

林業技術叢書第19輯

林木のタネとその取扱い

小沢 準二郎 著

JAPAN
FOREST TECHNICAL ASSOCIATION

林木のタネとその取扱い



元農林省林業試験場長
農学博士 長谷川孝三 序

農林省林業試験場 農林技官
小沢準二郎 著



序

産業経済の急速な進展に伍して国民生活の向上と 国土保全とに寄与しなければならぬわが国の林業は、今やその方向を新たにして 奥地未利用資源の開発と人工造林の飛躍的な拡大を目ざして経済政策の線を進んでいることはまことに結構であるが、その中の人工造林だけをとつてみても 無駄なく仕事をやつていくとなると組織を改めたり 技術を新たにして十分な心構えで、かからねばなるまい。生れつき優良な形質をもつ健全な造林材料を選び生産性を高めて年々の需要に応じながら、一方では植栽、保育、被害防衛の広汎にわたる仕事も合理化された姿でやつていかねばならないのだから、実に容易なことではあるまいと思う。申す迄もなく 造林材料たるタネや苗木は、総て生活力あるものであるから 少しでも取り扱い上欠陥があつたり 環境が好ましくなければ、直ちにその活力を弱めたり失つたりして事業に無駄が出易いものである。ことにタネとなると 栄養を補給して 活力の回復を計るという手は絶対がないので、特にその扱い方を心得ておらないと思わぬ損害を招き易い。この意味で本書のような実用向の指導書が刊行されたことはまことに機宜に適したものであると言えよう。著者は多年農林省林業試験場造林部で 専らこの道に精進せられた練達の士である。従つて記述せられた内容は 懇切を極めタネ取り扱いの百般にわたつて余すところがないばかりでなく、末尾に参考文献を掲げて読者の便を計っている。あえて江湖にお奨めするゆえんである。

昭和 33 年 2 月 1 日

農学博士 長 谷 川 孝 三



は し が き

森林をつくる場合には、天然更新による方法と人工造林による方法があつてそれぞれの特色に応じた手段が各地でおこなわれているが、いずれにしても、従来からタネが占める位置はきわめて高い。しかし一面、スギのように無性繁殖が可能なものもあつて、そのサンキによる成績がよく、優良クローンを基として形質や成長のよい、いくつかの新品種も発見されているが、多くの樹種の無性繁殖はマダマダ困難で、実用的には達しておらない。

したがつて大体において、1本の大木も1粒^{つぎ}のタネから発生したもので、言葉をかえていえば、「1粒のタネは無限の子孫を生産する」ことによつて人類に利益をもたらしている。農作物においてイネがよい例で、「1粒万倍」ということが云われているが、ムギや野菜にしても同様である。なおまた林木でも1本の母体から数千、数万のタネが生産され、同じ系統の子孫は「地球が消滅しないかぎり」おそらく次々と続くことが想像される。ただ林木の場合、その系統の素質に良否があることが難点で、とくに「その品種的淘汰に長い年月を要する」ところに大きな問題がある。

さて、わが国でも最近において、おくれらせながら「林木の品種改良」に重点がおかれるようになって、いわゆる「精英樹（エリート）の選抜による育種」が主体になつてきた。そして、よい形質の母樹を充分に保護管理するとともに、それを基としてサンキやツギキによつて、採種園あるいは採種園をつくり、よい形質のクローンを生産する措置がとられ、近い将来これらの穂やタネが造林用に供せられることになるが、林野庁においては、その暫定措置として従来の母樹林を「採種林組織」にきりかえ、よいタネを生産するための必要な手段を講じつつあつて各府県においても、その主旨にそつた対策が講じられている。

しかし現在は、いわゆる既成林分を対照としてタネとりがおこなわれているために、ややもすれば従来のように、「タネでさえあればよい」という悪習にお

ちいりやすいだろうが、いやしくも林業技術者としては、よい母樹を対照としてその造林成績の昂上を期することには異論がない筈で、それとともに“よい種苗を生産する”手段として、タネに関する多くの智識が要求されるであろう。

わが国においても従来より、タネの採取および精選、タネの発芽および貯蔵の方法、あるいはタネの品質検査などに関する研究が多く、それらの成果を基として数多くの「造林関係の参考書」にタネの諸問題が解説されているが、最近における刊行物としては「実用造林学エゾマツ、トドマツ篇」「実用ヒノキ育林学」および「育林綜典」などが有名で、なお戦前のものとして「造林学汎論」「更新論的造林学」「植物生理学的栽培学汎論」および「農業植物学汎論」などがあつて、いずれもタネの問題にかなりのページをつかつている。さらにF A O（国際連合食料農業機関）で1956年に出版した“Tree Planting Practices in Temperate Asia: Japan,, は前林業試験場長大政正隆博士元林業試験場長長谷川孝三博士その他の学者によつて、わが国における「林学の研究成果」を各国に照会したものであつて、主要林木のタネに関しても、それぞれの部門にわたつて詳しく解説されている。

なおまた、タネに関する専門書としては、近藤万太郎博士の「日本農林種子学前後編」および安田貞雄博士の「種子生産学」などが、その内容において稀有の参考書である。さらに長谷川孝三博士の「林木種子の活力に関する実験的研究」もあまりに有名であるが、これらの図書は現在ではほとんど入手できないであろう。

著者は数年前「林業専門技術普及員の講習」にあたつて講師となつたが、そのさいのプリントを基として「林木のタネに関する技術普及解説書」の刊行を計画し、これを脱稿したが都合で発刊がおくれていたところ、ここに機会をえたので、その全文を検討し訂正することができた。

本書の内容は、さきに刊行した「カラマツのたね」「カラマツ造林編—種子」などの小冊子と重複する点はあるが全般的にみて、かなり独創的に林木のタネに関する諸問題を、できるだけ広範囲に取扱つたもので、わが国における「林

業用種子に対する研究動向」も、ある程度うかがえるだろうと自負しているが実際にタネを取扱う方々や、これからタネを研究される方々に、いくぶんなりとも御参考になれば著者の目的は達せられ、最大の喜びである。

なお本書に引用した各種の実験成績は、主として、わが国における文ケンによつたが、それは、さらに理解を深めるために、比較的簡単に入手できる原文を読んで戴きたいためである。しかしながな浅学非才の悲しさで、原著者の意を充分に表現できず、不十分な力所もきわめて多く、いまさらながらにムズカシさを痛感するが、それらの点については、御叱正をえて補填するとともに勉強してゆきたいと考えている。

本書に対して、とくに斯界の最高峯である農学博士長谷川孝三先生に有益な助言を賜わり、御多忙中のところ御校閲を願い序文まで戴いたことは、著者の最も光榮とするところで衷心より御礼申しあげるとともに、貴重な文ケンを引用させて戴いた方々に対し、その無断借用をお詫すると同時に、ここに謹んで感謝する次第である。

さらに本書の刊行にさいして、格別の御尽力を賜わつた「日本林業技術協会」理事長松川恭佐氏、専務理事松原茂氏その他の方々に厚く御礼申しあげるとともに、いろいろと御高配賜わつた林野庁研究普及課企画官小野陽太郎技官ならびに治山課大久保恭技官に厚く感謝致す次第である。

なおまた、いろいろの無理な注文を、好意ある御理解のもとに印刷の労を賜つた「合同印刷株式会社」の方々に対して深謝致す次第である。

昭和 33 年 2 月

東京、目黒、林業試験場造林部研究室にて

著 者

文 例

- 1) 本文は、できるだけ口語体とし、新かなづかいによつたが、ところどころ従来の慣習によつたカ所もある。
- 2) なお、できるだけ当用漢字および当用林業語によつたが、文章の都合で従来の慣習によつたカ所も多い。その顕著な例としては「種子」と「タネ」の場合である。
- 3) このさい原則的には「タネ」を用いているが、次のような場合には「種子」を用いた。たとえば、

「タネの……」「木のタネは……」「スギのタネ……」「タネの翅……」

「アカマツ種子」「翅付種子……」「貯蔵種子……」「種子学……」

などの場合である。

- 4) 原則としてメートル法によつたが、引用の都合で従来の尺貫法によつたカ所が多い。

また発芽率も小数点以下2桁で四捨五入するのが普通であるが、引用データの都合で小数点以下1桁で四捨五入したカ所もある。

- 5) 文けんを引用したさいは、できるだけ原文によつたが、わかりやすくするため「原著の意」に反しない範囲内で省略または書たしたカ所もある。
- 6) 学名は特殊なもの以外は省略したが、主要樹種の学名は「林業手帳」1958年版 93 頁を御参照願いたい。
- 7) さらに末尾に掲げた文けんは、実際に引用したもののほか、手元のカードによつたものが多く、したがって、著者の分類様式と原著者の意図が一致しないものが多いと思われるので、その点について御諒解を願いたい。

目 次	
第1章 木のタネの意義	1
第1節 森林植物の分類様式	1
第2節 森林植物の受精過程	4
1. 裸子植物	4
2. 被子植物	6
第3節 タネの形態	8
第2章 タネの結実	11
第1節 結実を始める樹令	11
第2節 タネの結実年度と豊凶	13
1. 結実の週期	13
2. 結実の豊凶度	14
第3節 開花結実に関係する因子	17
第3章 木のタネの成熟過程	21
第1節 花芽の分化形成	21
第2節 開花後タネが成熟する期間	26
第3節 結実の予測	31
第4節 結実の促進	37
第4章 タネの採取に関する事項	44
第1節 母樹の産地の重要性	44
第2節 タネの需給区域	47
第3節 球果の採取の適期	56
第4節 球果の採取方法	59
第5節 球果採取上の注意事項	65
第5章 球果を採ってから精選までの処置	69
第1節 球果の乾燥	69
1. 自然に球果を乾燥させる方法	69
2. 人工的に球果を乾燥させる方法	71
第2節 球果又は果実からタネを取だす方法	73
1. 広葉樹の場合	73

2. 針葉樹の場合	75
1) 球果から脱粒させる方法	75
2) タネの収量	77
3) タネの翹を除く方法	78
第3節 タネの精選	80
1. 風選による方法	81
2. 水選による方法	82
3. 薬品による比重選	85
第6章 木のタネの発芽に関する諸問題	88
第1節 発芽の意義および関係因子	88
1. 発芽現象に対する概念	88
2. 発芽と水分	90
1) 水分の必要度	90
2) 吸水によつて起る現象	92
3. 発芽と温度	94
4. 発芽と酸素	97
5. 発芽と光線	99
6. 発芽と微生物	102
7. 発芽と薬剤	102
8. タネの発芽に及ぼす放射能の影響	107
第2節 タネの内的条件と発芽	109
1. 木のタネの後熟	109
2. 発芽をおくらせる原因	111
第3節 木のタネの発芽促進の方法	113
1. 発芽期間の樹種別差異	113
2. 浸水による発芽促進の効果	114
3. マメ科樹種の発芽促進法	115
1) イシダネの意義	115
2) アカシヤに対する前処理	118
3) クズにおける処理とアカシヤとの特異性	121
4) 合理的な発芽促進法	123
4. ウルシ科樹種の発芽促進法	126
5. 低温処理と発芽促進の関係	129
1) 変温処理とタネの発芽	129
2) 針葉樹のタネと低温処理	133

3) 低温処理による発芽試験期間の短縮	138
6. 露天埋蔵による発芽促進の効果	142
7. トネリコ属の発芽促進法	145
第7章 木のタネの貯蔵に関する諸問題	150
第1節 タネの貯蔵の必要性	150
第2節 タネの活力消失に関連する因子	151
1. タネの寿命の意義とその長短	151
2. 環境条件とタネの発芽力	156
1) タネの乾燥程度	156
2) 貯蔵カ所の条件	157
第3節 タネを貯蔵する方法	159
1. 湿じゆん貯蔵の効果	159
1) 湿じゆん貯蔵の意義	159
2) タネを地中に囲う方法	160
3) タネを地中に埋蔵する方法	160
4) 湿じゆん貯蔵における発芽抑制剤の効果	164
2. 乾燥貯蔵の効果	166
1) 乾燥貯蔵の意義	166
2) 貯蔵したタネの使用価値	167
3) タネの乾燥度と貯蔵効果	168
3. ポプルス属種子の貯蔵効果	171
4. 低温貯蔵の方法	173
1) 風穴利用の効果	173
2) 雪塚貯蔵の効果	176
5. タネの貯蔵上における薬剤添加の効果	178
1) 水分吸着剤の影響	178
2) 水分吸着剤以外の薬剤の影響	181
6. 低温貯蔵庫におけるタネの貯蔵効果	184
1) 貯蔵温度が氷点下の場合	184
2) 低恒温恒湿装置の貯蔵庫	185
第4節 貯蔵種子の取扱い	189
1. 貯蔵所へ搬入する場合の注意	189
2. 貯蔵所より搬出する場合の注意	191
第8章 木のタネの品質とその検査方法	196
第1節 木のタネの品質の良否	196

1. タネの素質と品質のちがい	196
2. 結実の豊凶とタネの品質	197
3. 球果またはタネの着生カ所と品質の関係	200
4. タネの大小と品質の関係	202
5. 球果の処理とタネの品質	203
6. 球果の採取時期とタネの品質	207
7. マメ科の莢果の熟度とタネの品質	209
1) 生育環境とエニシダ種子の品質	209
2) ニセアカシヤ莢果の乾燥程度とタネの品質	215
第2節 林業用種子の検査	217
1. 検査の必要性	217
2. 検査に関する変革	219
3. 検査の方法	226
4. 検査の基準事項	230
1) 実重および容積	230
2) タネの純量率	234
3) タネの発芽率	238
4) タネの効率	243
5) 輸出種子の等級	245
5. 検査結果の公差と検査したタネの価格の算定方法	247
6. タネの検査に対する実例	249
1) 発芽率の検査	249
2) 発芽率の計算方法	254
3) 純量率の測定方法	257
4) 実重の測定	261
第3節 タネの発芽力検定の方法	262
1. 実際にタネを発芽させる方法	262
2. 発芽操作の初期において発芽力を推定する方法	266
3. 発芽の操作をおこなわない方法	268
1) 火熱による方法	268
2) タネの含有樹脂の鮮度による方法	269
3) タネの浸出液の電気抵抗度によつて発芽力を推定する方法 ..	269
4) 酵素の検出による方法	271
5) 染色剤の着色による検定	274
第4節 還元法によるタネの発芽力検定の方法	276
1. 還元法によるタネの活力判定	276

1) 還元法の意義	276
2) セレン酸ソーダによる方法	277
3) テルル酸ソーダによる方法	278
4) テトラゾリウム塩によるタネの活力検定	279
2. 種子鑑定紙の使用法	280
3. タネの検査のための還元法の価値	284
1) 還元法の特色	284
2) 従来の発芽試験と還元法の比較	286
3) 試験発芽率と苗畑における実際発芽率の関係	288
第5節 平均試料の摘出方法	291
第6節 まき付量におよぼすタネの品質	296

参 考 文 献

1) タネの全般的取扱に関するもの	307
2) タネの結実および成熟に関するもの	307
3) 母樹の産地および形質に関するもの	309
4) 母樹および母樹林ならびに結実促進に関するもの	310
5) 球果およびタネの採取と乾燥に関するもの	313
6) タネの精選に関するもの	314
7) タネの発芽に対する諸条件および発芽促進などに関するもの	316
8) タネの貯蔵に関するもの	325
9) タネの品質および検査ならびにまき付に関するもの	328

図表の目次

第 1 図	裸子植物と被子植物のメシベと果実	2
第 2 図	アカマツの花とタネ	6
第 3 図	クルミの受精の状態	7
第 4 図	タネの形態の 1 例	9
第 5 図	桃の花芽分化の初期変化	22
第 6 図	スギの花芽（開花前）	24
第 7 図	トドマツの雌花芽および雄花芽のつきかた	25
第 8 図	開花後のクロマツ雌花	27
第 9 図	スギの幼球果	27
第 10 図	マテバシイの果実	28
第 11 図	コノテガシワの球果	28
第 12 図	イヌガヤの果実	28
第 13 図	トドマツの球果長の成長率と産地別海拔高の関係	30
第 14 図	カラマツの冬芽	35
第 15 図	カラマツの開花	35
第 16 図	カラマツ冬芽の縦断面	36
第 17 図	樹幹の針金巻（カラマツ）	39
第 18 図	樹幹の環状剝皮（カラマツ）	39
第 19 図	除伐後の林況（カラマツ）	40
第 20 図	間伐後の林況（カラマツ）	40
第 21 図	スギ苗木の結実促進の 1 例	43
第 22 図	スギ種子の需給区域	49
第 23 図	ヒノキ種子の需給区域	50
第 24 図	アカマツ種子の需給区域	50
第 25 図	クロマツ種子の需給区域	51
第 26 図	北海道における林木種子の需給区分	52
第 27 図	クロマツの球果	58
第 28 図	スギの球果	58
第 29 図	モミの球果	58
第 30 図	木登り法の 1 種	60
第 31 図	木登り用 1 本ハシゴ	60
第 32 図	ブリ縄の結びかた	60
第 33 図	球果を採るため極端に力枝を切りおとしたので、ついに枯	

	れたカラマツの母樹	61
第 34 図	カラマツ天然生林の樹形	63
第 35 図	カツマツの球果のもぎとり	64
第 36 図	球果もぎとり用具の 1 例	65
第 37 図	球果乾燥室の平面図	73
第 38 図	簡易な球果乾燥室の断面図	73
第 39 図	オニグルミの果実とタネ	74
第 40 図	エニシダ莢果の成熟状態	75
第 41 図	回転式脱粒器の構造	76
第 42 図	翅のとりかたが不十分なマツのタネ	78
第 43 図	よく翅がとれたマツのタネ（霧吹法による）	79
第 44 図	霧吹法による翅のとれる順序	79
第 45 図	針葉樹のタネの翅の構造例	80
第 46 図	小山式種子水選器	83
第 47 図	苗畑におけるアカマツ種子の発芽経過	89
第 48 図	硝子張り恒温器	100
第 49 図	過酸化水素液に浸漬したアカマツ種子の発芽状態	105
第 50 図	レンゲソウのタネの皮の横断面	116
第 51 図	イシダネ打破の処理をしたアカシヤの発芽比較	119
第 52 図	クズ種子の処理別発芽状態	121
第 53 図	各種処理別種子の置床前における膨大率	123
第 54 図	ハゼノキ果実の縦断面と外形	129
第 55 図	アカマツとカラマツの発芽状態の比較	139
第 56 図	産地の異なるアカマツ種子の放冷効果の差	140
第 57 図	ヤチダモ種子の土中埋蔵の方法	146
第 58 図	水中に浸漬したアカシヤ種子の発芽成育状態の 1 例	155
第 59 図	20 年以上地中に埋もれたタネの発芽状態	162
第 60 図	林木種子の貯蔵用器具の 1 例	175
第 61 図	ヒバのタネの氷点下における貯蔵効果	186
第 62 図	カラマツの結実豊凶度とタネの発芽率の関係	198
第 63 図	カラマツ球果の陽光による乾燥場の 1 例	205
第 64 図	カラマツ種子の採取時期と発芽の関係	208
第 65 図	エニシダ莢果の採取時期別における乾燥日数とイシダネの形成	213
第 66 図	検査件数からみたスギ種子の需給状態	223
第 67 図	検査件数からみたヒノキ種子の需給状態	224
第 68 図	検査件数からみたアカマツ種子の需給状態	224

第 69 図	検査件数からみたクロマツ種子の需給状態	225
第 70 図	普通型発芽皿にタネを並べたところ	250
第 71 図	特殊な平型皿に並べたケヤキのタネ	251
第 72 図	平均試料分別器の構造	258
第 73 図	ノツベ式種子発芽皿	263
第 74 図	ヤコブセン式種子発芽床	263
第 75 図	リーベンベルク氏の種子発芽装置	264
第 76 図	ヤコブセン氏の種子発芽装置	264
第 77 図	タネの発芽試験用恒温器の 1 例	265
第 78 図	タネの発芽試験室の 1 部	266
第 79 図	交流電源を用いた液体の抵抗測定の接続図	270
第 80 図	アカマツに対する還元法テストの 1 例	283
第 81 図	アカマツ胚の呈色反応	283
第 82 図	アカマツの胚に対する還元法における呈色反応の 1 例	284
第 83 図	小山式平均試料分取器	293
第 84 図	平均試料採取杖 (1)	294
第 85 図	縮垣式平均試料採取器	295
第 86 図	平均試料採取杖 (2)	295



第 1 表	主要林木種子の豊凶度一覧表	14
第 2 表	北海道産主要樹種の豊凶度	16
第 3 表	林業試験場の構内における木のタネの豊凶状態	16
第 4 表	主要針葉樹における開花結実の観察例	30
第 5 表	産地別トドマツの花芽着生状態	33
第 6 表	産地別トドマツの受精および結実状態	33
第 7 表	各種の結実促進処理とカラマツ球果および花芽の着生	39
第 8 表	北海道における球果の採取時期	57
第 9 表	トドマツの球果およびタネの含水状態	66
第 10 表	アカマツ球果の乾燥状態と発芽率の関係	72
第 11 表	カラマツ球果の乾燥と発芽率	72
第 12 表	球果 1 石よりえられるタネの収量	77
第 13 表	水選試験に用いたタネの品質	83
第 14 表	針葉樹種子の水選における浸水時間毎の品質	84
第 15 表	木のタネの吸水量および吸水速度	94
第 16 表	主要針葉樹種子の発芽温度	95
第 17 表	寒地産針葉樹種子の発芽温度	95

第 18 表	熱帯産林木種子の発芽温度	96
第 19 表	木のタネのまき付時における被土の厚さ	98
第 20 表	インダネ保有率の樹種別変異の 1 例	117
第 21 表	熱湯処理におけるアカシヤ種子の発芽状態	120
第 22 表	熱湯処理における種類別の効果上の差異	122
第 23 表	各種処理別における発芽および腐敗と膨大率の関係	124
第 24 表	硫酸処理によるウルシ種子の発芽状態	126
第 25 表	低温処理したタネが発芽に要する日数（苗畑）	136
第 26 表	前処理と発芽日数の関係（苗畑）	137
第 27 表	クロマツ種子の温度処理別発芽状態	141
第 28 表	室内に貯えた林木種子の発芽力減退の状態	152
第 29 表	室内放置 3 年後のネムノキ種子の発芽状態	153
第 30 表	室内放置 7 年後におけるアカシヤ種子の発芽	154
第 31 表	発芽試験の残存インダネに対するアカシヤとクズの吸水比較	154
第 32 表	20 年以上地中に埋もれたタネから発芽した 1 年生苗の成長の 1 例 ..	163
第 33 表	湿じゆん貯蔵中における 2—4—D によるクリの発芽抑制効果	165
第 34 表	貯蔵の方法と発芽力保存期間	168
第 35 表	貯蔵カ所および湿度別のヤマナラシ種子の貯蔵効果	173
第 36 表	10 年間貯蔵したトドマツ、エゾマツのタネの発芽率と含水量	178
第 37 表	エゾマツ種子の貯蔵経過日数にともなう発芽率の低下	179
第 38 表	薬剤添加貯蔵満 6 カ年後における貯蔵効果	183
第 39 表	ヒバ種子の低温貯蔵の試験方法	185
第 40 表	カラマツのタネの置きかた別による貯蔵前後の 発芽率と含水率の変化	189
第 41 表	日本の各地における平均気温	191
第 42 表	結実の豊凶度とタネの品質	197
第 43 表	カラマツ種子の新古別の品質例	199
第 44 表	種粒の大小による発芽上の差異	202
第 45 表	松本地方の気象の概略（1950 年 9 月 11 日～10 月 10 日）	204
第 46 表	カラマツ球果の乾燥方法と所産種子の活力	206
第 47 表	カラマツ球果の採取時期とタネの発芽力	208
第 48 表	母樹別エニシダの莢果およびタネの色と重さ	210
第 49 表	母樹別エニシダの乾燥度によるタネの品質	212
第 50 表	エニシダの貯蔵種子の発芽経過と新種子との品質の比較	214
第 51 表	ニセアカシヤ莢果の採取時期および乾燥方法による発芽変異	215
第 52 表	ニセアカシヤの莢果の乾燥経過	217

第 53 表	ニセアカシヤ莢果に関する記録	217
第 54 表	ニセアカシヤ莢果の着生種子の収量の 1 例	217
第 55 表	主要林木のタネの実重 (1,000 粒の重量)	232
第 56 表	種粒の大小と容積重の関係	233
第 57 表	主要造林用種子の純量率の範囲と出現件数	235
第 58 表	主要針葉樹種子の重量, 容積と発芽率の関係	241
第 59 表	系統別スギ種子の発芽状態	242
第 60 表	主要針葉樹種子の純量率, 発芽率と効率の関係例	244
第 61 表	輸出する木のタネの優良品質の等級標準	246
第 62 表	産地別のスギタネバチ成虫の発生推定数	253
第 63 表	樹種別におけるタネの発芽率と浸出物の多少	270
第 64 表	常法による発芽試験と還元法の比較	286
第 65 表	還元法と発芽試験による発芽率の偏差	288
第 66 表	苗畑における常法と還元法の発芽状態の比較	290
第 67 表	主要樹種に対する発芽率別のまき付量	297
第 68 表	タネのまき付量と苗木の残存率	298
第 69 表	床面 1 m ² のまき付量	298
第 70 表	ヒノキ種子の発芽率別のまき付量	303
第 71 表	針葉樹に対するタネの単位あたり粒数, 重量, 容積一覧表	305
第 72 表	広葉樹のタネの粒数, 重量, 容積などの一覧表	306

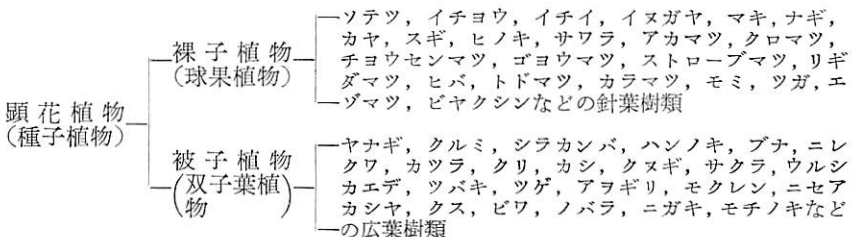
第1章 木のタネの意義

第1節 森林植物の分類様式

植物界を大観すれば、^{いんか}隠花植物と^{けんか}顕花植物に大別できるが、前者には多くの菌類や蘚苔類、シダ類などが属し、これらは花をもたず孢子によつて繁殖するので孢子植物といい、後者は開花結実によつて、タネを生産するために、種子植物と呼ばれている。なお、人間の生活上からみれば両者は、いずれも大切なもので、同じ程度の重要さをもつが、ここでは森林により大きな関係をもつ種子植物について、さらに分析してみよう。

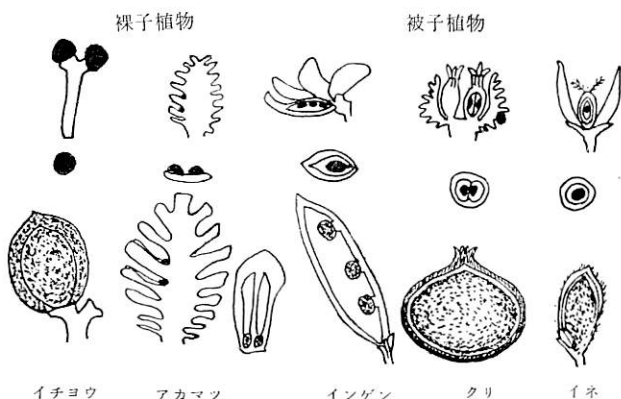
植物の花はタネを生産するために、絶対的に必要な器官で、開花することによつて、メシベがオシベの花粉をうけて、受精作用がおこなわれ、花の内部にある胚珠が発達して1コのタネになるが、胚珠が大気中に露出している種類と種鱗に相当する心皮で包まれている種類があつて、前者を裸子植物、後者を被子植物と一般にいつている。

さらに、裸子植物は多くの場合、種鱗が発達したマツカサ（球果）によつてタネは保護されているが、この種類の葉は細ながく、とがっているので針葉樹と呼ばれ、また球果植物ともいう。なお被子植物には広葉樹が属し、これらは2枚の子葉をもっているので双子葉植物という。参考までに、植物学上の分類様式を示せば、



のようである。しかしこれにも若干の特例があつて、たとえば同じ針葉樹であつてもイチヨウのように、広葉のものもあれば、ナギのように扁平のもののヒノキ、サワラ、ヒバのように鱗片状の葉をもつたものマツ、スギ、カヤのように文字どおり針葉のものがある。

なお、大部分は球果を生ずるがイチヨウ、イチイ、カヤ、イヌガヤ、ナギ、マキなどのように球果を形成しないものがあり、広葉樹についても、大部分は子房の発達した果実によつて、タネは保護されているがニレ、カバ類のように苞や小苞が合して、外観的には針葉樹と同様に、木質化した球果状果鱗をもつたものがあつて、実際にはなかなか複雑多岐な面が多い。念のために、裸子植物と被子植物のちがいを示せば次のようである。



第 1 図 裸子植物と被子植物のメシベと果実（原図）
 上……オシベを取さつた花で、メシベの子房をタテに切つたもの。
 中……子房をヨコに切つたもの。黒くぬつた部分は胚珠である。
 下……果実とタネの状態を示す。

さらに、植物の果実はその形状によつて、それぞれ区別されているが、木本植物には次のような種類の果実が生産される。

球果——花軸に多数の花があつまり、成熟すれば鱗片とともに 1 果を形成する……マツ、スギ、ヒノキ、カラマツなど。

桑果——数花よりなる果実があつまり、多汁な集合果を形成する……コオゾ

クワなど。

隠花果——数多くの花果が肥大した花托内にかくれている…イチジク。（以上を多花果という）

梨果——多くの子房よりなつて萼や花托とともに果実を形成する……ナシ、リンゴ、サンザシなど。

柑果——漿果に類するが内部が多胞となる……ミカン類。

核果——中果皮は多肉質で、内果皮がかたいもの……モモ、サクラ、ウメ、イチヨウ、モチノキ、ウルシ、クルミ、アブラギリ、ツゲなど。

漿果——中果皮および内果皮が多汁で、数コタネをもつ……ブドウ、スグリなど。（以上を多肉花または単花果という）

蒴果——複子房果は成熟すれば裂開する……ツツジ類、ヤナギ、キリなど。

莢果——単果は成熟すれば内外線から裂開するもの……ニセアカシヤ、ネムノキなど。莢が内線のみで裂開するもの……ゴズイ、コブシ、モクレンなど。（以上を裂果または乾燥果——単花果という）

翅果——果皮がのびて翅状となるもの……カエデ類、ヤチダモ、ニレ、カンバ、トネリコなど。

堅果——果皮がとくに堅い……クリ、カシ、ナラ、ブナなど。

瘦果——成熟すればタネの状態をする……スズカケノキ。（以上を閉果——乾燥果、単花果という）。

また、造林用としてのタネをみるとスギ、ヒノキ、マツ、モミなどの針葉樹類およびクス、ニセアカシヤ、ネムなどの広葉樹類は、植物学上のタネと一致するがケヤキ、クスギ、カバ、カシ、ナラ、ウルシ、クリ、クルミ、ヤチダモなどの広葉樹類は、植物学上の果実または果実の一部を、習慣的にタネとして用いている。しかし、これらは果実とタネの分離が困難で、事業上はそれではとんど支障がないから、ここでも区別せずにタネとして取扱うこととする。

ひるがえつて、これを開花結実の面からみれば、針葉樹の多くは雌雄異花で雄花と雌花は別々であるが、なかには、木自体が雄木と雌木にわかれているも

のもあつて、これを雌雄異株といつている。前者にはスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、トドマツ、エゾマツなど、後者にはイチヨウ、イチイ、カヤ、イヌガヤ、ネズミサシ、ナギ、マキなどがふくまれる。また広葉樹には雌雄同花または異花、雌雄異株、雌雄雑株など、いろいろの種類があるが、同花というのは1つの花の中に雌ズイと雄ズイをそなえておりサクラ、ツバキなどが代表的なものである。異花というのは多くの針葉樹にみられるように、雄花と雌花が別々につく種類でクリ、カン、ナラ、ヤマナラシ、コオゾなどがある。なお異株のものにはアブラギリ、トネリコ、トチュウ、イイギリなど、雑株性の強いものにはウルシがある。

第2節 森林植物の受精過程

どの種類でも、タネが生産される条件としては、雄花または雄ズイの花粉が胚珠と接することが必要で、いずれも、開花して受精作用がおこなわれる。しかし裸子植物と被子植物では、花器の構造がちがうので、その受精過程にも差がある。次に両者について、タネが生産されるまでの概要を説明しよう。

1. 裸子植物

この種類の胚珠は露出していて子房に包まれていないが、子房を形成すべき心皮は扁平に拡がり、鱗片となつて胚珠は、これに附着する。いずれも雌雄異花で、多くの場合、花器は開花の前年の夏頃に分化形成されるが、マツの雄花は新梢の基部に多数が集団的につき、その先端部に1～3コの雌花をつける。またスギやヒノキは、新梢の先端部に塊状に数コの雄花がつき、雌花は別の新梢の先端部に着生する。トドマツでは樹冠上方の、その年にのびた枝の上側に点々と1コずつの雌花がつき、その雄花は、雌花のつく枝の下位から樹冠の中部までに生じ、その年にのびた枝の下側に密集して着生する。

そして、4～5月頃に成熟した雄花は、ツクシに類似した状態に包鱗を開き花粉の袋が縦にさけて、晴れた日に花粉は撒布されるが、開花時期には附近一帯が、煙のようにカスムことを各地で経験する。なお、花粉の形や大きさは樹

種によつてちがひ、それぞれ特徴をもっているが、交雑による育種のために、主要樹種に対する花粉の研究が育種部門で多くおこなわれている。

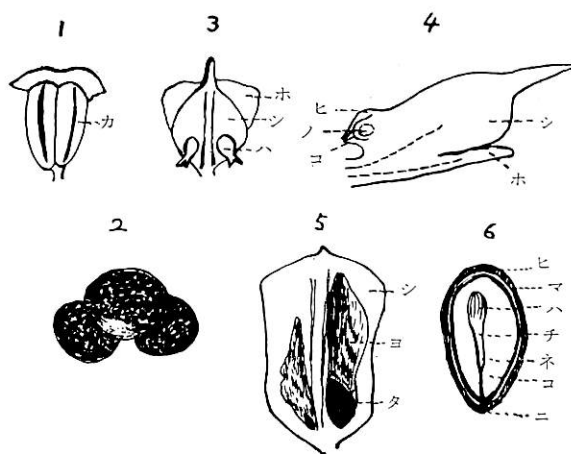
さらに雄花と同様に、雌花も種類によつて形に差はあるが、いずれも花粉を捕えるのに、都合のよい構造になつておつて、マツなどの風媒花についてみれば、雌花には多数の鱗片があつて、各鱗片は上下2片にわかれ、上片の上面に2コずつの胚珠がついている。この場合、その上片は種鱗、下片は苞鱗と呼ばれている。

これらは、開花期がくれば、各鱗片のあいだが開き、捕えた花粉を種鱗の奥にすいこませるが、受粉のさいは、胚珠孔から液を分泌して、風によつて運ばれてきた花粉を捕え、それがすめば、その液は乾燥して胚珠の内部に退くから、自動的に花粉が珠孔の内部に達する。そして、胚珠孔の附近に達した花粉は、外皮の薄いところから花粉管をだして、胚珠の内部に2コの雄核（生殖核）をおくり、その1コが珠心のなかにある卵核と結合して受精がおこなわれる。なお、イチヨウは受精のさい一種の精虫をだし、精虫はセン毛によつて雨水中を運動して卵核に達することが知られている。

多くの場合は、受粉してから雌器が形成されるので、受粉期から受精期までに、かなりの日数を要するが、マツの類は受粉後13カ月目に受精が完了することが認められている。（27頁参照）

そのさい、雄核または精虫が卵核と結合すれば、その卵核は卵球の下端に移動して、数回にわたり分裂をおこない、それによつて数多くの細胞を生じ、これらの細胞の下層のものは、胚ノウ内にはいつて胚となるが、胚の発育とともに胚ノウの部分も発達して胚乳を形成する。なお、珠皮も発達して種皮となり、種鱗は全体的に大きくなつて、木質化した球果となる。念のため、アカマツの花の構造を示せば、第2図のようである。

この図でわかるように、タネは胚珠の発達したものであつて胚、胚乳、種皮よりできているが、イチイのような種類は種皮の外側に、さらに胚珠の基部から生じた被覆物（仮種皮）があり、そのものは赤色甘味で子供によるこぼれる。



第 2 図 アカマツの花とタネ (原図)

1. ……雄花の鱗片。カ…花粉の袋。
2. ……花粉，両側は空気の袋，下側のうすい膜から花粉管をだす。
3. ……雌花の鱗片。ホ…苞鱗，シ…種鱗，ハ…胚珠（受精後成長してタネになる）。
4. ……同上縦断面。ホ…苞鱗，シ…種鱗，ヒ…珠皮（後に種皮となる）ノ…胚ノウ（後に胚乳となる）コ…珠孔。
5. ……熟した球果の鱗片。シ…種鱗の成長したもの，ヨ…タネにつく翅，タ…タネ。
6. ……タネの縦断面。ヒ…種皮，マ…被膜，コ…胚乳，ニ…珠孔の跡（ここから発芽のとき幼根をだす），ハ…子葉，チ…胚軸，ネ…幼根。

要するに，裸子植物の胚は幼芽（子葉），胚軸および幼根よりなり，幼根の先端は珠孔にむかい，幼芽は反対の側に位置していて，被子植物とはまったくちがつている。

2. 被 子 植 物

これらは，花の構造からして前者と異なり，心皮が縫合してできた雌ズイをもつことが特徴で，その胚珠は，子房の内側にある胎座の上に生じ，珠柄によって胎座と連絡する。なお，胚珠と珠柄の連絡点を一般にヘソといっているがこれは，動物の胎児が母体内で，子宮の内壁にある胎バンと連絡するのと同じであつて，栄養分を吸収するところである。

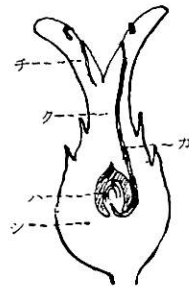
その胚珠には、内外2重の珠皮を有するが、子房は雌ズイの基部にある。そして、雌ズイの先端は柱頭と呼ばれ花粉を捕える役目をする。しかし、裸子植物がほとんど風媒であるのに反して、被子植物には風媒だけでなく、虫媒によるものも多い。このさい、風媒花の柱頭は、花粉をつかむに都合がよいように、ある種類の場合は長くのび、あるものでは細く分岐して羽毛状になつている。また虫媒花のものは、比較的小形で粘液を分泌しているが、その花は芳香を発するか、あるいは蜜線をもち昆虫類を引きつけるようにできている。

なお、柱頭にとまつた花粉は、それが風によつて飛んできたものであろうと虫によつて運ばれたものであつても、いずれも花柱をつらぬいて、花粉管をだして胚珠に達するが、そのだしかたは種類によつてちがう。たとえばクルミの花粉管は胚珠孔を通らずに、横から珠皮を貫通するが、その状態を示せば第3図のようである。

元来が花粉の細胞は単一であるが、柱頭について発芽をはじめると、大小2コの細胞に分裂する。このさい大きいものは、栄養細胞で花粉管を形成するが、小さいものは生殖細胞で、なかに雄核（生殖核）をもつ。

そしてまず、花粉管が珠心に達すれば、生殖細胞内の雄核が花粉管の内部にはいり、それが分裂して2コとなるが、珠心内にある胚ノウに達すれば、その雄核の1つは卵球内にはいつて卵核と結合し、他の1つは胚ノウ核と結合する。前者の場合は胚を形成し、後者の場合には、その細胞はさらに分裂して胚乳組織をつくる。

このように胚ばかりでなく、胚乳も受精作用によつて、生産される点が裸子植物とちがい、このさいは重複受精と呼んでいる。大体において、花粉管が発生して胚ノウに達すれば、ただちに受精作用がおこなわれるが、カシの類は数



第3図 クルミの受精の状態
(原図)

花粉管は珠孔からはいらず、胎座の方からはいり例を示す。
チ…柱頭、ク…花柱、シ…子房（子房壁は後に果肉となる）、ハ…胚珠（受精後成長してタネとなる）、カ…花粉管。

ヵ月後に受精が完了して胚が生成される。

なお受精がおわれれば、胚珠は発達してタネとなり、同時に内外珠皮も發育して種皮を形成する。このさい卵球が胚になり、胚ノウ核は分裂して胚乳になることは前述したが、なかには胚乳を形成せずに胚自身の子葉内に、胚乳に相当する養分を貯える種類もある。前者を有胚乳種子といい、農作物としてはイネやムギなど多くの種類があるが、林木ではほとんど後者の無胚乳種子で、2枚の子葉に養分を貯えているが、そのために子葉は著しく肥大しているのが普通である。

第3節 タネの形態

植物自体それぞれ、特有の形態をそなえるように、生産されるタネも特殊な形を示し、その状態は千差万別である。なお、これらを植物本来の性質からみれば、ながいあいだ植物は、いろいろな境遇におかれたために、同属のもでも、たとえば寒地産や暖地産として適応した、それぞれの種類個有の形態を示すのであつて、これを、子孫繁栄の立場からみれば、種類による特性の差が考えられる。

すなわち木のタネは、いずれも樹種によつて特有の形を示すが、ときに同じ種類でも産地のちがひによつて、タネの形も著しくちがうことを経験する。

その原因の1つとして考えられることは、多くの植物は他花受粉によるため自然的に雑種性が強いことで、したがつて同じ種類でも、大小いろいろの形状や色沢を有するものも無理はないだろう。

なお、タネは胚珠のころから、その種類によつて次のように直形、倒形、曲形などに区別されている。

イ) 直形または直生というのは、胚珠の着生する部分（ヘソまたは珠柄痕という）と珠孔とが、正反対の位置を示すもので、そのさい、胚珠の形は直生である。

ロ) 倒形または倒生というのは、珠孔とヘソが同じ位置で隣接した形を示し

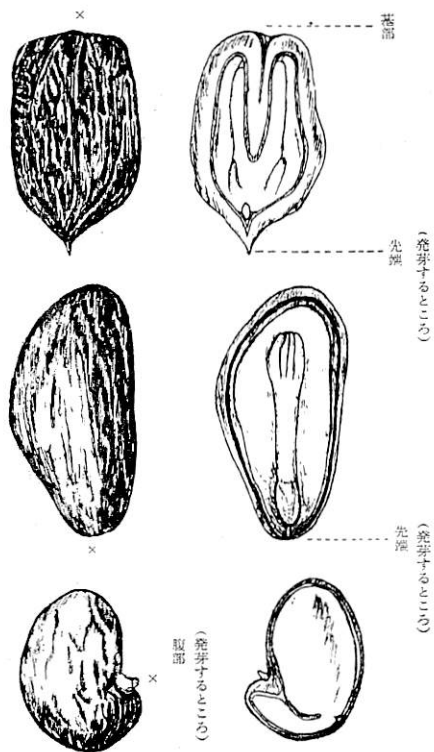
その胚珠は倒生状態となる。

ハ) 曲形または曲生というのは、直形と倒形の間にあたるもので、珠孔が90度ぐらいの角度にまがり、珠孔とヘソがはなれている。(種子生産学²²) 9頁に安田博士によつて、これら3種が図示されているから参照願いたい。)

林木のタネの胚珠をみると、多くのドングリ類やクルミなどは直形、また、多くの針葉樹やバラなどは倒形、マメ科のタネは曲形に属するが、参考までにこれらの種別毎にタネの形態を示せば第4図のようである。

要するに、ヘソはタネが珠柄に附着するところ、珠柄のないマツ、スギなどのタネは、胎座に直接つくカ所をヘソというが、一般に針葉樹類のヘソは形も小さく、かすかに凹凸を呈するか、または斑点を示すだけで、なかなか識別しがたいけれども、広葉樹類では鮮明で、ドングリ類やマメ科のタネは一見してヘソの部分がわかる。すなわち、その部分は光沢がなく、比較的あらく、その色も濃淡の差はあるが、種皮の色ともちがう。また、その形状もいろいろで円形、楕円形、クサビ形、線状形などがあつて、タネの識別上ヘソの位置や形状、色沢などは重要である。

いま、林木のタネについて、そのヘソの位置を大別すれば次のよ



第4図 タネの形態の1例(原図)

上…クルミの一種(直形)中…マツの一種(倒形)

下…ニセアカシヤ(曲形)

×…ヘソ(タネが珠柄についているところ)

左列…タネの外形、右列…タネの縦断面

うである。(第4図参照)

a) タネの先端またはその附近にあるも、判然としないもの……スギ、アカマツ、クロマツ、カラマツなどの針葉樹類。

b) タネの基部またはその附近にあつて、識別が容易なもの……カヤ、チヨセンマツ、イチイ、クルミ、エゴノキ、クヌギ、クリ、ナラ、カシ、ケヤキなど。

c) タネの腹面にあつて、その識別が一層はつきりしているもの……ウルシハゼノキ、ニセアカシヤ、エニシダなど。

なお、胚珠のところに珠孔といわれたカ所は、タネになれば発芽口として、幼根をだすところとなる。よく観察すれば、マメ科植物にはヘソの1端に、針をとおしたような小孔を有するものがあるが、多くのタネでは不明である。しかし林木のタネの多くのものは、その外形が一方に尖形になつており、胚の幼根部はこの位置にむかつていて、子葉部は反対側の、円味をおびた部分に位置するのが普通である。そして、発芽にさいしては多くの場合、尖形の部分(頂部または先端部)の種皮をやぶり、まず幼根をだすが、クリやドングリ類では、受精当時の名残である柱頭状の痕跡をのこすから、そこに発芽口があることも容易にうなずける。

さて、タネは成熟すれば、その種類それぞれの機構に応じて母体からはなれるが、風によつて散布するものは、タネの附属物として翅をもっている。しかし、その翅は種類によつて特有な構造を示し、いろいろな形のものがある。一般にアカマツやクロマツの翅は、タネの長さの3倍くらいで、うすい膜質で小刀のような形をしている。(第2図の5参照)なおまた、スギやヒノキにも翅があるが、これは翼状をしておつて、タネと分離することができない。さらに、果実に翅を有するものにカエデ、モミヂ、トネリコ、ヤチダモなどがあり、これらも通常そのままでき付用になっている。

第2章 タネの結実

第1節 結実を始める樹令

前述したように植物は、開花して受精が完了すれば、結実という現象がおこり、それぞれ、一定の成熟過程をへてタネを生産するが、タネの結実現象は種類により、あるいは立地条件によつて異なり、とくに、林業用のタネの結実については不明な点が多い。

さて、ある年に生産された林木のタネが、発芽して苗木となり、さらに、独立した木になつて受精作用をおこない、結実して次の代のタネ（子孫）を生産することは、一般に自然的におこなわれているが、ここで、苗木時代から結実を開始する年令を考えてみると、人間社会において『年頃』という言葉があると同じように、林木でも結実を開始する年令が大体きまつている。

なお人間でも、肉体が完全にならない幼時に、生殖作用をおこない、できた子供は一般に優れていないようであるが、林業上でも、同じようなことが認められている²⁸⁾³⁵⁾。たとえば、マツやスギが苗畑に養成されているところ、すなわち2～4年生の苗木時代から開花結実する場合、その木の成育は極端に不良であるが、幼母樹産のものが早くから、開花結実することが知られている。

その傾向はスギに多く見られ、苗畑のころに、雌花または雄花をつけているものがあるが、多くの場合その苗の成長は、きわめて悪いのが普通である。また10年生前後の植栽木に、多数の雌花および雄花をつけるものもあるが、この木の上長成長は著しく悪いことを見聞する。これは、開花結実が林木の成長を阻害するとみるよりは、品種的あるいは機械的の成長障害が、開花結実を促進すると考えるべきであろうが、成長の悪い母樹に早くから結実することは事実である。

従来⁶⁶⁾⁶⁷⁾⁷²⁾⁷³⁾⁸⁶⁾の学説によれば、幼母樹産のものは早くから結実をはじめ、

その性質は遺伝するので、それらのタネを造林用に用いることは望ましくないが、このことは、林木の育種上にとつて大切なことである。また一般に林内木より、林の周辺あるいは個立木のように、日当りのよい木が開花結実も早い。

しかし、これを樹種別にみれば、幼時に成長がよい陽樹類は、比較的早くから結実し、幼時の成長がユルヤカで、日陰を好む陰樹類は結実の開始もおくられるが、従来の記録⁴⁾⁷⁾⁸⁾²⁶⁾や観察を基として、樹種毎の結実開始の年令をみれば、

10 年生前後： ヤマナラシ、ヤナギ、ハンノキ、カンバ類など。

15～20 年生： アカマツ、クロマツ、カラマツなど。

20～25 年生： スギ、ヒノキ、サワラなど。

30 年生前後： ナラ、カン類、トネリコ、ヤチダモなど。

40 年生以上： モミ、トドマツ、エゾマツ、ブナなどのようである。

また、これをタネの生成面からみれば、大型の球果または果実を生産する種類は、小型のものを結ぶ種類に比較して、結実の開始がおそいようである。なぜ、樹種によつて差を示すかということは、なかなか解決しがたいが、植えたのちの成長経過が樹種によつて大差があり、結実がその樹種の成長クライマックスを過ぎたところから開始することを考えれば、このような区別があつてもよさそうである。

すなわち、永い一生をおくる林木は、幼時は成長のため最大のエネルギーを要するので、子孫繁栄に必要な結実作用は、第2次的のものになるが、樹種それぞれに適応した年令に達すれば、もはや成長はユルヤカになつて、いままで成長のために消費したエネルギーを結実のために、つかうことができるとみるべきである。なお結実を始めるということは、その母樹自体として今後それほど、上長成長を期待しなくともよい、年令に達したことを意味する。しかし、それだからといって、伐期に達したということではなく、子孫を繁殖しながら肥大成長する、ますます、円熟した時代に到達したと考えるべきであろう。

第2節 タネの結実年度と豊凶

1. 結実の週期

一定の結実年令（樹令）に達した林木でも、その後、毎年同じように結実することがなく、沢山結実する年と、ほとんど結実しない年とがある。そして、その状態は樹種による差のほか、同じ樹種でも産地のちがいによつて、結実状態を異にするのが普通である。

たとえば、甲の地方ではスギはよく結実したが、ヒノキはたいしたことがなく、乙の地方は、その逆の傾向を示したり、また、ある地方では広葉樹類は一般的に豊作であるが、針葉樹類は凶作にちかく、その逆の状態を示す地方もある。

そのさい、結実の頻度および量は、局部的環境因子の影響をうけるので、分布区域の広い樹種ほど、その差が大きい。これを大局的にみれば、樹種毎に大体一定した結実年度（週期）がある。従来の観察によつて、主要樹種の結実週期をみれば次のようである⁴⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾¹³⁾²⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾⁴⁷⁾。

毎年かなり結実するもの：

ポプラ類、ヤシヤブシ、ニレ、ハンノキ、ヤナギ、ミツマタなど。

毎年若干の結実を示し、1年おきに豊作に近い作柄を示すもの：

アカマツ、クロマツ、クリ、ニセアカシヤ、キリなど。

2～3年目に豊作を示すもの：

スギ、ヒノキ、コオヤマキ、モミ、ケヤキ、ヤチダモ、クスギ、ナラなど。

3～4年目に豊作を示すもの：

ヒバ、トドマツ、モミ、エゾマツ、クスなど。

4～5年目に豊作を示すもの：

カラマツ、ブナなど。

一般に豊作を示した翌年は、樹体の回復をはかるため、その結実を休止するのが普通で、それが結実の週期として樹種別の差を示すが、並作以下の場合に

は、翌年も結実する例がある。

要するに、豊作後の樹体の回復する程度が影響し、そして結実のために、消費するエネルギーが問題になるが、特別に栄養を人工的に補給しない林木ではその状態が農作物と異なるのも当然である。しかし、これからは林業でもタネをとるための林を、木材の生産を目的とする林と、区別して仕立てる必要があり、タネの生産を目的とする場合には、果樹園芸的な肥培管理によつて、栄養の補給を考えなければならない¹¹⁸⁾¹¹⁹⁾。

2. 結実の豊凶度

林木の結実は同じ樹種でも、それぞれ部分的の局所気象条件によつて、かなりの差がみられ、地方によつて著しく異なる場合がある。これらの参考資料として、農林省林業試験場³⁸⁾では大正のはじめから、主要樹種の豊凶度を取まとめ、山林公報あるいは山林彙報に掲載していたが、戦前の資料をもとに、これを一覧表にすれば次のようである。

第 1 表 主 要 林 木 種

樹 種	各 年 度															昭2
	大正 元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
スギ	並	並	豊	並	並下	凶	豊	凶	並	並下	凶	豊	並下	豊	凶	並下
ヒノキ	並	並	並上	並	凶	凶	豊	凶	並下	並下	凶	豊	凶	豊	凶	並
アカマツ	並	並	並	並	並下	並下	並	凶	並下	並下	並	並	並	並	並下	並
クロマツ	並	並	並	並上	並	並下	並	凶	並下	並下	並	並下	並	並	凶	並
カラマツ	凶	凶	豊	並	凶	無	豊	凶	無	豊	無	凶	凶	豊	凶	凶
ヒバ	並下	並下	凶	豊	凶	凶	並	凶	並	並下	凶	並上	凶	豊	凶	凶
ケヤキ	並	並下	並	並	並下	並下	並上	凶	凶	並下	凶	並	凶	並	凶	並下
クリ	一	一	一	豊	並	並上	並下	豊	並	並	並	並	並	並	豊	並下
ニセアカシヤ	凶	豊	並	並	並下	並	並	並	並	並上	並	凶	並下	?	凶	凶
クヌギ	並	並	並	豊	並	並下	並	並	並	並下	並	並	並下	並	並	並下
クス	並	並	並	並下	並下	並	並	並	並上	並	並上	並	並	並上	並	並下
ブナ	並	並	並上	並下	並	凶	豊	凶	並	並下	並下	並	凶	並	凶	並上

この調査は、国土が広がつたころの、各地の資料をもととしているが、大体

において樹種による特性がわかる。それによれば、アカマツやクロマツは凶作の年でも若干は結実するが、スギやヒノキ、カラマツなどは凶作年にはほとんど結実しない。なお、これを全般的にみれば、ある年にはどの樹種も豊作または、それに近い作柄を示し、ある年には共通的に凶作を示すように、その豊凶度は年によつて、一致した傾向もみられるが、部分的には相当に差があり、とくに本州と北海道では必ずしも、その豊凶年は一致しておらない。なお最近の北海道における、林木のタネの豊凶度を示せば第2表のようである。

これを本州方面と比較すれば、昭和22年には北海道は全般的に豊作に近く本州でもカラマツ以外は、並作またはそれ以上で、23年には全国的凶作で類似しているが、25年と26年はまったく反対の傾向を示し、31年も本州各地では結実が比較的良好だったが、北海道は凶作で結実が悪いようである。

また、同じ地方のせまいハンイのところでも、樹種によつて、その結実状態は非常にちがうことがある。すなわち著者(1941)³⁹⁾が林業試験場の構内に成

子の豊凶度一覧表

豊 凶 度																		備 考
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
並下	並下	豊	凶	並	並	並下	並下	並下	並	並	凶	並上	並下	凶	？	豊凶度は 豊、並上、 並、並下、 凶、無の 6階級と して各地 の状態を 考慮して 判定した		
凶	凶	豊	凶	凶	並	並下	並下	並下	並	並下	凶	並上	並下	凶	？			
凶	並下	並	凶	並下	並	並下	並	並	並	並下	並下	並	凶	並下	？			
凶	並下	並	凶	並下	並	並下	並	並下	並	並下	並下	並	凶	並下	？			
凶	無	豊	凶	凶	並下	凶	凶	並下	並	凶	凶	豊	無	凶	並下			
凶	凶	豊	凶	凶	並下	並下	凶	並下	並下	並下	凶	並	凶	並下	？			
凶	凶	並	凶	凶	並	凶	凶	並下	並下	並下	凶	並	凶	凶	？			
並上	並	並	並	並	並上	並	並下	並	並	並	並上	並	並	並	？			
並	並	並上	凶	並	並上	並下	並	並	並下	並下	並下	並	並	並下	？			
並	並下	並上	並下	並	並	並	並下	並下	並下	並下	並	並	並下	並下	？			
並上	並	並上	並	並下	並	並	並下	並下	並下	並下	並上	並下	並	並下	？			
並下	並下	並	並下	並	並下	並下	並下	並上	並下	並下	並下	並	凶	並	？			

(林業試験場統計資料による)

育する64科、301種の本木植物について、15年間の結実の豊凶度を取まと

めた結果は第3表のようで、全部の種類が同じ歩調をとらず、たとえば一般的に凶作の年でも、ある種のものは豊作を示し、また、その逆の場合もあることを認めた。

第2表 北海道産主要樹種の豊凶度

樹 種	年 度 (昭 和)																															
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31														
トドマツ	凶	並	凶	豊	凶	凶	並	凶	豊	凶	並	凶	豊	凶	並上	凶	並下	凶														
エゾマツ	凶	並	凶	豊	凶	凶	並	凶	豊	凶	並	凶	豊	凶	並	凶	並下	凶														
カラマツ ²⁵⁾	凶	並下	凶	凶	凶	凶	並	凶	並上	凶	凶	凶	豊	凶	並下	凶	凶	凶														
ヤチダモ	並	並	凶	並	凶	凶	並上	凶	並	凶	並	凶	並上	凶	凶	並	凶	凶														
オニグルミ	並	並	凶	並	凶	凶	並	凶	並	凶	並	凶	並	凶	並下	並	凶	凶														

第3表 林業試験場の構内に成育する木のタネの豊凶状態

区 分	調 査 年 度															
	大正 12	13	14	15	昭和 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
調査樹種数	61	109	117	134	136	136	141	149	142	140	132	130	128	127	125	
同上中豊作を示した種数	21	15	27	24	36	24	12	28	15	12	8	19	9	12	4	
調査種数に対する百分率(%)	34	14	24	18	27	18	9	19	11	9	6	15	7	9	3	
一般の豊凶度	○		○	×	○		×	○		×	×		×	×	×	

(註) ○……豊作, ×……凶作。(林業試験彙報 No. 52 より)

多少の例外はあるが、全国一般の豊凶と一致している。

この調査における豊凶度は、樹種に応じて着果枝を基準²⁴⁾²⁵⁾として、次のように判定した。

豊作……母樹の着果枝の全面的に結実した場合。

並作……母樹着果枝の全面に点々と結実する場合。

凶作……その結実がきわめてマバラである場合。

無……母樹着果枝の全面的にほとんど結実しない場合。

なお、この基準は事業的に応用してもよく、一般に採種量決定のために、豊凶調査がおこなわれているが、林分毎の結実度を判定するには、林の内外にお

ける母樹を、方位別に各2～3本えらび、それぞれの母樹について、この基準によつて豊凶度を調査すればよい。しかし、個人的誤差をすくなくすることが大切で、また、その結実量²⁹⁾³¹⁾³⁴⁾⁴⁶⁾は一般的に、林の南西面および尾根通りに多く、北面および谷間では少ないようである。

大久保恭氏(1941)³³⁾は熊本営林署管内産のクスの母樹36本について、大正8年から昭和10年までにおける開花結実と、それに関係する諸因子の調査資料をもとに開花量と結実量、結実の週期、母体および外的因子による開花結実の差異などを考察しているが、それによると、クスの結実は大体5年目に豊作を示し、開花結実する状態は母樹の年令、径級に正比例する傾向があるようで、海拔300mまでが、母樹の所在地として適当し、400m以上では結実が悪いようである。

また中島道郎氏(1940)³²⁾は東京高農(東京農工大)の構内に成育する、スギの開花結実型について研究し、とくに、強雌性および強雄性型のあることを認めている。すなわち、昭和11～15年の観察によつて、その着花型をA—Hの8種類に区別し、それぞれの特徴を検討しているが、強雄性型にはA, B, C型、強雌性型にはD, E, F型が、また晩期開花型としてはG型、なかなか開花しないものとしてはH型が属するという。

第3節 開花結実に関係する因子

農作物あるいは果樹などの、一般植物の開花結実の現象については生理的、生態的方面から、かなり深く研究⁴⁴⁾⁴⁵⁾⁹²⁾¹⁰⁰⁾されているが、林木について、なぜ年によつて結実状態を異にするか、なぜ樹種によつて、その結実に豊凶の週期があるか、あるいは同じ樹種でも、なぜ地方によつて結実の状態に差を示すか、などについては充分に知られておらない。それは農業や園芸方面におけるように、研究の結果を短期間につかむことができないことに基因するだろうが、たしかに林業では、生理や育種の問題は農業よりおくられている。

なお、開花結実に関する従来からの説⁴⁶⁾⁶⁰⁾⁶³⁾は、開花時期と成熟期間中にお

ける、気象的条件と母体内の貯蔵物質の多少が結実に影響し、つねに密接な関係をもっていることで、夏のころに気温が高く、空気が乾燥して早ばつ状態を示すような年には、充分に同化作用がおこなわれ、その母体内に同化物質が多くなり、貯蔵物質の充実にともなつて「花芽の分化」⁴⁸⁾¹⁰⁰⁾という現象がおこることが認められている。

また林業においても、ある年に豊富に結実すれば、母体内の養分は著しく消費されるので、豊作の翌年には気候条件がよくとも、ほとんど結実しないことを観察するが、それは結実のために、母体内の貯蔵養分が極度に消耗され、そのため、花芽の分化がおこなわれなためで、結実の中断年を生ずる原因も、この点にあると考える¹¹⁸⁾¹¹⁹⁾。

さらに、開花結実に関する有名な説に C—N 率があるが、これはアメリカの KRAUS, KRAYBILL 両氏 (1918) のトマトに対する研究が土台となつている。この説は要するに、植物の成長と結実は、根から吸収した水分および窒素化合物と、葉によつて同化された、炭水化物の割合が重大な関係をもつというのである。そして、成長がさかんで結実が悪いものは、水分および窒素化合物が多くて、その炭水化物の量が比較的すくないが、成長が適度で結実も相当によいものは、炭水化物の量が多くて水分、窒素化合物が少ないことを意味している。

この炭水化物—窒素比説が発表されて以来、主として果樹について、多くの学者によつて研究が¹⁰⁰⁾おこなわれているが、わが国でも菊地氏ら (1930)⁵⁴⁾は成育状態の異なる多くの果樹について調査している。参考までに、その結果を摘記すれば次のようである。

	C (炭水化物の量)	N (水および窒素の量)
(1)	+++	++++++
(2)	+++++	++++++
(3)	+++++	+++++
(4)	+++++	+++

第1の場合 窒素および水分は充分にあるが、炭水化物の生成と蓄積が不充分で、このさいは、母樹の發育はさかんであるが花のつきは悪い。これは地中に養分は多いが、日当りが悪い場合である。

第2の場合 地中の養分も充分にあり、炭水化物の生成もさかんな場合であるが、木の成長がさかんで花のつきは悪く、まれに開花しても結実不良の状態である。

第3の場合 地中の養分供給が若干おとろえ、炭素同化作用がさかんなときで、枝や葉の發育は少しく劣るけれども、開花結実は良好で、結実の面からみて好ましい状態である。

第4の場合 炭水化物は充分あつても、窒素や水分の供給が不充分なときでいわゆる、老木の状態で花芽はよくついても、結実は悪くなる。

このさい、果樹の幼令期は第2の場合で、母樹の發育がさかんな時期であるが、結実がさかんな時期は第3の場合である。なお老令期は第4の場合に相当し、これを剪定すれば第3の状態になり、成長がよくなるとともに、結実もさかんになるが、幼木を剪定すれば、第2の場合から第1の状態にうつり、この場合は成長も弱くなるとともに、花芽のつきかたも悪くなる。また第4の状態にある母樹に、窒素肥料を多くあたえれば、第3の状態になつてよく結実するようになるが、第3の状態の母樹に、窒素の供給を多くした場合には、第2の状態になつて、結実が悪くなるという¹⁰⁰⁾。

しかし最近になつて、この説が全ての植物に絶対的のものでないことがわかり、とくに短日性植物の開花において不合理性があり、このさいにおいては、C—N 率と開花の関係は逆になるようで、これを開花ホルモンで説明する学者もあるが、植物の成熟は、母体内に開花ホルモンができるためであるという。

(安田貞雄著 種子生産学 80～81 頁参照)²²⁾

なお、アメリカのノーススタン林業試験場において、

- a) 何日ごろ木は開花するだろうか。
- b) 開花と結実の習性が種類間に、どんな変異性を有するか。

c) 果実の成熟度を知る指示物として、花熟の度合が測定できるか。もしできれば、その差によつて明らかな理由がえられるか。

d) 雄花および雌花の成熟の週期はどんなであるか。

e) 開花上に樹令は、どんな影響をおよぼすか。

f) 開花および結実の習性を化学的あるいは物理的刺戟、または気候によつて簡単にかえることができるか。

などの事項を目標として 1947～51 年にわたつて観察しているが、そのさい対象とした樹種はカエデ類、トネリコ類、 Dongri 類、モミ類およびトオヒ類で、それぞれの樹種および品種間における、雄花または雌花の開花様式あるいは個樹による差異について報告している。(Notes on Flowering and Fruiting of Northeastern Trees, by Jonathan W. Wright, Northeastern Forest Experiment Station, Forest Service, U. S. Dept. of Agriculture 参照)

この種の調査研究は、わが国においては不十分というより、むしろ、ほとんどおこなわれておらないが、今後「採種園」の経営にあたつては、これらの事項について充分に究明し、その合理化をはかる必要があることを痛感する。

第3章 木のタネの成熟過程

第1節 花芽の分化形成

植物の芽には、葉芽と花芽の別があるけれども、それらは、発生した当初から区別されているのではなく、ある時期がきてはじめて花芽は、葉芽とちがつた内部構造を示すようになるが、これを花芽の分化といっている。そして、タネまたは果実を生産するための第一歩は、その花芽の分化形成から始まるが、木本植物の花芽は、開花期の前年の成長期間中に葉芽から進化して、花芽としての機構をもつようになることが知られている²⁰⁾⁴⁸⁾⁴⁹⁾⁵³⁾¹⁰⁰⁾。

なお花芽に関する研究は、果樹園芸としてはきわめて大切で、1877年にドイツのASKENASY氏がハイデルベルグ大学植物園の桜桃について、1874～77年の観察をもとに、6月に花芽分化のおこることを報告して以来、かなり研究されているが、進歩した方法での研究は1920年以後である。

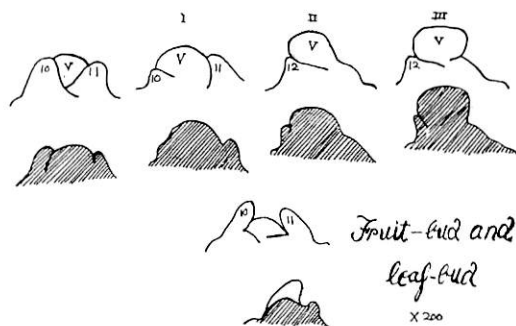
わが国では江口庸雄博士の研究が最初で、1927～36年に多くの発表をおこなっており、これらの結果は、浅見與七博士(果樹栽培汎論¹⁰⁰⁾—結実篇1949)によつて詳しく照会されている。

江口氏⁴⁸⁾⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵¹⁾によれば、ナシ(今村秋)は7月上旬に花芽の分化を開始し、12月下旬になれば、その花器の形態は大体ととのい、翌年の3月下旬には全く完成して、その年の4月上中旬に開花する。またモモ(離核)は8月中旬に花芽の分化がはじまり、9月下旬には花器は、その大きさをまし、10月下旬になれば著しく肥大して、大体12月上旬には花器の形態は完成、翌年1月中旬～2月上旬になつて、次第に花器内部の諸器官が完成するが、それにともなつて、花器の形も肥大して、3月下旬になると急に発育し、2倍大になつて4月上旬に開花する。なお、イチゴの花芽の分化は、モモよりもおそいが、花器の形態はモモと大体同じ時期に完成し、花粉や胚珠などの生殖器官は、モモよ

りも早い時期に形成されるようである。

花芽が分化するということは、その芽の内部にある成長円錐体または成長点
が、葉芽のものより肥厚してふくらみ、その頂部がいくぶん平坦状となること
を意味しており、その時期を分化の標徴としている。

しかし、果樹における花芽分化の開始期は、前述したように種類による差ば
かりでなく、同じ種類や品種でも、地方別または年によつて異なり、1本の母
樹についても、枝によつて差のあることが認められている。なお江口氏⁴⁹⁾
(1928)はモモの花芽の分化期を、第1～3期に分けているが、それらの変化
を示せば次の図のようである。



第5図 桃の花芽分化の初期変化

I 花芽分化第1期 II 花芽分化第2期 III 花芽分化第3期
斜線は縦断面を示す。左端は分化標徴を呈さない芽，下方は葉芽的標
徴を呈する芽，V……成長点，10～12は外部から数えた鱗片順位であ
る。(江口氏原図)

また、松原茂樹氏⁴⁵⁾(1934)は、クリの花芽分化と雌花の形成について研究
した結果、クリの花芽は8月頃分化するが、その分化の状態は一枝条の頂芽ま
たは、これにつぐ数芽だけでなく、枝条全体にわたつて多数が分化し、その機
構は発芽(開芽)前は、雄花の形態であることを認めている。そして常態にお
けるクリの枝条は、その先端3～4芽以内のものが、かなりよい発育を示し、
雌花はこれらの、よく発育した枝の雄花の基部に発生し、その発生数は枝の発

育と密接な関係を有するという。

なお、花芽の分化期を調べる方法に直接法と間接法があるが、これを次に説明する¹⁰⁰⁾。

直接法 この方法は花芽のつく位置にある芽を、毎回 50～60 コずつ 1週間～10 日毎にとつて、それぞれの芽について、その内部を検鏡して、成長円錐体が花芽分化の標徴を呈する時期を調べるのであるが、これに **Embedding method** と **Free hand method** がある。前者は適当な固定液（アルコール、フオルマリンなど）で、その芽を固定して、パラフィンに封入したものをミクロトームで縦断して切片をつくり、これを薬品で染色して、プレパラートをつくつて検鏡するが、これは正確であるけれども手数を要するとともに、切片をつくるのが困難である。ところが後者による場合は、うすい切片をつくる技術に熟練すれば、**Embedding method** と同じ程度に切片をつくることができ、多数の芽を取扱うのに便利である。この方法の一種に芽を検微鏡下において、針で鱗片を 1枚ずつ、はぎとつて成長円錐体をだし、その外形を観察してから鋭いナイフで、これを縦断して頂部の状態を調べる方法がある。このさい試薬で染色すれば、円錐体と鱗片跡の境がはつきりするようで、前述した江口博士は、この方法によつて研究をおこなつている。

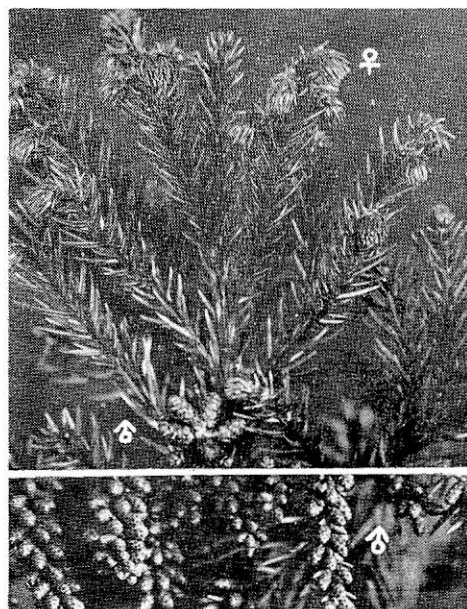
間接法 これは芽の内部を調べないで、花芽の分化期と考えられる時期の前後に、各枝毎に夏期剪定、摘葉、環状剥皮などの、花芽の分化によい影響を与える処理を、一定日数をおいて何回もおこない、翌春の着花状態によつて、分化の時期を知る方法であるが、処理区と無処理区のあいだに、着花の差がなければ、処理した時期前に花芽は分化し、処理による影響がなかつたことを知る事ができる⁵²⁾

なお果樹の栽培にさいして重要なことは、花芽の分化時期そのものを知ることよりも、その時期に果樹の母体を、分化に都合のよい状態において、多くの花芽をつけさせるか、または花芽の分化に支障をきたす作業をさけるため、あるいは何日頃の自然環境が、花芽の形成に最もよい影響を与えるかを知ること

である。しかし、花芽の分化開始期は、種類による差はもちろんのこと、同じ種類でも年により、同じ木でも枝によつて、約1週間の差があるようである。そして、その期間は2~3週間の範囲であるが、分化すべき芽は比較的に短い期間内に、その全部が分化することが知られている⁵⁰⁾⁵³⁾。

さらに、主要林木⁹⁾²⁰⁾³⁶⁾¹¹⁴⁾についてみると、大体において7月下旬~8月上旬に、花芽の分化がおこなわれるが、肉眼的に花芽と葉芽が識別できるのは9月以降である。この頃になると、花芽と葉芽は形態的に差がみられ、すこし注意して観察すれば容易に区別できる。しかしながら、花芽が分化しても、とくに分化の初期に気温の急な低下などの気象の悪条件にあえば、せつかく分化した花芽も、ふたたび葉芽に還元するか、あるいは枯死する場合がある。

次の図は、開花前のスギの雌雄花芽の状態であるが、花芽が分化するのは前年の8月頃で、その年にのびた新梢の先端に、点々と雌花芽をつけ、それより



第6図 スギの花芽(開花前)(原図)
 ♀……雌花芽 ♂……雄花芽
 (下の図は群状についた雄花芽)

元の方にある小枝に雄花芽をつけるが、ときに前年生以後の小枝に群生することがある。

なお、ヒノキ²⁰⁾³⁶⁾の花芽は8月に分化形成されるが、初期には葉芽との識別が困難である。参考のため、ヒノキの花芽と葉芽との識別点をあげれば、

a) 雌花芽は小枝の内側の基部に近くつき、葉芽は主としてその上部の内側および外側につくが、雌花芽の軸は葉芽より長い。また雌花芽の頂部は丸味をおびて太く、葉芽は扁平に近い楕円形で、その先端が尖つてい

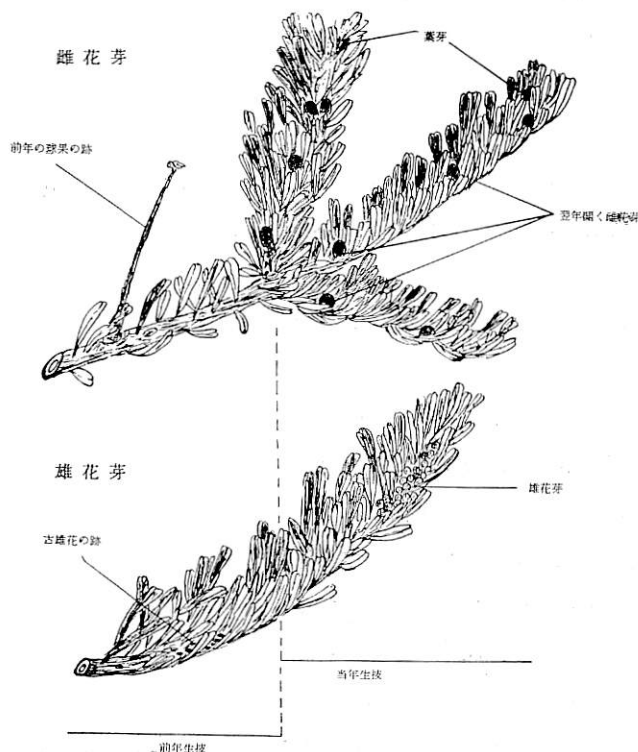
る。このさい、雌花芽の頂部を上からみれば、球果の鱗片状の形を示す。

b) 雄花芽は側枝の基部にちかい小枝に群状につき、葉芽は主として、その上につくが、雄花芽は葉芽に比較して軸が長く、扁平で頂部は丸味をおびて太く、その頂部を上からみれば、鱗片状の形を示す。

c) 雌花芽は成長すると、その頂部が褐色をおびて、いくぶん葉の裏に向つて弯曲し、雄花芽は頂部が淡い黒褐色を呈し、葉の裏の方に極度に弯曲する。

(実用ヒノキ育林学 15 頁参照)

スギやヒノキとちがつて、トドマツの雌花芽¹⁷⁾⁴⁷⁾¹¹⁴⁾¹¹⁵⁾ は、樹冠上層部の、その年にのびた枝の先端上方部の表面に点生し、その形は一般に長楕円形であ



第7図 トドマツの雌花芽および雄花芽のつきかた (原図)

る。その長さは 5~7 mm で、中央直径は 3~4 mm を示し、全体が赤褐色または帯紫赤褐色で、表面はヤニで包まれている。

なお、雄花芽もその年にのびた小枝につくが、枝の下方部に群生し、その形は卵形または円形で、長さは 3~4 mm で小形である。そのさい雄花芽群の着生位置は、雌花芽を多くつける枝より下部の、比較的長大な枝の先端部で、ときに力枝附近まで一面に、雄花芽をつけることがある。

トドマツの雌花芽および雄花芽の着生例を示せば、第 7 図のようであるが、トドマツは同じ小枝に、雌雄両方をつけることはほとんどなく、必ず雌花芽は先端部につき、雄花芽は基部にちかい別の小枝に群状に形成され、著者の観察⁽¹¹⁴⁾⁽¹¹⁵⁾によれば、1つの雄花群は約 25 コの雄花芽で構成されており、1本の木に大体 2,500 程度の雄花群がつくようである。

第 2 節 開花後タネが成熟する期間

前述したように、花芽を分化形成することが、タネの生産を期待する要諦である。そして必ず、それには開花結実の現象をともしない、ある期間を経過してタネは成熟するが、大体において、分化した年の翌春 4~5 月頃に開花受精がおこなわれ、その年の 9~10 月頃に成熟するのが普通である。しかし、その期間は種類によつて差があつて、林木の場合には次のタイプ⁽²⁰⁾がある。

a) 開花した年にタネが成熟する種類—— スギ、ヒノキ、サワラ、カラマツ、ヒバ、ネズコ、モミ、トドマツ、エゾマツ、ツガ、シラベなどの針葉樹類と、かなり多くの広葉樹類。

b) 開花した翌年に、タネが成熟する種類—— アカマツ、クロマツ、ヒメコマツ、チヨウセンマツ、コウヤマキ、クスギ、アベマキ、カシ類など。

なお、a) のタイプに属する種類は、花芽が形成されてから、約 1 年でタネが生産されるが、b) のタイプに属する種類は、開花した年に幼球果の形を示すが、きわめて小形で鱗片がかたく、クロマツに例をとれば第 8 図のようで、その大きさも 10 mm 前後である。

すなわち、これらの種類は開花して雄花の花粉をうけても、すぐには受精作用がおこなわれず、約1年後の開花の翌春に、はじめて受精する特性がある¹⁴⁾。そして受精がおわれば球果は急に成長して、その年の秋に成熟するが、開花期を5月頃、成熟期を10月頃とすれば、開花してからタネの成熟までに約17カ月を要し、花芽の分化期をふくめれば、24カ月後でなければタネは成熟しないことになる。

さて樹種によつて、それぞれ着果の状態は異なるが、次に2・3の例を示す。(第9～12図参照)



第8図 開花後のクロマツ雌花(原図)
球果の形はしているが、殆んど発達することなく、この状態で越冬し、翌春受精完了したのち、急に成長して球果となる。



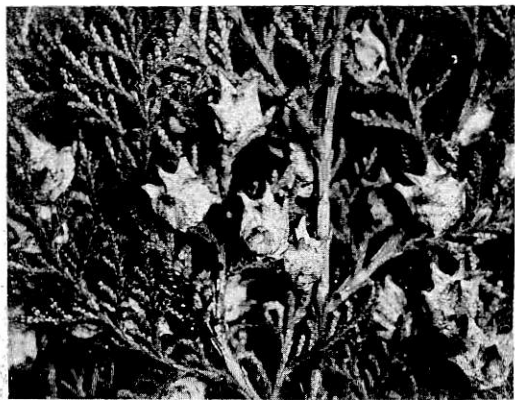
第9図 スギの幼球果(原図)
開花受精後、球果は目立って発達する。



第 10 図 マテバシイの果実（原図）
翌年開花する花芽は、8 月頃分化形成されるが、開花して果実の生産までには 2 年を要する。



第 12 図 イヌガヤの果実
（雌雄異株）（原図）
6 月上旬に花芽が枝の先端に分化形成する。



第 11 図 コノテガシワの球果（雌雄同株）（原図）
開花した年にタネが生産される。

なお、クリも花芽が分化した翌年に開花して、その果実は年内に成熟するが、針葉樹類の花芽の形成と若干ちがつている。すなわち、クリの冬芽には成長体（または成長点）、托葉、側花芽などをふくんでおつて、翌春に芽が開いて、枝がのびだすと同時に、昨年中に分化していた雄花が成長して開花する。松原氏⁴⁵⁾（1934）が述べているように、クリの雌花の形成される時期は、不明であるとしても、豊作の年は雄花穂の基部に、1～2コのイガ状の雌花をつけており、花をつける芽と、つけない芽は冬芽のうちに、その充実程度から判断して、すこし熟練すれば、外観的にこれを区別することができる。カキ⁵³⁾も大体クリと同様に、新らしくのびた枝に花芽をつけるが、これらの芽は充分に充実することが必要で、かなり肥培管理しなければ、毎年結実させることはむずかしい。

ヒノキの花芽について岩田利治氏、長谷川義雄氏⁴⁶⁾（1937）らが調べた結果では、分化した当時は、その色沢は葉芽と大差ないが、10月になれば雌花芽の軸は長くなり、上端は褐色をおびるのに反し、雄花芽の先端は淡黒色になり、これを葉の裏からみれば、明らかに識別ができるという。そして11月になれば、雌花芽の基部に樹脂^{レシ}のようなものがつき、雄花芽の方は、ますます黒褐色になつて、これを、つぶせば汁をだすようである。そして翌年の3月頃は花芽の先端はふとり、4月には雄花芽をつぶせば花粉が認められ、4月下旬～5月上旬に開花するが、その頃の雌花芽は球果の形を示し、10月頃にタネは完熟することを認めている。

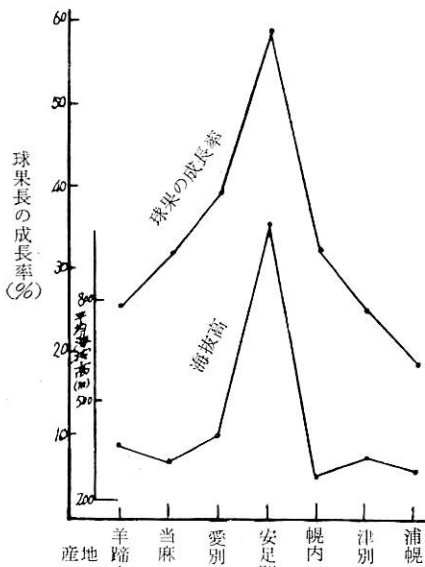
主要針葉樹について、その結実の習性をみると、大体において8月頃に、花芽は分化形成され、9月頃になれば、肉眼的に葉芽と識別できるが、参考のため、その開花期および成熟期を示せば第4表のようである⁶⁵⁾。

これをみると、林木が開花する時期は大体4月で、その期間も1カ月以内の場合が多いが、果樹ではビワのように、開花期間がながいものもある。これについて松原氏の調査⁴⁴⁾（1920～1922）によれば、ビワの開花は10月下旬～翌年2月上旬にわたり、11月中旬が最高で、それ以降は開花数も少ないが、結

第4表 主要針葉樹における開花結実の観察例

樹 種	開 花 期	タネの成熟期	観察地その他
スギ	4月中旬	10月下旬～11月上旬	東京附近
ヒノキ	4月中下旬	10月下旬～11月上旬	〃
アカマツ	4月下旬～5月上旬	翌年10月下旬～11月上旬	〃
クロマツ	4月下旬～5月上旬	翌年10月下旬～11月上旬	〃
カラマツ	3月下旬～4月上旬	9月下旬～10月上旬	長野県地方
トドマツ	5月下旬～6月上旬	9月中下旬	北海道地方
エゾマツ	5月下旬～6月上旬	9月中下旬	〃

(註) 花芽の分化は開花の前年におこなわれる。



第13図 トドマツの球果長の成長率と産地別海拔高の関係(原図)

産地は道有林の事業区名で示した。

なお、この調査は道林務部の委託による「トドマツ種子の性状試験」の1部である。(北方林業第6巻、第11号、1954、16～19頁参照。)

実歩合は開花のおそいものが良好で、開花のはやいものは、冬期間に果実が発育するために、低温に対する抵抗力が弱く、寒害をうけやすいという。しかし果実の大きさは、開花のはやいものほど大形で、おそいものほど小形であるらしい。

なお、サクラの開花日は暖地と寒地では、約1カ月の差が認められているが、同じ地方でも海拔が100m ますと、2～3日おくれるようである。林木でも同じように暖地から寒地、低いところから、高いところへと開花がおくれ、トドマツに例をとれば、海拔のちが

いによつて7~10日の差があることを認めた。すなわち、6月中旬に北海道中央部における、大雪山麓の約800mのカ所で開花受精中のとき、600m前後では大差はないが、400m以下のカ所では、すでに開花受精がおわり、幼球果として、その長さも4~5cmに成長しているのに反して、1040mの高所では雌花芽の状態で、約2cmの大きさを示し、もちろん開花前であつた。著者がこの頃の雌花芽または幼球果の長さをもとに、球果採取時までにおける、その球果の成長率を測定したところ、第13図に示すように、各産地の海拔高に関係して、その成長率に大差があることを認めた⁽⁵⁾。

すなわち大体において、海拔が高くなれば成長率が大きく、とくに、旭川林務署管内においては海拔の低い当麻事業区より、海拔の高い愛別事業区において成長率が大きく、さらに高い、安足間事業区の1040mにおいては58.3%の成長率を示し、他の産地とはまったくちがつているが、このカ所では開花受精の時期がおそいため、球果やタネの成熟期間が比較的短かく、したがつて、成熟後の球果も小形である。結局において産地の差による気温、日照時数などの、気象的因子の影響がきわめて大きいと考えられる。

第3節 結実の予測⁽²⁰⁾⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾⁽³⁶⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁷⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁶²⁾⁽¹¹⁴⁾⁽¹¹⁵⁾⁽¹¹⁶⁾⁽¹¹⁷⁾

多くの林木では冬芽のうちに、夏から秋にかけて分化形成した、花芽の有無または多少を十分に調べれば、タネの成熟1年前に、その結実程度の概略を知ることが可能である。一般に花芽の分化後における突発的な気象の被害、たとえば急ゲキな温度の低下、または開花期における多雨、あるいは早霜および晩霜など、もしくは病虫による被害がなければ、花芽が多く分化形成した年の翌年は、必ず豊富に結実するとみて差しかえないが、林木のように年によつて豊凶の差が甚だしい場合には、タネを採取するときに、花芽のつきかたを充分に調査して、翌年のタネの採取その他の計画を予定するのが普通である。

すなわち、林業では豊作の年に極力タネをとつて、これを適当な方法で貯蔵して、次の凶作年の需要にあてる実情であるが、その期間が長くなれば発芽力

は低下する。しかし逆に価格は高くなり、ときによつては品質の悪いタネを、普通より高い値段で入手することになる。ことにカラマツは、他の樹種より関心がもたれ、業者の多くは真剣に、カラマツの豊凶を考えているようで、著者は毎年のように多くの人達から照会をうける。

たとえば、最近における大豊作は昭和 25 年であるが、当時は凶作が続き不正商品まで出まわつたようで、官民ともに豊作を願つていたときである。その前年の暮に著者の実験室にきた一業者から、カラマツの結実予想を依頼されたが、持参した枝には相当に花芽がついており、これを切断してみたところ、雌花芽を全芽数に対して数%認めたので、実地の観察結果と総合して、翌秋（25年）の作柄を並作以上と判定し、もし貯蔵種子があれば、はやく処分した方が得策であることをすすめた。そのさい、予想の結果は的中し、25 年秋は大豊作を示したのであつて、その単価も 1 升 2,000 円以上していたのが、1,000 円ぐらいに下つたことがある²⁴⁾²⁵⁾。

なお、結実の予測にさいしては種類によつて、雌花芽と雄花芽が形態や着生位置で、簡単に区別できるものと、葉芽と花芽は区別できても、花芽は混然一体としてついており、なかなか肉眼的に、その雌雄花芽を識別することが困難なものがある。

前者に属する種類にはスギ、ヒノキ、アカマツ、トドマツ、クロマツなどがあつて、後者に属する種類にはエゾマツ、カラマツなどがある。したがつて、その結実を予測する方法も、花芽のつきかたによつて異なるのが普通であるが、樹種による花芽の形や、つきかたを十分に認識しなければならない。

もし、雌雄花芽が簡単に区別できれば、球果を採取するときに、その花芽の状態を調べれば、翌秋の結実の予測ができるが、著者ら¹¹⁴⁾¹¹⁵⁾¹¹⁶⁾¹¹⁷⁾(1953)がトドマツについて、産地別に結実状態を調べた結果を示せば第 5 表のようである。

この調査は、それぞれ母樹の梢頭から 1 本ずつの枝について、その梢頭から各枝までの距離および枝張方位、枝基部の直径 および 主幹から枝先までの長

第5表 産地別トドマツの花芽着生状態¹¹⁴⁾ (1952年度)

産地	調査本数	雌花芽の着生ハンイ	方位別の平均着生率				雄花芽群の着生程度
			東	西	南	北	
			%	%	%	%	
倶知安	5	313~714	25.3	30.9	23.6	20.1	少
旭川	6	251~1,205	24.2	23.1	25.7	27.0	少
興部	6	481~1,531	24.8	23.5	30.7	21.0	中
北見	6	588~867	23.8	22.2	29.0	25.0	多
池田	6	286~1,158	31.6	22.1	22.2	24.1	中

(註) 産地は林務署名で示した。

雄花芽群は産地別各母樹の枝について、20群以下を少、20~50群を中、50群以上を多とし、これを集計平均して示したが、1群中約25コの雄花芽をふくむ。
(道有林業務資料 No. 4 1953, 15~16頁より)

さ、各枝における雌花芽および雄花芽数を測定したもので、それぞれの個樹によつて、かなりの差がみられるが、各産地毎の雌花芽の平均着生数665コを基として、各産地別の着生比率を算定したところ倶知安77.0%、旭川101.4%、興部113.7%、北見111.6%、池田93.4%を示した。

なお、過去の調査結果をみると、トドマツは球果を250コ前後、各単木につけ

第6表 産地別トドマツの受精および結実状態 (1953年度)

産地	海拔高のハンイ	雌花芽数	受 精		結 実		受精数に対する結実の割合
			数	率	数	率	
	m			%		%	%
倶知安	350~400	512	90	18.1	85	16.6	91.4
旭川	380~580	674	484	91.3	455	84.7	94.5
興部	250~290	756	338	44.7	305	40.3	90.2
北見	310~350	742	486	65.5	420	56.6	86.4
池田	280~315	621	281	45.2	255	41.1	90.7

(註) 受精および結実率は、それぞれ雌花芽数に対する割合で、なお各産地とも、調査母樹に対する平均値で示した。(北方林業 第6巻, 第11号 16~17頁より)

れば、すくなくとも並作以上の作柄であるが、その数は上表の雌花芽数の $\frac{1}{3}$ に相当する。すなわち、並作以上の作柄を示すためには、雌花芽の $\frac{1}{3}$ が開花受精する必要がある。引続いて上記の母樹について、受精および結実率を測定した結果を、産地別の平均で示せば第 6 表のようである。

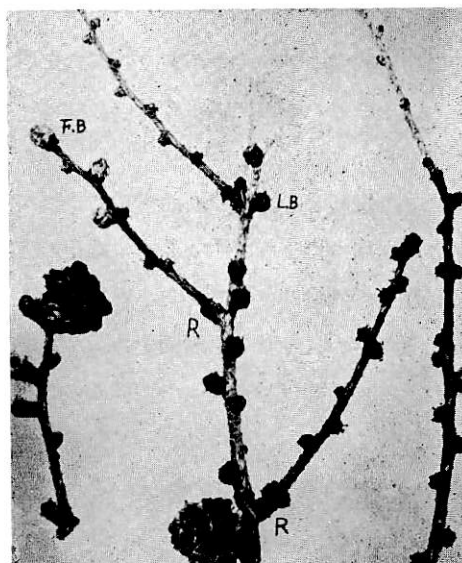
すなわち、旭川林務署管内産は 91.3 %の受精率を示しているが、これは環境的被害が少なかったことを意味し、これに反して、倶知安林務署管内産が 18.1%の低い受精率を示したことは、環境的差異以外に、冬芽中の鳥害が原因しており、それらの差が結実率に現われている。しかし、受精数に対する結実割合は、大差なく 90 %前後を示すが、これについては、雌花芽が分化形成しても、冬芽の時期に気象的環境因子または動物の害などによつて、機能を停止するチャンスが強いのに比較して、開花受精がすすみ幼球果にまで発達すれば、いろいろの被害に対する抵抗力が強くなり、球果として成長する率が高いと考えるべきであろう。

実際においても、1953 年秋期は倶知安以外の各地は、豊作にちかい作柄を示したが、その翌年には倶知安署管内は受精率が高く、結実も並作以上であったのに反して、他の地方は凶作にちかい作柄で、前年とまったく逆の結実状態を示した。

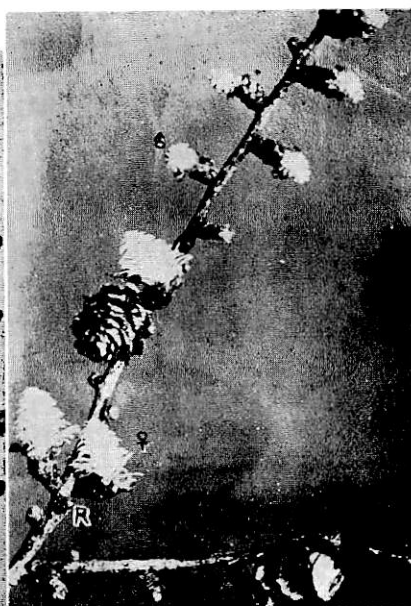
トドマツの結実予想については、そのごの調査検討の結果、球果を採取するときに、梢頭附近まで木登りするさい、梢頭部から 1 m の範囲にある枝の、雌花芽を調べればよいことを認めた¹¹⁶⁾¹¹⁷⁾。しかしエゾマツやカラマツは、その雌雄花芽を判定するのが困難なためトドマツとは趣を異にする。以下すこしく、カラマツに例をとつて記述する。

カラマツの結実を予測²⁴⁾²⁵⁾⁴⁶⁾⁵⁸⁾する場合には、母樹から 1~2 m の枝をとり、それを 15~20°C の温室内で、水揚げして開花させるか、または花芽を切断して、その雌雄を判定しなければならない。

なお開花させるときは、花の咲きかたによつて雌花（球果）と雄花が区別できるが、その冬芽と開花の状態を示せば第 14~15 図のようである。



第 14 図 カラムツの冬芽 (原図)
F.B……花芽 L.B……葉芽
R……1年ごとの成長を示すリングに
よつて、枝の発生年を推測できる。



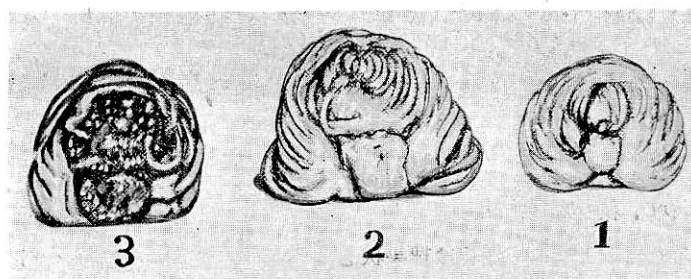
第 15 図 カラムツの開花 (原図)
♀……雌花 (球果)
♂……雄花

この図で判るように、雌花は球果状をしており、また、雄花はツクシ状に、花粉袋をたれて咲くから誰にでも区別できる。坂口勝美博士⁵⁸⁾ (1942) はカラムツの枝を、暖房装置のある部屋で、水に漬けておいて開花させ、その雌花芽数を冬芽総数に対する 1000 分率で算定し、1943 年 (昭 18) に八ヶ岳の西岳山麓の母樹から採取される球果の量は、母樹 1 本当たり 1~3kg と推定している。

それより以前 1935 年頃は、カラムツの凶作続き (第 1 表参照) で、毎年ほとんど結実しないので、貯蔵種子は極度になくなり、官民とも造林事業に支障をきたしたが、たまたま 1939 年 (昭 14) は気象条件にめぐまれ、樹体内の養分の充実とあいまって、各地とも花芽の分化形成がみられた。このさい尾越豊氏⁴⁶⁾ (1940) が結実予測のため、おこなつた方法は冬芽を切断して雌雄花芽を識別することであつた。

著者も助手として測定に従事したさいに、多くの花芽を観察したところ、雌花芽の頂部は若干とがつた感じがし、雄花芽の頂部は円味をおび、いくぶん扁平であることを認めたが、その時の芽の発育状態によつて差があり、これを明確に区別することは困難である。しかし、そのごの観察で1～2月になれば、前述した区別が相当はつきりするようである。

この場合 10～11 月頃の花芽をカミソリで縦断して、その断面構造によつて判別するが、大体において雌花は、生大根を切つたようで水々しく、雄花の方は漬大根（タクアン）を切つた感じで、粘着性をおびているから、熟練すれば切つた直後の感じで両者を区別できる。そのさい、冬芽の縦断面をスンプ法で拡大したのが次の図であるが、それぞれ、その断面は特徴をもっているので容易に識別できる。



第 16 図 カラマツ冬芽の縦断面（原図）（スンプ法にて 10 倍に拡大）

- 1……葉芽（芽鱗の内部に緑色の新葉がみられる）
- 2……雌花芽（球果の鱗片がみられる）
- 3……雄花芽（花粉の袋が充満している）

なお、この調査の結果を総合すれば、各産地によつて、かなりの差はあるが冬芽の総数に対する雌花芽、雄花芽、葉芽、枝条痕、枯死芽などの割合は、各産地を通じて大体一貫した傾向がみられるようで、次のような割合を示す。

すなわち雌花芽約 5%前後、雄花芽 10～30%、葉芽 40～70%、枝条痕 5～7%、枯死芽 10～20%、不明芽約 10%前後、古球果約 3%前後で、各母樹とも南側の枝が北側に比較して雌花芽、雄花芽、古球果、枝条痕などが多いが、一般に南側の日当りのよい枝が成長もよく、また球果も多くつけるようで

ある。(枝条痕というのは、小枝をきりとつた跡である。)

第4節 結実の促進^{89)91)92)99)101)110)111)113) 118)119)123)126)127)128)}

多くの花芽が分化形成して、開花結実が良好におこなわれるためには、植物体内において含水量の低下、細胞液濃度および pH の上昇、炭水化物含有量の増加、窒素分の減少にともなう、C—N 率の上昇などの事項が順調におこなわれることが必要で、果樹の場合⁵²⁾⁸⁹⁾¹⁰⁰⁾は枝に環状剥皮を施こしたさいに、これらの関係が良好で、花芽の形成が著しく促進されることが認められているが、それには降水量が少なく、空気が乾燥するとともに、植物自体が充分に太陽光線をうけることが必要である。

また、林木でも個立木や林縁木が比較的良好に結実するが、それは陽光を充分にうけて、前述した関係がスムーズにおこなわれる結果と考えられる。なお林内木でも、強度の間伐や枝すかしをおこなえば、その結実は促進されるが、急げきに処理することは母樹のために悪く、処理する方法も、立地条件や林の成立状態を考慮してきめなければならない。

従来の林業においては、積極的にタネを生産させる手段がほとんどおこなわれず、あくまで、副産物的存在として放任しておつたので、結実を促進させる方法も確立されていないが、著者は 1944 年以来おもにカラマツを対象として、結実促進の研究¹¹¹⁾¹¹²⁾¹¹³⁾をおこなってきたので、その概要を次に記述する。

わが国で林木に対して、結実促進の考慮が払われるようになったのは 1940 年頃であるが、1942 年 2 月に山林局と林業試験場が合同で「母樹および母樹林の取扱法試験要綱⁹⁸⁾」をつくつた。この要綱は立地条件と開花結実の関係、結実の習性および性的配分状態などの基礎調査と伐りすかし、剪定、剥皮、根切、施肥、地表処理および間作、薬液処理などによる、結実促進の試験をおこなう目的のものであるが、その出発点は 1931 年に VORKAMPFF, LAUE 両氏が提唱した「種子林」の考えからきておつて、「優良母樹からえた種苗を、最初から果樹園式に疎植するか、または幼令時は、普通の方法で植栽しても、適当な時

期に樹冠面積を最大とするような間伐をおこない、それぞれの個樹に対しては剪定、整枝などの樹芸的な保育によつて、母樹の上長成長をおさえて最小樹高で、最大樹冠量を期待するとともに、各枝には充分陽光をあて、その樹幹に対しては環状剥皮、針金巻、施肥などの手段を講じ、樹体内の養分を調節して、C—N 率の応用によつて結実期を促進させる" のであるが、この試験を最初にはじめたのは佐藤敬二博士(1942)である。

氏⁹⁹⁾は鹿児島県日置郡伏木国有林(川内営林署管内)における明治 41 年(1908)植栽のクス林に対して、それぞれ所要の措置を施し、その効果を調べたところ 1943, 1944 年は標準地(第 1 区)および各区とも結実が皆無であつたが、次の年には全本数の 5 割を疎伐した第 2 区、疎伐ご母樹 1 株当り過磷酸石灰 106 匁、木灰 320 匁の施肥をおこない、5 月頃に母樹の新梢が木質化しない前に、その先端を摘心した第 4 区、同様に疎伐したうえ、5 月頃各枝の 1 部に 0.5~1.0 cm の環状剥皮をおこない、さらに母樹の根元に半径 1 m の周囲に、巾および深さとも 30 cm の溝を掘り、根切をおこなうとともに雑草木を除去して、前記の施肥をおこなつた第 5 区などに、若干の結実がみられたというが、そのごの結果は不明である。

著者¹¹¹⁾¹¹³⁾は群馬県碓氷郡白井町小根山試験地内(前橋営林署管内)の約 40 年生カラマツについて、1944 年 9 月および翌年 6 月に、その樹幹に針金を巻く方法、樹幹の環状剥皮などの処理をおこない、1947 年 10 月に結実調査をした結果を示せば第 7 表のようである。

この表によつて、樹幹に 12 番線針金ををまきつけたものが、他の処理よりも結実量が多く、その効果のあることが認められる。それは、一般の林地においてツタウルシ、ツルウメモドキなどが樹幹にまきついたものと、等しい現象と考えられるが、これらの母樹に多く結実するのは、枝葉部において同化作用によつて造られた養分が、樹幹がシメツケられるために、その下降するのを妨げられ、樹冠部の炭水化物が多くなるためであらう。

なお、処理後の状態を示せば第 17~18 図のようである。

第 7 表 各種の結実促進処理とカラマツ球果および花芽の着生

処 理	時 期	本 数	球 果		花 芽	
			着果本数	着果率 %	着生本数	着生率 %
針 金 巻 (樹幹の地上 40 cm のカ所)	春	5	4	30.7	5	23.1
	秋	5	3	40.0	5	6.6
環 状 剥 皮	春	5	3	10.7	5	7.7
	秋	5	4	2.9	4	14.1
枝 す か し	春	3	2	2.7	2	15.2
	秋	5	1	1.1	5	4.6
枝すかし剪頭	春	3	1	1.8	2	12.8
無 処 理		10	4	10.1	7	15.9

(採種林の造成 1952, 25 頁より)



第 17 図 樹幹の針金巻 (原図)
(カラマツ)

針金は樹幹に喰いこみ、シメツケの直上部は著しく肥大する。

(3年後の状態)



第 18 図 樹幹の環状剥皮 (原図)
(カラマツ)

(樹幹長の $\frac{1}{2}$, 巾 10 cm の剥皮) 剥皮後急速にカルスの発生がみられ、直上部よりは樹脂が多く流出する。

(3年後の状態)

このさい、針金を長いあいだ樹幹に巻つけておけば、樹液の下るのが完全にとまるため、ついに母樹全体が枯死するから、シメツケる期間は3年を限度とする。なお、喰いこみが甚だしいから、樹肌をいためないように、その針金を取らなければならないが、結実促進の効果は針金を取つたのちも続くことを認めた。



第 19 図 除伐後の林況（原図）（カラマツ）
人物は著者（1948 年）



第 20 図 間伐後の林況（原図）（カラマツ）
地床においてソバを耕作中で、母樹には
「枝すかし剪頭」をおこなつた。

さらに、長野県北佐久郡小沼村浅間国有林の1部（岩村田営林署管内）に試験地を設け、既成林分から、採種林を誘導する方法を検討したが、その試験林の1部を示せば次のようである。

この場所は、約20年生のカラマツ人工林であるが、天然生アカマツが侵入し、ところによつては、アカマツが優勢である。まず第19図のように除伐をおこない、つぎに強度の間伐をおこなつたが、林地のササは刈払つて開コンしてソバ、

大豆などの農作物を耕作した。そして母樹の1部に対して、環状剥皮や針金巻処理をおこない、横枝の拡張とともに結実促進について検討してきた。しかし、1951年に著者が北海道支場に転勤したため、この試験は中断されている。

渡道後も札幌営林局の御援助によつて、定山溪営林署管内において、カラマツを主として結実促進試験をおこない、2・3の結果について発表¹¹⁸⁾¹¹⁹⁾(1954, 1955)してきたが、この林分は1939年に植栽した造林地で、1951年かなりの結実を示した。そこで施肥による樹体の回復促進と、施肥の種別および時期が次の結実におよぼす影響を検討するため $N:P:K=1:2:3$ の割合として、硫酸アンモニア 200 gr (N 42 gr), 過磷酸石灰 500 gr (P 80 gr), 硫酸加里 300 gr (K 144 gr) を、単木当りに施こしたものを完全区として、以下無窒素区、無磷酸区、無加里区、磷酸単用区、加里単用区などをつくり、それぞれ春および秋に、20本ずつの母樹に対して施肥をおこなつたが、施肥の時期は春・・1952年5月、1953年6月、1954年6月の3回、秋・・1952年9月、1953年10月の2回である。なお、1954年6月に春施肥のさい、林地の傾斜にそつて上、中、下部産の母樹1本ずつに針金巻処理をおこなつた。

そして1954年11月下旬に無施肥木もふくめ72本の母樹から、日当たりがよく正常な枝1本ずつをとつて、花芽の形成状態を比較したが、その結果を摘記すれば次のようである。

i) 傾斜約25度の林地に生立するカラマツの花芽着生は、傾斜上部が下部に比較して多いが、上部でも磷酸や加里を与えない区は、その花芽の着生がすくなく、下部産とほとんど差がない。しかし完全区、無窒素区、加里単用区では傾斜の上下によつて大差がみられた。

ii) このさい、樹幹に針金をまいたものは、傾斜上部が花芽を多くつけ、中部から下部へと、直線的に着生率は低下するが、とくに傾斜中部以上では、針金巻が効果のあることを認めた。また、この処理は無磷酸および無加里区で、一層効果を示したが、無窒素区および加里単用区では、針金巻による効果はほとんどみられなかつた。すなわち前者の場合は、樹幹に針金をまき、養分の下

降をさまたげることによつて、枝葉部の炭水化物を増加させて、花芽の分化形成を促進するのに反して、後者のように磷酸や加里を多く与えれば、たんに、それだけでも炭水化物の増加をきたし、樹体内の窒素性物質を上まわり、とくに針金をまかなくとも、花芽が多く分化形成されると考えられる。

iii) さらに、花芽の着生が少くない区域は、施肥の時期による差はほとんどないが、磷酸および加里単用区では時期によつて、その効果に大差がみられる。すなわち、加里単用区では春施肥、磷酸単用区では秋施肥が花芽の着生に効果を示したが、これは磷酸および加里が、カラマツに吸収される最大量が時期によつて異なることに原因するようである。（この試験に関する詳細は、林業試験場北海道支場業務報告特別報告第2号 44～49 頁、第4号 58～71 頁を参照願いたい。）

なお 1954 年の台風被害のため、この試験も中断することにしたが、結実促進のための林地施肥は、地床植物の除去を完全にしなければ、十分な効果を期待できないようである。だが、最近の採種園の経営上において施肥、針金巻などによる結実促進処理は必要なことで、今後この方面の研究がさかんになることであろう。文けんによれば、デンマークやスエーデンでは、林木の育種が事業的におこなわれ、優秀な採種園もできており、開花結実を促進する方法としてマキジメ（太さ 1 mm の軟鉄線を、アルミニウムの薄いバンドを下に敷いて幹にまきつける）、輪ハギ（環状剥皮）などがおこなわれている。

要するに、結実を促進することは自然界においても、なにかの機会に、屈曲した枝の先に結実する場合や、ツルの類にまきつかれた木に多く結実するように、その樹勢を弱める操作を人工的に施すことであるが、たとえば、苗木でも幹をおりまげておけば、その先端に球果をつけることもある。次の図は、スギの苗木に球果をつけさせた例である。



第 21 図 スギ苗木の結実促進の 1 例 (原図)
4 年生苗木の幹を春先おりまげておいたところ、花芽が形成し、翌年開花結実した。
→印の下に球果がついている。

なお以上の試験結果は不十分で、今後の検討を要する問題も多いが、これからの採種園経営においては、最初は植えた苗木の成長を促進する措置（窒素質肥料の多用その他）をおこない、ある樹高にまで成長したのちは、結実を促進する措置（磷酸や加里質肥料の多用その他）をおこなう必要があり、その樹幹に針金をまき、母樹の栄養を調節する措置を講じることが効果的であると考えられる。

第4章 タネの採取に関する事項

第1節 母樹の産地の重要性⁶⁶⁾⁶⁷⁾⁶⁹⁾⁷²⁾⁷³⁾⁸¹⁾⁸⁶⁾

タネを採取して造林する場合、最も重要なことは、その母樹の産地と形質の問題である。そして、造林上“タネをどこから求むべきか”ということは植栽後の成績に影響するので、とくに重要な問題である。なぜならば林業においては、農作物とちがつて、その収穫物である木材を、生産するまでには、すくなくとも数10年を要するのであるから一度タネの産地を誤つて、その造林に失敗した場合は、まったく取かえしがつかないことになり“悔を孫の代まで残す”結果になる。

さて、現存の山林についてみても、昔の植栽が当をえなかつたために、不良造林地もしくは不成績造林地になつているカ所を多く見聞する。1例をスギ¹⁰⁾⁷³⁾⁸⁶⁾についてみれば、吉野地方産のものを寒い地方あるいは雪の多い地方に造林したため、寒害または雪害をうけたような例もあるが、これは明らかにタネや苗木の選択を誤つたことによるものである。

いずれの樹種でも、一般に暖地産のものを、寒い地方にうつした場合はほとんど例外なく、霜や寒さの害をうけるようで、また寒地産のものを暖地にうつした場合は、大体において、暖地産のものより芽の開くのがおそく、成長がはやく止まる傾向がみられる。

要するに林木の生存は、それぞれの地方毎に永年の自然淘汰によつて、その地方の土地条件に最も適応したものが残ることになるが、寒い地方では耐寒性の強いものが優勢となり、暖地においても、それぞれの地方の環境に適したものが優者となつたもので、地方によつて適応する樹種は大体きまつている。すなわち樹種によつて、その適地が一定していて、寒地産のエゾマツ、トドマツなどを関東以西にうつせば失敗するだろうし、また暖地産のクス、カン、ツバ

キなどは東北、北海道には育たない。なかには、スギやアカマツのように、分布がほとんど全国的のものもあるが、これらにも地方の立地に適した“林業品種”⁷³⁾があつて、それぞれによつて、造林上の得失があることが知られている。そして分布の広い樹種ほど、産地の影響をうけやすく、造林が困難であることが認められている。

北海道に例をとれば、最近では成長のおそいエゾマツ、トドマツ一辺倒から、他の樹種の造林を考えるようになったが、外来樹種とよばれる本州地方産のスギ、アカマツなども、比較的成長のよい地方は札幌以南で、スギの人工造林地の北限は、岩見沢営林署管内の月形苗畑にあるもののようであるが、村井三郎氏によれば秋田杉の系統であるという。もしスギを植えるとすれば、秋田系統でなければ成林しないだろうし、アカマツにしても、東北地方産でなければならぬだろう。北米のストロブマツは東大演習林（山部）、北大演習林（苫小牧）、林業試験場野幌試験地などの造林地は歴史も古く、その成績も悪くないが、オオシユウアカマツ（ドイツアカマツ）は幹の曲つたものが多く、成長も不良のようである。その理由として、このマツはヨーロッパで分布が広いから、おそらく、成長の悪い系統産のタネが北海道にきたのだらうと説明する学者もいるが、植栽当時の来歴が不明であるから、なんともわからない。

けれど、ヨーロッパで広く分布するオオシユウアカマツには地方的品種が多く、甲地方のタネを乙の地方にまいて失敗した例があり、またドイツでは、アルプス産のカラマツのタネで失敗しており、いろいろとタネの産地問題が論争された結果、ついに1934年12月に林業種子法（林木断種法—Forstliches Artgesetz）が設定され、法律によつて造林用種子の公認制をとることになつて、一定の許可のない木から、そのタネの採取ができないばかりでなく、不良系統とみなされる木または林分（森林）は除去するようにして、そむいた者はゲン罰することとした。

わが国においても、タネの遺伝性や産地の問題は明治の終期から注意され、白沢保美博士⁶⁶⁾⁶⁷⁾（1905～13）はスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、ク

ス、クヌギ、アカガシなどについて研究した結果、植栽地の気候に比較して、それより暖かい地方で生産したタネから育成した林木は、幼時において着花結実するものが多く、また寒い地方にて生産したタネから育成した林木は、着花結実はすくないが成長が著しくおそく、さらに母樹の年令について、老母樹産のタネから育成したものは、着花結実はすくないが、その成長はおそいことを認め、植栽地またはそれと気候的に類似した地方産の、20～30年生の母樹から採取したタネが、最もよいことを報告しており、このことは学説となつて多くの造林学書に引用されている。

またカラマツについては、岩村田営林署管内浅間山国有林(長野県北佐久郡小沼村塩野一信越線御代田駅下車、約4kmの塩野苗畑)に1928年頃に林業試験場技師小山光男氏が、約10種類の産地の異なる内地産カラマツ、外国種であるオオシユウカラマツ、チヨウセンカラマツ、グイマツ(シヤコタンマツ、チシマカラマツ)などを植栽した試験地があるが、大体において、地元の浅間山麓における人工林産のものが、第1級の成長を示し、次で中腹より採取したものがよく、山頂附近の天然林産のものは劣るようである。その他の富士山、八ヶ岳、籠の登山などは、下部産が比較的よい成長を示すが、外国種は、いずれも成林の見込がない。ただ、オオシユウカラマツ系統の1種類が第1級にちかい成長を示すが、これらの結果が発表されていないのは、学術上まことに惜しいことである。要するに、この試験地を観察して感じられることは、造林地附近産の母樹からえたものが、最も成育がよいということである。

ここで、チヨウセンカラマツについてみると、この試験地では、問題にならないほど成育が悪いが、著者が渡道したさいに調べたところ、北海道におけるチヨウセンカラマツの成長は、信州カラマツに比較して、なんら遜色ない成長を示すばかりでなく、信州カラマツが野ネズミに多く喰われるのに、チヨウセンカラマツは、その抵抗性が強いことが認められておつて、非常に興味を感じた。なぜ、長野県で悪いものが北海道で良いかということは、その原因が探究できないままになつているが、その因子としては、海拔高または緯度や海流の

関係が考えられ、このことは機会あるごとに指摘した²⁴⁾。(林業解説シリーズ 46 号 4～5 頁, 北方林業 54 号, 1953, 12～16 頁参照)

第2節 タネの需給区域

なお、前述したように、わが国においてもタネの産地問題が、昭和の初期さかんに討論され、ドイツで法律を設定した 1934 年(昭9)7月4日農林省令第15号にて「造林用種子払下規則」がつくられ、公有林および民有林の造林用種子は、地元の営林局が窓口となつて種苗会社、森林組合などに払下げることになつて、同月10日農林省告示第239号で払下用種子の種類、価格および配給(需給)区域などがきめられた⁸⁶⁾。

このさい、タネの配給区域は各地の気候状態、とくに、等温線および等雨量線などを考慮して、樹種別に成育状態を参酌してきめたものであるが、スギは全国(北海道を除く)を8区にわけ、ヒノキは3区、アカマツは7区、クロマツは4区である。参考のため、樹種別に各区域の範囲を示せば次のようである。

ス ギ

第1区 青森、秋田、岩手、宮城県および山形県の大部分。

第2区 山形県の南部、福島県の西部、新潟県、長野県の北西部、富山県、岐阜県の北部、福井県の大部分、石川県など。

第3区 福島県中通り、栃木、群馬、山梨県、長野および岐阜県の大部分。

第4区 福島県の浜通り、茨城、千葉、埼玉、東京、神奈川、静岡、愛知県など。

第5区 福井県の西部、滋賀、京都および兵庫県の北部、鳥取県、島根県の大部分、岡山および広島県の北部など。

第6区 滋賀県の大部分、京都府南部、三重県、奈良県の大部分、大阪府、兵庫県南部、岡山および広島県の南部、島根県の一部、山口および香川県、愛媛県の大部分など。

第7区 三重県の大部分、奈良県の一部、和歌山、徳島、高知県、愛媛県の一部。

第8区 九州の各県。

ヒ ノ キ

第1区 青森、岩手、宮城、秋田、山形県、福島県の大部分、新潟県、長野県の北部、富山および石川県、福井県の大部分。

第2区 福島県の一部、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨県、長野県の南部、静岡、愛知、岐阜県など。

第3区 福井県の西部、滋賀、三重、京都、大阪、奈良、和歌山、兵庫、鳥取、島根、岡山、広島、山口県、四国の各県、九州の各県など。

ア カ マ ツ

第1区 青森県の西部、秋田および山形県、福島県の北西部、長野県の北部、富山および石川県、岐阜県の一部、福井県の大部分。

第2区 青森県の東部、岩手および宮城県、福島県の大部分、栃木県、茨城県の北部など。

第3区 群馬県の大部分、長野県の南部、山梨県、岐阜県の大部分。

第4区 茨城県の大部分、千葉、埼玉、東京、神奈川県、群馬県の大部分、静岡および愛知県など。

第5区 福井県の西部、滋賀県の西部、京都府の北部、兵庫県の北部、鳥取県、島根県の大部分、岡山県の北部、広島県の北部など。

第6区 滋賀県の大部分、三重および奈良県、京都府の南部、大阪府、兵庫県の南部、岡山県の南部、広島県の南部、島根県の一部、山口および香川県、愛媛県の大部分など。

第7区 和歌山、徳島、高知県、愛媛県の一部、九州の各県など。

ク ロ マ ツ

第1区 青森、岩手、宮城、秋田、山形県、福島県の北西部、長野県の北部、新潟、富山、石川県、岐阜県の北部、福井県の大部分など。

第2区 福島県の大部分、栃木、茨城、千葉、群馬、埼玉、東京、神奈川、山梨県、長野県の南部、岐阜県の南部、静岡および愛知県など。

第3区 福井県の西部、滋賀県の一部、京都府の北西部、兵庫、岡山県の北部、島根県の大部分、鳥取県、広島県の北部。

第4区 滋賀県の大部分，三重県，京都府の大部分，大阪，奈良，和歌山県，兵庫県
の南部，岡山県の南部，広島県の大部分，島根県の一部，山口県，四国および九州
の各県など。

樹種別の需給区域を図示すれば次のようであるが，大文字がその区域をあら
わし，それぞれの小文字は，その区域にタネを移入してもよい区域を示す。



第22図 スギ種子の需給区域（原図）
（1～8区にわかれる）

ヒノキ



アカマツ





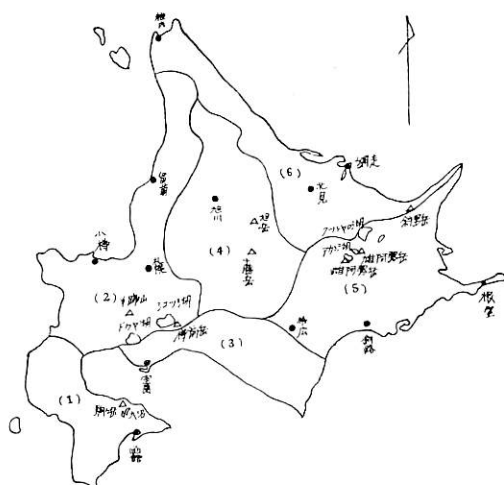
- (註) それぞれの区域の範囲は前述したが、たとえば、スギの第1区(東北地方)においては第1区内のタネ以外に、2～5の区域からタネを移入してもよいが、他の区域産のタネを用いて造林できないことを意味する。(以下同様)

なお、北海道はこのさい一括されているが、これを気候区分からみるときは、西南北海道気候区、西北海道気候区、東北海道気候区に大別され、さらに細別して山内俊枝氏¹⁷⁾(1948)は6区域にしている。道内における樹種は本州とちがうが、参考のため、そのタネの需給区域を示せば次のようである。

(1) 渡島半島地区

最も温暖な地方で、気候温和である。おもに重粘な酸性土壌でブナ、ヒバが分布し、トドマツは天然生が少なく、アオトドに属するが、タネが不足のときは(2)の区域の南部から入手すればよい。

(2) 日本海沿岸地区



第 26 図 北海道における林木種子の需給区分 (原図)

留萌地方は適順な気候で冬に積雪多く、土壌は酸性重粘土でアオトドが分布する。羊蹄山地方は樽前岳附近とともに降雨多く、夏の濃霧のため日照が少なく、火山灰土分布しアオトドが成育するが、エゾマツは樽前岳附近以外には少ない。

(3) 大平洋沿岸地区

気候温和で冬積雪が少なく、火山灰土の砂土地帯で、低地はアオトド、高所はアカトド、エゾマツが分布する。

(4) 中央地区

大陸的で寒暑の差が甚だしく、土壌は壤土で低地にはアオトド、アカトドの中間種が多く、高所にはアカトド、エゾマツが分布する。一部の蛇紋岩地帯にアカエゾマツが分布する。

(5) ^{こんせん}根釧地区

気候は低温で、春になるのがおそく、冬積雪が少なくない。火山灰土の壤土で低いところからアカトドマツ、エゾマツが分布するが、海岸地帯は温暖で、濃霧が多いためエゾマツが生育しない。

(6) 北見地区

網走地方は大陸的で、寒暑の差が甚だしく、成長期間も短く雨が非常に少ない。土壤は壤土で低地からアカトドマツ、エゾマツが分布するが、海岸地帯は温暖なためエゾマツがない。また宗谷地方は、天塩の北部とともに最北部を占め、気候冷涼で重粘な酸性土壤地帯に属し、アカトドマツの系統が多く、エゾマツはほとんどないが、地域によつてアカエゾマツが分布する。（実用造林学エゾマツ，トドマツ篇102頁参照）

これを要するに、以上のような種子需給区域の設定によつて、その造林用のタネの取扱が、よい方向に進んだことは事実で、さらに1939年（昭14）3月18日に法律第16号で「林業種苗法」が設定され、また翌年1月6日勅令第11号で「林業種苗法施行令」15日農林省令第2号によつて「林業種苗法施行規則」が公示されたが、その日に林第243号通帳によつて「林業種苗法施行に関する通知」が山林局長から各地方長官、営林局長に発せられ、いろいろと検討した結果、1941年（昭16）4月10日付16山第2,507号によつて「母樹及び母樹林の取扱方針に関する件」について、山林局長より各営林局長宛に通牒が発せられた。各局においては、この方針にそつてスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、トドマツ、エゾマツ、ヒバ、カン、クスなどについて、それぞれの地方の実情に応じた母樹または母樹林が指定されて、適当な措置が講じられてきたが、必ずしも円滑に母樹林が経営されておらず、いろいろの問題が多かつた。

ひるがえつて、最近における林業界全体のうごきをみると、1952年（昭27）の夏から秋にかけて、スエーデンのゲーテブルグ植物園長リンキスト教授が来朝され、各地を見学しながら林木育種の必要性を熱心に強調し、“品種改良は役にたつ”ものであることを、わが国の林業界に深く認識させて以来、それまで少数の育種学者によつて研究され、論議されていた「林木の品種改良」が旭日昇天のいきおいで、わが国の林業界の話題となり、そのごスエーデン、デンマーク、イタリーなどの育種事業が、欧州を視察された東大教授猪熊泰三氏、高橋延清氏らによつて紹介されるに至り、急速に「選抜育種」が論議されるよ

うになった。

すなわち林野庁が中心になつて「精英樹選抜による育種計画」によつて育種事業をすすめてきたが、さらに組織的に、計画的に事業を推進するため1956年（昭31）8月23日付31林野第11,236号にて「林木育種事業の実施について」各知事および営林局長宛に林野庁長官から通知がだされ「林木育種事業指針」が明らかにされた。

そして、母樹林に関する16山第2,507号の通知は廃止となり、その通知で母樹または母樹林として取扱つてきた林分は、1級採種林または2級採種林に編入されたが、それによれば次のように規定されている。

(1) 恒久および暫定母樹林のうち「林木育種事業指針」による1級採種林に該当するものおよび1級採種林としては不充分であるが、従来事業用種子の大半を供給しており、この林分が伐採されると、優良種子の供給に困難を生ずるおそれのあるものは1級採種林として伐採を制限する。

(2) 上記以外の恒久および暫定母樹林は2級採種林とする。

(3) 候補母樹林の品種系統の明瞭なものは、精英樹選抜による育種事業の次代検定林として扱い、その伐採を制限し、品種系統の不明瞭のものは、母樹林としての取扱を中止する。

なお、民有林関係としては次のようである。

A. 採種林の指定及び取扱について

(1) 1級採種林、2級採種林、採種禁止林の格付調査は、球果採取事業における豊凶調査及び同事業の指導監督等のさい同時に実施すること。

(2) 1級採種林の伐採制限による損失補償は、林業種苗法による母樹林に対する配付予算内で実施すること。

B. 精英樹選抜による育種事業について

(1) 精英樹の選抜は指定現地適用試験費補助金の交付をうけている県(都、道、府)はこの予算と種苗生産指導旅費の範囲内で、その他の県は種苗生産、造林事業指導のさい同時に実施する。

(2) 精英樹はその周囲木とともに、保存するよう極力つとめるとともに、母樹に指定するよう措置する。

この指針の対象となる樹種はスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、エゾマツ、トドマツ、ヒバ、ヤチダモなどであるが、タネの採取はできるだけ営林局署、都道府県の直営によることとし、直営によらない場合は、採取者を指定することによつて、指導監督を強化することにしており、販売用のタネについては「林業種苗法」第12条による保証票を、なるべく添付させるようにしている。

なお、その保証票には「林業種苗法施行規則」第14条のそれぞれの事項のほか、下記によるタネの区分を、明らかにするようにしており、自家用のタネについても、販売用のタネに準ずることとしている。

タネの区分

1. 採種園種子（恒久措置により造成した採種園からのタネ）

- (1) 次代検定済種子
- (2) 未検定種子

2. 採種林種子

- (1) 1級採種林種子
- (2) 2級採種林種子

3. その他の種子

（林木育種事業指針 昭31.8参照）

要するに造林用に供するタネは、来歴のわかつた素性のよい母樹から採取することが必要で、従来ややもすると、タネでさえあればよいという考えもあつたが、前述した「林木育種事業指針」によつて、今後は精英樹の選抜による育種に重点がおかれ、将来は採種園または採穂園から、優秀な種苗が生産されるわけで、当分の暫定措置としても、従来の母樹林を採種林にあらため、その取扱の合理化を期することになっているため、不良品種とみなされるタネの出廻りは少なくなる。したがつて、以下いろいろと記述する場合にも、著者の考えが

“優良形質の母樹から採取したタネ”を対象としていることを、蛇足的につけておく。

第3節 球果の採取の適期⁷⁾¹⁶⁾²⁰⁾³¹⁾³⁴⁾⁴⁷⁾⁹⁰⁾¹⁶³⁾

森林植物は自然状態においては、タネが成熟すると種類によつて、それぞれ特有な方法で、母体からはなれて四方に分散する。たとえば、タンボポのタネは毛をもつていて、秋の晴れた日に、フワリフワリと飛ぶのを見るが、ヤナギの類も毛をもっている。またアカマツ、クロマツ、トドマツ、ヤチダモ、ニレなどは翅によつて撒布される。その他ノバラ、ウメモドキ、ナナカマドなどは果皮が赤色のため、鳥類をよせつけて喰われてはこぼれ、ドングリの類は自重によつて地上に落下したものが、リスなどの動物によつてはこぼれる。なおニセアカシヤ、エニシダなどは、莢が裂開する勢で飛散することが知られている⁴⁾⁷⁾⁸⁾。

このさい、ドングリ類は地上におちたタネを集めればよいが、毛や翅によつて遠くに飛散するものや、形の小さいタネは、人工的に球果または果実のうちに採取しなければならない。そこに、タネの採取の必要性が生じてくるが、樹種による、それぞれの成熟の適期にタネを採ることが大切で、それには球果または果実について、その色沢および乾燥度などの変化に充分の注意をはらい、最もよい時期に採らなければならない。

しかし同じ樹種でも、地方によつて成熟期を異にするため、北部地方と南部地方とでは、採取の適期もかなりの差がある。すなわち緯度の高低、海拔高などの温度的、立地的条件の差によつて、本州地方についてみても、約1カ月のちがいがあるようだが、坂口氏²⁰⁾ (1952) はヒノキについて、東京地方は11月上中旬、木曽地方の北部は10月上中旬、南部は10月中旬から11月上旬を球果採取の適期としている。山内氏¹⁷⁾ (1948) は北海道におけるトドマツ、エゾマツなどは気候のちがうため、同じ地方でも年によつて、10日内外の差を生ずることを認めているが、北海道各地における球果の採取時期を示せば次表

のようである。

第8表 北海道における球果の採取時期（山内）

樹 種	完 熟 期	採 取 時 期			
		日本海沿岸	深川、旭川 富良野地方	名寄、士別 弟子屈地方	
ト ド マ ツ	月日 月日 9.20～9.30	月日 月日 9.15～9.30	月日 月日 9.10～9.25	月日 月日 9. 5～9.20	
エ ゾ マ ツ	9.20～10.5	—	9.20～9.30	9.15～9.25	
ア カ エ ゾ マ ツ	9.20～10.5	—	9.20～9.30	9.15～9.25	
ヤ チ ダ モ	9.20～10.5	9.20～10.5	9.20～9.30	9.15～9.25	

（実用造林学 112 頁より）

なお、樹種によつて球果や果実を採取する期日は、若干の差はあるが、いずれも採取期になれば、球果や果実が特有の色沢を示すから、地方毎にそれによつて適期を判定できる¹⁸⁴⁾。念のため、それらの色沢の変化を記述すれば、アカマツやクロマツの球果は淡緑色から濃緑色に变じ、すこしく紫がかつた褐色を呈するようになった頃、スギやヒノキの球果は未熟のときは緑色で、鱗片の割れめが判然としないが、成熟期に達すれば、割れめの部分にそつて褐色がかつてくる頃が適期である。

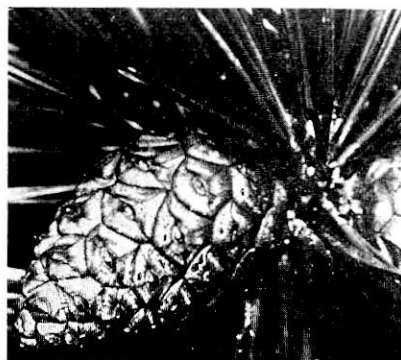
またカラマツは緑色の球果が、淡黄色あるいは紫または赤味がかつた褐色を呈するようになった時期、エゾマツは黄褐色あるいは濃褐色の球果が水分をうしなつて、鱗片の先端が若干光沢をなくした頃、アカエゾマツは赤褐色がかり光沢がなくなつて、乾いた感じが強くなつた頃、モミヤトドマツでは黒味がかつた紫褐色を呈し、球果の水分がなくなつて若干色があせた時期を、それぞれ採取の適期とする。

さらにウルシやハゼは果実が黄色味をおび、乾いた感じが強くなつた頃、ヤチダモやトネリコも緑色から黄色えと変じた頃がよく、ニセアカシヤは果実が褐色または黄褐色を呈する頃が莢を採るのによい時期である。

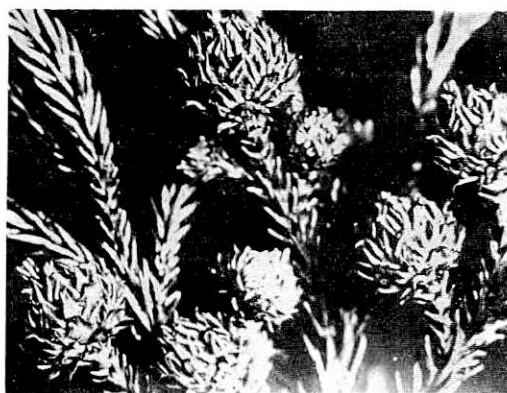
これらの成熟の度合を示す色沢の変化は、年によつて多少のズレがあるけれ

ども、大体の傾向は、地方毎にはほぼ一定している。したがって、その時期になれば当事者は樹種毎に、球果や果実の色沢その他の変化に、細心の注意をもって観察し、それぞれ、適期になれば時期を失せず、人夫を動員して短時日のうちに採取しなければ、天候その他不測の事故のため、予定量の採取ができないことがあるから注意を要する。

参考までに、次にクロマツとスギの球果の状態を示す。(第 27～28 図)



第 27 図 クロマツの球果 (原図)
(採取直前)



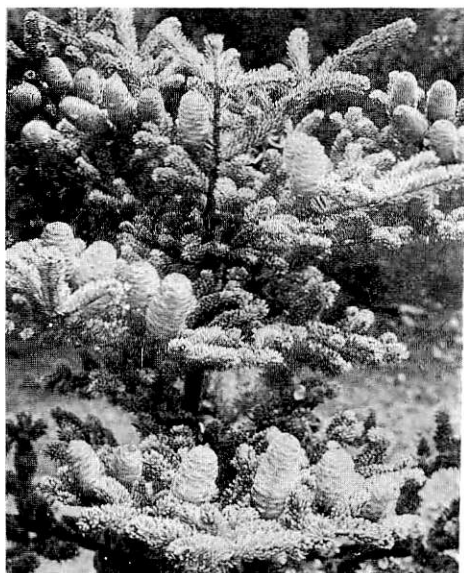
第 28 図 スギの球果 (原図)
鱗片に割れめを生じ、採取の適期である。

なお、アカマツやクロマツ、スギやヒノキなどは比較的、短い期間で球果が開き、そのタネは翅によつて風にのつて飛びだす。たとえばカラマツは、完熟期に達したところに霜にあうと、朝日の昇るとともに、全山の球果は一斉に開口して、数時間のうちにタネを飛散させる²⁴⁾。これは球果の表面が陽光に照射されると、表面の水分が乾くのに反して、

その内部は水分を含み、いわゆる、水分のアンバランスをきたす結果、蝶つがい式の鱗片が自動的に外方に反転するため、あたかも水を含んだ板が陽光をうけて反転するのに等しいが、第 29 図のモミは成熟すれば、球果の鱗片がバラバラに崩れてタネを飛散させる。さらにトドマツも同様

であるが、これらは、いくぶん早めに球果をとらなければならない。

このさい、球果の成熟時期は、1本の木についても樹冠の上下、南北側などによつて、差を示すのが普通であるが、一般に母樹の樹冠上部の日当りのよいカ所の附近につく球果の状態によつて、その採取時期を判定すれば、時期を失する心配がない。



第 29 図 モミの球果 (原図)
成熟すれば球果はバラバラになる

第 4 節 球果の採取方法⁴⁾⁶⁾⁷⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²⁰⁾²⁵⁾²⁶⁾³¹⁾⁵⁸⁾⁶⁵⁾¹²⁹⁾¹⁴⁵⁾¹⁴⁶⁾¹⁴⁷⁾¹⁵¹⁾¹⁶²⁾

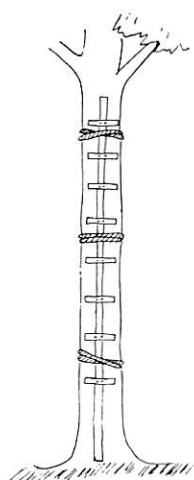
球果の採取は原則として、晴天の日を選んで実行するが、下枝が低い天然生林または採種園の母樹から球果をとる場合には、ハシゴかキヤタツで充分に間にあうけれども、人工植栽木の枝下の高い母樹については、特殊な木登用具が必要となる。

なお、木登用具は球果の採取だけでなく、おもに枝打に用いられ、各地で多くの用具が考えられている。その一つに電工のつかうガンジキ様の金具を、足につけて登る方法があつて、北海道では従来もつばらトドマツの球果採取に、これを使用しており、球果採取用として適したものが考案されているが、この方法は樹肌に傷がつきやすく感心できない。(第 30 図参照)

また、九州地方¹⁴⁵⁾では1本ハシゴを、樹幹に結びつける方法がおこなわれ、いろいろと改良されたものもあるが、せいぜい 10 m 内外の高さで、それ以上

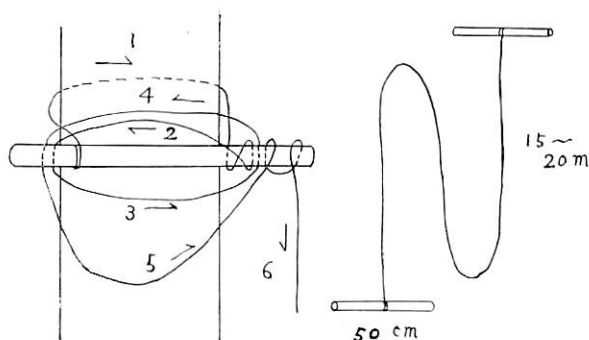


第 30 図 木登り法の 1 種 (原図)
ツメのでた金具を足につけて登る
ところ。樹高の高いものは胴縄を
つけて登るのが安全である。



第 31 図 木登り用 1 本ハシゴ
(原図)
長さ約 10 m で、おりたたみので
きるものもある。

になれば運搬その他に不便を生ずる。樹肌に傷をつけず、持運びに便利な道具としてはブリ縄があつて、これは元来が高野地方に発達して、全国的に普及したものであるが直径約 1 cm で、長さ 15~20 m のシュロ縄の先端に、径約 3



第 32 図 ブリ縄の結びかた (原図)
番号および矢印は結ぶ順序を示す。登るときは 6) の先の棒を肩にか
け、5) に足をかけて身体をもちあげ、次に棒にあがつて片足を樹幹
にまわして固定させ、6) の先の棒を同様に結んで上に登ってゆく。

cm で長さ約 50 cm の丈夫な棒を結びつけただけのもので、木登りするには第 32 図のように、その棒を樹幹に直角にあてて、縄を番号の順にまわして棒からませ、足場をつくりながら登るが、縄の長さまでの枝下高の木に登れる。

このブリ縄による方法は、熟練すれば操作も簡単で、木に傷がつかず理想的である。とくに北海道のトドマツのように、少しの傷口からでも多くの樹脂が流出し、それが病虫害の原因をつくる場合には、樹肌に傷をつけることは禁物である。それらの事情を考慮して、1955 年（昭 30）精英樹の選抜に関する講習会と平行して、ブリ縄操作の講習もおこない、官民合同にて技術の習得につとめた。（小沢準二郎：造林用種子取扱の合理化，北方林業，第 78 号 1955 参照）

さて、球果を採取するにあたって、極端な場合は、母樹そのものを伐倒する方法がある。これは主として伐倒が目的で、球果の採取が本意でないから、往々にして早採りになりがちであるばかりか、伐るさいに破損する球果も多く、事業面からみて、これに便乗することも仕方ない場合もあるだろうが、採種面からは感心した方法ではない。今後は採種林制度となつたから、その林分は無暗と伐採もできないし、さりとて、伐採した木から無暗と球果を採ることもできないため、このようなことはなくなるであろう。

なお、最も悪質な方法に力枝を、その樹幹から切りおとして球果をとる方法があるが、この方法は現在でも、地方によっては平気でおこなわれ、とくにカラマツは極端である¹⁵¹⁾。

この図は、信州方面でカラマツの力枝を伐つたた



第 33 図 球果を採るため極端に力枝を切りおとしたので、遂に枯れたカラマツの母樹（尾越氏原図）（八ヶ岳国有林の母樹林）

め、母樹がついに枯死した状態であるが、これに類したことは、最近でもおこなわれている。すなわち、1950 年（昭 25）にカラマツは相当な豊作を示したが、富士山の 5 合目御庭附近の灌木状のカラマツからも、多くの球果が採られ、東大の中村賢太郎博士が視察に登山したさい、かなり太い枝が沢山切られていることをみられ、著者らも御注意をうけたので、早速調べてみたところ、切りとつた枝を自宅に運び夜業で球果をもぎとる実情で、なかに、1 日数千円の収入をあげている者があることを知り驚いた。なおまた、浅間山麓の国有母樹林の結実した母樹が、ほとんど丸坊主になつてのをみた²⁴⁾。ここは集団となつて馬車で運びだしているが、まさに集団盗伐で、まづたくおそれいる次第である。さらに 1951 年（昭 26）札幌近在の国有林で、かなり太い枝が切られているのをみたが、これらの方法は最も粗放的で、原始的な方法である。

要するに自分本意に、その場かぎりの方法で、球果を採取しても、母樹を枯死させるようでは、元も子もなくなり、反省しなければならない。この点に関しては官民一体となつて、悪習を打破するようにつとめるべきで、とくに採種業者の反省をうながすものである。

すこし進歩した方法に、着果枝のかきおとしがあつて、太枝の切りおとしより改善された方法であるが、これでも人工的に、次の結実をおくらせてことになる。すなわち、カラマツでは球果を多くつける枝は、4～5 年前に発生した枝であるから、これを全部または 1 部でも、かきおとすときは、たださえ樹体の回復による結実間断年を、さらに小枝が再び発生する期間（4～5 年）は、次の結実がおくれることになる。なお、カラマツの枝には 1 年毎に成長のリングがついており、その数によつて発生した年数が推定できる。（第 14 図参照）

たとえば 1956 年（昭 31）の秋も、やはり小枝のかきおとしがおこなわれたが、その母樹の次の結実には、着果枝の生ずるのに 4～5 年を要し、さらに一定の回復年を加算すれば、どんなに内輪にみても、次の豊作は 7～8 年後でなければ期待できないことになる。そして、それを防止するには、球果の摘取法⁵⁸⁾

による以外に方法はない。

参考のため、長野県地方におけるカラマツの豊作年を示せば²⁵⁾、

明治 7, 10, 13, 17, 19, 21, 23, 27, 30, 32, 34, 37, 43 年(豊作年)

大正 3, 7, 10, 14 年(大豊作年)

昭和 5, 15, 25 年(大豊作年)

のようで、この間に並作程度の年はあるが、なぜ、明治時代は2～3年で次の豊作をみたのに、大正から昭和にかけては4～5年にのび、さらに10年近くも間断年を生じているかについては、いろいろの因子があつて即断はできないが、前述した球果採取の技術的障害が関係することは想像できる¹⁶²⁾。

合理的な方法として、球果を摘取^{つみとり}することはアカマツ、クロマツ、トドマツ、エゾマツなどの大形球果であれば、その操作も比較的容易であるが、小形のものでは特別の技術が必要である。最も理想的な方法は、豊富に結実した母樹にヤグラを組むことで、これだと婦女子でも、安易に球果をつみとることが出来る。このさいは資材および経費の点で難色はあろうが、採取の困難性が価格の高い原因であるから、ヤグラを組むのに、かなりの費用がかかるとしても、できあがればきわめて安易に球果がとれるために、それに要する採取費は



第34図 カラマツ天然生林の樹形(原図)

疎開しているため枝張りがよく、枝下高も低いため木登りが容易で、ハシゴで球果がとれる。(岩村田営林署管内小瀬山国有林の1部)

すくなくてすみ、案外コストをさげることができるかもしれない。

第 34 図のような母樹であれば、木登りはほとんど苦勞しないですむから、球果採取者は球果のついている母樹の上部の枝に登り、安全なところに位置して、用意した縄で身体を幹にしぼりつけ、下部の枝を順次手元に引よせて、個々の球果をモギとつて腰につけた袋にいれ、入物が一杯になれば縄で下におろす。地上にいる者（婦女子でよい）がこれを俵か臥に詰めるが、1 本の木について上から下に順次作業を続け、その木がすめば他の木に登って同じように作業するが、次の図は枝をおりまげ球果をツミとつていところである。

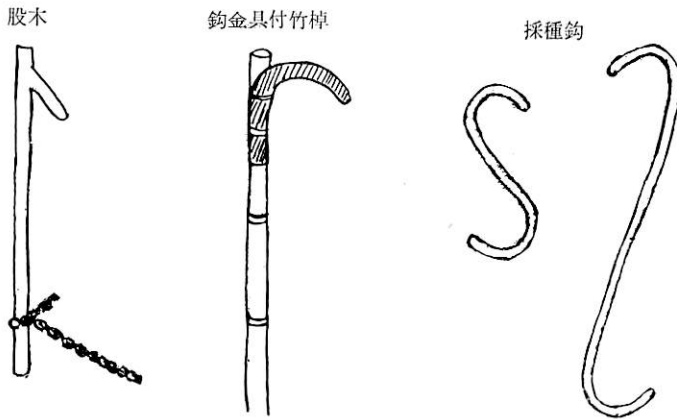


第 35 図 カラマツの球果のモギとり
落ちないように縄を張つて身体を結んでいる。

（坂口氏原図）

なお、枝を手元に引よせる道具には、ステツキの柄のようなカギのついた股木、竹の先に金具の カギをつけたもの、8 番線ぐらいの針金を S 字形に曲げた大小のカギなどがあるが、大形の S 字形で結実した枝を手元に引よせ、小形のカギで枝を曲げて固定する。そのさい、大きい枝の場合には滑車付ロープで引よせるが、いずれにしても、枝を下から引よせることは折れる危険があるから、必ず上から下の枝を引よせるようにしなければならない。球果のモギトリ用具²⁰⁾⁵⁸⁾¹⁴⁷⁾¹⁶⁰⁾の 2・3 を示せば次のようである。

要するに針葉樹の球果を採取するときには、樹種特有の色沢および形を示し、充分に成熟したものを採ればよいが、年によつてはタネバチの喰害、または気象上の悪条件によつて、屈曲あるいは不正形などの球果があり、ときに発育不良で、とくに小形のものなどもあるが、これらの球果から生産したタネは多くの場合、品質が悪いから注意して、充分



第 36 図 球果もぎとり用具の 1 例 (坂口氏原図)
(御料林 No. 178 より)

に発達したものだけを採取するのが，そのタネの品質向上のため望ましいことである。

第 5 節 球果採取上の注意事項¹⁷⁾²⁰⁾¹⁵³⁾

佐藤義夫博士¹³⁹⁾ (1942) はエゾマツの球果の生産について研究したが，球果の大きさおよび生産量は母樹の大小，樹令，樹冠上の着生位置などによつて異なることを認め，エゾマツ球果の採取にあつては胸高直径 35 cm，樹令約 150 年の壮令樹を選び，その樹冠上部に着生するものを採るのが理想的であることを認め，また幼令または小径木の場合は樹冠上部から，老令または大径木のものでは，樹冠中部および下部産の球果を採るのがよいという。

著者ら⁶⁵⁾ (1954) はトドマツの球果の採取にあたり，球果の含水量が何%のときに採れば，球果もバラバラにならず，そのタネの成熟が期待できるかについて調べたところ，産地によつて採取日に若干のズレがあつたが，球果の含水量は大差なく，原重量に対して 55～60 %であることを認めた。

なお気乾状態で，バラバラになつたときの球果の含水量は 15～20% を示し，

各産地とも母樹による差はほとんどなかった。したがって自然においても、球果の含水量が20%以下になれば、球果はこわれてタネが飛散するが、その頃の球果は極度に光沢をうしなうのが普通で、次のような調査結果をえた。

第9表 トドマツの球果およびタネの含水状態

産地 No.	事項	球果採取 月日	球果の形態			球果の含水量		気乾時の タネの 含水量	充実率	発芽率
			長さ	直径	形状比	採取時	気乾時			
			cm	cm		%	%	%	%	%
俱知安 No. 5	IX 9		6.6	2.7	2.5	57.1	19.0	18.1	40.6	25.5
旭 川	4	17	6.3	2.1	3.0	59.1	15.0	12.1	62.3	43.5
"	14	11	7.4	2.5	3.0	55.5	16.0	13.9	62.1	41.4
興 部	3	14	7.4	2.9	2.9	55.9	14.5	17.2	54.2	33.1
北 見	5	18	6.5	2.3	2.9	61.4	19.7	16.3	35.3	23.8
池 田	3	12	6.4	2.2	3.0	57.4	18.6	14.3	33.1	26.4

註 1) 産地は林務署名で示した。

2) 各産地とも球果 20 コについて測定した。

3) 充実率は絶乾後のタネを切断して判定し、発芽率は普通に調整したタネについて発芽試験をおこなつて算定した。(北方林業 第6巻第11号17頁より)

このさい、気乾時におけるタネの含水量は、タネの内容容すなわち充実程度と関係し、大体において、充実のよいものが含水率は低いようであるが、その充実率の高いものが発芽率も高く、それが気乾球果および気乾種子の含水量と、かなり密接な関係があることを認めた。

一般に樹冠の位置によつて、タネの熟度に差があつて、鯉淵隆氏³⁴⁾ (1939) は秋田杉について調査した結果、樹冠の上部が最も多くの球果を生産し、中下段とすくない傾向がみられ、樹冠方位の南西面の結実量が、他の方位より多いことを認めている。またヒノキについては福見一郎氏²⁰⁾ (1937) が樹令 35 年の母樹 5 本について梢頭から 1 m, 2~4 m, 4~6 m, 6~8 m の距離の樹冠から球果を採つて、その品質を調べたところ、樹冠の中部が最もよく、下部がこれにつき、上部が劣ることを報じている。また長谷川(孝)博士¹³⁾ (1943) の研

究によれば、林令約 80 年生のヒノキ造林地の比較的多くの光線をうけるものを対象として、樹冠別に球果を採つて、それより生産したタネの品質を調べたが、樹冠の下部のものが最もよく、中部がこれに次ぎ上部は最も悪いことを認めた。

スギやヒノキは樹冠上部が球果のつきかたが多く、また、採りやすいけれども、前述したようにタネの品質が劣るので、なるべく梢頭部附近の球果は採らないようにする。しかしアカマツやトドマツでは、樹冠の上部の日当たりよいカ所が、品質のよい球果が採れるし、またスギやヒノキでも、林の混みかたで多少ちがつており、閉鎖した林分ならば、周囲の樹冠より高くでている、母樹の梢頭部につく球果がよいこともある。要するに、その林分の状態を考慮して採る必要があるが、まず、どの程度の球果を採るかを決めなければならない。

その適量を決めるには、結実程度が中位の母樹から約 1 kg の球果を採取し、タネの収量調査をおこなつて、そのタネの群から生産される健全種子（傷および虫害などによる不正なものを選別する）の量および充実率を測定して、なお還元法（第 8 章第 4 節参照）によつてタネの活力を検査すれば、その年のタネの品質を推定できるが、発芽率 30 % のトドマツのタネを 80 kg 採種する必要があるとき、実際の球果採取量は次のようになる。

実際に採つたタネの健全率 20 % の場合、

$$20 \% \times 0.9 = 18 \% \cdots \cdots \text{発芽率}$$

ただし 0.9 は健全種子に対する発芽率の比率

$$80 \text{ kg} \times \frac{30}{18} \div 0.9 = 148 \text{ kg} \cdots \cdots \text{実際の種子採取量}$$

ただし 0.9 は純量率 90 % なることを示す。

$$148 \text{ kg} \div 0.07 = 2114 \text{ kg} \cdots \cdots \text{採取すべき球果の量}$$

（註）普通の球果からえられる種子量は、重量%としてトドマツ 7 %、エゾマツ 3 % である。（実用造林学 114 頁より）

また、ヒノキ種子の発芽率 20 % のものを 100 kg 採取する場合、実際に採つたタネの健全率 12 % とすれば、

$12\% \times 0.8 = 10\%$ 発芽率 (減率 20% をみこむ)

$100 \text{ kg} \times \frac{20}{10} \div 0.9$ (純量率) = 222 kg 実際の種子採取量

$222 \text{ kg} \div 0.1 = 2220 \text{ kg}$ 採取すべき球果の量

(註) 普通球果からえられるヒノキ種子量は、重量% で 7~12% であるが、ここでは 10% として計算した。(ヒノキ育林学 19 頁より)

これらを参考として、発芽率 45% のスギ種子 100 kg を採取する場合に、どれだけの球果を採ればよいか計算してみよう。このさいの健全種子率 30%、健全種子に対する発芽率の比率を 0.92 とするときは、

$30\% \times 0.92 = 27.6\%$ 推定発芽率

$100 \text{ kg} \times \frac{45.0}{27.6} \div 0.95 = 172 \text{ kg}$ 実際に採取するタネの量

ただし 0.95 は純量率 95% なることを示す。

となり、172 kg のタネを十分に精選すれば、発芽率 45% のタネ約 100 kg (約 1 石 5 斗) が生産できるが、球果からえられるタネの量を 9% とすれば、そのさい採取する球果の量は、

$172 \text{ kg} \div 0.09 = 1911 \text{ kg}$ 球果の採取量

となる。なお、スギの球果 1 升当りの重量は約 600 gr であるから、これを換算すれば、約 30 石の球果を採ればよいことになる。

しかし、タネの品質は凶作の年には低く、スギやヒノキでは、発芽率 10% 以下の場合があつて、こんなときは、単木当りの結実量が多くないから、採取そのものがスムーズに実行できず、多くの人夫を動員しても案外その成績は悪く、品質が劣るのに反して、その単価が高く採算がとれない場合もある。したがつて凶作の年には、球果の採取を見合わせるのが得策のことがあり、それぞれ適当な判断をしなければならない。

第5章 球果を採ってから精選までの処置

第4節 球果の乾燥⁴⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹³⁾¹⁷⁾¹³⁷⁾¹⁴⁰⁾ ¹⁴³⁾¹⁴⁸⁾¹⁴⁹⁾¹⁶¹⁾

1. 自然に球果を乾燥させる方法

球果を採るさいは、どんなに注意しても、いろいろの夾雑物が混入し、または虫害粒や脂の多い奇形球果、あるいは未熟の球果などが混入するのが普通である。なお、これらの不良球果を乾燥前に除くことが、商品価値の高いタネを生産するために必要な操作であるので、採取した球果は一定の場所に集めて、まず不良球果の選別をおこなう。

そのご形の法正な球果を乾燥して、タネを取出す操作をおこなうが、採った当時の球果は、相当に含水量が多いから、これを長いあいだ堆積したり、風通しの悪いカ所におけば、球果にカビが発生し、醗酵してタネの品質を害するから注意を要する。とくに、成熟するとバラバラになるトドマツでは、早目に球果を採るため、55～60%の水分を含んでおり、袋に入れたままでおけば、数時間で白カビが発生するが、このような球果は、必ず採取後ただちに広い場所に拡げなければならない。

さて、球果を乾燥する方法¹³⁾¹⁷⁾²⁰⁾に、自然乾燥と人工乾燥があるが、広い場所さえあれば、自然に陽光を利用して乾かすのが理想的で、やむをえない場合に人工による火力乾燥をおこなう。

そのさい、自然乾燥は大陽光線を利用するのであるから、晴れた日が続き30～50坪の広い場所さえあれば、地面に直接ふれないように丸太を枕木として、その上にシートまたはムシロを敷いて、球果を重ならないように^{おさ}拡げる。(第63図参照)

しかし、とくに地面が湿っているか、または広い場所がないときは、階段状

の棚²⁰⁾をつくり、その棚に底の部分を細かい金網かムシロで張つた乾燥箱をならべ、そのなかに球果を拡げて時々天地返しをする。

なお、球果の開く状態はアカマツやクロマツなどは、鱗片がピンピンと音をたてて開き、その感じは、蚕が桑を喰べるときに発するザワメキに似た状態で、なんともいえないリズムを感じる。スギやヒノキでは大した音もたてないが、3～5日で鱗片が開いてタネがでる。またトドマツでは乾燥するにつれて、球果がくずれて、その鱗片とタネがバラバラになる。

この乾燥法は簡単であるが強風、曇天、雨天の日には、戸外が利用できないばかりでなく、また乾きかけた球果が、夕立のため再び湿ることもあり、さらに夜屋内に運びこんだときに、ネズミの害をうけることがある。そのうえ、戸外で乾燥中に鳥害をうけるため、寒冷紗または金網を張るなど、被害防止にとめなければならない。その必要性は、とくに同属の木が近くにある場合におこり、注意しないと周囲の不良形質または系統のちがつたタネが混入する危険が多い。

なおまた、夜間あるいは雨天に球果を、そのまま戸外におくことは、タネの品質を害する場合もあるが、これらのことは「球果の処置とタネの品質」の項で詳述する。(第8章、第1節、5項参照)

自然乾燥の場合は、新鮮で水々しい球果ほど鱗片が開きやすく、条件のよいスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、ヒバ、エゾマツなどは、2～5日ではほとんどのタネを取だすことができる。このさいにおける球果の含水量は、原重量に対して60%前後であるが、かりに陰乾状態で、その含水量が40%以下に減少した球果は、表面張力の効果がなくて、なかなか開きにくく、このような球果は約24時間水に漬け鱗片に吸水させてから、天日にだして乾燥すれば比較的らくに開くが、これらの方法の第1条件は晴天が続くことである。

したがって、雨天の続く場合は乾燥ができず、徒らに球果の醗酵を促がすことにもなるから、雨量の多い地方や広い場所がえられない地方では、人工で乾燥させる必要が生ずる。

2. 人工的に球果を乾燥させる方法

球果の人工乾燥には、火力乾燥と真空乾燥の2通りがあるが、最も普通におこなわれるのは火力による方法である。

火力乾燥は陽光乾燥と異なり、天候に支配されることがなく、いつでも自由におこなうことができることと、比較的短かい期間で乾燥できるために便利であるが、乾燥する温度と時間が、取だしたタネの発芽力に影響するので、その調節に気をつけなければならない。また、どおかすると球果が開かないこともあるから、その操作に注意を要する。

大体において温度が低ければ、乾燥の効果は少くなく、高い温度では球果は開いて、タネの取だしは簡単にできても、高温のため熱の影響をうけて発芽力が害される。また火力乾燥をおこなう場合は、必然的に時間と温度の間に、一定の限度があつて、特殊な乾燥室を必要とするが、このさい、最初から高温にすることは禁物である。

長谷川博士¹³⁾(1943)の研究によれば、採取直後のヒノキの球果は、その原重量に対して約 60 %の含水率(タネ約 20 %)であるが、この状態の球果を換気よくない室内で急に加熱すれば、いわゆる高温多湿の状態を示し、タネの活力は著しく害されるから、乾燥室の温度は樹種によつて、または球果の水分、室内の湿度や換気および加熱の程度などによつて差異はあるがスギ、ヒノキ、サワラ、エゾマツ、トドマツ、モミなどは 25°C から除々にあげて 36~40°C を、アカマツやクロマツは約 35~45°C までを限度とし、どんな場合でも 50°C 以上にしないことが安全で、なお室内の湿度は、乾燥当初でも 50 %を超えず、次第に 30~20 %にして、操作の終りには湿度を 10 %以下にするのが適當であるという。

同氏がアカマツの球果を、いろいろの方法を変えて乾燥試験をおこない、これを陽光乾燥と比較した結果は次表のようである。

第 10 表 アカマツ球果の乾燥状態と発芽率の関係 (長谷川)

乾燥方法 発芽率	室温 64°C 中で継続乾 燥したもの	65°Cで7時 間のち 59°C で乾燥する	60~64°C のち 57°Cで 乾燥する	60°Cで3時 間のち 55~ 56°Cで乾 燥する	49°Cで 継続乾燥 する	陽光乾燥
最初の 8~10 時間 における発芽率	66 %	69 %	75 %	91 %	95 %	99 %
あとの 2~4 時間 における発芽率	59	49	60	84	94	—

(帝室林野局東京林試報告 第 4 巻, 第 3 号 149 頁より)

第 11 表 カラマツ球果の乾燥と発芽率 (尾越)

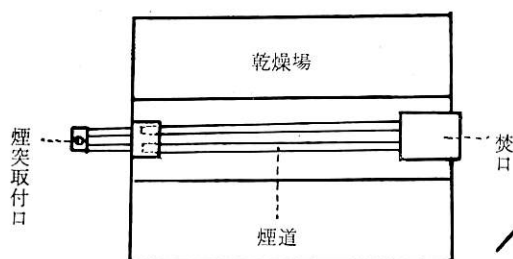
乾 燥 場 所	乾 燥 温 度 °C	乾 燥 時 間 時間	発 芽 率 %
室 内	—	—	71.4
戸 外 (陽光直射)	—	—	87.7
乾 燥 室	40	7.5	76.3
〃	50	5.0	75.6
〃	60	3.5	75.2
〃	70	2.5	69.2
〃	80	2.0	65.4

(造林用種子の取扱 16 頁より)

また尾越氏⁹⁾ (1934) がカラマツの球果について、実験した結果は上表のようであるが、どちらの実験でも乾燥室内での乾燥は、戸外の陽光乾燥に比較すれば、低い発芽率を示し、乾燥室内では温度を高くすれば、時間が短かくともその発芽率を害することがわかる。

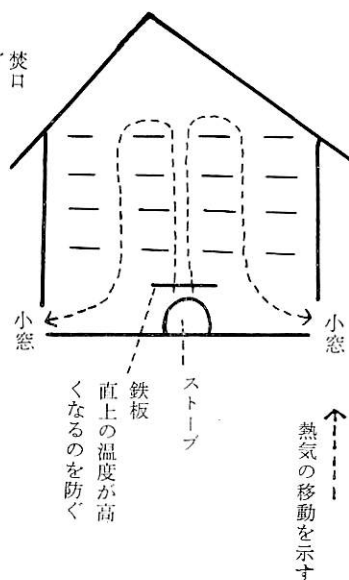
なお、恒久的の球果乾燥室は間口 15 尺、奥行 18 尺 (面積 7.5 坪) でコンクリートで基礎をおこない、軒の高さ 12 尺の木造建として、その前面に焚口を設け、2 本の鉄パイプによつて、熱気合流所に接続して、外部の煙突につながっており、その両側に柵をつくつて乾燥場とするが、室内の両側に 3 本ずつのベンチレータを取つけ内部の換気を調節する。参考までに、乾燥室の平面図の概略を示せば第 37 図のようである。

しかし、臨時的に簡易な乾燥室¹⁷⁾をつくる場合には、苗畑^{なや}の納屋を一時的に



第 37 図 球果乾燥室の平面図（原図）

改造するが、まず天井や横壁をベニヤ板などで張つて、継目を充分に目張して空気の散るのを防いで、できるだけ下部に多数の小窓をつくつて、自由に開閉できるようにする。そして、室内の中央にストーブをおき、部屋の上方に多数の棚をつくり、底を金網張にした木箱に球果をいれて並べるが、その断面模型を示せば第 38 図のようである。



第 38 図 簡単な球果乾燥室の断面図（山内氏原図）

（火の取扱に注意しなければ火災の心配がある）（実用造林学 121 頁より）

第2節 球果または果実からタネを取出す方法

1. 広葉樹の場合

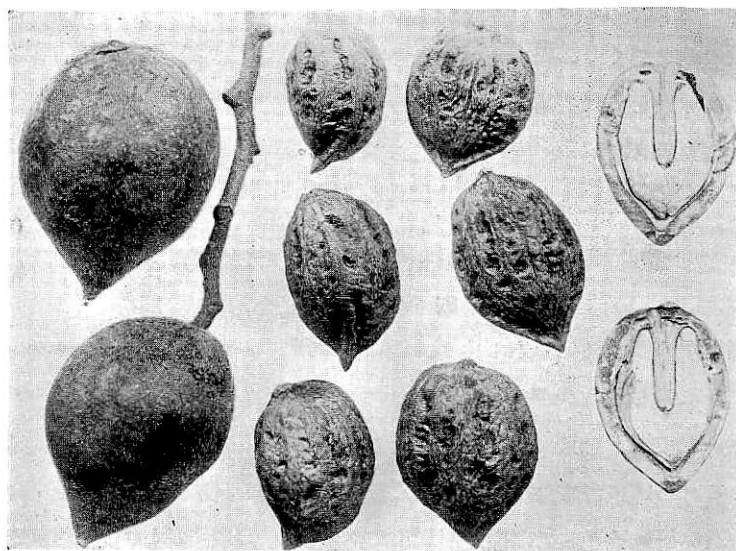
広葉樹類のうち果実をそのまま、造林用種子として用いるドングリ類は前述したように、成熟した果実は自重によつて自然に落下するから、10～11 月上旬に注意して樹下を見まわれば、かなりの量を拾いあつめることができる。しかも、これらは虫害または傷粒を除く程度で、適当な方法で貯えておけばよいから、造林用種子としては操作が簡単であるが、クリやクヌギなどのタネには害虫の幼虫がはいっているから、採種直後に幼虫が発育しないうちに燻蒸する必要がある。

(註) クリの燻蒸は密閉した室内で、容積 1000 立方尺に対して二硫化炭素 4 封度の割合にて 24 時間燻蒸する。ただし輸出用としては、5 封度の割合で燻蒸する。

なお、広葉樹は種類によつて、タネの取だしかたも若干ちがつており、たとえばホオノキのように球果を有するものは、これを乾燥させてから柄の部分を手にもつて、器物に打つけるか、あるいは太い棒で軽く打てば、赤い皮をつけた果実が飛びだす。

したがつて、これをただちに乾燥してもよいが、含水量が比較的多くてカビが発生しやすいから、大体において水に漬けて、その果皮をくさらせてから水洗してタネを取だすのが普通である。なお、果皮からタネを取だすには、数日水に漬けてから水洗するが、多汁の果肉を有するモチノキなどは、採取したものを直ちに水洗する場合がある。

また、厚い肉質の外果皮を有するクルミ類は、拾いあつめた果実を水に漬けるか、または土中に埋め数日放置して果皮をくさらせてから、充分に水洗して



第 39 図 オニグルミの果実とタネ (原図)

左……果実 中……タネ 右……タネの縦断面

(1 本の母樹から採取してもタネの形に変異があることを示す。)

陰乾するが、果実とタネの1例を示せば第39図のようである。

クス¹⁷⁴⁾やウルシ¹⁸⁵⁾なども普通この方法によっているが、水洗したタネは、日光の直射下で乾かすことは禁物で、必ず陰乾することが望ましい。

さらにマメ科であるニセアカシヤ、ネムノキ、エニシダなどは莢を充分に乾燥させて、棒でうつか臼にいて軽く搗いてタネを取だすが、これには独特のイシダネが含まれており、これに関しては改めて詳述する。(第6章第3節3項参照)

2. 針葉樹の場合

1) 球果から脱粒させる方法

針葉樹でもイチヨウのような特殊なものは、熟して黄色味をおびた果実を

拾いあつめ、土中に埋めて腐敗させてから水洗して、白色の核果(ギンナン)を取だすが、熟した果実は悪臭があるばかりでなく、気をつけなければ取扱中プロピオン酸のためにカブレルことがある。

(註) イチヨウの実でカブレた場合は、体質によつてはウルシでカブレたより、重い場合があるから注意を要する。

また、カヤやイヌガヤの肉質の果皮を除くには、紫紅色を呈するようになった頃に採つて、これを水中または地中で、肉質部をくさらせて水洗すればタネが取だせる。イチイ(北海道ではオンコという)は紅色で肉質の仮種皮を採つて洗うが、熟すれば落下するから、樹下にシートを敷いて拾いあつてもよい。さらに、チョウセンマツの球果は乾燥しても開きにくいので、乾いた球果を臼



第40図 エニシダ莢果の成熟状態
(原図)

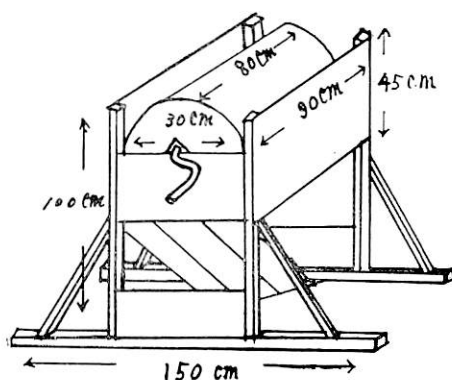
黒色莢……成熟しておつてイシダネが多い。
緑色莢……未熟で水分が多いが、取扱によつてはイシダネのすくないタネがえられる。
なお、成熟の期間は株によつて、かなりの差がある。

または箱あるいは麻袋にいて、かなり強い力で打つてタネを取ですが、これらは、普通の針葉樹の球果から、タネをだすのと少しく趣を異にしている。

一般に種皮のかたい種粒を球果から取だすのには、かなり強い力を加えても種粒を傷つけることは比較的少くないが、多くの針葉樹のタネの皮はうすく、わずかの力でも傷つきやすいから、充分に注意しなければならない。

さて、天然または人工乾燥によつて球果が開けば、翅付種子を摘出させるのであるが、従来各地でおこなっている方法はアカマツ、クロマツ、カラマツなどは、ムシロまたはシートの上に球果を並べ、これを棒で打つてタネを取だしている。しかし、前述したようにタネに傷がつきやすく、その品質を害する結果となるから感心した方法ではない。これらの球果は充分に開いたものを、箱のなかで棒でかきまわせば、鱗片と鱗片がマサツする反動で、球果からタネがはなれる。また適當の大きさの篩を用いて、かきまわしてもよいが翅がついているために、かなり粗い篩でないとタネがおちない。

これに反して、スギやヒノキなどのタネは、翅をもつていてもタネに翼状に固定して小形なため、球果から脱粒しやすく、適當な目の篩のなかで、乾燥した球果をマサツすればよい。サワラやヒバもこの方法で効果がある。また木綿袋か麻袋に乾いた球果をいれて、両端をもつてふり動かす方法もあつて、



第 41 図 回転式脱粒器の構造(山内氏原図)
(実用造林学 122 頁より)

モミやトドマツのように乾燥すれば、球果自体がバラバラになるものに適するが、鱗片と翅付種子を選別するには、1 cm 目くらいの篩を用いる。なお、図のような脱粒器¹⁷⁾を用いれば、多量の球果を取扱うのに能率的である。この器具の中央部の円筒形容器の内部に約 1 cm 目の金網をはり、充分に乾いた球果を約 $\frac{1}{3}$ 程度いれて、

そのハンドルを回転させれば、球果から離れたタネは網目を通つて落下する。タネが落ちなくなれば球果をいれかえて、まえと同じ操作をくりかえすが、球果が小さいヒノキやサワラなどの場合の網目は 0.5cm が適当である。

このさい信州方面ではカラマツの脱種に、^{いはこき}稲扱用^りの脱穀器を用いるところもあるが、球果から離れたタネに傷がつきやすいから、その回転をきわめて静かにしなければ、タネの品質を低下させることになる。

2) タネの収量

一定量の球果から生産される、タネの量を知るまえに、その球果の着生量について考えてみれば、着果量は第1に結実の豊凶、第2に母樹の個性、第3に立地的環境条件の如何などによつて異なることが容易に想像できる。

なお、多くの場合は採取した球果を全部コミにするから、単木当りの着果量を正確につかむことは困難であるが、著者が調査した結果によれば、多くの針葉樹では相当な豊作を示すとき、単木当り着果量はスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツなどで8升から1斗5升の球果がつくようである。

そこで、かりに 1 ha 当り 100 本の母樹が結実したとすれば、8~15 石の球果が採取できることになり、前述したように、スギの球果約 30 石を採る必要がある場合、豊作なれば少くとも、単木当り 1 斗前後の球果が着生するから、あまり密生しておらない林分ならば、300 本前後の母樹から採取すれば、ほぼ予定量の球果がえられることになる。

次に、一定量の球果から生産されるタネの量についてみれば、樹種による差のほか、同じ樹種でも選別方法や精選の度合などによつて、異なるのが普通で

第 12 表 球果 1 石よりえられるタネの収量

事 項 \ 樹 種	アカマツ	クロマツ	カラマツ	ス ギ	ヒ ノ キ	ヒ バ
	升	升	升	升	升	升
翅 付 種 子	19	15	15	—	—	—
粗 選 種 子	4	3	3~5	9	19	15

(農林省林業試験場調査資料より)

あるが、1例として、主要針葉樹の球果1石から、えられる翅付および粗選種子の収量⁹⁾を示せば第12表のようである。

これらのうちアカマツ、クロマツ、カラマツなどのタネは、球果から取だした当時は翅付の状態、翅を除去したものが粗選種子であるがスギ、ヒノキ、ヒバなどの翅は特殊な構造でタネを包み一般に翼といわれており、これは除去することができないために、球果から取だしたタネが粗選の状態取扱われる。

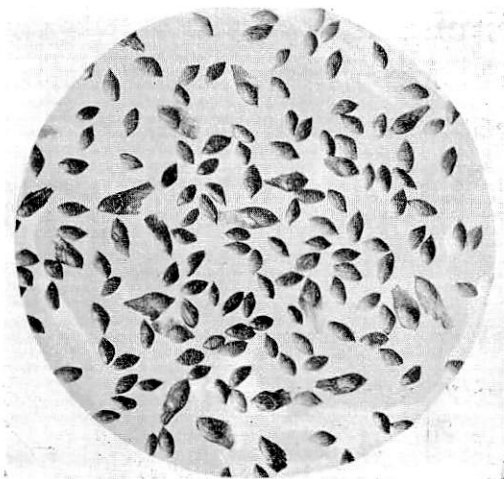
なおタネの収量について、藤島信太郎氏⁸⁾(1941)の調査によれば、球果または肉付果実より、えられるタネの容積割合は、結実の良否で著しい差があるが、大体においてスギ10%内外で、ヒノキやサワラは15~20%、ヒバ10~15%、アカマツやクロマツは3~4%、ホオノキは球果の27%、肉付種子の45%であるが、オニグルミは肉付果実の38%、ニセアカシヤは莢の約5%であるという。(更新論的造林学272頁参照)

3) タネの翅を除く方法

球果からえられた翅付種子は、精選にうつるまえに、まず翅を除かなければ

ならないが、その方法は、タネを布袋にいれてモムか、軽く打つて翅をとるのであつてアカマツ、クロマツ、カラマツ、エゾマツなどにおこなわれる。

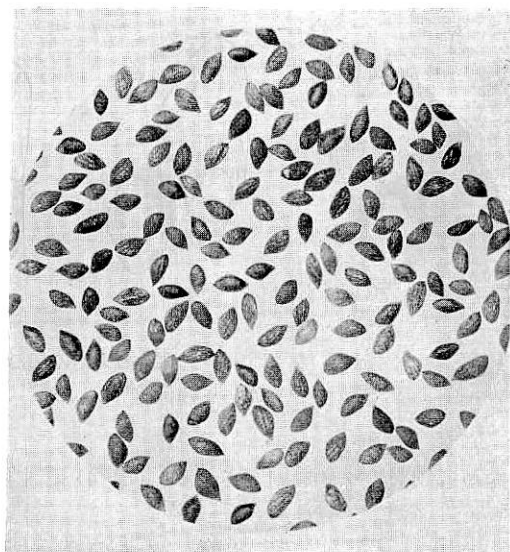
なお、翅を除く場合に、気をつけなければタネを傷つけやすく、また、いそぐときなどは完全に翅が取きれず、第42図の状態を示す場合が多い。これに反して霧吹法¹⁸³⁾¹⁸⁴⁾によれば、



第42図 翅のとりかたが不十分なマツのタネ
(原図)(布袋にいれて採んだタネ)

能率的であるばかりか、次図のようにキレイなタネがえられる。

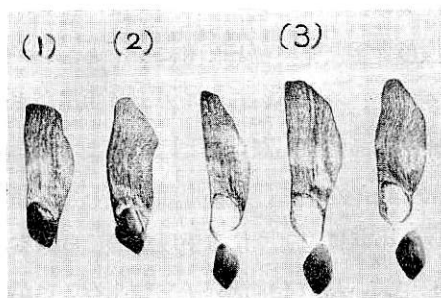
この方法は、アカマツやクロマツに用いて効果的であるが、晴天の日に翅付種子を、ムシロかシートまたは板の上に広げ、如露あるいは噴霧器で、水滴を散布して1~2分後に、棒で全体を掻きまわせば、タネと翅が分離するから、乾かして軽く風選すれば、完全に翅



第43図 よく翅がとれたマツのタネ
(霧吹法による) (原図)

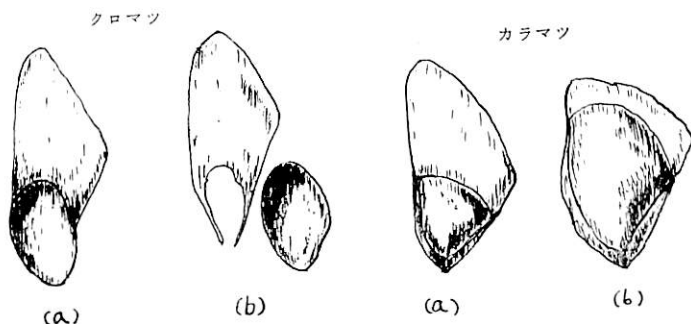
を除くことができる。なお、翅のとれる順序を示せば第44図のようである。

しかし、この方法もカラマツやトドマツ、モミなどには適用できないが、それは、翅の構造が前者と異なるためである²⁵⁾。1例として、クロマツとカラマツの翅の構造を示せば、第45図のようであるが、カラマツのタネは揉んでも、



第44図 霧吹法による翅のとれる順序
(原図)
(左から右に順序を示す)

翅は基部から折れるだけで、全体を除くことはできない。したがって大量の場合には、静かに回転させた脱穀器⁶⁾にいれるのもよいが、タネは一度に大量にいれるより、少しずつ静かにいれる方が、タネを破損しないようである。なお回転式脱粒器は、トドマツやカラマツの翅を除く効果も大きいですが、その容器の



第 45 図 針葉樹のタネの翅の構造例 (原図)

(a)……翅付種子 (b)……翅除種子

なかに鉄製のツメを固定させる。(第 41 図参照)

第 3 節 タネの精選¹³⁾²⁰⁾¹⁰⁷⁾¹⁰⁸⁾¹²⁰⁾¹⁶⁵⁾¹⁶⁷⁾¹⁶⁸⁾¹⁶⁹⁾¹⁷⁰⁾¹⁷¹⁾¹⁷²⁾¹⁷³⁾¹⁷⁷⁾¹⁷⁹⁾¹⁸⁰⁾¹⁸¹⁾¹⁸²⁾¹⁸⁵⁾¹⁸⁷⁾

スギやヒノキのように、球果から取だしたタネやアカマツ、クロマツ、カラマツのように翅を除いたタネは、粗選の状態であることは前述したが、この状態のタネは充実粒とともにシイナ、シブダネ、虫害粒や傷などによる不正形のタネと、その他いろいろの夾雑物が含まれている。なお、これらを除去したタネが商品価値が高いことは云うまでもないが、その程度によつてタネの品質に著しい差を生じ、価格の面においても非常に高低がある。したがつて、一般にタネの品質をよくする手段が講じられるが、それには、粗選状態のタネを精選して、いわゆる精選種子をつくるのが大切である。

なお、タネを精選する方法として、従来から一般におこなわれている方法は風選と水選であつて、その他に化学薬品による比重選がある。そのさいタネの性質によつて、それぞれ適した精選方法がおこなわれアカマツ、クロマツ、カラマツなどは風選によつて、充分の効果をあげることができるが、スギ、ヒノキ、トドマツなどは風選では充分の効果が期待できず、水選または薬品による比重選がおこなわれる。

1. 風選による方法

タネを風選する場合には、一般に箕または唐箕を用いるか、あるいは特殊の風選器を使用するが、最も簡単な方法は箕による場合である。この場合には箕先から除かれるタネの1部を、ときどき切断して、その内容を調べ、充実したタネが飛びだしているかどうかを、絶えず注意することが肝要である。この方法は、アカマツやクロマツの翅とシイナを除くには都合がよく、カラマツにも適用できるが、いずれにしても、最初から強くふり動かすことは禁物である。

唐箕または風選器による場合も、樹種によるタネの大小やシイナの多少によつて、どんな風速すなわちハンドルの回転数を、どの程度にすればよいかを知ることが大切で、実行の合理化を期するうえにも必要な問題であるから、次に風選に関する2・3の実験例にふれ、これを検討することとする。

長谷川博士¹⁶⁹⁾(1934)はスギおよびヒノキ種子の風選時における気流の速度を測定した結果、2.5~3.0 m/sec. が最も適していることを認めた。そこで唐箕の1部を改造して電動器を取つけ、その回転数の調節によつて、風速を毎秒2.5 mとした場合、発芽率14%のヒノキ種子を、9回風選後に52%の発芽率のものとし、さらに発芽率16%のヒノキ種子に対し、毎秒2.5~3.0 m/sec. の風速として、9回風選をおこなつて78%の発芽率のタネにすることができたというが、これは風選を何回おこなつても、100%に近い発芽率のタネはえられないことを意味している。

また原田泰博士¹⁷²⁾¹⁷³⁾(1940)が考案した万能選種器による試験結果によれば、トドマツは風速4.5 m/sec. に調節して、ハンドルを1分間70回転させた場合に、その一番口からでたタネを、さらに風速5.0 m/sec. に調節して、ハンドルを前回と同様に1分間70回転さて、一番口からでたタネをまき付用とするのであつて、このさい、最初の操作はタネと鱗片を選別するためであるという。なお球果がくずれないエゾマツ、カラマツの場合は、乾かした球果を回転式脱粒器(第41図参照)によつてタネを脱粒せしめ、翅除き作業をしたのち選種器にかけ、風速4.5 m/sec. で回転数1分間70回内外として選別し、

一番口からでたタネをまき付用とする。

この方法によるときは、同じ程度の充実率を有するタネの一番口収量は、従来の唐箕選より大なる傾向を示すが、純量率は唐箕選の方がよい。しかし、作業の工程は篩別と同時に風選作業もできるので、とくにトドマツの場合、その全精選時間の約3割を節約できることを認めている。

なお、長野県方面におけるカラマツの風選⁶⁾は、主として農業用の唐箕によっているが、著者が調べた結果²⁴⁾²⁵⁾では、充実約40%のタネを唐箕にかければ、1回風選で充実度を45~50%に高めることができるが、1石の粗選種子は約8斗に減少し、さらに2回風選によれば、55~60%の充実が期待できるけれども、その収量は約5斗に減るのが普通のものである。したがって、とくに輸出用のものは3回目の風選によつて、充実を70%にもあげる場合もあるが、収量はきわめて少なくなるから採算の点からは無理で、1~2回の風選によつて1升重量が、170匁以上(600gr以上)あれば上等品である。

要するに風選は、風力によつてタネの軽重を区別するのであるが、カラマツでもハンドルの回転が早すぎれば、シイナにまざつて充実粒も飛びだすようでその回転数は1分間65~70を適当とし、このさい、飛びだしたタネも再三風選して、その充実粒を選別しなければならない。なお、充実粒とシイナがほとんど重さで区別できないヒノキやサワラ、または、シブダネを含むスギなどは風選より、水選あるいは比重選の方が効果的である。

2. 水選による方法

水選は大粒種子や、軽重の差が著しくないタネに対して、そのタネの比重を応用して、充実粒を選別する方法である。

その、最も一般的な方法はナラ、カン、クヌギなどのタネを、水を満たした桶にいれ、これを充分にかきまぜて約1昼夜おけば、浮いたものと沈んだものに区別される。このさい浮いているタネは、軽くて発芽力のないものが多いから除き、沈んだタネを選別して陰乾すれば、充実したものがえられる。なお、採取後長いあいだ乾燥せずに、水々しい状態のものであれば、水に漬けた直後

あるいは数時間後に充実したものは沈むから、浮いているものを捨てて、沈んだものを陰乾して貯蔵すればよい。(この種の貯蔵については後述する)。

さて、針葉樹種子の水選の効果について、小山(光)氏¹⁶⁵⁾(1915)はスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツを供試料として研究しているが、樹種によつては応用価値の高いものもあるので、以下すこしく、その方法ならび結果にふれてみよう。

なお、この実験に用いたタネの品質は表のようであるが、このようなタネを

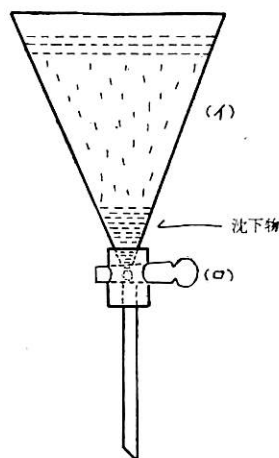
第 13 表 水選試験に用いたタネの品質 (小山)

樹 種	容 積	重 量	粒 数	発 芽 率	純 量 率
	cc	gr		%	%
ス ギ	180.4	55.69	13,709	30.5	86.7
ヒ ノ キ	〃	49.79	27,425	15.2	95.3
ア カ マ ツ	〃	89.86	10,090	90.2	98.6
カ ラ マ ツ	〃	55.18	15,952	26.8	97.8

(註) 180.4 cc は 1 合に相当する。タネに含まれた夾雑物の種類は省略した。(原文参照) (農林省林試報告 第 11 号より)

13~14°C の水中に投入し、一定時間毎に沈下物を取だし、室内において乾燥したのち、所要の調査をおこなっている。このさい、浸水にさいしては、特殊な器具を考案しているが、これは一般に、水選をおこなうさいに便利であるから図示することにした。

この実験に用いたタネの品質は、前表のようであるが、産地その他の来歴は不明である。なお水選の効果は、第 1 にタネの品質によつて異なり、また水選の方法によつても差を生じ、なかなか問題が多いけれども、この実験によつて、樹種による水選の可否および



第 46 図 小山式種子水選器 (仮称)
(イ)……硝子製漏斗

(径 6 寸 約18cm)
(深 7~8 寸 約23cm)

(ロ)……活栓を開閉して沈下物を取だす。なお開栓のための減水はその都度水を補給する。

効果の概要を知ることができるので、その結果を検討してみよう。まず、樹種別に浸水時間毎における、沈下および浮種子の重量比率と、その発芽率の関係を示せば次表のようである。

第 14 表 針葉樹種子の水選における浸水時間毎の品質 (小山)

樹 種	ス ギ				ヒ ノ キ				ア カ マ ツ				カ ラ マ ツ			
	沈 下		浮		沈 下		浮		沈 下		浮		沈 下		浮	
	重さ	発芽	重さ	発芽	重さ	発芽	重さ	発芽	重さ	発芽	重さ	発芽	重さ	発芽	重さ	発芽
タネの 重さと 発芽率 浸水時間	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
0.15	37.7	49.7	62.3	17.0	8.0	70.0	92.0	8.5	*	—	100	93.0	—	—	100	24.6
**3.00	56.3	47.4	43.7	7.7	19.0	67.3	81.0	4.4	1.4	40.1	98.6	94.8	1.6	36.4	98.4	24.4
6.00	66.4	45.5	33.6	3.1	22.2	66.0	77.8	3.0	8.6	71.2	91.4	95.1	9.2	65.3	90.8	20.3
9.00	70.0	44.0	30.0	1.8	24.2	64.8	75.8	2.2	17.8	80.4	82.2	95.8	18.0	66.6	82.0	16.2
12.00	72.6	42.2	27.4	1.1	25.5	62.7	74.5	1.6	29.6	88.6	70.4	96.2	26.9	70.2	73.1	10.6
18.00	75.5	40.4	24.5	0.7	28.2	57.1	71.8	0.8	47.5	89.4	52.5	96.5	36.5	68.2	63.5	4.9
24.00	79.2	39.0	20.8	0.4	30.0	51.3	70.0	0.7	62.8	91.3	37.2	96.2	41.7	63.6	58.3	2.8
30.00	82.0	36.4	18.0	0.3	31.1	48.6	68.9	0.7	76.4	92.4	23.6	95.2	46.3	58.2	53.7	2.1
36.00	84.1	35.1	15.9	0.3	31.7	47.9	68.3	0.7	84.2	92.9	15.8	93.3	49.2	54.0	50.8	1.8
48.00	87.4	32.1	12.6	0.2	34.3	43.7	63.7	0.7	91.9	93.3	8.1	90.1	58.0	46.4	42.0	1.0
72.00	91.1	31.3	8.9	0.3	47.2	27.8	52.8	0.8	97.4	93.5	2.6	77.3	76.6	34.6	23.4	0.8

(註) 各樹種とも重さは沈下と浮種子の割合で示し、発芽率は実際の発芽試験による。

……実際は 2 粒沈下する。……ヒノキとカラマツは 2 時間 (前掲書より)

この表より樹種毎の効果と、その応用性について記述すれば、次のようである。

イ) スギは浸水後 3 時間以内に沈んだものと、それ以後 9~12 時間以内に沈んだものに区別すれば、前者からは発芽率 47.4 % のタネが全量の 56 %, 後のものからは、発芽率 24.1 % のタネが約 16 % えられるが、操作の都合で時間を通算して同一のタネにしてもよい。

ロ) ヒノキは浸水後 18 時間以内に沈んだものを選別すれば、発芽率 57.1 % のタネが全量の約 28 % えられる。

ハ) アカマツは箕によつて風選したものを浸水して、5 時間以内に沈んだものを取除き、そのとき浮いているタネの全部を選べば、発芽率 98.7 % のもの

が全体の 94 %えられる。

ニ) カラマツは浸水後 1～2 時間で沈んだものを除き、そのご 24～30 時間以内に沈んだタネを選べば、発芽率 54 %のものが全量の約 50 % (半分) えられる。

これらの結果をみると、水選の効果の大きいものはヒノキ、カラマツで、アカマツはまったく水選による効果がなく、スギは含有されるシブダネの量の多少によつて、その効果が一定でない。

さらに夾雑物の沈みかたは、浸水当初に概して多く沈下し、次第に減少するために、タネの純度は最初は低く、あとになるほど高くなる傾向がみられるが、スギおよびヒノキでは不規則である。また、夾雑物の種類別の沈下状態は浸水時間と関係し、一般に、ヤニまたは土砂の類は浸水後速やかに沈むが、比較的軽い球果片、葉片、枝片などは不規則で除々に沈むようである。

要するに、水選は容器と水さえあれば、手軽に誰でも実行できて便利であつて、タネの量に応じて、適当な大きさの硝子製水選器 (第 46 図参照) を用いれば、浮いたタネと沈んだタネは容易に区別できる。しかし水選による場合には、長い時間を要するので急ぐときは不便で、そのさいは、薬品による比重選を必要とする場合がある。

3. 薬品による比重選

この比重選には、主としてアルコールを用いるが、この方法は、一定した比重の薬液中にタネを投ずれば、きわめて短時間内に、よいタネと悪いタネが区別できるのが特徴である。

長谷川博士¹³⁾¹⁶⁹⁾ (1934) は水選が長時間を要する点を考慮して、タネの精選に関して、いろいろと研究した結果この方法を考案したが、以下すこしく成果にふれてみよう。まずヒノキについて、タネの比重と薬液の比重の関係を検討し、比重 0.92～0.95 のヒノキ種子は、比重 0.97 のアルコールに投じてかきまぜたのち、沈んだものをよいタネ、浮遊しているものを不良品として、選別しても大過ないことを認め、さらに、そのご考案した 0.7 %の石ケン液を用い

るときは、内容の充実したヒノキのタネは直ちに沈み、長野県および東京都産のヒノキのタネ 500 粒ずつについて実験して、内容の充実率約 90 %のものをえている。また風選のさいに、3 番口から出る等外品約 81 kg に対して、この方法を用いて、発芽率 27 %のタネ約 3 kg をえているが、これは一般に、風選によつて除かれるタネのなかには、かなりの量で、内容のあるタネが含まれていることを意味しており、とくにヒノキは、風選による精選の困難なことを物語っている。

次に、樹種別の比重選の応用性についてみればサワラ、ヒバ、トドマツなどに対しては、比重 0.8 のアルコール液が適する。また、スギはシブダネが含まれているので、その選別は比較的困難で、まず、比重 0.97 のアルコール液で沈んだものを、さらに比重 1.08 のグリセリン水溶液に漬けて、浮いたタネを選別すれば、品質のよいタネがえられるが、シブ粒を含む量が多いタネに対しては、さらに 2～3 回、比重を異にするグリセリン液を用い、これをくりかえして選別する必要がある。

スギ種子の精選に、布海苔液を用いる場合には、まず布海苔 30 gr に、清水 2 l の割合で混合し、これを加熱溶解したのち布片で漉すが、その精選法は、タネ 1 l に布海苔液約 200 cc を注入して混合すれば、数 10 秒で比重の大なるものは沈む。しかし、沈んだ種粒にはシブダネを含むので、さらにボーメー 19 度の石灰硫黄合剤のなかに投じて、沈んだものを除けば、そのシブダネを区別することができるという。

なお、内山郁郎氏¹⁸⁰⁾ (1941) の研究によれば、チヨウセンカラマツのタネを比重 0.74 (温度 15°C) の揮発油に浸漬した場合に、充実したタネは沈み虫害粒、シイナなどは揮発油面に浮くが、その割合は揮発油面に浮くタネの約 99% がシイナまたは虫害粒で、揮発油面を沈下し水面に浮遊するタネは、その約 92 %が充実したものである。

この場合における、浸漬時間は 5 分を適当とし、長くとも 30 分を超えない方がよい。それは時間の経過とともに、揮発油面から沈下する種粒が増加し、

とくに虫害粒がふえる傾向があつて、30 分以上を経過すれば、悪いタネの沈下によつて、水面に浮くタネの品質を害するという。

要するに、この方法は虫害種子の除去に対して効果があり、タネの純度を簡単に知ることができるけれども、充実種子の発芽力に対しては、浸漬時間60分まではほとんど影響がないようであるが、浸漬した影響は処理後、数 10 日あるいは数カ月を経過してあらわれる傾向もあるので、この問題も、なお研究の余地がある。

さらに実地面において、粗選種子を精選するには、それぞれ樹種の特性に応じて風選、水選、薬剤による比重選などを適当におこなえばよいが、いずれにしても、タネの品質とくに発芽力を害さない方法によることが肝要で、薬剤による場合には、精選後タネを充分に水洗して、これを陰乾しなければならない。このさい水洗したものを、太陽の直射にさらすことは、くれぐれも禁物である。

第6章 木のタネの発芽に関する諸問題

第1節 発芽の意義および関係因子

1. 発芽現象に対する概念

われわれがタネを取扱うさいに大切なことは、発芽に関する点で、それには樹種の特性に応じた多くの問題がある。とくに育苗上そのタネが、どの程度の発芽能力があるかということは、当事者がつねに関心をもち、第1に気になることである。なお、発芽の問題を説明するうえに必要な事柄は「タネが発芽する」ということは、どんな現象であるかについて認識することで、わかりきったことではあるが、この問題から考えてみよう。

すなわち前述したように、タネが成熟すれば、その体内に胚あるいは子葉が形成され、それがタネの根源となる（第1章第2節参照）ことは云うまでもないが、発芽という現象は「成熟を完了した成長体が、静の状態から活動期にうつり、いままでタネの体内に、小さくトジコモツテいた胚あるいは子葉が、種皮を破つて外界に一步ふみだした状態であつて、これから、独立した植物にまで発達しようとする過程」であるが、これを動物にたとえれば、母の体内から呱呱の声をあげて、外界に産れてたときに類似している。

一般に苗畑においては、成長体を含む双葉の部分、地上にのばした時を発芽と称するけれども、地上に頭をだすときは地中において、すでに、根に相当する部分をだしているのが普通である。したがつて、ここでいう発芽とは「地中において芽をだした状態」すなわち実際上の根に相当する部分が、種皮を破つて顔をだした状態である。

次の図は、アカマツを苗畑にまき付た場合における、その発芽経過の一端であるが、左端の状態から順次、養分および水分を吸収するに都合のよいようにまず種皮をやぶり根端をだすが、それが伸長して安定性を維持してから、地上

水分、温度、酸素、光線など全ての外的因子があるが、絶対に必要で重要な関係を有するものは水分で、これに次いで温度である⁵⁾¹³⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²²⁾²⁶⁾¹⁸⁹⁾。

第2にはタネ自体が、発芽するに適した状態になつているかという内的因子で、タネの後熟および休眠の問題²³⁹⁾²⁶⁷⁾があつて、いずれも、タネの発芽と密接な関係をもっている。以下これらの諸因子を分析し、発芽との関連性について検討してみよう。

2. 発芽と水分

1) 水分の必要度

水は動植物の生活にとつて、なくてはならない重要な因子である。

したがつて発芽前のタネにも当然水分は含まれているが、そのタネの含水量は成熟度合、採種後における乾燥の程度、外界の温度や湿度などによつて差がある。

一般に、多くの針葉樹のような、小粒のタネは含水量も比較的すくなく、それだけ水分に対して安定性を有するけれども、ドングリ類のような大粒種子の含水量はマツ、スギ、ヒノキなどより、著しく多いので水分の変動も大きい。

なお針葉樹のタネの気乾状態における含水量は、樹種によつて大体一定しておるが、普通に商品として出廻るタネを、冬期間に測定した結果ではスギ約14%、ヒノキ約11%、アカマツ約9%、クロマツ約10%、カラマツ約11%、ヒバ約10%、トドマツ約13%である。しかしタネが発芽するには、この程度の水分では駄目で、必然的に外部より水を補給しなければならないが、特別の場合（発芽促進の項参照）のほか、そのタネを水中に漬けることは有害無益である。

また、室内でタネを発芽させるには、人工的に水分を補給するのであるが、タネに水を供給する量は、苗畑に蒔いた場合と、室内で発芽させる場合とでは若干の差がある。長谷川博士¹⁸¹⁾（1928）によれば、苗畑にタネをまき付た場合、飽和状態の含水量が50~52%の畑土においては、最適湿度がヒノキ30~40%、アカマツ30~45%、スギ30~43%、サワラ35~45%の含水量の場所で、その発芽成育がよい成績を示すことを認めているが、いずれも大体にお

いて、飽和状態における水分の 70% 内外であるという。

要するに、発芽に適当した給水量は、その発芽床を飽和状態にするため、必要な水分の 60~70% である。そして、タネの発芽試験をおこなう場合には、多くの場合は、水をいれたブリキ製のボンのなかに、タネを並べた素焼製の発芽皿をおくが、発芽皿の吸水量は、その飽和水分の約 70% 前後、すなわち上面が、かすかに湿る程度が発芽に良好である。このさい、その容器は 23°C 前後の恒温器にいれるが、内部の湿度は 80~90% が普通である。しかし苗畑では、特別に乾燥地でないかぎり、畑土に含まれる水分だけで充分で、その状態は、かすかに手に湿気が感じられる程度である。

なお、タネの発芽に支障のない、水分の供給量を知るためには、かりに発芽皿であれば、皿の表面に吸水紙または口紙を接して見て、ゆるやかに吸水紙が湿る程度がよく、ペトリー皿の内部に敷いた口紙で、発芽させる場合には、わずかにタネの下部が、湿る程度が理想的である。いずれにしても、タネが水面に浮く状態では、水分が多すぎることを意味し、その場合には温度の作用によつて、腐敗をはやめることになるから注意しなければならない。

さらに、発芽床の湿度は発芽に直接関係するので、その乾燥を防止することが必要で、すこしづつ水を補給しなければならないが、タネは適当な水分をえれば、温度の作用にともなつて、タネの内部において、物理的あるいは化学的に貯蔵物質の分解がおこり、その成長体細胞の増殖によつて、胚の成長をきたすのである。

しかし、一方ドングリ類のタネは一般に大形で、採種後長い期間を経過しないときの含水量は 40~50% であるが、これらは、とくに乾いていなければ水を補給しなくとも発芽することが観察できる。すなわち、秋頃に地上に落下したクヌギ、ミズナラ、コナラなどを拾いあつめ、これを室内におくときは、上部の一部を除いた大部分は、自体内の水分だけで発芽する。またナラ類、カシ類などのタネは、いくぶん乾いたものでも、これを硝子ビンにいれて、暖かい部屋におけば温度の作用によつて容易に発芽する。

2) 吸水によつて起る現象

多くの場合タネは、吸水することによつて、内部の機能が助長されるが、タネが水湿をうけた結果おこる現象は a) 吸水膨脹 b) 熱エネルギーの発生 c) 養分の滲出などに区別することができる。

a) タネの吸水膨脹という現象は、全くの物理的作用によるもので、その内部組織の吸水力および交流の結果であつて、直接にはタネの発芽力の有無には関係しないが、ある種のタネでは発芽の前提として必ずこの現象が起る。しかし種皮の構造が、水の滲透をさまたげる時は、この現象は永くおこらない。

したがつて吸水膨大という現象は、特殊の種類だけに現われる物理的現象である。たとえば、マメ科植物に特有なインダネ（硬粒または硬実）の場合のようであカシヤ類、ニセアカシヤ、ネムノキ、エニシダなどがあるが、これらのタネは、水を吸収すれば内容の膨脹にともなつて、吸水前の3～5倍の大きさに膨大し、また容積の増大につれて、その重量も数倍乃至数10倍に増えるのが普通である。

そして、この状態に達したタネから順次発芽するが、このさい、その全部が発芽するとは限らず、そのときの水分または温度の条件によつて、腐敗するタネもかなり多い。

b) 大体において、全てのタネは吸水すれば、そのさい、熱エネルギーを発生することが知られているが、これが生活の原動力となり“生命の泉”として躍動する。そのきわめて卑近な例としては、われわれがナンキンマメやインゲンマメを蒔くまえに、発芽促進の意味で約1昼夜水に漬けるが、その場合に、容器の大きさとタネの量を充分に考えて実行しないと、容器が硝子ビンのように、往々にして割れることがある。また、かたくフタをした場合に遠くにフタが飛び、あるいは茶わんに7～8分目の水をいれ、ネズミを防ぐために重いフタをした場合、翌朝ナンキンマメはそれぞれが競争で、はちぎれるように膨脹して、重いフタを持ちあげていることを経験するが、これはタネが吸水膨大するときに、強い熱エネルギーをだすからである。

なお、イギリスの植物学者 HALEs 氏の研究によれば、鉄製の小さいツボのなかに水を吸わせたソラマメを充滿して、フタをした上から重みを加えたところ、タネが膨脹するときに、200 ポンド（約 24 貫）の重さのものを持ちあげることを明らかにした。（植物の生活 60 頁参照）

c) さらに、養分の滲出する現象は、吸水が交流作用によつておこる、当然の結果として生ずるのであるが、その状態は水温によつて異なり、温度の低いときは滲出量も著しくないけれども、高温のときはタネの内部の貯蔵物質の分解がさかんで、それにともなつて、内部から水中に滲出する量も多く、ついにタネは死ぬ場合もあるから、タネを浸水するときは樹種、水温および時間を考へて、その適正を期さなければならない。（発芽促進の項を参照のこと）

なおまた、マメ科のタネは成熟と同時に、含有水分はほとんどどうしなわれ、気乾状態におけるタネの内容には、いわゆるスキマがなく、かたく密着するので、吸水と同時に内容（子葉）の膨大をきたすが、一般のタネの組織内には、つねに若干のスキマがある。そして、そのスキマの大小および多少は、種類および個体によつて差があるため、吸水によつて増加した重量と容積の間には、いつも正比例の関係があるとは限らない。すなわち、スキマが大きく数が多い場合、または小さくとも無数にスキマがあるときなどは、吸水によつて重量は増加しても、その容積はほとんど増さないのが普通である。

郷正士博士（1951）²⁷³⁾²⁷⁴⁾ はスギ、アカマツ、クロマツのタネの発芽試験をおこない、一定期間毎日タネ 1 粒ずつの重量をトウシヨンバランスで測定して、その吸水曲線を求める実験をしているが、タネの吸水割合（吸水比）はイ）置床後 1～2 日間に急速に増加する過程、ロ）その増しかたがユルヤカである過程、ハ）急ゲキに増す過程に大別できることを認めている。すなわちイ）の現象はシブダネや活力のないタネに同じようにみられ、ハ）の現象は発芽するタネが全部たどる過程であるが、アカマツやクロマツの種皮をとれば発芽が速くなつて、ロ）に相当する過程が短くなるという。同氏は引続いて“吸水曲線をもとにした針葉樹のタネの発芽生理”に関して報告（1956）²⁷⁷⁾ し

ており、タネの発芽生理面に新しい分野を開いた。

さて、普通の針葉樹のタネは1～3日の浸水で、最大吸水量に達するけれども、ある種のものでは、吸水速度もユルヤカで吸水量も一定でない。参考までに、その関係を示せば次表のようである。

第 15 表 木のタネの吸水量および吸水速度

樹 種	吸 水 量	左記の吸水量に達するまでの日数	吸水量に対する割合	
			1 日 目	3 日 目
イ チ ヨ ウ	20.0 %	5	37.5 %	90.0 %
イ ス ガ ヤ	22.4	18	38.3	79.8
イ チ イ	46.2	21	64.4	85.8
チヨウセンマツ	26.3	9	47.1	71.1
コ オ ヤ マ キ	51.9	9	60.5	82.1
オ ニ グ ル ミ	42.7	50	11.1	* 37.1
エ ノ キ	28.0	11	76.8	83.9
ケ ヤ キ	43.7	3	92.0	100.0
ホ オ ノ キ	14.1	5	75.2	97.9
ヤブニクケイ	41.9	2	94.5	99.3
フ ズ	84.8	1	100.0	—
セ ン ダ ン	24.1	4	82.2	97.6
イ ス ツ ゲ	48.7	1	100.0	—
タ ラ ヨ ウ	15.0	3	82.0	100.0
ム ク ロ ジ	57.6	13	63.2	78.5
ミ ズ キ	15.1	14	53.6	75.5
ヤ チ ダ モ	75.0	3	87.2	100.0

(註) *……5日目の吸水割合で示した。

(農林省林試調査資料より)

この表に示した樹種の大部分は、その発芽が完了するまでに長い日数を要しまき付前または発芽試験前に、発芽を促進する処理を必要とするが、吸水速度のおそいタネほど、長く水中に漬けておく必要がある。

3. 発 芽 と 温 度¹⁹⁰⁾¹⁹¹⁾¹⁹⁸⁾²⁰³⁾²¹⁰⁾²²⁹⁾²³⁰⁾²³²⁾²⁴²⁾²⁴⁹⁾³⁴⁴⁾

前述したように、タネは吸水することによつて、貯蔵養分の分解をきたし、胚の成長を開始するのであるが、それには適当な温度が必要である。すなわちタネの発芽する面からみれば、水分と温度は密接な関係をもっており、一般に

温度が高ければ吸水速度は大であるが、高温のために養分の分解が促進され、最大吸水量に達するにつれて、タネのなかから分解した養分が滲出し、その程度によつては腐敗する場合がある。

したがつて、タネが発芽するためには、それぞれの特性に応じて、樹種毎に発芽に最適な温度と、高低の温度間に一定の限界があつて、極端に高温のときも低温のときも、タネの発芽機能は停止する。なお、タネの発芽温度に関しては多くの研究がおこなわれているが、わが国の主要樹種のタネに対しては小山氏¹⁹⁰⁾ (1910, 明 43) がスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツについて、研究したのが最初のものである。

第 16 表 主要針葉樹種子の発芽温度 (°C) (小山)

樹 種	最 低 温 度	最 適 温 度	最 高 温 度
ス ギ	8 ~ 9	20	29 ~ 30
ヒ ノ キ	8 ~ 9	26 ~ 30	35 ~ 36
ア カ マ ツ	9	21 ~ 25	35 ~ 36
ク ロ マ ツ	9	21 ~ 25	35 ~ 36
カ ラ マ ツ	8 ~ 9	26 ~ 30	35 ~ 36

(農林省林試報告第8号より)

この表のうち最適温度というのは、最大の発芽率および最高の発芽勢を、タネにあたえる温度で、最高および最低温度は、それぞれ発芽力がほとんど消失

第 17 表 寒地産針葉樹種子の発芽温度 (°C) (田添)

樹 種	最 低 温 度	最 適 温 度	最 高 温 度
エ ゾ マ ツ	0 ~ 5	20 ~ 25	35 ~ 40
アカエゾマツ	0 ~ 5	20 ~ 25	35 ~ 40
ト ド マ ツ	0 ~ 5	25 ~ 30	38 ~ 40

(北大演習林報告第 10 巻第 2 号より)

するか、あるいは休眠状態を持続して、発芽できない限界温度である。

また、田添元博士 (1936)²²⁹⁾ は寒帯樹種であるエゾマツ、アカエゾマツ、トドマツの発芽温度を研究して第 17 表のような結果をえている。

さらに、同氏および松浦作治郎氏 (1939)²³⁰⁾ は台湾における、熱帯性樹種の発芽温度を研究して、次の結果をえている。

第 18 表 熱帯産林木種子の発芽温度 (°C) (田添, 松浦)

樹 種	最 低 温 度	最 適 温 度	最 高 温 度
カ シ ヤ	0 ~ 5	25 ~ 30	38 以上
ギンコウカン	10 ~ 15	25 ~ 30	38 附近
リュウガン	10 ~ 15	25 ~ 30	38 以上
コ カ	0 ~ 5	20 ~ 25	38 以上
カ ボ ツ ク	15 ~ 20	25 ~ 30	38 以上
ア カ シ ヤ	0 ~ 5	20 ~ 25	38 附近
ユ ー カ リ	0 ~ 5	20 ~ 25	38 以上
カ ユ ブ テ	10 ~ 15	20 ~ 25	38 附近
ケ ガ キ	10 ~ 15	25 ~ 30	38 以上
バ ル サ	15 ~ 20	25 ~ 30	38 以上
キ ナ	10 ~ 15	25°C 附近	38 附近
チ ー ク	20 ~ 25°C と 35°C との変温がよい		

(日本林学会誌第 21 巻第 4 号より)

(註) アカシヤ外 2 種類は種皮に傷をつけて発芽させた。

これらの結果は、研究者によつて実験方法、実験の時期および場所がちがひ、これを比較するには多くの無理があるが、かりに 17 表と 18 表を比較してみると、大体において熱帯産のタネの最低温度が、寒帯産のそれに比して高いようで、立地条件の差による環境の影響とも考えられる。

なお、長谷川博士 (1928)¹⁸¹⁾ は東京都産のアカマツおよびスギ、木曽産のヒノキ新種子について、その発芽適温を調べたところ、アカマツは 21~26°C ヒノキは 18~30°C、スギは 18~26°C の範囲であるが、大体においてアカマツおよびヒノキは 25°C 前後、スギは 22°C 前後が適当で、さらに 14~29°C の 9 階級の温度で、ヒノキの新古種子の発芽温度を調べた結果では、新ら

しいタネは 26°C 、古いタネは 20°C でよく発芽したことを認めている。

また、郷博士 (1956)²⁷⁷⁾ の実験によればスギ、ヒノキは 0°C (8時間) $\leftrightarrow$ 15°C (16時間), 15°C (8時間) $\leftrightarrow$ 8°C (16時間) の変温でよく発芽したが、アカマツやクロマツはほとんど発芽しなかつたという。

4. 発芽と酸素⁵⁾¹³⁾¹⁵⁾²²⁾²⁷⁷⁾

タネが発芽するのに水分、温度について、重要な因子は酸素である。すなわちタネは、採取してから普通の気乾状態におくときは、一種の休眠ともみなしうるが、この状態でも、最小限度の呼吸作用は必要である。まして水や温度をえて、発芽する頃には活潑に呼吸するので、多量の酸素が要求されることはいうまでもない。

郷博士 (1956)²⁷⁷⁾ がアカマツ、クロマツについて実験したところでは、タネの発芽がすすむにつれて、その酸素の吸収量は多くなり、吸水の第3の過程になれば、吸水比の増すのに比例して直線的に増加するが、温度が 22°C より 28°C のときに、酸素の吸収量が多いことを認め、これらの種皮は発芽えの過程において、呼吸をおさえる働きがあるという。

要するに、酸素は動物の生活上において絶対的のもので、われわれは空気中の酸素を吸つて、生命を維持しているが、これを当然の権利として、深く追求もしないのが普通である。また植物も、気孔や樹皮から空中酸素を、根からは地中の酸素を吸収して、これを同化作用によつて炭酸ガスにかえ、その生活を営むが、タネの発芽にも多量の酸素の供給を必要とすることは云うまでもない。

しかし、空気中ではもとより水中、地中にも酸素があるため、植物の種類によつて、または時期によつて、その要求度に差はあろうけれども、「すべての生物は酸素の供給なくしては生活できない」という一般法則と一致する。したがつて、ここで酸素の供給というのは「タネを大気から遮断しない状態にしておき、空気中から発芽に必要な酸素の適量を自由に吸わせる」ことを意味している。

なお、酸素の欠乏が動物社会の生活を極度に困難にすると同様に、タネも空気の流通を制限すれば発芽が困難となり、真空に近い状態においては、きわめ

て悪い結果を示す。(しかし、貯蔵する場合は別である。)

気圧と発芽の関係について BERT 氏 (1874) が実験した結果、空気の圧力を 5 気圧以上に高めれば、タネの発芽が阻止され、10 気圧の場合に大麦は、やつと幼根をだしたに過ぎないことを認め、また KIDD 氏 (1914) は酸素と炭酸ガスの関係を実験し、大麦は 12% の炭酸ガスを含む空気中では普通に発芽するが、17~25% になれば不良になつて、37% になれば全く発芽しないという。

(日本農林種子学前編 130 頁参照)

すなわち、酸素の供給が不十分であれば、かりに水と温度が適当なときは、一時的に若干は発芽しても、長いあいだには窒息して、タネは発芽不能な状態をきたし、もし高温多湿の場合であれば、一層はやく発芽力がなくなることを経験する。

したがつて、苗畑にタネをまき付るときの被土の厚さ¹⁸¹⁾¹⁹⁶⁾²³¹⁾の問題も、結局において酸素の供給量の多少ということに関係して、これに乾燥の度合が加味されている。ところで被土の厚さは樹種、種粒の大きさ、タネの内容(有胚乳または無胚乳)の状態、発芽力の多少、土質およびまき付時期などによつて差はあるが、参考のため、被土の例を示せば次のようである。

第 19 表 木のタネのまき付時における被土の厚さ(寺沢)

樹 種	被 土 の 厚 さ	樹 種	被 土 の 厚 さ	樹 種	被 土 の 厚 さ
カラマツ(翹付)	0.2 ^分	エ ゾ マ ツ	1.0 ^分	オ ニ グ ル ミ	15.0 ^分
〃 (翹除)	1.0	モ ミ	2.0	オ オ ナ ラ	10.0
チシマカラマツ	3.0	ト ド マ ツ	1.0	カ シ ワ	15.0
ア カ マ ツ	3.0	ス ギ	1.5	ト チ	15.0
ク ロ マ ツ	2.0	ヒ バ	0.5	ニセアカシヤ	4.0
ドイツアカマツ	0.5	シ バ グ リ	0.5	ウ ル シ	3.0
ドイツトオヒ	0.5	ミ ズ ナ ラ	10.0	キ ハ ダ	2.0
チヨウセンマツ	6.0	サ ワ グ ル ミ	4.0		

(北海道林試における被土試験の結果より)

この場合、大粒種子は被土が厚く小粒種子はうすいが、大粒のものは乾きや

すいから深く埋める必要がある。しかし、普通の針葉樹のタネは、いわゆる見えがくれの程度がよいようである。

5. 発芽と光線⁵⁾¹³⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²²⁾¹⁸⁹⁾¹⁹⁸⁾²⁰⁰⁾²⁶⁹⁾²⁷⁷⁾³⁰²⁾³⁰³⁾³⁰⁴⁾³¹⁰⁾³¹⁸⁾³²⁵⁾³²⁶⁾³²⁸⁾³⁵⁹⁾

農林業のタネには、光線のあることが発芽によいものと、光線があればほとんど発芽しないものがある。前者の場合これを明所発芽種子、後者を暗所発芽種子というが種類によつては、両者の中間的のものもある。

文けん⁵⁾¹³⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²²⁾によれば、木のタネのうち歐洲アカマツ、歐洲カラマツ、ストロブマツ、クロマツ、ハンノキ類、カタルパ、ゲツケイジュ、イチジク、イヌツゲ、ブドウ、キリ、シラカバ類などは光線によつて、その発芽に好影響をあたえるが、これらは好光性に属する種類である。

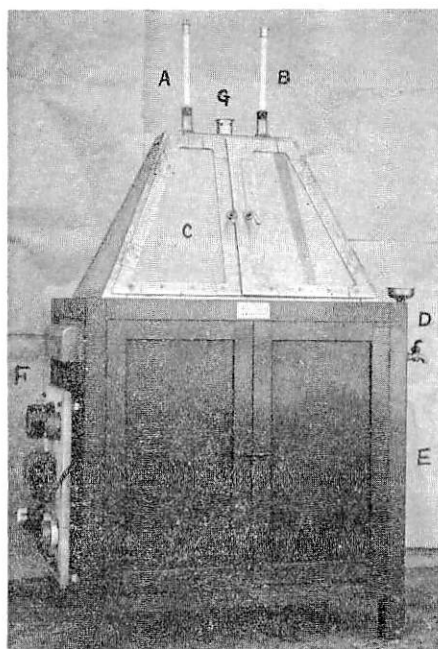
なお、発芽を促進する光線は、屈折の小さい赤色および黄色であつて、屈折の大きい緑、青および紫色の光線は、タネの発芽に有害なことが知られているがこれらのうち紫外線は殺菌力が強いので、その適量をタネに照射させれば刺ゲキにもなつて、発芽に効果のあることが認められている。それに関して、国分快氏(1931)²²⁷⁾は紫外線に対して高い透明度をもつランプ(Uviol lampe)を光源としてトドマツ、エゾマツ、カラマツのタネに紫外線を照射させ、25°Cの恒温器内で発芽試験したところ、どのタネも照射したものが無照射より、よい成績を示したが、その照射回数と時間のあいだには、一定の傾向がみられなかつた。またタネは、浸水したものが紫外線の効果が著るしいが、これは微生物の寄生によつて生ずる発芽力の消失を、紫外線の殺菌力によつて、防止したための効果であるという。

さらに、従来より雑草類のタネには、光線を好むものが多く²¹⁰⁾、とくにシバ類に、その傾向の強いことが知られているが、佐藤博士と著者(1943)²⁶⁹⁾の共同による、砂防用雑草種子の研究ではチカラシバ、メヒシバ、カゼクサ、オガルカヤなどは暗黒下より、光照射が発芽促進上の効果があることを認めた。そのご著者は、次図のような硝子張りの恒温器を試作したが、シラカバやハンノキなどの発芽に効果を認めている。

しかし、林業用種子の発芽と光の関係を、本格的に研究するようになったのは最近のことで、かなり多くの成果があげられている。すなわち戸田良吉氏、石川広隆氏(1952)³¹⁰⁾らはキリのタネを、1%の寒天上で無菌的に発芽させた場合、暗黒に比較して散光の効果がきわめて大きいことを認めた。また長谷川正男氏、古川忠氏(1953)³⁰²⁾らはクロマツを材料として、光発芽の機構について研究し、光線をあてたタネが無照射のものより、はるかに高い発芽率を示し、その呼吸量は発芽の初期において光をあてたものと、あてないものでは、タネの全体あるいは胚の酸素吸収量および炭酸ガスの発生量に差がみられるという。

そのご同氏ら(1953, 55)³⁰³⁾³⁰⁴⁾は、引続いてクロマツとアカマツについて実験をおこない、クロマ

ツは光照射だけで、発芽促進の効果があるのに反して、アカマツは光照射のまゝに低温処理をおこなう場合がよい発芽状態を示すことを認め、アカマツの発芽に対しては光の効果より、低温の効果の方が影響が大きいようであるが、これは樹種による特異性であろう。なお両種とも、2〜3カ月の長いあいだ低温で処理すれば、光をあてなくとも適温だけで、発芽を促進する効果があるという



第 48 図 硝子張り恒温器 (原図)

- A……温度調節器。
- B……寒暖計。
- C……硝子張り発芽床、内部のアルミ板に 60 コの小孔があつて、それに細い木綿紐をつけたラシヤ布をおき、上にロスを敷いてタネを並べる。
- D……水槽部、厚さ約 10 cm
- E……内部に電灯がつき、上との比較試験ができる。
- F……配電板。
(ヤコブセン式発芽装置を応用したものである。)

が、それについては、たんに「光の効果が低温によつておきかえられる」ということではなくて、低温処理中になんらかの物質代謝がおこなわれ、アカマツの場合は「低温処理によつて光の効果を増大する」前段階的な役割をするだろうと説明している。さらに古川氏(1956)³²⁸⁾は球果からタネを取だし直後、これを直ちに光のあたるのを防止したものと、自然の光にあてたものに区別して、また、球果からタネを取出す操作を全く暗所でおこない、そのタネを暗所においたものなど、3種類のクロマツ、アカマツのタネを、全光下および全暗黒下で発芽させたところ、球果やタネの取扱中の光の影響が持続され、貯蔵中に光にあてたものは、全くの暗黒下で発芽させても、貯蔵中にあたつた光の効果があらわれるという。

また石川茂雄氏、下河原五郎氏ら(1954)³²⁵⁾は、草本および木本植物のタネの好光性に属する種類をもちいて、発芽に必要な照射時間の長さと、光感度の時間的变化を追求して好光性種子の分類を試み、これを4つの型に区別しているが、石川氏(1955)³²⁶⁾らは引続き「光週的傾向」について研究して、キリは光度 100~1,000 Lux で照射したときは、毎日 6~15 時間で発芽が最もよく、それより時間が短かくとも、また長くとも発芽は阻害され、アカマツは一層「短日性」で最もよい毎日の照射時間は6~9時間で、なおクロマツは資料不足で断定はできないが、全光では明らかに発芽率が低下するという。さらに、岩川盈夫氏、小谷周三氏ら(1953)³¹⁸⁾もアカマツ、クロマツのタネに光を照射すると、その発芽が促進されることを認めている。おなじころ、小野謙二氏(1954)³²²⁾はヒノキの光発芽に関して研究し、ヒノキの感光度は産地によつて、著るしく差のあることを認めている。

なお今田敬一博士、玉利長三郎氏ら(1955)³⁵⁹⁾はシラカンバとウダイカンバの光発芽を研究し、ともに好光性ではあるが、その発芽の状態は、全光と全暗では樹種によつて、差のあることを認めている。また郷博士(1956)²⁷⁷⁾は前述した一連の研究中において、タネの吸水比を土台として光発芽の実験をおこなっているが、クロマツは光を与えた場合に、その吸水も早く発芽もよいこと

を認め、またスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツなどのタネは発芽の途中で、わずかでも光を与えると、発芽の過程が第1～2のどこであつても、よく発芽するという。

以上の研究結果からスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、キリ、ヤシヤブシ、シラカンバ、ウダイカンバなどは、光を与えることが発芽を促進する効果のあることが認められるが、樹種による特性がみられ、全部を同じように取扱うことはできない。なお、これらは好光性に関しての実験であるが、山路木曾男氏(1957)によれば、ユーカリのタネは暗黒にした方がよく発芽するという。著者もまた多くの樹種のタネは、暗黒にした恒温器のなかで、よく発芽することを経験する。もつとも、この場合でも日中の一時的に、散光線が作用していることは事実であつて、これが影響することが想像できるが、タネの発芽と光線の問題は、多くの因子が関係するので、今後の究明を要する点が多い。

6. 発芽と微生物

微生物に関して、長谷川博士¹³⁾²¹⁶⁾は古くから研究しているが、タネの発芽と微生物の関係については、新鮮なヒノキ、サワラ、スギ、アカマツ、クロマツ、モミなどのタネを供試材料として *Achromobacter delictatulum* 外12種の細菌をタネに作用させて、その発芽状態を検査した結果によれば、樹種や細菌の種類、量などによつて、著るしい差異があつてヒノキ、スギ、サワラなどのタネは、その発芽操作にさいして、なるべく容器その他の殺菌を必要とするけれども、アカマツやクロマツのタネに対しては、とくに、げん密な殺菌操作を必要としないばかりか、ときによつては、有菌の取扱いがかえつて、そのタネの発芽機能を促すこともあるという。

著者の経験でも針葉樹の新しいタネは、とくに容器の殺菌をそれほど重要視しなくとも、発芽力のあるものは若干のカビでは、なんらの支障をうけずに発芽することを認めているが、古いタネの場合は、消毒の必要なことを痛感する。

7. 発芽と薬剤¹⁹³⁾¹⁹⁴⁾²³³⁾²⁵³⁾²⁵⁴⁾²⁶⁵⁾³⁴⁹⁾³⁵⁰⁾³⁶⁰⁾

化学薬剤はタネの発芽に、よい影響を与える場合と、悪い影響を与える場合が

ある。また薬剤およびタネの種類によつても異なるが、硝酸や塩酸のうすい液に作用させて、発芽を促進させることがある。すなわち J. NELSON 氏 (1934) は Basswood (*Tilia* spp.—シナノキ) のタネの発芽促進の場合に、充分に気乾させた果実に、硝酸を作用させてタネを取だし、次に硫酸で 15~20 分間処理することによつて、種皮に透過性を与えることができることを認めている。(Journal of Forestry Vol. 33, No. 9, 1935 pp. 826~827)

なお、わが国においてもハゼ、ウルシなどの発芽促進に硫酸を用いて、種皮に透水性を与えることが、おこなわれているが、これについては、発芽促進の項で詳述することとし、ここでは佐藤義夫博士、山口千之助博士ら (1943)²³³⁾の研究を照会しよう。

両氏は電解質および非電解質が、木のタネの発芽におよぼす影響について実験しているが、そのさい供試樹種としてはアカエゾマツ、クロエゾマツ (エゾマツ)、ヤマナラシなどをもちい、電解質としては塩化物である無機塩類ナトリウム、カリウム、アルミニウム、カルシウム、マグネシウムなど、また非電解質としてはグリセリン、尿素、蔗糖、葡萄糖などを選び、これらの溶液をタネがわずかに沈む程度に、ペトリー皿のなかの口紙に注ぎ、これを 20°C の恒温器内で、その発芽経過を観察したところ、タネの発芽におよぼす電解質の作用は、つねに薬液の種類と濃度によつて左右され、同じ物質 (薬液) では濃度の増加につれて、そのタネの発芽が阻害されるという。

そして、異なつた種類の電解質における発芽の阻害作用は、大体においてカリウム、ナトリウムはバリウム、カルシウム、マグネシウムなどに比較して少なく、各種の塩類間には、それぞれのイオンの拮抗作用 (Antagonism) があることを認めたが、一方、非電解質においては電解質と著しく趣がちがひ、タネの発芽と溶液の濃度の関係をみると、アカエゾは蔗糖 0.45 モル、尿素 0.30 モル、グリセリン 0.90 モル、クロエゾはそれぞれ 0.37 モル—0.25 モル—0.80 モル、またヤマナラシは 0.55 モル—0.25 モル—0.90 モル および葡萄糖の 0.35 モル 以上では全く発芽しないが、このさい、その害作用は尿素が最大である

という。

(註) 単一な場合それぞれの細胞に毒作用を及ぼす物質でも、適当な割合で、これらが存在するときは、たがいに、その毒作用を消しあつて、その機能を正常におこなわしめるが、その現象を拮抗作用という。(理化学辞典 1949 年版 351 頁による)

なお著者²⁸⁷⁾は尾越氏の指導によつて、過酸化水素がタネの発芽におよぼす影響について、アカマツを供試材料として実験したが、次にその概要を記述する。

第 1 回実験 過酸化水素の濃度を 20%, 5%, 1%, 0.5%, 0.1% として、タネを各液に 8 時間浸漬したのち、これを素焼製発芽皿に並べ、23°C 前後の恒温器内で発芽試験をおこなつたが、無浸漬区の発芽率 96% に対し、いずれも発芽率が悪く、とくに 20% 液に浸漬したタネは全粒が漂白され、5 日目頃からカビが発生して、2 週間後の発芽率は 17% で、その他の種粒は腐敗したが 2 日目頃には多数の種粒が皮に割れめを生じ、その内容物の膨大を示した。

第 2 回実験 過酸化水素の濃度は前回同様であるが、浸漬時間を濃度別に差をつけ、次のように、うすい濃度では長く、濃度の高いものに対しては、短い時間で浸漬をおこなつた。

20% 液 24, 14, 10, 8, 6, 4, 2 時間の 7 組

5% 液 24, 14, 8, 6, 4 時間の 5 組

1% 液 48, 24, 14, 8, 6 時間の 5 組

0.5% 液 48, 24, 14, 8, 6 時間の 5 組

0.1% 液 72, 48, 24, 14 時間の 4 組

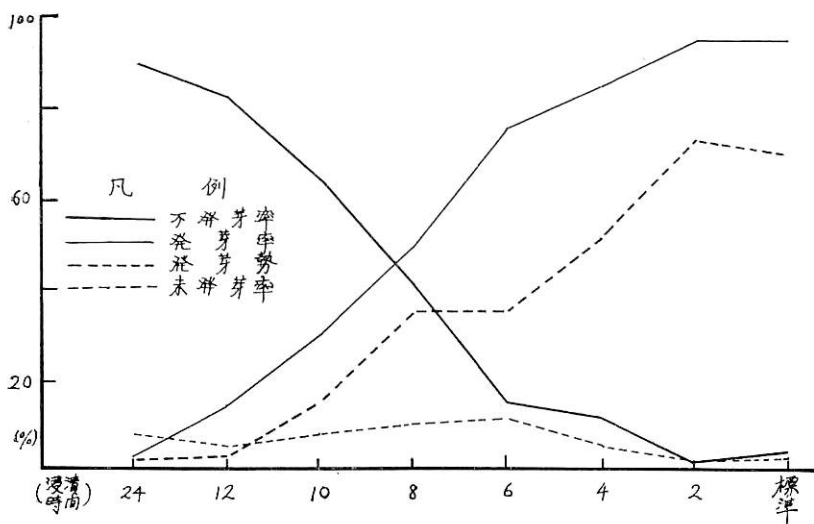
その他に標準として、無浸漬のものを 1 組つくつた。これらのうち、種皮に割れめを生ずる率は濃度が高くて、時間の長いものが最も多く、低い濃度でも時間が長ければ、かなり割れめを生ずるようである。その程度は 20% 液に 8 時間以上浸漬したものが多く、置床 2 日後における割れめ率は、

24 時間	14 時間	10 時間	8 時間
30%	25%	25%	20%

を示し、5% 液に 24 時間浸漬のものは 20%、また 0.1% 液に 72% 時間浸

漬のものは、15% の割れめを生じた。

そして、その発芽の状態は 20% 液—1% 液では、浸漬時間が長くなれば、いずれも悪い結果を示し、とくに、20% 区において顕著である。このさい浸漬時間による発芽勢（発芽開始 1 週間後における発芽率）、発芽率（試験開始後 15 日間における実際発芽率）、未発芽率および不発芽率の配分は、きわめて興味ある関係を示しているが、その状態を無浸漬（標準）と対比して示せば次図のようである。



第 49 図 過酸化水素 20% 液に浸漬したアカマツ種子の発芽状態（原図）

この図によれば、発芽勢および発芽率は浸漬時間と正比例的な関係を示し、発芽率は時間の短いほど高く、その関係はほとんど直線的である。これに反して不発芽率は、発芽率と逆で 24 時間浸漬において最高を示し、以下時間の短くなるにしたがつて、全く逆の直線関係を示している。

なお、5% 区でも大体同じような傾向を示すが、20% 区ほど顕著でなく、また、その他の低い濃度では、一層その差がはつきりしない。この実験で標準

に比較してよい発芽を示したのは、5% 区では4～6時間、1% 区では6～14時間、0.5% 区では14～48時間、0.1% 区では24～72時間にわたつて、その溶液に浸漬したものなどである。

第3回実験 過酸化水素 20% 液に24時間浸漬したのち、これを発芽床に並べ温度を与えて、種皮に割れめ（ヒビ）を生ぜしめたものを葡萄糖（濃度および浸漬時間は第2回実験における、過酸化水素の場合と同じ）に浸漬して、タネの内部に還元作用を起こさせてから、ふたたび恒温器内におき、それぞれの発芽状態を調べたが、発芽促進上とくに効果もなかつた。

また右田一雄氏、川名明氏ら（1953）³²⁴⁾ は3% の過酸化水素液を、蒸溜水 200 cc に対して 1 cc, 5 cc, 10 cc の割合で添加した液に、スギのタネを浸漬して、タネが水中で発芽することを認めているが、その発芽率は過酸化水素液の濃度と密接な関係があるという。

さらに、消毒剤とタネの発芽の関係については、佐藤邦彦氏（1950）²⁸¹⁾ の研究があるが、氏は病虫および鳥類の被害予防を目的として、スギのタネに対しては、各種の水銀製剤による消毒を、アカマツのタネに対しては、鳥害防止のためにコールタールを塗布した場合および枯草剤としての 2,4-D がスギのタネにおよぼす影響などについて室内で実験した。

このさい、水銀製剤としてはウスブルン、メルクロン、デミター、ネオメルクロン（それぞれ 500 倍液に4時間浸漬）セレスン、メルクロンダスト（それぞれタネ 1 kg に対し 20 gr 塗抹）であるが、タネの発芽状態にはほとんど差がみられなかつた。だがカビの防止と、防腐の効果は認められたという。また、アカマツは1升のタネに7匁のコールタールを塗布して、500 cc の清水（15°C）に24時間浸漬する程度では、発芽を抑制する作用はほとんどなく、スギに対する枯草剤（2,4-D）の影響については、4時間浸漬において1,000 倍までの濃度では、タネの発芽が著るしく抑制されることを認めた。

著者と松浦堯氏（1953）³⁴⁹⁾ の共同実験によれば、タネの消毒剤であるメルクロン、リオゲン、セレスンなどの有機水銀剤の粉剤を、タネの重量に対し

0.5%, 1.0%, 3.0%, 5.0% の濃度になるように、それぞれ重量割合で、タネと薬剤を混じて発芽試験をおこなったところ、同じ薬剤でも、濃度および樹種によつて発芽状態を異にすることが判つた。すなわちエゾマツでは、各薬剤とも低い濃度において、その発芽が促進されるのに反して、トドマツはメルクロンやリオゲンの 3% 以上では全く発芽せずに、未発芽の状態第 2 次の休眠状態を示し、またカラマツは、両者の中間的の性状がみられた。なお、これらの消毒剤は、カビの発生を防止する効果は大きく、とくに、発芽を抑制したメルクロン・リオゲンの 3~5% 処理が、その殺菌効果が顕著であつた。

このさい発芽の抑制は、トドマツだけに強くみられたが、そのこの研究(1954)³⁵⁰⁾によれば、新らしいタネで発芽が抑制されたトドマツも、貯蔵種子の場合には、発芽を抑制される程度が弱く、おそらく貯蔵中にタネの内部成分の転移がおこなわれ、その影響があらわれていると考えられる。しかしエゾマツやカラマツでは、タネの新古による差はほとんどみられなかつたが、これについては今後、多くの樹種に対して、消毒薬剤とタネの発芽の関係を追求し、その不明の点を検討する見込である。

8. タネの発芽に及ぼす放射能の影響

最近では放射能といえば、直ちに原水爆を思いおこすほど、かつての 2 発の原子爆弾は、大きな影響を人類に与えた。なお従来より、放射能が植物にどんなように作用するかが問題となつているが、そのころ広島、長崎において、いろいろの調査がおこなわれ、植物に奇形果の葉がでたり、不定芽を多くだすことが認められた。しかし、いまでは普通の状態に「戻つた」ようである。

さらに最近においてはコバルト 60、ストロンチウム 90 などによる、放射性同位元素によつて人工放射能をおこさせ、それを平和産業方面に利用することとなつて、アメリカの厚意による元素の輸入がおこなわれ、植物では人為突然変異をつくる研究が開始されようとしている。しかし、わが国でも戦前は、理化学研究所のサイクロトロンが活躍して、仁科芳雄博士によつて原子核に関する研究がおこなわれ、佐藤(敬)博士の共同による実験(1943)^{255,256)}がおこ

なわれており、そのさい著者も助手として手伝った。

その結果によれば、タネに中性子を照射させた場合、一般に強く照射したものは発芽率が低くなり、その状態は照射度の強いほど、また照射時間の長いほど発芽が悪くなつて、照射量がある一定の限度を超えれば、全く発芽しなくなるのが、多くの樹種を通じて共通した現象としてみられた。

(註) 重水素イオン D を約 280~300 万電子ボルトに加速し、これをベリリウム板に衝けさせると、 $Be + D$ の放射線が発生するが、この放射線に多量の中性子と若干のガンマ線が含まれる。なお、中性子は X 線の 2 倍半から 6 倍の強い力をもっているようである。

しかし一面において、弱度で短時間の中性子の照射は、標準の無照射のものよりも、その発芽率が高くなる傾向がみられ、たとえば、アカマツの乾燥したタネや 1 日浸水したタネの場合、弱区に 1 時間以上の照射、あるいは中区 1 時間以内、強区 5 分間の照射などにおいては、その発芽が促進された。またカラマツやウルシでも弱区または中区の 1 時間照射では、発芽がよい傾向がみられたが、これらの実験は、多くの問題点を残したまま中断されている。

ここで、佐藤博士の言葉を引用すれば、

第 1 に、中性子を林木種子にある程度の強さで、一定時間照射することによつて、樹種によつては、その発芽率を高め発芽後稚苗の消失を少くすることができる。

第 2 に、さらに、やや強く長い時間照射すると、樹種によつては稚苗の成長を促進することができる。

第 3 に、さらに強く、長時間の照射をすれば、樹種によつては形態的に「変りもの」をつくることができる。とくにクスヤサイカチにおいて、その変異個体の出現率が高く、その変異の程度も顕著である。

そして、さらに強く長時間タネを中性子にあてると、全く発芽力をうしなうけれども、発芽力の向上および成長促進、変異の誘発、発芽力の消失などの、いろいろの影響をおよぼすに要する「中性子を照射する強さと時間」は樹種に

よつて、かなりの差異がある。また同じ樹種でも、タネを乾燥のまま処理するか、または浸水して催芽させてから、処理するかなどの前処理によつても差異があるという。(グリーンエージ第54号——「放射能と林木育種の問題」より)

以上記述したほかに、タネの発芽に関係する因子としては電気²²⁶⁾²⁸⁴⁾²⁸⁵⁾、X光線²²⁴⁾³⁶¹⁾、超短電波³⁰¹⁾などによる物理的刺戟の面、または成長ホルモン²⁴⁵⁾²⁶³⁾などをあげることができるが、ここでは説明を省略する。

要するに、タネの発芽に影響する外的因子については以上のものであるが、いかに良好な条件を与えても、そのタネが発芽する状態になつていなければ、全く発芽しないのが普通で、次にタネの内的因子の關係にふれてみよう。しかし、タネの発芽力の消失に関連する問題は、第7章の貯蔵の項にゆずり、ここでは「死んでいないが、なかなか発芽しない」場合について記述する。

第2節 タネの内的条件と発芽²¹¹⁾²³⁷⁾²⁴⁵⁾

1. 木のタネの後熟¹¹⁹⁾²⁷⁶⁾³³⁰⁾³³¹⁾³⁵²⁾

植物のタネは成熟して、形態的には完全なタネの状態を示していても、胚または子葉自体が完全に成熟しておらなければ、たとえ、外界の諸条件が理想的であつても発芽することができない。林業用のタネについてみても、採種後ある一定の期間を経過しないと水分、温度その他の外的条件を最適にしても、なかなか発芽しない種類が沢山ある。

すなわち、かなり多くの種類のものは、見掛上の成熟(種熟)と眞の意味における成熟(胚熟)とのあいだに時間的ズレがあるが、この差のうえに現われた期間は、母体である球果または果実上における成熟に、引続いておこなわれる「一種の成熟現象」ともみなしうるので、一般に胚熟のことを「後熟」ともいうが、その後熟の期間は、種類によつて著るしく長短がある。

なお、普通の方法で、春期にタネを苗畑にまき付た場合に、比較的早く発芽する種類は、短かい期間で後熟作用が完了するのであるが、その後熟期間が長い種類は、発芽のおわるまでに長い期間を要するのが普通である。

一般にスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、ヒバ、トドマツ、トオヒ、エゾマツ、モミなどのタネは、採種後数日—10 数日後熟が完了し、発芽も比較的早い、同じ針葉樹でもイチヨウ、イスガヤ、イチイ、チヨウセンマツ、ヒメコマツなどは、成熟直後においては、その胚が十分に完成しておらず、タネを切断してみれば、いくぶん水分を多く含んでいる感じがする。そして、これらの種類は胚を完成するまでに、数週間あるいは数カ月を必要とするが、後熟の促進手段は樹種によつて異なるようである。

たとえば、イチヨウ種子の後熟に関して畑野健一氏、狩野高英氏ら (1952)³³⁾ は、普通の方法で調整したタネを材料にして研究したところ、約 5°C の冷蔵庫においたものより、室温においたものが、その発芽に要する日数が少なく、イチヨウの後熟には温度的処理の必要がなかったという。

なおまたサクラ類、ケヤキ¹⁹¹⁾¹⁹²⁾などは、成熟して母樹から落下したものが、後熟を完了するまでには約 2 カ月を要し、この状態にあるタネを畑地に蒔いても、容易に発芽しないので、実行上は多くの支障がみられ、そのさいは、発芽（後熟）を促進する処理を必要とすることが知られている。

野生植物種子の休眠性について岡田要之助氏、我妻雄治氏ら (1942)²⁶⁷⁾ は東北地方に成育する 173 種類のタネを、それぞれ完熟期に採取し、これらを湿じゆん状態において a) 5°C ± 1°C の冷蔵庫内においたもの、b) 3~4 カ月間室温下に貯えたものなどについて、その貯蔵期間の前後における発芽状態を比較して、その貯蔵条件が発芽におよぼす影響を検討した結果、全体の約 3/4 の種類が休眠性を有することを認めているが、これらの休眠性のタネのうち約 1/3 のものは、低温処理によつて発芽歩合を高めることができたという。

これらのうち、休眠性を示していて、低温が発芽率を高めるうえに効果を示したものにアオモリトドマツ、ナナカマド、ノブキ、キササゲ、ノイバラ、ズミ、サワアジサイ、ノリウツギ、ブナ、メギ、ウワミズザクラなどの木のタネが含まれていることは頗る興味がある。両氏の実験結果にみられるように、これらは低温処理によつて、その休眠が打破され、タネの後熟が促進されること

を意味するが、これに関しては発芽促進の項で述べることにする。

2. 発芽をおくらせる原因²³⁵⁾

さて、内的条件が良好なタネは水分、温度その他の外的要素をえて発芽するが、いまタネの発芽過程を考えてみると、

- A) 水分の吸収……………理学的変化
- B) 貯蔵物質の分解……………化学的变化
- C) 胚の展開……………形態的变化

の3つの段階に区別できる。そして多くの種類は、この期間が比較的短かく、ある種のものではほとんど同時に、これらの変化がおこることを経験する。

ごく卑近な例としては、双子葉植物である野菜類のタネは、吸水して数時間で発芽するが、小松菜や山東菜などのタネを蒔いた場合に、畑地に水分が充分にあれば、1日くらいで地上に発芽（開葉）することがみられる。また、林木のタネでもヤマナラシ、ニセアカシヤなどを発芽試験する場合、吸水後24時間以内に発芽を開始するが、これらは多くの場合B)の貯蔵物質の分解という現象はおこらず、A)から直ちにC)に移るようである。

しかしながら、針葉樹の一部および広葉樹の多くのものは、発芽の完了までに2年以上を要するものがあつて、この現象を“タネの発芽遅滞”といつてゐることは、すでに一般に知られている。

Wm. CROCKER 氏(1916)はタネの発芽遅滞に関して研究した結果、これを第1次休眠と第2次休眠に区別しているが、第1次的の発芽遅滞をおこす原因としては、

- a) 発芽をはじめる以前に、成熟を必要とする未熟な胚を有する場合。
- b) 水分の吸収が阻止された場合。
- c) 胚および子葉の展開に対して、種皮の器械的抵抗がある場合。
- d) 胚が酸素を吸収することをさまたげ、かつ炭酸ガスの排除をも、さまたげるような構造の種皮を有する場合。
- e) 胚自体または、その一部が遅滞状態を示すとき。

f) これらの原因が結合しておこる場合。などの因子をあげている。

(American journal of botany Vol. Ⅲ 参照)

これに対して、容易に発芽しうるタネが、その発芽に必要な条件を与えられない場合、または発芽をさまたげる、ある物質が存在する場合、あるいは種皮の内部組織に存在する、コロイド性物質の硬化によつて発芽遲滞をおこす場合などを、前者と區別して第2次的休眠と称している。

なお林業用のタネについて、おもに第1次的に、その発芽を遅延させる原因を大別すれば、次の3つの場合が考えられる。

第1の場合 もつばら、種皮の器械的作用によるのであつて、その種皮は特殊な構造をしていて、タネを水に漬けても、そのままの状態では容易に吸水しないが、このようなタネは浸水しても、最大吸水量に達するのに長い日数を要し、第15表(94頁参照)についてみても、オニグルミは50日、イチイ(アララギ)は21日、イヌガヤは18日、ミズキは14日を要している。

また、マメ科に属するニセアカシヤ、ネムノキ、エニシダなどは、一部のタネは容易に水を吸収するが、かなり多くの種粒は全く吸水不可能で、短かくとも数週間、長いものでは数カ月あるいは数年以上にわたつて、水中にあつてもなんらの変化をおこさず、きわめてユルヤカに吸水するのであつて、この種のものは、吸水して膨大しなければ、全く発芽の現象がみられない。

なお、これらの種類は、いずれも、その種皮または果皮の構造が特殊で、大体において、厚くて堅いため水を吸わないが、種皮が腐朽するか、または質がもろくならなければ、胚の展開がなかなか困難である。

第2の場合 タネの内部の生理的作用によるもので、前述した後熟の未完成な場合が考えられる。

第3の場合 これは後熟の未完成と関連をもつが、発芽に適する条件が一般の樹種と若干ちがひ、特殊な条件を与えなければ発芽しない場合である。たとえば、ケヤキのように単なる後熟の問題だけでなく、まき付季節における地温または発芽床の温度の高低によつて、その発芽状態に遅速を生じヤシヤブシな

とも温度の適否によつて、その発芽に差がみられる。

実際の場合には、上記の関係は単独に作用するときもあるが、また、それらの原因が総合的に作用する場合もある。たとえばウルシやハゼなどは、タネの表面に蠟分を被り、それが吸水困難の原因となるが、これらは、水を吸収できる状態になつても、一定の温度だけでは発芽が容易でないため、特殊な温度条件によつて発芽させなければならない。しかし、マメ科の多くのタネは水分さえ吸えば、温度は多少高低があつても簡単に発芽するようである。

いずれにしても実際面としては、その発芽の障害をおこす原因を樹種毎に究明し、できるだけ、それらの原因を除去することが必要であるが、これを一般に「発芽促進」と称し、樹種の特性に依じて、いろいろと前処理がおこなわれているので、以下これらに関して記述してみよう。

第3節 木のタネの発芽促進の方法

1. 発芽期間の樹種別差異

タネの発芽を促進することは、畑地の利用上からみても必要なことであるが、たんに発芽遅滞の原因を除くばかりでなく、ときには、比較的短かい期間で発芽する種類に対しても、その発芽勢を高め、発芽を一斉にするための前処理としておこなう。しかし、その場合は主として、タネを浸水するだけでも目的は達せられるようである。

なお、発芽促進の手段にうつるまえに、まず順序として、気乾状態のタネを春先に、苗畑にまき付た場合の発芽状態を考えてみよう。

春先4月頃に、苗畑に普通の方法で蒔いたタネは、樹種によつて発芽状態に多くの変異はあるが、その発芽開始および発芽の最盛期などに著しい差がある。たとえば、一般にスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、ヒバ、トドマツ、エゾマツ、モミ、トオヒなどの針葉樹類およびブナ、クリ、カツラナラ類、カン類、クヌギ、ヤマナラシなどの広葉樹類は、その期間に長短の差はあるが、大体において、2～5週間で発芽を完了することができる。

しかしながら、発芽に長い期間を要する樹種もかなり多く、これを類別すれば次の3つのグループに大別できる。

a) まき付後5～6カ月を経過して、ようやく発芽するもの。

b) まき付した年には、その一部分が発芽するだけで、大部分の種粒は翌春あるいは、さらに長い期間を経て発芽するもの。

c) まき付した年には全く発芽せず、翌春になつて初めて発芽するもの。

タネの発芽状態を樹種毎に、正確に区分することは困難であるが、ここで、その概略について考察してみると次のようである。

イ) まき付した年に一部が発芽するか、あるいは全く発芽せずに越冬し、翌春になつて一斉に発芽する種類としてはカヤ、イチイ、コオヤマキ、チヨウセンマツ、イスガヤ、ヒメコマツ、ハイマツなどの針葉樹類およびケヤキ、ホオノキ、ウルシ、ハゼノキ、ヌルデ、エゴノキ、エノキ、クルミ類、オガタマノキ、サンショウ類、アブラギリ、アヲハダ、ミツバウツギ、ヤマザクラ、ボダイジュ、シナノキ、アヲギリ、ミズキ、ナナカマド、トネリコ、ヤチダモなどの広葉樹類が属する。

これらの種類は、低温による刺激によつて、その発芽が促進される効果が大きい。

ロ) まき付した年に その一部あるいは大部分の種粒は発芽するが、若干のものは2年以上の長い期間にわたつて、きわめて徐々に発芽するものとしてはアカンヤ類、ニセアカンヤ、ネムノキ、サイカチ、ハギ類、サウンジユ、エニシダ、クズなどのマメ科に属する広葉樹類が含まれ、一般に、これらのタネをインダネ（硬粒）と呼び、インダネの形成を打破する前処理によつて、その発芽が促進される。

なお、林木種子の発芽の経過におけるタイプとして柳沢聡雄氏および浅川澄彦氏(1955)³⁵⁵らは、これを7つのタイプにわけている。

2. 浸水による発芽促進の効果

樹種によつては、とくに発芽促進の処理を必要としないが、そのまき付期が

おくれたとき、または、とくに発芽を一斉にする必要のある場合などに、タネを予め浸水してからまき付ることがある。

前述したようにスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツなどは比較的簡単に発芽するのが普通であるが、これらも1～2昼夜、水に漬けて苗畑に蒔けば、その発芽勢が高まるとともに、発芽期間も短縮できる効果があり、とくに、まき付適期におくれたような場合に役だつことが知られている²⁶⁸⁾²⁸³⁾³⁵⁶⁾。

郷博士(1948)²⁷²⁾はスギ種子を水選するとき、タネを水に漬けることが、その発芽促進上どんな影響をおよぼすかについて検討し、24時間タネを水に漬けて沈んだもの(70～80%)を用いれば、その発芽率を高められることを認め、それを直ちにまき付れば、発芽促進の効果が期待できるという。

なお、著者の経験では、普通の針葉樹のタネを水に漬ける時間は、水温によつて多少の差はあるが、3日ぐらいを限度とし、それ以上長く水に漬けても、とくに促進の効果が増すことはなく、かえつて長期間の浸水は場合によつては、貯蔵養分の滲出を助長し、発芽に逆の悪い影響をおよぼすことがある。多くの場合、24～48時間の浸水で充分であるが、そのさいは、いくぶん湿つた状態のものを、乾燥した砂と混合して蒔けばタネが手につかず、まき付作業を順調におこなうことができる。

だが一面、ある種類のタネは1～3日程度の浸水では、最大吸水量に達しないものもあつて、(第15表参照)これらのタネは、それぞれの特性に応じて適当な期間水に漬けるが、大体においてクルミ類は30～40日、ホオノキは7～10日、イヌガヤおよびイチイは約1週間、ケヤキは約4日、ウルシは硫酸処理によつて、蠟分を除いたのち2～4日浸水する。またクヌギやナラ類などのドングリも、タネが乾燥した場合には3～5日水に漬けてから蒔けば効果がある。しかし、あまり乾いたタネは発芽力がなくなる場合が多い。

3. マメ科樹種の発芽促進法

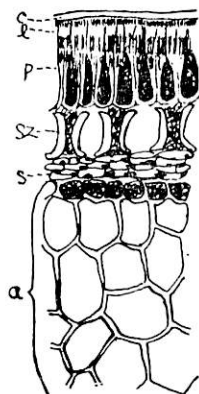
1) イシダネの意義

マメ科種子の発芽遅滞の原因が、種皮の特殊な構造によるものであることは

前述したが、“なぜマメ科の多くのタネにインダネ（硬粒）が形成されるか”という質問に対しては“種属保存のため”と答えるより方法がないであろう。しかし、インダネを形成する原因については、多くの研究があつて²⁰⁷⁾²⁰⁸⁾²¹³⁾²¹⁸⁾²³⁶⁾²³⁹⁾、それらを総合すれば、種皮を構成している柵状細胞の内部に存在する、ペクチン物質の作用によることが学説となつている⁵⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²²⁾。

参考までに1例として、レンゲソウの種皮の横断面を示せば、第50図のようであるがペクチン物質はタネが未熟または成熟直後においては、コロイド状を呈するけれども急に水分をうしなつて乾燥すると、そのコロイド性をうしなつて硬化するために、種皮は水分の不透過性をきたすことが知られている。

要するにインダネは、種皮の構造が吸水不能の状態を示すため、“死んではいないが、なかなか発芽しない”のが普通で、いわゆる種皮の休眠ともいふべき状態である。しかし、生産されるタネ全部がインダネ状態を示すのではなく、その一部または



第50図 レンゲソウのタネの皮の横断面

c…クチクラ層。l…明線。
p…柵状細胞。sz…柱状細胞。
s…柔組織。a…内胚乳。
(×398)

(近藤博士原図)

(農林種子学後編 330 頁より)

大部分のものは比較的短かい期間に、吸水膨大して発芽するけれども、残つたものがインダネの状態を示すのであつて、これらはきわめてユルヤカに、吸水膨大の過程を経て発芽するが、著者の実験ではニセアカシヤ、ネムノキは20年以上をすぎたものでも、水中でこの状態を示している。また、地下1尺の場所に埋蔵した場合、23年を経過しても、その一部はインダネとして残り、これを蒔けばすみやかに発芽して、立派に育成することを認めた。なお、これについては「湿じゆん貯蔵」の項で詳述する。

このさい、インダネを含む割合は、種類によつて異なるばかりでなく、同じ

種類でもタネの産地や品種によつても差があつて、近藤博士によればレンゲソウのインダネ歩合は、早生種の 28.7% に対して晩生種は 10.5% で、中性種は中間の 23.8% を示し、タネの産地や種皮の色によつても、大差のあることを認めている。

前述したように、インダネの現象は種族保存のためには、きわめて大切なことであろうけれども、取扱者の立場からは甚だ迷惑なことであつて、インダネを除去する前処理を必要とするが、それに関しては多くの研究²⁴¹⁾²⁹⁰⁾²⁹¹⁾²⁹⁷⁾²⁹⁹⁾³¹¹⁾³¹³⁾がおこなわれている。

なお、インダネの保有状態は種類によつて異なるけれども、その大体の傾向をみれば、a) とくに多い種類、b) インダネ保有率の平均は 50% 前後であるが、サンプルによる差の著しい種類、c) インダネ形成が比較的すくない種類に大別できるが、著者が取扱つた資料をもととして、インダネ保有率の種別変異を示せば次のようである。

第 20 表 インダネ保有率の樹種別変異の 1 例²⁹⁷⁾

種 和 名	類 学 名	インダネ保有率		タネの産地
		範 囲	平 均	
ア カ シ ヤ	<i>Acacia decurrens</i> WILD.	94~98	96	仏 印
ニセアカシヤ	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	40~80	50	本 邦 各 地
ネ ム ノ キ	<i>Albizia Julibrissin</i> D. var. <i>speciosa</i> KOIDZ.	40~80	55	〃
ヤ マ ハ キ (ハ キ)	<i>Lespedeza bicolor</i> TURC. var. <i>japonica</i> NAKAI	20~80	45	岡山 附 近
エ ニ シ ダ	<i>Cytisus scoparius</i> L.	40~90	55	東京、札幌
ク ズ	<i>Pueraria hirsuta</i> MATSUM.	30~50	45	岡山 附 近
メ ド ハ キ	<i>Lespedeza sericea</i> MIQ.	10~30	20	〃
コ マ ツ ナ ギ	<i>Indigofera pseudotinctoria</i> MATSUM.	5~20	15	〃
イ タ チ ハ キ	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	5~20	10	長野 地 方

この表のように、アカシヤが最もインダネを多く含んでいるが、インダネ保有率の平均が 20% 以下のもの以外の種類では、そのインダネを除去する処理

を必要とする。次に、著者の実験した資料をもととして、2、3の問題についてふれてみよう。しかし、莢果の熟度または採取の時期とインダネの形成、インダネの形成防止のための貯蔵などについては後述することにし、ここでは、インダネを打破する処理を中心に、種類や産地その他による差について検討する。

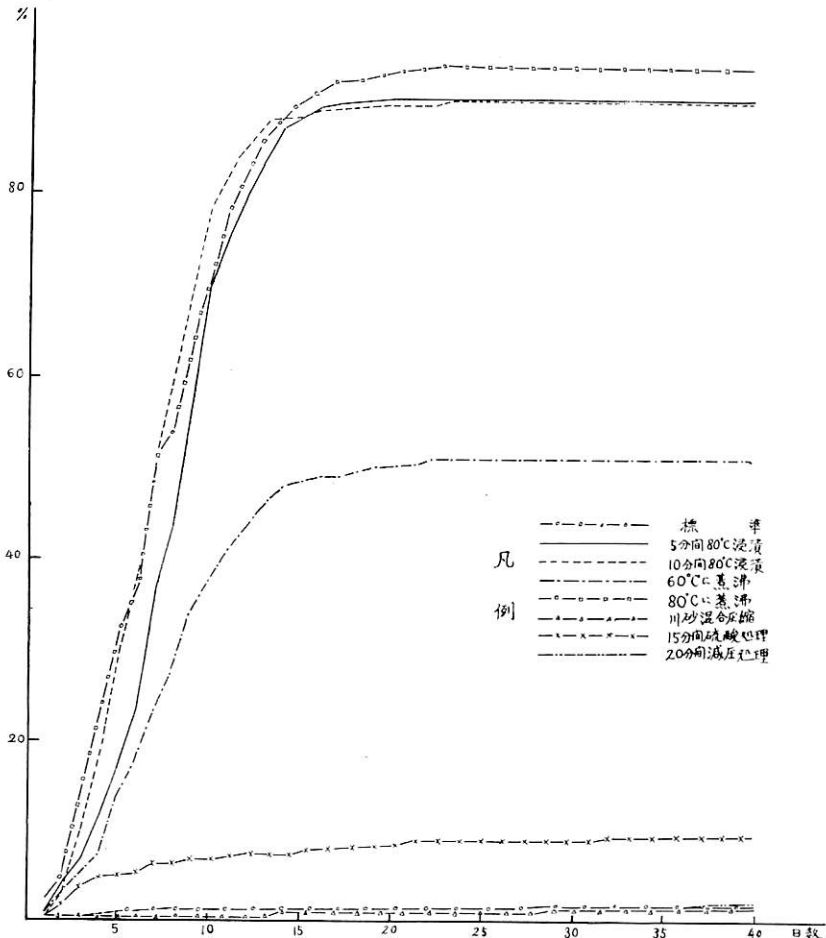
2) アカシヤに対する前処理

インダネを打破する処理としては、一般に濃硫酸または熱湯処理あるいは川砂、石英砂などと混合してマサツする方法、さらに、堆肥のなかにいれて、醗酵させる方法などがおこなわれてきたが、どの樹種には、どの方法が最も適するかということは、まだ確立されておらないようである。

なお、ここでアメリカにおける研究の一部を照会すると、Woody-Plant Seed Manual (1948) によれば、444 種の林木のタネについて、その種皮の休眠性を調べたところ、7% の種類が不透水性の種皮をもっていることを認めている。そしてニセアカシヤ (*Robinia pseudoacacia*) は、a) 砂や砂利をいれたキズツケ器 (Scarifier) で 2 時間マサツする方法、b) 濃硫酸に 1 時間浸漬する方法、c) 熱湯に 5 分間浸漬する方法、などが種皮の休眠を打破する効果がある。しかしアカシヤ (*Acacia*) は品種によつて、前処理の方法がちがい、*A. decurrens* WILD. では、a) キズツケ器でマサツする方法が最もよく、b) 沸トウさせた湯に浸漬して、これを 12~24 時間冷す方法、c) 水に浸漬して 5 分間沸トウさせる方法、d) 濃硫酸に 2 時間浸漬する方法などが効果があるけれども、*A. melanoxylon* R. BR. では、a) 濃硫酸に 20 分浸漬する方法が最もよく、b) 沸トウさせた湯に浸漬して、これを 12~24 時間冷す方法が効果があるようで、また種皮および内部の休眠が、二重に組あわさっている種類に対しては、前処理としても二重の方法がおこなわれている。

すなわちハナズハウ (*Cercis canadensis* BUNGE) では、a) 濃硫酸に 30 分浸漬したのち、41°F (5°C) に 30 日層積したものが最もよく、次に、b) キズツケ器で 10 分間マサツしたのち、50°F (10°C) に 30 日層積したものが効果のあることを認めている。

著者は佐藤（敬）博士の指示をえて 1940 年（昭 15）から、マメ科樹種のイシダネ形成の本質の探求につとめ、その 2, 3 の成果を発表してきたが、アカシヤ（*A. decurrens* W.）に対する、そのイシダネ打破の実験結果²⁹⁰⁾を示せば次図のようである。



第 51 図 イシダネ打破の処理をしたアカシヤの発芽比較（原図）

（山林 第 82 号 1951, 参照）

この図によれば、無処理は 40 日間に 2% が発芽したにすぎないが、熱湯

処理をおこなつたものは、約 20 日間で 90% 以上が発芽しており、その発芽促進効果がきわめて大きいことを認めた。

なお、従来の文けん⁷⁾⁸⁾によれば、インダネを打破するうえに効果のあるものは 80~100°C の熱湯に数分間、あるいは 70~80°C の熱湯に、10~20 分間の処理などがあるが、要は、腐敗粒がすくなくて、その発芽粒を多くする処理が望ましく、それには、温度と処理時間に注意する必要がある。著者の実験では 60°C に煮沸する方法は効果がすくなく、80°C に煮沸するか、または 5~10 分間浸漬する方法が、発芽促進の効果が大きいようである。参考までに、そのさいにおけるタネの発芽状態を示せば次のようである。

第 21 表 熱湯処理におけるアカシヤ種子の発芽状態

処 理 種 別	発 芽 勢				残 種 子	
	7 日 目	14 日 目	21 日 目	40 日後に おける発 芽率	腐 敗	インダネ
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
80°C に 5 分間浸漬	36.8	87.0	90.5	90.8	5.7	3.5
〃 10 分間 〃	50.5	98.0	89.5	90.0	7.3	2.7
60°C に 煮 沸	23.3	47.8	50.5	51.3	5.7	43.0
80°C 〃	51.0	88.5	93.5	93.8	5.2	1.0

1943 年 5~6 月実験。粒数はそれぞれ 400 粒。(第 51 図より熱湯処理だけを抜率)

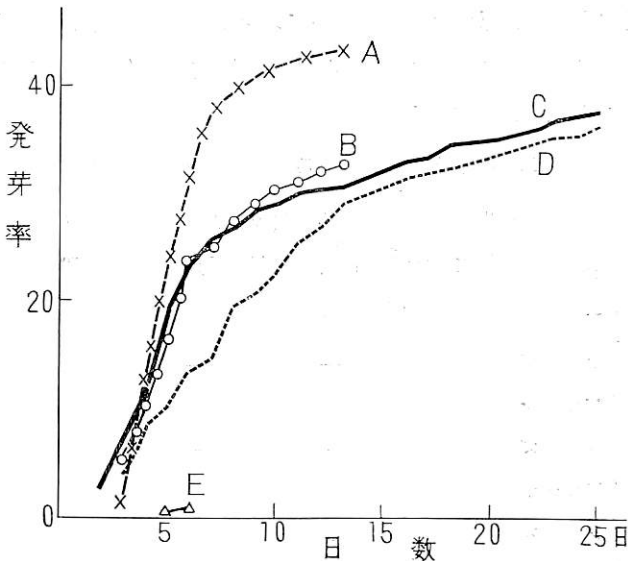
これによれば、60°C に煮沸する処理は、43% のインダネを残すが、80°C に煮沸した場合には、最も理想的に近い発芽状態を示し、発芽促進の効果が顕著である。このさい、実用におこなうには、布袋にいれたタネを、水をいれた鍋または釜のなかにヒモでつり、薪炭あるいはガスで熱を加えて、これを 80°C になるまで充分にかきまわし、所定の温度がくれば、速やかに取だして水中で冷してからまき付るが、この場合には必ず棒状寒暖計で、その温度を測定して 80°C 以上にしないようにする。あるいはまた予め 80°C に温度をあげた容器に、タネをいれた布袋を、5~10 分間ふり動かしながら浸漬してもよいが、インダネを含む量が少ない種類には、これらの方法は害があるので、次

にその問題にふれてみよう。

3) クズにおける処理とアカシヤとの特異性

そのご著者 (1925)²⁰¹⁾ はクズのタネを用いて、誰れにでも応用できる、風呂の残湯に浸漬した場合の発芽促進効果を調べたが、この方法は、タネを大量に取扱う場合には、手軽に実行できることを指摘した。

なお、そのさいにおける処理別の発芽状態は、次図のようであるが、記号Aの沸トウ2分後の湯に、10分間浸漬したものが発芽開始後、急ゲキに発芽勢を高めるようで、60°Cに15分間浸漬したものは、無処理と同程度であるが風呂の残湯に12時間処理したのも、ほとんど同じ程度である。



第 52 図 クズ種子の処理別発芽状態 (原図)

Aは沸トウ2分後に10分間浸漬したもの。

Bは60°Cに15分間浸漬したもの。

Cは無処理 (標準)。

Dは風呂の残湯に12時間浸漬したもの。

Eは80°Cに煮沸したものなどであるが、80°Cに5分および10分間浸漬したものは全く発芽しない。

(畜産の研究, 第6巻, 第2号, 1952, 参照)

このクズのタネは無処理で、約35%のインダネを保有するが、第52図の

ように発芽の状態も、約 38% の発芽率を示し、とくに悪いこともない。したがって、このようなものでは発芽促進の必要性がうすく、かりに処理するとしても、きわめて弱い程度が無難のようである。

というのは、記号 E で僅かに 1% が発芽したのみで、その他は全部腐敗しており、また 80°C に 5~10 分間浸漬したものは、全く発芽せずに腐敗しているが、これは明らかに、その処理が強すぎたことを意味し、前回のアカシヤと全く趣を異にしている。すなわち、次表のようにアカシヤ種子には、きわめて発芽促進の効果があつた、80°C に煮沸または 5~10 分間浸漬する処理も、クズ種子には全く逆の効果を示して全部が腐敗し、しかも短期間に、直線的に 100% に達することを認めた。そのさいアカシヤの発芽曲線と、クズの腐敗曲線が、きわめて類似していることは興味ある問題である²⁹²⁾。(日本林学会北海道支部講演集 No. 1, 6~8 頁 1952 参照)

第 22 表 熱湯処理における種類別の効果上の差異

処理方法	事項 種類	供試 粒数	置床 前膨 大率	発芽 開始 日数	試験 期間	発 芽		腐 敗		イ シ ダ ネ 残存率
						勢	率	勢	率	
80°C に 10 分間浸漬	アカシヤ	400	(%) 10	1	40	(%) 51	(%) 90	(%) 5	(%) 7	(%) 3
	クズ	200	100	—	14	—	—	32	100	—
80°C に 5 分間浸漬	アカシヤ	400	16	1	40	37	91	4	6	3
	クズ	200	98	—	14	—	—	38	100	—
80°C に煮 沸	アカシヤ	400	17	1	40	51	94	5	5	1
	クズ	200	92	5	14	1	1	37	99	—
無 処 理 (標 準)	アカシヤ	500	—	5	40	1	2	3	5	93
	クズ	500	—	2	25	26	38	24	27	35

(註) 1) 実験年月および水温

アカシヤ 1943 年 5 月 水温 15°C

クズ 1951 年 2 月 " 9°C

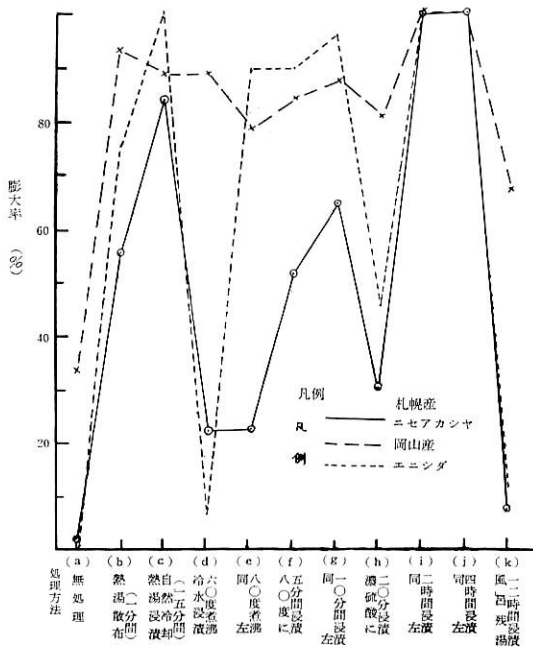
2) それぞれの水量 200 cc (約 1 合) 熱源ガス。

3) 発芽勢および腐敗勢は試験開始 7 日後の合計数の供試数に対する割合で示した。(上掲書より)

この表によつて、熱湯処理における両者の発芽上の差を比較することは、実験時期のズレによる条件的のちがいのため、若干の無理もあるが、それ以上に明らかな、種類による差異が認められる。この関係は全く、両者の種皮構造における先天的差異に基因するもので、その特異性は、置床前の膨大率に顕著に現われておる。そこで、これらの結果から著者は、“マメ科植物のタネの発芽促進を目的とする処理としては、処理中あるいは置床前の膨大率が関係し、その割合の高低によつて、効果の程度を推定できないだろうか？”ということを考へて、さらに実験をすすめてみた。

4) 合理的な発芽促進法

インダネを打破する処理には前述したように、熱湯または温湯処理法、濃硫酸または苛性ソーダによる場合など多くの方法がある。しかし、インダネを打



第 53 図 各種処理別種子の置床前における膨大率 (原図)
(林試北海道支場業務報告特別号 No. 2, 1954 参照)

破できても、そのほとんどが腐敗するような処理は、発芽促進を目的とするためには禁物で、そのさい、処理中または処理直後における膨大率が、そのタネの発芽および腐敗率に密接な関係を有することを考察した。そこで著者ら（1953 1954）²⁹³⁾²⁹⁴⁾²⁹⁶⁾ は産地のちがうニセアカシヤ（札幌、岡山産）札幌産エニシダなどのタネを用いて、いろいろな処理をおこない、その発芽上の差を検討したが、次にその一端を記述する。まず、処理別および種類別の置床直前における膨大粒を、それぞれ、供試数に対する比率で示せば第 53 図のようである。

この図のように、札幌および岡山産のニセアカシヤは、濃硫酸に 2～4 時間処理（記号 i, j）したもの以外において、その産地および取扱い方法によるイシダネ保有率の差異に基ずく、ちがいがきわめて顕著で、エニシダは大体にお

第 23 表 各種処理別における発芽および腐敗と膨大率の関係

種 類	事 項	濃硫酸浸漬			熱 湯 処 理						風呂 残湯 12時 間浸 漬	無 処 理
		30 分	2時間	4時間	1分 間ふ り け	15分 間浸 漬然 後冷 却	冷水 浸漬 60°C に煮 沸	同 80°C に煮 沸	80°C 5分 間浸 漬	同 10分 間浸 漬		
ニセアカシヤ (札幌産)	膨大(%)	30	99	100	55	84	22	23	52	66	9	3
	発芽開始日数	2	2	3	2	4	2	2	2	2	2	2
	発芽(%)	76	20	5	47	2	34	48	61	32	27	22
	腐敗(%)	2	80	95	50	98	2	30	33	63	2	2
	イシダネ(%)	22	—	—	3	—	64	22	6	5	71	76
ニセアカシヤ (岡山産)	膨大(%)	81	100	100	93	89	90	78	85	88	69	33
	発芽開始日数	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2
	発芽(%)	62	37	4	19	2	62	63	56	8	64	52
	腐敗(%)	33	63	96	81	97	18	34	40	89	17	25
	イシダネ(%)	5	—	—	—	1	20	3	4	3	19	23
エニシダ (札幌産)	膨大(%)	47	100	100	76	100	7	90	91	98	13	—
	発芽開始日数	2	3	3	4	3	2	3	4	4	3	3
	発芽(%)	81	15	20	82	2	87	48	62	14	72	63
	腐敗(%)	15	85	80	18	98	1	49	38	86	1	2
	イシダネ(%)	4	—	—	—	—	12	3	—	—	27	35

(註) 実験年月 1953年3～4月 粒数 各 400 粒

(前掲書参照)

いて、札幌産ニセアカシヤと同様な傾向を示すが、熱湯処理において種類差がみられ、とくに、80°C に煮沸する方法 (e) において大差を生じた。

次に、これらを 22~27°C の恒温器内で、40 日間発芽試験をおこなつたがその結果を示すと第 23 表のようで、前述した膨大率の高い処理では、いずれも発芽率より腐敗率が多い傾向がみられる。

大体において、とくに膨大率 80% 以上の場合には、その大部分が腐敗する傾向がみられ、その状態は種類毎に、処理の強さによる感受性の差を現わしているようである。

なお、その原因については、種類毎における種皮の物理的および化学的組成を検討しなければ、結論に達することはできないが、たとえば、濃硫酸に長時間の浸漬または強度の熱湯処理によつて、それぞれの種皮は必要以上に軟弱になり、このさい、酸または熱の過度の滲透によつて、タネを構成する細胞の破カいをきたしたことは事実で、とくに、濃硫酸に 2~4 時間浸漬カクハンしたものは、種皮の色素(茶褐色)の流出とともに、その内容まで破カイされたものが多く、明らかに悪影響をおよぼすことが判断された。そして長時間浸漬の害としては、硫酸の温度の上昇にともなう、熱の影響も加味されることを知つた。

須藤昭二氏 (1950)³⁵⁰⁾ によれば、濃硫酸に 4 時間処理したニセアカシヤが 95% の発芽率を示したと発表しているが、著者の実験では、2 時間以上の浸漬は全く有害無益なことは、前述の例によつても明らかである。

要するに、たとえインダネを打破することができても、種粒の過半数が腐敗するような処理は、発芽促進を目的とする前処理としては、当をえた方法ではないが、これらの処理のうちで共通的に悪いのは、イ) 濃硫酸に 2~4 時間浸漬する方法、ロ) 熱湯に 15 分間浸漬して、これを 50~60°C に冷す方法などで、その他の処理は、種類によるインダネ保有状態の差によつて、それぞれの処理効果もちがつている。

すなわち、インダネ保有率が比較的すくなく、無処理でかなり発芽するようなサンプルならば、処理する場合にも、たとえば、風呂の残湯に浸漬するよう

な弱い処理を適當とするようで、同じ種類でも、そのインダネ保有率が多いものであれば、比較的強い処理を必要とする。しかし、その場合にも濃硫酸浸漬ならば1時間以下、熱湯浸漬ならば5分程度が適當であろう。

ところで、エニシダの無処理の発芽経過をみると、発芽する速度はユルヤカであつても、徐々に発芽する傾向がみられ、40日間の発芽試験期間においては、なお発芽曲線は上昇を示している。そして、この傾向は、イ)風呂残湯12時間浸漬、ロ)冷水に浸漬して60°Cに煮沸する処理においても同様で(前掲書56頁参照)これらは腐敗粒がきわめて少ない(第23表参照)ことから考えて、その残存インダネは徐々に発芽するものと判断され、インダネ保有率の低い種類の発芽促進処理として、きわめて有効な方法と考えられる。

4. ウルシ科樹種の発芽促進法²³⁵⁾²⁶⁵⁾²⁹⁸⁾²⁹⁹⁾³⁰⁷⁾³⁰⁸⁾

前述したように、ウルシやハゼのタネは胚分を被つているので、これを除去するため、一般に濃硫酸処理がおこなわれている。

小山氏(1918)²³⁵⁾によれば100°Cの熱湯に5秒内外、80°Cの熱湯に約1分浸漬したのち、直ちに冷水に浸すときは吸水が容易で発芽もよいという。

第24表 硫酸処理によるウルシ種子の発芽状態(小山)

処 理 時 間	硫 酸 濃 度 (%)	供 試 粒 数	発 芽 率 (%)					切 断 結 果 (%)		
			7 日 目	14 日 目	21 日 目	28 日 目	合 計	奇 形	未 発 芽	不 発 芽
15 分 間	60	98	—	22.1	20.6	13.2	55.9	—	4.4	39.7
30 分 間	60	92	—	26.1	28.3	5.4	59.8	1.0	7.6	31.6
	80	100	—	47.0	13.0	6.0	66.0	2.0	4.0	28.0
	100	100	—	48.0	18.0	1.0	67.0	1.0	4.0	28.0
1 時 間	60	99	—	25.3	36.4	5.0	66.7	3.0	7.1	23.2
	80	100	—	30.0	16.0	4.0	50.0	2.0	7.0	41.0
	100	100	—	22.0	21.0	5.0	48.0	—	6.0	46.0
6 時 間	60	99	—	29.3	22.2	3.0	54.5	1.0	4.0	40.5
	80	100	—	9.0	5.0	—	14.0	4.0	1.0	81.0
	100	100	—	—	—	—	—	—	—	100.0
標 準		96	—	—	—	—	58.3	—	—	—

(農林省林試報告 No. 18 より)

しかし、同氏（1919）はウルシの発芽促進について、そのごの研究によつて、濃硫酸処理が効果の大であることを認めており、タネの発芽検査などにその方法を用いているが、その試験の結果を示せば第 24 表のようである。

なお、ウルシは普通の方法で蒔けば、その年には一部を発芽するのみで、その大部分（90% 以上）は翌春になつて初めて発芽するが、予め硫酸処理をして蒔けば、年内にほとんど全部を発芽させることができる。

だが前表のように、80% 以上の濃硫酸に 1 時間以上浸漬する場合は、酸と熱の滲透のため内容がおかされ、不発芽粒を増すことになるから、その時間は約 30 分が適當のようである。そのさいの温度は 23°C 前後が適當で、温度の高低によつて、処理時間も若干の変動があるが、長い時間作用させれば、硫酸の温度の上昇にともなつて、タネの内部に悪影響をもたらすことになる。

著者の経験によれば、市販の濃硫酸を瀬戸引鍋または硝子製の容器に、タネが液面スレスレ程度になるようにいれ（容器内にまずタネをいれてから、次に硫酸を注入する）棒状寒暖計で温度をみながらタネをカクハンするが、その硫酸の温度は 24°C が限度で、時間は約 20 分で充分である。

その場合、温度が 25°C 以上に上昇すれば、急にタネの内容は害されるから実行する時期は、なるべく気温の低いときがよい。また、その容器は二重にして、外側の器には水をいれ、ガスまたは炭火で温めて、内側の容器内の温度を調節する。そして、硫酸の温度が上昇したときは、外側の容器に水を注入して、温度を調節し 23~24°C にたもつようにする。なお、少量のタネの場合ならば、内側の容器にビーカーを、外側の容器に湯煎器を用いれば便利であろう。

このさい、処理後は直ちにタネを水中に移して、充分に洗う必要があるが、その場合、誤つて「硫酸のなかに水をいれる」と急ゲキに発熱して、危険であるから呉々も注意しなければならない。また濃硫酸のほかに、苛性カリを用いる方法もあるが、その濃度 10% として、3 時間以上浸漬した場合には、種皮は腐蝕して、分解状態となつてタネの内容が露出する。

すなわち、苛性カリを短かい時間作用させても、その種皮の表面の蠟分を、ケン化作用によつて分解するとともに、組織の分解まで生ずるので種皮は粗くなり、甚だしい場合には海綿状を呈するが、その程度によつてタネの内部にも悪い影響をおよぼす。そのさい 5% 液に 1 時間程度の浸漬だと、種皮も粗くならないが、これだと、その吸水速度もあまり速やかでない。とにかく苛性カリの最大の欠点は、種皮の組織分解あるいは内容の露出することであるが、濃硫酸を使用する場合は、その種皮は最外層から酸化して腐蝕し、濃度と時間の関係で、腐蝕度は左右されるけれども、その種皮の表面はイツモなめらかであるか、あるいは、わずかにシワができる程度である。

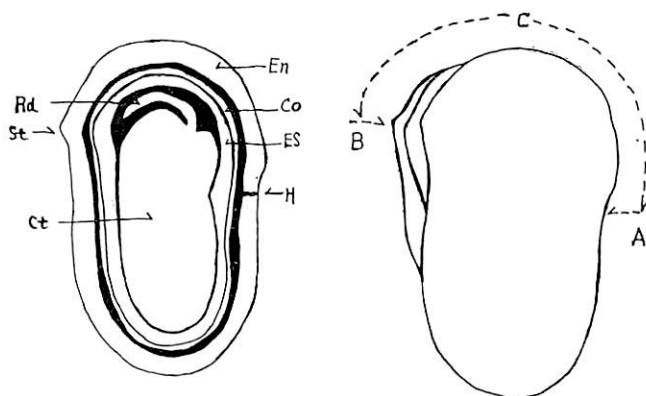
ウルシの硫酸処理について、松原瑞穂氏 (1939)²⁶⁵⁾ の研究によれば、うすめない硫酸をもちいて、20~30°C で 30 分処理すれば、50% 以上の発芽率を示し、その状態は無処理の 40 倍、温湯処理の 8 倍の効果があることを認め、かつ、処理後の硫酸は消耗量を補充すれば、すくなくとも、10~15 回は反復使用できるという。

またハゼノキの硫酸処理と吸水力の関係については畑野氏 (1950)²⁹⁸⁾ の研究があるが、同氏は硫酸の濃度 60% で、その浸漬時間を 30 分とした場合、吸水量が無処理より優れていることを認め、さらに 70% で 9 時間、90% で 6 時間処理した場合における、硫酸の内果皮に滲透する状態を顕微鏡下で観察している。

その結果、硫酸の内果皮透過も水分の透過経路と、大体同じであることを認めているが、ハゼノキの果実の断面と、その外形を示せば第 54 図のようである。

この図の A, B, C の接合する部分から酸は滲透するが、引つづき同氏²⁹⁹⁾ (1951) が実験したところ、実用的にハゼノキ種子を硫酸処理によつて発芽促進する場合は、1~4 時間の処理が適当であるという。

これらの実験によつて、ウルシとハゼノキを比較すると、同じ濃硫酸を用いても明らかに時間的に差がみられ、また前述したマメ科種子の場合とも、かなりのちがいがみられるが、それらが樹種による特性か、あるいは実験方法による差異かは、今後の検討を要する問題である。



第54図 ハゼノキ果実の縦断面と外形(畑野氏原図)

- | | |
|------------------------|---------------------|
| En ……内果皮 Eendocarp | A ……種皮の臍部に相当する部分 |
| Co ……種皮 Seed coat | B ……花柱の基部に相当する部分 |
| Rd ……幼根 Radicle | C ……両者を結ぶ幼根部の内果皮接合部 |
| Es ……胚乳 Endosperm | |
| Ct ……子葉 Cotyledon | |
| St ……花柱 (Style) の基部相当部 | |
| H ……臍部 (Hilum) 相当部 | |

(日林会誌 Vol. 32, No. 5, p. 186 より)

5. 低温処理と発芽促進の関係¹³⁾¹⁵⁾¹⁷⁾¹⁹⁾²²⁾¹⁹⁰⁾¹⁹²⁾²⁰⁹⁾²²⁸⁾²²⁹⁾²³²⁾²³⁵⁾²⁴⁶⁾²⁷⁷⁾²⁸⁸⁾³⁰⁶⁾³²¹⁾³³⁷⁾³⁵⁴⁾⁴³⁷⁾⁵⁰¹⁾⁵⁰²⁾

5°C 前後の低温に、ある期間処理するときには、そのタネの後熟促進または休眠打破によつて、タネの発芽が促進されることが、多くの実験結果によつて知られており、かなりの樹種の発芽促進法は、低温処理を対象にしたもので、なかには一般的に普及されている方法も多い。

なお従来よりおこなわれる方法に、1) 変温を主とした方法、2) 一定期間の低温処理後 23~25°C の恒温に移す方法、などがあるけれども、最近では低温で処理する期間が、1~3 カ月とながくなつた。以下これらの方法について記述するが、林業上タネの発芽促進を目的として、最初におこなつた方法は変温を主とした方法である。

1) 変温処理とタネの発芽

小山氏は大正のはじめ(1916~18)¹⁹¹⁾¹⁹²⁾²³⁵⁾にケヤキ、ホオノキ、ウルシ

などのタネを、早い期間に発芽させる方法を研究しているが、発芽を遅滞するタネの多くのものは「低温と高温との変温」(いわゆる温度交代)が発芽促進上の効果のあることを認めた。参考のため、その概略を樹種別に検討すれば次のようである。

ケヤキの場合 このタネの発芽遅滞をおこす主因は、発芽床または苗畑の地温が、発芽するのに不適当なためである。それは、ケヤキのタネの発芽適温が低いことに関係し、かりに、地温の上昇した時期に蒔くか、または、高い温度で発芽試験をしたときは、著るしく発芽がおくれ、そのタネは休眠状態を示すのが普通である。

そのさい、発芽を短かい期間に完了させるには、東京附近では2月下旬～3月上旬に蒔き、深さ約5分における、 $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ の地温のカ所に30～40日間おくことが効果的で、その場合前処理としてタネを約4日間水に漬ければ一層よく発芽する。もしまた、適期に蒔くことができない場合には、約4日浸水したタネを $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ の低温中に、5～10日間冷してから蒔けばよいが、その効果は適期をおくれるほど劣る傾向がある。

また、室内で発芽試験をおこなう場合には、予め浸水したタネを吸水状態で約 5°C の低温で1週間冷却したのち、毎日 5°C と 23°C 前後の温度交代をおこなうが、つまり、12時間の変温にたもつ場合に発芽促進の効果が大きい。

同氏¹⁹²⁾(1922)は引つづいて「ケヤキ種子の後熟と発芽の関係」について研究しているが、それによれば東京附近のケヤキは、8月中旬になれば乳熟(内容は白色多汁であるが乳状でない状態)して、形態的には発育を完了したようにみえるけれども、その貯蔵養分の量も少くなく、また活力も著るしく弱い。すなわち、8月16日採取のものは含有水分が多いため、1,000粒の重量および容積は比較的大きいが、水分の発散とともに、その重さが減少するだけでなく、その内容物も縮小して、ほとんど発芽力がなくなってしまう。

そのさい発芽力は、9月中旬になつて生ずるが、その大部分は直ちに発芽させることは困難な状態で、9月13日採取のタネを、適当な温度の条件下に40日

間おいたところ、約 68% は未発芽の状態に残つたのに反して、そのごに採出した、完熟または過熟状態のタネはほとんど全部が、直ちに発芽しうる状態に達しているという。同氏の研究成果を摘記すれば、

a) ケヤキ種子は熟度によつては長い後熟期間を要し、その発芽は後熟が完成してからおこなわれ、黄熟程度のタネを完全に発芽させるには、6～7カ月の後熟期間が必要である。

b) しかし完熟または過熟に達したタネは、大部分が後熟を必要とせず、大体において約2カ月を経過すれば、ほとんど完全に発芽するが、これを一定した 20°C 以上の高温におくときは「第2次的発芽遅滞」の現象をおこす。

c) 未熟種子に対する、適度の乾燥は後熟を促進し、完熟または過熟種子に対しては、その発芽を促進するが、過度の乾燥はかえつて発芽を遅延する。

d) なお、発芽試験にさいしては、0°C 内外の低温中に 15～25 日間冷したものは、5°C 内外に 10 日間おいたものよりも、後熟を促進する効果がある。しかし実用的には、後者の方法で充分である。

e) またタネの熟度は、母樹の個性によつて遅速があるから、母樹の選定に充分注意して、熟度の適当（完熟程度のタネは褐色を呈する）なものを採出しなければならない。この場合、発芽を最大とする温度条件は、前述したようであるが、ケヤキのタネは、第1次的発芽遅滞がきわめて顕著なばかりでなく、また容易に第2次的発芽遅滞をもおこすから、取扱いにさいしては、このような状態を極力防止することが大切である。などの事項である。

ホオノキの場合 このタネの発芽遅滞の原因は、種皮の器械的性質と、発芽温度の特殊性が2重に関係をもっている。すなわち、ホオノキの種皮は構造が堅く肥厚していて、水分および酸素の供給を妨げるとともに、その子葉の展開さえも困難にしている。

したがつて、発芽促進の手段としては、これらの原因を除去する方法を、2重におこなう必要があるが、まずタネを、7日間浸水したものを木綿布の上に並べ、晴天の日に 10 分内外、これを直射光線に作用させれば、その種皮の表

面に亀裂ができるから、東京附近では、おそくとも3月下旬に前処理したタネを蒔けば年内に発芽させることができる。なお適当な時期に蒔けないときは、前記の処理をしたタネを、2週間内外 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ の低温中で、冷してから蒔くと効果的である。

また、室内で発芽試験をおこなう場合には、前処理したタネを発芽床（消毒した木綿布を湿らせたもの）に並べて、乾燥防止のため、その上下を硝子板ではさみ、最初の2週間は 5°C 前後の低温中におき、それ以後はケヤキと同様に、毎日の変温によつて発芽が促進される。

ウルシの場合 前述したように、蠟分を除いたものは容易に吸水するが、大部分が吸水膨大したならば、東京附近においては、3月上中旬にまき付けば、その発芽が促進される。

また、室内で発芽させる場合には、処理したタネを湿つた布片に、ホオノキと同じように包み、これを毎日 5°C 前後の低温中に15時間、 23°C 前後の高温に9時間ずつ交互に作用させるが、そのさい、昼夜12時間の交代としても大過がない。なお、タネは過熟前に採取してこれを、なるべく室内で調製し陽光乾燥はしない方がよい。とくに浸水後における陽光乾燥は禁物である。

さらに、変温が発芽促進上有効な樹種にヤシヤブシ、ヒメヤシヤブシ、ノイバラ⁴³⁷⁾、グミ類、モツコク、トネリコなどがあるが、これらは発芽床に並べたタネを2週間低温で冷したのち、12時間の変温をおこなえば結果がよい。

なお、田添氏²²⁸⁾²²⁹⁾ (1934) は北部寒帯樹種 72 種類の発芽状態を調べたが、その大部分のタネが低温処理を必要とし、 5°C 前後と 25°C 前後において毎日1～2時間づつ、温度を交互に作用させることが有効であることを認め、その場合たんに、タネの呼吸作用を促進するだけでなく、酵素の作用も活パツになるために、その発芽が著るしく促進されるという。

さらに、同氏および久保田端三氏²³²⁾ (1939) は台湾における主要樹種であるクスノキについて、東部産のものは2～3月に開花し、7～8月に成熟して落下したタネが、地中に1～2ヵ月埋まり、これが9～10月に発芽するけれど

も、東部の1部および西部産のものは5月に開花して、10～11月に成熟落下したタネが地中で越冬し、翌春の3～4月に発芽することを観察しており、そこで、クスノキ種子の特性を検討するため、室内で40°Cから10°Cまでを7階級として、温度実験をおこなっている。

すなわち、100粒ずつのタネを発芽試験するとともに、それぞれの温度において、一定時間交互に変温処理をしたところ、東部産のクス種子の発芽に対する低温限界は10～15°C、また高温限界は35～40°Cの範囲内であつて、その発芽の適温は25～28°Cであることを認めているが、その状態は恒温（定温）より変温の方が良好で、19～28°C処理のものは38%、25～35°C処理のものは34%、28～35°C処理のものは35%を示すことからみて、1日の地温の上昇および下降の時間的变化が、そのタネの発芽作用を促進させることになるという。

2) 針葉樹のタネと低温処理

低温によつて、タネまたは休眠中の冬芽に対して、発芽あるいは開花が促進されることを、実験的に証明したのはT. D. Lysenko氏（1932）であるが、氏は秋まき小麦の催芽種子を、春期に約0°Cの低温に一定期間おいて、これを蒔いて春まき小麦のような性状を与えることができることを認め、この現象をバーナリゼーション（またはヤロビゼーション）と称した¹³⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²²⁾²⁰⁹⁾。

それ以来とくに農業方面で、この種の研究が活パツになり、その報告も多いが、これは催芽種子を低温処理することによつて、開花現象を促進させることを目的としている。なお、林業方面においてもタネを低温で処理して、発芽および成長を促進するネライで研究がおこなわれ、その発芽促進について多くの成果があげられている。

その1つとして、新妻五郎氏²⁴⁶⁾（1936）はタネの後熟促進と、低温処理の関係についてトドマツ、カラマツ、ストロブマツなどを用い、それらのタネを0°C、5°C、10°Cおよびその組あわせ温度に作用させたのち、これを、室内および苗畑において発芽試験をおこなつたところ、吸湿させた泥炭層にタネを包

んだ場合、トドマツやカラマツは 0°C と 5°C の組あわせ温度に、1 カ月ずつ作用させたものと 5°C に1 カ月作用させたものがよい成績を示し、ストロームマツは 5°C と 10°C を組あわせるか、または 10°C に1 カ月おいたものがよかつたという。

次に直接水分を与えないで、湿気の高いカ所においたものは、前者に比して発芽勢が劣ることを認め、また春先の融雪時期に温度の異なる室内、土室、雪の中などに、それぞれ 50 日、40 日、30 日のあいだタネをおいて、一斉にまき付たものでは発芽開始、発芽最盛期、発芽率ともに無処理のものに比して大であるが、その効果は貯蔵カ所や処理日数によつて差があるという。

しかし實際上において、これらのタネを層積する場合は、その期間が3 カ月にもなれば、その温度が 10°C に高まる場合もあつて、層積中に発芽を開始するがトドマツ、カラマツは 0°C から 5°C に上昇しても、いくぶんは発芽をみるため、これらを2 カ月以上にわたつて長期間の層積をおこなう場合には、必らず末期の温度を 10°C 以下にたもつことが必要である。

また井草俊一氏²⁸²⁾ (1943) はアカマツ、ヒノキ、スギ、カラマツなどについて、低温処理がタネの発芽促進におよぼす効果を実験しているが、これらのタネを充分に精選したのち供試料を摘出し、これを寒冷紗に包んで、ブリキ缶に密封したものを、1941 年 11 月 (昭 16) から翌年 4 月まで、平均温度 10°C の種子貯蔵用穴倉に貯蔵したのち、取だしたタネを幾組かに区分して、

A) 湿じゆん状態において 0°C 前後の氷室に 3 日、6 日および 30 日間冷却したもの。

B) 乾燥状態において 48 時間 -17°C 前後および -5°C 前後の低温で処理したもの。

などについて、これを室内および苗畑で発芽試験をおこなつている。

その結果によれば、タネを 0°C 前後の氷室内で湿つた状態にして、低温刺激を与えたものは、いずれも発芽促進の効果があるが、とくに1 カ月冷したものは、顕著な効果がみられ、乾いた状態で -5°C および -17°C の低温刺

ゲキを、48 時間与えたもののうちでは、カラマツはほとんど影響がなかった。そして苗畑においては、発芽促進された種粒から、生産された稚苗はよい発育を示しておつて、これを、たんなる一斉発芽に基ずく成長期間の増大にともなう結果とみるべきか、あるいは一種のバーナリゼイション類似の現象として取扱うかは、今後の検討にまつというが、これに関しては長谷川博士¹³⁾ (1943)の研究がある。

博士はスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツなどの発芽促進にはウスプルン、チランチンなどの薬品を用いるよりも、冷水で冷した方が操作も簡単で、効果的であるという。その方法は桶に氷のカタマリまたは雪をいれて、それが溶解したときの水量で、充分に浸漬できるだけのタネを布袋にいれて、前記の水または雪の間におさめて、これを約1昼夜放置するときは、タネは冷されながら、次第に融水中に浸漬されるので、それを取だしてまき付れば、よく発芽が出揃うというが、さらに、低温刺ゲキの保続期間について、次の実験をおこなつてゐる。

その方法は、気乾状態のアカマツ種子を用いて、これを乾燥状態にたもつて -10°C の冷蔵庫内に3日間冷したのち、a) 1部は直ちに発芽する条件を与え、b) 他は1~10日間常温室内ににおいている。その結果によれば、刺ゲキご1~2日間常温においたものは、発芽促進の効果を認められたが、3日以上常温に放置すれば、著るしく刺ゲキの効果は減退した。なお、タネを湿じゆん状態にたもつて低温処理した場合、きわめて顕著な効果があることを認め、博士の実験室において研究した、井草氏の前記の発表を重要視している。

なお浅川氏³³⁷⁾ (1955) はチヨウセンマツのタネの発芽促進法を研究しているが、タネを湿じゆん状態にたもつて、低温で処理した場合、 2°C に1.5カ月間、 25°C に1.5カ月間、 2°C に2カ月おく、いわゆる“低温—高温—低温”の組あわせ処理が顕著な効果があつて、それを 25°C の恒温器で発芽させたところ、約1カ月でほとんど100%に近く発芽することを認めた。なお、そのご引続いて研究³³⁹⁾ (1956) した結果、中間的高温期間を処理の初めに移行させ

ても、その発芽促進の效果に全く差異がないばかりでなく、前の組あわせ中の高温期間に発芽する、約 5% のロスを防ぐことができることを確めた。

また、郷博士²⁷⁷⁾ (1956) がスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツのタネを湿じゆん状態で、7 日および 1～3 カ月低温処理した結果ではスギ、ヒノキはほとんど効果がないが、アカマツやクロマツではかなりの効果がみられ、とくにアカマツで顕著であるという。なお苗畑に蒔いた場合における、樹種別の発芽に要する日数を示せば次表のようである。

第 25 表 低温処理したタネが発芽に要する日数 (苗畑試験) (郷)

樹 種	処 理 の 長 さ				無 処 理
	3 カ 月	2 カ 月	1 カ 月	7 日	
ス ギ	20.8日	22.8日	24.0日	24.6日	25.1日
ヒ ノ キ	23.9	24.2	23.3	25.0	25.6
ア カ マ ツ	16.0	18.6	16.3	17.5	19.4
ク ロ マ ツ	16.3	17.2	18.9	18.1	20.6

(註) タネは室内で 1 日乾かして苗畑にまいた。

(東大農学部演習林報告 No. 51, p. 204 より)

この表によれば、無処理との差は著るしくないが、大体において、低温処理の期間が長いほど速く発芽するようである。

さらに同氏は、苗畑にタネを蒔く場合の発芽促進法として、春まきによる芽だしまき、低温処理、浸水、無処理などと、秋まき処理との比較をしたところ結果的には秋まきが速く発芽したけれども、その発芽は、春まきした時期である 4 月 18 日から 23 日のあいだであつた。したがつて、春まきを普通のように 3 月末におこなつていれば、前処理して春まきしたタネが、秋まきに比して劣るかどうかわからないという。なお、前処理と発芽日数の関係を、樹種別に示せば第 26 表のようである。

これらの前処理のうちでは、芽だしまきが他の処理以上に効果が顕著なことがわかるが、この実験は今後の苗畑における、前処理としての応用価値が大き

いと考えられる。

第26表 前処理と発芽日数の関係(苗畑試験)(郷)

樹	種	芽だしまき	低温処理	浸水	無処理
ス	ギ	7.6日	21.1日	25.3日	25.6日
ヒ	ノ	9.0	21.4	22.6	23.0
ア	カ	7.0	16.0	16.0	18.0
ク	ロ	9.6	17.3	17.1	20.7

(註) 前処理の方法

- i) 芽だしまき……発芽試験器で 2~8 mm まで幼根をださせる。
- ii) 低温処理……5°C で1ヵ月湿じゆん状態で処理する。
- iii) 浸水……布袋にいられたタネを流水(水道水)に1週間浸した。
- iv) 無処理……普通に春まきしたもの。

ほかに秋まきとして 1952 年 12 月 15 日苗畑にまき、覆土した上に 1 m² 当り濃硫酸 30 cc を 5 l 水でうすめて撒いた区をつくつた。

他のタネは 1953 年 4 月 17 日処理をおえ、翌日まき付した。
(上掲書 p. 205 より)

従来より北海道においては、トドマツの発芽促進法として秋まきをおこなっている。なお、まき付にさいしてルペロンカリオゲンを、タネの重量の 3~5% の割合で混合すれば、4月下旬または5月上旬の春まき時期までには発芽が出そろい、タネの消毒効果とともに、発芽後の病害防除をかね成長が促進されるが著者の実験によれば、秋まきはカラマツにも、成長促進の効果が大きい。しかしトドマツの場合は、雪中埋蔵したタネを春先に蒔くところが多い。

そのさい、雪中埋蔵^{17)321,354)}は根雪になる見通しがついた頃、苗畑の通路または建物の近くの僅かに傾斜し、比較的イツモふみかためられているカ所を選び、その積雪をよく除去して周囲を角材でかこみ、川砂を 2 cm の厚さに敷いて、その上にタネを約 3 cm 厚みで拡げ、如露でタネが完全に水浸しになるように、充分に水をまき薄手のムシロをのせ、上に 1.5~2.0 m の厚さに雪を積みかため、その上を厚手のムシロで被覆して春先まで放置するが、まき付期までに雪が消えるときは、別の雪を積みかさねイツモ低温にたもつことが

肝要で、その原理は『湿じゆん低温処理』とかわらない。

なお高樋勇氏⁵⁰²⁾ (1955) によれば、北海道においてカラマツの得苗率を高めるためには、タネを低温で処理して、これを5月上旬にまき付けばよいが、発芽促進処理をしないタネは、それより早く4月下旬を適当とするという。

要するに、北海道のように生育期間の短い地方では、タネを発芽促進することは必要な措置で、タネまきにさいしては前述したような、消毒剤を混用すれば、病気を予防する効果が大きく丈夫な苗がえられる。

3) 低温処理による発芽試験期間の短縮

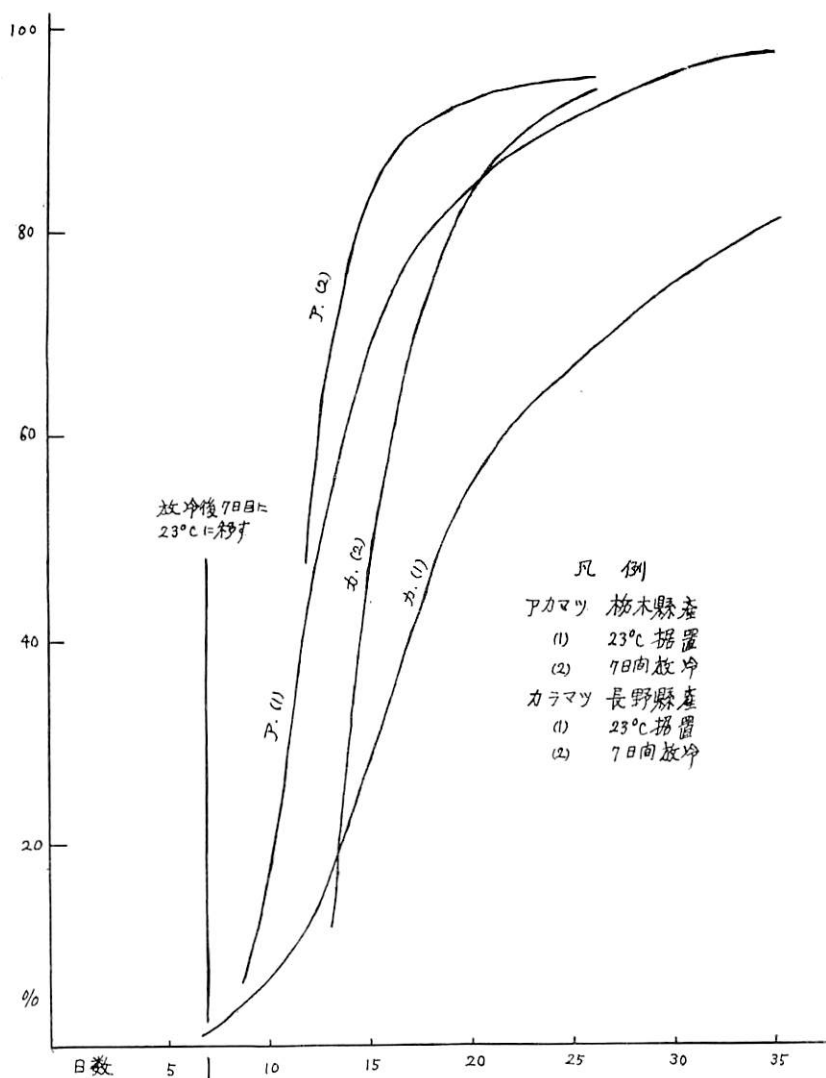
一方、室内で発芽試験をおこなう場合スギ、アカマツ、クロマツ、カラマツなどは比較的簡単に発芽するが、ときに、その発芽期間が30日間にもおよぶことがあつて、タネの発芽率検査上多くの支障をきたすので、著者らは1953年²⁸⁸⁾ (昭10) 頃に発芽試験期間の短縮をはかることを目的として、上記のタネを用いて次の実験をおこなつた。

a) 23°C 前後の恒温器にすえおく。すなわち従来の方法。

b) タネを吸水状態にたもち、5°C 前後の低温に1週間冷したのち、a) の状態にたもつ方法。について、これを樹種別に比較したが、アカマツとカラマツに対しては、低温処理の効果の大きいことを認めた。

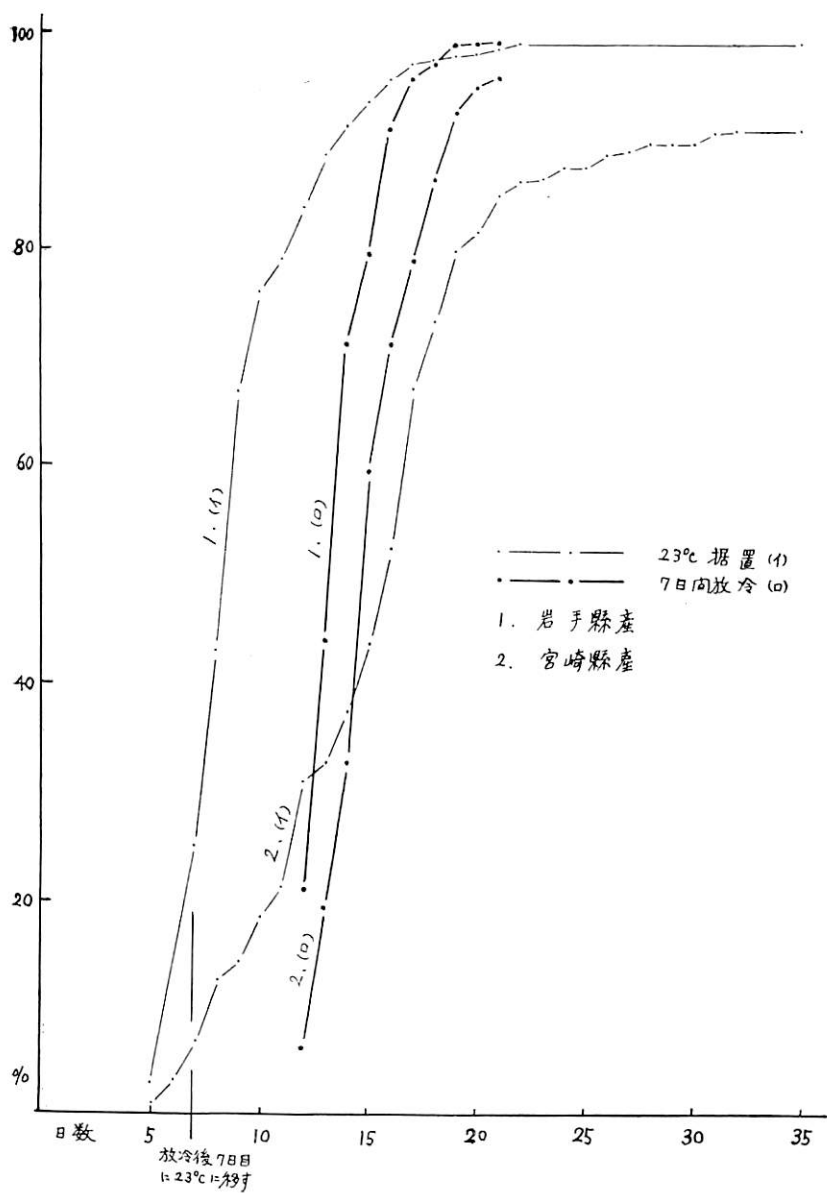
このさい、普通の方法で23°C 前後の恒温器においた場合、アカマツは3～5日目、カラマツは4～7日目で発芽を開始し、それ以後の発芽状態をみるとアカマツは7～10日目、カラマツは14日目頃に発芽の最盛期に達し、そのこの発芽はユルヤカで、発芽の終了までに約30日を要する。

これに反して、素焼製の発芽皿にタネを並べ、吸水状態で1週間5°C 前後で冷却してから、23°C 前後の温度に移したものは、そのご2～3日で発芽を開始するが、急速に発芽する傾向がみられる。そして、これらのタネは冷却期間を通算して、10～13日目頃に発芽の最盛期がくるようで、全期間を通じて少くとも7～10日間は発芽期間を短縮できる。念のため、その状態を示せば第55図のようである。



第 55 図 アカマツとカラマツの発芽状態の比較 (原図)

この図は各サンプルに含まれる、シイナを除いた充実粒に対する、毎日の発芽数の合計百分率を、平均曲線で示したのであるが、それぞれの樹種とも、1)



第 56 図 産地の異なるアカマツ種子の放冷効果の差 (原図)

の据置に比較して、2)の7日間の放冷処理が発芽勢ならびに発芽率の昂上および発芽試験期間の短縮上におよぼす効果はきわめて顕著で、とくにカラマツの場合に効果が大きいことが認められる。

しかしタネの新古によつて、または、処理温度と発芽温度などによつて若干の差がみられ、とくに、アカマツについては東北地方産と四国、九州産、すなわち、寒地産と暖地産を比較した場合、23°C 前後の温度における発芽状態によつて、その効果の程度を異にする。さらに球果の乾燥方法によつても差がみられ、興味ある結果を示したが、産地を異にするアカマツ種子について、実験した結果の1部を示せば第56図のようである。

この図についてみれば、23°C 前後で発芽させた場合に、その発芽勢が高く比較的短い期間で、発芽をほとんど完了する東北地方産のタネは、これを7日間冷却してから23°Cに移しても、それほど著しい発芽促進の効果がない。(第56図1-イ), ロ) 参照)

ところが、普通の方法においては、発芽がユルヤカで発芽勢が低く、その発芽の完了までに長い期間を要するような暖地産のタネを、放冷処理によつて

第27表 クロマツ種子の温度処理別発芽状態

温度処理	発芽開始日数	発芽勢(放冷期間通算)			発芽率	残 種 子		
		20日目	30日目	40日目		未発芽	不発芽	枇 粒
	日	%	%	%	%	%	%	%
23°C 据置	10	15.6	37.2	58.0	58.4	36.8	3.2	1.6
5日間放冷	7	21.2	55.6	71.2	71.6	21.4	6.2	0.8
8日間放冷	6	11.8	59.4	78.6	79.6	13.0	4.4	2.6
10日間放冷	7	7.8	61.4	82.6	83.4	10.0	4.4	2.2

- (註) 1) 発芽開始日数は23°Cに移して、発芽するまでの期間である。
 2) 発芽勢は試験開始後20日目、30日目、40日目における発芽数の供試料に対する割合である。
 3) 発芽率は試験期間(41日)中に実際に発芽したもので示した。
 4) 残種子の区分は切断によつてきめた。
 5) 供試料それぞれ500粒。

5°C 前後において冷してから、23°C に移した場合には、著るしく発芽が促進されることを認めた。(前図 2—イ), ロ) 参照)

次に、島根県産のクロマツ種子を用いて、23°C に据おいたものと、放冷期間を 5 日、8 日、10 日の 3 通りにしたものについて、その発芽状態を検討したところ、23°C 据置のものは発芽勢、発芽率ともに放冷したものに比較してはるかに劣ることを認めた。参考のため、それらの結果を示せば第 27 表のようである。

この場合において、放冷処理が有効なことは、未発芽率の減少状態をみれば明らかであるが、その放冷期間も 8 日と 10 日の間には著るしい差異がないからクロマツもアカマツ同様に、7 日間の冷却で充分であろう。しかし、その効果はアカマツほど顕著でないようで、両樹種のあいだに温度に対する感受性の差があることは明らかである。

なお、長谷川氏および古川氏ら³⁰⁶⁾ (1955) はアカマツとクロマツのタネを、5 日間 1°C で処理したところ、アカマツは発芽が非常に促進されたが、クロマツはほとんど効果がなかつたという。このことは温度の条件はちがうが、前述した著者の実験においてもうなずける。

6. 露天埋蔵による発芽促進の効果²³⁷⁾²³⁸⁾

露天埋蔵の意味は「タネを採取したのち翌春のまき付時期まで、一定した方法で露天の地中に埋蔵すること」である。そして、この方法はタネの乾燥を防ぐとともに、雨水による吸水および昼夜温度の高低差と、冬期間における低温刺激ゲキによつて、タネの後熟の促進上に効果があるばかりでなく、埋蔵する方法によつては「タネの休眠性を利用する点において、乾燥すれば発芽力をうしなう樹種にとつて、絶好な貯蔵法ともみなしうる」と著者は考えている。(これについては、タネの貯蔵方法の項で詳述する。)

一般に大形のタネは採取直後は含水量が多く、その状態で、ただちに発芽しうることは前述(発芽と水分の項参照)したところであるが、これらのタネは水分の変動も大きく、たんに室内に貯えた場合には、その水分のうしなわれる

量が多く、それにとりもなつて、場合によつては発芽力さえうしなう危険性があることは云うまでもない。

したがつて、これらのタネおよび後熟の未完成が、そのタネの発芽遅滞の第1次的原因となる樹種などに対して、これを露天における一定の深さの地中に埋蔵するときは、昼夜の温度変化と冬期間の低温によつて後熟がすすみ、翌春取だして苗畑にまき付けば、著るしく発芽が促進されるばかりでなく、なおまた、この方法は一定の冷蔵設備または手近に氷室などのない場合、あるいは大量に、タネを取扱う場合などには「無限の空間と自然の温湿度を利用する」点において、理想的な発芽促進方法ともいえるであろう。

この露天埋蔵法は、戸沢又次郎博士の考案によるもので、大正の末期（1922～24）に朝鮮総督府林業試験場において多くの研究がおこなわれ、その成果が発表されて以来、各地で応用されているが²⁷⁰⁾³¹⁸⁾、以下すこしく、その操作方法について記述してみよう。

野路策三氏、浅川巧之氏²³⁷⁾（1938）らは、まず、チヨウセンマツが発芽するのに2年を要し、苗畑事業上多くの支障がある実情にかんがみ、このタネの発芽促進を目的として次の操作をおこなつた。

すなわちタネ：黒土：細砂土を1：1：2の割合で充分に混和して、総量で8斗5升の混合物をつくり、その容器としては、厚さ1寸：巾1尺の板でつくつた5尺5寸方形の枠の底に、2分角目の金網を張つたものを、畑地に埋めて底に約1寸厚さに細砂土を敷いて、その上に前記の混合物をいれ、そして、その上部に約5分厚さに細砂土を敷き、その上にマツの落葉を約1寸厚さに重ね、さらに、上部に2分角目の金網を張つた状態で、約5カ月のあいだ放置して、翌年の4月に掘だしているが、掘だし当時タネは全部が暗褐色を呈し、その1部は幼根を発生したものもあつたので、これを選びわけたのち残りを水選して充実したタネ5斗9升到、幼根を発生したものを加えて、全量の73%である6斗2升をえている。

このさい、水選したタネのなかには種皮にヒビがはいり、すでに発芽の初期

微候を示したものが、充実全量の約 9% を生じたので、これらは直ちに畑地に下種し、なんら異状のないタネ約 86% に対しては、夕方浸水して翌朝これを取だして、ムシロの上で陽光乾燥させ、約 26% の発芽初期のタネをえており、これを直ちにまき付ている。

さらに、4月7日に残りのタネ約3斗8升（全量の約61%）をまき付し、その発芽状態を調べたところ、a) 4月1日に蒔いたものは、約30日後に最盛の発生を示し、7月上旬に95.5%が発芽した。b) また4月3日にまき付たものは90.3%を、c) 4月7日にまき付たものは約76%の発芽を示したが、この方法は著るしく発芽が一斉になり、夏までにはほとんど発芽が終るので、その発芽促進上の効果は大きいという。引つづいて、そのごの研究²³⁸⁾によつて、11月下旬までに埋蔵したタネは、浸水および陽光乾燥の操作をせずに、掘だしたまま直ちにまき付ても、ほとんど効果に变りないことを認めている。

この方法は、その応用範囲もきわめて広く、多くの種類に適用できるが、発芽を一斉にする点においては、“芽だしまき”的な効果も期待できる。しかし、そのさいは樹種による適応性を、充分に考慮する必要があるという。参考のため、実行する場合の注意事項をあげれば次のようである。すなわち、

- i) タネはすくなくとも、その倍量の土砂と混合すること。
- ii) 埋蔵カ所は排水のよい平地をえらぶこと。
- iii) 埋蔵するタネは、ネズミの害を防ぐように設備した容器にいれ、これを地中に埋めること。
- iv) そのカ所の上部は平面状にならして、雨水を充分に滲透させること。などである。

なお、佐藤博士²⁷⁰⁾ (1943) はクスノキ種子の発芽促進について、朝鮮林試における方法に準じて、苗畑の空地において露天埋蔵をおこなつたが、その期間は1月下旬から4月中旬である。これを発芽試験した結果、まき付てから発芽を開始するまでの期間を、約10日早くすることができ、その発芽率も平均16.5%高めることができた。さらに、発芽最盛期も約20日早くみられたが、発

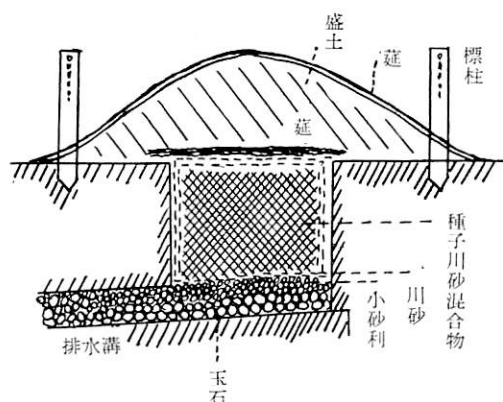
芽の開始から終了するまでの期間の短縮に対しては、それほど顕著な効果がみられなかつたという。

7. トネリコ属の発芽促進法

トネリコ属のタネは後熟を必要とするため、その発芽を促進する手段が必要で、タネの発芽試験にさいしては前述したように、2週間 5°C 前後の低温で冷し、そのご 23°C 前後の高温と 12 時間ずつの変温（温度交代）をおこなえば、その発芽が促進され 4～6 週間ではほとんど発芽を終ることができる。

北海道においては、従来より重要樹種の一つであるヤチダモの発芽に対して関心が深いが、このタネは普通の方法でまき付た場合なかなか発芽せず、翌々春一斉に発芽する傾向がある。なお新妻氏⁴⁷⁹⁾ (1940) はヤチダモの発芽の研究をおこない、タネの発芽遅滞をおこす主な原因は、タネの採取時期または採取後における乾燥程度にあることを確かめ、その原因を除くために 9 月上旬にタネを採つて、これを直ちにまき付（取まき）るか、あるいは直ちに土 罫いして、翌春これを取だして苗畑に蒔けば、その発芽を促進する効果の大きいことを認めた。

それ以後ヤチダモは、一般に土中に埋蔵しているが、その方法は傾斜がユルヤカで、しかも排水のよい砂質地を選び、雪のふる前に深さ 50 cm、巾 50 cm、長さ 1 m 前後の穴をほり、排水をよくするために、その底の部分に排水溝を設けて玉石、小砂利などを 5～10 cm の厚さに敷き、さらに砂を 2～3 cm 敷きならした上に、予め殺虫（タネ 1 kg に二硫化炭素 18 cc の割合で、これを容器に密封して、1 昼夜おいたのち取だし、そのタネを拵げてガスを発散させる。）したタネを、1 穴に約 5 kg の割合で、いくぶん湿つた川砂約 30 l と混合したものを地表面まで詰めて、その上に砂を 2～3 cm 敷き、さらにムシロをかぶせた上を、掘つた土で山盛して、ふたたび上部にムシロをかけて、外氣とふれるのを防ぐのである。その断面図を示せば第 57 図のようであるが、この図のようにタネを埋蔵して、翌年秋のまき付期までおけば、翅（翼）は埋蔵中に腐敗してタネだけになるから、それを選別して発芽率を検定し、そのま



第 57 図 ヤチダモ種子の土中埋藏の方法 (山内氏原図)
(実用造林学エゾマツ、トドマツ篇 131 頁より)

き付量をきめているのが普通である。(ヤチダモは一般に秋まきがよい)

一般的にヤチダモのタネは、成熟すると発芽が困難になり、胚または種皮の休眠のため、おそい時期に採種して、これを秋まきしても翌々春でなければ発芽しないが、このさいタネを 8 月下旬～9 月上旬に取まきすれば、その翌春一斉に発芽することが知られている³¹⁶⁾。

なお、タネの採取期および乾燥が、翌春の発芽におよぼす影響について、高樋氏および豊岡洪氏ら⁴⁷⁸⁾ (1952) が研究した結果、8 月 5 日以前に採取したタネは未熟のため全く発芽しないけれども、これを 8 月 20 日に採取して取まきした場合には、翌春の発芽比率が最大となることを認めている。そのさい、タネを蒔いた場合における翌春の発芽比率は、その採取期が遅れるにつれ、または乾燥期間が長くなるほど低下するが、その原因は水の吸収が困難となるためであるという。すなわち、8 月 20 日以降に採取したものは、乾燥期間が長いほど吸水速度が低下し、それと同様に翌春の発芽比率も劣っている。しかし翅(翼)を切断したタネの場合には 9 月 5 日に採取したものを取まきすれば、翌春の発芽比率は 92% で最大を示すという。

また、中野実氏および西山幸次氏ら⁵⁰²⁾ (1953) は、ヤチダモほか 3 種の広葉樹のタネについて、その発芽上にあらわれる特性を調査しているが、まずタネ

の成熟過程における未熟および完熟の間を6期にわけ、そのさい第1回の採種を8月下旬として、以下7日目毎にタネを採つて、それぞれについて取まきと乾燥まきをおこなっている。

その結果、ヤチダモは70日間室内で気乾した場合は、どの区も翌春全く発芽しないが、取まきしたものは未熟のうち、皮付種子がよい発芽を示し、成熟が進むにつれて、皮取種子がよく発芽することを認めた。このさい両者の発芽状態は第2回(9月上旬)と第3回(9月中旬)の間で交差し、皮付はそのご急に発芽率が低下するけれども、皮取種子では発芽率の低下がきわめてユルヤカであるという。

さらに浅川氏³³⁵⁾(1954)は、ヤチダモの発芽遅滞をおこす原因と、その発芽促進に関して研究しており、まずシオジについて、果皮付と果皮除のタネの発芽を調べ、果皮付のものが発芽が非常に困難であることを認めたが、この現象は、たんなる果皮の器械的な問題でなく、この部分に発芽を阻害する物質が含まれていることを想定した。そこで、シオジとヤチダモの果皮やタネを、水またはエーテルで抽出した液を用いて実験したところ、これらの液は発芽ばかりでなく、根の成長もおさえる働きのあることを認めた³³³⁾。

同氏³⁴¹⁾³⁴²⁾³⁴³⁾³⁴⁴⁾³⁴⁵⁾(1956)は引続いて、トネリコ属のタネが発芽を遅滞する原因について研究し、ヤチダモだけが、とくに変わった発芽遅滞状態を示すことを確かめ、そこで、ヤチダモのタネが発芽を遅滞する原因を究明する手段として、郷博士のおこなったタネの吸水経過の問題をとりあげて実験している。その結果によれば、果皮をとりのぞいたタネの吸水は、

第1期—発芽床においてから、2～3日間で急速に重さが増す期間。

第2期—ゆるやかに重さがふえる期間。

第3期—ふたたび急速に重さが増す期間。

の3段階に区別できるが、果皮をつけたままのタネは、第2期にゆつくり重さが減少し、第3期には発芽するまで、その増減をくりかえすことを認め、いずれの場合にも、発芽するに必要な水分の大部分は、第1期の頃に吸収される

から、さきに発表した高樋、豊岡氏らの説、すなわちヤチダモのタネの発芽遅滞が、吸水しにくいために起るということは考えられないという。

この結果を基として、さらに研究を進めた同氏⁹⁴⁶⁾ (1957) は、ヤチダモのタネの発芽が、その温度条件によつて著しく差があることを認め、とくに 25°C と 8°C または 2°C の湿層処理による方法が、発芽を促進する効果が大きいことを確かめた。参考までに、その研究結果の概要を記述しよう。

a) ヤチダモのタネは、発芽にさいして変つた温度の要求を示すが、その状態は湿層処理した場合における高温期および低温期の長さによつて差がある。

b) 湿層処理の前に果皮を除去すれば、その処理期間を短かくすることができる。

c) 組合せ湿層処理の期間は、果皮を除いた場合は 6 カ月 (25°C に 3 カ月 2°C に 3 カ月)、果皮をとらない場合には 7 カ月 (25°C に 4 カ月、 2°C に 3 カ月またはその逆) を必要とし、いずれも 25°C に 8 時間、 8°C に 16 時間の変温において発芽が良好である。

d) なお、湿層処理をうけたタネを 15°C 、 25°C のような不利な発芽温度におくと、発芽が阻害される反応をおこすが、そのタネを 2°C で処理すると、その阻害現象から解放される。

e) また、湿層処理の間に、胚の休眠が浅くなる過程は、このタネの発芽遅滞をおこす第 1 の原因が、高温湿層処理によつて破ぶられる "胚の休眠" であることを示している。

f) したがつて、胚の休眠が打破されたあとの発芽遅滞は、胚を包んでいる組織 (コルク質膜) の器械的な強さによるらしいが、休眠を破るに役だつ低温湿層処理の効果は、コルク質膜の性質を変えるとみるよりは、むしろ、胚の成長力を高めると考える方がよさそうである。

g) なお、トネリコ属の種類について、発芽までの温度要求と、発芽のときの温度要求を綜括すると、

				前 処 理	発 芽 温 度				
ト	ネ	リ	コ	とくに前処理を必要としない。	ほとんど 25℃ でよく発芽する。				
ア	ラ	ゲ	ア	〃	〃				
チ	ヨ	ウ	セ	〃	{ 多くのタネは 25℃ で発芽するが、あるタネは変温を要求する。				
シ		オ	ジ	〃					
ア	メ	リ	カ	シ	オ	ジ	低温湿層処理を必要とする。	{ 多くのタネは変温を要求する。	
ヤ	チ	ダ	モ				組合せ湿層処理を必要とする。		
オ	オ	シ	ユ	ウ	ヤ	チ	ダ	モ	〃
ア	メ	リ	カ	ヤ	チ	ダ	モ		〃

などである。(林試研究報告第 95 号 72~90 頁 1957 参照)

なお浅川氏は、そのご、この研究の第 6 報として「土中埋蔵の効果に関連した 2, 3 の実験」と題し報告している。(上掲書第 100 号 23~29 頁 1957 参照)
また同書 (41~54 頁)に「五葉松類のタネの発芽促進」について、その研究成果を発表していることを附記しておく。

さらに同氏はヤチダモのタネの発芽遅滞に関する研究の第 7 報として「発芽にみられた温週的傾向」について発表している。(上掲書第 103 号 25~44 頁参照)

要するに、発芽を遅滞するタネは採取したのち、これを乾燥すると第 1 次休眠に引続いて、第 2 次的休眠の状態に容易に進むので、その取扱いが妥当であれば、休眠を打破することができるが、そのさいの処置が悪ければ、さらに深い眠りに落いらせる結果となるから、発芽促進を必要とするタネの取扱いには一層の注意が肝要である。

しかし、これらのタネの発芽に関する問題は、非常に範囲が広いため、未解決の点が多く、今後の研究を必要とするが、さらに、それを実地に応用する面の検討をおこなうことが大切である。

第7章 木のタネの貯蔵に関する諸問題

第1節 タネの貯蔵の必要性

結実の項で記述したように、林木種子の結実自体は体内の養分関係または外界の環境因子の良否などによつて、その豊凶がきわめて区々であるばかりでなく、それぞれ樹種特有の結実間断年があつて、種類によつては凶作年であつても、若干の結実をみるものもあるが、一般に凶作年には、ほとんど結実しないのが普通で、そのため、必然的に豊富に結実した年に、できるだけ多くのタネを採取することになる。ところが困つたことに、採取したタネを普通の自然状態で放置するときは、みじかいものでは数日、長いものでも2～3年で大部分のタネは、その発芽力をうしなうのが通例である。

しかしながら、タネの需要面においては、凶作で全くタネが採取できなくとも、造林上苗畑事業は、1年たりとも中止できないことは云うまでもなく、したがつてタネがない場合、無理に事業を遂行しようとすれば、不正な商人に乗ぜられる結果となり、多くの場合、その苗畑における養苗は失敗をきたすことは明白であらう。すなわち、品質不良なタネを高価に購入する結果、その生産苗木のコストが高く、採算がとれなくなり、造林上に多くの支障をきたすことになる。

そこで、このような不利不便を防ぐ対策として、豊作年に採つた品質の優れたタネを、その発芽力を消失させないように、完全な方法で貯蔵しておいて、凶作年の需要量を確保することが、絶対に必要となり、そこに多くの苦心が生じてくる。

すなわち、その場合に「どんな方法を用いれば、より長くタネの発芽力の低下を防ぐことができるか」言葉をかえていえば、貯蔵のさいに「最良の効果」を期待するには、どんな方法によればよいかということに帰結する。そして、

そのことが地方毎または年毎に、毎年くりかえされる絶対的および相対的における、それぞれの種子収量の過不足に対して、これを緩和または補給するうえのブレーキとして、最も効果のある方策であり、ひいては、タネの需給統制の面からも、最も大切な事項となるのである。

なお、タネを合理的かつ有効適切に貯蔵するには、まず第1に、タネの活力を消失する根本原因を検討する必要がある。しかし、その原因は簡単なものではなく、いろいろの複雑した条件の綜合された影響に支配されている。そしてこの条件は発芽の項でも指摘したように、貯蔵の場合にも内的小および外的因子に大別することができるが、以下これらの問題について考えてみよう。

第2節 タネの活力消失に関連する因子

1. タネの寿命の意義とその長短

タネの内的因子は、樹種それぞれの性質に基因するもので、ある時期を境界として、その発芽力保持のうゑに現われる差、すなわち、"タネ自体の保有する寿命による差"を意味しているが、タネの発芽力の有無は主として、そのタネの寿命の有無によつてきまる。

さて、動物社会において人間、鳥類、獸類、魚類などを、さらに細分した各種類によつて、大体一定した寿命があると同様に、植物のタネにも種類によつて、それぞれ特有の寿命（発芽力保有期間）があつて、ある一定の期間を経過したタネは、いわゆる「死」という現象（発芽力消失）となつて、いかなる操作を施こしても、もはや再び発芽力をとりもどすことは不可能な状態となるが、タネの発芽力保有期間は種類によつて著るしく異なるのが普通である。

近藤博士⁵⁾³⁷⁸⁾ (1926) は多くの農林種子について、採取して乾燥させたものを、布袋にいれて室内につるしておいて、そのご毎年定期的に発芽試験をおこなつて、その発芽力の消失状態を検査したところ、種類によつて極端な差のあることを認めている。それらのうちから、林木種子に対する分を抜萃して示せば次表のようである。

第 28 表 室内に貯えた林木種子の発芽力減退の状態 (近藤)

樹 種	採種 年月	発 芽 歩 合 (%)								推 定 寿 命
		採種年	翌年	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	
ク チ ナ シ	大正 8. XI	94.8	2.5	0.5	0	—	—	—	—	2年
ハンノキ	1) "	—	30.8	5.1	0	—	—	—	—	2
"	2) 13. ?	—	22.3	0	—	—	—	—	—	1
"	3) "	—	31.5	0	—	—	—	—	—	1
アカメガシワ	8. X	31.8	0	—	—	—	—	—	—	1年以下
アカガシ	1) 13. ?	—	65.0	0	—	—	—	—	—	1
"	2) "	—	45.0	0	—	—	—	—	—	1
シ ラ カ シ	"	—	35.0	0	—	—	—	—	—	1
ク ヌ ギ	1) 8. X	95.0	0	—	—	—	—	—	—	1年以下
"	2) 13. ?	—	100.0	0	—	—	—	—	—	1
"	3) "	—	80.0	0	—	—	—	—	—	1
"	4) 13. ?	47.5	0	—	—	—	—	—	—	1年以下
シ イ ノ キ	13. ?	—	50.0	0	—	—	—	—	—	1
ク ス ノ キ	"	—	20.0	0	—	—	—	—	—	1
セ ン ズ ン	"	—	5.0	0	—	—	—	—	—	1
ウ ル シ	"	—	65.0	53.8	16.3	11.3	0	—	—	4
ハ ゼ ノ キ	"	—	15.5	6.0	71.0	25.5	29.5	16.0	0	6
キ リ	"	—	88.0	35.5	0.3	0	2.3	0	—	5
ヤ シ ヤ ブ シ	"	—	35.0	0.5	—	—	—	—	—	2
ヒ ノ キ	"	—	2.0	0	—	—	—	—	—	1
サ ワ ラ	"	—	1.5	0.5	—	—	—	—	—	2
ス ギ	1) "	—	11.0	0	—	—	—	—	—	1
"	2) "	—	23.3	0.3	—	—	—	—	—	2
モ ミ	"	—	12.5	0	—	—	—	—	—	1
チシマカラマツ	"	—	58.5	8.0	0	—	—	—	—	2
ア カ マ ツ	"	—	86.0	74.5	7.5	9.0	2.0	0	—	5
ク ロ マ ツ	"	—	89.0	62.0	1.0	2.5	1.0	0	—	5

(註) 1) 晩秋に結実するものはその年内に発芽試験をおこなわずに翌年おこなつた。

2) 2年目, 3年目……7年目は, 採取した月からみれば, 多くは満2年, 満3年……満7年に達しておらない。

(日本農林種子学 前編 190 頁より)

この表によればハゼノキは6年, アカマツやクロマツ, キリは5年, ウルシは4年を示すが, 一般にタネの寿命は2~3年のものが最も多いので, これを

常命種子として、4～6年以上を長命種子、1年または2年以内で発芽力をうしなうか、または発芽してもぎわめて数が少ないものを短命種子として区別している。次に、われわれが普通に取扱う木のタネの寿命を考えてみよう。

一般に最も短命とされているヤナギ類、ヤマナラシ、ドロノキなどは採種してから、数日または10数日で大部分の発芽力が消失する。またクルミ、クリ、ナラなども採種したのち、乾いた室内に放置するときは、翌春のまき付までに、その発芽力は半減またはほとんどうしなわれるが、針葉樹のタネも、たんに室内に放置した場合にはスギ、ヒノキ、ヒバ、モミ、トドマツ、サワラなどは翌年の入梅時期をすぎれば、急に発芽力を減退して、ほとんど採取後1年以内に、その発芽率が全くなってしまう場合が多い。大体において、比較的寿命の長いものはアカマツ、クロマツで、これを乾燥状態にたもつて、涼しいカ所におけば、たんに布袋にいらただけでも、3～4年までは50%以上の発芽率を有し、まき付に用いることができる。またカラマツも発芽率40%以上のものは満3年までは、その発芽率を10%前後は期待できるが、最初の発芽率が低いものでは満2年で、ほとんど使用価値がなくなることを経験する。

なお、前表にもあるようにハゼノキ、ウルシなどは寿命が長い、一般にインダネ状態を示すタネは、これを室内に放置しても長く、その発芽力が維持される。著者の実験によれば、採取して3年を経過したネムノキ種子を発芽試験したところ、次のような結果を示した⁵⁰³⁾。

第29表 室内放置3年後のネムノキ種子の発芽状態

産地	発芽率	未発芽	不発芽	インダネ	奇形発芽
	%	%	%	%	%
東京	26.8	0.0	16.0	57.0	0.2
岡山	13.2	0.2	31.4	55.2	0.0

(註) 1) 東京産は林業試験場構内で採取したもの。

2) 岡山産は山都屋から購入したもの。

3) 発芽試験期間 28 日、温度 23～24°C。(1943 年実行)

これらのタネについて、そのごの発芽試験をおこなわなかつたが、おそらく

インダネ状態のものは長く発芽力を有するだろうことは容易に想像できる。

また、著者がさきに入手した *Acacia decurrens* WILD のタネを、管ビンにいれコルク栓をして室内に放置しておき、これを入手以来 7 年を経過した 1950 年⁵⁰³ (昭 25) 9 月に発芽促進処理をおこなつて、その発芽状態を試験したところ次の結果をえた。

第 30 表 室内放置 7 年後におけるアカシヤ種子の発芽

月 日	膨大率(%)	発芽率(%)	摘 要
IX. 6	3	—	1950 年 9 月 6 日 25°C の水中に浸漬して 80°C に煮沸(所要時間約 5 分)したのち、シャーレ内に綿を敷きタネを並べ、充分に吸水させ、毎日の膨大と発芽を調べた。 供 試 料 100 粒 発 芽 温 度 室内の気温
8	18	19	
9	28	21	
12	35	36	
13	8	6	
14	5	9	
15	2	5	
16	1	3	
合 計	100	99	腐 敗 1 %

なお対象として、無処理で発芽試験(温度 25~27°C)したものは、その発芽率 2%, 腐敗率 3% で残り 95 % は、インダネ状態を示したが、これらは引つずいて水中に浸漬した。そして吸水膨大の状態を定期的に調べたが、最初から通算すると、著者が入手して 14 年目の現在、なお 80 % 以上がインダネの状態である。これを、そのご実験したクズのタネと対比して示せば次表のようで、前述したように両者の特異性²⁹⁸が、吸水経過においても顕著にみられる。

第 31 表 発芽試験の残存インダネに対するアカシヤとクズの吸水比較

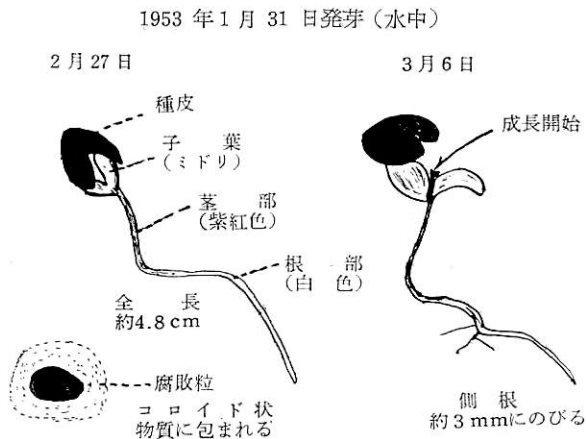
種 類	試験 粒数	発 芽 試 験			残存 粒数	吸 水 試 験							残存 イン ダネ
		発芽	腐敗	イン ダネ		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	
アカシヤ	100	2.0	3.0	95.0	95	4 (4.2)	2 (2.1)	1 (1.1)	4 (4.2)	1 (1.1)		2 (2.1)	81 (85.2)
ク ズ	500	37.8	26.6	34.6	173	—	—	23 (13.3)	10 (5.8)	6 (3.5)	9 (5.2)	7 (4.0)	118 (68.8)

(註) () 内は残存粒数に対する吸水膨大率と残存インダネの保有率を示す。

なお、1957 年もわずかに吸水膨大を示している。

これらは大体において、夏期または冬期に吸水膨大する傾向がみられるが、安田貞雄博士²²⁾ (1951) が内外の多くの研究成果を引用して「硬実の恢復は長期間タネが水中にあるあいだ、しばしば温度の変化をうけ、種皮の性質が物理化学的に変化したためである」と説明していることから想像して、インダネが吸水膨大する現象は、たんに水だけの問題でなく、そこに必ず温度が加味されているものと考えられる。(種子生産学 120 頁参照)

なお参考のため、水中で発芽したアカシヤ種子の成長状態を示せば次のようである。



第 58 図 水中に浸漬したアカシヤ種子の発芽成育状態の 1 例 (原図)
左端……吸水膨大しても腐敗すれば、内部からコロイド状物質が滲出して、タネの周囲を包むが、その物質の性質は調べてない。なお、発芽粒も水中では遂に腐敗してしまう。

また Woody-Plant Seed Manual (1948) によれば、17 年間 open storage した *Acacia decurrens* のタネを、2 時間濃硫酸につけて発芽試験したところ 63 % が発芽し、空気で乾燥して open storage した *A. melanoxylon* のタネは、51 年後になお 12% の発芽力を示したことを報じている。

このようにマメ科の種類は、長命なことが知られているが、一般に含水量の多いタネを採取したのち、これを乾燥状態におけば、水分の発散程度によつて

は発芽力を害し、とくに熱をとまなう乾燥は、一層有害な結果をもたらす。

著者²⁸⁹⁾がミツマタのタネについて実験したところ、6月にタネを採つて普通の方法で調製したものを、晴天日に戸外における直射光線で20分乾燥すれば、全く発芽力をうしなうのに反して、これを低温力所において気乾状態にたもつときは、2年以上その発芽力を維持することができた。また普通では、1年以内に発芽力をうしなうホオノキも、湿つた状態にたもつときは長く、その発芽力を保持することを認めたが、これについては項を追つて記述する。

要するにタネを採つてから、ある時期を経過すれば「原形質および含有酵素の変化をきたし、もはや生活作用を続けることが不可能な状態に到達する」のであるが、なぜ種類によつて寿命に長短があるかということは「生物界における生命の神秘」であつて、容易に解決できない問題である。

だが一般に養生法によつて、人間の生命を長くたもつことができるように、タネの生命（発芽力）も過不足ない程度の環境条件を与えることによつて、短期間に発芽力を消失するような種類でも、これを最良の状態におけば、予想外に長く発芽力を維持できることが認められている³⁷⁹⁾³⁸¹⁾³⁸⁴⁾³⁸⁵⁾³⁸⁷⁾³⁸⁸⁾³⁹¹⁾³⁹⁴⁾³⁹⁶⁾³⁹⁷⁾³⁹⁸⁾³⁹⁹⁾⁴⁰⁶⁾⁴⁰⁷⁾⁴⁰⁸⁾。

結局において、タネ自体の含水量と周囲の温度、湿度などの外部因子の関係がスムーズに成立することが大切で、これらの因子がタネにおよぼす影響は、それぞれの種類毎に、きわめてデリケートな関係をもっているといえよう。

2. 環境条件とタネの発芽力

1) タネの乾燥程度

タネの発芽力を支配する内面的の問題は、前述したようにタネの寿命の問題であるが、その長短はタネを採つたのちの乾燥程度と密接な関係を有し、その処理を誤まれば人工的に「発芽力保有期間」を短かくすることになる。

しかし、乾燥程度の如何だけが、タネの発芽力を左右するのではなく、いふなれば、タネを取まく多くの条件のうちの1つに過ぎない。すなわち発芽力の長短は、同じ種類についてみてもタネの産地、精選の方法、成熟の程度、含有

水分の多少、貯蔵カ所の環境条件および貯蔵方法などによつて異なり、これらの諸条件が理想的であるならば、人工的にタネの発芽力（保生力）を延長させることが可能であつて、そこにタネの貯蔵の妙味が生ずるのである。

しかしながら、タネの乾燥程度と貯蔵効果の関係は、それぞれの樹種によつて異なり、これを同じように処理することはできない。たとえば、ある種のものでは“湿じゆん状態”で貯蔵することが効果的であつて、その方法は含有水分が比較的多い樹種に用いられるが、その意味は“ある一定の乾燥度以上に、タネを乾燥させない”ことであつて、特別に水分を供給することではない。

いわば、土中埋蔵のような方法であつて、一般にクリ、クルミ、クスギ、ナラ、カシ、クスノキ、アブラギリ、トチノキ、ブナなどの大粒のタネに用いて効果がみられ、また乾燥することが、発芽力保存上悪い影響をもたらすミツマタ、アカメガシワ、ホオノキなどにも有効である。

ところが、ある種類では、絶対的に乾燥状態でなければならないものもあつて、一般にスギ、ヒノキ、サワラ、カラマツ、アカマツ、クロマツ、ヒバ、ヤマナラシなどは乾燥することが、その発芽力保存上の効果が大きい。なお、タネの乾燥のため、貯蔵容器のなかに乾燥剤をいれる方法が、現在多くおこなわれているが、そのさい過度の乾燥は、かえつて有害の場合がある。

2) 貯蔵カ所の条件

多くの農作物種子³⁷⁶⁾³⁷⁷⁾³⁷⁸⁾⁴⁰⁰⁾⁴⁰²⁾も、一般に乾燥状態で貯蔵することが効果的であることが知られているが、どんなタネでも、その貯蔵カ所の温度および湿度の条件が重大な関係を有しており、タネの乾燥程度とこれらの環境条件が完全に一致したとき、はじめて貯蔵が理想的におこなわれる。

さらに、多くのタネの貯蔵には低温が必要で、たとえば、気乾状態のタネを低温カ所におくだけでも、高温においたものと比較して著るしく“発芽力保有期間”を延ばすことができる。とくに乾燥が不十分な場合に、高温はきわめて有害で、また、たとえ乾燥が適度であつても、高温の場合には、その貯蔵効果は著るしく劣るのが普通である。

したがって、貯蔵するさいに肝要なことは、適当に乾燥させたものを低温カ所に、その容器を密封して格納することであるが、低温に貯える場合にも注意が必要である。なぜならば、比較的水分の含有量が少ないときは、寒冷に対する抵抗力が強く、これを 0°C 以下の温度に作用させても、その害作用は著しくないが、水分が多いときは抵抗力が弱いので、発芽力の消失率がきわめて高い。著者の実験によれば、とくに冷凍状態にあるタネを、急に温度をあげたカ所におくときは、タネのなかの水分と種皮に附着する水分が、冷凍状態から融けると同時に、高温の作用をうけて、著しく発芽力が害されることを認めた。

なお、貯蔵カ所の湿度の問題は、場所による差が大きく、普通の室内では比較的湿度は低い風穴、冷蔵庫、氷室、穴倉などは一般に湿度が高いのが通例である。そのさいにおいては、乾燥したタネを直接湿気にふれさせることは禁物で、必ず貯蔵容器に密封することが必要となるが、最近除湿装置をつけた特殊の貯蔵庫が考案され、タネを密封しなくとも貯蔵効果をあげることができるようになってきた。(それについては後述する。)

近藤博士⁵⁾ (1933) によれば、タネの発芽力は酵素の活力の消失とともにうしなわれ、またタネを、湿った状態で高い温度におくときは、その呼吸作用が活潑におこなわれるので、タネの生活に必要な貯蔵物質、すなわち、エネルギー給源物質が迅速に消費され、さらに細胞原形質が凝固するため、タネの活力がうしなわれるが、タネを静かに乾燥しながら、これを低温度にたもつ場合、その活力が長く維持されるのは、これらの諸原因を防止する効果があるためにほかならないという。(日本農林種子学前編 239~243 頁参照)

したがって、"タネの貯蔵に対する要点は、その発芽力を消失する原因となる、内部的悪作用をきたさない環境にタネをおく" ことで、それには、呼吸作用を最少限度に抑制して、タネ自体を "第2次的休眠" の状態にたもつことである。要するにタネの発芽力を "より長く維持できるような最良な状態" にタネを保存するには、どんなように貯蔵することが一番よいか？、ということを検討することが大切で、そこに取扱者の苦心と努力が生ずるわけである。

第3節 タネを貯蔵する方法

タネの貯蔵にさいしては、その乾燥程度が発芽力の保存上重要な役目をもつが、樹種によつては、大気中のわずかの湿気が増すことによつて、その発芽力が害されるものがあり、あるいは乾燥させた場合に、発芽に悪い影響をおよぼすものもある。

したがつて、貯蔵にさいしては必然的にそれぞれの種類に適応した、合理的な方法を用いなければならず、そこに多くの問題点が含まれるが、かりに、湿度の点を考慮してタネの貯蔵を大別するときは、これを「湿じゆん貯蔵」と「乾燥貯蔵」に区別することができる。

1. 湿じゆん貯蔵の効果

1) 湿じゆん貯蔵の意義

この方法は、乾燥すると発芽力をうしないやすい樹種、または乾燥すると、発芽が困難となるものに適用される。たとえばイチヨウ、イチイ、カヤ、チョウセンマツ、ヒメコマツ、イスガヤなどの針葉樹類やクルミ、クリ、クスギ、アベマキ、アブラギリ、ナラ、カシ、トチノキ、クスノキ、ヤチダモ、トネリコなどの広葉樹類に対して効果がある。

その場合でも、タネを全く水中に浸漬するときは、前述したように貯蔵養分の分解をはやめ、ついに養分の滲出にともなつて、腐敗を促進する結果をきたすから、貯蔵を目的とする場合には、タネを浸水することは好ましくない。大体において、タネを湿つた水苔や泥炭層に包んで、これを低温カ所に貯えるかまたは室内あるいは露天において、タネを地中に埋めるのが普通である。

前者の場合には、主として発芽促進を必要とするタネに応用され、後者の場合には樹種によつて、乾燥を防止することを目的とするか、または乾燥防止とともに、発芽促進の効果をも望むか、あるいは貯蔵するだけが、主目的であるかなどによつて、その方法に差がある。なお、前者の場合すなわち湿層処理については、発芽促進の項で記述したから、ここでは後者の場合について検討す

ることとする。

2) タネを地中に囲う方法

この方法はクリ、クヌギ、ナラおよびカシ類などの大形のタネに対して、ふるくから実行されているが、これらのタネは採取後あまり乾かないうちに、地中に^{かこ}囲つたものを、翌春まき付るのが普通で、貯蔵する期間も短かく、その目的も乾燥を防止することにある。

その最も簡単な方法としては、タネを布袋または麻袋にいれて、それを地上において上部を軽い砂土でかこうか、またはタネを砂と混合して地上につみあげ、その上に落葉あるいはワラをおき通風のため、数カ所にワラタバを差こみ、冬期間はタネの凍結を防ぐために、さらに上部に盛土をするのが普通で、このさい、すこしく手数を要する方法としては、乾燥した地面または軒下などの雨のかからないカ所で、水ハケのよい土地に 30~60 cm の穴を掘つて、そのなかに等量の土砂と混じたタネをいれ、上部に土を高くもりあげ、さらに、その上にワラを敷き雨水の滲透するのを防ぐが、必要に応じて屋根をつくるかまたは周囲に排水溝を設けることがある。

また、クリやドングリ類は、ネズミの害を防ぐため、土管を縦に地中深く埋めこみ、タネを砂と混じて中にいれて、上部に雨よけをつくる方法もある。

しかし、これらは主として翌春までの貯蔵を目的とするもので、それ以上の貯蔵は困難であろう。その理由としては、発芽力のあるものは、翌春温度の上昇とともに地中で発芽し、発芽できないものは乾燥と高温のため、活力を消失するだろうことが、容易に想像されるためで、せいぜい翌年 4 月頃までの貯蔵であろう。

3) タネを地中に埋蔵する方法

前述した露天埋蔵は元来が、発芽促進のために考案されたものであるけれども、見方によれば、ある樹種のためには「理想的な貯蔵法」ともいえる。

自然的にも、ある種のタネは成熟して地上におちて、落葉その他とともに土中に埋もり、その程度によつては「第 2 次的休眠」にはいる場合もあつて、こ

のさいには、その状態が直ちに「タネの貯蔵」を意味している。そして、その傾向は「乾燥すると発芽力を害する種類」に強い効果を示すようである。

これに対して小山氏³⁸²⁾(1925)は皆伐跡地に大小不同の状態、ホオノキ種子が発芽成育している事実を観察(1916年)して、おそらく、皆伐前に成立していた母樹から落下したタネが、地中に埋もつておつて、それが環境の変化によつて、地表面に近ずいたものから順次発芽したものだろうと考え、これを証明するためにホオノキほか数種について、地中に埋蔵した場合における、その発芽力の消失状態を実験したところ、次のような現象を確認した。

すなわち、乾燥状態で室内に貯蔵した場合は、採種の翌年の夏をこせば、ほとんど全部が発芽力をうしなうホオノキ種子も、これを地下5寸(約18cm)以上の深さの場所に埋蔵するときは、5年以上おそらく10数年にわたつて、その発芽力が維持されることを明らかにした。

そこで同氏は引続いて、針葉樹および広葉樹など69種のタネについて、その一定粒数を畑土と混じて素焼製の植木鉢におさめ、これを苗畑の一部に埋めそれを定期的にとりだして発芽力を検定してきたが、不幸にして病気のため故人となられたことは、種子学会のため残念なことである。そのごこの実験も尾越豊技師が主査となつたが、1938年(昭13)以後は専ら著者が担当した。

なお、1948年(昭23)で埋蔵後23年を経過し、それとともに埋蔵場所における、環境の変化などを考慮してこの試験を打切り、その成績を取まとめ報告⁴¹⁹⁾(1950)したが、ここに2・3の問題を検討してみよう。

a) 埋蔵種子の発芽力の種類差

タネを地下1尺の場所に埋蔵したさいにおける、その発芽力の保存状態は、樹種によつて著るしい差を認めたが、著者はこれを4つの型にわけてみた。すなわち、埋蔵した樹種をこの型に分類してみると、

I型 地中に埋蔵することが、その発芽力の維持に不利なもの——埋蔵後1年以内に腐敗するか、または地中で発芽しても、地上に伸長できないで死滅するアカマツ、カラマツ、スギ、ヒノキ、コオヤマキ、ヒメコマツ、エゾマツ、

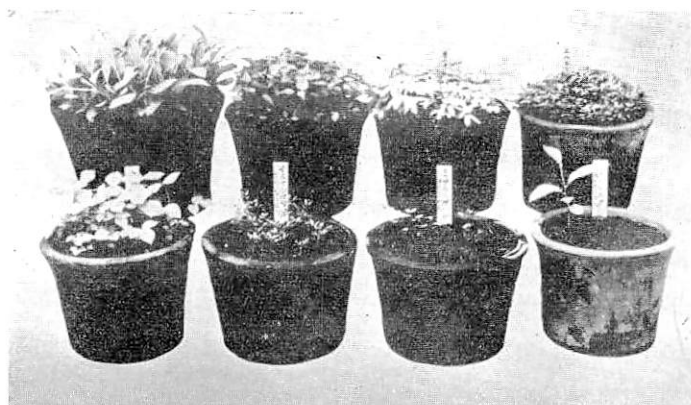
モミなどの針葉樹類とタラノキ、イヌツゲ、ヒサカキ、アブラチヤン、ムラサキシキブ、サワグルミ、シロダモなどの広葉樹類。

Ⅱ型 地中に埋蔵された場合に、比較的にはやく発芽力がなくなるもの——埋蔵後2～3年で発芽力をうしなうチョウセンマツ、ナギ、ゴンゼツ、ウリカエデ、ガマズミ、サンザシ、アラギリなど。

Ⅲ型 地中に埋蔵された場合に、長く発芽力が維持されるもの——埋蔵後4年以上9年ちかくまで発芽力が維持できるウルシ、ヤチダモ、モミヅ、アブラギリ、シイノキ、ミツバウツギ、クスノキ、オニグルミなど。

Ⅳ型 地中に埋蔵された場合に、著るしく長く発芽力が維持されるもの——埋蔵後10年以上発芽力の維持ができるイヌガヤ、イチイ、イイギリ、ミズキ、ナツツパキ、キハダ、ハンテンボク、ゴンズイ、ホオノキ、ネムノキ、アカメガシワ、ニセアカシヤ、ヌルデ、エゴノキなどが属する。

この結果をみると、大体において発芽促進を必要とする種類が、長期間の埋蔵にたえるようで、なかには20年以上経過しても、次図のように立派に発芽・成育する種類もみられた。



第59図 20年以上地中に埋もれたタネの発芽状態(原図)
上段左からホオノキ、アカメガシワ、ネムノキ、ヌルデ
下段左からクス、イヌザンショウ、ニセアカシヤ、ハクウンボク

b) 長期埋蔵に対する耐久性の強い樹種の、掘だしにおける発芽状態

1948 年に実験を中止したさい、発芽力をもっていた種類は埋蔵後 20 年を経過したアカメガシワと 23 年を経過したホオノキ、ネムノキ、ヌルデ、ニセアカシヤ、クズ、イヌザンショウ、ハクウンボク、エゴノキなどの 9 種類で、これらは残つたタネを植木鉢に蒔いて発芽状態を調べた。その結果を示せば第 59 図および第 32 表のようであるが、苗木の頃の成長も悪くはない。

第 32 表 20 年以上地中に埋もれたタネから発芽した 1 年生苗の成長の 1 例

樹 種	移植本数	残存本数	生 存 率	成 長 量		
				最 大	最 小	平 均
			%	cm	cm	cm
ホ オ ノ キ	156	114	73	20.3	5.3	13.4
ネ ム ノ キ	110	107	97	12.8	5.0	8.2
ア カ メ ガ シ ワ	69	64	93	25.6	11.4	18.7
ヌ ル デ	214	76	36	8.5	3.5	5.9
イヌザンショウ	13	13	100	29.7	7.5	17.4
ニセアカシヤ	4	3	75	13.0	7.3	9.6

(註) 第 59 図に示した発芽苗を 7 月 28 日苗畑に移植し、11 月 1 日成長を測定した。

(林業試験場集報 No. 58 より)

なお、これらの苗の成長度を比較する 1 例として、別途に同じ年の 4 月に蒔いたホオノキをみると、僅少ではあるが埋蔵したものの方が、平均伸長量において優つていた。

c) 埋蔵に対する耐久性の強い樹種が、今後何年間発芽力を保持できるか、大賀一郎博士⁴²⁰⁾ (1923) は、南満州地方の泥炭中に埋没していたハスのタネを調査したさい、周囲の状況から判断して、そのタネが「120 年以上を経過したもの」であることを想定したことは有名である。著者は、この試験における埋蔵種子の残存率および従来の発芽力の減少率などから、これらのタネが今後何年ぐらい、地中に埋もれて発芽力を保持できるかを考察してみた。

それによれば、ホオノキは 80~100 年 (通算して 100~120 年以上) で、ハスのタネにも匹敵することを認めたが、同様にしてネムノキ、ヌルデなどは 50 年以上 (通算 70 年以上)、エゴノキやハクウンボクは 20~25 年以上 (通算 40

年以上)、イヌザンショウおよびアカメガシワは 20 年以上 (通算 40 年以上)、ニセアカシヤおよびクズは 10 年以上 (通算 30 年以上) は、その発芽力が維持されるようである。

要するに、長期埋蔵に対する耐久性の強い、特殊な針葉樹または広葉樹のタネは一般に森林内において、母樹から落下した一部または大部分のものは発芽せずに、落葉その他の堆積物の下に埋もれ、その深さの程度によつて、または周囲の環境の変化によつて、発芽に不良な条件のときは休眠状態を続けるが、皆伐あるいは火災などの影響をうけて地表面に近ずき、よい環境下におかれたものから、順次長い眠りからさめて発芽し、地表にでないタネは地中で依然として“長い眠り”を続けるものと考えられる。(詳細は林試集報 No. 58, 25~43 頁参照)

4) 湿じゆん貯蔵における発芽抑制剤の効果

以上は乾燥防止を目的とするか、または安定した地温を利用しての貯蔵効果であるが、さらに一歩進めて、発芽抑制剤を用いた場合に、どんな効果を示すかについて検討しよう。

この実験はクリについておこなつたもので、従来の貯蔵法《二硫化炭素でクン蒸したものを、土中に囲うか箱詰にして貯える方法》の場合、ときに貯蔵中に発芽することがあつて、その品質を害し商品価値を減ずる実情にかんがみ、黒上泰治氏および竹松哲夫氏⁴²³⁾ (1950) らは銀寄、岸根などの品種を材料に、ナフタリン系およびフェノキシ系の物質をタネに添加して貯蔵し、これを定期的にとりだして発芽力その他について調べているが、その概要は次のようである。

すなわち、両氏は 1948 年 (昭 23) に普通の方法で採取して、クン蒸したクリの実を、12 月 12 日まで冷涼な^{なや}納屋に貯えておき、これを取だして次の処理をおこなつた。

その方法は、長さ 1 尺 7 寸、巾 9 寸 2 分、深さ 1 尺の箱を 2 つに区ぎつた容器を数個つくり、それらの箱に気乾状態のオガ屑と交互に、100~200 粒のクリを層状につめ、その上に 0.05 % および 0.025 % の α -nahthalen 醋酸と

0.05 %, 0.03 %, 0.01 %, 0.005 % の 2-4-Dichlorophenoxy 醋酸の各液を、それぞれ貯蔵上における適湿の程度に吸収させ、それと別に対照区として水道水を吸収させたものをつくり、これらを自然状態の室内におき、翌年の2～4月までに数回調査した結果、ナフタリン系よりもフェノキシ系の合成物質である 2-4-D の方が、薬剤の価格が安いばかりでなく、発芽抑制力も前者より優れていることを認め、次のような結果をえている。

第 33 表 湿じゆん貯蔵中における 2-4-D によるクリの発芽抑制効果 (黒上)

濃度 %	品 種	調査月日 項 目	II. 20			III. 15			III. 30			IV. 20		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.05	銀 岸	寄 根	—	—	100	8	16	76	10	18	72	51	9	40
			—	—	100	—	3	97	—	3	97	20	12	68
0.03	銀 岸	寄 根	—	—	100	30	15	55	60	10	30	100	—	—
			—	—	100	35	5	60	45	10	45	69	—	31
0.01	銀 岸	寄 根	1	5	94	50	—	50	55	35	10	100	—	—
			2	6	92	56	20	24	100	—	—	100	—	—
0.005	岸 根		35	30	35	80	15	5	100	—	—	100	—	—
標 準	銀 岸	寄 根	14	21	65	62	35	3	65	32	3	100	—	—
			16	25	59	40	4	73	73	16	11	100	—	—

(註) 1) 項目の記号は次の意味をもつ。

A……明らかに発根または幼芽の伸長中のもの。

B……きわめてわずかに柱頭痕附近に、発芽のため亀裂を生じ、あるいはわずかに幼根が動いているが、完全に発芽したと認められないもの。

C……全く発根または発芽の徴候のないもの。

2) 粒数それぞれ 100 粒。(香川農専研究報告 Vol. 1 No. 3 より)

この表によれば、品種間による若干の差はあるが、2-4-D の溶液をオガ屑に吸収させて、これを湿じゆん状態にたもつて貯えた場合、高い濃度においては発芽が抑制され、濃度 0.05 % の場合は 3 月一杯は、確実に効果があるようであるが、このように、発芽抑制剤を用いて貯蔵する方法はクスギ、ナラ、カンなどに応用しても、きわめて効果が大きいだろうと考えられる。

2. 乾燥貯蔵の効果

1) 乾燥貯蔵の意義

タネを土中に埋蔵した場合、多くの針葉樹のタネは悪影響をうけることは前述したが、これらのタネは湿ることが発芽力の消失をはやめる原因となるために、長期間にわたつて発芽力を保持させるには、絶對的に乾燥状態にたもつことが必要で、一般の針葉樹のタネは乾燥させることが貯蔵の第1条件となる。

しかし、乾燥するにしても陽光の直射は禁物で、必ず屋内の通風のよい場所において静かに陰乾することが望ましく、このようにしたタネは、そのまま俵に詰めて涼しい納屋におけば、そのごの高温多湿がないかぎり翌春のまき付までは、きわめて安全に貯えられるが、ネズミの被害を防ぐ処置が必要である。

したがつて、春さき温度の高くならないうちに、その年の所要量以外のタネは適当な容器におさめ、湿気の侵入しないようにゲン重に密封して、これを風穴、氷室、雪塚または冷蔵庫などの低温カ所に貯える方法が普通におこなわれるが、その場合の容器としては硝子ビン、茶箱、ブリキ缶などがある。このさい、硝子ビンの場合にはパラフィンまたは封蝋で密封し、茶箱は板のツギメを完全に目張りする。またブリキ缶はフタを必ずハンダ付にするが、これらの手段が“貯蔵中における水分の移動”とくに湿気を多量に吸収することを防止するうえに重要なことである。

なお、貯蔵前に適当に乾燥したタネは、たんに密封した容器を風穴、冷蔵庫などにいれておくだけでも、かなりの効果を期待できるが、多くの場合は木灰、アドソールなどの乾燥剤を、一定の割合で混合する方法がおこなわれる。

白沢博士³⁷¹⁾は明治の末期(1905~9)に、林業用のタネの貯蔵の必要性を痛感され、いろいろと貯蔵方法をかえ、それがタネの発芽力の保存におよぼす影響を研究しているが、けだし、この研究は“わが国における貯蔵試験の元祖”ともいふべきものであつて、そのご多くの人達によつて研究された結果、現在のような貯蔵法が確立されたのである。

いま考えれば、当然のことともいえようが、博士はスギ、クロマツ、アカマ

ツ、クスなどを用いて、これらのタネを布袋にに入れて、それを室内におき、一方いろいろな方法で乾燥したものを穴倉に貯え、その発芽力の保存期間を比較したところ、室内貯蔵はクロマツ以外は、大体1年以内に発芽力をうしなつたのに反して、穴倉貯蔵のものは2年目の6月(カラマツは3年目の9月)まで、かなりタネの発芽力を保持することができたが、その場合に火力乾燥のタネよりも、気乾状態のタネを密封したものが効果のあることを認め、わが国のように6～9月に、高温多湿の気象条件を示すところでは、気乾状態のタネを容器に密封し、これを穴倉または風穴のような比較的温度の変化のすくない、低温で暗い場所に貯蔵することが、そのタネの発芽力保存の要諦であることを証明している。

この研究と前後して小山氏^{372,373)}(1909～12)もスギ、ヒノキ、アカマツなどのタネを用いて、イ)硝子ビンを綿栓したものと、ロ)容器に硝子栓をしてパラフィンで密封したものを、それぞれ室内の暗箱内および机上、穴倉に3年間おいて、それを定期的に取り出して、その発芽力を検査したが、貯蔵効果は貯蔵の方法および樹種によつて、非常に差のあることを認めた。

すなわち、低温の効果は白沢博士の結果を裏書きし、適度に乾燥したタネを容器内に密封して、これを低温中におくことを有利とするが、とくに暗所におく必要はないと述べている。

なお、樹種による差異については、容器を密封して穴倉に貯えた場合、スギは3年目まで発芽力があつて、2年目の夏をすぎれば急に、その発芽力は減少するが、ヒノキは2年目の春には、すでに発芽力がうしなわれることから、ヒノキはスギより、外界の温度に対する抵抗力が弱いことを認めている。

2) 貯蔵したタネの使用価値

この問題に関して、白沢博士および小山氏らはスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、クスなどを用いて試験³⁷⁵⁾(1913～17)をおこなつていますが、その方法は、硝子ビンに一定量のタネをいれて共栓をし、^{さもかん}パラフィンで密封して湿気をシヤ断したものと、綿栓をして湿気の出入を自由にしたものに區別して、1組は木製の箱におさめたものを1～3°C(湿度約90%)の冷蔵庫

内に貯蔵し、他の1組は同様に箱におさめて室内におき、それ以後4年間にわたつて1月、5月、9月に、これらを取りだして発芽試験をおこなっている。参考までに、その結果の1部を示せば次表のようである。

第 34 表 貯蔵の方法と発芽力保存期間（白沢・小山）

樹 種	室 内 貯 蔵				冷 蔵 庫 貯 蔵			
	綿 梱 容 器		密 封 容 器		綿 梱 容 器		密 封 容 器	
	保存期間	有効期間	保存期間	有効期間	保存期間	有効期間	保存期間	有効期間
ス ギ	10ヵ月	1 ㇿ年	1年 6ヵ月	1 ㇿ年	4年5ヵ月	3 ㇿ年	5 年以上	4 ㇿ年
ヒ ノ キ	10ヵ月	1 ㇿ年	1年 2ヵ月	1 ㇿ年	2年6ヵ月	1~2ㇿ年	3年2ヵ月	2 ㇿ年
アカマツ	3年7ヵ月	3 ㇿ年	4年10ヵ月	4 ㇿ年	5 年以上	5 年以上	5 年以上	5年以上
クロマツ	2年6ヵ月	2 ㇿ年	2年 6ヵ月	2 ㇿ年	5 年以上	5 年以上	5 年以上	5年以上
カラマツ	1年6ヵ月	1 ㇿ年	10 ㇿ 月	1 ㇿ年	3年2ヵ月	2 ㇿ年	3年7ヵ月	3~4ㇿ年
ク ス	?	1 ㇿ年	?	1 ㇿ年	1年5ヵ月	1 ㇿ年	2年6ヵ月	2 ㇿ年

（農林省林試報告 No. 17 より）

この表で保存期間というのは、タネの採取期である 11 月頃からかぞえ、貯蔵中すこしでも発芽を示していた期間で、有効期間というのは、まき付期を 4~5 月と仮定して、その当時かなりの発芽力を示した年数であるが、同氏らは普通に商品として販売されるタネは、イ）容器を密封して外界の湿気的作用をふせぎ、ロ）これを 0~5°C の冷蔵庫内におくときはクス、ヒノキは 2 ㇿ年、カラマツは 3~4 ㇿ年、スギは 4 ㇿ年、アカマツやクロマツは 5 ㇿ年以上にわたり有効に、その発芽力を持続できることを認めた。

3) タネの乾燥度と貯蔵効果

小山氏は引続いてスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、ケヤキなどを材料として、タネの乾燥程度と発芽力保存の関係を研究³⁷¹⁾ (1914~20) している。その結果によれば、適当に乾燥したタネは、これを普通の室内において、たんに大気中の湿気をシャ断するだけで、貯蔵の目的を達しうが、その理由として次のことがいえると述べている。

すなわち、貯蔵所の高温もタネの含水量が比較的多い場合には、発芽力保存

上きわめて有害であるが、タネが適度に乾燥しているときは、比較的悪い影響をうけることがすくない。したがって、タネを貯蔵するさいの最も適当した乾燥度は、樹種によることはもちろん、貯蔵するタネの含水量の多少によつても差はあるが、気乾種子を4～5月頃に貯蔵する場合には、タネの原重量に対してスギは5～8%（平均7%）、ヒノキは4～7%（平均6%）、アカマツ4～6%（平均5%）、カラマツ5～6% 内外の水分を除く程度（タネの平均含水量の約 $\frac{1}{2}$ 程度の水分を除去する）でよく、そのさい、気乾状態のタネを単独に容器にいれるよりも、充分に乾燥した木灰または木炭末のような、吸湿性物質の適量と混じて貯蔵することが効果的であることを認めている。

なお、これらの物質をタネと混合して貯蔵する場合には、とくに貯蔵カ所が湿つていなければ、その容器を密封しなくとも、ある程度の効果は期待できるが、風穴や冷蔵庫のような湿気の多いカ所では、その容器も密封しなければならない。

このさい吸湿剤としての木灰は、その含水量をできるだけ少なくして、それを一定種子量に対してスギ、ヒノキは6～7倍、カラマツは4～5倍、アカマツは2～3倍以上を混合するのが安全であるという。参考のため、木灰の含水量と肉眼的の特徴について記述する。

木灰の含水量と外観的特徴

0%……灰黄色で乾いた感じが強く、これを動かせば各粒子は甚だしく飛散する。

5%……前者に比較して色は濃いだが、なお乾いた感じが強く、これを動かせば飛散する。

10%……さらに色が濃く湿つた感じで、動かしても飛散しない。

20%……前者より一層濃色で泥状を示し、指頭で圧すれば水が浸出しほとんど飽和状態である。

一般にタネの貯蔵用として、木灰を実際に用いる場合には、天日または火力で乾燥するのが普通であるが、その外観的特徴に注意して、5%以下の含水量

を示す状態のものをを用いるようにする。

一方、近藤博士³⁷⁷⁾ (1925) も農林種子の寿命を左右する諸因子の究明につとめ、その結果は著書「日本農林種子学前編 (1933)⁵⁾」に詳述されているが、林業用のタネに関する 2・3 の実験例を抜萃してみよう。

大体において博士も、小山氏と同じ程度の結果をえているが、特殊なタネ以外のものは、これを十分に乾燥すれば、その発芽力保有期間を長くすることが可能であるけれども、その含水量の安全な限界は、タネの種類および温度によつて異なり、含水量の多いときは、高温に対する抵抗性は弱いのに反して、タネをよく乾燥させれば乾燥度の高いほど、高温に対する抵抗力は大きく、したがつて、長期間その発芽力を保持させるには、予めよく乾燥して密封するか、あるいは、密封貯蔵にさいして適当な乾燥剤を混じ、タネを乾燥しながら、低温カ所におくのが効果的であることを認めている。

なお、乾燥剤とタネの発芽力保存の関係については、たんにタネを、硝子ビンに密封したものと、生石灰を混じて密封したものを比較している。それによれば、多くの農作物のタネは生石灰を加用したものが、発芽力の保存上効果があるけれども、木のタネではクチナシ、フヨオ、アカメガシワ、ウルシなど 1 部を除いては、全く効果がなかつたという。次に、タネをたんに密封したものと、木灰を混じて密封したものを室内において、その効果を比較しているが、木灰を混用した場合は、木のタネの多くの種類に有効であつたようである。

このさい、生石灰および木灰をタネに混じた場合、なぜ樹種によつて効力に差があるかを考察したところ、木のタネは農作物のタネと内容物が異なるので、吸湿力の大きい生石灰を混じた場合には、過度の乾燥によつて、そのタネの内容物の凝固をきたし、ふたたび吸水しても、もはや旧態に復することができなくなるためだろうという。

結局において、過度の乾燥は発芽力の保存上有害無益となるから、乾燥剤を混用する場合には、そのとき用いる物質を考慮して、その適量を混合しなければならないが、一定量のタネに対する木灰の施用量はアカマツ、カラマツ、ハ

ソノキなどは重量の約5倍、ウルシは1.5倍、モミは7倍、スギは3倍、キリは20倍、ヤシヤブシは10倍、クスは容積を基準として2～4倍を適当とするという。

これらの実験結果によつて、木灰がタネの貯蔵用吸湿剤として、有効なことは明らかであるが、かなり多くの量を必要とし、たとえば1kgのタネを、貯蔵するに用いる乾燥木灰の量は大変なもので、できれば、固形の吸湿性物質が取扱うのに便利である。(これに対する長谷川博士の研究は後述する。)

なお、中野氏⁴¹⁸⁾(1951)は塩化石灰を、トドマツ種子の重量比で5:1として、タネと直接ふれないように容器のなかにいれ、封印した容器を氷室および地下室においた場合、その含水率が13～14%のタネであれば、日光の直射しない常温の地下室でも、かなりの貯蔵効果を期待できることを認めている。

3. ポプルス属種子の貯蔵効果

前述したように、ヤマナラン類のタネはヤナギ類とともに、採種後短かい期間に発芽力をうしなうので、タネの輸送その他の取扱いに支障が多いが、小山氏は1910年³⁷²⁾(明43)5月に採取して、陰乾によつて調製したヤマナランのタネを、いろいろの方法で貯蔵(16組)して、それらが発芽力におよぼす影響について検討した結果、貯蔵に重要な関係を有する因子は温度で、まず陽熱下において1～2時間乾燥したのち、これを容器に密封して低温カ所におく必要があることを認めた。

さらに1918年³⁷⁴⁾(大7)5月に採取調製した綿付種子を、ブリキ罐に密封して、東北地方から東京に送付せしめ、直ちにタネを綿から分離して、これを小形の硝子管にいれ穴倉内において、塩化カルシウムをいれたデシケーターのなかで、12時間—90日間乾かしたのち、それを順次とりだして秤量し、その重量の減少状態を調査してから発芽試験をおこない、残つたタネは、それぞれ密閉した硝子器具におさめ、これらを穴倉および普通の室内に貯蔵して、タネの乾燥度と発芽力保存期間の関係を検討している。

その結果によれば、無乾燥で穴倉貯蔵のものは20日ごとに発芽力を消失(室

内の場合は乾燥したもので、20～30 日間で消失したが、タネの原重量に対して12% 内外（乾燥日数 10～30 日）の水分を除いたものは、なお 165 日ごとに若干の発芽力を保持させることができた。そして、これを前回の実験（すなわち 30 分～1 時間 33～35°C の陽光で乾燥してから、穴倉内に貯蔵したもの）と比較すれば、その保存期間を 90 日延ばすことができたという。

また、佐藤博士および林学氏ら⁴¹⁵⁾ (1942) は満州から、航空便で送ってきたドロノキ類について、タネの輸送時における包装方法と、発芽力の維持およびタネの貯蔵方法の実験をおこなったが、貯蔵温度は 5°C 内外で、その湿度を 20% (硫酸の濃度) にたもつたときに効果が顕著で、輸送中の乾燥剤としては、タネと等量のアドソールを混じて包装した場合が有効なことを認めた。

さらに、佐藤博士および著者ら⁴¹⁶⁾ (1943) は北海道産ヤマナラシ種子を、到着後直ちに 10°C の冷蔵庫内に貯え（1942 年 7 月）、均一にサンプルを摘出して、28°C の恒温器で発芽の状態を調べ、残ったタネは、硫酸の濃度で調節した 20%, 40%, 60% の湿度のデシケーター内におさめ、これを室温および 15°C (穴倉) 10°C, 2°C, -5°C の冷蔵庫内に約 1 年間貯蔵し、そのご定期的にとりだして、その発芽状態を調査した。

そのさい、発芽状態を調べた回数は 24 回であるが、その間の実際発芽率（実際に発芽したものを、供試数に対する百分率で算定する）と未発芽率（活力はあるが発芽しないもの）の関係をみると、貯蔵カ所の温度が高くなれば、実際発芽率は減少する傾向を示し、また同じ貯蔵温度においては、温度が高くなれば効果がすくなくなる傾向が認められた。なお低温においては、実際発芽率に比較して未発芽率は低いが、15°C および常温においては逆の傾向がみられ、低温貯蔵の効果が顕著である。これらの関係を示せば第 35 表のようである。

この実験において、最も効果のあつたものは、湿度を 20% として、-5°C の低温カ所に貯蔵した場合で、満 1 年を経過しても、なお約 20% の発芽率を示し、これを前述した小山氏の実験と比較すれば、約 200 日タネの発芽力保有期間を延長せしめることができた。

第 35 表 貯蔵カ所および湿度別のヤマナラシ種子の貯蔵効果

貯 蔵 カ 所	湿 度 (%)	実 際 発 芽 率 (%)			未 発 芽 率 (%)		
		最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均
-5°C (冷蔵庫)	20	41.0	7.0	18.2	32.3	2.5	7.3
	40	28.3	3.0	12.6	16.0	2.0	6.3
	60	21.0	0.0	4.8	12.5	1.0	5.8
2°C (冷蔵庫)	20	48.0	1.0	14.5	31.3	2.0	6.1
	40	32.8	1.0	10.0	18.8	2.0	6.3
	60	13.5	1.0	4.1	9.3	2.0	5.9
10°C (冷蔵庫)	20	51.0	0.0	11.6	29.3	2.7	7.4
	40	42.8	0.0	9.4	10.8	3.5	6.5
	60	30.5	0.0	4.5	13.0	1.0	5.6
15°C (穴 倉)	20	32.5	0.0	5.3	12.2	1.8	6.0
	40	29.5	0.0	3.9	10.5	1.0	5.9
	60	18.8	0.0	4.5	15.7	2.0	5.8
常 温 (室 内)	20	13.3	0.0	4.6	15.5	1.5	7.7
	40	16.8	0.0	4.1	20.0	1.3	7.2
	60	6.0	0.0	2.1	20.0	1.2	7.8

(日林会誌 Vol. 25, No. 12, p. 579 より)

要するに、木のタネを貯蔵する場合には、その必要とする乾燥度が樹種によつて差があるようで、それぞれに応じた方法で乾燥し、これを容器内に密封して、温度が比較的安定し、しかも真夏の最高温度 13°C 以下(平均 5°C 前後)のカ所に貯蔵することが、その発芽力の保存上きわめて効果的で、たとえば風穴、氷室、雪塚または冷蔵庫などが貯蔵カ所として用いられる。以下、これらの事例について記述してみよう。

4. 低温貯蔵の方法

1) 風穴利用の効果⁴⁰⁹⁾⁴¹³⁾⁴¹⁴⁾

風穴は元來が、蚕種の貯蔵または野菜の貯蔵などに用いられ、林業用のタネを貯蔵するようになったのは比較的最近である。

その風穴の数は、全国的には 100 前後あるらしいが、穴の大小または地形的に様々で、物資の貯蔵用として適するものは案外すくないようである。著者

の知っている範囲で、国有林または地方林で林業用のタネの貯蔵に用い、かなりの設備をもっているものをあげれば、旭川林務署および倶知安営林署（北海道）、白沢（秋田県）、矢板（栃木県）、草津（群馬県）、松本（長野県）、新見（岡山県）、日原（島根県）、本山（高知県）、長崎（長崎県）などの各営林署管内にある風穴で、これらは相当量のタネが貯蔵できるが、このほかにも沢山ありと思われる。次に、風穴における 2, 3 の貯蔵効果をのぞいてみよう。

木地音次郎氏³⁸⁹⁾ (1931) は長野県南安曇郡安曇村稲核（松本営林署管内）にある風穴（通称稲核風穴一民間所有）を用いて、カラマツを貯蔵（内部に、うすいブリキ板を張つた茶箱に、タネ 5～6 斗をいれ、上部にハترون紙 5～6 枚を敷いて、その上に木灰を 2 寸厚さにならし、フタをして容器を目張する）して、毎年の発芽率を調べているが、貯蔵満 5 年後において、なお当初の発芽率の 50～80% の発芽力をもたせることが可能で、使用上なんら支障がなかったという。

なお、長野県方面の種苗業者の多くは、この風穴を利用しているが、豊作時に採取したカラマツ種子を十分に精選して、発芽率 50～60% にしたものを、乾燥した木灰と等量に混じ、その容器を密封して貯蔵している。この場合、その方法がよければ 5 カ年を経過しても、40% 前後の発芽率を保持させることができる。著者の経験においては、風通しのよい場所で充分に陰乾したカラマツは、げん重に容器を密封して、これを風穴に貯蔵すれば、あえて乾燥剤を混用しなくとも、3 カ年はほとんど発芽力を損じないようである。

さらに秋田県北秋田郡矢立村にある長走風穴は、特異な植物群落を有することとで有名で、1926 年（大 15）2 月に天然記念物に指定されているが、この風穴は官有と民有に区別されていて、白沢営林署の管理下にある風穴では、主としてスギ、ヒバを貯蔵して効果をあげている。なお記録によれば、スギは硫酸銅 10% 液に 25 時間浸漬して、これを室内において乾燥させたものと、よく乾いた木灰をタネの容量の 2 倍の割合で混じたものとにわけて、いずれも容器を密封して貯蔵した場合、最初の発芽率は 52.8% であつたが、3 年後におい

て硫酸銅処理のものは 32.4%，木灰処理のものは 26.1% の発芽率で、ほとんど大差がないようである。しかし、同じように処理したヒバ種子の貯蔵結果では、最初 66.1% あつた発芽率が 2 年後において、硫酸銅処理のものは 1.5% に急ゲキに減少したのに反して、木灰処理のものは 42.3% で、これらを比較すると樹種によつて著しい差を示しているが、興味のある問題である。

久保田英四郎氏⁴¹⁴⁾ (1941) は、この風穴を用いて、秋田県産のスギ種子について、

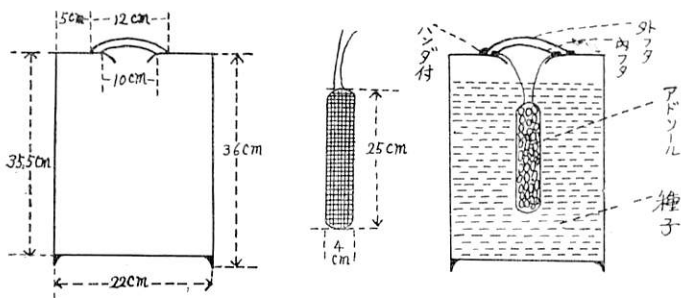
イ) 貯蔵容器の改良および乾燥剤の使用程度と、その発芽力の消失状態。

ロ) 貯蔵種子と、凶作時に採取したタネの発芽力の比較。

ハ) 風穴内貯蔵種子の取扱、とくに取だしごの経過日数と発芽との関係。

などの事項を検討している。

このさい貯蔵方法としては、第 60 図に示すようなブリキ製の容器に、5 kg ずつ 2 組のタネをいれ、A) 吸湿剤としてアドソールを種子量の 5% (250 gr) B) アドソールを同様 15% (750 gr) の 2 種類にして貯蔵しているが、貯えてから満 14 カ月後における両者の発芽率は、最初の発芽率 38.2% に対し、A) は 37.3%，B) は 23.3% を示し "吸湿剤の量が多い場合には貯蔵中に、種子体内に含まれる有効水分を極度に吸収するため、タネの生活機能を阻害す



第 60 図 林木種子の貯蔵用器具の一例 (久保田氏原図)
左端・縦断面。右端・密封容器縦断面。中央・吸湿剤用の容器 (金網製)
(昭和 16 年度日本林学会講演集 116 頁より)

る、傾向があるという。

一般に、どんなによい方法で貯蔵したタネでも、年数の経過とともに、その発芽力が低下することは、ある程度やむをえないが、同氏は、豊作年にタネを採つて貯蔵したものは、凶作年に採つた新種子よりも発芽率、発芽勢ともに優れており、また、風穴から取だしたタネを開籾後4日以内に、まき付の操作を完了すれば、その得苗率は、それほど低下しないことを認めている。

これらの実験結果から判断して、風穴利用による方法は、タネの貯蔵効果がきわめて著しく、その応用価値が大きいと考えられる。

2) 雪塚貯蔵の効果

冬期間に積雪の多い地方では、雪を利用する貯蔵法がおこなわれ、とくに北海道において、その効果はきわめて大である。なお、これに関しては原田博士および柳沢氏ら⁴¹⁾(1940)のエゾマツ、トドマツを主体とした研究がある。

両氏は、天然雪の利用によるタネの貯蔵法と、タネの消毒剤および乾燥剤などについて、その貯蔵効果を検討しているが、この実験は1938年(昭13)の豊作年に採取したタネを用いておこなつたものである。

この場合に、タネの貯蔵カ所は雪塚(定山溪)、地下貯蔵庫(苫小牧)、庁舎地下室(札幌)、物置(札幌)の4カ所として、それぞれタネを密封貯蔵しているが、タネに対する処理としては、0.1%の昇汞液に4時間浸漬、石灰乳液に20分間浸漬、1.0%のホルマリン液に2時間浸漬、50%の硫酸銅液に10分間浸漬、0.125%のウスプルン液に2時間浸漬、0.125%のメルクロン液に2時間浸漬、20%のタンニン液に24時間、0.01%のヘテロキシン液に18時間浸漬などの処理をおこなつたのち、これを室内で乾燥して、予めアルコールで消毒した500~1,000 ccの広口ビンに密封している。

なお、そのさい乾燥剤としてアドソールをもちい、トドマツはタネの重量の30%、エゾマツは40%を混合したが、別に乾燥剤の効力の比較用として、予めウスプルン液で消毒したタネに対して等量、1.5倍、2倍の木灰、タネの重量の40%、80%の生石灰および25%、50%の塩化カルシウム、タネの重

量の 40% および 80% のアドソール、漂白粉+アドソール、硫化加里+アドソールなどを、そのほかに樹種毎に無消毒および無乾燥のものをつくり、これらについて、貯蔵後 1 夏を過ぎたときの状態で、それらの貯蔵カ所、消毒剤、乾燥剤などが、タネの発芽率におよぼす影響を調べて次の結果をえている。

i) 密封貯蔵 1 年後においては、貯蔵カ所による差はほとんどみられなかった。

ii) タネの消毒効果はトドマツでは昇汞、ウスプルン、タンニン、ヘテロキシシン液などがよく、エゾマツおよびアカエゾマツではウスプルン、タンニンなどが有効であるが、トドマツほど顕著でなかった。

iii) トドマツでは木灰、塩化カルシウムが乾燥効果が大で、生石灰およびアドソールがこれにつぐ。しかし、エゾマツおよびアカエゾマツはトドマツと趣を異にし、生石灰および塩化カルシウムなどの、強い吸湿剤は不良であつて、また、貯蔵前後におけるタネの含水量の変化と発芽率の関係は、エゾマツに対しては吸水性の強い生石灰によつて、タネの含水量が 6% 以下になる場合に、その発芽率に悪い影響をおよぼすようである。

さらに両氏⁴⁰⁹⁾ (1941) は定山溪における、種子貯蔵用雪塚にタネを 2 カ年間貯蔵して、その発芽率を検討したところ、常法による発芽率はトドマツ 23.5% で、エゾマツ 93.5%、アカエゾマツ 76.7% を示し、いずれも実用上なんらの支障のないことを認めている。

なお、この貯蔵庫は 1940 年 (昭 15) に設置したもので、定山溪 (札幌郡豊平町) の東北面谷間にあつてクルミ、イタヤカエデ、シナノキ、ハリギリなどの広葉樹の密林内に位置している。その構造は間口 3 間、奥行 3 間の横穴に 2 段の部屋をつくり、その上段は氷雪室で下段は貯蔵室であるが、その空間は 520 立方尺あつて、10 l ビンをいれた貯蔵罐が 260 コはいり、トドマツ種子で 1,000 ~ 1,500 kg が貯蔵できる。この場合、毎年 3 月下旬に天然の氷雪を、上段の氷室に 750 立方尺いれ、その上をオガ屑で厚さ 1 尺程度におおうときは、貯蔵庫内の温度を 1~2°C にたもつことができるという。

さらに、引続き両氏は1942年（昭17）に、この施設を利用する長期貯蔵計画（15カ年）をたて、そのご事情によつて貯蔵カ所は東京に移動したが、柳沢氏⁴²⁹（1955）によつて、10年間の貯蔵効果が発表されている。供試料としてはトドマツおよびエゾマツを用い、これに超短波照射、紫外線照射および炭酸ガス封入などの処理をおこない、無処理区を含めて、それぞれタネの重量に対して、15%のアドソールを容器（広口ビン）に加えて密封した。参考のため、その実験結果の1端を示せば次表のようである。

第36表 10年間貯蔵したトドマツ、エゾマツのタネの発芽率と含水率
（柳 沢）

処 理 種 別	乾 燥 剤 混 合 (アドソール)	ト ド マ ツ						エ ゾ マ ツ					
		発芽率(%)			含水率(%)			発芽率(%)			含水率(%)		
		最初	5年	10年	最初	5年	10年	最初	5年	10年	最初	5年	10年
無 処 理	15%	35.4	48.0	39.6	8.4	5.1	4.3	98.2	82.8	86.4	8.8	5.8	6.0
超 短 波 10 分	"	"	44.4	32.2	"	4.8	5.1	"	93.5	87.2	"	5.7	6.0
" 2 分	"	"	36.8	36.6	"	5.0	5.1	"	91.4	88.0	"	5.9	6.0
紫 外 線 30 分	"	"	39.6	34.6	"	5.3	4.9	"	91.2	90.2	"	5.4	5.7
" 1 時間	"	"	33.8	25.8	"	5.4	5.4	"	84.4	*0.0	"	7.0	*7.8
無 処 理	なし	"	4.0	0.0	"	8.6	8.3	"	0.0	0.0	"	10.0	10.7
CO ₂ 多 量	"	"	0.0	0.0	"	8.0	8.2	"	0.0	0.0	"	8.0	11.0
" 少 量	"	"	1.8	0.0	"	8.2	7.8	"	0.0	0.0	"	10.5	10.7

（註） * ……容器にヒビがはいつたもの。（北方林業，第80号，15頁より抜萃）

この実験において、貯蔵カ所の温度は最初の2年間は、2°C内外の低温であつたが、そのごはほとんど常温に近い物置におかれたにもかかわらず、処理の適当なものは10年後にも、かなり高い発芽率を示している。なお、発芽率の高低と含水率が逆の関係を示すことは、貯蔵中においてタネを乾燥させる効果のあることを物語っているが、同氏は貯蔵にさいしては、とくに活力が旺盛なタネを用いる必要があるという。

5. タネの貯蔵上における薬剤添加の効果

1) 水分吸着剤の影響

タネを貯蔵するさいの、乾燥剤の種類および効果については、前述したとこ

ろで一応明らかになつたと考えるが、次に「国際林業試験場会議」の協定に基づいて、長谷川博士がおこなつた林業用種子の貯蔵試験の経過をふりかえつてみよう。

博士は1924年(大13)2月14日農林省林試(目黒)から配布をうけたスギ、ヒノキ、ペニヒ、エゾマツ外5種類の木のタネについて、協定した方法によつて、同月18日に開封および密封貯蔵の操作をおこない、これを3月に貯蔵(室内)したが、密封貯蔵中のペニヒ、エゾマツは貯蔵してから、約800日目頃に細菌の繁殖が甚だしく、開封して貯えたものに比して発芽率がかなりの差で低下したことからみて、密封貯蔵のさいは吸湿剤の混用を必要とすることを認めた。念のため、その貯蔵試験結果の1部を示せば次表のようである。

第37表 エゾマツ種子の貯蔵経過日数にともなう発芽力の低下(長谷川)

貯蔵後の経過日数	密封貯蔵	開封貯蔵	摘 要
220日	75%	82%	貯蔵するまへの発芽率……93%。ペニヒのタネは貯蔵後220日までに、全部が発芽力をうしなつた。
400	64	74	
600	47	54	
770	18	50	
950	0	27	

(帝室林野局東京林試報告 第4巻 第3号 193頁より)

この表によれば、密封貯蔵が開封貯蔵に比較して著るしく悪いが、これは密封した場合には、その容器の内部が湿じゆんになるために、菌類が繁殖して発芽力を害するのであつて、これらの試料から2種類の菌をえている。なお貯蔵中に密封した容器に、細菌が発生繁殖するのは、その容器内の湿気過多によることを認め、この原因を次のように想定した。すなわち、

- イ) タネの乾燥が不十分な場合。
- ロ) 貯蔵前に運搬その他の原因で、種皮に水分がついた場合。
- ハ) 容器の乾燥が不十分な場合。

ニ) 貯蔵中に密封が不十分だった場合。

などであるが、このタネはかなり乾いており、容器も充分に乾燥させたから、菌が発生繁殖した原因はおそらく ロ) または ニ) の場合か、あるいは、それに類似した場合だろうという。因に博士は、主要林木のタネの取扱い状態を考慮して、貯蔵種子の定義を "まき付の目的で貯えたもので、その結実当年または翌年の第1次のまき付適期に用いるのでなく、これを経過した後日に備えるもの" としている。

さらに、この研究においては、もつばら針葉樹の小粒種子を対照として検討しているが、まず前述したように、常温下において容器内が多湿なときは、細菌の繁殖が容易なことを証明し、その原因と考えられる前述した ロ) あるいは ニ) に該当する、いろいろな取扱い方法をおこなつて、そのさいにおける菌の発生状態を実験している。博士のおこなつた研究の方法およびその結果の概要は次のようである。

すなわち、硝子ビンを殺菌せずにスギ、ヒノキ、アカマツ、トドマツ、モミなどのタネを用いて、イ), ロ), ハ) の場合を想定して容器を密封したが、いずれも細菌の発生が著るしかつた。そこで今度は、タネおよび容器を殺菌して、

i) タネおよび容器を乾燥した場合。

ii) タネの表面をわずかに湿らせた場合。

iii) 硝子ビンの栓の部分だけ少し湿らせた場合。などに区別して、これらを48時間倉庫内に開放したあとで、

a) そのまま密封したもの。

b) 水分吸着剤として少量のアドソールを加えて直ちに密封したもの。

c) 開封のままのもの。

などの3通りにそれぞれ貯蔵して、その経過を観察したところ開封および密封ともに、i) タネおよび容器を乾燥した場合は、なんらの変化がみられなかつたけれども、ii) および iii) の場合には、いずれも細菌が発生繁殖して、そのタネは腐敗したが "吸湿剤を加えたものは" かなりの効果があることを認め

ており、吸湿剤物質としてアドソールは最も効果があるという。

なお空中、水中、地中などに生存する微生物が、タネの貯蔵上どんな関係をするかを追究するため、全国 60 カ所の地方からヒノキ、スギ、アカマツ、ケヤキなどのタネを仲介として *Bacillus*, *Achrombacter*, *Flavobacterium* 属などの細菌を分離培養して、林業用のタネに接種したところ若干の差はあるが、いずれもタネを腐敗させ、とくに傷のついたタネは、その程度が著るしく、これらの糸状菌および細菌類などの腐敗菌は発芽試験においても、タネの発芽上に悪い影響をおよぼすと述べている。

2) 水分吸着剤以外の薬剤の影響

長谷川博士⁴¹⁰⁾ (1939) は引続き、ヒノキほか 7 種のタネを用いて実験しているが、まず乾燥剤としてはアドソール(理化学研究所研究員磯部理學博士創製)を用い、これに添加するサラシ粉の量を 0.8~2.4% の範囲内において、これを 6 階級に区分して常温室内、氷室および風穴などに 1931 年(昭 6) 4 月から約 2 カ年貯蔵したのち、タネの表面に寄生する菌類の多少およびタネの発芽力を調査検討したが、その結果によれば、タネの発芽力は多くのサラシ粉を添加し、これを氷室または風穴に貯えたものがよい結果を示したことを認めた。

(註) アドソールをタネの貯蔵に用いたのは、1922 年(大 11)に長谷川博士が試みたのが最初であるが、はやくからタネの貯蔵に適する吸湿剤の発見につとめられ、できるだけ貯蔵するタネに対して、添加量がすくなくてすみ、かつ、その耐用期間の長いものという条件で、いろいろ検討した結果アドソールを選んだ。また貯蔵缶のなかに、微量の塩素ガスを加えるかわりに、サラシ粉の乾いたものを利用することとしたという。

また、貯蔵後満 6 年を経過したスギ、ヒノキのタネについて調べたところでは、両者ともアドソール単用よりも、硫化加里を併用したものが、タネの発芽力をよく保持することを認め、それらの実験結果を土台として「タネの薬剤添加貯蔵法」を考案したが、以下その要点を摘記しよう。

タネを貯蔵する場合、アドソールにサラシ粉を添加併用して、これを氷室におくときは、そのタネの活力が減退するを防止し、貯蔵後の成苗能力に効果が

あるばかりでなく、その所産苗木の成長にも悪影響がないという。

要するに、タネの貯蔵にさいしては、水分の吸着剤で乾燥状態にたもつたタネに、サラン粉を添加するときは「塩素ガス作用によつて、休眠種子の生理的消耗を抑制する」ために、そのタネの活力を保持する上に好影響があるが、このさい、サラン粉の代りに硫化加里を用いるときは、次のような利点があるという。

イ) とくにスギ、ヒノキ、ヒバ、サワラその他針葉樹の小粒のタネに対しては、その貯蔵年限を延長することができる。

ロ) 貯蔵したタネの成苗能力は強大で、ある期間までは、ほとんど新種子の状態と変りがない。

ハ) なお添加量が多すぎても、タネの活力を害する心配がない。

ニ) さらに、金属製容器を腐蝕させることがない。

次に「長谷川式タネの貯蔵」の方法を要約すれば、

a) まず貯蔵するタネは、予め充分に精選すること。(精選の項参照)

b) 精選後これを充分に気乾状態で乾燥して、冬期の空中湿気が低いときに、その貯蔵操作をおこなうこと。

c) 乾燥剤として使用するアドソールは、 130°C 前後で充分に乾かしたものを、デンケーター内に密封して、気温と同じ程度まで冷してから用い、その混和量は貯蔵したタネの重量割合で約 10% (1割) とする。

d) なお添加剤として硫化加里を用いるときはタネの重量の約 10% (1割) の割合とする。

e) 容器は完全に密封して、これを1年間を通じて、大体 0°C 前後にたもつて貯えること。などの事項である。

また、この場合における貯蔵容器はブリキ籠、硝子ビン、茶箱などいろいろあるが、いずれにしても、その容器をゲン重に密封することが絶対的な必要条件であることは、あらためて、いうまでもあるまい。

一般に貯蔵カ所の内部は、湿気が多いのが普通で、そのためにブリキ製の容

器は腐蝕して、ときに湿気の侵入をきたし、その貯蔵効果を減退する危険があるから、罐の外側にグリセリンのような油脂類を塗ると効果がある。このさいペンキやエナメルを塗るときは、運搬中に剥げやすく、そこから湿気の侵入する場合があるから注意しなければならない。しかし、木箱の場合には趣を異にし、ペンキやエナメルまたは合成樹脂を、外部に塗ると効果が大きい。

その場合における容器の構造は、罐を用いる場合には第 60 図と同じように罐の中央部に乾燥剤をいれた細い網目の円筒をいれ、その容器は必ず 2 重のフタをつけて、これに充分にハンダ付をおこなう。また、容器の大きさは高さ 35 cm 前後、巾および厚さそれぞれ 22~25 cm 前後が、持運びにも便利で適当

第 38 表 薬剤添加貯蔵満 6 カ年後における貯蔵効果 (長谷川)

樹 種	検定期	アドソール単用		アドソールにサ ラシ粉併用		アドソールに硫 化加里併用	
		発芽率 (%)	成苗率 (%)	発芽率 (%)	成苗率 (%)	発芽率 (%)	成苗率 (%)
ヒ ノ キ	貯 蔵	97.6	23.7	97.6	25.3	97.6	64.3
	前後	55.0		56.0		91.4	
ス ギ	貯 蔵	91.0	39.9	91.0	59.3	91.0	51.4
	前後	56.9		89.9		70.8	
サ ワ ラ	貯 蔵	94.5	15.4	94.5	17.3	94.5	68.0
	前後	50.5		54.2		89.3	
ア ス ナ ロ (ヒ バ)	貯 蔵	56.3	15.9	56.3	1.4	56.3	28.5
	前後	34.9		13.5		53.2	
ト ド マ ツ	貯 蔵	67.7	22.4	67.7	20.7	67.7	36.4
	前後	53.1		57.2		72.2	
エ ゾ マ ツ	貯 蔵	84.8	64.1	84.4	65.5	84.8	68.9
	前後	85.3		85.6		87.6	
カ ラ マ ツ	貯 蔵	83.2	43.2	83.2	47.8	83.2	52.9
	前後	71.3		74.1		72.5	
ア カ マ ツ	貯 蔵	87.0	54.1	87.0	57.1	87.0	70.2
	前後	84.0		84.7		90.0	
モ ミ	貯 蔵	87.7	31.9	87.7	53.0	87.7	52.9
	前後	83.3		84.0		86.1	

(前掲書 221 頁より)

で、タネの容量にして約 1 斗、重量にして 8 kg 前後がおさめられるから、タネ 1 kg に対してアドソール 100 g、硫化加里 100 gr を、円筒のなかにいれて容器とともに密封するのが普通である。

第 38 表によれば、乾燥剤としてアドソールを単用したものは、硫化加里を併用したものよりも、その貯蔵効果が劣る。また添加剤も、樹種によつて効果が一樣でなく、同じ樹種でも薬剤の種類によつて差がある。これは樹種による乾燥度の特異性であろうが、大体においてアドソールに硫化加里を併用したものが効果が大きく、とくに、ヒノキやサワラなどに顕著である。

そのさい、硫化加里は水分を吸収する力もあつて、タネの貯蔵上みのがすことができないが、これについては今後の研究を必要とする。

6. 低温貯蔵庫におけるタネの貯蔵効果

1) 貯蔵温度が氷点下の場合

タネの貯蔵温度は、普通は 5°C 前後で充分であるが、前述したように、ヤマナラシのタネでは氷点以下の温度が有効で -5°C で湿度 20% にたもつて貯蔵した場合、満 1 年を経過後に約 20% の発芽率を示し、その貯蔵効果が顕著なことを認めたが、普通の状態では 1 年で発芽力をうしなうヒバのタネも、これを適当な方法で氷点以下の温度、とくに -15°C に貯蔵した場合に、その貯蔵効果が大きいことを認めている。

すなわち、尾越氏および著者は 1939 年⁴³⁰⁾ (昭 14) 3～4 月に、増川営林署管内産のヒバのタネを寄贈してもらい、これを直ちに発芽試験したところ、その結果は、発芽率 37.5%、不発芽率 15.4%、シイナ率 47.1%、純量率 96.8% の品質であつたが、それを材料として、ヒバの貯蔵試験を計画したので、その概要を次に記述しよう。

まず、貯蔵温度は 0°C と -15°C とし、タネの水分状態を気乾および過乾に區別して、それぞれにカオリン、アドソールなどの乾燥剤を、タネの容量に対して 1/2 量、等量、倍量として混合したが、ほかに多湿の砂と混じたものをつくつた。参考までに、記号別の貯蔵条件を示せば第 39 表のようである。

これらは 3 カ年貯蔵として、それぞれ硝子ビンに密封したものを、所定の温度の冷蔵庫のなかに格納したが、貯蔵後満 1 年、3 年および 4 年目に取だして、発芽試験をおこなつたところ、かなりの効果を認めた。この実験における

第 39 表 ヒバ種子の低温貯蔵の試験方法

貯 蔵 温 度	タネの状態	乾燥剤の種類および状態		記 号	混 合 量
0°C およ び -15°C	気乾(陰乾)	カオリン	やや湿る程度 (水分 3%)	1 2	タネ容量の 1/2 量 等 量
			市販のまま	3 4 5	1/2 量 等 量 倍 量
		アドソール	市販のまま	6 7	1/2 量 等 量
	多 湿	湿 気 の 多 い 砂		8	等 量
	過乾(気乾 から2%の 水分を減少 する。)	カオリン	やや湿る程度 (水分 3%)	9 10	1/2 量 等 量
			市販のまま	11 12 13	1/2 量 等 量 倍 量
		アドソール	市販のまま	14 15	1/2 量 等 量
		ク ラ イ ト		16	等 量

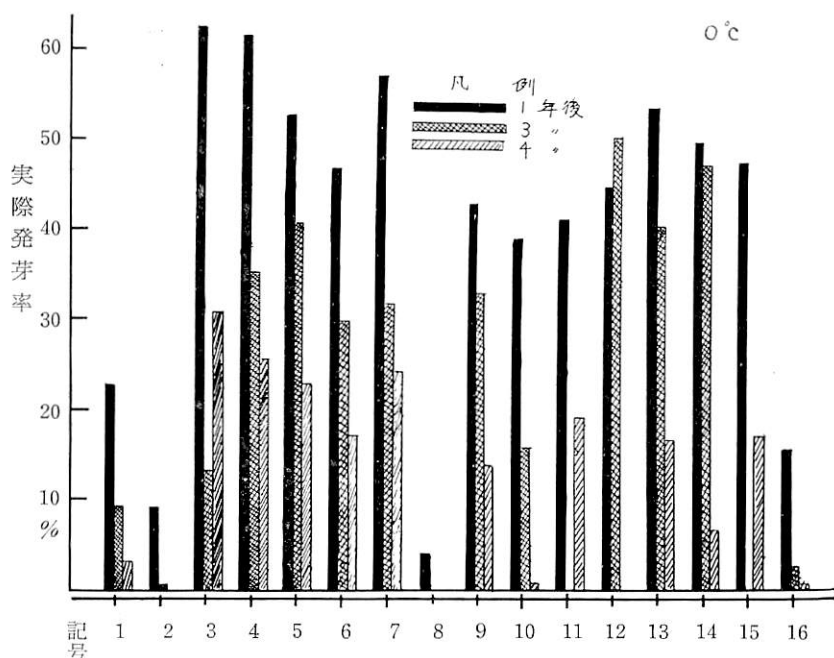
ただしクライトは 0°C だけに貯蔵した。

実際の発芽率を、充実数を基として換算(シイナを除去したものに対する発芽百分率——真正発芽率)して示せば第 61 図のようである。

この実験の結果からは、貯蔵効果に対する結論はえられず、いろいろと議論の余地もあるが、全般的にみて 0°C 貯蔵よりも、-15°C の貯蔵の方が効果が顕著なようで、その場合とくに、乾燥したタネが効力があることがわかる。

それは、湿気の多い砂と混じたもの(8)が、どの温度の場合でも、その結果が悪いことから想像できる。なお、乾燥剤の種類および混合量の多少による効力の差は明らかでないが、取扱い上から考えれば、アドソールが適当している。したがって、これらの乾燥剤を混合した容器を密封して、氷点以下のカ所におけば、2~3年の貯蔵効果は期待できると考えるが、乾燥剤を混合する量については、今後の検討を要するであろう。

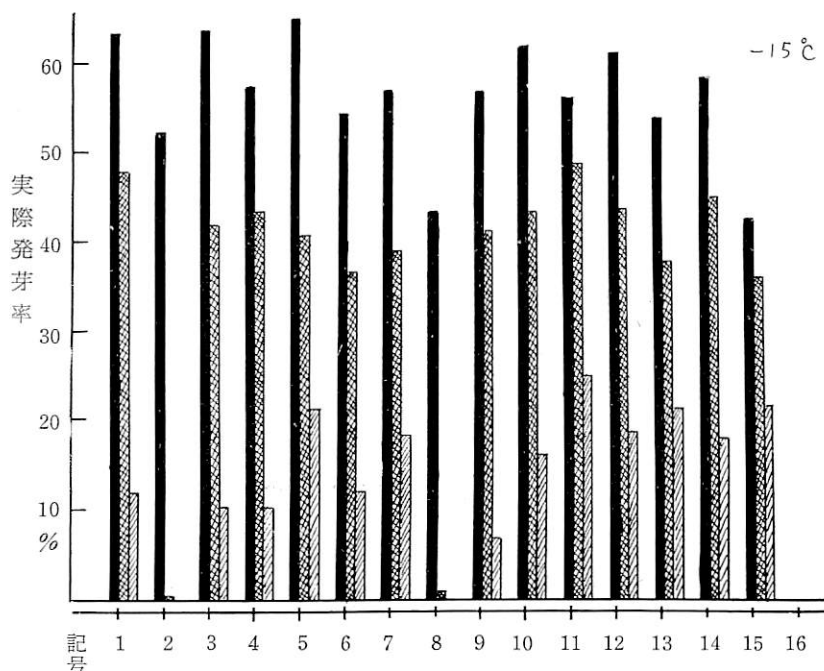
2) 低恒温恒湿装置の貯蔵庫



第 61 図 ヒバのタネの氷点下における貯蔵効果 (原図)

風穴その他による、従来のタネの貯蔵庫は、いずれも湿度は 70~80% 以上で、これらに貯蔵する場合は、湿気の侵入を防ぐために、その容器を密封するのが常識的になっている。しかし、1951 年 (昭 26) 当時の G. H. Q. 林業部顧問として来朝したコシツ氏の示唆によって、林野庁内に恒温恒湿装置のタネの貯蔵庫を設置する気運がみなぎり、1953 年 3 月に長野営林局管内に設置されて以来、北見および秋田営林局管内または北海道庁管下旭川林務署管内などに新設され、さらに各地で新設されるようである。

この貯蔵庫の特徴は、その内部の湿度の調節を考慮した点で、これを 50% 以下にたもつことによつて、容器を密封しなくとも、その貯蔵効果をあげることができるため、大量にタネを貯蔵する場合に効果的で、その特徴は「冷房装置と除湿装置」によつて、貯蔵室内の温度と同時に、湿度まで一定にすること



(記号については第 39 表参照)

にあるが、タネの貯蔵に関する進歩した方法で、いろいろと改良されつつある。なお、ここでは No. 1 として松本営林署管内波田苗畑内に新設された貯蔵庫と、その貯蔵試験の概要を記述する。この貯蔵庫を大別すると、それぞれ約 2,000 kg のタネを収容できる貯蔵室 2 コと、準備室および機械室からなり、これに冷房装置および除湿装置などが付属しているが、除湿装置の調子が悪いために、その設備の改修がおこなわれた。(この苗畑は交通の便がよいため、参観者が多いようである。)

なお、柳沢氏ほかの関係者⁴²⁴⁾⁴²⁵⁾(1955)は波田の種子貯蔵庫を用いて、

- A) タネの平衡含水量の決定と、その活力におよぼす影響。
- B) 貯蔵カ所別におけるタネの貯蔵試験。
- C) 波田種子貯蔵庫による貯蔵試験。

などの事項について検討しているが、その2、3の成果をのぞいてみよう。

A) 一定の温湿度の条件下における、タネの含水量の変化について、これを基礎的に検討するため、硫酸濃度で10~70%の湿度に調節したデシケーターにスギ、ヒノキ、カラマツなどのタネをいれ、これを0~2°Cの冷蔵庫内に置いて、タネの水分の変化と湿度が、平衡状態を示すときの含水率を求めた。

その結果、湿度が高い場合タネは早く平衡状態に達し、湿度が低い場合はおくれるが、しかし42週間後には、どの湿度でも大体において平衡状態を示した。また樹種によつても差があるが、湿度が50%以上の場合にはスギ、ヒノキ、カラマツともに、その発芽力が急に低下することを認めた。

B) 波田の貯蔵庫によるタネの貯蔵効果を、他の貯蔵カ所（稲核の風穴、氷室および実験室内）と比較するため、a) アドソールに硫化加里（タネ重量の15%：10%）を混用したビン詰密封、b) タネ重量の15%のアドソールを混用したビン詰密封、c) 無乾燥によるビン詰密封、d) 布袋貯蔵、などの4種類について、貯蔵1年後の成績を、発芽低下率からみて検討したところ、貯蔵期間が短かいたために、乾燥剤混用のものは、普通の室温でも効果が大きかったが、スギは他の樹種とちがつて低温、乾燥による効果が比較的顕著であつた。

C) 波田の貯蔵庫内で、タネの貯蔵方法（配置方法）を変えて、そのタネの含水率と発芽率を調べたが、その結果を示せば第40表のようである。

それによれば、貯蔵後1~2年程度ではタネの貯蔵方法によつて、とくに、その発芽率に大差はみられないようである。

なおまた、森本泰次氏および堀健治氏ら⁴²⁶⁾ (1955) は波田の貯蔵庫を用いて農業用のタネの貯蔵試験をおこなつている。それによれば、1カ年の貯蔵では生石灰のような吸湿力の強い乾燥剤を混用すれば、常温室内でも貯蔵効果が大きい、波田の貯蔵庫の場合には、乾燥剤を用いなくとも貯蔵効果があつたという。

これらの実験結果は、いずれも貯蔵後1~2年であるが、除湿装置の改修によつて、その湿度が45%前後に維持できれば、0°C前後の低温とあいまつて

第40表 カラマツのタネの置きかた別による貯蔵前後の発芽率と含水率の変化(%) (柳沢ほか)

符 号	貯 蔵 方 法	真 正 発 芽 率(%)		含 水 率(%)	
		1 年 後	2 年 後	1 年 後	2 年 後
K 1	波田 貯蔵缶密封ア+硫	78.2	75.2	10.8	10.4
K 2	〃 缶フタなし	74.1	66.5	11.7	11.7
K 3	〃 缶金網カゴ	79.2	67.1	11.8	11.6
K 4	〃 缶上面除く	78.1	68.5	11.7	11.5
K 5 _a	〃 麻袋 上部	77.3	71.1	12.0	11.6
K 5 _b	〃 〃 中部	81.0	68.4	11.6	11.6
K 5 _c	〃 〃 下部	77.3	69.0	11.9	11.6
K 6	〃 オリ	81.9	67.7	11.9	11.6
K 7	〃 オリ 金網	81.7	62.4	11.5	11.4
K 8	稲核 貯蔵缶密封ア+硫	79.7	69.1	10.6	9.7
貯蔵前の真正発芽率 81.9%		含 水 率 11.9%			

(註) ア+硫……アドソール+硫化加里を意味する。

(長野営林局造林技術研究 1955 125 頁)

その貯蔵効果は増大できようが、今後ますます成果があがることを期待する。しかし、いずれにしても、そのタネの活力が高く品質のよいものを、貯蔵する必要があることは当然なことで、他の多くの種子貯蔵庫に対しても、同様なことがいえる。

第4節 貯蔵種子の取扱⁴⁰⁴⁾⁴¹³⁾

1. 貯蔵所へ搬入する場合の注意

さて、実際にタネを貯蔵する場合には、樹種と地方の実情によつて、それぞれ適当な方法で貯蔵されているが、どんなに優れた方法であつても、貯蔵種子の発芽力は、年数の経過とともに低くなるのが普通で、とくに、その取扱いの適否によつて「かなりタネの発芽力が左右される」場合がある。

すなわち、タネの貯蔵3原則である乾燥、密封、低温の操作が順調におこなわれたとしても、その操作あるいは貯蔵所に搬ぶ時期などに関係して、思わぬ

失敗を招くことがある。したがって、タネの貯蔵操作は長谷川博士が指摘しているように、気温および空中湿度の低い冬期間におこない、なるべく早く貯蔵所に搬入することが肝要である。

たとえば、春の苗畑事業が終つたのちに、タネを貯蔵する場合には、たんにネズミの害をうけるばかりでなく、春先4～5月頃には、ときに温度が急に上昇することあつて、降雨にともなつて「むし暑い現象」を示す日があることは、われわれが毎年経験するところであるが、このような気象状態においては、すでに植物自体が活動を開始し、苗木にしても「芽が動く」状態を示すことは云うまでもなく、床替その他の作業に困難をきたすことがある。

生物であるタネは温度に対してきわめて敏感で、春先になれば、露地におけるタネはもちろん、乾燥状態にあるタネも生理的活動期にはいり、発芽するか然からざれば、その発芽力を消失する危険性を多分にもつている。

したがって、貯蔵の合理化をはかるためには、まず、精選種子がえられたならば、早急に翌春の使用量を算定し、これを全量のタネから均等に差ひいて別にする。そして残つたタネは、冬の間に諸般の準備を完了して、できるだけ早く、最寄の貯蔵所に運びこむのが望ましい。なお、その時期は北海道と九州では気温の差が大きいから、それぞれ適当した時期（平均気温 10°C 以内の時期）までに搬入するようにしたい。参考のため、わが国各地における毎月の平均気温を示せば第 41 表のようである。

この表から、タネの貯蔵適期を地方別に考えてみると、北海道では4～5月頃でよいが、その他の地方では、2～3月中旬までには貯蔵を終るようにすべきで、とくに四国、九州では2月中に貯蔵する方が安全である。

なお、貯蔵効果の完全を期するためには、何年貯蔵すべきかを計画的にきめて、毎年の使用量は、それぞれ別の容器におさめることが、その発芽力の保存上有効な措置である。

第41表 日本の各地における平均気温(摂氏)

地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
鹿児島	6.9	7.4	10.7	15.3	18.9	22.4	26.3	26.8	24.2	18.9	13.7	8.9	16.7
熊本	4.4	5.2	9.0	14.3	18.4	22.4	26.3	27.0	23.4	17.2	11.5	6.5	15.5
長崎	5.5	5.8	9.1	14.0	17.9	21.5	25.5	26.6	23.2	17.9	12.7	7.9	15.6
福岡	4.8	5.1	8.2	13.0	17.2	21.4	25.8	26.4	22.2	16.3	11.5	7.1	14.9
高知	5.2	6.0	9.4	14.5	18.2	21.7	25.3	26.1	23.2	17.8	12.4	7.4	15.6
徳島	4.9	5.0	8.0	13.4	17.7	21.7	25.7	26.7	23.2	17.5	12.3	7.3	15.3
下関	5.3	5.2	8.1	12.9	17.0	20.8	24.9	26.5	22.9	17.7	12.7	8.1	15.2
岡山	3.5	3.9	7.0	12.7	17.4	21.6	26.0	26.9	22.9	16.5	10.7	5.7	14.6
和歌山	4.7	4.9	8.1	13.6	17.8	21.9	26.0	26.9	23.3	17.3	12.0	7.3	15.3
京都	2.6	3.1	6.4	12.2	16.8	21.2	25.5	26.3	22.4	15.8	10.0	4.9	13.9
岐阜	2.9	3.5	6.9	12.7	17.1	21.5	25.6	26.4	22.5	16.3	10.6	5.4	14.3
浜松	4.8	5.3	8.4	13.6	17.4	21.1	24.8	26.0	22.9	17.5	12.4	7.4	15.1
東京	3.0	3.7	7.0	12.6	16.8	20.6	24.4	25.8	22.1	16.2	10.7	5.4	14.0
宇都宮	0.6	1.5	4.9	10.9	15.5	19.7	23.5	24.6	20.8	14.6	8.5	2.9	12.3
甲府	1.2	2.5	6.5	12.5	16.7	21.0	25.0	25.5	21.7	15.2	9.1	3.9	13.4
松本	-2.1	-1.7	2.4	9.0	14.1	18.8	22.8	23.1	18.8	12.0	6.2	1.1	10.4
飯田	-0.1	0.6	4.5	10.8	15.2	19.5	23.4	24.0	19.9	13.4	7.5	2.6	11.8
福井	2.2	2.3	5.6	11.5	16.5	20.9	25.1	26.1	21.7	15.3	10.0	4.9	13.5
高田	1.1	1.9	3.9	9.6	15.4	19.9	24.4	25.9	21.3	14.9	9.6	4.3	12.6
仙台	-0.6	-0.1	3.2	8.5	13.5	17.6	21.9	23.7	19.6	13.7	8.1	2.4	11.0
秋田	-1.6	-1.4	1.9	8.2	13.1	18.1	22.3	23.9	19.2	12.7	7.0	1.3	10.4
青森	-2.8	-2.3	0.6	6.9	11.8	16.3	20.7	22.8	18.4	12.0	5.9	0.1	9.2
函館	-3.2	-2.5	0.7	6.2	10.4	14.5	19.1	21.6	17.8	11.8	5.6	-0.3	8.5
旭川	-9.9	-8.8	-3.9	3.7	10.2	15.6	19.7	20.5	14.9	7.9	1.1	-5.7	5.4
札幌	-6.3	-5.4	-1.5	5.2	10.5	14.9	19.3	21.0	16.4	9.9	3.2	-3.1	7.0
根室	-5.0	-5.6	-2.4	2.8	6.5	9.9	14.3	17.2	15.3	10.7	4.6	-1.4	5.6

(理科年表 1949 年版より抜萃)

2. 貯蔵所より搬出する場合の注意

貯蔵種子は新種子より、外界の気象条件その他に対する感受性が強いので、貯蔵したタネの発芽力を低下させないようにするためには、外界の温度および湿度に周到な注意を払い、貯蔵所からのとりだし時期その他の取扱いに充分気をつけなければならない。

次に、実例の一端を記述すれば、かつて林業試験場において、国有林関係の

タネの検査をおこなつていただき、ある年の 12 月頃に、O 営林局管内の営林署から依頼してきたヒノキについて問題があつた。というのは、林業試験場の鑑定書による発芽率 (20%) をもとにして、その営林署でまき付量を算定して、苗畑に蒔いたところが、1 本も発芽しなかつたといつて、検査の信用性を疑われインチキの声さえ聞いた。(A 技師が出張したさい、その話がでたということである。)

そこで著者は、いろいろと事情を調べたところ、検査に送つてきたサンプルと、まき付に用いたタネの状態が、同じヒノキであつても、大きな時間的ズレによつて、すでに異なつた性質をもっていることを認めた。すなわち検査に用いた場合は、貯蔵カ所より取だした直後で、しかも寒い時期のため“貯蔵したタネ本来”の発芽率であるが、現地でまき付に用いたタネは、貯蔵カ所より取だしたのちに、“外界の環境に支配され、貯蔵種子本来の発芽力はまき付前、すでに失なわれた”いわゆる活力のないタネであつて、それは、もはや貯蔵効果をうしなつたもので、高温多湿に近い状態における室内貯蔵のものと、なんらの差がないほど、品質の低下したタネであることを認めた。

なお、このさいにおける要点は、貯蔵所より容器を取だして、検査の試料を摘出したのち、その容器を、どんな状態にしておいたかということであるが、その場合の容器の処理として考えられることは、

- i) サンプルを摘出後再び容器を密封して、もとの貯蔵所にもどす。
- ii) 貯蔵所より取だした容器を開封して、そのまま放置した場合。
- iii) 開封したものを再び封印したが、容器は比較的涼しい納屋においた場合。(前述のヒノキの場合に該当する)

などである。

この場合、かりに貯蔵所内で試料摘出のため、その容器を開けたとすれば、開封と同時に湿気が侵入して、これを直ちに再び密封したとしても、春先これを外部に取だすときは、容易に“高温多湿”の影響をうけることが想像される。

一般には貯蔵カ所から取だして、付属の納屋または準備室で摘出操作をおこ

なうのが普通で、そのさい、開封したものを再び封印することが適切な措置である。しかし、これをそのまま納屋におけば、やはり春先には「高温多湿」の影響を受け、まして開封したのち、再び封印するまでに時間的ズレが大きければ、それだけ多湿の害を受けやすく、せつかくの貯蔵効果を半減させる結果となる。とくにヒノキやスギについては、呉々も注意しなければならない。

要するに、どんなに優れた貯蔵方法を講じて、貯蔵種子が「外界の気温および湿度に対する感受性を無視した処置」をとれば、その貯蔵は多くの場合失敗する。ここで、貯蔵したタネの発芽力低下と関係する因子をあげれば、

イ) タネの乾燥程度の適否。

ロ) 容器の密封程度および貯蔵カ所の温度と貯蔵の年数。

ハ) 貯蔵操作とくに貯蔵カ所に搬入する時期。

ニ) 貯蔵したタネの取だし(搬出)時期およびその後における容器その他取扱いの適否。

などの事項であるが、これらが適正な場合に、その貯蔵効果を充分に発揮できるのであつて、たとえ貯蔵カ所に搬びこむまでが、どんなに完全であつても、搬出後における取扱いが重大な関係を有することは前述した通りである。

したがつて、かりに貯蔵種子を苗畑に蒔いたとき、その発芽状態が悪い原因を考えてみると、ニ) について次の場合が想定できる。

a) 貯蔵カ所からの搬出時期がおくれ、外界の気温がすでに、かなり上昇していなかつたか。

b) たとえ適期に搬出したとしても、現地に到着してからまき付まで、その容器をどんな状態においたか。

c) また、その期間が長期にわたらなかつたか。あるいは浸水などによる、発芽促進の操作をしたかどうか。

d) 貯蔵所より現地までの輸送日数の長短。などであるが、ある特定の貯蔵カ所に集団的に、タネを貯蔵する現状においては、搬出したタネを現地に輸送することは、必然的に大切なことである。とくに遠方の場合には到着までに長

い日数を要し、それがまき付期に近い頃には、ときによれば、トラックの上で容器は陽光によつて熱せられ、発芽力に悪い影響をもたらすから、気温の上昇しない時期に容器を輸送することが肝要である。そして到着後は気温が低く、かつ外気の影響をほとんど受けないカ所、たとえば北向の納屋または地下室に、まき付期まで貯えておくことが望ましい。

一例を記述すれば、O 県が S 県から、貯蔵したヒノキのタネを約 50 kg 購入し、これを蒔いたところが、ほとんど発芽しなかつたということで、著者はいろいろと話を聞き調べたが、そのタネ自体も充実歩合がきわめて悪かつた。しかも、完全な操作によつて貯蔵したタネでないのに、その輸送がトラックで3日以上かかり、さらに、まき付まで天候不良のため、予想外に日数を要したようで、この場合には、悪い条件が幾重にも重なつていた。しかし、この関係も寒冷地においては、若干ゆとりをもつてもよいであろう。

次に、まき付量算定の基礎となる発芽率の検査を、林業試験場（東京都目黒区内）に依頼する場合は、東北地方ならば2月上中旬、関西以南の地方であればおそくとも、1月中下旬までにサンプルを摘出し、それとともに「容器は再び密封して、直ちに貯蔵カ所に格納する」ことが望ましい。（サンプルの摘出操作は、貯蔵所内よりも乾燥した冷涼なカ所でおこなうことがよい。）

なお、貯蔵種子のまき付は、新種子よりも早期がよく、第41表による4月の平均気温をみても、関東以南の地方では、すでに12°C 以上に上昇しており、発芽力の低下をまねく危険性があるから、このような地方では、3月中旬頃にはまき付を完了すべきで、そのさい、1昼夜ぐらい浸水したのち、半乾きのタネを乾燥した砂を混じて蒔くのが効果的である。ただし、新らしいタネの場合は貯蔵したものより、いくぶんおくらせて蒔いても差支えないが、これととも、4月上中旬を限度とするようである。（寒い地方とくに東北、北海道においては約1カ月のズレがある。）

さらに、発芽率の検査も貯蔵するまえならば、常法による方法で日数をかけてもよいが、次年度からの貯蔵種子の場合には、貯蔵カ所から取だして、サン

プルを摘出して、再び密封することは手数を要し、實際上これを完全におこなうには、かなりの無理があるので、後述する「還元法テスト」によれば、まき付前長いあいだ、その容器を開封しておく必要もなく、また貯蔵カ所から取だして、まき付数日前に操作ができるため、発芽力を消失する危険性も少なく、かつ短期間で、タネの活力歩合を知ることができる利点がある。

すなわち、タネの貯蔵を効果的にするには、まき付直前に貯蔵カ所より容器を取だし、短期間に万難を排して、まき付処理を完了することが大切である。それには計画貯蔵によつて、それぞれの容器に、予め「何年度用……」のレッテルをつけておき、その年度に該当した容器だけを取だし、開封後のタネを短期間に処理することであるが、よほど慎重に注意しなければ「九仞の功を一簣にかく」結果をまねくことがある。

しかしゲン密にいえば、低温カ所にタネを貯蔵する場合においても、乾燥剤の混合状態その他の因子によつて、容器内の上下または内部と周辺とでは、貯蔵したタネの発芽力に大差があるが、それらの事柄は不明な点が多く、今後に残された問題である。

それとともに、低恒温恒湿装置の貯蔵庫においては、樹種および地方毎に、どのような「湿度条件」に維持したらよいかについて、充分に究明する必要がある。

第8章 木のタネの品質とその検査方法

第1節 木のタネの品質の良否

1. タネの素質と品質のちがい

一般に造林上、タネの良否を決定する場合に、とくに関係する因子を大別すると、まず第1に、そのタネの祖先がどんな母樹か？ いいかえれば、そのタネが品種的および環境的に、どんな性質をもっているか？ あるいは、どんな年令の母樹から採ったタネであるか？ という「素質」の面と、そのタネが、どんな「品質」を有するかという面の2つがある。

素質に関しては、すでに第4章において、その概要を記述したが「林木育種が事業的に推進されている現在」素質のよい母樹が土台になるのは当然である。したがって、周到な注意のもとに採取したタネであれば、その素質は優れているとみて差つかえなからう。

ここで念のため、造林用としての必要な「タネの条件」をあげれば、a) 素性のよい母樹から採取され、b) しかも、その母樹が壮令で、c) なおタネの採取が適期におこなわれ、かつ十分に精選され、d) その粒形がそろい、発芽率が高いものであること。さらに貯蔵したものであれば、e) その貯蔵の方法が合理的で、タネの活力が高いこと。などであるが、タネの品質を決める因子としてはc)以下の問題に重点がおかれる。なお、品質を決める因子としては病原菌、虫害などの問題も含まれるが、これらを量的にいいあらわすことは困難なため、ここでは主としてタネの純正度、発芽力、種粒の大小などの量的方面について記述する。

一般にタネを売買する場合には、その品質の程度によつて、価格にかなりの変動を生じ、よい素質をもつたタネで、しかも純正度、発芽力などの高いものが最大の価値を有する。そしてまた苗畑におけるまき付量の算定にも、タネの

品質は重要な条件となるが、大体においてタネの品質は、結実の豊凶度および球果の乾燥方法、あるいはタネの精選方法などによつて異なり、豊作のときには、十分に精選がおこなわれるために品質は昂上するが、凶作のときは精選も不十分なため、その品質の低下をきたすのが普通である。なお古種子の場合には、その貯蔵方法の適否がタネの品質、とくに発芽力と重大な関係をもつ。

これらの事柄については、すでに、それぞれの項において記述してきたが、以下すこしく、補足的の意味において2, 3の問題について検討してみよう。

2. 結実の豊凶とタネの品質

結実の豊凶によつて、タネの純量率、発芽率に差があることは、取扱上つねに経験するところであるが、同一産地の同じ林分においても、その豊凶度によつて結実量がちがうばかりでなく、タネの充実程度も異なり、凶作年に採取したタネは、豊作年に採取したものに比較して、その品質はきわめて不良である。

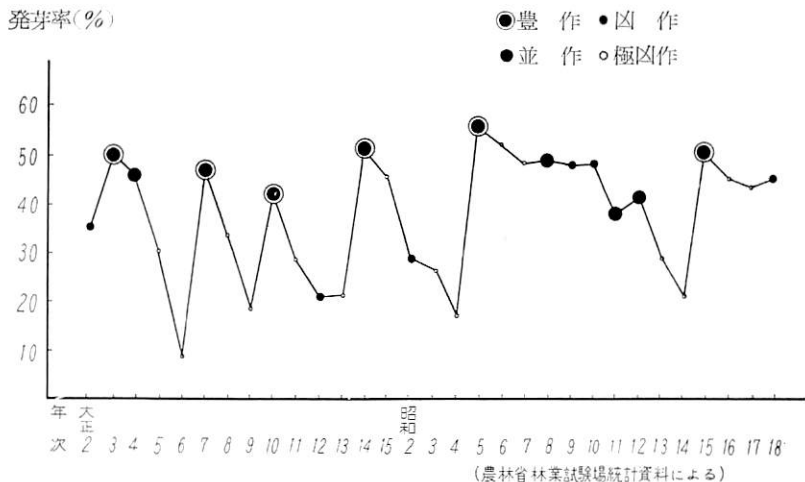
長谷川博士¹³⁾がスギ、ヒノキについて調べた結果によれば、凶作であつた1924年(大13)に採取したタネは、豊作であつた前年度産のものに比して、その品質は著るしく不良で、また凶作年に採取した精選種子は、豊作年に採取した未精選種子にも劣るというが、その成績の1部を示せば次のようである。

第42表 結実の豊凶度とタネの品質(長谷川)

樹 種	採 年	取 度	産 地	未精選種子 の発芽率 (%)	風選種子の 発芽率 (%)	未精選種子に対す る精選種子量の割 合 (%)
ヒノキ	1923 (大12)	{	廿里御料地	39.5	45.3	85.3
			中津出張所内	45.8	39.7	80.2
			妻籠 "	30.3	20.8	94.7
	1924 (大13)	{	中津 "	1.9	6.2	8.3
			上松 "	8.3	14.6	25.5
			中津 "	2.4	9.4	8.2
スギ	1923	{	小ヶ沢御料地	54.8	42.1	90.0
			高尾 "	40.2	27.2	87.8
			高尾 "	40.0	28.2	88.3
	1924	{	廿里 "	10.0	9.4	59.4
			太田出張所内	16.5	11.0	47.3

(帝室林野局東京林試報告 Vol. 4, No. 3, p. 106 より抜萃)

また毎年のタネの品質を、農林省林業試験場において、年々検査するタネの発芽率で現わせば、豊作の年に商品として、一般的に動くタネの品質は概して良好で、その成熟の豊凶とタネの品質の間には、密接な相関々係がみられる。たとえばスギ、ヒノキ、カラマツなどは同じ程度に、発芽率の高低がその年の作柄ときわめて顕著に一致する。なおアカマツやクロマツは、樹種の特性として極端な豊凶差がなく、つねに並作あるいは、それに近い作柄を示すが、その発芽率は前記の樹種よりいつも高く、その作柄とタネの発芽率の間に、はつきりした関係はみられない。参考のため、とくに豊凶の差が甚だしいカラマツについて、豊凶度とタネの発芽率の関係を示せば次のようである²⁴⁾²⁵⁾。



第 62 図 カラマツの結実豊凶度とタネの発芽率の関係(原図)

この図をみて感じることは、昭和の中頃からは凶作年でも、タネの発芽率がかなり高いことであるが、これはカラマツの産地が主として本州中央高地に極限される関係上、取扱者とくに民間種苗業者は、豊作年に採取した優良品質のタネを、完全に容器に密封して風穴に貯蔵するのであつて、極凶作の年にはほとんど結実皆無であるから、これらは、その年に採つたタネの発芽率を示すのではなく、ほとんどが貯蔵したタネの発芽率である。

しかし普通の凶作年には、地域的には多少の結実がみられるために、商品として取引されるタネは、その全部が貯蔵したものではなく、凶作年でも1部には、新しいタネも含まれる。たとえば、1943年(昭18)は並作以下凶作に近い結実状態であつたが、この年に動いたタネは、1940年(昭15)の秋に採つて、貯蔵したものが全体の約8割を占め、新しいタネはわずかに2割程度しか出廻つたに過ぎないようで、その年に検査した新古種子の発芽率は、次の表のように著るしい差がみられた。

第43表 カラマツ種子の新古別の品質(1943年の例)

供試料 の種別	検査 件数	純量率(%)			発芽率(%)			不発芽(%)			枇粒		
		最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
新種子	43	97.9	77.9	92.8	75.7	23.2	53.0	11.4	0.0	2.1	76.2	2.6	43.7
古種子	97	98.9	84.7	94.0	78.3	1.0	39.7	41.4	0.8	10.3	97.0	13.8	49.2
新古混合	19	97.9	90.4	94.6	70.7	31.3	47.9	11.2	1.0	4.5	65.8	23.7	46.9

- (註) 1) 発芽率は、未発芽粒の2/3を實際発芽粒に加えて算定した。
 2) 不発芽率および枇粒は、発芽試験終了後の残種子の切断結果によつて判定した。
 3) 新古混合は肉眼識別によつて判定したが、多くの場合タネの混合割合までは吟味できなかった。(農林省林試タネの検査結果による)

この表によつて、新種子と古種子の品質を比較すれば、純量率においては差がないが、発芽率においては相当に変異があり、古種子は新種子より低率であるとともに、その範囲も極端である。ところが不発芽率は、逆に古種子の方が多く、新古混合のタネは両者の中間的である。なお、発芽および不発芽率の現出状態が、古種子の場合に極端な偏差を生じたことは、その貯蔵方法および取だしごにおける、個人的差異による取扱いの巧拙に関係しているようである。

なお中村賢太郎博士ほか⁴⁶⁹⁾(1954)は、東大の千葉および秩父演習林産のスギの母樹(9本)から毎年タネを採つて、豊凶別によるタネの品質を調べているが、1947~52年の実験結果によれば、とくに豊凶と、そのタネの発芽率のあいだには、深い関係がみられなかつたという。また1930年(昭5)以降

20 年間におけるタネの重さ、容積の測定結果によつても、年による変化は顯著でないことを認め、樹令別にも大した差がみられなかつたが、それから考察すれば、樹令の多くなるほどタネが小さくなるかどうかは、同じ母樹についてもつと長く調べなければ不明であるという。

3. 球果またはタネの着生力所と品質の関係

林木はそれぞれ、樹種個有の特徴があつて、球果またはタネでも特定の色沢大きさが具備されている。タネについては、一般に形が大きくて重いものが、品質がよいことが知られており、多くの樹種は樹冠の上部に着生した球果の、中央部分に生産したタネが、この条件に適合している。文けんによればトオヒ、カバ、トネリコ、オホバシナノキ、ブナなどは樹冠の上部産のものが、タネの量も多く種粒も大体において重く、かつ大きくて発芽率もよいことが認められている。

しかし一面において、その状態は林内の閉鎖状態^{へいさ}によつて異なり、長谷川博士¹⁸¹⁾ (1928) がヒノキについて、イ) 閉鎖した林内、ロ) 比較的疎開した林分内、ハ) 林の周囲あるいは個立した木。などに区別して、それぞれ樹冠の上、中、下部から球果を採つて、そのタネの品質を検査したところによれば、一般に比較的疎開した林分内の母樹あるいは林縁のものなどは、樹冠の中部および下部のものが、上部産のものに比較して優良であるけれども、閉鎖した林内における母樹の場合は、周囲の樹冠より、とびぬけた梢頭部のものが良好であるという。

また佐藤(義)博士¹³⁹⁾ (1942) がエゾマツについて、球果の生産形質を研究した結果によれば、球果の生産は一般に樹冠上部(とくに南面部)に多く、下部になるにつれ少なくなるが、その状態は樹令によつて異なり、幼令期または最小径級木では上部に多く、樹令の増加および直径の増大にともなつて、下部の方に多く生産される。なお球果の大きさは、幼令時代には上部産が大形であるが、樹令を増すにしたがつて、下部産のものが形が大きくなり、球果の大小とタネの良否が密接な関係を有することを認めた。

伊藤滋美氏⁷⁴⁾ (1940) は開放した林地に個立状態で成立し、法正な樹冠をしたスギの天然生母樹について、その方位別および着生カ所別に球果を採取してタネの品質を調べたところ、樹冠の東側の中部および南側の上中部に着生したものが発芽率が高く、苗畑に蒔いた場合における苗木の成長もよいことを認めている。

また、スギの球果の着生位置とタネの品質に対する、肥後純氏ほか^{2氏}⁵⁰⁾ (1952) の研究によれば、樹冠を5等分して着生球果を全部採取した場合、球果内に包蔵されるタネの平均粒数は、梢頭部より順次下部になるにつれて少くなる傾向を示し、その重量も下部が最も軽く、中央部に向うにしたがつて増加し、梢頭部になれば再び軽くなる傾向がみられ、粒数と重量の関係をみれば、中央部は粒数の多少と関係なく、粒のそろつたタネが含まれるという。なお、種子鑑定紙によるタネの発芽力も、中央部が最も優れていることから考えて、球果を採取する場合には、樹冠のほぼ中央部の枝を対象とすることが理想的で、そのさいに、粒形のそろつた、発芽率の高いタネがえられることを認めている。

いずれも、これらの実験例は、日当りのよい樹冠の中央部産のタネが充実もよく、よい発芽を示すことを物語っており、その傾向は他の樹種にもみられると考えられる。

しかし、郷博士³²⁵⁾ (1954) が東大千葉県演習林産の6本のスギについて、その樹冠を上、中、下にわけ、それぞれ東、西、南、北に区分して球果を採取し発芽試験をおこなつた結果を、統計学的に検討したところによれば、母樹による差はあるが、同じ木では位置による差異はほとんどないことを認め、伊藤氏および肥後氏の結果を批判している。

要するに以上の実験は、それぞれ異なつた年に異なつた場所と方法でおこなわれたもので、取扱つた母樹の年令その他の条件にも差があるが、一般的に個立木や林縁木で、陽光を十分にうける場合には、樹冠の位置による差は、ほとんどタネの品質に影響しないとみて差つかえなからう。

37)135)136)260)261)262)264)271)
286)448)451)461)470)471)473)

4. タネの大小と品質の關係

一般にタネの粒形の大きいものは品質がよく、発芽およびその後における成育も旺盛で、苗木としても強大であることが知られているが、小粒のタネは内容も貧弱のものが多く、往々にして發育不完全のものが、含まれる場合があつてその発芽後の成育も悪いようである。それに関して狩野鉄次郎氏²⁶⁰⁾ (1937) はアカマツを材料として、種粒の大小と重量および発芽勢の關係を、統計学的に研究しているが、粒の大きいタネほど重量が重く、それと発芽成長とのあいだには、密接な正の相關々係のあることを認めている。

著者も 1937 年²⁸⁶⁾ (昭 12) にアカマツ、クロマツのタネを材料にして、粒形の大小と発芽勢および発芽率の關係を実験的に觀察したが、その結果を示せば次表のようである。

第 44 表 種粒の大小による発芽上の差異

樹 種	記号	タネの產地 (営林署名)	種粒の 大 小	発芽 開始 日数	発芽 勢 (%)	発芽 率 (%)	残 っ た タ ネ (%)			
							未発芽	不発芽	粗粒	奇形 発芽
アカマツ	1	草 津	大	6	42	86	10	4	0	0
			小	6	29	81	14	5	0	0
	2	大 分	大	6	14	40	57	3	0	0
			小	5	21	53	46	1	0	0
	3	一 関	大	6	81	100	0	0	0	0
			小	5	78	97	1	2	0	0
クロマツ	1	新 見	大	7	70	97	0	0	3	0
			小	6	33	79	12	6	3	0
	2	内 真 部	大	5	75	99	0	0	0	1
			小	6	44	97	1	1	1	0
	3	大 分	大	6	62	97	1	0	0	2
			小	6	66	91	6	2	1	0

- (註) 1) 供試粒数それぞれ 100 粒 発芽温度 23°C ± 0.5°C。
 2) 発芽勢は発芽開始後 10 日間の発芽合計で示し、発芽率は 28 日後における実際発芽数で示した。
 3) 未発芽および不発芽は、タネを切断して判定した。

この実験において、種粒の大きさは肉眼的に區別したので、いくぶん無理な

点もあるが、大体において大形種粒のものが発芽勢、発芽率ともによく、小形の種粒では未発芽粒が多い傾向がみられる。もちろん、これらは発芽検査のために営林署から送つてきたもので、おそらく林分または産地毎に一括したサンプルであろうが、これによつても、大形のタネが品質が優れていることがわかる。

ここで面白いことは、大分営林署管内産のアカマツは、他と若干おもむきを異にし、発芽勢および発芽率ともに、小粒のタネが優れているが、その原因が個体による特異性か、または産地による差異であるかは不明である。しかし、これを産地的に一関営林署管内産と比較すれば、はるかに発芽勢および発芽率が低くて、未発芽粒が多く同じ温度条件においては、寒地産に比して、タネの発芽が抑制される傾向がみられる。

結局において、両者が温度に対する適応性に差のあることを示すもので、その発芽温度が寒地産と暖地産とちがうことを意味しており、このようなタネを約 5°C の低温で1週間処理して、 23°C に移した場合に発芽勢および発芽率が昂上することは前述した通りである。(第 56 図参照)

なお、阿部富士夫氏²⁶²⁾ (1942) のトドマツに対する実験では、形が大きくて重い種子群ほど、充実粒が多く発芽率もよいが、その状態はタネの大小、軽重によらず、きわめて不斉であるという。そして、たとえ大形のものでも充実していないものは、内容の充実している小形のものよりも、軽くて発芽率も劣るから、トドマツのタネを事業的に取扱うには、タネの大小より重さによるのが適切であることを認めている。

5. 球果の処置とタネの品質

球果を乾燥する方法として天然乾燥が、人工乾燥に比較して優れている点はすでに記述(球果の乾燥の項参照)したが、天然乾燥による方法にも、

- a) 粗放的に全くの自然状態に放置する。
- b) 集約的に取扱う。

などの場合があつて、その状態によつてタネの品質に差を生ずる点について、

以下すこしく記述しよう。

一例をカラマツについてみれば、球果を乾燥する場合に、a) に相当する方法としては、全く露天にだしたまま、一定期間放置する場合と、b) のように日中は天日によつて野外で乾燥して、夜間は屋内に取り入れる方法があるが、両者の方法がタネの品質（発芽力）におよぼす影響が問題となり、著者¹⁶¹⁾¹⁸⁴⁾は両方のタネを入手して検討したところ、次に示すような面白い結果をえた。

前述したように、1950 年（昭 25）の秋におけるカラマツの結実は豊作を示したが、このさい、その球果の乾燥方法が種苗業者によつて 2 通りの場合がおこなわれ、それぞれグループを構成していたようである。すなわち

A) は松本市外にある元飛行場の滑走路を用いており、

B) は従来通りムシロまたは蚕架に紙を敷いた上に球果を拡げている。

このさい A) の場合には、滑走路のアスファルト上に直接球果を拡げ、夜間はもとより雨天のさいにも、なんらの処置をせずに放任しているが、その期間中球果は夜露および雨水などによつて、極度に湿じゆん状態を示すこともあり、また、たまには雨天の翌日の快晴によつて、日光に直射されている。なお、球果の乾燥期間は、9 月中旬—10 月上旬であるが、この期間中における気候条件を示せば次表のようであつた。

第 45 表 松本地方の気象の概略

事 項 \ 日次	IX 11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
気 温 { 平 均	21.6	20.7	23.8	22.9	24.5	24.8	23.3	22.3	20.2	16.3	16.2	14.0
最 高	31.8	24.1	29.8	30.0	32.4	32.1	30.9	29.7	26.2	18.1	22.1	20.3
(°C) { 最 低	17.8	18.2	19.1	16.7	20.0	18.7	16.8	17.0	16.7	15.3	13.0	9.8
湿 度 (%)	85	91	68	65	69	66	66	78	69	89	83	69
降水量(mm)	0.4	8.0	0.0	—	—	—	0.1	1.4	0.0	9.3	1.0	0.2
日 照 時 数	8.0	—	8.7	10.3	10.8	10.5	11.1	7.2	7.9	0.4	3.6	5.7
天 気 状 態	晴午 一時 曇雨	曇 後 雨	薄晴 後 一時 曇	薄 曇	快 晴	快 晴	快 晴	薄曇 後 雨	晴一 時 曇	雨	曇後 俄 雨	小雨 後 晴

第 45 表によれば、かなりの雨の日もあり、また快晴の日もあるが、度々の雨にあつた球果は完全に乾くまでには、かなりの期間を要したであらうと想像される。

一方 B) の場合には、晴天の日中だけ戸外で乾燥して、夜間および降雨の日には室内におくため、A) の場合に比較してきわめて手数を要し、タネの生産費は高くなろうが、前者が「湿じゆんと乾燥」を自然的に放任するのに反し



第 63 図 カラマツ球果の陽光による乾燥場の一例（種苗業者 A 氏の提供による）

(1950 年 9 月 11 日～10 月 10 日)

23	24	25	26	27	28	29	30	X ₁	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
14.8	16.7	16.3	18.2	16.9	18.8	12.8	14.6	12.0	13.4	15.4	11.6	12.4	10.9	9.6	12.7	15.5	14.3	
23.6	24.1	24.2	25.9	22.4	24.4	20.1	23.9	21.6	17.9	21.6	13.2	15.4	17.3	19.3	21.8	18.0	17.6	
5.9	11.3	11.6	10.7	15.7	12.4	8.2	8.3	5.1	9.0	11.1	10.2	10.2	4.9	2.1	2.8	12.7	11.2	
75	74	72	56	76	76	74	69	71	76	72	89	88	80	76	61	64	84	
0.2	—	—	—	9.6	0.0	—	—	—	0.4	—	41.2	13.9	0.7	—	—	0.0	3.8	
9.6	8.6	10.0	7.6	0.9	4.9	6.9	8.9	10.2	7.7	7.0	—	0.4	7.1	10.3	10.1	0.8	0.2	
快一時 晴後小 曇雨	曇日中 晴	快一時 晴	快一時 晴	後薄 曇	曇後 雨	曇後 高曇	晴後 高曇	晴一時 快晴	晴時々 薄曇	後高 曇	曇日中 晴	雨	雨後 曇	曇時々 後雨	快晴	快一時 晴	曇一時 小雨	高一時 小雨

(松本測候所観測資料より抜萃)

この場合は「極力球果をヌラサナイ」ことを主眼としている。参考のため従来の方法によるカラマツ球果の乾燥場の一例を示せば第 63 図のようである。

これらの場合における両者の主張は、A) については「球果を自然状態において夜露や雨にあわせ、晴れた日に乾燥させる」ことは、球果が母樹についているときと、その環境条件が同じであるから、球果は早く乾燥するという。しかも、作業が能率的なため大量に取扱うさいに、飛行場の滑走路のアスファルトの上は好適である。

これに反して、B) の主張は「球果を夜露や雨にあわせ、その翌日は快晴によつて上から熱せられる場合、球果はムレルことになり、そのタネの品質が悪くなる」から手間がかかっても、従来の方法が品質のよいタネを生産するのに最良であるという。

一般に、われわれがタネの発芽効率を検査する場合、そのタネがどんな方法で、乾燥された球果から取だされたかは不明であるが、そのタネの発芽状態を仔細に検討すれば、取扱方法の良否を判定することができる。このことから、多分 A) の場合の発芽力は B) に比較して悪いだろうと推察したが、著者が入手した両方のタネについて、とくに発芽力の関係を調べたところ、最初に推察したような結果となり、滑走路乾燥 A) のものは従来の方法 B) に比較して、かなり発芽力が劣っていることを認めた。

両方のタネを還元法テストによつて、その活力を比較したので、その結果を示せば次表のようである。

第 46 表 カラマツ球果の乾燥方法と所産種子の活力 (%)

記 号	乾 燥 方 法	充実率	健全粒	不健全粒	無活力	充実率に対する割合		
						健 全	不健全	無活力
A	飛行場の滑走路に放置	54.0	40.0	5.0	9.0	74.0	9.2	16.8
B	従来の方法	60.0	53.0	5.5	1.5	88.4	9.1	2.5

(註) 100 粒ずつ 2 組の平均。

この表によれば A) の場合におけるタネは、活力のないものが多く生ずる傾向がみられ、なお、別の試料についてテストしたところでは、A) の場合は不健全粒を約 20% 生じたが、これらの胚の先端が着色しないことを認めた。

さらに、これらのタネをそれぞれ 500 粒を、常法によつて発芽試験をおこなつたが、その結果によれば、試験開始後 2 週間目における発芽勢は、従来の乾燥方法 B) によつたものが 33.0% を示したのに反して、滑走路で乾燥した場合 A) のものは、わずかに 8.0% を示したに過ぎず、明らかな差がみられた。

その結果を考えてみると、A) の場合は乾燥過程において「湿潤と乾燥のアンバランス」がおこなわれ、湿つた球果は上部では、快晴によつて大過なく乾燥したとしても、下部にあるものは乾燥が不充分であるだけでなく、アスファルトの熱気のため「高温多湿」の現象をきたし、いわゆる、採取直後の球果を俵にに入れておいたと同様に、球果はムレタであろうことが容易に想像できる。

もちろん、活力が劣り発芽勢が弱いことは、それだけ成苗能力も悪いことはいうまでもなく、タネとしての商品価値も低いことになる。なお、これに類似の現象は設備の不十分な、人工乾燥の場合にみられ、たとえば、北海道で従来おこなつていた澱粉乾燥場を用いて、球果の乾燥をおこなう場合などである。

6. 球果の採取時期とタネの品質

球果を採取するさいにおける、その色沢の変化については第4章、第3節において詳述したが、その場合とかく早採りになりがちで、とくにカラマツについては、しばしば問題がおこっている。

それは「林業種苗法」にカラマツの球果は、9月16日以降に採取するように明記されているが、ややもすれば業者の競争のため、それ以前に球果をとり極端な場合には8月末に採取した例もある。

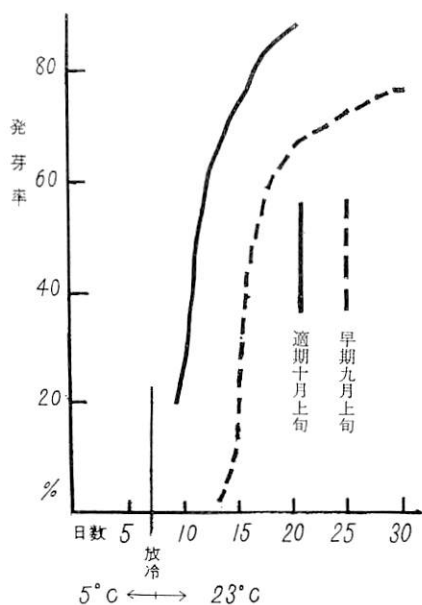
大体においてカラマツ種子の発芽力は、これを成熟時期別にみれば、9月上旬でなければ駄目で、本格的に発芽力を生ずるのは9月20日以降である。したがつて、もし8月下旬または9月上旬に球果をとれば、そのタネは未熟で多

くの場合、発芽勢が低く成苗能力が悪いし、なおまた、輸送中にムレルため、タネの品質を一層不良にすることを認めた²⁴⁾²⁵⁾¹⁶²⁾。

小山氏¹⁶⁶⁾ (1924) がカラマツについて、その球果の採取時期とタネの品質の関係を調べた結果は次表のようである。

第 47 表 カラマツ球果の採取時期とタネの発芽力 (小山)

採 取 月 日	球 果 の 色	成熟度別の 球果比率	発 芽 率	未 発 芽 率	充実粒に對する 死粒割合
VII 20	鮮 緑	100 %	0.0 %	— %	— %
VIII 20	鮮 緑	100	0.0	0.0	100.0
IX 5	帯 褐 緑	54	12.2	27.0	71.7
20	帯 褐 緑	48	34.8	5.0	33.5
X 5	淡 褐	66	54.0	0.0	5.3
20	淡 褐	85	40.2	0.0	4.3
IX 5	暗 褐	100	38.0	0.0	0.5



第 64 図 カラマツ種子の採取時期と発芽の関係 (原図)
(充実粒による真正発芽率の比較)

この表によればカラマツの球果は、8月20日頃までは全く乳熟状態で、その発芽力も皆無である。9月上旬になれば、いくぶん球果の色も褐色がかり、発芽力もでてくるが、その状態は本格的ではない。そのクライマックスは9月20日前後からで、10月上旬を最上とするが、それ以後はタネの飛びだしが多く、よいタネの収量が少なくなり得策でない。

著者が入手した、早期および適期に採取したカラマツのタネは、明らかに早採りのものが、発芽勢および発芽率ともに極度に劣るこ

とを認めた。念のため発芽試験した結果を示せば第 64 図のようである。

カラマツのタネは前述したように、吸水状態において 5°C 前後で冷したのち、これを 23°C 前後に移すことが、その発芽を促進する効果があつて、この図でも効果の程度をうかがうことができる。

しかし、採取時期による差は如何ともなしがたく、早期に採取したものは冷却によつて、その発芽は相当に促進されるが、なおかつ、適期に採取したタネの発芽には遠くおよばない。

したがつて、他の樹種でも同様に球果または果実を、適期に採取することが生産されるタネの品質を向上させることになり、呉々も早採りすることは禁物である。なぜならば、一般に「^{はやどりだね}早採種子」は含有水分がきわめて多く、よほど、その取扱に注意しなければ、せつかくのタネを腐敗させるか、または活力の消失をきたす場合が多い。

7. マメ科の莢果の熟度とタネの品質

前述したように、マメ科の種類におけるタネにはインダネが含まれ、その程度によつて、インダネを打破する前処理を必要とするが、ときに腐敗粒を多く生じ、タネの品質を害することもある。

なお、品質のよいタネはインダネ、腐敗粒などが少なく、その発芽がよいことを第 1 条件とするが、著者は「適期に莢果を採取し、これを適当に操作すれば、前処理をしなくとも、発芽率の高いタネが生産される」だろうと想定し、エニシダおよびニセアカシヤを材料として 2, 3 の調査をおこなつた。これらは実験も未完成であるが、面白い結果もみられるので、以下すこしく検討してみよう。

1) 生育環境とエニシダ種子の品質

インダネが形成されるのは、タネの成熟と密接な関係があつて、成熟の初期にはタネは乳熟で水分が多く、発芽能力がないことは他の樹種でも同じであるが、ある時期がくれば発芽力を生じ、さらに成熟が進めばマメ科の種類では、インダネが増加する傾向がみられる。

しかし莢果の成熟は、茎の根元に近い部分から始まるので、完熟状態にならない時期においては、基部と先端でかなりの差がみられる。

近藤博士（1914）がレンゲソウの莢果について、茎の位置を先端、中部、基部にわけて、そのインダネ歩合を比較したところ、先端は 0.5%，中部は 6.5%，基部は 10.5% を示し、未熟なタネが多い先端では、ほとんどインダネが形成されないことを認めた。

著者²⁹⁷⁾は農林省林試構内に生育する、黄花エニシダの 1.3～2.3 m の母樹 6 本をえらび、同じ時期（1942 年 7 月 1～2 日）に全部の莢果をとつて、それらの莢を色沢別に、直ちに 10°C の貯蔵庫内に格納したものを等分にわけ、その 1 つを貯蔵試験用とし、残りの半分に対しては 3～8 日にわたつて、順次その形態を測定するとともに、それぞれの莢果に含まれるタネの収量を調べたが、母樹別に莢果とタネの関係を示せば次のようである。

第 48 表 母樹別エニシダの莢果およびタネの色と重さ

母樹 の番 号と 記号	莢 果					タ ネ				
	色 沢	莢数	重量	莢の平均の長さ	莢の平均の重さ	色 沢	粒数	重量	1 莢の平均粒数	1 粒当りの平均重量
1. a	黒 色	501	gr 66.4	cm 3.84	gr 0.133	黄褐または緑褐色	2802	gr 21.7	6	0.008
2. a	〃	545	77.0	3.24	0.141	〃	1784	16.4	4	0.009
b	緑または黒緑色	435	107.0	2.94	0.246	黄緑または緑色	1266	19.1	4	0.015
3. a	黒 色	94	11.0	3.27	0.117	黄褐または緑褐色	492	3.2	5	0.007
b	緑 色	294	61.0	2.57	0.208	黄緑または緑色	902	8.3	3	0.009
4. a	黒 色	219	30.0	3.31	0.137	濃黄褐または淡黄褐色	1062	11.0	5	0.010
b	緑 色	42	21.0	3.33	0.500	灰黄または緑色	277	4.7	7	0.017
5. b	〃	100	31.0	3.26	0.310	緑 色	502	6.2	5	0.012
6. b	〃	234	62.0	3.26	0.265	〃	1017	11.6	4	0.011

(註) 1) 母樹の生育環境

No. 1—2 日当たりがよい。No. 3—4 中間的の場所。No. 5—6 日当たりが悪い場所。

2) 記号 a) ……成熟した莢。b) ……未熟の莢。

第48表によれば、生育地の日当り程度によつて、莢果およびタネの色沢、重量に大差があつて莢果、タネともに緑色のものが1コ当りの重さも大きい、これは「成熟度による水分の含有量」に関係することは明らかである。

すなわち、黒色の莢はカサカサに乾いていて、莢が裂開しやすく、タネも本来の形態を示すものに反して、緑色の莢は水々しく莢果も裂開しがたく、タネも水分を多く含んでいて、その形も乾いたものの約2倍大を示す。しかし未熟粒も、これを室内に放置するときは、水分の発散にとまつて種皮は収縮して、その形態も本来の姿になるが、それにも限度があつて、あまりに水分が多い場合には、これを人工的に乾燥することが、その品質に悪影響をおよぼすことは、次の実験の結果によつて明らかである。

まず、前表に示したタネは重量を測定後、これをビン詰にして冷蔵庫におさめておき、7月20日に取だして次の処理をおこなつた。

イ) 室内の気乾状態において、1時間半タネを乾燥する。

ロ) 同様にして24時間乾燥する。ものの2組をつくり、乾燥しないものをふくめて発芽試験をおこなつた。

さらに冷蔵庫に貯えておいた莢果は、約1年を経過した1943年8月にタネを取だして発芽試験をおこなつたが、それらの結果を第49表によつて比較してみよう。

この実験結果によれば、立地環境の異なる母樹から採取したタネは、タネの乾燥時間以上に、生育地の条件による莢果の熟度によつて、その発芽および腐敗状態に大差がみられる。すなわち、日当りのよいカ所産のタネは、黒色莢はもちろん、緑色の莢のものでも、品質がよく発芽率が高いのに反して、日当りの悪いカ所産のタネは腐敗粒が多く、その発芽はきわめて不良である。

このことは、他の種類についても考えられるが、とくに灌木状で、小枝の多いエニシダにおいては、陽光の照射と莢果の成熟は密接な関係を有し、それがタネの発芽にも大きい影響をおよぼすことは明らかである。

なお、生育地の環境のちがいは、第2次の発芽試験において一層はつきりして

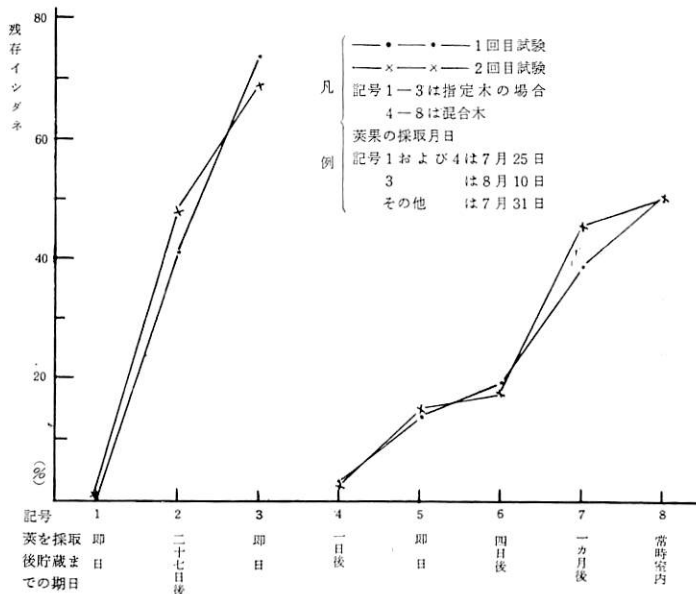
いて、莢付のまま低温カ所に1年間貯えた場合、日当りの悪いカ所産のものはほとんど全部が腐敗したが、日当りのよいカ所に生育するものは、母樹毎における莢の成熟程度によつて異なり、緑色莢のものは「貯蔵前に比較して腐敗粒の増加が著るしい」けれども黒色莢のものは「インダネが多く形成される」傾向がみられ、とくに陽光の照射がよい No. 1~2 のものでは、貯蔵中に約半数

第 49 表 母樹別エニシダの乾燥度によるタネの品質（発芽力）

母樹の 番号 記号	第 1 次 (1942 年)					第 2 次 (1943 年)					摘 要
	乾燥時 間(h)	発芽開 始日数	発 芽 (%)	腐 敗 (%)	インダ ネ(%)	発芽開 始日数	発 芽 (%)	腐 敗 (%)	インダ ネ(%)		
1. a	—	2	95	2	3	8	29.2	8.8	62.0	1) 発芽試験の 時期 第1次 7〜8月 第2次 8月	
	1.5	4	95	2	3						
	24.0	3	97	3	0						
2. a	—	3	92	8	0	11	28.2	27.6	44.2	2) 試験粒数 第1次 100粒 第2次 500粒	
	1.5	3	94	6	0						
	24.0	4	88	12	0						
b	—	3	96	4	0	7	7.6	79.3	13.1	3) 恒温器の温 度 第1次24〜27°C 第2次25〜28°C	
	1.5	2	91	9	0						
	24.0	2	97	3	0						
3. a	—	3	98	2	0	4	57.0	32.2	10.8	4) 発芽試験の 期間 いずれも20日間 で打切る。	
	1.5	3	94	6	0						
	24.0	3	96	4	0						
b	—	2	96	4	0	4	5.0	95.0	0.0	5) 発芽には実 際発芽粒+未発 芽粒を含み、供 試数に対する割 合で示した。	
	1.5	2	91	9	0						
	24.0	2	91	9	0						
4. a	—	3	96	4	0	4	63.8	33.8	2.4	6) 母樹の番号 および記号につ いては前表(註) 参照。	
	1.5	2	98	2	0						
	24.0	5	98	2	0						
b	—	3	79	21	0	—	—	—	—		
	1.5	2	71	29	0						
	24.0	2	89	11	0						
5. b	—	3	52	48	0	4	0.2	99.8	0.0		
	1.5	2	16	84	0						
	24.0	2	22	78	0						
6. b	—	3	23	77	0	—	0.0	100.0	0.0		
	1.5	2	19	81	0						
	24.0	2	28	72	0						

がインダネに変化している。

この事実は同じ日に採取したタネでも、その母樹の土地条件の差によつて、品質とくに発芽力が著しくちがうことを物語るが、そのご著者²⁹⁴⁾ (1952) は林試北海道支場構内に生育するエニシダを用いて、指定母樹および混合母樹について 1951 年 7 月 25 日、31 日、8 月 10 日の 3 回にわたつて、黒色化した莢果をその都度とつて、これを直ちに調整して、5°C の冷蔵庫にビン詰貯蔵したものと、1~30 日間（不定期）莢のまま室内に放置後タネを取だして、同じように蔵貯したものなどについて、その年の 10 月および 12 月に供試料を摘出して発芽試験をおこない、その品質（発芽状態とインダネの形成度など）を比較したところ、7 月 25 日に採取した黒色莢から、すみやかにタネを取だし、それを冷蔵庫に密封したものが、インダネの形成を防止する効果の大きいことを認めた。その発芽試験の 1 回目および 2 回目における、残存インダネを比較すれば次図のようである。



第 65 図 エニシダ莢果の採取時期別における乾燥日数とインダネの形成（原図）

この図のように記号 1) および 4) は、ほとんどインダネが残らず、その発芽状態もきわめて良好であるが、莢果の採取がおくれるにつれてインダネが増加し、8月10日になれば69~74%のインダネを形成する。また7月31日に採取したものは、莢果を乾かせば、そのインダネが「乾燥期間の長短」と比例的に増加する傾向がみられる。

そこで著者は早期に莢果をとつて、その日にタネを調製して冷蔵庫に貯蔵したものが、翌年の新しいタネと比較して、どんな発芽を示すかを引続いて調べたところ、次のような結果をえた²⁹⁵⁾。

第 50 表 エニシダの貯蔵種子の発芽経過と新種子との品質比較

タネの 条 件	発 芽 試 験			発芽開 始日数	試 験 結 果 (%)			
	回 数	期	間		発芽勢	発芽率	腐 敗	インダネ
貯種 蔵子 (一年 九採 五取 二)	1	1951	X.27—XII.5	3	83.5	97.0	3.0	0.0
	2	〃	XII.7—I.14	2	76.5	89.5	10.0	0.5
	3	1952	III.13—IV.21	2	79.0	91.3	5.5	3.2
	4	〃	IV.4—V.13	2	56.7	86.3	6.5	7.2
	5	〃	VII.26—IX.3	3	59.0	76.0	15.8	8.2
新 種 子 (1952年)	a	〃	VII.26—IX.3	3	78.5	86.3	2.5	11.2

(註) 試験粒数それぞれ 200 粒、温度 24~27°C。

この表によれば貯蔵したタネは、その期間が長くなると、腐敗粒やインダネを増加する傾向がみられるが、なお蔵貯後1カ年を経過したものでも、かなりよい発芽状態を示していて、早期採種貯蔵の効果はきわめて大きい。しかし、これを1952年の同じ時期に、同じ母樹から採つた新しいタネと比較すれば、発芽勢および発芽率が低く、全般的に品質が劣つている。

これは貯蔵期間中におこる腐敗粒の増加によるもので、この場合その貯蔵の期間を、翌年のまき付期までとすれば、その使用価値はきわめて高く、実際に蒔いても70~80%の得苗率を示した。しかし、このさい冷蔵庫から取だして、蒔くまでの時間が長びけば、それにともなつて、インダネが増加するところに難点がある。なお取だし直後にタネを吸水状態にして、ある程度の温度を

与えて発芽させたものを蒔く、いわゆる「芽だしまき」は効果的であるが、これについては、まだ充分に実験ができておらない。

2) ニセアカシヤ莢果の乾燥程度とタネの品質²⁹³⁾²⁹⁶⁾

この実験は札幌市豊平墓地内に生育するニセアカシヤの壮令木について、1951年9月におこなったものであるが、褐色化した莢果を9月26日、28日、10月23日の3回にわたって採取し、莢あるいはタネについて、乾燥方法をかえて、それぞれについて発芽、腐敗およびイシダネの形成を調べたところ、次のような結果をえた。

第51表 ニセアカシヤ莢果の採取時期および乾燥方法による発芽変異

記号		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
項 目											
莢果の採取日		IX.28	IX.28	IX.28	IX.28	IX.26	IX.26	IX.26	IX.26	X.23	X.23
タネの色 沢		帯黒 黄緑色	同左	黒色	同左	帯黒 黄緑色	黒色	同左	同左	同左	同左
莢またはタネの 処理方法		気乾 (未熟)	莢からだした タネを3時間 陽光で乾かす	気乾 (成熟)	b)に 同じ。	未熟の タネを 室内に 放置し かくはん する	莢を7 日間陽 光乾燥 してタ ネをだ す。	f)の 状態の ものを 引続い て乾燥 する。	g)の 状態の ものを 室内に 引続い て乾か す。	気乾 (未熟)	莢のま ま室内 に放置 する。
発芽試験の結果	試 験 日	1951 IX.28	IX.28	IX.28	IX.28	X.3	X.3	X.20	XII.6	X.23	1952 I.29
	発芽(%)	64.5	77.5	80.5	82.5	92.0	98.5	39.5	38.5	100.0	19.0
	腐敗(%)	35.5	22.5	19.5	17.5	8.0	1.5	35.5	3.0	—	5.8
	イシ ダネ(%)	—	—	—	—	—	—	25.0	58.2	—	75.2

この表のうち記号 i) のタネは 100% の発芽を示し品質がよく、その発芽条件に最も適応したものと判断されるが、この頃の莢果は完熟（枯熟）状態のものがほとんどで、未熟とみなされるものはきわめて少なく、したがって、この状態のタネを大量に採取することは困難である。

また記号 f) は、成熟の初期にとつた黄褐色の莢果を、日中だけ戸外において、7日間陽光乾燥してからタネを取だし、その日のうちに発芽試験をおこなったものであるが、そのほとんどが発芽しており、品質はきわめて優秀であ

る。なお、この頃の莢果は肉眼的にも未熟で、その色は帯黄褐色を示しているが、大量に莢を採取することができる。

次に、成熟の初期にとつた莢から取だしたタネを、7日間室内に放置して徐々に乾燥させた記号 e) も、比較的よい発芽状態を示し、水分過多のために起る腐敗を、静かに乾燥させることによつて防止しており、これは未熟粒に対する、後熟作用による効果と考えられる。

なお、莢をとつた日にタネを取だし、直ちに発芽試験をおこなつた記号 a) ~ d) のものは、全くインダネがなく、かなりの高い発芽率を示すが、これらには水分の多い未熟粒が多く、それらの種粒は腐敗する傾向が強い。しかし、これらもタネを陽光で3時間乾かすことによつて、後熟を助長せしめ、発芽率を高めることができる。

しかるに莢のまま、長い期間にわたつて乾燥すれば、その期間が長いほどインダネが増加する傾向がみられ、記号 g) において発芽率が 39.5%、腐敗 35.5%、インダネ 25.0% を示したことは、f) の状態のタネが長い乾燥によつて「水分の多い未熟粒は発芽力をうしない、水分の少ない種粒は、インダネ状態に移行した」と解せられるが、さらに長く気乾状態においたものは、肉眼的にもインダネの増加が認められた。(記号 h および j のもの)

要するに、この実験は同じ母樹から、同じ時期に莢果を採取しても、その取扱方法によつて、異なつた品質のタネが生産されることを意味するもので、これを発芽上からみれば「成熟の初期に莢果をとつて、1週間前後その莢を乾燥する」ことが効果的と思われる。参考のため 1,000 本の莢果について、水分の発散状態を測定した結果を示せば第 52 表のようである。

この結果によれば、乾燥後2日で大部分の水分は発散するようで、原重量に対する乾燥率は7日後に 26% を示すが、それ以後はほとんど重量が減少していなかつたので、この程度の乾燥で充分と考えられる。なお、この莢果から取だしたタネが記号 f) のもので、その発芽状態は前述したように理想型にちかづいている。

第 52 表 ニセアカシヤの莢果の乾燥経過 (1,000 コについて)

乾燥日数と 測定月日	事 項	重 量 (gr)	水分発散量 (前日との差) (gr)	発 散 率 (%)	乾 燥 率 (%)
原 重 量	(IX. 26)	304	—	—	—
乾燥 1 日後	IX. 27	273	31	39.3	10.2
〃 2 日後	IX. 28	245	28	35.5	9.2
〃 5 日後	X. 1	235	10	12.6	3.3
〃 7 日後	X. 3	225	10	12.6	3.3
合 計		—	79	100.0	26.0

また、上記の測定に用いた 1,000 コの莢果について、単位当りの数量を測定した結果は第 53 表のようであるが、平均に摘出した莢について、その含有種子の数を調べた結果は第 54 表のようである。

この表でわかるように 1 莢当りに、含まれ

第 53 表 ニセアカシヤ莢果に関する記録

重 量 (kg)	容 積 (升)	莢果数 (個)
1.000	3.0	3,500
0.344	1.0	1,200
0.304	0.9	1,000

第 54 表 ニセアカシヤ莢果の着生種子の収量の一例

事 項	タネの数											計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
莢 果 数	311	284	122	68	43	27	19	5	6	3	2	890
種 子 数	311	568	366	272	215	162	133	40	54	30	22	2,173
百 分 率 (%)	14.3	26.2	16.8	12.5	9.9	7.5	6.1	1.8	2.5	1.4	1.0	100.0

るタネの数は 1～3 粒が最も多く、約 60% を占めているが、この実験に用いたニセアカシヤの莢果は、比較的小形であつた。なお、これらのタネのうち 62.8% は帯黒黄緑色粒で、36.1% が黒色粒、1.1% が不充実粒の割合を示したが、この状態のものは十分に成熟しておらず、タネを調製するまえに、莢を適当に乾燥しなければその発芽が不良なことは前述した通りである。

第 2 節 林業用種子の検査

1. 検査の必要性

林業用種子の品質に関係する、各種の問題については前述したが、一般に農

林業方面で用いるタネは、その品質の良否によつて、利用価値が異なるのが普通である。

すなわち、いかに形質的に優良な母樹から採取した、いわゆる「優良種子」といわれるものでも、前述したように結実の豊凶程度、球果または果実の着生位置、球果または果実の乾燥方法およびタネの精選程度などによつて、つねに同様な品質のタネが、生産されることは絶無といつてもよいだろう。さらに、同じ林分や母樹から採つたタネでも、その純量率および発芽率などは毎年ちがつており、まして従来一般に、民間で取扱うタネの多くは、種々様々な品種または系統、あるいは個性の異なる母樹から採取されたもので、大体において、一林分もしくは一地区毎に混合するから、なおさら、ある基準のもとにタネの品質を“量的に検査”する必要が生じ、タネを検査する意義もここにあることは云うまでもない。

しかし、タネの検査は国が一定の組織のもとに、実施しなくては意味がうすく、とくに民間を出廻るタネは、国の保証によつて相互に協定して取引ができるのである。なお、タネの検査に関しては、ドイツでは 1869 年(明治の初期)すでに、その必要性が認められ、国営による種子検査所が組織されて以来、それぞれ各国において実施されるに至つたが、1875 年 9 月に最初の種子検査所長会議がオーストリーで開かれ、そこでタネの検査に関する技術的規程を定めたようである。(日本農林種子学前編 279 頁参照)

そのご、タネの検査をおこなっている各国が、共通した問題に対する技術向上のため、万国種子検査協会(International Seed Testing Association)を設立し、その最初の会議が 1906 年(明 39)にドイツのハンブルグにおいて開かれて以来、3 年毎に万国種子検査会議が開かれ、タネの検査その他の関係事項に対する討議および技術の改良がおこなわれ現在に至つたが、1953 年 5 月アイルランドのダブソンにおいて、第 10 回万国種子検査会議が開かれ、そのときの模様の概略は浅川氏⁴⁶⁸⁾(1953)によつて紹介されている(日本林学会誌 Vol. 35, No. 11, pp. 368~370 参照)

わが国においても、当時の林業試験場長白沢保美博士が、1906年（明29）に開かれた万国林業試験場長会議（種子検査会議）に出席し、帰朝以来「林業用種子の検査の必要性」を痛感され、小山光男技師が主査となつて協議した結果、1913年（大2）から林業試験場において、林業用種子の発芽検査をおこなうようになったが、その変革について以下すこしく記述しよう。

2. 検査に関する変革

1913年（大2）11月から林業試験場において、木のタネに対する発芽検査をおこなうようになり、その翌年3月27日に農商務省令第8号によつて「山林局林業試験場種子鑑定規則」が分布された。その当時は手数料も国有林は無料、民間だけを有料としたが1922年（大11）4月7日農商務省令第10号によつて、手数料（全部有料）その他1部の規則が改正され、さらに1927年（昭2）11月9日勅令第324号による「林業試験場手数料令」翌10日農林省令第24号によつて「林業試験場分析、鑑定及び試験規則」が分布された。参考のため、戦前における検査の状態を、依頼件数の面から概観してみよう。

民間からの依頼は、タネの検査を開始した当時はほとんどなかつたが、逐次タネの売買上検査をうけることが必要となつたため、その依頼件数も増加し、大正15年度の345件を筆頭に、大体100～250件を依頼されたが、そのほとんどがカラマツであるために、件数も結実の豊凶によつて差を示した。

これに反し国有林関係は、タネの豊凶に拘わらず、苗畑事業実行上の必要性から、検査件数もつねに民間より多く、その樹種もスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツなどであるが、そのうちでスギが最も多く、アカマツやクロマツは平均して100件以内である。

また件数の変動をみると、昭和8年までの13年間はほとんど大差がなく、全樹種を通じ360～500件を示したが、昭和9年度に「造林用種子の払下規則」が公布された結果、検査の件数も759件と急に増加した。しかし、これを平均すれば450件前後である。そして昭和16年度からは自署用種子の検査は、各営林局で実行（ただし当時の東京営林局は従来通り）することになつた

ので、国有林関係の件数はきわめて僅少となつた。

なお、これらの検査結果は、その都度報告（山林彙報に掲載）してきたが、昭和 19 年に戦争が苛烈になるにおよんで、不急事業の 1 つとして、林業用種子に関する検査業務は中止のやむなきに至つた。

しかし、やがて戦争も終り、世の中が落つくとともに、民間種苗業者も立ちなおり、事業の復活にともなつて、輸出その他の取引のため、タネの検査が強く要請されるに至り、1948 年（昭 23）6 月 18 日農林省告示第 127 号にて「林業試験場分析、鑑定、試験及び林産物加工受託規程」が改正公布され、この規程に基づいて、林業用種子の検査業務が再開され現在に至っている。

この改正の主なる点は、手数料の引上であるが、参考のため、この規則を沿革して次に示す。

林業試験場分析、鑑定、試験及び林産物加工受託規程（沿革）

第 1 条 林業試験場が依頼を受けて行う林業に関する分析、鑑定、若しくは試験又は林産物の加工に關しては、この規程の定むるところによる。

第 2 条 林業試験場に林業に関する分析、鑑定若しくは試験又は林産物の加工（以下林業試験等という）を依頼する者は別表第 1 に定める區別に従い、手数料を納めなければならない。

手数料は、当該官吏の発する納入告知書によつて、これを納めなければならない。

第 3 条 林業試験場に林業試験等を依頼しようとする者は、林業用種子の鑑定については、様式第 2 号による依頼書に供試品を添えて、これを林業試験場長に提出しなければならない。

前項の依頼書及び供試品は 1 件ごとに、これを提出しなければならない。

第 4 条 供試品として添付する物品の分量はおおむね別表第 2 の基準による。

第 5 条 林業試験場長は、林業試験等の結果を依頼者に通知する。

第 6 条 供試品は次の各号の 1 に該当する場合を除きこれを返還しない。

1. 林業試験場において林業試験等の依頼に応ずることができないものにつ

いて、その旨の通知を依頼者にした日から1月以内にその者から返還に要する費用を添えて請求があつた場合。

2. 林業用種子の供試品の残余について当該依頼者から返還に要する費用を添えて請求があつた場合。

第7条 供試品又は加工品の送料は、すべて依頼者においてこれを負担しなければならない。

第8条 林業試験場長は依頼者から林業試験等の結果の通知書の複本の請求があつたときは、これを交付する。

林業試験場長は、依頼を受けて鑑定した林業用種子について当該依頼者から封緘の請求があつたときは、これに応ずる。

前項の場合においては、依頼者はその旨を第3条の依頼書に記載しなければならない。

(別表第1 受託手数料) ……タネの関係

9. 林業用種子の実重及び効率の鑑定

実 重	1 件毎	35 円
効 率 小粒種子	1 件毎	130 円
大粒種子	1 件毎	100 円

14. 複本 林業試験等の結果の通知書

日 文	1 通毎	15 円以上 100 円以下
欧 文	1 通毎	35 円以上 650 円以下

15. 鑑定を受けた林業用種子に対する封緘

1 包装の数量 1 立	1 包毎	15 円
-------------	------	------

(別表第2 供試品の分量) ……タネの関係

7. 林業用種子の実重及び効率の鑑定

小 粒 種 子

サワラ、ネズコ、ヤシヤブシ、ハゲシバリ、

ハンノキ、カバ等

30 グラム

ヒノキ，ヒバ，ツガ等	50 グラム
スギ，カラマツ等	75 "
イチイ，アカマツ，クロマツ，トウヒ，モミ， コウヤマキ，ケヤキ等	100 "

大粒種子

クス，サクラ，ウルシ，ハゼ，カエデ，ヤチダモ等	1,000 粒
ヒメコマツ，チヨウセンマツ，ブナ，ホオノキ等	600 "
カヤ，カン等	400 "
クリ，クスギ，ナラ，カンワ，アブラギリ，ツバキ等	300 "
クルミ，トチ等	200 "

(様式第2号)……林業用種子鑑定依頼書(縦書でもよい。)

1. 品名及び番号
2. 数 量
3. 鑑定を要する事項
4. 供試品発送の日付及び送達の方法
5. 供試品の剰余の返還の要否
6. 参 考 事 項
 - 1) 産 地 名
 - 2) 採取年月日
 - 3) 供試品を採取した種子の総量
 - 4) 其 他
7. 鑑定を受けた種子につき封緘の依頼又は復本の請求をする場合はその旨

昭和 年 月 日

住 所

氏 名(名称)

印

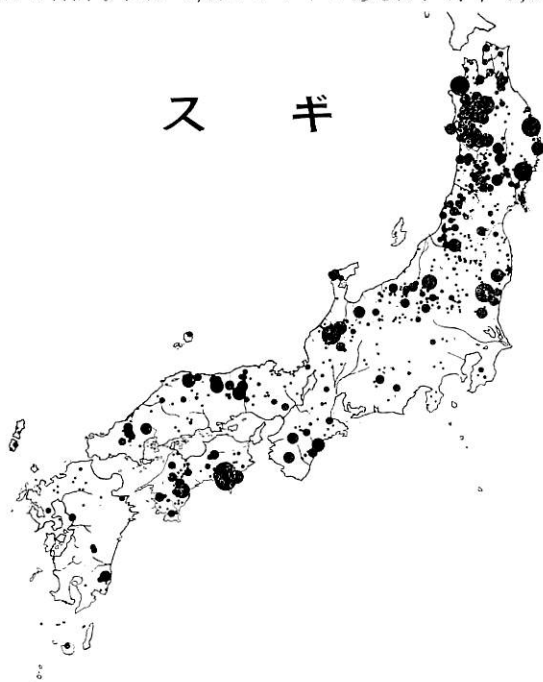
林業試験場長殿

なお、戦後における検査は、主として都道府県および民間を対照としており、

国有林関係は原則として、各営林局署において実行している。したがって依頼件数も、戦前に比較すれば非常に少ないのは当然であるが、そのほとんどがカラマツで、他の樹種はきわめて僅少である。これは民間において、いかにカラマツが重要視されているかを物語るもので、海外に輸出される量も年々増加し、1950年（昭25）は1万ポンド以上が輸出されたようで、最近における1例として1954年（昭29）におけるカラマツ種子の輸出先（通産省調査資料）をあげれば次のようである。すなわち、

イギリス	ベルギー	ドイツ	フランス	オランダ	オーストリア	スイス
ポンド						
3,500	1,489	924	690	352	18	1

などで、これを合計すれば 6,974 ポンドであるが、毎年 5,000 ポンド以上は



第 66 図 検査件数からみたスギ種子の需給状態（原図）

黒丸の大小は検査件数の多少をあらわし、20年間に1～5件を最小とし、次いで6～10件、11～15件、16～20件、21～25件、26～30件、31件以上などについて、市町村単位で丸の大小によつて示した。（以下同様）



(上) 第 67 図 検査件数からみたヒノキ種子の需給状態 (原図)
 (下) 第 68 図 検査件数からみたアカマツ種子の需給状態 (原図)



第 69 図 検査件数からみたクロマツ種子の需給状態（原図）

各国に輸出さたていとみて差支えなからう。

ここで参考のため、戦前 20 カ年における検査件数を基とし、市町村単位としての検査頻度を示せば第 66～69 図のようで、これによつて全国的にみたタネの需給程度が想像できる。

これらの図は主として、国有林（営林署）からの依頼によつたもので、最少 1 件から 30 件以上までを、丸の大小で現わしたものであるが、20 件以上のものは、毎年同一市町村からタネを採取していることを意味し、いわゆる、その樹種の本場とみるべきところで、最も高い頻度を示している。

たとえば、スギについてみれば秋田地方を筆頭に、岩手および宮城県から山形地方にかけて、また福島県の浜通りから、脊梁山脈にそつて新潟、富山、石川県の各地方、さらに鳥取および島根県の日本海沿岸地方、あるいは紀州から

四国にかけた一帯が高い頻度を示し、ヒノキについては長野県を中心とした地方、高知県および肥前、肥後の各地方、また広島、兵庫および鳥取県地方、紀州などが、多くのタネを採取しているようである。なお、アカマツやクロマツは、全般的に件数が少ないが、それでも、この図によつて大体の傾向はうかがえるであろう。

3. 検査の方法

林業試験場におけるタネの検査は、前述した検査規定および 1937 年（昭和 12）に協議のうえ定めた「林業用種子検査に関する注意事項」によつて実行しているが、その具体的方法は「林業用種子の検査方法」に関する内規によつてゐる。参考までに、その主要点を記述すれば次のようであるが、大体において「万国種子検査規定」に準じたものである。

林業用種子検査方法に関する内規（抜萃）

a 供試料の採取

1) 検査用の試料は種子の総量をよく混和し、種子試料採取杖を用いるか、または他の方法で少くとも 10 カ所から少量ずつ採取し、これを混和して適量を分取するが、その数量少なきときは「稲垣式平均試料採取器」を用い、多量な場合には「小山式平均試料分取器」を用いるを可とす。

2) 種子の総量を混和できがたいときは各容器の上、中、下部より摘出するか、または「種子試料採取杖」にて採取したものを混和し、これより適量の試料を分取する。ただし各容器の容量が異なる場合には、その容量に比例した数量を各容器から採取すること。

3) 同一品の数量が著るしく多量なときは適当に区分し、数コノ試料を採取するを要す。ただし、種子の全量を林業試験場に提出して検査を依頼するときの試料に対する現品の最大数量は 2 石とし、2 石もしくは其の端数毎に試料の数を増すものとする。

b 検査用試料の数量

前述の規則書の記載とほぼ同様であるから、ここでは省略する。

c 純量率の検査

1) 純量率は試料中に混和する夾雑物（樹皮、種皮、枝葉片、翅、樹脂、土砂、異種子、破損または発育不完全にして明らかに発芽の見込のない種子）を選別し、供試料に対する、純正種子の重量百分率で示し、小数点以下1位まで算定する。ただし、翅除または肉除種子については、残存する翅片または肉片は分離させて、これを夾雑物として取扱うものとする。

2) カラマツのようにきわめて破損しやすい翅を有するものの、翅付種子およびクス、ホオノキのような肉付種子の純量率の検査はおこなわない。

3) 選別した異種子は其の種類を明らかにし、かつその数量を計ること。なお、夾雑物と純正種子は検査後別々に保存しておくこと。

d 実重の検査

1) 実重は大粒種子では 4×100 粒、小粒種子については $4 \times 1,000$ 粒を精確に計数および計量し、100 粒または 1,000 粒の重量にて示すものとする。ただしグラム単位として単位以下4位まで秤量または算定する。

2) 供試料は任意に採取し、とくに選択しないこと。ただし大粒種子で大小形状、または色沢などの差異が顕著なる場合には、これを適当に分類し、その粒数割合を求め、これと同じ割合に100粒の組をつくること。

3) 実重の検査は試料受領後直ちに着手すること。

e 発芽率の検査

1) 発芽速やかなる種子の発芽率の検査は次の各項によつておこなう。

イ) 供試種子の粒数

大粒種子中アブラギリ、ナラ、カシ、クスギ、クリなどは 4×50 粒、またコオヤマキ、ブナ、クスなどは 3×100 粒とし、その他の小粒種子は 5×100 粒とする。ただし供試料の採取方法は実重の場合に準ずる。

ロ) 供試種子の処理

種子は置床前予め浸水、その他の理化学的処理をしないこと。ただしホ

オノキ種子は 10 日間浸水後種皮に割れ目を生ずる程度に陽乾し、ウルシ種子は 60% 以上の濃硫酸中に 30 分間浸漬したる後、よく洗い 2～3 日間浸水後またケヤキは 4 日間浸水後発芽床におくこと。

ハ) 発 芽 床

発芽床には亜鉛製バット、硝子製バットまたは陶製バット内に消毒した強質の吸水紙、綿布、水苔または純潔なる石英砂などをおきたるもの、あるいは亜鉛製バットに水をいれ、其の中に「素焼製発芽皿」を安置せるものなどを用い、硝子板にてこれをおおうこと。

発芽床は供試種子の種類によつて選択すべきであるが、大体次の組合せによるを可とする。

発 芽 床 の 種 類

素焼製発芽皿	床面平のもの	針葉樹、カバ、ハンノキ、ニセアカシヤなどの小粒種子
	床面にクボミあるもの	ケヤキ、ノイバラなど
吸 水 紙 上		針葉樹、カバ、ハンノキなど
折りたたんだ 2 重の綿布間		ホオノキ、ウルシ、カエデ、シオジなど
水苔又は砂床		クリ、クスギ、クルミなどの大粒種子

さらに発芽床を湿すには蒸溜水、水道水などを用い、その適度は種子および発芽床の種類によつて一定でないが、素焼製発芽皿以外のものは、発芽床材料の飽和含水量の 80～90% を標準とする。なお、発芽床はつねに清潔にし、もし供試種子にカビの発生とくに甚だしい場合には随時発芽床を更新し、また腐敗種粒はなるべく速やかにとりのぞくこと。

ニ) 発 芽 床 の 温 度

種子の種類によつて異なるべきも、定温を用いる場合には 20～25°C を可とす。ただしケヤキ、ホオノキ、ウルシ等では変温 (20～25°C 内に 12 時間、5°C 内外の低温内に 12 時間) を用い、かつ試験着手当初の 10 日間は 5°C 内外の低温のみを用いるを可とする。

ホ) 発 芽 床 の 明 暗

発芽床は暗所におき、とくに明所におく必要がない。ただし針葉樹種中には明所におく方がよいものもある。

へ) 種子置床後の処置

発芽床は毎日一定時にこれを検し、法正なる発芽をなせる種粒を摘取しその数を発芽用紙に記入するほか、発芽床に起る各般の現象に注意し、水分の補給、温度の調節、腐敗種粒の処理（除去）などをおこなう。なお、不法正な発芽たとえば幼根の異状を呈するもの、または葉の先発せるものなどは、これを直ちに発芽数に加えずに、暫くその経過を見た後これが加除を決定し、その旨を備考欄に記入すること。

ト) 発芽試験の締切日数

発芽試験は次の期日をもつて締切るものとす。ただし発芽の経過にかんがみ、最終の結果に影響をおよぼさないことが明らかな場合、これを短縮することができる。

i) ヤマナラシ、カツラ、ニレなど	14 日
ii) トオヒ、ヒノキ、サワラ、ニセアカシヤなど	21 日
iii) スギ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、カバ、ハンノキなど	28 日
iv) ケヤキ、ホオノキ、ウルシなど	42 日

この期日を経過するも、なお残留する種子は、それぞれ各組毎に計数したのち小刀にて切断して、その状況によつて未発芽粒（健全にして発芽の見込確実なもの）不発芽粒、硬粒、糞粒、澁粒または虫害粒などに分類し、その数を発芽用紙に記入すること。

チ) 発芽率の算定

発芽試験完了したるときは、完全なる発芽数を各組毎に合計し、これを平均して発芽率を算定し、小数点以下1位まで示すこと。ただし試験締切のさい健全にして発芽の見込確実なる未発芽粒は、その $2/3$ を発芽数に加算し、また硬粒は発芽数に加算することなく別に記載すること。

発芽試験各組の発芽数を検し、その最大最小の較差が次の限界を超える

ときは再試験すること。

発芽率百分の 20 未満又は 80 以上のものにあつては 15

発芽率百分の 20 以上 80 未満のものにあつては 20

2) 発芽の遅い種子たとえばカヤ、イチイ（アララギ）、ヒメコマツ、チヨウセンマツ、クス、サクラ、ヤチダモ、クルミなどは2週間以上置床または浸水後、切断試験によつて発芽率を検査できる。ただし切断試験に当つては、幼根を通ずる切断面をつくり、胚または胚乳が新鮮で、かつ健全なるタネに固有する色沢、形態を備えるか否やを検し、とくに幼根の色沢に注意すること。

f 効率の算定

効率は次の式によつて算定し、小数点以下1位まで示す。

$$\text{効率} = \frac{\text{純量率} \times \text{発芽率}}{100}$$

g 検査の公差 } 後に詳述する
h 価格の決定 }

i 剰余試料の処分

検査に用いた試料の剰余は、検査完了後において依頼者の申出によつては、これを依頼者に返送すること。ただし返送しない場合でも最少3カ月間は、それらを適当に保存すること。

なお、この内規は必要に応じて改善し、検査の万全を期しているが、以下これらの実際における検査例、その他必要な事項について検討してみよう。

4. 検査の基準事項

1) 実重および容積

実重はタネの大小および重量など、いわゆる理学的性質を判定する基準となるのであつて、そのタネの絶対重量を意味している。

そして普通は、一定粒数における重量を gr 単位で示すが、小粒種子であるスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、サワラ、ヒバ、エゾマツ、トドマツ、モミ、ハンノキ、ヤシヤブシ、ケヤキ、ニセアカシヤなどについては1,000粒の重量、またチヨウセンマツ、カヤ、イチヨウ、アブラギリ、クスギ

クルミ、ナラ、カンなどの大形のタネは、100 粒の重量を測定して実重と称している。なお、実際に実重を検査する場合には、それぞれ4回の測定結果を平均した重量で現わすのが普通である。

云うまでもなく、タネの重量は、その比重と容積の相乗積である。したがって、そのタネの実重は“種粒の大小と内容の充実程度に關係する”のであつて、かりにタネの内容を同一とするならば“実重は種粒の大小と正比例する”ことになる。しかし實際上においては、含水程度および充実程度その他の原因によつて、種粒の内容は著るしく異なるのが普通で、そのため実重と種粒の大小は、つねに必ずしも正比例するとは限らないのであるが、これを統計的にみれば、実重と容積（種粒の大小を判定する基準）との間には、かなり密接な正の相關係が認められる。

この關係を主要針葉樹のタネについてみれば、実重（1,000 粒の重量）と容積（1,000 粒の容量 cc）の間には、

ス		ギ			+0.92 ± 0.01
ヒ	ノ	キ			+0.79 ± 0.02
ア	カ	マ	ツ		+0.96 ± 0.01
ク	ロ	マ	ツ		+0.98 ± 0.01
カ	ラ	マ	ツ		+0.75 ± 0.03

という高い相關關係を示し、いずれも粒の大きいタネほど、重量も重いことを物語っているが、この關係を少しく分析してみよう。

a) アカマツやクロマツに高い關係を示しているのは、これらのタネのなかには、シイナの含有が少ないことを意味し、そのほとんどが内容の充実粒とみなして差支えない。しかしスギに高い値を示したことは、前者と趣を異にし、この場合にはシブダネの影響が現われている。

なお、シブダネの特徴としては、タネの外部がいくぶん黒味がかつているが、案外に大形のタネにも多量のシブタネが含まれる場合が多いために、大形のタネが必ずしも充実粒であるとは限らない。

(註) シブタネというのは種粒の内容が胚乳の代りに、ヤニが充滿したタネのことであるが、この場合、受精前に種粒のなかにヤニがつまり、受精を妨げるのであるかもしくは受精不十分な種粒に、後天的にヤニが滲透するのであるか不明である。

b) ヒノキの場合には、重量と容積の関係は前記の3樹種より低いが、これは大粒のタネのうちにもシイナが多いことで、さらに形態的にみて、とくに稜線(ヒノキの翅は種粒のカドに沿つて2稜、まれに3稜に発達している)の比較的高いものと、然からざるものがあつて、必ずしも一定の形状を示さないことによつて、それだけ両者間の関係はうすいようである。

c) カラマツが他のいずれよりも、さらに関係がうすいのは、前述したように(第45図参照)タネにつく翅の構造上からみて、これを完全に除去することが困難であるため、その程度によつて容積に著しい差異がある。またシイナを含む割合も比較的多いので、一般に精選が不十分な場合には、大形種子が必ずしも充実粒とは限らない。

要するに実際に売買に供せられるタネは、前述したように地方毎に集荷したものが多から、検査に依頼する試料中には、かなり高い変異で大小の種粒が

第 55 表 主要林木のタネの実重

樹 種	実 重 平 均 最 大 最 小	(gr)	(gr)	(gr)
ス	ギ	3.175	5.688	1.763
ヒ	ノ	2.215	3.330	1.432
ア	カ マ ツ	9.275	12.647	7.088
ク	ロ マ ツ	13.691	20.500	11.019
カ	ラ マ ツ	3.540	4.675	2.590
ヒ	バ	4.142	5.971	2.575
ウ	ル シ	41.691	49.256	31.318
ケ	ヤ キ	14.008	19.860	8.525
ネ	ム ノ キ	34.308	42.425	22.560
ヤ	シ ヤ ブ シ	0.886	1.106	0.624
*オ	ニ グ ル ミ	793.400	1,217.000	495.800
*ク	ヌ ギ	487.300	1,230.100	327.100

(註) タネ 1,000 粒の重量であるが*印のものは 100 粒。それぞれ過去 20 カ年の資料による。ただし小数点以下 4 位で四捨五入した。

混ずるのが普通である。参考のため、林業試験場において検査した実重の平均と最大および最小の数値を示せば第 55 表のようである。

この表のように、同じ樹種でも最大および最小の範囲は大きな差がみられ、このことは、産地や樹令その他の環境条件によつておこる当然の変異であろが、樹種相互間における差は、それぞれ個有の形状を示す必然的の差異に基因するもので、これによつて「樹種別におけるタネの大小による差」は判断がつくと考えられる。

第 56 表 種粒の大小と容積重の関係 (長谷川)

樹 種	事 項	種 粒 の 大 さ	1 gr 当りの粒数	1 cc 当りの重量 (gr)
ス	ギ	大	222	0.374
		中	306	0.395
		小	426	0.361
ヒ	ノ	大	372	0.285
		中	439	0.297
		小	472	0.281
サ	ワ	大	930	0.246
		中	1,170	0.214
		小	1,361	0.141
ア	カ マ	大	84	0.513
		中	106	0.521
		小	136	0.520
カ	ラ マ	大	233	0.381
		中	255	0.394
		小	288	0.344
エ	ゾ マ	大	389	0.526
		中	416	0.374
		小	460	0.418
ト	ド マ	大	72	0.360
		中	100	0.299
		小	118	0.389
モ	ミ	大	20	0.350
		中	26	0.291
		小	30	0.385

(帝室林野局東京林試報告第4巻第3号 126 頁より)

なお、タネの検査を開始した当時は、種粒の大小による品質判定のため、一定容積に対する重量、すなわち容積重を測定していたが、一定重量における粒数は、小形のタネほど多い傾向がみられる。しかし、一定容積における重量は樹種によつて、それぞれ異なつた傾向を示し、種粒の大小別による一定の差はみられないことは、第 56 表¹³⁾によつても明らかである。

この表によつても、種粒が小さいほど単位重量当りの粒数は、各樹種とも多い傾向を示すが、単位容積当りの重量は樹種によつてちがひ、粒形の大小別による一定の差はみられない。これは結局において、タネの内容状態に関係することを意味している。したがつて、容積重では正確にタネの品質を判定できないため、いまではタネの検査事項から容積重の検査は省略してある。

2) タネの純量率

一般に、商品として出廻つているタネをみれば、かなりタネ以外の夾雑物が混入するのが普通であるが、タネの売買およびまき付量算定において、そのタネの純正度（純量率）が品質判定上重要なことは云うまでもない。

その意味で、タネの純正度を検査する必要性が生ずるが、その基準としては「純量率」を用いており、一定量の供試料中に含まれる種々雑多な夾雑物を選別して、その樹種独特の形状をした純正種子群をつくり、供試数量に対する重量割合によつて純量率を算定している。

しかし、タネの純正度は結実の豊凶、精選の方法および樹種による精選の難易などによつて非常に差があつて、一般に凶作年には豊作年に比して、商品用のタネは精選が不十分なのが通例で、それだけタネの純正度も低いが、樹種によつて必然的に生ずる精選の難易による差が案外大きい因子となる。たとえばチョウセンマツ、コオヤマキ、クヌギ、ホオノキ、クス、ネムノキ、トチ、カン、ナラ、クルミ、トネリコなどは、種粒が大形であるから精選も比較的容易で、ときに純量率 100% のものをつくることも可能である。

これに反して、きわめて小粒であるヤシヤブソ、ヒメヤシヤブソ、ハンノキ類、カバ類などは果鱗または包鱗や葉片などと、タネを選別するのが困難なた

め、ていねいに精選しても、その純量率は 80% 以下の場合が多く、甚だしいときには 30% 内外のこともある。

その他の多くの針葉樹のタネは、両者の中間的とみることができるが、林業試験場において検査した結果を基として、純量率の範囲と件数の関係を示せば次表のようである。

第 57 表 主要造林用種子の純量率の範囲と出現件数 (%)

樹 種	純量率の範囲		96.1%	90.1~	86.1~	80.1~	70.1~	70%
	検査 件数		以 上	96.0%	90.0%	86.0%	80.0%	以 下
ス ギ	602		64.0	30.7	4.5	0.8	—	—
ヒ ノ キ	386		84.7	13.2	1.6	0.5	—	—
ア カ マ ツ	154		77.4	18.8	3.2	—	0.6	—
ク ロ マ ツ	128		80.5	16.4	3.1	—	—	—
カ ラ マ ツ	430		39.8	40.5	12.5	3.7	3.0	0.5
ケ ヤ キ	30		46.7	46.7	3.3	—	3.3	—

(註) 1) 純量率の範囲毎の出現件数の割合は検査件数に対する百分率で示した。

2) 昭和 14~16 年度の 3 年間の検査結果による。

なお、精選の困難なハンノキ類のタネは、大体その純量率は 85% 以下が普通で、とくに、80%以下のものが過半数を占める。次に主要針葉樹について、検査中に最も多く出現する、純量率の概略の範囲を示せば、

ス ギ	95.8~96.2%
ヒ ノ キ	96.3~97.2%
ア カ マ ツ	96.3~97.2%
ク ロ マ ツ	96.3~97.2%
カ ラ マ ツ	94.8~96.2%

のようである。

このさい、純量率の高いタネが純正度が高く、品質がよいことになるが、現実の問題としては、わが国では現在も、タネの売買に容積単位を用いる風習が残っていて、このような場合に「重量単位にて現わした純量率を用いることは、ときとして全く無意義」な場合を考えないわけにゆかないだろう。

なぜならば、比重の小さい夾雑物は、容積的にみて多量に混合していても、これを重量の点からみればほとんど大差なく、このさいにおける純量率は、かなり高い結果を示す。しかしタネの純量率を、重量割合で計算した場合と、容積割合で求めた場合とでは、夾雑物の性質を異にした場合には差があつて、夾雑物の比重の差が大きいほど両者のちがいも大きくなる。

なお最近に至り、度量衡単位の改正法によつて、すべての単位が改められることになつてゐるが、いまでも正式の場合以外は、習慣的に従来の単位を用ゐるようである。たとえば、配給米の販売は重量(kg)によつてゐるが、ヤミ米の場合には升単位である。また農林用のタネも、外国に輸出する場合は重量によるが、国内の場合には容積単位になりがちで、これらは早急に改めるべきであらう。しかし一面、重量単位による場合は、不正商人になると「タネに霧を吹きかけて目方を増す」例もあるから、呉々も注意しなければならない。

さて、タネに混合する夾雑物は、これが無生物と異種子に區別できるが、それに関しては尾越氏⁴⁵²⁾(1936)の研究がある。同氏はスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツなどについて 1925~34 年(大 14~昭 9)の 10 年間の検査資料を基として、これを樹種毎に、その夾雑物の種類および現出状態または数量などを、統計学的に研究しているが、その大要を次に摘記する。

a) 夾雑物の種類および現出の状態： 林木のタネに含まれる夾雑物の種類を大別すれば林木、作物および雑草などの異なつたタネ、植物質、鉱物質および動物質などの無生物で、ちがつた種類のタネの内訳は木のタネ 87 種、作物のタネ 28 種、草のタネ 34 種(合計 149 種)で、その混合状態はスギが 98 種で最も多く、ヒノキは 91 種、アカマツおよびカラマツは 86 種、クロマツは 60 種である。なお、その現出状態は樹種および地方毎に異なるが、カラマツの場合に混合する木のタネの種類数が多い以外は、大体において作物のタネの種類数が多く混合している。

カラマツに木のタネの混合が多いのは、主として長野県方面の種苗業者の依頼が多い関係であるが、この地方においてはカラマツ以外にも、多くの木のタ

ネを取扱っているために、他のタネが混入する機会が多いようである。

次に無生物の種類数は 133 種で、その内訳は植物質 100 種、鉱物質 19 種、動物質 14 種である。植物質のものとしては、その樹種自体または他の樹種の球果片、葉片、雄花片、枝片、樹脂、樹皮などのほか粉殻、木炭末、ワラクスなどが含まれる。鉱物質としては小石または土砂、石炭、硫酸銅など、動物質としてはネズミ糞、鳥または虫糞、虫の死体、貝殻などである。なお、各樹種を通じて多いものは、植物質としては球果片および葉片で、鉱物質としては土砂が多いようである。

b) 夾雑物の数量： 夾雑物の重量と容積の関係をj知ることは、間接的に純量率における、重量率と容積率の関係をj知ることになるが、両者の関係を検討した結果、いずれの樹種においても夾雑物の重量率は、その容積率に対して、きわめて高度の直線的関係を有することを認めた。しかし、重量の増加にともなう容積の増加割合は、樹種によつて異なりクロマツが最大で、スギおよびヒノキは最も小さく、アカマツおよびカラマツは中間的である。

なお、タネのなかに混入する夾雑物の数量が、そのタネ自体の純量率を支配するけれども、夾雑物の数量を左右する因子としては、結実の豊凶度、乾燥および精選の方法または難易などがあつて、これらは単独あるいは綜合した形で、すべての樹種および同じ樹種における各個樹間に介在している。

さらに、商品としてのタネは取引上の関係から、結果的にいろいろの影響をおよぼすが、その平均重量率による夾雑物数量の変動をみると、各樹種とも 1925 年（大 14）および 1930 年（昭 5）には著るしく低く、その他の年は概して高い値を示す。すなわち、これらの年には各樹種とも大豊作年に相当し、このような年に採つたタネは、いずれも夾雑物の量が比較的僅少であるが、並作以下になれば、次第に夾雑物が増加する傾向がみられる。

このことは、豊凶作年による精選程度の差が、最も大きな関係を有するようであるけれども、いま樹種間における増減関係を明らかにするため Concurrent deviation によつて、それぞれの樹種相互間の相関係数を算出すれば、

ス	ギに対するヒノキ	+0.6 ± 0.2
ス	ギ " アカマツ	+0.6 ± 0.2
ス	ギ " クロマツ	+0.3 ± 0.2
ス	ギ " カラマツ	+0.7 ± 0.1
ヒノキ	" アカマツ	+0.3 ± 0.2
ヒノキ	" クロマツ	+0.7 ± 0.1
ヒノキ	" カラマツ	+0.9 ± 0.1
アカマツ	" クロマツ	+0.9 ± 0.0
アカマツ	" カラマツ	+0.5 ± 0.2
クロマツ	" カラマツ	+0.5 ± 0.2

などのようで、いずれもかなり高い正の関係を示す。なお、このことを考えてみると、年々のタネの作柄が、そのタネのなかに含まれる、夾雑物の数量に大きな影響をおよぼすといえる。そして、その相関関係がヒノキとカラマツ、アカマツとクロマツにおいて最も高く、以下スギとカラマツ、ヒノキとクロマツ、アカマツとカラマツ、クロマツとカラマツと次第に低くなり、スギとクロマツ、ヒノキとアカマツがかなり低いことは、これらのタネの主要採種地、すなわち、それらの母樹の主要分布区域を考えにいった場合、かなり興味ある問題であると考えられる。

次に夾雑物の種類によつて、そのタネの産地を大体察することができるが、小山氏（1925）によれば、スギ種子の夾雑物と産地の間には、

- i) もしヒノキのタネが混合する場合は、90% までは東北産でない。
- ii) それに反して、ヒバのタネを混ざる場合は、大体において青森県産である。
- iii) エゴマのタネを混ざるときは、多くは福島県以北産である。
- iv) またヒエのタネを混ざる場合は、東北産であることが多い。

などの関係を有している。なお一般に岐阜、愛知県方面産のタネにはレンゲソウのタネ、長野県方面産のものには、多数の異なつた木のタネが混入し、暖地

産のケヤキにはムクエノキのタネ、寒地産のケヤキにはエノキのタネが混じやすく、チヨウセンカラマツにはエンバク、ヒエ、アワおよび朝鮮特有の雑草のタネを含み、信州産カラマツには粃や米、大麦、ヒエ、アワのほかスギ、ヒノキ、アカマツ、ケヤキなどのタネを混合する場合が多いようである。

さらに、尾越氏も無生物について検討し、本州中南部地方に産するスギ、アカマツ、クロマツのタネには、ヒノキの葉片が比較的多く混入する事実を認めまた信州産カラマツとチヨウセンカラマツにおいては、前者には火山砂や火山灰が混じ、後者には長石片、石英片などが混合するという。

これらの夾雑物中とくに無生物の種類と、その特徴によつて間接的に「タネの新古」を鑑別することができる。すなわち、スギおよびヒノキの新らしいタネのなかに混入する、同種あるいは異種類の葉片および雄花、またはアカマツやクロマツおよびカラマツのなかに混ざる葉片は、新らしいものでは緑色で水々しいが、1年以上を経過した古いものは、多くの場合は褐色に変化している。またカラマツに多く混入しているヤニは、新らしい場合には半透明な白色または淡黄色で、指頭で圧すれば粘着性をもっているが、1年以上経過したタネに混入するヤニは、濃い黄色か褐色に変じ、その粘着力をうしなつている。

3) タネの発芽率

すべての農林業用のタネは形態的、理学的に、どんなに優秀な性能をもつていても、生理的に発芽力がなければ、全く価値がないことは云うまでもないがタネを取扱う場合に大切なことは、そのタネの「発芽率が何 % あるか」ということで、それは、たんにタネの品質を判定するうえに、重要な役割を有するだけでなく、需要者側にとつてはまき付量算定の基礎ともなる。

このさい、発芽率はタネ 100 粒中における、発芽力のある粒数 % で現わすが、一般にタネを販売する場合においては、その価格を算定する基礎になる。したがつて、カラマツのように大量に出廻るタネでは、発芽率 1% の高低差が、その値段に大きな影響をもたらし、その程度によつて時にいろいろな悲喜劇を演ずるようである。しかし、最近においては各種苗業者が競争して、

ゲン重な精選によつて「発芽率の高いタネを生産する」ように心がけており、発芽率 50% 以上のカラマツ種子も珍らしくない。

ところで、タネの発芽率も純量率と同様に、結実の豊区および精選方法、樹種による精選の難易による差はもとより、さらに球果の着生カ所や乾燥方法の適否、あるいはタネの新古などによつて非常なちがひのあることは、すでに記述した通りである。

しかし新種子の場合には、とくに早採りの未熟なタネか、あるいは採種後とくに発芽力を害するような取扱をしたものでない限り、すこしく熟練すれば「切断試験」によつて、きわめて簡単に、そのタネの発芽率の概略を推定できる。すなわち、一定粒数の試料をよくきれるナイフで縦断して、2～5 倍率の拡大鏡を用いて、タネの外部の色沢その他と考えあわせ、内部の胚および胚乳または子葉の色沢、その鮮度などを検査した場合、それが樹種特有の色沢（白色または淡黄白色）を呈し、いわゆる水々しい新鮮な感じがするものは、大体において、発芽能力があるものとみて大過ない。（予め約 1 日浸水すれば一層はつきりする。）

したがつて、シイナを除いた内容の充実した種粒中から、このようなものを検査すれば、全体に対する概略の発芽力（発芽率）を推定することが可能である。この場合とくに、大形のタネであれば、充分に吸水させたものについて、この方法を用いれば便利で、たとえば、発芽に長い期間を要するクルミ類、トネリコ類、サクラなどについて、予め 10 日前後タネを浸水したのち、これを切断すれば効果的である。（ただし、クルミ類は約 30 日浸水するほうがよい。）

次に新しいタネについて、その重量および容積（種粒の大小）と発芽率の関係を示せば第 58 表のように、重量の増加にともなつて、その発芽率が高くなる関係はカラマツ、ヒノキにおいて比較的密接である。これは、重いタネが軽いタネに比して、発芽率の高いことを意味するが、要するに、充実粒とシイナ粒の関係を現わすもので、これらは一般に重いタネは、充実粒とみなすことができるから、充実粒の多少が発芽率と関係することになる。しかし、スギはシブダネの関係で、重いものが必ずしも発芽率が高くないため、その重量と発芽

率の関係はうすいようで、重いタネに案外シブダネが多い傾向もみられる。

また、種粒の大小、すなわち容積の増加にともなう、発芽率の増大程度はカラマツとヒノキにおいて若干の関係がみられるが、その他はほとんど関係がないようである。とくにアカマツやクロマツは比較的シナがすくないため、その種粒の大小および軽重に拘わらず、発芽力のある種粒はほとんど全部が発芽するといえる。

第 58 表 主要針葉樹種子の重量、容積と発芽率の関係

樹 種	相 関 係 数	
	重量に対する発芽率	粒の大きさに対する発芽率
ス ギ	+0.34 ± 0.05	+0.19 ± 0.05
ヒ ノ キ	+0.70 ± 0.03	+0.34 ± 0.05
ア カ マ ツ	+0.12 ± 0.10	+0.12 ± 0.10
ク ロ マ ツ	+0.24 ± 0.12	+0.24 ± 0.12
カ ラ マ ツ	+0.84 ± 0.02	+0.49 ± 0.05

(註) 重量……1,000 粒の実重, 粒の大きさ……1,000 粒の容積

(農林省林試統計資料より)

なお、発芽率の検査結果をみると、樹種間はもとより、同一樹種においても前述した多くの原因によつて非常に差異があり、最高と最低の差はきわめて大きい、最も普通に現われる発芽率の範囲を示せば、

ス	ギの平均発芽率の範囲	27~32%
ヒ ノ キ	"	21~25%
ア カ マ ツ	"	93~95%
ク ロ マ ツ	"	92~94%
カ ラ マ ツ	"	42~45%
エ ゾ マ ツ	"	78~80%
ト ド マ ツ	"	36~40%
ケ ヤ キ	"	43~47%
ク ス ギ	"	78~81%

ニセアカシヤの平均発芽率の範囲 43~45% (インダネを除く)

などのようである。

これらのタネは、一応いずれも精選（おもに風選）したものであるが、実際上は、もつと極端な差があるのが普通で、とくに採取したままで、全く精選しないタネにおいて、その傾向が顕著である。その1例を外山三郎博士²⁵⁷⁾²⁵⁸⁾ (1940) のスギにおける実験によつて示そう。

同氏は品種試験のため、各地から球果で集めた、スギのタネ 218 系統を発芽試験したところ、その発芽率の範囲は 15~35% のものが多く、全系統の過半数を占めていることを認めたが、このさいにおける平均発芽率は 27.01% でわずかに 16 系統のものが、50% 以上の発芽率を示したのみであつた。

なお、スギの発芽率が低い原因を、系統別に検討したところ、それらの発芽しないタネの大部分はシイナ粒（不稔粒）であつて、65~85% のシイナを有するものが 114 系統、そして、全系統のシイナの平均が 69.56% を示したという。このように、多くの不稔粒を生ずる原因についてみると、これらの全系統のうち、11 系統のものはサン木によつて、成立した母樹から採種したもので、それらは着果量もすくなく、かつ比較的シイナが多い事実(53.5~99.0%) から判断して、サン木によつて増殖された母樹産のタネは、不稔粒が多い傾向のあることを認めている。参考のため、その発芽試験結果の1部を示せば次表のようである。

第 59 表 系統別スギ種子の発芽状態 (外山)

種 別	発 芽 試 験 の 結 果				
	発 芽 粒	枇 (不 稔 粒)	虫 害 粒	未 発 芽 粒	不 発 芽 粒
平 均	27.01	69.56	0.80	1.96	0.67
最 高	69.40	99.00	8.00	18.00	9.40
最 低	0.60	25.00	0.00	0.00	0.00

(註) 218 系統の平均、それぞれ供試粒数 500 粒

(生研時報第 1 号 24 頁より)

なお、1940 年 (昭 15) 秋は、一般的に林木のタネが豊作を示したから、こ

の実験におけるスギも、豊凶的の差より系統的、個樹的の差が強く現われているだろうことは容易に想像される。

この場合、外山氏はスギの不稔粒をシイナとして取扱っているが、このような種粒には、多くの場合ヤニが充満しており、一般にシブダネといっていることは前述した通りである。著者(1943)はスギのタネが不稔状態をきたす原因について、開花期における天候の良否によるほか、さらに母樹内に含有する、ヤニの多少と密接な関係を有するだろうことを、外山氏の報告を抄録したさいに指摘した。(日本林学会誌第 25 巻第 3 号 154 頁参照)

なおまた、著者の経験によればアカマツ、クロマツなどのタネは、産地または母樹の個性によつて、若干はちがうけれども、大体において 85~95% の発芽率を示すのであるが、これはシイナがすくないことに基因することを認めている。

とくに、針葉樹では結実のさいにおける、受精作用は樹種によつて、難易があると考えられるが、その差が不稔粒保有率のちがいとなつて現われると考えられる。いままでに、著者が取扱つたタネについて、樹種別の不稔粒保有率を示すとスギ 60~85%、ヒノキ 75~90%、カラマツ 50~60%、アカマツおよびクロマツ 5~15%、エゾマツ 30~60%、トドマツ 60~70% である。なお、これらの不稔粒を除去して、充実粒を多くする手段としては「タネの精選」によるほかないが、シブダネを多く含むスギやトドマツなどの精選は、とくに注意を要することは前述した通りである。(精選の項参照)

4) タネの効率

タネの価値を定量的に、いいあらわす場合に効率が基準となり、タネを売買するときの価格は大体において、効率の数値によつて決められる。したがつて効率のことを、利用価または用価ともいつている。

なお、効率はタネの純量率と発芽率の相乗積の百分率で示すが、計算上は次の式による。

$$R = \frac{P \times G}{100}$$

ただし R……効率, P……純量率, G……発芽率

この場合に純量率は重量 %, 発芽率は粒数 % であるが, 効率はつねに発芽率が主体となつている。そこで純量率が 100% のときは, 発芽率そのものが, 直ちに効率として利用されるけれども, 實際上 100% の純正度を有するタネはほとんどないであろう。

念のため, 主要針葉樹について, タネの純量率および発芽率の高低が, その効率におよぼす影響の 2・3 の実例を示せば次のようである。

第 60 表 主要針葉樹種子の純量率, 発芽率と効率の関係例

樹 種	事 項	純 量 率	発 芽 率	効 率	発芽率と効率の差
		(%)	(%)	(%)	(%)
ス	ギ	98.4	39.5	38.9	0.6
		98.5	5.9	5.8	0.1
		84.0	26.0	21.8	4.2
		88.4	37.8	33.4	4.4
ヒ ノ	キ	99.6	17.1	17.0	0.1
		97.1	25.0	24.3	0.7
		91.6	29.3	26.8	2.5
		66.4	42.5	28.2	14.3
ア カ マ ツ		99.6	95.4	95.0	0.4
		89.5	92.0	82.3	9.7
ク ロ マ ツ		99.4	97.9	97.3	0.6
		87.3	95.2	83.1	12.1
カ ラ マ ツ		98.4	58.5	57.6	0.9
		86.5	41.8	36.2	5.6
		83.0	29.9	24.8	5.1
		80.9	51.5	41.7	9.8

(農林省林試種子検査資料より)

この表で明らかなように, 純量率が低いほど, たとえ発芽率が高くても, その効率は低いが, ヒノキに例をとれば純量率 66.4% (きわめて例外), 発芽率 42.5% の場合における効率は 28.2% で, 発芽率と効率の差は 14.3% を示すが, これは極端な場合で, 普通には発芽率と効率の差は 5% 内外である。

結局において, タネの効率を高めるには, 純量率および発芽率を高くするこ

とが必要で、それには充分に、タネを精選して夾雑物を除くとともに、シイナやシブダネをも極力除去して、純正度と発芽力の高い優良品質のタネを調製することが大切である。

5) 輸出種子の等級

この問題については、著者も委員の1人として出席し、1948年（昭23）に「輸出種子標準制定協議会」が食糧貿易公団の主催で再三おこなわれたが、その決定に基づいて林木関係の分を抜萃してみよう。なお、それらのタネの種類を大別すれば蔬菜、樹木、草花および雑種子となつていますが、その等級の標準を決定するさいの、検査項目と検査方法は次のようである。

イ) 発芽率 切断鑑別法、薬剤染色法および発芽試験法による。

ロ) 精選度 容積および重量比測定による。

ハ) 病菌害虫 切断および肉眼鑑定法による。

また、これらの種類における等級別の標準をあげれば次のようである。

項 目	優良品質（合格品）
品 種	品種特有の形質を備え、かつ異品種の混入しないもの。
腐 敗	腐敗のおそれのないもの。
病 菌 害 虫	寄生または発生のおそれのないもの。
粒 形	正形で損傷のないもの。
乾 燥	適度なもの。
1 升 重 量	別表による。
発 芽 率	別表による。
純 量 率	別表による。
色 沢	良好なもの。
熟 度	適度なもの。
其 の 他	前各項に該当しないが、前各項から参酌して良好と認めるもの。

（著 者 註） 以上各項の標準に該当しないものは不合格品である。

第 61 表 輸出する木のタネの優良品質の等級標準

項 目				優 良 品			項 目				優 良 品				
樹 種				1 升重量 匁以上	純量率 %以上	発芽率 %以上	樹 種				1 升重量 匁以上	純量率 %以上	発芽率 %以上		
イ	チ	ヨ	ウ	275	99	90	ク	ス	ノ	キ	250	98	80		
イ	チ		イ	270	95	60	ヤ	ブ	ニ	ツ	280	98	80		
イ	カ		ヤ	200	99	85	ツ		バ	キ	230	98	80		
イ	ヌ	ガ	ヤ	240	99	85	サ	ザ	ン	カ	230	98	80		
イ	ヌ	マ	キ	350	99	90	ネ	ム	ノ	キ	350	98	40		
ナ			ギ	240	99	80	ニ	セ	ア	シ	ヤ	350	98	40	
ア	カ	マ	ツ	260	99	93	ナ	ン	テ	ン		220	98	75	
ク	ロ	マ	ツ	260	99	90	ツ	ル	メ	モ	キ	180	98	60	
チ	ヨ	セ	マ	300	98	80	マ	ル	メ	ロ		270	90	70	
カ	ラ	マ	ツ	160	95	45	ク		ル	ミ	類	150	97	70	
ト	オ		ヒ	160	95	70	ヤ	シ	ヤ	ブ	シ	110	85	65	
ト			ミ	150	90	40	ヤ	チ	バ	モ		75	95	75	
シ	ド	マ	ツ	200	90	30	ノ		ダ	ラ		250	90	60	
シ	ラ		ベ	130	90	30	ヤ	マ	ブ	キ		260	90	75	
ツ			ガ	150	90	50	ニ	シ	キ	ギ		250	90	70	
コ	ウ	ヤ	マ	130	90	50	ハ	ナ	ズ	ホ	ウ	300	98	40	
ス			キ	200	97	40	ア		セ	ビ		90	90	60	
ヒ	ノ		キ	140	97	35	サ	ラ	サ	ド	ウ	ダ	100	90	60
サ	ワ		ラ	75	97	35	フ				ジ		330	98	55
ヒ			バ	170	97	75	ガ	マ	ズ	ミ		220	95	50	
ピ	ヤ	ク	シ	220	90	30	キ	ハ		ダ		280	95	60	
シ	ラ	カ	ナ	50	90	20	タ	ラ	ノ	キ		210	95	55	
ブ			ナ	220	98	60	ウ		ル	シ		130	98	80	
ハ	ン	ノ	キ	97	85	30	ハ	ゼ	ノ	キ		175	98	80	
ク	ヌ		ギ	300	99	90	タ	ブ	ノ	キ		280	95	80	
ナ			類	225	98	80	ハ	リ	ギ	リ		210	90	60	
カ	ラ		ワ	320	98	90	カ		エ	デ		120	95	25	
ア	ベ	マ	キ	330	98	90	ボ	タ		ン		—	98	70	
カ	シ		類	260	98	70	ツ	ツ		ジ		—	90	70	
シ			イ	370	98	70	ヤ	マ	ザ	ク	ラ	250	98	70	
ケ	ヤ		キ	200	97	75	メ			ギ		300	98	80	
ア	キ	ニ	レ	50	85	50	ツ			ゲ		110	98	70	
ホ	オ	ノ	キ	200	95	75	イ	ヌ	ツ	ゲ		110	98	65	
ト	チ		シ	300	99	60	カ	ツ		ラ		57	98	50	
ヤ	マ	ボ	ウ	—	98	70	エ	ゴ	ノ	キ		—	98	70	
ナ			シ	270	90	60	カ			キ		—	98	75	
フ			ウ	—	98	75	サ	ル	ス	ベ	リ	—	90	25	
エ	ン	ジ	ユ	—	95	80	ク			リ		—	99	70	
ビ			ワ	—	99	80	ウ			メ		—	99	70	
モ			モ	—	99	70	フ			ジ		320	96	80	
チ			ヤ	250	90	90									

この表に記載のない種類および品種は上記のうちで、類似するものを基準とする。
なお、これに達しないタネは低級の不合格品である。

5. 検査結果の公差と検査したタネの価格の算定方法

タネを検査するにあたって、同じ試料について、純量率および発芽率を検定した場合、その結果がいつも同一でありえないのが普通で、かなりの差異を示す場合がある。しかし、その誤差にも一定の限度があつて、ゆるされるべき限界がなくてはならない。

それに関しては、前述した「タネの検査規程」および「検査方法の内規」に次のようにきめている。すなわち、その誤差範囲は、

純量率	97% 以上のもの	1%
	90~97% のもの	2%
	90% 以下のもの	3%
発芽率	10% 以下および 90% 以上のもの	6%
	10~20% および 80~90% のもの	7%
	20~30% および 70~80% のもの	8%
	30~40% および 60~70% のもの	9%
	40~60% のもの	10%

などであるが、実際において、これらの実験的誤差を生じやすいのは発芽率である。

そして、その誤差の現われるチャンスは、毎日の発芽粒の調べちがい、または計算などの場合であるが、たとえば、発芽率 50% の場合の実験誤差は $\pm 5\%$ までで、それ以上の誤差を生じた場合には、再試験をおこなう必要がある。しかし熟練すれば、このような計算誤差は僅少となり、むしろ、発芽皿にタネを並べるさいの技術的誤差が問題となる。それについては、次の項で記述するけれども、とにかく、検査実行上は誤差を僅少にするように心掛けなければならない。

なお、タネの売買において、売主の保証した純量率および発芽率と、検査した結果の純量率および発芽率との差が、上記の許容誤差の範囲内であれば問題がないけれども、もし誤差の範囲を超える場合には、両者間に利害関係が生じて

問題が起る場合がある。そのため、このような場合には次の計算例によつて、正しい価格を算定することが規定されている。

a) 純量率および発芽率が、公差の範囲を超えた場合。

$$X = a, \frac{R \pm r}{Rg}, \frac{K \pm k}{Kg}$$

b) 純量率だけ公差の範囲を超える場合。

$$X = a, \frac{R \pm r}{Rg}$$

c) 発芽率だけ公差の範囲を超える場合。

$$X = a, \frac{K \pm k}{Kg}$$

ただし Rg……売主の保証した純量率

Kg…… 同 発芽率

R……検査の結果求めた純量率

K…… 同 発芽率

r……純量率の公差

k……発芽率の公差

a……売主の定めた価格

X……求める価格

などである。

この場合において、R または K の値が、それぞれ Rg または Kg より小さいときは + の符号、これと反対のときは - の符号によつて、その計算した結果が $a > X$ のときは、買主の損失となるから、 $a - X$ は売主の賠償すべき価格である。また $X > a$ のときは、買主の利益で $X - a$ は買主の利得した価格である。(日本農林種子学前編 312 頁および造林学汎論 154 頁参照)

次に、売買関係の多いカラマツについて、c) の場合を仮定して計算すれば

$$\begin{aligned} X &= 1,000 \text{ 円} \times \frac{50\% + 5\%}{60\%} \\ &= 916.67 \text{ 円となる。} \end{aligned}$$

ただし 1,000 円……1 升当りの単価

60%……売主が保証した発芽率

50%……検査した結果の発芽率

± 5%……公差の範囲

であつて、この場合 1,000 円-917 円=83 円……売主が賠償する額である。

したがつて、もしタネを売つた商人が代金を受取つていれば、1 升について 83 円の割で、買受人に返金しなければならないが、大体において、林業試験場の検査結果が基準となつて、売買される場合が多いから、売渡人も全額を直ちに入手できないのが普通である。

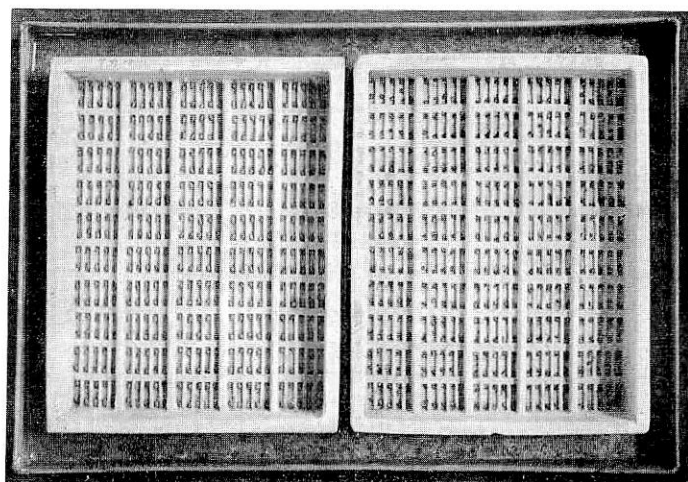
6. タネの検査に対する実例

1) 発芽率の検査

発芽試験は原則としては、純量率の測定が終つたタネを供試料とすべきであるが、発芽試験には長い日数を要するため、純量率測定後からでは、ますますおそくなるので便宜上、送付してきた供試料から、発芽試験に用いるサンプルを最初に摘出している。ただし、大粒種子群は粒数単位の関係上、まず純量率の検査をおこなつてから、発芽試験を実施するのが普通である。

なお、発芽試験のための数量は、小粒種子群においては 500 粒、大粒種子群では 200~300 粒で、それぞれ平均に摘出したサンプルから夾雑物、傷種子を除いて所定の粒数をかぞえ、それを発芽床に並べて吸水状態にたもち、予め 23°C 前後に調節した恒温器内にいれるが、その発芽床は多くの場合、素焼製の発芽皿を用いる。しかし、樹種によつて発芽床は異なりウルシ、トネリコなどは木綿布をクヌキ、チヨウセンマツ、クス、ナラ、カンおよびクリなどは水苔を用いる。

また、発芽皿にも 2 通りあつてスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、エゾマツ、トドマツその他多くの樹種では、第 70 図のような普通型を用いるが、ケヤキやノバラのように角ばつたタネは、特殊な平型にクボミをつけたもの（第 71 図参照）を用いている。



第 70 図 普通型発芽皿にタネを並べたところ（林業試験場式）（原図）

1) 発芽皿の規格 縦幅(長さ) 外法 24 cm, 内法 23 cm

横 幅 " 19 cm, " 18 cm

縁 の 高 さ " 3 cm, " 2 cm

列 の 幅 " 3 cm

2) ブリキ製パットは、上記の発芽皿を 2 枚いれる大きさで、内部に少量の水をみたす。

この図のように 1 枚の発芽皿には 5 列の大きい溝があり、それぞれの溝はさらに 10 区分して 100 粒のタネを並べるようになっていて、1 枚の皿に 500 粒のタネを並べることができる。

このさい、発芽皿の質が堅すぎれば吸水が不良となり、また、あまり柔ければ吸水が過度になるのでタネが腐敗しやすくなる。したがって、発芽皿の質は「粒子の密度が中庸で平均に焼かれており、その全面的に吸水が平等のもの」が適当であるが、その見分けたは、皿の裏側を軽く指先でハジイタ場合に、ポコンという音のするものは、質が柔軟であることを示し、すこしく、金属性にちかい音をだすものが適当である。

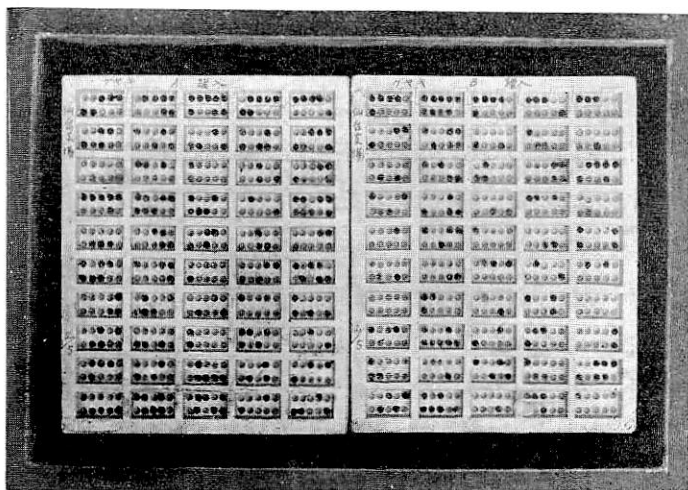
これらの発芽皿は、予め消毒釜（殺菌釜）にいれ、 100°C 内外で 5 時間以上これを充分に蒸気殺菌する。そして冷えた皿にタネを並べるが、そのさい、各列に均等に、同程度の充実を有する種粒を並べなければ、その発芽数がとき

に、誤差の許容範囲外にでる危険がある。この場合、各組の発芽数の最多と最少の差が、

発芽率 20% 以下または 80% 以上 15 粒

発芽率 20~80% のもの 20 粒

の範囲以上であれば、その発芽試験は不正確なもので、再試験をおこなわなければならないことは前述した通りである。



第 71 図 特殊な平型皿に並べたケヤキのタネ（林業試験場式）（原図）

- 1) 発芽皿の規格 長さおよび横幅は前者とはほぼ同じであるが、外法の縁の高さは約半分の 1.5 cm で、列の幅の各仕切には 10 コのクボミが掘つてある。
- 2) なお、皿の内部に黒くみえるのはケヤキのタネで、クボミだけのものは、すでに発芽した種粒を拾つたあとである。
- 3) 発芽皿は高さの低いバットに、水を吸わせた水苔を敷いたうえに安置する。

さらに、種粒を並べおわつた発芽皿は静かに、これをブリキ製の容器（第70図参照）にいれて、水をすこし加えたものを、23°C 前後の恒温器内におくがこのさい、発芽促進を要する樹種は、5°C 前後の冷蔵庫内において、一定期間冷却してから、恒温器に移すか、または低温と高温の温度交代（変温）をおこなう。

大体において、多くのタネは置床（発芽皿にタネを並べ恒温器にいれる）してから、4～5日で発芽を開始するので、そのご毎日発芽数を各列毎に調べて記帳する。このさい発芽粒の認定は「一般的に根端が約2mm以上にのびた」ものを、その日の発芽粒とみなすようにしている。

なお、発芽試験期間の締切は樹種により、または発芽状況によつて異なるが大体の傾向を示せば2～6週間（検査方法に関する内規参照）である。しかし實際上なかなか一律にゆかない場合もあつて、タネの産地や取扱方法の如何によつて、同じ樹種でも差があるので、その締切は「すでに大部分が発芽し、今後において発芽するものは僅少である」と認められるときを適当とする。

そして一定期間を経過しても、なお発芽せずに皿に残る種粒に対しては、正確に各列毎に計数したのち、鋭利なメスを用いて種粒を切断し、その内容状態を検査して次の分類にしたがつて、それぞれの数を正確に記帳する。

a) 未発芽粒……発芽試験期間中には発芽しなかつたが、その種粒は健全で今後なお発芽する可能性のあるもの。

b) 不発芽粒……すでに発芽力をうしない、腐敗しているか、または胚および胚乳あるいは子葉が変色して、今後全く発芽する見込のないもの。

c) シイナ粒……不稔粒で内容がないもの。

d) シブダネ……前者同様に不稔粒であるが、その内部に樹脂（ヤニ）を充滿するもの。

e) 虫害粒……種粒の内部にタネバチの幼虫が寄生しているもの。

f) インダネ……マメ科植物にみられる。

g) 奇形発芽……正常な発芽をせずに子葉部を先発し、いわゆる奇形的に発芽したもの。

これらのうち、未発芽粒と不発芽粒の判定には、とくに熟練を要するが、大体において、切断粒の胚および胚乳あるいは子葉の色沢、鮮度または切断したときのキレ味（いくぶん花芽を切断するときの感じと類似しており、未発芽粒は雌花芽を切つた場合のような感じを有する）などによつて識別する。すなわ

ち、未発芽粒は切断したさい「胚の色沢は緑、黄または乳白色などを示すが、胚乳はつねに乳白色を呈し、全体的に生氣がある。これに反して、内容が変色しているもの、あるいは白色であつても生氣にとぼしいものは「不発芽粒」とみて大過なからう。だが、この区別は新しいタネより、古いタネのときが困難で、とくにスギの場合には熟練を要する。

また虫害粒はスギ、ヒノキ、カラマツ、ヒバ、トドマツなどに多くみられるが、次にすこしく、タネバチについて記述しよう。矢野宗幹氏および小山(光)氏ら⁴³⁶⁾(1918)の針葉樹のタネに、寄生するタネバチの研究によれば、タネバチは小蜂科に属するが、農林用種子に寄生するものは20種以上あつて、その被害状況も種類によつて異なり、その寄生はおそらく、果実が成熟しないうちに、成虫によつて果実の内部に、産卵針を差こんで卵をうみつけるようで、年によつては、ほとんど全部の種粒に、幼虫がはいっていることがあるという。

なお、林業用種子における主な寄生蜂としてはスギタネバチ、アスナロタネバチ、カラマツタネバチ、ツガタネバチなどの種類があるが、古種子の場合には、成虫になつて脱出した小孔がみられ、それによつて、タネの新古をある程度は判断することができる。このうち、被害の比較的多いのはスギタネバチのようで、多いときには10%前後の虫害粒を示すことがある。また泉総能輔

第 62 表 産地別のスギタネバチ成虫の発生推定数(泉)

産 地	事 項	まき付量	タネの重量 (A)	1gr 当り成 虫 発生数 (B)	成虫の発生推定 数 (A×B)
		升	gr	匹	匹
三	木	121	79,860	0.3	23,958
三	谷	40	26,400	3.7	97,680
日	用	50	33,000	4.0	132,000
火	打	38	25,080	7.0	175,560
合	計	—	—	—	429,198

(森林防疫ニユース Vol. 5, No. 8 より)

氏⁴⁹⁰⁾ (1956) は石川県林業所で、発芽試験をおこなつたスギのタネの発芽率がスギタネバチの被害程度によつて、産地的に、かなりの差を示すことを認めており、その発生の多いときは、タネの発芽率はきわめて低いという。参考のため、産地別にタネバチ成虫の発生推定数を示せば第 62 表のようである。

2) 発芽率の計算方法

前述したように、種粒の大部分のものは、試験期間中に発芽するが、残つたタネのなかには健全で、発芽能力のある種粒（未発芽粒）が若干あるのが普通である。そこで発芽率を計算する場合には、これらの未発芽粒の $2/3$ は苗畑において、地上に発芽しうるものとみなして、これを実際に発芽した粒数に加算してショウブネー氏標準法 (Chauvenet's criterion) によつて発芽率を計算する。

このさい、未発芽粒の $2/3$ を加算する理由は、これらのうちには、今後発芽試験を継続する場合には、不発芽粒に転向する傾向の強いものもあつて、未発芽粒の $2/3$ 程度が、利用価値を有するだろうとの見通しにほかならない。なお、これらの種粒は発芽勢の点からみて、実際に発芽した種粒に比較して劣ることは当然で、われわれが経験する事例として、タネを苗畑に蒔いたときに発芽勢の弱いものは、かりに地中において発芽しても、地上に伸長する可能性はきわめてうすいたために、未発芽粒の全部を発芽数に加えるときは、ますます、試験発芽率と苗畑における実際発芽率の差が大きく、あまたの支障をきたすことになる。

次に参考のため、発芽率の計算方法について $2 \cdot 3$ の場合を例示しよう。

計算例 1) の場合は、普通に現われる型であるが、まず未発芽数の $2/3$ と発芽数を横に合計して 5 組の平均をだす。そして、その平均値（発芽率）が果して妥当なりやを検討するため、平均値を基として、各列の較差を求め、平均値より大なるときは +、小なるときは - の付号をつけ、次に付号に関係なく、較差を合計平均したものを 2 倍した数を算出し、それより較差の各々が小さい場合に、その発芽率を正常なものとする。

計 算 例 の 1)

番 号	未発芽数	2/3(未発芽数)	発 芽 数	合 計	較 差
I 1 2	5	3.3	26	29.3	-3.3
II 3 4	1	0.7	37	37.7	+5.1
III 5 6	1	0.7	34	34.7	+2.1
IV 7 8	2	1.3	25	26.3	-6.3
V 9 10	6	4.0	31	35.0	+2.4
合 計				163.0	19.2
平 均				32.6	$3.8 \times 2 = 7.6$

計 算 例 の 2)

番 号	未発芽数	2/3(未発芽数)	発 芽 数	合 計	較 差
I 1 2	7	4.7	30	34.7	+2.9
II 3 4	10	6.7	26	32.7	+0.9
III 5 6	3	2.0	34	36.0	+4.2
IV 7 8	4	2.7	22	24.7	-7.1
V 9 10	3	2.0	29	31.0	-0.8
合 計				159.1	15.9
平 均				31.8	$3.2 \times 2 = 6.4$
				34.7	+1.1
				32.7	-0.9
				36.0	+2.4
				31.0	-2.6
				134.4	7.0
				33.6	$1.8 \times 3 = 5.4$

計算例の 2) は、タネの並べかたが適正でないことを示すが、このようなときは各列における種粒は、かたよつた発芽状態を呈するから、往々にして較差

の平均を2倍した数値よりも、大きい列がでてくる。そのさいは、飛びだした組を除いた4組について、平均値を求め同様に計算して、その平均を3倍するがこの場合は、再計算された平均値が検査の発芽率となる。結局このときは、400粒について試験したと同じことになり、この現象は全く最初のタネの配列が、不公平であつたことによるもので、検査上は「最も注意を要する問題」である。なお、各列の発芽数の差が前述した誤差の範囲以上に差があれば、計算をまつまでもなく、その発芽試験自体を、再びおこなう必要のあることは言うまでもない。

この例の場合は、除かれる組が－だから、再計算によつて高い結果を示すが、もし＋の組が除かれたときは低い値がえられる。なお、原則的には、このように再試験をおこなうけれども、とくに申告せによつて、計算例3)および4)の場合には、再計算をせずに、最初の平均値を発芽率としている。すなわち計算例3)の場合は、較差の平均を2倍した4.4よりも3列目の－4.9は大きい、異なつた符号の最大値の＋4.1との合計（符号は考えない）は9.0で、このように合計したものが10.0以下のときは、とくに再計算を免除している。

計 算 例 の 3)

番 号	未発芽数	2/3(未発芽数)	発 芽 数	合 計	較 差
I 1	3	2.0	19	21.0	+4.1
2					
II 3	2	1.3	17	18.3	+1.4
4					
III 5	3	2.0	10	12.0	-4.9 °
6					
IV 7	1	0.7	16	16.7	-0.2
8					
V 9	5	3.3	13	16.3	-0.6
10					
合 計				84.3	11.2
平 均				16.9	2.2×2=4.4

計 算 例 の 4)

番 号	未発芽数	2/3(未発芽数)	発 芽 数	合 計	較 差
I	1	0.7	37	33.7	+5.6
	2	1.3	22	23.3	-8.8°
II	3	1.3	25	26.3	-5.8
	4	0	28	28.0	-4.1
III	5	1.3	40	41.3	+9.2°
	6	0.7	33	33.7	+1.6
IV	7	1.3	29	30.3	-1.8
	8	2.0	30	32.0	-0.1
V	9	1.3	31	32.3	+0.2
	10	1.3	35	36.3	+4.2
合 計				321.2	41.4
平 均				32.1	$4.1 \times 2 = 8.2$

また計算例4)は、全量を林業試験場に送つて、検査をうける場合の例であるが、このさいは、1,000粒(500粒2組)について発芽試験をおこなうのが普通である。この場合の発芽数の差は18で、公差として認めうる範囲内であるが、計算の結果は平均値8.2より大きい較差が2組(-8.8と+9.2)あつて、当然再計算を必要とするけれども、これらが符号の異なつた数値で、しかも類似したものであれば、両者を除いた8組で計算しても、平均値に大なる変異がないので、とくに再計算を免除している。

2) 純量率の測定方法

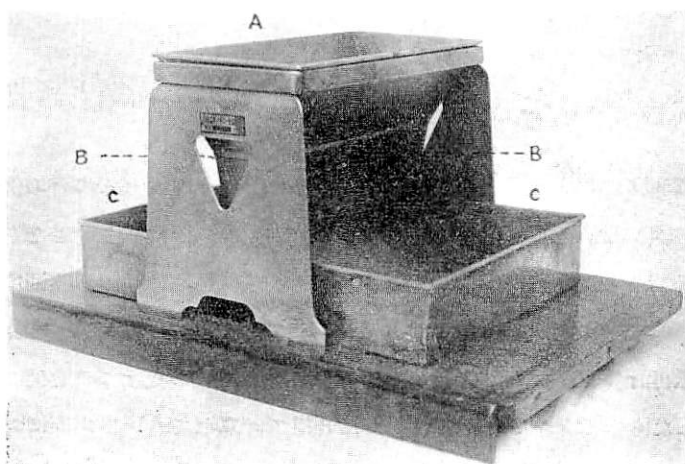
純量率測定用の供試料は、多いほど正確であるが、検査上は便宜的に次のようにしている。

樹 種	送付されるタネの量	純量率測定用の数量
サ ワ ラ	30 グラム	15～20 グラム
ヒ ノ キ	50	25～30
ヒ バ	50	30～35
スギ、カラマツなど	75	40～45
アカマツ、クロマツなど	100	70～75

モミ，ダケモミなど	100	75～ 80
トオヒ，エゾマツなど	100	40～ 45
ケ ヤ キ	100	70～ 80
ニ セ ア カ シ ヤ	150	120～130

（大粒種子は送付された全量を測定用試料とする）

なお，送付されたタネから，純量率測定用の試料を摘出分取するには，次のような「平均試料分別器」を用いると便利である。



第 72 図 平均試料分別器の構造（原図）

A……ロ斗（タネをいれるところ）

B……タネの落下口 C……箕（タネを集める）

この器具を用いてタネを分取するときは，予め箕にいられたタネを，一定の傾斜角度（5° 前後）をたもちながら，静かに横にふりうごかして，タネを A) のロ斗内にいれば，タネは両側の落下口 B) から，C) の箕に集結され，タネは平均に 2 等分される。したがって，必要に応じさらに同様な操作を，集結されたタネの 1 片について繰返えせば，平均した少量の所要量を分取することができるが，傾斜角を急ににして，タネを一度に落すときは，充分に 2 等分されないから，この器具の上手な使いかたは「タネを静かに落す」ことである。一

般に純量率測定用の試料は、送付されたタネのほぼ $1/2 \sim 2/3$ に相当する。

そして分取された試料は、まず、これを上皿天秤にて秤量したのち、厚さ2～3分の硝子板のうゑに拵けて、夾雑物の選別をおこなうのであるが、無生物は容易に区別できても、異種子の選別は困難で、とくに熟練を要する。

なお、昭和の初期までは、故意に類似種子を混じて、販売された例もあるが全量に対して $1/4 \sim 1/3$ 程度の混合状態では、これを外観的に識別することは困難で、不正者に乗ぜられることになる。その極端な例では、苗畑に蒔いたものが発芽して、始めて他のタネが混じていることを発見する場合もある。

このさい、最も甚だしい実例としては、カラマツにアマのタネを混じた場合であつて、仔細に調べれば、全く別のものであるから識別できるが、形と色の感じが非常に類似しているため、大量のカラマツのなかに1～2割のアマを混じても、ちよつとみて判別がむずかしい。さらにカラマツにチヨウセンカラマツ、グイマツ（カラフトカラマツまたはシコタンマツ）が混じた場合には、熟練者が拡大鏡で調べても、これを正確に識別することは困難である。また、ニセアカシヤにヌルデを混じた場合にも、その識別がむずかしい。

次に類似種子が混合する、いろいろな場合を考えてみよう。

第1には故意に混ずる場合である。これは明らかなる悪意に基づくもので、不正なことであつて、場合によつては裁判沙汰になる。

第2に球果あるいはタネを採つた母樹の付近に、同属の木があるときは、その成熟期はほとんど同じであるから、球果を乾燥するさいに、他の樹種のタネが飛散する可能性がある。また沢山の種類を取扱う場合に、同じムシロまたはコモで乾燥する機会が多いため、類似したタネが混合しやすい。この場合にも故意に混合するときもあるが、取扱者の不熟練から、全く偶発的に混ずる場合が多いようである。

その混合しやすい種類は、著者の経験によれば、次のような種類に混合する機会が多く、その場合に識別も困難である。

a) アカマツにクロマツまたはその逆。

- b) カラマツにチヨウセンカラマツまたはグイマツを混ざる場合。
- c) ヒノキにヤマハンノキを混ざる場合。
- d) サワラにカバ類を混ざる場合。
- e) モミにダケモミまたはその逆。
- f) トオヒにエゾマツまたはその逆。
- g) カラマツにアマを混ざる場合。
- h) ニセアカシヤにスルデまたはその逆。
- i) アベマキにクスギまたはその逆。
- j) ヤシヤブシにヒメヤシヤブシまたはその逆の場合。

などである。

なお、その他にも沢山あつて、たとえばツガとコメツガ、トドマツとアヲモリトドマツ、トネリコとヤチダモなどの場合がある。さらにカン類に至つては、分類学者もタネだけでは識別が困難な場合がある。

さて、夾雑物の選別にあたつては、とくに類似した異種子間の識別に、高度の智識と技術を必要とするが、それには樹種毎に、それぞれのタネの特徴をつかむことが大切である。そのさい、種粒の大小は識別拠点の1つになるが、同じ樹種でも産地がちがえば、タネの大きさにも差を生ずるから、タネの大小だけでは判断に苦しむことが多い。

たとえば、アカマツおよびクロマツに例をとれば、大体において、クロマツはアカマツより粒が大きく、いくぶん三角状にちかい形を示すが、これは絶対的のものではなく、両者の混合した場合は、種粒の大小では容易に区別することができない。しかし、その種皮についてみれば、アカマツは腹面が滑らかであるのに反し、クロマツの腹面は粗であるから、次の方法によつて区別することができる。

すなわち混合した種子群から、うたがわしい種粒を分離して、1粒ずつ滑らかな白紙の上に、タネの腹面を接して、軽く指先で手元にひきよせた場合に、アカマツはツルツルした感じがし、クロマツはザラザラした感じがするので

簡単に識別できる。なおまた、タネを大量に扱うときは、布袋にはいつているタネを、外部から握ればクロマツは粃米のようで、アカマツは玄米のような手ざわりがする。

なお一般にタネの識別拠点としては、タネの大小、色沢およびヘソの位置あるいは大き（ヘソは成熟期間中は母体に密着しておつて、養分を吸収する器官としての働きを有し、母体から離脱後は痕跡としてタネに残るが、よい例はドングリ類の基部にみられる果托痕である）稜または翅翼の形状、タネの断面形状などがあるけれども、要は取扱者として、枝葉その他の特徴によつて、判然と区別できた種類については、それを後日にそなえるため、そのタネを標本として保管し、種類の識別用に供することが大切である。

4) 実 重 の 測 定

夾雑物の選別がおわり、純量率を測定した純正種子のなかから、それぞれ1,000粒ずつ4組のタネを計数分取して、それを精巧な化学天秤を用いて、小数点以下4位まで秤量して実重を測定するが、同時に樹種に応じて適当な大きさのメシリンダー(cc)で容積を測定する。(天秤の操作については植物生理学的栽培学汎論¹⁵⁾ 426~429頁を参照願いたい)。

そのさい、最大値と最小値の差がすくないほど、その測定結果は正確であるが、著者の経験によればヒノキ 0.5 gr, スギおよびカラマツは 0.8 gr, アカマツは 1.0 gr, クロマツ 1.5 gr, ケヤキは 2.0 gr 以上の差があつた場合は粒数による誤差か、あるいは種粒の大小の不均一に基因しているから、これらを充分に吟味して、再び測定をおこなう必要がある。

なお、大粒種子の実重測定は感度 200~500 gr の上皿天秤によるのが普通で、その場合は小数点以下1位までの秤量で差しつかえなからう。

..... ◎

以上のようにして検査した結果は、それぞれ一定の書式によつて、依頼者に鑑定書が送られるが、多くの場合、タネの検査を依頼されてから鑑定書の発行までには、30~40日を要するのが普通である。

第3節 タネの発芽力検定の方法

1. 実際にタネを発芽させる方法

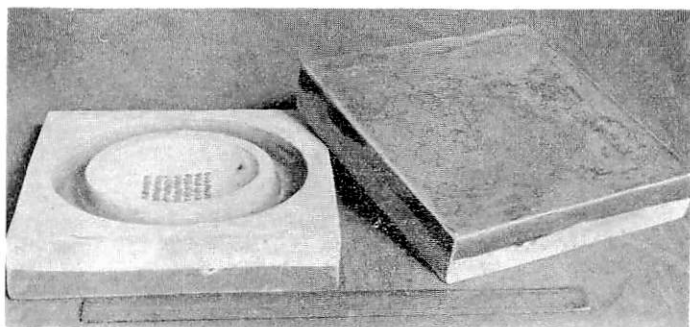
この問題について、恒温器内に置床してタネを発芽させることは、すでに記述したところであるが、ここで再びその点を検討してみよう。これまで再三にわたつて説明したように、従来のタネの発芽力検査は主として「タネを実際に発芽させる方法」によつており、そのタネを一定容器内において、発芽に最適な温度を与えることによつて、発芽力のあるものを発芽させるのであるが、そのさい、それぞれの樹種の最適温度を考慮して、ほぼ平均した 23°C を中心とした発芽温度を用いるため、ときに同じ樹種でも寒地産と暖地産ではその発芽経過を異にする。たとえば、暖地産のスギは 23°C でも比較的良好に発芽するが、寒地産のスギは 23°C では、温度がすこし高いようで、未発芽粒を多く残す傾向がみられる。

これに反し、寒地産のアカマツは 23°C で発芽が良好で、ほとんど未発芽粒を残さないが、暖地産のアカマツの適温は、 23°C より高いようである。なお一般に未発芽粒を残存する状態は、樹種によつて様々であるけれども、大体においてアカマツ、クロマツ、ヒノキ、サワラ、カラマツ、トオヒなどは 10% 以内が普通であるが、ときに、スギでは 20% 以上にもおよぶことがあり、ケヤキでも、発芽試験方法が適切でない場合は、30% 以上の未発芽粒を残すことがある。

その場合、いずれの樹種においても、古種子の場合は、新種子よりも未発芽粒の残存率が大きく、また発芽遅滞種子についてみても、すべての条件が適した場合には、短い期間で発芽能力のある種粒は発芽するが、多くの場合ホノキ、ヤチダモなどは案外に、試験期間打切ご残る種粒が多いようである。

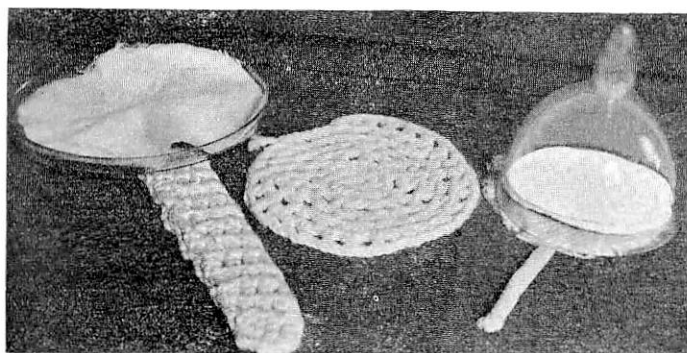
さらに、発芽試験をおこなう場合は、発芽床の種類によつて水分を供給する手段が異なるが、発芽床としては素焼皿、木綿布、水苔および川砂、オガ屑または吸水紙、脱脂綿などがあり、これらの材料を十分に消毒して、それにタネ

を並べるか、またはタネを包んで適当な水分と温度を与えることは前述したようである。参考のため、発芽床および発芽器具または装置について、その2・3の構造を示せば第73～76図のようである。



第73図 ノツベ式種子発芽皿（原図）

発芽皿は素焼製で、内部のクボミにタネを並べ、周囲の溝に水をみたす。

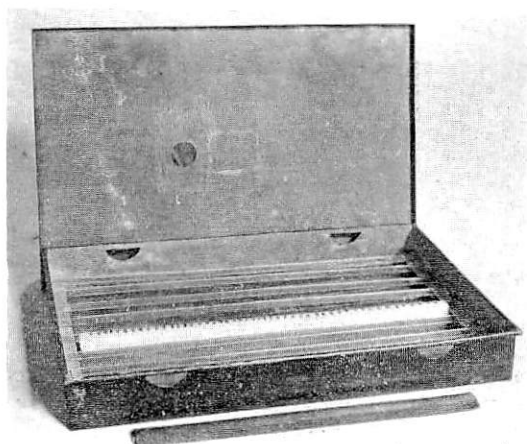


第74図 ヤコブセン式種子発芽床（原図）

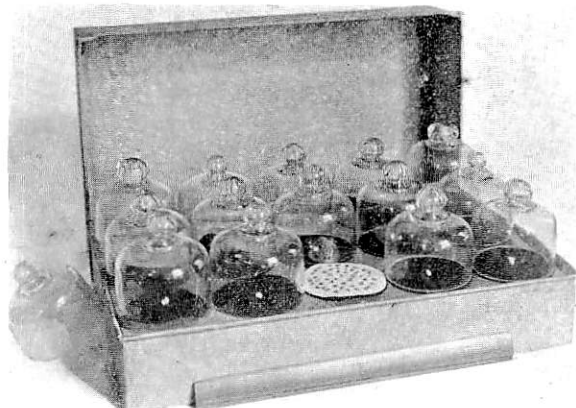
木綿布を吸水させ、上部の口紙にタネを並べる。なお、乾燥をふせぐため硝子鐘をかぶせる。

これらのうちヤコブセン式種子発芽装置は、1890年にデンマークのタネ屋さん考案したもので、そのご広く各国の種子検査所において用いているがその装置は長さ1.9m、巾0.9m、深さ0.2mの水槽上に300ヶの硝子鐘を並べるようで、そのさい床面の温度は昼間28℃、夜間20℃の変温としており、光線を好むタネの発芽に便利である。なお、これに類した装置は林業試験

場においても試作し、第 48 図の硝子張恒温器もその 1 つであるが、さらに、最近この装置をととのえ発芽試験に供している。



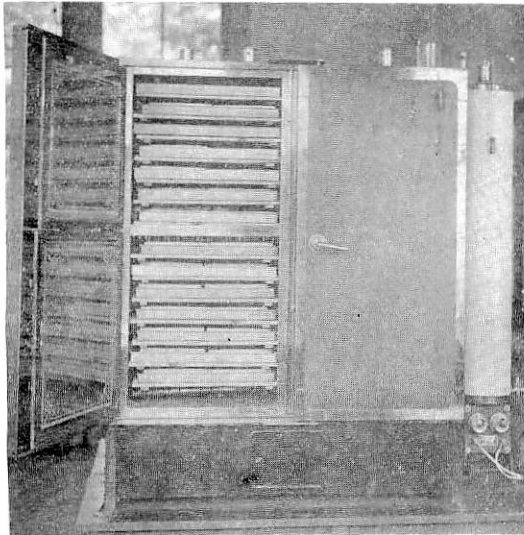
第 75 図 リーベンベルク氏の種子発芽装置（原図）
容器内に水をみたし硝子のブリツジの上に、吸水紙をおいてタネを並べる。



第 76 図 ヤコブセン氏の種子発芽装置（原図）
第 74 図の発芽床を進化させたもので、ラシヤ上に敷いた吸水紙にタネを並べ、硝子鐘にて湿度の調節をはかる。
なお、さらに改良したものがあり、好光性種子の発芽試験に用いられる。

なお、わが国で従来より用いているタネの発芽装置は、熱源をガスまたは電気とし、周囲に水をいれた恒温器を温めるようにしているが、次の図のものは

ガス式を電気式に改造したもので、右端の円筒内の水を温めることによつて、左方の容器内の周囲に水の気流がおこなわれ、一定の温度（23～24℃）をたもつことができるが、温度の隔差をすくなくするためには、第 78 図のように熱源を電気とした方が効果的で、これらは精巧な温度調節器によつて、温度の隔差を $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の範囲にたもつことができる。

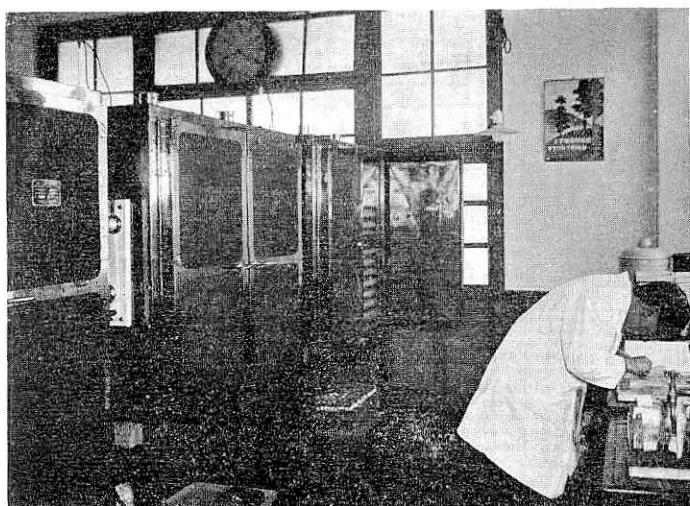


第 77 図 タネの発芽試験用恒温器の 1 例（原図）

これらの恒温器は「いわゆる水温式」であるが、特殊な温度調節器を要すること、製作に困難性がともない、水圧に耐えるために銅板の厚いものを用いるなどの点から、その価格が高いので一般向といえない。しかし、最近できている空温式（容器の周囲に水槽がなく、直接に内部を温める式）の恒温器は小形であるが、調節器も簡単で比較的精巧であるから、停電がないかぎり温度の変動も大したことがなく、これから購入される方におすすめできる。

また、素焼製の発芽皿も造るとなれば、なかなか高価であるため、ペトリ皿のようなものに口紙を敷くか、川砂をいれたものを発芽床にして発芽試験をおこなえば、場所もせまくてすみ便利である。なお、第 78 図はペトリ皿の内

部に 1% のカンテンをいれ、それを発芽床にして、アカマツの発芽試験を実行中のものである。けだし、発芽床にカンテンを用いることは、とくに水分の補給を考えなくともよいので得策であるが、そのさいの試験期間は 20 日間を限度とし、あまり長くなると発生したカビの温床になつて、タネの活力をも損ずる場合がある。だが予めタネに消毒剤を混和し、殺菌的に取扱えばきわめて安全で、約 50 日間にわたつてタネを発芽させることができる。



第 78 図 タネの発芽試験室の 1 部 (原図)
(作業者は約 20 年前の著者)

2. 発芽操作の初期において発芽力を推定する方法

前項において記述した方法は、発芽の完了までに一定の期間を要するが、そのさい発芽を開始するまえに、大体の発芽可能見込数を推定する方法がある。

この方法は、タネの表面に附着する水滴によつて、そのタネの生死を判定するのであるが、タネを発芽皿または口紙に並べ水を吸わせて、これを 23~27°C の温度下におくときは、タネの表面に水滴を生ずる場合がある。このような現象は、未熟種子や古種子の場合に多くみられるが、とくにアカマツやクロマツに顕著で、多くの場合、水滴を生ずるようなタネは発芽せず、遂に腐敗する

ことを経験する。

小山氏⁴³²⁾ (1911) の実験によれば、ペトリ皿の内部に吸水紙を敷いて、発芽操作をおこなった場合、発芽能力のない種粒の表面には、開始後5日以内に大小の水滴を生ずるか、もしくは種皮にカビが発生するけれども、発芽能力がある種粒の表面には異状がないから、それらの異状を示したものを取のぞき、発芽能力があると思われる種粒について、供試数に対する割合を算出すれば、比較的発芽率にちかい割合が求められ、さらに種粒を切断して内容を検査すれば、その結果が一層はつきりすることを認めている。

なお、長谷川博士¹³⁾ (1936) はアカマツ、クロマツのタネを用いて、これを新鮮なものと数年間貯蔵したものにわけ、それぞれ500粒を材料として、小山氏の水滴法を検討しているが、それらを観察して次の現象を認めた。すなわち

i) タネの表面に大小の水滴を生ずるもの。ii) タネの表面に水滴はできないが、湿った感じが強いもの。iii) タネの表面が乾燥状態を示すもの。などの3種類になるが、新鮮で発芽率の高いタネについて、この方法を応用して推定発芽率を求めたところ、アカマツでは常法発芽試験による発芽率98%に対し、この方法による推定発芽率は85~25%、クロマツにおいては99%の発芽率に対して、推定の場合には87~17%を示し、水滴法は供試料による誤差が大きいことを認め、実際上における運用にきわめて困難がともなうという。

著者の経験によつても、すこしぐらいのカビの発生は、そのタネの発芽に支障がなく、カビの発生程度によつて、タネの発芽率を推測することは、実行上なかなか困難である。また水滴についても同様であつて、水滴のついたタネでも、立派に発芽する場合が多い。なお、種粒の状態と水滴の関係をみると、不健全なものが必ず水滴をつけるとは限らないが、前述したように、未熟種子や古種子の場合に水滴を生ずるものが多く、これらの水滴を生じた種粒が腐敗しやすいことは事実である。これに反して、活力の旺盛な新種子では、それほど顕著の反応を示さないようである。

また松原氏⁴⁶⁰⁾ (1941) は常法の発芽試験が、長期間を要する事実にかんがみ

タネの1部を切断して適当な発芽条件下において、短期間に活力を検査するZACHARIEV氏(1939)の方法を応用して、アカマツのタネの1部を胚に直角に切断して、これを恒温器内におけば、その幼根は速かに発芽を開始して、切断面から胚を伸長させることを認め、タネの底部(胚の子葉部)を1/4切つたものは、3～5日で発芽が完了し、速かに活力を検定することができ、急ぐ場合に好適であるという。

3. 発芽の操作をおこなわない方法

1) 火熱による方法

タネの発芽力の簡易検定法として、この方法がおこなわれ、タネの新古を検査するのに便利である。すなわち、タネを熱した鉄鍋または鉄板上におくとき、新鮮なタネは含有水分が急速に膨脹するために、その種皮が破れ、そのさい爆音を発してハネアガルけれども、乾燥して水分をうしなつたタネは、そのまま徐々に焼けてしまう。

ありふれた例としては、採種して間もないクリの実を、焼けた灰のなかにいれた場合に、空気の逃げみちとして、皮にすこし傷をつけておかなければ、ものすごい勢で爆発する。またギンナン(イチヨウの実)を鍋にいれて熱を加えた場合にも、これと同様な現象がみられるが、古くて乾燥したものは、静かに燃焼することを経験する。

この方法は、木のタネではヒノキに應用できるが、新らしいタネは含まれるヤニが新鮮で、このようなヤニを熱した鉄板上にのせると、急ゲキな勢で膨脹するので、その性質を利用してヒノキ種子の新古を判定できる。すなわち新らしいタネは、水分およびヤニの膨脹によつて、強く反転跳ヤクするが、乾いたタネはほとんど動かない。しかし、シイナでも新らしいものは跳ヤクすることがあつて、實際上ハネあがるタネが、必ず発芽力があるものと断定できないばかりでなく、全く発芽力をうしなつた古種子でも、これに水分を吸わせた場合においては、ときに、爆音を発してハネルことを経験する。

なお、この方法はヤニの多いタネに適用されるが、水分やヤニの状態だけで

その発芽力を検定することは困難である。しかし、他の正確な方法を用いる時間のないような場合に、その大体の充実程度を、この方法によつて推測することは可能であろう。

2) タネの含有樹脂の鮮度による判定

この方法は、タネをセルロイド板または白紙の間にはさみ、小さな鉄のツチで上部をうち、そのタネがつぶれたときに、板または紙に附着するヤニの跡によつて、タネの新古あるいは充実程度を判定するのであつて、多くの針葉樹の小粒なタネに適用できる。

このさい、内容が充実しているタネは、つぶしたときにヤニのために、いろいろの形をした模様が白紙上に附着するので、その濃淡および大小によつて、種粒の内容程度を判定できるが、カラマツについて業者が、よくこの方法を用いて、タネの内容の充実度を検査している。この場合、シイナならばほとんどヤニの模様がつかないから、タネの充実状態の見当をつけるには便利であるが、これによつて、発芽力の有無を判断することは無理である。

要するに、火熱を応用する方法にしても、この方法にしてもあくまでも充実程度の概略を知ることができるだけで、これによつて、発芽率までも判定することは不可能であろう。むしろ前述したように、タネを切断して内容を拡大鏡で仔細に検討した方が、タネの発芽力を判定するうえには効果的である。しかし、タネを切断するさいは、必ずタネの胚軸にそつて縦断することが判定に都合がよいであろう。

3) タネの浸出液の電気抵抗度によつて発芽力を推定する方法

タネを水中に浸漬した場合に、その内容物質は水のなかに浸出するが、一般に浸出物の量は、新しいタネの場合は比較的すくなく、古いタネとくに発芽力のないタネが多い傾向がみられる。こころみに、著者(1942)が条件のちがう2, 3のタネについて、その内容浸出物の状態を比較した結果を示せば第63表のようである。

この表によれば、いずれの樹種も発芽力のないものが、タネの内容物質が浸

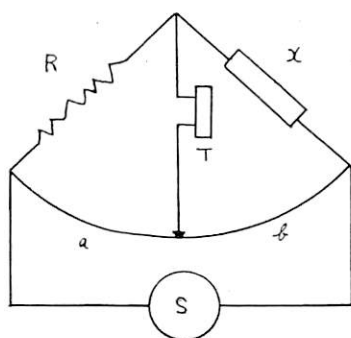
出する量も多い傾向がみられ、それとともに、発芽率の高低と浸出物の量の多少は、正の関係を有することがわかる。なお、その傾向はクロマツやケヤキにおいて顕著であるが、大粒種子ほど浸出物の量は多く、はつきりした差があらわれるだろう。

第 63 表 樹種別におけるタネの発芽率と浸出物の多少

樹 種	記 号	産 地 (県名)	発芽率(%)	浸 水 時 間	浸出物の重量 (gr)
スギ	1	福 島	51.7	25時間	0.0002
	2	千 葉	17.7	"	0.0013
	3	福 島	0.0	"	0.0014
クロマツ	1	青 森	98.5	"	0.0002
	2	鹿 児 島	66.6	"	0.0024
	3	"	0.0	"	0.0070
ケヤキ	1	群 馬	41.3	"	0.0061
	2	"	0.0	"	0.0093

(註) タネ各 100 粒を蒸溜水 20 cc 中に浸漬する。その水温は 15~18°C である。

これらのタネについて別途に、同様の方法によつて浸水したさいの、浸出液(電解液)に交流電源を接続した場合、その液の性質によつて、電気抵抗度に差を生ずるが、そのさい、電解液の性質による差異より以上に、測定時における



第 79 図 交流電源を用いた液体の抵抗測定の接続図(原図)

水温による差が甚だしく、同じ試料についても、温度の上昇にともなつて、その抵抗測定値は下降して、一定の傾向をみいだすことは困難で、数多くの実験を必要とすることを認めた。

この実験は佐藤(敬)博士の指導のもとに、東大第一工学部電気工学教室の協力によつておこない戦後中断しているが、そのとき電気抵抗測定器として用いた「マツダ交流ブリツジ」の接続について

その概略を示せば第 79 図のようである。

この図においては、 x に電解液（浸出液）を接続し、無誘導抵抗 (R) を適当な値に選定したのち、摺動線抵抗 (a および b) を調節して、受話器 (T) の音響の最小音をみつけたす。このさい、電源には可聴周波数の交流発振器 (S) を使用するが、この場合における電解液（浸出液）の抵抗は、

$$x = \frac{b}{a} R$$

の式で算出され、その抵抗度を知ることによつて、その電解液の性質を推測できる。（この測定器は多くの場合薬品の性質を知るために用いられている。）

4) 酵素の検出による方法

動植物の生活体における細胞中には、いろいろの Enzym（酵素）が生成されるが、その母体が生活能力をうしなうときは、ほとんど同時に酵素もまた、その活力をうしなうのが普通である。

そこで、タネに含まれる酵素の活力の有無を検査することによつて、タネの発芽力を推定するところに、この方法の特徴が生ずるけれども、酵素の種類によつて検出する方法がちがうようである。文けん⁵⁾¹³⁾¹⁹⁾²²⁾⁵⁰⁶⁾によれば、各種の酵素のうち Amylase は、タネの活力識別にさいしては、全く発芽力のない種粒に対しても反応を示すため、この酵素の活力によつて、タネ自体の活力を判断することは、困難であることが知られている。

次に Katalase を検出するには、過酸化水素を分解して発生する酸素の容積を基とするが、この酵素の活性程度とタネの活力との関係については、学者によつて、つねに平行的な関係を認めたいという説と、ある種の関係があるという説がある。長谷川博士⁵⁰⁶⁾ (1925) の説によれば、たんに Katalase の活力だけを基としてタネを検査する場合には、

イ) タネの種類および貯蔵条件などによつて、発芽力のないものでも、酵素の活力は著しく大きい場合がある。

ロ) 採種年度がちがう場合には、Katalase の含有量にも、かなりの差を生ずるために、発芽力を有するタネが、貯蔵した古いタネに比較して、その含有

量がすくないこともある。

へ) また、同じ種類の作物についても、高緯度地方産のものは、低緯度のものより Katalase の含有量は多いが、大麦の場合には土質、肥料、気候、収穫時期およびタネの古さ程度などによつて、その含有量に差を示すから、このように酵素の含有量に著しい差を示す種類に対しては、Katalase による検出法は価値をうしなう。ということである。

なお、この問題に関しては W. E. DAVIS 氏 (1926) が考案した方法、すなわち、一定温度の水中に一定時間タネを浸漬して、いわゆる Katalase ratio によつて、その関係を求める方法が優れているが、この方法は、発芽力を有するものと、死んだものとの識別には役だつけれども、発芽力を有するものに対して、その活力程度を判定するには困難のようである。

長谷川博士は、多くの木のタネについて、その Peroxidase (過酸化酵素) に Guaiac (瘡瘡木) を作用させ、その反応によつて、タネの活力を判定する方法を実験 (1925) しているが、いろいろな樹種に対して、それぞれ条件のちがつたタネの Peroxidase の活力を調べたところ、その反応が顕著なものは、細胞の生活力が旺盛であるか、あるいは活力減退の過程にあるとしても、なお、酵素に著しい変化をおこさない範囲内にあることを認めた。

その方法は供試種子を、無色のセルロイド板または白紙の上に 1 粒ずつ並べそのうえを、さらにセルロイド板または白紙でおおい、タネを強く打つて破碎したものに、直ちに過酸化水素を 1~2 滴たらして、これに瘡瘡木チンキの 2~3 滴を加えれば、その酵素に活力があるときは、直ちに着色して濃藍色を呈するが、すでに活力をうしなつた酵素の場合は、その着色反応がなく、チンキ特有の暗褐色を示すのみである。このさい、濃藍色に着色したものを、発芽力があるものとし、そうでないものは発芽力がないものと判定する。

なお、過酸化水素は市販 (3%) のものを、そのまま使用してもよく、または水を加えて 2 倍にうすめてもよいが、いずれにしても、中性または弱酸性でなければならない。また、瘡瘡木チンキはニソウボク (*Guajacum officinale*

L.) のヤニを、5～10 倍のアルコールにとかしてつくるが、これは時期を経過すれば、変質して効力をうしなうから、必要に応じて少量ずつ調製する。そのさい 1/3 または 1/2 の水を加えてうすめて用いれば、チンキ個有の茶褐色味を減じるため、いくぶん反応が鮮明になり、冷暗所に密封して貯えれば、調製後 2～3 週間は使用にたえることができる。

さらに博士は、常法による発芽試験と比較するために、約 90 種の木のタネについて実験した結果を基にして、注意すべき点に関して、次のように指摘している。すなわち、

i) Peroxidase 反応においては、過酸化水素の滴下量によつて着色に著しい差があつて、チンキの場合でも 1 個体を単位とするから、試薬の量が多過ぎれば、その負担が過重となるために、活力のあるものも反応が陰性となる。

ii) そのさい使用する試薬は、調製後長い日時を経過したもの、または貯蔵方法が不良なものは結果がよくない。

iii) 胚の活力減退をもたらす原因が、必ずしも平行的に Peroxidase の活性に減退をきたさないケヤキ、チヨウセンマツ、モミ、トドマツなどのタネはその着色程度を識別するのに困難がともなう。

iv) この方法は、検査の対照がタネの内容物にあるため、そのタネの胚自身の活力程度を識別するには適当でない。

v) なお、タネの活力が減退すれば、酵素の着色反応も減退して、ついに反応がなくなるが、実験の結果によれば、このような種粒に、ある種の微生物を接種すれば、その増殖にともなつて、再び着色反応を呈するようになるから、とくに注意を要する。というのである。

また小山氏⁴³⁸⁾ (1926) も、これに類した研究をしているが、木のタネ約 20 種を供試料として、長谷川博士の結果を基にして、Peroxidase の guaiac 反応について次の結果をえている。

a) 供試樹種の大部分は、タネの発芽力が消失しても、Peroxidase の活力は残存するようで、guaiac 反応が認められる。とくにアカマツ、クロマツ、

イチイ、モミ、コオヤマキ、オニグルミ、ヤチダモなどは、発芽力が消失しても 10 数年にわたり、その反応がみられ、他の樹種においても発芽力を消失したのち、1～2 年間は明らかに Peroxidase の活力が存在する。（タネの標本について実験する）

b) したがって、guaiac 反応を示した種粒数によつて算定した発芽率は、つねに信頼できるとは限らず、ときに大なる誤差をとまうことがある。

c) さらに、guaiac 反応はきわめて鋭敏であつて、試薬の性質および滴下の順序などが反応におよぼす影響は、タネの種類または新古によつて一定でなく、同じ試料についてみても、その着色は濃藍色から無色まで、連続的に存在する場合が多いので、たとえ、発芽力の消失程度が Peroxidase の活力の消失と平行的であつても、これによつて、タネの発芽力の有無を判定することは容易でない。ことを認めている。

なお、これらの実験結果を総合してみると、発芽力を消失したタネに対しては、guaiac 反応が認められるから、それだけで発芽力の有無を判断することがむずかしく、また試薬の性質によつて、その着色程度に差異を生ずることは、それを識別するうえに大きな支障となる。この場合には、タネを圧碎して内容の全部を対照とするのであるが、そのさいは胚よりも、むしろ胚乳の活力に重点がおかれる。しかしながら、タネの発芽力に直接に関係するのは、もちろん胚の活力であることは云うまでもない。

したがって、この方法によつて発芽力を全く消失した種粒に対して、その概数を知ることは可能であつても、ときに発芽力の消失した種粒でも、Peroxidase に活力があれば、両氏の実験によつても明らかなように、guaiac 反応によつて着色する。そして多くの場合、タネの発芽力の有無と、酵素の活力の有無が一致しないことと、胚の活力が不明である点において、この方法は、実用的なタネの検定方法とわいえないようである。

5) 染色剤の着色による検定

一般に生体細胞と死細胞に対して、ある種の色素を作用させるときは、その

物質の透過性を異にすることが知られているが、この性質を応用して、タネの胚細胞に染色剤を作用させて、その着色程度によつて「胚細胞の生死の状態」を検定する方法がある。

なお、この場合に用いられる染色剤のうち、タネの発芽力の検定に応用できるものとしては Methylenblau, Safranin, Bismarckbraun, Gentianaviolett, Carmin rubr, Methylgrün, Indigocarmin などの種類があつてわが国においては長谷川博士(1928~32)の研究がある¹³⁾⁴⁴³⁾⁴⁸⁵⁾。

博士は生体染色法に関して、RUZICHA 氏混合液(Neutralrot と Methylenblau)および PROCA 氏混合液(Löffler's Methylenblau と Ziehl's Fuchsin)さらに Arnold KORNFIELD 氏の方法に基づく Bismarckbraun の 0.25~1.00% の溶液を用いて実験したところでは、満足すべき結果がえられなかつたが、NELJUBOV 氏の用いた Indigocarmin について、実験して次のような結果をえている。

すなわち、数種類の濃度の Indigocarmin の水溶液に、予め水中に 1~4 時間、タネを浸漬したのち裸出した胚を、この試薬に 3~4 時間作用させて、その着色程度を調べているが、その結果、生活力を有するものは着色しないため、容易に生死を識別できるという。

なお、このさいにおける Indigocarmin の濃度は 1/2,000 が最も適当で、これに約 1/5,000 に相当する醋酸を添加すれば、添加しないものよりも、浸漬時間を 2 時間前後に短縮できるが、この方法は 1928 年に LAKON 氏が指摘したように、胚の生死が顕著なものについてのみに、その識別が可能であつて、その原形質の半透性に基づくものであるから、たとえ健全な胚であつても所定の時間以上に、その色素液のなかに浸漬するときは、その活力の減退にともなつて、最初は染色しないものでも、浸漬時間が長くて胚の活力が消失すれば、次第に着色反応を示し、その着色状態も鮮明でなくなることを認めている。

要するに、以上のいろいろの方法は実用上から判断して、タネの発芽操作にかかわるべきものとしては、いずれも不正確で、これらはタネの生死の概略を推

測する程度であろう。

そのご博士は引続いて、いろいろと実験をおこなつた結果、ついに「胚の還元力を利用したタネの発芽力鑑定法」を発見した。この方法こそ、タネの発芽試験の代用法として、多くの長所を有し最も合理的なもので、現に一般的に普及され、外国でも応用されているが、次にこれらの問題について記述しよう。

第4節 還元法によるタネの発芽力検定の方法

1. 還元法によるタネの活力判定

1) 還元法の意義

前述したように長谷川博士(1932)は、常法によるタネの発芽検定法に、かわるべき合理的な方法について、これをタネの活力の面から研究し、いろいろの方法を比較検討した結果、「胚の生死の限界を識別する場合には、生活細胞にもとづく反応のうち、その生活の最後のシュンカンまで反応が持続するもの」あるいは「生活力の消失によつて直ちに現われる特定の現象」をとらえる必要があることを認めた。

とくに植物のタネのように、同じ個体を同時に異なつた方法で、2つ以上の検定に供することが不可能な場合における、その活力の検定方法として、着眼されたものが「生活細胞の還元力」による方法である(444)(445)(446)。

まず博士はその研究にあつて、

i) 胚特有の色彩の如何にかかわらず、還元作用によつて顕著な呈色反応を示し、その識別が容易であること。

ii) そのさいにおける操作の期間が短かく、かつ薬剤が呈色反応をあらわす過程において、その胚の活力を損傷しないこと。

iii) その薬剤は水にとけやすいこと。

iv) 一定の操作をしたのち、その呈色反応に変化をきたさないこと。

v) その操作が簡単で広く応用できること。

などの点を考慮して、いろいろの金属塩類を用いて実験したところ、テルルお

よびセレンの塩類が、この目的にかなつてゐることを発見したのである。

セレン酸ソーダ (Na_2SeO_4 Natrium selenate) は 1817 年に鉛室の泥土中から発見されたもので、その原子番号は 34、原子量は 78.96 で比重は 4.26～4.28、融点 217°C であるが、天然には硫黄または黄鉄鉱のような、硫化物のなかに少量が含まれるために、硫酸製造のさいに生ずる煙塵えんじんのなかに存在する。

テルル酸ソーダ (Na_2TeO_4 Natrium tellurite) は原子番号 52、その原子量は 127.61 で比重 6.27～6.015、融点 $452\sim 446^\circ\text{C}$ の暗灰色をした粉状の結晶であるが、天然には硫化物のなかに少量が含まれ、あるいは金および銀のテルル化合物として存在する。この物質は 1782 年に発見されているが、わが国においても、いくらか生産されるようである。

なお、これらの金属塩類を植物のタネの活力検定に応用したのは、長谷川博士が最初で世界的に有名であるが、博士が 1935～36 年にドイツにおられたときエーベルスワルデ種子検査所の Dr. EIDMANN が亜テルル酸ソーダによる研究をおこない、そのごセレンの塩類に対する研究にのりかえ、1938 年頃の国際種子会議のさい EIDMANN 法として発表したところ、すでに長谷川博士のおこなつたものであることがフィンランドの KUJALA 氏によつて指摘され、その結果この方法は EIDMANN-HASEGAWA 法として各国に照会されたという。

(註) この方法を「還元法」と命名したのは、長谷川博士が近藤万太郎博士と相談されて決めたとのことである。

2) セレン酸ソーダによる方法

セレン酸ソーダの 1% 液を調製し、別に用意した直径 7～9 cm のペトリ皿に口紙を敷き、これに試薬の水溶液を 2～4 cc 入れて、口紙を十分に湿らせうえにタネをならべて、一定時間おいてタネ(胚)の着色状態を検査するが、そのタネは予め数時間ぐらい浸水してから胚を裸出するか、あるいは胚を傷つけないように種粒を縦断する。なお採取後まもないタネは、無浸水でも差つかえないが、ながく乾燥貯蔵したタネは、約 10 時間水につけて吸水させる必要がある。

そのさい縦断した種粒は、その断面を口紙の面に密着させ、約2昼夜を経過したのち、その着色状態を検討するのであつて、この場合に活力のある胚は、黄色味がかつた赤色を示すのが特徴である。

この試薬の価格は比較的やすいけれども、タネの胚個有の色彩が、黄赤色または緑色などのものでは、その呈色反応を識別するのがきわめて困難である。たとえばヒバの古いタネのように、その胚の色が赤味がかつたものは、とくに識別が困難である。また種類によつては葉害があるようで、博士がトオモロロシについて実験したところ、胚に顕著な呈色反応を示したものを蒔いた場合、明らかに害作用がみられ、その成長が阻害されたという。

このセレン塩類には、なかに硫化水素のような臭気を発散し、有毒なものがあることと、前述した葉害などを考慮すれば、試薬としての価値が低いようである。なおこの塩類の使用を長谷川博士が放棄したのち、前述した EIDMANN 博士が手をつけたようである。

3) テルル酸ソーダによる方法

テルル酸ソーダの1%水溶液を用いて、前述した方法と同じように処理すれば、活力のある健全な胚は、その全体が光沢ある淡藍黒色を呈し、活力のないものは全く着色しない。また病的な中間状態のものは、その胚が淡い暗褐色あるいは局部的に着色して斑状を示すが、もし胚を傷つければ健全なものであつても、その部分は活力をうしなうために、着色しないのが普通である。

しかしながら、その着色状態は温度と密接な関係があつて、32°C においては約15時間で識別が可能であるが、26°C では27時間を要し、16°C では48時間以上を経過しなければ、充分な呈色反応を示さない。したがつて、夏期は常温において14~15時間、冬期間は暖房室内において約48時間を必要とする。

この試薬の特色としては、タネの貯蔵物質たとえば蛋白質、澱粉、油脂などの状態に関係がなく、その取扱に支障がない範囲の大きさの胚を有するものであれば、木のタネばかりでなく、農作物や牧草のタネにも応用ができる。

その価格はセレン塩類に比較して高いが、タネ（胚）の個有色による識別の困難性がなく、かつ、トオモロコシを用いての実験によつても、前者が葉害を示したのに反して、この試薬で処理したものは、全く支障なく成育したことなどから考えて、この方が優れていることを確認した。したがつて博士の研究は、もつぱらテルル酸ソーダを対照としており、この方法を「還元法種子鑑定法」と命名したが、この試薬の 1% 溶液を、 α 紙に吸着させて乾燥した「種子鑑定紙」を考案（昭和 10 年 4 月特許第 110213 号）したことは有名である。

なお、その具対的方法を記述するまえに、ここで最近の「テトラゾリウム塩による方法」についてふれてみよう。

4) テトラゾリウム塩によるタネの活力検定⁴⁶⁶⁾⁴⁷⁴⁾⁴⁷⁵⁾

この物質は前述したドイツの EIDMANN 博士の一連の研究の結果、第二次大戦中に新たにタネの活力検定用として登場したもので、最近はお米において広く用いられるようになったが、「胚の生細胞の還元力^き」を利用する点においては、長谷川博士の方法と癆を一にしている。

このテトラゾリウム塩 ($C_{19}H_{15}N_4Cl$ Tetrazolium chloride) によつて、タネの活力を検定するには、予めタネを 15~18 時間水に漬けて、十分に吸水させたものを縦断して胚を 2 分し、その一片をペトリー皿にならべ、これにテトラゾリウム塩の 1% 溶液を、タネがかくれる程度に注入して、それを室内または恒温器内の暗いところにおけば、活力のある胚は「赤く着色」するからその液をすて水でよく洗つて、その着色状態を調べて活力の程度を識別するがお米における実験結果の一部に対しては、1952 年に畑野氏⁴⁷⁴⁾が解説している。（日本林学会誌第 34 巻、第 2 号、37~41 頁を参照願いたい）

なお、この問題に関して林業試験場の柳沢氏および浅川氏⁴⁷⁵⁾ (1953) がアメリカ GBI 製の 2,3,5-Triphenyl tetrazolium chloride (TTC) および日本の武田製のものを用いて、アカマツを材料として、

- i) 試薬の光感性。
- ii) 試薬の濃度。

iii) 培養に要する時間および温度。

iv) 試薬の水素イオン濃度 (pH)。

v) 各種のテストによるタネの活力と、その発芽力との関係。

などの問題について基礎実験をおこない、これを従来用いているテルル塩類 (Kalium tellurite メルク製) と比較している。

その結果テトラゾリウム塩で最も問題となる「光線によつて試薬の効力が低くなる」⁴⁴⁾という点も、直射光線さえ防ぐようにすれば、実用上にはほとんど支障がなく、また、試薬の濃度と着色の速度の点では、テルル酸カリよりも優れており、従来テルル酸だけの長所とされていた「還元紙」⁴⁵⁾をつくることが可能であることを認めた。

このさい pH 6.0 の蒸留水に溶解した、0.5% のテトラゾリウム塩 (pH 4.6) に 25°C で 20 時間、30°C で 18 時間または 38°C で 15 時間処理したサンプルは、その反応の終期において、全くの暗黒下で着色した胚の数とそのサンプルの発芽力は等しいようで、おそらく、この方法はアカマツ、クロマツ、カラマツ、スギ、ヒノキなどに適用できるだろうという。

要するに、この方法は還元法のうちでも新しいものとして、今後における種子学およびタネの検査上、多くの新分野をもつことになるが、この試薬は高価 (テルル酸カリの約 4 倍) であるため、その実験も不十分をまぬかれず、なかなか普及される段階に達しないけれども、近い将来は一般的に応用できる時期がくることを確信する。

2. 種子鑑定紙の使用法⁴⁴⁵⁾⁴⁴⁶⁾⁴⁶³⁾

タネの発芽力を検定する手段として、還元法を用いるときは、その胚の呈色反応が、きわめて判然とするために、たんにタネの活力を鑑別できるだけでなく、その程度および活力を減退する経過をも知ることが可能で、農林業上にとつて、きわめて簡単かつ適切な、タネの発芽力鑑別法ともいえるであろう。

とくに「種子鑑定紙」はテルル酸ソーダの 1% 溶液をロ紙に吸収させ、これを陽光下で乾燥したものであるから、その取扱がきわめて簡単である。たと

えばタネの採取地である山間の現地において、採取ご早急に、そのタネの活力程度を知る必要の生じた場合に、この試薬を吸着乾燥させた「種子鑑定紙」さえもつていれば、場合によつてはペトリー皿の代用として、普通の皿類を用いてもよく、その皿に鑑定紙を敷き数滴の水を注入して、所定の操作をおわつたタネをならべ、皿の上部を乾燥を防ぐ意味で、ガラス板をのせて日当りのよいカ所におくか、または暖房室内に2昼夜前後おいたのち、その胚の着色状態を調べればよい。このさい、操作さえ適切であれば充分に、そのタネの発芽力を判定することができて便利である。

なお、鑑定紙はタネの種類によつて、大きさをかえる必要があるが、多くの場合は直径7cmのペトリー皿にはいる程度の大きさで充分で、これで普通の針葉樹のタネに適用できる。そのさい、1枚の鑑定紙に2.0~3.5ccの清水をそそぎ、その口紙を充分に皿類に密着させる。しかし最初から、定量をこえて多くの水を注入し、過多の分をすてるときは、その結果がよくない。

このときに用いるタネは、300~500粒で充分であるが、これらのサンプルにはシイナやシブタネが含まれているから、タネの腹面をうすく切断するさいの能率増進上、内容のない種粒を除去することが得策で、次のような比重液を用いて、予めタネを精選することが望ましい。

ヒノキ 比重 0.90 のアルコール液。

ヒバ 比重 0.81 のアルコール液。

カラマツ 比重 0.80 のアルコール液。

トドマツ カラマツに準ずる。

エゾマツ 比重 0.75 のアルコール約2，エーテル約8の容量割合で混合した液を用いる。

スギ 比重 0.92 のアルコール液にて沈んだタネを、比重 1.14 のグリセリン液にいれて浮いたものを選別すれば、大部分のシブタネを除くことができる。

(詳しくは精選の項を参照のこと)

以上の操作によつて選別した内容の充実粒は、片刃の日本カミソリまたは安全カミソリの刃を用いて、タネの腹部の若干でばつたカ所の、種皮および胚乳の1部を切りとるのであるが、そのさいタネを、予め約1昼夜浸水しておけば作業が容易である。

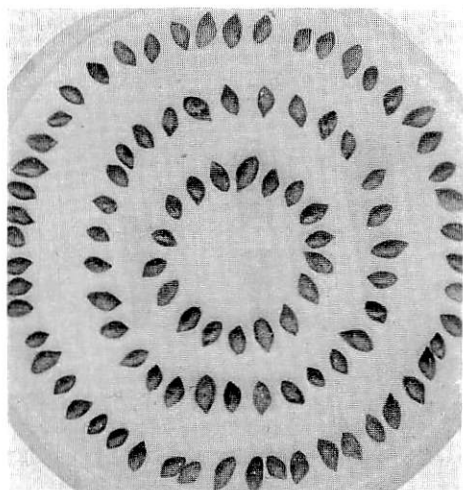
なお、その剥皮の工期はトドマツの場合、熟練者は1人1日2,000~2,800粒のタネを作業できるが、初めのうちは、ややもするとタネを深く切りがちでその胚に傷をつけやすいから充分に注意しなければならない。

なぜならば、胚に傷をつければ前述したように、その部分の細胞が死ぬため傷のついた表面だけは呈色反応が現われず、往々にして活力のおとろえた胚との見わけが困難で、このようなものは胚の内部をみて、その呈色の有無を確めないと、鑑別上に誤差を生じやすくなる。したがつて操作にあたつては、あくまでも胚に傷をつけないことが大切で、この方法の合理化をはかるうえにも肝要なことである。

そして傷つけのすんだ種粒は、乾燥を防ぐため別に用意した皿類に若干の水をいれ、そのなかに全部の操作がすむまで浸しておき、全部が終つたとき一斉に、予め用意したペトリ皿または小皿内の鑑定紙のうえに、傷をつけた面を下にして口紙に密着させ、その上部を乾かないようにフタをして、23~27°Cのカ所に1~2昼夜おいたのち、タネから胚を取だして、その着色状態を調べ全種粒に対する百分率を算出すれば、その種子群の発芽力を知ることができて便利である。

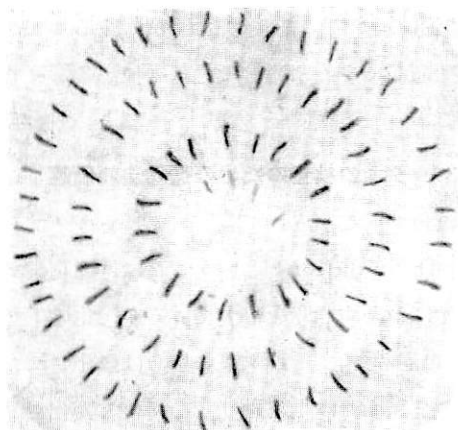
その場合に活力のある胚は、光沢のある藍黒色を示し、活力のないものは全く着色しないが、両者の中間的のものもかなりあつて、それらを確実に識別するには相当に熟練を要する。参考のためアカマツのタネについて、この方法を用いて活力を調べる操作における、その前後の状態を示せば第80~81図のようである。

このさいにおける胚の着色状態は、樹種によつて中間色の多いものがあり、とくに古いタネの場合に中間的のものが多い傾向がみられ、アカマツに例をと



第 80 図 アカマツに対する還元法テストの 1 例（原図）
（タネをペトリー皿にならべたところ）

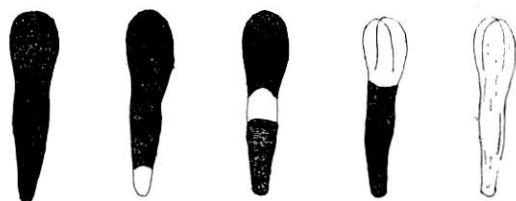
供試料 100 粒中シイナを除いた 98 粒に対するテストで、ロ紙に接している部分が剥皮してある。



第 81 図 アカマツ胚の呈色反応（原図）

中央の 4 コの胚は不鮮明であるが、その他はほとんど完全に着色する。なお、不鮮明のものは、その活力がおとつていることを意味する。

れば第 82 図のような状態を示すが、このほかに、第 81 図の中央に示したように、胚全体の呈色反応が不鮮明のものや、すこしく褐色がかつたもの、または部分的に斑状を呈するものなどがある。



第 82 図 アカマツの胚に対する還元法における呈色反応の 1 例（原図）

左端は活力旺盛なる健全粒で、右端は全く活力を消失した胚である。

中央の 3 種は、いずれも中間的のもので、いわゆる不健全粒であるが、白色の部分は活力を消失したカ所を示し、主としてムレタものにこの現象がみられる。

なお、これらに対する具体例は後段において述べるが、戦後は性能の高いテル酸ソーダが欧米にも見あたらず、「種子鑑定紙用」として適したものもなく、やむをえず、代替品として亜テル酸カリ (K_2TeO_3 Potassium tellurite) を用いている。このさい多くの場合、その原液を用いるより仕方がなく、水にとかした 1% 溶液は色付ビンにいれ、かたく密封することが必要で、注意しないとビンの口元に結晶ができるため、できれば使用の都度これを調製することが望ましい。

3. タネの検査のための還元法の価値

1) 還元法の特徴

還元 (Reduction, Deoxidation) ということは、理化学辞典 (1949 年版) によれば一般的に、元にかえす意味をもっているが、化学上では、とくに酸化 (Oxidation) の反対の過程で、その本来の使命は酸化された物質を元にもどし、その物質が酸素の全部または 1 部をうしなう化学変化を「還元作用」といっている。

なお還元法の特徴は、胚細胞の還元力を利用した点であるが、そのさい活力のある細胞原形質は、薬剤特有の呈色反応を示し、活力のない細胞には還元作

用がおこなわれないために呈色反応も示さない。したがって、実際にタネを発芽させた場合と、還元法で健全と認めた粒数とのあいだには大きな差異がなく、この点でタネの検査上において、一大進歩といえよう。

2) 従来の発芽試験と還元法の比較

タネの発芽率を検定するうえに、これを実際に発芽させることは、理想的ではあるが、タネの発芽状態は樹種によつて、また同じ樹種でも緯度、海拔高、タネの成熟度および新古などの状態によつて一定でない。

なおまた、発芽のおそいタネに対しては、とくに、発芽を促進する処理を必要とし、たとえば、冷却もしくは変温（温度交代）などの操作をしても、一定期間内に全部の種粒を発芽させることは困難である。すなわち、どんな樹種でも特別の場合を除いて、これを全部発芽させることは、実行面からみて困難でとくに古種子の場合は予想外に、未発芽粒を多く残存する場合のあることは前述したところである。

したがってタネの検査上は、残存種子を切断して、発芽能力の有無を認定する必要があるのであるが、その認定に技術を要し、個人的誤差を生じやすいばかりでなく、供試料の配列の巧拙によつて、実験的誤差を生ずる場合もあつて、前述したような計算法（ショウブネー氏標準法）によつて「偏差の大きい組を除いて、その検査の適正を期しているが、長谷川博士の指摘するように「残存種子を切断して未発芽粒を認定する」ことは、純粹の意味からいえば、発芽試験の根本主旨にそわないことになり、さらに、発芽試験の場合には、長い期間を要することが大きな欠点となる。

これに反し、還元法による場合には、操作後2～3日の短い期間で、そのタネの発芽力の有無を判定できるが、それだけでなく、活力のさかんな種粒は必ず発芽能力があることが推定でき、これが還元法の長所である。したがって、自家用種子の発芽力をテストするさいは、その操作が簡単であることと、結果がはやく判明する点において、きわめて便利なタネの検査方法といえよう。

大体において、還元法によつて呈色した反応が、中間的のものも、これらを

発芽試験によれば、その多くは発芽するのが普通である。(ただし、胚の先端が活力のない種粒、すなわちムレタようなタネの場合は、奇形的に発芽しても満足に成育しないことを経験する)なお一般には、発芽試験による発芽率が、還元法による活力ある健全粒の% (還元率・林木種子談話会の申合せ用語、日本林学会誌 Vol. 38, No. 7, pp. 279~280 参照)よりは、高いのが普通であるため、タネを売るときに還元率を用いるときは、いくぶん売主にとっては不利であろう。

著者はタネの発芽率検査にさいして、還元法によるテストを、常法による発芽試験と併用しているが、とくに発芽率の低い場合に、それが、試験操作の不備によるものか、または、タネ本来の活力によるものかを認定できるため、検査の正確を期するうえにきわめて便利である。参考のため、既往における検査の1部を示せば次のようである。

第 64 表 常法による発芽試験と還元法の比較

樹 種	番号	発 芽 試 験 (%)					還 元 法 (%)				
		実 発 芽	未 発 芽	不 発 芽	枇 粒	発 芽 率	充 実	健 全	不 健 全	無 活 力	算 定 発 芽
スギ	1	2.0	3.0	52.4	42.6	4.0	55.0	5.0	2.0	48.0	5.0
	2	0.0	0.0	25.8	74.2	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0
ヒノキ		0.3	0.4	30.0	69.4	0.6	32.0	0.0	0.0	32.0	0.0
ダケモミ		12.0	6.2	45.6	36.2	16.1	61.0	13.0	*27.0	21.0	13.0
カラマツ	1	0.4	0.2	37.0	62.4	0.5	57.0	1.0	0.0	56.0	1.0
	2	47.2	1.8	2.2	48.8	48.4	54.0	40.0	5.0	9.0	40.0
	3	61.0	0.2	0.6	38.2	61.1	60.0	53.0	5.5	1.5	53.0
	4	51.6	1.8	1.2	45.4	55.4	52.5	46.5	1.5	4.5	46.5

- (註) 1) スギ、ヒノキおよびカラマツ 1) は古いタネで、ダケモミおよびカラマツ 2~4) は新らしいタネである。
 2) 発芽試験における発芽率は実発芽粒 + 2/3 未発芽粒の供試数 (500 粒) に対する % で、還元法における算定発芽率は健全率で示した。
 3) *……胚の先端が着色しないもの。(種子検査資料の一部)

この表について検討すれば、スギ1号の前年度における、試験発芽率は 49.3% であつたが、それを約1年後に検査したときは表に示すように、発芽率 4.0

% と急に低下した。このような場合において、それが貯蔵操作の不充分によるか、または発芽試験操作の不備によるものかを定める手段として、還元法による検査を併行する場合、その結果が発芽試験の結果と類似しておれば、明らかにタネの活力消失の原因が『貯蔵操作の不充分によるか、または貯蔵力所より取だしごにおける、タネの取扱方の不注意に基づく』ことを実証できるが、その場合において、発芽試験のさいの不発芽率と、還元法における無活力率（全く呈色反応がないもの）がきわめて近似した数値を示すのであつて、スギ2号およびヒノキについても、同様な傾向がみられる。

また新しいタネでも、この表に示すダケモミのように、発芽試験の結果で不発芽率が予想外に多い場合、その原因探求の手段として還元法を用いれば、このさい、ムレたタネの特徴である『胚の先端が着色しない』不健全のものがかなり多く、同時に無活力粒も多くて、これが不発芽粒を多くしていることが判る。したがつて、これらの事実に基づいて、あらためて次のことを強調する。

a) 自家用のタネの発芽力を知るためには、あえて、タネを実際に発芽させる必要はなく、還元法によつて活力を検査すれば短期間のうちに、発芽試験における発芽率と、きわめて近似の発芽率（健全率）を求めることができる。しかも、その期間は約5日間で充分である。

b) 販売用種子の発芽試験をおこなうさいに、還元法を併用するときは、短期間のうちに、その概略の発芽率を推測できるとともに、発芽試験の終了時における、タネの活力消失の原因を究明することができる。

次に長谷川博士⁴⁴⁾ (1933) が主要針葉樹のタネについて、還元法による発芽率と発芽試験における発芽率を、統計学的に検討した結果の一部を示そう。

このさいにおける、還元法による発芽率は、胚の呈色反応を調べて、発芽能力があると認められた種粒数（健全粒）の供試数に対する百分率であるが、第65表によれば、発芽試験における発芽率（実際発芽粒 + 2/3 未発芽粒）に、きわめて近似するばかりでなく、その平均偏差および標準偏差ともに、発芽試験の場合より小さく、それだけ『還元法の確からしさ』が発芽試験の場合よ

り、優れていることを示すものといえる。

第 65 表 還元法と発芽試験による発芽率の偏差 (長谷川)

樹 種	還元法による発芽率(%)		発芽試験による発芽率(%)	
	平 均 値	標準偏差	平 均 値	標準偏差
ヒ ノ キ	39.64±0.1414	±1.4112	41.93±0.2540	±2.5397
ス ギ	42.18±0.1127	±1.1269	42.40±0.1822	±1.8221
ア カ マ ツ	82.92±0.1369	±1.3964	82.47±0.1682	±1.6823
カ ラ マ ツ	28.35±0.1196	±1.1958	27.65±0.2184	±2.1840
ト ド マ ツ	26.71±0.1460	±1.4595	24.91±0.2191	±2.1909
エ ゾ マ ツ	54.91±0.1281	±1.2806	54.47±0.1682	±1.6823

(註) 供試料それぞれ 500 粒, 200 組の平均。

(日本林学会誌第 15 巻第 4 号より)

3) 試験発芽率と苗畑における実際発芽率の関係⁴³¹⁾⁴⁴²⁾⁴⁴⁷⁾⁴⁵⁴⁾⁴⁶⁵⁾⁴⁸²⁾

還元法によつて求めた発芽率は、発芽試験によつて求めた発芽率よりも、大体において小さい値を示すことは前述したところであるが、タネを取扱う究極の目的は「苗畑にまき付た場合における発芽率および成苗率の有無または多少」という点である。したがつて、試験発芽率と実際発芽率(得苗率)の関係は、苗畑経営上きわめて重要な問題であつて、従来よりいろいろと論議されている。

この関係はタネの新古、発芽率の高低、苗畑土壌および局所気象条件などによつて異なるが、白沢博士および稲村氏ら⁴³¹⁾(1906, 明 39)が、この関係を主要針葉樹について、研究した結果によれば、スギは 23%, ヒノキは 22%, モミは 11%, アカマツは 5%, クロマツは 8%, カラマツは 12% の割合で、実際に苗畑にまき付た場合に、室内における試験発芽率が減少することを認め、苗畑で発芽後に枯死する割合は、それぞれの樹種および試験発芽率を通じて、アツマキの場合は苗が密生するため、苗そのものが軟弱で、諸害に対する抵抗力が弱く、その枯死率も大きい、これを平均すればスギ 10.8%, ヒノキ 6.6

%, モミ 8.1%, アカマツ 7.0%, クロマツ 5.7%, カラマツ 1.8% であつて、発芽率が低いものが枯死率が大きいう。とくに、その傾向はスギ、ヒノキの場合において顕著である。

なお、タネを実際にまき付るには、検査した発芽効率（純量率×発芽率の百分率）を基礎として、まき付量を算定するのが普通であるが、これに関して大阪営林局造林課⁴⁰⁵⁾ (1942) の調査によれば、苗畑に蒔いた場合の発芽率は、検定した発芽効率に対して、スギは 50~65%, ヒノキは 30~60% の実際発芽率を示し、ヒノキはスギより、産地的の差が著しく現われるようである。その他アカマツは 20~40%, クロマツは 10~20%, カラマツは 15~20% の低下率を示すことを認めている。

また、著者が実験したところによれば、発芽試験のさいにおいて、タネの発芽勢の強いものは、いずれの樹種についても、実際発芽率の低下は 10% 以内で比較的少ないが、発芽勢の弱いタネとくに貯蔵したものの場合には、予想外に実際発芽率が劣ることを認め、その傾向はスギ、ヒノキにおいて、とくに顕著で枯死率が大きかつた。

要するに、発芽試験における未発芽粒および発芽試験の終期に発芽するようないわゆる発芽勢の弱い種粒は、これを苗畑にまき付た場合に、たとえ地中で発芽しても、その大部分は「地上に伸長することができず、おそらく腐敗する運命にあるだろうが、その結果の現われが「試験発芽率と実際発芽率の差」を示すことになることが考えられ、その差が大なるほど、試験発芽率がまき付量の算定上における、その信頼度がうすくなるわけである。

ここにおいて、再び常法による発芽試験と、還元法による活力試験を比較してみよう。

前述したように、還元法における着色状態をみると、健全なるものと活力のないもの、あるいは中間的の反応を示すものがあるが、第 82 図で説明したように、中間的の呈色反応を示すものは不健全粒である。しかるに発芽試験においては、とくに、胚の先端が死んでいない場合には、これらの不健全粒も健

全粒と変わらない「初期発芽の状態」を示す場合が多く、還元法に比較して、発芽試験による発芽率が高いことも、ここに主な原因があると考えられる。

なお常法による発芽試験は、一定の試験期間を基準として、その期間中に発芽した種粒を主とし、これに未発芽粒の 2/3 を、苗畑に蒔いたさいの発芽可能粒として加算するが、なおかつ、実際上の発芽率（成苗または得苗率）とかなりの差を生じ、発芽試験は、「タネの発芽力の有無および多少の程度を認定するに止まり、そのタネを実際に蒔いたさいの、成苗率を判定することは、なかなか困難である」というべきである。

しかるに、テルル酸ソーダを用いた還元法によつて、健全粒だけを基として、その供試数に対する百分率を求めれば、それが苗畑における成苗率に、きわめて近似していることが、長谷川博士によつて実証された。いま、その 1 例を示せば次表のようである⁴⁴⁶⁾。

第 66 表 苗畑における常法と還元法の発芽状態の比較（長谷川）

樹 種	タネの別	まき付の床面積 (m ²)	発 芽 率 (%)			苗 畑 試 験 (%)		
			常 法	還元法	較 差	常法による成苗率	還元法による成苗率	較 差
ヒノキ	新	20	95.0	89.2	+5.8	73.6	69.6	+4.0
〃	貯 蔵	16	26.0	23.4	+2.6	19.9	18.5	+1.4
スギ	新	20	60.4	60.1	+0.3	53.3	51.1	+2.2
〃	新古混	16	33.0	33.2	-0.2	25.5	28.7	-3.2
サワラ	新	7	22.9	20.0	+2.9	16.6	18.7	-2.1
ヒバ	新古混	9	16.9	20.5	-3.6	16.0	16.8	-0.8
アカマツ	新	16	82.3	85.2	-2.9	81.6	77.7	+3.9
クロマツ	貯 蔵	7	24.2	28.0	-3.8	22.8	22.8	0
カラマツ	〃	9	35.9	35.9	0	28.7	29.9	-1.2
トオヒ	〃	7	45.1	41.7	+3.4	29.0	33.3	-4.3
エゾマツ	新古混	9	46.4	49.5	-3.1	42.3	43.8	-1.5
トドマツ	〃	7	34.4	35.4	-1.0	23.0	30.5	-7.5
ケヤキ	貯 蔵	9	—	9.7	—	4.9	6.0	-1.1

(註) 供試数は常法、還元法ともに 1,000 粒づつ、苗畑においては 50,000 粒づつ。

(日本林学会誌第 18 巻第 4 号より)

この表のうち、常法による発芽率は、発芽試験の結果えられたもので、還元

法による発芽率は、活力の旺盛な淡藍黒色のものと、活力がある淡褐黒色のもの、すなわち、健全粒の供試数に対する百分率である。また苗畑試験における常法による成苗率は、常法による発芽率を基にして、算定したまき付量によつて、発芽成立したものの粒数割合である。

なお、この場合における差は「発芽能力のあるもの、必ずしも成苗能力があるとは限らない」ことを示すのであつて、タネの新古、発芽率の高低および樹種による当然の結果を現わすが、その差が大きいほど、発芽試験の効果がうすいことを意味する。

これに反して還元法による場合は、呈色反応が顕著な活力の旺盛なものと、苗畑における成苗率が非常に類似しており、この点において、還元法によるタネの活力検定は、実地に則した方法というべきで、その特色も亦ここにあるといえる。

したがつて還元法によつて、活力の旺盛な種粒の割合を知るときは、そのタネを苗畑に蒔いた場合における、概略の成苗率を推定することができるから、その数値を土台にして、まき付量を算定すれば、アツマキの害がかなり防げるとともに「貴重なタネを有効に使用」することができるのであつて、この方法の発見は林業界における一大躍進といいうるのである。

(註) 長谷川博士のお話では、現在の亜テルル酸カリを用いる場合には、第 66 表のような成績はえられないという。

第5節 平均試料の摘出方法

タネの品質を検査するうえに、最も重要なことは「平均試料の摘出」ということである。すなわち、どんなに立派な正確な方法で純量率、発芽率（還元法による場合を含む）などを検査したとしても、その検査に用いられたサンプルが、採取したタネの全体から、平均した公平なる方法で分取されたものでなければ、その結果は「たんに、小グループのタネにおける測定」にすぎないのであつて、本来の意味での検査結果とはならないのである。

この意味において国際的なタネの検査における規約(International Rules)にも、サンプリングの重要性が強調されており、サンプリング委員会まで設置され、その適正を期している。

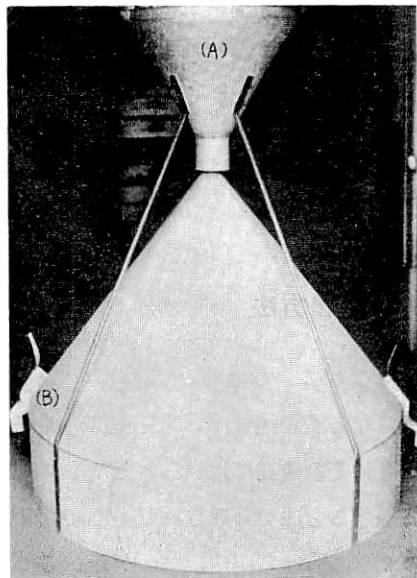
われわれが、タネの検査を実行するにあたって、たとえば、依頼者から送られる 100 gr 前後の少量のサンプルが、何 kg というタネの大グループから、どんな方法で分取されたものであるかは、多くの場合全く不明である。そこでかりにサンプルの摘出方法が、適正をかけたものであつたとすれば、いかに検査した結果が正確であつても、なんらの価値がないことは云うまでもない。したがって、そのサンプルが「はたして、採取した全量のタネに対して、代表的なものとしての価値があるか」ということは、タネの検査上最も重要な根本問題となるのである。

なお、平均試料の摘出ということは、それを実行上からみれば、甚だ厄介なことであるが、そのタネの品質を知るために、最も肝要な問題であるから、と

くに細心の注意を払う必要がある。

すなわち採取または購入した種子群から、そのサンプルを摘出するにはまずもつて、タネの全量を十分に混和して、全量に対するタネの充実粒を、過不足なく平等の状態にすることが大切で、そのご、それぞれの部分から、少量ずつのタネを分取するが、けつして、一方から多くとるようなことをしてはならない。

もし、タネを俵や込に詰めるまえであれば、広い場所にムシロまたはコモを敷して、左図のような平均試料分取器をそなえ、上部の漏斗(A)



第 83 図 小山式平均試料分取器(原図)

から箕にいたタネを落下させれば、そのタネは器具の斜面にそつてユルヤカに滑りおちて2方または4方に取つけた分取口（B）から、少量のタネが平均的に分取できるので、予め分取口の下部に箕または箱をおけば、簡単に一定量のサンプルを摘出できる。このさい、タネを急速に落下させるよりも、静かに落すことが効果的である。

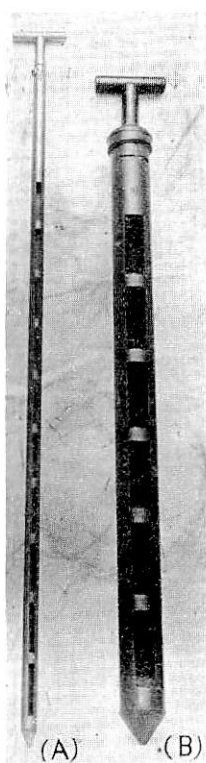
なお、この器具を用いれば、どんなに大量であつても、何回も同じような操作をおこなうことによつて、必要とする少量の、平均試料を分取することができて便利であるが、この分取器はブリキ製で、全体の高さは操作に支障のない程度、すなわち約 1.4 m が適当で、その斜面の傾斜は 45 度前後である。またもし、取扱うタネが少量であれば、前述した平均試料分別器（第72図参照）を用いてもよいが、その原理は両方とも同じである。

次に分取器を用いずに、沢山のタネのグループから、少量の平均試料を摘出する方法としては、広い場所にタネを約 50 cm 巾で、厚さ約 3 cm に細長く拡げ、それらから等しい距離で、少量ずつのタネをぬきとり、別な場所に拡げて、同様な方法で処理すれば、長い時間がかかり手数を要するけれども、最後には比較的均一と思われる少量のサンプルが摘出できる。

また購入したタネ、あるいは現地（採種地）から送られてきたタネなどは、俵または畝などに詰てあつて、その包装個数も多いのが普通である。これらのうちから、代表的な少量のサンプルを摘出するには、それぞれの包装中の種子量が等しい場合と、不同の場合とによつて、その摘出の方法が異なる。

すなわち前者の場合には、それぞれの包装から、摘出する量は大体等しいが後者の場合には、それぞれの包装内のタネの量に比例して、サンプルを摘出しなければならない。その場合には第 84 図のようなノツベ氏の平均試料採取杖を用いるが、特殊な大粒種子には B) のように、直径の太いものを用いる。しかし、多くの針葉樹のタネの場合は A) のステツキで充分である。

このステツキは真鍮製の二重円筒で、その一端にハンドルがついており、他の一端は差こみやすいように尖つている。そして、内筒にも外筒にも、図のよ



第 84 図 平均試料採取杖 (1) (原図)

うに細長く開口した部分があつて、内筒の内部には、竹のフシのような隔壁があるが、それによつて、それぞれの孔は分離している。なお、この孔は内筒を 90 度に週転させれば閉じるから、その閉じた状態で深く俵に差しこんでハンドルをまわして口を開き、すこしく動かすときは、俵内の各層のタネが、それぞれの孔のなかに 100~150 粒 (樹種によつて差がある) はいるから、再びハンドルをまわして孔の口を閉じて、引だすのであるが、カラマツでは 1 回に約 1,000 粒のタネをぬきとることができる。

著者はタネの検査にあたつて、依頼者から全量のタネ (俵詰) を送つてくる場合 (いわゆる全量鑑定) には、それぞれの包装毎に 12~13 回ずつ、ラセン状にステッキを差こみ、できるだけ各層から、タネを摘出するようにつとめている。そのさい、1 口 1 俵の場合は問題がないけれども、1 口が数俵からなつているときは、前述したように、それぞれの俵から均一した方法で、サンプルを摘出するのである。

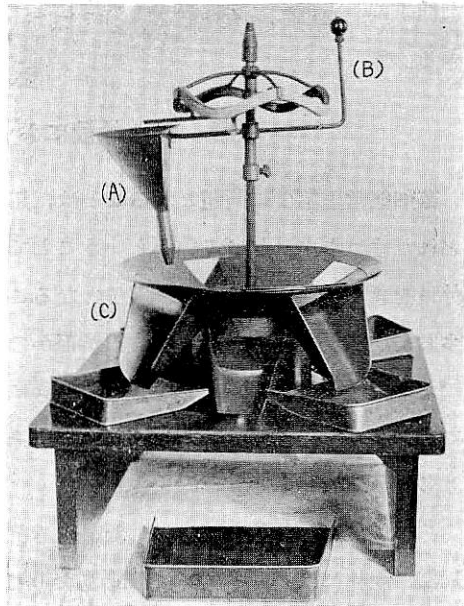
しかし、1 口の包装数にも限度があつて、あまりに多いときは、検査の正確度がうすくなるため、規則書によつて 1 口の総量は 400 l (約 2 石) を限度とし、かりに、1 包装 5 斗または 5 斗 5 升入とすれば、3~4 俵が適當である。なお、検査にさいしては依頼に応じて、サンプルを摘出したのちに、それぞれの包装に封印をおこなうが、その場合における 1 包装の数量は 100 l (5 斗 5 升) を限度とし、1 口の総量は 200~400 l (約 1~2 石) である。

このようにして、そのサンプルを摘出するときは、1 俵から 5 合前後のタネがえられ、かりに 1 口の総量を 5 斗入 4 俵とすれば、約 2 升のタネがぬきだされるから、これを次に示すような、稲垣式平均試料採取器によるか、または前

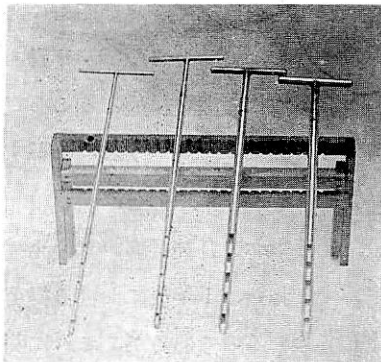
述した平均試料分別器によつて、2～3合程度のサンプルを分取し、その残りは均一に各俵に戻すのである。

このさい第 85 図の器具を用いる場合には、漏斗 (A) にタネをいれながらハンドル (B) をまわし、数カ所の分取口 (C) からタネを箕に落下させるが、これは少量のサンプルを摘出するに便利である。

なおまた、ピンなどにはいつたタネのグループから、発芽試験用のサンプルを摘出するには、第86図のような小形のステツキを用いるが、操作の要領は大形のものの (第 84 図参照) と同じようにする。このうち太目のものはアカマツ、クロマツ、カラマツ、スギ、ヒノキなどに適し、細目のものはサワラ、ヤシヤブシ、ハンノキなどのような、小粒のものの摘出に適する。



第 85 図 稲垣式平均試料採取器 (原図)



第 86 図 平均試料採取杖 (2) (原図)

この場合、1つの孔にはいる種粒数は樹種およびステツキの太さによつて異なるが、それぞれ樹種に応じて、適當の太さのものをを用いるとして、アカマツでは 10～12 粒、クロマツ 8～10 粒、カラマツ 30～33 粒、スギ 35～38 粒、ヒノキは 20～22 粒程度である。

要するに、検査を依頼するさいにおける、それぞれの樹種の送付数量は前述し

た規則書の通りであるが、これらの器具を適当に用いれば、採取または購入した種子群から、それを代表する平均した、所定のサンプルをぬきだすことができる。

第6節 まき付量におよぼすタネの品質

苗畑経営上第1に問題となることは、用いるタネを単位面積 (m^2) あたり、どれだけマキツケればよいかということである。そのさい、タネの品質がまき付量をきめるうえに、重要な因子となることは当然であつて、その適否は、タネおよび土地を経済的に利用するか否かの問題ばかりでなく、所産苗木の品質におよぼす影響も頗る大きく、もし厚きにすぎれば、たんに「タネの浪費だけにとどまらず、生産する苗木は軟弱で、その成育も不良である」ことは従来より多くの実例がある。

その1例として著者が見学した、ある苗畑におけるトドマツについて記述すれば、立札には発芽率 20%, m^2 あたり 128 gr まき付としてあつたが、その発芽状態はきわめてマバラで、しかも地上にタネがゴロゴロしており、発芽後枯れたものも多くみられた。そこで1部を掘つてみたところ、約 3 cm の層になつて、タネが重なりあつており、内部で発芽してムレタものもかなりあつた。そのさい、だんだんと聞いてみると、立札と実際に蒔いた量とのあいだに、約 50 gr の喰ちがいがあつたが、これでは厚まきも極端で、発芽能力のあるものも駄目になることを指摘した。また、厚まきしたカラマツの苗が身動きもできず、それぞれがセリあつており、もちろん風通しも悪いため、ところどころ病気に侵されている苗畑も観察したが、このようなことは早急に改善すべき問題である。

一般にまき付量は、タネの大小および重量、発芽率および純量率、試験発芽率および実際発芽率の相互間における減少率、すなわち、1年後における得苗率および苗畑に据おく年数などの要素を考慮してきめるのであるが、これに関しては、従来から多くの研究がある。参考のため、それらの成果に基づいて、

現在一般的に使用されている、まき付量の1例を示せば次表のようである。

第 67 表 主要樹種に対する発芽率別のまき付量 (1 m² 当り, gr)

樹種 発芽率	スギ	ヒノキ	アカ マツ	クロ マツ	カラ マツ	モミ	トド マツ	エゾ マツ	摘 要
95(%)	15.1	9.5	14.7	18.0	12.7	54.5	—	—	モミのまき付量は 2 年掘置とする場合 は、この表の約 4 割 減とする。
85	15.1	9.5	17.7	21.0	14.5	63.5	—	—	
75	17.3	12.7	20.6	27.1	18.2	81.7	—	—	
65	21.6	15.9	23.6	30.1	19.9	90.8	—	—	
60	—	—	—	—	—	—	—	24.9	スギ～モミは、農林 省林業試験場の実験 (1906)数値を換算し た。
55	28.0	19.1	29.5	36.1	25.4	108.9	—	—	
50	—	—	—	—	—	—	53.4	28.7	
45	34.5	25.4	38.3	48.1	30.9	127.1	—	—	
40	—	—	—	—	—	—	74.3	38.3	トドマツおよびエゾ マツは北海道林業試 験場の調査資料より 引用した。
35	53.9	39.7	53.1	60.1	41.7	172.4	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	96.2	57.4	
25	75.5	55.6	73.7	81.2	63.5	—	—	—	
20	—	—	—	—	—	—	128.3	76.5	
15	118.6	87.3	—	—	—	—	—	—	

この表のうちスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、モミは白沢博士、稲村氏⁴³¹⁾ (1906)の研究に基づく数値を換算したものであるが、この量では相当に厚まきになるようで、かなりの間引を必要とする。なお長谷川博士²⁴⁴⁾⁴⁴²⁾ (1925) がスギ、ヒノキ、アカマツについて、そのまき付量と苗木の残存率の関係を研究した結果を示せば第 68 表のようである。

ここで 68 表を 67 表と比較すると、そのまき付量は著るしくすくないが、とくに低い発芽率の場合において顕著な差がみられる。

さらに森林家必携 (1949 年大改版)によれば、その 202 頁に第 69 表のようなまき付量が表示されているが、その傾向は 67 表のまき付量に類似しており、この表による場合は、しばしば厚まきの害があるという声を聞く。

要するに、これらの既定表を基にするときには、きわめて便利であるけれどもタネの品質は発芽率だけによつて決定されるものでなく、必ず種粒の大小および軽重、夾雑物の混合程度 (純正度) 発芽力などの総合結果によつて、判定さ

れることは云うまでもなく、従来から多くの研究がおこなわれている。

第 68 表 タネのまき付量と苗木の残存率 (長谷川)

項 目 樹種 発芽率	1 m ² あたりまき付量 (gr)			1 年生苗木の残存率 (%)		
	スギ	ヒノキ	アカマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
100 (%)	—	—	11.4	—	—	80
95	—	—	12.4	—	—	77
90	—	—	13.5	—	—	75
85	—	—	14.2	—	—	74
80	9.6	9.7	15.6	50	45	73
75	10.3	10.4	16.8	50	45	72
70	11.0	11.6	18.3	50	43	71
65	12.6	12.5	20.0	47	43	70
60	13.6	13.6	21.7	47	43	70
55	15.5	15.2	—	45	42	—
50	17.1	16.7	—	45	42	—
45	19.0	18.5	—	45	42	—
40	22.4	21.9	—	43	40	—
35	25.6	25.0	—	43	40	—
30	32.1	29.2	—	40	40	—
25	38.5	37.8	—	40	37	—
20	52.0	50.0	—	37	35	—
15	73.3	72.9	—	35	32	—
10	109.9	116.7	—	35	30	—

(註) 間引の程度はスギ、ヒノキは 40% で、アカマツは 30%。

(帝室林野局東京林業試験場調査 御料林第 23 号 1930 (昭 5) より抜萃)

第 69 表 床面 1 m² のまき付量 (gr)

樹 種 発芽率	スギ	ヒノキ	アカマツ	クロマツ	カラマツ
90 (%)	14	10	16	21	13
80	17	12	18	24	16
70	20	15	22	28	19
60	25	18	28	34	23
50	32	23	—	—	28
40	44	32	—	—	36
30	65	48	—	—	52

大体において、まき付量はタネの重量によつてきめるが、その場合は一般に、夾雑物を含んだままのタネを秤量するため、純正度すなわち純量率の高低によつて、そのまき付量に大なる変異を生じ、ときに厚まきになつたりして、つねにまき付量の適正を期することが困難である。かりに発芽率 40% のスギを蒔く場合、既定表によれば、1 m² あたり 22~44 gr になつており、実行にあつて第1に迷うことは、いずれを採択すればよいかということである。(著者の経験によれば、長谷川氏の 22 gr を用いることが合理的である。)

なお、普通のスギ種子は、22 gr 中に約 1 gr の夾雑物を混じているが、この割合でまき付全量を秤量するときは、その夾雑物の量がとくに多ければ、きわめてウスマキの結果になり、ほとんど夾雑物がないときに、その約 4 割を間引して丁度よくなるようである。この場合タネの重量は、夾雑物の性質によつて差異があることは、前述したところであるが、普通の商品としてのタネは、きわめて種々雑多であるため、このさい発芽率だけによつて、まき付量をきめるのは好ましい手段ではない。

したがつて厄介ではあるが、まき付量の適正を期するためには、検査したタネの単位重量あたりの粒数、または単位粒数あたりの重量、すなわち実重、純量率、発芽率などの事項を土台として、これに単位面積に成立せしめるべき、床替直前における残存苗木数、試験発芽率に対する減少率、すなわち発芽粒数に対する得苗率などの関係因子を加味して、そのまき付量を算出することが理想的である。

云うまでもなく、一般にまき付量が多すぎればアツマキとなつて、生産される稚苗は軟弱で、不良苗(クズ苗)を多く生ずるのみならず、通風が悪いため病害に対する抵抗力も弱く、枯損するものが比較的が多い。なお病害の防除のためには、消毒剤をタネと混合してまき付する方法がとられ³⁶⁸⁾、最近ではルベロン、リオゲンなどの優れた種子消毒剤(水銀製剤)の粉末を、タネの重量比で 3~5% 混和しており、かなりの効果は期待できるが、それとともに、2~3 回にわたつて間引をおこない、強壯な苗を仕立てるようにしている。

これに反して、あまりにウスマキに失するときは、雑草の発生が多く、極端な例では、著者の見学した苗畑のように、一面の雑草のなかに、点々と苗木が成育（この場合はアツマキすぎて、ほとんど病気にやられ、枯れたようである）していたが、苗畑の雑草駆除には誰でも毎年苦勞する。しかし、そのさい苗木を適当な距離で成立させておけば、3回の除草が2回ですむことを経験する。なおまた、薄まきの場合に困ることは、床面の乾燥によつて、旱害その他の害をうけやすいことであるが、手入さえゆきとどけば、厚まきの場合より、強壯な苗が生産されることは事実である。

一般に苗畑にタネを蒔くときに、考慮しなければならない事項は、

- i) まきつけるタネの重量.....X
- ii) まきつける床の面積.....P
- iii) 単位面積上に成立させる苗木数.....N
- iv) タネの純量率.....R
- v) 単位重量あたりのタネの粒数.....H
- vi) タネの発芽率.....K
- vii) 発芽粒数に対する得苗率.....Y

などであるが、このさい、それぞれの事項を組あわせて考えると、

X, R X重量のタネに対する純正種子の重量

X, R, H 同上における純正種子の粒数

X, R, H, K 同上における発芽すべき粒数

X, R, H, K, Y X重量のタネを蒔いて生産される苗木の本数

であるから、次の関係が成立する。

$$X \cdot R \cdot H \cdot K \cdot Y = P \cdot N$$

$$\therefore X = \frac{P \cdot N}{R \cdot H \cdot K \cdot Y} \dots\dots\dots(1)$$

タネ 1,000 粒の重量（実重）を G とすれば、 $H \cdot G = 1,000$ である。したがつて 1) 式をおきかえと、

$$X = \frac{P \cdot N \cdot G}{1000 R \cdot K \cdot Y} \dots\dots\dots(2)$$

となり、この場合、その単位重量を 1 gr として、タネの粒数を用いれば、 $G \cdot H = 1$ であるから、

$$X = \frac{1 \times P \cdot N}{R \cdot H \cdot K \cdot Y}$$

となつて、その構造は 1) 式と同じになる。

ここで、参考のため 1) および 2) 式を用いて 2, 3 樹種のまき付量を比較してみれば次のようである。

a) スギについて、一定重量あたりのタネの粒数を基準とした場合。

$$\begin{aligned} \text{かりに } N &= 750 \text{ 本} & K &= 37\% \text{ (常法発芽率)} \\ R &= 95\% & Y &= 43\% \text{ (68 表の残存率)} \\ H &= 313 \text{ 粒 (1 gr あたりの平均粒数)} \end{aligned}$$

とすれば、

$$\begin{aligned} X &= \frac{1 \times 750}{313 \times 0.95 \times 0.37 \times 0.43} \\ &= 15.9 \text{ gr (m}^2 \text{ あたりのまき付量)} \end{aligned}$$

b) 同様にスギについて、タネの実重を用いる場合。

このさい $N \cdot K \cdot R \cdot Y$ は a) の例と同じで、 $G = 3.175 \text{ gr}$ (実重の平均値) を用いれば、

$$X = \frac{1 \times 750 \times 0.3175}{0.95 \times 0.37 \times 0.43} = 15.8 \text{ gr (m}^2 \text{ あたりのまき付量)}$$

となつて、この場合における両式のまき付量は、0.1 gr の差を生ずるけれども、この程度の差は大局的にみて、大した影響もなからうから、便宜上どちらによつても、差つかえないものと判断される。なお、これらを 67 表に比較すれば 1/3 以下のまき付量となり、68 表と比較しても m^2 あたり約 8 gr の節約となつて、全体的にみれば馬鹿にならない数量であろう。この場合、スギ種子 16 gr の粒数は約 5,100 粒で、発芽率 37% とすれば約 1,900 粒が発芽するが、これを 2~3 回の間引で、750 本にすれば適当した成立本数となる。

c) 次にカラマツに例をとれば次のようである。すなわち、

$$N = 700 \text{ 本} \quad K = 50\% \text{ (常法発芽率)}$$

$$R=95\% \quad Y=60\% \text{ (1年生苗の残存率)}$$

$$G=3.54 \text{ gr (実重の平均)}$$

とすれば、

$$X = \frac{700 \times 0.354}{0.95 \times 0.5 \times 0.6} = 8.7 \text{ gr (m}^2 \text{ あたりまき付量)}$$

になるが、これを 69 表のそれと比較すれば約 1/3 ですむ。なお、9 gr のカラマツ種子は約 2,500 粒で、発芽率 50% として約 1,300 本が発芽した場合これを 2 回の間引によつて、700 本程度におとせば適当な本数となる。

d) このさい、還元法による活力旺盛な健全粒を基にして、そのまき付量を算定すれば、Y の残存率は一層高くなるから、

$$K=40\% \text{ (還元法による健全率)}$$

$$Y=80\% \text{ (K に対する成苗率)}$$

とすれば、

$$X = \frac{700 \times 0.354}{0.95 \times 0.4 \times 0.8} = 8.2 \text{ gr (m}^2 \text{ あたりまき付量)}$$

となつて、前者よりさらに、そのまき付量は少量でよいことになる。

e) 次にトドマツの場合を考えてみよう。

$$\text{かりに } N=1,000 \text{ 本} \quad K=20\% \text{ (還元法による健全率)}$$

$$R=95\% \quad Y=90\% \text{ (K に対する成苗率)}$$

$$G=13.5 \text{ gr (実重の平均)}$$

とすれば、

$$X = \frac{1,000 \times 13.5}{0.95 \times 0.2 \times 0.2} = 78.9 \text{ gr (m}^2 \text{ あたりまき付量)}$$

になり、67 表に比較すれば約 50 gr のタネが節約でき、この状態で、床面におけるタネの重なりもすくなく、その発芽にも支障がない。なおトドマツ種子 80 gr に対する粒数は 8,000 粒で、そのうち 1,600 粒が発芽したとして、これを 1～2 回の間引で 1,000 本にする。

また、坂口博士²⁰⁾ (1952) はヒノキのまき付量に関して、

$$N=1,000 \text{ 本} \quad R=100\%$$

$$\text{(秋期苗木仕立本数)} \quad \text{(タネの純量率)}$$

$H=400$ 粒 $Y=35\%$ (苗木残存率)

$P=1\text{ m}^2$ (ただし N は温暖地 500~800 本, 寒冷地では 800~1,400 本とする)

などの因子を用いて, 次の式をあげている。

$$\text{まきつけ量 (X)} = \frac{1 \times 1,000}{1 \times 400 \times 0.35} \times \frac{1}{K} (\text{発芽率})$$

この式を用いて, それぞれの発芽率別におけるまき付量を計算して, 次の結果をえている。

第 70 表 ヒノキ種子の発芽率別のまき付量 (坂口)

発芽率 K (%)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
まき付量 X (gr)	71	48	36	29	24	20	18	16	14	13	12	11	10	10	9

(実用ヒノキ育林学 55 頁より)

この表を前述した各表と比較すれば, その量がかなりすくないことがわかる。

さらに, まき付量算定式の 1 例を示せば次のようであるが, 前述の式と異なる点は, 試験発芽率に対する苗木発芽率の割合および検査したタネの効率を用いるなどである。これを系統づけて説明すれば, すなわち,

- イ) まきつけるタネの重量.....X
- ロ) 単位面積上に成立させる床替直前における苗木数.....N
- ハ) 単位重量あたりの粒数.....H
- ニ) タネの純量率..... R_1
- ホ) タネの発芽率..... K_1
- ヘ) タネの効率..... R_2
- ト) 試験発芽率に対する苗木発芽率の割合..... K_2
- チ) 発芽粒数に対する残存率.....Y
- リ) タネ 1000 粒の重量.....G

とすれば,

$$X = \frac{N, G}{H, K_1, R_1, K_2} \dots\dots\dots(1)$$

となり、単位粒数あたりの重量を m とした場合は、

$$H = \frac{m}{G} \times 1,000$$

であるから、

$$X = \frac{N, G}{1,000 m, R_2, K_2, Y} \dots\dots\dots(2)$$

$$= \frac{N, G}{R_2, K_2, Y} \dots\dots\dots(3)$$

となるが、カラマツに例をとつて計算すれば次のようである。

ただし $N=700$ 本 (床替時における成立本数)

$R_2=48\%$ (R_1 95%, K_1 50% とする)

$K_2=75\%$ (発芽率に対する得苗率)

$Y=60\%$ (床替時における残存率)

$G=3.54$ gr (実重の平均)

とするときは、

$$\begin{aligned} X &= \frac{700 \times 0.354}{0.48 \times 0.75 \times 0.6} \\ &= 11.5 \text{ gr (m}^2 \text{ あたりのまき付量)} \end{aligned}$$

となつて、計算例 c) の場合より約 3 gr 多く蒔くことになるが、これは常法による試験発芽数に対する、苗畑発芽数の減少率 25% をみこんであるためである。

このさい、12 gr のカラマツ種子は約 3,500 粒であつて、その効率を 48% として計算すれば、約 1,600 粒が地中で発芽すると考えられ、その 75% に相当する 1,200 本が、地上に伸長したとすれば、ほとんど c) の場合に一致し、2 回の間引で床替時まで 700 本にすればよいが、還元法によつて「光沢のある藍黒色の活力旺盛」な種粒を検査し、それによつて、蒔付量を算定するときは計算例 d) のように、少量なまき付量で充分なため、タネの節約とともに、強壯な苗の生産を期待できる。しかし、いずれにしてもマキツケにあつては、種子消毒剤を混用することが理想的である。

なお、まき付量の算定あるいはタネの採取、精選その他一般にタネを取扱うさい、その一定重量あたりの粒数、容積などを知つておくときは、予定をたてうゑに便利な点が多く、よく関係方面から照会をうけるので、これらの関係数値を樹種別に、従来の統計資料および著者の調査結果を基にして、その一覧表を示せば第 71~72 表のようである。

第 70 表 針葉樹に対するタネの単位あたり粒数、重量、容積一覧表

事 項 樹 種	1 升 あたり			1 珎 あたり			1 立 あたり			実 重
	粒 数	重さ (1)	重さ (2)	粒 数	容積 (1)	容積 (2)	粒 数	重さ (1)	重さ (2)	
		(gr)	(匁)		(立)	(升)		(gr)	(匁)	(gr)
ス ギ	220,000	675	180	320,000	2.67	1.48	120,000	370	99	3.17
ヒ ノ キ	240,000	535	143	450,000	3.37	1.86	130,000	290	75	2.21
ア カ マ ツ	104,000	945	252	110,000	1.91	1.06	57,000	540	144	9.27
ク ロ マ ツ	70,000	950	253	74,000	1.90	1.05	40,000	570	152	13.69
カ ラ マ ツ	190,000	680	181	280,000	2.65	1.47	110,000	360	96	3.54
ヒ バ	120,000	505	135	200,000	2.75	1.52	65,000	270	72	4.14
モ ミ	16,000	640	171	25,000	3.04	1.68	8,500	350	93	39.42
サ ワ ラ	310,000	258	69	1,200,000	6.87	3.81	175,000	145	39	0.78
エ ズ マ ツ	300,000	713	190	420,000	2.53	1.40	150,000	350	93	2.48
ト ド マ ツ	76,000	750	200	100,000	2.40	1.33	35,000	300	80	13.50
ヒ メ コ マ ツ	8,800	1,150	307	8,000	1.65	0.91	4,600	550	147	125.10
チヨウセンマツ	2,000	1,220	326	1,600	1.45	0.80	1,100	600	160	472.00
イ チ ヨ ウ	570	1,035	276	550	1.65	0.91	300	620	166	*194.10
コ オ ヤ マ キ	20,000	510	136	39,000	3.47	1.92	12,000	290	77	25.21

(註) 実重中 *……100 粒、他は 1,000 粒の重量で示した。

これらの表によつて明らかなように、その樹種別の粒数、重量および容積のちがいは、それぞれ樹種相互間におけるタネの大小、充実程度によるタネの軽重などの差を現わすものである。すなわち、一定容積あたりの粒数が多い樹種ほど、タネは小粒であることを意味するが、重量の差はタネそのものの大小ということ以外に、タネの内容の充実程度が関係する。

たとえば、第 71 表についてみると、シブダネを有するスギと、シイナを有するヒノキにおいては、その粒数の多少と重量は、必ずしも正の関係を示さない。また一般に、小さくて軽いタネほど、単位重量あたりの粒数および容積は

多いが、これらのことは実重の軽重と考えあわせれば、樹種による特性を知ることができるとともに、タネの大小および軽重が樹種毎の識別によつて、重要な意義をもつことがわかるであろう。

第 72 表 広葉樹のタネの粒数、重量、容積などの一覧表

樹 種	1 升 あ たり			1 匁 あ たり			1 立あたり			実 重 (gr)
	粒 数	重さ (1) (gr)	重さ (2) (匁)	粒 数	容積 (1) (立)	容積 (2) (升)	粒 数	重さ (1) (gr)	重さ (2) (匁)	
オニグルミ	90	705	188	130	1.94	1.07	55,420	112		*793.40
クヌギ	235	1,110	296	215	1.46	0.81	129,600	160		*487.30
カシ	360	1,200	320	300	1.49	0.83	198,660	176		*333.00
ケヤキ	61,000	855	228	72,000	2.10	1.16	32,000	450	120	14.00
ホオノキ(肉付)	3,500	1,100	294	3,100	1.55	0.86	2,000	600	160	323.20
〃 (肉除)	7,100	1,035	276	6,800	1.84	1.02	3,700	550	147	146.60
クス	8,500	890	238	9,800	1.78	0.99	5,500	530	142	106.10
ネムノキ	39,000	1,350	360	26,000	1.24	0.69	21,000	750	200	34.30
ニセアカシヤ	63,000	1,340	358	45,000	1.22	0.68	37,000	740	198	21.34
イタチハギ	63,100	688	183	97,000	3.00	1.65	28,600	326	87	*11.37
ヤマハギ	71,000	501	134	141,000	4.00	2.00	35,200	248	66	8.85
クズ	110,000	1,100	294	100,000	1.64	0.91	55,000	605	162	11.00
ウルシ	29,000	1,115	298	27,000	1.80	1.00	15,000	620	166	41.69
シバクリ	900	1,050	280	800	2.50	1.39	500	790	211	*104.80
ナラ類	300~1,200	600~1,755	160~469	750	2.50	1.39	620	730	195	*134.00
カシ類	420~1,500	950~1,600	254~427	800	2.60	1.44	740	760	203	*104.70
ブナ	5,500	970	259	6,000	2.00	1.11	2,700	480	128	*177.10
ヤチダモ	4,100	270	72	15,000	6.00	3.32	2,500	155	41	*67.72
アブラギリ	1,070	880	235	1,200	2.31	1.28	520	428	161	*82.30
キハダ	12,000	950	254	13,000	2.00	1.11	4,700	372	140	79.16
ミツマタ	14,500	870	232	17,200	2.30	1.27	7,900	464	124	59.87
イタヤカエデ	8,400	340	91	40,500	5.29	2.94	4,600	187	50	*40.65
ヤシヤブシ	440,000	412	110	1,100,000	4.58	2.54	240,000	230	61	*0.88
ヒメヤシヤブシ	540,000	300	80	1,800,000	5.86	3.25	290,000	170	45	0.55
シラカンバ	420,000	550	147	764,000	3.28	1.82	231,000	303	81	1.31
マカンバ	1,664,000	521	139	3,200,000	3.46	1.92	915,000	287	76	0.81
ハンノキ	437,000	491	131	890,000	3.67	2.04	240,000	270	72	1.13
ヤマハンノキ	530,000	365	97	1,450,000	4.94	2.75	295,000	210	56	0.75
ミヤマハンノキ	612,000	284	76	2,193,000	6.50	3.58	336,000	156	42	0.46
ヤチハンノキ (エゾハンノキ)	530,000	287	77	1,850,000	6.00	3.48	292,000	158	42	0.54
ヤマナラシ	6,650,000	975	260	6,820,000	1.85	1.03	3,658,000	536	143	0.15
キリ	1,500,000	131	35	11,450,000	13.70	7.61	825,000	72	19	0.09

(註) *...100 粒の重量, **...莢つき, ***...翅つき。

以上をもつて本文をおわるが、樹種別の開花結実の特性または類似種子の識別などについては、資料をととのえ後日あらためて御批判を願うこととする。

参 考 文 献

(順序不同)

1) タネの全般的取扱いに関するもの

- 1) 明峰 正夫 ; 農業種子学, 1905 (明 38).
- 2) 本多 静六 ; 造林学各論, 第 1~6 編, 1917~27 (大 6~昭 2).
- 3) ————— ; 種子及苗圃 (本多造林学本論の 2), 1922 (大 11).
- 4) ————— ; 造林学要論, 266~306 頁, 1938 (昭 13).
- 5) 近藤万太郎 ; 日本農林種子学, 前編 1936 (昭 11), 後編 1942 (昭 17).
- 6) 中村子之作 ; 信州落葉松, 1933 (昭 8).
- 7) 土井 藤平 ; 造林学汎論, 103~161 頁, 1941 (昭 16).
- 8) 藤島信太郎 ; 更新論的造林学, 264~294 頁, 1941 (昭 16).
- 9) 尾越 豊 ; 造林用種子の取扱いに就て, 農林省山林局, 1934 (昭 9).
- 10) 中村賢太郎 ; 造林学随想, 1942 (昭 17).
- 11) 二川原久作 ; 実用種子の研究, 1936 (昭 11).
- 12) 石川 静一 ; 種子と苗木, 1938 (昭 13).
- 13) 長谷川孝三 ; 林木種子の活力に関する実験的研究, 帝室林野局東京林試報告, 第 4 卷, 第 3 号, 1943 (昭 18).
- 14) 尾中 文彦 ; 樹木の種子と苗, 帝国治山治水協会, 1943 (昭 18).
- 15) 安田 貞雄 ; 植物生理学的栽培学汎論, 1941 (昭 16).
- 16) 高橋 松尾 ; カラマツ林業綜説, 東京営林局, 1943 (昭 18).
- 17) 山内 俊枝 ; 実用造林学エゾマツ, トドマツ篇, 101~137 頁, 1948 (昭 23).
- 18) 原口 亨 ; たねの話, 林業普及叢書, 林野庁, 1950 (昭 25).
- 19) 香川 冬夫 ; 農業植物学汎論, 1941 (昭 16).
- 20) 坂口 勝美 ; 実用ヒノキ育林学, 第 1 編, 第 1 章, 1~58 頁, 1952 (昭 27).
- 21) 上田弘一郎 ; スギの研究—スギの開花結実—, 63~78 頁, 1950 (昭 25).
- 22) 安田 貞雄 ; 種子生産学, 1951 (昭 26).
- 23) 鯉淵 隆 ; 育林叢書カラマツ篇, 全苗タイムス社, 1953 (昭 28).
- 24) 小沢準二郎 ; カラマツのたね, 林業解説シリーズ 46, 1952 (昭 27).
- 25) ————— ; カラマツ造林編 (種子), 北方林業叢書 7, 37~70 頁, 1957 (昭 32).
- 26) 柳沢 聡雄 ; 育林綜典第 3 編, 第 2 章 (タネ), 155~195 頁, 1955 (昭 30).
- 27) 小沢準二郎外 2 ; 育林問答, 第 1 号 (種子の部), 23~40 頁, 北方林業会, 1954 (昭 29).

2) タネの結実および成熟に関するもの

- 28) 白沢保美, 稲村時衛 ; 苗木の生長と結実との関係, 林業試験報告, 第 5 号, 1908 (明 41).

- 29) 佐々木隆次郎 ; 本道及樺太における主要林木の結実程度, 北方林業会報, 第 18 卷, 第 3 号, 1920 (大 9).
- 30) 平瀬作五郎 ; クロマツの受精に就いて, 植物学雑誌, 第 32 卷, 第 384 号, 1918 (大 7).
- 31) 長田 保雄 ; 母樹林における種子の豊凶並びに採取可能量に就いて, 東京営林局報, 第 45 号, 1937 (昭 12).
- 32) 中島 道郎 ; スギの開花結実に関する研究 (1), 日本林学会講演集, 昭和 15 年度 (1940).
- 33) 大久保 恭 ; 樟の結実調査, 上掲書, 昭和 16 年度 (1941).
- 34) 鯉淵 隆 ; 杉球果結実量に就て, 林曹会報, 3 月号, 1939 (昭 14).
- 35) 中村賢太郎, 茅野 弘 ; スギ母樹の年令が子苗の開花結実並にその成長に及ぼす影響, 東大演習林報告, 第 25 号, 1937 (昭 12).
- 36) 岩田 利治 ; ヒノキ結実豊凶予知について, 日本林学会誌, 第 12 号, 1937 (昭 12).
- 37) 田添 元 ; 針葉樹種子の大小及び球果着生後による発芽率の差, 朝鮮山林会報, 第 17 号.
- 38) 林業試験場 ; 林業用種子成熟の概要, 山林公報—山林彙報, 1912~43 (大 1 ~ 昭 18).
- 39) 小沢準二郎, 水谷竹次郎 ; 林業試験場内における樹木結実の豊凶調査, 林業試験彙報, 第 52 号, 1942 (昭 17).
- 40) 岩田利治, 長谷川義雄 ; ヒノキ結実豊凶予知に就いて, 日本林学会講演集, 昭和 12 年度 (1937).
- 41) 白井 弥栄 ; 接木コルクガシ樹結実の環境に就ての一考察, 上掲書, 昭和 18 年度 (1943).
- 42) 佐多 一至 ; 耐寒性に富む早期結実性の支那油桐に就て, 日本林学会誌, 第 22 卷, 第 3 号, 1940 (昭 15).
- 43) 後藤 収蔵 ; チョウセンカラマツの結実年度を前年から予知する方法, 樺太山林会報, 第 5 号, 1929 (昭 4).
- 44) 松原 茂樹 ; ビワの開花と結実に関する研究, 宮崎高農学術報告, 第 2 号, 1930 (昭 5).
- 45) ——— ; 栗樹に於ける花芽分化と雌花の形成, 上掲書, 第 6 号, 1934 (昭 9).
- 46) 尾越 豊 ; カラマツ種子の豊凶予想, 山林, 第 688 号, 1940 (昭 15).
- 47) 原田 泰 ; トドマツ種子の豊凶予知に就いて, 御料林, 第 139 号, 1939 (昭 14).
- 48) 江口 庸雄 ; 果樹の花芽分化に就いて (予報), 農学会報, 第 292 号, 1927 (昭 2).

- 49) ———— ; 桃の花芽分化期及び其の發生に就いて, 農業及園芸, 第3巻, 第8号, 1928 (昭3).
- 50) ———— ; 果樹の花芽分化期と開花期の關係に就いて, 園芸学会雜誌, 第2巻, 1931 (昭6).
- 51) ———— ; 苺の花芽分化並に發育様式に就いて, 上掲書, 第3巻, 第1号, 1933 (昭8).
- 52) 川口 正英 ; 梨, 桃に於ける花芽分化期及び其の前後に於ける枝梢の摘葉が花芽形成, 發育, 開花, 結実に及ぼす影響に就いて, 農業及園芸, 第7巻, 第4号, 1932 (昭7).
- 53) 蜂巢 統三 ; 柿の花芽分化期に就いて, 園芸の研究, 第25号, 1930 (昭5).
- 54) 菊池秋雄外2 ; 果樹の C-N 率に就いて, 農業及園芸, 第5巻, 1930 (昭5).
- 55) 田中諭一郎, 山下常太郎 ; 枇杷の開花と結実の習性に就いて, 上掲書, 第12巻第3号, 1937 (昭12).
- 56) 竹内亮外2 ; カラマツ属の結実予知に関する調査, 満州国林野局実験林時報, 康德6年 (1937).
- 57) 和田 豊州 ; 落葉松以外の国内主要針葉樹種の結実豊凶予知に関する調査, 上掲書, 康德8年 (1939).
- 58) 坂口 勝美 ; ハケ岳方面に於ける落葉松の豊凶予想と毬果採取法の改善に就いて, 御料林, 第179号, 1943 (昭18).
- 59) 小山 光男 ; 落葉松種子の凶作に就いて, 山林, 第319号, 1909 (明42).
- 60) 高樋 勇 ; トドマツ結実の豊凶と氣象との關係に就いて, 日本林学会誌, 第32巻, 第12号, 1950 (昭25).
- 61) 外山 三郎 ; マツの稔性に就いて (林木の育種及其の基礎研究, 第16報), 日本林学会九州支部第1回研究発表会抄録, 1950 (昭25).
- 62) 巾 正男 ; 温室利用によるカラマツ種子結実予知について, 長野営林局造林技術研究, 1955 (昭30).
- 63) 北村 次男 ; カラマツ種子の豊凶と氣象の關係について, 上掲書.
- 64) 三宅勇外2 ; 樺の開花結実性に就て, 林業試験場研究発表会, 1951 (昭26).
- 65) 小沢準二郎 ; 樹木の開花から結実までの生理, 林業新智識, 第44号林野庁, 1957 (昭32).

3) 母樹の産地および形質に関するもの

- 66) 白沢 保美 ; 林木種子の産地及遺伝性に関する試験 (1), 林業試験報告, 第2号 1905 (明38).
- 67) ———— ; ———— (2), 上掲書, 第10号, 1913 (大2).
- 68) 北島 君三 ; 富士山麓アカマツ造林不成績の原因に就いて, 林業試験彙報, 第10号, 1923 (大12).

- 69) 宮下 保雄 ; 樟種子の産地と其性質, 山林会報, 第 422 号, 1918 (大 7).
- 70) 今雪 真一 ; 錦松に関する調査, 林学会誌, 第 11 卷, 第 8 号, 1929 (昭 4).
- 71) 上妻 理人 ; 本島樟造林に於ける種子の選定に就いて, 台湾山林会報, 第 18 号 1926 (大 15).
- 72) 白沢保美, 佐多一至 ; 林木種子の産地及母樹の老幼が所産林木の生長に及ぼす影響, 林業試験報告, 第 29 号, 1929 (昭 4).
- 73) 中村賢太郎 ; 育林学原論, 第 VI—VII 章, 147—185 頁, 1937 (昭 12).
- 74) 伊藤 滋美 ; 秋田杉種子の着生位置と苗木養成成績との関係に就いて, 日本林学会講演集, 昭和 15 年度 (1941).
- 75) 松浦作次郎 ; 樟造林と其品種の問題, くすのき, 第 1 号, 1933 (昭 8).
- 76) 正木信次郎 ; 杉の耐寒性品種に関する研究, 林学会雑誌, 第 15 卷, 第 8 号, 1933 (昭 8).
- 77) 佐藤 敬二 ; 青森営林局管内産二, 三主要林木の樹相及林相, 青森営林局, 1935 (昭 10).
- 78) 松前 清治 ; 林木品種に関する一考察, 青森林友, 第 12 号, 1935 (昭 10).
- 79) 山崎 良邦 ; 阿里山鉄道沿線に植栽したる吉野杉の生長と其の造林価値に就いて, 台湾の山林, 第 164 号, 1939 (昭 14).
- 80) 植木 秀幹 ; 朝鮮産赤松の樹相及之が改良に関する造林上の処理, 水原高農学術報告, 第 3 号, 1928 (昭 3).
- 81) 山田 金治 ; 台湾種樟と内地種樟との比較試験, 台湾総督府中央研究所林業部報告, 第 12 号, 1932 (昭 7).
- 82) 山崎 守正 ; 小麦及び大麦品種の塩素酸加里に対する抗毒性の変異及び相關現象, 農林省農試彙報, 第 1—2 号, 1929 (昭 4).
- 83) 清水 元 ; 秋田スギの形態に関する事項, 秋田林曹会報, 第 177 号, 1931 (昭 6).
- 84) 佐藤 成己 ; カラマツ母樹比較試験, 東京営林局報, 第 34 号, 1936 (昭 11).
- 85) 狩野鉄次郎 ; スギ種子の産地と造林木の生長との関係, 日本林学会講演集, 昭和 14 年度 (1940).
- 86) 佐藤 敬二 ; 林木育種, 下巻, 第 9 章, 林木種子選択, 285—370 頁, 1950 (昭 25).
- 87) 渡辺 邦 ; アカマツ母樹 (品種別環境別年令別) と豊凶度による毬果採取量と精選度との関係, 第 7 回造林技術分担研究報告会記録, 青森営林局, 1954 (昭 29).
- 88) 佐藤 敬二 ; 結実性の遺伝並苗木の性現象について, 東大演習林報告, 第 20 号, 1934 (昭 9).

4) 母樹および母樹林並に結実促進に関するもの

- 89) 三木 泰治 ; 環状剥皮が桃の結実並に其の枝条の發育に及ぼす影響に就いて, 農業及園芸, 第 5 卷, 第 6 号, 1930 (昭 5).
- 90) 上田弘一郎 ; スギ母樹の配位状態並に其の結実に関する予備的考察, 農学連合大会講演集, 1931 (昭 6).
- 91) 松原 茂樹 ; 栗の花芽の発達と剪定施行上の新考案, 日本園芸雑誌, 第 50 卷第 1 号, 1938 (昭 13).
- 92) 藤村 次郎 ; 果樹園の生産力増進に関する剪定と肥培との効果, 上掲書.
- 93) 安田 貞雄 ; 生長刺戟物処理による人為単為結実 (予報), 植物学雑誌, 第 54 卷, 第 648 号, 1940 (昭 15).
- 94) 浅田 善一 ; 樹木の寿命無限論及老衰の内的と若返り法の研究 (1~2), 日本林学会誌, 第 25 卷, 第 9 号, 第 11 号, 1943 (昭 18).
- 95) 小出 房吉 ; 枝打に関する研究 (3) 所謂保護層に就いて, 日本林学会講演集, 昭和 15 年度 (1941).
- 96) ————— ; ————— (4) 樹冠に就て, 上掲書, 昭和 18 年度 (1944).
- 97) 横山弘一, 河端定吉 ; オニグルミの枝打に就て, 上掲書.
- 98) 東京営林局 ; 母樹及母樹林の設定並に取扱要綱, 1942 (昭 17).
- 99) 佐藤 敬二 ; クスノキの品種と結実促進, 山林, 第 785 号, 1949 (昭 24).
- 100) 浅見 与七 ; 果樹栽培汎論 (結実篇), 1949 (昭 24).
- 101) 斎藤雄一, 橋詰隼人 ; アカマツの花性分化とその林業上への応用, アカマツに関する研究論文集, 1954 (昭 29).
- 102) 王利 長助 ; マツの樹勢恢復に就て, 上掲書.
- 103) 高樋 勇 ; 結実の生理, 農林省林試札幌支場調査資料, 第 1 号, 1950 (昭 25).
- 104) 松井 善喜 ; 母樹林と品種について, 上掲書.
- 105) ————— ; 母樹林の施業法, 上掲書.
- 106) 小野武之助 ; からまつ母樹及び母樹林について, 青森営林局造林技術研究会記録, 1948 (昭 23).
- 107) 山口久一, 菊地勝三, 民家賢治 ; あかまつ母樹と豊凶度に依る球果採取量と精選度の関係, 上掲書.
- 108) 佐々木正二, 佐藤京一, 菊地勝三 ; あかまつ母樹 (品種別, 環境別, 年令別) と豊凶度による球果採取量と精選度との関係 (第 3 報), 上掲書 1950 (昭 25).
- 109) 山形栄之進 ; クロマツ母樹及母樹林について, 上掲書.
- 110) 小山良之助, 岩田善三 ; スギ, ヒノキの人為結実に関する研究 (第 1 報), 日本林学会誌, 第 32 卷, 第 4 号, 1950 (昭 25).
- 111) 小沢準二郎 ; カマツ結実促進処理と球果並に花芽の着生との関係, 農林省林

試研究発表会, 1949 (昭 24).

- 112) ———— ; カラマツ採種林の造成, 樹氷, 1 月号, 1952 (昭 27).
- 113) ———— ; 採種林の造成, 函館営林局, 1952 (昭 27).
- 114) ————, 松浦 寛 ; 林木種子の性状に関する報告 (1), トドマツ花芽の着生に関する考察, 北海道道有林業務資料 No. 4, 1953 (昭 25).
- 115) ————, ———— ; 道有林 (5 林務署管内) におけるトドマツの花芽着生に対する 1 考察, 農林省林試札幌支場研究発表会講演集, 昭和 27 年度 (1953).
- 116) ————, ———— ; トドマツ種子豊凶予想についての 1 考察—樹冠の階級別にみた豊凶予知法—第 64 回日本林学会大会講演集, 1955 (昭 30).
- 117) ————, ————, 松崎昭三郎 ; トドマツの開花と結実との関連性, 農林省林試北海道支場業務報告, 特別報告第 3 号, 1955 (昭 30).
- 118) ———— ; カラマツ結実促進試験 (予報), 枝条の伸長と冬芽の着生について, 上掲書第 2 号, 1954 (昭 29).
- 119) ————, 松崎昭三郎 ; ———— (第 1 報), 花芽着生におよぼす施肥の効果, 上掲書第 4 号, 1955 (昭 30).
- 120) 菊地 勝三 ; あかまつ母樹と豊凶度による球果採取量と精選度の関係, (第 2 報) 青森営林局造林技術研究会記録, 1949 (昭 24).
- 121) 片山茂樹, 佐藤敬二, 吉筋正二 ; 九州における松及び杉の品種並に種子の産地と其の生育状態との関係, 九大演習林報告, 第 15 号, 1947 (昭 22).
- 122) 尾越 豊 ; 種苗改善の要点と母樹林の取扱, 東京営林局造林技術研究会, 1947 (昭 22).
- 123) 石崎厚美, 尾方信夫 ; つばきの結実促進について (第 2 報), つばきの花芽分化について (予報), 暖帯林, 8 月号, 1951 (昭 26).
- 124) 入江 進, 園川秀明 ; ———— (第 1 報), 培養基を異にせる場合の花粉の発芽状態について, 日本林学会九州支部研究講演会抄録, 第 2 号 1950 (昭 25).
- 125) 佐藤敬二, 大久保恭 ; 特用樹種の増殖に関する研究, (第 11 報) クスの結実促進について, 上掲書, 第 3 号, 1950 (昭 25).
- 126) 白井 弥栄 ; 接木コルクガシ樹の結実について, (予報) 大阪営林局報, 第 46 号, 1941 (昭 16).
- 127) ———— ; ————, (第 1 報) 開花の状況, 上掲書, 第 50 号, 1942 (昭 17).
- 128) ———— ; ————, (第 2 報) 開花量—交雑の状況, 上掲書, 第 51 号,

1942 (昭 17).

- 129) ———, 井上 勤 ; ———, (第 3 報) 結実—採種—播種の状況, 上掲書, 第 57 号, 1943 (昭 18).
- 130) 佐藤 敬二 ; 林木の遺伝性に関する研究 (1) クリの結実の遺伝について, 日本林学会誌, 第 23 卷, 第 12 号, 1941 (昭 16).
- 131) ———, 小山光男 ; ——— (2) クルミの核果の形態の遺伝について, 上掲書, 第 24 卷, 第 10 号, 1942 (昭 17).

5) 球果およびタネの採取と乾燥に関するもの

- 132) 稲村 時衛 ; 林木種子の粒数及び重量の調査, 林業試験報告, 第 1 号, 1904 (明 37).
- 133) ———, 益川 昇 ; 銀合欖に関する調査, 台湾総督府林業部報告, 第 2 卷第 38 号, 1919 (大 8).
- 134) 小山 光男 ; ノイバラ種子に関する研究, 林業試験彙報, 第 16 号, 1925 (大 14).
- 135) 鳥羽 次郎 ; 毬果着生位置を異にせるエゾマツ及トドマツ種子品質について, 北方林業会報, 第 20 卷, 第 4 号, 1922 (大 11).
- 136) 青木 繁 ; オキナハマツの毬果並に種子に関する調査研究, シルビア, 第 4 卷, 第 3 号, 1933 (昭 8).
- 137) 山田 金治 ; 種子乾燥と発芽力との関係, 台湾山林会報, 第 22 号, 1927 (昭 2).
- 138) 田添 元, 斎藤雄一 ; エゾマツ, アカエゾマツ, トドマツの毬果及び種子に関する研究, 北大演習林報告, 第 9 卷, 第 1 号, 1934 (昭 9).
- 139) 佐藤 義夫 ; エゾマツ毬果の生産形質に関する二, 三の考察, 上掲書, 第 12 卷, 第 2 号, 1942 (昭 17).
- 140) 相沢 宇内 ; 杉毬果人工乾燥に対する実験的考察, 日本林学会誌, 第 19 卷第 12 号, 1937 (昭 12).
- 141) 松浦作治郎 ; タイワンヒノキ, ベニヒ 1 球果当包蔵種子粒数 (1~2), 台湾の山林, 第 104 号, 1934 (昭 9), 第 115 号, 1935 (昭 10).
- 142) ——— ; ニヒタカアカマツ種子の色と発芽との関係, 上掲書, 第 118 号, 1936 (昭 11).
- 143) 八代営林署 ; 扁柏球果電熱乾燥実行に就て, 研修, 1935 (昭 10).
- 144) 原田 泰 ; ヤマナラシの人工下種造林の可能性に就いて, 北海道林業会報, 第 302 号, 1928 (昭 3).
- 145) 青森営林局 ; 林業用種子採取法と採取器の概要, 1936 (昭 11).
- 146) 諸富 紫郎 ; 樟種子採集と養苗成績, くすのき, 第 8 号, 1937 (昭 12).
- 147) 高橋守義, 西脇喜久治 ; 樺太主要林木種子採取法, 樺太中央試験所彙報, 1938

(昭 13).

- 148) 傘木 豊 ; 乾燥方法の杉種子に及ぼす影響, 東京営林局報, 第 45 号, 1937 (昭 12).
- 149) 小向井栄吉 ; 毬果の乾燥より貯蔵まで(抄訳), みやま, 第 6 巻, 第 6 号, 1934 (昭 9).
- 150) 佐藤 義夫 ; トドマツ, エゾマツ混淆天然林に於ける種子落下に就いて, 北大演習林研究報告, 第 11 巻, 第 2 号, 1940 (昭 15).
- 151) 尾越 豊 ; 毬果濫採によるカラマツ母樹の被害, 山林, 第 664 号, 1938 (昭 13).
- 152) 片山茂樹, 平山定吉 ; 邦領北部樺太のエゾマツ, トドマツの原生林内に於ける種子の落下並に其の発芽, 生育に就いて, 九大演習林報告, 第 12 号, 1942 (昭 17).
- 153) 原田 泰, 柳沢聡雄 ; トドマツ, エゾマツ球果採集時の 2, 3 の基礎調査, 帝室林野局北海道林試報告, 第 2 号, 1946 (昭 21).
- 154) 中村得太郎 ; アカマツにおける種子の形状比及び色の分類的価値, 東大演習林報告, 第 29 号, 1940 (昭 15).
- 155) 中村賢太郎 ; 球果形状比の変異, 演習林, 第 6 号, 1945 (昭 19).
- 156) 原田盛重, 北裏安一 ; 和歌山県における油桐果実の剥皮に関する研究, 日本林学会誌, 第 25 巻, 第 7 号, 1943 (昭 18).
- 157) 倉田益二郎 ; 桐の播種に関する基礎的研究(其 1) 種子について, 日本林学会誌, 第 22 巻, 第 10 号, 1940 (昭 15).
- 158) 沢田利農夫 ; チョウセングリの品種に関する調査, 朝鮮林試報告, 第 32 号, 1941 (昭 16).
- 159) 千葉春美, 村山英雄 ; 支那栗と日本栗の比較について, 農林省林試青森支場研究発表会記録, 第 3 号, 1951 (昭 26).
- 160) 高樋 勇 ; 種子の採取, 農林省林試札幌支場調査資料, 第 1 号, 1950 (昭 25).
- 161) 小沢準二郎 ; カラマツ球果の取扱, 北方林業, 第 34 号, 1952 (昭 27).
- 162) ————— ; 技術者の立場からみたカラマツ種子の需給, 林, 9 月号, 1954 (昭 29).
- 163) 帆刈 次男 ; スギ種子の採取時期について, 林曹会報, 10 月号, 1939 (昭 14).
- 164) 小野寺 卯 ; エゾマツ類種子に関する実験, 森林と技術, 第 1 号, 1943 (昭 23).

6) タネの精選に関するもの

- 165) 小山 光男 ; 主要林木種子水選の価値及其の方法, 林業試験報告, 第 11 号, 1915 (大 4).

- 166) ———— ; 良種苗の供給に就て, 信濃山林会報, 1924 (大 13).
- 167) 稲村 時衛 ; 選種法と発芽率との関係, 林業試験報告, 第 2 号, 1905 (明 38).
- 168) 右田本 亘 ; 稲種子塩水選種法の効果に就きて, 農業及園芸, 第 3 卷, 第 7 号 1931 (昭 6).
- 169) 長谷川孝三 ; 種子の精選に就いて, 御料林, 第 72 号, 1934 (昭 9).
- 170) 松浦作次郎 ; オキナハマツ種子の水選, 台湾の山林, 第 134 号, 1937 (昭 12).
- 171) 大村 孝吉 ; 風速計付唐箕に依るトドマツ種子の精選, 北方林業研究会講演集 第 1 号, 1940 (昭 15).
- 172) 原田 泰, 柳沢聡雄 ; 北海道産主要林木の種子精選に就いて (第 1 報) 帝室林野局北海道林試彙報, 第 1 号, 1940 (昭 15).
- 173) ————, ———— ; 万能選種機に就いて, 日本林学会講演集, 昭和 16 年度 (1942).
- 174) 山田 金治 ; 樟剝皮並肉付種子の発芽力比較, 台湾山林会報, 第 24 号, 1927 (昭 2).
- 175) ———— ; 林木種子に関する試験報告, 台湾中研林業部報告, 第 7 号, 1929 (昭 4).
- 176) 野間口兼義 ; 樟種子に関する試験二・三, 日本林学会誌, 第 18 卷, 第 2 号, 1936 (昭 11).
- 177) 小清水卓二 ; 海水及淡水中に於ける種子の発芽及び浮遊力に就いて (予報) 植物及動物, 第 7 卷, 1939 (昭 14).
- 178) 山下 光二 ; 杉檜の種子について, 大阪営林局報, 第 25 号, 1940 (昭 15).
- 179) 柴田 昌英 ; 泥水による種子選別の効果に就て, 盛岡高農同窓会学術彙報, 第 16 号, 1943 (昭 18).
- 180) 内山 郁郎 ; 揮発油によるチヨウセンカラマツ種子の精選法, 日本林学会講演集, 昭和 16 年度 (1942).
- 181) 長谷川孝三 ; 林木種子の自給と其注意, 帝室林野局東京林試報告, 第 1 卷, 第 3 号 1928 (昭 3).
- 182) 田添 元 ; エゾマツ, トドマツ種子精選に就いて, 北海道林業会報, 第 307 号 1928 (昭 3).
- 183) 小沢準二郎 ; 霧吹法によるマツの翅のとりかた, 未発表.
- 184) ———— ; タネの採取とその処置, 林業新智識, 林野庁, No. 48, 1957 (昭 32).
- 185) 千葉春美, 村山英雄 ; ウルシ樹造成に関する研究 (第 1 報) 種子の選種について, 第 62 回日本林学会講演集, 1953 (昭 28).
- 186) 柳沢 聡雄 ; よいタネの採り方, 林業新智識, 林野庁, No. 13, 1954 (昭 29).
- 187) ———— ; 北海道主要林木の種子精選について (第 2 報) エゾマツ種子の精

選, 1952 (昭 27).

7) タネの発芽に対する諸条件および発芽促進などに関するもの

- 188) 近藤万太郎 ; 粃種子の浸水期間に就いて, 大日本農会報, 第 479 号, 1921 (大 10).
- 189) ————— ; 種子の発芽生理一斑, 農学研究, 第 11 卷, 1927 (昭 2).
- 190) 小山 光男 ; 林木種子の発芽に要する最適温度, 林業試験報告, 第 8 号, 1910 (明 43).
- 191) ————— ; ケヤキ種子の播種季節及発芽に要する温度に就いて, 上掲書, 第 15 号, 1916 (大 5).
- 192) ————— ; ケヤキ種子の後熟と発芽とに就いて, 上掲書, 第 22 号, 1922 (大 11).
- 193) 守屋重政, 永井芳雄 ; 「ナフタリン」青酸加里, 二硫化炭素がスギ種子の発芽及幼苗の生育に及ぼす影響, 林業試験彙報, 第 15 号, 1925 (大 14).
- 194) 原田 庄三 ; スギ種子に対する薬液の処理と発芽率との関係に就いて, 上掲書, 第 16 号, 1925 (大 14).
- 195) 川村 実平 ; 林木種子の含水量と水蒸気圧との関係, 上掲書, 第 20 号, 1926 (大 15).
- 186) 寺沢 保房 ; 苗畑被土試験, 北海道林試報告, 第 5 号, 1913 (大 2) ~ 第 7 号 1916 (大 5).
- 197) ————— ; 種子の発芽に関する実験的研究, 植物学雑誌, 第 41 号, 1927 (昭 2).
- 198) 浜田 成美 ; 桑種子の発芽に及ぼす光線及温度の影響, 日本蚕糸学雑誌, 第 1 卷, 第 1 号, 1930 (昭 5).
- 199) 青木 繁, 水戸野進 ; 灌水方法と相思樹種子の発芽生育との関係に就いての 1 実験成績, 日本林学会雑誌, 第 15 卷, 第 2 号, 1933 (昭 8).
- 200) 滝口 義資 ; マツヨヒ草種子の発芽に就いて, 農業及園芸, 第 5 卷, 第 6 号, 1930 (昭 5).
- 201) ————— ; 冷水温湯浸法が禾穀種子の発芽及び初期の生育に及ぼす影響, 上掲書, 第 7 卷, 第 3 号, 1932 (昭 7).
- 202) 深城 貞義 ; 種子の果実内に於ける発芽の機構に就いて, 上掲書, 第 11 卷, 1936 (昭 11).
- 203) 大沢 一衛 ; 桑種子の発芽と温度, 佐久良会雑誌, 第 1 号, 1917 (大 6).
- 204) 井上 重陽 ; 種子の発芽に関する研究 (1 ~ 3 報) 日本作物学会紀事, 第 7 号 1935 (昭 10), 第 8 号, 1936 (昭 11), 第 11 号, 1939 (昭 14).
- 205) 白沢保美, 稲村時衛 ; ヤマナラン 苗木養成試験, 林業試験報告, 第 5 号, 1908

(明 41).

- 206) 小野 郁藏 ; 林木種子発芽年度の調査, 上掲書, 第 1 号, 1904 (明 37).
- 207) 近藤万太郎, 一色重夫 ; 種子の吸収力に関する実験 (1), 紫雲英種子の吸収力と早中晩種並に収量との関係, 農学研究, 第 26 卷, 1936 (昭 11).
- 208) ———, ———, 笠原安夫 ; 17~8 年間水中にありし紫雲英硬実の次世代の種子に就きて, 上掲書。
- 209) ———, 高橋隆平, 寺坂侑視 ; 小麦のヤロビゼーションに関する試験, 上掲書, 第 30 卷, 1938 (昭 13).
- 210) ———, 笠原安夫 ; 雑草種子の発芽の研究 (1), 特に発芽に及ぼす光線及び変温の影響に就きて, 上掲書, 第 32 号, 1941 (昭 16).
- 211) ———, ——— ; ——— (2), 種子の後熟並に変温と発芽との関係上掲書。
- 212) 玉手 三葉寿 ; カラマツの発芽及落葉期日と海拔高との関係, 気象彙報, 第 9 号, 1927 (昭 2).
- 213) 水野 勉 ; 紫雲英硬実歩合に及ぼす肥料要素の影響に就いて, 農業及園芸, 第 7 卷, 第 5 号, 1932 (昭 7).
- 214) 松浦作治郎 ; ヒノキ, ペニヒ種子発芽及種苗成長の時期に就いて, 台湾の山林, 第 93 号, 1934 (昭 9).
- 215) 邦見 洋 ; 毛柿の発芽並に幼時の活着成長と陽光との関係に就いて, 上掲書, 第 114 号, 1935 (昭 10).
- 216) 長谷川孝三 ; 林木種子発芽力の微生物学的考察, 皇室林野局東京林試報告, 第 1 卷, 第 6 号, 1930 (昭 5).
- 217) 青木 繁 ; 相思樹種子の発芽と生育に及ぼす灌水の効果に就いて, 台湾の山林, 第 164 号, 1939 (昭 14).
- 218) 山本義彦, 斎藤英策 ; 紫雲英種子に関する研究 (1) 農業及園芸, 第 8 卷, 第 5 号, 1933 (昭 8).
- 219) 小清水卓二 ; 螢光性溶液が稲の種子の発芽に及ぼす影響に就いて, 植物学雑誌, 第 38 卷, 1929 (昭 4).
- 220) ——— ; 玉蜀黍の種子の熟度と発芽との関係 (予報) 植物及動物, 第 3 卷 1935 (昭 10).
- 221) 鈴木 巖 ; 規那種子の発芽, 台湾農事報, 第 32 卷, 第 358 号, 1936 (昭 11).
- 222) 中富 貞夫 ; 棉種子に於ける過酸化酵素の差異と発芽との関係, 日本作物学会紀事, 第 6 卷, 第 2 号, 1934 (昭 9).
- 223) 西川 五郎 ; 低温発芽に関し在来棉と陸地棉との比較, 上掲書, 第 11 卷, 第 3 号, 1939 (昭 14).

- 224) 小室 英夫 ; イネの種子の発芽に及ぼせる X 線作用, 植物学雑誌, 第 33 卷 1919 (大 8).
- 225) 林 学 周 ; 外国産林木種子の発芽及生長度の調査, 台湾農事報, 第 49 号, 1910 (明 43).
- 226) 橋都正農夫 ; 電流の種子発芽に及ぼす影響, 札幌農林学会報, 第 1 号, 1909 (明 42).
- 227) 国 分 快 ; 紫外線と発芽力との関係, 林学会雑誌, 第 13 卷, 第 6 号, 1931 (昭 6).
- 228) 田添 元 ; 北海道主要造林樹種の種子に関する試験, 北海道林業会報, 第 32 卷, 第 378 号, 1934 (昭 9).
- 229) ——— ; トドマツ, クロエゾマツ, アカエゾマツ種子の発芽に対する温度の影響に就て, 北大演習林報告, 第 10 卷, 第 2 号, 1936 (昭 11).
- 230) ———, 松浦作次郎 ; 熱帯産林木種子の発芽に対する温度の影響, 日本林学会誌, 第 21 卷, 第 4 号, 1939 (昭 14).
- 231) 野路 策三 ; 播種被土試験, 林業試験彙報, 第 4 号, 1921 (大 10).
- 232) 田添 元, 久保田端三 ; 台湾東部産樟種子の発芽に対する変温の影響に就て, 日本林学会講演集, 昭和 15 年度 (1941).
- 233) 佐藤義夫, 山口千之助 ; 林木種子発芽に及ぼす電解質及非電解質の影響, 上掲書, 昭和 17 年度 (1943).
- 234) 石原 直垂 ; 火山礫播種床に於ける発芽状況の特異性に就いて, 御料林, 第 178 号, 1943 (昭 18).
- 235) 小山 光男 ; ケヤキ, ホオ及ウルシ種子の発芽促進法, 林業試験報告, 第 18 号, 1919 (大 8).
- 236) 吉田 忠平 ; 黄麻種子の保生並に硬実の処理法に就いて, 台湾中研農業部彙報, 第 33 号, 1926 (大 15).
- 237) 野路策三, 浅川巧之 ; 主要林木種子の発芽促進に関する試験 (第 1 回報告) 朝鮮林試報告, 第 1 号, 1938 (大 13).
- 238) ———, ——— ; ——— (第 2 回報告), 上掲書, 第 5 号, 1940 (大 15).
- 239) 田添 元 ; 種子の発芽遅滞と促進, 北海道林業会報, 第 308~309 号, 1928 (昭 3).
- 240) 山田 金治 ; テランテン及ウスブルンの林木種子の発芽促進に及ぼす影響, 台湾中研林業部報告, 第 10 号, 1931 (昭 6).
- 241) ——— ; ソオジジュ種子の発芽促進試験, 上掲書, 第 12 号, 1932 (昭 7).

- 242) 星 加賀美 ; 異年齒種子に於ける温度及び湿度と発芽との関係, 農業及園芸, 第 10 卷, 1935 (昭 10).
- 243) 伊藤 武夫 ; 針葉樹の発芽法に就いて, 台湾の山林, 第 133 号, 1937 (昭 12).
- 244) 長谷川孝三 ; 育林雜記 (3), 御料林, 第 23 号, 1930 (昭 5).
- 245) 渋谷 常紀 ; 生長ホルモンによる休眠種子の発芽促進に就いて, 農業及園芸, 第 13 卷, 1938 (昭 13).
- 246) 新妻 五郎 ; 林木種子低温発芽促進に就いて, (予報) 日本林学会誌, 第 18 卷 第 8 号, 1936 (昭 11).
- 247) 隅本 家賢 ; ホオ種子の発芽促進及スギ, ヒノキ播種床間引苗の移植法, 東京営林局報, 1937 (昭 12).
- 248) 河野岩次郎 ; 種子の発芽促進予措の一考察, 農業及園芸, 第 13 卷, 1938 (昭 13).
- 249) 高杉 成道 ; 水稻及び小麦種子の温浴処理が発芽に及ぼす影響, 日本作物学会紀事, 第 9 卷, 第 2 号, 1937 (昭 12).
- 250) 山田 金治 ; 樟種子の発芽促進試験, 台湾中研林業部報告, 第 15 号, 1934 (昭 9).
- 251) ———— ; 大王椰子及びユスラヤシ種子の発芽促進試験, 上掲書.
- 252) ———— ; チーク種子発芽促進試験, 営林彙報, 第 4 卷, 第 2 号, 1938 (昭 13).
- 253) 春川 忠吉 ; クロールピクリン燻蒸の種子発芽力に及ぼす影響, 病虫害雜誌, 第 22 卷, 第 1 号, 1935 (昭 10).
- 254) 山田 登 ; 種子の発芽に及ぼすロダノ加里の影響, 農業及園芸, 第 14 卷, 1939 (昭 14).
- 255) 仁科芳雄, 佐藤敏二 ; 中性子の林木種子に及ぼす影響, 日本林学会誌, 第 25 卷, 第 7 号, 1943 (昭 18).
- 256) ————, ———— ; ———— (II) 英文, 九大農学部学芸雜誌, 第 13 卷, 第 1~4 号, 1951 (昭 26).
- 257) 外山 三郎 ; スギ種子の発芽力, 木原生物学研究所時報, 第 1 号, 1942 (昭 17).
- 258) ———— ; スギ種子の発芽形式 (林木の育種及び其の基礎研究, 第 3 報), 日本林学会誌, 第 26 卷, 第 11 号, 1944 (昭 19).
- 259) ———— ; スギ種子の活力と後作用, 暖地農学, 第 1 号, 1948 (昭 23).
- 260) 狩野鉄次郎 ; アカマツ種粒の大小が所産苗木生長に及ぼす影響, 日本林学会誌 第 19 卷, 第 9 号, 1937 (昭 12).
- 261) 宇賀和彦, 松本真清 ; 外来松類種子の大小が子苗の生活形態に及ぼす影響, 高知林友, 第 259 号, 1942 (昭 17).

- 262) 阿部富士夫 ; アヲトドマツ種粒の大小が発芽生育に及ぼす影響, 北海道林試時報, 第 42 号, 1942 (昭 17).
- 263) 原田 泰, 柳沢聡雄 ; 二・三林木に対する生長ホルモン剤応用に就いて, 帝室林野局北海道林試彙報, 第 1 号, 1940 (昭 15).
- 264) 伊藤 悦夫 ; クロマツに関する基礎的研究, クロマツ種子の物理的諸性質と其の発芽との関係に就いて, 静岡農專報告, 第 1 号, 1949 (昭 24).
- 265) 松原 瑞穂 ; ウルシ種子の硫酸処理に依る発芽促進に就いて, 朝鮮林試時報, 第 21 号, 1939 (昭 14).
- 266) 佐藤義夫, 山口千之助 ; 水中培養による樹苗の生育と窒素源及水素イオン濃度との関係, 北大演習林報告, 第 11 卷, 第 1 号, 1939 (昭 14).
- 267) 岡田要之助, 我妻雄治 ; 種子生態の研究 (I), 東北地方に於ける野生植物種子の休眠性に就いて, 東北大農学研究所報告, 第 4 号, 1942 (昭 17).
- 268) 福山営林署 ; 種子の播種前浸水の効果に就いて, 大阪営林局報, 1942 (昭 17).
- 269) 佐藤敬二, 小沢準二郎 ; 砂防造林に於ける斜面混播試験, (第 3 報) 混播用種子に関する研究, 日本林学会講演集, 昭和 17 年度 (1943).
- 270) ————— ; 特用樹種の増殖に関する研究 (7), クス種子の発芽促進法に就て, 日本林学会誌, 第 25 卷, 第 1 号, 1943 (昭 18).
- 271) 郷 正士 ; 母樹の幼老別によるスギ種子個々の重量並に種皮が発芽に及ぼす影響, 東大演習林報告, 第 36 号, 1948 (昭 23).
- 272) ————— ; 浸水とスギ種子の発芽に就いて, (予報) 日本林学会誌, 第 31 卷第 5 号, 1949 (昭 24).
- 273) ————— ; 二・三林木種子の吸水経過, 東大演習林報告, 第 39 号, 1951 (昭 26).
- 274) ————— ; 水がクロマツのたねに入る場所と速さ, 上掲書, 第 41 号, 1951 (昭 26).
- 275) —————, 根岸賢一郎 ; クロマツのタネの発芽期間中の貯蔵養分の変化 (英文) 上掲書, 第 43 号, 1952 (昭 27).
- 276) —————, 平松 遙 ; タネのうれかたと発芽, 上掲書, 第 48 号, 1955 (昭 30).
- 277) ————— ; 吸水曲線にもとづく針葉樹のタネの発芽生理, 上掲書, 第 51 号 1956 (昭 31).
- 278) ————— ; クロマツのタネは発芽にさいして細胞分裂をいつ始めるか (英文) 日本林学会誌, 第 34 卷, 第 1 号, 1952 (昭 27).
- 279) —————, 古沢謙次 ; アカマツ, クロマツのタネの発芽と貯蔵物質の変化 — 顕微化学の方法による —, 上掲書, 第 37 卷, 1955 (昭 30).
- 280) ————— ; 春マキ, 秋マキ, 芽ダシマキ, 林業解説シリーズ 93, 1956 (昭 31).
- 281) 佐藤 邦彦 ; スギ, アカマツ種子の予措が其の発芽に及ぼす影響, (室内実験)

- 蒼林, 第1巻, 第7号, 1950 (昭 25).
- 282) 井草 俊一 ; 低温処理の林木種子発芽促進効果に関する実験的研究, 日本林学会誌, 第 25 巻, 第 3 号, 1943 (昭 18).
- 283) 佐藤敬二, 宮平忠夫 ; 播種時期を失したる林木種子の養苗法, 山林, 第 713 号 1942 (昭 17).
- 284) 兵頭 正寛 ; 電気刺戟によりスギ, ヒノキ種子の発芽促進, 発芽勢の増大を図つた実例, 山林, 第 795 号, 1950 (昭 25).
- 285) 下田 瑞穂 ; 電子放射線が種子の発芽並に生長に及ぼす影響, 林業技術, 第 109 号, 1950 (昭 25).
- 286) 小沢準二郎 ; アカマツ, クロマツ種子の産地別における種粒の大小と発芽の関係, 未発表。
- 287) ——— ; 過酸化水素処理がアカマツ種子の発芽に及ぼす影響, 未発表。
- 288) ——— ; 冷却処理による針葉樹種子の発芽促進, 未発表
- 289) ——— ; ミツマタの品種別種子の結実状態およびその発芽, 未発表。
- 290) ——— ; タンニンアカシヤ種子の発芽促進について, 山林, 第 802 号, 1951 (昭 26).
- 291) ——— ; クズ種子の発芽処理と播種法, 畜産の研究, 第 6 巻, 第 2 号, 1952 (昭 27).
- 292) ———, 松浦 堯 ; 硬粒種子に関する研究 (1), アカシヤとクズ種子の特異性, 日本林学会北海道支部講演集, 第 1 号, 1952 (昭 27).
- 293) ———, ——— ; ——— (5), 処理を異にした硬粒種子の樹種及び産地比較, 農林省林試北海道支場業務報告, 特別報告第 2 号, 1954 (昭 29).
- 294) ——— ; ——— (2), エニシダ英果の採取時期と硬粒の関係, 日本林学会講演集, 第 61 回, 1952 (昭 27).
- 295) ——— ; ——— (3), 低温に貯蔵せるエニシダ種子の発芽経過, 農林省林試札幌支場講演集, 昭和 27 年度 (1953).
- 296) ——— ; ——— (4), 産地並に取扱を異にしたニセアカシヤ種子の性状上掲書。
- 297) ——— ; エニシダの生育環境とイシダネ形成度について, 未発表。
- 298) ——— ; 浸水したイシダネの種類による吸水速度について, 未発表。
- 299) ——— ; マメ科樹木のタネに対する前処理と発芽の関係, 未発表。
- 300) 畑野 健一 ; ハゼノキ種子の硫酸処理による発芽促進について, 日本林学会誌 第 32 巻, 第 5 号, 1950 (昭 25).
- 301) ——— ; ———, 第 2 報, 上掲書, 第 33 巻, 第 6 号, 1951 (昭 26).
- 302) ——— ; カラマツ及びクロマツ種子の吸水について (英文), 上掲書, 第

33 卷, 第 12 号, 1951 (昭 26).

- 303) 佐藤敬二, 高木 毅, 小川保喜 ; 超音波の林木種子に及ぼす影響, 日本林学会九州支部第 1 回研究発表会抄録, 1950 (昭 25).
- 304) 長谷川正男, 古川 忠 ; クロマツ種子の光発芽に就て, 第 62 回日本林学会講演集, 1953 (昭 28).
- 305) ———, ——— ; 林木種子の光発芽 (第 1 報), クロマツ, アカマツ種子の発芽の相違, 日本林学会誌, 第 35 卷, 1953 (昭 28).
- 306) ———, ——— ; ——— (第 2 報), クロマツ, アカマツ種子の発芽におよぼす光と低温の影響, 上掲書, 第 37 卷, 1955 (昭 30).
- 307) 浅間 茂慶 ; スギ種子の催芽法についての一考察, 日本林学会東北支部会誌, 第 3 号, 1953 (昭 28).
- 308) 松川 篤治 ; 一・二林木種子の発芽試験, 生態学研究, 第 2 号, 1936 (昭 11).
- 309) 渡辺 章 ; ハゼノキ種子の吸水について, 東大演習林報告, 第 44 号, 1953 (昭 28).
- 310) ——— ; ハゼノキのタネに水が入る場所について — ことに硫酸処理と関連して, 上掲書, 第 48 号, 1955 (昭 30).
- 311) 戸田良吉, 石川広隆 ; ニセアカシヤ種子の熱湯処理による発芽促進について, 日本林学会誌, 第 33 卷, 第 9 号, 1955 (昭 26).
- 312) ———, ——— ; キリのタネの発芽に及ぼす散光の効果, 上掲書, 第 34 卷, 第 8 号, 1952 (昭 27).
- 313) 渡辺 資仲 ; アカシヤモリシマ種子の発芽促進並びに吸水について, 上掲書, 第 36 卷, 第 11 号, 1954 (昭 29).
- 314) 三浦肆玖楼 ; 樟種子の発芽促進について, 樟脂, 第 9 号, 1950 (昭 25), 第 13 号, 1951 (昭 26).
- 315) 長谷川正男, 高山妙子, 代谷次夫 ; 種子に含まれる炭水化物について, 科学, 第 21 卷, 第 11 号, 1951 (昭 26).
- 316) 服部静夫, 代谷次夫 ; クロマツの種子と発芽した種子の糖, 植物学雑誌, 第 64 卷, 第 757~758 号, 1951 (昭 26).
- 317) 笠原安夫, 秋田史郎 ; 神樹種実の発芽促進について, 農学研究, 第 37 号, 1948 (昭 23).
- 318) 川村政志, 清野 忠 ; ヤチダモの発芽促進と種子採取時季について, 北方林業第 1 号, 1943 (昭 18).
- 319) 木島藤太郎 ; シラカシ種実浸出液の性質並に浸出量について, 日本林学会誌, 第 25 卷, 第 12 号, 1943 (昭 18).
- 320) 岩川盈夫, 小谷周三 ; アカマツ, クロマツのタネの発芽におよぼす色光線の影響, 上掲書, 第 36 卷, 1953 (昭 28).

- 321) 工藤 昇一 ; トドマツ種子の雪中低温処理に依る播種並に其の効果, 上掲書, 第 26 卷, 1944 (昭 19).
- 322) 柳沢聡雄, 川西利義 ; トドマツ種子の吸水と活力の関係について (第 1 報), 北海道林試集報, 第 69 号, 1951 (昭 26).
- 323) 佐藤大七郎, 郷 正士 ; 土およびサトウミズの吸収力とタネの発芽, 東大演習林報告, 第 46 号, 1954 (昭 29).
- 324) 小野 謙次 ; ヒノキ種子の光発芽に関する研究 (第 1 報), 日本林学会誌, 第 36 卷, 第 4 号, 1954 (昭 29).
- 325) 郷 正士 ; スギの球果のついている位置によつて発芽率はかわるか, 上掲書 第 36 卷, 第 1 号, 1954 (昭 29).
- 326) 右田一雄, 川名 明 ; 過酸化水素を添加した場合のスギ種子の水中発芽, 上掲書, 第 35 卷, 第 12 号, 1953 (昭 28).
- 27) 石川茂雄, 下河原五郎 ; 樹木種子の発芽に及ぼす光の影響, (第 1 報) 光感度の敏感度, 上掲書, 第 36 卷, 第 11 号, 1954 (昭 29).
- 328) ————, 荒木 繁 ; ———— (第 2 報) 光週的傾向について, 上掲書, 第 37 卷, 第 11 号, 1955 (昭 30).
- 329) 右田一雄, 川名 明, 高橋光枝 ; 酸素濃度を異にする水中でのアカマツ種子の吸水 (英文), 上掲書, 第 38 卷, 第 12 号, 1956 (昭 31).
- 330) 郷 正士 ; クロマツ, アカマツのタネの発芽と種皮, 上掲書, 第 38 卷, 第 7 号, 1956 (昭 31).
- 331) 古川 忠 ; 林木種子の光発芽 (第 3 報), クロマツ, アカマツ種子の発芽におよぼす貯蔵中の光の影響, 上掲書, 第 38 卷, 第 3 号, 1956 (昭 31).
- 332) 長谷川正男, 広川秀夫 ; アカマツ種子に含まれる有機酸, 上掲書, 第 37 卷, 第 12 号, 1955 (昭 30).
- 333) 畑野 健一 ; 成熟しつつあるイチヨウ種子の遊離アミノ酸 (独文), 上掲書.
- 334) ————, 狩野高英 ; イチヨウ種子の後熟に関する短報, 上掲書, 第 34 卷, 第 12 号, 1952 (昭 27).
- 335) 浅川 澄彦 ; トネリコ属のミにふくまれている成長阻害物質 (英文), 上掲書, 第 36 卷, 第 6 号, 1954 (昭 29).
- 336) ———— ; トネリコ属植物のタネについての 2, 3 の観察 (英文), 上掲書, 第 37 卷, 第 1 号, 1955 (昭 30).
- 337) ———— ; チョウセンマツのタネをはやく発芽させる方法 — タネのなかの炭水化物は前処理のあいだにどうかわるか — 上掲書, 第 37 卷, 第 4 号, 1955 (昭 30).
- 338) ———— ; ゴヨウマツの発芽促進 (予報), 上掲書, 第 37 卷, 第 11 号,

1955 (昭 30).

- 339) ————— ; ふたたびチョウセンマツのタネをはやく発芽させる方法について (英文), 上掲書, 第 38 巻, 第 1 号, 1956 (昭 31).
- 340) ————— ; チョウセンマツのタネの吸水経過 (英文), 上掲書, 第 38 巻, 第 4 号, 1956 (昭 31).
- 341) ————— ; ヤチダモのタネの発芽にみられた温過的傾向 (英文), 上掲書, 第 38 巻, 第 7 号, 1956 (昭 31).
- 342) ————— ; ヤチダモのタネの発芽遅延についての研究, 第 1 報, これまでの研究のあらましとトネリコ属植物のタネの比較観察, 林業試験場研究報告, 第 83 号, 1956 (昭 31).
- 342) ————— ; ————— 第 2 報, ヤチダモのタネの前発芽について, 上掲書.
- 344) ————— ; ————— 第 3 報, トネリコ属植物のミにふくまれる成長阻害物質, 上掲書.
- 345) ————— ; ————— 第 4 報, 吸水経過について, 上掲書, 第 87 号, 1956 (昭 31).
- 346) ————— ; ————— 第 5 報, 発芽におよぼす湿層処理の効果, 上掲書, 第 95 号, 1957 (昭 32).
- 347) ————— ; アカマツ, クロマツのタネの発芽と温度, 上掲書, 第 92 号, 1956 (昭 31).
- 348) 佐藤 邦彦 ; 地中のスギ種子を侵害する菌類と種子消毒の効果, 上掲書, 第 81 号, 1955 (昭 30).
- 349) 原田 洸 ; スギのタネの吸水と発芽におよぼす発芽床の水分状態の影響, 鳥取農学会報, 第 10 号, 1954 (昭 29).
- 350) 須藤 昭二 ; スギ林の腐植質中に於ける自然落下種子の発芽生理に関する研究 山形農林学会報, 第 2 号, 1952 (昭 27).
- 351) ————— ; ニセアカシヤ硬実種子の発芽予措と種子組織について, 第 1 報, 林業技術, 第 106 号, 1950 (昭 25).
- 352) 小沢準二郎, 松浦 堯 ; 林木種子の発芽生理に関する研究 (1), 消毒剤が種子の発芽に及ぼす影響, 日本林学会北海道支部講演集, 第 2 号, 1953 (昭 28).
- 353) —————, ————— ; ————— (2), 樹種別による薬剤の影響差, 農林省林試北海道支場業務報告, 特別報告第 2 号, 1954 (昭 29).
- 354) 高樋 勇 ; 自然的低温多湿処理に依る林木種子の発芽促進効果, 樺太中央試験所集報, 第 43 号, 1942 (昭 17).
- 355) 柳沢聡雄, 浅川澄彦 ; 林木のタネの休眠と発芽促進 (1~2), 林業技術, 第 164 号, 1955 (昭 30).

- 356) 山上喜一郎 ; スギ種子の発芽率に関する考察, 第 61 回日本林学会講演集, 1952 (昭 27).
- 357) 畑野 健一 ; ベカン種子中のアミノ酸について, 第 63 回日本林学会講演集, 1954 (昭 29).
- 358) 佐藤義夫, 玉利長三郎, 早稲田収 ; カバ属種子の発芽と水素イオン濃度, 上掲書。
- 359) 奥村 覚 ; スギ種子の低温処理による苗畑における発芽率, 上掲書。
- 360) 畑野 健一 ; 発芽時における針葉樹種子のアミノ酸について, 第 62 回日本林学会講演集, 1953 (昭 28).
- 361) ————— ; 成熟しつつあるイチヨウ種子の遊離アミノ酸について, 上掲書, 第 64 回, 1955 (昭 30).
- 362) 今田敬一, 玉利長三郎 ; シラカバ, ウダイカンバの光発芽, 上掲書。
- 363) 佐藤邦彦, 庄司次男 ; キリ種子の発芽に及ぼすウスブルンと α -ナフタリン醋酸ソーダ処理の影響, 上掲書。
- 364) 村上信雄, 長内 進 ; レントゲン照射種子のまき付経過について, 第 7 回造林技術研究報告会記録, 青森営林局, 1954 (昭 29).
- 365) 佐藤大七郎, 郷 正士, 長谷川サト ; 2 年以上木についているスギのタネの発芽, 日本林学会誌, 第 36 巻, 第 2 号, 1954 (昭 29).
- 366) 田島 正弘 ; 林木種子発芽低率の原因, 長野農専報告, 第 2 号, 1949 (昭 24).
- 367) 山口千之助 ; エゾマツ種子の発芽における生理学的研究 (英文), 北大演習林報告, 第 48 号, 1942 (昭 17).
- 368) 柄内吉彦, 今井三子 ; 針葉樹種子の発芽増進に関する研究, 寒地農学, 第 2 巻第 3 号, 1948 (昭 23).
- 369) 芝本武夫, 中沢春治 ; 日本産林木種子の無機成分組成 (英文), 日本林学会誌, 第 39 巻, 第 6 号, 1957 (昭 32).
- 370) 畑野 健一 ; 林木種子の化学 (1~2), 上掲書, 第 39 巻, 第 5~6 号。

8) タネの貯蔵に関するもの

- 371) 白沢 保美 ; 主要林木種子の貯蔵試験, 林業試験報告, 第 8 号, 1910 (明 43).
- 372) 小山 光男 ; ヤマナラシ種子貯蔵試験, 上掲書, 第 9 号 1911 (明 44).
- 373) ————— ; 林木種子貯蔵試験, 上掲書, 第 10 号, 1913 (大 2).
- 374) ————— ; 林木種子の乾燥度と発芽力保存との関係, 上掲書, 第 21 号, 1920 (大 9).
- 375) 白沢保美, 小山光男 ; 林木種子の貯蔵試験並播種用としての古種子の価値, 上掲書, 第 17 号, 1918 (大 7).
- 376) 近藤万太郎 ; 米穀貯蔵に関する研究, 農学講演集, 第 5 巻, 1923 (大 12).
- 377) ————— ; 生石灰が種子の発芽力保存に及ぼす効果, 農学会報, 第 266~271

- 号, 1925 (大 14).
- 378) ————— ; 種子寿命論, 農学研究, 第 8 卷, 1926 (大 15).
- 379) ————— ; 種子の貯蔵と乾燥剤, 農学会報, 第 274 号, 1925 (大 14).
- 380) ————— ; 日本に於ける種子の発芽力保有年限, 上掲書, 第 265 号, 1924 (大 13).
- 381) —————, 岡村 保 ; 米穀の密封貯蔵と米の水分含有量並びに貯蔵温度との関係, 日本作物学会紀事, 第 4 号, 1929 (昭 4).
- 382) 小山 光男 ; 地中に埋もれたる種子の発芽力に就いて, 林学会雑誌, 第 32 号, 1925 (大 14).
- 383) 富田 良太 ; 種子の炭鉱坑道内貯蔵と屋舎内貯蔵との比較, 御料林, 第 14 号.
- 384) 山田 金治 ; 樟種子貯蔵の方法に就いて, 台湾山林会報, 第 19 号, 1926 (大 15).
- 385) ————— ; 樟種子の貯蔵に関する試験, 台湾中研林業部報告, 第 6 号, 1928 (昭 3).
- 386) 長谷川孝三 ; 林木種子貯蔵試験中観察した二・三微生物に就て, 林学会雑誌 第 10 卷, 第 8 号, 1928 (昭 3).
- 387) 三須英雄, 一木 寛 ; 貯蔵種子の発芽力減退とエンチムとの関係, 日本農芸化学会誌, 第 4 卷, 1928 (昭 3).
- 388) 林 正六 ; アドソール及生石灰の種子発芽保存力に及ぼす効果と其応用, 農業及園芸, 第 5 卷, 1929 (昭 4).
- 389) 木地音次郎 ; 落葉松種子の豊凶と風穴貯蔵について, 日本林学会誌, 第 13 卷 第 6 号, 1931 (昭 6).
- 390) 中島 庸三 ; 種子の発芽力保存期に関する研究, 植物学雑誌, 第 41 卷, 1927 (昭 2).
- 391) 近藤 忠 ; 林木種子の発芽力保存試験, 朝鮮林試時報, 第 9 号, 1933 (昭 8).
- 392) 中村 軍良 ; カラフトカラマツ種子の貯蔵について, 樺太山林会報, 第 3 号, 1928 (昭 3).
- 393) 星 加賀美 ; 亜麻種子保存年限の延長が発芽及生育開花に及ぼす影響に就て, 農業及園芸, 第 9 卷, 第 4 号, 1934 (昭 9).
- 394) 中島 庸三 ; ヒバ種子の発芽並貯蔵試験 (予報), 青森営林局報, 1933 (昭 8).
- 395) 星野 勇三 ; 種子寿命の地方的調査に就きて, 園芸学雑誌, 第 6 卷, 1935 (昭 10).
- 396) 近藤万太郎, 高橋隆平, 寺坂侑視 ; 林木種子の貯蔵試験, 第 1 報, 穀斗科種子 農学研究, 第 32 卷, 1941 (昭 16).
- 397) —————, 笠原安夫 ; 種子の 10 ヶ年貯蔵の例 塩化石灰添加による貯蔵,

上掲書。

- 398) ———, ——— ; 林木種子の貯蔵試験, 第2報, 杉, 檜の種子について, 上掲書, 第36巻, 1944 (昭18).
- 399) ———, ——— ; ——— 第3報, 再び穀斗科種子につきて, 上掲書。
- 400) 米倉 豊吉 ; 貯蔵種子の実用価値に就いて, 農業及園芸, 第14巻, 1939 (昭14).
- 401) 高木 一三 ; 桑種子貯蔵に関する研究, 東京高蚕報告, 第2巻, 第1号, 1939 (昭14).
- 402) 近藤万太郎 ; 米穀のサイロ貯蔵に就いて, 農業と経済, 第8巻, 第3号, 1941 (昭16).
- 403) 岡田要之助 ; 種子の「眠り」に関する二・三の生態学的研究, 生態学研究, 第3巻, 第2号, 1937 (昭12).
- 404) 狩野鉄次郎 ; 林木種子貯蔵の技術的考察 (1~3), 大阪営林局報, 第9~11号, 1938~39 (昭13~14).
- 405) 瀬川 猛 ; ヒノキ種子の取扱について, 東京営林局報, 第35号, 1936 (昭11).
- 406) 赤林 実隆 ; 種子地下貯蔵について, 日本林学会誌, 第18巻, 第7号, 1936 (昭11).
- 407) ——— ; 種子地下貯蔵室に就いて, 林曹会報, 第12号, 1936 (昭11).
- 408) 西山 栄一 ; トドマツ種子の貯蔵に就いて, 日本林学会誌, 第19巻, 第12号, 1937 (昭12).
- 409) 石川静一, 塩田 勇 ; 風穴, 林曹会, 1936 (昭11).
- 410) 長谷川孝三, 小山良之助 ; 種子の薬剤貯蔵と其効果, 日本林学会講演集, 昭和14年度 (1939).
- 411) 原田 泰, 柳沢聡雄 ; トドマツ, エゾマツ種子貯蔵試験経過報告, 第1報, 帝室林野局北海道林試彙報, 第1号, 1940 (昭15).
- 412) ———, ——— ; 林木種子の長期貯蔵庫に就て, 山林, 第709号, 1941 (昭16).
- 413) 狩野鉄次郎 ; 風穴と之に依る林木種子貯蔵に就て, 大阪営林局報, 第47号, 1941 (昭16), 第47号, 1942 (昭17), 第49号, 1942 (昭17).
- 414) 久保田英四郎 ; 杉種子風穴貯蔵法と其の取扱に就て (予報), 日本林学会講演集, 昭和17年度 (1943).
- 415) 佐藤敏二, 林 学 ; 特用樹種の増殖に関する研究 (6), ドロノキ種子の発芽力保存法, 日本林学会誌, 第24巻, 第9号, 1942 (昭17).

- 416) ———, 小沢準二郎 ; ——— (8), ヤマナラシ種子の発芽力保存法, 上掲書, 第 25 卷, 第 12 号, 1943 (昭 18).
- 417) 小山良之助 ; 林木種子の貯蔵方法特に新規考案の薬剤貯蔵法について, 御料林第 182~184 号, 1943 (昭 18).
- 418) 中野 実 ; トドマツ種子貯蔵の実験的研究, 北海道林試集報, 第 69 号, 1951 (昭 26).
- 419) 小沢準二郎 ; 土中に埋もれた林木種子の発芽力, 農林省林試集報, 第 58 号, 1950 (昭 25).
- 420) 大賀 一郎 ; ハス種子の寿命について (英文), 植物学雑誌, 第 37 卷, 第 439~444 号, 1923 (大 12).
- 421) 佐藤 義夫 ; ヤマナラシ属種子の生存期間に就いて, 北大演習林報告, 第14巻第 2 号, 1950 (昭 25).
- 422) ———, 山口千之助 ; 林木種子の発芽力に関する実験並その理論について 日本学術協会報告, 第 16 号, 1942 (昭 17).
- 423) 黒上泰治, 竹松哲夫 ; 発芽抑制による栗の貯久力増進に関する研究, (第 3 報) 香川農専研究報告, 第 1 卷, 第 3 号, 1950 (昭 25).
- 424) 柳沢聡雄, 森本泰次, 原和多留, 堀 健治 ; 波田種子貯蔵庫の性能とその貯蔵試験 (第 1 報), 造林技術研究, 長野営林局, 1955 (昭 30).
- 425) ———, ———, 堀 健治 ; ——— (第 2 報), 上掲書.
- 426) 森本泰次, 堀 健治 ; 波田種子貯蔵庫による農薬用種子の貯蔵試験, 上掲書.
- 427) 原田 泰, 柳沢聡雄 ; 二・三の林木種子貯蔵, 北海道林試集報, 第 71 号, 1952 (昭 27).
- 428) ———, ——— ; 北方産樹種の種子長期貯蔵法について, 上掲書.
- 429) 柳沢 聡雄 ; トドマツ, エゾマツのタネの 10 カ年間の貯蔵, 北方林業, 第 80 号, 1955 (昭 30).
- 430) 尾越 豊, 小沢準二郎 ; ヒバ種子の貯蔵における低温の効果, 未発表.

9) タネの品質および検査ならびにまき付に関するもの

- 431) 白沢保美, 稲村時衛 ; 種子発芽率と播種量との関係, 林業試験報告第 3 号, 1906 (明 39).
- 432) 小山 光男 ; 簡便なる種子発芽率検定方法, 上掲書, 第 9 号, 1911 (明 44).
- 433) 近藤万太郎 ; 種子検査論, 帝国農会報, 第 5 卷, 第 8~9 号, 1915 (大 4).
- 434) ——— ; 国際種子検査協会並に会議の概況, 大日本農会報, 第 544 号, 1926 (大 15).
- 435) 山田 金治 ; 樟種子発芽試験装置に就て, 台湾山林会報, 第 21 号, 1926 (大 15).
- 436) 矢野宗幹, 小山光男 ; 針葉樹種子寄生蜂に就いて, 林業試験報告, 第 17 号,

- 1918 (大7).
- 437) 小山 光男 ; ノイバラ種子に関する研究, 林業試験彙報, 第 16 号, 1925 (大14).
- 438) ————— ; 林木種子発芽力鑑定上パーオキシダーゼ反応の価値, 林学会雑誌 第 37 号, 1926 (大15).
- 439) 沢田利農夫 ; 本邦主要林木種子の鑑別法, 朝鮮林試報告, 第 8 号, 1928 (昭3).
- 440) 近藤万太郎 ; 日本農業種子の研究, 日本学術協会報告, 第 5 号, 1929 (昭4).
- 441) ————— ; 第 5 回万国種子会議報告並に種子検査国際規程, 農学研究, 第 17 卷, 1931 (昭6).
- 442) 長谷川孝三 ; 種子の粒量単位改正に関する私見, 付, 播種の適量算式に就て, 林学会雑誌, 第 31 号, 1925 (大14).
- 443) ————— ; 種子の発芽力検定に生体染色の応用, 日本林学会誌, 第 14 卷, 第 6 号, 1932 (昭7).
- 444) ————— ; 金属塩類に依る種子活力検定と其応用, 上掲書, 第 15 卷, 第 4 号, 1933 (昭8).
- 445) ————— ; 金属塩類に依る種子の活力検定と其応用, 特に種子鑑定紙の考案に就て, 上掲書, 第 16 卷, 第 1 号, 1934 (昭9).
- 446) ————— ; 還元法種子鑑定に就いて, 上掲書, 第 18 卷, 第 4 号, 1935 (昭10).
- 447) 岡林 柳三 ; 種子の発芽率と生育率に就いて, 林学会雑誌, 第 2 号, 1919 (大8).
- 448) 森川均一, 鮫島宗望 ; 赤松及黒松に於ける種子の大小と子葉数との関係 (1~2), 上掲書, 第 12 卷, 第 11~12 号, 1930 (昭5).
- 449) 能見 住治 ; 赤松種子林地直播に就いて, みやま, 第 3 卷, 第12号, 1931 (昭6).
- 450) 青木 繁 ; オキナハマツの種子の良否に対する鑑別法, シルビヤ, 第 3 卷, 第 1 号, 1932 (昭7).
- 451) 稲吉 克明 ; 仏国海岸松種子の大小及色が発芽並に子苗に及ぼす影響, 林学会誌, 第 17 卷, 第 1 号, 1935 (昭10).
- 452) 尾越 豊 ; 林木種子中に混入せる夾雑物に関する研究, 林業試験報告, 第 43 号, 1935 (昭10).
- 453) 林業試験場 ; 林業用種子検査成績の概要, 山林公報—山林彙報, 1914~42 (大3~昭17).
- 454) 三宅 増男 ; 赤松, 黒松の発芽調査, 造林研究会記録, 第 10 輯, 1935 (昭10).
- 455) 大村 三郎 ; 播種量及び施肥量算定に関する一考察, 東京営林局報, 第 40 号

1936 (昭 11).

- 456) 小崎 林造 ; 種子の鑑別に就て (1 ~ 3), 台湾の山林, 第 99 号, 101号, 102号, 1934 (昭 9).
- 457) 青木 繁, 大和田理 ; 相思樹種子の播種量と其発芽生育並に苗木の形態, シルビヤ, 第 5 卷, 第 3 号, 1934 (昭 9).
- 458) 林田 正恒 ; 杉の播種量と苗木発生量, 日本林学会講演集, 昭和 15 年度 (1941).
- 459) 細井 守, 松本正美 ; アカマツの天然更新に関する研究, 主要林木種子の落下速度について, 日本林学会関西支部講演集, 1950 (昭 25).
- 460) 松原 瑞穂 ; 切断発芽法による種子の活力検定に就て (予報), 朝鮮林試時報, 第 16 号, 1941 (昭 16).
- 461) 倉田 隆 ; 台湾産クス種子の大きさについて, 日本林学会誌, 第 36 卷, 第 8 号, 1954 (昭 29).
- 462) 外山 三郎 ; 主要林木種子の発芽効率, 林木育種の基礎研究, 第 4 報, 上掲書第 26 卷, 第 11 号, 1944 (昭 19).
- 463) 森山 郁雄 ; 還元法に依る種子の鑑別, 前橋営林局報, 第 1 卷, 第 4 号, 1947 (昭 22).
- 464) 三坂 和英 ; 輸入植物種子の大量消毒, 台湾農事報, 第 1 卷, 第 2 号, 1939 (昭 14).
- 465) 大阪営林局造林課 ; 試験発芽率と実地発芽率との関係, 局報, 第 59 号, 1943 (昭 18).
- 466) 長谷川孝三 ; 種子鑑定用の薬剤テルル酸ソーダとテトラゾリウムについて, 技術研究, 第 1 号, 1949 (昭 24).
- 467) 山岡 一善 ; アブラギリ及びナンキンハゼの育苗に就て, (第 1 報) 播種密度と苗木の生育, 日本林学会誌, 第 33 卷, 第 2 号, 1951 (昭 26).
- 468) 浅川 澄彦 ; 第 10 回国際種子検査会議について, 上掲書, 第 35 卷, 第 11 号, 1953 (昭 28).
- 469) 中村賢太郎, 郷 正士, 長谷川サト ; スギの木のタネの品質は年によつてかわるか, 上掲書, 第 36 卷, 第 1 号, 1954 (昭 29).
- 470) 戸田良吉, 明石考輝 ; タネはマツカサにどうついているか, 上掲書, 第 38 卷第 2 号, 1956 (昭 31).
- 471) 郷 正士 ; スギおよびクロマツのタネの重さと発芽, 上掲書, 第 38 卷, 第 3 号, 1956 (昭 31).
- 472) 柳沢聡雄, 斎藤幹夫 ; 界面活性剤によるヒノキのタネの精選, 上掲書, 第 37 卷, 第 12 号, 1955 (昭 30).
- 473) 渡辺 資仲 ; クスノキのタネの大きさについて, 上掲書.

- 474) 畑野 健一 ; 種子発芽指示薬としてのテトラゾリウム塩, 上掲書, 第 34 巻, 第 2 号, 1952 (昭 27).
- 475) 柳沢聡雄, 浅川澄彦 ; テトラゾリウム塩による林木のたねの活力試験 (英文), 上掲書, 第 35 巻, 第 2 号, 1953 (昭 28).
- 476) 森大三郎, 和田 功 ; クス種子の貯蔵試験, 第 63 回日本林学会講演集, 1954 (昭 29).
- 477) 大隅 真一 ; 推計学の理論に基く林木種子の品質管理, 上掲書 (第 59 回), 1951 (昭 26).
- 478) 高樋 勇, 豊岡 洪 ; ヤチダモ種子の取蒔について, 日本林学会北海道支部講演集, 第 1 号, 1952 (昭 27).
- 479) 新妻 五郎 ; ヤチダモ種子の発芽促進に就いて (予報), 日本林学会誌, 第 22 巻第 8 号, 1940 (昭 15).
- 480) 鈴木幸太郎 ; ヤチダモ養苗促進法, 北海道林業会報, 第 312 号, 1928 (昭 3).
- 481) 田添 元 ; 林木種子の発芽に就いて, 上掲書, 第 303 号, 1927 (昭 2).
- 482) 小松 雄二 ; トド, エゾ種子播種量決定に関する一考察 上掲書, 第 346 号, 1931 (昭 6).
- 483) 小林 至善 ; トドマツ, エゾマツ種子採取について, 上掲書, 第 358 号, 1932 (昭 7).
- 484) 青森営林局造林係 ; スギ, ヒバ貯蔵種子の播種成績に就いて, 青森林友, 4 月号, 1933 (昭 8).
- 485) 長谷川孝三 ; 種子の活力簡易鑑別法一 特に還元法並に染色法に就て一, 山林, 第 606 号, 1933 (昭 8).
- 486) 中野 実 ; 種子に及ぼすカタラーゼ酵素の力, 北方林業, 第 2 号, 1949 (昭 24).
- 487) 沼田大学, 岡本省吾 ; 漆樹の造林学的研究 (第 1 報), 漆種子及びその発芽促進処理法に関する研究 (予報), 京大演習林彙報, 第 1 号, 1951 (昭 26).
- 488) 佐々木亀夫 ; 薬液処理が種子の発芽成績に及ぼす影響, 青森営林局造林技術研究会記録, 第 3 回, 1950 (昭 25).
- 489) 佐藤 邦彦 ; アキグミ種子の発芽と病虫害との関係, 林業技術, 第 117 号, 1951 (昭 26).
- 490) 泉 総能輔 ; スギタネバチの被害, 森林防疫ニュース, 第 5 巻, 第 8 号, 1956 (昭 31).
- 491) 渡辺 資仲 ; クスの造林学的基礎研究 (第 1 報), 種子の二型性について, 東大演習林報告, 第 39 号, 1951 (昭 26).
- 492) 奈良 嘉男 ; 種子の薬液処理, 青森営林局造林技術研究会記録, 第 2 回, 1949

(昭 24).

- 493) 坂口勝美, 長谷川義雄 ; 造林雜記(播種量の算定, 付, 高山性樹種の播種量に
関する予報), 御料林, 第 159 号, 1941 (昭 16).
- 494) 酒井 源一 ; 播種量の資料算定, 岩手県林試報告, 第 13 号, 1949 (昭 24).
- 495) 牛山 六郎 ; 育苗あれこれ, 長野営林局報, 第 2 ~ 4 号, 1950 ~ 51 (昭 25 ~
26).
- 496) 千葉 春美 ; 漆種子の塩水選について, 林試青森支場研究だより, 第 5 号,
1951 (昭 26).
- 497) 樫村 大助 ; ブナ種子の結実豊凶について, 青森林友, 第 44 号, 1952 (昭
27).
- 498) 大道 政一 ; うらじろもみの育苗について, 長野営林局造林技術研究, 1955
(昭 30).
- 499) 浅田 節夫 ; 昭和 31 年度からまつ樹の結実とその問題点, 林業技術, 第 176
号, 1956 (昭 31).
- 500) 柳沢 聡雄 ; 北海道無意根岳における林木の季節現象に関する二・三の観測,
林試研究報告, 第 70 号, 1954 (昭 29).
- 501) 高樋 勇 ; カラマツ種子の蒔付け時期について, 上掲書, 第 80 号, 1955
(昭 30).
- 502) 中野 実, 西山幸次 ; 発芽に現われた広葉樹の特性, 北方林業, 第 55 号,
1953 (昭 28).
- 503) 小沢準二郎 ; 室内に放置したマメ科樹種のタネの品質, 未発表.
- 504) 肥後 純, 山本潔美, 小谷内三郎 ; 育苗に関する研究, 杉の毬果及び種子に就
て(2報), 第 61 回日本林学会講演集, 1952 (昭 27).
- 505) 佐藤 敬二 ; 明日の造林家への種子選択問題, 山林, 第 601 号, 1932 (昭 7).
- 506) 長谷川孝三 ; 試葉に依る林木種子発芽率鑑定方法に就きて(其の 1), 帝室林野
局東京林試報告, 第 1 巻, 第 1 号, 1952 (大 14).
- 507) 川村 実平 ; グアヤック反応に就て, 林学会雑誌, 第 37 号, 1926 (大 15).

林木のタネとその取扱い

著 者——農林技官，農林省林業試験場造林部勤務種子鑑定室長

昭和33年3月5日発行

定 価 280 円 ㇿ 48 円

著 者 小 沢 準 二 郎

発 行 者 松 原 茂

印 刷 所 合 同 印 刷 株 式 会 社

発 行 所

日 本 林 業 技 術 協 会

東京都千代田区六番町7番地

電 話 (33) 7 6 2 7 番

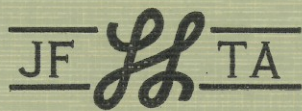
林木のタネとその取扱い

正 誤 表

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
13	20	モミ	削除	109	5	361)	364)
38	21	をを	1 字削除			301)	303)
57	表の下 5	濃	濃	13		330)	333)
69	2	第 4 節	第 1 節			331)	334)
94	表の下 5	344)	347)			352)	355)
99	3	302)	304)	110	8	331)	334)
		303)	305)	115	6	356)	359)
		304)	306)	123	第53図	凡例	重複分割除
		310)	312)	125	17	350)	351)
		318)	320)	126	11	307)	309)
		325)	327)			308)	310)
		326)	328)	128	15	298)	300)
		328)	331)		21	299)	301)
		359)	362)	138	2	502)	501)
100	6	310)	312)	146	図の下 7	316)	318)
	11	302)	304)	147	16	333)	336)
	20	303)	305)	172	20	温度が	湿度が
		304)	306)	177	16	409)	412)
101	4	328)	331)	182	15	空中湿気がの	のヲトル
	11	325)	327)	184	23	多湿の砂と混じ	多湿の砂を混じ
	14	326)	328)	211	10	結果によつて明もらか	結果によつても明もらか
	19	318)	320)	213	8	蔵貯した	貯蔵した
	21	322)	324)	219	1	(明 29)	(明 39)
	23	359)	362)		9	分布	公布
102	26	349)	352)		13	分布	公布
		350)	353)	225	図の下 2	輸出さたて	輸出されて
		360)	363)	284	図の下 5~6	テルル酸	テルル酸
106	9	324)	326)	305	表	第 70 表	第 71 表
	26	349)	352)	323	13	27)	327)
107	10	350)	353)	324	10	342)	343)

分類番号	650.8
著者記号	N-77
卷号	(19)-7
登録番号	3089
受入年月日	59.11.20





社団法人 日本林業技術協会