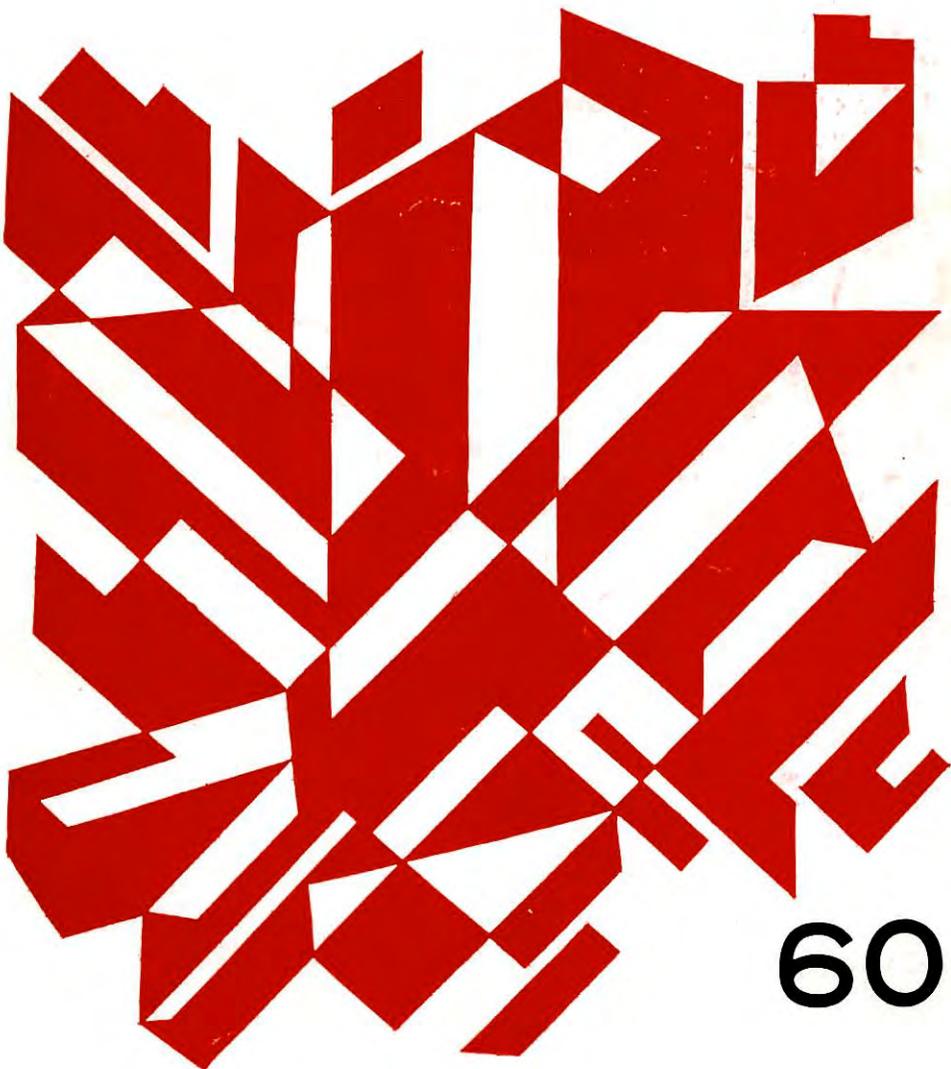


わかりやすい林業研究解説シリーズ

野鳥の数のしらべ方

農林技官 由井正敏 著



60

“刊行のことは”

今日の試験研究は、分野が著しく分化し、内容も高度化し、かつ広範多岐にわたっている。そのため数多くの貴重な研究成果も一部の専門家の間に知られているのみで、広く一般技術者に読まれていない憾みがある。いいかえると、優れた成果でも、案外実際に応用されていないものが多いという結果を生じている。

そこで、われわれは、研究機関で最近研究された新しい成果を、できるだけわかりやすくし、それが一般技術者によく理解されて経営にとり入れられることを望んで、“わかりやすい林業研究解説「シリーズ」”の刊行を企画したものである。したがって、ここでは課題として、とくに実務者のよい道づれになるもので、しかもその内容は新しい技術の高い水準のものをとりあげるつもりである。

目 次

まえがき	3
1 序 論	5
1 森林性鳥類の生息密度とは	5
2 生息密度調査の方法	8
2 なわばり記図法	10
1 実施方法とまとめ方	10
2 適期および実施期間	14
3 必要回数と適用の難易度	15
3 ラインセンサス法	19
1 観察と記録のしかた	19
2 一定条件下の記録率	25
3 記録率の日週変化	28
4 天候による記録率の変化	32
5 進行速度による記録率の変化	34
6 観察半径による記録率の変化	36
7 林相による記録率の変化	39
8 記録率の季節変化	40
9 観察者による記録率の変化	42
10 鳥類の密度自体と記録率の関係	45
11 ラインセンサス法のまとめ(繁殖期)	45
12 冬期のラインセンサス法	50
4 付 資料：森林性鳥類の生息状況	52
1 生息鳥種と優占度	52
2 繁殖期の生息密度	52
3 相対的な生息密度と多様性指数	53

ま え が き

森林に生息する鳥類を保護するための行政施策や民間の運動は、昔からずいぶん行なわれてきており、近年の自然保護ブームのおかげで、それはさらに推進されているかのように思われる。ところが、本当に鳥類が保護されて増えてきたか、反対に減りつつあるのか、正確なところはだれにもわからないのが実情である。

森林が皆伐されれば、そこに生息していた純森林性の鳥類は生活できなくなってよそへ移ってゆく。かわって開かれた場所にはそういう環境を好むわずかな鳥類が侵入し、植林後の林の成長につれて鳥相が変遷してゆく。おおよそ、そのようなことはわかっていたとしても、日本全体のなかで各環境ごとの鳥類生息状況（生息鳥種と密度）と、その変移を正確に把握できるような資料は、従来ほとんど存在しなかったのである。そのことが、鳥類保護の施策なり運動の迫力をもうひとつ欠いた原因でもある。そして、こうした原因のひとつは、簡便正確に鳥類の生息密度を推定する方法がなかったことによるといえる。

最近、森林生態系における鳥類の位置・役割についての研究が進んだ。たとえば、鳥類が森林害虫の発生を相当な程度まで制御する能力のあることが量的に解明された。そして、森林の構造が複雑で生息鳥類相が高密多様なほど害虫制御能力が高まり、森林生態系の安定が保たれると考えられた。そうした環境抵抗性を有する森林を造成するために、また一般的な自然保護・鳥類保護を適正に行なうためにも、鳥類の生息密度の正確な把握はその基本となる課題である。

この解説は、森林原野に生息する鳥類の生息密度の調査法を、従来の報告や

筆者の調査結果に基づいて平易に説明するものである。森林には多数の鳥の種類が生息しているが、一地域の鳥類群集を構成する大半の個体は、ごく普通の鳥種からなっている。森林生態系にとって大事なものは、そうしたごく普通の種類の鳥たちである。ひとつの地域なり森林をとってみれば、そこに生息する普通の鳥種は10～20種類、多くても30種類程度であり、少し訓練すればすぐに覚えることができる。本解説は、すでに読者がそうした鳥を覚えている、ということ的前提にしているのであるが、もしまだ鳥をあまり知らない人や、これから覚えようという人があれば、そういう人は近くの野鳥の会に入会するか、いくつか出ている野外鳥類識別図鑑を購入して勉強されるよう希望する。

いわゆる野鳥の会などの自然の鳥を相手にする組織は各国にあるが、その加入員はアメリカでは200万人、イギリスでも50万人など多数いるのに対し、日本ではまだ5千人前後しかいない。このことも日本の鳥類保護の実効の少ない一因となっている。したがって、少なくとも林業という自然に密着した仕事にたずさわる人は、環境の保全を図るひとつの手段として、また趣味としてぜひとも鳥類を覚え、生息密度の調査など一応こなすようになってほしいと思う次第である。

序 論

1. 森林性鳥類の生息密度とは

鳥類の生息密度を把握する簡便な方法が今までなかったということは、それがいかに難しいかということの証拠でもある。森林の鳥は常に活発に飛び回っており、しかも小型の種類が多く、木の葉に隠れてとらえどころがない。生息密度調査法の研究の前提となる研究地域自体の生息密度をつかむことだけでも、容易なことではない。本解説は主として、繁殖期における昼行性の森林性鳥類の生息密度調査法を扱かうわけであるが、ここでは、はじめに繁殖期における鳥類の生息の仕方を概観し、それに基づいてどのように生息密度を考え、とらえたらよいかを述べる。さらに冬期についても若干の説明を加えておく。

1) 繁殖期の生息の仕方

繁殖期における森林の鳥類は、一定の行動圏を保有し、定住性を示すのが普通である。行動圏は巣場所やねぐら、他の個体の侵入を防ぐ占有地域としての「なわばり」や、その外側の採餌、水浴などをする地域などから構成されるのであるが、問題はその個々の行動圏内に生息する構成員の数である。

時期が繁殖期であるから当然その内部には雄と雌がいると考えられる。実際、大部分の鳥類では、ひとつの行動圏内には1羽の雄と1羽の雌がいるのであるが、種類によってはそうでないものがあり、さらに独身の雄だけでなわばりを持っている場合が多く、鳥にみられる。たとえばウグイス・セッカなどでは、1羽の雄のなわばりの中に2羽以上の雌が一緒に生活している場合がある。また筆者の調査した例では、アオジ・ウグイスなど数種の鳥で、独身の雄

だけからなるなわばりが、調査地のその鳥の全なわばり数の7~8%あった。外国ではひとつのなわばりの中に雄雌何羽かずついるようなものもある。

したがって、仮に、ある地域内の行動圏の数がわかったとしても、その地域で繁殖にたずさわろうとして行動圏を持つ全生息個体数がすぐわかるわけではない。そしてさらに地域一帯には繁殖期といえども、一定の行動圏を持たないで放浪している個体がある。一般に鳥類は1対1の性比で生まれてくるが、繁殖活動期の事故などによって雌の減少が多く、雄があぶれる場合が多くなる。雄同志は、なわばり争いや雌の獲得競争をして敗れたものは放浪するか、独身なわばりを張って雌を待ったりする。その他、カラス類・タカ類など種類によっては繁殖年齢に達するまで何年かかかり、その間成鳥のなわばりに寄生したり、放浪生活をしている。

このように、繁殖期にある地域に生息する鳥類はさまざまな構成員からなり、定まった行動圏の内部要員も一様ではない。ここで、なわばりを保有する雄については、さえずり（以下ソング）活動など目立つことが多いので比較的調べやすいが、放浪雄は一般に行動が目立たずつかみにくい。雌については、ただ歩いただけではまったく記録されない鳥種や、雄と同様よく記録されるものなどさまざまである。また、同一鳥種のなわばりは地域的に重ならないが、行動圏は互いに重なり合うことが多い。さらに巣のまわり以外は、なわばりを持たないような種類もある。

2) 繁殖期の生息密度の調査の対象

ひとくちに生息密度といえは、前項で述べたようなすべての構成員を合計した個体数を地域面積で割って、単位面積当たりの個体数で表したものになる。しかし、上に見てきたとおり、その全構成員を調査することは非常に困難な仕事となる。

その全数をつかもうとして調査にあまり時間をかければ、その間に個体の死亡や移動などの変化が起きてしまう。かといって瞬間的に全数をつかむために、広い地域に網をかけたり、麻酔剤を散布するといった方法も実際上むりで

ある。特定の研究をしている地域についてはさまざまな方法で、いくらか精細に調べることができるが、全国的規模で一斉に生息数調査を行なう場合などは、あまり手間ひまをかけるわけにはいかない。そのようなことから、実際の生息密度の調査では、調査対象をある程度限定せざるを得ないことになる。

先に述べた生息の仕方と調査の手数などから考えて、ある地域の全鳥種について、統一的な基準で調査する対象として都合のよいのは、雄によって占有されるなわばり、ないしは行動圏（以下なわばりに一括して呼ぶ）の数だと考えられる。これは雄だけを調査の対象にするという意味ではなく、雄とつがいの雌（複数の雌の場合も含む）、あるいは独身の雄によって占有されるなわばりの数を求めるのである。地域のなわばりの数というものは、その鳥種に対する地域の環境容量のひとつの現れであり、年度的変動があっても地域間の環境容量を比較する相対的な尺度にもなる。鳥類の生息密度を調べることのひとつの重要な目的は、環境による鳥類収容能力とその変動をつかむことであり、それはなわばり数を調査することによってある程度達成されるといえる。

独身なわばりの割合は一般にはあまり高くないこと、また放浪する雄は一地域に定着することは少ないこと、さらに一夫多妻制をとる個体の割合も多くはないと思われることなどから、もし個体数密度を求めたい場合は、なわばり数密度を2倍すればほぼ近似した値が推定できるものと考えられる。

3) 非繁殖期の生息の仕方と密度調査の考え方

森林性鳥類の多くは繁殖期を過ぎるとなわばりを解消し、単独か大きな群れをつくって広い地域を回遊したり、暖かい地方へ渡って行ったりする。夏冬同じ場所で、つがいでなわばりを保持したままの例はごく少ない。特に春先と秋には移動するものが多く、同じ地域の生息密度は日々変化してゆく。厳冬期になると移動は少なくなり、一定地域の密度は比較的安定してくる、とはいっても冬期には繁殖期のような顕著ななわばりを持つものは少なく、しかもソング活動もない。一定の行動圏を持つものはあるが、それは夏より相当広くなるのが普通で、簡単な調査ではとらえようがない。

このようなことから、繁殖期以外の時期に森林鳥類の生息密度を把握することは非常に難しく、従来とも国内外を問わず、一定地域のその時期における全生息鳥種の密度を正確に調査した例はまだない。当面、冬期の鳥類の密度調査はできるだけ一定の条件下で出会い数を記録してゆくような、相対的な調べ方しかないと考えられる。

2. 生息密度調査の方法

本解説の目的は前述したように主として森林に住む昼行性鳥類（夜行性のフクロウ類・ヨタカなどを除く）の繁殖期の生息密度調査法の説明であり、そのほか冬期の調査法にも若干ふれている。

繁殖期の生息密度の調査法は、従来からいろいろ考えられ、行なわれてきたのであるが、いずれも手数がかかるうえ、正確な密度把握のできない相対的な方法であった。

前項で繁殖期の生息密度の調査対象として適切なのは「なわばり数」であると述べたが、なわばり数を調べる方法としては、なわばり記図法（テリトリーマッピングメソッド、—後述—）と呼ばれるものが従来からある。これはイギリス、アメリカなど熱心な野鳥愛好家の多い国で、現在も全国的規模の調査の方法として用いられている。本法はなわばり数を把握する一般的方法としては、現在のところ最もすぐれているが、調査地の設定、調査の方法や時間に手間ひまがかかり、日本での普及は今のところ望めない。だが、本法は生息密度調査法のベースとしても重要な方法であり、手数はかかるが利用価値も高いので、調査法の解説の中に加えておく。

従来からある方法で最も簡便で多用されてきたものは「ラインセンサス法」である。これは線センサス、ロードサイドセンサス、ベルトセンサス、ライントランセクト法などと呼ばれているものとほぼ同様の内容である。センサス(census)とは本来人口調査の意味であるが、ここでは鳥類生息数（または生息密度）調査の意味に用いる。

ラインセンサス法は、ある経路を歩行しながら経路両側のある範囲内で認知した鳥を記録してゆき、調査が終わったらそれを鳥種別に集計し、通過距離・通過時間・カバー面積などで割って単位当たりの生息密度の目安を求めるという簡単な方法である。この方法で得た記録数は後に説明するように、ラインセンサス実施時のさまざまな条件と、鳥自身の目立ちやすさ、観察者の能力などによって大きく左右され、そのままの数値で正確な生息密度を推定することはできない。しかし、本法は鳥の識別さえ可能であればだれにでもどこでも容易にできる方法であり、もし上記の諸要因・諸条件を基準化して絶対密度に修正換算することができれば、非常に有効な方法となる。

筆者は1967年以來、富士山麓須走・岩手山麓滝沢・志賀高原おたの申すの平・大雪山麓・旭川ペバンなど各地で生息数の調査および調査法の研究を行ってきた。これまでになわぼり記図法およびラインセンサス法の実施法、および生息密度の算出（なわぼり数の推定）に関する検討を一通り終了し、ある程度の結果を得た。一部については、林業試験場研究報告第264号(1974)に報告してあるが、ここではそれ以後の結果も含めてその概要を述べることにする。

さらに参考のために、日本の各地の森林における繁殖期と冬期の鳥類の生息状況について、これまでの資料を解析した結果を巻末に付しておく。

なわばり記図法

1. 実施方法とまとめ方

なわばり記図法は、その名のとおり鳥類のなわばりの平面的位置を地図の上に記入する方法であり、なわばりの境界が、雄のソングや個体間の争いなどによってかなり明確に示されることを、利用したものである。

原則的な実施方法は、調査対象区域の地図を携行して、区域全体をおおうような経路をとって巡回し、ソングや争いなどで認知した個体の位置を地図上に記入してゆく。とくに同時に別個体と判別できたもの同志には区別の印をつけておく。何回か巡回したあと、種類ごとに記録をひとつの地図上に集めると、なわばりを持つものは記録地点がまとまって現われ、隣接なわばりとの区別もついて、そこになわばりの存在が浮きぼりにされてくるのである。

調査区域あるいは経路は、どこまでも伸びるような細いベルト状・ライン状の単線だと、なわばり分布の把握や密度推定の誤差が大きくなるので、できるだけ正方形ないし長方形の区域を対象に蛇行型の経路をとって調査するのがよい。本法ではこの経路（以下ルート）の伐開設定（通常2~3 kmは必要）の手間が大変である。

ルートのとり方と実施解析例の1つを図-1に示す。本図は岩手県滝沢および静岡県須走の農林省鳥獣試験地におけるクロツグミとウグイスの例である。一般に調査区域は20~30 haの面積を対象に、視察半径50 m（ベルト幅100 m）、進行速度時速1.5 kmをとって2時間くらいで終了するルートを設定するのがよい。行動圏がこれより大きい鳥種への本法の適用は一般に難しくなる。

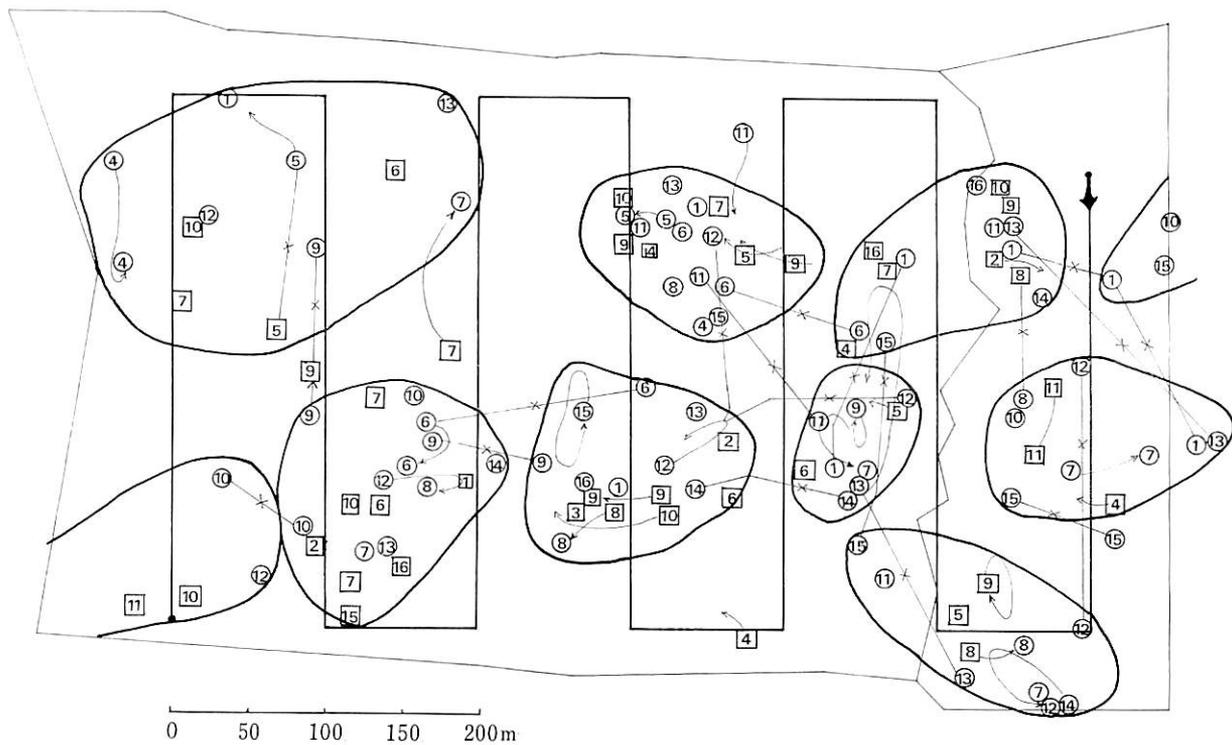
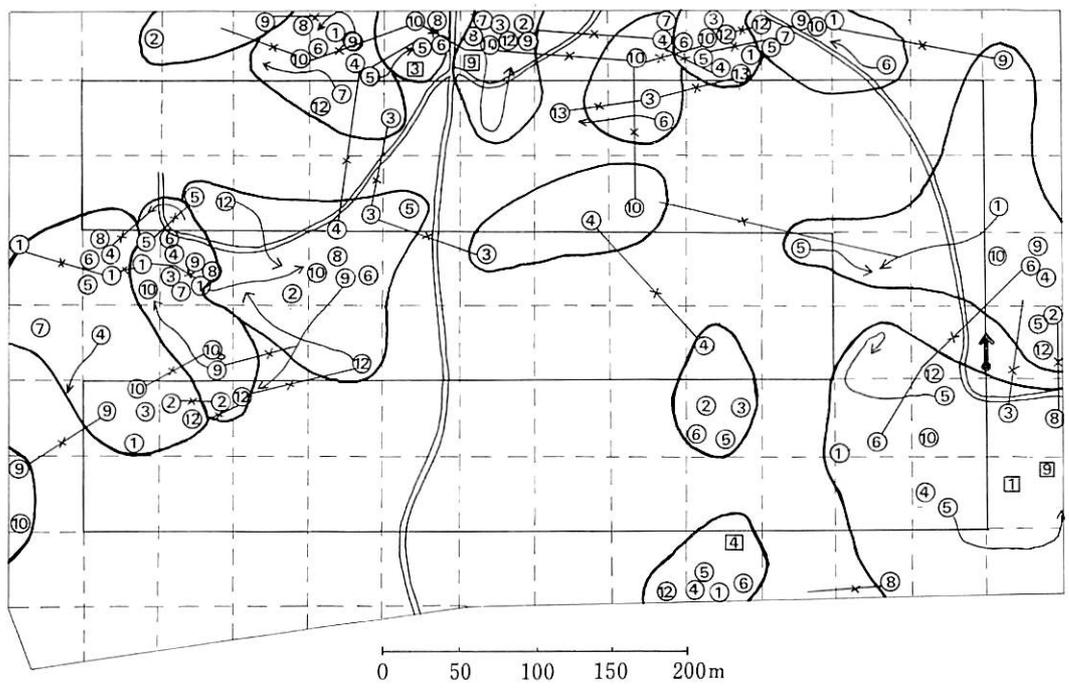


図-1の1 滝沢試験地のクロツグミのなわばり図 (1971)



- | | | |
|----|---------|-------------|
| 況例 | ⑤ ソング記録 | —— センサスルート |
| | ⑤ C、V記録 | --- その他のルート |
| | ○→ 移動 | == 車道 |

図-1の2
富士試験地のウガイスのなわばり図 (1968)

実際の調査においては、縮尺1/2,500（50 m が 2 cm になる）程度の調査地の地図用紙を用い、同じ用紙上に出現鳥を番号順に記録する欄を設ける。ルートに沿って進行しながら出現認知したすべて（ソング、争いのほか雄雌問わずすべての個体を記録しておくのとあとで便利）の鳥の名前と羽数、認知方法（ソング・地鳴き・目撃など）を記録欄に出現順に記入し、同時にその番号を地図上の出現位置に記入する。同じ個体の移動がわかれば矢印で記入しておく。1回の巡回で1枚の用紙を使う。用紙にも巡回順に通し番号をつけておく。そうして何回か巡回したあと、鳥の種類ごとに出現位置をひとつの地図上にまとめて記入する。その際に、1回の巡回中に記録された個体はすべて、用紙の通し番号を用いてまとめの地図に転写する。つまり、たとえば第1回目の巡回でウグイスに15回遭遇したとすると、まとめの地図上には①が15個記入されることになる。

まとめの地図上にすべての巡回記録を転写し終えたら、次になわぼりの囲い分けを行なう。ソングあるいは同時ソングの記録の多い種類では、なわぼり区分は容易である。ソング記録地点が塊になって離れて分布していれば、それらの塊ひとつひとつがなわぼりとなる。ただし種類によっては離れた場所にソングの集中地点（ソングポスト）を持つ場合もある。その場合は巡回の通し番号を見て、2つの地点に何回も同時に記録されていれば別個体とみなされるが、2つの地点で番号の重なりがほとんどなければ同一個体の可能性もあり、さらに調べる必要がある。ソング記録地点が多数近接している場合は、まず別個体の識別マーク（図-1 参照）を見ておおまかに区分し、さらに同一なわぼり内に、同じ巡回通し番号がダブって入らないように囲い分けしてゆく。ただし、蛇行進法では折り返しの途中で前の個体が再び記録されることがあり、それらは1つの囲い分けの中に入ることになる。

ウグイス・センダイムシクイ・コルリ・クロツグミなど、ソング記録の多い種類のなわぼりの囲い分けはこのようにして比較的簡単であるが、森林に生息する鳥類の中には、ヒヨドリ・エナガ・カラス類・キツツキ類などのようにソ

ングのはっきりしないものや、アカハラ・トラツグミのように昼間はあまりソングしない種類も多い。こうした種類については、雄同志の争いでもなければはっきりしたなわばりの境界はつかみにくい。しかしセンサスをしていて、この争いにぶつかることはごくまれであるため、その他の方法を用いなければ、なわばり図は求められない。そのために、ソングや争い以外のすべての記録が必要になってくる。その中でも巣を中心とした出入りや警戒行動、つがい一緒の記録が重要であり、センサスをくり返すことによってそうした記録地点がまとまってくるため、そこにひとつの行動圏の存在が明らかになってくる。それらについても、ソング記録の場合と同様にして囲い分けを行ない、なわばり数を求める。以上のようにして多くの鳥種のなわばり数が求められるが、どのようにしてもつかめない場合もある。次になわばり記図法の適用上の諸問題について検討し、よりよい実施法を述べる。

2. 適期および実施期間

1) 適期

なわばり記図法は、繁殖期の鳥類に対する、ある地域の環境容量としてのなわばり数を求める方法であり、適用に当たってはその目的と方法に合った時期を選ばなければならない。

繁殖期のなわばり位置は、留鳥（一年中同じ地域で生活する鳥）では前年秋ないしは春先早くからのなわばり争いで決まり、漂鳥（冬に低地や暖地に移動する鳥）と夏鳥（冬に南の国に渡る鳥）では、繁殖期直前に繁殖地域に到着してすぐ分割競争をして決まる。成鳥では何年も同じ場所を占拠することもある。しかし、繁殖期に入ったばかりのころはお互いの勢力争いや新参者の登場で、なかなかなわばりの数や境界が安定せず流動的であることが多い。したがって、環境容量としての安定したなわばり数をつかむためには、そうした争いが一段落したあとがよい。その時期は南北に長い日本では地方によって差があり、また鳥の種類によっても違ってくる。繁殖期の終了時期も同様に差違があ

り、またいずれの地方でも繁殖後期には、その年に巣立った若鳥が出現し、親鳥との判別が難しくなる。

なわぼり記図法センサスは、各地方で鳥種ごとに適期をとって行なうのがいちばんよいが、手数のかかるセンサスを何10回もくり返すわけにはいかず、結局平均的な適期を選んで一括してやらざるをえない。一般的にいてその時期は、温帯地方で5月20日過ぎから6月いっぱい、暖帯地方ではそれより半月ぐらい前へずれ、標高の高い地域では半月ぐらい後へずれる。エナガ・イスカのように春先非常に早く繁殖する特殊なものについては、別途調査せざるをえない。またコムシクイというメボソの亜種（メボソは日本の亜高山帯に多数繁殖しチョリチョリチョリと鳴くのに対し、コムシクイはジジロ、ジジロ、ジジロと低く鳴く）は日本で繁殖せず旅鳥として多数通過するが、この種は6月中旬まで各地で見られるので注意を要する。

2) 実施期間

実施期間は、前項で述べたなわぼり記図法センサスの適期内であれば、どれだけ長くとってもよいかというと、そうでもない。あまり期間が長いと、その間に構成員の死亡やなわぼり位置の変動、および、なわぼり面積の伸縮などが起こり、記録をまとめた場合のなわぼりの囲い分けが難しくなるからである。図-2に静岡県須走の調査地におけるウグイスのなわぼりの例を示すが、時期がずれると位置がすっかり変わってしまう例が見られる。

そのため実施期間はある程度短縮して集中的に行なう必要がある。かといって2~3日では実質的にもむりであり、またなわぼりによってはふだんはよくソングする雄が、育雛の都合などでその間まったく記録されないようなことも起こる。したがって、期間としては10~20日ぐらいをとるのがよいと思われる。

3. 必要回数と適用の難易度

1) 必要回数

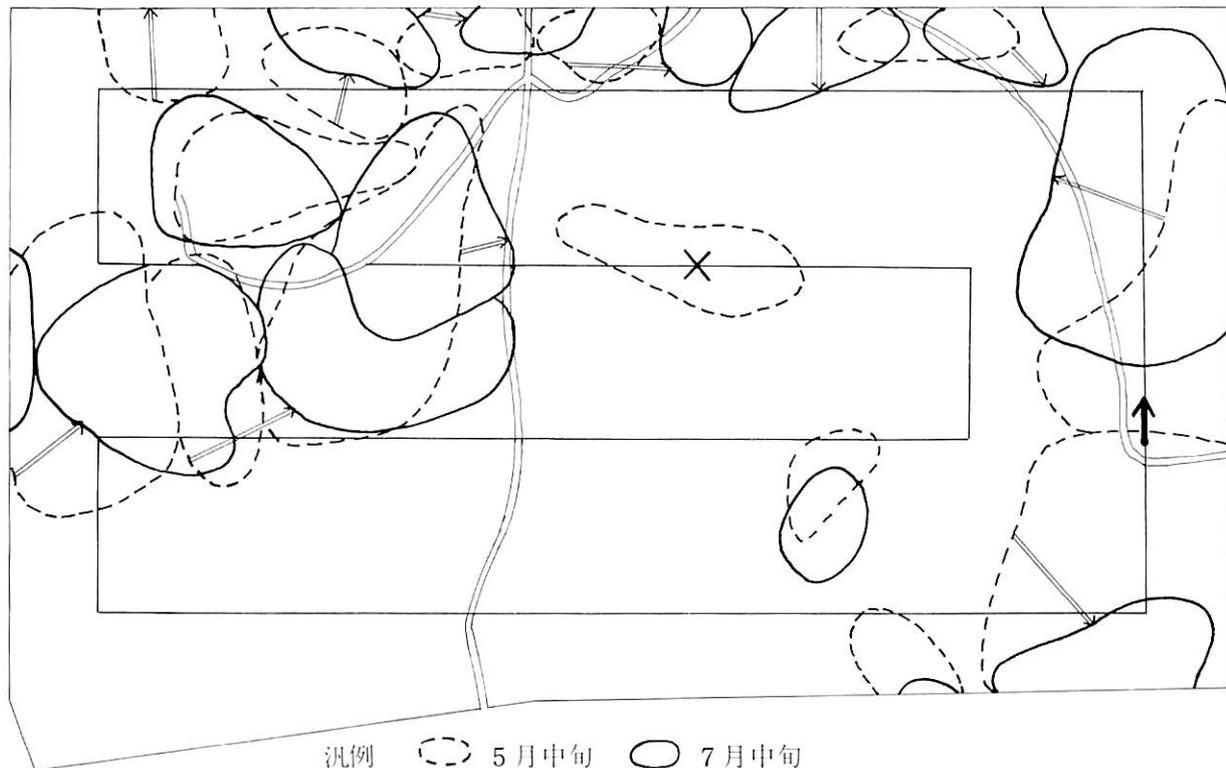


図-2 富士試験地におけるウグイスのなわばりの時的移動

なわばり記図法は、1～数 ha 前後の大きさのよく目立つなわばりないしは行動圏を持っている鳥種には適用しやすいが、ヨタカ・フクロウなどの夜行性の鳥とかタカ類・カラス類など行動圏が広くて隣りの鳥との区別がつかないような種類、あるいはイカル・エナガなど繁殖期でも場合によっては群れ行動をとるような種類などには難しく、そういった種類ではセンサス回数をいくら増やしても、行動圏やなわばりは浮きぼりになってこないことが多い。

なわばり記図法の適用が容易な種類であっても、なわばりの囲い分けを正確に行なうのに要するセンサスの必要回数は、さまざまな条件によって変わり、特に1日のうちの時刻による差は大きい。夜明けから4時間ぐらゐの間は、すべての鳥種においてソングや争いなどのなわばり活動やその他の採餌、育雛などの一般的活動が盛んであり、したがってセンサスにおける遭遇記録も多くなり、隣接個体との区別もつきやすい。それに対して昼間は一般に活動が不活発であり、記録および区別の効率率は格段と落ちる。昼間だけのセンサスではなわばりがつかめない場合が多くなる。夕刻にはソングその他の活動が朝ほどではないが一時的に活発になる鳥種が多く、有効ななわばり記図法センサスの記録が得られる。

筆者がこれまでなわばり記図法センサスデータを解析してきた経験からみると、適用の容易な鳥類のなわばり数を求めるためには、よい天候下の早朝におおむね10回実施すればよいと思われた。ただしこれは進行速度時速1.5 km、観察半径50 mで行なった場合である。ソングは50 m以遠でもよく聞こえることが多いので、それらは地図上に方向なりおおよその位置を記入しておく参考になる。

イギリスの全国センサスでは8回の巡回が行なわれている。正確度を高めるためには得られたデータを順次まとめていって、不明な地点についてはさらに同時ソングの記録を中心としてデータを積み重ねてゆけばよい。ただし前述したように、いくら回数を増やしてもなわばりの明らかにならない鳥類もある。

2) 適用の難易度

なわばり記図法の適用の難易度をおおまかに5段階に分け、これまでに各地の調査および解析で扱ってきた鳥種を分類して表-1に示した。

ホトトギスの仲間は従来なわばりの記図化が難しいと思われたが、彼らの雄はかなりはっきりしたなわばりを持ち、ソングも遠くまでよく聞えることから、広い面積を対象にすればある程度つかめるようである。サンコウチョウ・イカルでは雌も比較的はっきりしたソング（雄よりは小声）を持つので雌との区別が必要である。イカルの場合、行動圏が重複し、しかも広いためなわばり記図化は難しいが、しばしば雌雄2羽で行動し、しかもソングが大きいと遠くのつがいとの判別が可能であり、おおよその生息つがい数がつかめる。「場合により容易」のランクの鳥種は、クロジのように場所や時期によっては非常に明瞭になわばり記図化ができる場合もあることを示す。

適用「困難」な鳥種については、多人数を動員した一斉調査や追い出し法、あるいは巢の調査や標識放鳥などで調べるしかない。

表-1 なわばり記図法適用の難易度

ランク	非常に容易	比較的容易	場合により容易	比較的困難	困 難	
鳥 種 名	サンショウクイ	ビンズイ	キ	ジ	アカゲラ	エゾライチョウ
	ミソサザイ	ヒヨドリ	キ	ジバト	コゲラ	ハンプトガラス
	コマドリ	ルリビタキ	カ	ッコウ	マミジロ	タカ類
	コルリ	クロツグミ	モ	ズ	トラツグミ	
	ヤブサメ	アカハラ	コサメ	ビタキ	エナガ	
	ウグイス	キビタキ	ハンプト	ガラ	ゴジュウカラ	
	メボソ	オオルリ	コ	ガラ	メジロ	
	センダイムシクイ	サンコウチョウ	ヤマ	ガラ	カワラヒワ	
	キクイタダキ	ヒガラク	ク	ロジウ	ソ	
		シジュウカラ	イ	カル	カケス	
	キバシ	リ	コムクドリ			
	ホオジロ					
	ホオアカ					
	アオジ					

3

ラインセンサス法

本項では主に昼行性の森林性鳥類を対象とした繁殖期におけるラインセンサス法を扱かい、非繁殖期については冬期の分を最後に若干ふれるにとどめる。

1. 観察と記録のしかた

1) 実施方法について

ラインセンサス法の実施方法は、既設の道路沿いに、または林の中をランダムに歩きながら、観察者の周囲の一定範囲（目測による）に出現する鳥を、野帳に順番に記入してゆくだけの簡単な方法である。

野帳はどのような形式のものでもかまわないが、参考のために、環境庁の全国鳥獣基本調査で用いた様式および実施の具体例を表-2に示す。表に示されるように、解析の参考にするためにさまざまな項目を書く必要がある。表の「観察」とあるのは鳥の姿を目撃によって認知したことをチェックする欄であるが、普通の野帳では Visual（目撃の意）の頭文字の V をとる。以下本文でもこれを用いる。「鳴き声」とあるのは鳥をその声で認知したことをチェックする欄である。鳴き声にはソングと地鳴き（ここではソング以外のすべての鳴き声を含む）があり、普通の野帳では Song の S、Call（地鳴きの意）の C をとり、本文でもこれを用いる。実際のラインセンサスでは、これ以外に鳥の羽音、足音や木をたたく音も認知手段となる。野帳への記入は雨露でにじむのを防ぐために鉛筆を用いるのがいちばんよい。

ラインセンサスデータを処理する場合に歩いた距離や進行速度が必要になってくる。歩いた距離はルートが国土地理院の 1/25,000 か 1/50,000 の地図でわ

表-2 ラインセンサス野帳の具体例

様式第1号

鳥獣保護事業基本調査野帳						環境庁自然保護局		
※調査年月日	昭和50年6月16日				※天候	晴れ		
※調査地番号	笠岡つなぎ (17)				※調査地の規模			
※時間	9:10 ~				※調査者	由井		
番 号	※ 種	※ 数 (性)	※ 観 察	※ 鳴 き 声	観測点か らの距離 (m)	地面から の高さ (m)	概要 (樹、 場所等)	その他(調査時間、調査 地の分類による区分、環 境因子等)
1	モズ	2	✓		20			9:10 カンボク
2	ムクドリ	2	✓	C	0			
3	ヒヨドリ	1		C	50			
4	ヒヨドリ	1		C	10			
5	ホオジロ	1		♂	25			
6	コガラ	2	✓	C	20			9:25 スギ、カラマツ 成林
7	ヒガラ	1		♂	20			
8	カヤズ	2		C	50			
9	ヒヨドリ	1		C	40			
10	エナガ	2		C	40			
11	ヒヨドリ	2		C	25			
12	ヤイサ	1		♂	15			
13	メジロ	1		♂	40			
14	ヤブサ	1		♂	20			
15	ホオジロ	1		C	20			
16	ノジコ	1		♂	40			
17	サンコウチョウ	1		♂	50			

〔注〕 ※印は調査の際に必ず記入すること。

- この野帳は調査開始とともに、時間の経過につれて現われる鳥獣を記入するものである。
- 環境庁で分析をするため必要のあるときは、この野帳の提出を求めることがあるので大切に保存すること。

かればよいが、そうでない場合は若干めんどうになる。歩幅と万歩計を組み合わせてたり、既製の歩行距離計（ペドメーター）を用いる方法もあるが、ラインセンサスは鳥を認知するために静かにゆっくり（時速1~2 kmがよい）歩くためメーターが動かないことが多い。歩幅を決めて手動カウンターを押しながら歩いたり、日ごろ進行速度を一定にする訓練をする方法もある。

進行速度は記録のとり方を安定させるためにできるだけ一定のペースがよい。ただし記入したり、鳥を判別するには立ち止まらなければならない。そして立ち止まっている間にも鳥は近づいたり、ソングをしたりして新たに認知される。全体のラインセンサス時間の中から立ち止まった時間をカットしたり、その間に認知された個体を除外したりするのは非常に難しいので、すべてデータの中を含めざるを得ない。つまり所要時間はルートの始めから終わりまでの間のすべての時間を含めるのである。そして進行速度は鳥を判別し記録する時間も入れてできるだけ一定にするということである。たとえば、時速1.5 kmを保とうとする場合には、100 m区切りに判別記入の時間と歩行時間を合わせて合計4分で通過するようにすればよい。

次に装備であるが、はき物は音のしないようにゴム底靴を用いる。帽子は耳にかかると鳥の発声位置の判別が難しくなるので、かぶらないほうがよい。双眼鏡は8~9倍のものを携帯する。

2) なわばり数・密度の求め方

地図に記入しないでただ歩いて記録を収集するラインセンサス法では、それによってなわばりの位置や存在が浮きぼりとなるわけではない。本法は歩くことによってカバーされた区域内にあるなわばりの構成員との出会いの確率を経験的に調べ、それを他の地域に適用してなわばり数を推定しようとするものである。

あまりめんどうなことをしなくても、ラインセンサスで林の中を歩いた場合、身近にいる鳥であればすべて認知記録されて、面積当たりに換算して絶対密度が簡単に得られるのではないと思われるかもしれない。遠くの鳥は木の葉に

隠れたり音が減衰したりして、当然認知しにくくなるのであるが、身近の鳥はどうかであろうか。鳥は野生の生きものであって人間に対しても警戒し、近づくと逃げてしまうのが普通である。鳥の種類によってさまざまであるが、人間が気付くより先に鳥が感知して知らない間に逃げてしまうことも多い。また逆に巣に入っている鳥などでは、いくら近づいても逃げず、かえって気付かないこともある。さらに問題なのは、鳥がいつも同じ場所でじっとしてソングしたり餌をとっているのであればよいが、実際はしょっちゅう行動圏内を飛び回っている。そしてその移動速度は鳥種によって異なる。したがって、移動速度の速い鳥種ほどより高い頻度でセンサスルートの認知範囲内に飛来し、確率高く記録されることになり、そうでない鳥種より密度が高いとみられてしまう。

このようなことから、単純なラインセンサスの記録数をそのまま用いて生息密度を求めることは不可能である。また鳥の移動速度の差やソングの多い種と少ない種など、さまざまな要因による目立ち方の違いがあるため、ラインセンサスのなまの記録数によって相対的に多いか少ないかということもいえない。つまり、ラインセンサスデータによって生息密度あるいは相対的な多さをつかむ場合、どうしても出会って認知する確率というものを調べておく必要があるのである。この確率をラインセンサス記録率と呼ぶことにする。

ラインセンサスの目的が環境容量としてのなわばり数をつかむことであれば、ソングでなわばり活動をしている雄個体との出会いの確率(ソング記録率)だけを調べればよいかというと、そうでもない。雄のソング活動は、特に雄雌ともセンサスでよく遭遇する鳥種において、後述するように年度・時期・時刻その他さまざまな条件によって非常にばらつきの大きい変動を示し、ラインセンサス記録として安定した値を示さない。また鳥種によってはソングを持たないものもある。ソングがだめなら雄の出会いの記録だけをすべてとったらどうかということ、これも鳥の雄と雌を瞬間的な出会いですべて判別するのは(種類によっては雌雄同型、同じ地鳴きということもあって)、どんなに熟練した観察者でも不可能である。したがってラインセンサスでは、雌雌に関係なく遭遇し

たすべての個体を記録し、その数値がなわぼり数の何%であるかということ調べて用いるしかない。このすべての遭遇個体数による出会いの確率を、ラインセンサスの総合記録率と呼ぶことにする。幸いなことに総合記録率は意外に安定した数値を示し、また各種条件の変化に対しても鳥種の別なく一定の対応を示すのである（後述）。

ところで、こうしてラインセンサスで全個体を対象に記録をとるとすれば、調査の目的もなわぼり数ではなく全生息個体数であってもよいように思われる。つまり記録率は全生息個体数当たりの記録個体数で計算したものをを用いるのである。しかしながら、実態としては一夫多妻であれ何であれ種類によっては雌がまったく記録されない場合や、独身雄では雌を呼ぶために非常に活動が活発でもともと不在の雌の記録をカバーするほどの高い記録率を示すことがあったりして、単純なセンサスから全個体数を推定するのはかえって難しい場合がある。したがってここでは、環境容量としてのなわぼり数をつかむことを目的として、ラインセンサス記録率はなわぼり数当たりの記録個体数を用いることにする。

3) 記録率に影響を及ぼす要因とその影響度の解析方法

ラインセンサスの記録個体数あるいは記録率は、前にふれたようにさまざまな要因・条件によって変化し、ラインセンサス記録数から生息密度を求めるためには、各要因の条件を一定基準に修正換算しなければならない。ここでは要因の種類とその影響の程度の解析方法を述べる。

記録率に関与する要因は大きく分けると以下の6つになる。

- ①鳥の種類による目立ち方の違い。
- ②センサス実施時の環境要因の差違による鳥の活動性の変化に由来するもの
- ③ラインセンサスの実施方法の違い。
- ④センサスを行なう地域の自然環境の違い。
- ⑤観察者条件の違い。
- ⑥鳥の個体群自体の状態の違い。

①は鳥種別のソングが大声か小声か、姿が大きいか小さいか、移動速度が平均的に速いか遅いかなどの要因が含まれるが、これらは一括してその他の条件を一定にした時の鳥種ごとのラインセンサス記録率として表わされる。②には1日のうちの時刻・天候・季節、③には進行速度・観察半径・記録対象個体の選択(SかS.C.V合計か)、④には林相構造・地方ごとの1日の照度変化・自然の雑音の有無(谷川の音、セミの声など)、⑤は観察者の視聴能力・熟練度・身心条件その他、⑥は生息密度自体の差による記録率の変化の有無、などがそれぞれ含まれる。

この解説では、これらほとんどすべての要因と条件変化が記録率に及ぼす影響を解析した結果を説明し、最後に望ましいラインセンサスの実施法および正確度を高めるためのサンプリング法について述べる。

おのおのの要因の影響の程度を調べる方法としては、生息なわばり数のわかっている調査地で、全域をカバーするようにルートを決めて歩いた、1回ごとのラインセンサスで記録された個体数そのもの、または記録率自体が条件の違いによってどう変化するかを解析する方法をとった。ここで、1回のラインセンサスにおける記録個体数がすべての鳥種について十分多いとはいえないので、鳥種別記録率以外は個別に細かく分析することはせず、すべての鳥種の記録数を合計したもので検討した。ただし、ひとつの要因のうちの条件の違い(たとえば時刻で6時と10時、天候で晴れと雨、速度で時速1.0 kmと1.5 kmなど)による記録数または記録率の変化を調べる際に、条件の変化に伴う記録数の変化が、他の鳥種と著しく異なる傾向を示すものは除いた。それをみる方法としては、1回のラインセンサス記録個体数の種類別構成比つまり優占度(全鳥種合計の記録個体数を100とした場合の各鳥種の個体数の百分率)を用いて、その値が条件間で有意差を示すものを統計検定(カイ自乗)で検出して除外した。つまりこの検定で有意差を示さなかった鳥種については、条件間で記録数が変化する場合に、どの鳥種もほぼ同様の比率で変化することを意味する。実際の検定では条件別に何回分かのセンサスデータを集めて、なまの記録数を用いて

行なった。各要因の解析は多変量解析的な扱いをとらず、他の要因の条件をできるだけ一定に保った状態で、ひとつの要因における条件変化に伴う記録数の変化の程度を検討する方法をとった。

2. 一定条件下の記録率

はじめに鳥種別のラインセンサス総合記録率とソング記録率、およびそれらの95%信頼幅を示す。数値は先に述べた各調査地のデータを一定条件にそろえて、なわばり数当たりで計算したものである。結果を表-3、表-4に示す。表で信頼幅のついていないものはデータが少なくて計算できなかったものである。一定の条件は以下のとおりである。

季節は繁殖最盛期間中、時刻は、公式日の出時刻後約2時間30分を平均時刻としてそれをはさんだ2時間ぐらいのセンサス、進行速度は時速1.5 km、観察半径50 mで快晴からうす曇り程度のよい天候下に筆者が行なったものである。表-3は総合記録率でS.C.Vの全記録を合計したもの、表-4はソングのみを対象にしたソング記録率である。

たとえば、表-3におけるウグイスのラインセンサス総合記録率 $98.2 \pm 7.2\%$ の意味を説明してみる。これはひとつのラインセンサスルートのカバー領域内に100のなわばりがあったとすると、上記の一定条件下でセンサスした場合、平均して 98.2 ± 7.2 羽のウグイスが記録される、ということの意味する。逆にあるルートを一定条件でセンサスして平均 98.2 羽 $\pm \alpha$ 記録されたとすると、そのカバー領域内には $100 \pm \beta$ のなわばりがあるということになる。 α 、 β の幅については後で説明する。

表-3、4によれば、ウグイスのようにソングのみでよく記録される種類を除いて、一般にS.C.V合計の総合記録率に比べ、ソング記録率は低く、また変動の幅が非常に大きいことがわかる。したがって前に述べたように、ラインセンサスにおいては、ソング記録のみを対象にするのはよくないといえる。

表-3 ラインセンサス総合記録率

鳥種名	調査地域	総合記録率	鳥種名	調査地域	総合記録率
エゾライチョウ	旭	61.5	キビタキ	滝	100.0 ±12.8
エキ	滝	44.2 ±6.9	オオルリ	旭	51.0
キジ	滝	58.4 ±10.5	コサメビタキ	滝、旭	50.7 ± 9.7
カッ	滝	94.6	サンコウチョウ	滝	116.6 ± 8.6
アカ	滝	153.5 ±23.1	エナガ	滝	113.2 ±28.4
コゲ	滝、旭	102.3 ±28.2	ハシブトガラ	旭	56.7
ビンズ	富Ⅰ	105.9	コガラ	滝、志	88.0
ン	富Ⅱ	84.1	ヒガラ	富	48.6
クイ	滝	118.4	ヤマガラ	滝、志、旭	75.7 ± 6.0
リ	滝	150.3 ±12.6	シジュウカラ	滝、旭、富	81.7
モ	富Ⅰ	50.3	ク	富	109.8 ± 8.8
ク	富Ⅱ	36.6	ゴジュウカラ	旭	120.9
ク	滝	96.1 ±17.1	キバシ	旭	83.5
ミソ	志	144.6 ±34.7	メシロ	富	92.6
コ	富、旭	93.8	ク	滝	76.4
コ	富、旭	60.5 ±9.5	ホオジロ	富Ⅰ	116.6
ル	志	82.4 ±9.5	ク	富Ⅱ	144.5
マ	富	33.9	ホオア	富Ⅱ	108.7
ト	滝	55.3 ±12.5	ア	富Ⅰ	105.0
ク	滝	97.5 ±13.1	ク	富Ⅰ	107.2
ア	富Ⅰ	65.7	ク	富Ⅱ	93.0 ±11.2
ク	富Ⅱ	53.7	ク	滝、旭、富Ⅱ	88.8 ± 9.9
ク	富	49.7	ク	旭	56.5
ヤ	滝	68.0 ±8.9	カワラヒ	滝	66.0 ±19.1
ウ	旭	86.5 ±12.5	ウ	志	237.0
メ	富Ⅰ、滝	98.2 ±7.2	イ	滝	128.5 ±14.5
セン	志	90.2 ±14.5	コムクド	滝	90.6 ±15.6
キ	旭	81.7 ±7.7	カケ	滝	111.8 ±16.3
ク	志、旭	116.0 ±16.2	ハシブトガラス	滝	168.3

注)

旭：旭川ペバン，背丈より低い下層植生をもつ，針広混交天然林

滝：岩手滝沢，下層植生の疎なアカマツ広葉樹混交壮齡林

志：長野志賀，背丈と同じぐらいのササ層をもつ亜高山針葉樹林

富：静岡須走の背丈より高い密な下層植生をもつ混交成林

富Ⅰ：静岡須走の背丈より低い針葉若齡人工林

富Ⅱ：静岡須走の背丈より高い針葉若齡人工林

表-4 ラインセンサスソング記録率

鳥種名	調査地域	調査年度	ソング記録率
キ	滝	1970~'76	23.1 ±12.8
キ	滝	〃	27.7 ± 7.1
ビ	富Ⅰ	1967	46.4
	富Ⅰ	1968	44.9
	富Ⅱ	1967	61.7
	富Ⅱ	1968	61.4
ミ	志	1975	125.4
コ	志	〃	79.4
ル	志	〃	66.2
ト	滝	1970~'76	11.4 ±12.6
ク	滝	〃	37.4 ± 7.3
ア	滝	〃	12.3 ± 4.1
	富Ⅰ	1967	6.0
	富Ⅱ	〃	2.9
	富	〃	7.9
ヤ	旭	1976	71.9
キ	志、旭	1975、'76	88.3
キ	滝	1970~'76	52.0 ±24.5
コ	滝	〃	6.4 ± 5.7
サ	滝	〃	84.4 ±14.9
ハ	旭	1976	21.8
コ	志	1975	8.8
ヒ	滝	1970~'76	44.7 ±11.9
シ	滝	〃	36.5 ±13.1
	富	1967	54.8
キ	旭	1976	37.6
ホ	富Ⅰ	1967	32.5
	富Ⅰ	1968	33.6
	富Ⅱ	1967	34.5
	富Ⅱ	1968	28.7
ホ	富Ⅰ	1967	50.0
	富Ⅰ	1968	53.3
ア	滝	1970~'76	48.3 ±16.7
	富Ⅰ	1967	29.3
	富Ⅰ	1968	43.8
	富Ⅱ	1967	27.9
	富Ⅱ	1968	43.0
ク	旭	1976	36.0
イ	滝	1970~'76	42.4 ± 7.9

3. 記録率の日週変化

1) 日週変化の起こる理由

夏になると太陽の沈まない北欧などでは、1日の時間のけじめがないので鳥類の活動にはあまり日週変化が見られなくなるが、日本など緯度の低い地域では夜と昼および薄明時間がある、昼行性鳥類の活動に区切りをつけている。一般に昼行性の鳥類は朝方に活発に活動し、昼間は静かになり、夕方寝る前にまた少し活発になるというパターンをとり、記録率もそれに応じて変化する。

朝方の活動が活発なのは、夜の間十分に休養してエネルギーを蓄えていたものを一度にはき出して、なわぼり活動をしたり、自分や雛の空腹を満たすため急いで採餌、給餌活動をするためである。昼間に静かになるのは、疲労や満腹および暑さを避けることなどにより、夕方再び活発化するのには、餌をたくさんとって夜に備えたり、寝る前に再度なわぼり宣言をすることなどによる。

このような活動性および記録率の日週変化は、主として各地域における日の出、日の入りの時刻と、その時間帯（薄明時）の微細な照度変化によって決定されている。

2) 鳥種および記録対象 (S.C.V) による日週変化の違い

各地の調査データに基づいて、センサスの実施時刻による鳥種別優占度（ラインセンサスにおける S.C.V 総合記録数による）に有意差があるかどうかを調べてみた。その結果、各調査地の大半の鳥種の間で有意差はなく、日週変化のパターンはどの鳥種でもほぼ同様であることがわかった。

有意差があったのは、アカハラ・クロツグミなどツグミの仲間とシジュウカラにおける夕刻、およびコムクドリの午後の時間帯の優占度だけであった。ツグミの仲間では、日没前1時間ほどの間、他の鳥種よりもはるかに優占度が高くなり、朝方と同程度に記録数（率）が多くなった。逆にシジュウカラでは、夕刻にはかえって記録数は低下する傾向を示した。コムクドリの午後の記録数も相当低下する。いずれにしても、それらを含めてすべての鳥種において、朝

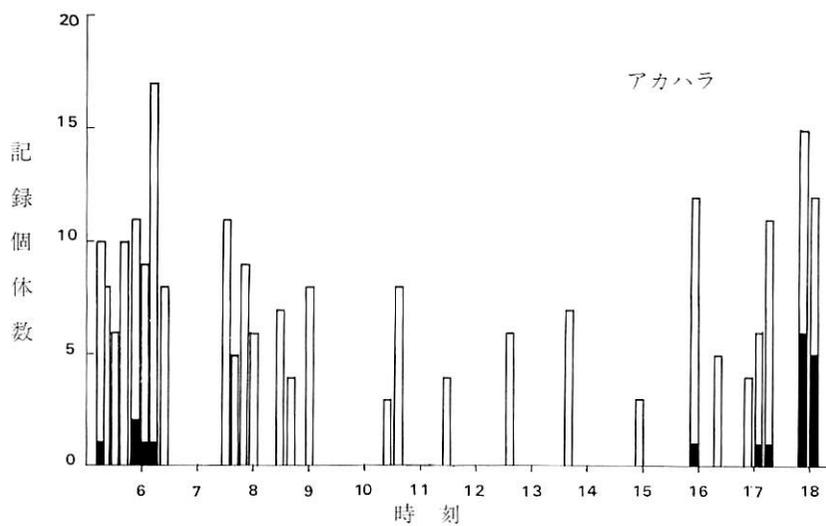
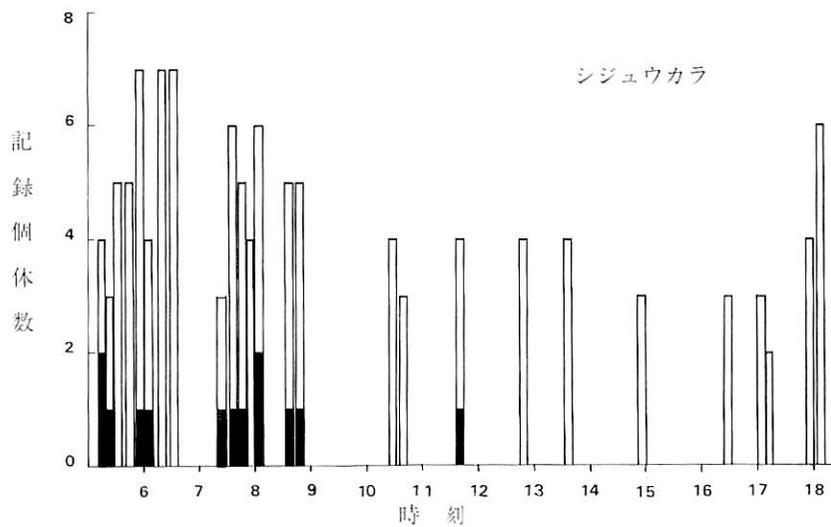


図-3 ライセンス記録数の日週変化 (5~6月)

注：黒ぬり部分が総記録数に占めるソング記録

から昼の間の記録数の日週変化は同様のパターンを示すということである。

次に S. C. V の総合記録と S 記録による日週変化の違いをみてみる。図-3 に富士試験地のシジュウカラとアカハラの例をとって、1回のラインセンサスでの記録数で比較してみた。その結果、いずれも S. C. V 総合記録数に比べて、S 記録のみの日週変化とそのばらつきが大きいことがわかる。この傾向は他の鳥種（ソングのみで記録される鳥種を除く）もすべて同様であった。このことから、S 記録のみより S. C. V 総合記録をとったほうが有利であることがわかるであろう。

3) 記録率の日週変化パターンの式

富士・滝沢・旭川ペパンの調査データに基づいて記録数(率)の日週変化のパターンを計算したところ、いずれも2次回帰曲線にきれいに適合し、ほぼ同様の变化状態を示した。公式日の出時刻を基準にそれから2時間30分後の記録率を100として、時刻による記録率変化の2次式を示すと以下ようになる。

$$\text{富士} \quad Y = 178.15 - 14.68X + 0.5023X^2$$

$$\text{滝沢} \quad Y = 190.05 - 17.86X + 0.6529X^2$$

$$\text{旭川} \quad Y = 160.20 - 12.29X + 0.4396X^2$$

(ここで Y は相対記録率, X は時刻)

記録率の最低になる時刻はいずれも午後1時40分～2時40分間にあり、その時の相対的な記録率は公式日の出後30分(通常1～2時間にかかるラインセンサスでは、その時刻の記録率が実際上最高になると考えられる)を100とすれば、平均60%前後に低下する。

4) 各地方における日週変化の基準化の方法

上記の日週変化パターンは、各地の日の出日の入り時刻と薄明時間に基づく照度変化に規定されているわけであるが、日本は南北に細長く伸び、東西にも若干幅があるため、地方によって日の出日の入り時刻および薄明時間帯の照度変化に差があり、またそれは時期的にも変化するため、上記パターンの適用の仕方が問題となる。

しかし、各地で公式日の出日の入り時刻を基準として、薄明時間帯における照度変化を調べたところ、早起きの鳥が活動を開始する（普通まぜソング活動から始まる）0.15ルクスぐらいの照度に達する時刻は、大体各地とも公式日の出前50分±5分ぐらいであり、同様の照度に低下する夕刻の時間も公式日の入り後50分±5分ぐらいで、ほとんど地域差はなかった。それは緯度・経度や標高が異なっても同じであり、早起き鳥のアカハラをとり出して各地で調べた結果も同様であった。

また、繁殖最盛期における日中時間の時期的変化はそれほど大きくなく、あったとしても日の入り時刻の伸びる部分が大半を占めていることから、朝から昼にかけては前述の日週変化パターンがいつでも使えることになる。ただし全

表-5 記録率の日週変化（地方別相対値）

地 域	富 士	岩手滝沢	旭 川
公式日の出時刻	4:30	4:10	3:50
4:30	122.3	122.9	113.8
5:00	117.3	117.1	109.7
6:00	108.2	106.4	102.3
7:00	100.0	97.0	95.7
8:00	92.9	89.0	90.0
9:00	86.7	82.2	85.2
10:00	81.6	76.7	81.3
11:00	77.4	72.6	78.2
12:00	74.3	69.7	76.0
13:00	72.2	68.2	74.7
14:00	71.1	68.0	74.3
15:00	71.0	69.1	74.8
16:00	71.9	71.4	76.1
17:00	73.8	75.1	78.3
18:00	76.7	80.1	81.4
19:00	80.6	86.4	85.4
記録率最低時刻	14:37	13:41	13:59
その時の記録率	70.9	67.9	74.3

注：基準100は日の出後2時間30分

体として日中時間の長さは北に行くほど長くなるので、地方に応じて日の出時刻を基準に前項の式のうち該当地方に近いものを用いればよい。関東以南は九州まで緯度の差はあまりないので、日の出時刻だけ合わせて富士の式を使えばよい。

便宜のために、上記3地方の記録率の日週変化パターンについて、公式日の出後2時間30分を100として、各時刻における相対的な記録率を表-5に示しておく。各鳥種別記録率の時刻変化の基準化は、表-3の数値に表-5の該当時刻のパーセントを乗ずればよい。なお、一般に公式日の出より前のラインセンサスは、まだすべての鳥が活動を開始しているわけではないので記録効率が劣るため、やるべきではない。

4. 天候による記録率の変化

1) 天候が記録率を変化させる理由

天候は雲量・照度・降雨・霧・風力・温度・湿度などさまざまな気象要因の総合的・相観的な表現である。それら各気象要因は鳥類および観察者にさまざまな影響を与える。その中でも、雲量の変化に伴う照度変化に対する鳥類の生物的反応および降雨・風・霧などの直接的影響が鳥類の活動性に変化を与え、さらに降雨・風・霧などはラインセンサス実施時に観察者の視聴効力に影響する。したがってこれら気象要因は、鳥と観察者の両方を通して記録率を変化させることになる。ここでは、各種気象要因の総合的表現としての天候状況と記録率の関係を扱おう。一般に、晴天から悪い天候になるにつれ記録率は下がり、また、悪天候から急に晴天になると記録率は急上昇する。ただし、昼過ぎに曇ったりすると、鳥類はもう夕方になったと錯覚するせいか、記録率が上昇することもある。

2) 鳥種による天候の影響の違い

富士試験地の調査に基づいて、晴天と曇天、および晴天と悪天候（雨、霧）の間で、鳥種別優占度に有意差があるかどうかを検定してみた。その結果、晴

天と曇天の間では有意差のある鳥種はなく、晴天と悪天候の間ではモズとアカハラで有意差があり、その他の鳥種にはなかった。つまり、天候の記録率への影響は、曇天まではどの鳥種にも同様に働き、それより悪い天候になると、モズとアカハラでは他の鳥種と異なった影響を受けることを示している。

モズは悪天候の場合優占度が非常に低くなり、記録率が他種よりもさらに低下する。これはモズが多くの場合目撃（V）で認知されるので、悪天候の時には見つけにくくなることと、モズの悪天候下の活動が他種より大きく低下することによる。アカハラは悪天候では優占度が上昇し、記録率は晴天時よりかえって上ることもある。この点では同属のトラツグミも同様であり、これらの鳥種ではうす暗い照度や高い湿度に独特の反応を示すことを反映している。

次に天候が急変して記録数が急に多くなった時の鳥種別優占度の変化を富士の例で検定してみた。その結果、モズ・アカハラを含むすべての鳥種において有意差はなかった。つまり天候急変時の記録率の伸びはすべての鳥種で同様の比率を示すことになる。

3) 天候による記録率変化の程度

1回のラインセンサスの全種合計の記録数（ただし天候の影響に有意差を示した鳥種のうち生息数の多いアカハラを除く）を用いて、晴天と比べた悪天候時の記録率の低下の割合を計算し、悪い天候の順序を横軸にとってプロットしたものを図-4に示す。

悪い天候の順序は一般に人が実感し、またセンサス行動に支障をきたすと思われる順序であるが、これら悪い天候の順序は記録率の低下割合と高い相関を示している。修正の便宜のためにラフな相関直線を図中に入れておく。平均して本曇りの場合は15%、雨天の場合は40%ぐらい記録率が低下するといえる。天候が急変して記録数が急に上昇した場合の伸び率は平均して28%ほどであった。

ところで図-4の中に描かれた破線は、同じ日のラインセンサスで同様の天候が続いている場合の記録率の低下状態の変化を示している。これによれば、そ

ういう時の記録率は次第にもとの正常レベルにもどる傾向がみられる。雨が一日中降り続けている場合の十分なデータはないが、記録率は低い水準のまま推移するようであった。

一般に朝方の天候状態が記録率にもっともよく反映されているといえる。風は鳥の活動と人の聴覚を低下させ、また鳥の位置確認を不正確にする。このようなことから、ラインセンサスではできるだけ本曇りより風のないよい天候の時に行なうことが望ましいといえる。

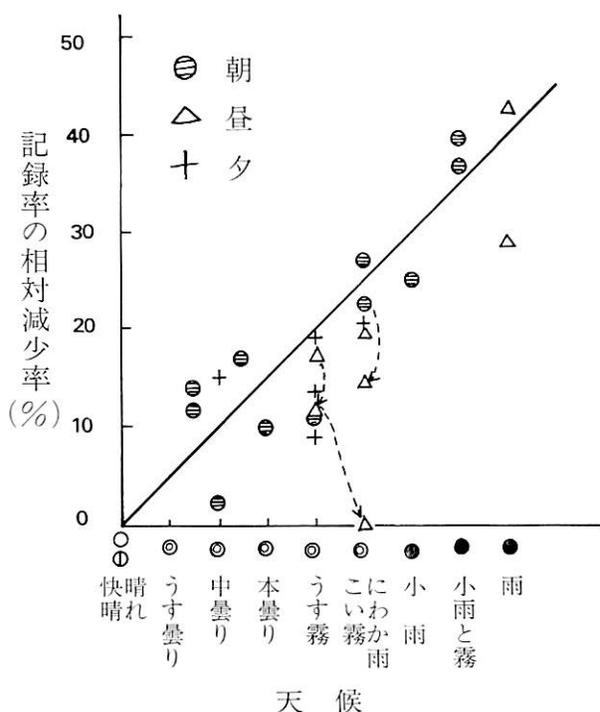


図-4 悪天候による記録率の減少

5. 進行速度による記録率の変化

1) 進行速度が記録率に影響する理由

たとえば、たまにしかソングしない鳥種のある決った数のなわばりが有る区域全体をカバーするようにラインセンサスを行なった場合、非常に速い進行速度で通過した時には、その通過時間中にたまたまソングしなかった個体が多くなり、一定距離当たりの記録数は少なくなる。進行速度が非常に遅くなった場合にはその逆で、一定距離当たりの記録数は多くなる。次にソングしている鳥種の同様のセンサスでは、速くても遅くても一定距離当たりの記録数は同じになる。しかも一定時間当たりの記録数は、速ければ速いほど多くなってゆく。ごく単純に言えば、このようにして一定距離当たりあるいは一定時間当たりの記録数（記録率と同じ）は、進行速度によって変化する。実際には鳥と遭遇するかしないかという S.C.V すべての記録が、同様の原理で進行速度の違いによって変化してゆく。

2) 鳥種による進行速度の影響の違い

富士試験地のセンサスデータに基づいて、進行速度の違いによって鳥種別優占度に有意差があるかどうかを検定してみた。その結果、S.C.V の総合記録数および S 記録数のみのいずれにおいても、有意差のある鳥種はみられなかった。つまり進行速度の違いによって起こる一定距離当たりおよび一定時間当たりの記録率の変化は、どの鳥種でも同様の比率で変化することになる。

3) 進行速度による記録率の変化の程度

富士のデータによって、速度を変えた場合の一定距離当たりおよび一定時間当たりの記録数（1回のラインセンサスの全鳥種合計）の増減パターンを計算してみた。その結果、いずれも有意な一次回帰直線を得、予測通り速度の増加とともに記録数は、一定距離当たりでは減少し、一定時間当たりでは増加した。

ところでこのようなことは本来相互に換算できて、特定の進行速度での記録数は換算後一致するものでなければならぬ。そして理論的に考察すると一定距離当たりの変化パターンは、双曲線的にならなければならない。そこで、回帰の有意性の高い一定時間当たりの直線式を基本として、それから換算して一定距離当たりの双曲線を導いた。その結果以下の式が得られた。ただし本式は

進行速度時速 1.5 km における相対的な記録率を 100 とした場合の換算式である。

$$\text{一定距離当たり} \quad Y = 68.67/X + 54.22$$

$$\text{一定時間当たり} \quad Y = 45.78 + 36.146X$$

ここで X は進行速度 (時速 km), Y はその速度での相対的な (時速 1.5 km の記録率を 100 とする) 記録率である。

修正換算の便宜のために, 時速別の相対的な記録率 (記録数の修正も同じ) を表-6 に示す。

表-6 進行速度別記録率換算表

時速 km	一定距離当たり	一定時間当たり	時速 km	一定距離当たり	一定時間当たり
0.5	191.6	63.9	2.3	84.1	128.9
0.6	168.7	67.5	2.4	82.8	132.5
0.7	152.3	71.1	2.5	81.7	136.1
0.8	140.1	74.7	2.6	80.6	139.8
0.9	130.5	78.3	2.7	79.7	143.4
1.0	122.9	81.9	2.8	78.7	147.0
1.1	116.6	85.5	2.9	77.9	150.6
1.2	111.4	89.2	3.0	77.1	154.2
1.3	107.0	92.8	3.1	76.4	157.8
1.4	103.3	96.4	3.2	75.7	161.4
1.5	100.0	100.0	3.3	75.0	165.1
1.6	97.1	103.6	3.4	74.4	168.7
1.7	94.6	107.2	3.5	73.8	172.3
1.8	92.4	110.8	3.6	73.3	175.9
1.9	90.4	114.5	3.7	72.3	179.5
2.0	88.6	118.1	3.8	72.3	183.1
2.1	86.9	121.7	3.9	71.8	186.7
2.2	85.4	125.3	4.0	71.4	190.4

6. 観察半径による記録率の変化

1) 記録率が変わる理由

観察半径が記録率に影響するのははじめに述べたように、遠距離では当然枝葉に隠れて見えなくなったり、声が減衰して聞えなくなること、近距離では鳥が逃げて記録数が変化することによるほか、以下の理由がある。ひとつは経路から垂直方向に遠くにいる個体ほど認知範囲（一定半径の円形で動く）に入っている時間が少なくなること。または短い観察半径より、長い観察半径の方が当然認知面積が相当大きくなり、その分だけ鳥が移動侵入して遭遇する確率が高くなることなどである。以上のいくつかの理由から、ラインセンサス総合記録（S.C.V）の観察者からの距離別の分布は山型になるのが普通である。しかし、多くの鳥種のソングは半径 50 m 位まではよく聞こえるので、その範囲では S 記録は山型にならない。ただし S.C.V 総合記録によって認知される鳥種は、その範囲でも大体 25 m を中心に山型となる。

観察半径による記録率は、鳥種別の S.C.V の記録比率も違うため鳥種によってさまざまに変化する。

2) 記録率の変化の程度

従来のラインセンサスでは主として 25 m と 50 m の観察半径が用いられているので、ここではその両者の観察半径による記録率の違いを示す。観察半径 50 m の記録率は表-3 に示してあるので、それを 100 とした場合の観察半径 25 m の相対的な記録率を表-7 に示す。データは富士・滝沢・志賀・旭川のほか、各地のラインセンサスデータを用いた。相対的な記録率は 50 m と 25 m の記録数を面積換算して（この場合は 50 m の記録数を 2 で割る）比較すれば、どのデータでも用いて計算できる。

表-7 の数値によって一般的傾向を述べれば、S.C.V の総合記録で認知される鳥種は、観察半径 50 m を 100 とした時の同 25 m の相対記録率は約 140～150 かそれより低く（120 前後）なる。ただし警戒性の強い鳥種（モズ・ホオジロなど）では、見通しの良い環境では 100 前後となる。また、特に Call（地鳴き）の大きな鳥種（ウソ・カケスなど）では 100 前後になり、ソングのみ（ウグイス・コルリなど）、または主として雄の強い Call（キビタキ・サンコウチョ

表-7 観察半径 50 m の記録率を 100 とした場合の
同 25 m の相対記録率

鳥種名	25/50 比	鳥種名	25/50 比
エゾライチョウ	200.0	キクイタダキ	124.4
キジ	115.0	キビタキ	91.4
キジバト	111.6	コサメビタキ	145.7
カッコウ	110.5	サンコウチョウ	97.4
アカゲラ	124.1	エナガ	128.5
コゲラ	144.7	ハシブトガラ	151.4
ビンズイ A	107.7	コガラ	141.7
〃 B	131.2	ヒガラ	112.7
サンショウクイ	102.6	ヤマガラ	145.7
ヒヨドリ	128.8	シジュウカラ	132.9
モズ A	102.4	ゴジュウカラ	162.3
〃 B	136.3	キバシリ	116.4
ミソサザイ	71.1	メジロ	146.9
コマドリ	93.3	ホオジロ A	101.8
コルリ	85.5	〃 B	134.5
ルリビタキ	84.7	アオジ A	118.1
トラツグミ	98.0	〃 B	140.6
クロツグミ	94.7	クロジ	114.3
アカハラ A	107.9	カワラヒワ	107.0
〃 B	144.1	ウソ	86.7
ヤブサメ	113.5	イカル	125.7
ウグイス	87.9	コムクドリ	155.6
メボソ	103.3	カケス	103.7
センダイムシクイ	86.5	ハシブトガラス	156.8

注：Aは 背丈より低い林か、下層植生のない成林

Bは 背丈より高い林か、下層植生の多い成林

ウなど)とソングで記録される鳥種では 100 かそれ以下になるということがで
きる。

3) 望ましい観察半径

観察半径は 25 m と 50 m のどちらがよいか比較検討してみよう。

①記録の安定性：これは観察者の能力、記録のとり方とも関係するが、50
m に比べて 25 m は記録数およびそれに基づいて計算した優占度ともに、観

察者の間のばらつきが大きくなり不安定な値を示す。

②記録の多さ：1回のラインセンサスにおける記録数は多い方が統計処理上有利であるが(後述)、25 m では50 m と比べてソング記録で約50%、S. C. V 総合記録で約30%以上記録数が少なくなる。

③林相環境の均質性：既設の道路沿いのセンサスの場合、25 m では林縁要素が多く入って悪い結果を与える。

④樹高との関係：天然林では樹高が25 m 以上の場合もあり、しかも水平方向より垂直方向にうっ閉が多い場合がある。そういう環境では25 m の観察半径をとる意味がうすれる。

以上のようなことから、観察半径は50 m、つまり両側合計100 m の幅を認知範囲とするのが望ましい。いずれにせよ、ラインセンサスでは認知した個体の観察者からの距離を目測して、すべて記録しておけばよい。その場合、50 m 以遠の個体も記録しておくで参考になる。

7. 林相による記録率の変化

1) 記録率に関する林相条件

林相は森林の構成樹種・階層構造・樹高・密度などの要因を総合的にとらえた観測的な表現である。それら各要因の林分による違いは、観察者のS. C. V 認知効力を通して記録率に影響する。たとえば林の密度が濃ければS. C. V の認知効力は疎な林に比べて当然減退する。

ところで、森林に生息する鳥類は永い生存競争の歴史を経て、それぞれ一定の林相構造の林に選択的に生息するようになっており、いろいろな形の林にまたがって広く分布する種類は少ない。そのため、林相による記録率の変化もある程度幅が決ってくる。そして記録率に影響を及ぼす主要な林相要因は、若い林であれば、人の背丈より低いか高いか、さらに背の高い若い林か階層構造のある成林か、そして成林では下層植生が人の背丈より低いか、高くても疎か、高くても密か、という点である。本数密度要因はこの場合のほかは、おおよその

鳥種が生息するしないという生息環境の差となり、除外されると思われる。

2) 記録率の変化の程度

ソングのみで記録される鳥種の記録率は、そのソングが比較的遠くまで聞えるため林相による差はほとんどない。S. C. Vで記録される鳥種で、前項に述べたようないくつかの林相構造にまたがって生息しているものについて、表-3に基づいて記録率を比較してみる。

①若い林で人の背丈より高い林相と低い林相：平均して相対値で約20%（富士のアオジ・アカハラ・ビンズイ・ホオジロなど）背丈の高い林相の方が記録率が低い。モズはV記録が多いため差が大きく、約30%低い。

②背丈より高い若い林と同様の下層植生を持つ階層構造のある成林：富士のアカハラの例で相対値で約25%成林の方が低い。

③成林で背丈より高い下層植生を持つ林と下層植生が低いか疎な成林：富士と滝沢で比較して、アカハラでは約27%、ヒガラでは約37%、メジロでは約34%前者の林の方が低い。シジュウカラも両方の林に生息するが、富士ではセンサスルート沿いに巣箱がかけてあって、ほかよりよく記録されるため比較ができない。

以上の結果から、S. C. Vで記録される鳥類で、前述のような異なるタイプの林相にまたがって生息する場合の林相間の記録率の差は、相対値でおおよそ20~30%台であるといえる。なお富士のモズに比べて滝沢の記録率が高いのは、滝沢のセンサスルートがモズの生息する林内空地の真中を通過するため、よりよく記録されるからである。伐開された道路沿いのセンサスでは滝沢の高い記録率を用いるのがよいと思われる。

8. 記録率の季節変化

ここで扱かう季節変化というのは、繁殖期間内の時期による記録率の変化である。繁殖期間といっても鳥種によりさまざまな時期、期間があるが、ここではなわばり記図法の項で述べたように、なわばり争いが一段落して、その地域

の環境容量としてほぼ安定したなわばり数を示している時期のことをいう。

ソング活動は一般に上述の繁殖期間内にも大きく変化し、ソング記録のみをとると記録率の季節変化が目立つ場合もある。しかし、S.C.V 総合記録においては事情が変わってくる。各地の調査データによって総合記録率の季節変化をみたところ、常に一定の季節変化パターンを示すのはアカハラのみであった。その他の鳥種については、サンプル誤差や地域の一部のつがいの繁殖進行の一致などで大きな時間的変動を示すことはあっても、普遍的な一定の変化パターンを示す鳥種はなかった。ヨーロッパでもアカハラと同属のクロウタドリは同様の季節変化パターンを示すことが知られている。しかし日本の同属のクロツグミではそうした変化はみられず、アカハラのみにみられた。

このように大半の鳥種で S.C.V 総合記録率に一定の季節変化がみられないのは以下のような理由によると思われる。たとえば、つがいが抱卵期に入っている時は、雌は静かに抱卵し雄は目立つソング活動に専念する。それが育雛期になると雄雌とも忙がしく飛び廻って雛に餌を与える。そうなると雄はソングのひまがなくなるが、雄雌合わせて移動活動が激しくなるので人の目に触れるチャンスが多くなる。したがって抱卵期、育雛期とも雄雌合わせればほぼ同じぐらいの割合で観察者に記録されることになる。このように S と V、あるいは S と C の各活動度は拮抗的に変化することが多いため、総合記録率は比較的安定した値を示すことになる。

その他、多数のなわばりを対象にラインセンサスした場合、それらのなわばりにおいて、さまざまな原因によって必然的に生ずる繁殖進行のずれが、その地域全体の個体の諸活動性を季節的に平均化することも、記録率の変動を少なくする原因となる。

以上のことから、繁殖期のラインセンサスにおいて、平均的な記録率を正しく適用していくためには、できるだけ広い地域の多数のなわばりを対象にしたセンサス記録をとるのがよいといえる。また時期的にも幅をとって何回かセンサスを行えば、より精度の高い結果が得られよう。

なお、アカハラでは季節のはじめと終わりで、表-3の平均的記録率からそれぞれ約10%の相対差を示す。

9. 観察者による記録率の変化

1) 記録率に關与する観察者条件

はじめにも述べたように、まず観察者の視聴力や鳥の識別、羽数の判別などの熟練度が異なれば当然記録率が違ってくる。センサス野帳への記載の速さ、観察半径の目測の正確度も影響してくる。また同じ観察者であっても、ラインセンサス実施時の身心状態によって記録率が変化する。たとえば鳥類のセンサスは朝方の場合が多いので、寝不足・二日酔いなどは著しく記録率を低下させる。長時間のセンサスも疲労度を高め悪い影響を与える。熟練者で身心状態が正常な場合でも、久しぶりにセンサスを行なう時などは、はじめの1時間ぐらいはいろいろなセンサス技術に乱れがみられる。また、センサス調査の目的を理解せず熱心に取り組む意欲のない人も、記録率は低下する。もっとも熱心すぎて50m以遠の個体も認知範囲に入れても困るのであるが。その他、ラインセンサスで同行者を伴い話し合ったり足音をうるさくしたりすると、集中力・視聴力が低下して記録率が下がる。このように、観察者の条件はさまざまな形でラインセンサスに影響を与える。

2) 観察者条件と優占度の関係

観察者条件の違いによってラインセンサス記録における鳥種別優占度が変わるかどうかを検定してみた。データは富士・滝沢・旭川の各調査地において、同一年度の同時期に筆者および筆者と同様の若い訓練された観察者が、センサスして得たものを用いた。

その結果、まず異なる観察者間のデータについて、富士では優占上位11種(一部アオジを除く)すべてにおいて、滝沢では同19種すべて、旭川では同15種すべてにおいてそれぞれ有意差はなかった。結局、若くて視聴力が健全であってかつ熟練者であれば、ラインセンサスデータに基づく鳥種別優占度は同様

の結果となるのである。つまり観察者の間で記録能力のレベル差がもしあったとしても、それはすべての鳥種に同率に影響するということになる。

しかし、次に富士のデータで、未熟練者、視聴力の低下した高齢者、ラインセンサスの目的を理解していない人などとそうでない人を比べたところ、そのすべての場合について優占度に有意差があった。その場合、目立つソングを持つ鳥種は相対的に多く記録され、目立たないか識別の難かしい C.V で認知される鳥種は記録数がより低下した。

次に観察者が単独の場合と他に1人同行した場合で、ラインセンサスデータの鳥種別優占度に差があるかどうかを検定してみた。その結果有意差はなかった。つまり同行者がいる場合、記録率は大体低下するのであるが、優占度は変わらないということになる。

なお、観察半径の項で触れたように、観察半径 50 m では観察者間で記録数による鳥種別優占度に有意差がなかったものが、半径 25 m になると有意差が出てくる場合もある。

3) 観察者条件による記録率の差の程度

観察者による記録率の差違について、1回のラインセンサスにおける全鳥種合計記録数を、一定条件下に基準化したものによって比較した結果を表-8に示す。本表の数値は、筆者の記録数量を100とした場合の各観察者の相対的な記録率である。

表-8 観察者によるラインセンサス記録率の差

視聴力の普通の若い熟練者	筆者	A	B	C	D
相対的な記録率	100	97	88	84	81
視聴力が劣るか未熟練者	E	F	G	H	I
相対的な記録率	75	75	66	65	60

これによれば若い熟練者の場合、記録率は約 80~100 の間にあり、平均約 90% とみてよい。つまり鳥種別記録率でいえば、表-3 の筆者の記録率に 90% 乗じたものが若い熟練者の平均的な鳥種別記録率になる。

若くて視聴力が普通でかつ熟練した観察者以外の人の合計記録数を一応比べてみると、筆者の60~75%程度で非常に低い値を示す。

次に単独観察者と同行者のいる場合の記録率を同様に比べてみたところ、同行者のいる時の記録率は大半の例で低下し、その値は単独の場合を100として約60~96%となり、平均80%であった。

4) 観察者条件の基準化の仕方

ラインセンサスにおける観察者条件は、上に述べてきたように記録率にさまざまに作用してそれを変化させるので、その基準化はなかなか難しい。一番望ましいのは、全国の観察者を一カ所に集めてラインセンサス記録能力のテストを行い、各人の記録率をあらかじめ測定しておくことである。あるいは、各地方で代表的な数種の鳥類についてなわぼり記図法センサスで生息数を求め、そこを一定条件下でラインセンサスを行なって記録率を計算し、表-3の筆者の数値と比較して平均的な記録率のレベル差を求めてもよい。

もし、そうした方法がとれなければ、記録率の低下や差違をできるだけ小さくするために、以下のように観察者条件を整えることが必要である。

①観察者の選定：鳥類センサスに理解をもち、視聴力の劣っていない人を選ぶ。

②技術の熟練と規格化：鳥の種類、羽数の判別、距離の目測、ラインセンサスの行ない方などの諸技術の向上、規格化をはかる。

③センサス実施時の身心状態の調整：健康体で、身心の疲労がなく集中力が発揮できるようにする。

④センサス実施直前のトレーニング：鳥類認知・距離感覚・進行速度などの諸技術を安定させるため、実行前に若干のトレーニングをすること。

⑤同行者などの条件：ラインセンサスは単独で実施するのが望ましい。またセンサスルートのすぐ前方には別の人間が通っていない方がよい。鳥が驚ろいてルート沿いから先に逃げてしまうからである。

以上のような条件が整えば、まず同一観察者の記録は安定し、多数の観察者

の記録における優占度関係も一定になってくる。そして、視聴力の劣っていない熟練した観察者間では、記録率レベルもかなり一定したものになるのである。

10. 鳥類の密度自体と記録率の関係

ラインセンサス法は鳥の諸活動性を通して鳥を認知し、なわばり数密度を推定する方法であるが、その鳥類の活動性は目的とするなわばり密度の高低によって影響されることが考えられるので、本法による密度推定の信頼性が問われることになる。実際、密度が高い場合に、ソングや争いなどのなわばり占有活動が活発になるのはよく見られる現象である。

滝沢試験地における7年間の調査、および各地の調査結果を用いて、同一種についてなわばり密度と総合記録率の関係をみてみた。その結果、比較検討できたすべての鳥種について、密度自体と記録率に有意の関係のあるものはみられなかった。おそらく、ここでも季節変化と同様、S.C.Vで示される諸活動性が拮抗的に発現されたため、記録率に変化が現われなかったものと考えられる。

このことによって、ラインセンサス法の信頼性、有効性が高まったといえる。

11. ラインセンサス法のまとめ（繁殖期）

以上でラインセンサス記録率に影響を及ぼす諸要因の検討を終了した。以下にまとめとして、精度の高い密度推定をするための望ましいラインセンサスの行ない方、集めたデータの諸条件の基準化法と密度の算出法、および一定の信頼度を得るために必要なサンプル数などについて述べる。

1) 望ましいラインセンサスの行ない方

ラインセンサス法によってできるだけ正確に生息密度を推定するためには、まず1回ごとのラインセンサスをなるべく一定の安定した条件下で行ない、先に述べてきた記録率に影響する諸条件の基準化ができやすいようにしなければ

ならない。センサス実施時の諸要因の条件は以下のようにすることが望ましい。詳しくは前の各項を参照のこと。

①記録対象：一定の観察半径内に出現するすべての個体（幼鳥は除く）を記録する。（S.C.V 合計）

②実施時刻：公式日の出時刻以降5時間ぐらいまでの間が一番よい。

③天候：晴天からす曇りで風のない時がよい。ただしハルゼミ類のひどくうるさい地方では、日中は曇っている時の方がよい。

④進行速度：歩く速さは時速1~2 kmの間がよく、1回のセンサス中は同じ速度を保つのがよい。進行速度が時速1 km以下になると同じ個体の2重記録が多くなってよくない。

⑤観察半径：半径50 mがよい。

⑥季節：各地方の繁殖最盛期がよく、何回も行なう場合はその期間内の各時期を通じて行なうのがよい。

⑦観察者：身心健全で普通の視聴力を持ちセンサスに熟練した人が、事前にトレーニングをして単独で行なうのがよい。

⑧装備など：はきものはゴム底靴、無帽、8~9倍の双眼鏡を携帯。

2) 集めたデータの基準化法と生息密度の算出

1回のラインセンサスで得た記録数（1サンプル）を、一定条件下の数値に基準化し生息密度を算出する方法を述べる。

記録率に影響する諸要因について、それぞれの基準条件におけるラインセンサス記録率を100とし、各条件が異なる場合の相対的な記録率を以下のように定める。

a = 1日のうちの時刻による相対的な記録率

基準100は各地の日の出後2時間30分（表-5参照）

b = 天候による相対的な記録率

基準100は晴天時（図-4参照）

c = 進行速度による相対的な記録率

基準 100 は時速 1.5 km (表-6 参照)

そのほか以下の諸要因については必要に応じて修正する。

観察半径 25 m と 50 m (表-7 参照)

観察者能力 平均して表-3 の 90% が標準

正確には個人別テストが必要

林相構造 相対差 20~30% (第7項参照)

次に基準条件下(日の出後 2 時間 30 分, 時速 1.5 km, 観察半径 50 m, 晴天時, 繁殖最盛期, 一定の林相構造)で表-3 の記録率を有する観察者の鳥種別ラインセンサス総合記録率を $Ei\%$ (i は鳥種) とする。

ここで, 一定の区域をカバーするラインセンサスにおいて, この観察者がある鳥種を Z_i 羽記録したとする。そうすると, その区域のその鳥種のなわばり数 N_i は次のようにして求められる。

$$N_i = \frac{Z_i \cdot 100^4}{E_i \cdot a \cdot b \cdot c} \quad \dots\dots\dots \text{式①}$$

生息個体数は N_i を 2 倍すればほぼ近い値が得られる。生息密度は N_i なり $2N_i$ をその区域面積で割れば算出される。ただし, 記録率 E_i には表-3 に示すようにふれの幅があり, さらに記録個体数 Z_i は同じ区域をくり返して歩いた場合, 異なる値が得られるのが普通であり, ただ 1 度のラインセンサスで正確な生息密度が得られるわけではない。その問題を次項で説明する。

3) 生息密度推定の正確度とサンプル数

a. 記録率のふれについて

ラインセンサス法ははじめに述べたように, ある鳥種について決まった生息密度(ここではなわばり数)の区域をカバーするように歩いた場合に出会う確率, つまり記録率を経験的に調べて, それを普遍的に適用して各地の生息密度を求める方法である。この記録率(ここでは S. C. V 総合記録率をいう)は, それに関与するすべての要因が解明された時, 一定の条件下では決まった 1 つの数値をとると考えて用いられるものである。

しかしながら、現在までの調査で得られた記録率は、調査対象の鳥種の密度が少なかったり、いろいろな条件の不均一性が含まれたりして、表-3に示されるように推定値の幅がある。ただし、生息密度の高い鳥種やソングで多く記録される鳥種では95%信頼幅(20回の調査のうち19回は推定がその範囲にあてはまるという意味)が、記録率を100としておおよそその10%内外におさまっており、今後調査が進めば現在ふれの大きい鳥種の信頼幅もより狭くなってゆくと考えられる。

b. サンプル数と密度推定の精度との関係

次にこうした幅を持つ記録率を用いてラインセンサス記録数から生息密度を求める場合、記録数サンプルのふれの幅との関係が問題になる。

ラインセンサス記録数は同一ルートを先に述べた基準条件でくり返し歩いた場合でも、出会いの確率(記録率)のふれや何らかの不均一条件によって変化し、平均値と標準偏差を持った数値が得られる。また、広い地域のランダムあるいは系統的な何回かのサンプリングによる記録数も、上の要因のほか鳥種ごとの分布の不均一性などによって当然ふれが出て、平均値と標準偏差を持った数値が得られる。

このふれの幅を一定の範囲に収めるためには、1つのサンプル内の記録数の大きさやサンプル数を適宜変えてゆく必要がある。記録数の95%信頼幅を記録数の平均値の10%内に収めるために必要なサンプル数は以下の式によって決められる。

$$N \geq \frac{t^2 \sigma^2}{(\bar{x} \times 0.1)^2} \quad \dots\dots\dots \text{式②}$$

ここで \bar{x} は予備調査サンプリングにおける記録数の平均値、 t はステューデントの t 分布の95%信頼値(統計の本に出ている、サンプル数で変るが大体2.0~2.5をとる)、 σ は予備調査で求めた記録数の標準偏差である。

繁殖期の森林性鳥類の多くは、小区域内をとってみればなわばりを持って配列的に均質に分布しているが、広い地域でみるとある地区に集中的に分布して

いることが多い。また環境のちょっとした不均質によってランダムに分布したりする。したがって、広い地域のサンプリングセンサスによる標準偏差は、同一ルートのくり返しセンサスの場合より大きくなるのが普通であり、それだけサンプル数を多く必要とする。

こうした統計的操作は、記録数の分布が正規分布をとるとみなして行なうものであるが、記録数が正規分布をとるためには、おおよそ1サンプルに1鳥種15羽位の記録数がなければならないという。ただし同一ルートのくり返し調査では、ウグイスやセンダイムシクイなど比較的目的立ちやすい鳥種（特に雄、この場合記録率のふれも少ない）の記録数は、数羽単位でもサンプルのふれはごく小さい。

こうして記録率および記録数の信頼幅がともに10%±の範囲に収まった場合には、式①で計算した結果も10%±の推定値になると考えてよい。それは、記録率つまり出会いの確率のふれはサンプルごとにランダムに作用する結果、サンプルの記録数のふれの中に同程度の幅をもって平均化されて吸収されるためである。

サンプル数または1サンプル内の記録数が多くとれない場合は、記録数の95%信頼幅は10%より大きくなり、その幅に見合った生息密度の推定しかできないことになる。

c. 実際例

同一ルートをラインセンサスした場合に、記録数の95%信頼幅を平均値の10%以内に収めるのに必要なサンプル数（センサス回数）を計算してみた。

1回のセンサスの記録数の平均が15羽以上の場合、ヒヨドリ・シジュウカラ・アオジ・アカハラ・クロツグミなどでは10～13回のセンサスを実施すれば、95%信頼幅は10%以内に収まり、ウグイス・センダイムシクイでは7～9回でよかった。それに対しイカル・ヤブサメでは20回近くを必要とした。こうした違いは、鳥種別の目立ち方の安定性や行動圏の広さが関係していると考えられる。

一般に野外における生息密度の調査の信頼度は80%ぐらい(つまり平均値とその信頼幅の推定が5回に4回ぐらいの割合であてはまること)に落とさざるを得ないといわれており、そうすると上記の必要回数ほどの鳥種でも5~8回ぐらいで間に合うこととなる。

4) ラインセンサス法による鳥類群集構造の調査

ラインセンサス法の要因解析の結果、S. C. V 総合記録率は観察者条件も含めてさまざまな要因の条件がどのように変わろうとも、大半の鳥種ではほぼ同様に変化することがわかった。つまりラインセンサス記録数に基づく優占度構成は、どのような条件下でセンサスを行なおうとも、変化を示さないということである。この事実は、各種森林における種類群集の優占度構成を調査するのに、非常に役立つことになる。つまり、各森林内でランダムにラインセンサスして集めたデータの記録数を鳥種別に集計し、それを表-3の各鳥種別総合記録率で割って得た数値を用いれば、その森林の鳥類群集の真の優占度構成がおおよそ求められるのである。もちろんこの場合にも、サンプル内の記録数の大小によって優占度比率の信頼幅はふれが出るのが当然である。

12. 冬期のラインセンサス法

はじめに述べたように、冬期の正確な生息密度の把握は今のところ不可能であるため、冬期のラインセンサス法で得たデータは、あくまでも相対的な、またはいる、いないの質的な比較しかできない。

冬期のラインセンサスに影響を及ぼす諸要因の調査検討は不十分なので、実施に当たってはできるだけ一定の条件でセンサスを行なう必要がある。統一すべき条件は繁殖期の場合とほぼ同様である。たとえば、早朝公式日の出時刻後2時間30分をはさんだ2~4時間の時間帯、晴天かうす曇り、進行速度時速1.5 km, 観察半径50 m などとなる。冬期はソングがなくC. V 記録が中心なので、鳥種によっては観察半径50 m はむりなものもある。

イギリスの調査によれば、進行速度による記録率の変化は、夏でも冬でも同

様であるということなので、進行速度の基準化は表-6の数値がそのまま使えると思われる。

時刻による記録率の相対的な変化を滝沢で調べたところ以下のようになった。公式日の出時（滝沢では7時ごろ）の記録率を100とし、 X を時刻、 Y をその時の相対的な記録率とすると留鳥のシジュウカラ類・キツキ類などでは

$$Y = 128.14 - 4.02 X$$

留鳥のカラス類、各種のカシラダカ、漂鳥のウソなどでは

$$Y = 173.64 - 10.52 X$$

となった。

このように、冬期の時刻による記録率の変化は鳥種によって異なり、基準化が難しい。

付資料：森林性鳥類の生息状況

本項では読者の参考に供するため、日本の各地の森林における種類の生息状況を図表で示しておく。

内容は繁殖期および冬期における林相地域別の生息鳥種とその優占度，なわばり記図法で得られた繁殖期の林相別鳥類生息密度，ラインセンサス法で得た相対的な生息密度と多様性指数の相関図などである。

1. 生息鳥種と優占度

繁殖期および冬期に日本各地のさまざまな森林に生息する鳥種とその優占度（もとのデータに基づく未修正の数値）を付表-1, 2に示す。付表-1の繁殖期の資料は全国80数カ所のセンサスデータを用いて類型区分したものである。付表-2の冬期の資料は全国40カ所のセンサスデータによるものである。真の優占度は表の数値を表-3の記録率で修正し計算（百分率に）しなおせばよい。

繁殖期においては、スギ・ヒノキなどの常緑針葉樹人工林で完全にうっ閉して真っ暗になり下層植生のないような林相では、鳥類はほとんど生息しなくなる。冬期の亜高山針葉樹林のデータはないが、そこではヒガラ・キクイタダキ・コガラ・ウソ・ホンガラスなどがごくわずかに生息しているとみられる。

2. 繁殖期の生息密度

なわばり記図法で得られた全鳥種合計の生息密度をヘクタール当たりの個体数に換算し付表-3に示す。本表は日本でこれまでに調査された大半の資料を載せている。一般に天然林で密度が高く、人工林のなかでも若い人工林とうっ

閉じた暗い人工林では低い。人工林のなかでも広葉樹が混入して半ば天然林的な林相になると密度は高まるのが注目される。

3. 相対的な生息密度と多様性指数

各地の森林の鳥類群集全体の生息密度と、その群集の構造の複雑さ(多様性)を立体的に比較してみる。

はじめに生息密度であるが、各地の観察者によって行なわれたセンサスデータはたくさんあるが、サンプル数や条件および記載がふぞろいかつ不十分で、鳥種別生息密度の換算ができないものが大半である。しかし条件をある程度そろえて全種合計の記録数でみれば、相対的な比較は可能であると考えられる。ここでは午前10時ごろの記録率および観察半径50mに基準化し、1時間当たりの記録羽数をとった。

また一方、森林の鳥類群集の組み合わせり方の複雑さ、つまり多様性(多様なほど群集が安定し、自然状態が維持され、病虫害などに対する環境抵抗が強いといえる)をルロイドの指数で計算した。

まず繁殖期のデータについて、1時間当たりの記録羽数を横軸に、多様性指数を縦軸にとって各センサスデータをプロットし、林相タイプ別におおまかに囲い分けして付図-1に示す。これによれば、なわばり記図法調査の結果と同様、人工林系で密度多様性が低く、天然林系で高いことがよくわかる。また、人工林で広葉樹を交えた林相は天然林と同等の高い密度多様性を保っている。

次に同一地域で夏冬に調査されたデータを用いて、夏期から冬期への密度と多様性の変化をみる。(付図-2)

冬期のセンサスデータは観察半径50mで1時間当たりの記録数をとってある。夏期とは記録率など異なるが一応の目安としてみる。これによれば、日本の大半の森林で夏から冬にかけて密度と多様性が低下するが、低地里山および暖帯常緑広葉樹林では密度あるいは多様性の増加が見られる。つまり、これらの地域は日本の森林の鳥の越冬地として重要な意味をもっているといえる。

付表-1 繁殖期の林相地域別生息鳥種と憂占度(%)

林相地域名		北海道 亜寒帯 針葉樹林	本州四国 亜高山帯 針葉樹林	北海道 汎針広 混交林	苫小牧地方 各種 壯齡林	本州 中北部 ブナ林	西日本 ブナ林
ト	ビ	0.30		0.06		0.19	
オ	オ						
ツ	タ					0.08	
ノ	ス	0.60	0.04	0.15			
サ	シ					0.01	
ク	マ						0.15
ハ	ヤ						
エ	ゾ			1.77	0.07		
コ	ジ					0.01	
ヤ	マ					0.45	
キ							
ヤ	マ						
オ	オ				4.21		
キ	ジ	0.73	0.47	1.66	0.44	0.28	
ア	オ			0.79	0.52	0.27	
ジ	ユ		0.18			0.32	
カ	ツ				0.08	0.31	
ツ	ツ	1.53	0.23	1.20		0.87	
ホ	ト					0.60	2.22
ト	ラ		0.04				
フ	ク						
ヨ	タ					0.01	
ハ	リ	2.21					
ア	マ		0.08				
ア	カ					0.01	
ブ	ッ						
ア	リ						
ア	オ					0.74	3.30
ク	マ			0.45			
ア	カ	0.49	0.67	2.36	0.29	1.72	0.47
オ	オ			0.11	2.11	0.19	1.81
コ	ゲ	1.43	0.37	2.24	1.03	3.10	6.63

ミズナラ 林	温 帯 針 葉 樹 天 然 林	クヌギ コナラ 林	暖 帯 常 緑 広 葉 樹 林	温 帯 壯 齡 人 工 林 疎 開	温 帯 壯 齡 人 工 林 広 葉 密 混	暖 帯 温 帯 低 地 壯 齡 人 工 林	温 帯 若 齡 人 工 林	暖 帯 温 帯 低 地 若 齡 人 工 林
1.96 0.06	0.09		0.46			0.45 0.29		
0.28	0.17			0.09				
0.06	0.05			1.11			1.47	
0.22	0.37		1.16			0.05	0.15	
0.06	0.09	0.66	0.41		0.58	0.07	0.37	
		0.51	0.46	0.81			0.15	
					0.60		0.09	
0.22							0.35	
0.55	1.62	2.95	0.46	1.88		0.31	0.94	0.99
0.44	1.54		0.30					
0.41	0.45							
0.06		1.03		1.96			0.59	0.99
0.50	1.13			0.14				
1.26	0.28	0.99		0.87		0.34	0.07	2.17
			0.30	0.07	0.44			
0.17	0.09			0.23			0.22	
	0.04		0.50					
0.06	0.11			0.19				
0.66	1.33	0.67	4.71	0.18 0.14	0.23	0.98		3.58
0.99	3.15		0.32	2.72	1.41	0.07		1.30
0.11	0.97		1.39			0.25		
1.33	3.25	1.28	7.82	0.82	0.58	1.79		0.84

林相地域名 鳥種名	北海道 亜寒帯 針葉樹林	本州四国 亜高山帯 針葉樹林	北海道 汎針広 混交林	苫小牧地方 各種 壯齡林	本州 中北部 ブナ林	西 日本 ブナ林
ツバメ					0.19	
イワツバメ		1.11			0.59	
キセキレイ	0.41	0.20			1.42	0.73
ビンズイ	1.22	1.34			1.04	
サンショウクイ					0.04	
ヒヨドリ				6.18	0.37	
モズ			0.41	0.22	0.10	
アカモズ						
カワガラス					0.39	
ミソサザイ	5.58	5.16	3.11		3.15	0.44
カヤクグリ		0.77				
コマドリ	1.34	5.78	0.75		0.17	1.61
ノゴマ			0.06			
コルリ	2.43		1.59		5.30	
ルリビタキ	2.52	11.50	0.31		0.07	0.29
マミジロ	0.39	0.11			0.68	
トラツグミ					0.18	
クロツグミ		0.03	0.11	2.26	0.01	
アカハラ	0.14	0.45	0.29	0.07	0.27	
ヤブサメ	0.13		3.49	1.04	1.53	
ウグイス	3.92	6.55	8.78		8.82	1.90
エゾセンニュウ	1.11					
メボソムシクイ		17.52			1.41	
エゾムシクイ	2.35	0.39	0.57		2.30	+
センダイムシクイ			4.23	24.86	2.56	0.47
クイタダキ	8.54	9.16	2.41			
キビタキ	3.67	0.81	5.51	12.11	8.80	0.94
オオルリ	0.06	0.03	0.64	0.96	1.79	
サメビタキ	2.85	0.86	0.66		0.05	
エゾビタキ	0.93					
コサメビタキ	3.57		0.35	0.37	0.13	0.15
サンコウチョウ						0.15
エナガ		0.66	1.16	5.88	1.49	0.91

ミズナラ 林	温帯樹 針葉樹 天然林	クヌギ コナラ 林	暖帯 常緑 広葉樹林	温帯 壯齡人工林 疎開	温帯 壯齡人工林 広葉密混	暖帯 温帯低地 壯齡人工林	温帯 若齡 人工林	暖帯 温帯低地 若齡人工林
	0.04					0.06		
3.94	0.10					0.78		
2.22	0.19			2.58	1.95	0.07	1.88	
0.66	0.05	0.27	0.39	0.19	0.44	0.45		
4.78	1.99	21.96	15.40	4.02	0.87	21.68	3.15	6.32
0.39		0.64	0.30	2.34		0.17	2.18	9.17
				0.58				
0.06		0.12				0.69		
2.07	1.35	0.18				0.37		
0.06								
1.88	0.96	0.04		2.51	14.68		0.97	
							0.09	
0.17				0.34	5.56			
0.06	0.11	0.04	0.61	0.38	0.30			
1.00	2.23	3.50		2.65	1.32		0.45	
0.11	0.17			8.48	6.84		7.50	
2.26	0.83	7.53	0.32	1.03	0.54	0.30	0.73	+
9.41	3.63	8.19	3.16	8.01	1.17	10.19	21.93	49.20
							0.53	
	0.07				1.25		0.45	
0.78	0.17							
12.90	1.48	1.61	0.71	1.85	3.24	0.49	0.71	
				0.37	1.69			
14.00	1.82	1.96	2.92	1.27	10.28	0.49		
2.10	1.05	3.72	1.84		0.87	1.83		
0.06								
0.56	0.33	0.14	0.24	1.72	1.43	0.57		
	0.07	1.03	2.29	0.45				
2.44	5.33	4.25	4.73	5.17	3.14	2.95	0.90	2.32

林相地域 鳥種名	北海道 亜寒帯 針葉樹林	本州四国 亜高山帯 針葉樹林	北海道 汎針広 混交林	苫小牧地方 各種 壯齡林	本州 中北部 ブナ林	西日本 ブナ林
ハシブトガラ			3.07			
コガラ	8.08	3.60	3.82	2.33	6.68	9.88
ヒガラ	13.33	21.65	10.60	1.15	9.89	32.85
ヤマガラ					2.52	5.26
シジュウカラ		0.34	8.29	6.44	14.39	6.51
ゴジュウカラ	2.27	2.44	4.14	0.74	5.59	12.80
キバシリ	0.88	0.70	1.52		0.36	
メジロ					0.68	
ホオジロ		0.08	0.14	10.92	0.58	0.15
ホオアカ						
ノジコ						
アオジ	4.71		18.07	7.96	0.03	
クロジ	0.83	0.53	0.38			
カワラヒワ		+	0.23	1.37	0.13	1.46
マヒワ	10.20		0.92			
イスカ	4.61	0.05				
ベニマシコ	0.30			0.07		
ウソク	2.74	2.64	1.38		0.19	
イカル			0.14	3.92	0.30	
ニューナイスズメ			0.41	1.74		
コムクドリ						
ムクドリ						
カケス	0.76	0.30	1.14	0.59	4.82	7.63
オナガ						
ホシガラス	2.42	1.90			0.86	
ハシボソガラス	0.06	0.05	0.20		0.10	
ハシブトガラス	0.43	0.66	0.27	0.52	0.39	1.17
合計種数	39	40	45	30	59	26

ミズナラ 林	温帯 針葉樹 天然林	クスギ コナラ 林	暖帯 常緑 広葉樹林	温帯 壯齡人工林 疎開	温帯 壯齡人工林 広葉密混	暖帯 温帯低地 壯齡人工林	温帯 若齡 人工林	暖帯 温帯低地 若齡人工林
				1.71			0.62	
2.61	7.22	0.59		0.90	1.79	0.65		
4.22	20.57	0.16	4.55	8.51	12.94	11.88		
2.58	8.97	4.20	19.99	0.19	3.43	5.32		
5.80	12.36	9.05	10.58	6.85	12.33	9.46		2.19
1.81	2.59		1.01		0.47	0.86		
	0.13				1.75			
0.55	0.23	2.17	1.00	0.78	4.23	3.68	0.29	
5.70	1.22	11.50	0.76	2.96	0.87	15.16	15.13	18.57
							0.36	
				0.04				
1.06	0.07			13.65			31.94	
	0.05							
0.22	0.25	1.01	1.87	0.77	0.87	1.27	1.11	
0.06							0.88	
0.06	0.11							
	1.93	0.08	1.37	2.01	0.23	0.16		0.38
0.44								
				0.69	0.30			
		1.03		2.01				
1.77	6.92	5.53	2.55	1.77	0.87	5.25	2.00	1.20
	0.02						0.90	
0.33				0.14		0.57		
0.66	0.64	1.41	3.69	1.42		0.04	0.20	0.77
56	53	34	34	48	35	37	33	16

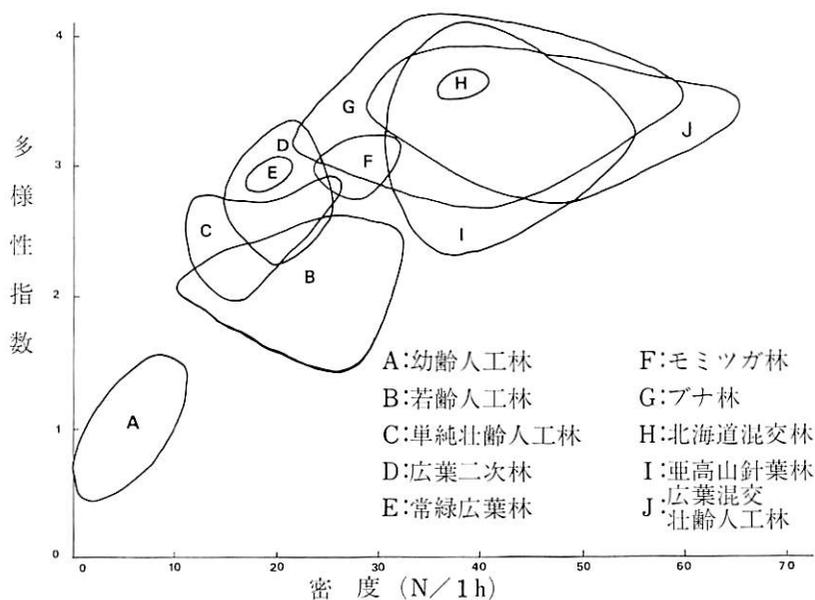
付表-2 冬期の林相地域別生息鳥種と優占度(%)

鳥種名	林相地域名	北海道低地	北 海 道	北海道低地	ブナ帯壯齡	北 日 本
		常緑針葉樹林	汎針広混交林	落葉広葉樹林	落葉広葉樹林	カラマツ林
ト	ピ		0.40			0.60
ハ	イ タ カ					0.60
ノ	ス リ		0.40		0.29	
ク	マ タ カ				+	
エ	ゾ ラ イ チ ヨ ウ	0.53	0.76			
コ	ジ ユ ケ イ					
ヤ	マ ド リ				0.51	
キ	ジ バ ト					0.17
ア	オ パ ト					
フ	ク ロ ウ					
ア	オ ゲ ラ				1.77	
ヤ	マ ゲ ラ		0.76	4.08		
ク	マ ゲ ラ		1.52	2.04		
ア	カ ゲ ラ	1.20	4.57	4.08	2.96	2.04
オ	オ ア カ ゲ ラ		1.19	2.04	1.09	
コ	ゲ ラ	0.78	3.19	10.20	4.44	1.31
キ	セ キ レ イ					
ピ	ン ズ イ					
サ	ン シ ヨ ウ ク イ					
ヒ	ヨ ド リ	1.37	3.79	4.08	1.57	0.56
モ	ズ					
キ	レ ン ジ ャ ク	0.27			1.26	
ヒ	レ ン ジ ャ ク				3.53	
カ	ワ ガ ラ ス		1.19		0.27	
ミ	ソ サ ザ イ		0.40		0.29	1.87
カ	ヤ ク グ リ					
ル	リ ビ タ キ				0.47	
ジ	ヨ ウ ビ タ キ					0.14
ト	ラ ツ グ ミ					
ア	カ ハ ラ					
シ	ロ ハ ラ				0.47	

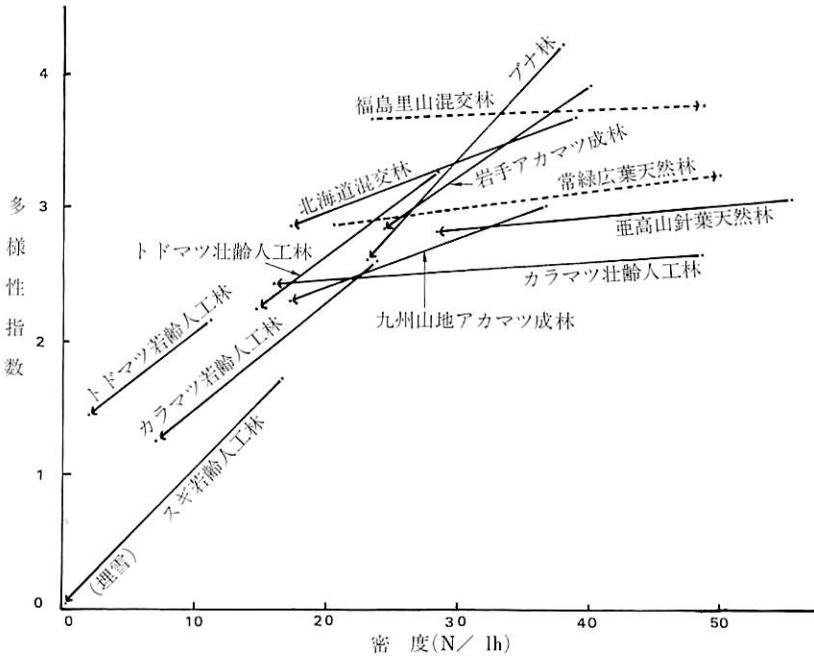
ブナ帯若齢 落葉広葉樹林	本州中北部 常緑針葉樹林	温帯低地 針広疎開林	暖帯針広 疎開林	暖帯内陸 常緑樹林	暖帯海岸 常緑樹林
	0.13	0.99	0.17	0.17 0.03	1.50
0.66	0.11	0.12	0.02		
		1.07	1.57	0.65 0.33	0.05
2.56	0.36				
0.66	0.56	0.99	1.23	0.03	0.10
	0.50	1.30	6.82	2.86 1.31	0.58 0.93
	0.04	0.07	0.01		0.21
	0.04	0.11		1.02	1.38
3.23	2.02	0.82		0.06	
	0.06	0.49		0.25	
	1.61		0.30	2.00	1.11
0.66				1.71	
		0.11	0.12	0.33 0.33	0.39
4.62	3.68	6.87	24.50	14.45	42.78
		0.06	1.31	1.40	2.16
		0.87			
		0.87			
		0.42		0.03	0.13
	1.32	0.81	0.12	0.03 0.03	4.38
	0.12	0.40		0.12	
		1.37	0.01 0.13	0.28	0.35 1.04
	0.16		0.54	1.04	0.16
	0.47		0.55	5.70	2.58

鳥種名	林相地域名	北海道低地	北海道	北海道低地	ブナ帯壯齡	北日本
		常緑針葉樹林	汎針広混交林	落葉広葉樹林	落葉広葉樹林	カラマツ林
ツグミ		0.53	3.09		2.87	3.61
ヤブサメ						
ウグイス						0.60
キクイタダキ		36.93	6.39	4.08	1.09	2.10
エナガ		5.20	5.43	2.04	9.37	30.52
ハシブトガラ		23.70	(14.49)			(6.07)
コガラ		(23.70)	14.49	28.57	21.98	6.07
ヒガラ		17.66	15.75		5.62	27.98
ヤマガラ					1.74	0.31
シジュウカラ		2.73	1.38	6.12	3.87	9.22
ゴジュウカラ		1.80	10.68	16.33	14.32	0.20
キバシリ		0.72	1.12			0.38
メジロ						
ホオジロ					1.52	3.05
カシラダカ					0.58	0.60
ミヤマホオジロ						0.34
アオジ						
クロジ						
アトリ					1.41	0.67
カワヒワ						0.51
マヒワ			0.72		1.07	
イスカ						
ベニマシコ						1.96
ウソクソ		3.70	2.97	4.08	7.63	0.34
イカル					0.82	
シメメ						0.17
スズメ						0.26
ムクドリ						
カケス		1.78	7.63	4.08	2.04	2.16
オナガ						0.60
ホシガラス					2.18	0.17
ハシボソガラス		十	5.29			
ハシブトガラス		1.08	6.88	8.16	3.11	1.53
合計種数		17	24	14	31	30

ブナ帯若齢 落葉広葉樹林	本州中北部 常緑針葉樹林	温帯低地 針広疎開林	暖帯針広 疎開林	暖帯内陸 常緑樹林	暖帯海岸 常緑樹林
9.74	2.93	2.83	5.73	0.41	2.48
	0.11	0.33	1.72	3.31	0.39
	6.18	8.80	0.11	0.31	2.83
37.94	13.09	13.56	3.67	8.48	0.52
8.97	12.50	1.81			
	24.58	5.13		2.46	3.15
	4.81	1.57	0.08	4.67	3.45
3.28	5.41	7.02	7.64	9.32	4.09
	2.44	0.36		0.45	
	0.12				
	0.15	0.07	2.42	8.54	12.69
10.51	0.56	11.57	9.02	1.72	2.23
7.95	2.90	5.67	1.60	0.49	
	0.33		0.24		
		0.17	6.54	5.62	3.58
				4.54	
	1.30	0.47		1.65 ⁺⁺	
3.33	1.42	7.81	11.13	2.40	
	0.92	3.15		0.15	
	0.77	0.14			
3.90	1.43				
	2.19	1.43	0.02	0.79	
	0.08	0.04		1.26	
	0.16	0.04	0.50	0.16	
	0.03		+		
	0.03		1.99 ⁺⁺	0.28	0.1□
1.28	1.65	5.77	0.88	3.32	1.0□
	0.63	1.66	8.37	0.03	
0.66	0.08	1.72	+	1.14	1.58
	1.51	0.59	0.44 ⁺⁺	3.95	2.05
16	43	42	35	47	31



付図-1 繁殖期鳥類群集の密度と多様性



付図-2 夏から冬へ向けての鳥類群集の密度と多様性の変化

林相	林内植生	場所	年度	繁殖鳥種数	1 ha当り個体数
針広混交天然林	疎密多様	北海道旭川	1976	33	8.43 羽
ブナ二次林	疎	岩手田山	1974~'76	23	3.52
ブナ天然林	疎	福島桧枝岐	1963, 64	23	7.80
ブナ天然林	疎密多様	東京奥多摩	1957, 58	29	11.10
亜高山針葉樹林	中密	長野志賀	1975	22	7.56
シイタブ天然林	密	高知足摺	1975	21	6.40
アカマツ壮齢人工林	広葉中密	岩手滝沢	1970~'76	33	7.72
〃	疎	栃木西那須野	1963, 64	20	5.00
〃	疎	〃	〃	17	2.40
ヒノキ壮齢人工林	疎	栃木塩原	〃	19	2.25
〃	広葉密	静岡上井手	〃	34	8.00
アカマツ、カラマツ壮齢人工林	広葉密	静岡須走	1967, 68	18	10.30
カラマツ壮齢人工林	広葉密	静岡上井手	1963, 64	34	10.75
〃	疎中密	群馬妻孺	〃	29	7.30
針葉混交若齢、人工林	ブッシュ層密	静岡須走	1967, 68	17	5.21
アカマツ若齢人工林	〃	岩手雫石	1974	5	2.13
スギ若齢人工林	〃	岩手田山	1973~'76	12	2.91
〃	ブッシュ層なし	岩手雫石	1974	5	2.00
スギ幼齢人工林	〃	岩手田山	1973	2	0.39

付表-3 なわばり記図法によって求めた繁殖期の林相別生息個体数

わかりやすい林業解説「シリーズ」

No. 17	カラマツ造林木の重要病害 農学博士 伊藤一雄著	150 円 千実費	No. 49	混牧林施業と林地保全 農学博士 村井 宏著	250 円 千実費
No. 31	森林と野生鳥獣 農学博士 池田真次郎著	170 円 千実費	No. 50	山村観光と観光評価 農林技官 柳 次郎著	250 円 千実費
No. 35	機械作業の盲点発掘 中村英碩著	170 円 千実費	No. 52	林業のシステム化とシステム展開 農林技官 辻 隆道著	400 円 千サービス
No. 39	林地生産力の維持・増進 農学博士 橋本与良著	170 円 千実費	No. 53	苗畑林地除草剤の新しい使い方 農林技官 真部辰夫著 農林技官 石井邦作著	400 円 千サービス
No. 40	林床植生による造林適地の判定 前田禎三・宮川 清著	230 円 千実費	No. 54	生活環境保全のための森林 農学博士 只木良也著	500 円 千サービス
No. 42	南洋材の種類と特徴 農学博士 須藤彰司著	200 円 千実費	No. 55	南洋材の材質と加工性 農学博士 筒本卓造 農林技官 中野達夫著 農林技官 唐沢仁志	500 円 千実費
No. 43	集材機主索の設計数値表(改訂版) 農林技官 上田 実著 農林技官 柴田順一著	500 円 千サービス	No. 56	林業形成促進のための 実播緑化工とその保育管理 農林技官 岩川幹夫著	500 円 千実費
No. 44	早成樹の重要害虫と生態 農林技官 遠田暢男著	220 円 千実費	No. 57	枝打ちとその考え方 農学博士 藤森隆郎著	600 円 千実費
No. 45	林木の成長および養分吸収と施肥 農学博士 原田 洸著	220 円 千実費	No. 58	マツ属の材線虫病とその防除 農学博士 森本 桂著 農学博士 真宮靖治著	600 円 千実費
No. 46	木材の防腐・防虫処理 農学博士 雨宮昭二著	250 円 千実費	No. 59.	樹林の防音効果 農林技官 樫山徳治 農林技官 松岡広雄著 農林技官 河合英二	500 円 千実費
No. 47	トドマツ人工林の成長と土壌 農林技官 山本 肇著	250 円 千実費	No. 60	野鳥の数のしらべ方 農林技官 由井正敏著	600 円 千実費
No. 48.	しいたけの育種および原木 用材と生産量 農林技官 温水竹則著 農林技官 安藤正武著	250 円 千実費			

わかりやすい林業研究解説シリーズ No. 60
野鳥の数のしらべ方

昭和 52 年 8 月 10 日 発行

¥ 600 (〒実費)

著 者 由 井 正 敏

発行所 社団法人 日本林業技術協会

東京都千代田区六番町 7 番地
振替 東京 60448

印刷所・合同印刷株式会社

わかりやすい林業研究解説シリーズ

No. 60 野鳥の数のしらべ方

誤植訂正

次のようなまちがいがありましたので、つつしんでお詫び申し上げ、訂正いたします。

ページ	誤	正
35 上から5行目	次にソングしている	次に常時ソングしている
50 上 " 10 "	各種森林における種類群集	各種森林における鳥類群集
51 上 " 7 "	各種のカシラダカ	冬鳥のカシラダカ
52 " 1 "	森林における種類の生息状況	森林における鳥類の生息状況
54 付表-1 表題	生息鳥種と憂占度	生息鳥種と優占度
63 付表-2 ムクドリ	0.1 □	0.10
カケス	1.0 □	1.04

