



森林と草原におけるラインセンサスの調査回数と 確認種数との関係

植田睦之¹・平野敏明¹・神山和夫²

1. バードリサーチ. 〒191-0032 東京都日野市三沢1-26-9-2-202

e-mail: mj-ueta@bird-research.jp

2. 日本野鳥の会自然保護室. 〒191-0041 東京都日野市南平2-36-9

はじめに

2004年より環境省はモニタリングサイト1000という調査を開始した. この調査は, 国内に約1000か所のモニタリングサイトを設け, そこで鳥類を含めたさまざまな生物の生息状況を定量的に把握していくことを目指している. このモニタリングサイト1000における森林と草原の鳥類の調査では, 1kmの調査コースを設定し, そこで6回のラインセンサスを行なうことにより鳥類の生息状況を把握していくことになっている(環境省生物多様性センター・日本野鳥の会2005). 今後, モニタリングサイト1000の結果を評価していくうえで, 6回のラインセンサスによりどの程度, 鳥の生息の有無や相対密度を把握できているのか, そして把握できていない鳥にはどのような種があるのか, ということを知っておくことはきわめて重要である. 佐藤・黒岩(2000)は高知県の森林で10回のラインセンサスを行ない, 5回目まででそこに生息する主要な鳥を把握できることを報告している. また, 由井・鈴木(1987), 樋口ほか(1982)も5~6回の調査で生息種を把握できるとしている. しかし, いずれも少数の調査地にもとづく結果であり, モニタリングサイト1000のような全国的な調査でそれを適用するためには, 全国的に同じような傾向があるか確認する必要がある. そこで, 日本野鳥の会が行なっている全国的な鳥類調査の「鳥の生息環境モニタリング調査」の結果のうち, 6回のラインセンサスを行なっている森林と草原の調査結果を使って, 6回の調査でどの程度, 鳥の状況を把握できているかを推定したので, ここに報告する.

2005年11月1日 受理

キーワード: 種の把握, 森林, 草原, 調査回数, ラインセンサス

調査方法

解析にもちいたデータは、日本野鳥の会が行なっている「鳥の生息環境モニタリング調査」の中の、「森林と草原のモニタリング調査」(日本野鳥の会 1993, 金井ほか 1996, 福井ほか 2005)のうち, 1994年と1999年の繁殖期に行なわれた調査の結果である。この調査は, 全国各地の森林および草原で, 繁殖期にあたる4月から7月の早朝に, 1kmの調査経路を3回から6回, 時速2kmの速度で歩行し, 道の両側50mずつの範囲に出現した鳥類を記録する方法で行なわれている。こうして得られた調査結果のうち, 6回のラインセンサスが行なわれている森林59地点, 草原15地点(1994年と1999年ともに調査が行なわれている場所があるので, のべ74地点と22地点)のデータをもちい解析を行なった。1994年と1999年ともに調査を行なった調査地, 森林15地点, 草原7地点のデータについては, 両年のデータを独立のデータとして扱った。調査地の詳細については福井ほか(2005)を参照されたい。

森林と草原のそれぞれで2つの項目について検討した。1つめは種の生息をどれくらい確認できているか, もう1つは相対密度をどの程度把握できているかである。種の生息については, ラインセンサスの回数と累積確認種数の関係について解析した。また, どのような種が把握しにくいかを検討するために, 6回目ではじめて確認されるのはどのような種か, そして, 確認される各種の鳥類が, 6回のセンサスのうち何回目で記録されているかについて記載した。相対密度については, 6回行なったセンサスのうちの最大成鳥羽数をその場所の相対密度として使うことが多いと思われるので, 成鳥の最大羽数が記録できた時点その種を確認した時として, ラインセンサスの回数と累積種数の関係について解析した。また, 森林と草原の違いを検討するために, それぞれの記録種数をMann-WhitneyのU検定をもちいて比較し, 両環境それぞれで種数と全種数が記録されたセンサス回数の関係について, Kendallの順位相関係数で解析した。

以上の解析を行なううえで, 調査地点により記録種数が異なっているので, 各センサス回時点での累積種数を6回目の記録種数で割り, 記録率を算出し比較を行なった。記録率は比率であり二項分布をするため, 平均, 標準偏差および統計検定は, 記録率を角度変換($\arcsin \sqrt{x}$)した値について計算した。角度変換した値を示してもわかりにくいので, 図表に示す場合は再変換して比率に戻して示した。

結果

調査回数にともなう, 記録することのできた種の割合を図1に示した。1回目のラインセンサス

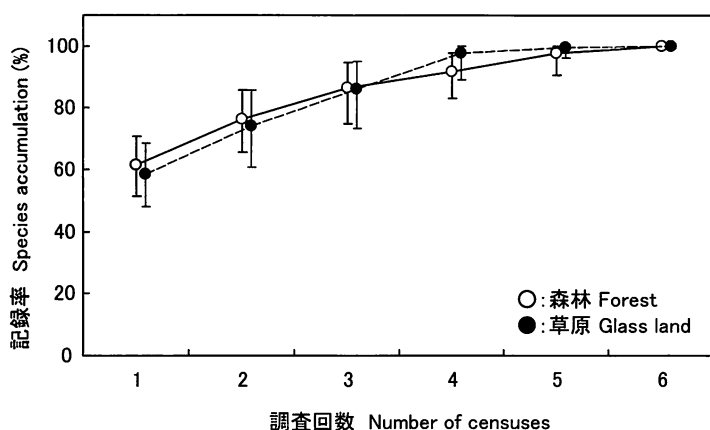


図 1. ラインセンサスの調査回数増加にともなう累積種数の記録率の変化. 6回調査時点の総確認種数に対する割合で示した.

Fig. 1. Species accumulation curves in relation to route census frequency in the forest and grassland.

では森林、草原とも、最終的に記録された種数の約 6割にすぎないが、3回目では 8割を超え、4回目で草原の調査地では平均97.5% (標準偏差の下限も89.0%)とほとんどの種を把握することができた。森林の調査地でも、5回目には97.69% (90.8%)とほとんどの種を把握することができた。

6回目のラインセンサスではじめて記録されることが多かった種(10調査地以上で記録されたもの)は、森林ではアオバト *Sphenurus sieboldii* (19.0%), カッコウ *Cuculus canorus* (18.2%), ホトギス *C. poliocephalus* (14.3%), アオジ *Emberiza sulphurata* (14.3%), オオルリ *Cyanoptila cyanomelana* (11.4%), アカゲラ *Dendrocopos major* (11.1%)の順に割合が高かった。草原についてはオオジュリン *E. schoeniclus* のみが20.0%と高かった。

各種鳥類が記録された平均センサス回数を表 1に示した。アオジとオオジュリンは6回目ではじめて記録されることが多かったにも関わらず、6回の調査のうちで出現した回数は平均するとアオジは4.5回、オオジュリンは4.45回で記録回数が多く、オオルリも上位10種には入らなかったものの、4.35回と多かった。記録が少なかった種は、森林性、草原性でない鳥を除けば、森林では、アカハラ *Turdus chrysolaus* とコガラ *Parus montanus*, ツツドリ *C. saturatus*, カケス *Garrulus glandarius* が少なかった(表 1)。

調査回数にともなう、最大羽数を記録することのできた種の割合を図 2に示した。草原の調査地は、調査回数 5回目に平均97.3% (標準偏差の下限でも87.6%)とほとんどの種の相対密度を把握することができていたが、森林については、91.5% (80.1%)と把握できている種の割合はやや低かった。5回目までに把握していた個体数と 6回目に把握した個体数を比較すると、シジュウカラ類やムクドリ *Sturnus cineraceus*, ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* で群れを記

表 1. 森林と草原の調査で記録された鳥類の 6回あたりの平均記録回数の上位(左)・下位(右)の10種。森林は10か所、草原は 5か所以上で記録された種を対象とした。

Table 1. Ten most (left) and ten least (right) conspicuous species detected during six route censuses in the forest and grassland.

森林 Forest											
Order	Species	\bar{X}	S.D.		N	Order	Species	\bar{X}	S.D.		N
			+	-					+	-	
1	ヒヨドリ <i>Hypsipetes amaurotis</i>	5.85	0.03	1.07	57	1	アオノト <i>Sphenurus sieboldii</i>	1.65	1.09	0.9	21
2	ミンサザイ <i>Troglodytes troglodytes</i>	5.60	0.31	1.75	20	2	カルガモ <i>Anas poecilorhyncha</i>	1.76	0.92	0.8	11
3	ウグイス <i>Cettia diphone</i>	5.51	0.44	1.85	61	3	ムクドリ <i>Sturmus cineraceus</i>	2.12	1.57	1.33	11
4	シジュウカラ <i>Parus major</i>	5.45	0.54	1.67	67	4	ハシボソガラス <i>Corvus corone</i>	2.19	1.83	1.53	36
5	コルリ <i>Luscinia cyane</i>	5.42	0.44	2.43	11	5	アカハラ <i>Yurdus chrysolaus</i>	2.21	1.59	1.37	11
6	ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	5.09	0.91	2.37	28	6	カッコウ <i>Cuculus canorus</i>	2.23	1.45	1.27	11
7	ヒガラ <i>Parus ater</i>	5.08	0.92	2.34	29	7	コガラ <i>Parus montanus</i>	2.31	1.39	1.24	15
8	スズメ <i>Passer montanus</i>	4.96	1.04	2.54	26	8	ツツドリ <i>Cuculus saturatus</i>	2.38	2.05	1.76	15
9	メジロ <i>Zosterops japonicus</i>	4.79	1.18	2.27	51	9	カケス <i>Garrulus glandarius</i>	2.48	1.46	1.34	27
10	アオジ <i>E. spodocephala</i>	4.50	1.50	2.88	14	10	ホトギス <i>Cuculus poliocephalus</i>	2.75	1.89	1.79	28
草原 Grass land											
Order	Species	\bar{X}	S.D.		N	Order	Species	\bar{X}	S.D.		N
			+	-					+	-	
1	コヨシキリ <i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	5.88	0.00	1.11	14	1	ハシブトガラス <i>Corvus macrorhynchos</i>	1.43	1.23	0.93	6
2	オオヨシキリ <i>Acrocephalus arundinaceus</i>	5.77	0.00	1.73	8	2	シジュウカラ <i>Parus major</i>	1.95	2.69	1.86	6
3	シマアオジ <i>E. aureola</i>	5.65	0.34	1.12	6	3	アオサギ <i>Ardea cinerea</i>	2.36	1.20	1.10	5
4	ノビタキ <i>Saxicola torquata</i>	5.06	0.92	1.92	8	4	ゴイサギ <i>Nycticorax nycticorax</i>	2.44	1.31	1.20	9
5	ホオアカ <i>E. fucata</i>	4.79	1.20	2.40	16	5	ハシボソガラス <i>Corvus corone</i>	2.46	1.93	1.70	11
6	ホオジロ <i>E. cioides</i>	4.56	1.43	2.76	8	6	カッコウ <i>Cuculus canorus</i>	2.51	1.85	1.66	12
7	オオジュリン <i>E. schoeniclus</i>	4.45	1.51	2.61	10	7	モズ <i>Lanius bucephalus</i>	2.52	2.24	1.95	8
8	ヒバリ <i>Alauda arvensis</i>	4.28	1.58	2.42	15	8	カワラヒワ <i>Carduelis sinica</i>	2.64	1.73	1.60	16
9	ウグイス <i>Cettia diphone</i>	4.23	1.65	2.52	11	9	トビ <i>Milvus migrans</i>	2.71	0.96	0.93	7
10	スズメ <i>Passer montanus</i>	3.78	1.61	1.95	10	10	カルガモ <i>Anas poecilorhyncha</i>	2.79	2.27	2.13	8

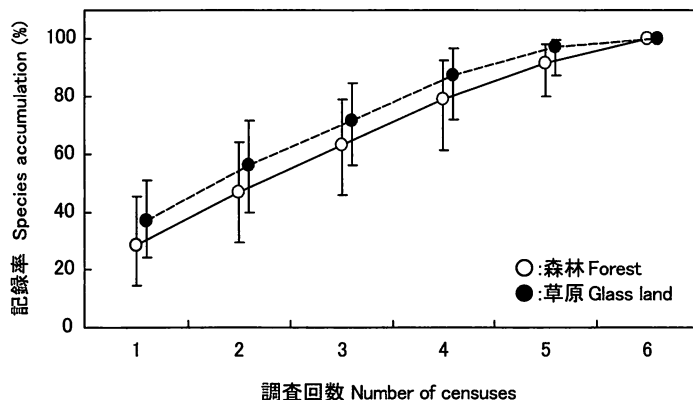


図 2. ラインセンサス調査回数増加にともなう相対密度を把握できた累積種数の記録率の変化。

Fig. 2. Accumulation curves of species with their relative density determined in relation to route census frequency in the forest and grassland.

録したと思われる5~10羽の個体数の増加もあったが、63.7%は1羽の増加で、2羽の増加とあわせると87.7%を占めた($N=179$)。

森林と草原の記録種数を比べると、森林の平均種数は 20.97 ± 7.46 ($N=59$)、草原の種数は 19.13 ± 5.82 ($N=15$)と有意な差はなく($U=367$, $P=0.31$)、森林、草原ともに、記録種数と全種数を記録できた調査回とのあいだに有意な相関はなかった(森林: $r=0.16$, 草原: $r=0.37$, $P>0.05$)。

考 察

6回のラインセンサスで把握することのできている鳥類の評価を行なうのなら、本来は佐藤・黒岩(2000)が行なったように、10回あるいはもっと多くのセンサスを行ない、6回でどの程度把握できているのかを検討するべきである。しかし、今回の解析は6回の調査でセンサス回数にともなう記録率の変化から評価したもので、7回目以降にどのように変化するのかは明らかでなく、その点では十分な評価とはいえない。しかしながら、由井・鈴木(1987)、佐藤・黒岩(2000)などの既存の研究結果とあわせて評価することは可能だろう。また、そのような欠点を差し引いても、全国の多くの場所で行なった調査から評価を行なうということは、今後の調査のうえで参考になるものと考えられる。

草原の調査地での種の把握については、4回の調査回数でほぼ100%に達しており、相対密度についても5回の調査回数でほぼ100%に達した。したがって、6回の調査を行なうことで調査地の鳥類相をほとんど把握できていると考えてよいだろう。オオジュリンは6回目に高い頻度で記録されたが、それを含めた調査6回あたりでの平均確認調査回数は4.45回と多く、記録しにく

い種とは考えなくてよいかもかもしれない。

森林の調査地では、種の把握については5回の調査で平均97.69%とほとんどの種を把握できていた。把握できた時点が5回目という点で、上述した6回の調査回数で評価していることの問題点も考えられるが、由井・鈴木(1987)、佐藤・黒岩(2000)、樋口ほか(1982)も5~6回で生息種の把握が可能としているので、今回の結果も5~6回の調査で、調査地に生息している主要な種を把握できていると考えてよいだろう。しかし、最大確認羽数の把握については、5回目の調査でも平均91.5%とやや低く、相対密度は6回の調査では十分に把握できていない可能性が考えられた。ただし、モニタリングのためには、その場所に生息している個体数を必ずしも正確に把握する必要はなく、比較可能な相対密度を知ることができればよい(Petit *et al.* 1995)。そのため、アメリカで鳥類のモニタリングのために行なっているスポットセンサスでは、そこでの生息種数を把握するためには20分程度の調査時間が必要(Petit *et al.* 1995)にもかかわらず、そのように正確に把握するよりは、調査地点数を増やすことができるように5~10分といった短い調査時間を推奨している(Ralph *et al.* 1995, Petit *et al.* 1995)。5回目から6回目にかけての個体数の増加は、1羽の増加が63.7%と多く、2羽とあわせると87.7%を占めていたので、最大個体数を比較的良好に把握できており、この程度把握できていれば相対密度を比較するうえでは十分な回数なのかもしれない。ただし、今回の調査結果ではこのことについて議論するには不十分なので、今後はより多くのセンサス回数で調査を行ない、検討していく必要がある。

森林のラインセンサスで生息状況を把握しにくい種としてはアオバト、カッコウ、ツツドリ、ホトギス、アカゲラ、アカハラ、コガラ、カケスがあげられた。ツツドリ、アカハラ、コガラ、カケスは6回目にはじめて記録されることはあまりなかったが、6回あたりの平均記録回数が少なく、記録しにくい種と考えられた。逆にアオジとオオルリについては、6回目にはじめて記録されることが多かったが、平均記録数は多かったため、それほど記録しにくい種ではないと考えられる。コガラを除く種については行動圏の広い種なので、記録率が低かったのだと考えられる。コガラのみがその特徴から異なっていたが、理由はわからないものの、植田ほか(2005)のスポットセンサスでもコガラは記録されにくい種として挙げられている。

草原の方が森林よりも種の生息の有無や相対密度を少ない調査回数で把握できたのは、種数は森林と草原で有意な差がなく、記録種数と全種を把握できるまでの調査回数にも有意な傾向が認められなかったことから、生息種数の問題というよりは、森林よりも草原の方が見通しの利く環境と考えられるので、そのために、より素早く鳥類相を把握することができていたのかもしれない。

謝 辞

本論文で解析したデータは日本野鳥の会が行なった「鳥の生息環境モニタリング調査」で得られたものである。この調査に参加いただいた多くの方々に対してお礼申し上げる。また、本論文をまとめることに許可いただき、解析に対して貴重なコメントをいただいた日本野鳥の会自然保護室の金井裕氏にもお礼申し上げます。

要 約

全国で行なわれた鳥類相調査「鳥の生息環境モニタリング調査」の調査結果をもとに、ラインセンサスを何回行なえば、森林と草原のそれぞれで種の生息をどれくらい確認でき、相対密度をどの程度把握できるか、またどのような種が把握しにくいかについて検討した。草原の鳥類は、4回の調査で主要な種の生息の有無を、5回の調査で相対密度をほぼ把握できると考えられた。また森林の鳥類については、5回の調査で主要な種の生息の有無を把握できたが、6回調査を行なっても相対密度の把握は不十分である可能性が考えられた。アオバト、カッコウ、ホトギス、ツツドリ、アカゲラ、アカハラ、カケスのように行動圏の広い種では記録率が低く、これらの種における生息の有無を十分に把握できているかどうかについては注意が必要である。また、理由は良くわからないがコガラも記録率が低かった。

引用文献

- 福井晶子・安田雅敏・神山和夫・金井裕. 2005. 全国的な鳥類調査「鳥の生息環境モニタリング調査」で明らかになった繁殖期の鳥類群集の種構成. *Strix* 23: 1-29.
- 樋口広芳・塚本洋三・花輪伸一・武田宗也. 1982. 森林面積と鳥の種数との関係. *Strix* 1: 70-78.
- 金井裕・黒沢令子・植田睦之・成末雅恵・釜田美穂. 1996. 森林の種類と生息する鳥類の関係. *Strix* 14: 33-39.
- 環境省生物多様性センター・日本野鳥の会. 2005. モニタリングサイト1000 新と草原の鳥類調査ガイドブック.
- 日本野鳥の会. 1993. 鳥の生息環境モニタリング調査ガイドI 森林と草原を調べる. 日本野鳥の会, 東京.
- Petit, D.R., Petit, L.J., Saab, V.A. & Martin, T.E. 1995. Fixed radius point counts in forest: factors influencing effectiveness and efficiency. Ralph, C.J., Sauer, J.R. & Droege, S. eds. *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. pp. 49-56. U.S. Forest Service General Technical Report PSW-GTR-149.
- Ralph, C.J., Droege, S. & Sauer, J.R. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. Ralph, C.J., Sauer, J.R. & Droege, S. eds. *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. Pp. 161-168. U.S. Forest Service General Technical Report PSW-GTR-149.
- 佐藤重徳・黒岩哲夫. 2000. 森林性鳥類の生息種・密度調査におけるロードサイド・テリトリーマッピング法の有効性. *Strix* 18: 89-98.
- 植田睦之・永田尚志・平野敏明・川崎慎二. 2005. 関東周辺における森林でのスポットセンサスの効率的な実施方法. 日本鳥学会2005年度大会講演要旨集. p. 131.
- 由井正敏・鈴木祥悟. 1987. 森林性鳥類の群集構造解析IV 繁殖期群集の林相別生息密度、種数および多様性. *山階鳥研報* 19: 13-27.

Influence of route census frequency on species accumulation curves in forest and
grassland

Mutsuyuki Ueta¹, Toshiaki Hirano¹ & Kazuo, Koyama²

1. Japan Bird Research Association, 2-202 Morimi-so, 1-26-9 Misawa, Hino, Tokyo 191-0032, Japan
2. Wild Bird Society of Japan, 2-35-2 Minamidaira, Hino, Tokyo 191-0041, Japan

The influence of route census frequency on species accumulation curves was analyzed using the nationwide bird censuses of forests (59 sites) and grasslands (15 sites) by the Wild Bird Society of Japan. The species accumulation curves plateaued at the fourth census for grassland birds and the fifth for forest birds. The relative density of birds is probably determined by five censuses for grassland birds, although there is a possibility that six censuses are not sufficient for forest birds. Japanese Green Pigeons *Sphenurus sieboldii*, Eurasian Cuckoos *Cuculus canorus*, Oriental Cuckoos *C. saturatus*, Little Cuckoos *C. poliocephalus*, Great Spotted Woodpeckers *Dendrocopos major*, Brown Thrushes *Turdus chrysolaus*, Willow Tits *Parus montanus* and Eurasian Jays *Garrulus glandarius* were listed as difficult detection species for a route census in the forest.

Key words: forest, grassland, line transect census, number of census, species accumulation