森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究

III. 観察者条件と記録率*

由 井 正 敏

I は じ め に

ラインセンサス法によって鳥類の生息密度を算定する場合に、観察者に関する諸条件を基準化することが相当むずかしいことは、すでに報告してきた。そこでは富士試験地での多くの観察者によるセンサス結果にもとづいて、観察者条件による記録内容や記録能力の差違を比較検討し、基準化のための望ましい方策を述べた（由井 1974, 77）。

本報では、それ以後に滝沢と旭川で得た異なる観察者間のラインセンサスデータを比較解析し、富士の結果と合わせて、観察者条件の基準化に関する考察を行なった。本報告に当り、調査に協力いただき未発表のデータを利用させていただいた帯広畜産大学の藤巻裕蔵博士、北大農学部応用動物学研究室の樋川宗雄氏および鳥取林試の井上牧雄技師に感謝を表する。

II 調査経過と解析の方法

調査は滝沢では1973年と1975年、旭川では1976年の各繁殖期に、すでに報告した（由井 1978）調査地で行なった。

比較に用いた各ラインセンサスデータは、いずれも進行速度時速 1.5km, 観察半径 50m で、良い天候下に同一ルートをとって実施したものである。ラインセンサス記録における鳥種別優占度の観察者間の比較には従来と同様 χ^2 検定法を用いた。 χ^2 検定法による同様の比較解析はすでに Enemar & Sjöstrand (1967) の報告がある。本検定に用いたデータは、第 I 報の日周変化の解析結果に従い、時刻要因の修正はしなかった。しかし、各観察者の総記録数（後述）と記録率の計算では第 I 報の結果を用いて修正、基準化した。

ここでいう記録率とは、すでに報告（由井 1974）したように一定地域内をカバーするように歩いて記録した、ある鳥種のすべての遭遇個体数を、その地域内のなわばり数で除したものである。つまり、この記録率は、1つのなわばりないし個体が、記録に入るか入らないかという確率（出合いの確率）であるため、統計学的に言えば記録数は二項分布に従うことになる（Snedecor 1956）。しかし本論文で扱うラインセンサスにおいては、対象をなわばりにしようと個体にしようと、鳥の移動によって確率が100%を越える場合があり、二項分布の取扱いに適合しにくい。実際に記録数を角変換して95%信頼限界を計算した結果でも、記録数そのものを用いた結

* 東京大学農学博士学位論文の一部

** 山階鳥類研究所特定研究委嘱委員、林業試験場東北支場・盛岡市下厨川字鍋屋敷72

果とほとんど変りはなく、二項分布の取り扱いをする必要性は認められなかった。したがって本論文では記録率とその信頼限界の算出は正規分布を仮定した統計的取扱いで処理した。

Ⅲ 結果および考察

1. センサス記録における鳥種別優占度の個人差

まずはじめに、ラインセンサスにおける記録内容の観察者間差違を、鳥種別優占度を用いて比較してみた。比較検定に当っては、筆者ともう1人の観察者の各々1～11回分の同時期のセンサス記録を集計し、その鳥種別記録数を用いた。

Table 1 の a は1973年滝沢における筆者とC氏、同 b は1975年滝沢における筆者とE氏、同 c は1976年旭川における筆者とB氏の各対比による優占度の差違の χ^2 検定である。これによればいずれも、優占上位種のすべてを含めて観察者間で優占度に有意差は認められなかった。旭川は夜明けから8時30分までの間のデータの比較であるが、8時30分～15時、および15時～夕暮れの中の各々のデータの比較でも、同様に有意差は認められなかった。B, C, E の3氏とも比較的若い年齢でセンサス技術は熟練している。E氏は滝沢におけるただ1回のセンサスで

Table 1 χ^2 homogeneity tests of relative dominance values in census records for two observers.

a. Takizawa 1973

Observer	The author		C		Total
Species	R	E	R	E	
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	232	222.2	219	228.8	451
<i>Parus major</i>	126	140.9	160	145.1	286
<i>Turdus cardis</i>	84	82.3	83	84.7	167
<i>Eophona personata</i>	72	77.8	86	80.2	158
<i>Turdus chrysolaus</i>	51	50.7	52	52.3	103
<i>Emberiza spodocephala</i>	41	46.8	54	48.2	95
<i>Lanius bucephalus</i>	39	32.5	27	33.5	66
<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	22	20.2	19	20.8	41
<i>Ficedula narcissina</i>	22	19.7	18	20.3	40
<i>Garrulus glandarius</i>	25	21.2	18	21.8	43
<i>Dendrocopos kizuki</i>	28	24.1	21	24.9	49
<i>Dendrocopos major</i>	23	21.2	20	21.8	43
<i>Cettia diphone</i>	20	24.1	29	24.9	49
<i>Aegithalos caudatus</i>	26	24.6	24	25.4	50
<i>Muscicapa latirostris</i>	12	12.3	13	12.7	25
<i>Streptopelia orientalis</i>	30	31.0	33	32.0	63
<i>Cuculus canorus</i>	15	15.8	17	16.2	32
<i>Sturnus philipensis</i>	10	10.3	11	10.7	21
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	15	15.3	16	15.7	31
Total	892		920		1813

$\chi^2_0 = 14.32 < \chi^2_{18} P_{0.50}$

b. Takizawa 1975

Observer	The author		E		Total
Species	R	E	R	E	
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	34	34.2	27	26.8	61
<i>Turdus chrysolaus</i>	7	7.3	6	5.7	13
<i>Ficedula narcissina</i>	2	2.8	3	2.2	5
<i>Turdus cardis</i>	4	3.4	2	2.6	6
<i>Parus major</i>	8	7.8	6	6.2	14
<i>Emberiza spodocephala</i>	4	3.9	3	3.1	7
<i>Lanius bucephalus</i>	3	3.4	3	2.6	6
<i>Corvus macrorhynchos</i>	4	4.5	4	3.5	8
<i>Eophona personata</i>	6	4.5	2	3.5	8
<i>Cettia diphone</i>	3	3.4	3	2.6	6
<i>Dendrocopos kizuki</i>	2	2.8	3	2.2	5
<i>Dendrocopos major</i>	2	2.2	2	1.8	4
<i>Passer montanus</i>	1	1.1	1	0.9	2
<i>Cuculus canorus</i>	2	1.7	1	1.3	3
<i>Sturnus cineraceus</i>	2	1.7	1	1.3	3
Total	84		66		150
$\chi^2_0=3.12<\chi^2_{14}$ P _{0.995}					

c. Asahikawa 1976

Observer	The author		B		Total
Species	R	E	R	E	
<i>Phylloscopus occipitalis</i>	57	62.4	62	56.6	119
<i>Cettia squameiceps</i>	79	76.1	66	68.9	145
<i>Emberiza spodocephala</i>	72	65.6	53	59.4	125
<i>Parus ater</i>	36	33.6	28	30.4	64
<i>Erithacus cyane</i>	39	40.4	38	36.6	77
<i>Ficedula narcissina</i>	38	40.4	39	36.6	77
<i>Parus major</i>	40	42.0	40	38.0	80
<i>Parus palustris</i>	32	33.6	32	30.4	64
<i>Sitta europaea</i>	24	24.1	22	21.9	46
<i>Regulus regulus</i>	31	26.2	19	23.8	50
<i>Certhia familiaris</i>	25	29.9	32	27.1	57
<i>Emberiza variabilis</i>	17	17.3	16	15.7	33
<i>Dendrocopos kizuki</i>	12	10.5	8	9.5	20
Total	502		455		957
$\chi^2_0=7.78<\chi^2_{12}$ P _{0.75}					

R: recorded number in census

E: expected number in test

あって、鳥相、地形に若干不馴れであったが有意差はまったく認められなかった。

同様の結果は富士での若い熟練した観察者3氏のセンサス記録でも、一部のアオジの記録を除いて得られている(由井 1974)。つまり、こうした観察者間においては、もし記録率に差があるとすれば、扱ったすべての鳥種にほぼ同様に表われているということを意味する。一方、同じく富士の調査例で非熟練者、高齢で特に視聴力の劣る人、および集中力の欠ける人などの記録では、鳥種別優占度構成はそれ以外の人と有意差を示していた。

2. 鳥種別記録率の個人差

前項の結果に従い、本項では実際の鳥種別記録率の観察者間差を比較検討してみた。

1973年滝沢の筆者とC氏および1976年旭川の筆者とB氏の早朝のラインセンサスデータにもとづいて、一定基準(公式日の出後2時間30分、観察半径50m、進行速度時速1.5km、良い天候下)に統一した、鳥種別記録率と95%信頼限界を計算し、Table 2のa, bに示した。富士については観察者間で比較できるほど十分な早朝(昼間以降は記録が少なく計算しにくい)のデータが揃っていない。

滝沢では、13種中イカルを除いた12種において筆者の記録率がC氏より高いが、その中ではモズ以外は有意差を示さなかった。旭川では、13種中9種でB氏より筆者の記録率が高く、その中でアオジのみが有意差を示すが、その他12種すべてにおいて有意差が認められなかった。

これらの結果から、筆者と2氏の比較において各1種を除いていずれも有意差は認められなかったが、全体としては次項に述べるような記録率レベルの個人差が、多くの鳥種である程度同様に認められると見て良いであろう。2例とも各調査地の一期間内の10回前後のデータであるため、より多くのデータをとれば信頼限界も限定され、より一定の個人差の傾向が出てくると思われる。

滝沢ではC氏のイカルの記録率のみが筆者を上廻っていたが、これはイカルの行動範囲や移動活動が他種より大きく、同一個体にしばしば遭遇するので、その場合の重複記録の処理の違いによると考えられる。旭川ではアオジの記録率にのみ有意差が認められたが、本種の記録率

Table 2 Comparisons of the census effectivities between observers.

a. Takizawa 1973

Species	The author	C
<i>Parus major</i>	90.2±12.9	88.4±15.5
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	145.5±37.0	127.6±26.7
<i>Turdus chrysolaus</i>	83.4±34.3	77.6±21.5
<i>Ficedula narcissina</i>	125.9±54.8	74.9±31.4
<i>Turdus cardis</i>	101.2±16.2	74.9±25.2
<i>Parus ater</i>	74.4±47.4	46.9±46.2
<i>Lanius bucephalus</i>	111.6±16.6	60.9±30.3
<i>Eophona personata</i>	122.0±64.3	134.2±31.5
<i>Streptopelia orientalis</i>	61.0±17.1	54.6±25.4
<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	125.9±79.5	103.0±73.5
<i>Emberiza spodocephale</i>	67.1±19.1	61.5±22.6
<i>Dendrocopos major</i>	131.7±47.5	79.6±40.8
<i>Dendrocopos kizuki</i>	160.3±73.0	109.6±53.0

b. Asahikawa 1976

Species	The author	B
<i>Parus major</i>	105.1±29.3	98.9±34.2
<i>Cettia squameiceps</i>	86.6±12.9	74.8±17.6
<i>Phylloscopus occipitalis</i>	81.7± 7.7	87.8±23.5
<i>Ficedula narcissina</i>	65.9±12.1	68.0±16.1
<i>Erithacus cyane</i>	55.6±13.4	53.5±20.7
<i>Parus ater</i>	63.2± 5.8	49.5±20.0
<i>Parus palustris</i>	56.7±17.8	57.2±16.8
<i>Sitta europaea</i>	83.5±36.1	70.4±38.1
<i>Certhia familiaris</i>	92.6±21.5	108.3±26.7
<i>Regulus regulus</i>	108.6±36.2	80.7±44.9
<i>Emberiza spodocephala</i>	85.0±13.2	58.7±11.6
<i>Emberiza variabilis</i>	56.5±17.7	48.4±35.3
<i>Dendrocopos kizuki</i>	86.1±64.7	61.7±47.7

は富士においても、観察者により他種とは異なる変化をしばしば示していた。これはアオジの Call が単発的な低い音で靴音や枝葉に触れた際の雑音とまぎらわしいこと、および2羽以上同時に Call した場合の羽数の判別がむずかしいことなどがあって、観察者の行動や馴れの違いが敏感に影響するためと考えられる。このように特殊な発声や活動を示す鳥種については、より慎重な記録と訓練をすることによって、観察者間の差は縮小されると思われる。

富士で優占度に有意差の認められなかった観察者間についても、滝沢、旭川で明らかにしたと同様、鳥種別の記録率は一様な相対差を示すと推測される。

3. 記録率レベルの個人差

富士の調査分を含めて各観察者の全体的な記録能力を把握するために、センサス1回(各調査地で全域をカバーするように同一ルートを歩いた1巡回のセンサス)ごとの全鳥種合計の記録個体数(以下総記録数と呼ぶ)を用いて、相対的に比較してみる。Table 3 は様々のセンサス条件を基準化して、筆者の総記録数を100とした場合の各観察者の総記録数の相対的割合を示したものである。これらの数値を各観察者の記録率レベルと呼ぶことにする。

表の左側は視聴力が普通で、ある程度センサス技術を訓練した若い観察者、右側は視聴力が劣るか、未熟練およびラインセンサス調査への理解度や集中度の低いと思われる観察者の記録率レベルである。ただしE氏の記録率レベルが低いのは、先に述べたように滝沢におけるただ1回のセンサスのため、不馴れが原因と思われる。本表によれば観察者による記録率レベルの差は明らかであり、各観察者間および左右の欄で差を示している。ある程度熟練した人でも記録率レベルに差があるのは、基本的には視聴力の違いによることはすでに述べた(由井 1974)。

IV 観察者条件の基準化に関するまとめ

観察者条件の基準化に関して、センサス技術の熟練、実施時の身心状態の調整、トレーニング、同行者を伴わないことおよび望ましい着用具等についてはすでに指摘してきた(由井 1974, 77)。ここではそのようにしても残存する視聴力の個人差の基準化法について述べる。

視力の補正についてはメガネを用いればかなり可能であるが、視角が狭まる場合もある。

Table 3 Levels of census ability of each observer.

Well-trained normal observer		Untrained or inferior observer	
Yui	100	E	75
A	97	F	75
B	89	G	66
C	79	H	65
D	81	I	60

しかし富士の調査では目撃 (Visual) のみによって判別し得た個体は全体の10%程度しかなかったことから、視力の強弱は聴力の差異ほど重要ではないと考えられる。したがって聴力の補正、基準化が問題となる。聴力の弱い人が補聴器を用いても、距離、方角の判断がしにくいので、実用的でない。

本論文に係る一連の調査では、その測定法が不明なこともあって各観察者の聴力の測定は行っていない。仮りに1つの一般的な聴力測定法があったとしても、それを野外の鳥の声の認知力とすぐさまに関連づけることは、様々の問題が間にあって困難ではないかと考える。

観察者の聴力の違いによる記録内容の誤差を解消する手段として、テープレコーダー等による機械化センサ法が、IBPの研究や環境庁特別研究の中で試みられたこともあったが、これもまたその分析が繁雑で実用化には至っていない。

以上のような経過から、当面は観察者の記録率レベルは個人別に調査していくしかないと思われる。1つの望ましい方法は、全国各地の観察者または代表者を一定地域に集めてラインセンサスを行ない、筆者(1977表3)の記録率と比較した記録率レベルを測定することである。その場合あらかじめ代表種数種のなわばり密度を求めておく。ある地方に記録率レベルの判明した人が1人いれば、他の人はその人と基準化した総記録数を比較すれば、大よその記録率レベルが求められる。

Table 3によれば、センサス技術に熟練し、視聴力が普通の人であれば、記録率レベルは平均 90 ± 10 (%)位に収まっているので、その程度の誤差範囲が許容される調査の場合は、上に述べたような手続きは必要ないと考えられる。実際問題、野外の動物の生息密度調査では、10%±程度の精度が得られれば十分な場合が多いのである。

摘 要

1. ラインセンサス法の研究の第Ⅲ報として、観察者条件と記録率の関係について、未発表の資料の解析検討結果を報告するとともに、従来の資料と合わせて、観察者条件の基準化に関する考察を行なった。
2. 滝沢と旭川で得たセンサス記録では、視聴力が普通で熟練した観察者間で、鳥種別優占度構成に有意差は認められなかった (Table 1)。これは富士の結果と同じである。
3. 鳥種別記録率を観察者間で比較した結果、有意差はほとんど認められなかったものの、大半の鳥種で同じ傾向の差違を示していた (Table 2)。
4. 様々の条件を基準化して、筆者とそれ以外の観察者の記録率レベルを比較した (Table 3)。視聴力が普通で熟練した観察者では平均して 90 ± 10 (%)に収まっていた。
5. 観察者能力を基準化するためには各観察者の記録率レベルの測定がもっとも望ましい。ただし10%程度の誤差が許容されるなら、他の観察者条件が整えば、記録率レベルの測定は不要と考えられる。

文 献

- Enemar, A. & B. Sjöstrand 1967. The strip survey as a complements to study area investigations in bird census work. *Vår Fågelvärld* 26 (2): 111~126.
- Snedecor, G.W. 1956. 統計的方法(畑村他訳). 岩波書店: 478pp
- 由井正敏 1974. 繁殖期における小鳥類の生息数調査法に関する研究. 林試研報(264): 13~78.
- 由井正敏 1977. 野鳥の数のしらべ方. わかりやすい林業研究解説シリーズ. 60, 日林協.
- 由井正敏 1978. 森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究 I 記録率の日周変化. 山階鳥研報 (51, 52): 70~81.

**Studies on the linetranssect census method of the woodland
bird populations**

III. Differences of the census effectivity between observers

Masatoshi Yui

1. In the linetranssect census data taken at Takizawa and Asahikawa Area, there were no significant differences between the specific relative dominance values calculated from the author's data and that of well-trained young observers(Table 1). This result coincides with that of Fuji Area(Yui 1974). Namely, these results mean that the census effectivity of every species differs to the same degree between two observers, so long as whose abilities of hearing and seeing are not inferior.

2. The census effectivity of each species was calculated with 95% confidence limit for every two observers in two Areas (Table 2). The majority of the specific census effectivities show the same trend of difference between two observers, although there are almost no significant differences. The differences will become more clear and will converge to the same degree between observers, if more times of census were taken.

3. The levels of census ability of many observers were calculated with relative value against the author's ability, using total recorded numbers of birds per one census standardizing various factors(Table 3). The levels of such observers as well-trained and having normal hearing and seeing ability show about $90 \pm 10(\%)$ relative value.

4. To get an accurate estimate of bird density, it is desirable to measure the level of census ability of each observer. But if the error about is 10% permitted, there is no need to measure it, when observer has normal ability in bird census work.

*Tohoku Branch, Forestry and Forest Products Research Institute, Shimokuriyagawa
Morioka, Iwate Pref.*

Erratum

本誌 Vol. 10 No. 51, 52

p. 77 Table 4.

Area	Time of the lowest effectivity (A)
Takizawa	13 : 40
Asahikawa	13 : 59