

森林面積と鳥の種数との関係

樋口広芳¹ 塚本洋三² 花輪伸一² 武田宗也²

はじめに

近年、自然環境はわれわれの身のまわりから急速に失なわれつつある。こうした中で、森林や草原はこまぎれにされ、孤立化して、まさに“陸の孤島”となりつつある。このような孤立化した自然の中で鳥を観察していて、われわれは、鳥の種数や個体数とその環境の面積の大小と密接な関係をもっていることを、経験的に知っている。つまり、一般により広い面積の森林や草原ほど、より多くの鳥がすんでいる、ということである。

この論文は、これまで経験的に知られてきたこうした面積と鳥の多さとの関係を、数量的に明らかにしようとしたものである。本論文で扱う自然環境は森林であり、鳥の多さは繁殖期の種数である。この両者の関係をここで特に選んだのは、孤立化した林が数多くあるためと、繁殖期の種数だけなら比較的容易に調べることができるからである。本論文では、まず、林の面積の増大に応じて鳥の種数がどう増加していくかについて述べ、次に、その種数の増加に個々の種がどうかかわっているかを明らかにする。

本論文で明らかにされるようなことがらは、単に生物学的に重要であるだけでなく、自然保護の上でも大きな意味をもっている。たとえば、鳥獣保護区やサンクチュアリなどをつくるさい、どのくらいの面積を残せばどういう鳥がどのくらいすむようになるか、ということ予測するには、この種の調査に基づく資料が不可欠であろう。

こうした調査、研究は、1960年代に開花、発展した島の生物地理学の成果をもとに（主にMacArthur 1963, 1967）、欧米では活発に行なわれている（たとえばDiamond 1975, Diamond and May 1976, Burgess and Sharpe 1981）。したがって、これから行なわれる日本での調査は、欧米の模倣ということになるが、欧米で得られた成果は、日本の自然にそのままあてはめられるものではないだろう。日本の自然を理解し、守っていくためには、やはり日本の自然を対象にした調査、研究を行なっていく必要がある。

今回の調査は、日本野鳥の会研究部研究委員会のわれわれ4人が中心になって企画、実行し、結果のとりまとめを行なったが、実際の現地調査は、東京、神奈川、千葉、埼玉在住の野鳥の会会員の有志に全面的にご協力いただいた。これらの方々のお名前は、調査地名とともに付表1に記してある。また、本論文を書くにあたっては、野鳥の会事務局の金井裕氏および東京大学農学部石田健氏にお世話になった。上記の方々すべてに厚くお礼申し上げたい。

1982年11月11日受理

1. 東京大学農学部森林動物学教室 〒113 東京都文京区弥生1-1-1.
2. 日本野鳥の会研究部 〒150 東京都渋谷区渋谷1-1-4 青山フラワービル内.

調査地および調査方法

調査地は、東京を中心に神奈川、千葉、埼玉に合計51カ所選んだ(付表1)。これらの中には、人家の庭にある樹木群から、社寺林、都市公園内の林、一つの丘陵をおおう森林までが含まれている。いずれも孤立化した林であり、ほかの林から最低200m、大部分は1km以上離れている。これらの林は、構成樹種、被度、林内の垂直構造などに関していろいろであったが、今回は特にその違いを問題にしなかった。ただし、調査用紙中には、調査が今後もっと大規模かつ精密に行なわれた時に利用できるように、上記の関連項目を記入しておいた。

現地での鳥の調査は、1982年の5月下旬から7月上旬までの間に、各調査地とも原則として5回行なった。ただし、調査地によっては、やむをえない事情により5回できなかったところもある。観察は晴天または曇天の日の早朝4時から7時までの間に行ない、調査地内を時速約2kmで歩きながら、半径25mの範囲内で観察できた鳥の種と個体数を記録した。調査地内を歩くにあたっては、そのほぼ全域をカバーできるような調査コースを設定した。

明治神宮、多磨霊園、清澄庭園、皇居、狭山丘陵の鳥の資料は、現地調査によらずに、文献および未発表の記録から得た。これらの地域の鳥は、東京支部(前3地域)、笹川昭雄氏(皇居)、荻野豊氏(狭山)によって、上記とほぼ同じ方法で定期的に調べられている。なお、これら文献からの資料を利用するにさいしては、最近の2、3年間に行なわれた調査結果の中から、1繁殖季節分の資料だけを抜き出した。これは、今回の現地調査の資料が1繁殖期だけのものだからである。

資料をまとめるにあたっては、観察された鳥の中から、以下の鳥を除いた。

1. 水鳥：日本鳥類目録(日本鳥学会編、1974)中、アビ目からガンカモ目までの6目、ツル目とチドリ目の2目、およびブッポウソウ目のカワセミ科とスズメ目のセキレイ科の2科。
2. 明らかに繁殖しない鳥：メボソムシクイ、ツグミ、カシラダカ、アオジ、シメ、ヒレンジャク。
3. 草原の鳥、および樹上にほとんどおらない鳥：ツバメ、オオヨシキリ、セッカ、ドバト。
4. 夜の鳥：アオバズク、ヨタカ。

1から3までの鳥を除いたのは、それらが調査地を繁殖期の重要な生活場所(の一部)として利用しているとは考えられないからである。また、夜の鳥を除いたのは、これらの鳥を確認するには今回の調査方法では明らかに不十分であると考えたからである。

調査地の林の面積は、航空写真、地図、実測などに基づいてメートル単位で算出し、のちにヘクタールに換算した。ただし、一部の地域については、公表されている面積をそのまま利用した。

調査結果および考察

まず、5回の調査で各地域の鳥の種数を十分調べることができているかどうかを検討し

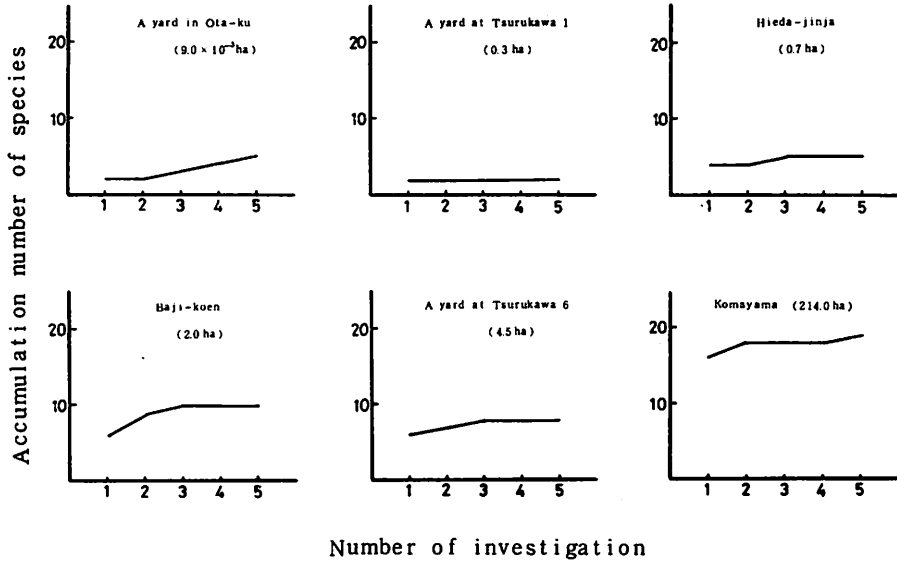


図1. 調査回数と累積種数.

Number of investigation and accumulative number of species.

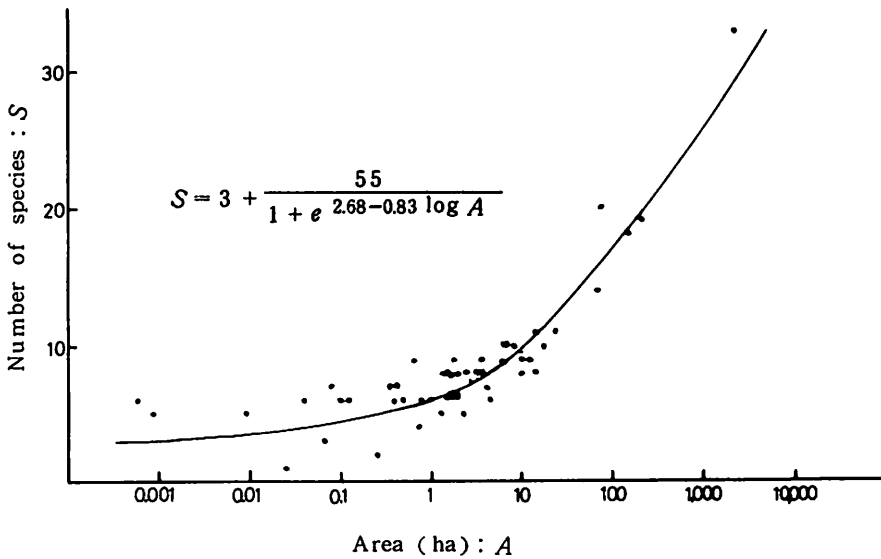


図2. 林の面積と鳥の種数との関係. 図中の曲線および関係式は, 面積と種数の関係がロジスティック曲線にのるものと仮定して, コンピューターで定数の値を変化させながら近似のよいものを選んであてはめた.

Relationship between forest areas and the number of species. The curve and equation in the figure were found by computer, supposing that the relation between areas and the number of species can be applied to the logistic curve.

てみた。図1は、調査回数と累積種数との関係を示したものである。ここには、小面積や大面積の林の中から適当に選んだ例だけを示した。これらの例からもわかるように、1ha未滿の非常に狭い面積の木立ちを除いては、5回の調査で記録される鳥の種はほぼ頭うちになることが多かった。したがって、今回の調査に関する限り、この問題によって以下の論議が大きく左右されることはないように思われる。ただし、この問題は今後もっと十分に検討される必要があるだろう。

林の面積の増大に応じて鳥の種数が増加していく様相は、図2に示した。林の面積が1haにならない範囲では、鳥の種数はほとんど増加しない。しかも、林によって出現種数にかなりのばらつきがある。1ha以上になると、種数は次第に増加していき、10ha付近で10種前後、100ha付近で10数種、2000ha付近では約30種になる。

ここで、林の面積をA、鳥の種数をSとすると、両者の関係はロジスティック曲線を仮定して、

$$S = 3 + \frac{55}{1 + e^{2.68 - 0.83 \log A}}$$

という式でよく近似される。したがって、この式に基づけば、

$$A = 1 \text{ のとき } S = 6.5$$

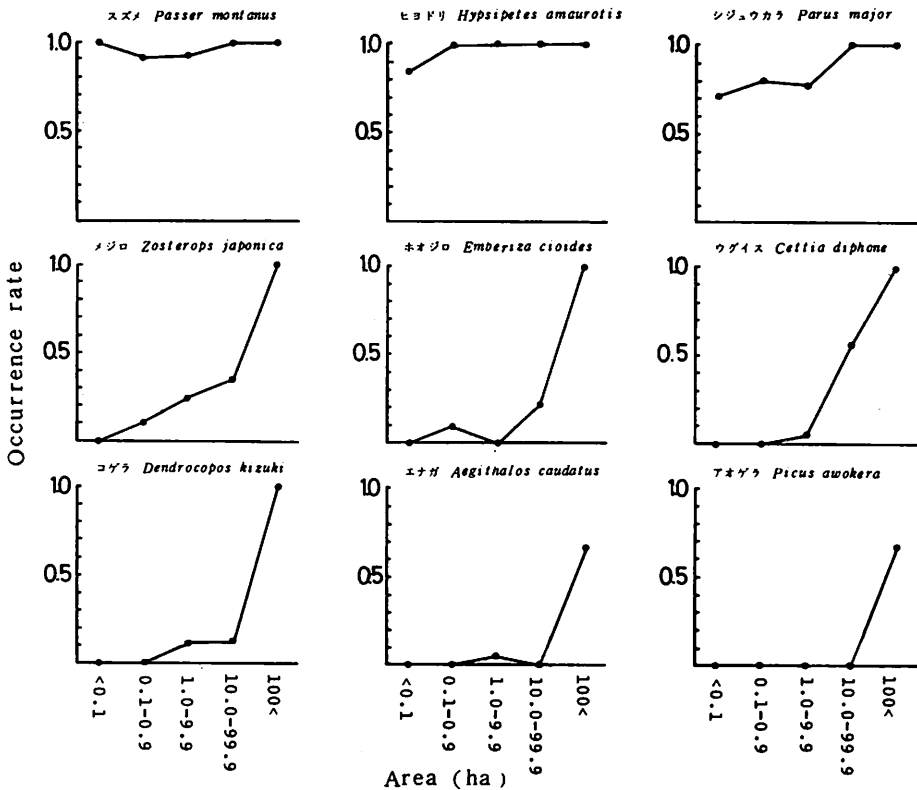


図3. 面積の増大に応じた各種の出現率。
Occurrence rates of species in relation to the increase of forest areas.

A = 10 のとき	S = 10.5
A = 100 のとき	S = 17.6
A = 1,000 のとき	S = 27.9
A = 10,000 のとき	S = 39.0

という予測ができる。

こうした種数の増加に、それぞれの種がどうかかわっているかを示したのが、表1と図3である。このどちらの図表も、面積を5つの階級に分けてあり、各階級に入る林の総数に対する各種が記録された林の数の比率を示している。なお、表1には、51の調査地で記録されたすべての種（ただし、調査方法のところで除外するとした鳥は除く）があげてある。これらの図表から明らかなように、面積の増大に応じて増加していく鳥の種は、非常にはっきりと決まっている。

1 ha 未満の非常に狭い林には、スズメ、キジバト、ヒヨドリ、シジュウカラ、ムクドリ、オナガなどのごく限られた鳥だけが高い率で出現する。これらの鳥の多くは、一般に広い行動圏をもち、あちこち移動してまわる性質をもっている。おそらくこのことが、こうした狭い林では出現する鳥の種数が5回の調査では頭うちにならないことや、林によって出現種数にばらつきが多いことの原因となっているものと思われる。このような狭い林にすんでいる鳥の多くは、そこだけを生活の場にしていないだろう。

1 ha 以上の林になると、上記の鳥に加えてコゲラやエナガ、ウグイスなどが入ってくる。だが、それらの出現率は低く、おそらく狭いなりによい環境条件がなければすまないであろう。カッコウがこの広さの林にすみついて、繁殖したかどうかは疑わしい。

10 ha 以上になると、さらにキビタキ、サンコウチョウ、モズ、イカル、ヤマガラなどがすむようになる。そして100 ha 以上の大面積の林になると、さらにアオゲラ、ヤブサメ、サンショウクイ、トラツグミ、クロツグミなど、いろいろな鳥が加わってくる。しかも、こうした大きな森林では、それよりも小面積のところでもいたりいなかったりした鳥が高い率で出てくる。つまり、このくらいの面積になれば、メジロやコゲラやウグイスは、どの林でもすみついているということである。

以上のように、林の面積の増大に応じた種数の増加、およびそれにかかわる種構成の変化には、かなりはっきりした規則性がある。ただし、図2の種数のばらつきや図3の出現率からも予想されるように、種数や種構成は、面積以外の要因によっても当然影響を受ける。たとえば、千葉大学園芸学部の構内と東京の清澄庭園は、林の面積がともに2 ha 強あるが、観察された鳥の種数は、前者では5種、後者では8種であった。また、都心にある面積約157 ha の皇居の林と神奈川県大磯にある約214 ha の高麗山では、それぞれ18種と19種とほぼ同じ種数の鳥が観察された一方、種構成がかなり違っていた。すなわち、皇居にはアオゲラ、ヤブサメ、オオルリ、エナガなどがいなかったが、高麗山にはキジ、オナガ、モズなどがいなかった。

おそらく、千葉大と清澄庭園の例では林の種類や被度などの違いが、また、皇居と高麗山の例では地形や孤立化の程度の違いが、鳥の種数や種構成に違いをもたらしているのではないかと思われる。

今回の調査では、調査箇所数が少ないために、こうした諸要因を考慮した分析は行なうことができなかった。今後は、調査方法の検討を含めて、もっと十分な分析ができるよう

表1. 面積の増大に応じた各種の出現状況.

Occurrence rates of species in relation to the increase of forest areas.

No	種 Species	面積 Area (ha)*				
		0.1 > (7)	0.1-0.9 (10)	1.0-9.9 (22)	100-99.9 (9)	100< (3)
1	スズメ <i>Passer montanus</i>	1.00	0.90	0.92	1.00	1.00
2	キジバト <i>Streptopelia orientalis</i>	0.71	0.80	1.00	1.00	1.00
3	ヒヨドリ <i>Hypsipetes amaurotis</i>	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00
4	シジュウカラ <i>Parus major</i>	0.71	0.80	0.73	1.00	1.00
5	ムクドリ <i>Sturnus cineraceus</i>	0.57	0.70	1.00	1.00	1.00
6	オナガ <i>Cyanopica cyana</i>	0.29	0.60	0.73	0.78	0.67
7	コジュケイ <i>Bambusicola thoracica</i>	0.29	0.10	0.23	0.67	0.67
8	カワラヒワ <i>Carduelis sinica</i>	0.29	0.30	0.77	0.89	1.00
9	ハシブトガラス <i>Corvus macrorhynchos</i>	0.14	0.40	0.59	0.78	1.00
10	ハシボソガラス <i>Corvus corone</i>	0	0.1	0.14	0.22	0.67
11	メジロ <i>Zosterops japonica</i>	0	0.1	0.23	0.33	1.00
12	コゲラ <i>Dendrocopos kizuki</i>	0	0	0.09	0.11	1.00
13	エナガ <i>Aegithalos caudatus</i>	0	0	0.04	0	0.67
14	ウグイス <i>Cettia diphone</i>	0	0	0.04	0.56	1.00
15	カッコウ <i>Cuculus canorus</i>	0	0	0.15	0.11	0.33
16	キジ <i>Phasianus colchicus</i>	0	0	0.08	0.11	0.67
17	ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	0	0.10	0	0.22	1.00
18	キビタキ <i>Ficedula narcissina</i>	0	0	0	0.11	0.33
19	サンコウチョウ <i>Terpsiphone atrocaudata</i>	0	0	0	0.11	1.00
20	モズ <i>Lanius bucephalus</i>	0	0	0	0.22	0.67
21	イカル <i>Eophona personata</i>	0	0	0	0.22	1.00
22	ヤマガラ <i>Parus varius</i>	0	0	0	0.11	1.00
23	チゴモズ <i>Lanius tigrinus</i>	0	0	0	0.11	0
24	コサメビタキ <i>Muscicapa latirostris</i>	0	0	0	0.11	0.33
25	アオゲラ <i>Picus awokera</i>	0	0	0	0	0.67
26	ヤブサメ <i>Cettia squameiceps</i>	0	0	0	0	0.67
27	オオルリ <i>Cyanoptila cyanomelana</i>	0	0	0	0	0.67
28	オオタカ <i>Accipiter gentilis</i>	0	0	0	0	0.33
29	サンショウクイ <i>Pericrocotus divaricatus</i>	0	0	0	0	0.33
30	トラツグミ <i>Turdus dauma</i>	0	0	0	0	0.33
31	クロツグミ <i>Turdus cardis</i>	0	0	0	0	0.33
32	センダイムシクイ <i>Phylloscopus occipitalis</i>	0	0	0	0	0.33
33	ヒガラ <i>Parus ater</i>	0	0	0	0	0.33
34	ツツドリ <i>Cuculus saturatus</i>	0	0	0	0	0.33
種数の合計		9	12	16	23	33

*各階級の下のカッコ内の数字は、そこに含まれる調査地数.

The figure in parenthesis under each area class indicates the number of sites investigated.

に、この調査、研究を深めていきたいと考えている。なお、林の面積の増大に対応した種数や種構成の変化は、北海道や九州、沖縄などでは、ここで述べたのとは多少違った様相を示すものと思われる。同様な調査が各地で行なわれることを望みたい。

要 約

1. 東京、神奈川、千葉、埼玉に51カ所の孤立した林を選び、林の面積と繁殖期の鳥の種数および種構成との関係を調査した。

2. 鳥の種数は林の面積の増大とともに増加し、両者の間には、面積を A 、種数を S とした場合、

$$S = 3 + \frac{55}{1 + e^{2.68 - 0.83 \log A}}$$

という関係があった。

3. 種数の増加に応じてどんな鳥がつけ加わっていくかは、かなり規則的に決まっていた。ただし、こうした種構成は、種数同様、林の面積だけでなく、林の種類、被度、孤立化の程度などによっても変化することが予想された。

引 用 文 献

- Burgess, R. L. and D. M. Sharpe (ed.). 1981. Forest Island Dynamics in Man Dominated Landscapes. Springer-Verlag, New York.
- Diamond, J. M. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of nature reserves. Biol. Conserv., 7: 129-146.
- Diamond, J. M. and R. M. May. 1976. Island biogeography and the design of natural reserves. In "Theoretical Ecology" ed. by R. M. May. pp. 163-186. Blackwells, Oxford.
- Mac Arthur, R. H. and E. O. Wilson. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution, 17: 373-387.
- Mac Arthur, R. H., and E. O. Wilson. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton Univ. Press, New Jersey.
- 日本鳥学会. 1974. 日本鳥類目録. 学研, 東京.

付表1. 調査地, 林の面積, 調査者.

調査地	林の面積 (ha)	調査者	調査地	林の面積 (ha)	調査者
東京都			個人宅庭 (三鷹市)	6.00×10^{-3}	鈴木 卓也
横綱町公園	1.53	塚本 洋三	皇居	157.16	笹川 昭雄
立花団地	0.80	山本 正臣	虎北神社	0.40	叶内 拓哉
猿江恩賜公園	1.60	成末 雅恵	植木場	0.30	叶内 拓哉
伝法院	3.60	徳武 弘子	栄町 A	0.13	花輪 伸一
鳥越神社	2.50×10^{-2}	塚本 洋三	栄町 B	4.00×10^{-3}	花輪 伸一
隅田公園	4.52	塚本 洋三	鶴川1丁目	0.30	松木 護
柳神社	6.25×10^{-2}	塚本 洋三	鶴川6丁目	4.50	松木 護
浜町公園	4.04	石川 勉	大和田1丁目	7.50×10^{-2}	香川 淳
東京大学 (本郷) 構内	6.50	石田 健	旭ヶ丘	1.00	香川 淳
本門寺	6.90	横溝 十重	浜離宮	10.00	日本野鳥の会指導部
徳持神社	0.10	富岡 辰先	小金井公園	24.50	日本野鳥の会指導部
個人宅庭 (大田区)	9.00×10^{-3}	富岡 辰先	井の頭公園	12.50	日本野鳥の会指導部
禰田神社	0.72	阪本 利継	石神井公園	10.00	日本野鳥の会指導部
宝来公園	1.80	穎川 純一	明治神宮 注1	70.70	日本野鳥の会東京支部
萩中神社	1.30	藤原 範明	多磨霊園 注2	75.00	日本野鳥の会東京支部
城北中央公園	14.50	松野 浩子	清澄庭園 注3	2.50	日本野鳥の会東京支部
学習院大学構内	6.00	石田 健	神奈川県		
立教大学構内	1.80	石田 健	高麗山湘南平	214.00	浜口 哲一
東京大学 (駒場) 構内	7.92	東京大学生物研究会	慶応大学 (日吉) 構内	0.64	慶応大学野鳥の会
駒場入試センター西	0.40	武田 宗也	埼玉県		
駒場入試センター東	0.50	武田 宗也	愛宕神社	2.00	赤尾 勉
下石神井1丁目	0.90×10^{-1}	柴原 克明	狭山丘陵 注4	2,360.00	荻野 豊
善福寺公園	3.30	八木 雄二	千葉県		
井草八幡宮	2.00	谷口 高司	千葉大学園芸学部構内	2.33	佐野 暢子, 田中 利彦
馬事公苑	18.40	竹田 敦夫	小塚山公園	3.60	仲 真 晶 子
砧緑地公園	14.00	千葉 勇人	白幡神社	1.70	仲 真 晶 子
上野毛公園	1.50	大塚 豊			

注1, 2, 3) ユリカモメ (日本野鳥の会東京支部報) 1981年8, 9, 10月号. 注4) 荻野豊 1980. 狭山丘陵の鳥. さきたま出版会, 浦和.
注5) 本調査では次の方々からもご協力を頂いた. 村山元秀, 杉山道夫, 加藤隆一, 明大野鳥研究会.

Relationship between Forest Areas and
the Number of Bird Species

Hiroyoshi Higuchi¹, Yozo Tsukamoto², Shin-ichi Hanawa²,
and Munenari Takeda²

1. Fifty-one isolated forests in Tokyo, Kanagawa, Chiba, and Saitama were selected to investigate the relationship between forest areas and the number of species, and species composition during the breeding season.

2. The number of species increased as the size of forest areas increased. The relationship between the forest areas "A" and the number of species "S" was revealed as follows:

$$S = 3 + \frac{55}{1 + e^{2.68 - 0.83 \log A}}$$

3. As the number of species increased, the species added were almost regularly fixed. However, it was considered that the species composition may change, as in the case of number of species, corresponding to the forest types, vegetation cover, and the extent of isolation.

1. Laboratory of Forest Zoology, Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113
2. Wild Bird Society of Japan, Aoyama Flower Building, 1-1-4 Shibuya, Shibuya-ku, Tokyo 150