ツグミの飛び立ち距離に影響する要因

松 岡 茂*

農林水産省農業研究センター・鳥害研究室

Factors affecting the flight distance of the Dusky Thrush *Turdus naumanni*

Shigeru MATSUOKA*

Bird Control Laboratory, National Agriculture Research Center,
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries,
Tsukuba City, Ibaraki 305

Flight distances were measured in the Dusky Thrush, *Turdus naumanni*, in winter. Predictive models relating flight distance of the thrush to environmental variables were developed and tested using stepwise multiple regression. The models, based on analyses of possible independent variables collected in 1984 and 1985, accounted for 54% and 82% of the variation in flight distance, respectively. The most important independent variables were location of the thrush (whether it was within 10 meters from the nearest shelter belt or not) and snow depth in 1984, and distances from the thrush to the nearest shelter belt and perch height in 1985. Longer flight distances were recorded further away from shelter belt. Snow fall made the flight distance shorter. Based on the multiple regression model in 1985, I predicted flight distance of thrushes and the time until they flew off for each distance from the shelter belt and showed that a thrush would stay a longer time before it flew off near shelter belts.

Key Words: Flight distance, Multiple regression model, *Turdus naumanni*.

地上で採食している鳥に地上性の捕食者が接近していった場合、鳥は明らかに捕食者の接近に気づいているにもかかわらず、ある一定の距離までは接近を許容する。最終的に鳥は飛び立ってしまうが、そのときの鳥と捕食者との距離を飛び立ち距離 flight distance という (HEDIGER 1950)。飛び立ち距離の変異に影響する要因として、群れサイズ (群れを構成する個体数) や鳥の齢 (DHINDSA & BOAG 1989) などをあげることができる。たとえば、地上で採食しているチョウショウバト *Geopelia striata* の3羽以上の群れやヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis* の群れでは、群れサイズの増加にともない飛び立ち距離が増加する傾向が認められている (GREIG-SMITH 1981, 松岡 1994a)。著者は、ヒヨドリの飛び立ち距離の計測時に、ほかの地上採食を行なう種についても飛び立ち距離の測

* 現所属: 農林水産省森林総合研究所北海道支所・鳥獣研究室。Present address: Wildlife Management Laboratory, Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Toyohira-ku, Sapporo 062.

定を試みた。その際、周辺の環境条件によってこれら鳥類の飛び立ち距離に大きな変異があるように思えたので、新たにこれらの鳥類についてデータの収集を行なった。

この論文では、比較的多くのサンプルを収集できたツグミ *Turdus naumanni* についての分析結果を報告する。ツグミは、茨城県つくば市では11月初旬から4月下旬頃まで出現する冬鳥で(松岡 1984)、農耕地では裸地や芝生畑など見通しのよい地上で採食することが多い。そのため、飛び立ち距離を測定する材料として適している。また、ほとんどの個体が単独で採食しているので、群れサイズの要因については考慮しなくてよい。さらに、地上採食の鳥類は積雪によって物理的に採食場所が制限されると考えられるが、ツグミもその例にもれない。つくば市ではまれな20 cmを越える積雪によってツグミの採食場所や越冬個体数に大きな影響が認められている(松岡 1984)。このような気象条件の変異やツグミの採食場所に関する変異が、彼らの飛び立ち距離の変異とどの様に関係しているか、またどのような要因が飛び立ち距離にもっとも大きく影響しているかを明らかにすることがこの論文の目的である。

調査地及び方法

ツグミの飛び立ち距離の測定は、茨城県つくば市にある農林水産省農業研究センターおよび隣接する農業環境技術研究所のは場で、1984年は2月2日から3月2日(時間は8時から10時30分)まで、1985年は2月12日から4月5日(時間は8時から15時)まで行なった。飛び立ち距離は次のように測定した。1. は場で採食しているツグミを探しだし、測定する個体を決定する。他のツグミの存在の影響を除くため、少なくとも100 m以内に同種他個体やヒヨドリの群れがいないことを確認した。1985年には、防風林内の樹上のツグミも測定の対象とした。2. ツグミに向かって時速2 km位でゆっくり歩いて行く。3. ツグミが飛び去った時のツグミと観察者との間の距離を歩測によりm単位で計測したものを、飛び立ち距離とする。樹上のツグミの場合には、観察者からツグミがとまっていたところの直下までの距離を測定し、この値とツグミがとまっていた場所の地上高から計算により求めた。4. ツグミが飛び立って再び降りた場所まで目視により追跡でき、かつその降り立った場所が1の条件を満たしている場合には、さらに連続して2, 3を繰り返して、データを収集した。最高で3回連続して飛び立ち距離を測定することができた。飛び立ち距離の測定後に、測定日時、同一個体についての測定の順番、ツグミが採食していた環境の記載を行なった。ここで環境については、1984年には、ツグミが防風林の縁から10 m以内にいたかあるいはそれ以上離れたは場にいたか、および積雪深(cm)を計測した。さらに、分析にあたっては、飛び立ち距離の測定時の気温(℃)、相対湿度(%), 風速(m/sec), 雲量(0-10)の気象データを加えた。これらの気象データは、農業環境技術研究所で測定されたものを用いた。

1985年の環境要因は、1984年の分析結果をふまえて、採食していたツグミからもっとも近い防風林縁までの距離(防風林内にいた場合は0 mとする)、ツグミからもっとも近くにある防風林や林の平均樹高(m)、ツグミがいた場所の地上からの高さ(地上の場合を0 mとする)、および雲量を野外で計測した。ただし、気温、風速については農業環境技術研究所での測定データを使用した。また、飛び立ち距離の測定は著者が一人で行ない、

Table 1. Independent variables included in multiple regression analyses of flight distance of the Dusky Thrush *Turdus naumanni*.

1984	<p>LTN : Location of bird (within 10m from the nearest shelter belt=0, more than 10m=1)</p> <p>SEQ¹ : Sequence when flight distance was sampled continuously for the same individual (1-3)</p> <p>WND : Wind speed (m/sec)</p> <p>TMP : Air temperature (°C)</p> <p>HUM² : Relative humidity (%)</p> <p>TIM : Time when flight distance was sampled (minutes reckoned from 08:01=1)</p> <p>DAY : Date when flight distance was sampled (days reckoned from 1st February=1)</p> <p>SNW : Snow depth (cm)</p> <p>CLD : Cloudiness (1-10)</p>
1985	<p>DSB : Distance from thrush to the nearest shelter belt (m)</p> <p>HSB : Height of the nearest shelter belt (m)</p> <p>TNH : Perch height of bird (m)</p> <p>SEQ, WND, TMP³, TIM, DAY, SNW⁴ and CLD : same as in 1984</p>

- 1 : A maximum of three samples were collected.
2 : HUM was excluded because of the high collinearity with CLD in 1984.
3 : TMP was excluded because of the high collinearity with TIM and DAY in 1985.
4 : SNW was excluded because of no snow fall in 1985.

測定時には常に同じ服装を着用した。

データの分析は、ツグミの飛び立ち距離を従属変数とし、ツグミがいた周辺的环境条件や気象データを説明変数 (Table 1) とする重回帰モデルによって行なった。このときモデルの誤差項については、互いに独立で平均0、分散 σ^2 の正規分布を仮定した。変数選択は、増減法により行なった。変数の取込と除去の基準は、ともに有意レベル0.15で行なった。モデルに取込む説明変数については、測定日は2月1日を1とし日単位で、測定時間については午前8時1分を1とし分単位で表わした。1984年のツグミの採食位置は、防風林の縁から10 m以内にいた場合には0を、それ以外は1をとるダミー変数とした。

また、1985年の重回帰式を利用してツグミの飛び立ち距離を予測し、それを基に防風林からの距離別にツグミが飛び立つまでの時間を数値実験により求めた。最初に、ツグミは地上だけにいると仮定して (TNH=0)、防風林からの距離別に飛び立ち距離を求めた。このとき、防風林の高さは、飛び立ち距離の測定の際に記録した高さの平均値 (6.1) と標準偏差 (2.0) を用い、飛び立ち距離の変異を求めた。次に、ツグミが地上に降り立った瞬間に100~200 m離れたランダムな地点から人間がツグミに2 km/h の速度で近づいていくという条件で、ツグミが飛び立つまでの時間を求めた。計算は、100~200 の一様乱数と防風林の高さの分布に従う乱数から求めた飛び立ち距離の差を求め、歩く速さで割って飛び立つまでの時間を求めた。これを防風林からの距離別にそれぞれ100回繰り返し、その平均と標準偏差を求めた。

結 果

1) 1984年のデータの分析結果

1984年に収集した150例の飛び立ち距離のデータについて、説明変数間の単相関係数 (Kendall τ) を求めた。それらの間では、いくつか高い相関が認められた。その中でも相対湿度については、他の説明変数との間に高い相関が多く、とくに温度とは負の (-0.46 , $P<0.01$) また雲量とは正の相関 (0.42 , $P<0.01$) が高かった。これらの関係は、相対湿度について通常予測されるものである。そこで、多重共線性に関する分析 (分散増加要因評価指数 VIF に関する分析) を行なったところ、相対湿度、雲量の2変数に共線性の傾向がみられた。共線性のある変数とともにモデルに含めると互いのパラメータの推定値が大きく変わる傾向があるため、どちらか一方の変数を用いることが推奨されている (SASインスティテュートジャパン 1992)。説明変数間の単相関係数と多重共線性に関する分析結果を考慮して、1984年の分析については相対湿度を説明変数のリストから除いた。

増減法による選択の過程では、最初のステップで、ツグミの採食位置に関する変数 (LTN) が選択された (Table 2)。寄与率 (決定係数) は0.40であった。続いて、測定日、積雪深などの変数が選択され、最終的には測定の順番と雲量の2つの変数を除く6変数が重回帰モデルに取り込まれた。重回帰モデルは統計学的に有意であったが、このモデル全体の寄与率は0.54とそれほど高くなく、従属変数のばらつきの半分程度しか説明していない。Table 2には、重回帰式の偏回帰係数、標準偏回帰係数も示した。標準偏回帰係数の値から、ツグミの飛び立ち距離への寄与の程度の最大のものは、ツグミの採食場所に

Table 2. Multiple regression analysis of flight distance (data collected in 1984)

2-1 Summary of stepwise procedure for dependent variable

Step	Variable		Partial R^2	Model R^2	F value	Prob>F
	entered	removed				
1	LTN	—	0.396	0.396	97.145	0.0001
2	DAY	—	0.059	0.456	16.049	0.0001
3	SNW	—	0.038	0.494	11.009	0.0011
4	WND	—	0.012	0.506	3.610	0.0594
5	TMP	—	0.010	0.516	3.010	0.0849
6	TIM	—	0.027	0.544	8.514	0.0041

2-2 Analysis of variance

Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Prob>F
Model	6	5607.793	934.632	28.370	0.0001
Error	143	4711.040	32.944		
Total	149	10318.833			

2-3 Parameter estimates

Variable	DF	Parameter estimate	Standard error	T for H_0 : parameter=0		Standardized estimate
				Prob> T		
INTERCEPT	1	11.836	2.337	5.063	0.0001	0.0000
LTN	1	10.635	1.082	9.826	0.0001	0.5670
WND	1	-0.783	0.295	-2.650	0.0090	-0.1670
TMP	1	-0.796	0.270	-2.945	0.0038	-0.1904
TIM	1	0.075	0.026	2.918	0.0041	0.1945
DAY	1	0.185	0.055	3.359	0.0010	0.1958
SNW	1	-0.633	0.159	-3.983	0.0001	-0.2486

関する変数であることが明らかである。これは、防風林から10 m以上離れたところで採食しているツグミの飛び立ち距離が大きいことを示している。積雪深の値がこれに続くが、負の値であり、積雪深の増加につれ飛び立ち距離が短くなるように寄与している。その他、風速、温度では負の、測定日と測定時間は正の寄与をしているが、これらの寄与の程度は比較的小さいものであった。

2) 1985年のデータの分析結果

1985年には、136例の飛び立ち距離に関するデータを収集した。しかし、気象データの欠測値のため、分析には128例を使用した。1985年のデータについても変数間の単相関係数 (Kendall τ) を求めた。1984年の分析結果を参考にして、相対湿度については最初から説明変数のリストから除いた。1985年には積雪がみられなかったもので、積雪量についても説明変数のリストから省いた。また、1985年は前年に比べてデータを収集した時間の範囲も大きく、また測定日の範囲も2月から4月初旬までと大きくなっている。そ

Table 3. Multiple regression analysis of flight distance (data collected in 1985)

3-1 Summary of stepwise procedure for dependent variable

Step	Variable		Partial R ²	Model R ²	F value	Prob>F
	entered	removed				
1	DSB	—	0.718	0.718	59.655	0.0001
2	TNH	—	0.088	0.805	4.576	0.0001
3	HSB	—	0.011	0.816	-0.614	0.0072

3-2 Analysis of variance

Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Prob>F
Model	3	23094.932	7698.311	183.801	0.0001
Error	124	5193.620	41.884		
Total	127	28288.551			

3-3 Parameter estimates

Variable	DF	Parameter estimate	Standard error	T for H0: parameter=0		Standardized estimate
				Prob> T		
INTERCEPT	1	27.726	1.858	14.925	0.0001	0.0000
DSB	1	0.381	0.023	16.440	0.0001	0.7265
HSB	1	-0.837	0.306	-2.733	0.0072	-0.1125
TNH	1	-2.017	0.322	-6.259	0.0001	-0.2874

のため温度については、測定時間 (0.55, $P<0.01$) や測定日 (0.46, $P<0.01$) との相関がとくに顕著であった。1984 年と同様に多重共線性に関する分析を行ない、その結果を参考にして、1985 年の分析からは温度変数を説明変数から除いた。

変数選択では、最初にツグミからもっとも近い防風林までの距離が取り込まれた。寄与率は、0.72 であった。ついで、ツグミのいた場所の高さ、そして防風林の高さが取り込まれて、変数選択を終了した (Table 3)。3 つの説明変数を取り込んだ後の寄与率は、0.82 と高かった。標準偏回帰係数の値から、ツグミからもっとも近い防風林までの距離に関する変数の寄与の程度が最大であった (Table 3)。この変数の偏回帰係数の符号は正であり、防風林から離れた場所にいるほどツグミの飛び立ち距離は大きくなることを示している。ついで、ツグミのいた場所の高さの寄与が大きく、これはとまっていた場所の高さが高いほど飛び立ち距離が小さくなるように寄与した。この 2 つの変数に比較して、防風林の高さの寄与の程度は小さかったが、防風林の高さが高いほど飛び立ち距離が短くなるように寄与した。

3) ツグミが飛び立つまでの時間の予測

Fig.1 に、1985 年の重回帰式から予測したツグミの飛び立ち距離およびランダムな地点から人間が近づいていったときにツグミが飛び立つまでの時間を示した。飛び立ち距離

Fig. 1. A : flight distance of the Dusky Thrush predicted from the regression model in 1985 (calculated as $TNH=0$). B : time until thrush fly off (calculated under the condition that a man approaches the thrush from a random point ranging from 100-200m at a speed of 2km/h). Horizontal bar, box, and vertical bar show mean, $\pm 1SD$, and range, respectively.

は、防風林の高さのばらつきによる変異がみられるものの、防風林から離れるにしたがって増加する傾向をみせている。ランダムな距離から人間が近づいていったときに飛び立つまでの平均時間は、飛び立ち距離とは逆に防風林に近いほど長くなっている。また、防風林の際にいるツグミと防風林から 100 m 離れたところにいるツグミの飛び立つまでの平均時間の差は、約 72 秒であった。

議 論

1984 年のデータを基にした増減法による変数選択では、6 つの変数を取り込んだにもかかわらず、飛び立ち距離の変動のうちの 54% しか説明できず、当てはまりのよいモデルにならなかった。ツグミの位置に関する変数をのぞく他の変数は、測定日時や気象に関するものであるが、それぞれの寄与率は 6% 以下と小さいものであった。気象要因については、風速や温度の変異が森林性の鳥類の採食生態や群れの構成に大きな影響を与えているという報告がある。GRUBB (1975) は、森林性の鳥類の採食場所について、風が強く気温の低いときには一般に採食場所の高さが低いほうに移り、採食場所（幹や枝）の太さは

より太いほうへ移ることを示した。また、GRUBB (1987) は、気象条件によって、単独での採食、同一種の群での採食、混群での採食の割合が変化することも明かにしたが、餌条件がよければ気象条件の影響はより少なくなると述べている。彼は、こうした行動の変化が温度の低下や風速の増加による代謝率の増加とそれともなう食物要求量の増大に関係して起こっていると考えている。このような気象条件の影響は、ツグミにもそのままあてはまると思われる。気温が低く風速が大きいほど、食物要求量が増大し、ツグミは食物の獲得のために余分な時間を費やさなければならなくなる。その余分な時間をつくるための一つの方法は、捕食者が近づいてきたときに逃げるタイミングを遅らせることである。そのため、ツグミは捕食者の接近をより許容するようになるという予測ができる。今回の結果は、風速、温度の偏回帰係数はともにマイナスであり、風速については予測と一致した。いっぽう、気温についてはまったく逆の結果になったが、その理由は不明である。気象条件や測定日時に関する変数については、寄与の程度が比較的小さかったこと、また1985年のモデルにはそれらのいずれもが取り込まれなかったことなどから、ツグミの飛び立ち距離の変異を考える際にはそれほど重要な要因とはなっていないと考えられる。

ただし、積雪深については、現在までの報告の多くが鳥類に対する影響の大きさを指摘している。1984年のモデルでも、積雪深はツグミの位置に関する変数に続いて寄与の程度が大きな変数であった。積雪は、地上で採食することの多い鳥類にとっては採食場所の制限につながる。そのため、これらの鳥類については積雪深の増加にともなう越冬数の減少(松岡 1971, 1984, 石城ら 1973, 藤巻 1980)や体重の減少(藤田 1993 など)、採食する餌内容の変化(松岡 1977, MATSUOKA & KOJIMA 1979)などが認められている。積雪が採食場所を制限し、そのためツグミは適当な採食場所に長くとどまって採食を続ける必要があるという点から、飛び立ち距離は積雪の増加にともなって減少するという予測ができる。積雪深の偏回帰係数の符号はマイナスであり、この予測と一致した。

1985年の重回帰モデルは、ツグミがいた場所に関する3つの変数を取り込んだだけで寄与率が82%となり、かなり当てはまりのよいモデルとなった。1984年の結果と共通しているのは、ツグミと防風林との距離に関する変数の寄与が大きいことである。鳥類では、捕食者が現われたときや追われたときに、近くの樹のしげみや藪などに逃げ込むことが多い(MORSE 1973, MATSUOKA 1980)。また、そのような場所が近くにあるかどうかによって行動や社会関係に大きな違いが認められている。たとえば、メキシコユキヒメドリ *Junco phaeonotus* やカササギ *Pica pica* では逃げ込める場所から離れるほど周囲を監視する時間の割合を多くしたり、逆に近いところでは監視時間を短くするなど行動を変化させている(CARACO et al. 1980, DIAZ & ASENSIO 1991)。また、SCHNEIDER (1984) は、ノドジロシトド *Zonotrichia albicollis* で優位な個体ほど逃げ込める場所の近くで採食することを明らかにしている。いっぽう、そうした林やしげみが捕食者の隠れ場所にもなっている場合があり(CALDWELL 1986)、鳥達の採食場所はこの2つの要因のトレードオフによって決定されているという報告もある(LIMA et al. 1987)。地上の捕食者が近づいてくるような場合には、防風林は明らかに逃げ場所としての重要性が高いと思われる。防風林の中でのとまり場所の高さが高いほど、地上の捕食者からは安全と考えられるが、そうした場所にとまっているツグミの飛び立ち距離が短くなるという今回の結果も上述のことを支持している。ツグミからもっとも近い防風林の高さが高いほど飛び立ち距離

が短くなる点については、高いほど逃げ場所としての価値が高くなるため捕食者の接近をより許容するようになるという解釈が可能である。いっぽう、同じ位置からみた場合防風林の高さが高いほどツグミは防風林までの距離を近いと感じているのではないかという解釈もできる。地上での採食では、地形の凹凸や作物などに遮られて防風林までの距離を正確に判断できないため、防風林の最高点を見上げた角度（仰角）によって防風林までの距離を判断しているのではないだろうか。しかし、ツグミも両眼視しているはずであり、仰角だけで遠近を判断しているとも思われない。防風林の高さの影響については、さらに検討を要する。

2つのモデルとも防風林からの距離が重要な要因であったが、モデルに対する寄与率では大きく異なっていた。この変数は、1984年の分析では、0, 1のダミー変数としたのに対し、1985年の分析では、ツグミと防風林との距離をとった。これが1985年のモデルのあてはまりの良さを高めている原因と考えられる。このことは、同じ要因をモデルに含める場合でも、データの計測精度によってモデルの予測性に大きく影響することを示している。

以上では、変数選択による重回帰分析から、飛び立ち距離に関係する要因を明らかにしようとした。しかし、重回帰モデルは、ある一つの変数をいくつかの変数の関数として表わすものであり、本来予測や制御に利用されることが多かった。農林業の分野では、害虫やノネズミの発生予測等に応用されている（是永ら 1981, 中田ら 1985）。ここでは、防風林からの距離によるツグミの飛び立ち距離を予測し、ついでランダムな地点から地上性の捕食者が近づいてきたときの採食時間を計算により求めた。その結果は、防風林の近くでは、飛び立つまでの時間が長いというものであった。これを、単位時間当りの採食量が一定であるという条件で、ほ場で採食している鳥にあてはめると、防風林の近くでは採食量が多いという結果を得る。この条件の基では、採食量の傾きはツグミが飛び立つまでの時間の傾きと同じになる。しかし、上に述べたような逃げ場所に近いところでの監視時間の減少などを考慮すると、防風林の近くでの採食量はさらに大きくなるのに対し、防風林から離れたところではより少なくなるものと予想される。ツグミは日本ではスズメやカラスに比べて農作物の加害種として重要視されていない（農林水産省農産園芸局植物防疫課 1975, 1984）。イチゴや冬野菜で軽微な被害が報告されているだけであるが、上述の点を農作物の被害と関連させると、単純に考えても、林縁部での採食時間の大きいことから林縁部での農作物に被害が多いことが予測できる。おそらくこの現象は他の鳥にもあてはまると考えられる。たとえば、ヒヨドリによってキャベツが害を受けたほ場での被害調査によれば、防風林近くでの害が多いことが明らかにされている（松岡 1994b）。しかし、実際の被害率は、上に述べた要因の他にもさまざまな要因によって影響を受けていると考えられるので、被害率の推定にはそれらの要因の解析が必要であろう。

気象データの利用にあたっては、農業環境技術研究所気候資源研究室の横沢正幸氏に便宜を計っていただいた。農業研究センター鳥害研究室の中村和雄室長には論文を校閲していただいた。また、森林総合研究所昆虫管理研究室の Dr. Simon Lawson は英文を校閲してくださった。これらの方々に感謝の意を表する。また、分析には農林水産省研究計算センターに導入されている SAS 統計パッケージを用いた。

和 文 摘 要

ツグミの飛び立ち距離の変異に影響する要因を明らかにするため、ツグミの飛び立ち距離を測定し、またツグミがいた場所に関するデータを収集した。後に、気象データも加えて、重回帰モデルによる分析を行なった。1984年のデータに関する分析では、6つの変数がとりこまれ、モデル全体の寄与率は0.54であった。ツグミの飛び立ち距離への寄与の程度の最大のものは、ツグミの採食場所に関する変数であった。ついで積雪深の寄与が大きく、積雪深の増加につれ飛び立ち距離が短くなるという予測を得た。1985年のデータについての分析では、3つの変数が取り込まれ、モデル全体の寄与率は、0.82と高かった。モデルに対する寄与率がもっとも高かった変数は、ツグミから防風林までの距離で、防風林から離れるほど飛び立ち距離が増加した。ついで、ツグミのとまり場所の高さに関する変数の寄与の程度が高く、高いところにとまっているツグミの飛び立ち距離は短くなった。1985年の重回帰式から、防風林からの距離別にツグミの飛び立ち距離を予測し、さらにランダムな地点から接近した場合にツグミが飛び立つまでの時間を求めたところ、防風林に近いところにいるツグミほど、飛び立つまでに長い時間がかかった。

引 用 文 献

- CALDWELL, G.S., 1986. Predation as a selective force on foraging herons: effects of plumage color and flocking. *Auk* 103: 494-505.
- CARACO, T., MARTINDALE, S. & PULLIAM, H.R. 1980. Avian time budgets and distance to cover. *Auk* 97: 872-875.
- DHINDSA, M.S. & BOAG, D.A., 1989. Influence of age on the flushing distance of marked and unmarked black-billed magpies. *Ornis Scand.* 20: 76-79.
- DIAZ, J.D. & ASENSIO, B., 1991. Effects of group size and distance to protective cover on the vigilance behavior of black-billed magpies *Pica pica*. *Bird Study* 38: 38-41.
- 藤巻裕蔵, 1980. 北海道十勝地方の鳥類. 1. 新得山とその付近の鳥類. 山階鳥研報 12: 40-52.
- 藤田薫, 1993. シジュウカラの冬期の体重変化. *Strix* 12: 73-79.
- GREIG-SMITH, P.W., 1981. Responses to disturbance in relation to flock size in foraging groups of barred ground doves *Geopelia striata*. *Ibis* 123: 103-106.
- GRUBB, T.C., Jr., 1975. Weather-dependent foraging behavior of some birds wintering in a deciduous woodland. *Condor* 77: 175-182.
- GRUBB, T.C., Jr., 1987. Changes in the flocking behaviour of wintering English titmice with time, weather and supplementary food. *Anim. Behav.* 35: 794-806.
- HEDIGER, H., 1950. *Wildanimals in captivity: an outline of the biology of zoological gardens*. London, Butterworth Scientific Publications (WILSON 1975 による).
- 石城謙吉・松岡 茂・小川巖, 1973. 北海道大学苫小牧地方演習林の鳥類相その2. 北大演習林研報 30: 55-68.
- 是永龍二・広崎昭太・塩見正衛, 1981. 重回帰分析によるヤノネカイガラムシ雌成虫寄生数の予察 (第2報). 応動昆 25: 17-25.
- LIMA, S.L., WIEBE, K.L. & DILL, M., 1987. Protective cover and the use of space by finches: is closer better? *Oikos* 50: 225-230.
- 松岡茂, 1971. パイロットフォレストの鳥類相—秋期・冬期—. 北方林業 23: 236-241.
- 松岡茂, 1977. 北海道大学苫小牧地方演習林における冬期間のフクロウの食性について. 北大演習林研報 34: 161-174.
- MATSUOKA, S., 1980. Pseudo warning call in titmice. *Jap. J. Ornithol.* 29: 87-90.
- 松岡茂, 1984. 異常寒波とツグミの越冬数. *Strix* 3: 36-39.
- 松岡茂, 1994a. ヒヨドリの群れサイズと飛び立ち距離との関係 —飛び立ち距離に対する神経質な個体の反応の影響評価—. 日鳥学誌 43: 19-28.

- 松岡茂, 1994b. 防風林からの距離によるヒヨドリのキャベツ食害率の変異. 日鳥学誌 43: 101-103.
- MATSUOKA, S. & KOJIMA, K. 1979. Winter food habits of grey-headed green woodpeckers *Picus canus*. Jap. J. Ornithol. 28: 107-116.
- MORSE, D.H., 1973. Interactions between tit flocks and sparrowhawks *Accipiter nisus*. Ibis 115: 591-593.
- 中田圭亮・田中悦夫・開本孝昭, 1985. エゾヤチネズミの数と防除と被害. - 檜山地方一般民有林野統計資料から-. 森林保護 No. 186: 10-11.
- 農林水産省農産園芸局植物防疫課, 1975. 昭和49年度鳥類による農作物に対する被害.
- 農林水産省農産園芸局植物防疫課, 1984. 鳥獣類による農作物に対する被害調査概要. 植物防疫 38: 491-494.
- SASインスティテュートジャパン, 1992. SAS Training 回帰分析コース. pp.55 東京, (株) SASインスティテュートジャパン.
- SCHNEIDER, K.J., 1984. Dominance, predation, and optimal foraging in white-throated sparrow flocks. Ecology 65: 1820-1827.
- WILSON, E.O., 1975. Sociobiology. London, Belknap Press.

(1995年1月10日受理)