

Strix 9:127-137 (1990)

『鳥獣関係統計』にみる鳥類捕獲数とその他の統計項目との関連

有田一郎¹

はじめに

『鳥獣関係統計』は、わが国の狩猟に関するほとんど唯一の統計であり、環境庁によって毎年度の結果が発表されている。狩猟鳥獣の適正管理への科学的知見を与えるために、この統計の活用が望まれていることはいうまでもない（上野 1989）。しかし、黒田（1969）による分析を除けば、断片的な検討が加えられてきたにすぎない。

鳥獣関係統計は、行政の業務統計として多くの項目にわたる統計が収集されている。しかし、従来の分析は、実数の比較か、せいぜいハンター1人あたりの捕獲数を比較するものであった。統計項目が多岐にわたるにもかかわらず、このように単純な分析モデルの導入にとどまっていたのは、モデルの改善に必要な情報の欠如、たとえば統計項目相互の関連性がまったく検討されてこなかったことに、1つの原因があると思われる。さらに、この統計がきわめて膨大なデータで構成されるため、人間の感覚では全体像を把握しかねた事情が、その背景にあると指摘できるだろう。

今回、単年度の鳥獣関係統計において、主だった種の鳥類捕獲数とその他の統計項目に対して正準相関分析を加え、両者の関連性を検討することができた。探索的な研究段階で利用される分析手法でもあり（芝 1975）、関連性についての作業仮説が得られたにすぎないが、モデルの改善に手がかりを与える試みとして報告したい。

方 法

1. 分析の手法

2組の多変量について、その相互の関連性を少数個の相関係数に要約する多変量解析の手法として、正準相関分析がある。多変量の関連性を分析する場合、重回帰分析が“1”（基準変数）対“多”（説明変数）の形式であるのに対して、正準相関分析は“多”対“多”の形式で分析できる点に特徴がある。

鳥獣関係統計に対して重回帰分析の手法、つまり、恣意的に選んだ1つの基準変数と複数の説明変数との関係を解釈する手法をもちいて、良好な結果が得られる可能性はある。しかし、変数の組み合わせがほとんど無数にあり、さらに全体像が把握しがたい鳥獣関係統計においては、恣意的な変数選択の最良性に関して危惧がきまとう。これに対して正準相関分析は、基準変数全体としてのまとまりと、説明変数全体としてのまとまりとの中で、両変数の関連を検討できる（レビン 1984）。つまり、統計の全体像を見失うことなく

1990年10月10日受理

1. 財団法人野鳥の会保護部計画室、〒150 渋谷区渋谷1-1-4

データを圧縮し、変数群間の関連性を検討できる可能性がある。この点で、鳥獣関係統計に対して分析の糸口を探索的に求めるには、正準相関分析が最適な手法である。

なお、正準相関係数などの基本的な変量の計算には、垂水・林（1988）によるBASICプログラム“CANCOR”をもちいた。その他の統計量は、奥野ほか（1981）、レビン（1984）、柳井・高根（1985）、柳井ほか（1986）、塩谷（1990）にしたがい算出した。ただし、特定の著書の方法によった場合には、その出典を示した。

2. 分析の対象とした統計表

分析の対象としたのは、1985（昭和60）年度の狩猟実績を集計した鳥獣関係統計（環境庁 1987）である。

1) 鳥類捕獲数（第1変数群：Y）

鳥類捕獲数としては、鳥獣関係統計の『9. 昭和60年度 狩猟者登録を受けた者による鳥類捕獲数』の中から、鳥類総捕獲数に占める割合が1%を越える次の9種（または種群）を選び、1組の変数群（ $Y_1 \sim Y_9$ ）とした（以下、統計表のタイトルの“昭和60年度”を省略する）。

① Y_1 ：キジ類捕獲数

キジとコウライキジの捕獲数を合計した羽数

② Y_2 ：ヤマドリ捕獲数

③ Y_3 ：コジュケイ捕獲数

④ Y_4 ：コガモ捕獲数

⑤ Y_5 ：マガモ捕獲数

⑥ Y_6 ：カルガモ捕獲数

⑦ Y_7 ：キジバト捕獲数

⑧ Y_8 ：カラス類捕獲数

ハシブトガラス、ハシボソガラス、ミヤマガラスの捕獲数を合計した羽数

⑨ Y_9 ：スズメ類捕獲数

スズメとニューナイスズメの捕獲数を合計した羽数

2) 鳥類捕獲数以外のその他の統計項目（第2変数群：X）

鳥類捕獲数以外のその他の統計項目は、狩猟期間中に行なわれる通常の狩猟行為に関係の深い統計表に限定しても、全体としては非常に大きな表となる。これは、その他の統計項目をそのまま正準相関分析のもう1組の変数群とする以前に、それらのデータ群をあらかじめ圧縮しておく必要性を示している。

有田（投稿中）は、主成分分析によってこれらのデータ群を圧縮し、都道府県の狩猟構造の類型化を試みた。そこでは、その他の統計項目が合計10個の総合変量（主成分）にまで圧縮され、それぞれの主成分に意味づけが行なわれた。そこで、鳥類捕獲数以外の統計項目を要約した変数として、これら10個の主成分のうちから次の9個を選定し、もう1組の変数群（ $X_1 \sim X_9$ ）とした。理解を容易にするため、各主成分の意味づけを変数名とするとともに、各変数に要約された統計表をあわせて示す。なお、主成分分析では、各表の変数がさまざまに選定・加工されて分析にかけられたが、重複を避けるため、その詳細は有田（投稿中）を参照されたい。

① X_1 : 狩猟志向ポテンシャル

『1. 狩猟免許交付状況』および『2. 狩猟者登録証交付状況』を主成分分析して得られた第1主成分である。ある県で狩猟を志向する人の割合や、県内で狩猟を実施する意図のある人数の多少といった、狩猟志向ポテンシャルを示す変数である。ポテンシャルが高い場合に正値をとる。

② X_2 : 猟法単純性

X_1 の主成分分析における第2主成分である。いずれの県においても、基本的に銃猟(乙種登録者)が卓越するものの、もっぱら銃猟にウエイトを置いた狩猟を志向するか、銃猟だけでなく網猟・わな猟などの猟法もさかんであるかを示す変数である。値が正の場合に猟法が銃猟に単純化し、負の場合に網猟などを含めて多様化している。

③ X_3 : 農林業ハンター

『4. 職業別狩猟者登録証交付状況』を主成分分析して得られた第1主成分である。第1次産業従事者の登録が卓越するか、第2次・第3次産業従事者の登録が卓越するかを示す変数である。値が正の場合にいわば農林業ハンターが多くなり、負の場合にいわばサラリーマン・ハンターが多くなる。

④ X_4 : ホワイトカラー・ハンター

X_3 の主成分分析における第2主成分である。サラリーマン・ハンターの中で、事務従事者の登録が卓越するか、技能労働従事者が卓越するかを示す変数である。値が正の場合にいわばホワイトカラー・ハンターが多くなり、負の場合にいわばブルーカラー・ハンターが多くなる。

⑤ X_5 : ハンター若齢化

『5. 年齢別狩猟免許交付状況』を主成分分析して得られた第1主成分である。青年～中年層への狩猟免許交付数が多いか、老年層への交付数が多いかを示す変数である。値が正の場合にハンターがいわば若齢化し、負の場合にいわば高齢化している。

⑥ X_6 : 中年層中ぶくれ

X_5 の主成分分析における第2主成分である。多くの県で中年層ハンターが青年・老年層に比べて多い傾向にあるが、とくに中年層への集中が顕著であるかどうか、年齢構成の中ぶくれの程度を示す変数である。値が正の場合に中年層の中ぶくれが顕著となり、負の場合に青年・老年層の構成に比較して中年層への集中が目立たない。

⑦ X_7 : 他県からのハンター流入

『1. 狩猟免許交付状況』、『2. 狩猟者登録証交付状況』、『6. 県外者への狩猟者登録証交付状況』を主成分分析して得られた第2主成分である。他県からの登録が多いか、もっぱら自県からの登録であるかを示す変数である。値が正の場合に他県からのハンター流入が顕著となり、負の場合に他県からの流入が少なく、もっぱら県内者の登録で占められる。

なおこの変数を得た主成分分析の第1主成分は、“他県へのハンター流出軸”と意味づけられた。しかし、ハンターの県外流出の程度が、当該県の鳥類捕獲数を直接左右しているとは考えにくいので、今回の分析では変数から除外した。

⑧ X_8 : 地域指定多様性

『17. 猟区・休猟区・銃猟禁止区域及び銃猟制限区域設定状況』、『19. 国設鳥獣保護区の設定状況』、『20. 国設鳥獣保護区特別保護地区の指定状況』、『21. 都道府県設鳥獣保護

表1. 鳥類捕獲数とその他の統計項目の正準相関分析の結果.

Table 1. Canonical correlation analysis between game bag records and component scores of nine principal components derived from "Statistics Relating to the Wildlife".

第1変数群 Game bag records	第1から第5正準変量までの正準構造行列 Canonical structure matrix				
	第1 the first	第2 the second	第3 the third	第4 the fourth	第5 the fifth
Y ₁ : キジ類 <i>Phasianus colchicus</i>	0.777	-0.029	-0.215	0.333	-0.024
Y ₂ : ヤマドリ <i>P. soemmerringii</i>	0.499	-0.391	0.014	0.423	0.048
Y ₃ : コジュケイ <i>Bambusicola thoracica</i>	0.514	0.652	0.143	0.212	0.051
Y ₄ : コガモ <i>Anas crecca</i>	0.668	-0.127	0.076	0.023	0.487
Y ₅ : マガモ <i>A. platyrhynchos</i>	0.307	-0.132	-0.620	0.088	0.599
Y ₆ : カルガモ <i>A. poecilorhyncha</i>	0.590	-0.508	0.044	0.150	0.001
Y ₇ : キジバト <i>Streptopelia orientalis</i>	0.438	0.737	0.082	0.271	0.266
Y ₈ : カラス類 <i>Corvus</i> spp.	0.691	-0.225	-0.310	0.291	0.068
Y ₉ : スズメ類 <i>Passer</i> spp.	0.136	0.217	0.363	0.632	0.473
累積寄与率 Cumulative contribution rate	0.299	0.467	0.544	0.647	0.747
冗長性係数 Redundancy coefficient	0.266	0.136	0.048	0.046	0.026
第2変数群 Principal component	第1 the first	第2 the second	第3 the third	第4 the fourth	第5 the fifth
X ₁ : 狩猟志向ポテンシャル Potentiality of hunting intent	0.710	0.303	-0.176	0.543	0.218
X ₂ : 猟法単純性 Simplicity of hunting methods	0.323	0.094	0.549	-0.324	-0.457
X ₃ : 農林業ハンター Dominance of farming hunters	0.322	-0.013	-0.683	0.068	0.042
X ₄ : ホワイトカラー・ハンター Dominance of white-collar hunters	-0.162	0.282	-0.447	0.095	-0.181
X ₅ : ハンター若齢化 Imbalance of age-class of hunters	0.086	-0.507	0.584	-0.246	0.135
X ₆ : 中年層中ぶくれ Prominence of middle-aged hunters	-0.466	-0.175	0.537	0.376	-0.162
X ₇ : 他県からのハンター流入 Influx of foreign hunters	0.451	0.010	-0.127	-0.422	0.065
X ₈ : 地域指定多様性 Diversity of areal regulation of hunting	0.609	-0.275	-0.432	0.486	-0.310
X ₉ : 狩猟制限区割合 Ratio of areas prohibited from hunting	-0.123	0.158	0.336	0.319	-0.503
累積寄与率 Cumulative contribution rate	0.173	0.236	0.452	0.578	0.654
正準相関係数 Canonical correlation coefficient	0.943	0.900	0.787	0.668	0.511

区の設定状況』、『22. 都道府県設鳥獣保護区特別保護地区の指定状況』を主成分分析して得られた第1主成分である。鳥獣保護区・同特別保護地区・休猟区などの地域指定の施策が、どの程度多様に採用されているかを示す変数である。値が正の場合に、さまざまな施策が積極的・多様に採用されているが、負の場合には、もっぱら銃猟禁止・同制限区域といった人間の安全対策に重点をおいた施策が採用されている。

⑨ X_9 : 狩猟制限区割合

X_9 の主成分分析における第2主成分である。何かしらの地域指定による狩猟制限の網がかけられている地域の面積割合、逆にいえば乱場の面積割合を示す変数である。値が正の場合に狩猟制限がかけられている地域の割合が高く、負の場合に乱場の割合が高くなる。

なお、各変数を構成するサンプルは、鳥類捕獲数 ($Y_1 \sim Y_9$) では都府県ごとの捕獲数、その他の統計項目 ($X_1 \sim X_9$) では都府県に与えられた主成分得点である。捕獲数については正規性を考慮し、対数変換または開平変換を施した。また、北海道と沖縄県については、狩猟対象種の分布状況が他県とはかなり異なるとともに、有田（投稿中）による狩猟構造の類型化においても他県とはきわだって異なる類型となったため、今回の分析から除外した。

結 果

9変数×45都府県からなる2組の変数群に対して、正準相関分析を加えた。垂水・林(1988)のプログラムは、正準変量の係数(重み係数行列)を与えるものであるが、多重共線性から生じる問題を含め、重み係数行列をもちいた解釈には強い批判がある(レビン1984)。そこで、正準変量が元の変数のうちのどの変数と高い相関にあるかを示す構造係数(正準構造行列)を算出し、正準変量を解釈する。なお表1には、次に検討する有効な正準変量の個数の結果をふまえ、第5正準変量までを示した。

1. 有効な正準変量の個数

有効な正準相関係数の個数を推定するために、変数群の正規性を仮定し、有意性の検定を行なった(表2)。ウィルクスのラムダ統計量をもちいた χ^2 検定によると(柳井ほか1986)、変数群全体としてきわめて有意な関連があり($P < 0.001$)、第2および第3正準相関係数も有意と判定された(それぞれ $P < 0.001$ および $P < 0.02$)。ただし、本来多重比較であるべき検定が、このような逐次の検定手続きを経ることには批判があり、AIC-法(赤池情報量基準)による、有効な正準相関係数の個数推定が推奨されている(塩谷1990)。このAIC-法は、統計的モデル評価の立場から提案された統計量で、値が小さいほどモデルとして好ましいと判断される。今回の分析結果にAIC-法を適用すると、AIC(4)=-24.7が最小値となり、第4正準相関係数までが有効と推定される。

正準変量がもとの変数群と全体としてもっている関連性を測るのが寄与率である(塩谷1990)。第4正準変量までの累積寄与率は、第1変数群で64.7%、第2変数群で57.8%であり、必ずしも大きいとはいえない。また、片方の変数群の正準変量と、対応するもう一方の変数群のサンプルとの関連性を示すのが冗長性係数である。第1変数群の冗長性係数、つまり第2変数群の正準変量によって第1変数群が説明される割合を表1に示した。第1、第2正準変量では、それぞれ0.266、0.136であるが、第3、第4正準変量では、それぞれ0.048、0.046とずっと小さくなる。

前者の検討から、有効な正準相関係数は、第3ないし第4正準相関係数までという目安がつけられる。しかし、後者の結果をふまえると、実質的な解釈に耐えるのは第2正準変量までで、第3、第4正準変量は、参考程度の情報ととらえるのが適当である。

2. 正準変量の構造

正準構造行列を構成する構造係数(表1)の符号、大小に着目して、正準変量の構造を分析する。

1) 第1正準変量

値の大小はあるものの、第1変数群のすべての構造係数が正值をとっている。したがって、鳥類捕獲数の捕獲規模を表す変量と解釈できる。それに対応する第2変数群の構造係数の値から、捕獲規模が大きくなるのは、狩猟志向のポテンシャルが高く(X_1 の構造係数が0.710、以下次のように略記)、地域指定の多様性が高く(X_8 : 0.609)、中年層の中ぶくれが目立たず(X_6 : -0.466)、他県からのハンター流入が多く(X_7 : 0.451)、猟法が銃猟に単純化し(X_2 : 0.323)、農林業ハンターが多い(X_3 : 0.322)場合である。ただし X_6 以降、とくに X_2 と X_3 の構造係数は、相関係数として決して高い値ではなく、あくまでも傾向としての解釈である。

第1変数群の中で、最大の構造係数をもつのがキジ類の捕獲数である(Y_1 : 0.777)。次いでカラス類(Y_8 : 0.691)、コガモ(Y_4 : 0.668)、カルガモ(Y_6 : 0.590)、コジュケイ(Y_3 : 0.514)の捕獲数に大きな構造係数が与えられている。これは、これらの種については、捕獲規模のばらつきの60.4%から26.4%が正準変量に関係している、逆にいえば、捕獲規模が上記の第2変数群によって、かなりの程度説明がつくことを意味している。

逆に唯一小さな構造係数を示すのが、スズメ類の捕獲数である(Y_9 : 0.136)。他の種と比較すると、第2変数群との関連が非常に乏しく、スズメ類の捕獲規模を、これらの変数によって説明するのが困難であることを意味している。いい替えれば、銃猟の主要対象とは考えられないスズメ類の捕獲数を、銃猟が卓越している狩猟実態に基づく統計項目で説明するのは難しいことが示されている。

表2. 正準相関係数の検定.

Table 2. Test of significance of the canonical correlation coefficients.

正準変量 Canonical variate	正準相関係数 Canonical correlation coefficient	ラムダ統計量 Wilks' lambda statistic	χ^2	自由度 d. f.	P
全体 (the first)	0.943	0.003	206.341	81	<0.001
第2 (the second)	0.900	0.023	130.437	64	<0.001
第3 (the third)	0.787	0.120	73.136	49	<0.02
第4 (the fourth)	0.668	0.316	39.758	36	<0.50
第5 (the fifth)	0.511	0.570	19.398	25	<0.80
第6 (the sixth)	0.423	0.771	8.969	16	<0.95
第7 (the seventh)	0.231	0.940	2.152	9	
第8 (the eighth)	0.083	0.993	0.252	4	
第9 (the ninth)	0.020	1.000	0.013	1	

2) 第2正準変量

第1変数群のうち、キジバト ($Y_7: 0.737$) およびコジュケイ ($Y_3: 0.652$) に正值の、カルガモ ($Y_6: -0.508$) に負値の構造係数が与えられている。第2変数群では、ハンター若齢化 ($X_5: -0.507$) の負値が目立つ他にはとくにきわだった値はない。ただし、値としては大きくはないが、ヤマドリ ($Y_2: -0.391$) と狩猟志向ポテンシャル ($X_1: 0.303$)、地域指定多様性 ($X_8: -0.275$) の符号を考慮すると、次のように解釈できる。すなわち、狩猟がほどほどにさかんな県で、中年からとくに老年のハンターが、鳥猟の主座を占めるキジ・ヤマドリ・カモ猟に固執せず、耕地～丘陵地で渉猟した成果、俗に“五目猟”とも呼ばれる狩猟の結果が、キジバトとコジュケイの捕獲数を通じて現れているととらえられる。第1正準変量が全体的な捕獲規模を表す変量であったのに対して、第2正準変量は遠征出猟などの本格的な狩猟行為だけでは説明できない、副次的あるいは手軽な狩猟行為の結果を表す変量と解釈できる。

コジュケイとカルガモについては、第1正準変量においても比較的大きな構造係数が与えられていた。しかし、キジバトの場合、第2正準変量ではじめて大きな構造係数が得られた。したがって、キジバトの捕獲数と他の統計項目との関連を検討する場合、第1正準変量だけでなく、第2正準変量で大きめの構造係数が与えられた変数も考慮する必要がある。

3) 第3正準変量

第1変数群では、マガモ ($Y_5: -0.620$) の負値以外には目立った値はない。第2変数群のうち、農林業ハンター ($X_3: -0.683$) に負値の、ハンター若齢化 ($X_5: 0.584$)、猟法単純性 ($X_2: 0.549$)、中年層中ぶくれ ($X_6: 0.537$) に正值の構造係数が与えられている。カモ類の中でも、とくに狩猟対象として好まれるマガモの捕獲数にかかわる情報が、第3正準変量として抽出されたことを示している。しかし、第3正準変量以降は冗長性係数の値がずっと小さくなり、両者の関係を実質的に解釈するのは困難である。

4) 第4正準変量

第1変数群ではスズメ類 ($Y_9: 0.632$) に、第2変数群では狩猟志向ポテンシャル ($X_1: 0.543$) に、目立った値の構造係数が与えられている。第3正準変量まで、第2変数群との関連が乏しかったスズメ類の捕獲数が、第4正準変量としてはじめて抽出された。第2変数群のうち、猟法が網猟・わな猟などに多様化している ($X_2: -0.324$) 場合に、スズメ類の捕獲数が増える傾向がある。この傾向は、第1正準変量におけるスズメ類の捕獲規模の説明の困難さに沿った内容ではあるが、値としては小さく、参考程度にすぎない。

3. 捕獲数に関連の深い統計項目

第2変数群は、方法で述べたように、多くの統計表から主成分分析を通じて得られた変数である。したがって、主成分と元の個別のサンプルとの相関係数である因子負荷量に着目すれば、第2変数群の形成にとくに関連している統計表と其中的変数を、ある程度特定できる。つまり、予測したい基準変数を鳥類捕獲数とした場合に、説明変数としてどのような変数(統計項目)を利用すべきか、目安をつけることができる。第1・第2正準変量において、構造係数の大きい変数群を対象に、有田(投稿中)から因子負荷量を求め、捕獲数に関連の深い統計項目を抽出する。

1) 第1正準変量

構造係数が最大の X_1 (狩猟志向ポテンシャル)では、鳥獣関係統計の『2. 狩猟者登録証交付状況』における、登録証交付総数(因子負荷量が0.865、以下値のみ記す)、丙種登録証の交付数(0.833)、甲種登録証交付数(0.711)、および『1. 狩猟免状交付状況』から求められた、狩猟免状交付数の対都道府県別人口比率(0.778)に、大きな因子負荷量が与えられている。

ついで X_2 (地域指定多様性)では、方法で述べた5つの統計表を組み合わせて得られた、鳥獣保護区の設定箇所数(0.922)、鳥獣保護区特別保護地区の面積(0.918)、鳥獣保護区の総面積(0.867)、鳥獣保護区、休猟区、銃猟禁止区域および銃猟制限区域の総面積(0.851)、休猟区の総面積(0.762)の因子負荷量が大きい。

X_3 (中年層中ぶくれ)では、『5. 年齢別狩猟免状交付状況』から求められた40~49歳の者への狩猟免状交付数構成比(0.869)に、 X_7 (他県からのハンター流入)では、『2. 狩猟者登録証交付状況』から求められた登録証交付総数のうち他県居住者からの登録の割合(0.840)に、大きな値が与えられている。

2) 第2正準変量

構造係数が最大の X_4 (ハンター若齢化)は、鳥獣関係統計の『5. 年齢別狩猟免状交付状況』から求められた。中でも、30~39歳、50~59歳、60歳以上の者への狩猟免状交付数構成比に、それぞれ0.920、-0.894、-0.899という大きな因子負荷量が与えられている。

考 察

主だった種の鳥類捕獲数とその他の統計項目に対して正準相関分析を加え、両者の関連性を検討した。その結果、両変数群において関連の深い種と統計項目を抽出できた。つまり、抽出された種のそれぞれの捕獲数が、それに対応して抽出された統計項目によって、かなりの部分説明できることを示した。反対に、スズメのように、既存の統計項目で捕獲数を説明するのがむずかしい種も、同時に抽出することができた。人間の感覚では扱いかねた鳥獣関係統計を、変数全体としてのまとまりを保ったまま、感覚的に把握できる少数個の関連性に圧縮できたといえるだろう。

第2変数群の統計項目については、それをもたらした主成分分析の因子負荷量に着目し、鳥獣関係統計の中で関連の深い統計表とその変数を特定した。したがって、ここで得られた結果をそのまま利用して、鳥類捕獲数を基準変数、その他の統計項目を説明変数とする重回帰分析にとりかかることが可能である。もちろん、今回得られた変数間の関連性は、鳥獣関係統計の必ずしもすべての変数を対象としたものではない。あくまでも、変数間のモデルの改善へ向けて、作業仮説を1つ提示できたにすぎない。しかし、少なくとも分析の当初段階において、効果的な説明変数を求めるために、膨大な鳥獣関係統計から、やみくもな変数選択を強いられずすむ利点はきわめて大きい。

なお、その他の統計項目としての第2変数群は、あくまでも都道府県の狩猟構造を把握するために試みた主成分分析の結果(有田 投稿中)を準用したものである。したがって、これらの変数群は、作業仮説としての利用の優先度が高いものではあるが、説明変数としての最適な選択を必ずしも保証しているわけではない。効果的な説明変数とするためには、

改善の余地が大きいと思われる。

正準変量の寄与率および冗長性係数は、必ずしも大きい値ではなかった。本報が変数間の関連を探索レベルで検討することを目的とし、寄与率などを高めるための変数選択をあえてさせた点が原因の1つである。さらに別の原因として、現在の鳥獣関係統計に掲載されている統計項目だけでは、鳥類捕獲数が説明しきれずとは考えられないいくつかの点を指摘できる。

まず、狩猟の対象となる鳥類の生息数にかかわる情報を、今回の分析ではまったく利用していない。狩猟対象鳥類の生息数や渡来数の都府県ごとの変動、あるいは積雪・結氷による地域的な移動状況が、捕獲数に大きくかかわることは十分予想される。しかし、ガンカモ類を除けば（環境庁自然保護局野生生物課 1990）、生息数に関する全国的なデータは収集されていない。このような資源量あるいは自然環境に関する変数を導入できなかった点が、寄与率などを低くおさえたと考えられる。

また、今回の分析では、狩猟志向ポテンシャル (X_1) に大きな構造係数が与えられ、捕獲数を説明するための重要な変数であることが推測された。しかし、この変数は、基本的には狩猟免許および狩猟者登録証交付数を加工して得られたものにすぎない。今後、ハンターの出猟日数などが集計されるようになれば、狩猟志向ポテンシャルをよりの確に反映した変数を構成でき、寄与率などの向上に貢献できると思われる。

他方、狩猟志向ポテンシャルとは逆に、狩猟制限区割合 (X_9) が、総じて小さな構造係数を与えられたにとどまった。もともと狩猟可能な地域の割合にかかわる変数と意味づけられており、捕獲数の説明には不可欠との判断から第2変数群に加えられていた。しかし、結果として非常に低調な説明変数に終り、寄与率などを引き下げる側に働いた。この変数は、鳥獣保護区をはじめとした、何かしらの狩猟制限がかけられている地域の割合を中心に抽出されたものである。割合よりも面積の絶対値に意味があるという可能性もあるが、この変数が、説明変数として本来的に意味をもたないとは考えにくい。むしろ、この変数を求めるさいに前提となった、“都府県面積－狩猟制限区面積＝可猟地面積”というモデルに問題があると思われる。鳥獣関係統計は、各種の狩猟制限区の指定状況を集計するにとどまっているため、鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律第11条あるいは第16条に掲げられている地域のうち、公道・社寺境内などいくつかは、狩猟が制限されながらも統計には計上されていない。これに加えて、本来都府県面積に含まれない地先海面に指定された銃猟禁止区域や、法制度上は可猟地であっても、現実には入猟不可能な山奥部地域などの存在が、先のモデルをゆがめている可能性が高い。狩猟制限区の集計とは逆に、可猟地面積を求積する、あるいはハンターに対して実際に入猟した地域の報告を求め、実質的な可猟地面積を推測するといった改善により、説明変数としての機能を向上させることが可能と考えられる。

要 約

1985年度の狩猟実績を集計した『鳥獣関係統計』を対象に、主だった種の鳥類捕獲数とその他の統計項目との相関構造を、正準相関分析により検討した。第1変数群は、鳥類総捕獲数に占める割合が1%をこえる9種（種群）の鳥類の捕獲数である。第2変数群は、捕獲数以外の統計項目から主成分分析によって得られた9個の主成分である。正準相関分析の結果、第1正準変量は、鳥類捕獲数の捕

獲規模を表す変量、第2正準変量は、遠征出猟などの本格的な狩猟行為だけでは説明できない、副次的あるいは手軽な狩猟行為の結果を表す変量と、それぞれ解釈できた。構造係数（正準構造行列）の大小から、キジ類、カラス類、コガモ、カルガモ、コジュケイ、キジバトについては、捕獲数のある程度の部分が、その他の統計項目によって説明できると推測された。また、第2変数群をもたらした主成分分析における因子負荷量に着目し、鳥類捕獲数を基準変数とした場合に、説明変数として利用すべき統計項目に目安をつけることができた。

引用文献

- 有田一郎. 投稿中. 『鳥獣関係統計』からみた都道府県の狩猟構造の類型化. 応用鳥学集報. 環境庁. 1987. 鳥獣関係統計1987. 環境庁, 東京.
- 環境庁自然保護局野生生物課. 1990. 第21回ガンカモ科の鳥類の調査報告書 (1990年1月16日調査). 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 黒田長久. 1969. 鳥獣の生息概要. 林野庁 (編). 鳥獣行政のあゆみ, pp. 424-469. 林野弘済会, 東京.
- レビン, M. S. (柳井晴夫・新田裕史訳). 1984. 人間科学の統計学9: 多変量相関分析の方法. 朝倉書店, 東京.
- 奥野忠一・芳賀敏郎・久米均・吉澤正. 1981. 多変量解析法 <改訂版>. 日科技連出版社, 東京.
- 芝祐順. 1975. 行動科学における相関分析法 <第2版>. 東京大学出版会, 東京.
- 塩谷實. 1990. 統計ライブラリー: 多変量解析概論. 朝倉書店, 東京.
- 垂水共之・林篤裕. 1988. Seto/B: パソコン統計解析ソフトウェア. 共立出版, 東京.
- 上野攻. 1989. 野生動物保護と国立公園. 国立公園 471: 4-11.
- 柳井晴夫・高木廣文・市川雅教・服部芳明・佐藤俊哉・丸井英二. 1986. 多変量解析ハンドブック. 現代数学社, 京都.
- 柳井晴夫・高根芳雄. 1985. 現代人の統計2: 新版多変量解析法. 朝倉書店, 東京.

Canonical correlation analysis between game bag records and other items of huntings published in "Statistics Relating to the Wildlife"

Ichiro Arita¹

"Statistics Relating to the Wildlife" (SRW), issued annually by the Environment Agency, is the almost only set of statistics pertaining to game hunting in Japan. The correlation between game bag records and other statistical items is analysed by canonical correlation analysis. The criterion variables are game bag records of nine species of birds, and account for over 1 % of the total amount of bag records. The explanatory variables are component scores of nine principal components derived from ten statistical tables of SRW.

The first and the second canonical variate are supposed to be effective based on the significance test of canonical correlation coefficients and the size of redundancy coefficients. Through an interpretation of signs and size of the canonical structure matrix, the first and

the second canonical variate are regarded respectively as the axis of whole scale of bag records and the axis of bag records of small games. 26-60% of the variances of bag records are explicable by the first canonical variate for *Phasianus colchicus*, *Corvus* spp., *Anas crecca*, *A. poecilorhyncha* and *Bambusicola thoracica*.

Some influential items and categories of statistical tables, which will be recommended as a series of explanatory variables in the multiple regression analysis of bag records, are specified by reviewing the factor loadings of principal component analysis, which extracted one set of variables in this study.

1. Conservation Division, Wild Bird Society of Japan. 1-1-4 Shibuya, Shibuya-ku, Tokyo 150