

Strix 7 : 177-192 (1988)

## 基準地域メッシュを単位とした 鳥類分布を構成する要因について

有田一郎<sup>1</sup>

### はじめに

メッシュを利用した鳥類分布調査は、一辺が500m (藤巻 1981) から同10~20km (環境庁自然保護局 1980, 1988) までのさまざまな大きさのメッシュをもちいて実施されている。これらの調査では、鳥類分布を規定していると予想される各種の要因が、調査者により適宜選定されている。その上で、それらの要因を独立変数とし、従属変数としての鳥類分布を説明できるか否かという手法がもちいられてきた。ただし、この手法には、ある大きさのメッシュで表現された鳥類分布と選定された要因の両者にレベルがそろった妥当性があるのか、あるいは要因と鳥類分布に相当の相関関係があったとしても、それが實際上、因果的な関係といえるのか、絶えず検討が加えられねばならない。

独立変数による従属変数の説明という方法ではなく、データの中に含まれている潜在的な共通因子を抽出し、これらの共通因子を解釈することによりデータの持つ構造を明らかにすることを目的とした多変量解析手法がある。いわばデータを集約して、次に立てるべき仮説への情報を提供する手法であり (林 1974)、従来の分析方法に新たな情報を与える可能性を持った手法といえるだろう。今回その手法の1つである数量化Ⅲ類をもちい、あるメッシュで、いくつかの種の鳥が記録された、あるいは記録されないという一連のパターンから、基準地域メッシュのレベルで分布を左右している要因の抽出を試み、一応の結果を得たので報告したい。なお本報は、1987年度に大阪府茨木市 (土木部公園緑地課) が日本野鳥の会に委託し、筆者を現場代理人として実施された茨木市鳥類調査業務の結果 (日本野鳥の会 1988) から、データを再吟味して報告するものである。

### 調査地域および調査方法

#### 1. 調査地域

調査地域は茨木市の全域である。茨木市は大阪府の北部にあり、南北17.3km、東西8.7kmと南北に細長く、面積は7,500haである。茨木市域の北半は、北摂山系の一部をなす山地で、主要なものとしては北東部に竜王山 (510m)、南西部に鉢伏山 (299m) がある。市域の南半は、大阪平野の一部であり、標高5~10mのきわめて平坦な地形となっている。山地と平野の間、および千里丘陵へと連なる春日丘には、標高40~80m程度の丘陵部がある。市域のほぼ東縁から南縁に平行して、安威川が南流している。市域北西部の佐保川を

1988年12月20日受理

1. 〒150 渋谷区渋谷1-1-4 財団法人日本野鳥の会保護部

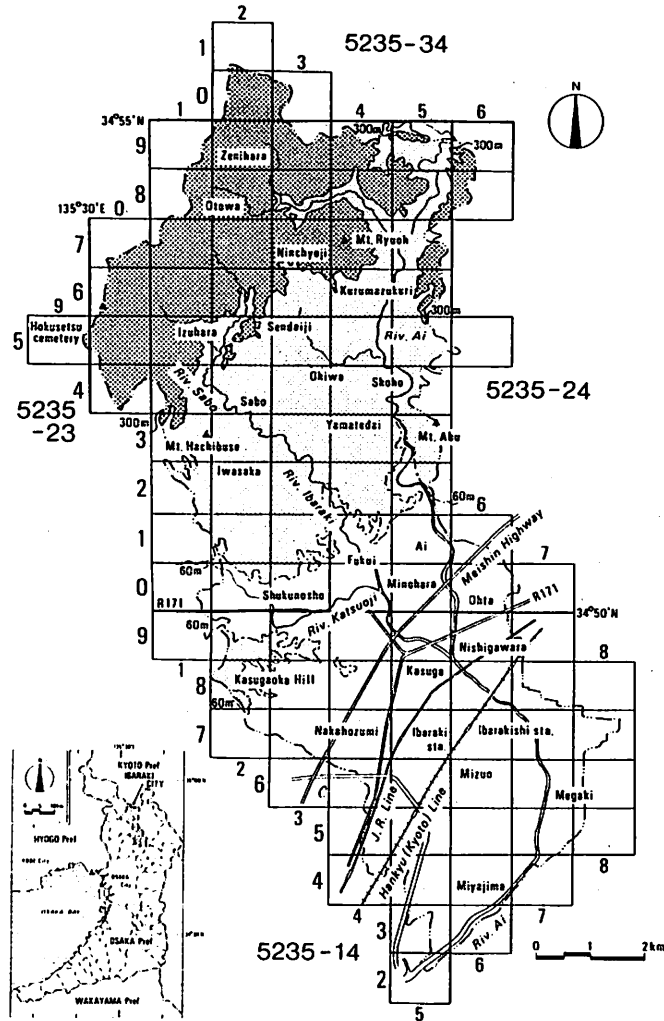


Fig.1. The study area. The hatched area on the inset shows the area of Ibaraki City, covered by the larger scale map. The main physical features of the city area are shown with contours at 60m and 300m, and the grid squares used in the analysis, each about 1 km<sup>2</sup> (30" latitude × 45" longitude) in area, are also shown.

源とする茨木川は、途中、勝尾寺川を合した後、西河原で安成川に合流する (Fig. 1).

茨木市の土地利用を概観すると、平野部は、南部に水田が広がり、中部～北部に鉄道や国道が集中し極度に市街地化されている。平野部北側の丘陵部は、農業集落と文教施設などの混在する地域で、水田・溜池・竹林などが目につく。平野部西側の丘陵部である春日丘は緑の多い住宅地で、松沢池をはじめとする大型の溜池も多い。山間部には農業集落が点在し、谷に沿って水田が延びている。山間部南東部には、大規模に宅地造成された山手台の住宅地があり、住宅未建設の敷地が低丈の草地となって混在している。また、山手台北西方の佐保椿山を中心とした地域には、休耕された耕地が、低～高丈の草地となって広

範囲に広がっている。山間部の大半の樹林地の相観植生は、アカマツ・コナラ混生林であり、安威川上流部および泉原から上音羽にかけての山間部には、小規模なスギ・ヒノキの植林地がみられる。自然植生としては、安威川上流部および竜王山東斜面にまとまった規模で分布しているアラカシ群落がほとんど唯一のものである。

## 2. 調査方法

茨木市鳥類調査は、市域全域における主要種の分布、市域の主要環境における種構成・生息密度、市街地の都市公園・社寺林における種構成（以下、特定緑地調査と呼ぶ）を把握するために、1987年の繁殖期に次の調査方法により実施された。

### 1) 分布チェック

茨木市域をできるだけ広く走査して鳥類分布を把握する調査である。標準地域メッシュの基準地域メッシュ（行政管理庁 1973）ごとに、少なくとも1回の分布チェックを走査の目安とした。基準地域メッシュ（以下、基準メッシュと呼ぶ）は、国土地理院発行の1/25,000地形図の図郭を縦横それぞれ10等分して得られる緯度30"×経度45"の方形の区画で、面積はおおむね1km<sup>2</sup>である。姿や声が目立ち確認しやすいなどの理由から、カイツブリ・コサギ・カルガモ・コゲラ・ヒバリ・オオヨシキリ・オオルリ・ムクドリ・ドバト等20種を、調査の目安となる種としてあらかじめ選定し、各基準メッシュにおいてこれらの種が生息している可能性が最も高いと予測される地点が、調査対象地として、調査員により適宜選定された。調査は、おおむね午前9時から日没までの時間帯に実施し、調査対象地とその周辺を1回につき15～30分間ゆっくり歩き回り、調査の目安となる種に限定せず、出現した種をすべて記録した。

### 2) ラインセンサス

茨木市域の代表的な環境をできるだけ多くカバーするように、市域全域を対象として、全長1km程度の調査コースを合計28本設定した。各調査コースでは、日出時から午前9時までの時間帯に、期間中に少なくとも2回の調査を実施し、出現したすべての種と個体数が記録された。あらかじめ調査コースと基準メッシュの区画線を記入した1/2,500地形図を用意し、出現した個体の位置が、調査員からの距離にかかわらず、すべて地形図上にマッピングされた。

### 3) 特定緑地調査

調査方法は分布チェックとほぼ同様であるが、調査の範囲が特定緑地の敷地に限定され、1回の調査時間の目安を10分程度とした点が異なる。市条令で指定された保存樹林および整備後10年以上が経過した都市公園から、34か所の調査対象緑地を選定し、各緑地で少なくとも1回の調査を実施した。

## 調査結果

### 1. 調査結果の素処理

調査は1987年5月24日から7月13日にかけて行なわれた。分布チェックは、市域を含む103個の基準メッシュの内101個について合計258回、ラインセンサスは合計65回、特定緑地調査は合計36回の調査が実施された。その結果、合計67種を記録することができた（ドバトを含み、不明種および明らかな飼育種を除く）。

主要種の分布状況は、当該種の記録を基準メッシュ単位で整理することにより把握した。

もちいた記録は、分布チェックの結果だけでなく、ラインセンサスの結果も、記録地点のマッピングをもとに基準メッシュ単位に組み替えて、すべて利用した。また特定緑地調査の結果も、複数の基準メッシュにまたがっている3か所の記録を除いて利用した。

ここで、基準メッシュごとに、1回の調査で得られた種数を、種の重複にかかわらず、複数の調査について単純に合計したものを、仮にレコード数と呼ぶ。レコード数が増加するにしたがって、その基準メッシュでの記録種数も増加するが、種としては重複しているレコードが増えるため、レコード数の増加の割には記録種数が増えないという頭打ちの関係がある。記録種数に明瞭な頭打ち傾向が出るのは、20~30レコードを越えた場合であったが、以下の分析においては、頭打ちの傾向の出始めのポイントである10レコード以上の記録が得られた基準メッシュを分析の対象とする。その結果、分析対象の基準メッシュ数は、総数(103個)から、未調査(2個)とレコード数10未満(13個)を除いた、88個となる(Fig. 3参照)。

分析の対象とする種については、分布チェックの目安種とした20種の内、オシドリとカワガラスを除いた18種に、いわゆる山野の鳥から水辺の鳥まで、少なくとも2~3メッシュ以上で記録された12種を幅広く選定し、合計40種を分析対象とした(Fig. 2参照)。

分析対象種がそれぞれの基準メッシュで記録されたか否かを、記録(1)-非記録(0)の(1, 0)データとし、分析対象種(カテゴリー)を列要素、分析対象メッシュ(サンプル)を行要素とする2-way(1, 0)データとし、次の手順により分析した。なお、対象種が観察された場合、その個体数の多少は問わずに記録として採用したが、明らかに上空通過と判断された観察例は、非記録として扱った。

## 2. 2-way(1, 0)データの分析

### 1) 数量化Ⅲ類による分析

数量化Ⅲ類は、質的データの一連の反応パターンに対して、反応パターンのより似ているカテゴリーあるいはサンプルに同様な最適スコアを付与することにより、カテゴリーとサンプルを同時に一次元の尺度に順序づけることを目的とした手法である。最適スコアをユークリッド空間の座標値とみなして、カテゴリーあるいはサンプルを布置し、その布置されたデータが分析前から持っていた属性を比較することによって、尺度を意義づける、すなわちデータの持つ構造を視覚的に明らかにするところに特徴がある(岩坪 1987)。ここでは、各分析対象メッシュにおける分析対象種の記録-非記録を、質的データの反応パターンとみなして数量化Ⅲ類を適用した。なお計算には、田中ほか(1984)のBASICプログラム“QUANT3”を使用した。

計算の結果、最大固有値(第1固有値)1に次ぐ大きさの固有値(第2固有値)として0.41が得られた。第2固有値から第4固有値までで累積寄与率が85%となるため、以下の分析には、第2固有値から第4固有値までに対応する最適スコアからなる、3次元の数量を利用することとした。第2固有値の相関係数は0.64とさほど高くはないが、累積寄与率および後述のカテゴリー散佈図の形状からは、1次元尺度が比較的良好に構成され、元のデータの構造を再現しているものと判断された。

### 2) クラスター分析

クラスター分析は、個体間の類似性の指標がなんらかの方法で測定される場合、これらの個体をいくつかの個体のまとまり(クラスター)に分割する手法である。本研究では、

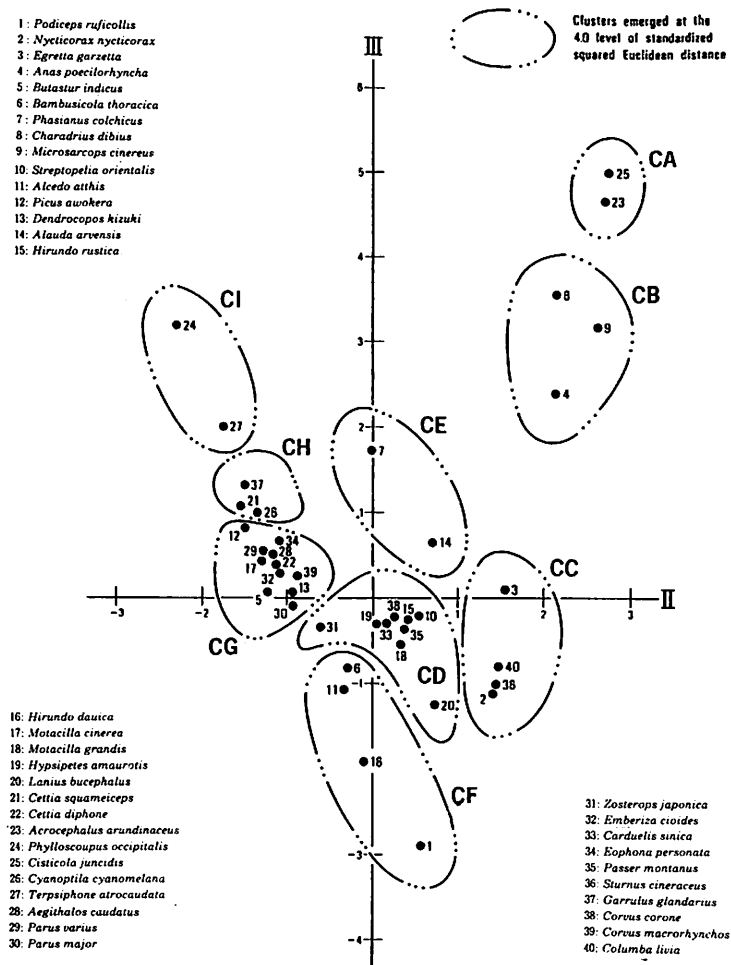


Fig.2. Two-dimensional scatter diagram of categories, 40 species of birds, based on scores derived by the quantification method of the third type. Also shown are nine clusters of species emerged by the cluster analysis (Ward method) at the 4.0 level of standardized squared Euclidean distance in the three-dimensional space defined by scores that were assigned to categories.

その中で最も多用される手法である、凝集型の階層的クラスター分析法を使用した。この手法では1つずつの個体から逐次似たものを集め、デンドログラムで表わされる階層構造を求める。デンドログラムを適当な断面で切断して得られる任意の個数のクラスターは、切断する位置により、小-中-大分類という階層構造を持っているため、それを利用して個体の構造を探るものである。個体間の類似性の指標としては多くの測度があるが、最適スコアをユークリッド空間の座標値とみなせる数量化Ⅲ類の特性を生かして、第2固有値から第4固有値までが構成する3次元空間にカテゴリーあるいはサンプルを布置し、それぞれの個体間の距離を類似性の指標（非類似度）とした。計算の結果を比較し、クラスターの分離内容が最も妥当と思われた、標準化ユークリッド平方距離を用いたワード法によ

るクラスター分析を採用した。なお、非類似度およびクラスター分析の計算には、田中ほか(1984)のBASICプログラム“CLUST”を使用した。

### 3. 軸(尺度)の意味づけ

第2固有値および第3固有値に対応する最適スコアを、それぞれ第Ⅱ軸および第Ⅲ軸の座標値として、40のカテゴリーを布置したのがFig. 2である。第2、第3固有値に対応するカテゴリー散布図において、1次元性が成り立っている場合、最適スコアは、おおむね2次曲線上に布置されるといわれる(岩坪 1987)。Fig. 2ではその様子を見ることができ、1次元尺度が比較的良好に構成されているといえる。

#### 1) 第Ⅱ軸の意味づけ

第2固有値に対応する最適スコアによって構成された一次元のものさし(第Ⅱ軸)について、カテゴリーが従前より有している属性を比較して、意味づけを行なう。第Ⅱ軸方向の両極端の布置をみると、センダイムシクイ・サンコウチョウ・ヤブサメ・アオゲラ・カケス・オオルリからなる典型的な森林性の種に負の、その反対に、セッカ・オオヨシキリ・ケリ・コチドリ・カルガモからなる水辺の鳥に正のスコアが与えられている。この両極端にはさまれた種では、山間部を中心に分布していたキセキレイ・ヤマガラ・サシバ・エナガ・イカルなどが負側に、平野部に限定して分布していたドバト・ムクドリ・ゴイサギなどが正側に、丘陵部に特徴的に分布していたコジュケイ・カワセミ・コシアカツバメ・カイツブリが正負にまたがって布置されている。

以上の点から第Ⅱ軸は、森林を選好—水辺を選好の軸と解釈するよりも、むしろ茨木地域の南北軸線方向に典型的に展開している、山間部—丘陵部—平野部—安威川下流部という地勢の変化に対する選好を反映した軸、すなわち“地勢選好の軸”と捉える方が適当と考えられる。ヒヨドリ・カワラヒワ・ハシボソガラス・スズメ・ツバメなどの市域全域に分布していた種と、キジとヒバリのように山間部と安威川下流の双方に出現していた種が、ともに正負の境界に布置されている点も地勢選好の軸ではこれらの分布パターンを尺度づけられなかったことを示しており、軸の意味を補強するものである。

#### 2) 第Ⅲ軸の意味づけ

第3固有値に対応する最適スコアによって構成された第Ⅲ軸について意味づけを行なう。まず、第Ⅱ軸では、正負の境界に一団となって布置されていた種のうち、ヒバリ・キジが正側に、カワセミ・モズ・コシアカツバメ・カイツブリなどが負側に、本軸ではそれぞれ分離されているのがわかる。したがって、地勢選好の軸では順序づけが無理であった種群が、ここであらためて順序づけられていると判断される。第Ⅲ軸方向の両極端の布置をみると、安威川下流域でのみ記録された種(セッカ・オオヨシキリ・コチドリ・ケリ・カルガモなど)あるいは山間部の一部でのみ記録された種(センダイムシクイ・サンコウチョウなど)に正の、その反対に、丘陵部の一部でのみ記録された種(カイツブリ・コシアカツバメ・モズ・カワセミなど)に負のスコアが与えられている。この点からは、本軸は地勢の区分ではとらえきれなかった分布の偏りにかかわって生ずる尺度と思われる。そこで、分布の偏りが、基準メッシュのレベルでその差が現われるような、環境の質の違いによって起きていると仮定して、正負に布置された種群を検討する。正側に布置された、セッカ・オオヨシキリは安威川下流域のヨシ・チガヤなどの草原が広がる環境に、コチドリ・ケリなどは平野部南部の水田が広がる環境に、センダイムシクイ・サンコウチョウは、階層構

造の比較的整った広葉樹林がまとまって広がる環境において記録された。他方、負側に布置された、カイツブリ・コシアカツバメ・ムクドリなどは溜池・水田・集落・樹林地などの入り混じった環境で記録された。また、開けた草原状の環境を好む種も、安威川下流の大規模な草地にすむキジが正側に布置されているのに対して、市街地内の芝生グラウンドや水田地帯の植木の苗畑にすむモズは負側に布置されている。

以上の点から、第Ⅲ軸は、基準メッシュのレベルで比較的均質な環境が広がっている場所を選好する種が正に、同じレベルで異質な環境が混在しているような場所を選好している種が負に布置される、生息環境の均質性－異質性にかかわる軸、いわば“環境選好の多様性の軸”と呼べるであろう。

なお、クラスター分析で利用している第Ⅳ軸については、第Ⅲ軸同様、分布の偏る種が正負の両極端に布置される結果を得たが、特定の意味づけはできなかった。第Ⅲ軸以下は、第Ⅱ軸の尺度を補強すると考えた方が自然ともいわれ（岩坪 1987）、再度、分布の偏る種を分離したものの、必ずしも意味づけにはつながらなかったと考えられる。

#### 4. 分析対象種（カテゴリー）の構造

第Ⅱ軸から第Ⅳ軸のつくる3次元空間で、分布のパターンが似ているカテゴリーが、より近い位置に布置されている特性を生かして、カテゴリーのクラスター分析を行ない、デンドログラムにおいて標準化ユークリッド平方距離=4.0の断面で得られた9個のクラスターをFig. 2中に示した。それぞれのクラスターを構成する種群について検討する。

##### 1) CAクラスター

オオヨシキリとセッカの2種からなるクラスターである。河川敷を中心とした、ヨシやチガヤ・ヨモギ類などからなるまとまった規模の草原に生息する種である。

##### 2) CBクラスター

カルガモ・コチドリ・ケリの3種からなるクラスターである。安威川下流域を中心に記録された種であるが、前2種に比較すると、水面・干潟状の裸地・ヨシ原・水田などの混在した平野部南部の水田地帯に特徴的な、やや多様な水域環境に生息するという共通性のある種群である。

##### 3) CCクラスター

ゴイサギ・コサギ・ムクドリ・ドバトからなるクラスターである。ゴイサギ・コサギは、CBクラスターの種と同様の水域環境に出現するとともに、溜池・小河川・水路など平野部にはりめぐらされた水系に沿って記録された。ムクドリ・ドバトは、水系にとどまらず、平野部と丘陵部のほぼ全域でのみ記録された。いずれも平野部から丘陵部にかけてのみ生息し、山間部での記録は極めて少数であった種である。

##### 4) CDクラスター

キジバト・ツバメ・セグロセキレイ・ヒヨドリ・モズ・メジロ・カワラヒワ・スズメ・ハシボソガラスからなるクラスターである。いずれの種も、記録された基準メッシュ数の多少に差はあるものの、平野部から山間部にかけて、ほぼ市域全域で記録された種である。全域で記録されたという分布パターンは、3つの軸による尺度づけが困難であったはずであり、このクラスターが原点付近に布置されているのは、それを反映したものと考えられる。しかし、第Ⅲ軸ですべて負側に布置されているのは、この種群が、広域的に記録されるものの、耕地・屋敷林や公園などの小樹林地・建築物群・水系などのさまざまな環境が

入り混じり、土地利用の異質性に特徴のある、市街地や集落を中心とした人間の生活環境と密接に関連して生息している点を共通性として、抽出されたものであることを示している。

#### 5) CEクラスター

キジとヒバリの2種からなるクラスターである。平野部から山間部において点々と記録され、第Ⅱ軸では尺度づけられなかった種である。2種とも、平野部の河川敷や耕地など本来的な環境で記録された一方で、キジについては、山間部の草地化した大規模休耕田などで、ヒバリについては、丘陵部の宗教施設や学校などによる造成地、山間部の山手台住宅地や北摂霊園の造成地などで記録された。本来的な平野部の環境とともに、丘陵部から山間部にかけて、人間の手によってまったく新たに造成された、草原状の環境を選好しているという共通性を持った種である。

#### 6) CFクラスター

カイツブリ・コジュケイ・カワセミ・コシアカツバメからなるクラスターである。いずれの種も、丘陵部からやや山間部にかけて記録されたという共通性を持っている。第Ⅲ軸の負側に特徴的に布置されており、集落・耕地・溜池・樹林などのさまざまな環境がモザイク状に入り混じっているいわゆる里山的環境の、しかも林縁から外の開けた側（水面や耕地の側）を特徴的に選好している種群からなるクラスターといえる。

#### 7) CGクラスター

サシバ・アオゲラ・コゲラ・キセキレイ・ウグイス・エナガ・ヤマガラ・シジュウカラ・ホオジロ・イカル・ハシブトガラスからなるクラスターである。いずれも、山間部と山間部よりの丘陵部にかけてのアカマツ林・コナラ雑木林・樹林の下層植生のブッシュを中心に記録された種である。上記のCFクラスターにくらべ、第Ⅱ軸でより負側（より山間部的）、第Ⅲ軸で正側（より均質的）に布置されているのは、これらの種群が、やや山間部によった里山の、しかも林縁から樹林地側に生活の主体を置いている点を共通性として抽出されたクラスターであることを反映したものであろう。

#### 8) CHクラスター

ヤブサメ・オオルリ・カケスの3種からなるクラスターである。山間部の、林冠の閉鎖した樹林や溪谷沿いの照葉樹林などであって、しかも基準メッシュのレベルで、集落や耕地などの土地利用が非常に少ない環境に特徴的に記録された種である。里山の樹林にも生息するCGクラスターよりもさらに山間部側によった、典型的に森林を選好している種群と言えるだろう。

#### 9) CIクラスター

センダイムシクイとサンコウチョウの2種からなるクラスターである。すべて市域の最奥部である隣接市町との境界付近の樹林地で記録された。それらはアラカシ林に代表される自然植生ではないが、いずれもまとまった規模があり、十分な林内空間と豊かな下層植生を持った林冠の閉鎖した樹林地であった。単に自然植生か否かということではなく、樹林地としての規模・階層構造の成熟度などを選好の要件としている種群と思われる。

### 5. 分析対象メッシュ（サンプル）の構造

数量化Ⅲ類は、カテゴリーとサンプルが同時に数量化される特徴を持っている。前項までは、カテゴリーの構造を、サンプルの反応パターンを通じて探ってきたが、それとまっ



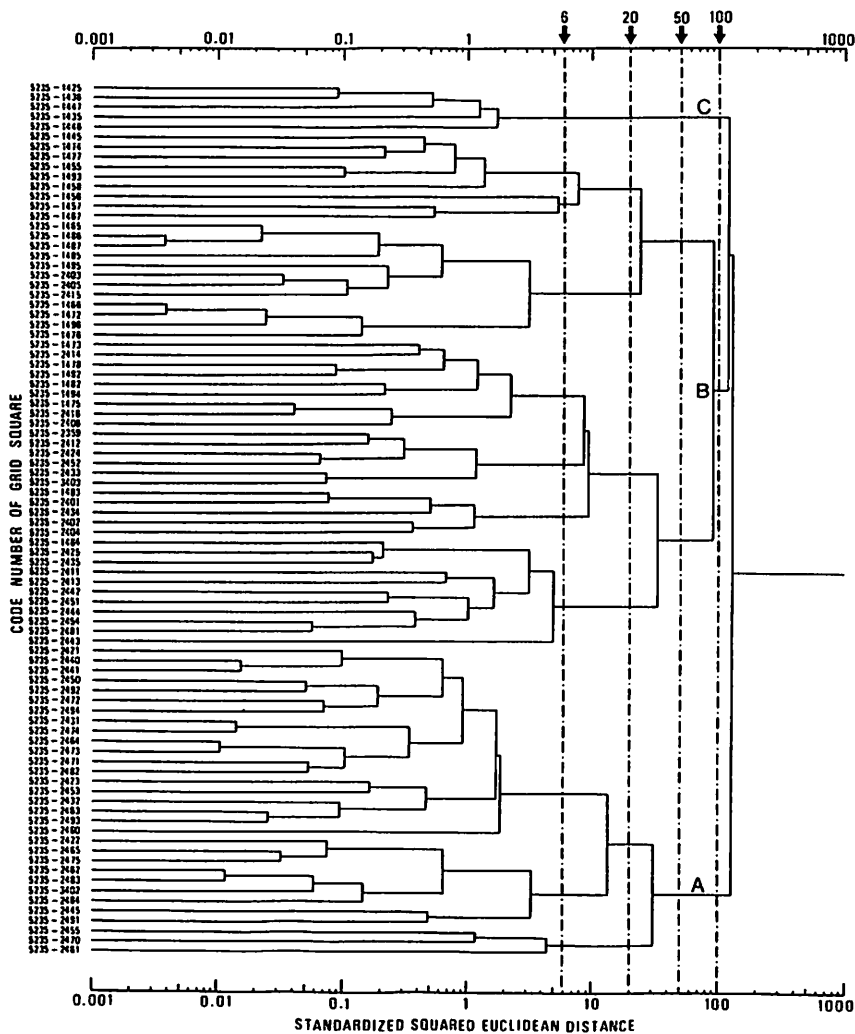


Fig.3. A dendrogram showing similarities between grid squares in a recorded or un-recorded response pattern of 40 species of birds. Response patterns were clustered by the Ward method, using standardized squared Euclidean distances as dissimilarity of response patterns, in the three-dimensional space defined by scores derived from the quantification method of the third type.

たく同じ意味づけのもとに、カテゴリーの反応パターン、すなわち40種のそれぞれの種の記録-非記録パターンをもって、各サンプルの尺度づけが同時に行なわれている。つまり、カテゴリーの反応パターンの似ているサンプル、すなわち記録種の構成が似ている基準メッシュには、同様な最適スコアが与えられているということである。ここで、どのような組み合わせで記録種の構成が得られているか、すなわちその基準メッシュが、どのような種に選好されているかによって、基準メッシュの環境の特性が表現されているものと仮定すると、最適スコアを用いたクラスター分析により、基準メッシュのレベルでの環境の特性が、鳥類による選好性を通じて構造化できると考えることができる。



れたことを示している。

### 1) Aクラスターの構造

Aクラスターは、林縁から樹林内に生息する種であるCG・CH・CIクラスターの種を記録し、水辺性の種(CA・CB)と平野部～丘陵部に特徴的な種(CC・CE・CF)を記録できなかった基準メッシュである。非類似度が小さくなる方向にデンドログラムを逆にたどり、Aクラスターの構造を探る。

#### ①標準化ユークリッド平方距離=50のレベル

このレベルでは、クラスターの分岐はなく、AクラスターはすべてA<sub>1</sub>クラスターに引き継がれる (Fig. 4b.)。

#### ②標準化ユークリッド平方距離=20のレベル

31個のA<sub>1</sub>クラスターが、A<sub>11</sub>クラスター (3個) とA<sub>12</sub>クラスター (28個) の2つに分岐する (Fig. 4c.)。A<sub>11</sub>クラスターは、CIクラスターの種 (センダイムシクイ・サンコウチョウ) を記録できた基準メッシュにほぼあっている。森林性の種が生息することによって特徴づけられるAクラスターの中から、まず、階層構造の成熟したまとまった規模の広葉樹林を選好する種の存在によって、A<sub>11</sub>クラスターがA<sub>1</sub>クラスターから分離されたことを表わしている。

#### ③標準化ユークリッド平方距離=6のレベル

28個のA<sub>12</sub>クラスターが、A<sub>121</sub>クラスター (9個) とA<sub>122</sub>クラスター (19個) の2つに分岐する (Fig. 4d.)。両者の出現種の組成は似ているが、A<sub>121</sub>クラスターでは典型的森林性の種群と言えるCHクラスターの種のうち、オオルリが記録できた基準メッシュにほぼあっている。A<sub>11</sub>クラスターほどではないが、集落や耕地などの土地利用がほとんどなく、溪谷沿いに広葉樹林が広がるという環境特性を持った地域メッシュが、オオルリに選好されたことを通じて抽出されたことを表わしている。

### 2) Bクラスターの構造

Bクラスターは、典型的な森林性の種群であるCH・CIクラスターの種を記録できなかった基準メッシュという共通性はあるものの、特定の種群の記録によって特徴づけられるAおよびCクラスターとは異なり、非常に幅広い種構成となっている。

#### ①標準化ユークリッド平方距離=50のレベル

52個のBクラスターが、B<sub>1</sub>クラスター (31個) とB<sub>2</sub>クラスター (21個) の2つに分岐する (Fig. 4b.)。ほぼ平野部の基準メッシュにあたるB<sub>2</sub>クラスターは、里山の樹林地性の種群であるCGクラスターのうち、コゲラ・ホオジロ・ハシブトガラス・シジュウカラ・ウグイスおよび里山の開けた環境を選好する種群であるCFクラスターの全種を記録できなかった基準メッシュである。両クラスターともに、人間の生活環境と密接に関係している種群であるキジバト・ツバメ・スズメ・ヒヨドリなどCDクラスターの種群については共通しており、人間の生活環境として共通の特性を有する基準メッシュが、里山の樹林地あるいは里山の開けた環境を選好する種を記録しえたか否かという点で分離されたといえる。

#### ②標準化ユークリッド平方距離=20のレベル

このレベルで、31個のB<sub>1</sub>クラスターは、B<sub>11</sub>クラスター (11個) とB<sub>12</sub>クラスター (20個) に、21個のB<sub>2</sub>クラスターは、B<sub>21</sub>クラスター (12個) とB<sub>22</sub>クラスター (9個) にそ

れぞれ分岐する (Fig. 4c.)。

人間の生活環境であり、かつ里山の樹林地からさらに開けた環境を選好する種群により特徴づけられる $B_1$ クラスターは、CCクラスター種群の記録、中でも特にムクドリとドバトの記録の有無により $B_{12}$  (記録有り) と $B_{11}$  (記録なし) の2クラスターに分岐している。樹林地と農地からなる里山の農業集落が、CCクラスター種群の有無により、山間部の基準メッシュと山麓丘陵部の基準メッシュとに分離されたといえる。

里山の樹林地からさらに開けた環境を選好する種群の欠落により特徴づけられ、平野部の基準メッシュの多くを占める $B_2$ クラスターは、水辺性の種であるCA・CBクラスターの種群の記録によって、記録のあった $B_{22}$ クラスターと記録されなかった $B_{21}$ クラスターに分岐している。 $B_{22}$ クラスターの基準メッシュは平野部南部を中心に、安威川・大正川など水系に沿って分布している様子をもてとれる。なお、 $B_{22}$ クラスターは水辺性の種群の出現により、後述のCクラスターと非常に似た種構成を示しているが、 $B_{22}$ クラスターでは、モズ・メジロなど樹林地を含む環境を選好する種が記録されている点で明瞭に異なっている。

### ③標準化ユークリッド平方距離=6のレベル

このレベルで、20個の $B_{12}$ クラスターは、 $B_{121}$ クラスター (5個)、 $B_{122}$ クラスター (6個) と $B_{123}$ クラスター (9個) の3クラスターに分岐している。また9個の $B_{22}$ クラスターは、 $B_{221}$ クラスター (3個) と $B_{222}$ クラスター (6個) に分岐している (Fig. 4d.)。

人間の生活環境と山麓丘陵部の樹林地から開けた環境を選好する種群により特徴づけられる $B_{12}$ クラスターは、山麓丘陵部の樹林地性の種群 (CGクラスター) のうち、特にコゲラ・シジュウカラ・ウグイスなどの記録が少なくなる基準メッシュが $B_{123}$ クラスターとして分離される。この点では $B_{123}$ クラスターは、平野部の多くを占める $B_2$ クラスターの種構成に似ているが、前者では丘陵部の開けた環境を選好する種群 (CFクラスター) が記録されているという明らかな違いがある。 $B_{123}$ クラスターを分離した残りのクラスターは、ヒバリが記録されるという共通性を持ちつつも、メジロ・モズ・サシバ・エナガ・ヤマガラなど樹林地性の種群を記録できた $B_{122}$ クラスターと、それらを欠く $B_{121}$ クラスターとに分岐する。 $B_{121}$ クラスターの基準メッシュが丘陵部の耕地化がすすんだ地域にあっているのに対して、 $B_{122}$ クラスターは山間部の大規模宅地造成地、大規模霊園などを含む基準メッシュにあっている。基準メッシュレベルで、樹林地に近年大規模開発が加えられ草地状の環境を含む地域が、樹林地性の種群に特徴づけられながら、ヒバリにも選好されるという特性によって抽出されたといえる。

水辺性の種によって特徴づけられる $B_{22}$ クラスターは、キジ・ヒバリ・ケリを記録し、メジロ・モズをほとんど記録できなかった基準メッシュとして $B_{221}$ クラスターを分離する。これは、水田・草地在連続する、規模が大きく均質な水辺環境に特徴づけられる地域といえる。残る $B_{222}$ クラスターは、キジ・ヒバリの欠き、水辺性であってもカルガモ・コチドリ・ゴイサギ・コサギなど小水路や小溜池に生息できる種群を有する基準メッシュである。

### 3) Cクラスターの構造

Cクラスターは、水辺性の種であるCA・CBクラスター (特にオオヨシキリ・セッカ・カルガモ) と草原性の種であるCEクラスターの種群を記録し、CGクラスターを含む樹

林地性の種群をほとんど欠落させている基準メッシュである。標準化ユークリッド平方距離が100のレベルで1つのクラスターとして分離して以来、同6のレベルに至るまでそれ以上の分岐を示さない。地勢選好の軸においては、市域最南部の河川と周囲の水田を選好する点に特徴づけられ、環境選好の多様性の軸においては、規模が大きく広がる水田や河川の草地状の均質性のある環境を選好する点に特徴づけられるクラスターといえる。

## 考 察

今回使用した数量化Ⅲ類は、外的な基準によらず、データ相互間の共通性を抽出し、その共通因子を解釈することによってデータの構造を明らかにするといういくつかの手法の一つである。40種の鳥類の分布パターンの中に、それを規定するいくつかの共通因子を即座に見い出すことは決して容易なことではない。しかし、今回の分析は、分布パターンの情報を圧縮し、共通性を解釈する中で、基準メッシュのレベルで表わされた分布パターンが、地勢選好の軸と環境選好の多様性の軸によってかなりの部分説明できることを明らかにした。また同時に、同じ軸を用いて各メッシュが構造化できること、いわば鳥類の環境選好を通じて、メッシュの環境が評価できる可能性を示すことができた。

数量化Ⅲ類など、外的基準をもちいない解析手法は、抽出された因子によって再度データが説明されるという、同義反復を基本的な考え方としている点で、理解しにくいことは否めない(古谷野 1988)。しかし、この手法が、分布パターンの分析に、いくつかの有効な情報を与えることを、本報は示すことができた。ただし、このような分析手法の適用は緒についたばかりであり、解決すべき問題がいくつか残されている。

まず第一に、このような手法は、人間の心のものさしを探るなど、行動科学の分野で多用されてきたことである。人間が人間の価値観を尺度づける手法が、果して、鳥類の分布パターンの構造抽出に適用できるのかという基本的な危惧である。しかし、本報で示したカテゴリーのクラスターや基準メッシュの分布の構造は、少なくとも外的な内容ではなかった。『数量化Ⅲ類の意義は、もっぱら応用に供せられてその有効性がためされてきたこと・・・にある』(岩坪 1987)とあるように、今回とは異なった環境の地域、あるいは異なった大きさのメッシュを使用した調査などに今後、繰り返し適用され、有効な情報が得られたか否かによって、妥当性が判断されるべきであろう。

第二に、野生生物の分布調査には、記録=生息ではあっても、非記録=非生息ではない、すなわち不在証明ができないという特性がある。しかし、このような特性を持ったデータでありながら、一旦統計的な手法が適用された際には、非記録=非生息として、生息の記録と同格に対置されてしまうという宿命がある。本報では、個体数の多少を問わず、記録-非記録を機械的に1-0データに置換したこと、および数量化Ⅲ類は、『各カテゴリーに対する反応の有無の差が、結果を大きく左右するという点に、十分留意する必要がある、設定するカテゴリーおよびサンプルの吟味の度合いが分析の適否を決定するといっても過言ではない・・・』(渡・岸 1981)という手法である点で、今回の一連の分析は、分布データの特性からして最も不適当な用法ではないかという危惧がある。しかし、今回の分析に先立ち、たびたび調査されレコード数の多い基準メッシュだけをもちいて同様の分析を行ったが、特筆できるほどの情報はかえって得ることができなかった。単にデータ数が少なくなったというだけでなく、データの吟味が結果として、どこにでも分布しているよう

な構成種だけからなる、あたりさわりのないデータだけを残すこととなったためかもしれない。生息種の不在証明ができない以上、生息種の探索努力はどこかで打ち切らねばならない。後に加えらるであろう分析手法を踏まえた上で、どの程度の探索努力により、どの程度の生息種が把握されるのか、目安をつける必要があるのだろう。

第三に、今回、基準メッシュのレベルで、分布のパターンを左右する要因として、地勢選好の軸と環境選好の多様性の軸の2つを抽出することができた。この解釈の妥当性は、これを要因として外的基準が説明できるかによって検証されるべきであるが、今度の場合、特に環境選好の多様性については、これだけでは測定のしようがない、すなわち操作性のある概念ではないという指摘があるだろう。調査の際、1枚の谷戸を挟んで、谷戸とその山側にハシトガラスが、谷戸とその平野側にハシボソガラスが生息している事例を観察することができた。基準メッシュの規模と比較すれば、長さで数分の一から十数分の一の地域でのことともいえようが、分析の結果では、ハシトガラスは樹林地性の種群であるCGクラスターへ、ハシボソガラスは人里性の種群であるCDクラスターへと明瞭に分離された。基準メッシュのレベルでの多様性がどのような測度により得られるか、この事例だけでは何ともいえないが、基準メッシュより大きな、あるいは小さなメッシュを用いた調査に同様の手法を適用し、環境選好の多様性を、操作できる概念として絞り込んで行くことが可能なように思われる。またこれは同時に、今回の軸の解釈の妥当性を評価することにもつながるものとも考えられる。

## 謝 辞

調査の企画から実施については、茨木市土木部公園緑地課の辻本喜代一、中内宏、浦野芳博の各氏および茨木市在住の後藤好亨氏にたいへんのご理解とご支援をいただいた。調査には日本野鳥の会大阪支部研究部の上田恵介、岡文彦、田儀周久、福田佳弘、安久敬治および日本野鳥の会保護部の小河原孝生、金井裕、村井英紀の各氏の協力を得た。これらすべての方々のご厚意に、心からの感謝とお礼を申し上げる。

## 要 約

1987年5月から7月にかけて、大阪府茨木市の全域において、28か所のラインセンサス、15~30分間ゆっくり歩き回って出現種を記録する分布チェックと特定緑地調査による、鳥類分布調査を実施した。分布の把握の単位には標準地域メッシュの基準地域メッシュ（緯度30°×経度45°）の区画をもちい、調査結果のほとんどすべてが、この区画を単位としたデータに組み替えられた。

記録された67種類の内から40種類を選定し、種類（カテゴリー）を列要素、基準地域メッシュ（サンプル）を行要素、各基準地域メッシュにおけるその種の記録を1、非記録を0とする2-way (1, 0) データとして、数量化Ⅲ類による分析を加えた。第2固有値から第4固有値までで累積寄与率85%が得られたので、この固有値が構成する3次元空間に、付与された最適スコアをもちいてカテゴリーあるいはサンプルを布置し、標準化ユークリッド平方距離を非類似度としたウォード法によるクラスター分析を通じて、カテゴリーとサンプルの類型化を行なった。

第2固有値に対応した最適スコアよりなる第2軸は、その両極にセンダイムシクイ・サンコウチョウとオオヨシキリ・セッカが布置され、地勢選好の軸と意味づけられた。第3軸は、両極にセッカ・センダイムシクイとカイツブリ・コシアカツバメが布置され、環境選好の多様性の軸と意味づ

けられた。クラスター分析により9クラスターに類型化されたカテゴリーは、この2つの尺度によりその類型としての共通性を論じることができた。またサンプルに対するクラスター分析のデンドログラムをもちい、その分岐状況を逆にたどりながら、カテゴリーのクラスターあるいはその一部の種類の記録-非記録を検討した結果、カテゴリーの反応パターンにより、基準地域メッシュのレベルでの環境の特性を捉えることができた。

#### 引用文献

- 藤巻裕蔵. 1981. 北海道十勝地方の鳥類3. 帯広市における植被と鳥類の関係. 山階鳥研報 13 (3). 196-206.
- 行政管理庁. 1973. 行政管理庁告示第143号. 官報, No. 13963. 6-7.
- 林知己夫. 1974. 数量化の方法. 東洋経済新報社, 東京.
- 岩坪秀一. 1987. 数量化法の基礎. 朝倉書店, 東京.
- 環境庁自然保護局. 1980. 第2回自然環境保全基礎調査動物分布調査報告書(鳥類). 日本野鳥の会, 東京.
- 環境庁自然保護局. 1988. 第3回自然環境保全基礎調査動植物分布調査報告書(鳥類). 日本野鳥の会, 東京.
- 古谷野巨. 1988. 数学が苦手な人のための多変量解析ガイド. 川島書店, 東京.
- 日本野鳥の会. 1988. 昭和62年度茨木市委託茨木市鳥類調査業務 茨木市鳥類調査報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 田中豊・垂水共之・脇本和昌. 1984. パソコン統計解析ハンドブックII 多変量解析編. 共立出版, 東京.
- 渡正堯・岸学. 1981. 多変量解析プログラム集. 工学図書, 東京.

#### Factors framing distribution patterns of birds expressed in 1-km square National Grids

Ichiro Arita<sup>1</sup>

The distribution of birds in Ibaraki City, northern part of Osaka Prefecture, was investigated from May to July in 1987. The study area was divided into 103 grid squares, each about 1 km<sup>2</sup> (30" latitude × 45" longitude) in area. Most of the squares were investigated with a distribution check, otherwise a line census method with spot-mapping was conducted on twenty-eight line transects. The results obtained by the latter method were divided into grid unit data based on mapping.

Forty of the 67 species recorded and 88 of the 101 grid squares investigated were chosen for analysis. A quantification method of the third type, which resembles a principal component analysis in purpose but is for qualitative data, was applied for a data matrix that was defined by 40 species of birds as a column (category), 88 grid squares as a row (sample) and recorded or not-recorded response pattern as a matrix-variate. A contribution rate of the second eigenvalue was 41%. The cumulative contribution rate from the second to the fourth eigenvalue reached 85%. Categories were plotted in a space that was defined

by three axes corresponding to the second to the fourth eigenvalue, using scores assigned to categories. Through an interpretation of this scatter diagram, two axes corresponding to the second and the third eigenvalues were regarded respectively as the axis of configuration and the axis of land use and vegetation diversity. But no meaning emerged from the third axis.

Making full use of the distinctive feature of this quantification method, in which the more a response pattern is alike, the closer is the assigned score, the Euclidean distance between categories or samples utilized as a dissimilarity index. Categories and samples were grouped by subjecting standardized squared Euclidean distances in the three-dimensional space to a cluster analysis by the Ward method. Nine distinct clusters of categories emerged at 4.0 levels of standardized squared Euclidean distance. Common features of each cluster are discussed with a combination of meanings of two axes. The structure of samples was also discussed at the point of response patterns of categories, through the trace of branchings of clusters in the dendrogram of cluster analysis.

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