

広域的な環境整備のための生物相の分析方法に関する研究

誌名	ランドスケープ研究
ISSN	13408984
巻/号	585
掲載ページ	p. 117-120
発行年月	1995年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



広域的な環境整備のための生物相の分析方法に関する研究

A Procedure of Ecological Data Analysis for Landscape Planning

一ノ瀬友博* 加藤和弘**

Tomohiro ICHINOSE Kazuhiro KATO

摘要：生物群集に配慮した環境整備のためには、生物相を広域的に分析し、保全のための指針を作成することが必要である。本研究ではそのための方法を提案する。生物群集の分布のメッシュデータを群集生態学的な観点から多変量解析し、分布に影響を及ぼしている環境要因を識別し、生物群集にとって主要な生息地を抽出する。その結果を用いることによって、保全上重要な地域を指摘できる。この方法の実効性を埼玉県所沢市の鳥類分布のメッシュデータを用いて検証した。同地域の鳥類にとって繁殖期・越冬期ともに樹林地が主要な生息地であり、狭山丘陵のみならず市北部に残存する平地二次林が生息地として重要であることが示された。

1. はじめに

近年、生物相の保全を目的とした環境整備の必要性が指摘されている。生物相の保全を目的とした計画の際には、他の空間計画と同様に、対象空間の規模に応じた分析や評価の必要がある。武内・横張(1993)¹⁾は、分析と評価のための3段階の空間スケールを提示し、それぞれをマクロスケール、メソスケール、ミクロスケールと呼んでいる。このうち、マクロスケールの検討は、縮尺1/25,000~1/50,000の地形図で把握できる広がりをもった地域を対象とする。このスケールにおける生物相の調査・分析では、対象地域内の主要な生息地の把握、保全の必要性のある生息地やより詳細な調査・分析を必要とする地点の抽出を行うことが目標となる。そのためには、対象地域全体を網羅した生物相のデータを得、生物相の空間的な変化のパターンに基づき、空間の区分や評価を行うための分析が必要である。

このような分析方法を提示し、ケーススタディによりその有効性を検証することが、本研究の目的である。

2. 分析方法の提示

分析の具体的な手法を図-1に示す。まず、生物種のメッシュデータに分類型の変量解析を適用し、メッシュと種を類型化する。その結果をもとに出現パターン模式図(一ノ瀬・加藤, 1994)⁶⁾を作成する。出現パターン模式図とは、種のグループとメッシュのグループの対応関係を明らかにし、それぞれのメッシュのグループにどのような種が特徴的に出現したかを表した図(植生図の作成の際に作られる現存植生図作成指針と同じ形式のもの)である。この模式図の中で、分類されたメッシュがどのような種の生息地を含んでいるかが明らかになる。

次に、生物相と環境条件を比較する。ここでは判別分析を使うものとした。この分析によって、生物相がどのような環境条件に規定されているのか把握することができる。なお、判別分析を用いて生物相と環境条件を対比した研究には、底生無脊椎動物と河川環境の比較を行った例(Wright et al., 1984)¹⁴⁾や、データベースを用いて植生の判別を行った例(Ratliff and Westfall, 1989)⁸⁾がある。

最後に、メッシュのグループごとに生物相を評価することによって、対象地において重要な生息地を特定する。先の判別分析によって誤判別されたメッシュについては、その理由を検討する。これ

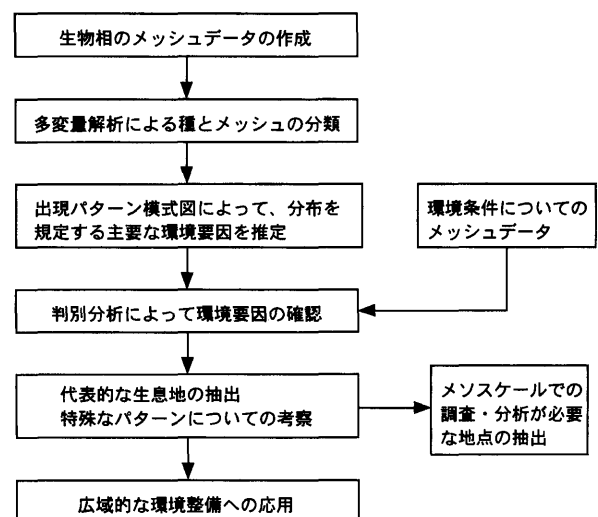


図-1 分析手法の概念図

らの結果からより詳細なスケールでの調査が必要なメッシュを明らかにする。

ここで提案する分析手法の要点は以下の3点にまとめられる。

第1は、メッシュデータ化された生物相のデータの利用である。メッシュデータを用いた生物相の解析は広域的な空間が対象となる場合には多く使われている(例えば、Whitehead et al., 1992; 井手, 1992)^{13), 3)}。その長所は、全域を網羅的に把握できることである。また、メッシュデータの規格に国土地理院が採用している基準メッシュを採用すれば、環境に関するさまざまな既存のデータを利用することができる(武内・恒川, 1994)¹⁰⁾。

第2は、多変量解析手法の適用である。生物相の変化を分析するための手法として、多変量解析は応用生態学の諸分野で近年広く利用されている。多変量解析により、生物相の空間的な変化のパターンを抽出したり、類型化を行うことが可能であり(Gauch, 1982)¹¹⁾、生物相のデータによる空間区分(Whitehead et al., 1992)¹³⁾や保護地域の代表性の検討(Stersdal and Birks, 1993)⁹⁾などに利用されている。

第3は、メソスケールにおける分析のための基礎情報の提供で

*東京大学大学院農学生命科学研究科 日本学術振興会特別研究員

**東京大学農学部農業生物学科

表-1 現存植生図から読みとった24種の植生単位と分析に用いた9種の土地利用単位

土地利用単位	第2回自然環境保全基礎調査の現存植生図より読みとった土地利用単位の凡例
樹林地	モミーシキミ群集、シラカシ群集、クヌギーコナラ群集、コナラクリ群集、アカマツヤマツツジ群集、スギ・ヒノキ・サワラ植林
二次草原	アズマネザサーススキ群集、路傍雑草群落
人工草地	ゴルフ場（野球場等を含む）
水田	水田雑草群落、休耕田雑草群落
畑地	畑地雑草群落、休耕畑地雑草群落
果樹園等	落葉果樹園、桑園、茶畑、苗圃
緑の多い住宅地	緑の多い住宅地、公園・墓地等
開放水域	開放水域
市街地	市街地、工場地帯、造成地、採石場

ある。メッシュの類型化により、代表的な生息地をタイプ別に抽出する。また、全体的なパターンから外れるものについては、局地的な要因を考察することによって、メソスケールにおける分析が必要な地点を明らかにすることができる。

3. ケーススタディー埼玉県所沢市の鳥類分布による環境評価

(1) 研究対象地

ケーススタディとして、埼玉県所沢市の鳥相を対象とした解析を試みた。所沢市は東京近郊に位置し、江戸時代の新田開発以来維持されてきた平地二次林が現在でも多く残存する（犬井，1982）⁴⁾。近年、それらの平地二次林も開発によって徐々に減少しつつある。

(2) 鳥類メッシュデータ

埼玉県野鳥の会（現・埼玉県生態系保護協会）が所沢市自然環境保全調査の一環として作成した、鳥類分布のメッシュデータを分析に用いた。このデータは、3次メッシュを縦横2等分したメッシュ（一辺約500m）を記録の単位としており、所沢市は293メッシュで記述されている。調査は、繁殖期に当たる1985年5月18日～6月30日と越冬期に当たる1985年12月25日～1986年2月28日に行われた（詳しくは、所沢市，1987）¹²⁾。

(3) 土地利用メッシュデータ

鳥類の分布と土地利用の比較を行うために、一ノ瀬・加藤（1993）⁵⁾と同様に植生を基礎とした9種類の土地利用単位を設定した（表-1）。基礎データとして、環境庁の第2回自然環境保全基礎調査により作成された現存植生図（1/50,000）の「川越」「青梅」を用い、鳥類分布のメッシュデータと同規格のメッシュデー

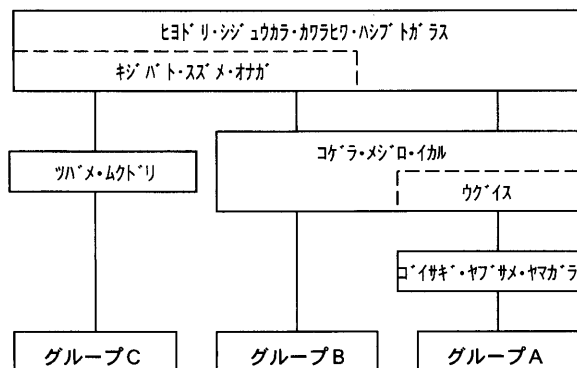


図-2a 鳥類出現パターン模式図（繁殖期）

タを作成した。このメッシュをさらに縦横各々5等分した小メッシュ（一辺約100m）を設定した上で、各々の小メッシュにおいて最も優占する土地利用を読み取り、小メッシュの土地利用とした。次に、メッシュ毎に各土地利用の小メッシュの数を集計し、メッシュにおける各々の土地利用の面積とした。メッシュ内の土地利用は構成比によって表わされる。

本研究では果樹園等を除き、樹木被覆地をすべて樹林地とした。これは、所沢市においては、樹林地のほとんどが二次林であること、自然植生として記載されているシラカシ群集の大半は実際には屋敷林で、二次林の色彩が強いこと、従って「樹林地」以上の細分化は不要と考えられたためである。

(4) 分析方法

群集生態学で主に用いられている分類手法であるTWINSPAN(Hill, 1979)²⁾によって、繁殖期と越冬期の鳥類のメッシュデータを別々に分析し、出現種とメッシュの類型化を行った。両期とも、5メッシュ以上出現した種のみを、分析の対象とした。この結果に基づき、鳥類出現パターン模式図（図-2a, b）を作成した。

続いてメッシュの類型を目的変数、メッシュの土地利用構成比を説明変数とする正準判別分析を行った。この分析によって、鳥相と土地利用の対応関係を明らかにするとともに、所沢市の鳥類の主要な生息地を抽出した。また、誤判別されたメッシュについては、局地的な環境要因の有無を検討した。

(5) 結果

TWINSPANの結果、メッシュは、繁殖期には3グループ（グループA～C）に、越冬期には4グループ（グループA～D）に分類された。この結果から、繁殖期と越冬期の鳥類出現パターン模式図を作成した（図-2a, b）。それぞれのグループの分布を図-3a, bに示し、所沢市の樹林地と水域の概況を図-4に示した。

それぞれのメッシュのグループの特徴は次のようにまとめられる。繁殖期では、グループAには、比較的規模の大きい樹林地で繁殖する鳥類（ヤマガラ・ヤブサメなど）が出現しており、メッシュの分布からも狭山丘陵のグループであると考えられる。グループBには、樹林地に主に生息する鳥類（メジロ・コゲラなど）が出現しており、狭山丘陵以外の樹林地のグループであると考えられる。グループCには、樹林地に生息する鳥類が出現しない一方で、農耕地や都市的な環境に生息する鳥類（ムクドリ・ツバメなど）が出現し、樹林地以外の農耕地や都市のグループであると考えられる。越冬期のグループAには、繁殖期同様大規模な樹林地に生息する鳥類（オオタカ・トラツグミなど）が出現し、狭山丘陵のグループである。グループBでも繁殖期同様樹林地

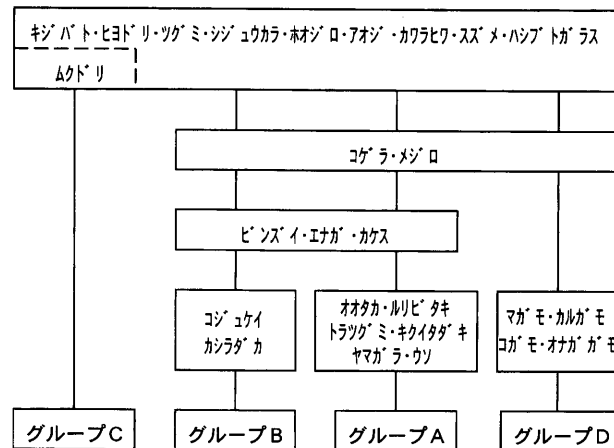
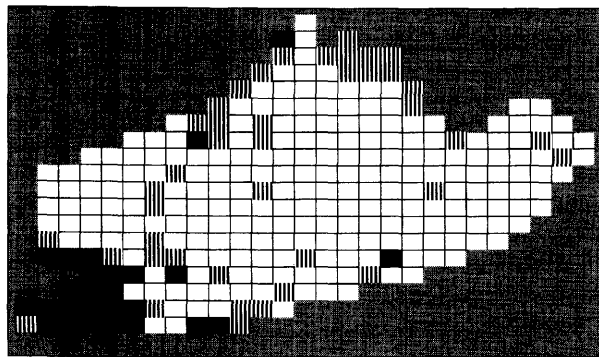
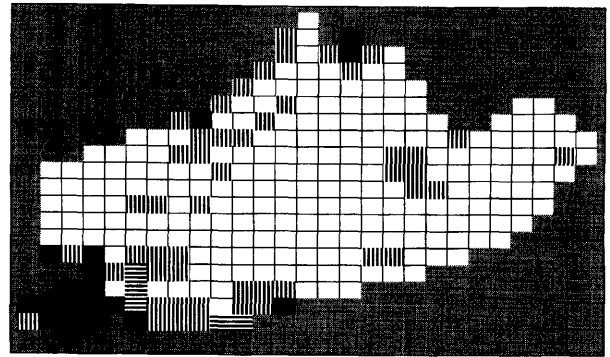


図-2b 鳥類出現パターン模式図（越冬期）



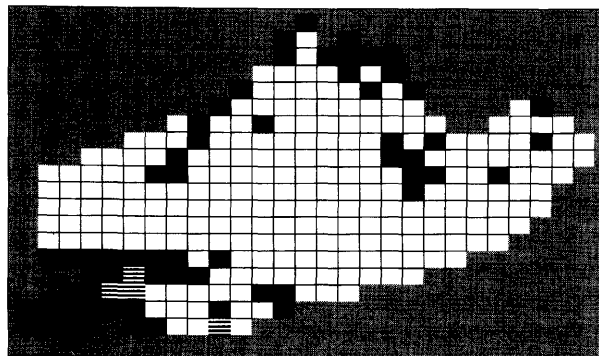
■グループA ▨グループB □グループC

図-3a グループ分布図（繁殖期）



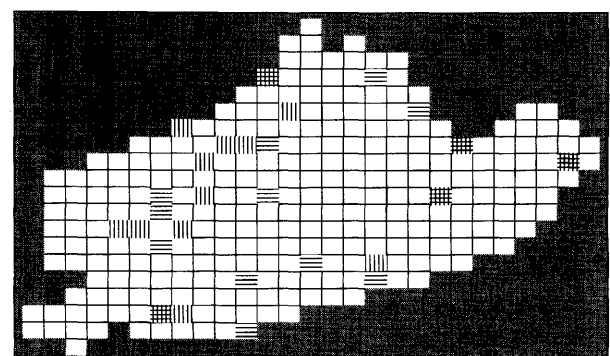
■グループA ▨グループB □グループC ≡グループD

図-3b グループ分布図（繁殖期）



■ 樹林地が多いメッシュ* ≡ 開放水域が多いメッシュ*
*それぞれ25の小メッシュのうち10メッシュ以上

図-4 所沢市における樹林地と開放水域の分布図



≡ 繁殖期に誤判別されたメッシュ ▨ 越冬期に誤判別されたメッシュ
▨≡ 繁殖期・越冬期ともに誤判別されたメッシュ

図-5 グループBのメッシュの中で、判別分析によってグループCに予測されたメッシュ

に生息する鳥類が出現し、狭山丘陵以外の樹林地のグループである。グループCは、農耕地や都市のグループである。グループDには、マガモ・コガモ・カルガモ・オナガガモが出現し、水域のグループであるといえる。

以上のグループの特徴は、判別分析の結果により検証された（表-2）。繁殖期・越冬期ともにグループAは主に樹林地と開放水域によって判別されていた（表-2）。これは、所沢市の開放水域のほとんどが山口貯水池（狭山湖）であり、これを含むメッシュには、狭山丘陵の樹林地が同時に含まれているからである。よって、グループAは、狭山丘陵のグループである。グループBは、繁殖期には主に樹林地と人工草地、開放水域によって、越冬期には樹林地と人工草地によって判別された（表-2）。所沢市の人工草地の多くはゴルフ場であり、ゴルフ場の内部および周辺には樹林地が配置されている。よって、グループBは狭山丘陵以外に残存する樹林地（狭山丘陵に存在する小規模の樹林地も含む）のグループであると確認された。グループDは開放水域によって判別される、水域のグループである。

誤判別の傾向を見てみると、繁殖期・越冬期ともに、TWINSPANによって狭山丘陵以外の樹林地のグループ（グループB）に分類されたメッシュが、農耕地や都市のグループ（グループC）に判別される傾向がある（表-2）。これは、樹林地があまり存在しないメッシュにも樹林に出現する鳥類が出現しているということである。この理由を明らかにするために、繁殖期・越冬期においてグループBに含まれるメッシュで、グループCに予測されたメッシュを図-5に示した。この図-5と図-4を比較することによって、誤判別されたメッシュは、そのメッシュ自体に占める樹林地の割合は小さいが、その近くに大規模な樹林地が存在しているか、または大規模な樹林地の一部であることが示

唆される。これより大規模な樹林地に近いか、または大規模な樹林地と接続している樹林地は、その面積に比べ鳥相が豊かであることが考えられる。しかし、このマクロスケールでの分析ではこれを証明することは困難であり、さらにスケールを下げたメソスケールでの調査・分析が必要である。

以上の結果から、繁殖期と越冬期の両方において、狭山丘陵の樹林地とそれ以外の樹林地が所沢市において重要な樹林地であると指摘された。所沢市においては、狭山丘陵の樹林地の重要性は十分に認識されており、これまでも保全のための施策がなされているが、狭山丘陵以外の平地二次林は、様々な視点からその重要性が示唆されていながらこれまであまり保全されてこなかった。この分析によって、これらの平地二次林の生息地としての重要性が鳥類の分布から再確認された。

表-2 正準判別分析の結果

時期	グループ	結びつきの強い土地利用*	判別率**
繁殖期	A	樹林地・開放水域	23/26
	B	樹林地・人工草地・開放水域	21/41
	C	特になし	185/226
越冬期	A	樹林地・開放水域	15/19
	B	樹林地・人工草地	22/51
	C	特になし	195/218
	D	開放水域	4/5

* 正準判別分析における判別関数の係数が大きい土地利用区分

** そのグループに属するメッシュのうち、正しく所属を判別されたメッシュの割合

5. 考察と今後の課題

(1) 越冬期調査の意義

本研究では、繁殖期と越冬期の両方について分析を行ったが、地域環境の把握のための鳥類分布の調査は、繁殖期だけに行われる傾向がある。繁殖期は鳥類にとって重要な時期であり、繁殖地の状態の悪化による繁殖率の低下は、その後の鳥類の個体群の動態に大きな影響を及ぼす。しかし、季節によって生息する地域を移動する漂鳥や渡り鳥も多く、越冬期の生息地の保全も重要である (Pearson, 1993 など)⁷⁾。さらに、人為的な影響が強い地域に残存する比較的小規模な樹林地においては、繁殖している鳥類は既に限られており、繁殖地としての機能よりも越冬地としての機能の方が重要であると考えられる (一ノ瀬・加藤, 1994)⁸⁾。特に水域の環境は、ガンカモ類が渡来する越冬期の方が、把握しやすいと考えられる。いずれにしても、鳥類の分布から生息地の環境を把握するためには、繁殖期と越冬期の両方の調査が必要であろう。

越冬期においては鳥類 (特にカラ類など) は、樹林地の内部を群をなして広範囲に移動するので、調査中にその群に出会うか出会わなかったかが結果により大きな影響を及ぼす可能性がある。従って、越冬期の調査を行う際には今回のような各メッシュ 1 回の調査ではなく、複数回の調査が必要であろう。

参考文献

- 1) Gauch, H. G. J. (1982): *Multivariate analysis in community ecology*: Cambridge, Cambridge University Press, 298 pp.
- 2) Hill, M. O. (1979): TWINSPAN -- A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes: Ithaca, Cornell University, 30 pp.
- 3) 井手任 (1992): 生物相保全のための農村緑地配置に関する生態学的研究: 緑地学研究 11, 東京大学農学部緑地学研究室, 120 pp.
- 4) 犬井正 (1982): 武蔵野台地北部における平地林の利用形態: 地理学評論 55, 549-565.
- 5) 一ノ瀬友博・加藤和弘 (1993): 都市及び農村地域における鳥類の分布と土地利用の関係について: 造園雑誌 56(5), 349-354.
- 6) 一ノ瀬友博・加藤和弘 (1994): 埼玉県所沢市の孤立樹林地における鳥類群集の分布に影響を及ぼす諸要因について: 造園雑誌 57(5), 235-240.
- 7) Pearson, S. M. (1993): The spatial extent and relative influence of landscape-level factors on wintering bird populations: *Landscape Ecology* 8, 3-18.
- 8) Ratliff, R. D. and Westfall, S. E. (1989): Monitoring plant community change: an application of quadrat classification + discriminant analysis: *Vegetatio* 80, 1-9.
- 9) Stersdal, M. and Birks, H. J. B. (1993): Assessing the representativeness of nature reserves using multivariate analysis: vascular plants and breeding birds in deciduous forest, western Norway: *Biological Conservation* 65, 121-135.
- 10) 武内和彦・恒川篤史編 (1994): 環境資源と情報システム: 古今書院, 219 pp.
- 11) 武内和彦・横張真 (1993): 農村生態系におけるビオトープの保全・創出: 農林水産省農業環境技術研究所編. 農村環境とビオトープ: 養賢堂, 5-16.
- 12) 所沢市 (1987): 所沢市の鳥相-所沢市環境保全調査一, 121 pp.
- 13) Whitehead, P. J., Bowman, D. M. J. S. and Tidemann, S. C. (1992): Biogeographic patterns, environmental correlates and conservation of avifauna in the Northern Territory, Australia: *Journal of Biogeography* 19, 151-161.
- 14) Wright, J. F., Moss, D., Armitage, P. D. and Furse, M. T. (1984): A preliminary classification of running-water sites in Great Britain based on macroinvertebrate species and the prediction of community type using environmental data: *Freshwater Biology* 14, 221-256.

(2) 分析方法について

ケーススタディにおいては、鳥類分布よりメッシュを多変量解析により分類し、それぞれのグループの生息地としての特性を判別分析によって明らかにすることができた。マクロスケールでは対象地域内の主要な生息地の把握、保全の必要性のある生息地やより詳細な調査・分析を必要とする地点の抽出を行うことが目的であるので、本研究で提示した手法によってその目的をほぼ達成できた。生物相にとって重要な生息地を明らかにすることによって、地域の生物相の保全のための環境整備において、この分析の結果を利用することができる。メソスケールの調査・分析の対象となる地点は、マクロスケールによって、重要な生息地であることが明らかになった地点と、マクロスケールでの分析では、生物の分布を規定している要因が明らかにならなかった地点である。

謝辞

本研究をまとめるにあたっては、東京大学農学部井手久登教授、武内和彦助教授に御指導を頂いた。埼玉県生態系保護協会の高橋衛氏、須永伊知郎氏には、鳥類データに関して、様々な便宜をして頂いた。所沢市には、未公開のデータの利用を許可して頂いた。この場をお借りして、厚く御礼を申し上げたい。なお、本研究は文部省科学研究費補助金による研究成果の一部である。

Summary: For the conservation of biota, it is important to analyze ecological data and to make the landscape planning based on this analysis.

We propose a procedure of ecological data analysis for landscape planning.

The procedure is as follows:

- 1) Classification of grid cell which are the units of ecological data sampling, based on species composition resemblance by multivariate analysis.
- 2) Detection of the environmental factors affecting ecological communities.
- 3) Determination of the major habitat and selection of the sites where more detail survey and analysis are needed.

To test the validity of the procedure, two sets of grid cell data of avifauna in Tokorozawa City, Saitama Prefecture were analyzed. The results of classification and discriminant analysis indicated the importance of the Sayama Hills, the Lake Sayama-ko, and some fragmented woodlots as the major habitat of birds. And several sites could be selected for the detail survey and analysis. By the results we are convinced of the validity of this analysis method.