

## 90. 広域都市圏の緑地構造と生物相保全に関する研究

Studies on the Landscape Structure in Metropolitan Areas for the Conservation of Biotopes

井出 任\*・武内和彦\*\*  
Makoto Ide and Kazuhiko Takeuchi

This paper aims to present the desirable landscape structures in metropolitan areas for conserving urban biotope systems from the viewpoint of landscape ecology. The relationship between landscape patterns and distribution of fauna in the Tokyo metropolitan area are analyzed. It can be concluded that the rural landscape patterns characterized by the combination of residential areas, farmlands, and secondary forests contribute to conserve the diversity of fauna and play an important role as the source of species, the route for immigration of species, and the refuge for species. Therefore, these rural landscape patterns should be conserved systematically around urbanized areas.

### 1. はじめに

日本では、都市の中に生物相を取り戻そうという動きが盛んになってきた。都市および都市近郊に、豊かな自然を再生することは、都市のアメニティを高める上でも、また生き物と共生する都市を創造する上でも重要な課題といえる。

一方、これまでの緑地計画では、人間を主体とした緑のあるべき姿の追求に力点が置かれてきたといえる。地球環境時代を迎え、都市生態系の再生が急がれる今日、緑地計画でも人間主体的な公園緑地の整備を推進するばかりでなく、そこでいかに生物が生息できるかを検討することが重要である。もちろん、こうした課題に対応すべく、都市の中でも生物空間を創出するための運動や技法が展開されてきている。いわゆる野鳥公園、トンボ公園、ホタル護岸などである。

しかし、これらの整備には二つの問題が残されている。第一は、都市の緑地構造の中に、これら生物空間をどう位置づけていくかについての議論が十分なされていないことである。かつて日本の広域緑地計画論では、既成市街地の過度の拡大を防止することを目的に、グリーンベルト（環状緑地帯）が企図された時期があった<sup>6)</sup>。この構想と実態は、その後大きく後退するが、この環状緑地帯を生態学的にみれば、都市環境と田園的・二次的環境が入り交じっている空間として、生物相保全の視点から積極的に評価できる。都市の緑地系統論のなかで、こうした緑地構造を再検討し、その中に生物空間を位置づけることは重要である<sup>7)</sup>。

第二は、対象とされる生物が、特定の動植物に偏り、その動植物さえ保全できればよいといった誤った論理を生みかねない、という点である。特定種はあくまで指標であり、本来的には、多様な動植物が生息できる生物空間を都市緑地構造の中に取り入れた緑地計画が必要なのである。すなわち、生き物の論理を取り込んだ都市緑地システムのあり方を検討することが必要なのである。

そこで本研究では、首都圏を対象に緑地構造と動物相の対応関係について統計的手法を用いて解析し、生物相保全の視点から広域的な緑地システムのあり方を検討するための、基礎的な解析を試みた。

### 2. 広域緑地構造のとらえ方

#### (1) ランドスケープ・エコロジーの視点

都市緑地保全における生物相保全は、たとえば、アーバン・エコロジー・パーク<sup>3)</sup>にみられるように、拠点的に緑を配置する手法として展開されてきた。そうした拠点的な緑の配置を、より効果的にするには、都市における生物相保全を、都市構造あるいは緑地システムの計画的整備の視点からとらえる見方が必要である。そのためには、どのような質で、どの程度の規模をもつ緑地が、どのような間隔で配置され、ネットワーク化されるべきか、などについての科学的な基礎データが必要になる。

こうした生物空間の配置論を科学的に明らかにするための研究分野として、最近、ランドスケープ・エコ

\* 正会員 農林水産省農業環境技術研究所 (National Institute of Agro-environmental Sciences)

\*\* 正会員 東京大学農学部 (The University of Tokyo)

ロジーという研究領域が注目されている<sup>2)</sup>。都市の生物相保全を考える場合にも、このランドスケープ・エコロジーの考え方が参考になる。ランドスケープ・エコロジーでは、空間を環境要素（地形、土壌、植生など）の垂直的・有機的なまとまりとしてとらえるだけでなく、空間単位相互間の水平的な関係（物質のフローや生物の移動など）としてとらえ、その把握結果から空間配置のあり方や管理のあり方を導きだそうとするものである<sup>3)</sup>。

この考え方にたてば、広域都市圏の生物相保全では、個々の生物空間を垂直的な関係として解析するだけでなく、それぞれの生物空間を水平的な関係からシステムティックに配置することによって、どの程度複合的な生物相が成立しうるかについての基礎的な解析が必要である。また、そうすることで、生物空間の保全のみならず、積極的に環境を創造することについての理由づけも得られると思われる。

### (2)本研究における緑地構造と動物群のとらえ方

本研究では、上述のような水平的な関係を重視し、緑地構造を一定の規則性をもって配置された植生・土地利用の単位の組み合わせ、すなわち植生配置として把握した。また、そこに成立する複合的な動物相については、生息環境の類似する動物種群の出現の組み合わせ、すなわち動物群としてその特徴をとらえた。

これは、土地自然の多様性と人間によるインパクトの結果である植生の質や土地利用の多様性が、生物の移動や定着を通して、複合的に成立する動物相の多様性を生むと推測されるからである。すなわち、本研究では、土地自然の多様性に基づく植生の質や、土地利用の多様性を、植生配置で代表させることとした。一方、動物相については、「身近な生き物」の語で総称されるような、本来人間の居住や生産活動の場と関連が深いものを取りあげた。そして、首都圏の植生配置と動物群の関連性を明らかにすることで、生物空間の配置論について基礎的な知見を提示しようとした。

## 3. 緑地構造と動物相の関連性解析

### (1)解析の視点と方法

植生配置と動物群の関連性解析の対象地域は、首都圏西南部および首都圏東北部とした（図1）。図中の方形は、5万分の1地形図の図幅に相当する。この地域は、低地から台地、丘陵地を含み、都市化の程度などとの関係で緑地構造も多様であることから、植生配

置と動物群の関係を解析するうえで、普遍性の高い結果がえられるものと考えた。

解析の手順は、図2に示すようである。植生配置の類型化では、まず3次メッシュ単位でメッシュ内に含まれる植生・土地利用単位の面積を読みとった。植生のデータには、環境庁による「5万分の1現存植生図」を用いた。植生単位は43種類<sup>4)</sup>、海域を除く総メッシュ数は4661である。

このデータから、3次メッシュ内の群落多様性（ $\beta$ 多様性）と9つの面積指標に対して主成分分析を適用し植生配置を構造化した。そして、構造化因子に対する各メッシュのサンプルスコアにクラスター分析を適用し、メッシュごとの植生配置を類型化した。

一方、動物群の類型化では、まず3次メッシュ単位で動物分布のデータを読みとった。動物分布のデータには、環境庁による「5万分の1生き物地図」を用いた。解析の対象とした動物種は、哺乳類、鳥類、両生類、は虫類、魚類、甲殻類、昆虫類を含む24種である（図3参照）。このデータから、3次メッシュ内の動物種の出現パターンに数量化Ⅲ類を適用し、動物分布を構造化した。そして、構造化因子に対する各メッシュのサンプルスコアにクラスター分析を適用し、メッシュごとの動物群の特徴を類型化した。

なお、数量化理論Ⅲ類の処理には、ファコム・ハイタック株式会社・富士通株式会社の「統計データ処理パッケージ：ANALYST」を、それ以外の主成分分析等については、SAS ソフトウェア株式会社の「PC-SAS/STAT」を利用した。

### (2)植生配置および動物群の類型結果

3次メッシュ内の群落多様性、自然林面積、二次林面積、二次草地面積、人工草地面積、湿生林面積、湿生草原面積、農地面積、緑の多い住宅地面積、開放水域面積を指標に主成分分析を行った。群落多様性には、樹林地および草地型の植生単位から多様性指数（ $-\sum p_i \log p_i$ ； $p_i$ は面積構成比）を算出して用いた。

固有値が1を越える4つの主成分を、「第1主成分＝群落多様性や樹林地・草地面積と対応する緑地環境」、「第2主成分＝湿生草原や開放水域の面積と対応する水辺景観」、「第3主成分＝おもに農地面積と対応する農村景観」、「第4主成分＝湿生林や人工草地の面積と対応する河川敷の景観」に関する因子を示すものと解釈した。つぎに、第1～第4主成分に対する各メッシュのサンプルスコアを用いてクラスター分析を

行い、首都圏の植生配置を最終的に15の類型（A～O）にグルーピングした。各グループの植生単位構成を表1に示した。

一方、3次メッシュ内の動物種の出現パターンを数量化理論Ⅲ類によって構造化した。「生き物地図」の調査精度との関係から、対象とした24種の動物のうち1種も出現しないメッシュについては、調査がなされていない可能性もあるので、解析のサンプルから除いた。解析に用いたサンプル数は3617メッシュである。したがって、植生配置の類型結果と対応させる場合、24種が全く出現しない都市域のメッシュを比較的高く評価する可能性があることに注意する必要がある。

説明率が10%以上の2つの因子を、「第1因子=緑地環境の質に対する要求」、「第2因子=低地から丘陵地に至る自然立地条件に対する要求」に対応するものと解釈した。第1因子と第2因子を座標軸とした平面上に、24種の動物種を布置した結果は、それぞれの生息環境から考えて、概ね妥当な結果であった。第1因子および第2因子に対する各メッシュのサンプルスコアにクラスター分析を適用し、動物群を7つの類型にグルーピングした。これを模式的に示したのが図3である。

(3)植生配置と動物群の対応関係

各メッシュについて植生配置による類型結果と動物群による類型結果の対応関係を解析し、表2に示した。解析では、両類型のカテゴリーによるクロス表を作成し、各カテゴリーの組み合わせに該当するメッシュ数に対し、四分点相関係数（ $\phi$ 係数）を算出した。 $\phi$ 係数は、2次元のクロス表において、アイテム1のカテゴリ

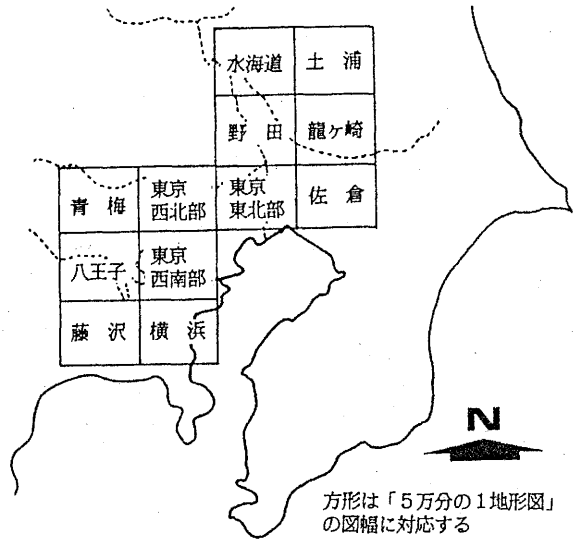


図1：対象地域位置図

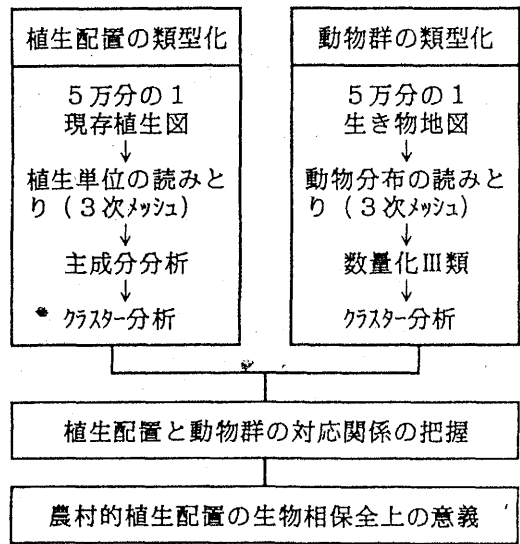


図2：研究のフロー

表1：植生配置の類型結果（構成比%）

植生配置（メッシュ数）／植生単位	市街地	農地	自然林	二次林	二次草地	人工草地	湿草原	湿生林	水域	緑住宅	多様性
A 市街地優占域Ⅰ（381）	89.4	2.4	0.0	0.9	0.8	0.2	0.3	0.0	3.8	1.2	0.04
B 市街地優占域Ⅱ（315）	81.1	2.4	0.0	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.5	14.3	0.07
C 市街地優占域Ⅲ（702）	65.9	14.1	0.1	10.6	2.3	1.2	0.3	0.0	0.5	4.0	0.62
N 市街地－農地混在域（264）	62.1	26.0	0.0	1.7	0.4	0.1	0.2	0.0	0.4	8.0	0.14
F 市街地－緑の多い住宅地域（72）	30.5	7.7	0.2	3.3	0.8	0.9	0.2	0.0	1.1	54.3	0.26
G 二次草地域（176）	25.6	21.4	0.4	9.6	32.0	1.4	0.9	0.0	4.1	3.6	0.87
K 水辺低地域Ⅰ（240）	20.3	28.2	0.5	4.0	7.5	3.0	14.3	0.0	15.2	6.0	0.96
D 農地－二次林域Ⅰ（1100）	19.1	49.7	0.6	13.5	3.3	0.4	0.6	0.0	0.5	11.3	0.96
H 二次林－人工草地域（107）	18.7	11.9	0.3	25.7	1.3	37.3	0.2	0.0	0.7	2.8	0.75
I 二次林優占域（482）	17.2	15.6	0.8	52.7	3.8	4.1	0.2	0.0	0.5	4.1	0.97
L 開放水域（25）	14.8	5.8	0.1	0.4	4.8	0.0	4.2	0.0	68.6	0.2	0.21
O 農地優占域（303）	11.7	80.4	0.0	1.7	0.4	0.1	0.2	0.0	0.7	3.8	0.03
J 水辺低地域Ⅱ（40）	6.8	24.1	0.2	2.0	5.5	1.1	28.0	5.9	14.9	10.7	0.87
E 農地－二次林域Ⅱ（201）	8.4	48.9	6.1	17.2	5.4	0.5	1.2	0.3	0.8	10.3	1.34
M 農地－屋敷林域（253）	3.0	65.7	0.1	1.7	0.1	0.1	0.4	0.0	0.5	27.4	0.16

\*市街地の構成比の高い順に並べた  
\*構成比は、各グループ内での平均値

リーiに含まれるアイテム2のカテゴリーjの該当頻度を $n_{ij}$ としたとき、表2に示した数式で算出される。表中の数値は四分点相関係数の階級値で、値が大きいほど相対的な結びつきが強い。

また、植生配置では、水辺低地域I IIを統合して水辺低地域とした。また、水田と畑地では動物に対する意味合いが異なると予想されることから、農地優占域を畑地優占域と水田優占域に、農地-屋敷林域を畑地-屋敷林域と水田-屋敷林域にそれぞれ分割した。農地を水田と畑地に分割する基準は、当該メッシュの農地面積において水田、畑地のどちらが優占するかによる。

対応関係を概観すると以下のようなものである。

二次林優占域は、「森林・清流等良質な緑地環境を要する種群」と関連するグループ②および③に対応する。二次林-人工草地域はそれに準ずるが、「特定の緑地環境と結びつきのない種群」と関連する①との結びつきがやや高くなる。

農地-二次林域Iは、最も多様な動物相を保持する④と結びつきが強い。農地-二次林域II、畑地-屋敷林域、および台地畑地優占域は、顕著な対応関係はみられないが、これに近い傾向を示す。

市街地優占域I~IIIは、「特定の緑地環境と結びつきのない種群」が主体の①と強い結びつきを示す。また、市街地-緑の多い住宅地域や市街地-農地混在域は、これに近い傾向を示す。

水辺低地域は、「湿地・低地水域を要する種群」に関連する⑦、⑥、および⑤と強い結びつきを示す。水田-屋敷林域や低地水田優占域も概ね同様の傾向である。また、水域は「湿地・低地水域を要する種群」のみが出現する⑦と結びつきが強い。

以上のように植生配置と動物群の間には一定の対応関係がみられる。図3に示した4つの種群の生息環境の特徴と種群の組み合わせ（グループ①~⑦）に基づいて、この対応関係を、各緑地構造のもつ生物相保全機能の程度として読みとることができる。たとえば、「特定の緑地環境と結びつきのない種群」しか出現しないグループ①との対応が強い植生配置は、生物相を保全する機能が低く、4つの種群すべてが出現するグループ③は機能が高いと考えた。

首都圏レベルでは、市街地優占域I~IIIが最も機能が低く、市街地-緑の多い住宅地域および市街地-農地混在域はそれに準ずる。市街地-緑の多い住宅地域

および市街地-農地混在域では、動物分布の①との対応が弱くなり、前者はグループ④および⑦、後者は⑤との対応がみられるようになる。過度に市街化された地域にあって、緑の多い住宅地や農地が、生物相を保全する機能を高める傾向をもつと考えられる。

丘陵地・台地域での農地-二次林域および二次林優占域は、生物相を保全する機能が強く、二次林-人工草地域および台地畑地域がそれに準じる。とくに、農地-二次林域は、多様な動物相を保持する基盤をもつ

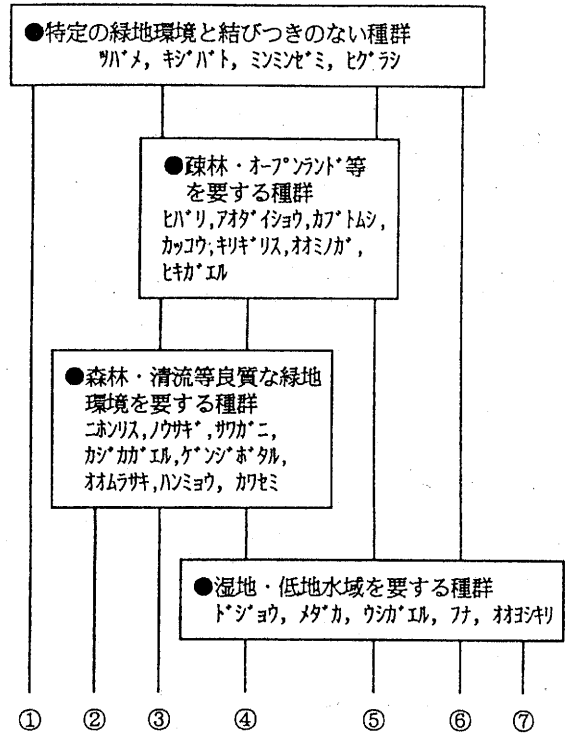


図3：動物群の類型結果（グループ①~⑦）

表2：植生配置と動物群の対応関係

植生配置/動物群	②	③	④	⑦	⑥	⑤	①
二次林優占域	±1	±2	+	-	-1	-2	-2
二次林-人工草地域	+	+	+	-	-	-1	+
農地-二次林域I	+	-1	±1	+	+	+	-1
農地-二次林域II	-	+	+	+	-	+	-
畑地-屋敷林域	-	-	+	-	+	-	-
台地畑地優占域	+	+	+	-	+	-	+
水辺低地域	+	-1	+	+1	+2	+2	-2
水田-屋敷林域	-	-	+	+1	+1	+	-1
水域	-	-	-	+2	+	+	-
低地水田優占域	-	-1	-	+	+2	+2	-2
二次草地域	-	-	+	-	+	+1	-
市街地-緑の多い住宅地域	-	-	+	+	-	-	+
市街地-農地混在域	-	-1	-	-	-	+	+
市街地優占域III	-	-	-	-	-	-1	+2
市街地優占域II	-	-1	-	-	-1	-1	+2
市街地優占域I	-	-1	-2	-	-	-	+2

\*四分点相関係数 $\phi$ について、 $|\phi| \geq 0.1$ を $\pm 2$ 、 $0.1 > |\phi| \geq 0.05$ を $\pm 1$ 、 $|\phi| < 0.05$ を $\pm$ で表現した。四分点相関係数 $\phi$ は、 $\phi = [n_{ij}(n_{..} - n_{i.} - n_{.j} + n_{ij}) - (n_{.j} - n_{ij})(n_{i.} - n_{ij})] / [n_{.j} \cdot n_{i.} (n_{..} - n_{.j}) (n_{..} - n_{i.})]^{1/2}$  で求められる。

と考えられる。これは、二次林や農地等をモザイク状に配した農地-二次林域が、動物相に対する多様な生息環境を内包することによると考える。こうした農地-二次林域の平均的な緑地構造は、農地50%、二次林15%、屋敷林をもつ集落10%、市街地10~20%という面積配分をもち、首都20~40km圏に多く分布する<sup>5)</sup>。また、「森林・清流等良質な緑地環境を要する種群」と関連するグループ②および③に対応する二次林優占域では、大規模な森林や清流等を要する動物相を保持する点から、二次林が重要な役割をもつ。

低地域では、湿生草原を主体とする水辺低地域および水田-屋敷林域が高い機能をもち、低地水田優占域がこれに準ずる。低地域での市街化が進行するなかで、湿生草原、水田、屋敷林は、低地域の多様な動物相を保持する意味から、重要な役割をもつと考えられる。

#### (4)農村的植生配置の広域的意義

一方、植生配置により類型されたメッシュの地理的な分布を把握することで、広域的な視点から緑地構造のあり方を検討した。ここでは、同一の植生配置に属するメッシュが表2の対応関係に従う場合とそうでない場合について、当該メッシュに隣接する8つのメッシュの植生配置構成を比較した。解析の対象は、種の移動・供給を阻害する生息地の孤立化の影響が顕著であると想定される「二次林優占域」に属するメッシュである。

二次林優占域 (I) に属するメッシュのうち、動物群のグループ③に属するメッシュ群 (I-3群) とグループ①に属するメッシュ群 (I-1群) について、隣接8メッシュの植生配置構成を平均すると表3のようになる。両群の周辺の植生配置構成の最大の違いは、当該メッシュを取り囲む「二次林優占域」のメッシュ数である。

I-3群を囲む「二次林優占域」のメッシュ数の平均値は4.8メッシュ、I-1群のそれは1.9メッシュで、両者には1%水準で有意差が認められた。すなわち、I-3群がI-1群よりも「二次林優占域」の連担度が高く、生息空間の連続性をもつ。「森林・清流等良質な緑地環境を要する種群」には、大きな連担規模の「二次林優占域」を必要とする種も含まれる。しかし、両メッシュ群における各動物種の出現率 (出現するメッシュ数の対象メッシュ数に対する比率) を比較すると、I-1群で出現率が低い動物は、I-1群で出現頻度が低下するのは、ニホンリスなど大規模な森林を要する種

にとどまらない。したがって、良好な緑地環境と地理的に連続するI-3群では、良好な緑地環境から地理的に分断されたI-1のメッシュ群に比べ、本来的に生息するはずの動物種が、より多く出現すると考えられる。

こうした生息環境の連続性は、生物相保全を目的とした緑地システムを検討するうえで重要である。すなわち、生息環境をつなぐ意味から、広域的な役割をもつものとして良好な植生配置を保全・創造しなければならない。先に農地-二次林域が多様な動物群と対応することを示したが、農地-二次林域は、中心市街地と二次林優占域の中間に位置し、こうした生息環境の連続性という意味から、とくに重要と考えられる。この連続性が種の供給を通じた水平的な関係に対してもつ意味としては、種の供給源、種の移動経路、種の一時的な避難場所、としての役割などが考えられる。生物相保全では、流域単位、あるいは都市圏といった広域的な視点から、こうした役割を考慮に入れた植生配置の計画的整備が必要である。

## 4. 広域緑地構造のあるべき姿

### (1)緑地システムのあり方

解析結果より、生物相保全を目的として緑地システムを保全するためには、広域的な植生配置の分布をふまえて、種の供給源、移動経路、一時的な避難場所といった機能から重要なゾーンを抽出し、それらの保全策を検討する必要がある。都市を一つの生態系として保全するためには、市街地だけを都市として考えるのではなく、低地や周辺の丘陵地までを含めて都市とらえるべきである。そうすることで、都市生態系の持続的なバランスを保つことのできる緑地構造やそのための計画が提

表3: 周辺植生配置の比較 (隣接8メッシュの構成)

植生配置類型 (サンプリング数)	I-3群 (105)	I-1群 (81)
市街地優占域 I	0.07	0.15
市街地優占域 II	0.00	0.15
市街地優占域 III	0.60	1.40
市街地-農地混在域	0.09	0.25
市街地-緑の多い住宅地域	0.10	0.07
二次草地域	0.23	0.46
農地優占域	0.06	0.09
農地-屋敷林域	0.07	0.10
農地-二次林域 I	1.10	2.33
農地-二次林域 II	0.30	0.52
二次林-人工草地域	0.45	0.42
二次林優占域	4.81	1.94
水辺低地域	0.14	0.12
水域	0.00	0.00

示できると考える。

都市を広域的にとらえる視点にたてば、二次的環境・田園的緑地空間を保全していくことが、生物相保全のための広域的な緑地系統形成の柱になると思われる。その意味で、生物の供給・移動・避難に対して重要な機能をもつ田園的緑地空間を、二次的環境を生息基盤とする生物相と共生する都市生態系のためのバッファ一的なゾーンとして位置づけることができる。

具体的には、3章で示した農地-二次林域を構成する都市周辺の農地や二次林を農業的な空間として限定的にとらえず、都市に付帯的に存在すべき空間としてとらえ、都市生態系の全体バランスを整えるための緑地として積極的に位置づけて、生物相保全の視点から再評価すべきと考える。

首都圏では、こうした広域的な都市のユニットの範囲が広く、都市生態系としてのバランスを整えることは容易ではないが、それでも、20~40km圏に分布する農地-二次林域を積極的に田園的緑地空間として位置づけるべきである。一方、地方都市では、首都圏に比べ、都市のユニットが小規模であり、田園的緑地空間を配した緑地系統の基本構造を構想することは、比較的容易であろう。

## (2)公共緑地の生物空間化のあり方

3章では、農地-二次林域が複合的な生息環境を内包することによって、多様な動物群を支えていることを示した。このことは、緑地系統の核となるような公共的な緑地に、再生複合体regeneration complexとしての位置づけをもたせることが、生物相保全にとって有効なことを示唆している。

比較的大規模な公共緑地の場合には、それ自身が複合的な生息環境、すなわち林床管理の程度の異なる樹林地や野原(二次草地)、湿生草原、湿地等を内包するような緑地空間として整備することが必要と思われる。一方、小規模分散的な公共緑地の場合には、それぞれが地域内での再生複合体として機能するよう、周辺の植生配置との関係から植生の質を決める必要があると思われる。

イギリス、ドイツ、カナダなどでも、都市緑地系統の概念が、生態系保全の視点を取り込んで発展しつつあり、これまで以上に再生過程regeneration processを重視するようになってきている<sup>114)</sup>。ロンドンやベルリン等の大都市で、豊富な生態学的情報に基づいて展開される都市のナチュラル・パークも注目されている<sup>9)</sup>。

本研究では、広域的な緑地系統の中の田園的緑地空間の位置づけと公共的な緑地のあり方を生態学的な視点から検討した。緑地系統の位置づけのなかで、具体的に保全すべきゾーンを明確にすること、および保全策と管理体系を検討することが今後の課題である。

[謝辞] 本研究を進めるにあたって、東京大学教養学部教授松本忠夫博士、農水省農業環境技術研究所山弘博士に、懇切なご指導を賜わった。ここに厚く御礼申し上げる次第である。

(補注1) 対象地域は東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県にまたがる。「5万分の1現存植生図」に記載された植生単位の凡例は、県(調査者)によって不揃いな場合があるので、ここではあらかじめそれぞれを43種類の植生単位に読みかえた。

## 【参考文献】

- 1) Cole, L. (1988) Urban Opportunities for a More Natural Approach. In Bradshaw, A.D. et al. eds., Ecology and Design in Landscape. Blackwell, 417-431.
- 2) Forman, R.T.T. and M. Godron (1986) Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York, pp.619.
- 3) 半田真理子 (1989) 都市の生態系と緑, 緑の読本-公害と対策臨時増刊一, 25(6), 2-10.
- 4) Henke, H. and Sukopp, H. (1988) A Natural Approach in Cities. In Bradshaw, A.D. et al. eds., Ecology and Design in Landscape. Blackwell, 307-324.
- 5) 井手 任・武内和彦 (1991) 首都圏の緑地構造と動物分布の関係からみた農村緑地の生態学的評価, 農村計画学会学術研究発表会要旨集, 66-67.
- 6) 高橋登一 (1939) 東京環状緑地帯実現に関する試案, 公園緑地, 3(2.3)東京緑地計画特集号, 62-67.
- 7) 高橋理喜男 (1987) 都市における田園的自然-その共生の構図, 都市計画, NO.150, 33-39.
- 8) 武内和彦 (1991) 地域の生態学, 朝倉書店, pp.254.
- 9) 武内和彦・小河原孝生編 (1992) 大規模空間開発における環境創造・維持管理復元技術集成, ランドスケープ・エコロジー編, 総合ユニコム, 75-81.