

鳥の目から見た河川環境の評価手法について

Methods of Evaluating River Environments for Birds

研究第二部 主任研究員 菊池 透

This report discusses methods for determining the habitat zones and environmental elements favored by various living creatures, and proposes a method of zoning based on the ecosystem. The report describes which environments birds utilize for their living activities. The objective is to be able to classify existing vegetation maps by ecology and environment for birds.

Keywords: determining zones, multi-variate analysis, Beta diversification, environmental preferences, rare species

1. はじめに

近年、我が国において河川空間、とりわけ都市部において河川の流域や沿川の土地利用が高度化するに伴い、河川の自然環境のもつ役割は大きくなり、河川環境に対する社会の関心や認識が一層高まっている。こうした河川環境に対する期待の高まりの中で河川空間の整備においては、河川空間管理基本計画に基づき、空間配置（ゾーニング）を行い、河川整備の方向、管理の方策、将来の全体像を設定し、河川空間に係わる環境の保全と創出の実現を積極的に進めている。

2. 基本的な考え方

2-1 希少種によるゾーニングの限界

従来生物の情報をを用いたゾーニングは、「希少種がいる→保全ゾーン」あるいは「希少種の群落はない→利用ゾーン」といった単一種やあるひとつの群落の存否を、保全性あるいは利用性のスケールに対応させることがあった。しかし、この方法は、次のような大きな欠点があった。

- ① 環境の複合性の評価が困難
- ② 日常生活に身近な環境ほど評価できない希

少種が存在する地点や群落を、保全性の高いゾーンとしても、それで保全が図れるという保証がない。また周囲の環境こそが、希少種の生息・生育を保証していたかもしれないということが、評価しきれない。

里山の雑木林など、希少種はいないものの、昔なつかしく心やすらぐ環境を保全していきたいという希望が近年富に強まってきている。平凡ながらも身近な自然の評価は、希少種の物差しでは、行うことができない。

「あるべき所に、あるべきものがある」これはアメニティの本質である。川岸のしかるべき所にスゲやガマが茂り、ケレップ水制の上には水鳥がとまり、まわりのワンドに釣り糸を垂れるという、心なごむ原風景は、自然の本質の大切さを語っていると言えるだろう。

日常生活に組み込まれた空間、心やすらぐ自然の保全や創出こそが問い直される時代であり、いわばありきたりの自然をどのように評価するか、その手法を含め試行錯誤を繰り返す必要が今あると言える。

2-2 β 多様性による自然環境の評価

希少種の評価は、群集生態学的に言うと、「 α 多様性」に基づく評価の一つである。 α 多

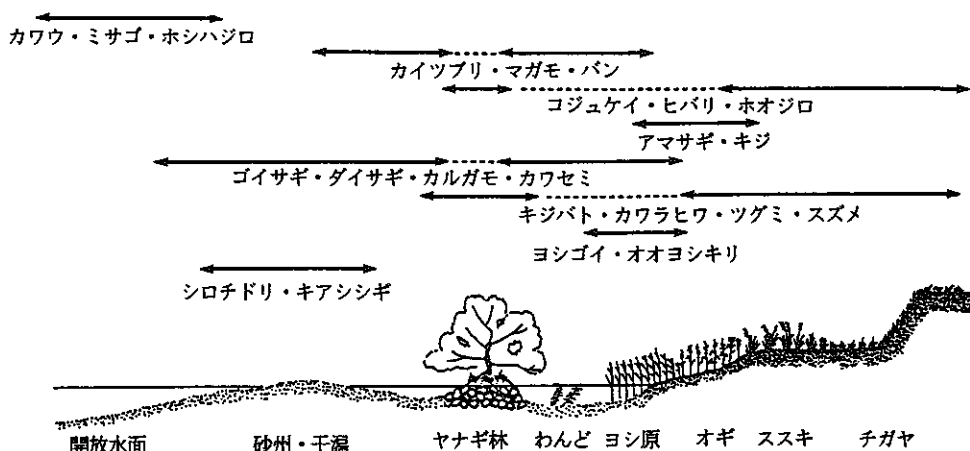


図-1 複数環境（環境傾度）の利用状況（概念図）

Figure 1 Conditions of Use for Complex Environments (Environmental Inclination) (Conceptual Diagram)

様性とは、ある一つのハビタット（生活場所）や群集・群落について計量される種多様度であるが、環境の複合性を評価できないため、ここでは「β多様性」という概念を用いて整理を行う。β多様性とは、1つのハビタットから他のハビタットへ、ある環境傾度（図-1）に沿って、種類相が変化する率や程度として定義される。

本検討では、いくつかの環境要素（植生図の群落）の組み合わせ（環境傾度）が持つ意味を、単一の環境要素の範囲を越えて行動する生物の環境選好という形で捉え、それを生態環境ゾーンとして読み替えることを試みた。

2-3 対象とする動物群

環境傾度に沿った複数の環境要素の利用状況から、生体環境ゾーンの読み換えを行う。今回検討に当たっては次の観点より「鳥類」を採用した。

① ほとんどすべての種が、複数の環境傾度を必ず利用している。

ex. 水面-干潟-ヨシ原（水域の環境傾度）

水面-ヨシ原-湿性灌木林-オギ群落
（水域-陸域にまたがる環境傾度）

② 比較的からだ大きい・声を出す種が多い・飛び立って逃げる等、発見確率が高い。

③ 一つの地域に数十から100種以上が生息

しており、種の組み合わせによって、いくつもの環境傾度を代表させることが容易である。

3. 生態環境ゾーニングの検討の流れ

検討のフローを図-2に示す。

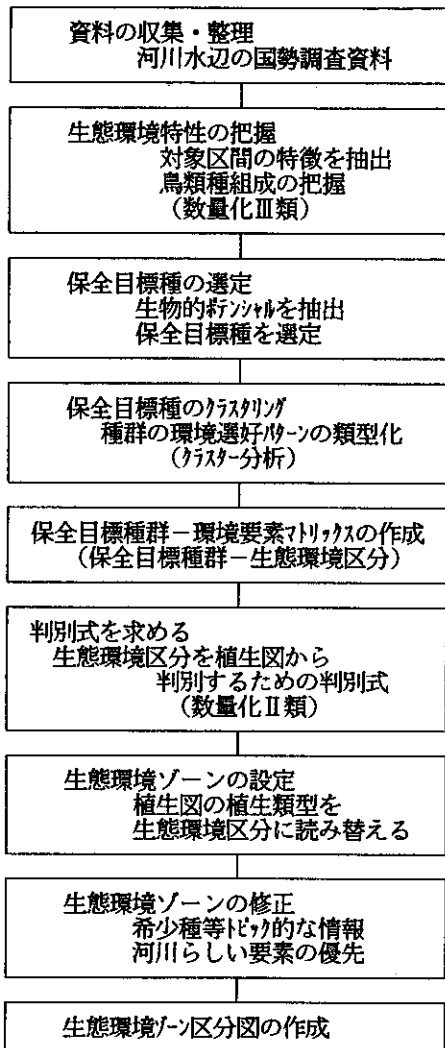
4. 生態環境特性の把握

河川水辺の国勢調査（以降「水辺の国調」と呼ぶ）の結果より、春から冬季の鳥類相年間データを使用し、個体数データを居たか-居ないかのオン-オフ・データに読み替え、多変量解析手法（数量化Ⅲ類）を適用する。ここで個体数の多少は、調査方法の混在（定点、ラインセンサス）することから、鳥類相の種組成から特性を判断している。

鳥類の出現-非出現マトリックスを作成し、対象区間での分析種の特定を取り行う。検討区間（木曾川下流部20km）に対して、下流部に特徴的な鳥種、狩猟圧による分布の偏りが抽出されていることに留意し選定を行う。

5. 保全目標種の選定

解析を進める上での対象鳥種を選定するが、保全に値するか否かではなく、河川環境のβ多様性を生態環境として広く読み替えるための多様な種を保全目標種として選定する。いわば生



図－2 検討の流れ
Figure 2 Flow of Research

生態環境指標種的なイメージである。

検討対象範囲である下流部に出現する種、67種を抽出したが、環境選好の似ている種をひとまとめにして、いくつかのクラスター（塊、類型）の単位にする。

6. 保全目標種のクラスタリング

様々な環境の利用状況から、保全目標種の環境利用パターンの類型化を試みる。

水辺の国調「環境別出現状況」のデータを用い、環境別出現状況の類似性によるクラスター

出現環境区分の類似性から定めた保全目標种群

- ①水面生息型种群（解放水面）
- ②水面生息型种群（閉鎖水面）
- ③乾燥草原生息型种群
- ④湿性草原生息型种群
- ⑤水域普遍生息型种群
- ⑥陸域普遍生息型种群
- ⑦構造物裸地生息型种群
- ⑧ヨシ原生息型种群
- ⑨干潟生息型种群

分析を行い、環境別出現状況が似ている保全目標种群（9類型）と環境要素（12類型）に分類した。

7. 保全目標种群－環境要素マトリックスの作成

植生図を「鳥の目」から見た生態環境区分へ読み替えるために、判別式を求める必要がある。その判別式の係数を決めるための元データを、従来からの経験を基に作る。データ作成に当たっては、前節までの解析データに経験的に得られる環境選好の傾向を加味し、1鳥種について5例の環境選好パターンを設定している。設定例（マトリックスの一例）を表－1、2に示す。ここで、保全目標种群の9類型を、以下の生態環境区分に統合する。

- ① 保全系（無植生型）
- ② 保全系（植生型）
- ③ 共生系
- ④ 利用系

統合結果は、表－3に示す。統合に当たっての基本方針は、次に述べるとおりである。

- ①「河川下流部ならではの」環境を利用している种群を、保全系（無植生型）へ位置付ける。
- ②「より河川らしい」環境要素の組合せを利用している种群を、保全系（植生型）へ位置付ける。
- ③「河川には限らないが、河川に多く見られる環境（水面と草地）の中から、複数環境を幅広く利用している」种群を、共生系へ位置付ける。
- ④「河川にもあるが、河川以外にも多く

表-1 種群-環境要素の一例 (保全系 無植生型)

●印が選好すると判断される環境要素類型

Table 1 An Example of Seed Groups and Environmental Elements (Conservation Relations Non-Vegetation Type)
Environmental Element Types that are judged when ● is Selected

環境要素	(1)開放水面	(2)閉鎖水面	(3)干潟 砂礫地	(4)湿性 低丈草地	(5)湿性 高丈草地	(6)乾性 低丈草地 (人為攪乱型)	(1)高木樹林	(2)構造物
対応する 植生凡例	W	W, Tj, Hv	Nb	Op, Po, EC, Pc, St, Cx, Pl, Sl, J	P, Z, Pk	Az, Ao, Ab, Pa, F, E	Cs, Pt, Cj, Rp, Pb, Ps, T	Co
【干潟生息型】			●					
キセキレイ	●		●					
		●	●					
			●	●				
			●		●			

表-2 「保全目標種群-環境要素マトリックス」の環境要素の構成

Table 2 Composition of Environmental Elements for [Conservation Objective Seed Groups - Environmental Element Matrix]

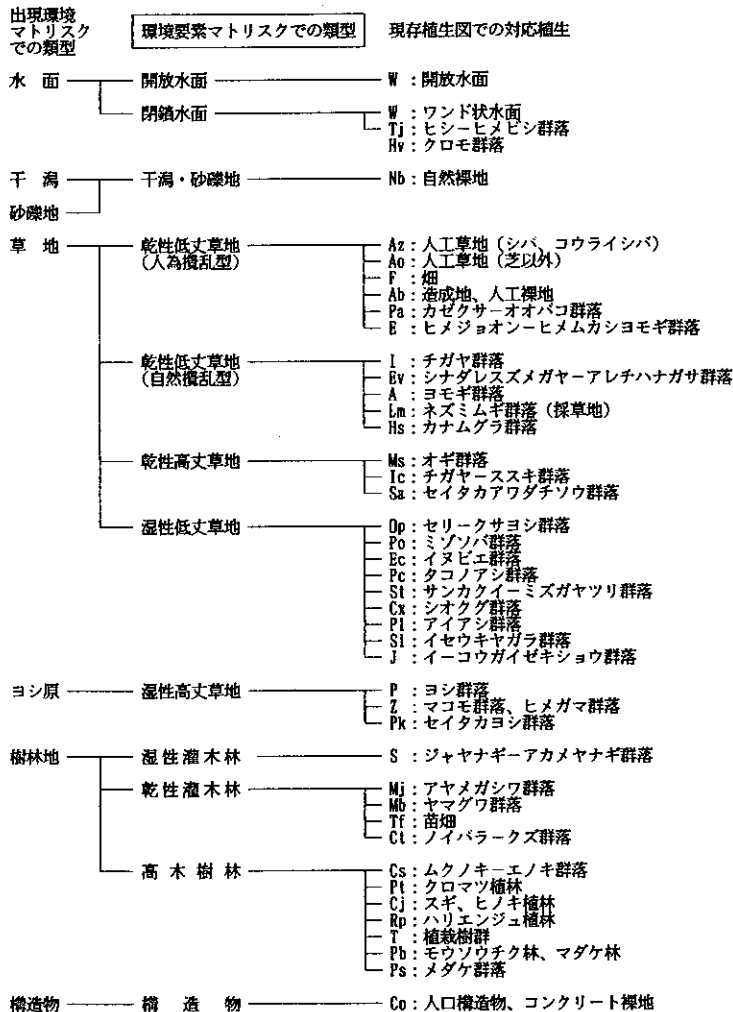
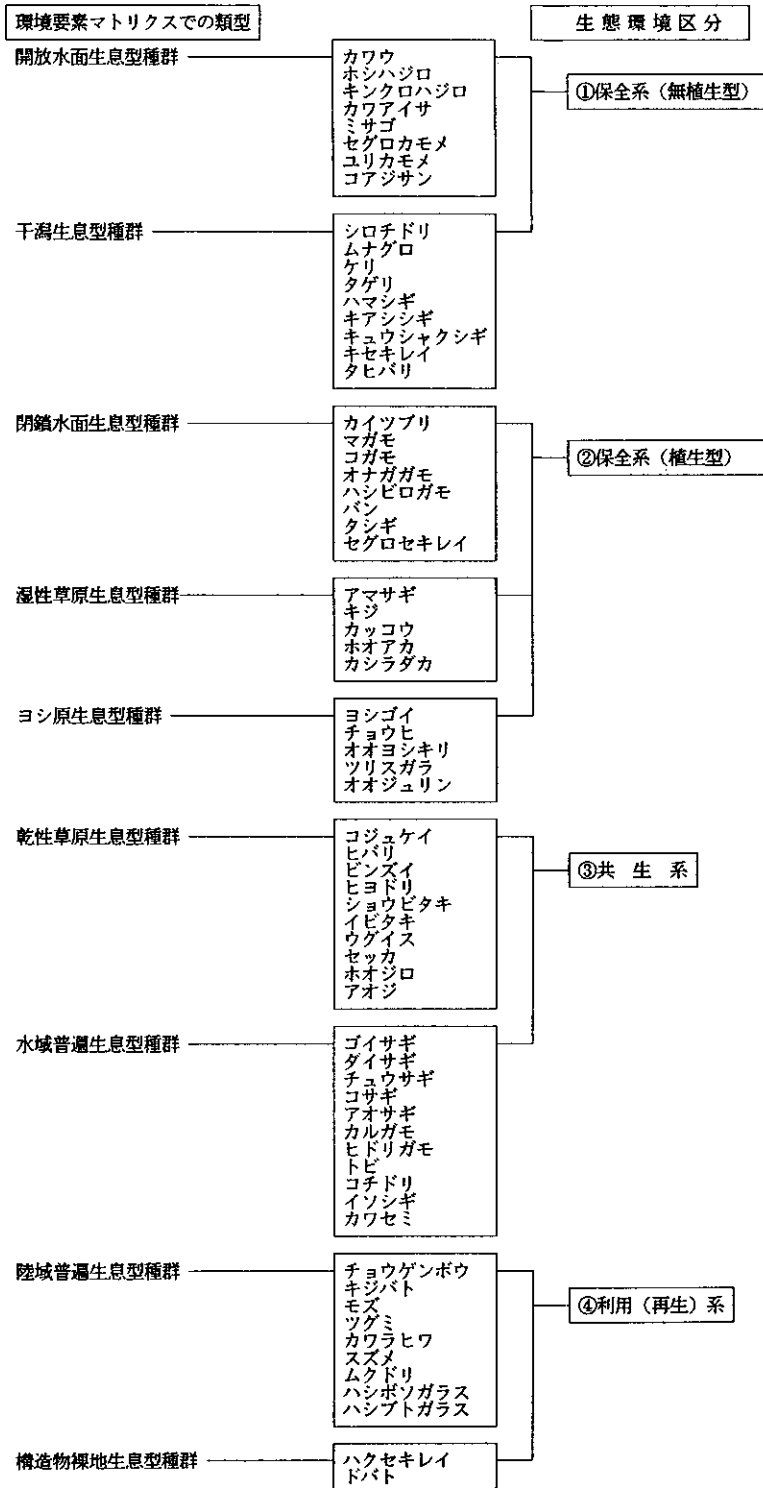


表-3 保全目標種群の生態環境区分への統合結果
 Table 3 Combined Results of Ecological Environment Classification of Conservation Objective Groups of Species



見られる環境（樹林と裸地・構造物）を幅広く利用している」種群を利用系へ位置付ける。

8. 判別式

鳥類の環境選好パターンを「生態環境区分－環境要素マトリックス」として整理し、そのパターンを判別できる判別式を求めることにより、いわば既存植生図を、鳥類の目を通した生態環境の区分図へと読み替えることを意図している。連続量から類別変数を予測（判別）するのが判別関数であるが、ここでは、環境選好という類別変数から、生態環境区分という類別変数を予測（判別）しなくてはならない。そこで、これを可能とする数量化Ⅱ類を、解析方法に採用した。

求められた判別式の一部を表－4に示す。

4種類の判別には、3つの判別式を求めれば良い。判別式において、 δ はダミー変数である。環境変数（12類型）のそれぞれについて、2つのダミー変数（ δ_{i-0} と δ_{i-1} ； $i=1\sim 12$ ）が与えられている。ここに、ある環境変数（ i ）があるコドラートで「存在する（オン）」と読み取られている場合には、

$$\delta_{i-0}=0 \quad \delta_{i-1}=1$$

という変数が代入される。逆にある環境変数（ i ）があるコドラートで「存在しない（オフ）」と読み取られている場合には、

$$\delta_{i-0}=1 \quad \delta_{i-1}=0$$

という変数が代入される。たとえば、あるコドラートの読み取り結果、コドラートの存否によって、各ダミー変数の値が決定される。つまり、判別式において各環境要素に2つの項（ δ_{i-0} と δ_{i-1} ）があり、オン・オフに応じて片方の項に1が、もう一方に0がダミー変数として代入され、判別式の値（ Y ）が得られる。その値と各軸で与えられる判別の区分点の値との大小比較により生態環境区分が決定される。

9. 生態環境ゾーンの設定

植生図の植生タイプの読み取り結果を、判別式

を通すことによって、生態環境区分に読み替える。植生図の作成対象となっている区域全体の生態環境区分を求め、生態環境ゾーンを図化設定する。植生図の読み取り方針は、200mごとの距離標を左右岸で見通し、これを中心線として50×200m（=1ha）のコドラートを単位として、点格子板を用いて面積を読み取る。（図－3参照）

ここで、湿性低丈草地のように、もともと群落の出現規模が小さい環境要素では、点格子1点にのみ該当する場合にも存在（オン）と判定するものとした。また解放水面のように1コドラートにおいてその5割以上の面積を占めるサンプルが半数を越えるような環境要素では、小面積の存在が意味を持つものとは考えにくい。そこで環境要素に該当する全サンプルの内、小規模側の10%のサンプルについては、非存在として扱うこととした。

判別結果

今回対象とした区域は、木曾川下流部であるが、おおむね次のような傾向を得た。

干潟と解放水面を含むコドラートが保全系（無植生型）に判別された。閉鎖水面とワンドとともにヨシ群落や湿性の低丈草本群落の含まれているコドラートが保全系（植生型）に区分された。ただしワンドを含んでいても水制上に乾性灌木林が成立していたり、ヨシ原に隣接してオギ等の乾性高丈草地を含んでいる場合には、共生系と判別されるケースが認められた。共生系は、利用系と保全系の間ゾーンを形成する場合が多く、グランドやグライダー訓練場等の芝生地・低丈草地、堤防法尻の草刈りによる低丈草地、造成跡地の1年生雑草群落の部分などが利用系に判別された。逆に解放水面・ワンド湿性灌木林等を含みながら水制上のコンクリート部分があるために、構造物利用系と判別されるコドラートも見られた。

10. 生態環境ゾーンの修正

生態環境ゾーン区分の一例を図－4に示す。

表-4 判別式 (抜粋)
Table 4 Discriminant (Extracts)

利用系の判定	$Y(1)=+0.113*\delta_{(1-0)}-0.397*\delta_{(1-1)}$ $+0.118*\delta_{(2-0)}-0.420*\delta_{(2-1)}$ <p style="text-align: center;">.....(中略).....</p> $-0.090*\delta_{(12-0)}+0.839*\delta_{(12-1)} > \alpha (=0.5629)$
保全系の判定 (無植生型)	$Y(2)=+0.212*\delta_{(1-0)}-0.744*\delta_{(1-1)}$ $-0.128*\delta_{(2-0)}+0.457*\delta_{(2-1)}$ <p style="text-align: center;">.....(中略).....</p> $-0.083*\delta_{(12-0)}+0.772*\delta_{(12-1)} < \alpha (= -0.4078)$
保全系の判定 (植生型)	$Y(3)=-0.008*\delta_{(1-0)}+0.028*\delta_{(1-1)}$ $+0.136*\delta_{(2-0)}-0.485*\delta_{(2-1)}$ <p style="text-align: center;">.....(中略).....</p> $-0.139*\delta_{(12-0)}+1.292*\delta_{(12-1)} > \alpha (= -0.1583)$
共生系の判定	(上記判別以外地区)

環境要素の存否と判別式のダミー変数の一例

環境要素	コドラート内での存否	ダミー変数
(1) 解放水面	存在スル(オ)	$\delta_{1-0} = 0, \delta_{1-1} = 1$
(2) 閉鎖水面	存在シイ(オ)	$\delta_{2-0} = 1, \delta_{2-1} = 0$
(3) 干潟・砂礫地	存在スル(オ)	$\delta_{3-0} = 0, \delta_{3-1} = 1$
(4) 湿性低丈草地	存在シイ(オ)	$\delta_{4-0} = 1, \delta_{4-1} = 0$
(5) 湿性高丈草地	存在スル(オ)	$\delta_{5-0} = 0, \delta_{5-1} = 1$
(6) 乾性低丈草地 人為攪乱型	存在シイ(オ)	$\delta_{6-0} = 1, \delta_{6-1} = 0$
(7) 乾性低丈草地 自然攪乱型	存在シイ(オ)	$\delta_{7-0} = 1, \delta_{7-1} = 0$
(8) 乾性高丈草地	存在スル(オ)	$\delta_{8-0} = 0, \delta_{8-1} = 1$
(9) 湿性灌木林	存在シイ(オ)	$\delta_{9-0} = 1, \delta_{9-1} = 0$
(10) 乾性灌木林	存在スル(オ)	$\delta_{10-0} = 0, \delta_{10-1} = 1$
(11) 高木樹林	存在シイ(オ)	$\delta_{11-0} = 1, \delta_{11-1} = 0$
(12) 構造物	存在スル(オ)	$\delta_{12-0} = 0, \delta_{12-1} = 1$

環境要素の有無の情報だけで生態環境区分の判別を行うことは、より河川らしい環境があまり評価されないことが懸念される。

ここでは、コドラート内にワンド・池・湿性灌木林・湿性草地在面積的に3/4以上を占めるもの、また水制構造物の存在だけで利用系とされているコドラートは保全系に修正し、またフジバカマ、タコノアシ等の貴重種分布も保全系に修正している。修正コドラート数の全数に対する割合は、11.7%であり、比較的的確なゾーニングを行えたものと考えらる。

11. ゾーニングに関する留意点

水辺の国調データから共通の環境選好をしていると判断された種群を保全目標種群として取り上げ、より河川らしい環境(陸域よりも水域、乾性よりも湿性、樹林地よりも草地)の組合せを利用する種群ほど保全性の高い生態環境区分として捉えた。

今回試みた生態環境区分は、鳥類が複数の環境を利用しているその組合せをもとに設定されている。従って、河川に特徴的でない環境を含め、多くの環境要素を組み合わせ選好するが

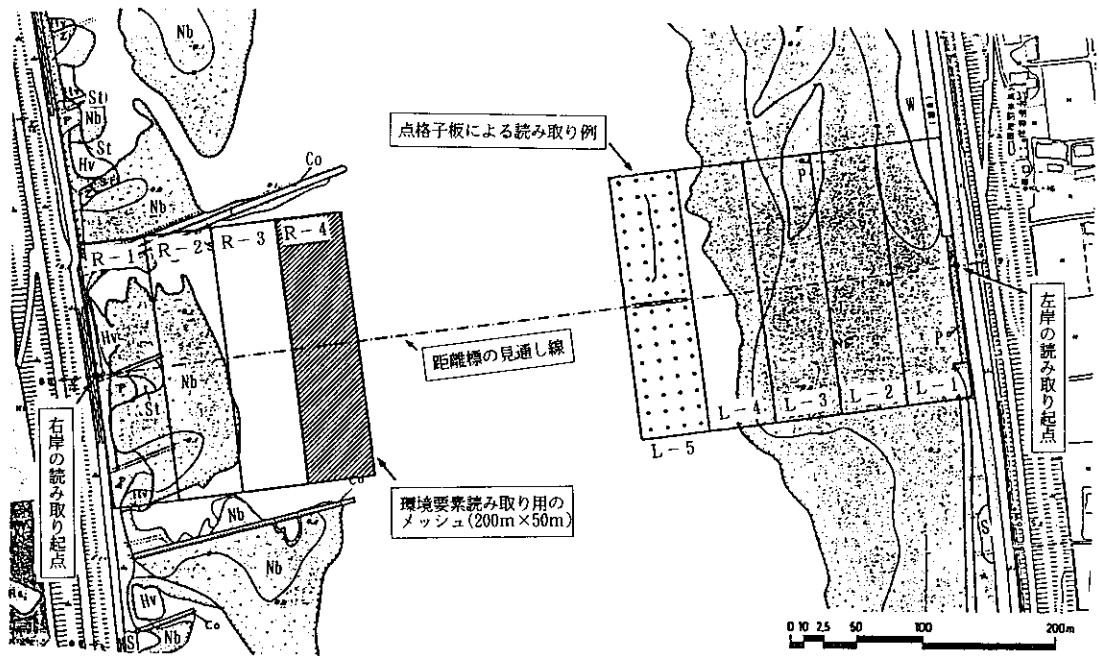


図-3 既存植生図の読み取り方法
Figure 3 Method for Reading Existing Vegetation Maps

ために、「利用系」や「共生系」という種群が設定されていることに留意が必要である。つまり、「多くの非河川的環境も利用できる種である→利用系種群に含める」という理論であって、「利用系種群に含まれる種である→その種は保全性が低い」という逆の理論は成り立たないということである。

例をあげると水域普遍生息型種群としたチュウサギは、レッドデータブックでは希少種にされている。しかし、水域から草地までの広い環境要素を選好して利用しているため、ここでは共生系の種群として取り扱っている。

12. おわりに

今回河川空間利用の保全系への設定を重視し、鳥の目から見た川の環境に着目して、河川環境の評価を試みたものである。地区設定そのものにかかわる課題を生態環境部分について整理すると次のとおりである。

① 植生図への面的なデータ、鳥類の記録位置

をマッピングしたデータが有効である。全域をカバーすることが望ましいが、1箇所20～30haの調査区を数カ所設定し、繁殖期、越冬期等に限定した詳細調査を行うことが適当と考えられる。

② 水域の評価が一様である。水域の瀬淵、河床地形、材料、水文情報等を取り込んだ生態環境図の作製が必要である。

③ 植生図の改善、現況植生図に更に樹高や被度、群度、起伏、土壌型、水収支等と植生を追加した複合型のベースマップの作成が切望される。

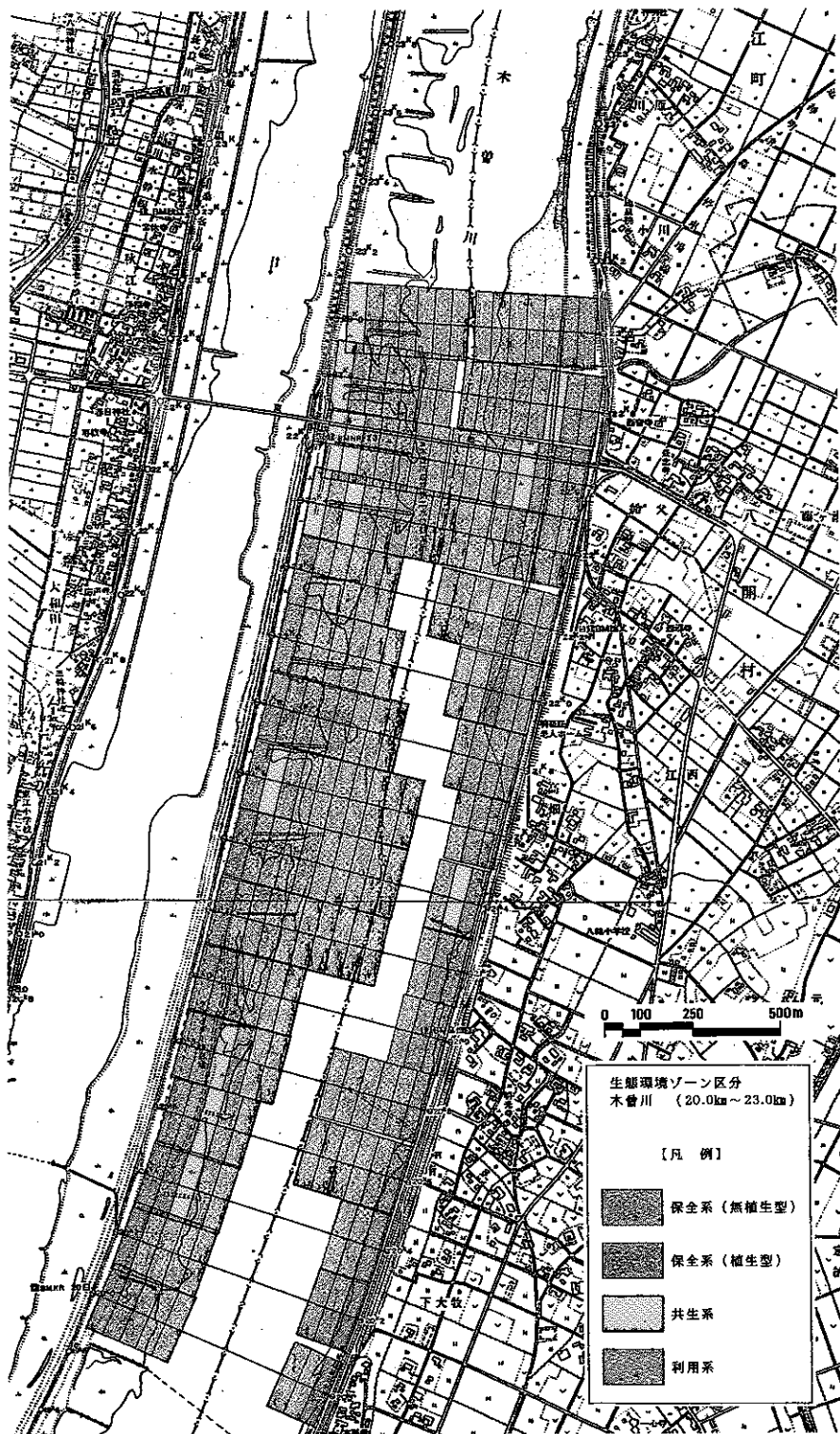


図-4 生態環境ゾーン区分の結果の一例

Figure 4 An example of the Results of Ecological Environment Zone Classification

<参考文献>

1. 建設省木曾川下流工事事務所・（財）ダム水源地環境整備センター(H5.1)：平成4年度木曾三川河川水辺の国勢調査報告書木曾川編
2. 建設省木曾川下流工事事務所・（財）リバーフロント整備センター(H8.3)：平成7年度木曾三川下流水辺空間の管理方策検討業務委託報告書
3. 建設省土木研究所・生態計画研究所(1995)：「鳥類の最小生息空間調査報告書」