

# 海外における河川環境の保全・復元の取り組みについて

## Measures to Protect and Restore the River Environment Abroad

研究第四部 主任研究員 垣 本 充 生

研究第四部 次 長 池 内 幸 司

研究第四部 研究員 工 藤 容 子

(株)建設環境研究所 内 田 誠 治

現在主要河川において、河川水辺の国勢調査などの調査・研究がおこなわれ、また、河川整備として多自然型川づくりなどの良好な自然環境の保全・復元を目指す取り組みが行われている。

このような事業の推進にあたっては、事業の事前段階において河川環境に関する調査を実施し、事業の実施が河川環境に及ぼす影響について予測・評価を行うとともに、事業実施後に事前に行った予測・評価を検証することが望まれる。

このため、河川改修などにより環境にインパクトが与えられた場合に、それに対し河川環境がどのように応答するのかということを把握し、良好な河川環境の保全・復元のための技術を確立することが求められている。

本稿では、アメリカ、EU加盟国などの河川環境における保全・復元の取り組みの中から、河川環境の保全・復元の目標設定、空間区分手法、評価手法として生物群集や個々の生物種および環境の形態的特徴により定量的に評価する考え方を整理し、紹介するものである。

**キーワード：**河川環境の保全・復元、目標、空間区分手法、評価手法

Today we find many investigations and research, for example the National Census on River Environments or such, taking place on major rivers. Active measures are also underway to protect and restore these areas through nature-oriented river works, hailed as a program to improve the river.

Prior to promoting these programs there is a need to for preliminary survey on the river environment, forecasts and evaluation of the effects of the works on the river environment. It is also recommended that the preliminary forecast and evaluation be examined after executing the works.

If river improvement works have had any impact on the environment, it is vital to understand how the river environment will respond to that impact. Thus, there is a need to define technologies to protect and restore healthy river environments backed by the above understanding and information.

The purpose of this paper is to define the methods to evaluate the effects on the environment. Some examples from the river environment protection and restoration measures executed by the U.S.A. and EU nations. Also included will be spatial classification methods and evaluation methods to define the guidelines in hope to quantitatively evaluate the biological colonies, individual biological species and the morphological features of the environment.

**Keywords:** River Environment Conservation and Restoration, Goals, Classification Method and Evaluation Method.

## 1. はじめに

平成9年度に改正された河川法においては治水・利水に加えて河川環境の保全と整備について総合的に管理することを謳っており、多自然型川づくりなどの良好な河川環境の保全復元を目指した河川整備・管理が展開されている。

このような事業の推進にあたっては、事業の事前段階において河川環境に関する調査を実施し、事業の実施が河川環境に及ぼす影響について予測・評価を行うとともに、事業実施後にモニタリング調査を行って事前に行った予測・評価を検証する必要がある。

また施工に際して現場で実際に試し、その効果や影響を確かめながら少しづつ実施し、計画、設計段階では予測しえなかつた河川環境の変化等、状況の変化が生じた時、場合によつては設計内容の変更や、新たな工夫、工程の変更等、適切な判断と柔軟な対応が要求される。

このため、河川改修などにより環境にインパクトが与えられた場合に、それに対して河川環境がどのように応答するのかということを把握し、良好な河川環境の保全・復元のための技術を確立することが求められている。

本稿ではこのような背景から、環境影響評価法が1960年代に世界に先駆けて制定されたアメリカ（EPA、NRCなど）、EU加盟国など、河川環境の保全・復元における取り組みについて考え方を整理し紹介するものである。

## 2. 目標の設定

### 2-1 目標となる川の姿について

河川環境の整備保全にあたっては、まず目指すべき川の姿を設定するといった目標の設定が必要である。河川のどのような状態を目標に自然環境の保全、復元を考えるかに関する国内・国外における学識者の意見は下記の通りである。<sup>5)</sup>

表-1 河川の自然環境の保全・復元目標について

Table 1 Conserve and Restore the River Environment

学識者	自然環境の保全、復元への意見
奥田重俊 ・横浜国立大学教授 ・植物社会学	河川空間の多様性を高めるためには、生物的に評価の高い地区を選定し、その保全対策を講じ、人工化により単調化した地形では変化に富んだ生物の生育環境の創出が早道であるとし、創出にあたっては目的とする生物をあまり限定せず河川の営みにゆだねるほうがよいとしている。
桜井善雄 ・信州大学名誉教授 ・生態学全般	生育、生息環境の復元にあたっては重要種を取り上げて個別的あるいは局所的に考えるのではなくすみ場所の仕組みを体系的に捉える必要があるとしている。
森誠一 ・岐阜経済大学 助教授 ・魚類	河川改修計画の中で何を選択するのかは、例えば、生物がその河川の水理条件下で繁殖し摂食して、世代交代が維持できるような環境設定を目標として行われるといいとし、またとりあえず少し前（高度成長期前）を背景としつつ自然環境を現在の生活域にいかに取り込めるかを問題にするとしている。
玉井信行 ・東京大学教授 ・河川工学	大規模河川復元工事の主要な目的は a) 自然の搅乱と更新、b) 縦・横方向の連続性、c) 河川形態の多様性に着目し、これらの要素に関する現在の水準を向上させることとしている。
辻本哲郎 ・名古屋大学教授 ・河川工学	ダム等の大規模、急激なインパクトが与えられなかつた場合から現況を推定し「現時点での潜在自然河相」を目標にするという考え方を提言している。
Bravard et al	欧洲では1950年代よりも前の状態を基準とするのが実際的で、それよりも前の状態を標準とする時には19世紀から20世紀の人為搅乱前の状態を理解し、復元する事を意味するとして、河川復元の目標をまったく人間の手が入っていない無垢の状態に置くことはできないとしている。
National Research Council	沖積地エコシステムの基本は物理的システムの動的平衡であり、それゆえ目標は河道や堤防の安定ではなく、河川の動的平衡の復元であるべきであると述べている。そして4つのゴールを示している。自然の土砂や流量レジームの復元（restoration）、自然の河道の復元、自然の河畔植生の復元、地域固有の動植物の復元である。

## (1) EU

水質汚濁源及び他の人為的影響からの陸水(湖、河川、水路、河口域、内陸水)保護に関するEC指令は、「生態的な水質保護にあたって水質の維持並びに改善を計画すると共に、良い生態的な質を達成するという目標を持たなければならない」としている<sup>4)</sup>。

上記に示すような“良い生態的な質”的達成にあたり、生物指標については水質などのように明確な基準値が設定できないことから参考状態(reference conditions)を設定し、その参考状態との偏差により評価することとしている。

## (2) アメリカ

### 1) アメリカ研究評議会(National Research Council (NRC))<sup>3)</sup>

水域生態系(Aquatic Ecosystems)では復元の目標について以下のように示している。

#### ①復元(restoration)とは

- ・攪乱以前の水生機能とそれに関連した物理的、化学的および生物学的特性の回復

#### ②復元の目標とは

- ・生態学的景観\*(ecological landscape)と一体化された自然の自己規律システム(自然の摂理)にできるだけ近い状況を作り出すこと

#### ③復元の達成とは

- ・生態系の構造と機能が再生または修復されて、天然のダイナミックな生態系プロセスが再び効果的に機能するようになった状態を実現すること。

\* 生態学的景観(ecological landscape)：空から見たときの森や草原や豊耕地や集落の広さ、形および配置、それを結ぶ水系ネットワークなど、さらにはそれらの生態的機能を含めたシステム

参考状態の設定に関しては、復元目標として下記の①②で示す基本形を設定する。

これは、EUの考え方と基本的に同じである。

#### ①復元前の基準データ…復元中および復元後に収集されるデータとの比較

- ・同一場所の経時変化の基準
- ・河道形態や植生等：以前の航空写真や地図、又は開拓前の植生を反映した土壤型など

#### ②参照データ…同じ河川の別の区間または似通った河川

- ・同日時点における異なった場所間の比較の基準

ただし復元においては、“望ましい目標となる比較的損なわれていない自立したシステム”を復元の基本形として目標にどれだけ接近したかに基づいて復元事業の成否を判定する他に、“復元されていない劣化状態のシステム”を基準として“復元対象システムが劣化状態からどれだけ遠ざかったか”に基づく判定も行われることをしている。

### 2) 環境保護庁(Environmental Protection Agency (EPA))<sup>9)</sup>

アメリカの水質法(Water Quality Act: WQA)の目的は表層水の物理的、化学的、生物的な復元であり、この目標を達成するために各州において河川生物評価プログラム(State Biological Assessment programs for streams and rivers)が実施されており、河川環境調査のデータベースに基づいた基準条件の設定を行っている。

例えばオハイオ州EPA<sup>6)</sup>では参考状態を“人為的インパクトが最小限であるサイト”とし、河川区域化プロジェクト(Stream Regionalization Project (SRP))と呼ばれる河川環境の調査結果に基づいて以下のようなステップで参考状態を選定している。

- ① S R P の調査結果に基づき地理、物理、化学変数について似通った場所をグルーピングし、各グループから参照状態の候補となる調査地点を選定する。  
この選定にあたっては人為的な攪乱（人工密度が高い場所、過去および現在土地利用されている場所、水質汚濁源が存在する場所など）のある場所を除外する。
- ② 次に生物データによりグルーピングし、各グループから基準条件の候補となる調査地点を選定する。  
この際、生物的指標（I B I など）のスコアが低い場所は除外する。



①②を通して最も自然なコンディションを持つ場所を参考サイトとする

## 2-2 分類システム

### (1) 分類システム (Classification system) の必要性

参考条件を設定するには、似通った場所を整理して、条件設定するハビタットの種類や規模などを決めるための分類システム (Classification system) が必要である。

E U でも参考状態による具体的な基準条件を利用するには、比較にあたって利用するハビタットの範囲を設定しなければならないとしている。また前項で示したオハイオ州 E P A においても、まず似通った場所を整理して参考サイトを設定することを示している。

アメリカの農務省、環境保護庁、内務省、国防省などの河川環境行政に関連する組織の有識者が合同で作成した「Stream Corridor Restoration」<sup>10)</sup>では、Classification system の有用性を以下のように示している。

- 専門分野の異なる人々の間で同じ Classification system を利用することにより、異分野間のコミュニケーションを図ることができる。
- 広いエリアを空間区分により似通った場所に区分することで、限られた数カ所の調査地点で得られた生物相データを広いエリアで適応することができる。
- 復元事業などの際に、事業実施地区で復元により期待される河川形態、勾配、河床材料のパターンや構成などを予測することができる。
- 当該地区で計画された復元事業の初期状態からの変遷を予測できる。
- 選定された参考サイトは復元の目的とするフォーム(form)として利用できる。
- 復元効果を検証するために選定された評価項目が復元対象となる河川タイプにおいて妥当性があるかどうかをチェックすることができる。

### (2) 分類システム (Classification system)

Classification system は大きく河川の形態的特徴の基づくシステムと生物群集に基づくシステムに大別される。おもなシステムは以下の通りである。

#### 1) 形態的特徴の基づく分類システム

##### ① Stream Order<sup>4)</sup>

河川を一次、二次…等と合流点で区別するシステムである。河川における環境条件の変化が合流点で最も著しく起こるという仮説に依存する。

##### ② CORIN(Co-ordinated of Information on Environment Biotopes classification)<sup>4)</sup>

陸域と水域の両方をカバーする分類システム。化学的要素（栄養塩、塩分濃度）および物理的因素（流速、河床の種類）に基づいて分類されている。

ただし CORINE 分類は広範なハビタット形態を記述しているのみで、各ハビタット形態の中に著しい自然生物的な可変性が存在するため、より細かなハビタット形態が必要である。

### ③ Shumm's Classification system<sup>10)</sup>

直線 (Straight)、蛇行 (meandering)、網状 (braided) などの要素で河川形態を区分している。

## 2) 生物群集に基づく分類システム

### ① 水生植物に基づく分類<sup>7)</sup>

現地調査結果に基づき特徴的な水生植物を大きく 4 つに分類した。イギリスにおいては river classification として利用されている。

### ② 魚類に基づく分類<sup>7)</sup>

魚類の生息環境に添って区分した。このシステムは CORIN における河川の分類のベースとなっている。

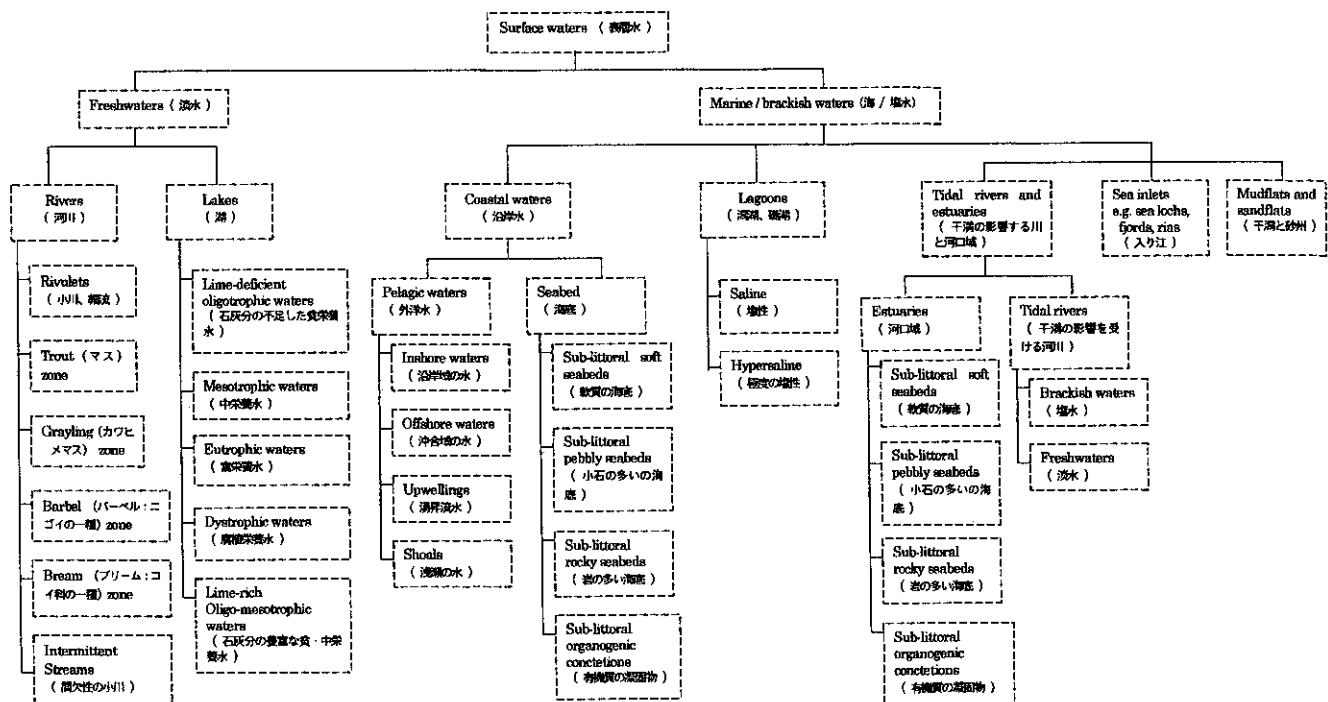


図-1 CORIN<sup>4)</sup>

Fig. 1 CORIN Biotopes Classification.

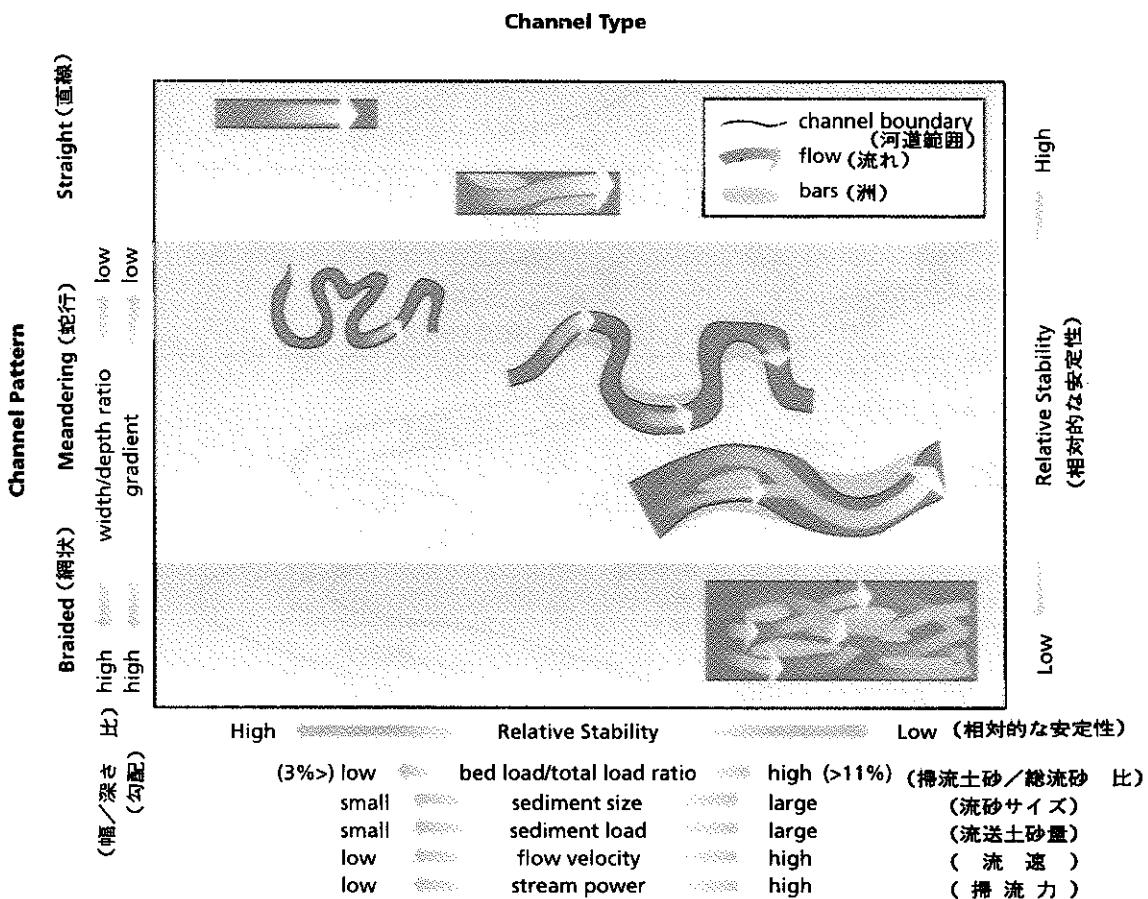


図-2 Shumm's Classification system.<sup>10)</sup>

Fig. 2 Shumm's Classification system.

表-2 魚類に基づく分類<sup>7)</sup>

Table 2 Longitudinal zonation of fish in river systems. Adapted from Huet (1949).

RIVER SYSTEM (水系)	ZONE (区域)	CHARACTERISTICS (特性)	SPECIES (種)
Upstream (上流へ)	Trout (マス) Zone (fast-flowing brooks and streams) (流れの早い細流や小川)	Very steep gradient, very fast flow rates, highly oxygenated, cool, silt free, oligotrophic (大変勾配が急であり、大変早い流れ、高い溶存酸素、冷たい、シルト分がない食栄養)	Trout, salmon, bullhead, stone loach (マス、サケなど)
	Grayling (カワヒメマス) Zone (medium-fast streams and river reaches) (中位の流れの小川や河川区間)	Steep gradient, fast flow, well oxygenated, clean gravel (勾配が急、流れが速い、適切な溶存酸素、不純物の混じっていない砂礫)	As above plus: grayling, minnow, barbel, club, dace (上に加える: カワヒメマス、ウグイなど)
	Barbel (バーベル: ニゴイの一種) Zone (medium flowing river reaches) (中位の流れの小川や河川区間)	Gentle gradient, moderate flow, good oxygen content, mixed substrate (silt & gravel) (ゆるやかな勾配、平均的な流れ、適切な酸素量、混合された底質材料 (シルトと砂礫))	All above plus: roach, rudd, perch, pike, eel (全て上に加える: バーチ、カワカマス、ウナギなど)
	Bream (ブリーム: コイ科の一種) Zone (slow-flowing/sluggish river reaches) (ゆるやかで/遅い流れの河川区間)	Very gentle gradient, slow flow, good oxygen content, variable temperature, silty substrate, turbid, eutrophic (大変ゆるやかな勾配、ゆるやかな流れ、適切な酸素量、変わりやすい水温、シルトの底質材料、濁っている、富栄養)	Roach, rudd, perch, pike eel, tench, bream, carp (バーチ、カワカマス、ウナギ、コイなど)
Downstream (下流へ)			

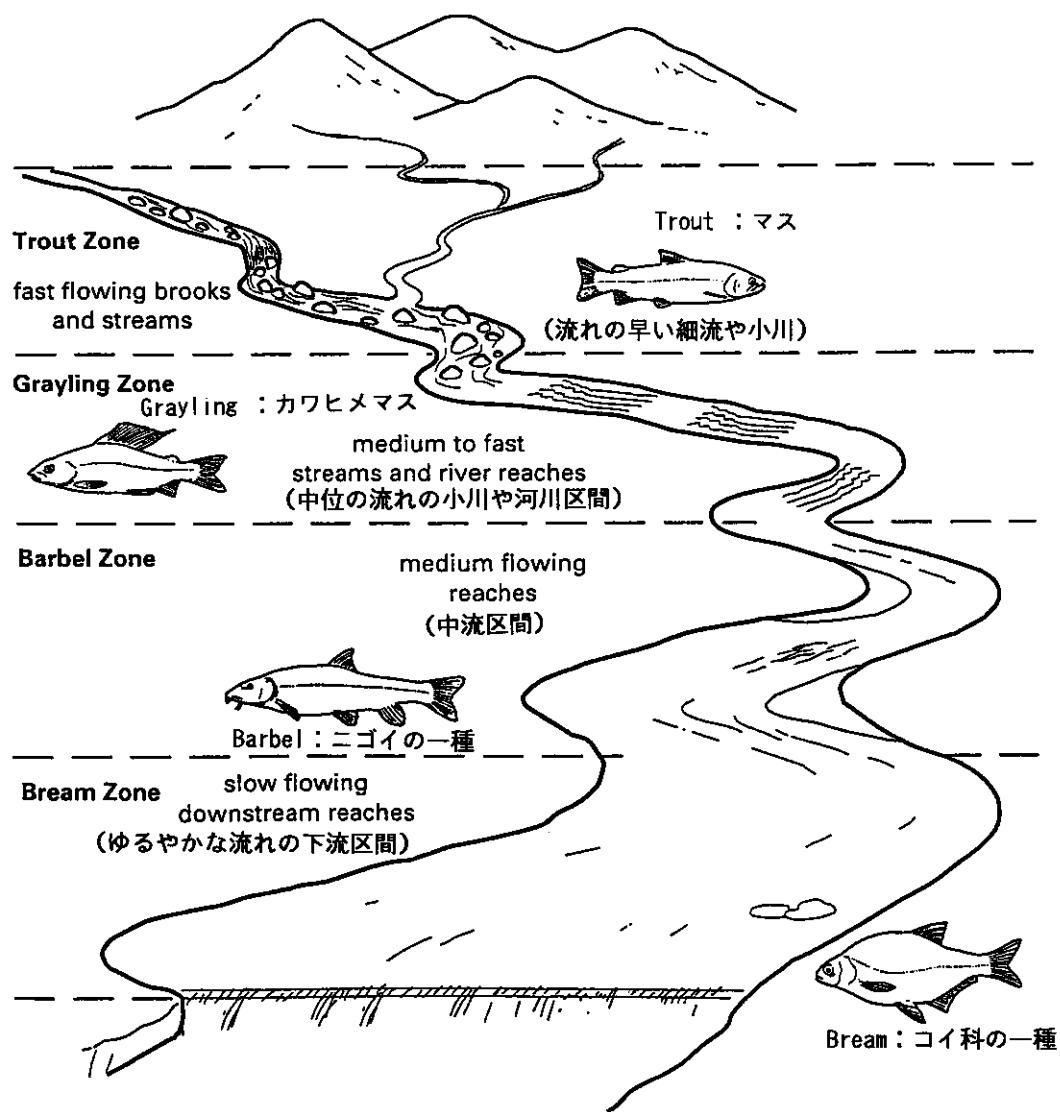


図-3 魚類に基づく分類<sup>7)</sup>

Fig. 3 Longitudinal zonation of fish in river system based upon fish zones.



凡例

- A : 低地や傾斜の緩い河川で、栄養分の多い河床材料に分布する水生植物
- B : A, Cの中間的な性質を持つ、砂岩と石灰岩に近い場所に分布する水生植物
- C : 泥岩や变成岩の上に見られ、A, Bより流れの陰の部分に分布する水生植物
- D : 栄養分が少ない水質と土壌、急流で玉石の散在する河床に分布する水生植物

図-4 水生植物に基づく分類<sup>7)</sup>

Fig. 4 Distribution of Group A,B,C and D plant communities in British rivers.

### 3. 評価手法

河川環境の評価にあたっては、事業の実施などに伴い基本形となる参照状態にどれだけ近付いたか、またはどれだけ遠ざかったかを定量的に把握する必要がある。

ここではアメリカやEUなどで示された各種の考え方を生物群集、個々の生物種および環境の形態的特徴の3つに区分し評価の考え方を整理した。

#### 3-1 生物群集からの評価手法

アメリカの河川生物評価プログラム (State Biological Assessment programs for streams and rivers)<sup>9)</sup> では、魚類群集や底生動物群集などを利用した評価のアプローチとしてはクラスター分析などを用いた統計的なアプローチは少なく、IB

I などに代表される指数化によるマルチマトリックアプローチ (MULTIMETRIC APPROACH) が一般的である。

表-3は、全米各州で用いられている河川生物評価プログラムの実施状況であるが、マルチマトリックアプローチは全米 51 州の中で、45 州で利用されている。

また、河川生物評価アプローチを使用する際、各州で用いられている指標について表-4に示す。

この表は、インターネットで公開されている全米各州の河川生物評価プログラム (State Biological Assessment programs and rivers) を整理し、とりまとめたものである。

表-3 全米各州における河川生物評価プログラム<sup>9)</sup>

Table 3. U.S. Biological Assessment programs for streams and rivers.

Data Analysis/Interpretation	実施の割合(州)	備考
Multivariate analysis (多変数解析)	3/51	
Statistical routines used (統計解析)	3/51	• Canoco ; cluster analysis (クラスター分析) • Linear discriminante analyses (直線判別分析) など
Multimetric approach (多指標解析)	45/51	

表－4 アメリカの河川生物評価プログラムで用いられている指標（検討中も含む）<sup>9)</sup>  
 Table 4 Metrics Used or Under Development in State Biological Assessment for Streams.

(1)

No.	Metrics Used or Under Development	訳	件数	全米各州
1	EPT	カゲロウ・カワゲラ・トビケラ	28	WYOMING WEST VIRGINIA WISCONSIN VERMONT VIRGINIA UTAH TEXAS TENNESSEE SOUTH DAKOTA SOUTH CAROLINA RHODE ISLAND PENNSYLVANIA OREGON OKLAHOMA OHIO NEW YORK NEVADA NEW MEXICO NEW HAMPSHIRE NEW JERSEY NEBRASKA NORTH DAKOTA NORTH CAROLINA MONTANA MISSOURI MISSISSIPPI MINNESOTA MICHIGAN MAINE MARYLAND MASSACHUSETTS LOUISIANA KENTUCKY KANSAS ILLINOIS INDIANA IDaho IOWA ARKANSAS CALIFORNIA ARIZONA CONNECTICUT FLORIDA DELAWARE COLUMBIA COLORADO ALABAMA ALASKA
2	Hilsenhoff Biotic Index (modified)	Hilsenhoff指標(補正)	21	
3	Number of taxa	タクサ数	21	
4	Biological; Habitat	ハビタット	19	
5	% Contribution of dominant taxa	優占するタクサ%	17	
6	Total number of species	総種数	16	
7	Omnivores	雑食性の種	14	
8	Intolerant species	非耐性種	12	
9	Number of sunfish species	サンフィッシュ科の種数	10	
10	Ratio EPT/Chironomidae	EPT/ユスリカの比率	10	
11	Darter species	Darter種	9	
12	IBI (Index of Biotic Integrity)	IBI	9	
13	Number of sucker species	sucker種の数	9	
14	Ratio of scrapers/filterers	ペントス食性: Ratio of scrapers/filterers	9	
15	Tolerant species	(汚濁)耐性種	9	
16	Insectivores	昆虫食	8	
17	Number of individuals	個体数	8	
18	% Shredders	ペントス食性%:Shredders(大型有機物をかみ碎いて摂食)%	7	
19	Community Loss Index	Community Loss Index	6	
20	Total number of native species	在来種の総種数	6	
21	Biotic condition index(BCI)(Biotic Index)	Biotic condition index	5	
22	Insectivorous cyprinids	虫食性のコイ科	5	
23	Top carnivores	肉食性種の上位10種	5	
24	% Anomalie	Anomalie%	4	
25	% Diseased	病気%	4	
26	% Dominant family	優占する科%	4	
27	% EPT/(EPT + Chironomidae)	EPT/(EPT+ユスリカ)	4	
28	%DELT (deformities,eroded fins, lesions, and tumors)	奇形、ヒレが腐食、傷・病変、腫瘍の個体の%	4	
29	Catch per unit effort	捕獲率	4	
30	Chironomidae	ユスリカ科	4	
31	Community Similarity Index	群集類似指数	4	
32	Hybrids	雑種	4	
33	Jaccard Coefficient	ジャッカード指数	4	
34	Number and identity of benthic insectivore species	底生昆虫食種の種数	4	
35	Piscivores	ハス	4	
36	Shannon-Wiener Index	シャノン-ウイーバーの多様度指数	4	
37	Simple lithophils	Simple lithophils(魚類について)	4	
38	% Carnivores	肉食性の種の%	3	
39	% Scrapers	ペントス食性%:Scrapers(はぎ取り食者:付着藻類など)	3	
40	% Tanytarsini	Tanytarsiniの%	3	
41	Family Biotic Index	科のBI	3	
42	Fin damage	ヒレのダメージ	3	
43	Functional feeding groups	食性グループ	3	
44	Number of cyprinid species (Minnow species)	コイ科の種の数	3	
45	Tumors	腫瘍	3	
46	% Caddisfly	トビケラ類の%	2	
47	% Collector-Filterers	ペントス食性%:Collector-Filterers(濾過摂食)	2	
48	% Collector-Gatherers	ペントス食性%:Collector-Gatherers(堆積物摂食)	2	
49	% Glossosomatidae	ヤマトビケラ科の%	2	
50	% Hydropsyche/Trichoptera	シマトビケラ/トビケラ目	2	
51	% Hydropsychidae	シマトビケラの%	2	
52	% Predators	捕食者の%	2	
53	Community trophic structure	トロフィック構造	2	
54	Density of individuals	個体群密度	2	
55	Diptera	ハエ	2	
56	Diversity Index	多様度指数	2	
57	Dominants in common	普通種の優占種	2	
58	Dominants in Common, Five	普通種の優占種の上位5種	2	

表-4 アメリカの河川生物評価プログラムで用いられている指標（検討中も含む）<sup>9)</sup>  
 Table 4 Metrics Used or Under Development in State Biological Assessment for Streams.

(2)

No.	Metrics Used or Under Development	訳	件数	全米各州
59	Indicator Assemblage Index	Indicator Assemblage Index	2	SOUTH CAROLINA RHODE ISLAND
60	Introduced species	移入種	2	PENNSYLVANIA
61	Macroinvertebrate Biotic Index(MBI)	MBI	2	VIRGINIA
62	Mayfly	カゲロウ	2	UTAH
63	Pinkham-Pearson Coefficient of	Piannka類似度	2	TEXAS
64	Pioneering species	先駆的な種	2	TENNESSEE
65	Proportion of individuals with disease or anomalies	病気か奇形個体割合	2	WEST VIRGINIA
66	Quantitative Similarity Indices	量的類似度	2	WASHINGTON
67	Relative abundance	相対量	2	VERMONT
68	Scrapers/scrapers+filter feeders	ペントス食性:Scrapers(はぎ取り食者)/scrapers+濾過摂食者	2	WISCONSIN
69	Sensitive species	環境変化に敏感な種	2	WYOMING
70	Specialized insectivores	ある種の昆虫しか食べない種	2	
71	Total abundance	総量	2	
72	% Age Circotopus plus Chironomus Abundance to Total Chironomidae	ユスリカ科全体の量に対するCircotopus(ツヤユスリカ)とユスリカの年齢構成	1	
73	% Age of pollution tolerant species	汚濁耐性種の年齢構成	1	
74	% Age of Shredders to Total Abundance	ペントス食性:全体量に対するShreddersの年齢構成	1	
75	% Age of species with over 20 specimens per species	種の中で20標本を超える種の年齢構成	1	
76	% Baetidae/Ephemeroptera	カゲロウ目に対するコカゲロウ科の%	1	
77	% Carp, green sunfish, white sucker	コイ科の魚、green sunfish、white suckerの%	1	
78	% Collectors	ペントス食性:Collectors(濾過摂食・堆積物収集者)	1	
79	% Contribution dominat 5 taxa	上位優占5タクサの%	1	
80	% Contribution native taxa	在来タクサの%	1	
81	% Diptera+non-insect taxa	ハエと昆虫以外のタクサの%	1	
82	% Dominant genera	優占する属の%	1	
83	% Filterers	ペントス食性:Filterers	1	
84	% Intolerant mayfly and caddisfly and stonefly	非耐性のEPT%	1	
85	% Isopods, snails,leeches	ワラジムシ目、カタツムリ、ヒルの%	1	
86	% Large river taxa	大きい川で生息するタクサの%	1	
87	% Length distribution	体長分布%	1	
88	% Model Affinity	モデルとの類似性%	1	
89	% Other Dipterans and other non-insects	Tanytarsini以外のハエと昆虫以外の%	1	
90	% Similarity of community structure	群集の類似度	1	
91	% Simuliidae	ブユ科の%	1	
92	% Surface dependent	表層依存性の%	1	
93	% Young of Year (YOY)	若齢個体の%	1	
94	% YOY salmonids	若齢個体のsalmonidsの%	1	
95	Benthic Index of Biological Integrity	ペントスのIBI	1	
96	Branchycentrus/total	カクスイトビケラ属%	1	
97	Caddis and stonefly shredder richness	ペントス食性:shredderのトビケラとカワゲラrichness	1	
98	Chironomid Count	ユスリカの総数	1	
99	Chironomid Taxa Richness	ユスリカのタクサrichness	1	
100	Chironomus/total	ユスリカChironomus属%	1	
101	Common Taxa Index	共通のタクサの指標	1	
102	Community tolerance quotient	群集耐性比率	1	
103	Community weighted average	群集の平均体重	1	
104	Crustacean/Mollusc	甲殻類/軟體動物	1	
105	Diatom Species Diversity	珪藻類の種多様性	1	
106	Diptera/Genetic richness	ハエの属richness	1	
107	Dominants in Common, Ten	一般的な上位10種優占種	1	
108	EPI richness/genetic richness	EPIの屬richness	1	
109	Ephemerellidae and Heptageniidae richness	マダラカゲロウ科、ヒラタカゲロウ科Richness	1	
110	Ephemeroptera/genetic richness	カゲロウ目の属richness	1	
111	EPT Biotic Index (BIEPT)	EPTのBI	1	
112	EPT/Diptera	ハエとEPTの比率	1	
113	Equitability	均一さ	1	

表－4 アメリカの河川生物評価プログラムで用いられている指標（検討中も含む）<sup>9)</sup>  
 Table 4 Metrics Used or Under Development in State Biological Assessment for Streams.

(3)

No.	Metrics Used or Under Development	訳	件数	全米各州
114	Eroded fins	腐食したヒレ	1	SOUTH CAROLINA RHODE ISLAND PENNSYLVANIA NEW YORK NEVADA NEW MEXICO NEW HAMPSHIRE NEW JERSEY NEBRASKA NORTH DAKOTA NORTH CAROLINA MONTANA MISSISSIPPI MISSOURI MINNESOTA MICHIGAN MAINE MARYLAND MASSACHUSETTS LOUISIANA KENTUCKY KANSAS INDIANA ILLINOIS IDaho IOWA HAWAII FLORIDA DELAWARE COLUMBIA CONNECTICUT COLORADO CALIFORNIA ARIZONA ARKANSAS ALABAMA ALASKA
115	Evaluating RBP macroinvertebrate	RBP	1	
116	External parasites and fungus	外部からの寄生虫、菌類	1	
117	Family HBI	Family HBI	1	
118	Fish captured per minute	単位あたりの捕獲魚数	1	
119	Florida Index	Florida Index	1	
120	Functional Group % Similarity	機能的なグループの類似度%	1	
121	Gastropoda/total	マキガイ綱/全体	1	
122	Generic richness	属richness	1	
123	Headwater species	上流の種	1	
124	Hirudinea/total	ヒル類の割合	1	
125	Including number of indigenous species	在来種を含めた数	1	
126	Introduced tolerant fish species	移入された耐性魚数の種数	1	
127	Kansas Biotic Index (KBI)	KBI	1	
128	Lesions	傷ついた個体の%	1	
129	Missing Genera	失われた属	1	
130	modified % mayflies	カゲロウ%	1	
131	Modified EPT index	補正EPT指標	1	
132	modified IWB	補正された IWB	1	
133	Non EPT richness/generic richness	EPT以外のRichness	1	
134	North Carolina Biotic Index	North Carolina Biotic Index	1	
135	Number and identity of trout or sunfish species (excluding stocked trout)	マスとサンフィッシュ科の種数	1	
136	Number of adult trout species	親のマス種の個体数	1	
137	Number of darter/sculpin/madtom	darter/カジカ科/madtom 種の数	1	
138	Number of individuals per 300 square meters	300m <sup>2</sup> 中の個体数	1	
139	Number of introduced taxa	移入タクサの個体数	1	
140	Number of minnow species (excluding carp, creek chub, fathead minnows) at sites <100 square mile drainage area	100マイル角以下の流域でのコイ科の種の数(コイ、creek chub(ウグイの一種)、fathead minnowsを含まない)	1	
141	Number of native amphidromous macrofauna	在来の大型種の両側回遊魚の数	1	
142	Number of native cyprinid species	在来のコイ科の種の数	1	
143	Number of salmonid age classes	年齢分けたsalmonidの数	1	
144	Number of salmonid yearlings	生後1年以上2年未満のsalmonid の数	1	
145	Number of sculpin species	カジカ科の種の数	1	
146	Number of sensitive benthic species	環境変化に敏感な底生動物の個体数	1	
147	Number of sensitive/intolerant species	環境変化に敏感な種と非耐性種の個体数割合	1	
148	Number of sucker species (excluding white sucker)	sucker種の数:white suckerを除く)	1	
149	Number of sunfish and salmonid species	サンフィッシュ科とsalmonidの種数	1	
150	Number of top carnivore species at sites<200 square mile drainage area	200マイル角以下の流域の中の上位の肉食の種数	1	
151	Number round-bodied suckers species	round-bodied sucker種の数	1	
152	Oligochaetes/total	ミミズ類/全体	1	
153	Plecoptera/generic richness	属に対するカワゲラ目のrichness	1	
154	Plecoptera/total	カワゲラ目/全体	1	
155	Pollution Index	汚染指標	1	
156	PRA dominant diatom taxon(Periphyton)	PRA 優占する珪藻類のタクサ	1	
157	PRA Tolerant and sensitive Species (Periphyton)	PRA 耐性種と敏感な種(不着生物)	1	
158	Proportion as round-bodied	round-bodiedサッカーレイの比率	1	
159	Proportion of individuals as blacknose dace	blacknose dace(ウグイの一種)の個体の比率	1	
160	Proportion of individuals as generalist feeders	広食性の種の個体数の比率	1	
161	Proportion of individuals as green	green sunfishの個体の比率	1	
162	Proportion of individuals as trout (non-stocked) and/or proportion of individuals as piscivores	マスの個体の比率(non-stocked) もしくはpiscivoresの個体の比率	1	
163	Proportion of individuals as white sucker	white suckerの個体の比率	1	
164	Proportion of individuals with deformities	奇形の個体の比率	1	
165	Proportion of lithophilic spawners	lithophilic 産卵時の雌魚の個体の比率	1	

表-4 アメリカの河川生物評価プログラムで用いられている指標（検討中も含む）<sup>9)</sup>  
 Table 4 Metrics Used or Under Development in State Biological Assessment for Streams

(4)

No.	Metrics Used or Under Development	訳	件数	全米各州
166	Proportion with deformities, eroded fins, and tumors	奇形、ヒレが腐食、腫瘍の比率	1	WEST VIRGINIA WISCONSIN WASHINGTON VERMONT VIRGINIA UTAH TEXAS TENNESSEE SOUTH DAKOTA SOUTH CAROLINA RHODE ISLAND PENNSYLVANIA OREGON OKLAHOMA OHIO NEW YORK NEVADA NEW MEXICO NEW JERSEY NEW HAMPSHIRE NEBRASKA NORTH DAKOTA NORTH CAROLINA MONTANA MISSISSIPPI MISSOURI MINNESOTA MAINE MARYLAND MASSACHUSETTS LOUISIANA KENTUCKY KANSAS INDIANA ILLINOIS IDAHO IOWA HAWAII GEORGIA FLORIDA DELAWARE COLUMBIA CONNECTICUT COLORADO CALIFORNIA ARIZONA ARKANSAS ALABAMA ALASKA
167	Ratio collector-filterer+collector-gatherer/predators+shredders	ペントス食性: collector-filterer(濾過摂食者と堆積物收集者)+collector-gatherer/predators(捕食肉食者)+shredders(破碎摂食者)	1	
168	Ratio EPT density/total density	EPT密度と総密度の比率	1	
169	Ratio of EPA and chironomid abundance	ユスリカの量とEPAの比率	1	
170	Ratio of shredder density/total density	ペントス食性: shredder 個体の密度と全体の密度の比率	1	
171	Rhyacophilidae richness	ナガレトビケラ科の豊富さ	1	
172	Salmonid condition factor	サケ科のcondition factor	1	
173	Salmonid species	サケ科の種	1	
174	Sensitive native fish species	環境変化に敏感な在来魚種数	1	
175	Similarity index	類似度指数	1	
176	Species or selected group richness	種もしくはグループの豊富さ	1	
177	Standing crop	生物量(現存量)	1	
178	Sunfish species (less Micropterus)	サンフィッシュ科の種(オオクチバス属を除く)	1	
179	Total family richness	全科のrichness	1	
180	Total number of fish species (excluding trout)	マスを除く魚の総数	1	
181	Total stonefly taxa	全カワゲラ類のタクサ	1	
182	Tribelos/total	Tribelos割合	1	
183	Voltinism*	化性*	1	

\*化性(voltinism):昆虫が1年に繰り返す世代の数は定まっており、その性質を化性という。

前記の評価プログラムを実施する際の標準的な手順書である

“Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Rivers”<sup>8)</sup>におけるマルチマトリックアプローチ (MULTIMETRIC APPROACH) の考え方を図-5、6に示す。これは「原始」状態下での特定の指標(例：魚類密度、大型無脊椎動物の多様性など)の期待値の参考条件を環境調査に基づくデータベースにより設定し、観測と参照

条件との比率を導き出す手法である。

同様な考え方はE.Uでも示されており、生態的な質の評価 (ecological quality assessment) の尺度として“基準状態からの偏差 (EQR : Ecological Quality Ratio) の使用を推奨している。これはさまざまな評価項目について最悪状態を「0」、基準状態と類似の質状態「1」として示し、各評価項目間の感度を捕えるものであり、上記の考え方と類似している。

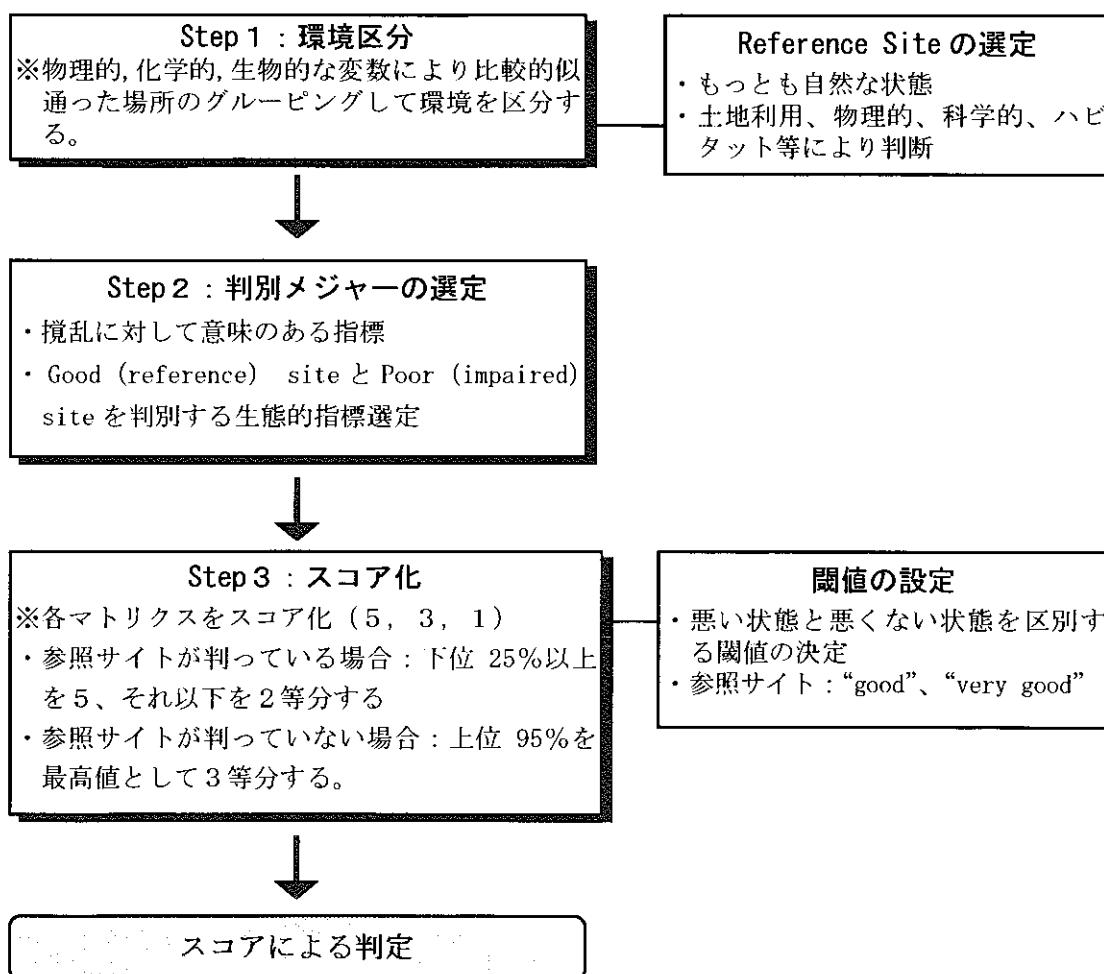


図-5 マルチマトリックアプローチのフロー  
Fig. 5. Process for the MULTIMETRIC APPROCH.

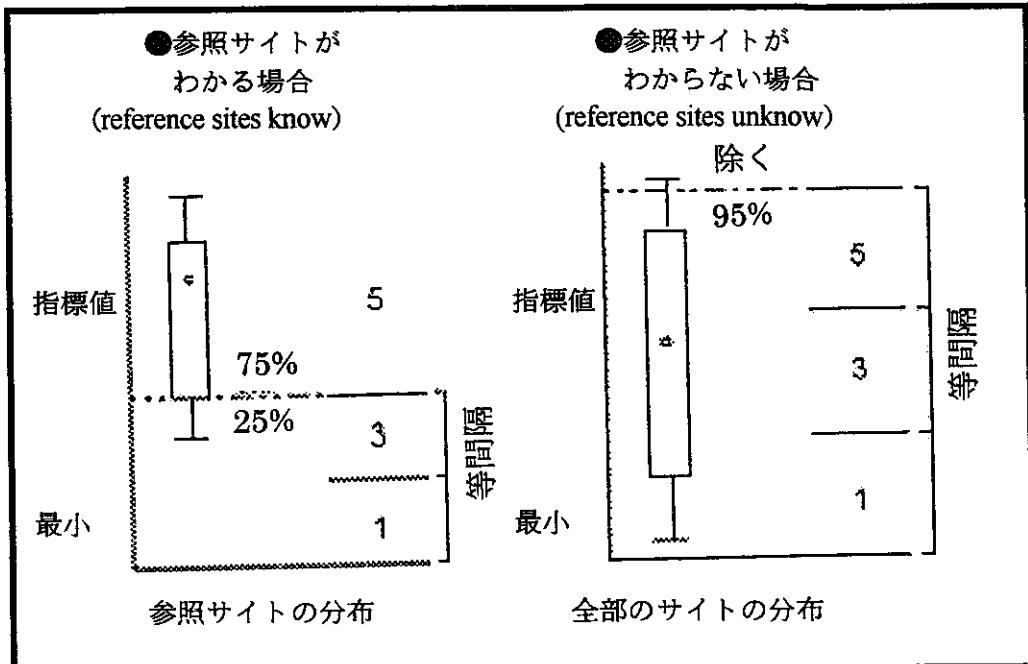


図-6 生物評価のマトリクスのスコア化<sup>8)</sup>

Fig. 6 Basis of metric scores for bioassessment.

### 3-2 生物種からの評価手法

生物種からの評価手法において代表的な考え方とは、ハビタット評価手続き (Habitat Evaluation Procedure (HEP)) である。HEP モデルは各生物の特定の環境下における環境収容力\*を仮定し、その環境要因（水質、水深、流速、植生カバー、土質など）の変化に伴い環

境収容力\*がどのように変化するかを仮定したモデルである。

アメリカ内務省 U.S. Fish and Wildlife Service<sup>12)</sup>では、ターゲット種と称する 157 種の動物について HEP モデルをインターネットにより誰でも利用できるような形式で提供している。

## Species Index (Habitat Suitability Index) <sup>12)</sup>

(<http://www.nwrc.gov/wdb/pub/hsd/hsdindex.html>)

- American Alligator (441 KB)  
Atlantic croaker (420 KB)  
Atlantic Salmon (3768 KB)  
Barred owl (428 KB)  
Bass, Striped (2, 164 KB)  
Bear, Black (732 KB)  
Beaver (5011 KB)  
Belted kingfisher (2, 114 KB)  
Black bear (732 KB)  
Black-capped chickadee (341 KB)  
Blackbird, Red-winged (1, 918 KB)  
Brook trout (4, 719 KB)  
Brown thrasher (394 KB)  
Brown trout (1, 079 KB)  
Bullfrog (2, 053 KB)  
Chickadee, Black-capped (341 KB)  
Clapper rail (1, 478 KB)  
Cottontail, Eastern (2, 209 KB)  
Croaker, Atlantic (420 KB)  
Cutthroat trout (4752 KB)  
Downy woodpecker (311 KB)  
Drum, red (larval and juvenile) (401 KB)  
Eastern brown pelican (444 KB)  
Eastern cottontail (2, 209 KB)  
Eastern meadowlark (601 KB)  
Field sparrow (1, 365 KB)  
Forster's tern (1, 952 KB)  
Gadwall (Breeding) (7, 203 KB)  
Green sunfish (6514 KB)  
Gray squirrel (1650 KB)  
Great blue heron (2, 082 KB)  
Grouse, ruffed (5665 KB)  
Gull, laughing (508 KB)  
Hairy woodpecker (1, 850 KB)  
Heron, Great blue (2, 082 KB)  
Juvenile Atlantic croaker (420 KB)  
Kingfisher, Belted (2, 114 KB)  
Larval and juvenile red drum (401 KB)  
Laughing gull (508 KB)  
Lest tern (3, 160 KB)  
Lesser scaup (wintering) (378 KB)  
Marsh wren (1, 593 KB)  
Marten (583 KB)  
Meadowlark, Eastern (601 KB)  
Mink (2, 263 KB)  
Muskrat (2, 349 KB)  
Newt, Red-spotted (1, 820 KB)  
Northern pintail (Gulf Coast wintering) (474 KB)  
Owl, Barred (428 KB)  
Pelican,  
    Eastern brown (444 KB)  
Pileated woodpecker (357 KB)  
Pine warbler (275 KB)  
Pintail, Northern (Gulf Coast wintering) (474 KB)  
Pronghorn (2, 125 KB)  
Red drum (larval and juvenile) (401 KB)  
Red-spotted newt (1, 820 KB)  
Red-winged blackbird (1, 918 KB)  
Redhead (wintering) (1, 403 KB)  
Ruffed grouse (5665 KB)  
Salmon, Atlantic (3768 KB)  
Scaup, Lesser (wintering) (378 KB)  
Slider turtle (375 KB)  
Snapping turtle (1, 812 KB)  
Southern red-backed vole (333 KB)  
Sparrow, Field (1, 365 KB)  
Squirrel, Gray (1650 KB)  
Striped bass (2, 164 KB)  
Tern,  
    Forster's (1, 952 KB)  
    Lest (3, 160 KB)  
Thrasher, Brown (394 KB)  
Trout  
    Brook trout (4, 719 KB)  
    Brown trout (1, 079 KB)  
    Cutthroat trout (4, 752 KB)  
Turtle,  
    Slider turtle (375 KB)  
    Snapping turtle (1, 812 KB)  
Veery (521 KB)  
Vole, Southern red-backed (333 KB)  
Warbler,  
    Pine (275 KB)  
    Yellow (1, 073 KB)  
White bass (7974 KB)  
Woodpecker,  
    Downy (311 KB)  
    Hairy (1, 850 KB)  
    Pileated (357 KB)  
Wren, marsh (1, 593 KB)  
Yellow warbler (1, 073 KB)

※上記の種リストに掲載された種のHSIを提供している。( )内はPDFファイルの大きさを示す。

下記に汽水域で生息する ATLANTIC CROAKER  
(*Micropogonias undulatus*) (ニベ科の魚)

### ATLANTIC CROAKER (*Micropogonias undulatus*) (ニベ科の魚)

#### Specific Habitat Requirements

(各種文献の知見を整理する)

- ・生息域：汽水域で水深0.5m以浅。春の小さな干潮域の小川で多く確認される。
- ・温度：0～36°Cで生息し6～32°Cで繁殖、成魚で冷温耐性が低くなる。
- ・塩分濃度：0～70pptで確認～最も多く確認されたのは0.5～18ppt
- ・餌：底層表面の生物、有機物(organisms)～ゴカイなどが主要な餌
- ・河床材料：砂や岩盤はあまり好ましくない。デトリタスの厚く堆積した場所に多い。
- ・濁度：濁度が高い場所でよく見られる。
- ・水深：深さには関係ない。
- ・カバー：over bare, soft muddy bottom等で確認される。
- ・溶存酸素：低い溶存酸素の場所で多く見られる。



#### Habitat Suitability Index (HSI) Model (ハビタット適性指数モデル)

- 1) 適応性 (Model Applicability)
  - ・地理的範囲：Southeast Atlantic coast, the Gulf of Mexico coast
  - ・季節：春～夏
  - ・カバータイプ (ハビタット)：干潟と周辺の海域ハビタット
  - ・最小ハビタットの大きさ：(繁殖成功できる最小ハビタットの大きさは確定されていない。)
  - ・実証レベル：US.Fish and Wildlife Service：HSIモデルの開発 (開発者の名前の記載)
- 2) モデルの特性 (Model Description)

Specific Habitat Requirementsから以下の変数を選択

  - ・Water Quality：濁度 (V1)、溶存酸素 (V2)、塩分濃度 (春) (V3)、塩分濃度 (夏) (V4)
  - ・Cover：深さ (V5)、河床材料 (V6)
- 3) ハビタットの適性指数グラフ (Suitability Index (SI) Graph for Habitat Variables)
- 4) HSI 決定と指標要素 (Component Index Equations and HSI Determination)
  - ・Water Quality (WQ)

ルイジアナ沿岸 (Coastal Louisiana) :  $SIV_3 \text{ と } (SIV_1 \times SIV_2 \times SIV_3)^{1/3}$  でより低い値  
他の地域 (Other location) :  $SIV_3, SIV_4, \text{ と } (SIV_1 \times SIV_2 \times SIV_3 \times SIV_4)^{1/4}$  でより低い値
  - ・Food/cover (FC)

潮位差 (Tidal range) < 0.5m :  $SIV_5$  と  $SIV_6$  のより小さい値  
潮位差 (Tidal range) > 0.5m :  $SIV_6$   
 $\rightarrow HSI = WQ \text{ と } FC$  の小さい値
- 5) Field Use of the Model
  - ・HSIモデルで利用する際に利用すべき野外調査方法

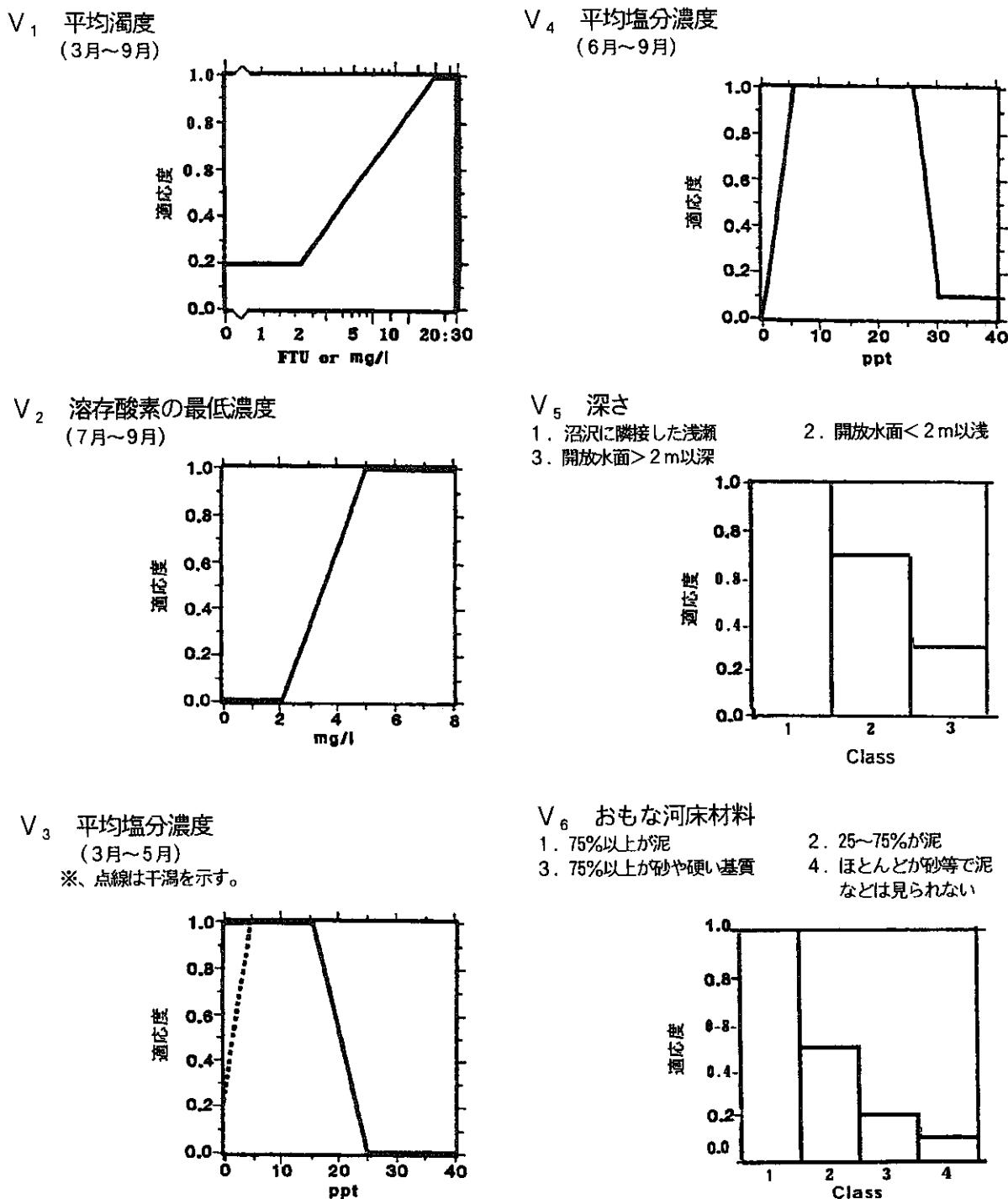


図-7 ハビタットの適性指数グラフ<sup>12)</sup>

Fig. 7 Suitability Index (SI) Graphs for Habitat Variables

前項の ATLANTIC CROAKER (*Micropogonias undulatus*) と同様に他の生物についてもモデル式が設定されている。これらのモデル式により、どのような環境要因をどのようにコントロールすれば、ターゲット種にとってより

高い環境収容力\*を得られるかを予測することが可能である。

\* 環境収容力 (carrying capacity) : ある環境空間 (地域) で、特定の種が維持しうる個体数の最大数。

### 3-3 環境の形態的特徴からの評価

アメリカ研究評議会(NRC)<sup>3)</sup>では河川の復元目標として、大型無脊椎動物の群集復元やキーストーン種(Keystone species)、強い相互作用者(strong interactors)などの生物の回復も挙げられているが、土砂と水の自然な流況の回復、自然の河道形態の回復など、形態に基づく項目の回復を第一に挙げている。

#### (河川環境の復元目標の考え方)

- ①土砂と水の自然な流況の回復
- ②自然の河道形態の回復（①だけでは河道形態が回復されない場合のみ）
- ③自然の河岸植物群落の回復（①②の達成により植物群落が自力で回復しない場合）
- ④在来種の水生生物のコロニーの回復

これらの環境の形態的特徴の回復が、生物の生育・生息環境の回復に繋がると考えられる。このような環境の形態的特徴に基づく評価の考え方として、ここでは以下の事例を紹介する。

#### (1) 南カリフォルニア地域のサルビア原生地の自然保護ガイドライン<sup>1)</sup>

南カリフォルニア州の沿岸域におけるサルビア原生地(Coastal Sage Scrub : CSS)におけるNCCP(Natural Community Conservation Plan:自然群集保全計画)による保全ガイドライン

##### 1) 保全目標

カリフォルニア州 Fish & Game and California Resources Agency では、サルビア原生地の自然保護ガイドラインの保全目標を以下のように設定した。

- ①生物多様性を促進すること
- ②保護区において目的種が高い確率で持続すること
- ③“実質的に現在からのハビタット価値の損失が無い”ようにすること  
→長期間目的種の個体数を維持するための保護区の能力が実質的に減少しない。

#### 2) 保護区計画の基本方針

目的種はカリフォルニアブユムシクイ、サボテンミソサザイ、ハシリトカゲ属の一種などである。目標を達成するために以下に示す保護計画の基本方針が示された。

- ①プランニングエリア全体で目的種を保護する。  
自生範囲全体で十分に分布する種は、小範囲に制限される種より絶滅しにくい。
- ②より大きな保護区の方がよい  
多くの個体数の目的種を含む大きなブロックのハビタットは、小個体数の小ブロックのハビタットよりも優れている。
- ③保護区エリアを接近させておく  
互いに接近したハビタットは互いに離れたハビタットよりもよい。
- ④ハビタットを隣接させておく  
あまり断片的でない、隣接したブロックで発生するハビタットは、市街化により分断される孤立したハビタットより好ましい。
- ⑤保護区をコリドーで繋げる  
相互に接続したハビタットは孤立したハビタットより、保全に役立つ。  
回廊や繋がりは、その中のハビタットが目的種により好まれるハビタットに似ているときのが望ましい。
- ⑥保護区は多様性がある  
ハビタットのブロックは多様性のある物理的及び環境的な状態を含むべき。
- ⑦保護区の侵略からの保護  
道のない、人為的な攪乱を受けにくい他のハビタットのブロックは、接近しやすいハビタットブロックよりも目的種を保護するためにより役立つ。

上記の考え方からサルビア原生地の潜在的な価値を下表の評価項目を用いて3つの潜在的価値に分類し、各潜在的価値に該当する暫定的な保全措置を示した。

3) サルビア原生地の質を区分するパラメーター（3つの潜在的価値に区分）

① 評価方法

Natural land	・Natural land は自然植生の多くのカバーのある土地である。
サルビア原生地	・特徴的なサルビア原生地の植物種が卓越しているエリア
大きな保護区	・ある地域で最大のサルビア原生地のパッチは将来の保護区にとって中心的なエリアと考える。 ・近隣とは半径 $1/2 \sim 1$ マイルである。
近接性	・サルビア原生地パッチの近接性は直線距離を測定することで設定～概ね $1/4 \sim 1/2$ マイル
景観つながり	・高い価値の地区間のコリドー～各地区に対する 2 直線の接線
種の存在	・5 対以上のブユムシクイ又はサボテンミソサザイの局部的個体群を支えるハビタット ・ある地域の個体群の 20%以上を代表する局部的個体群を支えるハビタット

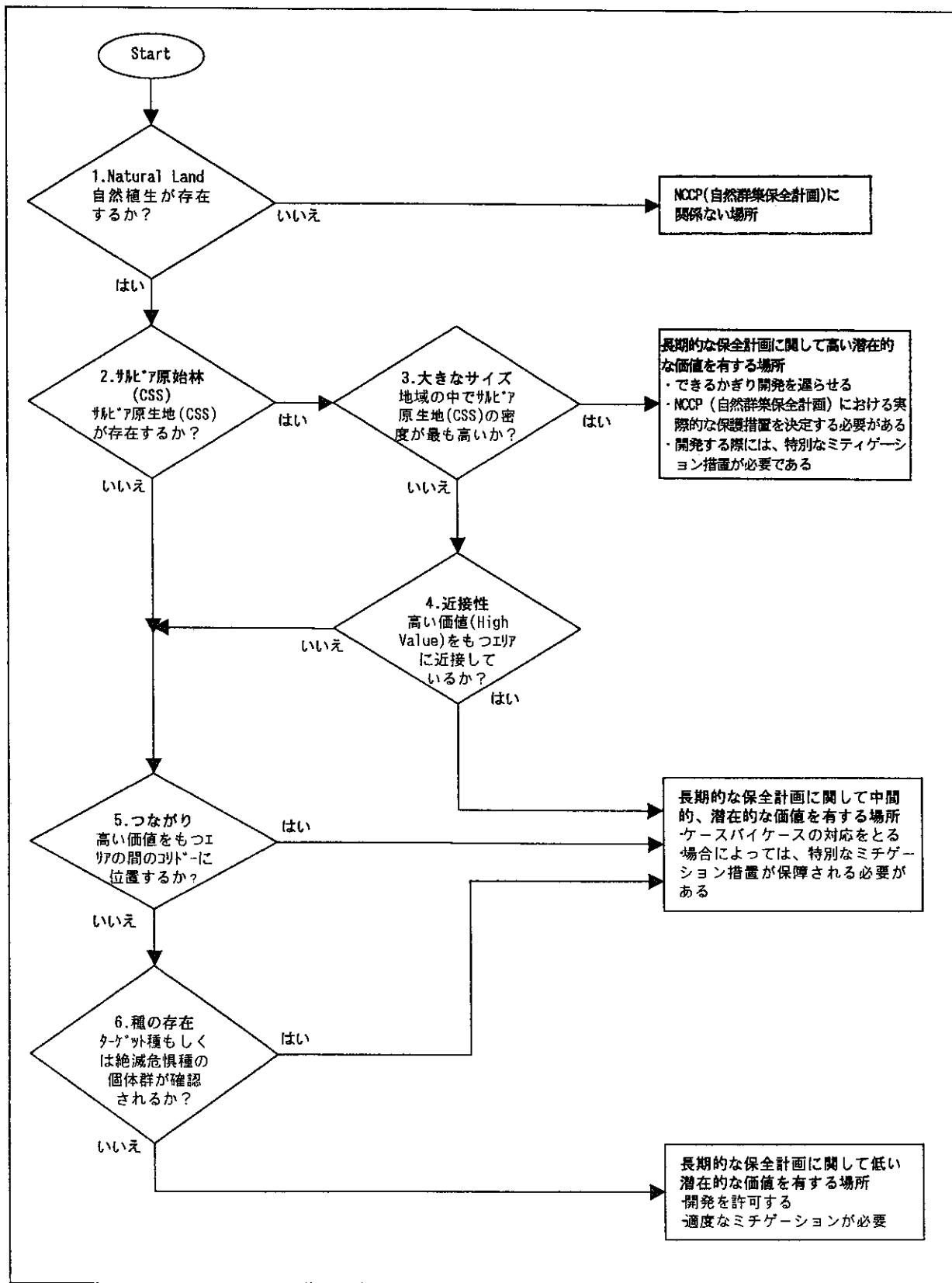
② 潜在的な長期的保全価値の判断

高い潜在的価値	・ある地域のサルビア原生地が 50% ・長期的な潜在的保全価値を持つエリアを判断するには、サルビア原生地の大きさ、相対的な密集エリアを特定する。これを“高い価値の地域 (Higher Value Districts)”と呼び、保護区システムの中的なエリアとなる。
中間の潜在的価値	・独立した保護区としておそらくは管理できないが、質が高い、又は高い価値の地域の近くであるか、繋がっているため、ある地域の保全プランニングにとって潜在的に重要であるとして扱うべきである土地。

低い潜在的価値	・長期的な保全価値が潜在的に低い土地とは、“高い潜在的価値 (higher potential value district)” と “中間の価値地区 (intermediate value area)” を特定後に残るエリアである。 ・比較的少数の個体群のいる小さな孤立したサルビア原生地のパッチ（特に都市部周辺のパッチ）は、長期的な潜在価値が低く、これらの土地は目的種が少なく、おそらく目的種や他の懸案の種の長期的な生息には影響ないと考えられる。
---------	--

③ 方針（暫定方針）

潜在的な保全価値	方針
高い潜在的価値を有する場所	・できる限り開発決定を遅らせる。 ・NCCP (自然群集保全計画) における実際的な保護措置を決定する必要がある。 ・開発する際には、特別なミティゲーション措置が必要である。
中間的な潜在的価値を有する場所	・ケースバイケースの対応とする。 ・場合によっては、特別なミティゲーション措置が保証される必要がある。
低い潜在的価値を有する場所	・開発を許可する。 ・適度なミティゲーションが必要である。



November 9, 1993

Natural Community Conservation Plan(NCCP:自然群集保全計画)

図-8 評価方法のフローチャート<sup>1)</sup>

Fig. 8 Evaluation Logic Flow Chart.

## (2) グレンキャニオンダムの操作に関する環境影響評価について<sup>11)</sup>

1989 年にアメリカ内務長官が、グレンキャニオンダム操作によるコロラド川の環境や文化資源 (cultural resource) への影響に関して E I S (環境影響評価書) 作成を開拓局に命令し、1995 年 E I S が環境保護庁に提出された。この中では幾つかのダム操作に関する選択肢が提示されたが、もっとも優占の選択肢として 砂浜／ハビタット形成のための試験放流 (Beach/Habitat-Building Test Flow) が不可欠であることを示し、これを受けて 1996 年 3 月に有名なグレンキャニオンダムの試験放流が実施された。

ここでは 1995 年に示された E I S における絶滅危惧種 (Southwestern willow flycatcher : トビの一種) や植生や野生動物の生息場などについて触れる。

### 1) Southwestern willow flycatcher (トビの一種) の評価項目

評価項目として、河辺樹林の面積が挙げられ、生態的特徴や分布状況などから、河辺樹林の面積が減少する選択肢ほど、生息環境としての評価が下がると考える。

#### Southwestern willow flycatcher (トビの一種) の生態的特徴

- ・アリゾナやニューメキシコや南カリフォルニアで見つけられる水辺の鳥
- ・絶滅の恐れがあるとしてリストの候補に挙げられている
- ・川のコリドーを占拠する。
- ・営巣するペアはグレンキャニオンダムの完成に従ってグレンキャニオンで増加した。
- ・原因：減少した洪水による河辺植物の増加
- ・1991 年の調査：ただ 2 つの巣ごもりのペアが見つかった
- ・原因：他の鳥の託卵されるなど
- ・営巣するために必要とされる土地の大きさはわかっていない。
- ・グレンキャニオンではギヨリュウの木に営巣する。

## 2) 植生と野生生物ハビタット (Vegetation and wildlife/Habitat) の評価項目

評価項目として、2 種類の植生（樹木と marsh (湿地) 植生）の面積があげられる。

河川環境においては多くの野生生物の生息場となる河辺植生への影響を通して、ほとんど全ての野生生物が影響されると想定される。このため樹木と marsh (湿地) 植生の面積の減少が大きい選択肢ほど、野生生物の生息場としての評価が下がると考えられる。

## (3) カリフォルニア州キャンプ・ペントルトン (Camp Pendleton, California) 地域における選択的将来<sup>2)</sup>

サンディエゴとロサンゼルスの間に位置する開発地域で、都市化による急激な変化が、当該地域の生物多様性にどのように影響しうるかを探求する際に、さまざまな選択肢において、種の豊かさや絶滅危惧種の潜在的な生息地などの生物多様性に関連する項目がどのように変化するのかを G I S (地理情報システム) を用いて予測している。

上記の種の豊かさや絶滅危惧種の潜在的な生息地などの推定にあたっては、California Department of Fish and Gameにおいて提供されている California Wildlife Habitat Relationships System (CWHR) が利用されている。

### California Wildlife Habitat Relationships System (CWHR)

欧米では一般的に riparian zone (河岸の氾濫原) における生物の重要なハビタット (生息基盤) として植生を考えている。その最も典型的な考え方が、“Wildlife Habitat Relationships” である。この考え方では“種の豊かさは、ある種が存在すると想定できる植生と土地被覆タイプと関連している”といった考え方に基づいている。

カリフォルニアでは、通常の植生分類体系 (375 種) をもとに種固有の生息地条件を対応させ、59 のハビタットタイプに植生の大き

さ、被度などで細分化することで 124 のハビタットエレメントを決め、その中に 234 の鳥類、62 のほ乳類、36 の爬虫類、13 の両生類を対応させたモデルが作成されている。

対応づけに必要な生物情報としては、生活史、分布状況、分類、ハビタットとの関係などが挙げられている。これらの情報からそれぞれの種の各ハビタットに対する繁殖、分布、採餌の各行動形態に対する suitability (適応性) を 3 段階で示している。

California Department of Fish and Game ではこれらの情報をデータベース化するとともに、データ利用のためのシステムを提供している。

これにより当該地区の植生図から以下のような予測を行うことができる。

#### ・単一種の潜在的な生息地 (Single Species Potential Habitat)

選択した脊椎動物の行動可能圏を食習慣、繁殖場所の条件、行動特徴をもとに地図化することにより、潜在的な生息地の増減を予測することができる。

#### ・種の豊かさ (Species Richness)

その場所に生息すると予測される生物種の種数を推定することができる。また特定の生物 (猛禽類など) については生息地の空間的広がりも考慮する。これにより選択肢の実施に伴う植生変化により種数がどのように増減するかを予測することが可能である。

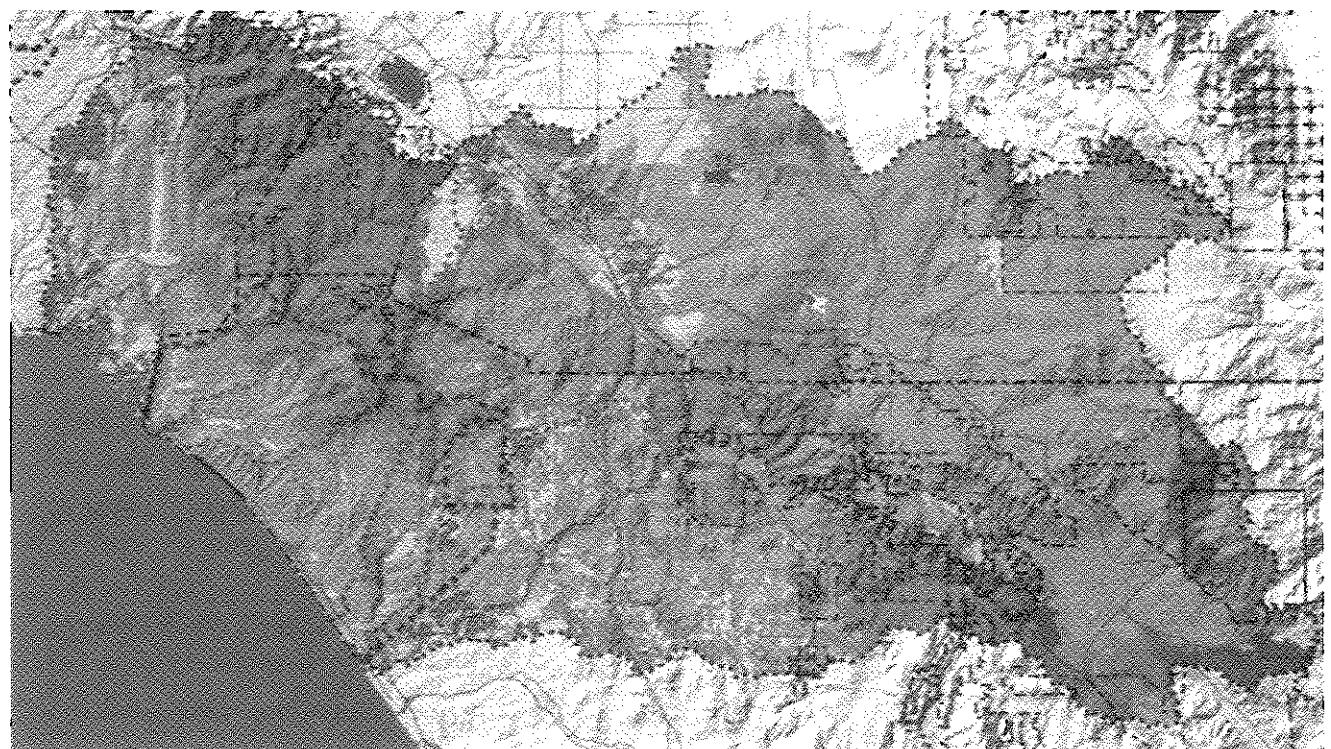


図-9 種の豊かさ<sup>2)</sup>

Fig. 9 Species Richness.

## 5. おわりに

本報告ではアメリカやEU加盟国における河川環境の保全・復元の目標となる川の姿の考え方、空間区分、生物群集や個々の生物種および環境の形態的特徴による環境評価の考え方を整理した。

国内でも多自然型川づくりなどにおいて河川環境の保全・復元を目的とした事業が実施されており、事業実施後のモニタリングにより事業効果を評価する際などに、上記に示すような評価方法などが有効である。また、今後このような評価を実施するためには、次に示すような対応が望まれる。

### (1) 河川環境の保全・復元を考慮した空間区分の開発

本稿にて示した考え方を国内で適用するためには、まずハビタットの種類や規模などを決めるために、似通った場所を整理するための分類システム (Classification system) が必要である。国内では河川環境の観点から空間区分の考え方が統一されておらず、本書に示したような空間区分の開発が望まれる。空間区分に際しては、河川工学的なセグメント、植生図、航空写真などの利用が考えられる。

### (2) 指標の設定

生物群集からの評価手法は、魚類や底生動物などの生物群集に関するさまざまな指標を取り上げ、評価のための基準状態を設定して、各種指標の基準状態からの偏差により環境の評価を行うアプローチである。この評価を実施するためには、基準状態を規定するための生物群集に関するデータベースの整備、河川規模などに応じて規格化された調査手法の開発および利用可能な評価指標の選定などが望まれる。

### (3) 種の生息環境要因に関する情報と公開

Habitat Evaluation Procedure (HEP) のような特定の種の生息環境要因に基づいた評価手法の開発にあたっては、評価対象となる種に関する生息環境要因を予め整備する必

要がある。また、得られた知見およびモデルは一般公開し常に新しい知見により更新されることが望まれる。

本稿で紹介したアメリカ内務省 U.S. Fish and Wildlife Service で提供している HEP モデルは種ごとに報告書が作成され、生息環境要因に関する知見が整理されるとともに、報告書をインターネット上で公開することで意見を募り、逐次内容の修正を図っている。

### (4) GIS の普及と利用の推進

環境の形態的特徴からの評価に際しては、複数の環境要素（例、植生図における個々の植生区分など）をまとめて示したり、さまざまな代替案を作成し比較する等の試行錯誤的なアプローチを通して解析を進めていることから、地図情報を解析するための GIS（地理情報システム）を用いた分析体制の確立が望まれる。植生図などの生物の生息基盤となる地図情報について GIS 上で利用できるような基盤整備が必要である。現在、河川水辺の国勢調査ではこのような整備が進行しており今後の利用・活用が期待される。

諸外国での取り組みは、そのまま国内の河川環境の保全・復元などに利用・活用できるわけではなく、国内の状況に適した形にする必要がある。

なお、本稿をとりまとめるにあたり、U.S Environmental Protection Agency, California Department of Fish & Game, California Resource Agency, U.S. Department of the Interior, The National Rivers Authority, Nottingham Royal Society for the Protection of Birds, The Wildlife Trusts, European Commission etc から資料の引用の許可をいただきました。この場をお借りして心より厚く御礼申し上げます。

## <引用文献>

- 1) California Department of Fish & Game and California Resource Agency (1993)

- Southern California Coastal Sage Scrub NCCP Conservation Guidelines, California, U.S.A.
- 2) Carl Steinitz et al. (1996) Biodiversity and Landscape Planning with Geographical Information Systems. Alternative Futures for the Region of Camp Pendleton. California, U.S.A., Harvard University.  
(地理情報システムによる生物多様性と景観プランニング、カリフォルニア州キャンプ・ペンドルトン地域の選択的将来. 矢野桂司・中谷友樹訳 (1999) 地人書房.)
- 3) National Research Council (1992) Restoration of Aquatic Ecosystems : Science, Technology, and Public Policy. National Academy Press, Washington, D.C., U.S.A. (水環境と生態系の復元 (河川・湖沼・湿地の保全技術と戦略) 浅野孝、他、訳、(1999) 技報堂出版.)
- 4) S. C. Nixon et al. (1996) The harmonized monitoring and Classification of ecological quality of surface waters in the European Union Final Report. pp. 293, EC.DGX I, WRc, UK.
- 5) 島谷幸宏 (1999) 河川管理における自然環境の保全についての基本的考え方. 応用生態工学 2 (1) : 47-50
- 6) State of Ohio Environmental Protection Agency (1987) Biological Criteria for Protection of Aquatic life : vol. I, vol. II, vol. III, Ohio, U.S.A.
- 7) The Royal Society for the Protection of Birds, The National Rivers Authority, The Wildlife Trusts (1994) The New Rivers & Wildlife Handbook. pp. 426, KPC Group, UK.
- 8) U.S. Environmental Protection Agency (1997) Revision to Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Rivers, 9 Biological Data Analysis, U.S.A.
- 9) U.S. Environmental Protection Agency, State Biological Assessment programs for streams and rivers, U.S.A.
- 10) U.S. Department of Agriculture (1998) Stream Corridor Restoration, U.S.A.
- 11) U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation (1996) Report to Congressional Committees : An Assessment of the Environmental Impact Statement on the Operations of the Glen Canyon Dam, U.S.A.
- 12) U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service (1985) Habitat Suitability Index Models, JUVENILE ATLANTIC CROAKER, U.S.A.

#### <参考文献>

- Barbour et al. (1996) Biological assessment strategies : Applications and Limitations. SETAC Press, Pensacola, Florida, U.S.A.
- Bravard J. P., Landon N. & Piegay H. (1998) Example of River Restoration in Braided Rivers of Europe. 河川の自然復元に関する国際シンポジウム論文集 : 179-189.
- Butcher R. W. (1933) Studies on the ecology of rivers I. On the description of macrophytic vegetation I in the rivers of Britain. Journal of Ecology 21 : 58-91, UK.
- CEC (1991) CORINE biotopes manual : habitats of the European Community. CEC, Luxembourg.
- Haslam S. M. (1987) River Plants of Western Europe. Cambridge University Press, UK.
- Hawkes H. A. (1975) River Zonation and Classification. In B. Whitton (ed.) River Ecology . pp. 312-374. Blackwell, Oxford, UK.
- Karr et al. (1986) Assessing biological

- intergrity in running waters : A method and its rationale. Special publication 5. Illinois Natural History Survey, U.S.A.
- Karr et al. (1997) Biological monitoring : essential foundation for ecological risk assessment. Human and Ecological Risk Assessment, U.S.A.
  - Maitaland P. S. and Campbell R.N. (1992) Freshwater Fishes of the British Isles. Harper Collins Publishers, London. 368pp.
  - 森誠一 (1998) 自然への配慮としての復元生態学と地域特性. 応用生態工学 1 (1) : 43-50.
  - 奥田重俊 (1998) 日本における氾濫原植生の特性. 河川の自然復元に関する国際シンポジウム 論文集 : 109-115.
  - 桜井善雄 (1998) 河川における生息環境の保全・復元の基礎としてのビオトープ. 河川の自然復元に関する国際シンポジウム論文集 : 155-160.
  - 玉井信行 (1998) 河川の自然特性と潜在自然型河川改修の基礎体系について. 河川の自然復元に関する国際シンポジウム論文集 : 77-85.
  - 辻本哲郎 (1998) 河床低下による河川景観の変質とその回復. 河川の自然復元に関する国際シンポジウム論文集 : 167-172.