

水系の連続性を考慮した 魚類生息空間評価に関する調査

FIELD STUDY ON FISH HABITAT EVALUATION ACCOUNTING FOR THE CONTINUITY OF RIVER CHANNEL SYSTEM

真田誠至¹・藤田裕一郎²
Seiji SANADA and Yuichiro FUJITA

¹ 学生員 工修 岐阜大学大学院工学研究科生産開発システム工学専攻 (〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

² 正会員 工博 岐阜大学教授 工学部土木工学科 (〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

In consideration of life history of fishes, it is necessary to investigate the fish habitat structure not only in main rivers but also in various scales of tributaries and drainage channels connected them. Weirs and abrupt drops in river system could be discontinuity points which divide fish habitats, obstructing fish migration along river channels. Hence, we conducted a field investigation of the environmental characteristics in the Ijira river, a tributary of the Nagara river, and proposed an index expressing the difficulties in runs of fish prevented by these discontinuity points. Evaluating this index and the grade of three type of vegetation covers and introducing these values into a GIS, we showed tentative evaluation maps for fish habitat quality in the Ijira river.

Key Words : *evaluation of fish habitat, longitudinal fish migration, runs of fish, discontinuity points, river environment*

1. はじめに

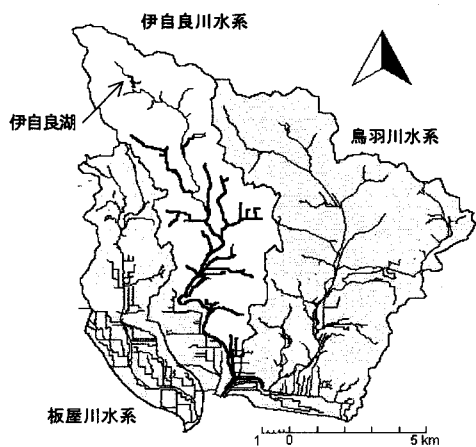
近年, 国民の生活環境や自然環境に対する関心が高まり, 生物にとっても良好な環境回復・保全への要望が強くなっている. 河川についても, 生物生息場としての環境機能の保持・増進が望まれており, 魚類にとっては, 縦断方向の移動を阻害する河川横断構造物が, 生息域を区分する不連続点¹⁾として従来から生息環境に与える影響が問題視されている. また, 河川を横断方向に見ると, 水辺植生は天敵から逃れるための隠れ家, 遊泳力の弱い稚魚の生育場, 虫を呼び寄せ餌を供給する等, 良好な生息場を形成する要因として大きな役割を果たしている²⁾, その保全が求められている. しかしながら, これらの不連続点や水辺植生が魚類の生息場に与えている影響については未だ十分に解明されておらず, 河川の環境機能増進のためには, それらを考慮した生息環境評価法の確立が求められている. そこで, 本研究では, 不連続点と水辺植生被覆状況が魚類生息場に与える影響を, 魚類の視点から総合的に明らかにし, 長良川水系の伊自良川で行ってきた現地

調査資料の中から, 不連続点の規模と設置場所のデータを用いて, 不連続点によって区分された水域の河道特性を明らかにし, 水辺植生の被覆状況のデータとともに GIS 上に展開して, 伊自良川支川流域の魚類生息空間評価を試みた.

本研究の成果は, 河川における魚類の縦断移動について, 支川や農業用排水路まで対象とした水系の環境整備を進めるうえで, 役立つものと考えられる.

2. 調査対象水系

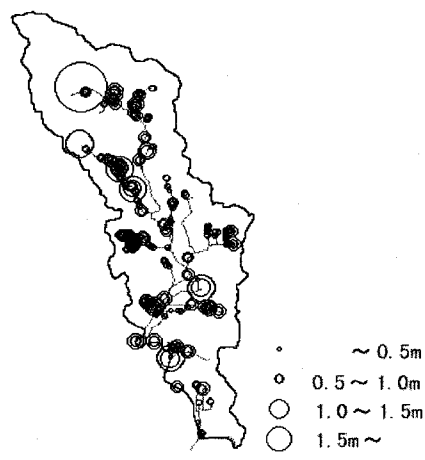
調査範囲に選定した伊自良川は, 図-1に示すように最上流部に灌漑用ダム貯水池として伊自良湖があり, 下流部で鳥羽川, 板屋川と合流した後, 岐阜市内で長良川に合流する流路延長 23.8km, 流域面積 160.2km²の一級河川である. 本川上流部では, 石礫からなる沖積層が厚いため, 平水時には伏流している状態が中流域までの約 6km の区間続いている. また, 上流部の支川流域にも平水時に水が流れていない河道がある. 流域は 70%が山地, 20%が水田となっていて自然豊かな土



図－1 伊自良川水系



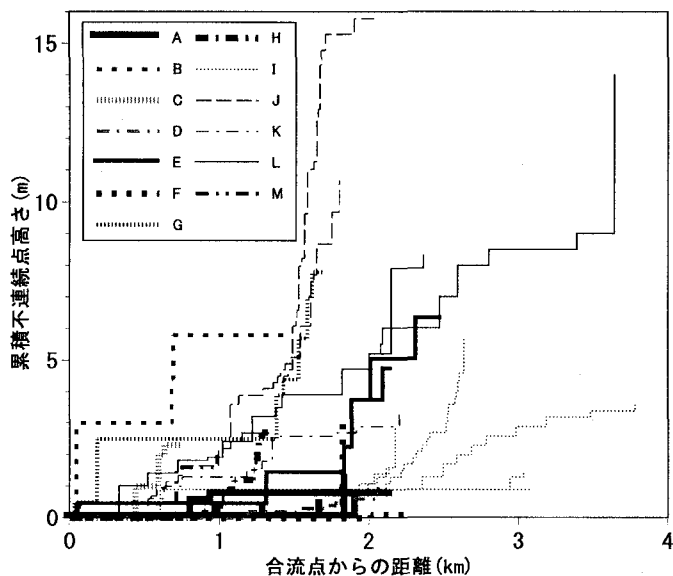
図－2 支川流域



図－3 不連続点分布図

表－1 支川流域の流路延長と流域面積

No.	支川流域名	流路延長 (km)	流域面積 (km ²)
A	城田寺	4.976	3.167
B	南谷	1.438	1.027
C	石谷	1.108	0.822
D	竹田	2.135	1.421
E	長野	2.622	2.153
F	洞川	2.165	1.351
G	安食	0.582	1.427
H	岩利	1.219	1.723
I	しびり	6.432	5.916
J	大洞	2.372	1.640
K	三吉	2.204	2.078
L	生原	4.308	5.134
M	上願	0.997	1.981
合計		32.558	29.839



図－4 不連続点の距離と累積高さ

地である。このように土地利用の多くは水田であることから、ほとんどの支川は農業に利用されており、季節により流量は大きく変化する状況にある。なお、本川下流部では、アユをはじめとする13魚種について種苗放流事業が実施されている。

3. 伊自良川における水系の連続性

(1) 調査概要

調査は2001年7月から9月にかけての、農業用水路等に通水され多くの魚類が活発に行動する期間に行なった。調査範囲は図－2に示した13の支川流域であり、河道は主要水路の最小流路幅である1.5mまでを対象とした。各支川流域の流路延長と流域面積を表－1に記す。調査方法は多くの河道を効率よく行なうために、基本的な生物調査の手法の1つであるラインセンサス法³⁾を採用した。

調査項目は、物理指標としての水路幅、水路深さ、水位、不連続点の水位差と形状、水辺植生指標の河道断面の上部を覆うカバー、水際植生、水生植生であり、生物指標として目視またはタモ網で魚類の確認を行なった。

ラインセンサスには、数値地図25000岐阜地図画像⁴⁾から縮尺1/6000の地図を作成して用い、GPSで位置を確認しながら進めた。収集データ・解析にはGIS (SPANS ; Tydac社)を用い、データベース化した。

(2) 不連続点と遡上難度値

ここでは、魚類の縦断方向の移動を阻害する河川横断構造物は、魚類の分布特性に影響を与えていると考えられるため、不連続点と呼ぶこととする。調査の結果、図－3に示すように全ての支川流域において多くの不連続点を確認された。不連続点の高さの傾向を見ると、50cm以下の不連続点は107箇所と多かったが、それ以上の高さをもつ不連続点も43箇所にのぼる。図

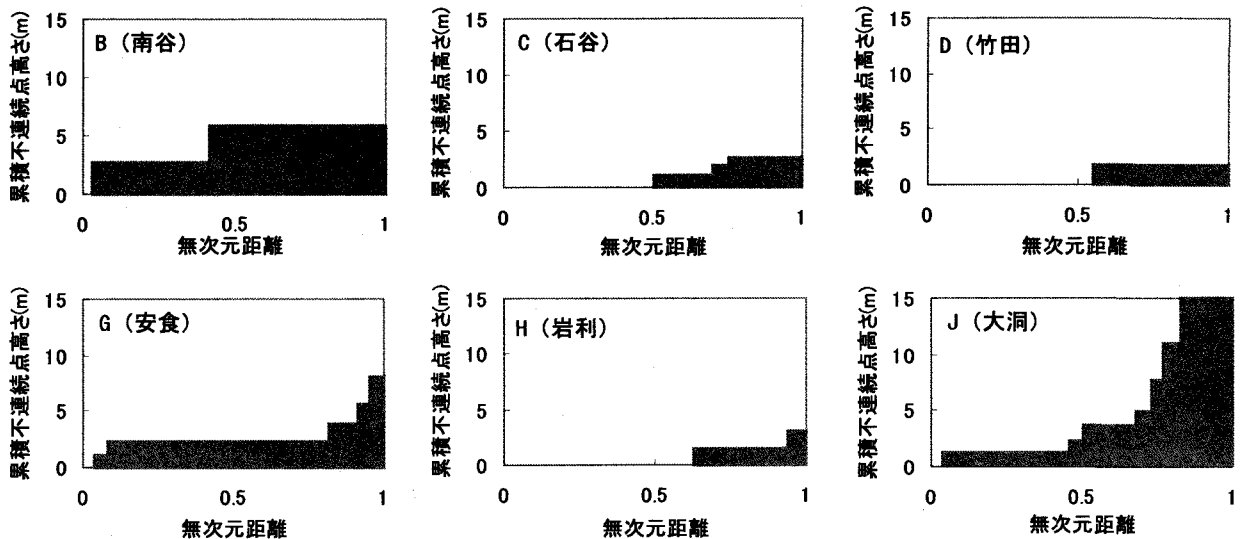


図-5 支川流域における不連続点の距離と累積高さ

ー4は各支川について本川との合流点を原点にとった流路延長と不連続点の高さの累積値を示したものである。このように、支川J,Lには多くの不連続点があり、支川Jに関しては1.5kmから不連続点の高さと個数が急増している。一方、支川A,D,F,Hには不連続点がほとんど見られなかった。また、支川Gには、短い河道にもかかわらず、下流端から大きな落差を持つ不連続点がある。

不連続点が魚類の分布特性に与える影響を考えると、不連続点の高さだけでなく、その設置場所についても検討する必要がある。例えば、本川に接続する同延長の2支川を魚が下流端から上流端まで遡上すると仮定すると、それらに同じ高さの不連続点がある場合、下流域に不連続点がある場合と上流域にある場合とでは、後者の方が本川からの移動可能範囲は大きくなる。すなわち、不連続点によって魚の移動が阻まれている距離が大きいほど、不連続点がもたらす損失は大きい。そこで、不連続点の高さが持つ損失と、設置場所によって失う生息空間の損失距離の積を、遡上難度値 a として式(1)で定義する。

$$a = z(1 - x) \quad (1)$$

ここに、 z :堰や落差工等の不連続点の水位差(m)、 $x = X/L$ であって、 X :支川の下流端から不連続点までの距離(km)、 L :支川の下流端から上流端までの距離(km)である。

さらに、支川流域ごとの遡上難度値の合計を式(2)のように A とする。

$$A = \sum_{i=1}^n a_i \quad (2)$$

ここに、 a_i : i 番目の不連続点の遡上難度値、 n :各支川流域における不連続点の総数とする。

図-5は特徴のあった6つの支川流域について、不

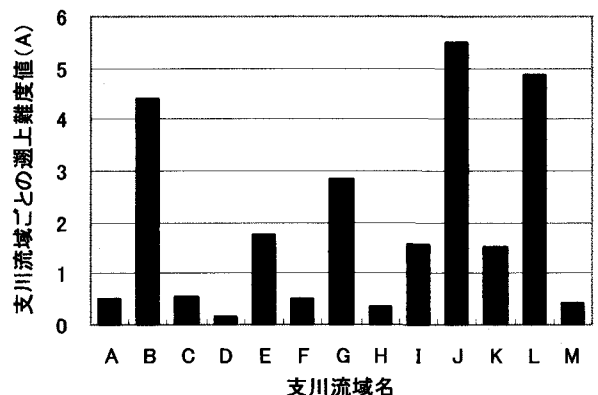


図-6 支川流域ごとの遡上難度値(A)

連続点の高さの累積と無次元化した流路延長との関係を示したもので、影部分の面積が支川ごとの A の値となり、例えば、支川Bでは下流域に大きな不連続点があるため、遡上難度値の合計は高い値となった。一方、支川Dでは中流域に不連続点が少し見られるにとどまったので低い値となった。全ての支川流域における A の値を比較したものが図-6である。この値が高いほど、その支川における魚の縦断移動は難しいと考えられる。その結果、最も値の高かったのは中流域から上流域にかけて多くの不連続点が点在する支川Jで、また、不連続点の数は少なかったが、下流域に a のあった支川Bも高い結果となった。

(3) 水辺植生の被覆状況

河川の魚類生息場について考えた場合、単調なコンクリート護岸は、それにとって望ましいものではないことは周知の通りである。しかしながら、その状況においても、水辺植生が存在すれば、魚類をはじめとする生物に良好な棲み家を提供することになるので生息空間を改善することになる。そこで、水辺植生が魚類生息場を構成している要素をカバー、水際植生、水生植生の3項目に分け、それらの被覆状況の調査を行な

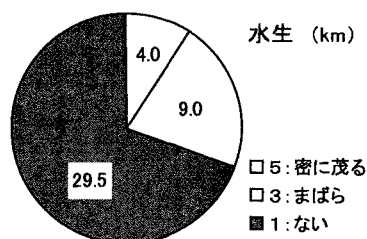
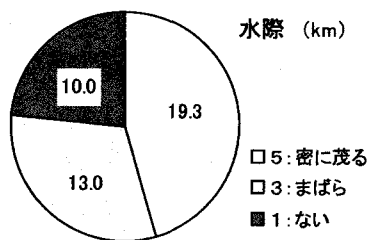
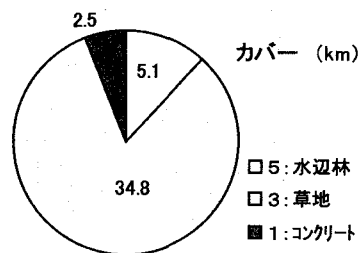


図-7 植生評価値の結果

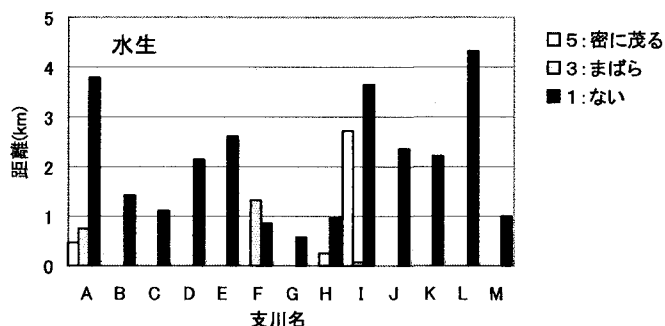
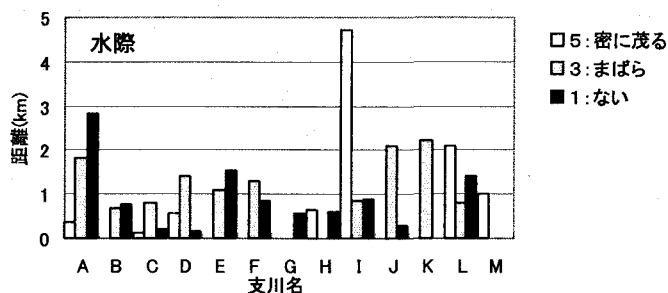
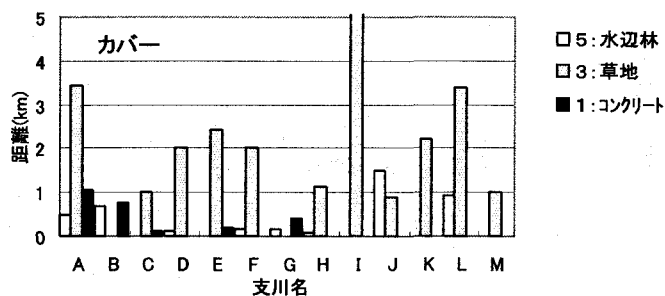


図-8 支川流域における植生評価値の結果

表-2 魚類生息場からみた水辺植生評価値

構成要素	評価項目	評価値
カバー	水面に影を落とす水辺林がある	5
	草地で覆われている	3
	コンクリートで被覆されている	1
水 際	水際植生が密に茂る	5
	水際植生がまばらである	3
	水際植生がない	1
水 生	水生植生が密に茂る	5
	水生植生がまばらである	3
	水生植生がない	1

った。調査方法は、広い範囲を効率的に把握するために、人間による視覚的な判断手法とした。各構成要素とも表-2のように3つの規準を設定し、条件が満たされれば5、そうでなければ3か1の評価値を与え、これらを魚類生息場からみた水辺植生評価値とした。なお、5、3、1という評価値についての根拠は必ずしも十分ではないが、今後に予定している魚類分布特性の詳細な現地調査結果から明らかにしていきたい。

伊自良川水系におけるこれらの植生評価値の結果を図-7に示す。カバーについては水辺林のある河道が5.1kmと多く見られ、水際植生についても全体の3/4

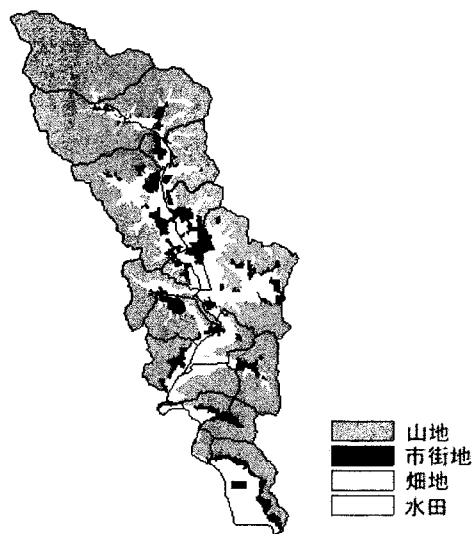


図-9 土地利用図

の河道が植生で被覆されていると、良好な結果であった。一方、水生植生は大部分の河道で確認されなかった。

図-8は各支川における水辺植生評価値である。カバーについては山際を流れる支川Jに多く見られ、全体としては草地に覆われた河道が多い。水際植生と水生植生については、支川Iで良好な結果が得られた。

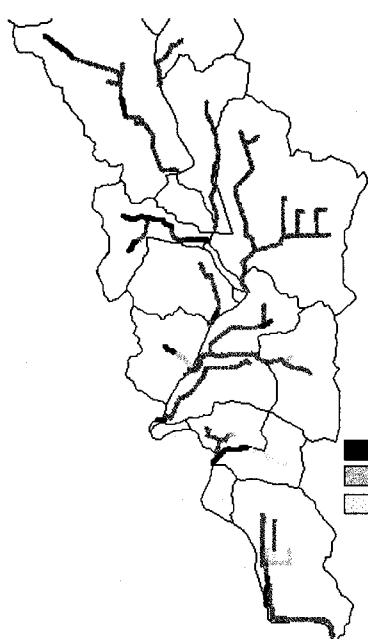


図-10 カバー植生分布図

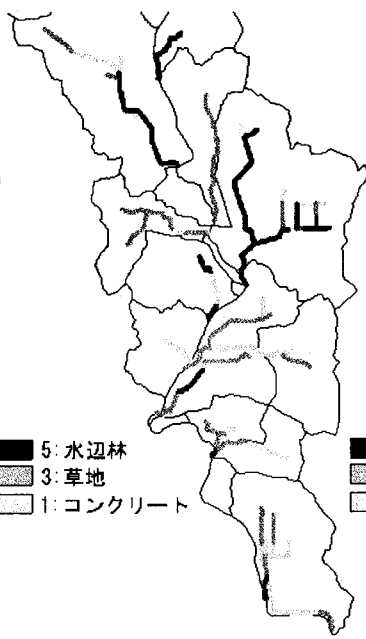


図-11 水際植生分布図

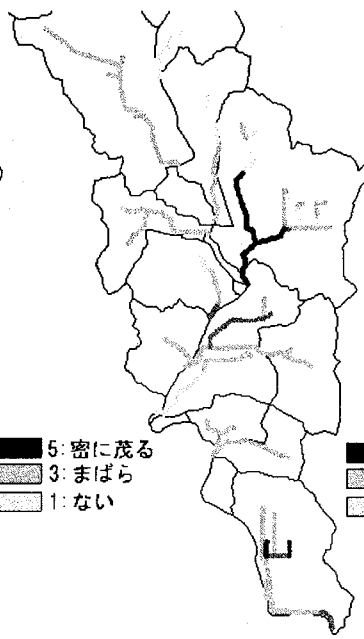


図-12 水生植生分布図

(4) 土地利用の分類

ここまでは、河道の不連続点や水辺植生について扱ってきたが、魚類の生息空間には、周辺環境の影響も大きいと考えられる。そこで、岐阜県岐阜建設事務所から提供された 1/25000 土地利用図⁵⁾を GIS に取り込み、山地、市街地、畑地、水田の分布を示すと図-9 のようであり、これを支川流域における河道の属性値として、魚類生息空間評価に加えた。

4. 水系の空間評価

(1) 水辺植生の評価

水辺植生評価値から得られた結果を、GIS に河道の属性値として入力し、カバーと水際植生、水生植生について表した。その結果、図-10は支川 E、J において水辺林が河道を覆っており、図-11では支川 D、I、L において良好な水際植生帯があり、また、図-12では支川 A、I において多くの水生植生帯が確認された結果が反映されている。これら 3 つの項目に対し、同等の重み付けをしてまとめると図-13 のようである。その結果、「最も良い」とされた河道は全体の 9% にあたる 2.9km、「良い」は 42% にあたる 13.5km で、「悪い」は 44% にあたる 14.2km、「最も悪い」は 5% にあたる 1.5km となった。支川別では、支川 I で「最も良い」河道が続くが、支川 B、G が「最も悪い」という結果となった。

(2) 遡上難度値の評価

不連続点によって区分された河道を評価するため、遡上難度値に 2 つのしきい値を設定し、3 段階の評価値を与えた。魚類の遡上を考えた時、一般に堰や落差工の高さが 0.3m を越えると、通常は小さな魚は移動できない²⁾といわれているので、これらの値として下流端において 0.3m の不連続点がある場合の遡上難度値 ($a=0.3$) と、その倍の 0.6m の不連続点がある場合の遡上難度値 ($a=0.6$) を設定した。すなわち $a < 0.3$ では影響が少ないとして 5、 $0.3 < a < 0.6$ では 3、 $0.6 < a$ は悪影響があるとして 1 の評価値を与えた。

これらの結果を、河道の属性として示すと図-14 のようであって、ほとんどの支川において本川との接続は良好な状態であることがわかる。しかし、上流端まで良好な状態が続いている支川は少なく、中流または下流域に高い不連続点があるため評価は低くなっている。

(3) 魚類生息空間評価

遡上難度値の評価結果と水辺植生の評価結果に土地利用状況を加えた 3 項目に対し、表-3 に示した魚類生息空間の重み付けをして、図-15 のように示した 4 段階の魚類生息空間評価を行った。このように、支川 I の下流域 0.8km 区間と支川 H の下流域 0.2km 区間が最も良好な生息空間であって、この区間では大きな不連続点もなく、水辺植生評価値も高いことから、保全すべき場所である。一方、支川 E の中流域では高い不連続点があることに加え、水辺植生の状況も好ましくないため、魚類生息空間としての機能は著しく低い場所と考えられ、改善が望まれる。

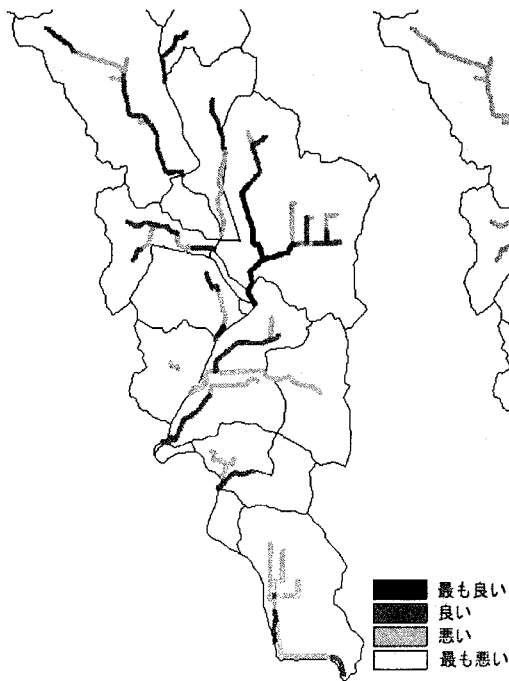


図-13 水辺植生の評価

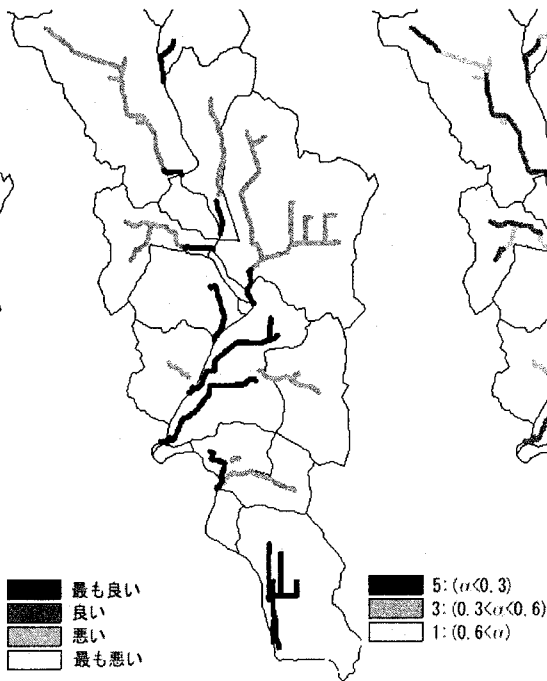


図-14 遡上難度値の評価

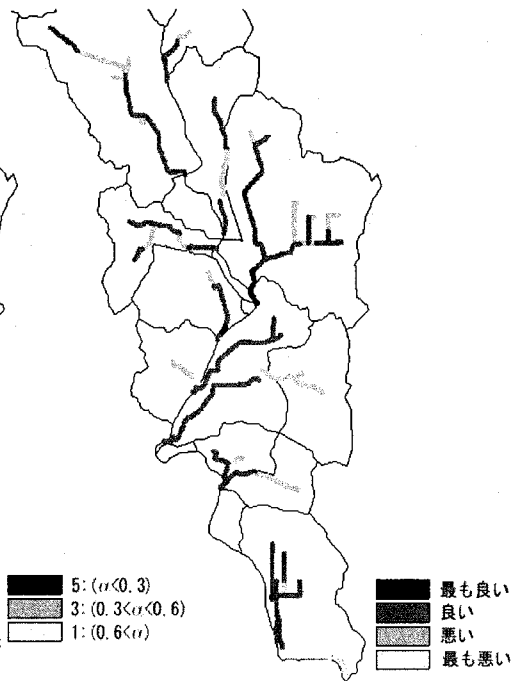


図-15 魚類生息空間評価

表-3 魚類生息空間評価の重み付け

項目		遡上難度値 の評価値	植生評価値 の結果	土地利用
重み付け		40%	40%	20%
最も良い	5点	5点 ($a < 0.3$)	最も良い	山地
良い	3点	3点 ($0.3 < a < 0.6$)	良い	水田
悪い	1点	1点 ($0.6 < a$)	悪い	畑地
最も悪い	0点	-	最も悪い	市街地

伊自良川支川全体では、多くの河道で魚類生息空間として「良い」という評価が得られた。この理由は、遡上難度値に関して、下流域に大きな不連続点がなかったことが考えられる。また、水辺植生については、多くの支川流域が水田地帯や山地であり、植生が河道に進入できる余裕があり、結果的に魚類の生息場として良好な空間を形成していると考えられる。

5. おわりに

本研究では、支川水系における魚類生息空間評価として、縦断方向の移動可能範囲を阻害する原因を示す遡上難度値と、横断方向の生息空間を向上する要因の水辺植生評価値を提案した。ついで、各項目に評価値を設定し GIS に取り込むことで、支川水系の魚類生息

評価を視覚的に表現した。

しかしながら、遡上難度値と植生評価値の基準値の扱いについては、検討の余地が残る。今後は、魚類生息状況を調査して、本研究で提案した評価手法の検討をすすめ、水系全体を対象とした魚類生息空間評価を深めていきたい。

謝辞：本研究のための資料を快く提供して下さった岐阜県岐阜建設事務所河川砂防課の牛丸健氏、大日コンサルタント株式会社環境事業部の藤井孝文氏、ならびに現地調査で協力していただいた岐阜大学工学部学生の佐藤隆嗣氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 江崎保男, 田中哲夫: 水辺環境の保全-生物群集の視点から-, 朝倉書店, pp. 67-79, 1998.
- 2) 森下郁子, 森下雅子, 森下依理子: 川のHの条件-陸水生態学からの提言-, 山海堂, 2000.
- 3) 宗田好史, 北元敏夫, 神吉紀世子: 都市に自然をとりもどす-市民参加ですすめる環境再生のまちづくり-, 学芸出版社, pp. 73-92, 2000.
- 4) 国土地理院: 数値地図 25000 岐阜地図画像, 1998.
- 5) 岐阜県岐阜建設事務所河川砂防課: 土地利用図, 2001.

(2001. 10. 1受付)