

統計的手法による魚類分布特性解析

An analysis of fish species distribution by the statistical technique

研究第一部 主任研究員 北川 晴彦
研究第一部 部長 水野 雅光
研究第一部 主任研究員 竹内 秀二

河川整備計画等の策定において、河川環境に関する十分な検討が必要であり、河川環境情報図による環境特性の把握が行われているが、客観的指標を用いることによって、流域全体の視点での環境特性の把握が可能になると考えられる。

本調査研究では、河川環境特性を把握する一つ的手法として、河川水辺の国勢調査等のデータを統計的手法による分析・検討を行った。具体的には、淀川流域を対象に、魚類の調査データについてクラスター分析を行い、各河川における魚類分布の状況と出現魚種から、大きく3つの生態地域に区分し、それぞれの環境特性を整理した。

キーワード：魚類分布、統計的手法、クラスター分析、生態区分、河川水辺の国勢調査

River improvement planning requires a careful study of the river environment. Although river environment information maps are in use to determine environmental characteristics, use of objective indicators should make it possible to determine environmental characteristics from the point of view of the entire river basin.

In this study, data obtained from the National Survey on River Environments were analyzed and examined by using a statistical technique as one approach to the determination of river environment characteristics. In the study, a cluster analysis of fish survey data was conducted for the Yodo River basin. The study area was broadly divided into three ecological zones according to fish distribution in each river and the species observed, and the environmental characteristics of each area were determined.

Key words : fish species distribution, statistical technique, cluster analysis, ecological zoning, National Survey on River Environments

1. はじめに

河川管理においては、良好な河川環境の保全に配慮していくことがますます重要となっている。このため、現在、各河川において、学識経験者や地域住民を交えて様々な方法で河川整備計画について検討がなされている。この検討を行うには、流域全体の視点で河川の特徴を捉える必要があるが、河川環境情報図等により漠然とした捉え方はできるものの、各河川の特徴を客観的に捉える手法はなかった。

そこで、本稿では、河川の特徴を客観的に把握する一つの手法として、河川水辺の国勢調査における魚類調査データ等を統計的手法により解析し、魚類分布からみた河川特性の把握を行った。

2. 解析データ

河川水辺の国勢調査は、河川やダム湖に生息する生物等について定期的・継続的に調査されたものであり、調査は平成2年度から実施されている。

解析に用いたデータは、河川水辺の国勢調査のうち、魚類相調査結果を用いたが、以下の理由による。

- ①河川水辺の国勢調査は全国統一方法で調査されており、全国の河川との比較が容易であること
- ②中でも魚類は河川環境の変化を比較的よく反映していると考えられること
- ③出現種数が1河川で数10種程度であり、統計処理が比較的容易にできること

本稿では、淀川水系の河川のうち、魚類にかかわる既往調査の実施されている合計64本支川のデータを用いた解析を行った。

- ・河川水辺の国勢調査〔河川版〕(H2～H13)
- ・河川水辺の国勢調査〔ダム湖版〕(H3～H13)

この他、河川の中でも環境的に特異点と考えられるダム周辺のデータとして、ダム建設にかかわるアセスメント関係資料(H10～H13)も解析データとして含めている。

3. クラスタ分析について

2章で述べた魚類相データを用いて河川の特徴を把握する手法として、クラスタ分析を用いた。クラスタ分析とは、類似性の高い群集をグループ化する群集分類の一手法であり、群集サンプル間の類似性尺度(以下、類似度という)を計算して類似性の高い群集に分類していく手法である。分類結果は、デンドログラム(柱状図)で表していく。

類似度の計算式としては、Sorensenの類似度係数(QS)を用い、群集の分類には平均連結法(Mountford

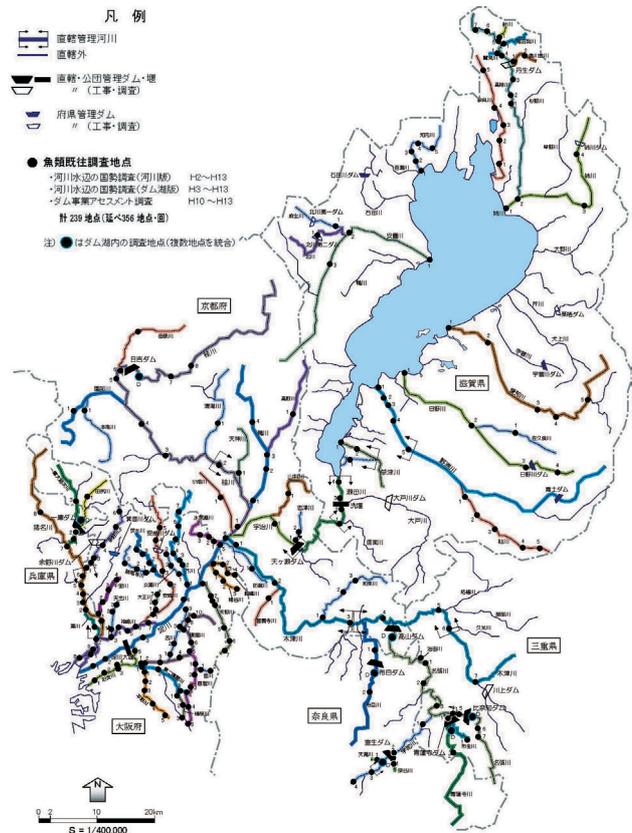
法)を用いた。類似度係数の計算式を以下に示す。

$$QS = 2c / (a + b)$$

ここで、aは河川Aの魚種数、bは河川Bの魚種数、cは河川A、Bに共通する魚種数

上記式により、最も類似度が高い河川の組み合わせを選んで群をつくり、さらに他の群との類似度を計算するということを繰り返していくことにより、類似度の高い河川同士をいくつかのグループにまとめ、魚類からみた河川グループの特徴の把握を行った。

分析に用いたデータは、淀川水系の本支川64河川・239地点での魚類調査結果であり、出現魚種を純淡水魚、通し回遊魚、外来魚、汽水・海産魚に分類するとともに、クラスタ分析は河川別および地点別でそれぞれ解析を行った。



図一 対象河川と既往調査地点

4. 淀川水系の特徴

淀川水系は、三重、滋賀、京都、大阪、奈良の2府4県にまたがる流域面積8,240km²、幹川流路延長75.1kmに及んでいる。上流域には日本最大の湖である琵琶湖をたたえ、そこから流れる宇治川をはじめ、木津川、桂川が合流して淀川となり大阪湾に注いでいる。

既往調査によると、全国109水系のクラスター分析による魚類生態地域の区分が行われているが、その結果、日本の純淡水魚類相は「北海道」「東日本」「西日本～北九州」「南九州」の4つの生態地域に区分されている。

淀川水系は、中部地方、北陸地方の一部、近畿地方、中国地方、四国及び北九州の水系からなる「西日本～北九州」地域に含まれるが、中でも木曾川水系と並んで日本でも純淡水魚の出現数が最も多く、特にコイ科の出現数が高いことが特徴としてあげられている。

河川水辺の国勢調査から得られた淀川水系全体の出現魚種は、総計28科108種（類等含む）であるが、捕獲確認魚種以外の魚種や種名未確定の種についてはデータ整理上除外としたため、総計28科92種についてクラスター分析の対象とした。

淀川水系における出現魚種の生態特性等をみると、出現魚種の70%が純淡水魚であり、そのうち55%がコイ科でしめられている。また、純淡水魚の生活環の88%は定住性の高い一次的淡水魚で占められていることが分かった。なお、二次的淡水魚とは汽水域でも生息できる魚種を指す。これら純淡水魚の生息する水理環境は、73%が流れの静穏なワンド、たまり、川岸などを好んで生活するタイプの魚種となったが、これは淀川のワンドに代表される河川の特徴を反映したものとなっていると考えられる。

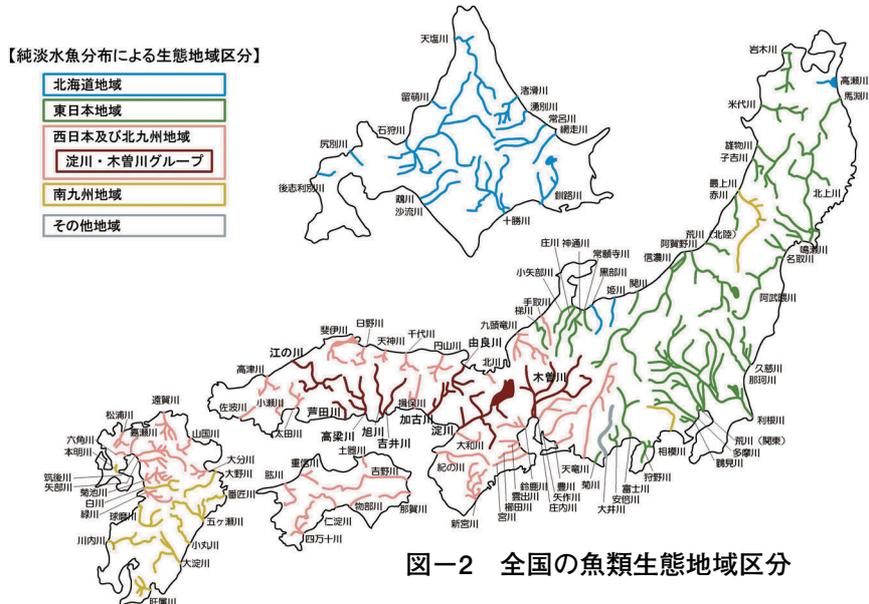


図-2 全国の魚類生態地域区分

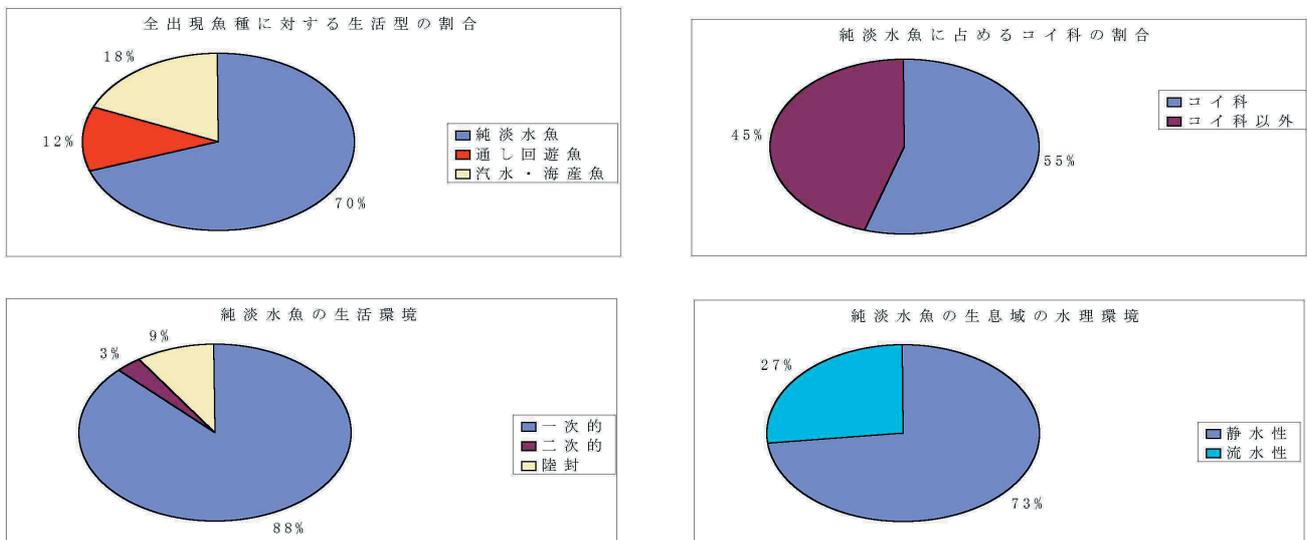


図-3 淀川水系の出現魚種からみた生態特性

5. 淀川水系の河川別クラスター分析

淀川水系に生息する魚種の特徴を整理した上で、水系内での河川グループの把握するため、河川別クラスター分析を行った。対象河川は、淀川水系で河川水辺の国勢調査が実施された64河川のうち、魚種が確認された54河川を対象に、以下の4通りのクラスター分析を行った。

- ①全魚種
(汽水魚、外来魚、通し回遊魚、純淡水魚)
- ②外来種を除く全魚種
- ③通し回遊魚+純淡水魚
- ④純淡水魚のみ

分析結果から、①と②、③と④で同じような結果が得られた。全魚種では汽水魚の出現による影響が大きく、汽水域の河川が他と独立してしまっただけに、純淡水魚のみの分析結果では明確な生態地域に分かれるという結果となった。純淡水魚は、比較的汽水魚や通し回遊魚などと比べて比較的狭い生息エリアに定住していることから、生息場所の河川特性や環境を反映しやすいものと考えられる。従って、生態地域の区分等については、純淡水魚によるクラスター分析に基づいて行うものとした。

純淡水魚によるクラスター分析の結果、淀川水系の河川は類似度0.4で以下の3つの主要なグループ(生態地域)に分かれた。

- AJグループ：淀川・木津・桂川グループ
- DJグループ：琵琶湖北湖グループ
- EJグループ：寝屋川等を含む市街地河川

AJグループは、淀川本川をはじめ、木津川、桂川など、水系の主要河川からなるグループであり、河川数も25河川と最も多い。コイ科を中心に最も多くの種(50種)が出現しており、この生態地域のみ出現した魚種もスジシマドジョウなど9種と最も多かった。

各グループの河川のうち50%以上で出現した魚種については、出現した河川グループの生態環境の特徴を代表する種であると考えられることから、「標徴種」として整理したところ、AJグループではギンブナ、カワムツB種、タモロコ、カマツカ、ドンコ、カワヨシノボリの6種類が標徴種としてあげられる。なお、コイ科のオイカワは全生態地域で出現しているため、標徴種からは除外している。

DJグループは、主として琵琶湖北湖への流入河川からなるグループであり、河川数は10河川であった。

AJグループに比べると純淡水魚の出現数は18~29種と少なく、コイ科の割合も低くなっているが、この生態地域にのみ出現した種として、ニッコウイワナ、

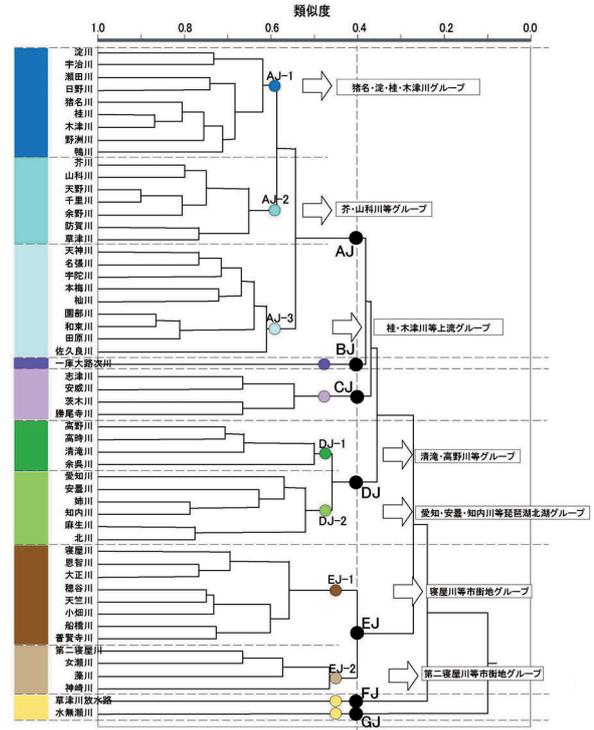


図-4 河川別クラスター分析樹状図(純淡水魚)

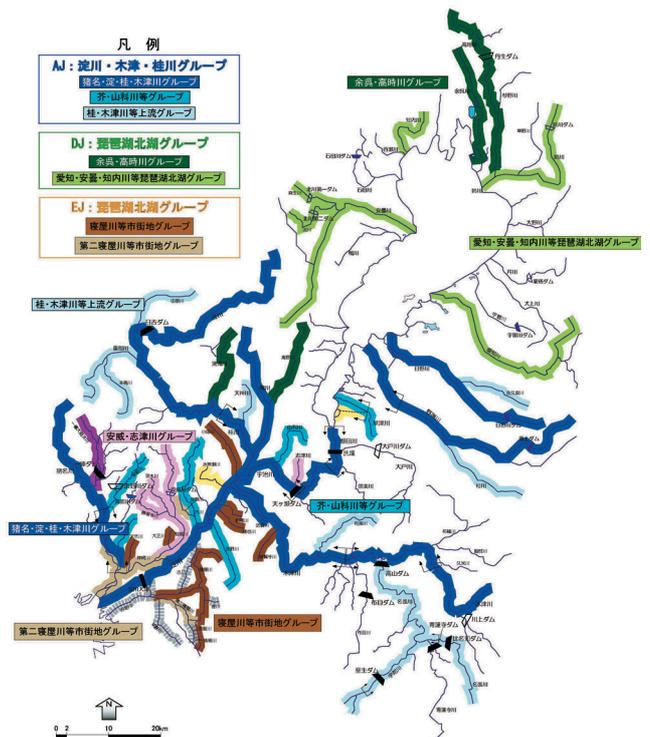


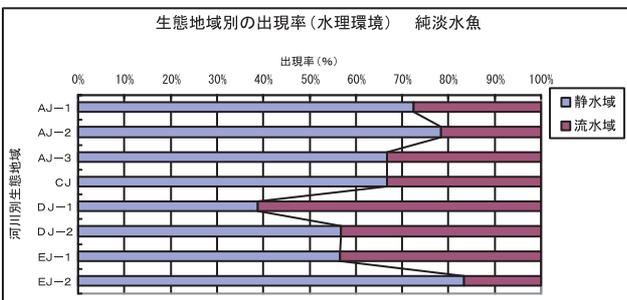
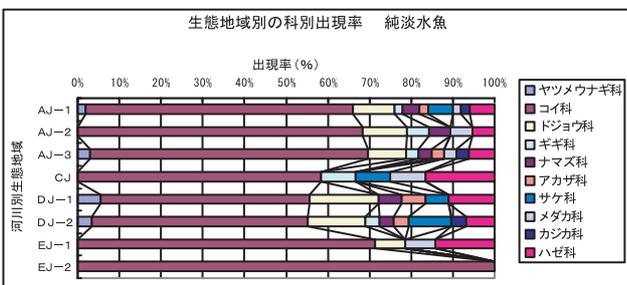
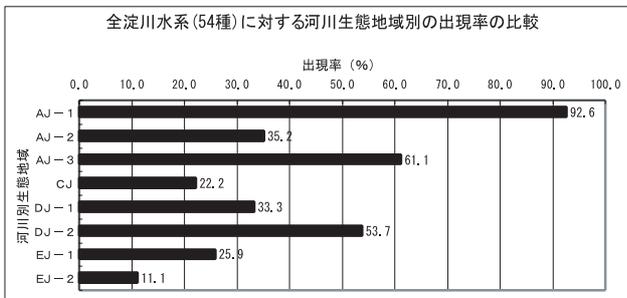
図-5 河川別クラスター分析によるグループ区分

ホトケドジョウといった清流域に生息する魚種があげられる。なお、標徴種としては、スナヤツメ、カワムツB種、アブラハヤ、タカハヤ、カマツカ、ドジョウ、シマドジョウ、アカザ、ドンコの9種類であった。

EJグループは、市街部を流れる河川からなるグループであり、河川数は12であるが、オイカワ、ギンブナなど汚濁に強い魚種を中心に6~14種出現しているが、この生態地域のみ出現した魚種はいなかった。なお、標徴種としてはギンブナのみであった。

6. 淀川水系河川の地点別クラスター分析

河川水辺の国勢調査では、各河川において複数の地点について魚類調査を実施しているが、河川別クラスター分析では河川単位で出現種を集計しているため、



図一6 河川別生態地域の出現傾向

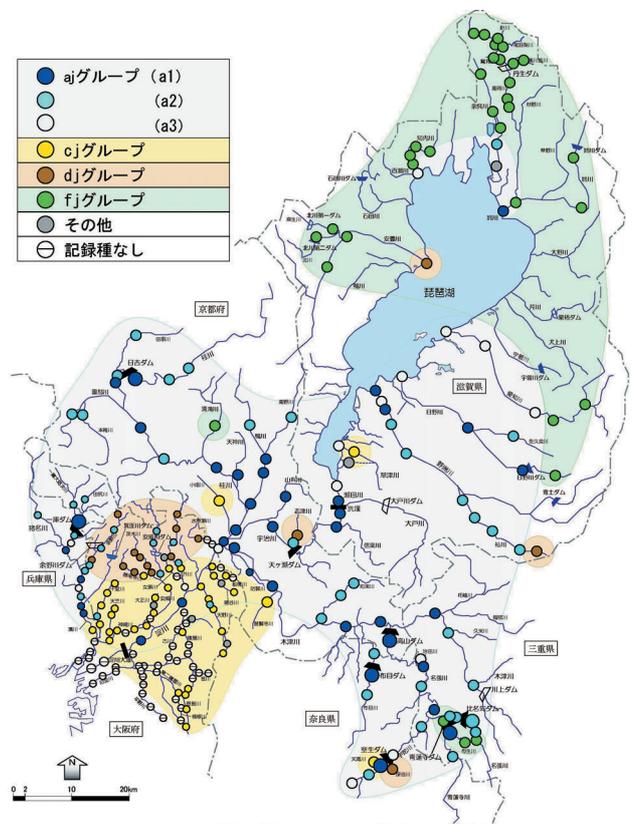
地点毎の特性を反映することはできない。そこで、淀川水系の本支川で魚類調査を実施した239地点について、地点別のクラスター分析を行った。

地点別クラスター分析においても、河川別クラスター分析と同様に、①全魚種(汽水魚、外来魚、通し回遊魚、純淡水魚)②外来魚を除く全魚種③通し回遊魚+純淡水魚④純淡水魚のみ、の4通りの方法で分析を行ったが、分析結果は河川別クラスター分析と同様①と②、③と④が類似した結果となったことから、生態地域の区分については、純淡水魚によるクラスター分析結果に基づくものとした。

地点別クラスター分析結果では、類似度0.3付近で大きく以下の4つのグループに分かれた。

- aj: 淀川・木津川・桂川グループ (103地点)
- cj: 市街地河川グループ (37地点)
- dj: 淀川右岸山地支川グループ (16地点)
- fj: 琵琶湖北湖グループ (33地点)

河川別クラスター分析結果と比較すると、淀川をはじめとした主要河川のグループであるAJグループについては、地点別ではajとdjの2つに分かれているが、全体としては河川別クラスター分析結果とおおむね同様の区分となった。



図一7 地点別クラスター分析結果(純淡水魚)

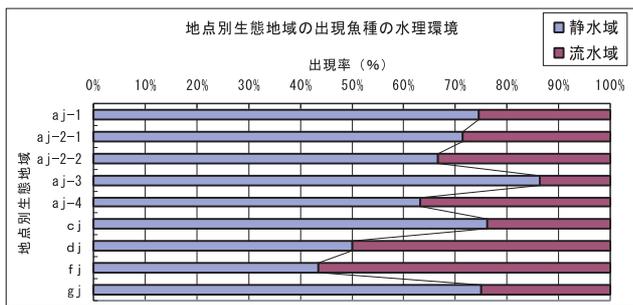
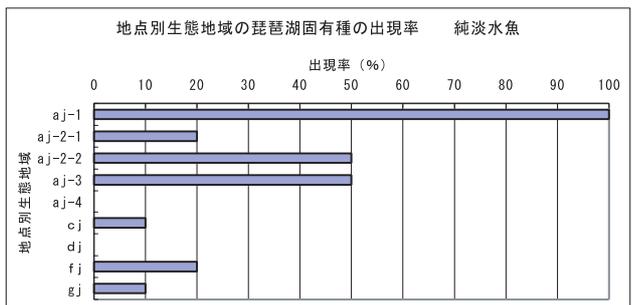
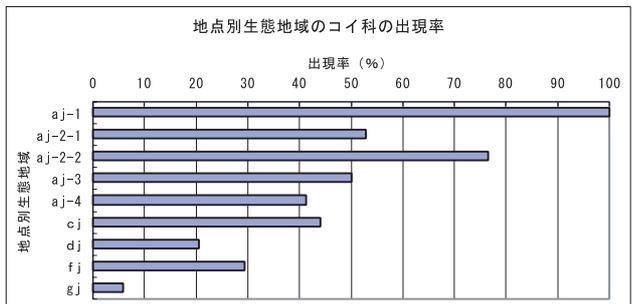
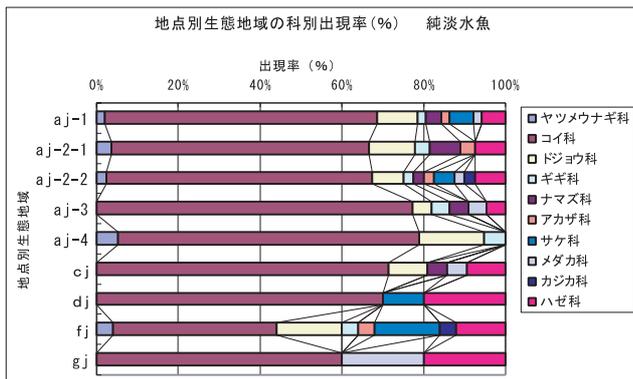
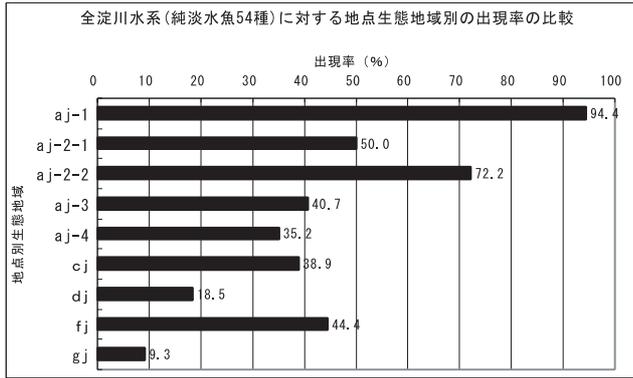


図-8 地点別生態地域の出現魚種の特徴

ajグループは、淀川、木津川、桂川の主要河川等からなるグループであり、最も魚種が多く出現している。このグループは魚種相の違いからさらに4つの小グループに分かれるが、中でも淀川・桂川・木津川・名張川のグループについては51種が出現しており、淀川水系全体で出現した純淡水魚54種の約95%が出現していることになる。また、コイ科や琵琶湖固有種の出現率は100%と、他の生態地域に比べて突出していた。なお、比較的静穏域に生息する魚種が多く、このグループがすなわち淀川水系の河川の特徴を代表しているものと考えられる。

cjグループは、寝屋川を含む市街地河川のグループであり、出現魚種は21種類と少ないが、コイ、ギンブナといった汚濁に強い魚種が共通して出現しており、水質汚濁の進む都市河川の生息環境を反映していると考えられる。

djグループは、淀川右岸支川である市街地河川上流であり、出現魚種は10種と4つのグループの中では最も低かった。

fjグループは、琵琶湖北湖周辺の河川のグループで、出現種数は24種類であったが、静水域に生息する魚種がajグループに比べて少なく、コイ科以外のサケ科、ハゼ科など流水域に生息する魚種が出現していることが特徴としてあげられる。

さらに、それぞれの生態地域に生息する魚類の生息場所、食性、産卵基質について特徴を整理した。

○生息場所

ajグループでは魚種が多いこともあり、氾濫原的な環境、用水路などの小河川、淀みや池沼的環境、砂礫など、様々な場所に生息する魚種が存在しているといえる。ただし、細かくみていくと琵琶湖東岸のグループは淀みなどの池沼的環境を好む魚種が比較的多い傾向にあるのに対し、最も魚種の多い淀川・桂川・木津川・名張川のグループは砂礫河川を利用する魚種が若干少ない傾向がみられた。

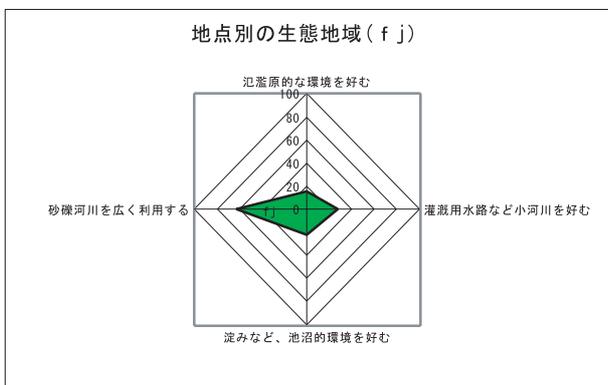
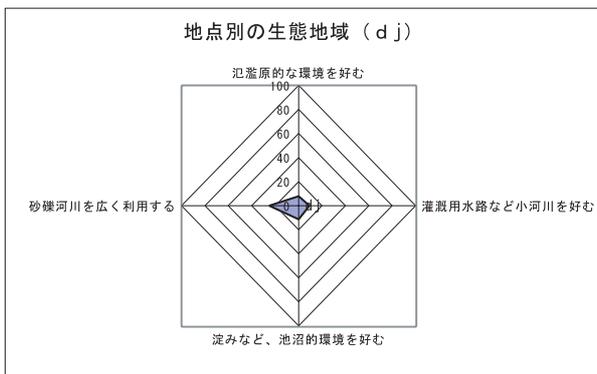
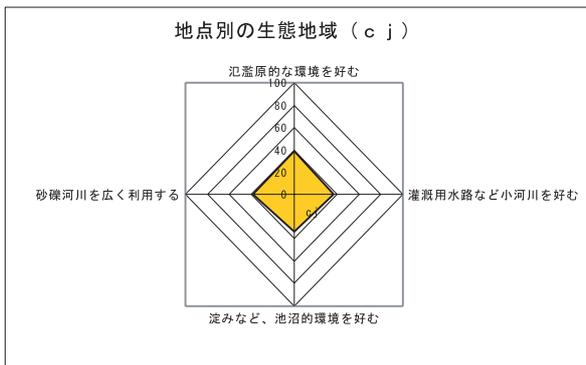
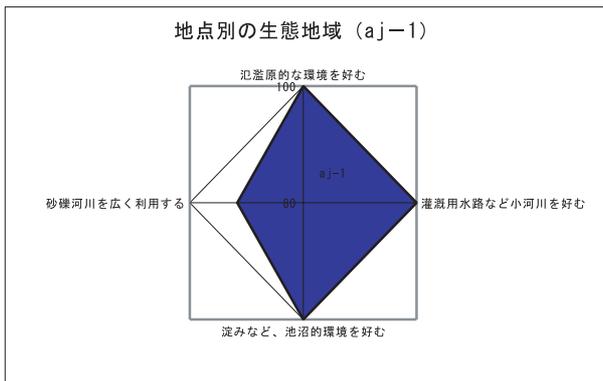
cjグループについても種数は少ないものの、ajグループと同じような傾向が見られた。またdj、fjグループについては砂礫河川を利用する魚種が多い傾向が見られたが、このことから上流域の特徴をもったグループであることが伺える。

○食性

食性については、ajグループはさまざまな食性の魚種が出現しているのに対し、cjグループやfjグループについては、肉食性の魚種が多い傾向がみられた。

○産卵基質

どんな場所に産卵するかということは、すなわち生



図一9 生息場所別の魚種傾向

息場所の環境に左右されることになるが、産卵基質についても aj グループが様々な場所に産卵するグループが出現しているのに対し、fj グループでは礫に産卵する魚種が80%を占めていることが特徴的である。

cj、dj グループについては、淡水貝に産卵する魚種が見られなかったのが特徴であるが、これは水質の悪い都市河川の環境に関係があると考えられる。逆に、aj グループでは淡水貝に産卵する全ての魚種が出現していた。

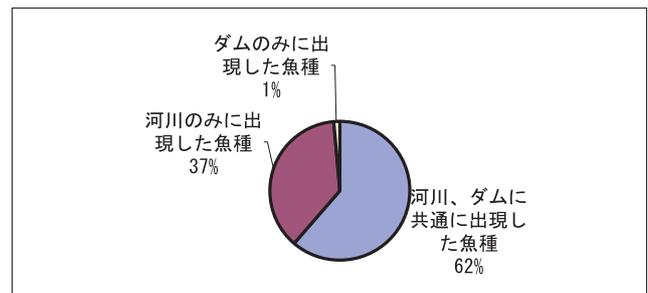
7. ダム湖周辺の魚類分布

河川におけるダムは、通常上流山間部に設けられることから、本来溪流的な河川環境である場所にダム湖という静水域が出現することになる。

またダムの上下流では魚類の往来が分断あるいは制限されることが多く、河川の連続性の面からは一種の特異点であるといえる。

本検討では、7つのダム（日吉ダム、一庫ダム、布目ダム、高山ダム、室生ダム、青蓮寺ダム、比奈知ダム）において、ダム湖に生息する魚種とその上下流に生息する魚種の比較を行った。

対象となる7ダムのうち、供用年数の短い比奈知ダムを除く6ダムについては、クラスター分析の結果、純淡水魚の出現魚種数が多い淀川本川下流のグループに含まれた。



図一10 ダム湖と河川の出現魚種の傾向

ダム湖の上下流の河川で出現した魚種は、純淡水魚61種、通し回遊魚8種、の計69種であり、その内外来魚が10種出現している。また、ダム湖で出現した魚種は、純淡水魚39種、通し回遊魚5種の計44種であり、その内外来種は5種出現している。

ダム湖と、その上下流の河川に出現した魚種を比較すると、ダムのみ出現した魚種はわずかであり、約6割の魚種はダム・河川に共通して出現している。出現魚種としては、コイ・フナ類を中心にオイカワ・カマツカ・ナマズや、外来魚のブルーギル・ブラックバ

スなど、淀みや静水域にすむ魚種であった。また、河川のみ出現した魚種約4割であり、アブラボテや氾濫原にすむスジシマドジョウ、清流や湧水域にすむホトケドジョウ・カジカなどであった。

と、ダム湖に出現している魚種が淀みなど池沼的な環境を利用する魚種が比較的多いのに対し、河川のみ出現した魚種では氾濫原的な環境を好む魚種が比較的多く、また礫や淡水貝に産卵する魚種が多い傾向がみられた。これらのことから、ダム湖によって山間部下流域の環境ができ、その環境を好む魚種が増えるが、ダム湖の上下流では従来の上流域の魚種が生息しているものと考えられる。

8. まとめ

淀川水系の河川を魚類分布からみた生態地域に区分するため、河川別および地点別にクラスター分析を行ったところ、以下の結果が得られた。

- ①河川別と地点別の結果はおおむね一致しており、特性の異なる3つの生態地域に区分された。またそれぞれの生態地域に出現する魚種は、地形からみて予想しうる魚種であった。
- ②ダム湖においては、比較的魚種数の少ない上流に位置するにもかかわらず、比較的魚種数は多く、下流域の環境を有しているものと考えられる。
- ③クラスター分析による魚類の生態地域区分により、水系全体から各河川のおおまかな特徴をとらえることが可能である。

おわりに

淀川水系は、全国的にみても魚種の豊富な水系であり、また特徴的な生態地域に明確に分かれていることがわかった。

この生態地域については、感覚的には誰もがそう思っていたことであるが、調査データを用いた統計処理という、客観的な手法によってそれが裏付けられたことになるといえる。

河川水辺の国勢調査も、すでに3巡目の調査にはいっており、今後こういったデータの蓄積は将来にわたって河川環境を考えていく上で重要な基礎資料になっていくとともに、今後どのように河川管理等に活用していくか、検討していく必要があると思われる。

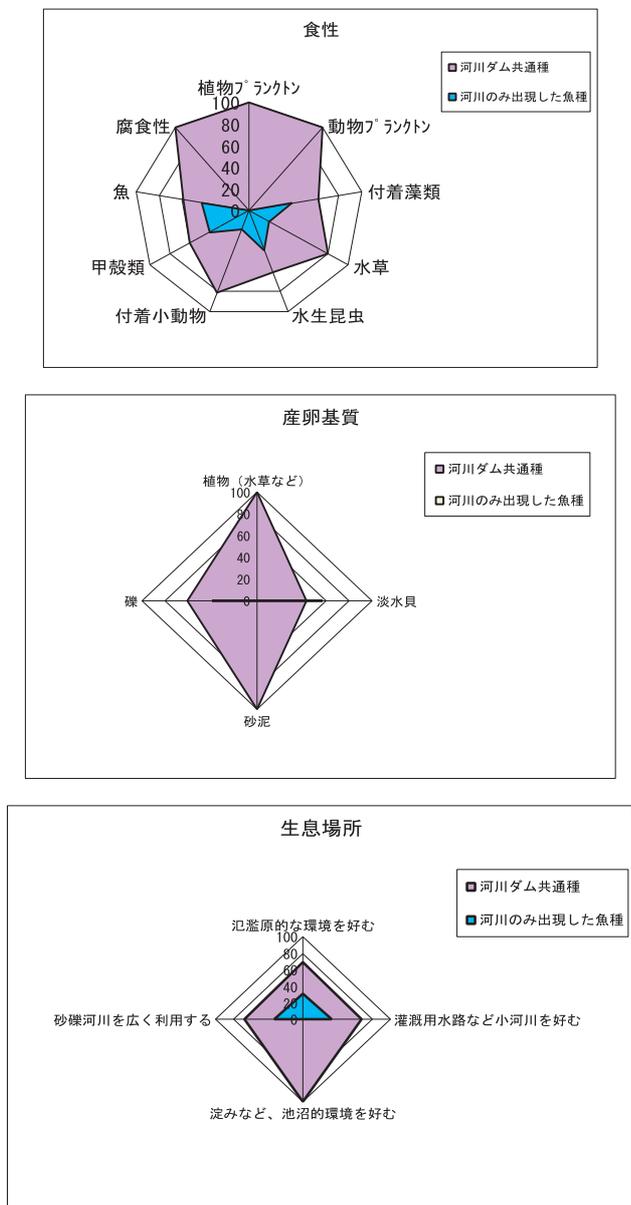


図-11 ダム湖と河川の出現魚種の生態特性

ダム上下流の河川のみ出現した魚種と、河川・ダム湖に共通して出現した魚種の生態特性を比較する