

香川県における淡水魚類の分布 (3) — 魚類の出現状況に関する統計解析 —

Distribution of Freshwater Fish in Kagawa Prefecture (3) — Statistical Analysis of Appearance of Fish Species —

白井 康子 伊藤 英夫
Yasuko SHIRAI Hideo ITO

要 旨

水生生物の保全に係る環境基準の類型指定のための基礎調査の一部として、県下の主要な河川における魚類の生息状況調査を実施した。本報では、数量化Ⅲ類などの統計手法を用いて、魚類の出現状況に関する統計解析を行い、河川間の類似性、確認される魚類間の関係性について推定を行ったので報告する。

キーワード：香川県の魚類相 統計解析 数量化Ⅲ類

I はじめに

水生生物保全環境基準の類型指定に必要な情報である魚介類の生息状況等を明らかにするため、平成 19 年度に環境保健研究センターにおいて「水生生物保全環境基準の類型指定に係る水生生物等の調査」を実施し、調査結果のとりまとめ¹⁾を行った。

第 1 報²⁾では文献調査と現地調査の出現魚種の比較を行い、第 2 報³⁾では主な魚種の出現状況について取りまとめを行った。本報では魚類の出現状況に関する統計解析を行い、河川間の類似性、魚類間の関係性を推定した。

II 方法

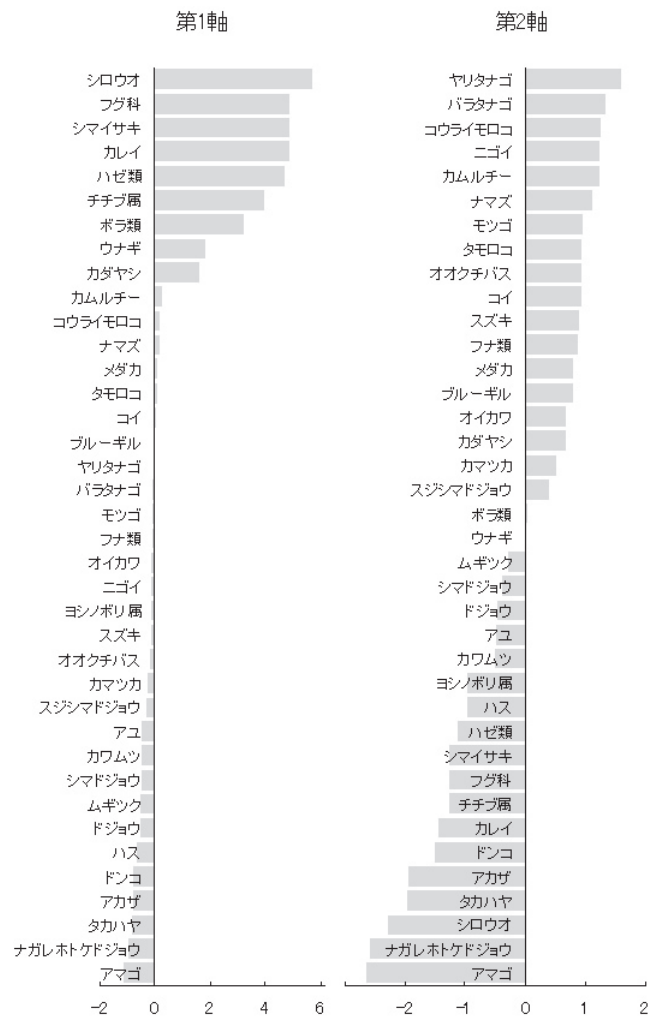
環境基準類型指定河川 31 河川のうち、柚場川を除く 30 河川 441 地点で魚類調査を実施しており、39 種類の魚類を確認している²⁾。このデータを河川別の魚類出現状況に集約し、統計解析を行った。

III 結果

1 地点別確認魚類による解析

魚類の確認出来なかった地点と魚類が 1 種類しか確認出来なかった地点を除く 298 地点 38 魚類について数量化Ⅲ類による解析を行ったところ、各軸の寄与率は第 1 軸 8.20%、第 2 軸 7.91%、第 3 軸 4.80%で、第 3 軸までの累積寄与率は 20.90%と低かった。第 1 軸及び第 2 軸のカテゴリ数量は図 1 のとおりとなった。

第 1 軸は汽水性、純淡水性魚類の軸と推定されたが、第 2 軸以降については解釈が難しかった。第 1 軸と第 2 軸によるサンプルスコアを散布図にすると図 2 のとおりとなり、第 1 軸のサンプルスコア 0 付近で山型を示し、これが第 2 軸の解釈を困難にした原因と推定された。第 1



(数量化Ⅲ類, 298 地点, 38 魚類)

図 1 地点別確認魚類によるカテゴリ数量

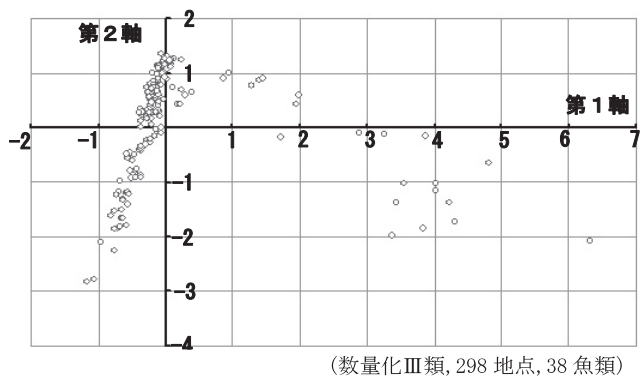


図2 サンプルスコアによる散布図

軸のサンプルスコアが 0.5 以上となった地点は河口域の調査地点で、確認魚類もボラ類、ハゼ類、シロウオ等の汽水域の魚類が主であった。

第1軸のサンプルスコアが 0.5 以上の地点のデータを除き、更に確認地点が 1 ヶ所以下の魚類のデータを除く 274 地点 28 魚類(ヤリタナゴ, ハス, ボラ類, スズキ, シマイサキ, ハゼ類, シロウオ, チチブ属, フグ科, カレイの 10 魚類が除かれた)について再解析を行ったが、各軸の寄与率は第1軸 10.72%, 第2軸 6.29%, 第3軸 5.77%, 第3軸までの累積寄与率は 22.79% で低いままであった。第1軸でカテゴリ数量が正の大きい値を示したものが、コウライモロコ, バラタナゴ, カムルチー, ニゴイ, ナマズ, 負の大きい値を示したものが、アマゴ, ナガレホトケドジョウ, タカハヤ, アカザ, ドンコで、第1軸は平地性・溪流性を表す軸に変化した。第2軸以降については 38 魚類を対象とした解析時と同様に解釈が難しかった。

2 河川別確認魚類による解析

確認魚類から河川間の類似性を推定するため、先の 298 地点のデータから第1軸のサンプルスコアが 0.5 以上となった地点でのみ確認された、ボラ類, ハゼ類, フグ科, シマイサキ, シロウオ, カレイを除き、河川別の魚類出現状況を集約した。集約されたデータは表1のとおりで、24 河川 32 魚類である。

このデータをもとに数量化Ⅲ類による解析を試みたところ、各軸の寄与率は第1軸 15.63%, 第2軸 10.81%, 第3軸 9.63% で、第3軸までの累積寄与率は 36.08% と低く、また、確認河川数の少ない魚類のデータが検出力に影響している可能性が考えられた。

このため、表1のデータから更に出現河川が1河川となったヤリタナゴ, バラタナゴ, ハス, スズキ, チチブ属の5魚類(表中, 網掛け部分)を除き、24 河川 27 魚類について再度、解析を行

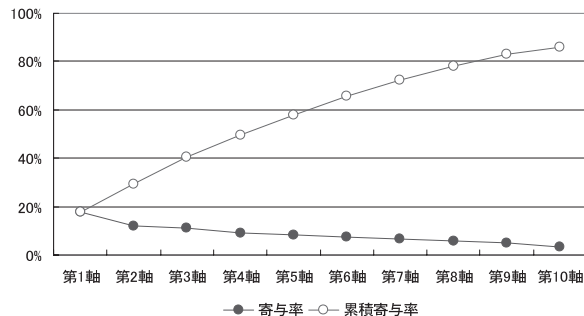
表1 河川別確認魚類(解析用データ)

	熊野川	高川	与田川	湊川	鴨田川	弁天川	新川	香日川	御坊川	香東川	本津川	青瀬川	綾川	大津川	北瀬川	西沙入川	金倉川	榑川	弘田川	高瀬川	一之谷川	利田川	佐治川	確認河川数	
ウナギ																								2	
コイ	1																							22	
フナ類	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	
ヤリタナゴ																									1
バラタナゴ																									1
ハス																									1
オイカワ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
カウムツ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	
タカハヤ																									6
モツゴ																									14
ムギツク																									3
タモロコ																									9
カマツカ																									7
ニゴイ																									6
コウライモロコ																									6
ドジョウ																									3
シマドジョウ																									7
スジマドジョウ																									6
ナガレホトケドジョウ																									4
ナマズ																									12
アカザ																									2
アユ																									5
アマゴ																									2
カダヤシ																									2
メダカ																									16
スズキ																									1
ブルーギル																									15
オオクチバス																									15
ドンコ																									9
ヨシノボリ属																									19
チチブ属																									1
カムルチー																									7
確認魚種数	7	10	15	16	5	16	12	5	22	8	7	21	9	17	5	15	5	4	14	19	7	11	5		

表2 各軸の寄与率等

(数量化Ⅲ類, 24 河川, 27 魚類)

	固有値	寄与率	累積寄与率	相関係数
第1軸	0.2179	17.57%	17.57%	0.4668
第2軸	0.1481	11.94%	29.52%	0.3848
第3軸	0.1366	11.02%	40.53%	0.3696
第4軸	0.1121	9.04%	49.57%	0.3348
第5軸	0.1048	8.45%	58.02%	0.3237

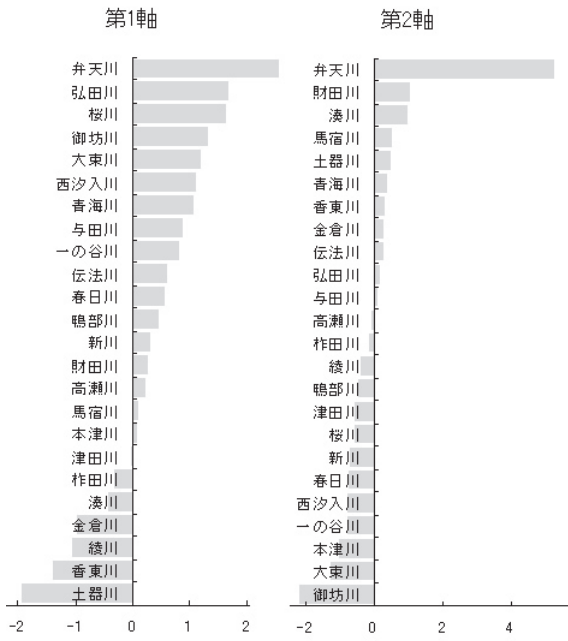


(数量化Ⅲ類, 24 河川, 27 魚類)

図3 各軸の寄与率及び累積寄与率

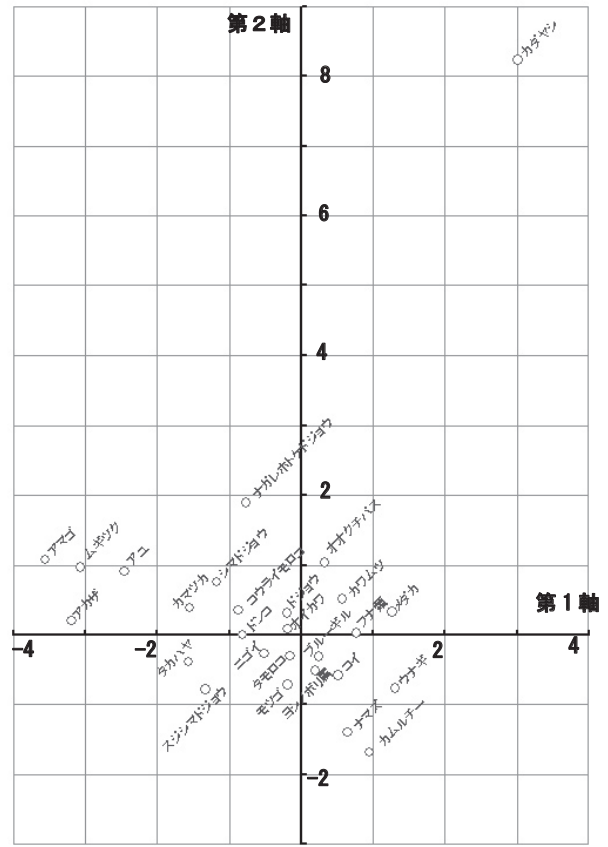
った。各軸の寄与率等は表2, 図3のとおりで、データを除外することで寄与率はやや向上したが、各軸の寄与率は小さいままであった。

第1軸及び第2軸のカテゴリ数量を図4に示す。第1軸は確認魚類数の多寡を表す軸(河川の規模と良好な相関を持つ²⁾)として考えられるが、カテゴリ数量が負の大きい値を示した土器川, 香東川, 綾川, 金倉川, 湊川の5河川はいずれ



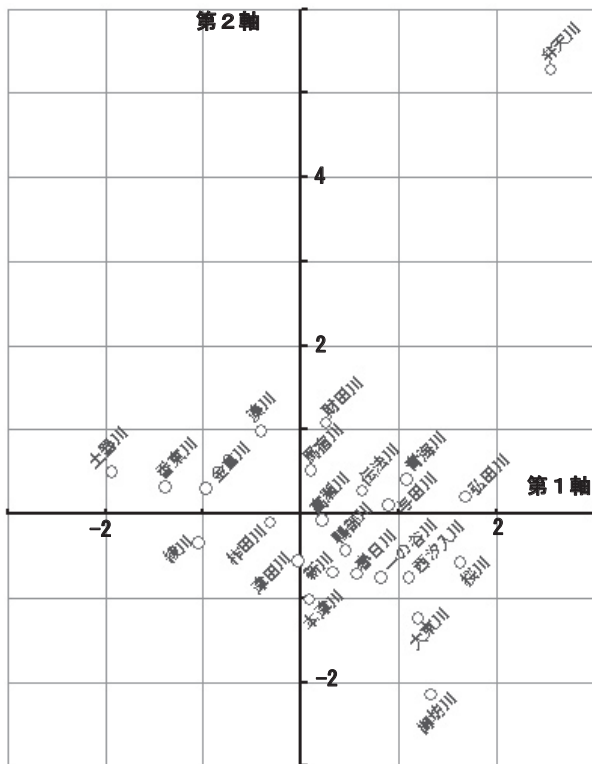
(数量化Ⅲ類, 24 河川, 27 魚類)

図4 河川データによるカテゴリ数量



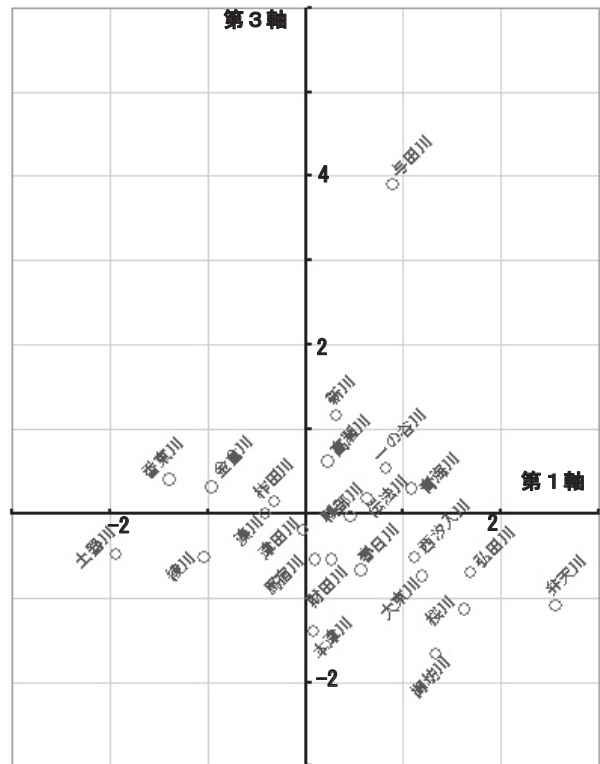
(数量化Ⅲ類, 24 河川, 27 魚類)

図5 サンプルスコアによる散布図



(数量化Ⅲ類, 24 河川, 27 魚類)

図6 カテゴリ数量による散布図 (第1軸-第2軸)



(数量化Ⅲ類, 24 河川, 27 魚類)

図7 カテゴリ数量による散布図 (第1軸-第3軸)

もアユが確認されている河川であることも特徴といえる。第2軸は、カテゴリ数量が負の値となった河川ではナマズ、カムルチーが確認される地点が多く、淀んだ水域の指標と推定できるが、正の大きい値となった弁天川、財田川ではカダヤシが確認されたことが特徴でもあり、一概に、軸を解釈することは難しい。

第1軸及び第2軸のサンプルスコアによる散布図を図5に示す。概ね第2象限にアマゴ、ムギツク、アカザ、アユ等清澄な水域を好む魚類が分布し、第4象限にカムルチー、ナマズ、ウナギ等の停滞水域に生息する魚類が分布、また、第2軸のサンプルスコアの大きかったカダヤシが離れてプロットされた。カダヤシを除く26魚類について相関係数を求め、F-検定を行ったところ、相関($r=0.483$, $P=0.0059$)が認められた。

カテゴリ数量による散布図を図6、図7に示す。いずれも第4象限に御坊川、大東川、桜川などの中小都市河川が分布している。離れた位置にプロットされた弁天川、与田川を除きそれぞれF-検定を行ったが、相関(第1軸-第2軸; $P=0.14$, 第1軸-第3軸; $P=0.028$)は認められなかった。

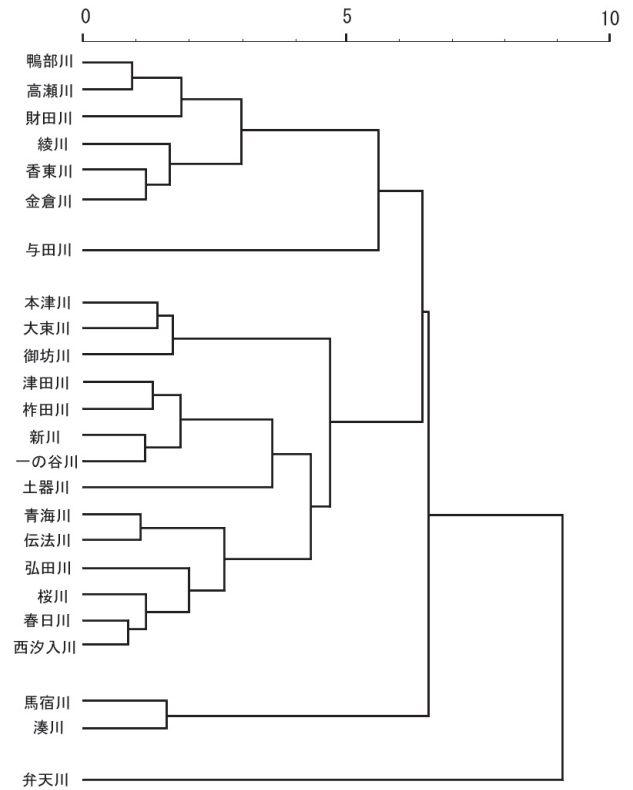
カダヤシのように確認河川の少ない魚類のサンプルスコアが大きくなる軸が抽出されたとき、該当する河川のカテゴリ数量も大きくなり散布図上で離れた位置にプロットされる。図7では与田川が離れた位置にプロットされているが、これは第3軸でウナギのサンプルスコアが大きかったためである。確認河川の少ない魚類を除いて再度解析を試みたが、傾向は変わらなかった。

IV 考察

数量化Ⅲ類で抽出される軸はそれぞれの寄与率が小さく、軸の解釈が難しかった。調査地点の半数近くで確認されるカワムツのような魚類と数ヶ所では確認できない魚類が混在すること、河川のもつ環境が様々で、対する生物も様々に環境に適応すること、更に、魚類については特に過去の人為的影響による分布の攪乱が無視できないことなどが解析の精度に影響したと考えられる。

24河川27魚類について数量化Ⅲ類で解析した結果得られたカテゴリ数量をもとに、クラスター分析を行ない、河川のグループ化を試みた。分析には第5軸までのカテゴリ数量を用いたが、このとき、第5軸までの累積寄与率は58.02%である。結果を図8に示す。

大きく2つのクラスターが検出され、一つは鴨部川、高瀬川、財田川、綾川、香東川、金倉川の6河川で構成されるもの、もう一つは本津川、



24 河川, 27 魚類
第5軸までのカテゴリ数量による
第5軸までの累積寄与率 58.02%
ユークリッドの距離, ウォード法

図8 河川別確認魚種によるクラスター図

大東川、御坊川、津田川、柞田川、新川、一の谷川、土器川、青海川、伝法川、弘田川、桜川、春日川、西汐入川の14河川で構成されるものである。前者は県下で比較的規模が大きく確認魚類も多い河川群(確認魚類数;14-22, 確認魚類数平均;17.8), 後者は中小の都市河川で確認魚類も少ない河川群(確認魚類数;4-17, 確認魚類数平均;9.0)と推定される。後者には、中小都市河川とは呼べない土器川(確認魚類数;17), 新川(同;16), 津田川(同;15)が含まれるが、これら3河川に共通するような要因は見当たらず、理由は判然としない。一方、与田川、弁天川は単独でクラスターを形成しているが、いずれも確認河川の少ないウナギ、カダヤシが確認された河川で、これらの魚類の影響と考えられる。

次に、第5軸までのサンプルスコアをもとに、クラスター分析を行ない、魚類のグループ化を試みた。結果を図9に示す。

河川別のデータをもとにクラスター分析を行った結果、ナガレホトケドジョウ、カダヤシが単独でクラスターを形成したが、他は大きく4つのクラスターに分類された。一つめはフナ類、カワムツ、コイ、メダカ、オオクチバス、ブル

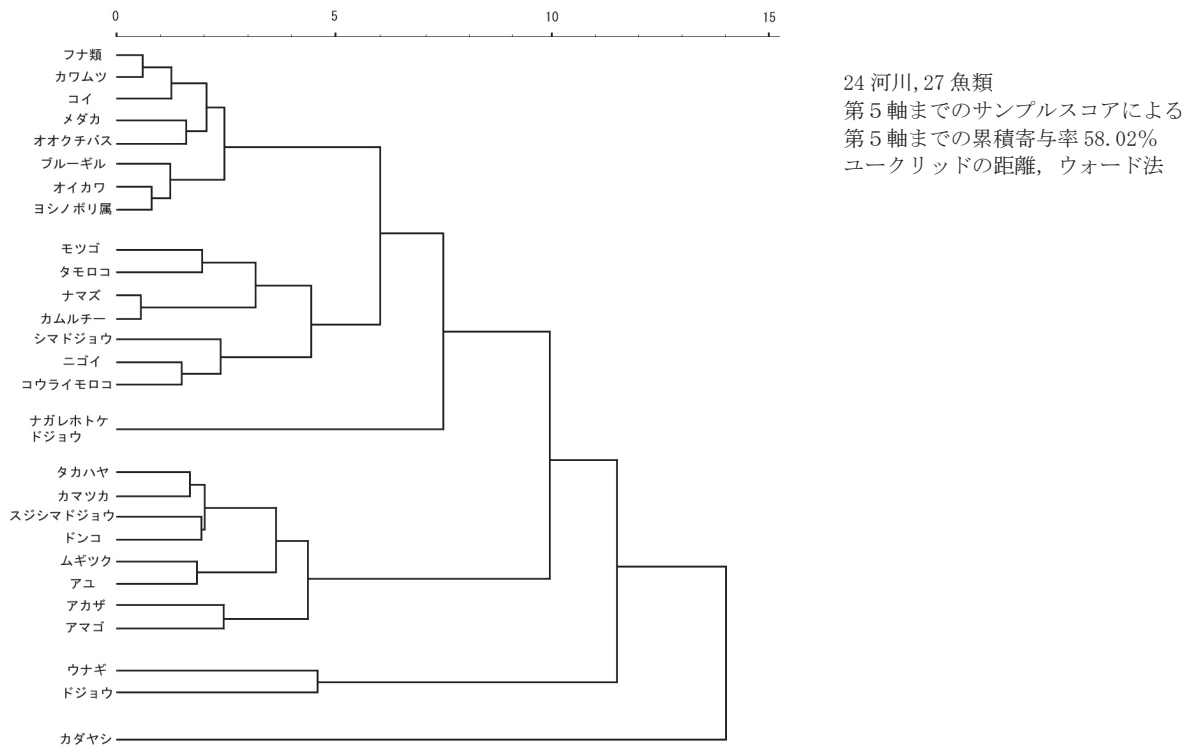


図9 河川別確認魚類によるクラスター図

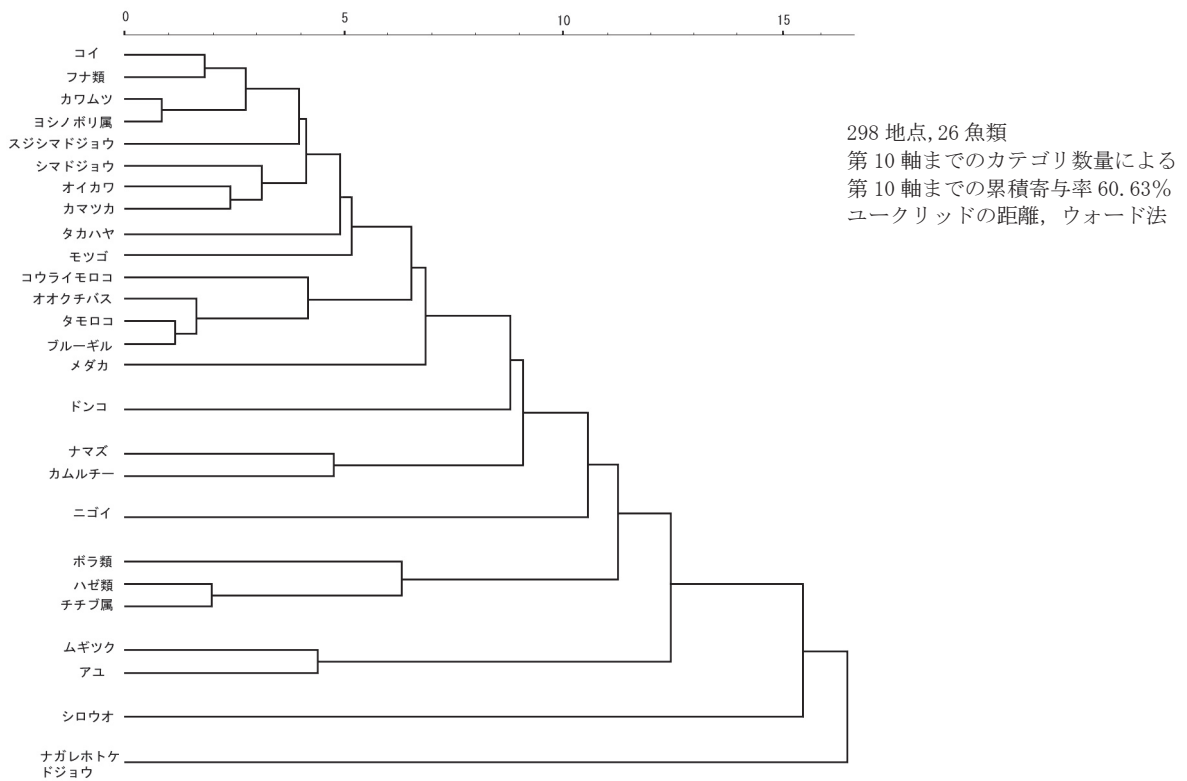


図10 地点別確認魚類によるクラスター図

一ギル, オイカワ, ヨシノボリ属の8種類で中小河川も含め中・下流に広く生息する魚類で, 2つめはモツゴ, タモロコ, ナマズ, カムルチー, シマドジョウ, ニゴイ, コウライモロコの7種類で中・下流に生息するが前者に比べ中小河川での確認が少なかった魚類, 3つめはタカハヤ, カマツカ, スジシマドジョウ, ドンコ, ムギツク, アユ, アカザ, アマゴの8種で規模の大きな河川の上流域でのみ確認できた魚類, 4つめはウナギ, ドジョウの2種でそれぞれ構成されている。各グループは, 生息環境等からみても違和感のない構成となっており, 良好な結果であった。

一般に生物の出現は局所的な生息環境に影響されると考えられるため, 河川毎に集約したデータを用いるよりも個々の地点毎の出現魚類のデータを用いたほうが魚類間の関係性がより鮮明になるのではないかと考えて, 地点別確認魚類のデータをもとにクラスター分析を行った。調査地点毎のデータでは確認地点が5地点以下の魚類についてはデータセットから省いて, 298地点, 26魚類について解析を行った。ただし, 解析の対象となった魚類は, 河川別確認魚類データをもとに行ったクラスター分析時の魚類と一致しない。結果を図10に示す。

地点別確認魚類によるクラスター分析では, ナマズとカムルチー, ボラ類とハゼ類とチチブ属, ムギツクとアユの3つのクラスターがつけられたものの, 他は単独でクラスターを形成したものを除けば, コイ等が含まれる大きなクラスターとなり, グループ分けは上手くいかなかった。個々の調査地点毎のデータは河川別に集約したデータに比べ, 人為的攪乱の影響, 確認箇所数の偏りなどにより精度が落ちたのではないかと考える。

V まとめ

河川における魚類調査の結果をもとに数量化Ⅲ類による統計解析を試みた。確認河川, 確認地点の少ない魚類のデータにより, 解析結果に歪みが生じ, 一部の魚類データを省略することでは, これを除くことはできなかった。また, 魚類の出現には, 現在の生息環境のみならず, 過去の生息, 人為的移殖, 移入など様々な要因が影響を及ぼしているものと推定され, 数量化Ⅲ類で抽出される各軸の寄与率は大きくなく, 解釈も難しかった。

しかしながら, 河川間の類似性, 確認される魚類間の関係性について, 確認魚類を河川毎に集約したデータを用いてクラスター分析を行ったところ, 河川では, 規模の大きい河川群と中小都市河川の2つのクラスターが検出され, 魚

類間の関係性についても, 4つのクラスターが見出された。それぞれのグループ分けは概ね良好であった。

一方, 地点別のデータをもとにグループ分けを試みたが, 納得できるような結果とはならなかった。地点毎のデータから魚類間の関係を推定し, より精度の高い統計解析を行うためには, 調査地点の環境要素(水温, 標高, 傾斜等の連続量, 或いは, 護岸, 後背地の様子等の離散量)を加味する必要であると思われる。

文献

- 1) 水生生物保全環境基準の類型指定に係る水生生物等の調査結果報告書, 香川県環境保健研究センター(2008)
- 2) 白井康子, 伊藤英夫: 香川県における淡水魚類の分布(1)-調査結果の概要-, 香川県環境保健研究センター所報, 7, 65-72(2008)
- 3) 白井康子, 伊藤英夫: 香川県における淡水魚類の分布(2)-主な魚種の出現状況-, 香川県環境保健研究センター所報, 7, 73-80(2008)