

富士川における淡水魚類相と 河道特性に関する基礎解析

THE FUNDAMENTAL EXAMINATION ON THE CHARACTERISTICS OF
DISTRIBUTION OF THE FRESHWATER FISH FAUNA IN THE FUJI RIVER.

砂田憲吾¹・熊木朋子²
Kengo SUNADA, Tomoko KUMAKI

¹ 正会員 工博 山梨大学教授 工学部土木環境工学科 (〒400-8511 甲府市武田 4-3-11)

² 学生会員 山梨大学大学院工学研究科 (〒400-8511 甲府市武田 4-3-11)

In order to make it clear that distribution of the freshwater fish fauna and their behavior in the river channel of the Fuji River, we aimed to investigate the effect of the location of the artificial hydraulic structure on the characteristics of the behavior of the freshwater fish. Field data, the National Census on River Environments and the National Survey on the Natural Environment, were analyzed by using the quantification theory type III and the cluster analysis. The results show that distributions of some particular kinds of freshwater fish depended on the artificial or natural obstruction in the river channel.

Key Words : *Freshwater fish fauna, The National Census on River Environments, Fuji River, quantification theory type III, Cluster analysis*

1. はじめに

近年の自然環境や生活環境に関する関心の高まりを受け、河川管理においても自然環境や景観など、環境に対する配慮が行われるようになってきた。

特に、環境変化の影響を受けやすい身近な水生生物である魚類にとって、河道内における縦断移動の阻害は致命的であり、生息域を限定する要因ともなりうるため、河川横断施設の影響が問題視されている。魚類の生態を把握する基礎的な調査としては河川水辺の国勢調査(建設省)、および自然環境保全基礎調査(環境庁)が全国の一級・二級河川を対象に行われている¹⁾²⁾。また、河川工学の立場から生物の生息環境を評価する手法が試みられている³⁾⁴⁾⁵⁾が、魚類の生態や河川横断施設の影響に関する知見については未だ十分ではなく、これらに対する情報の蓄積と有効利用法の確立が望まれている状況である。

一方、富士川水系の河川は日本有数の急流河川で、砂防ダムや床固、堰堤が多数設けられているが、これらの河川横断工作物が、魚類に対し人工的な移動阻害

要因として少なからず影響を与えていると考えられており、こうした急流河川においても、魚類の生息環境の保全は重要な問題である。

しかし、刻一刻と流況が変化し頻繁に河床変動が起る急流河川には、他の河川での解析手法を適用しにくい。ため、富士川の個性を把握し、独自の対策を考える必要がある。

本研究は、「魚類の流程分布は、河道特性(自然要因)と人工構造物による影響(人工要因)とを反映している」という仮定に基づき、富士川における淡水魚類相とその流程分布特性を明らかにし、富士川の河道特性、及び人工構造物位置が魚類の分布特性に与えている影響を導き出そうとするものである。また、本研究は同時に、既往の魚類調査資料をもとに解析を行うことで、これらの有効利用の可能性を検討することも目指している。

なお、本稿で用いている「魚類相」という用語は、水工学分野では必ずしも一般的ではないが、生態学の分野において魚類の分布状態を把握するのに用いられる「魚類相」に倣い、調査資料データから解析的に導かれる魚類グループの呼称として使用している。

2. 魚類調査資料の解析方法の検討

表-1 に、富士川水系において過去に実施された河川水辺の国勢調査及び自然環境保全基礎調査の概要を示した。魚類の生息環境を考える上で季節単位、および日単位の回遊移動を考えることは大変重要であるが、各年度において調査回数や採捕時期が異なっており、調査方法・調査時間等の漁獲努力も調査毎に異なっているため、確認されている魚種数にもばらつきがある。

また、これらの魚類調査資料は本来、魚類の現存量の把握を目的としたものではないため、生物の定量調査としては不十分であり、魚類の現存量の把握や経年比較は、魚類採捕数のデータを標準化して扱わなければならないという理由から困難である。しかし図-1 に示したように、各魚類調査は調査地点が分散しており、地点間の距離が離れているため、それぞれの魚類調査資料だけでは流域内の魚類相の変化がつかみ難い。富士川流域全体の魚類相を把握するためには、漁獲努力の相違等による格差を解消しつつ、これらの資料のデータを合わせる必要があるのである。

よって本研究では、異なる二つの資料データを同等に扱うため、採捕数を数量データでなく、採捕されたか否か、すなわちある魚類の生息の有無という質的な情報に置き換え、二元化されたデータを対象とする多次元多変量解析の一つである、数量化Ⅲ類を用いて解析を行うこととした。ここでは、この分析方針を定量的分析に対し定性的分析と呼ぶものとする。定性的分析の利点は、あらかじめ基準を設けて調査地点を分類するのではなく、魚類の流程内での分布状況（魚類相）から調査地点を分類することが可能である点と、魚類の回遊移動範囲を年単位で求めることが出来る点である。なお、富士川における主な河川横断施設は、参考とした魚類調査の開始年度以前に施工されているため、調査年度による比較は割愛した。

表-1 各魚類調査における確認魚種数の相違

調査名	調査年度	確認魚種数
河川水辺の国勢調査 (建設省)	平成2・3	42種
	平成6	50種
	平成10	47種
自然環境保全基礎調査 (環境庁)	昭和55	26種
	昭和62	27種
	平成2	17種(支川のみ)



図-1 魚類調査地点位置図

3. 数量化Ⅲ類による定性的分析

(1) 数量化Ⅲ類による解析手順

数量化Ⅲ類による解析手順を図-2 に示す。まず調査資料から全調査年度について各調査地点の採捕魚種と採捕数を整理した表を作成する。次に、各調査地点の各魚種について、各調査年月日のいずれかの年に一度でも採捕されていればその魚種が生息しているものとして1、いずれの年も採捕されていなければ0というダミー変数を与える。そして、1と0の配列の相対的な距離を多次元の座標として算出する。この座標をグラフにプロットすることで、データ系列の持つ傾向を視覚的に把握することが可能となるのである。

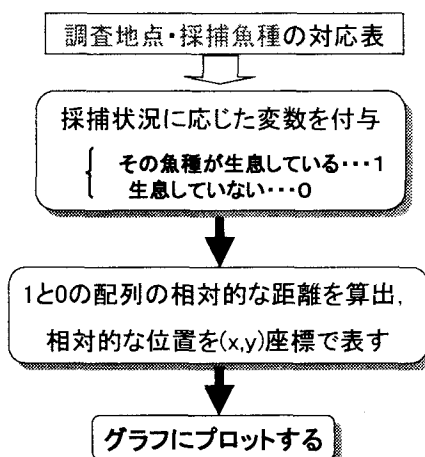


図-2 数量化Ⅲ類による解析手順

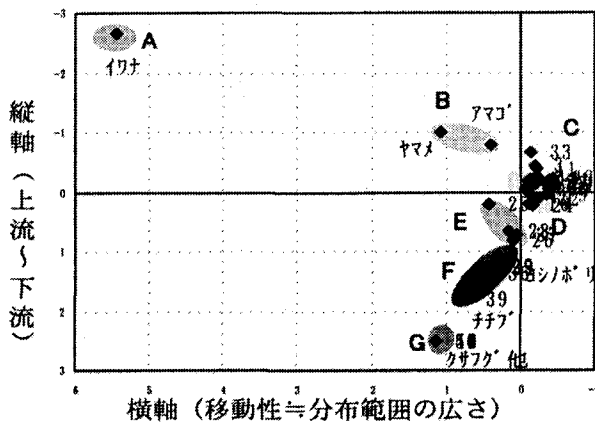


図-3 採捕魚種の分類

なお、数量化Ⅲ類では解析の結果多次元の座標が得られるが、今回は検討の結果、有意な座標の次元は2軸までと考えられたので、各調査地点、および各採捕魚種の相対的な位置を2次元の(x,y)座標で平面グラフに表すものとした。

(2) データ系列の傾向分析

クラスター分析によって採捕魚種をA～G、調査地点をI～VIIに分類した。その分類結果を、数量化Ⅲ類の結果得られた採捕魚種、調査地点の各データ系列の傾向を表すグラフ上に示したものが図-3、図-4である。

図-3では点同士の距離が近いほど同様の調査地点で確認されている魚種であることを表しており、図-4では調査地点の座標が近いほど同様の魚類相であることを表している。

ここで、数量化Ⅲ類は外的基準がない多変量解析手法であるため、グラフの基準となっている軸の意味は解析者自身がグラフ上の点を持つ傾向から判断する。

縦軸は図-3では各魚種が主に出現する流域内位置、図-4では調査地点の流域内位置、すなわちいずれも上流性～下流性を表していると考えられる。次に横軸についてまず図-3から考えると、横軸左方向に現れているのはイワナやヤマメのように上流域にのみ生息する魚類と、クサフグなどの河口域にのみ生息する魚類である。逆に横軸右方向に現れているのはアユやオイカワのように上流～下流を通じて広範囲に採捕されている魚類である。よって、横軸は各魚種の流域内の移動性、分布範囲の広さを表していると考えられる。つまり、図-3中の屈曲点付近のグループに含まれる魚種は流域内を広く回遊移動する魚種であり、阻害要因による影響を受けやすいと考えられる。

次に、図-4の横軸について考えると、横軸左方向に現れている調査地点において、上流側はイワナ、ヤマメなど上流域に生息域が限定された魚種が出現しており、河口部の調査地点では河口域(汽水域)にのみ生

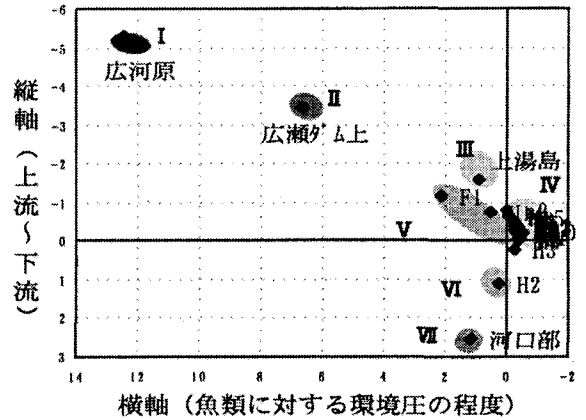


図-4 調査地点の分類

息している魚種が出現している。これらの地点は自然的に水温や塩分濃度において特徴的な地点であるために、その環境に適応できる(あるいは選好する)限られた魚種のみしか生息しない。よって、図-4の横軸は魚類の生息環境としての条件の限定性、すなわち魚種に対する環境圧の程度とみなすことができる。

また、図-3と図-4との横軸の解釈を対応させて考えると、図-4の横軸右側にある調査地点は流域内の広い範囲を移動する魚種がよく出現する地点であるとみなせるため、最右端に相当する調査地点は、魚類の回遊移動における重要度が高い地点であると考えられる。

4. 調査地点別の魚類相の比較

続いて、調査地点別に魚類相の相違状況を検討した。図-3、図-4に示した分類を用いて、調査地点別の採捕魚種組成を百分率で整理したものが表-2である。この表-2から、採捕魚種の組成の違いによって調査地点を分類できていることがわかるが、特異点も存在する。

例えば、調査地点の分類Vに含まれているF1地点は、富士川本川の中流部と支流の笛吹川の合流部で下流域の様相を呈しており、表-2によれば採捕魚種の分類C、Eのような富士川河口付近と同様の魚種が現れているにも関わらず、採捕魚種の分類A、Bのイワナやヤマメといった本来源流部にのみ生息する魚類も採捕されている。これはおそらく、イワナやヤマメが釣り人や漁協によって中流域で多数放流されている影響と考えられる。このように、調査資料データを解析する際には、採捕情報を適切に判断する必要がある。

また、表-2の調査地点別の魚類相と主な河川横断施設的位置を図-5のように図示し、これらの河川横断施設の上・下流における魚類相の相違を検討した。

例えば、調査地点H10～H11間は距離もあまり離れていないが、下流側のH11には出現している魚種D群

が上流側のH10では現れておらず、魚類相に違いがみられた。河川形状にはほとんど違いがないことから、何らかの人工的要因による影響が考えられる。図-5に示したように、この2点の間には落差2.14m、幅370.35mの高岩堰がある。この堰は左岸側に幅3mの階段式魚道を有するが、私見では流れの乱れが激しく、魚道の機能は低いと思われるため、この堰の存在が魚類相の違いに影響している可能性も考えられる。

以上のように、調査地点別に魚類相の相違について検討することで、放流地点と思しき点や何らかの阻害要因の影響を受けていると思われる点を抽出できることがわかった。

ただし、魚類調査資料中から得られる調査地点の情報は調査日前後に限られており、この情報だけで河道特性を定めることは早計でもある。採捕魚種の相違が、自然要因によるものか、人工要因によるものなのかを評価するためには、長期的な視点から地点間に河道特性に相違がないかどうか確認する必要がある。よって、魚類相と河道特性の相関性を把握するためには、各地点に対する適切な河道特性評価が必要であることが示唆された。

5. 聞き取り調査データを含めた場合

(1) 聞き取り調査データの特性

「河川水辺の国勢調査」および「自然環境保全基礎調査」において、一般に公開あるいは市販されているデータには掲載されていないが、建設省の各地方工事事務所、および環境庁が保管する詳細な調査報告書には、地元の魚類専門家に対する聞き取り調査や過去の文献資料の情報も報告されている⁶⁷⁾。これらは定量的には評価できない情報であるが、地元の魚類専門家の経験的な知識は、河川の魚類相を知る上で魚類相の現状に即しており大変有用である。

そこで、魚類の採捕状況を1と0に置き換えたように、魚類の生息の有無でデータを二元的に扱えば、文献・聞き取り調査における「(魚類が) いる」あるいは「いない」というデータも魚類調査資料のデータと同等に扱うことが出来ると考え、これらの聞き取り情報も加えた場合についても同様に数量化Ⅲ類による解析を行い、単純に魚類調査資料のみから解析を行った場合の解析結果と比較し、妥当性を検討した。

今回は、既往の魚類調査資料に掲載されている聞き取り・文献調査の情報に加えて、筆者が「河川水辺の国勢調査」における富士川河川アドバイザーでもあるやまなし淡水魚研究会の村松正文氏、清水 誠氏に、改めて富士川流域の魚類相について伺った内容もデータとして使用した。

表-2 調査地点の魚類相組成 (%)

			採捕魚種のクラスター分類						
			A	B	C	D	E	F	G
調査地点のクラスター分類	I	h3 広河原	100	0	0	0	0	0	0
	II	F6 広瀬ダム上	50	50	0	0	0	0	0
	III	h2 上湯島	0	100	0	0	0	0	0
		s2 平瀬	0	20	80	0	0	0	0
	H14	上三吹	6	6	81	6	0	0	0
	h1	旧草川橋	0	25	75	0	0	0	0
	H15	日野春	0	20	80	0	0	0	0
	f2	石合	0	13	88	0	0	0	0
	s2	清水橋	0	8	92	0	0	0	0
	f1	東市組	0	9	91	0	0	0	0
	F5	新集橋	0	7	79	14	0	0	0
	H11	双田橋	0	0	100	0	0	0	0
	F4	根津橋	0	0	100	0	0	0	0
	H13	入戸野橋	0	0	100	0	0	0	0
	s1	更級橋	0	6	75	19	0	0	0
IV	H9	三都橋	0	0	83	17	0	0	0
	H12	武田橋	0	0	100	0	0	0	0
	H7	手打沢	0	0	100	0	0	0	0
	t2	日向	0	6	71	18	6	0	0
	H5	南部橋	0	5	59	32	5	0	0
	t1	波高島	0	5	63	26	5	0	0
	H10	信玄橋	0	0	60	40	0	0	0
	H6	身延橋	0	0	80	20	0	0	0
	H4	瀬戸島	0	0	75	25	0	0	0
	a1	荒川橋	0	0	56	38	6	0	0
V	F2	白井河原橋	0	0	52	35	13	0	0
	F3	鶴飼橋	0	0	58	37	5	0	0
	H8	富士橋	0	0	47	42	11	0	0
	F1	三都橋	14	14	57	0	14	0	0
VI	H3	蓬萊橋	0	0	58	26	5	11	0
	H2	富士川橋下	0	0	45	9	9	36	0
VII	H1	河口部	0	0	26	10	13	10	41

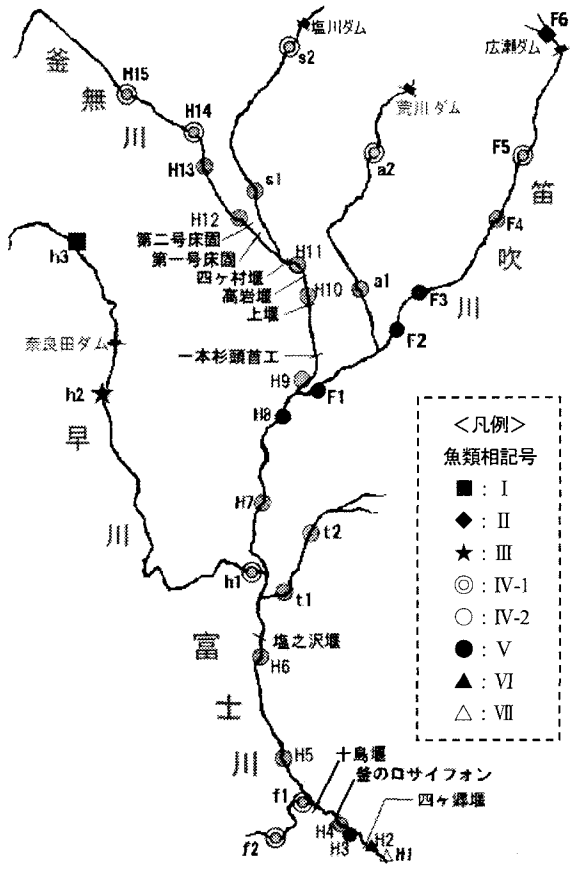


図-5 調査地点と構造物位置 (富士川本川)

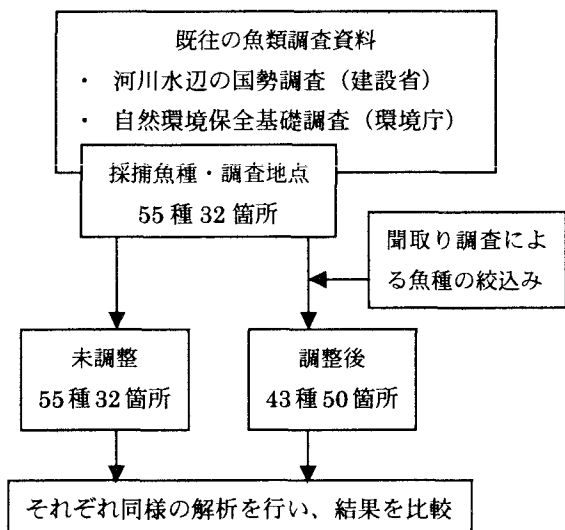


図-6 聞き取り情報の追加によるデータ数の変化

(2) 聞き取り調査データを含めた解析の妥当性の検討

これらの聞き取り情報を取り入れると、調査資料の中から富士川では自然繁殖していない魚種（飼育魚・観賞魚等）の放流と思われるデータが除かれ、さらに、調査が行われていない地点の情報が補完されるため、魚種数と調査地点数は図-6 のように変化する。

調整後の魚類 43 種調査地点 50 箇所について、3 節と同様の数量化Ⅲ類による解析を行った。この場合の採捕魚類の分類結果を図-7 に、調査地点の分類結果を図-8 に示す。

採捕魚種分類では、聞き取り調査データを加えた際に、観賞魚等の明らかに放流魚とわかる魚種を除外し、分布が類似する魚種同士を整理した。その結果、表-3 のように魚種のクラスター分類の組成に変動が見られたが、図-7 と図-3 とを比較すると、データ全体の傾向は同様であり、むしろ調査資料データが少ない、源流部

表-3 グループ化された魚種の内訳

魚類調査資料のデータのみ 55 魚種		
分類	NO	種名
A	1	ニッコウイワナ
	2	ヤマメ
	3	アマコ
	4	カシカ
B	5	ウグイ
	6	オイカワ
	7	アブラハヤ
	8	カマツカ
	9	アユ
	10	シマシマ
	11	ウナギ
	12	コイ
	13	デンクヨウジ
	14	トヨシノホリ
	15	カヨシノホリ
C	16	ナマス
	17	フナ類
	18	オオシノホリ
	19	シノホリ属
	20	コイ
	21	スズキ
	22	モツコ
	23	ゲンシロウ
	24	タモロコ
	25	シマシマ
	26	ウナギ
	27	コイ
D	28	シマシマ
	29	カマツカ
	30	シノホリ
	31	カマツカ
	32	シノホリ
	33	シノホリ
	34	シノホリ
	35	シノホリ
	36	シノホリ
	37	シノホリ
	38	シノホリ
	39	シノホリ
E	40	シノホリ
	41	シノホリ
	42	シノホリ
	43	シノホリ
	44	シノホリ
	45	シノホリ
	46	シノホリ
	47	シノホリ
	48	シノホリ
	49	シノホリ
	50	シノホリ
	51	シノホリ
F	52	シノホリ
	53	シノホリ
	54	シノホリ
	55	シノホリ
	56	シノホリ
	57	シノホリ
	58	シノホリ
	59	シノホリ
	60	シノホリ
	61	シノホリ
	62	シノホリ
	63	シノホリ
G	64	シノホリ
	65	シノホリ
	66	シノホリ
	67	シノホリ
	68	シノホリ
	69	シノホリ
	70	シノホリ
	71	シノホリ
	72	シノホリ
	73	シノホリ
	74	シノホリ
	75	シノホリ

聞き取りデータ追加・整理後 32 魚種		
分類	NO	種名
A	1	ニッコウイワナ
	2	ヤマメ
	3	アマコ
	4	カシカ
B	5	アブラハヤ
	6	ウグイ
	7	オイカワ
	8	カマツカ
	9	アユ
	10	シマシマ
	11	ウナギ
	12	コイ
	13	デンクヨウジ
	14	トヨシノホリ
	15	カヨシノホリ
	16	ナマス
C	17	フナ類
	18	オオシノホリ
	19	シノホリ属
	20	コイ
	21	スズキ
	22	モツコ
	23	ゲンシロウ
	24	タモロコ
	25	シマシマ
	26	ウナギ
	27	コイ
	28	シマシマ
D	29	カマツカ
	30	シノホリ
	31	カマツカ
	32	シノホリ
	33	シノホリ
	34	シノホリ
	35	シノホリ
	36	シノホリ
	37	シノホリ
	38	シノホリ
	39	シノホリ
	40	シノホリ
E	41	シノホリ
	42	シノホリ
	43	シノホリ
	44	シノホリ
	45	シノホリ
	46	シノホリ
	47	シノホリ
	48	シノホリ
	49	シノホリ
	50	シノホリ
	51	シノホリ
	52	シノホリ
F	53	シノホリ
	54	シノホリ
	55	シノホリ
	56	シノホリ
	57	シノホリ
	58	シノホリ
	59	シノホリ
	60	シノホリ
	61	シノホリ
	62	シノホリ
	63	シノホリ
	64	シノホリ
G	65	シノホリ
	66	シノホリ
	67	シノホリ
	68	シノホリ
	69	シノホリ
	70	シノホリ
	71	シノホリ
	72	シノホリ
	73	シノホリ
	74	シノホリ
	75	シノホリ
	76	シノホリ

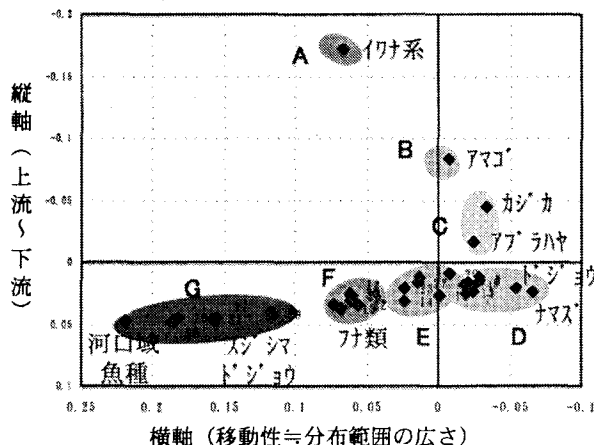


図-7 採捕魚種分類 (聞き取り含む)

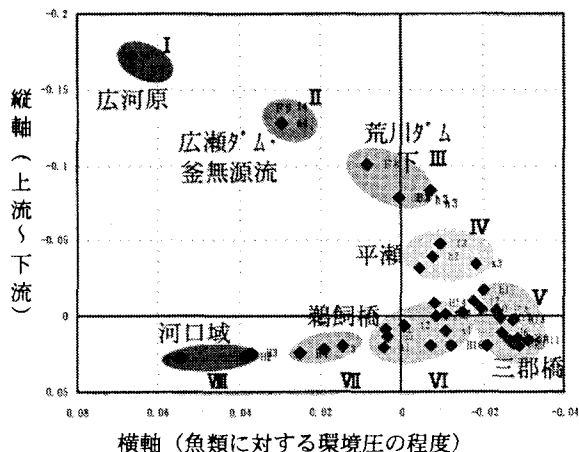


図-8 調査地点分類 (聞き取り含む)

などの直轄管理区間外のデータを補完できたことで、上流部の魚類相がより明らかとなったといえる。また、調査地点分類についても、図-8 と図-4 を比較すると明らかであるように、資料にはない地点の情報を補完出来たことで調査地点間の類似性がより明確となった。

よって、調査資料だけでもデータ系列の傾向を抽出することは可能であるが、聞き取り調査のデータも含めれば、より高い精度の解析結果が得られると言えよう。ただし、他水系で必ずしも聞き取り調査を綿密に行うことが出来るとは限らないため、分析方法の汎用化の観点から言えば、既往の魚類調査資料の解析方法を確立していくことが必要であろう。

6. おわりに

富士川における魚類相と河道特性の関係を把握する基礎解析として、まず既往の魚類調査資料から流域のマクロな魚類相を把握するため、資料のデータをもとに数量化Ⅲ類とクラスター分析による定性的分析を行った。その結果、魚類相に有意に対応した魚類調査地点の分類を行うことができた。

「魚類の流程分布は、河道特性と人工構造物による影響とを反映している」という仮定から考えると、類似した環境を有する調査地点グループの中で、自然的に特に相違が見られないにも関わらず、採捕魚類が特異である調査地点は何らかの人工的な影響を受けている地点であると推測される。

また、文献・聞き取り調査データを、魚類調査資料のデータに加えることは、定性的な分析の範囲内では有効であることが統計学的に確かめられた。

以上の結果は、「河川水辺の国勢調査」をはじめとする魚類調査資料の活用法として、価値ある示唆を含んでいると言える。

今後は、今回得られた魚類相・調査地点の分類という基礎資料をもとに、長期的・客観的な視点から適切に各調査地点の河道特性の評価を行うことを課題とし、同時に当解析方法の他河川への汎用化の妥当性を検討していきたい。

謝辞：本研究のための資料を快く提供して下さった、建設省関東地方建設局甲府工事事務所調査一課の廣瀬栄洋建設技官、富士川砂防工事事務所の城ヶ崎正人調査課長、環境庁生物多様性センターの笹岡達男センター長、また、魚類に関する知識を御指導して下さい、やまなし淡水魚研究会の村松正文氏と清水 誠氏、山梨県水産技術センターの大浜秀規氏、淡水魚研究者の君塚芳輝氏に心から御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 建設省関東地方建設局甲府工事事務所、平成 6・8・10 年度版 富士川水辺の国勢調査(魚分類) 報告書、1995、1997、1999
- 2) 環境庁・山梨県・静岡県、昭和 54・60 年度、平成 4 年度版 自然環境保全基礎調査報告書、1980、1986
- 3) 芝田明子・笹本 誠・堺 茂樹：河川水辺の国勢調査資料に基づく魚類生息環境予測手法の開発、水工学論文集、第 43 巻、1999 年 2 月
- 4) たとえば、知花武佳・松崎浩憲・玉井信行：多自然型河川整備のための魚類生息環境評価、第 4 回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集、201-206、1998 年 6 月
- 5) 藤咲雅明・神宮寺寛・水谷正一・後藤 章・渡辺俊介：小河川・農業水路系における魚類の生息と環境構造との関係、応用生態工学 2(1)、53-61、1999
- 6) 山梨県、昭和 52 年度 山梨県の野生動物、1980
- 7) 田中茂穂：魚類の研究資料(X) 54.山梨県産淡水魚類、動物学雑誌、44(526)：332-333、1932

(2000. 10. 2 受付)