

## 広島県の淡水魚類相の特徴

平山 琢朗<sup>1)\*</sup>・中越 信和<sup>1)</sup>・頭山 昌郁<sup>2)</sup>

### Freshwater Fish Fauna in Hiroshima Prefecture

Takuro HIRAYAMA<sup>1)\*</sup>, Nobukazu NAKAGOSHI<sup>1)</sup> and Yoshifumi TOUYAMA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Graduate School for International Development and Cooperation,

Hiroshima University, 1-5-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8529

<sup>2)</sup>Department of Environmental Sciences, Faculty of Integrated Arts and Sciences,

Hiroshima University, 1-7-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8521

**Abstract:** The freshwater fish fauna in Hiroshima Prefecture is described on the basis of the results both of the present study and those of previous studies, and factors affecting the composition and distribution of the fish population there are discussed from an ecological standpoint. At the geographical scale of Hiroshima Prefecture, differences in river length, and differences in micro-environmental features and water depth between rivers of similar lengths, were the principal factors determining the composition and distribution of the freshwater fish population. On the other hand, topographical and geographical factors, particularly for island rivers, were also important. Thus, ecological, as well as topographical and geographical(geohistorical), factors determined the present composition and distribution of the freshwater fish in this prefecture after their introduction and establishment by geohistorical processes. The problem of alien fish species, the present situation with regard to such species in this prefecture, and the urgency of native species protection are also considered. Furthermore, the present conditions of threatened species found in Hiroshima Prefecture, as listed in the Red Data Book by the Environment Agency in Japan, are discussed.

©2004 Geihoku-cho Board of Education, All rights reserved.

### はじめに

日本産淡水魚類の分布の概要については、青柳 (1957)、中村 (1963)、宮地ほか (1976)、川那部・水野 (1989)、Yuma *et al.* (1998)、中坊 (2000) などの報告がある。それらによると、日本列島には現在150-200種・亜種前後の淡水魚類が生息しているといわれている。そのうち、広島県

---

\*現所属：広島市立基町高等学校

Hiroshima Municipal Motomachi Senior High School

内で生息が確認されているものは、93種・亜種であるとされている（比婆科学教育振興会 1994）。しかし、その中には、人為的な手段によって他の地域から県内に持ち込まれた移入種も含まれており、それらを除くと、本県内に生息する在来種は76種・亜種程度であると思われる（比婆科学教育振興会 1994）。そのうち、純淡水魚（一生を淡水中で過ごす魚）と通し回遊魚（生活環のある時期に規則的に川と海の間を回遊する魚）が52種・亜種で、周縁性淡水魚（元来は海水魚であるが河口の汽水域で生活したり一時的に淡水域に侵入する魚）が24種・亜種になる（後藤 1987, 川那部・水野 1989, 比婆科学教育振興会 1994, 中坊 2000）。この中には、西日本の限られた地域にのみ分布するゴギ *Salvelinus leucomaenis imbricus*（佐藤 1963, 金沢ほか 1979, 木村 1989）、スイゲンゼニタナゴ *Rhodeus atremius suigensis*（笠原・松島 1976）、イシドジョウ *Cobitis takatsuensis*（後藤明・宮本 1975, 水野 1989a）、アユモドキ *Leptootia curta*（内藤 1982）なども含まれており、本県の淡水魚類相は生物地理学上からも大変興味深い存在である。

広島県の淡水魚類相を構成する種については、その起源はすべて大陸にあり、地史的な経緯を経て本県内に侵入してきたものであることは間違いないようである（Lindberg 1955, 青柳 1957, 西村 1980, 上野 1980, 前川・後藤 1982, 水野 1987, Yuma *et al.* 1998, 渡辺 1999）。さらに、ウルム氷期には本県内の瀬戸内側河川はすべて岡山県を流れる高梁川を最上流とする水系の一部を構成していたと考えられている（桑代 1972, 太田・米倉 1987）。従って、本県内の河川は相互に、また高梁川や山口県の錦川などとも類似した魚類相をもつはずである。しかし、実際には県内の河川は、地理的な位置関係よりもその規模（流路延長）の違いから3つのグループに分かれることが示唆された（平山・中越 2003）。このように、本県の淡水魚類相の成立過程においては、地理的・地形的要因（平山ほか 2003）に加えて、生態的要因（平山・中越 2003, Hirayama and Nakagoshi 2003）の影響も受けて現在のような種組成が形成されたと考えられるべきである。本誌の主旨からすれば、西中国山地の淡水魚類相の特徴について論ずるべきであろうが、そのためにはまず中・下流域も含めた広島県全体の淡水魚類相の起源や特徴について把握しておくことが必要であると考えた。そこで、筆者らは、中・下流域や島嶼部を含めた広島県全体の淡水魚類相の特徴とそれにかかわる要因について、地理的・地形的要因と生態的要因、さらには近年問題になっている人為的要因の観点から考察を加えた。

なお、本報は筆頭著者の学位論文（広島大学国際協力研究科提出 2003）の総括・要約をもとに稿を起こしたものである。

## 広島県の地形と河川の概況

広島県は中国山地中央部の南斜面に位置し、南部は瀬戸内海に面して大小138の島を擁している。地形は隆起準平原が著しく発達し、道後山面（高位面）、吉備高原面（中位面）、および瀬戸内面（低位面）の三段の浸食小隆起面に区分される山地が海岸線まで迫っている。高位面には中国山地とよばれる標高1000–1300mの連峰が中国地方の脊梁山地を形成し、中位面は標高400–600mの広い緩斜平坦面で、高位面とは急傾斜面または比較的緩斜面で境をなしている。低位面は瀬戸内海沿岸近くの陸部や島嶼部で、標高100m前後からそれ以下の緩斜浸食面である。平野部は未発達で、太田川流域の広島地域と芦田川下流の福山地域にみられるような沖積平野が代表

的なものである(鷹村 1979, 河瀬 1982, 多井 1982)。これら3段の隆起準平原が日本列島の中でも最も密に平行に走っているために水系の発達を抑えられ、そのため、比較的規模の小さい水系が県内全域に数多く存在している(鷹村 1979)。また、遷急点には多くの滝がみられ、先行河川・河川争奪・扇状地・三角州などの多くの地形的景観がみられるなど、河川環境は変化に富んでいる(西村 1962, 鷹村 1979)。

本県には、本川・支川合わせて200以上の河川が流下し、江の川水系を除くすべてが瀬戸内海に注いでいる(図1)。主な水源は中国山地と吉備高原面(世羅台地や賀茂台地など)であり、中国山地に源を発する河川としては、小瀬川、太田川、江の川があり、吉備高原面からは、芦田川、沼田川、黒瀬川など、その他のほとんどの河川が発している。

### 広島県における淡水魚類相の起源と大陸とのかかわり

現在日本列島に生息する淡水魚類の起源は、大部分がユーラシア大陸にあるといわれている(Lindberg 1955, 青柳 1957, 中村 1963, 宮地ほか 1976, 西村 1980, 水野 1987, 友田 1989, 中島 1994, 細谷 1997a, Yuma *et al.* 1998, 渡辺 1999)。これらは生物地理学的には北太平洋系、シ

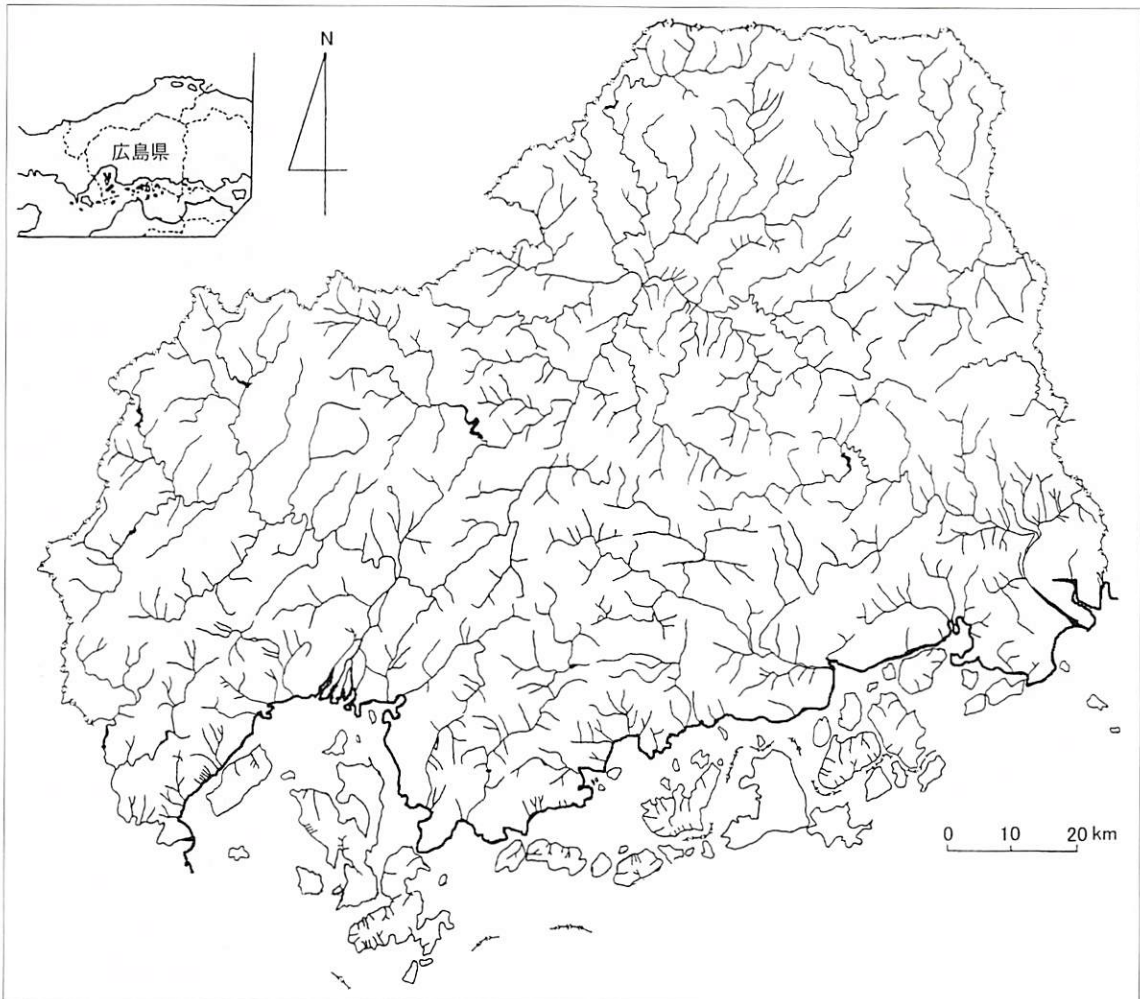


図1 広島県内の水系図(太線は海岸線を示す)

ベリヤ系, 中国系, インドシナ系, 日本固有系の5つの系統に分かれ(青柳 1957, 後藤ほか 1978, 西村 1980, 水野 1987, 細谷 1997a, Yuma *et al.* 1998), 中国系とインドシナ系に属する小型の魚種が全体の約80%を占めている(細谷 1997a, Yuma *et al.* 1998). また, 国内に生息する淡水魚類の属あるいはそれに対応する属は, すべて中国大陸・朝鮮半島に存在することも指摘されている(宮地 1940, Lindberg 1955, Li 1966, Choi 1974, 宮地ほか 1976, Chen 1980, 田 (Jeon) 1987, 水野 1987).

鮮新世末(約300万年前)に起こった沈降運動によって, 西南日本の瀬戸内区に巨大な湖(第二瀬戸内海湖, 古琵琶湖)が誕生したが, この当時の日本列島はまだ大陸と陸続きで, 第二瀬戸内海湖や古琵琶湖から流れ出た河川は現在の朝鮮半島西南を流れる河川とともに中国大陸を流れる大河(古黄河)と合流して, 南西諸島の西側に開いていた入江(古東シナ海)に注いでいたと考えられている(市原 1966, 鷹村 1979, 西村 1980)(図2). このためにユーラシア大陸から現在の日本列島へコイ科魚類を中心とする純淡水魚が移動できたといわれている(Lindberg 1955, 青柳 1957, 湊・井尻 1966, 西村 1980, 水野 1987, 友田 1989, 中島 1994). その後, 更新世(約200万年前)に入ると日本列島は大陸から離れていき, 現在のような列島の骨格も出来上がっていった. そのとき, 第二瀬戸内海湖にも, 現在の紀伊・豊後水道を通過して外海から海水が入り, 湖水から内海へと変化していった(市原 1966, 鷹村 1979, 多井 1982). このようにして, ユーラシア大陸から移動してきた淡水魚類は大陸から隔離され, 現在の日本列島における淡水魚類相の基礎がつくられたと推測されている(西村 1980, 前川・後藤 1982, 友田 1989, 水野 1987). また, 海を通過できる淡水魚類のグループのうち, 北方系のサケ類やカジカ類および南方系のハゼ類やウナギ *Anguilla japonica* などは海から河川部に侵入してきた(青柳 1957, Neave 1958, 前川 1987). この中から, 後のドンコ *Odontobutis obscura* やカワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* のように完全に海と縁を絶ったものも現れた. また, 氷期に南方へと分布を拡大していったサケ科のなかまには, 間氷期にそのまま河川の上流部に取り残され陸封型となって生き続けているゴギ, アマゴ *Oncorhynchus masou ishikawae*, ヤマメ *Oncorhynchus masou masou* などが含まれる(青柳 1957, Neave 1958, 佐藤 1963, 金沢ほか 1979, 前川 1987).

中四国地方についてみると, 今から約7万年前に始まったウルム氷期の海退によって瀬戸内海は陸化し, 備讃瀬戸を境として2つの大河が東西に分かれて形成された(桑代 1972, 太田・米倉 1987). すなわち, 東は旭川(岡山県)を最上流として淀川・吉野川・紀ノ川などの河川を合わせて紀伊水道から太平洋へと流れる紀淡川で, このときに旭川など中国地方東部の河川は琵琶湖・淀川水系と同一水系を構成しており, 淡水魚類の移動も可能であったと考えられている(坪川ほか 1982, 坪川 1988). 一方, 西は高梁川(岡山県)を最上流として, 芦田川・太田川などの広島県の河川を合わせて豊後水道から太平洋に注いでいたと考えられている豊予川である(図3). つまり, 広島県内の瀬戸内側に流れる河川は当時同一水系を構成していたわけで, 淡水魚類は水系内をある程度は自由に移動していたと想像される. さらに, 氷期の間にも小規模な海進・海退が起こり, そのため旭川と高梁川の間にも一時的な水系間の連絡があった可能性も示されている(坪川ほか 1982, 坪川 1988). ウルム氷期が終わると, 気候の温暖化に伴う海進により海面が上昇して, 現在のような瀬戸内海の姿になり, 各河川も現在のような流路をとるようになったとされている(桑代 1972, 鷹村 1979, 多井 1982).

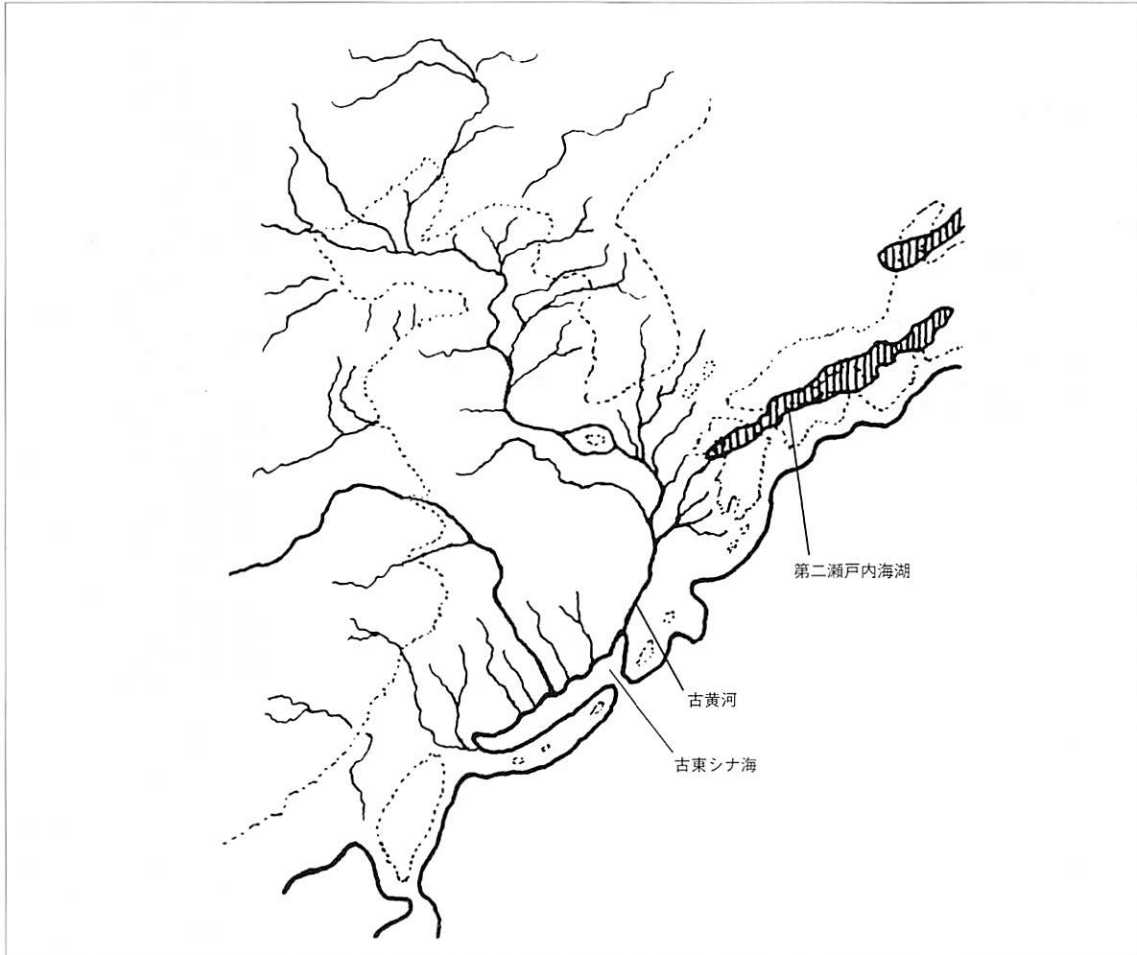


図2 鮮新世中-後期における東アジア地域の河川系および海岸線の推定図(西村 1980を一部改変). 西南日本の第二瀬戸内海湖(縦線部)から出た河川は九州西南方で、古黄河と合流し、共通の水系(=古黄河水系)を構成していたと考えられる。この水系は南西諸島の西側に開いていた入り江(=古東シナ海)へ注いでいたであろう。現在の琵琶湖は、第二瀬戸内海湖の生き残りである

### 広島県の淡水魚類相の特徴

日本列島における淡水魚類相の成立過程のなかで、地史的な経緯を経て大陸から侵入してきた淡水魚類は、地理的・地形的な影響も受けて分布を拡大あるいは縮小していったと考えられている(Lindberg 1955, 青柳 1957, 西村 1980, 上野 1980, 前川・後藤 1982, 後藤 1987, 水野 1987, 友田 1989). 海外においても、北アメリカ(Poff and Allan 1995, Zampella and Bunnell 1998, Marchetti and Moyle 2001), ヨーロッパ(Heino 2001, Magalhaes *et al.* 2002), アジア(Ganasan and Hughes 1998, Yap 2002), アフリカ(Hugueny 1989, Hugueny and Leveque 1994, Tattersfield *et al.* 2001), そしてオーストラリア(Pusey *et al.* 1998, Unmack 2001, Joy and Death 2002)の各地域の河川において、淡水魚類相の種組成と気候や標高などの地理的な要因との関わりが指摘されており、さらに、ある地域における河川の淡水魚類相が地理的な位置関係に対応してクラスタリング(いくつかの群集に分類)されることも報告されている(Hugueny and Leveque 1994,

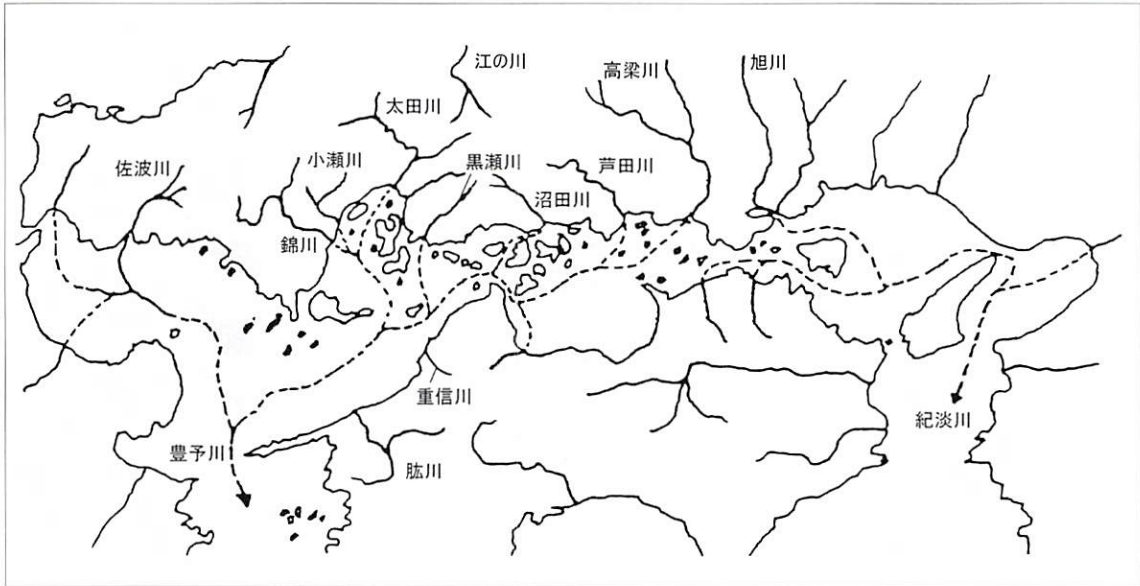


図3 瀬戸内海の沈水谷と水系図 (桑代 1972, 本文参照)

Heino 2001, Yap 2002). 中国地方という地理的なスケールにおいても、このような考えに基づいて淡水魚類相の起源が論じられている (坪川ほか 1982, 岩田ほか 1984, 坪川 1988). さらに、広島県を中心とした中四国地域の主要13河川の淡水魚類相をもとに行ったクラスター分析 (類似したサンプルをまとめ全体をいくつかの群に分類するための方法) の結果から、広島県の最も東方に位置する芦田川は岡山県の高梁川・旭川とともにグループ I を形成し、また、グループ II を形成する10河川のうち、沼田川と黒瀬川は愛媛県の肱川・重信川とともにグループ II a を、太田川と小瀬川は山口県の錦川・佐波川と合わさってグループ II b を、そして江の川は同じ日本海に注ぐ島根県の斐伊川とグループ II c を形成することが示されたが (図4), これらのグループは概ね地理的な位置関係と対応しており、河川規模や源流の標高とは無関係なようであった (平山ほか 2003). 特に、東部を流れる3河川 (旭川, 高梁川, 芦田川) は、淡水魚類相の上で他の10河川とは明らかに区別されていた. 桑代 (1972) や太田・米倉 (1987) が想定したウルム氷期の古水系 (図3) とは、紀淡川水系に属するはずの旭川が豊予川水系に属する高梁川・芦田川と同一のクラスターを形成したことや、日本海側の河川である斐伊川と江の川が太田川や錦川などと近い位置に群別されたことで一部食い違う点がみられたものの、中四国地方の淡水魚類相は、概ね東西に沿ってその種組成を漸移的に変化させていく傾向がみられ、各河川の淡水魚類相は地史的あるいは地理的な影響を受けていることが示唆された. しかし、その一方で、本県の本土あるいは島嶼部において、中小河川も含めて淡水魚類相の類似度を分析したところ、地理的な位置関係とはしばしば無関係にクラスタリングされるという結果が得られた (平山・中越 2003, Hirayama and Nakagoshi 2003). すなわち、各河川はほぼその規模 (流路延長) と一致して3グループに分類され、各クラスターに属する河川については地域ごとのまとまりはほとんどみられず、地理的な位置との明確な関連は認められなかった (図5). 島嶼部の河川についてもまた、研究対象とした13島それぞれに出現した淡水魚類の種組成に基づくクラスター分析によって類似度を求めると、能美島, 江田島, 倉橋島が同一のクラスターに分けられたり、因島と向島が高い類似度を示

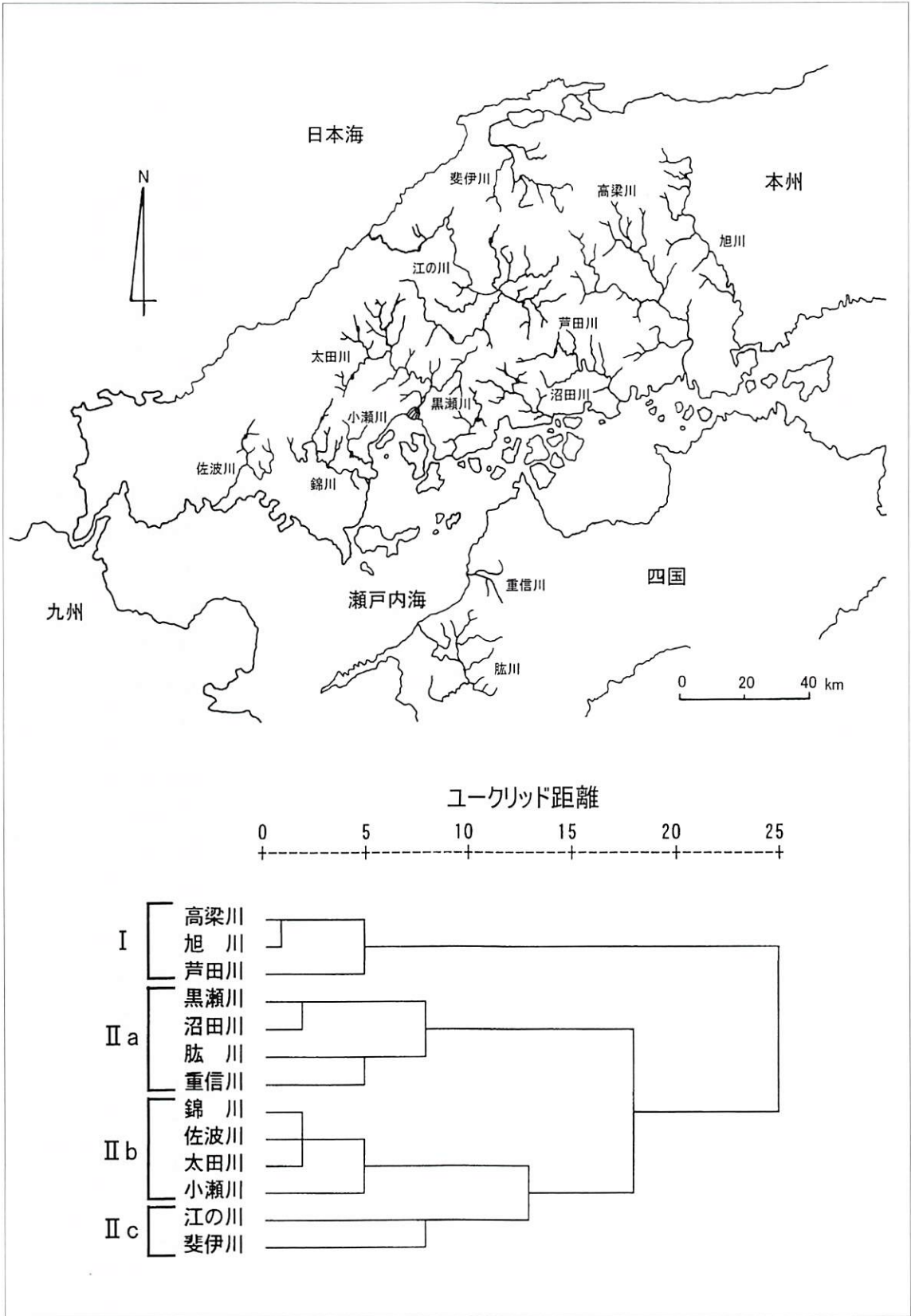


図4 中四国地方における13の水系および各水系の淡水魚類相に基づいたクラスター分析による樹形図 (平山ほか 2003)

すなどのケースはあったが、全体としてみると地理的な位置とはほとんど一致しなかった (Hirayama and Nakagoshi 2003). さらに、各島内を流れる78河川間でも、淡水魚類相の類似度によりグループⅠからグループⅢまでの3つのグループに分けられたが、同一島内の河川が必ずしも同一クラスター内に属するものではなかった (図6). これらの結果は、少なくとも広島県という限られた地域においては、淡水魚類相に対して地理的な要因以上に強く作用する要因の存在を示唆している.

最初にも述べたように、現在までに広島県内で生息が確認されているものは、93種・亜種程度であり、そのうち在来種と考えられるものは76種・亜種程度であるといわれている (比婆科学教育振興会 1994). 本県瀬戸内側河川の淡水魚類相は、地理的な位置関係よりも河川の流路延長の規模に応じて3つのグループに分類され (図5), 各河川における淡水魚類の出現種数は、流路延長の増大にともない、特にべき乗曲線によく一致して増加するという顕著な傾向がみられた (平山・中越 2003). この結果は、河川規模 (流路延長) の増大によって生息場所と生態的地位が多様化・複雑化することで魚種の収容力が増加するという水野・御勢 (1972) の見解を支持するものであった. このような関係を支持する結果は Huguency (1989), 岡村 (1990), 水野 (1993) によっても報告されていたが、筆者らは多変量解析を用いることによってより具体的に明確に示すことができた. つまり、広島県という地理的スケールでは、河川の淡水魚類相を構成する種数は河川規模と関連した生態的要因の影響を強く受けていることを示唆している. また、河川規模に伴う淡水魚類の種数の増加は、通し回遊魚よりも純淡水魚の種数の増加に拠るものであることが明らかになった (平山・中越 2003). この結果は、河川規模の増大に伴う生息環境の多様化は、通し回遊魚よりも純淡水魚により有利に作用していることを示している. 裏を返せばこのことは、生息環境の単純化は純淡水魚に大きな打撃を与えることを示唆している. これら純淡水魚が生息している河川の上流域におけるダム建設などの大規模工事の影響は、単に一水系の問題にとどまらず、県全体としての淡水魚類の多様性に関わる問題として捉えるべきであろう. 一方、通し回遊魚の場合、河川規模の増大が一義的に種数を決定しているわけではないことも明らかになった (平山・中越 2003) が、このことは通し回遊魚の方が純淡水魚に比べて河川規模による影響が少ないことを意味している.

島嶼部における淡水魚類相についてみると、島嶼部のみにみられる固有の種は存在せず、すべて本土との共通種であったが、種組成を比較すると本土の河川よりも純淡水魚の出現種数が明らかに少ないことが認められた (Hirayama and Nakagoshi 2003). この理由としては、島嶼部の河川は本土の河川に比べて水源が限られるために流量の変化が大きいことがあげられるが、その他にも、島嶼部の河川はいずれも流路延長が数km以下と短い上に河川勾配が大きく、可見 (1944) のいう Bc 型が全くあるいは僅かしかみられないという「下流域をもたない河川」 (水野 1993) であることが考えられる. このような河川では淡水魚類の生息数が明らかに減少することが報告されており (水野 1993), この点が特に島嶼部における純淡水魚類相に大きな影響を及ぼしたものと推測される.

各島あるいは各島内の個々の河川における淡水魚類相について行った多変量解析によると、いずれの場合も地理的な位置関係とはほとんど無関係にグループ分けされ、しかも、出現する淡水魚類の種数や種組成の差異は、流路延長よりも河床形態や水深による影響を強く受けていること



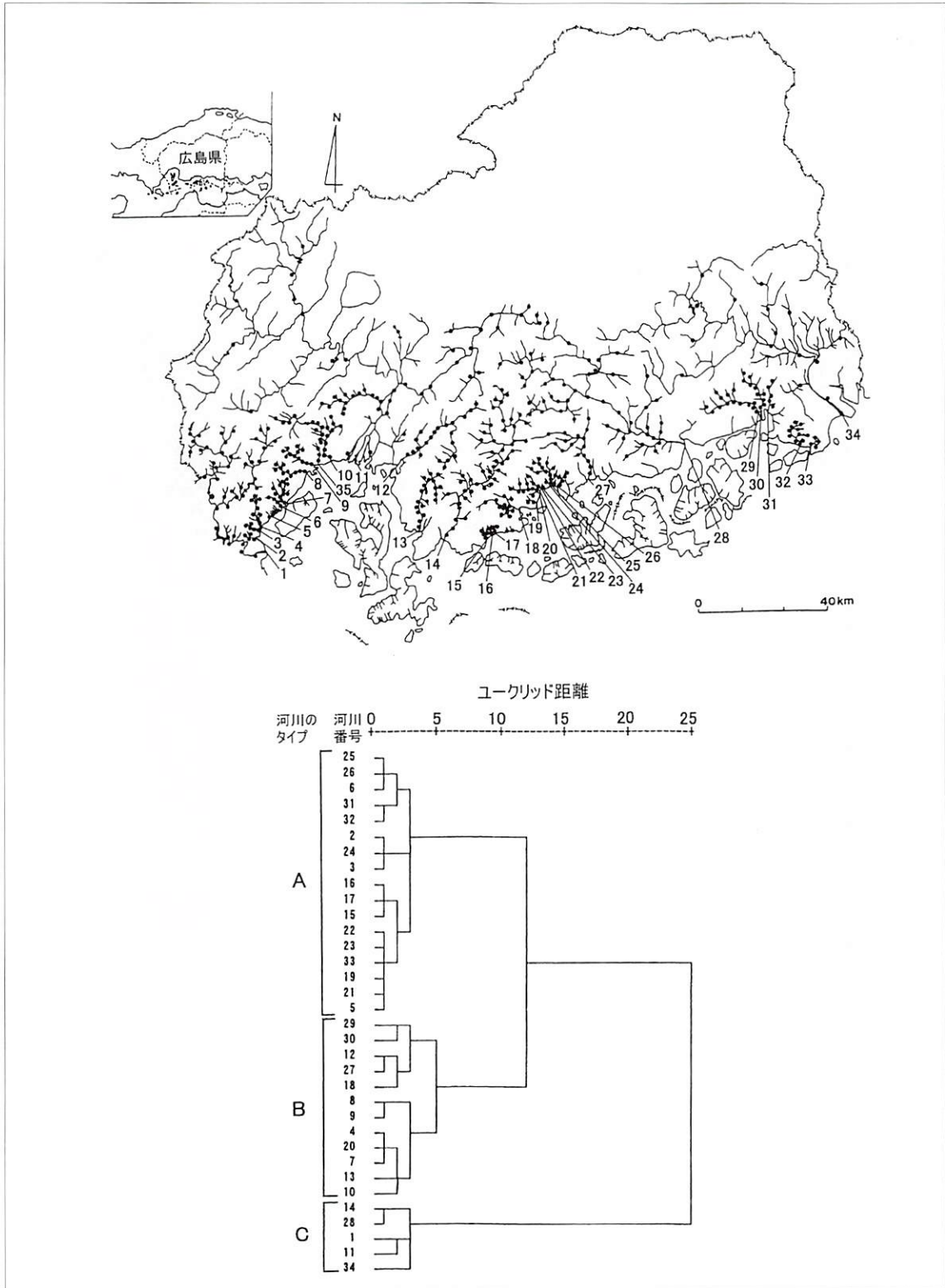


図5 広島県内における瀬戸内海流入河川と調査地点（・），および各河川の淡水魚類相に基づいたクラスター分析による樹形図（平山・中越 2003）。1.小瀬川；2.新町川；3.大膳川；4.恵川；5.鳴川；6.毛保川；7.永慶寺川；8.御手洗川；9.可愛川；10.八幡川；11.太田川；12.瀬野川；13.二河川；14.黒瀬川；15.江ノ川；16.光明寺川；17.大才川；18.野呂川；19.太郎水川；20.高野川；21.蛇道川；22.宇造川；23.安永西川；24.三津大川；25.上條川；26.木谷郷川；27.賀茂川；28.沼田川；29.藤井川；30.本郷川；31.羽原川；32.山南川；33.本谷川；34.芦田川；35.佐方川

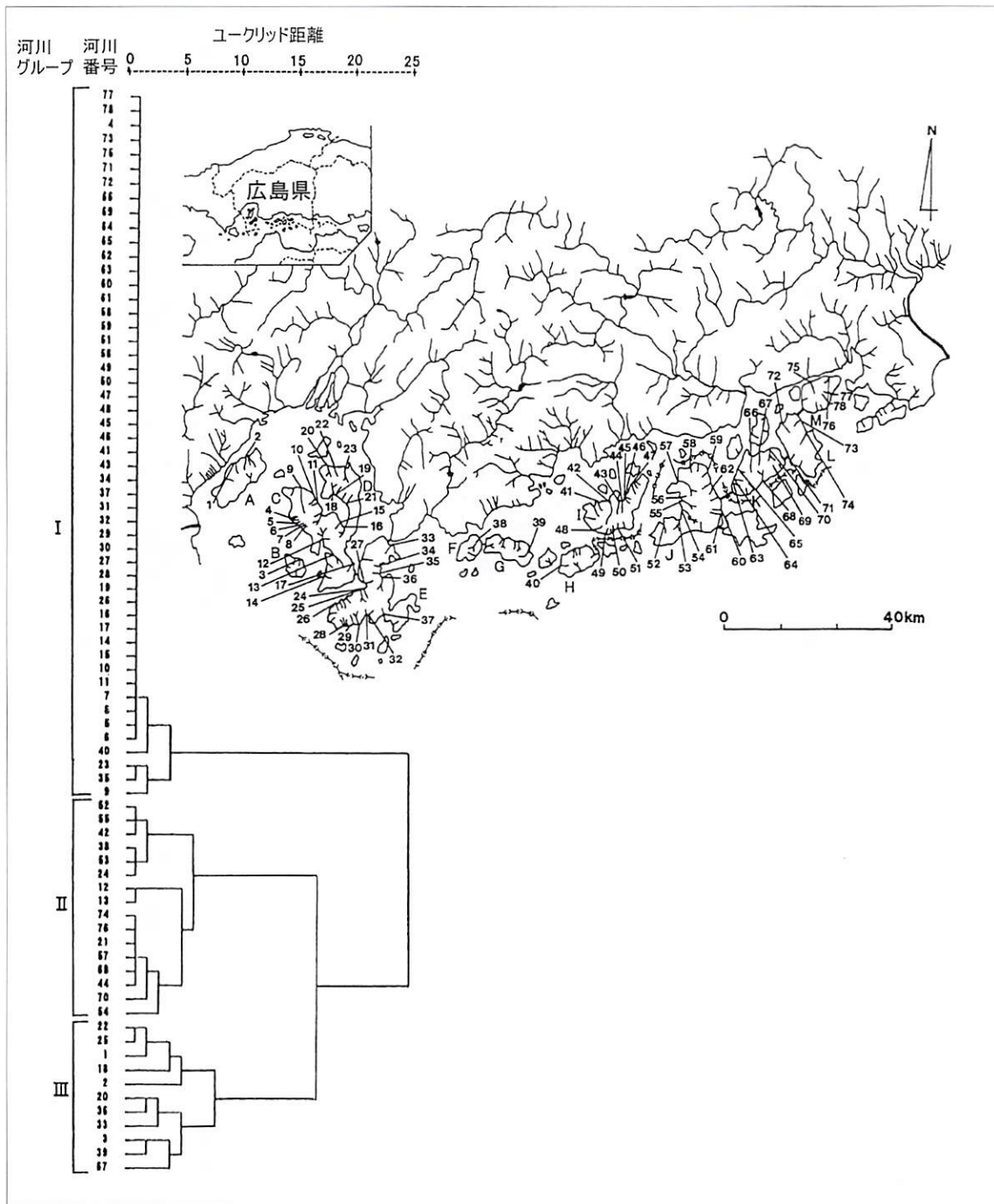


図6 瀬戸内海島嶼部の河川および各河川の淡水魚類相に基づいたクラスター分析による樹形図 (Hirayama and Nakagoshi 2003). A, 厳島; B, 大黒神島; C, 能美島; D, 江田島; E, 倉橋島; F, 下蒲刈島; G, 上蒲刈島; H, 大崎下島; I, 大崎上島; J, 大三島; K, 生口島; L, 因島; M, 向島. 1, 多々良川; 2, 大元川; 3, 名称なし; 4, 流川; 5, 陽津川; 6, 大坪川; 7, 大森川; 8, 正光川; 9, 木下川; 10, 空川; 11, 二谷川; 12, 永田川; 13, 八幡川; 14, 鳴河川; 15, 高須川; 16, 梅ヶ迫川; 17, 大君川; 18, 深洞川; 19, 渡川; 20, 中谷川; 21, 本浦川; 22, エセキ川; 23, 長谷川; 24, 大白明川; 25, 大谷川; 26, 江ノ浦川; 27, 鏡川; 28, 西宇渡東川; 29, 西須川; 30, 東須川; 31, 江ノ洲川; 32, 桂川; 33, 大田川; 34, 鈍田川; 35, 国谷川; 36, 長谷川; 37, 尾立川; 38, 下島大川; 39, 梶谷川; 40, 国広川; 41, 瀬井川; 42, 原田川; 43, 本郷川; 44, 原下川; 45, 清水川; 46, 大田川; 47, 小原川; 48, 西郷川; 49, 原川; 50, 木越川; 51, 柏谷川; 52, 口総大川; 53, 伊倉川; 54, 台本川; 55, 宮浦本川; 56, 明日本川; 57, 高知川; 58, 長田川; 59, 中津原川; 60, 大川; 61, 小股川; 62, 井ノ口本川; 63, 横ヶ原川; 64, 垂水川; 65, 熱田川; 66, 中野川; 67, 沖田川; 68, 西郷川; 69, 波戸岡川; 70, 大川; 71, 清水川; 72, 重井川; 73, 倉崎川; 74, 大川; 75, 江尻川; 76, 大河原川; 77, 段入川; 78, 水谷川

が示唆された (Hirayama and Nakagoshi 2003). この点に関しては、筆者らの研究で対象とした島嶼部の河川は、前述のようにいずれも流路延長には大きな差がなかったため、微環境の影響が顕著に現われたものと考えられる。河川における魚類の生息環境としての河床形態、水深 (淵・トロ) などの微環境の重要性はよく知られているが (Elser 1968, Lewis 1968, Ruggles 1968, Angermeier and Schlosser 1989, 水野 1980, 1985, 高橋 1985, Osborne and Wiley 1992, 中村ほか 1993, 森・渡辺 1999, 谷田貝ほか 1999, Crook *et al.* 2001, Vila-Gispert *et al.* 2002), 本研究においても、河川の微環境が淡水魚類相形成に関わる重要な要因となることが示唆された。

さらに、筆者らが行った一連の研究の中では、河川規模や微環境と出現する純淡水魚の種数との間には有意差が認められ、通し回遊魚の種数には認められないという結果がいくつも示されたが (平山・中越 2003, Hirayama and Nakagoshi 2003), このような結果は、河川における淡水魚類相成立の経緯を明らかにする上で、純淡水魚が重要な鍵となることを示している。また、総種数にみられた有意差も純淡水魚によるものと考えられ、河川における純淡水魚の種数とその河川魚類相全体の特性を決めるほど重要な位置を占めていることを示唆している。

以上のことから、広島県およびその周辺という限られた地域においては、地史的な経緯によって大陸から侵入してきた淡水魚類は、その後の地理的・地形的 (地史的) 要因を背景に、侵入した地域の河川の流路延長あるいは河床形態や水深 (淵・トロ) などの微環境の違いなどの河川環境に大きく影響されながら、現在の淡水魚類相を形成していった可能性を示している。また、本研究から改めて淡水魚類相に及ぼす河川の微環境の重要性が示されたわけであるが、微環境は河川改修や堰堤の設置などという人為的な圧力によって容易に変化するものであることから、自然河川の減少とともに淡水魚類相も変化していったことがうかがわれる。

淡水魚類相保護の観点から、淡水魚類相へ及ぼす河川改修などの影響について詳細な調査が望まれる中で、例え小河川であっても、その乏しい純淡水魚相とは対照的に、河口域の自然環境によっては、通し回遊魚の比較的大きな種多様性が維持され得ることが示唆された。本県内の淡水魚類相保護は、後述する移入種による問題を含めて今後の努力に負うところが大きい。

#### 広島県に移入された淡水魚類による在来の淡水魚類相への影響

本来その地域に分布しない生物が人為的に移入された場合、そしてその種が定着に成功した場合、しばしば過度に繁栄して在来の生物相を脅かすことはよく知られている。この問題を最初に体系的に把握したのは Elton (1958) であるが、その後の汎世界的な交通機関の発達に伴い、意図的・非意図的な生物学的侵入の事例とそれがもたらす生態学的な悪影響は無視できないまでに大きくなってきており、生物多様性の危機をもたらす重要な要因であると認識されるに至っている (鷲谷・森本 1993, Bright 1998, 小野 1998, 村上 1998)。

最初にも触れたように、広島県内に生息している淡水魚類のうち、全体の約20%に当たる20種・亜種ほどが国外や県外から持ち込まれた移入種と考えられる。これらの移入種は、それぞれイワナ (ヤマトイワナ) *Salvelinus leucomaenis* が鳥取県以東 (古川 1989), ワカサギ *Hypomesus transpacificus nipponensis* が島根県以北の日本海側 (伊藤 1989), ホンモロコ *Gnathopogon caerulescens* (細谷 1989b), ビワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus microculus* (細谷 1982, 1989c),

ハス *Opsariichthys uncirostris uncirostris* (田中 1989), ワタカ *Ischikauia streenackeri* (細谷 1989a), ニゴイ (細谷 1989d), ニゴロブナ *Carassius grandoculis* (谷口 1989a), ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri* (谷口 1989b), イチモンジタナゴ *Acheilognathus cyanostigma* (長田 1989c), トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR (sensu 水野 1989b) が琵琶湖・淀川水系に自然分布域をもっている。また、海外からの移入種についてみると、ニジマス *Oncorhynchus mykiss* (齊藤 1989b, Page and Burr 1991, Berra 2001), ブルーギル *Lepomis macrochirus* (寺島 1989, Page and Burr 1991, Berra 2001), オオクチバス *Micropterus salmoides* (前畑 1989c, Page and Burr 1991, Berra 2001), カダヤシ *Gambusia affinis* (佐原 1989, Page and Burr 1991, Berra 2001) が北アメリカ大陸, ソウギョ *Ctenopharyngodon idellus* (立川 1989a), ハクレン *Hypophthalmichthys molitrix* (立川 1989b), タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus* (長田 1989a), タイワンドジョウ *Channa maculata* (前畑 1989b), カムルチー *Channa argus* (前畑 1989a), が中国・朝鮮半島の原産である。

これらの移入経路を追ってみると、イワナ、ワカサギ、ゲンゴロウブナ、ニゴロブナ、ニジマス、ソウギョ、ハクレンは食用のために放流あるいは養殖され (内藤ほか 1982, 広島県 1994, 比婆科学教育振興会 1994), ホンモロコ, ビワヒガイ, ハス, ワタカ, ニゴイ, イチモンジタナゴ, トウヨシノボリは放流用の琵琶湖産稚アユに混ざって入り込んだようである (内藤ほか 1982, 比婆科学教育振興会 1994)。また、ブルーギル, オオクチバス, タイワンドジョウ, カムルチーは個人によって (内藤ほか 1982, 内藤1985d, 比婆科学教育振興会 1994), カダヤシは「蚊絶やし」の名の示すとおり衛生害虫であるカの駆除のために (平山 1987a, 比婆科学教育振興会 1994), タイリクバラタナゴはソウギョやハクレンなどの種苗に混ざって中国から関東地方に入り, その後琵琶湖に侵入したものが (長田 1980, 1989a, 土屋 1980), さらに稚アユに混ざって県内に持ち込まれたと考えられている (内藤ほか 1982, 平山 1987b, 比婆科学教育振興会 1994)。また, これらがいつ頃本県内に移入されたかについてはいずれの種も正確な記録は残っていないようであるが, ハクレンとタイワンドジョウが1960年代と最も早く, その他の種は1970年代以降のようである (内藤ほか 1982, 比婆科学教育振興会 1994)。

これら移入種のうち, イワナ・ワカサギ・ゲンゴロウブナなどのような商業目的で放流された魚種を除くと, ホンモロコ, ビワヒガイ, ハス, ワタカ, ニゴイ, イチモンジタナゴ, タイワンドジョウ, カムルチーは, 少なくとも広島県内の河川においては, 現在のところ, さほど個体数を増やすこともなく定着しているようである (内藤ほか 1982, 1996, 内藤 1979, 1985b, 1985c, 1997, 1998, 水岡 1987a, 平山・福島 1987, 内藤・田村 1988, 平山 1982, 1992a, 1992b, 1996b, 平山ほか 1991, 比婆科学教育振興会 1994, 岩水 2003)。ただし, 本研究において取り扱ったのは陸水域のうち河川のみであり, 湖沼や溜め池に関しての知見は未だ充分ではないため, これら移入種の生態学的な影響については楽観を許さない。

こうした外来の生物が定着・繁殖する背景には, 生息環境そのもの的人為的改変あるいは消失という事態があるが (浜田 2000), 外来種そのものによる影響 (競争的排除, 捕食, 在来種との交雑) も問題になっている。例えば, 他県においては, 河川や溜め池などにおいてカダヤシが在来のメダカを駆逐することが報告されており (佐原・幸地 1980, 佐原 1989, 幸地 1991), 本県内においてもその点が危惧されている (比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995)。さらに, 魚食性の強いオオクチバスやブルーギルは, 全国的にゲームフィッシングの対象魚として各地で放

流されて在来種や漁業対象魚への食害とそれに伴う多様性の低下を引き起こし、既に行政的なレベルでも問題になっている（寺島 1977, 1980, 1989, 今井 1979, 前畑ほか 1987, 前畑 1989c, 1993, 望月 1997, 長田 1997, 杉山 1997, 田中 1997, 東 1999, 2002, 中井 1999, 中島ほか 2001, 高橋ほか 2001, 高橋 2002）。特に、オオクチバスは、原産地の北アメリカ大陸においても移植先の河川・湖沼で在来種を食害し大きな被害を与えていることが報告されている（Miranda 1986, Whittier and Kincaid 1999, Tyus and Saunders 2000）。一方、ブルーギルは、原産地では主に動物プランクトン食や水生昆虫食として知られているが（Keast 1978, Schramm and Jirka 1989, Berra 2001）、日本国内での魚食性については生態的解放として報告されている（Azuma 1992, 東 1999）。本県においても、1980年代以降にオオクチバス・ブルーギルともに急激に分布を広げているが（内藤ほか 1982, 内藤 1985d, 1987, 1996, 河口 1987, 水岡 1987a, 1987b, 平山・福島 1987, 平山 1988a, 1990a, 1990b, 1992a, 1992b, 1993a, 1993b, 1994, 1995a, 1995b, 1995c, 1996a, 1996b, 1997a, 1997b, 1998, 1999b, 2000, 2001a, 内藤・田村 1988, 平山・上田 1989, 平山ほか 1991）、現在までのところ、その食害についてまとまった報告はなされていないようである。しかしながら、他県の現状から判断すると、本県の淡水魚類相への影響は無視できないものと推察される。

このように、県外から新しく入ってきた魚種により在来の淡水魚類相が乱され、本来の姿を失いつつある。本研究において、地域の淡水魚類相あるいはその多様性を論じる上での純淡水魚の重要性について触れたが、これら移入種の大半がやはり純淡水魚である。従って、これら移入種が在来の淡水魚類相に与える影響は、予想以上に重大であることが懸念される。また、ウナギ、コイ、アユ、サツキマス、サクラマスなどのように、元来県内に分布する魚種であってもその分布を外れて放流された場合、あるいは県内のものと同一種であっても県外から別系統のものが持ち込まれた場合は、種内交雑により地域個体群としての遺伝的独自性の喪失を招くことが指摘されている（酒泉 1997, 中井 2002）。さらに県外では、サツキマスとサクラマス、ニッポンバラタナゴとタイリクバラタナゴなどのような在来の近似亜種と移入亜種との亜種間交雑（真山・木村 1989, 長田 1980, 1989a, 1989b, 1997, 中野ほか 1989）、あるいは在来サケ科魚類と移入されたサケ科魚類などのような種間交雑（丸山 1978, 上原 1978, 鈴木 1982）による雑種化の問題も報告されている。

このように移入種の及ぼす問題点として、生態系の崩壊、生物多様性の喪失、自然分布の攪乱、遺伝子汚染（望月 1997, 長田 1997, 田中 1997）、病気（病原性細菌・ウイルス）の持ち込みなどが指摘されている（淡水魚編集部 1978, 細谷 1997b, 2001, 鷲谷・村上 2002）。自然保護の立場からは、安易な淡水魚類の放流は厳に慎むべきである。

#### 広島県に生息する環境省 RDB 種について

現在、環境省が公表している新カテゴリーにもとづくレッドリスト（環境省 1999）において RDB 種に指定されている淡水魚類のうち、広島県内に生息するものとしては、絶滅危惧 IA 類にスイゲンゼニタナゴ *Rhodeus atremius suigensis* とアユモドキ *Leptootia curta*、絶滅危惧 IB 類にスジマドジョウ小型種 *Cobitis* sp.2、イシドジョウ *Cobitis takatsuensis*、スナヤツメ *Lethenteron*

*reissneri*, 絶滅危惧Ⅱ類にアカザ *Liobagrus reini* とメダカ *Oryzias latipes*, 準絶滅危惧にオヤニラミ *Coreoperca kawamebari* とシロウオ *Leucopsarion petersii*, 情報不足にイドミミズハゼ *Luciogobius pallidus*, 絶滅のおそれのある地域個体群にゴギ *Salvelinus leucomaenis imbricus* の11種・亜種が挙げられている。

これら11種・亜種のうち、アユモドキ (内藤 1982, 比婆科学教育振興会 1994), スジシマドジョウ小型種 (山陽型) *Cobitis* sp.2 subsp.1 (斉藤 1984, 1989a, Saitoh and Aizawa 1987, 細谷 2000), スイゲンゼニタナゴ (笠原・松島 1976, 長田 1989d) については, 本県内では芦田川にのみ分布するとされているが, 実際の採集記録をみると, アユモドキは1962年に芦田川水系で採集されたという1個体の標本が確認されただけで (内藤 1982), それ以外の記録はまったくなく, スジシマドジョウ小型種山陽型については1984年に Saitoh and Aizawa (1987) によって報告されて以降の記録はなく, 両種ともに現在生息しているかどうかは不明である。スイゲンゼニタナゴについては, 芦田川本流よりも支流や用水路 (クリーク) を中心に生息しているが (平山・福島 1987, 比婆科学教育振興会 1994), このような生息環境は人為的な影響を強く受けやすい不安定な環境であるといえる。実際に, 筆者が以前に本種を採集した何カ所かの用水路はその当時とは環境が激変し (堆積していた土砂とともに水草・二枚貝類が除去された), その後まったく姿がみられなくなった。このようなことがその周辺で繰り返されたとすれば, 絶滅への道を歩むことになったのは当然のことといえよう。

スナヤツメについては, 本県では1960年代には河川の中流域に比較的広く分布していたらしいが (内藤ほか 1982, 比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995), 現在では太田川・江の川水系の上流域にみられる程度であり (平山 1988b, 内藤・田村 1988, 比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995, 内藤ほか 2000), おもに河川の本流よりも支流に生息しているようである。インドジョウは太田川・江の川両水系にのみ生息しており, いずれも河川形態が Aa 型から Bb 型 (可児 1944) のところにみられる (内藤ほか 1982, 内藤 1985e, 比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995, 岩水 2003)。両種ともにその分布は局地的であり, 個体群の維持が心配される。

アカザ, メダカ, オヤニラミについては, 都市部あるいは都市近郊部ではその姿をみることはまれであるが, 比較的自然的に残っている流域をもつ河川には生息しているようである。アカザは現在までに県内の9水系で記録されており (内藤 1985f, 平山・福島 1987, 平山 1993b, 比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995, 岩水 2003), 中・大規模河川の中・上流域に少ないながらも生息しているようである。一方, メダカは河川規模にかかわらず18河川に生息していた (平山 1993b, 1994, 1995a, 1995b, 1997a, 1998, 比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995, 内藤ほか 2000)。特に島嶼部では12島中9島でみられ (内藤ほか 1982, 内藤 1985a, 1998, 平山 1999a, 1999b, 2000, 2001a, 2001b, 平山・久保 2002), 島嶼部に生息する淡水魚類のうちで最も広い分布を示していたが, いずれも人為的影響を受けやすい小河川であるため (Hirayama and Nakagoshi 2003), 決して楽観できる状況ではない。オヤニラミは, 江の川, 太田川などの県内の一級河川および, 黒瀬川, 沼田川から報告されており (内藤ほか 1982, 笠原 1987, 比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995, 平山 1996b, 岩水 2003), 規模 (流路延長) の大きい河川に分布している。そのうち, 沼田川と黒瀬川に生息する個体は極めて少なく危機的状況であるといえるが, 太田川や江の川では比較的安定して生息しているように思われる。

中国山地に生息するゴギ *Salvelinus leucomaenis imbricus* については、太田川の上流域に生息するものは人為的に移入されたものと考えられており、本県での自然分布は江の川水系に限られるようである(比婆科学教育振興会 1994, 水岡ほか 1995)。ゴギを取り巻く環境は厳しさの一途をたどっているようで、放流されたイワナ(ヤマトイワナ) *Salvelinus leucomaenis* との亜種間雑種の問題や、サツキマス(アマゴ) *Oncorhynchus masou ishikawae* など放流されたサケ科魚類との競争などによる影響(水岡ほか 1995)、さらに地域個体群を無視したような人工授精によるゴギ個体の放流に伴う遺伝子攪乱の問題などが生じている。

シロウオについては、島嶼部を含む瀬戸内海沿岸の河川に毎年遡上がみられるようである(内藤ほか 1982, 比婆科学教育振興会 1994, 平山 2001b, 平山・中越 2003, Hirayama and Nakahoshi 2003)。太田川などでは水質汚染の影響で一時は激減し、本種を対象とした梁漁ができなかった時期もあったが、近年では再び遡上がみられるようになり梁漁も再開されている(比婆科学教育振興会 1994)。最後にイドミミズハゼであるが、本県では「広島県の淡水魚」(比婆科学教育振興会 1994)のなかでその生息が初めて記載されたようである。レッドリストと同様に、本県においても情報不足のために分布・生息状況などについては今後の詳細な調査・研究を待たねばならない。

環境省選定のRDB種と広島県版のRDB種(水岡ほか 1995)とを比較すると、後者ではスイゲンゼニタナゴ、アユモドキ、ゴギ、スナヤツメ、アカザ、メダカが絶滅危惧種(絶滅の危機に瀕している種)に指定されているほか、サツキマス、サクラマス、サケ、カジカ、ゴクラクハゼの5種・亜種も絶滅危惧種に指定されており、さらにオヤニラミが危急種(絶滅の危機が増大している種)に、イシドジョウとスジシマドジョウが希少種(存続基盤が脆弱な種)にそれぞれ指定されている。また、シロウオとイドミミズハゼについては広島県版RDB種には記載されていなかったが、前者については前述のように指定するほどの個体数の減少が認められなかったためであり、後者については明らかな情報不足であると考えられる。このように、国と県では各種・亜種に当てはめたカテゴリーの段階に一致しない点が見られるが、これは広島県という地域の特性に起因したものであり、本県内における各種・亜種の生息状況に即した結果であるといえる。地域ごとにRDB種に指定する種・亜種が異なることは当然のことであり、またそうであるからこそ県などの地域単位でRDB種を設けることに意義があるともいえる。

しかしながら、地域の特性を十分に反映しているはずの本県のレッドデータブックにおいても決して精度が高い調査が行われているとは言い難く、広島県として独自にしかも継続的にデータを集積するシステムをもっていないために専門家からの情報提供にすべて依存しているという現状がある。地域の実情に即した有効な淡水魚類保護を行うためには、行政としての調査・研究体制の確立と調査内容の一層の充実を図る必要がある。

## 謝 辞

本研究をまとめるに当たり、適切なお助言を頂いた広島大学大学院国際協力研究科助教授の井鷲裕司博士、さらに広島大学大学院国際協力研究科中越研究室の学生諸氏に深く感謝の意を表す。

## 引用文献

- Angermeier P. L. and Schlosser I. J. 1989 Species-area relationships for stream fishes *Ecology* 70 (5) : 1450-1462
- 青柳兵司 1957 日本列島産淡水魚類総説 272+20 pp. 大修館書店 東京
- Azuma M. 1992 Ecological release in feeding behavior: the case of bluegills in Japan *Hydrobiologia* 243/244 : 269-276
- 東 幹夫 1999 外来魚による生態系攪乱 森 誠一(編) 145-153 淡水生物の保全生態学—復元生態学に向けて— 信山社サイテック 東京
- 東 幹夫 2002 ブルーギルとブラックバスと在来種の種間関係—川原大池を例に 川と湖沼の侵略者ブラックバス—その生態と生態系への影響 日本魚類学会自然保護委員会(編) 69-85 恒星社厚生閣 東京
- Berra M. T. 2001 Freshwater fish distribution Academic Press San Diego 604 pp.
- Bright C. 1998 Life out of bind W. W. Norton & Company, Inc., N. Y. (福岡克也監・訳 生態系を破壊する小さなインベーター 226 pp. 家の光協会 東京)
- Chen J. 1980 A study on the classification of the botoid fishes of China *Zool. Res.* 1: 3-26 (In Chinese with English abstract)
- Choi K. C. 1974 A zoogeographical survey of the fresh-water fishes in the Samcheog Oshib River *J. Graduate School Education Seoul Nat. Univ.* 11: 17-24 (In Korean with English abstract)
- Crook D. A., Robertson A. I. and King A. J. 2001 The influence of spatial and habitat arrangement on diet patterns of habitat use by two lowland river fishes *Oecologia* 129: 525-533
- Elser A. A. 1968 Fish populations of a trout stream in relation to major habitat zones and channel alterations *Trans. Am. Fish. Soc.* 97(4) : 389-397
- Elton C. 1958 The ecology of invasions by animal and plants Methuen (川那部浩哉ほか訳 1971 侵略の生態学 223+15 pp. 思索社, 東京)
- 古川哲夫 1989 ヤマトイワナ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 124-127 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- Ganasan V. and Hughes R. M. 1998 Applination of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), India *Freshwat. Biol.* 40: 367-383
- 後藤 晃 1987 淡水魚—生活環からみたグループ分けと分布域形成 水野信彦・後藤 晃(編) 1-15. 日本の淡水魚 東海大学出版会 東京
- 後藤 晃・中西照幸・宇藤 均・濱田啓吉 1978 北海道南部の河川の魚類相についての予察的研究 北大水産彙報 29 (2) : 118-130
- 後藤明通弘・宮本和明 1975 太田川水系より採集されたイシドジョウ 淡水魚 1 : 108-110
- 浜田篤信 2000 外来魚類による生態影響, 霞ヶ浦はなぜ外来魚に占拠されたか 生物科学



- Heino J. 2001 Regional gradient analysis of freshwater biota: do similar biogeographic patterns exist among multiple taxonomic group? *J. Biogeogr.* 28: 69-76
- 比婆科学教育振興会 1994 広島県の淡水魚 (増補改訂版) 中国新聞社 広島 239 pp
- 平山琢朗 1982 太田川水系の淡水魚類目録 広島大学生物学会誌 48 : 26-29
- 平山琢朗 1987a 広島市内の溜め池で採集されたカダヤシについて 比婆科学 137 : 16-17
- 平山琢朗 1987b 芦田川水系の淡水魚類 (続報) 比婆科学 137 : 17-18
- 平山琢朗 1988a 瀬野川の魚類 比婆科学 138 : 15-21
- 平山琢朗 1988b 三篠川支流で採集されたスナヤツメ 比婆科学 140 : 25-26
- 平山琢朗 1990a 野呂川水系の魚類 比婆科学 145 : 1-6
- 平山琢朗 1990b 安川の魚類 比婆科学 146 : 39-45
- 平山琢朗 1992a 本郷川水系の魚類 比婆科学 151 : 1-7
- 平山琢朗 1992b 藤井川水系の魚類 比婆科学 152 : 1-8
- 平山琢朗 1993a 二河川水系の魚類 比婆科学 154 : 1-9
- 平山琢朗 1993b 安芸津町内の河川に生息する魚類 比婆科学 155 : 23-31
- 平山琢朗 1994 廿日市市内の河川に生息する魚類 比婆科学 160 : 21-28
- 平山琢朗 1995a 大竹市内の小河川に生息する魚類 比婆科学 165 : 25-33
- 平山琢朗 1995b 廿日市市内の河川に生息する水生動物の分布 - 特に魚類とエビ・カニ類について - 広島生物 (広島県高等学校教育研究会理科部会生物部会報) 17 : 1-12
- 平山琢朗 1995c 二河川水系に生息する水生動物 - 特に魚類とエビ・カニ類について - 倉敷市立自然史博物館研究報告 10 : 1-13
- 平山琢朗 1996a 大野町内の河川に生息する魚類 比婆科学 168 : 21-31
- 平山琢朗 1996b 黒瀬川水系の魚類 比婆科学 171 : 1-14
- 平山琢朗 1997a 羽原川の魚類 比婆科学 176 : 1-6
- 平山琢朗 1997b 小瀬川水系の魚類 比婆科学 179 : 19-33
- 平山琢朗 1998 沼隈町内の河川に生息する魚類 比婆科学 185 : 19-28
- 平山琢朗 1999a 倉橋島の河川に生息する魚類 比婆科学 189 : 27-34
- 平山琢朗 1999b 江田島と能美島の河川に生息する魚類 比婆科学 189 : 35-45
- 平山琢朗 2000 生口島の河川に生息する魚類 比婆科学 194 : 9-15
- 平山琢朗 2001a 大三島の河川に生息する魚類 比婆科学 198 : 17-24
- 平山琢朗 2001b 広島県の動物相に関する記録 比婆科学 200 : 21-25
- 平山琢朗 2003 広島県の淡水魚類相に関する研究 広島大学国際協力研究科博士論文 123 + 270 pp.
- 平山琢朗・福島信夫 1987 芦田川水系の魚類 比婆科学 135 : 19-25
- 平山琢朗・久保誠一 2002 下蒲刈島の河川に生息する魚類 比婆科学 206 : 25-30
- Hirayama T. and Nakagoshi N. 2003 The freshwater fish fauna of Seto Inland Sea islands and river environmental factors *Biogeography* 5: 25-31
- 平山琢朗・中越信和 2003 広島県瀬戸内川河川における淡水魚類相の特性 魚類学雑誌 50 :

- 平山琢朗・中越信和・頭山昌郁 2003 中国地方における広島県の淡水魚類相の位置づけ 日本生物地理学会会報 58:21-33
- 平山琢朗・上田康二 1989 八幡川水系の魚類 比婆科学 142:1-6
- 平山琢朗・上田康二・福島信夫 1991 沼田川水系の魚類 比婆科学 149:7-20
- 広島県 1994 漁業権一覧簿(内水面共同・区画) p. 12+内水面共同漁業権連絡図 広島県農政部水産漁港課 広島
- 細谷和海 1982 日本産ヒガイ属魚類の分布と変異 淡水魚 8:10-18
- 細谷和海 1983 スゴモロコの脊椎骨数における地理的変異 淡水魚 9:43-48
- 細谷和海 1989a ワタカ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修)286-287 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 細谷和海 1989b ホンモロコ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修)297 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 細谷和海 1989c ビワヒガイ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修)312-313 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 細谷和海 1989d ニゴイ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修)324-325 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 細谷和海 1997a 日本の希少淡水魚 長田芳和・細谷和海(編)3-21 日本の希少淡水魚の現状と系統保存-よみがえれ日本産淡水魚- 緑書房 東京
- 細谷和海 1997b 生物多様性を考慮した淡水魚保護 長田芳和・細谷和海(編)315-329 日本の希少淡水魚の現状と系統保存-よみがえれ日本産淡水魚- 緑書房 東京
- 細谷和海 2000 ドジョウ科 中坊徹次(編)272-278, 1468-1469 日本産魚類検索-全種の同定-第二版 東海大学出版会 東京
- 細谷和海 2001 日本産淡水魚の保護と外来魚 水環境学会誌 24(5):273-278
- Hosoya K., Ashiwa H., Watanabe M., Mizuguchi K. and Okazaki T. 2003 *Zacco seiboldii*, a species distinct from *Zacco temminckii* (Cyprinidae) Ichthyol. Res. 50(1):1-8
- Hugueny B. 1989 West African rivers as biogeographic islands: species richness of fish communities Oecologia 79:236-243
- Hugueny B. and Leveque C. 1994 Freshwater fish zoogeography in west Africa: faunal similarities between river basins Env. Biol. Fish. 39:365-380
- 市原 実 1966 大阪層群と六甲変動 地球科学 85/86:12-18
- 今井貞彦 1979 ブラックバス放流が中原池と住吉池の魚類相に及ぼした影響 淡水魚 5:74-77
- ISSG (Invasive Species Specialist Group) 2000 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. IUCN (The World Conservation Union) -SSC (Species Survival Commission) . 11 pp. [<http://www.issg.org/booklet.pdf>].
- 伊藤和雄 1989 ワカサギ川那部浩哉・水野信彦(編・監修)60-63 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京

- 岩水正志 2003 温井ダム建設と魚類生息環境 高原の自然史 8:15-21
- 岩田正人・沖 秀二・片山 久・加藤泰治・坪川健吾・中田秋穂・花坂和男・西岡 寛・山岡 操・山本章造・湯浅卓雄 1984 岡山の淡水魚 山陽新聞社(編) 山陽新聞社 岡山 235 pp.
- 田 祥麟 (Jeon S.-R.) 1987 韓国の淡水魚類. 水野信彦・後藤 晃(編) 200-213 日本の淡水魚類 東海大学出版会 東京
- Joy M. K. and Death R. G. 2002 Predictive modelling of freshwater fish as a biomonitoring in New Zealand Freshwt. Biol. 47: 2261-2275
- 金沢成三・竹井洋右・竹下 敦・田辺猪三・堤 富士男・中村慎吾・西岡秀樹・山本英明 1979 ゴギの生態 西城町教育委員会(編) 137-160 西城の自然 西城町教育委員会 西城町
- 環境省 1999 汽水・淡水魚 環境省自然環境局野生生物課(編) 5 pp. 動物レッドリスト [http://biodic.go.jp/rdb/rdblist/rdb\_do\_71.html]
- 可児藤吉 1944 溪流棲昆虫の生態 日本生物誌 昆虫上巻 171-317 研究社 東京
- 笠原正五郎 1987 芦田川 環境庁(編) 33-57 第3回自然環境保全基礎調査河川調査報告書(中国版) 環境庁 東京
- 笠原正五郎・松島孝信 1976 広島県芦田川で採れたスイゲンゼニタナゴ (*Rhodeus suigensis*) について 魚類学雑誌 23:121-122
- 河口郁史 1987 魚類の生態学的研究Ⅱ 広島県安芸郡熊野町における二河川と熊野川の魚類 山口県高等学校教育研究会生物部会 高等学校生物研究資料 9:33-40
- 川那部浩哉・水野信彦 1989 日本の淡水魚 719 pp. 山と溪谷社 東京
- 河瀬正利 1982 広島県 中国新聞社(編) 355-357 広島県大百科事典(下) 中国新聞社 広島
- Keast A. 1978 Trophic and spatial interrelationships in the fish species of an Ontario temperate lake Envir. Biol. Fish 3:7-31
- 木村清朗 1989 ゴギ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 128-131 日本の淡水魚類 山と溪谷社 東京
- 幸地良仁 1991 とっておきの話・沖縄の川魚 165 pp. 沖縄出版 沖縄
- 桑代 勲 1972 瀬戸内海の地形発達史 113+5 pp. 桑代勲遺稿出版会 広島大学文学部地理学教室 広島
- Lewis S. L. 1968 Physical factors influencing fish populations in pool of a trout stream Trans. Am. Fish. Soc. 98:14-19
- Li S. C. 1966 On a new subspecies of fresh-water trout *Brachymystax lenok tsinlingensis* from Taipaishan China Acta Zootax. Sinica 3:92-94 (In Chinese with English abstract)
- Lindberg G. U. 1955 The Quaternary Period in the light of biogeographical data Izd. Akad. Nauk SSSR 334 pp.
- 前畑政善・桑原雅之・松田征也・秋山広光 1987 琵琶湖(南湖)におけるオオクチバス *Micropterus salmoides* (Lacepede) の食性 滋賀県立琵琶湖文化館紀要 5:1-14

- 前畑政善 1989a カムルチー 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 470-473 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 前畑政善 1989b タイワンドジョウ 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 474-475 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 前畑政善 1989c オオクチバス 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 494-505 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 前畑政善 1993 琵琶湖文化館周辺水域 (南湖) における魚類の動向 滋賀県立琵琶湖文化館研究紀要 11: 43-49
- 前川光司 1987 サケ・マス類の生活多型と種内分化 水野信彦・後藤 晃 (編) 112-123 日本の淡水魚類 東海大学出版会 東京
- 前川光司・後藤晃 1982 川の魚たちの歴史 212 pp. 中央公論社 東京
- Magalhaes M. F., Batalha D. C. and Collares-Pereira M. J. 2002 Gradients in stream fish assemblages across a Mediterranean landscape: contributions of environmental factors and spatial structure *Freshwt. Biol.* 47: 1015-1031
- Marchetti M. P. and Moyle P. B. 2001 Effects of flow regime on fish assemblages in a regulated California stream *Ecol. Appl.* 11: 530-539
- 丸山 隆 1978 イワナとヤマメの自然交雑 *淡水魚* 4: 154-157
- 真山 紘・木村清朗 1989 サクラマス・ヤマメ 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 156-168 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 湊 正雄・井尻正二 1966 日本列島 (第2版) 209 pp. 岩波書店 東京
- Miranda L. E. 1986 Removal of stomach contents from live largemouth bass using hydrogen peroxide *North Am. J. Fish. Manag.* 6: 285-286
- 宮地伝三郎 1940 満州産淡水魚類 関東州及び満州国陸水生物調査書 (発行元不明) pp. 88.
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦 1976 原色日本淡水魚類図鑑 (全改訂新版) 462 pp. 保育社 東京
- 水野信彦 1980 中流域 (アユ漁場) での河川改修の問題点と改善策 - 魚類生態の一研究者の目から - *淡水魚* 6: 1-7
- 水野信彦 1985 中流域 (アユ漁場) での河川改修の改善策 (続) - 一淵の回復効果と改善策の実現例 - *淡水魚* 11: 39-45
- 水野信彦 1987 日本の淡水魚類相の成立 水野信彦・後藤 晃 (編) 232-244 日本の淡水魚類 東海大学出版会 東京
- 水野信彦 1989a イシドジョウ 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 394 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 水野信彦 1989b ヨシノボリ類 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 586-591 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 水野信彦 1993 河川魚類とその生態 玉井信行・水野信彦・中村俊六 (編) 52-62 河川環境工学 東京大学出版会 東京
- 水野信彦・御勢久右衛門 1972 河川の生態学 246 pp. 築地書館 東京

- 水岡繁登 1987a 江の川 環境庁(編) 13-32 第3回自然環境保全基礎調査河川調査報告書(中国版) 環境庁 東京
- 水岡繁登 1987b 動物 44-53 安芸郡熊野町史通史編 熊野町 広島
- 水岡繁登・梅村嘉雄・烏田博夫・久保誠一・内藤順一・平山琢朗 1995 淡水魚類 広島県野生生物保護対策検討会(編) 135-154 広島県の絶滅のおそれのある野生生物ーレッドデータブックひろしまー 広島県環境保健協会 広島
- 望月賢二 1997 ミヤコタナゴ 日本の希少淡水魚 長田芳和・細谷和海(編) 64-75 日本の希少淡水魚の現状と系統保存ーよみがえれ日本産淡水魚ー 緑書房 東京
- 森 誠一・渡辺勝敏 1999 床固めブロック岸におけるネコギギの生活 森 誠一(編) 105-114 淡水生物の保全生態学ー復元生態学に向けてー 信山社サイテック 東京
- 村上興正 1998 移入種対策についてー国際自然保護連合ガイドライン案を中心にー 日本生態学会誌 48:87-95
- 長田芳和 1980 タイリクバラタナゴー純血の危機 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編) 147-153 日本の淡水生物ー侵略と攪乱の生態学 東海大学出版会 東京
- 長田芳和 1989a タイリクバラタナゴ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 360-363 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 長田芳和 1989b ニッポンバラタナゴ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 364 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 長田芳和 1989c イチモンジタナゴ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 372 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 長田芳和 1989d スイゲンゼニタナゴ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 366 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 長田芳和 1997 ニッポンバラタナゴ 日本の希少淡水魚 長田芳和・細谷和海(編) 76-85 日本の希少淡水魚の現状と系統保存ーよみがえれ日本産淡水魚ー 緑書房 東京
- 内藤順一 1979 黒瀬川(広西大川)の魚類 比婆科学 111:15-25
- 内藤順一 1982 1963年戸手商業高校生物部採集の芦田川産淡水魚類 比婆科学 121:5-10
- 内藤順一 1985a 広島県芸南地方の淡水魚類(予報) 生物部会報 7:26-28 広島県高等学校理科教育研究会 広島
- 内藤順一 1985b 芦田川で採れたイチモンジタナゴについて 比婆科学 129:5-8
- 内藤順一 1985c 沼田川のビワヒガイについて 比婆科学 129:9-14
- 内藤順一 1985d オオクチバスの広島県への移入 比婆科学 129:16
- 内藤順一 1985e 長谷川(黒瀬川)でアカザを採集 比婆科学 129:17
- 内藤順一 1985f 萩川(江の川上流)産イシドジョウ 比和科学博物館研究報告 23:25-31
- 内藤順一 1987 小瀬川 環境庁(編) 83-98 第3回自然環境保全基礎調査河川調査報告書(中国版) 環境庁 東京
- 内藤順一 1996 熊野町の淡水魚類 安芸熊野の自然誌編集委員会(編) 243-265 安芸熊野の自然誌 熊野町
- 内藤順一 1997 神之瀬峡の淡水魚類 99-104 神之瀬峡の自然総合学術調査報告書 広島県

## 広島

- 内藤順一 1998 魚類 蒲刈町史編集委員会(編) 191-232 蒲刈町史自然編 蒲刈町
- 内藤順一・倉田吏諄・山岡秋夫・重末久人 1982 広島県の淡水魚類 日本生物教育会広島大会「広島の生物」編集委員会(編) 183-204 広島の生物 第一法規 東京
- 内藤順一・田村龍弘 1988 円口類・魚類 広島市教育委員会(編) 195-209 広島市の動植物ー広島市希少生物分布調査報告ー 広島市教育委員会 広島
- 内藤順一・田村龍弘・平山琢朗 2000 淡水魚類 12-13 29 187-196 広島市の生物ーまもりたい生命の営みー 広島市環境局企画課 広島
- 内藤順一・田村龍弘・岩水正志 1996 広島県芸北町の淡水魚類 高原の自然史 1:215-245
- 中坊徹次 2000 日本産魚類検索ー全種の同定ー第二版 1748 pp. 東海大学出版会 東京
- 中井克樹 1999 「バス釣りブーム」がもたらすわが国の淡水生態系の危機 森 誠一(編) 154-170 淡水生物の保全生態学ー復元生態学に向けてー 信山社サイテック 東京
- 中井克樹 2002 「ブラックバス問題」の現状と課題 日本魚類学会自然保護委員会(編) 127-147 川と湖沼の侵略者ブラックバスーその生態と生態系への影響 恒星社厚生閣 東京
- 中村守純 1963 原色日本淡水魚類検索図鑑 262 pp. 北隆館 東京
- 中村俊六・水野信彦・石田力三・高橋剛一郎・小場瀬令二・玉井信行 1993 生態環境保全/改善の基本 玉井信行・水野信彦・中村俊六(編) 164-242 河川環境工学 東京大学出版会 東京
- 中野 繁・田口茂男・柴田勇治・古川哲夫 1989 サツキマス・アマゴ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 169-178 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 中島経夫 1994 魚類 琵琶湖自然史研究会(編) 168-275 琵琶湖の自然史 八坂書房 東京
- 中島経夫・藤岡康弘・前畑政善・大塚泰介・藤本勝行・長田智生・佐藤智之・山田康幸・濱口浩之・木戸裕子・遠藤真樹 2001 滋賀県湖南地域における魚類の分布パターンと地形との関係 陸水学雑誌 62:261-270
- Neave F. 1958 The origin and speciation of *Oncorhynchus* Trans. Roy. Soc. Can. 52: 25-39
- 西村嘉助 1962 中国地方の水系とその発達 広島大学文学部紀要 21:188-206
- 西村三郎 1980 日本海の成立(改訂版)ー生物地理学からのアプローチ 230 pp. 築地書房 東京
- 岡村 収 1990 四万十川の動物ー魚類 伊藤猛夫(編) 221-306 四万十川(しぜん・いきもの) 高知市民図書館 高知
- 小野正人 1998 外来生物と生物多様性の危機 遺伝 52(5):8-45
- 太田陽子・米倉伸之 1987 海岸線 日本第四紀学会(編) 70-72 日本第四紀地図 東京大学出版会 東京
- Osborne L. L. and Wiley M. J. 1992 Influence of tributary spatial position on the structure of warmwater fish communities Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 671-681
- Page M. L. and Burr M. B. 1991 Freshwater Fishes Houghton Mifflin Company Boston 432 pp.
- Poff N. L. and Allan J. D. 1995 Functional organization of stream fish assemblages in relation to

- hydrological variability Ecology 76: 606-627
- Pusey B. J., Arthington A. H. and Read M. G. 1998 Freshwater fishes of the Burdekin River Australia: biogeography history and spatial variation in community structure Env. Biol. Fish. 53: 303-318
- Rosenfield J. A. 2002 Pattern and process in the geographical ranges of freshwater fishes Glob. Ecol. Biogeogr. 11: 323-332
- Ruggles C. P. 1968 Depth and velocity as a factor in stream rearing and production of Juvenile coho salmon Can. Fish Culturist 38: 37-53
- 佐原雄二・幸地良仁 1980 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦 (編) 106-117 日本の淡水生物 - 侵略と攪乱の生態学 東海大学出版会 東京
- 佐原雄二 1989 カダヤシ 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 432 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 斉藤憲治 1984 スジシマドジョウの地方種族 遺伝 38: 31-37
- 斉藤憲治 1989a スジシマドジョウ亜群 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 386-391 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- Saitoh K. and H. Aizawa 1987 Local differentiation within the striated spined loach (the striata type of *Cobitis taenia* complex) Japan. J. Ichtyol. 34 (3) : 334-345
- 斉藤裕也 1989b ニジマス 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 152-155 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 酒泉 満 1997 淡水魚地方個体群の遺伝的特性と系統保存 日本の希少淡水魚 長田芳和・細谷和海 (編) 218-227 日本の希少淡水魚の現状と系統保存 - よみがえれ日本産淡水魚 - 緑書房 東京
- 佐藤月二 1963 ゴギ (中国地方のイワナ) 広島県文化財調査報告第3集 (天然記念物) 3-30 広島県教育委員会 広島
- Schrammand H. L. and Jirka K. J. 1989 Epiphytic macroinvertebrates as a food resource for bluegills in Florida lakes Trans. Am. Fish. Soc. 118: 416-426
- 杉山秀樹 1997 淡水魚あきた読本 183 pp. 無明舎出版 秋田
- 鈴木 亮 1982 Ⅲ. ヤマメ・アマゴの交雑について - ヤマメ, アマゴの雑種 淡水魚増刊 (ヤマメ・アマゴ特集) : 74-78
- 多井義郎 1982 瀬戸内海 545-546 広島県大百科事典 (下) 中国新聞社 広島
- 高橋剛一郎 1985 河道の改修が魚類の生息環境に与える影響 淡水魚 11: 46-51
- 高橋清孝 2002 オオクチバスによる魚類群集への影響 日本魚類学会自然保護委員会 (編) 47-59 川と湖沼の侵略者ブラックバス - その生態と生態系への影響 恒社厚生閣 東京
- 高橋清孝・小野寺 毅・熊谷 明 2001 伊豆沼・内沼におけるオオクチバスの出現と定置網魚種組成の変化 宮城水産研報 1: 11-18
- 鷹村 権 1979 日曜の地学 - 広島の地質をめぐって 200 pp. 築地書房 東京
- 田中 晋 1989 ハス 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) 250-255 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京

- 田中 晋 1997 イタセンバラ 日本の希少淡水魚 長田芳和・細谷和海(編) 86-94 日本の希少淡水魚の現状と系統保存—よみがえれ日本産淡水魚— 緑書房 東京
- 谷口順彦 1989a ニゴロブナ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 344 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 谷口順彦 1989b ゲンゴロウブナ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 345 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 淡水魚編集部 1978 外来種の放流に対する研究者の反対意見について 淡水魚 4:58-59
- 立川賢一 1989a ソウギョ 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 282-284 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 立川賢一 1989b ハクレン 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 290-291 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- Tattersfield P., Warui C. M., Seddon M. B. and Kiringe J. W. 2001 Land-snail faunas of afro-montane forests of Mount Kenya Kenya: ecology diversity and distribution patterns J. Biogeogr. 28: 843-861
- 寺島 彰 1977 琵琶湖に棲息する侵入魚—特にブルーギルについて— 淡水魚 3:38-43
- 寺島 彰 1980 ブルーギル—琵琶湖にも空いていた生態的地位 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編) 63-70 日本の淡水生物—侵略と攪乱の生態学 東海大学出版会 東京
- 寺島 彰 1989 ブルーギル 川那部浩哉・水野信彦(編・監修) 506-511 日本の淡水魚 山と溪谷社 東京
- 友田淑郎 1989 琵琶湖のいまとむかし 172 pp. 青木書店 東京
- 坪川健吾 1988 岡山地方の純淡水魚類相の動物地理学的考察 倉敷市立自然史博物館研究報告 3:1-30
- 坪川健吾・花坂和男・岩田正人・片山 久・加藤泰治・中田秋穂・西岡 寛・沖 秀二・山本章造・湯浅卓雄 1982 岡山県旭川に分布する魚類 淡水魚 8:113-139
- 土屋 実 1980 ソウギョとハクレン—長江生まれのそう食魚 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編) 79-86 日本の淡水生物—侵略と攪乱の生態学 東海大学出版会 東京
- Tyus H. M. and Saunders III J. F. 2000 Nonnative fish control and endangered fish recovery: Lessons from the Colorado River Fisheries 25(9):17-24
- 上原武則 1978 大正池の魚相異変—イワナの雑種化をめぐって— 淡水魚 4:146-150
- 上野輝彌 1980 淡水魚の分布とその由来 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編) 8-18 日本の淡水生物—侵略と攪乱の生態学 東海大学出版会 東京
- Unmack P. J. 2001 Biogeography of Australian freshwater fishes J. Biogeogr. 28:1053-1089
- Vila-Gispert A., Garcia-Berthou E. and Moreno-Amich R. 2002 Fish zonation in a Mediterranean stream: effects of human disturbances Aquat. Sci. 64:163-170
- 鷺谷いづみ・森本信生 1993 日本の帰化生物 191 pp. 保育社 大阪
- 鷺谷いづみ・村上興正 2002 外来種問題はなぜ生じるのか—外来種の生物学的根拠— 日本生態学会(編) 4-5 外来種ハンドブック 地人書館 東京
- 渡辺勝敏 1999 歴史生物地理における系統と化石の重要性:日本産ギギ科魚類の分布パターン



の成立過程 松浦啓一・宮 正樹 (編著) 45-61 魚の自然史 (水中の進化学) 北海道大学図書刊行会 札幌

Whittier T. R. and Kincaid T. M. 1999 Introduced fishes in northeastern USA lakes: Regional extent dominance and effect of native species richness Trans. Am. Fish. Soc. 128: 769-783

Yap S. Y. 2002 On the distributional patterns of Southeast-east Asian freshwater fish and their history J. Biogeogr. 29: 1187-1199

谷田貝泰子・渡辺恵三・大谷直史 1999 精進川の他自然型川づくり事業の成果と問題点 森誠一 (編) 115-132 淡水生物の保全生態学—復元生態学に向けて— 信山社サイテック 東京

Yuma M., Hosoya K. and Nagata Y. 1998 Distribution of the freshwater fishes of Japan: an historical overview Env. Biol. Fish. 52: 97-124

Zampella R. A. and Bunnell J. F. 1998 Use of reference-site fish assemblages to assess aquatic degradation in pinelands stream Ecol. Appl. 8: 645-658

2003年11月25日受付; 2004年2月27日受理