

多々良川水系におけるタナゴ類の分布域の推移とタナゴ類・二枚貝の生息に及ぼす都市化の影響

鬼 倉 徳 雄*
 乾 隆 帝*
 河 村 功 一**

中 島 淳*
 比 嘉 枝利子*
 松 井 誠 一*

江 口 勝 久*
 三 宅 琢 也**
 及 川 信*

Change in Distribution of Bitterlings, and Effects of Urbanization on Populations of Bitterlings and Unionid Mussels in Tatara River System, Kyushu, Japan

Norio ONIKURA*, Jun NAKAJIMA*, Katsuhisa EGUCHI*,
 Ryutei INUI*, Eriko HIGA*, Takuya MIYAKE**,
 Kouichi KAWAMURA**, Seiichi MATSUI* and Shin OIKAWA*

* Fishery Research Laboratory, Kyushu University, 2506 Tsuyazaki, Fukuoka 811-3304, Japan

** Faculty of bioresources, Mie University, 1515 Uehama-machi, Tsu, Mie 514-8507, Japan

Abstract

The populations of Japanese bitterlings and unionid mussels and the land use of the watershed were investigated in 36 sampling sites in the Tatara river system in northern Kyushu, Japan. Five bitterling species were found in 11 sites in the system. Although *Rhodeus ocellatus kurumeus* was found to be distributed in 23 sites in 1983, this species was found in three sites in this study. The population of the bitterlings decreased in the sites with a high urbanization rate, although the populations of several other fish species showed no dependence on the urbanization rate. The population of the mussels showed a negative correlation with urbanization rate. In addition, the mussels populations showed positive relationship with the bitterling populations. These three relationships indicate that the decrease in the bitterling population due to the urbanization of the watershed was responsible for the decrease in the mussel population.

Key words: Japanese bitterlings, unionid mussels, urbanization, watershed, Kyushu

1. はじめに

九州には在来種として6種のタナゴ類が生息する(ニッポンバラタナゴ: *Rhodeus ocellatus kurumeus*; カゼトゲタナゴ: *R. sinensis atremius*; カネヒラ: *Acheilognathus rhombeus*; セボシタビラ: *A. tabira* subsp. 2; アブラボテ: *Tanakia limbata*; ヤリタナゴ: *T. lanceolata*)^{1,2)}。環境省レッドデータブックはそのうちニッポンバラタナゴを絶滅危惧IA類に³⁾、カゼトゲタナゴとセボシタビラを絶滅危惧II類に指定している⁴⁾。このように、九州産タナゴ類はいずれも近年減少傾向が著しい種である。

タナゴ類の減少要因として、外来魚による捕食と交雑、水質悪化、農業用水路の三面化や近代化した圃場整備などが挙げられる³⁻⁵⁾。外来魚問題を除けば、多くは都市化等の人為的要因である。国外では都市化と魚類相の関連性について幾つかの報告があり、都市化による魚類相の単純化⁶⁻⁹⁾、在来種の減少と移入・外来種の増加など

が指摘される^{10,11)}。しかし、人為的要因の幾つかがタナゴ類の減少要因とされているにもかかわらず、都市化がタナゴ類に及ぼす影響について調べられた例はない。加えて、タナゴ類は産卵床としてイシガイ科の淡水産二枚貝を利用するため、タナゴ類の保全には淡水二枚貝類の保全も同時に必要であるが¹⁾、二枚貝類と都市化について、あるいはタナゴ類と二枚貝類の生息密度の関連性について、野外調査によって明らかにされた報告はない。

福岡市内を流れる多々良川水系の5河川については、およそ20年前にバラタナゴ類を対象とした調査が行われ、同水系に6種のタナゴ類が生息し、一部の支流では優占種がバラタナゴであることが報告されている¹²⁾。本研究は当時と同じ採集場所、採集方法および漁獲努力量でタナゴを中心とした淡水魚の生息とイシガイ科二枚貝の分布状況を調査し、現在のタナゴ類の生息状況を追跡するとともに、都市化とタナゴ類の関係および二枚貝とタナゴ類の生息密度の関係について検討した。

* 九州大学水産実験所 〒811-3304 福岡市津屋崎2506

** 三重大学水圏資源生物学講座 〒514-8507 津市上浜町1515

2. 方 法

2.1 魚類調査

多々良川は九州北部の博多湾に流入する流程およそ17 kmの2級河川である¹²⁾。主な支流として、下流部で須恵川と宇美川、中流部で猪野川と久原川が合流する。本調査は木村ほかに従い¹²⁾、中下流域を中心とした合計36地点（多々良川：14地点；猪野川：6地点；久原川：4地点；須恵川：7地点；宇美川：5地点）で行った（Fig. 1）。ただし、宇美川については現在河口域にて大規模な河川改修工事が行われており、当時のSt.1と2については調査できなかった。また、猪野川については当時の調査地点よりもさらに上流に1地点を加えて調査した。2005年6—12月にかけて、地点毎に初夏1回、晩秋1回の計2回、調査を行った。各地点においてそれぞれ投網（30節2000目）を5投し、採集された全ての魚種について現地で同定し、個体数と体長を記録した後、採集地点に放流した。同定、標準和名および学名は中坊¹³⁾に従った。また、各河川において可能な限り各種1個体を10%中性ホルマリンで固定し、九州大学生物資源環境科学府附属水産実験所に標本として登録した（アユ：FRLK-050127；カワムツ：FRLK-050120, 128, 181；オイカワ：FRLK-050118, 129, 143, 155, 176；ムギツク：FRLK-050116, 131, 180；モツゴ：FRLK-050122, 152, 161, 174；カマツカ：FRLK-050125, 130, 144, 157, 173；ツチフキ：FRLK-050153, 178；イトモロコ：FRLK-050117, 133, 171；コイ：FRLK-050123, 141, 148, 163, 168；オオキンブナ：FRLK-050111, 138；ゲンゴロウブナ：FRLK-050124, 149, 183；ギンブナ：FRLK-050109, 132, 182；アブラボテ：FRLK-050115, 188；ニッポンバラタナゴ：FRLK-050121, 189；カゼトゲタナゴ：FRLK-050119；カネヒラ：FRLK-050112, 134, 172；セボシタビラ：FRLK-050108, 170；ヤマトシマドジョウ：FRLK-050167；スジシマドジョウsp.：FRLK-050107, 164, 179；ナマズ：FRLK-050135；メダカ：FRLK-050126, 136, 147, 165；ボラ：FRLK-050142, 160；セスジボラ：FRLK-050184；スズキ：FRLK-050150, 159, 185；オオクチバス：FRLK-050106, 162, 177；ブルーギル：FRLK-050110, 140, 151, 158, 175；ドンコ：FRLK-050114, 139；トウヨシノボリ：FRLK-050113, 137, 154, 156, 166；チチブ：FRLK-050145；ウロハゼ：FRLK-050186；ビリンゴ：FRLK-050146；ウキゴリ：FRLK-050169；マハゼ：FRLK-050187）。

なお、ニッポンバラタナゴは中国大陸から移入されたタイリクバラタナゴと交雑し、純系のニッポンバラタナゴが各地で姿を消している¹⁻³⁾。そして、純系と雑種の外見的な識別は非常に難しく、多々良川水系のバラタナゴについては1983年当時、タイリクバラタナゴと外形的に顕著に異なることを明らかにしたものの、純系か否かについては触れずにバラタナゴ類として取り扱っている¹²⁾。本研究では、現在の魚類学分野において最も一般的なミトコンドリアDNA解析¹⁴⁾と有孔鱗数の有無²⁾によって、多々良川水系で採集された10個体については少なくとも全個体がニッポンバラタナゴ型のミトコンドリアDNA配列を持ち、形態的にもニッポンバラタナゴの特徴を持つことを確認した（未発表データ）。また、1990年代に須恵川で採集されたバラタナゴはニッポンバラタナゴ

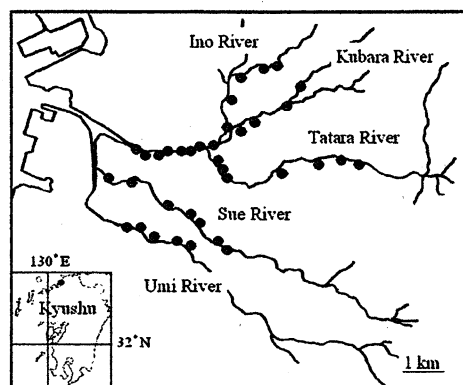


Fig. 1 Sampling sites in the Tatar River System, Kyushu, Japan

であることが確認されている¹⁵⁾。これらの理由から、本論文で取り扱うバラタナゴについては、ニッポンバラタナゴとして表記した。

2.2 流域の都市化

多々良川水系において流域の都市化の状況を把握する材料として、2004年に実測された2万5千分の1地図を利用した¹⁶⁾。上述の魚類調査における各地点の周辺1km²を解析範囲とし、その中に100m×100mの升目を100升作った。そして、地図上に示された住宅・工業・商業用地を都市用地とし、それらが升目内を50%以上占めた場合、その升目を都市用地と判断した。そして、都市用地と判断された升目数の合計から各地点の都市用地の面積を算出し、その値を調査地点の都市化の指標とした。

都市化と各魚種の生息の関連性について議論するために、出現個体数と都市用地の面積について、Kendallの順位相関により解析した。但し、タナゴ類は各種の出現地点数が少なく、種ごとに解析できなかったため、出現した5種全てをタナゴ類として取り扱った。シマドジョウ類についても同様に出現した2種をシマドジョウ類としてひとまとめにして解析した。

2.3 貝類調査

二枚貝の調査は2005年9—12月に上述した36地点のうち、水深が深く調査が行えなかった多々良川下流の7地点を除く、計29地点で行った。各地点とも1m²のコドラートを平瀬と淵にそれぞれ流心部2点、岸際に2点、無作為に設置し、鋤簾（開口部の幅20cm、高さ15cm）を使ってアサリやシジミを採集する要領で、深さがおよそ20cmとなるように底質ごとにかき取って採集した。採集した二枚貝は現地で近藤¹⁷⁾に従って同定した後、殻長を測定して放流した。ドブガイ類については地域による形態学的な変異が大きく、外形で区分することが難しい。本来はドブガイA(*Anodonta* sp. A)およびドブガイB(*Anodonta* sp. B)に分けられるが¹⁷⁾、今回はドブガイ類として取り扱った。そして、地点ごとに1m²当たりの生息数を算出して、各地点における二枚貝類の生息密度とした。

出現した貝類の生息密度についてもタナゴ類と同様に、都市用地の面積との関係について解析した。但し、タナゴ類やシマドジョウ類と同様、出現地点数が少なく、種ごとに解析できなかったため、二枚貝類としてまとめ

て取り扱った。また、タナゴ類の出現個体数と二枚貝の生息密度について、Kendallの順位相関により解析した。

2.4 外来魚の出現とタナゴ類の出現との関係解析

先に述べたように、タナゴ類の減少要因として外来魚の影響についてもしばしば論じられるため、ブルーギル *Lepomis macrochirus* とオオクチバス *Micropterus salmoides* については、両種の出現がタナゴ類の出現に影響する可否かを解析した。両種の出現・非出現地点において、それぞれ以下の4つの式によりタナゴ類の出現確率を算出して、外来魚の出現がタナゴ類の出現確率を低下させているかどうかを検討した。

1. ブルーギル出現地点におけるタナゴ類の出現確率

$$= \text{ブルーギル出現地点中、タナゴ類が出現した地点数} / \text{ブルーギルの出現地点数} \times 100$$
2. ブルーギル非出現地点におけるタナゴ類の出現確率

$$= \text{ブルーギル非出現地点中、タナゴ類が出現した地点数} / \text{ブルーギルの非出現地点数} \times 100$$
3. オオクチバス出現地点におけるタナゴ類の出現確率

$$= \text{オオクチバス出現地点中、タナゴ類が出現した地点数} / \text{オオクチバスの出現地点数} \times 100$$
4. オオクチバス非出現地点におけるタナゴ類の出現確率

$$= \text{オオクチバス非出現地点中、タナゴ類が出現した地点数} / \text{オオクチバスの非出現地点数} \times 100$$

3. 調査結果と考察

3.1 タナゴ類の分布域の推移

今回の多々良川水系における調査では、九州に在来する6種のタナゴ類のうち、5種のタナゴ類が全11地点にて採集された(ニッポンバラタナゴ: 3地点; カゼトゲタナゴ: 2地点; カネヒラ: 5地点; セボシタビラ: 6地点; アブラボテ: 3地点)。多々良川、猪野川と久原川からそれぞれ12, 78および41個体が採集されたが、須恵川と宇美川ではタナゴ類の生息は確認されなかった。

20年前の調査¹²⁾では、同様の調査地点、採集努力量により、九州に在来する全てのタナゴ類が採集されている。また、須恵川と宇美川でそれぞれ154および54個体のタナゴ類が採集されている。また、バラタナゴの出現地点を地図上に表したところ、当時23地点で採集されていたにもかかわらず、今回はわずか3地点でしか採集されていない(Fig. 2)。ヤリタナゴが採集できなかった点、須恵川と宇美川からタナゴ類が採集されなかった点およびニッポンバラタナゴの出現地点数が大幅に減少した点が、20年間の大きな変化である。

3.2 流域の都市化と各魚種の個体数の関係

各調査地点の周辺1km²における都市用地比率をFig. 3に示す。須恵川と宇美川の都市化の進行が著しく、特に宇美川については全ての調査地点において、須恵川については下流の地点において80%以上の都市用地比率を示した。逆に、猪野川と久原川については全体的に都市化が進んでおらず、都市用地比率が40%を下回る地点が多く認められた。

これらの値と各魚種の出現個体数の関係を散布図に示す(Fig. 4)。都市用地が増加するにつれて減少する傾向が認められたのは、オイカワ *Zacco platypus* (A)、カワムツ *Z. temminckii* (B)、イトモロコ *Squalidus gracilis gracilis*

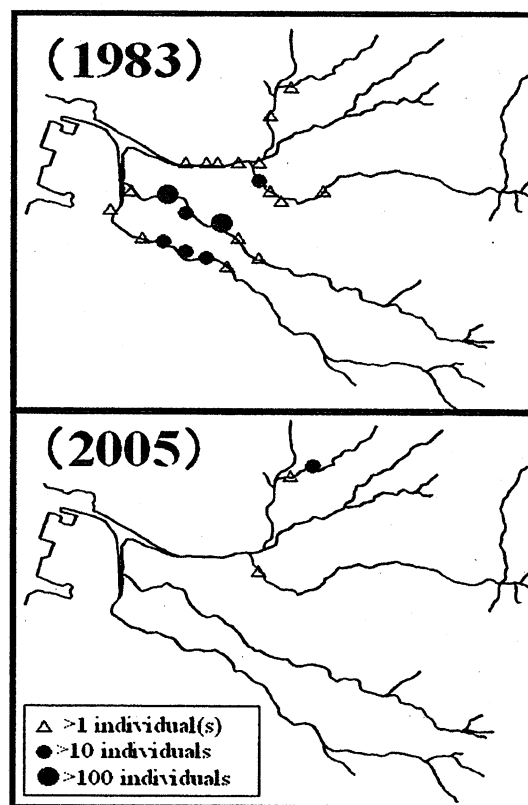


Fig. 2 Distribution of *Rhodeus ocellatus kurumeus* in 1983 and 2005 in the Tataru River System, Kyushu, Japan

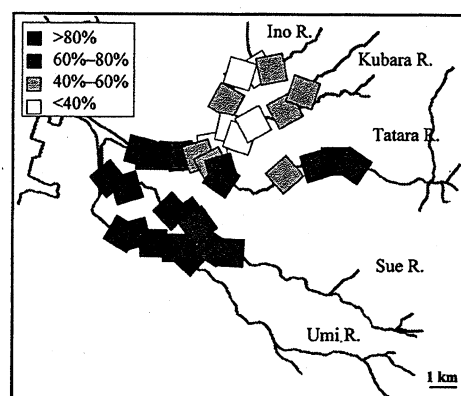


Fig. 3 The rates of the urbanized areas around each sampling site

(C), ムギツク *Pungtungia herzi* (D)およびタナゴ類(E)であり、特にタナゴ類については都市用地比率が60%を超える地点にはほとんど出現しなかった。他の7種のギンブナ *Carassius* sp. (F), モツゴ *Pseudorasbora parva* (G), カマツカ *Pseudogobio esocinus esocinus* (H), ゲンゴロウブナ *C. cuvieri* (I), メダカ *Oryzias latipes latipes* (J), コイ *Cyprinus carpio* (K), シマドジョウ類 (L)については都市化と個体数の間に相関性は認められなかった。

20年を経過してタナゴ類が姿を消した須恵川と宇美川は流域の都市化が進み、対照的にタナゴ類が今なお生

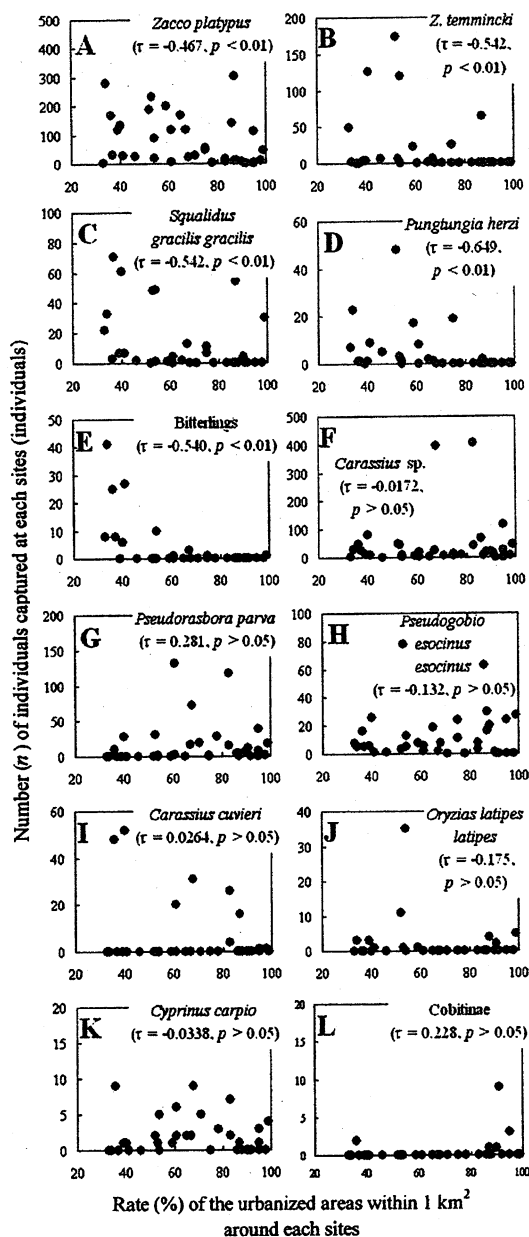


Fig. 4 The relationships between fish populations and the rates of urbanized area at each sampling site

息する猪野川と久原川は都市化が進んでいない。都市化の進行状況は人口増加率からも裏付けることができ、流域の市町村の20年間の人口増加率を計算すると、須恵川、宇美川の流れる6市町では最大1.5倍であったのに対し、猪野川と久原川の流れる久山町では約1倍で人口増加が見られない。また、今回の調査結果において、都市用地比率とタナゴ類の出現数が負の相関性を示したことも、タナゴ類が流域の都市化に伴い減少することを裏付ける結果である。本流の流程が17km程度しかない小規模河川の同一水系内において、人口増加に伴い都市化の進んだ地域と人口が横ばいで都市化の進んでいない地域があり、タナゴ類の分布傾向や生息密度がそれに大きく左右され

ていることが明らかとなった。

タナゴ類以外において、土地利用との間に負の相関が認められた4種は、いずれも日本の河川では中流から中上流域に広域分布する魚である。多々良川水系は下流部の方がより都市化が進行している一方で(Fig. 2), これら4種は下流部を代表する魚とは言い難く、都市化がより進行する下流部には元々出現しない可能性もある。そのような点から、これら4種は河川内における流程分布に解析結果が左右されている可能性がある。今回の調査はタナゴ類を中心に行われた20年前の調査に基づいたため、下流部を中心に調査を行っており、これらの4種の都市化との因果関係については、今回の調査地点よりもさらに上流のデータを含めて解析する必要があると考えている。

3.3 二枚貝の生息密度と流域の都市化およびタナゴ類の生息密度の関係

今回の調査では、イシガイ(*Unio douglaciae*)とドブガイ類が採集された。これらは多々良川では4地点、猪野川では4地点、久原川では3地点で採集されたが、須恵川と宇美川からは見つからなかった。生息密度はそれぞれの地点で0.25–1.75個体/m²であった。

各地点の都市用地比率と二枚貝の生息密度との関係をFig. 5Aに、タナゴ類の出現個体数と二枚貝の生息密度との関係をFig. 5Bに示す。タナゴ類と同様に、二枚貝類についても都市用地が増加するにつれて生息密度が減少する傾向が認められた。また、タナゴ類の出現個体数と二枚貝の生息密度との間には正の相関性が認められ、二枚貝の生息密度とタナゴ類の出現個体数は密接に関わることが示唆された。

本研究により、タナゴ類の個体数と都市化との間の負の関係、二枚貝と都市化との間の負の関係およびタナゴ

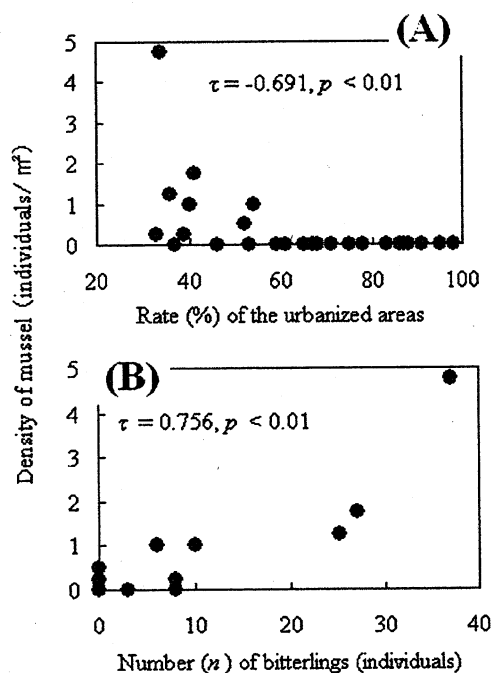


Fig. 5 The relationships between mussel population and the rates of urbanized areas around the sampling site (A) and the population of bitterlings (B)

類の個体数と二枚貝類の間の正の相関性が明らかとなった。タナゴ類が産卵基質としてイシガイ科の淡水二枚貝を利用することは周知の事実である^{1,18,19)}。著者らはこれらの事実から、都市化の進行に伴って二枚貝が減少し、産卵基質を失ったタナゴ類に影響を及ぼしたと推察する。タナゴ類が二枚貝を基質として産卵するという特殊な習性は卵、仔魚期の生残率を高める上で効果的であるとされるが²⁰⁾、現在の多々良川水系は必ずしもイシガイ類の生息にとっては好適な環境であるとは言えない状況にある。このため、発生初期の極めて重要な時期を他の生物に依存するというタナゴ類の繁殖特性が、逆にタナゴ類の種の維持にとって極めて不利に働いていると言えることができる。

二枚貝が都市化の影響を受ける理由については現在までのところ明らかとなっていない。Mills and Reynolds は水質が二枚貝およびヨーロッパタナゴに影響することを述べているが²¹⁾、少なくとも多々良川水系の水質については、下水処理設備の普及に伴い、20年前に比べて改善されているようである²²⁾。他の理由としては、二枚貝類の幼生期の寄生生活が宿主の減少により影響を受けている可能性も示唆される。ドブガイ類はヨシノボリ類に、イシガイはオイカワ、カワムツ、ヨシノボリ類にグロキディウム幼生が寄生することが知られており¹⁷⁾、本研究ではイシガイの宿主であるオイカワとカワムツも都市化と個体数の間に負の相関性を示していた。タナゴ類は二枚貝類に、二枚貝類は魚類に寄生するといった複雑な種間関係にあり、総合的な保全策を講じなければ、タナゴ類の保全は難しいと考えられる。

都市化によって河川の何が変化したのか、重要な検討課題のひとつである。残念ながら、本研究ではそれについて論じるための調査結果は得られていない。しかしながら、著者らは今回の調査区域内に設置される可動堰と固定堰の割合について注目したい(Table 1)。タナゴ類の出現しなかった須恵川と宇美川の可動堰設置率は100%であるのに対し、タナゴ類の残る多々良川、猪野川、久原川については3-4割程度である。そして、これらの可動堰の多くは初夏には堰が立てられ、水位が高く維持されていたのに対し、晩秋には約半数の堰が倒され水位は下がり、堰下に大量の砂礫が流出していた。固定堰の場合、堰上に砂泥を蓄える傾向にあり底質環境が安定し、可動堰の場合、堰に蓄えた砂泥を増水時の堰の開放により一気に押し流すため、底質環境が不安定になることが予測できる。その結果、底質に影響を受けるであろう水草、岸際の植生や二枚貝の生息環境を悪化させることにつながるのではないかと推察している。今後、固定堰と可動堰の周辺部における底質環境に着目した野外調査を行う必要があると考えている。

3.4 外来魚の出現とタナゴ類の出現との関係

最後に、ブルーギルとオオクチバスの出現地点と非出現地点におけるタナゴ類の出現確率をTable 2に示す。各地で問題となっている外来魚については、今回の調査ではブルーギルとオオクチバスがそれぞれ12および7地点に出現した。しかしながら、両種の出現・非出現域において、タナゴ類の出現確率に差が認められなかった(ブルーギル: $\chi^2 = 0.0379$, $P = 0.846$; オオクチバス: $\chi^2 = 0.727$,

Table 1 The number and types of dams built within the sampling sites in each river in the Tatara River System

Rivers	Fixed-crest dams	Movable dams
Tatara R.	10	7
Ino R.	6	3
Kubara R.	6	4
Sue R.	0	8
Umi R.	0	3

Table 2 The appearance rate (%) of Japanese bitterlings at the sites where exotic species such as *Lepomis macrochirus* (Lm) and *Micropterus salmoides* (Ms) appeared (A) and did not appear (No A) during this research

	A	No A
Lm (12 sites)	16.7	20.8
Ms (7 sites)	42.9	13.8

$P = 0.394$)。タナゴ類の減少要因として外来魚の食害が言われているが³⁻⁵⁾、少なくとも多々良川水系においては外来魚によるタナゴ類の分布域への影響は、現在のところ問題ではない状況であると考えている。

4. まとめ

1) 多々良川水系のタナゴ類は20年間でその分布域が大幅に減少した。都市化の進行する須恵川と宇美川ではその傾向が特に顕著であった。

2) 一部の淡水魚類は流域の都市用地比率の増大に伴い減少する傾向が見られ、特にタナゴ類については顕著であった。

3) タナゴ類の産卵基質であるイシガイ科二枚貝の生息密度についても都市用地比率の増大に伴い減少する傾向が見られた。

4) タナゴ類の個体数と二枚貝の生息密度の間には正の相関性が認められた。都市化の進行により、二枚貝が減り、その結果としてタナゴ類に最も顕著な影響が出ることを示唆された。

5) タナゴ類の生息が確認できなかった須恵川と宇美川の調査区域内は全て可動堰である点が、タナゴ類の見られる多々良川、猪野川、久原川との大きな相違点であり、可動堰、固定堰周辺の底質環境の調査が今後の検討課題である。

謝 辞

本調査を行うに当たり、九州大学農学部元教授の木村清朗先生に1983年当時の調査状況について情報を頂いた。また、二枚貝の種の同定について福岡県保健環境研究所の緒方健氏にご指導いただいた。厚く御礼申し上げたい。

(原稿受付 2006年 5月 4日)

(原稿受理 2006年10月 2日)

参考文献

- 1) 長田芳和 (2005) タナゴ亜科, 「日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), pp.354-377, 山と溪谷社, 東

- 京.
- 2) 加納義彦, 原田康志, 河村功一 (2005) ニッポンバラタナゴ—外来種と隔離がもたらしたもの—, 「希少淡水魚の現在と未来: 積極的保全のシナリオ」 (片野修・森誠一編), pp.122-132, (株)信山社, 東京.
 - 3) 河村功一 (2003) ニッポンバラタナゴ, 「改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物 汽水・淡水魚類」 (環境省編), pp.44-45, (財)自然環境研究センター, 東京.
 - 4) 木村晴朗 (2003) カゼトゲタナゴ, 「改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物 汽水・淡水魚類」 (環境省編), pp.152-153, (財)自然環境研究センター, 東京.
 - 5) 木村晴朗 (2003) セボシタビラ, 「改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物 汽水・淡水魚類」 (環境省編), pp.150-151, (財)自然環境研究センター, 東京.
 - 6) Marchetti, M.P., Julie, L., Lockwood, J.L. and Light, T. (2006) Effects of urbanization on California's fish diversity: Differentiation, homogenization and the influence of spatial scale, *Biol. Conserv.*, **127**, 310-318.
 - 7) Olden, J.D., Poff, N.L. and McKinney M.L. (2006) Forecasting faunal and floral homogenization associated with human population geography in North America, *Biol. Conserv.*, **127**, 261-271.
 - 8) Pauchard, A., Aguayo, M., Pena, E. and Urrutia R. (2006) Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile), *Biol. Conserv.*, **127**, 272-281.
 - 9) Scott, M.C. (2006) Winners and losers among stream fishes in relation to land use legacies and urban development in the southeastern US. *Biol. Conserv.*, **127**, 301-309.
 - 10) Rahel, F.J. (2000) Homogenization of fish faunas across the United States, *Science*, **288**, 854-856.
 - 11) Scott, M.C. and Helfman, G.F. (2001) Native invasions, homogenization, and the mismeasure of the integrity of fish assemblages, *Fisheries*, **26**, 6-15.
 - 12) 木村清朗, 松井誠一, 早田浩文, 立原一憲 (1986) 福岡県多々良川のバラタナゴおよびその生息環境, 九州大学農学部学芸雑誌, **40**, 239-247.
 - 13) 中坊徹 (2002) 日本の魚類検索—全種の同定—, 1-1748pp.
 - 14) Kawamura, K., Nagata, Y., Ohtaka, H., Kanoh, Y. and Kitamura, J. (2001) Genetic diversity in the Japanese rosy bitterling, *Rhodeus ocellatus kurumeus* (Cyprinidae), *Ichthyol. Res.*, **48**, 369-378.
 - 15) Miyake, K., Tachida, H., Oshima, Y., Arai, R., Kimura, S., Imada, N. and Honjo, T. (2001) Genetic variation of the cytochrome b gene in the rosy bitterling, *Rhodeus ocellatus* (Cyprinidae) in Japan, *Ichthyol. Res.*, **48**, 105-110.
 - 16) 国土地理院 (2005) ウォッチーズ, 地図閲覧サービス (試験公開), <http://watchizu.gsi.go.jp/>.
 - 17) 近藤高貴 (2002) 日本産イシガイ類図鑑 (Unionid Mussels of Japan), <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~kondo/unio/unio.htm>
 - 18) 福原修一, 前川渉, 長田芳和 (1998) 九州北西部の3小河川におけるタナゴ類の産卵床利用の比較, 大阪教育大学紀要 第III部門, **47**, 27-37.
 - 19) Smith, C., Reichard, M., Jurajda, P. and Przybylski, M. (2004) The reproductive ecology of the European bitterling (*Rhodeus sericeus*), *J. Zool.*, **262**, 107-124.
 - 20) 長田芳和 (1985) バラタナゴの産卵数および貝内産卵の生態学的意義, 魚類学雑誌, **32**, 324-334.
 - 21) Mills, S.C. and Reynolds, J.D. (2004) The importance of species interactions in conservation: the endangered European bitterling *Rhodeus sericeus* and its freshwater mussel hosts. *Animal Conserv.*, **7**, 257-263.
 - 22) 福岡県 (2005) 主要河川の水質状況「福岡県統計年鑑」 pp.283, 福岡県統計協会, 福岡.