

湧水湖におけるタナゴ類の生息状況と 社会的・非生物的環境特性の影響について

中村結樹* 市川勉**

Live Condition of *Acheilognathinae* and Influence of Social and Abiotic Environmental Characteristics in Spring Lake

by

Yuki NAKAMURA and author Tsutomu ICHIKAWA

(Received: September 30, 2013, Accepted: February 20, 2014)

Abstract

The Kumamoto groundwater area, Kyushu, Japan has comprises 11 cities, towns and villages surrounded Kumamoto-city with commanded area of 1,041km² and 1 million in population. The Ezu Lake is located in the downstream of Kumamoto groundwater flow area. The water quality of this spring is very clear and many kinds of aquatic life are existing in this spring lake. Spring rate in this lake is almost 10m³/s (860,000m³/day) in 1960, but decreasing year by year and then became almost 400,000m³/day now. Moreover, government is developed in this area such as dredging and breast. These social and abiotic environmental characteristics are influenced to aquatic life.

The authors show the results that examined the habitation situation of current *Acheilognathinae* and find out that the habitation situation of *Acheilognathinae* was not desirable. In this paper, the authors report influences of social and abiotic environmental characteristics give to aquatic life.

Key Words : Environmental characteristics, Spring area, Aquatic life, *Acheilognathinae*

1. はじめに

熊本市の南東部に位置する江津湖は熊本地域地下水流動域の末端部にあたり、日量 40 万 m³ を越える湧水が約 2 km にわたって点在する湧水群による上下 2 つの湖から形成されている河川膨張湖である。そのため、湧出した水がゆっくりと流れる湖部や流れの速い河川部から構成されている。湧水の温度が年間を通じて約 18～19℃と一定であるため、北方系や南方系の生物が混生しており、面積約 50ha の水域であるにもかかわらず、630 種類の生物が確認されている¹⁾。この江津湖の湧水量は、1960 年代に日量約 80 万 m³ を記録していたが²⁾、1990 年代には日量約 50 万 m³、2005 年には日量約 35 万 m³ と減少の一途をたどっていた。2004 年から上流の涵養域にあたる白川中流域の水稻作付調整田(いわゆる減反田)で湛水事業が開始されてから湧水量が増加し始め、2010 年には日量 40 万 m³ を上回るようになったが、

それ以上には回復していない。こういった湧水量の減少による水質悪化や外来種の移入によってわが国固有の在来種の生息空間が限定され、貴重な在来種が大幅に減少し、なかにはほとんど見られなくなった種も多くなった。これまで、江津湖における環境調査の多くは、江津湖周辺に生息する生物調査のみで、生物生息環境の調査は実施されていない。

本研究は、調査対象種に近年、特に減少が懸念され、その特異な生態をもつタナゴ亜科魚類と、タナゴの産卵床となり土質と水質の指標種となるイシガイ科貝類を選定し、その生息状況を支える生息空間の土壌、水深、流れなどの非生物的環境特性と人間が実施した江津湖における各種工事の社会的環境特性が生物生息環境の変化に与える影響を検討したものである。

2. 江津湖の状況

2.1 江津湖の湧水環境

図-1 は 1992 年 1 月から 2013 年 7 月までの江津湖の

* 東海大学大学院産業工学研究科社修土課程会開発工学専攻

** 熊本教養教育センター教授

日湧水量の経年変化である。この図-1 から日湧水量は観測開始時より減少を続け2005年末まで15万 m³/day 近く減少していることが分かる。2006年から2008年にかけては増加傾向を示し、以降は減少と増加を繰り返しているが2007年から2013年7月までの観測値を直線回帰すると約45万 m³/dayの値はほぼ横ばいの直線になることから、湧水量が回復して以降はその水準を維持しているが1992年の湧水量までは回復していないことがわかる。2005年からの湧水量の回復は、地下水涵養域である白川中流域の農地における水稲作付調整田(いわゆる減反田)における湛水事業によるものと考えられる。

江津湖の全窒素濃度(全窒素濃度はNO₂-N、NO₃-N、NH₄-Nの合計量とした)は冬季に増加し夏季に減少する傾向を示している(図-2参照)。熊谷³⁾によると、「これは植物による窒素消費が影響しており、水生植物の成長段階で

ある春から夏にかけて窒素消費量が減少するためであるとしているが、涵養域の農地の施肥の影響もあるかもしれない。」とある。図-2は江津湖の河川部の4地点の全窒素濃度を示したグラフであり4地点ともほぼ同じ値であり増減の時期もほぼ同じである。線形回帰を行った結果、上江津湖流入入口以外の3地点は3.5mg/lから4mg/lとわずかながら上昇傾向を示している。3地点と傾向が異なる上江津湖流入入口は、観測開始が他の地点より遅れており、観測初期の低濃度期間の観測が実施されていないことが原因と考えられる。

2.2 江津湖を取り巻く社会的環境特性の変遷

現在の熊本市とその周辺は江戸時代に加藤清正の治世より水田開発が進められ、特に白川中流域の開田によって地下水の涵養源となる水田が増加した。地下水の出口

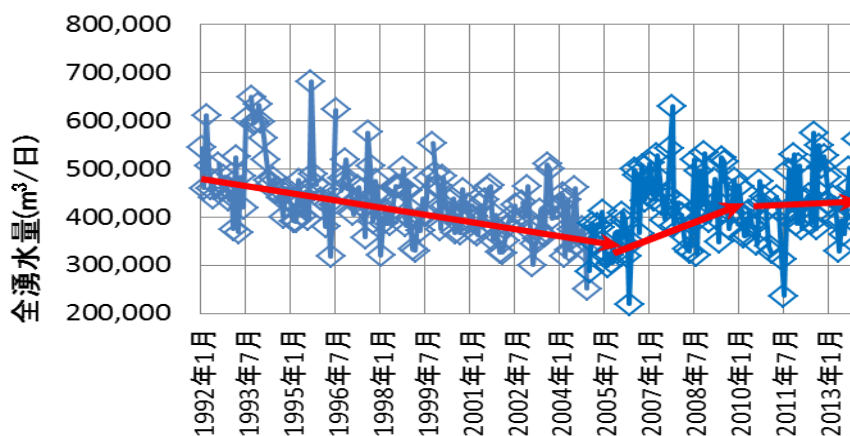


図-1 江津湖湧水量経年変化

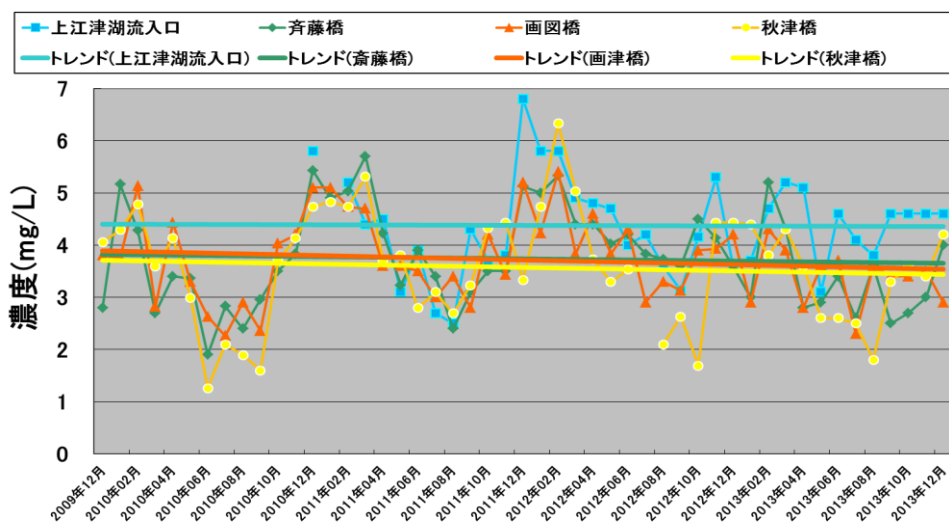


図-2 江津湖湧水の全窒素濃度変化



写真-1 1947年の江津湖



写真-2 現在の江津湖⁴⁾

となる江津湖は水田の増加に伴い湧水量が増加し、右岸側を開田するために江津塘を築くことによって現在の姿となった。江津湖周辺は湿地が広がり農業と漁業が営まれていた。写真-1と写真-2は1947年と現在の江津湖周辺を比較したものである。写真-1では周囲を農地に囲まれ住宅等の建物は一部しかなかったが現在では周囲がほぼ市街地となっている。また、この2枚の写真を比較すると、人為的な改変や改修工事が行われている。以下に主なものを挙げる。

1) 1953年には熊本大洪水とその後の集中豪雨により大量の土砂が堆積し、1960年代にその土砂を使って上江津湖に3つの島の島が造られた。

2) 上江津湖下流部左岸には健軍から秋田地区の洪水対策のために健軍川が掘削された。

3) 下江津湖左岸の上流部に動物園(現在では動植物園)ができ、下江津湖左岸下流の農地がすべて公園化され、竜の鼻と呼ばれる湖内に突き出した陸地も水の流れを改善するため切断された。

4) 上江津湖下流側に国道57号線ができた。

5) 1992年秋からは上江津湖の水深を深くするため浚渫工事が行われた。

など60年余りで江津湖と周囲の地形は大きく変わった。

3. 江津湖における生物の生息状況と「タナゴ類」・「二枚貝」の生態

3.1 江津湖に生息する生物

生物種は1996年度(平成8年度)の熊本市の調査で哺乳類8種、鳥類145種、魚類50種、爬虫類7種、両生類4種、昆虫の内トンボ36種、チョウ49種、セミ3種、植物はシダ植物以上の植物で328種、合計630種が確認されている¹⁾。しかし昆虫、植物では調査対象外の分類群も多くあり江津湖の生物種は630種以上いることが予想される。貴重な生物として日本固有種であり生息地が天然記念物に指定されているスイゼンジノリ自生地や生息地が全国で2箇所しかないワンドスゲをはじめ、環境省の絶滅危惧IA類に指定されているニッポンバラタナゴなどが挙げられる。しかし、近年では外来種や移入種が増加し、特定外来種のボタンウキクサや外来種のオオカナダモが湖面を覆う程繁殖するなど在来種の生息範囲は減少している³⁾。

3.2 タナゴ亜科魚類とイシガイ科貝類の生態

タナゴ亜科魚類(本研究ではタナゴ類とする)はコイ目コイ科魚類に属し、生きたイシガイ科貝類(以下二枚貝)に産卵するという特異な産卵形態を持っている。



写真-3 タナゴの産卵⁵⁾

図-3 タナゴの産卵模式図⁶⁾

二枚貝への産卵は雌が産卵管の根元の部分を排出管に挿入し放卵する(写真-3、図-3参照)。雄は吸水管へ受精し二枚貝の鰓内で受精が行なわれる。その後卵は稚魚が卵黄を吸収し終えるまで貝内で過ごす。このようにタナゴ類は二枚貝を利用した形態により生態を保っている。

以上の産卵形態のため、タナゴ類の生息には二枚貝の存在が欠かせない。

日本産イシガイ科貝類は全国に17種、イシガイ科貝類と同様に二枚貝の産卵床となるカワシンジュガイ科貝類を含めると19種が生息している⁷⁾。イシガイ類は淡水に生息し珪藻を主食としとしている⁸⁾。産卵形態は体内受精でグロキディウム幼生を放出し主にハゼ類に寄生した後、底生生活に移る。寿命は5年から20年程度と長く、カワシンジュガイ科の2種の寿命は100年程とみられる^{7),9)}。

淡水域に生息する二枚貝は多くの種で全国的に生息数が減少し、環境省のレッドデータブックではイシガイ類17種中13種が絶滅危惧種に指定されている¹⁰⁾。しかし、保全に必要とされる生息環境の研究は不足している¹¹⁾。そのため生息数減少の原因については研究が進んでおらず不明な点も多いが、以下に予想される要因を以下に挙げる。

- 1) 田の用水路のコンクリート3面張りや河川の護岸改修による生息環境の悪化。
- 2) 農薬等の化学物質の増加。
- 3) 淡水の富栄養化等による沈水植物の異常繁殖に伴う生息場所の減少。
- 4) 浮遊植物が異常繁殖することにより水中の溶存酸素濃度の低下。
- 5) 生息地の流況や水位の変化。
- 6) 餌環境の変化。
- 7) タナゴ類飼育・繁殖に利用するための採取。
- 8) イシガイ類は移動能力が低く生息環境の変化に対

応した逃避行動ができなかった。

これらの要因はイシガイ類を取り巻く非生物的環境特性と社会的環境特性の変化を示しており、これらの環境特性が変化が二枚貝の減少に寄与した可能性の高いことを示している。したがって、二枚貝の保全のためには人為的な影響を明らかにする必要があることを示している。また、根岸⁹⁾らによるとイシガイ類は魚類との共生関係を持つことから環境指標生物となりうるとしている。そのため、イシガイ類保全のための研究の整備が求められている。そこで、江津湖で実施された社会的環境特性と非生物的環境特性の変化として、過去に実施された浚渫による上江津湖の水深と流況の変化、低質の変化を調査し、これらと二枚貝、タナゴ類の生息調査を合わせて検討を行った。

4. 江津湖の非生物的環境特性と社会的環境特性の変化が及ぼす二枚貝、タナゴ類への影響

4.1 水深の変化

上江津湖では洪水や湧水量の減少に伴って陸地化が進んでおり、その改善のため、写真-5に示したように1992年から1997年にかけて浚渫工事が行われた。各年の浚渫の期間は12月から翌年3月の4か月間で浚渫の前後の年を含む上江津湖の毎年5月の湖底地形の推移を示したものが図-4である¹²⁾。江津湖は灌漑期に下流の野田ぜきで止水するため、水位の季節変動があり、水深ではなく湖底の標高で比較を行っている。1992年の秋から開始される浚渫以前の1991年と1992年ではほとんど変化はなく標高1.5m以下の地点が一部に存在するだけで、陸地化が進んでいることが分かる。上江津湖の流入口には陸の部分があり、河川が二分されている。



写真-4 上江津湖の浚渫

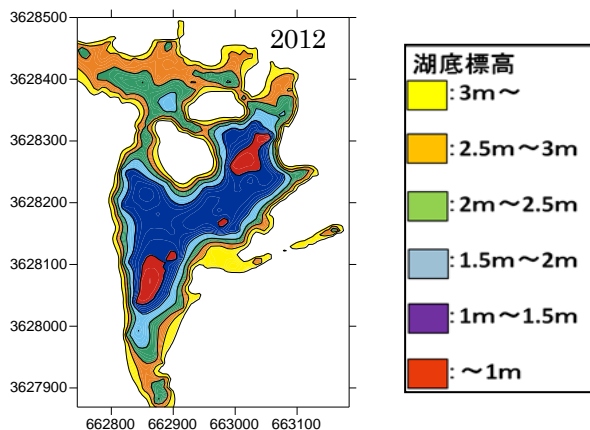
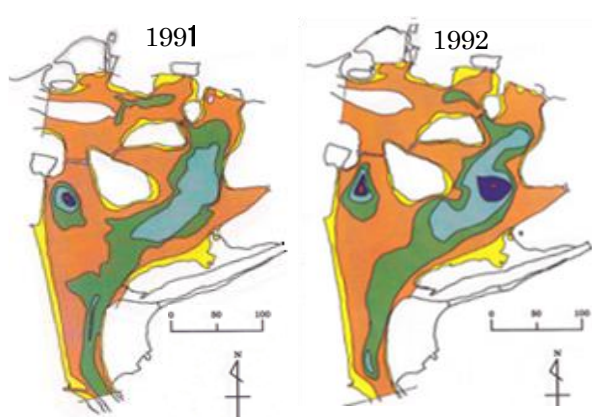
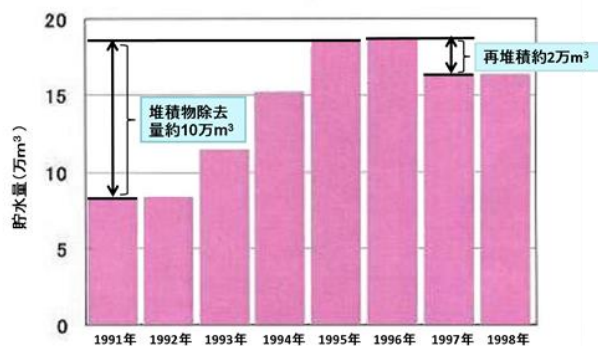
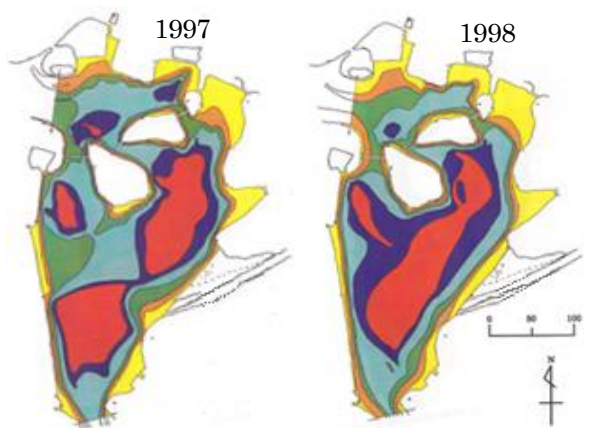
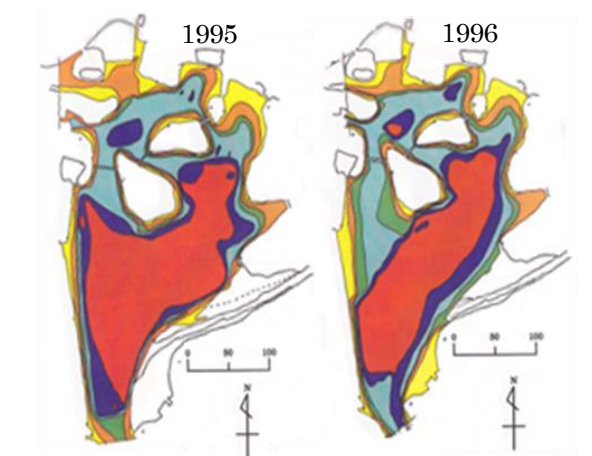
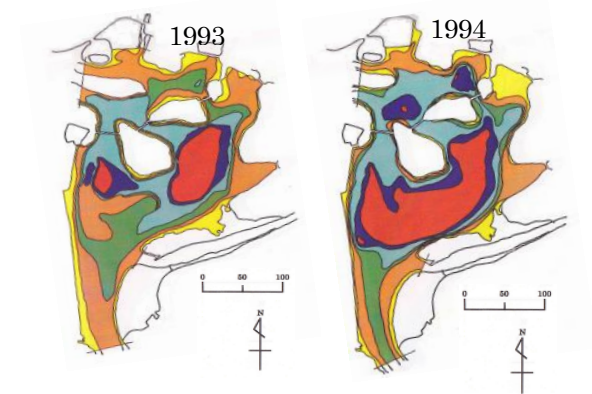


図-4 湖底標高の推移



※比較のため水面標高を3.5mに統一

図-5 浚渫による湖底堆積物の除去量の推移

1992 年秋から冬の浚渫では中の島下流と西側の橋の下流側の一部を浚渫しており、1993 年の図では湖底標高が 1m 以下の地点が広がっている。1993 年には中の島下流側全体を浚渫し、1994 年さらに下流側まで、1995 年は秋津橋周辺、1996 年、1997 年には上江津湖より上流部を浚渫し、これにより湖内では上流の堆積物が流入し一部が湖底に堆積した。これらの湖底標高図を基に、水面標高 3.5m の場合の上江津湖の貯水量を計算した。その結果を図-5 に示す。

図-5 を見ると分かるように、1992 年から 1995 年の浚渫によって約 10 万 m³ の土砂を取り除いた。しかし、1996 年の上流部の浚渫で再度、2 万 m³ の堆積が見られた。最終的には浚渫前後で約 8 万 m³ の堆積物の除去が行われた。これにより貯水量は約 8 万 m³ から約 16 万 m³ の約 2 倍となった。また、2012 年の湖底地形調査の結果を同じ図-4 に示しているが、赤い湖底標高 1m 未満の部分が大幅に減少していることがわかる。しかし、青い湖底標高 1m ~ 1.5m の部分は未だ広範囲に残っていることがわかる。これは、下流の第六橋以下の加勢川の改修によって水はけがよくなり、江津湖に洪水の頻度が減少し、流入土砂の

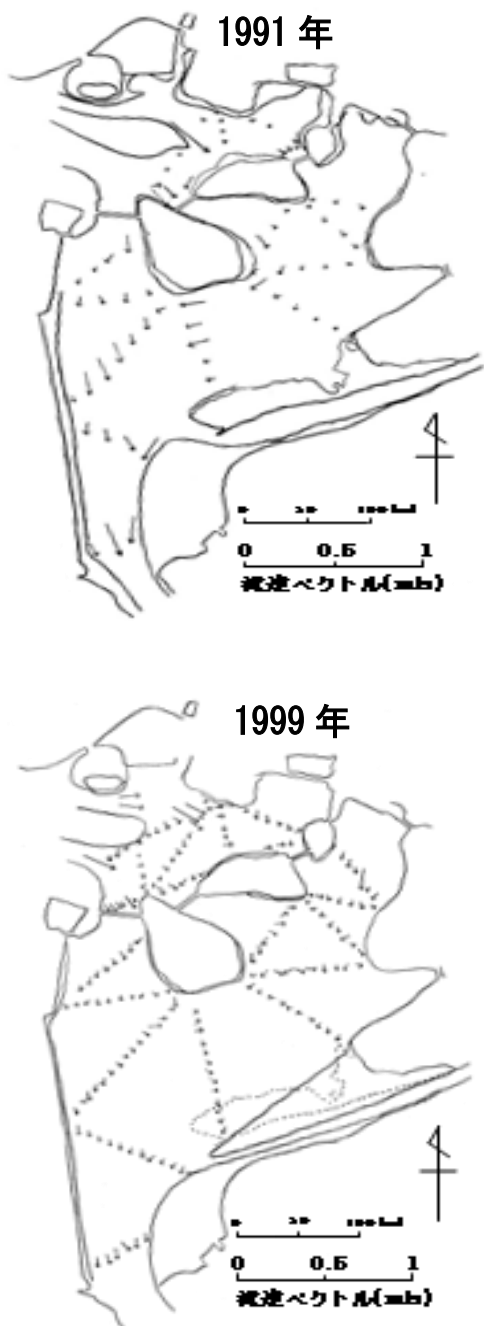


図-6 上江津湖の流況の変化

量が減少したことも一つの原因であると推定される。しかし、夏期に、上江津湖内には毎年のようにオオカナダモが水面まで繁茂すると同時に、近年では、ボタンウキクサ（通称ウォーターレタス、特定外来生物）が水面を覆う状況となっている。

4.2 流況の変化

浚渫による流況への影響を見るために流向流速調査の結果を図-6に示す。浚渫の開始前の1991年では流速が

早く、浚渫後の1999年には堆積物の除去によって流速が大幅に減少したことが分かる。このように上江津湖では数年のうちに浚渫による流速の減少によって流況が大きく変化した。そのため、上江津湖が止水性の湖となり、流れを好む在来の水生植物は影をひそめ、外来種のオオカナダモが湖内一面を覆い尽くす結果となっている。

4.3 底質調査

現在の二枚貝の生息地の非生物的環境特性の調査を行うため下江津湖において湖底の土砂の窒素濃度を測定した。

土質試験用のサンプリングは、イシガイ類は取水孔と言われる短い給排水器官を持ち、地中に潜ることができる深度も取水孔の先端が埋まらない深さまでであることから水底から深度約50cmと考えられるため、試験を行う深度は水底から30cm程度までとした。



図-7 土壌採取地点

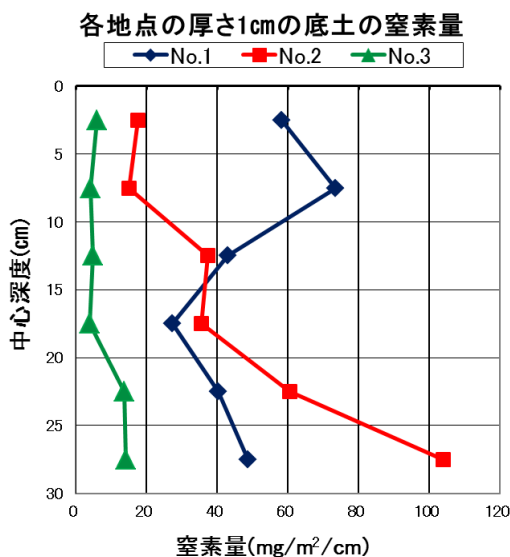


図-8 窒素量

採土地点は図-7に示した3点でNO.2、NO.3は二枚貝の生息地点であり、NO.1は二枚貝の非生息地点である。

図-8は、3地点の調査結果である。深度が浅く二枚貝の生息に最も影響があると考えられる10cmまでの窒素量を比較すると、二枚貝非生息地のNO.1のみが深さ1cm、面積1m²あたり(土壌体積10Lあたり)50mg/m²/cmと3地点の中では最も高い値を示した。これは二枚貝は水底表面の窒素濃度が低い地点に生息していることを示唆している。

4.4 タナゴと二枚貝の生息状況

タナゴは主にタモ網とセルピンを使用し、上下江津湖内を調査した。二枚貝は目視と採貝機のジョレンを使用した。二枚貝とタナゴの生息調査結果を湖底標高図とオーバーラップさせたものを図-10に示した。

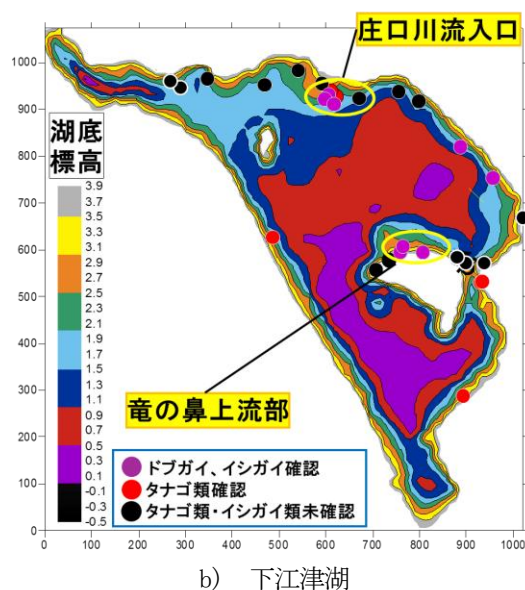
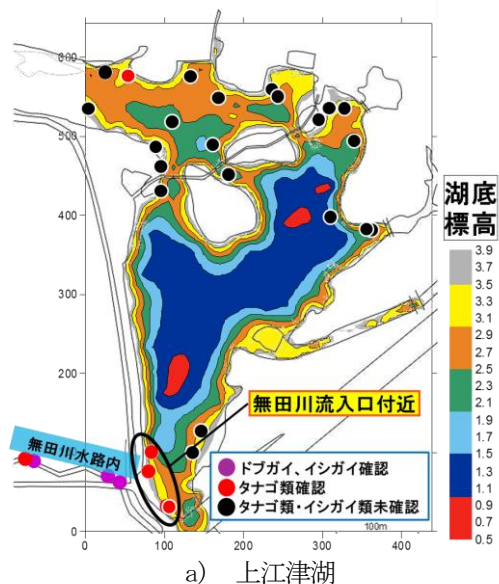


図-7 生物生息調査結果

調査によって上江津湖では上江津湖西側の灌漑用水路である無田川水路内でタナゴの生息が確認された。しかし、二枚貝とタナゴは両方ともに湖内ではほとんど生息が確認できなかった。水深と比較すると浚渫の影響が及んだ範囲を避けるように生息地点があった(この部分削除)。このことから、浚渫によって大半の二枚貝が除去され、浚渫は二枚貝の生息に大きな影響を与え、それに伴ってタナゴも消失したと考えられる。下江津湖では二枚貝の生息地点が連続する生息地が湖内で2箇所見つかった。下江津湖では浚渫は西側のボートコース設置時の小規模であったため安定して二枚貝が繁殖できている可能性がある。

5. 結論

本研究では、調査対象種に近年、特に減少が懸念され、その特異な生態をもつタナゴ亜科魚類と、タナゴの産卵床となり土質と水質の指標種となるイシガイ科貝類を選定し、その生息状況を支える生息空間の土壌、水深、水質(窒素分)、流れなどの非生物的环境特性と人間が実施した江津湖における浚渫工事の社会的環境特性の変化が生物生息環境の変化に及ぼす影響について検討を重ねた結果以下の結論を得た。

- 1) 二枚貝は上江津湖では確認できず浚渫の影響でほぼ消滅したと考えられる。
- 2) 二枚貝の生息地は湖内では下江津湖の庄口川流入口と竜の鼻の2箇所のみであった。
- 4) タナゴと二枚貝の生息地は限られた場所のみであり範囲も狭いため絶滅の危険性が高い。
- 5) ドブガイが確認された地点はわずかで下江津湖で大規模な浚渫があれば湖内での消滅の危険性があり、点在する生息地を対象とした小規模の浚渫であっても消滅の危険性がある。

これらの結果、浚渫工事による社会的環境特性の変化によりタナゴと二枚貝の生息状況は好ましくなく将来絶滅する可能性が高い。今後は二枚貝の生息環境の調査を行い生息域の拡大に向けた調査・研究を行う必要がある。

参考文献

- 1) 熊本市:「江津湖調査報告書」, pp.107-108, 2012.
- 2) 宮本昇・柴崎達雄・高橋一・畠山昭・山本荘毅:阿蘇火山西麓台地の水理地質, Journal of The Geological Society of Japan, p.290, 1961.
- 3) 熊谷幸恵:熊本・江津湖における湧水の濃度変動と窒素消費量について,東海大学修士論文, p23-24, 2012.

- 4) Yahoo 地図：江津湖 <http://maps.loco.yahoo.co.jp/>
- 5) <http://www.k4.dion.ne.jp/~po-matsu/catalog/redlist/redlist1.html>
- 6) <http://www.kojimako-okayama.jp/fish/f001a.html>
- 7) 近藤高貴:日本産イシガイ目貝類図譜,日本貝類学会特別出版物,第3号,2008
- 8) 木村信一郎・河野丈斗志:「保護池における水質の変化に伴う珪藻量の変化とそれに同調するドブガイの成長速度」,世界水フォーラム,2003.
- 9) 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明:指標・希少種としてのイシガイ目二枚貝:生息環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ,応用生態工学, p.196, 2008.
- 10) 環境省:「貝類のレッドリスト」,報道発表資料・第4次レッドリストの公表について,別添付資料 pp.6-7,2012.
- 11) 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・美和芳明:「イシガイ目二枚貝の生態学的研究:現状と今後の課題」,独立行政法人土木研究所自然共生研究センター, p.44, 2008.
- 12) 塚本一也:「江津湖における湧水環境に関する研究」,東海大学修士論文, pp.13-20, 2001.