

## 博士学位論文

(内容の要旨及び論文審査の結果の要旨)

Motohiro Kawase

氏名 川瀬基弘

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 博 甲 第34号

学位授与 平成22年3月23日

学位授与条件 学位規定第3条第3項該当

論文題目 室内実験による海水産・淡水産二枚貝の水質浄化能力の解明

Water purification of marine and freshwater bivalves by laboratory experiments

論文審査委員 (主査) 教授 八木明彦<sup>1</sup>

(審査委員) 教授 四俣正俊<sup>1</sup> 教授 正木和明<sup>1</sup> 教授 内田臣一<sup>1</sup>

### 論文内容の要旨

#### 室内実験による海水産・淡水産二枚貝の水質浄化能力の解明

#### (Water purification of marine and freshwater bivalves by laboratory experiments)

近年の産業活動による排水や生活排水の不完全な処理に伴い、閉鎖性水域における富栄養化は著しく、赤潮・アオコの発生、さらには、浚渫窪地などの影響による青潮の発生が頻繁に生じ、用水・水産を始め環境景観に重大な影響を与えている。富栄養化を抑制するにはまずその発生源において、人工的な処理によって排出を押さえる必要があるが、それには膨大な時間とコストがかかる。そこで、各水域における自然の浄化機能を生かした対策が種々検討され、アサリ・シジミなどの二枚貝の有機物除去能力を利用する方法が有力視されている。干潟などの浅海域や河口域の海水産二枚貝の水質浄化能力に関する国内の研究は、1990年代から盛んに行われている。一方で淡水産二枚貝(イシガイ類)の水質浄化能力に関する研究は、海水産種に比較しても世界的に極めて少なく、数件程度の報告がなされているに過ぎない。また、海水産二枚貝の研究でも、水域汚濁原因となる生元素の窒素(N)、炭素(C)、リン(P)など特定の原因物質の減少や除去に関する研究は少ない。

本研究の目的は、比較的研究の進んでいる水産有用種以外の海水産優占種や世界的に研究の遅れている淡水産種の水質浄化能力を解明することにある。海水産二枚貝10種と淡水産二枚貝12種の水質浄化能力を、濁度、クロ

ロフィルa、全有機態炭素(TOC)、全窒素(TN)により計測し、更に、それぞれの炭素と窒素を懸濁態と溶存態に分けて解析した。

また、海水産種と淡水産種の二枚貝類の水質浄化能力を種間で比較することを可能にするため、実験条件の統一を計った。現地調査では、干潟、溜池や用水路などに生息する二枚貝の個体数密度を調査し、室内実験で得られた二枚貝の水質浄化能力から、水域全体の水質浄化能力を概算した。

第1章では、本研究の背景、研究目的を述べ、研究史、軟体動物の分類と二枚貝の生態、実験方法と分析方法について概説した。研究史では、海水産種と淡水産種の先行研究を紹介し、二枚貝の生態では、濾過摂食を通しての水質浄化のメカニズムを示した。実験方法では、二枚貝類の水質浄化能力を測定する直接法と間接法の長所と短所をまとめ、本研究で間接法を用いた理由を述べた。

第2章では、海水産二枚貝10種(コウロエンカワヒバリガイ、マガキ、シオフキガイ、ユウシオガイ、イソシジミ、ウネナシトマヤガイ、ヤマトシジミ、アサリ、オキシジミ、ソトオリガイ)の水質浄化能力を解明し、従来の研究で浄化能力が大きいと言われていた食用種のアサリやヤマトシジミよりも、高い浄化能力をもつ種がいることを示した。また、愛知県名古屋市の藤前干潟の現地調査を行い、藤前干潟(90 ha)に優占する6種の二枚貝類による干潟全体の1日の浄化力は、TOCで336kg、TNで93kgであることを明らかにした。これはTOCで人間33,200人分、TNで人間8,400人分の生活排水に相当する。

<sup>1</sup> 愛知工業大学 工学部 都市環境学科 (豊田市)

第3章では、淡水産二枚貝12種（カワヒバリガイ、カワシンジュガイ、トンガリササノハガイ、イシガイ、ニセマツカサガイ、ヨコハマシジラガイ、マツカサガイ、オバエボシガイ、カタハガイ、カラスガイ、タガイ、タイワンシジミ）の水質浄化能力を測定し、カワヒバリガイとイシガイを除いた10種において、昼間（明条件）より夜間（暗条件）に水質浄化能力が活発になることを明らかにした。また、岐阜市洞付近の用水路と豊田市古瀬間町の溜池に生息する淡水二枚貝の生息数調査の結果から、用水路や溜池の水質浄化能力を推定した。その結果、用水路や溜池には海域よりも二枚貝類が高密度に生息しており、また、種毎の水質浄化能力が海産種に匹敵する種が多いことから、淡水域では海水域よりも二枚貝の水質浄化能力が大きいことが分かった。調査地とした用水路（1 m<sup>2</sup>）の6種の二枚貝の水質浄化能力を人数に換算すると、TOCで1.7人分、TNで1.6人分、溜池（1 m<sup>2</sup>）のタガイの水質浄化能力を人数に換算すると、TOCで1.3人分、TNで0.8人分に相当する。第2章の藤前干潟と同等の面積と仮定して浄化能力を求めると、TOCで用水路は干潟の46倍、TNで用水路は干潟の170倍もの浄化能力があり、TOCで溜池は干潟の35倍、TNで溜池は干潟の86倍もの浄化能力があることを明らかにした。

第4章では、本実験に用いた海水産種と淡水産種の全22種の濾水力を比較した。淡水産種のカワヒバリガイが最も大きい値を示し、第2位が海水産種のコウロエンカワヒバリガイで、第3位が海水産種のユウシオガイであり、その結果、濾水量の小さい二枚貝と比較して10倍以上の濾水力があることが判った。カワヒバリガイやコウロエンカワヒバリガイは、川底や海底に群生し異常繁殖することが知られており、これらの個体群の濾水量は水質浄化に非常に大きく寄与していると考えられる。本研究では、これまでに研究が進んでいるヤマトシジミよりも大きな濾水力をもつ二枚貝を、海水産種で7種、淡水産種で9種発見した。

第5章では、得られた研究成果をまとめ、研究の発展について論じた。海水産種と淡水産種の全22種の濁度、Chl. a, TOC, DOC, POCとTN, TDN, PONの除去・凝集効果を種毎にまとめた。

イシガイ類の多くの種は、絶滅危惧種のタナゴ類の産卵基質や淡水真珠の母貝として不可欠であり、タナゴ類の繁殖や真珠生産と水質浄化を兼ね合わせて、生息環境に適したイシガイ類の種選択をおこなえば、湖沼などの閉鎖性水域の水質改善により大きな効果を得られることが判った。

#### 論文審査結果の要旨

閉鎖性水域における富栄養化は著しく、赤潮・アオコの発生、さらには、浚渫窪地などの影響による青潮の発生が頻繁に生じ、用水・水産を始め環境景観に重大な影響を与えている。富栄養化を抑制するには、各水域における自然の浄化機能を生かした対策が種々検討され、アサリ・シジミなどの二枚貝の有機物除去能力を利用する方法が有力視されている。

淡水産二枚貝（イシガイ類）の水質浄化能力に関する研究は、海水産種に比較しても世界的に極めて少なく、また、海水産二枚貝の研究でも、水域汚濁原因となる生元素の窒素(N)、炭素(C)、リン(P)など特定の原因物質の減少や除去に関する研究は少ない。

本研究の目的は、比較的研究が進んでいる水産有用種以外の海水産優占種や世界的に研究の遅れている淡水産種の水質浄化能力を解明することにある。現地調査では、干潟、溜池や用水路などに生息する二枚貝の個体数密度を調査し、室内実験で得られた二枚貝の水質浄化能力から、水域全体の水質浄化能力を概算することにある。

第1章では、研究目的を述べ、二枚貝の生態では、濾過摂食を通しての水質浄化のメカニズムを示した。

第2章では、海水産二枚貝10種（コウロエンカワヒバリガイ、マガキ、シオフキガイ、ユウシオガイ、イソシジミ、ウネナシトマヤガイ、ヤマトシジミ、アサリ、オキシジミ、ソトオリガイ）の水質浄化能力を解明し、従来の研究で浄化能力が大きいと言われていた食用種のアサリやヤマトシジミよりも、高い浄化能力をもつ種がいることを示した。また、愛知県名古屋市の藤前干潟の現地調査を行い、藤前干潟（90 ha）に優占する二枚貝は、6種類であることを見いだした。この6種の二枚貝類による干潟全体の1日の浄化力は、人の負荷量の原単位（TOC＝10.1g、TN＝11.0g）を当てはめると、TOCで336kg、TNで93kgであることを明らかにした。これはTOCで人間33,200人分、TNで人間8,400人分の生活排水に相当することを概算した。ラム

## 湖沼及び干潟における温室効果ガスメタンの放出量とその発生機構

サークル登録に指定された藤前干潟のもつ水質浄化能のうち、底生物による具体的な試算をしたのは本研究が初めてである。

第3章では、淡水産二枚貝12種（カワヒバリガイ、カワシシユガイ、トンガリササノハガイ、イシガイ、ニセマツカサガイ、ヨコハマシジミガイ、マツカサガイ、オバエボシガイ、カタハガイ、カラスガイ、タガイ、タイワンシジミ）の水質浄化能力を測定した。

二枚貝の種毎の水質浄化能力が海水産種に匹敵する種が多いことから、淡水域に生息する二枚貝の生息密度を考量すると、海水域よりも二枚貝の水質浄化能力単位面積あたりに換算して非常に大きいことを明らかにした。その結果、岐阜市洞付近の用水路（淡水域）と藤前干潟（海水域）を比較すると、単位面積あたり、TOCで用水路は干潟の46倍、TNで用水路は干潟の170倍もの浄化能力があった。また、豊田市古瀬間町の溜池（淡水域）と藤前干潟（海水域）を比較すると、単位面積あたり、TOCで溜池は干潟の35倍、TNで溜池は干潟の86倍もの浄化能力があった。

第4章では、海水産種と淡水産種の全22種の濾水力を比較した。炭素の最も大きい浄化能は淡水産のカラスガイ、また、窒素の最も大きいものも淡水産のカラスガイとなることを突き止めた。さらに、貝の濾水量については、淡水産種のカワヒバリガイが最も大きい値を示し、第2位が海水産種のコウロエンカワヒバリガイで、第3位が海水産種のユウシオガイである。本研究では、これまでに研究が進んでいるヤマトシジミよりも大きな濾水力をもつ二枚貝を、海水産種で7種、淡水産種で9種発見することが出来た。この成果から、赤潮・アオコの発生する水域の水質浄化に二枚貝を用いる有効性と、これまでのアサリ・シジミ以外の多くの貝類を、今後の水質改善に利用出来ることを証明した。

第5章では、研究成果をまとめ、研究の発展について論じた。イシガイ類は、淡水真珠養殖、家畜の餌資源、絶滅危惧種のタナゴ類の産卵母貝などとして不可欠であり、これらと水質浄化を兼ね合わせた有効な利用方法が期待できる。また、人間生活への悪影響や経済的な損失が指摘されている外来種のコウロエンカワヒバリガイ、カワヒバリガイやタイワンシジミなどは、高い水質浄化

能力をもつことが判ったので、これらを汚濁水域の浄化に用いてさらに資料や肥料として用いるなどの有効利用が期待できる。

本研究で得られた知見が、干潟や湖沼など閉鎖性水域の水質改善に、二枚貝の種を選択的に利用することにより効果が得られることをつきとめ、本研究が工学上高い価値を有すると認める。以上のことから当該論文が博士論文の水準に充分達していると判定される。