

佐渡巡検報告 加茂湖における自然環境保全

沖田 ちづる

1. はじめに

海跡湖は、その周辺の開発や都市化の進展に伴って、水質・水文条件の悪化や生態系の破壊といった様々な環境問題や社会問題を抱えている。沿岸帯では堤防・舟溜り・養殖施設などの人工施設の構築・設置・砂利採取などの改変が大きく、それによって湖沼の水質保全や生態系、景観にとって重要な機能を有している水生植物群落地が、過去10年以上にわたって減少している¹⁾。しかし、最近では湖の自然環境の保全や親水を目的とした試みが始められており、従来のコンクリート護岸から水生植物による護岸を併用するものとなってきた。既にドイツやスイスでは、生物の生息空間として川が持っている価値を再評価して、それを復元するために近自然工法が採用されている²⁾。日本では、島根県宍道湖における「平田多自然型

湖岸堤」が知られている³⁾。

本調査は、新潟県佐渡島にある海跡湖、加茂湖の現況を調べ、また、行政および加茂湖漁協組合、住民の自然環境保全への取り組みについて概観したものである。調査は、聞き取り、現地観察、文献調査によった。

2. 調査対象地域の概要

加茂湖は、佐渡、国中平野の北東部に位置する総面積4.93 km²、湖岸線延長16.95 km、最大水深8.7 mの鹹水湖である⁴⁾。加茂湖の古名は「越の湖」といい、日本名湖の第7に数えられている⁵⁾。もとは外海と遮断された淡水湖であったが、1902年に洪水防止対策として両津湾に通じる水路の開削工事が完了し、鹹水湖に姿を変えた(表1)。この水路は幅28 m、長さ200 m、平均水深1.7 m

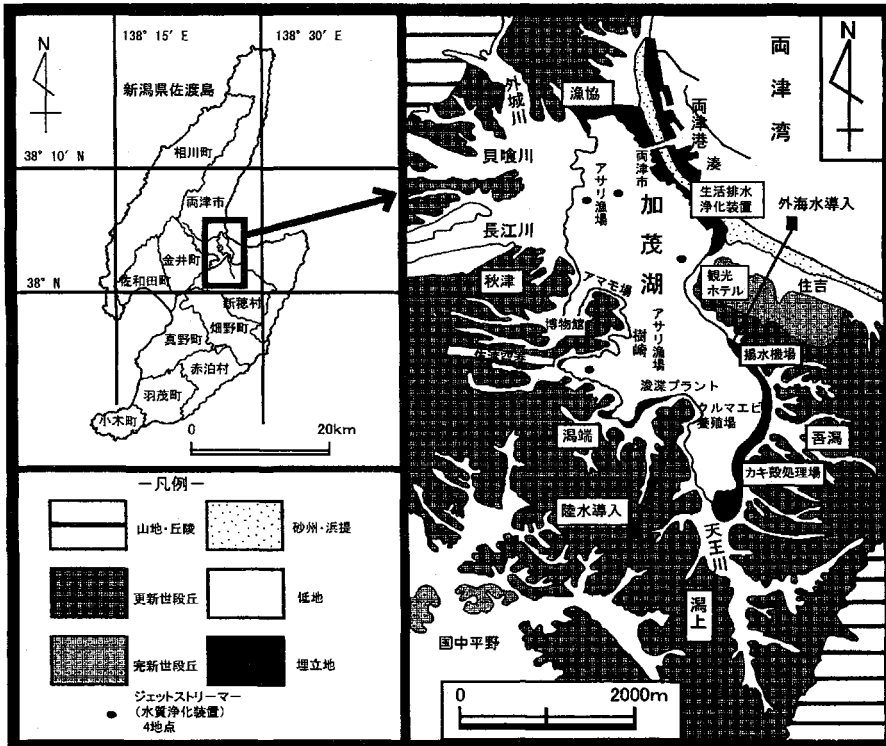


図1 加茂湖周辺における地域概略

小林ほか (1993), 佐渡国中平野団研グループ (1966), 新潟県 (1994), 平井 (1998) ほかより作成

表1 加茂湖の環境保全における経緯

年代	概略
1902 (明35)	[加茂湖における人為的改変] 洪水防止対策として両津湾に通じる水路の開削工事が完了し、淡水湖から鹹水湖へと変貌した
1931 (昭6)	[湖内漁業として定着] 垂下式カキ養殖法の導入より、湖の漁業はカキ養殖で代表されるようになった
1964 (昭39)	[漁場環境の悪化] カキのへい死等が発生した
1966 (昭41)	[国・県の浅海開発事業、養殖場造成事業等の実施 ①～⑤] ① 溶存酸素の増大、硫化水素の発生防止のため、両津港からの外海水導入を図るとともに、栄養塩類の供給として隣村の新穂ダムよりの淡水導入が併せて計画された
1970 (昭45)	湖岸周辺の都市化、温泉ホテル群の建設により、生態系および水質・水文条件に悪化がみられるようになった
1971～1973 (昭46～48)	② 浅海開発事業の実施 (海水導入 1 t/秒 ・ 淡水導入 0.35 t/秒)
1974 (昭49)	[水質汚濁対策 ⑥～⑨] ⑥ 県より加茂湖水質調査の開始 ⑦ 加茂湖漁協組合による海水導入が行なわれた
1976 (昭51)	③ 年間1700 tに達するカキ殻のうち900 t余りを粉砕し、微粒子カキ殻として湖底に散布還元し、硫化水素の主発源である湖中央部の湖底改善に努めた
1980～1983 (昭55～58)	④ 養殖場造成事業の実施 (海水取水ポンプ増設 1 t/秒)
1984 (昭59)	⑤ 海水淡水の「混合拡散方式」による実施
1985 (昭60)	⑧ コンポスト (生ゴミ処理器) 購入補助の開始
1990～1991 (平2～3)	「加茂湖漁場保全対策事業 (調査)」が加茂湖漁協組合において実施された
1992 (平4)	⑨ 小型合併処理浄化槽設置補助制度の導入
1993 (平5)	[環境保全における現況と今後の対策 ⑩～⑬] ⑩ 加茂湖流域が水質汚濁防止法に基づく生活排水対策重点地域に指定された ⑪ 生活排水対策推進計画の実施 (本計画の目標年度は2003年度とする) ⑫ 湖奥部の浚渫が大規模漁場保全事業 (県営) として実施中 (10ヵ年計画) ⑬ 「佐渡の加茂湖を考える会」が発足し、シンポジウムなども開催されている
1998 (平10)	8月4日の集中豪雨により、大量なカキのへい死が続出した

加茂湖漁協組合(2001)『環境保全事業の報告書』新潟県(1994)『加茂湖地区大規模保全事業』、両津市(1994)『加茂湖流域生活排水対策推進計画』を基に作成

である。

加茂湖には、貝喰川 (延長3.8 km)、外城川 (延長4.2 km)、長江川 (延長4.2 km)、天王川 (延長5.0 km) が流入しており (図1)、いずれも2級河川である。流域面積は約35 km²で、流域市

町村は両津市と新穂村であり、佐渡・弥彦・米山国定公園に属している。夷・湊地区を中心とした市街地は、佐渡の表玄関としての港湾機能を有し、佐渡生活圏での交通・経済・観光の結節点としての機能を果たしている。両津港は、1951年9月に

重要港湾に指定されている。両津港を拠点とした沿岸漁業は定置網漁、刺網漁、イカ釣り漁等が主体であり、加茂湖においてはカキの養殖が盛んである⁷⁾。

国中平野の北西側に大佐渡山地、南東側には小佐渡山地が広がっており⁸⁾、湖岸周辺には、更新世段丘（主に国中段丘⁹⁾、完新世段丘、沖積低地、砂州、浜堤が発達する。

3. 加茂湖における湖岸の改変状況

日本の海跡湖（面積4 km²以上）における湖岸の改変状況を見ると、自然湖岸が50%以上残っている湖は北海道と青森県に分布し、それ以外の湖沼では自然湖岸の割合が極端に低く、人工湖岸の割合が高くなっている¹⁰⁾。加茂湖では、自然湖岸3.5%、半自然湖岸28.0%、人工湖岸68.4%となっており¹¹⁾、人工化率が高くなっている。

図2に示すように、1976～1997年度に建設された湖畔水田の塩害防止用の「防潮堤」は、延長9.9 kmで全湖岸の53%にあたる。しかし、水深が比較的深いこと、離島にあること、湖の周辺の人口が少なかったことなどにより、干拓や埋立による面積的な変化はみられない¹²⁾。

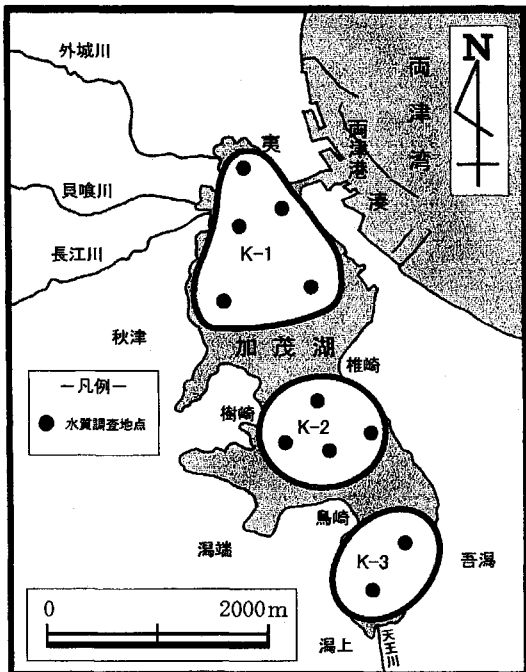


図2 加茂湖における湖岸の改変状況
両津市役所での聞き取りと現地調査により作成

4. 加茂湖の水質状況及び動向

加茂湖の自然環境及び水産資源を保全するためには、常に湖沼の状態を監視することが必要であるとして、1974年より水質調査が始められた。調査はこれまでに採水地点の変更や、追加調査を実施しつつ、27年間継続されてきた¹³⁾。また、加茂湖漁協組合と佐渡技術センターは、湖況変化を

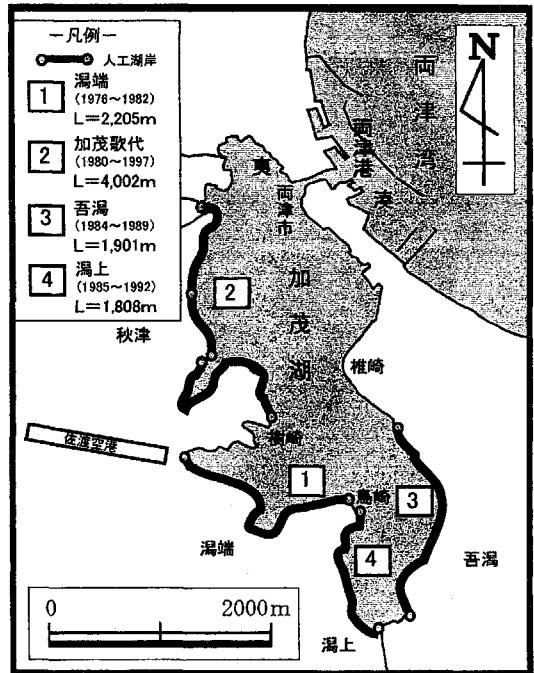


図3 加茂湖における水質調査地域

佐渡水産技術センター『昭和51～平成12年度の加茂湖カキ漁場における環境調査』、新潟県環境衛生研究所『平成12年度加茂湖水質及び底質調査業務報告書』より作成

表2 加茂湖における水質調査地域の概要

佐渡水産技術センター『昭和51～平成12年度の加茂湖カキ漁場における環境調査』、新潟県環境衛生研究所『平成12年度加茂湖水質及び底質調査業務報告書』より作成

区域名	区域番号	概要
湖口域	K-1	両津市街地の影響が考えられる地域、及び秋津周辺地域（おもに水田地帯）
湖央域	K-2	椎崎温泉周辺で温泉排水の影響が考えられる地域、及び淡水・海水フラッシング導水路の影響が考えられる地域
湖奥域	K-3	天王川他の流域からの各種排水等の影響が考えられる地域

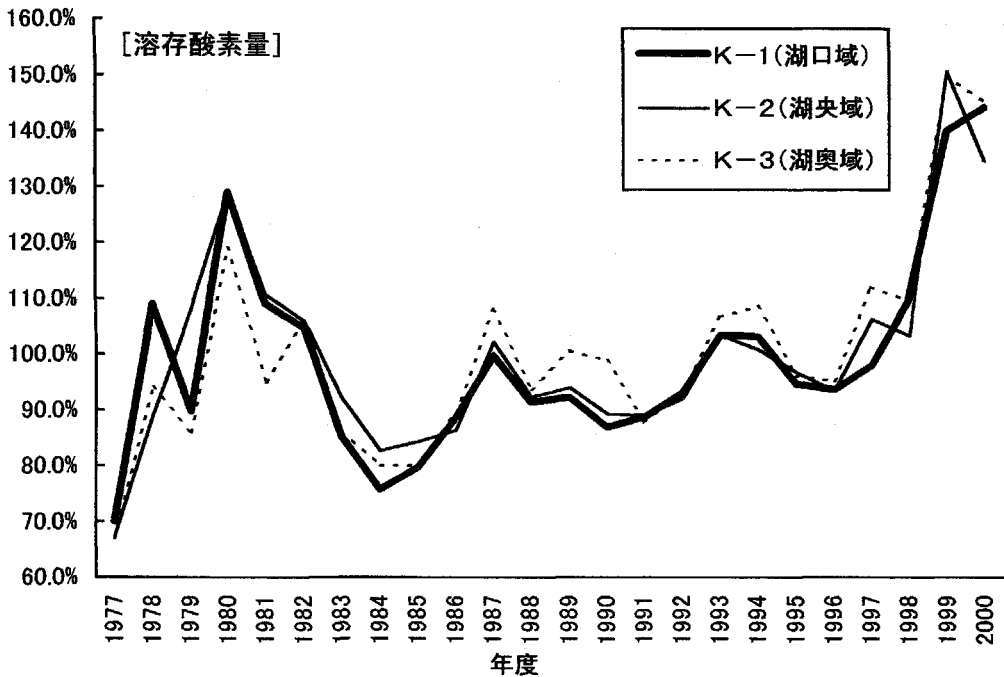


図4 加茂湖における夏季表層の溶存酸素量1977～2000年(24年間)の経年変化

事前に把握して適切な防止対策を施し、カキ養殖の安定化を図るため漁場観測を実施してきた¹⁴⁾。本論では夏季表層の溶存酸素量1977～2000年(24年間)の経年変化を扱う。水質調査地域は表2、図3に示す通り、K-1(湖口域)・K-2(湖央域)・K-3(湖奥域)の3地域となっている。

図4によると、1977年の溶存酸素量は67～70%の値を示している。酸欠現象は8月に入ると顕著に現れ、とくに湖央付近の底層は50%以下であり、養殖カキに危険な状況を呈した。1978年になると、6月25～27日にかけて集中豪雨があり、その影響から湖の汚濁現象が現れた。7月下旬には、とくに両津市街地からの各種排水等の影響があるK-1(湖口域)で、中層が23%という低い値になった。8月には底層で無酸素状況となる地域がみられた。加えてムラサキイガイの異常発生があったため、硫化水素の発生が顕著となった。

1979年は夏季表層水温が30℃以上になる期間が1ヶ月も続き、8月には底層で溶存酸素量が40%以下になったことで、カキのへい死が発生したと考えられる。

1980年は過飽和状態にあり、1982年には湖全域において飽和状態にあり、各層において溶存酸素量の低下がみられなかった。この原因としては、

加茂湖口をふさぐ旧突堤が取り壊され、両津湾と海水の交流がよくなり、湖水の浄化が進んだためと考えられる。

1983年になると、全地域とも未飽和となり溶存酸素量の低下がみられ、とくに8月の底層では、無酸素状況を示す地点が出始め、1984年も溶存酸素量は未飽和となり、8月の底層では33～55%を示した。

1985年においても未飽和状態は続き、湖全域の底層では0～26%と低い値を示した。その著しい低下は、カキ殻についた多量のヘドロを除くために、「加茂湖クリーンアップ」事業の一環として行われた沈没筏の引き揚げ作業の際に、湖底のヘドロまでがまいあがり、酸素を消費したために起こったと考えられる。

1987年から1993年にかけては、とくにK-3(湖奥域)では溶存酸素量の値が大きいという年が目立ち、一方、K-1(湖口域)・K-2(湖央域)の差は小さくなっていった。

1998年ごろから、湖全域において過飽和がみられる。その原因としては8月4日の水害で湖内に流入した陸地の栄養塩類により、表層にプランクトンが増殖したためであると考えられる。また、底層では酸素不足の地域がみられた¹⁵⁾。1999年か

ら2000年にかけても過飽和がみられ、ひじょうに高い値を示しており、富栄養化となっているがその主な原因としては、各種排水からの過剰な窒素、リンの供給により生じたプランクトンの異常増殖によるものであると考えられる。T-N（全窒素）の値はとくに、K-3（湖奥域）において最高値を示しており、1999～2000年のT-P（全リン）もまたK-3（湖奥域）において、ひじょうに高い値となっていた¹⁶⁾。

5. 生活排水対策

加茂湖に流入する汚濁のうち、生活排水の汚濁負荷量はCODで約6割、T-N（全窒素）、T-P（全リン）で約4割を占めており、水質を改善し富栄養化を防止するためには、生活排水による汚濁負荷を削減することが必要となっている。そこで、1993年に生活排水対策が推進された。基本方針は、以下の7つである。

1) 公共下水道の整備を推進する。2) 小型合併処理浄化槽の普及を推進する。3) 生活排水汚濁水路浄化施設を設置する。4) 生活排水対策に係る住民意識の高揚を図る。5) 家庭における発生源対策を促進する。6) 浄化槽の適正管理を促進する。7) 浄化対策について関係諸機関と連携を図る。

本計画の実施期間は、公共下水道が加茂湖流域のほとんどに普及する2003年度までとされる¹⁷⁾。したがって、生活排水による汚濁負荷量は将来的にある程度の削減が確実とされる。

加えて、湖に流れ込む窒素、リンなどの栄養塩類を削減することが必要となってくる。加茂湖周辺に30～50年前まで残されていた広い葦原も現在では開発が進み、湖岸まで道路・農地が迫っており、栄養塩類の流入増加は30年前に比べてかなり増加していると思われる。そこで、加茂湖の周囲を30～50年前の姿に戻し、窒素、リン流入量を消滅していくという「100 ha自然湖畔計画」が提案されている。計画では、加茂湖に流入する河川を中心に100 haの葦原を復元することとされ、1) 浅くて広い蛇行河川、浅い池、浅い水域を作り、現在のコンクリート湖岸は撤去し葦原の一部とすること、2) 現存の車道以外の車道を新設せず歩道のみとし、豊富な自然の残る人々の親水空間を作ることを内容としている¹⁸⁾。

自然環境保全に対する取り組みは、行政および

加茂湖漁協組合、住民が一体となって進められている。生活排水対策では「ふるさと加茂湖」を目標に、行政と住民が協力し合って加茂湖の水質改善を目指しており¹⁹⁾、加茂湖漁協組合の方から話を伺ったように、加茂湖の水辺を守ることを目的とした葦の会では、市役所、地域住民も参加して開かれている。一方、住民を中心として行われる活動では「加茂湖の自然を考える会」が発足されている。その会は、加茂湖をもっと大切にしていきたいという人達が集まって始めたものであり、以下の事業を行っている²⁰⁾。

1) 佐渡の加茂湖を考える学習会の定期開催、2) 加茂湖及び周辺に関する調査研究の補佐、3) 加茂湖に関する資料の収集整理及び保存、4) 加茂湖の価値創造に関する研究及びその役割の開発、5) 加茂湖の広報とその周辺整備ならびに活用促進、6) 地域住民の加茂湖への意識高揚及び行政への働きかけ、7) 加茂湖の水辺を楽しむイベント等の実施。

6. 加茂湖カキ漁場における環境保全事業

重要産業であるカキ養殖業の改善は、漁協組合によって現在真剣に行われている。加茂湖のカキは、種カキを10～11月頃に主に宮崎県より購入し、晩秋又は早春に連縄に挟み垂下する。加茂湖は閉鎖水域であるため、筏の管理等は容易であるが、食品衛生法からは指定海域外として生食は許可されていない²¹⁾。

組合は、佐渡水産技術センターの協力を得て、マガキ養殖の安定化に役立たせるため、また、養殖に悪影響を及ぼす付着生物の発生要因を解明するための基礎データを収集するために、加茂湖の水質を観測している。この調査は、1976年から行われている²²⁾。漁場の環境保全事業には、以下の6つがあげられる。

1) 外海水導入事業：湖の流れが停滞しやすい加茂湖奥部に外海水を導入することにより潮流をつくり、塩水濃度、水温上昇を調節する。2) 大規模浚渫事業（国営）：ヘドロの除去をし疲労した魚場の活性化を図るもので、浚渫が終了した漁場ではカキの生育状況は格段によくなっている²³⁾。3) 海水交流施設（ジェット・ストリーマー）：上層水と下層水を攪拌し、併せて圧縮空気を送り込む事により広範囲の湖水中に酸素を供給する。図1に示す通りに4台設置されており、波及効果

は400～500 mの範囲である、現地調査によると、加茂湖の景観に合わせているため白鳥の形をしていた。4) 開口部の拡幅と築港の切断：干満による潮汐の流動を良くする。5) カキ殻の全量回収・全量処理に関しては、産業廃棄物となるカキ殻を水質改良剤や土壌改良剤として生産販売する²⁴⁾。6) クリーン作戦：漁民自らが加茂湖の掃除をし、漁場の荒廃を防ぐ、各地区毎に年1度は沈没筏を引き揚げ、湖岸の清掃等を行っている²⁵⁾。

第3章で述べたように、加茂湖における湖岸は人工化されているが、湖岸を少しでも元の姿に復元しようとしている取り組みの一例として、加茂湖漁協組合の方から話を伺ったところ、カキ殻を敷き、葦を湖岸に植えることにより水質調整をはかっており、また、加茂湖漁協組合の人達より結成された葦の会では、現在、市役所、地域を上げて行われ年に10回交流を深めている。その会は漁業組合の人達が青年時代だった頃より発足しているため、14～15年も続いているという。

7. 終わりに

本調査では、自然と調和し、水辺に親しめる加茂湖を目指して、行政、加茂湖漁協組合、住民が取り組んでいる自然環境保全について注目してきた。

加茂湖周辺地域における今後の展望としては、加茂湖水産業の振興を軸とし、市街地の環境改善を目的とした「加茂湖夷地域開発計画」が進められており²⁶⁾、親水における確保なども行われているところである。

謝辞

現地調査および文献調査においてご協力頂いた、両津市役所農林水産課水産係・環境保全課、加茂湖漁協組合、佐渡水産技術センター、両津市郷土博物館、両津市中央公民館の方々に厚く御礼申し上げます。

注・文献

- 1) 平井幸弘 (1993)：戦後日本における都市化にともなう湖沼環境の変貌。愛媛大学教育学部紀要Ⅲ, 13-2, 65-91.
- 2) 辻本哲郎・池内幸司・吉村伸一・角野康郎・森誠一・浅枝隆 (2000)：多自然型川づくりシンポジウム報告。応用生態工学3 (2), 255-270.

- 3) 加茂湖自然環境調査研究グループ (1998)：『加茂湖の現在とそのおいたち—大きな湖、豊かな湖—』1-7.
- 4) 両津市 (1994)：『加茂湖流域生活排水対策推進計画』1.
- 5) 両津市中央公民館 (1969)：『両津町史』新潟日報事業社, 261-263.
- 6) 前掲4) p. 1.
- 7) 前掲4) pp. 1-2.
- 8) 小林巖雄・神蔵勝明・鴨井幸彦・渡辺剛忠 (1993)：佐渡島加茂湖の自然環境とその歴史。地質学論集, 39, 89-102.
- 9) 佐渡地理委員会 (1976)：『佐渡一島の風土とくらし—』佐渡誌刊行会, 7-18.
- 10) 平井幸弘 (1998)：『湖の環境学』古今書院, 196 p.
- 11) 環境庁 (1993)：『第4回自然環境保全基礎調査 (全国版)』大蔵省印刷局.
- 12) 前掲3) p. 1.
- 13) 新潟県環境衛生研究所：『平成12年度加茂湖水質および底質調査業務報告書』.
- 14) 佐渡水産技術センター：『昭和51～平成12年度の加茂湖カキ漁場における環境調査』.
- 15) 前掲14)
- 16) 前掲13)
- 17) 前掲4) pp. 18-20.
- 18) 前掲3) pp. 8-10.
- 19) 前掲4) p. 18.
- 20) 佐渡の加茂湖を考える会 (1996)：佐渡の加茂湖を考える。会報, NO.1.
- 21) 加茂湖漁協組合 (2001)：『環境保全事業の報告書』1-2.
- 22) 前掲14)
- 23) 新潟県 (1994)：『加茂湖地区大規模漁場保全事業』2.
- 24) 加茂湖漁協組合の方からの話によると、今まで水質浄化にあたってはカキ殻を主に利用していたが、現在では新しい技術に取り組んでおり、以前のようなカキ殻を利用した水質改良施設 (パテント有) は今後増えることはないという。
- 25) 前掲21) pp. 2-3.
- 26) 前掲4) p. 10.

おきた・ちづる

お茶の水女子大学大学院人間文化研究科
発達社会科学専攻・地理環境学コース