

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：51601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501082

研究課題名(和文) 地域活動を組み込んだ環境教育プログラムの作成と実践

研究課題名(英文) Practice of environmental education programs incorporate community activities

研究代表者

内田 修司 (UCHIDA, SHUJI)

福島工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：80185024

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：いわき市沿岸部にある賢沼はニホンウナギが巨大化する生息環境があるため国の天然記念物に指定されたが、富栄養化により沼の水質は悪化している。地域の住民や小中学生が水質浄化や環境整備に参加することは、実践的な環境教育活動として位置づけられると考え、観察、測定、実験を組み込んだ年間活動を計画した。しかし、東日本大震災によるコミュニティの壊滅と原子力災害による活動制限により、活動ができない状況が続いた。周辺の環境調査の結果、遡上水路などにも問題があることなど賢沼の水質改善だけではウナギの遡上数の増加は期待できないことがわかった。震災からの復興の一つとして沼と周辺の総合的な環境整備の必要性が認識できた。

研究成果の概要(英文)：Kashiko numa pond is habitat of big Japanese eel and designated to the National natural monument of Japan. Habitat environment of eels has been deteriorated by eutrophication of pond. Abnormal generation of algae, namely the great production of algae was observed in September, and to contribute to the accumulation of the bottom sediments in it. Then, it was clarified that the nutrients were released from more the bottom sediments than the suspended solids and that the bottom sediments affected considerably its eutrophication. We were going to work on improving water quality of the pond in cooperation with residents. However, local communities have been destroyed by the tsunami in the Great East Japan Earthquake. Radioactive cesium contamination, stopping the environmental management activities of the pond by students and residents.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：富栄養湖沼 水質改善 プランクトン調査 水質測定

1. 研究開始当初の背景

この研究の対象は、福島県いわき市の沿岸部にある賢沼(かしこぬま)である。この沼は大うなぎの生息地として国の天然記念物に指定されている。周辺の環境、特に植性の急激な変化にともなって沼の水質が悪化し、周辺の開発と遡上するウナギの減少によって、沼に生息しているウナギの個体数が著しく減少している。地域のシンボリックな存在である沼を地域の住民、小中学生の環境活動として継続的に取り組めるように観察会や草刈り、遡上路の手入れなどを組み込んだ地域活動が必要と考えた。

2. 研究の目的

以前は、透明度が2m程度あった沼であるが、現在は植物プランクトンの繁殖により透明度は40cm程度となっている。また、CODの測定値も20mg/Lと高く、数値的には富栄養化状態にある。そこで、本研究では、

(1) 沼の水質分析を行い、水質改善方法を提案する。

(2) 沼の水質を改善する方法を住民の参加した勉強会などを開催しながら話し合っ決定し、実行する。

(3) 小中学生が学校の環境活動として参加する継続的な活動とするための年間の活動計画の立案と実施、評価を試みる。

3. 研究の方法

(1) 水質分析 文化庁の許可を得て、定期的な試料水の採取、植物プランクトン類の評価、底質の分析を行う。

(2) 水質分析の結果から、水質の悪化の原因と改善方法を提案し、その中から地域で取り組めそうな浄化活動を2つ程度選んで、実施し、継続性、実効性を評価する。

(3) 小中学生は沼の見学だけでなく、水質測定や沼と沼周辺の生物調査、住民による浄化活動にも加わり、定期的な地域での取り組みとして定着化を図る。環境教育に必要な事項、項目を決定する。

4. 研究成果

活動地域は、福島県いわき市の沿岸部、いわき市平沼ノ内、薄磯、豊間の3地区(人口5千人)小学校2校、中学校1校を対象とした活動を計画していた。しかし、平成23年3月に発生した東日本大震災に伴う津波により、薄磯、豊間地区は壊滅的な被害を受け、多数の死亡者が発生した。賢沼も護岸崩落、周辺の寺院の建物被害などにより、長期間の立ち入り制限を受けた。また、原子力災害により、放射性物質が飛散沈着したため、沼周辺部では住宅地よりも空間線量値が高くなり、若年者の被曝量を下げる、増加させないという取り組みもあり、現地での児童生徒の活動が一切行えなかった。地域の住民活動も津波被害による居住地域の変更(仮設住宅団地への移転)による人口減、津波被害と原子力災害による地域の主産業、水産加工業の不振などが加わり、沼の浄化よりも、安全な居住場所の確保など、震災からの復興、安定し

た生活を取り戻すことが優先された。代表者による話し合い、賢沼寺も檀家の多くが被災したため再建が難しいなど、沼の水質浄化に住民が加わるには時期が悪いなどの声が多く、計画や目標とは異なる状況となった。防潮堤のかさ上げ、復興住宅の建設など復興関係工事が急増したため、賢沼の護岸工事は基本計画で半年、着工に2年の遅れが発生したが、沼周辺の立ち入り制限が続いている。

このため、沼の浄化に住民が参加すること、小中学生による沼の水質調査など沼での活動は、実施不能となっている。

水質調査とプランクトンの生息調査を定期的実施して、沼の汚染原因と改善方法について検討した。プランクトンの生息調査では、沼の濁りの原因が、オイル生成藻類として注目されているボツリオコッカス・ブラウニーであること、秋に見られるアオコは、沼底から拡散する栄養塩をいち早く吸収し増殖できるアナベナやミクロキスティスであることを確認した。

沼水のCODは、20mg/Lと高いので、富栄養化状態にあると考えられてきたが、溶存状態のリンと窒素の濃度は10月を除いて基準値以下であるため、一般的な生活排水など人間活動に基づくものではないことが考えられた。沼と園周辺の環境変化に関する聴きとり調査を地域で実施し、1950年代から60年代に沼周辺の松枯れが発生し、広葉樹の侵入が始まったこと。広葉樹の成長と拡大により落ち葉の増加により土壌の肥沃化が進行し栄養塩類の流入量が増加した。その結果、沼内での消費よりも過剰な流入分は、未分解物として堆積しヘドロ化が始まり現在に至っていることもわかってきた。農業用のため池や公園の池などで行われる沼干し、沼底の泥揚げなどの管理は一切行われていないため、堆積物は増加し続けている。沼底の堆積物の90%以上が落ち葉や枝など植物由来であることから、CODの大半はフミンやフルボ酸などの難分解性の腐植性物質であると考えられる。現在、難分解性有機物の定性と定量的ための準備に着手している。これらのことから、沼は、腐植性富栄養湖沼に分類されるものと考えている。

沼底に堆積している落ち葉などの有機物は、水温上昇期にバクテリアによる分解活動が活発化し、酸素消費量が供給量よりも過大になってしまう。嫌気性状態でも分解は続くが、硫化水素やメタンなどの発生、底質からリンや窒素、鉄などをイオンとして溶出させる。その結果、沼の水深2mから底質の5mまでの水域は3月から9月まで、溶存酸素量が極端に低い嫌気性水域の出現となっている。この水域は沼面積の80%の広さに相当する。沼底に近い部分にはリン、窒素などがイオン状態で高濃度に存在する水層が発生する。日射による沼の水温上昇が弱まる秋になると、表層水の水温よりも沼底の水層の水温が高くなるため、沼水の逆転が発生する。この水

の移動により沼そこから溶出した高濃度のリン、窒素が沼の表面水域に拡散する。この時まで沼の表層水は低栄養塩濃度であったため、増殖が抑制されていたミクロキスティスやアナベナが一気に栄養塩類を吸収して異常増殖し、アオコの発生となる。降雨後にもアオコの発生も同じ機構で引き起こされる。アオコの発生は底質から栄養塩が溶出する嫌気性水域の発生が原因となっている。底質の状況の改善が水質の浄化に不可欠である。

5月から10月までは沼に生息する魚類は酸素濃度の高い水深2mよりも浅い表層水域、底近くを好む魚類は沼の岸近くでのみ生息できる環境となってしまうため、生息環境として最適な状況とはなっていない。

水質浄化の方法として、沼に堆積する落ち葉など有機物の削減、流入する腐葉土、栄養塩量を減らす事が考えられる。落ち葉を拾い集め堆肥に加工して消費するような里山化することも可能ではないかと考えている。

1950年まで沼周辺は針葉樹林と常緑広葉樹の混合樹林帯となっていたが、松の伐採、マツクイムシによる松枯れにより、落葉広葉樹と常緑法要樹の樹林帯に変わってしまったため、土壌の腐葉化も進行した。当時、燃料として杉や松など針葉樹の落ち葉や枝が使われていたため、沼への栄養塩の流入は限定的であったが、ガスや石油など熱エネルギー源の切り替えもあり、沼周辺の樹林地帯への立ち入りと手入れの減少も加わって、山が荒れ植生の変化も加速したものと考えられる。

腐葉土壌に松を植えても成長しない、さらに沼周辺の樹林帯が福島県から保護林として指定されているので、樹木、落ち葉などの管理は、県の許可が必要である。地域での取り組みは、組織化し継続的なものとする必要がある。周辺の環境管理が沼の水質に重要な部分を占める。これらの作業を地域の方々に継続的な取り組みが重要である。

しかし、震災の影響で保護林内に設置されていた遊歩道が通行できなくなった。様々な工事が必要となっているため、遊歩道の復旧工事の計画は未定である。加えて原子力災害により放射性物質が樹冠部に沈着したと考えられ震災から3年が経過しても樹林地帯内の空間線量値の値が周辺の居住地域よりも高くなっている。計算上、健康被害を及ぼすような高い数値は観測されてはいないが、気持ち的な部分で距離を詰めることができない状況が続いている。

降水により沼から水路に流出する水中の放射性物質量をゲルマニウム半導体検出器で測定すると2011年9月は2Bq/Lであった。

沼や樹林帯など環境中を移動する放射性セシウムを回収分離すれば、除染につながる。放射線物質の吸着材の改良にも着手しゲル体、繊維状など使用環境に合わせて使用できる吸着材を開発した。重金属なども吸

着できることが確認できたため、有害物質を吸着除去できる材料とその製法として特許を出願した。地域の方々の活動や除染に寄与するために現在も性能向上に取り組んでいる。沼水の測定から環境中を移動する放射性セシウムの量は12年には1Bq/L、2014年1月にはNDとなり、確実に減少していることが確認できた。

護岸の復元工事は平成26年8月まで行われる予定であるので、地域の方々、小中学生の活動が開始されるのは、秋以降になる。

沼や周辺の樹林帯で市民が参加する環境活動を展開するためには、放射線について説明する必要がある。被曝量をできるだけ増加させないという考えから若年層の参加に関して、一部に根強い反対があるため、震災以前のような地域のシンボルとして多くの人達が立ち寄れる場所として復活できるのかは不明な状況ではある。ニホンウナギを餌付けしてオオウナギにまで成長させたという歴史を持つ地域であれば、沼の環境を良くする取り組みを地域活動として認識してもらいやすいように提案を行う必要がある。震災による影響で参加する年齢層に限定が加えられるにしても、地域の復興の一つとして取り組めるような提案が必要と考えている。

原子力に依存しないためのエネルギー開発として再生可能エネルギーの開発が注目されている。賢沼は天然解放系でありながら、炭化水素生成藻類のボツリオコッカス・ブラウニーが優占種として生息できる環境を有している。この状態を再現し、欠点とされるボツリオコッカス・ブラウニーの増殖速度を大きくすることが再生可能エネルギー開発に寄与できるものと考え、沼に生息しているプランクトンの採取と培養、単離精製を行った。長岡技術科学大学、群馬高専の協力を得て遺伝子解析を行っている。沼への関心を高めてもらうために、ボツリオコッカスの培養キットを地域の小中学校に贈り、理科部や科学クラブなどで培養されている。光、栄養など増殖速度に与える影響を透明度、色の濃さで比較している。

ウナギは海岸から川を經由して、海拔20mの賢沼に遡上することになっている。遡上するウナギの稚魚を採取して養殖し採卵せずに消費したため、生物種としてのニホンウナギの存続が危ぶまれているが、賢沼に接続する遡上水路の環境悪化が、生息数の減少につながっている。このため、ウナギの生息地という天然記念物の指定の趣旨に従えば、沼の周辺環境として遡上路も含んだ取り組みが不可欠になる。遡上水路には生活排水、魚加工場の排水が流入し、干満による滞留も加わって水質が著しく悪化する水溜り帯が発生している。沼の水質改善はウナギの生息に不可欠であるが、遡上水路の確保はウナギの生息数を増やすためにも重要な問題となるため、汚水処理施設の整備などを居住者、地域にプラスとなるような社会資本の整備を進

めていくなど総合的な活動が求められていると思われる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 件)

〔学会発表〕(計 件)

第 19 回高専シンポジウム in 久留米(2014 年 1 月 25 日)P4-11 富栄養化湖沼の水質改善について 内田修司、會田悠人、小松翔、大和田瑞貴、伊藤裕佳 (福島高専物質工学科)

第 18 回高専シンポジウム in 仙台(2013 年 1 月 26 日)P1-231 湖沼の水質と優占種について 内田修司、本田瑞貴、小松翔、(福島高専)
平成 24 年度化学系学協会東北大会(2012 年 9 月 15 日)秋田大学 湖沼の水質と優占種の関係について 内田修司、本田瑞貴、小松翔、(福島高専)

第 17 回高専シンポジウム in 熊本(2012 年 1 月 28 日)P2-324 湖沼の水質とプランクトンについて 内田修司、遠藤和真、内藤佑、(福島高専)

〔図書〕(計 1 件)

「排水・汚水処理技術集成 vol.2」P202 -P212
ゼオライト ポリマー繊維による放射性セシウム除染技術 小林 高臣、大城 優、内田 修司(2013 年 12 月 26 日 株式会社エヌ・ティー・エス)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称：環境中の有害物質の吸着剤および製造方法

発明者：羽切 正英、内田 修司、押手 茂克、小林 高臣、大城 優

権利者：国立高専機構、国立大学法人 長岡技術科学大学、株式会社 カサイ

種類：特許

番号：特願 2013-89699

出願年月日：2013 年 4 月 22 日

国内外の別：国内

取得状況(計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

内田 修司 (UCHIDA Shuji)
福島工業高等専門学校物質工学科 教授
研究者番号：80185024

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：