

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07178

研究課題名(和文) 絶滅の危機に瀕している貧栄養湖深底部の貧毛類相の解明

研究課題名(英文) FAUNAL CHARACTERISTICS OF THE ENDANGERED PROFUNDAL OLIGOCHAETE ASSEMBLAGES IN OLIGOTROPHIC LAKES IN JAPAN

研究代表者

大高 明史(OHTAKA, AKIFUMI)

弘前大学・教育学部・教授

研究者番号：20223844

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：北日本の貧栄養湖の深底部には湖沼ごとに独自性の高い貧毛類群集が成立していることが明らかになった。一方で、一部の湖沼では、近年の湖沼環境の変化に対応すると思われる貧毛類群集の変化が見られた。貧栄養湖深底部の群集の構成種はほとんどが低温狭温性で酸素要求性が高い種であるため、湖底環境のわずかな変化でも存続に影響することが推測された。田沢湖では、人為的な湖水の酸性化のために1940年代に湖底の生物群集が壊滅したが、今回の調査で集水域の湧水帯から地下水種と推測される5種の貧毛類が発見された。かつての田沢湖の湖底には、これらの一部を含む固有性の高い貧毛類群集が成立していた可能性が指摘された。

研究成果の概要(英文)：Oligochaete composition was studied in the profundal bottoms of several oligotrophic lakes in northern Japan. The composition was different from each other, and many representatives were thought to be stenotherm and oxyphilic, and primarily subterranean species. Recent faunal changes were detected in Lake Kuttara in Hokkaido and Lake Inawashiro in Fukushima Prefecture, probably due to recent changes in water chemistries by anthropogenic eutrophication and neutralization, respectively. Two lumbriculid and 3 nauid species were collected in the spring flowing into Lake Tazawa in Akita Prefecture. Two of which are undescribed and thought to be subterranean species. It is suggested that rich and unique oligochaete assemblages had been found in the profundal Lake Tazawa before zoobenthos extinction caused by the artificial acidification in 1940s.

研究分野：動物分類学

キーワード：水生貧毛類 貧栄養湖 分類 生物多様性

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 湖沼深底部の底生動物群集の中で貧毛類が優占することは古くから知られていたが、日本の自然湖沼の貧毛類相が種レベルで解明されたのは最近のことである。Ohtaka (2014)によると、日本の湖沼のうち、中~富栄養湖の深底部の貧毛類群集は、ほとんど例外なくイトミミズ科イトミミズ亜科に属するイトミミズ *Tubifex tubifex* かコリミミズ *Limnodrilus hoffmeisteri* が優占する点で共通性が高い一方、貧栄養湖では貧毛類の組成が湖沼ごとに大きく異なっている。特に、北海道や東北地方の貧栄養カルデラ湖では、複数の科を含む多様な貧毛類群集が見られることがわかっている。湖底に出現する貧毛類が、地下水種をしばしば含むことも、中~富栄養湖と大きく異なる点である。

(2) 近年の富栄養化や地球温暖化の進行に伴って湖沼の環境が悪化する中で、貧栄養湖の深底部に成立している貧毛類群集の組成の解明は急務となっていた。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究では、北日本の貧栄養湖を対象に、湖内と集水域で新たな調査を行い、湖底の貧毛類群集の特徴を把握することを目的とした。貧栄養湖の湖底と環境が類似し地下水での貧毛類相を明らかにすることも目的のひとつである。他の湖沼と強く隔離され、かつ、低温で好氣的な湖底を持つ貧栄養湖の深底部に生息する貧毛類は、わずかな湖底の環境変化でも存続が危ぶまれる脆弱な存在であると推測される。このため、新たな調査では、過去の調査結果と対して、湖沼環境の変化と群集構造との対応を検討した。

## 3. 研究の方法

(1) 標本を確保するための湖沼や地下水系での現地調査と、標本を用いた分類学的観察や系統解析を行った。現地調査を行った湖沼は、北海道の摩周湖、支笏湖、倶多楽湖と本州の十和田湖、田沢湖、猪苗代湖である。湖沼での調査では、船上からエクマン・パージ採泥器を用いて深底部の底泥を採取し、開口0.25mm メッシュのネットで余分な泥をふるい落とし、貧毛類を拾い出し、ホルマリン、一部はアルコールで固定して標本とした。対象湖沼の集水域や近傍に分布する湧水やそれに続く河川でも調査を行い、同様な方法で貧毛類の標本を確保した。

(2) 持ち帰った標本は、個体ごとにアルコールシリーズで脱水後、バルサムで包埋して

プレパラート標本を作製し、光学顕微鏡を用いて分類学的に観察した。内部形態の観察のために、一部の標本はパラフィン切片法により連続切片標本を作製し、ヘマトキシリンとエオシンで染色後のプレパラートとし、同様に光学顕微鏡で観察を行った。アルコールで固定した標本は研究協力者であるスウェーデンの Crister Erseus 教授に送り、ミトコンドリアDNAおよび核DNAを用いた遺伝子解析を行った。

## 4. 研究成果

(1) 摩周湖：2015年に環境省および国立環境研究所と合同で調査を行った。最深部を除く水深150mよりも深い湖底でヒメミミズ科1種とミズミミズ科4種の貧毛類が確認された。出現種のうち、ヒメミミズ科のミジンヒメミミズ属の一種 *Cernosvitoviella* sp. は未記載種と考えられる。深底部にヒメミミズ科の貧毛類が出現することはきわめて稀で、日本ではこれまで、支笏湖と洞爺湖の湖底から *Marionina klaskisharum* が知られているのみである。一方、ミズミミズ科ナガレイトミミズ亜科に属するヤマナガレイトミミズは河川上流域や東北・北海道の貧栄養湖に広く見られる種類で、イトミミズ亜科の2種、イトミミズとコリミミズはいずれも貧栄養湖から過栄養湖まできわめて幅広い環境に出現するパイオニア種である。パイオニア種が出現する点は、摩周湖の歴史が浅いことに関連していると考えられる。2015年の調査では、水深211mの“湖心”で、マクロベントスが全く確認されなかった。これは、過去の結果と大きく異なる点である。調査時には底泥表面が赤みの強い褐色だったことから、火山成分の湖底への侵入の影響が考えられる。

(2) 支笏湖：2014年に環境省との合同調査によって採集された底生動物標本を精査し、3科6分類群の貧毛類を確認した。このうち、イトミミズ亜科とナガレイトミミズ亜科に属する2種は、剛毛の構造がこれまでのどの種類とも異なっているため、未記載種であると推定される。しかし、成熟個体が得られていないため、新種記載には至らなかった。ヒメミミズ科の *Marionina klaskisharum* およびオヨギミミズ科の *Yamaguchia toyensis* の2種は洞爺湖との共通種で、しかも日本ではこの両湖だけでしか記録されていない。支笏湖で多様な貧毛類が存続している点は良好な貧栄養環境が存続している証拠とみなされる。

(3) 田沢湖：1940年代の酸性水の導入に

よって田沢湖では湖底生物が絶滅したことが知られている。かつて湖底に生息していた貧毛類の組成を推測する一環として、田沢湖の集水域と近傍の秋田県南横手市および大仙市の湧水域で、計8回の調査を行った。これらの調査では7種類の貧毛類が確認されている。このうち、田沢湖集水域の湧水域からミズミズ科イトミミズ亜科ピワヨゴレイトミミズを、横手市山内地区からは同じくイトミミズ亜科のアムールヨゴレイトミミズを確認した。アムール川や北海道で普通の冷水性イトミミズ類の一種で、田沢湖深底部で記載され、絶滅したとされる *Peloscolex nomurai* と最も近縁だとみなされている種類である。これまでの分布記録の南端は青森県の白神山地であったことから、今回の秋田県からの記録は南限を更新することになり、田沢湖の深底部にかつて生息していた貧毛類がこの種である可能性も示唆される。田沢湖集水域の湧水域では、このほかに、未記載のオヨギミズ科2種とミズミズ科2種も見つかっている。これらも地下水種と推測され、絶滅前の田沢湖湖底にも生息していた可能性が示唆される。

(4) 倶多楽湖：申請者が2008年に行った調査では、深底部から未記載の貧毛類が2種見つかっている。2016年8月に深底部の3地点で多数の採泥を実施したものの、2008年の調査で確認された種類は全く採集されなかった。湖底は有機物の残渣が多く、貧酸素状態になっていたことから、かつて生息していた貧毛類はすでに消失した可能性が高い。

(5) 猪苗代湖：2005年の調査では、深底部に広くナガレイトミミズだけからなる貧毛類群集が形成されていることが知られている(大高, 2009)。このような貧毛類の組成は、他のどの湖沼にも見られない。ナガレイトミミズは、高層湿原の池澮をはじめとした酸性の冷水を中心に出現することから、猪苗代湖でのこの種の単独での出現は、酸性に偏った湖水の性状と関連していると推測された(大高, 2009)。2016年に環境省と合同で行った新たな調査では、沖合のどの地点でもナガレイトミミズよりもイトミミズが優占しており、2005年とは異なっていた(環境省モニタリング1000平成28年度陸水域調査報告書)。イトミミズは中性の湖沼に広く見られる貧毛類であるため、この群集構造の変化は、近年、猪苗代湖で観測されている湖水の中性化に関連している可能性がある。

(6) 十和田湖：これまでの標本の精査で、

十和田湖の湖底からイトミミズ亜科の *Krenedrilus towadensis* とミズミズ科2種、およびオヨギミズ科の一種を確認した。深底部種と地下水種との関連を知るために、近傍に位置し、規模の大きな湧水河川として知られる八甲田山のグダリ沼で、期間中に10回の貧毛類調査を行った。グダリ沼では3種のオヨギミズ科、5種のミズミズ科、1種のナガミミズ科とヒメミミズ科の計10種が採集された。このうち、オヨギミズ科のオヨギミズは十和田湖の最深部でも知られている種類である。オヨギミズ科の他の2種はいずれも未記載種で、そのうちのひとつは属レベルでこれまで知られていない種類であった。

対象湖沼のうち、環境省のモニタリング1000でも調査対象になっている湖沼(平成26年度支笏湖, 平成27年摩周湖, 平成28年度猪苗代湖)は、環境省と合同で調査を行った。この結果は、環境省/生物多様性センターのホームページで公開されている。

## 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9件)

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

Ohtaka A (2018) Aquatic oligochaete fauna (Annelida, Clitellata) in Lake Tonle Sap and its adjacent waters in Cambodia. *Limnology* (in press). 査読有.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10201-018-0543-5>

Liu Y, Fend SV, Martinsson S, Luo X, Ohtaka A, Erséus C (2017) Multi-locus phylogenetic analysis of the genus *Limnodrilus* (Annelida: Clitellata: Naididae). *Molecular Phylogeny and Evolution* 112: 244-257. 査読有. DOI.org/10.1016/j.ympev.2017.04.019

大高明史・木村直哉・鳥居高明・中村剛之・上島 励・阿部 渉・安倍 弘・栗城源一・鶴崎展巨・上田拓史・蛭田眞平・古野勝久1・吉成 暁・吉澤和徳・香川清彦・山本 優・福原晴夫・尾瀬アカシボ研究グループ(2017) 融雪期の尾瀬ヶ原で雪に関連して見られる無脊椎動物相. 群馬県立自然史博物館研究報告 21: 57-78. 査読有.

<http://www.gmnh.pref.gunma.jp/wp-content/uploads/c5ef9c61147ca647c65e01cc29d54d93.pdf>

Ohtaka A, Gelder SR, Smith RJ (2017) Long-anticipated new records of an ectosymbiotic branchiobdellidan and an ostracod on the North American red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) from an urban stream in Tokyo, Japan. *Plankton and Benthos Research* 12: 123-128. 査読有 . DOI.org/10.3800/pbr.12.123

Ohtaka A, Wulandari L (2016) Description of *Kahayandrilus tundaiensis* gen. et sp. nov. (Annelida: Clitellata: Tubificinae) from Central Kalimantan, Indonesia. *Species Diversity* 21: 43-47 . 査読有 . DOI: 10.12782/sd.21.1.043

Tomikawa K, Nakano T, Sato A, Onodera Y, Ohtaka A (2016) A molecular phylogeny of *Pseudocrangonyx* from Japan, including a new subterranean species (Crustacea, Amphipoda, Pseudocrangonyctidae). *Zoosystematics and Evolution* 92: 187-202. 査読有 . DOI: 10.3897/zse.92.10176

Ohtaka A, Gelder SR (2015) Description of a new species of Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) and comparison with other *Cirrodrilus* species in northern Honshu, Japan. *Species Diversity* 20: 67-71. 査読有 . DOI: 10.12782/sd.20.1.067

Ito T, Hara K, Kon T, Ohtaka A (2015) Effect of winter-flooding and organic farming on density of aquatic oligochaetes in ricefields: case study in Miyagi prefecture, northeastern Japan . *JIFS (Journal of Integrated Field Science, Tohoku University, Japan)* 12: 31-37. 査読有 .

Ohtaka A, Gelder SR, Yamato S, Chen R-T, Nishino M (2015) Cohabitation of ectosymbiotic Branchiobdellida (Annelida, Clitellata) and Scutarielloidae (Platyhelminthes, Rhabditophora, Temnocephalida) on atyid shrimps in Taiwan. *Taiwan Journal of Biodiversity* 17 (3) : 253-262. 査読有 . [https://tesri.tesri.gov.tw/files/tesri\\_protect/tesri\\_journal\\_20150901163052/TW.J.Bio%202015.17.3.253-262.pdf](https://tesri.tesri.gov.tw/files/tesri_protect/tesri_journal_20150901163052/TW.J.Bio%202015.17.3.253-262.pdf)

〔学会発表〕(計3件)

Ohtaka A, Diversity of *Aulodrilus* (Clitellata, Tubificinae) in east and southeast Asia. 13th International Symposium on Aquatic Oligochaeta (ISAO2015). 6 Sep. 2015. Masaryk university, (Brno, Czech Republic)

Hirabayashi K and Ohtaka A, Profundal benthic macroinvertebrates in Japanese lakes of

different trophic status. 13th International Symposium on Aquatic Oligochaeta. 8 Sep. 2015. Masaryk University (Brno, Czech Republic)

佐藤杏奈・大高明史・木村直哉・馬場里美 (2015) 八甲田山グダリ沼で地下水生物を調べる . 青森自然誌研究会第21回研究発表会 . 2015年4月19日 . 青森県立郷土館 (青森市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計0件)

取得状況 (計0件)

〔その他〕

解説

谷田一三・大高明史・平林公男・東城幸治・田村博・野崎隆夫 . 水生生物による水質評価マニュアル-日本版平均スコア法, 33pp., 河川生物の絵解き検索, 34pp, 環境省水・大気環境局 (編). 2017年 .

ホームページ等

環境省/生物多様性センター . モニタリングサイト1000 湖沼・湿原報告書 <http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/index.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

大高 明史 (OHTAKA AKIFUMI)  
弘前大学・教育学部・教授  
研究者番号 : 20223844

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

鳥居 高明 (TORII, Takaaki)  
株式会社いであ  
環境創造研究所・主査研究員

Patrick Martin  
Royal Belgian Institute of Natural Sciences,  
Researcher, Belgium

Tarmo Timm

Estonian University of Life Sciences, Professor,  
Estonia

Crister Erséus  
University of Gothenburg, Professor, Sweden,

Steve Fend  
United States Geological Survey, CA, USA