



Title	尾瀬沼深底部の底生動物群集 : 1986年と2018年の比較
Author(s)	大高, 明史; Ohtaka, Akifumi; 木村, 直哉 他
Citation	低温科学, 80, 439-444
Issue Date	2022-03-31
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/lowtemsci.80.439">https://doi.org/10.14943/lowtemsci.80.439</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/84948">https://hdl.handle.net/2115/84948</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	31_p439-444_LT80.pdf



# 尾瀬沼深底部の底生動物群集： 1986年と2018年の比較

大高 明史<sup>1,2)</sup>, 木村 直哉<sup>3)</sup>

2021年4月9日受付, 2021年5月7日受理

2018年に尾瀬沼深底部で底生動物の構成と現存量を調べた。大型底生動物群集は、貧毛綱3種、ユスリカ科2種、フサカ科1種の計6種からなり、貧毛綱ミズミズ科のユリミミズが優占した。同じ地点で1986年に行った調査ではイトミミズが優占していたことから、この間にイトミミズからユリミミズへの優占種の交代が起こったことが示唆される。これには、近年の湖底温度の上昇が関係している可能性がある。

## Composition and abundance of macrozoobenthos in the profundal zone of Lake Ozenuma, central Japan, with special reference to structural difference between 1986 and 2018 surveys

Akifumi Ohtaka<sup>1,2)</sup>, Naoya Kimura<sup>3)</sup>

Composition and abundance of macrozoobenthos were studied in the profundal bottoms of Lake Ozenuma in 2018. Six species of macrozoobenthos consisting of three oligochaetes, two chironomids and one chaoborid were recorded from the study sites, of which a tubificine oligochaete, *Limnodrilus hoffmeisteri* dominated. Compared with past benthological records in Lake Ozenuma in 1986, *Limnodrilus hoffmeisteri* increased, while those of another tubificine *Tubifex tubifex* decreased in the present study. The change in the oligochaete structure could be caused by increase of bottom temperature in recent years.

キーワード：尾瀬沼, 深底部, 底生動物, 長期変化

Lake Ozenuma, profundal zone, zoobenthos, long-term change

### 1. はじめに

尾瀬国立公園の一部をなす尾瀬沼は、本州中部の標高1,660 mの山間に位置する面積1.6 km<sup>2</sup>、最大深度9.5 mの中栄養湖である (Horie, 1962)。尾瀬沼では、湖沼環境のモニタリングと外来水草のコカナダモの監視のために、国立環境研究所によって1987年から継続的な観測が続けられている (野原, 2018)。観測開始から現在までの約30年間に、コカナダモの生育面積やクロロフィルa濃度、透明度などに大きな変動が観測されているが、この間、目立った富栄養化は示唆されていない。一方、近年、夏季の底層水温の上昇が観測されている (野原,

責任著者

大高明史

〒036-8143 弘前市富士見台

E-mail: ohtaka@hirosaki-u.ac.jp

1) 弘前大学教育学部

2) 現在, 弘前市富士見台

3) 弘前市常盤坂

1 Faculty of Education, Hirosaki University, Hirosaki, 036-8560, Japan

2 Present address. Fujimidai, Hirosaki, 036-8143, Japan

3 Tokiwazaka, Hirosaki, 036-8263, Japan

2018).

尾瀬沼深底部では、かつて、1986年の5月から9月にかけて底生動物群集の定量調査が行われ、イトミミズ *Tubifex tubifex* (Müller, 1774) (原文では *Tubifex* sp.) とユリミミズ *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862 およびユスリカ属の一種 *Chironomus* sp. が優占したことが報告されている (Ohtaka et al., 1988). これ以降、尾瀬沼深底部では底生動物の調査が行われていない。そこで、群集構造の長期変化を知るために、2018年の10月に、1986年の調査時と同じ地点、同じ方法で底生動物の調査を行った。

## 2. 調査地と方法

1986年の調査時 (Ohtaka et al., 1988) に設定した尾瀬沼沖合の2地点、湖心 (36.926739 N, 139.302698 E) と沼尻沖 (36.930987 N, 139.298441 E) で、2018年10月20日に底生動物の調査を行った (図1)。採集やサンプルの処理の方法は1986年の調査時と同様に、底面積 225 cm<sup>2</sup> の標準型エクマンバージ採泥器で底泥を採集し、開口 0.25 mm のサーバネットでするい、残渣ごと 10% ホルマリンでただちに固定した。採泥は湖心では4回、沼尻沖では3回行った。調査時には、調査地点の表層水について水温 (Testo 103) と pH (ナリカ,  $\alpha$  パックテスト) を測定し、採集した底泥はただちに表層の温度を測定するとともに、色や酸化層の有無、臭いの有無などを記録した。

実験室に持ち帰った底生動物の固定サンプルから、双眼実体顕微鏡 (オリンパス SZH) 下で大型底生動物をすべて拾い出し、種ごとに計数および現存量 (湿重量) の測定 (Sartorius BP310P) を行った。一部の標本を使って、貧毛類は脱水後バルサムで、双翅目幼虫は CMCP-10 (Polysciences Inc.) で封入したプレパラートを作り、同定を行った。貧毛類の卵包はすべて拾い出し、Ohtaka et al. (1988) にしたがって同定した。優占したユリミミズの体サイズを推定するために、個体ごとに第8体節の幅 (Ohtaka, 1985) を双眼実体顕微鏡を使って測定した。サンプル中に見られた小型底生動物については出現を記録するとともに、計数は行わなかった。湖心と沼尻沖の間での底生動物群集の総密度と総現存量の違

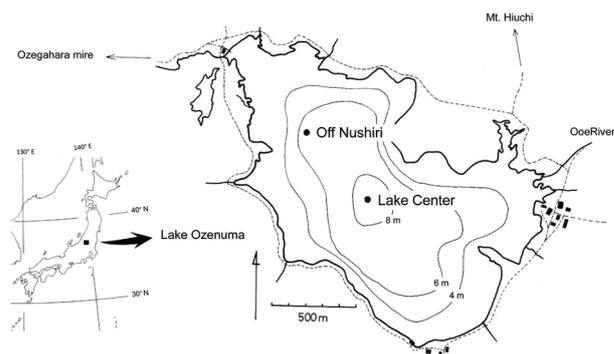


図1：2018年10月20日の尾瀬沼の底生動物調査地点、湖心 (水深 9.2 m) と沼尻沖 (水深 6.6 m)。調査地点は1986年の調査時 (Ohtaka et al., 1988) と同一。

いの有意性をスチューデントの  $t$  検定で調べた。

本調査で採集された底生動物の標本は、Ohtaka et al. (1988) で用いた1986年の標本とあわせて、群馬県立自然史博物館に保管した。

## 3. 結果

### 3.1 環境要因

2018年10月20日の調査時の尾瀬沼の表層水温は両地点 (湖心と沼尻沖) とともに 12.3°C、pH は湖心で 7.8、沼尻沖で 7.9 であった (表1)。底泥の表面は両地点とも灰黒色で、明瞭な酸化層は認められなかったものの、硫化水素臭はなかった。泥温は沼尻沖 (12.9°C)、湖心 (12.2

表1：2018年に調査を行った尾瀬沼沖合の2地点における環境要因と底生動物の構成。底生動物の密度と現存量は平均値と標準偏差を示す。

Site name	Lake Center	Off Nushiri
Date	20 Oct. 2018	20 Oct. 2018
Time	12:20	13:20
Latitude	36.926739 N	36.930987 N
Longitude	139.302698 E	139.298441 E
Air temperature (°C)	9.4	7.5
Water depth (m)	9.2	6.6
Surface water temperature (°C)	12.3	12.3
pH in surface water	7.9	7.8
Bottom temperature (°C)	12.2	12.9
Bottom sediment	mud	mud
Mud surface color	blackish gray	blackish gray
Zoobenthos		
Density (No m <sup>-2</sup> )		
Oligochaeta		
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparède, 1862	1489 ± 521	489 ± 194
cocoon	11 ± 22	341 ± 68
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)	111 ± 57	30 ± 51
cocoon	0	0
<i>Uncinaiis uncinata</i> (Ørsted, 1842)	0	15 ± 26
Chironomidae		
<i>Chironomus</i> sp.	22 ± 26	193 ± 92
<i>Procladius</i> sp.	0	30 ± 51
Chaoboridae		
<i>Chaoborus</i> sp.	22 ± 44	0
Total number	1644 ± 475	756 ± 194
Standing crop (g wet wt m <sup>-2</sup> )		
Oligochaeta	5.156 ± 1.839	1.956 ± 1.368
Chironomidae	0.422 ± 0.534	2.652 ± 2.318
Chaoboridae	0.067 ± 0.133	0
Total standing crop	5.644 ± 2.181	4.607 ± 2.221

°C)とも表層の水温に近い値だった。両地点とも,サーバネットでふるったあとの残渣は維管束植物の遺骸が大部分を占めた。

### 3.2 底生動物の組成

調査した2地点でみられた大型底生動物は,貧毛類3種(イトミミズ, ユリミミズ, アカオビミズミミズ *Uncinatis uncinata* (Ørsted,1842)), ユスリカ科2種(ユスリカ属の一種, カユスリカ属の一種 *Procladius* sp.), フサカ科フサカ属の一種 *Chaoborus* sp. の計6種であった(表1)。このうち, アカオビミズミミズとカユスリカ属の一種は沼尻沖だけで, フサカ属の一種は湖心だけで確認された。出現したユリミミズの剛毛は, 上歯が下歯よりもやや細長く, 前方体節での本数は剛毛束あたり5~7本であった。また, 陰茎鞘は長さ420~440 μmで両端が膨らみ, 末端がななめに薄く広がって終わっていた。小型底生動物としては, 両地点とも, 線虫類とケンミジンコ目のカイアシ類が見られた。このほか, 湖心ではハネコケムシ属の休芽が, 沼尻沖では藍藻の分泌物とみられる不定形のゼリー状物質が確認された。

### 3.3 大型底生動物群集の構造

2018年の調査時の尾瀬沼深底部における大型底生動物群集の総密度は, 湖心(平均1,644個体 m<sup>-2</sup>)が沼尻沖(平均756個体 m<sup>-2</sup>)よりも有意に高かった( $P = 0.014$ ) (表1)。一方, 総現存量は, 湖心(平均5.6 gm<sup>-2</sup>)と沼尻沖(平均4.6 gm<sup>-2</sup>)の間で有意な差は見られなかった( $P = 0.286$ )。湖心, 沼尻沖とも, 個体数で優占する動物群は貧毛類で, 群集の総密度のそれぞれ97%および71%を占めた。貧毛類は湖心では現存量でも群集の91%を占めて優占したが, 沼尻沖ではユスリカ類の現存量

(58%)が貧毛類(42%)を上回った。湖心, 沼尻沖とも, 最も優占した底生動物はユリミミズで, 貧毛類の個体数と底生動物群集全体の個体数に占める割合はそれぞれ, 湖心で93%および91%, 沼尻沖で92%および65%であった(図2下)。イトミミズは両地点で見られたが, その密度はユリミミズの10分の1未満で, 群集全体に

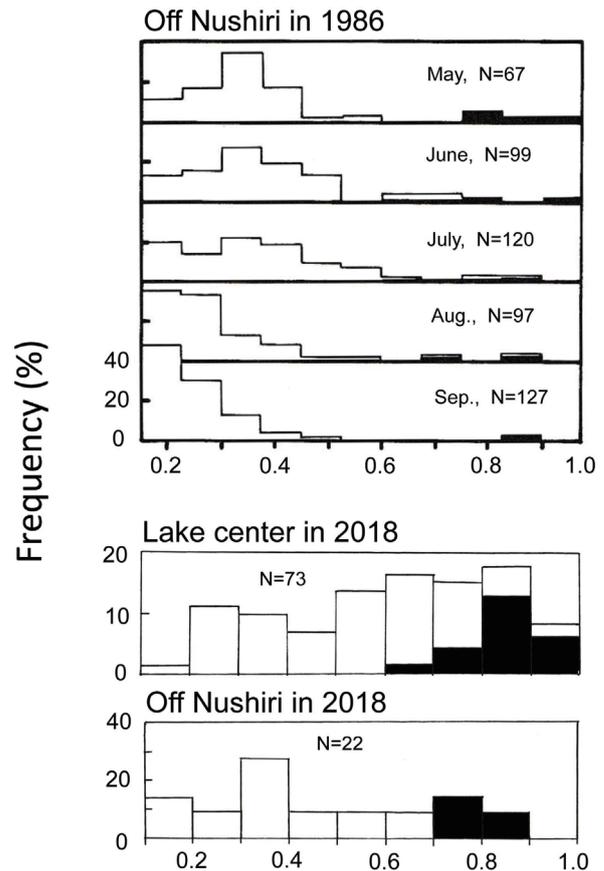


図3: 尾瀬沼深底部のユリミミズ個体群における第8体節幅の頻度分布。1986年(上)と2018年(下)を比較した。1986年の図は Ohtaka et al. (1988) を改変。

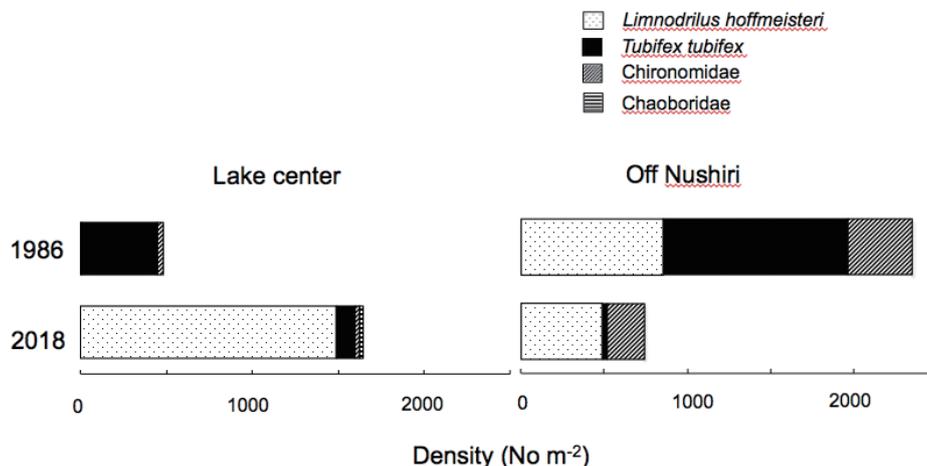


図2: 尾瀬沼深底部の2地点における1986年と2018年の底生動物の組成の比較。1986年の結果は Ohtaka et al. (1988) による1986年5月から9月までの5回の調査の平均値を示した。

占める割合は湖心で6.7%, 沼尻沖で4.0%とわずかだった。湖心で見られたユスリカ属の一種とフサカ属の一種はどちらも平均22個体  $m^{-2}$ とわずかで, 群集全体の1.3%にすぎなかった。沼尻沖ではユスリカ属の一種がユリミミズに次いで優占し, 群集全体の26%を占めた。

ユリミミズ個体群は湖心, 沼尻沖とも, 中型から大型個体が優占し, 第8体節幅が0.5 mmを超える個体の割合は湖心で71%, 沼尻沖で40%だった(図3下)。イトミミズは両地点で出現したが, その密度はどちらの地点でも群集の1割に満たなかった。底泥中からユリミミズの卵包が確認された。その密度は湖心では平均11個  $m^{-2}$ と低かったが, 沼尻沖では平均341個  $m^{-2}$ の密度で見られた。イトミミズの卵包はどちらの地点でも確認されなかった。

## 4. 考察

### 4.1 尾瀬沼深底部の底生動物群集の特徴

2018年に行った尾瀬沼深底部の底生動物群集の組成を, 同じ地点, 同じ方法で調査した1986年の結果(Ohtaka et al., 1988)と比較すると, ユリミミズ, イトミミズ, ユスリカ属の一種, カユスリカ属の一種が出現した点で種構成に大きな変化はなく, 1986年に出現した大型底生動物はいずれも2018年の調査でも確認された。一方, 1986年には記録されず2018年の調査で新たに見つかった大型底生動物には, 湖心でのフサカ属の一種と沼尻沖でのアカオビミズミミズがあった。

1986年の深底部での調査(Ohtaka et al., 1988)と並行して行われた尾瀬沼全域における底生動物調査(大高ほか, 1987)では, 貧毛類のイトミミズとユリミミズは, 深底部で広く記録されているものの, どちらも沿岸部からの記録はない。ユスリカ類の幼虫では, カユスリカ属は深底部に限られ, ユスリカ属も東岸の1地点を除くとその分布は深底部に限られていた(大高ほか, 1987)。ユスリカ属とカユスリカ属は, どちらも, 1995年6月に尾瀬沼湖畔で採集されたユスリカ成虫には含まれていない(平林ほか, 1991)。また, 2018年の調査で尾瀬沼深底部から見つかったフサカ属は過去に尾瀬沼全域で行われた底生動物調査(大高ほか, 1987)やプランクトン調査(上野, 1954; Hanazato and Nohara, 1992)では記録されていないが, 近傍の尾瀬ヶ原では, 池塘の動物プランクトンや底生動物として広く分布する(上野, 1954; Kurasawa et al., 1982)。同様に2018年の調査で尾瀬沼深底部から見つかったアカオビミズミミズも, 尾瀬ヶ原の池塘からの記録がある(Ohtaka, 2000)。一方,

尾瀬沼深底部で優占したイトミミズとユリミミズはどちらも, 尾瀬ヶ原の池塘からの記録はない(Ohtaka, 2000)。こうした点から, 尾瀬沼深底部の底生動物群集は, 沿岸部や尾瀬ヶ原の池塘と, 共通種を含んではいるものの, 大きく異なっていると言える。

1910~1920年代の尾瀬沼では透明度が6 mを上回る記録があったことが知られているが(西条・坂口, 1954), 継続的な観測結果がある1987年から2018年までをみると, 2.4 mから5.1 mの間を推移し, はっきりとした上昇や減少の傾向は見られない(野原, 2018)。この間の透明度の平均値(3.56 m)を使って, 修正カーソン富栄養化状態指数(Aizaki et al., 1981)を算出すると44となる。日本の湖沼深底部で見られる貧毛類の密度や現存量は中栄養湖の一部で高まることが知られている(大高, 2018b)。栄養状態が同レベルの湖沼としては木崎湖(41)や赤城大沼(41), 湯ノ湖(43)があり(Ohtaka, 2014), 深底部における大型底生動物はいずれもイトミミズが優占し, 底生動物の総密度としては10,000~20,000個体  $m^{-2}$ が記録されている(大高, 未発表)。尾瀬沼深底部における貧毛類の密度や現存量は栄養状態に比して低い位置にある。

### 4.2 1986年と2018年の群集構造の違いとその要因

尾瀬沼深底部の同一地点で行われた1986年と2018年の調査の間では, 大型底生動物の密度や現存量, 構成に大きな違いが見られた。つまり, 1986年には沼尻沖の群集が湖心に比べて密度で4.8倍, 現存量で6.6倍高かったが, 今回の2018年の調査では, 現存量では湖心と沼尻沖の間に有意な違いは見られなかったものの, 密度では1986年とは逆に, 湖心のほうが沼尻沖よりも2.2倍高かった(図2)。優占種の違いも顕著であった。つまり, 1986年は湖心, 沼尻沖ともイトミミズの密度がユリミミズを上回り, 湖心では群集全体の92%, 沼尻沖では47%を占めて優占したのに対して, 2018年には両地点ともイトミミズの密度は群集全体の7%以下と少なく, 代わってユリミミズが湖心で91%, 沼尻沖で65%を占めて優占した(図2)。

イトミミズとユリミミズは, どちらも, 貧栄養湖から富栄養湖まで, 幅広い湖沼環境に見られる。両種とも酸素の欠乏に対して高い耐性を持ち(Aston, 1973; Milbrink, 1980), 無酸素の水中でも平均でそれぞれ16日, および23日生存したことが記録されている(Chapman et al., 1982)。ユリミミズは10以上の隠蔽種からなるspecies complexとみなされている(Liu et al., 2017)。尾瀬沼で出現したタイプは, 剛毛の上歯が下歯

よりもやや細くやや長い点と、両端が膨らみ、末端がななめに薄く広がって終わる陰莖鞘を持つ点で、Liu et al. (2017) の “species IV” または “species IX” に類似していた。ただし、Liu et al. (2017) が区別した種間では形態の重複が大きく、生態の違いもよくわかっていない。

日本の 50 の自然湖沼の深底部での貧毛類相の比較によると、中栄養から富栄養の湖沼では、水深が深く底層が低酸素になる場合、深底部ではほとんど例外なくイトミミズが優占する。これに対して、諏訪湖や霞ヶ浦に代表されるような、夏季に湖底の温度が約 15°C を上回る浅い富栄養湖ではイトミミズが出現せず、代わってユリミミズやヒメイトミミズ属 *Aulodrilus* などが優占する (Ohtaka, 2014; 大高, 2018b)。イトミミズは、インドネシア (Ohtaka et al., 2006) やカンボジア (Ohtaka, 2018a) などの熱帯の湖沼や池沼には出現せず、夏に水温が高くなる日本の水田でもほとんど見られないことから (大高, 2018c)、高温が生存を制限すると考えられる。

尾瀬沼は 2 回循環湖であるが、水深が浅く、温度変化のない深水層が存在しない。このため、湖底の温度は気温の影響を受けやすく、夏期には浅い地点ほど高温になると予測される。1986 年の底生動物調査時に測定された湖心 (水深 8.5 ~ 9.1 m) の泥温は夏から秋に高まり、8 月 26 日に 12.5 °C、9 月 24 日には 13.8 °C であった (Ohtaka et al., 1988)。湖心よりも 2 m 浅い沼尻沖 (水深 6.5 ~ 7.1 m) における同日の泥温は、それぞれ、15.6 °C および 16.1 °C で、湖心よりも 2 ~ 3 °C 高い (Ohtaka et al., 1988)。1986 年の調査では、イトミミズもユリミミズも密度は沼尻沖が湖心よりも高かったが、群集に占めるユリミミズの割合は夏季に湖底の温度が高くなる沼尻沖 (36%) が、温度の低い湖心 (1.7%) よりも高い (Ohtaka et al., 1988) (図 2)。これは、温度が高い湖底ではユリミミズの優占度が高くなるというこれまでの観測結果 (大高, 2018b) と矛盾しない。尾瀬沼では、近年の湖底水温の上昇は顕著で、湖心における夏季の底層水温は 2010 年から 2017 年までの間で 5°C 程度上昇し、2016 年には 15°C を超えたことが野原 (2018) によって観測されている。こうした点から、1986 年にイトミミズが優占していた尾瀬沼深底部の底生動物群集が、2018 年にはユリミミズが優占する群集に変化した要因として、夏季の湖底の温度上昇が関係している可能性がある。この点を検証するためには、モニタリング調査を継続するとともに、イトミミズとユリミミズの生存や繁殖にかかわる温度特性の違いを知ることが必要である。

### 4.3 ユリミミズ個体群のサイズ構成の変化

1986 年と 2018 年の尾瀬沼深底部では、ユリミミズ個体群のサイズ構成にも違いがあった。つまり、1986 年のユリミミズ個体群は湖心でも沼尻沖でも、夏期間中、小型の幼若個体が多くを占め、この期間に継続して繁殖が行われていたことが示唆された (Ohtaka et al., 1988)。これに対して、2018 年のユリミミズ個体群は体幅が 0.5 mm を超える中型から大型個体が 4 割以上を占め、体幅が 0.5 mm 以下の小型個体が 8 割以上を占めた 1986 年とは構成が大きく異なっていた (図 3)。Timm (2020) によるエストニアでの長期間の飼育実験によると、イトミミズは平均で 6 ~ 8 年、最大で 12 年、ユリミミズも平均で 5 ~ 6 年、最大で 17 年におよぶ長い生存が記録されている。どちらも生存曲線は死亡速度が年齢によってあまり変わらない II 型を示す。また、イトミミズ、ユリミミズとも、1 年に 1 回、条件がよければ複数回、毎年、繁殖を行う (Timm, 2020)。自然条件下での寿命は Timm (2020) の観察結果よりも短いと予想されるものの、尾瀬沼湖底に見られるユリミミズの大型個体の年齢は少なくとも数年を経ているものと推測される。繁殖が続く個体群では、新世代の産出により小型個体が多くを占める個体群の構成が予想されるが、現在の尾瀬沼深底部でのユリミミズ個体群は、小型個体が少なく卵包も少ないため、縮小の過程にあると考えられる。

### 謝辞

この調査研究は、第 4 次尾瀬総合学術調査の一環として、環境省の生物多様性保全推進支援事業費を用い行われた。現地調査では国立環境研究所の船や器材を使用させていただいた。調査の調整をいただいた尾瀬保護財団、調査時の便宜をはかっていただいた国立環境研究所の野原精一さんと長蔵小屋、および現地調査で協力をいただいた弘前大学教育学研究科 (当時) の石郷岡千歌音さんに感謝します。

### 引用文献

- Aizaki, M., A. Otsuki, T. Fukushima, T. Kawai, M. Hosomi, and K. Muraoka (1981) Application of Carison's trophic state index to Japanese lakes and relationships between the index and other parameters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **21**, 643-649.
- Aston, R. J. (1973) Tubificids and water quality: a review. *Environ. Pollut.*, **5**, 1-110.
- Chapman, P. M., M. A. Farrell, and R. O. Brinkhurst (1982) Relative tolerances of selected aquatic oligochaetes to individual pollutants and environmental factors. *Aquatic Toxicol.*, **2**, 47-67.

- Hanazato, T. and S. Nohara (1992) Seasonal succession and vertical distribution of zooplankton in Lake Ozenuma. *Jpn J. Limnol.*, **53**, 55–63.
- Horie, S. (1962) Morphometric features and the classification of all the lakes in Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **29**, 191–262.
- Kurasawa, H., H. Hayashi, T. Okino, M. Watanabe, M. Ogawa, Y. Isobe, H. Fukuhara, and A. Ootaka (1982) Ecological studies on zooplankton and zoobenthos in the pools of the Ozegahara moor. In: Hara, H. et al. (eds). *Ozegahara: Scientific Research of the highmoor in Central Japan: 277–298*. Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- Liu, Y., S. V. Fend, S. Martinsson, and C. Erséus (2017) Extensive cryptic diversity in the cosmopolitan sludge worm *Limnodrilus hoffmeisteri* (Clitellata, Naididae). *Org. Divers. Evol.*, **17**, 477–495.
- 野原精一 (2018) 尾瀬沼生態系の環境変化と外来種コカナダモの復活. 尾瀬の保護と復元, **33**, 21–34.
- Milbrink, G. (1980) Oligochaete communities in pollution biology: the European situation with special reference to lakes in Scandinavia. In: Brinkhurst, R.O. and D.G. Cook (Eds) *Aquatic Oligochaete Biology*: 433–455. Plenum Press, New York.
- Ohtaka, A. (1985) Taxonomical revision of three Japanese *Limnodrilus* species (Oligochaeta, Tubificidae). *Proc. Jap. Soc. Syst. Zool.*, **30**, 18–134.
- Ohtaka A (2000) Aquatic Oligochaeta in the Ozegahara Mire, Central Japan. *Species Divers.*, **5**, 39–52.
- Ohtaka, A. (2014) Profundal oligochaete faunas (Annelida, Clitellata) in Japanese lakes. *Zoosymposia*, **9**, 24–35.
- Ohtaka, A. (2018a) Aquatic oligochaete fauna (Annelida, Clitellata) in Lake Tonle Sap and its adjacent waters in Cambodia. *Limnology*, **19**, 67–373.
- 大高明史 (2018b) 日本の湖沼の水生貧毛類. 日本ベントス学会誌, **73**, 12–34.
- 大高明史 (2018c) 水田の水生小型貧毛類の記録. 日本ベントス学会誌, **73**, 48–56.
- 大高明史, 倉西良一, 氏家淳雄 (1987) 尾瀬沼の底生無脊椎動物相. 群馬県衛生公害研究所年報, **19**, 114–120.
- Ohtaka, A., Y. Sudarso, and L. Wulandari (2006) Records of ten freshwater oligochaete species (Annelida, Clitellata) from Sumatra, Java and Kalimantan. *Treubia*, **34**, 37–57.
- Ohtaka, A., A. Ujiiye, and S. F. Mawatari (1988) Composition and abundance of zoobenthos in the profundal zone of Lake Oze-numa, central Japan. *Jpn. J. Limnol.*, **49**, 109–117.
- 西条八束, 坂口 豊 (1954) 尾瀬の陸水 (V) 尾瀬沼, 小沼の理化学的性状. 尾瀬ヶ原, (尾瀬ヶ原総合学術調査団 編): 128–133. 日本学術振興会, 東京.
- Timm, T. (2020) Observations on the life cycles of aquatic Oligochaeta in aquaria. *Zoosymposia*, **17**, 102–120.
- 上野益三 (1954) 尾瀬ヶ原池沼並に尾瀬沼の動物性プランクトン. 尾瀬ヶ原, (尾瀬ヶ原総合学術調査団 編): 690–701. 日本学術振興会, 東京.