

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 21 日現在

機関番号：32644

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2016

課題番号：25550084

研究課題名(和文)南極湖沼の動物相：温暖化にたいして極地動物は生き残れるのか

研究課題名(英文)Distribution of meio-fauna assemblages in Lake Nurume-Ike, an East Antarctic meromictic lake

研究代表者

齋藤 裕美(Saito, Hiromi)

東海大学・生物学部・准教授

研究者番号：50433454

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)：南極大陸では湖沼群の存在が確認され、湖沼群はその成立条件により、湖沼ごとに地球上で最も多様性とんだ生態系を構築していると報告されている。さらに、南極では地球温暖化が陸よりも水域にて深刻であると問題視されている。本研究では昭和オアシスの露岩域に存在する部分循環湖のぬるめ池にて、底生動物群集の池の水深に対する鉛直分布を解析し、さらに、湖内の環境と動物群集の構成機構を分析した。計画では、現地に赴き池内の底生動物群集の温度耐性実験をおこなう予定であったが、申請者の出産と気候により、現地に赴くことが出来なかった。そこで、池の底生環境を詳しく調べるため、走査電子顕微鏡を用いて堆積物中の観察をおこなった。

研究成果の概要(英文)：In Antarctica, many lakes were distributed and it possesses diverse environment. This study examined relationships between abundances of meio-fauna communities and eight environmental factors at five stations in Lake Nurume-Ike in 2008. Furthermore, in 2012, vertical distributions of nematode assemblages within sediment were obtained at five stations. The 2008 results showed a lower abundance of copepods and nematodes at mid-depth. Nematode assemblages consisted of three genera: Chromadora, Microlaimus and Anticoma. Their abundances showed distinctive pattern for lake depth. Among eight environmental factors, copepod abundances negatively correlated with oxygen redox potential and turbidity. In 2012, nematode assemblages were observed at two sampling points. These indicated high density in the upper sediment layers. Present results show changes to community composition of meio-fauna with lake depth due to each specific response to the changeable environments of meromictic lakes.

研究分野：生態学

キーワード：南極湖沼 ぬるめ池 線虫 メイオファウナ 部分循環湖

### 1. 研究開始当初の背景

南極では、南極大陸の周辺および内陸の雪のない露岩域等の限られた地域に湖沼群が存在している。従来、これらの湖沼は超貧栄養湖であると考えられていたが、成立過程により、淡水湖、塩湖、氷内湖、氷底湖、部分循環湖等、様々な環境を示し、地球上でもっとも湖内環境の多様性が高いと考えられている。これらの南極湖沼の環境の特徴は、年変動が高いことである。冬では凍った湖面より水中の生産者は低い活性を示すが、夏では氷の解凍にて、生産者の活性は高くなり、生物にとって過酷な環境である。また、上記以外の年変動以外では、湖内の水生植物群落の年齢が高いため、環境は安定していると考えられる。南極湖沼の生態系は陸上からの有機物の流入が極めて少ないため、陸上で形成された淡水湖や氷で閉ざされた湖沼では生産性が低いと考えられている。一方、海起源や海から定期的・一時的な海水の流入のある湖沼では富栄養化もみられる。特に、コケ類や藻類マット上には多くの動物が生息すると考えられている。このような、独自の多様な環境をもった湖沼群も、現在、温暖化に直面しており、湖内の水温上昇は陸上よりも高いため、生態系に与える影響が問題視されている (Laybourn-Parry and Wadham 2014)。

日本の昭和基地は南極大陸の東側に位置しており、基地周辺部のオアシスでは、湖底から塔のような300年以上形成されたコケの集合や底生藻類などの多様な植物群落が調べられている。このコケ坊主には、ワムシ、線虫類、クマムシなどのメイオベントスや従属栄養細菌の存在が遺伝子解析により確認されている。一方で、メイオベントスの研究は稀であり、Kudoh et. al (2008) によるぬるめ池のソコムジンコの鉛直分布だけである。ぬるめ池は海洋から一時的に海水が流入される湖であり、2008年のサンプルから、ソコムジンコ以外にも自由生活性の線虫が高密度で生息することが確認された。従来、動物の分布が確認された湖沼にて、水深と底質の違いによる動物分布を明らかにした研究はない。さらに本研究では、動物群集と環境要因との関係を検討した。

### 2. 研究の目的

そこで、本研究では採集されたぬるめ池のデータにて、ソコムジンコと線虫類の水深に対する密度と湖内環境との関係を分析した。さらに、湖底でのソコムジンコと線虫の分布を調べるため、第54次日本南極地域観測隊の2012年1月24日にコアサンプラーにて採集された、湖底の堆積物を動物の生息密度を調べた。

### 3. 研究の方法

本研究は東南極に位置するラングフォブデ地区のぬるめ池(南緯69度13分、東経39度39分)である。本湖は最終氷期から南極大陸の隆起が起源となって作られたと考えられている。塩湖に属するが部分循環湖であ

り、表層に塩分の低い層、中層に海洋と同等の塩分の層、水深10m以深に高塩分の層が形成され、この高塩分のみ循環されない。本研究では、2008年2月3日から4日にかけて、ぬるめ池の水深の異なる5地点(2.4m、3.9m、4m、5.4m、9.4m、図1)に、NIPR-1プロペラ

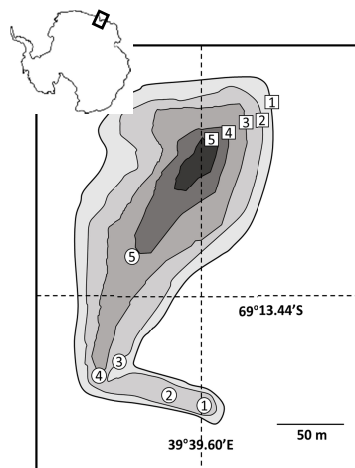


図1. 南極大陸におけるぬるめ池の位置とぬるめ池内の採集地点。2008年の採集地点を示し、2012年の採集地点は で示す。

ネットを設置し、湖底直上の藻類を含む湖水を1分間採集した。さらに、湖底の底質内のソコムジンコと線虫の分布を調べるため、2012年1月24日に、ぬるめ池の最深部から海への流出部までの水深5地点(0m、2.0m、5.9m、7.9m、10.7m、図1)にて、SM採泥機を用いて底質を採集し、その底室からシリンジを用いて、直径3cmのコアを3本ずつ採集し、コアを1cmの厚さに切り分けて、コア内の堆積物の動物をより分けた。

統計解析として、2008年の採集地点に対する線虫密度の比較は、一元配置の分散分析を用いた。さらに、ぬるめ池の8つの環境要因(水深、水温、塩分、pH、溶存酸素、濁度、湖水中のクロロフィル濃度、底生藻類量)とソコムジンコ・線虫の密度との関係を明らかにするために主成分分析を用いた。また、2012年の採集地点に対する線虫密度の比較ならびに、一採集地点のコア内の堆積物の深さに対する線虫群の分布は、一元配置の分散分析を用いた。さらに、2012年のコアの堆積物をSEM(走査型電子顕微鏡)にて観察することで、堆積物中の藻類の種組成を調べ、湖内の詳しい環境状況を検討した。

### 4. 研究成果

分析の結果、本研究のソコムジンコは、*Harpacticus furcatus* であることが確認され(高橋 未発表)、線虫群は *Microlaimus* sp.、*Chromadora* sp.、*Anticomma* sp. の3属から構成されることがあきらかになった。2008年のサンプルでは採集した5地点の中で、線虫およびソコムジンコの密度は比較的浅い水深2.4mから3.9mにて高い値を示し、水深5.4mで最小値、それ以深で高い値になった。各鉛直分布の優占度は各属で異なり、

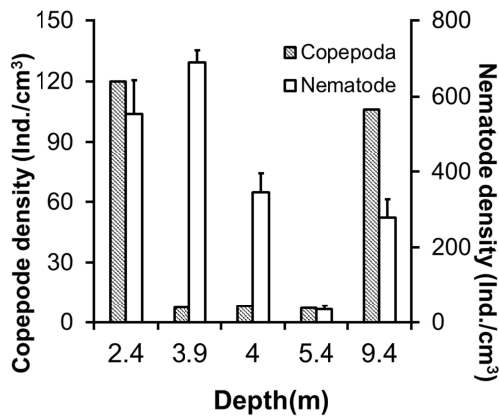


図 2. 2008 年に採集された線虫群 (白、右軸) とソコムジンコ (灰色、左軸) の水深に対する密度の平均値。線虫群のみ標準誤差を示す。

*Microloaimus* sp. は水深 9.4m で密度が高く、*Chromadora* sp. は浅層で高く、*Anticoma* sp. は水深による密度変化が確認できなかった。富栄養化の指標となる C/N 比 (コペポダに対する線虫の密度の比) は、著しく線虫が多い比になり、湖内が富栄養化状態に近づいていることを示した。さらに、ソコムジンコは溶存酸素と濁度に負の相関がある一方で線虫群は湖内環境との関係がみられなかった。しかし、属別にて分析すると、*Microloaimus* sp. は水温と、*Anticoma* sp. は pH と負の相関がみられた。

2012 年度のコアサンプルでは、ソコムジンコは全く確認できず、線虫群のみが確認された。採集中、冷凍保存したため、解凍時に線虫の蘇生が期待されたが、蘇生しなかった。解凍した線虫は白くなっており、採集時に死んだと考えられる。コアの採集水深中 (0m、2.0m、5.9m、7.9m、10.7m) 水深 2.0m ならびに 5.9m に高密度の線虫群を確認したが、他の水深では全く確認できなかった。堆積物中の線虫の群集構成は、2008 年度のサンプルと異なり、*Anticoma* sp. が著しく優占 (80-100%) した。さらに、堆積物の深さと線虫の密度との関係は、水深 2.0m、5.9m とともに 0-1cm の堆積表層にて高い密度を示し、4cm まで確認されるものの、それ以深には著

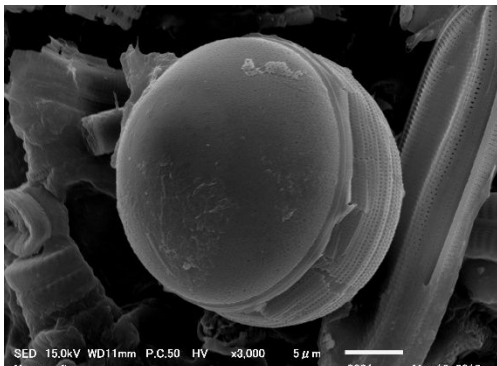
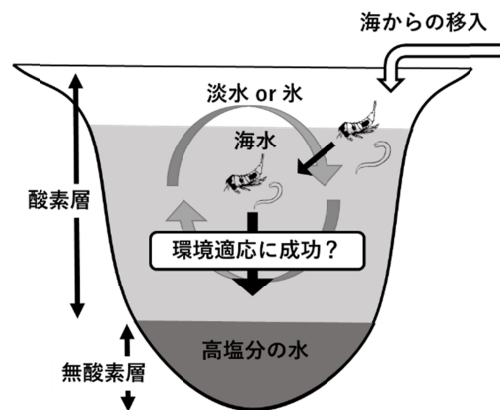


図 3. めるめ池の堆積物にて観察された円心目 *Thalassiosira* 属のなかま。

しく低い値を示した。SEM を用いた堆積物の表層の分析では、珪藻類が優占し、約 5 科で

構成されることから、多様性は低い。また円心目に対して羽状目は、水深が深くなるに伴い密度が低くなる傾向であるので、浮遊性の円心目に対し、羽状目は底生性でメイオファウナたちの餌資源として利用されている可能性がある。

これらの結果より、ぬるめ池は陸上起源の湖沼ではあるが、海水が流れ込むことにより塩湖に属する部分循環湖である (Laybourn-Parry and Wadham 2014)。海水中の海産の動植物が移入した際、一部が湖内の環境苛酷な環境に対して生き残ったと考えられる。ぬるめ池の塩分は、水深 2m まで淡水と同じで、2m-10m を海水と同じ塩分、10m 以深にて高塩分の層を形成しており、高塩分の水塊は循環せず 10m より浅い部分の海水が循環する。また、高塩分では、貧酸素または、



無酸素状態になる。ぬるめ池の動物は、この

図 4. めるめ池の塩分に注目した部分循環湖の水塊構造と動物の定着における模式図。

海水と同じ塩分層に分布するため、海起源であると考えられる (図 4)。しかし、海洋に比べ、ぬるめ池の線虫群および珪藻類は少ない種数で構成されるため、湖内の過酷で特異的な環境に適応した種のみが生き残ると考えられる。ぬるめ池の流出口は海につながっているため (海拔 1m ほど) 一時的に波などによって海洋の有機物が流入しやすいと考えられることより、湖内では海洋から流入した有機物による富栄養化が進んでいるのかもしれない。本研究では湖底の高塩分の層直前にソコムジンコと線虫が多く出現した。これは、部分循環湖では時折みられる例であり、まず、躍層となっているため物理的に動物が溜まった可能性と、この層には化学的成分である N や P が貯まりやすいため、植物プランクトンの生産が高まり、それを餌資源とする動物も集まった可能性がある。

ぬるめ池は昭和オアシスの中でも形成プロセスが特異的であり、部分循環湖であるため湖内の動物分布域が限られるが、現在、昭和オアシスの中で湖沼と比べ、豊かな動物群を内包する湖である。ぬるめ池の動物群集は、一見定着しにくい条件であっても、動物群集が構築される例として、重要な資料を提供す

ると考えられる。

さらに南極大陸では温暖化の影響も報告されており、比較的形成時期が若く、規模の小さい多数の湖沼からなる南極湖沼群は、温暖化により水温上昇が起こりやすく、微妙なバランスで構築されていた生態系を破壊しやすい。このような、湖沼で湖内環境とメイオフアナの成立や構築プロセスを分析する事は、今後問題が起こった後の、極地の保全管理に対して有用な情報を与えられられる。

<引用文献>

Laybourn-Parry, J., & Wadham, J. L. (2014). Antarctic lakes. Oxford University Press.  
Kudoh, S., Tanabe, Y., & Takahashi, K. T. (2008). Abundance of benthic copepods in a saline lake in East Antarctica. Polar biology, 31(12), 1539-1542.

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1件)

齋藤 裕美、望月 成、谷野 賢二 (2015) 貧栄養湖である支笏湖湖岸域の底生動物群集の時空間的変動、陸水学会誌、査読有、76、203 - 216.

〔学会発表〕(計3件)

Hiromi Saito, Tkahashi T. Kunio, Hiroshi Hattori, Kudho Sakae, Imura Satoshi (2015) Vertical distribution of two types of meio-fauna community in East Antarctic saline lake Nurume-Ike, Biodiversity Symposium 2015 in Thailand.

Hiromi Saito, Hiroshi Hattori, Tkahashi T. Kunio, Kudho Sakae, Imura Satoshi (2016) Distribution of meio-fauna assemblages in Lake Nurume-Ike, an East Antarctic meromictic lake, Annual meeting of British Ecological Society.

Hiromi Saito, Hiroshi Hattori, Tkahashi T. Kunio, Kudho Sakae, Imura Satoshi (2017) Vertical distribution of copepod and nematode assemblages at Lake Nurume-Ike, an Antarctic meromictic lake ASLO 2017 Aquatic Sciences Meeting.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

なし

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 計1件

国立極地研究所

平成28年度一般共同研究終了報告書

[http://www.nipr.ac.jp/collaborative\\_research/koubo.html](http://www.nipr.ac.jp/collaborative_research/koubo.html)

6. 研究組織

(1)研究代表者

齋藤 裕美 (SAITO, Hiromi)

東海大学 生物学部 准教授

研究者番号: 50433454

(2)研究分担者

なし ( )

(3)連携研究者

なし ( )

(4)研究協力者

高橋 邦夫 (TAKAHASHI T. Kunio)

伊村 智 (IMURA Satoshi)

工藤 栄 (KUDHO Sakae)

服部 寛 (HATTORI Hiroshi)

鬼頭 研二 (KITO Kenji)