

機関番号：62611

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21810035

研究課題名（和文）

南極陸域生態系の発達・変遷史の解明

研究課題名（英文）

Study for the development and the history of Antarctic terrestrial ecosystem

研究代表者：田邊 優貴子 (TANABE YUKIKO)

国立極地研究所・研究教育系・特任研究員

研究者番号：40550752

研究成果の概要（和文）：

平成 21 年度には、試料の処理、各分析機器による測定、および植生分布に関する解析方法を検討し、南極での野外調査を実施した。全 23 湖沼から各種湖沼学的データを獲得し、うち 19 湖沼からは湖底堆積物コア、湖水、および湖沼周辺の雪氷水試料を採取した。平成 22 年度には、国内に持ち帰った試料の栄養塩類、窒素炭素同位体の分析を実施した。現在までに、湖底堆積物中の間隙水が採取されたことはなく、また、その栄養塩類の実態を明らかにしたのは本研究が世界で初めての例である。

研究成果の概要（英文）：

In 2009, every methods of sample treatment, sampling procedure, measurements using the instruments, and analysis for vegetation distribution were determined, and then, the field study was performed in Antarctica. Limnological parameters were collected from 23 lakes, and sediment cores/waters in the 19 lakes and snow/ice/water samples in water catchment area were obtained. Dissolved inorganic nutrients and nitrogen/carbon stable isotope of water and core samples were analyzed in 2010. Gap water in the lake sediments have never been obtained ever, and also, this study which revealed the nutrients distribution in the lake sediments is first in the world.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,110,000	333,000	1,443,000
2010年度	1,010,000	303,000	1,313,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,120,000	636,000	2,756,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：南極、湖沼、堆積物、光合成色素、同位体、生理生態、陸水学、古環境復元

1. 研究開始当初の背景

南極昭和基地周辺には、氷床から解放され大陸岩盤が露出した露岩域が幾つか点在している。これら露岩域は南極大陸全体の約2-3%とされており、氷期-間氷期サイクルという地球規模の環境変動の影響を受け、数万年前に南極氷床が後退して形成された環境である。これまでの南極観測研究により、雪や氷河・氷床の融解水の流露や湖沼沿岸部、ペンギンやユキドリ等の海鳥類の営巣地等に植物が比較的多く分布しており、それらの種組成、分布等が明らかになって来ている。しかし、南極は低温、乾燥と言う厳環境のために、温帯や熱帯等の生態系と比較すると生物の現存量は少ない。従って、生態系はシンプルなものとなっている。事実、南極昭和基地周辺の露岩域には維管束植物は分布せず、コケ類、地衣類、藻類等の光合成生物、そしてそれらを利用する微小動物や菌類、細菌類等が僅かに分布しているのみである。このように陸上生態系は非常に乏しく過去の履歴があまり残っていないため、これまでの環境変動と生態系の変遷との関係を探ることは困難であった。

ところが最近になって、露岩域に数多く存在する湖沼群の底には最大で数メートルにも及ぶ豊かな植生が存在していることが発見された。これら湖沼底の植物堆積物は厚いものだと3-4mにも及ぶことがこれまでの観測から確認されており、湖沼生態系は南極大陸の陸上生態系を構成する重要な系として、代表者らによってこれら湖沼の環境変動特徴と湖沼学的特性、湖底植物の生理生態学的特性が解明されてきた。また、一部の湖沼では湖底堆積物コアから炭素同位体分析により地史年代が明らかになっている。南極陸域生態系への植生の定着からその後の環境変動に対する植生の変遷史は未だ謎に包まれており、これを知ることは豊かな湖底植生が発見されるまでは不可能と言われて来た。しかし、過去にほとんど人為的影響や捕食者による攪乱等を受けずに低温環境で保存されてきた湖底堆積物を利用することによって、この課題に取り組

むことが可能と考えられる。これは将来の環境変動によって、南極陸域生態系がどのような影響を受け変化していくのかについて評価する上でも極めて重要な課題である。南極湖沼を利用する最大のメリットは、①集水域を含めた過去の情報を記録した大量の植物堆積物が湖底に存在していること、②南極大陸上にありながら、一年を通して湖底まで結氷せず、常に液体の水分が存在しており、乾燥が特に問題となる南極において水分の影響を考慮しなくても済むこと、③昭和基地周辺の露岩域だけでも100湖沼ほど存在しており、湖沼によって様々なタイプ（つまり環境）の生態系であることが挙げられる。南極湖沼環境は、本研究目的である南極陸域生態系の環境変動影響の推定とそのモデル化のための観測・試料採取を行うには最適な場所と言える。

2. 研究の目的

これまでの研究で得られた湖底植生の種組成と光合成応答に関する知見を踏まえ、南極陸域生態系の定着・発達とその変遷を解明することを目指す。本課題によって得られるデータは、未だ謎に包まれている南極大陸上の生態系の定着・発達を明らかにするとともに、人為的攪乱がほとんどない地域での環境変動による生態系の変動と影響の検証に貢献するものと期待できる。

3. 研究の方法

南極陸域生態系の定着・発達とその変遷史を明らかにするため、平成21-22年度の期間において南極湖沼の湖底堆積物をサンプリングし、各種分析を実施する。

[平成21年度] 研究対象湖沼の選定と分析方法等の確立→現地でのサンプリング

[平成22年度] 色素分析、栄養塩分析、全有機炭素・全窒素測定、年代測定

以上から、南極陸域生態系における植生組成とバイオマスの変遷、環境変動による生態系の長期的な変化に関する定量的な情報を得る。

4. 研究成果

平成 21 年度前半には、湖底堆積物の処理条件、各種分析機器による最適な測定条件、および植生の分布に関する解析方法の検討を実施した。後半には、第 51 次日本南極地域観測隊として南極大陸での野外調査を実施し、昭和基地の南に位置する 3 つの露岩域をベースとして、湖氷上から穴をあけ、もしくはボート上から全 23 湖沼の観測を実施し、各種湖沼学的データを獲得した。そのうち 19 湖沼からは各 2-10 本ずつ 20-50cm 長の湖底堆積物コア、湖水、および湖沼周辺の雪氷水試料を採取した。採取したコア試料は、現場で鉛直的に 1-5cm 毎に切断したのち、固形部分と間隙水とに分離し、冷凍保存にて国内に持ち帰った。平成 22 年度には、国内に持ち帰った湖水・間隙水・周辺雪氷水試料の溶存無機栄養塩類（硝酸、亜硝酸、アンモニア、リン酸、ケイ酸）、溶存無機炭酸の分析を実施した。これらの結果から、湖水の溶存無機窒素（DIN）は 0.4-1.1 $\mu\text{mol/L}$ 、リン酸は 0.03-0.26 $\mu\text{mol/L}$ という貧栄養レベルであり、全 19 湖沼ともに大差ない値にもかかわらず、湖底表層 1cm 中の間隙水の DIN は 1.6-208.0 $\mu\text{mol/L}$ 、リン酸は 0.11-4.70 $\mu\text{mol/L}$ であり、湖底植生中には湖水の約 2.5-220 倍もの栄養塩が存在する事や、湖沼間で大幅な違いがあることが明らかとなった。また、湖底内の栄養塩の鉛直プロファイルの結果から、湖底表層において光合成生物が湖底内部から供給される栄養塩を利用していることが示唆された。現在までに、湖底堆積物中の間隙水が採取されたことはなく、また、その栄養塩類の実態を明らかにしたのは本研究が世界で初めての例である。南極大陸上の大部分を占める貧栄養湖沼ではシアノバクテリアが優占しており、これらが持つ空中窒素固定能による窒素源がこの貧栄養生態系において重要であることが、これまでは一般的なシナリオとされてきた。しかしながら、本研究結果によって、湖底内に貯蓄された栄養塩類を光合成生物が利用できていること、湖沼によってその貯蓄量が大幅に異なる事からも、生態系の発達によって群集の構造・機能が大きく変遷してきている可能性が示唆された。

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 5 件）

【査読有り】

1. Tanabe Y, Shitara T, Kashino Y, Hara Y, Kudoh S (2011) Utilizing the effective xanthophyll cycle for blooming of *Ochromonas smithii* and *O. itoi* (Chrysophyceae) on the snow surface. *PLoS ONE* 6(2):e14690
2. 工藤 栄、田邊優貴子、内田雅己、堀 克博 (2010) 南極湖沼通年観測用ビデオカメラシステムの開発と設置. *南極資料* 54(3):226-235
3. Kosugi M, Katashima Y, Aikawa S, Tanabe Y, Kudoh S, Kashino Y, Koike H, Satoh K (2010) Comparative study on the photosynthetic properties of *Prasiola* (Chlorophyceae) and *Nostoc* (Cyanophyceae) from Antarctic and non-Antarctic sites. *Journal of Phycology* 6(3):466-476
4. Tanabe Y, Ohtani S, Kasamatsu N, Fukuchi M, Kudoh S (2010) Photophysiological responses of phytoplankton communities to the strong light and UV in Antarctic shallow lakes. *Polar Biology* 33(1):85-100
5. Tanabe Y, Kudoh S (2009) Relationship between bathymetric features determined by a convenient method, and the water quality/aquatic organism of Antarctic lakes. *Japanese Journal of Limnology* 70(3):191-199

〔学会発表〕（計 9 件）

1. 田邊優貴子、南極の湖底藻類群集における鉛直分布構造、日本生態学会第 58 回大会、札幌、2011 年 3 月
2. 田邊優貴子、南極の湖に広がる森の謎、第 30 回北海道若手生態学研究会、砂川、2011 年 2 月
3. 田邊優貴子、南極の湖沼生態系 ～光変動に対する植物プランクトンと湖底藻類群集の応答～、第 20 回日本数理生物学会大会、北大、2010 年 9 月

4. 田邊優貴子、工藤栄、南極湖沼生態系における光合成生物集合体の形態・構造および機能の多様性、日本陸水学会第75回大会、弘前大、2010年9月
5. Tanabe Y, Kudoh S. Photophysiological responses and the structure are the key to the success of lush vegetation covering the lake beds in Antarctica. 31st Congress of the International Limnological Society, Cape Town, 2010年8月
6. 田邊優貴子、設楽智文、菓子野康浩、工藤栄、原慶明、雪上藻類の生息環境への生理的適応、日本植物学会第73回大会、山形大、2009年9月
7. 田邊優貴子、工藤栄、南極スカーレン大池に浮遊する藻類群集塊の生き方、日本陸水学会第74回大会、大分大、2009年9月
8. Tanabe Y, Shitara T, Kashino Y, Kudoh S, Hara Y. Physiological adaptation of the snow algae, *Ochromonas smithii* and *O. itoi* to their habitat on the deposited snow surface. 9th International Phycological Congress, Tokyo, 2009年8月
9. Tanabe Y, Kudoh S. Phytobenthos can flourish by photophysiological responses to the changing light environment in Antarctic lakes. Xth SCAR International Biology Symposium, Sapporo, 2009年7月

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田邊 優貴子 (TANABE YUKIKO)

国立極地研究所・研究教育系・特任研究員

研究者番号：40550752

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：