

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：62611

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24770030

研究課題名(和文) 微気象観測と生理学的実験手法を用いた、南極陸上生物の生理生態の解明

研究課題名(英文) An ecophysiological study of terrestrial organisms in Antarctica with micrometeorological observation data and physiological experimental methods

研究代表者

小杉 真貴子 (Kosugi, Makiko)

国立極地研究所・研究教育系・特任研究員

研究者番号：00612326

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：南極の陸上環境は極度の低温、乾燥、強光、紫外線などのストレスに晒され、限られた光合成生物を一次生産者とする生態系が形成されている。本研究では直接的な観測が難しい南極の陸上生態系に環境変動が与える影響を長期間モニタリングする基盤を作ることを目的とし、2013年1月に東南極のラングホブデに光合成生物の生育環境に微気象観測機器を設置し観測を開始した。観測データと生理学的実験手法により得られた光合成特性とを併せて解析することで、地衣類、蘚類、緑藻類の活動期間に大きな違いが存在することが示唆された。今後、長期の観測データが蓄積されていくことで環境変動が極域生物に与える影響を解析することが可能になった。

研究成果の概要(英文)：Terrestrial environment of continental Antarctica is exposed by extreme stresses such as low temperature, drought and strong irradiation, etc. In such conditions, some photosynthetic organisms are growing there as the primary producer for forming ecosystem. The aim of this study was to construct a new monitoring system which makes it possible to observe the effect of climate change to habitat which is difficult to directly observe for its severe condition. We set up the micrometeorological observing system in habitats of photosynthetic organisms at Langhovde in east Antarctica on January 2013 and started year-round observation. From the observation data and physiological experimental results, it was suggested that active period of lichens, bryophyte and green algae was differ substantially each other for their different physiological futures. It will become possible to analyze effect of prolonged climate change against organisms by further accumulated observation data.

研究分野：植物生理生態

キーワード：環境変動 南極 光合成 生理生態 光阻害 微気象観測

1. 研究開始当初の背景

南極の陸上環境は極度の低温と乾燥に晒された極限環境であり、シアノバクテリアや緑藻、蘚苔類、地衣類といった光合成生物の中の限られた種と、それを捕食する微生物という単純な生態系で成り立っている。その生理生態を明らかにすることは、南極の生態系の理解だけでなく、地球環境と生物進化の関係を理解する上でも重要である。さらには、近年騒がれている環境変動が南極の生物に及ぼす影響を正しく評価するためにも重要である。生理生態学では、自然環境下で起きている現象を知ることが最も重要なステップであるが、南極では野外活動が物理的に著しく制限されることが研究の大きな障壁となっていた。そこで本研究は、光合成生物の生育環境の通年微気象観測と、生理学の実験手法を用いた解析を併せて行うことで、極域生物の生態を明らかにすることを目指した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、継続した野外観測が困難な南極の陸上生態系に環境変動が与える生態系への影響を長期観測するための基盤を作ることである。そのために、南極に生育する光合成生物の生育環境に通年微気象観測装置の設置を計画した。また、生理学的特性を明らかにするため室内実験を行い、得られた室内実験の結果と微気象観測データから、野外観測が困難な時期を含めた生態を再現するためのモデリングの手法を検討した。

3. 研究の方法

(1)2013年1月に南極昭和基地周辺の光合成生物の生育地に通年微気象観測装置を設置し観測を開始した。観測項目は地衣類、蘚類、藻類の生育微環境の温湿度、光量(光合成有効放射) 生物体の温度である。また定点カメラを設置し、観測地の積雪の状態を記録した。データの回収は年1度、日本南極地域観測隊の夏期活動時期に合わせて行った。また、2013年1月に夏期間の紫外線量の観測を各生育環境で行った。

(2)南極で採集したサンプルを用いて、光合成生物の生育に大きな影響を及ぼす光阻害の影響を明らかにするため、基礎生物学研究所の大型スペクトログラフを用いて地衣類のネナシイワタケ (*Umbilicaria decussata*)、蘚類のヤノウエノアカゴケ (*Ceratodon purpureus*)、緑藻類のナンキョクカワノリ (*Prasiola crispa*)の光阻害の波長依存特性を調べた。光阻害の指標には光合成系で最も光阻害の影響を受ける光化学系 II の蛍光の最大量子収率 (F_v/F_m)を用い、PAM クロロフィル蛍光測定法により測定を行った。320 nm ~ 750 nm の間の 12 波長を照射処理に使い、

照射エネルギーに対する光阻害の程度を測定した。

4. 研究成果

(1)2014年1月に1年分の微気象観測データの回収を行い、大きな欠損無くデータが取得されていることが確かめられた。取得データを解析し、データレポートとしてまとめた。解析の結果、地衣類の生育地は積雪量が少なく、10月という夏期の早い時期から光を利用できる環境にあった。一方、蘚類と藻類の生育環境は真夏時期の12月中旬まで積雪により光量が十分に得られず、温度も0付近のため活発な光合成活動はできない状態にあった。その後、融雪に伴って温度と光量が上昇することで、1月にかけて主な活動期を迎えていることが予測された(図1)。湿度データから、地衣類は12月中旬には完全に乾燥し、休眠状態になっていることが予測された。これらの結果から環境変動は、活動時期の異なる各生物に異なる影響を与える可能性が示唆された。今後観測データが蓄積されていくことで、気候変動が生育環境に与える影響を詳細に解析することが可能となった。

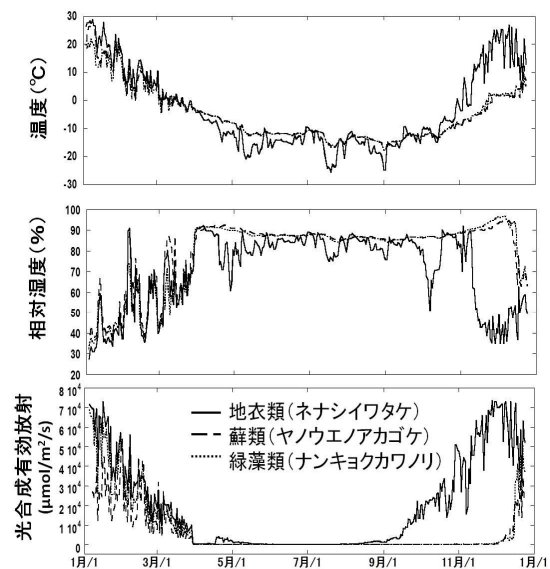


図1 南極生育環境の2013年の微気象観測データ

(2)光阻害の波長依存特性を地衣類、蘚類、藻類と比較した結果、藻類ナンキョクカワノリは最も光阻害を受けやすく、特に紫外線による影響が大きいことが分かった。タンパク質合成阻害剤の存在下で単波長の照射エネルギーに対する阻害率を(阻害率) = $1 - \text{EXP}^{-k_{pi} \times \text{照射エネルギー}}$ で算出することができる。南極の生育環境で測定した太陽光スペクトルから各波長の野外環境中での阻害率を求めると、360 nm 付近の光が最も阻害に寄与していることが示唆された。地衣類、蘚類は 320 nm で若干の阻害が見られたが、その他の波長ではほとんど阻害が見られなかった(図2)。南極の生育環境中の紫外線量を比較すると、ナンキョクカワノリの生育環

境は地衣や蘚類に比べて低かった。(1)、(2)の結果から、光阻害に対する生理学的特性の違いが南極における光合成生物の生育環境や活動時期に影響を与えていることが示唆された。今後、各生物で算出された k_{pi} 値を元に、生育環境中の光阻害の影響を組み込んだ光合成生物の通年の活性変動モデリングを行う。

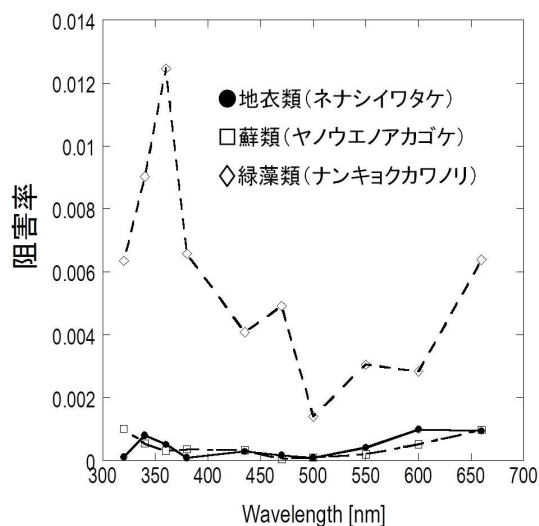


図2 南極生育環境下での光阻害の波長依存性

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 2件)

Makiko Kosugi, Norio Kurosawa, Akinori Kawamata, Sakae Kudoh and Satoshi Imura, Year-round micrometeorological data from the habitats of terrestrial photosynthetic organisms in Langhovde, east Antarctica, during 2013, Jare data reports. Terrestrial biology, 査読有, 8巻, 2015, 1-99

小杉真貴子, 菓子野康浩, 工藤栄, 伊村智, Percoll 密度勾配を用いた遠心分離によるイシクラゲの細胞外多糖 (EPS) 除去細胞の単離法, 南極資料, 査読有, 56巻, 2012, 285-293

[学会発表](計 9件)

Yutaka Shibata, Koichiro Taniyama, Ali Ahmed, Makiko Kosugi and Hiroshi Fukumura, Study on the molecular mechanism of the drought tolerance of Antarctic moss and alga by the picoseconds time-resolved fluorescence spectroscopy, 第 56 回日本植物生理学会年会, 2015年3月, 東京農業大学

Makiko Kosugi, Norio Kurosawa, Akinori Kawamata, Yasuhiro Kamei,

Sakae Kudoh and Satoshi Imura, Year-round micrometeorological observation of terrestrial photosynthetic organism habitats for capturing the effect of climate change, XXXIII SCAR Biennial Meetings and Open Science Conference, 2014年8月, ニュージーランド

Makiko Kosugi, Norio Kurosawa, Akinori Kawamata, Yasuhiro Kamei, Sakae Kudoh and Satoshi Imura, Year-round micrometeorological analysis in the Antarctic habitats of *Umbilicaria decussata*, *Ceratodon purpureus* and *Prasiola crispa*, 13th Annual Meeting of JSL & Akita International Symposium of Lichenology (招待講演), 2014年7月, 秋田カレッジプラザ

小杉真貴子, 黒沢則夫, 川又明德, 亀井保博, 工藤栄, 伊村智, 南極に生育する陸生光合成生物の光阻害波長依存特性と生育微気象環境について, 第 55 回日本植物生理学会大会, 2014年3月, 富山大学

Makiko Kosugi, Norio Kurosawa, Akinori Kawamata, Yasuhiro Kamei, Sakae Kudoh and Satoshi Imura, A comparative study of futures of photoinhibition among terrestrial photosynthetic organisms in Antarctica and micrometeorological analysis of their habitats, The Fourth Symposium on Polar Science, 2013年11月, 国立極地研究所(東京)

小杉真貴子, 南極のコケ達を求めて ~ 昭和基地周辺での光合成生物観測報告 ~, 第九回光合成学会若手の会 (招待講演), 2013年10月, 東京大学

小杉真貴子, 黒沢則夫, 川又明德, 亀井保博, 工藤栄, 伊村智, 南極の露岩域における光合成生物の生育微気象環境と光合成活性, 日本地衣学会第 12 回大会, 2013年7月, 京都大学

小杉真貴子, 井上武史, 田邊優貴子, 東正一, 亀井保博, 工藤栄, 伊村智, 地衣とその共生緑藻の乾燥時における光阻害の波長依存特性について, 日本地衣学会第 11 回大会, 2012年7月, 筑波大学

小杉真貴子, 井上武史, 田邊優貴子, 工藤栄, 伊村智, 東正一, 亀井保博, 地衣とその共生緑藻の乾燥時における光阻害の波長依存特性について, 日本植物学会第 76 回大会, 2012年9月, 兵庫県立大学

[図書](計 0件)

[産業財産権]
出願状況(計 0件)

名称:

発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
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

小杉 真貴子 (KOSUGI, Makiko)
国立極地研究所・研究教育系・特任研究員
研究者番号：00612326

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

柴田 穰 (SHIBATA, Yutaka)
東北大学・大学院 理学研究科・准教授
研究者番号：20300832

内田 雅己 (UCHIDA, Masaki)
国立極地研究所・研究教育系・准教授
研究者番号：70370096

佐藤 哲也 (SATO, Tetsuya)
兵庫県立大学大学院・シミュレーション学
研究科・特任教授
研究者番号：80025395