

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：62611

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510022

研究課題名(和文)南極大陸露岩域に成立する生態系の多様性解明

研究課題名(英文)Diversity of ice-free terrestrial ecosystems in continental Antarctica

研究代表者

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：南極大陸はほとんどが氷床で覆われており、氷のない陸地は大陸全体の2-3%程とされている。そこは、低温、乾燥という厳しい環境のために、生物の多様性・現存量とも少なく、シンプルな生態系となっている。その生態系の構造や機能の類似性や異質性を明らかにすることを目的とした。水の存在する流域では、地衣類は同一种が広く分布していたのに対して、コケや菌類は場所により異なる種が存在し、分散が制限されている可能性が示唆された。狭いエリアでは、炭素安定同位体比と窒素安定同位体比に一定の関係が認められたことから、それぞれの場所毎にあたかも独立した生態系の構造と機能を有している可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Ice-free regions of continental Antarctica, comprising only about 2-3% of the continent, are not only cold and arid but also remote and isolated, imposing strong selection pressures and dispersal limitations on the establishment of organisms. The purpose of the present study was to investigate the terrestrial ecosystem composition and function in Lutzow-Holm Bay area, East Antarctica. Plant coverage varied greatly from site to site. There was no relationships between glacier retreat age and number of plant species, coverage, soil microbial biomass and soil carbon and nitrogen contents. It was observed that relationship between stable carbon isotope and stable nitrogen isotope in each sampling site. However, there was no clear relationship when we considered all sampling sites. It could suggest that moss and soil microfungi has a dispersal limitation and establish unique patchy ecosystem in this area.

研究分野：生態系生態学

キーワード：物質循環 南極 陸上生態系 多様性

1. 研究開始当初の背景

南極大陸はそのほとんどが氷床で覆われており、氷のない陸地は大陸全体の 2-3%程とされている。そこは、低温、乾燥という厳しい環境のために、温帯や熱帯などの生態系と比較すると生物の多様性は低く、現存量は少ない。したがって、生態系はシンプルなものとなっている。しかしながら、栄養塩の供給状況の違いにより、いくつかのタイプの生態系が存在しており、その成立、維持機構は異なることが考えられる。

2. 研究の目的

極限環境下における生態系の構造や機能を明らかにするため、蘚苔類、地衣類および土壌での分解プロセスにおいて中心的な役割を担う菌類に着目し、種多様性を明らかにすることとした。また、土壌中の炭素・窒素量および微生物量を調査し、それらの関係性を調査するとともに、一部の試料については、窒素安定同位体比を測定し、窒素源の影響と微生物バイオマスとの関係性を調査した。特に、菌類については、炭素・窒素の循環に及ぼす影響および菌類多様性の地理的パターンに及ぼす環境要因の影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

南極地域観測隊第 51 次隊の活動として、2009 年 12 月から 2010 年 2 月までの期間、東南極のリュッツ・ホルム湾およびアムゼン湾でサンプリングを実施した。蘚苔類、地衣類および微生物量の調査については、流水の認められ、ユキドリが営巣しているラングホブデの雪鳥沢およびユキドリの営巣していないスカルプスネスの指輪谷で実施した。

雪鳥沢では、氷河末端から河口までの約 2km の間に 6ヶ所を、指輪谷では約 500m の間に 3ヶ所のサンプリング地点を設定した。それぞれのサンプリング地点では、1m×1m のコドラートを設置して、被度を記録したの

ち、植物、地衣類およびソイルクラストが確認できた場合は、5cm×5cm のサイズを土壌も含めて採取した。蘚苔類については形態観察により、地衣類については形態と化学成分分析により種を同定した。

菌類については、5ヶ所の露岩域に点在するコケ層のサンプリングを行った。深さ 10cm 程度のコケ層を対象に、緑色の表層部から分解の進んだ最下層まで 4層に区分して測定を行った。

採取土壌については、全炭素・全窒素濃度を測定したのち、微生物バイオマスの指標として ATP 濃度を測定した。また、一部のサンプルについては、窒素安定同位体比および有機物生成年代分析を行った。

4. 研究成果

ラングホブデの雪鳥沢では、蘚苔類 4 種、地衣類 1 種、スカルプスネスの指輪谷では、蘚苔類 3 種、地衣類 1 種が認められた。雪鳥沢の氷河末端付近と河口付近については、被度が高い場合でも 10%程であった。一方、中流域では藻類や蘚類の被度が 20-50%を占めていた。蘚苔類では、全域から *Bryum pseudotriquetrum* が採取された。氷河末端に最も近いサンプリング地点のみから *Henediella heimii* が採取され、ユキドリの営巣地付近からは *Ceratodon purpureus* と *Bryum archangelicum* が採取された。

指輪谷においては、上流部は雪鳥沢と同じく、蘚苔類が 10%程覆っていた。中流部では蘚苔類が 90%を覆っていたが、下流部になると、蘚苔類は 10%程に減少し、藻類が 50%程を占めた。蘚苔類は上流部に *Bryum archangelicum*、中流部に *Ceratodon purpureus*、下流部には *Bryum nivale* とそれぞれの場所により異なった蘚苔類が採取された。一方、地衣類は雪鳥沢、指輪谷ともに全ての場所において、*Buellia cf. papillata* 一種しか採取されなかった。

土壌層位毎の炭素・窒素濃度は、有機物層で雪鳥沢は10%と0.6%、指輪谷が9%、0.3%、0-5cmの深さの鉍質土層では、雪鳥沢は4%、0.2%、指輪谷は0.4%と0.03%だった。有機物層でも鉍物質が含まれていることが多いので、炭素濃度はいずれの地点においても、一般的な値よりも小さくなる傾向が認められた。鉍質土層では、雪鳥沢では、有機物層からの混入が僅かではあるが認められたため、4%程の値となったが、指輪谷では、肉眼レベルでは有機物の混入は認められず、値は1/10ほど小さかった。窒素濃度については、有機物層、鉍質土層ともに雪鳥沢よりも指輪谷の方が1/10ほど小さかった。炭素濃度と窒素濃度の関係は、指輪谷では正の相関が認められたのに対して、雪鳥沢では認められなかった。これは、炭素濃度が低いにも関わらず、窒素濃度の高い場所が存在していたことが影響していた。雪鳥沢については、0-5cmの土壌層では、下流に行くにつれて面積あたりの炭素蓄積量は減少する傾向が認められた。一方5-10cmでは上流、下流ともに場所によるばらつきが大きく、一定の傾向は認められなかった。

ATP濃度については、温帯土壌の1/10~1/100と非常に少なく、場所による違いや土壌炭素・窒素との明確な違いは認められなかったものの、雪鳥沢の方が指輪谷より多い傾向が認められた。

炭素安定同位体比と窒素安定同位体比の関係は、全体では有意な傾向は認められなかったが、雪鳥沢のサンプリング地点では、地点毎に相関が認められた。コケの堆積物の生成年代を測定した結果、下流部のコケ堆積物の最下層部分(35-37mm)で200±30年BPだった。下流部付近は1万年以上前に氷床から開放されていると推定されているため、この結果は、氷河後退年代とは著しくことなる。調査地付近の湖沼でさえ1000年程度の有機物の堆積が認められることから、土壌炭素・

窒素濃度の結果も含めて考えると、流水による植生・土壌の流出や暴風雪による土砂の堆積等による攪乱の影響を受けている可能性が示唆された。一方、指輪谷については、土壌中に有機物はほとんど含まれていないことから、雪鳥沢のような攪乱は生じていない可能性がある。

菌類については、全炭水化物(主にセルロース)と難分解性の酸不溶性残渣の含有率はほとんど変化しない一方で、分解にともなう窒素の不動化による炭素率の低下が認められた。コケ組織に含まれる全菌糸長は3510~3836 m/gで分解にともなってほとんど変化しなかったが、分離される菌類の種数は分解にともなって増加する傾向が認められた。菌類の種組成をみると *Phoma herbarum* がもっとも高頻度で分離され、出現菌株数の約50%を占めた。菌類の群集集合に及ぼす環境条件(コケ種やコケ組織の窒素濃度など)および空間変数(緯度経度から求めた座標ベクトル)の相対的な影響を variation partitioning により定量化した結果、コケ種、含水率、電気伝導度、窒素濃度が環境要因として選択された。これら環境要因と空間要因は単独で、群集組成全体のそれぞれ15.9%と1.4%を説明したことから、環境制限の相対的重要性が示唆された。リュッツ・ホルム湾から約500 km離れたアムンゼン湾のデータを除外して、リュッツ・ホルム湾のデータのみで解析すると、空間要因の説明力が4.7%に増加したことから、リュッツ・ホルム湾内での菌類の分散制限が示唆された。コケについても、種によっては分散制限が生じている可能性が示唆された。さらなる調査が必要であるが、以上の結果は、生態系成立のために定着可能な植物種そして、微生物種の侵入自体が容易では無いことを示唆しており、栄養塩制限以外にも生態系を維持するための制限要因が存在することが示唆された。また、パッチ状に独立した生態系は、それぞれで独自

に物質循環を構築・駆動している可能性が示唆された。

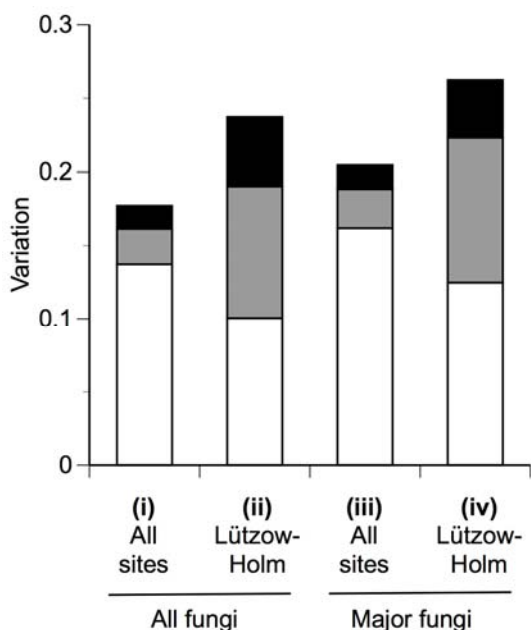


図 1. 菌類の群集集合に及ぼす環境要因と空間性の相対的影響。白は環境要因単独，黒は空間性単独，灰色は環境要因と空間性の両方による変動の決定係数を示す。4 種類のデータセットを解析に用いた。(i) 全調査地点の全菌類のデータ、(ii) リュッツ・ホルム湾の調査地点の全菌類のデータ、(iii) 全調査地点の優占菌類のデータ、(iv) リュッツ・ホルム湾の調査地点の優占菌類のデータ。

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)

- ① Hirose D., Tanabe Y., Uchida M., Kudoh S., Osono T. (2013) Microfungi associated with withering willow wood in ground contact near Syowa Station, East Antarctica for 40 years. *Polar Biology* 36: 919-924 doi: 0.1007/s00300-013-1320-x

[学会発表] (計 8 件)

- ① 大園享司、広瀬大、松岡俊将、田邊優貴子、内田雅己、工藤栄、環境制限と分散が大陸性南極における菌類群集の組成に果たす役割、第 5 回極域科学シンポジウム、2014 年 12 月 3 日、国立極地研究所
- ② Uchida M., Tanabe Y., Osono T., Kudoh S., Carbon and nitrogen contents in vegetation and soil around Syowa station, Antarctica. 第 5 回極域科学シンポジウム、2014 年 12 月 3 日、国立極地研究所
- ③ Tanabe Y., Mizuno A., Uchida M.,

Yamamuro M., Kudoh S., Mechanisms of nutrients enclosure inside benthic microbial mats in Antarctic oligotrophic lakes by combination approach of observation data and theoretical study. Polar Ecology Conference 2014、2014 年 9 月 22 日、University of South Bohemia, Czech

- ④ 大園享司、広瀬大、松岡俊将、田邊優貴子、内田雅己、工藤栄、大陸性南極の菌類群集組成：環境制限と分散制限の相対的寄与の評価、日本菌学会第 59 回大会、2014 年 5 月 16-17 日、那覇市ぶんかテンブス館
- ⑤ 内田雅己、田邊優貴子、大園享司、工藤栄、南極昭和基地周辺ラングホブデ露岩域における植生および土壌中の炭素・窒素量、第 61 回日本生態学会、2014 年 3 月 17 日、広島国際会議場
- ⑥ 大園享司、広瀬大、田邊優貴子、内田雅己、工藤栄、大陸性南極におけるコケ関連菌の多様性と地理的分布、第 4 回極域科学シンポジウム、2013 年 11 月 13 日、国立極地研究所
- ⑦ Tanabe Y., Hori M., Uchida M., Osono T., Yamamuro M., Kudoh S. Nutrients in sediments as driving force behind Antarctic lake ecosystems. 第 3 回極域科学シンポジウム、2012 年 11 月 27 日、国立極地研究所
- ⑧ Tanabe Y., Uchida M., Osono T., Yamamuro M., Kudoh S., Nutrient in sediments as driving force behind Antarctic lake ecosystems. Polar Ecology Conference, 2012 年 10 月 1-3 日、チェコ共和国、Clarion Congress Hotel

[図書] (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

http://researchmap.jp/m_uchida

<http://yukikotanabe-online.webnode.jp/>

<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/~tosono/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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

(3) 連携研究者

大園 享司 (OSONO, Takashi)

京都大学・生態学研究センター・准教授

研究者番号：90335307

田邊 優貴子 (TANABE, Yukiko)

国立極地研究所・研究教育系・助教

研究者番号：40550752