

自己評価報告書

平成23年4月20日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008～2011

課題番号：20255002

研究課題名(和文) 北方森林生態系における窒素ミッシングリングの完全解明と窒素動態の評価

研究課題名(英文) Complete understanding of the nitrogen missing link in boreal forest ecosystems and evaluation of nitrogen provision and loss

研究代表者

橋床 泰之 (Hashidoko Yasuyuki)

北海道大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号：40281795

研究分野：環境

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：高緯度森林限界, Spodosol, 低温耐性土壌細菌, フェザーモス, コンソーシアム形成, カンバ林, シアノバクテリア共生, VBNC

1. 研究計画の概要

本研究は、北方針葉樹林ならびに北方湿地林の窒素供給源の謎を解明し、北方林生態系におけるバイオマス維持に必要な窒素循環システムの全容解明を目的とする。この窒素供給要因を完全に理解するため、タイプの異なる北方林生態系を研究サイトとして選定し、これを地球の肺と目されている北方林の管理・再生技術確立のために活用する。そのため、成立過程に関する基礎データを東シベリア(永久凍土タイガ林、乾燥地)に求めてきたが、この2年間はサンプルの持ち出しが許可されない状況が続いているため、フィンランド(トウヒ・アカマツ林、多湿地域)とフィンランドラップランドの高緯度森林限界、またその比較として北海道(カラマツ林とハンノキ林、苫小牧・釧路湿原)で土壌や植性を反映する腐植層などの収集・解析を行う。この研究により、北方林の維持と再生に必要な要因を明らかにし、特に皆伐や森林火災で破壊された森林生態系の修復を含めて、生態系管理技術への提言を目指す。

2. 研究の進捗状況

フィンランドラップランドに位置する Kilpisjarvi の北方森林限界での土壌微生物調査ならびに北部スウェーデン・Arjeplog 近郊 Reivo で北方林床藓類(特に feather moss と呼ばれるハイタチゴケ、イワダレゴケ、ダチョウゴケの3種類)、さらにはポドソル土壌とその下層である B 層の土壌サンプリングを行い、これまで東シベリア・タイガ林の林床土壌と同じ方法で、シアノバクテリアの検索分離と窒素固定能の検定ならびに

DGGE によるメタゲノム解析を試みた。Arjeplog では、成立経年数が大きな森林林床を覆う藓類に高頻度で窒素固定性藍藻類である *Nostoc* が付着するとの現地研究者らの見解に反し、森林再生から 30 年という比較的若い林分から得たハイタチゴケに極めて高頻度で *Nostoc* の着生が認められた。ラップランドでは、森林限界を越えたツンドラ地帯のガンコウラン直下の土壌で極めて高いアセチレン還元が認められたが、他の森林限界点付近のカンバ林や針葉樹林の林床土壌では活性はほとんど検出されないか、高くなかった。北方森林限界土壌から得た微生物は、混合培養では極低窒素培地で高いアセチレン還元を示したが、分離株ではそれぞれ極低窒素培地で高い増殖能を示すにもかかわらず、アセチレン還元を示さなかったため、土壌中菌相を DGGE により比較したところ、多くの VBNC を見いだした。アセチレン還元能の高かったツンドラ土壌で優占していたものの一つが、絶対嫌気性の *Clostridium* 属細菌群集であった。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)シベリアでの調査ができないため、当初の目的を果たすことができなくなったが、研究サイトをスカンジナビアとフィンランド・ラップランドへ切り替えた結果、サンプリングと移動の自由度が格段に高くなり、北方林の窒素循環に対する土壌細菌の寄与とその際だった特徴を明らかにすることができた。特に、VBNC 細菌(難培養性細菌)の寄与の証明は着実に進行している。

4. 今後の研究の推進方策

これまで積み重ねてきた極めて質の高い結果を、国際雑誌に投稿する。特に東シベリアでの研究データの発表件数に比べて、ランブランド、スカンジナビアでの研究発表は遅れているため、こちらのデータ整理を急ぐ。特にここ1年で DGGE 解析の質が格段に高いレベルに達してきたため、16S rRNA gene のみならず、*nifH* など、直接窒素固定に関連する遺伝子の発現量をバルク土壌において解析する。これによって、土壌中の *Clostridium* をはじめとする難培養細菌の、窒素固定における寄与を遺伝子発現レベルで検証する。また、 $^{15}\text{N}_2$ 取り込み実験によって、森林限界におけるアセチレン還元と窒素固定の関係を明らかにする。

5. 代表的な研究成果

(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)

1) K. Makoto, D. Choi, Y. Hashidoko and T. Koike. The growth of *Larix gmelinii* seedlings as affected by charcoal produced at two different temperatures. *Biology and Fertility of Soils*, online published (2011). (査読有り)

2) S. Hara, R. V. Desyatkin, T. Morishita, R. Hatano, and Y. Hashidoko. Clear increase of acetylene reduction in soil bacteria of East Siberian Taiga forest bed under appropriate conditions mimicking the natural soil environments. *Soil Science and Plant Nutrition*, 57 (5), 716-724 (2010). (査読有り)

3) S. Hara, Y. Hashidoko, R. V. Desyatkin, R. Hatano, and S. Tahara. High rate of N_2 -fixation by East Siberian cryophilic soil bacteria determined by measuring acetylene reduction in nitrogen-poor medium solidified with gellan gum. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (9), 2811-2819 (2009). (査読有り)

4) A. R. Desyatkin, F. Takakai, P. P. Fedorov, R. Hatano. CH_4 emission from different stages of thermokarst formation in Central Yakutia, East Siberia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55, 558-570 (2009). (査読有り)

5) J. Kasuga, Y. Hashidoko, A. Nishioka, M. Yoshida, K. Arakawa and S. Fujikawa.

Deep supercooling xylem parenchyma cells of katsura tree (*Cercidiphyllum japonicum*) contain flavonol glycosides exhibiting high anti-ice nucleation activity. *Plant and Cell Environment*, 31, 1335-1348 (2008). (査読有り)

学会発表] (計 5 件)

1. 低炭素培地を用いた北方針葉樹林林床土壌微生物のアセチレン還元評価. 原新太郎, 橋床泰之. 日本土壌肥料学会大会 (札幌, 北大農学部), 2010年9月7日 (口頭発表 6-4)

2. Investigation of nitrogen-fixing potential in soil bacterial microbiota from Lapland boreal forest limit. S. Hara, T. Tahvanainen, Y. Hashidoko. 19th The World Congress of Soil Science. 4-8 August 2010, Brisbane Convention and Exhibition Centre, Brisbane, Australia (Poster).

3. Plant defense characteristics of alder species native to northern Japan grown at elevated CO_2 in FACE. T. Koike, H. Tobita, T. Agari, M. Kitao, N. Watanabe, K. Makoto, K. Sasa, and Y. Hashidoko. 4th International Conference on "Mechanisms of Growth, Competition and Stress Defense in Plants", March 1-3, 2010, Freising-Weihestephan, Germany

4. Mimicking soil environment is important in acetylene reduction by free-living nitrogen fixing, soil bacteria—a case study of East Siberian forest bed soil—. S. Hara, Y. Hashidoko, R.V. Desyatkin, R. Hatano. The 9th International Conference of The East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies (ESAFS9), 27 October 2009, Seoul, Korea

5. 東シベリア永久凍土上の活動層から分離した土壌窒素固定細菌の特性. 原新太郎, 橋床泰之, R. V. Desyatkin, 波多野隆介. 日本土壌肥料学会大会、2009年9月18日(京都大) 口頭発表

[図書] (計 1 件)

1. 橋床泰之, 共生系による生態系の安定化. 原口 昭 (編著): 生態学入門 生態系を理解する. pp. 37-43. 2010年

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)