

スバルバルのツンドラ土壌の硝化・脱窒能および硝化微生物フロア

林健太郎¹、下村有美²、森本晶³、内田雅己⁴、中坪孝之⁵、早津雅仁¹

¹農業環境技術研究所、²協同乳業、³北海道農業研究センター、⁴国立極地研究所、⁵広島大学

Nitrification and denitrification potential and nitrifiers of tundra soil in Svalbard

Kentaro Hayashi¹, Yumi Shimomura², Sho Morimoto³, Masaki Uchida⁴, Takayuki Nakatsubo⁵, Masahito Hayatsu¹

¹National Institute for Agro-Environmental Sciences, ²Kyodo Milk Industry, ³NARO Hokkaido Agricultural Research Center,

⁴National Institute of Polar Research, ⁵Hiroshima University

Temperature rising induced by climate change in the high arcitic might boost the terrestrial nitrogen cycle such as ammonification, nitrification, and denitrification. Both the enhanced nitrification and denitrification has a potential to increase nitrous oxide emission, since nitrous oxide is a by-product and an intermediate product of nitrification and denitrification, respectively. Increased nitrous oxide emissions result in a positive feedback on climate change. The aim of this study was to elucidate nitrification and denitrification potentials and diversities of ammonia oxidizing bacteria (AOB) and archaea (AOA) in tundra soils at a glacier foreland near Ny-Ålesund, Svalbard, Norway. Topsoil was collected at twelve plots covered with surface crust, moss, and vascular plants (typically, *Salix polaris*) with different coverage. Mineral subsoil was also collected at a plot after removing the crust. Soil nitrification potential was measured as the nitrite production (ammonia oxidation) rate with sufficient substrates under shaking incubation at 10°C. Soil denitrification potential was determined by the nitrous oxide production rate using an acetylene inhibition method without substrates under incubation at 10°C. The nitrification potential of the topsoil was lowest at a crust plot ($2.3 \pm 0.7 \text{ ng N g}^{-1} \text{ dry soil hr}^{-1}$; $\pm \text{SD}$) and was highest at a plot fully covered with moss and *Salix polaris* ($14.1 \pm 1.8 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$). A low nitrification potential was also found in the subsoil ($1.1 \pm 0.1 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$). The denitrification potential of the topsoil was lowest at the crust plot ($6.9 \pm 3.5 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$) and was highest at a plot fully covered with moss and *Salix polaris* with a thick organic layer ($59.5 \pm 15.3 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$). The subsoil showed a very low denitrification potential ($0.8 \pm 0.0 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$). Soil DNA analysis of AOB and AOA was conducted for the topsoil with high nitrification potentials (3 plots) and the subsoil. The ammonia monooxygenase subunit A (*amoA*) genes of AOB and AOA were analyzed by a pyrosequencing method. Both AOB and AOA existed in the topsoil and subsoil with a diverse variety.

気候変動がもたらす高緯度北極の昇温は、ツンドラ土壌の無機化、硝化、および脱窒といった窒素循環過程を加速させる可能性がある。強力な温室効果ガスである一酸化二窒素は硝化の副産物および脱窒の中間産物として生成することから、硝化および脱窒の加速には一酸化二窒素の発生を増やして気候変動を助長する効果がある。本研究は、スバルバル諸島ニーオールスン近郊のツンドラ土壌の硝化能および脱窒能、また、アンモニア酸化細菌 (AOB) およびアンモニア酸化古細菌 (AOA) のフロアを明らかにすることを目的とした。露出している岩石を除くと、主にクラスト (有機物、地衣類、および藍藻からなる地表の薄い被覆) あるいはコケ・キョクチャナギ群落に覆われる植生を調査地とした。コケ・キョクチャナギが様々な被度で覆う 12 箇所の表層土を採取し、植被のない他の場所においてクラストを除いた後に下層土を採取した。硝化能は基質添加の振とう培養 (10°C) による亜硝酸生成速度として定量し、脱窒能はアセチレン阻害法 (基質無添加) の培養 (10°C) による一酸化二窒素生成速度として定量した。表層土の硝化能はクラストのみの地点で最小であり ($2.3 \pm 0.7 \text{ ng N g}^{-1} \text{ dry soil hr}^{-1}$; \pm 標準偏差)、コケとキョクチャナギに完全に覆われた地点で最大であった ($14.1 \pm 1.8 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)。値は小さいものの下層土も硝化能を示した ($1.1 \pm 0.1 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)。表層土の脱窒能もまたクラストのみの地点で最小であり ($6.9 \pm 3.5 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)、コケとキョクチャナギに完全に覆われ、かつ、厚い有機物層を伴う地点で最大であった ($59.5 \pm 15.3 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)。下層土の脱窒能は表層土と比べてごく小さな値であった ($0.8 \pm 0.0 \text{ ng N g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)。表層土のうち高い硝化能を示した 3 地点および下層土を対象に、次世代シーケンシングにより AOB および AOA のアンモニアモノオキシゲナーゼサブユニット A (*amoA*) 遺伝子を解析した。表層土および下層土ともに多様な AOB および AOA が見出された。