

# Passive warming experiment on nitrification properties of soils in the foreland of East Brøgger Glacier near Ny-Ålesund, Svalbard

Kentaro Hayashi<sup>1</sup>, Yukiko Tanabe<sup>2,3</sup>, Keisuke Ono<sup>1</sup>, Maki Asano<sup>4</sup>, Shohei Hattori<sup>5</sup>, Masaki Uchida<sup>2,3</sup>, Masahito Hayatsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO, Japan*

<sup>2</sup>*National Institute of Polar Research, Japan*

<sup>3</sup>*SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), Japan*

<sup>4</sup>*University of Tsukuba, Japan*

<sup>5</sup>*Tokyo Institute of Technology, Japan*

## スバルバル東ブレッガー氷河後退域土壌の硝化特性に関するパッシブ加温実験

林健太郎<sup>1</sup>, 田邊優貴子<sup>2,3</sup>, 小野圭介<sup>1</sup>, 浅野真希<sup>4</sup>, 服部祥平<sup>5</sup>, 内田雅己<sup>2,3</sup>, 早津雅仁<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 農研機構・農業環境変動研究センター

<sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>3</sup> 総合研究大学院大学

<sup>4</sup> 筑波大学

<sup>5</sup> 東京工業大学

Soil genesis restarts at the ground surface where glacial ice coverage is lost due to its retreat. What does happen in nitrogen cycle of redeveloping soil that was once reset during the ice coverage? How does the nitrogen cycle succession go on? And, how does climate warming affect the soil nitrogen cycling? We focus on nitrification that is a process important in terrestrial ecosystems as a primal source of nitrate. Nitrification is a two-step process consisting of ammonia oxidation to nitrite and nitrite oxidation to nitrate, in which ammonia oxidation is the rate limiting process of nitrification. We have been conducting field surveys in the foreland of East Brøgger Glacier near Ny-Ålesund, Svalbard to elucidate nitrification properties of soils (ammonia oxidation potentials [AOP] and nitrifiers' flora) and their responses to environmental changes based on passive warming using open top chambers (OTC) since July 2015. The study sites are two permanent exclosures established by NIPR, i.e., Site 1 (N78°54'46", E11°50'18") and Site 2 (N78°54'54", E11°49'38"). It is inferred that Site 1 lost its ice coverage between 1969 and 1977, and Site 2 in 1950s or 1960s. A passive warming plot and a control plot were set at each site in July 2015. Twenty polyvinylchloride cores filled with 4-mm sieved and well mixed surface soil collected at each site were set at each of the warming and control plots, of which 5 cores were to measure temperature and volumetric water content of soil and the rest 15 cores were to determine nitrification properties of topsoil (0-2 cm) and subsoil (2-4 cm) collecting 3 cores every July. AOPs were determined as the nitrite production rate of soil by aerobic shaking incubation with substrate (ammonium sulfate) at 10 and 20 °C. This experiment will continue until July 2020. This presentation, therefore, reports on the current progress of the experiment. Figure 1 shows temperatures and volumetric water contents of soil at each plot. The 3-year mean warming effect of OTC was 0.5 °C at Site 1 and 0.6 °C at Site 2. Soil volumetric water content was higher at the warming plot than at the control plot during the first year and then the relationship was reversed. Figure 2 shows AOPs of topsoil and subsoil at 10 and 20 °C at each plot. AOPs were higher at Site 2 than at Site 1. Difference in AOPs between warming and control plots were unclear. AOPs showed non-monotonous changes for time course. For nitrifiers' flora, gene abundance and species composition of ammonia oxidizing bacteria (AOB) and archaea (AOA) will be determined after the completion of the field experiment.

氷河が後退して露出した地表では土壌生成が再開する。その時に一度リセットされた窒素循環はどのように動き出し、そして変遷するのだろうか。また、そこに気候変動（特に昇温）が加わると窒素循環はどのように応答するのだろうか。本研究は窒素循環のうち生態系における硝酸性窒素給源として重要な硝化に着目する。硝化はアンモニア酸化による亜硝酸生成と亜硝酸酸化による硝酸生成の2段階からなり、アンモニア酸化が硝化速度全体を規定するとされる。我々は、氷河後退域における土壌の硝化特性（アンモニア酸化能 [AOP] および硝化微生物フロア）の実態およびオープントップチャンバー（OTC）を用いたパッシブ加温（土壌水分にも影響が及ぶ）に対する硝化特性の応答を解明することを目的とした調査をスバルバル諸島ニーオルスン近郊の東ブレッガー氷河後退域において実施している。調査地は国立極地研究所が同後退域に設置した永久コドラート2か所（サイト1、北緯 78°54'46", 東経 11°50'18"; サイト2、北緯 78°54'54", 東経 11°49'38"）であり、サイト1は1969～1977年の間に、サイト2は1950年代あるいは1960年代に氷河が後退して地表が露出した場所とみられる。2015年7月に各サイトにOTCによる加温区と未処理の対照区を設け、4mmの篩を通してよく混和した現地の表層土

壤（一部は初期値測定のために確保）を充填した塩ビ製コアを各区に 20 個ずつ埋設した。うち 5 個にはそれぞれセンサー（5TM, Decagon）を設置して地温と土壤水分をモニターし、残り 15 個は毎年 7 月に 3 個ずつ回収し、表層（0-2 cm）と下層（2-4 cm）分けて硝化特性の分析に供している。AOP は土壤の好気条件基質添加振とう培養による 10 および 20°C における亜硝酸生成速度として求めた。調査は 2020 年 7 月まで継続する予定であり、本講演では途中経過を報告する。地温と土壤水分の推移を Fig. 1 に示す。OTC による 3 年間の加温効果はサイト 1 で 0.5°C、サイト 2 で 0.6°C であった。最初 1 年間の土壤水分は加温区で高かったものの、以降は加温区で低くなった。AOP の推移を Fig. 2 に示す。AOP はサイト 1 よりもサイト 2 で高かった。加温区と対照区の差は明瞭でなかった。また、AOP の経年変化は単調ではないことが示唆された。硝化微生物フローラについては、硝化細菌（AOB）および硝化古細菌（AOA）の細胞数および種組成を現地調査が完了した後に分析する計画である。

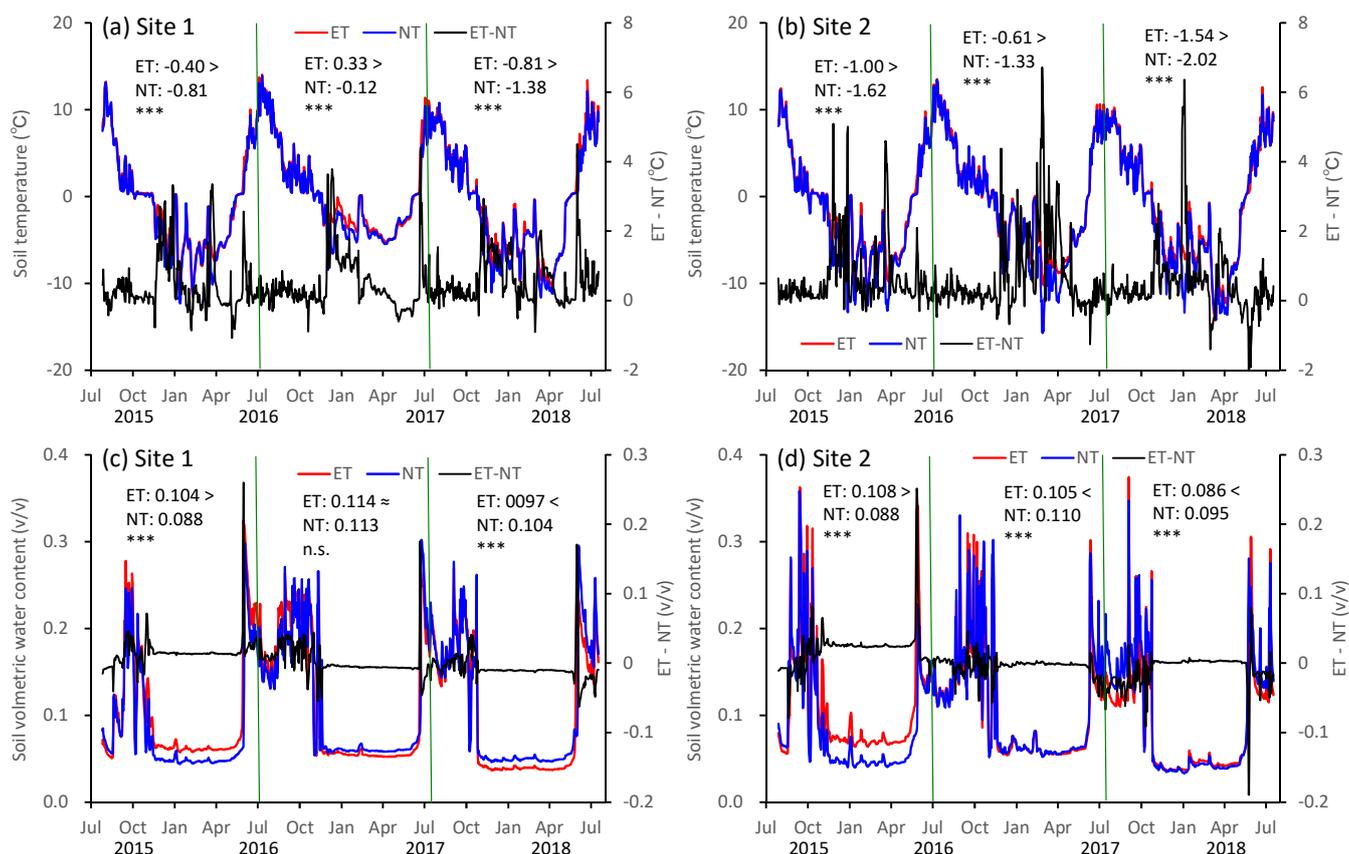


Fig. 1. Soil temperature at Site 1 (a) at Site 2 (b) and soil volumetric water content at Site 1 (c) and Site 2 (d). ET, elevated temperature plot using OTC; NT, control plot. \*\*\*,  $P < 0.001$ ; n.s., not significant in difference according to t-test (2-tailed).

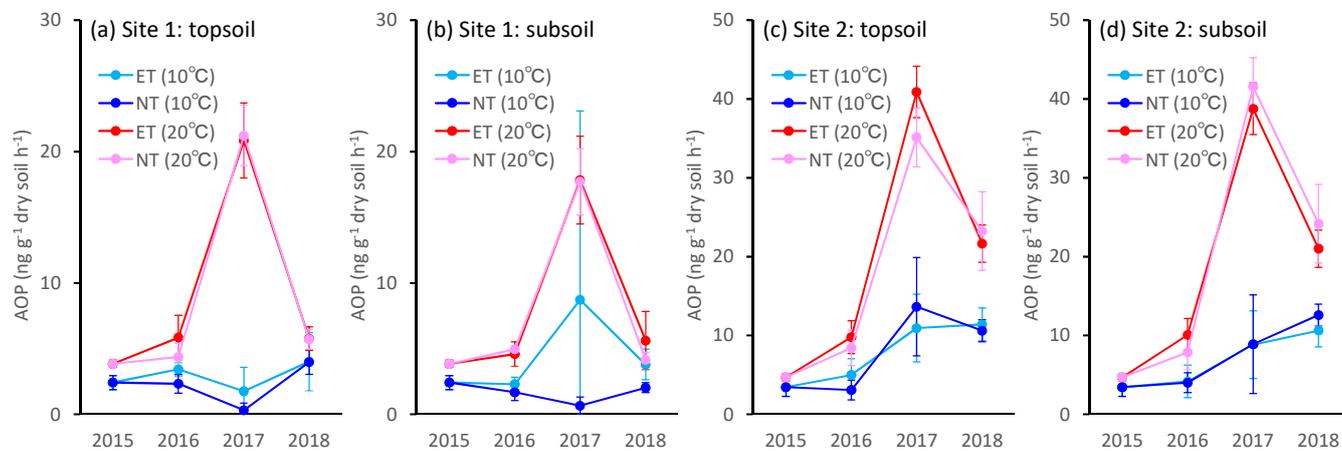


Fig. 2. Ammonia oxidation potentials of topsoil (a) and subsoil (b) at Site and topsoil (c) and subsoil (d) at Site 2. ET, elevated temperature plot using OTC; NT, control plot.