

ミミズのフンにおける窒素動態: 土壌のN₂O生成ホットスポットとしての可能性 Nitrogen dynamics in earthworm casts: possible hotspot of N₂O production in soil

小林 嵩丸^{1*}, 木庭 啓介¹, 川口 達也², 金子 信博², 徳地 直子³, 楊 宗興¹

Takamaru Kobayashi^{1*}, Keisuke Koba¹, Tatsuya Kawaguchi², Nobuhiro Kaneko², Naoko Tokuchi³, Muneoki Yoh¹

¹ 東京農工大学, ² 横浜国立大学, ³ 京都大学

¹Tokyo Univ. Agri. Tech., ²Yokohama National University, ³Kyoto University

【はじめに】

亜酸化窒素 (N₂O) は二酸化炭素のおよそ 310 倍の温室効果をもち、オゾン層破壊物質としても大きな影響をもつため、近年人間活動による N₂O の排出が問題となっている。N₂O の全球的な収支について理解されつつある一方で、それを制御する森林、畑などの地形規模における局所的な空間での N₂O 収支や、土地利用変化に伴う収支の変化は変動が大きく、わかっていないことが多い。人間活動が N₂O 生成に与える影響やその対策を考える上で、このような様々なスケール、攪乱による N₂O 生成量の変動を正確に予測することは重要である。

ミミズは土壌構造を大きく改変し、土壌における窒素・炭素循環に大きな影響を与える。先行研究によりミミズのフンでは硝化・脱窒が促進されることが報告されているものの、フンからの N₂O の生成を議論している例は少なく、フンが排泄されてからの時間経過 (Aging) に伴ってどのように N₂O の生成が変化するのか調べた例はほとんどない。本研究ではミミズのフンの培養実験を行い、pH、各種窒素、炭素濃度、微生物呼吸の経時的変化から、ミミズによって N₂O 生成がどのように変化するのか、その変化にどのような要因が関わっているのかを調べた。また、2 種類のミミズを用い、種および生息環境の違いによる影響を調べた。

【実験方法】

神奈川県鎌倉市の鎌倉中央公園にて、クソミミズ (*Amyntas hupeiensis*)、ノラクラミミズ (*Metaphire megalocolidioides*) の 2 種類のミミズと土を採取し、実験室内で 3 日間飼育した。それぞれの種から得られたフンと採取した土を、5g ずつ別々のバイアル瓶に分取し、暗室 20℃ で培養した。培養開始から 0、1、4、10 日後に N₂O 生成速度を測定した。N₂O 生成速度の測定後、バイアル瓶内のサンプルを分割し、pH、C/N 比、NH₄⁺、NO₃⁻、TDN (Total Dissolved Nitrogen)、TOC (Total organic carbon) 濃度を測定した。4、10 日間培養のサンプルでは培養期間中の微生物呼吸量 (CO₂ 放出速度) も測定した。N₂O 生成速度、NH₄⁺、NO₃⁻、TDN、TOC の測定値は、フンまたは土の湿重量あたりの濃度として算出した。

【結果と考察】

土からの N₂O 生成速度は培養期間を通して -0.004 μgN/g/day から 0.004 μgN/g/day の間で推移し、ほぼ一定であった。クソミミズのフンからの N₂O 生成速度は、0 日培養で 0.023 μgN/g/day、10 日培養で 0.005 μgN/g/day であった。ノラクラミミズのフンでは 0 日培養で 0.147 μgN/g/day、10 日培養で 0.027 μgN/g/day であり、クソミミズよりも高い値を示した。いずれの種から排泄されたフンでも N₂O 生成速度は土に比べて有意に高く、土壌全体からの N₂O 生成にミミズによるフンの排泄が寄与している可能性が示された。また、フンからの N₂O 生成が特にフンの排泄直後は高く、時間経過に伴って低くなる傾向が見られた。

時間経過に伴う pH の低下、NO₃⁻ 濃度の増加はいずれの種のフンでも見られた。フンにおける pH の減少と NO₃⁻ 濃度の増加には相関が見られ、硝化に伴う pH の低下が示唆された。

NH₄⁺、TDN 濃度はそれぞれの種のフンで異なった挙動が見られた。クソミミズのフンでは NH₄⁺、TDN 濃度ともに 4、10 日後に上昇が見られた。ノラクラミミズのフンでは NH₄⁺ 濃度は時間に伴う減少傾向を、TDN 濃度は培養期間を通してほぼ一定の傾向を示した。既存研究では NH₄⁺ 濃度の減少傾向が示されており、クソミミズのフンにおいて活発なアンモニウム化成や粘液の付着など、NH₄⁺ 濃度の増加に関わる現象があった可能性がある。微生物呼吸はいずれの種のフンでも全体的に土に比べて高い値を示した。TOC 濃度はいずれの種のフンでも 0 日から 1 日の間で急激な減少が見られ、その後緩やかな減少を示した。

いずれの種でも、フンにおける N₂O 生成速度と TOC の間には相関が見られ (クソミミズで r²=0.61、ノラクラミミズのフンで r²=0.47)、TOC の減少に伴って N₂O 生成が減少した可能性が示された。ミミズのフンでは排泄後から微生物活動や微生物数が徐々に減少することが知られており、その理由として微生物にとって利用可能な炭素量の減少や微生物構成の変化などが考えられていた。本研究により炭素量の減少が制限要因となっている可能性が示された。

キーワード: ミミズ, フン, 窒素動態, 亜酸化窒素 (N₂O)

Keywords: earthworm, cast, nitrogen dynamics, nitrous oxide (N₂O)