

堆肥の施与が北海道南部黒ボク土採草地における窒素収支に与える影響- 特に N₂O 排出と硝酸溶脱に与える影響

環境資源学専攻 地域環境学講座 土壌学 長竹 新

1. 背景と目的 圃場レベルでの N₂O 放出と硝酸溶脱の見積もりの際、肥料などの窒素インプットと収穫などのアウトプットの差である余剰により両者がよく説明されることが知られている。同時に脱窒での N₂O と溶脱は土壌中硝酸を除去する過程で違いの排出量に影響しうる。堆肥は持続的な窒素無機化により N₂O と溶脱の増加をさせうるが、電子供与体である有機体炭素の供給は N₂ までの脱窒と土壌中の窒素除去に働きうる。本研究では堆肥または化成肥料の連用が行われた圃場にて N₂O 排出量と硝酸溶脱量を評価し、また両者の関係性について検討することを目的とした。

2. 方法 調査を北海道大学静内研究牧場（北緯 42°26′、東経 142°29′）の多湿黒ボク土の採草地で行った。圃場内に無施肥区、化成肥料区と堆肥区と堆肥化成肥料併用区を設け、試験に供した。牧草の収穫時期に従い1年間を3つの植物成長期および非成長期の4期間に分割し、各期間の無機態窒素バランスの算出をした。インプットを化成肥料、土壌有機物無機化量、堆肥無機化量とし、アウトプットは植物吸収量、硝酸溶脱量、N₂O 排出量とした。また総インプットと植物吸収の差を余剰窒素とした。植物吸収量は地上部の成長量と窒素含量から求め、硝酸溶脱量はパンライシメーターによって捕集した浸透水中の硝酸濃度に水収支法により求めた浸透水量を乗じて算出した。N₂O, NO, CO₂ フラックスをクロードチャンバー法で測定し、積算放出量を台形法で求めた。各施肥処理区内に設けた裸地区からの CO₂ 放出量を基質の CN 比で除することで土壌有機物および堆肥の無機化量を推定した。各サンプリング日に表層土壌を採取し、NO₃⁻-N と水溶性有機態炭素 (WESOC) を分析した。調査は2013年5月から2015年8月まで行い、2013年5月に播種、2013年9月に草地の再更新が行われ、その後調査期間中は植生が維持された。

3. 結果 2013年の成長期(G1~G3)に全処理区で高い N₂O 放出と硝酸溶脱が認められた。特に除草剤散布を含む2013年G2期においては堆肥の施与によって N₂O 放出量は有意(p < 0.01)に2倍増加し、硝酸溶脱量は有意ではないが、3倍増加した。調査期間を通して N₂O 放出量に対して硝酸溶脱量は指数的に増加したが、2014年、2015年のみでは N₂O 放出の増化に対して NO₃⁻-N 溶脱の直線的に僅かに増加した。またこの期間では余剰窒素量に対して N₂O 放出も NO₃⁻-N 溶脱もともに無相関であり、高い余剰窒素が見積もられる場合でも N₂O 放出、NO₃⁻-N 溶脱の増加は認められなかった。土壌表層の NO₃⁻-N 濃度は2013年から2015年まで年ごとに有意に低下し(p < 0.05)、WESOC 濃度は有意に増加した(p < 0.05)。

3. 考察と結論 植物が定着している経年管理時(2014年、2015年)には表層土壌中の NO₃⁻-N 蓄積が小さくなり、有機態炭素が増加することで N₂ への還元が進み、収支上高い余剰窒素量においても N₂O 放出が小さく、また脱窒による NO₃⁻-N 消費により NO₃⁻-N 溶脱が抑えられていたと考えられる。一方、植物の窒素吸収が小さかった2013年においては、土壌に NO₃⁻-N が高濃度に蓄積し、有機態炭素が相対的に不足したことにより N₂ までの還元が進まず高い N₂O 放出と NO₃⁻-N の溶脱が発生した。とくに、地温の高い9月に更新を行うことで堆肥由来の窒素により N₂O 放出と NO₃⁻-N 溶脱が増大した。以上のことから、植物の吸収が N₂O 放出と NO₃⁻-N を抑制するもっとも重要な要因であると言える。