

青森県屏風山砂丘畑におけるナガイモ生育期間中の硝酸態窒素の溶脱挙動 NO₃-N leaching from cropped soil of Chinese-yam in the Byobusan sand dune in Aomori prefecture

○遠藤 明*・加藤千尋*・佐々木長市*
Akira ENDO*, Chihiro KATO*, Choichi SASAKI*

1. はじめに

青森県はナガイモの栽培が盛んな積雪寒冷地にあり、ナガイモ収穫量は約54,000tと全国第2位、また、作付面積は2,250haと全国第1位(農水省, 2019)である。国営屏風山開拓建設事業により造成された青森県屏風山地域の大規模畑作圃場では、長形種のナガイモが栽培されている。青森県屏風山砂丘畑においては、2003年頃から裂傷を伴った褐色のアザが塊茎表皮に対して帯状に分布する「褐変障害」が発生し、その被害が報告されるようになった。以上のように、近年になってナガイモ産地において塊茎障害が多数発生することで、ナガイモの商品価値を低下させている問題が報告されている。これらのナガイモの塊茎障害は病害に起因するものではなく、生理障害(佐藤, 2004)によるものと考えられているものの、原因の特定には至っていない。本報では、塊茎障害が土壌の湿潤状態と多肥状態が同時に発生した場合に発生しやすくなる傾向を示唆した猪迫ら(2015)の報告に着眼し、土壌が多湿状態で、且つ、高含量の肥料成分が土壌中のある位置に集積することにより塊茎障害が発生するものと予想し、Endo et al. (2018)の土壌中の無機態窒素の輸送に関する数値解析モデルを適用することで、(i)慣行灌水条件下および(ii)過剰灌水条件下のナガイモ生育期間において、土壌間隙水中の硝酸態窒素の時空間的な動態を明らかにした。

2. 材料および方法

(1) 調査圃場における試験区の設定とナガイモの栽培暦

調査対象圃場は青森県屏風山地域(青森県つがる市車力町)の湿地性砂丘地帯に造成された大規模畑作圃場(1圃区の長辺400m×短辺150m=6ha)である。本圃場にはスプリンクラーが15m間隔で配備されている。畑作圃場の土性は砂土(S)、飽和透水係数は10⁻³cm/sのオーダーであり、圃場の排水性は良好であるものの保水性や保肥力は小さい(遠藤ら, 2018)。はじめに、2016年5月8日にナガイモ栽培試験区(屏風山地区車力工区における⑩圃区の中央付近に位置する第115番耕区)において、二連式トレンチャーを用いることでナガイモ生育用の植溝を深さ約1mまで形成し、(i)慣行灌水条件下(以下、対照区)および(ii)過剰灌水条件下(以下、多灌水処理区)の2種類の試験区を設置した。次に、6月3日に長さ10cm程度のナガイモの種イモ(品種:園試系6)を、各試験区に株間約20cmの間隔で一条に移植した。次に、萌芽期、生育初期、生育中期、生育肥大期において、平畝上の株周辺に各種肥料を表面施肥した。ナガイモ専用肥料と秋のごたえの肥料は、それぞれ即効性の粒状配合肥料と被覆肥料入りの溶出調節型肥料である。また、ハイパーCDU(以下、H-CDU)は中期溶出型のアセトアルデヒド縮合尿素であり、施肥後に無機化が60~90日間継続する特徴がある。なお、種イモ移植直後の基肥の施用は行わなかった。最後に、11月1日にコンベアトレンチャーを用いることでナガイモを収穫した。なお、本報の数値解析では、局地的集中豪雨や台風に伴う大雨に起因する過剰な溶脱をさせないことを目的に、基肥および追肥ではすべてH-CDUを適用する条件を適用した。

(2) 土壌理化学性の測定方法および数値モデルの入力パラメータ

はじめに、2015年4月に現地圃場の10, 30, 50, 70, 100, 150cmの6深度から攪乱土および不攪乱土を採取した。次に、土壌採取深度における土粒子密度、三相分布、粒度分布などの土壌物理性を測定した。次に、不攪乱土を用いて変水位透水試験と加圧板法による保水性試験を行い、それぞれ飽和透水係数と水分特性曲線を把握した。次に、Tani et al. (2000)の吸着実験の方法を適用して無機態窒素の吸着等温線を取得した。次に、1:2.5土壌水抽出液のpHと、1:5土壌水抽出液のECを、それぞれガラス電極法と交流二極法により測定した。次に、CECとリン酸吸収係数を、それぞれショーレンベルガー法(浸出試料液に対して、セミマイクロ・ケルダール法を適用)とバナドモリブデン酸法により、それぞれ蒸留・滴定および比色分析した。最後に、全自動元素分析装置を用いて、T-CおよびT-Nを定量した。なお、数値モデルには土壌物理・化学性、ナガイモ生育期間中の窒素吸収特性、H-CDUの無機化特性などのパラメータを入力した。

*弘前大学農学生命科学部 *Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

キーワード: ナガイモ畑, 青森県屏風山砂丘地, 硝酸態窒素, 土壌間隙水, 溶脱, 数値計算

3. 結果および考察

深度ごとの $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸着等温線を **図 1** (遠藤ら, 2018) に示す. 土壤溶液における $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度範囲 (55~75 mg/L) に対応する $\text{NH}_4\text{-N}$ 吸着量は 0.26~0.30 mg/g であったのに対し, 同一濃度範囲における $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸着量は 0.008~0.012 mg/g と非常に少なかった. このことから, 表面施肥後に降雨や灌水がある場合, $\text{NH}_4\text{-N}$ の移動に遅延が生じることから地表付近に留まりやすく, 一方, $\text{NO}_3\text{-N}$ は溶脱されやすいことが推定される. 体積含水率および無機態窒素の等値線図を **図 2** に示す. 土壤中の物質移動シミュレーションの数値モデルを本ナガイモ畑土壤に適用することにより, ナガイモの植付け直後 (6/1) ~ 収穫時 (11/7) までの土壤水分である体積含水率 (**図 2C**), 土壤間隙水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 (**図 2E**) および土壤間隙水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度 (**図 2G**) の時空間的挙動が明らかになった.

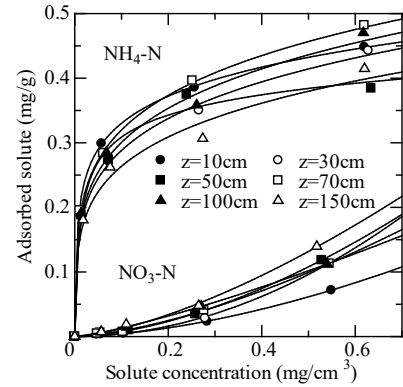


図 1 無機態窒素の吸着等温線
Adsorption isotherm of inorganic N

具体的には, 8 月中旬に生じた 60 mm/d 程度の降水に起因する浸透水は, 降雨終了 3 日後に深度 150 cm 付近まで到達することがわかった. しかし, 同一期間中の肥料成分である $\text{NO}_3\text{-N}$ の動きについて着目すると, 地表面に高濃度で存在していた $\text{NO}_3\text{-N}$ が降雨終了 3 日後に深度約 15 cm までしか溶脱しなかった. また, 収穫時には 300~700 mg/L 程度の高濃度の $\text{NO}_3\text{-N}$ が, 深度 30~60 cm に集積することが明らかになった. 本講演要旨では対照区における無機態窒素の挙動を示した. 口頭発表時に多灌水処理区における無機態窒素における挙動特徴を提示する予定である.

4. おわりに

対照区のような一般的な肥培管理条件下においては, 10 月上旬以降の深度 30~40 cm に 500~800 mg/L の高濃度の $\text{NO}_3\text{-N}$ の集積が認められた. このことから, 集積した $\text{NO}_3\text{-N}$ は翌年 3 月の融雪浸透水とともに一挙に溶脱する可能性が示された. また, 合計 1,050 mm 灌水した多灌水処理区においては, 対照区で認められた表層付近の高含量 $\text{NO}_3\text{-N}$ が一挙に溶脱することが明らかになったことから, ゲリラ豪雨のような局地的集中豪雨が想定される場合には, 溶脱量を減少させるために長期溶出型の肥効調節型肥料を選定するなどの工夫が必要であることが示された. 今後は, 土壤間隙水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量や EC が急激に増加する時期以降に, ナガイモの試験掘りと目視による塊茎の観察を定期的・継続的に行うことが課題として挙げられる. このような検討を行うことにより, 塊茎障害の発生時期および発生部位の特定が将来的に可能になると考えられる.

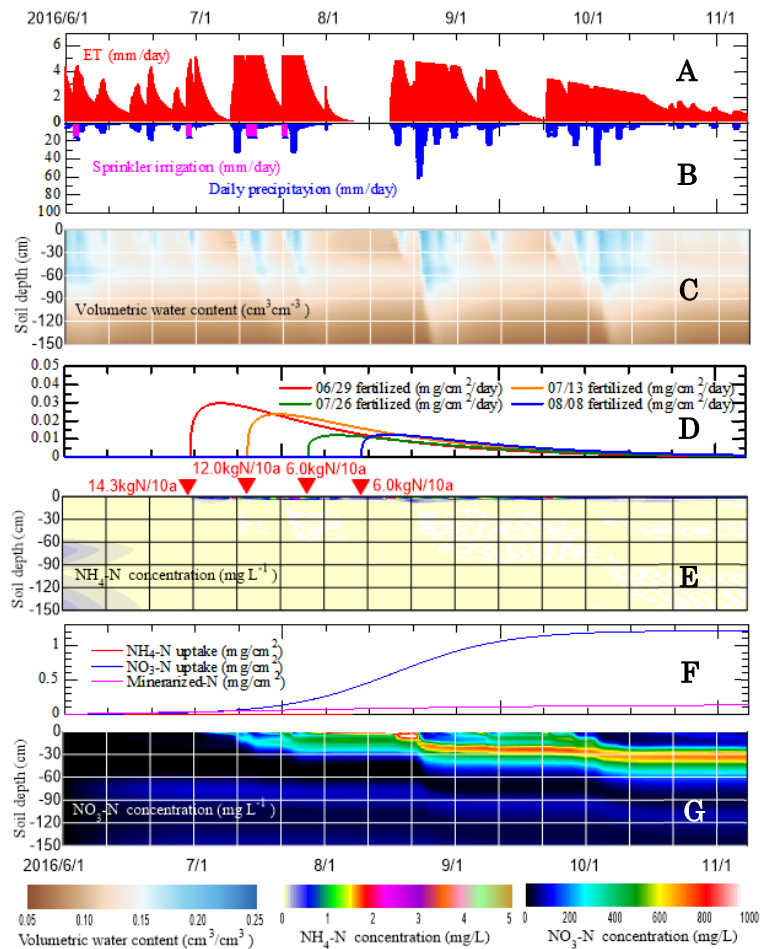


図 2 体積含水率, $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度, $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の等値線図

A: 日蒸発散量, B: 日降水・日灌水量, C: 体積含水率, D: H-CDU の無機化特性, E: $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度, F: 窒素吸収・窒素発現特性, G: $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度
Isoleths of volumetric water content, $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration

謝辞: 本研究は青森県西北地域大規模整備型「地産力強化」推進事業経費の助成を受けて実施したのでここに謝意を表す.
引用文献: 遠藤ら (2018) 農業農村工学会論文集, 307, 1_255-1_263; Endo et al. (2018) Geoderma, 319, 24-33; 猪迫ら (2015) 平成 27 年度農業農村工学会大会講演会講要集, 342-343; 佐藤 (2004) 野菜園芸大百科, 13, 農文協, 86-100; 農水省 (2019) 作物統計