

積雪寒冷地の礫質褐色森林土のリンゴ園地における土壌水質の季節変動

Seasonal variation in soil water quality of an apple orchard in snowy cold regions with gravelly brown forest soil

○遠藤 明*

Akira ENDO

1. はじめに

青森県は日本全国の約 60%のリンゴを生産する一大産地である。その中でも、同県津軽地域は冬期間の降雪量が多い積雪寒冷地にあり、褐色森林土が分布するリンゴ園の面積は 1,632 ha を占めている。本研究対象地域である青森県津軽地域の積雪寒冷地において、3 月上～中旬の融雪期間に相当する春先は、樹体内での物質流動が始まる時期であり、新梢や花芽の初期成育に大きな影響を与える重要な期間である。したがって、リンゴの非成育期間を含めて通年の土壌水質の挙動を理解する意義は、翌早春における礫質褐色森林土のリンゴ園地の植物栄養環境の形成機構を理解する観点で大きいと考えられる。本研究は、2016～2022 年における積雪寒冷地の礫質褐色森林土のリンゴ園地において、冬期間中、すなわちリンゴ樹の休眠期間を含めた通年の土壌水質挙動を把握することで、窒素、カリウム、マグネシウム等の必須元素の動態の理解を目的に実施した。

2. 材料および方法

(1) **リンゴ園の試験区の設定と土壌水の採取方法**: 調査対象リンゴ園の試験区は、青森県中南部地域の礫質褐色森林土地帯の標高 214.8 m に位置する。試験区におけるリンゴ樹の台木の種類は 15 年生のマルバカイドウ台であり、穂木の品種は世界一である。当樹園地では、毎年 4 月下旬にリンゴ樹剪定枝の粉碎チップ (0.4 kgN/10a 相当) および複合肥料 (樹栄特号, 双葉肥料工業) として、2.4 kgN/10a, 2.1 kgP/10a, 2.4 kgK/10a, 0.9 kgMg/10a を散布する他は肥料を散布しなかった。今回、近年からの地球温暖化の進行により頻発している局地的集中豪雨や、積雪・融雪浸透に起因する肥料成分の溶脱挙動を明らかにするため、2021 年 4 月 17 日にアセトアルデヒド縮合尿素 (H-CDU 中期, ジェイカムアグリ) を 7.0 kgN/10a 散布した。2016 年 5 月 22 日に土壌間隙水採取用の集液導管カップ (DIK-8390, 大起理化工業) および土中採水器 (FV-443, 藤原製作所) を、リンゴ樹から約 1 m 離れた地表面の 10, 20, 30, 50 および 70 cm 深に埋設した。土壌間隙水の採取では、50 mL シリンジを用いて、2016 年 6 月 1 日～2020 年 10 月 12 日の期間に計 111 回にわたって吸引採取した。なお、土壌間隙水の採取頻度は、2016 年 6 月～2020 年 3 月は 1 カ月に 2～3 回、2020 年 4 月以降は 1 カ月間に 1 回である。非積雪期間の降水後の採水では、体積含水率が高く、土壌水が短時間でシリンジ内へ流入するため、最大 20 mL の土壌水を確保した段階で試料採取を完了した。

(2) **土壌間隙水の分析方法**: 採取した土壌水の pH と EC はガラス電極法と交流二極法により測定した。超純水を用いて土壌水を 50 倍に希釈したのち陰イオン種 (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) と陽イオン種 (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) の濃度をイオンクロマトグラフ法により定量した。陰・陽イオン種を定量時の溶離液は、それぞれ 0.3 mmol/L 炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) と 2.7 mmol/L 炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) の混合溶液および 30 mmol/L のメタンスルホン酸 ($\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$) 溶液である。

3. 結果および考察

図 1 に土壌水質の等値線図を示す。講演要旨ページ制限により、ここでは pH, EC, Na^+ , Cl^- の特徴を説明する。その他の土壌水質の特徴は発表時のポスターに記す。融雪期における Cl^- は 10 mg/L 以上であり、非融雪期と比較して高かった。特に、2019 年の融雪期終盤 (γ) 以降は $\text{Cl}^- > 30$ mg/L と高く推移した。この Cl^- 濃度の増加傾向は、2017～2020 年の融雪期で認められたことから、周期的に現れる挙動といえる。一方、 Na^+ は、融雪期・非融雪期の Cl^- の挙動である濃度増加の傾向が認められず、おおむね $\text{Na}^+ < 10$ mg/L で推移したものの、2019 年の融雪期終盤 (γ) 以降は $\text{Na}^+ > 30$ mg/L と高く推移した。濃度が比較的高かった Cl^- および Na^+ は、海水起源の NaCl に由来すると考えられる (加藤・馬, 1988)。礫が 70 cm 深において特に多く認められたため、この深度に着目すると、2016 年 8 月～2019 年 4 月の pH は 4.5 から 6.0 に増加したものの、2019 年 4 月以降の pH は 6.0 から 5.0 付近に減少した。2018 年 4 月上旬に石灰 (1.1 kgCa/10a) を表面散布した。その後、約 3 カ月かけて (2018 年 4 月 18 日～7 月 13 日の積算降水量 408 mm), 50 cm 深を中心に pH の増加が認められた後、2019 年 4 月下旬までの期間は全層で $6.5 < \text{pH} < 7.0$ の適正範囲にあった。降水量が少なかった 2019 年 5 月中旬～6 月下旬において全層の pH が急減し 5.5 を下回る pH が続いた。

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

キーワード: リンゴ園地, 礫質褐色森林土, 積雪寒冷地, 土壌水質, 休眠期間

その後、2019年の葉面散布を受け、 $6.0 < \text{pH} < 6.5$ 付近まで一時的に回復したものの、その後の降雨に伴う塩基類の溶脱等を受け、10, 20 cm 深において $4.5 < \text{pH} < 5.5$ に低下した。このことは、同タイミングで認められた高濃度の NO_3^- と SO_4^{2-} (それぞれ図 1 C, D に対応) と整合した。EC は $0.05 \sim 0.35 \text{ dS/m}$ の範囲にあり、毎年 4 月下旬の基肥後に微増し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移と良く対応した。

4. おわりに

本研究は、積雪寒冷地の礫質褐色森林土のリンゴ園において、樹園地土壌の適正管理を行うために必要な土壌水質について、その時空間な変動情報の獲得を目標としている。本稿では、土壌水に溶存している物質の種類や量を季節ごとに把握するために、pH および EC の周年挙動に着目した。pH については、酸性矯正を目的とした石灰施用後と、生育促進のための葉面散布後において適正範囲が継続したものの、土壌が極端に乾燥する時期においては全層の pH が急減し 5.5 を下回る pH が継続した。また、EC については $0.05 \sim 0.35 \text{ dS/m}$ の範囲で推移し、毎年 4 月下旬の基肥後に微増する傾向にあったものの、栄養塩過剰に伴う EC の極端な急増は認められなかった。樹園地土壌を適正に管理するためには、冬期間のリンゴ樹の休眠期間を含めた上で土壌環境情報を正確に把握する必要がある。今後も引き続き観測を継続し、得られた情報を生産現場に還元していきたい。

謝辞: 本研究は日本学術振興会 科研費(基盤 C, 16K07932 および基盤 B, 21H02303)の助成を受けた。土壌水質観測ではリンゴ生産者の工藤寿一氏の畑を拝借し、弘前大学農学生命科学部卒業生には現地調査と室内試験で協力いただいたので感謝申し上げます。

参考文献: 遠藤(2021) 農業農村工学会論文集, 313, 1_251-1_258; 加藤・馬(1988) 横浜国大環境研紀要, 15, 1-15

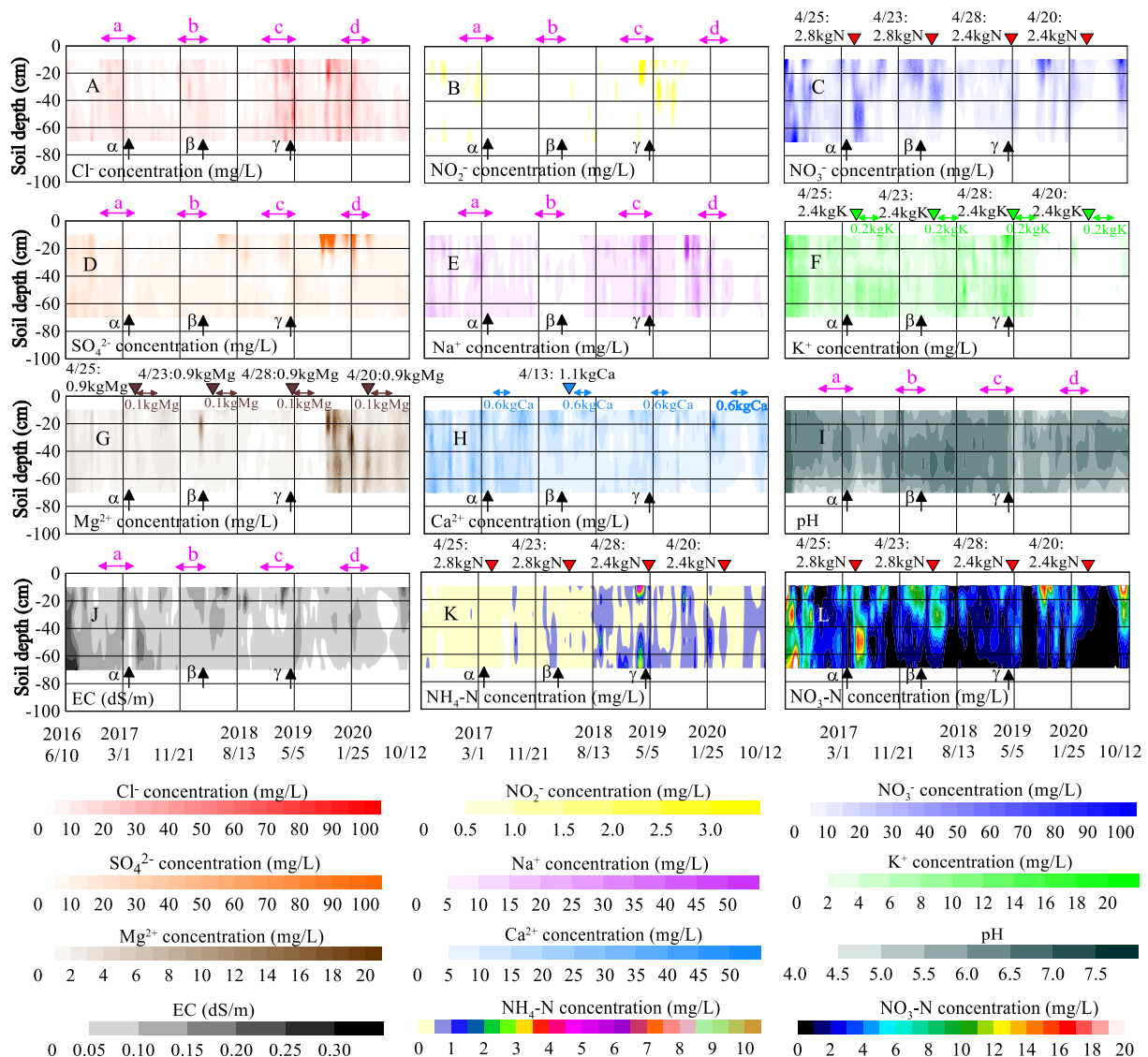


図 1 土壌水のイオン濃度、pH および EC の深度別経日変化 (A : Cl^- , B : NO_2^- , C : NO_3^- , D : SO_4^{2-} , E : Na^+ , F : K^+ , G : Mg^{2+} , H : Ca^{2+} , I : pH, J : EC, K : $\text{NH}_4\text{-N}$, L : $\text{NO}_3\text{-N}$) (♦印に付した記号 a~d と ↑印に付した記号 α~γ は、それぞれは 2017~2020 年の融雪期間と融雪期終盤時、▽印と△印に付した数値は、それぞれ施肥と葉面散布のタイミングと量 (kg/10a) を表す)

Temporal changes with respect to depth for ion concentration, pH and EC in soil water