

無施肥条件の灰色低地土リンゴ園における土壌水分・間隙水 EC および地温の特徴

Characteristics of soil moisture, pore water EC and soil temperature of Apple orchard in Gray lowland soil

○遠藤 明¹⁾・伊藤 大雄¹⁾・加藤 千尋¹⁾・佐々木 長市¹⁾・加藤 幸¹⁾
Akira ENDO¹⁾, Daiyu Ito¹⁾, Chihiro KATO¹⁾, Choichi SASAKI¹⁾, Koh KATO¹⁾

1. はじめに

青森県のリンゴ生産では、融雪期における肥料成分の流亡や春以降の肥料成分の吸収効率の観点から「消雪後、可能な限り早めに施肥をする」春施肥を推奨している。しかし、消雪時季に花芽や新梢が生育し始めるにあたり、春施肥のみ行って秋施肥を実施しないことに対して、生産者や研究者から疑問が呈されている。この疑問を解決する一助として、本研究では本研究では無施肥リンゴ園を供試し、地力窒素の発現や窒素固定に由来する無機態窒素の動態解明を目指している。この目的を受け、2016年5月中旬～2017年3月中旬の約10ヶ月にわたり無施肥条件の灰色低地土リンゴ園において、土壌中の体積含水率、マトリックポテンシャル、間隙水電気伝導率(EC_p)および地温の同時連続計測を行うことにより土壌環境の周年変化を把握したので報告する。

2. 材料および方法

(1) リンゴ園土壌の調査地点および測定項目

2016年5月18日に弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター藤崎農場(青森県藤崎町)のリンゴ園において土壌断面を観察した後、深度10, 30, 50, 70および100cmの5深度から不攪乱土(100cm³ サンプラーを使用)と攪乱土を採取した。土壌断面を観察する際に100cm以深まで掘削したものの、地下水は観測されなかった。土壌理化学性の概要を把握するため、不攪乱土を用いて、基本的な土壌物理性(土粒子密度, 三相分布, 粒度など)の測定, 変水位法による飽和透水係数の測定および加圧板法による保水性試験を行った。また、攪乱土壌のpH(1:2.5土壌水抽出液)とEC(1:5土壌水抽出液)を、それぞれガラス電極法と電気伝導率法により測定した。また、1:5土壌水抽出液のアンモニウム態窒素(以下, NH₄-Nと記す)と硝酸態窒素(以下, NO₃-Nと記す)は、イオンクロマトグラフ分析装置(ICS-90, Dionex)を用いて定量した。また、陽イオン交換容量(CEC)とリン酸吸収係数は、それぞれショーレンベルガー法とバナドモリブデン酸法により測定した。講演要旨作成の都合上、土壌特性等の詳細については発表時に掲載する。

(2) 誘電式土壌水分センサーの校正試験

はじめに、リンゴ園地における土壌の密度をカラム内に再現させるために、内径5cm, 高さ12.7cmの亚克力円筒(V=250cm³)の中に、各深度から採取した質量m(g)の攪乱土壌を、リンゴ園地の乾燥密度 ρ_d になるよう充填しながら、誘電式土壌水分計(5TE, Decagon)を円筒内土壌に埋設した(加藤ら, 2016)。次に、土壌センサーを埋設した土壌円筒を底面から毛管上昇により水分飽和させた。次に、円筒を水平に電子天秤に載せ円筒両面が蒸発条件になるよう静置した。最後に、乾燥過程における土壌カラムの質量変化を把握することで体積含水率 θ を把握し、土壌センサーによる体積含水率の出力値(θ_{5TE})と対比させた。最後に、重量法により算出した真の体積含水率 θ と土壌センサーにより計測した体積含水率の出力値 θ_{5TE} の関係性を把握することで、体積含水率に関する校正式を決定した。

(3) 土壌センサーと採水管の埋設

はじめに、校正済みの誘電式土壌水分計を土壌調査実施地点の深度10, 30, 50, 70および100cmの5深度に埋設した。また、マトリックポテンシャルを測定するため、深度10, 30, 50および70cmに水ポテンシャルセンサー(MPS-6, Decagon)に埋設した。次に、日降水量を測定するために雨量計(ECRN-50, Decagon)を設置した。次に、各種センサーと雨量計をデータロガー(Em50, Decagon)に接続し、30分間隔で体積含水率, EC, 地温およびマトリックポテンシャルを同時連続計測した。最後に、土壌間隙水を採取するため、深度10, 20, 30, 50, 70および100cmの6深度に集液導管カップ(DIK-8390, DAIKI)を埋設し、降雨後に土壌間隙水を採水してECを直接測定した。

1) 弘前大学農学生命科学部 1) Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

キーワード: リンゴ園土壌, 土壌水分, 間隙水 EC, 地温, 無機態窒素

3. 結果および考察

(1) 誘電式土壌水分センサーの校正結果

図1に誘電式土壌水分センサーの校正結果を示す。 $\theta_{5TE} > 0.3$ における真の体積含水率 θ は出力値 θ_{5TE} よりも大きい傾向にあり、全水分領域で非線形的な関係にあった。また、バルク EC と比誘電率に関しては $EC_{bulk} < 0.07$ において線形関係にあった。これらの校正曲線を利用して θ や間隙水 EC (EC_p) を推定することが可能と判断した。

(2) 無施肥条件のリンゴ園土壌における体積含水率・

マトリックポテンシャル・ EC_p および地温の経日変化

2016年5月20日～2017年3月21日におけるリンゴ園土壌の体積含水率、マトリックポテンシャル、間隙水 EC (EC_p) および地温の経日変化を図2に示す。観測開始日～8月中旬までの間、深度70cmの体積含水率が著しく減少した。このことは、土壌水分計5TEを埋設して埋め戻す際に、センサー埋設位置付近に粗間隙が形成され、粗間隙中の水が内部排水により降下浸透したことによるものと推察される。8月上旬は降雨量が少なかったことを受け、深度10cmのマトリックポテンシャルが pF 3 (-1000cmH₂O) を超えた。8月中旬以降は降雨による降下浸透水の影響を受け、体積含水率が増加傾向にあり、10月上旬以降では体積含水率に大きな増減傾向が認められなかった。2017年3月上旬以降には徐々に融雪が進んだものの、体積含水率の増加は認められなかった。深度10, 50cm以外の EC_p は観測開始日～10ヶ月間では大きな増減傾向が認められなかった。深度10cmの EC_p は10ヶ月間、深度50cmでは8月上旬～10月上旬の間で、ともに約0.5mS/cm増加した。深度10cmの最高地温は8月8日に26.5℃であった。また、同深度では12月26日以降に地温の振幅が認められなかったことから、この頃から根雪になったものと考えられる。

(3) 土壌間隙水 EC の経日変化の特徴

リンゴ園土壌に埋設した集液導管カップから直接採水・測定した2016年7月6日～2017年3月21日の間隙水 EC (EC_p) の経日変化を図3に示す。土壌センサーと EC メーターを用いて測定した間隙水 EC の間には約5～10倍程度の差異が認められたものの、深度30および50cm以外の深度における EC_p の増減傾向は概ね一致する傾向にあった。

4. おわりに

無施肥リンゴ園においては、施肥による窒素成分の供給が無いことから、 EC_p の経日変化は顕著なものではなかった。今後、無機化窒素の硝化に起因する EC_p 増加や硝酸態窒素の溶脱による EC_p 減少等の傾向を把握することは難しくなるであろう。しかし、 EC_p の僅かな変化を検出することができれば、地力窒素発現や樹根による窒素吸収といった土壌中の無機態窒素の挙動を理解することが可能になると考えられる。したがって、今後も引き続きリンゴ園土壌間隙水中の土壌水分や EC_p の観測・測定を継続していくことで、リンゴ園土壌環境の周年変化の特徴を明らかにしたいと考えている。

謝辞：本研究は日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤研究C，課題番号16K07932）の助成を受け実施したので謝意を表す。

引用文献：加藤 幸，遠藤 明，千葉 克己，溝口 勝（2016）：リンゴ園地における施肥後の土壌環境の「見える化」とその評価，農業農村工学会論文集，303，11_95-11_102。

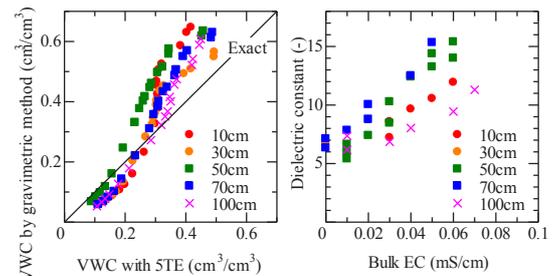


図1 誘電式土壌水分センサーの校正結果
Fig.1 Calibration results of 5TE soil sensors

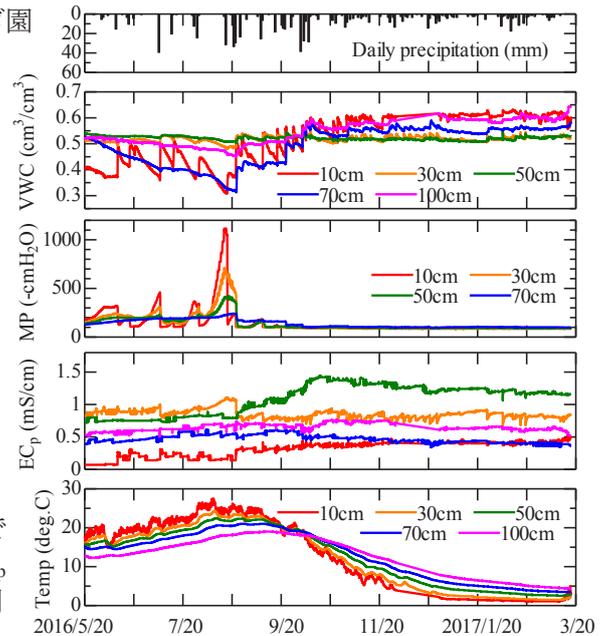


図2 リンゴ園土壌の体積含水率、マトリックポテンシャル、間隙水 EC (EC_p) および地温の経日変化
Fig.2 Temporal changes of volumetric water content, matric potential, pore water EC (EC_p) and soil temperature

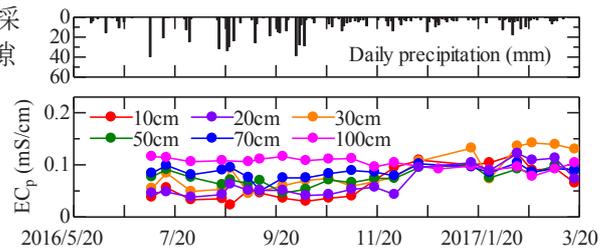


図3 リンゴ園土壌から直接採水した間隙水の EC_p の経時変化 (ECメーターを用いた測定値)

Fig.3 Temporal changes of pore water EC (EC_p) collected from collecting tube and measured by using the EC meter