令和３年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：　３１０２－３２５３１１　（経常（各部）研究）

１．研究課題名と成果の要約

１）研究成果名：可視光・近赤外光センサーを用いたトマトの非破壊窒素栄養診断法
（**研究課題名**：トマトにおける近赤外光センサーを用いた非破壊窒素栄養診断法の開発）

２）キーワード：近赤外分光分析、トマト、栄養診断、非破壊測定、硝酸濃度

３）成果の要約：可視光・近赤外光センサーを用いると、トマトの窒素栄養状態を良く反映し、従来法で測定不可能な主茎の硝酸濃度を簡便に測定できる。第 1 果房上下の主茎の硝酸濃度 1500～3200mg/L を栄養診断基準値とし、同センサーを用いた経時的な診断に基づき窒素施肥量を増減することで生育・収量の安定化に寄与する。

２．研究機関名

１）代表機関・部・グループ・役職・担当者名：道南農試・研究部・生産技術グループ・研究職員・古林直太

２）共同研究機関（協力機関）：（㈱HKN エンジニアリング）

３．研究期間：令和元～3 年度　（2019～2021 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

トマトでは窒素栄養診断に基づく施肥対応が確立されているが、診断部位の採取、硝酸濃度の測定など、分析操作が煩雑で継続診断が困難な場合がある。近年、近赤外光センサーによる非破壊診断法が他作物で実用化されており、これをトマトに利用できれば数分で診断でき、同一部位の栄養状態を経時的にモニタリングできる。

２）研究の目的

トマトの窒素栄養状態を簡便で経時的に測定できる可視光・近赤外光センサーを用いた診断法を開発する。

５．研究内容

１）窒素栄養診断部位の選定（R1～3 年度）

・**ねらい**：作物体各部位の硝酸濃度の分布や推移から、窒素栄養診断に適する測定部位を明らかにする。

・**試験項目等**：試験地：農試 A, B, C ハウス(褐色低地土)、品種：「麗夏」、作型：ハウス夏秋どり、7 段どり、窒素施肥処理：各ハウス 4 水準（A；0～35、B；0～30、C；0～45 kg/10a）、調査項目：各部位の硝酸濃度の推移、果実収量、養分吸収量、土壌無機態窒素など

２）可視光・近赤外光センサーによるトマト作物体内硝酸濃度の推定（R2～3 年度）

・**ねらい**：可視光・近赤外光センサーを用いてトマト作物体内の硝酸濃度を推定し、その精度を検証する。

・**試験項目等**：上記 1)の「麗夏」の他に「CF 桃太郎ファイト」を次の条件で供試。試験地：農試 D, E ハウス(褐色低地土)、作型：半促成長期どり、12 段どり、窒素施肥処理：2～3 水準（D；34, 55、E；28～45 kg/10a）。供試機器：（株）HKN エンジニアリング社製の可搬型可視光・近赤外光測定装置、センサー部を主茎に巻付け 0.06 秒間測定。推定方法：可視・近赤外スペクトルと硝酸濃度実測値の関係から検量線を作成し、硝酸濃度を推定。

３）可視光・近赤外光センサーを用いた非破壊窒素栄養診断法の開発（R2～R3 年度）

・**ねらい**：トマトにおける可視光・近赤外光センサーを利用した非破壊窒素栄養診断法を開発する。

・**試験項目等**：１）の試験から主茎硝酸濃度による窒素栄養診断基準値を設定し、２）で作成した検量線の診断基準区分への適合性を検討。

６．研究成果

１）主茎は従来の診断部位（第 1 果房直下葉の先端小葉の葉柄）に比べ、硝酸濃度の範囲が半分以下であるものの、各測定時期における硝酸濃度と窒素供給量および窒素吸収量との相関係数が概ね高く、トマトの栄養状態を良く反映していた（表 1）。段位別では第 1 果房直下の主茎が最も相関係数が高く、濃度範囲も広く、第 1 果房肥大期から測定できるため診断部位として適していた。また、果房直上と直下の主茎硝酸濃度は 1：1 の関係（$y=1.03x+7.33, r=0.94, p<0.01$）にあり、診断部位は上下を問わなかった（データ省略）。

２）収量性が異なる 2 品種から作成した品種区分なしの主茎硝酸濃度予測検量線の精度は $r=0.59$、SEP＝541 mg/L で、品種別に作成した検量線と比べ予測精度が高く、その他の品種への適用を勘案するとより汎用性の高い検量線であった（図 1）。

３）① 主茎硝酸濃度と総収量の関係から、安定的な収量（最大収量に対する相対比 95 以上、17t/10a 以上）を確保できる硝酸濃度は概ね 1500～3200mg/L の範囲にあった（図 2）。一方、主茎硝酸濃度と跡地土壌(0～40cm)に残存する硝酸態窒素含量の関係をみると、硝酸濃度 3200mg/L 超過で残存硝酸態窒素が増加する傾向にあった（データ略）。これらのことから、第 1 果房直上下の主茎硝酸濃度を指標とした窒素栄養診断基準値を「1500～3200mg/L」と設定した。

② 可視光・近赤外光センサーの主茎硝酸濃度予測検量線を用いた推定値は、中庸な生育の個体を 5 株以上測定し、その過半数が含まれる診断基準区分を診断結果とすると適合割合は 77%であったが、5 日後の再診断を組み合わせることで窒素栄養診断に基づく施肥対応に活用できる（データ略）。

③ ハウス夏秋どりトマトの第 1～5 果房の各肥大期における栄養診断で、主茎硝酸濃度が診断基準値を逸脱する頻度が少ないほど多収であった（データ略）ことから、経時的モニタリングによる窒素栄養診断に基づく施肥対応（図 3）を行うことで生育・収量の安定化が図られる。

＜具体的データ＞

表１　各部位の硝酸濃度範囲[1)]と硝酸濃度と窒素供給量[2)]および窒素吸収量[3)]との相関係数[4)]（A ハウス）

測定部位	項目	窒素供給量					窒素吸収量	
		測定時期（果房肥大期）					同左	
		第1	第2	第3	第4	第5	第1	第5
主茎	硝酸濃度	171~3229	0~2983	70~3576	0~2742	0~3621	171~3229	0~3621
（第1果房直下）	相関係数	0.92 **	0.92 **	0.91 **	0.92 **	0.94 **	0.82 **	0.83 **
主茎	硝酸濃度	測定不可能	0~2369	12~3464	4~2712	0~2462	測定不可能	0~2462
（第2果房直下）	相関係数		0.89 **	0.85 **	0.91 **	0.91 **		0.77 **
葉柄	硝酸濃度	514~6594	0~10740	0~12819	0~13484	0~11665	514~6594	0~11665
（第1果房直下）	相関係数	0.92 **	0.94 **	0.65 **	0.89 **	0.79 **	0.82 **	0.74 **

1)単位はmg/L、 2)窒素供給量は施肥前作土（0-40 cm）の残存硝酸態窒素量と窒素施肥量の合計（kg/10a）
3)窒素吸収量は測定時の茎葉と果実の窒素吸収量の合計、 4) **は相関が1%水準で有意を示す

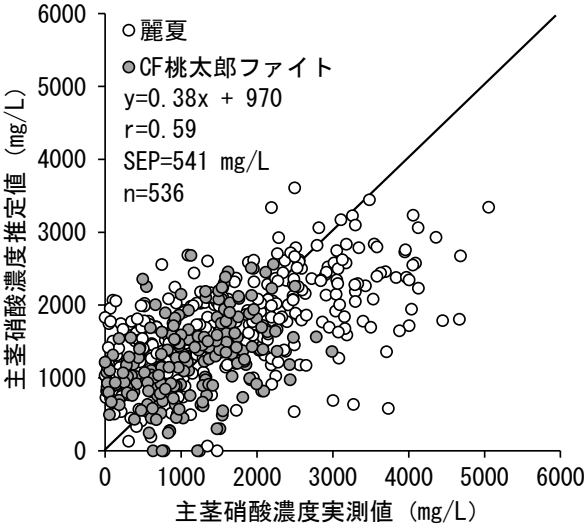

図１　第１果房上下主茎硝酸濃度の可視光・近赤外光センサー推定値と実測値の関係

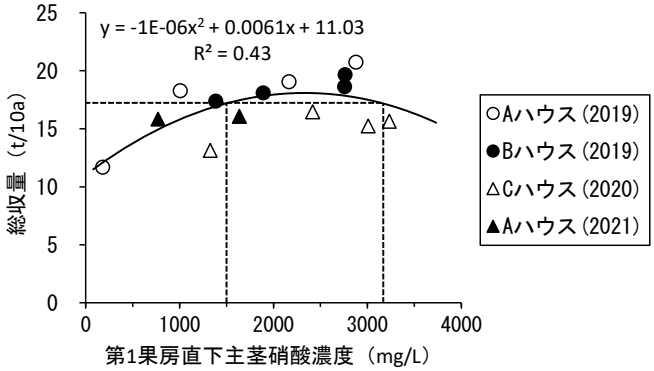

図２　第１果房直下主茎硝酸濃度（第５果房肥大期）と総収量の関係

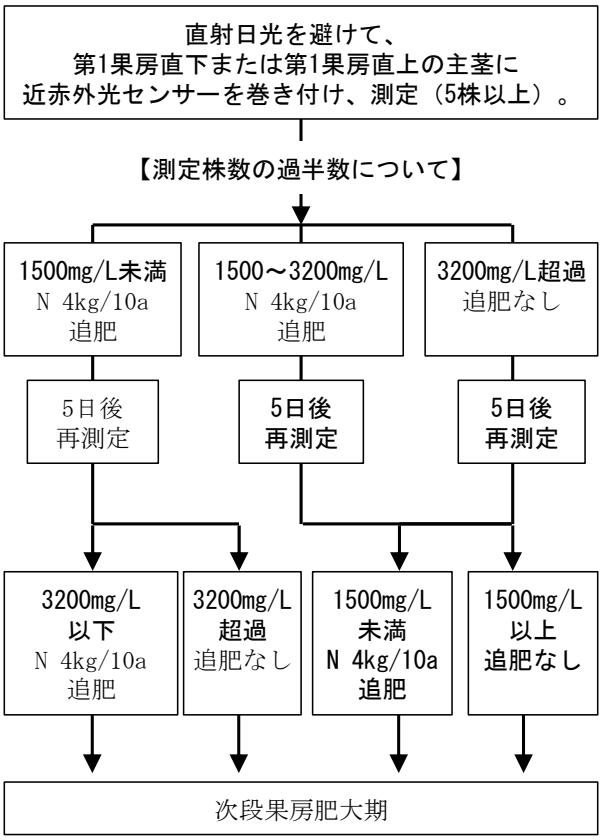

図３　可視光・近赤外光センサーを用いた主茎窒素栄養診断に基づく施肥対応
（従来法から変更・追加した箇所をゴシック体で表記）

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

（１）本成果はトマトにおける窒素栄養診断に基づく施肥対応を行う際の簡易診断法として活用する。

２）残された問題とその対応　なし

８．研究成果の発表等　　坂口雅己ら（2019）日本土壌肥料学会北海道支部秋季大会講演要旨集 p. 15