

ハウス土壌の下層土診断による窒素施肥改善

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	林, 哲央 日笠, 裕治 中住, 晴彦
巻/号	75巻5号
掲載ページ	p. 617-621
発行年月	2004年10月



ハウス土壌の下層土診断による窒素施肥改善*1

林 哲央*2・日笠裕治*3・中住晴彦*4

キーワード ハウス土壌, 下層土, 土壌診断, 硝酸態窒素, トマト

1. はじめに

ハウス土壌の生産性を維持するためには適切な施肥と土壌診断により塩類を集積させずに管理する必要があるが、北海道ではこれまで施肥前の作土に残存した硝酸態窒素を評価して施肥量を決めていた¹⁾。ハウスにおける土壌診断は多くの場合、作土層を対象としており、50~60 cm 程度の深さ以下に移動した硝酸態窒素は系外に排出されたと見なした報告が多い^{2~10)}。

一方、建設後年数の長いハウスでは下層土に硝酸態窒素が残存し、作物体に吸収されることが認められている¹¹⁾。現在の土壌診断法では下層土に存在する硝酸態窒素の評価が不十分なため、結果的に過剰な施肥が行われる恐れがある。また、長期にわたり栽培される果菜類等は追肥を行うのが一般的であるが、追肥時期における作物根は下層土に達し、そこに存在する硝酸態窒素を吸収することが考えられる。さらに、作物生育に対する下層土の影響を論じた報告は多いが^{12~19)}、技術化まで及んだものは少なく^{20,21)}、中でもハウス土壌を対象とした報告は見当たらない。

そこで、ハウス土壌の下層土診断に基づく窒素施肥改善について検討した。

2. ハウス土壌の下層土診断法の作成と窒素施肥改善の概要

本技術はハウス土壌の下層土における硝酸態窒素の残存特性および作物体による利用特性を明らかにし、下層土に

残存する硝酸態窒素を評価して窒素施肥改善をはかろうとするものである。①下層土診断が必要なハウスの選別、②下層土に残存する硝酸態窒素の推定法、③下層土に残存する硝酸態窒素を追肥窒素と同様に利用できる条件などを整理し、窒素減肥可能量を算出する。以下に窒素診断法の作成と利用の手順について述べる。

3. ハウス下層土診断法の作成と利用手順

1) 主要なトマト産地におけるハウス土壌の硝酸態窒素の実態

北海道の代表的なトマト産地のハウスで深さ1 mまでの垂直土壌養分実態を調査し、土壌管理方法と下層に残存する硝酸態窒素との関係を検討した。

北海道における市町村別トマト生産面積が第1位である日高管内平取町で1998~1999年に44棟、同2位の後志管内余市町で2000年に31棟のハウスを調査した。調査ハウスの土壌は褐色低地土および灰色低地土が多く、黒ボク土および泥炭土が各数点あった。土壌は施肥前に直径25 mmの検土杖を用いて20 cmごとの層位別に深さ1 mまで採取した。硝酸態窒素はフェノール硫酸法で定量した。

土壌診断に基づく施肥対応を行っていないハウスでは、施肥前の下層に残存する硝酸態窒素が土壌診断を実施したハウスと比較して平均で約2倍高い傾向にあった(表1)。また、暗渠のないハウスでは下層の硝酸態窒素が暗渠の埋設されたハウスよりも高かった(表2)。

以上のことから、下層土診断を必要とするハウスは土壌診断に基づく施肥対応を実施していないハウス、暗渠の設置されていないハウスであると判断した。

2) 下層に残存する硝酸態窒素の作物による利用特性

北海道における代表的なハウス作物であるトマト「ハウス桃太郎」および軟白ネギ「元蔵」について下層に残存する硝酸態窒素の吸収時期と深さを検討した。

直径0.4 m、深さ1 mの円型枠に褐色低地土(熱水抽出性窒素が作土層で $25.0 \pm 3.9 \text{ mg kg}^{-1}$ 、下層で $23.0 \pm 3.5 \text{ mg kg}^{-1}$)を用いて2反復で試験した。トマトで深さ90 cmまたは60 cmの何れかに 50 g m^{-2} の硝酸態窒素を、ネギでは深さ80 cmまたは40 cmの何れかに 25 g m^{-2} の硝酸態窒素を各々硝酸カルシウムで定植前に施肥し、各作物ごとに生育を対照区(基肥は無施用、定植後28日目から同量の硝酸態窒素を表層から追肥)と比較した。両作物

Tetsuo Hayashi, Yuji Hikasa and Haruhiko Nakazumi : Improved Nitrogen Application Method Based on the Subsoil Test under Greenhouse Conditions

*1 本報告の概要は日本土壌肥料学会 2003年神奈川大会において発表した。また本報告は2002年度北海道農業試験会議において普及推進事項となった。

*2 北海道立道南農業試験場(現在、北海道立北見農業試験場 099-1496 北海道常呂郡訓子府町字弥生 52)

*3 同上(現在、北海道立中央農業試験場 069-1395 北海道夕張郡長沼町東 6線北 15)

*4 同上(041-1201 北海道亀田郡大野町本町 680) 2004年3月17日 受付・受理

日本土壌肥料学雑誌 第75巻 第5号 p.617~621 (2004)

とも4月定植夏秋どり作型で、栽植密度はトマトが8.0本/m²、軟白ネギが79.6本/m²とした。かん水は作土層の水分ポテンシャルがトマトで98.1 kPa、軟白ネギで19.6 kPaになったときを目安にして1回につき10 L m⁻²を全面に行った。

トマト栽培では定植前に深さ60 cmに硝酸態窒素を施肥した区の生育および収量が対照区と同等であり、深さ90 cmに施肥した区では対照に劣った。軟白ネギでは深さ40および80 cmに硝酸態窒素が残存する区で対照よりも

生育が劣った(表3)。深さ60 cmに施肥したトマト栽培区における層別別の土壤硝酸態窒素は栽培前期には施肥した深さで最も高く、栽培後期には施肥した深さで低くなり、その20 cm上の層でやや高くなった(表4)。このことから、下層に残存する硝酸態窒素が作物に利用されるのは、主に作物根が到達する深さに依存すると考えた。トマトの根は追肥時期の前半には既に深さ60 cm程度に到達したが(表5)、軟白ネギの根は栽培終了時でも殆どが深さ20 cm以内の作土層に存在した(図1)。従って、両作物が下層に残存する硝酸態窒素に対して異なる反応を示したのは両作物の根系が異なるためである。深さ90 cmに施肥した硝酸態窒素も、生育後期にはトマトの根が到達して吸収されていたと推察するが、吸収時期が遅かったため生育および収量に反映しなかったと考えられる。

以上のことから、トマト等の深根性作物を栽培する場合には定植前に深さ60 cmまでの下層に残存する硝酸態窒素を追肥窒素と同様に評価することができると結論した。

3) 土壤物理性がトマトの下層窒素吸収に与える影響

トマト根が下層の硝酸態窒素を吸収するときに、下層土における耕盤や砂礫の存在が物理的な阻害要因となる可能性がある。

前項と同様の枠試験を行い、耕盤層の存在を想定し、遮根布を深さ40 cmまたは80 cmに敷いた処理と、砂礫層の存在を想定し、直径5~10 mmの軽石を深さ40 cm以深または80 cm以深に厚さ10 cmに敷いた処理を設け、根域制限条件を作出した。各枠に深さ90 cmに50 g m⁻²の硝酸態窒素を施肥して夏秋どり作型でトマト栽培し、対照区(根域制限なし)と生育を比較した。

トマトの生育は何れの根域制限条件でも対照区と比較して抑制され、根域を浅く制限するほど著しかった。制限方法を比較すると、軽石層のほうが遮根布よりも生育を抑制

表1 土壤診断の実施の有無が下層に残存する硝酸態窒素に与える影響

深さ (cm)	硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)	
	診断なし	診断実施
0~20	36.2±23.2	22.6±18.2
20~40	37.2±23.2	16.3±12.7
40~60	36.8±20.9	13.7±12.3
60~80	32.7±18.7	17.7±14.8
80~100	28.0±17.2	18.7±19.4

周年被覆したハウス、建設後5年未満のハウス、泥炭土は含まれない。±以下は標準偏差。

表2 暗渠埋設の有無が硝酸態窒素の下層残存に与える影響(同一農家の2ハウスで融雪後に比較)

深さ (cm)	硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)	
	暗渠なし	暗渠埋設
0~20	23.5	3.0
20~40	20.9	10.6
40~60	30.3	12.6
60~80	29.0	17.9
80~100	13.2	21.5

表3 窒素施肥位置が各作物の生育・収量に与える影響

処 理	ト マ ト		軟白ネギ
	生育指数 ^b	全収量(kg m ⁻²)	生育指数 ^b
深さ90 cm (80 cm) ^a に施肥	379	18.6	151
深さ60 cm (40 cm) ^a に施肥	434	23.7	155
定植後28日目から追肥(対照区)	436	24.8	178

^a カッコ内は軟白ネギの場合。^b 生育指数=草丈(cm)×平均茎径または葉鞘径(cm)。

表4 深さ60 cm施肥トマト栽培区における層別別土壤硝酸態窒素の推移

採取層 (cm)	層別別の土壤硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)										
	14 ^a	28	42	56	70	84	98	112	126	140	156
0~20	4	3	3	3	3	4	5	4	6	7	8
20~40	5	4	3	2	3	4	5	4	5	5	8
40~60	18	38	70	54	92	70	60	41	53	46	32
60~80	148	134	116	111	63	43	69	69	44	43	63
80~100	12	11	11	14	7	6	8	7	6	7	8

^a 定植後日数。

処理：定植前に深さ60 cmに硝酸態窒素を施肥した。

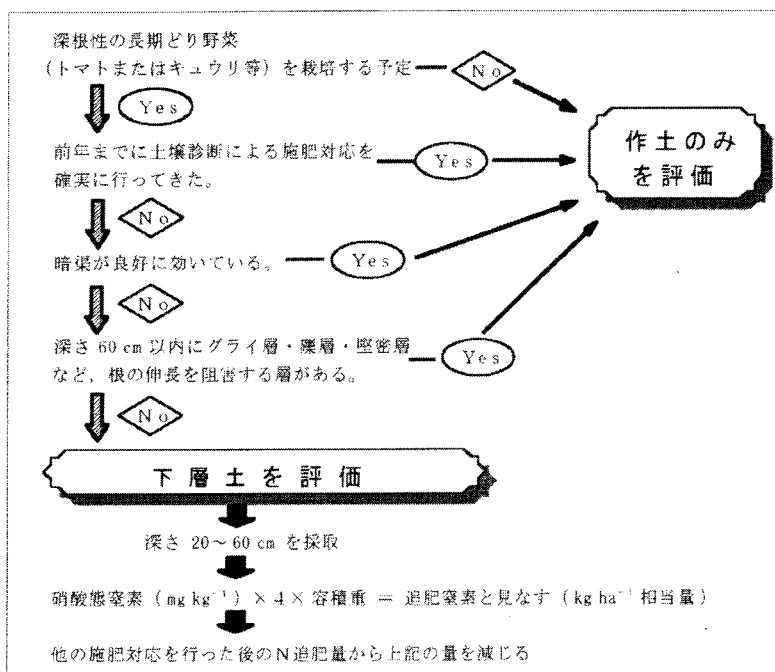


図3 ハウス下層土診断法

表7 産地別平均の土壤硝酸態窒素、層別窒素量と窒素減肥可能量(施肥前)

調査 産地	層位 (cm)	硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)	残存窒素量 ^a (kg ha ⁻¹)	20~60 cm 合計の窒素 減肥可能量
平取町	0~ 20	69.8±64.5	156.1±141.5	} 201.3 kg ha ⁻¹
	20~ 40	57.2±64.0	125.1±134.3	
	40~ 60	36.1±36.5	76.2± 70.8	
	60~ 80	29.8±28.2	57.7± 46.9	
	80~100	25.5±22.4	51.8± 45.6	
余市町	0~ 20	31.3±23.4	65.0± 47.7	} 168.4 kg ha ⁻¹
	20~ 40	38.0±30.8	79.2± 64.9	
	40~ 60	72.3±87.6	89.2± 84.4	
	60~ 80	54.3±62.2	67.7± 51.1	
	80~100	35.4±29.0	50.2± 35.7	

^a 層別別に土壤硝酸態窒素と推定容積重から算出。

対応を実施していないハウスと暗渠の設置されていないハウスを下層土診断の対象にすべきと判断した。これらの結果から、北海道のハウス栽培における下層土診断法を図3のように提案する。

本診断法による窒素減肥可能量は、実態調査の結果から平取町のハウスでは平均 201 kg ha⁻¹、余市町で 168 kg ha⁻¹ と見積もられた (表7)。本技術の導入によりハウス栽培における窒素追肥量を減らし、下層に残存する硝酸態窒素を低減させ、その結果として農地系外への硝酸負荷を軽減できる。

4. 本技術を活用する上で留意すべき点

本診断法は夏秋どりトマトを7~8段まで収穫することを前提にしており、長期どりトマトでは根系の深さに対応して診断対象となる深さがやや異なる可能性がある。ま

た、前年まで土壌診断による施肥対応を行ってきたハウスを対象としていないが、前年の診断時に作物体が1作で吸収する窒素量 (夏秋どりトマトでは 250 kg ha⁻¹ 程度) 以上の硝酸態窒素を下層に残存している土壌では、次作にも再び下層土診断することが望ましい。また、軟白ネギ等の浅根性作物は下層に残存する硝酸態窒素を施肥窒素と同様に利用することができないので、これらを栽培するときは毎作の土壌診断と適正な施肥管理を行い環境負荷を低減させるべきである。

なお、本試験では診断値の有効年限や一度診断した後の有効栽培回数については検討しなかったが、今後の下層土診断の普及に当たっては、栽培前の下層に残存した硝酸態窒素の作物吸収による減少程度、あるいは一度診断した後の下層への窒素の再蓄積特性などを明らかにし、診断値の有効年限を設定する必要がある。また、泥炭土は有機物由来する下層からの窒素供給力が高いが、本診断法はこの点には対応していない。泥炭からの窒素供給力を考慮した下層土診断法の改善は今後に残された課題である。

謝辞 北海道立中央農業試験場 能代昌雄農業環境部長、並びに北海道農業研究センター 建部雅子博士には本稿を校閲して頂き、本研究の実施に当たり元北海道道南農業試験場 坂本宣崇博士、同 川原祥司専門研究員、同 大村邦男博士には多くの有益な助言を頂き、実態調査では各地の農業関係機関に御協力頂いた。以上の各位に謝意を表する。

文 献

- 1) 北海道農政部編：北海道施肥ガイド，p.110~190，札幌 (2002)

- 2) 嶋田永生・武井昭夫：被覆そ菜栽培における施肥と土壌管理, 農及園, **39**, 1549~1552 (1964)
- 3) 景山美葵陽・正木 敬・片井政一：被覆下そ菜園土壌の生産力低下防止に関する研究 第4報 土壌中の可溶性塩類の除去に関する試験1, 園試報告, **B8**, 43~77 (1968)
- 4) 吉村修一・伊藤 清・赤木慎二・木村 康・左手勝巳：ハウスナス連作土壌の対策調査[I], 大阪農技セ研報, **9**, 87~98 (1972)
- 5) 水田昌宏・浅野 亨：塩類集積防止に関する研究 (第2報) 灌水除塩の方法と除塩効果, 奈良農試研報, **6**, 51~57 (1974)
- 6) 柳井利夫：ハウス土壌の灌水処理が土壌に集積した物質の変化におよぼす影響, 高知農林研報, **10**, 29~36 (1978)
- 7) 石川格司・中村 毅：ハウス土壌における集積塩類除去のための灌水効果, 農及園, **60**, 49~52 (1985)
- 8) 荒垣憲一・藤井弘志・中西政則：野菜ハウス畑における土壌化学性の実態と問題点, 山形農試研報, **21**, 45~62 (1986)
- 9) 池田彰弘・塩田悠賀里・武井昭夫：施設土壌のかん水・太陽熱処理による塩類の挙動と除塩効果, 愛知農総試研報, **22**, 295~302 (1990)
- 10) 日本土壌肥料学会編：塩集積土壌と農業, p. 96~122, 博友社, 東京 (1991)
- 11) 林 哲央・坂本宣崇・元木征治：道南地域の施設土壌の特性解明 第1報 無機成分の垂直分布, 土肥要旨集, **43**, 309 (1997)
- 12) Doss, B. D., Evans, C. E. and Turner, J. L.: Influence of subsoil acidity on tomato yield and fruit size. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **102**, 643~645 (1977)
- 13) 松浦勝美・福永明憲・坂上行雄：水稻の生育と無機養分吸収に及ぼす下層土の役割に関するモデル実験, 土肥誌, **48**, 19~24 (1977)
- 14) Hills, F. J., Broadbent, F. E. and Lorenz, O. A.: Fertilizer nitrogen utilization by corn, tomato, and sugarbeet. *Agron. J.*, **75**, 423~426 (1983)
- 15) 三枝正彦・庄子貞雄・酒井 博：黒ボク土下層の酸性がムギ類の施肥窒素吸収と生育収量におよぼす影響, 土肥誌, **54**, 460~466 (1983)
- 16) 伊藤秀文・荒木浩一：施設トマト栽培土壌における施用窒素の収支に関する一考察, 野菜試報告, **A12**, 131~139 (1984)
- 17) 喜多村俊明・庄子貞雄・尾形佳彦・竹田康夫・秋谷達司：バーレー種タバコに対する黒ボク土下層からの無機態窒素の供給について, 土肥誌, **57**, 414~417 (1986)
- 18) 新良力也・西宗 昭：北海道における秋播コムギ子実への施肥窒素の集積と土壌由来窒素の吸収, 同上, **69**, 604~611 (1998)
- 19) 鳥山和伸：フィールドから展開される土壌肥料学 1. 大区画水田における地力窒素ムラと水稻生育, 同上, **72**, 453~458 (2001)
- 20) 佐藤俊夫・藤井弘志・荒垣憲一・渡辺幸一郎：深耕時における下層土の窒素肥沃性と水稻生育について, 同上, **61**, 198~201 (1990)
- 21) 今野一男：網走地方の畑作地帯における有機物および土壌の窒素評価と施肥対応, 北海道立農試報告, **98**, 67~75 (2001)
- 22) 三好 洋：根群発達の良好な土壌条件からみた畑地の有効土層の検討, 土肥誌, **43**, 92~97 (1972)