

北海道のハウス土壌における ハウレンソウ栽培のための下層土窒素診断法

(地独)北海道立総合研究機構 道南農業試験場
研究部 地域技術グループ

主 査 林 哲 央

(前 北海道立総合研究機構 花・野菜技術センター 研究部 生産環境グループ)

1. はじめに

ハウレンソウ栽培では栄養生長の途中に葉を可食部として収穫するが、一般に生育盛期の葉柄は硝酸イオンを蓄積しやすく、収穫物の硝酸イオン濃度が高まりやすい。そのため、北海道ではハウレンソウのハウス作型において、これまで夏どり栽培での硝酸イオン濃度について独自の指標値(新鮮重当たり3.0g/kg以下) および指標値を達成するための作土の土壌窒素評価などの栽培指針を示している。

しかし、近年の北海道内を対象とした実態調査では、土壌中の硝酸態窒素が2~3mg/100g程度と低い場合にも、ハウレンソウの硝酸イオン濃度が指標値を超える事例が多く認められた。このとき、必ずしも土壌中の硝酸態窒素が高いときにハウレンソウの硝酸イオン濃度が高いとは限らなかった。つまり、作土の硝酸態窒素を対象とする従来の土壌診断に基づいた窒素施肥技術では、ハウレンソウの硝酸イオン濃度を指標値以下にできない場合のあることが分かった。近年の北海道内のハウレンソウ栽培ハウスにおける調査例では、下層土中に硝酸態窒素が残存しており、これがハウレンソウの硝酸イオン濃度を高めている可能性がある。また、北海道のハウス栽培では年間の窒素施肥量が窒素持出量より40~50kg/10a多い事例があり、窒素収支の面からも窒素施肥量を窒素持出量に近づけられるように施肥法を改善する必要がある。

そこで、ハウレンソウが下層土に存在する窒素を吸収することを明らかにし、その性質に基づき作土層に加えて下層土の残存窒素量を評価した施肥改善を行い、硝酸イオン濃度を低下させる技術を開発したので紹介する。

2. 試験方法

1) 現地実態調査

旭川市において2007年に4棟のハウスでハウレンソウの硝酸イオン濃度(新鮮重当たり、以下同じ)と土壌中の硝酸態窒素含量の推移を周年調査した。各ハウスの栽培管理は当該地域における一般的な方法(2~11月頃にビニール被覆、冬期間は積雪下)で行われており、13~31年にわたりハウレンソウが連作されていた。調査年には各々で年間5作栽培されており、年間窒素施肥量は39~51kg/10aであった。ハウレンソウの硝酸イオン濃度はフードプロセッサーで粉碎した後、蒸留水を添加してホモジナイザーで微粉碎して分析した。

2) 根系の窒素吸収特性

ハウレンソウの収穫時の根系を滝川市のハウス(灰色台地土)において深さ別の根の本数より調査し、根長密度を算出した。また、土壌の深さ別の硝酸態窒素の吸収パターンを調査するため、発芽始期に株間に穴を開けて、深さ10cm刻みで埋設位置を変えて¹⁵N標識硝酸カルシウムとして硝酸態窒素を5kg/10aずつ施用し、秋まきと夏まきの作型でハウレンソウを栽培した。

3) 窒素診断の対象土層の検討

2007年2月~2008年10月の2年間に旭川市内の4棟の農家ハウス(何れも褐色低地土)においてハウレンソウを1年当たり5作栽培し、窒素施肥試験を行った。処理は各作期の施肥前に、①作土(深さ0~20cm)、②深さ0~40cm、③深さ0~60cmの各々に存在する硝酸態窒素に基づいて窒素施肥量を決定した区、および④無窒素区を設定し、各区におけるハウレンソウの硝酸イオン濃度と総収量を調査した。

処理区③における窒素施肥量は、深さ0~20cm (a), 20~40cm (b), 40~60cm (c) の各層位における土壌中の硝酸態窒素含量を0~40cmまで (a+b), あるいは0~60cmまで (a+b+c) 足し合わせた数値 (d) を各区における残存窒素

も1作目で低く、栽培回数を経過するほど高まった (図1)。市販ハウレンソウの場合、硝酸イオン濃度は夏に高まり秋に低下する傾向にあるが、同一圃場内では窒素施肥量による差のほうが季節間差より大きいことが知られ、硝酸イオン濃度は

表1. 土壌の硝酸態窒素含量に基づく窒素施肥量決定における評価対象土層深の検討方法

深さ (cm)	土壌硝酸態窒素含量 (mg/100g)	評価対象土層の深さ (cm)	各層位での窒素含量を足し算	左記の数値 d (土壌硝酸態窒素含量)				
				~5	5~10	10~15	15~20	20~
0~20	a	0~20 0~40 0~60	a = d	12	9	6	3	0
20~40	b		a+b = d					
40~60	c		a+b+c = d					

量と見立て、表1により行った。すなわち、表1の右半分において土壌中の硝酸態窒素含量 (d) を5mg/100gごとに区切り、各々に窒素施肥量を設定した。ここで、土壌中の硝酸態窒素と窒素施肥量との対応関係は、「北海道施肥ガイド」における窒素施肥対応表 (北海道農政部, 2010) に準じた。調査期間中の1作当たりの平均栽培日数は37日であり、品種は当該農家が各作期に栽培したものをを用いた。

3. ハウレンソウの硝酸イオン濃度と土壌中の硝酸態窒素の現地実態

各ハウスにおける収穫時のハウレンソウの硝酸イオン濃度、深さ0~20cm (作土層)、同20~40cmの土壌中の硝酸態窒素はいずれ

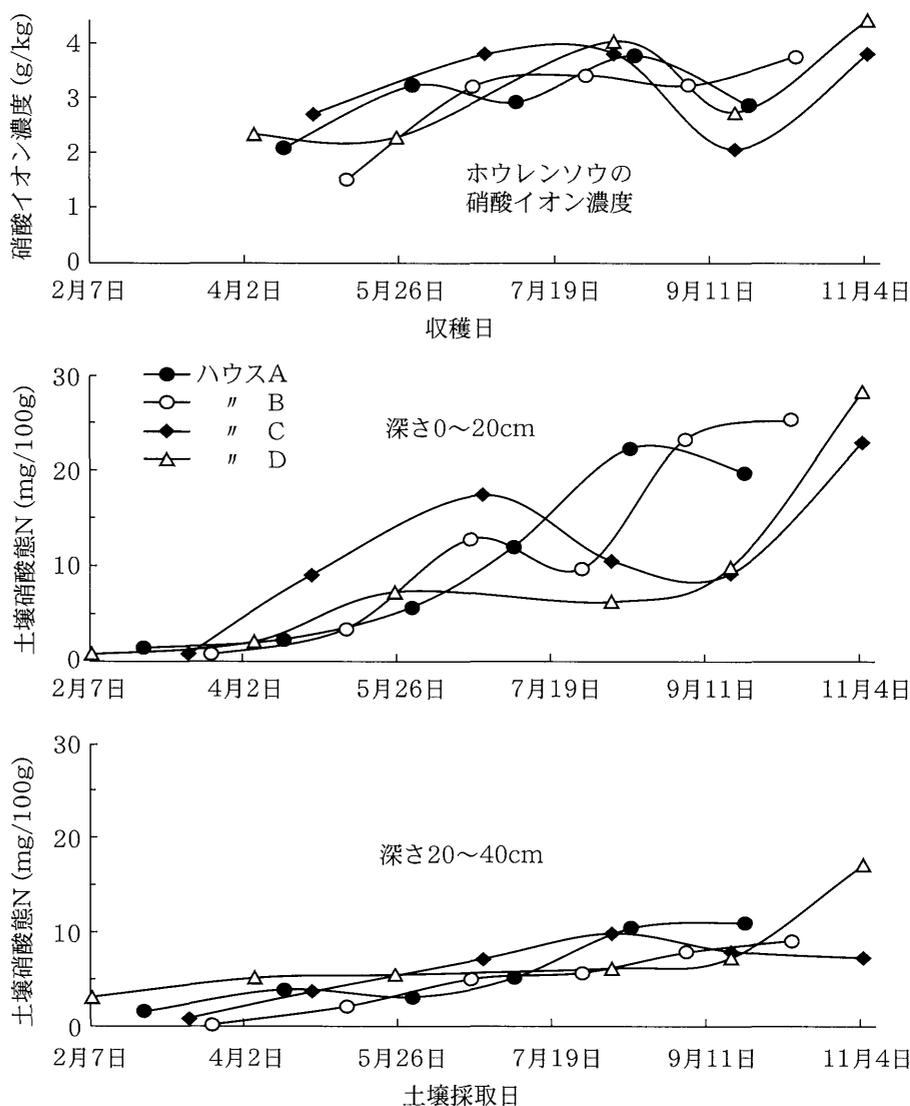


図1. 農家圃場におけるハウレンソウの硝酸イオン濃度と土壌硝酸態窒素の季節推移

主に窒素施肥や土壌窒素レベルにより変動する。本調査では11月に収穫した5作目の硝酸イオン濃度が最も高かったが、これは当分の生育期間中における土壌中の硝酸態窒素が高かったためであろう。本調査における窒素施肥量は作土層に残存する硝酸態窒素含量に対応して減肥したが、作土

層に加えて深さ20~40cmの硝酸態窒素含量が栽培期間中に高まる傾向を示したことが、ハウレンソウの硝酸イオン濃度が上昇した要因のひとつであると考えられた。

4. ハウレンソウ根系の窒素吸収特性

根系は深さ40~50cmに達しており、主要な根群は深さ10~30cmに存在した(表2)。ハウレンソウの原産地は中央あるいは西アジアの乾燥地帯と考えられており、根系は播種後70日で深さ1.2mに達するとされる。北海道におけるハウレンソウの平均的な栽培日数は35日程度であるが、収穫時点で根系が作土層より下に伸長していることは明らかである。

ハウレンソウは深さ10~60cmの土壌に埋設された窒素を吸収しているが、特に深さ20~30cm

から相当の窒素を吸収し、これは各作型ともに同様の傾向にあった(図2)。作物が根系の伸長した深さまでの下層土に存在する硝酸態窒素を吸収、利用する事例はトマトでも知られており、ハウレンソウにおいても、硝酸イオン濃度を低下させるためには、下層土に存在する硝酸態窒素を評価する必要があると考えられた。

5. 下層土に存在する硝酸態窒素に対応した窒素施肥

窒素診断の対象土層を検討するため、各年における施肥前の土壌中の硝酸態窒素を深さ別に見ると(表3)、1作目の作土ではほとんどのハウスで1~3mg/100g程度であったが、深さ20~40cm

表2. ハウレンソウ根の土壌深さ別分布

深さ (cm)	根長密度 (m/m ³)
0~10	157
10~20	373
20~30	231
30~40	69
40~50	20
50~60	5

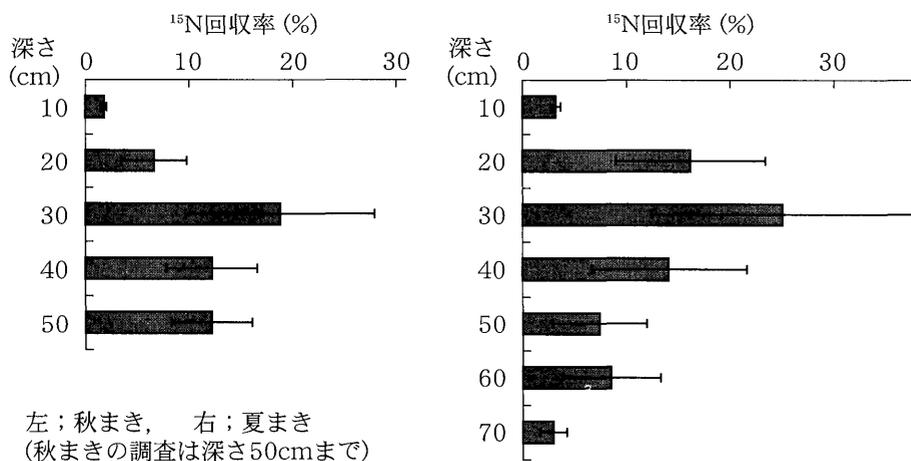


図2. 深さ別に施肥した¹⁵N標識硝酸カルシウム中窒素のハウレンソウによる回収率

表3. 各作期の施肥前における深さ別の土壌硝酸態窒素含量

調査年	深さ (cm)	硝酸態窒素含量 (mg/100g)						
		3月	5月	7月	8月	9月	跡地	平均
2007	0~20	0.8	4.2	10.8	9.6	16.2	24.1	10.9
	20~40	1.4	3.6	5.1	6.7	8.3	11.1	6.0
	40~60	3.8	5.4	5.0	7.1	10.6	10.7	7.1
2008	0~20	2.4	12.6	13.9	18.7	24.3	22.7	15.5
	20~40	10.2	9.1	13.9	12.6	16.2	17.2	12.8
	40~60	13.5	15.2	31.1	23.0	19.7	13.1	18.2

注) 試験した4ハウスの各調査年ごとの年平均値。

には10mg/100g以上あるハウスも見られ、2作目以降には各層位とも作期が進むと徐々に高まった。深さ20cm以下の土層に残存する硝酸態窒素を作土と合わせて評価して施肥すると、深い土層まで評価するほどハウレンソウの硝酸イオン濃度が低下する傾向が見られた(表4)。評価対象土

表4. 評価対象土層の深さ別のハウレンソウの硝酸イオン濃度および収量と窒素収支

調査年	評価対象土層の深さ (cm)	硝酸イオン濃度 g/kg	総収量 kg/10a	年合計N (kg/10a)	
				施肥量	吸収量
2007	0~20	2.09	1258	45.0	25.4
	0~40	2.91	1202	29.3	24.4
	0~60	2.64	1038	18.0	21.0
	無窒素栽培	1.67	780	0	16.4
2008	0~20	3.09	1347	28.5	25.2
	0~40	2.58	1176	13.5	23.8
	0~60	2.58	1121	6.0	22.9
	無窒素栽培	2.36	1040	0	22.3

注) 試験した4ハウスの各調査年ごとの年平均値。

層を深さ40cmまでとすると、硝酸イオン濃度の年平均値が北海道における指標値(3.0g/kg以下)を下回った。このときの総収量は作土の診断のみで窒素施肥量を決める現行法よりやや低かったものの、年平均で1200kg/10a程度得られた。評価対象土層を深さ60cmまでとすると、硝酸イオン濃度はさらに低下したが、7月以降の総収量も低下する傾向にあった。ハウレンソウでは総収量のうち70~80%が調整後収量になるため、評価対象土層を深さ40cmまでとしたときの総収量1200kg/10aは概ね900kg/10aの出荷時収量に相当し、北海道の春夏~夏まき作型における一般的な目標収量(北海道では800kg/10a)から見て、良好な収量レベルと言える。

下層まで土層中の硝酸態窒素を評価した場合の年合計窒素施肥量を従来法と比較すると、深さ0~40cmを評価した場合で15~16kg/10a、0~60cmで23~27kg/10aの減肥になった。深さ0~40cmまで評価したときの窒素施肥量はハウレンソウによる吸収量と概ね同程度かあるいは下回った。

以上のことから、ハウレンソウにおいて収量性を維持しながら硝酸イオン濃度を低下させるためには、施肥前(あるいは前作の栽培終了時)の深さ40cmまでの土層中の硝酸態窒素含量に基づいて施肥量を決めることが適当と判断した。具体的には、深さ0~20cm、20~40cmの各々の土層中の硝酸態窒素含量を算出し、前掲(表1)の方法で窒素施肥量を決める。診断時の状況により、深さ0~40cmを一括分析して得られた値(mg/100g)を2倍した数値に基づいて決定しても良い。

このときの窒素施肥量は、土層中に硝酸態窒素が蓄積したハウスではハウレンソウの窒素吸収量と同程度あるいは下回ることから、

本診断法を続けることにより長期的には土層中の硝酸態窒素レベルが低減し、地下水などの環境への負荷が軽減されるものと考えられる。

なお、本試験を行った農家ハウスでは夏期に窒素施肥量を減らした区で、土壌病害に起因してハウレンソウが出芽後に枯死して欠株を生じ、収量の低下した事例が数回みられた。ハウレンソウ根腐病は土層中の硝酸イオン濃度が高い条件下で発病が抑制されるため、作土中の硝酸態窒素の減少が発病を助長した可能性がある。従って、道内のハウレンソウ産地で下層土窒素診断を推進するためには、連作を避ける、あるいは土壌消毒するなどの基本技術を並行して進める必要がある。

6. おわりに

北海道のハウスにおけるハウレンソウ栽培では、深さ0~40cmの土層に存在する硝酸態窒素含量に基づいて窒素施肥量を増減させることにより、硝酸イオン濃度を指標値以下に維持しつつ、一般的な目標収量を確保することができる。このとき窒素施肥量はハウレンソウによる窒素吸収量と同程度以下になり、長期的には土層中の硝酸態窒素レ

ベルの低減と環境負荷の軽減が期待できる。

ハウス栽培では一般に単位面積当たりの施肥量が多く、栽培期間中の降雨により土壌養分が溶脱しないため、土壌に塩類集積が起こりやすい。これを避け生産性を持続させるためには、①土壌診断の高度化、②作物の生育特性に基づいた施肥、③有機物による養分投入量や作物体により持出量を適切に評価した養分収支の改善、などが有効である。本稿で紹介した土壌診断法が、ハウス土壌の生産性を長期的に維持する一助となり、北海道において土地利用型ハウス栽培が持続されること

を期待している。

参 考 文 献

林 哲央・長尾明宣 2010. ホウレンソウの硝酸イオン濃度低減のための下層土窒素診断法. 土肥誌, 81, 263-266.

林 哲央 2011. 寒冷地の施設栽培における土壌診断と肥培管理法に関する研究. 道立総合研究機構農試報告, 129, 7-14, 25-34.

北海道農政部 2010. 北海道施肥ガイド2010. p.114, 札幌.

ジェイカムアグリの肥料で豊かな実り。

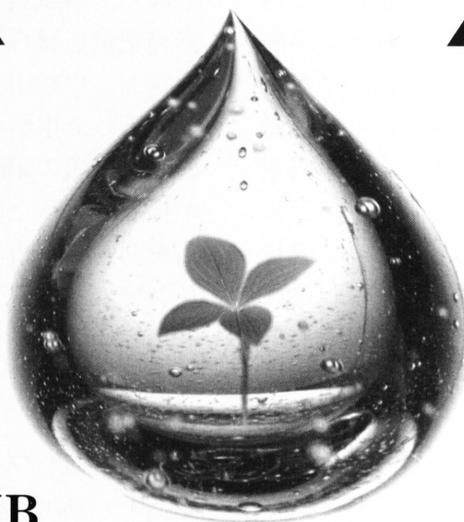
地球にやさしく、作物にちから強く。

コーティング肥料

LPコート® エムコート®
 エコロング®
 苗箱まかせ®

緩効性肥料

CDU®
 ハイパーCDU®
 IB® (アイビー®)
 スーパーIB® グッドIB



化成肥料

燐硝安加里® 硝燐加安
 硫加燐安 燐加安

培土

園芸用育苗培土
 与作®
 苗箱りん田®
 水稻用育苗培土