

# ホウレンソウの内部品質向上のための栽培管理対策

北海道立道南農業試験場

目黒孝司

## はじめに

野菜に対する消費者のニーズは多様化し、外見品質のみならず栄養価や安全性、嗜好性など内部品質に目が向けられる時代となった。このような背景の中で、先に道外移出の最重点品目である夏どりホウレンソウについて、内部品質指標「硝酸含量 300 mg 以下、ビタミン C 含量 30 mg 以上」の策定を行なった（本誌第 37 巻第 4 号参照）。

本稿では、今年 1 月の北海道農業試験会議（成績会議）で普及奨励事項となった表記課題の概要を紹介し、内部品質向上のための参考としたい。

## 1 ホウレンソウの硝酸含量の簡易判定法

生産現場レベルでの内部品質の判定法として、ビタミン C 含量については葉柄の搾汁液の屈折計示度による方法を先に示した。ここでは、その時点で未検討であった硝酸含量の判定法について、メルコクアント硝酸イオン試験紙の活用を検討した。

すなわち、硝酸含量指標値での判定を重点に考え、指標値の 300 mg が試験紙の 100 ppm に対応するようにホウレンソウの 30 倍希釈液で試験を行なった。その結果、硝酸含量 300 mg（試験紙 100 ppm）を超えるホウレンソウでは、その含量が増加するほど硝酸イオン試験紙による測定値は相対的に少なくなる傾向にあった（図 1）。しかし、発色の見やすい（測定値）100 ppm までにはほぼ  $y = 3x$ （表示数値のみ比較）の直線付近にあり、液クロ法と極めて良好な関係にあった。したがって、硝酸イオン試験紙は

ホウレンソウの硝酸含量の判定に利用可能と判断された。また、栽培試験、品種比較などで硝酸含量の相対比較を行いたい場合には、ホウレンソウの希釈倍率を色の判定がしやすい濃度に変更すれば効率よく判断ができる。

## 2 栽培条件と内部品質の変化

施肥や品種の選択、光条件、水分環境など栽培・環境条件の相違がホウレンソウの内部品質へ影響することは、先の品質指標値設定試験の中で明らかにした。本試験では、生産者自身による栽培対応が可能であり、かつ内部品質に影響が大きい窒素施肥について取り上げた。

窒素施肥量と粗収量、硝酸含量およびビタミン C 含量の関係を図 2 に示した。ホウレンソウの収量は施肥窒素量 20 kg で最大となり、それ以上では、また減収となった。硝酸含量は窒素施肥量 10 kg ま

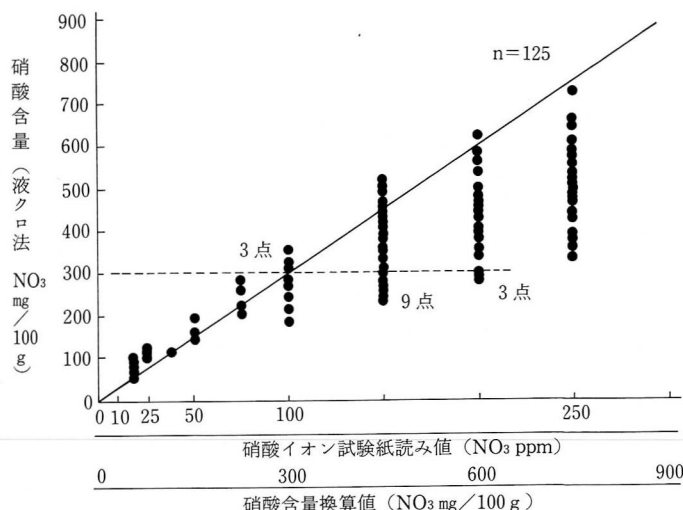


図 1 メルコクアント硝酸イオン試験紙を用いたホウレンソウの硝酸含量の簡易判定 (1989)

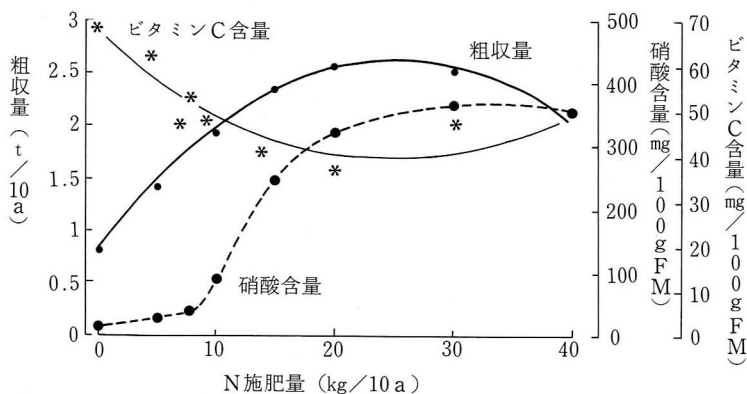


図2 窒素施肥量とハウレンソウの収量および硝酸、ビタミンC含量の関係(露地栽培, 1988)

で徐々に、その後10~20 kgの間で急激に増加し、その後20 kgを超えてからの硝酸含量の増加量は少なかった。ビタミンC含量は窒素無施用区で最大値となり、施肥量の増加により減少し、収量が最大となった20 kg N区で最小値を示した。

これらの結果から、高収量を得るためには20 kgが、また、内部品質(硝酸含量, ビタミンC含量)の向上にはより少ない窒素施肥量が適当と判断された(露地栽培, 堆肥無施用条件)。しかし、内部品質の経済的評価の少ない現状で、ハウレンソウの窒素施肥量を設定するには価格と収量両者に対する考慮が必要である。

北海道施肥標準におけるハウレンソウの窒素施肥量は、堆きゅう肥を露地栽培2 t, ハウス栽培4 tのもとで、露地栽培で20 kg, ハウス栽培で15 kgである。ハウレンソウの内部品質は先に示したように、窒素施肥量が少ないほど良好となるが、ここでは露地およびハウス栽培とも現行の5 kg減肥を検討した。なお、本試験では養分の供給量を明らかにするため堆きゅう肥の無施用条件で行なった。

表1 現行施肥標準から5 kg減肥時のハウレンソウの収量、硝酸含量およびビタミンC含量の変化

	粗収量	硝酸含量	ビタミンC含量
露地栽培	94	92	102
ハウス栽培			
1 作目	105	90	108
2 作目	108	100	98
両作平均	106	96	103

\* 露地栽培: N20kg施用区を100としてN15kg区を指数で表示した。3作付計5試験の平均値。

\* ハウス栽培: N15kg施用区を100としてN10kg区を指数で表示した。2作目は残存N量を評価し施肥した。1, 2作目とも2作付4試験の平均値。

減肥による収量と内部品質の変化を表1(露地栽培, ハウス栽培)に示した。露地栽培では現行の20 kg施肥を100として、15 kg施肥の値を指数で表示した。同様に、ハウス栽培では15 kg施肥に対する10 kg施肥の値を指数で示した。その結果、露地栽培における粗収量は平均で94となり、やや減収した。一方、窒素減肥により硝酸含量

指数は92と低下し、安全性の向上が認められた。ビタミンC含量の指数は102とほとんど変化がなかった。ただし、降水量の多い場合には、その収量指数の低下は大きく、露地栽培の不安定性が見られた。

ハウス栽培では、一作目は粗収量指数で105, 硝酸含量指数で90, ビタミンC含量指数108となり、10 kg施肥が15 kgより収量, 品質ともに良好な結果を示した。また、残存窒素量を評価し、所定の施肥(10 kgから土壤中の窒素量相当を減肥)を行なった2作目でも、10 kg施肥は15 kg施肥と同等あるいはそれ以上に収量, 品質への効果が認められた。

ハウレンソウは生育途中で収穫される作物であり、収穫時点で土壤中に窒素の残存が必要といわれているが、この露地栽培15 kg, ハウス栽培10 kgの窒素施肥量はハウレンソウの窒素吸収量6.3 kg(粗収量1.5 t)と収穫時点での土壤残存量(補償量)を考慮しても十分な量と考えられた。さらに、一般の栽培では堆きゅう肥からの窒素の供給もあることから、当面は5 kg減肥の上記窒素量をハウレンソウの標準的窒素施肥量として栽培管理を行うべきと判断された。

### 3 ハウレンソウ畑土壌の硝酸態窒素量の実態とその対応策

ハウレンソウ栽培農家の実態調査結果(S町計79農家各1棟ずつ)では、最小値0.8 mgから最大値115.3 mgと100 mgを超える差異が認められた。これらハウスの硝酸態窒素量の平均値は38.3 mgであり、硝酸態窒素量20 mgを超えるハウスが全体の7割以上存在した(図3)。

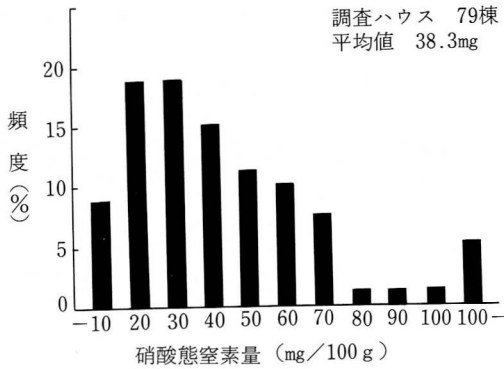


図3 土壌中硝酸態窒素量の頻度分布  
(1990, S町ハウレンソウ栽培ハウス)

また、北海道南部のN町の2戸の農家で、ハウレンソウ栽培の全ハウス(A農家21棟、B農家24棟)の土壌分析を行なった結果、各ハウスにおける硝酸態窒素量の違いは極めて大きかった(図4)。A農家では最低4.9 mg/100 gから最高87.3 mgと較差が大きく、平均値は37.6 mgとハウレンソウの施肥標準量(ハウス栽培15 kg)の2倍以上もの蓄積が見られた。B農家の平均値は15.7 mgであったが、ハウス間のばらつきはA農家と同様に大きく、3.5 mg~38.9 mgと35.4 mgのハウス間差がみられた。

土壌中の残存硝酸態窒素量のばらつきは、地域の農家間、同一農家のハウス間のみならず、同一農家の同一ハウス内においてさえみられた。ハウス内の20か所から土壌を採取し分析した結果、ハウス内の平均値が53.9 mgと、残存硝酸態窒素量の非常に多いC農家では、ハウス内の場所により

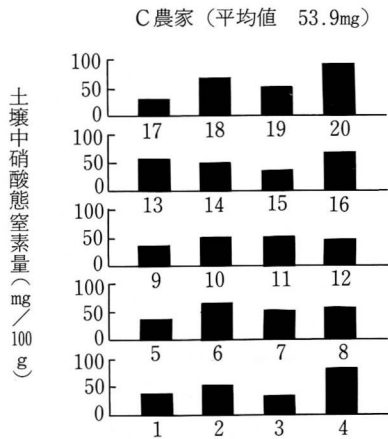
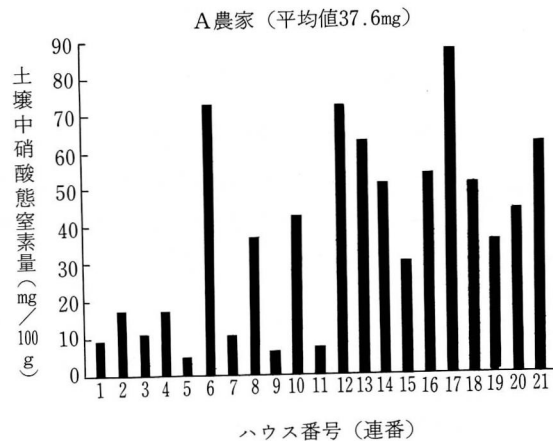


図5 ハウス内(20か所)における土壌中硝酸態窒素量の分布  
(1990, S町ハウレンソウ栽培ハウス)

最小値29.6 mgから最大値92.9 mgとその差は63.3 mgであった(図5)。このような場合には、同一ハウス内とはいえ、栽培箇所により生育や体内成分にも相違がでてくるのが想定された。

以上のように、ハウレンソウ畑の実態調査結果では多量の硝酸態窒素の蓄積が認められ、ハウス間ではもとより、同一ハウス内においてさえ大きなばらつきがあった。こうした残存窒素量の多いハウスにおける現地栽培試験においては、ハウレンソウの硝酸含量も多く、また、収量に対する施肥反応も明瞭ではなかった。そのため、ハウレンソウの品質改善には、この過剰に残存する硝酸態窒素の低減が早急に必要なことと考えられた。ハウレンソウ畑で残存窒素量が多い理由としては、①ハウレンソウは収穫時点でも生育のための土壌中

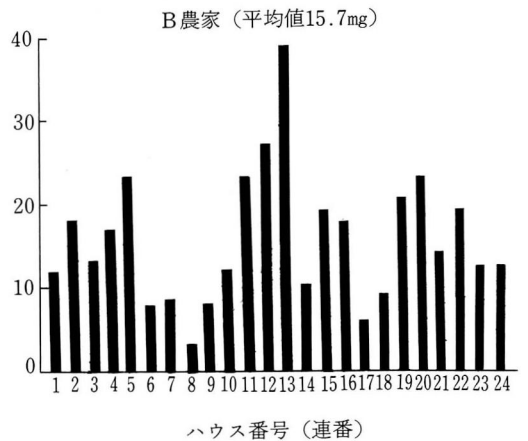


図4 同一農家内ハウスの土壌中硝酸態窒素量の変動 (1989, N町ダイコン-ハウレンソウ栽培ハウス)

に養分の残存が必要なこと、②このため、施肥としてハウレンソウの吸収量を大幅に超える窒素が施用され、③これが作付ごとに行われ蓄積が進み、④特に、降雨による流亡のないハウスでは、この蓄積がより急激であったことなどが考えられた。この蓄積を防ぐ対策としては、残存窒素量の評価とそれに基づく減肥が考えられた。

従来から、残存硝酸態窒素量を評価する方法としてはEC値の活用が一般的である。しかし、この方法は土壌中の共存イオンの影響を強く受けるため、土壌の種類や使用する肥料（形態）別に、その推定式（回帰直線）を事前に作成する必要がある、準備作業が不可欠であった。

そのため、今試験では直接硝酸態窒素量を測定する硝酸イオン試験紙（メルコクアント）および安価なイオンメーター（カーディイオン）について検討した（写真1）。

そのために、今試験では直接硝酸態窒素量を測定する硝酸イオン試験紙（メルコクアント）お

よび安価なイオンメーター（カーディイオン）について検討した（写真1）。

硝酸イオン試験紙では、1対10で水抽出したる液について測定を行なった。その結果、一般の化学分析よりは精度は劣るが、土壌や肥料の違いを考える必要がなく、簡便かつ迅速に土壌診断が行えた（図6）。一方、硝酸イオン試験紙より精度の高い測定法として、硝酸イオンメーターの活用を検討した。その結果、土壌からの水抽出液を用いた場合には、硝酸態窒素量の少ない場合にイオンメーターの値が高いなど問題点があったが、有機物などの前処理を考慮したフェノール硫酸法用の硫酸銅溶液（沈降剤として、水酸化カルシウム

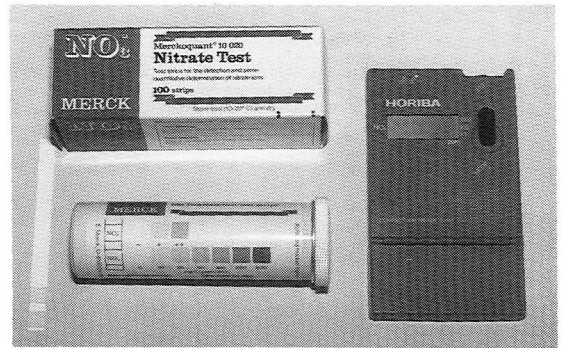


写真1 メルコクアント硝酸イオン紙とコンパクトイオンメーター

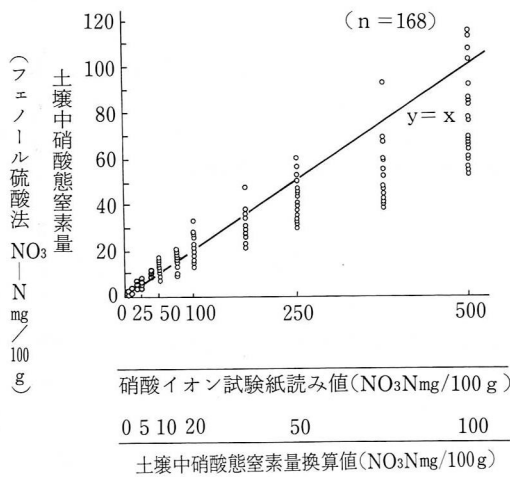


図6 メルコクアント硝酸イオン試験紙を用いた土壌中硝酸態窒素量の測定（1：10水抽出）

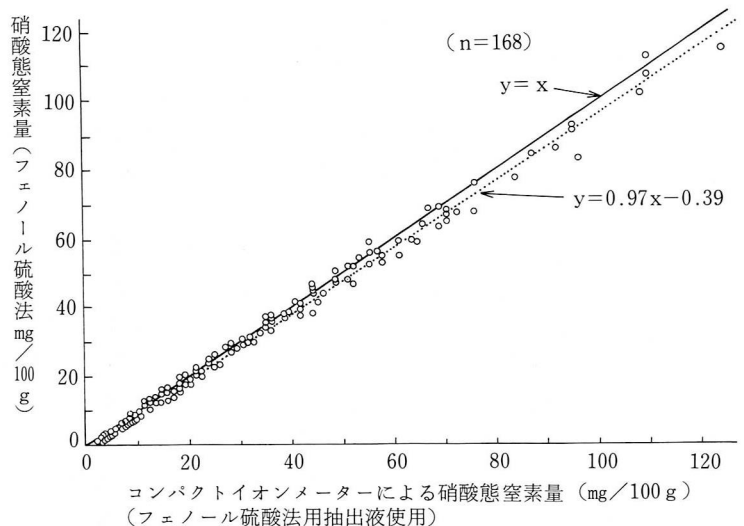
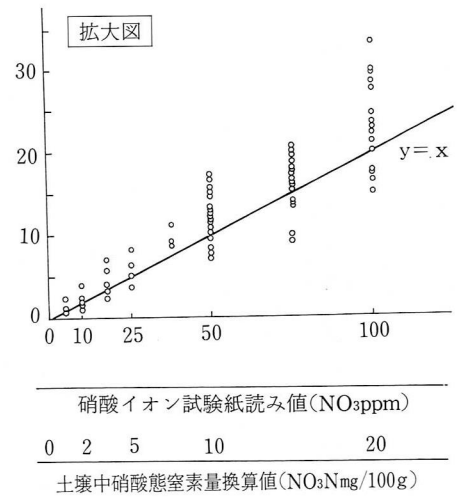


図7 硫酸銅溶液抽出（1：5）による硝酸態窒素量と従来法（フェノール硫酸法）との比較

と炭酸マグネシウムの混合物を使用)による抽出液の場合には、原点付近ではやや曲がるものの、実用上問題のない精度が得られた(図7)。

したがって、ハウレンソウ畑における窒素の過剰蓄積を防ぐ上で不可欠な土壌残存量の評価法として、EC値と硝酸態窒素量の換算式のない所では、硝酸イオン試験紙の活用が、土壌の残存量が減少し、より高精度に土壌の窒素量を測定しようとした場合にはコンパクトイオンメーターの使用が適当と考えられた。

また、硝酸イオン試験紙の活用をより簡便化するため、試験

表4 夏どりハウレンソウの内部品質指標値とその栽培および選択指針(1991.1改訂)

	指標値*	簡易判定法	将来目標	生産者の栽培指針	消費者の選択指針
硝酸	300mg以下	30倍希釈液をメルコクアント硝酸イオン試験紙で判定	①指標値の再検討(低含量へ) ②迅速測定法の開発	①土壌の残存N量を評価し減肥する(硝酸イオン試験紙による施肥量早見表を活用する)。 ②N施肥量はハウス、雨よけ栽培10kg、露地栽培15kg以下とする。 ③残存N量がハウレンソウのN施肥量を超える圃場では他作物の作付あるいは除塩等の対策を講ずる。 ④収穫1週間前以降は灌水を行わない。 ⑤遮光処理は行わない。 ⑥適品種を選択する。 ⑦指標値達成のため簡易判定法を利用し、栽培技術の改善をはかる。	①葉色の濃いものを選ぶ。 ②低硝酸と高ビタミンCを求める場合には、葉/茎比の高いものを選ぶ。
ビタミンC	30mg以上	葉柄部搾汁液の屈折計示度(Brix)3.0%以上	①指標値の再検討(高含量へ) ②迅速測定法の開発		

\*100g新鮮物中

表2 メルコクアント硝酸イオン試験紙を用いたN施肥量の早見表(生土分析用)

硝酸試験紙表示NO <sub>3</sub> -ppm	N施肥量(10a当り)		想定NO <sub>3</sub> -N量 mg/100g soil
	10kg	15kg	
0	10	15	0
	9	14	1.7
10	7	12	3.3
	5	10	5.8
25	2	7	8.3
	N無施用		3
50	他作物の作付*		12.5
	N無施用		16.6
100	他作物の作付*		24.9
	他作物の作付*		33.2

土壌：水=1：10で抽出(乾土率70%で算出)

\*他作物の作付あるいは除塩対策を行う。

表3 メルコクアント硝酸イオン試験紙を用いたN施肥量の早見表(風乾土分析用)

硝酸試験紙表示NO <sub>3</sub> -ppm	N施肥量(10a当り)		想定NO <sub>3</sub> -N量 mg/100g soil
	10kg	15kg	
0	10	15	0
	9	14	1.3
10	8	13	2.5
	6	11	4.4
25	4	9	6.3
	1	6	9.5
50	N無施用		3
	他作物の作付*		12.7
100	N無施用		19.1
	他作物の作付*		25.4

土壌：水=1：10で抽出(乾土率90%で算出)

\*他作物の作付あるいは除塩対策を行う。

紙の測定値から施肥量を判断できる窒素施肥早見表(生土分析用<表2>と風乾土分析用<表3>)を作成した。なお、リン酸およびカリ施肥量については、「北海道施肥標準」(平成元年)および「土壌診断に基づく施肥対応」(平成元年)を活用する。

窒素施肥対応も含め、夏どりハウレンソウの内部品質指標値とその栽培および選択指針を表4に総括表としてまとめた。

## おわりに

ハウレンソウの内部品質向上には、窒素施肥管理が重要な技術の一つであり、ここでは、窒素施肥量の低減化の必要性と土壌残存量の評価法を紹介した。

今後、内部品質の重要性が高まる中で、ハウレンソウ以外の各作物とも従来の収量優先の施肥(標準)量から、内部品質の向上を目指した施肥量の検討が必要と考えられる。この内部品質の向上にはおおむね窒素施肥の減肥が有効であり、北海道で取り組みの始まった化学肥料の削減を目標の一つとした環境調和型(クリーン)農業の発展が期待される。