

ハウレンソウ,コマツナの硝酸含量の時期別実態と施肥管理 による低減化

誌名	埼玉県農林総合研究センター研究報告 = Bulletin of the Saitama Prefectural Agriculture and Forestry Research Center
ISSN	13467778
著者名	山崎,晴民
発行元	埼玉県農林総合研究センター
巻/号	4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 25-31
発行年月	2005年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ホウレンソウ、コマツナの硝酸含量の時期別実態と施肥管理による低減化

山崎晴民*

Seasonal Characteristics and Reducing Technique of Nitrate Content in Spinach and Brassica campestris cv. komatsuna

Haruhito YAMAZAKI

要 約 ホウレンソウ、コマツナの硝酸含量の生産現場における時期別実態を明らかにした。また、土壌中無機態窒素や施肥窒素と硝酸含量との関係を把握するとともに、診断に基づく施肥による低減化技術を明らかにした。

野菜作における過剰施肥が土壌への養分蓄積や、地下水への硝酸態窒素流出等環境への影響が懸念されている。一方、作物では、過剰施肥により作物体中の硝酸含量が増加するなど農産物の品質低下も認められる。

これまでにも、葉菜類の硝酸含量に関する試験は多く、硝酸含量の増減と施肥、品種、栽培時期、栽培方法との関係[1, 3, 4, 7, 8, 11]について明らかにされてきた。しかし、硝酸低減に向けた改善策を示した事例は少ない。

野菜の硝酸含量に関しては、地下水の硝酸汚染による健康被害が問題となったヨーロッパにおいて基準値が定められ[5]、ホウレンソウでは2500～3000ppmが設定されている。国内でも消費者の健康意識の高まりの中、野菜の硝酸含量に対する関心も強くなり、硝酸濃度低減化技術の開発が必要となっている。

そこで、本試験では、作物中含量が少ないことが求められる硝酸について、その含量が高い葉菜類のホウレンソウ、コマツナを対象に、含量の時期別実態を明らかにするとともに、施肥管理による低減化について検討した。

材料および方法

1 時期別実態調査

1) 調査場所：県内露地ホウレンソウ生産者Aほ場

(夏期コマツナ、秋期～春期ホウレンソウ)、県内施設コマツナ生産者Bほ場（コマツナ周年栽培）

2) 供試作物：ホウレンソウ、コマツナ

3) 調査時期：ホウレンソウ：平成14年6月～15年6月にかけて15回の調査を実施した。コマツナ：平成14年6月～15年7月にかけて16回の調査を実施した。

4) 調査方法：作物体の硝酸濃度は5株をそれぞれの株について2等分し、重量で4倍量の水を加えミキサーにかけた後ろ過し、ろ液を10倍にし、小型反射式光度計により測定した。土壌中の無機態窒素含量は5地点から土壌を採取し、一定量を2N塩化カリウム溶液により抽出後、蒸留法により測定した。

2 施肥管理による硝酸含量の低減化

(1) 残存窒素が硝酸含量に及ぼす影響

1) 試験場所・土壌条件：埼玉県農林総合研究センター(園芸研究所)・細粒褐色低地土

2) 供試作物(品種)：コマツナ(さおり)

3) 試験区の構成：残存無機態窒素10.2mg/100g(パイプハウス)及び0.1mg/100g(露地)のほ場において窒素施用量0, 0.6, 1.2, 2.4kg/aとした。

4) 耕種概要：平成14年6月播種

5) 調査方法：時期別実態調査と同様に実施した。以下(2)～(4)も同様に行った。

(2) 施肥窒素量が硝酸含量に及ぼす影響

本研究の一部は、土肥学会関東支部山梨大会(2004年6月)に講演発表した。

*農産物安全性担当(現園芸研究所)

- 1) 試験場所・土壌条件：埼玉県農林総合研究センター(園芸研究所)・細粒褐色低地土
 - 2) 供試作物(品種)：ハウレンソウ(パレード)コマツナ(さおり)
 - 3) 試験区の構成：露地ほ場において窒素施用量0, 1.4, 2.0, 4.0kg/aとした。
 - 4) 耕種概要：平成14年10月播種
- (3) 窒素肥料形態が硝酸含量に及ぼす影響

- 1) 試験場所・土壌条件：埼玉県農林総合研究センター(園芸研究所)・細粒褐色低地土
- 2) 供試作物(品種)：ハウレンソウ(パレード)コマツナ(さおり)
- 3) 試験区の構成：窒素施用量2.0kg/aとし、速効性肥料、被覆肥料、硝化抑制材入肥料、有機質肥料を施用した。
- 4) 耕種概要：平成14年10月播種

(4) 診断施肥による硝酸含量の低減化

- 1) 試験場所・土壌条件：埼玉県農林総合研究センター(園芸研究所)・細粒褐色低地土及び表層腐植質黒ボク土
- 2) 供試作物(品種)：ハウレンソウ(パンドラ)コマツナ(さおり, まっちゃん)
- 3) 試験区の構成：土壌残存窒素が5~6mg/100gのほ場において、標肥区(窒素として、ハウレンソウ：1.5kg/a, コマツナ1.2kg/a), 診断施肥区(診断により残存窒素に相当する窒素施用量を削減)を設けた。
- 4) 耕種概要：平成15年9月播種

結 果

1 生産現場における時期別実態調査

可食部全体の硝酸含有量は、ハウレンソウ(露地)では1480~4170(平均2610)mg/kg, コマツナ(施設)では2700~7440(平均4960)mg/kgの間で変動し、夏期に比べ冬期に低下する傾向がみられた。ハウレンソウでは10月までは可食部中の硝酸含有量が3000mg/kgを超えるものもみられたが、11月以降は低下し、1月では1500mg/kg以下を示した。コマツナでは7~10月の間で、6000mg/kgを超えるものがみられたが、11月~5月は低く、2月では3000mg/kg程度を示した。

土壌中の硝酸態窒素含量との関係は、同一調査日

では硝酸態窒素含量が高いと作物体中の硝酸含有量が高い傾向がみられた(表1)。

2 施肥管理による硝酸含量の低減化

(1) 土壌残存窒素と可食部硝酸含量

施設と露地栽培において施肥窒素量が可食部中硝酸含量に与える影響について、6月播きのコマツナで検討した。作付前の土壌中無機態窒素が約10mg/100gに残存しているほ場(この場合パイプハウス)においては、施肥窒素レベル(N:0~2.4kg)の違いにより可食部中の硝酸含量は3550~8450mg/kg, 作付前の土壌中無機態窒素がほとんどないほ場(この場合露地)においては、50~2700mg/kgであった。露地では窒素施肥量により増加する傾向がみられた。窒素残存量の多いハウスでは無窒素区でも硝酸含量が3550mg/kgで、窒素0.6kg/a施用区以上では約8000mg/kgであった(図1)。

(2) 施肥窒素量が硝酸含量に及ぼす影響

秋冬作の露地ハウレンソウ及びコマツナについて、施肥窒素量が可食部の硝酸含量に与える影響を検討した。ハウレンソウの可食部全体の硝酸含量は窒素を0~4kg/a施用することにより、280~2150mg/kgを示した。コマツナの硝酸含量は窒素施肥量の増加とともに多くなった(表2)。

以上のように施肥窒素量に応じて可食部中の硝酸含量は増加するが、栽培時期や作付前の無機態窒素と施肥窒素量の影響を受けることが明かとなった。

コマツナについて、作付前の無機態窒素と施肥窒素量をあわせた量と可食部中の硝酸含量の関係は図2のような傾向がみられた。つまり、可食部中の硝酸含量は作付前の土壌中の無機態窒素量と施肥窒素量の増加とともに高まる傾向があった。

一方、収量は作付前窒素量が12mg/100g程度からの増加はほとんどみられなかった(図2)。

(3) 施肥窒素形態が硝酸含量に及ぼす影響

秋冬作の露地ハウレンソウ及びコマツナについて窒素形態の異なる肥料を用いて、可食部の硝酸含量に与える影響を検討した。可食部全体の硝酸含量は同一窒素施肥量においてはハウレンソウでは硝化抑制材入肥料及び有機肥料が硫加燐安に比べやや低く、コマツナでは被覆肥料がやや低い傾向がみられた。また、コマツナでは硝化抑制材入肥料は硫加燐安の1/5以下と低く、窒素不足による収量の低減がみられた(表3)。

山崎：ハウレンソウ、コマツナの硝酸含量の時期別実態と施肥管理による低減化

表1 生産者ほ場の硝酸含量、生育及び土壌の無機態窒素含量

	調査日	(品種)	ほ場	硝酸含量 (mg/kg)	草丈 (cm)	収量 (g)	無機態窒素(mg/100g)	
							NH ₄ -N	NO ₃ -N
(露) ホ ウ レ ン ソ ウ	14年6月7日	(フリス)		3795	24.4	105.6	0.37	13.89
	14年10月11日	(パレート)		2365	21.6	54.2	2.06	1.19
	14年10月28日	(パントラ)		3850	26.2	89.4	0.77	6.22
	14年11月13日	(パントラ)		2430	21.8	90.8	0.63	2.77
	14年11月21日	(パントラ)		2500	24.0	97.8	0.33	2.99
	14年12月5日	(パントラ)		2000	26.0	79.8	0.57	3.93
	14年12月5日*	(パントラ)		2210	23.7	72.4	0.36	13.47
	14年12月19日	(パントラ)		2290	24.5	91.2	0.36	9.00
	14年12月19日*	(パントラ)		2460	22.0	65.0	0.06	12.43
	15年1月15日	(パントラ)		1475	22.2	115.2	tr	0.24
	15年1月15日*	(パントラ)		1995	24.7	97.8	0.21	7.97
	15年2月4日	(パントラ)		1510	24.4	117.0	0.12	0.36
	15年2月4日*	(パントラ)		2265	24.3	118.2	0.57	2.98
	15年3月10日	(プラトン)		2590	23.3	112.8	2.59	9.30
	15年4月4日	(アリーナ)		3050	24.6	76.8	1.49	4.56
	15年4月22日	(アリーナ)		3360	27.6	90.6	0.30	0.65
	15年5月8日	(アリーナ)		1750	23.3	97.9	0.59	6.17
	15年6月5日	(アリーナ)		3500	25.0	108.4	0.75	1.67
	15年6月30日	(アリーナ)		4170	20.6	89.2	2.02	6.88
(施) コ マ ツ ナ	14年6月17日	(なっちゃん)	ハウスA	2695	28.7	24.7	tr	0.24
	14年7月1日	(なっちゃん)	ハウスB	6415	30.3	29.8	0.36	0.90
	14年7月18日	(なっちゃん)	ハウスA	7440	23.8	14.5	0.46	2.12
	14年7月31日	(なっちゃん)	ハウスB	6625	26.3	22.6	0.37	2.17
	14年8月16日	(なっちゃん)	ハウスA	4010	19.8	11.5	0.31	5.56
	14年9月3日	(なっちゃん)	ハウスB	4825	26.2	15.6	0.30	3.31
	14年9月19日	(なっちゃん)	ハウスA	6625	22.3	12.2	0.25	2.83
	14年10月4日	(さやか)	ハウスB	4270	24.4	15.1	0.34	0.72
	14年10月23日	(あやか)	ハウスA	5790	32.2	12.8	0.65	1.75
	14年11月22日	(あやか)	ハウスB	3720	27.2	22.5	0.35	1.26
	15年1月4日	(みなみ)	ハウスA	4190	21.8	19.7	0.35	8.68
	15年2月13日	(あやか)	ハウスB	3200	20.8	21.4	0.31	0.78
	15年3月19日	(わかみ)	ハウスA	3580	25.8	31.7	0.40	0.50
	15年5月15日	(あやか)	ハウスA	3750	28.1	29.8	0.26	1.86
	15年6月4日	(なっちゃん)	ハウスB	5850	28.2	24.2	0.12	1.29
	15年7月3日	(なっちゃん)	ハウスA	6320	28.5	22.4	tr	1.54

※(露)は露地、(施)は施設。*は同一収穫日で播種日が4～5日遅い。収量はハウレンソウはマルチ1穴、コマツナは株あたり重量である。ハウレンソウは約2haのほ場で3a～12a順次播種し、同じ場所で年1～2作作付している。魚かす配合(6-7-6)を中心にNとして1.2～2.0kg/a施用している。施設コマツナは同一ハウスで年6～7作作付し有機アグレット(8-1-6, 成分: 骨粉, 魚かす等)をNとして0.5(夏期)～1.5(冬期)kg/aを施用している。なお、施肥前硝酸態窒素含量は作付ほ場の平均でハウレンソウは1.08mg/100g, コマツナはハウスAが2.79, ハウスBが1.54mg/100gである。

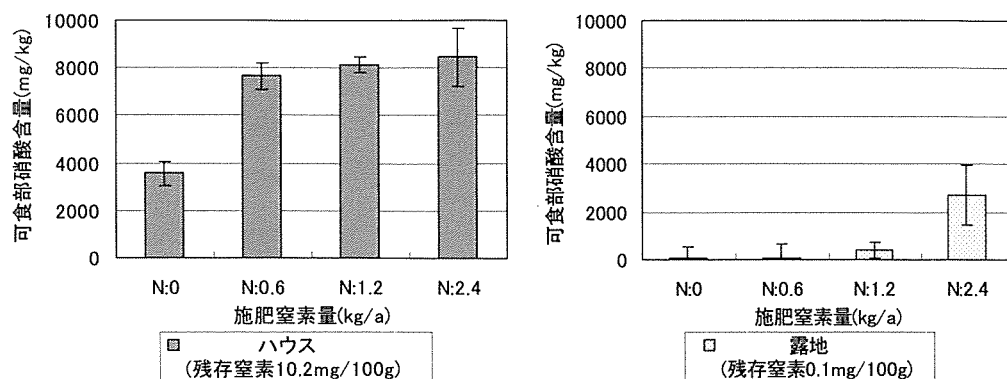


図1 残存窒素がコマツナの硝酸含量に及ぼす影響

表2 窒素施肥量がハウレンソウ及びコマツナの硝酸含量に及ぼす影響

試験区	ハウレンソウ						コマツナ			
	硝酸含量		草丈 (cm)	収量 (g/m ²)	土壌NO ₃ -N		硝酸含量 (mg/kg)	草丈 (cm)	株重 (g)	土壌NO ₃ -N (mg/100g)
	全体 (mg/kg)	葉柄 (mg/l)			生育中・跡地 (mg/100g)					
N:0kg/a	280	450	13.5	829	1.1	tr	tr	8.2	4.4	tr
N:1.4kg/a	1980	4100	21.4	1620	14.7	0.3	1500	20.6	31.4	0.6
N:2.0kg/a	1930	6850	20.3	1490	16.9	1.1	2850	21.2	37.6	2.2
N:4.0kg/a	2150	6300	20.2	1326	19.8	5.7	4125	20.0	33.4	7.4

※肥料は硫加磷安，硫安，重過石，硫加を用いた。硝酸含量は，葉柄は搾汁液中である。

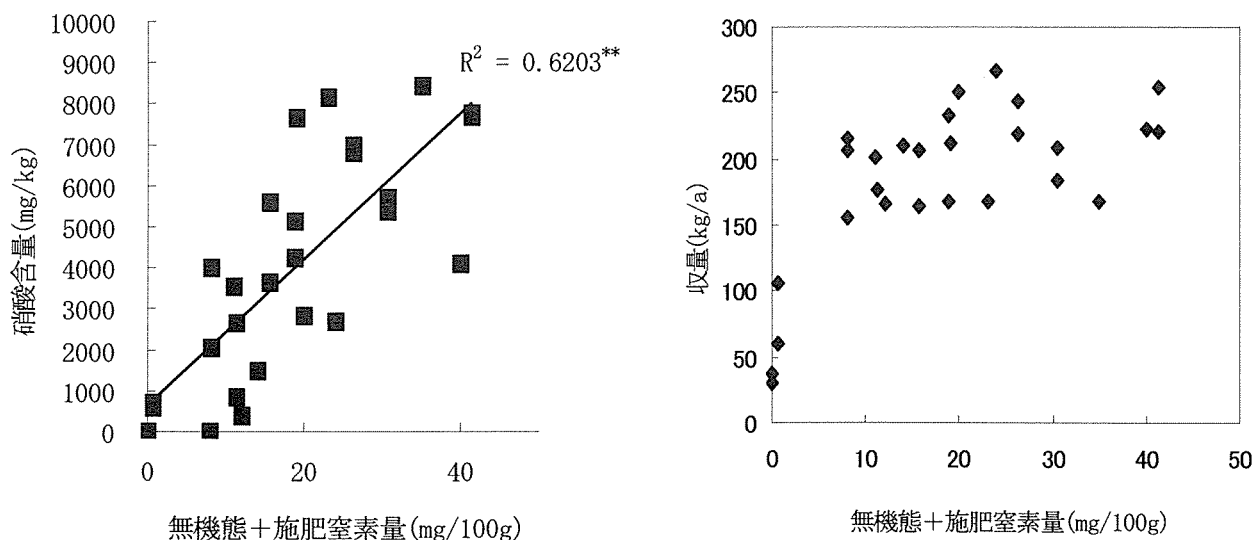


図2 コマツナにおける作付前の無機態窒素と施肥窒素の合計量と可食部中硝酸含量及び収量の関係

表3 窒素肥料形態がハウレンソウ及びコマツナの硝酸含量に及ぼす影響

試験区	ハウレンソウ						コマツナ			
	硝酸含量		草丈 (cm)	収量 (g/m ²)	土壌NO ₃ -N		硝酸含量 (mg/kg)	草丈 (cm)	株重 (g)	土壌NO ₃ -N (mg/100g)
	全体 (mg/kg)	葉柄 (mg/l)			生育中・跡地 (mg/100g)					
硫加燐安	1930	6850	20.3	1490	16.9	1.1	2850	21.2	37.6	2.2
被覆肥料	1950	4800	19.7	1459	15.3	1.1	2425	19.9	26.6	0.9
硝化抑制	1700	4100	20.7	1395	2.8	1.2	525	18.3	21.1	0.2
有機肥料	1570	3600	20.2	1570	11.1	0.6				

※窒素施用量はいずれも2.0kg/aとした。被覆肥料は被覆燐硝安加里40日タイプで、窒素施肥量の1/3を硫加燐安とした。硝化抑制材入肥料はジアン化成硫加燐安、有機質肥料はロイヤル有機を用いた。

(4) 診断施肥による硝酸含量の低減化

硝酸低減化との関わりが大きい施肥に関して、適正施肥の観点から検討した。

所内試験ほ場において、作付前に土壌診断を実施した結果、土壌中に5～6mg/100gの無機態窒素が残存した。このほ場において、土壌診断結果（無機態窒素含量）に基づき、窒素施肥を行なうことにより、診断を行わずに施肥（標肥）を実施した場合

に比べ、収量を維持しながら、可食部の硝酸含量をコマツナでは2～4割程度、ハウレンソウでは1～2割程度低くすることができた（表4）。

また、生産現場での診断法として、簡易法として試験紙を用いて土壌中の硝酸態窒素含量を測定した結果、従来法の蒸留法測定値とほぼ同様の値が得られた（図3）。

表4 作付前診断による窒素施肥がコマツナおよびハウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

作物	施肥	品種	土壌	硝酸含量 (mg/kg)	収量 (kg/a)	品種	土壌	硝酸含量 (mg/kg)	収量 (kg/a)
コマツナ	標肥	まっちゃん	褐色低地土	5125	209	さおり	褐色低地土	5125	209
	診断施肥	まっちゃん	褐色低地土	4200	200	さおり	褐色低地土	4200	200
ハウレンソウ	標肥	パントラ	黒ボク土	3321	345	パントラ	褐色低地土	3542	219
	診断施肥	パントラ	黒ボク土	2517	302	パントラ	褐色低地土	3119	225

作付前の土壌中無機態窒素含量は5～6mg/100gのほ場において、標肥は燐硝安加里でコマツナN:1.2kg/a、ハウレンソウN:1.5kg/aとした。診断施肥は標肥から0.5～0.6kg/a差し引いて施用した。黒ボク土は腐植質黒ボク土である。

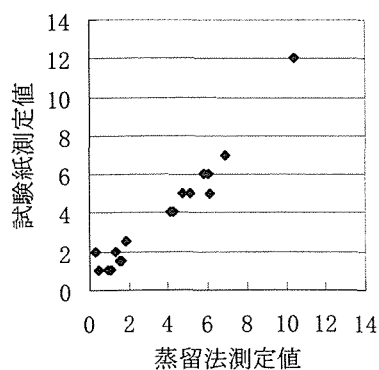


図3 土壌中の硝酸態窒素含量(mg/100g)

考 察

ハウレンソウ及びコマツナの硝酸含量の生産現場における実態調査を行ったところ、同一ほ場では硝酸含量は、栽培時期等による違いがみられた。要因として、栽培時期による気象条件の違い、土壌中窒素条件、品種の違い等が考えられる。土壌中窒素条件に関しては、栽培全期間を通すと、作物中の硝酸含量と土壌中無機態窒素との関係は必ずしもみられなかった。しかし、同一収穫日に比較した結果（ホ

ウレンソウの12月～2月実態)では、作物中の硝酸含量と土壌中の無機態窒素との間で、土壌中の硝酸態窒素含量が多いほど、作物中の硝酸含量が高まる傾向がみられた。生産現場においては栽培時期により収量性、形状が異なることから、各栽培時期に適した品種を栽培しているが、本調査でも品種の差異により差が生じた可能性がある。しかし、同一品種でも秋期から冬期に向かっては硝酸含量が低くなる傾向にあることから、品種間差だけではなく他の要因が関係していると考えられた。

本調査で得られた栽培時期において冬期の硝酸含量が低くなる要因としては、地温の低下により、硝酸化成が進みにくいことが考えられるが、吸収が抑制されたことも推察される。硝酸態窒素の吸収に及ぼす地温の影響について、夏場のハウレンソウの地温を低下させることにより吸収が抑制されたという報告(青木, 2002年土肥講要集)がある。

葉菜類の硝酸含量と葉菜類の種類、施肥等の関係について、伊達ら[1]が検討しており、施肥窒素量が増加するにしたがって硝酸含量が高まることを報告している。窒素肥料形態の影響については、ハウレンソウにおいて被覆尿素、被覆リン安の条施により硝酸含量が低くなったと報告されている[8]が、本試験ではコマツナにおいて被覆肥料の全面施用による低減がみられた。有機質肥料の施用は硝酸含量を低くするとは限らない[1, 2, 4, 10]が、低温では有機物の無機化が進みにくい(藤沼ら)ことから、土壌中の硝酸含量が低く、本試験を行った秋期から冬期にかけては有機質肥料の施用による低減効果がみられたと考えられる。

葉菜類の硝酸含量の低減に向けた対策として、残存している無機態窒素を考慮することが重要である。これまで、土壌の硝酸態窒素や作物の硝酸含量の測定には実験室でのレベルでは蒸留法、イオンクロマトグラフィー等が一般的に行われるが、同様な測定精度が得られる方法としてカード式イオンメータや試験紙等の開発されており、現場での導入が進んでいる[6, 10]。本試験においても現地土壌について、従来法として蒸留法と試験紙を用いて測定した結果ではほぼ同様の値が得られ、現場での診断に活用できると考えられた。

本試験においては、土壌中に残存窒素が含まれる

土壌において、試験紙等による測定が可能な診断施肥を実施し低減化を試みた結果、ハウレンソウ、コマツナともに硝酸含量をそれぞれ3000mg/kg, 3000～4000mg/kg程度に低減することができた。北海道では夏どりハウレンソウの内部品質指標として、硝酸含量3000mg/kg以下を目標としている[3]。栽培時期が異なるが本試験で行った診断施肥によりこの指標値やE Uの基準値に近づけることが可能と考えられる。

本試験では、ハウレンソウおよびコマツナについて硝酸低減に向け、生産現場における時期別実態を明らかにし、さらに窒素施肥を中心に作物体の硝酸含量との関係を把握し、土壌中に残存窒素がみられるほ場において診断による適正な施肥を実施することにより硝酸の低減を図る技術を確立することができた。本成果を生かし、今後、E Uにみられる硝酸の基準値に対応できるように、低減に向けて肥料の選択、栽培法、品種等について検討を加え、総合的な技術を開発し、さらに低減化を進めることが課題である。

引用文献

- [1]伊達昇ほか：野菜の硝酸根蓄積に及ぼす肥培管理の影響。東京農試研報13, 3-13(1980)。
- [2]松本真悟・阿江教治・山縣真人：有機質肥料の施用がハウレンソウの生育および硝酸、シュウ酸、アスコルビン酸含量に及ぼす影響。土肥誌70, 31-38(1999)。
- [3]目黒孝司ほか：夏どりハウレンソウの内部品質指標。土肥誌62, 435-438(1991)。
- [4]中川祥治ほか：堆肥および有機質肥料の施用がコマツナの硝酸、糖、アスコルビン酸および β -カロチン含量に及ぼす影響。土肥誌71, 625-634(2000)。
- [5]孫 尚穆・米山忠克：野菜の硝酸、作物体の硝酸の生理、集積、人の摂取。農及園71, 1179-1182(1996)。
- [6]建部雅子・米山忠克：作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定法。土肥誌66, 155-158(1995)。

- [7]建部雅子ほか：窒素施肥がハウレンソウとコマツナの生育と糖，アスコルビン酸，硝酸，シュウ酸含有率に与える影響．土肥誌66，238-246(1995)．
- [8]建部雅子ほか：緩効性窒素肥料の施用がハウレンソウのシュウ酸，アスコルビン酸，糖，硝酸含有率に与える影響．土肥誌67，147-154(1996)．
- [9]山崎晴民・六本木和夫：有機物施用が葉菜類の収量及び品質に及ぼす影響．埼玉園試研報21，7-20(1988)．
- [10]山崎晴民・六本木和夫：土壤中の硝酸態窒素の簡易測定法．埼玉園試研報19，31-36(1992)．
- [11]吉田企世子：作物生育条件と野菜の栄養成分・調理性との関係．栄養学雑誌56，1-9(1998)．