

# ハウスニラ栽培における減肥試験とその養分収支

石井 貴・河野 隆\*

Decreased Manure and Fertilizer Test and the Nutrient Incomings and Outgoings  
in Plastic Green-house for Chinese Chive Cultivation.

Takashi ISHII and Takashi KAWANO

## Summary

A decreased manure and fertilizer test was carried out in an on-site plastic green-house for Chinese chive cultivation in which manure had been used continuously for a long time, and the nutrient incomings and outgoings were investigated. Though the yield from the practice of fertilization cultivation was ensured even with a 75% decrease in fertilizer without using manure, the reason was not clear. In an on-site plastic green-house, the efficiency of nitrogen utilization in the first cultivated period (non-harvesting period) after planting was low. The quantity of nutrient absorption was high for  $K_2O$ , N,  $CaO$ ,  $P_2O_5$  and  $MgO$ , in that order. In particular there was more application of  $CaO$  and  $P_2O_5$  than the amount of nutrient absorption quantity, and the load on the soil was large.  $CaO$  and  $K_2O$  might have fallen from the plowed layer to the subsoil.

キーワード：ニラ, 減肥, 養分収支, 鶏糞堆肥, 環境負荷

## I. 緒言

野菜栽培が盛んな地域では、堆肥等の有機物や化学肥料が過剰に畑に投入され、吸収されずに残った成分（硝酸態窒素等）が降雨等により溶脱し、地下水汚染が懸念されている（西尾，1997；小川，2000）。その理由は、作物の養分吸収量に対して過剰な施肥を行うためである（小川，2000；八槇ら，2003）。

ニラは、2004年度、作付面積170ha、収穫量5,270tで、それぞれ全国第6位、全国第3位を占める茨城県の重要品目である（茨城県，2006）。そのニラは、他の作物と比較して栽培期間が長いため、有機物、特に鶏糞堆肥や化学肥料を比較的多く投入する傾向にある（沼田ら，1992；茨城県農業改良協会，2001）。施肥基準（茨城県野菜栽培基準，2004）はあるが、特に現地ハウス栽培の養分収支の実態についての資料は少ないため、必要な施肥量に対する科学的根拠が不足している。

そこで、長年比較的多量の堆肥を施用してきた現地ニラ栽培ハウスにおいて、堆肥無施用+化学肥料減肥区と慣行施肥区（堆肥施用有り）の養分収支について調査し、今後の施肥量設定あるいは施肥指導の基礎資料とする。

## II. 材料および方法

2002～2003年に、ニラ栽培が盛んで、比較的多量の鶏糞堆肥が過去に施用されてきた小川町野田（現：小美玉市）のパイプハウス（表層腐植質黒ボク土）において、減肥試験を行い、その養分収支と土壤養分等を調査した。

### [試験区]

減肥区は、堆肥を無施用とし、土壤改良資材を土壤診断に基づいた成分・量施用した。化学肥料を慣行区の50%減とした。慣行区は、堆肥、土壤改良資材、化学肥料とも農家慣行施用とした。

\* 現茨城県農業総合センター山間地帯特産指導所

減肥区と慣行区は、栽培履歴が同様の隣り合ったハウスを利用し、それぞれの試験区面積は 143 m<sup>2</sup> と 286 m<sup>2</sup> で、反復は設けなかった。

#### [栽培、施肥概要]

表 1 のように、慣行区では、ビニルを展張してない状態のパイプハウスに鶏糞堆肥 10t と土壌改良資材を施用後、定植溝を掘って 6 月 20 日に定植し、化成で 6 月と 9 月に追肥して土寄せを行い、株を養成した。霜で地上部が枯死した後、1 月に化成を追肥後、2 月

26 日から 6 月 20 日頃までビニルを展張して保温した。3～7 月までに 4 回葉を収穫した後、夏場は露地状態で株養成し、花刈りや追肥を行った後、9 月 25 日に地上部を刈捨てし、ビニルを展張して 10 月に追肥した後、11 月に 5 回目の収穫を行って栽培を終了した。

減肥区も栽培概要は慣行区と同じであるが、施肥は(試験区)のとおり慣行区よりも削減した。

なお、慣行区で堆肥として使用した自家製鶏糞堆肥の成分含量は表 2 のとおりである。

表 1 現地ハウスニラ減肥試験の栽培概要

試験区名	1 年目 (2002 年)						2 年目 (2003 年)									
	露地 (株養成)						露地	ハウス			露地	露地 (株養成)		ハウス		
	堆肥 4/10	土改材 4/22	定植 6/20	追肥① 6/26	追肥② 9/11	葉枯	追肥③ 1/26	収穫 3/27	収穫 4/24	収穫 5/20	収穫 7/1	花刈	追肥④ 9/1	刈り捨て 9/25	追肥⑤ 10/12	収穫 11/4
減肥	なし	Mg		なし	なし		N16.8						N15.7		なし	
慣行	N85.5	P-Ca-Mg		N15.0	N31.5		N16.8						N15.7			N14.7

注) 品種はスーパーグリーンベルト。栽植密度は 6643 株/10a (条間 49cm × 株間 26cm)。追肥の数字は 10a 当たりの窒素分 (kg) を示す。追肥①は硝酸燐加安、追肥②は硫加燐安、追肥③は複合燐加安、追肥④は高度化成、追肥⑤は硝酸石灰を使用。堆肥の種類は鶏糞パークで、10a 当たりの窒素分 {(kg) (施用量は 10t/10a)} を示す。減肥区の土改材は硫マグ 40kg/10a を施用、慣行区の土改材は苦土石灰 400kg/10a とようりん 150kg/10a を施用。1 年目の露地 (株養成) の葉枯は、11 月下旬に霜によって地上部が枯死したことを示す。

表 2 鶏糞パーク堆肥の成分

含水率 (%)	T-C	T-N	C/N 比	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	(乾物%)			(乾物%)			
54.7	23.7	1.9	12.5	6.6	2.3	26.8	1.3

#### [作物体内養分分析]

生体重量を測定後風乾し、さらに 70℃ で数日間乾燥後、重量を測定して含水率を求めた。その乾燥試料をミキサーで粉砕して粉末にした。T-N 含量は、サリチル硫酸分解法 (= ガンニング変法、作物分析法委員会、1975) で測定した。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO、MgO 含量は、作物体の乾燥粉末を濃硝酸と過塩素酸で湿式分解 (作物分析法委員会、1975) し、乾固直前に加熱をやめ、0.1NHCl 液を 10ml 加えて抽出し、蒸留水で 100ml に定量した液を適宜希釈し分析に供した。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量はバナドモリブデン酸法で、K<sub>2</sub>O、CaO、MgO 含量は原子吸光光度法で測定した (日本土壤協会、2001)。

#### [土壌]

主に土壌・作物栄養診断マニュアル (茨城県、1997) に基づき、以下の項目を測定した。pH は pH

メーターで、EC は電気伝導度計で測定した。CEC は、振とう抽出簡便法で抽出後、ケルテックによる蒸留法で測定した。T-C、T-N は CN コーダーで測定した (土壤環境分析法編集委員会、1997)。NO<sub>3</sub>-N 含量は、EC 測定液をろ過し、イオンクロマトグラフで測定した。可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量はトルオーグ法で測定した。交換性 K<sub>2</sub>O、CaO、MgO 含量は原子吸光光度法で測定した。なお、水分係数は、風乾土約 10g を 105℃ の恒温器で 1 日間乾燥させ、乾土重量を測定し、風乾土重量/乾土重量で求めた。

#### [土壌溶液中 NO<sub>3</sub>-N 濃度]

定植条の株間、深さ 50cm に土壌溶液採取器を設置して土壌溶液を採取し、イオンクロマトグラフで測定した。

#### [作物体試料の採取]

定植 1 年目 (2002 年) では定植時の苗 (6 月)、株

養成終了時（11月）に、定植2年目（2003年）では1～5回目収穫時（葉のみ採取：3, 4, 5, 7, 11月）、株養成終了時（9月）に根を除いた葉茎を採取した。

#### [土壌試料の採取]

定植1年目（2002年）では定植前（5月）、追肥前（9月）、株養成終了時（11月）に、定植2年目（2003年）では作物試料採取時に作土層（深さ0～15cm）を採土した。また、栽培終了後の2004年1月に、ハンド

オーガーを用いて深さ20cm毎に2mまで土壌を採取し、分析に供した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 収量

減肥区が慣行区よりも多く、収穫1回目から5回目までいずれも減肥区が多かった（図1）。

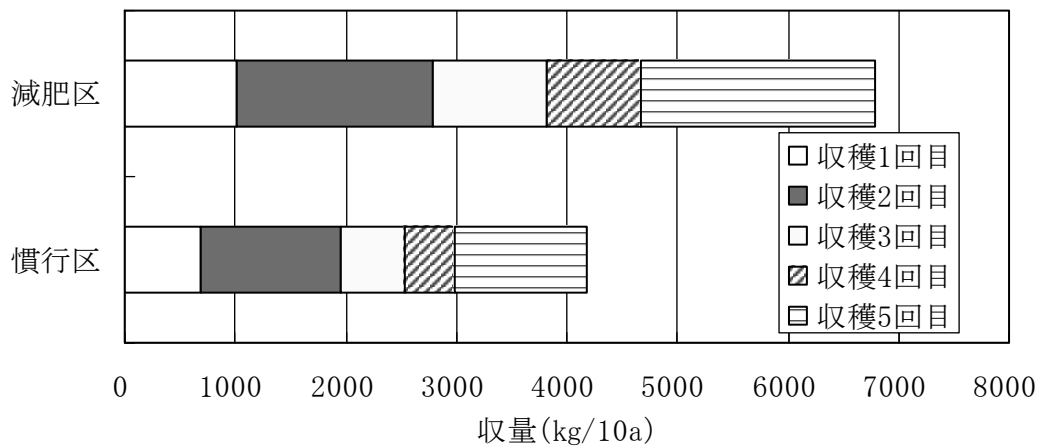


図1 肥料施用量の違いが現地ニラの収量に及ぼす影響（2003）

#### 2. 定植1年目株養成期間の窒素吸収量

慣行区の定植1年目株養成期間の窒素施肥量は、化学肥料（化成）で47kg/10a、鶏糞堆肥の窒素成分86kg/10aで合わせて132kg/10aであったが、その期間の窒素吸収量は7kg/10aしかなく、作物に利用されない窒素が非常に多かった。なお、減肥区では、その期間の施肥は硫酸マグネシウムのみであったが、慣行区と同等の生育、養分吸収量であった（表3）。

#### 3. 定植2年目の窒素吸収量

収穫を行う定植2年目の慣行区の窒素施肥量は、化学肥料（化成）で47kg/10aであったが、2年目の収穫分と刈り捨て分の合計窒素吸収量は33kg/10aであり、1年目の株養成期間より利用された窒素が多かった。なお、収穫1回当たりの収穫葉の平均窒素吸収量は4.3kg/10aであった。減肥区では、窒素施肥量が33kg/10aと慣行区よりも少なかったが、収量が多かったため、窒素吸収量は50kg/10aと慣行区よりも多かった。収穫1回当たりの収穫葉の平均窒素吸収量は5.7kg/10aであった。（表3）。

#### 4. 肥料成分投入量

慣行区の栽培2年間合計の肥料成分投入量は、CaO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、NとK<sub>2</sub>O、MgOの順に多かった。特にCaOの施肥量は1,545kg/10a（化学肥料と土壌改良資材で318kg/10a、鶏糞堆肥で1,227kg/10a）と最も多く、次いでP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の施肥量が411kg/10a（化学肥料と土改材が109kg/10a、鶏糞堆肥で302kg/10a）と多かった。NとK<sub>2</sub>Oの施肥量は約180kg/10aと同程度で、MgOの施肥量は120kg/10aであった。一方、減肥区の肥料成分投入量は、Nで33kg/10aと慣行区に対して化学肥料で65%の減、鶏糞堆肥も含めると82%の減であった。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とK<sub>2</sub>Oの施肥量も33kg/10aで、慣行区に対してそれぞれ化学肥料で70%、55%の減、鶏糞堆肥も含めるとそれぞれ92%、82%の減であった。CaOは、何も施用していないため、投入量は0であった。MgOは、硫マグ分のみ20kg/10aの施肥量で、慣行区に対して化学肥料で68%の減、鶏糞堆肥も含めると84%の減であった。（表3）。

#### 5. 養分吸収量

慣行区の栽培2年間合計の養分吸収量は、K<sub>2</sub>O、N、

CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO の順に多く, K<sub>2</sub>O で 60kg/10a, N で 39kg/10a, CaO で 18kg/10a, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> で 8kg/10a, MgO で 4kg/10a であった。いずれの養分でも施用量が非常に多いため, 収支をみると, N で +140kg/10a, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> で +403kg/10a, K<sub>2</sub>O で +120kg/10a, CaO で +1527kg/10a, MgO で +118kg/10a となり, 吸収量をはるかに上回る施用量であった。特に CaO と P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

の施用量が多かった(表3)。一方, 減肥区の養分吸収量は, 吸収量の多い養分の順番は同じであったが, 収量が多かった分, いずれの養分吸収量も慣行区を上回り, K<sub>2</sub>O で 77kg/10a, N で 50kg/10a, CaO で 23kg/10a, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> で 11kg/10a, MgO で 5kg/10a であった。その収支をみると, 施用量が少ないため, N, K<sub>2</sub>O, CaO ではマイナスとなった(表3)。

表3 現地ハウスニラにおける定植から最後の収穫までの約2年間の養分収支(kg/10a)

肥料成分	試験区名	収入					支出			収支(鶏糞除く)		
		肥料分		苗	合計(鶏糞除く)	合計	作物吸収分			入	出	
		1年目株養成	2年目				1年目	2年目	合計			
		鶏糞	化成等	化成		養成株	収穫葉	刈捨て				
N	減肥	0	0	33	33	0.2	33 (33)	9	5.7 × 5=28	13	50	-17 (-17)
	慣行	86	47	47	179	0.2	179 (94)	7	4.3 × 5=22	11	39	140 (54)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	減肥	0	0	33	33	0.1	33 (33)	2	1.2 × 5=6	3	11	22 (22)
	慣行	302	77	33	411	0.1	411 (109)	2	0.8 × 5=4	2	8	403 (101)
K <sub>2</sub> O	減肥	0	0	33	33	0.3	33 (33)	11	9.2 × 5=46	19	77	-44 (-44)
	慣行	106	42	33	180	0.3	180 (74)	10	7.2 × 5=36	14	60	120 (15)
CaO	減肥	0	0	0	0	0.1	0 (0)	5	2.2 × 5=11	7	23	-23 (-23)
	慣行	1227	220	98	1545	0.1	1545 (318)	4	1.5 × 5=8	7	18	1527 (300)
MgO	減肥	0	20	0	20	0.0	20 (20)	1	0.4 × 5=2	1	5	15 (16)
	慣行	60	62	0	122	0.0	122 (62)	1	0.3 × 5=2	1	4	118 (59)

※収入の合計と収入-支出の( )内数字は鶏糞の成分を除いた数字。

今回の作物吸収分は, 葉と茎の養分吸収量で, 花と根の養分吸収量は含んでいない。

今回の養分収支では, 雨水や灌水による養分の収支は考慮していない。

支出の作物吸収分の収穫葉の数字は, 収穫1回当たりの平均吸収量×収穫回数=収穫5回分の吸収量。

5回収穫合計の収量は, 減肥区で6,792kg/10a, 慣行区で4,890kg/10aとやや少な目であった。

通常は6~8回収穫し, 標準収量は9,500kg/10a(県野菜栽培基準)。

## 6. 土壌中NO<sub>3</sub>-N濃度

慣行区の栽培期間中の作土層(深さ0-15cm)のNO<sub>3</sub>-N含量は, 露地状態では約1~3mg/100g乾土と少なかったが, ビニルが展張されてハウス状態になると, 追肥に伴って多くなり, 最も多い時には47mg/100g乾土であった(表4)。しかし, 深さ50cmの土壌溶液中のNO<sub>3</sub>-N濃度をみると, 定植1年目の露地状態のときに60~158mg/lと高い濃度を示した。収穫の始まった定植2年目では, 7月1日以外, 17~37mg/lと定植1年目より低い濃度で推移した(表5)。減肥区も作土層NO<sub>3</sub>-N含量は, 露地で少なくハウス状態が多い傾向であったが, ハウス状態での追肥後の減少量が慣行よりも早かった。深さ50cmの土壌溶液中NO<sub>3</sub>-N濃度は, 採水できた回数が少ないが, 慣行区よりも低い値で推移していた(表5)。

## 7. その他の作土層の土壌養分

慣行区の土壌ECはNO<sub>3</sub>-Nと同様の傾向であった。

施肥前の含量が土壌・作物栄養診断マニュアルの土壌改善基準(茨城県, 1997, 以下同様)に比べて非常に多いが, CaOもNO<sub>3</sub>-Nと同様の傾向を示し, 露地状態では約1150~1400mg/100g乾土で推移したが, ハウス状態になると, 1600~2000mg/100g乾土と非常に多い値で推移した。pHは栽培期間中常にほぼ7で変わらなかった。T-CおよびT-Nは, どちらも栽培期間中ほとんど変わらなかったが, 栽培終了時にやや減少した。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は, 施肥前の含量が294mg/100g乾土と土壌改善基準に比べて非常に多く, 収穫が始まるとやや減少したが, 栽培後半にまた増加した。K<sub>2</sub>OとMgOは, 一定の傾向はみられなかったが, 土壌改善基準に比べて比較的多い値で推移した(表4)。

減肥区の作土層の土壌養分を慣行区と比較すると, pH, CaO以外は概ねいずれの成分もやや低い値で推移した。ただ, CaO/MgO比やMgO/K<sub>2</sub>O比は, 慣行区と同様にほとんどの時期で適正な状態ではなかった(表4)。

表4 栽培期間中の土壌診断値（深さ0 - 15cm）の推移

採土日	試験 区名	pH	EC	T-C	T-N	NO <sub>3</sub> -N	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex-K <sub>2</sub> O	Ex-CaO	Ex-MgO	CaO/MgO比	MgO/K <sub>2</sub> O比
		(KCl)	(dS/m)	(乾土%)			(mg/100g 乾土)				(当量比)	
施肥基準		5.5 - 6.0					20-80	55-70	470-500	60-90	4.0-5.5	2.5-3.0
2002/4/22 ※	減肥	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
(露地)	慣行	6.79	0.12	4.75	0.57	2.5	294	124	1238	57	15.6	1.1
9/10	減肥	7.06	0.11	4.24	0.44	2.0	268	88	1096	64	12.2	1.7
(露地)	慣行	7.09	0.16	4.99	0.56	2.9	324	169	1314	91	10.3	1.3
11/15	減肥	6.94	0.15	4.08	0.49	1.6	183	64	1330	68	13.9	2.5
(露地)	慣行	6.95	0.19	5.08	0.57	3.5	284	130	1209	102	8.4	1.8
2003/3/27	減肥	6.53	2.28	—	—	67.3	125	148	2185	106	14.7	1.7
(ビニル展張)	慣行	6.77	1.00	—	—	43.6	134	159	1986	114	12.4	1.7
4/24	減肥	6.90	0.35	—	—	15.2	123	139	1792	99	12.9	1.7
(ビニル展張)	慣行	6.75	0.71	—	—	47.4	163	171	1976	120	11.8	1.6
5/20	減肥	6.88	0.32	—	—	9.0	145	112	1564	82	13.6	1.7
(ビニル展張)	慣行	6.95	0.68	—	—	25.1	178	166	1609	96	12.0	1.4
7/1	減肥	7.59	0.19	—	—	2.1	185	95	1435	86	11.9	2.1
(露地)	慣行	7.43	0.19	—	—	1.2	257	114	1413	103	9.8	2.1
9/9	減肥	6.76	0.53	3.47	0.48	21.9	218	121	1117	79	10.1	1.5
(露地)	慣行	6.76	0.64	4.31	0.58	28.2	269	149	1157	82	10.0	1.3
11/4	減肥	6.77	0.19	3.49	0.46	5.3	413	63	1817	137	9.4	5.1
(ビニル展張)	慣行	6.57	0.30	4.12	0.49	7.5	380	108	1880	112	12.0	2.4

注) ※は定植前であるが、鶏糞パーク堆肥 10t/10a を投入後の値。 —印は未測定。  
施肥基準は、県土壌診断マニュアルの施設栽培土壌の火山灰土壌 CEC30 の値である。

表5 地表下 50cm の土壌溶液中 NO<sub>3</sub>-N 濃度 (mg/l)

試験区	定植1年目(2002年)				定植2年目(2003年)				
	9/10	11/15	3/27	4/24	5/20	7/1	9/9	9/25	11/4
減肥区	58.6	14.5	—	—	—	3.8	0.3	—	4.2
慣行区	157.6	59.7	27.3	25.3	23.8	55.5	21.5	16.5	36.7

注) 減肥区の一は採水できず未測定。

## 8. 深さ2mまでの土壌養分

慣行区の栽培終了後の土壌養分を深さ別にみると、施用量の多い CaO は、深さ 40cm まで 1,000mg/100g 乾土以上、深さ 200cm まで 300mg/100g 乾土以上あった。その結果 pH も高く、深さ 60cm までは 7 以上、深さ 200cm まで 6 以上であった。作土層の CEC は約 30me 程度で、深さ 200cm までほとんど 20 代の数値で、火山灰土壌として特に大きい値ではなかった。また、NO<sub>3</sub>-N と K<sub>2</sub>O は作土層よりも下層土で多く、NO<sub>3</sub>-N は特に深さ 80 - 140cm、K<sub>2</sub>O は特に深

さ 140 - 180cm で多かった。ただし、NO<sub>3</sub>-N は深さ 200cm まで 10mg/100g 乾土以下で、最も多かった深さ 80 - 140cm でも 6mg/100g 乾土程度であった。EC は NO<sub>3</sub>-N と同様の傾向であった。その他、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> と MgO は、作土層では非常に多いが下層土では少なかった(表6)。減肥区でも、ほぼ慣行区と同様の傾向であったが、EC と NO<sub>3</sub>-N 濃度は、それぞれ 0.19 ~ 0.42dS/m、0.9 ~ 2.0mg/100g 乾土と慣行区よりも低い値であった(表7)。

表6 慣行区の栽培終了後約3ヶ月(2004年1月採土)の深さ別土壌分析結果

深さ	pH (KCl)	EC (dS/m)	CEC (me)	NO <sub>3</sub> -N	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex-K <sub>2</sub> O	Ex-CaO	Ex-MgO	CaO/MgO比	MgO/K <sub>2</sub> O比	
				(mg/100g 乾土)						(当量比)	(当量比)
施肥基準	5.5-6.0			20-80	55-70	470-500	60-90	4.0-5.5	2.5-3.0		
定植前	0-15cm	6.79	0.12	2.5	294	124	1238	57	15.5	1.1	
栽培後	0-20cm	7.75	0.22	30.8	3.2	203	95	1483	86	12.3	2.1
	20-40cm	7.92	0.40	25.3	4.5	20	99	1158	53	15.6	1.3
	40-60cm	7.55	0.43	22.1	5.4	1	97	650	32	14.3	0.8
	60-80cm	6.70	0.39	20.7	4.2	0	59	325	21	11.2	0.8
	80-100cm	6.77	0.56	23.0	6.3	2	61	584	29	14.3	1.1
	100-120cm	6.68	0.56	21.9	6.2	3	84	534	28	13.8	0.8
	120-140cm	6.84	0.60	23.8	6.3	9	98	603	31	13.8	0.7
	140-160cm	6.19	0.43	21.5	3.5	0	158	309	21	10.6	0.3
	160-180cm	6.32	0.47	20.1	3.2	3	168	363	22	11.8	0.3
180-200cm	6.28	0.35	16.4	2.5	17	76	410	34	8.7	1.0	

注) 定植前の値は、すでに鶏糞パーク堆肥が投入された後のものである。  
施肥基準は、県土壌診断マニュアルの施設栽培土壌の火山灰土壌 CEC30 の値である。

表7 減肥区の栽培終了後約3ヶ月(2004年1月採土)の深さ別土壌分析結果

深さ	pH (KCl)	EC (dS/m)	CEC (me)	NO <sub>3</sub> -N	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex-K <sub>2</sub> O	Ex-CaO	Ex-MgO	CaO/MgO比	MgO/K <sub>2</sub> O比	
				(mg/100g 乾土)						(当量比)	(当量比)
施肥基準	5.5-6.0			20-80	55-70	470-500	60-90	4.0-5.5	2.5-3.0		
定植前	0-15cm	6.79	0.12	2.5	294	124	1238	57	15.5	1.1	
栽培後	0-20cm	7.80	0.19	30.8	1.3	208	76	1528	81	13.4	2.5
	20-40cm	7.82	0.23	25.3	0.9	57	68	1172	58	14.5	2.0
	40-60cm	7.36	0.28	22.1	0.5	1	57	510	26	13.8	1.1
	60-80cm	6.30	0.30	20.7	0.9	0	38	269	16	11.8	1.0
	80-100cm	6.26	0.33	23.0	1.2	0	57	307	20	11.1	0.8
	100-120cm	6.42	0.42	21.9	1.5	1	92	400	22	12.9	0.6
	120-140cm	6.13	0.37	23.8	1.9	0	132	265	19	10.1	0.3
	140-160cm	6.23	0.38	21.5	1.5	4	175	355	20	12.5	0.3
	160-180cm	5.99	0.30	20.1	1.3	7	89	323	29	8.0	0.8
180-200cm	5.29	0.23	16.4	2.0	3	66	411	60	4.9	2.2	

注) 定植前の値と CEC は慣行区の値であるが、栽培環境が同様の隣り合っているハウスの土壌の値である。  
施肥基準は、県土壌診断マニュアルの施設栽培土壌の火山灰土壌 CEC30 の値である。

#### IV. 考 察

##### [慣行栽培の養分収支]

慣行区では、比較的多量の堆肥(主に鶏糞堆肥)と化学肥料が施用されていた。しかし、いずれの養分も作物の吸収量に対して施用量が非常に多く、施肥効率が悪いと考えられる。特に交換性 CaO と可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> は、堆肥も含めるとそれぞれ成分で 1,545kg/10a、411kg/10a の施用量であるが、作物による吸収量は、2年間合計でそれぞれ 18kg/10a、8kg/10a しかなく、土壌への負荷が特に大きい。

##### [慣行栽培での土壌への負荷]

実際に、慣行区の土壌中の交換性 CaO、可給態

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量は、施肥前でも(ただし堆肥投入後)作土層でそれぞれ 1,238mg/100g 乾土、294mg/100g 乾土と土壌改善基準の2倍量以上であった。可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量は作土層のみの蓄積であったが、交換性 CaO では深さ 180-200cm の土壌まで 300mg/100g 乾土以上存在し、下層にも溶脱している可能性がある。

小松ら(1984)が、本県の施設野菜栽培土壌(キュウリ、トマト)での交換性塩基と可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の蓄積について報告しているが、本試験ハウス土壌の交換性 CaO、可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量は、その報告の平均値の2倍以上も存在している。猿田ら(1985)も群馬県の施設栽培土壌(キュウリ等)の養分実態を報告しているが、本試験ハウス土壌の交換性 CaO、可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含

量は、その報告のそれぞれ最大値、平均値のレベルであった。

K<sub>2</sub>O は、ニラにおいて、吸収量が最も多い養分である。慣行区でも 60kg/10a 吸収しており、化成による投入量 74kg/10a に近い量を吸収した。ただ、堆肥からの投入量が 106kg/10a 有り、すでに施肥前の作土層で 124mg/100g 乾土あった土壤では、負荷がやや大きいと考えられる。栽培跡地土壤の深さ 140 – 180cm の濃度が作土層よりも高く、下層に溶脱している可能性が伺える。MgO については、鶏糞堆肥に含まれる濃度が低く、比較的土壤中にも蓄積されていなかったが、慣行区で 4kg/10a と吸収量が少ない養分であるため、収支では +118kg/10a となっており、過剰施用に注意が必要である。

#### [今後の堆肥施用]

本試験で鶏糞堆肥無施用の減肥区で慣行区よりも収量が増加したように、交換性 CaO や可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> が多量に蓄積したハウスでは、交換性 CaO や可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> を多く含む鶏糞堆肥の効果があまり見えないと考えられる。小松ら (1984) もキュウリにおいては土壤の交換性 CaO 含量が高い程立毛品評会の順位が低下すると報告している。従って、このように養分が蓄積したハウスでは、数年程度鶏糞堆肥は無施用とするか、交換性 CaO や可給態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量の少ない木質牛糞堆肥 (土壤・作物栄養診断マニュアル：茨城県, 1997) の施用に変えた方が良いと思われる。

#### [定植 1 年目株養成期間の N 施用効率]

慣行区の N をみると、堆肥 86kg/10a、化成 47kg/10a の合計 132kg/10a が施用されたにもかかわらず、そのうち作物に吸収されたのはわずか 7kg/10a しかなく、施用効率が悪い。収穫が始まった定植 2 年目では、施用量 47kg/10a に対して、吸収量も 33kg/10a 有るため、特に大きな問題はないが、定植 1 年目の N については、施肥改善の余地が大きい。慣行区の深さ 50cm の土壤溶液中 NO<sub>3</sub>-N 濃度をみても、定植 2 年目に比較して定植 1 年目では濃度が高く、作物に吸収されなかった多くの NO<sub>3</sub>-N が下層に溶脱していると考えられ、環境負荷軽減の面からも改善の必要がある。

#### [堆肥無施用で増収した理由]

減肥区の定植 1 年目の堆肥と化学肥料を無施用とした減肥区で、慣行区よりも多収となった。この理由として、当初は、減肥区では鶏糞堆肥を無施用にしたため、投入される N, CaO, K<sub>2</sub>O が減り、土壤の EC 値、

CaO/MgO 比、MgO/K<sub>2</sub>O 比が改善されて生育が良くなったためと考えたが、土壤診断結果をみると、必ずしも減肥区土壤の EC 値は慣行区と差があるわけではなく、また CaO/MgO 比や MgO/K<sub>2</sub>O 比も改善されていなかった。

渡辺 (2006) は、有機物を多量に連用していくと Mn 欠乏が起こり、外観的には症状が出ていなくても Mn 含有率が低下し、根のリグニン含有率が低下し、センチュウや土壤病害の被害が受けやすくなると報告している。今回の試験では、微量元素や土壤病害虫については調査しなかったが、そのような微量元素欠乏による潜在的な影響で、慣行区で収量が低下したとも考えられるので、今後検討したい。

#### [適正な窒素施用量]

最後に、作物に吸収される窒素供給量に基づく環境負荷の極力少ない必要最低限の窒素施用量を考える。収量を茨城県野菜栽培基準 (2004) の 9,500kg/10a とし、そのときの窒素吸収量は、本試験の減肥区の収穫葉の窒素吸収量を参考にすると、収穫葉の窒素吸収量 28kg/10a × 標準収量 9,500kg / 本試験の収量 6,792kg = 39.2kg/10a + 養成株 9kg/10a + 刈捨て 13kg/10a = 61.2kg/10a となる。鶏糞堆肥を施用せず、地下への N 溶脱も考慮しない場合は、栽培土壤での N 収支が 0 となる、この 61.2kg/10a が、収量を 9,500kg/10a を穫るために最低限必要な窒素施用量と本試験結果からは想定される。現地のハウスで、本試験のように長年堆肥を施用しているハウスでは、堆肥無施用の方が収量が増加するということが充分考えられるが、エコファーマー認定等のために堆肥投入をする場合は、鶏糞堆肥 4t/10a で鶏糞堆肥由来の窒素吸収量が 10.6kg/10a 程度あること (鶏糞由来の 2 年目まで：未発表) を考慮して施肥する必要があると考えられる。その場合、鶏糞堆肥由来窒素を除いた化成と土壤由来窒素の吸収量は、61.2 – 10.6 = 50.6kg/10a となり、茨城県野菜栽培基準の窒素施用量 48kg/10a (+ 完熟堆肥 4t/10a) とほぼ一致する。そのため、現在の野菜栽培基準は、環境負荷軽減の面から考えると、全体の窒素施用量には問題がない。しかし、定植 1 年目の基肥窒素が 20kg/10a とされており、窒素吸収量から考えると、もっと基肥窒素を減らし、収穫が始まった時の追肥を増やす等、施肥時期と施用量の配分については改善が必要と思われる。

他県の事例で、ハウスニラ栽培の施肥量に関する報告は少ないが、沼田ら (1992) は、基肥窒素で

20kg/10a と 40kg/10a では収量が変わらず、追肥の収量に対する影響は大きいですが 30kg/10a で頭打ちになるとしている。この報告で、基肥窒素 20kg/10a + 追肥毎年 30kg/10a × 2 年の合計 80kg/10a 施用したときの収量は、本県栽培基準並の 9,000/10a 弱、窒素吸収量はやはり本試験と同様に約 60kg/10a 程度であった。この報告で、堆肥については、記述がないため、おそらく無施用と思われる。この報告と本県で慣行的に施用されている鶏糞堆肥 4t/10a からの窒素供給量 10.6kg/0a を考慮すると、地下への溶脱等で利用されない N を含めた場合の化学肥料由来窒素施用量は  $80 - 10.6 = 69.4\text{kg}/10\text{a}$  必要になると考えられる。ただし、本試験で窒素施肥効率が悪いことが明らかとなった定植 1 年目の基肥窒素において、20kg/10a 以下の施用量についてはこの報告でも未検討であるため、基肥窒素の施用量や施肥法について検討し、69.4kg/10a からさらに基肥窒素の無駄な施肥を削減することにより、N の環境負荷の少ない施肥体系が確立されると思われる。

## V. 摘要

長年堆肥を比較的多く投入してきた現地ハウスニラ栽培（火山灰土壌）で減肥試験を行い、その養分収支と土壤養分を調査した。

1. 堆肥無施用で化成 75% 減肥でも慣行施肥栽培以上の収量が確保されたが、その理由は明確でなかった。
2. 現地ハウスニラの慣行栽培では、1 年目株養成期間の窒素施用効率が低かった。
3. ハウスニラの養分吸収量は、 $\text{K}_2\text{O}$ 、N、 $\text{CaO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MgO}$  の順に多い。
4. 養分吸収量に対して、 $\text{CaO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  は特に施用量が多く、土壤への負荷が大きかった。
5. 交換性の  $\text{CaO}$  と  $\text{K}_2\text{O}$  は作土層よりも下層土に多く、溶脱している可能性が示唆された。 $\text{NO}_3\text{-N}$  も作土層よりも下層土に多いが、その値は  $6\text{mg}/100\text{g}$  乾土程度であった。

**謝辞** 本試験の遂行にあたり、水戸地域農業改良普及センターの高吉健一専門員、友常年江専門員（現：

稲敷地域農業改良普及センター）、鈴木捷弘副主査（現：退職）には、現地試験において大変お世話になりました。また、小川町（現：小美玉市）の沼田俊男氏には快く現地ほ場を提供して頂きました。ここに心より感謝申し上げます。

## 引用文献

- 土壤環境分析法編集委員会. 1997. 土壤環境分析法. p.222-226. (株)博友社.
- 茨城県農業改良協会. 2001. いばらきの野菜. p.114-116.
- 茨城県農業総合センター. 2004. 野菜栽培基準. p.79-82.
- 茨城県農林水産部園芸流通課. 2006. 茨城の園芸. p.14.
- 茨城県農林水産部農業技術課. 1997. 土壤・作物栄養診断マニュアル. p.2-11, 14-17, 22-25, 82-83, 97.
- 小松鋭太郎・松沢義郎・石塚由之. 1984. 施設野菜立毛品評会入賞ハウスにおける肥培管理並びに土壤の実態. 茨城園試研報 12 : 57-80.
- (財)日本土壤協会. 2001. 土壤、水質及び植物体分析法. p.255-259.
- 西尾道徳. 1997. 有機栽培の基礎知識. p.20-24. (社)農山漁村文化協会.
- 沼田光夫・中村孝志・榎本 優. 1992. ニラのハウス栽培における施肥法及び栽培法の改善に関する研究. 福島農研報 31 : 9-20.
- 小川吉雄. 2000. 地下水の硝酸汚染と農法転換. p.24-27, 172-176. (社)農山漁村文化協会.
- 作物分析法委員会. 1975. 栄養診断のための栽培植物分析測定法. p.61, 67-69.
- 猿田正暁・岩田正久・高橋哲夫. 1985. 施設栽培土壌の養分実態. 群馬農業研究 D 園芸 1 : 25-34
- 渡辺和彦. 2006. 作物の栄養生理最前線. p.47-51. (社)農山漁村文化協会.
- 八槇 敦・斉藤研二・安西徹郎. 2003. 千葉県における農地に関する窒素収支. 千葉農総研研報 2 : 69-77.