

## 施設土壌診断のための土壌採取方法

林 哲央\* 松浦 準\*\* 岡村 光隆\*\*\* 坂本 宣崇\*\*\*\*

施設栽培においてハウス1棟を代表する適正な土壌診断値を得るための土壌採取方法について検討した。作土を採取する際には、施肥や堆肥施用のムラを避けるために出入り口側および窓際を避け中央側を採取すること、暗渠の排水効果ムラおよび溶脱ムラを避けるためにハウスの手前から奥側までを数カ所にわたって採取することが望ましい。各分析項目についての採取による許容誤差をpHで0.2以内、有効態リン酸および交換性塩基で分析値の10%以内にするには、ハウス1棟からの採取点数を5~6カ所とするのが適当であった。施肥前の硝酸態窒素について許容誤差を $25\text{mg kg}^{-1}$ 以内に診断するには、10カ所程度の採取が必要であった。ただし、前作で通路に施肥をして通路かん水によりベッドに養分供給する追肥法を行っている場合には、電気伝導率と無機態窒素について信頼性の高い診断値を得ることは困難であった。

### 緒 言

土壌は元来物理的にも化学的にも不均一なものであるが、土壌化学性を診断する際には僅かな量のサンプルから一筆の圃場全体を代表できる診断値を求めなければならない。農業技術大系土壌施肥編では、化学性の土壌診断に当たって、一筆の圃場からの採取点数を対角線上に5カ所としており<sup>1)</sup>、また、北海道の普及現場においてもこれと同様の方法が行われている。しかし、これは水田または畑地においてpHや有効態リン酸を測定し、土壌改良資材等の投入量を定めるための方法として採用されたと思われる。

施設栽培においては1作ごとに前作跡地の残存窒素または電気伝導率による施肥対応を行うことが多い。その際の適当な採取点数に言及したものとして、土壌養分分析法では施設土壌における採取点数を5~6カ所としているが<sup>2)</sup>、その出典は明らかではない。施設栽培と露地栽培では施肥量、時期などの肥培管理方法が大きく異なっており、施設土壌において施肥設計のための土壌診断値を得るためには、肥培管理方法の特

徴を考慮した試料採取を行うことが望ましい。露地畑、水田および草地については一筆圃場内における土壌分析値の分散を詳細に検討した既往の知見が数多くあるが<sup>1, 2, 4, 5, 6, 8, 11)</sup>、施設畑については見当たらない。そこで、施設栽培においてハウス1棟を代表する適正な土壌診断値を得るために必要な採取方法について検討した。

### 試験方法

#### 1. 農試ハウスにおける分散偏倚

供試土壌は1996年8月上旬に道南農業試験場のデルフィニウム栽培ハウス跡地において採取した。このハウスでは1995年以前の数年間には野菜を栽培していたが、いずれの作も野菜用高度化成肥料を均一に施肥し、仕立て法や品種比較等の栽培試験を行っていた。土壌型は褐色低地土であった。リン酸質資材は無施用で、pH矯正資材として炭酸カルシウムを施用していた。堆肥は毎年春の作付け前に $40,000\text{kg ha}^{-1}$  (注:  $10\text{kg ha}^{-1} = 1\text{kg}/10\text{a}$ ) をトラクターのフロントバケットによってハウス内の両出入り口側に堆積し、人力で散布していた。ハウスは周年被覆され、デルフィニウムは1.8m間隔の4畦で栽培されていた。土壌サンプルは各畦上を1畦につき16点ずつ直径25mmの円筒状の採土器を用い0.2m深まで採取した(図1)。なお、試験2においても同じ方法で採取した。

採取した土壌は風乾後にpH、電気伝導率、硝酸態窒素含量、有効態リン酸含量(トルオーグ法)、交換性塩基含量(カリウム、マグネシウム、カルシウム)を測定した。分析方法は定法に従い、分析値は風乾土

2000年12月18日受理

\* 北海道立道南農業試験場, 041-1201 亀田郡大野町  
E-mail: hayashit@agri.pref.hokkaido.jp

\*\* 北海道日高西部地区農業改良普及センター(現: 北海道空知西部地区農業改良普及センター, 073-1103 樺戸郡新十津川町)

\*\*\* 041-1213 北海道亀田郡大野町

\*\*\*\* 北海道立道南農業試験場(現: 北海道農政部農業改良課, 060-8588 札幌市中央区)

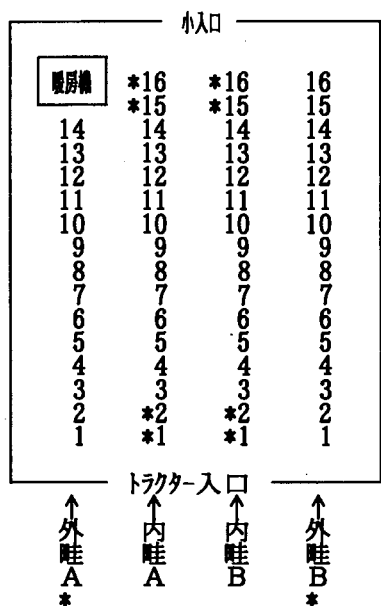


図1 採取場所見取り図(農試ハウス)  
注) \*は、中央部分の計算から除いた。

当たりで示した。

各分析項目値が95%信頼限界で許容誤差の範囲内になる採取点数を求めるため、各項目の許容誤差を以下の通りとした。

- ・ pH : 0.2
  - ・ 電気伝導率, 硝酸態窒素, 有効態リン酸および交換性塩基 : 分析値の10%以内
- 計算式は以下のとおりとした。

$$n = \frac{t^2 \times s^2 / d^2}{(1 + (t^2 \times s^2) / (N \times d^2))}$$

(ただし、n : 採取点数, t = 1.96, s : 標準偏差, d : 許容誤差, N : 母集団の大きさ = ∞ とした。)

全採取地点と中央部分(内側畦で出入り口の各2地点ずつを除いた)とのそれぞれについて各項目の許容誤差を算出した。

## 2. 農家ハウスにおける分散偏倚

### 調査1 トマト収穫中の農家ハウス①

1997年7月上旬に渡島管内大野町のトマト収穫後期ハウスにおいて調査を行った(以下、農家ハウス①)。当ハウスは1970年代前半に建設され、この数年間は2月末~3月初旬定植のトマトと夏~秋のホウレンソウ2作とが交互に作付けされ、天井は毎年2月上旬に被覆し、12月上旬に排除されていた。土壌型は褐色低地土であった。土壌改良資材として過燐酸石灰および苦土炭カルを毎年トマト定植前に各1,000kg ha<sup>-1</sup>程度施用していた。堆肥は毎年トマト定植前に70,000~80,000kg ha<sup>-1</sup>をトラクターのバケットによってハウス内の出入り口側に堆積し、人力で散布していた。基肥は有機入り化成肥料でN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O190-150-140kg

ha<sup>-1</sup>程度を手まきで散布し、栽培期間中の追肥は硝酸カルシウム肥料(ノルチッソ)で1回当たりNO<sub>3</sub>-N-NH<sub>4</sub>-N-CaO36-2-68kg ha<sup>-1</sup>程度を5回通路に人力で散布した後、通路上に畦間かん水を行ってベッドに養分供給していた。トマトは両外側畦が各1条植え、内側畦が各2条植えの2畦で、合計4畦で栽培されていた。土壌サンプルは各内側畦上で3.5m間隔に10点ずつの合計20点を採取した(図2)。

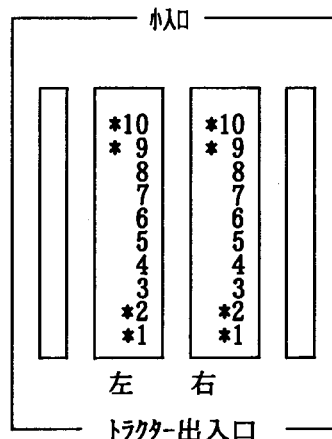


図2 採取位置見取り図(農家ハウス①, ②および③)  
注1) \*は、中央部分の計算から除いた。  
注2) 農家ハウス③には畦はなし。

各分析項目値が許容誤差の範囲内となる採取点数を農試ハウスと同様に算出した。ただし、中央部分は出入り口側の各2地点を除いた場所とした。アンモニア態窒素および熱水抽出性窒素には、硝酸態窒素と同一の許容誤差を用いた。なお、農家ハウス②および③についても同様に算出した。

### 調査2 トマト収穫中の農家ハウス②

1997年8月上旬に桧山管内江差町のトマト収穫前期ハウス(以下、農家ハウス②)において土壌採取した。当ハウスは1987年頃に建設され、2月下旬定植のレタスと6月上旬定植のトマトとが交互に作付けされ、天井は建設以来周年被覆されていた。土壌型はグライ低地土であった。土壌改良資材として約500kg ha<sup>-1</sup>の重焼燐および約2,000kg ha<sup>-1</sup>の苦土炭カルを毎年トマト定植前に施用していた。堆肥は毎年トマト定植前に80,000~100,000kg ha<sup>-1</sup>をトラクターのバケットによってハウス内の両出入り口側に堆積し、人力で散布していた。トマト栽培時の基肥は、建設当初には野菜用化成肥料でN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O100-100-100kg ha<sup>-1</sup>程度を手まきで散布し、1995年以降は無施用であった。栽培期間中の追肥はベッド上に液肥で1回当たりN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O40-11-27kg ha<sup>-1</sup>程度を2回施用していた。トマトは農家ハウス①と同じ様式に栽培されていた。

土壌サンプルは各内側畦上で5 m間隔に10点ずつの合計20点を採取した(図2)。

### 調査3 ホウレンソウ作付け前の農家ハウス③

1998年5月上旬に松山管内北松山町のホウレンソウ作付け前のハウス(以下、農家ハウス③)において土壌採取した。当ハウスは1989年に水田跡地に建設されて以来、ホウレンソウが1年当たり3作連作されており、天井は毎年4月上旬に被覆し、11月上旬に排除されていた。土壌型はグライ低地土であった。施肥として各作毎に野菜用化成肥料で、N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 1年当たり合計280-370-280kg ha<sup>-1</sup>程度、土壌改良資材として毎年ビニール被覆後に約1,000kg ha<sup>-1</sup>の苦土炭カルを施用していた。堆肥は数年前から無施用であったが、魚粕が毎作1,800~3,000kg ha<sup>-1</sup>連用されていた。暗渠はハウス長辺方向と直角に数本埋設されていたが、1993年7月北海道南西沖地震の後、出入り口側の排水効果が見られなくなっていた。土壌サンプルはハウス長辺方向に2列、各列5 m間隔に10点ずつの合計20点を採取した(図2)。

## 結 果

### 1. 農試ハウスにおける分散偏倚

全採取地点における変動係数は硝酸態窒素では大きく、有効態リン酸では小さかった(表1)。交換性塩基ではカリウムの変動係数が大きく、カルシウムで小さかった。

pHは入り口側よりも中央側で、外畦よりも内畦で、わずかに高かった。硝酸態窒素は入り口側で高く、有効態リン酸は内畦で高かった。交換性カリウムは入り口側で、かつ内畦で高かった。交換性マグネシウムおよびカルシウムは中央側で高く、交換性マグネシウム

は内畦で高かった(図3)。

有効態リン酸および交換性塩基の許容誤差を10%以内にする採取点数は、中央側の分散から算出した場合に1~9点と少なかった(表2)。電気伝導率および硝酸態窒素についてはともに採取点数が60~400点と著しく多く算出された。pHについては全地点の分散から算出した場合に3.8点、中央部分で4.0点であり大きな差は認められなかった。

### 2. 農家ハウスにおける分散偏倚

#### 調査1 トマト収穫中の農家ハウス①

硝酸態窒素が高く、その分散幅は23~1550mg kg<sup>-1</sup>(注: 10mg kg<sup>-1</sup> = 1 mg/100 g)、変動係数は101.8%と大きかった。各形態窒素の変動係数は、硝酸態>アンモニア態>熱水抽出性窒素の順に大きかった。有効態リン酸の変動係数は小さかった。交換性塩基の変動係数はカリウムが、マグネシウムおよびカルシウムよりも大きかった(表1)。

硝酸態窒素とアンモニア態窒素とは偏在場所が一致し、両者間に高い正の相関( $r=0.965^{***}$ )が認められたが、採取位置による一定の傾向は認められなかった。熱水抽出性窒素、有効態リン酸、交換性カリウムおよびマグネシウムはそれぞれハウス出入り口側において高かった。有効態リン酸は交換性マグネシウムが高い位置において僅かに高かった(図4)。交換性カルシウムは硝酸態窒素が高い位置において高く、両者間には正の相関( $r=0.786^{***}$ )が認められた。

各分析項目の値が許容誤差の範囲内になる採取点数は、中央部分の分散から算出した点数が全採取地点からの点数よりも少なかった。電気伝導率および無機態窒素についてはともに採取点数が顕著に多かった(表2)。

表1 施設土壌分析項目の平均値および変動係数

調査 ハウス	計算項目	pH (H <sub>2</sub> O)	電 気 伝 導 率 (dSm <sup>-1</sup> )*	硝酸態	アンモニア態	熱水抽出性	有効態 リン酸	交換性塩基含量		
				窒素含量 (mg kg <sup>-1</sup> )**	窒素含量	窒素含量		K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
農試	平均	5.70	0.13	11	—	—	484	361	509	3151
	標準偏差	0.20	0.05	12	—	—	70	69	66	193
	変動係数%	3.5	37.1	111.0	—	—	14.5	19.1	13.1	6.1
農家①	平均	6.27	0.98	377	35	206	2225	1333	1005	6473
	標準偏差	0.32	0.61	383	31	49	133	257	83	636
	変動係数%	5.2	61.7	101.8	89.3	23.6	6.0	19.3	8.3	9.8
農家②	平均	5.36	1.02	297	14	89	378	524	1067	4368
	標準偏差	0.08	0.17	87	3	14	41	151	104	234
	変動係数%	1.5	17.0	29.2	21.8	15.2	10.8	28.7	9.7	5.4
農家③	平均	6.07	0.36	152	17	138	1134	548	359	4553
	標準偏差	0.36	0.12	63	14	48	256	100	25	563
	変動係数%	5.9	32.2	41.2	79.5	34.9	22.5	18.2	7.0	12.4

注) \* 1 dSm<sup>-1</sup> = 1 mS/cm, \*\* 10mg kg<sup>-1</sup> = 1 mg/100 g

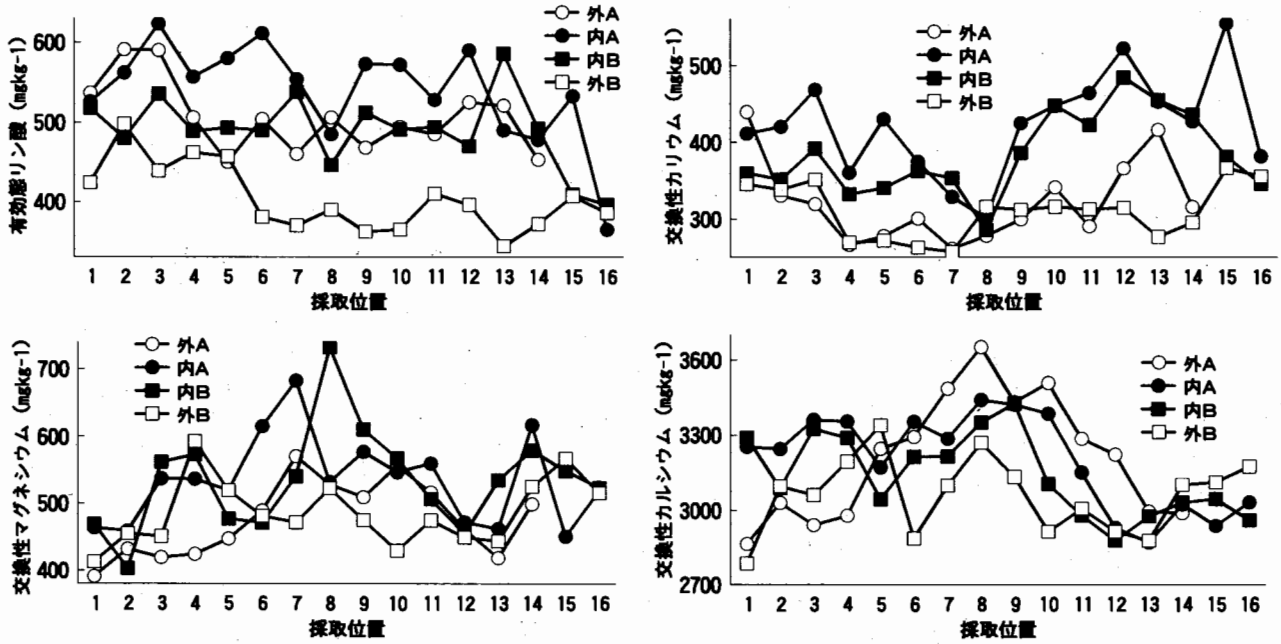


図3 農試ハウスにおける採取位置ごとの各項目の分析値

表2 施設土壌分析項目が許容誤差の範囲内となる採取点数

調査ハウス	採取地点	pH (H <sub>2</sub> O)	電気伝導率	硝酸態窒素	アンモニア態窒素	熱水抽出性窒素	有効態リン酸	交換性塩基		
								K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
農試	全地点	3.8	52.7	473.4	—	—	8.0	14.0	6.6	1.4
	中央部	4.0	66.4	413.9	—	—	3.2	8.5	5.4	1.3
農家①	全地点	10.0	146.1	398.4	306.6	21.3	1.4	14.3	2.6	3.7
	中央部	3.3	136.6	356.2	306.7	13.8	0.9	4.8	1.2	3.9
農家②	全地点	0.6	11.2	32.7	18.3	2.4	4.5	31.7	3.6	1.1
	中央部	0.2	8.6	16.2	23.4	2.2	5.6	6.0	2.5	1.1
農家③	全地点	12.3	39.9	65.3	243.1	46.8	19.5	12.7	1.9	5.9
	中央部	4.6	27.1	32.4	201.4	53.8	17.8	5.9	1.7	1.8

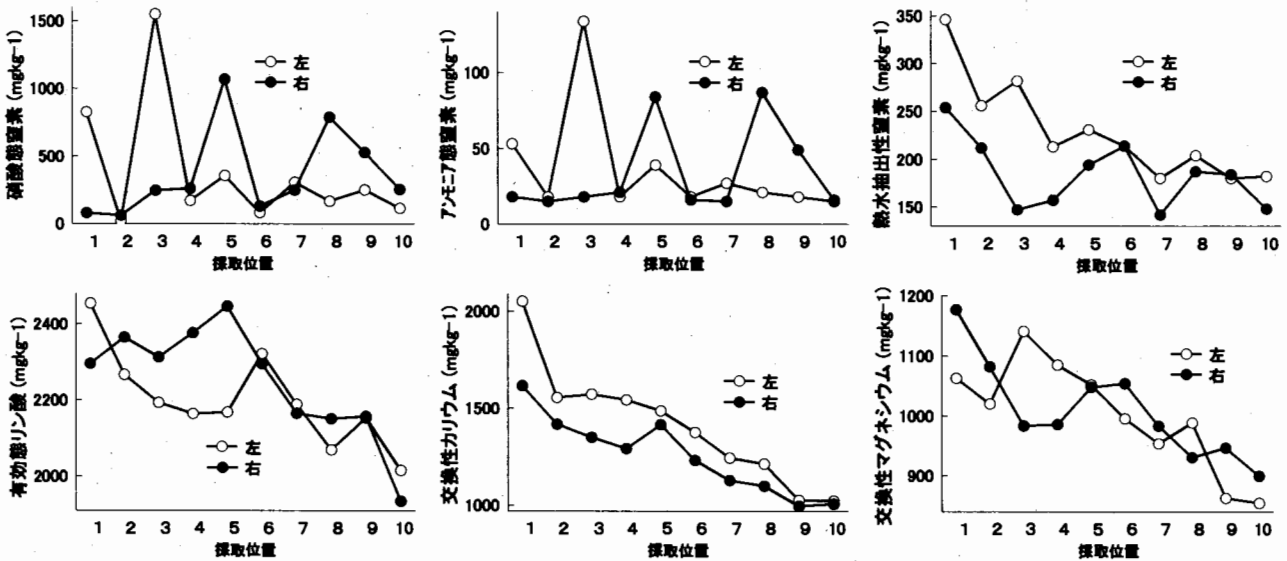


図4 農家ハウス①における採取位置ごとの各項目分析値

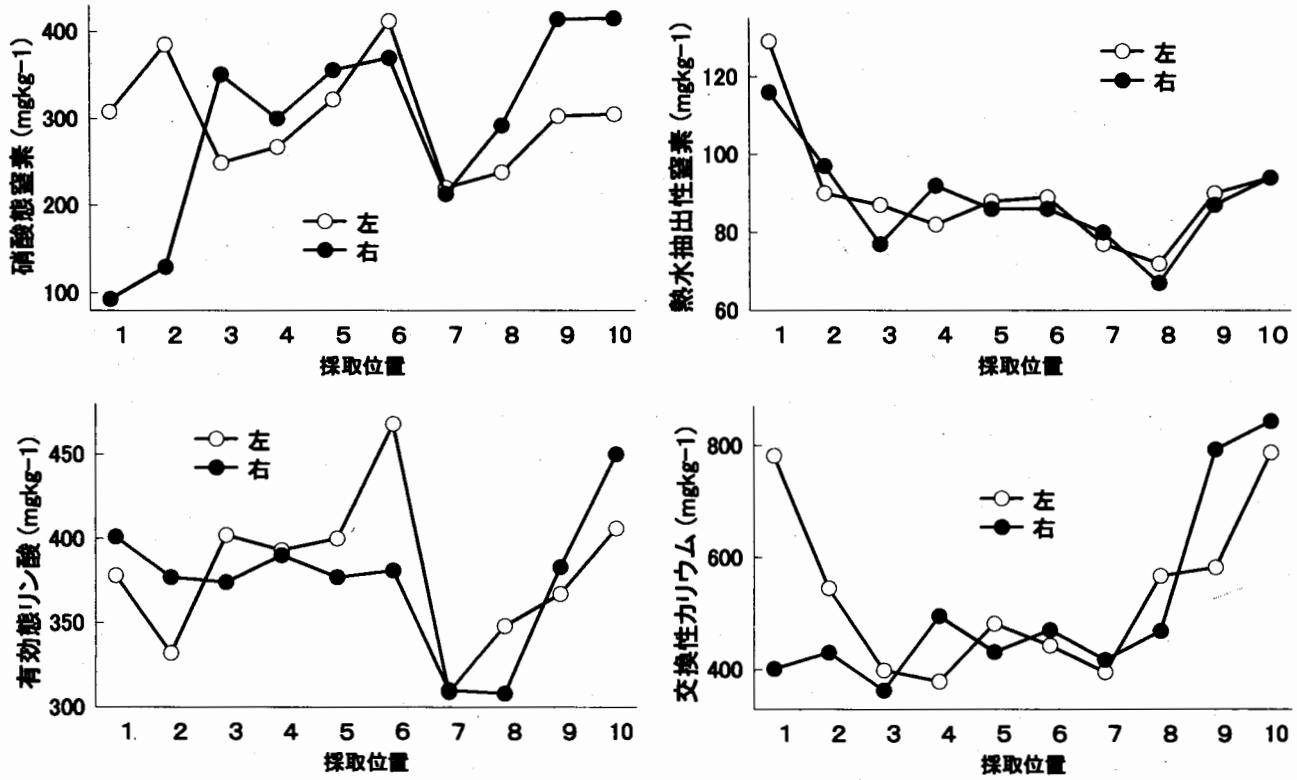


図5 農家ハウス②における採取位置ごとの各項目分析値

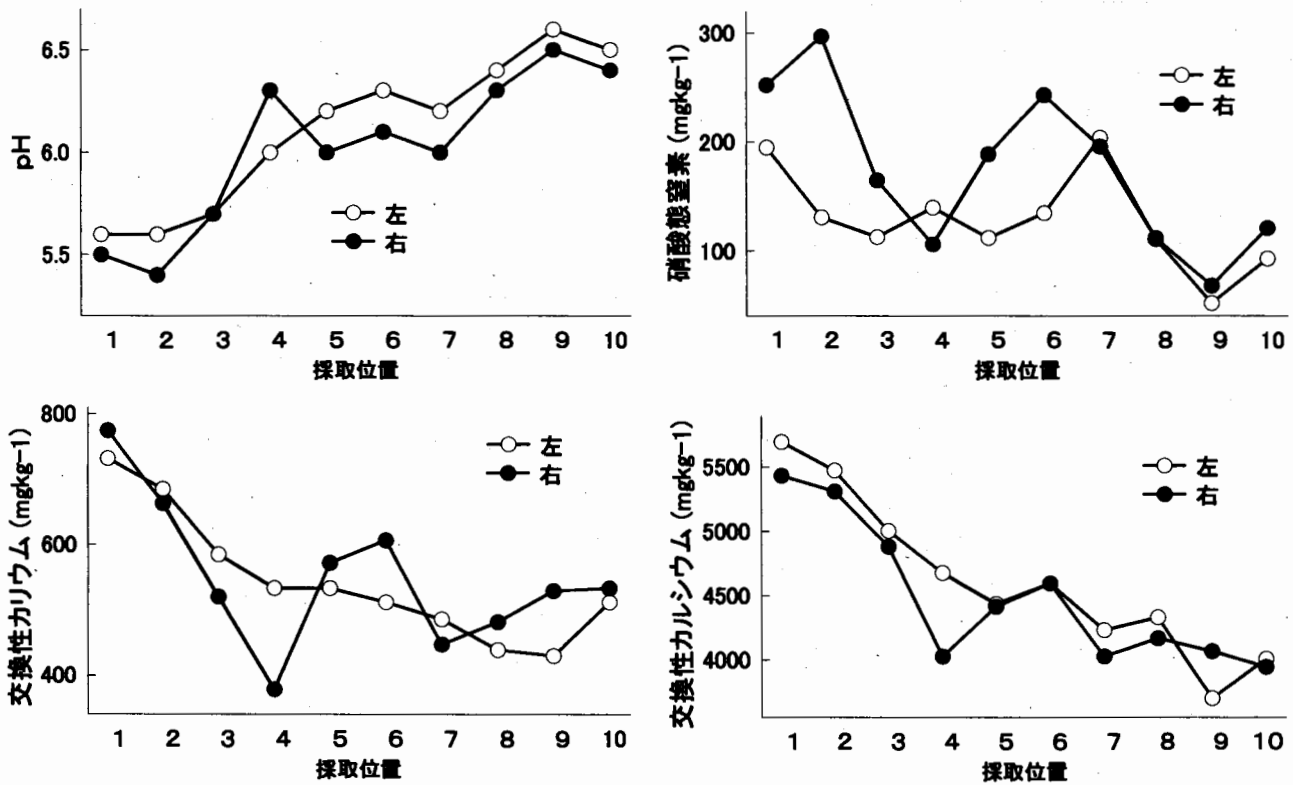


図6 農家ハウス③における採取位置ごとの各項目分析値

## 調査2 トマト収穫中の農家ハウス②

硝酸態窒素が高く、その分散幅は93~415mg kg<sup>-1</sup>、変動係数は29.2%と大きかった(表1)。交換性塩基の変動係数はカリウムがマグネシウムおよびカルシウムよりも大きかった。

熱水抽出性窒素および交換性カリウムはハウス出入り口側において高かった(図5)。有効態リン酸、交換性マグネシウムおよびカルシウムには採取位置による傾向は認められなかった。

各分析項目の値が許容誤差の範囲内になる採取点数は、アンモニア態窒素を除いて中央部分の分散から算出した点数が全採取地点からの点数よりも少なかった(表2)。硝酸態窒素については採取点数が多かった。

## 調査3 ホウレンソウ作付け前の農家ハウス③

pHはハウス出入り口側において低く、硝酸態窒素および交換性カルシウムは出入り口側で高かった(図6)。熱水抽出性窒素、交換性カリウムおよびマグネシウムには採取位置による傾向は認められなかった。

各分析項目の値が許容誤差の範囲内になる採取点数は、熱水抽出性窒素を除いて中央部分の分散から算出した点数が少なかった。電気伝導率、無機態および熱水抽出性窒素についてはともに採取点数が多かった(表2)。

## 考 察

### 1. 施設土壌診断における許容誤差

土壌診断を行う上で施設畑と水田・畑地等とが異なる点は採取時期、天井被覆の有無、肥料および土壌改良資材の投入量などである。すなわち、水田または畑地等における採取時期は多くの場合、収穫後の秋から翌年春までの間であり、無機態窒素および交換性塩基はこの間に溶脱作用を受けている。一方、施設畑では栽培終了直後に診断し、すぐに次作の施肥が行われる場合が多く、降雨による溶脱がないため前作の肥料成分がそのまま残存していることが多い。したがって、施設畑では一般に施肥量が多く、中でも堆肥施用量は年当たりで畑地の数倍以上となる場合が多いため、土壌診断はそれらの残存量を評価することが主な目的となる。

本調査ではpHの許容誤差を0.2以内に、電気伝導率、無機態および熱水抽出性窒素、並びに有効態リン酸および交換性塩基の許容誤差を分析値の10%以内にするための採取点数を算出した。酸性矯正のための炭酸カルシウム所要量を求める際に従前から使用されているアレニウス氏表ではpHは0.2刻みで記載されている<sup>10)</sup>。北海道では施設園芸作物に対して土壌診断に

基づく施肥対応を行う際に、窒素施肥量は土壌診断値の50mg kg<sup>-1</sup>単位で、リン酸施肥量は100~200mg kg<sup>-1</sup>単位で、カリウム施肥量は150~300mg kg<sup>-1</sup>単位で行うこととしている<sup>9)</sup>。また、金沢らは水田および畑地圃場における化学性分析値のバラツキを評価する際に、許容誤差を10%として必要試料数を算出している<sup>4, 5)</sup>。藤本らも畑土壌において同様の評価を行っている<sup>11)</sup>。以上のことから、各分析項目における上記の許容誤差は妥当と考えられる。

### 2. 化成肥料および土壌改良資材の施用による分散偏倚

#### (1) pH

各ハウスにおいて許容誤差を0.2以内として算出した採取点数は全地点で1~12点であったが、中央部分では5点以内となり、従来から北海道の普及現場において行われているハウス1棟から5~6点を採取する方法は、pHを診断する上で適当である。

#### (2) 電気伝導率および無機態窒素

農家ハウス①における窒素追肥の方法は水に溶けやすい形態の硝酸カルシウム肥料の通路への散布であることが多いため、土壌分析値は硝酸態窒素が高い地点では交換性カルシウムが高く、また、硝酸態窒素とアンモニア態窒素とはハウス内における偏在場所が一致していた。当ハウスでは無機態窒素の変動係数が他の項目の係数よりもはるかに大きく、この無機態窒素の偏在要因の第一は、追肥された肥料が原因していると考えられる。農家ハウス②における追肥は液肥で施用されていることと、追肥量が少なかったため、このような偏在が起ころなかったと考えられる。農家ハウス③における硝酸態窒素は出入り口側において高かったが、この原因は出入り口側の暗渠の排水機能が低下し、冬期間の溶脱量が出入り口側で少なかったものと考えられる。

電気伝導率および硝酸態窒素が許容誤差(分析値の10%)の範囲内になる採取点数は、ハウス毎に大きく異なり、電気伝導率では9~140点、硝酸態窒素では16~400点であった。トマト栽培期間中の追肥に起因するムラが現れた農家ハウス①では、採取点数が顕著に多くなり、診断値を得ることは実際上不可能であった。一方、液肥で追肥された農家ハウス②および冬期間の溶脱後の施肥前に採取した農家ハウス③においては、採取点数が比較的少なかった。これらの採取点数は許容誤差を分析値の10%として算出したが、相馬はホウレンソウに対する窒素施肥量を適正化するために、電気伝導率(EC値)による土壌診断を行い、このときEC値を0.25dSm<sup>-1</sup>(mS/cm)単位で窒素減肥を行っている<sup>14)</sup>。また、北海道において園芸作物に対する土壌診断に基づく施肥対応では、窒素施肥量は硝酸態

窒素診断値の $50\text{mg kg}^{-1}$ 単位で行うこととしている<sup>9)</sup>。したがって、実用上の許容誤差はそれらの2分の1であるEC値で $0.125\text{dSm}^{-1}$ 、硝酸態窒素で $25\text{mg kg}^{-1}$ を妥当と判断した。これで算出した採取点数は農家ハウス③の中央部分で12.0点と少なくなり、分析値の絶対値や分散の小さい農試ハウスでは顕著に少なくなった(表3)。

表3 電気伝導率が許容誤差 $0.125\text{dSm}^{-1}$ 、無機態窒素が許容誤差 $25\text{mg kg}^{-1}$ の範囲内となる採取点数

調査ハウス	採取地点	電気伝導率	硝酸態窒素	アンモニウム態窒素
農試	全地点	0.6	0.9	—
	中央部	0.7	0.7	—
農家①	全地点	90.3	903.8	6.0
	中央部	98.9	1149.9	8.5
農家②	全地点	7.5	46.2	0.1
	中央部	5.7	23.2	0.1
農家③	全地点	3.3	24.0	1.1
	中央部	2.3	12.0	1.5

作土の電気伝導率、または無機態窒素を評価して次作の基肥量を決定することは、施設栽培における重要な基本技術である。本調査から得られた結果から、農家ハウス③のように全面全層施肥で前作の施肥ムラが小さい場合や天井被覆が排除されて溶脱を受けた場合などでは、分析値の変動係数が小さく、栽培跡地または春先の施肥前の作土を採取して診断することは可能と考えられた。

一方、栽培期間中の追肥については、農家ハウス②のように一般的な方法(ベッド上への液肥)で追肥する場合でも、ベッド表面には必ず高低差があり、施用された追肥窒素は凹部などに偏在する。そのため、多肥・多回施用栽培する作物では、追肥前の作土の電気伝導率または無機態窒素診断による次回の窒素追肥の判断は、栽培前の土壌窒素のムラが小さい場合に適用すべきであり、この場合でも採取点数を20点程度と多くする必要がある。

### (3) 有効態リン酸

リン酸は自然状態での存在量が少なく、かつ土壌中では殆ど移動しない成分である上に、施設栽培では「施用量>持ち出し量」となる場合が多く、散布ムラの指標になると考えられる<sup>12)</sup>。

土壌有効態リン酸は農試ハウスでは内側の畦で僅かに高く、農家ハウス①では出入り口側が、③では奥側が高かった。リン酸は農試ハウスおよび農家ハウス③においては野菜用化成肥料の成分として、農

家ハウス①においては加えて土壌改良資材として、それぞれ散布され、ハウス内の周辺部に散布ムラが現れていた。

土壌有効態リン酸が許容誤差の範囲内となる採取点数は、中央部分の分散から算出すると、農家ハウス③を除いて6点以下であった。そのため、ハウス1棟から5~6カ所を採取する方法は有効態リン酸を診断する上で概ね適当である。

### (4) 交換性塩基

マグネシウムとカルシウムは土壌改良資材として大量に施用され、かつ冬期間に溶脱を受けやすいことから、施用ムラとともに溶脱ムラの指標になると考えられる。

土壌交換性マグネシウムは農試ハウスにおいて内側の畦で僅かに高く、農家ハウス①では出入り口側が高かった。マグネシウムは農試ハウスにおいて野菜用化成肥料の成分として、農家ハウス④では加えて土壌改良資材としてもそれぞれ散布され、ハウス内の周辺部に散布ムラが現れていた。

交換性マグネシウムおよびカルシウムが許容誤差の範囲内となる採取点数は、各ハウスとも概ね5~6点以下であった。

なお、土壌交換性カルシウムは農家ハウス③において出入り口側が高く、この原因は出入り口側の暗渠の排水機能が低下し、冬期間の溶脱量が出入り口側において少なかったためと考えられる。したがって、暗渠の排水効果ムラと溶脱ムラを避けるためにはハウスの手前側から奥側までを採取することが望ましく、併せて暗渠機能の維持が必要である。

### 3. 堆肥の施用による分散偏倚

放牧地において糞尿の局部的還元が土壌窒素およびカリウム存在量の偏倚を引き起こしたとする報告があり<sup>8)</sup>、可給態窒素<sup>15)</sup>、並びに交換性カリウムは堆肥施用により増加することから<sup>7)</sup>、両分析値は堆肥施用ムラの指標になると考えられる。

熱水抽出性窒素は農家ハウス①および②において出入り口側で高かった。土壌交換性カリウムは農試ハウスにおいて出入り口側および内側の畦で高く、農家ハウス①および②において出入り口側で高かった。一方、農家ハウス③では同様な傾向は見られなかった。農試ハウスおよび農家ハウス①②では堆肥が毎年連用されており、その施用方法はトラクターのバケットによってハウス内の出入り口付近に堆積して、人力で散布していたことから、出入り口側に多く施用され、堆肥に由来する熱水抽出性窒素と交換性カリウムが富化したと考えられる。窓際には堆肥を散布しづらいため、交換性カリウムは農試ハウスの内側の畦で高く、一年当

たりの堆肥施用量が多い農家ハウス①②では出入り口側で顕著に高かったと考えられる。一方、農家ハウス③では堆肥を施用していないことから、このような偏在は見られなかった。

熱水抽出性窒素が許容誤差の範囲内になる採取点数は、出入り口側を除いた中央部分の分散から算出して2.2~53.8点と農家ハウス毎に違いが見られたが、交換性カリウムについては、概ね6点以下であった。したがって、出入り口側を避けて土壌採取することにより堆肥散布のムラを避けることができる。

#### 4. 採取上の注意点

各項目の診断値が許容誤差の範囲内になる採取点数は、ほとんどの場合、出入り口側を除いた中央部分の分散から算出すると少なくなった。堆肥、土壌改良資材および化成肥料の施用ムラが現れやすい出入り口付近の採取を避けることで採取の精度が高まったと考えられる。

pHが許容誤差の範囲内になる採取点数は各ハウスにおいて5点以下、窒素以外の主要な施肥成分についても前述の通り5~6点以下である。作土の化学性を診断する際に一般に行われる「一筆の圃場から5~6カ所」は窒素以外についての採取点数として適当である。

窒素について硝酸態窒素が $25\text{mg kg}^{-1}$ の誤差範囲内になる採取点数は冬期間の溶脱を受けた後に土壌採取した農家ハウス③において12点であり、従来の5~6点では不十分である。施肥前の硝酸態窒素量を診断するには10点程度の採取が必要と考えられる。

また、農家ハウス①のように通路に多量の粉状もしくは粒状肥料を追肥して、栽培終了直後や周年天井被覆のため溶脱を受けない場合には、次作の施肥診断を行う時に残存窒素のムラが生じていることが多い。このような追肥法の場合、数百点の採取が必要となり診断値を得ることは実際上不可能である。

土壌診断に基づく施肥法は、このような追肥法を行っているハウスには適用できない。

以上のことから、施設土壌診断のために作土を採取する際には以下の注意が必要である。

- ① 出入り口側と窓際を避け中央側を採取すること。
- ② ハウスの手前側から奥側までを5~6カ所にわたって採取すること。ただし、施肥前の硝酸態窒素を診断するには、10点程度の採取が必要である。
- ③ 前作で粉状もしくは粒状肥料を通路に施肥して通路かん水によりベッドに養分供給する追肥法を行っている場合には、電気伝導率と無機態窒素について信頼性の高い診断値を得ることは困難である。

なお、本報告では土壌養分の分散と栽培作物生育と

の関係を検討できなかった。土壌養分の中でも特に無機態窒素の分散は、作物生育ムラの原因となり、作物生育ムラは養分の偏在を助長する。これらの関係を是正するための施肥技術の向上が必要である。

**謝 辞**：中央農業試験場能代昌雄農業環境部長、同山神正弘同副部長、道南農業試験場竹川昌和場長、同谷川晃一研究部長、並びに中央農業試験場農業環境部環境保全科長日笠裕治博士には本稿の御校閲を頂いた。松山南部地区農業改良普及センター須田耕氏、松山北部地区農業改良普及センター庄司奈都氏、戸川浩氏(現網走支庁)には土壌採取と農家ハウス管理の聞き取り調査に御協力頂いた。松山郡江差町畠山克郎氏、瀬棚郡北松山町岡島隆祐氏には各ハウスの土壌を採取させて頂き、肥培管理の来歴を御教示頂いた。以上の各位に謝意を表する。

#### 引用文献

- 1) M.D.Cahn et al. "Spatial Analysis of Soil Fertility for Site-Specific Crop Management". Soil Sci.Soc.Am.J. 58, 1240-1248(1994)
- 2) C.A.Cambardella et al. "Field Scale Variability of Soil Properties in Central Iowa Soils". Soil Sci.Soc.Am.J. 58, 1501-1511(1994)
- 3) 土壌養分測定法委員会編. "肥沃度測定のための土壌養分分析法". 養賢堂. 1970. p.10-11.
- 4) 金沢晋二郎, 川村征夫, 河合武彦, 広瀬春郎, 森山真明, 熊沢喜久雄, 高井康雄. "畑地圃場における土壌の多点試料間の微生物性および化学性のバラツキ". 肥料科学. 2, 99-110(1979)
- 5) 金沢晋二郎, 金澤玉, 長谷部亮, 高井康雄. "水田土壌の微生物性および化学性に関する分析値のバラツキ". 土肥誌. 52, 187-192(1981)
- 6) 草野秀, 鬼鞍豊, 新田一彦. "水田・畑地・牧草地におけるサンプリング". 講談社. 1974. p.21-25. 83-123.
- 7) 久野智香子. "牛ふん堆肥連用畑における下層土への肥料成分・有機物の移動". 愛知県農総試研報. 29, 135-140(1997)
- 8) 早川康夫, 奥村純一. "根釧地方の牧野改良 第4報 放牧による土壌成分の偏倚". 北海道立農試集報. 14, 47-55(1964)
- 9) 北海道農政部, 北海道立農業試験場, 北海道農業試験場. "北海道土壌診断基準と施肥対応". 1999. p.34-113.
- 10) 北海道立中央農業試験場, 北海道農務部. "土壌および作物栄養の診断基準 -分析法-". 1981. 83p.



- 11) 藤本堯夫, 半田裕一, 西尾隆. “畑土壌における化学性測定値のバラツキとサンプリングに伴う誤差”. 北農. 54(7), 31-38(1987)
- 12) A.P.Mallarino. “Spatial Variability Patterns of Phosphorus and Potassium in No-Tilled Soils for Two Sampling Scales”. Soil Sci.Soc. Am.J. 60, 1473-1481(1996)
- 13) 農村漁村文化協会. “農業技術大系 土壌施肥編 4 土壌診断・生育診断”. p. 基本62(1984)
- 14) 相馬暁. “北海道における野菜畑土壌の現状と各種野菜の特性に対応した肥培管理法”. 北海道立農試報告. 56, 80(1986)
- 15) 山田裕, 鎌田春海. “有機農業の技術的評価(第1報) 有機栽培が野菜の収量および土壌に及ぼす影響”. 神奈川県農総研研報. 131, 1-13(1989)

## Sampling Methods for Soil Test in Greenhouse Considering Chemical Variance

Tetsuo HAYASHI\*, Hitoshi MATSUURA\*\* ,  
Mitsutaka OKAMURA\*\*\* and Nobumitsu SAKAMOTO\*\*\*\*

### Summary

Proper sampling methods for soil test in the plowed soil (0- to 0.2-m) layer were evaluated considering chemical and fertile variance under greenhouse conditions. Four greenhouses were served, one was served just after the end of the culture of flowers, another was from thawing to planting of spinach, the other two were during the culture of tomatoes. Soil samples were collected by soil augers of 25 mm in diameter. Following are the conclusions. Collect samples in center of a greenhouse and avoid near the doors and the windows, because variation of artificial fertilizers and manure application affect soil chemical and fertile variance. Gather several samples from the front to the back of the greenhouse, in fear of that some underdrains disorder irregularly and leaching occurs in places. Gather from 5 to 6 samples per a greenhouse to set up permissible sampling errors about pH, P (Truog method) and exchangeable cations within 0.2, 10 percent of nutrient concentrations, respectively. Gather 10 samples approximately to set up the errors about nitrate nitrogen concentrations within 25 mg kg<sup>-1</sup> before planting. However, electric conductivity and inorganic nitrogen concentration are not diagnosed precisely when powdered or granular fertilizer had been topdressed to the aisles and watered to supply nutrient to the beds, and nitrate nitrogen was not leached from the plowed soil and leaved till next planting.

- \* Hokkaido Donan Agricultural Experiment Station, Ohno, Hokkaido, 041-1201 Japan  
E-mail: hayashit@agri.pref.hokkaido.jp
- \*\* Hokkaido Hidaka-seibu Agricultural Extension Center, (Present; Hokkaido Sorachi-seibu Agricultural Extension Center Shintotsukawa, Hokkaido, 073-1103 Japan)
- \*\*\* Ohno, Hokkaido, 041-1213 Japan
- \*\*\*\* Hokkaido Donan Agricultural Experiment Station (Present; Department of Agriculture, Hokkaido Government, Sapporo, Hokkaido, 060-8588 Japan)