

施設栽培における施肥技術

大 向 信 平

(宮城県園芸試験場)

Studies on the Soil Chemical Properties and Fertilizer
Application in Vegetables under Structure

Sinpei OMUKAI

(Miyagi Prefectural Horticultural Experiment Station)

1 はじめに

施設栽培は露地栽培と環境条件が異なるにもかかわらず、露地栽培の技術をそのまま持ち込んできたため土壌・肥料的に色々の問題をおこしている。特に塩類集積は施設土壌の特徴的な現象である。このため作物は濃度障害をおこし、収量、品質に影響を与えている。

本報では、施設栽培における施肥および土壌の化学性の実態を明らかにして、これに基づいて土壌肥料に関する2・3の問題点とその対策について述べてみる。

2 施設栽培における施肥および土壌化学性の現状

1) 施肥の実態

施設野菜における施肥実態を知るため昭和49年～50年に宮城県亘理町(イチゴ)、石巻市(キュウリ)の施設野菜について調査を行った。その結果を表-1に示した。施肥量は化学肥料、魚粕、油粕、骨粉、鶏糞の含有成分は保証票、または専門書の成分表によって算出し、これを積算して表示した。しかし、堆肥、稲わらが保有する成分量は施肥量には加算しなかった。

表-1 施設における施肥量

(10a)

肥 料	作 物	イ チ ゴ (亘 理)			キ ュ ウ リ (石 巻)		
		最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均
N	(kg)	68.8	11.8	39.6	138.6	20.5	57.3
P ₂ O ₅	(kg)	92.1	12.5	47.2	155.4	32.8	64.8
K ₂ O	(kg)	59.3	5.4	24.0	224.0	20.1	77.0
CaO+MgO	(kg)	479.0	0	98.7	400.0	0	174.0
MgO	(kg)	47.9	0	15.7	120.0	0	30.0
堆 肥	(t)	7.9	0	—	15.0	0	—
稲 わ ら	(t)	2.2	0	—	5.0	0	—
調 査 戸 数		50			65		

調査結果によると、10 a 当たりの施肥量は亘理町のイチゴ栽培団地では窒素12～69 kg, リン酸13～92 kg, カリ 5～59 kgであった。また、石巻市のキュウリ栽培団地では窒素21～139 kg, リン酸 33～155 kg, カリ20～224 kgの施肥量となった。

このように、両地区の施設とも全般に施肥量が多く、特にキュウリではりん酸155 kg, カリ 224 kgの多肥もみられた。また、栽培者によって施肥量の変動が著しく大きいことが認められた。

石灰、苦土質肥料はイチゴ栽培者の約70 %, キュウリ栽培者の80 %が施用しており、その最高施用量は10 a 当たりイチゴで400 kg, キュウリで480 kgであった。この反面、石灰、苦土質肥料を全く施用しない栽培者も20 %～30 %みられた。

施肥量の平均値を肥料要素で比較すると、イチゴ栽培者は窒素、りん酸の施肥量が多く、キュウリ栽培者ではりん酸、カリが多いのが目立っている。

使用している肥料では化成肥料が主なものであるが、そのうちIB, CDU, 有機入り化成など緩効性肥料が多かった。また、油粕、魚粕、骨粉、鶏糞などの有機質肥料も両地区とも使用されている。液肥はキュウリの追肥用として約半数の栽培者が使用している。

堆肥、稲わらなどの有機物は80 %以上の栽培者が施用しており、その最高施用量は、キュウリ栽培団地で稲わら5 t, 堆肥15 tであった。

2) 施設土壌の化学的性質

施設土壌の化学的性質を把握するために、両地区のそれぞれの栽培者の施設から作土層に相当する部位(0～20 cm)について採土し、風乾後2 mm以下に篩別し化学分析に供した。

表－2 は両地区における施設土壌の化学性を示したものである。

表－2 施設土壌の化学的性質

項 目	イ チ ゴ (亘 理)			キ ャ ウ リ (石 巻)		
	最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均
p H	8.23	5.62	7.22	7.54	5.34	6.37
E C (mmho)	0.98	0.09	0.34	3.76	0.10	0.96
NH ₄ -N+NO ₃ -N (mg)	40.5	2.8	14.4	149.3	5.2	40.0
P ₂ O ₅ (mg)	264.4	51.9	143.0	289.7	48.3	175.0
K ₂ O (me)	2.2	0.3	0.9	5.9	0.6	2.3
Mg O (me)	3.4	0.5	1.6	10.7	1.7	4.2
Ca O (me)	16.6	3.2	9.2	27.9	6.4	12.2
Mg O / K ₂ O	5.2	0.6	2.0	7.3	0.9	2.0
分 析 点 数	50			65		

注) EC : 土:水 1:5 (25℃)
P₂ O₅ : Bray 2 法
K₂ O }
Mg O } : pH 7.0 N-NH₄ AC 浸出
Ca O }

なお、両地区の土壤の一般的性質を知るため、採土した施設周辺の露地畑について調査した結果を表-3に示した。

表-3 調査地区の露地畑土壤の理化学的性質

項 目 地 名	PH		T-N (%)	CEC (me)	T-Base (me)	りん酸吸 収 係 数	仮比重	土性	備 考
	H ₂ O	Kcl							
亘 理 石 巻	5.72	4.11	0.119	5.6	2.6	472	1.29	S	ハウス附近 の露地畑 〃
	6.76	5.91	0.127	7.2	6.1	798	1.11	LS	

施設土壤の化学的性質の概要は次のとおりである。

pH：一般的に施設土壤のpHは高く、特に亘理土壤では調査数50点のうちpH 7以下のものは僅か17点で大部分はアルカリ性を示し、平均値で7.22となった。また、石巻土壤でもpH 6.5以上のものは約50%近くを占めていて全般に土壤pHは高く、最も高いもので亘理土壤は8.23、石巻土壤で7.54を示した。

EC：亘理土壤では0.09～0.98 ミリモーで平均0.34 ミリモーであった。石巻土壤で0.10～3.76 ミリモーで平均すると0.96 ミリモーであった。両地区の土壤とも平均値でみると、施肥量が多い割にはECは高くなかったが、これは両地区とも緩効性肥料、有機質肥料を多く施用しているので肥料の分解が十分に進んでいないためと考えられる。しかし、一部には明らかに作物の生育を妨害すると思われる高いものもみられた。

NO₃-N：土壤中の無機態窒素量はほぼ土壤ECと同じ傾向を示し、ECが高い石巻土壤は亘理土壤より窒素量も多く検出された。そして石巻土壤では土壤100g当たり50mg以上のものは30%も認められた。

P₂O₅：両土壤とも有効態りん酸は非常に多く、亘理土壤では最高264mg、平均143mgであった。そして土壤100g当たり100mg以上のものは70%にも達している。一方、石巻土壤では最高290mg、平均175mgで85%の栽培者で100mg以上の高水準であった。

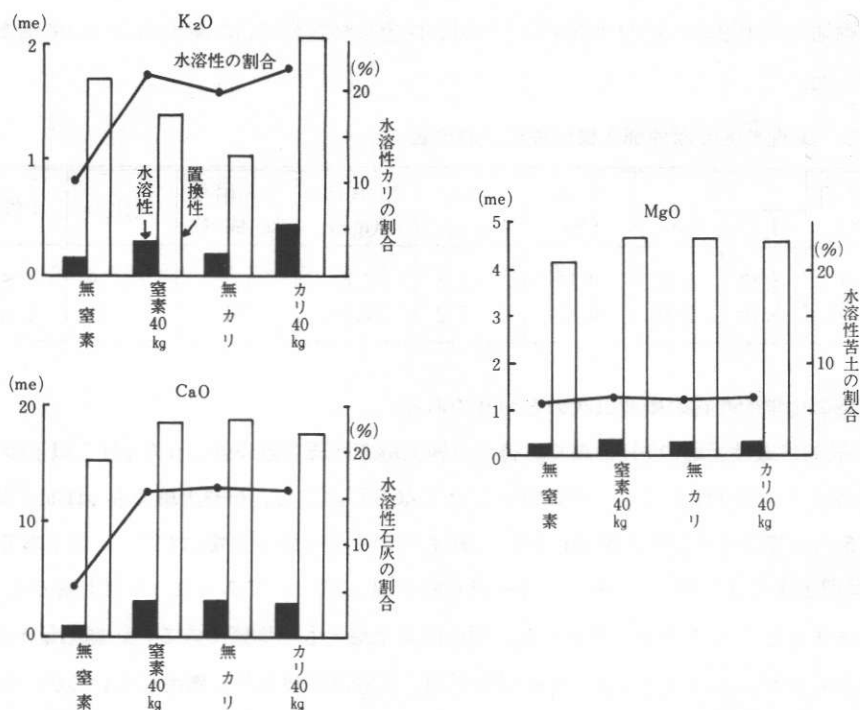
K₂O：置換性カリはりん酸と同様に施設土壤では多い成分であるが、これは化学肥料の多施用のほか稲わら、堆肥などから供給されるためであろう。

土壤のカリ含量が1me以上のものは亘理土壤で約35%、石巻土壤では80%も認められた。

CaO
MgO：置換性としてのこの両成分は、石灰、苦土質肥料が多く施用されているためか両地区とも多く検出された。すなわち、亘理土壤では石灰、苦土の含量の平均値で11me、石巻土壤で16meであった。これは土壤の塩基置換容量を遥かに超過した塩基含量である（表-3参照）。

MgO/M₂O：土壤の置換性苦土に対するカリの割合は、そこに生育する作物の苦土、カリの栄養診断に役立つと考えられているので算出した。その結果、施設土壤の苦土・カリ比は露地土壤に比べて異常に低いことが認められた。両地区の土壤で最低0.6～0.9、平均2.0程度であり、健全土壤の6～13に比べて著しく低いことが明らかとなった。

水溶性塩基：水溶性塩基の存在も施設土壤の特徴の一つである。図-1は石巻土壤における水溶性塩基を示したものであるが、これによると、水溶性カリは置換性カリの約20%、また石灰、苦土はそれぞれ15%、6%程度が水溶性であった。



図一 施設土壌の水溶性塩基の割合

3 施設栽培における土壌肥料の問題点

1) 窒素肥料の多用による塩類集積

施設栽培は露地栽培に比べて収益性が高いことなどの理由から全般的に施肥量が多い。しかも雨による溶脱がほとんどないので、連作を続けると次第に残存窒素（塩類）が集積して作物の生育を阻害するようになる。

窒素は作物の生育、収量を左右する最も重要な肥料成分であるが、窒素が多くなれば土壌の電導度（EC）も高くなり、作物の生育抑制、あるいはカリ、石灰などの吸収を抑制するようになる。トマトの尻腐れ、セルリーの褐変腐敗する心腐れはいずれも多窒素による石灰の吸収が抑制されるためであるとされている¹⁶⁾。

窒素の施肥量と収量について検討した結果でも、施肥量を多くしても必ずしも収量は多くなっておらず、両者の間には一定の関係は認められないようである⁸⁾。したがって、過剰な施肥とならない施肥設計、または塩類集積によるECを高めないような肥料の選択が大切である。

施設内は外気より温度が高いので地表面から水の蒸発、作物の葉面からの蒸散も旺盛となるので、土壌溶液の塩類は次第に濃縮されてくる。このため、灌水は塩類濃度を下げる効果は大きいといえる。

2) リン酸の集積

表一に示すように、両地区の土壌ともかなり多くの有効態りん酸が集積している。

りん酸が作物の光合成、呼吸作用に大切な要素であるから、肥料として施用すればそれなりの効果は

期待できる。しかし、施肥量が多くなるにしたがってその効果も増大するとはいえない。表-3にも示したように、宮城県の施設栽培の盛んな亘理、石巻地域は砂質系統の土壤が多い。このため、りん酸吸収係数も500～800程度でそれ程高くない。したがって、施肥りん酸の有効性を大きく低下させるとは思われない。火山灰土壤のように、りん酸吸収係数が2,000～2,500というように高い場合に、その改良法として吸収係数の5%、10%に相当するりん酸肥料を施用するのは、土壤中により多くの有効りん酸を確保し、作物の生育、収量をよくするためである²¹⁾。

本報では、有効態りん酸はBray 2法によって測定しているのでTruog法に比べて数倍多くのりん酸が流出していることになる^{9,11)}。

山本は²⁰⁾、土壤中の有効態りん酸含量をTruog法で非火山灰土で2mg、火山灰土で10mg、あるいはA1型りん酸70mgの水準が好ましいとした。Bray 2法はA1型、りん酸も定量されるのでTruog法に比べて数倍多くのりん酸が検出されることになる。

施設土壤における野菜の生育に必要なりん量はどの位のレベルでよいか明らかでないがTruog法の2～4倍量、つまりBray 2法では上限70mg程度あれば十分ではなからうか。

このことから考えると、亘理、石巻土壤は平均値でそれぞれ143mg、175mgを保有しているので、かなり多くのりん酸を集積していることになる。

現在、りん酸の過剰障害は確認されていないが、伊藤らは²⁾水稻においてBray 2法で200mg、水溶性りん酸（浸出比 土：水 1：10）で100ppm以上になると過剰症が発生するだろうと報告している。

一方、梅原は³⁾高知県でピーマンを栽培し、Truog法で200～400mgレベルのものと、40～70mgレベルのりん酸では生育、収量には差がなく、また、有害作用も認められなかったと報じている。

このように、野菜の生育における土壤の有効りん酸の目標値は十分に解明されていないが、施設土壤のりん酸含量の現状、あるいは、肥料経済の立場から考えると、今後は作物によって吸収持ち出される量の5～10kg程度の施肥でよいのではなからうか。

3) カリ過剰による苦土欠乏の発生

山崎は²²⁾作物の苦土欠乏をおこす原因として①土壤の苦土含量が少ない。②苦土に比べてカリ量が多く、苦土・カリ比が低下（カリ偏用土壤）した場合に発生するとした。表-2に示したように、両地区の土壤は苦土・カリ比が著しく小さく、山崎のいうカリ偏用土壤になっていることが認められた。この苦土・カリ比を小さくしている主な原因は稲わら、堆肥からカリ成分が供給されるためと考えられる。

例えば、10a当たり堆肥5t、稲わら2tを施用すると30kgのカリ量が供給されることになる（表-4参照）。このように、有機物を多量に施用した場合は、これが保有するカリ相当量だけの化学肥料の施用を減ずるなどの工夫が必要である。

表-4 堆肥・稲ワラ・鶏糞施用による要素供給量

種 類	項 目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
堆 肥 (5t)	含 有 率 (%)	0.5	0.2	0.6	0.4
	供 給 量 (kg)	25	10	30	20
稲 ワ ラ (2t)	含 有 率 (%)	0.5	0.2	1.5	0.2
	供 給 量 (kg)	10	4	30	4
鶏 糞 (0.5t)	含 有 率 (%)	3.5	4.0	2.0	8.0
	供 給 量 (kg)	17.5	20	10	40

カリ成分は、三要素のうちで最も多く作物に吸収される成分であるから窒素、りん酸に比べて多く施用するのは普通であるが、多用はカリのぜい沢吸収を助長するばかりでなく、他要素とのバランスを乱す原因となるので、好適なバランスを保つように施肥および土壌管理が必要である。

4) 土壌改良の目標としての塩基飽和度

従来、土壌改良の目標として塩基飽和度を50～80%に維持管理することが望ましいとされてきた¹⁴⁾しかし、前にも記述したように、施設土壌では塩基飽和度が90～100%、あるいはそれ以上になる例は決して珍しくない。それにもかかわらず土壌pHが5～6の微酸性になるという不思議な現象に遭遇する。前者は水溶性塩基が多いためであり、後者は硝酸の集積によるためと考えられる。

本来ならば、土壌が酸性であれば、塩基状態として100%飽和ということはあるはずである。したがって、施設土壌ではこの目標値は適用できないのでその取扱いには要注意である。

5) 施設土壌の“一時的酸性”

施設土壌は石灰、苦土などの塩基が十分にあるにもかかわらず、土壌が一時的に酸性になることがある。

この原因は、窒素多施用による硝酸の集積によるもので、石灰、苦土などの塩基不足によるためではない。作物が硝酸を吸収して土壌に少なくなると、土壌pHは次第に高くなってくる。

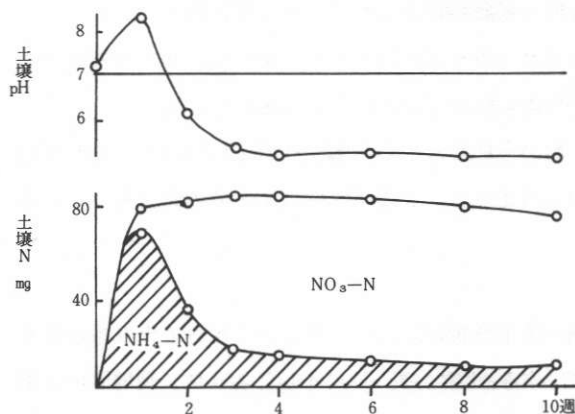


図-2 尿素の分解過程における窒素形態とpHの変化(橋田)
(尿素: N 80 mg 添加 25℃)

図-2には、土壌に尿素を施用し、尿素の分解による窒素の形態変化と土壌pHの変化を示したものである¹⁵⁾

これによると、尿素が分解してアンモニアが生成集積すると土壌pHは高くなり、ピーク時にはpH 8以上になるが、次第にアンモニアから硝酸に変化すると土壌pHは徐々に下ってきて、約3週間経過するとpH 5附近まで下るようになる。

このように、土壌pHを変動させている原因は、施設土壌では塩基不足によるためでなく、施肥窒素が多いために多量の硝酸が土壌に集積したためにおこる“一時的酸性”である。

しかし、pH 4～5附近に下っても、作物は酸性害を受けることなく正常に生育していることが多い。これは根が接触している土壌溶液は常にpH 6～7附近に保たれているからである。つまり、集積した硝酸は溶液中で硝酸イオンと水素イオンに電離する。この水素イオンは土壌の置換性石灰と交換して溶液中で硝酸石灰の塩を生成する。硝酸石灰の水溶液は中性であるから土壌溶液は常に中性に保たれている。しかし、土壌のほうは施肥窒素が多くなれば硝酸也多くなり、土壌のカルシウムが減って、その代りに水素イオンだけが増加するので土壌は次第に酸性が強くなってくる。この場合には、酸性を中和するために石灰を施用する必要はない。硝酸が少なくなれば再びpHは上ってくる。

表－５は石巻土壤における硝酸含量と土壤 pH との関係を示したものである。

これから理解されるように、土壤 pH が高い場合は硝酸含量が少なく、硝酸含量が多いときは pH が低くなる関係が認められる。

表－５ 土壤 pH と NO₃－N との関係

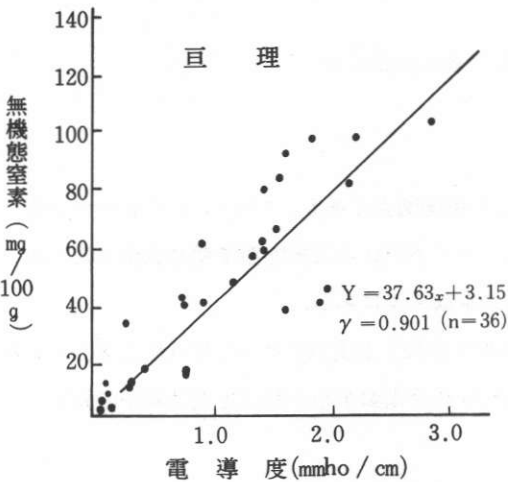
土 壤 No.	pH	NO ₃ －N (mg)	NO ₃ －N (mg)	pH
1	7.54	19	148	5.78
2	7.38	2	132	6.11
3	7.01	57	117	5.65
4	6.98	55	107	6.94
5	6.97	18	91	5.34
6	6.93	42	85	5.97
7	6.92	51	85	5.88
8	6.92	6	75	5.79
9	6.88	16	64	5.51
10	6.84	5	62	5.79
平 均	7.04	22.1	96.6	5.88

注) 石巻土壤

4 施設栽培の施肥技術

前にも記述したごとく、施設は肥料の流亡がほとんどないから、連作を続けると次第に土壤に残存肥料が集積して生育障害をおこすことが多い。このため施設では土壤の塩類濃度を知るため電導度 (EC) を測定し、この値から土壤窒素量 (無機態) を推定し、作物の濃度障害の発生程度の予測、また施肥窒素量の参考にしようとする試みがなされている^{5,6,7,12)}

本報ではこのような観点から主として窒素施肥について述べることにする。



1) EC と無機態窒素との関係

図－３は砂質の亘理土壤と粘土質の宮城園試は場の土壤を用い、施肥窒素量を変えて野菜を栽培し、その跡地土壤の EC と無機態窒素 (NH₄－N + NO₃－N) との関係を示したものである。

これによると、両土壤とも施肥窒素量が多くなれば EC も高くなっている。しかし、この高まりかたは土壤の種類によってちがっている。例えば、同じ窒素量であっても亘理土壤は高く、園試土壤は低い。このことは、土壤 EC を測定し、同じ値を示しても土壤の種類によって保有

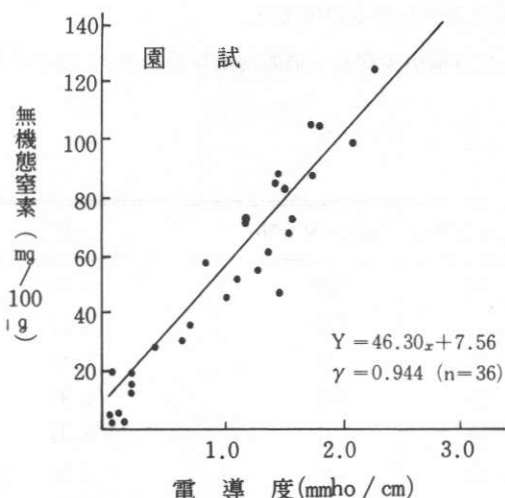


図-3 土壌ECと無機態窒素との相関

している窒素量が異なることを示している。

このように、ECと無機態窒素との間に高い正の相関関係があることは、ECに対する無機態窒素の回帰式を求めておくことが容易に土壌中の窒素量を知ることができる。図-3にはそれぞれの土壌窒素とECの回帰式を示したが、この場合の y は土壌100g当たりの無機態窒素量、 x は電導度 (EC) である。

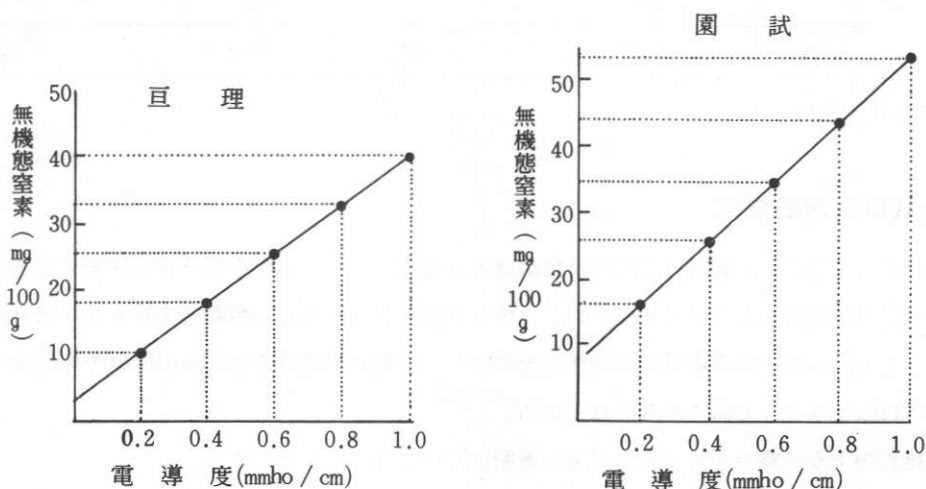


図-4 土壌ECから窒素量の算出図

2) EC値から施肥窒素量の算出

前述したごとく、土壌ECと無機態窒素量は極めて高い相関関係にあり、このECからこれに対応する無機態窒素量を回帰式によって計算することができる。そこで具体的な施肥窒素量を算出するため、それぞれの土壌について実用上必要な部分を拡大したものを図-4に示した。

この図からEC 0.5および1.0 ミリモーに対応する無機態窒素は土壌100g当たり巨理土壌22~41mg, 園試土壌では31~54mgであることがわかる。土壌中の無機態窒素量がわかれば施肥窒素量の算出、あるいは追肥要否の判定に役立つ。

例えば巨理土壌において、ある時期のECが0.5ミリモーであったとすると、このECに対応する無機

態窒素量は図-4から22mgである。この場合、野菜が健全でしかも多収をあげるために必要な土壌の適正ECは0.8ミリモーが望ましいとすれば、これに対応する窒素量は33mgである。したがって、EC 0.8ミリモー、窒素量33mgにするためには土壌100g当たり33mg-22mg=11mgの窒素が必要な量ということになる。しかし、この図から10a当たりの施肥量を算出するには、土壌の仮比重、施肥面積率を考慮して算出すればさらに正確な施肥量が決定できる。

今、計算を簡単にするために土壌の仮比重が1.0の場合の耕土10cm当たりの10a(10万kg)に換算すると窒素施肥量は11kgということになる。この11kg窒素量は10%、20%含有窒素肥料を施用すれば計算上それぞれ110kg、55kgが必要となる。

しかし、施設栽培において追肥をする場合は全面に施用することは少なく、一般にベツトなどある限られた部位に施す場合が多い。宮城県の施設における栽培様式をみると、実際に作付し、追肥をしている面積はその施設の60~65%程度で残り40~35%は畦間とか通路になっている場合が多い。したがって、計算上110kg、55kgの肥料が必要となっても、施肥面積率を考慮するか否かで施肥量は35~40%も大きく誤差が生ずるようになる。

3) 前作の残存量と施肥窒素の調整

施設栽培では前作の残存量がどの位か把握できれば、後作の施肥設計がより一層適正となってくる。

図-5には佐藤⁷⁾らがトマト栽培について、また表-6には藤崎¹⁰⁾らがキュウリ、トマトの栽培における土壌ECに対する施肥窒素の調整基準を示したものである。

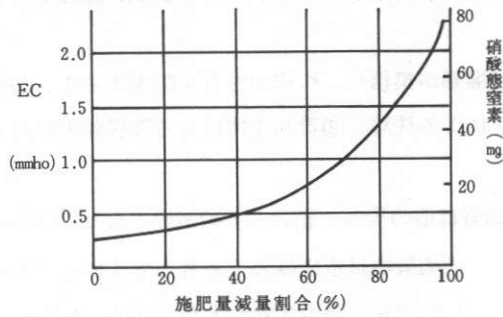


図-5 肥料残存量と施肥量の調整 (佐藤・錦古里)

図-5の佐藤らの結果では、土壌EC1ミリモーの場合は標準施肥量の約70%を減じてもよいことを示している。また、表-6は土壌EC1ミリモー程度の場合は、キュウリでは沖積土、火山灰土とも無窒素でよく、トマト栽培では標準施肥量の70~80%減肥してよいことを示している。

土壌ECによって施肥量を加減しなければならないが、これはそれぞれの作物の生育を好適な条件で肥培管理するためである。

表-6 肥料残存量と施肥量の調整

(藤崎ら)

沖 積 土				火 山 灰 土			
NO ₃ -N (mg/100g)	EC (1:5)	施肥窒素量 (kg/10a)		NO ₃ -N (mg/100g)	EC (1:5)	施肥窒素量 (kg/10a)	
		トマト (半促成)	キュウリ (抑制)			トマト (半促成)	キュウリ (抑制)
10	0.52	18	6	10	0.48	18	9
20	0.84	12	3	20	0.76	15	6
30	1.16	6	0	30	0.83	12	3
50	1.82	0		50	1.88	6	0
70	2.44			70	1.53	0	
100	3.40			100	2.05		

注) 標準窒素量: トマト 30kg/10a キュウリ 30~36kg/10a

表-7 野菜の生育と土壌の適正EC

(1) キュウリ

研究機関	土 壌	適正EC※
千葉農試	—	0.5～0.8
神奈川農試	砂 質	0.5～0.8
	沖 積	0.5～1.0
	火 山 灰	0.7～1.5
茨城農試	沖 積	0.6～1.4
	火 山 灰	0.5～0.9
栃木農試	—	0.5～1.5

(2) イチゴ

研究機関	土 壌	適正EC※
栃木農試	沖 積	1.2
	火 山 灰	1.5
静岡農試	沖 積	0.4
	火 山 灰	1.0
奈良農試	—	0.5～1.0

※ 土：水の比（1：5）ミリモー

表-8 イチゴの生育ステージにおける適正EC（本多）

生育時期	EC(mmho/cm)
育苗期	0.3～0.5
生育初期	0.3～0.5
開花・肥大期	0.5～1.0
収穫期	1.0～1.2

野菜栽培における土壌の好適ECは、研究者によって多少の違いはあるが（表-7参照）、おおよそキュウリで0.5～1.5ミリモーで、平均的にみると約1ミリモー附近と思われる。また、イチゴでは0.5～1.2ミリモーで好適ECは0.7～0.8ミリモー附近で、ややキュウリよりは低いものと考えられる。しかし、表-8に示すように、作物の生育ステージ¹⁷⁾によって好適ECが異なるのは当然であり、幼苗期、生育初期には低く、収穫期には高く管理するのが普通である。

5) 過剰塩類の除去

前述したごとく、施設栽培では連作によって土壌に塩類が集積し、作物の生育を阻害することが多い。この集積した過剰の塩類を除去する方法として①灌水による洗滌、②青刈作物による吸収除去がある。

(1) 灌水による除塩

施設土壌のECを高めている元凶は硝酸であるが、硝酸は他の塩基と結合して硝酸塩となっている。こ

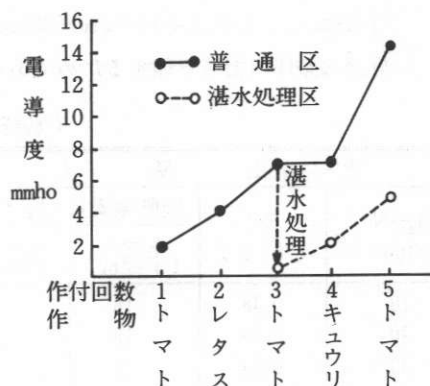


図-6 灌水処理による土壌塩類濃度の低下（蟻川ら）

（電導度は最大容量水分浸出、表面から10cmまでの土壌、第1～3作のN、施肥量合計は85kg/10a）

の硝酸塩は水に極めて溶解しやすい性質を利用して容易に除塩することができる。しかし、灌水によって下層へ移動しても再び地表に上昇してくるので暗渠などの排水施設が整備していなければその効果は小さいといわれる⁴⁾。

図-6には蟻川¹⁾らの成績、また、表-9には西本¹³⁾らの成績を参考のために引用した。

図-6の成績によると、トマト、レタス、トマトを3作栽培したあと、1日100mm 2回灌水することによって、土壌ECは著しく低下し、4作目のキュウリで13%、5作目のトマトで27%増収し、収穫期も早まったと報じている。

表-9 灌水量及び灌水回数と排水量・排塩量

(西本ら)

項目	排水量	排水率	排塩量 (NO ₃ -N)	排塩率
50 mm 灌水	455 ml	17.4 %	367 mg	7.3 %
100 mm 灌水	2,558	51.2	2,441	48.8
200 mm 灌水	7,430	74.3	4,785	95.7
50 mm 2回灌水	2,603	52.1	2,692	53.9
100 mm 2回灌水	7,294	72.9	4,306	86.1

$$\text{排水率} = \frac{\text{排水量}}{\text{灌水量}} \times 100 (\%)$$

$$\text{排塩率} = \frac{\text{排塩量}}{\text{施肥量}} \times 100 (\%)$$

また、表-9では100 mmの灌水で約50%，200 mmの灌水で90～95%の除塩ができるとした。

このように、両試験とも灌水による除塩効果は大きいので、パイプハウスなどの施設では、休閑期には可能な限り被覆用のビニールなどを除去し、降雨による除塩を促す工夫が必要である。しかし、固定あるいは連続的に作付する施設では、集積した塩類を除くことは困難であるので、過剰な施肥を行わないように土壌診断を行い、これに基づいた施肥設計を立てる必要がある。

(2) 青刈作物による除塩

この方法は、休閑期を利用してトウモロコシ、ソルゴーなどのイネ科青刈作物を栽培することによって、集積している塩類を作物に吸収させて除塩する方法である。しかし、この方法は連続的に作物を栽培する施設では適用できない欠点がある。

青刈作物は、①過剰塩類の吸収除去 ②鋤き込みによる有機物の供給 ③野菜と異った作物の作付けによる土壌微生物相¹⁸⁾の変化などの効果があげられる。

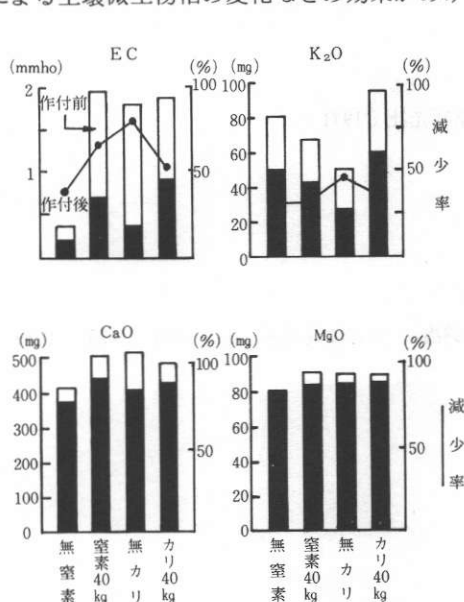


図-7 青刈作物による土壌ECおよび塩基の減少割合 (園試土壌: CEC 約 29 me)

図-7には宮城園試¹⁹⁾において、トウモロコシを栽培した場合に、これによって土壌のECおよび塩基が減少する割合を示したものである。

トウモロコシは4月27日～6月21日まで56日間栽培し、生体重5～6 tの生育量であったが、刈取後の土壌ECは作付前の約50～70%，置換性カリ40%と減少割合は大きかったが、石灰、苦土は5～15%程度で小さかった。

5 おわりに

施設野菜は雨をさえぎり、しかも高温多湿の状態で多肥栽培をする関係上、露地栽培とちがった色々の問題が生じている。例えば、塩類集積による濃度障害、塩基組成のアンバランスによる生理障害、同一作物の連作による特定病害の多発などである。

したがって今後より永続的な施設経営をするためには、土壌診断による施肥設計、肥培管理を一層徹底する必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 蟻川浩一・篠崎光夫．そ菜に関する土壌肥料研究集録，302 - 307．全購連（1966）．
- 2) 伊藤純雄・徳永美治．東海近畿農試研報 28，137 - 162（1975）．
- 3) 梅原久稔．高知農林研報 6，45 - 49（1974）．
- 4) 景山美葵陽・正木敬．園試報 B6，95 - 112（1966）．
- 5) 河森武・山田金一・萩原真夫．静岡農試研報 12，90 - 93（1970）．
- 6) 関東ハウス土壌研究グループ．農および園 41，1451 - 1455（1966）．
- 7) 佐藤吉之助・錦古里孝夫．農および園 44，1703 - 1708（1966）．
- 8) 島田永生．野菜の栄養生理と施肥技術，157 - 210．誠文堂新光社（1971）．
- 9) 庄子貞雄・三宅正紀・竹内豊．北海道農試彙報 84，32 - 39（1964）．
- 10) 篠崎光夫・岩崎洋三・蟻川浩一．神奈川農総研報 108，1 - 18（1970）．
- 11) 徳永美治・速水昭彦．東海近畿農試研報 24，105 - 131（1972）．
- 12) 千葉準三・大内 勇．宮園試研報 2，128 - 161（1979）．
- 13) 西木 弘・水田昌宏．奈良農試研報 4，67 - 73（1972）．
- 14) 農林水産省監修．日本の耕地土壌の実態と対策（1979）．
- 15) 橋田茂和．土肥誌 36，274 - 283（1965）．
- 16) 堀 裕．野菜の栄養生理と施肥技術，157 - 210．誠文堂新光社（1971）．
- 17) 本多藤雄．イチゴの栽培技術．誠文堂新光社（1977）．
- 18) 松田 明．野菜の土壌病害．農文協（1977）．
- 19) 宮城園試．土壌肥料に関する試験成績書（1980）．
- 20) 山本 毅．土壌肥料新技術，182 - 196．技報堂（1969）．
- 21) ———・島田晃雄・穴里愿・箱石正・小笠原国雄・佐々木健治．東北農試研報 33，311 - 423（1969）．
- 22) 山崎 傳．微量元素と多量要素．博友社（1973）．