

農業と科学

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO. LTD

1989
9/10

創立20周年記念特集号

創立20周年を迎えて

チッソ旭肥料株式会社
代表取締役社長

早水 清

平成元年7月1日、弊社はおかげをもちまして、創立20周年を迎えることができました。昭和44年7月にチッソ(株)と旭化成工業(株)は事業基盤の強化を目指し、双方の肥料部門を統合し、チッソ旭肥料(株)を設立致しました。爾来、早くも20年が過ぎ、その間、皆様方からの暖かいご支援とご鞭撻を戴きましたことを、厚く御礼申し上げます。

最近の農業をめぐる環境は厳しく、国内においては、農産物価格の低迷、水田減反の強化、農業就業者の高齢化対応などの問題を抱え、又、国際的には農産物の自由化の波を受け、コメの市場解放をも迫られています。これらの動きは農業の重要な生産資材である肥料業界にも波及し、国内需要の減少や円高と内外の相対的な生産要因が加わった安価輸入肥料の増加などの為、生産状況は誠に厳しいものがあります。

今般、永年にわたり農業と肥料工業の発展に寄与してきた肥料価格安定臨時措置法が廃止されました。これは、市場競争原理を導入して自由な価格形成を計ることにより、肥料工業の体質強化と、ひいては、農産物生産のコストダウンを図り、わが国の農業界の活性化を目指すものと思っております。

農業は大変地道なものではありますが、国の基本であります。農業を支える肥料事業は時代の流れを反映しつつ変化をとげ、その責任を果して行

かねばならないと思います。これからの肥料は、安価な商品は徹底して安価に、また優れた機能をもつ商品はそれなりに評価を受けるというような二極化の方向へ進むものと推察いたします。

当社はこれまで肥料事業の統合という合理化を進め体質の強化を図る一方、独自の商品「磷硝安加里[®]、加磷硝安[®]」や「CDU[®]磷加安」を上市し、皆様方にご愛用いただけてまいりました。又、その間、時代に要請される新しい肥料の開発にも力を入れ、画期的な肥効調節型被覆肥料(コーティング肥料)を生み出すことができました。被覆磷硝安加里「ロング[®]、ハイコントロール[®]」および被覆尿素「LPコート[®]」は肥効成分の溶出調節がすぐれており栽培の省力化、省肥、作物の増収や品質向上に効果を示し、わが国の被覆肥料の代表銘柄として評価いただけるようになりました。おかげさまで、水稲やトマト、イチゴなどの果菜類やお茶などにご使用いただけるようになりました。

本誌に対し、全国の諸先生方からこれらの肥料について数多くの基礎および実用化の試験データをご紹介いただき、その普及に多大のご協力を賜りましたことを厚く御礼申し上げます。栽培方法や品種が進歩し、被覆肥料に求められるニーズも一層多様化してくる中で、現状に満足することなく、さらに品質改良に努め、農業の発展のお役に

たちたいと願っております。

その他、当社独自の肥料として樹木用打ち込み肥料「グリーンパイル®」も街路樹や公園などの緑化分野で、又、パーミキュライト園芸床土用資材「与作®」も野菜類の健苗育成分野で好評を得ております。

わが国の農業はこれからも集約的性格を強めて行くものと予想されます。肥料に関する農業の現場からのニーズに積極的に取組むことが大切と考え、一層の研鑽を致したく、皆様方のご指導、ご教示をお願い申し上げます。

本誌「農業と科学」は本号で第387号となり、発刊以来、息長く継続することができましたが、これはひとえに、紙面の充実のため、ご執筆下さいました多くの先生方のご協力と永年にわたってご愛読下さいました皆様方のご後援によるものと存じます。ここに厚く御礼申し上げますと共に、本誌の一層の発展のため、さらにご指導、ご鞭撻をお願い申し上げます。

皆様方のご健康とご繁栄を祈念し、当社創立20周年のご挨拶と致します。

創 立 20 周 年 記 念 特 集 号 目 次

§ 創立20周年を迎えて……………(1)	§ 「健康な土づくりと施肥改善運動」の展開について……………(9)
チッソ旭肥料株式会社 代表取締役社長 早水 清	全農肥料農薬部 肥料技術普及課長 安田 義和
§ 植物栄養と食物栄養の間……………(3)	§ 野菜栽培の現況と土壌肥料的問題点……………(13)
京都大学農学部農芸化学科 植物栄養学講座教授 高橋 英一	北海道立中央農業試験場 農芸化学部主任研究員 相馬 暁
§ 施肥基準と施肥研究……………(6)	
農林水産省農業研究センター 土 壌 肥 料 部 長 関 矢 信 一 郎	

チッソ旭の新肥料紹介

★作物の要求に合わせて肥料成分の溶け方を調節できる画期的コーティング肥料……………

ロング® <被覆燐硝安加里> **LPコート®** <被覆尿素>

★パーミキュライト園芸床土用資材……………**与作® V1号**

★硝酸系肥料のNo. 1……………**燐硝安加里®**

チッソ旭肥料株式会社

植物栄養と食物栄養の間

京都大学農学部農芸化学科

植物栄養学講座教授 高橋 英 一

口頭で“植物栄養”という“食物栄養”とまちがえられることが多い。世の中の認識はそんなものかと歎く前に植物栄養を本業にしているわれわれも食物栄養にもっと関心をもつべきかも知れない。この題を編集部からいただいたときそう思った。

何故なら植物栄養上問題はなくても、食物栄養上問題になることがあるからである。それはまず放し飼いの家畜でみとめられた。家畜は草食動物だからである。牧畜の占める比率の大きい欧米には、“土は草を養い、草は家畜を養い、家畜は人を養う”という諺があることをみてもわかるように、この問題に気づきやすい素地があった。

たとえば、牛や羊の“海岸病”、“食わず病”などと呼ばれていた消耗性の疾患は、コバルト欠乏が原因であることがわかった。コバルトはビタミンB₁₂の構成元素で動物には必要であるが、とくに反すう動物は胃内細菌の関係で要求性が高い。しかし植物は、マメ科植物が共生的窒素固定をする場合のほかは（根粒中の根粒菌に必要）、B₁₂依存性を示さないのでコバルトがなくても生育に支障はない。そのため食物連鎖の上で問題がおこるのである。

コバルトとことなりモリブデンは植物、動物共通の微量必須元素になっている。とはいえその役割は同じではない。植物は硝酸態窒素をアンモニア態にかえて同化する際にモリブデンを応要とするが（硝酸還元酵素は含モリブデン酵素である）、無機態窒素を同化できない動物にはこのような必要性はない。

一般に必要な量が微量でよい元素ほど有害作用のあらわれる濃度が低いという傾向があるが、モリブデンに対する植物の反応は例外的である。植物のモリブデン必要量は微量必須元素中最小（乾物

中0.2ppm以下）であるにもかかわらず、過剰害がでる濃度は高い。植物のモリブデン含量は普通2ppm以下であるが、土壌中の可給態モリブデン含量が高いときは数+ppmになり、この程度では生育に異常をきたすことはない。

しかしこのような植物を知らずに食べた牛は、下痢や体毛の変色脱落などの異常を呈する。これはscouring rushなどと呼ばれているが、このような症状をひきおこす土壌（teart soil）は、世界中にかなり分布しているらしい。

scouring rushはモリブデンそのものの直接的害というよりは、銅の吸収利用を阻害するという間接的なもので、治療には硫酸銅の投与が有効である。家畜の消化管は銅の吸収が悪く、銅不足になりやすいので飼料に硫酸銅が添加されることがある。この点植物は動物と反対で、モリブデンより銅の過剰に鋭敏である傾向がある。硫酸銅投与の行なわれた豚の糞中には高濃度の銅が含まれていることがあり、このような豚糞の施用には注意が必要である。

セレンについては過剰と欠乏の両方の問題がある。前世紀の後半アメリカの西部開拓は太平洋岸に達したが、1890年代になってネブラスカやサウスダコタの開拓地で、牛や馬などの家畜にアルカリ病や暈倒病と呼ばれる奇病が発生し、大きな被害を与えた。その原因は1930年代になって牧草中のセレンであることが明らかになった。

アルカリ病は可給態セレンの多い土壌（アルカリ性の富セレンウム土壌）に生育している植物を家畜が食べつづけたときにおこる。それらの植物のセレン含量は10ppmくらいまでであるが（通常の土壌に生育する植物は0.2ppm程度）、家畜に慢性のセレン中毒をひきおこす。これに対して暈倒病は急性のセレン中毒で、セレン集積植物を食

べたときにおこる。これらの植物（マメ科のゲンゲ属の中に集積種が存在する）は数千ppmのセレンを含むが、タンパク質にとりこまれないタイプの含セレンアミノ酸にして液胞中に隔離するので害をうけない。しかしそれを食べた家畜は、タンパク質にとりこまれるタイプの含セレンアミノ酸にかえてしまうために中毒をおこすのである。

一方アメリカの大西洋、太平洋沿岸地域に家畜の筋肉白化症という病気があった。これはビタミンE欠乏症に似ているが、ビタミンE以外に少量のセレンの投与が有効であり、牧草中のセレン含量が0.05ppm以下のときにおこりやすいことがわかった。また中国の東北部（旧満州）に克山病という風土病（一種の心筋症）があったが、最近になって患者の血液や毛髪中のセレン含量が極めて低いことがわかり、セレン投与を行なったところ顕著な効果のあることがみとめられた。セレンは体内の過酸化物を除く作用のある酵素グルタチオンペロオキシダーゼの構成元素で、細胞膜のリン脂質の酸化を防ぐ役割をもっていることが明らかにされている。

このように土壤中のセレンの欠乏、過剰がそこに自生している植物を介して家畜や人間の健康をそこなうのは、動物と植物のセレンに対する反応にちがいがり、動物は植物にくらべてセレンの欠乏、過剰に敏感なところに原因がある。

チリ硝石は水溶性窒素肥料の先駆として19世紀前半に登場したが、その後あらわれた合成アンモニア系肥料とは一味ちがうものをもっていた。それは“不純物”として含まれるホウ素とヨウ素である¹⁾。

ヨーロッパの代表的な砂糖作物であるサトウダイコン²⁾はアカザ科の作物でホウ素要求性が大きく、可給態ホウ素の少ない土壌では生育が悪い。このような土壌ではチリ硝石の施用に伴って供給

されるホウ素の効果は大きかったであろう。北ヨーロッパに広く発生したサトウダイコンの心材腐朽病が、ホウ素欠乏によることがわかったのは1930年であったから、それまでのチリ硝石のサトウダイコンに対する効果がどのようなものであったかは想像に難くない。

もう一つのヨウ素は植物には必要でないが、人間や家畜にとっては必要である。ヨウ素欠乏に起因する甲状腺腫の患者は、1960年の推計では2億人にもおよび、その対策として食卓塩にヨウ化ナトリウムが添加されたりしている。しかし窒素肥料の全部をチリ硝石で与えると作物のヨウ素含量は数倍になることが報告されており、チリ硝石の施用が甲状腺腫の発生を軽減するのに貢献していた可能性がある。

同様なことはチリ硝石に窒素の1.5倍も含まれているナトリウムについてもいえる。作物のナトリウム含量はカリウムの数十分の一程度のものが多く、ナトリウムを必要としない。しかし家畜や人間はカリウムに近い量のナトリウムが必要である³⁾。肥料の高成分化は一般の作物が必要としないナトリウムを除外してきたが、牧畜が大きなウエイトを占めるヨーロッパではこれを補うために“ナトリウム肥料”を草地や飼料畑へ施用する

第1表 西ドイツにおける飼料作物に対するNa施用基準の例*

土壤中の可給態 ^{**} Na ppm	Na施用量kg/ha	
	砂質土壌	壤質土壌
1~15	60	40
16~45	45	30
46~95	30	20
96~135	15	10

* Fink, A. : Fertilizers and Fertilization p217
Verlag chemie 1982 より

** CaCl₂ 置換態 Na

ことが推奨されているようである（第1表参照）。サトウダイコンは家畜の飼料としても用いられるが、ナトリウム含量が高く、ナトリウム肥料の施用効果が高い。サトウダイコンの属するアカザ科

3) 体重65kgの人の一日当たりの所要量は、カリウム2500mg、ナトリウム3900mgである。

- 1) 含量にはバラツキがあるが、0.1%程度のホウ素、0.05%程度のヨウ素が混在する。
- 2) 18世紀以前は野菜として葉や根が利用されていたが、18世紀ごろからドイツで飼料用として栽培されるようになり、さらに19世紀はじめナポレオンによって製糖用に利用されるようになった。

は塩生植物が多いが、作物化されたサトウダイコンにもこの科の特徴が残っている。チリ硝石がサトウダイコンに好んで施用されてきた背景にはこのような事情があったと思われる。

ところでわが国は酸性土壌が多いが、これは農産物を介してのカルシウムやマグネシウムの供給を低くしている可能性がある。ある栄養摂取調査の結果⁴⁾によると、カルシウムは学生、生徒などの若年層では乳類が主な摂取源になっているが、地方の自宅調理型の食生活のところでは乳類のほかに豆類、野菜類、魚介類から平均的に摂取している。一方マグネシウムの主な摂取源は穀類であり、ついで、野菜、魚介、肉、乳から摂取している。乳製品中のカルシウムは飼料作物に含まれているものから由来しているので、農産物のカルシウム、マグネシウム含量を高めることは摂取量の向上に貢献するところが多い。ちなみにこの調査結果ではカルシウムの摂取量はアメリカの標準所用量(700mg/日)の70~100%、マグネシウム摂取量はアメリカ(350mg/日)の45~85%であった。

わが国における施肥はこれまで作物の生産性を最高に発揮させるために、土壌に不足している養分を補うことを目的として行なわれてきた。しかし作物の栄養要求量は満たされていても、家畜や人間に対する作物の栄養価を考えた場合十分でないことがある。多量必須元素ではナトリウム、カルシウム、マグネシウムの不足があげられる。農業生産の目標はかつての収量一辺倒から品質へと移りつつあるが、現在品質としてとりあげられているのは形、色、味などという施肥技術と直結しにくいもの(品種依存性の高いもの)である。これに対して作物の栄養価、その中でもミネラルの含量やバランスが品質の指標になるときは技術的にとりくみやすくなるだろう。施肥位置や施肥時期などの施肥技術と、肥料成分や溶解度調節などの製造技術を組合せることによって、作物の収量をおとさずに、食物栄養学の観点からよりすぐれ

た牧草や野菜や穀物を生産することは可能であろう。

第2表 飼料作用のミネラル含量の目標値*
搾乳牛(20kgミルク)の場合

P 0.43%	Fe 60ppm	I 0.3ppm
Ca 0.70%	Mn 60ppm	Co 0.1ppm
Mg 0.18%	Zn 50ppm	Se 0.1ppm
Na 0.18%	Cu 10ppm	

* Finck, A. Fertilizers and Fertilization p333
Verlag Chemie 1982 より

因みに西ドイツでは飼料作物のミネラル含量のミネラル含量の目標値が示されている(第2表参照)。またわが国の府県レベルで行なわれた食品

第3表 精白米、ハクサイのNa, K, Ca, Mg 含量にみられる地域差* 新鮮物 100g 中の mg

	水分%	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	
精白米	平均値	14.2	1.48	85.9	4.48	29.6
	最大値	16.3	2.83	121	8.7	77.5
	最小値	11.6	0.56	46.5	1.12	13.7
ハクサイ	平均値	95.1	7.00	222	36.9	9.98
	最大値	97.3	13.6	292	58.5	15.1
	最小値	92.8	2.30	128	10.1	3.6

* 日本国民の栄養摂取量の地域差に関する

研究Ⅱ 地方衛生研究所全国協議会昭和59年中のミネラル含量の調査結果によると、第3表にみられるようにナトリウムは精白米で5倍、ハクサイで6倍、カルシウムは精白米で8倍、ハクサイで6倍、マグネシウムは精白米で6倍、ハクサイで4倍の地域差がある。これは土壌や施肥の影響を反映しており、施肥によってこれらの含量を大幅に増加できる可能性を示している。

土、作物、家畜および人間、これらそれぞれの場におけるミネラルの動態を把握し、それらを適切にコントロールする方法をみだし、それにみあった肥料をつくりだすこと、これは自分の土地で生産した食糧への依存性が少なくなったわが国では重視されていないが、今後はもっと真剣にとりくむべき課題である。それには植物栄養学と食物栄養学との間をもっと緊密にする努力が必要であろう。

4) 京都大学医学部衛生学教室による調査。日本人の無機質摂取量の調査について木村美恵子ほか、微量元素研究第1集71-82(1984)による。

施肥基準と施肥研究

農林水産省農業研究センター

土壤肥料部長 関 矢 信一郎

土壤保全事業の成績検討会では、毎年“土づくり”にかかわる広汎な問題を検討しているが、今年はい各県の施肥基準を取り上げた。施肥基準は土壤診断基準と共に公立農試における土壤肥料研究の重要な成果である。いくつかのブロックで意見交換の機会を得たが、若干気のついた点があり、それが国立場所を含めた現在の施肥研究のあり方とかかわっていると思われるので、以下述べてみたい。

1. 施肥基準の問題点

前述の気のついた点の一つは施肥基準策定の手続きについてであり、他は施肥基準による実際の施肥のあり方である。

施肥は基本的には、作物が目標とする収量なり品質を得るために必要な養分量のうち、土壤が供給できない部分を補うものである。従って、施肥の量や方法を含む施肥法を決めるにあたっては、作物の必要とする養分の量と土壤の養分供給能の把握が前提となる。このため、施肥法は地域・土壤、作物目・品種、目標収量などによって異なるほか、年々の気象や土壤管理、栽培・作付体系によっても変る。これを適当に区分したものが施肥基準である。つまり、施肥基準は特定の圃場の特定の年の最適値を示しているものではなく、具体的にはそれぞれの条件の中で適切な補正が原則となっている。

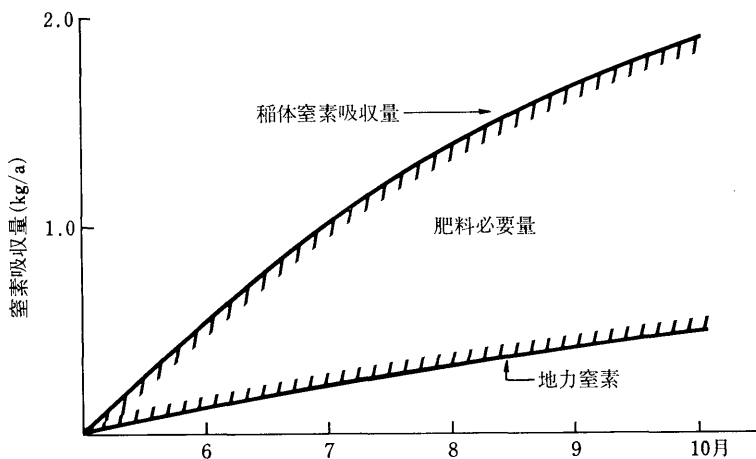
2. 施肥法策定

現在の施肥法策定の手続きの例を水稻の窒素にとってみよう。

まず、目標収量における水稻の窒素吸収パター

ン(生育期間中の窒素吸収量の推移)を策定する。次いでこれと土壤の窒素供給パターン(無窒素区の水稲の窒素吸収パターン)の差を求める。この差を肥料で供給しようとするものである。図一に見られる様に両者の差は時期によって変化するので、分施や緩効性肥料などによって除々に供給することになる。ここでは、窒素の生育時期を通じての過不足が計算され、要求に見合う供給が意図されている。窒素は適正幅が狭いため、特に細かな配慮がなされているが、基本的には他の養分も同様である。

図1 窒素吸収パターンと施肥



しかし、今回の各県の報告を聞くかぎり、施肥法策定の手続きは明らかでない作目が多かった。

3. 施肥と養分収支

作物が1作で吸収する養分の量と土壤の有効態養分の量を稲の例で表一に示した。水稻の吸収量に対し土壤の有効態養分の量は、窒素・リン酸・カリでは同じオーダー、石灰・苦土で2桁となっている。つまり、土壤は三要素では一年分の、石灰・苦土では数十年分の必要量を保有している

表一 1 土壌の有効態成分含有量 (kg/10a)

形態	成分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	備 考
全分析値(A)*		0.29	0.22	2.14	1.86	0.75	71.8	川口(1978)
有効態(B)**		14	22	21	246	49	20	全国平均
イネの吸収量(C)**		9.8	4.6	13.4	3.6	2.4	60	収量500kg/10aとして
A/B		21	10	10.0	7.7	15.3	3.6×10 ³	
B/C		1.4	4.8	1.6	68.3	20.4	0.33	

注)*作土10⁸kg/10aとして, **kg/10a

表一 2 水田における養分の収支 (kg/10a)

要 因	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂
インプット						
灌 溉 水	0.48	0.03	2.79	22.5	4.5	30.5
肥 料	10.54	10.93	9.71	45.0	4.5	52.5
稲 わ ら	3.51	1.50	11.60	3.0	1.7	70.0
雨	1.34	0.27	0.34	0.91	0.08	—
窒素固定	2.00	—	—	—	—	—
計	17.9	12.7	24.6	71.4	10.8	141.3
アウトプット						
田 面 水	0.53	0.06	0.44	1.52	0.29	—
浸 透 水	1.50	0.15	3.75	75.0	9.0	(30)*
稲 体	9.80	4.64	13.40	3.57	2.64	100
窒 脱	4.00	—	—	—	—	—
計	15.8	4.85	17.6	80.1	11.9	130
差	+2.1	+7.8	+7.0	-8.7	-1.1	+11

ことになる。水田における一作の養分収支を表一2に掲げた。通常の施肥ではリン酸・カリの集積が予想され、稲わら施用の有無が収支バランスの上で重要な意味をもっていることが解る。

この様に施肥研究の蓄積が多く、効率が意識されている水稲においても、リン酸の富化は進んでおり、土壌調査のデータの上でも認められている。養分の動態が複雑で解明が遅れている畑作や高濃度培地での耐性の強い野菜作では、土壌中の養分の集積は著しい。

施肥はそもそも経済行為であるが、肥料が相対的に安くなると効率の視点が薄れ、最高収量時の施肥量が適量となる。ここでは、養分収支への配慮はなくなり、富化が促進されることになる。

近年の我国の耕地はこの様な状況下にあると思われる。

4. 土壌診断と施肥

施肥基準によって実際に施肥する場合、地域、土壌、作目などの区分をたどって具体的な数値が示される。この場合の土壌は分類土のもので養分の状況を表わしたものではない。これは土壌診断

で示される。すでに述べた様に施肥は養分の状況に対応してなされるものであるから、施肥基準の中では土壌診断との関連が示されていなければならない。しかし、いくつかの県を除きこの点がいまいである。

従来、土壌診断は土壌改良や微量元素の補充が中心で通常の施肥との関連は必ずしも密ではなかった。これは施肥の代表要素である窒素に対し必要な情報を提供できなかったことによる。しかし、無機化の予測を含め窒素診断の手法が実用化の段階に入っている現在、このままでは問題であろう。

6. 施肥研究のあり方

二年程前、国立場所の関係者で「土地利用型農業における施肥研究はいかにあるべきか」を論議したことがある。この論議のとりまとめによれば、今後の施肥研究は「養分過剰」「高品質化」「低コスト」「栄養モデル」「有機質肥料」の5つのキーワードで整理される。

「養分過剰」

我国の土壌は溶脱型であり、施肥・土壌改良は養分を補うものであった。しかし、肥料・資材の相対的な低廉化と収支を無視した施肥によって富化傾向をたどっている。土壌有機物の分解や連作障害・生理障害もこれによって助長されることが明らかにされている。

この現実的な歯止めは作物の収量や品質の低下によることになるが、その予測、対策は重要な課題である。また、環境に対する負荷も問題となりつつあり、この面からのアプローチが重要である。

「高品質化」

現在、すべての農作物について高品質が指向されている。品質はそれ自身多岐にわたり、基本的には品種や産地(環境)に支配される。しかし、少なくとも成分に関しては施肥とのかかわりが深いと考えられる。品質形成のメカニズムには不明な

点が多く、ここから品質管理技術を策出できる段階ではないが、この研究と併行して試行的な研究を集約する必要がある。

「低コスト」

農作物の生産費の中で肥料の占める割合は高くない。現在の栽培技術は分施の方向を取っている。分施は施肥効率を向上させ、施肥量を低減させることができるが、一方多肥も可能とする。分施は当然労働を伴うので、その面から施肥回数削減が要求される。これに緩効性肥料が目ざされ、水稻の一回施肥、葉菜類の二作施肥なども更に検討する必要がある。一方、肥効率向上のため資材・肥料の形態や施肥法、更には微生物の利用なども研究の領域である。

「栄養モデル」

これは施肥技術の基礎となるもので、栄養診断が当面出口となる。標準的なものは検討済みとされているが、このプロトタイプも品種より著しく異なる場合がある。表一3に示す様に、日印交雑による超多収稲の中には著しい耐肥性を示すものがあり、この場合は基肥のみでも高収穫が可能である。これはプロトタイプの見直しの必要性を示唆している。

品質にかかわる栄養モデルについてはほとんど今後の課題である。

表一3 超多収稲における分施、基肥の比較

	品種系統	分 施	基肥/分施
超多収稲	水原 258	84.1	1.00
	鴻巣 96	58.2	1.07
	関東 146	88.9	0.91
	北陸 129	80.6	0.98
	鴻巣 75	77.5	1.00
	アキチカラ	81.9	0.71
日本 稲	むさしのがね	60.0	0.92
	初 星	56.6	0.93
	コシヒカリ*	50.2	0.80

基肥：18kgN/10a (全量基肥)

分施：12-3-3kgN/10a

※コシヒカリは12km, 6-3-3kgN/10a

(1987 農研センター)

「有機質肥料」

今年度から農水省でも公式に有機農業の研究に乗り出し、有機質肥料への関心が高まっている。

また、農業内外からの有機廃棄物の処理の場として農地が期待され、いくつかの試算や研究がなされている。これを含めた有機質肥料は云々までもなく微生物活性によって作物に利用されるので、有機物の質、土壌の生物特性、作目の組合せにより、効果が著しく異なる。この点からは、有機物肥料の機能の評価は不十分で、メカニズムの解明を含めた取組みが要求される。

この様に施肥研究の面からみても、作物-土壌系における肥料を中心とした養分動態の把握に対する認識は不十分である。冒頭に述べた気がかりな点は、実は研究側にもあったと考えられる。

7. 施肥研究における新たな視点

今年になってマスコミを中心に話題になっている地球規模の環境問題と施肥の関係を考えておきたい。この中では当面、地球の温暖化にかかわる土壌から発生する微量ガス、 N_2O と CH_4 が問題となる。

N_2O は脱窒の過程で生成し、その量は水田に施用された窒素の1%前後と推定されている。脱窒は土壌や施用有機物から無機化する窒素でも起きているので、土壌窒素を富化すること自身もこの環境問題にかかわることになる。また、有機廃棄物の窒素を土壌中で硝化・脱窒しようとする試みにも疑問を投げかけることになる。

CH_4 は湛水条件で分解する有機物の最終生産物で、特に新鮮有機物からの発生が著しいとされている。これは、水田における有機物施用のすべてにかかわっている。

我国の水田等から発生する量は地球規模で見れば殆んど無視できようが、施肥研究の立場からは充分意識する必要がある。

8. おわりに

近年、農業・農地は生産だけではなく保全、浄化更にはレジャーの場など多面的な機能を持つものとして再評価されつつある。この中には地域的な環境との調和から地球規模の環境問題までが含まれる。ここでは物質循環が重要な軸になるが、施肥の研究においても作物-土壌系の物質移動・循環の視点が求められる。そしてこの研究の進展の中で施肥基準の問題点も解消されるものと考えている。

「健康な土づくりと施肥改善運動」の 展開について

全農 肥料農業部
肥料技術普及課長

安 田 義 和

1. 新しい運動の背景

(1) 農業情勢と農協の対応

現在、日本の農業は農産物の自由化、食管理制度の見直し、農産物の供給過剰による価格の低迷、さらには高令化の進行など厳しい環境に直面している。一方消費者からは安全でホンモノを求める「食の高度化」と手軽に調理できる「食の簡易化」というニーズが動かし難いものとなって来ている。この様な状況の中で、日本農業の生きる道は生産コストの低減と高品質農産物生産にどのようにとりくみ、成果をあげていくなにかかかっているといえる。系統農協では昨年12月、第18回全国農協大会を開催し、国際化のなかでの日本農業の確立と魅力ある地域社会の創造を旨とした「21世紀を展望する農協の基本戦略」の中で、新しい日本農業確立の一環として、Healthy (健康), High quality (高品質), High technology (高技術) という3H化による消費者ニーズに応える生産をすすめ農業振興をはかることを決定した。この決議にもとづき系統農協の肥料事業の具体的な推進施策として新たに「健康な土づくりと施肥改善運動」を展開することになった。

(2) 土づくりと施肥改善運動の観点

系統農協の施肥改善への取り組みは、系統農協が肥料を取扱うようになった当初から約40年の間、施肥合理化運動(昭29年～)、施肥設計全戸樹立運動(昭34～)、集団施肥設計運動(昭38～)、土づくり運動(昭45～)、地力・施肥管理強化運動(昭55～)など社会および農業の変化にともない名称は変って来たが一貫してその基調は、土壤の実態をふまえ、調和のとれた豊かな土づくりによる土壤基盤づくりを基礎に、適正な施肥を行う

ことにより、土地生産性の高い栽培技術体系を組みたて高生産性農業をめざすという観点から運動を継続的に展開して来ている。特に昭和55年からすすめて来た「地力・施肥管理強化運動」は系統農協の肥料事業における肥料技術分野の基本施策として位置づけられ、「土壤診断」、「土づくり」、「施肥指導」を3つの柱として積極的に取りくんで来た。8年間におよぶこの運動は、全国の約1,700の農協に土づくりの基礎となる全農型土壤分析器を設置し、また同時に農協における土壤診断室担当者となる施肥診断技術者を約4,300名養成するなど、農協の土壤診断体制を整備し、実践的な土づくり運動を推進したものとして評価されている。

2. 低コストと高品質をめざす「健康な土づくりと施肥改善運動」

(1) この1年間のおもな経過

このような背景の下で、系統農協は昭和63年7月から、これまでの土づくりと施肥改善運動の成果をふまえ、低コスト、高品質農産物の生産を目標に掲げた「健康な土づくりと施肥改善運動」を展開してきた。この運動のスタートからはほぼ1カ年が経過して来たが、全農ではこの間、「低コスト農業と新しい施肥技術を考えるシンポジウム」を開催するなど新運動の主旨徹底を中心に取り組んで来た。また土づくり運動の柱となる土壤診断体制の充実をはかるため全農型土壤分析器の改良(ペットネームZ A-Ⅱ型)や全農土壤診断処方箋システム(ソフトプログラム)の開発に着手している。このほか施肥改善の面では低コスト、高品質農産物生産をねらいとする新しい技術とそれに必要な機能をもつ新肥料をセットとした系統推

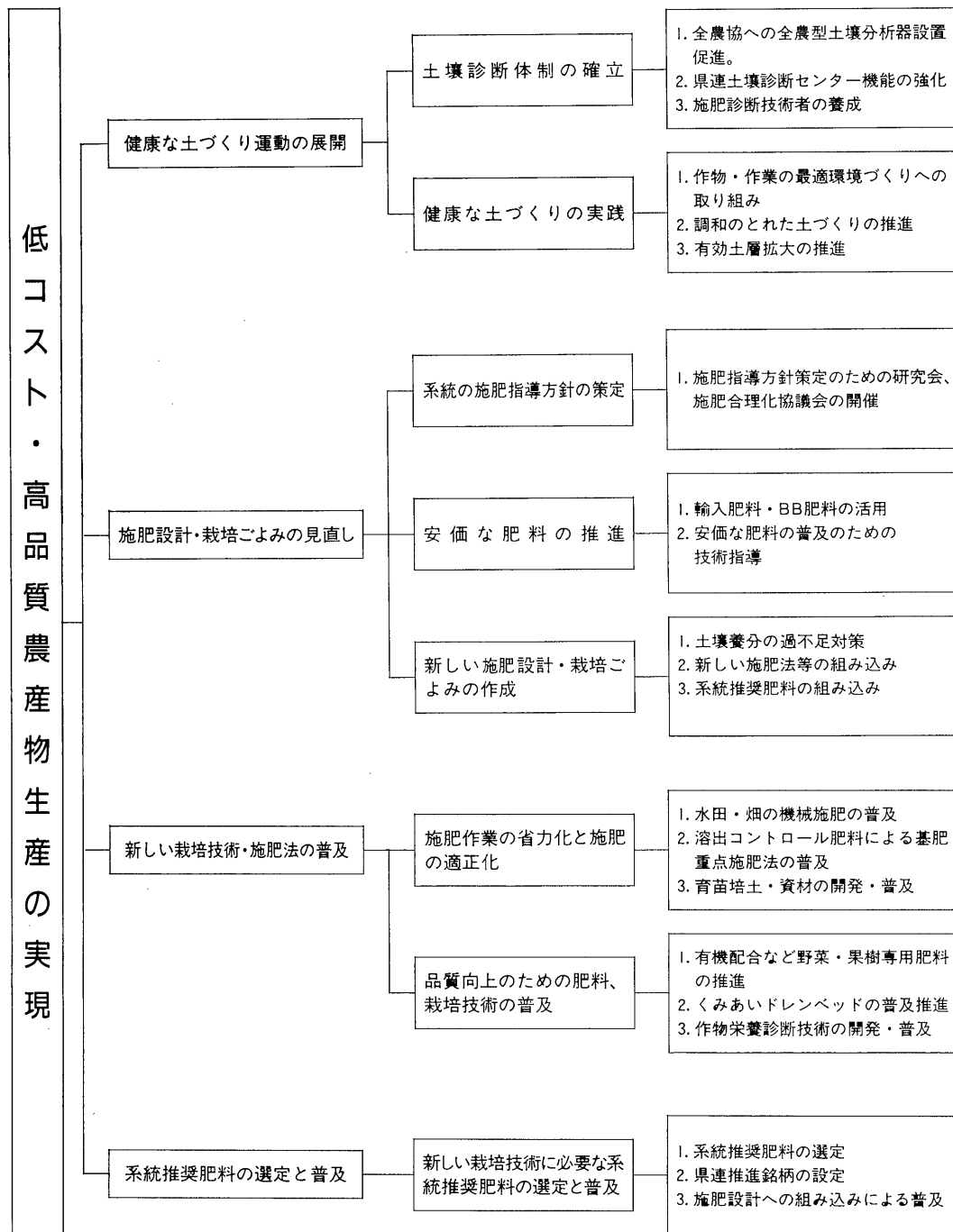
奨肥料制度を検討して来た。

(2) 新運動の4つの重点事項

この運動では、低コストと高品質農産物の生産をめざすため、①健康な土づくり運動の展開、②施肥設計・栽培ごよみの見直し、③新しい栽培技

術、施肥法の普及、④推奨肥料の選定と普及の4つを重点課題として設定している。この運動の全体的な取り組み内容を下記に示したが、そのすすめ方と概略は次項に述べるとおりである。

健康な土づくると施肥改善運動の取り組み内容



3. 新運動の重点課題とそのすすめ方

(1) 健康な土づくり運動の展開

長年にわたるわが国の多肥集約的農業は農作物の多収を実現するなど、生産性の向上に大いに貢献して来た。しかしその一方で土壌養分の過不足や養分相互の不均衡、有機物の不足などを土壌にもたらした。また機械化や転作畑の増加にともない耕土が浅く水もち、水はけが悪いなど物理性の面からも問題となる圃場が増えてきている。従って健康な土づくり運動では、①作物が生育しやすく、また農業機械の作業に適した圃場づくり、②土壌診断結果にもとづき粗大有機物と土づくり肥料、資材を活用した無機養分と有機物の調和のとれた土づくり、③深耕などによる作土層、有効土層の改良、を目標に運動をすすめることにしている。

また、健康な土づくりの基本となる土壌診断事業を効果的にすすめるため、農協・県連・全農はそれぞれの機能にもとづき体制確立をめざすことが重要で、そのための各々の役割はつぎのようになる。

農協…営農計画に基づき計画的な診断を実施し合理的土づくり、施肥指導をすすめる。そのため全農型土壌分析器等の導入をはかり、計画的に施肥診断技術者（分析担当者を含む）の設置をすすめる

県連…県連土壌診断センターを設置し、農協の土壌診断活動に対する日常的指導と施肥診断技術者連絡協議会を設置し、分析、診断技術の向上、情報交換等により農協の土壌診断事業の活性化をはかる。

全農…農協の施肥診断技術者を養成するための講習会を開催するとともに土壌診断結果を有効かつ迅速に活用するための全農土壌診断処方箋システム（ソフトプログラム）の開発、また分析作業の迅速化をはかるための全農型土壌分析器の改善をはかる。

(2) 施肥設計・栽培ごよみの見直し

これまでの一般的な施肥設計・栽培ごよみは、主に安定多収を追求したもので、コスト低減や品質向上の考え方を必ずしも十分盛り込んだものではなかったのではないかと。そこで最近の情勢に合

せ、施肥設計・栽培ごよみを「低コスト」「高品質」の観点から組織的な見直しを行い、栽培と施肥の基本技術を再確立する。また新しい施肥設計・栽培ごよみの作成に当っては低コストのための技術や高品質をめざした栽培技術をどのように地域の気候・土壌等に適したものを導入するかが重要になるので、各地域の指導関係機関の協力をえて、研究会や施肥対策協議会などで検討を重ねた施肥指導方針を参考にすることが大切である。さらに生産コストの低減という観点から、輸入肥料やBB肥料など安価な肥料を新しい施肥設計で積極的にとりあげ活用することも重要である。

(3) 新しい栽培技術、施肥法とセットした推奨肥料の選定と普及

この運動で系統農協が普及しようとする栽培技術・施肥法は低コストや高品質農産物の生産を主眼に選定したものである。これらの技術は、肥料だけでなく農業機械、農薬、農業資材等の組み合わせにより効果が発揮されるものであり、今後ともあらゆる面からの改良・改善がなされることが期待される。新しい栽培技術や施肥法を普及するためにはそれらに見合った機能を有する肥料の開発が不可欠である。近年研究開発に熱心な肥料メーカーで永年の研究により溶出をコントロールする被覆肥料や農薬入り肥料など新しい機能を付加した肥料が発売されている。全農では「低コスト」、「高品質」という観点から栽培法と新機能肥料をセットにして、実用性、普及性があるかどうかの評価試験を公的試験研究機関に委託し、その結果により目的に合ったものを系統農協の推奨肥料（系統推奨肥料）として選定し普及推進している。平成元年度の推奨肥料は別表のとおりである。現在このようにして評価の確立した7項に該当するものを系統推奨肥料として推進中であるが、さらに他の項目についても委託試験を依頼しており、今後暫次追加していく予定である。県連、農協では県施肥対策協議会等を中心に、全農が選定した推奨肥料を参考にしながら「県連推進銘柄」を選定して、現地の普及展示圃などでも効果などを確認し、新しい栽培技術・施肥法とともに農協の施肥設計・栽培ごよみに積極的に組みこまれることを期待している。

おわりに

系統農協が現在展開している「健康な土づくりと施肥改善運動」についてその概要を述べたが、「低コスト」、「高品質」の農業生産の実現を目標とするこの運動を真に実りあるものとするには、

我々系統農協だけの取組みでは不十分な場面も多々あります。行政、試験研究機関、普及組織の研究者、指導者の方々の指導協力をお願いする次第です。

系統推奨肥料の概要

施肥法・栽培法	技術の概要	系統推奨肥料
1. 側条施肥田植え(水稲)	移植施肥同時作業、側条施肥により省力化、肥料効率の向上で稲作コストの低減をはかる。	施肥田植機適用肥料(全農の基準適合銘柄)
2. 基肥重点施肥法(水稲)	被覆肥料、緩効性肥料により、全量基肥施用、または1回追肥による省力栽培。	被覆肥料入り複合肥料、緩効性肥料入り複合肥料
3. ラグ期追肥法(水稲)	西南暖地において、成育途中にラグ期が生じるので、この時期に登熟良化のために窒素、加里、苦土、けい酸を追肥する。	ラグ期追肥専用化成
4. 農薬入り肥料側条施肥法(水稲)	側条施肥田植機により、農薬・肥料を同時に側条施用する、省力・低コスト技術。施用量と施肥位置が正確で、肥効と防除効果が高い。	側条施肥専用農薬入り肥料、農薬・ペースト肥料混和側条施肥法
5. ドレンベッド栽培(施設)	隔離床栽培。施設野菜における連作障害の回避、同時に糖度や味の向上、花きの品質向上をねらいとした栽培技術。	有機入り配合肥料、緩効性窒素入り配合肥料、被覆肥料入り配合肥料
6. 園芸用育苗培土	均一な良質苗の生産を省力、安定的におこない、高品質野菜生産により収益を高める。	くみあい園芸用育苗培土
7. 全量基肥施肥法(露地野菜)	マルチ栽培と速・緩効性肥料の組み合わせによる、露地野菜の年2作1回施肥栽培。	りん硝安+被覆肥料・緩効性肥料、硝酸系被覆肥料

(注) 系統推奨肥料の具体的銘柄は多数のため割愛した。

野菜栽培の現況と 土壌肥料的問題点

—石灰蓄積条件下の石灰欠乏症について—

北海道立中央農業試験場
農芸化学部主任研究員

相馬 暁

1. はじめに

温暖多雨なわが国の耕地土壌が酸性化し易いことは、一般畑作で早くから指摘されているが(1, 2, 3), 露地野菜栽培土壌の酸性化は降雨による塩基溶脱に加えて、一般畑作に比べ、作付頻度が高く、窒素施肥量が著しく多いことにより、促進されている(4, 5)。

このような土壌の酸性化が、露地野菜畑の生産力低下に及ぼす影響については、宮城、山形などにおけるハクサイ産地の生産力低下と産地移動(6, 7), 尾張沖積野菜栽培地帯の土壌老朽化(8), 都市近郊野菜産地の土壌酸性化と生産力低下(9, 10)として報告されており、これに関連して、石灰欠乏症に関する多くの報告もある(11, 12)。

そのため酸性矯正を目的とした石灰供給が、少なくとも野菜栽培土壌に対しては十分になされ、露地野菜畑においても、近年、土壌中の交換性石灰量は増加傾向を示す事例が多い(13, 14)。一方、施設栽培土壌においては養分集積が顕著であり、交換性石灰量も明らかに蓄積傾向にある(15, 16)。

にもかかわらず、ハクサイ、キャベツ、レタス、セロリーの様な葉茎菜やトマト、ピーマンの様な果菜類に石灰欠乏症が発生し、新たな問題となっている。これは古典的な土壌中の交換性石灰量が不足・欠乏し、発生するものではなく、石灰蓄積条件下での石灰欠乏症といえるだろう。

これらの欠乏症は他要素との相互作用で発現することが明らかになり、例えば、アンモニア態窒素の高濃度の存在(17)、窒素多施(18)、特定イオンの多量施用(19)、高カリ、高EC(18, 20)、等の条件下で石灰吸収が抑制され、発現するとされている。

このような石灰存在下における石灰欠乏症の発生は、新たな土壌肥料の問題であり、野菜畑、特にハウス土壌における養分蓄積・富栄養化現象と共に、二三検討を加えてみる。

2. 野菜栽培土壌における養分蓄積実態

北海道の露地野菜畑においては、土壌酸性化の兆しは最も粗放な肥培管理がなされているアスパラガス畑(連作畑)においてのみ認められ、その他の野菜栽培土壌の塩基は一般畑作畑に比べて増加傾向にある(14)。これは、一つには府県に比べて降雨量が少ないことに加えて、寒地北海道での野菜栽培において気温・地温確保のためトンネル栽培・マルチ栽培が広がり、露地野菜畑においてすら、土壌が部分的に降雨から遮断される期間が長期化し、溶脱を受けにくくなり、施用された肥料・資材成分が蓄積し易くなっているためと思われる。例えば、軟弱野菜(ハウレンソウ)畑においては交換性石灰の蓄積が顕著に進み、多くの畑でオーバータイム傾向にある(21)。また、施設(ハウス)栽培土壌においては府県と同様に、塩基はもとより、磷酸、窒素の蓄積が著しく進み、いわゆる富栄養化状態にある(22)。

経年化したハウス土壌は露地野菜畑に比べ、①窒素、②塩基(K, Mg, Ca)、③磷酸(P)の蓄積が著しく進んでいることは広く知られている所である(23, 24, 25)が、具体的な例として、同一農家の近接したハウスと露地野菜畑の養分蓄積状況を検討した結果を表-1に示す。ハウス土壌は露地野菜畑に比べEC値が高く、塩基含量も多い、そのため塩基飽和度は100%を超え、見かけのpHは6.20であるが、オーバータイム傾向にあるハウスが多く、また、磷酸の蓄積も著しい。

さらに広範囲に全道283棟のハウスにおいて検

表-1 ハウス土壤と露地土壤の養分蓄積の比較

区 別	地点数	pH (H ₂ O)	EC (ms)	置換性塩基 (mg/100g)			CEC (me)	塩基飽和度 (%)	Truog P ₂ O ₅ (mg/100g)	りん酸吸 収係数
				CaO	MgO	K ₂ O				
ハウス土壤	140	6.2 (10.9)	0.74 (69.6)	485 (39.5)	116.2 (46.9)	97.6 (52.5)	23.7 (29.0)	109.6 (32.4)	182 (56.0)	955 (33.8)
露地土壤	118	6.2 (11.6)	0.17 (76.8)	385 (76.8)	47.1 (52.1)	50.7 (60.5)	20.4 (28.2)	64.4 (35.8)	84 (72.0)	~

*なお()内はCV値

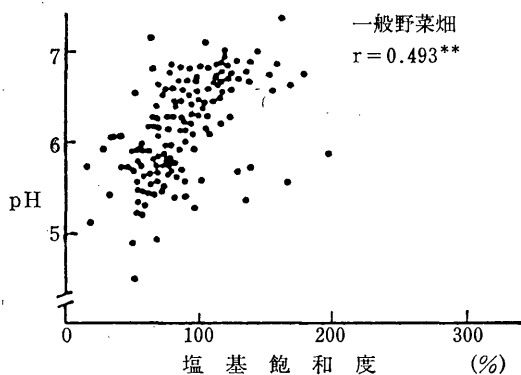
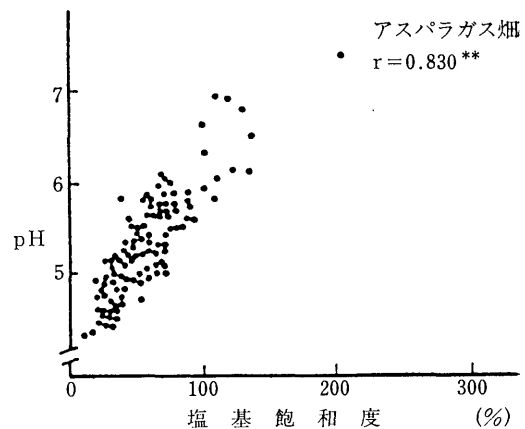
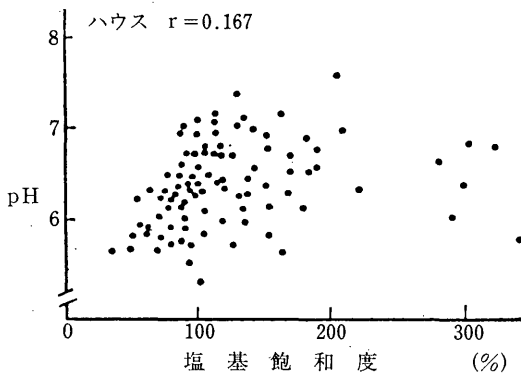
*ハウス、露地土壤とも沖積土である。

討した結果、収穫終了時の残存窒素量を調べたところ、10 a 当り平均26.0kgもの窒素集積が認められ、残存量の多い事例では100kgを超える事例も認められた。また、交換性石灰も10 a 当り1,000 kg/10 a を超す事例が認められ、燐酸は平均160.8 + 112.0kg/10 a にあった(26)。

3. 養分蓄積に伴う土壤中塩基の形態変化

塩基蓄積の進行は、塩基飽和度の上昇となって現れるが、見かけの塩基飽和度が100%以下の場合、飽和度の上昇に伴って土壤 pH は明確に高まる。しかし、塩基飽和度が100%を超えると、飽和度の上昇に伴う pH の高まりは鈍化し、様相を異にした。さらに、ハウス土壤の様に窒素集積が認められる条件下では、塩基飽和度あるいは石

図-1 火山性土のアスパラガス畑、一般野菜およびハウスにおける塩基飽和度と pH の関係



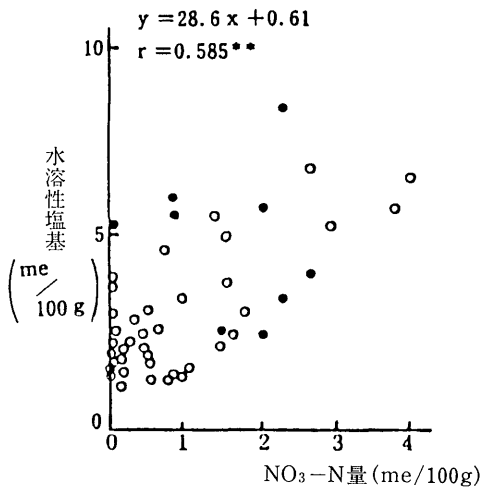
灰飽和度と土壤 pH の間には一定の傾向が認められない(図-1)。むしろ、窒素集積と密接な関係にある EC 値と土壤 pH の間に負の相関関係が成り立ち、見かけ上、土壤 pH は土壤の交換性塩基量や塩基飽和度よりも、窒素施肥量と窒素残存量に左右されていた。

一方、ハウス土壤 (n=47) を供試し、水溶性塩基と硝酸イオン (NO₃⁻)、水溶性燐酸 (燐酸1水素イオン HPO₄²⁻)、硫酸イオン (SO₄²⁻) 量の関係を検討したところ、水溶性石灰量と硝酸イオン量の間には r=0.668**、水溶性燐酸量との間に

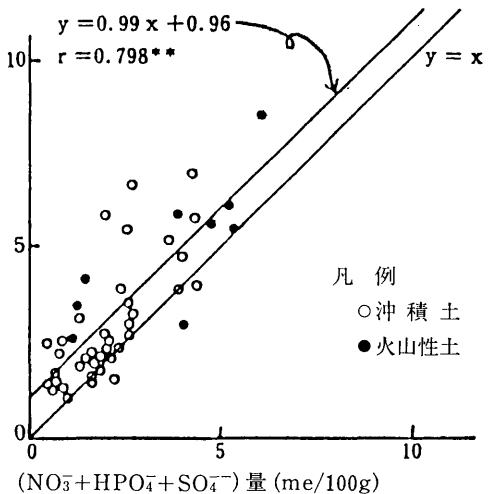
$r = 0.329^*$, 硫酸イオン量との間に $r = 0.770^{**}$, と各々高い正の相関関係が成立し, 水溶性苦土量とも前2者は $r = 0.616^{**}$, $r = 0.362^*$, と高い相関関係を示した。また, 水溶性カリ量とは, $r = 0.531^{**}$, $r = 0.498^{**}$, $r = 0.326^*$, と各々高い相関関係が認められた (27)。

これらの関係を取りまとめ図示すると, 水溶性塩基量は硝酸イオン量よりも多く, 硝酸イオン量+磷酸1水素イオン量+硫酸イオン量とほぼ対応するが, なお, 水溶性塩基量がやや多く, 前3者イオン以外に, 塩素イオンのようなアニオンの存在が示唆された (図2)。

図一2 NO_3^- または $(\text{NO}_3^- + \text{HPO}_4^- + \text{SO}_4^{--})$ 量と水溶性塩基量の関係



て高まるが, 栽培期間中は窒素施肥と, それに続く硝酸化成に伴うHイオン生成の影響を受け, 土壌pHの低下と交換性塩基のHイオンによる交換溶出が生じ, 土壌溶液中に硝酸イオンとカルシウムイオンの共存状態を生み出した。それが塩基蓄積の進行につれ, 飽和度100%で10%程度の水溶性塩基が存在するようになり, 交換性塩基以外に硝酸塩(硝酸カルシウム)が認められ, また, 飽和度が100%を超えるような土壌では, 硫酸塩(石膏-硫酸カルシウム), 磷酸塩(磷酸カルシウム), 炭酸塩(炭酸カルシウム), 塩化物(塩化カルシウム)などの存在が示唆された。



具体的な一事例として, これらハウス土壌の一例を示すと, 交換性全塩基量が27.4m・e/100gで, 飽和度が222%の場合に, 水溶性塩基量が8.43m・e存在し, 全塩基量に占める割合は30.8%であった。その内, 水溶性石灰量は3.41m・eで, 全塩基量に占める割合は12.4%, 水溶性塩基量に占める割合は40.5%であり, さらに, 硫酸カルシウム型のカルシウム量が1.14m・e存在した。これを全塩基量, 水溶性塩基量, 水溶性石灰量に占める割合でみると, 各々4.2%-13.5%-33.4%となった。すなわち, 塩基蓄積の進行に伴い交換性石灰以外の形態(石灰)の存在が示唆され, 石膏の存在が確認された (27)。

結局, 塩基飽和度の低い状態において, 土壌pHは塩基資材の施用に伴う飽和度の上昇によ

4. 石灰蓄積下の石灰欠乏症の発生

土壌中における塩基蓄積の進行, 取り分けアンバランスな進行は, 各塩基間に拮抗作用による吸収抑制をもたらし, 養分存在下の養分欠乏症を引き起こす。例えば, 試験的に行ったカリ資材多量施用に伴い, トマトの体内石灰濃度は明らかに低下し, 尻腐れ果発生率は増加した (表一2)。

土壌中のカリ過剰蓄積により, 拮抗阻害に基づく石灰や苦土欠乏症が生じることは既に報告(28)されている所であり, 現実の野菜栽培においても, セルリーの心腐れやトマトの尻腐れ果の発生を助長し, 石灰欠乏症を引き起こす一要因となっている。

ところで, 炭カル(Ca)の施用量の増加につれ土壌中の交換性石灰量は増加するが, 植物の根に

表一2

処 理 区	土 壤 分 析 結 果		相 対 生 長 量 8月8日*	相 対 収 量				上 部 茎 葉 中 成 分 含 有 率				
	各塩基別飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)		上物収量	総収量	総収穫数 果 数	尻ぐされ果発生率 (%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
1) 無処理区	—	88.3	100 128.3g/株	100 10.71kg	100 12.32kg	100 133果	18.0	100(1.56)	100(0.47)	100(4.78)	100(1.07)	100(1.39)
2) Ca-100%区	71.9	114.4	96	112	92	120	19.0	99	92	87	102	104
3) 130%区	166.3	203.3	83	104	110	108	14.1	104	98	90	82	104
4) 160%区	255.2	296.2	79	108	110	110	8.6	110	115	98	97	118
5) Mg-100%区	56.9	92.6	77	77	82	113	26.7	131	100	101	80	93
6) 130%区	62.4	108.7	76	76	76	126	29.1	127	94	93	123	63
7) 160%区	69.1	123.1	69	75	78	141	37.6	154	109	101	137	71
8) K-100%区	24.9	82.6	87	95	94	109	25.2	102	87	101	78	83
9) 130%区	51.0	96.6	85	97	91	115	29.8	147	96	117	67	55
10) 160%区	74.8	138.6	80	66	67	114	40.9	138	98	122	53	35

表一3 塩基多量施用に伴う土壤溶液中の塩基量の変化

処 理 区		土 壤		塩基飽和度 (%)	土 壤 溶 液 (me/l)				
		pH	EC		pH	K	Mg	Ca	計
Ca	100%	6.40	0.135	127.4	6.70	0.37	5.17	1.74	7.28
	130%	6.71	0.215	310.0	7.40	0.38	6.19	1.04	7.61
	160%	7.20	0.195	304.5	9.70	0.27	4.97	1.00	6.24
Mg	100%	6.80	0.095	98.1	7.35	0.43	6.71	0.59	7.73
	130%	6.28	0.210	103.9	6.35	0.44	11.72	0.87	13.03
	160%	6.26	0.495	118.0	6.20	0.69	29.17	4.40	34.26
K	100%	6.42	0.160	110.5	6.40	7.29	6.40	1.64	15.33
	130%	6.35	0.275	128.6	6.45	13.32	3.57	1.85	18.74
	160%	6.15	1.240	183.4	6.20	45.33	5.38	5.51	56.22

(注) Ca, Mg, K-100は、塩基飽和度 100% を目標に各資材を施用した区

Ca, Mg, K-130は、塩基飽和度 130% を目標に各資材を施用した区

Ca, Mg, K-160は、塩基飽和度 160% を目標に各資材を施用した区

養分を供給する場である土壤溶液中には反映せず、一定レベル以上には高まらない(表一3)。それに対して硫マグ(Mg)・硫加(K)施用は土壤中の交換性苦土・カリ量を高めるのみならず、土壤溶液中の苦土・カリ濃度を高める。そのため拮抗作用が生じ、石灰等の養分吸収抑制・欠乏症の発生をもたらしたものと推測される。

その点、石灰の過剰施用で問題になるのは高pH化、オーバライムの場合で、高pH化に伴い土壤中のホウ素やマンガン・鉄等が不溶化し、作物が吸収利用出来なくなる。例えば、高pH条件(pH

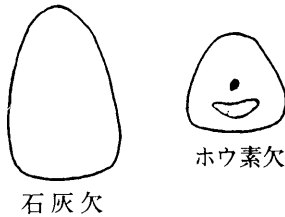
7.0以上)のハウスでは、ハクサイの外葉が濃淡まだらに黄化し、内葉の葉柄部に褐色の亀裂が生じ、また、内葉の側方周辺部があめ色に壊死する。これは、高pH化に伴うホウ素(併発マンガン・鉄)欠乏症である。しかし、往々にして、外葉部の黄化がなく、葉柄部の褐変・亀裂も認めにくい場合があり、典型的な症状を示さない限り、ホウ素(B)欠乏症は石灰欠乏症と識別し難く、アンコ玉(石灰欠乏症)として一括されている事例が、現場において認められる。

そこで土壤条件をpHとEC値で簡単に確か

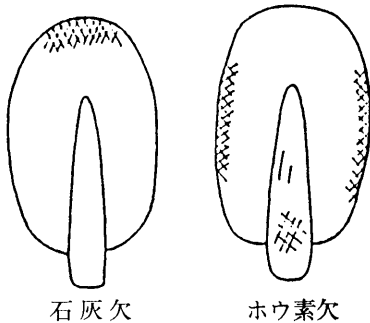
め、高 pH (pH7.0以上) で低 EC (0.4~0.6ms/cm以下) 条件なら、ホウ素、鉄欠乏症と判断し、高 EC (1.3~1.6ms/cm以上) 条件なら、次に述べる窒素過剰による石灰欠乏症と推測する。なお、ホウ素欠乏症と石灰欠乏症の外見的な症状を比較し、図-3に示しておく。

図-3 Ca欠乏およびB欠乏の症状とその特徴

(1) 芯の比較



(2) 葉の比較



(注) 出典：第6図と同じ

- 石灰欠乏：茎の芯の伸長は、おおむね順調
- ホウ素欠乏：茎の芯の伸長が抑制され、短くなり、褐変、空洞症などが見られる。
- 石灰欠乏：葉の先端が脱水症状を示し、内側にスプーン状にまく
- ホウ素欠乏

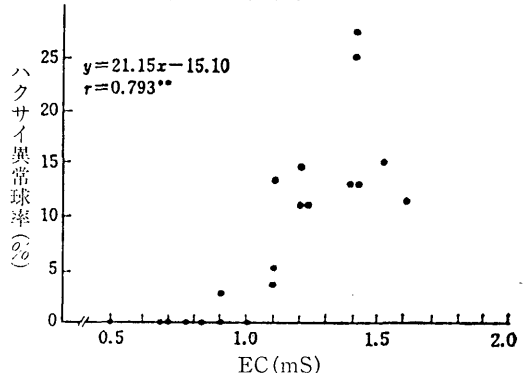
- 1) 葉柄部に褐変きれつゴマ症状が出る。
- 2) 葉の横部分の葉緑素が抜け、淡灰黄色になる。これは、脱水症状を示さない。鉄欠を併発することもある。

窒素集積は、大雑把に言って、4つの型で野菜の生育・収量・品質を抑制・低下させる。①EC値上昇で示される濃度障害、②窒素過剰蓄積に起因する拮抗阻害、③アンモニア自体のイオン特異性による生育阻害、④アンモニアガスに亜硝酸ガス障害である。その内、②の拮抗阻害が石灰欠乏

との関連で問題となる。

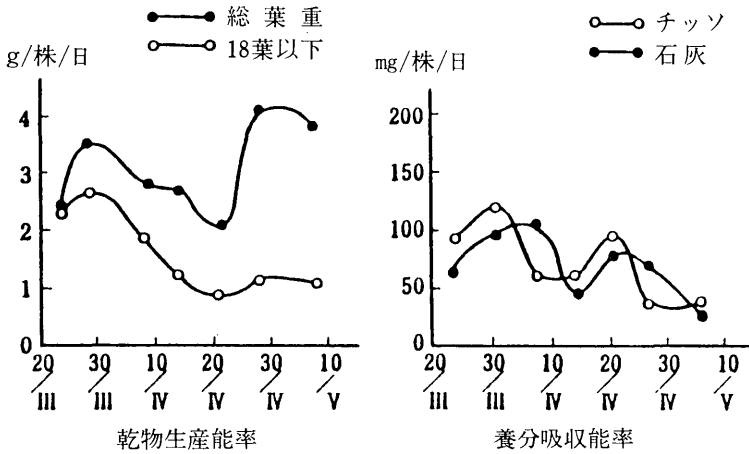
窒素過剰集積による濃度障害はいわば急性中毒で、誰の目にもハッキリ分かる。ところが、それほど酷くない場合でも、ハクサイやレタス或はキャベツにおいて、高EC条件(多窒素条件)で“縁腐れ”と呼ばれている石灰欠乏症が多発し、可販収量を皆無にする。また、そのような条件ではトマトやピーマンの尻腐れを引き起こしている。これなど窒素過剰により拮抗阻害的に石灰の吸収が抑制され、体内で石灰欠乏が生じたために起こる。例えば、ハウス春ハクサイの石灰欠乏症の発生と土壌EC値の関係を検討したところ、EC上昇につれ石灰欠乏症は明らかに多発した(図-4)。それに対して、肥料の無施用、表層5cmの排土(除塩)、稲ワラの鍬込み等、ECを低下させる処理で石灰欠乏症の発生を抑え得た。

図-4 EC値と異常球率



窒素との関連で石灰欠乏症の生ずる機作としては、作物の窒素と石灰の吸収速度のズレがある。ハクサイについて検討したところ、窒素の吸収ピークは外葉伸長期と結球充実期にあり、石灰の吸収ピークはそれより10日程遅れる(図-5)。もっとも別な検討結果によれば、3~4日程度の遅れであり、この遅れは条件によってやや異なると思われる。窒素の過剰な吸収、それを引き起こす灌水、降雨等によって、ハクサイが窒素を急激に吸収し、一気に生育量が増加すると、体内希釈が生じ、窒素に比べて吸収の遅れる石灰の体内濃度が、特に生育先端部(生長点)で局所的に低下し、石灰欠乏症の発生につながる。その時、石灰が体内移動し難いことも欠乏症を助長する要因に成っているものと推察される。

図一五 ハクサイの1日当たり生育量(乾物生産能率)とメシの食込み量(養分吸収率)



注) 3月15日に定植。

この事は、従来の石灰欠乏症が干ばつ・水分不足で発生するのに対して、灌水或は降雨後にも、多窒素条件で発生し得ることを示唆した。すなわち、複雑多岐になった野菜栽培(土壌)条件を反映し、石灰欠乏症が、従来と異なった条件下で発生し得ることを示している。

参考文献

- 1) 青木茂一ら, 1985: 日土肥誌, 29, 25~28
- 2) 金井真澄ら, 1931: 日土肥誌, 5, 19~40
- 3) 中安信行, 1966: 野菜に関する土壌肥料研究収録, 151~158, 全購連
- 4) 嶋田永生ら, 1966: 愛知県園試研報, 5, 43~52
- 5) 興津伸二ら, 1967: 園学会昭42春研究要旨, 212~213
- 6) 青葉高, 1957: 山形農林学報, 12, 9から15
- 7) 堀 裕, 1959: 園芸学全編, 614~641, 養賢堂
- 8) 城山桃夫ら, 1955: 愛知県園試昭29年成績書
- 9) 堀 裕ら, 1959: 東海近畿農試研報, 5, 98~114
- 10) 中安信行ら, 1966: 野菜に関する土壌肥料研究収録, 57~64, 全購連
- 11) 高野泰吉ら, 1964: 園学雑, 33, 35~45
- 12) 川口菊雄ら, 1962: 静岡県農試研報, 6, 33~43
- 13) 柏倉康光ら, 1975: 群馬県農試研報, 15, 25~28
- 14) 相馬暁ら, 1980: 北海道立農試集報, 44, 25~36
- 15) 野菜試験場, 1982: 野菜作の土壌養分過剰に関する成績概要
- 16) 相馬暁ら, 1986: 北農, 53, 4, 33~50
- 17) 嶋田永生, 1967: 愛知県園試研報, 6, 67~114
- 18) 堀 裕ら, 1960: 園学雑, 29, 169~180
- 19) 橋田茂和, 1965: 日土肥誌, 36, 274~283
- 20) 川口菊雄, 1964: 静岡県農試研報, 9, 85~92
- 21) 相馬暁ら, 1985: 北農, 52, 10, 20~35
- 22) 目黒孝司ら, 1986: 北農, 53, 1, 36~49
- 23) 青木一郎ら, 1968: 栃木県農試研報, 12, 70~79
- 24) 蟻川浩一ら, 1968: 農及園, 43, 979~982
- 25) 篠崎光夫, 1970: 神奈川県農総研報, 108, 1~18
- 26) 相馬暁, 1985: 農及園, 60, 1287~1290
- 27) 相馬暁, 1985: 北海道立農試報告, 56