

農業と科学

昭和47年1月1日(毎月1日発行)第183号  
昭和31年10月5日第3種郵便物認可

発行所 東京都千代田区有楽町1-12-1 日比谷三井ビル  
チッソ旭肥料株式会社

編集兼発行人: 伊藤和夫  
定価: 1部10円

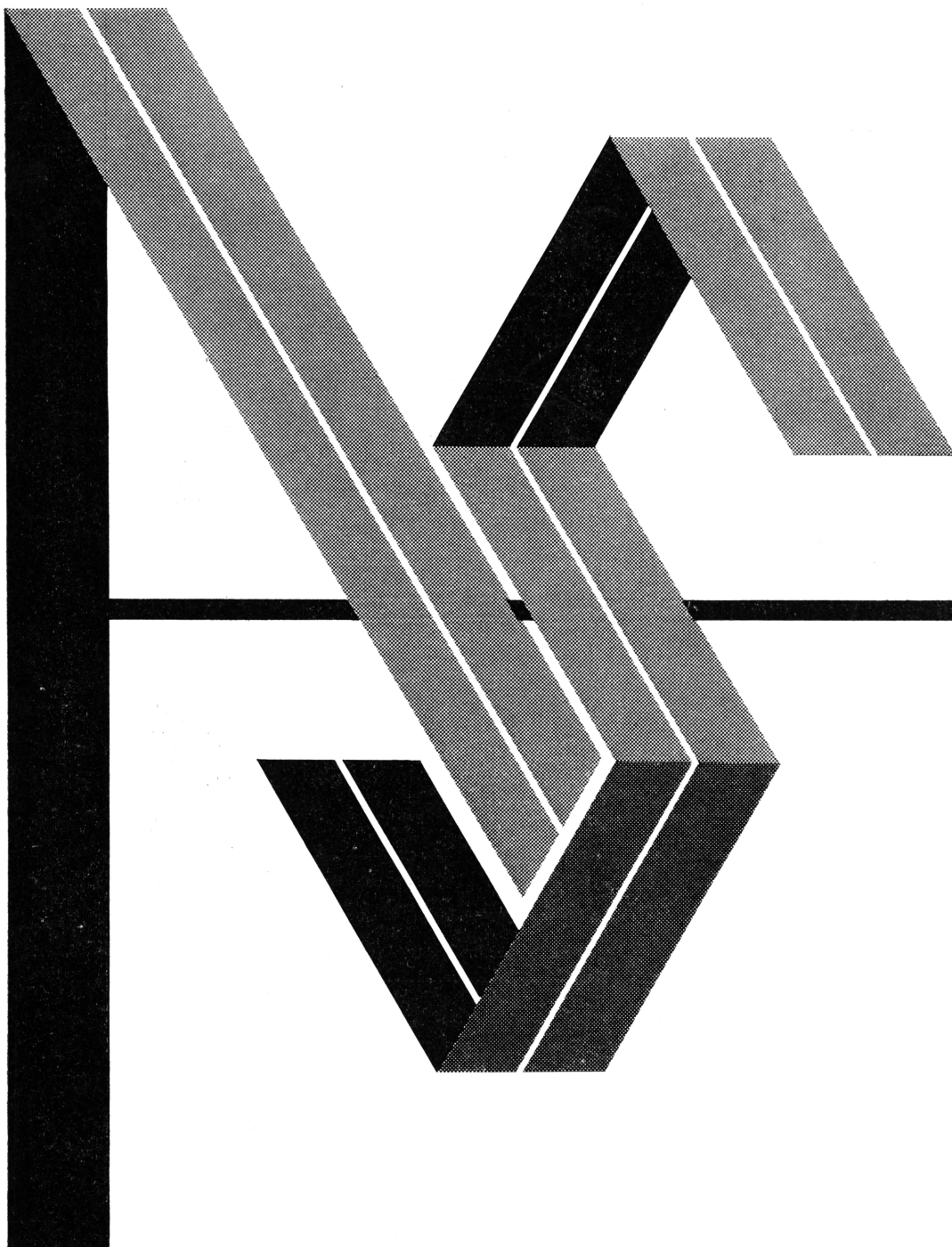
# 農業と科学

1972

1

特集号

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.







## 農業に対する新しい認識と 私達の立場について

チッソ旭肥料株式会社 取締役副社長 本田 静一

本年は、農業界にとっても、肥料業界にとっても、好い年であって欲しいと切望致します。わたくし達の発行する小冊子が、「農業と科学」と改題されてから、満2年が経過致しました。ご愛読下さる皆様方に、衷心より感謝の意を表します。今後とも引続き、お役に立つような記事を掲載するように、努力致したいと思います。

さて一般に、食糧として用いられ、また工業材料として用いられる物を、陸生の動植物を育成することによって提供するものが農業ではありませんが、これはまた、観点をえますと、人間を取巻く、生態系の一部を担っている重要な仕事をしているものと、評価することができます。

植物は太陽エネルギーを利用して、空中の炭酸ガスから、有機物を合成していることは、既に明かなことでありますが、ある研究者の計算によりますと、おおよそ、地球にふり注ぐ太陽エネルギーの1000分の1を植物が利用しているとのことで、しかも、その内訳を見ると、おおよそ次の表のようになっているとのことです。

全部で、 $33.2 \times 10^9$ 、すなわち332億トンと計算しています。学者によっては、海域の方が、陸よりも多いのではないとも言っています。

いずれにしても、この表で、私は、耕地の占める割合を示したかったのであります。農業が、いま果しつつある環境浄化の程度を、認識したいと考えたからであります。

地域	面積 km <sup>2</sup>	固定炭素 トン/km <sup>2</sup>	固定炭素量 トン/年
① 森	$44 \times 10^6$	250	$11 \times 10^9$
② 耕地	$27 \times 10^6$	149	$4.3 \times 10^9$
③ 草地	$31 \times 10^6$	43	$1.1 \times 10^9$
④ 砂漠	$47 \times 10^6$	7	$0.2 \times 10^9$
①~④ 全陸地	$149 \times 10^6$		$16.6 \times 10^9$
⑤ 全海域	$361 \times 10^6$	46	$16.6 \times 10^9$

植物は大気中から、炭素を固定しているのみならず、酸素を供給し、われわれが地中に廃棄した物から、微生物が造り出す窒素や炭素の化合物を再吸収して、その成果を、われわれに与えてくれる、重要不可欠な存在であります。農業を介して、われわれは、植物との良好な関係を維持発展させることができているわけであります。

農業を以上申述べたような考で認識し、評価しなければならないと思います。農業の健全な発展を計り、農業を常に、われわれの生活圏に維持するようにすることは、人間にとって大切であり、従って社会にとっても大切なことと云うべきでしょう。

食糧や材料を提供する産業としてのみでなく、大気汚染を改善し、大地の劣化を防いで、人類生存のための、生態系維持のための、必要不可欠の企業として、農業が認識され、取扱われる時代が来るのではないのでしょうか。

肥料を生産し供給する私達としても、このような認識のもとで、更に努力して、農業に奉仕しなければならないと考えております。

## 「円」切上げと日本農業

日本経済新聞社論説委員

山 地 進

激動につぐ激動を重ねた71年を終って、72年の新春を迎えた。しかしことしも、日本をとり巻く荒波は容易には収まりそうにない。むしろ71年に播かれた激動の種子が育ち、葉を広げ、そのために波紋はますます大きくなり、カジとりは一層むずかしくなるというのが実態であろう。

71年に日本が経験した激動の特色は、これまでもなにかいわれた「激動」、と違って、日本が立っている座標軸そのものを、その底から突き動かし、これまでの行動の仕方を根本的に改めなければ、新しい座標を決めて、安定をとり戻すことはできない、という点にある。政治も経済も、ワク組みそのものの変革を求められているのである。

政治的には米ソの二極構造から中国を加えた三極構造、さらにEC、日本を加えた多極構造に移り、日本は好むと好まざるとにかかわらず、政治的には、相対的に自立の道を歩まざるをえなくなる。戦後の日本は講和以後も、米国の核のかさの下にはいり、対米一辺倒的な外交を続けてきた。

そこでは二本足で立ち、各種の情報を集め、さらに分析し、自国の国益を特別に主張する必要はなかった。米国の「おうむ外交」「写真外交」でこと足りた。しかし、ベトナム戦争の失敗と日本の経済力の強化は、米国をして、これまでの中国封じ込め政策を撤回させ、米中接近の方向に向かわしめた。

また経済面では、昨年末の円の17%近い切り上げによって、日本が軽装で、自由に米国市場の中を歩き、飛び回ることをチェックすることになった。24年4月に設定された360円レートによって、日本は重化学工業をはじめ、各種産業の合理化、つまり生産性の向上を余儀なくされ、そのために30年代の初めから傾斜的な投資を行ない、3、4年前から360円レートならゆうゆうと米国市場に商品進出をしていくことができるようになった。

半面、米国はベトナム戦争の激化に伴ってインフレと賃金の悪循環が始まり、ワキが甘くなり、ついに71年に至って、貿易収支が78年ぶりに赤字を記録するに至った。

これまでは貿易収支の黒字で、貿易外収支とか短、長期資本収支の赤字を補い、国際収支の赤字を小幅にしてきたが、肝心の貿易収支の赤字化で国際収支の赤字も大幅になり、ついに金・ドル交換停止という奥の院にまで手をつけ、同時に円の大幅切り上げとなった。

「大幅に切り上げたのだから、また自由に米国市場に進出できるはず」と、日本にしてみれば思いたいところだが、米国にすれば、「同時に、米国のことももっと考えてほしい」というところであろう。

重要なことはこのような政治、経済のワク組みの変化が、農業にどのような影響を与えるかということである。

その点、まず考えなければならぬことは、昨年夏の2つのショックを通じて、日本は政治的にも、経済的にも、相対的に米国との関係で自立化を迫られているということであろう。

核のかさとドルのかさの下から一足飛びに出なければならぬというのではないが、少なくともいままでと同じような振舞いはできなくなったと考えねばならぬ。

そしてそれは当然、食糧、農業政策にも影響を及ぼしてくる。つまり、食糧の自給度は低ければ低いほどいいということにはならなくなるといっていいだろう。最後にたのむものをもたねば、外交の自立性などはとても期待できない。毎日の食糧の重要部分をすべて外国に依存していて、国益のジャングルの中で、自国の主張がはたして通せるだろうか。

日本の農産物はほとんど全部、まず卵、りんご以外のものは、外国からの「輸入品」(輸出国で

は国内価格より輸出価格の方が安いことが多い)よりも高い。

したがって物価対策の面から、ときには「日本には農業がない方がいい。すべて輸入品にまかせるべきだ」という性急な議論も出てくる。しかし自由化もほぼ西欧段階まで進み、農業の規模も縮小(たとえば麦作や芋作のように)されてくると、逆に、これほどまでに減ってしまっているのかという議論も強くなっている。

後者の主張は、こんどの、「激動」、によって補強されたとみていだろう。

### 農業問題懇談会

#### と「農政推進上の重要施策に関する提言」

その最も端的な現われは、「国際化に対応した農業問題懇談会」の「農政推進上の重要施策に関する提言」である。この懇談会は東大名誉教授の本畑精一氏を座長に、農業団体からは全国農協中央会長の宮脇朝男氏をはじめ各団体の会長、財界側からは経団連会長の植村甲午郎氏をはじめ木川田一隆、永野重雄、土光敏夫、水上達三、藤井丙午氏ら合わせて17人が参加し、前後10回会合を重ねた。

そしてそこでは提言の第1項で次のように、食糧の国内供給の必要性を強調している。

「食糧は、国民の需要に応じて良質で安価なものが安定的に供給されねばならないが、国民全体に必要な基幹的な食糧はナショナル・セキュリティを考慮して原則として自給する体制を整えるべきであり、そのために必要な農地等は確保しておくべきである」。

「ナショナル・セキュリティ」というのは、この際は広い意味の「安定保障」とみてよからう。この種の問題で、「ナショナル・セキュリティ」ということばが使われ、意識されたのは初めてのことである。

陸続きで、なんども戦火を交えてきた西欧諸国の農業、食糧政策の根底には、表面には出なくても、この問題が厳然として控えている。

ところが、日本の場合は、この考え方が、戦後の高度成長や絶対的な平和主義の中できき消されてきた。そういうやむをえない事情はあったかも

しれぬが、もはやそれだけではすまぬところへきていることを、この懇談会の提言は示しているといえよう。

### 問題は、いかに合理化を進め

#### どうして「土地」を保全するか

問題は、その付託にこたえられるよう、新しいワク組みの中で、いかに合理化を進め、農地を保全していくかにある。

農業といえども私企業である。国の要請があるからといっても、経営が存続されねば資源を農業に固定しておくことはできない。またいかにそういったところで、価格がペラ棒に高くなるようであれば、消費者は満足しないであろうし、仮にそれを、いまの米のように財政負担で解決しようとしても、あまりにそれが巨額になるようでは、納税者が不満をもつであろう。

おのずから均衡する点はあるであろうが、生産面からも合理化によって、その線で採算をとるようになりかねなくなる。

一口にいえば構造改善である。

その手段としては規模拡大、機械化など多くのものが考えられる。そしてそのための法制的整備も行なわれてきた。これからはそれらをいかに組み合わせさせて実効をあげていくかであろう。

なかでも最も重要なことは土地の流動化の促進である。ところが、これほどの難物もまた見当たらない。

インフレの進む中で再生産のできぬ土地はヘッジの役割をになわれ、「高熱」を出しているのが実情だからである。

農業を守り、合理化を進めるには抜本的な地価対策を並行させねばならない。

また老人対策を中心とした社会保障の充実も大切だ。農村の老齢人口率は都市よりはるかに高く、全国的な傾向の10年ぐらい先を歩いている。福祉優先型の経済運営をめざすなら、中小企業の近代化による二重構造の解消、老齢年金の拡充につとめる必要がある。

農業の内部でも構造改善の機運を盛り上げられねばならないが、同時に離農の環境をも整えねば、結局掛け声倒れに終わってしまうであろう。

<——有機質の期待できる利用——>

有機物の効果について

九州大学農学部 甲斐秀昭

有機物のもつ効果

稲作に限らず、一般畑作・果樹・園芸で安定多収を挙げている農家の多くは、堆厩肥等の有機物を多用しています。また、味・品質がとくに重要視される作物には、有機質肥料が好んで使われています。

このような有機物の効用については、従来いわれているように、

- (1) 窒素・リン酸・カリ・苦土・石灰・珪酸・微量元素など各種の植物養分を含んでいる、
  - (2) これらの養分は土壤溶液中の濃度を高めず、徐々に効いてくる、
  - (3) 土の性質を改善し、通気や保水性を良くする、
  - (4) 有機物の分解産物の働きで、地力の窒素やリン酸がひき出されたり、無機養分が作物に吸収され易い形に変わる、
  - (5) 微生物の作用をさかんにし、土の中での物質変化を増強する、
- などが考えられます。

炭酸ガスの給源としての有機物

このように、有機物が作物の生育に直接的あるいは間接的に働いて、種々の重要な役割を演じていることは確かです。しかし、有機物は、上に述べた効用のほかにも、炭酸ガスの給源として、大切な役割を果していることを見逃してはなりません。

i) 作物の種類と光合成速度

植物が炭酸ガスと水を原料とし、光のエネルギーを利用して糖や澱粉を作っていることは、皆よく知っていることです。すべての生物の生命は、つまるところ、この植物の働き(光合成作用)によって維持されています。ところが、この光合成

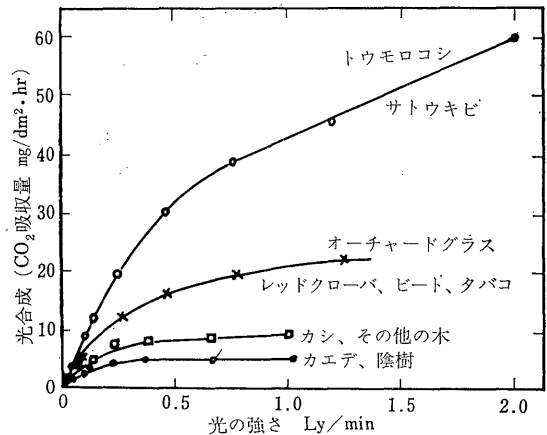
作用の速度は、作物の種類によりずい分違ってきます。

トウモロコシ、サトウキビや、ソルゴー、パヒヤグラス、パーミューダグラス、ダリスグラス、ローズグラス、スタングラスなどの暖地型牧草は光合成速度が大きく、それらに較べると、イネ、ムギ、タバコ、トマト、ビートや、クロバー、ライグラス、オーチャードグラスなど寒地型牧草の光合成速度は小さい。

また、樹木の光合成速度は、これらの草本類に較べて一般に低いようです。

(第1図参照)。

第1図 各種の植物における光と光合成の関係 (Moss 1965)



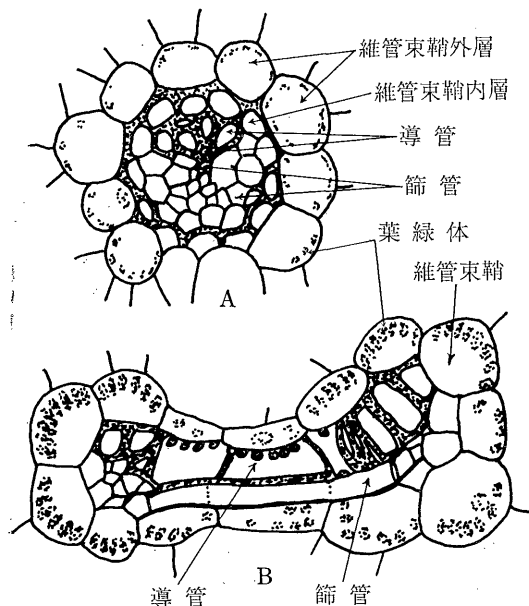
このような作物の種類による光合成速度の違いについて、最近の植物生理学の研究は、いくつかの重要な事実を明らかにしています。

すなわち、光合成速度の大きい作物とその小さい作物の間には、次のような違いがあります。

- (1) 光合成作用は葉の中の葉緑体という所で行なわれますが、この葉緑体の存在様式に違いがある。(第2図参照)。

第2図 植物の種による維管束鞘の構造のちがい

A: コムギ, B: トウモロコシ (Esau 1953)



【註】 A: コムギの維管束鞘は外層と内層の2層からできている。しかも内層のものは厚膜化している。このことは通導組織と葉内組織との物質交換には都合が悪いと思われる。

B: トウモロコシの維管束鞘は内層がなく、外層が一層あるだけで、しかもその細胞の中には特殊な形をした葉緑体が維管束を中心として放射状にならんでいる。その数もコムギに較べて多く、また形も大形である。光合成作用の盛んな時には、この細胞の中に多量の澱粉粒がみられる。このような特殊な形をした維管束鞘は、光合成速度の大きい植物にだけ存在している。

- (2) 植物は光合成作用で作った糖や澱粉の一部を、呼吸という形で消費していますが、この呼吸、とくに光呼吸といって、光がある状態での呼吸の有無や大きさがずいぶん違う。また、この光呼吸は、大気中の炭酸ガス濃度が低い時や温度が高い時には大きくなる。
- (3) 光合成作用で、炭酸ガスと水から糖ができる過程で、とくに初期の同化経路が違っている、ことなどが明らかにされました。

光合成作用による炭酸同化経路については、従来、カルビンサイクルという名で呼ばれる  $C_3$ -

Pathway が知られていました。

光合成速度の小さい植物では、確かにこの経路が炭酸同化の主軸をなしていると考えられます。しかし、光合成速度の大きい植物には、 $C_4$ -Pathway という経路があることが、最近分りました。

この $C_4$ -Pathwayの存在と光合成速度の大きいということ、また、それと光呼吸が無い、または非常に小さいということとの関連については、まだ詳しく分ってはいませんが、 $C_4$ -Pathwayをもつ植物の炭酸ガス吸収・同化効率の高いことは確かです。

以上のように、炭酸ガスが大気中から植物体内に入り、糖や澱粉に同化されるまでの気象学的、植物組織形態学的、植物生化学的な炭酸ガス拡散抵抗の違いが、植物の光合成速度を左右する大きな要因となっています。

#### ii) 炭酸ガス濃度と光合成速度

それでは、光合成速度の小さい植物について、光合成量を大きくし、乾物生産を増加させるにはどのようにすればよいでしょうか。

本質的には、上に述べたような光合成速度の大きい植物がもっている形態学的・生理学的遺伝形質をとり入れた品種を育成することと思われるが、それには今後多くの研究と長い時間が必要でしょう。

また、ケミカルコントロールで植物の代謝過程を調節する方法も考えられますが、これも今後の研究課題です。

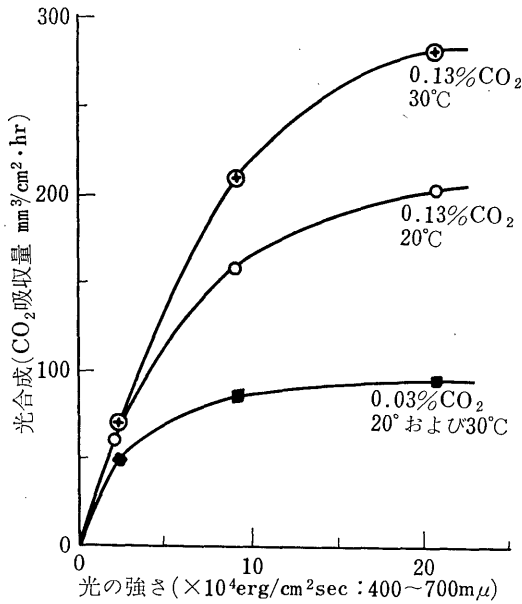
したがって、今日実際に可能な方法としては、

- (1) 作物の草型、樹型を良くして、日光の受光量を大きくすることです。この点については、現在種々の作物について問題として取上げられ、増収に役立っています。
- (2) 大気中の炭酸ガス濃度を高くして光合成量を増加させると同時に、光呼吸による同化産物の消耗損失を少なくすることです。この点については、現在のところ、光の問題ほどには関心を持たれていませんが、今後十分に考慮される必要があると思われます。

炭酸ガス濃度が光合成作用に大きな影響をもっていることは、第3図に示されています。

光が弱い時は、炭酸ガス濃度も温度も光合成速

第3図 光の強さ、CO<sub>2</sub>濃度、温度と光合成の関係 (Gaastra 1959)



度には関係なく、光が光合成速度の制限因子になっていることが分ります。ところが、光がある程度強くなると、低い炭酸ガス濃度のもとでは、それ以上光を強くしても、もはや光合成量は増加しません。この現象を光飽和といいます。

しかしこの場合に、炭酸ガス濃度を上げると、光合成量は大巾に増加します。しかも気温が上ると、光合成量はさらに増加します。

こうした現象は、炭酸ガス濃度と温度を上げたために、光合作用における炭酸ガス拡散の過程と、生化学的反應の過程の両過程で、制限因子がとれていくからだと考えられます。

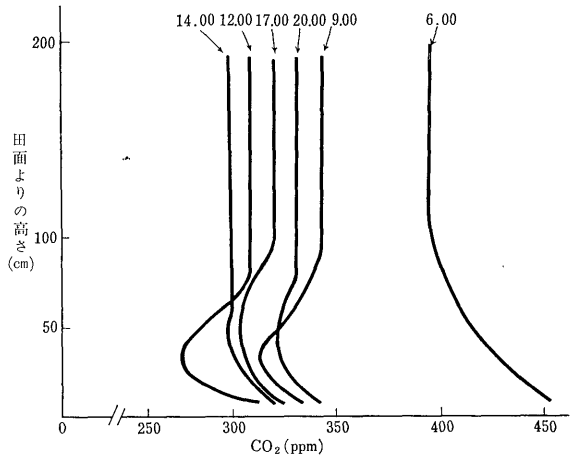
iii) 作物群落中の炭酸ガス濃度

では、実際の圃場で、大気中の炭酸ガス濃度はどのようになっているのでしょうか。

私どもが水田で測定した結果では、水稻群落中の炭酸ガス濃度は、最高分蘗期の頃から、日中は予想以上に低くなっています。第4図はその1例を示したものです。朝6時にはかなり高かった炭酸ガス濃度が、9時には、すでに葉が最も繁り合っている辺で著しく低くなっています。

12時頃にかけて日照が強くなるとともに、炭酸ガス濃度の落ちこみはさらに大きくなり、最も激

第4図 水稻群落中のCO<sub>2</sub>濃度分布の日変化 (8月2日 甲斐 1970)



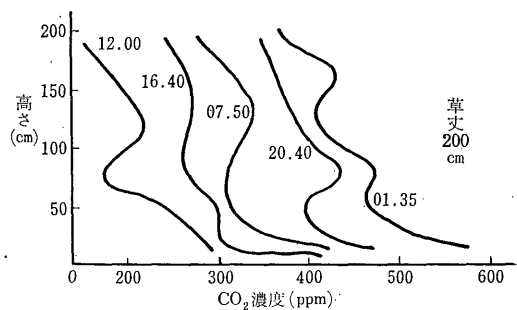
しい所では、朝の濃度の半分近くまで低下します。その後、日照が弱くなるにつれて、炭酸ガス濃度は徐々に回復し、一夜過ぎて翌早朝にまた元の濃度に戻ります。地上2 mの空気中の炭酸ガス濃度も植生の影響をうけ、日中はかなり変化しています。

また、このような炭酸ガスの濃度分布の日変化や、水田の土からの炭酸ガス発生量、田面水中に溶けている炭酸ガス量の測定結果をみますと、土からの炭酸ガス供給が、炭酸ガスの給源として非常に重要であることが分ります。

第5図は、ハウス内のメロン群落中の炭酸ガス濃度の日変化を示したものです。メロン室の天窓と、一方の出入口は開放されていたにもかかわらず、日中炭酸ガス濃度は著しく低下しています。

これらの例からも明らかなように、換気が制約

第5図 ハウス内メロン群落中のCO<sub>2</sub>濃度の時刻別垂直分布 (今津 1964)





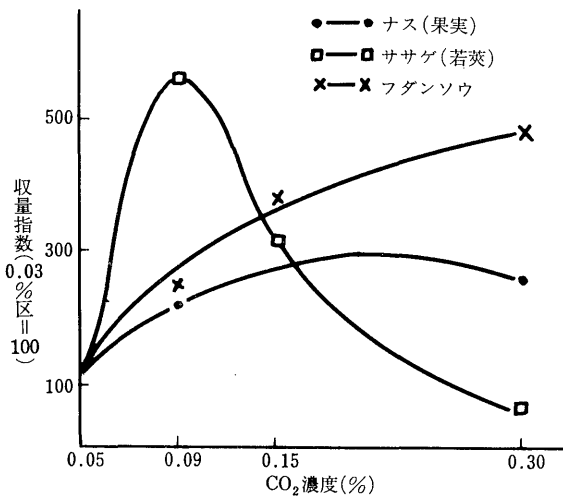
されるハウス内ではもちろんのこと、大気から炭酸ガスの供給が充分にあると考えられる水田や畑でも、作物がよく茂っている所では、日中、炭酸ガス濃度はかなり低下し、とくに風のない晴れた日には、その低下は一層著しくなると、作物の光合成作用が抑えられることが考えられます。

iv) 炭酸ガス施肥と有機物施用の効果

上に述べましたように、炭酸ガス濃度は作物の光合成速度を大きく左右しますが、実際の作物群落中の炭酸ガス濃度は、一般に不足しがちです。

一方、イネ、ムギ、果菜類の多くは、炭酸ガス飽和点が1,000~1,500 ppm程度であるといわれていますから、炭酸ガス濃度を高めて、積極的に増収をはかることが可能と考えられます(第6図参照)。

第6図 炭酸ガス施肥効果 (今津 1961)



炭酸ガス施肥の問題は、気温が低く、日照が少ない北歐諸国では、以前から関心がもたれ、近年急速に普及しつつあるといわれていますが、日本では、まだ、僅かに一部のハウス栽培で試みられているにすぎません。しかし、安定した多収を挙げ、品質の改善を目指す場合には、炭酸ガスの効果について、充分に考慮する必要があると思われます。

このように考えますと、有機物施用の効果は、従来考えられている窒素や各種塩基、珪酸、微量元素の供給、土壌の物理性の改善、土壌微生物の

活性の強化等の効果のほかに、炭酸ガスの給源として、作物の光合成を促進する効果をもっていることを評価すべきでしょう。

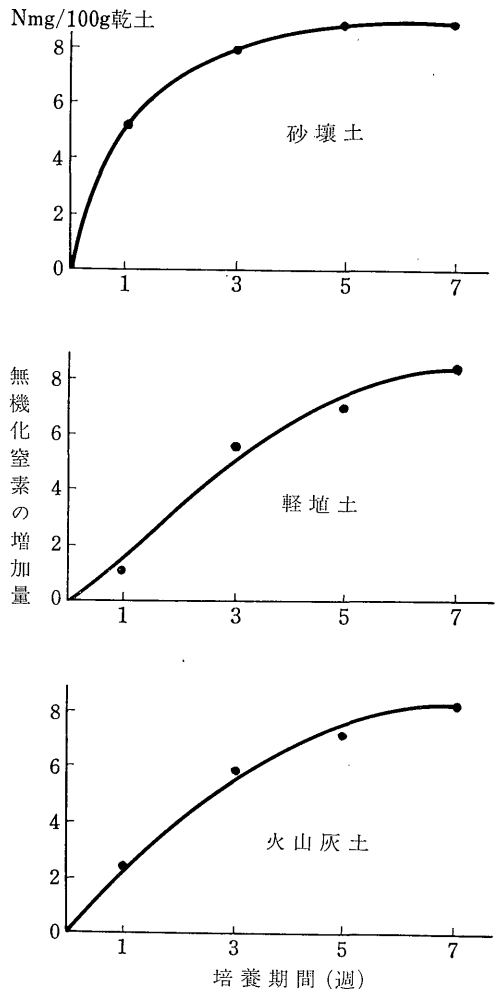
微生物菌体施用効果

土に加えられた動・植物質の有機物は、すべて、土の中で微生物の分解作用をうけていろいろな物質に変化した後、最終的には炭酸ガス、水、アンモニアなどになり、一部はいわゆる腐植という形で土の中に残ります。

つまり、有機物のかなりの部分は、一旦、微生物にとりこまれて菌体に変った後、菌体内の代謝や菌体の分解によって炭酸ガス、水、アンモニアになります。

またその過程で、有機物の中に含まれている各

第7図 菌体添加による無機化窒素の増加量 (甲斐 1970)



種の塩基やリン酸、硫黄、珪酸などの植物養分が放出されます。

一般に、微生物の一個体の寿命は非常に短かく、絶えず死んでは生れ代ることを繰り返しています。

また、土に有機物が加えられると、土の中の微生物数は急激に増加しますが、有機物の分解が進むと次第にその数は減少し、やがてほぼ元の数に戻ります。

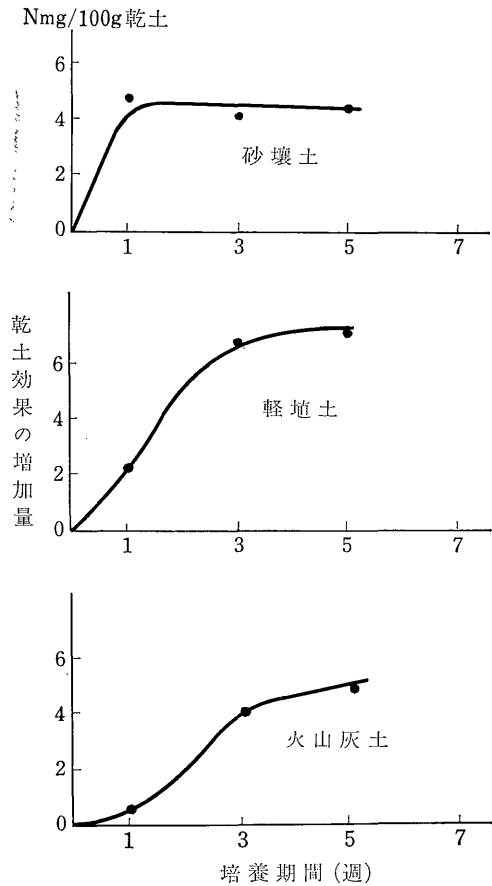
そこで、土の中での微生物菌体の分解を調べてみますと、第7、8図の通りです。

いろいろな種類の土に微生物菌体（乾燥物）を加えて培養しますと、土から無機化して来るアンモニアの量が増加します。さらに、土の中には、いわゆる地力窒素のような形で蓄積された窒素（乾土効果）も増加します。このような傾向は窒素だけでなく、炭酸ガスの発生量についても、窒素の場合と同じような効果が現われます。

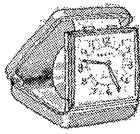
最近、各種の産業で副産物や残渣あるいは、廃液処理の産物として微生物菌体が大量に生産されています。

これらの菌体は蛋白質・ビタミン・ミネラルの含量が豊富で飼料的価値が高く、その方面への利用が多いようですが、上の例で示されるように、有機質肥料としての効果もまた期待できると考えられます。

第8図 菌体添加による乾土効果の増加量 (甲斐 1970)



# 今後の日本農業の夢



東海近畿農業試験場

徳永美治

年が改まって間がないだけに、ほんのりと淡い幸が眼前にいっぱい広がっていく、そんな夢が私どもがいただく一般的な願いなのかもしれない。この夢を胸に秘めて一年を歩みたいと私も思う一人である。

しかし、今後の日本農業という規定された題目がつくと、微笑しながら心地よく夢みる夢ではなくなり、うなされるような悪夢にもなる一面を蔵しているような気もする。

日本農業の今後は、しばらくの間は、考え、苦しむ暗い夜長の悪夢をできるだけ多く見ながら、脱皮する期間が必要なのもかもしれないし、それに耐えてこそ夜が明け、しらじらとする暁に、美しい、晴々とした夢を夢みることに期待がかけられるのではないだろうか。

凍りつくきびしい冬の一時、きびしい夢をみることも無駄にはなるまい。私なりの夢物語りをつづってみよう。

## まず悪口を聞こう

耕された農地に種子をまくことにより農業は始められ、食糧としてまたはえさとして人間、動物の口に入ることによって終りとなる。生産する場から出発して、たべものになるまでの一連の流れがあり、その間に生産過程、生産物の品質、流通機構などの幾つかの問題が、技術的なもの、経済経営的な要素をからませながら、相互に関連しつつ、または独立的に積み重なっていく。工業も同じで工場→製造工程→製品→流通貿易→生活必需品の仕組みで動いている。

この頃、新聞社の評論家、銀行の調査マンによる国際環境の変化、または経済の特徴と日本農業との関連性を論述した報告がよく目につく。

私どもが読むと、なるほどと役立つところも多い。農業が工業と同じく産業の中の一つの座であり、相互に影響し、産業全体の中で息をしている

実感がわいてくる。この傾向は今後一層強まるに違いない。

こゝで報じられている、きびしい批判にも耳を傾けねばなるまい。明るい夢をみるために、じつとこらえることも大事なことだと思う。

戦後、植民地を失わない、都会は家も工場も焼かれて丸裸だった日本が、なぜ今日のような工業面での隆盛をみるようになったのか。国際通貨体制がゆれるたびに、海外から円切り上げの圧力を受けて苦慮するようになったのか。

これとは逆に農村は家は焼かれず、田畑は戦後自作農創設のために開放されたのに、後退ばかりしているのではないか。農家経済も戦後、農業所得が90%余であったのに、現在は農業面で約37%農外面で63%となってしまった。

この大きな格差は一口でいえば、工業は世界の人々を対象に、よりよい商品を生産して輸出振興をはかったのに対し、農業は島国1億余の人々を相手に食糧品を生産し、国内の兄弟に高く買ってもらうことばかり考えていたからともいえよう。

農業と工業の流れは同じだと考えられる中において、農業者自身常々努力してきたものの、このようにいわれる様相をのぞかせてしまった。

農業の始めから終りまで、産業としての意識を高く保ちつつ、今後の社会経済の変動に対応できるように、今日から心がける必要はないだろうか。新しい夢の原点である。

## 農耕地はどうなるか？

現代社会の人間行動を規制するものは、科学技術の信頼と社会的合理性だといわれる。

この2つの条件が、農業の始めの場である生産の場、すなわち農耕地にどのように響き、どのような姿に変えようとするのかをのぞいてみよう。

信頼する科学技術は、急激な工場の隆盛を導いた。その結果、廃棄物処理という難題が生まれ、

将来はどうかと不安はつるばかりだ。それは廃棄物の量、質ともに自然の分解還元能力をはかるに越えることに起因する。

人間が生存するために、第1義的に水と空気を清浄にすることを要求し、足下の土地は浄化万能の力を持っているという過剰意識から、廃棄物は土壤へ捨て場を求めてくる。

ひ素を含んだ工場廃水を、合法的のように深く掘った穴に捨てられていたものが、地下水に混入し下流に流れ、その地帯の井戸水を飲む部落にいまわしい風土病としてひ素中毒が出た例、洗剤のABSが検出されたり、pH4という強酸性を示す井戸水など、すでに問題は起っている。

長年月の自然の力によって作り出された清澄な地下水が、人間の目のとどかない所で、ひそかに作り変えられている現状をもっと認識せねばならないと、地質学者が指摘するように、そして土壤微生物の分解力は限界があり、微生物全能の原理は、近代科学の楽観主義に由来する幻想ではないかという、微生物学者の苦言に耳を傾けねばならない。

農耕地は将来、へたをすると還元利用されやすい場として、近代工業の凶器にさらされないとも限らない。

それゆえ土壤を汚染し、地下水をよごし、土壤微生物群に悪影響を与えるものはなんであるかを、食糧生産の場として監視するとともに、どの程度のものを浄化利用できるかも検討する必要がある。

人類生存の基盤として、緑を与える土地として保有できる農耕地を、今以上に大事にしなければならない。そのためには科学技術への理解を深めつつ、一方では、そのもつ能力を知り、他方では開発する努力を要請すべきであろう。

つぎに、社会経済的合理性の中で、最近価値観の変化がきわだってきた。経済成長優先から高福祉社会へ移行し、経済中心から人間中心に転換し、生産第一主義から知的活動中心となり、このような情勢は人間の自然への働きかけの対象として農業をとらえるようになり、緑へのいこいとして農業を求めようになってくる。

すなわち、農業者の生産のためにのみ農業はあ

るのではなく、都市生活者のレクリエーションとしての価値を含む、多目的なものへと変ぼうせざるをえなくなる社会環境がある。

工業都市で有名な市の農業指導所が、グリーンセンターとして名称が改められるとも聞かし、大都市近郊の農業者群が小学生の遠足、会社のレクリエーションのためのさつまいも掘りの場を提供している現場も、すでにできている。

果樹園が果物としての果実を生産するばかりでなく、さつまいも畑が芋を食糧として提供する役目だけでなく、美しい花の眺め、さわやかな緑の落ちつきを副次的に与える公益産業としての意義が、大いに認識、評価される可能性をはらんでいる。

市民1人当たりが何平方メートルの緑地帯をもっているかを示す数字として、公園率というのがあるが、イギリスの10.0に対し日本は0.8、この辺にも日本の文化の基礎の浅さがあり、上記の考え方は面白く判断されよう。

環境汚染の進む中であって、また人間の価値観が変化する時にあたって、農業の生産の場としての農耕地のもつ意義を整理しなおしてみることが、将来に羽ばたく夢を誘うことにはならないだろうか。

### 人間のわがままをおさえる

産業の発展、国民の福祉その他、社会的関連の中で調和のとれた形で、より幸福に人間生存を図るために、農業は存在しなくてはならないことはもち論である。

産業の流れとしては工業と同じく扱うことを前記したが、内容的に、質的には、無生物を相手とする工業と、生物を対象とする農業は異なってくる。

人間の作り出した英智は工業を発展させ、そして人間を廃棄物で苦しめる。

一方、農業ではその英智は、一ったん自然界または農業生産体系内の動植物を通して、人間に悪影響を与えている。

悪循環が、人間から人間へと直接結びつく工業に対し、人間から動植物、そして人間へと回る農業は、その中に自然体が介在する。この点のかみ合わせを理解して、無理やひずみのないように、農業を形成しなくてはならない。

農業哲学序説という論文の中に、農業の工業化は農産物の質的低下、人類の質的低下をきたすと記され、私は一時とまどった。

肥料の多施用、農薬の無雑作な使用など、人間の英智が発見した化学工業製品により、人間のために農畜産物を生産するという、農業本来の目的からはずれつつあることの警告である。

この考えが極端に発展すると無肥料、無農薬農業というやや教組的な発想になり、今までの栽培法を死の農法と決めつけてしまうことにもなる。

(実際にこのようなことを記載した印刷物が出版されている)。

今の世の中だから、極端から極端に走ることは否定しないが、私は調和のとれた農業を発達させるためには、自然生態系の攪乱、農業環境の汚染を防止しながら、一方では、化学工業の無理のない発展を願って止まない。

人間の英智が人間だけのわがままになることをさげ、自然界で動・植物とともに生きている一員である、つつまじやかさを備えた行動の力になりたいと思う。

日本には、日本なりの古い歴史のもとで生き続けた作物もあり、文化が進む段階で、外国から導入され定着した作物もあり、それからが混合して食卓を楽しませている。シヨウガ、サトイモは古く、トマト、キュウリは新しい部類に属するのではないだろうか。

前者は後者に比し作付場所を選べば無農薬、無肥料栽培が可能のように思われるし、後者はかなり困難だろう。

日本古来の作物は、日本の土地に安定永住できる栽培環境もあったし、生態系の調和もあったに違いない。害虫防除のための天敵利用の成功例のほとんどが、有力な天敵を伴わず侵入した外来種であり、それも侵入後年数の浅い種類であるといわれ、この面の効用が異なっていることもうなずける。

それゆえ輪作体系を考える場合いずこでもトマト、キュウリ、レタス、カリフラワーなど近代的な名のつく野菜だけを配置することなしに、いくらかでも日本的、封建的な名のつくものも入れて貰いたいものだ。食卓ばかりでなく、栽培体系も和洋折衷の形にするのはどうだろうか。

電気牧柵で囲まれた中で牧草を食う牛が、背に受ける電氣的衝激にたえつつ、柵外の野草をつまみ食いしている風景がみられる。

ドイツ、オランダでは、富栄養牧草のみで育った乳牛が繁殖力の低下、原因不明の下痢を起こすといわれ、原始的管理のまま放置された牧野の貧栄養牧草を与えることにより、回復することが報ぜられている。

それゆえ牧草地の多様な植生維持のため、乳牛の栄養管理のためにも、貧栄養牧草の保存がオランダでは長年月大事に継続されているようだ。

極端と極端の中和は必要のようだ。最近、山菜料理に私どもの関心は高まってきているが、自然に近づきたいという都市生活者のムードだけではなく、乳牛と同じ動物的要求が、どこかにあるのではないかとさえ疑いたくなる。

農薬については詳しく語るのを省略するが、ただ3R(害虫の薬剤抵抗、農薬の残留、新たな害虫発生)が回っていることを述べるに止める。日本古来の作物、自然草地、農薬と害虫のいたちごっこなど、周辺の事情を自然的に素材につかんでいくと、化学工業だけの英智は、どうも人間のわがままの振り回しになり、それに自然的判断を入れることは、よりつつまじやかさは増し、農業への高度の英智は生まれるのではないか。そんなことを祈ることが、さわやかな夢を抱かせてくれそうだ。

### たべものの将来

農業と工業の流れは同じだが、もつ内容は違うし、工業についての英智だけでは農業には通じないなど、わかったようで分らなくなってきたのを案ずる。しかし目をさますと、ご理解願えることを期待したい。

さて、農業の終りの場として登場する、たべものの将来を夢みよう。

水—地球上で最も親まれていながら無視されている物質—は、近年の経済成長を制限しつつあるといったケネディ大統領ではないが、水についての興味ある記事、宇宙船の水の研究を引用し、たべものへの関心を引き出そう。

人間、クロレラ、バクテリアの3者の共存関係を利用し、人間の排泄物をバクテリアが利用し、

クロレラはこれと太陽光線で繁殖し、一部は食糧となり、尿を含む水分は蒸発濃縮して飲み水に使うという構想である。モルモットは、このようにして2カ月生きることができるそうだ。

イギリスでは機械牛という、機械にとうもろこしの茎葉、雑草、くずの葉などを投じ、青海苔をほし固めたような植物蛋白質を作り、ニューギニアの、植物葉をたくさん食べる土着民に食べて貰っている試験をしているという。

2つの話は、限られた空間で人間生活に必要なたべものと、水が合理的な輪廻で供給される可能性を示すとともに、ただ生命維持のために、たべものはあるということがわかる。味を楽しみつつ食するふんい気は全くない。

猫の嗜好決定期は生後2～3週間から始まるというし、人間も子供のうちに連食した嗜好は、単純に定着するという。共かせぎが多くなる今後において、インスタント食品の味がふるさとの味となりうる傾向は、ニューギニアの人々が機械製植物乾燥品を、唯一の味とするようになる方向と全く変らない。

国民すべて味には無関心となり、味覚の平準化が思ったより早く来ないとは限らない。風味豊かなトマトより、ハウスでいつでもとれる淡白なト

マトが大衆から好まれると、苦笑した研究者を思い出すが、そうなるアフリカからソバ、コンニャクが安く入る可能性を示し、いささか問題は大きくなる。

味のゆくえは作物生産の過程をかえ、最後には土地制約、季節生産性から離れ、脱農業化することにもなりかねない。

規格化した味をもつ生産物は、格一的収穫時期をもつ栽培体系をもたらし、そしてより経済的、省力化された機械化をとる。ひいては機械化されやすい作物が、人間の選択以前に機械により決められてしまう。

最後には、農業はたべものの原料を生産することだけで、生産技術工場が作られ、人間のたべものになるとも推察できる。この変動の中に、今まで述べた自然生態系の調和の確保が、もっとも真剣に要求されてくる。

今とは違った次元で、農業の工業化は進むのではないだろうか。私自身ここまで書いてみたが、現今と将来の間に大きな思考の矛盾を感じてしようがない。味からでた味気ない話で、一連の悪夢からさめることにする。

# みかん栽培と緩効性肥料

神奈川県園芸試験場 大垣 智 昭

## ◎ミカン樹の季節別の養分吸収量

温州ミカンの施肥量は多過ぎる傾向が強く、異常落葉などの問題を生じてきた。生産者の10aあたりN施用量調査をすると(各県の栄診調査)、同じ盛樹で20kgから60kgまでに分布し、しかも概して40kg以上が多い。

適正施肥量の決定のため、多くの肥料試験が行なわれているが、長年月を要する点、土壌条件などが異なる点等々、極めて難しい問題である。

たまたま、筆者と広部誠(神奈川県園芸試験場根府川分場)は、火山灰土壌において、1年生苗から合目的に育成した斉一な6年生結果樹を用いて、年間の養分吸収量を調査したので、まずその結果を紹介したい。

調査は満6年生になった年の3月から、毎月5樹を解体調査していった。

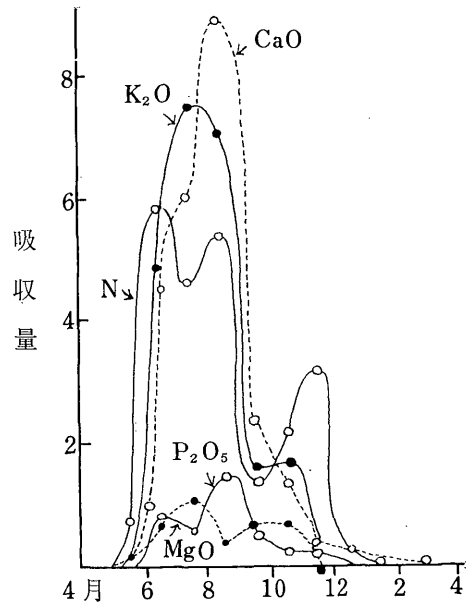
施肥は1樹あたりN 60g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50g, K<sub>2</sub>O 55gで、年3回分施した。葉果比が20~25で標準的な結果状態であり、新梢の伸びは標準より旺盛な状態であった。

第1表、第1,2図から、無機成分の吸収時期について、Nは生育初期の6月に吸収が多く、8月、11月にも吸収の山がみられた。K<sub>2</sub>Oは果実肥大とともに吸収が旺盛になり、CaOは8月に吸収が非常に多くなっているが、あたかも幹肥大期にあたり、6, 7, 8月以外は吸収は少ない。

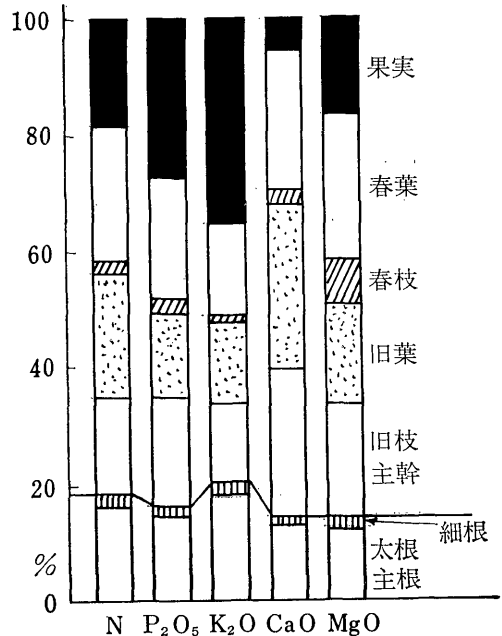
第1表 温州ミカン結果樹の無機成分の年間吸収量及び収穫量(1本あたり)

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
樹体	13.087g	1.372g	6.351g	20.224g	1.912g
吸収量					
取穫果実	9.509	2.089	14.150	2.464	1.476
摘果実	4.986	1.020	5.708	0.825	0.704
計	27.579	4.481	26.209	23.513	4.092
樹体蓄積比	10として	1.1	4.9	15.5	1.5
吸収比	10として	1.6	9.5	8.5	1.5
取奪量					
取穫果実	9.509	2.089	14.150	2.464	1.476
摘果実	4.986	1.020	5.708	0.825	0.704
落葉	6.602	0.669	3.483	8.657	1.180
計	21.094	3.778	23.341	11.946	3.360
取奪比	61.7%	73.4%	78.6%	37.1%	63.7%

第1図 温州ミカン結果樹の30日あたりの無機成分吸収量の季節的消長



第2図 温州ミカン結果樹の器官別の無機成分含有率(11月21日)



$P_2O_5$  と  $MgO$  はほぼ同量の吸収量で、他の3要素に比べると少ないが、吸収は6月から11月まであまり上下がない。

以上のように、ミカン栄養に必要な無機養分は概して6月から8月の夏に吸収が多く、ただNのみは9~10月低下するが、6~8月は多量にかつ平均的に吸収し、11月にも吸収が多いのが特長的である。

なお、この調査樹の年間乾物生成量の平均は2,267gで、そのうち果実は1,280gで56.5%を占めていた。

Nに対する各成分の吸収率はN： $P_2O_5$ ： $K_2O$ ： $CaO$ ： $MgO$  = 10：1.6：9.5：8.5：1.5で、 $K_2O$ の吸収比がかなり高く、 $CaO$ は果実を除く樹体蓄積比は15.5と高く、 $CaO$ は枝幹に集積されることの多い成分である。

養分吸収量と収奪との関係についてみると、収積果実、摘果実、落葉の中に含まれて、園外収奪されてゆくことが多い成分はN、 $CaO$ 、 $K_2O$ であったが、吸収量に対する収奪率は $K_2O$ が78.6%、 $P_2O_5$ が73.4%と高い。反対に $CaO$ は比率としては37.1%と少なく、前記のように、枝幹に残る量が如何に多いかを示している。

### ◎望ましいNの吸収の仕方

ミカン園の収益はその収量×平均単価（内的、外的品質のあらわれ）で表現される。しかし、収量（=果数×1果平均重）を増加させる肥培の要点と、品質を良くする要点とは、多少異なると考えられる。

古くから $K_2O$ は果実の肥大量と花芽分化量を多くして、増収に結びつくといわれ、 $P_2O_5$ は果汁の減酸（筆者らの別の長期試験によると、むしろ果汁の糖含量を多くする結果を得ている。）に役立つと考えられている。

ともに、根圏土壤中の有効態含量を常に高くし、樹体内の集積量を多くする手段を構ずれば、その目的は達せられるとされている。

ところがNについては、枝葉の貯蔵養分から転移してくるNや、春~夏に吸収したNによって、新梢伸長、春葉の展開と緑化、新根の伸長、開花と幼果の肥大といった、めざましい栄養生長が行

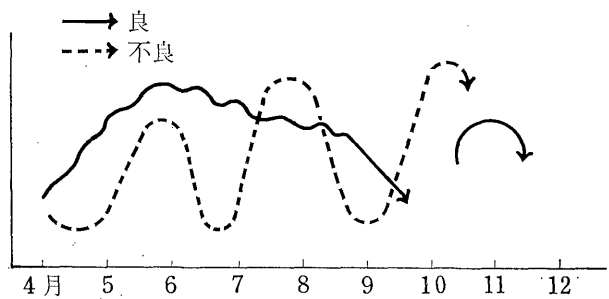
なわれて増収に結びつき、果実の成熟期（9月末~11月）になってからは、Nの肥効が減少するほうが、果実品質が良くなるといわれている。

そして、晩秋の吸収は貯蔵養分の増量に役立つわけである。第1図のNの吸収量の季節的消長も、その傾向をあらわしている。

換言して表現するならば、Nは春から夏はかなり高いレベルで、肥効の凸凹がないように、第3図のように、さざ波をうつような状態で吸収されることが望ましく、秋は一時肥効がドロップすることがよい。

$NO_3-N$ が一時に多くなり、あるときは非常に少なくなるような肥効は、果実品質はもとより、果実肥大の点でもよい結果を得られない。

第3図 ミカン樹に対する望ましいN肥効の模式図



さざなみ形にNを効かせるために、年3回分施の現在の施肥慣行では、緩効性のN質肥料をどうしても使わざるを得ない、というのが常識となっているわけで、ミカン園にあい変わらず有機質金肥（種粕、大豆粕、魚肥など）を施用する根拠となっている。

とくに春肥に有機質金肥を多用している。思うに、有機質金肥が比較的緩効性で、速効性化学質肥料と混用して、さざなみ形の肥効を示すこと以外に、有機質金肥が多用される原因として、化学質肥料に比し、Nの回収率が悪いことも、知らず識らずのうちに入っているのではなからうか。少しでも多肥の弊害をやわらげていたものであろう。

そのほか、土壤中の塩基の流亡を招くことが少なく、酸性化することがない点、多少の腐植投入効果がある点、微量要素の供給源ともなっている点なども、考えうる有機質金肥の長所であった。

ここで、有機質金肥にかえて、CDUなどの化



学質の緩効性肥料をミカンに対しても応用できるのではないかと考えられて、多くの試験が行なわれるに至った。その中から、1~2紹介してみることにしたい。

◎温州ミカンに対する CDU の肥効試験成績

(1) 根の濃度障害

密植のからたち2年生16本(60cm<sup>2</sup>)を1区として、N成分は100kg/10a。土壤は全腐植6~8%で、緩衝能が比較的高い火山灰土壤である第4図のように、Nを100kg/10aと多量に施した場合、硝酸抑制型のチオ尿素入化成は明らかに根に濃度障害を与えるが、IBDUとCDUの単体は、その程度は少ない。

(2) CDU 100%と+硫安50%との比較

200分の1aのポットに普通温州2年生苗を植え、有機質区、硫安100%区、CDU100%区、CDU50%+硫安50%区の4区を設置した。

詳しい成績の表示は省略するが、第1年めの春枝の伸長量は、+硫安50%区が最良で、有機質区、硫安100%区、CDU100%区よりまさった。

夏枝についてはCDU100%区と+硫安50%区がまさり、CDUの遅効性を表している。このことは、春葉の緑化がやや遅い傾向であることからもうかがえる。

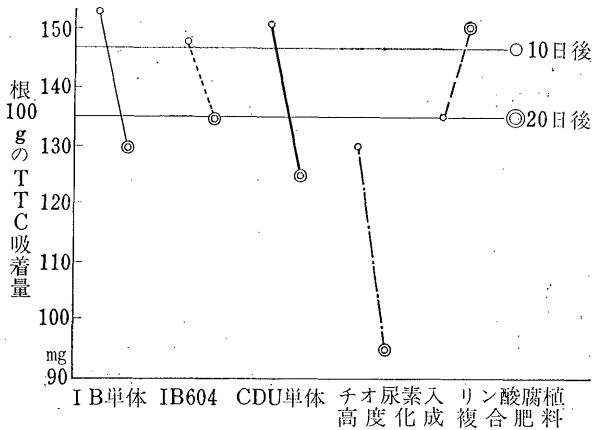
第2年め(3年生時)には、春枝の伸長量はむしろCDU100%区がまさったことは、永年性作物の面白さであろう。2年間を通して、幹周の肥大は、+硫安100%区が、硫安100%区や有機質区よりまさった。

以上のように、ミカンの幼木の栄養生長に対しては、CDU50%+硫安50%が良い成績を収めうることを知ったわけであるが、CDUは土性的には、腐植の多い埴質壤土におけるほうが、砂礫の多い土壤より肥効が高いことも同時に知り得ている。

(3) ミカン果実品質(結果樹に対する試験)

火山灰土壤の傾斜畑を供試して、藤中系普通温州樹1区4~5本に、

第4図 緩効性肥料とからたち根の活力



有機質と化学質肥料配合の慣行区、CDU50%+硫安50%年3回区、同年2回区の3区(Nの施用量は同量)を設けた。

その結果、収量や果実の階級構成、あるいは幹周の肥大には差が少なく、果実の着色の早晚にも悪影響は出ていなかった。むしろ、傾斜畑を用いたために、畑の位置別(ブロック別)による差が

第2表 収量構成 (1本あたり換算量)

区	収量		1果平均重	L級以上大果率	樹冠容積 m <sup>2</sup> あたり		樹冠占有面積 m <sup>2</sup> あたり	
	果数	重量			果数	重量	果数	重量
昭和43年(第2年度)								
①慣行区	99	10.4	106	49	12	1.3	25	2.5
②CDU+硫安3回区	105	11.4	110	60	14	1.5	27	2.9
③同上2回区	121	12.6	104	48	16	1.6	32	3.3
有意性	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
	※	※	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

(第2.3.4.表とも有意性は上段処理間、下段ブロック間、※※1%, ※5%)

第3表 果実の着色の早晚 (11月20日)

区	着色の早晚		(参考) 結果度
	達観	結果度により調整	
①慣行区	121	103	118
②CDU+硫安3回区	129	109	120
③同上2回区	117	108	109
有意性 F	<sup>3</sup> 3.86	N.S	N.S
	<sup>9</sup> 6.99	N.S	※

(値の多いほど、着色が早い)

(多いほど、多結果)

第4表 果実の形質及び果汁成分 (果汁100%中%)

区	果形 指数	果実 比重	果肉率	果実 硬度	果皮厚	浮皮率	色	
							果皮	果肉
①慣行区	1.39	0.816	73.6	2.3	2.25	7.3	10	15
②CDU+硫安3回区	1.39	0.797	73.2	2.2	2.13	6.7	10	15
③同上2回区	1.40	0.803	72.9	2.2	2.22	7.8	10	15
有意性 $F_{3,9} = 3.86$	N.S	***	N.S	N.S	N.S	N.S		
$F_{9,6.99}$	N.S	***	N.S	*	N.S	N.S		

区	可溶性固形物	果汁 比重	クエン酸	全糖	還元対全糖 (糖比)	非還元糖	糖分率	甘味比
②CDU+硫安3回区	10.3	1.043	1.22	7.54	2.42(32.1)	4.79	6.2	8.5
③同上2回区	10.7	1.043	1.27	7.55	2.52(33.3)	4.78	6.0	8.5
有意性 $F_{3,9} = 3.86$	N.S		N.S	N.S	***	N.S	N.S	N.S
$F_{9,6.99}$	N.S		N.S	*	***(*)	N.S	N.S	N.S

果実の形質と果汁成分については、3年めの成績のみを第4表に示したが、果実比重が顕著に有機配合慣行区において重いことが特長であり、表示しなかった2年めの成績において、CDU+硫安2回区の果皮が厚いことを知った。また、果汁成分では、表示した昭和43年の成績では還元糖含量が、やはり有機配合慣行区に多く良質であり、果実

大きく出ており、試験の精度としては、処理による差が少なかったことを立証しているといえる。

の品質面において、CDUなど緩効性化学質肥料の施用方法に一考を要する点があると思う。

# 高等植物の 花芽形成に対する 有機物質の影響

農業技術研究所  
菅 洋

## 1

花芽の形成は、頂芽において、葉の原基が花の原基に変わる結果おこる現象である。この変化には環境条件が著しい影響をおよぼし、特に日長の影響が大切である。

植物の中には、1日の日の長さが、ある限界の日長よりも長いときに花が形成されるものや、短い時に花が形成されるものがあり、それぞれ長日植物、短日植物とよばれる。

最近、短日→長日、あるいは長日→短日のように、花の形成のために、2つの日長の変化が必要なものが存在することが判明し、それぞれ短—長日植物、長—短日植物とよばれている。

冬を越して、春あたたかくなって花が咲きはじめるものなかには、花が形成されるために、冬の低温が必要であったり、また低温があると、花の形成が促進されるものが多い。

植物の中には、不適当な日長では絶対に開花しないものと、単に開花がおくれるだけのものがあり、前者は質的反応、後者は量的反応とよばれる。

さて、いろいろの実験から、植物の葉にはこのように、日の長さが、長いか短いかの時間を計る時間装置があることが知られている。

葉の中で時計装置が働くとき、その結果、葉の中にある刺激物質が生産され、それが頂芽に移動して花の形成をひきおこすものと考えられ、この刺激は花成刺激、開花ホルモン、フロリーゲンなどとよばれている。

このような刺激が存在することを示すもっともよい例は、接木の場合で、開花している植物と、栄養生長している植物を接木すると、後者が開花する例が多数知られている。

またたとえば、短日植物で葉を1枚だけ残してあとは全部とりのぞき、この1枚の葉に袋をかぶ

せて、日のあたる時間を短くする短日処理をほどこすと、生長点に花が形成される場所から、葉で何か花を形成させる物質ができ、これが生長点に移動して花を形成させることがわかる。

このように、花を咲かせる物質が存在することはたしからしいが、それは一体どんな物質なのであろうか。

日本の童話に「花咲かじいさん」という、枯木に花を咲かせる有名な話がある。われわれが、今そのような開花ホルモンをとりだすことができれば、現代の花咲かじいさんになれるのである。そのような物質を植物からとり出すことは、長年にわたる植物生理学者の夢であった。

開花ホルモンを研究するもっとも直接的な方法は、花の咲いている植物からそのような物質をとり出し、その化学構造をきめ、それにしたがってその物質を合成したのち、その物質を用いて、花が形成されないような条件下においた植物に与えて、開花をひきおこすことである。

このような目的のためにある学者は、100種類もの有機溶媒を用いて、その物質を植物からとり出すことを試みたが、今もって成功していない。

もう1つの方法は、現在われわれの手もとに入手できるいろいろの化学物質を、手あたりしだいに実際に植物に与えて、開花する影響をさぐることである。そのため昔からいろいろの物質、特に有機化合物の開花に対する影響がしらべられてきた。

## 2

現在、植物体内に存在することがわかっている物質で、植物に開花をひきおこすことのできる唯一の物質は、ジベレリンであると言っても過言ではない。

ジベレリンは日本で発見された物質で、最初、イネ馬鹿苗病菌の生産する植物に、徒長をひきお

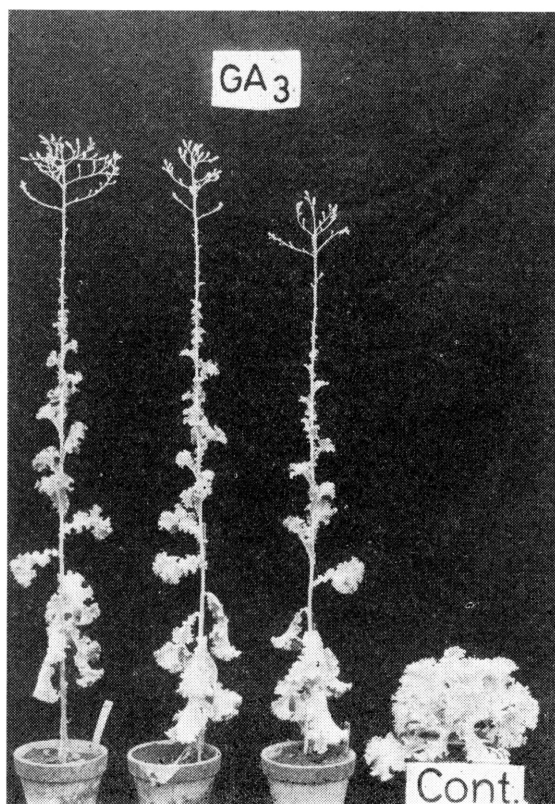
こす毒素として分離されたが、その後、高等植物の体内にも存在して、いろいろの重要な生長や発育を制御していることがわかってきた。

現在、馬鹿苗病菌と植物、両方あわせると、化学構造が少しずつ異った38種のジベレリンが知られている。

ジベレリンが開花をひきおこすことができるのは長日植物で、短日植物にはほとんどきかない。また、長日植物の場合も、全部に必ずきくというのではない。

長日植物は多くの場合、春あたたかくなって、日の長さが長くなってくると咲くものが多い。冬の寒い間は、いわゆるロゼット（根出葉）状と言われる状態をしている。

これは、外見上ダイコンのように、根に葉がついているように見え、茎がほとんどのびていない状態をさしているので、根に直接、葉がついているように見える。春になると、急速に茎がのびてきて開花する。



第1図：ジベレリン（左の3個体）によるレタスの開花促進，右端は無処理標準

いろいろの実験をしてみると、ジベレリンは長日植物の場合も、直接、花芽をつける働きをするのではなくて、最初、急激に茎を伸ばし、そのため植物体中に、花の形成に有利な条件をつくり出す結果、最終的に花を咲かせることが多い。

たとえば、ダイコンを秋から冬に温室においてジベレリンをやると、最初、茎だけをのばし1 m 近くにもものびてから、はじめて花をつける。

しかし、自然に春に花が咲くときは、ロゼット状から茎がのびてくる時は、すでに花芽をつけている。

しかし、ジベレリンはいろいろの植物で花の咲くのを促進するから、実際の園芸でも利用されている。

シクラメンで年内に出荷されるものには、ジベレリンが使われている例が多い。

チューリップやミヤコワスレなどでも、促成栽培に使われる見通しがたっている。実験的には多数の植物でジベレリンが開花を促進することが知られている。

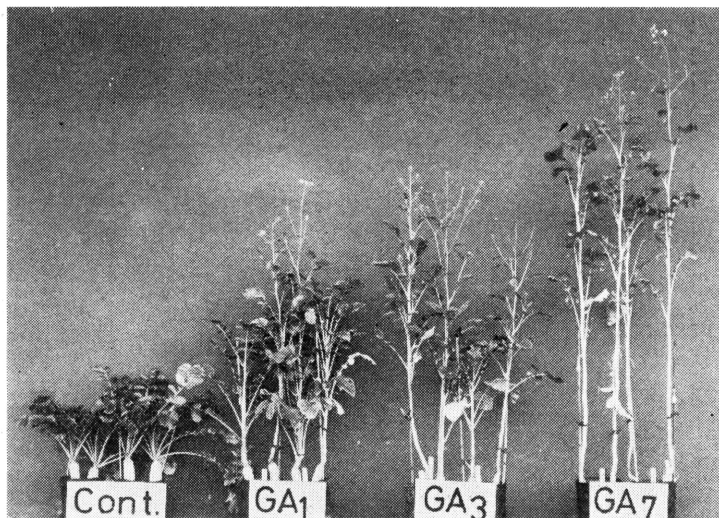
その例をあげれば、ストック、ヒヨス、ニンジン、コムギ、オオムギ、レタスなど多数あり、これらのあるものでは、実際の営利栽培には使用できなくとも、採種栽培や育種の世代短縮などに使用されている例もある。

アメリカのカリフォルニア州サリナス盆地ではアーティチョークの開花促進に、世界で初めてジベレリンを飛行機で撒布する計画があるという。また同様にアメリカで、かたく結球するレタス品種で、採種のための抽苔開花の促進にジベレリンが使われている例もある。

前述したように、ジベレリンは現在、構造が少しずつ異なる38種が知られているが、全部、同じように効果があるわけではない。またそのすべてについて、開花に対する影響がしらべられてはいない。今まで、しらべられている限りでは、開花に対して効力の強いのはジベレリンA<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>7</sub>、などである。

植物ホルモンのオーキシンは、一般に短日植物の場合、開花を抑制することが知られ、長日植物の場合には、開花がおこりやすい限界的な条件のときに、開花を促進するとも言われている。

しかし、もっとも劇的なのは、ハワイにおける



第2図：異なった種類のジベレリンのダイコンの開花におよぼす影響、左端は無処理標準

パイナップル栽培での、ナフタレン醋酸の利用の場合であろう。

パイナップルは開花がだらだらと長期にわたり、機械で1度に収穫するためには、開花を齊一にして収穫期をそろえる必要があった。ナフタレン醋酸を与えると、開花が促進され齊一になる。

ところが、最近になって、ナフタレン醋酸の開花促進は、このものが直接働いているのではなく、ナフタレン醋酸の作用でエチレンの生成が促進され、そのエチレンの生成によって開花が促進されることがわかってきて、もっと効果の高いエチレン発生剤（エスレル）が、パイナップルの開花促進のために開発されている。

### 3

開花に関与する物質をみつけるためには、たくさんの物質について試行錯誤的に、植物に与える実験も行なえるが、もう1つの方法は、A→Bという特定の生化学反応を阻害することがわかっている、いろいろの代謝阻害剤を、開花のおこる条件においた植物に与え、もし、その植物の開花が阻害されれば、その植物の開花過程の中に、A→Bなる反応が含まれていると推定する方法である。この目的のために、いろいろの代謝阻害剤の影響がしらべられた。

その結果、花の形成がおこるためには、開花ホルモンが頂芽の生長点に到達したときに、生長点

で活発なDNA合成が行なわれていることが必要であるとわかった。したがって核酸代謝が、なんらかの形で開花に重要な役割を演じているものであろう。

核酸と構成しているプリンあるいはピリミジン塩基、そのヌクレオシドあるいはヌクレオチドのあるもの、特にウラシル系のもは、条件によっては（特に、環境条件が不十分ながら、開花誘起の方向にむいているときには）開花を促進することがある。

しかし、このような物質が、花成刺激そのものと果し

てどのような関係をもっているのか、まだ、つまびらかではない。

遺伝子はDNAという核酸であり、遺伝子のもっている情報は、普通全部がいつでも働いているのではなくて、生物の発育や生長がおこる時には、その時あるいは場所で必要な情報だけが、働くようになっていると考えられている。

花が形成されることは、結局、今まで生長点で葉の原基になるような蛋白質をつくる遺伝情報だけが働いていたのが、開花ホルモンが葉から生長点に移動してくると、開花遺伝子が活性化され、花の原基をつくるような蛋白質ができて、花が形成されるものと考えられる。

花の形成の場合にも、この遺伝子DNAの情報が花まで発現するまでには、一足とびに花の原基ができるのではなくて、細胞核の中にある遺伝子DNAの情報が、1度RNAという別の核酸に写しとられて、それが伝令となって核をはなれ、その情報を蛋白質に伝えるのである。

このDNA→RNAへの遺伝情報の転写を特異的に阻害する抗生物質にアクチノマイシン-Dというものがある。植物をこの物質で処理すると、花の形成がおさえられてしまう。

これらのことから、上にあげたような開花の道すじが正しいものと想像される。

しかし、その花の原基になるような蛋白質をつ

くる遺伝情報を、よびさますと思われる開花ホルモンは、いったいどんな物質であるかはいまもって明らかでない。

代謝阻害剤の研究の中でおもしろいのは、ステロイドの合成阻害剤で、ラノステロールからコレステロールになる反応を阻害する、S K&F 7997という物質である。

この物質は、頂芽に処理しても何の影響もなく、花成刺激がつくられる時期に葉に処理をすると、著しく開花を阻害する。

これらのことから、開花ホルモンはステロイド系の物質ではないかと推論されたが、残念なことに既知のいろいろのステロイドを与えても、この阻害を回復することはできなかった。

しかし、動物の性ホルモンが、ステロイドであることと思えば、興味深いことである。その他に、ステロイド物質のエストラジオールが開花促進に効果があったという報告もある。

#### 4

15年ほど前に、いろいろな生理的な実験から、開花ホルモンの植物体内で移動する速度は、1時間3mm程度と推定された。このように速度がおそいことから、開花ホルモンはかなり高分子の化合物ではないかと想像された。

しかし、最近になってアサガオで、1時間に30~50cmもの長い距離を移動することが明らかにされた。この速さは、体内を光合成産物の糖類などが動くのと同じくらいの速さである。

これらのことから

- (1) 開花ホルモンは、光合成産物そのものか、
  - (2) 開花ホルモンは光合成産物と一緒に動くのか、
  - (3) 開花ホルモン自体そのような移動速度をもつのか、
- などのことが考えられる。しかし、詳しいことはわかっていない。

このように、開花になんらかの形で影響をおよぼす有機物質はいろいろあるが、それが本当の開花ホルモンと、なんらかのかかわりあいを持っているのか、それとも、大きな開花の道すじのどこか末端のあたりで、ちょっとそれを交えるため、開花になんかの影響を与えるのかを見わけるのはかんたんではない。

農業に我々がこれら物質を利用するためには、理論などわからなくとも有効な物質が見つければ、よいとも言えるのであるが、その目的でなされた多くの研究も、必ずしも成果をあげていない。

むしろ、純粋に理論的研究の結果、開花に影響をおよぼす物質が見出された例も多い。

したがって、これらは車の両輪のごとく、相まって進んで行くべきものであろう。

開花の機構が完全に解明され、その人為的制御が完全に自由になれば、農業は改革されると言っても決して過言ではない。

そこまで行かなくとも、災害の回避、促成栽培、育種における世代促進、採種栽培などの場面で、はかり知られない利益をもたらすことであろう。

## ●特集 植物に対する代謝栄養——その1

高等植物(とくに大豆)  
における  
アラントインの挙動石塚潤爾  
星忍  
北海道農業試験場

著者らは、人為的に生育を調整することが難しい作物であると見られている大豆を研究対象に選び、子実収量を、施肥管理法の改善によって向上させることが容易でない理由を、大豆の窒素代謝の特異性を明らかにすることによって知ろうとしてきた。その研究の過程で得られた知見を材料にして、大豆の窒素代謝の特性について私見をとりまとめて見たい。

## 大豆の栄養生長の規制要因

作物の栄養生長を促進させるためのもっとも簡単な方法は、窒素質肥料を多用してみることであるが、一般的には、窒素を多用すればするほど体内の窒素濃度が上昇し、茎葉が繁茂する。

空中窒素を固定、利用している大豆も、窒素の多用により栄養生長が促進される点では、その例外ではない。しかし、茎葉の窒素濃度については、稲や麦と異なり、特徴的な推移が観察される。

すなわち、生育中間(北海道では開花始め頃)以後、窒素施用量による体内窒素濃度の差がなくなり、むしろ窒素施用量の少ない個体で高濃度を示す場合さえある。

この特徴的な現象は、遺伝的に根粒をつけない系統の大豆「A62-2」、「T201」などでは認められず、これらの系統では、窒素施用量が多いほど窒素濃度が高く、生育も旺盛である。

したがって、普通の大豆に見られる前述の特異的現象は、根粒の着生によってもたらされたものと考えることができる。

窒素を多用すると根粒の着生は抑制され、寄主の根粒による、固定窒素に対する依存度は低下する。

かりに、施肥窒素と固定窒素の形態に相違があり、その生理的役割にも相異があるとすれば、すなわち、施肥窒素が固定窒素より、栄養生長の窒素源として有効であるというような差があ

るならば、茎葉の全窒素濃度に差がなくとも、窒素施用量が多いほど、栄養生長量が大きくなるという前述の特異的な現象は説明されやすい。

また、窒素施用量が等しい根粒非着生系統と着生系統について全窒素濃度を比較すると、非着生系統では明らかに低い、栄養生長量には差が少ない。このような事実は、固定窒素と施肥窒素の生理的役割に相異があることを予想させる。

しかし、近年、根粒の窒素固定で最初に検出される安定な化合物が、アンモニアであることが明らかにされている。

施肥窒素の大部分が硝酸態として吸収され、また、アンモニア態と硝酸態の窒素が、大豆体内で全く異なる生理的役割を果しているとは仮定するならば、各々施肥窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )と固定窒素( $\text{NH}_3\text{-N}$ )に対する依存度が異なることによって、当然生育相にも差が現れる筈である。

しかし、この仮定は硝酸が作物体内で還元され、アンモニアを経て有機化されることを考慮するならば、簡単には同意できない。

そこで著者らは、固定窒素と施肥窒素には生理的役割に相異があるのではなく、寄主の組織に入ってから同じように代謝され、栄養生長に直接関与する窒素化合物と栄養生長とは、全く無縁な貯蔵形態の窒素化合物とに取り込まれ、その両者への取り込みの割合が、根粒の着生状況により増減するとの作業仮説を立てた。

すなわち、窒素施用量を減ざると根粒の着生が促進され、施肥窒素に対する依存度は低下し、栄養生長に関与する形態の窒素化合物濃度が減少し、逆にそれと無関係な貯蔵形態の窒素化合物の濃度が上昇する。

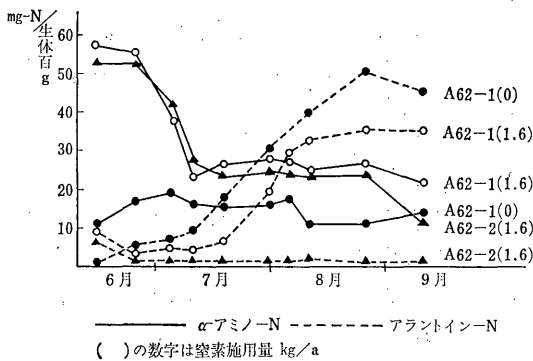
そのため全窒素濃度が高いにもかかわらず、栄養生長が抑制された形を取ると推定した。

この仮説を立証するために、大豆の茎葉中の遊

離窒素化合物濃度の推移を調査した。

その結果、根粒の着生が良好な場合にはアラントイン濃度が高まり、窒素の多用により根粒の着生が抑制されると、その濃度は低下するが、アミノ酸濃度が著しく高まることが明らかとなった。

第1図は「A62-1」(根粒着生系統)と「A62-2」(根粒非着生系統)を供試し、アラントイン-N、アミノ-N濃度の推移を示したものであるが、この図から、アラントイン濃度は根粒の着生状況により決定され、アミノ-N濃度は窒素施用量により左右されることがうかがえる。



第1図 大豆茎のアラントイン、アミノ-N濃度の推移

このように、根粒着生状況や窒素施用量により、遊離窒素成分の組成は大きな影響を受けるが、このことが栄養生長にどのように反映しているかを数字で示すため、窒素用量試験圃場の大豆を生育時期別に採取し、栄養生長の相対生長率<sup>註1)</sup>を算出、また各種遊離窒素成分の濃度を測定し、両者の相関係数を求めた。

大豆の窒素栄養条件が、相対生長率に反映しているとするならば、それは着蕾期から結莢期までの期間に限られ、それ以前は肥料の濃度障害、それ以後は個体間競合や登熟の進行に伴って、窒素栄養条件以外の要因の影響が大きくなると考えられる。そこで、着蕾期から結莢期までの期間の計算値を第1表に示した。これによると、相対生長率とα-アミノ-N、硝

酸-Nとは正の相関、アラントイン-Nとは負の相関を示す。

アミノ酸は栄養体蛋白合成の素材であり、栄養生長に直接関与すると考えられるので、その濃度と相対生長率との間に、正の相関々係があることは当然と思われる。

前述のように、圃場の大豆に窒素を多用した場合、栄養生長が促進されるのは、アミノ酸濃度が高まることと関連がある。

硝酸-Nは茎葉で還元されて、容易にアミノ酸合成の窒素源となると考えられ、相対生長率と正の相関があることは予想されたところであるが、アミノ酸ほど顕著ではない。

これに対して、アラントイン濃度と相対生長率との相関が負であることは、大豆茎で多量に集積するアラントインが貯蔵形態の窒素であって、容易に分解して、栄養体蛋白の合成の窒素源となっていることは、考えにくいことを示すものである。

高等植物におけるアラントインの生理的役割

植物におけるアラントインはアמידなどと同様、窒素の貯蔵形態であり、光合成産物の供給に対して、窒素の供給が過剰な場合に生成、集積されるものである。また、アンモニア毒性に対する解毒作用の産物の一種であるとの見方もある。

Mothes らは、切り取ったコンフリーや小豆の葉に硝酸アンモニアを吸収させ、暗所に放置した場合にアラントインの生成を認めたが、明所ではこの現象は認められなかった。このことから、光合成の抑制と窒素の過剰供給が、アラントインの集積をもたらしたものと考えた。

さらに、この葉組織中の変化を詳細に調査し、最初にグルタミンの濃度が上昇し、つぎにはアスパラギンの濃度が上昇、さらに時間が経過すると

期間	部位 成分	葉 身			茎		
		硝酸-N	α-アミノ-N	アラントイン-N	硝酸-N	α-アミノ-N	アラントイン-N
7月1日～7月10日		0.24	0.39	-0.33	0.59	0.70	-0.11
7月10日～7月23日		0.56	0.73	-0.21	0.66	0.83	-0.17
7月23日～8月6日		0.32	0.43	-0.10	0.13	0.46	-0.69

第1表 相対生長率と各種窒素成分濃度との相関係数

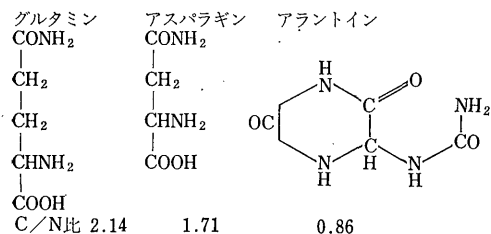
註1. 相対生長率 =  $\frac{\text{Loge}(w_2/w_1)}{t_2-t_1}$

w<sub>1</sub>: 調査時 t<sub>1</sub> の茎葉重  
w<sub>2</sub>: 調査時 t<sub>2</sub> の茎葉重



アスパラギンが減少し、それに代ってアラントイン濃度が高まることを明らかにした。

さらにそれが最高濃度に達した後に、アンモニア濃度の上昇を認め、この一連の変化から、アラントインが植物のアンモニアや毒性に対する解毒作用の産物であり、下記のように、その C/N 比がもっとも小さいことから推して、もっとも炭素源が欠乏した時に生成されるものであると考えた。



かえでやコンフリーでは、冬期間、根に多量のアラントインを集積しており、春にはこれを地上部に送り込み、新葉展開のための窒素源として分解、利用している。秋、落葉前に再びアラントインの形で根に貯蔵される。

これは葉が次第に生理的機能を失ない、老化が進むと蛋白質が分解し、構成アミノ酸の炭素鎖もエネルギー源として消費され、アンモニアが遊離されると考えられるが、このアンモニアが、解毒機構の働きにより、アラントインに再成され、貯蔵器官である根に集積されたものと説明することができる。

正常に生育している大豆のアラントイン集積量は、根粒着生状況に左右され、また、根粒非着生系統の大豆では著るしく少ないことなどから、アラントインの生成には根粒が何らかの形で関与し、根粒の影響をもっとも大きく受けると予想される根が、主な生成の場であると考えられる。

このことは、茎を、根ぎわから切断した大豆の、切り株の溢液のアラントイン濃度が高いことから裏付けられる。

Mothes らの考え方によれば、大豆根におけるアラントインの生成が、根粒の着生によって促進される現象は、根粒菌が寄主の光合成産物を消費し、固定窒素を供給することにより、窒素の過剰現象が出現するためであるということになる。

前述のように、根粒が多量のアンモニアを供給

しているとすれば、アラントインの生成は、解毒作用が働いた結果であると見ることもできる。このような可能性は2~3の状況証拠によって裏付けることができる。

たとえば、大豆茎を切断し、72時間にわたり溢液のアラントイン濃度の推移を調査したところ、根粒着生系統大豆では、終始、高濃度で経過した。

非着生系統では、切断直後の溢液のアラントイン濃度は著しく低くかったが、しだいに上昇し、60時間前後で、根粒着生系統のレベルまでに達した。

この現象は、茎葉部の切除により、根への光合成産物の供給が停止するが、土壌からの窒素の吸収は継続するため、窒素の過剰供給となり、貯蔵形態であるアラントインが生成されたものと説明することができる。

また、水耕栽培で、アンモニアを単一の窒素源として生育させた大豆では、硝酸を含む培地で生育させた大豆よりもアラントイン濃度が高く、根の糖濃度が低く、全窒素濃度が高い。

圃場での窒素用量試験で、大豆根の全窒素濃度は根粒着生が良好で、アラントイン集積量の多い個体ほど高い。これらの調査結果は、大豆根におけるアラントインの生成が、根粒による光合成産物の消費と、根の特定部位（たとえば根粒着生箇所）に対する窒素の過剰供給の結果であることを示すものと思う。

したがって、前述の小豆、かえでやコンフリーと大豆のアラントインとでは、それぞれ生成の場は異なるけれども、窒素の貯蔵形態であり、アンモニアの解毒作用の産物であると考えられる点では、差がないと見るべきである。

大豆のアラントインは、莢が形成されると速やかに莢に移動し、莢殻のアラントイン-Nが、全窒素の50%以上の濃度に達することから推して、栄養生長の窒素源としてよりも、子実蛋白の形成に重要な役割を果たしていると思われる。

アラントインは過剰な窒素を一時貯蔵し、多量の窒素の供給が必要な器官にすみやかに移行し、分解利用されるものであるが、かえでやコンフリーでは、そのような器官は春、新葉展開時の葉であり、大豆では莢であるということになり、分解

の場は異なるけれども、生理的役割には差がないと見られる。

### アラントイン濃度の調整法

大豆の栄養生長は、体内の窒素成分組成に左右されると考えてきたが、今のところ、これを生育の途中で、任意にコントロールすることはできない。

冷涼な気象条件下の、北海道の大豆作で要求されている初期生育の促進を、多量の窒素施肥によるアミノ酸濃度の上昇によって実現させ、開花期頃からは茎葉のアミノ酸濃度を下げ、アラントイン濃度を高めて、過度の栄養生長を抑制しようとする試みは成功していない。

それは、圃場条件でアラントイン濃度を高めるための確実な方法としては、根粒の着生を促進すること以外には見あたらないためである。しかし、根粒の着生をうながす以外に、アラントイン濃度を高める方法が全くない訳ではない。

水耕や土耕ポット栽培の大豆に、生育抑制剤(BCB, CCC)を与えて、アラントイン濃度を上昇(2倍)させることができ

る。また、圃場栽培の大豆に対する窒素の追肥は、第2図に示されるように、追肥時期が早ければアミノ酸濃度を高めるが、遅ければ遅いほど、アラントイン濃度の上昇に働き、アミノ酸濃度に対する影響は小さくなる。遅い追肥は、基肥や早い追肥のように栄養生長を促進しない。

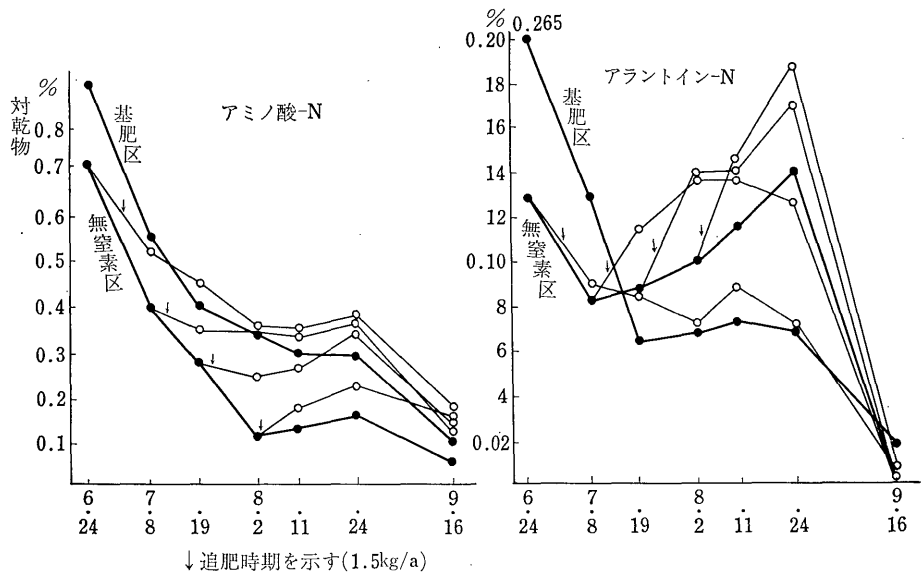
これらの事実、アラントイン濃度の上昇と生

育の抑制との間に、密接な関連性があることを予想させるが、両者の因果関係については明らかでない。

生育抑制剤により生育が抑制された場合、行き場のなくなった窒素が、アラントインの形で貯蔵されたと見ることができるし、栄養生長を停止し始めた頃の遅い追肥は、窒素の過剰供給となり、アラントインの生成となったと見ることができるからである。

### おわりに

微生物などでは、アラントインがプリン核の酸分解の産物であることが、すでに確定しており、分解経路についてもほぼ明らかになっている。しかし、高等植物におけるアラントインの生成、分解の機構については、ともに未解決である。



第2図 窒素追肥による大豆茎のアミノ酸およびアラントイン-N濃度の変化

したがって、大豆のアラントインが他の植物と異なり、茎葉では分解利用されにくく、子実蛋白の形成に多量に必要な窒素を、栄養生長を過度に促進しない形で貯蔵するためのものであると考えているが、なぜそうなるかは、今のところ説明できない。

## ●特集 植物に対する代謝栄養——その2

## ダイズのウレイド代謝における新知見

名古屋大学農学部教授

谷田沢 道彦

すでに15年以上もまえになるが、尿素がようやく大規模生産され、肥料としての使用が普及しはじめた頃のことである。いぜんから、微量栄養元素を葉面散布すると効果のあることは、よく知られていたが、多量栄養元素でも葉面吸収が有効に行なわれることが、はじめて一般に知られるようになり、とくに尿素を葉面施肥することが、実用上価値あるものとして多数の試験研究が行われていた。

ところで尿素は、多くの微生物や、一部高等植物にあるウレアーゼによって容易に加水分解をうけ、アンモニアと炭酸になる。従って、土壤に施用された尿素は、土壤中の微生物ウレアーゼで分解し、アンモニア、あるいはそれがさらに、微生物により酸化された硝酸態として作物によく吸収利用される。

しかし、尿素が葉面散布されたばあい、一部は葉面に附着する微生物により分解することはあるが、微生物分解をうけず植物中にそのまま入った尿素的の行方については、いろいろと議論があり、研究も多く行われていた。

というのは、植物葉では一般にウレアーゼ活性がきわめて弱く、ほとんど認められないし、また、尿素による誘導生成もみられなかったからであった。

その後、一部植物葉で、ウレアーゼが誘導生成することが認められたが、なお尿素がウレアーゼ分解を経ることなく、植物に利用されることを示唆する実験事実も、相当に多いのである。

当時、すなわち約15年もまえ、このようなウレアーゼを欠く植物による尿素的の利用の仕方につき、私は、たとえばウレイドの生成を考えてはということを考えていた。

私の記憶に間違いがなければ、現在、チッソ旭肥料K.K.の研究所長潮田博士(当時農林省蚕糸試験場)も、そのとき同じような考えをもってお

られ、何かのときに言い出されて、意を強くしたことがある。

ウレイドのうち、植物中に、もっとも広くみられるものはアラントインである。編集部から依頼をうけた題目は「大豆体内の各種窒素化合物の変化〜とくにアラントインの挙動」ということだが、ダイズにおけるアラントインの集積、代謝の問題は、西ヶ原農業技術研究所の串崎光男氏が、北海道農業試験場在勤中、同農業試験場の石塚潤爾氏とともにはじめられ、さらに石塚氏によって、ひきつがれ発展してきた課題であり、本稿のまえに、同様の題目で、石塚氏が直々執筆されることになっているので、いまさら私があとを追って書くこともないのである。ただ、私としては、まえにも述べたように、尿素的の利用ということでウレイドに縁をもち、その後、組織培養においてアラントイン、アラントイン酸の産生に関係し、現在また国際生物学事業計画の窒素固定研究の関係で、再びアラントインを取り扱うこととなり、これにひきつづき、アラントインの先駆物と考えられる尿酸の分解についても研究をはじめたので、そこに得られた結果の一斑を述べることにすれば、石塚氏の報告の欠を補うということにはなると思うので、あえて筆をとった次第である。現在これらの研究は山本幸男氏の協同により、前者については大学院学生松本哲男君が、後者については大学院学生田島茂行君が実験を担当している。

## 尿素栄養ダイズにおける

## アラントインの著しい集積

石塚氏らによればダイズにおけるアラントインの生成は、根粒着生と密接な関係がある。われわれもそのような関係をみるため、対照として根粒非着生品種をも栽培することにした。根粒非着生品種は、当然ながら、共生窒素固定を行わないの

で、化合態窒素を与えねばならない。

そうすれば根粒着生品種にも同じ化合態窒素を与える試験区をも設けたほうがよい。

ところで一般に、根粒着生品種に化合態窒素を与えると、根粒は着生しにくくなる。

この根粒着生に対する阻害のつよさは、化合態窒素の形態により著しい差異があり、われわれの研究室で吉田重方氏が得た結果によれば、阻害のつよさは、亜硝酸態>硝酸態>アンモニア態>尿素態の順である。

そこでわれわれは、ダイズの水耕培養に、硝酸態あるいは尿素態を用い、根粒着生品種 A62-1 および根粒非着生品種 A62-2 を栽培して、生育時期別、各器官におけるアラントイン態窒素、アミノ態窒素など各種窒素量を測定して、アラントイン生成にかんする栄養生理の研究に入ろうと考えた。

発芽後8週間まで水耕し、毎週試料をとって分析したところ、予期しないきわめて興味ある結果が得られたのである。すなわち、尿素の施用により、葉のアラントイン含量が急激に増加した。

この増加は根粒非着生品種において特に著しく、水耕5週間(令6週間)の幼植物葉(初葉)にあっては、尿素栄養(50 ppm)は、硝酸栄養(50 ppm, 200 ppm)にくらべ約20倍のアラントインを集積させた。

根粒着生品種では、これよりやや低い値が得られているが、それでも10倍程度はあるが。上記関係は、非着生品種の子葉、第一本葉、莖、着生品種の第一本葉、莖においても観察された。

アラントインは加水分解し、アラントイン酸を経て尿素とグリオキシル酸となるが、その逆行も不可能ではないと考えられる。従って、切断根に尿素を与えた実験を行ったが、これを認めるまでには到らなかった、石塚氏らも、また同様の結果を得ている。

このように、かって Mothes らが述べているところの説：すなわち尿酸の分解経路を、殆んど唯一のものとするということを否定するには、現在のところ積極的証拠を持ち合わせないが、またこれを直ちに肯定して、ほかに顧みないとするには、種々な現象は、あまりにも魅力的であるといえる。

### ダイズにおけるウリカーゼ

以上のようにアラントインは、尿素を与えたダイズで著しく集積することがみられたが、それにも増して、根粒着生のものに、特徴的とも言えるほど集積する事実がある。

串崎、石塚氏らの試験成績をよくみると、アラントインの著量な出現は、根粒内部の成熟崩壊の時期と一致するように見え、それはバクテロイドの崩壊、核酸の分解の反映ともみえる。

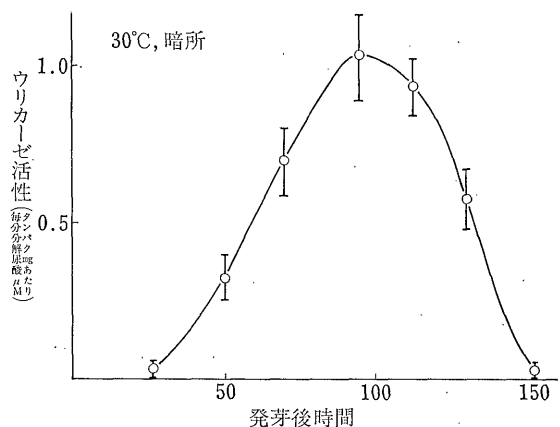
このことは、現在われわれが実体的に確認する手つづきを進めており、いずれ発表することになる。

核酸がアラントインへ分解する過程には、尿酸があり、尿酸ならびにその加水分解酵素ウリカーゼは、かなり古くから研究されている。

尿酸は動物界、とくに鳥類、爬虫類の排泄物中に古くから知られているが、植物界でもすでに1928年、鷲見氏がコウジカビの胞子中に存在することを発見した。

そのご間もなく Fosse 氏らは種々な植物種子中の尿酸量を測定し、種子乾重1 kgあたり30~250 mg 存在すると報告した。実は、この尿酸が存在することは、植物種子中に尿酸を分解し、アラントイン、アラントイン酸とする酵素ウリカーゼの存在が見いだされ、その故に予見され、ついで確認されたという結果によるものである。

すでに初期の研究から、ウリカーゼ活性は、種子の発芽にともない減少し、消滅すると知られているが、われわれがダイズについて調べたところでは、1図に示すように、発芽後次第に活性が第1図 ダイズ(A62-1)の発芽後ウリカーゼ活性の変更



あがり、約90時間後最大となり、以後減少して、約150時間後には、ほとんど認められなくなった。

しかし器官別にみれば、必ずしも全く認められなくなるというわけではなく、発芽後2～3カ月のダイズ(A62-1)で調べたところ、根粒、根、葉においてウリカーゼ活性が認められ、その強さは、根粒がもっとも強く、根はその約20～30%、葉は5～10%程度であった。

根粒にウリカーゼ活性が強いということは、アラントインが根粒において生成することを示唆しているが、このことは、石塚氏が、ダイズの地上部切除後、根からの溢泌液について調査した結果と一致するものである。

根粒非着生品種の根からの溢泌液中、アラントイン濃度が最初ひくく、後に上昇するのは、根の核酸分解が地上部切除後ようやく高まり、核酸合成速度を凌駕することを示している。

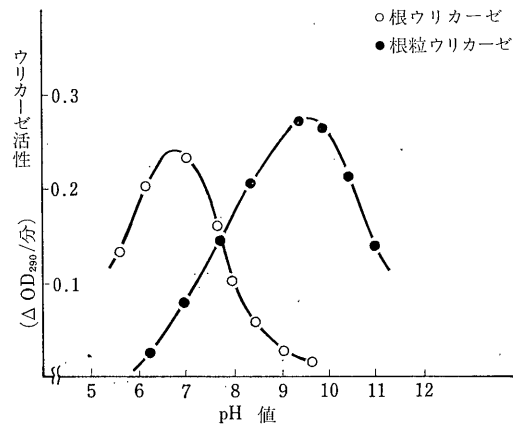
われわれは現在、根のウリカーゼならびに根粒ウリカーゼを精製し、その性質を調査しているが、興味あることに、その両者の至適pHは2図に示すように、かなりずれている。

従って根粒のウリカーゼは、リゾビウムそのものの、あるいはリゾビウム・宿主植物アソシエーションにより生産されたものと考えられ、根粒でのアラントインの産生にも、強い示唆を与えるものであると考えている。

## おわりに

以上のように、共生窒素固定が宿主窒素代謝に及ぼす影響は、従来単に窒素を供給するとのみ考えられていたことより、はるかに変化に富み興味

第2図 根ウリカーゼおよび根粒ウリカーゼの至適pHの相異



ぶかい内容のものである。

われわれの共同研究者吉田重方氏が明らかにしたように、ルービナルカロイドの生産に対して根粒着生は著しい効果があり、マメ科飼料作物生産における窒素栄養、窒素施肥は、単に作物収量の問題に止らず、飼料の品質にかかわる問題であることを示している。植物の生長、代謝、延いては作物の生産、品質にたいして、土壌微生物が係りあう問題は、上記の共生関係に止らず、広汎かつ密接なものと考えられ今後、多くの人びとによって研究されねばならない重要課題である。このためには、長期間無菌栽培の技術を併用して研究しなければならないが、幸い東北大学藤原教授、農技研木内課長らにより、この方面の仕事が開発され進展しつつあるので、今後の発展を期待したい。

●特集 植物に対する代謝栄養——その3

# 水稻に対する硝酸態窒素の利用と 体内有機成分の変動

北陸農業試験場 小 菅 伸 郎

## 1. はじめに

水稻に硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) を施用するといことが、抵抗なく受け取られるようになったのは、割合最近のことではないかと思う。

$\text{NO}_3\text{-N}$  がアンモニア態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) に比べて、水稻に対する利用率が劣ることはまぎれもない事実であるが、その逃げ易い性質を逆用すれば、水稻の欲する時期に窒素をあたえることが可能で、水稻の生育をコントロールするに適しているといえる。が、それだけではなく  $\text{NO}_3\text{-N}$  の施用にはいろいろなメリットが考えられる。

硝酸態窒素肥料に関しては多くの神話がある。この神話は架空の伝説という意味ではなく、多くの経験的事実から来ているものである。硝酸態窒素肥料を使ってよい結果をあげた人達が、米作りに熱心な篤農家の方々だったことも、神話づくりに一役買っているようである。

この一つに、 $\text{NO}_3\text{-N}$  で作った米は品質や味が良いというのがある。この品質とか味は人間の感覚による判定で、多分に主観的であるために、科学的な裏付けがされにくいきらいがある。

$\text{NO}_3\text{-N}$  を水稻に施用すると、体内のカルシウムやマグネシウムの含有率が高くなるという事実がある。これは陰イオンである  $\text{NO}_3\text{-N}$  を吸収した場合に、植物体内のイオンのバランスを保つために、カルシウムとかマグネシウムのような陽イオンの吸収が助長されることが、以前から理論的に説明されている。このことは、本誌9月号にも品質や貯蔵性に関連して詳述されているので、本稿では割愛する。

$\text{NO}_3\text{-N}$  を水稻に施用した場合、体内成分がどのように変わってくるかについては、水耕

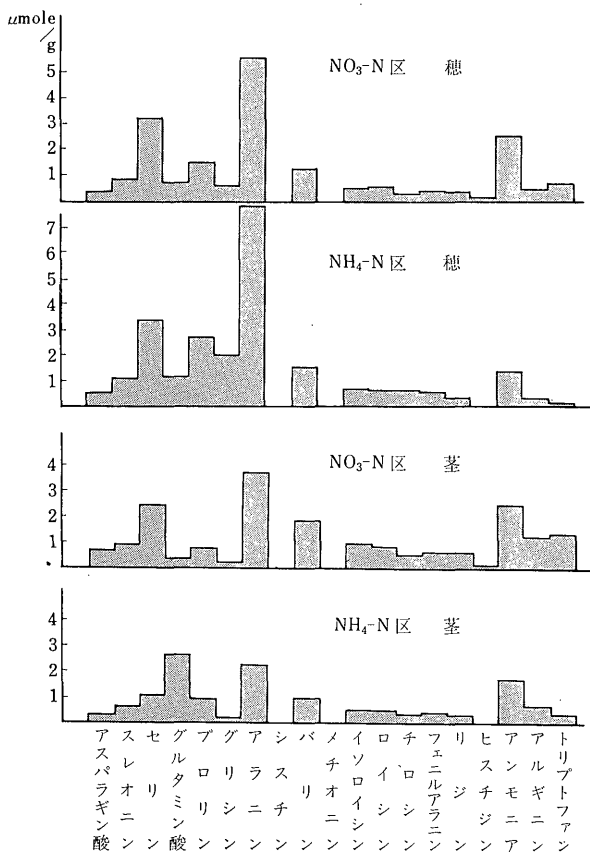
試験でのデータが多く、圃場試験によるものは未だ積み重ねが少ないが、以下、北陸農業試験場でおこなわれた試験結果について、若干述べてみたい。この試験は、 $\text{NO}_3\text{-N}$  を穂肥から実肥にかけて追肥した区と、 $\text{NH}_4\text{-N}$  の追肥区を対比したものである。

## 2. 窒素化合物特に遊離アミノ酸について

水耕試験と圃場試験の水稻では、同じ  $\text{NO}_3\text{-N}$  をあたえた場合でも、窒素代謝にかなりの差があるようである。

圃場試験の水稻では、 $\text{NO}_3\text{-N}$  を追肥した直後

第1図 穂揃期の遊離アミノ酸含有率



でも、茎葉部で  $\text{NO}_3\text{-N}$  が検出されることはほとんどなく、吸収された  $\text{NO}_3\text{-N}$  は、すみやかに  $\text{NH}_4\text{-N}$  に還元されている。

このことは、 $\text{NO}_3\text{-N}$  を追肥した水稻の、アンモニア含有率が、 $\text{NH}_4\text{-N}$  追肥区よりむしろ高くなっていることからいえる。

これに反して、水耕試験とか苗代の水稻体には、乾物 100g に数mgから、時には数 10mg の  $\text{NO}_3\text{-N}$  が貯えられ、必要量が徐々に  $\text{NH}_4\text{-N}$  に還元されて、高次な窒素化合物に合成されるという過程をたどるようである。

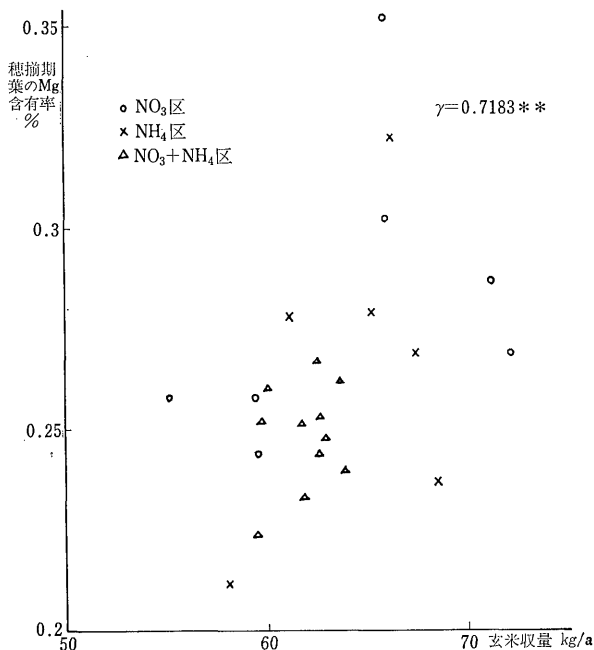
圃場試験で穂肥を施用した水稻について、穂揃期の遊離アミノ酸を測定した結果によると、 $\text{NO}_3\text{-N}$  区と  $\text{NH}_4\text{-N}$  区で、それほど顕著な差はあらわれていない。アミノ酸総量は、この時期がアミノ酸⇌蛋白質の反応が流動的であり、同じ試料について水溶性蛋白質を分析してみると、遊離アミノ酸の高いものは低く、低いものは高いことから、水溶性窒素化合物としては、大体同じくらいの含有率を示している。

個々についてみると、中酸性アミノ酸については一定の傾向がないが、塩基性アミノ酸すなわちアルギニン、リジン、トリプトファン、ヒスチジン等が、 $\text{NO}_3\text{-N}$  を追肥した水稻で多くなっているのが一つの特徴といえる。

図には載せていないが、葉身や葉鞘でもこのことがいえるし、幼植物を  $\text{NO}_3\text{-N}$  で育てた場合でも、同様に塩基性アミノ酸の含有率が高くなっている。

これらのアミノ酸は栄養的にみて重要であり、また塩基性アミノ酸の多い米は食味がよいといわれているので、 $\text{NO}_3\text{-N}$  施用と米の味の関連を解

第2図 穂揃期葉身中のMg含有率と玄米収量



く一つの鍵になると考えられる。

たゞし、米の蛋白質の大部分を占めるグルテリンの構成アミノ酸を分析した結果では、 $\text{NO}_3\text{-N}$  追肥区と  $\text{NH}_4\text{-N}$  追肥区の間、塩基性アミノ酸の差はみとめられなかった。

### 3. 炭水化物および磷酸について

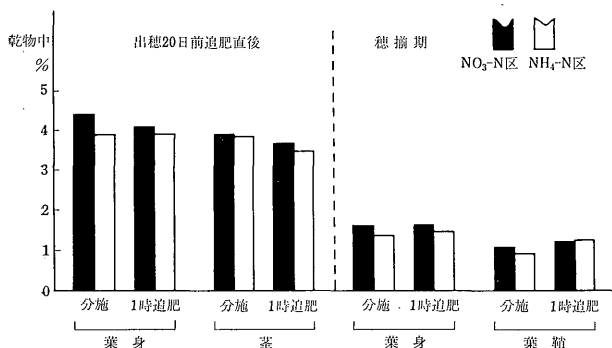
$\text{NO}_3\text{-N}$  を吸収した水稻は、乾物生産能率とか玄米生産能率、すなわち吸収された窒素 1kg が、何kgの乾物なり玄米を生産するかをあらわした数値であるが、この値が  $\text{NH}_4\text{-N}$  を吸収した水稻より高いことが、数多くのデータからいえる。

これは最初に述べた  $\text{NO}_3\text{-N}$  追肥区のマグネシウム含有率が高く、これが光合成をおこなう葉緑素の構成成分であることが一つの要因と考えられ、穂揃期の葉身のマグネシウム含有率と収量の間には、かなり高い相関がみとめられる。

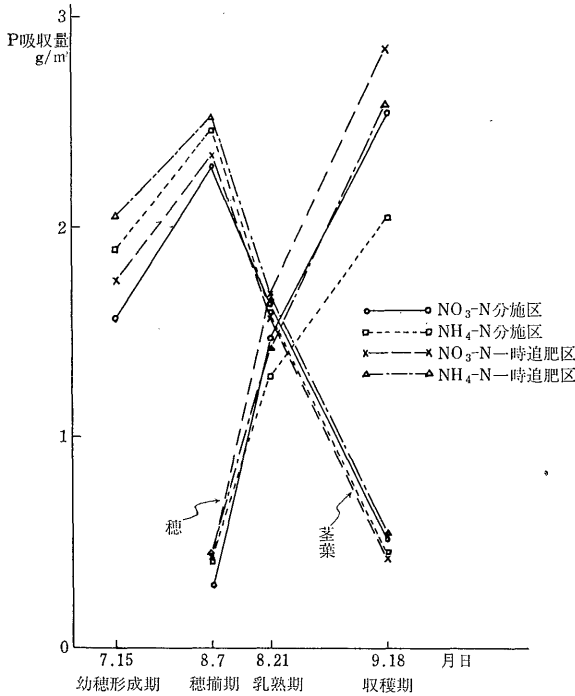
炭水化物を分析した結果によると、追肥直後から穂揃期の葉身と葉鞘で、 $\text{NO}_3\text{-N}$  追肥区の還元糖含有率が対照区より高く、光合成能力が旺盛なことを意味している。また過去の成績によると、苗代に  $\text{NO}_3\text{-N}$  を追肥した場合にも、還元糖の含有率は高くなっている。

次に磷酸の行動についてであるが、磷酸は陰

第3図 水稻体中の還元糖含有率



第4図 茎葉と穂のP吸収量の時期別変化



イオンであるために、NO<sub>3</sub>-Nの施用によって、一時的に吸収が抑制されているが、乳熟期から収穫期にかけて、茎葉から穂へ移行する量がNH<sub>4</sub>-N追肥区より多い傾向にある。

このことは、カリウムの転流についてもいえるが、磷酸は糖の代謝に密接な関係があり、NO<sub>3</sub>-Nを追肥した水稻では、葉身で生成された糖の穂への転流が、より円滑におこなわれる結果、玄米生産能率が高くなるのではないかと推定される。

また還元糖は次に述べる根の活力に、酸化呼吸酵素系の基質として関係するのではないかと考えられる。

#### 4. 根の活力と酸化酵素

NO<sub>3</sub>-Nを吸収した水稻の発根力や、根の酸化力が高いことは、苗についての試験結果でもあきらかであるが本田での追肥についても、各種の根の活力診断をおこなった。

たゞし本田に生育した水稻では、根の先端を損なわずに採取することが、ほとんど不可能なために、水稻試験を併

用した。

その結果によると、NO<sub>3</sub>-N区はNH<sub>4</sub>-N区に比較して、発根率(水稻根を切断して蒸溜水中に稈基部を浸し、再生してくる根の乾物重を地上部乾物重で除し、100を乗じた値)、根のα-ナフチルアミンおよび二価鉄(Fe<sup>++</sup>)の酸化力、根のカタラーゼおよびパーオキシダーゼ活性、青酸による根の呼吸阻害等がいずれも高く、NO<sub>3</sub>-N追肥区は鉄系の酸化酵素(カタラーゼおよびパーオキシダーゼ)の働りが活発であり、これが根の酸化力を旺盛にしていると考えられる。

強湿強還元の水田では、根の障害によるいわゆる秋落ち現象がおりやすく、NO<sub>3</sub>-Nの追肥が、これに対抗する根の活力を高めることに効果があるといえる。

また土壤の面からみても、NO<sub>3</sub>-Nの施用にとまなう脱窒は、一面からいえば土壤に酸素をあたえるわけで、肥効の面からはマイナスであるが、土壤の酸化還元電位を高めて、還元状態を緩和する仕事をしていることになる。

水稻が生活を営むためにはエネルギーが必要であるが、このエネルギーは糖の酸化による呼吸によって、ATPと呼ばれる磷酸化合物の形であえられる。

糖が焦性ブドウ酸(ピルビン酸)を通して、炭酸ガスと水に分解される過程には、有機酸が順次酸化されてATPを生産するクエン酸回路があるが、この他にもATPの生成が少ない呼吸系が考えられる。

カタラーゼとパーオキシダーゼは、過酸化水素(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)を分解する作用を持つので、この酵素系が働くことは、体内でH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を生産する酵素系が強いことが推定される。これには特に水稻

#### 根の酸化力の測定(水耕試験)

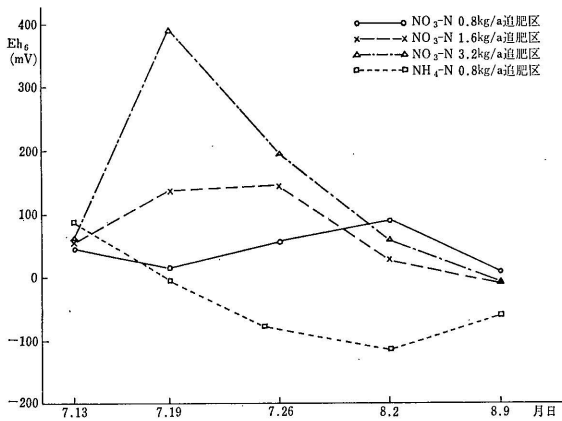
区名	項目	Fe <sup>++</sup> 酸化力 (%/根の乾物mg)	αナフチルアミン酸化力 (%/根の乾物mg)	KCNによる 呼吸阻害率(%)
NO <sub>3</sub> -N区		62.8	1.252	23.2
NH <sub>4</sub> -N区		42.5	0.684	18.8

#### 酵素活性の測定(水耕試験)

区名	酵素名 部位	カタラーゼ (Qkat 30分)		パーオキシダーゼ (Qco <sub>2</sub> 5分)		チトクロムオキシダーゼ (Qo <sub>2</sub> 60分)	
		根	葉身	根	葉身	根	葉身
NO <sub>3</sub> -N区		37.1	30.6	149	50.5	0.505	—
NH <sub>4</sub> -N区		9.2	14.9	123	46.5	0.428	—



第5図 土壤酸化還元電位の変化 (概試験)

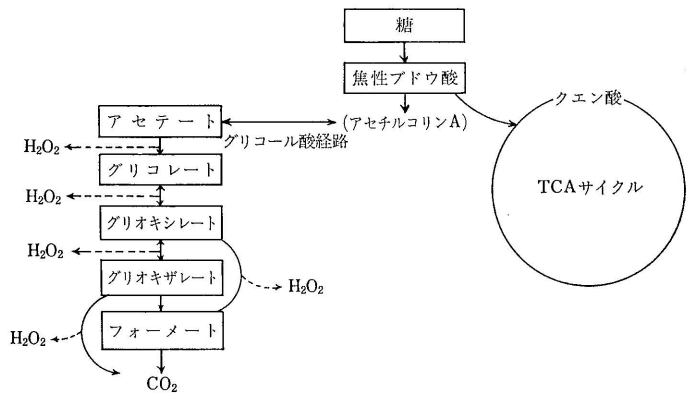


でみられる、ピルビン酸からクエン酸回路を通らないグリコレート——グリオキサレート系の回路が考えられる(ピルビン酸から5分子のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>が生成される)。

NO<sub>3</sub>-Nを追肥した水稻の有機酸を分析した結果によると、NH<sub>4</sub>-N追肥の水稻に比べてグリコール酸が多い。

このことと、カタラーゼ、パーオキシダーゼ活性の高いことから、NO<sub>3</sub>-N追肥区でグリコレート—グリオキサレート系の酸素回路が、

第6図 糖のグリコール酸回路による酸化



水稻体中の有機酸含有量

区名	有機酸の種類						
	フマル酸	コハク酸	グリコール酸	リンゴ酸	クエン酸	α-ケトグルタル酸	
NO <sub>3</sub> -N区 葉身	+++	++	++++	+++	+++	—	
NO <sub>3</sub> -N区 茎	++	+++	—	+	++++	—	
NH <sub>4</sub> -N区 葉身	++	+++	++	++	++++	—	
NH <sub>4</sub> -N区 茎	+++	++	—	++	++++	+	

活潑に働いていることが推定される。

5. 結 語

はじめに述べたように、圃場試験で水稻にNO<sub>3</sub>-Nを施用した場合の代謝成分については、

まだ十分なデータがあるとはいえない。

一つには、これらの成分は消長がはげしく分析結果はある断面をとらえたものであるともいえるが、養分吸収、体内代謝、根の活力といった面で、NO<sub>3</sub>-Nの施用がNH<sub>4</sub>-Nとは異なった、すぐれた作用を水稻にあたえていると思われる。

NO<sub>3</sub>-Nは、穂肥から実肥にかけての追肥がよいということは定説になっているが、飛躍的な多収をあげた例は、きめの細かい施肥設計による場合に限られている。しかし使用方法如何によっては初期の追肥に効果のある場合があり、直播栽培への施用もよい結果が得

られると考えられる。

施肥試験のデータはだいぶ多くなっているのですが、本年度の米作不振から、単位面積あたり多くの生産をあげるため

の技術が見なおされている昨今、安定多収といった面で、施肥法についての組織的な取まとめが必要であると思う。

## ●特集 植物に対する代謝栄養——その4

## 作物生育と亜硝酸

北海道大学農学部教授 田 中 明

近年、硝酸態窒素肥料が出廻るようになって、アムモニア態窒素と硝酸態窒素の、作物生育に及ぼす影響の比較がいろいろ試みられ、それぞれの形態に対応した施肥上の注意事項が明かにされつつある。

これら両形態の、土壌中での変化の中間産物として亜硝酸が存在するが、この亜硝酸の作物に対する働きについては、あまり考えられていないので、本稿ではこの問題について論じてみることにした。

アムモニア態窒素が土壌中で硝酸化成を受ける場合には、亜硝酸を経ること、また土壌の通気状態が悪いと、硝酸が亜硝酸に還元されることは周知のことである。

しかし、このようにして生じる亜硝酸が、土壌中である程度の濃度で集積することはあまりないので、亜硝酸が問題とされたことは殆どなく、また、実際、農業上で今日問題が起きているというわけでもない。

ただ、こんな点についても或る程度の予備知識を持っておくことが、将来起るかも知れない問題を予測し、防止するために必要ではないかと考えたわけである。

たとえば、アミン・アミド類—亜硝酸塩の連係作用が、発がんにつながるといった説が出てくると、天然農作物にはどのくらい亜硝酸が含まれているのだろうか、といった疑問が出て来るわけである。

## 作物の生育と亜硝酸

だいぶ以前から、亜硝酸が作物の生育を阻害することが知られていた。

第1表は大麦、菜豆、トマトに対する亜硝酸の影響を示したものである。この表で明かなように、亜硝酸がある濃度以上になると、各作物の生育は阻害される。ただここで注意すべきことは、

pHが低い場合の限界濃度は極めて低いが、pHが高い場合には、pHが低い場合の10倍以上の濃度にならないと、害作用が現われないということである。

第1表 水耕条件下の各作物の生育に及ぼす  
亜硝酸濃度の影響 (新鮮重%) (ビンガム等 (1954))

pH	亜硝酸濃度 (NO <sub>2</sub> -N ppm)	大 麦	菜 豆	ト マ ト
4.0	0	10.0	27.0	52.0
	1	5.7	18.0	66.0
	2	2.8	5.2	41.0
	3	2.2	5.4	16.0
	4	1.6	3.9	6.3
6.0	0	6.4	19.0	106.0
	25	6.6	14.0	94.0
	50	3.4	4.8	8.7
	70	2.3	2.5	4.2
	100	—	1.8	2.0

第2表は、水耕した水稻の幼植物を1週間、各濃度の亜硝酸で処理した場合の結果であって、前の実験と同様、低pHにおいて亜硝酸の害作用が発現し易いことを示している。

亜硝酸の害を受けると根はまず黄化し、さらに進むと褐変し、また株の基部から枯死する。さらに高濃度の亜硝酸処理の場合には、植物体内で明かに亜硝酸が検出される。

このように低pHで亜硝酸の害が出易いのは、有害なのは未解離の亜硝酸であり、pHが高い場合には、解離して亜硝酸イオンとなると、害作用が弱くなるためであると解釈されている。しかし、高pHの場合にも、害作用が現われることは確実である。

なお、データは省略するが水耕で害作用が出ない程度の低濃度で、亜硝酸が供給された場合には、アムモニア態や硝酸態に比敵する程度に窒素源となり得る。

第2表 水耕条件下における水稻に対する亜硝酸の影響

pH	亜硝酸濃度 NO <sub>2</sub> -N ppm	乾物重葉鞘中		症 状
		NO <sub>2</sub> -N ppm (個体当g)(対新鮮物)		
4	0	6.4	0	正 常
	4	4.4	0	葉のしおれ 根の黄変
	20	4.1	2	株基部枯死 根の褐変
	100	4.0	20	//
	200	4.0	29	//
6	0	7.1	0	正 常
	4	7.6	0	//
	20	6.7	0	//
	100	4.0	3	葉のしおれ 根の黄変
	200	4.0	8	//

土壤中における亜硝酸の集積

先にも述べたように、土壤中で窒素化合物が形態変化を行なう場合、中間産物として亜硝酸が生成することは良く知られている。しかし、これが多量に集積して来るのは、むしろ特殊な条件下においてである。

亜硝酸の集積が関心を集めたのは、石灰質の弱アルカリ性の土壌が多い地域においてであった。アムモニアが亜硝酸を経て、硝酸に変化する場合、pHが上昇すると、第一段の反応の方が、第二段の反応よりもより促進されるために、pHが中性または弱アルカリ性となると、酸性の場合より、土壤中における亜硝酸の集積が多くなると考えられている。

また、温度が低下した場合には、第一段の反応速度の低下より、第二段の反応速度の低下の方が著しいので、低温下には、土壤中に亜硝酸が長期間高濃度で存在すると考えられる。

第3表は、上記の関係を示す実験結果の一例であって、高温では亜硝酸が一時集積するが、すぐ消失するのに対して、低温では長時間高濃度に保

第3表 土壤中における亜硝酸集積に対する温度および炭カル添加の影響  
(Mg NO<sub>2</sub>-N) (坂井・吉田, 昭和34年)

培養温度 (°C)	炭カル添加量 (対乾土%)	培 養 日 数				
		7	14	21	28	35
8	0	60	42	19	40	390
	5	104	92	165	617	1100
14	0	21	16	28	23	—
	5	440	1400	32	27	—

たれる。

なお、土壌水分が多く、通気不良の場合にも、亜硝酸の集積が長期間にわたって認められるという。

多量の窒素質肥料を施与した場合、窒素ガスや二酸化窒素ガス等として土壌から窒素が損失するが、これはpHが低い場合に著しく、pHが高い場合には、亜硝酸の土壌中での集積が問題となると考えてよいであろう。

多量の窒素質肥料が施与された場合には、肥料が土壌pHを変える可能性があり、施肥によって、もし高pH状態が出現した場合には、亜硝酸が集積する可能性

もあるわけである。

第4表はpHが中性に近い土壌に炭カル添加、無添加の両区を作り、これに各種の窒素質肥料を加え、通常の土耕栽培用ポット状態で畑状態に10日間保ち、土壌を分析した結果である。

その結果によると、尿素区においてのみ高濃度の亜硝酸の集積が認められており、硫酸区との比較では、この集積が尿素的分解による土壌pHの上昇と関係があると推論される。

なお、この種条件下における亜硝酸の集積は、硝酸態窒素の添加によっては起らないことは、下記の結果からもわかるが、他の報告においても同様なことが指摘されており、亜硝酸の集積はアムモニア態に由来するものであって、亜硝酸に由来するものではないと考えてよい。

もちろん、たとえば、水耕条件下で、培養液に対する通気が不十分な場合には、硝酸態から亜硝酸が生成するといわれており、条件次第ではこの

第4表 土壤中における亜硝酸集積に対する肥料の種類、炭カル施与の影響

肥料の種類	炭カル	pH	NO <sub>2</sub> -N (土壌濃液中ppm)	
			7	28
無 窒 素	-	6.50	0.1	0.1
	+	8.05	0.1	0.1
硝 酸 ソー ダ	-	6.04	0.2	0.2
	+	7.59	0.3	0.3
尿 素	-	5.70	47.0	47.0
	+	7.59	250.0	250.0
硫 安	-	4.47	4.0	4.0
	+	6.83	2.5	2.5

種の反応も、土壤中で起らないとはいえないであろう。

以上のことを総合すると、わが国では酸性土壌が多いので、土壌中に亜硝酸が多量に集積することは、あまり問題となっていなかったのであるが、酸性矯正が進み、さらに窒素施与量が増大して来ており、また、土壌のpHを少くとも一時的に上昇させるような肥料が用いられる場合には、亜硝酸が一時的にかなり高濃度に集積する可能性があることを忘れてはならない。

特に、多量の肥料が条施される場合に問題がある。また、肥料施与時に土壌温度が低い場合には、長時間、亜硝酸の集積が持続するので注意すべきであろう。

#### 土壌における亜硝酸集積と作物生育

北海道の畑苗代において、いわゆる“ムレ苗”が重大問題とされていた時代があった。

各種の調査が進むに従って、床土のpHが5.0以上の場合にその発生が著しく、硫酸灌注によって土壌pHを低下させると、“ムレ苗”を治すことができることを西瀧氏が明かにした。

そして、炭カルルの施与や石灰窒素の使用等によって土壌pHが高まった場合に、亜硝酸が集積することが“ムレ苗”発生の原因であると推論されるに至った。

坂井氏らは、この亜硝酸の集積の機作について詳細な研究を進めたのであるが、その後、氏らによって“ムレ苗”の直接原因はピシウム属の糸状菌が根に寄生するためであることが明かにされた。

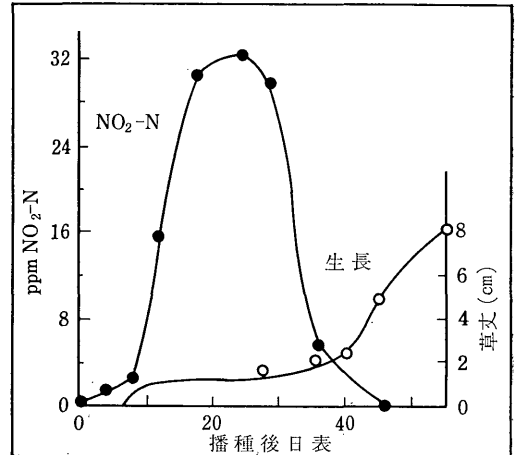
それで、pHが高い場合には、この糸状菌の発育が良好なために“ムレ苗”が発生し易いと考えられており、亜硝酸の集積そのものが、“ムレ苗”の原因であるとは、現在は考えられていないようである。

外国の文献によると、pHが7.7の土壌にレタスを生育させて、アムモニア態と硝酸態の窒素質肥料を比較したところ、アムモニア態の場合、黄化現象が起り、著しく生育が不良となることを認め、その原因として亜硝酸の土壌中における集積を挙げている例がある。

すなわち、アムモニア態を施与した場合の、播種後のレタスの生育経過および土壌中の亜硝酸濃

度の消長は、図のごとくであって、播種後、日を追って亜硝酸が集積し、これが高濃度の期間中はレタスは生育せず、40日後、亜硝酸が消失するに至って初めて生育を開始する。

レタスの生育と土壌中の亜硝酸濃度の関係  
(Paul等1965)



硝酸態肥料を使用した場合には、この亜硝酸の集積が見られず、発芽直後から生育が良好であった。これらのことから、亜硝酸の集積が、アムモニア態肥料で生育が不良であった原因であると結論しているのである。

カリフォルニアの弱アルカリ性土壌についての調査結果によると、40 ppm程度の亜硝酸態窒素が土壌中に集積し、これによって柑橘類の根が被害を受けるという報告もある。

先にも述べたように、亜硝酸は土壌pHが中性または弱アルカリ性において、集積する可能性があるが、その植物に対する毒性はpHが高い場合には小さいから、どの程度の濃度に集積があった場合に、実際害作用が発生するのかは、なかなか決めにくい点もあるようであるが、近年のように酸性矯正が進み、多量の窒素質肥料が使用されている条件下には、この問題が皆無であるとはいえないのではないかと、私は考えている。

以上述べて来たところから、土壌中に亜硝酸が集積すると作物の生育が不育となり、また或る程度作物体内に亜硝酸が集積する可能性があることは、否定できないということになる。

亜硝酸による生育阻害が、どの程度現実にかかる可能性があるかを見極めるためには、各種の調査が必要である。しかし、酸性矯正が過度に行な

われた土壌に対して、低温下に土壌pHを高めるような窒素質肥料が、多量に使用された場合に最もその可能性が高く、この種の組合せが起ることは当然考えられるので、注意しておく必要があると思う。

次に作物体内に亜硝酸が集積し、この集積が食品として問題を起す可能性があるか否かについて考えて見よう。

植物体内には多量の硝酸が集積し、そのために家畜に障害が起ることは、よく知られているところである。

これは、硝酸が胃中で微生物の作用により、亜硝酸に還元されるためである。各種の蔬菜にはかなりの硝酸が含まれており、その含有率は土壌中の硝酸濃度に強く影響を受ける。この硝酸は収穫後、時間が経過すると、ある程度亜硝酸に変化し、われわれが食べる蔬菜には多少の亜硝酸が含まれているようである。さらに漬物とした場合には、かなりの亜硝酸が生育する可能性もあるよう

である。

蔬菜類には、2,000~3,000 ppm の硝酸態窒素が含まれていることがあるのに対して、これまで報告されている例では、亜硝酸態窒素は数 ppm であるから、食品として亜硝酸が問題となるとすれば、生育している状態における亜硝酸よりも、むしろ、収穫後取扱中に、硝酸から生成してくる亜硝酸の方が、問題となる可能性が大きいのかも知れない。

しかし、第2表の稲の例では29 ppm という例がある。もちろん、このような極端な状態では生育が不良となるので、亜硝酸含有率よりもむしろ生育の方で問題が起るわけであるが、特殊条件下に亜硝酸を多量に含んだ蔬菜が生産されないとは限らない。

以上のことから、不必要なことかも知れないが、問題が起る前に、亜硝酸と作物生育のことを多少詳しく調べておくのも、良いことではないかと考えている。

皆様にはお元気で新年を迎えられたこととお察し致します。昨年は大変お世話になりました。どうか本年もよろしくご指導、ご支援下さるようお願い致します。

ことし'72年は、71年にまかれた“激動”の種子が花開く年だ一と、日本経済新聞社の論説委員山地進氏が云っておられますが、どうもそんなことになりそうな気がします。その意味で、ますますご活躍されることを祈念致します。

例により特集をお送り致します。お役に立てば幸甚です。

(K生)

本 社	東京都千代田区有楽町1-12-1 (日比谷三井ビル) TEL 03 (507) 2985
東京営業所	東京都千代田区有楽町1-12-1 (日比谷三井ビル) TEL 03 (507) 2980
名古屋営業所	名古屋市中区錦2-2-13 (センタービル) TEL 052 (231) 4521
大阪営業所	大阪市北区宗是町1 (大阪ビル) TEL 06 (441) 4852
福岡営業所	福岡市天神1-10-17 (西日本ビル) TEL 092 (78) 5161
東北出張所	仙台市東一番丁11 (東一番丁ビル) TEL 0222 (25) 2775
富士出張所	富士市鮫島2-1 (旭化成富士工場内) TEL 0545 (61) 1611
四国出張所	松山市一番丁1-14-10 (井手ビル) TEL 0899 (41) 8105
熊本出張所	熊本市辛島町9-6 (富国生命館) TEL 0963 (55) 3361
延岡出張所	延岡市旭町7-4319 (旭化成薬品工場内) TEL 09823 (3) 6111
鹿児島出張所	鹿児島市照国町14-19 (文旦堂ビル) TEL 0992 (22) 4011
富士肥料研究所	富士市鮫島2-1 (旭化成富士工場内) TEL 0545 (61) 1611



**チッソ旭肥料株式会社**