

農業と科学

昭和46年1月1日(毎月1日発行) 第171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

1971 特集号
1

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD



< 目 次 >

- 私どもの使命について..... (3)
 チッソ旭肥料株式会社
 常務取締役・技術開発部長 伊 藤 和 夫

- NO₃-Nの植物生理学的意義..... (4)
 北海道大学農学部教授・農学博士 田 中 明

- [特 集]
- ① 稚苗移植水稻に関する土壌肥料的問題点..... (8)
 農林省農事試験場 出 井 嘉 光

- ② 水稻稚苗の機械化移植と育苗技術..... (12)
 ~箱育苗における土壌肥料に関する問題点~
 東北農業試験場技術部長
 農 学 博 士 木 根 潤 旨 光

- ③ 稚苗移植水稻の育苗と施肥について (16)
 富山県農業試験場・機械化実験農場 久 津 那 浩 三

- ④ 稚苗移植水稻に関する問題点 (21)
 ~特に、東北における試験例について~
 秋田県農業試験場 田 口 喜 久 治

- タイ国の肥料技術の普及について..... (26)
 全購連名古屋支所技術主管 鈴 木 孝 平

- タバコの栽培とNO₃-Nの栄養について (30)
 日本専売公社・鹿児島たばこ試験場 山 下 貴

- みかんの微量要素..... (37)
 広島県農業試験場 渡 辺 登 志 彦

- あ と が き..... (40)

私どもの使命について

チッソ旭肥料株式会社

常務取締役・役技術開発部長

伊 藤 和 夫

謹んで新春のご祝詞を申し述べさせていただきます。

農業をとりまく環境が激動する中で迎えた今年は、われわれ関係者にとって、誠にきびしい年であると考えられます。

そもそも農業は、人類の食糧供給という大使命をもって、その創生以来、人類と共にあり、特に、わが国においては、“農は大本なり”と云われて来たものでありますが、社会環境、経済構造の変化につれて、近年ややそのおもむきを異にしてきた感もありますが、本来の大使命に変わりある筈はなく、しかも、天恵の太陽エネルギーを最大に利用する生産業である農業は、その手段、方法、形態において、近代化することはあっても、重要性と必要性においては、不変のものであるべきだと考えます。

私どもは、時代に応じた科学する農業に、少しでも役立ち得るよう、新形態、新効果を目的とした新肥料をはじめ、新しい農業資材の開発に努力を続ける所存であります。

なにとぞ今年も、読者諸賢のご指導とご協力を賜りたいと存じます。

ここに、昭和46年の新春を迎え、本誌特集号を発刊するに当り、いささか蕪辭をつらねご挨拶と致します。

NO₃-Nの植物生理学的意義

北海道大学農学部教授・農学博士

田 中 明

窒素質化学肥料としては、現在いろいろのものが使用されているが、その主体はアンモニア態〔NH₄-N〕、尿素態〔CO(NH₂)₂-N〕、硝酸態〔NO₃-N〕に大別される。

このように、いろいろの形態の窒素があるが、どの形態の窒素も、水田状態の土壌の場合は別として、畑土壌が良く管理されていると、速かにNO₃-Nに変化する。もちろん、窒素の肥効がゆっくりと出て来るように工夫してある肥料を用いた場合には、状況が違って来る。

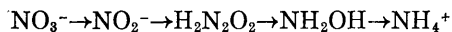
いずれにしても、畑状態では、窒素はNO₃-Nになって作物に吸収される割合が多く、施肥された窒素が、NO₃-Nに早く変る土壌で作物が良く生育するのであるから、NO₃-Nが、作物にとって良い窒素源であることは議論の余地がない。

上記のようにたとえNH₄-Nとして施肥しても、土壌が良い状態にあれば、土壌中の微生物の作用によってNO₃-Nに変化するのであるから、各形態の窒素肥料を、植物に対するNH₄-NとNO₃-Nの供給源と言う意味で、厳密に区別するのは困難である。

そこでここでは、このような土壌中における形態の変化は一応考えないで、NH₄-NやNO₃-Nがそのままの形態で吸収された場合、作物の側からみて、どんな差が考えられるかを記述して、NO₃-Nの意義を考えてみることにする。

NO₃-Nの植物による同化

NO₃-Nは、植物に吸収されると還元を受けて、NH₄-Nになってから、アミノ酸を経て蛋白質等の合成に関与し、作物の増産に関与する。この還元過程は次のように想像されている。



この一連の反応は、すべて還元過程でエネルギーを必要とする。この反応の中で、最初のNO₃⁻→NO₂⁻の反応は詳細に研究されており、硝酸還元酵

素が関与する。

この酵素は、モリブデンを含むフラボプロティンであるために、NO₃-Nが窒素源の時には、モリブデンが特に重要なわけである。

いずれにしても、NO₃-Nは還元を受けなければならないが、そのためにはエネルギーと水素が必要であり、これらは植物体内で、呼吸や光合成で生成するNADPH₂という物質に依っている。

そこで問題となるのは、NO₃-Nが窒素源の場合には、呼吸や光合成で生産されたNADPH₂の消費でNH₄-Nが生成するのであるから、NH₄-Nそのものとして吸収された場合に比べて、この分のNADPH₂だけが、損になるのではないかということである。

ところが実際には非常に良く出来ていて、NADPH₂によってNO₃-Nが還元される場合には、NADPH₂の持っているエネルギーの、少なくとも半量は、生理的に重要エネルギー供給源となるATPという物質として回収されるので、想像されるほどのエネルギーの損失はない。

さらに、NO₃-Nが還元されてNH₄-Nになった場合、このNH₄-Nと反応してアミノ酸を作る、もう一方の原料であるケト酸は、先きのNO₃-Nの還元に必要なNADPH₂の生成のための、呼吸の結果生成して来るので、NADPH₂生成のための呼吸は、NO₃-Nの還元に必要なエネルギーを供給しつつ、アミノ酸生成の原料を作るという意味で、非常に好都合な呼吸である。

言い換えると、アミノ酸生成のための二つの原料が、バランスのとれた量だけ生成されるわけである。

さらに、呼吸や光合成で生産されるNADPH₂は、NO₃-Nの存在によって速かに消費されて、その蓄積が起らないので、NO₃-Nが吸収されている場合には、呼吸や光合成が順調に進行する。

また NO_3^- は、光が当たっている時は、水の分解によって生じる水素の受容体として、また光のない時には、呼吸に必要な O_2 の代りとして、各種代謝によって生成する水素の受容体として、両面的な働きをする。

このように見てくると、 NO_3^- -Nは、 NH_4^- -Nになるまでにエネルギーを必要とするから、不利な窒素源ではないかと考えられるが、事実とは全く逆であるということになる。

NH_4^- -Nは植物に吸収されると、根でアミノ酸になって、アミノ酸として地上部に向う。そして NH_4^- -Nは、健全な植物体内にはほとんど含まれておらず、これが微量でも蓄積すると有毒で、光合成作用等のいちじるしい低下が起る。

一方、 NO_3^- -Nが吸収されると、根においては変化を受けず、そのままの形で地上部に移動する。

そして地上部で還元されるが、吸収速度と還元される速度のバランスで、場合によってはかなり高濃度で植物体内、特に茎や葉柄等の緑色でない部分に蓄積し、数パーセントにも達することがあるが、 NO_3^- -Nは植物には無害である。

それ故、 NO_3^- -Nは窒素の貯蔵形態で、条件が悪ければ NO_3^- -Nとして蓄積され、条件が改善されると、利用されて蛋白質になって行くのである。

このように NO_3^- -Nは、一時的な窒素の貯蔵形態でもあって、有利な窒素源であるが、その原因の一つとして、硝酸還元酵素がいわゆる誘導酵素である点を挙げることができる。

培地中に硝酸がなかったり、光が当たっていない場合には、植物はこの酵素作用力を示さない。そして、光の当たっている状態で硝酸が供給されて、初めて、その作用力が現われて来、その作用力は光の強弱や、硝酸の供給状態によって強くなったり、弱くなったりする。

このことは、植物にとって非常に有利な性質である。たとえば、 NH_4^- -Nが窒素源の場合には、吸収された NH_4^- -Nは条件がどうであっても、植物体に貯蔵されている糖を消費してアミノ酸になり、蛋白質になって葉面積が大きくなってしまふ。

ところが植物の生育にとっては、与えられた光の強さに対応した最適の葉面積があるので、 NH_4^- -Nが窒素源の場合には、最適葉面積を上廻り、

いわゆる過繁茂の状態になってしまうことがしばしばある。

ところが、 NO_3^- -Nが窒素源の場合には、与えられた光の強さに対応した量だけが、還元されて NH_4^- -Nになるから、その強さに対応しただけの葉面積が作られて、過繁茂になる可能性が少ないのである。

NH_4^- -Nが窒素源である水稻では、多量の施肥により、高収量を目標としている場合には、この過繁茂が非常に重要な問題となるのであるが、多くの畑作物では NO_3^- -Nが窒素源であるために、過繁茂が重要な問題になる可能性が少ないと言われている。

通常の植物は、排水の良い土壌で生育するのが普通で、この状態に適応している。この状態では、土壌中の植物が吸収する窒素の主体は NO_3^- -Nであるから、一般に植物は、 NO_3^- -Nで調子良く生育する様にできていると考えるのが自然であって、事実、上記のように植物は、 NO_3^- -Nを上手に利用する性質を持っているのである。

NO_3^- -Nと植物の生育

植物の主要窒素源は、 NO_3^- -Nと NH_4^- -Nである。この両者の間に、優劣があるか否かを知るために、これまでに多くの研究がなされて来た。そして、最終的な結論には到達していないが、多数の知見が得られている。

植物はこの両者のうち、どちらを好んで吸収するかと言うと、通常の作物では、生育の初期は NH_4^- -Nを NO_3^- -Nよりもより多く吸収し、生育後期には、この逆になると言うことが古くから知られている。

植物にはいろいろの器管があるが、それぞれの器管の発育に対して、両者は多少違った反応を示し、たとえば根の発育は、 NO_3^- -Nの場合には NH_4^- -Nの場合より遙かに良好である。水稻では、稈の発育には NO_3^- -Nの方が良く、分けつに対しては、 NH_4^- -Nの方が良い傾向が認められる。

これらのことを総合すると、水稻では、生育初期の分けつが盛んな時には NH_4^- -Nが、生育後期の伸長期以後は、 NO_3^- -Nがより良いのではないかと想像される。

いずれにしても、このような差が認められるのは、窒素がある程度以上の濃度で供給された時で

あって、窒素濃度が低い場合には差が全く認められず、ある程度の濃度の場合には、条件によって優劣が決って来るが、さらに高濃度となると、どんな条件においても $\text{NO}_3\text{-N}$ の方が優れているという状態になる。

このように、高濃度で窒素が供給された場合には $\text{NO}_3\text{-N}$ の方が良い原因は、先に述べた体内における $\text{NH}_4\text{-N}$ の有毒性と、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の貯蔵で説明することができるわけで、実際、作物栽培における窒素の多量施肥の場合には、 $\text{NO}_3\text{-N}$ として培地中にあった方が、 $\text{NH}_4\text{-N}$ としてあった場合より安全なことは疑問の余地がない。

窒素の多量施与の場合、 $\text{NO}_3\text{-N}$ で吸収されれば、過剰部分は $\text{NO}_3\text{-N}$ のまま植物体内に蓄積されて、植物に対しては有害に働かないのであるが、ここで注意しなければならないことは、この蓄積が、動物に対しては問題となることがあるということである。

たとえば牧草の場合、多量に $\text{NO}_3\text{-N}$ を含む牧草を家畜が摂取すると、腸内で $\text{NO}_2\text{-N}$ に還元され、これが吸収されて血液中に入ると、ヘモグロビンと結合して、その作用を阻害する。

それ故、窒素の多量施与の場合、 $\text{NO}_3\text{-N}$ については、作物の生育と言う面からのみでなく、この作物を、食糧や飼料として使用した場合の問題まで、考えて行く必要が出て来るわけである。

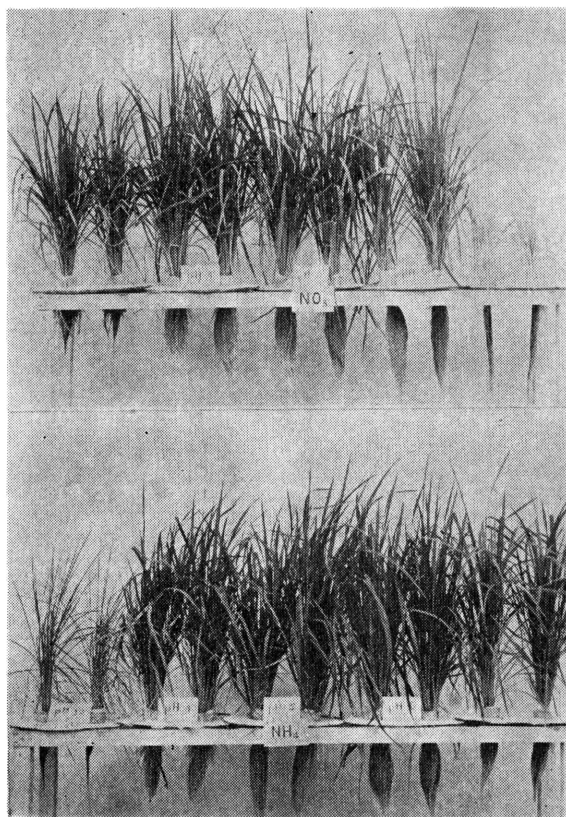
作物の最適pHと窒素の形態

作物には、それぞれの品種に特有な最適pHがあるといわれている。しかし、少し詳しく研究して行くと、教科書に書いてあるように割り切ってしまうことは、なかなかできない。

一例として、水稻を水耕培養して、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ を窒素源としたものを作り、pHを3.5, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0の5段階に分けて生育させると、写真でわかるように、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合はpH4で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の場合にはpH6で生育が一番良かった。

この最適pHは、培養液の組成等によっても変化するもので、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合はpH4が最適であるといった、単純な結論を出すわけには行かない。しかし、少なくとも傾向としては、培地のpHが低い場合は $\text{NO}_3\text{-N}$ の方が、高い場合は $\text{NH}_4\text{-N}$ の方が有利な窒素源であるということができる。

$\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ が窒素源の場合の水稻のpH反応性の比較



なぜこのような相違が生じるかと言うと、 $\text{NO}_3\text{-N}$ はアニオンであり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ はカチオンであるという点に、その原因を求めることができるのかも知れない。

たとえば、硝酸カルシウムは生理的アルカリ性肥料であり、作物による窒素の吸収によって培地のpHは上昇し、硫酸は生理的酸性肥料で、培地のpHが低下する方向をたどるから、培地が酸性の場合は、硫酸に比べて硝酸カルシウムの方が有利であり、一方、土壤がアルカリ性の場合には逆のことが言えることになる。

しかし、このような単純な考え方からのみでは、必ずしも事実を説明することはできない。というのは、先きに示した水稻の実験は、培地のpHが、設定したpHから変動しないように、最長の注意をしつつ実施したのであるが、写真に示すような結果になったからである。

そこで、培地のpH変化以外の原因を考えてみると、他のイオン吸収に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の働き掛けの違いを挙げるができる。

作物が養分を吸収するに当って、ある養分の吸収が、培地中における他の養分の状態によって変化することは周知の所である。とすると、窒素が $\text{NO}_3\text{-N}$ が $\text{NH}_4\text{-N}$ として供給された場合には、他の養分の吸収が違って来ることは、当然予測される所である。そして、pHが養分吸収に与える影響と相まって、上記の結果を起すのかも知れない。

窒素源の形態が、養分吸収に及ぼす影響としては、たとえば煙草やビートは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ のみでは非常に生育が悪く、どうしても $\text{NO}_3\text{-N}$ を供給してやらなければ、健全に生育しない。そして、その原因の一つとしては、 $\text{NH}_4\text{-N}$ がカリの吸収を極端に阻害し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が与えられなければ、カリの順調な吸収は行なわれず、カリ欠乏になってしまうということが挙げられる。

この場合カリのみでなく、カルシウムやマグネシウムの吸収も、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の時に比べ $\text{NO}_3\text{-N}$

の 때가遙かに良好である。

この点は目下のところ、あまり関心を集めていないが、牧草に多量の窒素肥料が使用されるようになると、窒素の両形態間で、牧草のカルシウムやマグネシウム含有率に、大きな差が生じて来る可能性があるので、家畜の栄養の面から注意しておく必要があるかも知れない。

さらに、マンガンの吸収も $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合には盛であるが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の時にはこれが抑えられる。

水田土壌中では $\text{NH}_4\text{-N}$ が、畑状態では $\text{NO}_3\text{-N}$ が、土壌中における主要な窒素の形態であるが、陸稲が水稲に比べて生育が悪いのは、陸稲の場合マンガンが吸収され過ぎて、マンガン過剰症になるからだと言っている人が（アメリカなどでは）いるが、この考え方は多少行き過ぎではないかと私は考えている。

以上、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の生理学的意義を、 $\text{NH}_4\text{-N}$ との比較で述べたが、実際の施肥と関連してもう一度注意しておきたいことは、畑土壌が良く管理されていると、どんな肥料を施与しても、結局は $\text{NO}_3\text{-N}$ が主体になるということである。

【特 集】

稚苗移植水稻に関する

土 壤 肥 料 学 的 問 題 点

農林省農事試験場

出 井 嘉 光

わが国の水稻作の改善の主方向は、反当収量の増大よりも、稲作の所要労力を軽減し、労働生産性を飛躍的に向上させることにある。

そのためには、手労働にたよっていた作業を機械におきかえることと、機械が自由にかつ能率よく作業できる大型水田を造ること、すなわち土地基盤の整備が必要となる。

多肥多労といわれてきたわが国の稲作も、この十数年間の省力技術の開発によって、労働生産性に著しい進歩がみられた。戦後十年ぐらゐは、10a当り200時間の稲作労働時間を要していたのであるが、最近では140時間を割るようになっていく。これは、主として小型耕耘機や脱穀機の普及と、除草剤の開発が進んだためである。

水稻作の作業において、今後もっとも改善せねばならないのは、田植と稲刈りとその後の調製である。

幸いなことに、稲刈りについてはバインダーや小型コンバインが開発され、解決の見通しがついてきたが、田植については、稚苗移植栽培法がようやく緒についた段階である。これを成功させるためには、機種を選定をはじめとして、いろいろの問題があるが、ここでは、土壤肥料的な問題点について述べることにする。

1. 苗箱土壌と施肥

田植の機械化の主流は稚苗（土付苗）移植となっている。

稚苗育苗は苗箱（巾30cm、長さ60cm、深さ3cm）に播種し、電熱育苗器か、ビニールハウスにそれを入れて行なうものである。

育苗期間は15～20日間、草丈は10～15cm、苗令（不完全葉を除いた本葉枚数）は2～3葉という小苗を育て、これを田植機で植付ける。この稚苗の特徴は、根の土を洗い落さないで植えることにある。

このため苗取りの際にみられる断根や根の傷みが少なく、活着がはやい。したがって分けつが早く、また盛んで、普通の熟苗とは異なった生育相をたどるので、それに適した肥培法をとれば、省力はもとより、増収に結びつく新栽培法となる。

(1) 苗箱土壌

一般に育苗箱1箱当り約4ℓの床土が必要である。10a当り15箱いるので、床土は約60ℓ、120kgを要することとなる。1ha当りにすると1200kgとなり、育苗規模が大きくなるほど、床土の準備には頭を痛めるようになる。

苗箱土壌の性質と苗立率の関係を第1表に示したが、土壌中の空気含量が少ない場合には、籾の腐敗や新根の伸長が悪くなって苗立率は低下する。

他方、土壌の空気量が過大になると、水分量の減少をとめない。早ばつに穢り易くなり、苗の生長ひいては乾物重は小さくなるようである。それ故、床土の性質としては、通気性と保水性のよい土壌を選ばねばならない。

第1表 苗箱土壌の性質と苗質

試験区	土壌三相の割合 (%)			苗立率 (%)	苗(地上部)乾物重 (g/100本)
	空 気	水	土 壤		
1	37	41	22	78	0.88
2	19	53	27	80	0.98
3	14	53	33	76	1.06
4	4	57	39	47	1.08

このような性質をもった土壌としては、壤土あるいは植壤土であり、しかも有機質肥料をよく施用して団粒構造が発達したものがよい。団粒化の点からみると、水田よりも畑の土が良好である。砂質や粘土質の土壌はさけた方がよい。火山灰に由来する黒ボクは、通気性や保水性の面からすぐれた床土と云えるが、苗ひもの強度に難点がある。

水田や畑から床土をとる場合には、早春によく

乾燥して、土壤水分が15%前後になった時期を狙って、ロータリ耕で耕うん、砕土を行なったものを用いるとよい。この土を3~5ミリ目の篩を通したものを、床土として使用する。

床土の酸性の大小は、苗の生育とくにムレ苗の発生に大きい影響がある。北海道では、床土の酸性度はpH4.5が最適であるとされており、東北や関東ではpH5~5.5のものが理想的であるとされている。

このような酸性は、一般の作物では強酸性に過ぎて害が出るほどであるが、稚苗育苗では、ムレ苗発生を防ぐ上から望ましい状態となる。

かかる観点から、床土としては、中性のものよりも酸性になっているものが適している。そしてムレ苗を積極的に予防するうえから、1箱当り硫酸黄華を3~5g施用することも方法である。

床土が充分に入手でき難いところでは、籾がらくん炭を、容積比で床土と半々に混合したものを使用しても差支えない。

稚苗の機械植えて、欠株を少なくするうえから、苗ひもを強くして、切れないようにすることが重要である。このためには前述のような土壌を用い、根の伸長をはかり、根がよくからみ合っていることが肝要となる。また苗ひもの強度を高めるために、補強テープを利用することも必要となる。

(2) 育苗のための施肥法

苗箱における施肥の問題点としては、混ぜムラができて肥料が一部のところに集まると、肥料の濃度障害(肥え焼け)が起り、根の発育が悪く、苗の立枯れや苗ひもが切れ易くなる原因となる。さらに、肥料は土壌を酸性化する性質のもの、すなわち酸性肥料が望ましい。

したがって苗箱に用いる肥料としては、窒素は硫酸、リン酸は過リン酸で、加里は塩加で施用する。その量は1箱当り硫酸6g、過リン酸6g、塩加3gとし、それを予じめ床土とよく混合しておき、それを苗箱につめる。

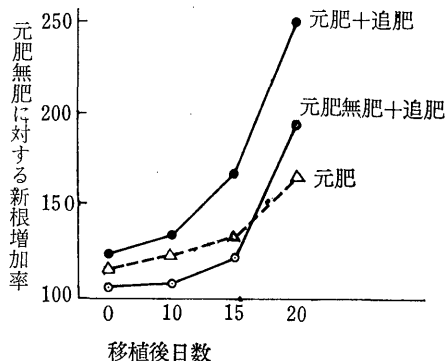
これ以上の施用は濃度障害を起す危険があるので、注意せねばならない。粒状の化成肥料の施用も、肥えむらの原因となり易いので、単肥の混合方式がよいであろう。

苗箱での播種密度は非常に高いので、田植前1

週間(播種後2週間前後)になると葉色があせてくる。この時期に、1箱当り10gの硫酸を約200ccの水にとかしたものを追肥する。その直後に水を200ccほど灌水して、苗の葉に付着した硫酸を洗い落してやる。この時期の追肥は、硫酸の代りに硝酸を施すと効果的であるといわれている。

育苗の施肥法と移植後の新根発生状況の関係は、第1図のとおりであるが、追肥の効果が大きいことがよく示されている。

第1図 苗箱の施肥法と移植後の新根発生



2. 耕うん整地法

稚苗移植機の作業能率や作業精度は、本田の土壌条件によって大きく影響される。この土壌条件としては耕盤の凹凸、田面の不均一性および田面の硬さである。

耕盤に凹凸があると、車輪先行型の田植機を用いる場合に、田植機を不安定にし、移植される深さが著しく変動し、浮き苗や転び苗を生ぜしめ、欠株を多くする原因となる。

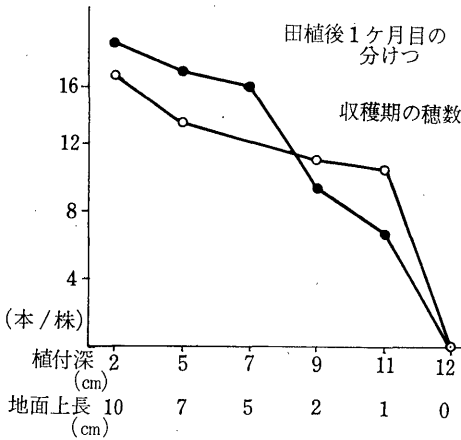
フロート型の田植機は、耕盤の起伏にともなうこのような障害は少ない利点をもっている。

耕盤の凹凸はロータリー耕で、やや浅く耕やすことによって軽減することができる。

田面に高低があり、不均一になっていると、田面水深が著しく相違するようになる。水深が大となると、浮き苗や転び苗の発生率が高くなる。

一方、水深が浅くなると埋没苗が多くなり、田植機の作業精度を低下される。適正水深は2cmであるとされており、また、稚苗の移植の深さ2~3cmが最適とされているが、その許容限度は第2図に示すように、地上部に出ている長さが5cmまでとされている。

第2図 稚苗の植付深と分けつ、穂数の関係



代かきは、慣行移植に比べてややいいに行かない、田面を均平にすることが肝要である。しかし、代かきを過度に行なうと、土が非常に軟かくなり、苗が埋没するようになるので、土の硬度について注目せねばならない。土の硬さは、120gの円錐のおもりを1mの高さから落して田面に入った深さで測定されている。

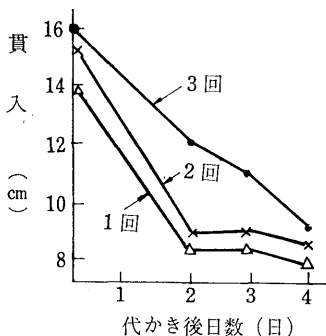
田面の硬さと機械植の適否の関係は、第2表に示されているように、12前後のものが適当である。田面の硬さは代かき回数により異なり、また代かき後の経過時間が長くなるほど、硬くなっていく(第3図)。

第2表 田面の硬さと田植の適否

土壌の種類	田面の硬さ				
	硬い	や、適当	最 適	や、適当	軟かい
軽しよう土	10以下	10~12	13cm	14~15cm	16以上cm
植 壤 土	7以下	10~8	12	—	—

粘土質の水田では、代か後の土の固まりかたがおおそく、一方、砂質の水田では早やい。それ故、

第3図 代かき回数と土の硬さ



土壌の性質に応じて、代かき後何日目に田植す

るかを決めることとなる。

3. 施肥法

稚苗移植の水稲は、成苗移植のものにくらべて、本田生育期間が10日前後長くなる。稚苗は活着がよいために、初期分けつが極めて盛んであり、これが穂数増ひいては収量増加に結びつく可能性もあるが、一方、過繁茂となり、秋落的傾向を示す場合もみられる。したがって、稚苗機械植水稲の収量を高めるには、肥料の施用法、とくに窒素肥料の施こし方が重要となる。

第3表は稚苗植と成苗の普通移植に対する、窒素の施用法の効果を示したものである。この試験は稚苗、成苗ともに播種期を同一にし、稚苗は6月4日、成苗は6月18日に田植したものである。

稚苗栽培では本田期間が長いために、元肥に施用した窒素肥料は溶脱や脱窒による損失が大きい。一方、稚苗植水稲は初期分けつが盛んであるので、それに応じて養分の吸収も早く、かつ多くなりがちである。

このため、幼穂形成期の前における葉色のあせ方がはげしくなる場合が多い。この傾向は暖地水田においてとくに著しい。というのは、暖地水田では、地力窒素の有効化時期が水稲生育の初期に偏り、中~後期には著しく少ないためである。

この対策として、基肥の増施と中間肥(つなぎ肥)の施用がある。この試験の成績では、基肥の増施よりも中間肥施用の効果が大きであった。

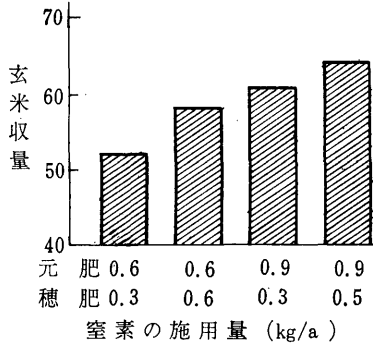
基肥の増施は分けつの発生を助長し、過剰分けつとなる傾向がみられる。ただ、中間肥は稲の姿を悪くする時期に当たっているため、その施用量は10a当り2kgが限度である。寒冷地水田では、中間肥の施用よりも基肥増施がよいであろう。

稚苗植水稲は必ず穂数が多くなるので、後期栄養の充実をはかることが肝要である。穂肥の増施は効果的であり、また実肥によって増収となる

第3表 稚苗および普通移植水稲の施肥効果

	玄米量		わら重		穂数	
	稚苗植	普通植	稚苗植	普通植	稚苗植	普通植
増(施)減(収)肥による率						
元肥	104	101	112	107	111	103
中間肥	106	101	114	108	104	103
穂肥	103	106	99	104	107	114
実肥	98	102	104	106	100	99
平均生育収量	48.9kg	51.9kg	59.8kg	60.8kg	382本	339本

第4図 窒素肥料の施用法と稚苗移植水稻の収量



水田も多いであろう。第4図は水稻の多収地帯である長野県においての試験例であるが、元肥の増

施および穂肥の増量によって、収量が著しく増えていることがわかる。

稚苗移植水稻に対しては、緩効性窒素肥料の施用が有効である。緩効性窒素は普通化成に比べて、分けつ期での肥効は劣っているが、有効分けつ終期ごろから、その特徴を発揮し、葉色のあせ方も非常に軽く、中間肥を必要としない生育状態を示すようになる。

初期生育を若干おさえ、中期の栄養状態を良好に維持する上から、緩効性窒素肥料は稚苗移植水稻には適合した肥料であると考えられる。

〔特 集〕

水稻稚苗の機械化移植と育苗技術

～箱育苗における土壤肥料に関する問題点～

東北農業試験場・技術部長
農学博士

木根洵旨光

稚苗の機械化移植栽培の生産性を高めるためには、育苗技術の合理化が極めて重要な条件となる。それは苗質の良否が、移植後の初期生育および移植の精度にも大きく影響し、それが収量の安定向上の要因となるためである。

この条件は苗質のみではなく、移植機の移植機構にも大きく影響され、種子、根部土壤の離脱、根の切損、腰折れなどを発生しやすい移植機構であれば、苗質とは違った機種適性上の問題として重要である。

次に、育苗土壤を準備するためには土性を選ぶほか、乾燥、碎土、土筋いなど多労働を必要とし、大量育苗上の阻害条件となるので、人工培地による育苗技術を開発することが必要である。

本稿では、主として育苗培地による育苗技術と苗素質との問題について検討することとした。

(イ) 箱育苗における苗生育

育苗箱の播種量は、移植時における欠株防止のためにも、密播が条件となっている。そのため苗の生育が進むにしたがって、繁茂量が大きくなり苗質を劣化しやすい。

2.5葉期苗は、移植後の活着を安定するために必要とする、種子養分の最少の残存量であり、また過繁茂状態の箱育苗において、苗質の劣化を防止するためにも必要な条件である。

箱育苗は、培地量が苗立毛数に比較して少ないために、苗生育が増加すると養分不足となり、生育量の増加は渋滞するようになるのを第1図に示した。

しかし、窒素の追肥を行っても苗丈の増加は顕著でなく、それは3葉以後の抽出、展開の速度が著しくおくれるためである。

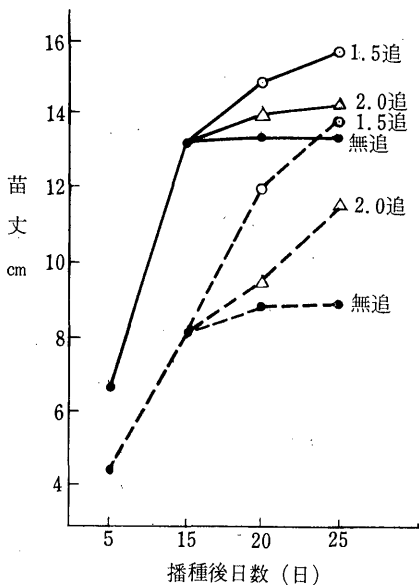
この現象は、過繁茂によって光合成作用が弱くなり、蓄積栄養が少なくなるためと考えられる。過繁茂を防止するためには、苗第2葉の葉身長を短小化することが必要となるので、苗素質良化のためには、施肥法が重要な条件となる。

(ロ) 施肥法と苗素質

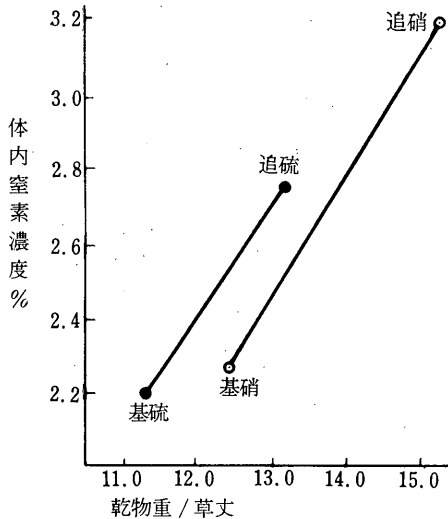
窒素の種類では、第2図に示すように硝酸態の窒素が苗質良化に好影響を与え、さらに移植後の発根量も大きくするようである。第3図は育苗箱当たり基肥磷酸2.0g 施用を標準とし、移植5日後の結果であるが、新根発生数の増加に及ぼす磷酸の作用は、成苗ほど著しくないとしても、稚苗においても磷酸増量の効果が認められる。したがって稚苗活着の安定性からも、基肥磷酸の施用は重要な条件と考えられる。

稚苗の育苗過程は温度、光に対する苗生育の反応から出芽期、緑化期、硬化期の3時期に区分されるのが一般的である。

出芽期は施肥に対する反応は大きくないが、緑



第1図 窒素追肥と苗生育 (東北農試シモキタ) 火山灰土壤



第2図 窒素濃度と苗素質(東北農試ヨネシロ 中性火山灰)

化期は苗丈の伸長に、硬化期は苗の素質に大きく影響する時期で、施肥に対する反応も大きい過程である。

苗の葉数からみれば、緑化期は1・0葉の抽出から展開にあたり、とくに育苗日数を短縮する場合には昼温30~35°C、夜温は20~25°Cが苗の伸長をよくする。硬化期は昼温25~35°Cで夜温を15°C前後とし、とくに夜温の低い状態で、温度の昼夜温較差を大きくするのが効果がある。

このような過程で生育する稚苗に対する、窒素の施肥法が苗質に及ぼす影響を第1表に示した。

苗の素質は移植時のみでなく、活着の良否にも作用する性質として、移植後における初期生育量の増加も、併せて検討することが必要である。

この結果によると基肥全量、緑化期全量、硬化期全量の施肥条件に対して、基肥および緑化期に半量づつを施用した条件が、移植時苗の草丈、葉数、地上部乾物重を増加し、乾物重/草丈比も大きく、苗は量質ともに良好である

さらに移植後の地上部、地下部乾物重がともに重く、活着が良好であったことが推定される
この場合の窒素総量は箱当たり4.0gであるが、土壤条件、温度、土壤水分などによって違いがみられるとしても、各地で行なわれた試験の結果は同傾向である。

第1表 施肥法と苗生育 (中国農試、中生新4本)

基 肥 N, P, K	緑化期 N, P, K	硬化期 N, P, K	移 植 時				移植14日後m ² 当り	
			草 丈	葉 数	地上乾物	地下乾物	地上乾物	地下乾物
1.5 2.2	1.1 2.2		11.1 ^{cm}	2.0	0.24g	0.09g	6.9g	2.4g
			14.8	2.0	0.26	0.07	7.1	1.3
	1.1 2.2		11.7	2.0	0.21	0.03	4.7	1.5
			13.8	2.1	0.22	0.08	7.8	2.9
0.1 0.2	1.0 2.0		10.8	2.0	0.23	0.05	5.6	2.7
			14.3	2.2	0.26	0.07	9.1	3.1
0.1 0.2		1.0 2.0	12.2	2.1	0.20	0.03	5.1	1.6
			12.4	2.2	0.23	0.07	5.6	2.4

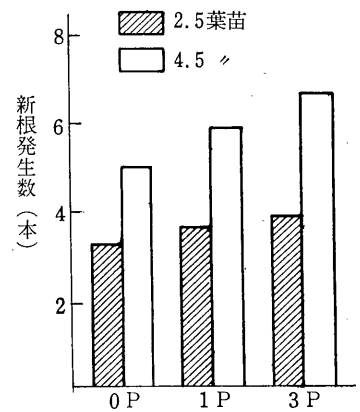
したがって、箱育苗の稚苗に対する窒素施肥法としては、基肥、緑化期の区分施肥が合理的であると考えられる。

窒素全量施用の場合は緑化期がよく、基肥全量は過繁茂となるおそれが大きい。また硬化期全量は施肥効果の発現が、苗の生育上からはおけている。

(ハ) 土性と苗生育

土壤酸度5.0~5.5が苗の生育を良化し、さらに立枯れ病の発生を軽減する。苗の生育は第2表に示すように、土性によっても違いがみられる。

すなわち草丈は砂質砂壤土の伸びがよく、地下部の発育は植壤土がよい。とくに機械移植では地下部の発育が悪いと、苗紐育苗では紐の連続不良、散播育苗では根部土壤の離脱と根の損傷が現われやすくなり、欠株の発生や活着不良の原因となりやすい。



第3図 培地の磷酸施用と苗素質(東北農試植壤土トワダ)

一般に土性としては、植壤土が好適するが、砂土や砂壤土、黒ボクにはベントナイトを3%程度混入するとか、重粘土壤には籾殻燻炭を1/2~1/3混入することも、育苗土壤の改良効果がある。

一般に土性としては、植壤土が好適するが、砂土や砂壤土、黒ボクにはベントナイトを3%程度混入するとか、重粘土壤には籾殻燻炭を1/2~1/3混入することも、育苗土壤の改良効果がある。

(二) 育苗における水管理

箱育苗においても一般的な育苗と同様に、畑苗

第2表 培地の種類と苗生育 (鹿児島農試)

培地の種類	草 丈 cm	乾物重100本当りg		苗 紐 抗張力g
		地上部	地下部	
砂 土	13.3	0.78	0.18	139
シ ラ ス	11.1	0.75	0.17	—
砂 壤 土	13.6	0.75	0.18	324
黒 ボ ク	12.3	0.84	0.16	228
植 壤 土	12.7	0.77	0.22	333

代状態の土壤水分条件が草丈を短小化し、乾物率を高め、さらに移植後の地上、地下部乾物重を増加し、発根を良好にして活着を良化することを第3表に示した。

しかしこの土壤水分管理は、箱育苗ではとくに灌水を多労化し、省力化が望まれている。また土壤水分は乾土対20%以上なら、苗の生体重に変化なく、苗乾物率20%以上になると、萎凋現象が現われる。永久萎凋に達するのは土壤水分が乾土対15%以下、苗の乾物率30%以上で、この段階では灌水しても回復しないようである。

第3表 水管理と苗生育

(秋田農試 レイメイ)

区 別	移 植 時		地上部 乾物率	灌 水		移植14日後 50体		
	草丈 cm	葉数		量	回数	発根率	地上乾物重	地下乾物重
ビニール畑苗代埋没	9.5 ^{cm}	2.0	22.1%	2700 ^{cc}	7	37.0%	4.00 ^g	0.57 ^g
“ 折衷苗代浸漬	13.0	2.0	19.9	0	0	33.6	3.50	0.48
プ ール 浸 漬	11.2	2.0	19.0	0	0	28.1	2.75	0.38

に矯正し、1200~1600倍稀釈濃度で生育が良好である

しかし一般にはウレタン培地の苗生育は草丈が短く葉色が淡いといわ

したがって、畑状態の箱育苗の水管理は難かしい技術となり、折衷苗代、プール浸漬の手法も止

むをえない水管理であるが、土壤が常時湿潤状態になることは、極力避けるようにする必要がある
(木) 培地の代替物質利用と苗生育

土壤の代替物質として、籾殻燻炭の利用はすでに実用性が実証されている。しかしさらに培地の準備、箱の充填などの労力を省力化するために、成形人工培地の開発に期待されるものが大きい。

人工培地としては、苗の期待成育を、計画的に調節することが可能であるものが望ましく、そのためにはむしろ、培地の肥料混入は絶対条件とはならないと考えられる。人工培地による育苗の例を第4表に示した。

培地は気泡が連続構造をもった軟質ウレタンである。保水力は高くないために、培地の底部を約4.0mm程度灌水状態としたプール浸漬で育苗を行った。また土壤は全く使用せず、覆土も水に溶けやすい紙製品で代替えた。この結果によると、育苗は土壤を全く使用しないでも可能であることを示している。また市販液肥の酸度を5.0~5.5程度

れているが、この液肥に木村氏水耕液標準濃度の7倍量相当の鉄を、クエン酸鉄で加えることによ

第4表 液肥濃度および鉄加用と生育 (軟質ウレタン) 東北農試レイメイ

	稀 積 倍 液	発芽率 %	成苗率 %	乾物重mg/100体		苗 丈 cm	苗 令	鞘高長 cm		葉身長 cm		根 数
				地上部	地下部			第1	第2	第1	第2	
液 肥 (N:P:K 1:1:1)	600	87.5	67.5	652	174	11.6	2.5	3.2	5.2	1.5	5.2	8.8
	800	67.5	57.5	643	170	10.5	2.4	3.3	4.9	1.3	5.0	8.0
	1200	95.0	82.5	986	231	16.9	2.2	3.6	9.1	1.5	7.9	8.3
	1600	70.0	52.5	1000	260	17.1	2.1	3.3	9.2	1.4	7.8	7.9
	3200	80.0	70.0	442	288	17.8	2.0	3.8	8.3	1.4	9.3	6.8
	水	85.0	65.0	477	254	9.2	1.9	2.8	2.5	1.0	4.9	5.9
全上鉄加用	600	85.0	70.0	839	225	17.7	2.5	3.6	9.9	1.2	6.6	7.1
	800	90.0	77.5	1017	177	18.5	2.3	4.0	9.6	1.6	8.5	7.0
	1200	87.5	75.0	968	275	16.8	2.1	3.8	9.3	1.4	8.1	8.8
	1600	80.0	65.0	1044	300	19.3	2.0	4.6	9.3	1.5	9.8	8.8
	3200	82.5	57.5	871	286	19.1	2.0	4.8	9.2	1.4	10.0	7.5
	水	85.0	67.5	574	279	11.1	2.0	3.1	4.0	1.1	5.0	6.6
土壤	—	95.0	76.3	888	280	19.3	2.0	4.5	10.3	1.0	9.0	6.2

って草丈の伸長もよく、葉色も濃緑化し、液肥の濃度および酸度に対する生育許容幅も、拡大できるようである。さらにその生育は土壌培地の場合よりも、むしろ優れた生育がみられるようである。

施肥時期は苗第1葉抽出始を第1回施用期とし第2回は第2葉の抽出始期とすれば、活着も極めて良好である。この結果は育苗技術として土壌、育苗箱の排除による育苗経費の著しい節減と、プール浸漬法による水管理技術の規格化を指向するもので、稚苗の機械化移植技術の生産性向上のために、新しい道を展開したものであろうと考えられる。

(へ) 種子の磷酸吸収と苗素質

稚苗において、基肥磷酸の施用が、発根力を強化する作用のあることは前記した。種子中の磷酸含量をさらに高濃度化することによって、稚苗の育苗における磷酸の作用を検討した結果が第5表である。

第5表 育苗における化学物質の利用 (東北農試 レイメイ)

処 理	出芽～5日		出芽～9日		2 葉 期		3 葉期全量 mg/100本			種子 乾物	乾物/ 草丈	苗基部TTC 還元力 mg/g/hr	発根数
	草丈	葉数	草丈	葉数	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	澱粉+全糖				
無 処 理	9.0cm	1.6	12.6cm	1.9	5.04%	1.18%	70.5	12.38	157.4	0.65g	0.0683	21.8×10 ⁻³	1.8
トリポリ磷酸	12.5	1.8	15.0	2.0	5.52	1.81	78.5	16.12	174.2	0.58	0.0754	23.6×10 ⁻³	3.1

滲透性の強いトリポリ磷酸ソーダー2.5%液に播種前3日間、飽水糶を浸漬した後に火山灰土壌で育苗した。処理種子の出芽は無処理に比較して速く、苗第1葉の抽出も2～3日促進した。また処理によって草丈の伸長もよく、2.0葉期における苗の窒素、磷酸濃度も高い。さらに3.0葉期においても同様の傾向であり、炭水化物の含量も多い。

苗の生育増にともなう繁茂量の増加は、乾物生産を渋滞し、また苗根元の活力を弱体化するようになるが、トリポリ磷酸処理の種子は、むしろ強

化または劣化防止の効果を示している。

処理により発根数も明らかに増加するなど、苗生育量にともなう繁茂量の増加においても、苗素質の劣化防止作用が明らかである。

注意されることは、処理によって種子胚乳の減量が大きくなることである。これは苗の生長を促進するように種子活性が高まり、その結果として生長の促進が、また胚乳消費量を多くするなどの相互的な作用と考えられる。

しかし胚乳の減量程度に比較して苗乾物重の増加が大きくなり、結果的には胚乳による苗乾物生産力以上に、トリポリ磷酸による苗乾物生産力が高められたことを示すことになる。

したがって、処理によって種子の体質が変化したともみることができる。また生長の促進は苗の離乳期を早めることによって、人為的な手段によって、より良質化の技術を開発することを可能にしている。生育の促進はまた育苗期間を短縮し、育苗施設利用を効率化するものである。このよう

に苗の離乳期を変動させることは、機械化移植苗の適応幅を拡大するものと考えられる。

以上、機械化移植における育苗の問題を、2～3の要因について検討を加えたが、機械移植は作業を選択的に行うことができないために、苗素質を適合条件で対応させることが必要である。そのためには、苗素質を規格化するために、育苗技術を規格化することが必要であり、施肥技術もこの考えで確立が望ましい。

〔特 集〕

稚苗移植水稻の育苗と施肥について

富山県農業試験場・機械化実験農場

久津那 浩三

1. はじめに

田植は収穫とともに水稻作業の2大ピークをなし、省力機械化についてはもっとも重点をおかれてきた。しかしその作業は他の作業と異なって代かき後、湛水された条件でおこなわれるため、機械化にあたってはもっとも実現が困難視された。

しかし、田植の機械化が試みられたのはかなり古い時代であり、その後迂余曲折を経て、最近に至りやっと実用化のきざしが見えるに至ったのである。

現在、田植機にはかなり多くの形式が見られ、大きく成苗用、稚苗用に分けられる。稚苗用についても動力と人力、車輪型とフロート型、育苗法について苗紐型、バラ播き型に区別されている。

機械の性能、作業精度も年々機械の改良とともに向上し、現在では1時間当たり6～10アールの植付が可能である。

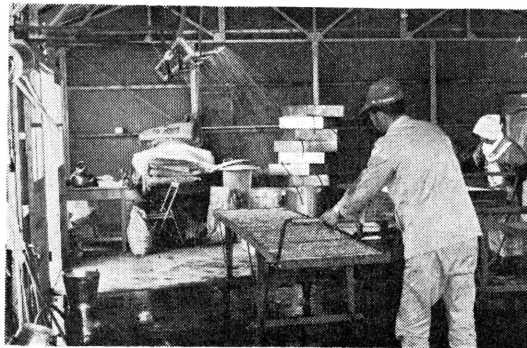
現在、田植機といえば稚苗が代名詞のようになっているが、稚苗移植に関しては育苗問題、肥培管理など、従来の成苗移植の場合とは異なった、多くの問題点を有している。これらのうち、土壤肥料的な問題2、3についてのべてみよう。

2. 稚苗育苗

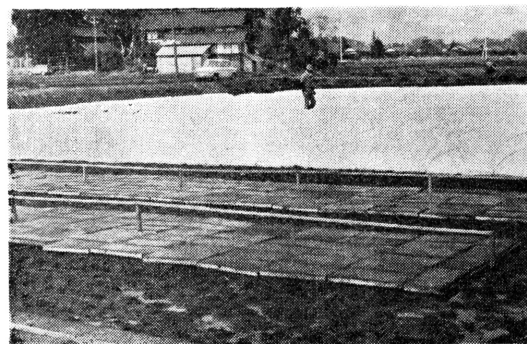
稚苗田植について育苗はもっとも重要な段階であり、健苗育成のための管理はかなり熟練を必要とし、農家から提起される問題の大部分は、育苗問題であるといっても過言ではない状態である。

また田植機の改良により、田植作業そのものは省力化されたものの、なお一方においては、育苗にかなりの労力を要するという問題を残している。

育苗方法は田植機の開発、改良とともに改良されてきたが、現今では共同育苗施設（植付面積50～200ha、写真参照）も出現するに至っている。



共同育苗・苗の緑化と硬化（富山県城端町・信末地区）



共同育苗・灌水（同上）

3. 床土と施肥

床土の種類と施肥量との関係については、育苗型式によっても異なり、一概にのべることはできない。

しかしこのような箱育苗の場合、施肥はとくに重要で、無肥料の場合、苗のムラできや、立枯病の発生がおこり易いことや、また施肥の過剰による濃度障害など重要性をもっている。

第1表は1箱当りの床土量と、窒素施用量の関係のみたものである。

この試験の条件下においては、成苗率については大きな差が認められないが、苗の乾物重につい

第1表 1箱当り床土量と窒素施用量を変えた場合の育苗 (1969富山県農試・機械研)

床土量 (kg)	調査項目 N施用量 (g)	成 苗 率 (%)	乾 物 重 (100本当)
1.2	0.7	98.0	0.65
	1.5	90.0	0.89
	2.2	92.0	0.81
2.4	0	91.0	0.56
	0.7	97.0	0.91
	1.5	91.0	0.81
	2.2	94.0	0.88

注 床土は壤土質水田土壌。育苗はカンリユウ方式

ては、無窒素区の生育が明らかに劣ることを示している。

また第2表は床土の種類と施肥量が、苗の生育におよぼす影響についてみたものであるが、各区の間には判然とした大差が認められない。ただ、しいていうならば、腐植質土の生育が若干劣るようである。

また壤土について追肥の効果をみているが、追肥により葉色もよく、また苗質のいいことが認められている。

4. 床土の pH

従来の試験結果によれば、床土の pH は 4.5 程度がもっともよいとされている。

北海道農試の試験結果によれば、pH 5 以上の

第2表 床土の種類と施肥量をかえた場合の苗の生育 (1970 富山県農試 栽培研)

土 壤	施 肥	草丈 (cm)	葉 令	乾物重 (g/m ²)	乾物率
粘 質 土 (山土)	標 準	18.1	2.1	1.03	15.7
	N 倍量	17.9	2.1	0.94	16.2
	P 倍量	18.8	2.1	0.92	15.2
腐植質土	標 準	15.5	2.0	0.78	15.1
	N 倍量	17.3	2.2	0.94	15.7
	P 倍量	14.6	2.0	0.78	17.1
壤 土 (沖積水田)	標 準	14.3	2.0	0.90	18.7
	N 倍量	17.4	2.2	0.97	16.8
	P 倍量	17.3	2.0	0.99	18.1
	N過多量	14.7	2.1	0.85	18.5
	1時N追肥	16.2	2.1	0.90	16.9
	2時N追肥	18.3	2.2	0.94	16.7

注 標準は1箱当りN,P,K2.5g, N倍量はN5.0g, P,Kは2.5g N過多量はN8.0g, P,Kは2.5g, 追肥区はN1g追肥基肥は標準と同じ育苗方法はバラ播き方式

床土では発芽後2週間ごろから生育が不良となり下葉が黄変するムレ苗症状の発生を認めること、またこの苗は pH 4~4.5 の床土による生育のよい苗に比べて、Mn の吸収が少なく、Fe の吸収の多いことを示している。

第3表は北海道農試の1969年度における試験結果であるが、床土の殺菌をおこなわない場合、pH 5 以上ではムレ苗症状を発生しているのに対し、殺菌した場合には、pH 5 以上でもムレ苗症状を発生していない。

またこの場合、床土に Fe や Mn を加えても、殺菌しないと pH 5 以上でムレ苗症状を呈するこ

第3表 土壌反応と苗生育の関係におよぼす殺菌の効果

(1969 北海道農試・土肥2研)

殺菌の有無	土 壤 処 理		苗 の 生 育					苗 の 状 態
	pH		草 丈	葉 数	100ヶ体乾物重		苗 紐 強 度	
	開始時	終了時			地上部	地下部		
な し	4.40	4.55	6.58	2.1	1.09	0.262	281	根白
	5.10	5.09	5.90	2.1	0.97	0.222	324	ムレ苗甚 根赤
	5.90	5.92	5.00	2.0	0.86	0.172	192	" "
あ り	4.40	4.55	7.20	2.1	1.12	0.224	204	根白
	5.10	5.09	7.81	2.1	1.05	0.277	591	"
	5.90	5.92	8.08	2.1	1.05	0.325	774	"

注 土壌は腐植質火山灰土

とを認めている。

土壌の pH を低下させるためには、いろいろの方法があるが、一般農家では硫黄の粉末を混入する。しかしこの方法は、効果をみるにはかなりの長時間を要し、また所期の pH に低下さずには、かなり困難であることなどの理由であまり使用されず、一般には、クロールピクリンなどの消毒剤で床土を消毒することにより、ムレ苗症状の発生を防いでいるようである。

ここでいうムレ苗症状(とくに漸発性のもの)と立枯病との区別は、現状では明確でないが、その遺伝となる床土の条件については、類似しているようである。

つまり土壌 pH の低下、育苗中低温 (10°C 以下) にしないこと、床土の通気をよくして過湿にしないこと、施肥を充分におこなうなどの注意が示されている。

なお、ムレ苗などの初期症状がみえた場合は、湛水状態にすると回復、または軽減するという報告もなされている。

5. 床土と水管理

育苗中における水管理は、旱害あるいは湿害を防ぐため、とくに慎重な配慮が要求される。このため、床土の理化学性が大きな意義をもつ。

稚苗育苗では、根圏の水分変動がとくに大きいので、苗箱土壌の水分供給力の構成要因は、床土の理化学性にとくに影響を受けるからである。

第4表は農事試験場の試験結果であるが、5種類の土壌を供試して育苗し、水分の行動もあわせてみたものである。本結果によると、4日目の発芽率をみると土性の粗い土壌、細かい土壌ともにおそく、中間のものが早い傾向を示している。しかし20日目の苗立率についてみると、逆の傾向を示している。

このことについて、流動損失のない苗箱のような状態では、初期水分の減少が、土壌表面からの蒸散のみによる条件の場合

は、土性の粗い土壌では表面のごく浅い部分が乾燥すると、毛管が切れて、その後の水分の減少がおこり難く、種子の部分は過湿状態におちいる。

しかし毛管伝導の良質な中粒質土壌では、湛水後の過湿な状態は比較的短時間に経過し、種子への空気の供給が円滑におこなわれる。細粒質土壌では、蒸発にともなう水の移動がおそく、種子がいつまでも過湿状態におかれることと、土粒子の結合力が、発芽に抵抗をあたえると説明されている。

またこの育苗後期に、各土壌の pF の日変化をみたところ、細粒質土壌、腐植質土壌では pF の上昇がはげしく(乾き易い)、これらの土壌の pF の粗孔隙分布曲線を見ると、pF 2 以上に粗孔隙量のピークがあったことは興味深い。

第5表は、同じく粘土含量を異にする土壌によ

第5表 床土の種類と苗の生育

(1969 富山農試 機械研)

土 壤	粘土含量	成苗率 (%)	草 丈	根 長	100本当り乾物重(g)	
					地上部	地下部
粘 質 土 壤	46.4	97.4	10.2	3.7	1.0	0.8
壤土質土壌	13.2	95.2	9.9	3.6	0.9	1.2
砂	0	93.8	7.7	4.6	0.6	0.8

注 育苗は苗ひも形式

って、育苗した結果をみたものであるが、壤土質土壌による苗の生育がもっともよく、砂の場合にもっとも悪いことは、床土の理学特性とくに、土壌の水分特性などの影響が、大きいものと考えられる。

粘質土壌で育苗した場合には、苗紐の強度を得るには有利であるが、バラ播苗形式の場合には、植付機の爪に土壌が附着して、欠株の原因になるともいわれている。砂の場合は、いずれにしても

第4表 床土の種類と苗の生育

(1969 農事試 土肥研)

供 試 土 壤	粘土含量%	草 丈	葉 数	100本当り乾物重		発芽率 (%)	苗立率 (%)
				地上部	地下部		
①水 田 土 壤 (灰色土壌)	33.8	17.3	2.9	0.84	1.32	41	78
②畑 土 壤 (火山灰土)	9.0	13.3	2.3	0.65	1.19	8	99
③① + ② 50% 50%	26.0	17.2	2.5	0.76	1.27	25	90
④水 田 土 壤 (強グライ土壌)	44.6	18.2	2.6	0.85	0.97	10	84
⑤腐植質火山灰土	15.5	18.9	2.7	0.85	0.98	12	98

注 育苗はバラ播苗方式

苗の生育が悪いため不適當である。

6. 床土と増量材

育苗方法は田植機の種類によって異なるが、通常1箱当りの土壌充填量は2~3Kgで、10アール当りこの箱は12~15箱を必要とするため、床土の準備はかなりのものになる。従って農家では、床土の確保が1つの問題となる。

前述してきたように、土壌の種類が異なれば、育苗管理にもかなりの相違があり、好ましい土壌と好ましくない土壌が指摘されるが、実際面においては経済的、あるいは労力的な面から、多少好ましくない土壌であっても、使用せざるを得ない場合が多いようである。

床土の節約、培地の改良という面で、増量材を添加し、育苗に及ぼす影響について試験した結果が第6表、第7表である。

第6表は3種類の土壌を供試して、それにもみがりくん炭を0.5培から3倍量加えて混合し、これを床土として育苗した結果を示したものである。

砂質土壌の場合には他の土壌に比べて成苗率、苗の生育が悪い傾向を示しているが、まず成苗率についてみると、

壤土質土壌を除き、くん炭の混入率が上るにつれて低下する傾向を示している。

苗の生育についてみると、いずれの土壌の場合も、倍量以上のくん炭を混入した場合に悪くなっている。

つぎに第7表は壤土質土壌に対し、くん炭、おがくず、もみがらなどを混入して、成苗率と苗の生育をみたものである。本表によれば、もみがら混入の場合の成苗率が、若干低下するようであるが苗の生育についてはいずれも、大差が認められないようである。

しかしこのような材料を混入した場合苗ひもの強さは著しく低下し、その傾向は混入量の増加とともに著しくなっている。とくに、おがくずの場合は顕著である。

このことは、一般に田植機に適應する苗ひもの強度は150~200g/15cmといわれていることから考え合わせると、非常に重要である。しかしバラ播苗方式ではあまり問題とならない。

増量材の増加とともに、床土の流動性が悪くなり、作業がし難くなることや、苗の生育面からみて、このような増量材を使用する場合は、等量またはそれ以下の混合が適量と考えられる。

増量材はこの他、床土の種類とも関連しているいろいろ考えられるが、要は作業をしやすくし、苗の生育を良くし、しかも、田植機によく合致した苗作りをするために必要なものであるべきであろう。

7. お わ り に

紙数の関係から精しく述べられないが、おわりに、本田における問題について2, 3ふれてみたい。

稚苗の生育は大ざっぱにいて、湛水直播の稲

第6表 床土の種類とくん炭の混合の影響

(1969 富山農試 機械研)

土壌	調査項目 くん炭混合比	成苗率%	草 丈cm	根 長cm	100本当乾物重	
					地上部g	地下部g
粘 質 土 壤	1 : 0	97.4	10.2	3.7	1.0	0.8
	1 : 0.5	97.8	10.9	2.7	1.0	0.9
	1 : 1	95.1	10.7	4.1	1.0	0.8
	1 : 2	94.8	10.0	3.5	0.9	0.6
	1 : 3	93.5	9.4	3.6	0.9	0.6
壤 土 質 土 壤	1 : 0	95.2	9.9	3.6	0.9	1.2
	1 : 0.5	93.6	9.0	4.1	0.9	0.8
	1 : 1	95.4	9.5	4.5	0.9	0.9
	1 : 2	95.5	9.2	3.7	0.7	0.7
	1 : 3	96.4	8.4	4.4	0.8	0.7
砂 質 土 壤	1 : 0	93.8	7.7	4.6	0.6	0.8
	1 : 1	91.7	7.5	4.3	0.8	0.8
	1 : 2	91.5	8.3	4.2	0.7	0.4
	1 : 3	88.1	7.4	4.4	0.6	0.1

注 育苗方法は苗ひも形式

と通常田植の場合の、中間の生育をなすものといわれている。また稚苗は、機械で植付けられる関係から、ややもすれば密植の形をとり易いものと考えられる。

稚苗田植による収量について木根潤氏は、全国の試験結果から一部のものを除き、収量は穂数と相関のあることを指摘している(新しい技術 水稻の機械化苗播栽培法1968)。

また暖地帯では稚苗の場合、とくに過繁茂により、登熟不良になりやすいことが提唱されている。

以上述べた以外にも、稚苗栽培に関してはいろいろのことがいわれているが、これらのことは通常移植栽培の場合にも、大なり小なり同様のことが論議されているわけである。

いま稚苗の施肥法を考える場

第7表 増量材の検討

(1969 富山農試 機械研)

材料	調査項目 混合比	成苗率%	生 育 量				苗ヒモの強さ 張力 (g/15cm)
			草丈cm	根長cm	葉 令	乾物重 (g/100本)	
くんだん	1 : 0	94.2	11.6	3.3	2.1	1.15	113
	1 : 1	93.1	11.4	4.0	2.2	1.38	53
	1 : 2	94.8	11.3	3.9	2.2	1.31	43
	1 : 3	94.8	10.8	4.3	2.0	1.10	33
おがくず	1 : 1	94.3	11.2	4.1	2.2	1.43	0
	1 : 2	94.6	10.1	4.0	2.2	1.08	0
もみがら	1 : 1	87.3	11.0	4.2	2.1	1.38	86

注 育苗方法は苗ひも形式。供試床土は壤土質水田土壌

合、これらのことを考えると、通常の場合とほとんど同じように考えてもよいのではないかと思われるが、安全性を考えれば、基肥窒素を控え目にして追肥でつなぎ、とくに後期窒素の補給を重視するのが得策というべきであろう。

基肥の減らし方、追肥の配分方法、量、時期などについては、また土壤条件、その他の耕種条件によって自ら決定されるべきであろう。

つぎに土壤肥料的見地から見て問題となるのは、田植機の作業精度、性能に影響を与える土壤条件の決定である。

トラクタなどの走行能と土壤条件の関係につい

ては、かなり研究がなされたようであるが、土壤の代かき状態と田植機の作業性能の関係については、ほとんどみるべきデータがない。

落下したサゲ振りの沈下深による土壤硬度と、田植機の作業性能の関係についても調査がなされているが、判然とした結果は得られていない。

田植機がフロート形式になって、土壤条件の適用範囲が広まったのか、しろかき土壤の条件の決定方法が不十分なのか、不明の点は多いが、田植の機械化を推進するためには、やはり明白にすべき問題であろうと思われる。

〔特 集〕

稚苗移植水稻に関する問題点

～特に、東北における試験例について～

秋 田 県 農 業 試 験 場

田 口 喜 久 治

ま え が き

従来の稲作の主流は移植栽培であり、人手によって植付けが行なわれている。このものは、発芽活着といった生育の不安定な時期の冷温を、人が保護を加えたり、生育初期の、作物の小さい間の雑草の繁茂による生育抑制を回避するなどの、有利な面をもつものである。

最近における移植栽培技術の進歩は我が国の稲作生産を高め、ついに消費量を上廻るにいたった。食糧生産の多いこと自体は、批難さるべきことではなく、技術としては増収をねらうのは当然であるが、問題は労働時間当りの生産量が低く、国際的に極めて高価な米を作っている点である。

我が国は1農家当りの耕地面積が少なく、コストダウンを計るには、単位当り収量を高めつつ機械化省力によらねばならない。

労働時間について秋田県の例をとると、昭和42年度で10a 当り稲作作業労働時間は154時間となっている。

主なものは田植の25時間、収かくの51時間であるが、収穫、乾燥は機械化が進み、たとえばバインダー導入によって、29時間程度になるという。すでに転起整地や防除などは機械化が終っており、結局残ったものは田植であり、前述の時間に育苗を含めると、ほぼ36時間かかっているから、当面この時間の短縮が重要であろう。(第1表)

田植のない稲作は直播があり、とくに乾田直播は、機械化作業の能率からも優るものをもっているが、東北においては収量も不安定で、土壌基盤の整備が十分でないことと定着し難いことは、八郎潟干拓地の例からも知られる。

こうした情勢のもと、直播に代り、数年前から研究が進み、ほぼ実用化の段階となったものに稚

苗移植がある。すなわち田植機の利用である。これには成苗、中苗、稚苗用とあるが、本命とみられるものは土付稚苗田植機である。

このものは、稚苗と称する2.0～2.5葉の苗を、土付きのまま植込む方式で、苗をひも状に引きだし、数本ずつ切断植えつける型と、マット状のものを、はじめからかき取ってゆくバラ播き型など

第1表 育苗および田植時間

秋田農試

所要時間(10a当)	普通移植 (秋田県平均)	(田沢湖町神代) (動力2条)	(秋田市仁井田) (人力1条)
種 子 予 措	0.9	0.3	0.1
苗 代 一 切	9.8	※ 15.1	8.6
田 植 (苗取り、枕地等手 植え、補植含む)	25.4	9.7	9.6
計	36.1	25.1	18.3
比 率	100.0%	69.5%	50.7%

注 i 秋田県平均は昭和41年米生産費調査(秋田県農林統計年報)

ii 田沢湖町は未整理3～9a区画、秋田市は整理済10a区画。

※印は補強材にウレタンひもを利用

があるが、いずれにしる、田植関係の労働時間は1表のように18～25時間となり、50～30%短縮できる。

田植機利用による稚苗移植の歴史は新しく、未解決の点も多い。ここでは土壌肥料の分野から、問題点と思はれるものについて、東北における試験を参考にしながらなめてみる。

稚苗移植栽培のあらまは、育苗箱(60×30×3cm)に準備した床土に、施肥して入れて、播種し、電熱育苗器で発芽、揃ったものをビニールトンネルに移し育苗し、このものを田植機で植え付ける。したがって、育苗期と本田期に分けて考えることになる。

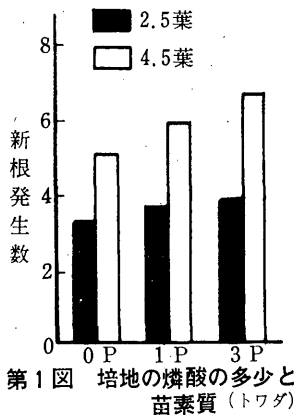
稚苗のそだて方

普通の移植栽培においては苗代期間約45日で、4.5～5.5葉までとして移植する。この間の管理が苗素質を左右し、田植後の生育を支配することに

なる。このため苗半作などと言われる。

この期間のうち初期2葉位までは、種子の養分に依存している時期(2週間あまり)であり、このあと4葉となると、自分で養分を吸収し、同化作用を進めて苗体をつくってゆく、中間の3葉期頃はどっちつかずで、最も不安定な時期である。

稚苗移植栽培は、種子依存度の高い2.0~2.5葉期に、土付きのまま比較的根を傷めることなく田植えされるから、苗素質の点では、外部環境の支配を多く受ける、独立栄養期を経過して



くる成苗にくらべて、一定の質のものを作りやすい条件をもっているといえよう。

もっとも稚苗でも、まったく種籾に依存する訳でなく、施肥の効果も、窒素はもちろんリン酸においても認められる。(1図)

稚苗育苗における特徴は、限られた床土を養水分供給の母体としていることであるから、床土の性質の問題がある。その内容は、水分特性と養分供給能の2つが考えられる。

いずれも人為的に調節が可能なものであるが、そのコントロールの目安(めやす)を、はっきりさせることが重要であろう。

床土の種類については試験がなされていて、砂土や黒ボクでは苗紐の強度が劣ると言い、壤土~埴壤土がよいとされる。

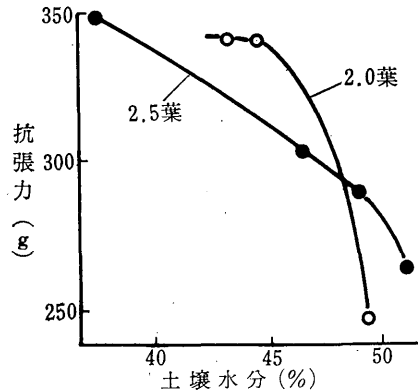
床土代替物については、化学合成物(ウレタン発泡体等)、モミ殻くん炭、ベントナイト、ゼオライト、あるいは腐植質などがあげられ、土との混合比などが試験されている。

たとえばモミ殻くん炭は、半量までは混合可能であるとか、黒ボクにはベントナイがよいとの成績がある。

さらに一步進めて人工培地の試作が行なわれているが、実際場面でも土壌の準備が困難なこともあるから、その対策として必要なことがらである

人工培地において土壌に優る苗素質を作りうると思えば、とりもおさず、養水分の供給経過の把握に通ずるものであり、広く応用の価値をもつものであろう。

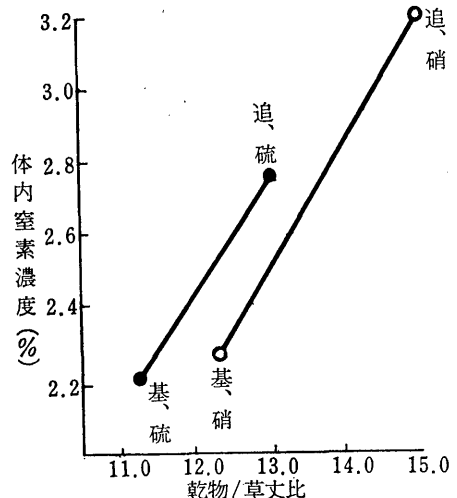
水分の供給について、限られた容積の床土であるため、床土の物理的性質の測定が困難であるが水分供給は温度とともに、養分吸収を左右し重要である。



第2図 測定時土壌水分と苗紐抗張力 (フジミノリ)

東北農試の結果によれば、容水量の50%以内に止めることが、苗紐の抗張力をつけるうえで大切であるというが、現地農家の床土について簡単な測定指標が欲しいところで、各土壌あるいは培地について、水分と苗素質、さらに養分吸収との関連を検討してゆく必要がある。

施肥: 培地の性質により、差のあることは当



第3図 窒素含量と苗素質 (ヨネシロ)

然であるが、磷酸の増量が乾物重率の増大になり活着もよいという。

窒素の施用はとくに有効であって多くの事例

があるが、過繁茂にわたらない限り基肥量も多いことがよく、また追肥もよく吸収され、活着を強める。(2表)

第2表 育苗期の施肥法と苗素質 (秋田農試、ヨネシロ)

基 肥			追 肥		定 植 時		100個体地上部		全窒素	定 植 15 日 後 (50個体)		
N	P	K	1.0葉	1.5葉	草 丈	葉 数	乾物重	乾物率	含有率	発根率	地上乾物重	根乾物重
g	g	g	g	g	cm		g	%	%	%	g	g
1	1	1	0	0	10.8	2.1	1.07	16.7	2.20	37.1	1.43	0.53
1	1	1	1	0	11.7	2.2	1.36	19.4	2.54	39.9	1.93	0.77
1	1	1	0	1	11.6	2.3	1.22	19.4	2.69	42.1	1.90	0.80
3	1	1	0	0	12.8	2.5	1.75	27.3	3.02	45.8	2.03	0.93

施肥基準としては一般に硫安8g/箱とし、追肥は1.0~1.5葉期に、硫安7gまたは硝安5g程度を、水にとかして施用することとしている。

肥料の種類(形態)について、窒素では畑状態を基本とするから、硝酸態窒素の効果の高い結果も示されている。(3図)さらに、培地や水分保持とからんで、液肥の利用も考えられる。

次に、生育調整の効果をもつ化学物質の利用があげられる。磷酸重合体、核酸物質、植物ホルモン、腐植酸物質、キレート化合物などの培地添加や種子浸漬があり、今後期待できるものも考えられる。

温度管理：通常は発芽揃いまで30~32°C、揃い後25~20°Cで3日、20~15°Cで7日として外気温にならし(硬化=ハードニング)、田植前7日頃から外気温で硬化を行なう。

温度条件と養分吸収について解明すべき点が多い。初期の急激な温度の低下は鉄の吸収が抑えられ、クロロシスをおこすものとなる。これに対しキレート鉄が有効という。

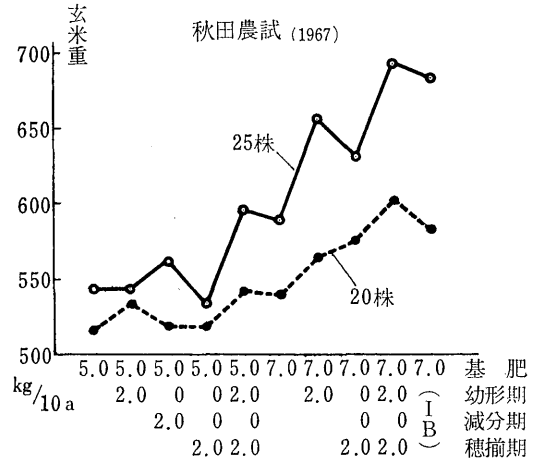
本田栽培法について

稚苗移植は苗の期間が短かく、出穂も1週間位おくれるので、なるべく(気温12.5°C以上)早植することがのがぞましい。本田の期間が長いから、養分吸収について普通移植と異なる経過と考えられるが、明らかになっていない。

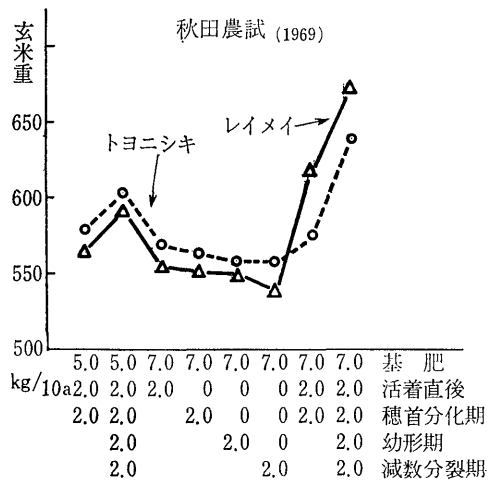
初期生育に関連して、田面の均平や地表の固さが問題であるが、土壌肥料的には直接関係しないので、ただ均平につとめること、耕盤は一定の深さがのぞましい。

代かきは丁寧にこなすが、あまり下層まで碎か

ないこと、地表の固さはふりさげ、沈下深8~12cm程度で手植の場合よりやや固めとする、などを指摘するにとどめる。



第4図 窒素施肥と栽植密度

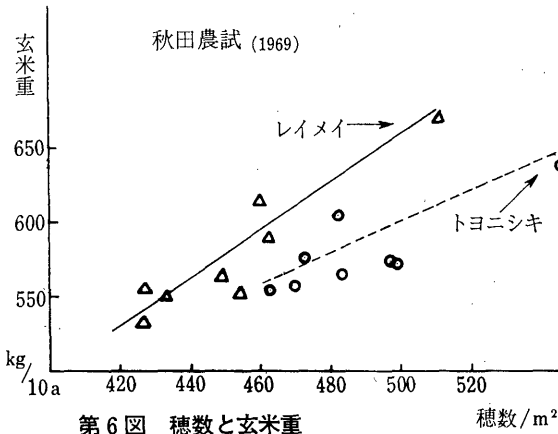


第5図 品種と窒素施肥

栽植密度は穂数と関係が大きいことから、収量に影響する。概して1穂着粒数は少ないし、追肥による増加もそれほど多くないので、籾数の確保には穂数を増す必要があり、密植の収量が高く(4図) おおむね25株/m² くらいがよい。

施肥法：4図および5図は秋田農試の成績であるが、これによれば基肥量の多い方が優る。穂肥の効果も認められ、緩効性肥料も期待できる。

施肥は土壌の肥沃度と関係が深いが、品種の施

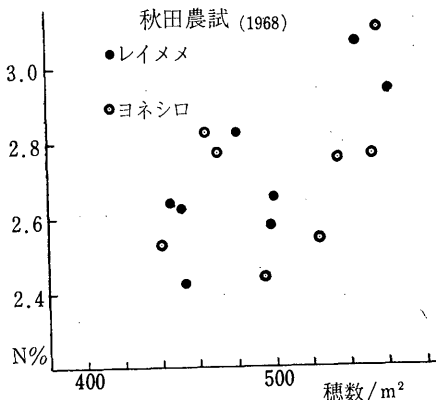


第6図 穂数と玄米重

肥反応もまた重要である。これまでの結果から、レイメイ、フジミノリなどは多肥多収の型でありササニシキ、トヨニシキは多肥では登熟を落し増収となり難く、とくにササニシキにその傾向が大きい。

稚苗移植においては登熟の低下は余り著しくないようで、これは、1穂粒数の変動の幅が大きくないことと関係するようである。このことは、収量が穂数に支配されがちなことを示している。

(5, 6図)



第7図 葉身(出穂期)N%と穂数

したがって、穂数と施肥との関係をさらに究明しなければならないが、一応、出穂期葉身の窒素濃度に比例的な傾向を認める。(7図)

ただ注意すべきことは倒伏であって、とくに登熟を低下させ品質は悪化する。これは植付け深と関係あるものと思われるが、伸長が過ぎると倒伏も著しい。このことは施肥上の問題点でもある。

施肥時期について、窒素追肥は、活着後早いものが優る。次に穂首分化期の追肥は、籾数の増加に役立つ。このため品質面からは、なお検討すべきものをもつが、瘠薄地では必要である。

しかし品種が穂数型の場合(ササニシキなど)籾数が多過ぎ、むしろいわゆる穂肥期や減数分裂期追肥がよく、倒伏のおそれも少なくなる。穂揃期追肥など、いわゆる実肥は概して効果は少ない。

土壌との関連は、低湿系のグライ、泥炭土などは養分が多く、とくに後期の伸長があるから、基肥量も多くすることはさける必要がある。

緩効性肥料は肥効の持続を狙う意味が大きいとそのコントロールは簡単でないようで、とくに前述の低湿系土壌には向かないが、酸化型の土壌では特徴がよく出て、収量も高めることが多い。

燐酸の施肥は土壌型によって必要度がちがうとみられるが、あまり試験されておらない。穂数増加の、わりあい容易な稚苗移植の特徴と、早期の寒冷な移植時期とは、相反する面をもち、今後の検討をまつものである。

常識的には、火山灰土壌などでは多施の方向となろう。また苗床燐酸の多施が、本田燐酸施肥とどう関係するかも試験すべき点と思はれる。

圃場条件としては、やはり地力培養は無視できないし、早植で早期活着し、低節位分けつ茎を確保することが穂数増大につながる。適期作業ができて、分けつのコントロールや倒伏防止がはかれる、水管理のできる圃場条件は、普通移植同様、多収と品質向上に必要なことである。

むすび

今後の稲作りは高収安定、良質かつ省力的であることで、稚苗移植栽培は当面この条件を満足し得るものであるが、なお究明すべき点を残している。

土壌肥料分野においても、苗素質がまずあげら

れる。とくに、限られた培地に育てられることにあり、養水分の吸収と素質の関係が問題であり、培地（土壌）の理化学性と施肥法、水分のコントロール、生育調節物質の添加や人工培地の造成があげられる。さらに温度、光との関係にも及ぶべきである。

本田においては、普通移植同様に、区画の拡大と均平はもちろん、水管理の自由な条件がのぞまれる。

稚苗はとくに活着性能においてすぐれ、また密植も容易であることから、穂数の確保は比較的容易である。一般に穂数は収量と相関が高いから、収量向上は期待されてよい。ただ注意すべきは、過繁茂と倒伏あるいは後期凋落である。これらの点を、水稻の栄養生理の面、養分供給体である土壌肥沃度との関連で究明し、土壌管理、水管理と養分吸収との関係、施肥法の確立、さらには、好適肥料の開発に進むべきものと思う。

タイ国の

肥料技術の普及について

全購連名古屋支所技術主管

鈴木孝平

はじめに

昨年5月始めから約40日間、タイ国における肥料の技術普及の命をうけ、主要農村地帯を巡回し、推進する機会に恵まれました。この期間の全行程は約7,000kmにおよんでおり、体力には自信があったとはいえ、さすがにつかれた。しかし、おかげでタイ国の主なる稲作、畑作地域は、ほとんど訪れることができました。

現地では、主として農協において会合が開催され、栽培と肥料の技術の講習を行ない、質問を多くうける時間をもちました。

質問によって、農民が何を希望し、何を知りたいのか、何に困っているのか、かなり知ることができた。訪れた農協数は14地区、参集した農民およそ1,400名と話し合いました。

農業の経営のあり方、生産資材の流通の方式と農産物の販売の仕方、栽培の技術のポイントなどの諸問題は、どこの国でも同じことではしょうが、現地に行き、始めて問題点がどこにあるのか知ることができると考えます。この意味で、短期間ではありましたが、大きな収穫が得られたものと思っています。

タイ国の農業概況、農業政策、自然環境、肥料関係、巡回普及、見学、その他、種々のことがあります。何もかもという訳には参りませんので、ごく、あらましを述べることにいたします。

1. 農業の概況

国土面積は日本の1.4倍、人口は3,059万人(1965年)、労働人口の82.5%が第一次産業である。農業の地位は、今後といえども、タイ国にとっては非常に高い。稲作は面積が4,049万ライ(1ライは16アール、1965)、収量は籾で平均249kg/ライで低収量である。一戸当り平均面積は21,6ライである。稲作以

外はトウモロコシ、砂糖キビ、緑豆、落花生、ココナツ、棉、ケナフ、ゴムなどが主要農産物である。

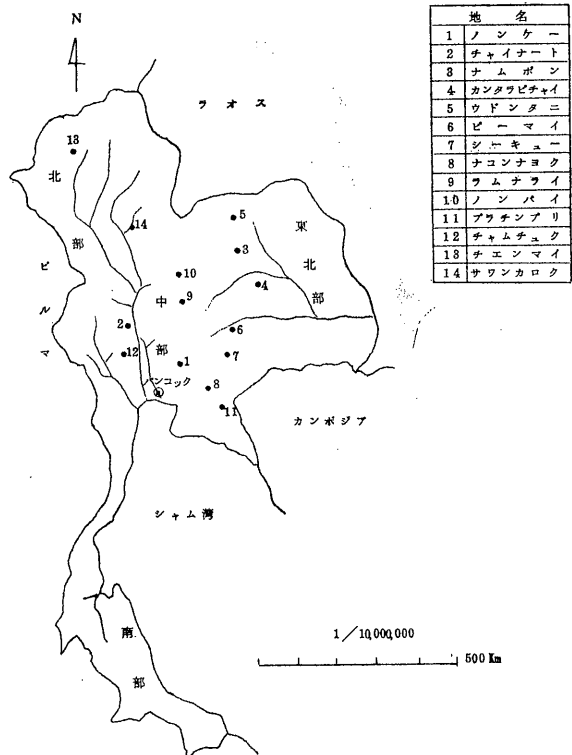
農業区域は略地図上に示したように、中部、東北部、北部、南部に分かれている。

中部は低湿の水田地帯が見渡す限りつづく。ほかに野菜、果樹である。

東北部も水田が多いが、ほとんど天水地帯、土壌がやせていて低収地域。煙草、棉、ケナフの産地。

北部の水田は盆地帯であるが、収量は高い。煙草、砂糖キビ、落花生、大豆などが栽培されてい

農協別巡回地図



る。

南部はゴム地帯である。

農業政策として、灌漑事業の拡張、営農資金の融資、普及事業、生産資材の安価供給、米価安定などがすすめられている。

農業省のなかで、農業局、米穀局が研究、普及をそれぞれ分担している。

農業協同組合は、国家開発省の所管になっている。組合の歴史は1916年からであるが、信用組合がほとんどで、専門組合が中心。こんご総合農協化の方向にすすめられつつある。

農業技術者の養成、教育が強化されているが、末端まで滲透するようになるには、容易なことではないだろう。

2. 巡回普及

地図に示してある番号の地名の順に、5月11日から6月1日まで、肥料の普及推進が実施された。巡回メンバーは日本側は3名（農業推進も含めて）、タイ側は5名。

各地区における話の内容は、水稻の場合では、次のように計画した。

(ア) タイ国における化学肥料の施用の歴史は浅く、水稻での施用量は僅かである。そこで日本における水稻の施用量の年次別増加と、収量の増大の成果を説明し、肥料の効果が高いことを知らせること。

(イ) しかし増収は、肥料だけでなく、品種、つくり方、水、および防除などの総合効果が必要こと。

(ウ) 肥料の使い方のコツ。つまり、肥料は何を使ったらいいか。肥料は何時やるか。肥料はどの位が適量か。

これらのことを説明してから質問をうける。

もちろん、日本語で話したので、英語からタイ語へと二重通訳で、心配したけれど、うまく訳されて、よく理解されたものと感じた。

各会場の状況、巡回中のでき事、農村風景など、いろいろと思い出すことが多いが、そのうちから3地区の日記を捨ててみた。(タイ東北部のラオスに近い地域2地区と、中部平野1地区の普及の実際である。)

(1) カンタラピィチャ 5月14日(木)

(ウ) 行動 8時00分 コンケン市出発。カンタ

ラピィチャに向う。道路は東南の方向、道の両側は小さな水田と密林。水牛多し。この附近住民はラオス系多いという。土色は灰色がかった橙色。だんだん大きな水田地帯。米国の100ライある実験農場あり。附近にある稲の刈株でみると、分けつは6~7本位しかない。やせている。9時00到着。

研究会は10時00から12時30分まで行なう。終了後、政府監督官と食事中スコールあり、13時50分国境に近いウドンタイ市に向う。

出発後、またスコール。コンケン市をすぎて北上する。道路は良い。車はグングンとばす。16時30分ウドンタイ市のホテル着。

国境の町——ノンカイ市へ。17時30分発、国境の町ノンカイ市に向う。途中検問2回。しかし住民は、すべてのん気なもの。18時20分の夕方になって、ノンカイ市のメコン河畔に到着。夕景色のメコンの急流、しかも濁流、そして対岸のラオスの灯が見え始める。ラオスの首都ビエンチャンまで20km位という。

対岸の赤い土の色が見える。発動機船が、ひっきりなしに往復している。ラオスには親類があるし、働きに行っているからである。国際緊張もなにもないようである。税関のそばにある河岸のレストランで、暮れゆくメコンの流れをみながら夕食。ビールがうまい。なごりを惜しんで帰る。21時20分ホテル着。本日の行程は約420km。

(イ) 研究会 (10時00~12時30分)

○カンタラピィチャ米穀協同組合

○研究会までの時間、政府監督官シリー氏に聞く

1) 組合員 1,452名

2) 平均面積 27ライ(1戸当り水田)

3) 収量 200kg/ライ(いままでにない低収地である)

4) 苗代 まだ水が入らぬのでやれぬ。

5) 肥料 組合で購入は50トン。肥料を使う農家は10%位。使用量は10kg/ライ(硫燐安で)

6) 栽培 水が一番問題である。

○研究会の状況

1) 参集者 約30名(うち女性4~5%)

2) 稲作と肥料の話 10時00~11時00

3) 稲の病虫害と映画 11時00～12時30分

○次のような質問をうける。そしてすべて回答する。

- 1) 肥料を使って土が固くならないか?
- 2) 肥料を使ったら1ヵ月位で稲が黄色くなった。何故か。

3) 麻にも硫磷安でよいか。

4) 肥料を使うとき水はどうするか。

○こちらから次のような質問をする。

- 1) 分けつや穂数を数えたことがあるか。
(ないという。植えたままの本数で、大体そのまま穂が出る。)

2) 肥料を使って増収したか?

(ほぼ、40～50kg/ライの増収のようだ。)

- 3) 日本では一株が20～30本にもなること、増収の話には、みんながびっくり。

(ウ) 結果の感想

この地帯の水田土壌は、一見して非常に不良である。収量が低いので、農家の生活は苦しい。従って、なんとかして増収したいという希望が強い。しかし、灌漑が思うようにできずに、天水にたよるのみ。技術の向上がむづかしい。肥料や農薬を使いこなす条件に乏しく、現状では期待はもてない。指導者もまたいない。

(2) ウドンタニ 5月15日(金)

(ウ) 行動 本日は、宿泊地であるウドンタニ市において10時00から開催。13時00終了して、コンケン市に戻って宿泊。本日の行程は160km。

(イ) 研究会の状況

○ウドンタニ米穀販売協同組合

○参集者 約130名 組合の総会である。組合事務所横の倉庫で行なう

○政府監督官チャラール氏ほかに5～6名

○水稻作と肥料の話 10時00～10時50分

(何時もの通りすすめたが、基地のためバク音あり、時々休む。)

○質問をうける

1) 熱心な農家から大体、この地帯は、灌漑施設がどうしても必要である。これがないと収量が安定しないし肥効がない。(同感である)。またこの地帯の土壌は砂質で、塩分(おそらく塩類害)が多い。なんとか土壌改良はできないか。

(答) たしかに、この地帯は母材が砂岩であ

って性質がよくない。日本でも、このようなところがある。改良資材の効果が高いので、展示的な圃場をもってみたい。(その後、展示圃は実施することにした)。

2) 米の価格と肥料について

肥料による増収だけでは、米の価格が安いのでソロバンに合わない。米が安すぎるのか。

硫磷安15kgで30パーツ。増収60～70kgとしても50～60パーツの収入である。肥料が高いのではない。値段はどうなっているか。

○病虫害と映画 10時50分～11時50分

(ウ) 結果の感想

本日気がついたわけでなく、どこの会場でもそうであるが、農民らしい会合であり、農協らしい集まりだ。感心なことは、集合時間がどこの会場もほぼ正確である。日本が見習うべきだ。質問にも、必ずとってよいほど礼をしてからする。礼儀正しい。これは教育なのか、仏教のせいなのか、これを見習うべし。

(3) ナコンナヨク 5月20日(水)

(ウ) 行動 7時30分 バンコック発。ナコンナヨクへ向う。バンコックから北上する。この立派な道路は、タイでは交通量の多い幹線である。途中バンケン大学、タイの飛行場。これを出ると中部平野の中心である稲作地帯が果しく周囲に広がっている。南国タイの農村風景がつづく。

スコールが時期的にだんだん多くなってきたので、水田はあちこちで、一斉にトラクターや水牛で耕起しているのが見える。また、直播された稲(10日位たっているだろう)の緑色が目立っている。田植も一部やっている。1時間位過ぎて、幹線道路より東方に廻って水田地帯を走りつづけ、ナコンナヨクには10時00分に到着。

(イ) 研究会

○ナコンナヨク信用組合

○会場は寺の中である。この寺と小学校は同じ場所にある。若い美しい女性が、信用関係の帳簿を整理して、農民にサインさせている。女性は役人であるとのこと

○参集者 約120名 平均年令40才～60才。青年10名、婦人20名位。

○水稻と肥料の話 10時30分～11時30分

○次のような質問をうける

- 1) 日本の稲の植え方はどうか。
- 2) 肥料を与える時期、方法はどうか。
- 3) タイの米価は安い、日本ではどのように米価が決められているか。(監督官からの質問)

(答) 日本の実状と、農協の米価の取りくみ方について説明

(ウ) 展示圃の設置

13時00 研究会終了のあと、苗代における肥料および農薬の展示圃を設置して、バンコックに帰る。本日の行程 約300km。

(エ) 結果の感想 米価が安いということは他の会合でも発言があったが、米価対策は、生産意欲の増大のため重要なことである。タイの米価を支配するのは華僑であると言われるが、事実、華僑は多くの精米所を所有している。

3. これからの技術と普及について

以上、述べてきた3ヵ所の研究会から、タイにおける実態が、かなり理解されたことと思うが、全体からみて、これからの技術普及上の問題点をあげてみたい。

(1) 技術の組立

水稲であろうが、畑作物であろうが、栽培の技術体系を組立てることが、いかにむづかしいかということを感じた。余りにも自然的な要因によって、作柄が決定されてくるので、少しばかりの人為的な技術手段をやってみても、生産高と収益に、どのような効果が現われてくるのか、それが毎年、果してそうなるのか見当がつけられない。

農民は、これを長い経験によって、(たとえわずかでも)安定した作柄となるよう、栽培を行なっているようである。技術の組立てを、よりよくできるような基盤の整備が重要である。

(2) 土壌の条件

タイ国の農業地帯の主要な土壌については、外見的ではあるが、ほとんど見るができたと思う。土壌図の分類と見くらべながら大体的見当をつけてきた。

中部平野地帯の低湿水田は、なるほど肥沃のようであるが、田植直後から発生する強度根腐れ水田が、かなりの面積あることが、農家の質問や、展示圃から推定できる。

肥料の推進も大切だが、土壌にも問題がありそうである。東北部の水田は、ほとんどすべて、やせた低収地であるが、この地帯の河川の水質調査から、塩素含量が異常に高いのがある。母材の影響であろう。このため、生育障害が多いのでなかろうか。

(3) 肥料の普及

化学肥料を使用しているのは、水稲では全農民の10%不足である。これは技術水準、栽培環境、社会環境、購買力、普及の不足、米価、肥料の価格、肥料の施用効果の不安定性と収益性などにあると思われるが、現地の聴取りでは、大体10~15kg/ライの肥料(主として硫磷安)の施用により、40~50kg程度の収増収となっているから、推進の方法次第で、施用率の増大は期待できよう。何と云っても、現地における地味な技術普及が積みあげられなければならない。

肥料の種類は、このような現状であるので、やたらに肥料を変えたり、施用法を変えたりすることは得策ではない。混乱するだけであろう。

硫磷安が基本となっているようであるが、こうした指導でよいと思う。土壌条件や栽培法によって、肥料の種類を考えるのは、次の段階でよいだろう。

タバコの栽培と

NO₃-Nの栄養について

日本専売公社・鹿児島たばこ試験場

山下 貴

I 緒言

タバコのNO₃-N, NH₄-Nの栄養については、わが国では西山¹⁾、高橋²⁾の研究がある。高橋は流動式砂耕法や水耕法により、NH₄-N, NO₃-Nを供与した場合のタバコの生育、各種無機養分の吸収ならびに、無機養分相互の拮抗作用などについて明らかにし、タバコの供給N源としては、NO₃-NがNH₄-Nよりすぐれていることを認めた。その後、小松³⁾、中敷⁴⁾、本田、中敷⁵⁾、松沼⁶⁾、西中、山下⁷⁾、秋谷、山下⁸⁾により、ポット試験またはほ場試験が行なわれた。また最近、各場連絡試験によりNO₃-Nの施用試験が行われ、一応の結果を得ている。

以上述べたように、多くの試験が行なわれたにもかかわらず、現在までタバコ産地のNO₃-Nの施用実績をみると、使用量は僅少で、一部の産地で使用されているに過ぎない。

その理由としては、わが国では昔から油粕が最もすぐれたタバコ肥料として推奨され使用されてきたこと、そのため戦後油粕の使用量を減じ、化学肥料が使用されるようになった場合でも、なるべく油粕の分解過程に類似したものが試験され、その結果、尿素や尿素化成肥料などが、タバコ肥料として導入されたことなどである。

また従来、わが国の肥料は水稻を中心に生産され、したがって、NH₄-Nを主体とするN肥料や尿素が生産され、NO₃-Nを含む肥料(硝安など)が殆んど生産されなかったことも、理由の一つであろう。

さらに、わが国の気候が温暖多雨であるため、土壤中に施用されたNH₄-Nの硝酸化成分が比較的容易であることや、反面多量のNO₃-Nの施用は、雨による流亡のお

それがあることなども、NO₃-Nが使用されなかった理由であろう。

最近、タバコ栽培において被覆栽培が著しく普及した。またタバコの連作が増加し、土壤消毒が著しく普及している。一方、今後のタバコ栽培は大規模、省力化の方向を余儀なくされつつある。このような諸般の情勢変化の中で、タバコ用肥料も、栽培体系にマッチしたものへと進展しなければならない。

さて、標記主題について本誌に執筆を依頼されたので、まずタバコのN給源としてのNO₃-NとNH₄-Nの得失について、高橋氏らの研究結果により概説し、今後のタバコ栽培において、NO₃-Nはどのように利用されるべきか、その利害得失について2、3の試験結果をもとに、私見を述べ責めを果たしたい。

II タバコのN給源としてのNO₃-NとNH₄-N

(1) タバコの生育 流動式砂耕法によるタバコ1株あたりの乾物重を表-1に示す。

NH₄-N供与区はNO₃-N区に比べてタバコの生育が著しく劣り、NO₃-N区はN多量区ほど乾物重が増加するが、NH₄-N区は、Nの各施用量とも乾物重が著しく小である。

(2) N含有率およびN吸収量 表-2、表-3に示すように、葉部のN含有率はNH₄-N区がNO₃-

表-1 タバコの乾物重 (g/1株) (高橋 1961)

Nの形態	N供給量	葉 部				心部	茎根部	合計
		上位葉	中位葉	下位葉	計			
NO ₃ -N	少量	9.67	7.30	6.12	23.15	14.05	35.00	72.18
	中量	13.30	10.16	6.83	30.29	6.95	39.43	76.67
	多量	12.82	12.63	11.69	36.14	5.50	38.53	80.17
NH ₄ -N	少量	3.32	2.36	1.90	7.58	8.95	8.63	25.16
	中量	3.18	2.36	1.87	7.61	5.27	8.07	20.95
	多量	4.07	3.17	2.25	9.49	2.35	7.27	20.11

表一2 NおよびK₂O含有率 (対乾物%) (高橋 1961)

N供給量 (N:K ₂ O)	部 位	N		K ₂ O	
		NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
少 量 (2:4)	葉部(平均)	2.85	3.23	3.31	1.56
	心 部	3.97	4.85	2.85	1.03
	茎 根 部	1.12	1.25	2.72	2.20
中 量 (4:4)	葉部(平均)	3.11	3.78	2.92	1.44
	心 部	5.71	—	2.14	1.38
	茎 根 部	1.74	1.44	2.98	1.86
多 量 (8:4)	葉部(平均)	3.34	4.85	2.92	1.03
	心 部	4.70	6.49	3.09	1.84
	茎 根 部	1.97	1.19	2.34	1.93

たNO₃-NとClの間に拮抗作用があり、Nの供給増により、Clの含有率が低下することが、別の実験で認められている。

以上述べたように、NO₃-N区のタバコは、NH₄-N区に比べて生育がよく、N吸収量、K、Ca、Mgなどの無機成分の吸収量が高く、NO₃-NはタバコのN給源としてNH₄-Nにまさっている。

またNO₃-Nの施用は、葉たばこの品質に悪影響を与えるClの吸収が少ない傾向にあることも好ましい。

表一3 NおよびK₂O吸収量 (g/1株) (高橋 1961)

N供給量 (N:K ₂ O)	N		K ₂ O	
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
少量(2:4)	1.6097	0.7866	2.1179	0.4003
中量(4:4)	2.0760	—	2.2083	0.3321
多量(8:4)	2.2258	0.6993	2.1265	0.2810

Nのものより高いが、Nの吸収量はNH₄-N区のもの著しく低い。これは、NH₄-N区のものアンモニア毒症をおこし、乾物重が小であったためである。

(3) カリ、カルシウム、マグネシウムの含有率・K₂O含有率および吸収量は、NH₄-N区のものNO₃-N区に比べて著しく低い。(表一2、表一3)

この原因はNH₄⁺とK⁻の拮抗作用によるもので、NH₄-N区のタバコは、発蕾直前より激しいカリ欠乏症を呈した。

この欠乏症はNの施用量が多いほど強くあらわれたが、NO₃-N区では、N:K₂O=8:4の区で僅かに認められた程度で、他区は認められなかった。つぎに、Ca、Mg含有率は、ともにNO₃-N区のものNH₄-N区より高い。(表一4)

(4) P、Clの含量 表一4に示すように、NH₄-N区のものNO₃-N区より葉部のP含量が高い。またN供給量の影響は、NH₄-N区では明らかでないが、NO₃-N区では、N多量区は少量区よりP含量が少なく、NO₃-NとPの間に拮抗現象がみられる。ま

かし欠点としては、NO₃-NとPの間に拮抗作用があり、P供給の少ない場合のリン酸欠乏症は、NO₃-N区のものNH₄-Nより顕著であることである。このことは、火山灰土壌において葉部に出現する斑点が、NO₃-N施用の場合、NH₄-Nよりも顕著である事実と一致している。

Ⅲ 土壤消毒を行なった場合のNO₃-Nの肥効

上述のように、水耕あるいは砂耕の場合には、NO₃-NはNH₄-Nに比べて卓越した長所を持っているが、実際のは場栽培では両N形態でそれほど著しい差がみられない場合が多い。

その理由は、わが国は気候温暖で、適当な降雨があるために、施用されたNH₄-Nの土壤中での硝化が比較的速く、は場栽培のタバコは通常、NO₃-NとNH₄-Nの両方を吸収するためである。一方、NO₃-Nの欠点として、多量施用の場合、土壤溶液

表一4 Nならびに無機成分含量 (葉部) (高橋 1961)

処理区名	N	P	K	Ca	Mg	Fe		
NO ₃ -N	N ₅₀	P ₅	3.56	0.135	5.33	3.18	0.66	0.062
		P ₁₀	2.70	0.178	5.74	2.82	0.53	0.057
		P ₅₀	2.63	0.472	5.32	2.76	0.53	0.036
	N ₁₀₀	P ₁₀₀	2.46	0.565	4.85	2.65	0.44	0.038
		P ₅	3.46	0.113	5.21	2.86	0.61	0.055
		P ₁₀	3.14	0.129	5.41	2.70	0.57	0.073
NH ₄ -N	N ₅₀	P ₅₀	3.01	0.364	5.07	2.57	0.45	0.039
		P ₁₀₀	2.98	0.460	5.14	2.52	0.49	0.034
		P ₅	3.42	0.230	2.75	1.06	0.36	0.097
	N ₁₀₀	P ₁₀	3.17	0.294	2.88	0.80	0.24	0.049
		P ₅₀	3.15	0.644	3.29	0.86	0.28	0.043
		P ₁₀₀	3.36	0.789	3.56	0.83	0.34	0.051
N ₁₀₀	P ₅	3.26	0.224	2.06	0.68	0.29	0.048	
	P ₁₀	3.53	0.376	2.46	0.84	0.32	0.056	
	P ₅₀	3.47	0.624	2.74	0.55	0.20	0.027	
	P ₁₀₀	3.12	0.709	2.80	0.70	0.17	0.040	

濃度が大きくなり、タバコが肥料濃度障害を起しやすいたこと、また反面、降雨量の多い場合は、流亡によりN欠乏を呈し易いことがある。従って、従

表一五 乾物生産量の推移(g/株)(西中、山下 1967)

区 別	移植後の日数	19日	32日	63日	83日
硝酸態N施用区	(16.6)	13.6	70.9	189.7	
	(27.8)	20.3	73.5	200.5	
アンモニア態N施用区	(33.4)	19.8	72.5	178.2	
	(22.4)	12.1	55.7	166.0	
尿素態N施用区	(38.6)	21.6	70.9	170.9	
	(22.7)	19.6	67.6	158.5	

注) () 内の値は新鮮重を示す。

来、タバコのN肥料は油粕のような緩効性肥料で、しかも比較的硝化のよいものと、尿素やリンアン系肥料など、硝化の早い速効性肥料が併用されてきた。

最近、連作栽培による土壤消毒が著しく普及し、NO₃-Nの肥効が再検討された。以下筆者らが行なった試験結果について述べる。

(1) タバコの生育 表一五に、ポット試験による乾物重の推移を示す。硝酸態N区は硝酸カリと硝酸ソーダを、アンモニア態N区は硫酸を施用し

表一六 乾物生産量の推移 (g/株)

区 別	移植後の日数	19日	32日	63日	83日
硝酸態N施用区	(30.9)	11.3	31.9	53.1	
	(24.2)	15.7	90.1	117.9	
アンモニア態N施用区	(23.3)	12.2	70.2	109.0	
	(23.8)	11.5	130.9	178.9	
尿素態N施用区	(19.3)	14.5	72.1	93.8	
	(20.8)	10.3	99.4	178.5	
油粕N施用区	(24.0)	10.1	80.8	121.1	
	(12.8)	8.3	127.8	196.4	

注) () 内の値は新鮮重を示す。 (西中、山下 1967)

た。土壤消毒は施肥後ただちに行ない(クロルピクリン2mlをポットに注入)、タバコの移植は土壤消毒後24日目に行なった。

タバコの初期生育は、NH₄-Nの消毒区は無消毒区に比べて劣り、十分な葉の伸長がみられず、前述の“アンモニア毒症”を示した。また尿素区の消毒区も生育が劣った。NO₃-N区の無消毒区の初期生育が劣った理由は明らかでない。

つぎに、ほ場試験の結果を表一六に示す。土壤消毒は、施肥後ただちに植穴に注入する部分消毒を行ない、移植はその後24日目に行なった。

移植後30日頃までは、NO₃-N区を除き、消毒区

が無消毒区より生育が劣り、乾物重が小であったが、その傾向はポット試験ほど明確でなく、NH₄-N区のタバコのアンモニア過剰症は軽微であっ

表一七 タバコの窒素吸収量 (Nmg/株)(西中、山下 1967)

区 別	移植後の日数	19日	32日	63日	83日
硝酸施用区		66	621	2513	2669
	消毒区	120	944	2600	2927
アンモニア施用区		187	1006	2647	2669
	消毒区	111	578	2282	2728
尿素施用区		184	1026	2559	2413
	消毒区	166	976	2391	2296

た。

この原因は、ほ場の場合には、ポットより土壤消毒が完全に行なわれがたいこと、アンモニア化成

表一八 タバコの窒素吸収量 (Nmg/株)(西中、山下 1967)

区 別	移植後の日数	19日	32日	63日	83日
硝酸態N施用区		109	302	526	838
	消毒区	103	593	1541	1870
アンモニア態N施用区		100	513	1167	1815
	消毒区	94	526	3189	3574
尿素態N施用区		76	574	1108	1533
	消毒区	88	491	2668	3722
油粕N施用区		102	411	1283	1807
	消毒区	50	394	2699	3204

菌、硝化菌の回復が早いこと、土壤中のN濃度が異なることなどのためと考えられる。

生育中期から後期には、いずれの区も消毒区が無消毒区より生育がまさり、とくにNO₃-N区の無消毒区は著しく劣った。これは本試験期間中降雨量が多く、Nが流亡したためである。

(2) タバコのN吸収量 ポット試験の結果を表一七に示す。N吸収の経過は各区タバコの生育を反

表一九 土壤中のNO₃-N、NH₄-Nの消長

(Nmg/100g 乾土)(西中、山下 1967)

区 別	移植後日数	19日		32日	
		NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
硝酸態N施用区		11.4	0.9	0.5	0.5
	消毒区	34.9	1.9	0.8	0.7
アンモニア態N施用区		6.2	13.9	1.2	0.2
	消毒区	1.1	19.7	1.5	4.9
尿素態N施用区		13.6	8.5	1.0	0.3
	消毒区	2.0	25.8	5.6	1.9
油粕N施用区		8.5	8.0	3.8	0.2
	消毒区	2.1	15.0	4.7	14.7

映し、とくにNH₄-N区は、消毒により初期のN吸収が抑制され、吸収経過が遅延した。

つぎに、ほ場試験の結果を表一8に示す。N吸収経過はタバコの生育経過と同様な傾向で、生育初期には消毒区が抑制されたが、中後期には、消毒区の吸収量が多い。

この理由は、消毒区は土壌中のN形態がNH₄-Nが多く(表一9)、降雨による流亡が比較的少なく、また消毒区は、土壌有機態Nの無機化により、Nが増加したためと考えられる。油粕施用区はとくに消毒により、初期のN吸収が抑制された。

ポットとは場を比較すると、消毒による生育初期のN吸収の抑制は、ほ場の場合は軽減されることが明らかである。

(3) 窒素の吸収形態、タバコ体内のNの形態別含量について、ポット試験の結果を表一10に示す。NO₃-Nを除き、一般に消毒区は体内のNO₃-N含量が少なく、NH₄-N、アミド-N含量が多い、タバコの吸収N形態は、大体において土壌中のNH₄-N、NO₃-Nの含量(表一9)を反映しているが、土壌中の含有割合以上にNO₃-Nを多く吸収している。

また消毒により尿素的分解がおくれ、移植後32日の葉部に、多量の尿素が含まれていることは注

表一10 タバコの可溶性窒素含量 (Nmg/100g 新鮮重) (西中, 山下 1967)

採取月/日	区 別	葉 部				根 部			
		NO ₃ -N	NH ₄ -N	アミド-N	尿素-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	アミド-N	尿素-N
5/11 (移植後19日)	硝酸施用区	70.7	6.5	5.8	—	179.7	6.5	3.1	—
	" 消毒区	55.5	4.3	6.9	—	104.6	5.0	4.6	—
	アンモニア施用区	81.8	17.2	14.6	—	95.4	35.2	22.1	—
	" 消毒区	22.5	51.1	23.5	—	58.4	41.2	5.3	—
5/24 (移植後32日)	尿素施用区	73.4	—	—	—	105.1	15.5	9.8	tr
	" 消毒区	22.7	—	—	—	45.0	28.3	24.7	10.3
	硝酸施用区	51.3	1.9	9.2	—	94.3	7.0	9.5	—
	" 消毒区	119.0	8.7	7.1	—	103.0	8.1	9.1	—
	アンモニア施用区	86.5	8.2	6.5	—	89.2	19.3	19.3	—
	" 消毒区	4.6	26.0	17.6	—	17.8	19.0	13.7	—
	尿素施用区	85.7	5.2	7.0	0.23	94.8	11.8	10.5	tr
	" 消毒区	7.8	15.8	12.1	6.84	15.6	17.8	21.7	0.27

目に値する。

以上の試験結果から、土壌消毒を行なった場合には、施用N肥料の硝化が抑制され、NO₃-N以外のNH₄-N、尿素態N、油粕Nの施用区では、タバコの初期生育の抑制がみられる。

この原因はタバコ体内にNH₄-N、尿素態Nが表一11 NH₄-NとNO₃-Nの施肥割合 (秋谷, 山下1970)
Table-11 Dressing Rate of NH₄-N and NO₃-N

区 別 Plot	N形態 N Form				
	1	2	3	4	5 (5)
NO ₃ -N	0	3	5	7	10
NH ₄ -N	10	7	5	3	0

注 1-5区 被覆, (5)区 無被覆

Remark: Plot 1-5 Mulched, Plot (5) Not mulched

表一12 土壌中の NO₃-N, NH₄-N の分布, 1966 (Nmg/100g 乾土)

Table-12 Nitrogen Distribution in soil (N mg/100g oven dry soil) (秋谷, 山下 1970)

移植後日数 Days after transplantation	N 形 態 Nitrogen Form	区 別 Plot				
		1	2	3	4	5
0	NH ₄ -N	53.5	30.1	41.5	14.7	3.2
	NO ₃ -N	2.7	11.9	39.5	36.1	42.4
22	NH ₄ -N	53.8	35.3	34.1	13.1	1.2
	NO ₃ -N	2.2	10.2	11.4	11.2	11.4
36	NH ₄ -N	9.5	11.5	7.8	3.3	0.2
	NO ₃ -N	0.3	1.3	2.2	3.9	2.1
62	NH ₄ -N	1.7	0.6	0.3	0.2	0.3
	NO ₃ -N	0.5	0.6	0.2	0.2	0.2

表-13 土壤中の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の分布 (1967, mg/100g 乾土)Table-13 Distribution of $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ in Soil (1967, mg/100g oven dry soil) (秋谷, 山下 1970)

移植後日数 Days after transplantation	N 形 態 Nitrogen Form	区 別 Plot					
		1	2	3	4	5	(5)
-15	$\text{NH}_4\text{-N}$	14.67	11.48	6.55	5.70	0.42	
	$\text{NO}_3\text{-N}$	1.01	4.68	4.79	13.96	16.92	
	Total-N	15.68	16.16	11.34	19.66	17.34	
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	93.6	71.0	57.7	29.0	2.4	
0	$\text{NH}_4\text{-N}$	15.48	12.24	6.73	7.04	0.05	0.02
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.26	4.78	9.92	15.30	18.29	15.80
	Total-N	15.74	17.02	16.62	22.34	18.34	15.82
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	98.3	71.9	40.4	31.5	2.7	1.3
10	$\text{NH}_4\text{-N}$	17.01	11.05	9.08	5.00	1.11	0.41
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.72	4.41	7.95	8.51	11.77	10.62
	Total-N	17.08	15.46	17.03	13.51	12.88	11.03
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	99.6	71.4	53.3	37.0	8.6	3.7
20	$\text{NH}_4\text{-N}$	15.88	11.26	11.59	4.68	1.09	0.35
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.64	3.92	8.32	8.70	13.75	6.17
	Total-N	16.52	15.18	19.94	13.38	14.48	6.52
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	96.1	74.2	58.1	35.0	7.3	5.4
30	$\text{NH}_4\text{-N}$	13.86	8.92	4.90	3.92	0.81	0.86
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.28	3.96	4.70	8.12	10.75	6.00
	Total-N	14.14	12.88	9.60	12.14	11.56	6.86
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	98.0	69.2	51.0	32.6	7.0	12.5
40	$\text{NH}_4\text{-N}$	15.26	8.82	5.32	4.17	0.74	0.20
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.49	4.27	6.37	10.32	16.13	2.84
	Total-N	15.75	13.09	11.69	14.49	16.87	3.04
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	98.0	67.4	45.4	28.8	4.4	6.6
50	$\text{NH}_4\text{-N}$	20.06	6.51	9.10	5.34	1.01	
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0.03	1.03	11.55	12.37	9.15	
	Total-N	20.09	9.38	20.65	17.71	10.86	
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	99.9	69.4	44.1	30.2	9.15	
60	$\text{NH}_4\text{-N}$	11.83	6.72	2.17	1.37	0.65	0.72
	$\text{NO}_3\text{-N}$	1.77	3.58	1.43	0.45	0.92	0.47
	Total-N	13.66	10.30	3.60	1.82	1.57	1.19
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	86.6	65.4	60.3	75.3	41.4	60.5
80	$\text{NH}_4\text{-N}$	1.43	0.63	0.49	0.40	0.39	0.32
	$\text{NO}_3\text{-N}$	0	0	0	0.20	0.45	0.17
	Total-N	1.43	0.63	0.49	0.60	0.84	0.49
	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	100.0	100.0	100.0	66.7	46.4	65.3

(注) 乾土 100g 中の N mg として示した。

Remark: Shown as nitrogen milligram per 100g of dry soil.

多く吸収されているためと考えられる。この意味で、土壤消毒下においてはNO₃-Nの施用が好ましい。しかし、ほ場試験の結果にみるように、降雨の多い年はNO₃-Nの流亡が著しいため、実際の栽培条件においては、NH₄-HとNO₃-Nを適当

な割合で混用する必要が認められる。

Ⅳ NO₃-NとNH₄-Nの施肥割合

上述のように、無被覆の場合、NO₃-Nは降雨による流亡が著しいが、被覆栽培を行なっても、NH₄-Nに比べて流亡量が多いことが知られてい

表-14 N 吸 収 量 (mg / 1個体)

Table -14 Amounts of Nitrogen Uptake (mg/plant) (秋谷, 山下1970)

年 次 Year	移植後日数 Days after transplantation	区 別 plot					
		1	2	3	4	5	(5)
1967	30	938	1.154	1.059	877	778	692
	60	2.868	2.606	2.682	2.721	3.074	2.259
	86	3.212	3.720	3.337	3.396	4.255	2.259
	97	3.441	3.326	3.989	3.486	4.477	3.340
1966	22	269	220	243	247	174	—
	35	1.029	1.817	1.935	1.541	1.414	—
	62	4.975	5.115	5.050	4.983	4.418	—

62日目のみ2本当り

る。従って、土壤消毒をし、被覆栽培した場合に、N O₃-NとNH₄-Nの施肥割合をどのようにすべきかについて、1966、1967年の2年間試験を行なった。

(1) 土壤中のNH₄-N、NO₃-N試験設計を表-11に、土壤中のNH₄-N、NO₃-Nの消長を表-12、表-13に示す。

NH₄-NとNO₃-Nの施用割合を、0~10の範囲で変えた場合、土壤中の両N形態の比率は、気象条件により著しく異なることが認められた。

1966年においては、降水量が比較的多く、移植後22日目にはNO₃-Nが減少したが、1967年は移植後50日(施肥後70日)においても、施用時のNH₄-NとNO₃-Nの比率がほぼ維持された。

両年の気象を比較すると、土壤中の温度、pHは両年とも大差なく、降水量の相違による土壤水分が異なった。1967年は土壤消毒の影響の他に、土壤水分の寡少により硝化が遅延し、なお雨量も少ないため、流亡が防止されたと考えられる。

(2) タバコのN吸収量、土壤中のN形態は上述のとおりであるが、この場合のタバコのN吸収量を表-14に示した。1966年は、NH₄-N10割区は生育中期頃は生育が劣り、N吸収が少なかった。

これはNH₄-Nの過剰吸収のためと推定される。またNO₃-N10割区の初期の生育が悪いのは、濃軽^濃や度障害のためと考えられた。

1967年においても、NO₃-N10割区は同様に軽度

の濃度障害によって初期のN吸収が抑制されたが、NO₃-Nの流亡が少なかったため、収穫期にはN吸収が増大した。

(3) タバコの乾物重、収納成績、タバコの乾物重を図-1に示すが、生育とN吸収量を反映して、1966年は、NO₃-N5割区が最も乾物重が大であった。

1967年はNO₃-N10割区が最大で、概してNO₃-Nの多い区が高い値を示した。

収納成績を表-15に示したが、収量、kg当り代金、代金とも、NO₃-Nの施用量の多い区が良い成績を示している。

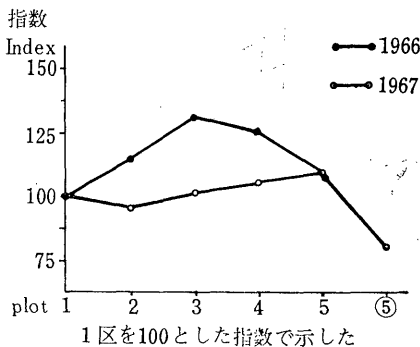


Figure is shown as the ratio of Dry weight to that of plot 1

図-1 乾物重の比

Fig. -1. The Ratio of Dry Weight

これは1967年は降雨量が極端に少なく、被覆下においては NO₃-N の流亡が非常に少なかったためである。

しかし、適当な降雨のあった 1966 年の乾物重 (図-1) は、NO₃-N 5 割区が最大であること、NO₃-N10割区は濃度障害を起し易いこと、また降雨の多い年は、NO₃-N の流亡が著しいことなどを考慮すれば、土壤消毒を行ない、被覆した場合の NO₃-N の施用量は、全施用 N の 3~5 割程度と考えられる。

Ⅴ ま と め

NO₃-N はタバコの生育、N その他の無機養分の吸収面からみて、NH₄-N にまさっており、米国では NO₃-N を 50% 以上含む肥料が使用されている。

しかし、わが国は降雨量が多いため、無被覆の条件では多量の使用は、流亡による収量低下を招

くおそれがある。

最近、連作による土壤消毒が普及しているが、この場合には NH₄-N の硝化が抑制されるため、NO₃-N の施用区は、NH₄-N 区よりタバコの初期生育が良いことが認められる。

しかし、土壤消毒下でも、降雨による NO₃-N の流亡は、結果的にタバコの減収を招くので、連作地帯においてタバコの収量品質を向上するためには、消毒と被覆栽培により、NO₃-N を施用することがよいと考えられる。その場合の NO₃-N の施用割合は、施用全 N の 3~5 割程度が適当と考えられた。

今後、大規模、連作栽培を想定した場合には、省力的見地から追肥は成るべく避け、速効性肥料に緩効性肥料を併用することが望ましく、土壤消毒を行なった場合は、NO₃-N を併用することが必要であると考ええる。

表-15 収 納 成 績 (1967)

Table -15 Results of purchasing (1967)

(秋谷, 山下 1970)

区 plot 別	1	2	3	4	5	(5)
10 a 当代金 (Value per 10a)	124,714	129,887	130,967	135,393	147,048	114,877
10 a 当量目 (Quantity per 10a)	266.5	277.6	272.8	282.8	306.2	221.7
kg 当代金 (price per kg leaves)	469	468	480	479	480	518
1 区を100とした時の指数 (Index number to plot 1)						
区 plot 別	1	2	3	4	5	(5)
10 a 当代金 (Value per 10a)	100	104	105	109	118	92
10 a 当量目 (Quantity per 10a)	100	104	102	106	115	83
kg 当代金 (price per kg leaves)	100	100	102	102	102	110

引用文献

(1956)

1) 塚田秀男 西山祥二: 専中研報62, 1~32 (1936)
 2) 高橋達郎: 秦野たばこ試報50, 1~86 (1961)
 3) 小松伸雄, 少松秋生: 岡山たばこ試業報
 29~31 1954~56)
 4) 中敷領哲弘: 鹿児島たばこ試業報36 84~89(1961)
 5) 本田暢苗, 中敷領哲弘: 同上37, 32~35 1962)

6) 松沼富三, 他: 宇都宮たばこ試業報 31, 108~111
 7) 西中良照, 山下貴: 土肥誌 38 204~210 (1967)
 8) 秋谷達司, 山下貴: 秦野たばこ試報 67 37~47
 (1970)

みかんの微量元素

広島県農業試験場

渡 辺 登 志 彦

ホウ素欠乏症果実

45年産みかんは、当初予想したよりも下廻り、230万トン程度であろうという見方が強い。しかし、この量は、大豊作であった43年よりも11%、44年よりも18%多い量である。

みかんもこのように量産されるに従い、産地間競争は一層激しくなり、外観、内容とも品質の良いみかんを毎年安定して生産し、販売する必要度が高くなった。このためには、科学的な肥培管理と、計画的販売によらねばならない。

ところが最近、施肥、防除などの移り変りにより、著しく商品性を害し、収量を不安定にしている微量元素欠乏症の発生が各地に見られる。

そこで広島県の実態から、これら微量元素欠乏症の症状、原因、対策などについて述べる。

1. ホウ素欠乏症

(1) 症 状

ア 果 実

6月中下旬幼果に油浸状の斑点ができ激しい場合はほとんど落果する。落果しない場合は、油浸状の斑点がコルク化し、その後ミイラ状になり肥大しない。

比較的軽度の場合は、果皮がコルク化したまま肥大はするけれども、このような果実は奇形果になり、輪切りにすると果芯部や、果皮(白い部分)にヤニがたまっており、商品性はない。(写真1)

また極く軽い場合は、果皮にコルク状の傷が小範果に残る程度であるが、加工用にしかならない。

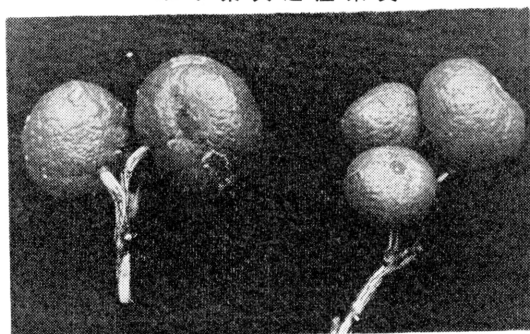
イ 葉

旧葉の主脈、側脈、葉緑などにチョコレート色のゴム状の物質が発生し、葉柄にヒビ割れができる。激しい場合には、新葉に油浸状の斑点や、奇形葉が発生する。

(2) 原 因

ア 土壤中可吸態ホウ素含量の不足

広島県のように砂土、砂壤土からなる花崗岩土壌が70%もあり、残り30%の園も老朽化が進んで



いる状態では、可吸ホウ素含量の不足が主な原因となる。このことは、耕土の浅い山頂に欠乏症がよく発生することでもわかる。

土壌中における可吸態ホウ素の適量範囲は、水溶性ホウ素で0.5~2.0p.p.mと考えられるが、広島県で実施している果樹栄養診断事業(以下栄養診断事業)の調査結果によると、適量範囲以下の園が約60%もある。

イ 土壌 pH が高くなりすぎた場合

ホウ素は他の微量元素と同様、土壌が酸性の場合吸収されやすく、中性附近~アルカリ性になるに従い吸収されにくくなる。

実際には、このためにホウ素欠が出たという例は少ないが、石灰など多量施用する場合は、相対的に欠乏症が出やすくなるので、注意する必要がある。

ウ 降雨量の少ない場合

広島県で過去大発生したのは、昭和30年、32年であるが、この年はいずれも3~6月の降雨量が少なかった。この関係は全国的傾向として認められており、乾燥により土壌中のホウ素が吸収されにくくなるためと考えられている。

(3) 対 策

ア 土壌施肥による場合

基本的には土壌深耕を行ない、活力の旺盛な根を深層に増やすことであるが、これと同時に、ホウ素を補給しなければならない。

表1 ホウ素欠乏症に対する
ホウ砂の施肥および散布効果

(広島農試柑橘支場)

処 理	調査項目	※ 欠乏症発生の程度			
		なし %	十 %	廿 %	卅 %
無 処 理	異状落果のため調査不能				
硼砂10アール当り	2kg	97	0	2	1
”	4kg	97	3	0	0
”	6kg	98	0	2	0
硼砂500倍液	散布	77	1	13	9
”330倍液	散布	95	2	2	1

処理時期 昭和33年3月20日
” 34年3月20日

調査時期 昭和34年10月24日

※ + 果皮表面がコルク化

++ 果皮内部にヤニが発生

+++ 果芯部にヤニが発生

その方法として、ホウ砂の土壌施肥があるが、土壌中におけるホウ素の適量範囲は狭い

ので、多量に施用すると過剰障害が出るおそれがある。

そこで広島県では表1のとおり試験した結果、ホウ砂10アール当り2.0~6.0kgの施用で充分回復し、しかも過剰障害が出ないことを確認した。

現在栄診事業により詳細な実態調査を行なっているが、44年度の結果からみて、F.T.E2.0kg、ホウ砂2.0kgを春肥に配合して施用している。

イ 葉面散布による場合

応急対策としてホウ素を補給する場合、あるいは、施肥による過剰障害が心配な場合は、3月か6月にマルポロン500倍液を散布する。

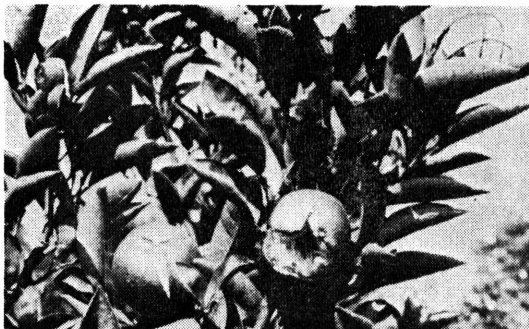
2. 銅 欠 乏 症

(1) 症 状

ア 果 実

9月頃から果梗附近に鉄サビ状の小斑点を生じ、次第に果面全体に広がる。激しい場合は果芯部にヤニがたまり、果汁が少なくなり、裂果が多くなる。(写真2)

銅欠乏症裂果と枯死状態(右上)



イ 枝 葉

夏秋梢が一ヵ所から数本発生し、葉柄の基部附近が水泡状にふくれ上り、この中にヤニがたまる。(ゴムポケット 写真3)このようにゴムポケットが発生した枝は、S字状に彎曲し、先端から枯込んでくる。激しい場合は春枝に発生することもある。

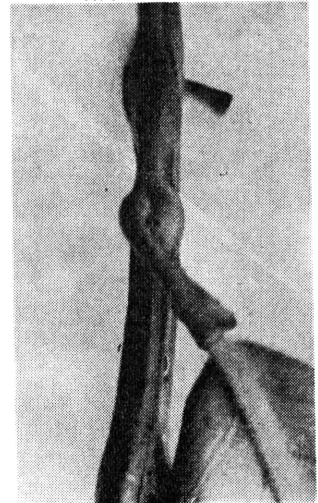
(2) 原 因

銅欠乏症の原因は、ホウ素欠の原因と同じように、土壌pHが高くなり過ぎた場合と、土壌中可吸態銅含量の不足の場合があるが、広島県では後者による原因が主と考える。

昭和38年頃から、積層土壌の開園後数年のハッサク園で、銅欠乏症が発生したが、このとき欠乏園の可溶性銅含量は0.69p.p.mしかなく、健全園の約1/4であった。

また最近温州にも発生しているが、この原因も結局、可吸態銅含量の不足によるものと考えられる。

銅欠乏症高枝



なぜならば、元来柑きつ園は微量元素、塩基に乏しい強酸性土壌が多いが、従来は黒点病、ソーカ病、カイヨウ病など防除のため、石灰ボルドウ液を散布し、防除と同時に銅の補給を行なっていた。

ところが最近では新農薬に変わり、石灰ボルドー液を使用しなくなったので、土壌中にも、樹体中にも、銅の貯えの少ない地力の乏しい園が出はじめています。

(3) 対 策

殺菌剤として、1年回は銅製剤を使用したい。もし、労力薬害などの関係で使用できない場合は、成園10アール当り硫酸銅2.0~4.0kgを春肥に混ぜて施用する。(表2一次頁参照)

3. マンガン欠乏症

(1) 症 状

マンガン欠乏症は主として春葉に現われ、緑化

表2 銅欠乏症に対する硫酸銅の施肥と散布効果 (広島農試柑橘支場)

調査項目 区 名	41年8月17日			42年9月12日				
	夏芽総 本数	※被害本数			夏芽総 本数	※被害本数		
		+	++	≡		+	++	≡
無 処 理	456	9	14	45	376	6	9	18
ボルドー液散布	334	0	0	0	243	2	1	0
硫酸銅10アール当り4kg施用	344	2	0	0	136	0	0	0
ボルドー液散布+ 硫酸銅10アール当り4kg施用	224	1	0	0	193	1	0	0

※ + ヤニ物質発生枝 ++ 夏芽先端半分枯死 ≡ 夏芽着生部まで枯死
昭和40年8月試験開始

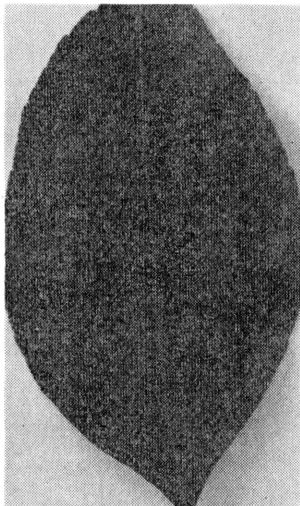
がおくれ、6～7月頃葉脈間に不明瞭な黄斑ができる。(写真4)

葉巾は広くなる傾向があり、奇形葉が発生する。激しい場合は冬季の落葉が多い。果実の肥大は悪くなるが、症状は明らかでない。

(2) 原因

マンガン欠乏症

マンガン欠乏症の原因には、土壤pHが高くなり過ぎた場合、土壤中可吸態マンガン含量が不足した場合、土壤中に鉄が多すぎる場合などがあるが、主要原因は、土壤中可吸態マンガン含量の不足である。



栄診事業の結果、約30%の葉にマンガン欠乏症が発見されたが、これらの圃の土壤中可吸態マンガンは、ほとんど適量(15ppm)以下であった。

(3) 対策

応急対策としては、硫酸マンガン300倍液を6～7月に1～2回葉面散布する。このとき従来は葉害防止および附着をよくするため、等量の生石灰を混用していたが、試験の結果、展着剤を入れるだけでよい。

恒久対策としては、欠乏の程度に応じて硫酸マンガン、あるいは総合微量元素剤を、10アール当り2～4kg春肥に配合して施用する。

4. 亜鉛欠乏症

(2) 症 状

マンガンと同様、主として春葉に現われ、5～6月頃葉脈間に黄色の斑点が生じ、葉巾は狭まくなり、葉先はとがる傾向がある。(写真5)この斑点の特徴は、マンガン欠乏症とちがひ、非常に明瞭に現われることである。

(2) 原因

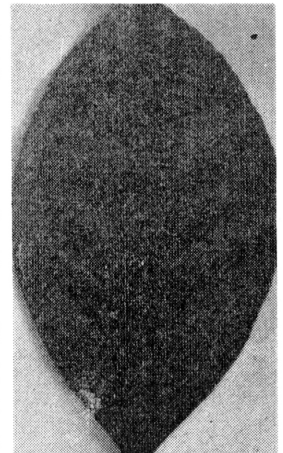
他の微量元素と同様、土壤のpHが高くなり過ぎた場合と、土壤中可吸態亜鉛の不足があり、主要原因は後者であると考えられる。現在のところ、広島県内で広範囲に発生している地域はない。

しかし、従来ヤノネカイガラムシを防除のため硫酸亜鉛加用石灰硫黄合剤を散布していたが、10年位前からこれを使用していないので、樹体中亜鉛、土壤中亜鉛とも不足しはじめ、今後一斉に発生するおそれは多分にある。

(3) 対策

最近では農薬も天敵の保護、食品公害などの面から見直され始めているが、微量元素対策からみても、年1回は硫酸亜鉛加用石灰硫黄合剤を散布したい。しかし、葉害、他薬剤との混用などから、これが使用されない場合は6～7月に硫酸亜鉛160倍液(等量の生石灰混用)を散布する。

亜 鉛 欠 乏 症



以上、広島県で現在発生している主要な微量元素欠について述べたが、今後使用肥料の無機化、使用農薬の変化、土壤改良の進展などにより、さらに激しくなったり、他の微量元素欠の発生も考えられるので、実態の把握と同時に、総合微量元素入り肥料および、農薬の検討が必要であろう。

(本文中の写真版(4と5)は、黒、白では、これ以上症状の特徴を出せないことをお詫びします。=編集部)

=====
あ と が き
=====
あけましておめでとうございます。昨年は何やかやお世話になりました。厚くお礼申し上げます。どうか本年もよろしくご指導下さい。
1971年度第1集特集をお送り致します。年末ご多用中にも拘らず、執筆下さった諸先生に厚くお礼申し上げます。(K生)