

農業と科学

1986
3

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO LTD

レンコン栽培における LP配合肥料について

茨城県園芸試験場環境部

小松 鋭太郎

はじめに

レンコンは野菜のなかで、軽視されているむきがある。しかし、可食部中(以下れんこんと記す)の成分はデンプンが主体であり、その他にビタミンB₁などの含量が比較的高いことから健康食品としてみなおされてきている。さらに、農業情勢の変遷に伴って、強湿地帯における稲作転換作物としての有利性からレンコン栽培への関心が高まり、栽培面積は増大の傾向にある。しかしながら試験研究の面では、他の野菜に比べておこなわれているのが現状である。特に、適地条件や施肥法についてはほとんど明らかにされていない。したがって多額の肥料代をかけた、品質の劣悪なものが多いなどの問題がおこっている。

これらを解決するために、茨城県下の栽培田を土壤調査し適地条件を明らかにし、施肥法を確立するために欠くことのできない生育相の区分並びに吸肥特性を明確にし、合理的な施肥法の確立を行ってきた。その過程でLP配合肥料を試作し、元肥一回施肥で従来の施肥と同等の収量が得られることが明らかになった。以上の調査並びに試験結果について順次記述し参考に供したい。

1. 適した土壤条件

土壤調査の結果、土壤と品質および収量との関係を示すと第1図のとおりである。良品質のれんこんが得られる土壤は、泥炭土(表土から泥炭土)、下層泥炭土(作土は黒泥土)、細粒強グライ土下層有機質(作土は強粘質で下層は有機物の多い土壤)である。これらの土壤は、いずれも有機物含量が高く、作土が深く、すき床層は未発達土壤である。また、常時湛水状態の強湿地であ

る。このような土壤で生産されるれんこんは、形状が良く表皮の色は乳白色で最高のものが得られることが明らかになった。

一方収量においては、泥炭土、下層泥炭土はやや低収である。細粒グライ土下層有機質土壤は、前記二土壤に比べて、浅層地下水水位がやや低いために地温がやや高く多収である。灰色低地土(浅層地下水水位が低く、半湿地ですき床層ができてい)や砂礫のある粗粒質土壤ではれんこんの形状が悪く、砂やけなどがやすく良品質のものは得られない。また、生育期間中の水不足から腐敗病の発生が多く低収となる。

レンコン栽培の適地条件を示すと第1表のとおりである。有効土層は50cm以上で砂礫の少ない土壤が良い。礫含量が10%以上の土壤では良品質のれんこんは得られない。作土は粘質から壤質、泥炭土や黒泥土が良い。表土

本号の内容

§ レンコン栽培における
LP配合肥料について……………(1)

茨城県園芸試験場環境部 小松鋭太郎

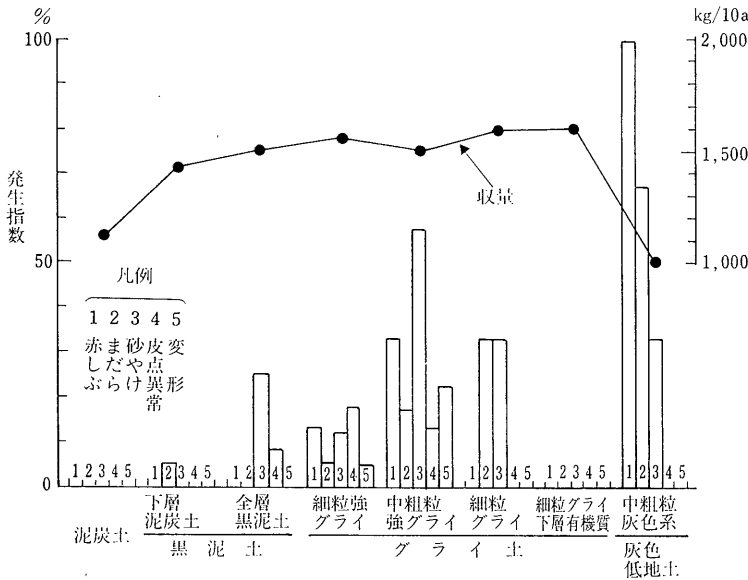
§ 大豆の培土期追肥における
LPコートの利用……………(5)

山形県立農業試験場 荒垣 憲一

§ 化学肥料と有機物の機能について……………(7)

全農福岡支所肥料農業部 新原 勝輔
技 術 主 管

第1図 土壤統群と収量および品質との関係



の還元状態については、全層が還元層であることが望ましく、乾田は不適である。鉄含量については、イネとは逆で1%以下の土壌量が赤さび色のついたれんこんが少ない。土壌養分状態はイネよりやや高めにある。

酸害および塩害土壤のように有害物質のある土壤は好ましくない。酸害土壤は適度に是正する必要がある。また、塩害については、1,000ppm以上になると障害がでる。このような土壤では、暗渠排水を行ない、可酸化性イオウから生ずる物質の排除と塩害土壤においては除塩を行なう必要がある。

耕盤はないことが望ましく、除

去困難な土壤は不適である。

水管理は、常時湛水が望ましい。生育期間中亀裂が生ずるような場合は、生育不良や腐敗病の発生がみられ、冬期寒害をうけやすいので適地とは云えない。

2. 生育相と養分吸収特性

茨城県におけるレンコン栽培は、経済的な栽培の北限といわれている。県内で最も多く栽培されている品種は中国種であり、その生育相は第2図のように区別される。

種れんこんの貯蔵養分による従属栄養から葉の同化産物と土壌養分の利用による独立栄養への転換期は、主茎の立葉3枚が展開した時期である。この時期は、本県では6月下旬であり、その後立葉は急激に増加する。したがって初期生育と生育旺盛期は6月下旬で分けられる。

茎葉繁茂の旺盛になるのは7月中旬から8月上旬であり、地上部乾物重は急激に増加する。一方、地下部乾物重は8月上旬から増し始め、8月下旬の止葉展開以降れんこん肥大期までつづく。れんこんの肥大は10月中旬頃までつづくものと思われる。

養分吸収の経過を示すと第3図のとおりである。生育期間中吸収量の最も多いのはカリ、窒素であり、つぎに石灰であった。りん酸および苦土は最も少なく、ほぼ同程度の吸収量であった。これらの養分吸収経過は生育相を反映し、生育旺盛期から吸収量は徐々に増加して茎葉繁茂期が最も多い。生育期間中の全吸収量に対する茎葉繁茂期の吸収量の割合は、窒素54.1%、りん酸66.4%、カリ57.4%、石灰44.5%、苦土47.0%であった。

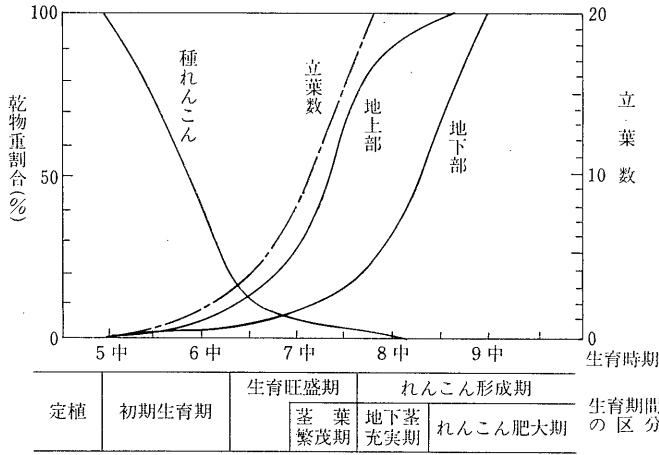
茎葉繁茂期に吸収された養分は、主に立葉に集積さ

第1表 レンコンの適地条件

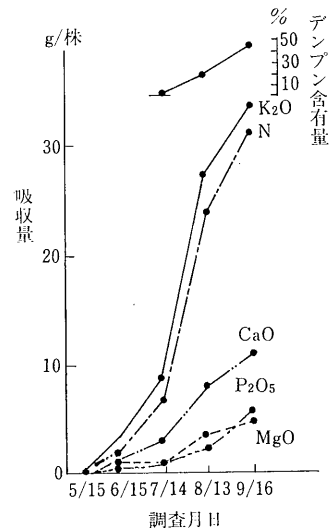
要因項目	要因強度			
	1 (適)	2 (やや適)	3 (やや不適)	4 (不適)
有効土層の深さ	50cm以上	50~30cm	30cm以下	
表土の礫含量 (断面中の割合)	ほとんどない	5%以下	5~10%	10%以上
表土の土性	強粘質~壤質土	壤質~微砂質土	微砂質~砂壤土	砂土
作土下の土性	強粘質~壤質土	壤質~微砂質土	砂土	
作土下のち密度	10以下	10~15	15~20	20以上
作土の遊離酸化鉄含量	1%以下 (乾土%)	1~1.5%	1.5%以上	
還元層の有無*	全層還元	作土直下から還元	50cm以内に還元層なし	
置換性石灰**	350	350~200	200以下	
置換性苦土**	60	60~45	45以下	
置換性カリ**	40	41~30	30以下	
有効態りん酸**	15以上	15~10	10以下	
有効態窒素**	10以上	10~5	5以下	
pH(H ₂ O)	6.0以上	6.0~5.5	5.5~5.0	5.0以下
有害物質	なし	小	中	大
物理的障害	なし	除去しやすい	除去やや困難	かなりの困難
水管理	常時湛水	冬期一時落水	生育期間中落水	

注 * 泥炭、黒泥土は還元層として扱う
** mg/乾土100g

第2図 部位別乾物重増加割合と生育の区分



第3図 養分吸収量およびデンプン含有量の推移



れ、地上部の生育と同化能力の維持、地下茎の発育に利用される。

地下茎充実期にはいと地上部の生育は鈍化し、吸収された養分は地上部においては同化能力の維持でいとどまり、地下部の肥大充実に寄与する割合が増加する。さらに、れんこん肥大期には、れんこんの肥大充実に寄与するようになる。特にりん酸、カリは茎葉かられんこんへの転流移動が多い。それに比べて窒素は移動が少ない。

生育期間中の総養分吸収量については、10a当たり三要素の総量を各25kgを3回に分施し、さらに腐敗病予防のために石灰窒素100kgを施したばあいについてみると、葉、葉柄、地下茎、れんこんの各部位の総吸収量は、窒素12.0kg、りん酸2.7kg、カリ13.7kg、石灰3.7kg、苦土1.3kgであった。施肥量に比べて吸収量は少ない。イネに比べれば吸肥力の弱い作物とみることができる。

3. LP配合肥料の施肥法と効果

レンコン肥料は、追肥時に葉に肥料がのって葉焼けをおこさないように大粒の複合肥料が用いられている。

施肥法は、前記の養分吸収特性からみて、元肥と6月中旬、7月上～中旬の2回追肥とし三要素の総量はほぼ24kg程度で3回に均分施肥が合理的であると[考えられる。

しかしながらレンコン田は作土が深く追肥作業は困難であり、表層施肥となるために田面水の窒素、りん濃度が一時的に高まり、流出が問題となる。したがって、施肥労力の省力と流出軽減を図るような施肥法が必要となる。そこで、昭和57年からLPと熔燐、塩加の配合肥料を試作し試験を行ってきた。用いたLPは70日タイプである。

LP配合肥料は全量を定植前に施し植え代かきを行な

第2表 LP配合肥料と規格別収量

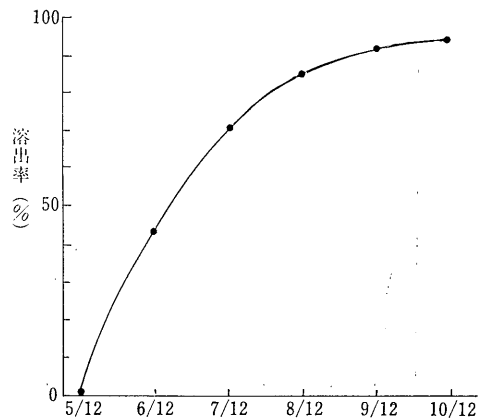
肥料	M	S	2S	C	計
① レンコン専用複合肥料	1,467	383	267	83	2,200
② LP・リンスター・塩加配合	1,433	283	217	83	2,016
③ LP・熔燐・塩加配合	1,533	458	325	138	2,454

注 品種：中国種、定植5月11日
 ①肥料は元肥5月9日、追肥6月14日、7月12日、三要素8kg×3回=24kg
 ②肥料は元肥5月9日 24-26-26kg
 ③肥料は元肥5月9日 24-24-24kg

った。その結果は第2表のとおりである。

LP配合肥料を元肥一回施肥とし、無追肥で対照の専用肥料と同等またはそれ以上の収量が得られた。特に生育、収量を大きく左右すると考えられるのは窒素である。

第4図 LP70日タイプの土壌中への窒素溶出



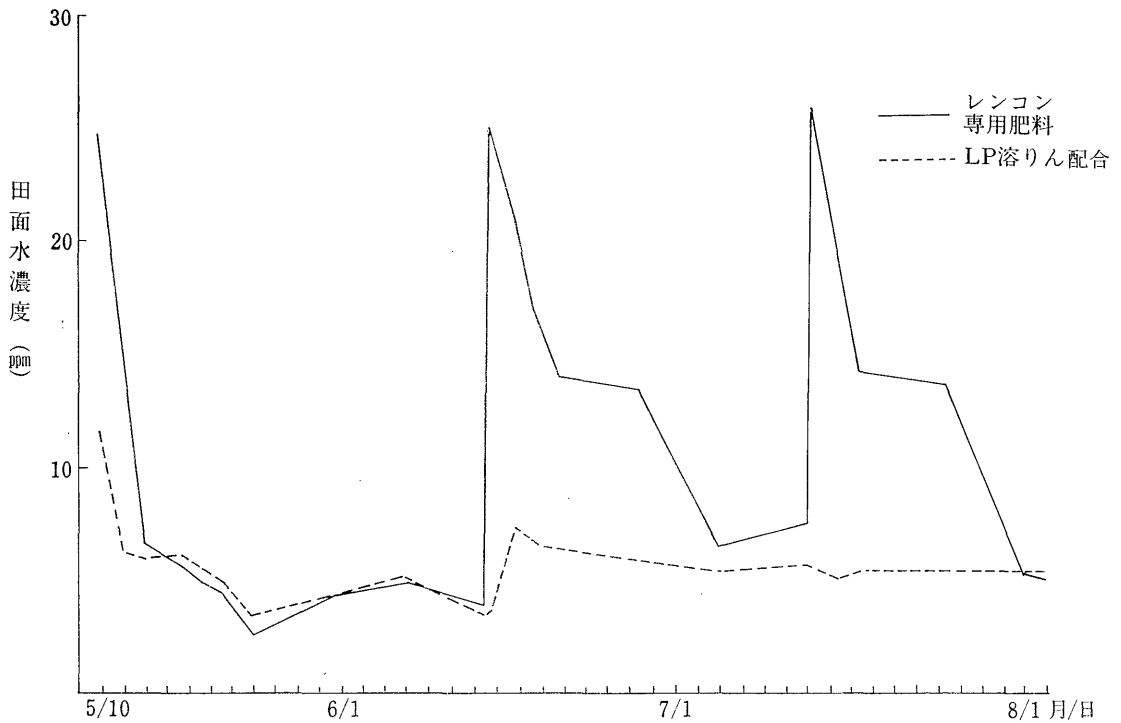
LP70日タイプの窒素溶出をみると第4図のとおりであり、ほぼレンコンの生育相および養分吸特性と類似の溶出を示している。このことが対照の専用肥料と同等の収量が得られたものと考えられる。

さらに田面水中の窒素、りん濃度変化をみると第5、6図のとおりである。対照の専用肥料より明らかに窒

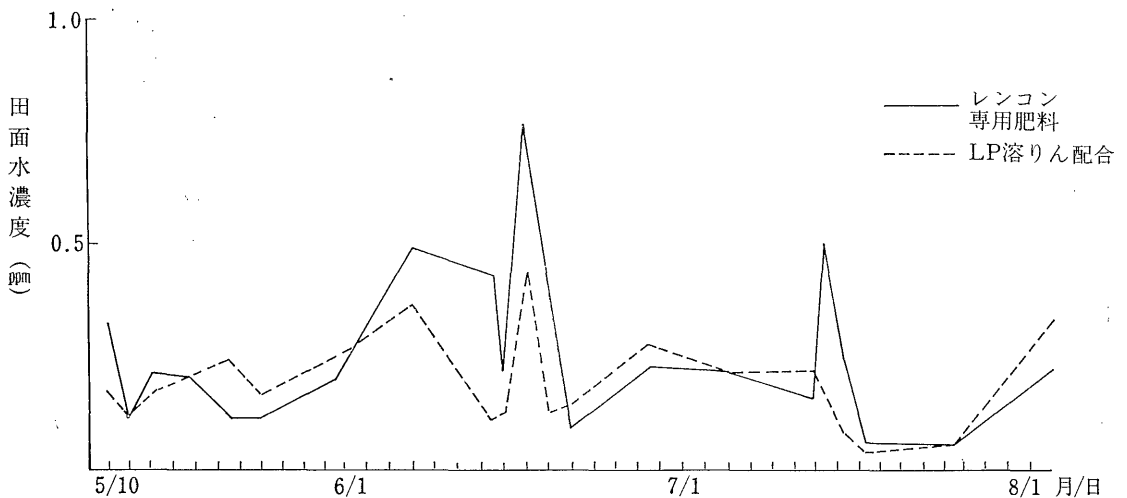
素、りんの溶出が軽減された。

以上の結果、LP、熔磷、塩加配合肥料を用いることによって、当初の目的である施肥の省力と窒素、りんの流出軽減が図られ、安定した収量が得られることが明らかになった。今後レンコン専用肥料としての利用が望まれる。

第5図 LP溶りん配合肥料を施した場合の田面水中の全窒素の推移



第6図 LP溶りん配合肥料を施した場合の田面水中の全りん濃度の推移



大豆の培土期追肥における

L P コ ー ト の 利 用

山形県立農業試験場

荒 垣 憲 一

1. はじめに

大豆は窒素作物と言われ、窒素栄養が重要な役割をもつが、窒素供給源として、地力及び根粒由来の窒素が重視されてきた。そのため、施肥窒素の役割を、軽視する傾向があった。

一方、大豆栽培を定着させるには、現在の200kg/10a程度の収量を大中に高める必要がある。そのためには、窒素供給源を地力及び根粒に依存するだけでは十分でなく、積極的な窒素施肥が必要である。

しかし、これまでの窒素追肥試験の結果では、必ずしも効果が安定しておらず、増収に結びつかないことが多い。このことについては、追肥に硫酸などの速効性肥料を使用するため、追肥による根粒活性阻害、及び、肥効が安定しないことが問題点としてあげられる。

また、これまでは、生育後期の窒素栄養確保を重点とした開花期以降の追肥が一般的であった。しかし、より高い追肥効果をあげるには、生育中期の窒素栄養改善をねらいにした早期の窒素追肥技術の開発が必要である。

早期追肥の短所は、中期生育が過剰になり、草型を乱しやすいこと、根粒活性を阻害する危険性があること、生育後期まで肥効が及ばないこと、などが考えられる。

これらの短所を解決し、早期追肥技術を確立するために、LPコートを用いた培土期(7葉期)追肥法について検討した。以下、その結果を紹介する。

2. 追肥効果及び増収要因

1983年に、表-1に示す試験区で追肥効果の検討を行った。

表-1 試験区の概要

試験区	追肥時期	追肥量 (kg・N/10a)
無追肥	—	0
培土期硫酸	培土期(7月19日)	7.5
培土期LP	〃	7.5
開花期硫酸	開花期(8月8日)	7.5

(注) 試験規模：1区40㎡、LPコート：尿素70タイプ、基肥=N：P₂O₅：K₂O=2.5：7.5：10kg/10a、(播種：5月30日、栽植密度：10本/㎡(1本立)、品種：スズユタカ

結論から述べると、収量は、無追肥区405kg/10a、培土期硫酸区458kg/10aに対して、培土期LP区は508kg/10aの高い収量が得られた(表-2)。

表-2 収量性(1983)

試験区	着莢数 (莢/㎡)	1莢内粒数 (粒)	100粒重 (g)	子実重 (kg/10a)	収量比 (無追肥を100として)
無追肥	759	1.85	27.3	405	100
培土期硫酸	857	1.85	28.6	458	113
培土期LP	908	1.95	28.7	508	125
開花期硫酸	720	1.99	27.7	397	98

培土期LP区の増収要因は、次のことがあげられる。

① 追肥時から幼莢期まで、葉中窒素濃度が高く推移した。また、培土期硫酸区ほど中期生育が旺盛でなく、草型の乱れが少なかった。このことが、大豆の光合成能を高め、結莢向上、落莢防止に寄与したと考えられる(表-3、4)。

② 幼莢期以降の乾物生産及び窒素吸収量は無追肥区で各々、382kg/10a、[13.7kg/10a、培土期硫酸区で各々、292kg/10a、13.5kg/10aであったのに対して、培土期LP区では、各々、524kg/10a、[20.1kg/10aできわめて多かった。

すなわち、多収大豆特有の後期型生育を示した(表-4)。

③ 開花期及び幼莢期の葉柄中アラントイン態窒素濃度は、培土期硫酸区で無追肥区より低くなるのに対して、培土期LP区では、無追肥区と同程度の濃度で、追肥による根粒活性阻害が少なかった(表-5)。

表-3 葉中窒素濃度(1983)

試験区	培土期	開花期	幼莢期
無追肥	4.76	5.14	5.36
培土期硫酸	5.36	5.33	5.37
培土期LP	5.61	5.42	5.51
開花期硫酸	—	—	5.46

(対乾物%)

以上のことは、土壌中の無機態窒素濃度の推移で説明がつく。

表一4 期間別乾物生産量および窒素吸収量 (1983)

項目	試験区	~*培土期	*培土期~開花期	開花期~幼莢期	幼莢期~成熟期	全期間
乾物生産量 (kg/10a)	無追肥	119 (14)	153 (18)	207 (24)	382 (44)	861
	培土期硫安	135 (14)	214 (23)	304 (32)	292 (31)	945
	培土期LP	104 (10)	178 (17)	252 (24)	524 (50)	1,058
	開花期硫安	—	—	201 (23)	412 (47)	885
窒素吸収量 (kg/10a)	無追肥	3.7 (13)	4.5 (16)	6.1 (22)	13.7 (49)	27.9
	培土期硫安	4.7 (15)	5.9 (19)	7.7 (24)	13.5 (42)	31.8
	培土期LP	3.6 (10)	5.3 (16)	6.6 (19)	20.1 (57)	35.7
	開花期硫安	—	—	6.3 (23)	13.5 (48)	28.1

(注) ()内は全期間に対する%、*培土期は培土追肥1週間後

表一5 アラントイン態窒素濃度 (葉柄中1984)

試験区	開花期(指数)	幼莢期(指数)
無追肥	0.69%(100)	0.67%(100)
培土期硫安	0.56%(81)	0.39%(58)
培土期LP	0.63%(91)	0.83%(124)

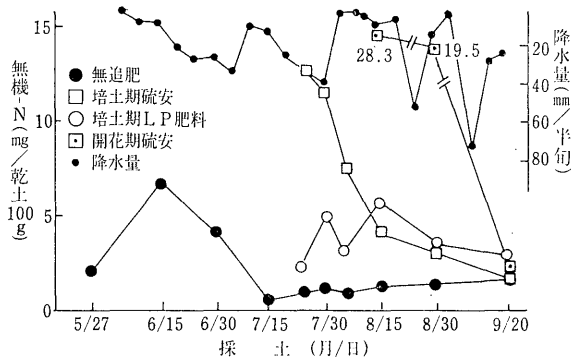
培土期硫安区では、追肥後、急激に土壤中の無機態窒素濃度は高くなった。そのため、中期生育は過剰気味になるとともに、根粒活性阻害の要因となった。また、降雨により、土壤中の無機態窒素の流亡が激しく、生育後期の窒素供給源にはなりえなかった。

それに対して、培土期LP区では、追肥時から9月下旬まで3~5mg/100g(乾土)の濃度で推移した。このことは、根粒に対する悪影響が少なく、かつ、生育中後期の窒素供給が安定していたことを示していた(図一1)。

以上のような肥効を示すLPコートを用いた早期追肥は、早期追肥の短所が解決されて、増収効果が高いことが明らかであった。

なお、開花期の硫安追肥区は、無追肥と同程度の収量で、追肥効果は認められなかった。

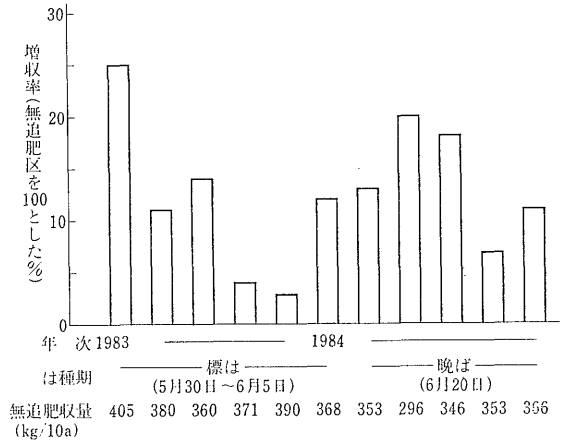
図一1 土壤中の無機態窒素の消長 (1983)



3. 培土期のLPコート追肥の普及性

これまでの開花期以降の速効性肥料追肥の場合には、多収レベルの大豆での増収効果は少ない。しかし、大豆栽培に意欲的に取り組む農家は、少なくとも300kg以上の反収をあげている。これらの農家は、より高い収量を得る技術の開発を望んでいる。このような状況下で、培土期追肥は、多収型大豆でも追肥効果が安定して高い(図一2)ことが、実用的な技術と言えよう。

図一2 培土期のLP追肥(7.5kg/10a)による増収率



また、開花期以降の追肥は、大豆が繁茂し、は場に入らなう追肥作業が容易でない。とくに、多収型大豆では、草型を乱す危険性がある。しかし、培土期の追肥は、まだ生育量の少ない時期であり、背負散布機を利用して、手軽に施肥作業ができる。

培土期の追肥は、大豆栽培上、きわめて重要な作業である培土と一貫して行なう作業であるため、栽培体系に組入れやすいことも普及上有利であろう。

以上の点で、培土期のLPコート追肥は、大豆栽培に導入しやすい技術と考えられる。

化学肥料と 有機物の機能について

全農福岡支所肥料農業部

技術主管 新 原 勝 輔

はじめに

管内の農協で営農指導に携っている人達と現場における技術上の問題点を話し合う機会が多いが、その中で決まって出て来る話題の一つに「有機農業（農法）をどのように考えたらよいか」と言う疑問がある。

有機農業と化学肥料をめぐる問題については故有吉佐和子氏の「小説複合汚染」以来多くの識者によって議論が行なわれてきた。それにもかかわらず未だに現場での迷いが跡を絶たないのは、化学肥料の使用を環境問題としてとらえようとする風潮があること、一部の農家層に無肥料無農薬を標ぼうした農法が浸透していること、そしてこの問題に関するさまざまな論議が営農指導や普及の現場からかけ離れた場で行なわれていることなどの事情に依るものと考えられる。

本稿ではこのような現場の事情をふまえながら化学肥料と有機物のそれぞれの意義について筆者の見解を述べてみたいと思う。

1. 食糧問題と化学肥料

人口問題を切り離して食糧問題を論ずる事は出来ない。現在世界の人口が非常な勢いで増加を続けている事は周知の通りである。1650年ごろは世界の人口は約5億と言われており年間の増加率は0.3%程度であったと言う。それが330年後の1983年には約44億に達し年間の増加率も2%を超えていると言われていた。推定に依れば新しい世紀を迎える2000年には61億になり、その後更に増え続けて120億程度の人口で限界に達するのではないかとされている。

一方、現在地球上の耕地面積は14億haであるが、将来に残された開かん可能な面積は多く見積っても18億ha程度に過ぎないと言う。しかもそれは未開の大陸の奥地のような辺境の地が大部分であって、たとえ作物が生産されたとしてもそれを消費地まで輸送するには莫大なエネルギーと費用が必要になってくる。また、このような地帯に文明社会の好みに合っただけでも生産性の高い作物の栽培が可能であるとは考えられない。

こうしてみると世界の農業がますます集約化の方向を

たどらざるを得ない事は明らかである。

そして、地球上の人口をまかなう食糧の生産に必要な肥料養分をすべて有機物に依存することは到底出来ない事である。（単純計算ではあるが、窒素含有率0.5%の堆きゅう肥で10a当たり15kgの窒素をまかなうには代替率を考慮に入れると4.5t程度施用しなければならない事になる。）

むしろ、従来にも増して化学肥料に対する依存度を高める必要があり、そうすることによってのみ人類の生存が可能であると言うことが出来よう。

2. 化学肥料の施用と土壌の化学性

有機農業を主張する人達が共通して指摘する「化学肥料の害悪」の一つに「土壌の悪化と地力の減退」がある。

土壌の悪化を判断する指標となるのはある程度長期的な視点の上から立って「収量が低下するかどうか」と言う点であろう。この事についてよく引合いに出されるのは英国のローザムステッド（国立試験場）におけるコムギの栽培圃場の成績である。この圃場は140年の長年月にわたって化学肥料の連用が行なわれている所であるが収量の低下も土壌の悪化も見られていないという。

ただ、生理的酸性肥料の連用によって土壌が酸性化したり、施設栽培などで極端に偏った施肥が行なわれると塩類の過剰集積が起き易いことは事実である。

しかし、このような事は有機物の施用によっても起きるものであって、例えばナトリウムや塩素を多量に含む人ふん尿は以前これが大量に使われていた時代には土壌酸性化の主役とされていたものである。また、塩類集積の中で最も問題になっている加里の過剰についてもその由来が家畜ふん尿を原料にした堆きゅう肥などの多施用に依るものであることは既に定説となっている。その他、緑肥の分解過程で生成する有機酸によって塩基類の溶脱が促進されることなども確かめられている。

ともあれ、尿素やりん安のような副成分を全く含まないものが化学肥料の中で大きいウエイトを占めている現状を考え併せると、化学肥料が土壌の化学性を悪化させるといふ非難が必ずしも当を得たものでないことは明ら

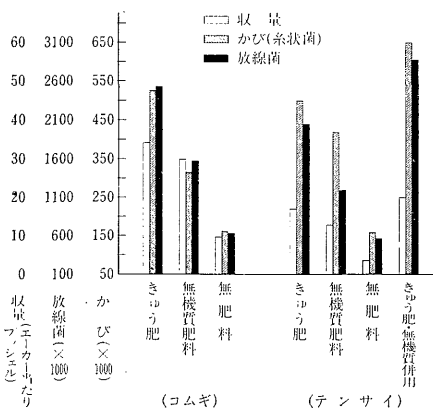
かである。

3. 化学肥料の施用と土壌の生物性

次に、土壌の生物性に対する化学肥料の影響についても根強い批判があるが、その主な指摘は「微生物数の減少と微生物相の変化」である。

このことについて、インドのSINGH氏による調査結果を第1図に掲げる。この調査は無機質肥料連用区・有機物連用区などについてそれぞれの土壌に生息する微生物を計測したものである。

第1図 無肥料及び肥料連用土壌における作物収量とカビ・放線菌数 (SINGH)



この成績に依ると有機物の連用によって微生物の数は明らかに増加しているが、これはいわば有機物の機能として常識通りの結果と言う事が出来る。むしろ注目したいのは、無機質肥料区の微生物数が無肥料区に比べてはるかに多くなっている事と、無機質肥料と有機物を併用すると微生物数が最も増加する事の二点である。

これらは共に、化学肥料の施用によって微生物数は明らかに増加するものであって決して減少するものではない事の裏付けとなると思われるからである。

また、併用区では数の増加の他に、無機物と有機物の質の異なった栄養源が土壌中共存するので、それぞれの単用の場合に比べて一そうバラエティーに富んだ微生物相になっているのではないとも考えられる。

4. 有機物に対する正しい評価

有機物、特に粗大有機物の役割のうち土壌の物理性を改良する効果と緩衝能力を賦与する効果は化学肥料や無機質の改良資材では期待する事の出来ない機能であって、その事については当然高く評価しなくてはならない。

しかし、すべての物にはそれぞれ長短・功罪があるものであって有機物についても例外ではない。

有機物を正しく評価するためにはその欠点についての

認識も必要であると考えられる。有機物をうまく使いこなすためと言う意味を含めて若干所見を述べてみたい。

1) 一概に有機物と言ってもその種類は極めて多く、材料・製法及び形状など千差万別である。従ってその効用についても、主として物理性改良効果の大きいもの、肥料的効果が大部分であるもの、あるいは総合的効果のあるものなどさまざまである。

2) 有機物は概して含有成分量が低い。従って、有機物だけで作物の必要養分を賄うとすると莫大な量の施用が必要になる。

3) 堆きゅう肥のように以前は自給肥料として扱われていたものはたかく資材費としては低く見積られがちである。しかし、農水省の「米の生産費調査(1983)」によると堆肥200kg(10a当たりの平均施用量)の生産費は1,900円となっている。また堆肥センターの引き渡し価格も1t当たり6,000円以上としている例が多い。これには圃場までの運搬費や散布労賃は含まれていないのでそれらを合算すると決して安価な資材とは言えない事になる。

4) 有機物は成分含量が低いばかりでなく、ばらつきが多くて安定していないという欠点をもっている。また、無機化速度も種類によって大きい違いがある。従って、有機物を肥料として使う場合適期に適量を施用する事は極めて困難である。例えば水稲の穂肥に有機物を使用する技術などは到底成り立つものではない。

むすび

冒頭に述べたように、この記事は現場で営農指導に携わっている人達の迷いに対する一つの指針と言う意味で執筆したものである。

十分意を尽くした内容とは言い難いが、その中から次の二つの点をくみ取って頂ければ幸いである。

その一つは、化学肥料が農業技術の基幹として定着している背景にはそれなりの歴史と理由があると言うことであり、他の一つは、化学肥料と有機物の特徴を正しく評価し、双方の利点を生かした相互補完を図ることが生産性の向上につながるものであると言うことである。

(追記) 有機農業を提唱する一部の人の意見の中には化学肥料は人間の健康に有害であるという指摘もある。しかし、化学肥料が使われ始めてから100年近く、使用肥料の主体となってから40年以上の歴史の中で化学肥料に由来する公害病が皆無であること、および普通肥料の公定規格などに見られるように厳重な有害成分の規制措置がとられていることなどから、あえてこの記事では触れなかった。