

農業と科学

昭和45年9月1日(毎月1日発行) 第167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

1970

9

特集

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.



農業と科学

《目 次》

第 167 号

【果樹園芸特集】

その1. 梨の品質と肥料.....(3)
鳥取大学農学部教授 林 真 二

その2. 肥料がカンキツの生育、収量と品質に及ぼす影響.....(7)
愛媛大学農学部教授 松 本 和 夫

その3. りんごの品質と肥料.....(11)
秋田県果樹試験場 園芸化学科長 山 崎 利 彦

その4. スイカの窒素栄養と品質.....(15)
香川大学農学部助教授 倉 田 久 男

その5. 施設園芸の経営について.....(19)
農業技術研究所 耕種方式研究室長 加 賀 美 宏

九州の火山灰土壌の特徴とその改良について.....(23)
九州農業試験場環境第2部長 菅 野 一 郎

【林地肥培の問題点】

その1. 林地肥培の意義.....(27)
東京農業大学教授・東京大学名誉教授
日本林地肥培協会会長 芝 本 武 夫

その2. 林地肥培の新しい技術.....(31)
林業試験場九州支場長 塘 隆 男

作物に対する窒素給源について.....(35)
九州大学農学部教授 山 田 芳 雄

【果樹園芸特集】—その1

ナシの品質と肥料

鳥取大学農学部教授 林 真 二

多肥、多チッソによる収益本位の技術が反省されて、うまい果実作りの動きがすべての果樹で活発となっている。

ナシも例外ではない。経営面積が小さいので、限度いっぱい収量をとらなければ飯が食えない。そこに無理がうまれる。

一方、品質は強く天候に支配される。日照が多く雨の少ない年には、無理がとおって結構うまいものが多くとれる。

気象の長期予報でも確実にあたるようになれば、施肥と品質問題も解決されようが、これは当面望まれない。どうしても悪天候の時に、商品価値のあるうまいナシがとれる施肥に、基準をおかなければならなくなる。

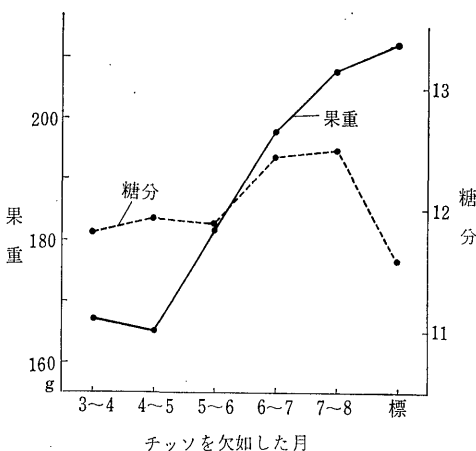
ここでは玉太り（収量）と糖分の二面をとりあげて、肥料との関係を述べてみたい。

1. チ ッ ソ

3月から9月までのナシ果実の発育中、時期別にチッソを2カ月ずつぬいて、玉太りと糖分との関係をみると第1図のとおりである。

生育の前半3~4月から5~6月にチッソの切

第1図 チッソを時期別に欠如した場合の果実の大きさと糖分（二十世紀）

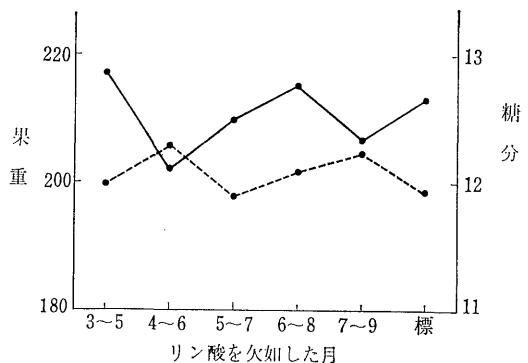


れた場合には、いちじるしく小玉となるが、7~8月のチッソ欠如は玉太りもそう悪くなく、糖分が明らかに高くなるといえる。

2. リ ン 酸

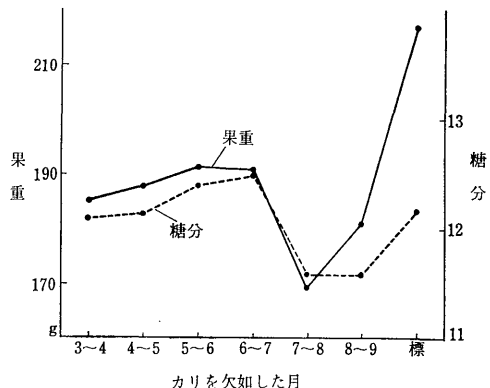
3月から9月までの間、3カ月ずつ時期別にリン酸の施用をやめ、また全期間無施用をつくって調べた結果は、第2図のとおりである。

第2図 リン酸を時期別に欠如した場合の果実の大きさと糖分（二十世紀）



肥料の反応の出やすい砂耕栽培の結果であるが、この結果では、リン酸を生育中にやる、やらないによって果実の太り、糖分に影響はみられない

第3図 カリを時期別に欠如した場合の果実の大きさと糖分（二十世紀）



い。

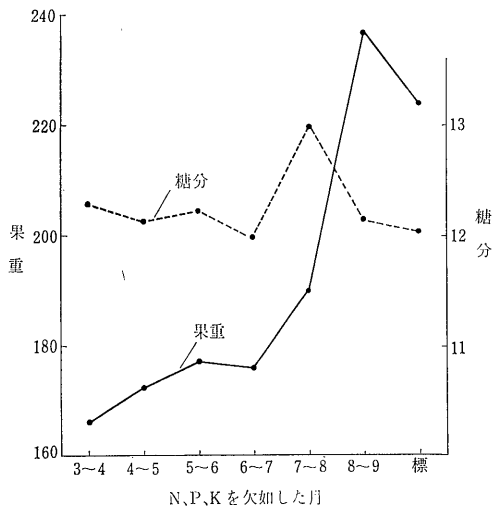
3. カリ

同様に、カリを生育中2カ月ずつ時期別に欠如して、果実への影響をみた結果は第3図のとおりである。

これによると、カリは生育中どの時期に欠如しても、玉太りが悪くなるが、特に7~8月のカリの欠如は、いちじるしく小玉となる。

糖分については、7~8月および8~9月カリ欠如で低い傾向があり、果実発育後期のカリ欠如

第4図 三要素を時期別に欠如した場合の果実の大きささと糖分 (二十世紀)



は、味の悪い小玉に結びつくといえる。なお、カリを欠如した樹では、特に玉揃いが悪くなる。つまり、弱い結果枝の果実が特に小玉となるためである。

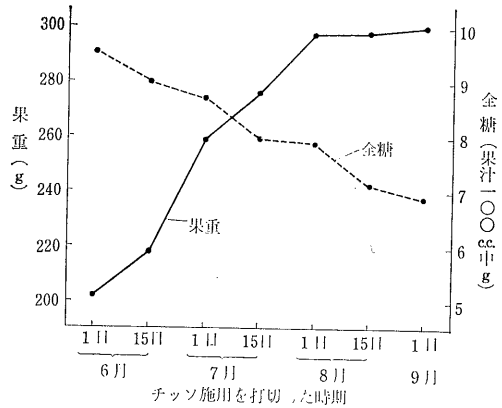
4. 糖分とチッソおよびカリ

前述の結果から、7~8月のチッソ欠如は糖分を高くし、7~8月のカリ欠如は糖分を低くする傾向が明らかである。チッソとカリを含めた三要素について、時期別の欠如試験を行った結果は第4図のとおりである。

この結果をみると、7~8月に三要素を欠如した区は、明らかに糖分が高くなっている。つまり、7~8月チッソをぬくと糖分が高まり、カリをぬくと低くなるが、チッソとカリの両方をぬくと糖分が高くなるから、糖分に対しての影響は、チッソが主役であるといえる。

5. 夏のチッソと果実

第5図 果実発育中後期のチッソと果実との関係 (9年生砂耕樹)



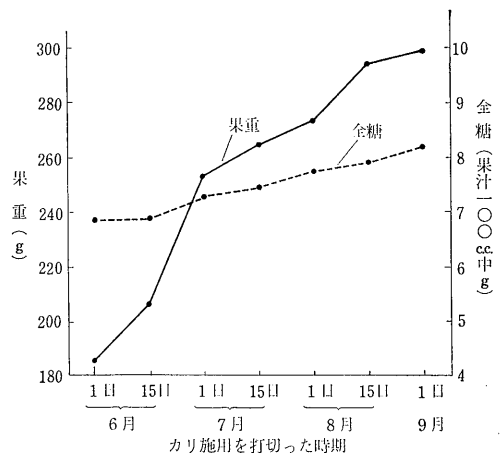
地力のない園で収量をとろうと思えば、夏にチッソを追肥しなければうまく行かない。その行きすぎが味の低下となっている。

この関係を明らかにする目的で、二十世紀の砂耕樹について、6月から収穫期まで時期別にチッソ施用を打切って、果実への影響をしらべた結果は第5図のとおりである。

この結果をみると、玉太りは、6~7月のチッソ切れで悪くなるが、8月になるとほとんど影響がなく、標準の収穫期までチッソを与えた区と差がない。

問題となる糖分は、チッソ打切り時期の早いものほど高く、チッソを遅くまで与えたものほど低い。玉太り(収量)もそう悪くならないで、味も

第6図 果実発育中後期のカリと果実との関係 (9年生砂耕樹)



そう悪くならないチッソ打切りの時期は、7～8月上旬と考えられる。特に8月にチッソ肥効をもちこまない施肥時期、施肥量が基本の考え方になるといえる。

6. 夏のカリと果実

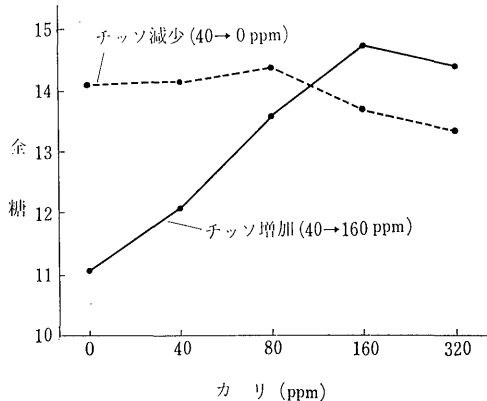
上述のチッソと同じような試験を、カリについて行った結果は第6図のとおりである。

この結果は、玉太りについては、カリの打切り時期の早いほど小玉となる。糖分の傾向もカリの打切り時期が早く、カリ欠如の期間の長いものほど、悪くなる傾向がみられる。しかし、その影響はチッソほどきびしいものではない。

7. チッソとカリとの関係

夏のチッソの動き方が、収量と品質を最も強く支配するが、そのチッソの効き方は天候に強く支配される。雨が多く日照不足の年と、高温乾燥日照多の年とでは、同じチッソ量でも樹の反応は倍、半分の効き方となる。

第7図 7月15日よりチッソを増減した場合のカリと糖分との関係



他方、ナシでは昔から、玉肥にカリが特効的な意義をもって多く与えられてきた。夏のチッソの効き方に対して、カリがどのように働いて、果実がどのようになるかしらべてみた。

品質、糖分に最も関係の深い7月中旬以降について、チッソ肥効を抑えた区と、逆にチッソ肥効を強く増加させた区を設けて、そのそれぞれに、カリの量を加減してみた結果は第7図のとおりである。

その結果、7月15日からチッソを打切って、カリを変化させた場合には、糖分に大きな変化が認

められない。これに対して7月15日からチッソをうんと効かせた場合には、カリの増加にともなって、糖分が明らかに高くなる傾向がある。

すると、夏にチッソをよく効かせて、カリをうんと多く与えればの考えが出てくる。

しかし、チッソ肥効を低くした区は、特にカリを考えなくても、いずれも糖分が高い。こちらの方が本すじといえる。

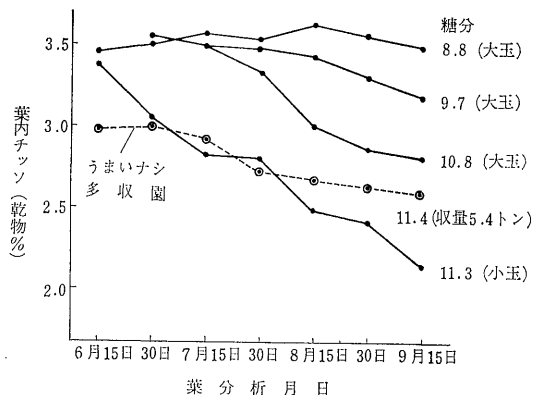
ところで実際には、チッソを効きすぎにならないようにと設計して、計画通り施肥しても、梅雨の天候次第で効きすぎになることが多い。

このような場合には、カリ追肥を多くすることによって、ある程度チッソによる糖分、味の低下が抑えられるといえる。なお、カリ追肥量の多い区で、肉質が硬くなり、品質の根本であるみずみずしさが悪くなる傾向があり、注意しておきたい。

8. 葉のチッソの動きと糖分

実験的にチッソ施肥をいろいろにかえて、葉内のチッソ成分を動かし、その動きと果実糖分との関係をしらべた結果は第8図のとおりである。別にうまいナシ多収園の葉内チッソの動きを示した。

第8図 葉のチッソの動きと果実糖分



これによると、6月の梅雨期頃の葉内チッソが横ばいで、収穫期まで下らない樹では、糖分がいちじるしく低い。7月中下旬頃から8月にチッソが下がる樹では、糖分が高くなっている。この場合、葉内チッソの減少がきびしい樹では、糖分は高いが、果実が明らかに小さくなる。うまいナシ多収園では、梅雨から土用に入って葉内チッソ

が下がり、8月にはその傾向がゆるやかになっている。つまり、葉内チッソ3%くらいから10~15%程度減少する動きが、うまいナシ作りの基準といえる。

む す び

以上、二十世紀ナシについての基礎実験の結果を示したが、それらは施肥の考え方の問題である。実際の場合には、土とか根、結果量など肥料以前の問題が品質を支配することが大きい。

たとえば、土の酸性化、老朽化が進んでいる園が非常に多い。これらの園ではチッソの効きが悪く、効き方もおくれる。効きが悪いから多くやる、多くやるからますます土が悪く根が悪くなる。

それがチッソの遅効きとなって味の悪いナシとなる。肥料がすなおに効くような土一木の管理が先決となる。

肥料の種類にしても、無機が悪く有機が良いという。これも土次第である。

夏のチッソは切れては小玉になって収量が出ないし、効くと味が悪くなる。つまり、切れないように、効かないように一の山のないチッソの基本線が大切なことになる。

土がよければ、秋冬期のチッソ施用で十分夏場が維持できるが、土の浅い園では無理である。やむなく、秋冬期に粕類などの有機チッソを埋めこんでおいて、夏場の維持をしているわけである。

つまり、それぞれの園について、地のくせをよく考えることから出発して、肥料と品質におよばないと、うまく行きにくいといえる。

ところで、うまいナシと施肥といえば、チッソを減らせが基本となる。実際にはチッソを減らすと、玉太りが悪く収量が少なくなるとともに、樹が弱ることが生産者の大きな心配である。

肥料はしっかりやりなさい、熟期なり品質の方は、ホルモン剤でやりましょうと、簡単にゆかないものか—と現在研究中である。うまくゆくと肥料問題も楽になるのですが。

【果樹園芸特集】—その2

肥料がカンキツの生育
収量と品質に及ぼす影響

愛媛大学農学部教授 松本和夫

1) 枝葉の発育

チッソ肥料を昔から「葉ごえ」と呼んでいることからわかるように、枝や葉をたくさん発生させるためには、まずチッソを十分にきかせる必要がある。この原則は特にカンキツ栽培に限られるわけではなく、すべての植物、作物についても当てはまることである。

戦前のミカンの施肥は、年間に有機質肥料を中心とした元肥1回の場合が多かったが、このときには、チッソの不足によって樹冠の発達が悪く、葉が小さく、10アール当たりの果実の収量も、現在の半分ないし3分の2程度の園が多かった。

ところが、戦後になって化学肥料の使用が普及すると、肥料の流亡防止や濃度障害回避の必要性から、分施されるようになり、夏肥を施すようになって、急に枝葉の発育がよくなった。

カンキツは元来、亜熱帯原産の常緑樹であり、その台木にキコクを使用した場合でも、地温が12°C以上にならぬと新根を発生しない。

ところが、カキを除いた他の大部分の果樹では、枝葉が伸長を開始すると同時に、またはそれ以前に、すでに新根の発生がみられるが、カキ

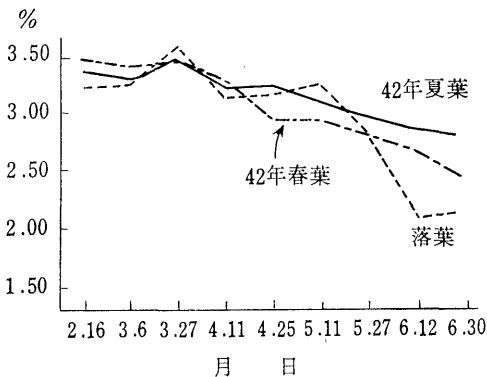
とカンキツの場合には、枝葉の発育開始後、半月ないし1カ月以上おくれ、ようやく新根の発生が認められる状態である。

すなわち、カンキツの根は、普通5月中下旬にならないと活動を開始できないため、元肥の利用という点でまことに効率の悪い種類だといえる。

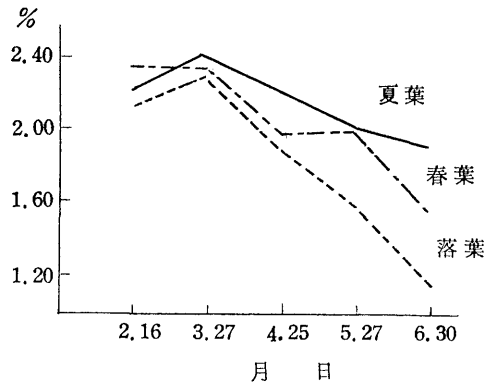
しかし、夏肥を施すころになると、すでに地温も高く、細根が盛んに伸長し始めているので、夏肥の肥効は元肥に比べて格段に高くなっている。

夏肥から吸収された肥料要素は、もちろんその年の春枝、すなわち、結果母枝の確保に役立つわけではないが、しかし、葉や枝幹、根群の中にたくわえられたものが、翌春の枝葉の発生や新根の伸長、幼果の発育に利用されるわけである。

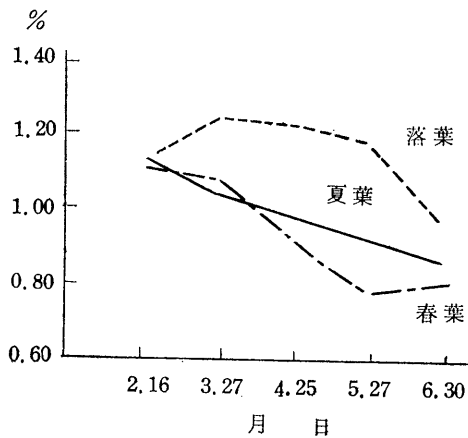
カンキツの場合、チッソを例にとると、葉の中に40%、枝幹の中に30%、果実に20%、根群中に10%の割合で分布することが知られているが、旧葉中にたくわえられたチッソの3分の1近くのもので、3月下旬から6月下旬にかけて、枝葉の発育や幼果の肥大に伴って葉外に転流して、新生部に利用されるわけである(第1図)。また第2図を



第1図 葉中全窒素含量の変化 (自然落葉期) (石川、加古、鳥瀧)



第2図 葉中不溶性蛋白態窒素含量の変化 (自然落葉期) (石川、加古、鳥瀧)



第3図 葉中水溶性澱素含量の変化
(自然落葉期) (石川、加古、鳥渡)

みると、この期間中に葉内のタンパク態チッソが分解され、その含有率が著しく減少して、水溶性のチッソに変わってゆくことを示している。

第3図をみると、その間に葉内の水溶性チッソそのものも、時の経過とともに減少しているのので、移動可能なかたちに変ったチッソが、大量に旧葉から新生部に転流してゆくことがわかる。

チッソと同様、旧葉内にたくわえられたリン酸やカリウムも、新葉や幼果のほうへ容易に転流するが、カルシウムはほとんど葉外に転流しない。

また、マグネシウムは、木が欠乏した状態にあるときには、ある程度旧葉から新葉に向かって流出するが、マグネシウムに余裕がある木では、旧葉から新葉へ向かっての転流は、ほとんど認められないといわれている。

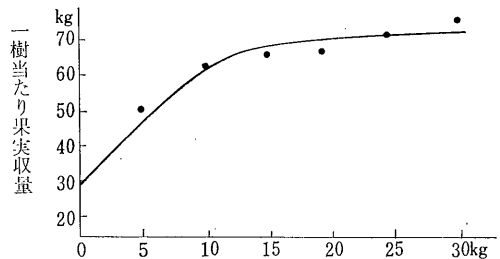
さらに、微量元素についてみると、いちど葉の中に吸収されたあとは、鉄、マンガン、モリブデンなどは転流が困難であるが、銅は比較的容易に新生部に移動し、春枝葉が伸長するときは、旧葉中に含まれる銅の30%以上が新葉に移るといふ。

リン酸やカリももちろん、チッソと同様に枝葉の発育に必要な成分であるが、量的にみて、これらの要素はチッソより少なくても足りること、また、これらの要素が、樹体内で要求度の高い生長部に容易に転流してゆくことがで

きるために、リン酸やカリ施用の多少が、枝葉の発育程度を左右する場合は少ないと思われる。

2) 果実の収量

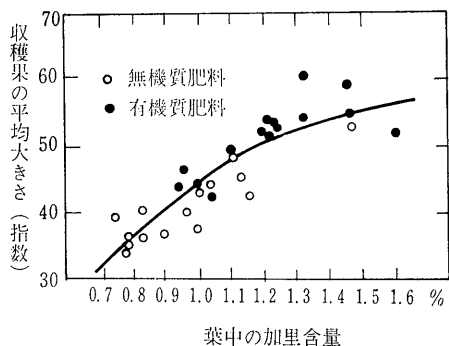
果実を構成する主体が、水と炭水化物であることからわかるように、その収量は水分供給の程度と、炭水化物の合成を担当する葉の多少によって決まると言ってもさしつかえない。



第4図 オレンジの収量とチッソの施用量
(PARKER, BATCHELOR)

そして、葉数または葉面積を多く確保するために、チッソが有効であることはすでに述べた。たとえば、温州ミカンの場合には、20ないし25枚の葉に対して、果実1個を着けることができるから、葉数が多い園ほど結果数も多いことになり、収量の増加ということは、主として結果数の増加によって達成されているのが実情である。しかし

第5図 カンキツ果実の収穫果の平均大きさと12月における葉の加里含量
(PARKER, JONES)



第1表 加里の施用量とネーブルオレンジの果実の形質
(CHAPMAN, BROWN, RAYNER)

培養液の加里濃度	葉内K含量	平均果実重	果実個数	収量	全可溶性固形物	酸	ビタミンC
0 p.p.m.	0.14~0.24	g 109	132	kg 14	% 15.0	% 0.67	mg/100g 46
0~1	0.26~0.35	128	1,466	188	13.3	0.60	36
90~117	1.04~1.73	170	1,163	197	13.0	0.78	40

チッソはまたカリとともに、果実の肥大促進に対しても大きな効果を示す場合が多い。特にカリは「実ごえ」または「玉ごえ」と称して、炭水化物を多く集積する器官には欠かせない。

種子を多く含む果実では、そのほかにリン酸やマグネシウムに対する要求が大きい、温州ミカンの場合には種子が含まれていないので、カリが主として実ごえの役割を果たしているわけである

チッソが果実の肥大を促進す場合には、果肉組織よりも、むしろ果皮組織の二次生長を刺戟する傾向が強く、品質の項で述べるように、着色その他、果皮の状態を悪くする危険性があるので、その場合には、チッソのおそ効きを起こさないように、夏肥の施用に特に注意しなければならない。

3) 果実の品質

果実の品質に対する肥料の効果は、3要素によってそれぞれ違った仕方で影響を及ぼしている。

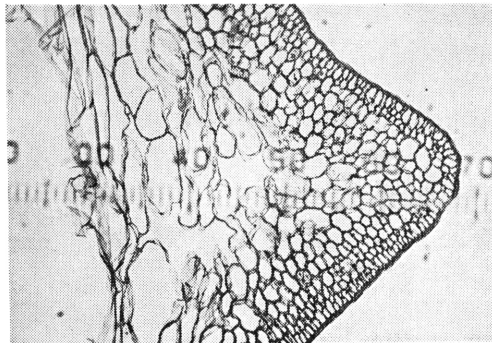
すなわち、チッソは主として果皮の状態、および肉質に大きな影響を及ぼし、リン酸は果汁歩合と果汁中の遊離酸含量の減少に、また、カリ肥料は果実の階級(大きさ)と果汁中の遊離酸含量の増加に

影響を与えるようである。第2表は、ネーブルオレンジに及ぼす数年間のチッソ処理の影響をみたものであるが、ここで得られている傾向は、温州ミカンその他のわが国で栽培されているカンキツにも当てはまるようである。

すなわち、表の最後の欄に示されているように最後の葉面散布処理は別として、表中の下の処理ほど、チッソがよく効いた状態にある。

そして、1樹当たりの収量については、6年間

第6図 砂のう断面図 (松本)



の処理ではまだあまりはっきりした差が出ていないが、チッソがよく効いたものほど、果皮表面の組織があらく、着色不良で、果皮が厚く、また、果汁歩合が低くなる傾向が認められる。

この果汁歩合が低いということは、砂のう断面の写真にみられるように、砂のう表層部に位置す

第3表 燐酸濃度とネーブルオレンジの樹勢および果実の収量・品質との関係 (CHAPMAN, PAYNER)

培養液中の PO ₄ 濃度	樹 勢	果実収量 (1樹当)	収穫前 落 果	収 穫 果 数	果 汁 歩 合	糖 度 (17.5℃)	クエン酸
p. p. m. 2.5~3.5	P欠乏症	ポンド 41.8	% 33	267	% 39.6	ブリックス 12.7	0.97
12.0~15.0	健 全	213.5	15	1,871	44.3	13.4	0.84
18.0~25.0	〃	136.0	12	903	46.8	13.1	0.77
40.0~50.0	〃	129.4	16	1,815	46.9	13.0	0.76
150.0~175.0	〃	144.9	18	1,982	47.7	12.6	0.75

溶液中のNO₃濃度:10.03mg 当量, K 濃度:1.20mg 当量

第2表 チッソの施用量とワシントンネーブルの収量、品質 (Jonesほか) +10ポンド/100ガロン 4月, 5月, 6月

年間1樹 当たりN 施用量 (ポンド)	6 年1 樹 当 たり 収 量 計 (箱/樹)	1 箱 当 たり 果 実 数		果面粗 滑指数 滑:1 粗:10	果皮緑 色部の 面積	果皮の 厚 さ	果 汁 歩 合	遊離酸	可溶性 固形物	甘味比	果汁100 ml中のN
		1963	1964								
対 照 区	22.31	55.9	100.4	5.50	3.54	5.97	43.5	1.11	12.0	10.9	65.2
1.0-2月	26.12	62.2	95.9	6.29	9.58	6.60	41.5	1.10	12.3	11.4	79.8
0.5-2月 0.5-8月	24.88	63.5	98.7	6.26	13.12	6.72	41.4	1.11	12.4	11.3	80.7
3.0-2月	24.69	69.6	95.8	8.35	16.53	6.77	41.0	1.10	12.1	11.2	88.1
1.5-2月 1.5-8月	24.12	63.7	90.6	7.00	11.56	7.82	35.5	1.23	12.6	10.4	102.8
尿素散布 +	25.57	57.2	95.0	6.13	7.29	6.37	43.4	1.43	12.6	11.1	80.0

る若い小さな細胞の層が厚くなっているため、この層が厚い果実は、薄い果実に比べて、果肉をかんだときに肉質が固いように感ずる。しかし、果汁中の糖および遊離酸含量については、チップの多少によってほとんど差が認められない。

これに対して、リン酸の吸収がよく、樹体内のリン酸含量が高くなると、第3表のように、果汁中の遊離酸含量が明らかに低下している。

ただし、この成績は砂耕栽培によって得られた

第4表 加里の施用濃度とバレンシアオレンジの同じ大きさの果実の形質比較 (REUTHER, SMITH)

加里の施用濃度	果実重量	果汁歩合	全可溶性固形物	クエン酸	ビタミンC
低濃度	g 206	(重量%) 54.8	% 11.10	% 0.73	(mg/100 ml) 37.2
中濃度	202	54.9	10.88	0.78	38.2
高濃度	202	54.9	10.88	0.80	37.2

もので、土壤栽培の場合には、土壤中の有機質含量やpHその他の条件によって、リン酸の吸収効率に著しい差を生ずるので、常にこのような減酸効果が認められるとは限らない

リン酸肥料は周知のように、施用された直後に、いったん土壤中の鉄やアルミナによって固定されて不溶化するので、肥料のかたちのリン酸をすぐ吸収させようとしても無理である。

カンキツ樹がその生活と果実生産に使っているリン酸は、主として土壤微生物や雑草の根によって深層に運ばれ、そこで生体が死滅したときに放出される可吸態のリン酸であるから、リン酸の吸収効率を高めるためには、リン酸の施用を増すとともに、不溶化した土壤中のリン酸を可吸態に変えるために、土壤微生物の働きを、活発にさせるような土壤管理法をとる必要がある。

カリが果実の品質に及ぼす影響は、第4表にみられるように、果汁中の遊離酸含量を多少増加させる点にあるようである。果汁中の遊離酸含量が高いような果実では、それだけ果肉組織の活力が高く、老化しにくいことを意味しているので、このような果実では、貯蔵予措を的確に行なって、果皮の生き過ぎを防ぐようにすれば、貯蔵中に味

がぼけにくく、長期の貯蔵に耐えることができる。ただ、すでに述べたように、カリは果実の肥大を促進する効果が大きく、第5表に示すように大きくなった果実は、小さな果実に比べて果汁中の遊離酸、糖含量ともに低くなる傾向をもつ。

このように、組織の発達がよい場合に、その成分含有率が低下する現象を「生理的希釈」と呼んでいるが、これと似たようなことが生理現象としてときどき認められる。たとえば、チップやカリ

肥料がききすぎて、枝葉の発生や結果量が多くなると、チップやカリの吸収効率に比べて、リン酸の吸収効率が著しく低いために、樹体内のリン酸がだんだん希釈されてゆき、いかに多量を施しても、樹体内のリン酸含量を高めることができず、果実

の品質改善効果があらわれにくい。

石灰が果実の品質に及ぼす効果については諸説あって、一致した結論が得られていない。理論的

第5表 加里の施用量とランダムサンプリングによるバレンシアオレンジの果実の形質 (REUTHER, SMITH)

加里の施用濃度	果実重量	果汁歩合	全可溶性固形物	クエン酸	ビタミンC	全収量 (1樹当り)
低濃度	g 175	(重量%) 55.4	% 11.71	% 0.76	mg/100g 38.1	ポンド 342
中濃度	217	53.7	11.0	0.77	37.7	345
高濃度	232	53.1	10.46	0.78	36.3	363

に考えると、たしかに石灰には酸を中和する作用が備わっているし、また、果実を分析してみても果実の発育が進むにつれて、果汁中の遊離酸が、だんだんカルシウムによって中和されてゆくことも事実である。しかし、この果汁中の酸が中和される程度は、土壤中の石灰の多少とは無関係で、成熟した果実の果汁に含まれる酸のうち、果汁1ml当たりで約0.04mg当量にあたるものが、カルシウムのような塩基によって中和されている。したがって、石灰をたくさん施して、果汁中の酸含量に変化がみられたとすれば、それは石灰の直接の影響ではなくて、土壤pHや硝酸化成菌の作用、あるいは、他の塩基との拮抗関係などを通して樹勢に変化を与え、間接的に品質に影響を及ぼしたものと考えるべきであろう。

【果樹園芸特集】その3

リンゴの品質と肥料

秋田県園芸試験場
園芸化学科長

山崎利彦

はじめに

リンゴの本当の味を消費者に知ってもらいたいものだ、つくづく思う。極端な話が、都会からはじめてリンゴ産地に転任した人は、ボケかかったリンゴをうまいと言う。それが一年ぐらいたつと、パリパリした新鮮なものを好むようになる。

ミカンが東北の店さきのものも、産地の味も変りはない。むしろ産地から遠ざかるにつれて味がよくなる時期さえある。リンゴは南下するにつれ、時がたつにつれて味はおちてしまうのである。

リンゴの消費がミカンに比べて軟調なのは、皮をむかなければならないからだと言われる。それも理由の一つだろうが、産地の味を、そのまま消費者に伝えられないのが何といても残念である。うまいリンゴさえ供給すれば、好まれないはずはないと思う。

リンゴが一番美味しい時は、収穫時に蜜のはいた時だろう。紅玉であれ、デリシャス類であれ、ふじならばなおさらに、あの頃の味を好まない人はいないだろう。

ところが都会の消費者がたまにこのような美味しいリンゴにお目にかかる、これは腐りはじめていとおっしゃる方がいるとか、この蜜が冷蔵中に貯蔵障害の原因になるかどうかは、論議の焦点ともなっているが、この蜜いりリンゴを蜜病と呼ぶのは専門家も差控えようと提言されている。

ともあれ、リンゴの味は甘味、酸味、肉質、フレーバー（風味の語が適訳とされているが、香り舌ざわり、果汁の多少などきわめて広範囲なものを含む）などのほかに、個人の嗜好もはいるので品質の客観的な表示はなかなかむづかしい。ここでは糖も酸も高く貯蔵がきいて、人工的でない、自然の着色のよい果実を良品と呼ぶことにしよう。

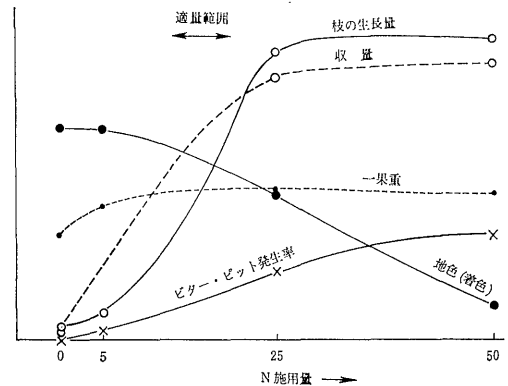
コールドチェーンが完備すると、品質がよくな

るように言われているが、これも少し言葉が足りない。

コールドチェーンは新鮮な果実を送り届ける手段であって、まずい果実を作ってコールドチェーンに乗せても、好評を博するはずはないのである。コールドチェーンに乗せるに足る、良い果実をつくらなければならないのである。

1. チッソ質肥料と品質

味に最も影響する要素は、リン酸やカリではない。リン酸やカリの欠乏がみられない現状では、あくまでチッソが主導的な役割を果たしている。一般的に言ってチッソと収量、品質、生理障害などの関係は第1図のような関係にあるとみてよ



第1図：N施用量と結実、生長の関係

(川村氏らのポット試験、尿素の成績から作図)

い。この図では着色は品質の指標に、ビター・ピットの発生を、貯蔵障害ないしは貯蔵力とおきかえて眺めることができる。

ここで最も重要な点は、図に示された抽象的な適量範囲が、実際のリンゴ園ではどれくらいのチッソ施用量で得られるかであろう。

次に問題となる点は、水稻の施肥でみられるように、中ないしは晩期のチッソ施用が、一時的に植物体の炭水化物飢餓をひき起しても、葉面積の増大、ないしは葉の同化機能の増大が、最終的に

は同化量を増して、品質をよくすることもあるように、リンゴでもチッソ施用時期を工夫することによって、品質を高めることができるかどうかであろう。

かつて森氏が水耕法を用いて、チッソの施用時期についての試験を行なったが、これはこのような意図と、蓄蔵養分を高めることによって、翌春の発育（生長と果実に対して）に対する好影響を期待したからであった。（第4章で詳述）。

2. チッソ施用量

わが国の果樹経営面積はきわめて零細であるから、毎年高い収量を安定してあげなくてはならない。この要請が、施肥量の増大となってあらわれてきたとみられている。すなわち、ここ数年来のチッソ施用量の平均は、どこの県でも10a当たり25—30kgに達している。この量は、米国などで常識とされている量の4—5倍に相当している。

またわが国でも、チッソ施肥量の平均はそれくらいでも、その内容は無チッソから80kg程度までの変異がみられている。素朴な疑問として、同じリンゴでどうしてこんなに違うのか、生産されたリンゴはそれほど違わないのはなぜか、という疑いが当然生ずるのである。

果樹の栄養診断の方法として、葉分析法が随分昔から研究されてきている。わが国の葉内チッソ含量を外国のそれと比べるときわめて高い。しかもチッソ施肥量とは無関係に、どの園でも非常に高いのである。みんな高いから、葉分析による診断は実用化しなかったのである。この事実、どの園でもチッソは適当か、もしくは過剰であることを示すものであろう。

このような考え方に基づいて本県では、7、8年前からチッソ制限試験を実施してきた。なるべく多くの土壌型で現地試験を行なう関係上、処理はチッソ制限の10a当たり4—8kgと、標準的な15—16kgを比較する単純な処理しか設けられなかった。

しかも1処理の単位が10aであるために、同一園で20aの同一品種を得ることも困難な場合が多く、試験構成としては欠点の多いものであったが、次の結果が得られた。

(1) 葉内N含量はNの制限によって低下し、ゴールデンではN制限2年目から2.1~2.2%に、国

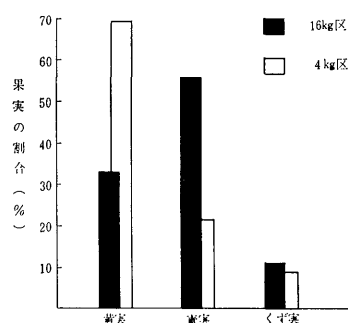
光では2.7%前後に低下した。

(2) 国光の枝の生長は、N制限によって低下しなかったが、ゴールデンでは4kgの施用で3年目以降の生長は16kgから約20%低下した。

(3) 果実の屈折計指数、酸、硬度に対する制限の影響はほとんど認められず、ゴールデンの4kg施用区で、5年目に屈折計指数で1%高まり、酸が増大したにとどまった。

(4) 果実の着色に及ぼす効果は非常に顕著で、特にゴールデンの4kg施用区の着色良好果の比率は16kg区の2倍に達し、サビも少なかった（第2図）。

(5) ビター・ピットに対するN制限の影響は非常に顕著で、20—60%の発生率を示した園でも、実害のない程度まで低下した。



第2図：ゴールデンの等級に及ぼす施用量の影響 (処理5年目、無袋)

(6) 収量はN制限によって低下しなかった。果実の大きさに対する影響も、ほとんどみられなかった。

(7) 以上の結果から、本県南部のリンゴ園では、国光とゴールデンのチッソ施用量は、8kg程度まで低下できることが明らかになった。

なお品種間差異もあるらしく、スターキングでは、12—15kgぐらいのチッソ施用量が経済的と思われる。

この品種は着色に苦勞しないですむことと、大果が市場では歓迎されることなどによって、品質本位のチッソ施用量よりも、いくぶん多目であった方が経済的であることと、まだよくわからないが、花芽の充実はチッソが多目の方がよいらしい。

以上の結果は、本県では実際にもかなり普及されている。特にゴールデンのチッソ施用量は、ここ三年ぐらい4~8kgに低下している。

このようにチッソ施肥量が低下してくると、葉

色にも種々の変化が生じ、予期されたように葉分析によるN栄養の診断の道がひらけてくる。

3. 葉内N含量と品質

現在のところ、実際のリンゴ園で、葉分析による栄養診断の可能性がうまれてきたのはゴールドデンだけである。ゴールドデンのチッソ施用量は、無袋栽培の普及とともに合理化されつつあり、1969年のチッソ施用量の平均は7.7であった。

第1表 無袋ゴールドデンのN栄養状態(葉分析)と果実品質との間の相関指数(1969)

	葉内N	葉緑素	果実の大きさ	果実の色	糖(屈折計)	酸	硬 度	サビの程度
N施用量	※※※ +0.353	※ +0.162	+0.137	※※ -0.310	-0.116	-0.133	-0.009	+0.119
葉内N	—	※※※ +0.508	-0.001	※※※ -0.371	※※ -0.267	※※ -0.254	+0.005	※※※ +0.320
葉緑素	※※※ +0.508	—	-0.146	※※※ -0.412	※※ -0.293	※※ -0.246	+0.116	※※※ +0.327
果実の色	※※※ -0.371	※※※ -0.412	※※※ +0.368	—	※※※ +0.765	※※※ +0.466	-0.144	—

葉内N含量は1.92%から3.17%までの変異がみられ、葉分析値と品質その他の要因との間には、第1表の関係が認められた。

相関指数はまだ低いが、チッソ施用量の多少は葉内N含量にも反映し、葉内N含量ないしは葉緑素含量が低下するにつれて、着色はよくなる傾向がみられた。(第3図)(第1表)。

葉内含量に影響する要因を、さらに詳細に解析することによって、葉分析によるチッソ施用量のコントロールが、だんだん可能になる。

われわれが葉分析に期待する理由は、チッソ施用量はもちろん、土壌条件その他の養分吸収に影響する要因が、分析値に集約されていると考えるからであり、施肥量を加減する普遍的な基準となりうるからにはかならない。

4. 施肥時期と品質

森氏は水、砂耕法でチッソの時期的な役割を明らかにし、果実の品質に悪影響を及ぼすチッソは7-8月の盛夏であり、9月以降のチッソは、それまで言われていたように果実の品質を害する事実はなく、むしろ翌年の発育によい結果をもたらすものとし、それらの結果に基づいて、第4図のような好ましいチッソの吸わせ方を提唱した。

以来、秋肥は多くの果樹で、一般的な方法とし

て採用されてきているが、しかし、この考えを現地のリンゴ園で検討してみても、なかなか大きな差は出てこないのである。その理由として次のようなことがあげられる。

(1) チッソ施肥量が多すぎて、常に過剰の状態にあること。(2) 草生栽培園では施肥チッソのかなりの部分が草によって吸収、維持され、のちに徐々に放出と再吸収がくり返されること。(3)

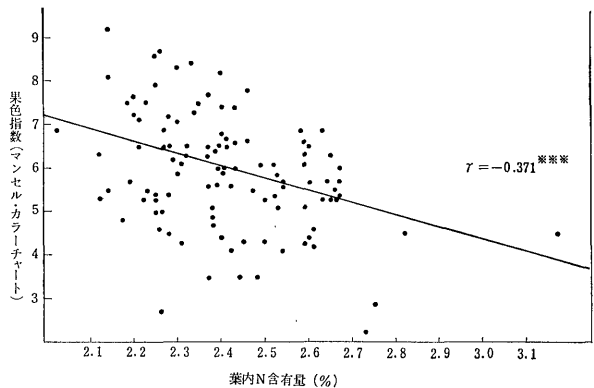
施肥時期がすなわ

ち吸収時期でなく、根圏に達するまでに少なくとも1カ月はかかること。(4)

吸わせたくない盛夏は、ただでさえ難溶性のチッソが効いてくるし、ましてや施肥の後効きをコント

ロールしにくいこと。(5) 樹体内にかなり多量に蓄積され、たとえ吸収を断っても、蓄積されたチッソが後効きと同じ働きをすること。

以上のような事柄が、施肥時期の効果を複雑にしているのである。同じことは緩効性チッソ肥料を使った場合にもあてはまり、草生園で10a当た

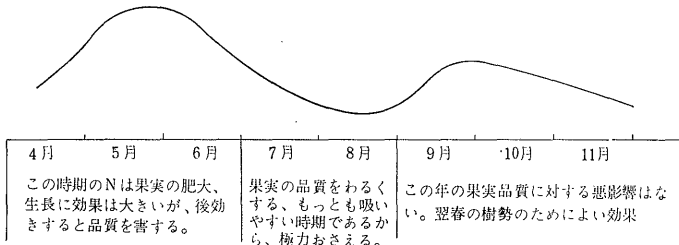


第3図：葉内Nと果実の色との間の相関関係(1969)

り8kgのN施用量で、種々の緩効性を用いて試験しても、普通の化成、あるいは尿素と比べて実質的な差はみられなかったのである。

硝酸態チッソは切れ味のよい肥料だといわれている。つまり後効きの少ない肥料であるから、チッソの吸わせ方をコントロールするには好都合で

第4図 望ましいチッソの吸わせ方



あろう。この点は緩効性チッソよりはるかに扱いやすい。ただし、この種の肥料の特性を十分に活かして、チッソの吸収をコントロールするために

は、かなりゆき届いた配慮が要求されよう。

たとえば、樹のN栄養のレベルを下げるように努め、1回の施肥量を少なくし、草生による緩衝をやわらげること(刈取りなどで)などである。秋田県果樹試験場では、年間チッソ施用量を10a当たり6kgとし、春1回の施肥で、ほかの果樹化成と

の比較試験を行なっているが、上述のような考え方に基づいて、施肥時期を工夫してゆきたいと思っている。

【果樹園芸特集】—その4

スイカの窒素栄養と品質

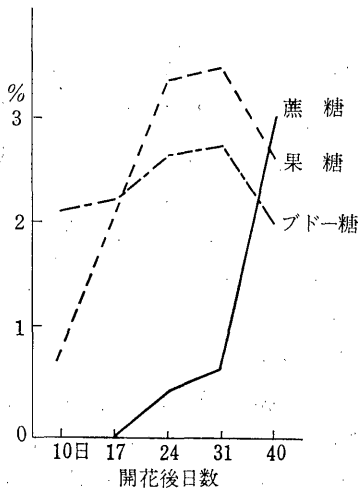
香川大学農学部助教授

倉 田 久 男

1. おいしいスイカ

スイカの品質には、品種とか栽培時期、接木台の影響、着果節位、その年の天候などいろいろの条件に影響されているが、とくに次の2つが強調されるべきだと考える。

(1) 熟していること。スイカの甘味を支配する蔗糖は成熟に伴って急増する。(第1図)従って熟度の進み方と糖の増加との間には、密接なプラスの関係があって(第1表)、おいしいスイカの第1は適熟果であることである。



現在産地といわれる責任ある栽培地では、収穫に間違いのない方法をとって、未熟果を出荷するところはないであろう。安心してよいと思うが、もし未熟のものがあつたら、産地に対し追求と叱責があつて当然と考える。

しかし熟するとは、果肉が着色するだけではない。着色したあとも糖は増加するので、過熟にならぬ範囲で日数をおいた方がよい。とくに黄肉品種は適熟の巾が狭いので、収穫果判定を厳密に行なう必要がある。

(2) 果実が充実していること。同一品種で最

も適切な節位、時期の果実で、適熟果について調べても、屈折糖度計で2度位の開きが認められる。人が味覚で判定できる差は0.5度程度であるから、2度の開きは大きい。

第1表 熟度と糖度との相関 1956~59

調 査	相関係数	自由度	有意水準
1956 三木町	+0.681	15	1% 0.601 ※ ※
1957 長尾農協	+0.347	45	(1% 0.371 ※
1958 長尾農協	+0.262	42	5% 0.288 ※
1958 志度農協	+0.532	40	1% 0.393 ※ ※
1959 三木町	+0.669	39	1% 0.393 ※ ※
1959 長尾農協	+0.530	71	1% 0.308 ※ ※
1959 鴨部農協	+0.699	35	1% 0.418 ※ ※

(注) 各地品評会における調査から
熟度判定は切断面について肉眼判定
※ ※ 1%レベル ※ 5%レベルで有意

このよりどころは、主として果実の充実だと考える。大きさにおいて、外観、内容ともに充実した果実は、甘味も多いし、シャリ(砂粒的な舌ざわり)がよい。このような、充実した果実を生産するスイカの株の条件を考えてゆくことが大切である。

2. 成熟期のN過多の影響

玉肥と呼ばれる果実肥大初期の追肥を施こして、畦を完成するのは、通常、本格的着果期の前後数日間である。これを余り早く多量に施すと栄養生長が旺んになって着果不良を起し易い。

これをつるばけと云って、スイカ栽培では警戒している。とくに梅雨に遭遇すると、ますます着果不良になって深刻である。逆に玉肥の肥効がおくると、果実発育が弱く、小果または扁平果になり易いし、つるが伸びて作業が困難になってくる。

とにかく玉肥を施して、その頃開花着果した果実が収穫されるまでに、40~50日必要である。一般に30日くらい経過すると、果実の負荷も手つだって葉色、つるの発育が衰えてくる。

人情として速効性の追肥,たとえば尿素,硫安, NK化成などを施したくなる。それによって, 果実の色がよくなるともいわれている。

昭和40年, 正常に発育したスイカに, 着果最盛期の20日後, 尿素10a 当り20kgを畦の両側, 敷わらの下に撒布施肥した。その結果(第2表), 追肥は果実の発育, 収量, 果実の外観には効果は認められず, 果実の品質, とくに糖は明瞭に低下した。

第2表 おそいN追肥 (昭40. 10株当り)

区	果数	収量	3kg以上の果実	同収量	平均重	糖度平均
追肥区	43.3	201.4	96.3%	198.2	4.68	10.35
標準区	43.3	222.8	92.4	214.2	5.36	11.21

(注) 収穫前10a 当り尿素20kg追肥, 標準は正常な発育, 糖度差0.86は1%レベルで有意

昭和41年, 全畦ポリマルチングの条件でN施肥量の多い区は, 着果がおくれ小着果数がやや少ないのに, 果実は大きくないために収量は減り, 果実の糖は明らかに低くなった。(第3表)

第3表 全畦マルチング, 多肥の影響

区	着果数		全収量	3K以上果実		糖 度		
	6月4日まで	全期		収量	平均重	中心	種子部	11以上の%
多肥	3.8	43.3	193.8	169.8	4.68	10.71	10.16	43.8%
標準	15.7	45.0	232.5	232.5	5.17	11.79	11.40	86.4

(注) 糖度差平均 1.16 1%レベルで有意

雌花が咲いてから, その雌花が発育して果実が熟するまでの積算温度は, 基本的に840~860度(普通品種)で, この所要日数は40日くらいが普通である。

その果実発育一成熟の後半期にNがよく効いて若々しく発育旺盛な条件は, スイカの味の充実にマイナスであると考えられる。

これは無駄づらの生長に伴って, 同化生成物の消耗が大きいこと, 最も活動的な葉が蔭になって同化機能を低下させること, これらから果実の充実が悪くなることに原因していると考えられる。

その意味から, 果実成熟期, 着果最盛期から20日くらい経過した頃からは, つるの発育が落ついて(つる先に花が咲いてくる), 葉も成熟した様相を示してくるような肥効条件が望ましいと考える。この場合, 2番果発育と両立させることが大切で, これについては後述する。

3. 能率的な施肥法

(1) 合理的な進め方。スイカの栽培では, 肥効からみて4時期が考えられる。

イ. つるをつくる時期。定植してから約1カ月余, つる数を揃えその発育をよくするための肥効, これは同時に発育する雌花の素質にも影響する。

ロ. 着果期。この頃はNが効きすぎないことが安全である。Nききすぎはつるばけの原因となる。

ハ. 果実の栄養的発育期。果実の肥大は雌花の素質と, 開花後10~15日の発育に支配される分野が大きい。玉肥の肥効を高めて果実の肥大を助けるとともに, 果実を養う葉面積を確保する。

ニ. 果実の成熟期。Nの肥効がききすぎない程度に, 前述の通り。

従って施肥は, 元肥と玉肥の2回が基本的な施肥と考えられる。

ところがスイカの施肥量はかなり多く, 畦巾が広いから, 実質施肥する畦長に対する施肥量は多くなる。

(昭40. 10株当り)

そうすると, 肥当りを防ぐために, 今までは施肥回数を多くすること, 1回施肥量を少なくすることで補ってきたこれは施肥労力を多く要し,

機械化できない非能率的な施肥法と云わざるを得ない。

1回施肥量が多くなるのであれば, 肥当りを防ぐために土に混和して薄める必要がある。そのためには機械化が能率的である。幸い畦巾が広いから機械が入り易く, そのためには施肥回数は多くできない。この関係を合理的に伸ばしてゆくことが施肥の能率化になる。

また, 施肥回数を少なくすると, 肥効の持続性が要求される。これは緩効性成分を含む化成肥料を用い, 全畦ポリマルチングすることによって, 充分に要求に応じている。

加えて, 全畦ポリマルチングによって施肥量を節約し(減量しないとつるばけになり易い), 雑草防止, 病害の軽減, 敷わらの節約などの効果もある。

これらの技術を総合して, 今までの家族的な集

第4表 施肥濃度の影響

肥料の種類	風乾土 100g当り N成分量	発 芽 %		根 長		地上重量	電 導 度 ミリモー (1:5)
		3日後	6日後	3日後	6日後		
T 化 成	300 mg	0	0	0 cm	0 cm	0 mg	2.95
"	150	50	100	0.4	0.5	108	1.75
"	75	83	100	2.8	5.3	318	0.95
"	38	100	100	3.2	5.5	366	0.80
CDU複合	300	33	100	0.1	0.2	109	2.15
"	150	50	100	1.0	2.6	269	1.23
"	75	83	100	3.0	5.6	369	0.90
"	38	100	100	3.2	5.8	489	0.75

- (1) T化成は 15, 15, 10, CDU 複合は磷加安 S 682 で 16, 8, 12 のもの。
- (2) 6月11日萌芽種子をシャーレの底から5mmのところにまき底にあらわれた根長を測定した。
- (3) 地上重量、電導度は種まき6日後に測定、原土の電導度は0.20ミリモー。
- (4) 電導度と地上発育との相関は $r = -0.962^{**}$ で $y = 538.5 - 198.6 X$ (yは発育量, Xは電導度) 最上の発育の80%までとすると電導度0.81ミリモーまでとなる。

約的栽培技術から脱却して、企業的な経営の中に施肥技術を進め、経営面積の拡大を計ってゆくことが新しいスイカ作りであると考える。

(2) 肥料濃度について。1回施肥量が多くなるとスイカの発育に及ぼす肥料濃度が問題になる。

風乾土100gに対するN成分で300, 150, 75, 38mgを、速効性化成と緩効性成分を含む化成肥料で施した場合について調査してみると(第4表), N75mgまではほぼ正常で, 150, 300mgでは生育障害がみられ, とくに速効性化成において甚しい。

N75mgの場合の電導度は0.90~0.95ミリモーであったが, 電導度と地上発育量とは明らかにマイナスの相関を示し, その回帰式から最も良好な発育の80%の点を計算すると, 0.81ミリモーになった。少なくともN150mg施した場合の1.23~1.75ミリモーは生育に不適で, 速効性化成を300mg施した2.95ミリモーでは根は褐変して伸長しなかった。

玉肥を1回に10a当りN10kg施す場合, 畦巾3.3m, 畦の両側に施すとして施肥1m当り N16.7g, これを溝に施すと, この部分の土100g当り300mg程度になる。もし施肥畦巾1m, 深さ10cmに混和すると, 土100g当り30mg以下に薄められることになる。

逆に, 土100g当り N75mg, 溝に施こしたとすると, 10a当りN4~5kgが安全の限界で, 玉肥は2~3回に分施しないと, スイカの根に障害を起すことになる。

このように1回施肥量が多くなると, 土に混和することが絶対条件になる。そのために機械化が必要になる。とくに耕土の浅い水田地帯では必要性が高い。

(3) 標準施肥量。水田の一般的早熟栽培の場合について, 元肥と玉肥の2回施肥の場合, 堆肥を除いた10a当りN成分量は別表(下方)の通りである。

区 分	全畦ポリマルチングをした時	しない時
元 肥	5 ~ 7 K ※	1 2 K
玉 肥	8 ~ 10 K	1 2 K

※ 乾くところ, やせたところは7kgくらい。水分の適量なところは5~6kgくらい。よい堆肥が沢山入った時は3~4kgくらい。

(4) 遅い追肥。緩効性成分を含む化成肥料や, 全畦ポリマルチングなどで能率のよい施肥をしても, 場合によって遅い追肥が必要なことがある。

長雨などで肥切れが甚しい場合, 2番果収穫を目標にした, 収穫期間が35~40日に及ぶ場合などである。

この時期は普通, 7月後半から8月上旬の乾期にあたる場合が多く, 肥料を土に混ぜたり土で覆うことは不可能で, しかも速効を要求される。長雨で肥切れの場合は, スイカが浅根でありT/Rが大きい。これらを充分留意して施す必要がある。

具体的には,

イ. 尿素の葉面撒布。0.3~0.5%液を用いる。根が弱い場合には有効である。

ロ. 液肥の灌水。とくに乾いている場合には, 灌水を兼ねて液肥, あるいは尿素を溶かして灌水する。1回にNや水を多く与えると, 裂果の原因になったり, 長く灌水すると根に障害を起す。

ハ. 速効性化成肥料の追肥。畦面撒布または, 畦のところどころに孔をあけて施す。あと灌水すると早く効く。

とくに2番果収穫の場合は, 1番果収穫最盛期の7日くらい前に, N10a当り2~4kgを(草勢

によっては2回) 施す。

4. 充実した果実の判定

古くから、スイカはタタいてみる習慣がある。素人が打音で判るほど未熟果は出荷されていない。熟していてもなお甘いことが問題になる。この場合タタいても判らない。

(イ) 果実の大きさ。果実が大きいことは始めから恵まれた条件にあったもので、一般的に大きい果実がおいしい。とくに大果品種では小さいと味が劣る。

(ロ) 外観からみて。大果は問題が少ないが、中級品に差が出やすい。果実の肩がもり上って(扁

平果はよくない。正しい果形で)、縦にうねりを生じたもの、外観の色が濃く、つやがあって、肩の色が鮮緑から成熟色に変ってきたものがよい。肩の張りのない丸いものは、皮は薄い味が充分でない。

すなわち、スイカはタタいてみるのでなく、肩をなぞてみるものである。

(ニ) 新しい果実。これは果梗切口の萎れ方で判る。とくに収穫10~20日前に長雨があった場合はスイカの味が劣るが、このような果実は、収穫後、味の落ち方が甚しい。

【果樹園芸特集】—その5

施設園芸の経営について

農業技術研究所 加賀見 宏
 耕種方式研究室長

わが国の施設園芸はビニール、ポリエチレンなどの被覆資材や鉄骨など、骨材の安定的供給をえて、昭和30年以降急速にその施設面積を拡大し、昭和44年には、7,200haの面積を占め、世界第一の施設園芸国になったとみられている。

ところで施設園芸は千葉、神奈川、静岡、愛知高知、宮崎など太平洋沿岸に立地する諸県に多くみられている。これらの諸県はいずれも温暖な気候条件下にあり、また冬期間の日照が他地域に比較して多い。

ところで施設園芸における生産は、とまと、きゅうりなどの野菜作、カーネーション、きくなどの花き作、ぶどうなどの果樹作にわたっているが、生産額のうちでもっとも高い割合を占める部門は野菜作部門である。

さて、野菜作部門は露地生産、施設生産を問わず、専門化、大型化が顕著になってきている。また、このような傾向にさらに産地化をともなつて、大量生産、大量販売に急速に対応している。したがって、集団生産などによる生産の組織化もまた活発である。

しかし野菜生産とくに施設生産は、一般に労働集約的であり、また資本集約的でもある。

たとえば水稻生産に投下される労働時間は、10a当り140時間ほどであるが、施設利用による促成きゅうりでは2700時間、促成とまとでは1200時間を必要としているから、水稻の労働時間に比べると、10倍ないし20倍を必要としているわけである。また生産費用についても同様である。

以上みてきたような理由から、施設園芸経営は、多くの場合、経営規模の大きい、いわゆる上層農において多くおこなわれている。しかしこれらの上層農においても、とくに資本的には、かならずしも潤沢な自己資金をもっているとは限らないので、一般に施設園芸経営は、制度資金その他の借入金に依存する割合が高いのである。しかも施設の大型化をはじめ、施設園芸経営において、生産の安定化をすすめるためには、加温設備をはじめ多くの設備を高度化してゆくことが、今後においてはますます必要とされるから、このような点を考えれば、金融事情をどのようにしておくべきかは、ますます重要視される問題ともなる。したがって農業生産者はもちろんとして、農協をはじめ産地内においても、つねに万全のそなえをしておかなければならないし、発展のための大きな課題でもある。

施設園芸経営展開の諸条件

すでにみてきたように、これからの農業生産とくに施設園芸経営では、野菜部門をはじめ花き部門などにおいても大型、専門化した農家を集合して、集団的ないわゆる産地化の性格をもっていなければ、今後の発展はきわめて制約され、困難ともなる。その大きな理由には、市場条件の変革と、生産費用の節減などがあげられる。

わが国の農業生産においては、一般に個別的生産が多く、集団的な生産は野菜や花きのなかでも、いわゆる輸送園芸地域において多くみられ、野菜生産額の多い都市近郊圏においては、むしろ個々の農家が市場へ出荷する流通形態が、その特

主要作物の10a当り労働時間、生産費用

作物	労働時間	生産費用
きゅうり(促成)	2,727.5	613,332
〃(半促成)	919.1	237,738
とまと(促成)	1,157.6	395,959
〃(半促成)	877.5	218,551
キャベツ(秋まき)	183.6	46,221
だいこん	118.0	34,681
水稲	139.4	40,311

農林省農林経済局統計調査部

41年以降開始の資金調達方法別

農家数	(主産県%)		
自己資金	51	農協	18
制度金融	30	その他	1

徴とさえいわれてきた。

しかし最近においては、このような都市近郊圏の野菜作農家においても集団化、組織化がすすんできて、小規模ながらも輸送園芸地帯と同じような姿のもとで、流通への対応が展開してきている。今後の農業生産は、更に生産と流通の紐帯を強め、一体化した組織のもとでおこなわれることが、今日にもまして重要な課題となる。

さて、流通部門についてみると、昭和30年期の後半期からつづく経済の高度成長や、それにとまなう人口の大都市への集中などをふまえて、大都市に立地する中央卸売市場や、地方市場などは、その経営規模を年を追って拡大し、取扱い量などもかなりのスピードで増加してきている。

また大都市とくに東京、大阪などをはじめとして、大量消費に対応しての新しい流通であるスーパーマーケットの活躍も、きわめて顕著である。

スーパーマーケットにおける野菜、果実などの取り扱量は、現状では既存市場のそれに及ぶべくもないが、昨今の物価高やスーパーマーケットにおける野菜など、青果物の流通担当者なども育ってきたことなどもあって、今日においては、青果物がスーパーマーケットにおける目玉商品の一つにあげられるまでになって、流通の拡大がすすんでいることも周知のところであろう。

しかもこのような現象は、今後はより急速に展開すべき可能性を秘めていることは、先進国アメリカの事情がそれを端的にあらわしているところである。

現実にはわが国第一級のスーパーマーケットは、たとえば野菜産地のなかでも『シニセ』ともいえる高知をはじめ、多くの輸送産地や都市近郊圏に立地する小産地などから、契約生産その他によって、既存市場を経ないで直接に購売する方式を確立し、大量生産物の大量販売のルートを確立し

て、流通コストの低下を計りつつ、一方でかなりの利潤を獲得している。

ところで以上みてきたように、青果物などが、既存市場あるいはまたスーパーマーケットを経由するにせよ、そのように巨大な流通に生産部門が対応するためには、生産者としても生産の集団化、組織化によって、大量流通に対応するようにしてゆくことが、是非とも必要なことである。しかし、生産の集団化、組織化は、かつての多くの野菜生産や花き生産がそうであったように、たとえば篤農的農家とそれに類しない農家が混在して

いるため、産地内で生産物の種類や品質など多くの点について生産者間で大きな較差があらわれてくるとか、生産量などが日によって不均等であるなどのことから定時、定量出荷が困難であるなどの状況がみられていたが、今日云われる産地の場合には、産地を形成する生産者の経営条件をはじめ、技術条件など

多くの条件が、できうるかぎり同じような姿のもとで生産がすすめられるような、多数の生産者の集団的な内容をもって組織化されたものでなければ、さきにもべてきたような大きく変革、発展の途をすすんでいる流通に対応することはできないのである。

さて、このような条件を内容としてもつ産地が、さらに発展をすすめるためには、出荷市場をはじめ、流通において高い占有率を得るようにすることが大切である。

今日の野菜生産は、多くの新技術の開発などともなっていて、とくに施設野菜作の生産では、安定的な生産がすすめられ、また生産の計量化も、かなりの細部まで明らかにされてきている。

また、以上みてきたように生産面のみならず消費の動向や、市場の動向などの情報も迅速に獲得して、日々新たなものが伝達され、産地のあるべき姿への対応を可能としている。

促 成 イ チ ゴ の 生 産 地 (静岡市)



したがって産地においては、全生産者が納得した内容をもった作付、生産、出荷、販売など生産から流通にわたっての計画化がなされ、それにそって生産がすすめられるようにすることが必要なのである。

施設園芸経営における多労性への対策

わが国農業生産が欧米諸国に比べて大きな特長とする要素として、労働集約的であることは、何人も否定はしないであろう。

そしてその代表としては、しばしば野菜作などの生産が引き合いに出されている。

ところで施設園芸経営も、はじめにみたようにそれに類する内容を示している。今日の専門化、大型化されてきている施設園芸経営にみられる一般的な規模は、家族労働力を中心に経営をすすめている場合には、たとえば野菜作についてみると700~800坪に一つの上限が作られている。

別の言葉で表現すれば、家族労働力を中心に施設野菜作を経営する場合には、700坪~800坪位しか生産をおこなえないということもできよう。

いま仮りに坪当りの所得が2,000円とすれば、140万円ないし160万円の所得額しかあげられないことになる。もとよりこの所得水準は、かならずしも高いものではなく、生産者によっては坪当たり3,000円なり4,000円の水準にある生産者もかなりみられるであろう。

しかし、施設野菜作の販売価格は、ここ数年の傾向からみても明らかなように、消費の拡大があるにもかかわらず、いわば従前に比較すれば「低価格の安定帯」に定置しているともいえるであろう。

他方、コストとくにそのなかに占める労働費は、かなりの上昇気味にあることは周知のところである。したがって雇傭労賃は今日では1日当たり2,000~3,000円を示しているが、それでもなお、

一般産業部門などが雇傭しているほどの、良質の労働力を雇傭できないのが現実の姿であろう。

以上のことから明らかなように、高度の技術条件を必要とする、とくに施設野菜の生産にあつては、所得水準を高めるためには、労働集約的な生産の姿をとることは許されない。

したがって、現在より以上の省力的な生産をすすめることが、まず必要とされるのである。

ところで、そのためには設備その他を十分にして生産をすすめるところの、いわゆる資本集約化、あるいは産地における選果機などをはじめと

しての、集団的な整備などがあげられよう。

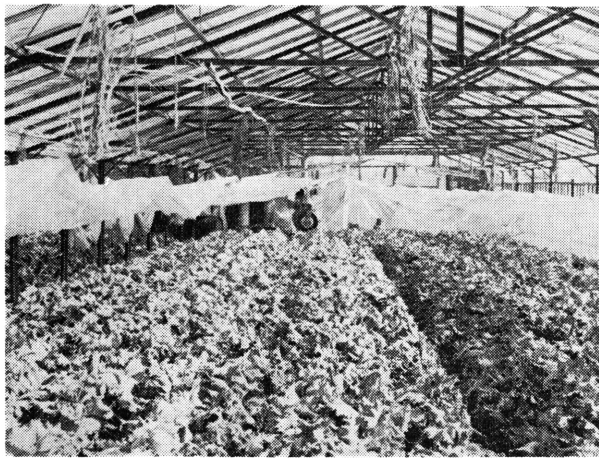
現在における施設野菜作の生産は、過去の施設野菜作の生産とは、かなり変質している。ハウス規模にしても一棟当りの規模は、かなり大規模であり、多くのハウスは加温設備もそなえている。しかし、ハウス設置場所などは、そのほとんどが個々の生産者のレイ

アウトによってすすめられ、かならずしも集団生産に対応するような形態で設置されてはいない。したがって生産物、資材の運搬や利用などの面で必ずしも効率的な姿のもとで運用されているとは云えない。

したがって生産のための直接的な労働時間ももとより、これをすすめるための間接的な労働時間も、かなりの割合を占めることになる。また生産のための直接的な労働時間にしても、たとえば今日の多くの農業生産では、生産されたものはすべて出荷、販売するような対応をしているが、先にも述べたように、生産水準はかなり不均衡であり、生産物の規模などをみても、かなりのバラつきがある。

本来、商品生産においては、需要者のもっとも消費性向の高い商品を生産することが大切であり、したがって工業生産における同じような生産のあり方をするのが大切となる。

2月どりレタスのハウス栽培 (埼玉県)



そのためには、作付作物の生産に好適した環境条件や管理条件のもとで、商品としての性格をもった生産物の生産にあたるようにしなければならない。このことはまた、個々の農家の場合もそうであるし、産地として集团的、組織的に発展する場合にも同様である。

おわりに

これからの施設園芸経営は、専門化、大規模化、産地化を柱としていなければ、その発展は多くをのぞめない。また施設園芸経営はますます技術発達がおこなわれるから、従来のように生産から販売までのすべてを一戸、一戸の農家がすすめるというような姿での対応では、発展することはきわめて困難となる。

したがって生産と販売は当然分業化しようし、生産についてもかなり高水準の知識をもった生産者、専門家のそれを結集してすすめられることになる。たとえば温度管理なども産地のレイアウトのもとで、集中制御がおこなわれるようになることは当然であり、このような作業についても、多くの面で分業化されてくることが予想されるのである。

また、わが国の農産物の自由化は、まだごく限られた範囲であり、またそのなかには、かなりの制約条件をもうけた上ですすめられている場合もかなり多い。

しかし、先進国の仲間入りしたともいわれ、経済大国ともいわれているわが国の農業生産は、今後ますます後進国からの農産物販売市場として、市場の開放を迫られることが多くなる。

施設園芸経営は北半球のわが国が気温低下期間での生産形態が現在の姿であるが、一方、南半球はこの時期は夏期間および、その前後の気温期間にあたる。

したがって、これらの地域では別に施設栽培によらないでも、露地生産で十分な生産があげられる。またこれらの地域からの輸送問題にしても、急速に発展しつつある航空網を利用すれば、その輸送費用などは、ほとんど問題視するまでにはならない。まして輸送時間などは、九州から東京へトラック輸送している今日の産地の状況に比較すれば、その1/5ないし1/6で到着するから、鮮度などの競争力は、おのずから理解されるころとなる。

いずれにしろ、今後の施設園芸生産は、国内生産のみならず、外国からの輸入もかなり多くなってくる。また、周知のように、わが国大手商社の一部には、すでにこれらの地域で、小規模ではあるが生産をすすめていることもみられている。

ニュージーランドのいちご、台湾のとまと、なすなどとの競争関係のもとで、より有利性を獲得しようような姿の確立がのぞまれるところである。

九州火山灰土の特徴と その改良について

九州農業試験場環境第2部長

菅 野 一 郎

はじめに

九州中南部の山岳・台地は広く火山灰土でおおわれ、この土壌が林業のみならず、草地農業や畑作農業の自然的基礎の一つとなっている。しかも周知のように、この土壌はきわめて厄介な性質をもっている。世界的にみても厄介なこの火山灰土の性質は、この土壌がつくられた環境や、生成される在り方によってきまってくるのである。

土壌のこのような生成学的特徴は、今までは関係者にとかく軽視されがちであった。しかし土壌の改良にあたっては、この生成学的特徴をしっかりとつかみ、それらの性質をプラスの方向に転換させる技術こそが、いわゆる抜本的対策という名に値するといえよう。

その意味で、ここでは火山灰土の生成学的特徴にふれ、その具体的性質にたいする改良法の考え方をのべることにした。

火山灰の種類

西南諸島を除き、九州には活火山として活動中の阿蘇(中岳)、霧島(新燃岳)、桜島をはじめ過去は活動した火山がざっと数えても10指をこえ、その面積は山地を除き約36万haに達する。

これらの火山は現在までに龍大な量の火山灰・熔岩・軽石などを噴出してきた。著名なボラ、コラ、アカホヤ(イモゴ)、シラスなどは火山噴出物につけられた地方名である。

一口に火山灰といってもその性質に差がある。

大ざかみにいうと、阿蘇火山灰は両輝石安山岩質で角閃石をほとんどふくまず輝石類が多く、他に類をみない複色火山ガラス(屈折率=1.54)をもつが、雲仙火山灰は角閃石が多く、珍らしくも黒雲母の多い閃雲安山岩質である。

霧島・桜島火山灰は両輝石安山岩質で阿蘇火山灰に似ているが、無色火山ガラス(屈折率=1.50)が多い。開聞火山灰にはカンラン石がふくまれて

いる。

このように火山灰は安山岩の岩粉(細砂大)ともいえるが、空中で過冷却によってできた火山ガラスが多い。これらの鉱物のちがいは植物養分量のちがいをもち、玄武岩質・安山岩質・流紋岩質の順に塩基が少なくなっている。

アカホヤとかイモゴ層と呼ばれる黄褐色の火山灰層は、無色ガラス片がしっかりと固まって根をとらさない。

薩摩半島南部のコラ層は火山砂礫層で、これも根をとらさない。

ボラ層とは軽石層のことで、厚さ数十cm～数mの範囲をもつ。

シラス堆積物は古火山ともいえる鹿児島湾(始良・阿多火山)の流紋岩質噴出物で斜長石・石英をふくむ軽石と火山ガラスの堆積物で、鹿児島・宮崎両県にかけ数m～数百mの厚さで分布している。この堆積物は水蝕に弱いので有名である。

火山灰土はこのように多種類であるが、この肥沃度は堆積様式によっても異なる。たとえば、孤立した台地・丘陵にあるものは高所からの養分の補給がなく、溶脱によって自己の養分を失うばかりであるが一方、高所に接した台地・斜面にあるものは、養分の補給と溶脱の両者がみられる。前記の根をとらさない堆積物が地表近くにあれば、当然作物生育に悪影響をおよぼし、樹木などは根が浅いため、風による倒伏が多くなる。

風化による珪酸・塩基・微量元素の溶脱

火山灰土が、ほかの固結岩(たとえば花こう岩)と生成学的に異なる大きな特徴は、細粒が厚く堆積しているため降雨が深く入りこみ、さらに細粒のため水に接する表面積が多いので、降雨による風化が早く、しかも深所まですすむことである。この風化の速度は、年間2,000mm以上の夏雨型

の降雨と、夏季の高温（熱帯なみ）とによつてますます早くなる。

このように強い風化のため、溶けやすい成分、ソーダ、カリ、苦土、石灰や珪酸は固結岩にくらべ異常な早さで流亡する。

これを裏書きするものは火山灰地を流下する河川と、然らざる所の河川の水質の差である。たとえば、火山灰地を流れる熊本県白川と、古生層地帯の宮崎県一ツ瀬川の水質をつぎにあげよう。（単位は mg/ℓ）。

	全固形物	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
一瀬川	56.8	6.1	10.9	5.2	0.66	4.8
白川	243.1	47.7	28.3	22.8	6.28	20.0

上の値からわかるように、火山灰土はほかの土壌にくらべ塩基や珪酸が急速に、しかも多量に失われていく。もちろんこれらの成分以外に Mo, Cu, B, Co, Zn などの微量要素も失われていく。

風化残留物としての粘土の特徴

急激な脱塩基・脱珪酸作用のため、火山灰土の風化残留物の大半は結晶するひまがなく、非晶質のアルミノ珪酸塩（アロフェン、イモゴライトとよばれる粘土鉱物）が残留する。

これらの粘土鉱物の生成には、火山ガラスや斜長石が関係している。火山灰土の不良性の大きい原因が、これらの粘土鉱物の性質によることは周知のとおりである。これらは磷酸を非有効態に変え、塩基を吸着する力も弱い。

火山灰土といえば磷酸といわれるように、磷酸問題はきわめて重要であるが、その原因はおもに前記のアロフェンなどによる。このアロフェンはまた腐植の集積を助けるともいわれ、腐植と結合する役割を果たしている。つまり磷酸や腐植を Al-型に、あるいは鉄-Al-型に変えるわけである。

チッソと腐植の性質

もともと無機物である火山灰はチッソをふくまないが、風化の進行につれて、大気や河川からのチッソの天然供給を受け、下等植物につづいてススキ、チガヤ、マメ科などの草本類が生育すると、土壌中にかなりのチッソが蓄積する。

このようなチッソの集積は、もちろん腐植の集積と関連がある。火山灰土の最も顕著な特徴の一つは、5～40%におよぶ黒色の腐植の存在であ

る。この腐植の給源はおもにススキ、チガヤなどの草本類である。このことは、ススキやチガヤの葉身中にふくまれているいわゆる「植物蛋白石」が、腐植層中に多量にみられることから推定されよう。

とくにススキは好アルミニウム植物とよばれるだけに、アルミニウムの多い環境で良く生育する。

これら草本類の遺体が土壌中や地表に還元されると、微生物あるいは地中動物などによって、前よりも簡単な化合物に分解される。

この段階で遺体中のカリやチッソが有効化される。

それと同時に、腐植をつくるもとになるいわゆる構成単位が分解生成される。たとえば、ポリフェノール、タンパク、アミノ酸、アミノ糖などである。これらの単位物質は、腐植化作用とよばれている重縮合作用によって、複雑な高分子化合物である腐植に重縮合する。この段階ではチッソが腐植分子中にとりこまれ、その有効化が減少する。

腐植はフルボ酸群(Cf)（鎖状炭素構造が優位）と、腐植酸群(Ch)（環状炭素構造が優位）とが結合しているものと考えられている。

土壌生成学によれば、この腐植酸群とフルボ酸群との比(Ch/Cf)が、土壌型によって特有な値をしめす。

たとえば西南日本の赤黄色土では0.5～0.8位であるが、火山灰土では1～2、泥炭土で3～4位である。

火山灰土は風化初期に低分子腐植酸と考えられるフルボ酸が優位で、(Ch/Cf)は0.5位であるが、腐植の集積とともにフルボ酸の一部は流亡し、またほかの一部は重縮合によって腐植酸に転化し、腐植酸もより高分子のものへ重縮合し、色もますます黒くなる。そのため(Ch/Cf)は前とは逆に1～2と高くなる。

火山灰層中の埋没腐植層では新鮮有機物の供給がないため、フルボ酸が相対的に減少し、(Ch/Cf)は3～5のように高くなることがある。さらに火山灰土の腐植酸は、赤黄色土や泥炭土のそれよりもはるかに重縮合度がすすんだ特徴をもつ。換言すれば、微生物の攻撃にたいして、きわめて抵抗性が強いものとなる。

このように重縮合のすすんだ高分子中にとりこまれたチッソの有効化は、きわめて低いといわざるをえない。火山灰土の全チッソは堆肥なみの0.25%位あるが、その大半は非有効態である。

このように九州の火山灰土は、植物養分の面からみてまことに貧弱な、稀にみる劣等な土壤であることがわかる。

不良な物理性

火山灰土で忘れていけないことは、その物理性による不良性である。これらをつぎに要約しよう。

1) 孔隙が多く(容積として約80%)、固相(真の土量)の占める割合が低いこと。したがって、一定の深さまでの土量がふつう水田にくらべ $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ にすぎない。換言すれば、根が養分をとる相手の土量がすくないわけで、土量の圧縮が必要な所似である。

2) 孔隙が多いので透水・通気が過多になり、養水分の溶脱が促進される。したがって、プラスチックマルチなどによる溶脱防止手段が有効なわけである。

3) 前のことと関連し、夏の乾燥期間(九州では7月中旬頃約20日位とくに乾燥する)に地表近い部分が過乾燥になり、夏作物の早害をひきおこす

一方、昭和42年の大旱魃時に火山灰地のミカンが良質のものを生産した。これは深所にかんりの水分があり、通常年ではむしろ水が多すぎたのをうまく調節したためといわれている。果樹では、相対的過剰水の排水が必要となる。

4) 降雨直後には耕耘や歩行が妨げられる。これは土壤の粘着性に関係するが、その防止法は今後の研究にまたねばならない。

5) 石灰・苦土などの2価イオンが少ないため、耐水性団粒が少なく風水蝕をうけやすい。下部のシラス層は、とくに水のタテ浸蝕に弱く、土地基盤そのものの崩壊をもたらす。

6) 地表下1m以内のボラ層、コラ層、アカホヤ(イモゴ)層は通根性を妨げる。

改良対策の基本原則

上述のことから、火山灰土改良の基本的な考えが明白になったが、それはつぎのように要約されよう。

1) 生成過程で失われたものを返すこと。

三要素はもちろん塩基・珪酸・微量元素の補給

が必要なことは当然である。このような物質の補給は割に簡単で、施肥その他で行なわれる。

しかし土層中に、まんべんなく補給物質を通すことはむずかしい。そのための手段として、河川水の灌漑がきわめて有効な抜本策といえる。河川水中にふくまれた塩基・珪酸類は溶解しているので、土層内のすみずみまでゆきわたる。この効果については熊本県菊池台地や人吉盆地で実証済みである。たとえば新開墾地では裸麦はできないが、河川水灌漑地区では、裸麦が初年度から立派に生育する。

河川水灌漑は、このように土地改良の効果が抜群であるばかりでなく、旱魃などの不安定さをなくし、火山灰台地の農業を安定化させる、大きな効力をもつといえる。

2) 溶脱を防止する力をもつ物量を補給すること。

すなわち欠乏要素の補給にあたっては、緩効性肥料が有力であると同時に、初期生育を助長するための促効性肥料の併用が必要である。

磷酸問題でいえば、促効的な過磷酸と、緩効的でしかも塩基補給をかねた熔燐の併用が良策である。

チッソも、昔は骨粉のチッソを利用したように、緩効性のものが望ましい。とくに、石灰をふくむ硝酸石灰類似の肥料の開発が期待される。

3) 劣悪な微生物状況を改善すること。

脱塩基作用が強度であれば、微生物相も細菌類の減少をきたす。それを改良するには、塩基類の補給と同時に厩肥の施用が必要である。それには、草地農業と結びついた経営の確立が前提となるらう。

4) 多孔性を消失させること。

重量トラクターなどによる鎮圧が必要である。ニュージーランドの火山灰土では、羊による踏圧が効を上げている。

5) アロフェン(イモゴライトをふくむ)の機能を低下させること。

この問題はかなり実行がむずかしいが、河川水中の珪酸の補給や土壤改良剤の珪酸の補給が考えられる。まだ実験段階であるが、珪酸ソーダ(水ガラス)の補給は効果をしめている。

6) 草地農業の発展に伴ない、微量元素の補給

を考慮すること。

改良草地や放牧地において、多量の牧草が地区外に搬出される条件があると、日本でも、早晚この問題がまちがいなくクローズアップされる。

すでに日本でもコバルト欠乏症、(くわず症) 苦土欠乏症などが指摘され、モリブデン鉱山付近ではこの過剰症がみられている。

7) 将来考えられる施肥上の問題。

畑地灌漑と結びついた場合、肥料の形態も分散拡散性の高いものが要求されるであろう。またその半面、緩効性肥料がますます重要となろう。

これらの場合にも、たんに単体の三要素の補給という面のみでなく、土地改良的要素をふくんだものが期待される。

また研究しなければならないことは、堆肥のチ

ッソ含量と同じ位ふくまれている、火山灰土の全チッソの有効化である。

これは高分子の腐植物質中のチッソを微生物学的、化学的、酵素学的に有効化する手段であろう。

たとえばリグニンなどを分解する強力な微生物の適用や、ある種のカタツムリ(これは消化力がきわめて大きい)の胃の中の酵素の利用など、かなり多面的な視野からの研究が必要であろう。

日本の火山灰土はまことに厄介な性質をもつが、農家・研究者・肥料メーカーなどの努力により、昔日とは雲泥の差のある生産力の向上をもたらしたが、「世界に悪い土壌というものはなく、悪い農業があるだけだ」という立場から、今後の努力を期待したい。

【林地肥培の問題点】 — その1

林 地 肥 培 の 意 義

東京農業大学教授・東京大学名誉教授
日本林地肥培協会会長

芝 本 武 夫

1. わが国林業に強く望まれるもの

従来林業は余りにも粗放で、天然力への依存度が強過ぎ、収益性に乏しく、資本投下の魅力が欠き、技術の発達も低迷しがちであった。

新しい科学技術を導入して、林地生産性と労働生産性の向上をはかり、通直・完満・無節の良質材の量産に努め、育成期間の短縮による生産費の低下をはかって、国際価格によく対処できるだけの弾力性をもたせ、林業収益を従来に数倍して増大させ、安定させることがたいせつである。

木材(用材)の需要動向についてみると、第1表のとおり、需要量は年ごとに激増の一途をたどり、輸入外材への依存度は増大するばかりである。昭和43年度の外材輸入額は11億6千万ドルに達し、石油の16億9千万ドルについて多く、はやくも輸入品目第2位を占めるにいたっている。

しかも、かさばった重量物であって荷さばき

第1表 木材(用材)の需要動向

年 次	需要量	国産材	輸入材
昭和37年 (1)	6,395万m ³	5,080万m ³	1,315万m ³
(2)	100 %	79 %	21 %
(3)	100	100	100
昭和42年 (1)	8,595万m ³	5,274万m ³	3,321万m ³
(2)	100 %	61 %	39 %
(3)	134	104	252
昭和43年 (1)	9,180万m ³	4,896万m ³	4,284万m ³
(2)	100 %	53 %	47 %
(3)	144	96	326
昭和50年 (1)	11,430万m ³	5,840万m ³	5,590万m ³
(見込み) (2)	100 %	49 %	51 %
(3)	179	115	425

(1) 材 積

(2) 需要量に対する国産材および輸入材の各比率

(3) 昭和37年度を100としたときの需要量、国産材、輸入材の各年次別比較

水域、陸域の別なく広い面積を必要とするので、さらに別に巨費を投入して、各地に多数の専用木材港を整備するのやむなきにいたっている。

輸入材の内訳は、南洋材48%、米材27%、ソ連材17%、その他8%である。

南洋材の輸入増加は、合板、キャビネット、家具等の諸工業の発展に伴う必然の帰結で避けられないにしても、問題は米材およびソ連材にある。

市場においてスギ材およびマツ材と競合するだけに、それら輸入量の激増の趨勢は、はやくも、わが国林業に多大の不安と脅威を与えつつある。

早急に生産費の低下をはかり、価格競争において負けないだけの弾力性に富む、良質国産材の量産態勢を確立する必要に迫られているのである。

わが国の林地は、国土の67%を占める最も大きな資源の一つでありながらも、その活用はいまだに著しく低度である。できるだけ速かにその利用を高度化することが肝要であり、その達成は林業家の担う使命である。

幸いにわが国の気候条件は、温度、日射、降水などを通じて林木の成育に好適し、年成育期間もまた長い。世界諸工業国の中で最も恵まれたこの天与の有利な条件を適度に活用して、肥培による林地生産性および、労働生産性の向上を基盤とする高度の林業技術を展開して、林業構造の改善をはかるようにすれば、生産費の大幅低減による通直・完満・無節の良質材の量産を実現し、世界をリードすることは、技術的にはそれほど難事でないように思われる。

2. 林地肥培のねらいとその効果

林地肥培は、林木を対象として林地に肥料を施し、林木の栄養成長を旺盛にして、地力の増進をはかることである。

わが国の森林土壌は一般に酸性が強く、置換性カルシウムと可給態磷酸に乏しく、有用土壌生物

の活動が抑制されて、良質の腐植の生成およびその鉱物質粒子との混和が不十分で、土壤構造が不良なために、植物生産性に劣るものが多い。

これら土壤の諸性質は、林木の成長に伴う土壤への影響を通じて連鎖反応的に変化し、最初の変化は些細であっても、しだいに大きくなり、ついには林地生産力を支配する大きな変化へと、加速的に発展していく。

すなわち、土壤の変化がひとたび不良化の方向に進みはじめると、原因と結果とが悪循環をなして急速に瘠悪化していき、ついには、荒廃林地や禿地にまでも転落させてしまうし、逆にひとたび良好化の方向に進みはじめると、原因と結果とが良循環をなして、急速に肥沃化が強められていき、地位級の向上がもたらされる。

森林が皆伐されて次代の造林木が成林し、林冠を閉鎖するにいたるまでの期間は、とくに土壤の不良化が強くなるので、皆伐後にはできるだけ速かに造林し、窒素・リン酸・加里の三要素を含む、適正な複合肥料を十分に施す幼令林肥培を実行し、下刈りも早目に行なって、造林木の初期成育をできるだけ旺盛にし、林冠をはやく閉鎖させ、林分の健全性を高めることに主眼をおかねばならない。

林冠の閉鎖した壮令林および、老令林においても、落葉枯枝類の分解を通じての養分循環量は、林木の養分要求度を満たすにはかなり不十分なので、やはり窒素・リン酸・加里の三要素複合肥料を施して、その栄養状態を良くし、材積成長量の増大をはかるとともに、幹材の完満度を高め、その利用率をも高めつつ、林分の健全性をさらに高めるように、林冠閉鎖林分肥培法を講ずる必要がある。

一般に三要素複合肥料を施すと、林木の根系の発育を旺盛にし、また土壤中の有用微生物およびミミズなどの活動を活発にして、フミン酸カルシウムの生成および土壤耕耘を助長し、土壤の構造については生産力を高める効果をもたらせる。

それによって造林木の成長が良くなれば、その影響はまた、土壤性質の良好化促進に反映し、良循環を推進することになるので、肥培の効果は経済的に拡大されていき、地位級が高められるとともに、林分の健全性も向上していくことになる。

すなわち、施肥によって葉は大きく、緑は濃く、養分含量および葉緑素含量は増加し、炭素同化能力は大きくなり、しかも個樹あたりの着生葉量も増加する。

壮令木および老令木の肥大成長は、施肥の翌年頃からとくに顕著になり、樹冠内樹幹部と根張り部分の肥大が著しく、つづいて胸高部分におよぶようになる。

こうした効果は優勢木に大きくて劣勢木に小さく、数年後には等級別本数分布の上にかかなり大きな変化をもたらす、林分材積の増加に加えて経済効果は一層大きくなる。

結局、林地肥培による林木栄養の向上に伴う成長増大および気象害・病虫害などに対する抵抗力増大の効果によって、造成しようとする目標林の育成に要する期間は、大幅に短縮できることになる。

いま、スギ林の造成目標を平均樹高18~20m、平均胸高直径24~28cmとする場合に例をとり、全国にわたる多数の本格的肥培実行林の平均成績を、従来の無肥培のものの中では、最も成績のよいといわれる北関東阿武隈地方の収穫表の成績と対比してみると、第2表のとおりで、いかに肥培効果が大きいかが明瞭である。

第2表 スギ肥培林の成績

林 分	林 令 (年)	樹 高 (m)	胸 高 直 径 (cm)	本 数 (本/ha)	材 積 (m ³ /ha)
肥 培 林	20	20.0	24.0	1,200	504.5
無肥培林	地位上	35	20.3	840	471.5
	地位中	45	20.2	735	438.5
	地位下	60	19.6	606	397.9

すなわち、肥培しない場合には、地位下の林地で60年、地位中の林地で、45年、地位上の林地で35年を要する目標のスギ林も、肥培する場合には、僅かに20年で育成することができ、したがってその生産費を驚くほど大幅に軽減して、林業収益を著しく増大することができるようになるのである。

3. 幼令林肥培の進展状況

わが国においては既に昭和28年以来、林地肥培の必要性和その効果について世にうったえ、幼令林肥培を主対象にして、その普及推進に努められ

てきた。理解ある熱心な林業家達のためゆみない努力と肥料業界の協力により、各地でそれぞれ素晴らしい成績がおさめられ、その実績を通じて肥

培の効果が広く認識され、肥培面積は年ごとに増大の一途をたどってきている。第3表のとおりである。

第3表 年度別造林面積と肥培面積

区 分		年 度								
		昭和35年	36年	37年	38年	39年	40年	41年	42年	43年 (見込み)
国 有 林	造林面積(ha)	64,940	68,678	72,728	78,484	80,800	84,664	89,612	85,536	83,000
	肥培面積(ha)	120	1,240	4,820	10,142	11,802	16,745	20,802	21,480	22,000
	肥培面積率(%)	0.26	1.8	6.6	12.9	14.6	19.8	23.2	25.1	26.5
民 有 林	造林面積(ha)	316,447	332,634	310,269	289,059	285,055	263,703	252,864	250,600	250,000
	肥培面積(ha)	16,574	23,333	28,110	31,930	36,925	40,396	46,261	50,950	55,000
	肥培面積率(%)	5.2	7.0	9.1	11.0	13.0	15.3	18.3	20.3	22.0
合 計	造林面積(ha)	381,387	401,312	382,997	367,543	365,855	348,367	342,476	336,136	333,000
	肥培面積(ha)	16,694	24,573	32,930	42,072	48,727	57,141	67,063	72,430	77,000
	肥培面積率(%)	4.4	6.1	8.6	11.4	13.3	16.4	19.6	21.5	23.1

国有林の年造林面積は昭和41年度を境にして、また民有林の年造林面積ひいてはわが国全体の年総造林面積は、昭和36年度を境にしてそれぞれ様相を一変し、それまで逐年増大していたものが、こんどは逆に逐年減少する傾向へと変わってきた。しかし、肥培面積のほうは、それとは無関係に逐年増大の一途をたどり、肥培面積率は増大するばかりである。まだまだ決して満足すべき域には達していないけれども、今日では少なくとも、幼令林肥培が林業常識としてうけいられるにまでいたっているとみて、間違いないであろう。したがって、肥培面積率の倍加はいま一息のところにあるといえよう。

性と国家経済への寄与が、格段に拡大されるということは、林業家達にとってこの上ない大きな魅力であろう。

いま、壮令林肥培を早急に強力に推進するとして、差当りの展開目標となる実施見込み面積と、それによる材積収穫の増加見込み数量について考えてみよう。

わが国における人工林の令級別面積とその蓄積材積を表示すると、第4表のとおりである。ここにいう壮令林肥培において差し当りの対象となる林分は、4~10令級すなわち20~50年生のものになると考えられる。それらを合計した面積は、198.26万ha、蓄積は35,613万m³である。(第5表

4. 壮令林肥培推進の必要性

上述のとおり幼令林肥培のほうは、とにもかくにも拡大強化一路の歩みをつづけているが、壮令林肥培のほうになると、残念ながら、いまだに大面積にわたり事業的に展開される域には到達していない。

しかし、数年前から既に各地で、かなりの規模による実地試験が試みられてきている。そしてそれら各地での試験成績を通じて、その必要性と経済効果についての認識が深められ、事業的展開への意欲も大きくもりあがり、今後の急速な進出が期待できる段階には到達してきたように思われる。

なんといっても、肥培のために投下した資金の回収がはやいだけに実行しやすく、またその収益

ヘリコプター利用による事業的施肥の状況



参照)。その中には施業外地のぶんも含まれてい→るので、これを除いた普通施業林の面積は170.50万ha、材積は32,05万m³と推定される。

そのうち、スギ林およびヒノキ林の両者を合わせた面積は、85.25万ha材積は16,026万m³と推定され、肥培は差し当りその面積の20%にわたって行なうものとする、その対象面積は17.05万haということになる。

また、肥培を終了してから5年後に、収穫の可能なものから伐採して利用するものとする、材積増加見込み量として3,205万m³を期待することも可能ということになる。すなわち、米材およびソ連材の輸入に依存するぐらいの量は、はやくもこれによって充足できることになり、わが国木材需給の逼迫緩和に大きく役立つことになる。

それだけに、こうした壮令林肥培の強力な推進が急務といえる。ことに壮令林においては、下草の関係がないので、肥培にはひじょうに好都合であり、面積的に作業単位をみたす措置さえ講ずることができれば、ヘリコプターの利用による施肥を安直に行なうことができる。

撒き賃はヘリポート設定位置に左右されることが大きい、能率よく作業できる場合には、ha当り5,000~6,000円ですむ。しかも適期に省力的に全面的にむらなく撒けるといふ利点も加わるので今後の壮令林肥培は、ヘリコプターの利用を主体に進展していくものと思われる。

幼令林肥培の場合にもヘリコプターを利用でき

第4表 人工林の令級別面積と材積 (単位:面積 万ha, 材積 万m³)

1 令 級		2 令 級		3 令 級		4 令 級		5 令 級	
面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積
229.20	347	206.04	2,986	101.95	5,088	39.69	3,363	32.00	4,592
197.11	312	177.19	2,687	87.68	4,579	34.13	3,027	27.52	4,133
6 令 級		7 令 級		8 令 級		9 令 級		10 令 級	
面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積
33.63	6,211	27.08	5,065	27.93	5,759	21.12	5,720	16.81	4,903
28.92	5,590	23.29	4,559	24.02	5,183	18.16	5,148	14.46	4,413
11 令 級		12 令 級		13 令 級		14 令 級		15 令 級	
面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積
15.23	3,630	8.25	3,043	4.84	1,366	0.78	542	1.57	422
13.10	3,267	7.10	2,739	4.16	1,229	0.67	488	1.35	380
総 数				備 考					
面積	面積比率	材積	材積比率	下段の数字は普通施業林のもので、すべて総数にみる面積率86%、材積率90%を一律に用いて推定したもの					
766.12	100	53,037	100						
675.83	86	47,961	90						

第5表 4~10令級人工林の面積と材積 (単位:面積 万ha, 材積 万m³)

区 分	面積	材積	備 考
総 数	198.26	35,613	普通施業林のほか、施業外地も含む。
普通施業林	170.50	32,052	総数中面積で86%材積で90%と見込む。
スギ林およびヒノキ林	85.25	16,026	面積および材積ともに50%と見込む。

るが、その場合には、必ずその前に下草や灌木類を始末しておく必要がある。

省力的には、林業除草剤の適剤を適所に活かす合理的処理がたいせつである。

【林地肥培の問題点】— その2

林地肥培の新しい技術

林業試験場九州支場長

塘 隆 男

1. ま え が き

林業の発展過程をみると、その発生時代は伐採→利用だけに終始した原始的、掠奪的林業であったのが、近代では原生林の伐採→造林→伐採→再造林という育成的林業に移行している。

しかも農業と異なり、林業では施肥が行なわれなかったのであるから、これを土壤肥料学的にみれば、土壤養分を一方向的に消費してゆく過程にあるわけで、このため地力の維持増進、さらに土壤保全に至るまで留意して、適切な処置をとらなければ、林地生産力は低下の一途をたどるばかりで、我々は森林生産の基盤である林地土壤を、酷使しているものと言えるであろう。

したがって、もっと森林土壤と林木の栄養問題について研究し、肥培による森林生産力増強の技術開発を行なわなければならない。

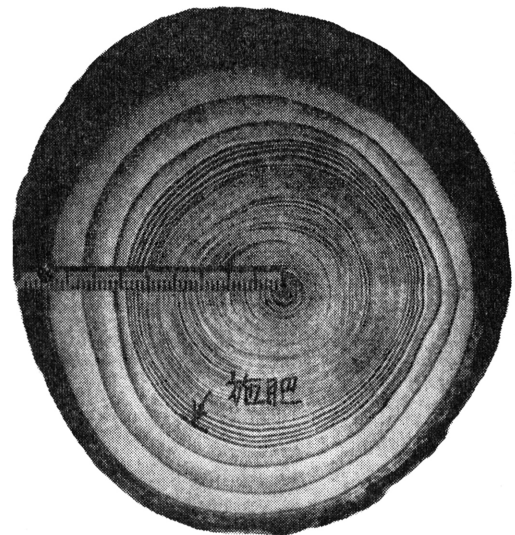
このような観点から、わが国では林地肥培が昭和25,6年から始められたのは周知のとおりであるが、わが国では植林時に施肥することが、林地肥培と広く解釈されてきた。

すなわち未閉鎖の幼令林肥培から始まったわけで、後述の成木林肥培は約12,3年おくれて昭和37,38年からやっと試験が開始され、事業的には昭和40年頃からようやく行なわれだし、昨今その成績が現われ始めたところである。

以下、本誌編集当局から出された課題「林地肥培の新しい技術」のひとつとして、成木林肥培と航空施肥をとりあげ解説してみたい。

2. 成木林肥培の意義、目標

ここでは成木林を植栽木が閉鎖して、森林生態学的法則をうけるような状態になってから以後の林分、すなわち、たとえ間伐木の細い丸太でも、利用できるようになった林分を指すことにする。



成木林施肥効果を示す或る断面

壮令林肥培とも言われるが、ほぼ、これと同様の意味に解釈していただきたい。

幼令林が閉鎖して、いわゆる成木林になると、落葉還元による養分循環が盛んに行なわれるようになる。したがって、成木林への施肥は、施した肥料の直接的効果とともに、落葉を通じての森林の養分循環を、量的にも質的にも改善してゆく間接的効果も期待するものである。

すなわち、成木林肥培は、森林生態系の養分循環系のなかに、養分のプラス α が行なわれたものとも考えることができるであろう。

成木林になると、地表には落葉腐植層が次第に形成されるが、この落葉層の存在は、傾斜した林地では地表侵蝕による土壤流亡の防止に役立つが、ある程度以上に厚く堆積することは、落葉の分解が悪く、真の養分循環が行なわれていないことを示すものである。

したがって、落葉層の厚く堆積した成木林では

施肥により落葉層を分解させて、養分循環を良好にするという一間接的効果にも大きな意味がある。

今次の太平洋戦争の結果、わが国は多くの森林を失なった。しかも木材の使用量は、高度経済成長のもとで増大の一途をたどり、木材需給の不均衡は今後も依然として続き、10年後には、わが国の森林はまだ伐期に達しない、若令の林分ばかりになるであろうと推測されている。

この極端に不法正な森林を、少しでも法正林型に近づける努力をすることが重要であるが、その手段としては、林地肥培こそ現在ただちに行な

3. 成木林肥培の理論

最近、一部の森林生態学者や造林学者の間では、森林は閉鎖状態になると、その葉量はほぼ一定となり、したがって炭素同化量もほぼ一定になる筈であると考えて、閉鎖状態の成木林での施肥効果は、理論的に疑問があるとの説が出されている。

しかし現実の成木林施肥試験成績(表一参照)を通覧すると、明らかな効果を認めたものが多く見受けられる。

これは閉鎖林分といっても、これ以上、葉量は増加しないという、いわゆる最多密度林分は、現実にはそれほど多くは存在しないので、成木林に施肥すれば、まず葉量が増加して肥効が現われるものと考えてよいであろう。

表一 わが国の成木林肥培成績 (塘 調製)

樹種および施肥時林令	施肥量	施肥効果	研究者
スギ 59年生	化成肥料(17-9-8)をNで150kg/Ha 3年連続施用	5年間で施肥による材積増は49m ³ /ha	塘・磯
スギ 32年生	化成肥料(15-8-8)をNで1年目100kg 2年目80kg 3年目60kg/ha 施用	同上 32m ³ /ha	横尾
ヒノキ 43年生	化成肥料(15-9-9)をNで100kg/ha 2年連続施用	同上 39m ³ /ha	桑原
アカマツ 30年生	複合肥料(6-4-3)をNで100kg/ha 3年連続施用	同上 24m ³ /ha	塘・太田
アカマツ 27年生	化成肥料(10-6-6)をNで100kg/ha 3年連続施用	同上 27m ³ /ha	西本

いうものであろう。

育種は林業生産の材料の質をよくするという根本的問題であるが、育種の効果は将来あらわれるもので、現在、不法正な令級配置をしている既存林分の生産力増強に対しては、林地肥培とくに成木林肥培が重要となるであろう。

戦中戦後、増伐の続いたわが国では、高令の林分は残り少なく、この貴重な林分を肥培増強して、伐採面積を減少させることが重要である。

このように、林地肥培を森林資源的な長期計画のビジョンからみると、幼令林肥培よりは成木林肥培の方が重要であろう。

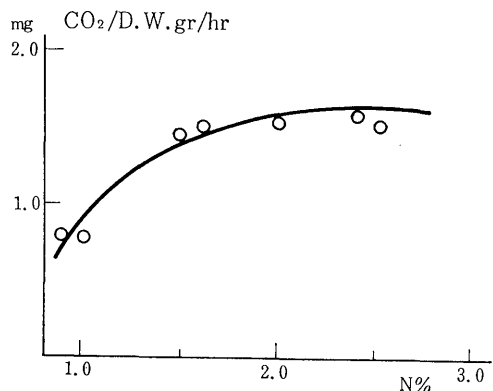
表一 2 トウヒ・アカマツ針葉中のN含量と葉緑素含量および炭素同化量との関係

(ケラー博士の資料により芝本調整)

樹種	葉のN (%)	葉緑素含量 (対乾重%)	炭素同化量 mg CO ₂ /g乾葉h ⁻¹		
			5000 Lux	25,000 Lux	50,000 Lux
トウヒ	1.39	0.229	4.56	8.38	8.85
	1.81-2.06	0.468	5.23	10.40	11.59
アカマツ	1.33-1.51	0.280	4.63	10.40	11.55
	1.66-1.77	0.420	5.52	13.05	15.61

また、たとえ密度の高い成木林で葉量の増加する余地はなくても、施肥により葉部の生理的活性が高まり、その結果として材積成長量が増加し、肥効となって現われるものと考えてよいであろう。

図一 スギ苗の葉のN%と炭素同化量 (坂上)



つぎに、以上の考え方の論拠となる2,3の実験成績を引用して考察を加えてみよう。

(1) チッソ素Nの濃度の異なる水耕液で培養したトウヒ、アカマツの葉のチッソ濃度(N%)は、水耕液のN濃度が高まるにしたがい当然高ま

るが、その結果、炭素同化量も高まることが、表一2に示すスイスの林業試験場ケラー博士の研究成績によって明らかである。またスギ苗については、林業試験場の坂上の図一1に示す同様の実験成績がある。

表一3 成木に施肥した場合の葉のNの変化(糖 調製)

樹種	林令	無施肥木→	施肥木	研究者	
スギ	36年生	1.31% →	1.55%	国立林試	
	54	1.09	1.16		
	59	1.65	1.90		
	“	1.02	1.50		
	16	1.63	2.13		新潟県林試
	20	1.63	2.05		
	30	1.67	1.92		
	19	1.13	1.44		高知県林試
	25	1.40	1.57		
	31	1.82	2.01		
11	1.16	1.38	群馬県林試		
22	1.31	1.48			
34	0.92	1.59	鹿児島県林試		
10	0.87	1.09			
22	1.18	1.49			
32	1.28	1.56			

以上の実験結果から、閉鎖した成木林でも、施肥により葉の養分濃度を高めれば、理論的に肥効を期待することができるものと考えられる。

つぎに、実際にわが国の伐木林に施肥した場合に、葉の養分濃度がどのくらい高まるかを、成長に最も深い関係をもつNを例にとり示すと、表一3のとおりである。

図1によると、葉のN%が1.7%ぐらいまでは、N%の増加にしたがい炭素同化量も増すが、表一3で無施肥木の葉のN%は1.7%以下の場合が多く、これに施肥した場合に起る葉のN%の増加は、炭素同化量を肥効が現われるに足るだけ、有意義に増加しているものと考えてよいであろう。

(2) 施肥と葉の樹幹生産能率

つぎに、施肥により葉の樹幹生産能率(一定期間の材積増加量を針葉量で割った値一塘・仮称)は、表一4に示すように明らかに高い値をとることが認められる。これは(1)でのべた葉のN%が増せば同化量も増すということが、現実には幹材積の増加となって現われたものと理解される。

以上が閉鎖した成木林へ施肥しても、肥効が期待できるという理論的根拠である。

また表一3は無施肥の状態、すなわち土壤中の

表一4 葉の幹材積生産能率の2,3の例 (m³/kg)

林令	樹種	施肥木	無施肥木	研究者
60年	スギ	0.0017	0.0011	塘・磯
32年	スギ	0.0018	0.0016	横 尾
43年	ヒノキ	0.0014	0.0004	桑 原
27年	アカマツ	0.0049	0.0040	西 本

Nの天然供給量だけでは、林木が炭素同化量を僅かしか増加させ得ないほど、すなわち肥効が期待できないほど、葉のN%は高くなっていないことを示している。

換言すれば、成木林への肥培効果が現われないほど、わが国の森林土壌は一般に肥沃でないことを示すものである。ここに森林土壌の面からみた、成木林肥培導入の理論的余地がある。

4. 成木林施肥の方法

→ とくに航空施肥について

幼令林が閉鎖して成木林になると、森林としての生態的集団を次第に形成してゆき、諸被害に対する抵抗性も大きくなる。また森林の養分吸収量も多くなり、かつ根系は地表近くに伸長、蔓延するようになるから、施肥の方法もこれに対応してゆかねばならない。

すなわち、その施肥量も表一5に示すように、幼令林の場合よりも多量に、また地表面散布でよい。

欧州の文献によると、NやPの単用の例もあるが、わが国では一般にNの肥効が高いので、Nの含有量の高い化成肥料が用いられる。なおNの単用でもかなりの肥効が認められる場合も多いが、長い目で森林の健全性の観点からみると、Nの単用は避けた方がよいであろう。

表一5 成木林肥培の施肥量* (塘 試案)

成木林の成育段階	窒素(N)施用量
除伐を行なう時期	60 - 80 kg/ha
第1回間伐を行なう時期	80 - 100
第2回間伐を行なう時期	100 - 150
伐採前	120 - 200

* 便宜上 窒素の施用量で示す 以上の量2,3年連続施用する。

航空施肥について

林地肥培は、個人的な集約林業技術のなかから

発生したものであるにしても、今日要請されるものは、大規模林業経営ないし広域林業経営レベルの省力性に富んだ施肥技術である。

とくに過疎現象の大きな山村地帯では、林業作業員の雇用がきわめて困難となったので、航空施肥の重要性は一段と大きくクローズアップされるであろう。

林業における航空施肥は1954年頃から、アメリカ、ドイツ、スウェーデン、ノールウェイ、ニュージーランドなどで行なわれ始めた。わが国では約10年おくれて、熊本、名古屋、秋田の各営林局の国有林で、また、民有林では岐阜、広島県などで実施された。

これら内外の実施例から、航空施肥は面積の広大な地域、遠隔地にある森林、急峻な山岳地、過湿地帯など、要するに、地上からでは肥料も運びにくく、また人力では行きにくい森林の場合で、しかも大面積に施肥を行なおうとして、労力確保に困難をきたす場合に、航空施肥は偉大な効果を発揮するものと指摘されている。

使用される航空機は、諸外国では肥料の積載量が400—1,000 Kgの単発軽飛行機であるが、わが国では地形の複雑さから、発着陸に場所を要しない、かつ小回転飛行のきく積載量200Kgの小型ヘリコプターが多く用いられている。

最近、積載量1,000Kgの大型ヘリコプターによる航空施肥も試験的に行なわれ、47 haを飛行時間、肥料積込み時間も含めて3時間で終了している。

5. 航空施肥に用いられる肥料について

航空施肥に用いられる肥料は、諸外国の例で見ると、各種の化成肥料のほか、尿素、過磷酸、塩化加里など単肥が用いられている場合もある。

肥料の性状については、偏散布を防ぐため粉状のものより粒状（丸薬状、ペレット状）のものがよい。

肥料の粒径や硬度は、航空機に附属している肥料を入れるホッパータンクの吐出部シャッターおよびインペラーの構造、とくにその直径と回転数などによって規制されるであろう。

これらの点については、肥料とインペラーなどの散布装置の両側面からの研究開発が必要であろう。

次に重要なことは、わが国のように温暖多湿のところでは、肥料の吸湿性の低いことである。吸湿性が高いと、タンクに肥料を収納作業中でも肥料がベトつき、インペラーからの吐出に支障をきたすからである。

またNの高成分の肥料ほど飛行回数が減り、経済的に有利であるが、Nを高濃度にするためには、一般に尿素が使われるため、吸湿性が高まるという欠点を招きやすい。

この欠点をカバーするため、最近パラフィン、油脂類、合成樹脂などを用いて肥料の表面を被覆して、肥料の吸湿性防止、肥効の緩効化をはかった、いわゆるコーティング肥料が研究されていると聞くが、このようなものが開発されれば、森林航空施肥用としても適当な肥料というべく、ユーザー側の1人として期待するものである。なお、これに準ずるもののひとつとして、CDU化成なども用いられた実績がある。

つぎに、諸外国では成木林肥培から出発しているのに対して、わが国の林地肥培は植林地の肥培から始まっていることである。

この相異は、わが国は温暖多雨の気候のもとに雑草の繁茂が著しく、したがって、植栽木の初期成長を促進して雑草との競合に打ち勝ち、成林を早めるために、幼令林肥培から行なわれ始めたものと考えられる。

いっぽう、幼令林に肥料の航空散布を行なう場合は、施肥法からみると、林地に全面散布することになるので、必然的に雑草にも施肥する不合理を生ずる。

そこで肥料効果と除草効果を兼備した除草剤入り肥料の開発も、幼令林に対する航空施肥の場合には今後の重要課題となるであろう。

なお除草剤の或るものは、土壌中で硝酸化成抑制の効果を示すものがあり、Nの緩効化に役立つものと考えられ、この種のものが開発されればまさに一石二鳥である。

以上とりとめのないことを書いたが、林地肥培の新しい方向としての成木林肥培と、航空施肥とこれに伴って要求されるであろう肥料の性能について私見をのべた。少しでも参考になる点があれば幸いである。

作物に対する 窒素給源について

九州大学農学部教授 山 田 芳 雄

1. 緒 言

土壌に加えらるる窒素の主な給源は、動植物および微生物の遺体の中にある有機の窒素化合物である。そのほか雨雪に溶解して地上に落下する NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- があり、また肥料として加えられる NH_4^+ 、 NO_3^- 、尿素および尿素誘導体などがある。

これらのうち、有機態窒素は微生物の働きでまず NH_4^+ に変わり、さらに微生物の作用で NO_3^- に変わる。植物が吸収利用する窒素の主な形態は、上に述べたアンモニア態窒素および硝酸態窒素である。

アンモニア態窒素、硝酸態窒素等、窒素給源の形態と作物の生育との関係については、従来から多数の研究があるが、今日も依然として新しい問題を提起している。またアンモニア態窒素による生育障害現象は、農業の実際面からも問題となる場面が多い。

以下に、作物に対する窒素給源の相違による窒素の吸収、同化生理の差異を私共の研究室の仕事を中心に述べてみよう。

3. アンモニアによる生育障害

種々の幼植物を供試して人工気象室において、温度、窒素源の種類、窒素の濃度等の組合せをいろいろ変えて水耕栽培を行ったところ、つぎのよ

第1表 各種幼植物の生育と窒素の給源
(新鮮重mg/個体)

双子葉植物	ダイコン		ハクサイ		キウリ		カンラン	
	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃
NO_3^- -100	538	620	487	520	1,200	1,600	418	460
NH_4^- -100	220	510	174	400	600	1,100	200	280

単子葉植物	タマネギ		トウモロコシ		ライグラス		ヒエ	
	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃
NO_3^- -100	40	50	2,560	3,400	75	80	30	50
NH_4^- -100	40	50	1,650	3,450	60	80	30	50

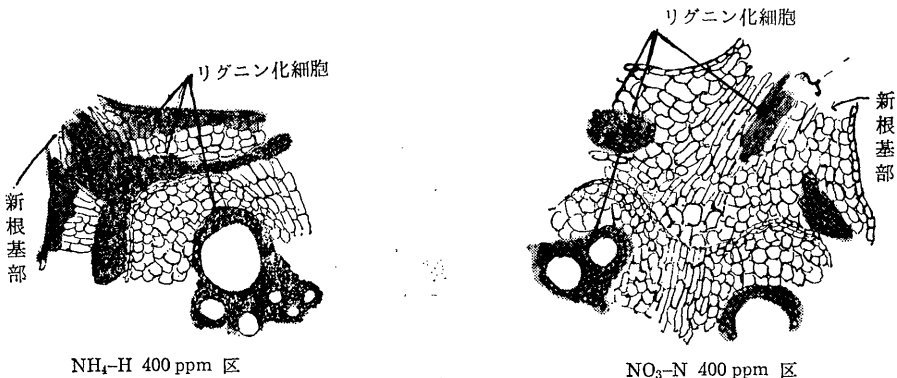
発芽後 18日目

うな結果が得られた。

窒素源としての硝酸態窒素とアンモニア態窒素の優劣は、作物の種類によって異なる。すなわち水稲、小麦、タマネギ、トウモロコシ、ライグラス、ヒエ等単子葉植物にくらべて、トマト、テンサイ、ダイコン、ハクサイ、キュウリ、カンラン等双子葉植物は、アンモニア態窒素では生育が不良である。とくに第1表に見るように温度が低く、窒素濃度が高くなると、その差は著しい。

アンモニア態窒素により生育障害のあらわれた植物の葉色は、正常なものにくらべ暗緑色であり根は木化現象を呈し褐変している。石塚らはヘチマの根の顕微鏡観察を行っているので第1図に示

第1図 根の顕微鏡観察 (発根部位基組織の横断面) (石塚, 尾形)



そう。

3. 窒素給源と体内諸成分

硝酸態窒素とアンモニア態窒素の吸収、同化生理の相違を明らかにする目的で、とくにアンモニア態窒素で生育障害のあらわれ易いテンサイ、トマトの幼植物を供試し、アンモニア態窒素と硝酸態窒素を窒素源として水耕栽培を行ない、体内諸成分の分析を実施し、比較検討を行なった。

(1) 無機成分

第2表に見るように、アンモニア態窒素を供給したものは、硝酸態窒素を供給したものにくらべK、Ca、Mg とくにKの含有率が低い。

第2表 無機成分含有率と窒素の給源
(テンサイ葉、乾物中%)

無機成分	NO ₃ -N	NH ₄ -N
P	0.80	1.16
K	7.50	4.35
Ca	0.57	0.39
Mg	0.46	0.31

この原因については、放射性カリウムを用いた実験では、培養液中に共存する各種イオン間の拮抗作用によることが明らかになった。このようなことから、アンモニア障害すなわちカリ欠乏であると考えられたこともあった。

そこで私共は、カリウムを十分に供給して、植物体中のカリウム濃度に関しては差異がないくらいにまで、植物体にカリウムを吸収させても、なおアンモニア態窒素を過剰に与えると、アンモニア障害が残ることを見出し、アンモニア障害とカリ欠乏とは直接の関係がないことを明らかにした。

なおリンの含有率は、硝酸とリン酸の拮抗のためか、硝酸態窒素を供給した植物の方が低かった

(2) 含窒素成分

第3表に見るように、アンモニア態窒素の植物は硝酸態窒素の植物にくらべて、多量の遊離のNH₄-Nを含むほか、アミド態窒素、アミノ態窒素ともに著しく含有率が高かった。

Mendel らによれば、根からアンモニア態窒素が吸収された場合には、根の組織内で直ちにアミノ酸に同化されて地上部へ運ばれ、一部はアスパラギンのグルタミンのようなアミドとして貯蔵されるものと考えられている。

第3表 含窒素成分および炭水化物含有率と窒素の給源
(テンサイ葉 乾物中%)

含窒素成分および炭水化物	NO ₃ -N	NH ₄ -N
可溶性-N	1.014	1.622
NO ₃ -N	0.212	0
NH ₄ -N	0.018	0.306
アミド-N	0.009	0.070
α-アミノ-N	0.206	0.782
不溶性-N	2.228	3.012
還元糖	5.47	7.98
非還元糖	1.11	1.08
粗デンプン	8.87	11.22

ところがアンモニア態窒素を多量に供給した植物に、遊離のNH₄-Nが異常に集積しているのは同化速度が吸収速度に及ばなかったためと考えられる。

NO₃-Nは硝酸態窒素を供給した植物にのみ大量に検出されたが、これはある程度まで濃度が高くなっても、植物にとっては無害であり、必要に応じて還元をうけ同化されるものと思われる。

(3) 炭水化物

第3表にみるように還元糖、非還元糖および澱粉ともにその含有率は、アンモニア態窒素を供給した植物の方が高かった。NH₄-Nは後に述べるように、光合成を阻害するともいわれているし、NH₄-N同化のためには、炭水化物→有機酸→アミノ酸と反応が進み、炭水化物の消耗が起ることを考えれば、一見矛盾するようだが、一植物体あたりの絶対量からすれば、アンモニア態窒素を供給した植物の方が低いので、必ずしも矛盾はしていない。

(4) 有機酸

第4表にみるように、アンモニア態窒素を供給された植物では、硝酸態窒素を供給された植物より著るしく有機酸含量が低かった。

とくにリンゴ酸、クエン酸は1/40~1/20であった。アンモニア態窒素栄養で、有機酸の含有率が極めて低くなることの原因としては、吸収されたNH₄-Nが、後で述べるTCAサイクル上の有機酸と反応して、アミノ酸を生成するためと一応は考えられる。

有機酸はATPを生成する呼吸基質であり、各種アミノ酸、脂質合成の基質でもある。また体内pH

第4表 有機酸含有量と窒素の給源
(テンサイ葉 $\mu\text{e}/\text{乾物}/\text{g}$)

有機酸	葉		根	
	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$
酢 酸	3.4	1.6	2.6	1.2
ギ 酸	2.6	0.3	1.2	0.9
フマル酸	8.9	1.3	2.1	1.1
シユウ酸	219.6	45.3	119.4	48.7
リンゴ酸	63.2	4.1	17.4	3.3
クエン酸	67.2	1.7	34.1	5.9
合 計	364.9	54.3	176.8	61.1

を一定に維持するための、緩衝系の役割も果たす。かかる重要な有機酸含量が著しく低下することは、アンモニア障害発現の一因と考えられる。

(5) 遊離アミノ酸およびアミノ化合物

第5表にみるように、硝酸態窒素を供給された植物にくらべ、アンモニア態窒素を供給された植物には大量のグルタミン、アルギニンおよびリジンが集積している。

第5表 遊離アミノ酸含量と窒素の給源
(テンサイ $\text{mg}/\text{乾物}1\text{g}$)

アミノ酸	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$
アスパラギン酸	0.06	0.15
スレオニン	0.35	0.62
セリン	0.40	1.70
アスパラギン	0.67	1.11
グルタミン	0.84	9.05
グルタミン酸	0.36	0.43
プロリン	0.21	0.46
グリシン	0.15	0.35
アラニン	3.00	4.16
バリン	0.36	0.73
イソロイシン	0.24	0.57
ロイシン	0.39	0.85
チロシン	1.33	3.26
フェニルアラニン	0.08	0.36
θ -アミノ酪酸	0.18	0.45
酸中性アミノ酸合計	(8.62)	(24.25)
トリプトファン	0.43	3.46
リジン	0.16	1.40
ヒスチジン	0.06	Tr.
アルギニン	0.16	5.68
塩基性アミノ酸合計	(0.81)	(10.54)
全 合 計	9.43	34.79

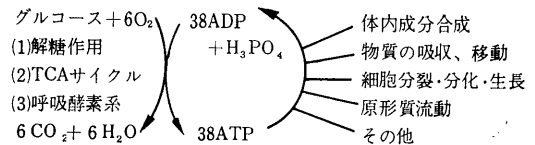
なお表中には示さなかったが、アミノ糖の一種グルコサミンがアセチルグルコサミン、あるいはアセチルグルコサミンのリン酸塩として、顕著に植物体中に存在することが明らかになった。これらの異常な集積も、体内代謝を攪乱する一つの要因と考えられる。

4. アンモニアによる呼吸障害

アンモニアは、生体にとって有害であるとよくいわれるが、その理由については未だよくわかっていない。しかし幾つかの考え方はある。その一、二を説明してみよう。

生物はすべて有機物を基質として、これを酸化燃焼し、その間に引き出されたエネルギーを、ATPの高エネルギーリン酸結合に移して貯え、生体の種々の生命活動の原動力としている。たとえば代表的な呼吸を図示すれば第2図のようになる。

第2図 ATPの生産とその利用



これからわかるように、1分子のグルコースが解糖作用系、TCAサイクル、呼吸酵素系を辿って、6分子の CO_2 と H_2O に分解すると、38分子のATPが形成される。

ところでアンモニアは、(2)のTCAサイクルの障害をするといわれている。

話の順序として、TCAサイクルの説明を簡単にしよう。

よく知られているように、解糖作用の結果生成したピルビン酸は、アセチルCoAを経てTCAサイクルに入り、クエン酸→イソクエン酸→オキサロコハク酸→ α -ケトグルタル酸→スクシニルCoA→コハク酸→フマル酸→リンゴ酸→オキサザル酢酸と回転し、再びアセチルCoAと結びついてクエン酸を生ずる。

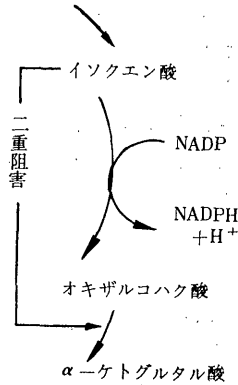
このサイクルを回転する間に NADPHやNADH, あるいはFADHなどの還元物質を形成し、これらは結局は酵素によって酸化され、ATPを形成するのである。

したがって、このサイクルの回転が不円滑にな

れば、ATPの生産が衰え、生命活動そのものが影響を受ける。

Warcel, Slater らはTCAサイクルの α -ケトグルタル酸がアンモニアを添加することによって、グルタミン酸としてサイクル外に引き出されるために、サイクル後半が回転しなくなってしまうと主張しているし、勝沼らはアンモニアを $1\mu\text{mol}$ も添加すると、イソクエン酸の脱水素反応の渋滞がおこり、イソクエン酸が蓄積し、さらに蓄積したイソクエン酸が、オキザルコハク酸から α -ケトグルタル酸への反応を阻害すると主張している。つまりアンモニアは第3図にみるように、TCAサイクル上のイソクエン酸 \rightarrow オキザルコハク酸 \rightarrow α -ケトグルタル酸の部分で二重阻害をひきおこし、回転を不円滑にするのである。

第3図 アンモニアによるTCAサイクルの阻害



この説は植物ではまだ確認されていないが、アンモニアが著るしく過剰になった段階では、このような呼吸阻害が起る可能性は十分ある。

5. アンモニアによる光合成阻害

植物は太陽エネルギーの力を借りて、 CO_2 と H_2O から炭水化物を合成するが、その際、太陽エネルギーは、前にも述べたATPという化学エネルギーに形を変えてから、合成の仕事をするのである。この作用を光リン酸化反応と呼んでいるがアンモニアは実はこの作用にも阻害的に働くことが知られている。

第6表にみるように、葉緑体を用いて行なった実験で、添加アンモニアの濃度を増すとATPの形

成が減ることがよくわかる。

第6表 光リン酸化反応の NH_4^+ による阻害 (Avron ら)

NH_4^+ の濃度	形成されたATP μmol
0	0.36
2×10^{-4}	0.32
6.6×10^{-4}	0.11
2×10^{-3}	0.016
4.7×10^{-3}	0.000

6. 結 語

植物は動物と違って、無機態の窒素を同化しなければならぬ宿命をもっている。したがって、いわゆる呼吸毒といわれるアンモニアに対しても動物ほどには敏感に反応しないで、なんとか環境に適合しようとする。

すなわち、窒素源としての $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度が高まると、植物はこれに対応して、まず有機酸を使い、アミノ酸として $\text{NH}_4\text{-N}$ を同化し、さらに余剰の $\text{NH}_4\text{-N}$ はアמיד、あるいはグルコサミンとして解毒貯蔵する。この間には、むしろ呼吸が増加するのが一般的である。

しかしさらに $\text{NH}_4\text{-N}$ が過剰に供給される場合には、遂には呼吸作用、光合成にも阻害的な影響があらわれてくるものと考えられる。

これに対して硝酸態窒素は、本来植物に毒性が少ないため、そのままの形で存在し得るので、炭水化物の消耗も少く、健全な生育をし易いと考えられる。

植物の種類によって、アンモニアに対する抵抗性に差異があり、アンモニアでも極端な高濃度にならない限り、正常な生育をする植物があるのは興味がある。これらの植物では、呼吸作用や光合成が行なわれる場での $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度を、どのようにして低めているのか、今後の研究が期待されているところである。

=====
あ と が き いろいろ問題の多い今年も、ようやく稔りの秋を迎えようとしています。読
=====
者の皆さんには、まますお元気でお越しのことと思います。

さて、本年1月号に引続いて、9月号は「果樹園芸特集」と「林地肥培の問題点」を中心に
して第2回目の特集号として編集致しました。お仕事の面に、幾らかでもお役に立てば、これ
に越した喜びはありません。

ただ残念なことは、盛夏は農業関係者のかき入れどきと云う訳で、予定した数本の原稿を頂
戴できなかったことです。今後、適当な機会に改めて執筆をお願いするつもりでおります。

大型台風11号は、どうやら九州を直撃することなく、マメ台風12号も本度上陸はイヤイヤを
して北上したので台風一過、すがすがしい冷涼の初秋の訪れかと思いきや、今日はまた30°Cを
起す暑さには、いささか参りました。(8月29日)

(K生)



チッソ旭肥料株式会社