

分根法による桃樹の栄養学的研究(第1報)

部分施肥が樹の生育に与える影響について

竹下 修・高橋国昭**・伊藤武義*

Studies on the Nutrition of Peach Trees by
Root-separated Method. (I)Effect of partial fertilization on the growth
of trees.

by

Osamu TAKESHITA, Kuniaki TAKAHASHI
and Takeyoshi ITÔ

I 緒 言

果樹園において、部分的な深耕を行い、これに有機物や各種の肥料を施用することは、すでに広く一般化している施肥技術の一つであるが、この場合には肥料要素は土壌中の一部分に多量に存在することになる。又、最近灌水施設が普及するにつれ、灌漑水に肥料を溶解し灌漑水をかねて施肥を行う方法も次第に各地において試みられ始めている。一方、灌水技術上からは、定位置部分灌水の有利性が土質や水量の条件によってはしばしばみとめられているが、この場合も灌水が施肥をかねたものであれば、肥料要素は常に特定の一部分にのみ施用されることになる。このように肥料分が土壌中のある部分にのみかたよって存在する場合、果樹の生育にどのような影響をおよぼすかについては未知の点が少なくない。本実験は桃樹を材料として、肥料の部分的施用の影響を解明しようとしたものである。

本実験を実施するにあたり、多大の便宜を与えられた前荒島分場長福島勇氏(現専門技術員)に対しあつく御礼申上げる。

II 実験方法および材料

実験 I 窒素の部分的施用試験

1960年に桃苗木を川砂をつめた特製3分コンクリートポットに植付け試験を実施した。使用ポットは図版Iに示すような構造で、内部はコンクリート板でほぼ等分に3室に仕切られ、その各々の底部には排水孔が、設けてあり、大きさは直径7.8cm、高さ5.8cmである。桃苗木は山桃実生に鎌桃5号を芽接ぎし1年間養成したものである。2月15日植付けにさいしては、地上部は20~30cmに切り返し、副梢はすべて基部の1芽を残して剪除した。又、根はほぼ同方位へ発生したもので

つるの集団を作り、3分ポットの各室に配置した。なお、新梢発生後は、地下部の各室と対応する発生方位をもつもの1本ずつ計3本を選び他は除芽した。栽培方法は砂耕法により、その標準液の組成はN(尿素)80ppm、 P_2O_5 (過磷酸石灰)40ppm、 K_2O (硫酸カリ)80ppm、CaO(塩化カルシウムと過磷酸石灰)160ppm、MgO(硫酸マグネシウム)40ppmである。試験区は対照区、1/3-N区、2/3-N区の3区とし、1区3ポットとした。各区とも、植付けより6月13日までは、1週間2回ずつ3室全部に対し1室当り2.5ℓの割合で標準液を灌漑した。6月15日より2日おきに、対照区は3室全部に対し標準液を灌漑し、1/3-N区は定った2室に標準液を、他の1室には標準液中よりNを除いた-N液を灌漑し、2/3-N区は定った1室に標準液を、他の2室には-N液を灌漑した。新梢の伸長は10日おきに測定し、8月4日と9月30日には各枝より若い成葉を採取し分析に供した。11月落葉後砂を洗い流して掘上げ解体調査を実施した。

実験 II. 肥料要素の部分的濃度液施用試験

施肥範囲を減ずる代償として砂耕液の濃度を高くした場合の影響を見るため1961年に高陽白桃の1年生苗木を用いて本実験を実施した。使用ポット、苗木の処理植付方法、栽培方法、砂耕液使用塩類等は実験Iに準じたが、発芽後の新梢については、特に地下部との相関をみるため、1方向3本ずつ計9本を残した。試験区の構成は、対照低濃度区、2/3施肥中濃度区、1/3施肥高濃度区の3区で1区3ポットずつとした。

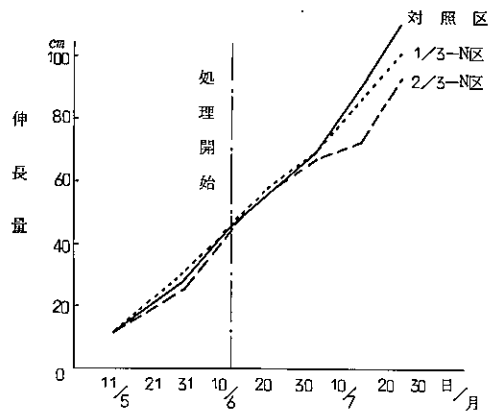
施肥面積を2/3、1/3と減じた場合、どの程度肥料濃度を高めるべきかについては、好適濃度の関係もあり、又、施用された肥料すべてが吸収されるものでもないので規定する規準が見当らず、一応施肥面積に逆比させて定めることにした。したがって、各肥料要素の原

* 荒島分場

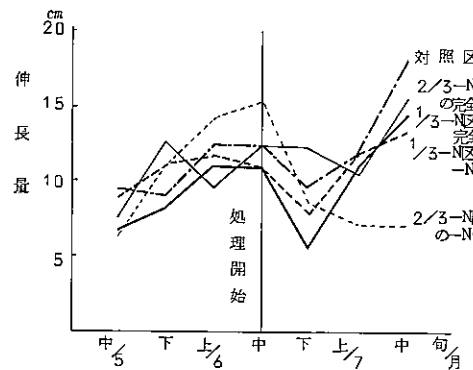
** 現在浜田分場

肥量は各試験区とも等しいことになる。なお、実験ⅠにおいてはNについてのみ処理を行ったが、本実験においてはP₂O₅、K₂Oについても同様に濃度を変更した。対照区は3室全部にN 40 ppm、P₂O₅ 20 ppm、K₂O 40 ppmの砂耕液を灌注し、2/3施肥中濃度区は定った2室にN 60 ppm、P₂O₅ 30 ppm、K₂O 60 ppmの砂耕液、他の1室には水を灌注し、1/3施肥高濃度区は定った1室にN 120 ppm、P₂O₅ 60 ppm、K₂O 120 ppmの砂耕液、他の2室には水を灌注した。砂耕開始は3月23日で、第1回のみは全ポットの全室に対し対照区の砂耕液を施用した。調査については実験Ⅰに準じて行った。

Ⅲ 実験結果



第1図 新梢伸長経過 (実験Ⅰ) 1/2



第2図 室別対応新梢旬間伸長量 (実験Ⅰ) 1/2

実験Ⅰ

1. 新梢の伸長

第1図及び第2図に示すように、1/3-N区および2/3-N区では、処理開始後15日頃より新梢の伸長が劣りはじめた。特に2/3-N区の-N処理の室に対応する側の伸長が抑えられた。

2. 解体調査

解体調査の結果を1樹当りの平均値で示したのが第1表である。総樹重では1/3-N区と対照区では殆んど差はみとめられないが、これは栽植時の苗木重が1/3-N区が大であった故もあり、年間肥大率でみると対照区が勝っている。2/3-N区は、総樹重、年間肥大率とも相当に劣っている。地上部重、新梢重、細根重などにおいて、-N処理の範囲の大きいほど小となる傾向を示している。新梢重/細根重は対照区に比し処理区はいずれも低下する傾向が見られる。

次に個々の試験区の解体調査結果を、地下部の処理別に1室当りの平均で示したものが第2表である。細根量が最も多いのが2/3-N区の完全液を灌注した室で、つづいて1/3-N区の完全液側、対照区の室となる。-N液を灌注した室は対照区の30%台の細根量が分布するにすぎない。尚、完全液側の細根の分岐は多いが、-N液側では少なく形態的にもかなり異っている。地下部の各室に対応する発生方位をもつと思われる新梢重については、2/3-N区の-N側で発生停滞がみられるが、1/3-N区の-N側ではむしろ逆の傾向となった。葉内-N含量はNの施用範囲が少なくなるにしたがつて次第に減じたが、特に2/3-N区の-N液を灌注した側の新梢葉内における低下が著しかった。

第1表 掘上げ解体調査 (実験Ⅰ)

項目	総樹重 g	地上部			地下部		
		主幹 g	新梢 g	合計 g	太根 g	細根 g	合計 g
対照区	2608 (100)	526 (100)	518 (100)	1044 (100)	404 (100)	1160 (100)	1564 (100)
1/3-N区	2574 (99)	515 (92)	478 (92)	993 (95)	460 (97)	1121 (97)	1581 (101)
2/3-N区	1906 (73)	458 (64)	334 (64)	792 (64)	348 (66)	766 (66)	1114 (71)

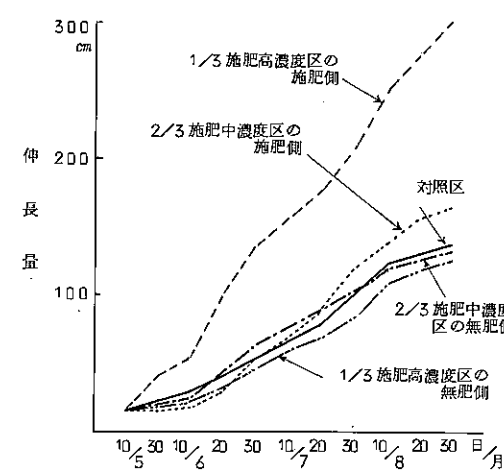
・直径2mm以上のもの

第2表 1室当り細根重とこれに対応する新梢重及び葉内N含量

試験区	室の処理	項目	室均新梢重 g	室均細根重 g	同比率	・葉内N含量	
						8月4日	9月30日
対照区	完全液	173	173	100	387	100	3.74
	完全液	173	100	387	100	3.74	2.92
1/3-N区	完全液	159	147	85	499	129	3.70
	-N液	159	184	106	374	124	3.67
2/3-N区	完全液	108	177	102	255	533	138
	-N液	108	74	43	255	133	3.51

・対乾物重 %

実験Ⅱ



第3図 新梢伸長の経過 (実験Ⅱ)

第3表 掘上げ解体調査 (実験Ⅱ)

調査項目	総樹重 g	地上部			地下部		
		主幹 g	新梢 g	合計 g	太根 g	細根 g	合計 g
対照低濃度区	1527 (100)	326 (100)	260 (100)	586 (100)	330 (100)	611 (100)	941 (100)
2/3施肥中濃度区	1581 (104)	286 (106)	275 (106)	561 (96)	395 (102)	625 (102)	1020 (108)
1/3施肥高濃度区	1985 (130)	386 (165)	428 (139)	814 (139)	450 (118)	721 (118)	1171 (124)

調査項目	T/R	新梢/細根	年間肥大率%
対照低濃度区	0.62	0.325	770 (100)
2/3施肥中濃度区	0.55	0.440	860 (112)
1/3施肥高濃度区	0.70	0.593	1060 (138)

・直径2mm以上のもの

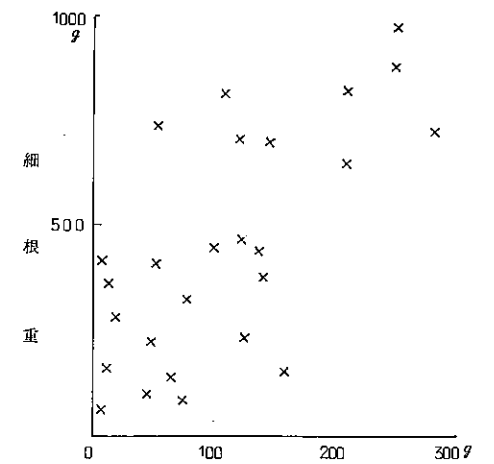
第4表 1室当り細根重とこれに対応する新梢重及び細根内N含量

試験区	室の処理	室均新梢重 g	同比率	室均細根重 g	同比率	・N細根量内%
対照区	施肥	87	100	204	100	2.42
	施肥	87	100	204	100	2.42
2/3施肥中濃度区	施肥	92	101	208	101	2.70
	無肥	92	74	208	51	2.50
2/3施肥高濃度区	施肥	143	258	292	497	2.44
	無肥	143	85	292	112	2.66

・対乾物重 %

第5表 葉内N含量……対乾物重%

試験区	対照区	2/3施肥中濃度区	1/3施肥高濃度区
調査月日			
5.15	2.62	2.94	2.94
5.30	2.67	2.96	3.44
6.15	2.76	2.60	3.38
6.30	3.22	3.53	3.48
7.16	2.26	2.68	3.44
7.30	3.28	3.06	3.45
8.30	2.88	2.84	3.40
9.29	3.24	3.46	3.92



第4図 新梢重と細根重の関係 1/2

1. 新梢の伸長

新梢の伸長は第3図に示すように、1/3施肥高濃度区の施肥部側が最も旺盛で、つづいて2/3施肥中濃度区の施肥側であった。両区の無肥料側の新梢伸長は、対照区の平均と殆んど差はみとめられなかった。

2. 解体調査

総樹重は1/3施肥高濃度区が最も大で、つづいて2/3施肥中濃度区で、対照区が最も劣った。新梢重、地下部重についても同様な傾向がみとめられる。栽植時の総樹重に対する年間の肥大率も対照区7.7倍に対し、2/3施肥中濃度区は8.6倍、1/3施肥高濃度区は10.6倍となっている。又、新梢重/細根重は砂耕液の濃度が高くなるにしたがい上昇している。

次に個々の試験区の解体調査結果を、地下部の処理別に1室当りの平均値で示したものが第3表である。細根量が最も多いのは、1/3施肥高濃度区の施肥した室で、対照区の24.4%の量が存在する。2/3施肥中濃度区の施肥部も14.1%の密度で存在する。一方無肥料とした室では1/3施肥高濃度区で5.5%、2/3施肥中濃度区で2.5%の細根量しか存在しない。地下部の各室に対応する新梢重も、ほぼ同傾向を示すが、細根におけるほどには判然としていない。

葉内N含量は時期によって若干の差はあるが、樹全体として1/3施肥高濃度区が高く、2/3施肥中濃度区

がこれにつき、対照区は低い。細根内のN含量についても同様な傾向がある。室別には1/3施肥高濃度区の施肥部の細根内N含量が最高で、2/3施肥中濃度区の施肥部がこれにつづく。又、両区の無肥料とした室内の細根においても対照区よりN含量は高い。

室別の細根量とこれに対応する方位の新梢重との関係を示したのが第4図であり、両者の間には+0.52±0.09の相関がみとめられた。

IV 考 察

樹体の生育には、根から吸収される各肥料要素の量が大きく影響し、又、その吸収には根の分布、肥料溶液の濃度、通気、日光、蒸散、土壌PH、各種イオンの相互作用、阻害物質の存在等が複雑に関係する。本実験の場合は各区とも通気、日光、PH、阻害物質等については同条件とみなしてよく、主として根群分布と砂耕液濃度並びに各種イオンの相互作用の面から検討されればよいことになる。さて、肥料要素の中で、普通の場合樹体の生育にもっとも大きな影響を及ぼすのはNである。N濃度を同一として、その施用を根群分布の一定の範囲内に制限すると、施用範囲の減ずるにしたがって、地上部、地下部とも樹体の生育は抑えられる。実験Iでは1/3の面積に施肥すれば、対照区の73%、2/3の面積に施肥すれば92%に樹体量は減ずる。しかしながらこの場合、施肥面積の減少割合ほどには生育量は減少しない。その原因の1つとして肥料吸収を行なう細根量に、施肥面積ほどの差を生じないことがあげられる。Nの施肥範囲が狭くなると、施肥部には補償的に細根密度が増加する傾向がある。たとえば、施肥範囲のもっとも広い対照区の細根密度を100とすれば、1/3—N区の施肥部は129、2/3—N区では138とそれぞれ増加する。又、N無施肥部にしても、施肥部に比すれば細根量は極めて少ないが、1/3—N区では32の指数なのに対し、2/3—N区では35と増加する。その結果、樹全体では対照区100に対し、1/3—N区で97、2/3—N区で67の細根量となる。また、Nが施用された細根は対照区100に対し1/3—N区では86、2/3—N区で46の割合となり施肥面積ほどの差を生じない。

次に1ポット当り施肥量を同一とし施肥範囲を減ずる代償として、砂耕液の濃度を高くした場合には、施肥面積よりも砂耕液の濃度により大きく樹体の生育は影響される。実験IIにおいて、施肥面積を2/3に減ずる代償に、砂耕液の濃度を3/2に高めれば総樹重は対照区の104%に増加し、同様に1/3の面積に減じて濃度を3倍としたものは130%に増加する。この場合もまず細根量について検討してみると、施肥範囲の増減と細根密度の関係は実験Iの場合と同様である。2/3施肥中濃度区の施肥部は、対照区の細根密度を100として141であり、1/3施肥高濃度区の施肥部は244に増加する。したがって、無肥料部の細根量は減ずるが、

樹全体としては、対照区100に対し、2/3施肥中濃度区は102、1/3施肥高濃度区は118となる。又、直接砂耕液と接する部分の細根量は、対照区を100として2/3施肥中濃度区は94、1/3施肥高濃度区は88となり施肥面積の多少による相違は殆んどみとめられない。その結果、少なくとも試験期間の後半においては、ほぼ同量の細根に対して、濃度の異なった砂耕液が施用されていたことになり、樹全体の生育量は主として砂耕液の濃度によって支配されていたと見ることが出来る。福田ら(1957)が、3年生白鳳の砂耕試験において、標準液組成(N80ppm、P₂O₅40ppm、K₂O80ppm)の1要素の濃度を種々にかえ、新梢の生長におよぼす影響をみた成績ではN、K₂Oは80ppmの濃度で生長がもっとも勝り、つづいて160ppm、40ppmの順で、P₂O₅では160ppm、80ppm、40ppmの順であった。したがって、本試験の1/3施肥高濃度区の砂耕液は、この新梢生長に好適した濃度に近く、2/3施肥中濃度区がこれにつづき、対照区の濃度は低すぎることになる。結局、1樹に対する施肥量が一定の場合には、その量によっては施肥面積を制限し、部分的にある程度肥料溶液の濃度を高める方が樹体の生育に好結果をもたらすことがうかがえる。

RUSSEL(1949)は、一般に根の生育におよぼす肥料の影響は主として間接的であり、肥料によって地上部の生育が促進されると述べているが、肥料の存在によって細根の分岐が促進され、分布密度を増すこともよく知られている。渡辺(1956)や横尾ら(1962)によると、桃においては特定の根群が特定の地上部と密接に関係しており、互に養水分の補給、ひいては生育に重大な影響をおよぼしあうことが明らかである。本実験で地上部の新梢量と、同方位の地下部の細根量との関係を図示したのが第4図で+0.5程度の相関がみとめられた。無肥料部あるいは無N部では、細根量は極めて減ずるが、この無肥料又は無Nの処理面積が2/3となると地上部の新梢間に著しい生育不均衡が生ずるようになり、処理側の方位の新梢伸長が劣るようになる。ただ、この処理面積が1/3の場合には、はっきりした傾向がみとめられなかったが、これは頂芽優勢や切口などの影響の他に、接木のため新梢発生方位と地下部の対応が若干乱された故もあると推察された。

次に樹全体の細根重/細根量をみると、砂耕液の濃度が高くなるにつれてこの数値も上昇していることがうかがわれる。小林(1954)はもし樹体の生育を促進するような土壌条件が与えられると、その影響は地下部より地上部の生長量において著しいと述べているが、本実験も同様な傾向を示している。

葉分析、細根分析はNについてのみ行なったので、イオン間の相互作用などについて詳細な検討は出来ないが、同N濃度の場合、施肥範囲を減ずれば各方位の葉ともN含量を減じ、特に無施肥側の新梢の葉における低下が著るしい。次に施肥範囲を減ずる代償に砂耕液濃度を高め

た場合は、樹全体としては濃度が高くなるにしたがってN含量も増加する。また、細根内のN含量も同様な傾向を示すが、無施肥部の細根は同一樹の施肥部の細根よりN含量が低いものの、なお対照区のそれより高い。CHILDERら(1936)は硝酸ソーダを桃樹の樹幹の1側面に施用するとその側の側枝の葉内N含量を増加することをみとめ、またDAVIDSON(1944)は根を上下2室に区切った根箱に桃を植え、K₂Oの施用を上下種々にかえてみた結果、根に吸収されたK₂Oは上下自由に移動することをみとめている。本実験の場合、ある部分の根で吸収されたNは、その根と密接に関連する部位に高濃度に存在するが、また、一部は転送されて樹体各部に分配され、同一樹の同一器官ではある程度含量が平均化されているように考えられる。

さて以上、本実験の結果から、部分施肥を行なう場合は、全面施肥と同等な樹体の生育を保持するためには、施肥濃度を適度に高める必要がある。その結果、根群は部分的に分布密度を増して局在することになる。したがって乾燥などの不良環境における抵抗性は弱くなると推察される。事実筆者らのうち竹下・高橋(1962)は桃園において根群分布の多い部分では、夏季灌水直後といえども極めて急速に乾燥状態におちいることをしばしば観察しており、また森(1942)は慈梨の施肥方法の試験を行い、施肥溝には多数の細根が集中するが、枯死する根も多く、枯死の程度は細根の密度程度の高いものほど目立つことをみとめている。

しかしながら、灌水施設が完備し、施肥を兼ねた灌水が必要に応じて実施出来るようになれば、根群の局在性は施肥、灌水等の管理上極めて能率的で、むしろ利点となる可能性が強い。但し、平野(1955、1965)によると、桃の根から分泌される毒物によって、その樹

自身および隣接した樹の生育が抑制され、又、単位土壌量あたりの根量が多いと抑制の程度が大となるとしている。部分施肥による根群の局所的な高密度分布にこれらの事実が如何に作用するかはさらに検討を要する点であろう。

V 摘 要

桃樹を内部が3室に仕切られた特製コンクリートポットに栽植し、砂耕法によって肥料の部分的施用の影響を見た。

1. 新梢の伸長および総樹重は同濃度の砂耕液を用いた場合、施肥室数が減ずるにしたがって劣る。しかし、施肥室数を減ずるかわりに砂耕液の濃度を高め、1樹当りの施肥量を同一にすれば、本実験の範囲内では、施肥された室数は少なくとも、砂耕液濃度の高い区の生育が勝る。

2. 施肥する室数が少なくなるにしたがい、1樹当りの総根量は減ずるが、施肥室内の根群密度は補償的に増加し、地上部の生育も次第に部分的となる。

3. ある室内の細根量と同方位の新梢量との間には+0.5程度の相関がある。

4. 新梢量/細根量は、本実験の範囲内では砂耕液の濃度が高くなるにしたがい大となる。葉内N含量も同様の傾向を示す。

5. 細根中のN含量は、同一樹では施肥部で高く、無肥部でや、低いが、主として砂耕液濃度に準じて変動し、高濃度部分施肥区においては無肥部の細根でさえ、対照区の施肥部の細根より含量は高い。したがって施肥室から吸収されたNは、無肥室内の細根へも転送されていることがうかがえる。

引 用 文 献

- CHILDER, N. F. & F. F. COWART (1936): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 33; 160
〔小林章(1958); 果樹の栄養生理(朝倉書店, 東京)288pp.より引用〕
DAVIDSON, O. W. (1944): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38; 26
〔同上〕
福田照・近藤権一(1957): 桃樹の栄養に関する研究(第4報): 園芸学研究集録・8; 16-23.
平野暁(1955): 桃の忌地に関する研究(第2報) 園芸学研究集録7; 13-17
(1965): 土壌量を異にした場合の果樹の種類間差異. 園学雑・33; 287-290
小林章(1954): 果樹園芸総論(養賢堂, 東京)

- 森英男(1942); 園学雑・13; 117
RUSSEL, E. John. (1949): Soil condition and plant growth. (藤原彰夫ら共訳(1956)); 朝倉書店, 東京より引用)
竹下修・高橋国昭(1962): 砂丘地果樹の灌水法に関する研究 I, 園芸学会中・四国支部会研究発表要旨; 5
渡辺柳蔵(1956); 果樹水養料吸収に関する研究, 園学雑・25; 125-128.
横尾宗敬・松尾平・岩佐俊吉(1962); モモの主枝形成に関する研究. 園学雑・31; 235

Summary

With 2 years-old peach trees, grown in concrete pots with the inside divided into 3 compartments by concrete plate, the effects of partial fertilization by the sand culture method was observed.

1. When the same solution was used in only one or two of the 3 compartments, the plant growth decreased. However, when thick solution was used in compensation for decrease of fertilized compartment so as to gave each plot equal amounts of fertilizer, the growth increased with rising solution concentration.

2. In part-fertilized plot, total fresh weight decreased as fertilized compartments were decreased. But fibrous root density of fertilized compartment increased compensationally and the shoot growth became partly.

3. The quantitative correlation coefficient between the fresh fibrous root and the fresh shoot which grew to same direction was $r = +0.5$

4. Ratio of shoot fresh weight per fibrous root fresh weight increased as concentration of solution rose. N content of leaf showed similar tendency.

5. N content of fibrous root increased with rising solution concentration. Though N content of fibrous root grown in non-fertilized compartment was slightly inferior to that of fertilized compartment at thick-concentration-part-fertilized plot. But it was still superior to that grown in the fertilized compartment at the control plot (low-concentration - whole fertilized plot)

図 版 説 明

第 7 図 版

1. 使用ポット
2. 対照区(実験Ⅰ)の根群とこれに対応する新梢の発育状態。各室とも完全液を灌注したもの。左端は主幹
3. 1/3-N区(実験Ⅰ)の発育状態。右の2室は完全液を灌注し、左の1室にはN液を灌注したもの
4. 2/3-N区(実験Ⅰ)の発育状態。右の1室は完全液を灌注し、左の2室にはN液を灌注したもの。

5. 対照区(実験Ⅱ)の発育状態。各室とも40-20-40ppmN液を灌注したもの。
6. 2/3施肥中濃度区(実験Ⅱ)の発育状態。両端の室に60-30-60ppmN液を灌注し中央の室には水のみを灌注したもの。
7. 1/3施肥高濃度区(実験Ⅱ)の発育状態。左の1室に120-60-120ppmN液を、他の2室に水のみを灌注したもの。
8. 実験Ⅱの各濃度液を灌注した部分の細根の形態。

