

砂耕法によるリンゴの時期別肥料吸収量

相馬 盛雄・泉谷 文足・一木 茂・渋川 潤一*

(青森県りんご試験場)

Seasonal absorption of nutrients by apple trees in sand culture

MORIO SOMA, AYATARI IZUMIYA, SHIGERU ICHIKI and JUNICHI SHIBUKAWA

(Aomori Apple Experiment Station)

* 現：岩手県園芸試験場

Present address: Iwate Horticultural Experiment Station

目 次

I 緒 言	49
II 実験材料および方法	49
1. 砂耕方法と培養液の組成	49
2. 生育調査および分析方法	50
III 実験結果	50
1. 樹体の生育経過	50
(1) 未結実樹の生育	50
(2) 結実樹の生育と果実の特長	51
2. 水分および各要素の時期別吸収経過	51
(1) 水分の時期別吸収経過	51
ア 未結実樹	51
イ 結 実 樹	52
ウ 年間吸水量に対する月別比率	53
(2) 各要素の時期別吸収経過	53
ア 未結実樹	53
イ 結 実 樹	54
ウ 各要素の年間吸収量に対する月別比率	55
エ 各要素吸収量のNに対する比率	55
IV 考 察	58
1. 吸水量を左右する要因	58
2. 肥料要素の吸収を左右する要因	58
3. 結実による吸水量および肥料要素吸収量の変化	59
4. 吸収経過の総括	60
V 摘 要	61
引用文献	61
Summary	62

I 結 言

リンゴの施肥に関する問題を明らかにし、またその栄養生理を解決するにあたって、肥料吸収量を知ることは最も基本的な課題であると考えられる。問題の重要性に比べ、この点に関する試験研究はわが国においても、また国外についてみても決して多いとはいえない。樹体が大きく深根性であるうえ、多年性のリンゴでは、ほ場状態で肥料吸収量を明らかにすることは著しく困難である。

これらの点を解決する一方法として水耕法または砂耕法があり、わが国では森ら⁽²⁾⁽³⁾が水耕法によってリンゴ樹の養分吸収に関する研究を行なっている。筆者らは1955年⁽¹⁾⁽⁷⁾から1958年の4か年間にわたり、砂耕法によってリンゴの時期別肥料吸収量を明らかにするための試験を行なっ

た。この種の試験による肥料吸収量は、培養条件および樹の栄養状態などによって結果が多少異なる可能性があり、また実際のは場における吸収量および吸収経過とこれらの成績とが常に一致するとは限らないと思われるが、リンゴの施肥または栄養生理を考えるうえの重要な手がかりになることであるから報告して参考に供したい。

この報告は青森県りんご試験場長木村甚弥博士、同化学部長長井晃四郎氏のご校閲を得た。また試験の実施にあたっては青森県りんご試験場職員、角田三千男、盛清、那須金光、佐藤年治氏らのご助力をいただき、とりまじめにあたっては青森県りんご試験場技師成田春蔵、加藤正氏らのご援助をいただいた。記して感謝の意を表する。

II 実験材料および方法

砂耕ポットに若木を栽培し、1955、1956年の両年は未結実樹状態、1957、1958年の2か年は結実樹状態における肥料の時期別吸収量について試験を行なった。

1. 砂耕方法及培養液の組成

1955年4月、国光、紅玉、スターキングの4年生幼木



Fig. 1. Apparatus used for circulation of nutrient solution (1955)

を石英砂を詰め込んだコンクリートポットに植付け、各品種とも4本ずつ供試して試験を開始した。コンクリートポットは内径60cm、内容120ℓ入のものを使用した。培養液タンクは未結実樹で75ℓ入の樽を、結実樹では135ℓの鉄製タンクを使用し、ポットわきの穴に入れてゴム管でコンクリートポットと連結し、エアーコンプレッサーを使用して培養液をポット内に押し入れ、また落差を利用して培養液をタンクへもどした(第1図)。幼木を植付けたポットは水分の蒸発、雨水の浸入、ポット内部の温度上昇を防ぐため板、トタン板、ビニールで三重に被覆した。冬期間は凍結を防ぐためさらに土盛りをした。

使用した培養液の組成は第1表に示したとおりである。

Table 1. Composition of nutrient solutions

Year	Concentration (ppm)							Salts used
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	B	
1955-1957	100	15	100	100	50	2	1	NH ₄ NO ₃ , KNO ₃ , KH ₂ PO ₄ , Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O, MgSO ₄ · 7H ₂ O
1958	100	12	100	70	40	2	1	MnCl ₂ · 4H ₂ O, H ₃ BO ₃

培養液は井戸水に培養液原液を添加して所定の濃度にしたが、Feは1ポットあたり1kgの砂鉄を石英砂に混入して供給した。また培養液のpHを5.5位に保つようにH₂SO₄で調節した。培養液はポット内部の石英砂が十分うるおう程度に与え、1日のかん注回数は4~5回であるが生育状態に応じて増減するとともに夏期には回数を増した。また培養液は10日ごとに更新し、使用済の培養液を分析して吸収量を測定した。

2. 生育調査および分析方法

幹径、新しう伸長量、葉数の調査は10日ごとに行なった。幹径は接木部分より30cm上部を測定し、新しう伸長量は5cm以上のものを測定して総量を求め、葉数は約2cm以上のものを数えて1樹当りの総葉数を調査し

た。結実樹の果実は収穫果に落果を加えて収量とした。また樹体分析のための採葉は新しう中央葉を1品種から60~80葉集め、中肋を除いた葉身部を乾燥後粉砕して分析に供した。

肥料の吸収量は培養液の更新にあたり培養液タンクの残液の量を調査し、これを冷暗所に貯え分析に供し当初の濃度からの減量をもって吸収量とした。分析はNO₃-NはPhenoldisulfonic acidによる分光々度計法、NH₄-Nは酸化マグネシウムによる蒸溜法、PはMolybdivanadophosphoric acidによる分光々度計法、Kは焰光々度計法、Caは修酸塩によるKMnO₄容量法、MgはOxychinoline重量法によって定量した。葉身分析はNがKjeldahl法、P、K、Ca、Mgの各要素は培養液の場合と同じ分析方法によって行なった。

III 実験結果

1. 樹体の生育経過

(1) 未結実樹の生育

試験を開始した1955年は発芽、展葉がおくれて5月中旬から吸水および各要素の吸収が認められるなど前半の生育が悪かったが、後半に至って順調な生育を示した(第2図)。



Fig. 2. View of sand culture of non-bearing trees (1955)

1956年の生育量は第2表に、葉身中成分含量の消長を第3図に示した。すなわち、生育状況は一般ほ場のリンゴ樹に比較しておう盛であり、葉身中成分も十分高いレベルを示していた。

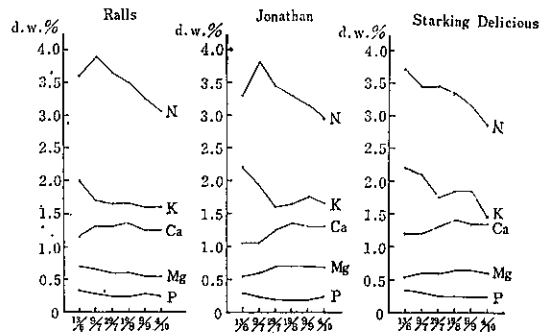


Fig. 3. Seasonal change of leaf nutrient content of non-bearing trees (1956)

Table 2. Growth of non-bearing trees

Variety	Year	Increment of stem cross section (cm)	Total shoot length (cm)	Average shoot length (cm)	Maximum leaf numbers
Ralls	1956	15.7	4455	59.4	2227
Jonathan	1956	15.8	8696	40.3	4821
Starking Delicious	1956	13.9	7809	43.1	4099
"	1957	15.9	12383	28.1	8009

(2) 結実樹の生育と果実の特長

1957年には国光、紅玉ともかなりの着果量を示したがスターキングでは結実した樹が供試樹の半数にとどまった。1958年には各品種とも相当量の結実を示し、樹体の生育も盛んであった(第4図)。

結実樹の各品種における樹体の生育量と収量は第3表のとおりである。収穫された果実は国光、紅玉では着色、地色ともすぐれず、外観の劣るものが多く、貯蔵期間中にBitter pit, Jonathan Spot, Jonathan Fleckleなど生理障害の発生が多かった。またスターキングは形状、着色など外観的にはほ場状態と大差なかったが、密病の発生が多かった。



Fig. 4. View of sand culture of bearing trees (1958)

Table 3. Growth and yield of bearing trees

Variety	Year	Increment of stem cross section cm ²	Total shoot length cm	Average shoot length cm	Maximum leaf Numbers	Fruit yield kg/tree	Average fruit weight g
Ralls	1958	12.0	11064	35.0	8860	39.90	161
Jonathan	1958	12.4	17065	22.0	12223	33.19	186
Starking Delicious	1957	14.1	10790	25.1	6509	12.96	337
"	1958	15.7	17952	27.0	12037	18.95	345

このような状況における各品種の葉身中成分含量の消長について1958年の結果を示すと第5図のとおりである。各成分とも高い含量で推移し、とくにN含量が著しく高くやや過剰状態を示しているように思われた。

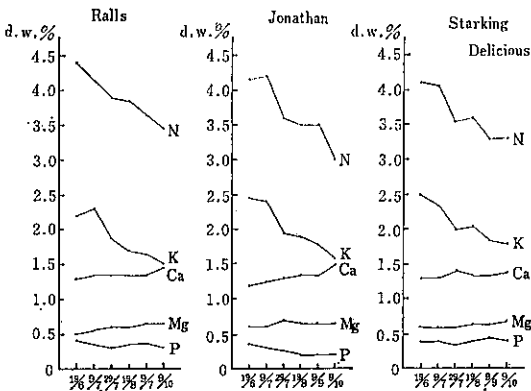


Fig. 5. Seasonal change of leaf nutrient content of bearing trees (1958)

2. 水分および各要素の時期別吸収量

1955年～1958年にかけて行なった試験のうち、供試3品種については1956年の未結実樹および1958年の結実樹の成績を、またスターキングについてはさらに1957年の未結実樹および結実樹の成績について検討した。

(1) 水分の時期別吸収経過

ア 未結実樹

未結実樹の生育状況および時期別吸収量の推移を示すと第6図から第9図のとおりである。

発芽の早い紅玉、スターキングは4月中旬、発芽のおそい国光は4月下旬から吸水を始めたが、新梢伸長を開始する頃までの吸収量は非常に少なかった。その後、気

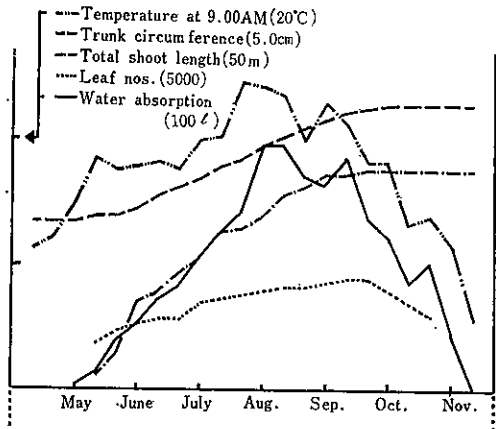


Fig. 6. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of non-bearing Ralls (6-year-old, 1956)

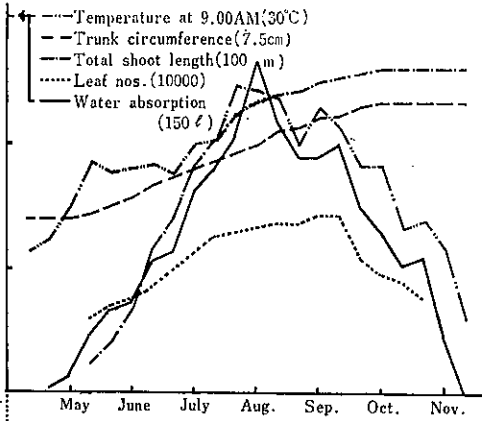


Fig. 7. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of non-bearing Jonathan (6-year-old, 1956)

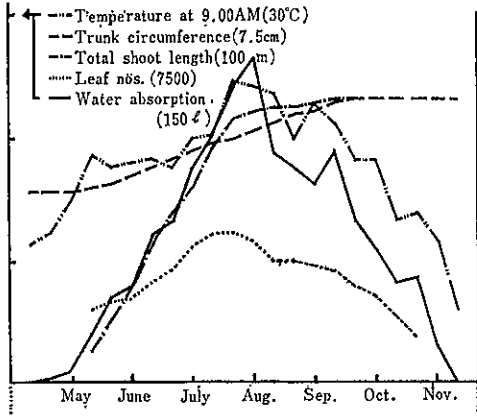


Fig. 8. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of non-bearing Starking Delicious (6-year-old, 1956)

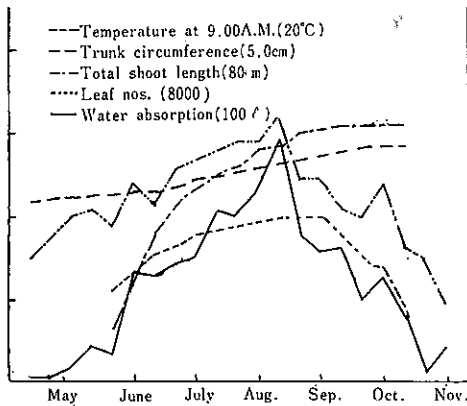


Fig. 9. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of non-bearing Starking Delicious (7-year-old 1957)

温の上昇，樹体生育の増加に伴ない吸水量が多くなり気温が最高を示した8月上旬に最高の吸水量を示した。8月上旬以後の吸水量は徐々に減退したが，9月中旬頃までの吸水量は比較的多く，その後急激に減少し，10月中下旬に小さい吸収の山を形成したが，11月に入ってから極く少ない吸水量にとどまった。

イ 結実樹

結実樹の生育状況および時期別吸水量の推移を第10図から第13図に示した。

結実樹の吸水過程も気温が最高を示した8月上旬を頂点にした吸水曲線を描き未結実樹のそれと類似していたが，国光，紅玉では吸収の山を形成した8月上旬以前の吸水量が未結実樹のそれより高く，スターキングでは8月上旬以後の吸水量が高いレベルであった。また1957年の同一年次におけるスターキングの未結実樹と結実樹の

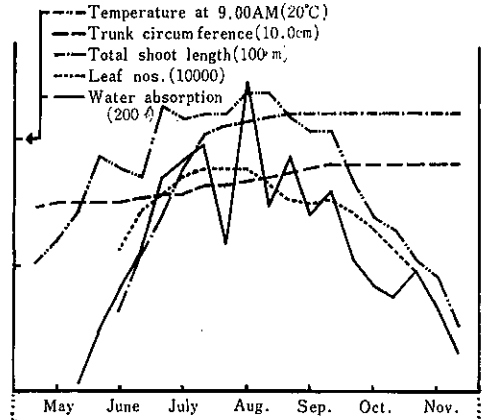


Fig. 10. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of bearing Ralls (8-year-old, 1958)

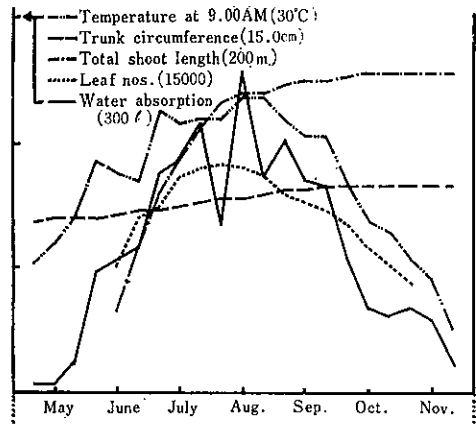


Fig. 11. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of bearing Jonathan (8-year-old, 1958)

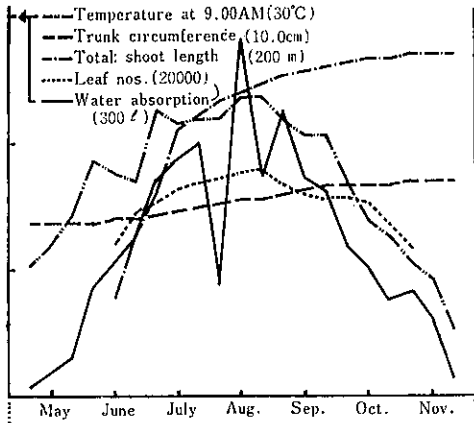


Fig. 12. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of bearing Starking Delicious (8-year-old, 1958)

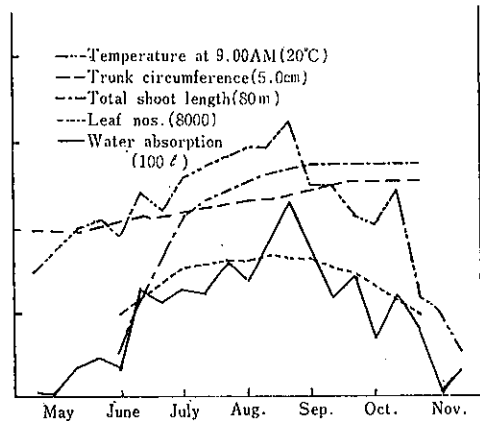


Fig. 13. Seasonal changes of tree growth, temperature and water absorption of bearing Starking Delicious (7-year-old, 1957)

比較では国光、紅玉と同じように結実樹の吸収量が生育前期で高いレベルを示した。

ウ 年間吸水量に対する月別比率

未結実樹および結実樹の年間吸水量に対する月別比率を第14図に示した。

各品種とも生育初期の吸水量は非常に少なく、4月5月の吸水量を合計しても国光では未結実樹、結実樹とも年間吸水量の3%前後、紅玉およびスターキングで5%前後に過ぎなかった。吸収の山を示した8月の比率は非常に高く未結実樹では25~30%、結実樹では26~27%であった。また国光、紅玉の結実樹では未結実樹より生育前期(4~7月)の比率が増加し、スターキングではそ

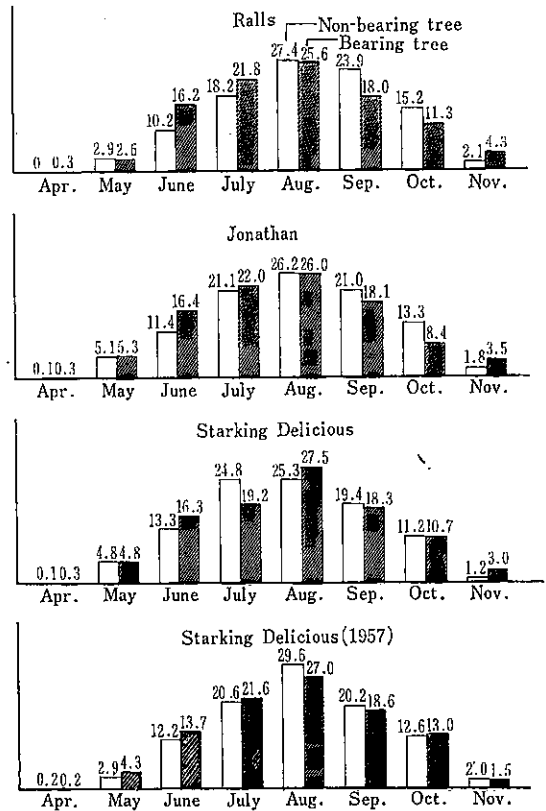


Fig. 14. Monthly rate of water absorption (Percentages of annual absorption)

の比率が低下した。しかし同一年次におけるスターキングの未結実樹と結実樹では結実樹の方が生育前期に高い比率を示していた。

(2) 各要素の時期別吸収経過

ア 未結実樹

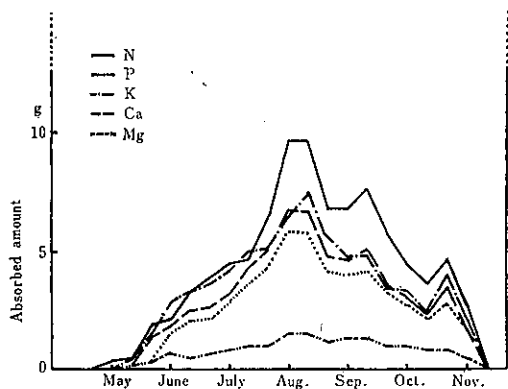


Fig. 15. Seasonal absorption of nutrients by non-bearing Ralls (6-year-old, 1956)

未結実樹における各要素の時期別吸収量の推移を示す
と第15図から第18図のとおりである。

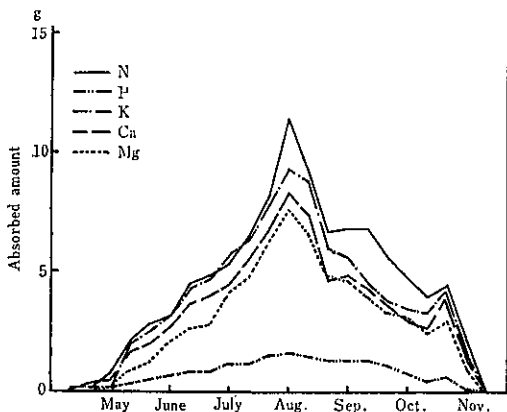


Fig. 16. Seasonal absorption of nutrients by non-bearing Jonathan (6-year-old, 1956)

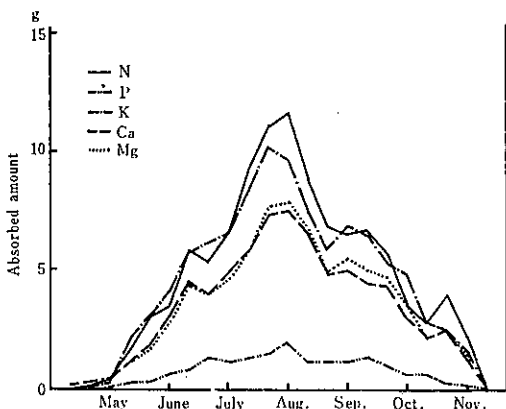


Fig. 17. Seasonal absorption of nutrients by non-bearing Starking Delicious (6-year old, 1956)

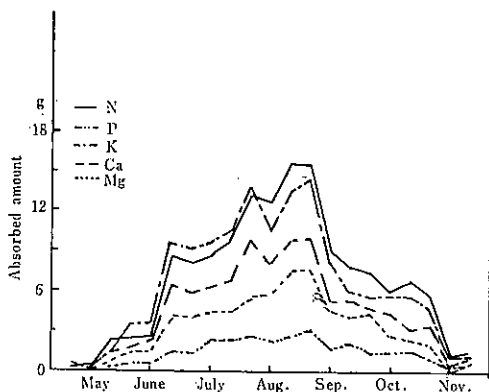


Fig. 18. Seasonal absorption of nutrients by non-bearing Starking Delicious (7-year old, 1957)

Nの吸収は発芽の早い紅玉、スターキングは4月中旬国光はややおくれて4月下旬から吸収し始めたが、新し
よう伸長を開始する頃までは非常に少なかった。その後
気温の上昇、樹体の生育増加に伴って次第に吸収量が増
加して8月上旬に鋭い吸収の山を形成した。夏期から秋
期へかけての吸収量は徐々に減退したが、9月中旬頃ま
では相当な量を示した。9月下旬から次第に吸収量の減
退が激しくなったが、10月下旬に小さな吸収の山を形成
し、11月中旬にはほとんど吸収がみられなかった。

Pの吸収は他の要素に比較して吸収の絶対量が少なか
った。しかし、6月上旬頃からかなり明りよな吸収量
の増加が認められ、8月上旬に吸収の山を形成し、10月
半ば頃まで比較的多く吸収され、Nと類似した吸収曲線
を示した。

Kの吸収は7月中旬頃までNとほとんど同じであった
が、7月下旬以降の吸収量はNに比較して少なく、8月
月上旬頃に形成された吸収の山もNほどの鋭さがなかつた
夏期から秋期にかけての吸収量減退はNより激しく、N
の吸収曲線とKの吸収曲線は次第にその差が大きくなつた。
しかし、スターキングのK吸収過程は国光、紅玉とは異なり、
吸収の山を示した時期を除いてNとほとんど
同じであった。

Caの吸収量はKに次いで多く、国光、紅玉ではその
吸収過程もKの吸収と類似していたが、夏期から秋期へ
かけKほど吸収量の減退に激しさを認めなかった。しか
し1956年のスターキングはほぼNの吸収と平行して推移
し、1957年のそれは国光、紅玉と同じ傾向を示していた。

Mgの吸収量はCaに次いで多く、吸収曲線はNのそ
れと類似していたが、8月上旬頃の吸収量が多く、春期
から夏期への増加および夏期から秋期への下降ともNよ
り勾配が急な傾向を示していた。

イ 結実樹

結実樹における各要素の時期別吸収量を第19図から第
22図に示した。

結実樹のN吸収は未結実樹のN吸収過程と類似してい
た。国光、紅玉では未結実樹に比較し、春期から夏期へ
の吸収が高く、吸収の山も鋭さがなく、夏期から秋期へ
の下降は未結実樹より低かった。しかしスターキングは、
国光、紅玉と同様に1956年の未結実樹と1958年の結実樹を
比較した結果では、夏期から秋期へかけての吸収が未結
実樹より結実樹の方が高くなっていたが、1957年におけ
る未結実樹と結実樹では国光、紅玉と同じように結実樹
のN吸収が未結実樹より春期から夏期への吸収が高くな
っていた。

結実樹のP吸収はNの吸収曲線を押しつづいたような
状態で推移していたが、未結実樹と結実樹の差異はNの

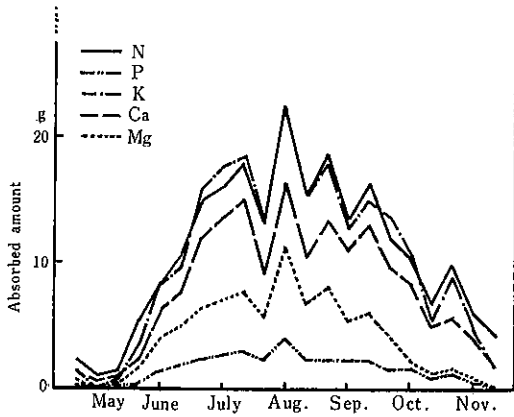


Fig. 19. Seasonal absorption of nutrients by bearing Ralls (8-year-old, 1958)

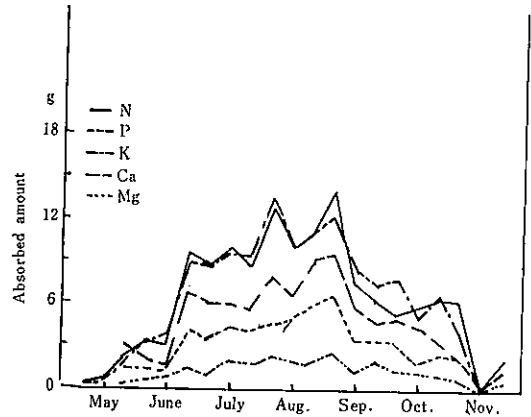


Fig. 22. Seasonal absorption of nutrients by bearing Starking Delicious (7-year-old, 1957)

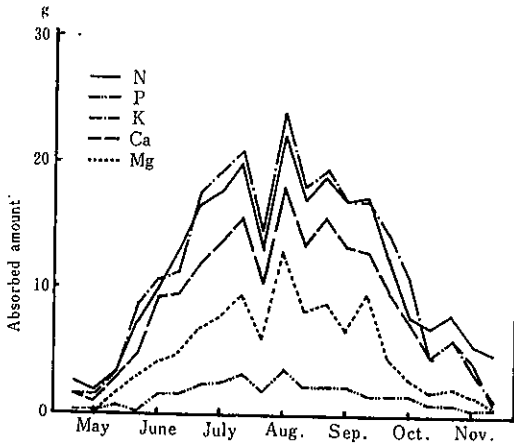


Fig. 20. Seasonal absorption of nutrients by bearing Janathan (8-year-old, 1958)

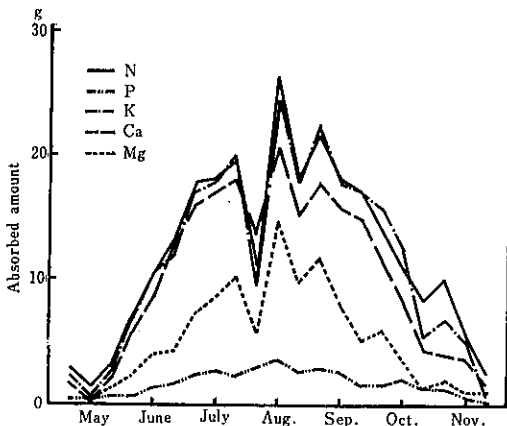


Fig. 21. Seasonal absorption of nutrients by bearing Starking Delicious (8-year-old, 1958)

場合と同じ傾向を示していた。

結実樹のK吸収は未結実樹の吸収過程と異なっていた。すなわち、未結実樹では夏期から秋期にかけて吸収量減退が激しかったが、結実樹では7月から9月までのKの吸収量が多く、Nの吸収曲線とよく一致していた。

結実樹のCa吸収はKの吸収過程と類似した傾向を示した。すなわち、結実樹の国光、紅玉では、6月から9月まではNおよびKの吸収曲線と平行した吸収曲線を描き、未結実樹のように夏期から秋期にかけて減退しなかった。しかしスターキングは1957年の未結実樹と結実樹では国光、紅玉と同様の傾向を示したが、1958の結実樹は7月から9月の果実肥大期に未結実樹の吸収曲線より高いレベルで推移していた。

結実樹のMg吸収は未結実樹の吸収過程と類似しており、N、Pと同じように大きな変化は認められなかった。

ウ 各要素の年間吸収量に対する月別比率

各要素の年間吸収量に対する月別比率を求め、未結実樹と結実樹を対比すると第23図から第27図のとおりである。

各要素とも吸水量と同じように生育初期の吸収量が非常に少なく、吸収の山を示した8月の比率が高かった。また肥料要素によって差はあるが、1956年の未結実樹と1958年の結実樹を比較した結果では、国光、紅玉の生育前期における吸収量は結実樹の方が高く、スターキングでは低かった。しかし1957年のスターキングでは国光、紅玉と同様結実樹の方が高かった。

エ 各要素吸収量とNに対する比率

未結実樹および結実樹における各要素の年間吸収量を示すと第4表のとおりであった。

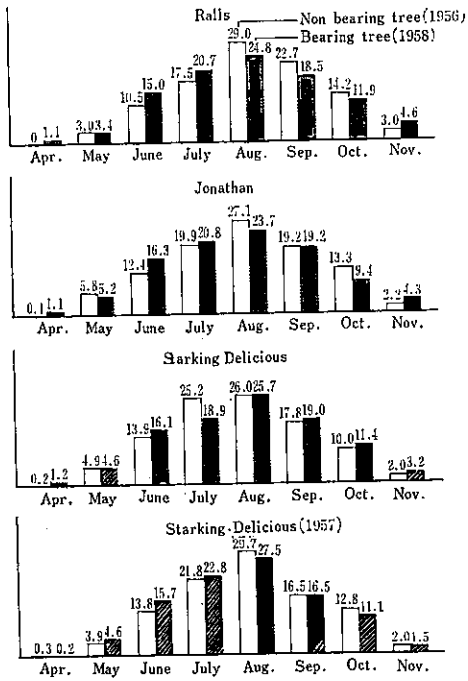


Fig. 23. Monthly rate of nitrogen absorption (Percentages of annual absorption)

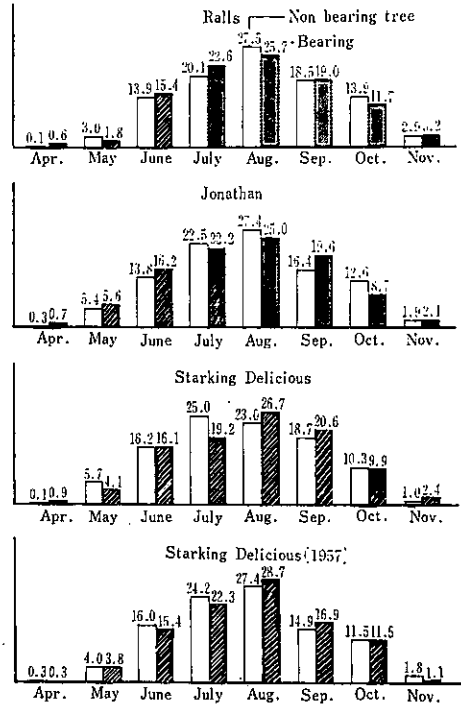


Fig. 25. Monthly rate of potassium absorption (Percentages of annual absorption)

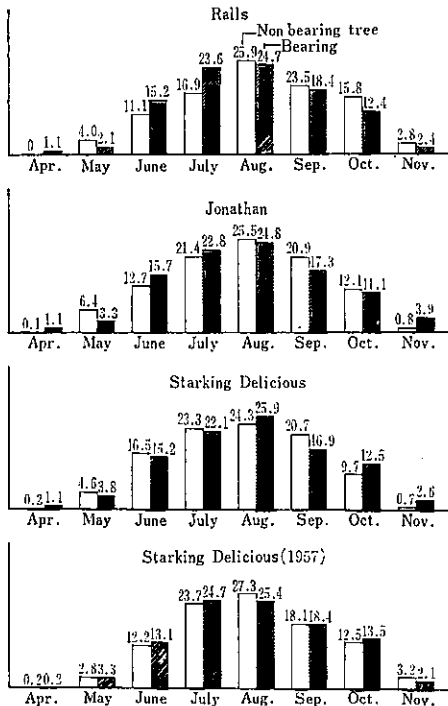


Fig. 24. Monthly rate of phosphorus absorption (Percentages of annual absorption)

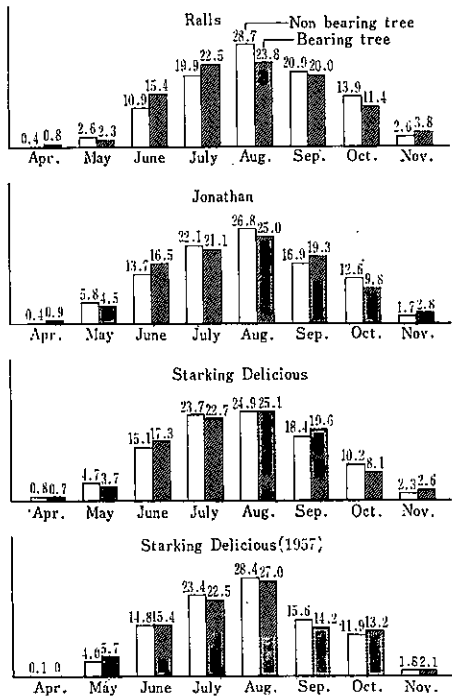


Fig. 26. Monthly rate of calcium absorption (Percentages of annual absorption)

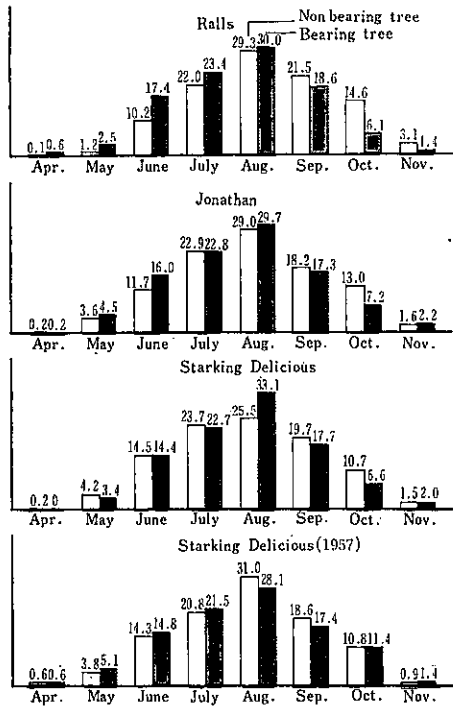


Fig. 27. Monthly rate of magnesium absorption (Percentages of annual absorption)

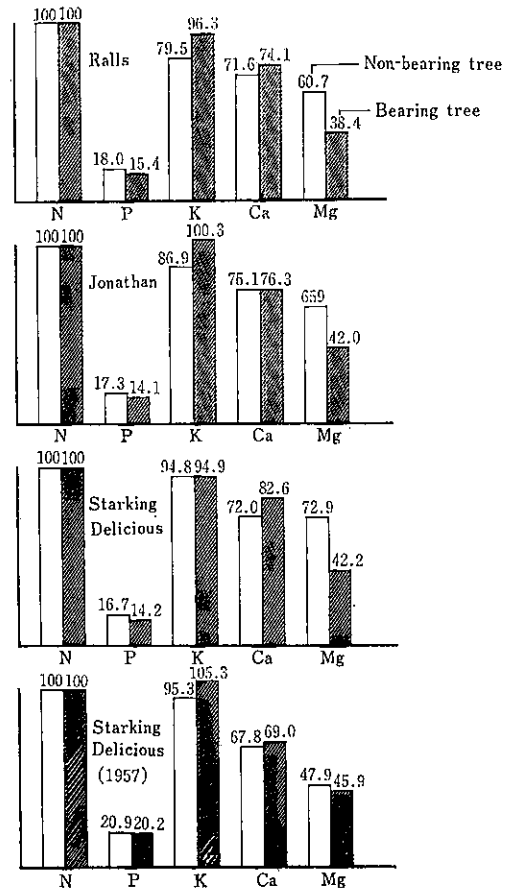


Fig. 28. Rates of nutrient absorption (Nitrogen given a value of 100)

Table 4. Annual absorption of nutrients (g/tree)

	Variety	Year	N	P	K	Ca	Mg
Non-bearing	Ralls	1956	89.73	16.11	71.36	64.26	54.48
	Jonathan	1956	101.09	17.52	87.88	75.94	66.64
	Starking Delicious	1956	105.45	17.62	99.93	75.90	76.68
	"	1957	146.93	30.66	140.16	99.65	70.40
Bearing	Ralls	1958	225.70	34.97	217.21	167.34	86.67
	Jonathan	1958	244.93	34.61	245.67	188.87	102.94
	Starking Delicious	1958	257.28	36.45	244.37	212.64	108.48
	"	1957	135.38	27.29	142.65	86.61	62.15

各要素の吸収量は品種によって若干の差はあったが、1956年の未結実樹に比較して1958年の結実樹の吸収量は著しく増加した。すなわち、1956年と1958年の試験ではNとKの培養液濃度が同じであるが、Nは2年後に2.4~2.5倍の吸収量を示し、Kは2.4~3.0倍に達した。ま

た結実樹の培養液濃度を下げたPの吸収量は未結実樹のそれに比較して2.0~2.2倍、Caは2.5~2.8倍、Mgは1.4~1.6倍と各要素とも大きな増加を示した。しかし生育量との関係は砂耕法のため明らかにすることができなかった。

Nの年間吸収量に対する各要素の比率を未結実樹と結実樹について示すと第28図のとおりである。

これによると未結実樹、結実樹ともKが最も高く、次いでCa、Mgの順でPが最も低かった。未結実樹と結実樹の比率を対比すると、結実樹のK/N比率増加が顕著

であり、Caは培養液の濃度を下げたにもかかわらず結実樹のCa/N比率がやや高い傾向を示した。PとMgの比率は培養液濃度を下げた結実樹の比率が低く、とくにMg/N比率の低下が著しかった。

IV 考 察

この研究は砂耕法によって肥料要素の時期別吸収量を検討したものであり、必ずしも自然状態と一致するものではないが、二、三の点について考察すると次のとおりである。

1. 吸水量を左右する要因

リンゴ樹の吸水量はいろいろな条件によって左右されるが、ここでは気温および葉数との関係についてふれてみたい。

試験結果によれば未結実樹、結実樹とも春期から夏期への吸水量の増加と気温の上昇とがよく一致し、気温が最高を示す8月上旬頃に最高の吸水量に達した。また夏期から秋期へかけての吸水量減退も気温の下降曲線と一致していた。したがって吸水量の増減と気温の昇降とはよく一致し、第5表に示したように旬間の9時平均気温と旬間の吸水量との間に強い有意相関が認められた。この結果は⁽²⁾⁽³⁾土耕試験による著者らの成績および水耕法による森らの成績とよく一致している。

Table 5. Correlation coefficients(r) between temperature at 9.00 AM and amounts of absorbed water

	Ralls	Jonathan	Starking Delicious
Non-bearing tree (1956)	0.703**	0.701**	0.864**
Bearing tree (1958)	0.796**	0.881**	0.829**

** Significant at 1% level

また春期から夏期へかけて気温が上昇するときは、同時に樹体の生長量が増加し、新しう伸長に伴う葉数の増加が著しく、夏期から秋期にかけて気温が低下するときは次第に落葉が激しくなった。旬間の葉数と旬間吸水量の相関を求めてみたところ第6表のようにいずれも強い有意相関を示した。この結果は水耕法による⁽²⁾⁽³⁾森らおよび⁽⁴⁾⁽⁵⁾Pearseの成績、土耕試験による著者らの成績とよく一致していた。

このように吸水量の時期別消長は気温および葉数と密接な関係を示したが、実際にはこれらの要因が相関連して吸水量を左右しているものと考えられる。

Table 6. Correlation coefficients(r) between maximum leaf numbers and amounts of absorbed water

	Ralls	Jonathan	Starking Delicious
Non-bearing tree (1956)	0.884**	0.903**	0.880**
Bearing tree (1958)	0.763**	0.831**	0.738**

** Significant at 1% level

2. 肥料要素の吸収量を左右する要因

各要素の吸収量は吸水量の推移と完全に一致していた。第7表は旬間における吸水量と各要素の吸収量の関係を見たものであるが、いずれも強い有意相関を示した。

Table 7. Correlation coefficients(r) between amounts of absorbed water and amounts of absorbed nutrients

	Nutrient	Ralls	Jonathan	Starking Delicious
Non-bearing tree (1956)	N	0.975**	0.978**	0.977**
	P	0.875**	0.934**	0.935**
	K	0.929**	0.936**	0.970**
	Ca	0.970**	0.940**	0.970**
	Mg	0.975**	0.971**	0.968**
Bearing tree (1958)	N	0.988**	0.969**	0.991**
	P	0.847**	0.943**	0.884**
	K	0.979**	0.977**	0.979**
	Ca	0.982**	0.979**	0.951**
	Mg	0.961**	0.983**	0.957**

** Significant at 1% level

次に、気温と各要素の吸収量との関係を示すと第8表のとおりであった。これによると肥料要素の吸収量は気温の変化とよく一致した推移を示した。未結実樹における各要素の吸収量は水耕法による⁽²⁾森ら、⁽⁵⁾Pearseの研究

Table 8. Correlation coefficients(r) between temperature at 9.00 AM and amounts of absorbed nutrient

	Nutrient	Ralls	Jonathan	Starking Delicious
Non-bearing tree (1956)	N	0.699**	0.830**	0.846**
	P	0.673**	0.893**	0.836**
	K	0.615**	0.825**	0.855**
	Ca	0.710**	0.838**	0.845**
	Mg	0.684**	0.834**	0.878**
Bearing tree (1958)	N	0.797**	0.864**	0.836**
	P	0.808**	0.797**	0.826**
	K	0.809**	0.912**	0.845**
	Ca	0.798**	0.879**	0.897**
	Mg	0.876**	0.878**	0.840**

** Significant at 1% level

と同様の結果を示していたが、結実樹におけるNおよびKの吸収量は水耕法による森ら⁽³⁾の成績とは異なった結果を示した。しかしこの違いは培養条件が異なるため比較することは困難である。

また葉数と肥料要素の関係について旬間の葉数と各要素の吸収量の相関を示すと第9表のような結果が得られた。

Table 9. Correlation coefficients(r) between maximum leaf numbers and amounts of absorbed nutrient

	Nutrient	Ralls	Jonathan	Starking Delicious
Non-bearing tree (1956)	N	0.777**	0.813**	0.879**
	P	0.878**	0.921**	0.894**
	K	0.621*	0.734**	0.942**
	Ca	0.745**	0.734**	0.894**
	Mg	0.803**	0.818**	0.871**
Bearing tree (1958)	N	0.813**	0.865**	0.714**
	P	0.866**	0.845**	0.856**
	K	0.851**	0.891**	0.721**
	Ca	0.844**	0.845**	0.834**
	Mg	0.858**	0.853**	0.988**

*, ** Significant at 5, 1% level, respectively

これによると未結実樹国光の葉数とK吸収量の相関はやや弱かったが、他はいずれも密接な関係を示した。

以上のように肥料要素の吸収量もまた吸水量同様気温および葉数によって大きく左右されることが明かであった。

3. 結実による吸水量および肥料要素吸収量の変化

上述のように吸水量および各要素の吸収量はともに気温および葉数によって大きく左右されるが、未結実樹と結実樹では吸水量および要素吸収量の経過にかなりの相違が認められた。

結実樹の肥料要素吸収経過と未結実樹のそれを比較した場合、結実樹では総じて各要素とも生育前期の吸収比率の増大が明らかであった。このことは、第29図に示した結実による樹体生育相の変化に起因するものと考えられる。

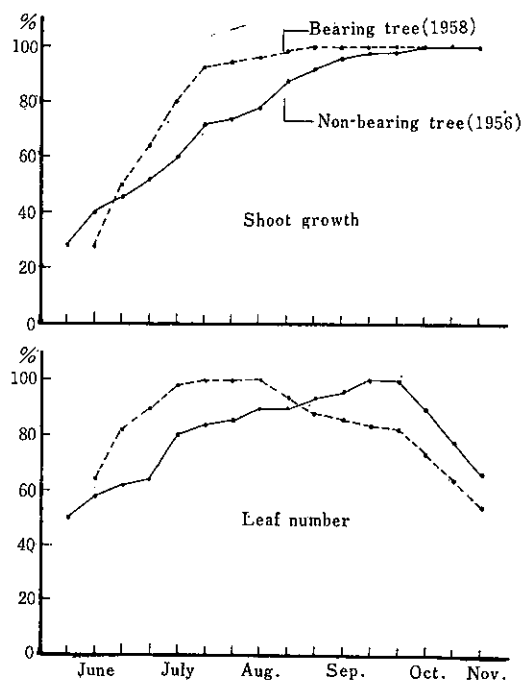


Fig. 29. Seasonal rates of shoot growth and leaf number of Ralls

第29図に示した未結実樹と結実樹における樹体生育の差異は一般ほ場では常に見られる現象であり、結実樹における肥料要素の吸収過程は未結実樹のそれに比較して生育前期に比率が高くなると理解して差支えないものとする。

また、結実によってKとCaの吸収過程に変化がみられ特にK吸収過程の変化が著しかった。

第30図はNの月別吸収量に対する各要素の比率を求め未結実樹に対する結実樹の変化を示したものであるが、結実樹のK吸収は新しう伸長停止後であっても果実の生長が続いている期間中はNの吸収曲線と一致した推移を示した。

さらに結実樹におけるCa吸収過程は年間におけるCa/N比率が未結実樹のそれに比較してそれほど増加していないため、Kほど顕著ではないが結実によって増加する傾向がうかがわれた。森らも以上の点について同様の結果が得られたと報告している。

4. 吸収経過の総括

以上の試験結果を総合して未結実樹、結実樹の吸水量および各要素の時期別吸収経過を模式図で示すと第31、32図のとおりである。

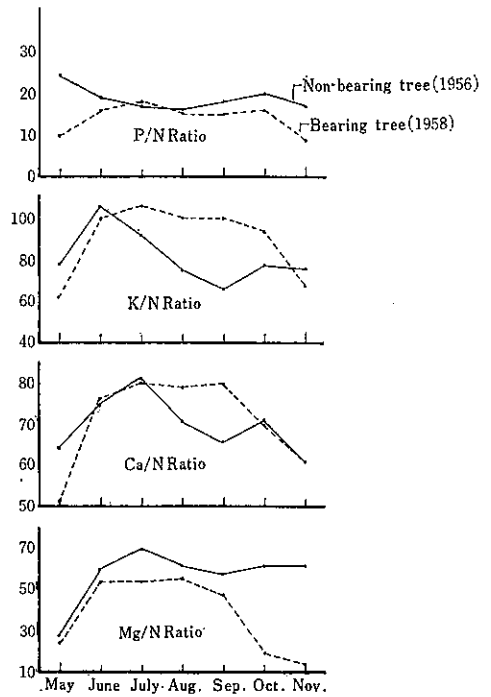


Fig. 30. Seasonal trends of absorbed nutrient ratio of Ralls

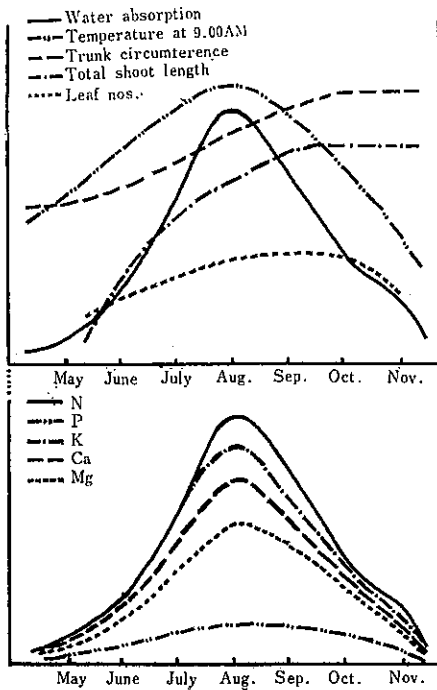


Fig. 31. Schematic patterns of seasonal change in tree growth, temperature and absorption of non-bearing tree in sand culture

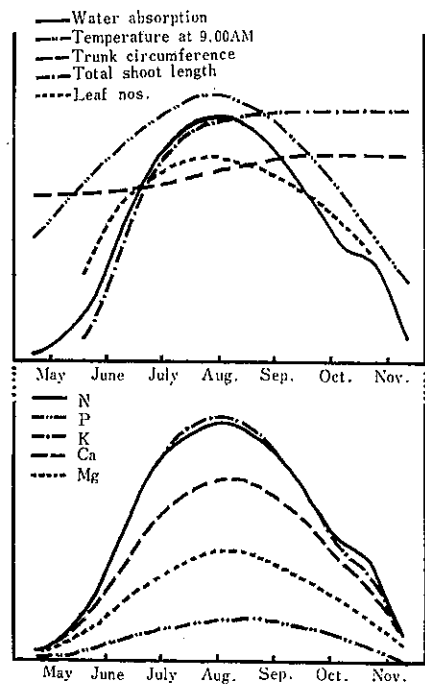


Fig. 32. Schematic patterns of seasonal change in tree growth, temperature and absorption of bearing tree in sand culture

V 摘 要

1. この研究は1955, 1956年の2か年は未結実樹状態で, 1957, 1958年の2年は結実樹状態で砂耕法によるリンゴ樹の水分および N, P, K, Ca, Mgの時期別吸収量を調査したものである。供試品種は国光, 紅玉, スターキングの3品種で予め砂耕培養した5年生幼木である。

2. 未結実樹の吸水量は発芽期から開花期までの生育初期には非常に少なく, 新しゅう伸長が開始される頃から葉数の増加, 気温の上昇に伴って急激に増加し, 気温が最高を示す8月上旬頃に最高の量に達した。その後における吸水量の減退は気温の下降, 葉数の減少と一致し11月の吸水量はきわめて少量であった。

結実樹の吸収過程は未結実樹のそれと類似していたが, 結実によって樹体の生育が抑制されたため年間吸水量に対する生育前期の吸水比率が増大していた。

3. 未結実樹のN吸収過程は吸水量の吸水過程とよく一致していた。未結実樹のN吸収は4, 5月の生育初期には非常に少なかったが, 春期から夏期にかけて気温が上昇し, 樹体生育量が増加するにつれてNの吸収量が増加し, 気温が最高を示す8月上旬頃に鋭い吸収の山を形成した。夏期から秋期にかけての吸収量は気温の下降に伴って減退し, 11月頃にはごく少量の吸収量であった。

結実樹のN吸収過程は未結実のそれと大差ないが, 気温の最高時に形成される吸収の山は未結実樹ほどの鋭さがなく, 吸水量の吸収過程と同じように生育前期の吸収比率が増大した。

4. Pの吸収過程は他の要素に比較して吸収の絶対量が少ないから吸収曲線の頂点は低いが, 月別吸収比率は未結実樹, 結実樹ともNの吸収とほとんど変りなかった。

5. 未結実樹のK吸収過程は新しゅう伸長停止期の7月中下旬頃まではNと大差ないが, 気温の最高時に形成

される吸収の山はNほどの鋭さがなく, 夏期から秋期にかけての吸収量の減退はNより激しかった。

結実樹のK吸収過程は新しゅう伸長停止期以後でも未結実樹のように減退することがなく, 果実の発育が続いている期間は相当程度の吸収量を示した。したがって, 全生育期間を通じて結実樹のN吸収曲線と同一線上を起伏していた。

6. 未結実樹のCa吸収も他の要素と同じように気温の最高時に吸収の山を形成したが, 夏期から秋期にかけての吸収量減退はNよりも激しく, Kの吸収過程と類似していたがKほど明りょうな後期の吸収低下がみられなかった。

結実樹のCa吸収過程もKのそれと類似していたが, Kほど特異的な推移を示さなかった。

7. 未結実樹のMg吸収は他の要素よりも吸収量が少ないから目立たないが, 国光, 紅玉の月別吸収比率では生育初期と落葉期にNの吸収比率より低く, 吸収の山を示した8月の吸収比率はNのそれよりも高い吸収曲線を描いていた。しかし, スターキングでは明りょうでなかった。

結実樹のMg吸収過程は未結実樹の吸収曲線と類似した傾向を示したが, N, Pと同じように新しゅう伸長停止期以前の吸収比率が未結実樹より増大した。

8. Nの年間吸収量に対する各要素の比率を検討したところ, 結実樹のK/N比率は未結実樹より著しく高かった。

9. これらの結果から未結実樹, 結実樹における吸水量および各要素の時期別吸収経過などを模式図で示した。

引 用 文 献

1. 木村甚弥編. 1961. りんご栽培全編. 556-571. 朝倉書店.
2. 森 英男・山崎利彦. 1955. 水耕法によるりんご樹の養分吸収に関する研究. (第1報) 未結実樹のN, P, Kの吸収過程について. 園学雑. 23: 205-213.
3. ————. 1957. 水耕法によるりんご樹の養分吸収に関する研究. (第2報) 結果樹の生育, 結実とN, P, K, Ca及びMgの吸収過程について. 東北農試研究報告. 11: 1-20.
4. PEARSE, H. L. 1936. Apple trees in water culture. Ann. Rep. East Malling Res. Sta. for 1936; 131.

5. ————. 1940. Water culture studies with apple trees. II. The seasonal absorption of nitrogen and potassium by Cox's Orange Pippin on Malling rootstocks Nos. IX and XII. Jour. Pomol. Hort. Sci. 17 : 344-361.
6. 渋川潤一. 1962. りんご園土壌管理法としての草生敷草法に関する研究. 青森県りんご試験場報告. 第5号 : 1-100.
7. ———・相馬盛雄・泉谷文足・一木 茂. 1958. 砂耕法によるリンゴ肥料成分の時期別吸収量について. 園芸学会昭和33年度春季大会研究発表要旨. 1.

Seasonal absorption of nutrients by apple trees in sand culture

MORIO SOMA, AYATARI IZUMIYA, SHIGERU ICHIKI and JUNICHI SHIBUKAWA*

(Aomori Apple Experiment Station)

Summary

Young Ralls, Jonathan and Starking Delicious grown previously in the sand culture, were used to investigate the seasonal absorption of water, N, P, K, Ca and Mg during the period of 1955-1958.

The absorption of water was highest in early August, when temperature was maximum. The pattern of transpiration in bearing tree was similar that of non-bearing tree, but transpiration rate of bearing was increased during early growing season.

The rate of nitrogen absorption was substantially similar to that of water absorption. The absorption of nitrogen reached peak in early August, and decreased with lowering of the temperature. There was no significant difference in nitrogen absorption between non-bearing and bearing, though peak of absorbed nitrogen of bearing tree was not clear.

The trend of phosphorus absorption of non-bearing and bearing was similar to that of nitrogen, but peak of intake was relatively low.

The seasonal absorption of potassium of non-bearing tree showed low peak during summer and decreasing rapidly through summer to autumn compared with nitrogen absorption. The bearing tree absorbed in appreciable amounts of potassium continuously during the fruit growth.

The seasonal change of calcium absorption of non-bearing and bearing tree was approximately same in potassium.

The intake of magnesium was relative low, but seasonal trend of absorption was same other nutrients. No difference was observed in absorption of magnesium between non-bearing and bearing.

The proportion of N, P, K, Ca and Mg absorbed during the experiment were presented in Fig. 28. A compariton of absorbed ratio of K/N between bearing and non-bearing tree showed that K/N ratio of bearing tree had higher.

The schematic patterns of seasonal absorption of nutrients and water of non-bearing and bearing were shown graphically in Fig. 31, 32, respectively.

(* Present address : Iwate Horticultural Experiment Sation)