

早生温州の加温ハウス栽培における土壌水分管理 に関する研究

川野 信寿

I 緒 言

早生温州の加温ハウス栽培は1970年頃より香川県で始まったが、加温により早期出荷ができ、土壌水分のコントロールにより味のよい果実生産が可能であり、露地に比べて生産量は多く、連年生産が安定している。

これらのことが近年の消費者の高級品志向化や嗜好の多様化とあいまってその後各地に普及した。本県においても杵築市を中心に全国と同様な傾向で増加し、柑橘経営の維持発展に大きな役割を担っている。味のよい果実の生産には土壌水分の影響が非常に大きく、一般に夏秋期の土壌水分が温州ミカンの果実品質や果実肥大等に大きな影響を与えることは良く知られているが(1, 12, 14, 16, 17, 18, 23, 24), 露地栽培においては土壌水分のコントロールが困難であり、土壌条件や気象条件に大きく左右される。しかしハウス栽培においてはビニールフィルムで被覆しているため、ハウス外からの水分の浸入がない限り、土壌水分のコントロールが可能であり、いかに土壌水分管理を行うかによって果実品質・果実肥大および樹体は大きな影響を受けることになり、合理的な土壌水分管理を行うか否かはハウス栽培にとって栽培管理上、経営上に重要な問題である。

早生温州の加温ハウス栽培はまだ歴史が浅く、土壌水分管理についての研究はほとんどない。そこで本報告は土壌水分が果実品質、果実肥大ならびに樹体に及ぼす影響を検討し、早生温州の加温ハウス栽培における土壌水分管理技術の確立に資する事を目的として、1979年～1980年の2カ年間にわたって試験を実施した。なお本報告をまとめるに当たって、研究補助として調査に御協力いただいた農業実践大学校柑橘専攻生諸君並びにその他の諸氏に深謝する。

II 材料および方法

柑橘試験場内の安山岩の土性SCLに植栽された興津早生(14年生)32樹を供試した。ハウスは床面積250㎡の2連棟APハウスを使用した。1樹当たり樹冠占有面積は約5㎡であった。試験は1979年～1980年の2カ年間にわたって実施した。

1979年は1月4日に加温を開始し、満開は2月24日で加温開始後51日であった。着花が多く直花が主体で新梢の発生は非常に少なかった。

土壌水分の調査は満開後83日(5月18日)から収穫まで毎日9:00に行った。土壌水分の測定にはテンションメーターと誘電式土壌水分測定器を使用した。

満開後83日(5月18日)に30mm程度の灌水をし、その後断水をした。ハウス内5カ所の土中5cm, 10cm, 20cm, 40cmに土壌水分測定器を設置し、当初は区制で設計をしたがハウス外からの土壌水分の浸入が多く、区のコントロールが不可能であったので、断水後自然にできる土壌水分の変化にまかせた。

満開後177日(8月20日)より乾燥のひどい場所は5～10mmの灌水を収穫までに2回した。満花後83日(5月18日)より樹ごとの落葉、新梢発生数を1週間おきに調査した。

プレッシャーチャンバー法により葉内水分ポテンシャルを全樹について満開後157日(8月1日)～198日(9月10日)にかけて天候の安定した日の13:00頃より、5回測定した。

果実品質、果実肥大は土壌水分測定器周辺の8樹について満開後95日(5月30日)より収穫まで10日ごとに行い、発育時期別変化を調査した。満開後205日(9月17日)に収穫し全樹の着果数、収量、果実の階級構成等を調査した。

収穫時の果実分析は各樹の階級構成割合に応じ、ランダムに20個とり分析に供した。

横径、着色も各樹の階級構成割合に応じてランダムに20個とり調査した。樹冠容積は長径×短径×高さ×0.7により算出した。

12月に幹から70cm位置に30×50cmで深さ50cmの穴を掘って11樹の根を採取し、2mm以下の細根を分析に供した。

新梢の発生時期により、A(春枝、2月～3月発生枝)、B(5月～6月発生枝)、C(7月～8月上旬発生枝)、D(8月下旬発生枝)、E(9月中下旬発生枝)の5種類を1樹に20枝程度ラベリングし、各区3樹供試して1980年の加温ハウスにおける発育を調査した。また1月

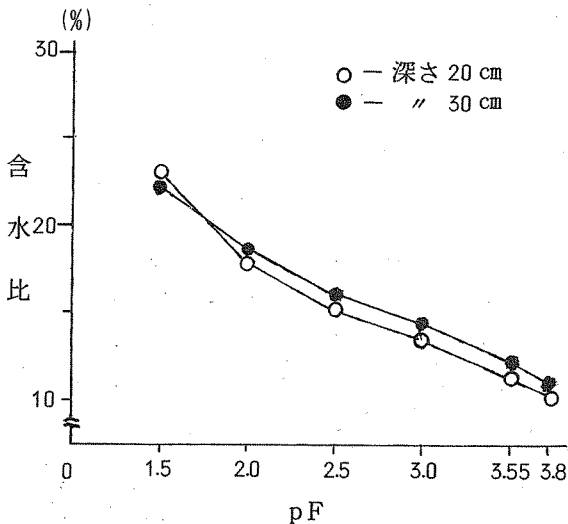
下旬に各区の結果母枝を採取し、茎を分析に供した。全炭水化物は0.7規定の HCl で2.5時間加水分解し、中和・除タンパク後に Somogyi-Nelson 法で、Nはケルダール法、Pは比色法、K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn は原子吸光法で分析した。

1980年は1月22日に加温を開始し、満開は3月7日で加温開始後44日であった。1979年と同様に満開後77日(5月24日)に30mm程度の灌水をし、その後断水をし、自然にできる土壤水分の変化にまかせた。1980年は雨が多く、ハウス外からの水分浸入等により極端な乾燥状態の樹がなかったので、収穫まで灌水を行わなかった。

土壤水分は1979年の結果からハウス内の位置により自然に土壤水分に変化のできることが明らかになったので土壤水分は1樹ごとに測定し、解析した。土壤水分の測定方法は供試樹の主根域が土中10~30cmにあったので供試樹32本全樹の幹から50cm、土中20cmの位置にテンションメーターおよび誘電式土壤水分測定器を1~2本設置し、満開後77日(5月24日)から収穫まで毎日9:00に土壤水分を測定した。プレッシャーチャンバー法により葉内水分ポテンシャルを満開後77日(5月24日)より収穫まで全樹について1週間ごとに、天候の安定している日の13:00頃より測定した。被覆から収穫まで落葉は1

第1表 供試ハウスの土壤の物理性 (pF1.5)

項目 深さ	土性	仮比重	三相分布			孔隙率
			固相	液相	気相	
10 cm	SCL	1.47	51.6	29.9	18.5	48.4
20 cm	SCL	1.35	47.3	30.8	21.9	52.7
30 cm	SCL	1.43	48.9	31.3	19.8	51.1



第1図 供試ハウス土壤のpF-水分曲線

週間ごとに、新梢発生は1カ月ごとの発生数を調査した。果実品質及び果実肥大は満開後84日(5月30日)より収穫まで全樹について2週間ごとに調査した。満開後198日(9月21日)に収穫し収穫後の調査は1979年と同様な方法で行った。

葉果比は両年ともに10~15とした。幹径の肥大は、11樹の主枝について被覆前と収穫後に調査した。ハウス内の土壤の物理性及び水分特性は第1表、第1図に示す通りで礫を多く含んだ土性SCLの土壤であり、ハウス外からの土壤水分の浸入は比較的容易であった。

III 試験結果

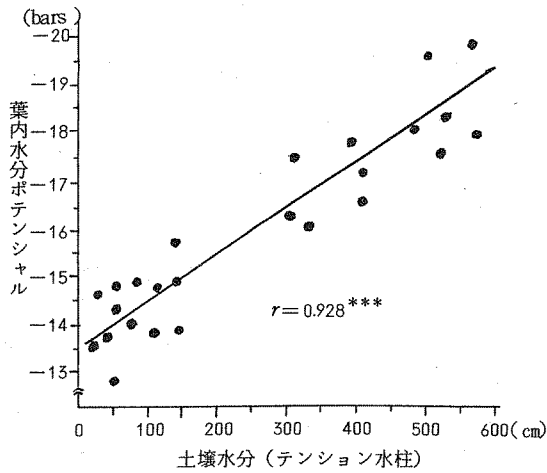
1 土壤水分と葉内水分ポテンシャルの関係

葉内水分ポテンシャル値と測定日の9:00の土壤水分は6月の初めの2週間のみ有意な相関がなく、それ以後は収穫まで葉内水分ポテンシャル値とその日の土壤水分値とは高い相関があり、土中20cmの主根域の土壤水分は樹体の水分状態を良くあらわしていた。葉内水分ポテンシャル値は土壤水分ではあらわせない樹体の水分ストレスをあらわしていると考えられるので、葉内水分ポテンシャル値と調査項目間の関係を土壤水分とあわせて検討した。

着果量の少ない樹は土壤水分が同程度でも葉内水分ポテンシャル値からみると、樹体の水分ストレスが小さい傾向であった。

第2表 土壤水分と葉内水分ポテンシャルの相関 (25樹1980年)

項目 測定月日	土壤水分と葉内水分ポテンシャルの相関係数	有意性
6月9日	r = 0.267	NS
6月13日	r = 0.153	NS
6月19日	r = 0.780	***
6月23日	r = 0.728	***
7月3日	r = 0.649	***
7月7日	r = 0.823	***
7月21日	r = 0.780	***
7月30日	r = 0.795	***
8月6日	r = 0.869	***
8月13日	r = 0.914	***
8月21日	r = 0.713	***
8月28日	r = 0.771	***
9月4日	r = 0.909	***
9月12日	r = 0.809	***
9月18日	r = 0.757	***



第2図 土壌水分と葉内水分ポテンシャル

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値、葉内水分ポテンシャルはこの期間の7日ごとの測定値の平均

2 土壌水分が果実品質に及ぼす影響

1980年は満開後85日(6月1日)～収穫までの毎日の土壌水分(テンションメーター水柱)の平均値により

- ① 多湿—200cm以下(13樹で平均149cm)
- ② 中湿—300～450cm(6樹で平均354cm)
- ③ 少湿—500cm以上(6樹で平均565cm)

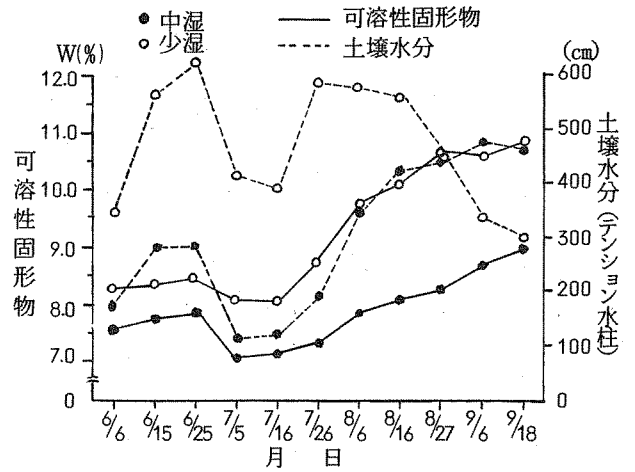
の3タイプとし、1979年は土壌水分測定器の埋設箇所数が少なかったが、大きく④中湿、⑤少湿の2タイプに分けて土壌水分と可溶性固形物濃度の時期別推移を見ると土壌水分の変化と果汁中の可溶性固形物濃度の変化は密接な関係があり、1979年、1980年ともに土壌水分が少なくなってくると、可溶固形物濃度は増加してきた。

1980年の可溶性固形物濃度の増加は満開後124日(7月9日)～満開後151日(8月5日)に著しく、1979年は満開後143日(7月16日)～満開後163日(8月6日)にかけて可溶性固形物濃度の増加が著しかった。1979年は満開後123日(6月27日)～満開後126日(6月30日)にかけて300mm程度の降雨があり、ハウス外からの水の浸入により土壌は多湿になり、可溶性固形物濃度が低下した。

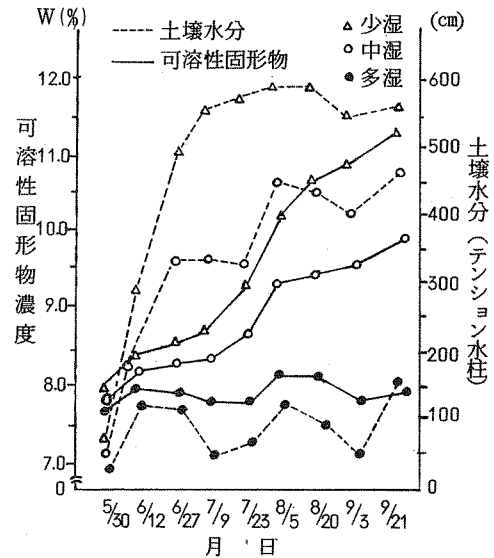
又1979年の少湿のタイプは満開後177日より5～10mm少量灌水を行ったが、可溶性固形物濃度の低下はみられなかった。

1979年、1980年ともに果汁中の可溶性固形物濃度は土壌水分の少ないタイプほど高く推移したが、1果(果肉)当り可溶性固形物含量は、1980年の推移をみると、中湿>少湿>多湿となり、中湿が一番高く推移した。又多湿のタイプのように果汁中の可溶性固形物濃度は満開後84日(5月30日)より収穫まで増加しなくても、1果(果

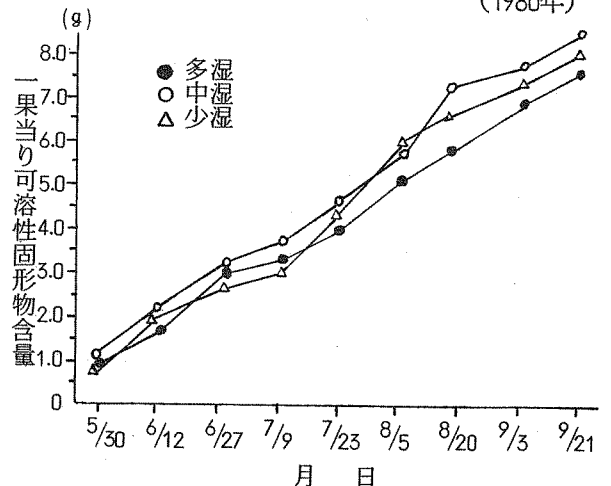
肉)当り可溶性固形物含量は収穫まで増加して推移した。



第3図 土壌水分と果汁の可溶性固形物濃度の推移(1979年)



第4図 土壌水分と果汁の可溶性固形物濃度の推移(1980年)



第5図 一果(果肉)当り可溶性固形物含量の推移(1980年)

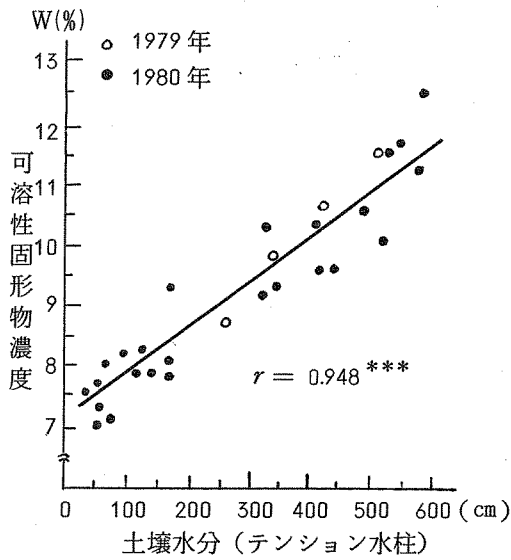
これをさらに詳しく樹ごとの満開後86日～収穫までの土壤水分及び葉内水分ポテンシャルの平均値と収穫時の樹ごとの果汁の可溶性固形物濃度の関係で検討してみると、土壤水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど収穫時の果汁の可溶性固形物濃度は高く、満開86日～収穫にかけての果汁中の可溶性固形物濃度の増加量は大きくなった。

そして満開後86日～収穫までの土壤水分の平均が水柱約200 cm以下の多湿状態では、果汁中の可溶性固形物濃度は満開後80日頃（5月下旬）より増加せず、収穫時に逆に低下している樹もだいぶあり、土壤水分が水柱600

cm程度では果汁の可溶性固形物濃度が満開後86日～収穫にかけて約4%増加した。

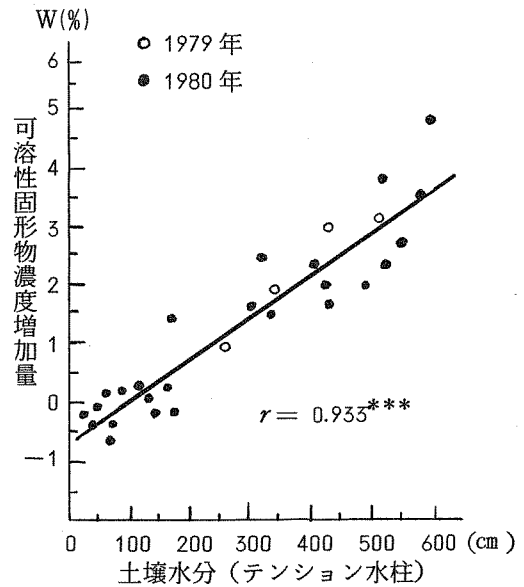
収穫時の可溶性固形物濃度が10%程度になるには満開後86日～収穫までの土壤水分の平均が水柱で400 cm程度であり、600 cm程度では約12%となった。1果（果肉）当たり可溶性固形物含量は土壤水分が水柱300 cm程度までは土壤水分が少ない樹ほど多くなる傾向であるが、300 cm以上では土壤水分が少ない樹ほど少なくなる傾向であった。

満開後86日～収穫にかけての1果（果肉）当たりの可溶性固形物含量の増加量も同様な傾向がみられた。



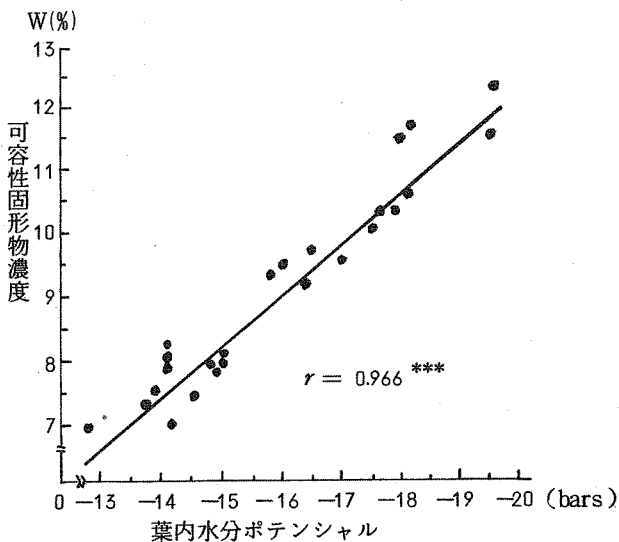
第6図 土壤水分と可溶性固形物

(注)土壤水分は満開後86日～収穫までの平均値



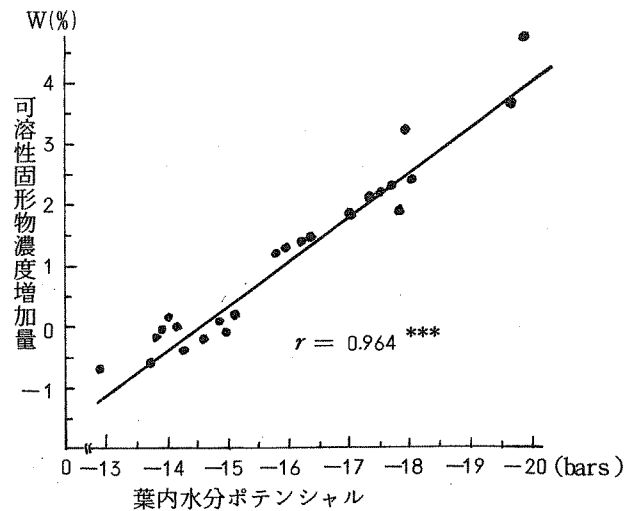
第8図 土壤水分と可溶性固形物濃度増加量

(注)土壤水分は満開後86日～収穫までの平均値
濃度増加量はこの時期の増加量



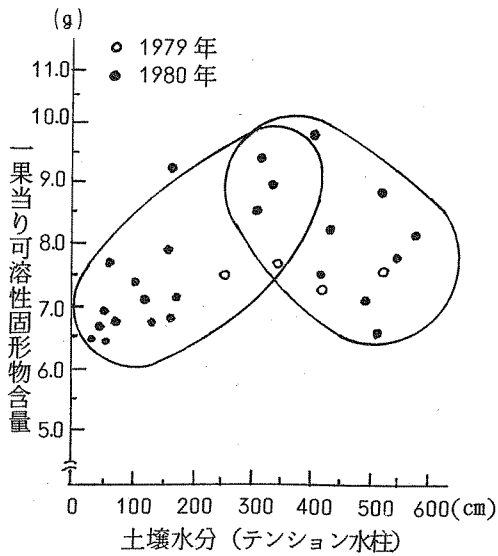
第7図 葉内水分ポテンシャルと可溶性固形物

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均

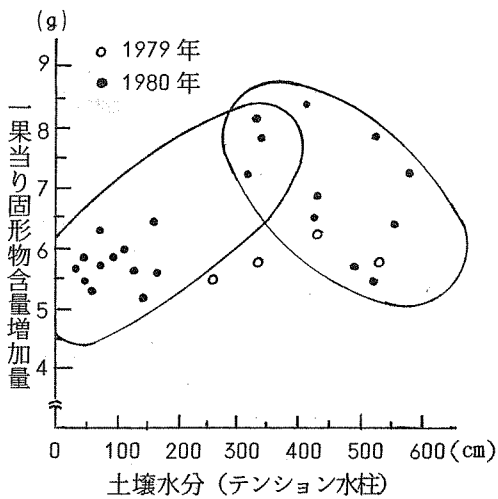


第9図 葉内水分ポテンシャルと可溶性固形物濃度増加量

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均
可溶性固形物濃度増加量はその期間の増加量

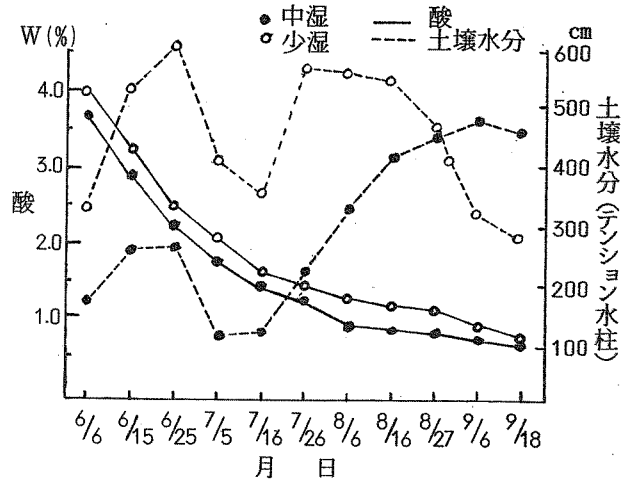


第10図 土壌水分と1果当り可溶性固形物含量
(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値

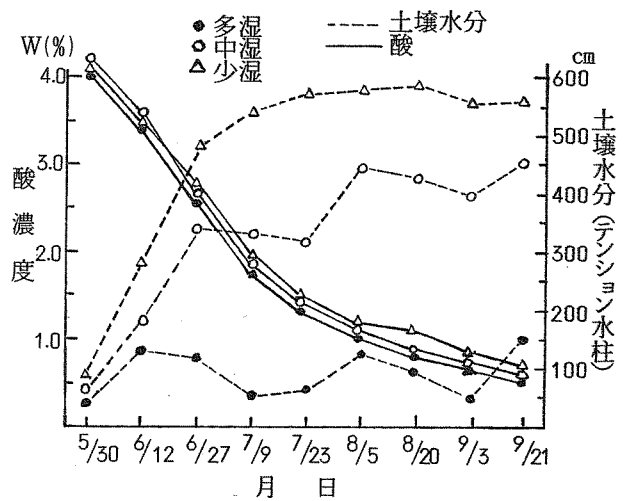


第11図 土壌水分と1果当り可溶性固形物含量増加量
(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
1果当り可溶性固形物量含量増加量はこの期間の増加量

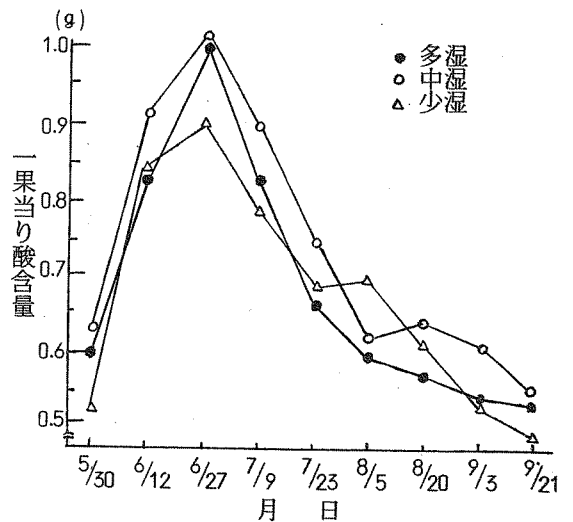
酸は1979年、1980年共に土壌水分の少ないタイプほど高く推移したが、その差は大きくなかった。果汁中の酸濃度が発育とともに減少していくのに対し、1果(果肉)当り酸含量は1979年は6月中旬、1980年は6月下旬まですなわち満開後110日頃まで増加し、その後減少した。又1980年の果汁中の酸濃度は少湿>中湿>多湿なのに対して1果(果肉)当り酸含量は中湿>多湿>少湿となった。



第12図 土壌水分と果汁の酸濃度の推移(1979年)



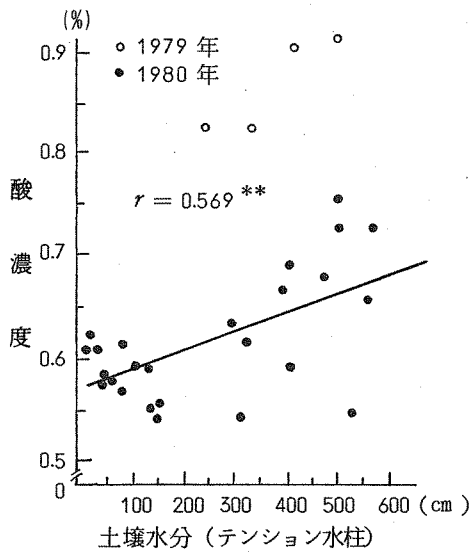
第13図 土壌水分と果汁の酸濃度の推移(1980年)



第14図 1果(果肉)当り酸含量の推移(1980年)

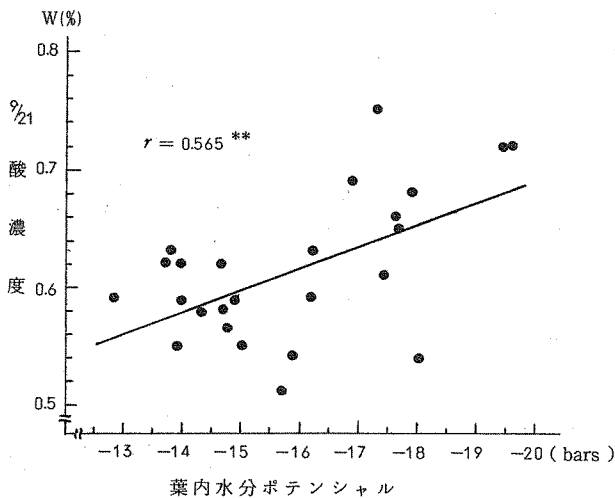
酸を可溶性固形物と同様に樹ごとの満開後86日～収穫までの土壌水分及び葉内水分ポテンシャル値の平均値と収穫時の酸の関係を検討してみると、土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど果汁中の酸濃度は高くなったが、いくぶんバラツキがあった。

満開後86日～収穫までにかけての果汁の減酸量および収穫時の1果(果肉)当り酸含量は土壌水分が水柱約300cm以下でバラついており、一定の傾向は認められないが、土壌水分が300cm以上では土壌水分が少ない樹ほど減酸量および1果(果肉)当り酸含量は少ない傾向であった。1980年は雨が多く、ハウス内の湿度は高く経過したせい、1979年と同程度の土壌水分でも酸濃度、1果(果肉)当り酸含量は少なかった。土壌水分、葉内水分と酸の関係は可溶性固形物との関係ほど明確でなかった。



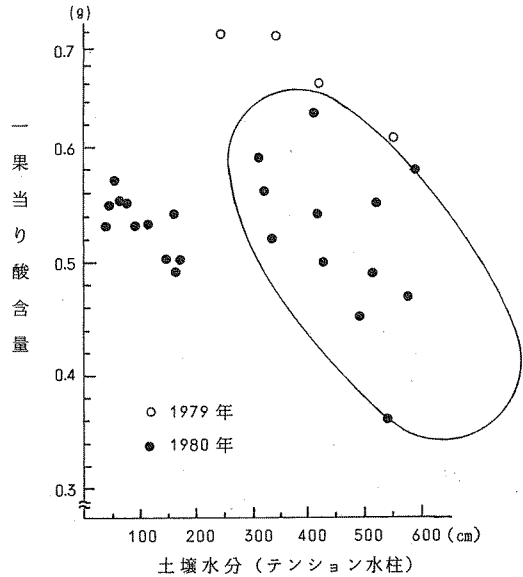
第15図 土壌水分と酸

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値



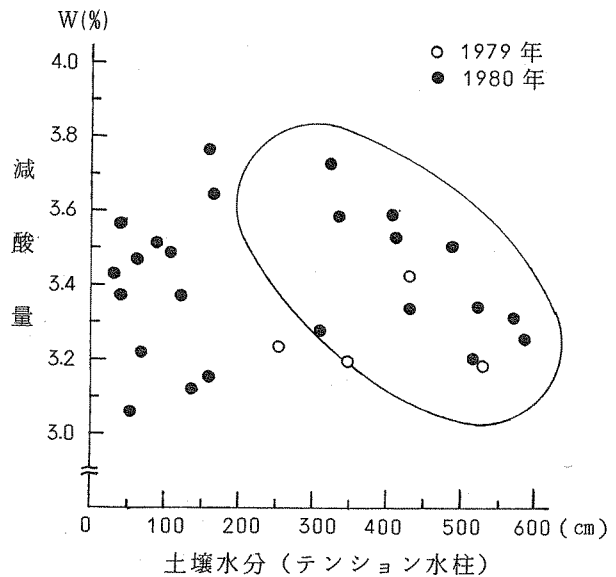
第16図 葉内水分ポテンシャルと酸

(注)葉内水分ポテンシャルは満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均



第17図 土壌水分と1果(果肉)当りの酸含量

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値

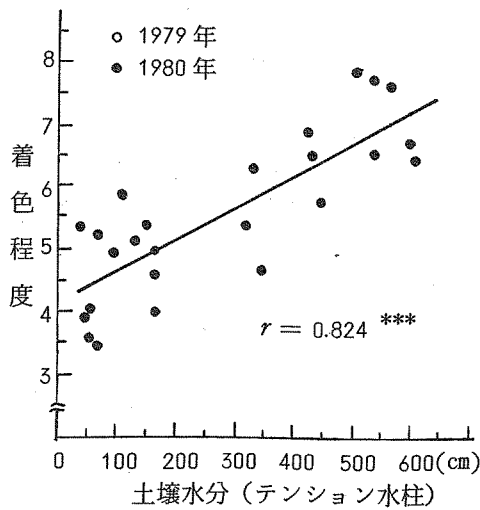


第18図 土壌水分と減酸量

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
減酸量はその期間減酸量

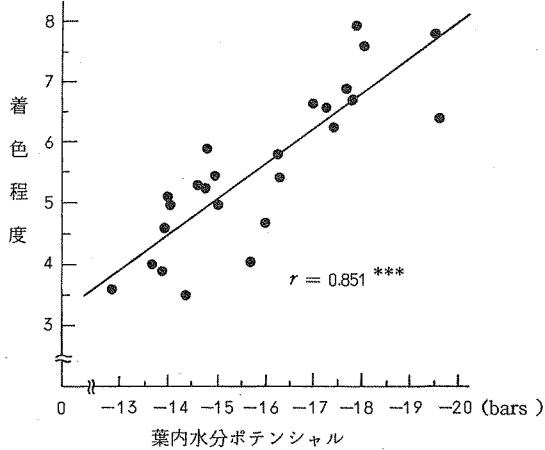
樹の満開後86日～収穫までの土壌水分、葉内水分ポテンシャルと着色・甘味比・果皮歩合は土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど着色が良好となり、甘味比は高く、果皮は薄くなった。しかし着色時に土壌乾燥が激しいと着色の進みが悪かった。

1980年は雨が多く、成熟期のハウス内の温度が低く経過したせい、1979年に比べ着色始めも早く、収穫時の着色も良かった。果汁の可溶性固形物濃度と酸濃度、着色の関係は可溶性固形物濃度が高い樹ほど酸濃度が高く、着色は良好となった。



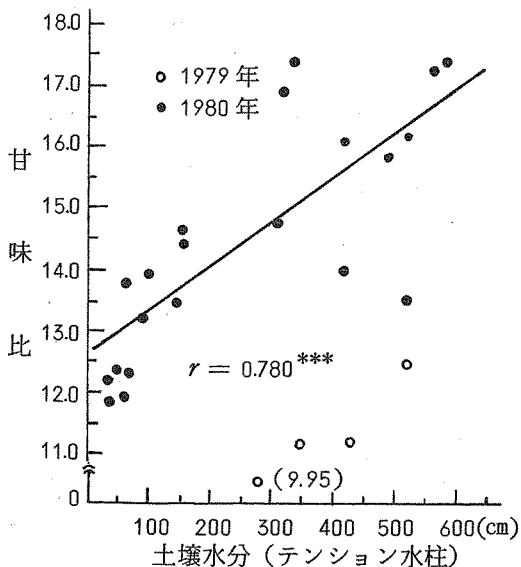
第19図 土壌水分と着色

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
着色程度は農林水産省果樹試作成のカラーチャートによる。



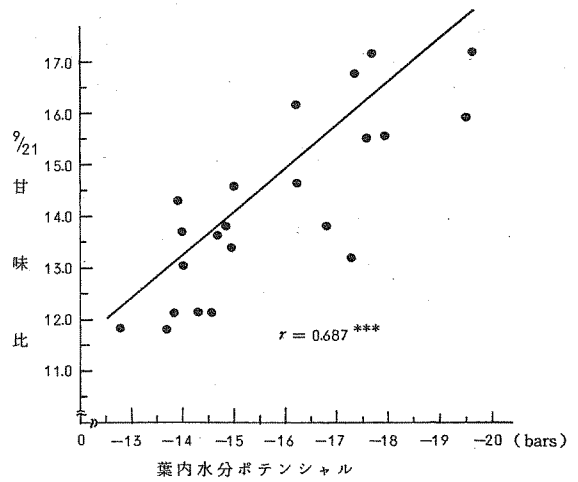
第20図 葉内水分ポテンシャルと着色

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均。着色程度は農林水産省果樹試作成のカラーチャートによる。



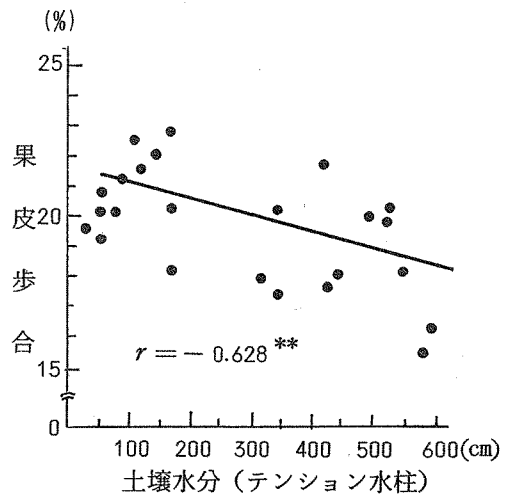
第21図 土壌水分と甘味比

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値



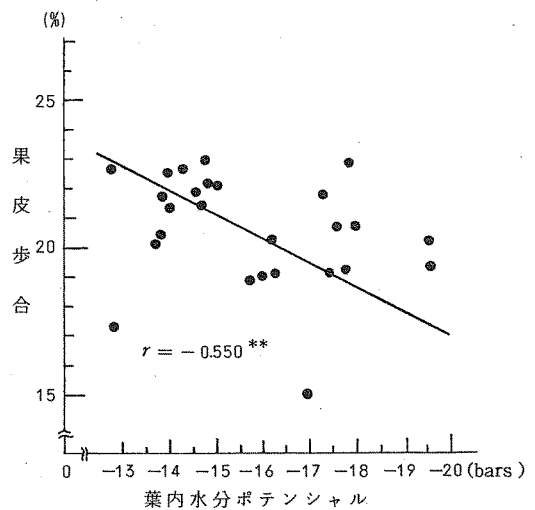
第22図 葉内水分ポテンシャルと甘味比

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均



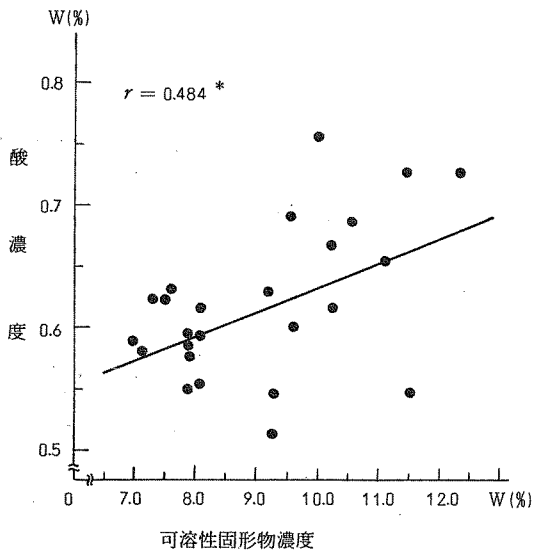
第23図 土壌水分と果皮歩合

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値

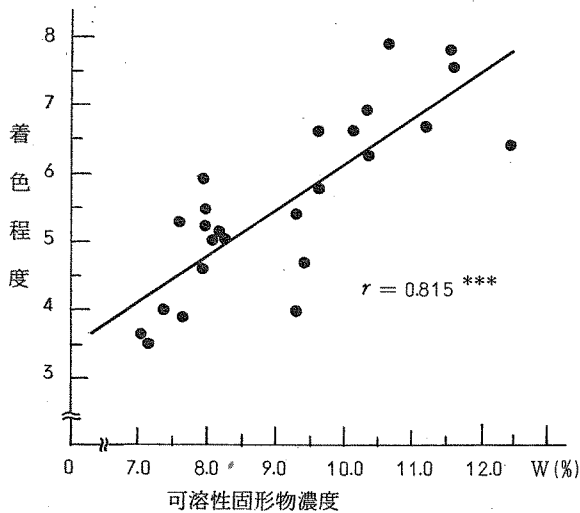


第24図 葉内水分ポテンシャルと果皮歩合

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均



第25図 可溶性固形物と酸

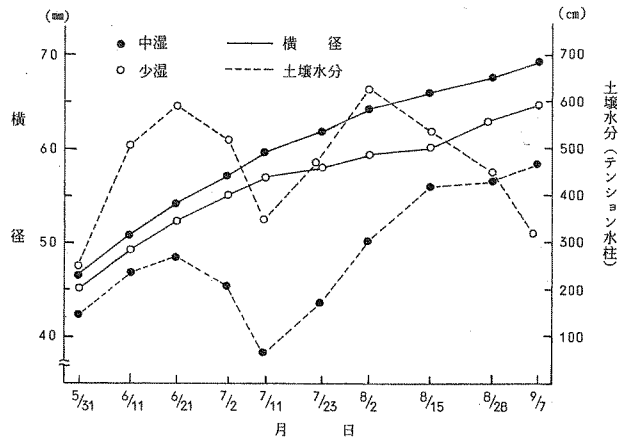


第26図 可溶性固形物と着色

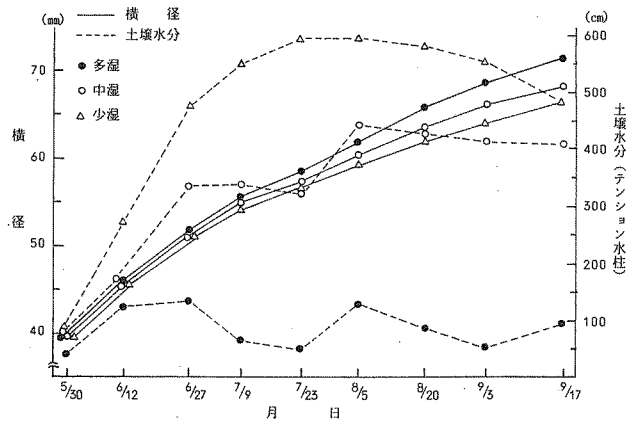
3 土壌水分が果実肥大に及ぼす影響

土壌水分のタイプごとに果実肥大の推移をみると、両年とも7月から土壌水分のタイプにより肥大の推移に差

が見られ、1980年は多湿>中湿>少湿の順に、1979年は中湿>少湿の順に肥大が良かった。樹ごとの満開後86日~収穫までの時期ごとの土壌水分および葉内水分ポテンシャルと肥大量は各時期とも土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど肥大量は小さく、土壌水分の少ない樹は多湿の樹に比べ横径の肥大量が2割程度劣った。



第27図 土壌水分と果実肥大の推移 (1979年)

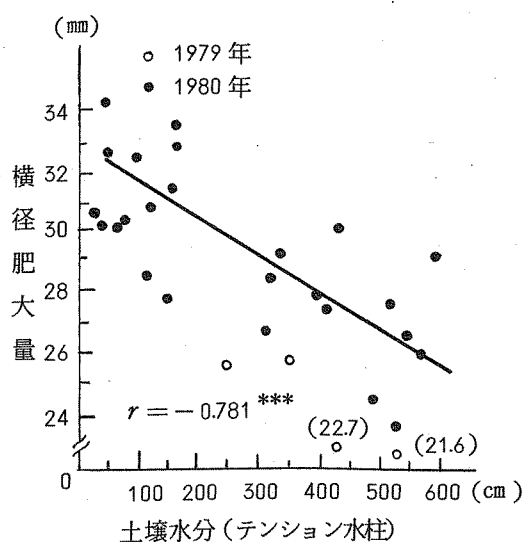


第28図 土壌水分と果実肥大の推移 (1980年)

第3表 各時期の土壌水分・葉内水分ポテンシャルと肥大量の相関 (25樹1980年)

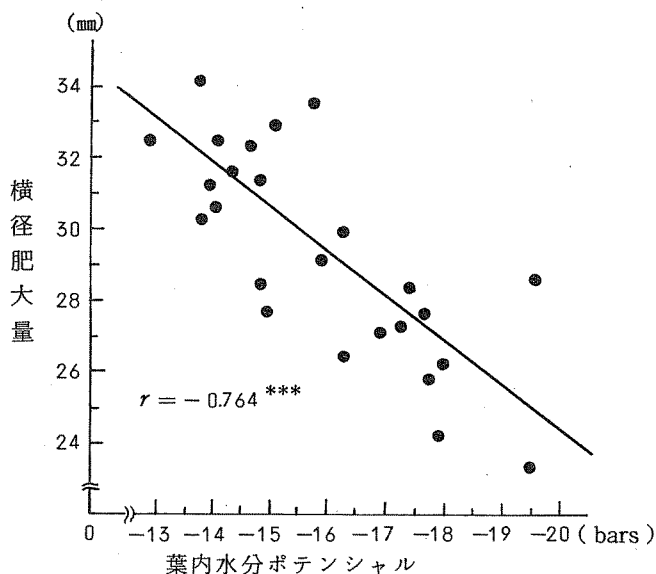
時期	項目	土壌水分と肥大量の相関係数	有意性	葉内水分ポテンシャルと肥大量の相関係数	有意性
満開後 86日~115日		$r = -0.560$	**	$r = -0.296$	NS
満開後 116日~146日		$r = -0.698$	***	$r = -0.687$	***
満開後 147日~177日		$r = -0.783$	***	$r = -0.853$	***
満開後 178日~198日		$r = -0.561$	**	$r = -0.612$	**

(注) 土壌水分は各時期の平均値、葉内水分ポテンシャルは、各時期の7日ごとの測定値の平均、肥大量はその期間の増加量



第29図 土壌水分と果実の肥大量

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
肥大量はこの期間の増加量

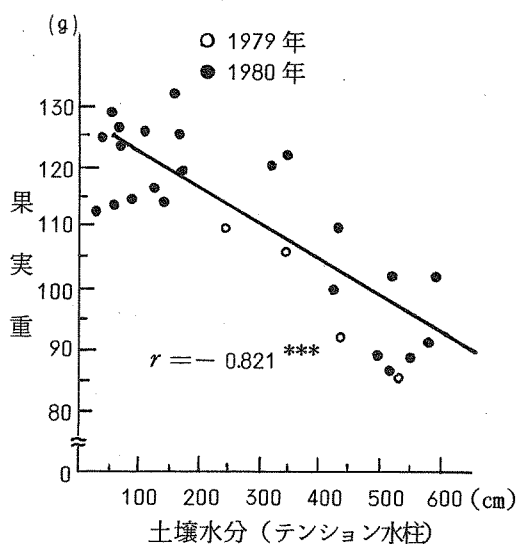


第30図 葉内水分ポテンシャルと果実肥大

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの平均。肥大量はその期間の増加量

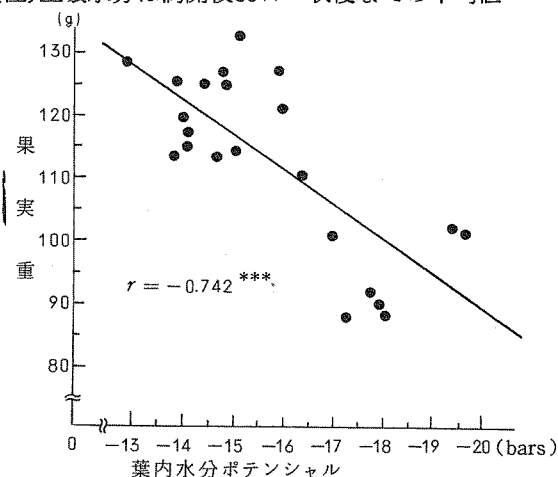
樹の満開86日後～収穫までの土壌水分・葉内水分ポテンシャルの平均値と収穫時の横径・果実重は土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど横径・果実重は小さくなった。1980年は発育期の土壌水分が1979年と同程度の乾燥状態でも1979年ほど果実肥大は抑制されなかった。

収穫時に果実の大きさの平均がMクラスになるには満開後86日～収穫までの土壌水分の平均がテンション水柱で400 cm程度であった。多湿の樹はLクラスになり少湿の樹はSクラスになった。



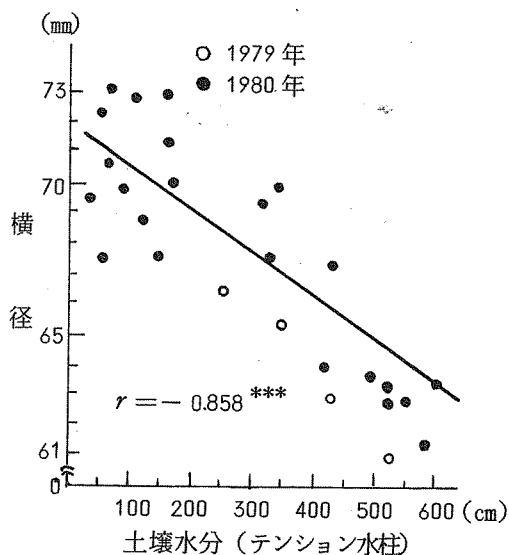
第31図 土壌水分と果実重

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値



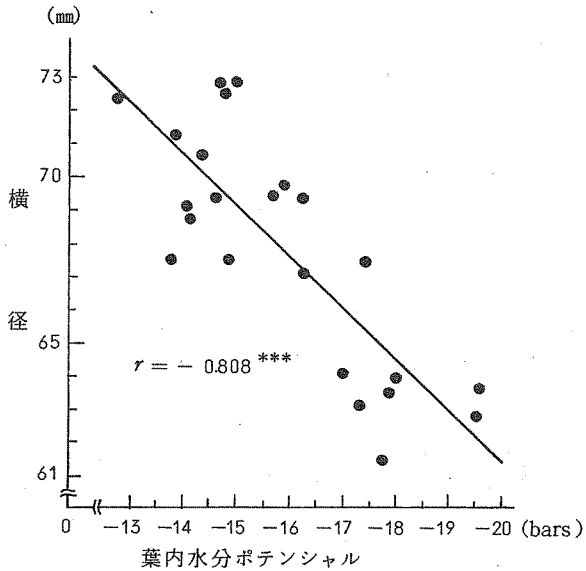
第32図 葉内水分ポテンシャルと横径

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均



第33図 土壌水分と横径

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値



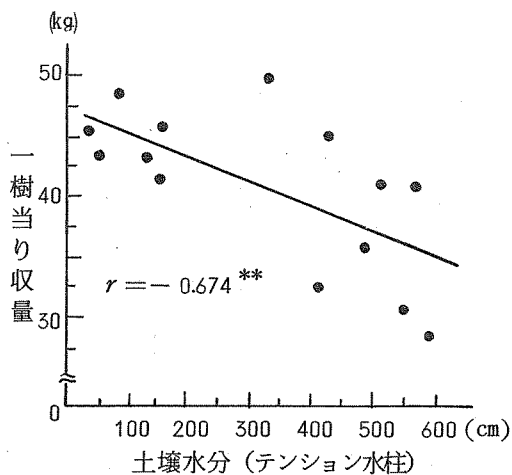
第34図 葉内水分ポテンシャルと横径

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均

樹冠容積が同程度の樹の満開後86日～収穫までの土壌水分および葉内水分ポテンシャルの平均値と収量は土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど収量は少なくなり、土壌の乾燥した樹は多湿に比べて1979年は30%以上収量が減少したが、1980年は20~30%程度の減少であった。

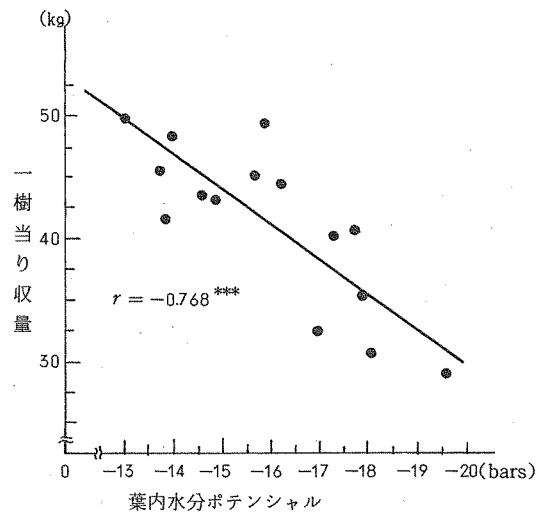
満開後86日～収穫までの樹ごとの土壌水分・葉内水分ポテンシャルの平均値と収穫時の果実の階級構成についてみると土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほどS以下の階級の割合が多くなり、小玉化した。

1979年は土壌の乾燥した樹はS以下の階級割合が80%以上にもおよんだ樹もあり、小玉化が激しかったが、1980年はそれほどでなかった。



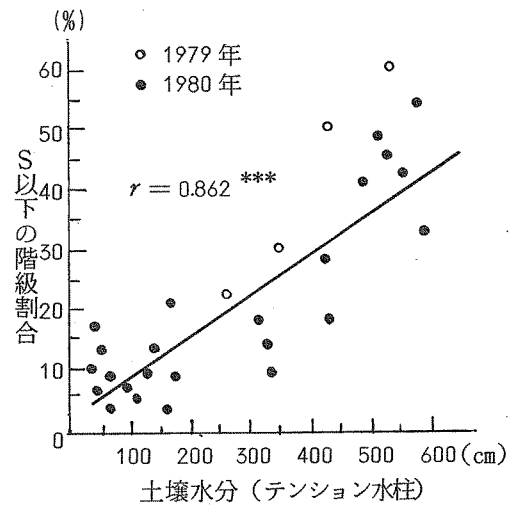
第35図 土壌水分と収量

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値



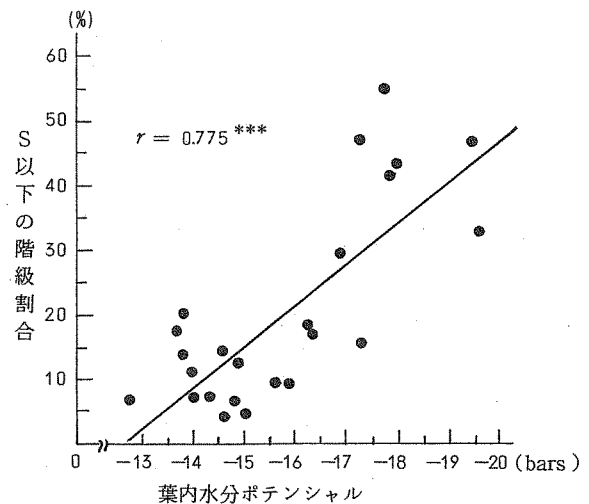
第36図 葉内水分ポテンシャルと1樹当り収量

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均



第37図 土壌水分とS以下の階級割合

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値



第38図 葉内水分ポテンシャルとS以下の階級割合

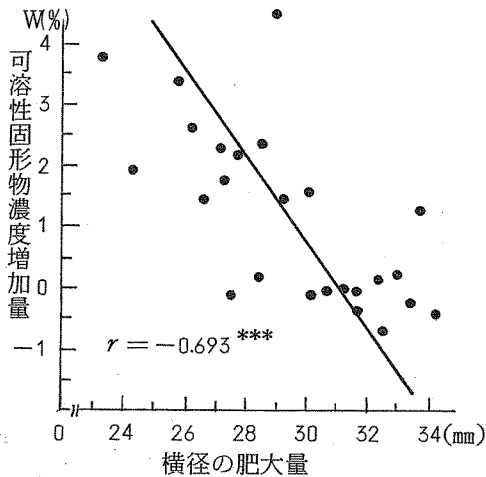
(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの7日ごとの測定値の平均

ハウス栽培の場合は、その温度環境から果肉先熟のタイプとなるが、果肉の肥大がほとんど停止してから浮皮になる時点で土壌水分の少ない樹は果汁の可溶性固形物濃度が低くても軽いユズ膚果実となった。

満開後86日～収穫までの各時期ごとの肥大量と果汁の可溶性固形物濃度の増加量は各時期とも肥大量の大きな樹ほど可溶性固形物濃度の増加量が小さくなり、満開後86日～収穫にかけての横径の肥大量が32mm程度もあると果汁の可溶性固形物濃度は増加せず、24～25mm程度だと約4%増加した。

第4表 各時期の肥大量と可溶性固形物濃度増加量 (25樹1980年)

時期	項目	肥大量と可溶性固形物濃度増加量の相関係数	有意性
満開後 86日～115日		$r = -0.397$	*
満開後 116日～146日		$r = -0.684$	***
満開後 147日～177日		$r = -0.766$	***
満開後 178日～198日		$r = -0.420$	*



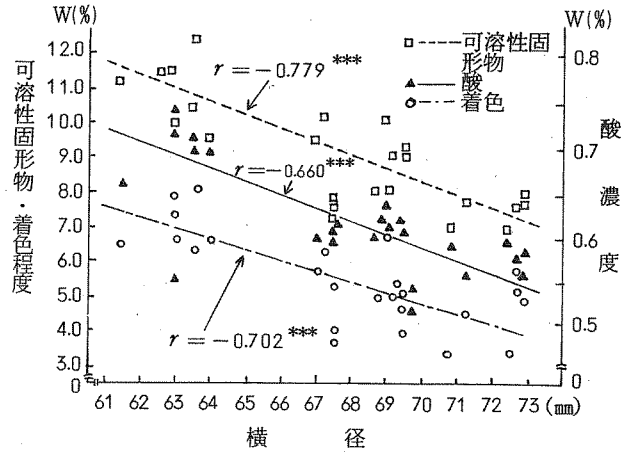
第39図 果実肥大量と可溶性固形物増加量

(注)肥大量、可溶性固形物濃度増加量ともに満開後86日～収穫までの増加量

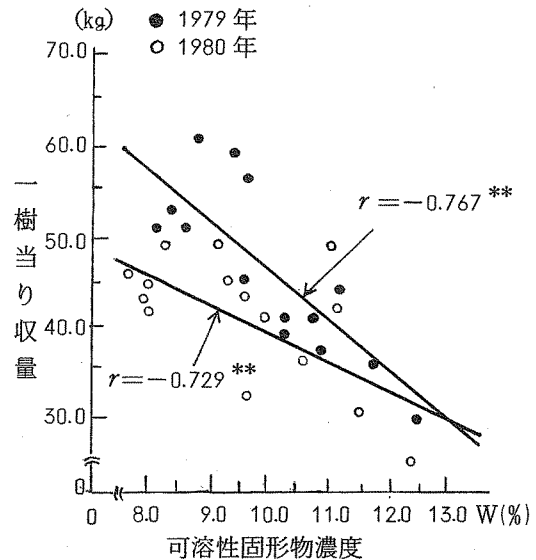
収穫時の果実の横径と果汁の可溶性固形物濃度、酸濃度、着色の関係は果実が大きな樹ほど可溶性固形物濃度、酸濃度は低くなり、着色は悪くなった。収穫時の果実の平均がMクラス程度で、果汁の可溶性固形物濃度は約10%となった。

収穫時の果汁の可溶性固形物濃度と収量の関係を樹冠の同程度の樹についてみると、可溶性固形物の高い樹ほど収量が少なくなり、1979年と1980年を比較すると1979年の方が収量減少の程度が急であったが、両年を平均す

ると果汁の可溶性固形物濃度が1%増加すると収量は約8%減少した。可溶性固形物濃度が高くなると収量減少の程度は8%より大きくなる傾向であった。



第40図 果実の大きさと可溶性固形物、酸、着色



第41図 収穫時の可溶性固形物と収量

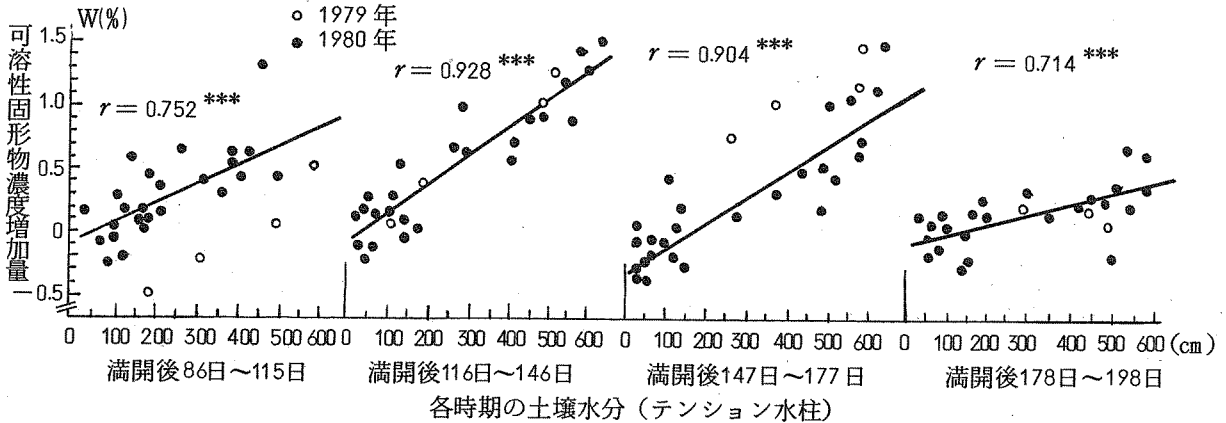
4 土壌の乾燥時期と程度

土壌の乾燥時期についてみると、樹の満開後86日～収穫までの各時期ごとの土壌水分及び葉内水分ポテンシャルの平均値と果汁の可溶性固形物濃度の増加量の関係は各時期とも土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど可溶性固形物濃度の増加量は大きくなったが、多湿状態ではいずれの時期も可溶性固形物濃度は増加しなかった。そして同程度の土壌水分状態でも1979年は満開後116日～満開後177日が、1980年は満開後116日～146日の可溶性固形物濃度の増加量が他の時期に比較して大きかった。

1果(果肉)当り可溶性固形物含量の増加量と樹の満開後86日～収穫までの各時期ごとの土壌水分・葉内水分ポテンシャルの平均値との関係は満開後116日～146日の

み土壤水分・葉内水分ポテンシャルと有意な相関があり
 土壤水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど1

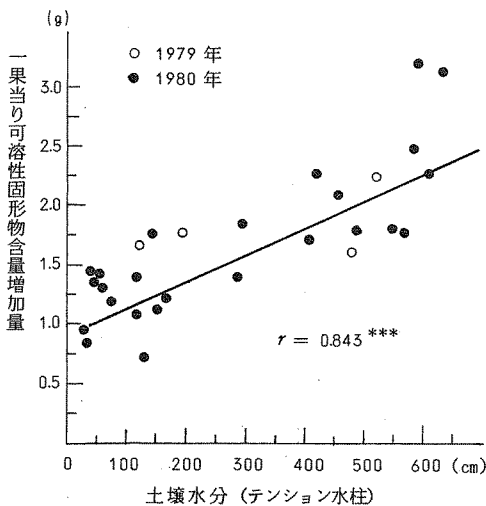
果(果肉)当り可溶性固形物含量の増加量は多くなっ
 た。満開後116日時点の果実の横径は5cm強であった。



第42図 各時期の土壤水分と可溶性固形物濃度増加量
 (注)土壤水分は各時期の平均値、可溶性固形物濃度増加量は各時期の増加量

第5表 各時期の土壤水分・葉内水分ポテンシャルと1果(果肉)当り可溶性固形物含量増加量の相関係数
 (25樹1680年)

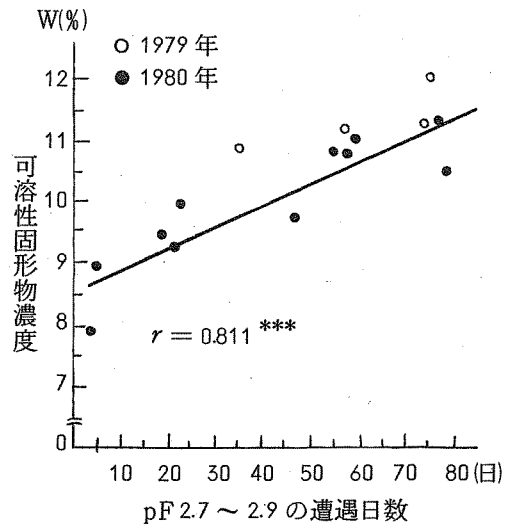
項目	土壤水分と1果(果肉)当り可溶性固形物含量増加量の相関係数	有意性	葉内水分ポテンシャルと1果(果肉)当り可溶性固形物含量増加量の相関係数	有意性
満開後 86日~115日	$r = -0.133$	NS	$r = 0.399$	*
満開後 116日~146日	$r = 0.843$	***	$r = 0.750$	***
満開後 147日~177日	$r = 0.060$	NS	$r = 0.020$	NS
満開後 178日~198日	$r = 0.188$	NS	$r = 0.295$	NS



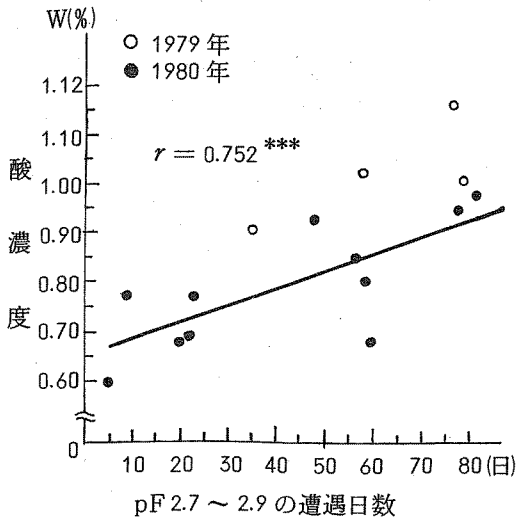
第43図 満開後116日~146日の土壤水分と1果当り可溶性固形物含量増加量

土壤の乾燥程度についてみると、供試ハウスは兩年とも土壤水分が pF2.9 以上になった樹はなかったが、収穫前21日時点までに土壤水分が pF2.7~2.9 になった遭遇日数とその時点の果汁の可溶性固形物濃度、酸濃度、横径および収穫時の着色、果実重、収量、S 以下階級割合の関係は pF2.7~2.9 の遭遇日数が多い樹ほど可溶性固形物濃度、酸濃度は高く、着色は良くなるが、果

実は小さく収量は少なくなり、S 以下の階級割合は多くなった。pF2.7~2.9 の遭遇日数が30日程度でこの時点の可溶性固形物濃度は10%弱で収穫時の果実の平均はMクラスであった。80日程度遭遇するとこの時点での可溶性固形物濃度が12%弱となり、収穫時の果実の平均はSクラスであった。

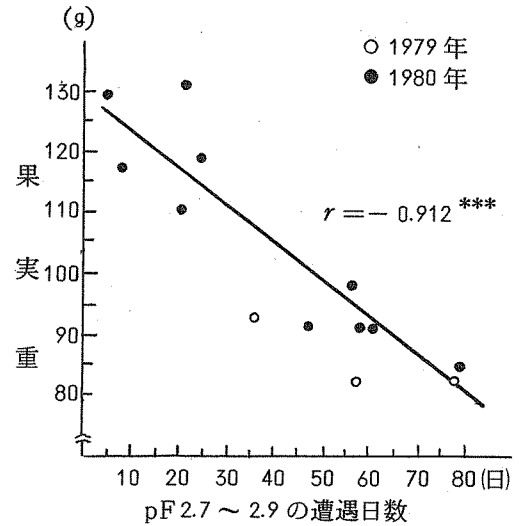


第44図 土壤乾燥期間と可溶性固形物
 (注)遭遇日数、可溶性固形物は収穫前21日時点



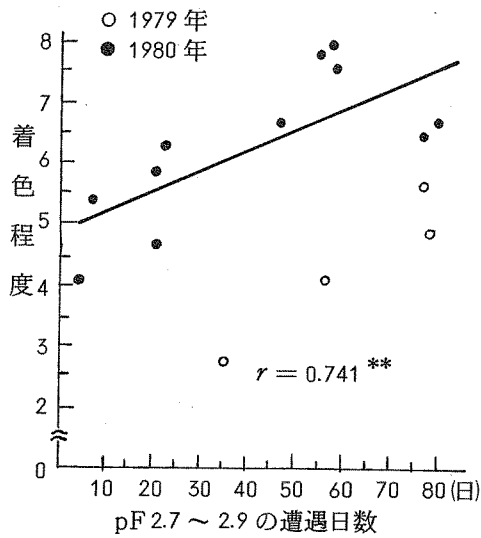
第45図 土壌乾燥期間と酸

(注)遭遇日数, 酸は収穫前21日時点



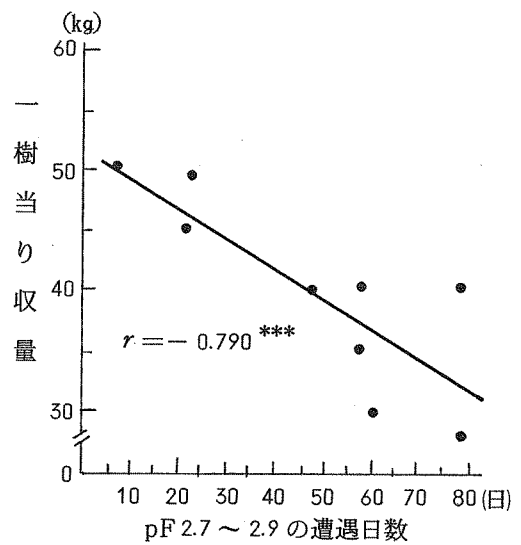
第48図 土壌乾燥期間と果実重

(注)遭遇日数は収穫前21日までの日数



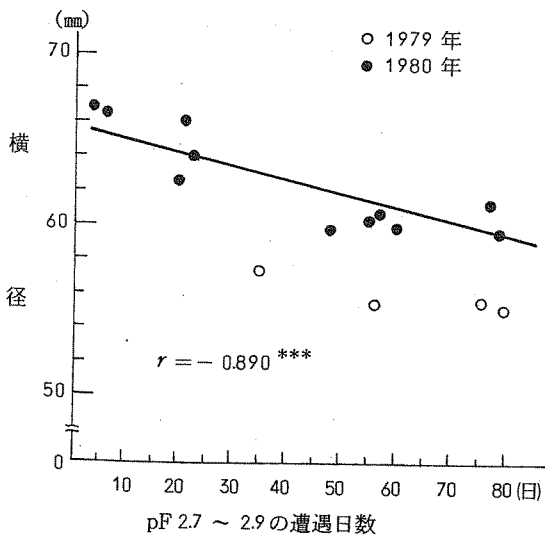
第46図 土壌乾燥期間と着色

(注)遭遇日数, 着色は収穫前21日時点



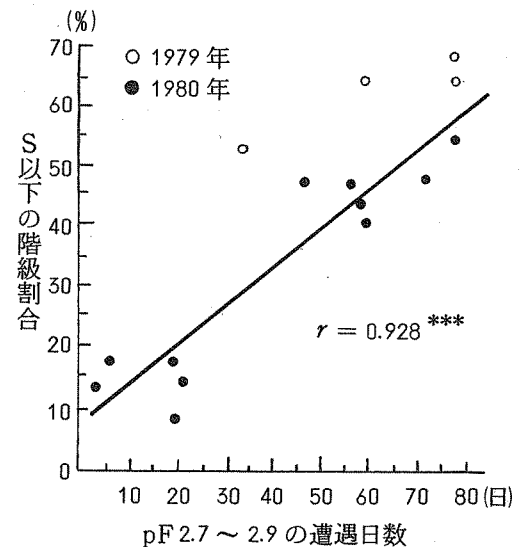
第49図 土壌乾燥期間と収量

(注)遭遇日数は収穫前21日までの日数



第47図 土壌乾燥期間と果実肥大

(注)遭遇日数は収穫前21日までの日数



第50図 土壌乾燥期間とS以下の階級割合

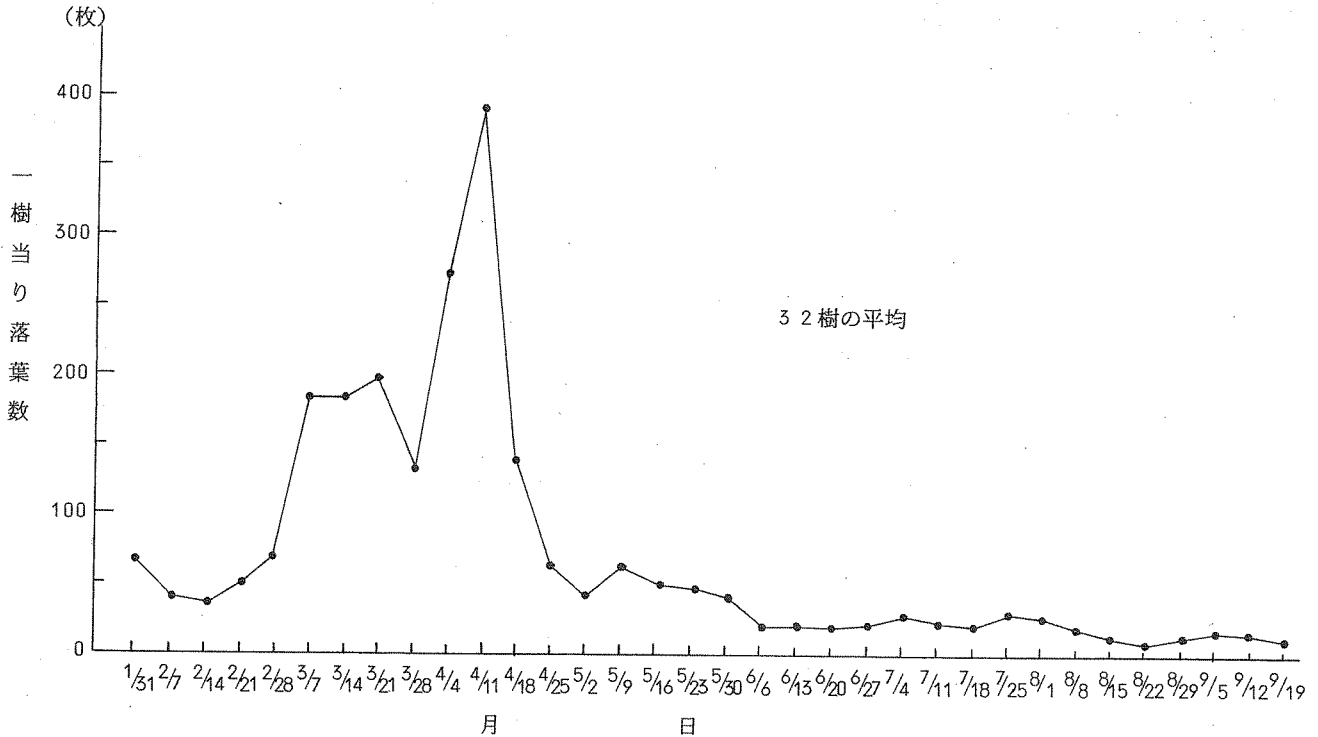
(注)遭遇日数は収穫前21日までの日数

5 土壌水分が樹体に及ぼす影響

落葉は開花頃より新生殖器の成長が盛んで養分競合の激しい時期まで多く、その後少なくなるが、その後の落葉は樹体の水分状態に大きく影響され、樹の満開後86日～収穫までの各時期ごとの土壌水分・葉内水分ポテンシャルの平均値と落葉数、新梢発生数は各時期とも土壌水分が少ない樹ほど、葉内水分が不足した樹ほど落葉数が

多く、新梢発生数は少なくなった。1979年は着花数が多く、直花が大部分で春枝が少なかったため、満開後86日以降に1980年の3倍程度新梢が発生した。

落葉は旧葉のみと言ってよく土壌水分が pF2.8 程度の乾燥が続いても新葉はほとんど落葉しなかった。1979年は旧葉が多かったため、満開後86日以降に1980年の3倍程度の落葉があった。



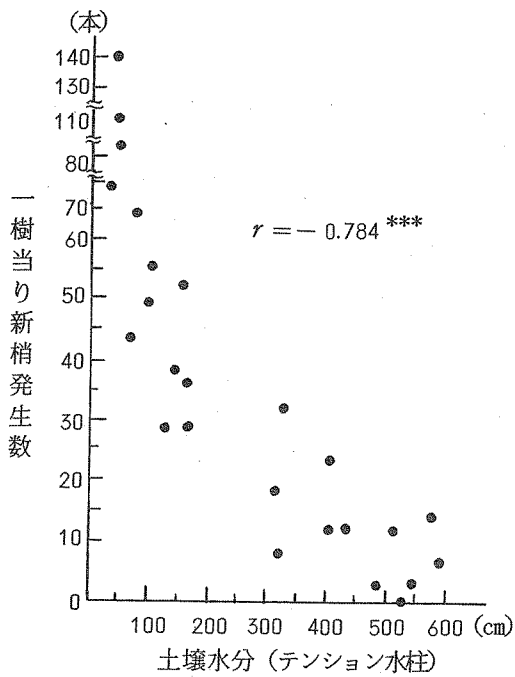
第51図 落葉波相 (1980年)

第6表 各時期の土壌水分・葉内水分ポテンシャルと落葉数の相関係数(25樹1980年)

項目	土壌水分と落葉数の相関係数	有意性	葉内水分ポテンシャル値と落葉数の相関係数	有意性
満開後 86日～115日	r = 0.526	**	r = 0.618	***
満開後 116日～146日	r = 0.599	**	r = 0.636	***
満開後 147日～177日	r = 0.494	*	r = 0.638	***

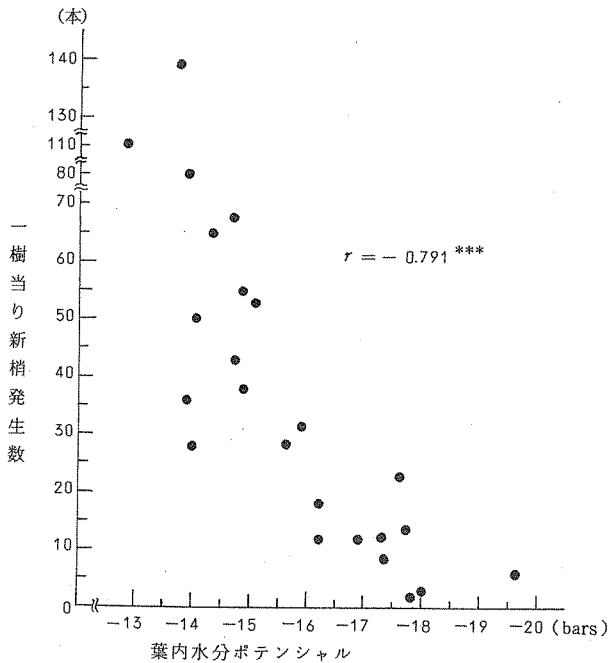
第7表 各時期の土壌水分・葉内水分ポテンシャルと新梢発生数の相関係数(25樹1980年)

項目	土壌水分と新梢発生数の相関係数	有意性	葉内水分ポテンシャル値と新梢発生数の相関係数	有意性
満開後 86日～115日	r = -0.215	NS	r = -0.229	NS
満開後 116日～146日	r = -0.748	***	r = -0.830	***
満開後 147日～177日	r = -0.569	**	r = -0.603	**



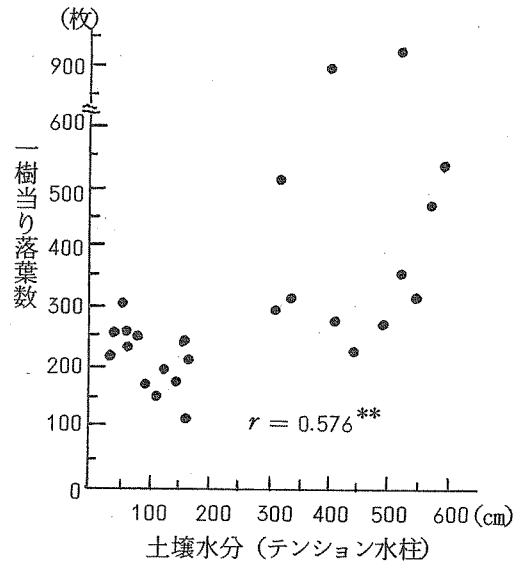
第52図 土壌水分と新梢発生数

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
新梢発生数はその期間の発生数の合計



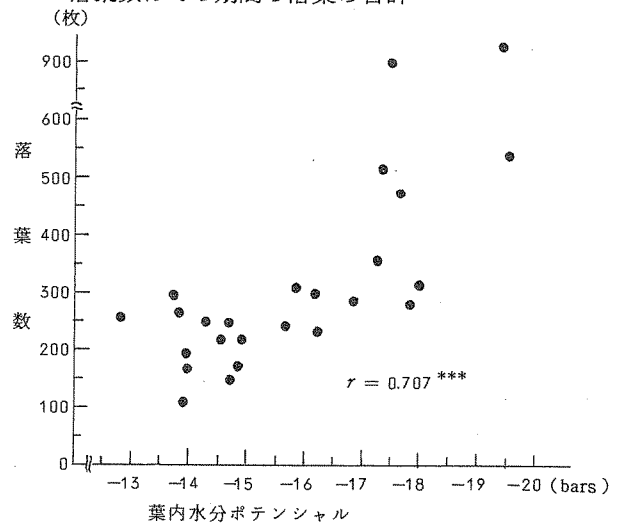
第53図 葉内水分ポテンシャルと新梢発生数

(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの
7日ごとの測定値の平均
新梢発生数はその期間の発生数の合計



第54図 土壌水分と落葉数

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
落葉数はその期間の落葉の合計



第55図 葉内水分ポテンシャルと落葉数

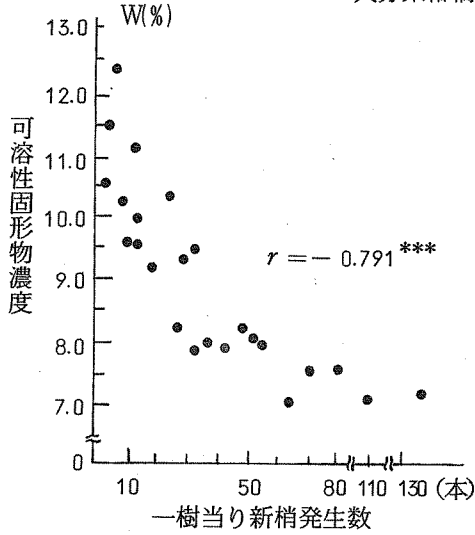
(注)葉内水分ポテンシャルは、満開後86日～収穫までの
7日ごとの測定値の平均
落葉数はその期間の落葉の合計

新梢発生や落葉等の樹体反応と果実品質・果実肥大の
関係についてみると、満開後86日～収穫までの新梢発生
数が少ない樹ほど、落葉が多い樹ほど収穫時の果汁の可
溶性固形物濃度・酸濃度は高く、着色は良好となるが、
果実肥大は悪く、S以下の階級割合が多くなり、収量は
少なくなった。

果皮水分も満開後86日～収穫までの土壌水分が少ない
樹ほど、葉内水分の不足した樹ほど少なくなった。

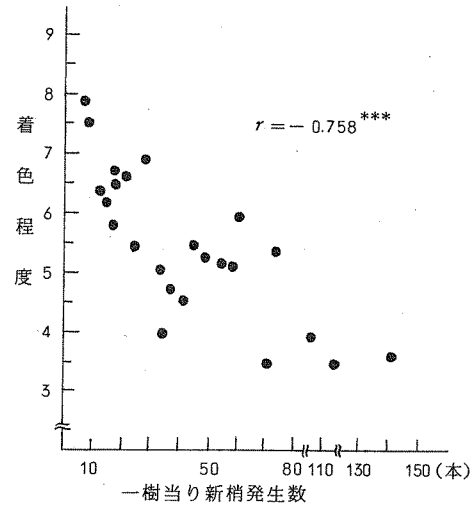
土壌の乾燥した樹は成熟期に入って下枝の小さな果実
の落果が見られた。

以上の結果から新梢発生、落葉、果皮および葉のしお
れ、果実の肥大状況等は土壌水分管理の樹体指標として
利用できる。



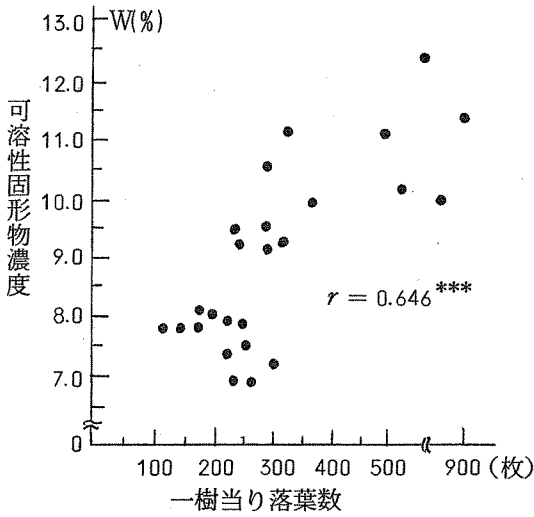
第56図 新梢発生数と可溶性固形物

(注)新梢発生数は満開後86日～収穫までの合計



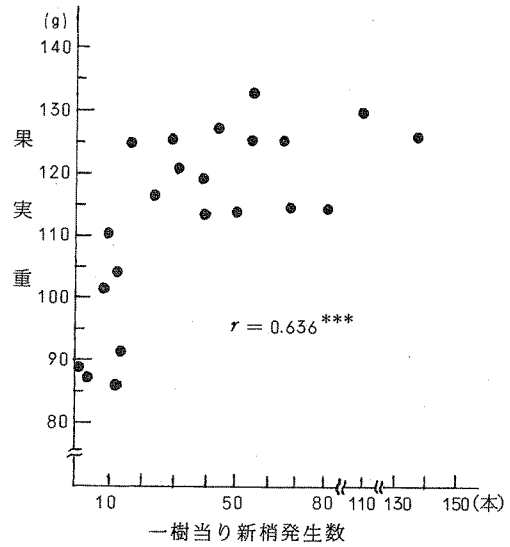
第59図 新梢発生数と着色

(注)新梢発生数は満開後86日～収穫までの合計



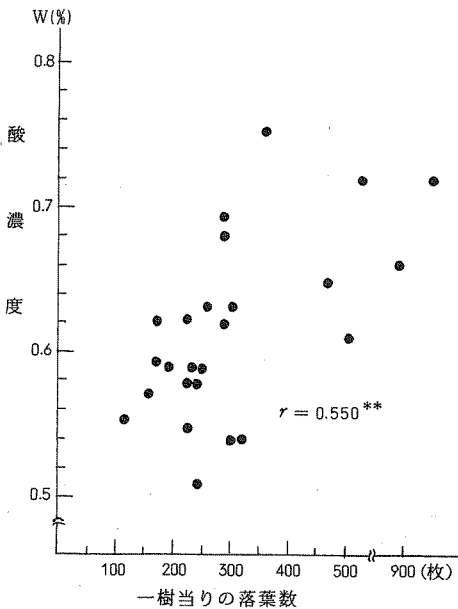
第57図 落葉数と可溶性固形物

(注)落葉数は満開後86日～収穫までの合計



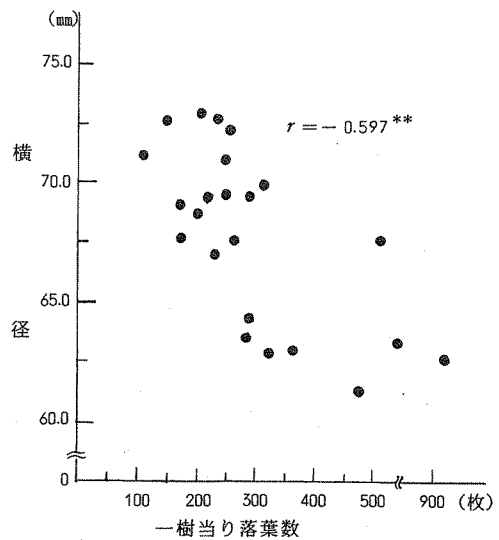
第60図 新梢発生数と果実重

(注)新梢発生数は満開後86日～収穫までの合計



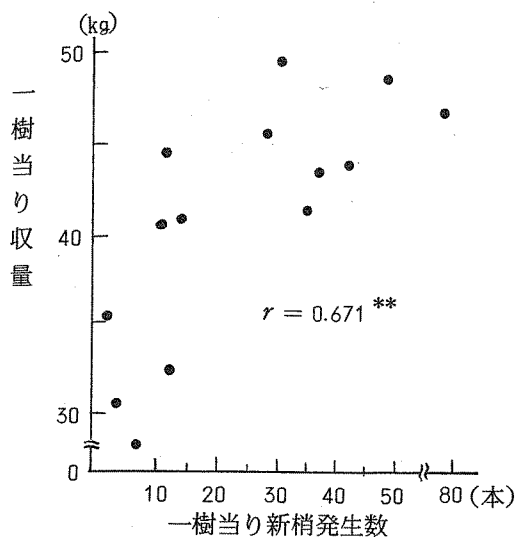
第58図 落葉数と酸

(注)落葉数は満開後86日～収穫までの合計



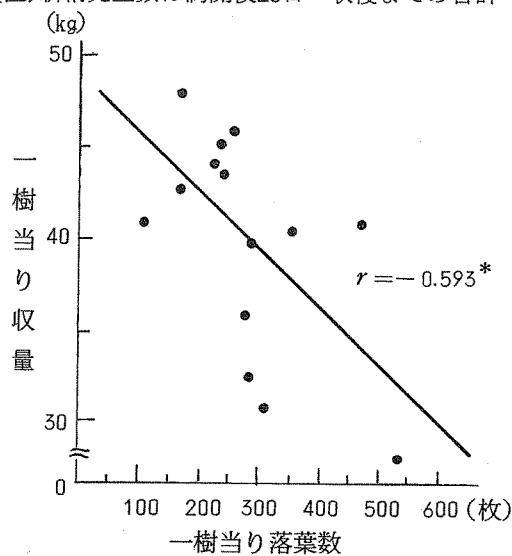
第61図 落葉数と横径

(注)落葉数は満開後86日～収穫までの合計



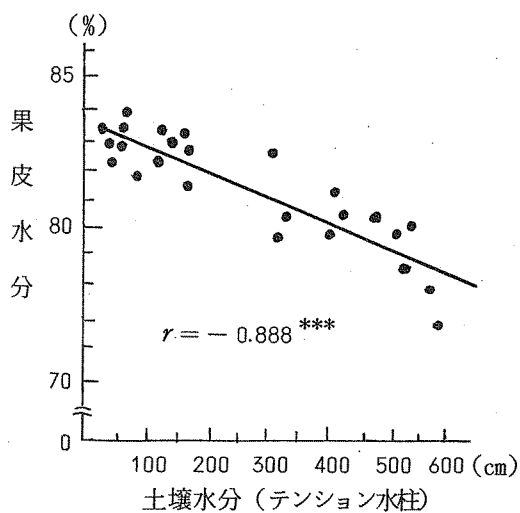
第62図 新梢発生数と収量

(注)新梢発生数は満開後28日～収穫までの合計



第63図 落葉数と収量

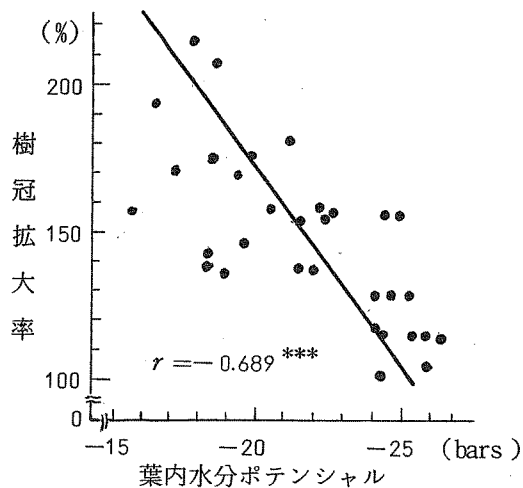
(注)落葉数は満開後86日～収穫までの合計



第64図 土壌水分と果皮水分

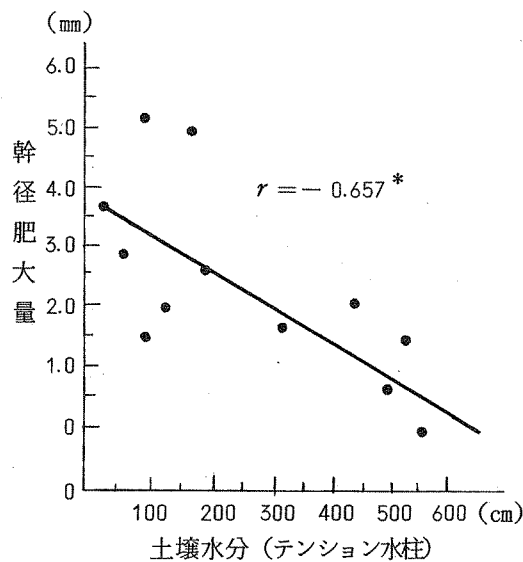
(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値

土壌水分が樹冠拡大に及ぼす影響は1979年の着花が多く、春枝の発生が少なかった樹の状態では夏秋梢により樹冠拡大した場合の調査では葉内水分が十分な樹ほど樹冠拡大が大きくなり、土壌が乾燥した樹は樹冠拡大しなかった。主枝の幹径の肥大量も満開後86日～収穫までの土壌水分が多い樹ほど良好であった。



第65図 葉内水分と樹冠拡大

(注)夏秋梢で樹冠拡大した場合



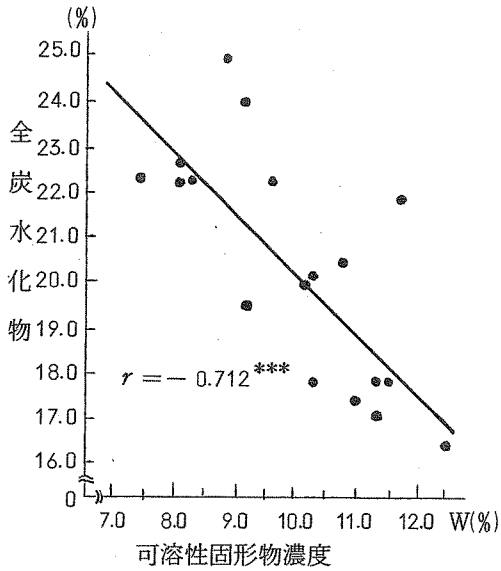
第66図 土壌水分と幹径肥大

(注)土壌水分は満開後86日～収穫までの平均値
幹径肥大量は被覆前～収穫までの肥大量

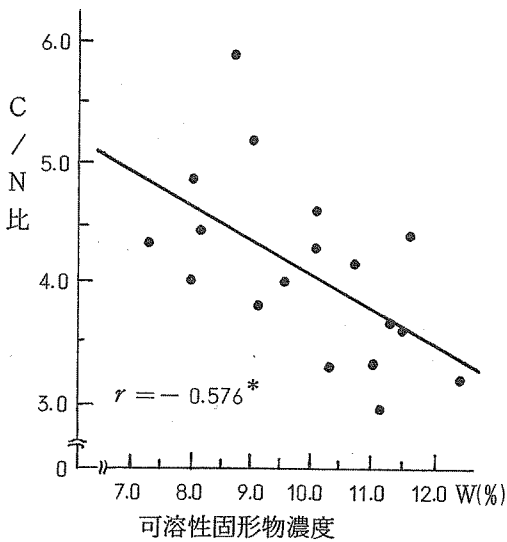
土壌水分が根に及ぼす影響は、1979年は土壌水分を1樹ごとに測定していなかったが、収穫時の果汁の可溶性固形物濃度が樹の水分ストレスと高い相関があったので収穫時の可溶性固形物濃度と12月採取の根の成分の関係について検討してみると、全炭水化物含量は収穫時の樹の可溶性固形物濃度が高い樹ほど、即ち樹体水分が不足した樹ほど少なくなり、C/N比も同じ傾向であった。

収穫時の果汁の可溶性固形物濃度が12%程度の樹の全炭水化物含量は可溶性固形物が7%程度の樹の約7割であった。

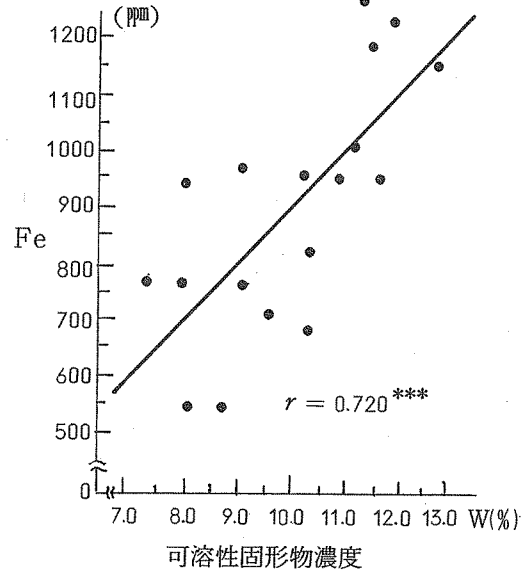
Fe含量も可溶性固形物濃度が高い樹ほど高くなった。N, P, K, Ca, Zn含量も可溶性固形物濃度が高い樹ほど少し高くなる傾向であり、Mgは逆に低くなる傾向であった。



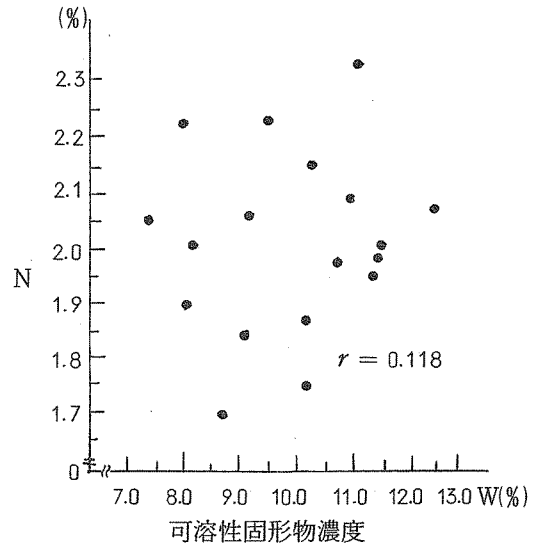
第67図 収穫時の可溶性固形物と根の全炭水化物



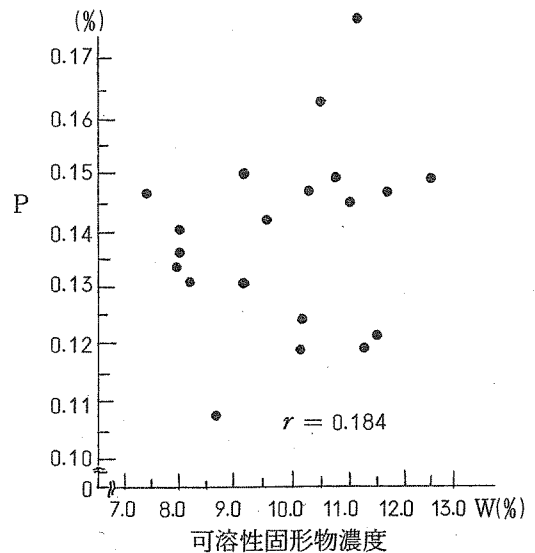
第68図 収穫時の可溶性固形物と根C/N比



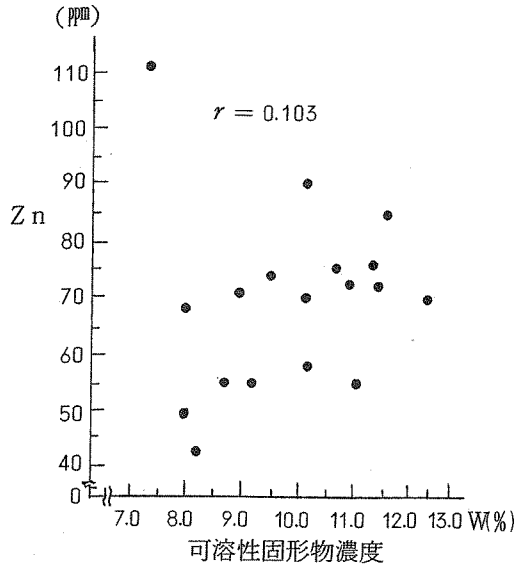
第69図 収穫時の可溶性固形物と根のFe



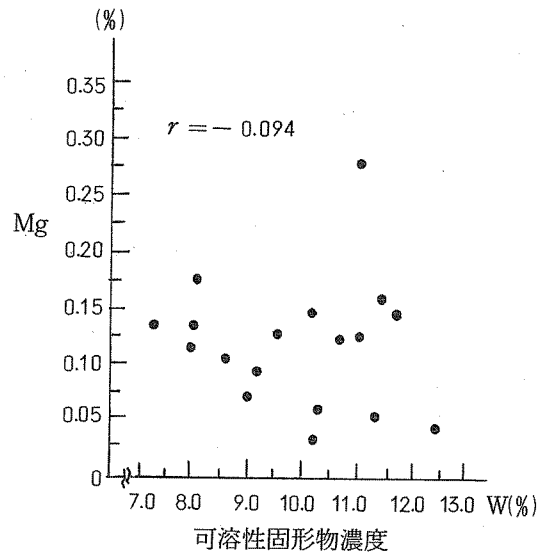
第70図 収穫時可溶性固形物と根のN



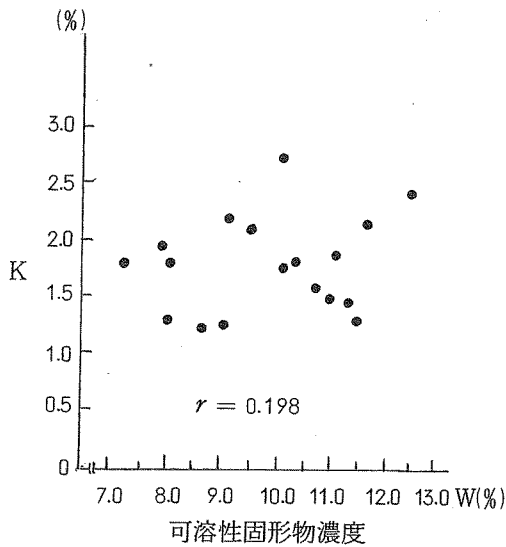
第71図 収穫時の可溶性固形物と根のP



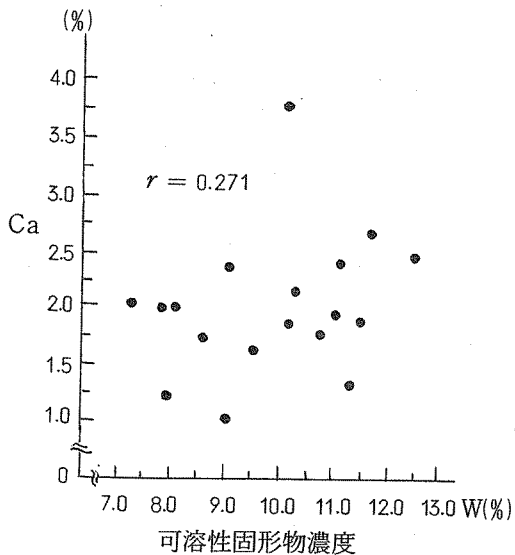
第72図 収穫時の可溶性固形物と根のZn



第75図 収穫時の可溶性固形物と根のMg



第73図 収穫時の可溶性固形物と根のK



第74図 収穫時の可溶性固形物と根のCa

6 結果母枝の種類が発育に及ぼす影響

土壌水分のコントロールにより春枝以後の新梢の発生時期のコントロールが可能であったので、1979年の新梢の発生時期と、1980年における結果母枝としての発育および被覆後の1月下旬の茎成分の関係を検討してみた。

2月8日時点の萌芽率は(A)春枝>(B)5月~6月発生枝>(C)7月~8月上旬発生枝>(D)8月下旬発生枝>(E)9月中・下旬発生枝の順に高く、前年の発生時期が早い結果母枝ほど発育が早かった。

2月13日時点の発芽率も同じ傾向であり、発芽・着蕾節数割合も同様であった。

前年の9月中・下旬に発生した枝は発芽数が極端に少なく、発育時期が14日以上遅れた。着花数は(A)>(C)>(D)>(B)>(E)の順に多く、5月~6月発生枝を除くと発生時期が早いほど多くなり、9月中・下旬発生枝は着花しなかった。

有葉花率は(D)>(B)>(A)>(C)の順で、7月~8月上旬発生枝を除くと前年の発生時期が遅いほど有葉花割合が多くなった。3月7日時点の開花割合は萌芽率、発芽率と同じ傾向で、前年の発生時期が早いほど高くなった。

着果率は温度管理さえ適正であれば、いずれの母枝でも非常に高く、有葉花の着果率は(D)を除くと80%以上で、直花の着果率は着花の多かった(A)を除くと60%以上であった。樹全体の落果(花)は満開後増加し、長期間にわたって続いた。

結果母枝の種類と成分は全炭水化物含量、C/N比は(B)を除くと前年の発生時期が早いほど高くなる傾向であった。N含量は逆に(B)を除くと前年の発生時期が遅

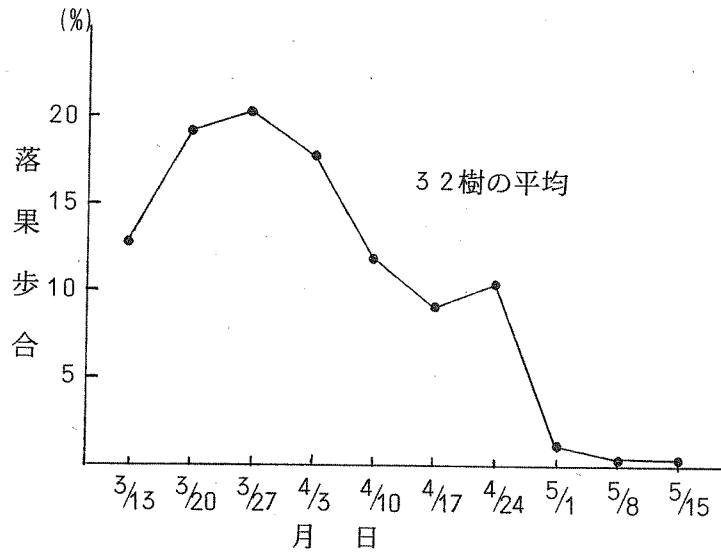
いほど高くなる傾向であった。P, K, Mn 含量は前年の発生時期が遅いほど高くなる傾向であり, Ca, Fe 含量は逆に低くなる傾向であった。着花数は全炭水化物含

量, C/N 比が高くなるほど多くなる傾向であり, 有葉花割合は逆に少なくなる傾向であった。

第8表 結果母枝の種類と発育

区	項目		発芽着蕾節数	2月8日萌芽率 %	2月13日発芽率 %	母枝当り着花数	節当り着花数	有葉花率 %	3月4日開花率 %	着果数	着果率 %	有葉花着果率 %	直花着果率 %
	母枝長 cm	節数											
春枝(2~3月発生)	11.1	8.7	4.9	89.3	98.3	5.3	0.6	20.1	65.6	2.2	43.2	80.4	35.5
5~6月発生枝	8.3	6.9	3.5	76.6	92.3	2.3	0.3	41.9	42.8	1.9	78.0	86.4	70.6
7~8月上旬発生枝	18.3	10.3	5.0	45.4	71.6	5.0	0.5	17.2	34.2	3.9	78.2	98.8	72.3
8月下旬発生枝	14.3	9.0	4.2	19.9	36.0	3.0	0.4	61.8	6.9	2.0	65.8	68.6	61.2
9月中下旬発生枝	15.1	9.2	2.3	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—

(注)萌芽率, 発芽率は発芽・着蕾節数に関する調査時点の割合で示す。



第76図 落果(花)波相 (1980年)

第9表 結果母枝の種類と茎成分

(1月下旬採取, 幹物%)

区	項目	全炭水化物	C/N比	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
5~6月発生枝	83.4	7.56	1.47	0.142	0.75	3.34	0.302	77.5	8.8	20.8	
7~8月上旬発生枝	96.9	9.09	1.42	0.150	0.99	1.82	0.154	62.5	10.6	14.9	
8月下旬発生枝	89.4	7.79	1.53	0.158	0.91	2.27	0.228	56.3	12.5	16.0	
9月中下旬発生枝	87.5	6.86	1.70	0.171	1.05	1.18	0.238	71.3	10.0	18.6	

(注)全炭水化物は春枝を100とした比率で示した。

IV 考 察

土壌水分が植物に及ぼす影響を実験する場合にポットを利用した場合はそれほど問題とならないが、圃場での実験の場合は測定した土壌水分が植物の水分ストレスを現わしているかが問題となる。

町田ら(21)は果樹のような深根性作物の水分ストレスを調査するにはプレッシャーチャンバーによる葉内水分の測定が簡単で、すぐれた方法であることを報告している。

本実験の場合は、満開後86日～収穫までの1週間おきの樹ごとの葉内水分測定値が、テンションメーターによるその日の土壌水分測定値と6月初めの2週間を除いては高い相関があり、土壌水分が少ない樹ほど葉内水分が少なくなっており、各樹の幹から50cmで土中20cmの主根域の土壌水分測定値は、樹体の水分状態をよく現わしていた。

6月初めの2週間に有意な相関が認められなかったのは、断水後の期間が短いので主根域(土中20cm)以下の土壌水分の影響によるものと思われる。

土壌水分が果実品質に及ぼす多くの報告から、土壌乾燥により果汁の糖が増加する機構は、土壌が乾燥することで果肉が水により希釈されず濃縮化する(15)ことや、多湿状態では多糖類の生成が多いけれど、乾燥状態では多糖類の生成が抑制され、ショ糖・ブドウ糖・果糖などの水溶性糖の割合が増加する(7)ことや、吸水抑制によって代謝作用が低下し、光合成量やN吸収量も減少するが、タンパク合成的方向へ光合成産物が消費されず、結果的に糖含量が増加する(17)等が考えられる。

本実験でも断水後の満開後86日～収穫までの期間の土壌水分が少ない樹ほど果汁の可溶性固形物濃度は高くなり、この期間の土壌水分の平均値がテンション水柱で400cm程度であると、収穫時の果汁の可溶性固形物濃度が10%程度となった。

土壌水分が多湿になると果汁の可溶性固形物濃度が一時的に低下した。これは多湿状態で果肉への水分供給が多くなり、一時的に果汁が希釈されたものと思われる。

満開後86日～収穫までの土壌水分の平均値が、テンション水柱200cm以下の多湿状態では満開後84日から収穫まで果汁の可溶性固形物濃度は1果(果肉)当たり可溶性固形物含量が発育とともに増加するのに対し、増加がみられず、かえって低下している樹もあったが、これは多湿状態では果実の肥大が良く、新梢発生も多いので果実の組織構成や光合成生産物転流のシンクとして強い新梢(5)の発生に光合成産物を必要とし、果肉も肥大して果

汁が多くなるので光合成産物の果実への供給が果汁の可溶性固形物濃度を増加させるのに足りず、結果的に果汁の希釈という現象になるとと思われる。

満開後86日～収穫までの各時期の肥大量と果汁の可溶性固形物濃度の増加量が負の相関のあることもこのことを説明していると思われる。

1果(果肉)当たり可溶性固形物含量は、満開後86日～収穫までの土壌水分の平均値がテンション水柱300cm程度までは土壌水分が少ない樹ほど多くなる傾向であるが300cm以上では土壌水分が少ない樹ほど少なくなる傾向であり、果実の乾物重も同様な傾向であった。

テンション水柱300cm以下の現象は、多湿の樹ほど新梢発生や果実の組織構成に光合成産物が多く消費された結果と思われる。

テンション水柱300cm以上の現象は光合成が土壌水分pF2.0前後で最大光合成速度を示し、それ以上のpF値で低下する(4)ことから、光合成能の低下や光合成産物の果実への分配の減少(6)によるものと思われる。

土壌水分がテンション水柱300～350cmの樹で1果(果肉)当たり可溶性固形物含量および乾物重が多く、土壌水分がこれより多くても少なくとも低くなる傾向であるので、満開後86日～収穫までの土壌水分がテンション水柱300～350cmで、光合成産物の果実への利用割合が高いのかもしれない。

果汁の酸濃度は満開後84日頃からの調査では発育とともに減少したが、1果(果肉)当たり酸含量は満開後110日頃まで増加し、その後減少した。坂本ら(14)や管井ら(15)は露地では9月中旬頃まで1果(果肉)当たり酸含量は増加し、それ以後減少すると報告しているが、ハウス栽培においても発育ステージからするとほぼ一致している。

満開後86日～収穫までの土壌水分が少ない樹ほど果汁の酸濃度は高くなったが、いくぶんバラツキがあり、1果(果肉)当たり酸含量は満開後86日～収穫までの土壌水分が少ない樹ほど少ない傾向であり、坂本(14)管井ら(15)の乾燥により酸濃度は高くなるが、酸の生成集積は抑制される傾向にあるという報告に一致している。

満開後86日～収穫までの果汁中の酸濃度減少量は、テンション水柱300cm程度以上では土壌水分の少ない樹ほど少ない傾向であったが、肥大量と酸濃度減少量に関連が認められず、果汁増加に伴う希釈だけではないようである。土壌水分と酸の関係は酸の生成集積・分解および希釈という代謝に果実の発育ステージや果汁の糖濃度が関連してなんらかの変化がおきるとと思われるが、差が小さく可溶性固形物のような明らかな関係は認められなかつ

た。

土壌水分が多いと果実肥大の良くなることが報告(1, 12, 15, 16, 17, 18, 23, 24)されているが, 本実験の結果でも満開後86日~収穫までの土壌水分が多い樹ほど果実肥大は良く, 小玉が少なくなり, 収量が増加した。

土壌水分がテンション水柱 400 cm程度で収穫時の平均階級はMクラスとなり, 多湿ではLクラス, 少湿ではSクラスとなった。

果実品質と収量の関係は互いに相反しており, 果汁の可溶性固形物濃度が1%増加すると収量は1979年と1980年を平均すると約8%減少した。可溶性固形物濃度の高いレベルでは, 収量減少の程度は8%より大きくなるようである。

1980年は1979年と満開後86日~収穫までの土壌水分の平均が同程度でも1979年より果実肥大がよかった。

雨が多くハウス内の湿度が高く経過したことや, 温度も極端な高温とならなかつたことが影響していると思われる。

早生温州の加温ハウス栽培では葉果比が10~15と, 露地の2倍程度でも土壌水分さえ不足しなければ果実肥大は良好であった。

葉が大きくなり, 1枚当りの葉の働きが大きくなることも考えられるが, 被覆・加温に伴う発育期の環境変化により光合成産物が果実の発育に優先的に利用され, 果実への利用割合が大きくなると思われる。原田ら(20)は果実収量と葉・枝・根の生体重との比率をハウスミカンと露地ミカンで比較し, 果実生産のために露地ミカンよりハウスミカンの方が葉・枝・根の働きの良いことや, 新生重に占める果実重の割合がハウスミカンで多く, また果実生産に肥料が露地に比べ効率的に使われていること等を報告している。

新居ら(19)や栗原(8, 9, 10)は, 果実肥大の適温は20~25°Cで温度日較差は果実発育にとって必要ないと報告している。さらに栗原ら(11)は昼夜温が23°C~23°Cで光合成産物の果実への転流の良いことを, 小林ら(13)は比較的高温の30°Cでも光合成産物の転流が良く行われていることを報告している。

ハウスミカンは成熟期は高温に推移するが, 果実発育期間全体では露地より果実肥大の適温が多いと思われる。

果実品質を高めるための土壌乾燥の時期については, 露地栽培の温州ミカンの調査では夏秋期の9月~10月の土壌水分を少なく管理すると効果的であるという多くの報告(1, 12, 14, 16, 17, 18, 23, 24)があるが, 本実験の結果では各時期の土壌水分状態が同程度でも1979

年は満開後116日~146日と満開後147日~177日, 1980年は満開後116日~146日の果汁の可溶性固形物濃度の増加量が大きかった。

各期間の1果(果肉)当り可溶性固形物含量の増加量は, 満開後116日~146日のみ土壌水分と有意な相関があり, 両年を通じて満開後116日~146日が果実品質を高めるのに効果的であった。

これは加温ハウスの発育ステージからすると露地の9月~10月にほぼ一致しているが, 葦沢(1)は早生温州の場合は8月~9月に乾燥するのが効果的であるとしており本実験の結果はその時期が少し遅れた。

土壌乾燥の時期と程度は鈴木ら(17)は9月~10月の土壌水分が pF3.0, 葦沢(1)は早生温州の場合は8月上旬より普通温州の場合は9月上旬より pF2.7~3.0に1.0~1.5カ月間遭遇させるのが適当であると報告している。

本実験の結果では土壌水分が pF2.9以上に乾燥しなかったが, 収穫前21日時点の pF2.7~2.9の土壌水分遭遇日数が30日程度でその時点の果汁の可溶性固形物濃度が10%弱で, これ以後収穫まで土壌水分を pF2.6前後に管理すると収穫時の可溶性固形物濃度が10%強となり, 収穫時の果実の大きさの平均はMクラスとなり, 収量および階級構成にそれほど悪影響を及ぼさなかった。

温州の加温ハウスにおける土壌水分管理はハウスミカンの味をどの程度に位置づけるかによって違ってくるが収穫時の果汁の可溶性固形物で11~12%を目標とした場合の土壌水分管理基準の一つのモデルを推定してみると主根域の土壌水分を被覆~満開までの期間は pF2.0前後, 満開~満開後60日の期間は pF2.0~2.4, 満開後60日~満開後100日の期間は pF2.5~2.7, 満開後100日~満開後160日の期間は, この期間の30日間が pF2.7~3.0で他の30日間は pF2.6~2.7, 満開後160日~収穫までの期間は pF2.6前後となるよう土壌水分管理を行うのが望ましいのではないと思われる。

このように管理した場合に収穫時の果実の大きさの平均は葉果比10~15で, M~Sクラスと思われる。

収穫時の果汁の可溶性固形物を10%強~11%とする場合は, 土壌水分が pF2.7~3.0の乾燥処理の前後の期間の土壌水分を少し多くし, pF値にすると0.1~0.2低く管理すれば良いと思われる。この場合の収穫時の果実の大きさの平均はMクラスとなり, 樹冠占有面積から換算すると10a当り10tの生産も可能である。

栗山(12)は果実の発育期に土壌水分が多く, 成熟期に少ない場合はユズ膚果実は発生しないと報告しているが本実験では果肉の発育がほとんど停止してから浮皮になる時点で土壌水分の少ない樹は果汁の可溶性固形物濃度

が低くても軽いユズ膚果実となった。

ハウスの場合は成熟期が夏になり、高温で日射が強く土壌水分が少なくなっても浮皮になりやすいという、成熟期の環境条件が露地と異なることが原因していると思われる。

樹体の成育は土壌水分が不足すると悪く、十分な状態で良いという報告(16, 17, 18, 23)や土壌が乾燥すると落葉が多くなるという報告(16, 17)があるが、本実験の結果でも満開後86日～収穫までの土壌水分の少ない樹ほど新梢発生数が少なくなり、落葉が多く幹径肥大も悪かった。

1979年のように夏秋梢で樹冠拡大した樹の場合については、葉内水分が不足した樹ほど樹冠拡大が小さく、成育が劣った。そして収穫時の果汁の可溶性固形物濃度、酸濃度、着色は満開後86日～収穫までの新梢発生数と負の相関が、落葉数と正の相関があり、果実の大きさ・収量は新梢発生数と正の相関が、落葉数と負の相関があり又土壌水分が少ない樹ほど葉内水分、果皮水分が少なくなることから、落葉数、新梢発生数、果皮および葉のしおれ、果実の肥大状況等を樹体指標としながら土壌水分管理を行うのが適当と思われる。

土壌水分と根の成分の関係は、収穫時の果汁の可溶性固形物濃度の高い樹ほど12月の根の全炭水化物、C/N比は小さくなったが、土壌乾燥に伴う光合成能の低下(4)や光合成産物の根への分配の減少(6)によるものと思われる。無機成分は可溶性固形物濃度の高い樹ほど高くなる傾向であったが、土壌乾燥に伴い根の発育が抑制され、集積したのではないと思われる。このことから土壌乾燥がひどいと根の充実が悪くなり、根群の発育が不良となって樹勢の衰弱が考えられる。

被覆加温後に着花が多く、直花が主体で春枝の発生が少なく、翌年の結果母枝が足りない場合は土壌水分と新梢発生数に相関があることから、土壌水分のコントロールにより結果母枝の確保が可能である。

結果母枝の前年の発生時期と発育の早晚、着花等の関係は前年の発生時期が早いほど発育が早く、着花数も多い傾向であり、前年の9月中・下旬に発生した結果母枝は発育が2週間以上遅れ、着花しなかった。山本(25)も9月中旬以降に伸長を開始した枝は著しく着果の少ないことを報告している。8月下旬発生枝は有葉花が多く、着花もかなりあったので春枝の発生が少なく結果母枝が不足しており、なおかつ8月で収穫が終了せず、剪定により翌年の結果母枝を得られない場合は7月下旬～8月上旬に灌水をして新梢の発生を促し、結果母枝を確保すべきである。

このようなハウスでは収穫前に一時的に土壌水分が多

くなるので、早めに果実品質を高める土壌水分管理が必要である。

結果母枝はその養分状態で着花が影響を受け、全炭水化物、C/N比が高いほど着花数は多い傾向であった。大垣ら(23)は良い結果母枝となるべき枝はでん粉含量の多いことを報告している。9月中・下旬発生枝は発育が遅れ着花しなかったが、これは発生時期が遅いため貯蔵養分が不足し、充実不足になったことが原因していると思われる。

春枝について発生早い枝でも充実が悪いと着花の少ない場合があり、火山灰土壌などでは遅くまで長く伸びた春枝等では着花が少なく、かえって8月中・下旬発生の夏秋梢の方が多いこともあるので、被覆加温前に結果母枝をよく観察し、被覆・加温時期や温度管理を決める必要があると思われる。

露地の場合、温州ミカンの着果率は着花数が多い場合は5%前後で、着花数が少ない場合は30%に達し、普通の着花状態では平均して17%程度であるとしているが(22)、ハウス栽培では標準的な温度管理を行えば着果率は、着花の多い場合でも40%程度、着花の少ない場合は80%にも達し、露地に比較すると着果率が非常に高い。これは被覆・加温に伴う生育環境の違いや冬の寒波の影響を受けないことも原因と思われる。

V 摘 要

1月に被覆・加温したハウスの興津早生(14年生)32樹を供試し、満開後80日頃より断水を開始し、樹ごとの主根域の土壌水分および葉内水分ポテンシャルを測定して、土壌水分および葉内水分ポテンシャルが果実品質・果実肥大ならびに樹体に及ぼす影響を1979年から1980年の2カ年間にわたって調査した。

- 1 葉内水分ポテンシャルと土壌水分は有意な高い相関があり、樹ごとの土中20cmの主根域の土壌水分は樹体の水分状態を良くあらわしていた。
- 2 土壌水分が少なくなってくると果汁の可溶性固形物濃度は増加を始め、多湿状態では収穫まで増加せず低下している樹もあった。

土壌水分が少ない樹ほど果汁の可溶性固形物濃度は高くなり、満開後86日～収穫までの土壌水分の平均が水柱約400cmで収穫時の可溶性固形物濃度が10%程度となった。

1果(果肉)当り可溶性固形物含量は果汁の可溶性固形物濃度が増加しない樹でも発育につれて増加した。

- 3 果汁の酸濃度は土壤水分が少ない樹ほど高くなった。減酸量は満開後86日～収穫までの土壤水分の平均が水柱約300 cm以上では土壤水分の少ない樹ほど少なくなる傾向であった。果汁の酸濃度は発育につれて減少するのに対し、1果(果肉)当り酸含量は満開後110日頃まで増加し、それ以後減少した。

土壤水分と酸の関係はそれほど明確でなかった。

- 4 土壤水分の少ない樹ほど着色は良好となり、甘味比は大きくなり、果皮は薄くなった。そして果汁の可溶性固形物濃度の高い樹ほど酸濃度は高く、着色は良好となった。

- 5 土壤水分の少ない樹ほど果実肥大が悪く収量は少なく、S以下の階級割合が多くなり小玉化した。

果汁の可溶性固形物濃度が1%増加すると収量は約8%減少した。

肥大量が大きな樹ほど果汁の可溶性固形物濃度、酸濃度は低く、着色は悪くなった。

- 6 兩年を通じて増糖に効果的な土壤乾燥の時期は満開後116日～146日の期間であった。

- 7 収穫前21日時点における土壤水分 pF2.7～pF2.9の遭遇日数が多い樹ほど果汁の可溶性固形物濃度、酸濃度が高く、着色は良好であるが、収量は少なく、S以下の階級割合が多くなった。

遭遇日数が約30日程度で収穫時の可溶性固形物濃度は10%強となり、果実の大きさの平均はMクラスとなった。

- 8 土壤水分の少ない樹ほど落葉は多く、新梢発生は少なく、果皮水分は少なくなった。果汁の可溶性固形物濃度、酸濃度、着色は新梢発生数と負の相関が、落葉数と正の相関があり、果実の大きさ・収量は新梢発生数と正の相関が、落葉数と負の相関があることから新梢発生数、落葉数、果皮および葉のしおれ、果実の肥大状況等は土壤乾燥の樹体指標として利用できる。

- 9 土壤水分が少ない樹ほど幹径肥大および樹冠拡大は劣り、根の全炭水化物、C/N比も小さくなり無機成分は多くなる傾向であった。

- 10 結果母枝は前年の発生時期が早いほど、着花数は多い傾向で、発育も早い傾向であった。前年の9月中・下旬に発生した結果母枝は着花せず、発育も2週間以上遅れた。

結果母枝の全炭水化物、C/N比が大きいほど着花数は多い傾向であった。着花率は露地に比較すると非常に高かった。

文 献

- 1 葦沢正義 (1971) . 温州ミカンの品質と水管理[1]. 農及園, 46(8), 1155~1160
- 2 葦沢正義 (1971) . 温州ミカンの品質と水管理[2]. 農及園, 46(10), 1121~1426
- 3 大垣智昭・藤田克治・伊藤秀夫 (1963) . 温州ミカンの隔年結果に関する研究 (第4報) 体内成分の季節的变化について. 園芸雑, 32(3), 157~167
- 4 小野祐幸・工藤和典・大東宏 (1978) . 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究 (第1報) 環境要因が光合成速度に及ぼす影響について. 四国農試報, 31, 147~157
- 5 門屋一臣・田中仁 (1972) . 温州ミカンの光合成生物の転流および分配に関する研究 (第1報) 新梢および結果量の相違が¹⁴Cの転流に及ぼす影響. 園芸雑, 41(1), 23~28
- 6 門屋一臣 (1972) . 温州ミカンの光合成産物の転流および分配に関する研究 (第2報) 根の生育環境の相違が¹⁴Cの転流に及ぼす影響. 園芸雑, 41(4), 361~366
- 7 門屋一臣 (1973) . 温州ミカンの光合成産物の転流および分配に関する研究 (第3報) 水分供給の多少が果実内の糖代謝に及ぼす影響. 園芸雑, 42(3), 210~214
- 8 栗原昭夫 (1969) . 制御環境下における温州ミカン果実の発育ならびに果実生長反応I 9月以降の温度が果実の発育ならびに着色・品質に及ぼす影響. 園試報, A 8号, 15~30
- 9 栗原昭夫 (1971) . 制御環境下における温州ミカン果実の発育ならびに果実生長反応II 秋季における夜間温度が果実の発育ならびに着色・品質に及ぼす影響. 園試報, A 10号, 29~37
- 10 栗原昭夫 (1973) . 制御環境下における温州ミカン果実の発育ならびに果実の生長反応III 秋季における昼夜温度日較差が果実の発育ならびに着色・品質に及ぼす影響. 園芸雑, 42(1), 13~21
- 11 栗原昭夫・新井靖彦・樫田義彦 (1970) . 温州ミカンの光合成産物の転流 分配に及ぼす温度の影響. 園学要旨昭45春, 34~35
- 12 栗山隆明・白石真一・吉田守・下大迫三徳 (1974) . 温州ミカンの品質に関する研究 (第4報) 土壤水分が果実の品質に及ぼす影響. 福岡園試研報, 13~15
- 13 小林章・古川良茂・山下尚浩・門屋一臣・田中仁 (1971) . 温州ミカンの光合成産物転流に関する研究

- (第2報) 温度要因と果実への転流について. 園学要旨昭46春, 54~55
- 14 坂本辰馬・奥地進 (1970). 温州ミカン果実の酸の消長 (集積, 希釈, 減少) に及ぼす夏秋季の土壌乾燥の影響. 園芸雑, 39(2), 107~114
- 15 管井晴雄・鳥瀧博高 (1976). 秋季の土壌水分含量が温州ミカンの果実の発育と果汁の成分に及ぼす影響. 園芸雑, 44(4), 330~337
- 16 鈴木鉄男・金子衛・田中実 (1967). カンキツ幼樹の生育と結実に及ぼす時期別土壌乾燥処理の影響. 園芸雑, 36(4), 389~393
- 17 鈴木鉄男・金子衛・田中実 (1969). カンキツ幼樹の生育と結実に及ぼす土壌水分含量の影響. 園芸雑, 38(4), 287~294
- 18 富田栄一・東吏郎 (1969). 温州ミカンの生育に及ぼす土壌水分の影響. 和歌山果園試研, 2, 33~59
- 19 新居直祐・原田公平・門脇邦泰 (1970). 温度が温州ミカン果実の肥大ならびに品質に及ぼす影響. 園芸雑, 39(4), 309~317
- 20 原田豊・板井義春・井上宏 (1980). ハウスミカンの栄養に関する研究 (第3報) 成木の年間肥料要素吸収量. 園学要旨昭55秋, 66~61
- 21 町田裕・間苧谷徹 (1974). 果樹の葉水分不足に関する研究 (第1報) Pressure chamber による温州ミカン葉の Water potential の測定法について. 園芸雑, 43(1), 7~14
- 22 松本和夫 (1973). 柑橘園芸新書, 69~70
- 23 宮武貞男・高原隆生 (1967). 夏秋季の乾燥処理が温州ミカンの樹体ならびに果実の品質・収量に及ぼす影響(1). 農及園, 42(5), 821~822
- 24 宮武貞男・高原隆生 (1968). 時期別乾燥処理が温州ミカンの果実に及ぼす影響. 農及園, 43(10), 1597~1598
- 25 山本末之 (1979). 温州ミカンのハウス栽培に関する研究 (第2報) 果こう枝の様相と翌年の開花について. 園学九州支部要旨, 19回, 8

A Study on the Management of Soil Moisture in Growing Satsuma Mandarin in the Heated Vinyl House

Nobutoshi Kawano

Summary

I made a survey of the effects of soil moisture and potential of leaf water on the fruit quality, fruit thickening and tree reaction of Wase Satsuma Mandarin for 2 years from 1979 through 1980. The 32 trees of Okitsu Wase (14 years old) were used as test trees in a vinyl house heated and covered in January. Water supply was suspended around 80 days after the full bloom. The soil moisture in the main root system area and the potential of leaf water of each tree were measured.

- (1) There was a significant high correlation observed between the soil moisture and potential of leaf water. The soil moisture in the main root system area at the depth of 20cm well represented the moisture content of each tree.
- (2) The concentration of soluble solids of fruit juice began to increase according as the soil moisture decreased. In the wet conditions it did not increase or rather reduced as to some trees until the harvesting time. Such trees as had less moisture had higher concentration of soluble solids of fruit juice and the concentration was 10% at the harvesting time, when the average soil moisture was close to 400cm in the moisture gauge 86 days after the full bloom. The content of soluble solids per a fruit (pericarp) increased according as the trees grew,

even if the concentration of soluble solids of fruit juice did not increase.

(3) The concentration of acid of fruit juice increased according as the soil moisture was low around a tree. When the average soil moisture turned close to 300cm in the moisture gauge 86 days after the full bloom, that is, until the harvesting time, the content of reduced acid of a tree showed a tendency to be declined according as the soil moisture decreased. The concentration of fruit juice was reduced according as trees grew, while the content of acid per a fruit (pericarp) increased until around 110 days after the full bloom, and decreased thereafter. The relation between soil moisture and acid could not be so highly confirmed.

(4) As the soil moisture decreased around a tree, its fruit had good coloring; soluble solids-acid ratio registered increase and peel became thin. When the tree had a high concentration of soluble solids in fruit juice, the acid concentration got increased with the result that the fruit took on good coloring.

(5) As the soil moisture got decreased around a tree, its fruit thickening got delayed; the yield decreased; the percentage of fruit under S class was heightened and hence small fruit. When the concentration of soluble solids in fruit increased 1 percent, the yield decreased about 8 percent. The concentration of soluble solids and of acid began to decrease. The fruit coloring became subdued, according as the fruit thickening reached a higher degree.

(6) The period of soil drying effective for increasing sugar through the two years of experimentation ranged from 116 through 146 days after the full bloom.

(7) Around 21 days before the harvesting, when the soil moisture registered pF 2.7—pF 2.9, and the days of these conditions were kept longer, the concentration of soluble solids and of acid got higher; the fruit took on good coloring, but the yield was rather poor and the percentage of the fruit under S class increased. When the soil moisture of pF 2.7—pF 2.9 lasted as long as 30 days, the concentration of the soluble solids was slightly over 10 percent and the average fruit size was M class.

(8) According as the soil moisture decreased around a tree, the leaf fall increased; the growth of the current shoot was deterred and the peel water was reduced. It has been proved that the concentration of the soluble solids and of acid and fruit coloring have negative correlation with the growth of the current shoot; fruit size and yield have positive correlation with the number of flowering current shoot and have negative correlation with the number of leaf fall. As an index of tree diagnosis of soil drying, we can utilize the number of current growth and of leaf fall, the wilting of peel and leaf, fruit thickening, etc.

(9) When the soil moisture was low around a tree, the thickening of trunk diameter and expansion of tree crown showed a bad condition; the carbohydrate content and C/N ratio got lower and the content of mineral element showed a tendency to increase.

(10) There was observed a tendency that the earlier the growth time of the current shoot from previous non-flowering shoot of the previous year, the greater was the number of flower

setting and the faster the development was. The current shoot from previous non-flowering shoot which grew in the middle and late September of the previous year did not bloom, and the development was delayed over two weeks. When the carbohydrate content and C/N ratio of the current shoot from previous non-flowering shoot got higher, the number of flower setting showed a tendency to increase. The percentage of flower setting was very high as compared with that of the open.