

# かん水がリンゴの収量品質に及ぼす影響

加藤 正・成田 春蔵・岩谷 斉\*・相馬 盛雄

Effect of Irrigation on the Yield and Quality  
of Crops in Apple Orchard

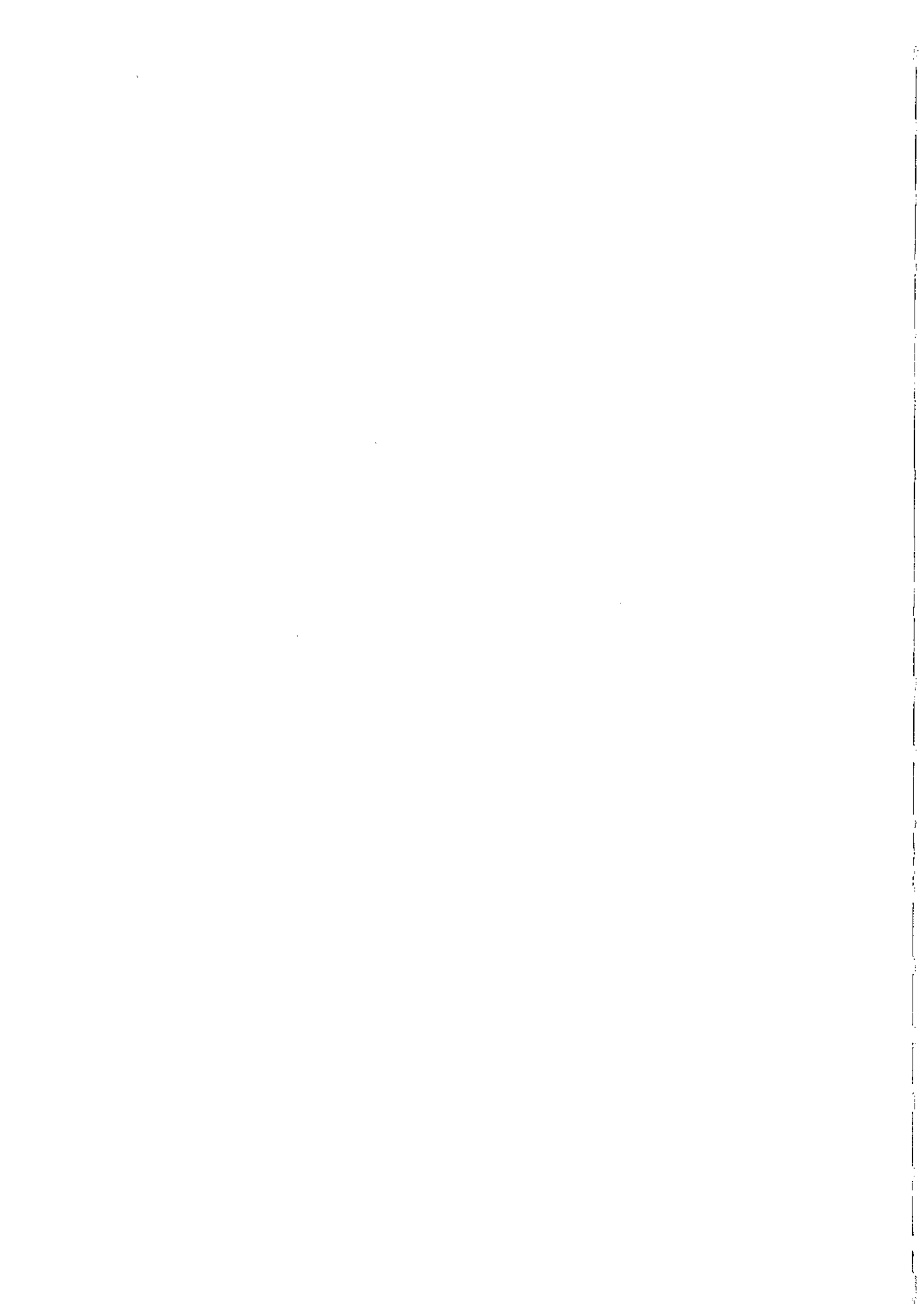
Tadashi KATO, Haruzo NARITA,  
Hitoshi IWAYA\* and Morio SOMA

## 目 次

I 緒 言 .....	3
II 圃場条件と試験方法 .....	3
1. 試験圃場の概要 .....	3
2. かん水施設及びかん水方法 .....	5
3. 調査項目及び調査方法 .....	6
III 試 験 結 果 .....	7
1. かん水期間の土壌水分の経過 .....	7
2. 生育及び収量に及ぼすかん水の影響 .....	7
3. 果実品質に及ぼすかん水の影響 .....	9
4. 貯蔵性に及ぼすかん水の影響 .....	11
5. 葉身中無機成分に及ぼすかん水の影響 .....	12
6. 土壌の化学性に及ぼすかん水の影響 .....	12
IV 考 察 .....	13
V 摘 要 .....	16
引 用 文 献 .....	17
Summary .....	19

昭和59年3月28日受理

\* 現 青森県畑作園芸試験場



## I 緒 言

青森県の主要なリンゴ生産地帯である津軽地方の年間降水量は約 1,300 mm であるが、リンゴ園土壌調査結果<sup>21, 23, 27, 28, 29, 30)</sup>によると、土壌乾燥により生育、収量に悪影響を及ぼす恐れのあるリンゴ園面積は 2,700 ha に及んでいる。

一方、山下<sup>35)</sup>は、蒸発散量の多い果樹の生育期には、しばしば土壌水分が不足して干害を受けるとし、主な果樹の生育期における干天の連続日数の出現確率を統計学的に推定している。これによると各県とも類似した干天の出現確率で、青森県黒石市では、6月から9月の間に5年に1回の割合で27日の連続干天が出現するとしている。

以上のような条件下にありながら、青森県のリンゴ園では、かん水施設がほとんど取り入れられていないのが実情である。このことは、樹園地に対する水資源の開発、

利用や用水事業の遅れもさることながら、その必要性の認識、その根源となるかん水の効果が数量的に十分把握されていないところにあると考える。

このような背景から、青森県において最も普遍的に存在する下層に火山性砂れき土を有する火山灰土壌において、1971年から1974年までの4年間、かん水がリンゴの収量品質に及ぼす影響を中心に試験を実施したので報告する。

なお、本試験の実施にあたって、圃場を提供して下さい、多大の御支援と御協力をいただいた南津軽郡大鰐町長峰の山田善繁氏に、深く感謝の意を表する。

また、調査、分析には、青森県りんご試験場技能技師盛清、佐藤正両氏の協力を得た。さらに、本稿の取りまとめに際し、青森県りんご試験場長工藤祐基氏より御校閲を賜わった。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

## II 圃場条件と試験方法

### 1. 試験圃場の概要

試験圃場は青森県南津軽郡大鰐町大字長峰の緩傾斜地に位置する一般リンゴ農家の園地である。

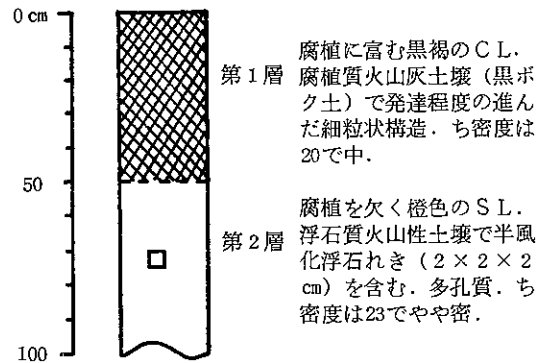
品種はスターキングデリシャス（マルバ台）で、試験を開始した1971年の樹齢は16年生であった。栽植距離は9×9mで、土壌管理法はラジノクローバーによる全面草生である。

試験圃場の面積は約40aであるが、そのうち、1970年8月にかん水施設を導入した20aをかん水区、それ以外の20aを無かん水区とした。

なお、施肥量は10a当たり成分量で、N10kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>5kg、K<sub>2</sub>O10kgを基肥（4月）6割、追肥（6月）4割の割合で施したが、その他の栽培管理は所有者の慣行に従った。

### (1) 土壌条件及び根群分布

試験圃場の代表的断面形態及び土壌の諸性質は第1図、および第1、2表に示すとおりである。



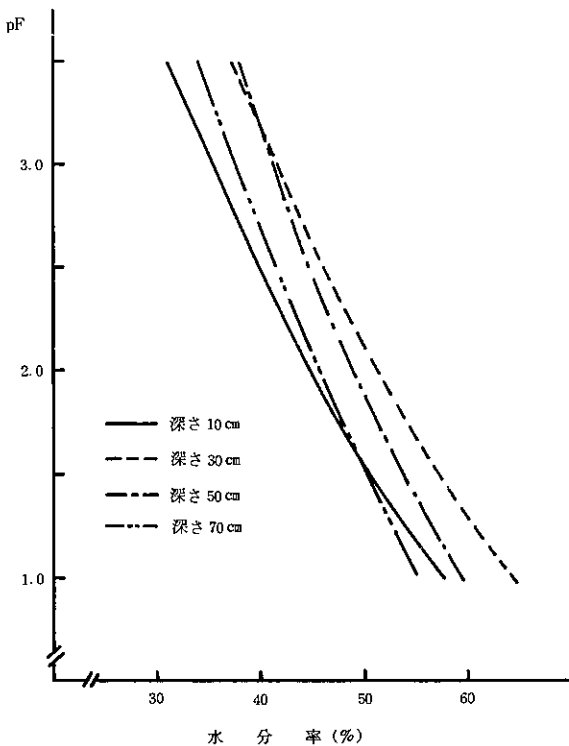
第1図 試験圃場の代表的土壌断面柱状図

第1表 供試土壌の粒径組成及び三相分布

土層	粒 径 組 成 (%)					仮 比 重	三 相 分 布 (%)			孔 隙 率 (%)
	粗 砂	細 砂	シルト	粘 土	土 性		固 相	液 相	気 相	
1	31.82	20.83	28.05	19.31	CL	0.517	18.9	56.3	24.8	81.1
2	49.31	32.26	5.84	12.60	SL	0.700	26.3	51.4	22.3	73.7

第2表 供試土壌の化学性

土層	全-C (%)	全-N (%)	炭素率	腐植 (%)	pH			CEC (me/100g)	置換性塩基 (me/100g)				塩基飽和度 (%)	磷酸吸収係数	
					H <sub>2</sub> O	KCl	Y <sub>1</sub>		Ca	Mg	K	Na			計
1	7.91	0.66	12.21	13.63	4.86	4.33	5.33	35.45	3.20	0.47	0.84	0.23	4.74	13.37	1900
2	1.07	0.14	7.92	1.84	5.18	4.87	0.77	16.35	1.13	0.12	0.63	0.15	2.03	12.42	1450



第2図 試験圃場のpF-水分曲線

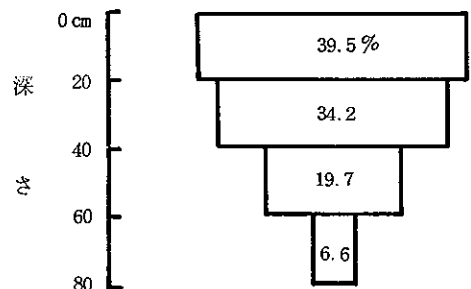
第1層は黒色火山灰土壌(黒ボク土)で、傾斜の上部で30cm, 下部で65cmと深く、また、場所によっては層厚20~30cmの漸移層がある。腐植含量は12~14%, 土性はCLで、保水力、透水性はともに大きい。また、第2層は腐植含量2%前後で半風化浮石れきを含むSLの浮石層である。粗粒質のため、保水力、保肥力が小さい。pH(H<sub>2</sub>O)は5.0前後で、第1層と同様、置換性塩基に乏しく、塩基飽和度が低い。

試験圃場のpF-水分曲線は第2図のとおりである。

これから、一般に生育阻害水分点として我が国で常用しているpF3.0<sup>22)</sup>に相当する水分率(体積含水率)を求

めると、深さ10cmでは35%, 30cmと50cmでは41%, 70cmでは38%であった。

試験圃場の根群分布は、幹から2m離れた地点を調査したところ、根の到達深度は調査地点4か所とも深さ80cmまでであった。細根の垂直分布割合は黒ボク層の厚さによって幾分異なったが、代表的な分布割合を示すと、第3図のとおりである。



第3図 細根の垂直分布割合

## (2) 気象条件

各年のかん水期間中の月別降水量と10日以上連続干天日数(5mm未満は無降雨とした)の発生頻度を試験圃場より約6km南方に位置する碓ヶ関地域気象観測所の資料から第3表に示す。

1971年は、8月の降水量が少なく、夏型で干ばつ気味の天気であった。また、5月上旬の気温が低く、開花日が平年より1週間程度も遅れた。その後も、低目の気温の日が多く、全般に果実肥大が劣った。

1972年は、比較的降雨に恵まれた年であり、6月から9月までのかん水期間中の降水量はほぼ平年並みであった。また、4月下旬、5月上旬の気温が高く、平年より2~3日開花期が早かった。

1973年は、6月から9月までの降水量はほぼ平年並みであったが、10日以上連続干天日数の発生頻度は4回と、4か年中最も多かった。また、5月から7月の降水量が少なく、ことに6月24日から7月29日までは無降雨

第3表 かん水期間の降水量と連続干天日数(10日以上)の発生頻度

年	降水量 <sup>2)</sup> (mm)					連続干天日数の発生頻度 <sup>1)</sup> (回)				
	6月	7月	8月	9月	計	6月	7月	8月	9月	計
1971	92	212	62	83	449	0	0	2	0	2
1972	145	166	211	51	573	0	1	0	1	2
1973	89	119	181	209	598	1	2	1	0	4
1974	108	167	156	228	659	0	1	1	0	2
平年 <sup>2)</sup>	94	152	179	162	587	0.8	0.9	0.7	0.2	2.6

注1) 碓ヶ岡地域気象観測所の資料による。

注2) 1965年から1974年の10か年の平均。

状態が続き、連続干天日数36日を記録した。このため、農作物に干ばつの影響が顕著に現われた。

さらに、6月中旬から斑点落葉病の発生が目立ち、下旬には落葉が異常に認められた。

1974年は全般に降水量が多く、6月から9月の降水量は4か年中最も多かった。また、5月中旬には好天の日が多く、19日には最高気温が30℃を越えた。このため、これまで大雪の影響で遅れていた生態が大部回復した。



第4図 スプリンクラーによる散水状況

2 かん水施設及びかん水方法

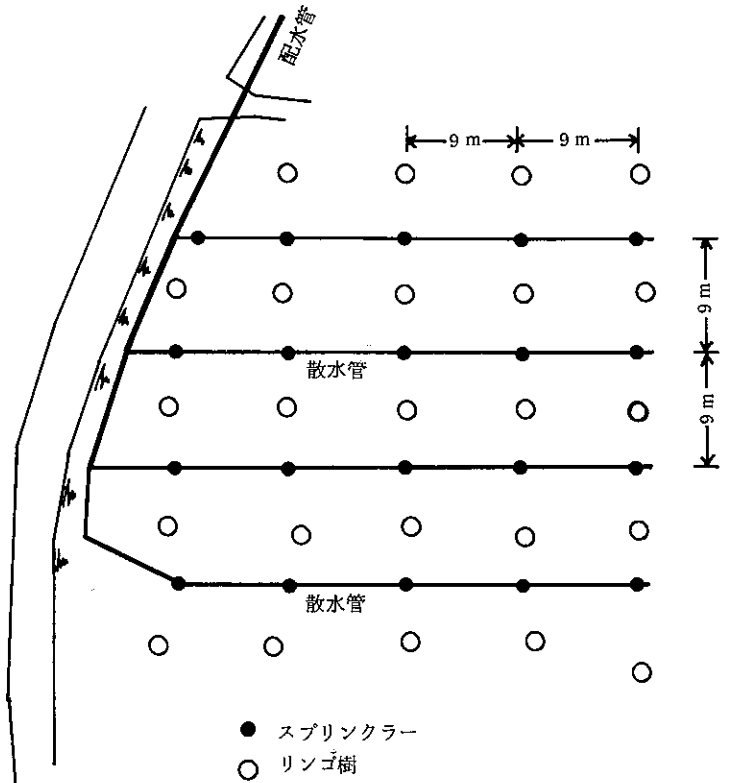
かんがい用水は既設の共同防除用水施設を利用し、取水は防除用貯水槽から自然流下により配水した試験圃場付近の主管より分水した。

かん水方法はスプリンクラーによる樹下散水法(固定式)であるが(第4図)、スプリンクラーの規格や配置間隔などは第4表、第5図に示すとおりである。

かん水期間は1971年、1972年の2か年は6月から9月までとしたが、1973年と1974年の9月は比較的降雨に恵まれたので、6月から8月までとした。

1回のかん水量は田中<sup>32)</sup>の夏期の蒸発散量推定値4mm/日を採用し、5日間断で20mmをかん水した。

かん水日は現地試験である関係上、前



第5図 スプリンクラーの配置

第4表 スプリンクラーの規格と性能

樹下かんがい用低圧全回転式 JPS25L型	
ノズル口径	3.2 × 2.4mm
ノズル圧力	2.0 kg/cm <sup>2</sup>
散水直径	17.5 m
吐出量	13.5 l/min
ライザー管高さ	0.5 m

もって定めておき、かん水日から次のかん水日までの間で降雨があった場合は、試験圃場に設置した自記雨量計により降水量を観測し、その雨量を差し引いてかん水することにした。

かん水期間中の降水量とかん水量は第5表に示すとおりである。

### 3. 調査項目及び調査方法

#### (1) かん水期間中の土壌水分の経過

土壌水分の測定にはかん水区、無かん水区から、層厚がほぼ類似した地点を、両区とも8～9か所選定した。

土壌水分は前もって定めたかん水日の散水前に、直接採土して求めた。採土位置はリンゴ樹の幹から2m離れた所で、地表面から10cm、30cm、50cm及び70cmの深さとした。

#### (2) 生育及び収量

かん水区、無かん水区から各々3～8樹(1971年3樹、1972年と1973年8樹、1974年5樹)を選定して、生育収量調査を行った。

生育量としては、新梢長を伸長停止後の8月中旬以降に、1樹当たり目通りの高さの新梢を1971年と1972年は20本、1973年と1974年は50～60本測定した。

収量は、満開後155日前後の収穫果について、1樹当たり及び樹冠容積当たりの重量と果実数を調査した。各調査年の収穫日は、1971年と1974年が10月21日、1972年、1973年はそれぞれ10月14日、10月19日であった。

また、果実重量の分布割合は、収穫箱(16kg入り)当たりの果実数で表示し、それぞれ、40玉、50～60玉、70～80玉、小玉及び屑実に分類した。

#### (3) 果実品質

#### 1) 収穫果実の理化学性

かん水区、無かん水区の生育収量調査樹から、1樹当たり15～20果を収穫して果実の理化学性を測定した。分析用の果実は満開後152日から156日の間に収穫したが、その収穫日は1971年が10月18日、1972年が10月14日、1973年と1974年はそれぞれ10月19日と10月21日であった。果実の調査は、1971年、1973年、1974年の3か年は収穫した翌日に実施したが、1972年の場合は収穫後、0℃の冷蔵庫に保管し、10月24日に実施した。

供試果実は、水中秤量法で比重を測定後、各果とも赤道部2か所につき、マグネステラー型果実硬度計(7/16インチプランジャー)を用いて硬度を測定した。その後、可食部の一部を家庭用ジューサーで果汁を取り、可溶性固形物とリンゴ酸含量の測定用とし、他の一部はデンプン及び全N定量用とした。

可溶性固形物含量の測定には屈折糖度計を用い、リンゴ酸含量は一定量の果汁をN/10 NaOHで滴定し、リンゴ酸に換算した。デンプンはCarter<sup>5)</sup>の方法に従って、過塩素酸抽出による比色法、全Nはケルダール法、タンパク態窒素はバルンスタイン法によって分析した。

#### 2) 成熟期における呼吸量の変化並びにエチレン

##### (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)の生成状況

1971年に、かん水、無かん水両区から各々2樹を選定し、9月22日から10月25日までの間、2～6日間隔で平均的な果実を1樹当たり5果を採取して呼吸量の変化並びにC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>の生成状況を調査した。

採取した果実は、果実温が20℃になるように恒温器で5時間保温した。その後1果ずつ1.25ℓの容器に入れて密閉して20℃で16時間保温し、容器内の酸素低下量を溶存酸素分析計(ベックマン777型)で測定して呼吸量を求めた。同時に、容器内のC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>生成量をガスクロマトグラフ(島津3BF)によって測定した。

1972年、1973年、1974年の3か年は、理化学性調査用の果実を供試して果心内のC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>濃度を測定した。測定方法は注射器を用いて、水中で果心内のガスを抜き取り、ガスクロマトグラフによって測定した。

#### (4) 貯蔵性

貯蔵用の果実は、果実品質調査に供した樹から、1樹当たり1回につき1箱(16kg)を収穫して、0℃の冷蔵庫に搬入した。果実の収穫は1972年は10月14日に行ったが、1971年、1973年、1974年の3か年は2回にわたって収穫した。即ち、1971年は10

第5表 かん水期間における降水量<sup>1)</sup>とかん水量

年 項 目	6 月	7 月	8 月	9 月	計
降 水 量(mm)	34.1	167.9	57.7	86.7	346.4
1971 かん水量(mm)	66.2	41.1	57.3	62.2	226.8
(回 数)	(5)	(5)	(4)	(4)	(18)
降 水 量(mm)	111.8	123.8	250.3	94.7	580.6
1972 かん水量(mm)	39.8	53.8	36.8	35.0	165.4
(回 数)	(4)	(4)	(2)	(2)	(12)
降 水 量(mm)	46.2	108.4	108.3	—	262.9
1973 かん水量(mm)	63.6	95.0	37.3	—	195.9
(回 数)	(4)	(5)	(2)	—	(11)
降 水 量(mm)	90.7	156.0	162.3	—	409.0
1974 かん水量(mm)	45.8	58.9	41.7	—	146.4
(回 数)	(4)	(4)	(3)	—	(11)

注1) 試験圃場に設置した自記雨量計によって測定。

月8日と10月18日、1973年は10月9日と10月19日、1974年は10月11日と10月21日である。

調査は翌年の3月10日前後に出勤し、ヤケ病および内部褐変発生果数を調査したが、1972年産及び1973年産果実については、0℃の冷蔵庫から出勤後、10～11日間室温に放置してその後の貯蔵障害発生率も調査した。

#### (5) 葉身中無機成分

生育収量調査樹から、毎年7月31日に1樹当たり40枚の目通りの高さの新梢中央葉を採取して、葉身を分析に供試した。

分析方法は、Nがマイクロケルダール法、その他の成分

は電気炉にて乾式灰化後、HCl(1:1)で溶解し、定容とした溶液につき、Kは炎光光度法、Pはバナドモリブデン酸比色法、Ca及びMgは原子吸光法で定量した。

#### (6) 土壌の化学性に及ぼすかん水の影響

試験終了後の1974年11月に、かん水、無かん水両区、各々4か所から深さ別に採土し、風乾後、2mmのフルイを通して分析に供した。

採土は、地表下0～80cmまで、10cmごとに行った。

分析方法は、pHがガラス電極法、置換性塩基はpH7-N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>浸出液について、CaとMgは原子吸光法、Kは炎光光度法で測定した。

### III 試験結果

#### 1. かん水期間の土壌水分の経過

かん水期間中の土壌水分の動きを試験年別に示すと第6図のとおりである。

かん水、無かん水両区の土壌水分は、降雨やかん水、蒸発散によって、かなりの変動を持った波状型を呈したが、全般に、かん水区は各年とも無かん水区に比較して高い水分率で経過した。

我が国では、pF 3.0が通常的に生育阻害水分点として用いられているが、無かん水区においては、1971年と1973年の2か年、pF 3.0以上に乾燥した。即ち、1971年は、7月24日から無降雨状態で経過し、8月5日には、水分消費割合の大きい表層10cmでpF 3.0に相当する水分率となり、8月9日にはpF 3.0を下まわった。また、深さ30cmにおいても8月上旬にはpF 3.0に近い水分率まで低下し、その後9月上旬までは、深さ10cm、30cm、50cmとも比較的低い水分率で推移した。1973年は、6月20日前後に降雨がみられた以外、6月中旬初めから7月末まで、ほとんど無降雨状態で経過した。このため、これらの期間は深さ10cmと30cmの土壌水分は、6月26日以外はpF 3.0に相当する水分率以下で推移した。また、7月中、下旬には表層の深さ10cm、30cmでpF 3.0に相当する水分率を大きく下まわり、7月下旬には深さ50cm、70cmの下層においても、pF 3.0を下まわるかそれに近い水分率となった。

#### 2. 生育及び収量に及ぼすかん水の影響

生育量の指標として測定した平均新梢長並びに新梢長の長さ別の分布割合は第6表のとおりである。

平均新梢長は、1972年が1971年、1973年及び1974年の3か年より長かったが、各年ともかん水区、無かん水区間に差異が認められなかった。また、新梢長の長さ別分布割合をみても、1972年は、20cm以下に分布する新梢はみられず、新梢長40cm以上に分布する割合が他の3か年に比べて多かったが、各年とも両区間に差異は認められなかった。

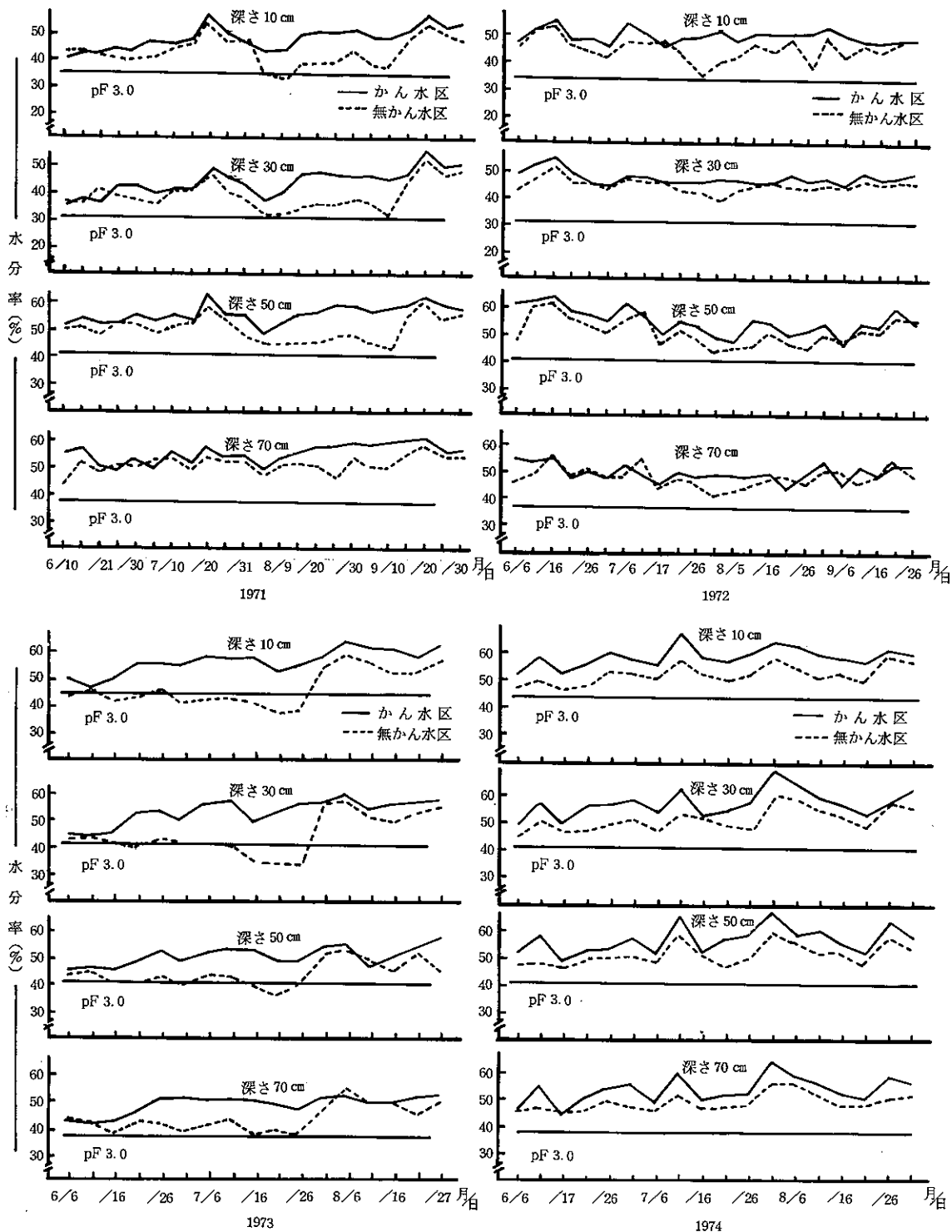
1樹当たりの収量、着果数及び1果平均重量を第7表に、果実の重量別分布割合を第8表に示した。

1樹当たりの収穫時の着果数は、1971年の場合、樹による変動が大きくて処理区間の差異は明確でなく、また、1973年もかん水、無かん水両区間に差異は認められなかったが、1972年と1974年は、かん水区の着果数は無かん水区に比較して多かった。

果実肥大は、1971年が開花期の遅れと、生育期間の低温が影響して他の3か年に比較して著しく劣った。かん水、無かん水両区の1果平均重量を対比すると、1972年と1974年の2か年は両区間差が明確でなかったが、1971年はかん水区の1果平均重量218gに対して無かん水区が201g、1973年はそれぞれ274g、260gであった。また、第8表の果実の重量別分布割合をみても、1972年

第6表 平均新梢長及び新梢の長さ別分布割合

年	区	平均新梢長 (cm)	新梢長の分布(%)				
			< 20 cm	20～30 cm	30～40 cm	40～50 cm	50 cm <
1971	かん水	30.3	8	43	40	7	2
	無かん水	32.7	12	35	33	12	8
1972	かん水	42.9	0	16	31	34	19
	無かん水	41.1	0	15	45	21	19
1973	かん水	31.6	14	36	28	16	6
	無かん水	33.5	12	33	34	17	4
1974	かん水	31.8	30	27	16	10	17
	無かん水	31.2	24	35	17	11	13



第6図 かん水期間中の土壌水分の動き



第7表 1樹当たりの収量，着果数及び1果平均重量

年 区	収 量		1 果 着果数	平均重量 (g)	
	1 樹 当たり (kg)	樹冠容積 <sup>1)</sup> 当たり (kg/m <sup>3</sup> )			
1971	かん水	152.9	—	703	218
	無かん水	130.4	—	649	201
1972	かん水	144.6	0.86	539	267
	無かん水	128.9	0.71	496	260
1973	かん水	170.6	1.01	627	274
	無かん水	160.9	0.89	619	260
1974	かん水	86.6	0.65	331	264
	無かん水	66.1	0.36	254	261
平均	かん水	138.7	0.84	550	256
	無かん水	121.6	0.65	505	246

注1) 樹冠容積 (v) は樹高 (h) と開張の半径 (a) を測定し、 $V = \frac{1}{6} \pi h (h^2 + 3a^2)$  から算出した。

と1974年の2か年はかん水，無かん水両区間に差異が認められなかったが，1971年と1973年は無かん水区に比べてかん水区が大きな果実の占める割合が高かった。即ち，1971年の場合，50～60玉の果実の占める割合が無かん水区7.4%に対してかん水区が17.3%であり，1973年は40玉程度の果実が無かん水区9.8%に対してかん水区で14.8%を占めた。しかし，1972年と1974年の2か年は，かん水，無かん水両区間に差異が認められなかった。

なお，1972年，1973年，1974年の3か年の屑実割合が全般に高かったが，これは大部分が収穫前落果によるもので，特に，1972年は収穫前落果が非常に多かった。

1樹当たり収量は，各年ともかん水区が無かん水区に

第8表 果実の重量別分布割合

年 区	果実の重量別 <sup>1)</sup> 分布 (%)				屑実 <sup>2)</sup> (%)	
	40玉	50～60玉	70～80玉	小玉		
1971	かん水	0	17.3	39.8	12.0	0.7
	無かん水	0	7.4	46.1	11.1	0.6
1972	かん水	14.8	44.2	17.2	8.9	14.9
	無かん水	12.3	52.7	15.5	5.5	14.0
1973	かん水	14.6	46.0	25.2	4.4	9.8
	無かん水	9.8	55.0	29.1	2.4	3.7
1974	かん水	3.3	57.2	25.1	4.6	9.8
	無かん水	3.5	60.7	24.1	4.5	7.1

注1) 収穫箱 (16kg入り) 当たりの果実数で分類した。  
注2) 落果及び障害果。

比べて高い値を示し，4か年平均でかん水区138.7kg，無かん水区121.6kgであった。

樹冠容積1m<sup>3</sup>当たりの収量も，無かん水区に比べてかん水区が高く，特に1974年はその差が著しかった。

### 3. 果実品質に及ぼすかん水の影響

かん水，無かん水両区の収穫期における果実の理化学性は第9表のとおりである。

これらを試験年別にみると，果実硬度及びテンブン含量が1973年の場合，他の3か年に比較して低い傾向がみられた。

かん水区と無かん水区を対比すると，リンゴ酸含量は

第9表 収穫果実の理化学性

年 区	供試果重 (g)	比 重	果実硬度 (lb)	可溶性固形物 (%)	リンゴ酸 (g/100ml)	テンブン (%)	全 N (%)	タンパク態N (%)	
1971	かん水	217	0.856	15.0	11.4	0.40	2.26	0.031	0.018
	無かん水	193	0.863	15.3	11.8	0.40	2.04	0.027	0.015
1972	かん水	285	0.837	15.7	11.7	0.36	1.50	0.033	0.024
	無かん水	290	0.842	15.8	11.9	0.38	1.49	0.032	0.024
1973	かん水	256	0.871	13.5	11.1	0.33	0.82	0.031	0.023
	無かん水	240	0.865	13.1	10.8	0.29	0.75	0.030	0.020
1974	かん水	312	0.859	14.3	12.2	0.34	1.49	0.029	0.021
	無かん水	314	0.860	14.4	12.2	0.33	1.44	0.028	0.020

注1) テンブンとN含量は生体当たり%。

注2) リンゴ酸は果汁100ml中のg数。

1971年、1972年及び1974年の3か年は両区間に差異が認められなかった。しかし、連続干天日数が多かったため、無かん水区の土壌水分の低下が著しかった1973年は、無かん水区のリンゴ酸含量がかん水区に比べて低かった。

テンプン含量は、1971年がかん水区が無かん水区に比べて高い平均値を示したが、供試樹間の変動が大きく、有意差がみられなかった。

全N含量は処理区間に差異が認められなかったが、タンパク態窒素は1971年、1973年の場合、かん水区が無かん水区に比べて高い傾向を示した。

比重、果実硬度及び可溶性固形物含量は、各年とも両区間に差異はなく、かん水による影響は認められなかった。

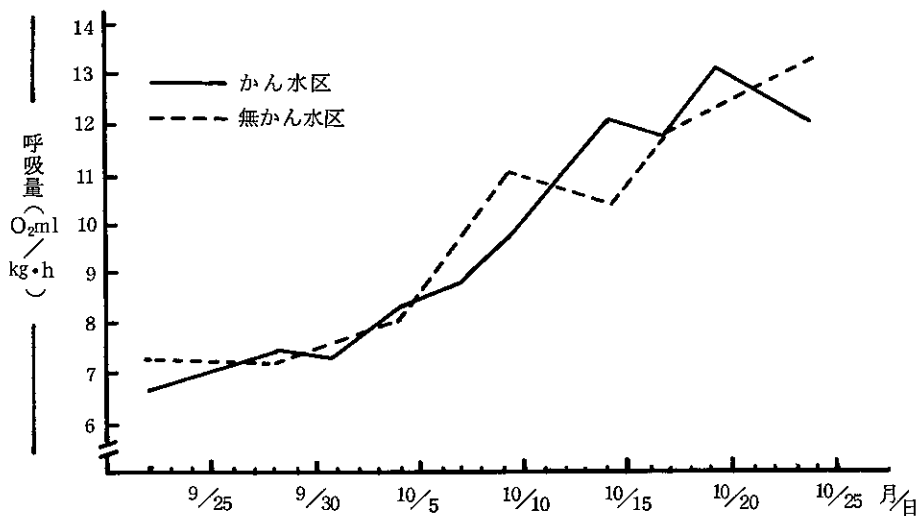
1971年の成熟期における呼吸量の変化は第7図のとおりである。

かん水、無かん水両区の果実呼吸量は、9月22日から10月1日まではほとんど同じレベルで推移したが、それ以降は経時的に上昇する傾向を示した。このことから、呼吸上昇期始めは10月1日附近であると推定された。しかし、両区間のクライマクテリックミニマムの時期に早晚はなかった。

また、1971年の成熟期におけるC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>生成量は、第10表に示されるように、経時的に生成量が多くなる傾向にあったが、両区間の発生状況に差異が認められなかった。

1972年から1974年までの3か年の収穫時における果心内C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>濃度の分布割合については、第11表に示すとおりである。

各年とも果心内濃度11～100ppmに分布する果実が最も多かったが、果心内C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>濃度による果実の分布割合には、両区間に明らかな差異が認められなかった。



第7図 成熟期における呼吸量の変化

第10表 成熟期のC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>生成状況 (1971)

区	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 生成量 (ml/kg·h)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 生成果数									
		9月28日	10月1日	10月4日	10月8日	10月10日	10月13日	10月16日	10月19日	10月22日	10月25日
かん水	< 0.02	8	8	5	5	8	7	6	3	1	
	0.02~0.01	2	2	3	1		1		1	2	3
	~ 1.0			1	3	1		2	1	2	3
	~ 10			1	1	1	2	2	4	5	4
	10 <								1		
無かん水	< 0.02	9	7	6	8	5	3	5	3	1	
	0.02~0.01	1	3	3		2	2	1	1	3	2
	~ 1.0			1	2	1	2	3	3	3	2
	~ 10					2	2	1	3	3	6
	10 <						1				

第11表 収穫果実のC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>生成状況

年	区	調査果数	心内C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 濃度の分布(%)			
			ppm < 1.0	ppm 1.0~10	ppm 11~100	ppm > 100
1972	かん水	60	2	45	53	0
	無かん水	60	0	33	67	0
1973	かん水	77	21	8	69	2
	無かん水	79	37	5	43	15
1974	かん水	77	17	8	60	15
	無かん水	75	17	17	59	7

第12表 出庫時の貯蔵障害発生状況

調査日	採収日	区	供試果重(g)	果実硬度(1b)	可溶性固形物(%)	1)リンゴ酸(g/100ml)	ヤケ病(%)	内部褐変(%)
1972年	1971年 10月8日	かん水	189	12.3	12.8	0.32	76.8	1.2
		無かん水	179	11.7	12.7	0.30	59.4	1.3
3月8日	1971年 10月18日	かん水	194	12.1	12.8	0.30	34.6	11.8
		無かん水	184	12.0	13.3	0.28	21.1	7.5
1973年	1972年 10月14日	かん水	283	—	12.2	0.25	6.5	3.3
		無かん水	284	—	12.9	0.26	15.5	1.7
3月12日	1973年 10月9日	かん水	257	10.9	12.1	0.29	1.3	3.3
		無かん水	257	10.5	11.7	0.27	1.3	3.3
1974年	1973年 10月19日	かん水	226	10.6	11.9	0.27	5.0	12.1
		無かん水	221	10.7	11.7	0.25	0.8	14.2
3月11日	1974年 10月11日	かん水	284	10.4	12.8	0.30	55.7	1.7
		無かん水	279	10.4	13.0	0.30	79.7	0.7
1975年	1974年 10月21日	かん水	309	9.7	13.0	0.28	18.5	13.5
		無かん水	309	9.8	13.0	0.28	18.2	9.0

注1) リンゴ酸は果汁100ml中のg数。

第13表 室温放置後の貯蔵障害発生状況

室温放置期	収穫日	区	供試果重(g)	ヤケ病(%)	内部褐変(%)
1973年3月12日 ~3月22日	1972年	かん水	272	29.3	15.4
	10月14日	無かん水	271	34.8	10.6
1974年3月11日 ~3月22日	1973年	かん水	250	6.7	50.5
	10月9日	無かん水	251	1.3	61.5
	1973年	かん水	224	6.0	52.9
	10月19日	無かん水	217	2.3	53.9

4. 貯蔵性に及ぼすかん水の影響

収穫果を0℃の冷蔵庫に保管し、翌年3月上旬出庫時における果実品質並びに貯蔵障害の発生状況を第12表に、また、1972年産及び1973年産果実の室温放置後における障害発生状況を第13表に示した。出庫時の可溶性固形物含量は収穫時の含量が低かった1973年産果実では12%を下まわる場合が多かったが、それ以外は12.7~13.3%の値を示した。

収穫時期の違いやかん水、無かん水両区の間では、出庫時の可溶性固形物含量に差異がなかった。

果実硬度も、収穫時期の早晚によって一定の傾向が認められず、かん水、無かん水両区間にも差異はみられなかった。

しかし、リンゴ酸含量の場合は、2回にわたって収穫した1971年、1973年、1974年の3か年はいずれも、収穫時期が早いほど、リンゴ酸含量が高い傾向を示し、また、処理区間では、1971年と1973年の2か年は、かん水区が無かん水区に比べて高い傾向を示した。

貯蔵障害の発生状況を見ると、内部褐変障害は収穫時期が10日早いと発生率が著しく低

下し、一般に言われている熟度の進んだ果実ほど高い発生率を示した。しかし、かん水、無かん水両区間には有意差が認められなかった。また、1972年と1973年は出庫後10~11日間室温に放置したが、この場合も室温放置によって発生率が急増したものの、かん水、無かん水両区間に明らかな差異はみられなかった。

ヤケ病は一般に未熟な果実に発生し易いが、本試験においても、収穫時期が早い果実ほど高い発生率を示す場合が多か

った。試験区間で対比すると、1971年、1972年及び1974年産果実では、樹による変動のため、かん水、無かん水両区間に有意差が認められなかったが、4か年の試験年中、10日以上連続干日数の発生頻度が最も多く、土壌水分の低下が著しかった1973年の場合は、10月19日採取果で、無かん水区0.8%に対してかん水区5.0%とかん水区で高く、室温放置後のヤケ発生果率もかん水区で高い傾向を示した。しかし、1973年のヤケ病は、他の3か年のそれに比べて、かなり低い発生率であった。

次に、貯蔵中の果肉の老化の指標として、貯蔵中の硬度、可溶性固形物及びリンゴ酸含量の増減量を収穫時と貯蔵後出庫時の分析値から算出すると第14表のとおりである。

第14表 貯蔵中の果実硬度、可溶性固形物及びリンゴ酸の増減量<sup>1)</sup>

年	区	果実硬度 (lb)	可溶性固形物 (%)	リンゴ酸 (mg/100ml)
1971	かん水	-2.9	+1.5	-0.10
	無かん水	-3.4	+1.6	-0.11
1972	かん水	-	+0.5	-0.11
	無かん水	-	+1.0	-0.13
1973	かん水	-2.9	+0.8	-0.07
	無かん水	-2.4	+0.9	-0.04
1974	かん水	-4.5	+0.8	-0.05
	無かん水	-4.6	+0.9	-0.05

注1) +は増加、-は減少。

各年とも可溶性固形物含量は収穫時に比較して増加していたが、果実硬度、リンゴ酸含量はいずれも減少し、かん水、無かん水両区間で対比すると、1971年、1972年、1974年の3か年は差異が認められなかったが、1973年産果実の場合は、無かん水区に比べてかん水区の果実硬度、リンゴ酸含量の減少量が多く、それぞれ5%、1%レベルで有意差がみられた。

5. 葉身中無機成分に及ぼすかん水の影響

1971年から1974年の葉身中無機成分5要素の含有率は第15表のとおりである。

N含有率は1971年と1974年が1973年に比べて高い傾向を示し、Mg含有率は1972年、1973年が1971年、1974年に比較して高い傾向を示すなど、年によ

第15表 葉身中無機成分

年	区	含有率(乾物当り%)				
		N	P	K	Ca	Mg
1971	かん水	3.40	0.24	2.01	1.11	0.26
	無かん水	3.35	0.24	1.96	0.94	0.25
1972	かん水	3.23	0.23	1.97	0.99	0.31
	無かん水	3.16	0.22	1.86	0.87	0.32
1973	かん水	3.09	0.21	2.01	0.90	0.30
	無かん水	3.08	0.20	1.90	0.81	0.31
1974	かん水	3.39	0.22	1.90	0.88	0.25
	無かん水	3.35	0.21	1.94	0.94	0.28

る変動がみられたが、各年ともかん水、無かん水両区間に差異は認められなかった。

また、P含有率も両区間に差異は認められなかった。一方、K含有率は1971年と1974年は両区間に有意差が認められなかったが、1972年と1973年はかん水区が無かん水区に比べて高く、5%レベルで有意差が認められた。また、Ca含有率も1972年と1973年はかん水区が無かん水区に比べて高い傾向を示した。

6. 土壌の化学性に及ぼすかん水の影響

かん水が土壌の化学性、特に土壌反応や塩基含量に及ぼす影響を把握するために、試験終了後の1974年11月に、かん水、無かん水両区から採土して分析した。結果は第16表に示すとおりである。

土壌反応についてみると、pH(H<sub>2</sub>O)、pH(KCl)とも、深さ40cmまではかん水、無かん水両区間に差異が認められなかったが、それ以下の深さでは全般にかん水区が無かん水区に比べて低い傾向にあり、40~50cmの深さではpH(H<sub>2</sub>O)、pH(KCl)とも5%レベルで有意差があった。

第16表 試験終了後の土壌のpH及び置換性塩基

深さ (cm)	かん水区					無かん水区				
	pH		置換性塩基 (me/100g)			pH		置換性塩基 (me/100g)		
	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca	Mg	K	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca	Mg	K
0~10	5.07	4.55	7.69	1.11	0.87	5.17	4.38	6.19	1.16	0.97
~20	4.83	4.27	1.25	0.20	0.51	4.80	4.24	1.35	0.25	0.58
~30	4.56	4.23	0.86	0.15	0.44	4.70	4.35	0.75	0.16	0.45
~40	4.55	4.36	0.78	0.15	0.42	4.54	4.45	0.66	0.14	0.43
~50	4.49	4.40	0.83	0.23	0.41	4.75	4.67	1.08	0.32	0.51
~60	4.64	4.47	0.74	0.21	0.44	4.89	4.80	0.89	0.32	0.66
~70	4.76	4.62	0.75	0.24	0.59	4.98	4.88	0.75	0.30	0.77
~80	4.83	4.75	0.78	0.23	0.72	5.11	4.96	0.81	0.31	0.83

置換性Ca及びMgは、採土位置間の変動が大きく、かん水区、無かん水区の間に差異が認められなかった。しかし、置換性Kは、深さ50cmまでは両区間に差異が認

められなかったものの、深さ50~60cmと60~70cmでは無かん水区に比べてかん水区で低かった。

## IV 考 察

### 1. 生育及び収量に及ぼすかん水の影響

#### (1) 新梢伸長

生育量の指標として測定した新梢長は、1972年が他の3か年に比較して平均新梢長が大きかったが、かん水、無かん水両区間には差異がみられなかった。1972年は、4月下旬~5月下旬の気温が高く開花期が平年より2~3日早く、また、新梢伸長最盛期の5月中旬から7月上旬までの降水量が、他の3か年に比べてかなり多かったことが、当年の新梢伸長に影響したものと考える。

土壌水分と生育との関係については、台木、実生、苗木、幼木のポット試験の結果をみると、飽水状態を除いて、土壌水分含量が高い程、良い生育を示す例<sup>4, 13, 15, 18, 24)</sup>が多い。

一方、Goodeら<sup>8)</sup>は、生育に対するかん水の影響は、結実が多くなり始めると減少することを報告しており、しかも、かん水による影響は、平均新梢長よりも新梢数において顕著であるとしている。

また、Goodeら<sup>9)</sup>が窒素の施用時期、施用量とかん水時期を組み合わせた試験においても、かん水によって剪去枝重量は増加するが、平均新梢長には差異がなかったことを報告している。

本試験では、新梢数や剪去枝重量は調査しなかったもので、これらに対するかん水の影響は不明であるが、平均新梢長については、Goodeら<sup>9)</sup>の結果と一致していた。

#### (2) 収 量

田中<sup>32)</sup>は、長野県下のリンゴ園を対象に調査し、かん水の効果は土壌などによる立地条件の違い、年による降水量の違いなどにより、効果も相当に開きがあるが、普通、収量増としては、年5回以上のかん水では、10~20%の範囲に入るものがほとんどであったことを報告している。

本試験の場合も、かん水区の収量は無かん水区のそれに比較して各年とも勝っており、1971年から1974年までの4か年平均の1樹当たり収量は、無かん水区が122kgに対してかん水区は139kgと約14%の収量増を示し、田中<sup>32)</sup>の報告とはほぼ等しい増収効果を認めた。

1974年の1樹当たり収量はかん水、無かん水両区とも、他の試験年に比較して半減した。これは、前年(1973年)の斑点落葉病に起因する落葉が花芽形成を阻害した結果によるものである。1973年の津軽地方における斑点落葉

病の発生は、6月10日頃からデリシヤス系品種を中心に目立ち始め、6月20日頃には落葉が異常に激しい所が多くなったが<sup>1)</sup>、本試験圃場も葉上病斑や落葉が目立った。

収量の増大をもたらす直接的な要因としては、花芽着生の増加による着果数の増大と果実の肥大が上げられる。

本試験の収穫時の1樹当たりの着果数は、1971年と1973年はかん水区、無かん水区間の差異が明らかでなかったが、1972年と1974年はかん水区は無かん水区に比べて着果数が多かった。

したがって、これら2か年の収量の増大は、主に着果数の増加によると判断される。

1樹当たりの着果数は、早期落果や収穫前落果の多少、摘果強度によっても、もちろん影響されるが、花芽の着生数によるところも大きい。

1972年1回限りの調査であるが、前年のかん水が花芽分化に及ぼす影響をみるために、5月中旬の開花期にかん水区、無かん水区の開花率を調べた結果、それぞれ60.2%、50.6%と無かん水区がかん水区に比べて低かった。

着果数に差異がみられた1972年と1974年の前年は、それぞれ、生育期間中の降水量が4か年中最も少なかった1971年と、10日以上連続干天日数の発生頻度が最も多かった1973年であり、無かん水区の土壌水分の低下も著しかった。

これらのことから、1972年と1974年の両区間の着果数の違いは、前年の無かん水区の土壌水分の低下が、花芽分化に影響を与えた結果と推察するが、土壌水分と花芽形成については、土壌乾燥の程度やその時期との関係など、今後検討を要する点である。

果実の肥大は、着果数の多少や生育期間の気温などによっても影響され、かならずしも土壌水分のみに依存する訳ではない。しかし、1971年、1973年の2か年は、無かん水区に比較してかん水区の1果平均重量が高く、重量別分布割合も大きな果実の占める割合が多いなど、果実肥大に対する効果が認められた。

1971年と1973年は、無かん水区の土壌水分の低下が著しく、1971年は、蒸発散の旺盛な8月上旬には、深さ30cmまで生育阻害水分点のpF 3.0に低下しており、1973年は、7月上旬には深さ30cmでpF 3.0の水分率まで低下し、7月下旬にはそれ以下の深さにおいてもpF 3.0まで乾燥した。

したがって、1971年と1973年にかん水による果実の肥

大効果が明確に現われた理由としては、無かん水区の土壌水分の著しい低下があげられるが、一般的に、着果数が多いほど果実肥大が劣ることを考えると、1972年と1974年の場合、無かん水区に比べてかん水区の着果数が多いにもかかわらず、1果平均重量は劣っておらず、これら2か年に対しても、肥大効果があったとみることができ。

このような点から、本試験のかん水による収量増は、直接的には果実の肥大と、年によっては着果数の増加が加味されてもたらされたものと考えられる。

なお、1971年の1果平均重量が他の3か年のそれに比較して、著しく劣っていた。この年は4月下旬から5月上旬の低温により、開花期が平年より1週間程遅れており、その後も生育期間を通じて低温の日が多く、10月1日の全果的な調査<sup>1)</sup>においても、果実肥大は平年をかなり下まわった。

## 2. 果実品質に及ぼすかん水の影響

田中<sup>32)</sup>は、かん水によって果実の糖度や硬度の低下が全般にみられるとし、Assaf<sup>3)</sup>もひん繁なかん水によって可溶性固形物や硬度が減少することを認め、これらの減少は、かん水による直接的な影響と果実肥大による間接的な影響によると報告している。

また、Haller<sup>11)</sup>はかん水区に比べて無かん水区の還元糖や硬度が高く、全酸含量が低い結果を得ており、Guelfat'reich<sup>10)</sup>も乾燥処理の酸含量は湿潤処理に比較して低かったことを報告している。

しかし、本試験の場合、主要根群域の土壌水分が生育障害水分点以下を示す期間が最も長かった1973年には、無かん水区のリンゴ酸含量が、Haller<sup>11)</sup>やGuelfat'reich<sup>10)</sup>の報告と同様に、かん水区より低かったが、それ以外は果実硬度、可溶性固形物含量及びリンゴ酸含量に、かん水、無かん水区間の差異が認められなかった。

この点について、Haller<sup>11)</sup>、Assaf<sup>3)</sup>、Guelfat'reich<sup>10)</sup>の成績をみると、無かん水区あるいは乾燥処理区の土壌水分の低下が著しく、Haller<sup>11)</sup>の試験では3か年中2か年は萎凋点に達しており、Assaf<sup>3)</sup>、Guelfat'reich<sup>10)</sup>の乾燥処理区は、かん水前の深さ0~60cmの土壌水分は萎凋点を下まわっている。

土壌水分がどの程度まで低下した場合にリンゴの果実成分に影響を与えるかについて、熊代<sup>15)</sup>は、土壌水分とリンゴの果実成分との関係について検討し、pF 2.1~2.2に保持した湿潤区に対して、5月から9月まで、生育期間のほとんどをpF 2.9程度に保持した乾燥区になると、全糖含量、遊離酸含量が高まる成績を得ている。

このことから判断すると、土壌水分が、少なくとも生

育障害水分点付近まで乾燥し、しかも、それが長期間持続しないかぎり、果実成分に対する影響は現われ難いものと考えられる。

田中<sup>32)</sup>は、長野県のリンゴ園におけるかん水試験の結果から、かん水によって果実の糖度、硬度の低下を認めているものの、適切なかん水を行っているところでは、果実の平均糖度減は1%以内であり、食味試験では差異が認められなかったことを報告しており、我が国のような湿潤地帯では、かん水樹、無かん水樹の果実品質には、明確な差異が発現しない場合もあり得るものと考えられる。

収穫果のN含有率については、本試験の場合、全Nはかん水区、無かん水区間の差異が明確でなかった。しかし、主要根群域の土壌水分が生育障害水分点まで低下した1971年と1973年の2か年は、タンパク態Nがかん水区に比べて無かん水区で低い傾向にあった。このことに関連して、望月<sup>19)</sup>は干ばつ常習地点のリンゴ樹の果実が、土壌水分の常に多い地点のそれに比較して、生育後期の果実中の全N、タンパク態Nが低い結果を得ている。

かん水が成熟期の早晩に与える影響を明らかにするため、果実の呼吸量及び $C_2H_4$ の生成量を測定した。しかし、本試験の場合、かん水区、無かん水区間の差異は明確でなかった。

かん水と熟期の関係については、二十世紀ナシや温州ミカン、モモでは、かん水によって熟期が早まるという報告<sup>6)</sup>や総説<sup>34)</sup>がある。

一方、リンゴでは、Guelfat'reich<sup>10)</sup>が湿潤処理に比較して、乾燥処理の果実の呼吸量及び $C_2H_4$ の生成量が多い結果を得ており、相馬<sup>31)</sup>も、排水不良地に比べて乾燥地の $C_2H_4$ 発生果率(果心内 $C_2H_4$ 濃度0.1ppm以上の果実の割合)が高いことを報告し、土壌の乾燥によって熟期の早まることを示唆している。

本試験のかん水、無かん水両区間に熟期の早晩が認められなかった理由は明らかでないが、成熟期の果心内の $C_2H_4$ 濃度は、同一樹内でも、果実によってかなりの変動がみられ、成熟度も個々の果実で異なっており、このことが、処理区間の差異を見出し難いものになっている可能性もある。

## 3. 貯蔵性に及ぼすかん水の影響

土壌水分と果実の貯蔵性については、一般に乾燥型土壌で生産された果実が、湿潤型土壌で生産されたものに比べて、貯蔵力が大きいと言われている。

この理由として、望月<sup>19)</sup>は乾燥地の果実は形態上、小細胞が密充てん状態にあり、且つ膜質物も厚く、小型のしまった堅い果実になり、内容的にも有機酸含量は高いが、窒素含量は低く、そのため、貯蔵中の呼吸量が低く、これらすべてが貯蔵性に有利な条件として働いてい

ると述べている。

Hallerら<sup>11)</sup>も、土壌水分の増加は、果実の水分増加を招き、このことが固形物を薄め、果実は軟かく、貯蔵中に内部褐変障害やヤケ病にかかりやすいことを指摘している。

また、Guelfat'reichら<sup>10)</sup>はかん水を制限した乾燥処理と、かん水量の多い湿潤処理では、前者の貯蔵性が優れていることを報告し、後者の貯蔵性の低下は、果実中のミネラルの不均衡と大きな果実が多いことに起因していることを示唆した。

しかし、本試験の場合は、内部褐変発生率は採取時期が遅く、熟期の進んだ果実で発生率が高かったが、かん水区、無かん水区間では差異がなかった。

また、ヤケ病については、一般に言われているように<sup>33)</sup>、採取時期が早い果実に発生率が高い傾向にあったが、処理間では、1973年産の果実以外、差異は認められなかった。1973年産果実の場合は、10月19日採取果で無かん区が0.8%に対して、かん水区は5%と高く、有意差が認められ、室温放置後の発生率もかん水区で高い傾向にあった。

1971年から1974年の4か年中、1973年が処理間に差異が認められたのは、かん水期間中の土壌水分の動きからも明らかなように、1973年は、かん水区と無かん水区の水分率の違いが最も大きく、そのことからかん水、無かん水両区間の果実素質に差異が現われたためと考えられる。また、貯蔵中における両区間の果実の硬度、リンゴ酸含量の減少量に有意差が認められたことから、素質の違いが推察される。

しかし、ヤケ病の発生率に処理区間の差異が認められた1973年産果実の場合、その発生率は、3月11日出庫し、10日間室温放置した場合でも、数%と少なかったことを考えると、過剰かん水を伴わない限り、かん水による貯蔵性の低下は、大きな問題にはならないものと判断された。

この点について、Goodeら<sup>8)</sup>もかん水による収量の増大は認めているものの、貯蔵性に及ぼす影響は見い出しておらず、筆者らとはほぼ一致した結果を得ている。

#### 4. 葉身中無機成分に及ぼすかん水の影響

かん水による土壌有効水分量の増加は、単に作物の水ストレスの緩和に役立つのみならず、土壌養分の有効性<sup>14)</sup>や養分吸収にも影響を与える。

このような観点から、かん水がリンゴ樹体栄養に及ぼす影響を明らかにするため、かん水、無かん水両区の葉身中の無機成分を測定した。この結果、KとCa含有率は4か年中2か年はかん水によって高まる傾向が伺われたが、その他の成分では、両区間に差異が認められな

った。

これまでの土壌水分レベルやかん水と葉身中無機成分の関係について検討した成績<sup>7,12,15,17,20,26)</sup>によると、かならずしも一定した傾向を示していない。望月<sup>20)</sup>は、大型ポットに定植した3年生国光を用いて、土壌水分の過不足が樹体栄養状態に及ぼす影響について行った実験の中で、無機養分の含有率は、結果的には植物体の生長量と養分吸収量との間の均衡如何に左右され、水分過不足の程度、水分処理の時期と植物生育相との関係などによって、生長量と吸収量との間の不均衡があまり大でない時は、一定傾向として認められない場合も起り得ることを考察している。

特に、我が国のように比較的降水量が多く、しかも、集約栽培という条件下では、葉中成分は生長に伴う稀釈作用を受けるなど、処理の影響が葉身中含量に現われ難いものと考えられる。

#### 5. 土壌の化学性に及ぼすかん水の影響

かん水が土壌の化学性、特に土壌反応や塩基含量に及ぼす影響を明らかにするため、4か年の試験終了後に、かん水区、無かん水区の土壌を採取して比較検討した。この結果、置換性Ca、Mgは両区間に明らかな差異が認められず、pHと置換性Kは、深さ40cm以下の下層で、かん水区が無かん水区に比べて低い傾向がみられた。

かん水による土壌の化学性については、土壌中のK含量がかん水によって減少することをGoodeら<sup>7)</sup>も報告しており、本試験の結果と一致していたが、土壌pHや土壌中のCa、Mgについては、かん水によって高まるという本試験と異なる成績が多い。

即ち、Goode・Hrycz 両氏<sup>7)</sup>は、かん水処理4年後と8年後のかん水区と無かん水区の土壌の化学性を調査し、使用した肥料の形態によってpHが低下したり、上昇したりするが、かん水区が無かん水区に比較して、pHの低下が少なかったり、上昇程度が高い傾向を示すことを報告している。また、Goode・Ingram 両氏<sup>8)</sup>も処理10年後の土壌の化学性を調べ、かん水は明らかにpH、有効態P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>やMg、置換性Kが上昇または増加することを認めている。

我が国においても、畑地かんがい試験跡地の土壌を調査して、かんがい跡地が無かんがい跡地に比べてpHが高く、置換性Ca、Mgが高いという成績<sup>36)</sup>がある。

しかし、かん水による土壌pHの上昇や置換性Ca、Mgの増加は、かんがい水に依存するものと考えられる。

第17表は、試験最終年の1974年に、6月から8月までのかん水期間中に9回採水して、その平均濃度とかんがい水量から、かん水区に持込まれた10a当たりの養分量を推定した値である。これによると、年間の養分供給量

第17表 かんがい水によって供給された養分量  
(kg/10 a)

年	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1971	0.05	0.01	0.27	2.59	0.91
1972	0.04	0.01	0.20	1.89	0.66
1973	0.05	0.01	0.24	2.23	0.78
1974	0.04	0.01	0.18	1.67	0.59
計	0.18	0.04	0.89	8.38	2.94

は、CaOの場合で10a当たり1.5～2.6kg、MgOは1kg未滿であり、4か年の累積値でもCaOが8.4kg、MgOが2.9kgであった。

これらの値は、土壌pHの上昇や、土壌中の塩基類増

## V 摘 要

1971年から1974年の4年間、下層に火山性砂れき土を有する火山灰土壌において、かん水がリンゴ樹の収量、品質に及ぼす影響を明らかにするため、本試験を実施した。

処理区制は、かん水施設を設置した20aをかん水区、その隣接圃場20aを無かん水区とし、16～19年生スターキングデリシャスを対象に諸調査を実施した。かん水量は、5日間断20mmかん水を基本としたが、降雨があった場合は、その降水量を差し引いてかん水した。かん水期間は、1971年と1972年は6月から9月まで、1973年と1974年は6月から8月までとした。結果の概要は下記のとおりである。

1. かん水期間中のかん水区の土壌水分は、各年とも無かん水区に比べて高い値で経過した。しかも、1971年と1973年の2か年は、無かん水区においては、通常的に生育阻害水分点として用いられているpF3.0に相当する水分率まで低下した。特に、1973年は、6月24日から7月29日まで無降雨状態で経過したため、7月下旬には下層の深さ50cm、70cmにおいても、pF3.0まで乾燥した。

2. 平均新梢長は、各年とも、かん水、無かん水両区間に差異が認められなかった。

3. 1樹当たり収量は、各年ともかん水区が無かん水区に比べて高く、4か年平均でかん水区138.7kg、無かん水区121.6kgと、かん水によって約14%の収量増となった。

4. 果実肥大は、1972年と1974年の2か年は、両区間

加の面からみると非常に少ない量であり、逆に、かん水区が降雨やかん水によって、土壌中の塩基類が溶脱する機会が多かったことが、無かん水区に比較して、pHや置換性Caが低かった理由と考える。

以上、本試験結果によると、かん水によって収量の増加が認められ、4か年平均で14%の増収となったが、懸念された品質や貯蔵性の低下は問題になるほどではなかった。

一方、乾燥型リンゴ園では、土壌乾燥による樹勢の低下が、各種病害の発生を招き、欠木にいたる場合も多い。そして、この欠木の発生が単位面積当たりの収量低下をもたらす大きな要因になっていることを考え合せると、かん水による増収効果は、さらに大きなものとなる。

の差は明確でなかったが、1971年は、かん水区の1果平均重量218gに対して無かん水区が201g、1973年はそれぞれ274g、260gと、かん水区が無かん水区に比べて勝った。

5. 果実品質についてみると、生育期間中の連続干日数が多かった1973年の場合、リンゴ酸含量は無かん水区がかん水区より低かったが、デンプン含量、果実硬度、可溶性固形物含量は各年とも両区間に明らかな差異がみられなかった。

6. 成熟期における果実の呼吸量並びにC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>の生成量から判断して、かん水、無かん水両区の熟期に差異がないものと推察した。

7. 貯蔵性に及ぼすかん水の影響については、1973年産果実で、貯蔵中のヤケ病の発生率がかん水区に比較して無かん水区で低かったが、その他の年では両区間の差異が明確でなかった。

8. かん水が葉中無機成分に及ぼす影響については、N、P、K、Ca、Mgの5成分中、KとCa含有率は4か年中、1972年と1973年の2か年はかん水によって高まる傾向にあったが、その他の成分では両区間に差異が認められなかった。

9. 試験終了後の1974年11月に、かん水区、無かん水区から土壌を採取して、pH、置換性塩基を測定したところ、置換性Ca及びMgは両区間に差異がなかったが、pHと置換性Kは、深さ40cm以下の下層土で、かん水区が無かん水区より低い傾向にあった。



## 引用文献

1. 青森県りんご試験場（1971） 昭和46年青森県リンゴ生産概要. 昭和46年度業務年報, 79—83.
2. 青森県りんご試験場（1973） 県下病害虫発生概要. 昭和48年度業務年報, 86—87.
3. ASSAF, R., I.LEVIN and B.BRAVDO (1975) Effect of irrigation regimes on trunk and fruit growth rates, quality and yield of apple trees. J.Hort. Sci., 50, 481—493.
4. CARLSON, R. F.(1967) Growth response of several rootstocks to soil moisture. HortScience, vol. 2 (3), 108—110.
5. CARTER, G. H. and A. M. NEUBERT (1954) Rapid determination of starch in apples. Agr. Food Chem. 2 (21), 1070—1072.
6. FELDSTEIN, J. and N. F. CHILDERS (1957) Effect of irrigation on fruit size and yield of peaches in Pennsylvania. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 69, 126—130.
7. GOODE, J. E. and K. J. HYRYCZ (1964) The response of Laxton's Superb apple trees to different soil moisture conditions. J. Hort. Sci., 39, 254—276.
8. GOODE, J. E. and J. INGRAM (1971) The effect of irrigation on the growth, cropping and nutrition of Cox's Orange Pippin apple trees. J. Hort. Sic., 46, 195—208.
9. GOODE, J. E., K. H. HIGGS and K. J. HYRYCZ (1978) Nitrogen and water effects on the nutrition, growth, crop yield and fruit quality of orchard-grown Cox's Orange Pippin apple trees. J. Hort. Sci., 53, 295—306.
10. GUELFATREICH, S., R. ASSAF, B. A. BRAVDO and I. LEVIN (1974) The keeping quality of apples in storage as affected by different irrigation regimes. J. Hort. Sci., 49, 217—225.
11. HALLER, M. H. and PAUL L. HARDING (1938) Relation of soil moisture to firmness and storage quality of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 35, 205—211.
12. HIBBARD A. D. (1959) Leaf content of potassium and potassium under moisture stress. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 86, 55—60.
13. KENWORTHY, A. L. (1949) Soil moisture and growth of apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 54, 29—39.
14. 木下彰・吉野昭夫（1968） 土壌水分条件が養分の有効性に及ぼす影響（第1報）. 土肥要旨集第14集 I, 2.
15. 熊代克己・建石繁朋（1967） 土壌湿度がリンゴ（紅玉）の樹体生長、収量および果実品質に及ぼす影響（第1報）. 園学雑, 36, 9—20.
16. LEVIN, I., R. ASSAF and B. BRAVDO (1972) Effect of irrigation treatments for apple trees on water uptake from different soil layers. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97, 521—526.
17. MASON, A. C. (1958) The effect of soil moisture of the mineral composition of apple plants grown in pots. J. Hort. Sci., 33, 202—211.
18. 森田義彦・米山寛一（1950） 果樹の生育に及ぼす土壌の物理的組成の研究 III土壌水分との関係（第2報） 卒樹、栗、豆柿実生及び葡萄一芽挿の生育に及ぼす土壌水分の影響. 園学雑, 19, 185—193.
19. 望月武雄・花田慧（1960） リンゴ果実の生育経過並びにその品質に及ぼす土壌水分の影響. 第1報干ばつ園における果実の発育経過. 弘大農報, 6, 43—56.
20. 望月武雄（1963） 土壌水分の過不足がりんご樹の栄養状態に及ぼす影響について. 弘大農報, 9, 21—30.
21. 中村幸夫・大野達夫（1964） 青森県りんご園土壌調査報告 II. 青森県りんご試報, 8, 1—61.
22. 農林水産省構造改善局（1982） 土地改良事業計画設計基準計画畑地かんがい.
23. 大野達夫・中村幸夫（1963） 青森県りんご園土壌調査報告 I. 青森県りんご試報, 7, 1—73.
24. 定盛昌助・村上兵衛（1952） りんごの砧木の生育に及ぼす影響. 園学雑, 21, 107—112.
25. 坂上行雄・水沼 豊（1968） 作物の干ばつと養分吸収に関する研究（第4報）玉ネギの生育と無機養分吸収に及ぼす土壌水分の影響. 土肥誌, 39, 375—379.

26. SIMONS, ROY K. (1966) Nutritional status of apple trees in relation to location of sample, date, variety and irrigation. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 86, 55-60.
27. 相馬盛雄・成田春蔵・中村幸夫 (1965) 青森県りんご園土壌調査報告Ⅲ. 青森県りんご試報, 9, 42-56.
28. ———・————・————・加藤正・中村幸夫 (1966) 青森県りんご園土壌調査報告Ⅳ. 青森県りんご試報, 10, 48-76.
29. ———・————・———— (1967) 青森県りんご園土壌調査報告Ⅴ. 青森県りんご試報, 11, 18-63.
30. ———・————・———— (1970) 青森県りんご園土壌調査報告Ⅵ. 青森県りんご試報, 14, 29-99.
31. ———・————・———— (1972) 土壌水分とリンゴ樹の生育ならびに果実品質に関する研究. 第3報 土壌の乾湿と果実硬度, 滴定酸度および屈折計示度. 園芸学会昭和47年度春季大会発表要旨, 74-75.
32. 田中謙 (1966) リンゴ園の土壌管理法に関する研究 (第2報) リンゴ園のかん水に関する試験. 園芸学会昭和41年秋季大会研究発表要旨, 93-94.
33. 苫名孝 (1970) 果実の生理 —生産と利用の基礎—. 養覧堂, 282.
34. 鳥潟博高 (1961) 果樹と水〔2〕. 農及園, 36, 961-964.
35. 山下重良 (1982) 土壌の乾燥とかん水法. 果樹園の土壌管理と施肥技術 (千葉勉編著), 博友社, 187-201.
36. 横井肇 (1963) 畑地かんがいに関するわが国土壌肥料分野の研究. 土肥誌, 34, 223-229.

Effect of Irrigation on the Yield and Quality  
of Crops in Apple Orchard

Tadashi KATO, Haruzo NARITA,  
Hitoshi IWAYA\* and Morio SOMA

Aomori Apple Experiment Station  
Kuroishi, Aomori, 036-03, Japan

Summary

The effect of water supply on the yield and quality of the fruit was studied at an apple orchard from 1971 to 1974.

The orchard consisted of the volcanic ash soil which had the volcanic gravel in subsoil and was planted with Starking Delicious grafted on the rootstock of Marubakaido, *Malus prunifolia* BORKHAUSEN. The trees were sixteen years old at the beginning of the experiment.

The orchard was divided into two plots, each about 20a in area. One plot was regularly supplied with water and the other was entirely subjected to the rainfall. The amount of water was, as a rule, 20mm at a five day-interval from June to September in 1971 and 1972, and from June to August in 1973 and 1974. If it rained during the interval, the amount equivalent to the precipitation was subtracted from the next supply.

The following were the main results obtained in this study.

1. Soil moisture was maintained at sufficiently high level for a plant growth throughout a season at the irrigated plot in all years. At the non-irrigated plot, the moisture dropped to a critical level for optimum growth of plant in 1971 and 1973, showing a pF value of around 3.0. In 1973, when it had no available rain from June 24 to July 29, it dropped to below the critical level even at depths of 50 cm and 70 cm in late July.
2. Foliage of the irrigated trees had high contents of K and Ca in 1972 and 1973. In N, P and Mg, however, difference was not distinct between the treatment.
3. The irrigation did not affect the trees as regards the growth of shoot.
4. Crop yield was higher at the irrigated plot every year. An average of the four years was 138.7kg per tree at the irrigated plot, whereas it was 121.6kg at the non-irrigated plot.
5. Fruit size was almost the same at the two plots in 1972 and 1974. In droughty years of 1971 and 1973, however, the irrigation came into effect. Thus, at the irrigated plot the fruit weighed 218g and 274g on average in 1971 and 1973, respectively, whereas it weighed 201g and 260g at the non-irrigated plot in the same years.
6. In 1973, when the drought was severest, the fruit without the irrigation was low in malic acid. Such a tendency was not observed in the irrigated fruit. Other elements important for a fruit quality, i.e., the contents of starch and soluble solid and firmness, were not affected even in this year.
7. Metabolic pattern regarding respiration and ethylene productivity was almost identical between the fruit of the two treatments. This indicated that the irrigation did not vary

---

\*Present address: Aomori Field Crops and Horticultural Experiment Station

a velocity of fruit maturation.

8. Quality of the stored fruit did not differ from the treatment, except in 1973. In this year, the incidence of scald was lower in fruit from non-irrigation than in that from irrigation.

9. Analysis of soil, which was sampled in November 1974, showed that the irrigation did not vary the levels of exchangeable Ca and Mg. In the subsoil below the depth of 40 cm, however, the levels of pH and exchangeable K were lowered by the irrigation.

These observations suggested that a problem of leaching was not ignorable in the irrigation system in some cases.