

# トルコ半乾燥地域 農業開発現地実証調査 短期専門家報告書(Ⅰ)

1993年9月

国際協力事業団

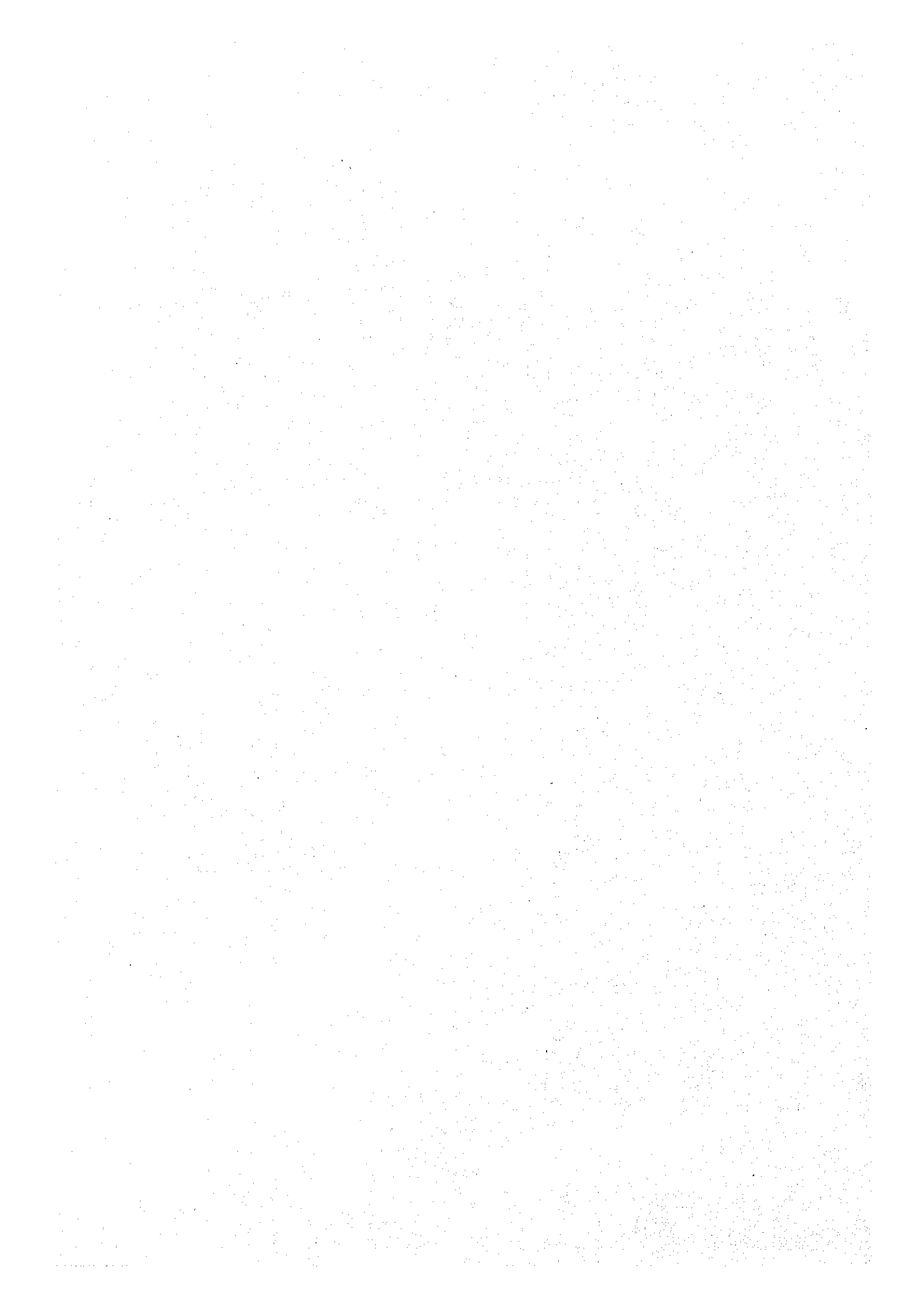
農 開 投
J R
93-51

トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査短期専門家報告書(Ⅰ)

1993年9月

国際

314.  
807  
ADF  
BRARY



トルコ半乾燥地域  
農業開発現地実証調査  
短期専門家報告書( I )

JICA LIBRARY



1113675[11]

1993年9月

国際協力事業団



## 序 文

国際協力事業団は、トルコ国実施機関との討議議事録（R/D）に基づき、1989年9月から5カ年間の計画で、トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査を実施しています。

本実証調査は、半乾燥地域という厳しい自然条件下における本邦企業の農業開発協力事業を推進するために、節水方式の灌漑技術を導入しながら、畑作・野菜・果樹等の農業技術を実証的に試験し、栽培技術の基礎的な技術データの蓄積を図るとともに、農業経営面のデータを得て農業開発の基本構想を策定することを主目的とし、併せてトルコにおける農業技術の開発、発展に貢献することをめざしています。本実証調査のために、現在までに、灌漑、畑作、果樹、野菜等の分野において短期専門家が派遣され、様々な試験、調査並びに技術協力活動が展開されました。

本報告書は、平成2年度から平成4年度までに派遣された短期専門家の活動実績を取りまとめたものであり、今後、関係者に活用され、本実証調査の推進に役立つことになれば幸いです。

1993年9月

国際協力事業団

農業開発協力部

部長 有川 通世



## 目 次

1. 灌漑分野	
1-1 小菅 孝利専門家、凌 祥之専門家 .....	1
(派遣期間平成2年9月10日～9月27日)	
1-2 矢部 勝彦専門家 .....	29
(派遣期間平成3年10月18日～11月23日)	
1-3 矢部 勝彦専門家 .....	67
(派遣期間平成4年7月29日～8月19日)	
2. 畑作分野	
唐橋 需専門家(畑作機械化) .....	103
(派遣期間平成5年3月7日～3月27日)	
3. 果樹分野	
雨宮 毅専門家 .....	119
(派遣期間平成5年1月5日～1月20日)	
4. 野菜分野	
小田 雅行専門家 .....	129
(派遣期間平成5年1月15日～1月30日)	
5. その他	
吉田 昌生専門家(ビデオ制作) .....	141
(派遣期間平成3年4月26日～5月14日)	





# 1. 灌溉分野

1-1 小菅 孝利専門家、凌 祥之専門家

(派遣期間平成2年9月10日～9月27日)



## 行 程 表

日 付	時 間	行 程
平成2年9月	14:25	成田発フランクフルト行き LH 11便
10日(月)	19:10	フランクフルト着 着後ホテル
11日(火)	9:20	フランクフルト発アンカラ行き LH 586便
	13:40	アンカラ着 現地調整員山口氏出迎え トルコ大使館表敬訪問 浜野公使、古沢一等書記官、大塚2等書記官訪問(仙石大使不在)後ホテル
12日(水)		山口調整員、上原通訳同行でTIGEM表敬訪問 MUHMUT GUL 部長訪問
	17:20	アンカラ発アダナ行き TL 便
	20:20	アダナ到着 着後ホテル
13日(木)	午前	山口調整員同行でチュクロバ農場長、副場長表敬訪問
	午後	調査打ち合せ(山口調整員、小菅、凌) 調査打ち合せ(深沢(CPC)、安達(鴻池組)、山口調整員、小菅、凌)打ち合せ後現地
14日(金)	午前	自走式(ブーム式)スプリンクラー作動
	午後	点滴(ドリップ)ホース水理実験(水平状態)
15日(土)		休日
16日(日)		休日
17日(月)		点滴(ドリップ)ホース水理実験(現地勾配)
18日(火)		水口専門家と合流
	午前	実験用具調達
	午後	点滴(ドリップ)ホース水理実験データ整理
19日(水)	午前	シリンダインテークレート実験器材の作成
	午後	シリンダインテークレート実験(果樹圃場)
20日(日)	午前	自走式(レインガン)スプリンクラー水理実験
	午後	自走式(ブーム式)スプリンクラー水理実験後チュクロバ農場内新規灌漑施設の視察
21日(金)	午前	竣工検査立会い
	午後	将来計画打ち合せ(山口、水口、島崎 深沢、安達、小菅、凌)
22日(土)	8:20	アダナ発アンカラ行き TL 便
	9:00	アンカラ着 着後ホテル
23日(日)		休日
24日(月)		トルコ国日本国大使館、TIGEM調査報告
25日(日)	9:00	アンカラ発フランクフルト行き LH 1579便
	11:30	フランクフルト着 着後ホテル
26日(水)	13:40	フランクフルト発成田行き LH 714便
27日(木)	7:45	成田着

主要面談者リスト

氏名	職位	所属
MUHAMUT GUL	計画調査部長	T I G E M
Sami SEZGIN	農場長	チュクロバ農場
H. Ali KELES	副農場	”
Mushin KUL	灌漑・施設 課長	”
浜野 美智夫	公使	在トルコ大使館
古 沢 清 崇	一等書記官	”
大 塚 俊 介	二等書記官	”
山 口 憲 一		J I C A 調整員
水 口		J I C A 専門家 (畑作)
島 崎 一 幸	次 長	(株)建設設計コンサルタント
深 沢 友 雄	主任技師	”
安 達 敏 延	所 長	株式会社鴻池組
Seref Yorganci		通 訳
上 原 晃		”

## 1. 調査の目的

トルコ共和国半乾燥地域農業開発計画に当り、栽培計画に先立ち、灌漑計画の基礎諸元調査が必要である。今回の第1回短期専門家調査（灌漑）は、試験圃場の灌漑施設の完成に伴い、現地に設置された各種散水器材の散水性能を調査し、今後の灌漑計画樹立に当たっての基礎資料とする。

## 2. 調査試験方法

調査圃場の概要を図-1に示す。本圃場の末端散水方法は、以下のように計画されている。

- (1) 果樹 …………… 点滴（ドリップ）チューブ
- (2) 普通作 …………… 自走式（レインガン）スプリンクラー
- (3) 軟弱野菜等防除等多目的利用 …… 自走式（ブーム式）スプリンクラー

上記の3タイプ散水器材を現地圃場に設置し、散水特性を実験的に調べた。

実験項目は以下の通りである。点滴（ドリップ）チューブの散水特性試験の概要を示したのが図-2である。なお、現地勾配とは点滴（ドリップ）チューブを現地圃場にはわせた状態、水平条件とはチューブが水平となるようにした状態のことである。

- (1) 点滴（ドリップ）チューブ
  - a. 使用圧力とエミッター1個当りの吐出流量
  - b. 点滴（ドリップ）チューブの摩擦損失水頭
- (2) 自走式（レインガン）スプリンクラー
  - a. 使用圧力と吐出流量、最大飛散距離
  - b. 導水（リール）ホースの摩擦損失水頭
  - c. 走行速度の検定
  - d. 走行速度と1回当りの灌漑水量の関係
- (3) 自走式（ブーム式）スプリンクラー
  - a. 使用圧力と吐出流量、最大飛散距離
  - b. 散水分布特性
  - c. 散水分布特性から見たブームスプリンクラーの適正配置間隔

測定は以下によった。

- a. 流量測定…… ポンプ二次側に設置されたウォルトマン型積算流量計によった。

この、流量計は瞬間の流量を測定することができる。但し点滴（ドリップ）チューブ各エミッターからの吐出流量はメスシリンダー、点滴（ドリップ）チューブ一本（ホース長さ50m、エミッター数10個）の流量は羽車式流量計（ $\phi 13\text{mm}$ ）を用いた。（図-2参照）

自走式（ブーム）スプリンクラーの吐出流量は、均一なビニル製缶を3 m間隔で2列（1 m間隔）地表に置き散水を受け、各々メスシリンダーで散水量を測定した。

b. 圧力測定……ブルドン管式圧力計

c. 走行速度……ホース1 m巻き取りに要する時間をストップウォッチで測定。

### 3. 供試器種

実験に用いた器種は以下の通りである。

a. 点滴（ドリップ）チューブ RAINBIRD社 ノズルタイプチューブ

・チューブ内径12.9mm、外径16.2mm

・設計長さ 50 m

b. 自走式（レインガン）スプリンクラー BAUER社 Rainstar 110-350T

・吐出量……………80 $\text{m}^3$  /hr

・ノズル圧力……………4.9 bar

・供給圧力……………8.8 bar

・パイプ長さ……………300 m

・パイプ径……………内径 90 mm

外径 110 mm

・最大灌漑幅……………100 m

・レインガンノズル……………32 mm

・リール巻き取り方式……………水圧タービン方式

c. 自走式（ブーム）スプリンクラー BAUER社 AS-50

・吐出量……………50 $\text{m}^3$  /hr

・ノズル圧力……………2.3 bar

・供給圧力……………5.1 bar

・パイプ長さ……………300 m

・パイプ径……………内径 90 mm

外径 110 mm

・最大灌漑幅……………58 m

・レインガンノズル……………6.8mm

・リール巻き取り方式……………水圧タービン方式

#### 4. 実験結果と考察

表-1に点滴（ドリップ）ホースの使用水圧とエミッター1個当りの吐出流量を示した。エミッター1個当りの吐出流量はエミッターによる個体差が大きい。点滴（ドリップ）ホース50mでは、各地点の圧力と流入口の圧力の比の最大値は1.16である。わが国の基準によれば、圧力比が2.1以内になるように設計しなければならないとなっている。現地条件はこの条件を満足するものである。

##### (2) 自走式（レインガン）スプリンクラー

スプリンクラーヘッド圧力4.3bar（スプリンクラーヘッド圧力最大）と3.5barで実験を行った。散水性能は表-2のようである。

表-2 自走式（レインガン）スプリンクラーの散水性能

項目	単位	1	2
ポンプ圧力	bar	9.5	10.0
流入口圧力	bar	9.2	7.3
スプリンクラーヘッド圧力	bar	4.3	3.5
流量（平均瞬間流量）	l/sec	27	24
最大飛散距離（3方向の平均）	m	55.7	42.7

導水パイプの摩擦損失特性を調べたのが図-3である。このタイプは駆動方式がタービン方式であるため流速係数に準じる係数が150程度と比較的大きく摩擦損失水頭が大きい。

走行スピードメーターの読みと実際の走行スピードを比較したのが図-4である。両者は概ね線形的でありその修正係数は約1.28である。散水強度を変更する場合注意が必要である。

走行速度と1回の灌漑水量の関係を示したのが図-5である。ここでは、スプリンクラーのヘッド圧力4.3bar、流量27l/sec、最大飛散距離55.7mの条件について算定したものである。両者の関係は双曲線となる。

##### (3) 自走式（ブーム式）スプリンクラー

スプリンクラーの設計ヘッド圧力は2.3barであるが、実験は2.6barで行った。表-3に自走式（ブーム式）スプリンクラー散水性能を示した。表には最大吐出圧力（スプリンクラーヘッド圧力3.5bar）のデータも示した。

表-3 自走式（ブーム式）スプリンクラーの散水性能

項 目	単 位	1	2
流入口圧力	bar	9.0	8.0
スプリンクラーヘッド圧力	bar	2.6	3.5
瞬間流量	l/sec	22.5	25.0
ホース巻取速度（中間速度）	m/hr	63.6	
最大飛散距離（ブーム軸方向平行）	m	32.1	

ブーム式スプリンクラーの散水均等性を調べたのが図-6である。散水器材の均等性は一般にクリスチャンセンの均等係数を指標として用いる。クリスチャンセンの均等係数は(1)で表される。

$$C u = \left( 1 - \frac{\sum | h a - h d |}{h a * n} \right) * 100 \dots\dots\dots(1)$$

ここで、Cu：クリスチャンセンの均等係数(%) ha：平均散水深、hd：散水深の各測定値、n：測定個数である。わが国の基準によれば散水器材は均等係数75%以上になるように配置しなければならない。日本の基準を用いると、当器材の最適な走行距離は与えられた条件で50mほどとなる。

#### 4. シリンダーインテークレート実験

灌漑計画樹立に当り、土壌水の浸透性を知る必要がある。今回は土壌水の浸透性を図る実験として、もっとも基礎的なシリンダーインテークレート実験を現地果樹圃場内2地点で行った。実験に用いたシリンダーは現地埋設用のPFD管である。PFD管を高さ30cm、内径26.5cm、外径31.5cm（断面積551.3cm<sup>2</sup>）に加工し、土壌打ち込みが出来るようにエッジをテーパ加工した。加工したシリンダーを重機で10cm深さに貫入した。実験は実験開始からの浸透量を、経過時間と共に測定し、土壌の侵入特性を調べた。

積算侵入量と時間の関係は(2)のようになる。

$$D = C T^n \dots\dots\dots(2)$$

ここで、D：積算侵入量（mm）、C：定数、T：時間（min）、n：定数

積算侵入量の対数は時間の対数に対して線形的に増加する。侵入速度（インテークレート）は、(3)のように表せる。

$$I = 60 C n T^{n-1} \dots\dots\dots(3)$$

I：侵入速度インテークレート（mm/hr）

ベーシックインテークレート（I<sub>b</sub>（mm））とベーシックインテークレートに達する時間（T<sub>b</sub>（min））は各々(4)、(5)で表される。



$$I_b = 60 C n T (600(1-n))^{n-1} \dots\dots\dots (4)$$

$$T_b = 600(1-n) \dots\dots\dots (5)$$

現地土壌の侵入特性を示したのが図-7である。現場土壌におけるベーシックインタープレートは、計算上92.4mmであった。しかし、インタープレート試験は少なくとも圃場内3点での実験が原則であるなど、更に詳しい調査が必要である。今後、果樹圃場だけでなく普通作圃場についても詳しい土壌調査等が必要であると考えられる。

## 5. 今後の調査・試験計画

### 1) 灌漑用資器材の性能試験

試験圃場に導入されている自走式スプリンクラー、ブーム式スプリンクラー、点滴チューブの散水特性については、第1回専門家調査（灌漑）時に予備的テストを行ったが、実験用器材等の調査が不備なために十分なデータの蓄積ができなかった。従って、次期派遣時に更に詳細なデータの蓄積を行う必要がある。試験項目は計画に示した試験内容を基本とするが、更に以下の試験項目を追加する必要がある。

①点滴（ドリップ）チューブ：エミッターの吐出流量と土壌の湿潤面積の関係

②自走式スプリンクラー：散水分布特性と適正配置間隔

「実験用器材」

流量計（ウォルトマン型80mm）1個、散水缶（φ20mm）150個、メスシリンダー（500cc用）5本、（100cc用）5本、圧力計（ブルドン式管式）0～10（kg/cm<sup>2</sup>）5個、0～3（kg/cm<sup>2</sup>）10個、風速計（ロビンソン型）1個、その他配管用小物、工具類等。

### 2) 適正かん水基準決定のための試験

チュクロバ農場における灌漑計画諸元については既に長期現地実証調査団によって行われ、この諸元に基づき灌漑計画を樹立する場合、その根本となる作物の消費水量、1回当りの適正かん水量、間断日数等の諸量は、土壌、気候条件、栽培条件によって大きく影響されるので、更に現地において詳細なデータを蓄積し、妥当な用水計画基準を確立する必要がある。これらの灌漑計画基準策定に当たっての考え方、調査試験方法については別紙「適正灌漑基準決定のための基礎試験」を参考とする。

「実験用器材」

熱風乾燥器（土壌乾燥用）2個、自動上皿天秤（秤量500g、感度1/100g）2個、土壌pf測定装置（一式）、遠心機（14000rpm）1台、蒸留器（イオン交換型）1台、インキュベーター（0～30℃）1台、シリンダーインタープレート測定装置（一式）、彩土円筒（100cc 6本入り）50本、実容積測定装置（一式）、テンシオメーター（5, 10, 20, 30, 40, 50cm用）\* 6 = 36本。その他土壌試験用ガラス器具（一式）

### 3) Fullow Irrigationの現地試験

本試験圃場における灌漑方法は散水試験が主体となっているが、圃場形態（水平畑）から見て野菜圃場等での畝立て作物についてはうね間灌漑方式の導入も検討する。うね間灌漑方式は、灌漑労力、水の利用効率からは散水灌漑に比較すると劣るが末端施設量は低減できる。また、近年うね間灌漑用の自動給水装置の開発も見られるので灌漑労力の改善は十分可能である。特に、本試験圃場の給配水組織は圧力水によるパイプライン方式のため、若干の付帯施設を整備するだけで自動化は容易であろう。従って将来、あるいは近傍においてうね間灌漑を実施する場合、どの程度の適用効率でうね間灌漑が実施可能かについて現地試験を行い基礎データを蓄積する。なお、本試験は栽培とは直接関係がないので灌漑専門家の派遣に併せて現地試験を実施すれば良い。試験計画などについては専門家の派遣時期が具体化した時点で詳細を記載する。

## 6. 専門家（灌漑）の派遣について

畑地灌漑技術は、土壌、作物、灌漑工学を含めた総合的技術が要求される。従ってプロジェクトの目的を達成させるためには、それぞれの各専門家スタッフが現地に常駐し、共同研究体制によって調査、試験を実施するのが基本であろう。しかし、専門家の長期派遣は現実の問題として容易でないものと考えられる。従って、灌漑プロジェクトについては長期派遣の栽培関係技術者、あるいは現地カウンターパート等に基礎データの集積を依頼する。灌漑専門家の派遣は転期での短期派遣（3週間～1カ月程度）とし、この時期に観測データの整理と現地試験を集中的に実施する。このためには長期派遣専門家との密接な連携が必要である。

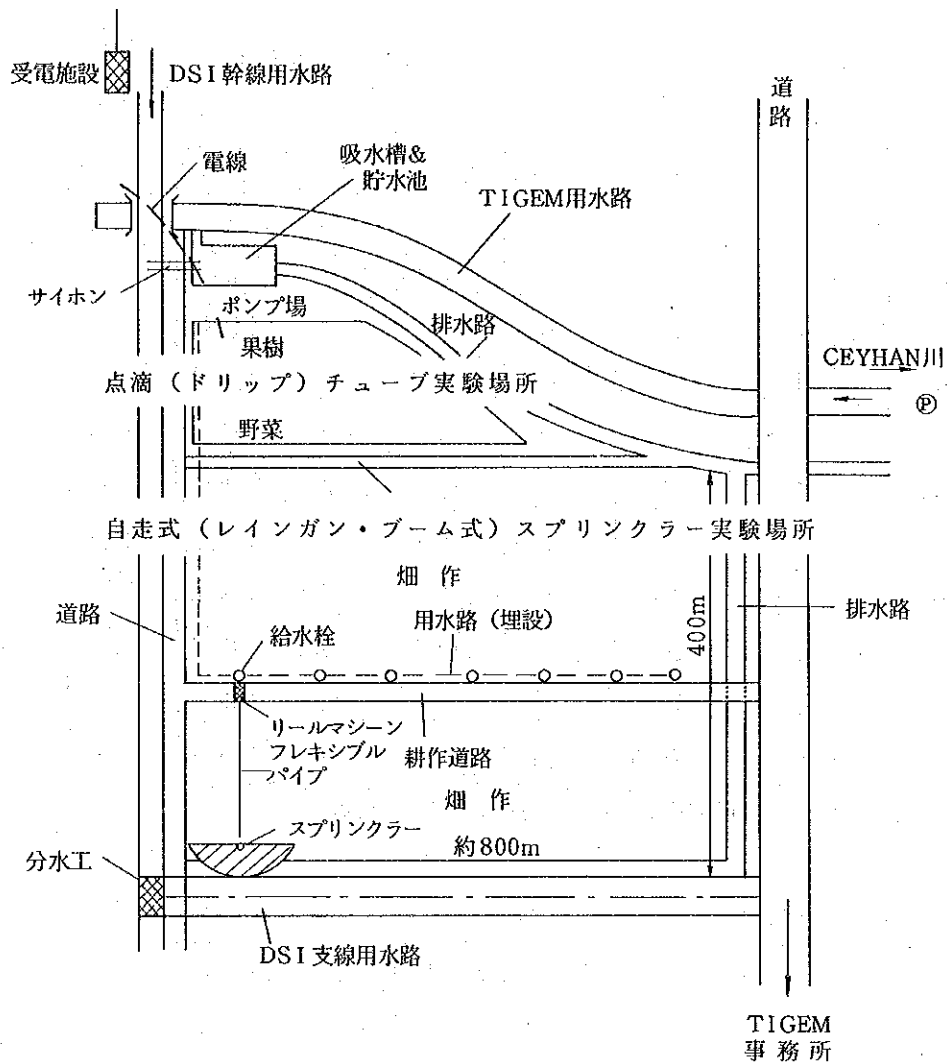


図-1 調査圃場の概要

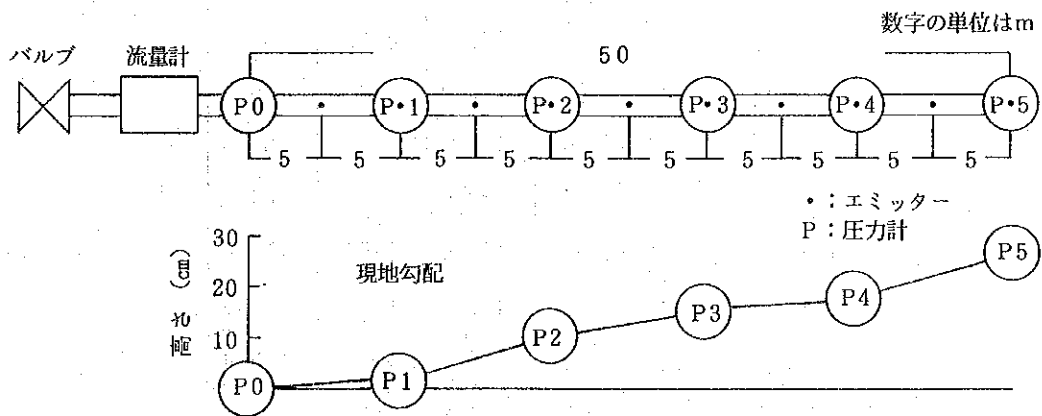


図-2 点滴(ドリップ)チューブの散水性能試験図

表-1 点滴（ドリップ）チューブの散水性能

地点 単位		圧力 kg/cm <sup>2</sup>	流量 cc/m	圧力 kg/cm <sup>2</sup>	流量 cc/m	圧力 kg/cm <sup>2</sup>	流量 cc/m	高低差 cm
	0	0.50		1.00		1.45		0.0
圧力比		<u>1.02</u>	98.5	<u>1.05</u>	123.0	<u>0.99</u>	143.8	
	1	0.55	75.0	1.10	120.0	1.52	145.5	1.5
圧力比		<u>1.12</u>	99.5	<u>1.16</u>	160.0	<u>1.04</u>	185.0	
	2	0.48	92.5	0.90	126.0	1.50	151.0	10.0
圧力比		<u>0.98</u>	85.0	<u>0.95</u>	113.5	<u>1.03</u>	147.0	
	3	0.54	81.0	1.02	115.0	1.50	151.3	15.0
圧力比		<u>1.10</u>	94.0	<u>1.07</u>	125.0	<u>1.03</u>	144.0	
	4	0.50	80.0	0.97	113.5	1.46	142.5	17.5
圧力比		<u>1.02</u>	73.0	<u>1.02</u>	127.5	<u>1.00</u>	152.5	
	5	0.49	75.0	0.95	123.8	1.46	155.5	26.5

圧力比とは各地点の圧力を末端の圧力(5)で割った値

ドリップ 水平勾配

地点 単位		圧力 kg/cm <sup>2</sup>	流量 cc/m	圧力 kg/cm <sup>2</sup>	流量 cc/m	圧力 kg/cm <sup>2</sup>	流量 cc/m
	0	0.50		1.00		1.50	
圧力比		<u>1.00</u>	90.0	<u>1.11</u>	122.0	<u>1.00</u>	154.0
	1	0.51	85.0	0.90	120.0	1.51	162.0
圧力比		<u>1.02</u>	120.0	<u>1.00</u>	156.0	<u>1.01</u>	180.0
	2	0.00	93.0	0.00	132.0	0.00	162.0
圧力比		<u>0.00</u>	93.0	<u>0.00</u>	130.0	<u>0.00</u>	160.0
	3	0.53	92.0	0.95	132.0	1.53	156.0
圧力比		<u>1.06</u>	93.0	<u>1.06</u>	132.0	<u>1.02</u>	164.0
	4	0.53	87.0	0.90	130.0	1.52	156.0
圧力比		<u>1.06</u>	90.0	<u>1.00</u>	120.0	<u>1.01</u>	160.0
	5	0.50	90.0	0.90	124.0	1.50	160.0

圧力比とは各地点の圧力を末端の圧力(5)で割った値

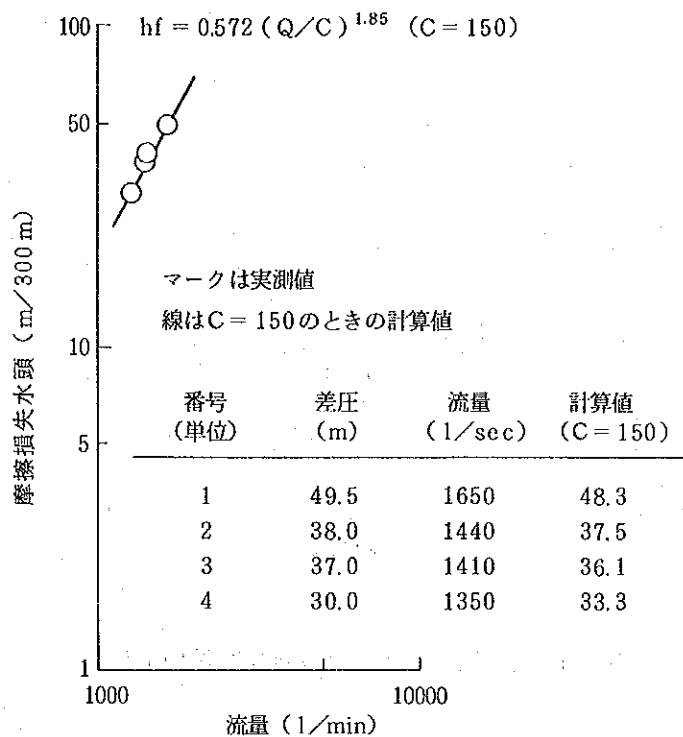


図-3 導水ホースの摩擦損失水頭

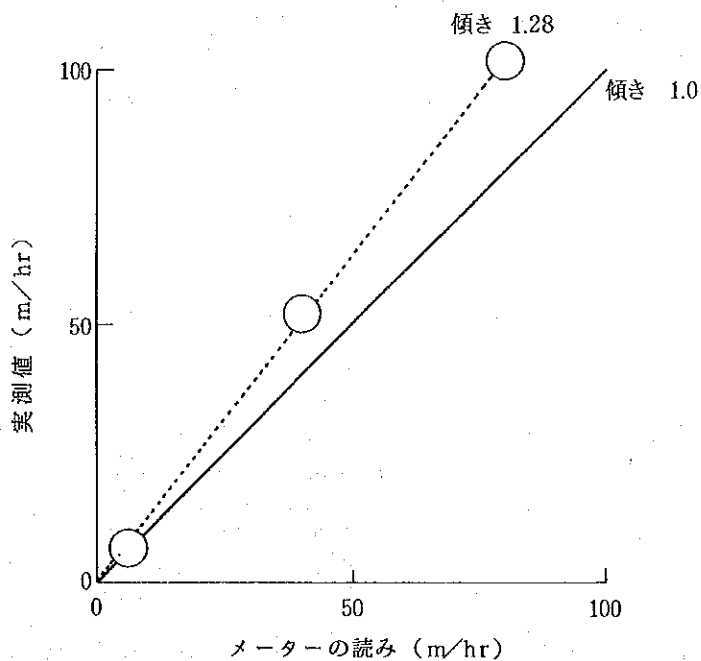


図-4 走行速度の検定

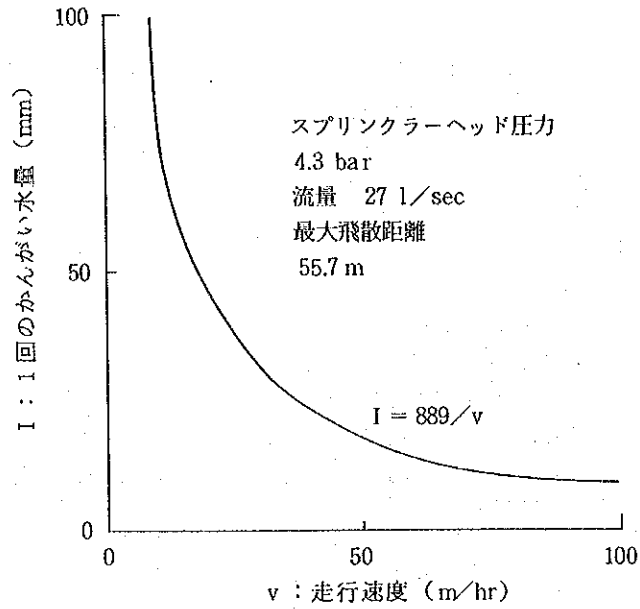


図-5 走行速度と1回の灌漑水量の関係

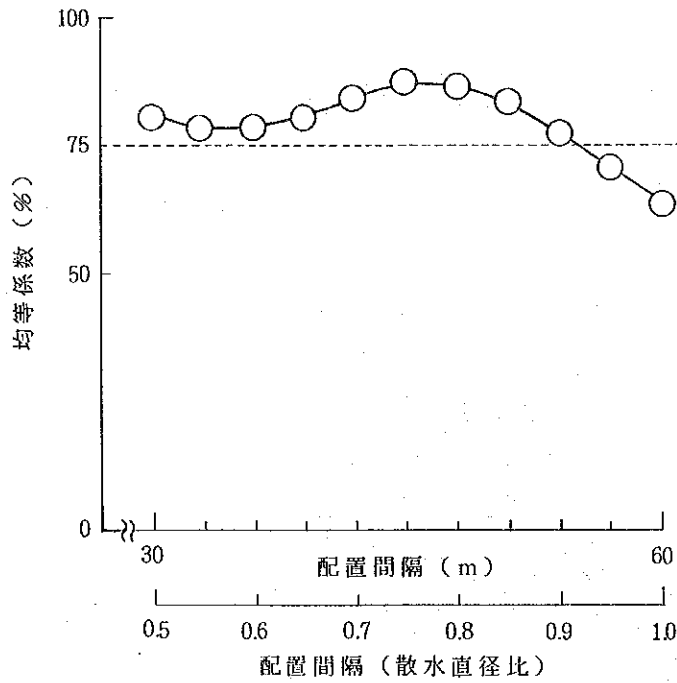


図-6 自走式(ブーム)式スプリンクラー散水の均等性

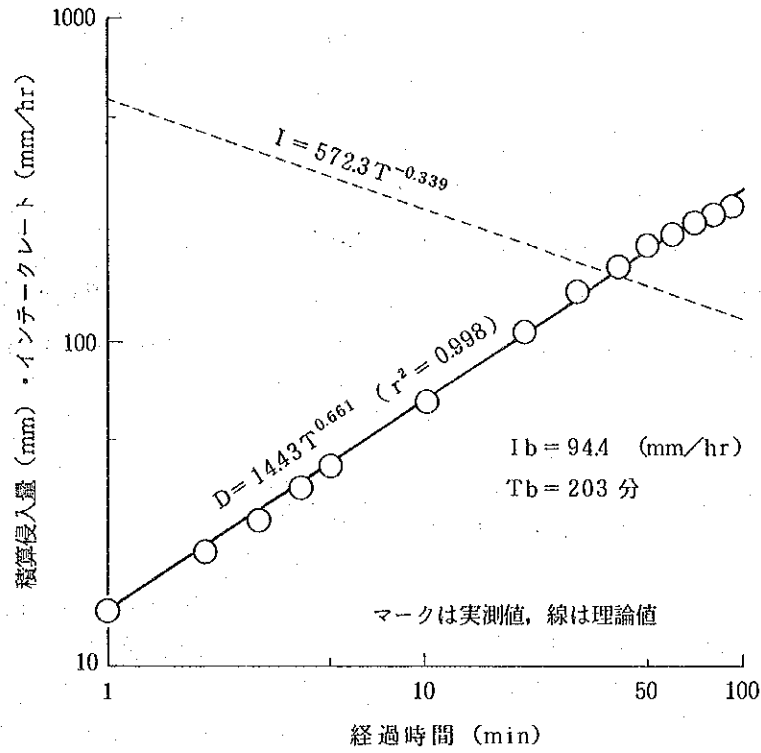


図-7 土壌のインテークレート

経過 分	A (m1)	B (m1)	D (mm)	積算浸 (mm)
1	740	880	14.69	14.69
2	450	440	8.07	22.76
3	280	340	5.62	28.38
4	420	340	6.89	35.27
5	240	440	6.17	41.44
10	1300	1420	24.66	66.10
20	2320	2480	43.52	109.61
30	1810	2000	34.54	144.16
40	1640	1580	29.19	173.35
50	1500	1240	24.84	198.19
60	1150	1050	19.95	218.14
70	1080	900	17.95	236.09
80	910	640	14.05	250.14
90	920	600	13.78	263.92

## 適正灌漑基準決定のための基礎試験

### 1. 畑地灌漑用水量の算定

畑地灌漑用水量の算定手順を（図-1）に示す。用水量算定に当たっては、計画日消費水量、計画間断日数、1回の計画灌漑水量が定められなければならない。これらの値は対象地区の土壤水分特性と灌漑作物の消費特性から決定される。なお、消費水量は気象因子と密接な関係があるので、消費水量の測定に当たっては気象特性調査も同時に行うことが重要である。

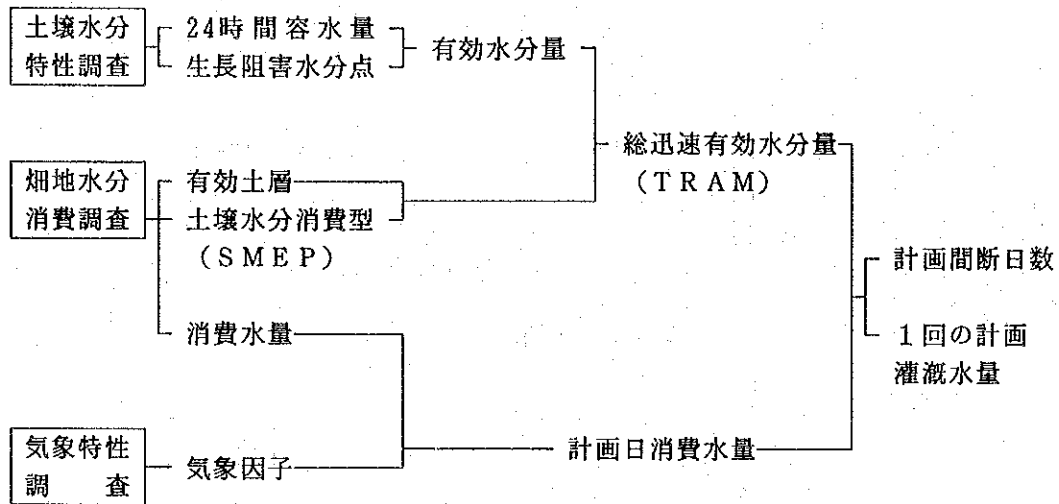


図-1 間断灌漑のための基礎諸元の決定手順

#### 1) 土壤水分特性調査

##### ①圃場容水量（24時間水分量）

圃場容水量の定義については、これまで多くの研究者によってその定義、見解が提出されているが、その定義についてはいまだ日本においては確立されていないのが現状である。しかし、正しい圃場容水量の状態を決定することは大切ではあるが、現在の灌漑工学的レベルから考えると、このような水分状態のみを正確に決定しても他の測定諸量の精度がともなわない限り意味がない。したがって本試験計画では多量の灌水後、24時間を経ても根群域になお保留されている水分量を24時間水分量とし、これをほぼ圃場容水量と考える。この状態では、まだいくらかの重力水が含まれていることもあるが、根毛の吸水も活発なので、その大部分は作物に利用されるものとして有効水分量の土限界として計画に採用する。測定は試験圃場において、1 m × 1 m程度の面積に100mm程度の灌水を行い、シートまたはムシロなどでその地点を覆い土壌面蒸発を防止する。灌水後24時間を経過した後、



その地点に採土用の試坑を掘り100ml 採土円筒によって採土し、炉乾燥法によって24時間水分量を算出する。(測定基準は表-1)

### ②初期シオレ水分点水分量

湿潤地帯(日本)での灌漑による水分管理の目標は、あくまで作物の収量、品質の増大、安定に主眼がおかれている。すなわち、ここでの水分管理は作物がシオレ現象を示す以前の土壤水分状態においても作物は既に生育阻害を生じ、収量、品質に影響を与えているという研究結果によるものである。したがって、湿潤地帯での有効水分の下限界はシオレ水分点でなく、作物生育に多少でも支障が生じたならば、その時点(ほぼPF2.7~3.0)の土壤水分を生長阻害水分点とし、有効水分の下限界として採用している。

トルコ国における降雨分布は地域によってかなり異なり、灌漑の必要性も地域的に異なるが、本試験地であるアダナ地方は10月から4月までが乾期となり、降雨が非常に少なく、灌漑が作物の安定生産にとって非常に重要であるとされている。灌漑用水量の算定に当たっては、これらの気象条件を十分考慮し、限られた水量を節水し、灌漑面積を増大させ、畑作物の安定生産を計ることに主眼をおき試験計画を立案すべきである。従って、試験計画での有効水分量の下限界は作物の生育保障としての初期シオレ水分点を採用する。このことにより、作物の消費水量が総体的に減少するとともに間断日数が長くなり、降雨の利用率が高まる。

初期シオレ水分点における水分量は多くの試験結果によるPF3.8前後とされているが厳密なものではなく、作物の種類、栽培様式、土壤等によって異なるものであるから、本試験計画においては導入予定の各作物について初期シオレ水分点を測定するとともに、作物の生育、収量との関係を明らかにする。

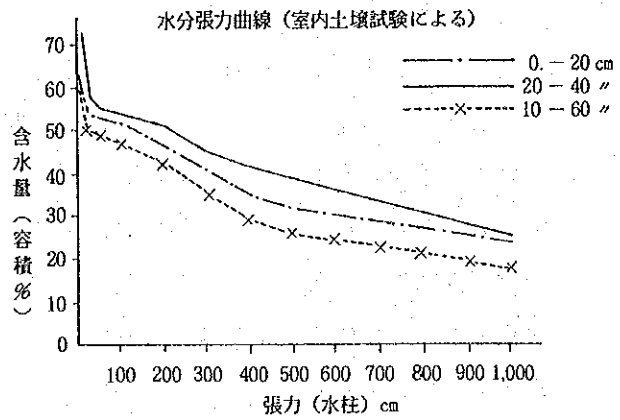
同時に好的水分管理の下で栽培した場合の作物の生育、収量を調査し、両者との関係も明らかにしておく。(測定基準表-1)

### ③土壤水分とPFとの関係(キャリブレーション)

作物の消費水量、初期シオレ水分点等の測定はテンシオメーターが主体となるので試験圃場における土壤水分含量とPF値との関係曲線を作成する必要がある。キャリブレーションには現地キャリブレーションと室内での土壤試験による方法の2つがある。本試験計画では両者について行うものとする。なおPF標示は読み取り精度を高める意味から水柱(H<sub>2</sub>O)標示とする。(図-2)

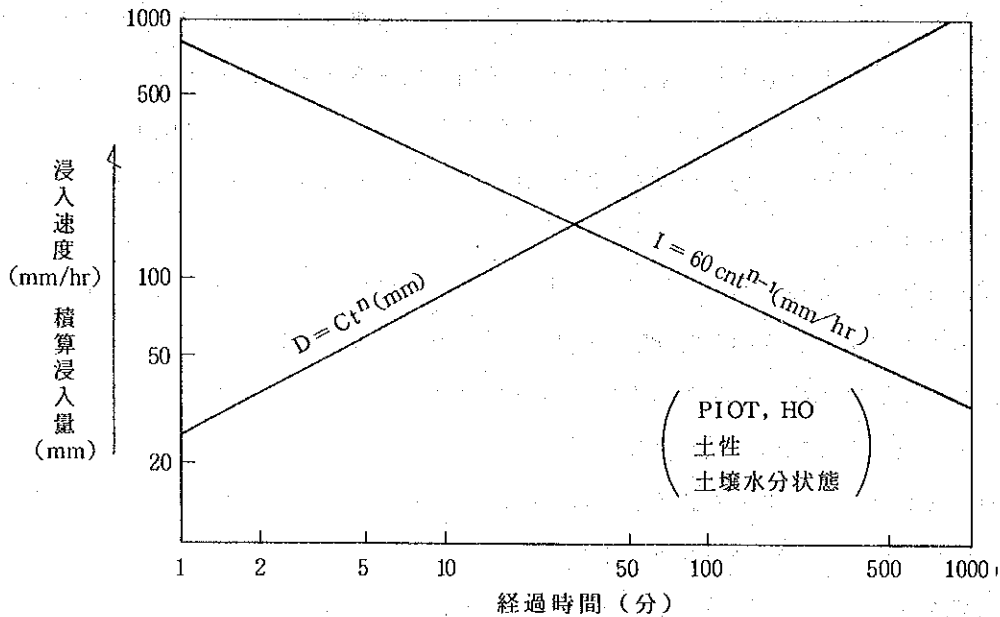
#### ④ インテークレート

インテークレートは灌漑水または降雨水が土壤中に侵入する割合で一般に mm/hr で表され、不飽和土壌における透水性の指標となり、畑地灌漑では灌漑方法や灌漑強度の決定の重要な因子となる。また農地造成においては土壌侵食防止工法の計画・設計の基礎資料となるものである。



インテークレートの測定はその目的に

よってシリンダーインテークレート、ファローインテークレートに大別されるが、ここではシリンダーインテークレートを測定し、図-3に示したように土性別に整理する。



(図-3) インテーク曲線

#### 2) 消費水量の測定

##### ①消費水量 (CU)

作物が圃場において消費する水量は、植物体が生長するために体内で消費する水量、葉面から蒸発する水量、及び植物体が存在する土壌面から蒸発する水量を合計したもので、これを一般に蒸発発散量 (ET) という。この蒸発散によって有効土層中の土壌水分は消費されるが、一方水田裏作のように下層の水分が比較的多い状態では下方の土層から毛管移動により水分補給が行われる場合、消費水量 (CU) は蒸発散量 (ET) とは必ずしも

一致しない。畑地灌漑の目的は作物の生育を保障するために、それまで有効土層内で消費された水量を1回に補給してやることにある。従って畑地灌漑では土壤中消費された水量を基準とするので有効土層における消費水量(CU)を用いる。

消費水量は現地において原則として土壌水分減少法によって求めることが望ましい。消費水量を求めるための土壌水分の測定は直接採土法、テンシオメーター法があるが、本試験計画ではテンシオメーターを基本とし、合わせて採土法も併用する。

消費水量は次のようにして求める。テンシオメーターの値を用いて消費水量を算出する場合は水分張力-含水量曲線(図-1)より水分量を求め同様の方法で消費水量を求めればよい。

$$CU = \frac{W_1 - W_2}{\text{A日からB日までに要した日数}}$$

ここに、CU：消費水量 (mm/日)

$W_1$ ：A日における有効土層全体の水分量(mm)

$W_2$ ：B日における有効土層全体の水分量(mm)

$$W_1 \text{ (mm)} \left( hw_1 \times \frac{D_1}{10} + hw_2 \times \frac{D_2}{10} \dots \dots hw_n \times \frac{D_n}{10} \right)$$

$$W_2 \text{ (mm)} \left( h'w_1 \times \frac{D_1}{10} + h'w_2 \times \frac{D_2}{10} \dots \dots h'w_n \times \frac{D_n}{10} \right)$$

$hw_1 \sim hw_n$ ：A日における各土層の水分量(容積%)

$h'w_1 \sim h'w_n$ ：B日における各土層の水分量(容積%)

$D_1 \sim D_n$ ：各々の水分量が代表する土層の厚さ (cm)

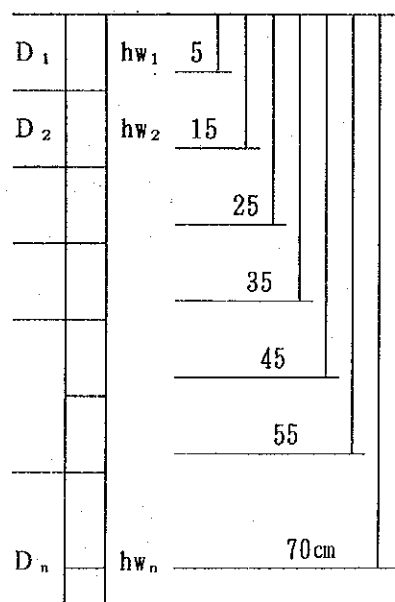


図-4 土壌水分測定深さ

土層深	測定	A日における含水量 (含水量%)	B日における含水量 (含水量%)	減少量 (mm) (A-B)	測定地の代表 土層深	代表土層深の 減少水量(mm)	分割 土層	消費水量 (mm)	水分 消費割合(%)
10		12.1	4.2	7.9	10cm	(7.9×10) 7.9	0cm	7.9	19.4 ×100
20		11.7	4.0	7.7	15cm	(7.7×1.5) 11.5	25cm	+11.5 19.4	46.9
30		12.7	7.6	5.1	10cm	(5.1×1) 5.1	25cm	5.1	12.9 ×100
40		12.7	7.5	5.2	15cm	(5.2×1.5) 7.8	50cm	+7.8 12.9	46.9
50							50cm		27.5
60		11.9	8.2	3.7	25cm	(3.7×2.5) 9.3	75cm	9.3	9.3 ×100
70							75cm		46.9
80		8.2	5.7	2.5	15cm	(2.5×1.5) 3.8	75cm	3.8	19.8
90							100cm	+1.5	5.3 ×100
100		8.8	6.1	1.5	10cm	(1.5×1) 1.5	100cm	5.3	46.9
全土層の消費水量(B)								46.9	100%
日消費水量 = ET/AからBまでに 要した水量								46.9/15 =3.1	

A-Bに要した日数…15日

対象作物… ブドウ

分割土層はこの場合25cmずつ区切ったが、

有効土層深のとり方によって異なる。

なお、試験圃場において消費水量を実測する場合、合わせて蒸発計蒸発量(E)を測定し、気象因子との関係も明らかにしておく。このことは、蒸発計蒸発量(E)と蒸発散量(ET)との間に作物とその生長段階に応じ、一定の相関があるという考え方である。即ち

$$ET = \alpha E$$

ET : 蒸発散量 (mm/d)

E : 蒸発計蒸発量 (mm)

$\alpha$  : 蒸発散係数

## ② 有効土層・制限土層

有効土層とは土壤水分の減少が認められる土層の深さで、作物根の水分吸収や毛管補給などにより水分消費が行われる。一般的には作物根の伸長深さが有効土層となる場合が多い。こられの測定はテンシオメーターの変動記録から容易に判定が可能である。制限土層とは有効土層内において作物生育に直接影響を与える土層をいう。制限土層の判定は、採土法による消費水量の測定時に根群分布状況、土壤の乾燥度合いなどからある程度推定を行い厳密には有効水分量 (AM) と土壤水分消費型 (SMEP) から計算される各層の総迅速有効水分量 (TRAM) が最小となる土層として定める。

## ③ 水分消費型

有効土層内での水分消費は一様でなく一般的には表層から下層に向かって減少する。この減少割合を示したのが水分消費型 (SMEP) であり、1回のかん水量を決定する場合の重要な要素となる。水分消費型には表層消費型、全層消費型などあり、作物の種類、時

期、土層の形態などにより異なるので実測を必要とする。測定はある期間内における各層の水分減少量を実測すればよく、消費水量の測定と同時に行えばその期間内の消費量は容易に求められる。(表-1参照)

### 3) 間断日数と1回の灌水量

上述した土壤の水分特性、作物の消費水量等の諸量が定められれば計画上の1回の灌水量と間断日数は次式によって求められる。

$$\text{①理論上の1回の灌漑水量 (TRAM)} = FC - WP \cdot D \times \frac{1}{CP} \text{ (mm)}$$

FC : 24時間水分量 (容積%)

WP : 初期シオレ水分量 (容積%)

D : 制限土層の厚さ (cm)

CP : 制限土層の水分消費割合 (%)

$$\text{②計画間断日数 (d)} = TRAM / cu$$

### ③ 1回の計画灌漑水量

計画間断日数に期別の計画日消費水量を乗じて求める。

### 4) 測定基準

用水計画諸元を定めるための土壤水分特性調査を次の通り実施する。

(表-2) 土壤水分特性測定基準

測定項目	本章見出し	測定方法	測定数	測定深さ	試験区の規模
圃場容水量	1-1)-0	採土・炉乾燥法	各圃場 1点	0~50cm or (必要に応じ30cm)	全圃場(10点)
初期シオレ水分点分量	1-1)-0	テンソメータ法及び採土・炉乾法併用	各作物 2点	0~50cm ( " )	10a×作物数
PF-水分量	1-1)-0	採土・炉乾 (室内試験 テンソメータによる 熱キャリブレーション)	必要に応じて 1~2ヶ所	土層別に3~5 個採土	-
インテークレート	1-1)-0	シリンダーインテーク	土性別 (同時に 3ヶ測定)	-	-
消費水量	1-2)-0	テンソメータ法 採土・炉乾法	各作物毎に2点 生育時期別に 測定	0~50cm 必要に応じ て30cm まで	10a×作物数



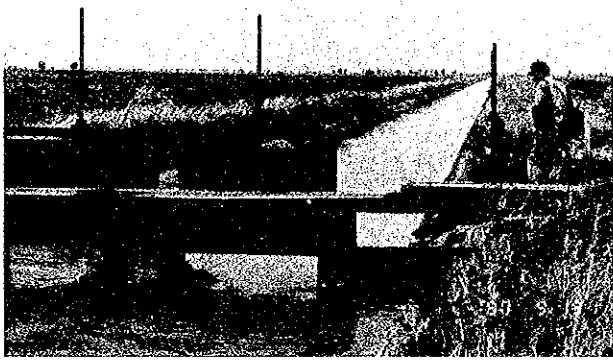


写真1 用水路

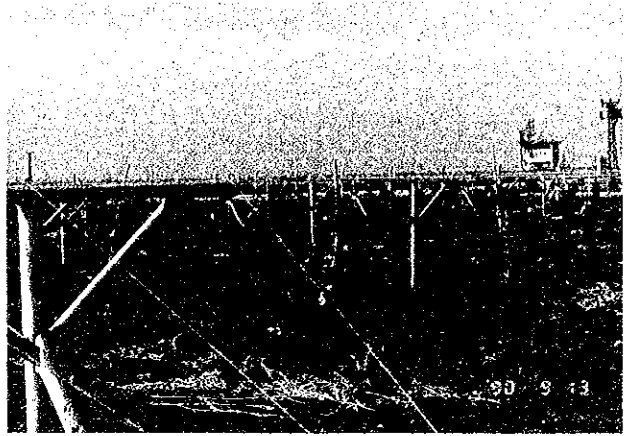


写真2 試験圃場（果樹キウイ）



写真3 試験圃場（果樹桃）

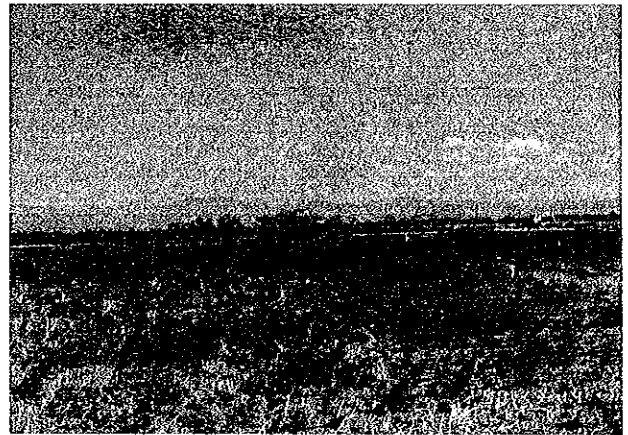


写真4 試験圃場（畑作）



写真5 試験圃場（畑作）

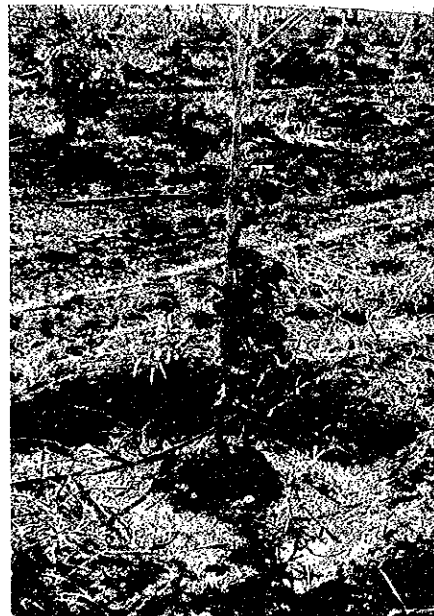


写真6 キウイの木

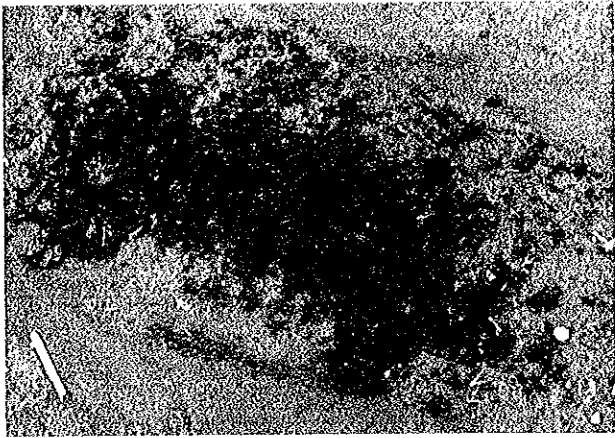


写真7 圃場内の土壌（湿潤状態）

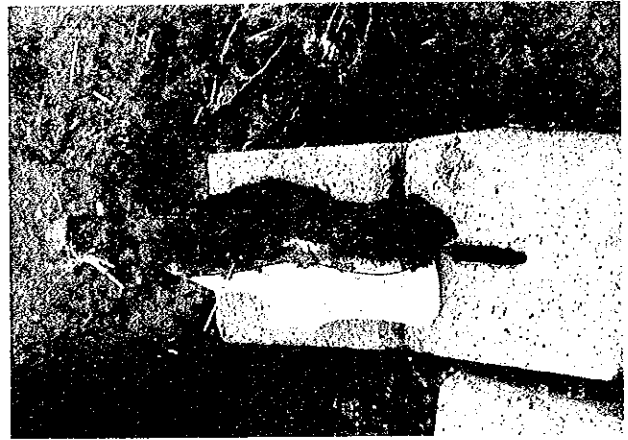


写真8 圃場内の土壌（湿潤状態）

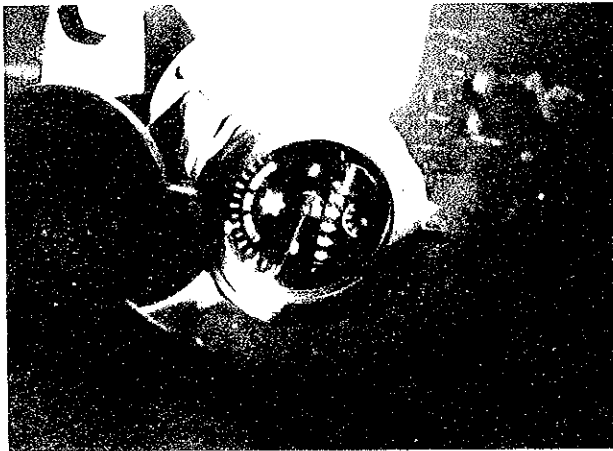


写真9 ウォルトマン式流量計



写真10 点滴エミッターの取り付け



写真11 水準測量風景

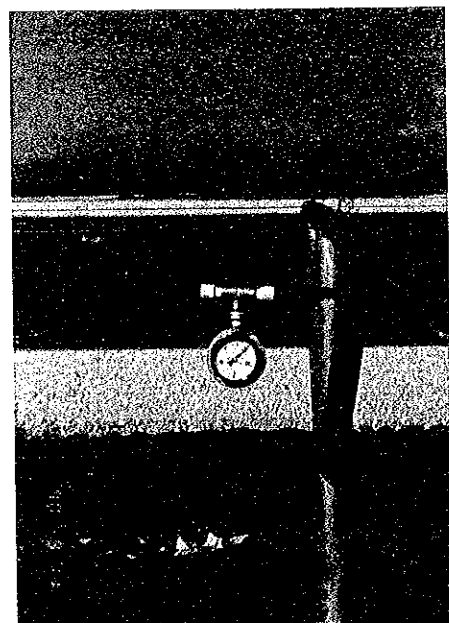


写真12 実験風景（水平勾配）



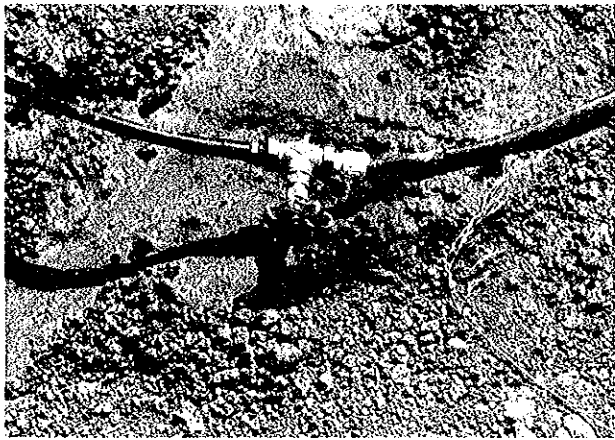


写真13 調節バルブ



写真14 調節部分（水平勾配）

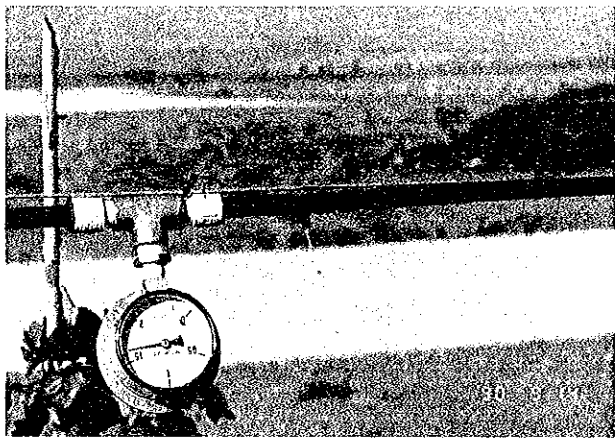


写真15 エミッターからの吐出（水平勾配）

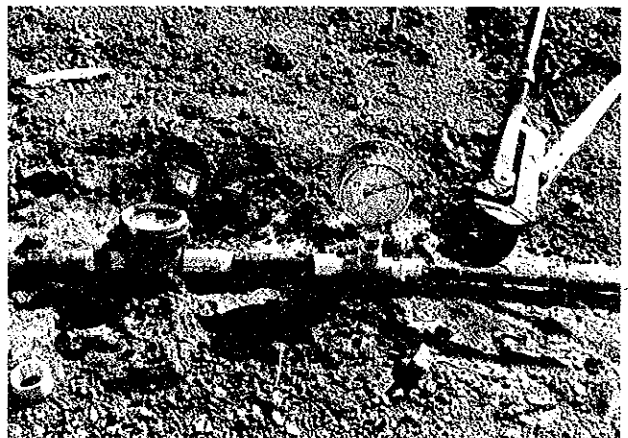


写真16 調節部分（現地勾配）

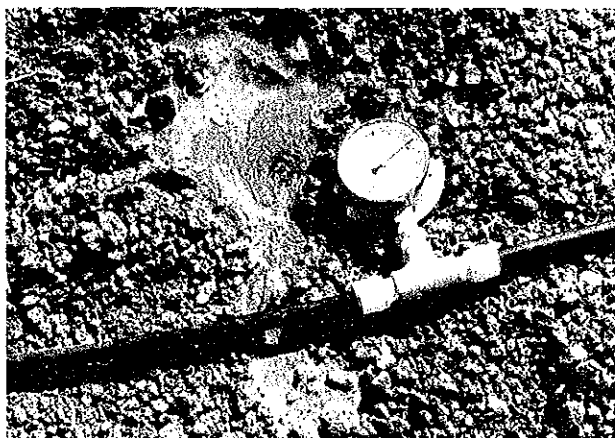


写真17 エミッターからの吐出（現地勾配）

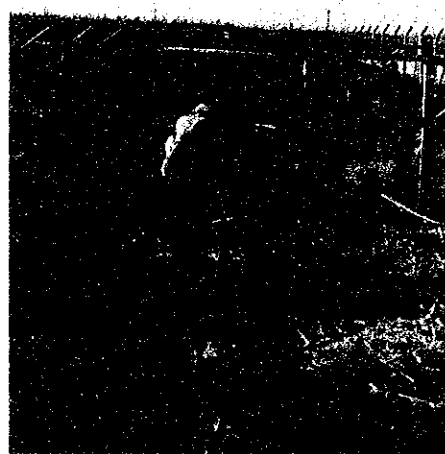


写真18 実験風景（現地勾配）

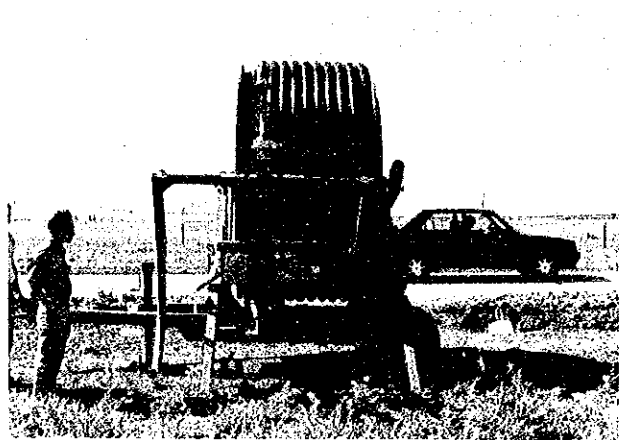


写真19 自走式（レインガン）スプリンクラー

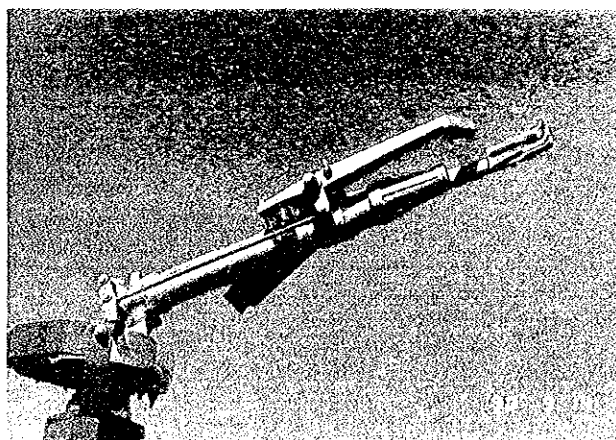


写真20 スプリンクラーヘッド



写真21 トラクターによるホース引出し

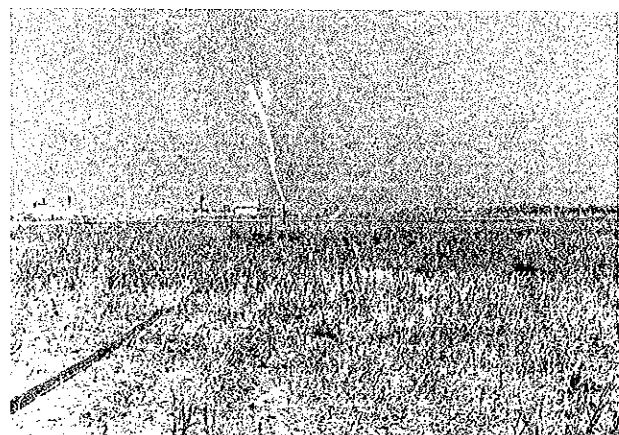


写真22 散水風景（自走式（レインガン）スプリンクラー）



写真23 実験風景（自走式（レインガン）スプリンクラー）

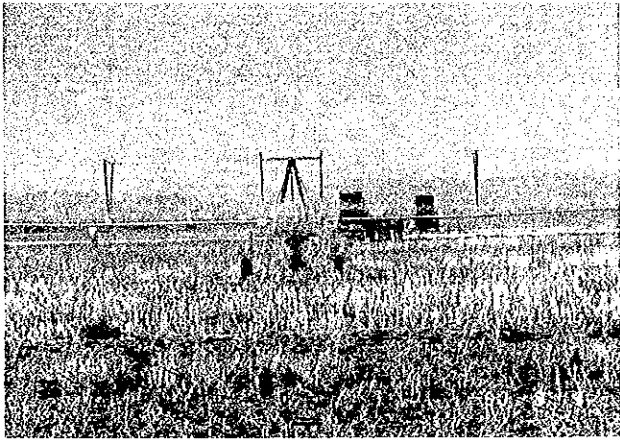


写真24 自走式（ブーム）スプリンクラー

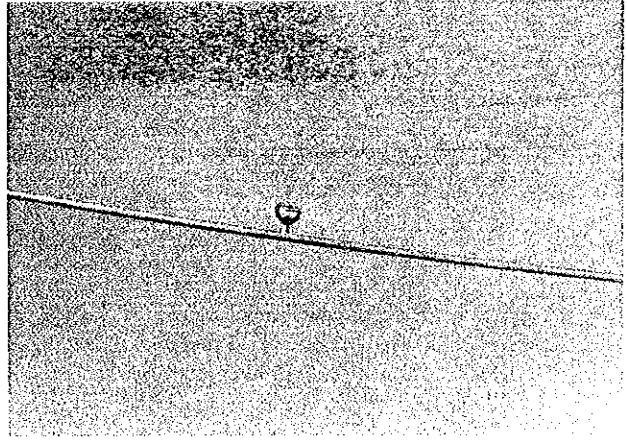


写真25 自走式（ブーム）スプリンクラーの散水状況



写真26 自走式（ブーム）スプリンクラーの散水状況

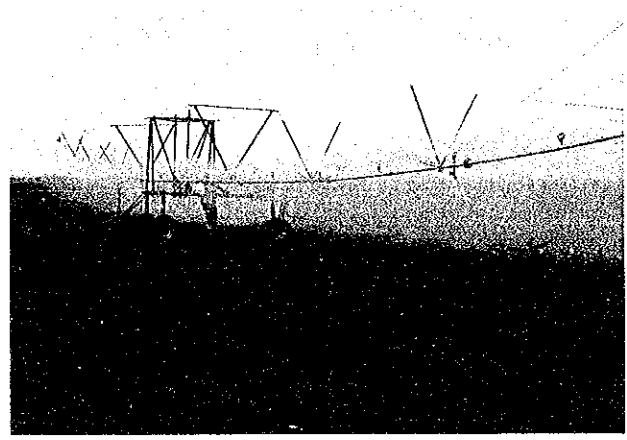


写真27 自走式（ブーム）スプリンクラーの実験風景

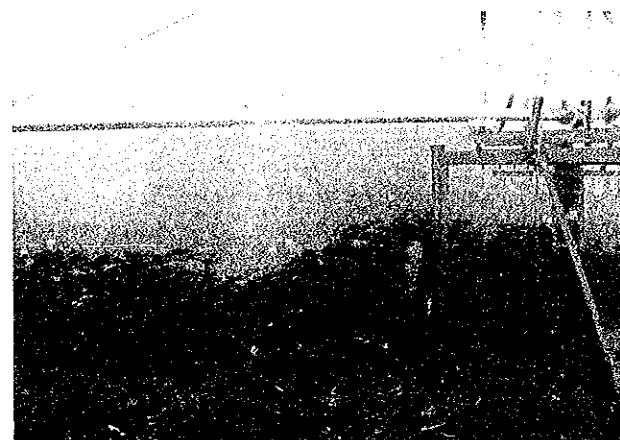


写真28 自走式（ブーム）スプリンクラーの実験風景

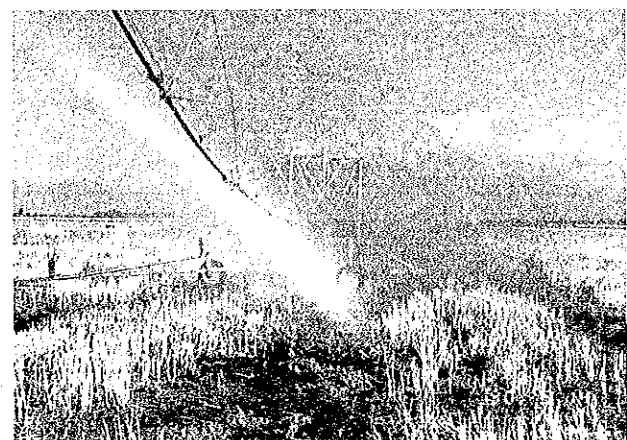


写真29 自走式（ブーム）スプリンクラーの散水風景



写真30 シリンダーインタークレート  
実験の実験風景



写真31 シリンダーインタークレート実験の  
シリンダー打ち込み

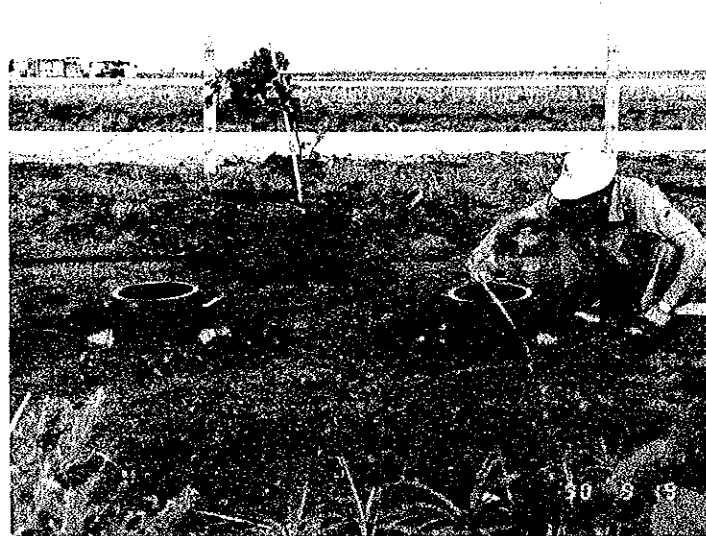


写真32 シリンダーインタークレート実験の実験風景

1 - 2 矢部 勝彦 専門家

(派遣期間平成 3 年10月18日~11月23日)



## 行 程 表

日 付	時 間	行 程
平成3年 10月18日 (金)	15:05	成田発フランクフルト行き LH 711便
	19:00	フランクフルト着 着後ホテル
19日 (土)	13:45	フランクフルト発 アンカラ行き LH 1582便
	17:55	アンカラ着 現地調整員山口氏出迎え
	21:15	アンカラ発アダナ行き TK 896便
	22:20	アダナ着 着後ホテル
20日 (日)		休日
21日 (月)	午前	現地事務所で各専門家と合流 TIGEM農場表敬訪問 Sami SEZGIN場長と面談
	午後	前週の経過報告と今週の行動予定の打ち合わせ参加 (磯田、坂田、木村、山口、矢部) 農場内作物のチェックと見学、携行器材のチェック
22日 (火)	午前	送水管の耐圧試験結果について施工業者との話合い 天秤およびテンシオメーターのチェック
	午後	テンシオメーターの設置 (レタス畑)
23日 (水)	8:00	アダナ発アンカラ行き TK
	9:05	アンカラ着 着後山口調整員と在トルコ日本大使館表敬訪問 池田公使、古沢一等書記官訪問 (大使不在)
	午後	山口調整員、上原通訳同行でTIGEM 表敬訪問 MUHMUTL部長と TEKILI次長訪問、チュクロバでの会議打ち合せと灌漑関係の 検討および資料の要請
24日 (木)	午前	TIGEM本部での会談報告と会議内容の打ち合せ
	午後	テンシオメーターの設置 (ダイコン畑、モモ園)
25日 (金)	午前	テンシオメーターの設置 (キウイフルーツとプラム園)
	午後	土壌掘削とサンプリング (レタス畑)
26日 (土)		休日
27日 (日)		休日
28日 (月)	午前	テンシオメーター読取り、土壌掘削とサンプリング (ダイズ畑)
	午後	土壌掘削とサンプリング (ダイズとトウモロコシ畑)
29日 (火)		祭日 (休み)
30日 (水)	午前	テンシオメーター読取り、前週の経過報告と今週の行動予定の 打ち合せ
	午後	土壌硬度のデータ整理、チュクロバ大学表敬訪問、農学部長 (灌漑排水学担当) TEKINEL教授、YAZAR助教授、 ERGENOGLU教授 (園芸学担当)、GESERER教授 (土壌学担当) と 面談
31日 (木)	午前	テンシオメーター読取り、11/1会議の原稿準備
	午後	会議の原稿準備、水稻収穫状況の見学

日付	時間	行程
平成3年 11月1日(金)	午前 午後	テンシオメーター読取り、綿花畑での根群分布調査 半乾燥地における灌漑システムに関する会議、TIGEM本部の TIKELI次長、チュクロバ農場長SEZGIN、チュクロバ大学灌漑排 水学教室TEKINEL教授他5名、農業機械学教室 SABANCI教授、 JICA側磯田リーダー他各専門家3名、上原通訳、その他2名、 計15名参加
2日(土)	午前 午後	テンシオメーター読取り、透水試験 透水試験
3日(日)		休日
4日(月)	午前 午後	テンシオメーター読取り、前週の経過報告と今週の行動予定の 打ち合せ(磯田、坂田、木村、矢部) 透水試験
5日(火)	午前 午後	DERTYOLの果樹園見学(キウイフルーツ園) 同上の柑橘園見学(レモン、ネーブル、ミカン他) (磯田、坂田、矢部)
6日(水)	午前 午後	テンシオメーター読取り、透水試験 土壌掘削とサンプリング
7日(木)	午前 午後	テンシオメーター読取り、土壌掘削とサンプリング チュクロバ大学灌漑排水教室訪問(農学部付属農場における灌 漑施設と気象観測施設見学)、半乾燥地灌漑に関する研究結果 資料の説明と資料収集(磯田、坂田、木村、矢部)
8日(金)	午前 午後	テンシオメーター読取り、透水試験、送水管の耐圧試験 透水試験
9日(土)		休日
10日(日)	6:30 8:00 13:00	アダナ発イスタンブール行き(磯田、坂田、矢部) TK イスタンブール着、ブルサ行きバス ブルサ着 着後ホテル
11日(月)	午前 午後	カラジャベイの種子店訪問 (種子代支払と見学圃場の紹介) 水田・インゲン畑・タマネギ畑見学、TAT株式会社訪問 (カゴメとの合弁企業)
12日(火)	午前 午後 20:00 21:30	ブルサ発イスタンブール行き、バス イスタンブール着 イスタンブール発アダナ行き TK アダナ着 着後滞在ホテルへ
13日(水)	午前 午後	テンシオメーター読取り、透水試験 透水試験
14日(木)	午前 午後	テンシオメーター読取り、透水試験 透水試験



日付	時間	行程
平成3年 11月15日(金)	午前	テンシオメーター読取り、チュクロバ大学灌漑排水学教室の土壌サンプリング立合い、送水管の耐圧試験
	午後	土壌サンプリング立合い、TIGEM農場との意見交換 (磯田、坂田、木村、矢部)
16日(土)	午前	テンシオメーター読取り、データ整理
	午後	データ整理
17日(日)		休日
18日(月)	午前	テンシオメーター読取り、前週の経過報告と今週の行動予定の打ち合せ
	午後	データおよび資料整理
19日(火)	午前	データおよび資料整理
	午後	TARSUS農業試験場訪問、BICER氏とDEVIS氏と面談、農場の灌漑施設見学(磯田、矢部)
20日(水)	午前	ALATA園芸試験場訪問、ANIL場長と面談、果樹類の栽培を中心とした農場の試験圃場見学(磯田、矢部)
	午後	同上の見学後、JICA事務所で次年度の灌漑計画について各専門家との意見交換(磯田、坂田、木村、矢部)
21日(木)	8:00	アダナ発イスタンブール行き TK 465便
	9:40	イスタンブール着
	15:00	イスタンブール発パリ行き AF 1373便
	17:50	パリ着 着後ホテル
22日(金)	15:00	パリ発成田行き AF 276便
23日(土)	10:35	成田着 成田-東京-大阪

主要面談者リスト

氏 名	職 位	所 属
MUHMUT GUL	計画調査部長	T I G E M
FILIZ TEKELI	灌漑局次長	T I G E M
MURAT YURDABAYRAK	灌漑専門家	T I G E M
SELIM SAMI SEZGIN	農場長	T I G E M (CEYHAN)
池 田 勝 也	公 使	在トルコ日本大使館
古 沢 清 崇	一等書記官	在トルコ日本大使館
磯 田 龍 三	チームリーダー	JICA専門家 (果樹)
坂 田 公 男		JICA専門家 (畑作)
木 村 三 男		JICA専門家 (野菜)
山 口 憲 一		JICA調整員
OSMAN TEKINEL	農学部長 (教授)	チュクロバ大学 (灌漑排水)
ATTILA YAZAR	助教授	チュクロバ大学 (灌漑排水)
RIZA KANBER	助教授	チュクロバ大学 (灌漑排水)
HARUN KOKSAL	助手	チュクロバ大学 (灌漑排水)
ALIATTIN SABANCI	教授	チュクロバ大学 (農業機械)
YUSEL BEK	教授	チュクロバ大学 (園芸)
OMER GEZEREL	教授	チュクロバ大学 (果樹)
GURHAN UNAL	所長	DORTYOL 石油基地
ERCAN BAYRAMLI	所長	TAT株式会社
RUSTU ERTAS	試験場長	TARSUS農業試験場
SEHIN ANIL	試験場長	EREMLI園芸試験場
上 原 晃		通訳
HAKKI OGUZ		通訳

## 1. 調査の目的

トルコ共和国半乾燥地域農業開発計画に関して、栽培計画に先立ち、灌漑計画が必要である。灌漑計画を策定するには、灌漑計画の基礎諸元調査が必要であるが、まだ行なわれていないのが現状である。これに対して、栽培に関する試験はすでに開始されており、すなわち、これらは作物専門家 坂田公男氏、野菜専門家 木村三男氏、果樹専門家 磯田龍三氏（リーダー）により行なわれている。しかし、それらの栽培試験では灌漑条件の設定は行なわれていない。これは灌漑専門家が派遣されていないからやむを得ないと考える。今回の短期灌漑専門家は現地の各専門家との打ち合せに基づき、土壌等の灌漑諸元に対する基礎的データの収集、灌漑に関する既存データの収集、灌漑試験を行なうにあたっての問題点・改善策および必要器材の指摘、灌漑予備試験計画の策定、現地 J I C A 側とトルコ国側の協調体制確立等を目的に、来年度以降の灌漑専門家派遣のための基礎資料を作成することとする。

## 2. 調査・試験項目とその方法

### (1) 土壌硬度

土壌硬度はトウモロコシ畑、レタス畑、ダイズ畑、キウイフルーツ園、モモ園の計5カ所において各土層ごとに測定する。測定深さは以下の通りである。

トウモロコシ畑、レタス畑、ダイズ畑：7.5、22.5、37.5、52.5cm

キウイフルーツ園、モモ園：10.0、30.0、50.0、70.0cm

使用する土壌硬度計は大起理化工業（株）製（携帯物品）であり、その概略は図2-1に示す。

### (2) 根群分布調査

根群調査は、幅80cm、長さ100cm、深さ約100cmの直方体の穴を掘削し、主根群域とヒゲ根の伸長深さについて行なう。掘削はダイズ、トウモロコシ、キウイフルーツ、モモおよびコットン（灌漑区と無灌漑区）植栽地点である。

### (3) 湿潤密度

本来は、乾燥密度（=仮比重）が灌漑諸元の調査対象であるが、乾燥炉が無いために今回は湿潤密度調査にとどめる。湿潤密度測定は100mlサンプルを用いて行なうこととし、測定深さは以下の通りである。

トウモロコシ畑、レタス畑、ダイズ畑：5～10、20～25、35～40、50～55cm

キウイフルーツ園、モモ園：7.5～12.5、27.5～32.5、47.5～52.5、67.5～72.5cm

なお、供試土は各土層から2試料を採土する。

### (4) 土壌の透水性

土壌の透水性は、湿潤密度測定用に採土した供試土を用いて測定を行なう。したがって、湿潤密度の測定後2～3日中に浸漬し、土壌透水性測定器（4連式変水位、5連式定水位

兼用型) を使用して行なう。試験装置の概要は図2-2に示す。

なお、測定地点、測定深さおよび試料数は湿潤密度測定の場合と同じであるので省略する。また、透水性測定にあたり、透水性の良好と思われる場合は定水位透水性試験を行ない、不良と思われる場合は変水位透水性試験を行なう。

#### (5) 土壌水分の消費機構

土壌水分の消費機構調査は、携行したテンシオメーターを使用して行なう、測定地点と測定深さは以下の通りである。

レタス畑、ダイコン畑、レタス未植栽地：5、15、25、35cm

キウイフルーツ園、モモ園、スモモ園：10、30、50、70cm

なお、土壌水分追跡は、原則として滞在中の休日以外は毎朝定時に測定するものとする。

また、使用したテンシオメーターによる水分測定システムは図2-3に示す。

#### (6) その他

その他としては、送水管の耐圧試験と地下水位調査を行なう。なお、送水管の耐圧強度は $15\text{kg}/\text{cm}^2$ と納入業者の説明がなされている。さらに、地下水位については、過去の報告書では冬場で約2mとされている。

### 3. 調査・試験結果と若干の考察

#### (1) 土壌硬度

土壌条件として良好と言えるのは土壌硬度の値が $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下であるが、まず、レタス畑については深さ52.5cmまでが約 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度あり、良好と判断される。つぎに、ダイズ畑については収穫後サブソイラーにより心土破碎を行なっているが、サブソイラーの爪があたっていない所もあり、深さ37.5cm以上の深さで $20\text{kg}/\text{cm}^2$ より大きな値を示し、作物の根の伸長にとっては良好な条件下にないと判断される。また、トウモロコシ畑については深さ52.5cmでの土壌硬度が約 $30\text{kg}/\text{cm}^2$ であるが、これ以外の深さでは約 $12\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下であり、ダイズ畑より土壌条件は良好と判断される。さらに、キウイフルーツ園とモモ園についてはいずれも深さ70cmまでが $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下であり、土壌条件は畑地に較べて良好であると判断される。すなわち、キウイフルーツにおける最大値は深さ30cmで約 $7.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 、モモ園における最大値は深さ50cmと70cmで約 $5.5\text{kg}/\text{cm}^2$ である。なお、測定結果は表3-1に示す。

#### (2) 根群分布調査

根群分布調査は収穫後のダイズ、栽培中のトウモロコシとコットン(灌漑区と無灌漑区)、果樹のキウイフルーツおよびモモについて行なった。まず、ダイズについては大部分の根群は深さ30cmまでに分布し、ヒゲ根は深さ約40cmまで伸長している。つぎに、トウモロコシについては大部分の根群は深さ40cmまでに分布し、ヒゲ根は約55cmまで伸長している。

また、コットンについて灌漑区では大部分の根群が深さ約60cmまでに分布し、ヒゲ根は約90cmまで伸長しているが、無灌漑区では大部分の根群が深さ約60cmまでに分布するものの、ヒゲ根は100cm前後まで伸長している。一方、果樹のキウイフルーツについては大部分の根群が深さ約40cmまでに分布しているが、ヒゲ根は55cm前後まで分布している。また、モモについては大部分の根群が深さ約40cmまでに分布し、ヒゲ根は55cm前後まで分布している。したがって、コットンでの根群の伸長状況は他の作物とは異なり、主根群分布およびヒゲ根の伸長深さはより深い傾向を示すが、他の作物では現在のところ同じ傾向を示している。

### (3) 湿潤密度

本来は仮比重の結果が必要であるが、先に述べたように乾燥炉がないために湿潤密度の測定にとどめる。湿潤密度は採土時の含水量に左右されるので、得られる数値の大小から土壌条件を判定することには若干の問題点を含む。これらのことを考慮に入れて、湿潤密度の測定結果から土壌条件について触れることにする。まず、レタス畑については35cm以上の深さで1.60~1.65の値を示し、この値は土壌条件としては若干大きいように思われる。つぎに、ダイズ畑については深さ20~55cmで1.60~1.75と若干大きな値を示す。トウモロコシ畑については深さ20cm~55cmで1.57~1.74とダイズ畑と同様に若干大きな値を示す。一方、キウイフルーツ園については1.68以下を示しているが、モモ園については深さ67.5~72.5cmで1.80近い大きな値を示している。これらの結果から、特に作物の根群の伸長にとって障害とならないように土壌の深い位置での密度には留意しておく必要がある。なお、測定結果は表3-2に示す。

### (4) 透水性

透水性に関しては、透水試験に用いた試料の量が小さい(100ml)ので参考資料にとどめるが、若干のコメントをする。まず、レタス畑については深さ50~55cmで $10^{-5}$ オーダーの透水係数を示すが、他の深さではこの値より大きい。つぎに、ダイズ畑については深さ35~40cmで $10^{-5}$ オーダー、深さ50~55cmで $10^{-6}$ オーダーの透水係数を示し、透水性は悪い。また、トウモロコシ畑については深さ35~40cmと50~55cmで $10^{-5}$ ないし、一部 $10^{-6}$ オーダーの小さい透水係数を示す。このように土層が深くなるにしたがい透水性が悪くなっている。一方、キウイフルーツ園については深さ67.5~72.5cmの位置でも透水係数は $10^{-4}$ と透水性は良好である。また、モモ園についても同様に深さ67.5~72.5cmの位置で透水係数は $10^{-4}$ と透水性は良好である。したがって、畑作物区では深くなるにしたがい透水性が悪くなるので注意が必要である。なお、測定結果は表3-3に示す。

### (5) 土壌水分の消費機構

土壌水分の消費機構はテンシオメーターによる土壌水分追跡法で行なった。しかし、10

月中旬以降については蒸発散量が小さいため灌漑計画の諸元である消費水量の推定には無理があるので、ここでは測定結果のみを示す。土壌水分追跡は毎日行なうことができなかったため表にして示すことにする。測定結果は表3-4に示す。

(6) その他

まず、10.5kg/cm<sup>2</sup>での送水管の耐圧試験では管は破裂せず、13.5kg/cm<sup>2</sup>の耐圧試験では2回とも管の破裂が発生した。また、地下水位は約150cmであった。

表3-1 平均土壌硬度 (単位: kg/cm<sup>2</sup>)

深さ (cm)	7.5	22.5	37.5	52.5
レタス畑	0.6	2.4	10.1	9.5
ダイズ畑	3.0	10.7	23.3	22.3
トウモロコシ畑	1.7	4.7	9.0	22.9
深さ (cm)	10.0	30.0	50.0	70.0
キウイフルーツ園	2.2	4.4	3.2	3.9
モモ園	0.6	3.9	5.7	4.7

表3-2 平均湿潤密度 (単位: g/cm<sup>3</sup>)

深さ (cm)	5.0~10.0	20.0~25.0	35.0~40.0	50.0~55.0
レタス畑	1.16	1.38	1.60	1.65
ダイズ畑	1.37	1.60	1.61	1.75
トウモロコシ畑	1.31	1.57	1.72	1.74
深さ (cm)	7.5~12.5	27.5~32.5	47.5~52.5	67.5~72.5
キウイフルーツ園	1.35	1.51	1.61	1.68
モモ園	1.14	1.64	1.61	1.79

表3-3 平均透水係数 (単位: cm/sec.)

深さ (cm)	5~10	20~25	35~40	50~55
レタス畑	$9.0 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-3}$	$9.6 \times 10^{-4}$	$2.9 \times 10^{-5}$
ダイズ畑	$8.8 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-4}$	$1.9 \times 10^{-5}$	$3.2 \times 10^{-6}$
トウモロコシ畑	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-4}$	$2.7 \times 10^{-5}$
深さ (cm)	7.5~12.5	27.5~32.5	47.5~52.5	67.5~72.5
キウイフルーツ園	$3.6 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-3}$	$8.3 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-4}$
モモ園	$4.8 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$6.7 \times 10^{-4}$	$2.8 \times 10^{-4}$

表3-4(1) 野菜畑における土壤水分張力の経時変化 (単位: cmH<sub>2</sub>O)

畑の種類 深さ (cm) 月 日	レタス灌水区 5、15、25、35	レタス未植栽地 5、15、25、35	ダイコン灌水区 5、15、25、35		
10	23	353、288、341、222	309、272、300、122	未	
	24	387、261、260、228	351、236、240、119		
	25	235、197、197、196	359、215、200、84		
	26	245、153、166、115	366、215、191、89		272、44、139、44
	28	143、75、119、47	157、112、89、61		363、83、126、45
	30	233、128、144、78	244、152、114、69		50、75、42、44
	31	213、127、125、74	240、158、114、67		58、40、44、42
11	1	247、138、136、131	273、162、119、74	74、86、57、70	
	2	286、149、129、74	298、173、122、77	127、91、72、40	
	4	37、29、26、22	42、36、31、24	16、22、14、19	
	6	76、52、45、31	74、68、56、35	20、37、16、26	
	8	108、73、55、33	107、92、66、42	26、46、21、34	
	11	139、98、63、38	145、113、84、52	58、56、46、36	
	12	141、98、63、36	155、119、87、55	78、72、46、18	
	13	131、124、76、60	167、141、106、66	171、118、104、29	
	14	158、136、105、45	216、199、159、105	129、120、104、18	
	15	155、136、107、44	235、208、164、105	147、121、121、18	
	16	158、146、104、44	268、216、168、67	215、186、195、38	
	18	205、165、101、70	299、172、173、75	379、270、334、65	
	20	42、48、63、40	106、75、70、78	42、40、51、26	

(注) 10/26(20mm)、11/ 1(定植後) : プーム灌水

11/3、11/18~19 降雨

表3-4(2) 果樹園における土壤水分張力の経時変化 (単位: cmH<sub>2</sub>O)

樹種 深さ (cm) 月 日	キウイフルーツ園 10、30、50、70	モモ園 10、30、50、70	プラム園 10、30、50、70	
10	28	177、50、109、66	95、232、79、43	89、56、46、47
	30	137、154、17、25	24、38、120、63	37、22、38、45
	31	108、128、45、37	59、77、73、104	46、35、56、57
11	1	182、204、63、38	76、88、133、139	55、55、72、70
	2	216、194、44、17	68、102、151、171	52、22、51、55
	4	41、42、34、38	38、45、23、66	58、24、28、24
	6	100、85、54、37	83、78、21、94	52、63、67、58
	7	112、103、59、21	103、92、21、103	57、66、75、66
	8	126、126、60、15	130、114、31、129	60、72、62、53
	13	161、269、113、23	276、218、65、210	124、73、56、41
	14	131、352、156、50	399、292、56、225	120、84、80、81
	15	241、502、149、36	453、418、119、303	71、87、90、84
	16	232、458、185、53	397、366、358、38	180、103、90、86
	18	215、529、83、21	41、77、44、50	27、8、-19、-31

(注) 10/28~29、11/16~17にかけて灌漑 (約14時間)

11/3、11/18~19 降雨

#### 4. 既存資料の収集とまとめ

既存資料の収集は、チュクロバ大学、TIGEM、農業試験場から行なった。得られた既存資料の一部を図4-1~4、表4-1~17に示す。まず、表の資料について、表4-1は定植後の土壤別 Cotton の根群生長量を示す。この結果は定植後の生長量は20日から40日に大きいことを示す。表4-2は土壤別水分減少に対する Cotton の葉の変化について示す。この結果は最初の灌漑効果の大きいことを示す。表4-3は定植直後の最初の灌漑条件下における Cotton 収量への影響について示す。この結果は定植から最初の灌漑の日数が短いときに収量が增大することを示す。表4-4は灌漑処理別における Cotton 収量への影響について示す。この結果は有効水分量が40~60%消費されたときに灌漑を行なうと収量が大きいことを示す。表4-5は灌漑処理別における蒸発散量について示す。この結果は深い位置まで灌漑水が届くような灌漑を行なうと蒸発散量が大きくなることを示す。表4-6は灌漑別における Cotton 収量と総かんすい量について示す。この結果は平均収量が残留水分量の60%消費されたときに灌漑を行なうと大きいことを示す。表4-7は湿潤深さ別における Cotton 収量と蒸発散量を示す。この結果は深い位置まで灌漑水が届くような灌漑をすると総灌漑水量と蒸発散量が大きくなるが、収量も大きくなることを示す。表4-8は灌漑方式別におけるトマト収量と総灌漑水量の比較を示す。表4-9は灌漑方式別における柑橘収量と総灌漑水量の比較を示す。この結果は方式とは関係なく総灌漑水量が大きいと収量が大きくなることを示す。表4-10は灌漑方式別におけるレモン収量と総灌漑水量の比較を示す。この結果は点滴灌漑の水生産性の高いことを示す。表4-11は灌漑方式別におけるイチゴ収量の比較を示す。この結果は点滴灌漑が畦間灌漑と散水灌漑の約83%の灌漑水量のときには最も大きな収量を示す。表4-12は灌漑方式別における総灌漑水量とイチゴ収量および品質の比較を示す。この結果は点滴灌漑が水生産性の高いことを示す。表4-13はマルチの有無と灌漑方式別における総灌漑水量とバナナ収量および品質の比較を示す。この結果はマルチすると効果のあることを示す。表4-14はアラニア地方の灌漑方式別におけるバナナ収量および幹の生長度と総灌漑水量の比較を示す。この結果は点滴灌漑が畦間灌漑より小さな総灌漑水量で、しかも大きな収量となることを示す。表4-15は点滴灌漑の間断日数別におけるコショウ収量と品質の比較を示す。この結果は毎日灌漑が3日間断灌漑より小さい総灌漑水量で、大きな収量を示す。表4-16は点滴灌漑の間断日数別におけるナス収量と品質を示す。この結果は毎日灌漑が3日間断灌漑より小さい総灌漑水量で、大きな収量を示す。表4-17は水面蒸発量の比率別灌漑水量の違い（蒸発散比別）におけるレモン収量の比較を示す。この結果は蒸発散比の大きな値を用いて灌漑を行なった方が有利であることを示す。つぎに、図4-1は土壤別における Cotton の根群分布を示す。この結果は深さ60cmまでに約71%以上の根群が集中することを示す。図4-2はチュクロバ地方の土壤別における Cotton の月別蒸発散量を示す。この結果は蒸発散量の最大が7月(7.5



mm、6.7mm) ないし8月(6.6mm)に見られることを示す。図4-3は土壌別における Cotton の土層別蒸発散割合を示す。この結果は深さ120~150cmの土層でも約8~16%の消費水量があることを示す。図4-4は Cotton における純用水量と収量の関係を示す。この結果は純用水量が約490mm前後の時に収量が最大になることを示す。

表4-1 Cotton root growth rate in soil series, cm day<sup>-1</sup>

Soil series	10 Days after planting					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Arikli	1.3	3.3	3.6	4.4	2.2	0.9
incirlik	1.8	3.4	3.6	4.4	1.4	0.8
Arpaci	2.6	2.8	4.0	4.2	1.4	1.0

Soil depth (cm)	ARIKLI		iNCiRLiK		ARPACI	
	root Weight		root Weight		root Weight	
	gr	%	gr	%	gr	%
0-30	9.44	(65)	13.61	(54)	15.95	(71)
30-60	3.20	(22)	4.29	(17)	4.27	(19)
60-90	1.31	(9)	3.28	(13)	1.37	(6)
90-120	9.44	(3)	2.52	(10)	0.67	(3)
120-150	0.14	(1)	1.51	(6)	0.22	(1)

図4-1 Cotton root Weight in soil series

表4-2 Some phenological symptoms on cotton parallel to decrease of soil moisture (Tekinel and Kanber, 1978)

Soil Series	Ava. Soil Moist. Level, %		The distance of the red color from tip bud before irrigations (cm)	Plant height in the first irrigation (cm)
	Appearance of the reddish color on main stem	Leaves turned out bluish-green color		
Arikli	48	30	15	70
incireik	48	28	12	63
Arpaci	50 - 55	40	12	100

表4-3 Cotton yields under different postponed first irrigation conditions (Kan ber and Dervis, 1978)

Treatment	Number of days from planting to first irrigation			Yield kg/da	Relative decrease in yield %	Relative yield (% Treatment A)
	1976	1977	Ave.			
A	47	41	44	449**	0.0	100.00
B	54	49	52	404	10.0	91.00
C	73	63	68	347	23.0	77.00
D	63	54	59	390	13.0	87.00
E	65	43	54	420	6.0	94.00

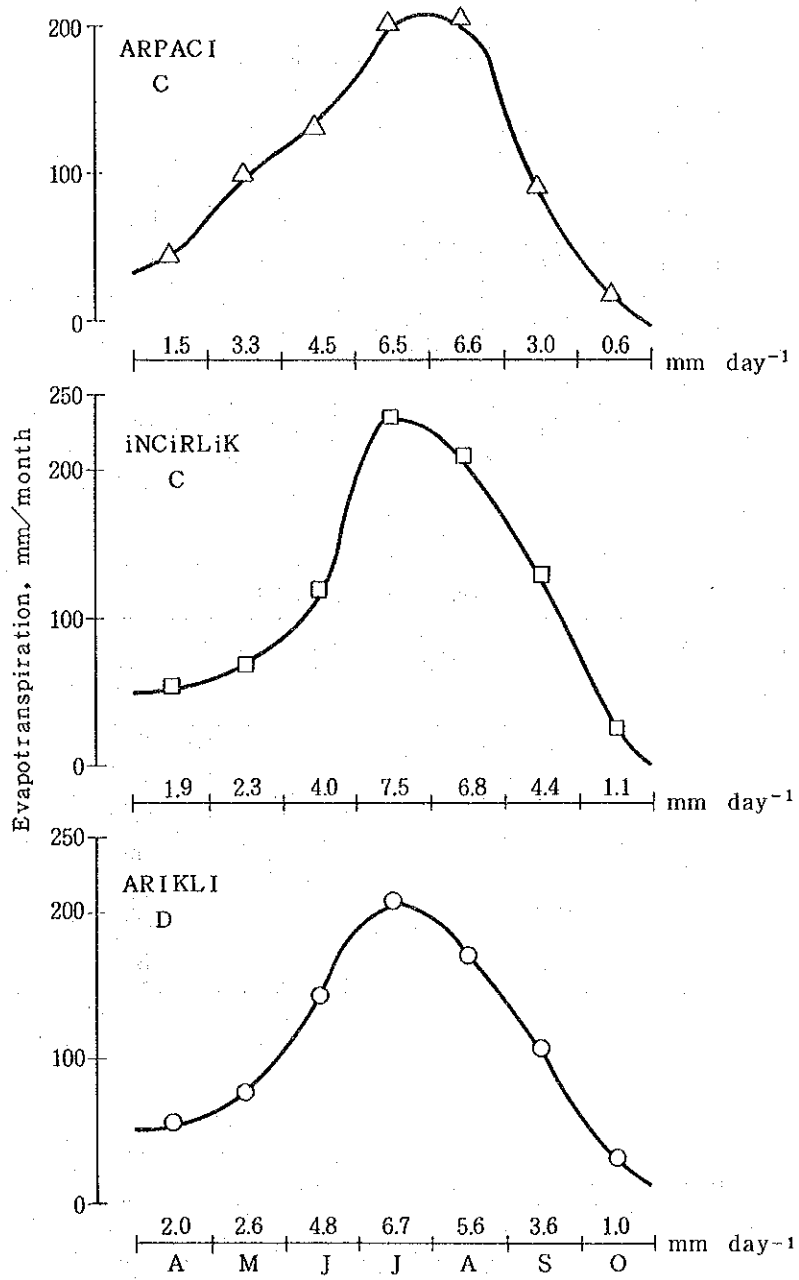
(\*\*) P < 0.01

表4-4 Cotton yield at the different irrigation treatment (Kanber, 1977)

Treatment	ASWL* %	Yield, kg per decar		
		Arikli	incirlik	Arpaci
A	No irrigation	134	157	181
B	20	307	400	514
C	40	371	506**	586**
D	60	392**	505	552
E	Appearance of plant	312	358	501

\* Available soil water level

(\*\*) P < 0.01



☒4-2 Cotton Evapotranspiration in Cukurova Region

ARIKLI				
Soil Layer (cm)	Evapotranspirasyon, %			
	B(0. 20)	C(0. 40)	D(0. 60)	E
0- 30	(27)	(31)	(34)	(26)
30- 60	(24)	(26)	(24)	(25)
60- 90	(22)	(21)	(19)	(22)
90-120	(17)	(13)	(15)	(14)
120-150	(10)	(9)	(8)	(13)

iNCiRLiK				
Soil Layer (cm)	Evapotranspirasyon, %			
	B(0. 20)	C(0. 40)	D(0. 60)	E
0- 30	(26)	(28)	(32)	(24)
30- 60	(22)	(22)	(25)	(21)
60- 90	(19)	(19)	(18)	(20)
90-120	(17)	(17)	(14)	(19)
120-150	(16)	(14)	(11)	(16)

ARPACI				
Soil Layer (cm)	Evapotranspirasyon, %			
	B(0. 20)	C(0. 40)	D(0. 60)	E
0- 30	(25)	(31)	(33)	(26)
30- 60	(21)	(25)	(25)	(23)
60- 90	(21)	(20)	(19)	(21)
90-120	(18)	(16)	(15)	(19)
120-150	(15)	(8)	(8)	(11)

Fig 4-3 The amount of the water removed by cotton from different root depth(Tekinel and Kanber, 1980 b.)

表4-5 Relative Evapotranspiration for irrigation treatments  
(Tekinel and Kanber, 1985)

Treatment	Wetted profile depth(cm)	Number of days after planting						Average Et mm
		51	78	95	120	134	178	
A	150	13	24	33	57	81	100	844
B	120	5	20	32	64	80	100	818
C	90	6	21	33	60	80	100	790
D	60	13	20	33	64	80	100	752

表4-6 Cotton yield and applied water under reduced irrigation conditions (Tekinel, and Kanber, 1979)

Treatment	1976		1977		1978		Average	
	cm	kg/da	cm	kg/da	cm	kg/da	cm	kg/da
A (Control)	51.5	361a	69.1	379a	77.3	338a	66	359
B (0.80 A)	41.2	398a	55.2	392a	61.9	370a	53	384
C (0.60 A)	30.2	391a	41.5	397a	41.5	382a	38	390
D (0.40 A)	20.6	338b	28.6	410a	30.8	397a	27	382
E (No irrigation)	0.0	208c	0.0	131b	0.0	155b	0.0	165

$S_{\bar{X}_1} = 0.838$ ;  $S_{\bar{X}_2} = 0.208$ ;  $S_{\bar{X}_3} = 0.202$

A: Available soil water level

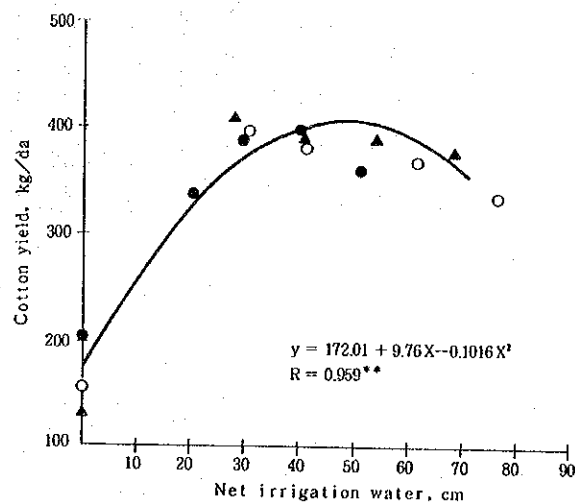


图4-4 Cotton production function from field experiments (Tekinel and Kanber, 1979)

表4-7 Cotton yield and Evapotranspiration under different depths of wetting(Tekinel and Kanber, 1985)

Treatment	Wetting depth cm	irrigation water		Evapotr <sup>*</sup>		Yield	
		mm	%	mm	%	kg/da	%
A	150	503	100	844	100	565	100
B	120	474	94	818	97	546	97
C	90	448	89	790	94	555	98
D	60	380	76	752	89	552	98
E	0	0	0	121 <sup>**</sup>	—	170	30

(\*) The Average of 2 yearly results

(\*\*) Total rainfall for treatment E

表4-8 Comparison of irrigation techniques by Cevik, (1977 and 1978). (Tomatoes)

Periot	Irr. Tech	Texture	Irr, Water mm	Yield kg/da	Average Fruit wit, gr.	Vitamin c gr/100 ml	Yield kg/da 100 mm
Autumn	Drip	f SL	80	2950	47	5.4	3950
		CL	80	3000	46	8.1	4000
	Sprinkling	f SL	130	2900	49	5.1	2850
		CL	170	2925	46	6.3	1700
	Holedpipe	f SL	90	3500	45	5.0	4150
		CL	140	3000	45	5.0	2200
Spring	Drip	f SL	250	5500	74	15.6	2250
		CL	250	6400	72	14.7	2250
	Sprinkling	f SL	330	6700	80	12.9	2150
		CL	300	5900	67	13.7	1950
	Holedpipe	f SL	270	6350	81	15.1	2400
		CL	240	5100	62	14.5	2250

表4-9 Comparison of irrigation techniques in citrus  
(Cevik et.al.1982).

Irrigation Techniques	1978		1979		1980	
	Irr. Water mm	Yield kg/tree	Irr. Water mm	Yield kg/tree	Irr. Water mm	Yield kg/tree
Furrow	460	120.3	460	168.4	575	179.6
Sprinkling	344	151.8*	344	172.2*	430	207.6*
Drip irr.	151	102.1	219	189.9*	299	182.9

表4-10 Comparison of irrigation techniques for Lemons (Küt Diken)  
(Ozsan et.al.1983).

Irr. Technique	1978			1979			1980		
	irr. Water mm	dia mm	yield kg/tree	irr. Water mm	dia mm	yield kg/tree	irr. Water mm	dia mm	yield kg/tree
Overtree	1001	6.80	—	1001	6.53	10.72*	1001	10.74	8.42
Undertree	1463	7.00	—	1330	8.22*	7.80	1064	9.53	8.67*
Furrow	1002	7.27*	—	1002	6.87	3.75	1336	13.36*	9.06
Drip	277	7.29*	—	184	7.16	8.38	229	9.12	7.93

表4-11 A. Comparison of irrigation techniques in strawberries  
(Tekinel et.al.1984).

Years	Varieties	Yield, kg/da			Relative Irr. Water Drip %
		Furrow	Drip	Sprinkling	
1980	Pocahantas	179.8	283.6	244.6	Drip : 100
	Aliso	281.0	298.1	300.8	Furrow : 120
1981	Pocahantas	757.5	1091.3	914.8	Sprink : 120
	Aliso	579.3	1000.1	972.0	

表4-12 Comparison of irrigation techniques for in strawberries

(Eylen et. al. 1985) .

Years	Irr. Tech	Irr. Water	Yield I. Qua. kg/da	Yield kg/da 100 mm	Yield Low gra kg/da	Dry Mat %	Sugar %	Acid gr/1t	Fruit Water cc/100 gr
1981	Furrow	684	3382	49	52.3	—	—	—	—
	Drip	424	6986	165	69.4	—	—	—	—
1982	Furrow	653	1285.5	197	322.6	11.3	8.3	12.75	63.98
	Drip	401	1279.7	319	304.4	11.5	8.5	12.46	62.52
1983	Furrow	408	1200.2	294	243.5	9.6	6.5	10.65	65.48
	Drip	308	1464.8	476	217.2	9.3	6.3	10.63	65.89

表4-13 Comparison of different mulching and irrigation techniques in

bananas (Cevik et. al. 1984) .

Irr. Tech	Mulc	Irr. Water m	Yield kg	Yield kg/m <sup>2</sup> Water	Yield kg/plant	Yield gr/cm <sup>2</sup> Stem	Fruit Wt. gr.	Fruit Length cm.	Fruit Per. cm.	Sugar %
Drip	T <sub>1</sub>	2.2	2.8	1.3	3.8	35.3	59.2	14.5	9.8	18.9
	T <sub>2</sub>	2.7	11.2	4.1	6.6	37.7	54.6	15.4	9.8	15.2
	T <sub>3</sub>	4.2	15.6	3.0	8.4	36.8	70.6	16.7	10.3	16.3
	T <sub>4</sub>	2.7	11.9	4.4	7.6	41.4	69.7	14.3	10.5	16.2
Trough	T <sub>1</sub>	8.2	9.6	1.6	6.3	31.6	57.4	14.9	9.8	16.0
	T <sub>2</sub>	6.2	12.2	2.0	6.1	35.8	55.9	15.3	9.7	16.4
	T <sub>3</sub>	6.2	12.8	2.1	6.8	32.4	47.4	14.2	9.3	14.4
	T	6.2	10.9	1.8	7.1	37.5	63.3	15.6	10.3	16.5



表4-14 Comparison of irrigation techniques of bananas  
in the Alanya region (Cevik et.al.1985)

Year	Irr. Tech	Irr. Water	No. of Irr.	Rel Water Usage	Yield kg/plant	Yield kg/cm Water	Yield gr/cm <sup>2</sup> Stem
1982-83	Drip	1528	18	54.9	18.1	10.6	66.6*
	Trough	2784	16	100.0	18.0	6.1	62.2
1983-84	Drip	984	13	39.4	14.8*	8.8	61.8
	Trough	2407	14	100.0	13.4	3.4	55.4

表4-15 The effect of different Irrigation intervals on the yield and quality of drip irrigated peppers

(A:daily irrigation, B:once irrigation three days)

Years	Irr. Water (mm)	Marketable kg/da	Yield kg/da/100 mm	Weight per pepper (g)	Volume per pepper (cm <sup>3</sup> )	Diameter of pepper (cm)	Height of pepper (cm)	Vitamin of C (mg 100 g)	Thickness of pepper (cm)	
1986	A	421.8	5174.5	1226.8	39.4	85.8	4.87	6.46	62.8	0.28
	B	433.0	4862.6	1123.0	40.2	84.2	4.89	6.44	59.3	0.27
1987	A	390.6	2927.7	749.5	38.0	80.4	5.14	5.85	91.8	0.31
	B	403.0	2234.7	554.5	38.2	81.7	5.17	5.98	88.3	0.30

表4-16 The Effect of Different Irrigation Intervals on the Yield and Quality of Earliness of Drip Irrigated Eggplants.

(A:daily irrigation, B:once irrigation three days)

Years	Irr Water (mm)	Marketable		Yield kg/da/100 mm	Weight per Eggplant (g)	Volume per Eggplant (cm <sup>3</sup> )	Diameter of Eggplant (cm)	Height of Eggplant (cm)	
		kg/da	kg/plant						
1986	A	508.8	5170.9	1.9	1016.3	130.5	187.6	4.15	18.4
	B	525.9	4581.3	1.7	871.1	127.5	182.3	4.07	18.4
1987	A	601.8	5947.4	2.2	988.3	137.0	197.0	4.41	20.3
	B	621.7	5104.0	1.9	821.0	134.9	193.0	4.22	20.2

表4-17 The yields of Lemon trees according to application of different rations of open water surface evaporation values (kg/tree)

Applications Years	$K_1 = 0.60$	$K_2 = 0.80$	$K_3 = 1.0$	Jobling equ
1984-1985	84.70	109.54	109.52	101.90
1986-1987	39.70	45.31	95.35	77.00
1987-1988	40.69	56.78	107.83	69.69

$E_t = K \cdot E_{pan}$

$I R = E_t \times A \cdot P$

$E_t$  = Evapotranspiration, mm

$K$  = pan coefficient

$E_{pan}$  = Free watersurface evaporation, mm

$I R$  = Irrigation requirement, m<sup>3</sup>

$A$  = Wetted area, m<sup>2</sup>

$P$  = Percentage of wetted area

## 5. 灌漑試験計画の策定（平成4年度以降）

### (1) 畑地灌漑用水量の基礎諸元調査

まず、灌漑諸元の決定手順について述べる。灌漑諸元の項目と各項目の関係および決定手順は図5-1に示す。灌漑試験計画を策定するにあたっては、まず、灌漑諸元を調査し、最終的に計画日消費水量、計画間断日数、1回の計画灌漑水量を定めなければならない。これらの値は計画対象地区の土壌水分特性と灌漑作物の水分消費特性から気象特性を考慮して決定される。以下、今後調査すべき項目について順を追って説明する。

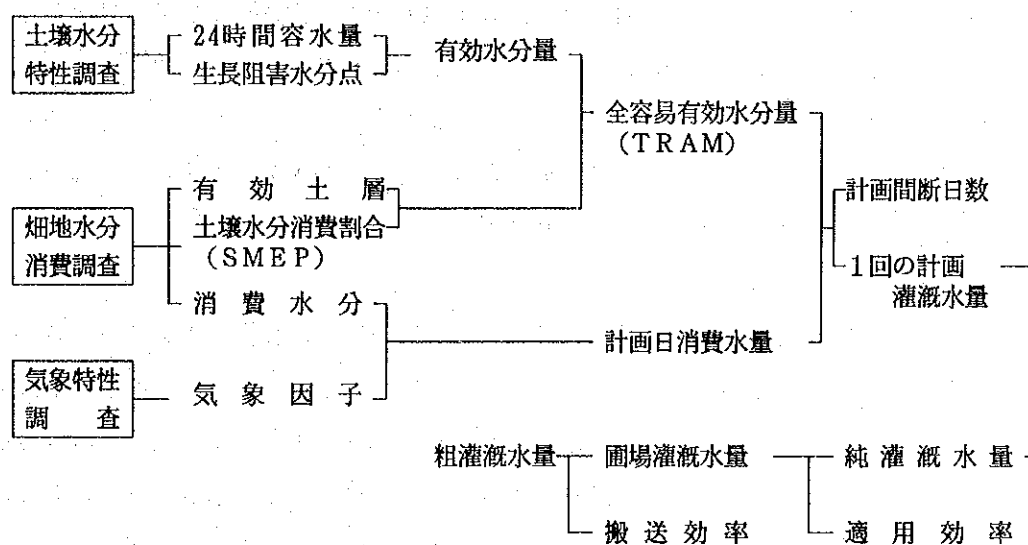


図5-1 畑地灌漑用水量の算定手順

### (2) 土壌水分特性調査

#### 24時間容水量：

これは元々圃場容水量から派生してきた用語である。すなわち、圃場容水量は十分大きな降雨あるいは灌水後、重力水が排除され、そのとき土壌中に保持される土壌水分の状態を意味するが、土性の違いにより重力水の排除される時間が異なる。これを判断することは非常に困難なため、まだいくらかの重力水が含まれるが、24時間後には圃場容水量に近い状態に達するので、この時の土壌水分状態を24時間容水量と呼び、これが有効水分量の上限界として計画されている。24時間容水量の測定は、試験圃場において約1 m × 1 m = 1 m<sup>2</sup>の面積に100mm程度の灌水を行ない、灌水をした地点のシートあるいはムシロで覆い、土壌面蒸発を抑制して、24時間経過後にその地点で採土を行ない、炉乾燥をして24時間後の土壌水分量を算出する。

#### 有効水分量：

有効水分量は圃場容水量から永久シオレ点までの範囲の水分量を意味する。灌漑による

土壌水分管理は、作物の収量と高品質を確保することが重要である。この観点から土壌水分管理を考えるなら、作物が生長に影響が発生し始める初期シオレ点を下限界とすることも考えられる。これは3.1 bars (pF3.5)前後と言われ、日本では多くの試験結果により作物および土壌水分特性から2.2 bars~6.0 bars(pF3.3~pF3.8)と言われている。しかし、シオレが見られる状態では既に生長阻害が進んだ状態と判断し、下限界は作物生育に多少でも支障が発生したならば、その時の土壌水分状態、すなわち、生長阻害水分点(0.5~1.0bars : pF2.7~pF3.0)とする方がけんめいと考える。

一方、永久シオレ点は15 bars(pF4.2)で、この値は世界共通である。また、有効水分量の代りに圃場容水量から生長阻害水分点までの範囲の水分量正常生育有効水分量(あるいは、生長有効水分量)と呼び、これを用いて1回の灌漑水量を決定することができる。これに対して、乾燥地(アメリカなど)では、有効水分量の50%を用いて1回の灌漑水量を決定している。したがって、有効水分量および生長有効水分量を決定するためには、つぎに述べる土壌水分特性曲線の作成が必要となる。

#### 土壌水分特性曲線：

土壌水分特性曲線は土壌水分量とpFとの関係を実験的に算出する必要がある。土壌水分量とpFとの関係については、現地試験と室内試験による方法の2通りある。現地試験の場合は、0~0.5bars (pF2.7)までであり、しかも土壌水分張力と土壌水分量の測定地点が同一にできないこと、永久シオレ点まで測定ができないなどの問題点がある。そのため室内試験を採用する。しかし、参考データとして現地試験も行なうことが望ましい。なお、土壌水分張力値の表示には、水柱高さ (cmH<sub>2</sub>O)、pF、barsあるいはSI単位のPaがあるので、いずれの表示を用いても良いが、利用する人が理解できるような表示を採用することが望ましい。土壌水分特性曲線の一例は図5-2に示す。

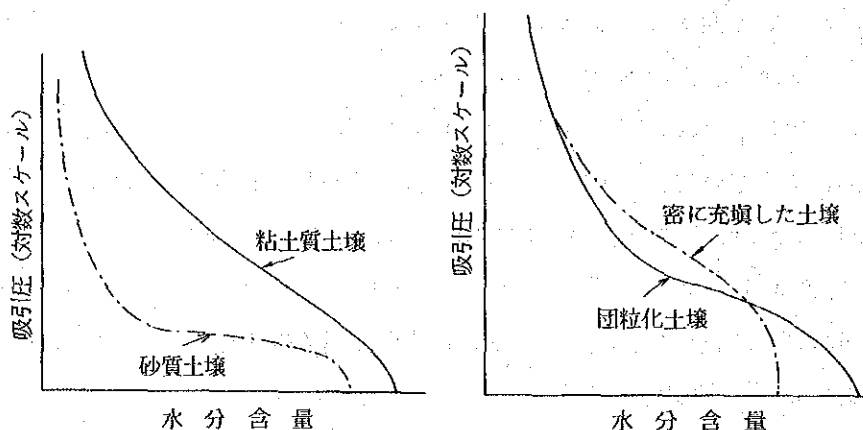
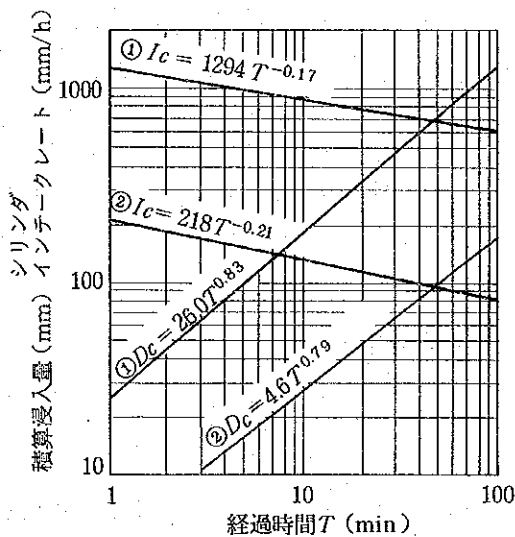


図5-2 土壌水分特性曲線の例

インタークレート：

インタークレートは不飽和土壌における灌漑や降雨による水が土壌中に浸入する割合を把握する指標であり、一般にmm/hrで表示される。この値は畑地灌漑における灌漑方法や灌漑強度の決定あるいは農地造成における土壌浸食防止法の計画・設計の基礎資料となる重要な因子である。この測定方法は、目的により畑地ではシリンダーインタークレート、ファローインタークレートに大別される。シリンダーインタークレートの測定は鉄製円筒（内径約40cm、高さ約40～50cm）を20～30cm程度打込み、その外周約20cmのところ土手をつくっておき、円筒内外に注水（水深約10～20cm）し、両水位をほぼ等しく保ち、経過時間と円筒内の水位減少量を読み取りあるいは定水頭給水装置からの給水量を読み取り行なう。ファローインタークレートの測定は畦の方向に50～100cmの間隔に遮水板をほぼ50cm深さに打込み、経過時間と定水頭給水装置から供給される水量を読み取り行なう。インタークレートの一例は図5-3に示す。



シリンダーインタークレート  $I_c$  (mm/h)、積算浸入量  $D_c$  (mm) は次式で表わされる。

$$D_c = C \cdot T^n \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots\dots (5.33)$$

$$I_c = 60 C \cdot n T^{n-1} \quad (\text{mm/h}) \quad \dots\dots (5.34)$$

ここで  $D_c$  : 給水開始後  $T$  分間における積算浸入量 (mm)、 $C$ 、 $n$  : 定数 ( $C$  :  $T$  が単位時間 1 分間のときの積算浸入量、 $n$  : 直線の勾配)、 $I_c$  : シリンダーインタークレート (mm/h)。

図5-3 インタークレートの一例

(3) 水分消費特性

消費水量の算定法：

消費水量(CU)は、作物が体内で消費する水量と土壌面蒸発量を加えた蒸発散量(ET)に対して有効土層より下層から有効土層に補給される毛管補給量を差引いた水量を意味するが、近似的には蒸発散量と消費水量は等しい。また、消費水量は上述の定義に従えば、土壌中で消費される水分量、すなわち、現地における土壌水分減少法によって求められる水分減少量であるので、土壌水分の測定により知ることができる。土壌水分の減少量の測定は直接採土法、あるいはテンシオメーターなどで行なうことができる。ただし、直接採土法で

は連続的に土壌水分減少量を測定することができないので、テンシオメーターを用いることが良策である。テンシオメーターを用いて土壌水分減少量を測定する場合、テンシオメーターの測定値を土壌水分特性曲線（土壌詳しくは水分特性曲線の項を参照）から土壌水分量に換算しなければならない。したがって、土壌水分測定位置および消費水量の算定例は図5-4に示す。

土層深	測定	A日における含水量 (含量%)	B日における含水量 (含量%)	減少量 (mm) (A-B)	測定地の代表 土層深	代表土層深の 減少水量 (mm)	分割 土層	消費水量 (mm)	水分 消費割合 (%)
10		12.1	4.2	7.9	10cm	(7.9×10) 7.9	0cm	7.9	$\frac{19.4}{46.9} \times 100$
20		11.7	4.0	7.7	15cm	(7.7×1.5) 11.5	25cm	+11.5 19.4	41.4
30		12.7	7.6	5.1	10cm	(5.1×1) 5.1	25cm	5.1	$\frac{12.9}{46.9} \times 100$
40		12.7	7.5	5.2	15cm	(5.2×1.5) 7.8	50cm	+7.8 12.9	27.5
50							50cm	9.3	$\frac{9.3}{46.9} \times 100$
60		11.9	8.2	3.7	25cm	(3.7×2.5) 9.3	75cm		19.8
80		8.2	5.7	2.5	15cm	(2.5×1.5) 3.8	75cm	3.8	$\frac{5.3}{46.9} \times 100$
90							100cm	+1.5 5.3	11.3
100		8.8	6.1	1.5	10cm	(1.5×1) 1.5	100cm		
全土層の消費水量(B)								46.9	100%
日消費水量= ET/AからBまでに 要した水量								46.9/15 =3.1	

A-Bに要した日数…15日  
対象作物…ブドウ  
分割土層はこの場合25cmずつ区切ったが、有効土層深のとり方によって異なる。

図5-4 土壌水分測定値からの消費水量算定例

蒸発散量の算定法：

蒸発散量の算定法には作物特性と気象特性を考慮したブラネイ・クリドル法、放射法、ペンマン法（修正ペンマン法を含む）、パン蒸発法がある、いずれにしても気象データ（必要な気象データは表-1に示す）の収集は必要であるので、できる限り早い水文・気象観測装置の設置が望まれる。数年前の報告書では、現地に近い所の気象データを用いた修正ペンマン法による蒸発散量の算定が行なわれているが、新たに現地の気象データの収集により蒸発散量の算定が必要であろう。なお、詳細について省略をするが、TIGEMではブラネイ・クリドルを採用して蒸発散量を算定して灌漑計画に用いており、また、チェクロバ大学農学部ではパン蒸発法を採用して蒸発散量を算定して灌漑に用いている。

表5-1 各種蒸発散量算定に必要な気象資料

手 法	温 度	湿 度	風 速	日照時間	放 射 量	蒸 発 量	環 境
ブラネイ・クリドル法	※	○	○	○			○
放 射 量	※	○	○	※	(※)		○
ペ ン マ ン 法	※	※	※	※	(※)		○
パ ン 蒸 発 法		○	○			※	※

※ 実測データ ○ 見積りデータ (※) あれば使用するが必ずしも必要ではない

有効土層と制限土層：

有効土層は土壌水分の減少が認められる土層の深さであり、制限土層は有効土層内において作物の生育に直接影響を与える土層を意味する。有効土層の判定は土壌水分の変動を追跡することにより容易にできるが、制限土層の判定は消費水量の測定時に根群分布状況や土壌の乾燥度合いなどからある程度の推定を行なうことができる。厳密には、有効水分量(AM)と土壌水分消費型(SMEP)から計算される各層の総迅速有効水分量(TRAM)が最小となる土層として定める。

土壌水分消費型(SMEP)：

有効土層内での水分消費は表層から下層に向かって一様ではなく、表層の水分消費にともない下層の土壌水分減少が生じる。この水分減少割合を示すのが土壌水分消費型(SMEP)であり、1回の灌漑水量を決定する重要な要素である。一方、この水分消費型には表層消費型と全層灌漑消費型があり、これらは作物特性、土壌特性などにより異なるので実測を必要とする。実測は灌漑後ある一定の期間(連続干天期間)内における各土層の水分減少量を測定することにより行なう。土壌水分消費型の一例は図5-5に示す。

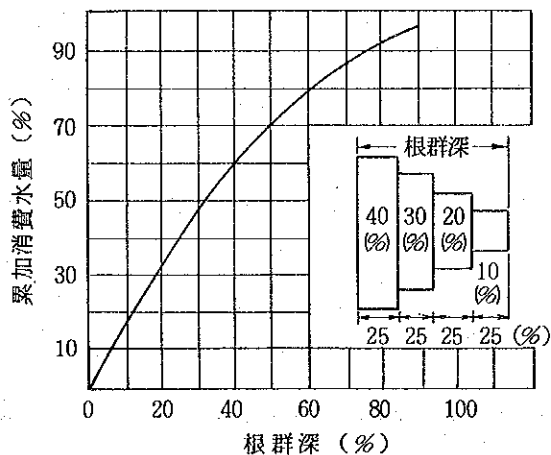


図5-5 土壌水分消費型の一例

1回の計画灌漑水量と間断日数：

1回の灌漑水量は、土壌水分特性、作物の消費水量などの諸元が定まると以下のようにして決定することができる。

$$1 \text{ 回の灌漑水量 (TRAM)} = (FC - M_1) \times D \div C_p \quad (\text{mm})$$

ただし、FC：24時間容水量 (vol. %)

M<sub>1</sub>：生長阻害水分点 (vol. %)

D：制限土層の厚さ (cm)

C<sub>p</sub>：制限土層における水分消費割合 (%)

$$\text{間断日数 (n)} = \text{TRAM} \div C_u \dots\dots\dots \text{小数点以下切捨てた整数値}$$

ただし、C<sub>u</sub>：計画日消費水量 (mm)

$$1 \text{ 回の計画灌漑水量 (I_r)} = n \times C_u \quad (\text{mm})$$

### (3) 灌漑試験計画に基づいた試験の実施

灌漑試験計画に基づいた試験の実施は灌漑諸元がまだ決定できていないので、決定されてから行なうことが得策と考える。

## 6. 必要器材のリストと必要理由

灌漑用水計画策定にあたっての灌漑諸元調査のために必要な資器材のリストとその使用目的については以下の通りである。

### (1) 必要器材リスト

熱風乾燥器	1台
自動上皿天秤 (感度1/100 g、秤量500 g)	1台
土壌pF測定装置 (6連型)	1式
超遠心分離機 (土壌用と溶液採集用ローター、各1台)	1式
透水試験装置 (変水位、定水位兼用型)	1式
実容積測定装置	1台
純水採取器 (イオン交換型)	1台
シリンダーインテークレート測定装置 (内込み器含む)	1式
採土器	2台
採土円筒	54個 (6個入り9ケース)

テンシオメーター：

10cm (12本)、25cm (8本)、30cm (4本)、40cm (8本)、50cm (4本)

55cm (8本)、70cm (12本)、85cm (8本)、110cm (4本) 合計68本



## (2) 必要理由

まず、熱風乾燥器は土壌試料の採集後、土壌を絶乾状態に乾燥して土壌水分量測定のために絶対必要である。自動上皿天秤は土壌の重量測定やその他の物質の重量測定に必要である。土壌pF測定装置と超遠心分離機（土壌用ローターを含む）は土壌水分特性曲線の作成に絶対必要である。また、超遠心分離機の附属品の溶液採集用ローターはPHおよびEc測定のための土壌溶液の採集ができるので必要である。透水試験装置は土壌の透水性把握の上で是非必要である。実容積測定装置は土壌の物理性である3相分布把握の上で是非必要である。純水採取器は各種実験に用いる水が純水であるのでこの装置が絶対必要である。シリンダーインテークレート測定装置は灌漑強度の指標を把握する上で是非必要とする。採土器は土壌試料採集時に土壌中に石や礫が多い場合に壊れやすいため予備を含めて絶対必要とする。採土円筒はサンプリング個数が多いことおよび同一条件で実験結果をできる限り得るために是非多く必要とする。テンシオメーターは土壌水分の測定に絶対必要である。これらの資器材を携行できる器材と予め発送しておかなければならない器材に大別すると以下の通りである。

### A. 直接携行できる器材

自動上皿天秤            純水採取器、実容積測定装置、透水試験装置  
テンシオメーター、採土器、採土円筒

### B. 直接携行できない器材

熱風乾燥器、土壌pF測定装置（6連式）  
超遠心分離機（土壌用と溶液採集用ローターを含む）  
シリンダーインテークレート測定装置（内込み器含む）

## 7. 本格試験にあたっての問題点および改善策

平成4年度における灌漑試験はまだ灌漑諸元が未調査であるので、仮に設定した灌漑条件で栽培試験を行なうことを提案する。

### (1) 果樹園区の灌漑試験

灌漑機器として果樹園区にはレインバード社のエミッタが設置され、1列毎にコックが取り付けられているので、これを利用した灌漑試験区を設定した1回の灌漑水量調節の条件の下に実験を行なう。灌漑は毎日行なうのが既存資料から収量面で有利であること、また、JICAの報告書にも記述されており、これに従うことが得策と考える。

一方、エミッタ1個当りの点滴水量は'90年度の試験結果から判断すると、1.5kg/cm<sup>2</sup>の水圧で約8.0l/hrであるので、灌漑試験条件は湿润面積（=灌漑面積）を3通り設定することにする。すなわち、

湿润面積：4.9㎡（要水量＝48 1/株、灌漑時間＝6時間）

7.1㎡（要水量＝64 1/株、灌漑時間＝8時間）

9.6㎡（要水量＝80 1/株、灌漑時間＝10時間）

消費水量の測定：

テンシオメーターの埋設深さ：10、30、50、70、90、110cm

## (2) 畑区の灌漑試験

畑区の灌漑機器として、野菜畑はブーム、畑作物畑はレインガンが使用できるように設置されている。一方、'91年度の灌漑による栽培試験の結果について現地専門家によると、野菜に関しては灌漑試験条件を設定した栽培は可能であるが、畑作物に関しては現状の散水機の数量および揚水機などの容量では灌漑試験条件を設定した栽培は難しいとの意見が述べられた。しかし、かつて報告書に記載されている各種の灌漑条件の下で栽培試験を行なうとすると、畑作物の場合には現在の散水機とは別に試験用の散水機が必要となるだろう。敢えて、各種の灌漑条件による栽培試験を行なう場合の提案をも試みることにする。

### 1) 野菜畑での灌漑試験の私案

トマト、メロン、レタス栽培：

1回の灌漑水量 24mm、間断日数 3日

40mm、間断日数 5日

56mm、間断日数 7日

消費水量の測定：

テンシオメーターの埋設深：7.5、22.5、37.5、52.5、67.5、82.5cm

### 2) 畑作物での灌漑試験の私案

ダイズ、トウモロコシ栽培：

1回の灌漑水量 54mm、間断日数 6日

72mm、間断日数 8日

90mm、間断日数 10日

消費水量の測定：

テンシオメーターの埋設深：7.5、22.5、37.5、52.5、67.5、82.5cm

## 9. その他



テンシオメーター設置状況



土壌サンプリング状況



キウイフルーツ園のテンシオメーター設置状況



モモ園のテンシオメーター設置状況



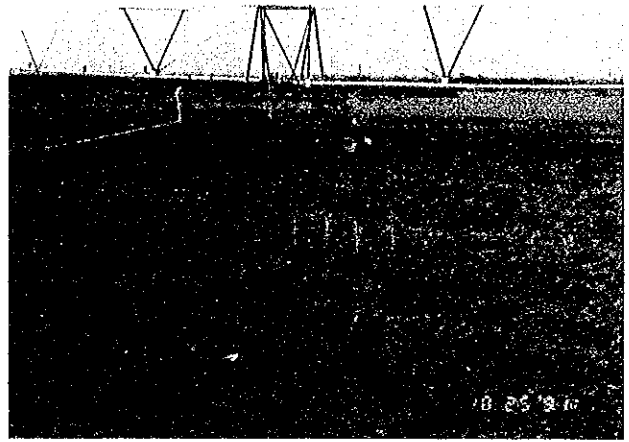
ダイコン畑のテンシオメーター設置状況



プラム園のテンシオメーター設置状況



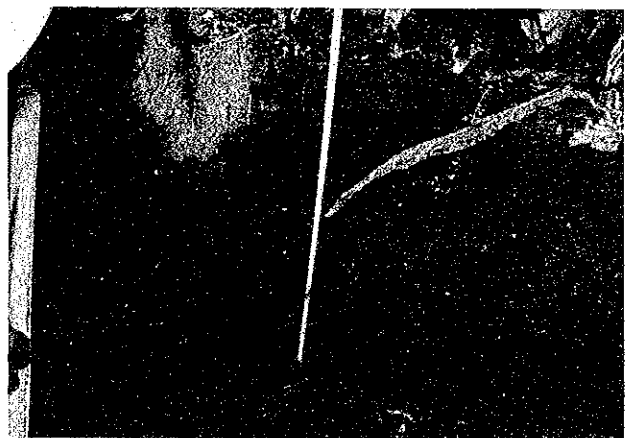
レタス植栽前のテンシオメーター設置状況



未植栽地のテンシオメーター設置状況



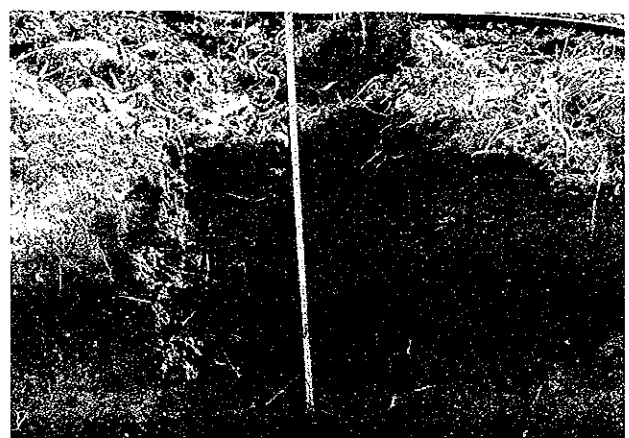
ダイズの根群調査



トウモロコシの根群調査



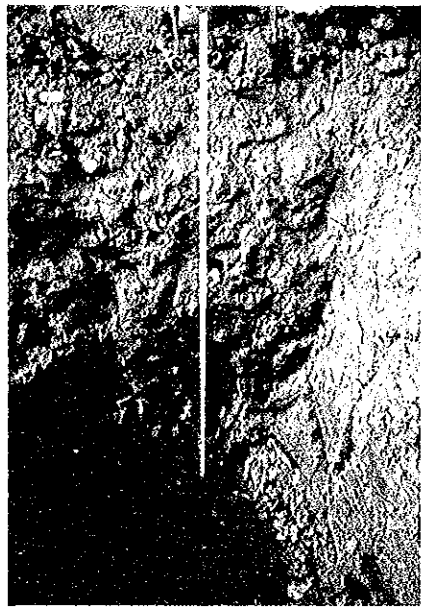
キウイフルーツの根群調査



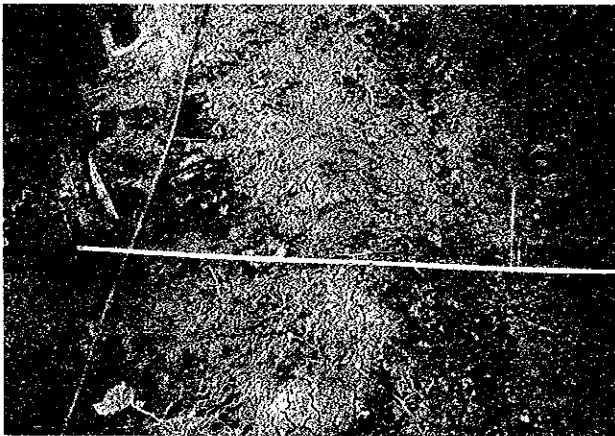
モモの根群調査



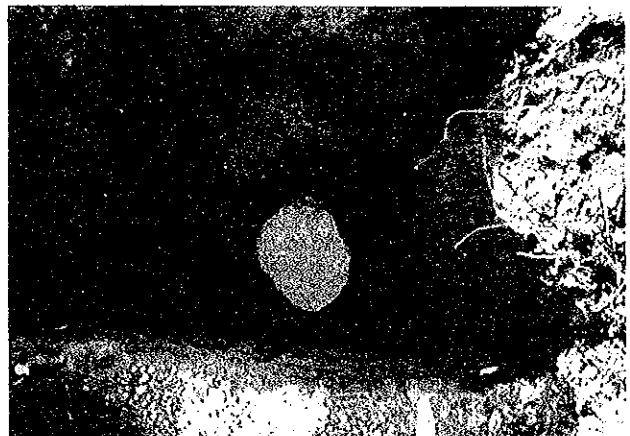
無灌漑区のコットンの根群調査



灌漑区のコットンの根群調査



点滴灌漑における浸潤距離調査



地下水位調査（コットン栽培地）



TIGEM、チュクロバ大学との会議



会議後の試験圃場の見学



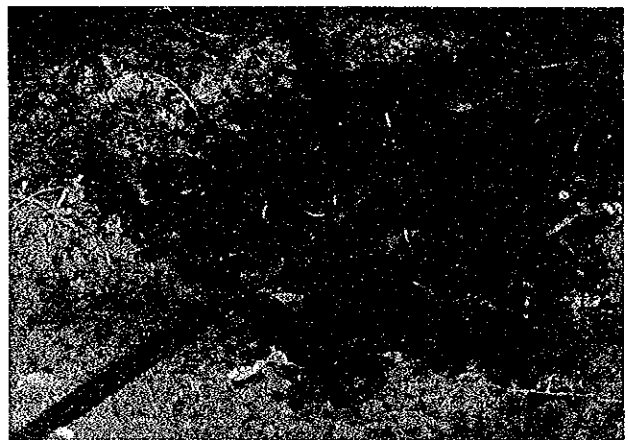
レインガンによる散水状況



ブームによる散水状況



会議後の樹園地見学



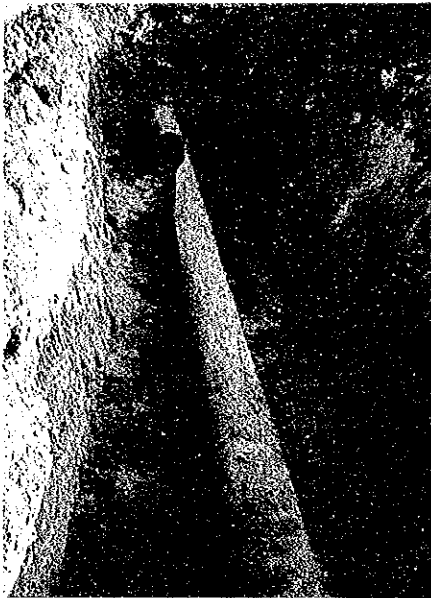
点滴灌漑における浸潤状況



送水管の耐圧試験時の管破裂における地上部の状態



送水管の耐圧試験時の管破裂における地上部の状態



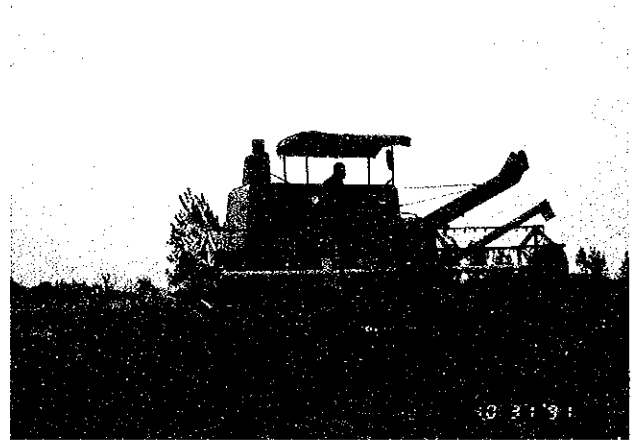
送水管の耐圧試験時の管破裂状態



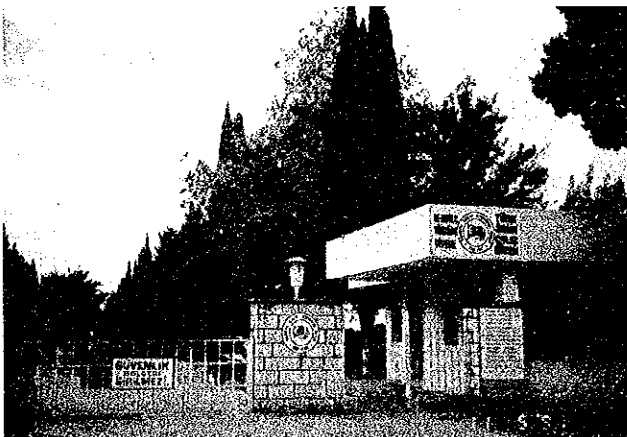
送水管の耐圧試験時の管破裂状態



水田における収穫前の状況



水稲の収穫機械（アメリカ製）



DERTYOL の石油基地入口



DERTYOL の石油基地におけるキウイフルーツ園



チュクロバ大学の農場(畦間灌漑用送水管)



チュクロバ大学の農場(ミニスプリンクラー)



KARACABEY におけるインゲン収穫後の状況

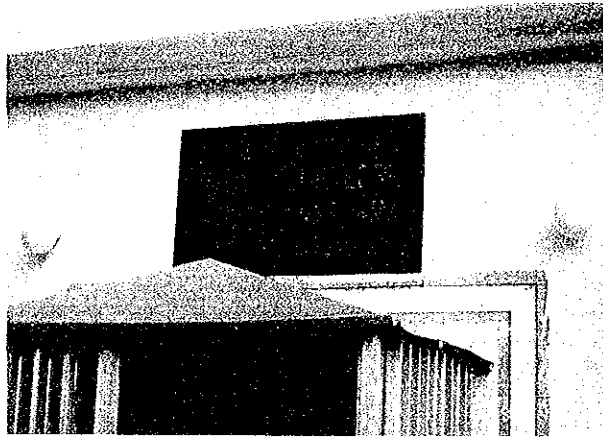


KARACABEY におけるインゲンの選別状況

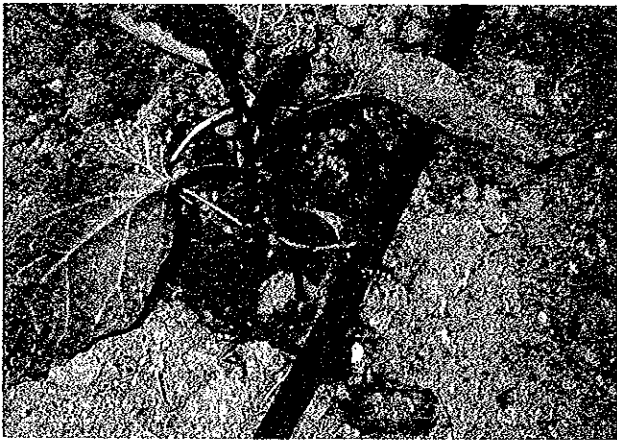


KARACABEY におけるタマネギ播種後の状況

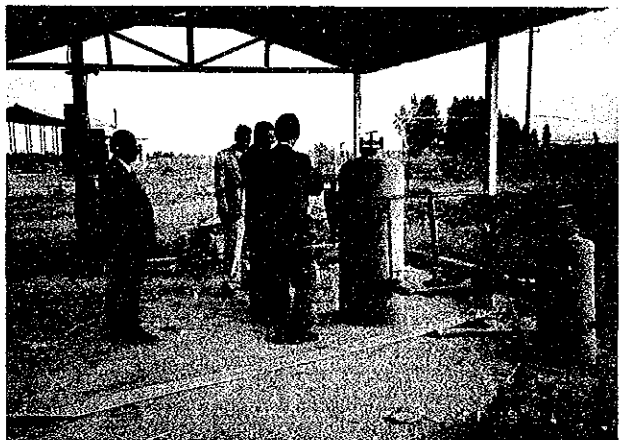




TARSUS 農業試験場入口



TARSUS 農業試験場での点滴灌漑



TARSUS 農業試験場での点滴灌漑の液肥、ロカ器システム



TARSUS 農業試験場でのミニスプリンクラー



ALATA 園芸試験場におけるミカンの畦間灌漑



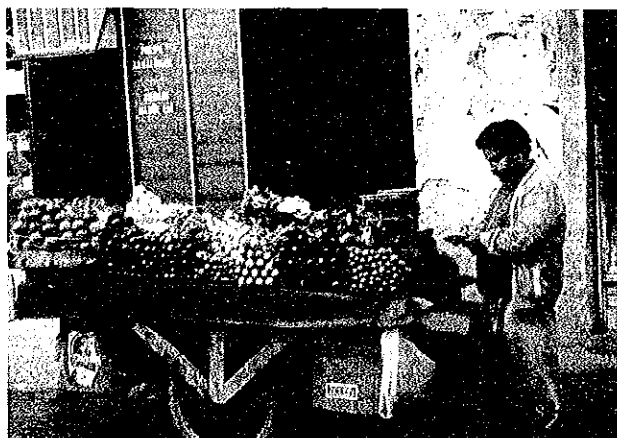
ALATA 園芸試験場におけるミカンの定植状況



ALATA 園芸試験場における点滴灌漑



ALATA 園芸試験場におけるミカンの  
ミニスプリンクラー灌漑後の状況



アダナ市街の果物野菜・販売風景



アダナ市街の果物野菜・販売風景

1 - 3 矢部 勝彦 (灌溉)

平成4年7月29日～8月19日



## 行 程 表

日 付	時 間	行 程
平成4年		
7月29日(水)	14:00	成田発フランクフルト行き LH 711便
	18:55	フランクフルト着 着後ホテル
30日(木)	12:50	フランクフルト発 アンカラ行き LH 3834便
	17:00	アンカラ着 尾川原専門家出迎え 共にホテル
31日(金)	午前	尾川原専門家と在トルコ日本大使館表敬訪問 (坂元 信書記官訪問)
	19:30	アンカラ発アダナ行き TK 290便
	20:35	アダナ着 着後ホテル
8月1日(土)		休日
2日(日)		休日
3日(月)	午前	チュクロバ農場表敬訪問 アリ副場長と面談 現地事務所リーダーと話し合い
	午後	JICA実験圃場見学(果樹園、畑作地 他)
4日(火)	午前	尾川原専門家から灌漑試験の経過報告
	午後	尾川原専門家と浸透試験準備とデータ整理法の打ち合せ
5日(水)	午前	ドリップ灌漑用送水管の破裂点検
	午後	破裂箇所の掘削と修理の立合い
6日(木)	午前	野菜畑の地下水調査のための掘削(1)と点検
	午後	野菜畑の地下水調査のための掘削(2)
7日(金)	午前	野菜畑の地下水調査のための掘削(2)の残り点検 レベル測量と水位計設置の準備
	午後	野菜畑の地下水調査のための掘削(3)と点検
8日(土)	午前	レインガン用送水管破裂点検と掘削の立合い
	午後	掘削と修理の立合い
9日(日)	午前	送水管破裂修理の立合い
	午後	尾川原専門家のデータ整理指導
10日(月)	9:25	アダナ発アンカラ行き TK 289便
	10:30	アンカラ着 在トルコ日本大使館古澤書記官訪問
	午後	尾川原専門家、上原通訳とTIGEM本部表敬訪問 グル計画部長とテキリ灌漑部長と面談
	19:30	アンカラ発アダナ行き TK 290便
	20:35	アダナ着 着後ホテル
11日(火)	午前	果樹園の地下水調査(1)
		果樹園の地下水調査(2)
	午後	果樹園の地下水調査(1)
		果樹園の地下水調査(2)
12日(水)	午前	尾川原専門家とジェイランブナール農場行き
	午後	副農場長と面談、場内の灌漑地区見学 (ジェイランブナール泊)
13日(木)	午前	尾川原専門家とコルクル農場行き
	午後	コルクル農場の実験圃場見学(シャンルウルファ泊)

日付	時間	行程
平成4年 8月14日(金)	午前	コンクル農場長と面談 アタチュルクダム建設事務所行き、所長と面談
	午後	アダナへ 着後ホテル
15日(土)	午前	果樹園の地下水位確認とレベル測量
	午後	尾川原専門家と次年度灌漑試験計画の打ち合せ
16日(日)	9:25	アダナ発アンカラ行き TK 289便
	10:30	アンカラ着 着後ホテル
17日(月)	午前	山口調整員と在トルコ日本大使館表敬訪問 (坂元 信書記官訪問)
	午後	TIGEM本部表敬訪問 上原通訳と共に計画部長と 研修員に面談
	18:00	アンカラ発フランクフルト行き LH 3823便
	20:25	フランクフルト着 着後ホテル
18日(水)	17:00	フランクフルト発成田行き LH 710便
19日(木)	11:15	成田着、着後JICA本部に出頭

主要面談者リスト

氏 名	職 位	所 属
坂 元 信	二等書記官	在トルコ日本大使館
古 澤 清 崇	一等書記官	在トルコ日本大使館
MUHMUT GUL	計画調査部長	アンカラ TIGEM
FILIZ TEKELI	灌漑部長	アンカラ TIGEM
MURAT YURDABAYRAK	灌漑専門家	アンカラ TIGEM
磯 田 龍 三	チームリーダー	JICA専門家（果樹）
尾 川 原 正 司		JICA専門家（灌漑）
山 口 憲 一		JICA専門家（業務調整）
NAZMI ONDER	農場長	ジェイランブナール TIGEM
NACI DOGAN TUYLUGLU	副農場長	ジェイランブナール TIGEM
HUSEYIN T. FECHATOGLU	試験場長	シャンルウルファ コルクル農業試験場
SAYIN E. BASMACI	事業所長	アタチュルクダム建設事業所
ERDAL IGENELI	灌漑主任	アナドール TIGEM('92研修予定者)
菊 池 玲 子		現地通訳および翻訳者（在アダナ）
上 原 学		通訳（在アンカラ）

## I. 灌漑短期専門家派遣の課題と対応

### 1. 基礎データの収集：

(PH、電気伝導度、地下水位、気象因子等の測定及び既存資料収集)

(イ) 野菜畑3地点と果樹園2地点の掘削による地下水位調査

掘削位置は図1に示す。

(ロ) PH、電気伝導度、気象因子等の測定及び既存資料収集は今回できず。

### 2. 灌漑に関する既存データの収集及び取りまとめ：

(カウンターパートを通しての収集)

(イ) コルクル農業試験場にて過去の試験報告と試験中の資料を収集

(ロ) アタチュルクダムにおける農業用水関係資料収集(但し、パンフレット)

(イ、ロとも翻訳後に尾川原専門家より報告書に記載されるだろう)

### 3. 灌漑試験の実施状況について調査：

(問題点の把握及び改善策の策定)

'92年度灌漑試験の実施状況に関する現場観察とデータ整理結果の検討

データ整理方法を中心に尾川原専門家と検討

灌漑試験に関する問題点の把握及び改善策の策定

### 4. その他

(イ) 灌漑用水計画諸元の決定試験

(ロ) JICA本部からの物品納入状況など

(ハ) JICA現地サイドとトルコ共和国サイドの関係状態

(ニ) その他

以上のうち、1(イ)、3、4について報告する。



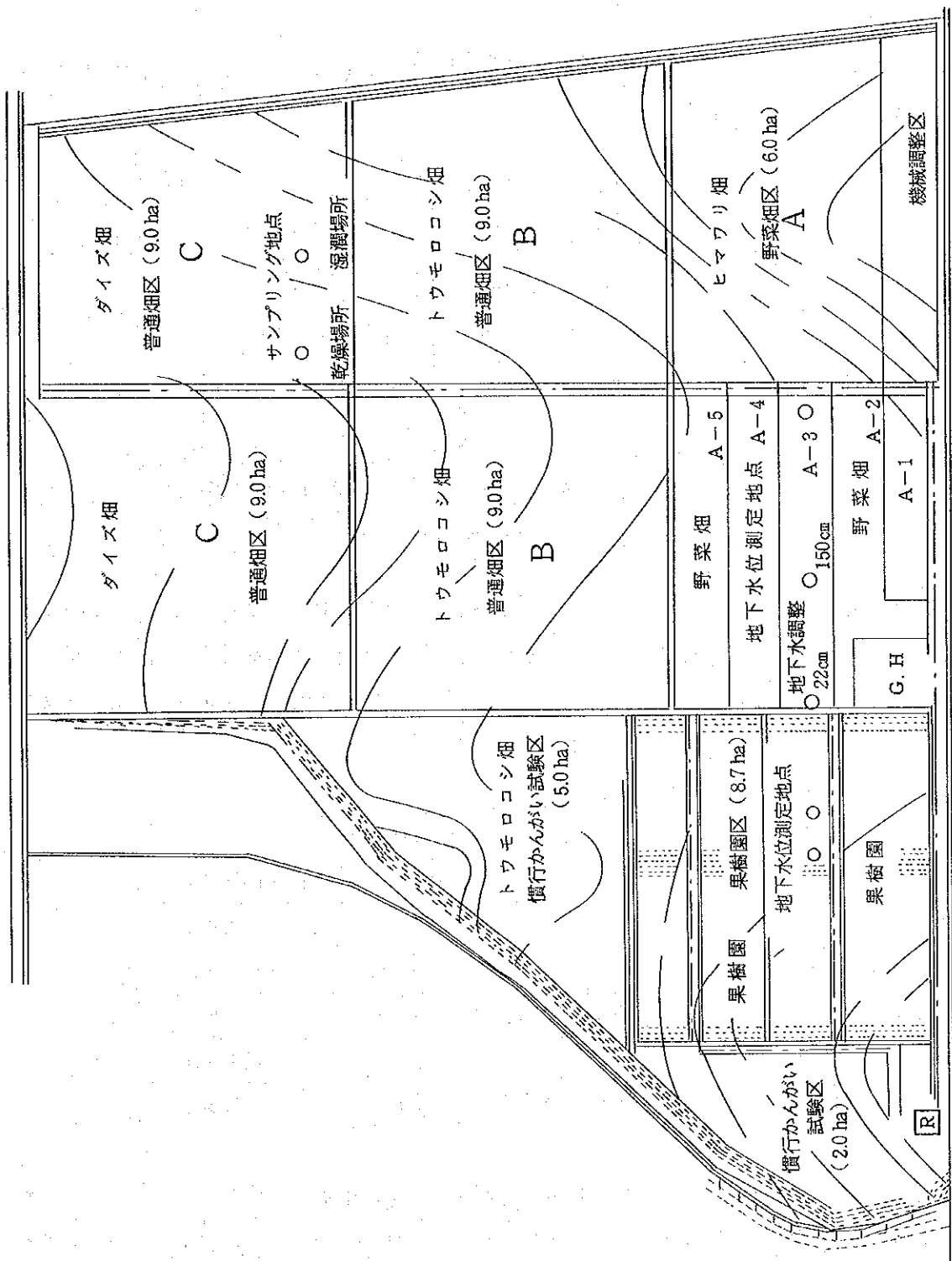


図1-1 試験地と地下水位調査地点の概要図

## II. 調査および検討結果

### 1. 地下水位調査

地下水位調査は、野菜畑2－野菜畑1－野菜畑3－果樹園1、2の順に土壌掘削を行い、観測した。なお、土壌掘削断面と平面図は図1-1に示す。

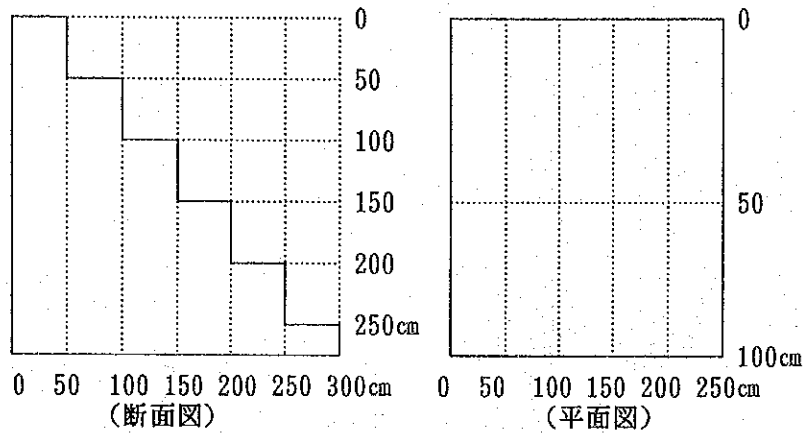


図1-1 土壌掘削断面と平面図

現地の長期専門家のお話によると、地下水位の観測は非常に深いため不可能と聞かされていた。しかし、昨年秋の綿花畑における掘削調査（11月1日）で地表面下約150cmに地下水位を観測することが出来た。そこで、今回はこの地点（野菜畑2）に加えて、計5カ所の地下水位調査を行った。その結果は表1の通りである。

表1 地下水位の掘削調査結果

	地表面下(cm)	相対的深さ(cm)
果樹園1（モモの葉が緑色）	263.0cm	263.0cm
果樹園2（モモの葉が黄色）	264.5cm	264.5cm
野菜畑1（トマト、メロン：果樹園側）	185.0cm	155.5cm
野菜畑2（トマト、メロン：中央部）	151.0cm	136.5cm
野菜畑3（トマト、メロン：ヒマワリ側）	237.0cm	245.5cm

今年度の調査結果から、昨年秋（11月）に測定した地点の地下水位と今年8月に測定した同じ地点の地下水位を比較すると、今年の方が約6cm低い。一方、果樹園と野菜畑における地下水位を比較すると、果樹園における方が地下水位は低い傾向に有るが、野菜畑でもヒマワリ畑あるいは果樹園に近い方では同じ野菜畑でも地下水位は低くなる傾向を示す。しかし

ながら、夏期と秋季の地下水位を想定すると、昨年の秋と今年の夏の調査結果から判断して季節の違いによる大きな差異は無いように思われる。

以上の結果から、圃場全体における地下水位の分布を推定することは困難であると考え。したがって、きめ細かい地下水位の分布を把握する必要性があれば、もっと数多くの地点を対象に地下水位の観測調査が必要となる。

## 2. 灌漑試験の実施状況

### (1) 1回の灌漑水量の計画と変更状況

灌漑試験結果についての判断は、現在まだ進行中であるので出来ない。昨年秋の報告書で述べた灌漑試験条件は蒸発散量がピークにおける数値だけであり、灌漑期間全体に対する数値ではなかった（灌漑用水計画を念頭においていたため）。したがって、灌漑専門家は他の生育時期における1回の灌漑水量に関する条件は適切に設定する必要がある。一方、灌漑長期専門家からの実施経過中における問い合わせなどがあり、特に、果樹園における灌漑試験条件は現地果樹専門家と灌漑専門家との協議により大幅に変更された。すなわち、果樹園における灌漑方式は、ドリップが用いられており、この場合は湿潤面積をどのように評価するかにより1回の灌漑水量が決定される。以下、提案した1回の灌漑水量と間断日数、変更された諸元についてまとめる。

野菜畑（トマト、メロン）：

提案（ピーク時） 4、5、6月（設定値）

3日間断 24mm      3日間断 15mm

5日間断 40mm      5日間断 25mm

7日間断 56mm      7日間断 35mm

\*：ピーク時と考えられる8、9月は灌漑されていない。

畑作物（ダイズ、トウモロコシ）：

提案（ピーク時）      5、6月（設定値）      7、8、9月（変更値）

6日間断 54mm      6日間断 30mm      6日間断 48mm

8日間断 72mm      8日間断 40mm      8日間断 64mm

10日間断 90mm      10日間断 50mm      10日間断 80mm

果樹園（キウイフルーツ、モモ、プラム）：

提案（ピーク時）      6、7、8、9月（変更値）

毎日灌漑 48 l/株      2日間断 24 l/株

毎日灌漑 64 l/株      2日間断 40 l/株

毎日灌漑 80 l/株

\*：JICA報告書(1989.12)では 160 l/株

## (2) 灌漑試験の実施状況

ETcrop (ペンマンの蒸発散位) を算定するための ETp (蒸発散位) に関する係数は表2に、今年度の6月における気象観測値、蒸発散位、残留土壌水分量は表3に示す。また、蒸発計蒸発量、相対湿度、風速および残留土壌水分張力の結果を図2-1~図2-3に示す。

先ず、各試験区の概要は図2-4、灌漑試験条件は表4に示す。

野菜畑のトマト、メロン栽培に関して計画日消費水量は8mmであるが、ピーク時に相当する7、8、9月に対して、メロン栽培は7月には終了し、トマト栽培は8月も継続していたが、日当たり灌漑水量は5mmで行われていた。一方、図2-5と図2-6に示すトマト栽培における土壌水分張力の経時変化について、最も土壌の乾燥が進んだ状態で3日間断15mm試験区では深さ22.5cmと37.5cmにおいて約pF2.88、他の深さはpF2.5以下である。また、5日間断25mm試験区では深さ37.5cmで約pF2.85まで乾燥が進むが、他の深さはpF2.5以下である。さらに、7日間断35mm試験区では深さ7.5cmと22.5cmで約pF2.63まで乾燥が進むが、他の深さはほとんどpF2.30以下である。以上の結果から判断すると、7日間断35mm散水区が省労力的であり、土壌水分環境は過湿あるいは過乾状態を示していないことから好的土壌水分状態を示していると言える。

次に、畑作物のダイズ栽培に関しては、蒸発散量のピーク時期が7、8、9月に存在すると考えられ、また、収穫時期が11月頃であるため図2-7と図2-8に示す6月における土壌水分張力の経時変化から判断することは出来ない。ダイズ栽培地における土壌の浸透強度が場所により差異が見られ、1箇所に設置したテンシオメータによる水分張力の経時変化の把握に無理があった。そのため場所による乾湿ムラの発生に対応出来なかった。これは耕起時の心土破碎が均等に行われなかったためと考える。したがって、次年度はこの点に十分な留意が必要である。一方、試験区の設定はされなかったが、30mm散水の6日間断で栽培されたダイズは生育状況が非常に良好であり、非常に大きな収穫が期待されている(TIGEMチュクロバ農場の畑作専門家も同意見)。

最後に、果樹のうちキウイ・フルーツ園に関しては、今回収集できた資料は図2-9と図2-10に示す測定結果(株元から約50cm離れた地点の深さ方向における測定)である。なお、灌漑試験区は2種類である。試験区の条件は、24t/株/2日と40t/株/2日である。したがって、昨年秋の報告書における1日当たりの計画灌漑水量(ピーク時)よりかなり少ない。しかしながら、6月上旬および中旬の土壌水分張力の経時変化を見ると、土壌の乾燥は最も浅い10cm深さで進んでいるもののpF2.4以下であり、最も深い100cmではほとんどpF2.0以下と好適水分環境にあることが分る。一方、6月下旬以降pF2.6以下である。他の果樹園においても同様な傾向を示している。

以上、土壌水分張力の経時変化から説明したが、畑作物と果樹について乾季の7、8、

9月における水分状態が得られなかったので、明確な判断は出来ない。しかし、今年度の途中経過より判断すると、計画書に示されている諸元のうち1回の灌漑水量や間断日数等は若干小さい値の方が好結果が得られそうだと考える。

(3) 灌漑試験実施の経過における問題点

(イ) 気象条件の把握

気象観測機器が未設置なためピーク時期以外における1回の灌漑水量等が算定できない。出来る限りすみやかに設置されることを希望する。

(ロ) 灌漑用水計画諸元の調査

'92.8.15現在のところ、消費水量を得るための土壌水分張力の経時変化の測定は行われているが、測定箇所が不足のため十分なデータ収集に至っていないので、次年度は測定地点を追加し、出来る限り多くのデータを収集する必要がある。また、土壌の物理性測定機器がまだ整備されていないが、用水計画諸元の速やかな収集が必要である。なお、送付済み器材のうちpF-水分測定装置（大起理化製）のガラスで作られたビューレットが6セット中2セットが破損しており、補充する必要がある。

(ニ) 圃場の土壌条件把握

耕起直後における圃場の均平度はレベル測量により把握し、土壌硬度あるいは乾燥密度の測定を行うと共にインタークレートあるいは透水試験を行う。この理由は、灌漑後における水の浸入能あるいは浸透強度が場所により異なると、地表面流出あるいは長時間滞水が発生し、作物の生育支障の原因となる。今年度のダイズ栽培地における灌漑試験区でこのような現象が発生し、十分なデータが得られなかったので失敗を繰り返さないように留意することを期待する。

(ホ) その他

灌水機器に関して、葉菜類、果樹およびダイズやトウモロコシ等の畑作物はレインガンあるいはブームによる頭上灌漑でもよいが、トマトやメロン等の果菜類は葉や果実に直接水がかかると商品価値が下がるので、野菜専門家が指摘するように点滴灌漑を導入することが望ましいと考える。

表2 地被覆度や平均相対湿度、24時間平均風速に応ずるパン係数(Kp)

Rüzgar sürati	Durum A: Pan, kısa boylu bitki yetisilen yere konuldu.				
	Ortalama PH	Alcak < 40%	Orta 40-70%	Yüksek > 70%	
Hahif rüzgari < 175 km/gün	*	1m	0.55	0.65	0.75
	*	10m	0.65	0.75	0.85
	*	100m	0.7	0.8	0.85
	*	1000m	0.75	0.85	0.85
Orta siddetli rüzgari 175~125 km/gün	*	1m	0.5	0.6	0.65
	*	10m	0.5	0.7	0.75
	*	100m	0.65	0.75	0.8
	*	1000m	0.7	0.8	0.8
Siddetli rüzgari 175~425 km/gün	*	1m	0.45	0.5	0.6
	*	10m	0.55	0.6	0.65
	*	100m	0.6	0.65	0.7
	*	1000m	0.65	0.7	0.75
Cök siddetli rüzgari > 700 km/gün	*	1m	0.4	0.45	0.5
	*	10m	0.45	0.55	0.6
	*	100m	0.5	0.6	0.65
	*	1000m	0.55	0.6	0.65

\*Bitkilerin Pan dan rüzgâr üstü tarafı arasında dikilen genisligi.

Cin	Pan	Ner	Rizgar siratl	Vagls	Su Keybl	Su Keybl	3C1	3C2	3C3	4C1	4C2	4C3	3A5-1	3A5-2	3A5-3	3A5-B	3B1	3B2	3B3	4B1	4B2	4B3
0					0.0	0.0	22	31	31	81	72	45	5	25	20	20						
2					5.0	5.0	17	26	26	76	67	40	SU-15	20	15	15						
3	8.50	52.30	0.00		7.2	7.2	10	19	19	69	60	33	6	13	8	8						
4	8.50	63.70	1.50	0.00	7.2	7.2	3	12	12	62	53	26	-2	6	1	1						
5	8.25	62.00	4.50		6.6	6.6	-4	5	5	55	46	19	SU-15	-1	SU-35	SU-30						
6	5.75	61.00	3.00	0.12	4.6	4.6	-9	0	0	50	41	14	-5	SU-25	26	21						
7	10.50	70.00	3.00		8.4	8.4	-17	-8	-8	42	33	6	-13	7	18	13						
8	9.00	60.00	1.50		7.7	7.7	-25	-16	-16	31	25	-2	SU-15	0	10	5						
9	9.00	58.70	3.00		7.2	7.2	-32	-23	SU-40	27	18	-9	-7	-8	3	SU-30						
10	7.20	68.70	3.00		5.8	5.8	SU-40	SU-40	13	21	12	SU-30	-13	-13	-3	24						
11	6.00	58.00	1.50		5.1	5.1	-2	7	8	16	7	11	SU-15	SU-25	-8	19						
12	9.50	37.30	1.50		6.2	6.2	-8	1	2	10	1	5	-6	-1	SU-35	12						
13	9.50	58.30	1.50		8.1	8.1	-16	-7	-6	2	-7	-3	-14	-9	-8	5						
14	10.50	49.70	4.50		8.4	8.4	-25	-16	-15	6	-15	12	SU-15	-17	-16	SU-30						
15	7.20	66.30	3.00		5.8	5.8	-31	-21	-21	12	-21	-17	-6	-23	-22	23						
16	6.00	70.30	3.00	0.00	4.8	4.8	-35	-26	-25	SU-40	SU-10	-22	SU-15	SU-25	-27	18				SU-40		
17	6.40	81.70	3.00		5.1	5.1	-40	-31	-31	78	9	-27	-5	-5	-32	13				35	0	0
18	3.50	81.70	1.50	10.00	3.0	3.0	-33	-24	-24	35	16	-20	2	2	-25	20				42	7	7
19	4.20	84.70	3.00	10.50	3.4	3.4	-26	-17	-16	12	23	-13	9	9	-18	27				49	14	14
20	0.00	79.30	1.50	81.00	5.0	5.0	50	59	60	113	99	63	85	85	58	103				125	90	90
21	5.50	45.70	1.50		4.7	4.7	45	54	55	113	91	58	80	80	53	99				120	85	85
22	9.00	69.70	3.00		7.2	7.2	38	47	48	106	87	51	73	73	46	91				113	78	78
23	7.50	71.30	3.00		6.0	6.0	32	41	42	100	81	15	67	67	40	85				107	72	72
24	7.60	74.70	3.00		6.1	6.1	26	35	36	91	75	39	61	61	34	79				101	66	66
25	7.15	75.00	1.50		6.1	6.1	20	29	30	88	69	33	55	55	28	73				95	60	60
26	8.70	78.70	4.50		7.0	7.0	13	22	23	81	62	26	48	48	21	66				88	53	53
27	7.80	68.70	1.50		6.6	6.6	6	15	16	71	55	19	41	41	14	60				81	47	47
28	6.90	63.00	4.50		5.5	5.5	SU-40	10	10	69	SU-10	SU-30	SU-15	SU-25	SU-35	SU-30				76	41	41
29	9.45	70.30	1.50		8.0	8.0	30	SU-40	SU-40	SU-50	79	33	40	50	33	74				68	33	33
30	8.25	67.00	3.00		6.6	6.6	23	37	37	196	73	27	34	44	27	67				61	26	26

表3 蒸発散位、残留土壌水分量等の計算結果

Haziran, 1992

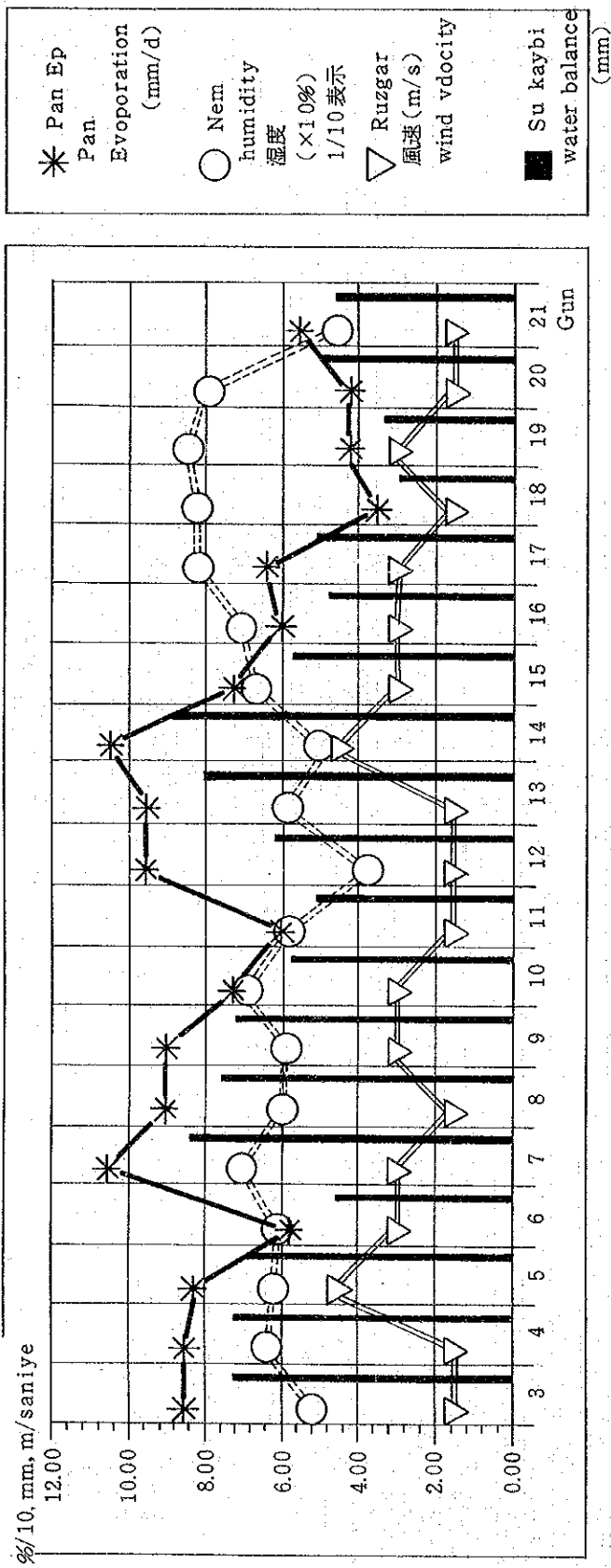


图2-1 蒸発量、湿度、風速、水収支の経時変化(6/3~6/21)



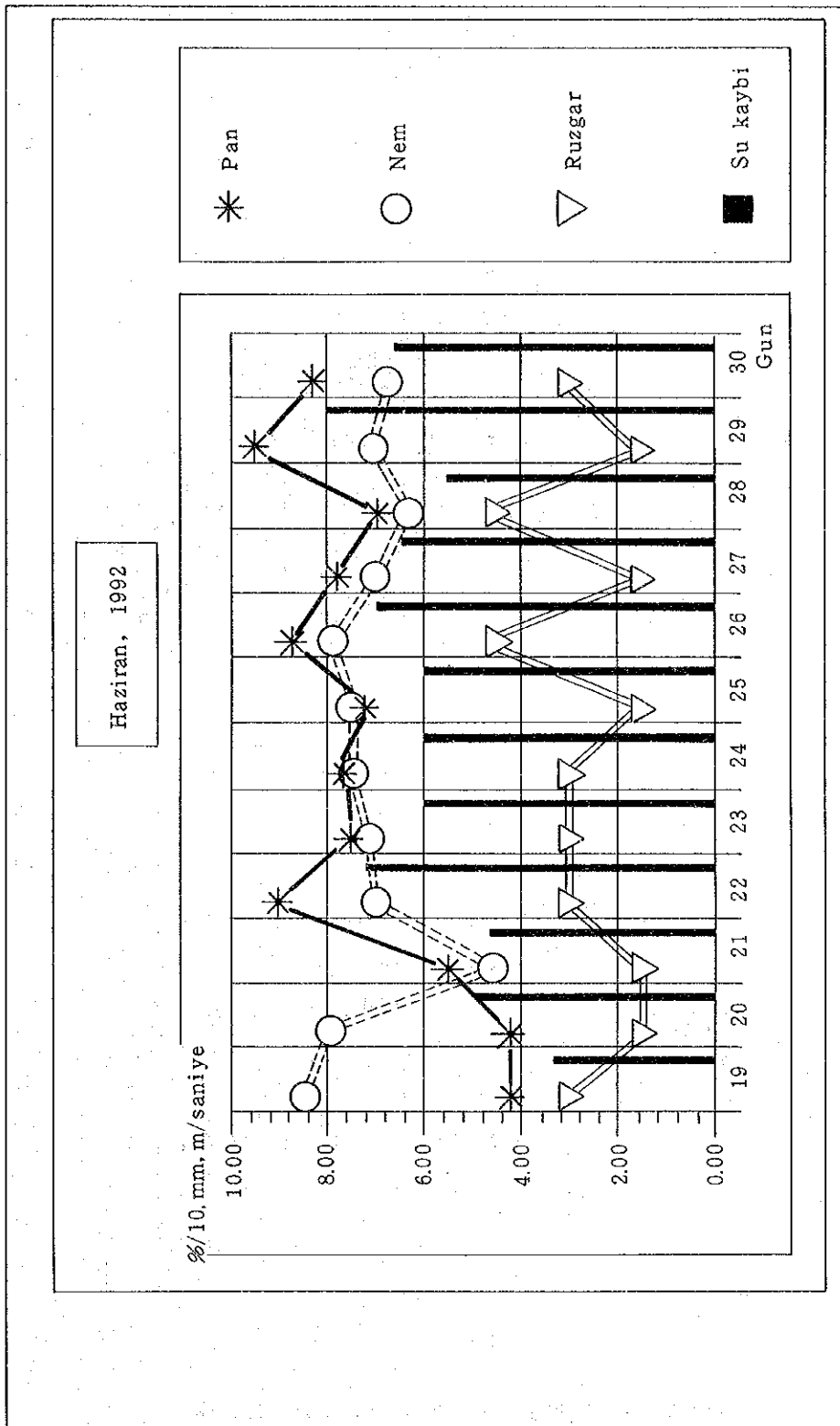
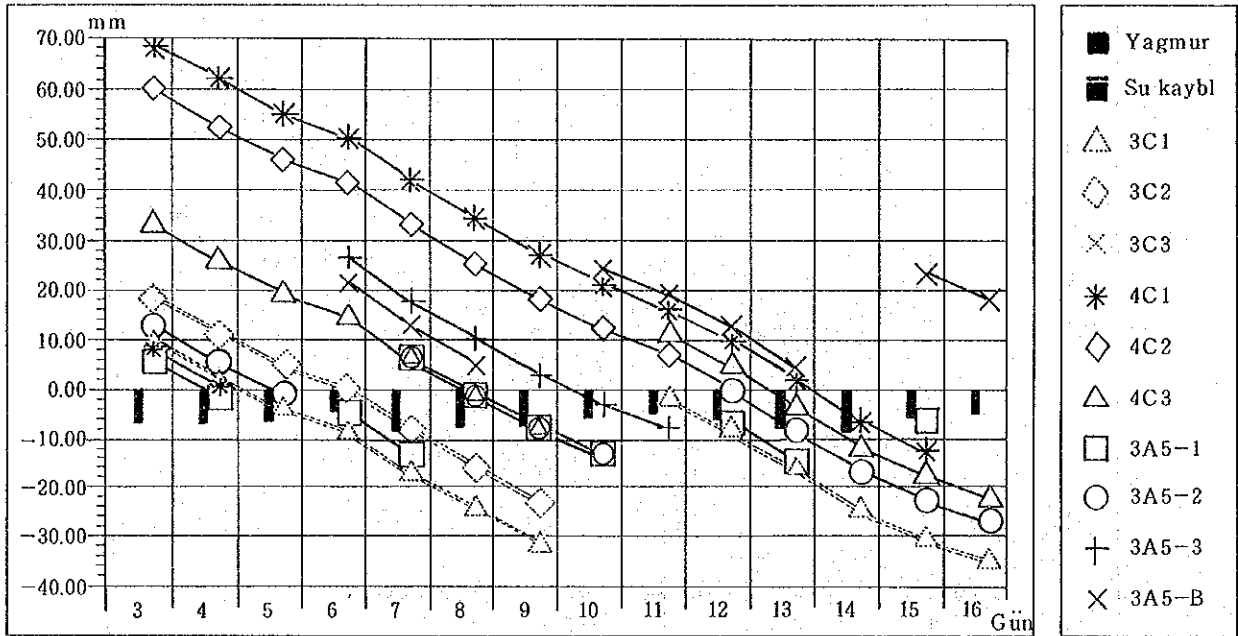


図2-2 蒸発量、湿度、風速、水収支の経時変化(6/19~6/30)

Haziran. 1992



Haziran. 1992

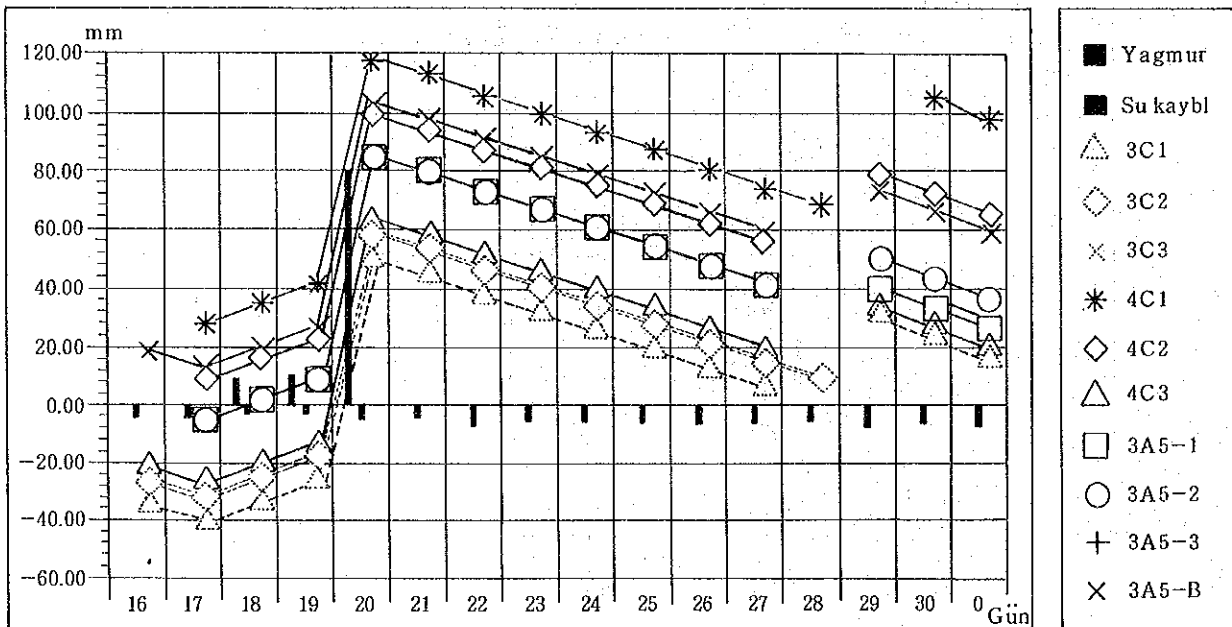


図2-3 各灌漑試験区における水収支の経時変化

1992 yili Sulama Plani

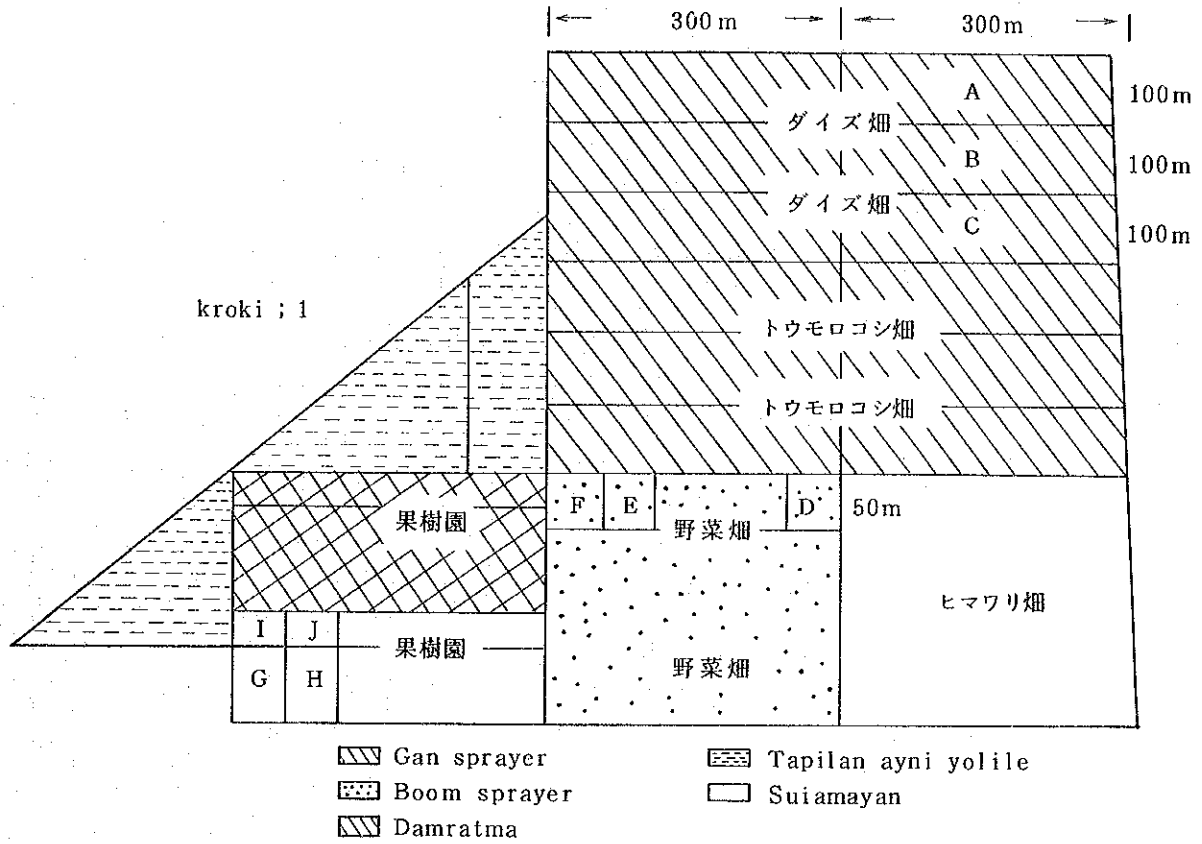


図2-4 各灌漑試験区の配置の概略図

Tablo:1

試験区 Deney sahasi	灌水方式 Alet	作物 Ürün	1回灌水量 Sulama miktarı	間断日数 Aralık	1日当り灌水量 Tüketilen su miktarı
A	Gun sprayer	Soya (ダイズ) (トウモロコシ)	30mm	6 günlük	mm/d 5 mm
B			40mm	8 günlük	
C			50mm	10 günlük	
D	Boom sprayer	Domates Kavun (トマト・カボチャ)	15mm	3 günlük	5 mm
E			25mm	5 günlük	
F			35mm	7 günlük	
G	Damlatma (Drip)	Kivi Seftali (キウイ・ナシ) (キウイ・ナシ)	24.0 litre/tane	Her gün	—
H			40.0 litre/tane		—
I			24.0 litre/tane		—
J			40.0 litre/tane		—

表4 各灌漑試験区の試験条件

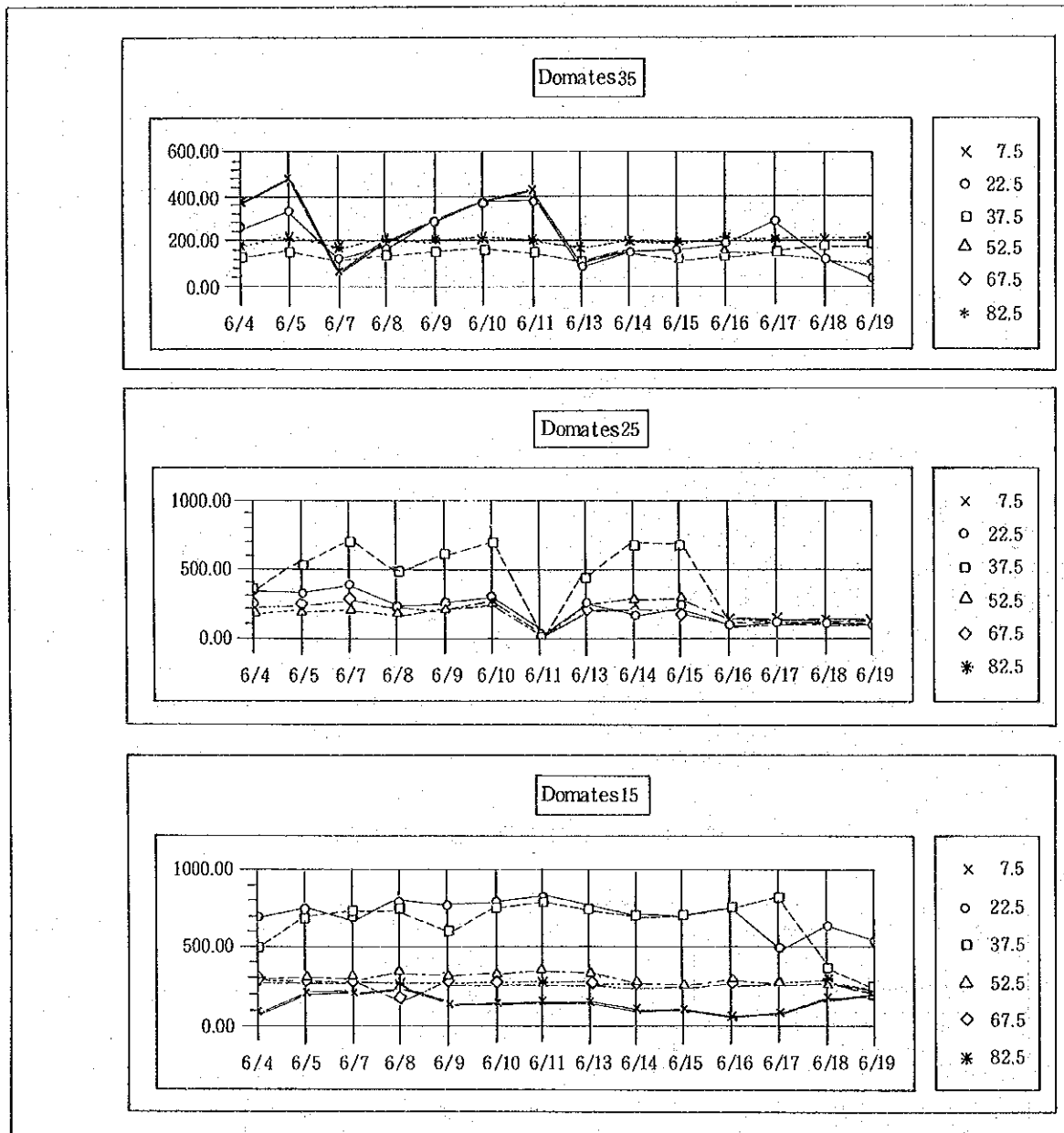


図2-5 トマト栽培地区における土壤水分張力の経時変化(6/4~6/19)

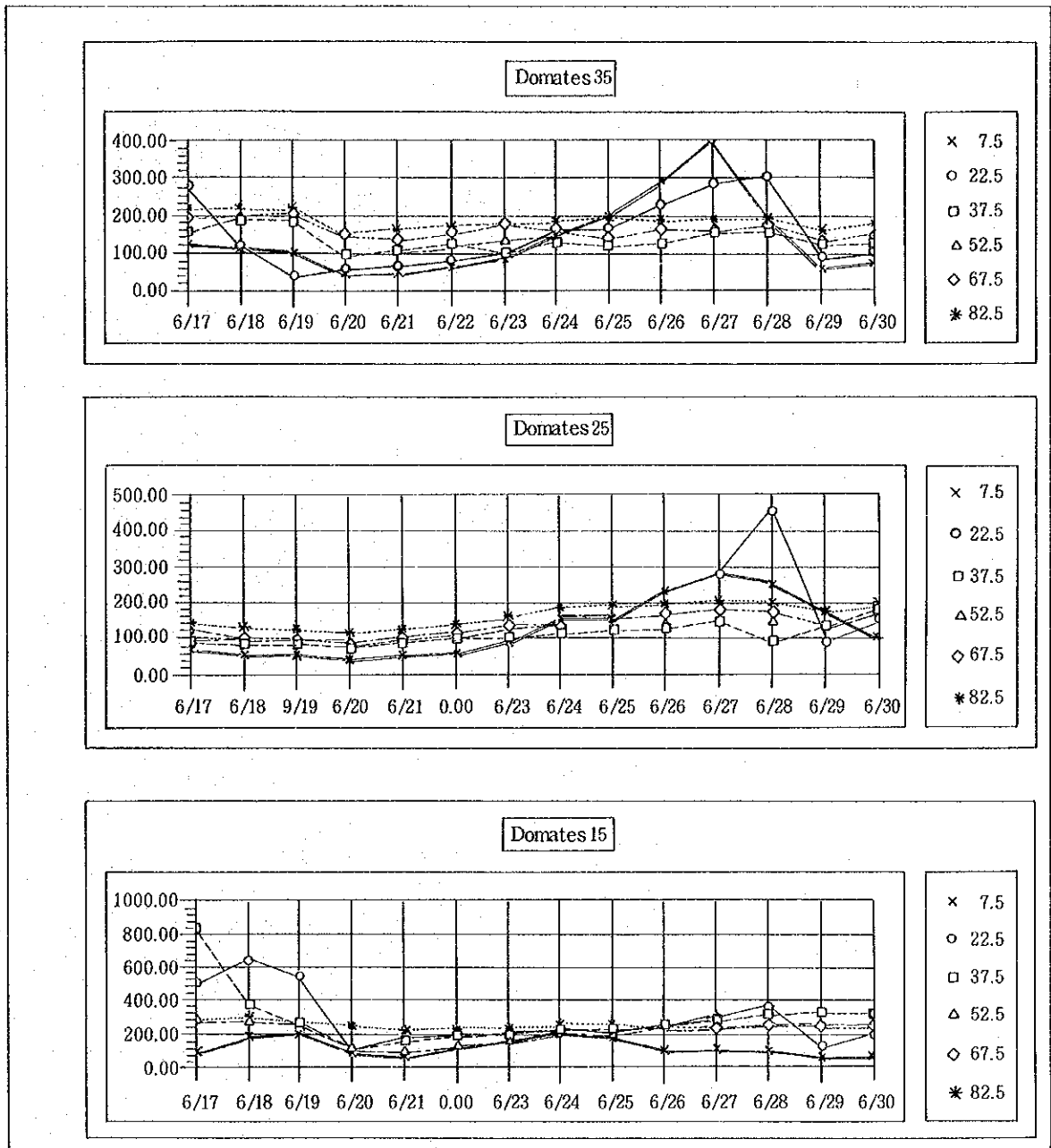


図2-6 トマト栽培地区における土壌水分張力の経時変化(6/17~6/30)

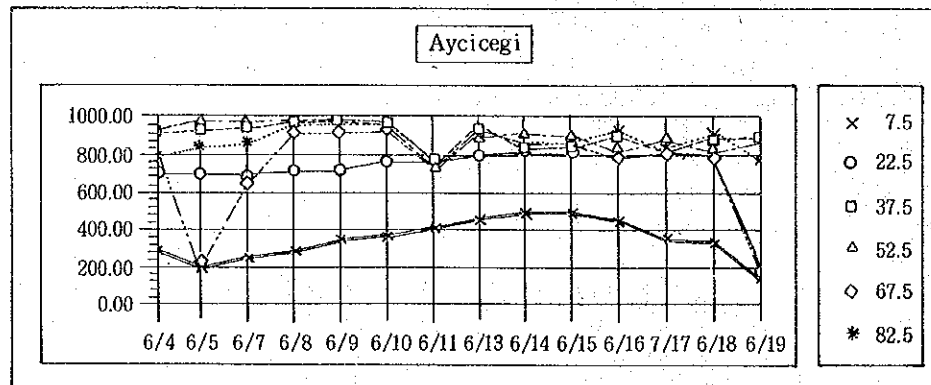
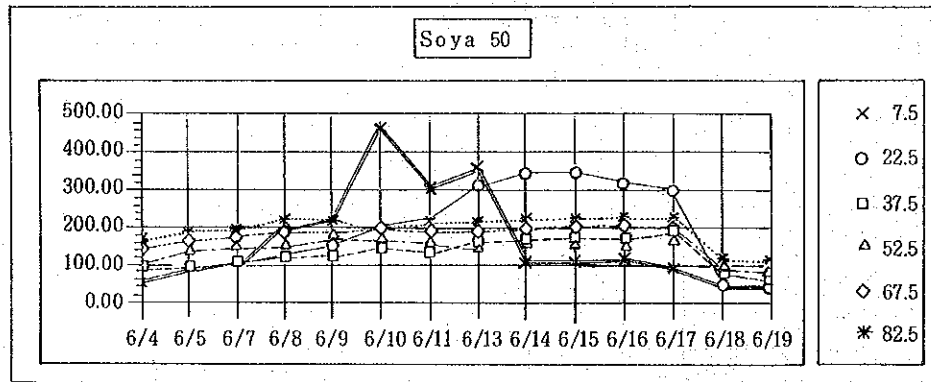
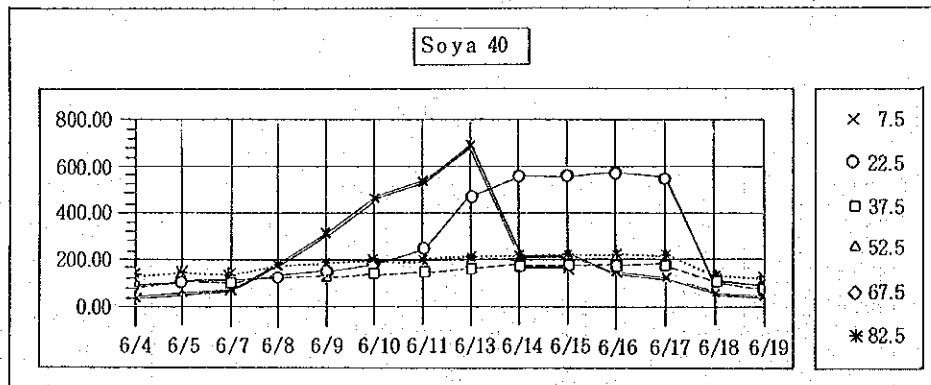
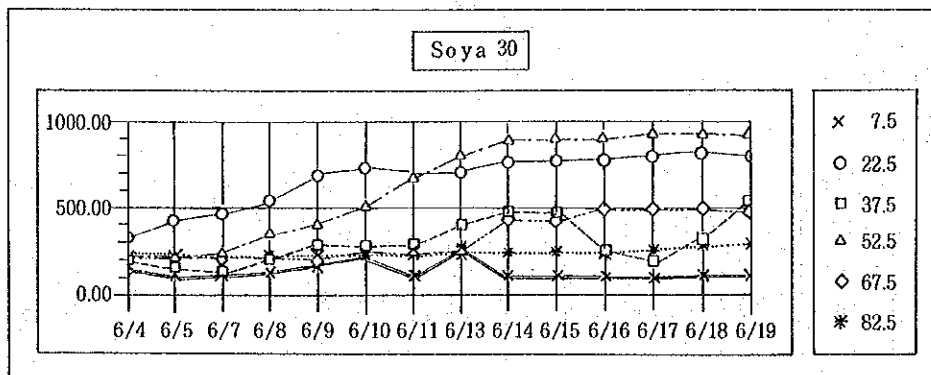


図2-7 ダイズ栽培地区における土壤水分張力の経時変化(6/4~6/19)

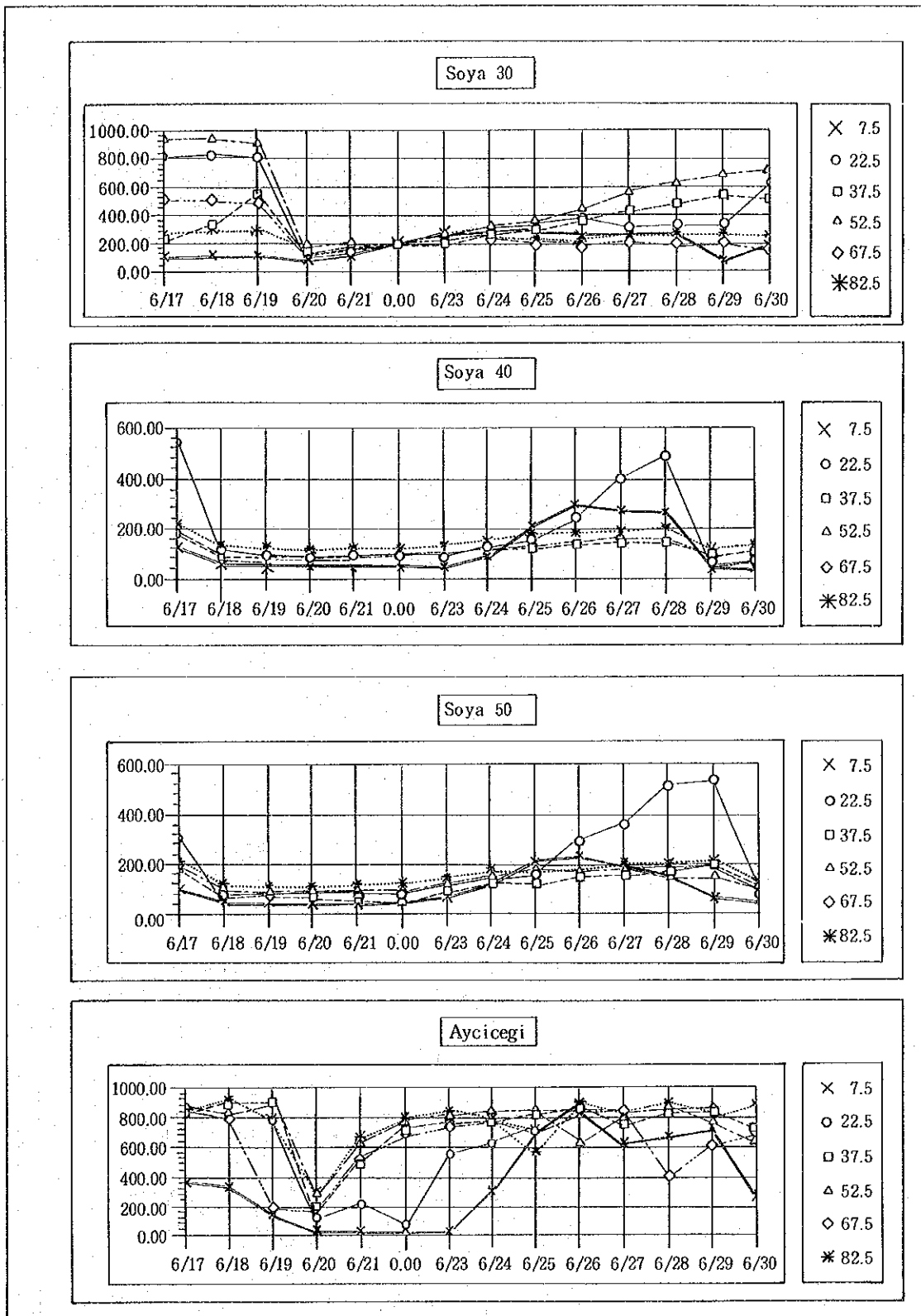


図2-8 ダイズ栽培地区における土壤水分張力の経時変化(6/17~6/30)

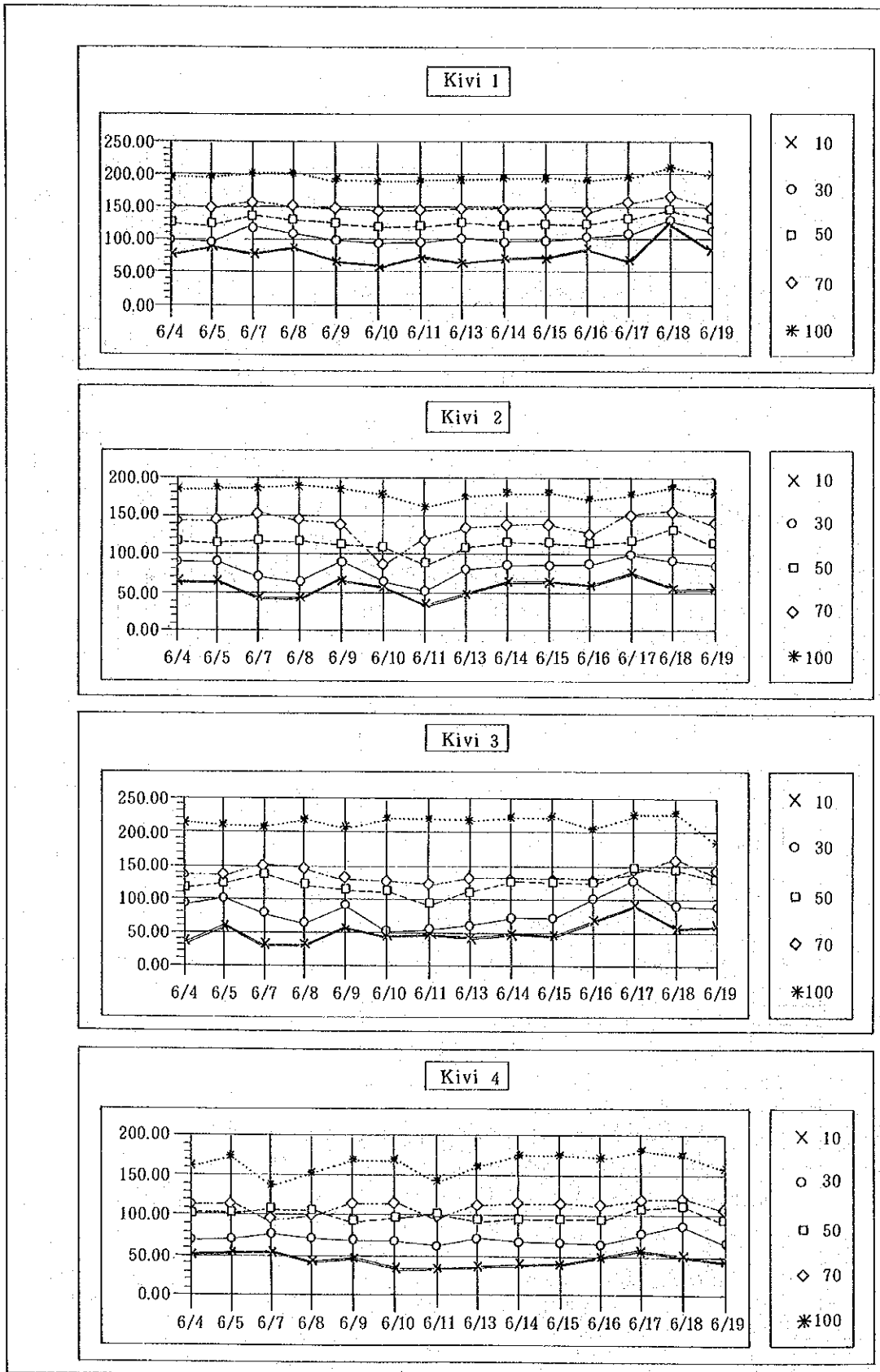


図2-9 キウイ・フルーツ栽培地区における土壌水分張力の経時変化(4～6/19)



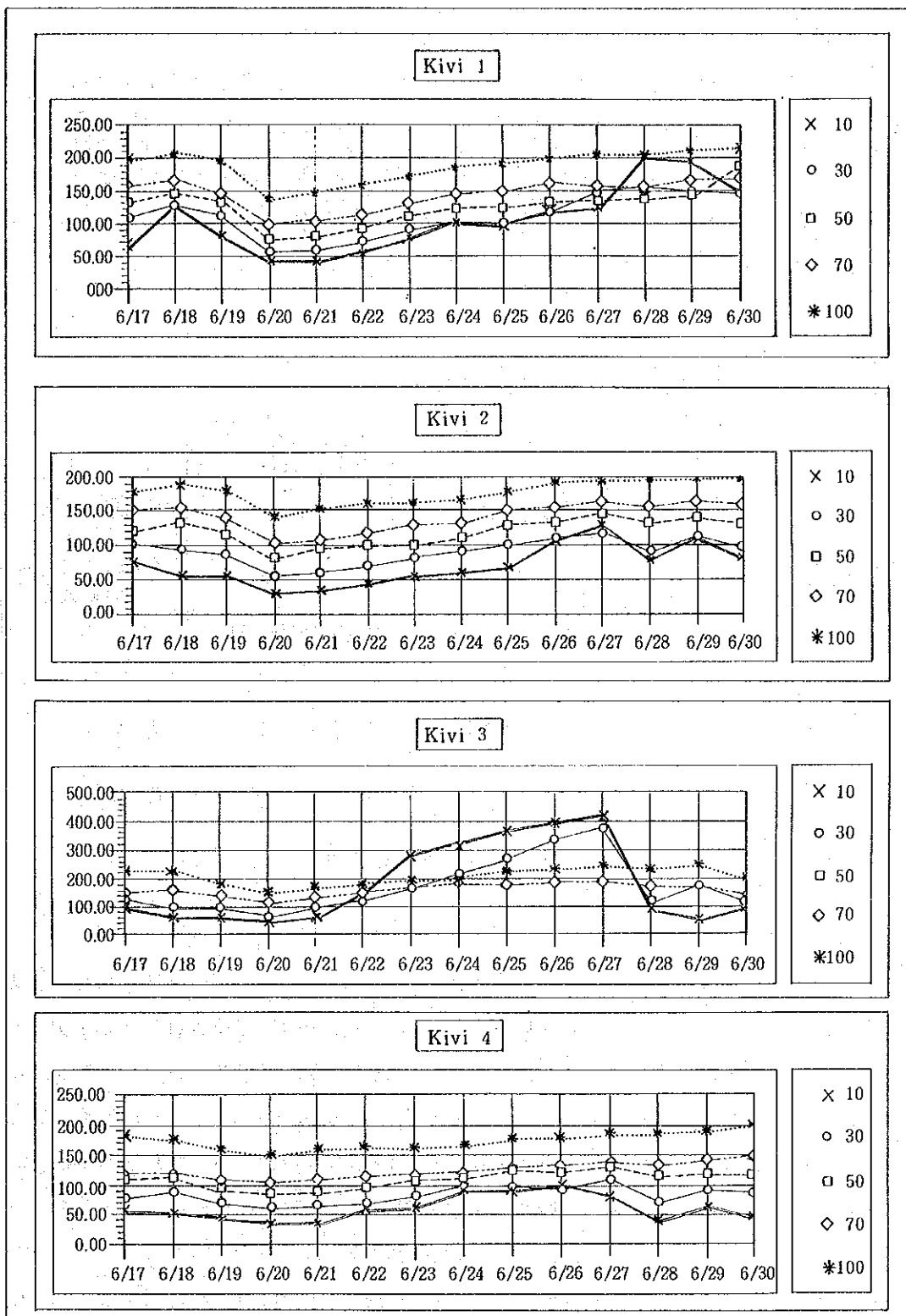


図2-10 キウイ・フルーツ栽培地区における土壌水分張力の経時変化(6/17~6/30)

### 3. 灌漑試験計画の策定（平成4年度以降）

#### (1) 畑地灌漑用水量の基礎諸元調査

まず、灌漑諸元の決定手順について述べる。灌漑諸元の項目と各項目間の関係および決定手順は図3-1に示す。灌漑試験計画を策定するにあたっては、まず、灌漑諸元を調査し、最終的に計画日消費水量、計画間断日数、1回の計画灌漑水量を定めなければならない。これらの値は計画対象地区の土壤水分特性と灌漑作物の水分消費特性から気象特性を考慮して決定される。以下、今後調査すべき項目について順を追って説明する。

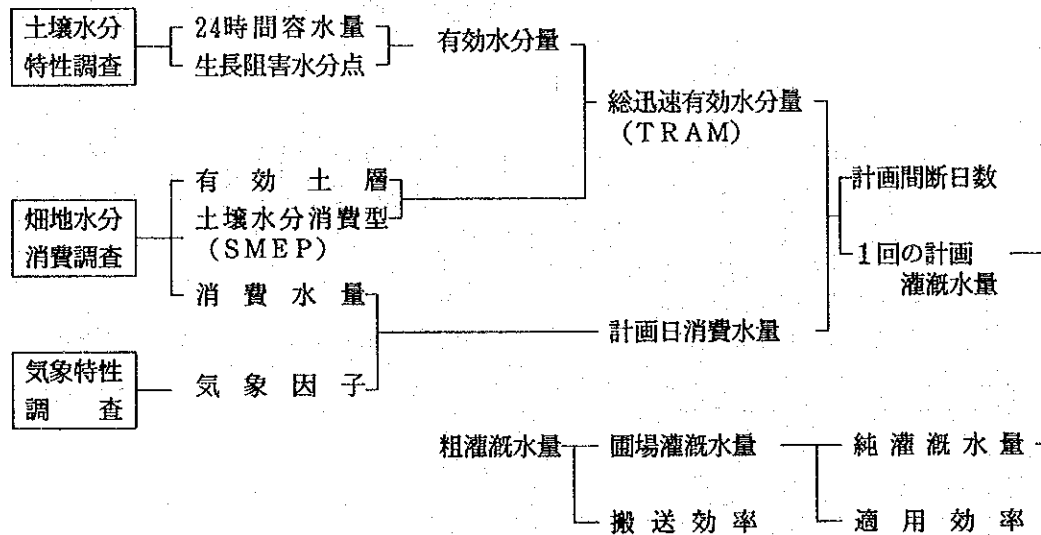


図3-1 畑地灌漑用水量の算定手順

#### (2) 土壤水分特性調査

##### 24時間容水量：

これは元々圃場容水量から派生してきた用語である。すなわち、圃場容水量は十分大きな降雨あるいは灌水後、重力水が排除され、そのとき土壤中に保持される土壤水分の状態を意味するが、土性の違いにより重力水の排除される時間が異なる。これを判断することは非常に困難なため、まだいくらかの重力水が含まれるが、24時間後には圃場容水量に近い状態に達するので、この時の土壤水分状態を24時間容水量と呼び、これが有効水分量の上限界として計画されている。24時間容水量の測定は、試験圃場において約1m×1m=1㎡の面積に100mm程度の灌水を行ない、灌水をした地点のシートあるいはムシロで覆い、土壤面蒸発を抑制して、24時間経過後にその地点で採土を行ない、炉乾燥をして24時間後の土壤水分量を算出する。

##### 有効水分量：

有効水分量は圃場容水量から永久シオレ点までの範囲の水分量を意味する。灌漑による

土壌水分管理は、作物の収量と高品質を確保することが重要である。この観点から土壌水分管理を考えるなら、作物の生長に影響が発生し始める初期シオレ点を下限界とすることも考えられる。これは3.1 bars (pF3.5)前後と言われ、日本では多くの試験結果により作物および土壌水分特性から2.2 bars~6.0 bars(pF3.3~pF3.8)と言われている。しかし、シオレが見られる状態では既に生長阻害が進んだ状態と判断し、下限界は作物生育に多少でも支障が発生したならば、その時の土壌水分状態、すなわち、生長阻害水分点(0.5~1.0bars : pF2.7~pF3.0)とする方がけんめいと考える。

一方、永久シオレ点は15 bars(pF4.2)で、この値は世界共通である。また、有効水分量の代りに圃場容水量から生長阻害水分点までの範囲の水分量正常生育有効水分量(あるいは、生長有効水分量)と呼び、これを用いて1回の灌漑水量を決定することができる。これに対して、乾燥地(アメリカなど)では、有効水分量の50%を用いて1回の灌漑水量を決定している。したがって、有効水分量および生長有効水分量を決定するためには、つぎに述べる土壌水分特性曲線の作成が必要となる。

土壌水分特性曲線：

土壌水分特性曲線は土壌水分量とpFとの関係を実験的に算出する必要がある。土壌水分量とpFとの関係については、現地試験と室内試験による方法の2通りある。現地試験の場合は、0~0.5bars (pF2.7)までであり、しかも土壌水分張力と土壌水分量の測定地点が同一にできないこと、永久シオレ点まで測定できないなどの問題点がある。そのため室内試験を採用する。しかし、参考データとして現地試験も行なうことが望ましい。なお、土壌水分張力値の表示には、水柱高さ(cmH<sub>2</sub>O)、pF、barsあるいはSI単位のPaがあるので、いずれの表示を用いても良いが、利用する人が理解できるような表示を採用することが望ましい。土壌水分特性曲線の一例は図3-2に示す。

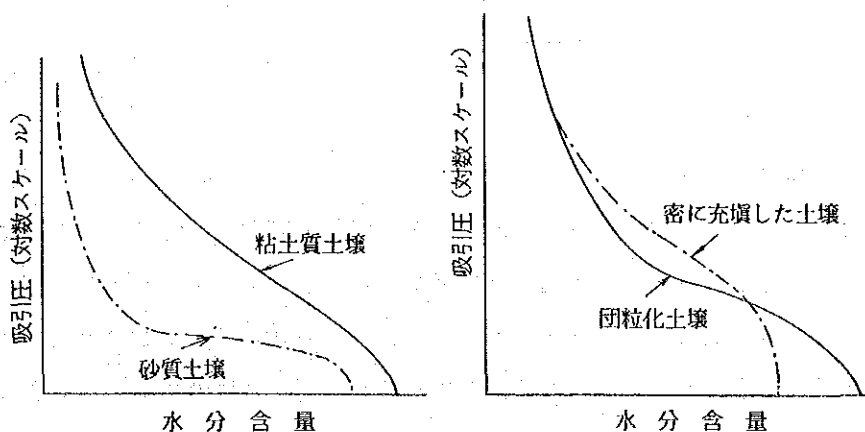


図3-2 土壌水分特性曲線の例

インタークレート：

インタークレートは不飽和土壌における灌漑や降雨による水が土壌中に浸入する割合を把握する指標であり、一般にmm/hrで表示される。この値は畑地灌漑における灌漑方法や灌漑強度の決定あるいは農地造成における土壌浸食防止法の計画・設計の基礎資料となる重要な因子である。この測定方法は、目的により畑地ではシリンダーインタークレート、ファローインタークレートに大別される。シリンダーインタークレートの測定は鉄製円筒（内径約40cm、高さ約40～50cm）を20～30cm程度打込み、その外周約20cmのところにと手をつくっておき、円筒内外に注水（水深約10～20cm）し、両水位をほぼ等しく保ち、経過時間と円筒内の水位減少量を読み取りあるいは定水頭給水装置からの給水量を読み取り行なう。ファローインタークレートの測定は畦の方向に50～100cmの間隔に遮水板をほぼ50cm深さに打込み、経過時間と定水頭給水装置から供給される水量を読み取り行なう。インタークレートの一例は図3-3に示す。

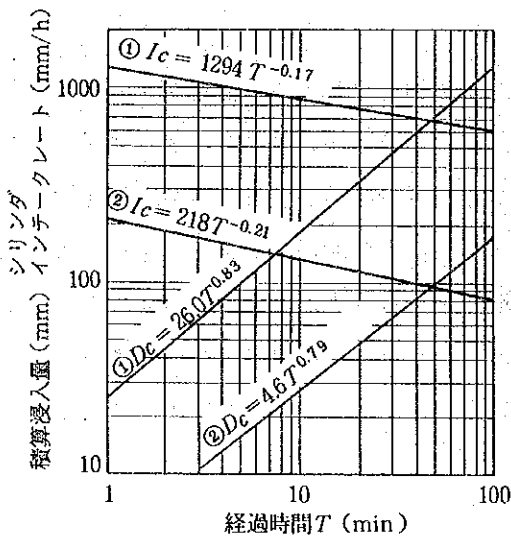


図3-3 インタークレートの一例

シリンダーインタークレート  $I_c$  (mm/h)、積算浸入量  $D_c$  (mm) は次式で表わされる。

$$D_c = C \cdot T^n \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots\dots (5.33)$$

$$I_c = 60 C \cdot n T^{n-1} \quad (\text{mm/h}) \quad \dots\dots (5.34)$$

ここで  $D_c$  : 給水開始後  $T$  分間における積算浸入量 (mm)、 $C$ 、 $n$  : 定数 ( $C$  :  $T$  が単位時間 1 分間のときの積算浸入量、 $n$  : 直線の勾配)、 $I_c$  : シリンダーインタークレート (mm/h)。

(3) 水分消費特性

消費水量の算定法：

消費水量 (CU) は、作物が体内で消費する水量と土壌面蒸発量を加えた蒸発散量 (ET) に対して有効土層より下層から有効土層に補給される毛管補給量を差引いた水量を意味するが、近似的には蒸発散量と消費水量は等しい。また、消費水量は上述の定義に従えば、土壌中で消費される水分量、すなわち、現地における土壌水分減少法によって求められる水分減少量であるので、土壌水分の測定により知ることができる。土壌水分の減少量の測定は直接採土法、あるいはテンシオメーターなどで行なうことができる。ただし、直接採土法で

は連続的に土壤水分減少量を測定することができないので、テンシオメーターを用いることが良策である。テンシオメーターを用いて土壤水分減少量を測定する場合、テンシオメーターの測定値を土壤水分特性曲線（土壤詳しくは水分特性曲線の項を参照）から土壤水分量に換算しなければならない。したがって、土壤水分測定位置および消費水量の算定例は図3-4に示す。

土層深	測定	A日における含水量 (含量%)	B日における含水量 (含量%)	減少量 (mm) (A-B)	測定地の代表 土層深	代表土層深の 減少水量(mm)	分割 土層	消費水量 (mm)	水分 消費割合(%)
10		12.1	4.2	7.9	10cm	(7.9×10) 7.9	0cm 25cm	7.9	$\frac{19.4}{46.9} \times 100$
20		11.7	4.0	7.7	15cm	(7.7×1.5) 11.5		+11.5 19.4	
30		12.7	7.6	5.1	10cm	(5.1×1) 5.1	25cm 50cm	5.1	$\frac{12.9}{46.9} \times 100$
40		12.7	7.5	5.2	15cm	(5.2×1.5) 7.8		+7.8 12.9	
50							50cm	9.3	$\frac{9.3}{46.9} \times 100$
60		11.9	8.2	3.7	25cm	(3.7×2.5) 9.3	75cm		19.8
70									
80		8.2	5.7	2.5	15cm	(2.5×1.5) 3.8	75cm 100cm	3.8	$\frac{5.3}{46.9} \times 100$
90								+1.5	
100		8.8	6.1	1.5	10cm	(1.5×1) 1.5		5.3	11.3
全土層の消費水量(D)								46.9	100%
日消費水量 = ET/AからBまでに要した水量								46.9/15 = 3.1	

A-Bに要した日数…15日  
対象作物…ブドウ  
分割土層はこの場合25cmずつ区切ったが、有効土層深のとり方によって異なる。

図3-4 土壤水分測定値からの消費水量算定例

蒸発散量の算定法：

蒸発散量の算定法には作物特性と気象特性を考慮したプラネイ・クリドル法、放射法、ペンマン法（修正ペンマン法を含む）、パン蒸発法がある。いずれにしても気象データ（必要な気象データは表-1に示す）の収集は必要であるので、できる限り早い水文・気象観測装置の設置が望まれる。数年前の報告書では、現地に近い所の気象データを用いた修正ペンマン法による蒸発散量の算定が行なわれているが、新たに現地の気象データの収集により蒸発散量の算定が必要であろう。なお、詳細について省略をするが、TIGEMではプラネイ・クリドルを採用して蒸発散量を算定して灌漑計画に用いており、また、チェクロバ大学農学部ではパン蒸発法を採用して蒸発散量を算定して灌漑計画に用いている。

表3-1 各種蒸発散量算定に必要な気象資料

手 法	温 度	湿 度	風 速	日照時間	放 射 量	蒸 発 量	環 境
ブラネイ・クリドル法	※	○	○	○			○
放 射 量	※	○	○	※	(※)		○
ペ ン マ ン 法	※	※	※	※	(※)		○
パ ン 蒸 発 法		○	○			※	※

※ 実測データ ○ 見積りデータ (※) あれば使用するが必ずしも必要ではない

有効土層と制限土層：

有効土層は土壤水分の減少が認められる土層の深さであり、制限土層は有効土層内において作物の生育に直接影響を与える土層を意味する。有効土層の判定は土壤水分の変動を追跡することにより容易にできるが、制限土層の判定は消費水量の測定時に根群分布状況や土壤の乾燥度合いなどからある程度の推定を行なうことができる。厳密には、有効水分量(AM)と土壤水分消費型(SMEP)から計算される各層の総迅速有効水分量(TRAM)が最小となる土層として定める。

土壤水分消費型(SMEP)：

有効土層内での水分消費は表層から下層に向かって一様ではなく、表層の水分消費にともない下層の土壤水分減少が生じる。この水分減少割合を示すのが土壤水分消費型(SMEP)であり、1回の灌漑水量を決定する重要な要素である。一方、この水分消費型には表層消費型と全層灌漑消費型があり、これらは作物特性、土壤特性などにより異なるので実測を必要とする。実測は灌漑後ある一定の期間(連続干天期間)内における各土層の水分減少量を測定することにより行なう。土壤水分消費型の一例は図3-5に示す。

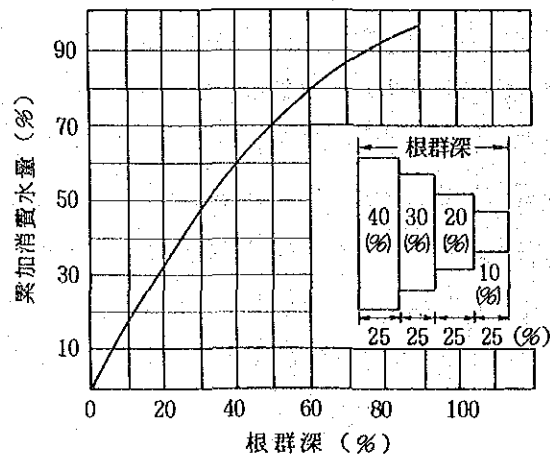


図3-5 土壤水分消費型の一例

1回の計画灌漑水量と間断日数：

1回の灌漑水量は、土壌水分特性、作物の消費水量などの諸元が定まると以下のようにして決定することができる。

$$1 \text{ 回の灌漑水量 (TRAM)} = (FC - M_1) \times D \div C_p \quad (\text{mm})$$

ただし、FC：24時間容水量 (vol.%)

M<sub>1</sub>：生長阻害水分点 (vol.%)

D：制限土層の厚さ (cm)

C<sub>p</sub>：制限土層における水分消費割合 (%)

$$\text{間断日数 (n)} = \text{TRAM} \div C_u \dots\dots\dots \text{小数点以下切捨てた整数値}$$

ただし、C<sub>u</sub>：計画日消費水量 (mm)

$$1 \text{ 回の計画灌漑水量 (Ir)} = n \times C_u \quad (\text{mm})$$

### (3) 灌漑試験計画に基づいた試験の実施

灌漑試験計画に基づいた試験の実施は灌漑諸元がまだ決定できていないので、決定されてから行なうことが得策と考える。

## 4. 灌漑試験の策定例

平成4年度における灌漑試験が現在継続しているが、現地滞在中に長期灌漑専門家との打ち合せの結果、平成5年度における灌漑試験の実施条件を以下のように策定した。なお、これらの実施条件は長期灌漑専門家と他の専門家との協議により変更される場合もある。

### (1) 果樹園区の灌漑試験

平成4年度の灌漑試験の途中経過をも勘案して、灌漑試験条件を設定することにする。ただし、7、8、9月におけるデータ収集が出来ていないので若干の変更も考えられる。

4、5、6月

7、8、9月

① 21 t/2d/株 (2.0mm/d)      37 t/2d/株 (3.5mm/d/株)

② 32 t/2d/株 (3.0mm/d)      56 t/2d/株 (5.3mm/d/株)

③ 42 t/2d/株 (4.0mm/d)      74 t/2d/株 (7.0mm/d/株)

ただし、①、②、③試験区とも2日間断とする。また、収量調査は必ず実施すること。

\*：消費水量 (土壌水分張力の測定による算定) 各試験区とも2箇所以上

テンシオメータ埋設深さ …… 10.0、30.0、50.0、70.0、90.0、110.0cm

### (2) 畑作物区の灌漑試験

畑作物区の灌漑機器として野菜畑の葉菜類はブーム、果菜類はドリップ (点滴)、畑作物 (ダイズ、トウモロコシ等) はレインガンを用いる。灌漑試験条件を以下に示すように設定することにする。

(イ) メロン、トマトの灌漑試験条件

① 4、5月：4.0mm/d (5日間断)

6、7月：5.0mm/d (5日間断)

② E Tcropに基づく5日遅れの灌漑 (5日間断)

③ E Tcropに基づき、また、深さ22.5cmのテンシオメータの値が $-500\text{cmH}_2\text{O}$  前後に達した時にE Tcropの5日分の水量を灌漑する。

\*：消費水量 (土壌水分張力の測定による算定) 各試験区とも2箇所以上

テンシオメータ埋設深さ……7.5、22.5、37.5、52.5、67.5cm

(ロ) ダイズ、トウモロコシの灌漑試験条件

① 4、5、6月：5.0mm/d (6日間断)

7、8、9月：9.0mm/d (6日間断)

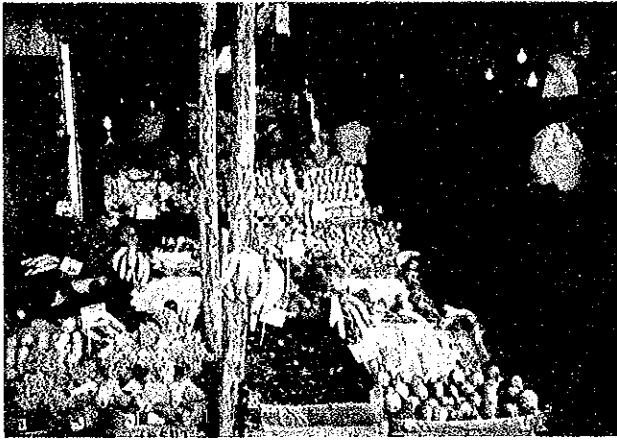
② E Tvropに基づく6日遅れの灌漑 (6日間断)

③ E Tcropに基づき、また、深さ22.5cmのテンシオメータの値が $-500\text{cmH}_2\text{O}$  前後に達した時にE Tcropの6日分の水量を灌漑する。

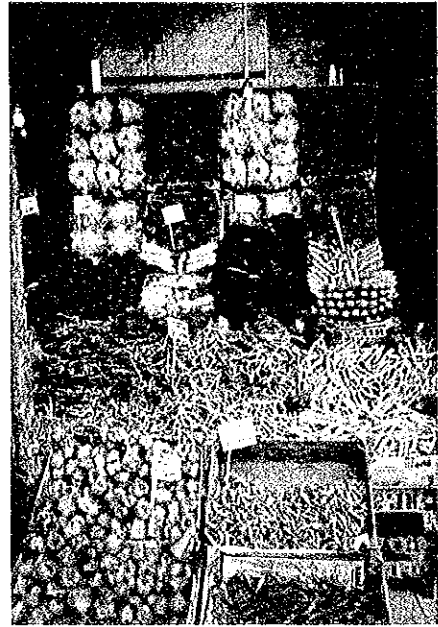
\*：消費水量 (土壌水分張力の測定による算定) 各試験区とも2箇所以上

テンシオメータ埋設深さ……7.5、22.5、37.5、52.5、67.5、82.5cm





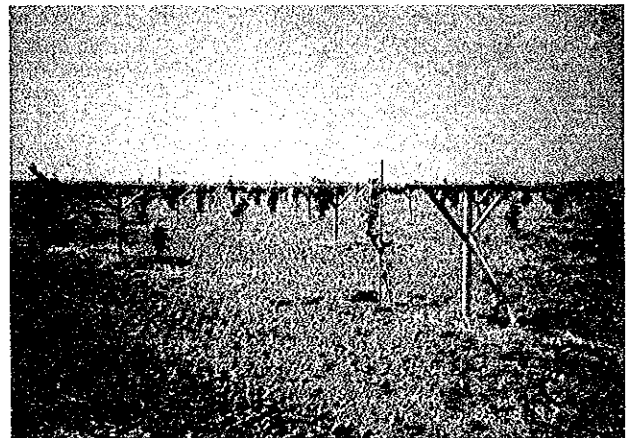
アンカラ市内の果物店における陳列風景



アンカラ市内の果物店における陳列風景



キウイ・フルーツ果実の状況



キウイ・フルーツ園の全景



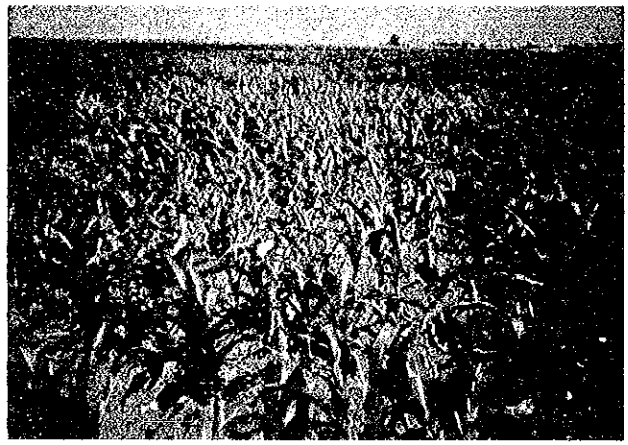
モモ園における生育状況（葉は若干黄色状態）



モモ園における生育状況（葉は緑色状態）



トウモロコシ畑におけるレインガンの設置状況



トウモロコシの生育状況



ダイズ畑における葉の着色状況（灌漑試験区）



ダイズの生育状況（最初から35mm散水の7日間断）



展示園におけるモモの生育状況



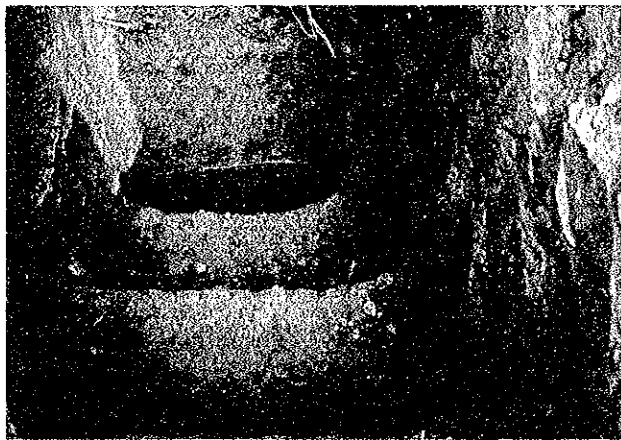
展示園におけるナシの生育状況



展示園におけるリンゴの生育状況



展示園におけるカキの生育状況



地下水調査における掘削状況



地下水位の観測状況



送水管の破裂による地表面の状態



送水管の修理状況



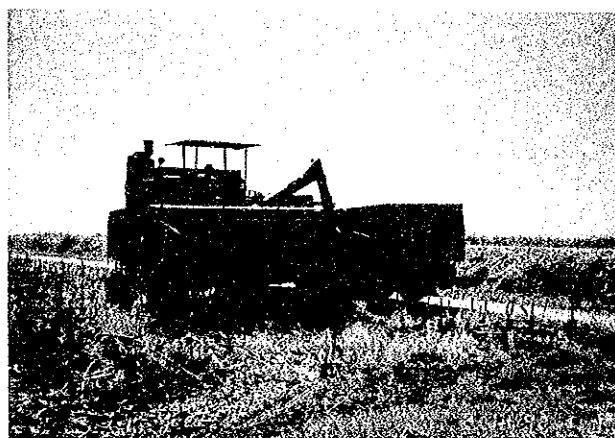
土壌のサンプリング状況



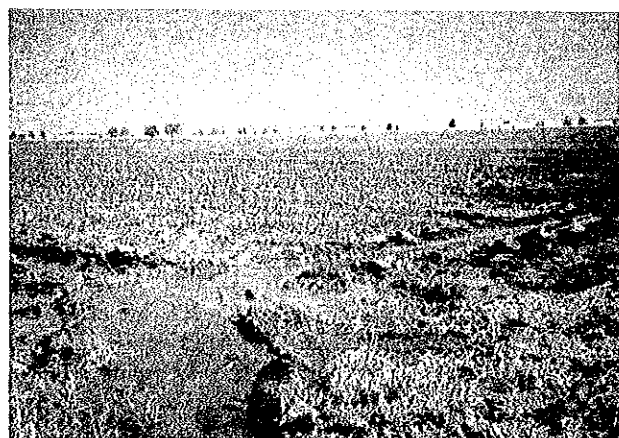
サンプリングのための土壌の掘削状況



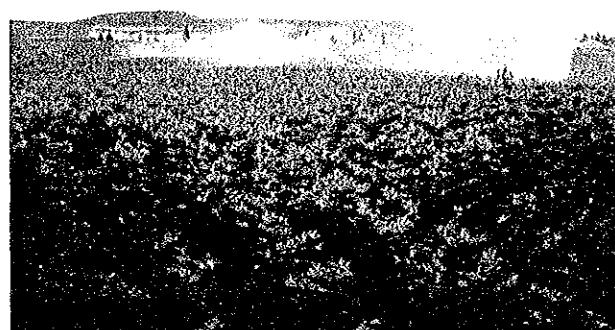
コンバインによるヒマワリの収穫状況



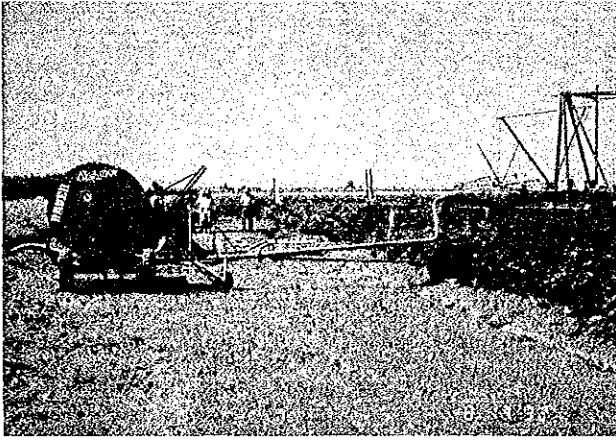
コンバインから収穫物をトラックへ移動



ジェイラン・ブナール農場における畝間灌漑の状況



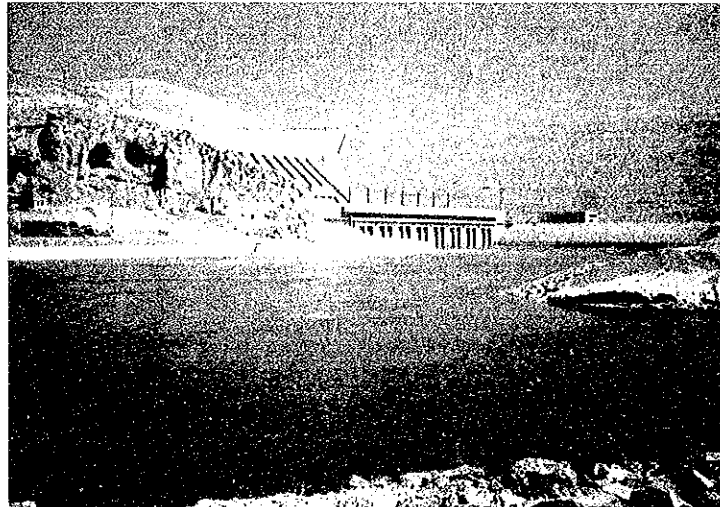
ジェイラン・ブナール農場における散水灌漑の状況



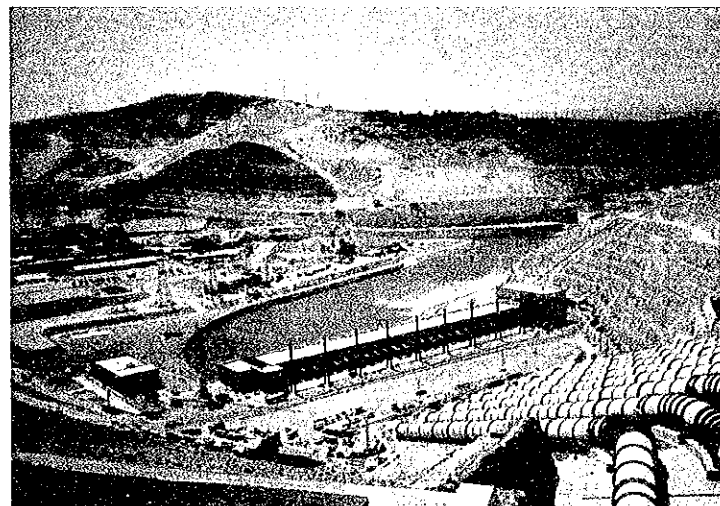
コルクル農場における散水機の設置状況



コルクル農場における散水分布調査の受水缶の設置状況



下流側から見たアタチュルクダム



上流側から下流側を見たアタチュルクダム



## 2 唐橋 需（畑作機械化）

平成5年3月7日～3月27日





# 海外出張概要報告書

1. 所属機関・職名・氏名 農業研究センター 機械作業部  
畑作機械化研究室室長 唐橋 需

2. 目的 トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査  
短期専門家（畑作機械化）

3. 期間 平成5年3月7日～27日

4. 国名、場所 トルコ共和国、アナタ県ジェイハン市 TIGEM チュクロバ農場

5. 内容

## 1) 試験研究調査の進捗状況の把握

(特に次の項目等についての調査・検討

○当該地域での耕作作業期間短縮のためのロータリ耕利用の適性

○プラウ耕から施肥播種までの作業、工程を最短化するための作業工程の同時化の可能性)

### (1) 基礎的データの収集

液性・塑性限界と土壌含水比及び硬度の変化等、各種耕うん法適用の可能性を検討するために必要な基礎的データの収集が望まれる。

### (2) 自走式スプリンクラーのモデル調査試験

現地において慣行法として行われているボーダー・畝間灌漑方法の合理化についても試験の実施が望まれ、同時併行的に実施されるとともに、圃場均平化工法が TIGEM チュクロバ農場に取り入れられている。

### (3) 土壌管理・処理作業の高度化試験

#### (3-1) 耕起法・作業体系の改善

##### a. 礫の多い圃場におけるロータリ耕の検討

問題となる礫の多くは自然石であるので、有限であり取り除くことができるはずである。

それ迄の間は、ドライブシャフトに装備されたスリックラッチを安全装置として使用することが必要である。

TIGEM チュクロバ農場においてもロータリハロー用としてスリックラッチが活用されているが、プロジェクトサイトではロータリハローが2台とも駆動系の損壊を起こしていた。このため、スリックラッチを有効に利用するための技術指導を実施した。

#### b. 重粘土質で規模の大きい圃場における利用の可能性

確かに下層は灰色低地土状で顕著な重粘土であるが、表層部は畑化が進んだ土壌になっているので、ロータリ耕方式が十分可能と考えられる。しかし、現地では相当な高能率作業が要求される環境であるので、チゼルプラウ等による耕起（一次耕）後の砕土・整地作業をロータリ（又はハロー）で行うことが適当ということになる可能性は大きい。

畑作におけるティレッジシステムに対するもう一つの日本的技術導入の可能性があるものとして、最近の水田輪換畑における大豆不耕起播種栽培技術の開発研究の成果があげられよう。現地では灌漑面積の一部でしか行われていない小麦あと大豆の1年2作方式の拡大に対して有望と思われる。特に平成5年度より試販される予定の大豆4条用条間作溝・覆土式不耕起播種機は2条畝立て播種方式であるため、ボーダー灌漑法との組合せの点でも適し、不耕起的特徴を有するため節水栽培法として有効であると考えられ、更に不耕起の特徴を克服して施肥効率の点でも優れる。

畑作以外に、野菜作について考えれば、ロータリ耕方式は現地においても栽培技術の向上のために不可欠と思われる。即ち、現在の粗放的な栽培・作業技術をロータリ耕・畝立栽培技術により高度化することは有望な方法と思われる。したがって、単に通常のロータリ以外に、表層砕土と石礫等の埋没性能が著しく優れるアップカットロータリも試験されてよからう（チュクロバ大学及び農業機械メーカーにおいて日本型農業機械の中で最も強い関心を示したのがアップカットロータリである）。

#### c. チゼルプラウ耕について

灌漑水の地下への浸透と作物の根の伸長のためにチゼルプラウ耕がかなり重要視されていた。ボトムプラウ耕を数年に1回に制限して、その間はチゼルプラウで一次耕を行うことは良い方法と思われる。特に、大きな石を地表へ引き出すことができる点でもチゼルプラウ耕が適当な方法と考えられる。又、重粘土質のため表層に有機物を蓄積して土壌改良を図るのが有利であり、この点でもチゼルプラウで深耕処理後にロータリ（又はハロー）等で表層部の攪拌・混合を行う耕うんシステムが適すると考えられる。

ただし、冬作期間中の排水が問題にされるようになってきており、この期間中のチゼルプラウ作業には検討を要する点があると思われる。

#### (3-2) 耕起作業の同時化

##### a. チゼルプラウ耕・砕土・整地・施肥・播種の同時作業化について

TIGEM チュクロバ農場にはチゼルプラウ・ロータリハロー・カゴ型ローラの同時作業機に施肥播種機を連結して同時作業化が可能にされた機械があるが、ここでも

播種状態の監視・制御が困難になるため耕起～播種の同時作業化は行っていない。これに対して、日本型ロータリシーダ（搭載型）はコンパクトな構造であるため、耕起～播種の同時作業化の可能性がある。

ただし、大型トラクタやコンバインの走行による踏圧層の破壊と灌漑水の浸透促進のために深耕処理が必要であれば、チゼルプラウ耕後に日本型ロータリシーダ又はロータリハローシーダで碎土～播種を同時作業化する方法が考えられる。現地に見られるヨーロッパ型のロータリハローに比較して、なた刃式の日本型ロータリハローは優れた点を有していると考えられる。

b. ロータリシーダについて

現地で見られるのは吸引式播種機であって、ロータリシーダは見られなかった。前者に比較して後者は作業幅や作業速度に制約が生ずるが、耕起～播種を同時作業化できる利点大きい。

2) 試験課題についての変更・追加・削除の検討

(1) 耕起・作業体系の改善

① 畑作

a. ロータリシーダの導入による作業同時化の可能性試験

日本型ロータリシーダ（搭載型）を導入して耕起～播種及びチゼルプラウ等による一次耕後の同時作業化の可能性について試験する。（スリップクラッチ付きドライブシャフト、なた刃の予備1セットのほか、カッティングディスクアタッチメント1対についても装備を考える必要がある。）

b. 不耕起播種栽培技術導入の可能性試験

大豆不耕起播種機の実用化が遅れているため、プロジェクト計画の延長があればその中で実用性を実証することが望まれる。

② 野菜作

a. アップカットロータリの導入による作業精度の向上試験

現在、畝立アタッチメント付きロータリの導入が予定されているので、これに更に（レーキ付）アップカットロータリを加えて適用性と性能の評価を受けることが望まれる。（トルコ側から最も強い関心を寄せられた機械であり、試験導入が望まれる。）

3) 耕起・碎土作業等に係る試験についての技術的指導

試験圃場がチゼルプラウ耕されていた上にかかなりの降雨があったため、作業試験を実施できなかった。

土壌条件・作業条件・作業結果の関係についての試験が望まれるが、測定用機器類は未

整備である。各種作業方式の圃場作業能率等のデータの収集も必要であろう。

#### 4) 灌水の浸透と耕起作業についての問題点の把握及び技術的指導

耕起・砕土作業試験を実施できなかったので、聞取りや観察から考察した結果を以上に記述してきた。

更に角、プロジェクトサイト以外の所でも農業機械における日本的技術は全く見られない状態であり、関心や技術的水準は高いので、優れた日本的技術の試験的導入が望まれる。

# トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査 (短期専門家：畑作機械化) 報告

平成5年3月

唐橋 需

## I. 試験研究調査の進捗状況の把握

特に次の項目等についての調査・検討

- ・当該地域での耕作作業期間短縮のためのロータリ耕利用の適性について
- ・プラウ耕から施肥播種までの作業、工程を最短化するための作業工程の同時化の可能性について)

### 1. 基礎的データの収集

塑性指数（液性限界、塑性限界）、土壌含水比・硬度・三相分布の変化等、各種耕うん法適用の可能性を検討するために必要な基礎的データの収集が望まれる。（4-4. 総合的実証試験における実施を検討する。）

### 2. 自走式スプリンクラーのモデル調査試験

現地において慣行法として行われているボーダー・畝間灌漑方法の合理化についても試験の実施が望まれ、次のように同時併行的に実施されている。

幅10m×300m間隔程度でボーダーを造成し、この中に湛水することによって作物条間の畝間に沿って水を流し、灌漑が行き渡ればボーダーを開けて次の区画へ流入させる。ボーダーの造成は専用の作業機（両輪が水車ようになっており、けん引によって土壌をスクレーパー部分ですくい上げて、上った所で放出された土壌が両側から中央へ排出されて畝状に盛り上げる）をトラクタでけん引して行う。ボーダーで囲まれた区画内へは人が入って、中耕によって出来た作物条間の溝に沿って、土壌等が堆積して流れの悪くなった所を崩す等の作業を行って、水が流れやすくする。1人1日で1ha位の処理面積である。試験圃場においてもこの方法を行うために、一様な傾斜を持たせることが重要であるので、ブルドーザけん引のスクレーパーを使用して平均作業を実施した。この方法によりTIGEMチュクロバ農場においてもその後大々的に均平作業を実施するようになった。

### 3. 土壌管理・処理作業の高度化試験

#### 3-1 耕起法・作業体系の改善

##### a. 礫の多い圃場におけるロータリ耕の検討

畑作試験区には白色のかなり大きい石が所々に見られる。これは、この地域に多く見られる自然石であり、圃場の外へ持ち出さざるを得ない。これ以外に、比較的小

さい礫と土器・焼き物等の破片状のものが土壌中に混在する。これらも試験圃場から運び出されている。

したがって、基本的にはロータリ耕に支障となるような石礫は運び出さざるを得ない。

次にロータリ耕を実施中に、土壌中に隠れていた大きな石をかみ込んだ時の対策としては、スリップクラッチ付ドライブシャフトを使用してロータリの回転を止めることが必要で、トラクタのオペレータは石を取り除いてロータリの上に乗せる等をして運び出すことが必要である。

現地においてもロトティラー（トルコ製、商品名）と称されるロータリハロー（ロータリ型碎土機）にはスリップクラッチ付ドライブシャフトが使用されているが、一度もスリップして安全装置が作動した痕跡が見えない状態であり、2台あるロトティラーが2台とも駆動系の故障のため修理中であった（1台は作業機側入力軸が破断、ドライブシャフトのトラクタ側スライドシャフトが少し振れ、作業機側ギアボックスのベアリングが破損、他の1台ではギアボックス中のヘリカル傘歯車に損傷が生じていた）。このロトティラーの刃はY字形の先端をした短爪（爪先回転半径約22cm）で、厚さ12mmの鉄板製であるが、これが数本は明らかに曲げられており、更には刃を固定するフランジまで曲げられたものがあった（この碎土機で直接耕うん法の試験も実施されており、そのため絶対に滑らないところまでクラッチが締め込まれていた可能性がある）。

そこで、スリップクラッチを分解して組み立て直し、後は圃場作業時に、土器の小破片程度では滑らない範囲までクラッチ板の締め付け程度を調節することにした。

後に見学したTIGEMチュクロバ農場のターボロータ（ドイツ製、商品名）と称されるロータリハロー（直径15mm程もある短い鉄棒をフランジに固定した構造）においては、トラクタのオペレータが注意していてスリップクラッチの作動を素早く発見しないと火を吹き出してクラッチそのものを駄目にしてしまうということであった。やはり、礫のある圃場ではスリップクラッチを有効に利用することが必要と考えられた。

#### b. 重粘土質で規模の大きい圃場における利用の可能性

コーンペネトロメータの貫入棒に付着した土壌は相当な灰色低地土状で顕著な重粘土であるが、チゼルプラウ耕された圃場の表層で見ると限りは畑化が進んだ土壌になっており、亀裂が細かく発達していて比較的砕けやすい（乾燥が進むと固くなる可能性はあるが碎土性はあるものと思われる）。

このように重粘土であっても畑化の進んだ条件で考えるなら、碎土性能に優れる

ロータリ耕方式が十分可能と考えられる（実際、直接耕うん法への適用が無理と考えられるロトティラーで耕起・碎土する作業試験が行われた）。しかし、現地では相当な高能率作業が要求される環境のようであるので、チゼルプラウ等による耕起（一次耕）後の碎土・調地作業をロータリ（又はハロー）で行うことが適当ということになる可能性は高いと考えられる。（試験圃場やチュクロバ農場においては、チゼルプラウによる耕起作業後にロータリハローによる碎土・整地作業が行われることが多い。このロータリハロー“ロトティラー”は作業幅約2m“ただし両側にカッティングディスクアタッチメント付き”であり、日本型“なた刃式”のロータリ又はロータリハローでもこの大きさ以上のものを使用することができる。）

以上のとおり、石礫に強く高能率な作業技術が畑作では要求されているため、耕起用作業機（例えばチュクロバ農場の安全装置の付いた6連ボトムプラウ）も碎土・整地用作業機（例えばチュクロバ農場の鉄棒爪式のロータリハロー、プロジェクトサイトのロトティラーではカッティングディスクを含めない全長が155cm）もヨーロッパ（主としてドイツ）型の機械が使用されているが、日本的技術“コンパクトな（長さの短い）ロータリ又はロータリハロー”の適用を検討することが望まれる。

畑作におけるティレージシステムに対するもう一つの日本の技術導入の可能性があるものとして、最近の水田輪換畑における大豆不耕起播種栽培技術の開発研究の成果があげられよう。

この方法は、〔普通型コンバイン収穫＋フレールチョップ処理〕の後に不耕起播種を行う方法である。現地では灌漑区で1年2作方式が行われるが、小麦あとに大豆を播種する場合の大豆の低収量性（夏作1作のみの場合の半分以下）と作業競合のため、灌漑面積の一部分（800haの内約250ha、作業期間10～15日）でしか1年2作が行われていない。したがって、小麦収穫後の短い期間内で大豆を効率的に播種でき、早生・晩生の品種選択を行えることになれば、1年2作方式の拡大が有望である。ここに掲げる大豆不耕起播種の方法は、特に小麦収穫直後に大豆を播種する1年2作体系で作付交替期の作業競合時に有効な作業方法であり、チゼルプラウ等による土壌破碎効果の2作目迄の持続が期待できることになれば、より一層有望な作業方法になると考えられる。特に平成5年度より試販される予定の大豆4条用条間作溝・覆土式不耕起施肥播種機は、2条畝立て播種方式であるため、ボーダー灌漑法との組合せの点でも適し、また、不耕起的特徴を有するため節水栽培法として有効であると考えられ、更に不耕起の特徴を克服して施肥効率の点でも優れる。

畑作以外に、野菜作について考えれば、ロータリ耕は現地においても栽培技術の向上のために不可欠と思われる。野菜の場合は、作業能率よりも作業精度とそれに基く

栽培技術の向上を優先することが受け入れられると思われる。石礫を相当に除去・搬出することの必要な圃場も多いが（試験圃場の中で野菜畑は石礫が少なく、僅かに比較的小さな礫や土器の破片が見られる程度で、このような圃場も一般に見られる）、ビニールトンネル栽培（スイカ）や畝立栽培（1条のほか2条並木植え方式も見られる、レタス）が多く行われているので、現在の粗放的な栽培・作業技術をロータリ耕・畝立栽培技術により高度化することは有望な方法と思われる。

したがって、単に通常のロータリ以外に、表層碎土と石礫等の埋没性能が著しく優れるアップカットロータリも試験されてよいと考える。（チュクロバ大学及び農業機械メーカーに対して呈示した日本型農業機械の中で最も強い関心を示したのがアップカットロータリであり、次いで不耕起播種機である。）

#### c. チゼルプラウ耕について

灌漑水の地下への浸透と作物の根の伸長のためにチゼルプラウ耕がかなり重要視されていると感じられた。ボトムプラウ耕を数年に1回に制限して、その間は、チゼルプラウで一次耕を行うことは良い方法と思われる。特に現地の礫のある圃場では、チゼルプラウで大きな石を地表へ引き出すことができる点でも、適当な耕起方法と考えられる。

チゼルプラウ耕後の試験圃場をコーンペネトロメータで測定した結果では（3月12日、5日程前に65～70mmの降雨有りとの話）25～30cm以上の深さで未耕起部分と思われる層があり、その土壤硬度は滞水か所の多い圃場で15～20kgf/2cm<sup>2</sup>、滞水か所の見られない圃場では25～30kgf/2cm<sup>2</sup>であった。したがって、耕盤が発達している様子は見られないが、夏季に向って乾燥が進めば相当に硬くなると予想される。

コーンペネトロメータにより深さ40cmまでの土壤を観察した結果では、重粘土（粘土含率約70%と言われる）である。このような土壤では、表層に有機物を蓄積して土壤改良を図るのが有利であり、この点でもチゼルプラウで深耕処理後にロータリ（又はハロー）等で表層部の攪拌・混合を行う耕うんシステムが適すると考えられる。ボトムプラウで下層の重粘土を地表に出すことは出来るだけ（多量の前作物残渣等のすき込み以外は）避けるべきであると思われる。

なお、このような重粘土でほぼ平坦な地形条件では、今回のように耕起後に地表に滞水が生ずるほどの降雨があると、3週間程度圃場作業に入れないと言うことであった。降雨後1週間近くになっても地表に滞水があり、歩行困難であった。排水性がほとんどなく、水を貯留して利用するようにだけ考えられているように思われる。

（しかし、滞水による小麦の湿害発生か所が一般に多く見受けられ、排水路の掘削が一部で行われていた。）



### 3-2 耕起作業の同時化

#### a. チゼルプラウ耕・砕土・整地・施肥・播種の同時作業化について

チュクロバ農場にはチゼルプラウ（多連サブソライ）・ロータリハロー・カゴ型ローラの同時作業機に施肥播種機が連結されて同時作業化を可能にされた機械があるが、ここでも播種状態の監視・制御が困難になるため耕起から播種までの同時作業化は行っていないということである。多数の作業工程を同時化するほど、作業機が長く重くなる以外に、作業精度等の作業状態を監視するオペレータの精神的負担が著しく増大するばかりでなく、最も弱く遅い作業工程部分に全体が制約されてしまうことになるなどのため、有利にならない場合が多い。

この点で、日本型ロータリシーダ（搭載型）はコンパクトな構造であるため、前作物残渣量や土壤水分・硬度等の圃場条件による制約を受けるが、耕起～播種の同時作業化の可能性はある。しかし、大型トラクターやコンバインの走行による踏圧層の破壊と灌漑水の浸透促進のために深耕処理が必要であれば、チュクロバ農場のようにチゼルプラウ耕～整地の同時作業化と施肥播種とに分離して行うか、あるいは、試験圃場ではチゼルプラウだけで先ず耕起が行われているので、礫を除去した後ということになるが、日本型ロータリシーダ又は最近開発されつつあるロータリハローシーダで砕土・整地・施肥・播種を同時作業化する方法が考えられる。現地に見られるヨーロッパ型のロータリハローは礫に強く砕土性能を重視した構造であるが、トラクタの馬力に任せて土塊をたたき割る方式であるのに対して、同じ短爪式であっても、なた刃状になった日本型のロータリハローは麦稈等のすき込みと巻き付き回避に強く、整地（均平）性能を重視した構造で、なた刃による切削作用により小動力で土塊を細断する方式である。したがって、礫の条件や土壤水分など圃場条件を選択することになる可能性はあるが、日本型ロータリ（又はハロー）シーダの利用の可能性を検討する価値は大きいと考えられる。（なお、チュクロバ農場では条間約12cmで小麦を播種する大型の吸引式施肥播種機が数台導入されていたが、日本で開発中のロータリハローシーダは条間10cm×24条のロール繰出し式施肥播種機である。）

#### b. ロータリシーダについて

現地で見られるのは吸引式播種機であって、ロータリシーダは見られなかった。吸引式播種機は十分な砕土・整地後に使用すれば播種精度が著しく高く、吸引板の交換により各種の種子に対応できるため汎用性が大きい。これに対して、作業幅（大きさ）や作業速度に制約が生ずるが、ロータリシーダは耕起・砕土・整地・施肥・播種を同時作業化できる利点が多い。現地では耕起は別の作業で行って、砕土～播種をロータリシーダ又はロータリハローシーダで行う方法も適用の可能性が大きい。

## II. 試験課題についての変更・追加・削除の検討

### 3-1 耕起法・作業体系の改善

#### 1) 畑作

##### ① ロータリシーダの導入による作業同時化の可能性試験

現在最大のロータリシーダは小麦の場合に条間15cm×16条で播種でき、大豆等の播種にも使用できる。耕起～播種の同時作業化及びチゼルプラウ等による一次耕後の同時作業化の可能性について試験する。

(なお、ロータリシーダの導入に当たっては礫対策としてスリップクラッチ付ドライブシャフトの使用が不可欠であり、又、なた刃の予備1セットの用意が必要である。)

##### ② 不耕起播種栽培技術導入の可能性試験

日本の輪換畑対策として研究が進んだ大豆の不耕起播種栽培技術の適用の可能性を検討するが、大豆用不耕起播種機の実用化が遅れているため、プロジェクト計画の延長があればその中で実用性を実証することになる(収量性-収穫-までの調査にはR/D期間で著しく不足する)。

導入対象機種は大豆4条用条間作溝・覆土式不耕起施肥播種機で、トウモロコシ等にも適用試験を行うとよい。1条置きに条間に作溝して、日本では排水用の溝とするが、現地ではボーダー・畝間灌漑用に役立つと考えられる。作溝で掘り出した土壌・麦稈等によって播種溝を十分に被覆するので、乾燥条件に強いと同時に、雑草抑制に優れ、また側条施用される肥料の施肥効率も覆土により高められる。

不耕起播種作業技術の導入によって全面積でなく一部分であっても、収量の高い適期間に播種する1年2作方式を確立できる可能性が高い。

ただし、現地のように普通型コンバインで小麦収穫が行われる条件では、フレールチョッパー(ストローチョッパー)を併せて導入し、麦稈と刈株の細断・拡散を行う必要が生ずる。

なお、上記不耕起播種機は条間作溝を行うため作業速度が制約される(0.5~0.7m/s)という欠点があるので、高速化が不可欠の場合は、ロータリハロー等で表層耕うん・整地を加えた後で作業する方法も試験されてよからう(簡易耕播種作業方式として)。コンバイン収穫後の土層の締め固め程度や地表の荒し方によってはチゼルプラウ耕や整地作業が必要になる可能性もある(恐らく乾燥条件下の収穫のためこの問題は回避され得よう)。

この機種の導入に当たっては、種子鎮圧輪の追加装備(播種位置を確実に深くするため)及び肥料ホッパーの大形化(大区画圃場適用のため)などの改良が必要になる

と考えられる。

なお、この機種の場合は条間作溝用装置を取り外せば普通の不耕起播種になるので、高速作業などの必要に応じて試験されればよい。

## 2) 野菜作

### ① (レーキ付) アップカットロータリの導入による作業精度の向上試験

現在、畝立アタッチメント付ロータリの導入が予定されているので、これに更に(レーキ付) アップカットロータリを加えて適用性と性能の評価を受けることが望まれる。この特殊ロータリはレーキによって細砕土を篩い分けて表層に集中させるので、粗い土塊と同時になた刃を損傷させない程度の礫や前作物の残渣を耕うん土層の中間以下に埋没させることができる。

(トルコ側から強い関心を寄せられた機械であり、試験導入が望まれる。)

## Ⅲ. 耕起・砕土作業等に係る試験についての技術的指導

試験圃場がチゼルプラウ耕されている上にかかなりの降雨があつて3週間程度圃場に入れなくなり、更に派遣期間途中にも降雨があつたため、作業試験の実施が不能であつた。

土壌水分・硬度等の土壌条件と作業速度・P T O軸回転速度等の作業条件及び耕深・砕土率・出芽率等の作業結果の関係を機種毎に把握する必要があると思われるが、測定用機器類は未整備と思われた(20mm網目篩い、S R - 2型コーンペネトロメータ、簡易型土壌三相計等)。

各種作業方式の圃場作業能率等のデータの収集も必要である。(4-4. 総合的実証試験において可能な限り実施できるように図る必要がある。)

## Ⅳ. 灌水の浸透と耕起作業についての問題点の把握及び技術的指導

耕起・砕土作業試験を実施できなかったので、聞き取りや観察から考察した結果を以上に記述してきた。

兎に角、プロジェクトサイト以外の所でも農業機械における日本的技術は全く見られない状態であり、関心や技術的水準は高いので、優れた日本的技術の試験的導入が望まれる。

(付 表)

調査行動日程表

3月7日(日)	成田 (14:05) →フランクフルト (18:15)	フランクフルト泊 (Sheraton Frankfurt Hotel)
8日(月)	フランクフルト (12:50) →アンカラ (17:00) 坂田長期専門家(畑作)の出迎え	アンカラ泊 (SEGMENT HOTEL)
9日(火)	TIGEM 挨拶 (TIGEM 経営部長 Mahmut GUL) 日本大使館表敬(池田勝也公使、古澤清崇前任一等書記官、 三木秀一新任二等書記官、Barlas GOKOVA 経済・技術協力 担当官補佐) アンカラ (20:00水雨) →アダナ (21:05雨止む)	アダナ泊 (HOTEL SEYHAN)
10日(水)	TIGEM チュクロバ農場長表敬 (Yunus TANRIVER) 現地実証調査団リーダー(北村 孝)・長期専門家 (畑作:坂田公男、野菜:木村三男、灌漑:尾川原正司、 業務調整:山口憲一)とのミーティング	アダナ泊 ( " )
11日(木)	機械技師 Galip ATILGANと打合せ、ロータリハロー用スリップ クラッチの分解 TIGEM チュクロバ農場農業機械担当アドナム氏とミーティング、 農業機械調査	アダナ泊 ( " )
12日(金)	ジェイハン川周辺圃場調査 試験圃場調査(石礫、土壌硬度) ロータリハロー用スリップクラッチの調整	アダナ泊 ( " )
13日(土)	資料整理	アダナ泊 ( " )
14日(日)	資料整理	アダナ泊 ( " )
15日(月)	チュクロバ大学農学部調査 (Yusuf ZEREN 教授) 農業機械製造会社 (SON MEZLER) 調査 農業機械化研修センター調査 (所長 Ali Tagiroglu)	アダナ泊 ( " )
16日(火)	計画打合せ調査団同行 (TIGEM チュクロバ農場長挨拶、 前日TIGEM 総局との検討事項説明、農業機械調査、プロジェクト サイトにおける打合せ、圃場概要調査)	アダナ泊 ( " )

17日(水)	計画打合せ調査団同行(報告作成要領打合せ、灌漑試験に係る全体検討、長期専門家との個別打合せ、TIGEM との議事録要約その他の検討)	アダナ泊 (HOTEL SEYHAN)
18日(木)	計画打合せ調査団同行(長期専門家との個別打合せ、総合検討、TIGEM チュクロバ農場専門家との分野別検討-畑作: Mr. ヴィッパ、Mr. ナイル、総合検討)	アダナ泊 ( " )
19日(金)	計画打合せ調査団同行(資料整理、チュクロバ大学農学部ミーティング-農学部長 Prof. Dr. Osman TEKINELの大学紹介、専門別教授とのミーティング)	アダナ泊 ( " )
	-農学機械: Prof. Dr. TUNCER, Prof. Dr. OZGUVEN, 農学部長によるGAP計画説明; かみなり・降ひょう有り)	アダナ泊 ( " )
20日(土)	計画打合せ調査団同行(周辺農業状況調査-ADANA~KOZAN: 果樹栽培~KADIRLI: 果樹栽培~OSMANIYE~ADANA、朝方降雨~曇り~途中降雨多)	アダナ泊 ( " )
21日(日)	資料整理	アダナ泊 ( " )
22日(月)	報告書作成	アダナ泊 ( " )
23日(火)	報告書作成	アダナ泊 ( " )
24日(水)	アダナ (9:30) →イスタンブール (11:10)	イスタンブール泊 (Nippon Hotel)
25日(木)	イスタンブール (13:45) →フランクフルト (16:00)	フランクフルト泊 (Sheraton Frankfurt Hotel)
26日(金)	フランクフルト (17:00) →	
27日(土)	成田 (12:15)	



### 3 雨宮 毅（果樹）

平成5年1月5日～1月20日





## 果樹に係る長期調査

調査員 雨宮 毅

平成5年1月5日より1月20日迄の16日間、派遣されたので、その概要を報告します。

### 1. 試験栽培園の生育について

#### ① キウイフルーツ園 (2.6ha)

3年生樹が大部分を占め、生育は良好なものから不良のものまで各段階のものまでが含まれている。生育良好のものは棚上を左右に3m程度伸長しているものもある。しかしその割合は比較的低く、20-30%の本数に止まっている。全体として「中」～「中の下」といった生育。整枝はこれからの段階。

#### ② モモ園 (2.1ha)

3年生であり、生育は比較的良好で揃いも良の部に入る。ただ整枝の不十分が目立ち、枝のない主幹部が1m程もある高枝のものが多数ある。こういった樹は必然的に車枝となっており、現段階で主枝の整理を行っても、樹形の乱れは修正し難いものが多いのは残念である。全体としての生育は「中の上」。

#### ③ スモモ園 (2.1ha)

3年生樹が多く、生育は良好なものと同不良のものが混在し、生育不揃いである。生育の良いものの割合はおおよそ40%。整枝の不十分はモモと同様だが、枝の発生の高さがモモより低い傾向なので、その点現段階での主枝配置の修正が、モモの場合より可能性が高い。全体としての生育は「中」。

#### ④ 展示用果樹園 (1.9ha)

- a) イチジク カドタ、マスイ・ドウフィン共に生育良好、揃いも良。
- b) ビワ タナカ、ヤバルクの2品種は生育良好、モギは中位。アルムートは不良。
- c) ザクロ ワンダフル、ゼキルデクシズ、ヒカズの3品種は生育良。ルビー・キングだけが生育不良のものが混じる。
- d) クリ ツクバ、タンザワともに生育甚だ悪く、生きてはいるが新梢の伸長10cm程度でそれ以上の伸長速度は、無理のよう。
- e) カキ ヒラタネナシが揃って成績が良く「中」～「中の上」。フユ、ニシムラワセ、マツモトワセの三つは不揃いながら優良のものも含まれており、望みが持てる。イズ、サエフジはやや生育のおとったものが多い。
- f) オウトウ サトウニシキは生育良好、タカサゴは不良の小樹が混入。

- g) アンズ ニイガタオウミに、やや生育不良が混じるが概して生育が良く、ヘイワは極めて生育が良い。
- h) スモモ ジャン、サンタローザは生育良。オオイシナカテ、イノウエは中位。シュガー、タイヨウは不揃い。サープライズは全部枯死。
- i) ネクタリン メイグランドがやや良、ヒラツカレッド、イマイ、アームキングはやや不良、シュウホウは不良。
- j) モモ アカツキ、クラタワセがやや良。タケイワセとカワナカジマが中位、ヤマフジは不良。
- k) ブドウ カイジ、キョホウ共に生育良好。
- l) ナシ ニジッセイキ、タマが生育良。ハウスイ、コウスイは不揃い、シンセイ、シンスイは生育不良。
- m) リンゴ フジ、ツガル、スターク・アーリエスト、アンナの何れも生育良好。

以上を総合すると13種の試作果樹の中で、最も生育の良好なのがイチジク、ザクロ、リンゴとブドウであり、全然生育の見込みがないのはクリである。他の8種類は品種によって生育の良いもの悪いものが混在する。

## 2. 土壌の透水性と要素欠乏的症狀について

試験圃場内土壌は南北に分かれる3つの縞状となっており、南北両サイドが黒みかかった土壌、中央部が白っぽい土壌である。どちらの土壌もやや粘土に富む感じはあるが、砂の混入もかなりあり、排水もそれ程悪い土壌とは見受けられない。現にプロジェクト・サイトに到着する前日(7日)にかなりの降雨があったという事で、8日には未だ土壌が粘っていて圃場に入れなかったが、9日には果樹園への堆肥施用のバケツ搬入を既に行っていた。透水性にはさほど心配は要らないと考えられる。

要素欠乏的症狀の発現については、土壌中の要素含量を調査する必要があるのでキウイフルーツ圃場、モモ圃場、スモモ圃場、展示用圃場の各々から5か所ずつ計20か所の土壌サンプルを取りチュクロバ大学に分析を依頼した。(その結果は近日中に連絡がある予定) 灌水過多による過湿によって根の活動不良を起こした可能性について灌水記録を検討してみたところ、確かにその可能性が、かなり濃厚にあることが判明した。

TIGEMチュクロバ農場の観測によれば1992年5月には月間122mmの降水があり、しかもその分布は6、7、8、9、10、16、17、22、23日とかなり分散している。普通これだけの降水量があれば果樹では灌水の必要はほとんどない。然るに灌水記録では2、3、5、15日と26日から31日までの6日間に灌水している。しかも6月17、18日の36.6mmという集中的降雨があるまでの間、6月2日より11日までの10日間毎日灌水している。

灌水量は全園に対して1日5時間125 $\text{m}^3$ 。全園に平均に散水すれば1.44mmの量であるが、ドリップ灌水では1個の穴から湿る範囲はせいぜい1 $\text{m}^2$ である。全園の栽植樹数3,617本に灌水穴各2個と計算すれば湿る範囲の面積は7,234 $\text{m}^2$ 。この面積に125 $\text{m}^3$ の水が掛かると17.2mmの降水量となる。この水が仮に2倍の面積に広がったとしても8.6mmの降水量ということになる。5月26日から6月11日までの17日間、6月1日だけを除いて連日この量を灌水したのであるから透水性がかなり良くても過湿状態となったであろうことは想像に難くない。

### 3. 現在の灌漑システム（ドリップ方式）について

灌漑法自体は有効な方法と認められる。しかし園全体が同一樹種の場合は問題が少ないが、多種類の果樹が植えてある展示用果樹園では、種類により要水量が異なるので、列別に灌水量を変えることが出来るようにしたい。イチジクは常時少量の灌漑を要求するし、ブドウはむしろ灌漑がない方がいい位。

### 4. 当地域でのキウイフルーツ栽培適性及び防風対策について

アダナ地域は、冬季に降雨が順調にあるが、6月～9月の夏季に極く少ない。しかしこれだけの条件ではキウイフルーツにとって、大きな問題ではない。問題となるのは、「ホライズ」と称する乾燥した北風が7月～8月にあることと、高温であることのようなのである。キウイフルーツは広葉のため、葉が破損することと蒸散作用が抑え切れないことで支障が出る。防風の長期的措置は防風林だが急場には無理である。短期的には防風ネットを園の周囲に張る必要がありそう。

同じトルコ国内でも黒海沿岸地方は夏の気温もやや低く夏季の降雨量も程々であって、アダナを含む南アナトリア地方よりキウイフルーツの栽培には向いている。ヤロワの国立園芸試験場の圃場に試作中のキウイフルーツは4年生であったが、アダナにおけるより生育が順調のように見受けられた。

また、アダナより東南東およそ100kmの所ドルテイヨールという所にある石油供給会社の果樹園に試作を始めたキウイフルーツは、まだ2年生であったが、コンクリート支柱による棚ばかりが立派で、2.2m高の棚に届いたものはほんの10%程度であった。ここもガジアンテップ、ウルファという所と同様東南アナトリア地方に属しアナダと似た気象を示す所である。

### 5. 当地域での適応果樹について

今回の調査では樹の生育の良否だけしか判らなかったので果実の生産性が不明であり、どの種類が適応するかまでの判断は不能である。ただクリは不適応であることだけが明瞭であ

る。

## 6. 供試樹の剪定指導

11日より16日に亘る6日間、圃場管理職員6名を相手に、キウイフルーツ園、モモ栽培園、スモモ栽培園および展示用果樹13種類の整枝と剪定の方法を実地指導した。トルコ人は以前に指導したことのあるウルグアイ人よりも仕事に熱心で、飲み込みも早い感じである。モモ、スモモ、ネクタリン、アンズ、イチジクは開心自然形、カキ、リンゴは変則主幹形、ナシは水平コルドン式垣根仕立て、オウトリ、ザクロ、ビワ、クリは主幹形、ブドウは2段の垣根作りとした。何れの種類も主枝の整理、確立を重点的に指導した。

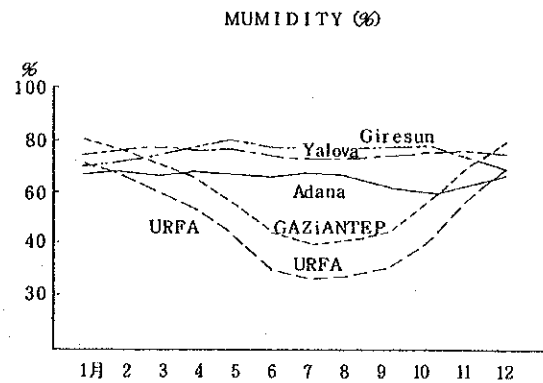
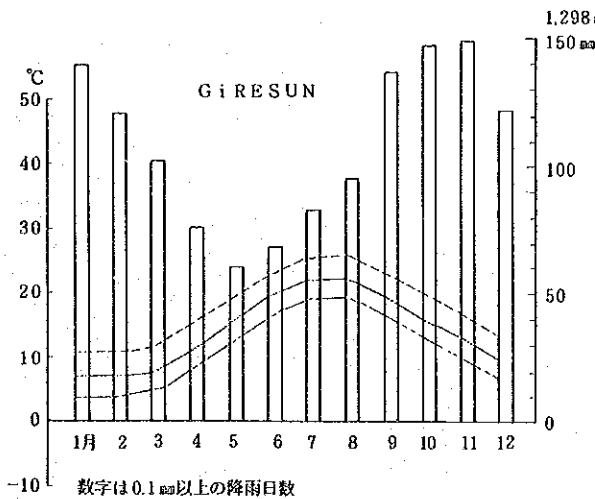
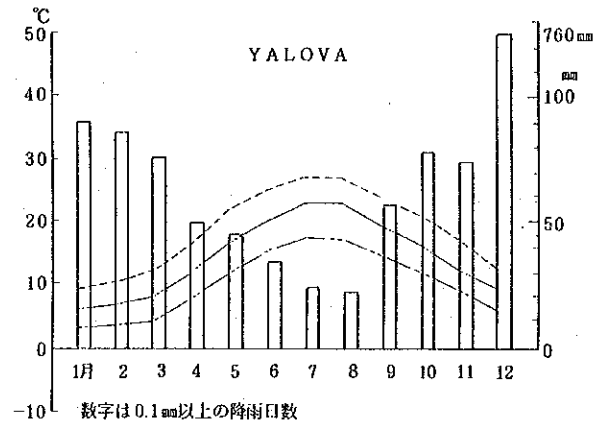
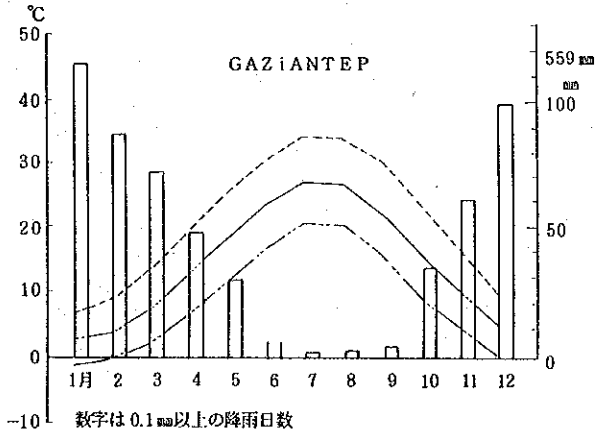
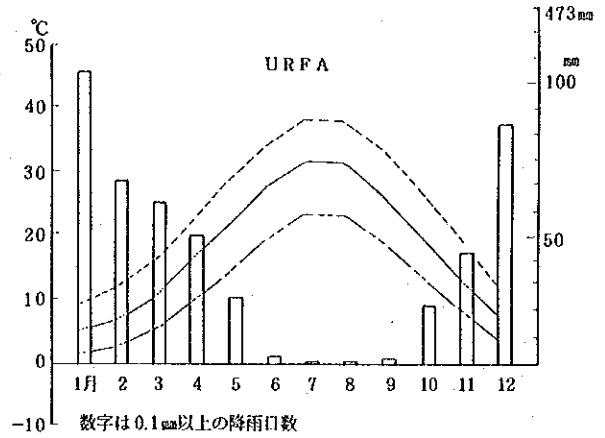
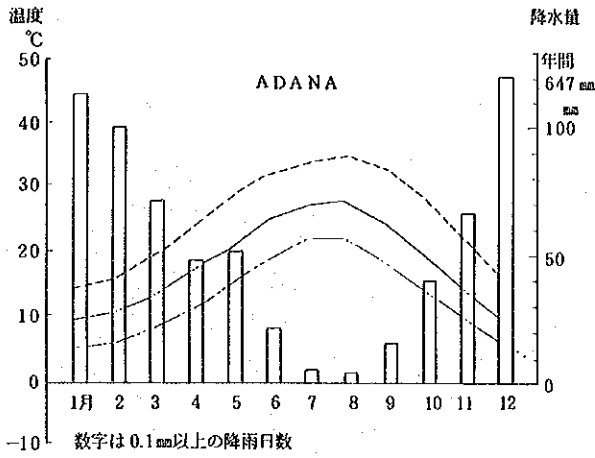
## 7. 試験課題について

- (1) 肥料施用試験のうち、欠乏症的症状を鉄欠乏と決め付けて、鉄含有肥料のみの施用試験を実施中であるが、Mn、Zn、Mgの含有肥料も同時に試験すべきである。
- (2) 芽の休眠打破試験 休眠の覚醒に必要な低温が不足する場合の休眠打破にシアナミドが有効なので、この地でも効果を現すか試験するとよい。



1992年の降雨量 (TIGEM チュクロバ農場)

1 月	13.0 mm
2 月	53.6 mm
3 月	25.6 mm
4 月	15.2 mm
5 月	122.6 mm
6 月	36.6 mm
7 月	4.9 mm
8 月	0.2 mm
9 月	62.0 mm
10 月	11.8 mm
11 月	263.9 mm
12 月	131.9 mm
<hr/>	
合 計	741.3 mm







#### 4 小田 雅行（野菜）

平成5年1月15日～1月30日



# 「トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査」 短期専門家（野菜）報告

## 1. 短期専門家に関する事項

- 1) 氏 名 : 小 田 雅 行
- 2) 所属・役職 : 農林水産省野菜・茶業試験場  
ストレス耐性研究室長
- 3) 専門分野 : 野 菜
- 4) 派遣期間 : 1993年1月15日～1993年1月30日
- 5) 派遣場所 : アダナ県ジェンハン市、TIGEM チェクロバ農場

## 2. プロジェクトの概要

- 1) 協 力 期 間 : 1989年9月29日～1994年9月28日
- 2) トルコ側関係期間 : トルコ共和国農業村落省農場経営局
- 3) 受け入れ期間 : 現地実証調査チーム
- 4) 要 請 の 背 景 :

トルコの国土の大半は半乾燥地で占められており、トルコ政府はGAP計画等によりこれら半乾燥地の開発に力を注いでいるが、同国では灌漑を取り入れた半乾燥地農業技術が遅れている。このため、この分野における技術開発協力について我国に対し協力要請があった。我国としても、本邦企業による半乾燥地域の農業開発協力事業の実施については、積極的に支援していく方針であり、これを踏まえて本実証調査を実施することとした。

### 5) 目的・内容 :

圃場における試験栽培を通じて、半乾燥地域における

- ① 適切な作物・品種の選定
- ② 栽培技術の改良・開発及び基礎的技術データの収集・解析
- ③ 灌漑技術の改良・開発及び基礎的技術データの収集・解析
- ④ 農業開発基本構想の作成

を目的として実施する。

## 3. 調査及び指導事項（野菜）

- 1) 試験調査の進捗状況の把握
- 2) 当面している問題点の把握・原因分析、特に次の項目等についての調査・検討

- ① 良質メロン栽培の可能性について
  - ② 当該地域でのレタスの栽培の可能性及び困難な場合の代替作物について
  - ③ 効率的な苗生産について
  - ④ 適切な灌漑システムについて（畝間灌漑、灌水チューブ等）
- 3) 試験課題について、変更・追加・削除の検討

#### 4. 調査及び指導内容

##### 1) 調査日程

1月15日（金）	成田→フランクフルト（14:05-18:15、LH711）	フランクフルト泊
16日（土）	フランクフルト→イスタンブール（09:00-12:55、LH3846） イスタンブール→アダナ（15:45-17:20、TK466）	アダナ泊
17日（日）	アダナ市内バザール調査	アダナ泊
18日（月）	T I G E Mチェクロバ農場表敬訪問 過去の現地実証調査結果の聞き取り調査	アダナ泊
19日（火）	現地実証調査圃場の調査、状況の聞き取り調査	アダナ泊
20日（水）	アダナ→メルシン メルシン青果物卸売市場の調査 メルシン→アンタルヤ	アンタルヤ泊
21日（木）	A K D E N I Z 農業普及局で聞き取り調査 S E R A C I L I K 温室研究所で聞き取り調査 先進的野菜栽培農家（ERUST）で聞き取り調査 アンタルヤ→イスタンブール	イスタンブール泊
22日（金）	イスタンブール→ブルサ Tat種子会社で聞き取り調査及び周辺農家の調査	ブルサ泊
23日（土）	ブルサ→アンカラ	アンカラ泊
24日（日）	都市部における野菜の販売形態調査 アンカラ→アダナ	アダナ泊
25日（月）	チェクロバ大学農学部で聞き取り調査 報告内容の整理	アダナ泊
26日（火）	報告書作成 T I G E Mチェクロバ農場副場長に帰国挨拶	アダナ泊
27日（水）	アダナ→アンカラ（8:00-9:05、TK289）	アンカラ泊
28日（木）	T I G E M総局表敬 日本大使館表敬 アンカラ→フランクフルト（18:00-20:25、LH3823）	フランクフルト泊
29日（金）	フランクフルト→（17:00-	
30日（土）	成田 12:15、LH710）	

## 2) 面会者等

T I G E M総局 経営部長	Mahmut GUL
” 作物生産部長	Fahri HARMANSAH
” 技師	Murat YURDABAYRAK
T I G E Mチェクロバ農場 副場長	Erol CEKGUL
A K D E N I Z農業普及局 局長	Abdullah KAYA
S E R A C I L I K温室研究所 所長	Ali OZTURK, Ph.D
” 次長	Metin KAYA
野菜農場経営主	Mahmut Unal ERUST
Tat Seed Co. 農産物加工場長	Ercan BAYRAMLI
” 栽培マネージャー	Temel R. EMRE, Ph.D
” 栽培担当	Ender TAMER
チェクロバ大学農学部教授	Kajim ABAK, Ph.D
日本大使館 一等書記官	古澤清嵩
現地実証調査チーム リーダー	北村 孝
” 業務調整	山口憲一
” 長期専門家(畑作)	坂田公男
” 長期専門家(野菜)	木村三男
” 短期専門家(果樹)	雨宮 毅

## 3) 試験調査の進捗状況等

### a. 当初計画試験

#### ① 高品質・多収品種の選抜

##### <トマト>

- ・92年1～8月の栽培(黒マルチ)において、多収性、早期収量性の試験を行った。
- ・生産目的により栽培時期・栽培方法等が変わってくるので画一的な試験では対応出来ない面がある。不良果の発生が多くみられつつある。

##### <メロン>

- ・土壌が重粘土質であり、栽培後期に強日光・高温の栽培環境となるため、高品質のメロンの栽培にあまり適していない(長期専門家談)

##### <レタス>

- ・91年秋作においては、育苗期(8～9月末)の高温、本圃での低温・霜のダメージがひどく、良品の収穫が困難であった。長期専門家の意見では、この地域の

気候条件はレタスの栽培は生理的に合わない（特に夏季の高温）可能性を懸念していた。

② 大量育苗技術の確立試験

<トマト・メロン・レタス>

- ・黒色ポリポット、透明ビニール袋等を利用した育苗法の比較試験を実施した。
- ・無病床土の確保。現在はTIGEMより堆肥・土・砂等を購入しているが、必ずしも良品でない。ペーパーポットは使いにくいいため試験から外している。

③ 灌漑・施肥技術確立試験

<トマト・メロン>

- ・窒素施肥レベル3水準×灌水間断日数3水準を設定した試験を行った。
- ・当プロジェクトの灌漑システム（レインブーム）では、高品質の生産物が得にくい面がある。（トマト・メロンを上から散水すると裂果や病害が生じやすい）。マルチ栽培ではレインブームは不都合。比較試験を行うためには均一条件の圃状が必要だが、現状では難しい。

<レタス>

- ・灌水時期に降雨がありデータが得られなかった。

④ 着果管理等の栽培技術の確立試験

<トマト>

- ・この試験は、過繁茂による蔓ぼけ防止のために摘心、側枝除去などの作業によって、高品質・多収生産を図ることを目的としているが、今の作型で、この気象条件下では繁茂し過ぎて問題となることはないと考えられる。

⑤ その他試験

<トマト>

- ・マルチ・除草剤試験を①マルチ＋除草剤、②マルチ、③無マルチ＋除草剤、④無処理設定で実施した。

⑥ 総合技術実証試験

<トマト・メロン>

- ・栽培規模が大きい場合、畝たて・マルチング等を手作業で行うことは困難である。

b. 追加試験

<ダイコン>

- ・有望な野菜として大根（2品種）を選定し、9月～12月に試作した。約0.25ha。品質、収量ともに良好であり、トルコサイドからは、冬物の野菜が少ない折りから

サラダとして好評を得た。

#### <極早生タイプのタマネギ>

- ・当地域において、現在まだ一般的に導入されていない極早生タイプのタマネギの移植栽培を試みたが多雨の影響で定植できず苗床（約200㎡）のみの栽培に終わった。しかしながら、ある程度の収穫を得ることができた。

#### <ブロッコリー>

- ・1品種で試験し、5月下旬から6月下旬に高品質の頂花蕾を収穫できた。収穫時期が気温の上昇時期（表1）に当たるため、開花が早く、収穫適期が短かった。

### 4) 当面している問題点の把握・原因分析・検討

#### a. 良質メロン栽培の可能性について

長期専門家が既に指摘している様に、これまでの頭上かん水では裂果や病害の発生によって良品を得ることが難しい。収穫期（6月末～7月中旬）は、高温になる（表1）ので、昨年春～夏作では果実温度が上昇して品質が低下した。果実温度を上昇させないためには、果実が葉等で被陰されることが重要であるが、昨年春～夏作では植物体がやや小さく、十分には果実を被陰できなかった様である。この問題も頭上かん水を止めることによって樹勢が増し、解決できる可能性が高い。

しかし、当地の土壌は、pHが高く粘土が多い（表2）ので、大変作りにくいといえる。良品の生産のためには、このような土壌に適した肥培管理によって生育後期の樹勢を維持することも重要である。

以上により、良質メロン栽培の可能性はあると考えられるが、本年のチューブ灌水または畝間灌漑の結果を見てから最終的な判断を行うことが妥当と思われる。

#### b. レタス栽培の可能性について

1回目の試験では夏期の高温と冬期の低温により、良質な結球レタスは得られなかった。2回目（昨年）の試験では、播種日をずらして栽培したところ、8月25日播き及び9月5日播きで良品を収穫できた。昨年の場合、8月25日より前の播種では、生育の揃いが悪く、品種によっては高温により抽台が多発した。また、9月5日より後の播種では、収穫期に至る前に低温になり十分な結球が得られなかった。9月5日播きでは、収穫終りが12月上旬になり、年によっては、寒冷により収穫できない恐れがある。これを避けるためには、生育を促進して早く収穫する必要がある、それには定植後の活着の促進が特に有効と考えられる。これを実現するためには、苗床育苗をソイルブロックまたはプラグトレイ育苗等にかえて、定植時の断根を防止することが考えられる。

更に技術的には、マルチの導入、頭上灌水からチューブまたは畝間灌漑への移行も有効と思われるが、新しい方法には常に経営的な評価を心がける必要がある。

卸売市場、普及所、温室研究所、種苗会社等からの聞き取り調査によれば結球レタスは、トルコで既に普及しているコスレタスよりも水々しくて美味しいという声が多かった。既に一部の業者が、冷蔵して輸出しているので、輸出品目としては定着の可能性はある。トルコ国内での普及の可能性も高い。

#### c. 代替作物について

当該地域における結球レタス栽培の可能性はあると判断されたが、そうでない場合を想定して既に以下の代替作物について予備的な試験が実施された。

##### ① ダイコン

トルコでは、スライスしたダイコンにレモンをかけて日常的に食べているので、ダイコンに対する抵抗はない。日本のダイコンについては、知られていないが、食べた人は水々しくて甘いと高く評価している。しかし①時々辛みが出る、②トルコの料理法では、品種によっては大き過ぎる、③抽根性の品種は地表部が寒害を受ける、④輸送中に折れ易く、傷つき易いと予測される（Tat Seed Co. マネージャー談）、⑤種子が高価であるなどの問題点が指摘された。これは当地の生産・流通・消費形態が日本のそれと異なることに起因するが、品質に対する評価は高く、栽培の可能性は実証済みであるので、消費者がその良さを知り、上述の問題が解決されれば普及の見込みがある。

##### ② ブロッコリー

当該地域では、春から夏の適温期間が短いので、極早生品種による頂花蕾どりの作型で栽培が可能と思われた。トルコでは、ブロッコリーはほとんど知られていない。わずかに栽培されている場合も冷蔵して輸出されている。貯蔵技術の発達により1か月程度の貯蔵が可能なので、コールドチェーンさえできていれば、輸出し易い品目の1つである。

#### d. 効率的な苗生産について

作物に対する気象適性が短い当該地域では、作物の生育を促進して早期多収を図るために、是非とも育苗技術の確立が必要である。現地では育苗に対する意識が低く、根の極めて少ない苗を定植してきた。それによる生育遅延と生育不揃いは大きく、メロン、トマトでは収穫後期の高温障害を受け易くしている。レタスでは、逆に寒害を受け易い。

このため、育苗時の生育促進と定植後の活着促進が重要である。プラグトレーの利用



は、小面積で大量の苗を扱うのに便利である。しかし、培養土が少ない場合が多いので、肥切れ、培養土の乾そう及び移植または定植適期以前では根鉢がくずれ易く、以後では根鉢が硬くなり過ぎて活着が遅れる場合がある。雨などで露地の圃場への定植が遅れる場合の苗の管理には高い技術水準から要求される。

ソイルブロック育苗は、通気性がある程度あって、くずれ難い組成を現地の安価な資材の中から探し出すことができれば、苗コストを低く抑えることのできる方法である。

いずれにせよ、生育適期の短い当該地域では、育苗は大変重要であり、それを効率化するためには簡易な播種機を導入し、ソイルブロック、プラグトレーなどによる大量育苗法を経済性も考慮した現地の技術として確立する必要がある。

#### e. 効率的な灌漑システムについて

頭上灌漑は、高温期には葉やけ、低温期には葉温の低下を招いて野菜の生育遅延と品質低下の原因となるので、野菜の栽培には適さない場合がある。特にトマトとメロンではチューブ灌漑または畝間灌漑が望ましいと考えられる。両方法のどちらの生育・収量が優れるかは、現在育成中の苗によって明らかにされると思われる。良品を多収する技術はほぼ間違いなく確立されると考えられるが、収量性とともに入資効率も勘案する必要がある。

### 3. 試験課題について、変更、追加、削除の検討

基本的には計画通りでよいと考えられる。

追加事項として、プロジェクトで使用中の野菜畑の土壌診断を実施することとした。当該圃場では、野菜畑化する以前の土壌の調査結果はあるが、その後土壌診断を行っていない。今のところ作物に対する生理障害等は現われていない様であるが、土壌の化学性等の制御によって生育が促進される可能性がある。また、野菜畑化以前と以後のデータを比較することによって当該地域の土性を知り、今後他所で開畑する際の参考になると思われる。

### 4. その他

1) 現在実施している試験の量は大変に多く、長期専門家及び現場担当者の負担が過大である。今のところ、できるだけ試験規模を小さくして対応しているが、大面積で耕作している現地で使える技術に仕上げる必要のある当該プロジェクトの後半では、一層労力が不足すると思われる。特に品目が多い野菜分野では、長期専門家の負担が大きくなるので、トマト等について役割分担のできる人の増員等の措置が望まれる。

- 2) 当初計画の中のメロン、レタスでは、先述の様に次年度の結果次第ではあるが、栽培技術的には予定通りの成果が得られると見込まれる。国内支援委員会では、レタスの代替作物の可能性を検討したらどうかという意見があったが、レタスについては成果の見込みが明らかになったので、現時点では、これ以上品目を増やすと実証調査が散漫になり返って成果が出にくくなる恐れがある。従って、既に予備的に試験して良い結果が得られつつあるダイコンとブロッコリーにとどめる方が、当該プロジェクト終了年度における成果を得やすいと考える。
- 3) 日本における研修は、協力相手であるTIGEM職員に対して実施されており、この研修によって日本における野菜の栽培・流通・消費形態等を理解してもらうことは、当該プロジェクトを円滑に推進する上で役だっていると思われる。しかし、当該プロジェクトのカウンターパートであるTIGEMの担当者は、現地実証調査圃場から離れたところに居り、当該調査圃場の管理は、そこに居るトルコ人担当者によっている。当該圃場における実証試験は、彼らの技術水準にかかっているため、彼らの技術水準を高めるための日本国内の研修等についても検討の必要があると思われる。
- 4) 現在生産物は、当初のとり決め通り全量がTIGEMチェクロバ農場に引き渡され、その職員に販売された後、残りのわずかが近くの市場に出荷されている。青果物卸売市場（メルシン）でさえ品質規格を無視したバラ積みで取引されており、品質・規格に対する認識は一般に低い状況なので、せっかく作った高級野菜を近くの市場に出荷してもその価値は認識されないとと思われる。一方、施設栽培地帯のアンタルヤの先進農家では、早出しイチゴ、早出しメロンや新規野菜としてのハクサイをイスタンブールに出荷し、銘柄品として高い価格で販売していた。また、アンカラでは、品質規格の揃った野菜が小さな単位できれいにパッケージされて高い価格で販売されていた。従って、現地実証調査圃場の生産物も、出荷先を選ぶことによって高品質・高級野菜としての評価が明らかになるとと思われる。国内支援委員会の指摘のように今後市場調査を行っていく際に、今の出荷方法は高品質野菜に対する需要と評価を知る上で不利と考えられる。今後は、現地実証調査圃場で生産された高品質野菜がいろいろなレベルの市場や消費者（レストラン等）に届くような措置をとり、現物に対する反応が調べられるようになることが望まれる。
- 5) 現地実証調査により栽培技術の確立、流通経路と販売先の確保、採算性などの見通しがたった場合も、ここ数年の民間会社の収益の悪化による投資マインドの冷え込みが懸念される。本現地実証調査の結果、日本からのトルコへの投資が促進されて、トルコに資金と

雇用の機会が提供されることが最も望ましいが、計画時点と異なり日本の民間会社の投資マインドが低下した場合には、現地実証調査によって得られた栽培技術、品質、流通などの情報を伝達することによりトルコ農業の発達に寄与できるものと思われる。

表1 ゼイハン測候所における気象データ

月	気温 (°C)			降雨量 (mm)	相対湿度 (%)			風速 (m/s)			
	最高	最低	平均		最高	最低	平均	7時	14時	21時	平均
1	18.9	-1.7	8.0	31.6	97	29	75	0.9	1.7	1.2	1.3
2	20.6	-1.3	9.1	117.3	98	24	73	1.0	2.0	1.2	1.4
3	25.4	0.3	12.4	207.9	97	24	72	0.8	2.2	1.2	1.4
4	31.2	5.9	16.6	36.9	98	22	74	0.8	2.7	1.1	1.5
5	34.6	9.9	20.4	70.7	98	20	73	0.8	2.3	1.0	1.5
6	36.7	13.8	24.6	66.2	96	16	68	0.7	3.3	1.1	1.7
7	38.1	17.2	27.3	0.0	96	21	69	0.7	3.4	1.1	1.7
8	37.9	17.4	27.3	0.4	97	18	69	0.5	3.1	1.0	1.5
9	37.5	13.8	25.0	1.9	96	17	66	0.4	2.6	0.7	1.2
10	33.8	8.1	20.0	116.6	97	15	64	0.5	1.9	0.8	1.1
11	27.3	2.3	13.8	85.9	98	22	71	0.6	1.6	1.0	1.1
12	20.3	-0.4	9.5	75.0	97	25	70	0.9	1.7	1.2	1.3
合計	-	-	-	810.4	-	-	-	-	-	-	-

注) 1968年～1987年の平均

表2 現地実証調査圃場における土壌の  
野菜畑化前の物理化学性

深 さ	0-29	cm
pH (1:1)	7.40	
総塩類濃度	550	ppm
陽イオン交換容量	24.4	meq/100g
Ca <sup>2+</sup> & Mg <sup>2+</sup>	23.6	"
K <sup>+</sup>	0.6	"
Na <sup>+</sup>	0.2	"
石灰	21.2	%
有機物含量	1.7	%
土壌粒子		
砂土	7.8	%
微砂 (Silt)	40.4	%
粘土	51.8	%

## 5 吉田 昌生（ビデオ制作）

平成3年4月26日～5月14日



別添 1

1992. 5. 22

## 短期派遣専門家業務報告書

トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査の広報ビデオの制作

平成 3 年 4 月 26 日～5 月 14 日

国際協力事業団

総合研修所

国際協力専門員

吉田 昌生

はじめに

ビデオ制作短期派遣専門家として、平成4年4月26日から5月14日まで、「トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査の広報ビデオの制作」について派遣され、T/Rは次のようなものであった。

- 1) アンカラでの制作会社の選定及び撮影に必要なスタッフ・車の手配
- 2) 契約内容の概略を調整員を含めて打ち合せ、撮影地・日数・移動にともなう経費・雑費などを検討する。
- 3) アダナ農場で専門家と打ち合せ構成案を詰め、ロケハンを行ない、農場での撮影スケジュールを決定する。
- 4) イスタンブールにて、青果物中央卸売市場・ボスポラス海峡などを下見する。
- 5) 調整員とともに制作会社と経費などについて詰めを行なう。
- 6) 関係機関に協力を求める。

## 1. 日程表

- 4/26(日) LH711 成田発
- 27(月) LH3834 アンカラ着
- 28(火) (アダナまで山口調整員同行)
- 1) 日本大使館表敬：古沢一等書記官、池田公使
  - 2) TIGEM表敬：グル企画調査部長
  - 3) 人口教育プロジェクト表敬：伊佐治リーダー・山城専門家
- 29(水) 制作会社選定へ
- 1) BBS： イーサン チクリチ氏
  - 2) Per Ajans (ペルアジャンス)：タンス エルクト氏
  - 3) 人口教育プロジェクトにて価格表に基づき撮影計画・経費積算・撮影日およそ20日を目途とする。(山城・山口・吉田)
- 30(木) アダナへ移動
- 5/1(金) 農場にて
- 1) 実証農場にて専門家一同より説明を受ける
  - 2) メロン・トマトの水量実験と輸出型果実のキーウイーを主眼とすることに合意
  - 3) 撮影時期は2回
    - ・7月上旬：メロン・トマトの収穫を中心に周辺の状況



・10月末にキーウイの収穫

4) TIGEM チュクロバ農場長表敬

5) ゼイハン川の灌漑用水源地撮影

5/2 (土) 半乾燥地調査

1) ユーフラテス川上流のピレチェックへ半乾燥地調査・撮影

乾いた土地に小麦畑少々、ピスタチオ・オリーブ畑のみ。

2) 農民にインタビュー

3 (日) 農場にて

1) 畑作・果樹園の水やり・野菜畑の水量実験・ワーカーの作業ぶりなどを撮影

4 (月) 農場にて

1) カナル・カナレットなど灌漑施設・小麦畑・大豆の種蒔・種なしぶどうのホルモン処理・専門家と現地ワーカーの会議などを撮影

5 (火) イスタンブールへ異動 (磯田リーダー同行)

1) 住友商事 長谷川氏にブルサのカゴメ・TATの合併企業の活動及びその撮影の可能性について打診。8月初・中旬が最盛期。撮影に同行できるとのこと。

2) 三井物産 中村社長・堀山氏に面談。イズミールでの合併企業の活動はスケジュールが遅れていて撮影すべきものはまったく無いとのこと。

6 (水) イスタンブール各所下見

1) 住友商事のムスタファ氏と中央青果卸売市場の撮影。

産物はアンタリア・ブルサ・アダナ・ヤローバ周辺から入荷仲買人による競りはない。野菜・果物の種類は意外に少ない。正式の撮影時にはエキム副場長から許可が必要。

2) イスタンブールでの撮影地選定：トプカピの先端からアタチュルク橋の東詰めから、シルシ地区、卸売市場など

7 (木) アンカラへ移動

1) JETROにて野口氏と面談

2) イステアル通りの SAHNE SK 水産物・野菜市場を下見

3) その後アンカラへ移動

8 (金) 制作会社選定 (5/9まで山口調整員同行)

1) ペルアジャンスにて資料ビデオの試写

2) 文部省所轄のフィルム・ラジオ・テレビセンター訪問  
ターナー ツラバン局長と面談。

9 (土) 制作会社選定

1)ペルアジャンスにてビデオの視聴対象・目的・構成案・撮影スケジュール・内容・撮影地などについてかなり具体的な説明を行ない、経費などについても詰めた話をした。制作会社の選定は、山城専門家・山口調整員同席のもとに、ほぼ完了したと判断した。

10 (日) 資料整理・磯田リーダーなどに追加取材

11 (月) 制作会社選定

1)念のためトルコ放送 (TRT) 訪問、共同取材の可能性をさく。局長に共同取材を申し入れ、合意に達すればその可能性はあるとのこと。TRT2では、18:00-21:00をTRT-GAPとして、GAP地区の農民に対して農業技術・教育番組を放送しているとのことであった。

2)日本大使館古沢一等書記官へ報告。トルコ語版の制作を強く要請された。同様な要請を表敬訪問の際に、TIGEMからも受けた。

12 (火) アンカラ発

14 (木) 成田着

## 2. 制作会社の選定

選定の結果、「Per Ajans」(ペルアジャンス)となった。

アンカラ市にはテレビチャンネルの急増により、ビデオ制作会社が多くなったといわれているが、経験のある制作会社は数少なく、今回は主としてドラマを中心に制作しているBBSと、ニュース・ドキュメンタリー番組を制作しているペルアジャンスを中心に調査した。これら二つの制作会社の他に、国営機関であるトルコ放送 (TRT) 及び、文部省の傘下にあるフィルム・ラジオ・テレビセンターも調査したが、結局ドイツ・スイス・フランスのテレビ局とも共同制作の経験のある「ペルアジャンス」を選定した。

代表者であるタンス エルクト氏は以前トルコ放送の技術者であり、独立してから7年の業績があり、この数年はビデオ編集も手がけている。演出的・技術的に幅広く、長年の経験に裏付けされた理解力のある人物であると判断された。英語も流暢でありコミュニケーションには問題はない。

最近制作したビデオ作品・資料ビデオを数点試写したが、それなりに技術力が高く、撮影・音声などのクルーの指導・監督が行き届いているように見受けられた。また、今回の作品について視聴対象・ねらい・撮影素材・構成などを説明した際にもかなりの理解力を示した。使用しているカメラをはじめ諸機材も今回の作品に適したものであることを確認した。

要約すると、日本を遠くはなれた地での撮影であるので、作品への理解力・判断力・コミ

ニュケーション能力・クルーへの指導力が不可欠な要素なので、こうした観点からペルアジ  
ャンスを第一候補として推薦したい。しかし、撮影後のポストプロダクション（音楽・効果  
音・ナレーション入れ・グラフィック制作・テロップ入れなどは、設備・スタッフが十分で  
ないので不可能である。）

なお、制作会社選定については、アンカカラ市にある J I C A プロジェクト「人口教育プ  
ロジェクト」の山城専門家に多大な協力をいただいた。

### 3. 撮影内容・取材地・スケジュールについて

1) 撮影日は20日として、5回に分けて撮影を行なう。

#### 第一回（2日）

アンカラ周辺：小麦の収穫風景 ..... 7月初旬

#### 第二回（9日）

アダナの農場：メロンとトマトの収穫を中心に

農場の概況・灌漑施設・水源・半乾燥地 ..... 7月上旬

#### 第三回（7日）

1) イスタンブール：青果物中央卸売市場・トルコのイメージ

2) ブルサ ..... : カゴメのトマトの収穫・加工工場

3) ブルガリア国境：輸出用農産物を運搬するトラック群 ..... 8月中旬

#### 第四回（2日）

アダナの農場：キーウィーの収穫を中心に

#### 第五回（適宜）

アンカラ：トルコ農業省高官インタビュー

以上の撮影日の他に、レンタカーによる移動日を6日確保する。

### 4. 経費（見積）合計520万円程度

撮影（400万円プラス）

1) クルー・通信費

2) テープ代

3) 車雇い上げ費・燃料費

- 4) 資料フィルム代
- 5) 宿泊・食費
- 6) 通訳費
- 7) ヘリコプター雇い上げ

換算レート 1\$ = 6,500 TL = ¥135

編集 (120万円程度)

トルコで仮編集して日本で本編集した場合 (短期派遣者が必要)

トルコ分 19万円

日本分 100万円プラス

詳細は現地プロジェクト山口調整員が算出する。

## 5. 制作会社

ペルアジャンスに提出した構成表概略

### 1) イントロダクション

- ・イスタンブール市内雑感
- ・青果物中央卸売市場
- ・小麦の収穫

### 2) 半乾燥地帯と降雨量グラフ

- ・トルコの年間降水量
- ・半乾燥地帯

### 3) アグナ実証農場の紹介

- ・農場の遠景・規模
- ・レインガンでの散水
- ・三大産物として野菜・果樹・畑作

### 4) ジェイハン川の灌漑用水源

- ・水源
- ・網の目のように走る灌漑用水路

トルコのイメージ

農業の特徴

開拓を待つ

半乾燥地帯

灌漑の必要な土地

チュクロバにある

プロジェクト紹介

チュクロバの農民

70%が灌漑利用

5) 半乾燥地の様子

- ・半乾燥地の空撮
- ・オリーブ・ピスタチオ畑
- ・土壌の様子
- ・農民へのインタビュー

半乾燥地での利点

水量を合理的に管理  
出来る点

6) 実証農場が狙うもの

- ・水量実験
- ・産物の計測・比較
- ・糖度・酸度・水分などの計測
- ・付近の農法との比較

作物に適切な水量は  
どれほどか  
結果はどうか  
輸出できるか

7) 輸出の可能性

- ・トルコの農産物輸出を示すグラフ
- ・ブルガリア国境での輸出用農産物を運ぶトラック群
- ・何をどこへ運搬しているのか

輸出を増大するには  
品質管理が必要

8) 輸出に力をいれるブルサでの日本企業の様子

- ・トマト畑での収穫
- ・加工する工場
- ・成果品

合弁企業は何をして  
いるか。メリット  
デメリット

9) 実証農場でのキーウィーの収穫

- ・果樹園の果物の収穫
- ・計測
- ・灌漑（点滴法）

条件を設定して  
試験的に生産された  
優良果樹キーウィー

10) トルコ政府高官のインタビュー

日本企業の誘致





JICA