

No. 01

# トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査 平成7年度短期専門家報告書

1996年2月

JICA LIBRARY



J1129119[2]

国際協力事業団

農 開 投

SC

96-6



トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査  
平成7年度短期専門家報告書

1996年2月

国際協力事業団



1129119(2)

## 序 文

国際協力事業団は、トルコ国実施機関（農業村落省）との討議議事録（R/D）に基づき、トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査を1989年9月から5カ年間実施し、さらに1994年9月から2カ年間の協力期間の延長を行い、現在実施中です。

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、節水方式の灌漑技術を導入して畑作、野菜及び果樹等の農業技術を実証的に試験し、栽培技術等の基礎的な技術データの蓄積を行っています。更に農業経営面のデータを得て、半乾燥地における農業開発の基本構想の策定を行います。

本調査のために、現在まで、灌漑、畑作、野菜、果樹等の分野において長期・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を展開し、半乾燥地域における灌漑、栽培関係等のデータ収集、技術開発のための試験を行ってきました。

本報告書は、平成7年度に派遣し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、本実証調査の推進とともにトルコ並びに他の半乾燥地域の農業開発、特に民間企業の開発協力事業に役立つことになれば幸いです。

1996年2月

国際協力事業団  
農業開発協力部  
部長 太田信介

## 目 次

### 1. 灌溉分野

1-1 梶野伸夫・松山明彦専門家・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

(派遣期間平成6年5月14日～6月3日)

1-2 谷川寅彦専門家・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37

(派遣期間平成6年8月24日～9月20日)

### 2. 果樹・土壤肥料分野

2-1 梅宮善章専門家・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85

(派遣期間平成6年5月14日～6月10日)

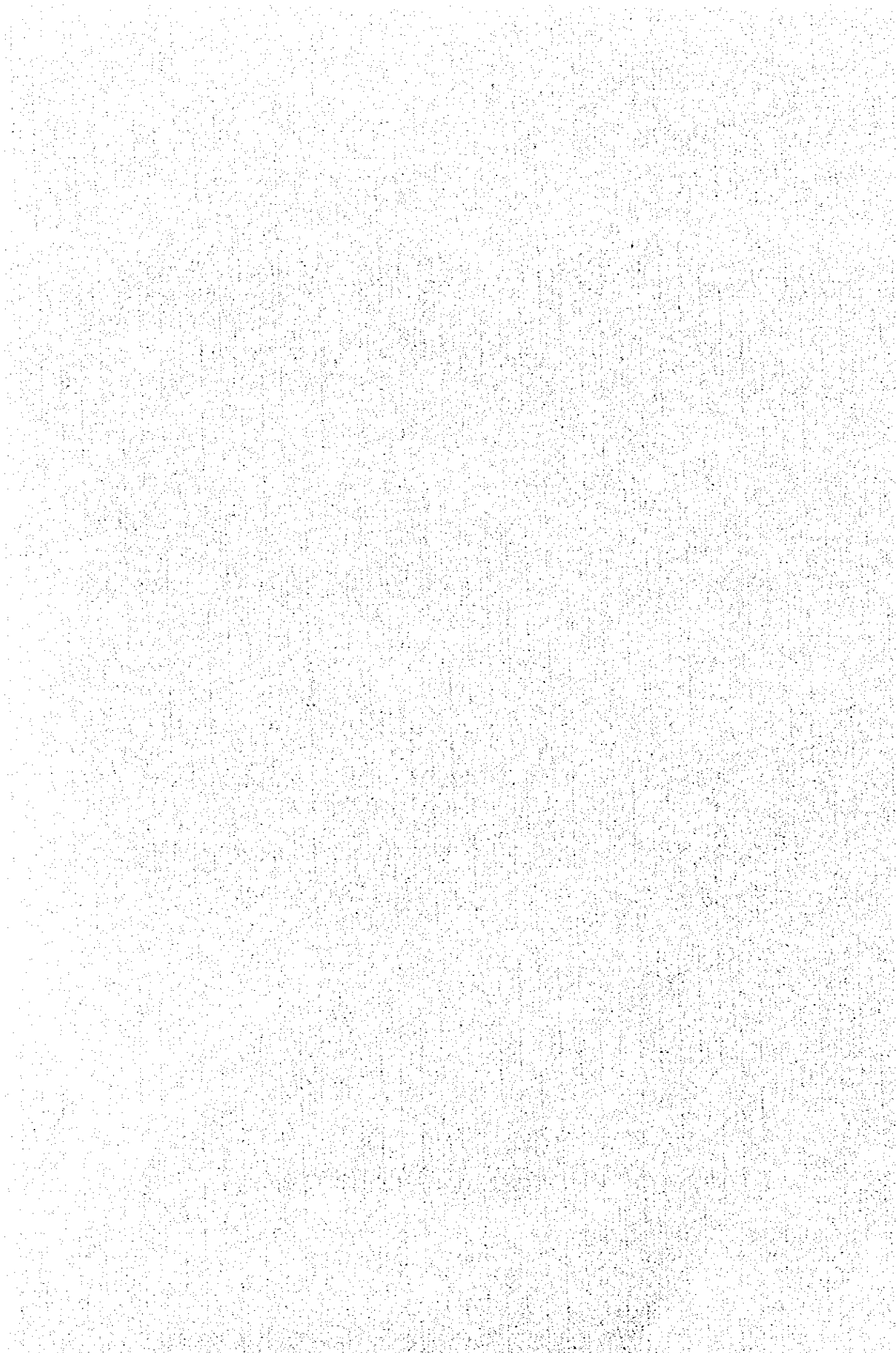
2-2 梅宮善章専門家・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 121

(派遣期間平成6年10月1日～10月14日)

# トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査 平成7年度短期専門家報告書Ⅰ.

1. 専門家氏名 : 梶野伸夫 (株)クボタ プロジェクト推進室)  
松山明彦 (株)クボタ 牧方製造所)
2. 業務内容 : 灌漑 (ポンプ施設の機械操作・保守に係る技術指導)
3. 派遣期間 : 1995年5月14日～6月3日

国際協力事業団  
農業開発協力部農業投融资課





# 目 次

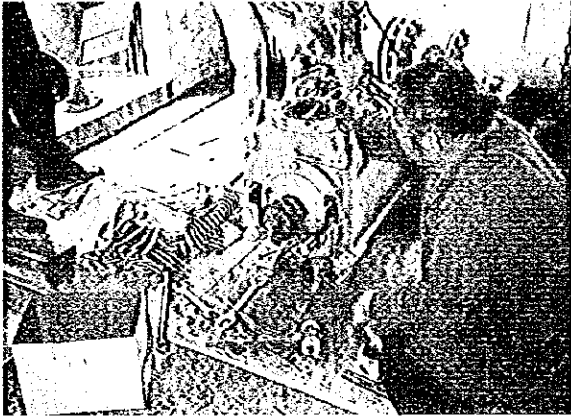
## 写真

1. 派遣目的
2. ポンプ施設の整備と改善
3. ポンプ施設の運転操作・点検整備に関する指導
4. 畑地灌漑システムの整備と試運転
5. 現地製ビニルパイプについて
6. ポンプ施設及び関連施設の改善

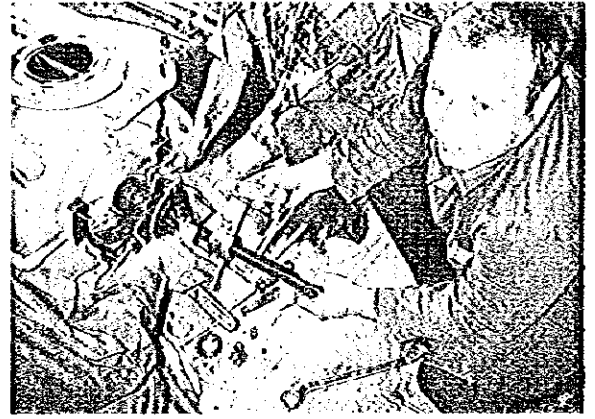
## 添付資料

- ・ 日程表及び面会者リスト
- ・ (図1) 手動運転時の自動停止の流れ図
- ・ (図2) 空気弁取付け位置及びハイドラント位置
- ・ (図3) 畑地用ポンプ特性曲線
- ・ 品質調査結果報告書
- ・ ポンプ施設の運転操作に関するマニュアル
- ・ **MANUAL FOR OPERATION AND MAINTENACE OF PUMP FACILITY**

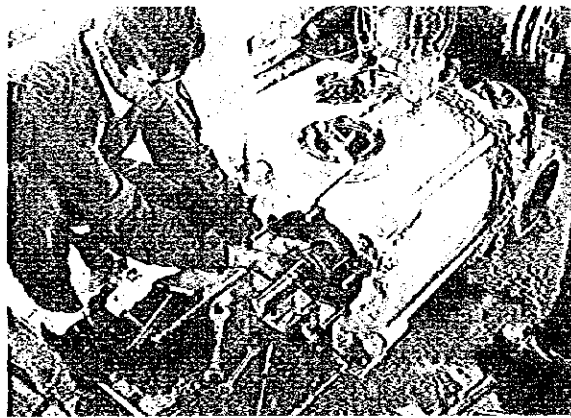




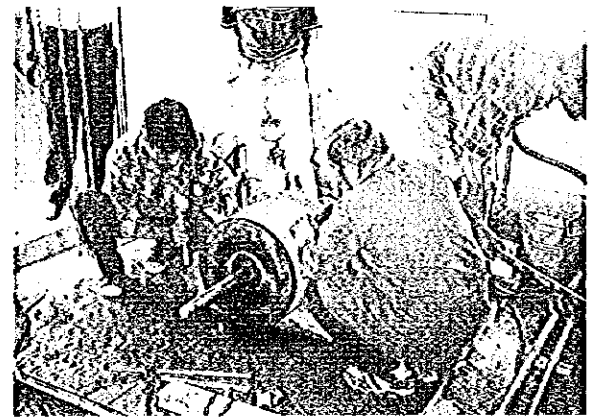
畑地用ポンプ分解工程 その1  
(軸受支えを取外したところ)



畑地用ポンプ分解工程 その2  
(軸受の取外し)



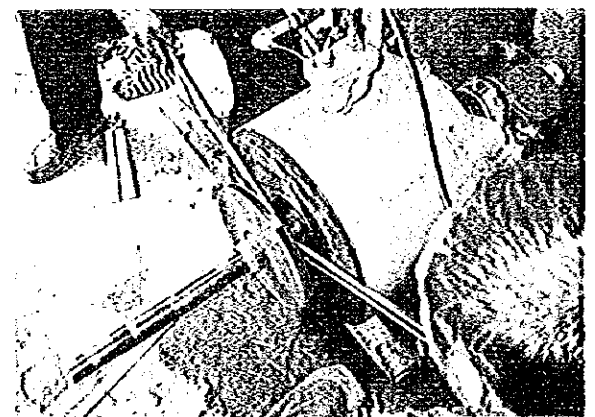
畑地用ポンプ分解工程 その3  
(つりあいディスクの取外し)



畑地用ポンプ分解工程 その4  
(中間ケーシングの取外し)

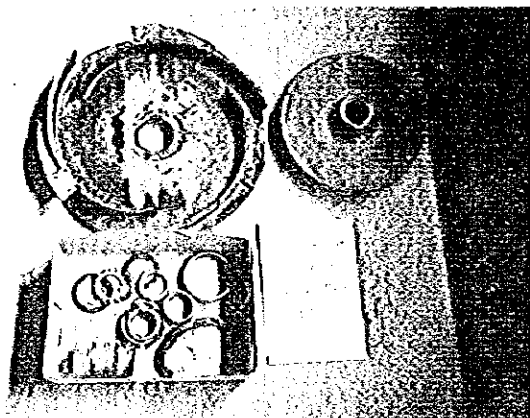


畑地用ポンプ分解工程 その5  
(インペラ取外し前の主軸の清掃)



畑地用ポンプ分解工程 その6  
(インペラの取外し)





畑地用ポンプ 分解整備と改善  
 (交換した消耗品と、改善のため取外した部品)



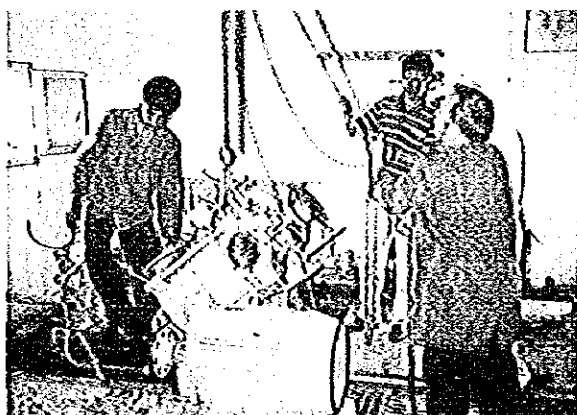
畑地用ポンプ 分解整備と改善  
 (4段目にインペラに替えてスペーサを取付ける)



畑地用ポンプ組立工程 その1  
 (スラスト隙間の調整)



畑地用ポンプ組立工程 その2  
 (軸受支えまで組付けたところ)

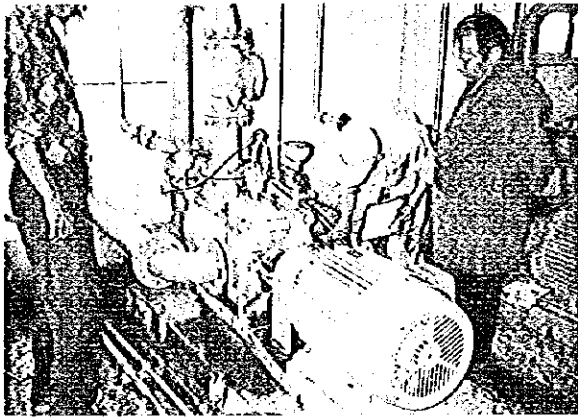


畑地用ポンプ  
 (再組立後の据付け)

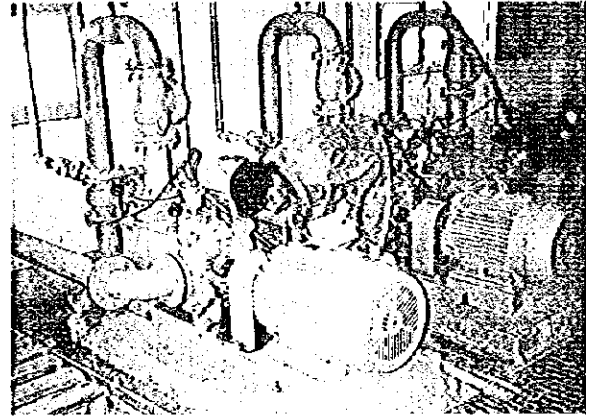


畑地用ポンプ  
 (再据付後の心出し調整)

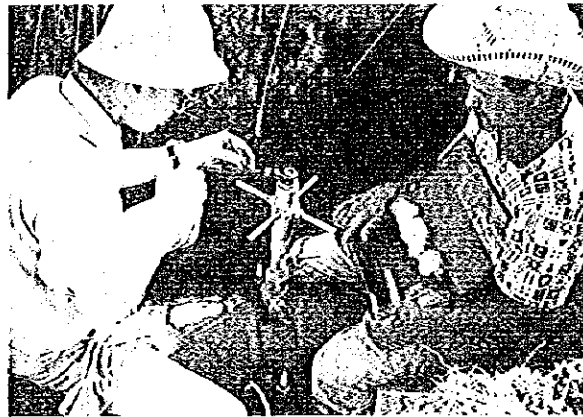




畑地用ポンプ試運転 その1  
(各部振動を測定)



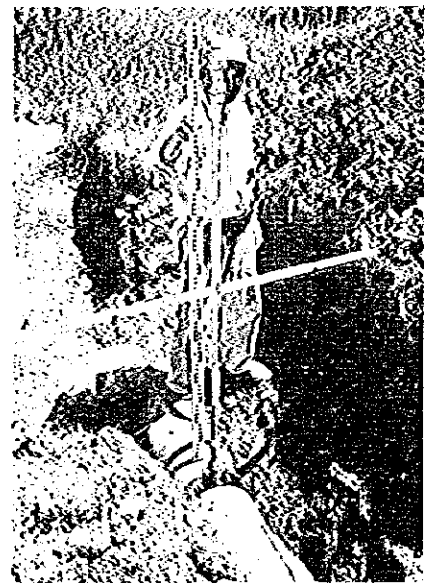
畑地用ポンプ試運転 その2  
(各部の温度上昇を測定)



送水管への空気弁の取付 その1  
(穿孔中)



送水管への空気弁の取付 その2  
(空気弁を立上り管に取付)



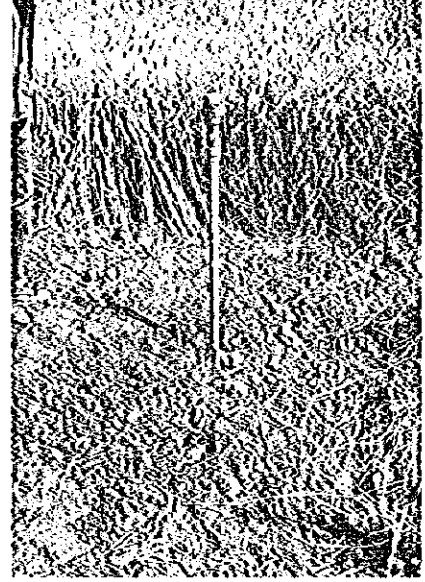
送水管への空気弁の取付完了



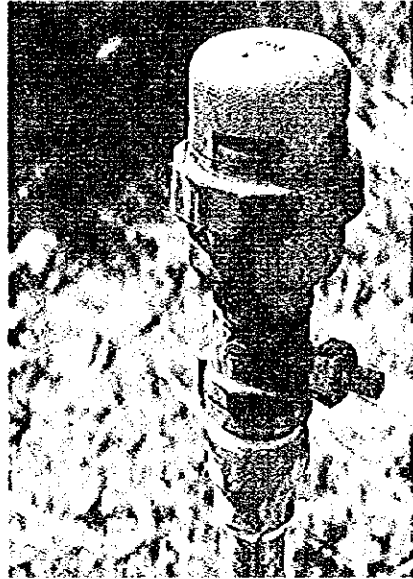




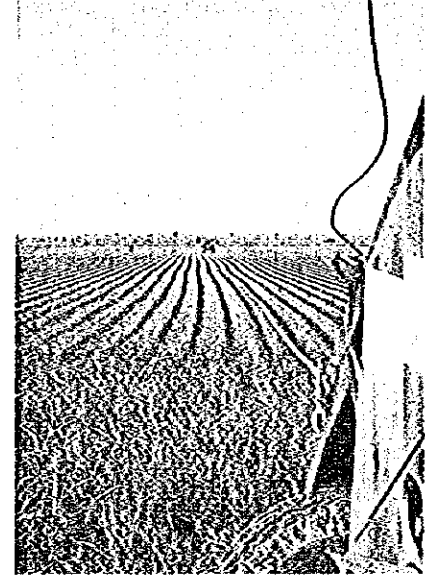
空気弁取付箇所の埋戻し  
(管頂部の上まで砂を入れながら転圧)



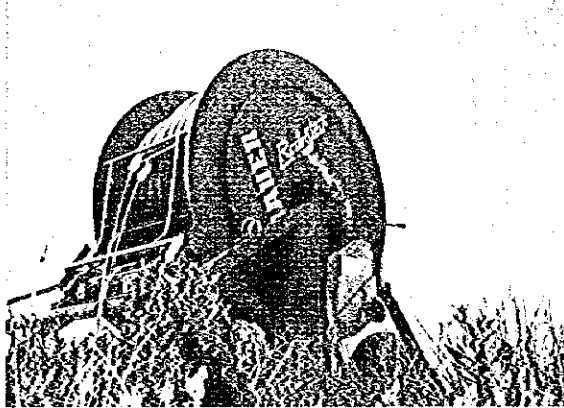
埋戻し完了後



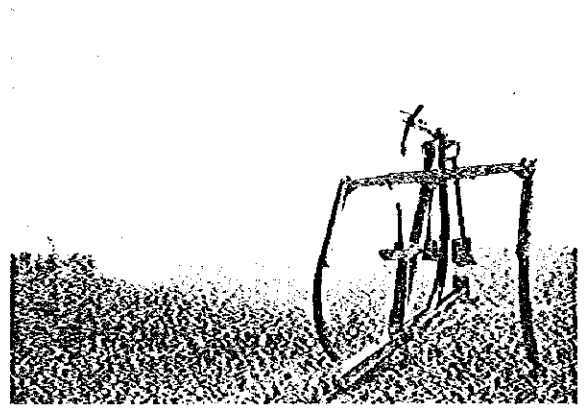
通水開始直後の空気弁  
(少量の水と共に空気を排出中)



自走式レインガン  
(散水のための準備中)

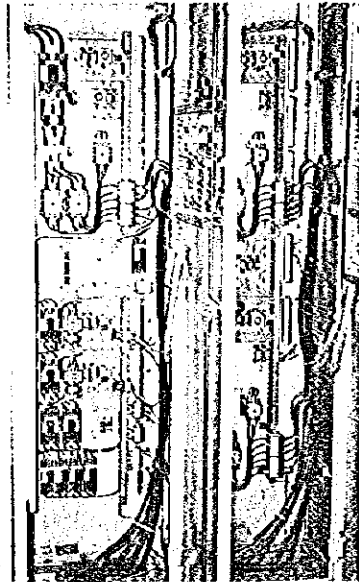


自走式レインガン ドラムの部分



自走式レインガン 散水中のレインガン

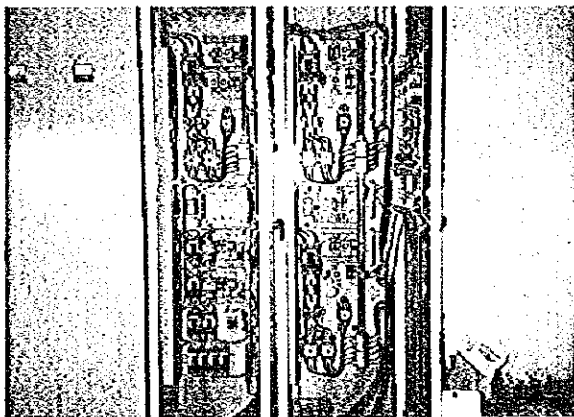




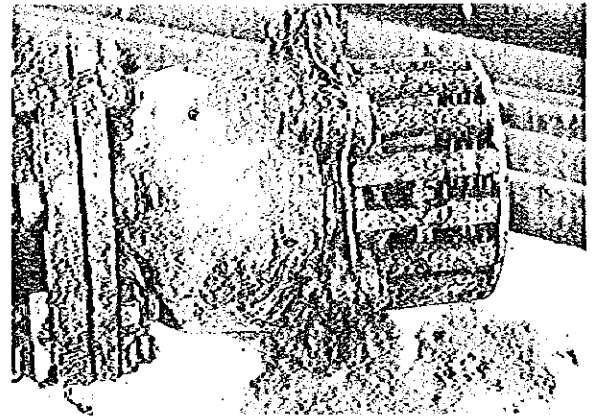
畑地用ポンプ用制御盤  
(手動用シーケンス変更前)



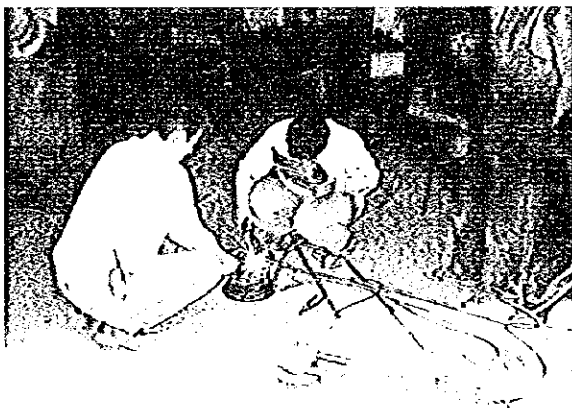
畑地用ポンプ用制御盤  
(手動用シーケンス変更中)



畑地用ポンプ用制御盤  
(手動用シーケンス変更後)



畑地用2号ポンプ フート弁  
(引上げ直後)

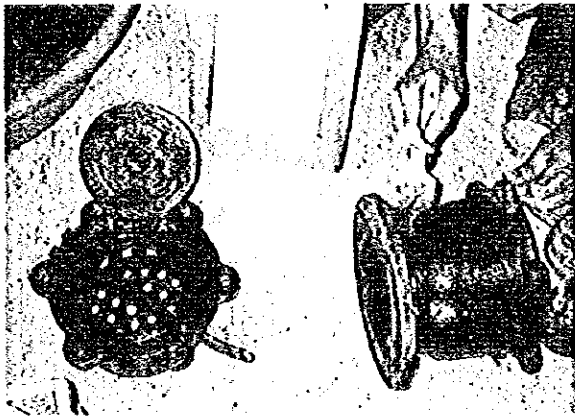


畑地用2号ポンプ フート弁  
(溶接補修中)

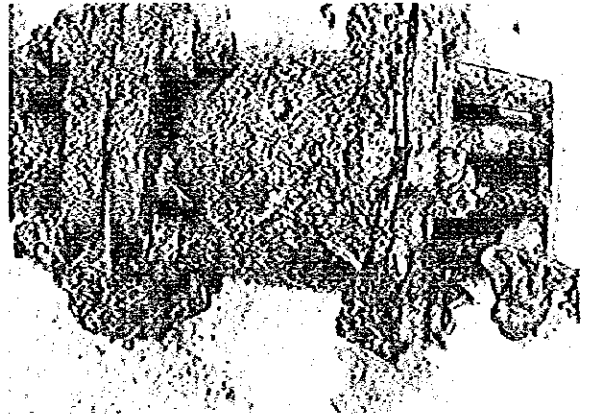


畑地用2号ポンプ フート弁  
(溶接補修完了後)

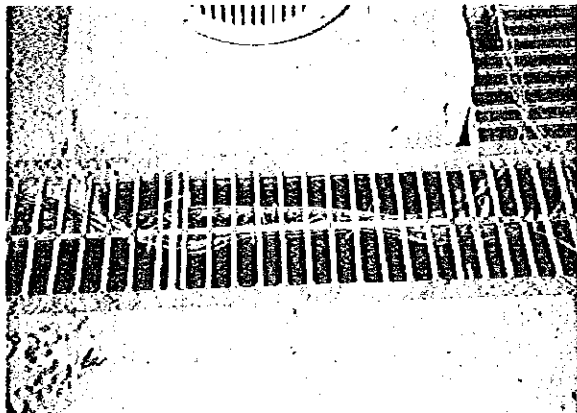




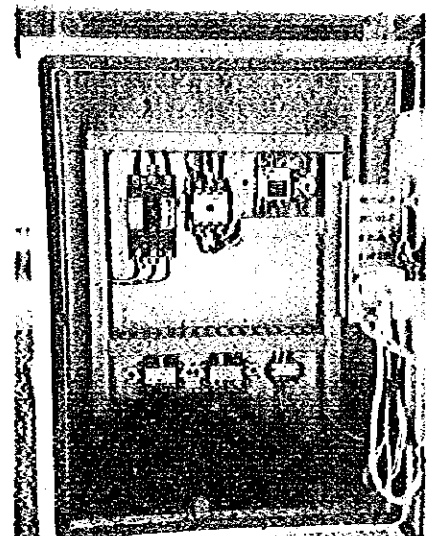
畑地用2号ポンプ フート弁  
(タールエポにて塗装)



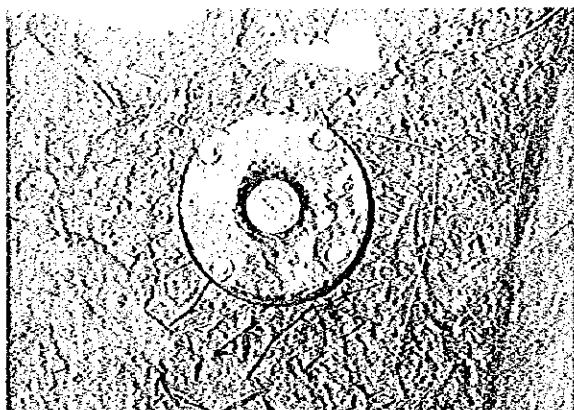
果樹用1号ポンプ フート弁  
(引上げ直後、ヘドロや貝が付着)



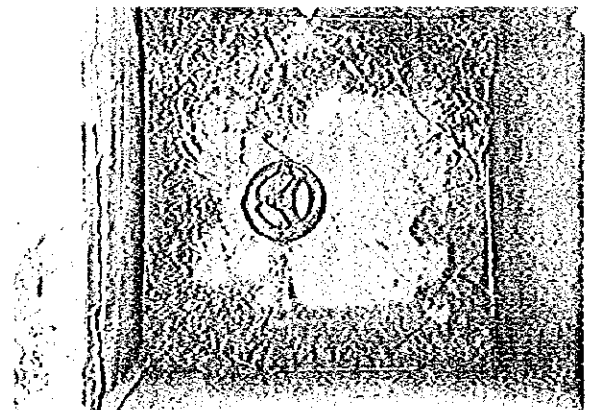
ポンプ室内 排水溝とケーブル  
(ケーブルが水没する恐れがある)



畝間灌漑用水中ポンプ 制御盤  
(電源ケーブルを補修もしくは交換する必要有り)

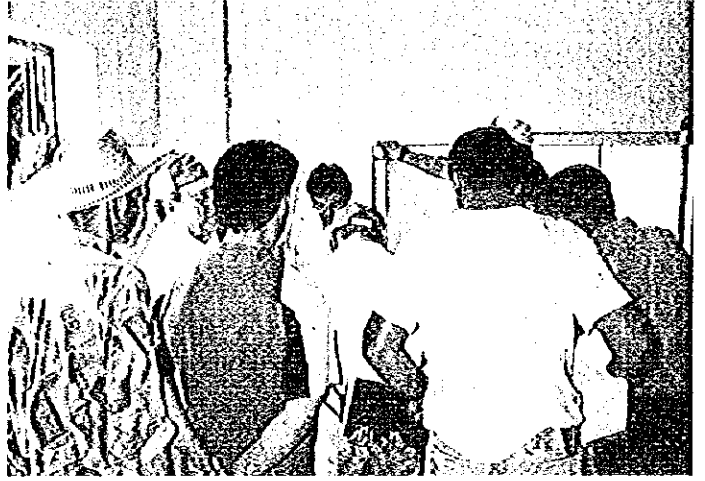


送水管末端の既設空気弁 カバーを外したところ  
(通水中もフロートが浮上しない)

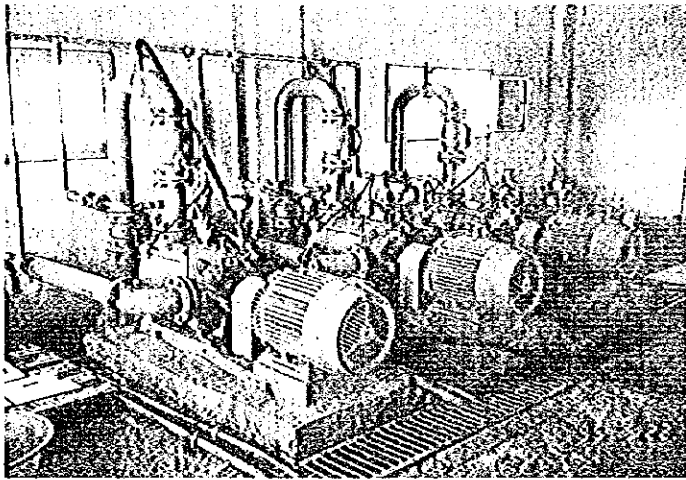


送水管末端の排泥弁  
(固くて開けることができなかった)

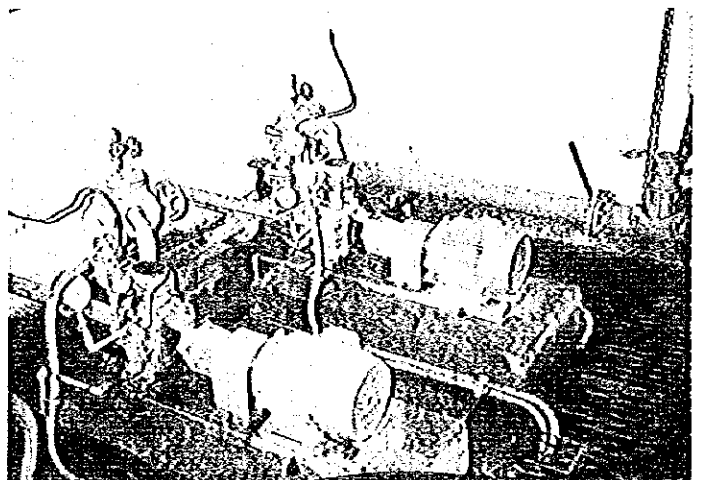




ポンプ施設操作方法の説明会



畑地用ポンプ 全3台 (手前から3号・2号・1号)

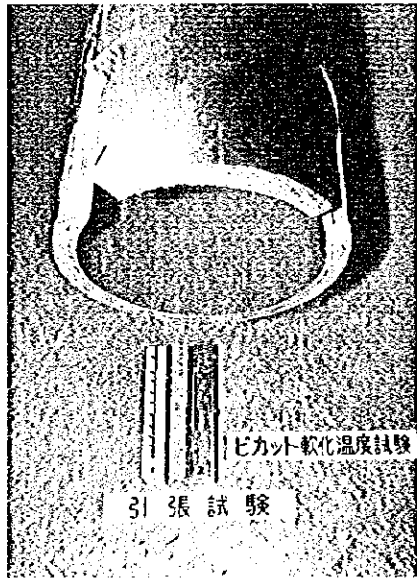


果樹用ポンプ 全2台  
(手前から2号・1号)

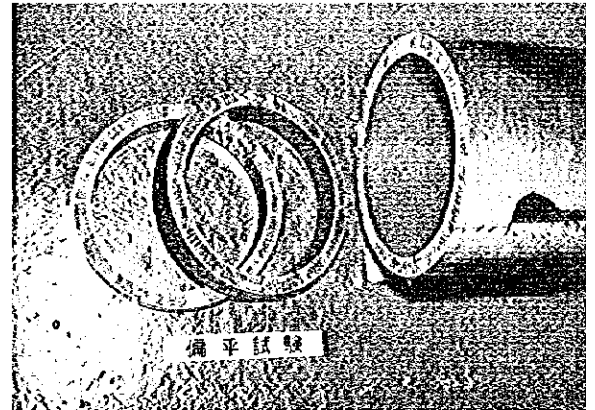




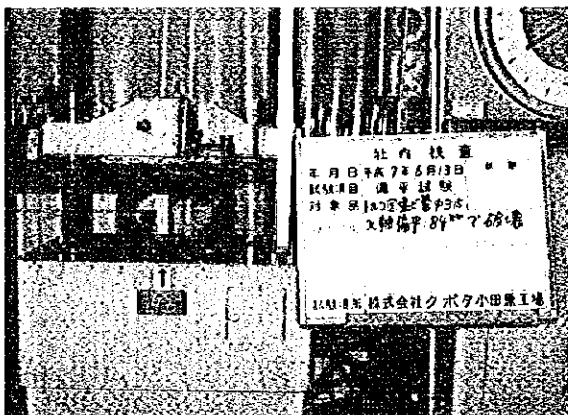
現地製合成管試験に関する写真



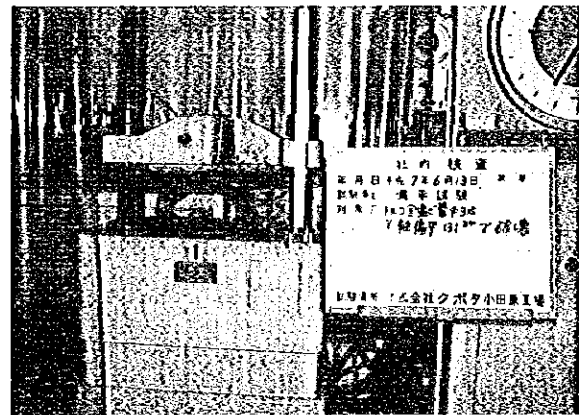
テストピース採取位置  
(引張及びビカット軟化温度試験用)



テストピース採取位置  
(偏平試験用)



偏平試験  
白っぽい側を上にして試験した場合



偏平試験  
黒っぽい側を上にして試験した場合



## 1. 派遣目的

今回の短期専門家の派遣目的は、下記の通りである。

### 1) ポンプ施設の整備と改善（主として畑地用ポンプ3台）

- a) ポンプの分解整備と改善
- b) 手動運転時に対する配管保護のための安全装置の取り付け
- c) 自動運転制御装置の調整

### 2) ポンプ施設の運転操作・点検整備に関する指導

- a) 現地における TIGEM の技術者及びプロジェクトのローカルスタッフへの指導
- b) マニュアルの作成

### 3) 畑地灌漑システムの整備と試運転

- a) 送水管への空気弁設置
- b) ポンプ整備後の試運転、及び灌漑機器の機能確認

## 2. ポンプ施設の整備と改善

### 1) ポンプの分解整備と改善

#### a) 畑地用ポンプ（3台）

1号～3号各々のポンプ本体をモーター及び配管から取り外し、吐出側から4段目インペラまでを分解し、グランドパッキング等の消耗品を交換した。また、送水管保護の観点からポンプの吐出圧を下げるために、4段目インペラ及びこれに対するデフューザーを取り外した。4段目インペラを取り外した箇所には、インペラのボス部と同寸法のスパーサを組み付けた。この変更によって、ポンプ吐出圧は従来の約4/5に下がった。

また、各ポンプを点検し以下の整備・補修を行った。

- (1) 1号～3号各々のポンプのグランド部からの水漏れが若干多めであったため、グランドナットを増し締めし、水漏れ量を適量に調整した。
- (2) 電源及び制御用ケーブルが、ポンプ室内側溝の底部で水没していたため、これを側溝フタから吊り下げることによって、水没しないようにした。水没によってケーブルの絶縁が低下していることが考えられたため、各ケーブルの絶縁を点検したが、問題無かった。
- (3) 2号ポンプに、満水後数分で再び水が抜けるという問題があったため、フート弁を引き上げて調べたところ、弁箱が割れていたことが判った。これを溶接補修し、補修後は問題なく水を保持した。
- (4) 3号ポンプの満水検知器の動作が不安定であったので、これを分解し、内部の清掃を行った。これによって、動作が安定した。

#### b) 果樹用ポンプ（2台）

1号・2号ともに、プライミングに非常に時間がかかるため、フート弁を引き上げて調査した。どちらのフート弁にも、貝が多量に付着し、また、1号フート弁に割れた箇所が見つかった。割れた部分を溶接補修し、全体をクリーニング・再塗装した後、貝の侵入を防止するため、ステンレス製の4mm角のメッシュを取り付けた。

#### c) 畝間灌漑用水中モータポンプ

制御盤内が水没したらしく、ひどく汚れていた。内部を清掃後、絶縁等点検した結果、電源ケーブルの3相の内、1本が接地していることが判った。

このポンプは、現在は使用していないとのことであったので、漏電を避けるため、電源ケーブルをパネルから外して、端子部を絶縁テープで巻いた。将来再び使用するのであれば、配電盤から新規に電源ケーブルを敷設しなおすか、電源ケーブルが接地している箇所を発見し補修する必要がある。

## 2) 手動運転時における送水管内高圧時の自動停止

ポンプの手動運転時には、操作手順等を誤った場合に、送水管全体が高圧になる恐れがあった。これを防止するために、手動運転用のシーケンスに変更を加え、送水管内の圧力が設定値（ $10\text{kgf/cm}^2$ ）を越えた場合には、圧力が設定値を下回るようになるまで、ポンプを1台ずつ自動的に停止させるようにした。（図1参照）。

シーケンス変更後に、意図的に送水管内圧力を高くして試験を行い、ポンプが計画通りに自動的に停止することを確認した。

## 3) 自動運転制御装置の調整、及びシーケンサの故障について

自動運転時には、送水管内の圧力が通常の散水時の圧力範囲を逸脱するのを検知し、これによってポンプの起動・停止を自動的に行うように設計されている。ポンプの減段によって、通常の散水時の圧力範囲が変わったため、これに合わせて自動運転制御装置の調整を行った。しかし、自動運転制御装置の中核であるシーケンサが故障しており、自動運転そのものができなかったために、その動作確認を行うことはできなかった。

シーケンサ故障の原因としては、今回の派遣中にもしばしば経験した停電や、電圧変動が考えられるため、新たにシーケンサを取り替えたとしても、やがて再び故障することが予測される。このため、自動運転を可能にするには、シーケンサの交換のみではなく、停電や電圧変動への対策も必要となる。ただし、配管を保護するためには、ポンプ出口弁が開けられたままでポンプの始動・停止が行われる自動運転よりは、ポンプ出口弁を閉じた状態でポンプを始動・停止する手動運転の方が望ましい。

## 3. ポンプ施設の運転操作・点検整備に関する指導

### 1) 現地における TIGEM の技術者及びプロジェクトのローカルスタッフへの指導

派遣期間中、ポンプ施設の分解整備と減段の全工程を、TIGEM の技術者（2名）及びプロジェクトのローカルスタッフ（1名）と共に行い、ポンプの点検整備方法について指導を行った。今後の点検整備は、彼らのみによって可能である考えられる。

農場で働くほぼ全員がポンプの運転操作を行っているが、派遣中に観察していると、めいめいが勝手な方法で操作していた。これをポンプ及び送水管にとって望ましい操作方法に統一するために、TIGEM の技術者4名とプロジェクトの全ローカルスタッフ（約10名）を一同に集め、灌漑機器との関連も含めてポンプの運転操作について説明会を行い、またポンプ室内に運転操作方法を掲示するよう指示した。この説明会以降は、正しいポンプの運転手順等が徹底されていると考えられる。

### 2) マニュアルの作成

ポンプ施設の運転操作に関するマニュアルは、最終的にはトルコ語の物が必要となるため、上記の説明会を開いた際に、彼らにマニュアルを作成させるべくノートを取らせた。これを、将来的に施設を管理していくことになるであろう TIGEM の技術者にマニュアルにまとめさせることになっている。最終的なマニュアルは、当方にて作成する和文及び英文のものと比較して、彼らの手によるトルコ語のマニュアルを加筆・修正して完成される。

#### 4. 畑地灌漑システムの整備と試運転

##### 1) 送水管への空気弁設置

畑地灌漑用の送水管には、末端に空気弁が1つ既に取り付けられていたが、給排気を改善して配管を保護するために、今回の派遣中に新規にサドルを利用して小型空気弁を取り付けた。

200mm配管には末端に空気弁が既にあることと、過去において200mm配管は破裂していないために、空気弁は300mm配管に取り付けることとした。また、200~300M毎に1個取り付けると考え、5箇所に取り付けることにした。実際に空気弁を取り付けた箇所は添付図2のA1~A5である。

空気弁を取り付けた後、灌漑施設を運転したところ、通水から2日間は排気音がしており、空気弁の作動が確認された。また、サドル取付部からの漏水は無かった。

送水管末端の既設の空気弁を今回調べたところ、全く作動していなかった。また、今回は固く締まって開けることができなかったが、4、5年前に排泥弁を開けた際には、水が出なかったというので、送水管末端部が泥によって詰まっている可能性がある。このため、雨季等の灌漑施設を使用しない時期に、送水管末端部を掘り起こし、清掃もしくは新しいパイプに交換する必要があると思われる。

##### 2) ポンプ整備・改善後の試運転結果

###### a) 特性曲線

ポンプの減段後の特性曲線は、添付図3のようになった。添付図3において、実線の全揚程カーブは、メーカーの予想値であり、破線が1号ポンプの実測値である。2号・3号ポンプの実測値もほぼ同じ値であった。

###### b) 振動

ポンプ再設置後のポンプ各部の振動（最大振幅）を測定した結果、締切運転時の最大値が11/1000(mm)、定格運転時の最大値が8/1000(mm)と、全く問題なかった。

メーカーの判定基準によれば、40/1000(mm)以下で“GOOD”、24/1000(mm)以下で“FINE”である。

###### c) 温度上昇

ポンプ定格運転時に、ポンプ各部の温度上昇を温度上昇が止まるまで測定した結果、ポンプの運転開始から1時間ほどで各部の温度は平衡に達した。最高で、モータ外面温度の48℃であり、メーカーの判定基準（75℃以下）に対し、全く問題なかった。

###### d) 電流値

制御盤内電流計によって測定した電流値は、定格運転時において、各々49.5~50.5Aと、モータの定格値(72A)に対して、全く問題のない範囲であった。

##### 3) 灌漑施設の機能確認

2台のレインガンを送水管末端付近のハイドラント（図2のH8とH9）に接続し、2台のポンプを運転して、圃場（3-C）に散水しながらデータを測定した。測定結果は下表のようであった。

測定項目	単位	測定値
ポンプ吐出圧（1号・2号）	M	86
ポンプ吐出量（2台の合計）	M <sup>3</sup> /min	2.7
トラベラー流入圧力（H8）	M	81
トラベラー流入圧力（H9）	M	80
散水半径（H8）	M	52

これから考察すると、

- a) トラベラー2台までであれば、圧力損失が最大となる条件下でも、設計時に想定したトラベラーの流入圧力及び吐出量を確保することができる。
- b) トラベラーへの流入圧力及び吐出量が設計時の想定値とほぼ同じであるにもかかわらず、散水円半径が設計 57.2m に対し、実測 52m と散水領域が狭くなってしまっている。これは、主に風による影響と考えられ、以下のような対策が必要と考えられる。
  - (1) 仰角の低いレインガンの採用。
  - (2) トラベラーによる散水が十分でない領域を別途灌漑する。
  - (3) 当初計画では3パスで1区画の灌漑を終了する計画であったが、4パスにする。

## 5. 現地製ビニルパイプについて

送水管が時々破裂する件に関して、使用されている現地製ビニルパイプの品質が一因となっている可能性もあるため、サンプルを持ち帰り、引張、偏平、ヒカット軟化温度の3項目について試験を行った。(サンプルが小さかったために残念ながら圧力保持等の試験はできなかった。) 試験結果は別紙の通りである。

この結果によると、現地で使用されているビニルパイプは、強度や耐熱性は日本製品と同等だが、日本製品よりも変形に弱く、もろいと言える。また、プロジェクトのローカルスタッフによると、数年前に購入した物は、製品にばらつきがあり、しばしば果が入っていることもあったようである。

## 6. ポンプ施設及び関連施設の改善

今回の派遣を通して、ポンプ施設は良好な状態にあり、重大な問題は全くないことが確認できた。ただし、今後もこのような良い状態でポンプ施設を使用していくためには、いくつかの改善点が考えられるので、ここまでの記述と重複するものもあるが、以下にまとめておく。

### 1) ポンプ及びポンプ室内

- a) ポンプ室内の排水溝から室外への排水が悪く、電源ケーブル等が水に浸かり、絶縁が低下する恐れがあるため、ポンプ室外への排水口を新規に設けるなどして、排水状況を改善する必要がある。
- b) 畑地用ポンプの空気抜き用配管から取水して、洗車などの作業用に使用しているが、灌漑用に送水しないでこれを行うと、ポンプは締切運転に近い状態になる。故障につながる恐れがあるため、この状態で長時間使用してはならない。
- c) 自動運転をするのであれば、シーケンサの交換とともに、制御電源用に無停電電装置の取付け等が必要となる。
- d) 畝間灌漑用水中ポンプは、現在そのまま運転すると漏電の危険があるため、電源ケーブルを補修、もしくは新しい物に交換しなければならない。
- e) 果樹用1号ポンプを現地エンジニアが修理した際に、パッキンスリーブが割れたので現地で製作した部品に交換しているが、材質が違い寸法精度にも不安があるため、日本から正規の部品を送って再度交換した方がよい。

### 2) 取水部

- a) 貝類などの異物を除去するため、フート弁の掃除を定期的に行うようにする。
- b) フート弁が取水槽底部に溜まるヘドロに埋もれないように、吸い込み管を短くしてフート弁の取り付け位置を高くしたほうがよい。

### 3) 送水管

- a) トルコ製ビニルパイプの受口部形状は、日本製品のようなヒップアップ構造にはなっておらず、接続部の可とう性が乏しい。このため、破裂した箇所を修復する際には、通常のソケットではなく、可とう性のある継手を使う方が望ましい。
- b) 送水管末端部に取り付けられている空気弁と排泥弁が全く働いていないので、掘り起こして掃除をするか、新しい物と交換して働くようにする必要がある。

行程表

日付	行程
平成7年5月	
14日(日)	成田(10:40発)→フランクフルト(15:30着)/LH711便
15日(月)	フランクフルト(12:55発)→アンカラ(17:05着)/LH3834便 三木一等書記官、小村調整員、YURDABAYRAK技師(TIGEM) 出迎え アンカラ(19:00発)→アダナ(20:05着)/TK290便
16日(火)	TIGEMチュクロバ農場長表敬訪問 プロジェクトチームミーティング、過去のポンプ運転状況聞き取り調査、 ポンプ改善前運転データ測定(締切運転) 制御盤内点検
17日(水)	畑用3号ポンプの改善・消耗品交換
18日(木)	畑用3号ポンプの心出し・試運転(締切運転) 畑用2号ポンプの改善・消耗品交換
19日(金)	畑用2号ポンプの心出し・試運転(締切運転) 畑用1号ポンプの改善・消耗品交換
20日(土)	資料整理
21日(日)	CEYHAN周辺の農場見学
22日(月)	畑用1号ポンプの心出し・試運転(締切運転) 送水管に既設の排泥弁・空気弁の状況調査、空気弁取付箇所の選定
23日(火)	送水管空気弁取付箇所の掘削 プロジェクトチームミーティング 畑用ポンプ制御盤変更
24日(水)	畑用ポンプ制御盤変更 空気弁取付及び動作状況確認
25日(木)	畑用1号・2号・3号ポンプ試運転及びデータ測定(トラベラー運転中)
26日(金)	畑用2号ポンプフート弁の引上げ・クリーニング・補修 ポンプ室内外排水溝等の清掃
27日(土)	データ整理
28日(日)	報告書ドラフト作成
29日(月)	畑用2号ポンプフート弁取付け 果樹用1号・2号ポンプフート弁の引上げ・クリーニング・補修 畝間灌漑用水中ポンプ用制御盤の点検
30日(火)	果樹用1号・2号ポンプフート弁取付け 畑用ポンプのシーケンスチェック、及びレインガンの機能確認 空気弁取付け箇所の漏水点検・埋戻し



日付	行程
31日(水)	TIGEM チュクロバ農場長訪問・報告 TIGEMの技術者及びプロジェクトローカルスタッフ一同にポンプの 操作・保守について指導 プロジェクトチームミーティング
6月	
1日(木)	アダナ(8:00発)→アンカラ(9:05着)/TK289便 TIGEM 総局及び日本大使館訪問・報告 アンカラ(17:55発)→フランクフルト(20:30着)/LH3833便
2日(金)	フランクフルト(16:15発)→
3日(土)	→成田(10:45着)/LH714便

#### 主要面談者リスト

氏名	職位	所属
Fahri HARMANSAH	調査計画調整部長	TIGEM 総局
Mural YURDABAYRAK	農業技師	//
Yunus TANRIVER	農場長	TIGEM チュクロバ農場
Muhsin KUL	灌漑課長	//
Adnan TEMIZ	機械課長	//
三木 秀一	一等書記官	在トルコ日本大使館
北村 孝	チームリーダー	JICA プロジェクトサイト
中川 襄二	専門家(灌漑)	//
雨宮 毅	専門家(果樹)	//
木村 三男	専門家(野菜)	//
小村 浩二	調整員	//
芳賀 由美子	通訳	//

(敬称略)

図1. 手動運転時の自動停止の流れ図

MANUAL OPERATION

STOPPING PROCEDURE DUE TO DISCHARGE HIGH PRESSURE

DISCHARGE PRESSURE : MORE THAN 10 Kg/cm<sup>2</sup>

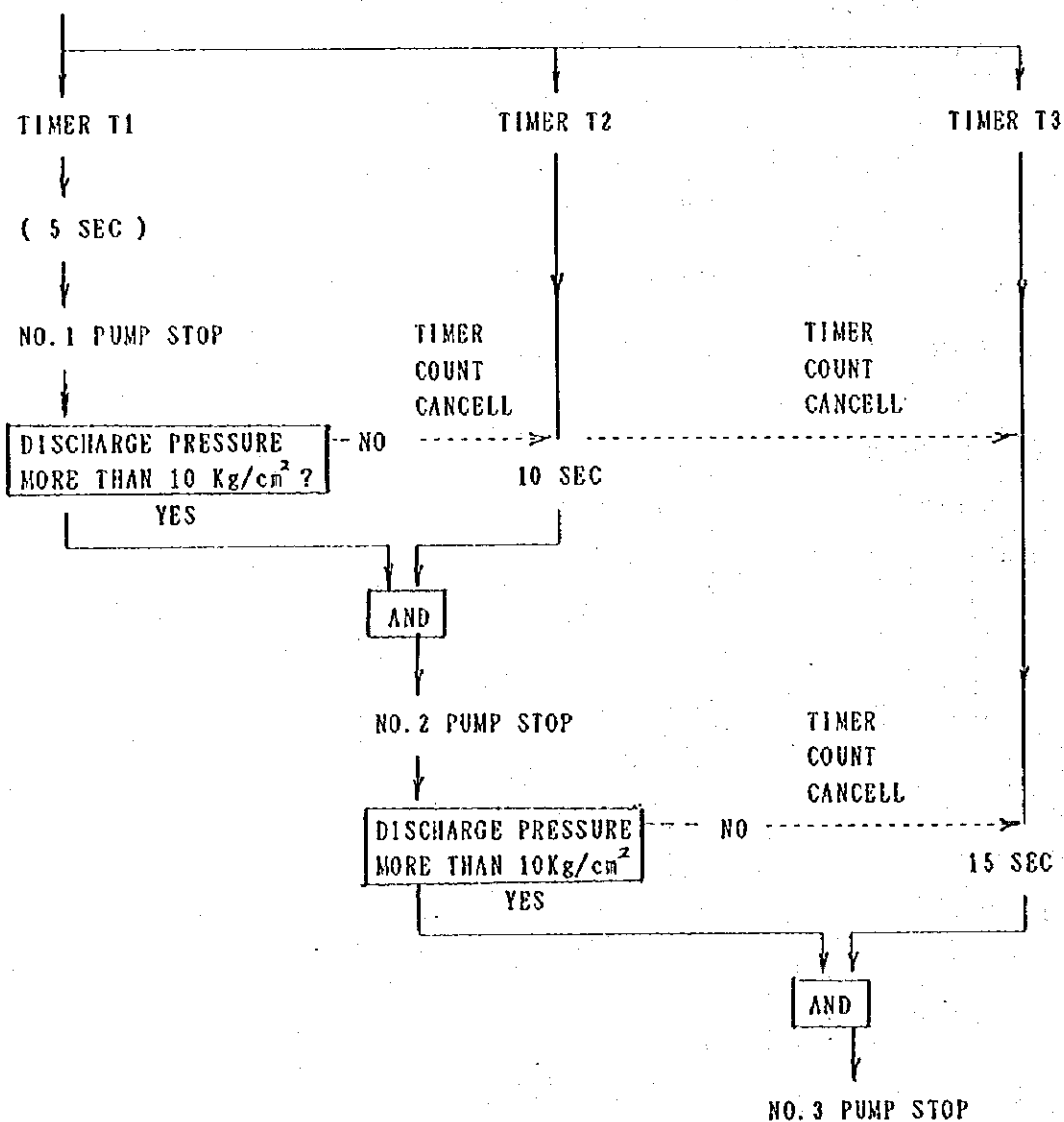


図2. 空気弁取り付け位置及びハイドラント位置

配水管平面図

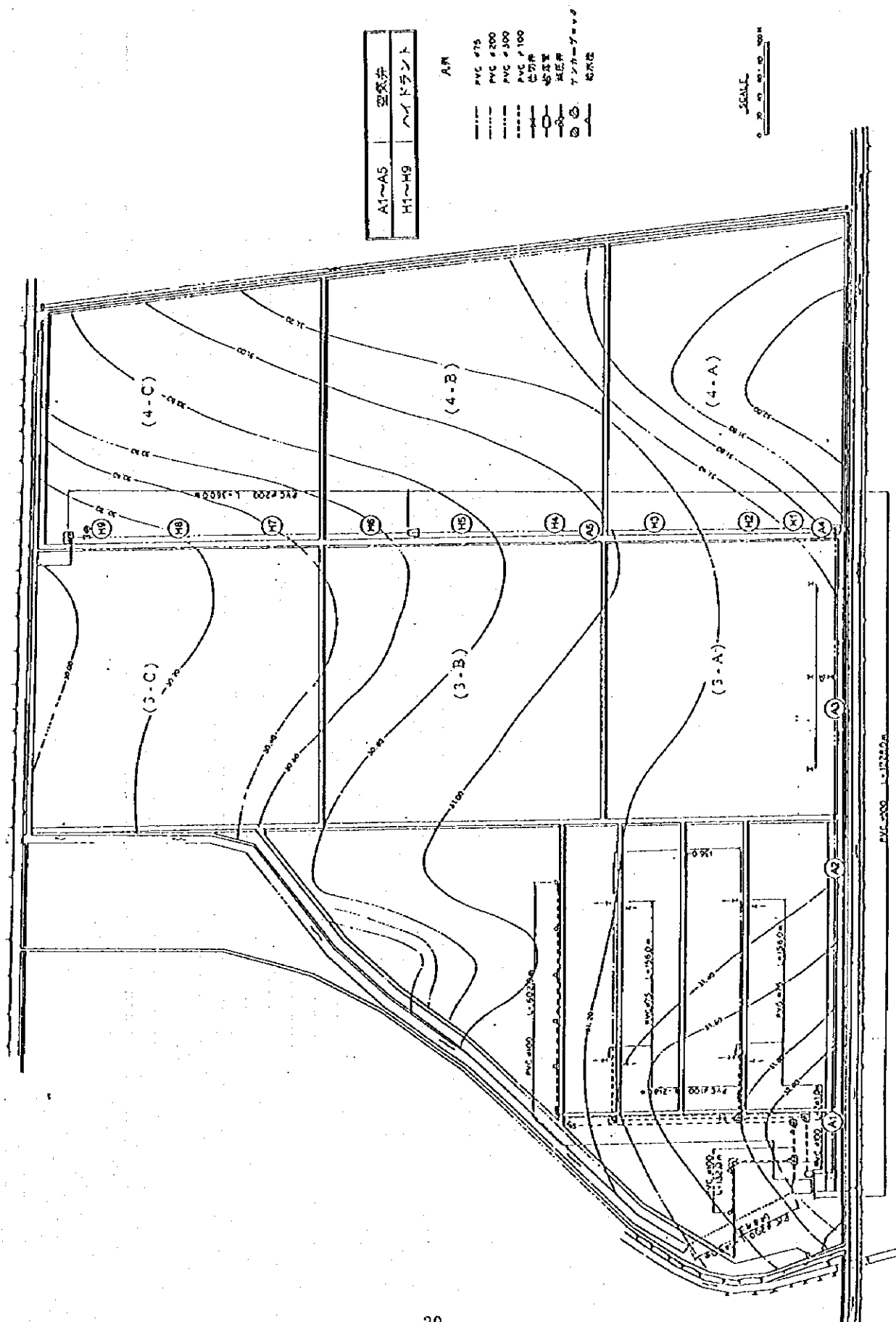
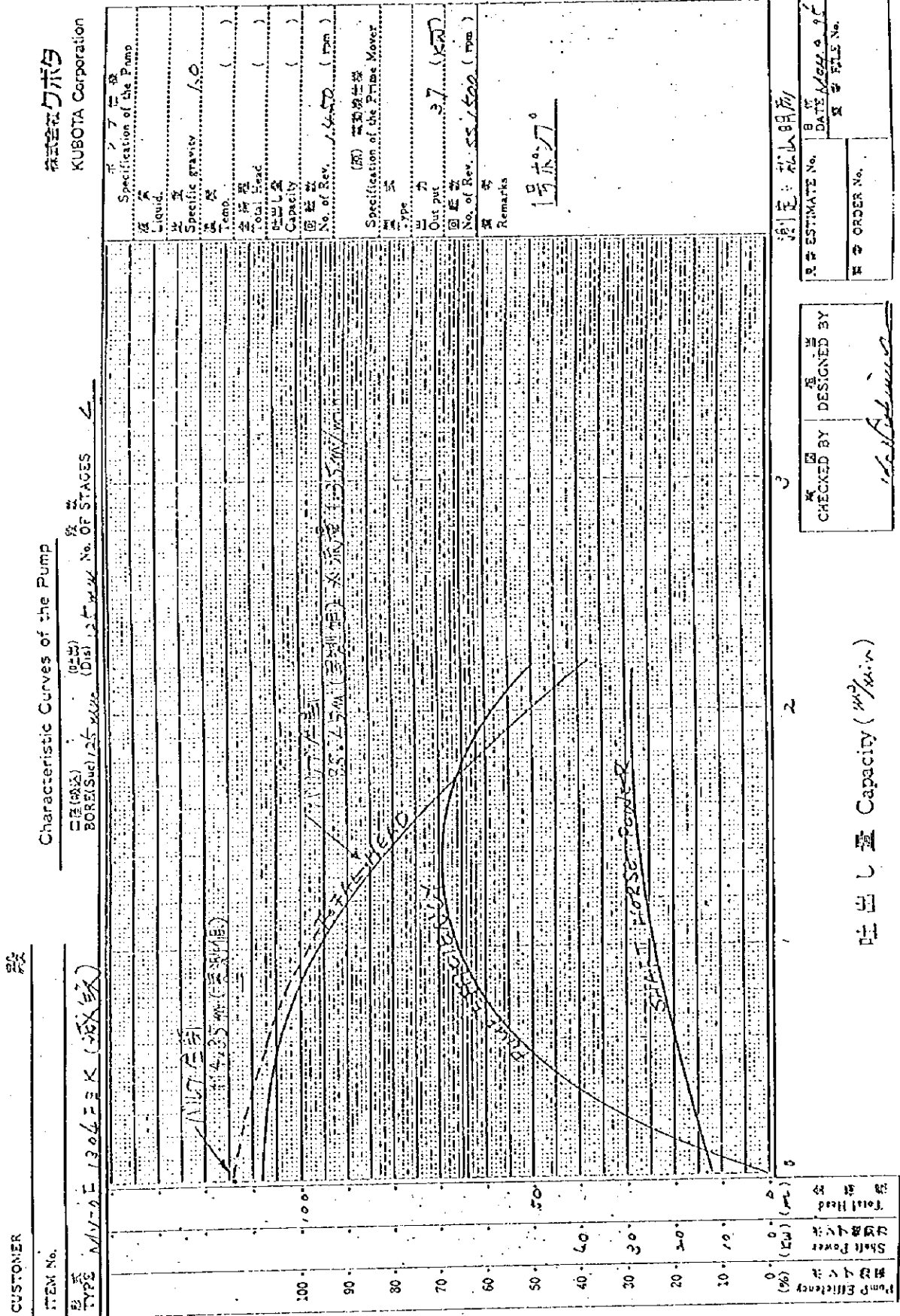
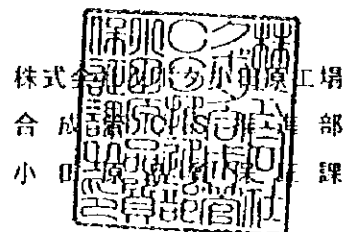


図3. 畑地用ポンプ特性曲線



# 品質調査結果報告書

平成7年6月16日



## 1. 試験日

平成7年6月13日

## 2. 試験場所

株式会社クボタ 小田原工場 品質管理センター内

## 3. 試験方法

### (1) 引張試験 (JIS K 6741 に準じて実施)

ダンベル状に切削加工した供試体を10mm/分の速さで引張り、破断までの最大荷重を求め、単位面積当たりの引張強さを求める。規格値は20℃時の引張強さ 480kgf/cm<sup>2</sup>以上。

### (2) 偏平試験 (JIS K 6741 に準じて実施)

50mm長さの管状供試体を2枚の平板の間にはさみ、10mm/分の速さで、元の外径の1/2になるまで圧縮したとき、割れ、ひびなどの異常が発生しないか調べる。

### (3) ピカット軟化温度試験 (JIS K 6741 に準じて実施)

供試体に針が1mm入ったときの伝熱媒体の温度を求める。規格値は76℃以上。

## 4. 試験結果

### (1) 引張試験 (各n=1)

	試験位置等	引張強さ (20℃換算時の値)
供試体	表面白っぽい方	568kgf/cm <sup>2</sup>
供試体	表面黒っぽい方	548kgf/cm <sup>2</sup>
弊社品	VP300	566kgf/cm <sup>2</sup>

注) 20℃時の強さに換算している。

### (2) 偏平試験 (各n=1)

	試験位置等	試験結果
供試体	表面白っぽい方	84mmで上側破壊
供試体	表面黒っぽい方	131mmで右側と下が破壊
弊社品	VP300	異常なし

### (3) ピカット軟化温度試験 (各n=1)

	試験位置等	試験結果
供試体	表面白っぽい方	83.5℃
供試体	表面黒っぽい方	84.5℃
弊社品	VP300	84.0℃

## ポンプ施設の運転操作・維持管理に関するマニュアル

(本マニュアルは、ポンプ施設全体の操作・保守に関して気が付いた点をまとめたものです。ポンプ、トラベラー等個々の機器の取り扱い、メンテナンスに関する詳細は各々の機器のマニュアルをご参照下さい。)

### I. 日常の運転操作 (ポンプのオペレーターは以下の手順に従うこと)

#### 1. 始動手順

- 1) トラベラーを灌漑する位置にセットし、レインガンをトラクターにより牽引し、灌漑準備を行う。
- 2) トラベラーをホースによってハイドラントバルブに接続した後、ハイドラントバルブを全開にする。
- 3) 以下の事項を確認する。
  - a) トラベラーが散水可能な状態になっていること。
  - b) トラベラーを接続したハイドラントバルブが開いていること。
  - c) ポンプの吐出弁が閉じていること。
- 4) ポンプを起動する。(コントロールパネルの起動ボタンを押す。) 必要であれば事前にプライミングを行う。
- 5) ポンプ吐出弁を徐々に開く。もしも、吐出圧が急に落ちるようであれば、吐出弁を開けるのをここで止めて、圧力が回復するのを待ち、圧力回復後、再び徐々に開ける。最終的には、吐出弁を完全に開くこと。
- 6) 圧力計の針が大きく振動している場合には、圧力計下部のコックを、針の振動が止まるまで徐々に閉じる。

※ ポンプ運転中は以下の事項を確認すること。

- a) 異常な騒音・振動の無いこと。
- b) ポンプ吐出圧が正常値であること。
- c) コントロールパネル上のモータ電流計が定格値以下を示していること。
- d) ポンプグランド部から少量の水漏れが継続的にあること。

#### 2. 停止手順

- 1) ポンプ吐出弁を徐々に全閉状態まで閉じる。
- 2) ポンプを止める。(コントロールパネルの停止ボタンを押す。)
- 3) ハイドラントバルブを閉じる。
- 4) トラベラーをハイドラントバルブから取り外す。

※ ハルブの開閉時には、全開・全閉にした後で、少しハンドルを逆方向に戻しておくこと。

## II. ポンプ施設の運転に関する事項（ポンプの運転をオペレーターに指示する者は以下の点に注意すること）

1. ポンプとトラベラーの運転台数を一致させること。
2. 手動運転時では、送水管内圧力が  $10\text{kgf/cm}^2$  を越えると、自動的に1台ずつ停止する。このような時には、トラベラーの運転台数を再度確認し、ポンプの運転台数をそれに合わせること。
3. ポンプ吐出弁を締め切った状態では、長時間運転しないこと。
4. 1号～3号ポンプを均等に使うようにすること。
5. ポンプ室内の排水に注意して、出来る限りポンプ室内を乾燥した状態にすること。
6. 乾期に入って初めて灌漑する場合など、送水管に水を充滿する時には、以下の要領で行う。
  - 1) 送水管末端の排泥弁またはハイドラントバルブを全開にし、排気及び排泥が可能な状態にする。
  - 2) ポンプは手動で1台のみを運転する。（充滿完了までポンプ吐出圧は低いが、ポンプの追加起動はしない。）
  - 3) ポンプ室内の流量計を確認し、送水管内の流量が  $62\text{Lit/sec}$  を越えるようであれば、ポンプ吐出弁を絞って流量を抑える。

## III. ポンプ施設の維持管理（ポンプ施設の管理担当者は以下を実施すること）

1. 年に1～2回はフート弁の分解掃除と、取水槽の掃除を行うこと。ただし、プライミングが正常に出来ない時には、その都度フート弁の分解掃除と、吸込管内の異物除去を行うこと。
  2. ポンプが満水状態にもかかわらず起動できない場合には、ポンプに取り付いている満水検知器を分解掃除し、動作を確認すること。
  3. 長期運転休止後の運転再開時等には、送水管末端のバルブを開けて排泥を行うこと。通常の運転開始時にも適宜末端バルブを開けてみて、砂・泥等が排出されるようであれば、排泥を行った後、灌漑を開始すること。
  4. 年に1～2回程度、各電源及び信号ケーブルの絶縁を点検すること。ただし、洪水等でケーブルが水没した際には、その都度点検すること。
  5. 洪水等で、空気弁が浸水した場合には、分解して洗うこと。
  6. 送水管を掘り起こした際には以下の手順に従って埋め戻すこと。
    - 1) 砂を15～20cm程度入れ、管底部を棒で付き固め、管側部を、足でよく踏み固める。
    - 2) パイプ官頂部の上10cm程度まで1)を繰り返す。
    - 3) 掘り起こした土を地表面まで数回に分けて、よく踏み固めながら埋め戻す。
- ※ 埋め戻した箇所を十分に締め固めるまでは、トラクター等の重い機械で上を通過しないこと。

## MANUAL FOR OPERATION AND MAINTENANCE OF PUMP FACILITY

This Manual describes the points which short-term experts found on the operation and maintenance of the Facility. For the detail of each equipment (e.g. pump, traveller, etc.), please refer to their own manual.

### I. Operating Procedure (For Pump Operator)

#### 1. To Start Irrigation

- 1) Set the Traveller at irrigating position and make it ready to irrigate.
  - 2) Connect the Traveller to a Hydrant Valve and open the Hydrant Valve completely.
  - 3) Make sure that
    - a) Traveller is ready to irrigate.
    - b) Hydrant valve (connected to the Traveller) is open.
    - c) Delivery valve of the Pump is closed.
  - 4) Start the Pump by pushing the Start-Button on the Panel.  
If necessary, prime the pump in advance.
  - 5) Open the Delivery valve of the Pump gradually.  
If discharge pressure goes down rapidly, stop opening the valve and wait until the pressure recovers.  
Finally open the valve completely.
  - 6) If the Pressure gauge pointer is vibrating, close the small valve under the gauge little by little until the vibration stops.
- ※ Operator should continuously check and be sure the following points during the Operation.
- a) No abnormal noise or vibration should be observed.
  - b) The delivery pressure of the Pump is to be normal.
  - c) The current meter on the Panel should indicate lower than the motor rating.
  - d) Small amount of water shall leak from the Gland of the Pump continuously.

#### 2. To Stop Irrigation

- 1) Close the Delivery valve gradually and completely.
  - 2) Stop the Pump by pushing the Stop-Button on the Panel.
  - 3) Close the Hydrant valve.
  - 4) Disconnect Traveller from the Hydrant valve.
- ※ To open or close a valve, after rotating the handle to the end, rotate the handle a little bit back in counter direction.



## II. Essentials on Operating the Facility (For the people who manage the Operation)

1. The number of operating Pumps and the number of irrigating Travellers should be exact same.
2. If the delivery pressure exceeds 10 kgf/cm<sup>2</sup> in manual operation mode, then some of operating Pumps shall stop automatically. In this case, please check the number of Travellers under operation again, and coincide the number of operating Pumps.
3. Do not operate the Pump for long time with Delivery Valve closed.
4. The pumps of No.1 to No.3 should be used evenly. (e.g. Do not use No.1 Pump only, but also use No.2 and No.3 Pumps.)
5. Please pay caution on the drainage in the Pump House and keep it as dry as possible.
6. Please follow the procedures written below to fill the Pipeline with water, for example, before the first irrigation in the season.
  - 1) Open the Drainage Valve or Hydrant Valve at the end of the Pipeline so that air and mad can go out of the Pipeline.
  - 2) Operate only one Pump. (Though the discharge pressure shall be very low until water fills the Pipeline, do not start more Pumps.)
  - 3) Check the Flow Meter in the Pump House. If the flow rate exceeds 62 Lit/sec, please close the Delivery Valve little by little until it comes lower than the Rate.

## III. Maintenance of the Facility (For the person in charge of the Facility)

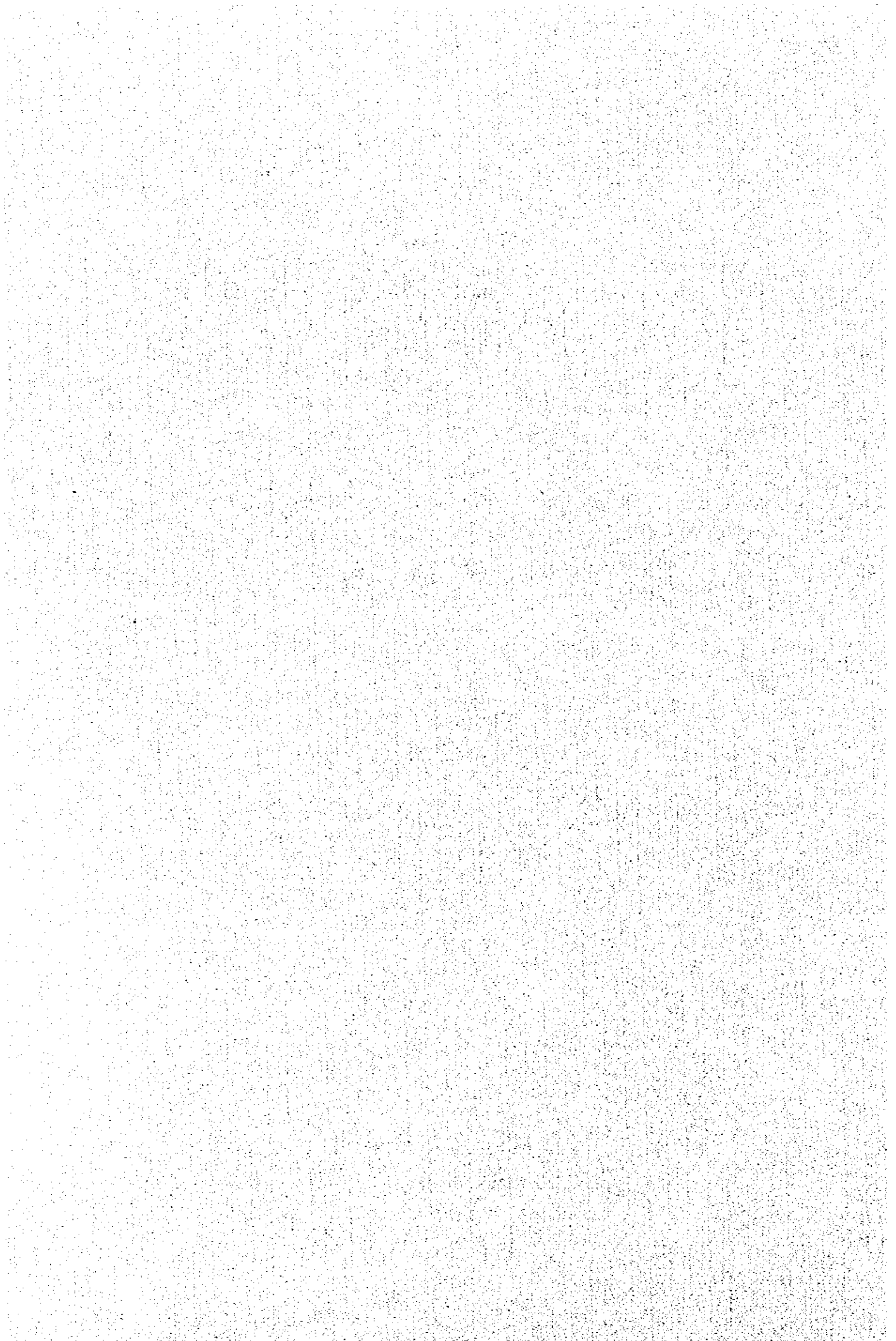
1. Clean up the Foot Valves and the Suction Pit once or twice a year. Also, in case that the priming could not be done normally, please clean up the Foot Valve and remove foreign things out of the Suction Pipe.
2. If the Pump is not able to be started even after priming, then please disconnect the Priming Detector and clean the inside, so that it may work properly.
3. Flush the Pipeline with opening the Drainage Valve at the end of the Pipeline, after long non-irrigation time. Even during irrigation season, open the Drainage Valve sometimes. And if there is some sand or mad coming out of the Pipeline, also flush the Pipeline before starting sprinkling the water.
4. Please check the insulation of Electric Cables a few times a year. Also please check it in case of having the cables soaked after flood or so on. Please be cautious of short circuit (or electric leakage), since it can be very dangerous.
5. If the Air Valves are soaked in the water because of flood or some other reason, please disassemble and clean the inside of them so that they can work properly.
6. Please follow the procedures described below when filling back the ground after digging for the Pipeline.
  - 1) Put sand 15 - 20 cm thickness in the hole. Poke the sand under the Pipe with stick and make the sand hard, and stamp the side of the Pipe with foot and harden it enough.
  - 2) Repeat the 1) process again and again until the sand level reaches 10 cm above the top of the pipe.
  - 3) Put some part of the soil which was dug, and stamp the soil enough to make it hard. Repeat the same process until it reaches the ground level.
  - ※ Do not pass on the pipe with tractor or such heavy machine until the place gets hardened enough.
  - ※ Please avoid water or humidity from the filling back place as much as possible.



# トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査 平成7年度短期専門家報告書Ⅱ.

1. 専門家氏名 : 谷川寅彦 (大阪府立大学 農学部)
2. 業務内容 : 灌漑
3. 派遣期間 : 1995年8月24日～9月20日

国際協力事業団  
農業開発協力部農業投融资課



# 目 次

## 写真

1. 派遣目的とプロジェクト灌漑関連の状況
2. インテークレート調査
3. レインガン散布分布試験
4. 実証調査地域における気象状況の位置付け
5. 平成7年度気象状況および土壌水分状況測定結果
6. 携行機材について

## 添付資料

- ・ (図1) 各種インテークレート測定法の概要
- ・ (図2) インテークレート測定とレインガン散水分布試験の概略
- ・ (図3) インテークレート測定結果 (No.1地点)
- ・ (図4) インテークレート測定結果 (No.2地点)
- ・ (図5) インテークレート測定結果 (No.3地点)
- ・ (図6) インテークレート測定結果 (No.4地点)
- ・ (図7) インテークレート測定結果 (No.5地点)
- ・ (図8) インテークレート測定結果 (No.6地点)
- ・ (図9) 観測時間中の風速分布 (測定回数：506)
- ・ (図10) 散水分布状況
- ・ (図11) 風速と散水幅の関係
- ・ (図12) 調査地域の確率降水量
- ・ (図13) スモモ園の灌漑方式区分とテンシオメータ設置位置図
- ・ (図14) キウイ園の灌漑方式区分とテンシオメータ設置位置図
- ・ (図15) 土壌水分張力の経時変化 [No.1地点(1)]
- ・ (図16) 土壌水分張力の経時変化 [No.1地点(2)]
- ・ (図17) 土壌水分張力の経時変化 [No.1地点(3)]
- ・ (図18) 土壌水分張力の経時変化 [No.2地点(1)]
- ・ (図19) 土壌水分張力の経時変化 [No.2地点(2)]
- ・ (図20) 土壌水分張力の経時変化 [No.2地点(3)]
- ・ (図21) 土壌水分張力の経時変化 [No.3地点(1)]
- ・ (図22) 土壌水分張力の経時変化 [No.3地点(2)]
- ・ (図23) 土壌水分張力の経時変化 [No.3地点(3)]
- ・ (図24) 土壌水分張力の経時変化 [No.4地点(1)]

- ・ (図25) 土壤水分張力の経時変化 {No.4地点(2)}
- ・ (図26) 土壤水分張力の経時変化 {No.4地点(3)}
- ・ (図27) 土壤水分張力の経時変化 {No.5地点(1)}
- ・ (図28) 土壤水分張力の経時変化 {No.5地点(2)}
- ・ (図29) 土壤水分張力の経時変化 {No.5地点(3)}
- ・ (図30) 土壤水分張力の経時変化 {No.6地点(1)}
- ・ (図31) 土壤水分張力の経時変化 {No.6地点(2)}
- ・ (図32) 土壤水分張力の経時変化 {No.6地点(3)}
- ・ (表1) 畑地浸入能 (インタークレート)
- ・ (表2) 畑地浸入能 (インタークレート)
- ・ (表3) 畑地浸入能 (インタークレート)
- ・ (表4) 畑地浸入能 (インタークレート)
- ・ (表5) 畑地浸入能 (インタークレート)
- ・ (表6) 畑地浸入能 (インタークレート)
- ・ (表7) 月別降水量、年降水量 (1968～1994年)
- ・ (表8) 冬季の確率降雨量



写真2 プロジェクトサイト概況 (果樹：スモモ)

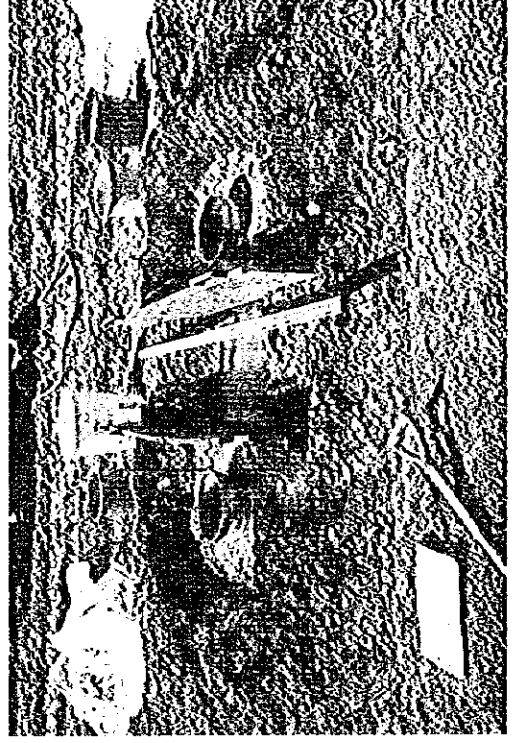


写真4 ウネ間インテンテーク調査状況 (3B1圃場)

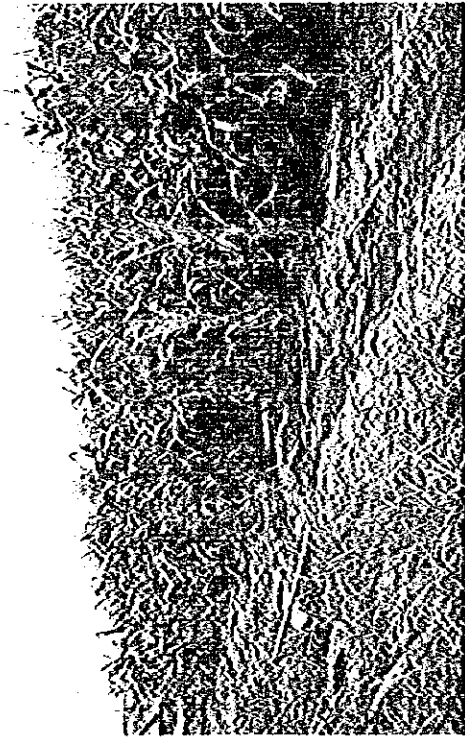


写真1 プロジェクトサイト概況 (畑作：トウモロコシ)

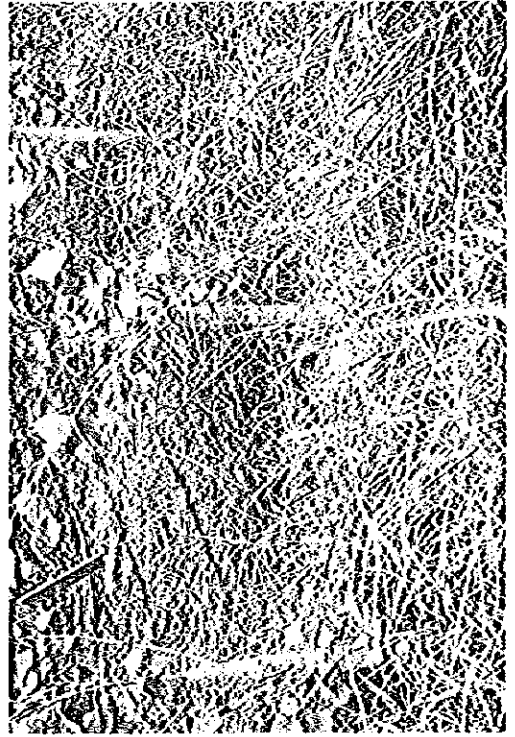


写真3 プロジェクトサイト概況 (防風林：ポプラ)





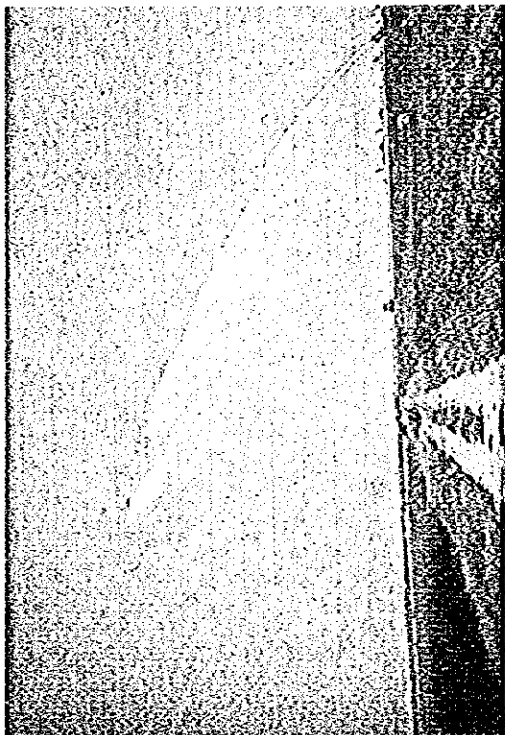


写真5 レインガン散布分布試験状況(1)

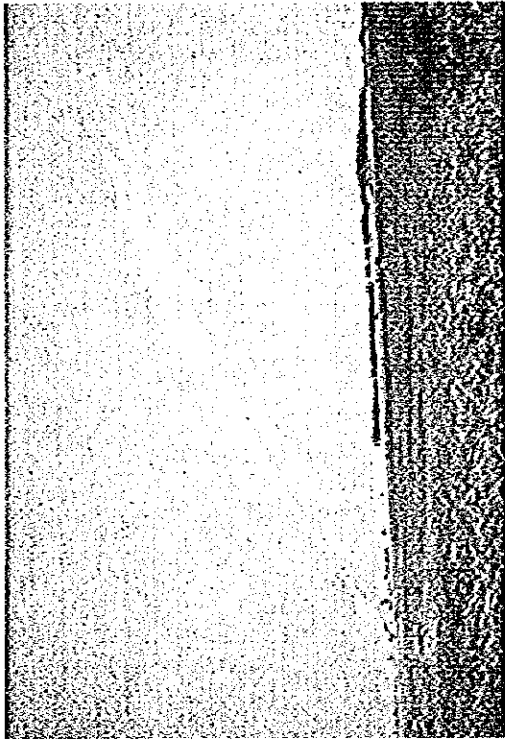


写真6 レインガン散布分布試験状況(2)

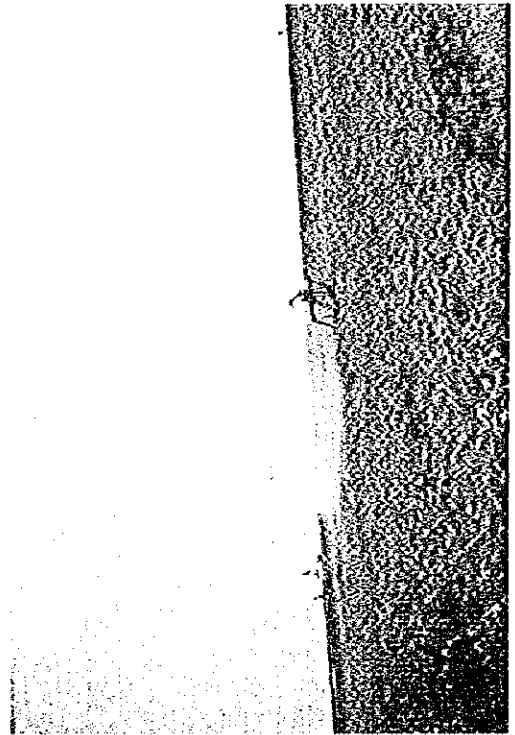


写真7 レインガン散布分布試験状況(風上側)

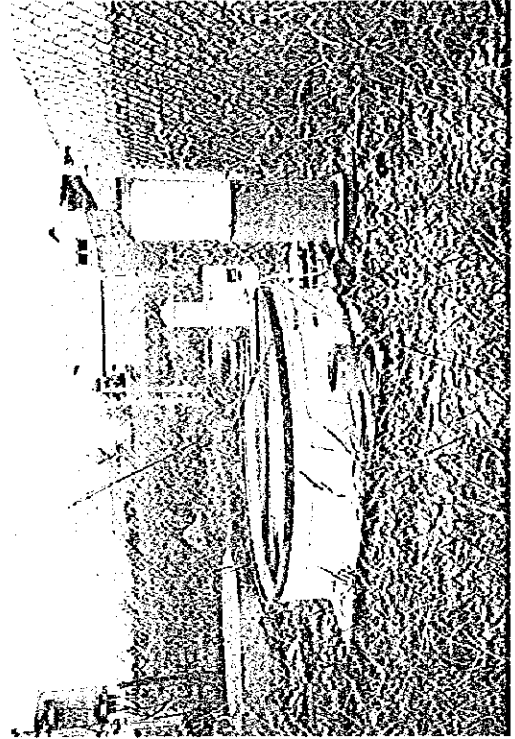


写真8 減水位計の仮設状況(蒸発計として)



## 1. 派遣目的とプロジェクト灌漑関連の状況

### (1) 派遣目的

平成7年(1995年)8月24日から9月20日までの期間、「トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査プロジェクト」に灌漑分野の短期専門家として派遣された。派遣先はトルコ共和国、アダナ県アダナ市である。目的は、トルコ共和国半乾燥地域における畑地灌漑法の検討および灌漑諸元に関するデータ収集である。調査は技術協力の対象となるトルコ国営農場経営総局(TIGEM)管轄下の農場であるチュクロバ農場内におかれた試験農場(JICAプロジェクトサイト)で実施された。今回は主として、ウネ間インタークレートの追加測定、風力下におけるリール式大型-高圧スプリンブラ(レインガン)の散布分布特性調査を行った。なお、実施項目と詳細は目次に示す順序で述べることにする。

### (2) プロジェクト(灌漑関連)の状況

本プロジェクト灌漑分野の調査状況についてみると、派遣時点で、畑地灌漑計画策定に必要な物理諸元の測定が概略終了し、補完的データの収集、同時並行的に各種灌漑関連調査試験、来年の事業移管に関連する各種整備が実施されている状況である。果樹園については施設更新など含め管理主体で作業が行われている。果樹の灌漑方法は、ドリップ灌漑、流水灌漑の併用とされている。さらに、管理の一環として、防風林の植栽(ポプラ)、試験的に暗渠排水施工が行われている。なお、野菜はマルチ栽培(トマト、メロン)ではドリップ灌漑、ダイコン、ブロッコリ栽培ではレインブームが使用されている。畑作については、レインガン(後述)、ボーダー灌漑が行われている状況である。上述の状況については写真1~3に示す。

### (3) 派遣期間と調査日程

#### - 派遣期間 -

平成7年8月24日~9月20日

#### - 調査日程 -

平成	7年	8月24日	東京	発	出国, LH711便
	7年	8月24日	フランクフルト	着	飛行機の便待ち(宿泊)
	7年	8月25日	フランクフルト	発	LH3834便
	7年	8月25日	アムステルダム	着	飛行機の乗り換え
	7年	8月25日	アムステルダム	発	TK290便
	7年	8月25日	アダナ	着	
	7年	8月26日			若干の打ち合せ
	7年	8月27日			調査計画の打ち合せ データシート等準備

7年 8月28日

TIGEMチカダ農場着任報告  
ブシイカ村においてミーティング

以後、9月14日までの期間、各種調査を実施  
TIGEMに気象資料提供を要請、受領

7年	9月15日			ブシイカ村で調査状況の報告
				TIGEMチカダ農場帰国報告
7年	9月16日			データの整理
7年	9月17日			データの整理
7年	9月18日	チカ	発	TK289便
7年	9月18日	チカ	着	
				TIGEMに帰国報告
				大使館に帰国報告
				JICAチカ事務所に帰国報告
7年	9月18日	チカ	発	LH3833便
7年	9月18日	チカ	着	飛行機の便待ち(宿泊)
7年	9月19日	チカ	発	LH736便
7年	9月20日	大阪着		帰国

(4)主要面会者リスト

日本大使館 三木秀一 書記官

JICAチカ事務所 佐々木直義 所長

農場経営総局(TIGEM)

MURAT YURDABAYRAK 灌漑専門家

農場経営総局(TIGEM)チカ農場

TUNUS TANRIVER チカ農場長

AYDIN Y. OVALI 副場長

MUSIN KUL 灌漑課長

JICAブシイカ村

北村孝 ブシイカリーダー

雨宮毅 果樹専門家

中川譲二 灌漑専門家

木村三男 野菜専門家

小村浩二 調整員

## 2. インテークレート調査

### (1) インテークレート

インテークレート調査(図1)は灌漑強度、適切な灌漑方法の選択に必要であり、畑地灌漑に必要な基礎諸元の一つである。図1上段には一般に用いられるシリングインテークレート(円筒法)の測定法を示す。ここで灌漑計画の策定にはベーシックインテークレートと(1)と呼ばれる数値が用いられる。このインテークレート(浸入度、浸透度)は一般に次式により表される。

$$D = C T^n$$

D: 積算浸入量(mm), C: 定数, T: 経過時間(min), n: 定数

これを微分して

$$I = 60 C n T^{n-1}$$

I: インテークレート(mm/h)

インテークレートの変化率がその時点のインテークレート値の1/10になった時点(Tb)の時のインテークレートの値をベーシックインテークレート(Ib)と呼び灌漑方法、灌漑強度の指標とされる。

Tb (min) は次式で示される。

$$T_b = 600 (1 - n) \text{ (min)}$$

すなわち、

$$I_b = 60 C n T_b^{n-1}$$

Ib: ベーシックインテークレート(mm/h)

### (2) ウネ間インテークレート調査の概要

#### 1) ウネ間インテークの測定法

TIGEMでは主として、ボーダー灌漑、ウネ間灌漑、移動式スプリンクラ灌漑を行っている。今回のウネ間灌漑、ウネ間インテークレートに関する調査はTIGEMからの要請があったため、1994年度に実施したシリングインテークレート試験に追加する形式で実施した。

インテークレートとは前述のように用水が単位時間に地表面から土壤中にしみ込む割合をいい、シリングインテークレートの値は散水灌漑等の全面灌漑に対する灌漑の指標として使用されるのが基本と考えてよい。ウネ間灌漑の場合は部分灌漑であり土壌への灌漑水の浸透する条件が鉛直浸潤を測定することが目的のシリング法とは若干異なる。

このためウネ間インテークレートを測定する必要が生ずる。ウネ間インテークレートには図1中段に示すように遮水板を用いた灌水法や図1下段に示すように上端と下端の

流量差により求める流入流去法等があるが、ここでは、今回実施した遮水板を用いた方法について説明する。

まず、ウネ方向に30cm~50cmの距離をとり止水鉄板（遮水板）を約30cmの深さに打込み、ウネ方向への侵入を断ち、ウネ直角方向のみに浸潤させ水量を測定する。ウネ間への給水には湛水面積を変化させないためにマリオットタンクを用いるのが良いとされる。

今回は大型マリオットタンクが現地で準備できなかったため、図1中段のマリオットタンクの代替として図1上段のシリング法に使用するフックゲージを用いて減水位を測定し（写真4）、このとき頻りに水の補給を行うことにより水面積が変化しないように心掛けた。ウネ間インタークレートの測定時間、測定結果の解析は2.(1)に準ずる。得られた測定結果からウネ間灌漑（部分灌漑）適用下の圃場当りインタークレートを決定する場合、換算は次式により行う必要がある。なお、次式を用いてシリングインタークレートからウネ間灌漑圃場当りインタークレートを算定することもできる（但し測定条件等留意する必要がある）。

$$D = C \frac{b}{B} T, \quad I b = 60 C n \frac{b}{B} T b \dots$$

（B：ウネ間隔もしくは圃場面積，b：通水幅もしくは通水面積）

## 2) 調査地点の概略と方法

本年度の春夏作管理は、今春、サブソイラで50~70cmまで耕耘、堆肥2t/10aの条件であったが圃場内に一部難透水性の場所があり、生育不良を生じた場所があるときいている。生育不良の要因としては、難透水性の場所では播種直後には土壌面が湛水したことによる種子の流亡、さらに春先では過湿、高温期には乾燥、間隙率が小さいことが生育に影響したことなどが考えられる。いずれにせよ、良好な生育、灌漑水の効率的な利用を考えるととりあえずは深耕を念入りにする等の対策が必要となろう。

インタークレートでは原理的に上記の様な土壌の物理性を厳格に把握することができないが、概略的に把握することは出来る。そこで調査は図2に示すように上記の難透水性の点が特に顕著であると聞いている3B圃場について集中的に行った。前年度のシリングインタークレート調査では、3B圃場での測定実績は1点であり、ダイズ栽培試験が実施されている状況下であった（レインガン散水実施条件下、 $Ib=166.9\text{mm/h}$ ）。

今回の調査地点では3B圃場内6点でインタークレート調査を行った。このうちトマト栽培用のウネは、春作が終わった後になってしまったため、実験のために改めてウネ立てを行い、ウネ間に通水し、数日経過した後、トマト生育管理用のマルチングフィルム被覆がない状況下で観測を行った（3点、No.1,2,5、これは派遣時期の都合による）。

ダイコン栽培地は定植直後であるが、2点行った（No.3,6）。なお、ウネ間隔はトマト180cm、ダイコン85cmである（現地での実測値）。

さらに、前年度の結果と比較の意味もあり、散水灌漑条件下でのシリングインタークレートを、レインガン散布幅試験（後述）を行っていた位置（No.4、3B3圃場内）で行った。

また、ウネ間インタークレート試験では、念の為に写真4のように遮水板両外側にシリングインタークレートで用いる緩衝溜（池）を設置し、さらに、これを活用してシリング

インテーク試験をウネ間インテーク試験に並行して行った。最後に、土壌状況の把握は実験開始時、終了時において20cmの深さから100ml未攪乱サンプルを採取し、プロジェクトサイトに備え付けの実容積計等を利用して、3相分布、乾燥密度について行った。

### (3) 調査結果

調査結果については表1～6、図3～8に示す。なお、「圃場当りベーシックインテークレート」はウネ間自体の形状だけでなく、ウネの間隔等によってもかなり異なるので表1～6中に参考に示すにとどめる。図3～8は積算浸入量の経時変化であり実線は回帰直線である。

調査結果についてみると前年度の結果、No.4以外でベーシックインテークレート1bは2.3～148.9mm/hと非常に小さい値から過大な値まで非常に幅広い分布を示しているといえる。また、近い位置にあるNo.2とNo.5を比較しても14.5mm/hと5.8mm/hであり2倍以上の開きがある。各地点のウネ間インテークとシリングインテークの結果を比較するとウネ間インテークの結果が大きくなる傾向を示した。この原因はウネ間灌漑適用条件下では灌漑水はウネの間を流下し満水するため、ウネ間下の土壌が詰って下方に水を通しにくく変化してしまい、鉛直方向への浸透は不利になり、灌漑水は主として横方向に浸透し水分補給されるという傾向を示しているものと考えられる。さらに、No.4では1b=114mm/dであり、これらのバラツキの原因としては灌漑方法の違い、土性が場所によりかなり異なること等があげられる。

このような条件の下、現地の長期専門家の各立場からの意見を重要と考え、灌漑に関連する事項を中心にプロジェクトの概要について伺った。この知見を含め、短期専門家の知見の範囲内ではあるが、本プロジェクトにおける灌漑方法としては何が適当であるか検討を試みた。検討結果については次に述べる。

### (4) 試験圃場における適切な灌漑方法

上記の各種の結果から考えて、ウネ間インテークのバラツキの大きさからウネ間灌漑を適用すると降下浸透により灌漑水の損失がかなり大きくなるのではないかと予想される。また、野菜栽培についてみると、プロジェクト圃場の場合、ウネ間灌漑を適用するとマルチ栽培ではフィルム内側への水浸透の問題があり、さらに現地が粘土質の土性が多いこともあり露地栽培、マルチ栽培とも足下が泥ねい化して生育管理、収穫等の作業性が非常に悪くなる。病気等の予防等にも若干不利であろう。そこで前年度のシリングインテークの結果も加えて判断すると、当プロジェクトに関しては灌漑分野整備について、畑作、野菜のスプリンクラ（レインガン、レインブーム）、野菜、果樹のドリップの現状の組合わせが安全で、作業性の点等も含め問題が少ないと判断される。さらに、来年のTIGEMへの引き継ぎを考慮した場合、各種施設のオペレーションマニュアル作成等が必要になる。この点について灌漑長期専門家の立案により改良整備された施設と作業手順をベースにマニュアル作成することがスケジュール的に順当であり、ウネ間灌漑を主体にしてそれを新たに組込む等の大幅の修正は時間的に困難であろう。なお、このウネ間灌漑についてはTIGEM自体、トルコ国諸研究機関、大学等が十分なノウハウを持っており、引き継ぎ後、ウネ間灌漑の適用が必要になった場合でも、トルコ側単独で十分対

応が可能である。最後に、畑作については損失水量の大きさを除外して考えれば、スプリンクラに加え、ボーダー法等の適用も可能であると考えられる。しかしながら、その結果として過剰灌漑の状況となり、地下水位が上昇することなどによる（プロジェクトサイト周辺では問題にはならないものの一般論として）塩分による障害、さらには過剰水排除、地下水位の低下のため暗渠排水施工の必要性が生じるのであれば適用は慎重に考えるべきであろう。

### 3. レインガン散布分布試験

#### (1) 調査方法

当プロジェクトでは畑作物に対する灌漑として大型スプリンクラによる灌漑が導入され実績をあげている。使用されている機種は大型スプリンクラの一種であるレインガン（パワー社製RAINSTAR）であり、風による散布ムラを低減する角度可変型ノズル（ウインドガン、口径32mm）を装着している。仰角は24°に固定されている。性能の概略は、手元圧力8kgf/cm<sub>2</sub>で散布距離についてみると無風条件で散布幅90m程度と聞いている。

調査は、上記ノズル角度、圧力を用いて、プロジェクトサイト圃場において午後、夏季に毎日の様に吹く南風（南東から南、南西の範囲とした）の条件下で風速と散布幅について観測を行った。調査地点とレインガン走路は図2に示し、図2に示す東側への到達距離、西側への距離、合計の散布幅について検討を行った。

#### (2) 調査結果

調査状況については写真5～7に示し、観測時間内の風速の分布については図9に示し、散水分布（平均値）については図10に示す。風速については1～2m/sが最も多かったが、2m/s以上の風速の度数がサンプル回数の50%以上であった。また、散水量は15mの位置が最も多いが30m前後から急減している。このタイプの大型スプリンクラの場合、散水幅の両端は重ねあわせて使用されていると考えるが、現在の計画値の80mは明らかに過大であり縮小する必要があることは明らかである。さらに、図11には風速と散水幅の関係について示す。この結果でも合計幅が風速2m/sの当りから急減しており現地の気象状況を考慮に入れると当初の計画値の修正が不可欠と考えられる。

#### (3) 今後の整備方針に関する考察

前年まで多発した、高圧パイプラインの破損事故は中川灌漑長期専門家と各専門家の尽力により、ポンプを含めた送水系の見直しの結果、ほぼ解消されたと聞いている。

このため、送水圧力が若干低下するのでスプリンクラの散布距離が若干小さくなり風の影響とともに運転圧力低下に伴う散水幅の計画値変更が必要である。これに対応して、レインガンのトラベラー（リール懸引機構）の位置を変更する必要がある。さらにトラベラーを別の場所に移動するために架設されている簡易橋の位置を変更する必要がある（これら諸点については中川専門家が具体的な案を作成され進行中である）。

なお、現時点では風が弱まる夜間の灌漑作業が不可欠な状況である。平成8年(1996年)



の引き継ぎも考慮し、夜間の労力を低減、安全性を確保するためにも上記の整備は不可欠である。

さらに、果樹園のドリップノズルの新型への更新については必要な処置であり、これは各長期専門家により果樹の生育も考慮した形で進められている。また、防風林（ポプラ、果樹園用）の育成についてドリップ灌漑が適用されており効果が上がっている（写真3）。

#### 4. 実証調査地域における気象状況の位置付け

##### (1) 解析方法

TIGEMがクダ農場に依頼し、1968年から現在までの月別降水量に関する資料を入手した（表7）。なお、解析の主要な目的は昨年（1994年）秋冬期において、果樹園に被害をもたらした降水量の水文統計的位置付けである。この目的から年間と冬季を中心とした確率降雨量の推定を行った。解析には確率水文量の推定法として岩井法を用いた。

##### (2) 解析結果と考察

表8には確率降雨量の推定結果を示し、年間降水量に対する推定結果については図12に示した。1994年10月から11月の結果についてみると10月の85.9mmの降雨は5年に1度程度の豊水年、11月の266.7mmの降雨は40年確率に迫る豊水年側の降水量である。この多量の雨によりプロジェクトサイトの圃場は非常な過湿状態となり、さらには、近辺の河川が氾濫したと聞いている。このような条件は、木灌漑短期専門家は果樹専門家ではないので断定はできないが、現地の気象状況では11月には果樹はまだ休眠期には入っていないと時期と思われ、1994年には過湿を好まない樹種では枯死等も生じるような生育に厳しい状況であったように思われる。

#### 5. 平成7年度気象状況および土壌水分状況測定結果

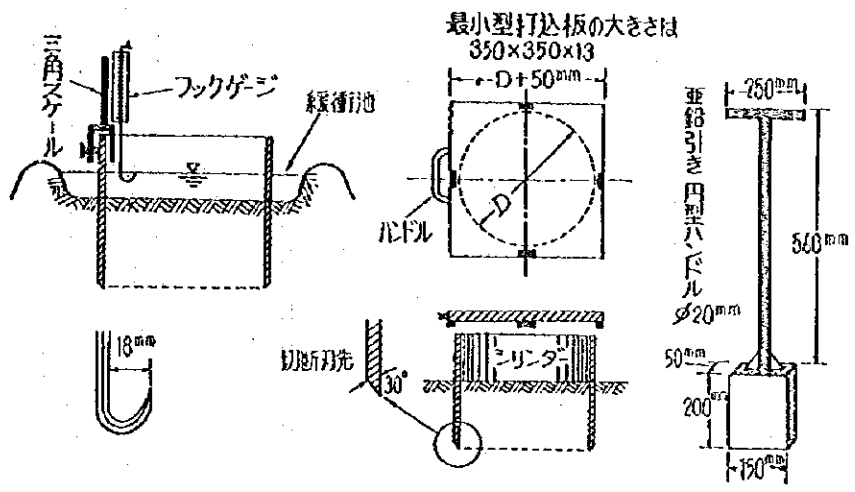
1995年の気象状況、灌漑状況、土壌水分状況については中川専門家との共同作業として本短期専門家が入手済の資料の範囲で取りまとめを行った。取りまとめの結果は、先ず、土壌水分張力の測定地点に関して、図13にスモモ園内に位置するNo.1～No.4、図14にはキウイ園内のNo.5、No.6を示す。土壌水分張力の経時変化記録（10, 50, 30, 50, 70, 90, 110cm深さの6点で把握）と気象状況（降水量、日射量、蒸発量）、灌漑の状況については各地点毎に図15～図32に示す。本取りまとめ結果は1995年度プロジェクトにおける灌漑管理実績の一資料と位置付け本報告書では参考まで添付するにとどめる。これらの結果については今後の灌漑分野報告に活用される予定である。

## 6. 携行器材について

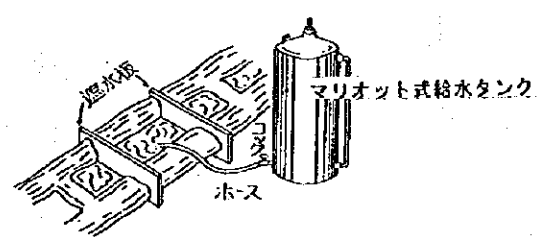
携行器材については先ず（地下）水位測定用巻尺，電気伝導度計（ECメーク），採水用真空ポンプ，パルスカウントレコーダ（転倒マス雨量計用）と記録用紙等，ハンディマノメータ（テンシヨメータ用）については主として灌漑担当長期専門家により計測作業に使用される予定である。最後に，自記減水位計については既設の自記式気象観測装置のうち，パン蒸発計のキャリブレーション用，蒸発計の移動設置用に供用される予定である。パン蒸発計の記録用に仮設した状況については写真8に示す。

## 謝辞

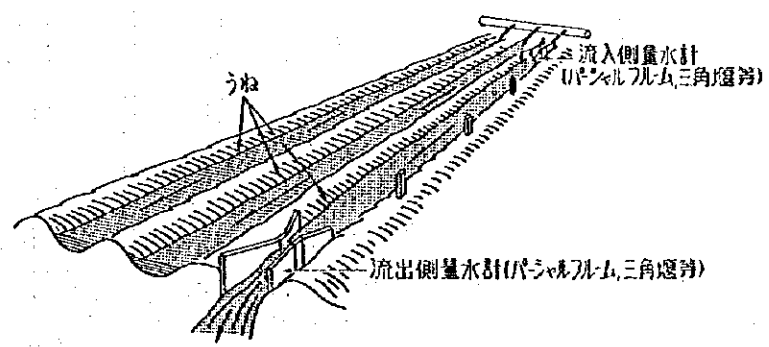
調査実施にあたって，現地JICAプロジェクトサイトの皆様，カウンターパート，関連諸機関に多大なご協力を頂きましたことに感謝致します。



円筒法



うね間湛水法



流入流去法

図1 各種インテークレート測定法の概要

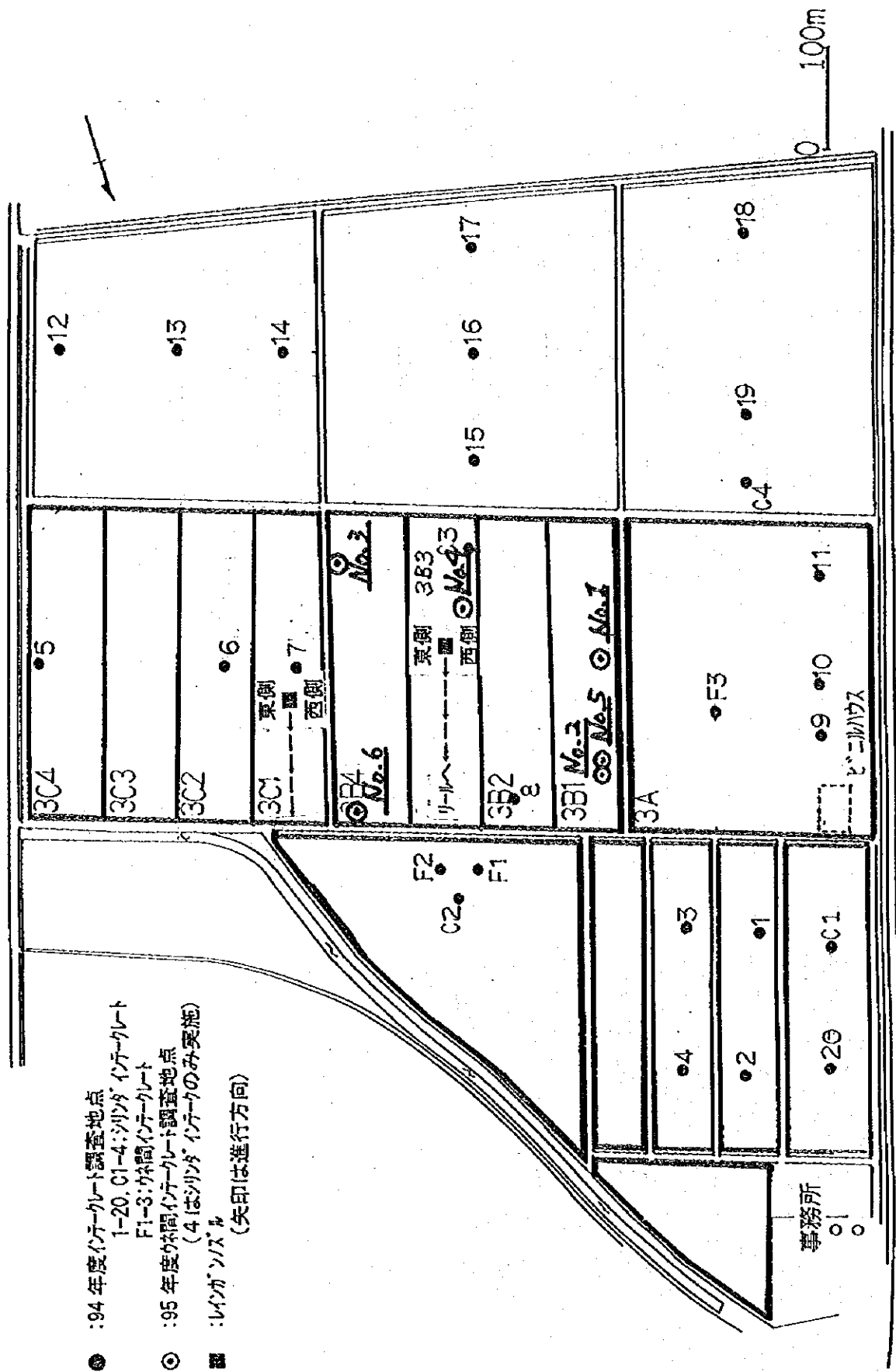


図2 インテーク測定とレイガン散水分布試験の概略  
 (3A-3C4は圃場名, 黒枠内はプロジェクト圃場)

表1 畑地浸入能 (インタークレート)

No. 1

日付	09/07		
種別	ウネ間インター	シソダインター(1)	シソダインター(2)
開始時刻	8:57	8:58	9:00
水温℃	28.5	29.5	29.5
C	26.2	23.6	21.0
n	0.20	0.17	0.13
Ib(mm/h)	2.3	1.5	0.7
ウネ間隔(cm)	180		
水面積(cm)	99		
圃場当りIb(mm/h)	1.3	0.8	0.4
3相分布			
開始時			
固相(%)	43.2	43.2	43.2
液相(%)	40.3	43.2	48.2
気相(%)	16.6	13.6	8.6
終了時			
固相(%)	41.3	41.3	41.3
液相(%)	38.6	43.8	48.8
気相(%)	20.1	14.9	9.9
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.91	1.95	2.00

時間	積算浸入量		
	ウネ間インター	シソダインター(1)	シソダインター(2)
min	mm	mm	mm
0	0.0	0.0	0.0
5	40.0	33.5	28.0
10	41.5	36.0	28.5
20	45.5	38.0	29.0
30	48.0	40.0	31.0
45	54.0	43.5	32.5
60	58.5	46.5	33.0
75	62.0	49.0	35.0
90	65.5	51.0	36.5
105	68.0	54.0	39.0
120	70.5	56.0	40.0
135	73.0	58.0	41.0
150	77.0	59.0	42.5

終了時の土壌サンプリングは深さ20cmまで掘削して水の浸入が認められなかった場合と泥ねい化が激しい場合には省略した

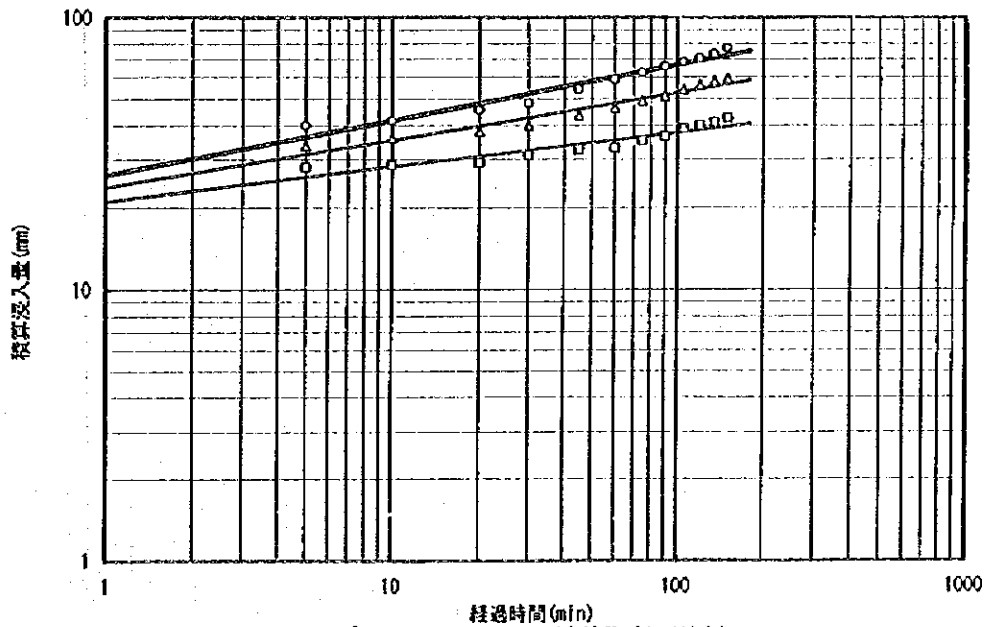


図3 インタークレート測定結果 (No. 1地点)  
(O:ウネ間インタークレート, Δ:シソダインタークレート(1), □:シソダインタークレート(2))

表2 畑地浸透能 (インタークレート)

No. 2

日付	09/07		
種別	ウネ間インターク	シソク'インターク(1)	シソク'インターク(2)
開始時刻	13:59	13:55	13:57
水温℃	30.0	30.5	30.5
C	2.1	18.7	9.2
n	0.67	0.22	0.40
lb(mm/h)	14.5	2.0	6.5
ウネ間隔(cm)	180		
水面幅(cm)	76		
畝場当りlb(mm/h)	6.1	0.8	2.8
3相分布 開始時			
固相(%)	32.2	36.9	35.3
液相(%)	43.3	43.4	41.4
気相(%)	24.5	19.7	23.3
終了時			
固相(%)	36.3	34.5	35.9
液相(%)	42.2	40.5	42.4
気相(%)	21.5	25.0	21.7
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.84

時間	積算浸透量		
	ウネ間インターク	シソク'インターク(1)	シソク'インターク(2)
min	mm	mm	mm
0	0.0	0.0	0.0
5	7.0	30.0	20.0
10	10.0	30.5	22.5
20	14.0	33.5	29.0
30	17.0	36.5	33.5
45	24.5	39.0	39.5
60	37.0	44.0	45.5
90	45.5	50.5	57.0
120	53.5	56.5	68.5
150	60.5	61.0	73.0

終了時の土壌サンプリングは深さ20cmまで掘削して水の浸入が認められなかった場合と泥ねい化が激しい場合には省略した

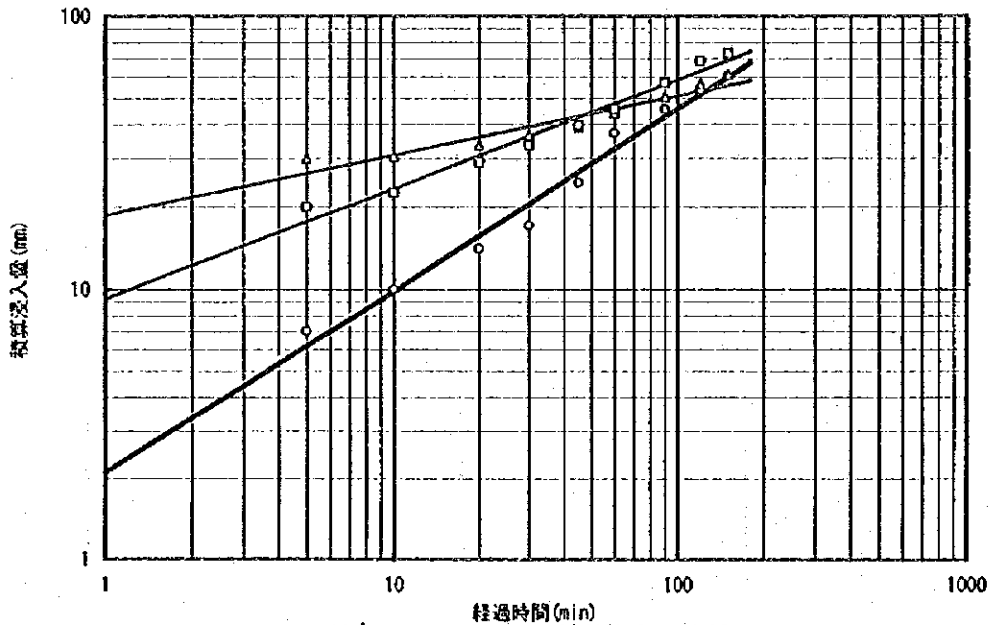


図4 インタークレート測定結果 (No. 2地点)  
(○:ウネ間インタークレート, △:シソク'インタークレート(1), □:シソク'インタークレート(2))

表3 畑地浸入能 (インタークレート)

No. 3

日付	09/08		
種別	ウネ間インター	シソクインター(1)	シソクインター(2)
開始時刻	9:43	9:37	9:39
水温℃	28.5	28.5	28.5
C	16.3	省略	省略
n	0.57	省略	省略
Ib(mm/h)	51.1	省略	省略
ウネ間厚(cm)	85		
水面幅(cm)	37		
圃場当りIb(mm/h)	22.0	省略	省略
3相分布			
開始時			
固相(%)	37.6	34.5	34.6
液相(%)	45.6	45.8	44.7
気相(%)	16.8	19.7	20.8
終了時			
固相(%)	未測定	未測定	未測定
液相(%)	未測定	未測定	未測定
気相(%)	未測定	未測定	未測定
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.84	1.83

時間	積算浸入量		
	ウネ間インター	シソクインター(1)	シソクインター(2)
min	mm	mm	mm
0	0.0	0.0	0.0
5	40.0	5.0	4.0
10	57.0	6.0	5.0
20	93.0	6.5	6.0
30	116.5	7.0	6.0
45	154.5	7.0	6.0
60	182.5	7.0	6.0
75	195.5	省略	省略
90	208.5	省略	省略
105	218.5	省略	省略
120	230.5	省略	省略

終了時の土壌サンプリングは深さ20cmまで掘削して水の浸入が認められなかった場合と泥ねい化が激しい場合には省略した

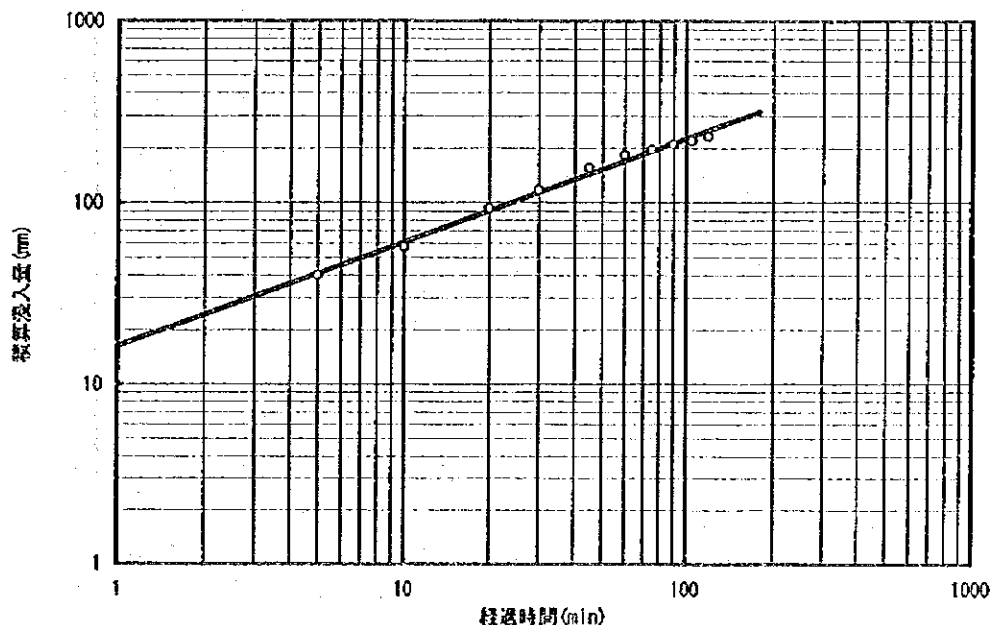


図5 インタークレート測定結果 (No. 3地点)  
(O:ウネ間インタークレート)

表4 畑地浸入能 (インタークレート)

No. 4

日付		09/08		
種別	シリングインター(1)	シリングインター(2)	シリングインター(3)	
開始時刻	14:18	14:20	14:22	
水温℃	30.5	30.0	30.0	
C	25.7	41.3	33.2	
n	0.61	0.55	0.59	
Ib(mm/h)	112.4	110.9	118.5	
ウレ間隔(cm)	85			
本面積(cm)	35			
圃場当りIb(mm/h)	46.3	46.7	48.8	
3相分布				
開始時				
固相(%)	39.0	41.2	41.5	
液相(%)	34.3	38.0	36.3	
気相(%)	26.7	20.8	22.2	
終了時				
固相(%)	未測定	未測定	未測定	
液相(%)	未測定	未測定	未測定	
気相(%)	未測定	未測定	未測定	
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.91	1.91	

時間	積算浸入量		
	シリングインター(1)	シリングインター(2)	シリングインター(3)
min	mm	mm	mm
0	0.0	0.0	0.0
5	81.0	103.0	80.0
10	108.5	143.0	133.0
20	129.0	211.0	200.5
30	180.0	271.0	262.0
45	244.5	338.5	307.5
60	306.5	395.0	360.0
75	365.0	449.5	412.5
90	424.0	496.5	458.0
105	472.0	539.0	502.5
120	522.5	573.5	543.0

終了時の上層サンプリングは深さ20cmまで掘削して水の浸入が認められなかった場合と泥むけ化が激しい場合には省略した

圃場当りIbは参考値(対行栽培を想定)

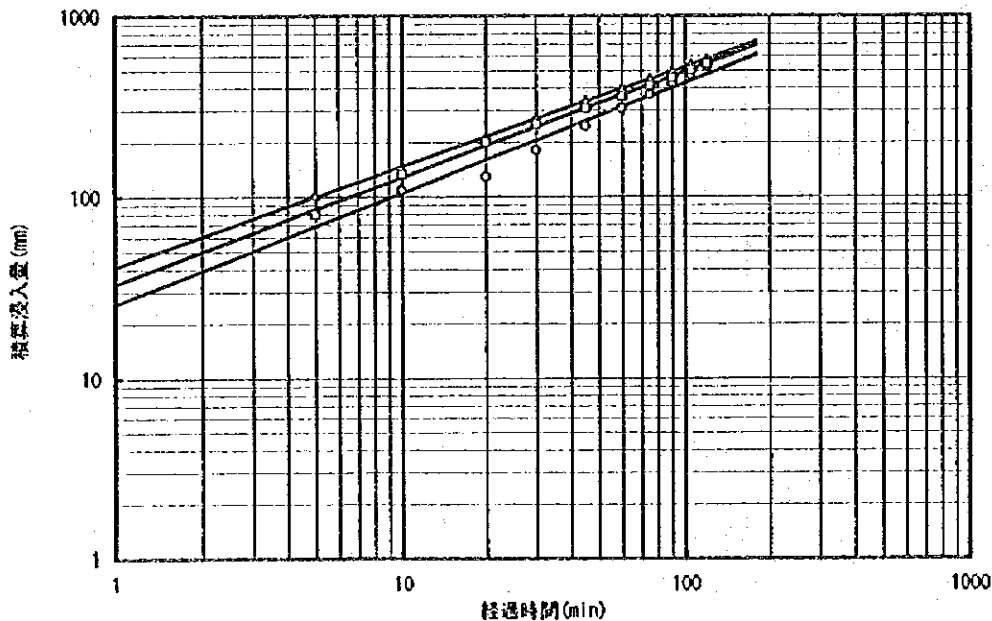


図6 インタークレート測定結果 (No.4地点)  
(○:シリングインター(1), △:シリングインター(2), □:シリングインター(3))



表5 畑地浸透能 (インタークレート)

No. 5

日付	09/11		
種別	ウネ間インター	シラダインター(1)	シラダインター(2)
開始時刻	13:29	13:27	13:28
水温℃	31.5	33.0	32.0
C	14.0	31.2	32.9
n	0.35	0.04	0.05
Ib (mm/h)	5.8	0.2	0.2
ウネ間隔 (cm)	180		
水面幅 (cm)	66		
圃場当り Ib (mm/h)	2.1	0.1	0.1
3相分布			
開始時			
固相 (%)	33.6	35.3	35.3
液相 (%)	41.4	43.5	43.3
気相 (%)	25.0	21.2	21.4
終了時			
固相 (%)	33.6	34.1	34.2
液相 (%)	45.5	44.2	45.2
気相 (%)	20.9	21.7	20.6
乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.89	1.89

時間 min	積算浸透量		
	ウネ間インター	シラダインター(1)	シラダインター(2)
0	0.0	0.0	0.0
5	26.5	33.5	36.5
10	31.0	34.0	37.0
20	37.5	35.5	37.5
30	42.0	36.0	38.5
45	48.0	36.5	39.5
60	55.5	37.0	41.0
90	69.5	37.5	42.0
120	80.5	38.0	42.5

終了時の土壌サンプリングは深さ20cmまで掘削して水の浸入が認められなかった場合と泥ねい化が激しい場合には省略した

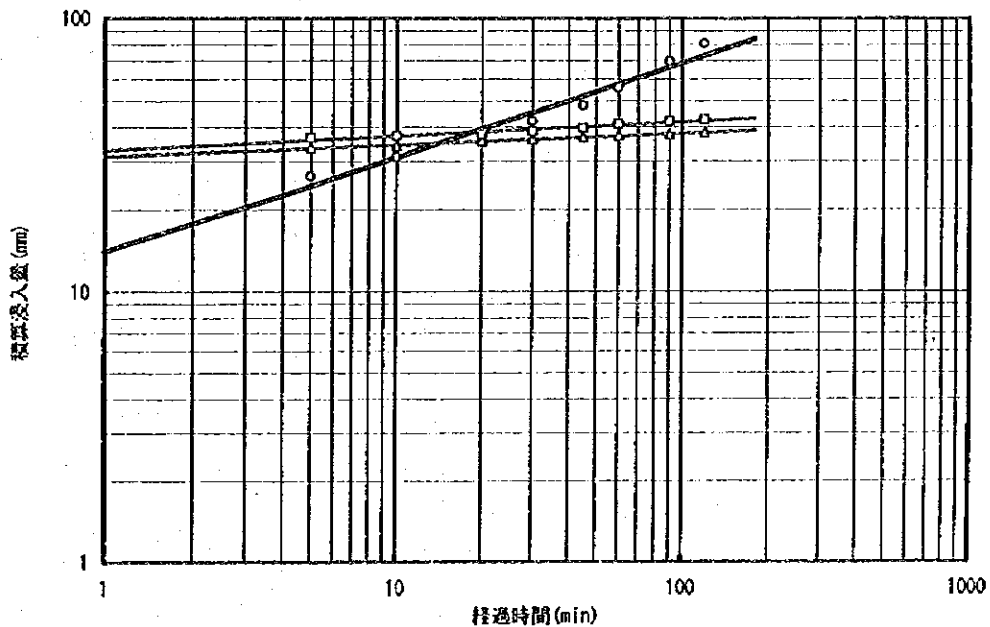


図7 インタークレート測定結果 (No. 5地点)  
(○:ウネ間インタークレート, △:シラダインタークレート(1), □:シラダインタークレート(2))

表6 畑地浸入能 (インタークレート)

No. 6

日付	09/13		
種別	ウネ間インター	シソダ'インター(1)	シソダ'インター(2)
開始時刻	13:37	13:36	13:36
水温℃	32.0	33.0	32.0
C	13.6	19.7	20.4
n	0.73	0.30	0.05
Ib (mm/h)	148.9	5.0	0.1
ウネ間隔 (cm)	85		
水面幅 (cm)	29		
圃場当り Ib (mm/h)	51.4	1.7	0.05
3相分布 開始時			
固相 (%)	46.7	47.7	47.4
液相 (%)	43.6	42.4	37.7
気相 (%)	9.7	9.9	14.9
終了時			
固相 (%)	45.8	44.9	43.0
液相 (%)	46.3	44.0	47.1
気相 (%)	7.9	11.1	10.0
乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.86	1.86

時間 min	積算浸入量		
	ウネ間インター mm	シソダ'インター(1) mm	シソダ'インター(2) mm
0	0.0	0.0	0.0
5	46.5	35.0	22.0
10	68.0	39.5	23.0
20	118.0	44.5	23.5
30	166.0	49.5	24.0
45	209.5	57.0	24.0
60	273.5	64.5	24.5
75	331.0	71.0	24.5
90	368.0	76.4	25.5
105	397.0	82.4	25.5
120	436.0	89.4	26.0

終了時の土壌サンプリングは深さ20cmまで掘削して水の浸入が認められなかった場合と泥ねい化が激しい場合には省略した

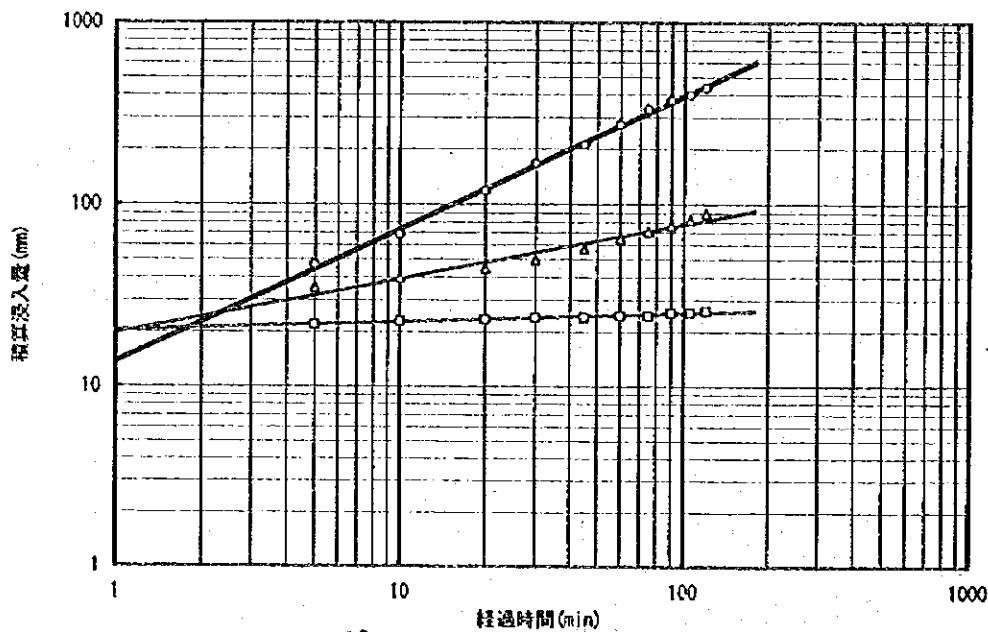


図8 インタークレート測定結果 (No. 6地点)  
(○:ウネ間インター, △:シソダ'インター(1), □:シソダ'インター(2))

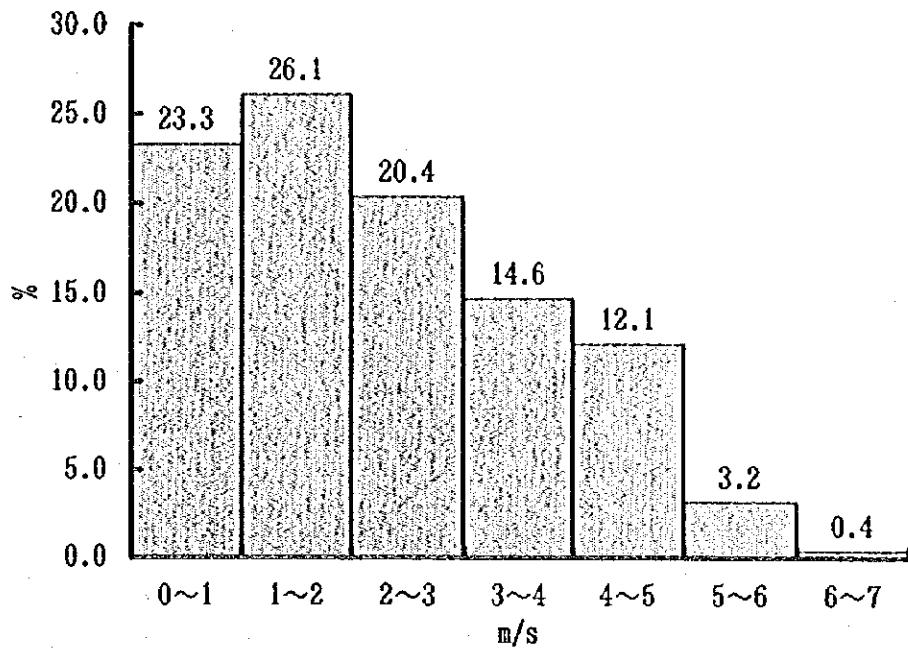


図9 観測時間中の風速分布(測定回数:506)

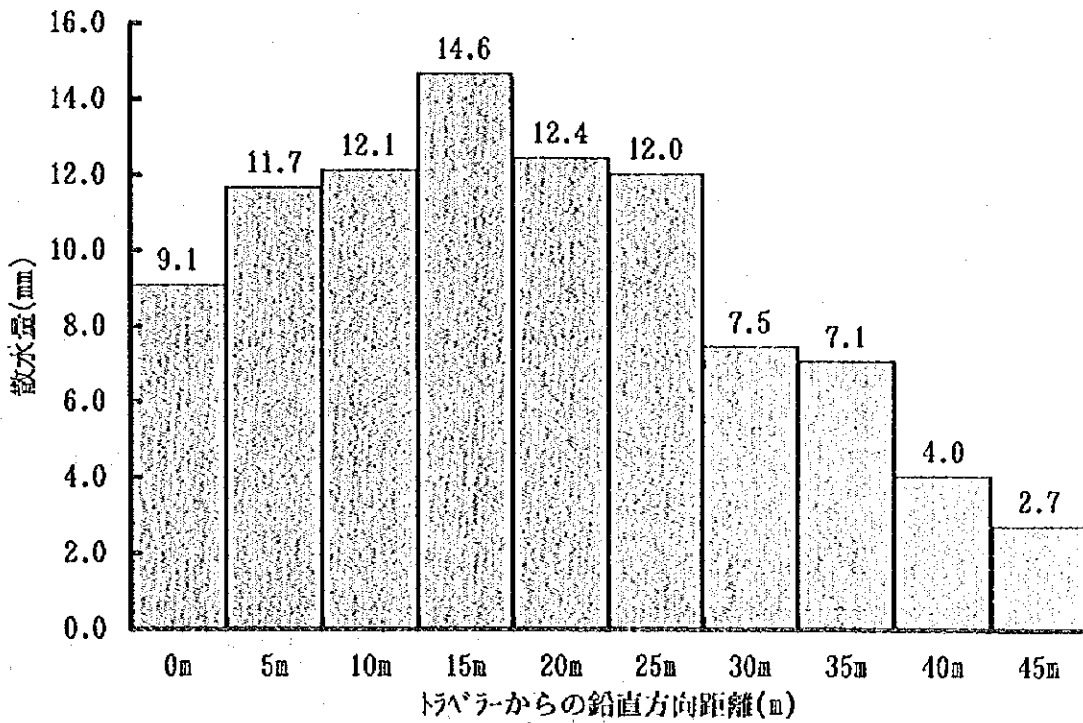


図10 散水分布状況

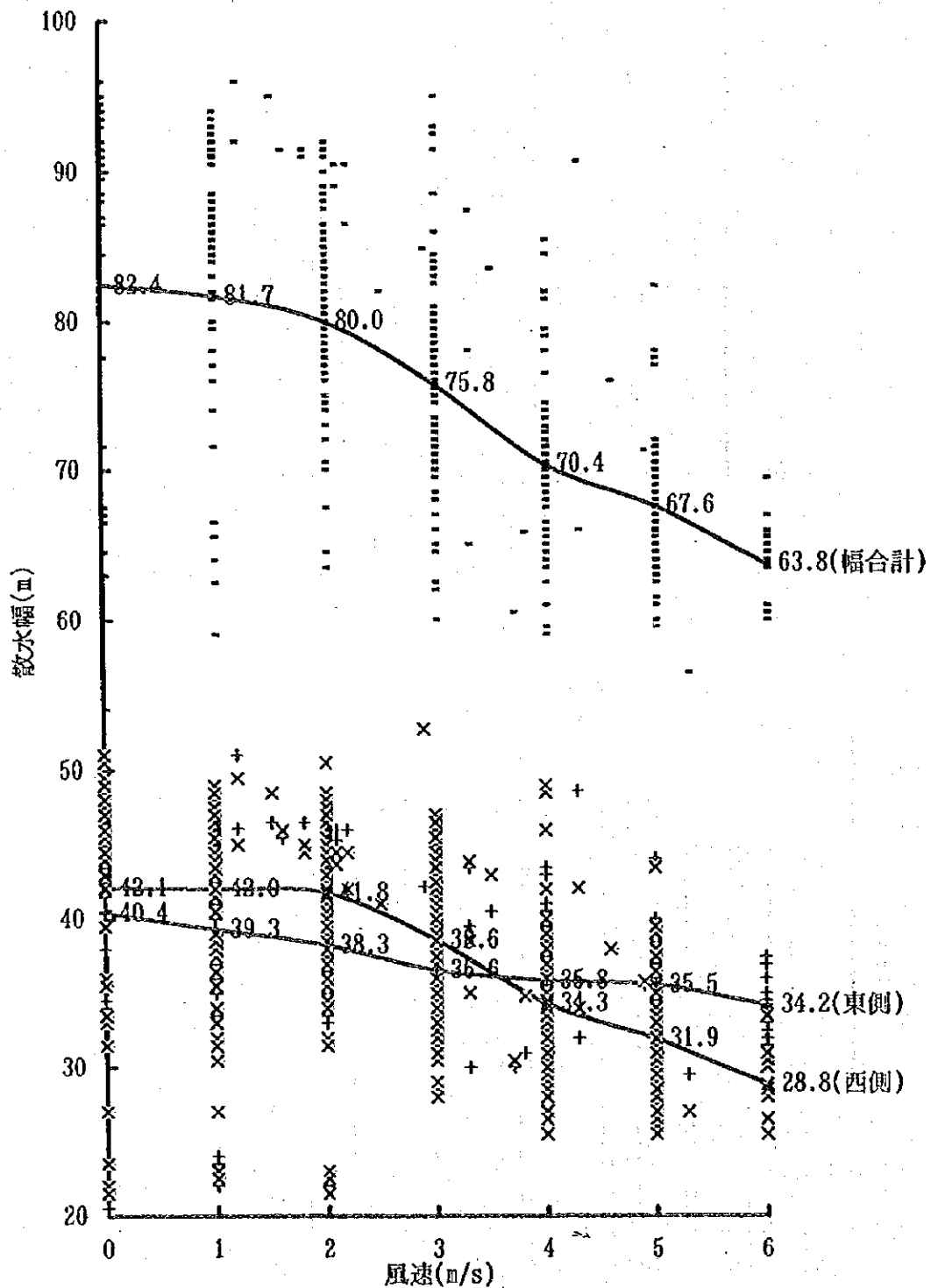


図11 風速と散水幅の関係  
 (+: 東側, x: 西側, -: 幅合計, 実線は平均値)

表7 月別降水量、年降水量(1968~1994年)

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年降水量
1968	201.4	82.2	47.8	6.0	44.0	17.1	8.6	46.0	33.7	10.0	154.6	173.1	824.5
1969	114.4	15.9	103.1	20.5	96.3	22.7	0.1	0.0	20.8	78.8	27.7	111.8	612.1
1970	33.4	104.5	49.4	20.3	53.9	15.7	18.9	0.0	9.7	53.2	83.8	44.3	487.1
1971	20.7	71.1	58.0	159.6	1.2	24.1	0.0	8.1	0.2	10.1	43.9	60.4	458.4
1972	18.8	37.9	38.9	56.1	53.1	64.5	26.0	16.0	114.9	58.7	25.8	0.0	510.7
1973	17.1	68.6	55.4	160.9	79.5	51.6	2.2	0.0	64.2	9.9	49.1	73.4	631.9
1974	133.6	39.4	65.7	77.9	16.3	0.0	0.0	81.3	27.9	62.8	17.1	188.9	710.9
1975	100.4	82.4	56.6	156.2	82.2	3.4	0.0	0.0	2.5	7.1	29.0	28.8	548.6
1976	238.7	79.3	60.8	107.1	148.2	21.8	14.2	3.6	35.3	98.2	90.1	116.4	1,013.7
1977	99.7	60.9	91.4	109.3	123.2	11.5	11.2	0.0	2.0	55.8	20.1	134.4	719.5
1978	176.6	150.8	79.9	74.7	13.7	22.1	0.0	0.0	32.0	57.2	17.9	108.2	733.1
1979	74.5	42.0	34.5	67.1	43.0	46.3	12.1	20.1	2.9	61.2	118.1	178.2	700.0
1980	145.6	87.0	144.6	95.2	33.4	34.9	0.0	0.0	4.2	58.9	40.2	64.1	708.1
1981	233.5	63.5	43.1	37.0	108.9	90.0	3.2	0.0	0.3	18.4	80.1	203.8	881.8
1982	71.2	41.2	48.7	45.9	62.2	14.6	37.3	0.1	24.3	105.8	22.4	42.8	516.5
1983	131.8	149.3	92.4	101.4	45.5	9.5	0.0	3.9	10.9	4.1	88.2	61.3	698.3
1984	119.1	95.0	68.8	118.5	24.8	2.0	13.8	7.8	0.0	1.8	73.2	58.5	583.3
1985	167.4	94.8	96.2	59.1	32.9	9.8	0.0	0.0	2.8	165.5	57.4	17.9	703.8
1986	91.1	52.3	20.6	5.1	109.4	56.7	0.0	0.0	24.5	100.8	87.8	184.5	732.8
1987	171.9	110.2	192.6	29.4	33.9	3.9	15.2	31.1	0	29.6	90.8	125.6	834.2
1988	31.6	117.3	207.9	36.9	74.5	52.2	0.0	0.0	21.0	89.1	90.0	79.5	800.0
1989	27.5	0.8	47.5	0.5	31.6	17.5	0.0	3.5	18.6	36.5	95.1	124.2	403.3
1990	34.0	142.3	43.6	73.0	18.8	47.2	2.0	0.0	44.5	43.0	60.3	67.0	575.7
1991	58.6	90.9	44.4	145.0	42.7	2.0	9.0	5.0	18.0	68.6	117.7	546.9	1,148.8
1992	8.0	51.8	26.5	15.2	122.6	36.6	5.9	0.2	40.0	11.8	262.9	131.9	713.4
1993	99.0	39.9	83.9	45.4	78.2	45.0	0.0	3.0	32.5	0.0	27.7	70.9	525.5
1994	180.8	128.5	74.8	23.2	68.4	17.5	27.8	11.0	7.5	85.9	266.7	101.9	994.0

※単位:mm

表 8 冬季の確率降雨量

確率\月	1月	2月	3月	10月	11月	12月	年降水量
平年確率	75.6	60.7	63.1	34.1	59.8	92.7	674.2
渇水年側	1/5年確率	34.8	26.0	40.1	13.2	31.3	545.4
	1/10年確率	23.2	16.7	31.6	8.1	22.3	488.2
	1/20年確率	16.6	11.6	26.0	5.4	16.9	445.5
	1/40年確率	12.4	8.4	21.9	3.8	13.2	411.5
豊水年側	1/5年確率	164.2	142.0	99.4	87.7	114.4	833.4
	1/10年確率	246.3	221.3	126.0	143.7	160.4	931.1
	1/20年確率	344.3	319.2	153.3	216.1	212.2	1,020.4
	1/40年確率	460.2	438.6	181.7	307.9	270.4	1,104.7

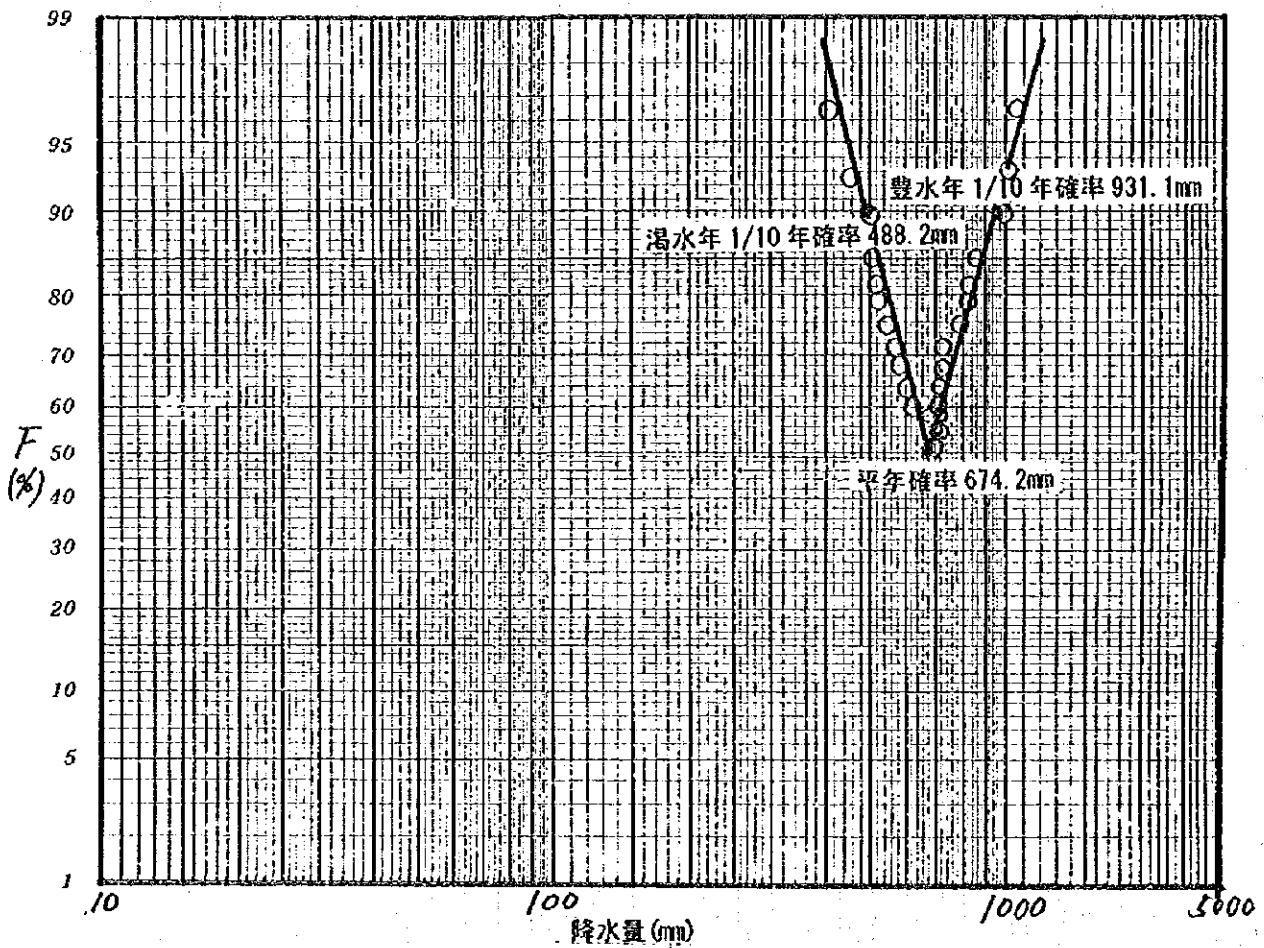


図 2 調査地域の確率降水量  
(年降水量、1968-94年)

図13 スモモ園の灌漑方式区分とテンシオメータ設置位置図

列番号	灌漑方式区分	果 樹 番 号																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	点滴	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○
2		○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○
3		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
4		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18	ミズリクラ	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
19		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
24	点滴	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
27		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
28		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
29		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
30		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
31		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
32		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
33		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
34		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
35		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
36		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
37		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
38	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
39	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
41	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
42	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
43	ミズリクラ	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
44		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
45		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
46		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
47		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
48		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
49	点滴	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
50		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
51		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

摘 要： 品 種 区 分      テンシオメータ設置場所

△：Papaz                      #1▲：6列 8番

○：Can                         #2●：19列 7番

☆：Formosa                   #3●：26列 5番

                                     #4★：47列 4番





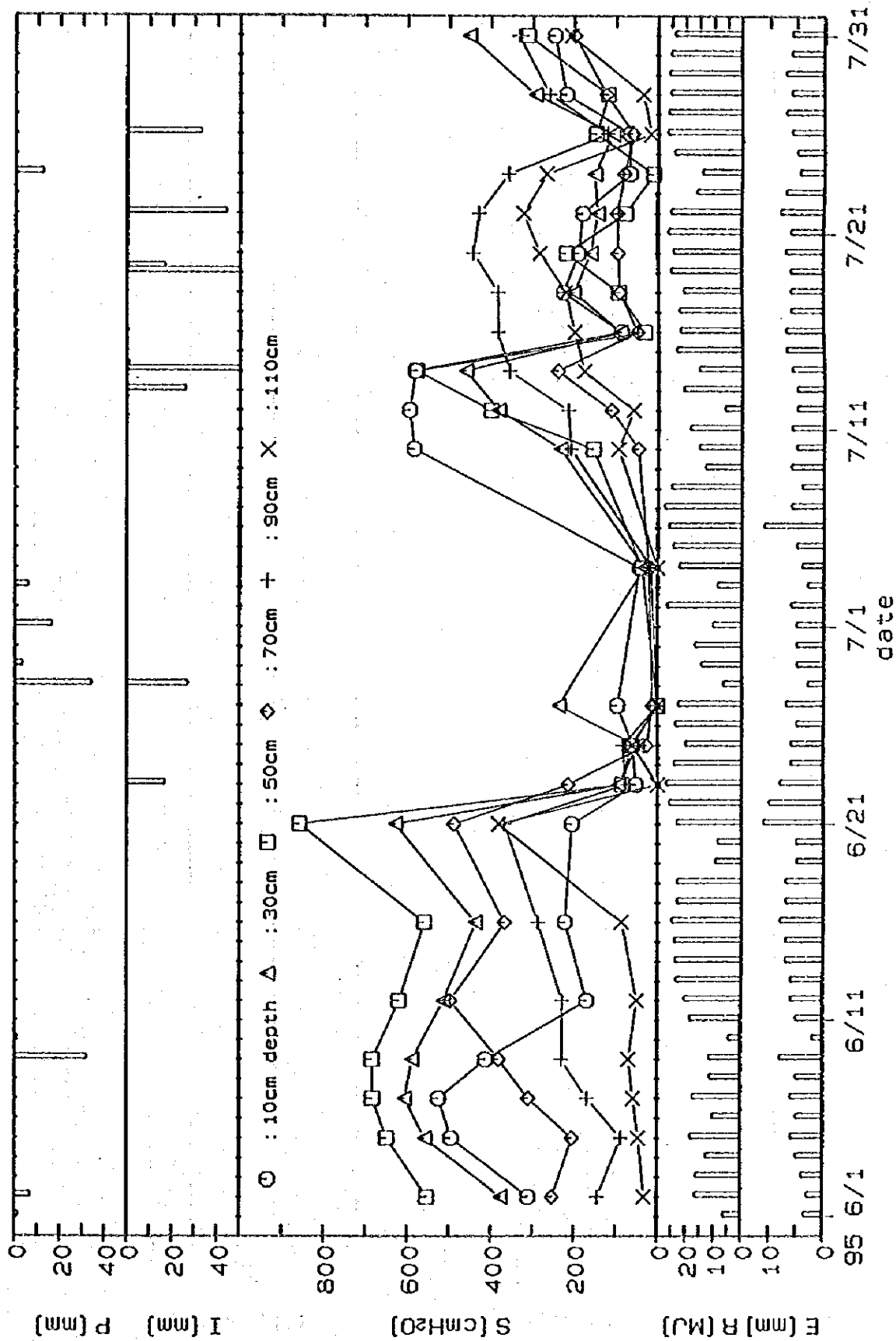


図15 土壤水分張力の経時変化{No.1地点 (1)}

(S:土壤水分張力, P:降水量, I:灌漑水量, R:日射量, E:パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.1 (1)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

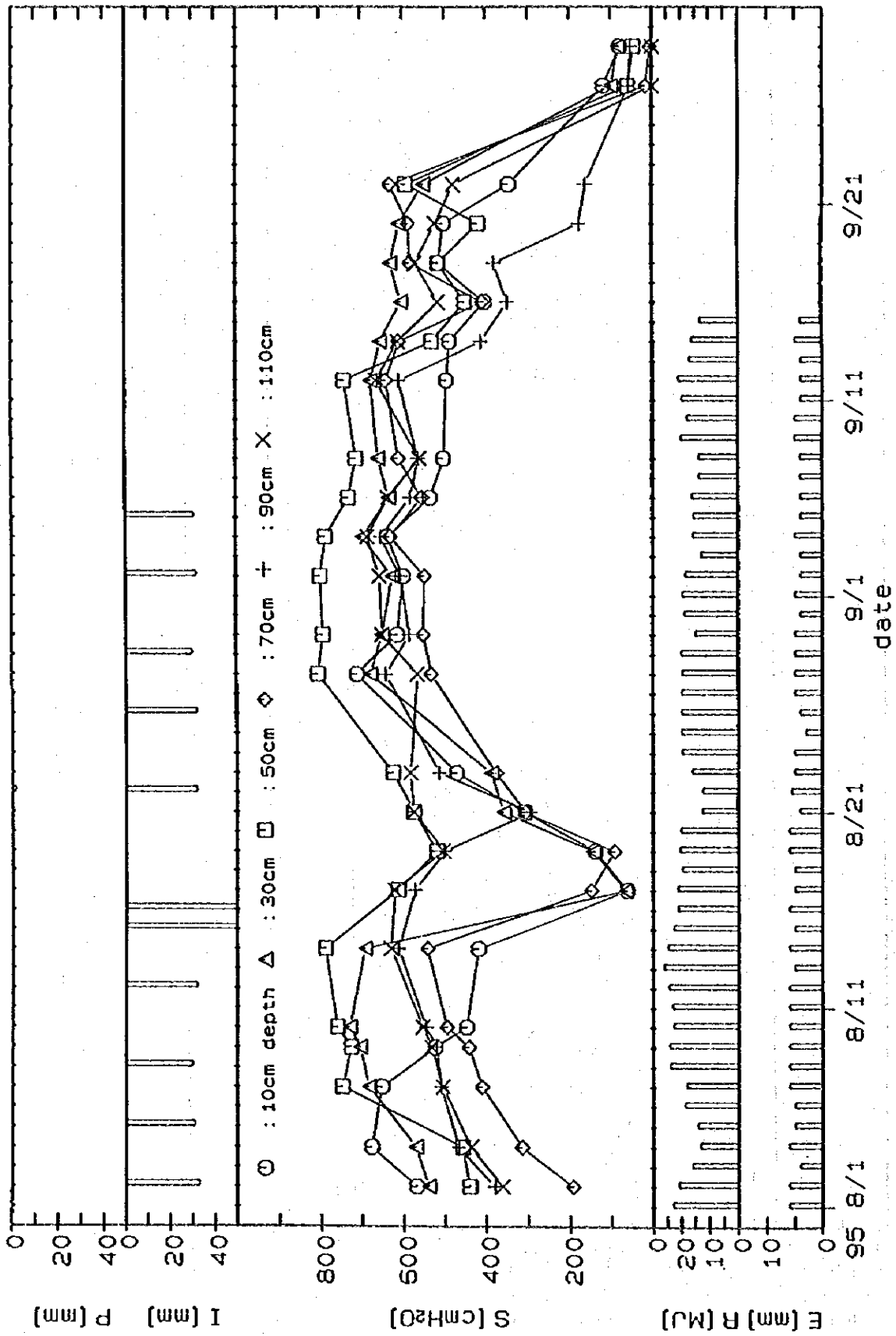


図16 土壤水分張力の経時変化(No.1地点 (2))

(S:土壤水分張力,P:降水量,I:灌漑水量,R:日射量,E:パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.1 (2)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

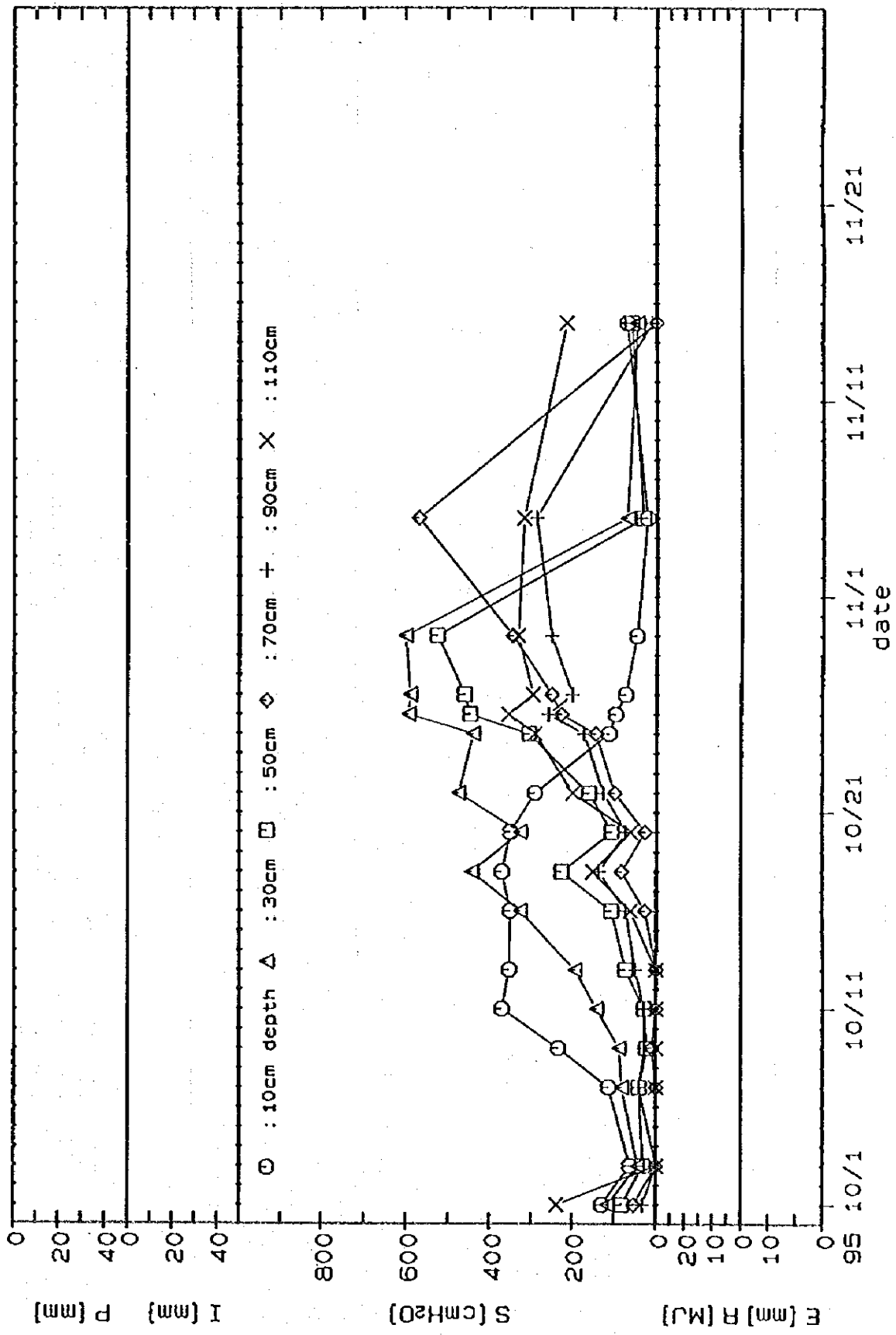


図17 土壤水分張力の経時変化 (No.1 地点 (3))

(S:土壤水分張力, P:降水量, I:灌漑水量, R:日射量, E:パン蒸発計蒸発量)  
 Fluctuation of soil moisture suction at the location No.1 (3)

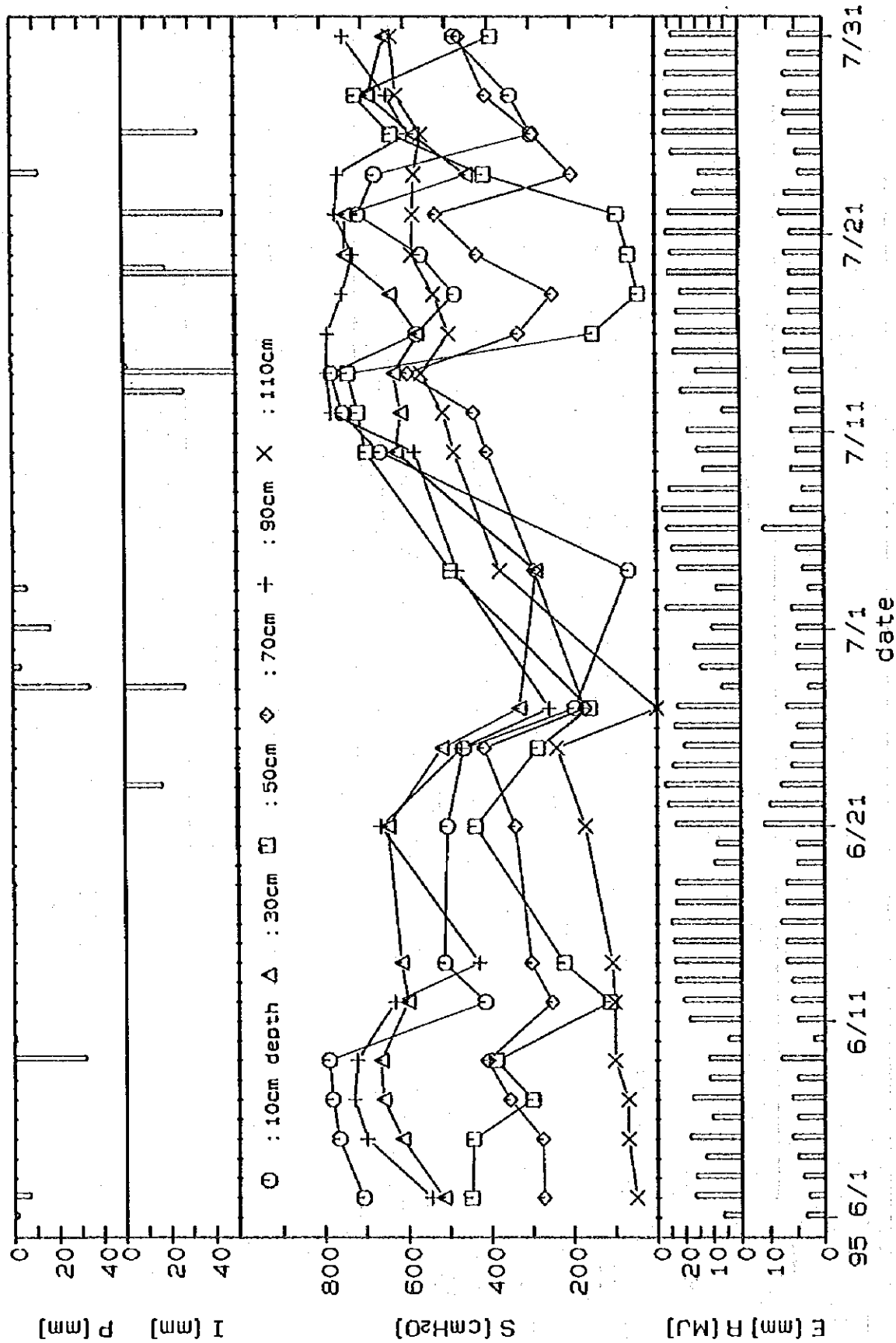


図18 土壌水分張力の経時変化{No.2 地点 (1)}

(S: 土壌水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.2 (1)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

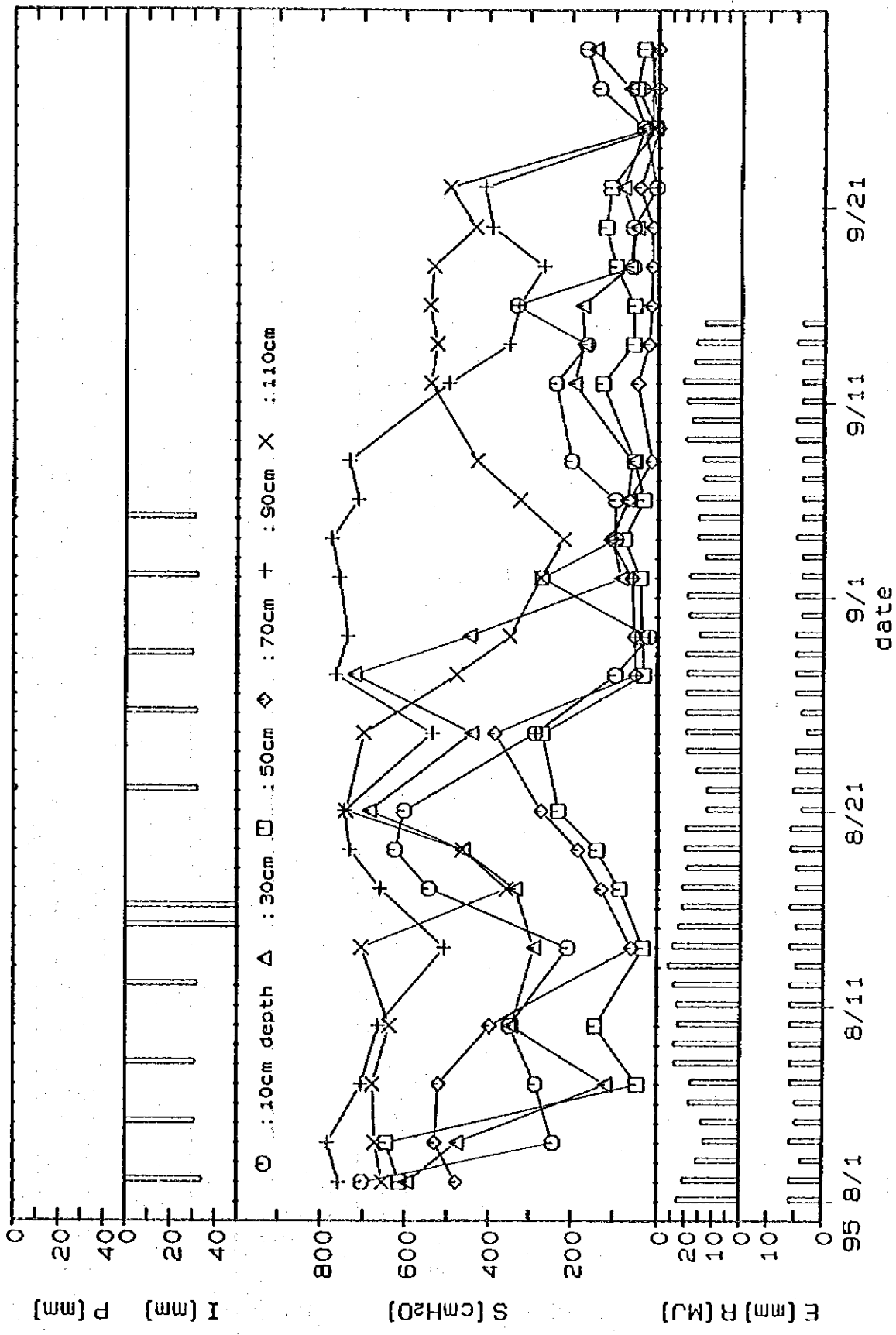


図19 土壌水分張力の経時変化 {No.2 地点 (2)}

(S:土壌水分張力, P:降水量, I:灌漑水量, R:日射量, E:パン蒸発計蒸発量)  
 Fluctuation of soil moisture suction at the location No.2 (2)  
 (S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: radiation, E: pan evaporation)

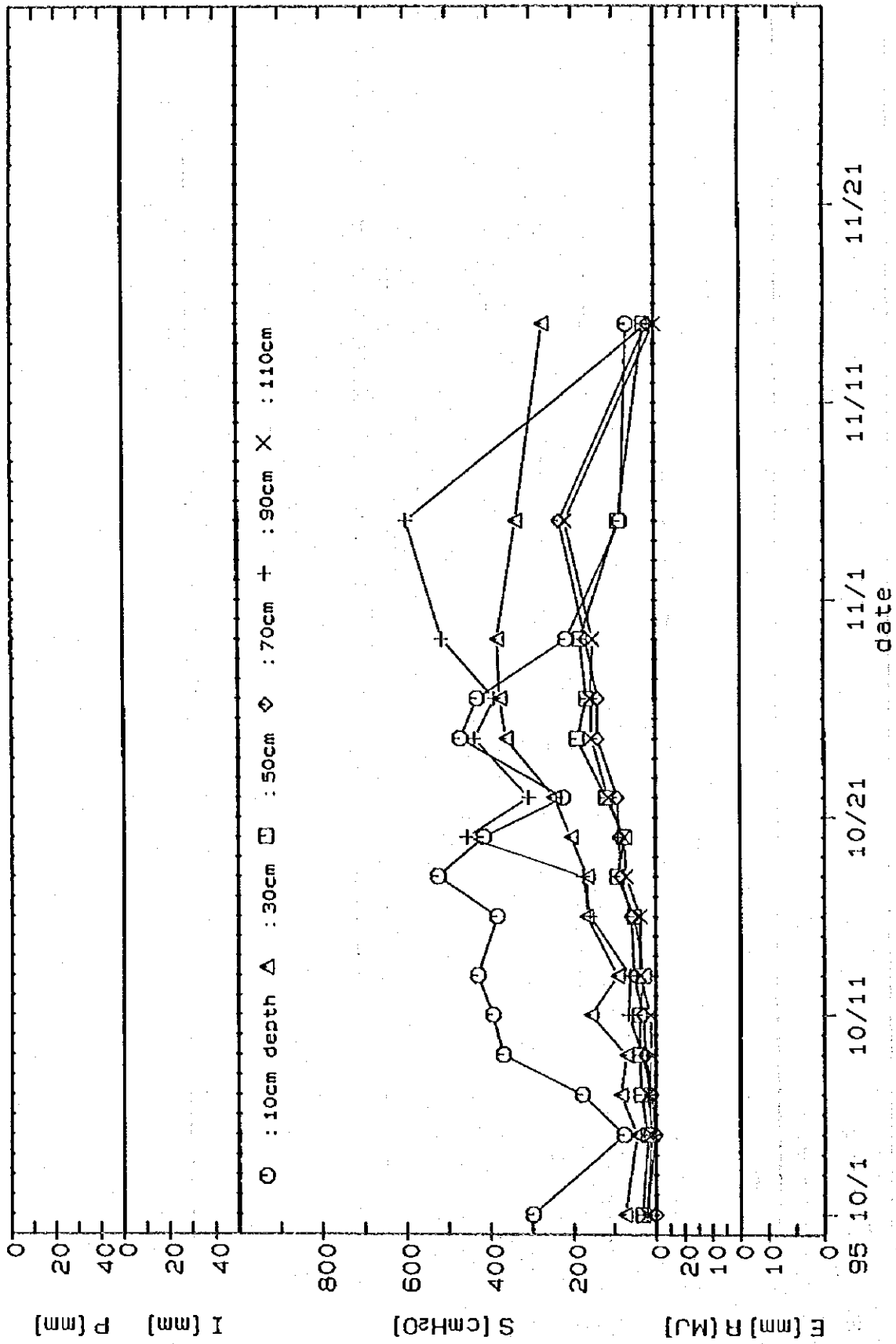


図20 土壌水分張力の経時変化 (No. 2 地点 (3))

(S: 土壌水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)  
 Fluctuation of soil moisture suction at the location No.2 (3)  
 (S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

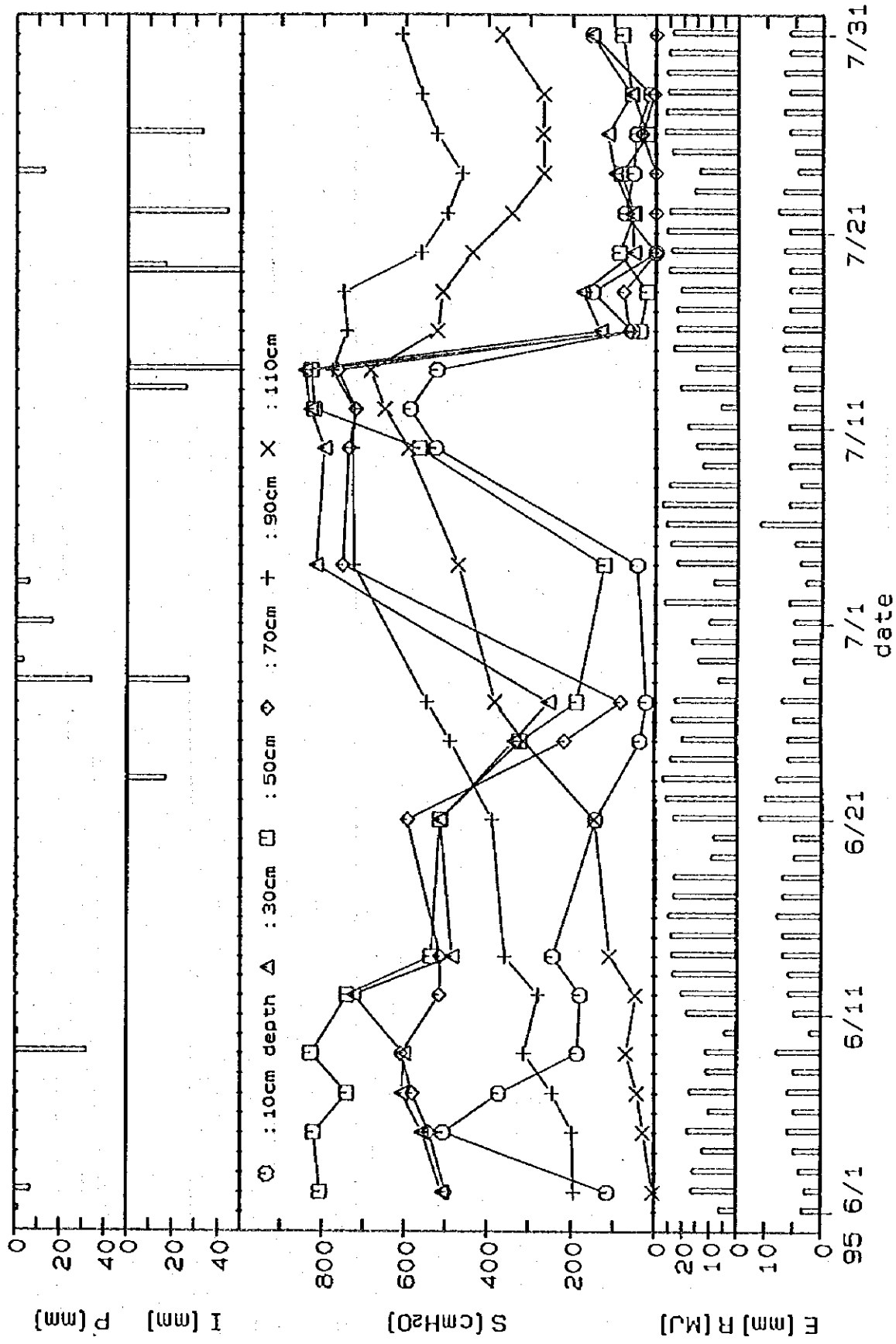


図21 土壤水分張力の経時変化 (No.3 地点 (1))

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)  
 Fluctuation of soil moisture suction at the location No.3 (1)

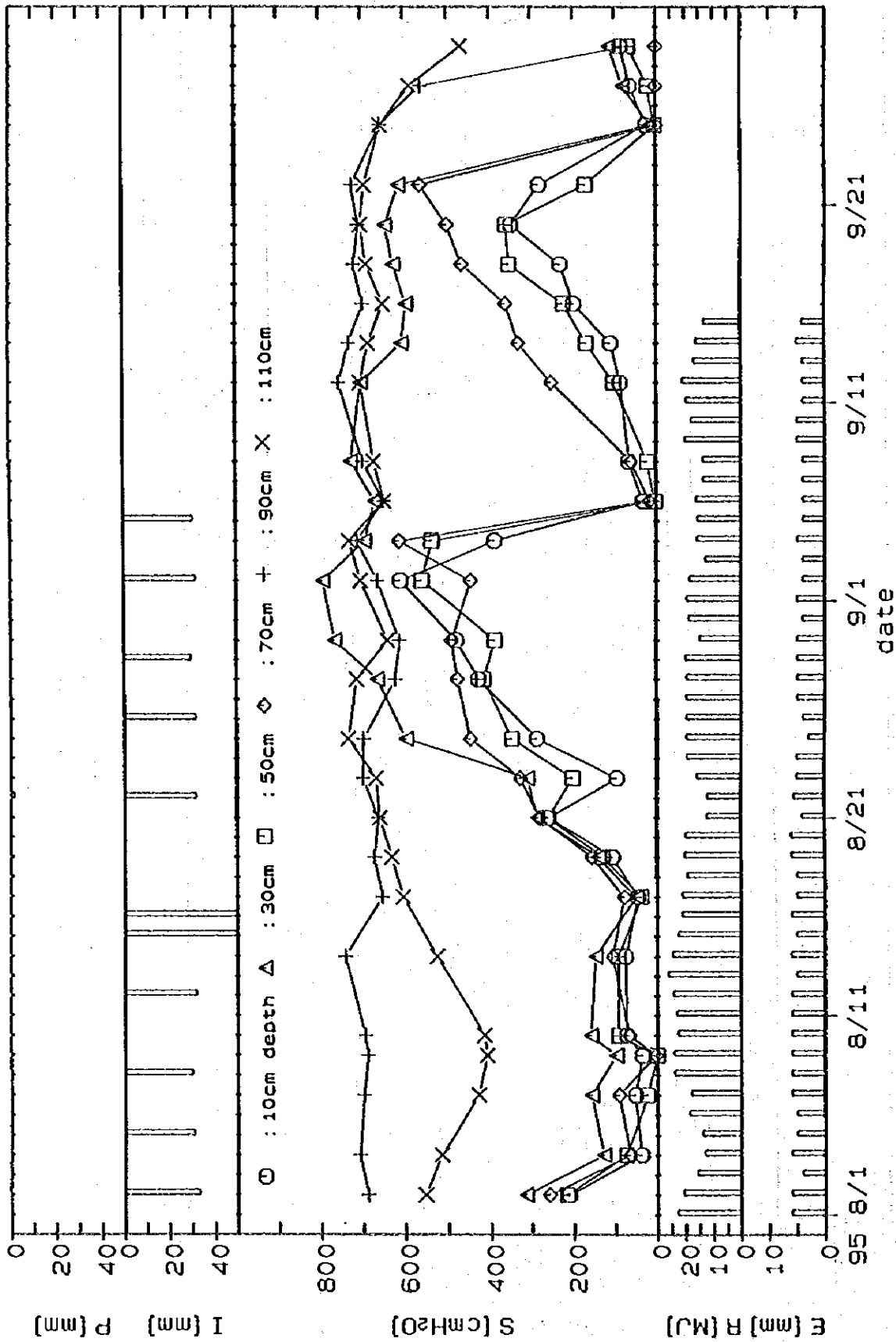


図22 土壌水分張力の経時変化 (No. 3 地点 (2))

(S: 土壌水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No. 3 (2)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)



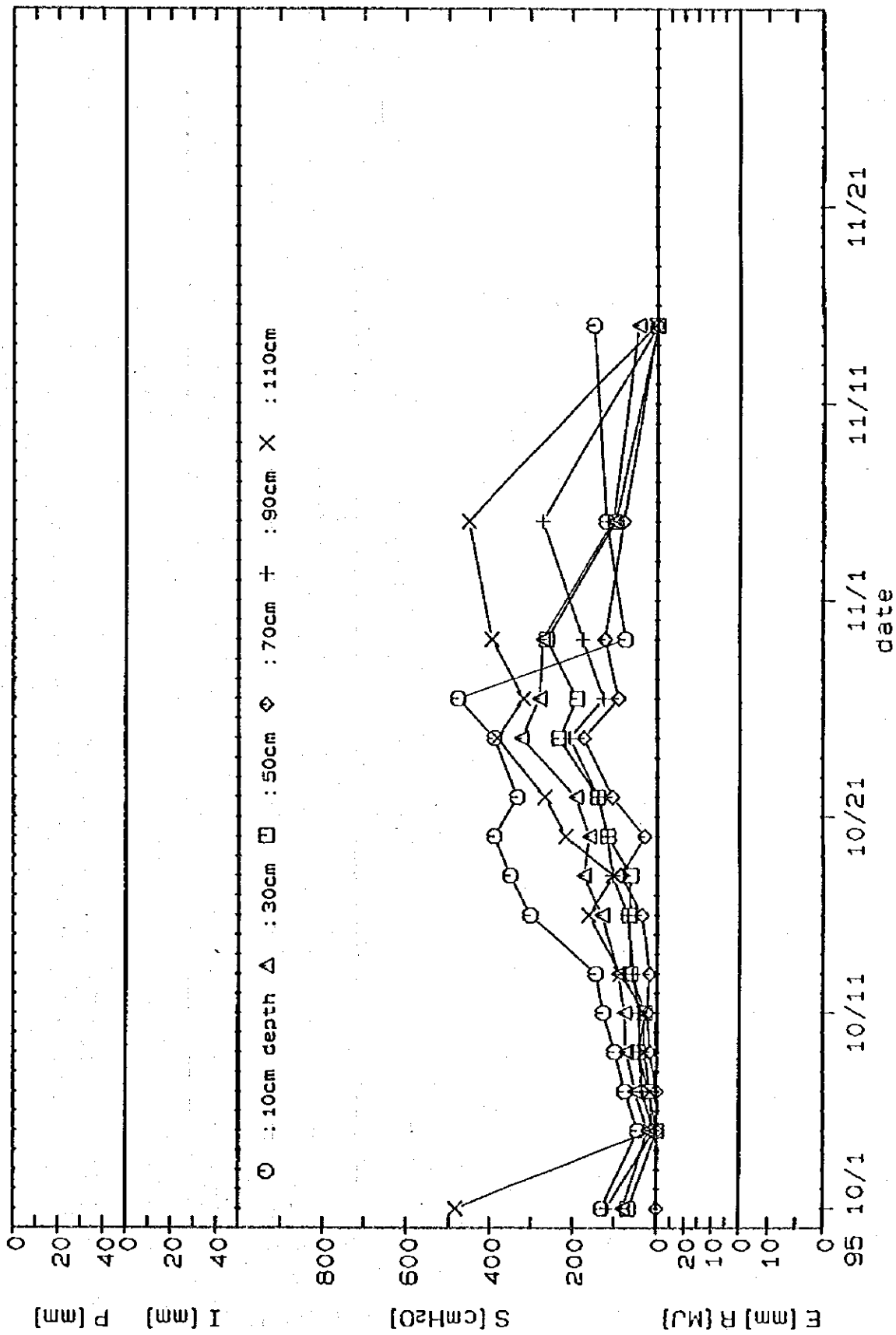


図23 土壤水分張力の経時変化 [No. 3 地点 (3)]

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌溉水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)  
 Fluctuation of soil moisture suction at the location No. 3 (3)

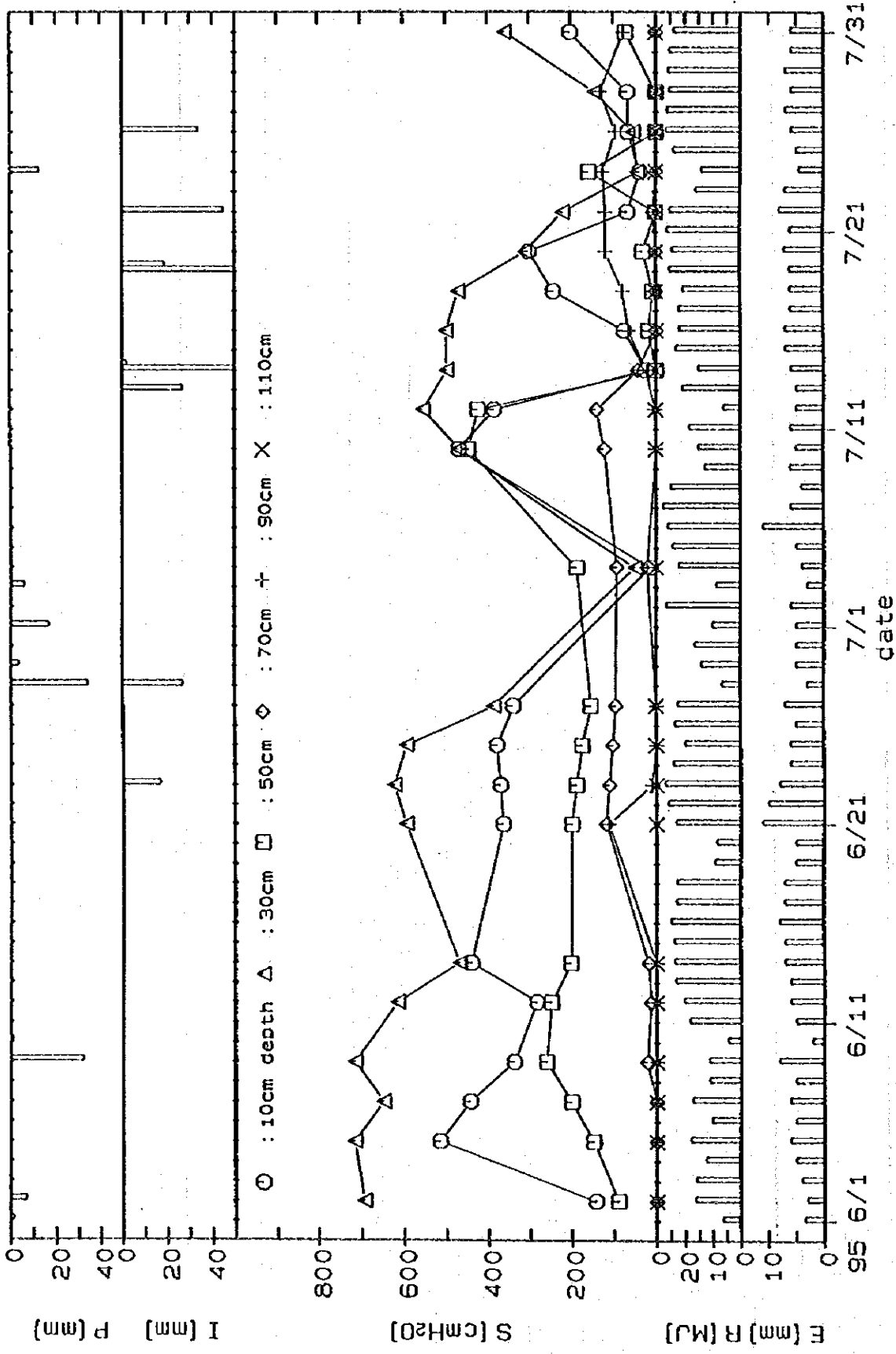


図24 土壤水分張力の経時変化(No.4地点 (1))

(S:土壤水分張力, P:降水量, I:灌漑水量, R:日射量, E:パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.4 (1)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

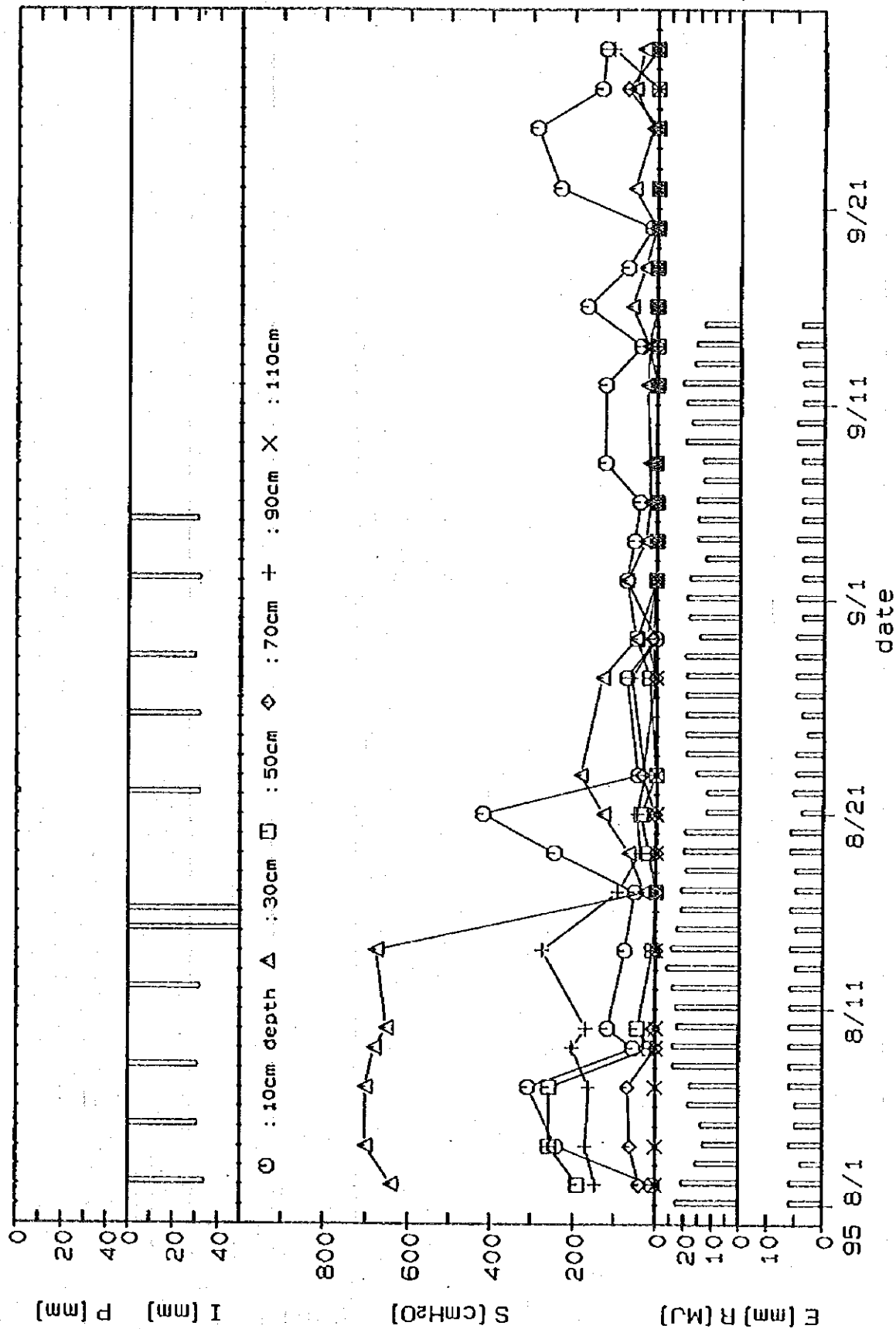


図25 土壌水分張力の経時変化 (No. 4 地点 (2))

(S: 土壌水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.4 (2)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

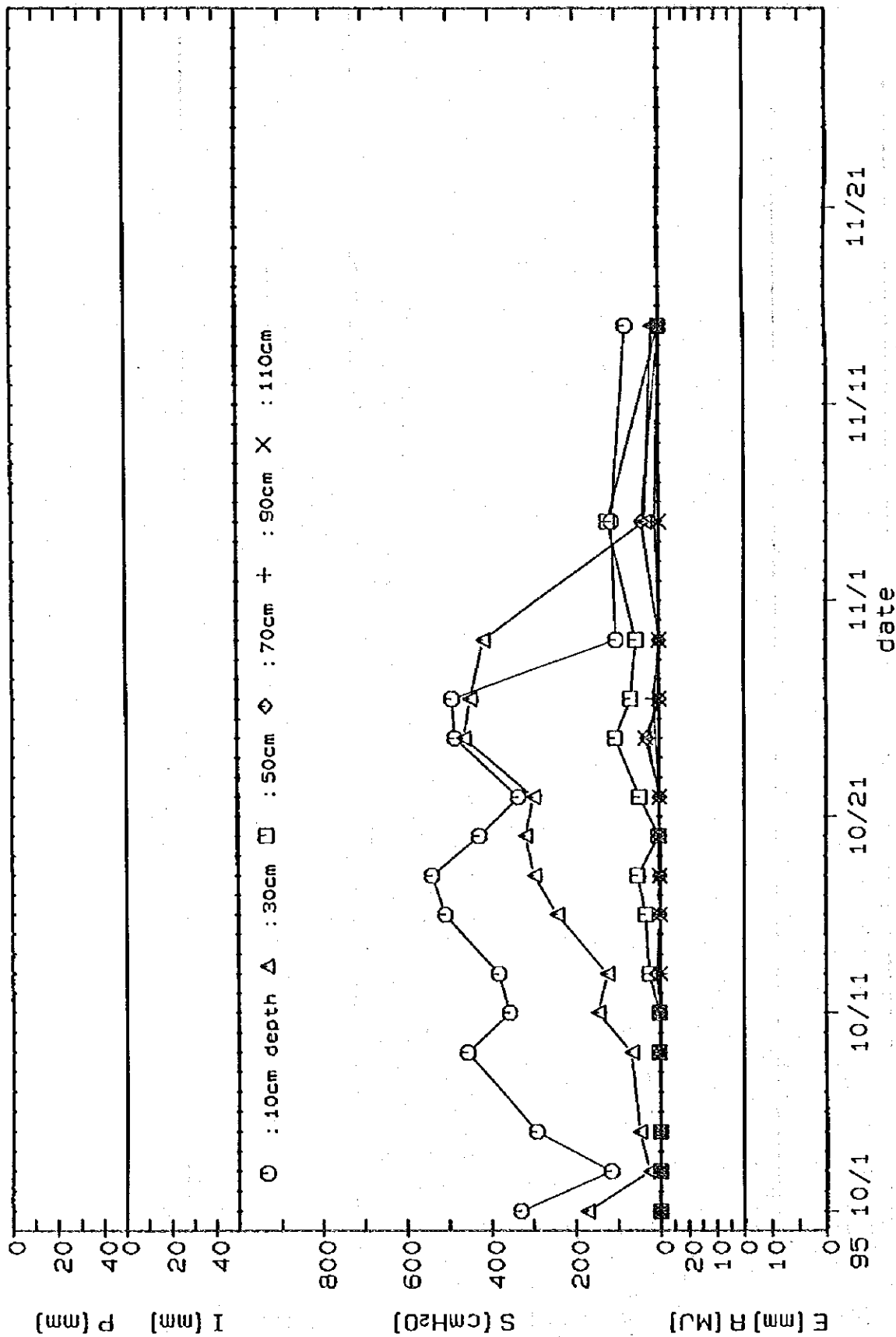


図26 土壤水分張力の経時変化 [No. 4 地点 (3)]

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.4 (3)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

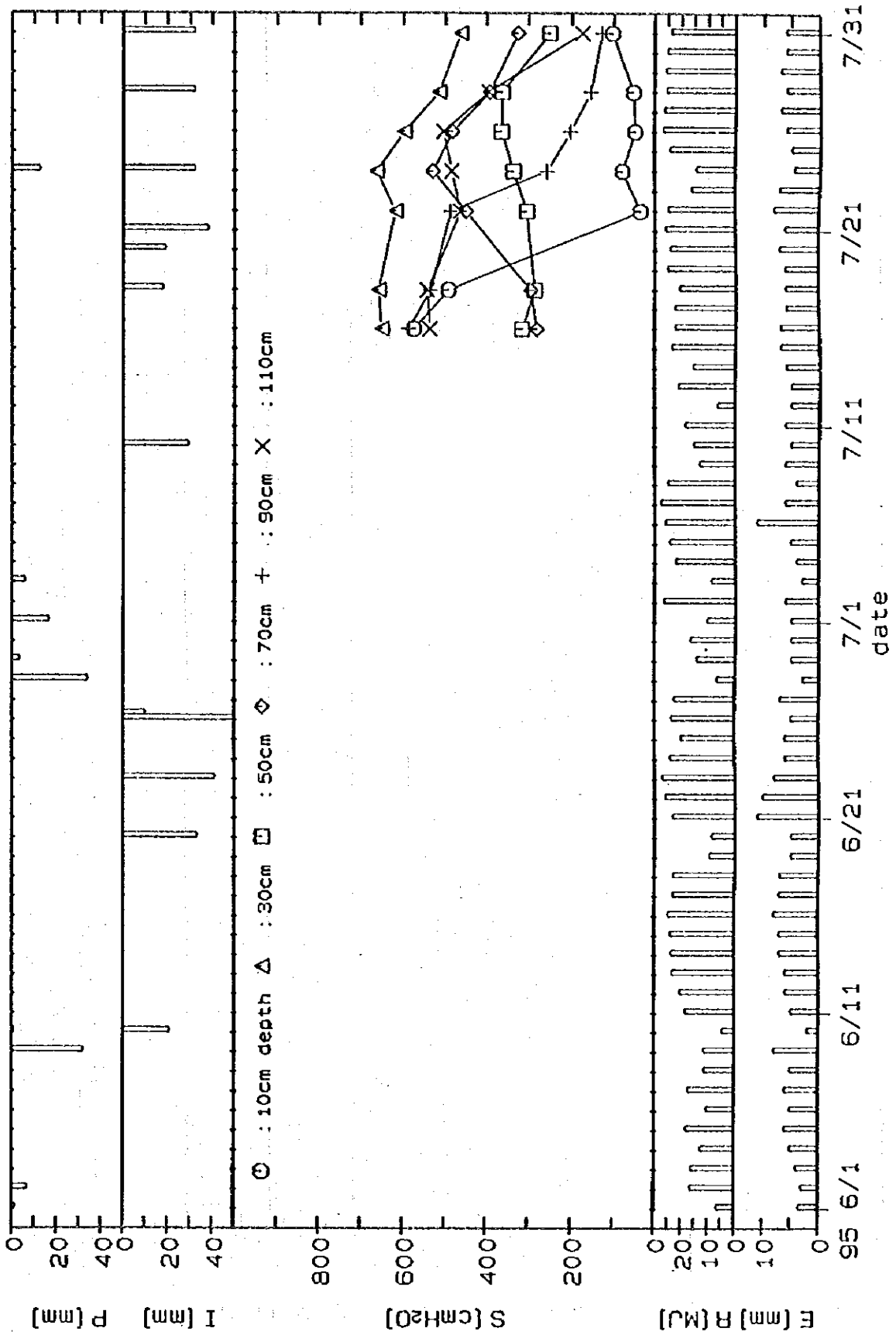


図27 土壤水分張力の経時変化 {No.5 地点 (1)}

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.5 (1)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

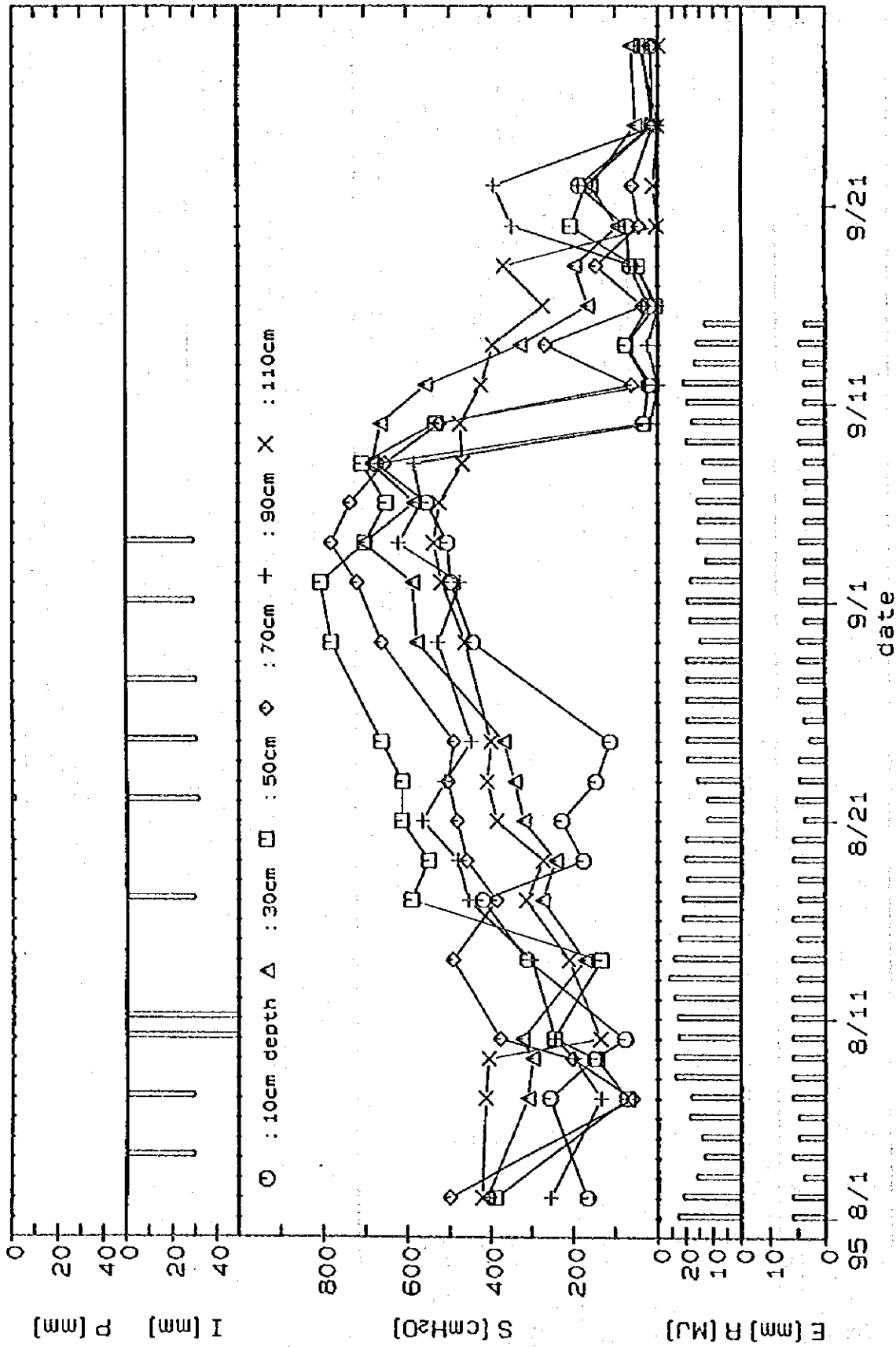


図28 土壤水分張力の経時変化 (No. 5 地点 (2))

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No.5 (2)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

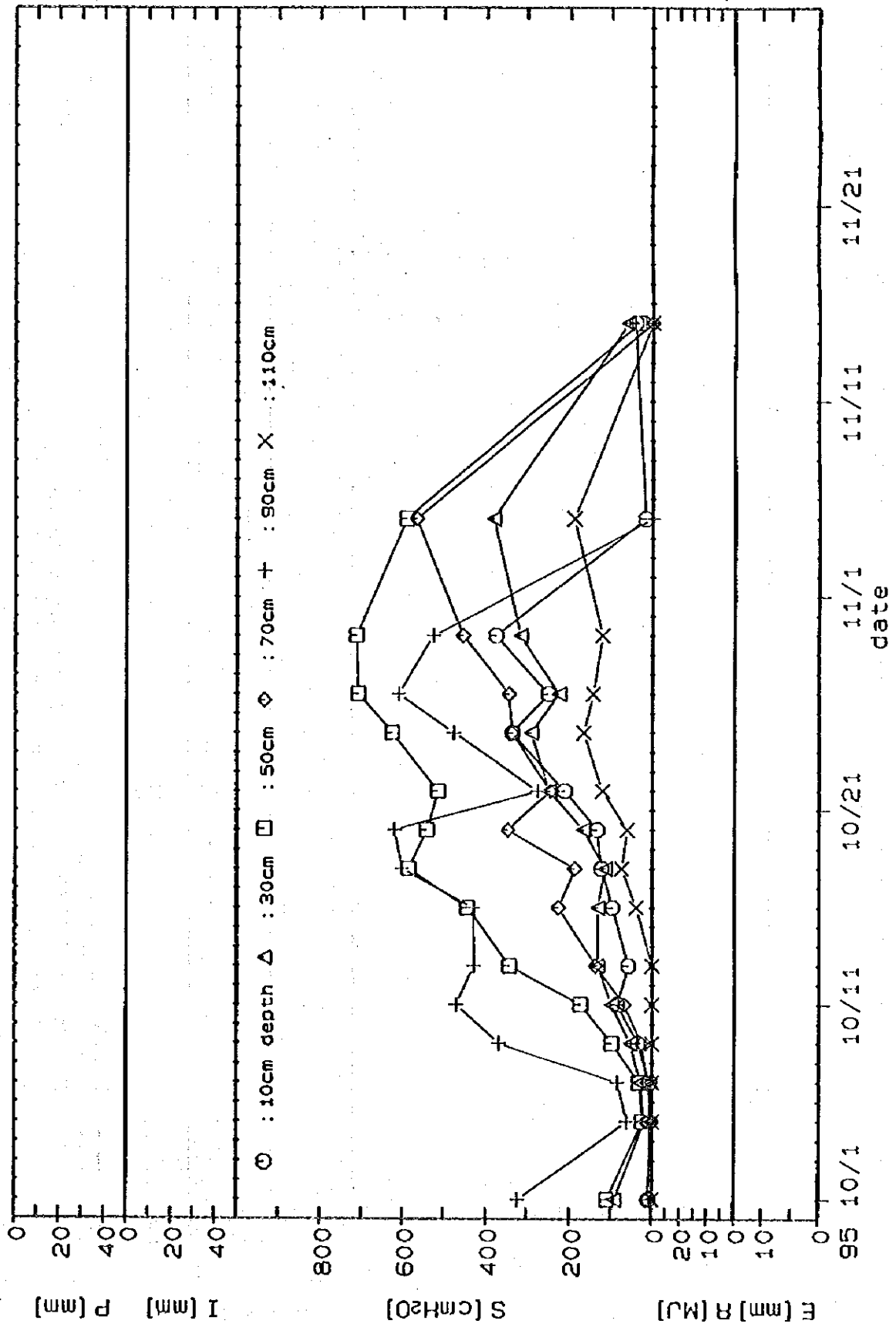


図29 土壤水分張力の経時変化 (No. 5 地点 (3))

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No. 5 (3)

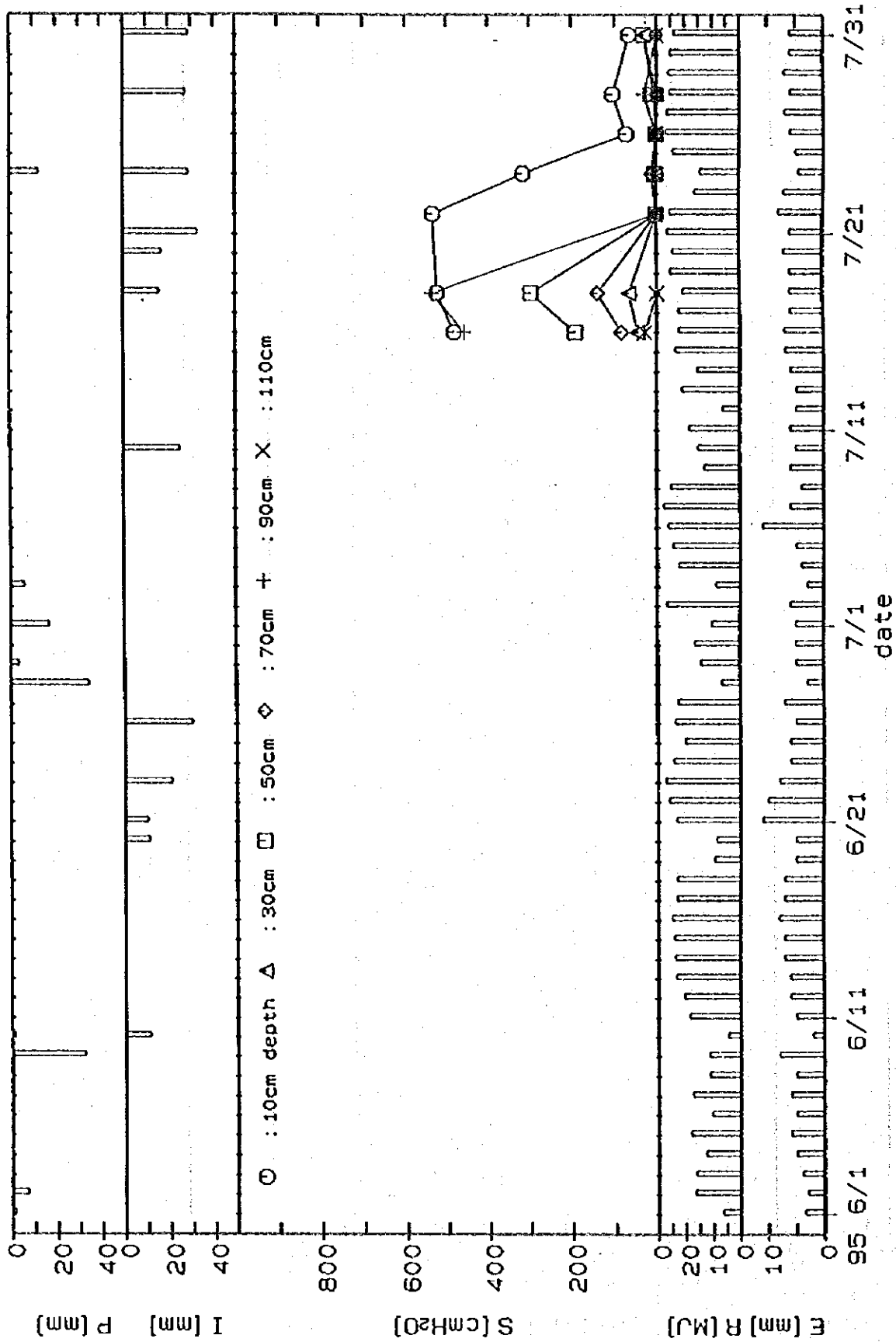


図30 土壌水分張力の経時変化 (No. 6 地点 (1))

(S: 土壌水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No. 6 (1)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)



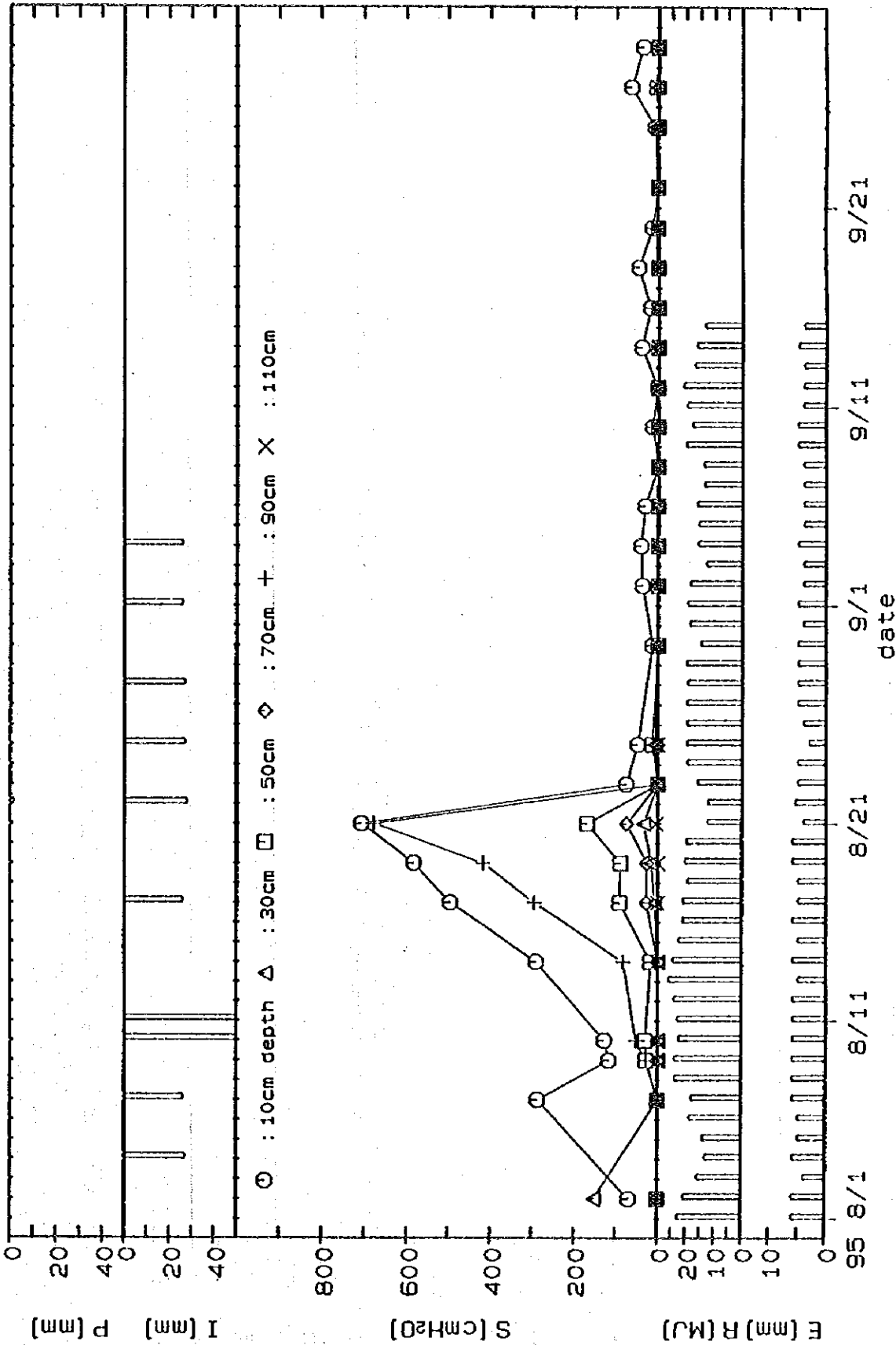


図3: 土壌水分張力の経時変化 {No. 6 地点 (2)}

(S: 土壌水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

Fluctuation of soil moisture suction at the location No. 6 (2)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

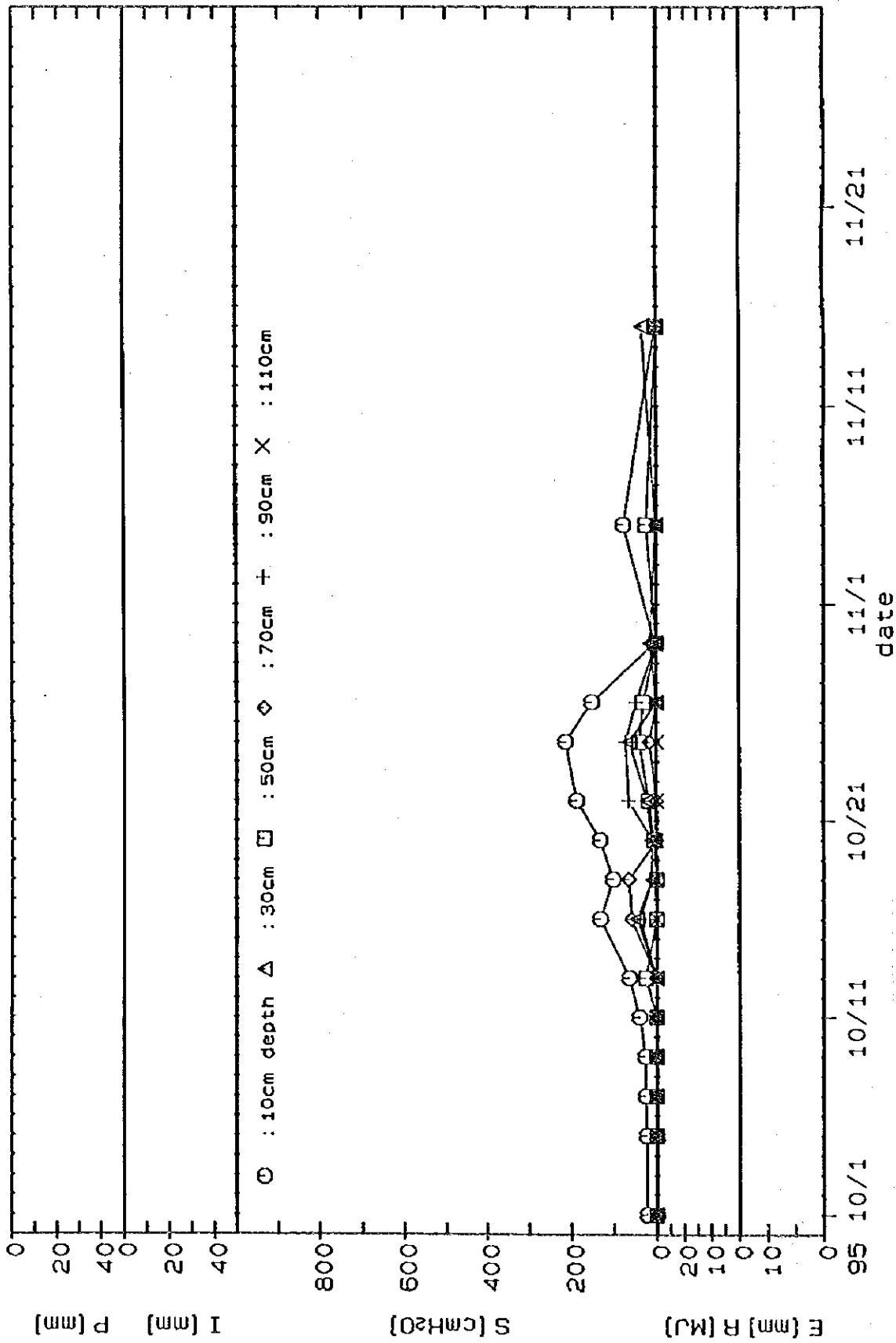


図32 土壤水分張力の経時変化 (No. 6 地点 (3))

(S: 土壤水分張力, P: 降水量, I: 灌漑水量, R: 日射量, E: パン蒸発計蒸発量)

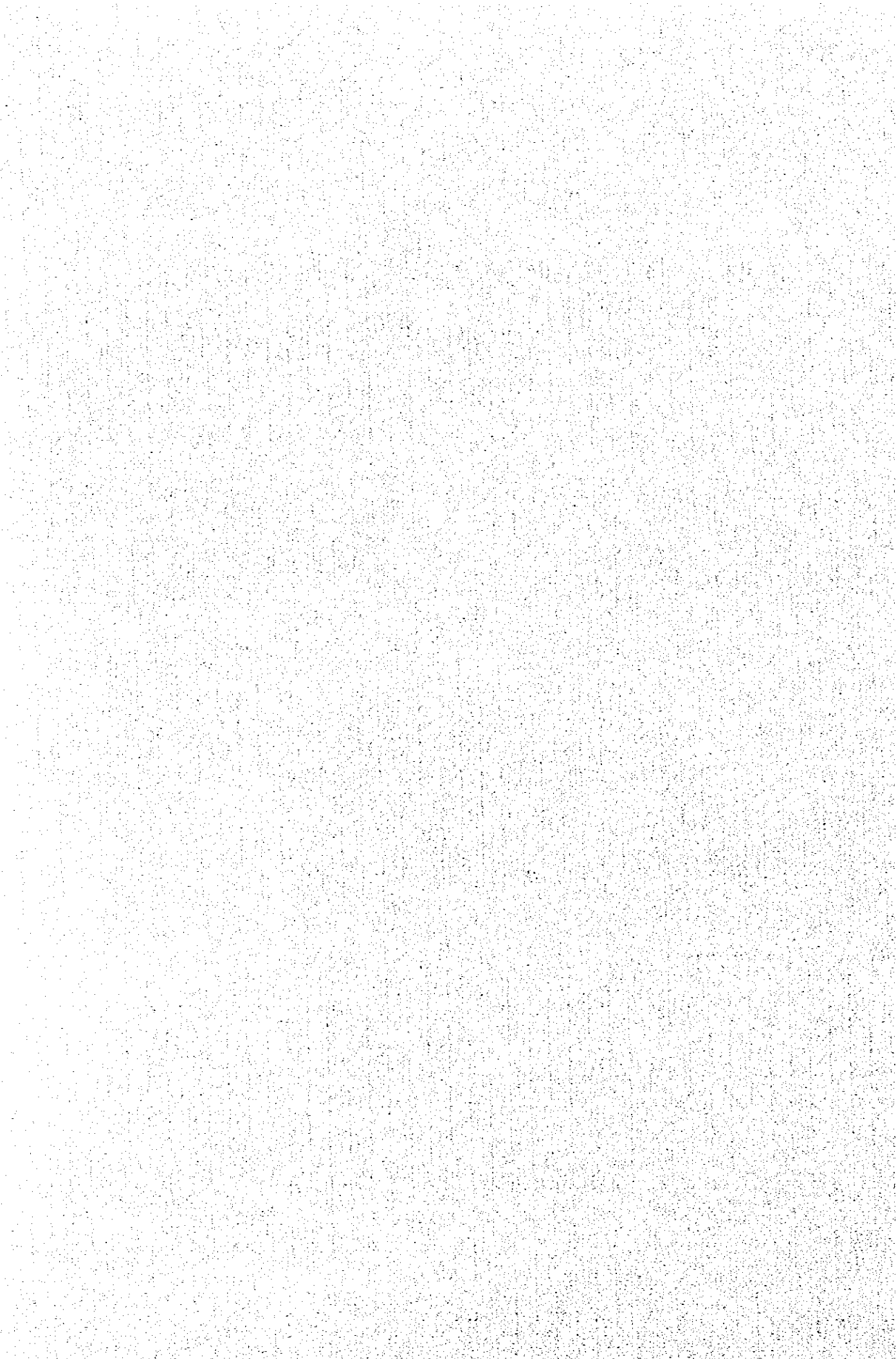
Fluctuation of soil moisture suction at the location No. 6 (3)

(S: soil moisture suction, P: precipitation, I: irrigation, R: solar radiation, E: evaporation)

# トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査 平成7年度短期専門家報告書Ⅲ.

1. 専門家氏名 : 梅宮善章 (農林水産省果樹試験場)
2. 業務内容 : 土壌肥料
3. 派遣期間 : 1995年5月14日～6月10日

国際協力事業団  
農業開発協力部農業投融资課



# 目 次

## 写真

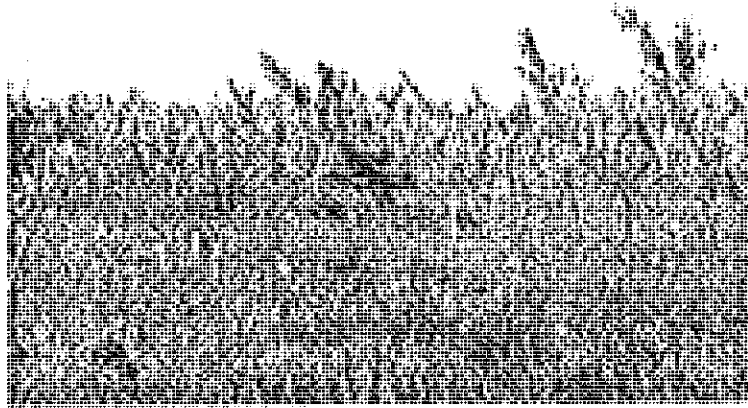
1. 短期専門家に関する事項
2. 調査の目的
3. 調査内容
4. まとめ

## 添付資料

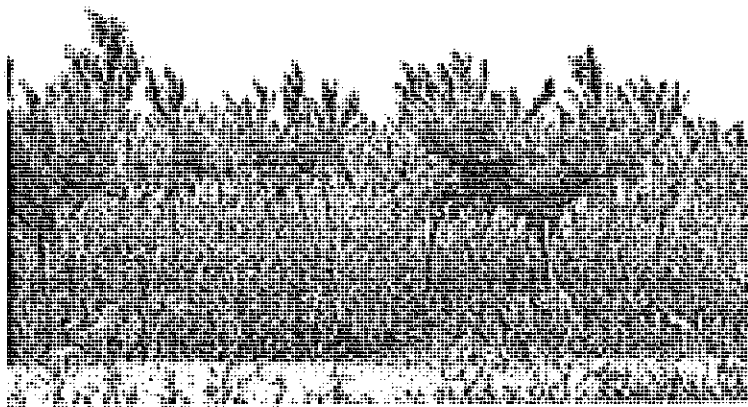
- ・ (図1) モモ園場の土壌図、地下水位測定 (No.1-No.12)、土壌断面調査位置 (A-G)
- ・ (図2) モモ生育障害樹の園場内分布 (1995.5.18)
- ・ (図3) 11-4月の降水量分布 (5日毎) と観測井の地下水位変動 (No.2, No12, No.13)
- ・ (図4) 11-4月の地下水中の電気伝導度の推移 (No.1, No2, No.5, No12)
- ・ (表1) 果樹の葉分析値
- ・ (表2) モモ園場の土壌分析値
- ・ (表3) 園場の土壌断面図とモモの根群分布
  - 土壌断面B-1 (DIXI RED)
  - 土壌断面C-1 (EARLY RED)
  - 土壌断面D-1 (DIXI RED)
  - 土壌断面E-1 (DIXI RED)
  - 土壌断面F-1 (DIXI RED) 細根分布
  - 土壌断面G (小麦畑 収穫跡地)



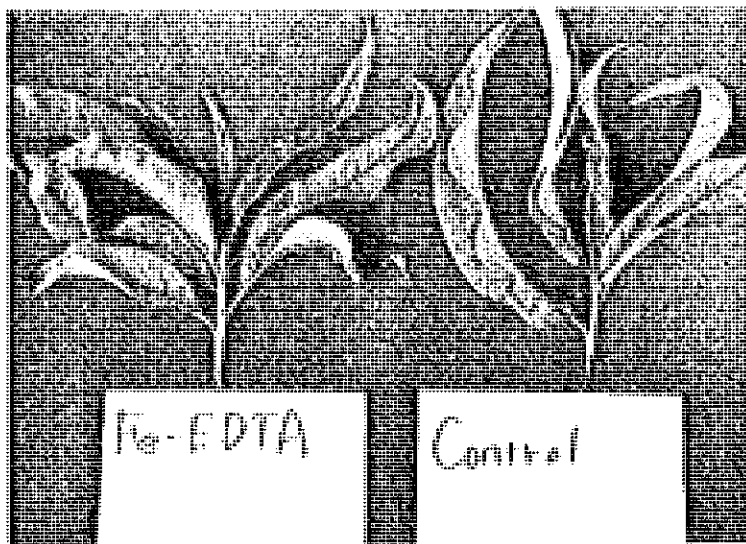
写真



1-1 モモ樹クロロシス発生の激しいところ



1-2 モモ樹クロロシス発生の少ないところ



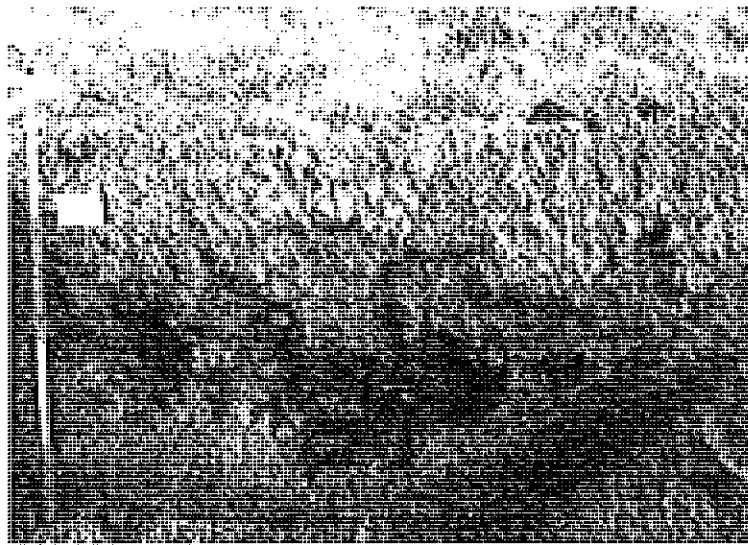
1-3 Fe-EDTA 幼面散布によるモモクロロシスの回復



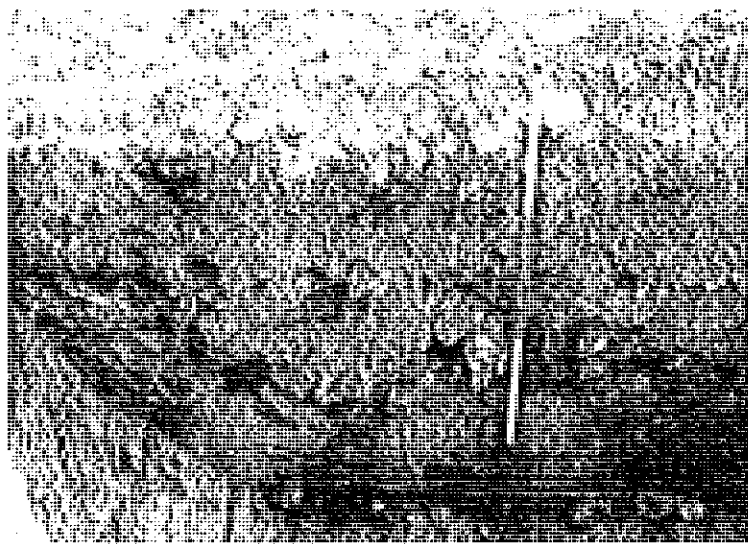




1-4 キレート鉄の樹幹注入によるモモクロシスの回復

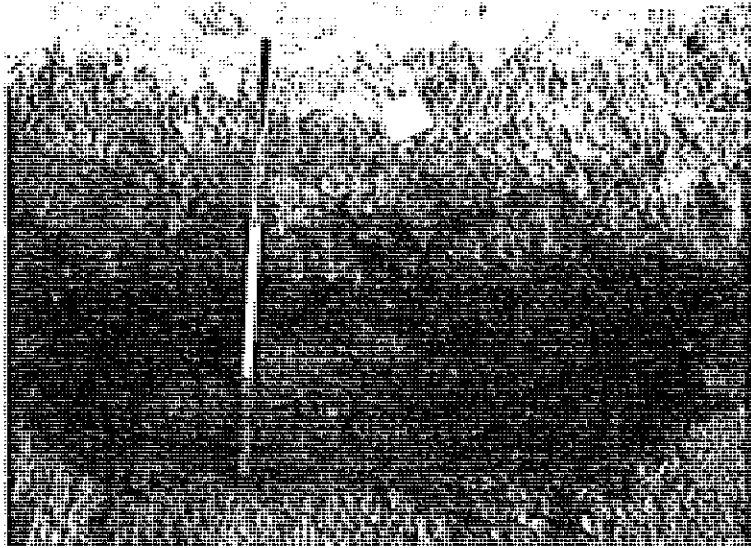


1-5 モモ生育良好樹の土壌断面 (A地点)



1-6 モモ生育障害樹の土壌断面 (B地点：遺跡土壌)





1-7 モモ生育障害樹の土壌断面（B地点：地下水位急上昇）



1-8 B地点のモモ生育障害（クロロシスは生じていない）



トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査  
短期専門家（果樹土壌肥料）報告

1. 短期専門家に関する事項

- 1) 氏名：梅宮善章
- 2) 所属・役職：農林水産省果樹試験場土壌研究室長
- 3) 専門分野：果樹・土壌肥料
- 4) 派遣期間：1995年5月13日～1995年6月10日
- 5) 派遣場所：アダナ県ジェイハン市T I G E Mチェクロバ農場

2. 調査の目的

J I C A 現地実証調査圃場におけるモモ生育障害の原因究明と対策  
背景：当J I C A プロジェクト圃場においてトルコ半乾燥地域農業へ灌漑技術を導入した畑作、野菜、果樹栽培の現地実証試験を1990年より開始している。この果樹圃場（8.5ha）のモモ（2ha）とキウイ（2ha）圃場で激しいクロロシスが発生し、果樹の生育不良や枯死が相次いだので、その原因究明と対策試験の実施について要請された。

3. 調査内容

3-1. 調査日程

5月13日（土）	つくば→成田	成田泊
14日（日）	成田→フランクフルト（10:40～15:30、LH711）	フランクフルト泊
15日（月）	フランクフルト→アンカラ（12:55～17:05、LH3834）	
	アンカラ→アダナ（19:00～20:05、TK290）	アダナ泊
16日（火）	T I G E M チェクロバ農場表敬訪問 試験調査打ち合わせ	
17日（水）	現地実証圃場の調査、状況の聞き取り調査	
18日（木）	モモ圃場の調査、携行器材の点検	
19日（金）	モモ圃場葉面散布試験設計打ち合わせ	
20日（土）	休日	
21日（日）	休日	
22日（月）	モモ葉面散布、試葉調製	
23日（火）	モモ葉面散布、土壌断面調査の準備	
24日（水）	モモ圃場土壌断面掘削の立ち合い、モモ葉分析試料採取	
25日（木）	モモ圃場土壌断面調査	

- 26日(金) モモ圃場土壌断面調査、土壌試料調製
- 27日(土) 休日
- 28日(日) 休日
- 29日(月) モモ葉面散布、樹幹注入処理
- 30日(火) 土壌分析、カデルリ市内モモ圃場調査
- 31日(水) モモ葉面散布、葉分析試料調製
- 6月1日(木) 果樹品種展示圃場調査、葉分析試料採取
- 2日(金) 葉面散布、モモ圃場土壌試料採取
- 3日(土) 休日
- 4日(日) 休日
- 5日(月) 土壌試料分析
- 6日(火) 報告内容の整理
- 7日(水) 報告書作製
- TIGEM チェクロバ農場場長に帰国挨拶 アダナ泊
- 8日(木) アダナ→アンカラ (8:00-9:05、TK289)
- TIGEM 総局表敬
- アンカラ→フランクフルト (17:55-20:30、LH3833) フランクフルト泊
- 9日(金) フランクフルト→(16:15-
- 10日(土) 10:45、LH714) →成田

### 3-2. 調査項目

#### 1) 実証試験圃場の地形、土壌図

所在地は、アダナ県ジェイハン郡メルジメック村TIGEMチュクロヴァ農場内(4,283ha)に、実証農場(73.6ha)があり、果樹圃場は8.6haである。そのうちモモ圃場は2ha(313mX64m)で、他にスモモ2ha、キウイフルーツ2.7ha(313mX88m)、展示用果樹圃1.8haである。

実証農場の標高は、30-32mの範囲にあり、おおよそ1/700の勾配となっている。果樹圃場は比較的標高の高い場所に位置しているが、標高差は1m以内である。果樹圃場の表層土壌は、KCO(Karahoyuk killi; 黒い遺跡 粘土)およびKSO(Karahoyuk sitilli; 黒い遺跡 微砂)と呼ばれる遺跡土壌が、キウイフルーツ圃場とモモ圃場の大部分およびスモモ圃場の約半分を占めている。残りの大部分は、CCO(Cukurkamis killi; 窪地 芦 粘土)と呼ばれる低地土壌となっている。いずれも表層土は黒-灰色で、土性は表下層とも粘土を50%以上含む、強粘質な土壌となっている。また堆積性の石灰を20%程度含む石灰質土壌である。(図1)

#### 2) モモの栽培管理・生育相と生育障害の発生経過

供試圃場2haのモモ樹の栽植距離は、疎植区と密植区を半分ずつ設け、両区とも列間隔は東西6mに、株間を疎植区6m(278本/ha)、密植区3m(556本/ha)とした。モモ品種は、疎植区、密植区ともEarly redとDixi redをほぼ同数ずつ植え付けた。

モモ圃場の施肥量(1994年度)は、ha当たり化成肥料を窒素成分で112kg施用し、12月に元肥として70kg、追肥として5月に24kg、9月に17.5kgを硫酸で施用した。リン酸は元肥に70kg施用した。カリは葉分析の結果含有量が異常に高かったとのことで2年間ほど施用していない。麦わらを材料とした腐熟堆肥を18t施用し、土壌改良として硫黄粉末を500kg施用してある。

供試圃場におけるモモ品種(DIXI RED)の生育は、催芽が2月28日、開花が3月2日、展葉が3月8日、満開が3月10日、収穫が6月下旬、落葉が11月下旬となっていて日本の場合に比べ生育期間が長い。またEARLY REDの場合、DIXI REDより2-3日早い収穫はほとんど同時期である。1995年の収量は、dixi redが1018kg/230本(4.43kg/樹)、early redで1058kg/261本(4.05kg/樹)である。

モモ樹の新梢は、生育の良い場合に主枝先端部で0.8-1m伸長するが、その伸長パターンを見ると日本の場合と異なっている。気温の上昇する3月から6月まで伸びた後、高温で乾燥する7-8月は樹体の消耗も加わり伸長は少なくなるが、気温が低下し降雨も加わる9-10月にかけて再び伸長する。温帯果樹のモモは、収穫後から落葉期までの光合成産物を樹体の充実と翌年の貯蔵養分に分配するが、調査圃場の

モモ樹の場合は、秋にも伸長成長するので、新梢も細く貯蔵養分も少なくなる。このため翌年の葉色からみると基部の4-5枚が貯蔵養分由来と思われた。

モモは永年性果樹であり、様々な環境要因が生育障害に関与するので、定植後の栽培、生育障害の様子、気象要因を年次毎に整理した。

年	定植後年数	生育障害	気象要因
1990	1年目	圃場整備に先だつて元の地形上にモモ、キウイ1年生苗を定植(2月)	
1991	2年目	クロロシス不明(データ無し)	12月多量の降雨
1992	3年目	クロロシス発生	暖冬
1993	4年目	クロロシス、枯死樹発生 モモ3本主枝更新、秋に排水溝を整備	暖冬
1994	5年目	クロロシス、枯死樹著しい	11月多量の降雨
1995	6年目	クロロシス発生、 昨年まで健全に生育した箇所でも枯死樹が多発	

このようにクロロシスの発生とその後の樹勢衰弱による枯死は定植後まもなく発生が認められた。また定植後6年目に圃場の一部で発生した枯死樹の発生状況は、前年までの新梢の伸長も良好であったにもかかわらず、春先の展葉数がわずかで新梢も伸びなかった。これはクロロシスによる枯死とは発生原因が明瞭に異なることを意味している。(図2)

### 3) モモの葉分析

モモ圃場で見られるクロロシスの特徴は、軽症の場合新梢の上位葉が若干黄化し、中症では基部の5-6枚で緑色であるが、それより先の中位、上位葉に黄化が認められる。重症の場合は葉色も白化し、十分に展葉できず小さく細長い葉となり、光合成が十分に出来ないためやがて褐変する。クロロシスを起こした葉は、中肋の葉脈の緑色を残して他の部分が黄化または白化している。

クロロシス発生の特徴と、石灰質土壌のため土壌pHがアルカリ性であることから、原因は樹体の鉄(Fe)、マンガン(Mn)または亜鉛(Zn)欠乏症と考えられる。とくに鉄とマンガン欠乏症は類似した特徴を示すので、葉分析の結果から判断しなければならない。

このため5月下旬に、クロロシス発生の階級値と採葉部位を組み合わせ、各階級の2-3樹より目通りの高さで新梢長約30cmの枝から葉をサンプリングした。葉は蒸留水で洗浄した後、通風乾燥機で乾燥し、粉碎して分析試料とした。



分析試料 ( 15点 )

品種	階級	1 (基部4-5枚)	2 (中位葉)	3 (上位の未成葉)
DIXI RED	0-1、0-2、0-3			
	2-1、2-2、2-3			
	3-1、3-2			
	5-1、5-2			
	6-1、6-2			
	EARLY RED	0-1、0-2、0-3		

- 階級区分
- 0 . . . クロロシスの無い正常なもの
  - 1 . . . 黄色葉が僅かに発現 (全体の30%程度)
  - 2 . . . 黄色葉がおよそ半分に発現
  - 3 . . . 黄色葉がかなり発現 (全体の80%程度)
  - 4 . . . 樹全体が黄色葉
  - 5 . . . 黄色葉が大部分で更に白色葉が僅かに混入
  - 6 . . . 白色葉が大部分
  - 7 . . . 白色葉が大部分で更に枯死葉が混入

葉分析の結果、葉中クロロフィル濃度と相関の高い1N塩酸抽出鉄含有率は、クロロシスの階級値が高くなると、基部葉、中位葉ともに低下した。また多量要素の葉中マグネシウム、カルシウム、カリ含有率および微量元素の葉中マンガン、亜鉛、鉄、銅含有率をみると、クロロシス階級値が高くなっても、含有率の低下する元素がなく、逆に含有率は増加した。この理由として、クロロシスにより光合成能が低下し、乾物生産量の減少や、シンク器官である葉が小さくなり、見かけ上含有率の増加をもたらしたと思われる。以上の葉分析の結果から、クロロシスの原因として鉄欠乏症が考えられる。(表1)

4) モモ要素欠乏症の確認試験

モモの葉分析に加え、現地で早期に欠乏元素を確認するため、Fe, Mn, Znの葉面散布によるクロロシスの回復を試験した。

処理区: (1) Fe区 (D)

0.1% Fe-EDTA水溶液

(2) Fe+Mn+Zn区 (DCM)

0.1% Fe-EDTA、0.2% 硫酸マンガン、0.3% 硫酸亜鉛、

0.3% 生石灰加用

(3) Fe + Mn (T) + Zn (T) 区 (DCM (T))

0.1% Fe - EDTA、トルコ市販の葉面散布資材 (商品名: SUPERMICRO) の Mn 及び Zn を 0.2% 希釈

(4) Mn 区 (M)

0.2% 硫酸マンガン、0.3% 生石灰加用

処理方法: 供試樹は各区とも階級 2 と 3 から 2 樹ずつ計 4 樹を用いた。散布回数は Fe - EDTA は 1 週間毎に 5 回 (5 月 22 日 - 6 月 19 日)、Mn, Zn は 10 日毎に 3 回 (5 月 23 日 - 6 月 12 日) 散布した。散布方法は 1 樹あたり 30 l 相当を 1000 l, 100 l, 10 l 容積の小型動力噴霧器で、午前中に散布した。なお今回は添着資材を加えていなかったが、散布時の気温は 32 - 35 °C くらいあり、葉から滴るほど散布しても、10 分程度で乾き降雨もなかった。

その結果、最初の処理から 2 週間後に、Fe 区で、上位葉のクロロシスの回復が認められ、他の区ではまだ処理の効果は認められなかった。このことからクロロシスの主要な原因は、樹体内の鉄欠乏によると判断される。なお Fe, Mn, Zn 混用区でクロロシスの回復が見られないのは、元素相互間の拮抗により吸収、移動が抑制されたと思われる。

5) クロロシス対策試験 (葉面散布、樹幹注入)

上記原因解明と並行してクロロシスの対策試験を行った。クロロシスの主要な原因が Fe 欠乏と思われたので、限られた期間内での対策効果確認試験を計画した。

(1) キレート鉄のモモ樹幹注入試験

試験方法: キレート鉄としてクエン酸鉄 III アンモニウム (緑); 試薬 1 級を用い、モモ主枝 3 本の基部で直接日光の当たらない位置 2 カ所にドリルで直径 5 mm, 深さ 10 mm の穴を開け、キレート鉄を穴一杯に充填し接ぎロウで封入した。処理は階級 2 と 3 の樹を 4 本ずつ供試した。

試験結果: 処理開始 8 日後には多くの枝で上位葉が緑色に回復し、顕著な効果を示した。なお今回は処理効果をみるためキレート鉄をかなり多めに注入したので、葉害により基部葉が一部落葉したが、これも処理 4 日後までであった。

長期専門家による追跡調査結果では、葉害と見られる落葉が収まった後、新しく展開した葉は緑色を取り戻していたが、ほぼ 1 カ月で再び黄色葉が出るようになり、注入によるクロロシス防止効果の持続期間はおおよそ 1 カ月であった。

(2) Fe - EDTA の葉面散布試験

昨年までの試験で市販の鉄の葉面散布資材の効果は認められなかったため、鉄資材として Fe - EDTA を用いて試験を行った。

試験① Fe - EDTA と Mn, Zn の組み合わせ

調査項目 4) と同一

試験② Fe - EDTA の適正濃度

モモ階級 3 の 2 樹を供試、枝単位で 0.1, 0.5, 1.0% 溶液に浸漬処理、2 回目は 2 日後、さらに 5 日後に効果判定した。

試験③ 尿素 + 市販 Fe, Mn, Zn 資材の混合

0.5% 尿素と混合資材の葉面散布 1 週間毎に 4 回、12 樹に散布

試験結果：試験①、③とも Fe - EDTA 単独でのみ葉色に効果が認められた。

Fe - EDTA の濃度は、0.1% では上位葉がやや緑色に回復し、0.5% ではわずかだが新梢先端にちぢれや褐変が認められ、1% では先端のちぢれや基部葉に褐変が認められたので、適正濃度として 0.1-0.3% がよいと考えられる。

長期専門家による追跡結果では、葉面散布の効果は、Fe - EDTA 散布で黄色葉が僅かに緑色を取り戻す程度であり、効果も弱く持続性も少なかった。また尿素混用区では、効果が判然としなかった。

以上のことから、プロジェクト圃場のように生育障害が激しい条件下では、通常用いられる葉面散布や樹幹注入処理の効果が弱く、持続効果も少なかった。

#### 6) モモに対する圃場の地下水位及び水質の影響

モモは耐水性および耐塩性に弱いとされているので、過去 5 年間の気象データおよび 1994 年 11 月 - 1995 年 4 月までの地下水位と地下水の電気伝導度の既存データを解析した。

地下水位の季節変動は降雨の始まる 11 月上旬から上昇し、12 月中旬以降 2 月中旬までは極めて高い状態が続いた。2 月中旬以降 5 月までは降雨によって一時的に上昇するが、地下水位は徐々に低下した。モモ圃場の地下水位は 4 カ所の測定井戸のうち 3 カ所で同様の傾向を示し、とくに 12 月中旬以降 2 月中旬の地下水位は 20cm 以下が 2 カ所（観測井 No 1, 2, 1）、40cm 以下が 1 カ所（観測井 No 2）あった。これはモモの主要根域が、この時期に嫌氣的な影響を受け易いことを示している。なお残りの 1 カ所（観測井 No 1, 3）は常時地下水位が 1.4m 前後と低く、変動も少なかった。これは近くに深さ 3 m の幹線排水路があるため横浸透による効果が現れたためと思われる。幹線排水路の地下水位低下効果は小麦圃場の地下水位の測定結果からも、排水路のごく近傍に限られることも示された（観測井 No 6, 7, 8）。

1994 年は 11 月中旬にこの時期としては 40 年に 1 回という 240mm の降雨を記録した。このため半月ほど圃場に入れずこの期間測定不能となったが、地下水位も極めて高く推移したと考えられる。その後、地下水位が十分に下がらないうちに 12 月の降雨に

より再び地下水位は上昇した。なお調査圃場のモモ樹は、11月中旬ではまだ葉が着いている状態で休眠になっておらず、地下部は場所によっては嫌氣的な影響を受けたと考えられる。

地下水中の電気伝導度（塩類濃度に相当）は高く推移し、とくに観測井No.2では降雨により一時的に低下するものの12月から3月まで2 mS/cmを越えていた。また観測井No.1では降雨による変動は少なく1.8 mS/cm前後の値であった。モモ樹は果樹の中でも耐塩性に弱く、収量が10%低下するときの土壤飽和抽出液の電気伝導度は2.5 mS/cmとされており、冬期間は地下水位が根群域まで上昇することからモモの生育に影響を受けると考えられる。観測井No.1, 2では11月中旬から1月まで降雨にともない電気伝導度は低下し、No.1, 2で1 mS/cm、No.1で1.4 mS/cm程度であった。なお塩類濃度の高い観測井No.1, 2はいずれも遺跡土壤（KCO）が分布する範囲にあった。

(図3、図4)

#### 7) モモ圃場土壤断面調査

モモ生育障害と土壤要因の関連について土壤断面の調査から解析を行った。

調査方法：下記の組み合わせから代表的な地点を7カ所選定し、各地点で2樹につき主幹から1.5 m離れた北側面をバックホーで幅1.5 m長さ4 m深さ1.6-2 m掘り、13箇所について土壤断面の土色、土性、地下水位、モモ樹の根群分布を調査した。また各地点から深さ30 cm毎に土壤試料を採取し、土壤化学性（pH、塩類濃度、含水比）の分析に供した。

調査地点（A-G）：

##### 1) モモ品種DIXI RED とEARLY REDの根群分布の比較

F: DIXI RED

C: EARLY RED

##### 2) 生育良好樹と生育障害樹の比較（DIXI RED）

A: 生育良好樹（周辺でクロロシス激しい）

D: 生育良好樹

B: 生育障害樹（クロロシス）

E: 生育障害樹（昨年まで生育良好、本年障害発生）

##### 3) 遺跡土壤と非遺跡土壤の比較

B: 生育障害樹（クロロシス）

G: 小麦畑

調査結果：

(1) 5月下旬（調査日5月25日）になると降雨も無く気温もかなり上昇しているの  
で、モモ圃場の耕起された地表面は非常に乾燥し固結しているが、深さ10 cmより下の

土層は湿润であり含水比も高かった。調査した深さ1.8mまでに地下水位面が見いだされた箇所は13ヶ所中4ヶ所であり、最も浅い場合は深さ1.5mであった。

(2) 1層土のpHは8.27-8.69の範囲のアルカリ性石灰質土壌であり、2層土以下でさらにpHは上昇した。また硫黄による表層土壌のpH矯正効果は認められなかった。

1:5水浸出法による土壌水浸液のECは、1層土で0.20-0.31の範囲であり塩類集積の傾向は認められなかった。(表2)

(3) 土壌pHが高い場合、微量要素のFe, Mn, Znの溶解度が低下し、欠乏症が出やすく、これが生長を律する要因となることが多い。健全樹の根群分布を解析すると、調査圃場のモモは根域を広く深く張ることによって、低濃度養分の吸収可能範囲を増やし、樹体の必要量を確保する生存戦略をとっているようである。何らかの要因で根域が制限されると、樹体の必要量がまかなえずクロロシスの欠乏症状を起こすと考えられる。

モモの深さ別根群分布の品種間差を見ると、DIXI REDでは中太根は40-60cmの深さに多く、細根量も表層では20-50cmの深さに多く、それより下層にも分布し150cmまで存在が認められた。いっぽうEARLY REDの場合は中太根が30-40cmに分布し、細根は0-30cmまで多く、それより下層では110cmまで分布が認められ、DIXI REDより根群分布は浅かった。両品種の台木が不明なのでこの差が何に由来するか明確ではないが、調査圃場ではDIXI REDよりEARLY REDでクロロシスの割合が高いことの原因の1つと思われる。ただ植栽場所に片寄りがあるため土壌の影響の可能性も高い。

#### (4) 生育良好樹と生育不良樹の比較

D地点の生育良好樹の根群分布は、中太根が30-60cmの深さに多く、細根は地下水位の直上の深さ140cmまで分布していた。これに対しA地点の生育良好樹は中太根の分布は30-60cmまでであるが、細根の分布は浅く80cm迄であった。また深さ60-150cmまで腐朽根がみられた。このことから調査樹周辺でクロロシスが多発した理由の一つとして、晩秋の急激な地下水位の上昇により中太根が枯死し、吸収根の範囲が浅くなったことにより鉄の吸収量が低下したと考えられる。

生育不良樹のあるB地点の最大の特徴は、深さ50-60cmの範囲に素焼き瓦の破片を主とした瓦礫層が密に分布し、中太根が貫通出来ない層が存在することである。このため細根の広く分布する深さは40cmまでと極めて浅い。モモのような落葉果樹ではこのような物理性の悪い土層の存在は致命的で著しい生育不良の原因となる。またかろうじて生き残った樹は瓦礫層を通過し得た根によって養分吸収が可能になったと思われる。

昨年まで生育良好で今年枯死の多発したE地点では、枯死根が深さ40-120cmと表層近くまで認められた。中太根の分布は40-120cmまでであることからもともと細根の分布はかなり深かったと考えられる。またこの地点の平年の地下水位も冬期で1.4m程度と

調査圃場の中で最も低いことも根域が深くなれた理由の一つであろう。また急激な枯死は昨年11月末の多量の降雨により地下水位が急激に上昇し、深く分布した活動根が湛水のため窒息枯死したことが原因と思われる。

#### (5) 遺跡土壌と非遺跡土壌の比較

遺跡土壌のB地点からは深さ40-60cmの範囲に瓦礫層があり根群分布が著しく制限されていた。この瓦破片はモモ圃場、キウイ圃場、果樹品種展示圃場の広い範囲の地表にも散在していたことから地下部にも相当量存在するとみてよい。このことがモモ圃場の樹列17-27付近で生じた生育不良の主要な原因と考えられる。

なおこの遺跡はオスマン帝国(皇室、貴族の荘園地であった)以前でビザンチン帝国時代の瓦、壺等の窯跡ではないかといわれている。

非遺跡土壌の小麦畑跡地は粘質の土壌が断面全体に見られ、小麦の根も深さ1.2m付近まで伸びていた。表3(土壌断面A-1~G)

#### 8) モモ現地圃場調査

TIGEM農場と同じCeyhan川流域で、やや上流にあるカデルリ市周辺のモモ園4カ所について、モモ生育障害の調査を5月30日に行った。

##### ・A圃場

周辺の地形：河川後背湿地の近くで周囲は小麦畑

土性：粘質で黒-灰色。排水良好ではない。

モモの生育：成木倒。圃場全体に新梢の伸びは悪く、クロロシスも激しい。一部ロゼット状に小葉化した枝も散在した。場所によっては、昨年までの生育は良かったのが、調査時点で、枯死や枯死寸前の樹も多く見受けられた。生育障害の状況はTIGEM圃場に似ている。

他の作物の生育：圃場内のオレンジ、カキにはクロロシスが見られない。ナシにはクロロシスが見られる。

##### ・B圃場

周辺の地形：河川から100-200m程離れた河川堤防地形

土性：微砂を多く含む灰-黄色の沖積土壌。5-10cm大の円礫が多く、排水良好。

モモの生育：定植後3年目くらいの若木で、新梢も長く生育も旺盛であり、葉色も濃くクロロシスも生じていない。

他の作物の生育：スイカ、トマトの生育は良好。ザクロ、アンズにクロロシスは見られない。キウイ、イチゴにクロロシスの黄化葉が見られる。

##### ・C圃場

周辺の地形：河川から500m程離れた沖積地

土性：表土は微砂-細砂を多く含む。下層土は円礫を多く含む灰色の沖積土壌。

モモの生育：成木園。新梢はやや短いが生育良好で、剪定も強めである。先端部の葉色がややうすく、弱いクロロシスが見られる。

他の作物の生育：隣接のスイカおよびアズメ園は生育も良好で、クロロシスは見られない。

・ D 圃場

周辺の地形：小河川から500m程離れた沖積地。

土性：微砂－細砂を含む、排水良好地

モモの生育：成木園。入り口の1樹を除きクロロシスは殆ど目だたない。よく見ると先端葉が淡黄色だが、樹勢は旺盛である。

他の作物の生育：周囲は同様なモモ圃場で生育も良好。

現地圃場の土壌pHは、8.3-8.9の範囲にあり園地間で大差は認められなかった。またモモ生育障害の見られない圃場は、河川堤防のように地形がやや高めで、微砂－細砂を含む排水良好な条件にあった。このような地形では、秋から春先にかけての地下水位上昇の影響を受けにくいので、根域が深くなり微量要素の必要量が吸収されるのであろう。逆に河川後背湿地に近い場所は、排水も悪く、地下水位の影響をうけて、モモの根域も浅くなることが予想され、欠乏症が出易いと思われる。

#### 4. まとめ

##### 1) モモのクロロシス・生育障害の原因

###### ・生育障害の発生する年次と土壌要因の関係

発生時期	土壌要因	調査モモ圃場
植え付け1-3年目	深さ0-60cmに原因 (浅い土壌)	植え付け後まもなく クロロシス発生
植え付け4-6年目	深さ1m程度に原因 (深い土壌)	今迄生育の良かった 地点で枯死多発

これから生育障害の原因は複数あると考えられる。

###### ・調査結果にもとづく原因推定

- ① アルカリ性の石灰質土壌による鉄欠乏症（土壌溶液中の高pH重炭酸イオンが原因）→クロロシスの発生→ひどくなると枯死
- ② 塩類濃度の高い地下水位が12-3月まで上昇する  
→モモはとくに耐塩性が弱い→根の障害、養分吸収阻害→  
クロロシスを助長、樹勢低下
- ③ 遺跡土壌では深さ60-90cmの範囲に多量の瓦礫層があり、根域が制限される  
また地下水の塩類濃度も高い→樹勢低下、生育不良
- ④ 落葉前の急激な地下水位の上昇→昨年11月中旬に40年に1回という  
多量の降雨があり、地下水位が一時的に急上昇した→モモは  
落葉前で根の呼吸も活発→モモはとくに耐水性が弱いので深い根が  
窒息死→翌春の発芽以降地上部も枯死

以上からモモ圃場の生育障害は、2つの原因が考えられる。第1のクロロシスによる生育障害は、石灰質土壌で発生する鉄クロロシスであり、地下部の根域が瓦礫層の存在や、冬期の地下水位上昇のため制限され、樹体の鉄必要量がまかなえず障害を助長したものである(②、③)。第2の1995年に発生した枯死は、落葉前の急激な地下水位の上昇による根の枯死が原因と思われる(④)。



## 2) 対策技術のメニュー

### ・クロロシス対策

#### ① クエン酸鉄アンモニウム の樹幹注入、F e E D T A の葉面散布

通常有効な方法であるが、プロジェクト圃場のように障害の著しい場合は、効果も弱く持続期間も一時的であった。

#### ② キレート鉄の土壌施用

11月に施用し、翌年に効果をみるので今回は実施していない。

### ・土壌改良対策

#### ① 遺跡土壌での枯死樹多発

残り1年で植え換えを前提とすれば、技術的には深さ60-90cmに存在する際層を取り除けば良いことになる。しかしこれは以下の点で困難であろう。1)コストが非常に高つく。2)瓦礫層とはいえビザンチン時代の埋蔵文化なので、相手国の文化財保護当局が、作業可能な時期までに許可を出すか不明である。結論としてこの場所はモモ栽培不適地として放棄し、伐採するがよいと思う(樹列18-27付近と35-39の一部)。

#### ② 急激な地下水位上昇による枯死の場所

この場所はもともと地下水位も低く、冬期間でも地下水位1m以下のた根群分布は深かった。このため対策としては、地下水位上昇の被害を軽減するため排水対策を考えることが必要となる。ただ、1994年11月中旬の降雨量が40年に1回であるとすれば、モモの経済樹齢(日本ではおよそ20年)より長いので、盛り土して植え換えも可能である。

(モモ圃場の拡大)

モモ品種

Early Red

Dixi Red

Early Red

Dixi Red

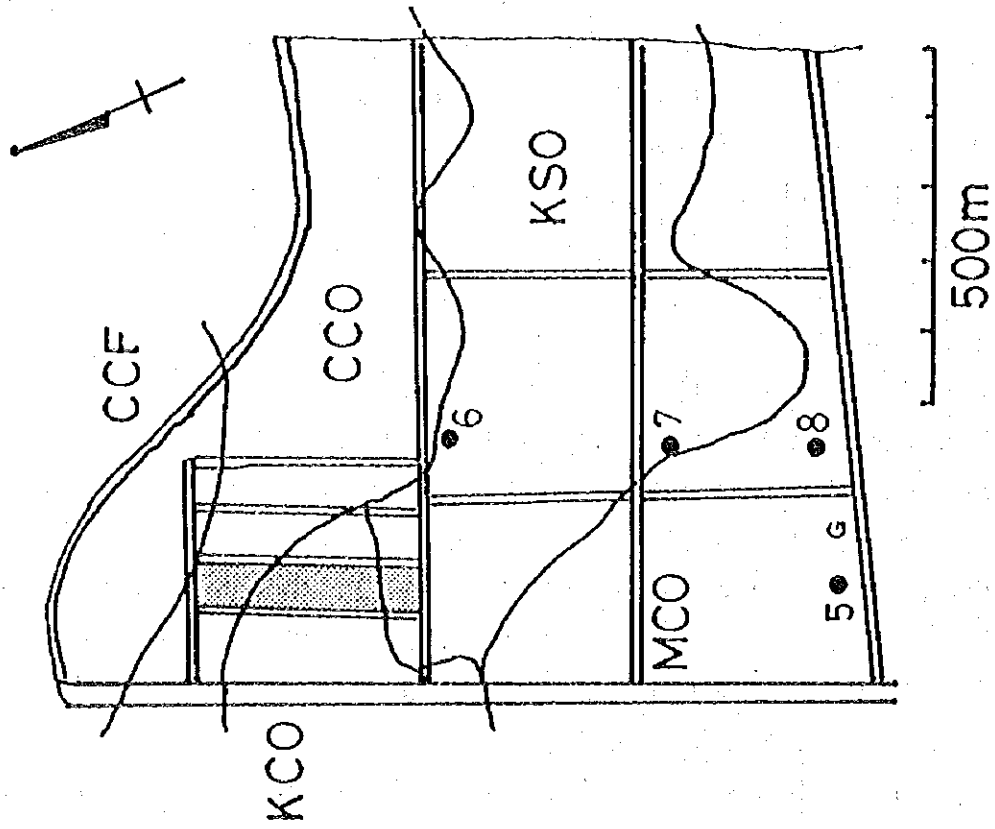
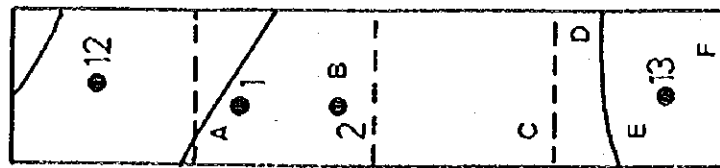


図1 モモ圃場の土壌図、地下水位測定 (No.1-No.12)、土壌断面調査位置 (A-G)

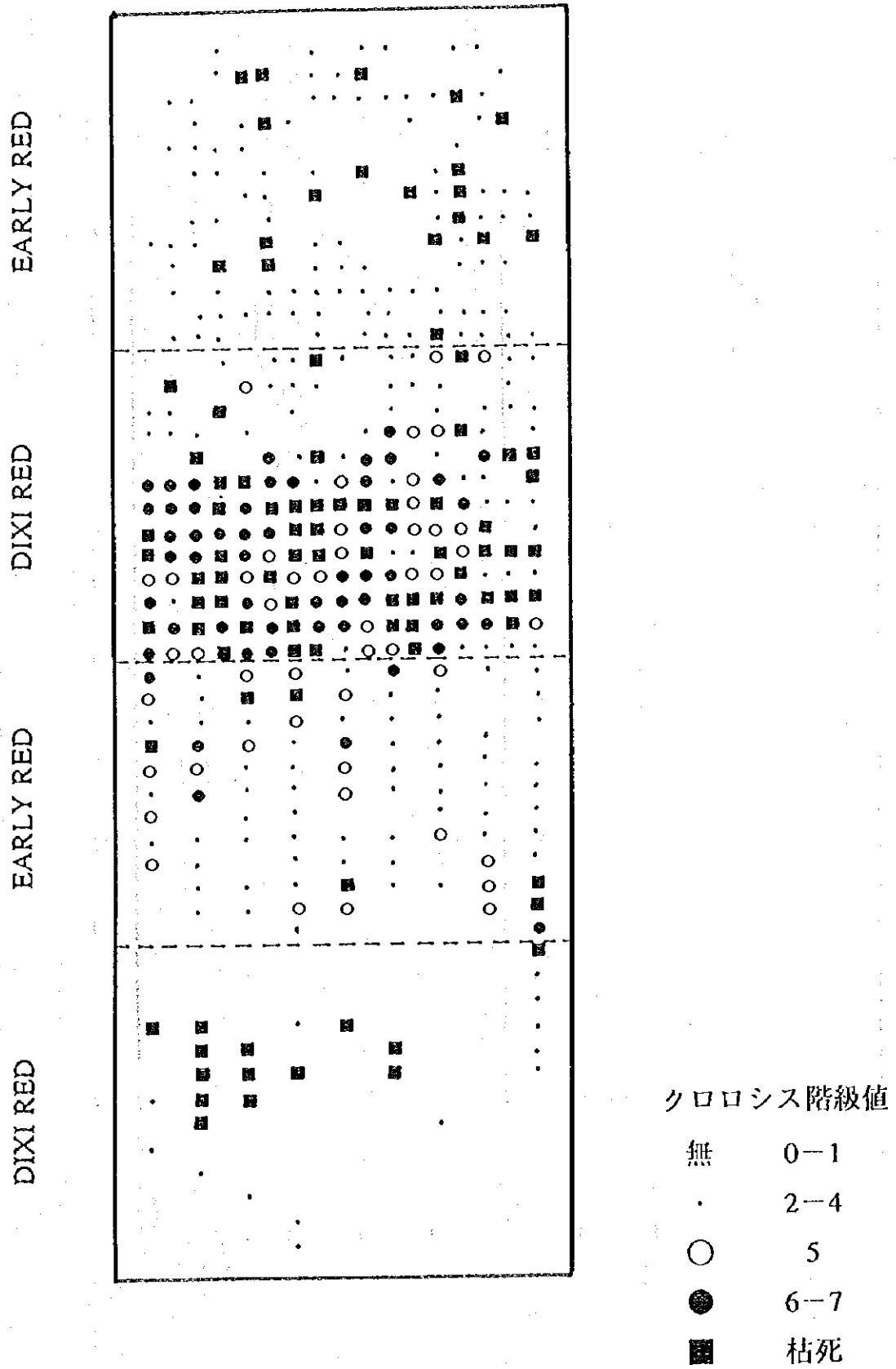


図2 モモ生育障害樹の圃場内分布 (1995.5.18)

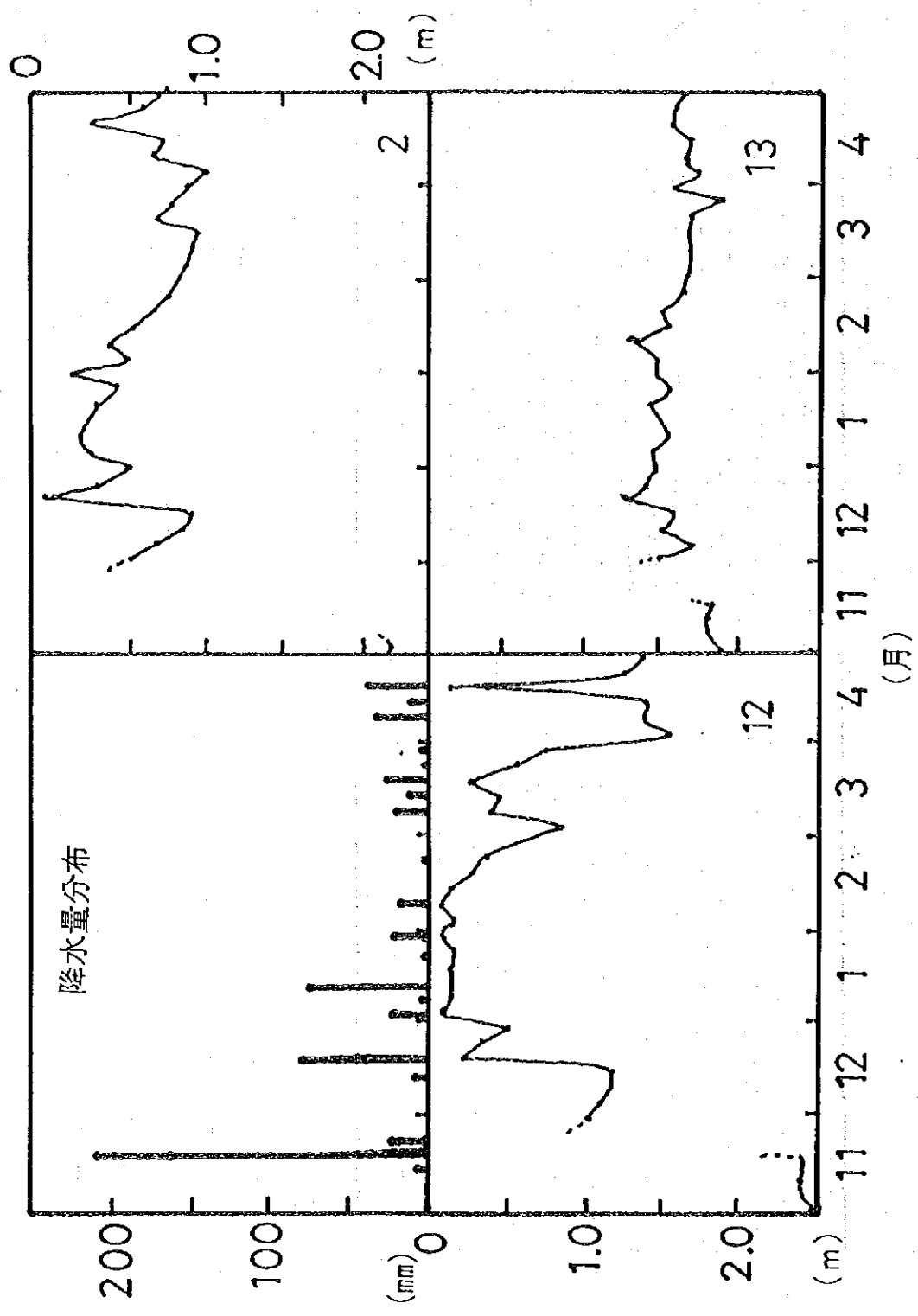


図3 11-4月の降水量分布 (5日毎) と観測井の地下水水位変動 (No.2、No.12、No.13)

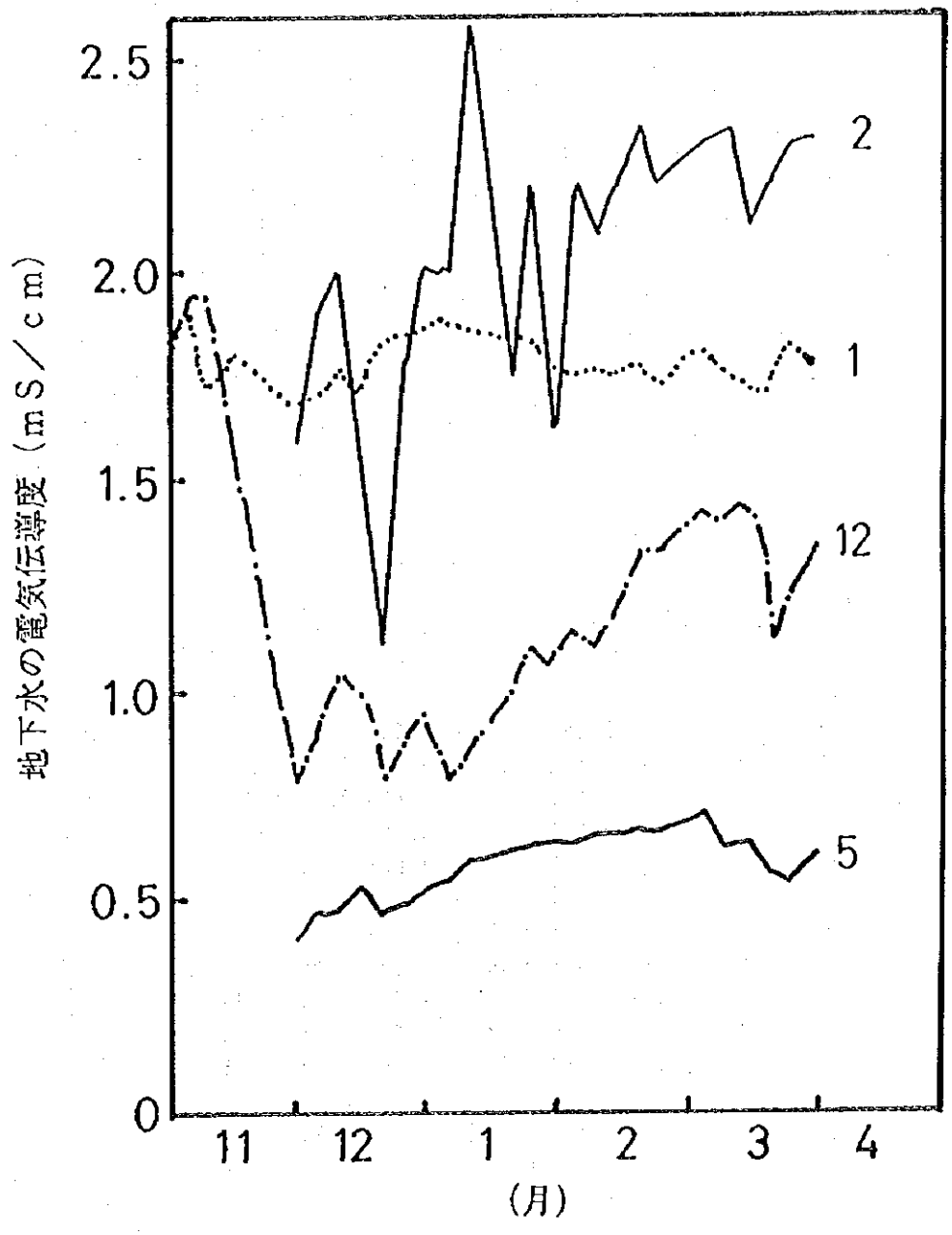


図4 11-4月の地下水中の電気伝導度の推移 (No.1、No.2、No.5、No.12)

表 1 果樹の葉分析値

階級値 部位	HCl抽出Fe ppm			Fe ppm			Zn ppm			Mn ppm		
	基部	中位	上位	基部	中位	上位	基部	中位	上位	基部	中位	上位
モモ DIXI RED												
0	85.7	67.4	54.6	163	111	112	23	24	29	115	74	54
2	84.3	47.9	37.4	163	131	109	98	47	35	661	214	70
3	50.5	29.2	-	186	132	-	29	29	-	220	123	-
5	45.5	26.2	-	172	148	-	29	30	-	246	139	-
6	35.1	25.3	-	202	172	-	43	46	-	280	189	-
モモ												
EARLY RED	76.8	54.5	39.8	219	117	75	34	26	30	217	96	54
白鳳				207	243	158	24	31	31	233	149	68
ナシ '幸水'				203	129	100	36	37	36	175	236	170
ナシ '二十世紀'				184	136	129	19	17	20	161	134	133
カキ '富有'					161			11			234	
キウイ 'ヘイワード'					263			43			74	

階級値 部位	Ca %			Mg %			K %		
	基部	中位	上位	基部	中位	上位	基部	中位	上位
モモ DIXI RED									
0	1.54	1.24	0.82	0.565	0.497	0.435	3.28	2.95	2.11
2	1.97	1.27	0.87	0.497	0.444	0.391	3.53	3.30	2.54
3	2.21	1.24	-	0.584	0.495	-	4.65	5.09	-
5	2.34	1.20	-	0.746	0.601	-	4.30	5.05	-
6	2.03	1.19	-	0.678	0.570	-	6.08	5.87	-
モモ									
EARLY RED	1.76	1.38	0.99	0.637	0.573	0.464	2.50	2.56	2.19
白鳳	2.70	1.55	1.08	1.033	0.684	0.562	2.78	4.29	3.45
ナシ '幸水'	1.39	0.82	0.84	0.529	0.368	0.449	2.19	2.95	2.93
ナシ '二十世紀'	1.86	1.71	1.75	0.785	0.683	0.650	1.96	1.67	1.91
カキ '富有'		1.99			0.576			3.30	
キウイ 'ヘイワード'		3.21			0.508			3.74	

表2 モモ圃場の土壌分析値

	層位	含水比	pH(1:20)	EC(mS/cm)
A	1	0.213	8.40	0.31
	2	0.293	8.57	0.28
	3	0.294	8.79	0.26
	4	0.286	9.19	0.20
	5	0.286	9.35	0.26
B	1	0.258	8.38	0.26
	2	0.250	8.66	0.19
	3	0.304	8.79	0.26
	4	0.336	8.81	0.31
	5	0.357	9.06	0.33
C	1	0.230	8.27	0.30
	2	0.278	8.55	0.26
	3	0.312	8.66	0.23
	4	0.293	8.63	0.18
	5	0.262	8.68	0.15
D	1	0.199	8.41	0.26
	2	0.265	8.52	0.19
	3	0.329	8.50	0.26
	4	0.328	8.37	0.31
	5	0.341	8.44	0.33
E	1	0.165	8.38	0.26
	2	0.302	8.53	0.34
	3	0.308	8.56	0.20
	4	0.271	8.75	0.17
	5	0.275	8.84	0.17
F	1	0.226	8.36	0.20
	2	0.214	8.67	0.20
	3	0.195	8.75	0.20
	4	0.232	8.81	0.23
	5	0.252	8.85	0.26
G	1	0.341	8.69	0.15
	2	0.368	8.75	0.17
	3	0.352	8.75	0.19
	4	0.320	8.70	0.20
	5	0.335	8.86	0.20

表3 圃場の土壌断面図とモモの根群分布 (土壌断面A-1~G)

土壌断面A-1 (DIXI RED)

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 ( $\phi$ : 直径cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起	++		
2	↑	++		
30		++	++	
4	粘質、構造あり	+	++ $\phi$ 2 横向き	
5		+	++	
60	↓ 灰-黒	++	++	++
7	↑	++	++	++ $\phi$ 2 横向き
8	灰-黒			++
90				
10				++ $\phi$ 2
11	粘質			
120				+ $\phi$ 1-2
13				
14				
150	↓			+ $\phi$ 0.2
16	↑ 灰-黄			
17	粘質			
180				

土壌断面A-2 (DIXI RED) 根量少ない

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 ( $\phi$ : 直径cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起	++		
2	↑	+		
30				
4	粘質、構造あり		++	
5			++ $\phi$ 0.3-0.6	一部あり
60	↓ 灰-黒		++	
7	↑	+		
8	灰-黒	+		
90	粘土含量多い			
10				
11	粘質			
120				
13				
14				
150	↓			
16	↑ 灰-黄			
17	粘質			
180				



土壤断面 B-1 (DIXI RED)

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径 cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起			
2	↑ 黒一灰	+		
30	↓ 微砂	+	++	
4	↑	+	++	
5	瓦礫層			
60	黒一灰			
7	↓ 微砂	+		
8	↑	+		
90		+		
10	黒一灰	++		
11		++		
120		+		
13	↑ 粘土質	+		
14				
150	↓			
16				
17	地下水面			
180				

土壤断面 B-2 (DIXI RED)

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径 cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起	+		
2		++		
30				
4			++	
5	↑ 瓦礫層	+		
60	↓			
7				
8				
90				
10		+		
11				
120				
13				
14				
150				
16				
17				
180				

素焼き瓦等が非常に多く中・太根が貫通出来ない層がある

土壤断面 C-1 (EARLY RED)

深さ (cm)	土性・土色 地下水位	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径cm)	腐朽根の有無
0				
1	↓ 耕起	+++		
2	↑	+++	++	
30	黒 粘質	+++	++ φ 2 以上	
4		+	++ 横向きに集中	
5			+ φ 1 下向き	
60	瓦礫あり		+	
7	↓	+		
8	↑	+		
90	灰-黄	+		
10	粘質 瓦礫あり	+	+ φ 0.4	
11		++	+	
120	瓦礫あり			
13				
14				
150	↓			
16				
17				
180				

瓦礫少ない

土壤断面 C-2 (EARLY RED)

深さ (cm)	土性・土色 地下水位	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径cm)	腐朽根の有無
0				
1	↓ 耕起			
2	↑	+++	+++ φ 2 以上	
30	黒 粘質	+++	+++	
4		++	++	
5		+		
60	↓ 瓦	+		
7	↑	+	+	
8	灰-黄	+		
90		++		
10	瓦	++		
11		+		
120	瓦			
13				
14				
150	↓			
16				
17				
180				

土壌断面 D - 1 (D I X I R E D)

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起			
2	↑			
30	全層黒	++	++	
4	微砂混じり	++	++	
5		++	++	
60	構造多少あり	++	++	
7				
8		+	+	
90		+	+	
10	↑	+	+	
11	瓦僅かに含む	+	+	
120	↓			
13		+		
14		+		
150	地下水位			
16				
17				
180				

土壌断面 D - 2 (D I X I R E D)

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起	+		
2	↑	++	++	
30	全層黒	++	++	
4	微砂混じり	++	++ φ 1 - 2	
5	構造も多少あり	++	++	
60		+	++	
7				
8	↑	+		
90	瓦含む			
10	↓		+ 下向きの細根が主	
11				
120		++		
13		++		
14		++		
150				
16	地下水位			
17				
180				

土壤断面 E-1 (DIXI RED) : 昨年まで生育良好今年枯死多発

深さ (cm)	土性・土色 地下水位	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径cm)	腐朽根の有無
0				
1	↓ 耕起			
2	↑	+++		
30	黒-灰	+++		
4	構造あり	+++		+
5				+
60		+		+
7	↓	+		+
8	↑			
90	黒-灰	+		+ ↑
10	粘質			++
11	構造無し			太根の腐朽根
120				+ ↓
13				
14				
150				
16				
17				
180				

土壤断面 E-2 (DIXI RED) 枯死樹

深さ (cm)	土性・土色 地下水位	細根量	中根以上の分布 (φ: 直径cm)	腐朽根の有無
0				
1	↓ 耕起			
2	↑	++	+	
30	黒-灰	++	+	
4		++	φ 1	
5		++	+	
60	↓	+		
7	↑		+	下方向へ伸長
8	強粘質		+	
90				
10				
11				
120				
13				
14				
150	↓			
16				
17				
180				

土壤断面 F-1 (DIXI RED) 細根分布

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 ( $\phi$ : 直径 cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	↓ 耕起			
2	↑ 黒一茶	+++	++	
30	↓ 粘質、構造良い	+++		
4	↑	+++	+++	
5	遷移層	+++	+++	
60	↓ 粘質		+++	$\phi$ 2 腐朽根混じる
7	↑	++	+ $\phi$ 0.4 下向き	
8	明るい黄	+		
90	微砂混じり	+		
10				
11		+		+
120		++		$\phi$ 2 以上の腐朽根は 下向きが多い
13		++		
14		++		
150	↓	++		+
16	↑			
17				
180				

土壤断面 F-2 (DIXI RED)

深さ (cm)	土性・土色	細根量	中根以上の分布 ( $\phi$ : 直径 cm)	腐朽根の有無
0	地下水位			
1	耕起			
2	↓ 黒	+++		
30	↑	+++	++	
4	遷移層	++		
5	↓	+	++	
60	↑			
7	黄		+ $\phi$ 1 横方向へ	
8	微砂混じり	+	+	
90				
10				
11		++		+ $\phi$ 2 横 (最近枯れた)
120				
13				
14		++		
150	↓			
16	↑			
17				
180				

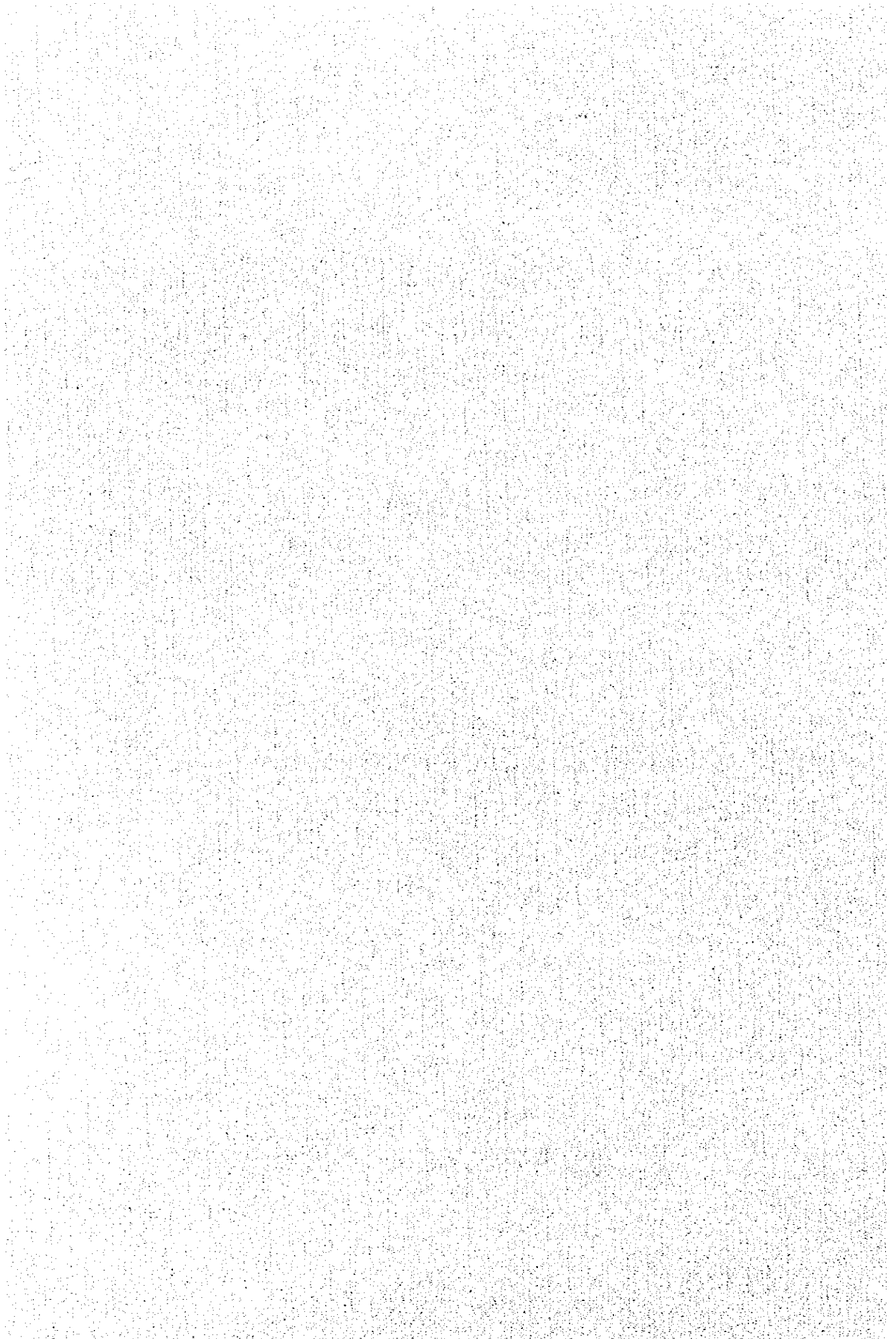
土壤断面 G (小麦畑 収獲跡地)

深さ (cm)	土性・土色	根群分布
0	地下水位	
1	↑	
2		
30	黒一灰	
4	粘質	
5		
60		
7	↓	
8	↑	
90		深さ90cmまで多い
10	黒一茶	
11	粘質	
120		120cm付近まである
13		
14		
150		
16		
17		
180	地下水位	

# トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査 平成7年度短期専門家報告書Ⅳ.

1. 専門家氏名 : 梅宮善章 (農林水産省果樹試験場)
2. 業務内容 : 土壌肥料
3. 派遣期間 : 1995年10月1日～10月14日

国際協力事業団  
農業開発協力部農業投融资課





# 目 次

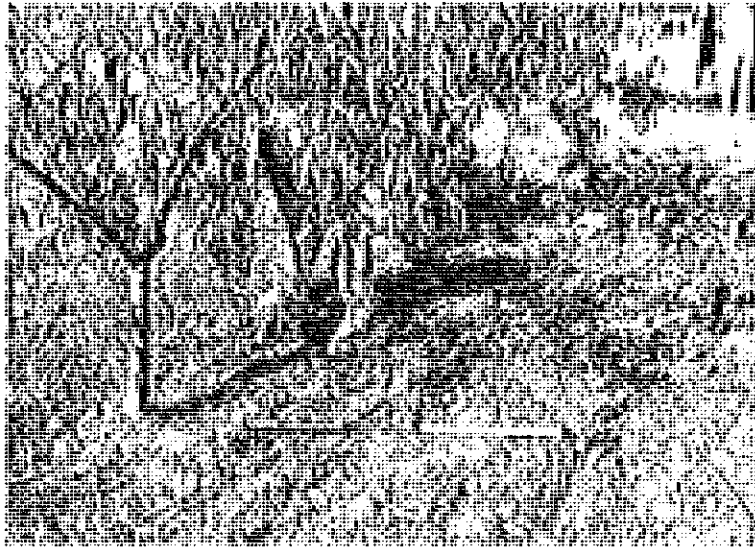
## 写真

1. 短期専門家に関する事項
2. 調査の目的
3. 調査内容
4. モモ樹の鉄欠乏症の対策

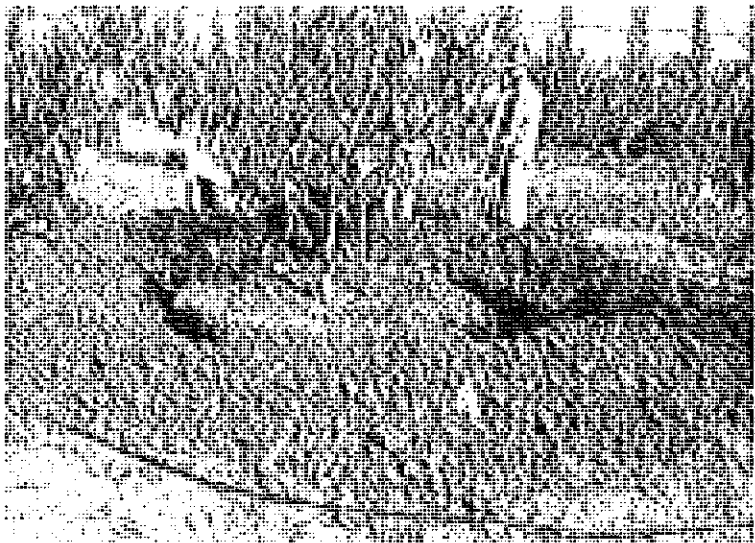
## 添付資料

- ・ (図1) 処理区の配置

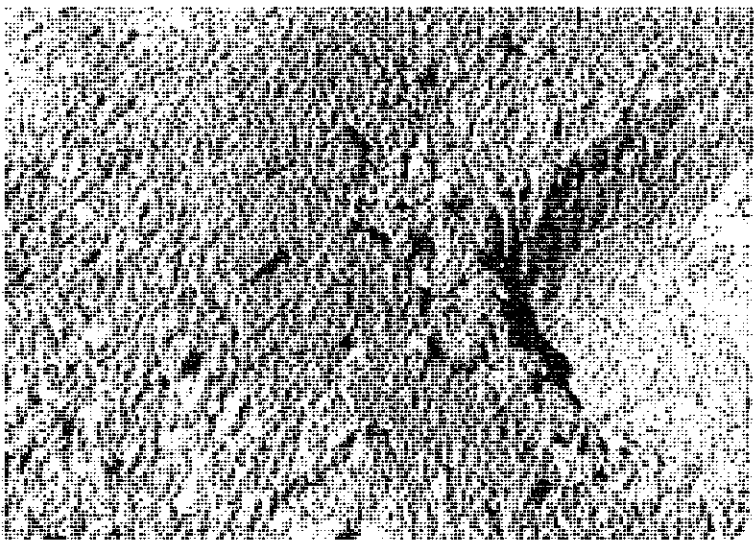




2-1 樹幹から直径1.5mの位置に溝を掘る



2-2 幅40cm、深さ40cmの溝を掘ったところ



2-3 堆肥を施用





2-4 キレート鉄を加える



2-5 資材と土壌をよく混合する



2-6 埋め戻したところ



## トルコ半乾燥地域農業開発現地実証調査

### 短期専門家（果樹土壌肥料）報告

#### 1. 短期専門家に関する事項

- 1) 氏名：梅宮善章
- 2) 所属・役職：農林水産省果樹試験場土壌研究室長
- 3) 専門分野：果樹・土壌肥料
- 4) 派遣期間：1995年9月30日－1995年10月14日
- 5) 派遣場所：アダナ県ジェイハン市TIGEMチェクロバ農場

#### 2. 調査の目的

JICA現地実証調査圃場におけるモモ生育障害の対策

背景：当JICAプロジェクト圃場においてトルコ半乾燥地域農業へ灌漑技術を導入した畑作、野菜、果樹栽培の現地実証試験を1990年より開始している。この果樹圃場（8.5ha）のモモ（2ha）とキウイ（2ha）圃場で激しいクロロシスが発生し、果樹の生育不良や枯死が相次いだので、その原因究明と対策試験の実施について要請された。前回の調査の結果、主要な原因が石灰質土壌で起きることが知られている鉄クロロシスであることが判明したので、今回は土壌対策の実施を目的とした。

#### 3. 調査内容

##### 3-1. 調査日程

9月30日（土）	つくば→成田	成田泊
10月1日（日）	成田→フランクフルト（11:25-15:30、LH711）	フランクフルト泊
2日（月）	フランクフルト→アンカラ（12:55-17:05、LH3834）	
	アンカラ→アダナ（19:00-20:05、TK290）	アダナ泊
3日（火）	TIGEMチェクロバ農場表敬訪問 試験調査打ち合わせ、調査実証圃場の概況調査	
4日（水）	モモ処理圃場の葉色調査	
5日（木）	土壌処理樹の処理区の設定	
6日（金）	果樹品種展示圃場、キウイ、スモモ圃場調査	
7日（土）	休日	
8日（日）	休日	
9日（月）	モモ土壌処理の準備	
10日（火）	モモ土壌処理の実施	
11日（水）	報告書作製	





いるもので、節間も短く10-20cm程度の伸長であった。また鉄欠乏の黄化葉の程度は軽かった。しかしクロロシスの階級値の高かった樹では、黄化葉や白化葉も目だった。'あかつき'では新梢の基部、中位葉が落葉して先端部の葉だけが残っていた。また先端部の葉芽の展開が認められた。

・スモモ 成葉の落葉も品種によっては激しかった。その場合、結果母枝、亜主枝の先端部の新梢は、先の方の葉芽が2-3cm伸びて展葉し、中、下位部の新梢は先端がそのまま15cmほど伸びて展葉していたが、黄化の程度は弱かった。

・キウイ 夏以降の新梢伸長は、殆ど認められなかった。また先端葉のクロロシスは回復がみられなかった。また葉も新梢の基部-中位葉まで無くなっている場合も多く、新梢の充実も十分ではなかった。基部葉が一通り樹面に残っているのは、生育がよく、防風ネットで風も弱まる北2列に限られていた。他は主幹部や主枝の基部で残っていることが多かった。

・カキ、イチジク、ビワ、ザクロ 鉄欠乏によるクロロシスも発生しておらず、成葉も落葉は少なかった。

### 3) モモ樹の根群分布

キレート鉄の土壤施用のためモモ樹の秋期の根群分布を調査する予定であったが、直前の降雨のため土壌が粘り、第1週目の調査は不可能となった。このため長期専門家の4月測定データをもとに根群分布と処理位置を検討した。根群の水平分布をみると、直径4mm以下の細根の分布は樹幹から1.2-1.5mの範囲で最も多く、直径12mm以上の太根は樹幹から0.6mの範囲で多かった。垂直分布をみると樹幹から1.2-1.5mの範囲では、ほとんどの根が深さ20cmから60cmの範囲に分布していた。

これから、キレート鉄を土壤処理する場合に直径1.1mから1.5mの範囲を原状に深さ40cmまで掘ると、太根の切断も少なく、細根の分布も多いことが判明した。

### 4. モモ樹の鉄欠乏症の対策

樹体への鉄資材の葉面散布、樹幹注入処理は、効果が一時的であったので、土壤処理を行うことにより効果の持続性を目的とした。

#### 1) 石灰質土壌での鉄欠乏対策

石灰質土壌では鉄の溶解度が低下することが、鉄欠乏症の原因であるので、鉄塩のみの土壤施用では効果的でない。多量の有機物施用や果樹園では刈草の地表面施用で吸収は増加する。またいくつかのキレート鉄が有効で、最も良く使われているのは、FeEDDHAであり、果樹ではナシやリンゴの成木に、約60g/樹施用される。

## 2) トルコでの鉄欠乏症対策

果樹に対する対策は、適地適作が中心であり、生理障害が発生したら、果実の価格も高くはないので、高価な資材を投入するよりも、出ないところを捜して栽培をする方式とのことである。なお市販の鉄資材として、園芸作物用のキレート鉄、葉面散布資材、硫酸第一鉄も生産されている。また国立の試験場では、FeEDDHAを用いたメーカーの委託試験も1980年代に行われ、モモにたいして効果があったと報告されている。

## 3) プロジェクト圃場での鉄欠乏症対策の考え方

通常であれば有効な資材の選択、施用方法、施用時期、効果持続期間等、予備的に試験を行って適切な方法を策定するところであるが、本プロジェクトは米年度が最終年度のため、翌年の生育期間中に目に見える形で改良効果を示す必要がある。

このため移管後のことも考え、鉄資材としてトルコ国産のキレート鉄（商品名Feramín）を中心とし、対照に日本製のキレート鉄（日本フェロー社製）、参考に硫酸第一鉄を用いた。施用量は、過剰障害が出にくいことから、多目に2段階の施用量とした。施用時期は秋施用（環状施用）と春施用（地表面施用）を組み合わせた。秋施用では樹幹周囲を環状に掘り、牛糞堆肥と水に溶かしたキレート鉄を土壌と混合し埋め戻す。この効果が樹体に出るのは、春先に新根が改良された土壌中へ伸長し、細根を発達させてからになる。そこで展葉初期の効果进行を期待し、冬期の降雨によるキレート鉄の流亡も考慮して春先の地表面散布も組み合わせた。

モモ樹の処理面積は、改良を要する面積の約1/2に相当し、処理樹は180本である。作業時間は、2人がスコップを使用して1樹につき1時間以内で終了したことから、11月末の雨期までに作業完了が可能な量である。

## 4) キレート鉄施用の実際

### 4-1) 供試資材と必要量

		標準施用量（カタログ記載）
・ FERAMIN（トルコ資材）	65 kg	モモ幼木 20-30g/樹 結実樹 100-200g/樹
・ キレート鉄（日本資材）	30 kg	2-3kg/10a (10a56本の密植区だと54g/樹)
・ 硫酸第一鉄（トルコ資材）	20 kg	5-6kg ( " " 108g/樹)

なおキレート鉄とFERAMINの効果は施用量を比較して、FERAMINの倍量がキレート鉄に相当すると想定した。

4-2) モモ供試樹

障害の階級で2つに区分した	障害程度	階級
	軽	2-3
	中以上	4-6

施用区 各樹列を東西2つに分け8本ずつ(密植)

5本と4本(疎植)

施用量 樹列の西側で東側より同程度の障害樹の割合が高かったため  
多施用量(西側) 少施用量(東側) とした

- 階級区分
- 0 . . . . クロロシスの無い正常なもの
  - 1 . . . . 黄色葉が僅かに発現(全体の30%程度)
  - 2 . . . . 黄色葉がおよそ半分に発現
  - 3 . . . . 黄色葉がかなり発現(全体の80%程度)
  - 4 . . . . 樹全体が黄色葉
  - 5 . . . . 黄色葉が大部分で更に白色葉が僅かに混入
  - 6 . . . . 白色葉が大部分
  - 7 . . . . 白色葉が大部分で更に枯死葉が混入

4-3) 対策区の設定

① FERAMIN

3 反復

区	処理量 (g/樹)		合計	本数 (疎植)
	秋	春		
A	300↑	--	300	8(4)
B	300↓	300	600	8(4)
C	600↑	--	600	8(5)
D	600↓	600	1200	8(5)

② キレート鉄

3 反復

区	処理量 (g/樹)		合計	本数 (疎植)
	秋	春		
E	150↑	--	150	8(4)
F	150↓	150	300	8(4)
G	300↑	--	300	8(5)
H	300↓	300	600	8(5)

③ 硫酸第1鉄

1 反復

区	処理量 (g/樹)		合計	本数 (疎植)
	秋	春		
I	1000	--	1000	16

モモ樹列

2 2

9 10

17 樹番号

3

C	A
D	B

フェラミン

4

5

10

11

I
---

硫酸第1鉄

12

G	E
---	---

キレート鉄

13

H	F
---	---

14

C	A
---	---

フェラミン

15

D	B
---	---

16

G	E
---	---

キレート鉄

17

H	F
---	---

18

28

29

C	A
---	---

フェラミン

30

D	B
---	---

31

G	E
---	---

キレート鉄

32

H	F
---	---

33

図1 処理区の配置

#### 4-4) 実施方法

##### (秋の土壌混和)

- ・ FERAMIN、キレート鉄を、予め1樹毎の施用量に小分けしておく
- ・ 鉄資材を溶かしてバケツ3杯にする(フルイ上でこすると溶け易くなる)
- ・ 樹幹から外径1.5m、内径1.1mの範囲(幅40cm、深さ40cm)を溝状に掘りあげる。このとき太い根は切らずに残し、掘りあげた土は溝の外側に現状に積む。
- ・ 牛ふん堆肥2袋(約60kg)を掘りあげた土に散布する-10aあたり約3tに相当
- ・ バケツ3杯の水溶液を牛ふん堆肥の上に散布する
- ・ 鉄資材を含んだ堆肥と土をよく混ぜる
- ・ 混和した土壌を埋め戻す
- ・ 堆肥と混和しなかった土も元の位置に戻して終了

##### (春先の地表面散布)

モモの開花、展葉が3月初めなので、1カ月前の1月末-2月初めの圃場に入れる時を選び、1樹3mX3mの範囲に、鉄資材を水に溶かして散布する。2月の平均降水量は80mmなので、ある程度土壌中へ浸透が期待できる。

1列8本同時処理できるので(密植の場合3mX2.4m)、小型の動力噴霧器が使用できれば能率的である。









JICA