

中国三江平原農業総合試験場計画 専門家総合報告書 (V)

平成4年3月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1099314(5)

24072

中国三江平原農業総合試験場計画

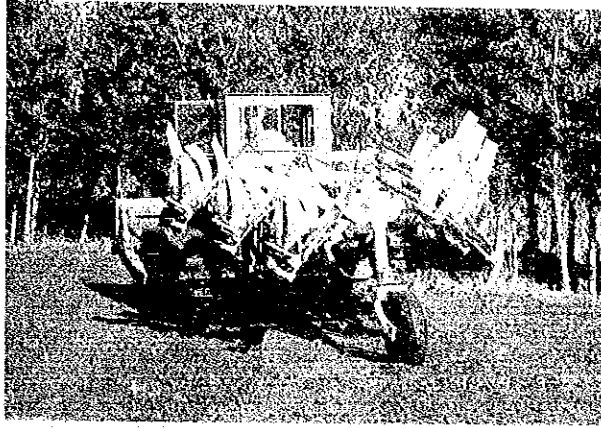
専門家総合報告書 (V)

平成4年3月

国際協力事業団

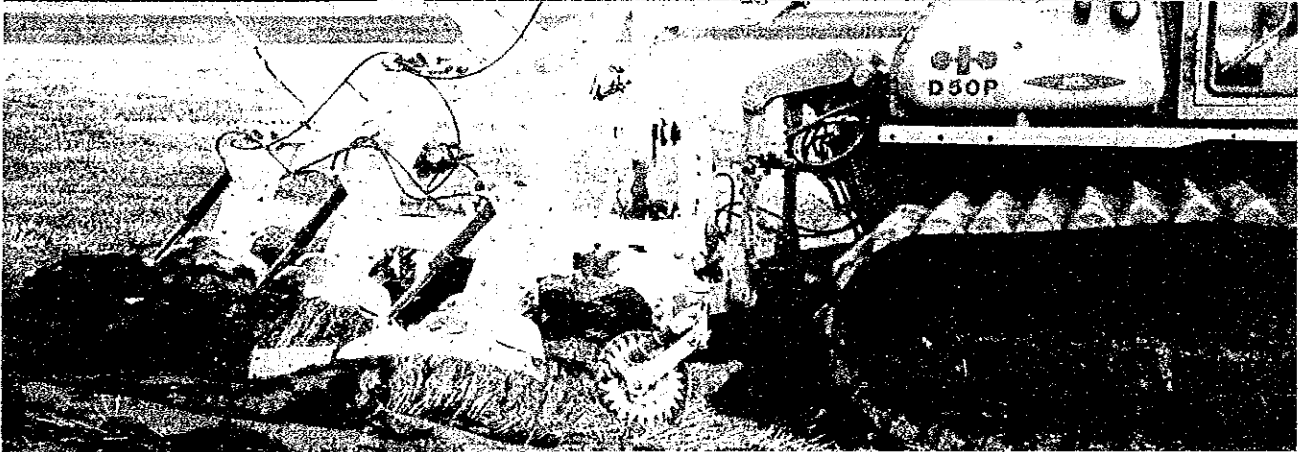
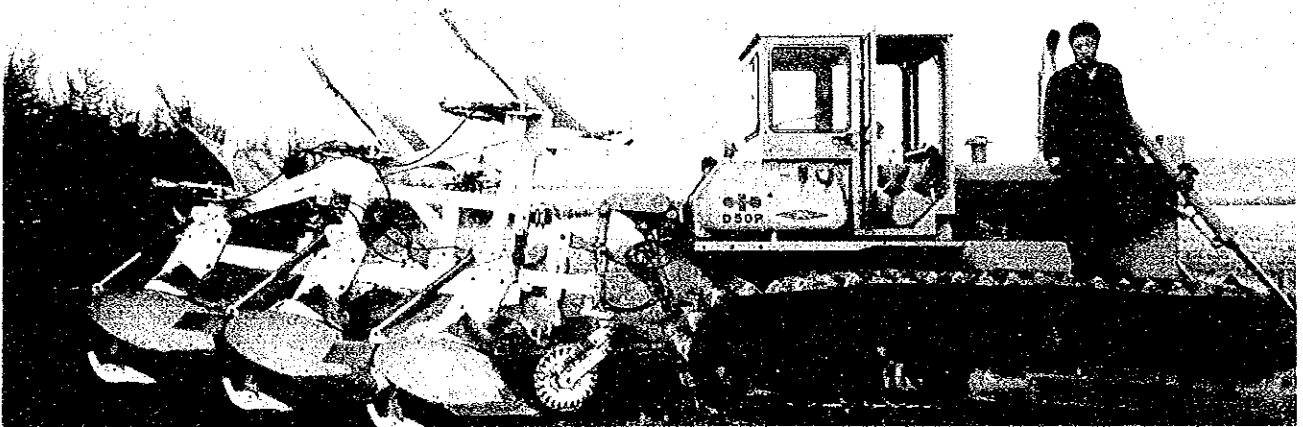
国際協力事業団

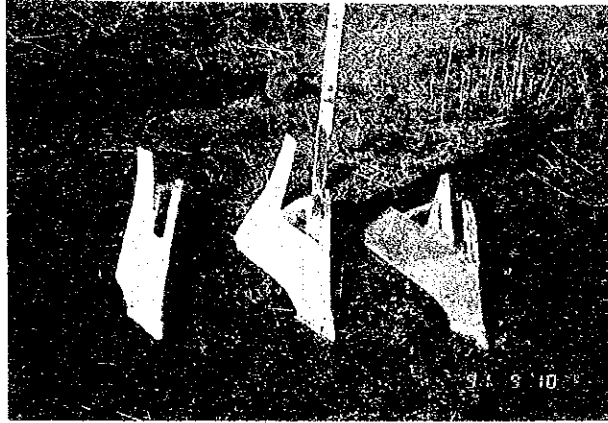
24072



1991.9,853農場

改良心土耕プラウ運搬状態



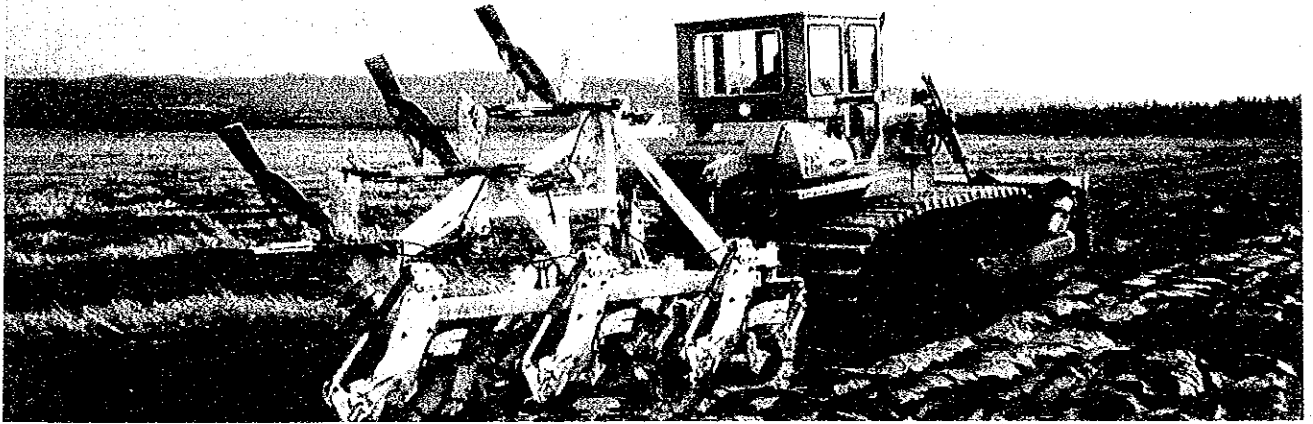


小型心破
局部深耕

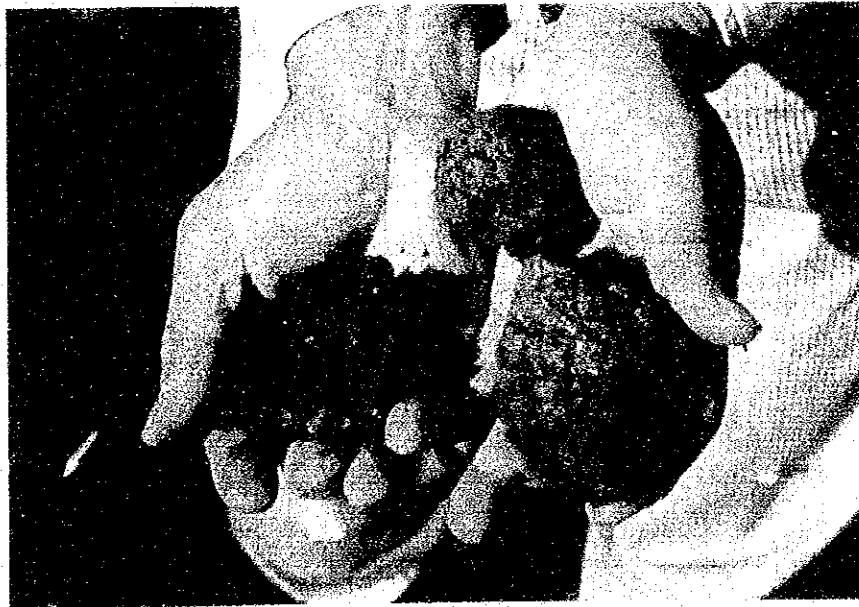
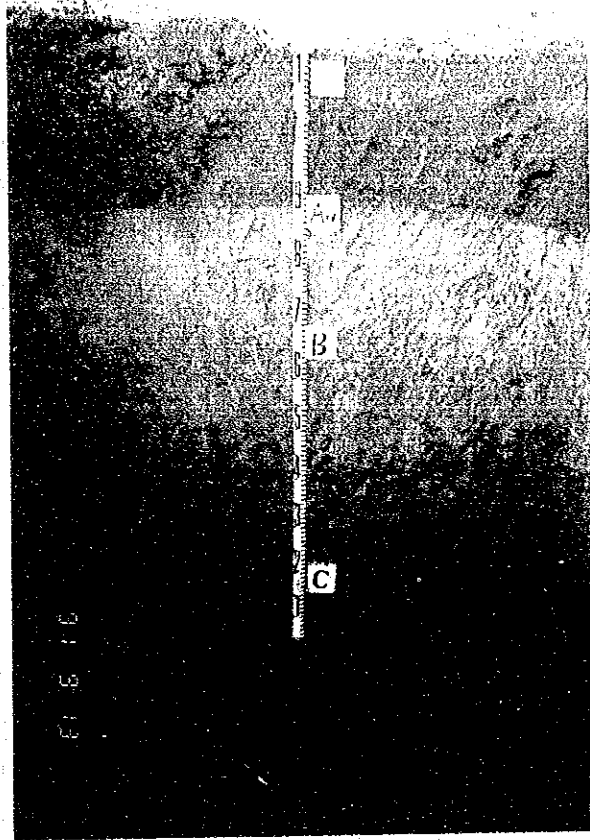
大型心破
混層

標準心破
1989

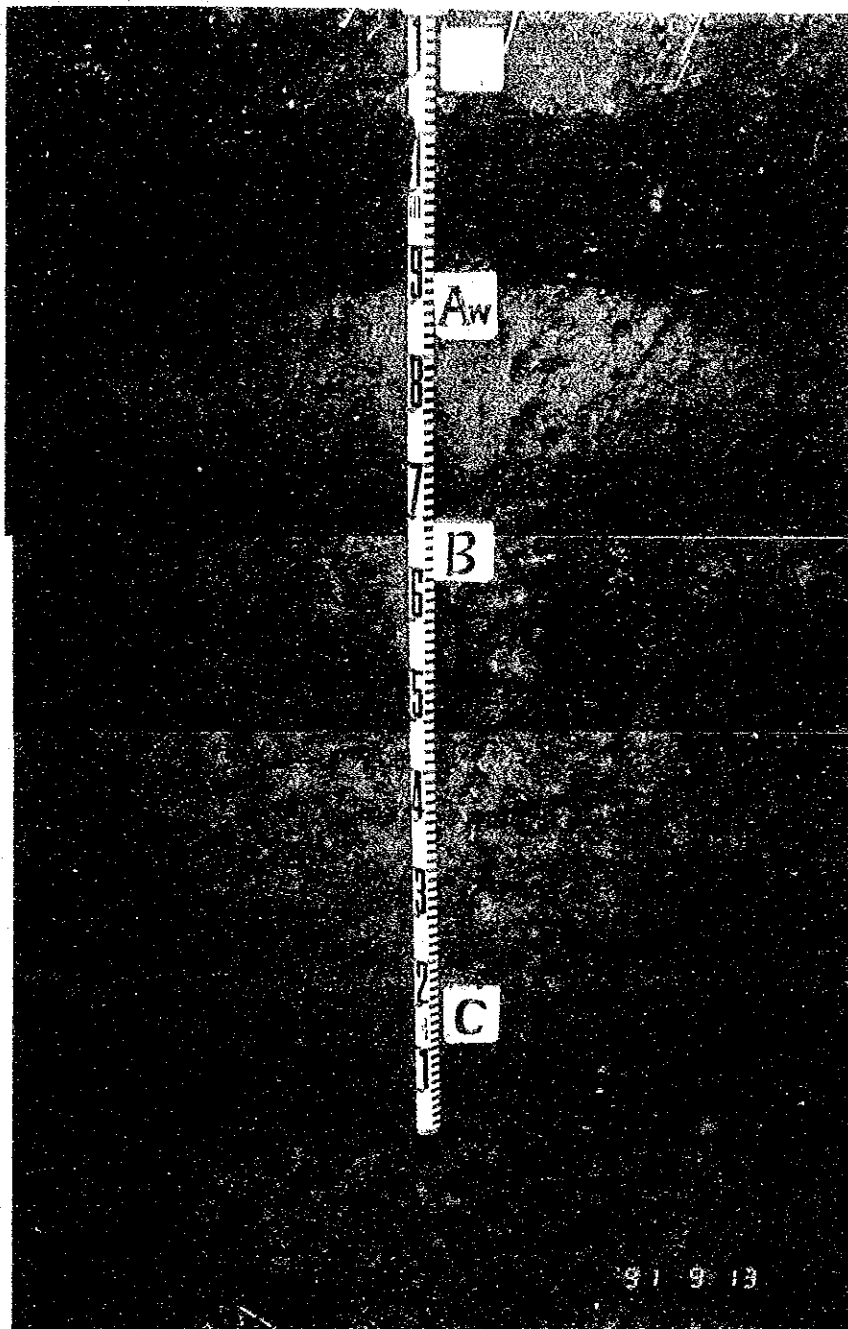
1991



土層断面

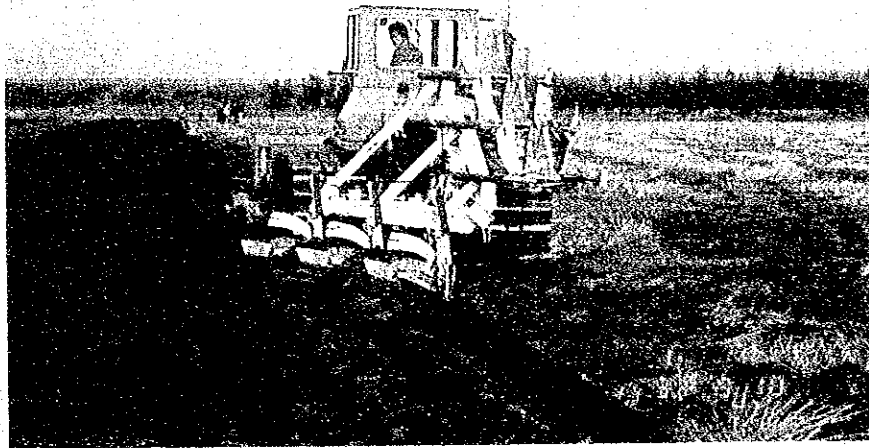


澱積層（第3層）は柱状構造で崩壊しやすい。
しかし握ると固まる。土性は重粘土



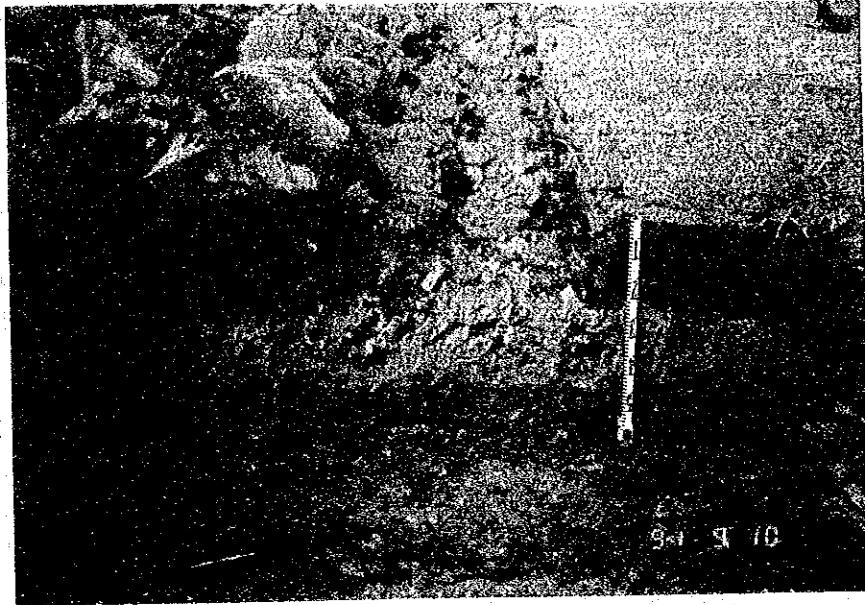
第2層
硬化して不透水層を形成している。この破碎が先決。

第3層
柱状構造。このままにしておいた方が排水性に秀れるとも考えられる。



標準心土破碎





第2層を破碎。心土をそれ程浮上させていない。
犁柱通過跡に作土を落とし込む工夫をしているが、土壤水分が多いと
固結してあまり入り込まない。第2ボットムは入り込んでいる。



小型心破



小型心破でも深く施工する関係上、第2層をよく破碎している。



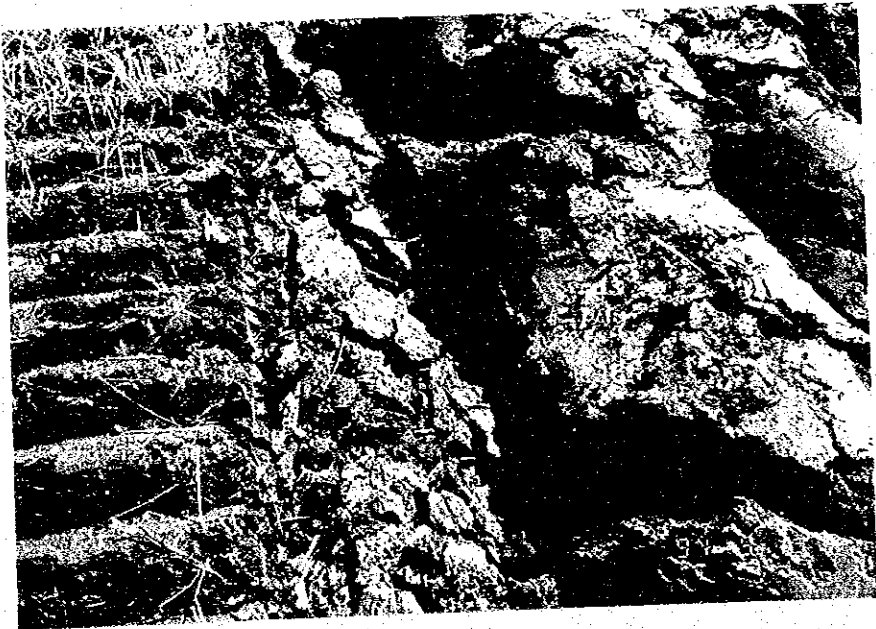
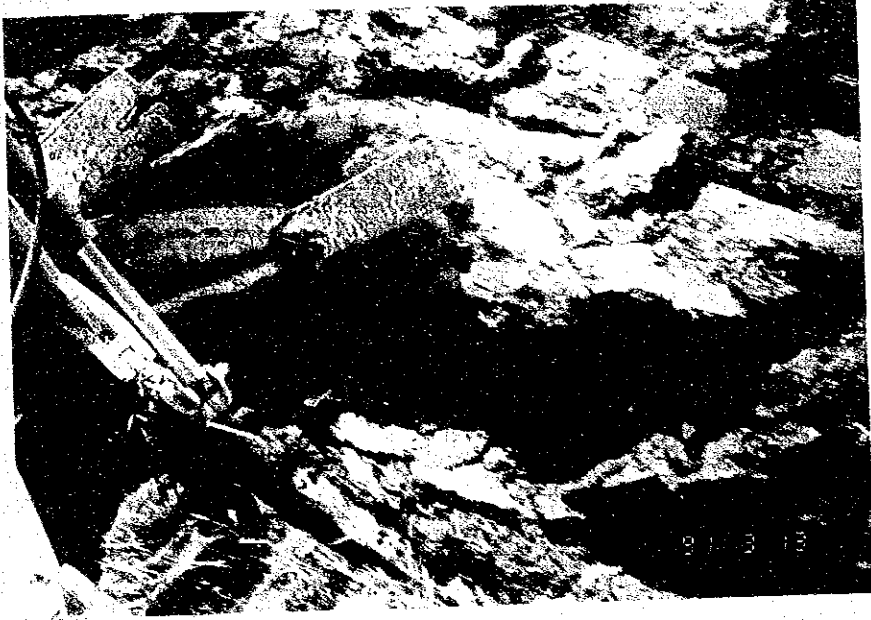
大型心破

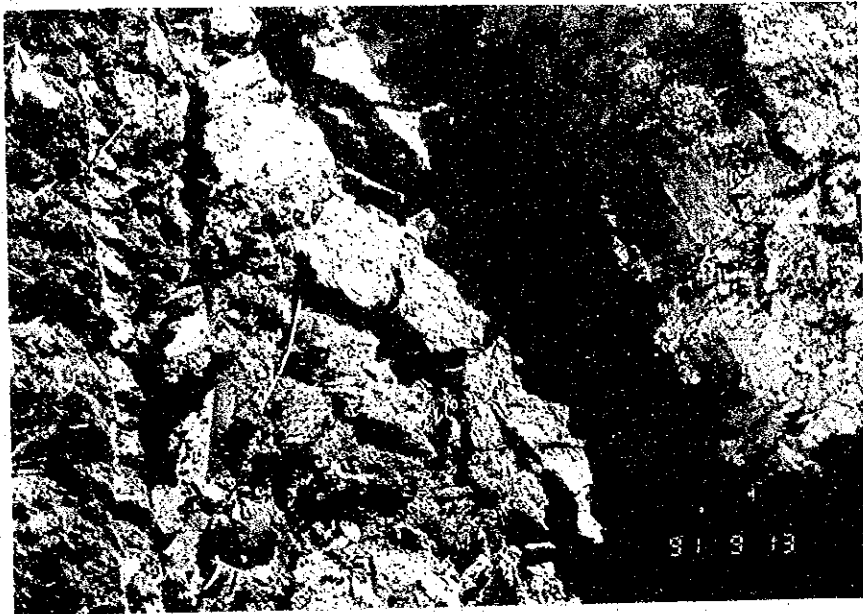


第3層と第2層の混合量はもっとも多い。
心土の浮上量が多くなっている。

心土肥培

大型心破





心土の破碎量は多い



燐酸の供給



不透水層が形成されているために滞水。水田土壌と同じ状態。



前年鋤込みの有機物は腐植しないで浮上。



土壤含水率27.2%

土壤含水率19.5%
破碎は容易になる。



3年に1度程度心土耕を繰り返すことによって土壤は乾燥し、有機物の分解も早まり、微生物性も改善される。





下層磷酸+有機物



下層磷酸



対象

参考・現地実験圃
合江農研

下層磷酸施用効果が大きい、生育期促進



序 文

中国三江平原農業総合試験場計画は、三江平原の農業開発のための作物の低温冷害に関する研究及び低湿地における基盤技術に関する試験研究を実施するため、昭和60年9月20日に署名された討議議事録に基づき、5年間のプロジェクト方式技術協力として開始されました。その後、評価調査団の勧告に基づき、平成5年3月19日まで協力延長を行い、現在フォローアップ協力を実施しています。

本報告書は、短期専門家として任期を満了し帰国された石田憲治専門家(電子計算機)、水之江政輝専門家(かんがい)、安中武之専門家(土壌物理・排水)、村井信仁専門家(土壌改良機械)、木村重利専門家(農業機械)のプロジェクトにおける活動実績をとりまとめたものであり、今後のプロジェクトの実施にあたって活用されることを期待します。

最後に、専門家各位に対し厚く御礼申し上げるとともに、本プロジェクトがより一層発展することを期待するものであります。

平成4年3月

国際協力事業団農業開発協力部
部長 崎野信義

目 次

序 文

写 真

1. 石田憲治 (電子計算機) 1
派遣期間 平成2年4月10日～平成2年7月8日

2. 水之江政輝 (かんがい)13
派遣期間 平成2年4月16日～平成2年9月16日

3. 安中武幸 (土壌物理, 排水)65
派遣期間 平成3年8月20日～平成3年10月2日

4. 村井信仁 (土壌改良機械)81
木村重利 (農業機械)
派遣期間 平成3年9月3日～平成3年9月21日

1. 石田憲治（電子計算機）

派遣期間 平成2年4月10日～平成2年7月8日

1. はじめに —三江プロジェクトと電子計算機利用—

「中国・三江平原農業総合試験場計画」プロジェクト（以下「三江プロジェクト」と略記する）にいう三江とは、①黒龍江、②松花江、③ウスリー江、の3河川である。このうち、①及び③の2河川と小興安嶺に囲まれた約11万 km²の領域がいわゆる三江平原である。年間降水量は平均して500mm程度にとどまるものの、7・8月に集中する降雨はきわめて緩傾斜の排水不良地帯で洪水となることも多い。平年で3月下旬には土壤凍結深が地下2 m以深に達し、融解は6月中旬までかかる。高緯度地帯に位置していることによる気象条件の不利性に加えて、粘質の特殊土壌の存在が農業の発展に大きな抑制要因のひとつとなっている。

現在、三江平原の面積の25%に相当するおよそ270万 haが農地として利用されているが、広大な平原にはまだ多くの可耕地が賦存している。また、既耕地においても技術革新や管理の高度化による収穫量増加の余地が残されている。

このような地域を対象とした農業開発のための試験研究に電子計算機技術を積極的に導入する意味は、大別して以下の2点に集約されると考えられる。

- ①手法としての先進性を取り入れることにより、研究の高度化をはかる。
- ②効率的に研究をすすめる、研究成果の現地適用段階における効率的投資に資する。

そこで、本業務においてはこの2点に依拠し、農業生産環境条件にかかわる地図情報処理手法を主体に、現地適用の際の簡便性と操作性に配慮して技術指導・技術移転を行うことにとめた。

2. 農業生産環境条件の解析・表示システムの開発 —図形処理—

三江プロジェクトにおける試験研究課題の円滑な推進ならびに試験研究成果の現場適用の際に必要な情報処理技術を支援するため、農業生産環境条件の解析・表示システムを開発した。このシステムは、①農業生産環境条件解析・表示プログラム、②農業生産環境データ作成プログラム、の2つのプログラムを主体に構成されている。

(1) 農業生産環境条件解析・表示プログラム「KISHOMAP.BAS」の概要

気象条件をはじめとする三江平原の農業生産環境条件を、①地点別データ、②階層区分値をもとに解析した面的分布状況、について黒龍江省の地図とともにディスプレイ上に表示する。一度に表示することができるのは、地点の数が20箇所、農業生産環境にかかわるデータ

の項目数が16項目であるが、プログラムが参照するファイルを変更することにより、地図上での識別が可能な範囲での無限箇所数、無限項目数を扱うことができる。

このプログラムの特徴は、画面に表示されたメニューから必要な項目の番号を選択したり、マウスを画面上で押すことにより、会話的に作業がすすめられることである。また、プログラム中の基幹的な処理と個別の細部処理を明確に区分してあり、第三者によるサブプログラムの追加や修正が可能であるように配慮している。

プログラムの構成は、主プログラムのほか、14個のサブプログラムからなる。それぞれのサブプログラムの機能とともに構成するプログラム名を示すと以下のとおりである。

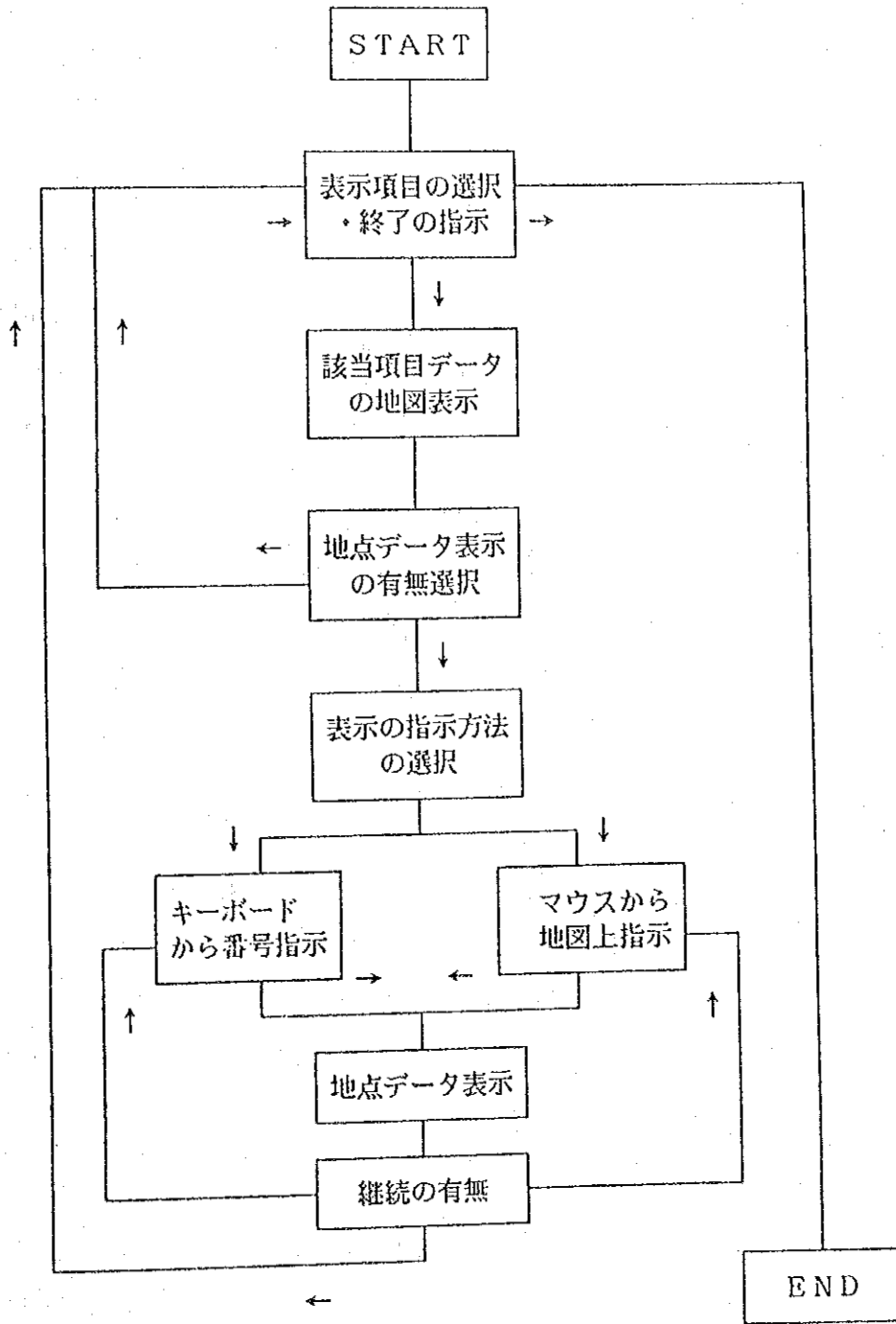
主プログラム	KISHOMAP.BAS
サブプログラム	CUTPNT (THRESHOLD DATA [階級区分値] ファイル作成) SUHAN (凡例の表示) LOOP (黒龍江省の境界線の表示) KUBUN (地点データと表示方法の選択) KEYBD (キーボードからの地点データ表示の前処理) INIT.MOUSE (マウスからの地点データ表示の前処理) MOUSE.ON及びMOUSE.OFF (マウスからの割り込み入力処理) BDATA (キーボードからの地点データ表示) MDATA (マウスからの地点データ表示) HANREI (凡例のマーク表示) PLACE (地点選択のための地図表示) HIDARI (マウス左クリック処理) MIGI (マウス右クリック処理) NOTHING (該当地点不照合時の処理)

次に、農業生産環境条件解析・表示プログラム [KISHOMAP.BAS] で必要とするデータ・ファイルを内容とともに整理すると以下のとおりで、あわせて7個のデータ・ファイルを参照している。

- ① AREALoop.DAT 地図の境界線座標ファイル
- ② PARAM.DAT カテゴリ化の際の階層区分値ファイル
- ③ PNTNAME.DAT 表示地点名ファイル
- ④ RAWDATA.DAT 地点別座標・表示項目原データ・ファイル
- ⑤ FLAME.DAT 入力原図の寸法情報ファイル(原図の枠座標)
- ⑥ XYANDCAT.DAT 表示用座標及びカテゴリデータ・ファイル
- ⑦ TITLE.DAT 表題ファイル

したがって、これら①—⑦のファイルがプログラムと同じカレントドライブ・ディレクトリに存在することが必要である。

さらに、処理の流れをフローチャートに整理すると次頁の図のとおりである。



(2) 農業生産環境データ作成プログラム [DATAMAKE.BAS] の概要

このプログラムは、先に説明した農業生産環境条件解析・表示プログラム [KISHOMAP.BAS] を利用して解析・表示するためのデータ・ファイルを作成する機能を有する。会話的に20地点、16項目ごとに区分して各種のデータを入力するように作られている。具体的には、起動したのち、ファイルを保存するドライブを指定するだけで順次自動的にファイルを構築することができる。

TITLE.DAT, PNTDATA.DAT, PARAM.DAT, RAWDATA.DAT, XYANDCAT.DAT の順に必要なデータ・ファイルを作成することができる。この際、ZAHYO.DAT という作業ファイルが同時に作成されるが、これは BACKUP 用であり、利用者は意識する必要がない。利用したい既存のデータ・ファイルがある場合には、[SKIP] コマンドによってその部分の入力を省略することもできる。この場合は、[DATAMAKE.BAS] がすでに存在する地点名ファイルや項目名ファイルとから必要なデータを自動的に読みだしてくることにより、後につづく過程でのデータ入力を円滑に進める機能を有している。

ただし、同じフロッピーディスク上に同一名称の既存ファイルが存在する時に、さらに新規にデータの入力を実行した場合、ファイルは上書きされて更新されるので注意を要する。ファイルの作成経過は、その都度画面にメッセージとして表示される。

このプログラムを利用するための操作手順は、以下のとおりである。

- 1) 新しい FD をシステム付でフォーマットし、[KISHOMAP.BAS] のシステムディスクから

CONFIG.SYS, N88BASIC.EXE, N88BASIC.LIB, KISHO.BAT, KISHOMAP.BAS, FLAME.DAT, AREALoop.DAT を COPY する。

- 2) 1) で作成した FD を B ドライブに入れ、[DATAMAKE.BAS] のシステムディスクを A ドライブにセットして起動する。
- 3) 1) の過程は、予めバッチファイルで自動的に処理することも可能で、先に説明した [KISHOMAP.BAS] のシステム・ディスクを A ドライブに入れ、新しいフロッピーディスクを B ドライブに入れ、A>の状態から PREPARE と入力すると、[PREPARE.BAT] というバッチ・ファイルが起動して自動的に処理される。

ここで説明した [DATAMAKE.BAS] と [KISHOMAP.BAS] の2つのプログラムを利用することにより、気象条件に限らずどのような種類のデータでも黒龍江省の地図上に任意の階層区分を行いながら表示することができる。

(1)及び(2)で述べた2つのプログラムは、いずれも NEC-PC9801 上で開発しており、MS-DOS 上の N88BASIC 言語で記述している。IBM-PC で利用する場合には、変換プログラム

を介する必要があるが、一部の画像関連命令を除いて汎用性を確保している。また、三江プロジェクトの主計算機である IBM9370/40 とのモデム通信による PC9801 機の接続が予定されている(モデムはすでに納入済みで回線工事まち)ことから、現行の電子計算機資源を活用しつつ広範な利用が期待される。開発したプログラムのリストは、添付資料として示してある。

3. 周辺の研究機関における電子計算機利用状況の調査

三江プロジェクトにおける電子計算機の効率的利用を推進しつつ、この研究プロジェクトの中から生み出される成果が他の研究機関等における成果と有機的に結合しながら一層発展するよう、電子計算機利用にかかわる視点からの方向付けに資するため、表に整理した日程でプロジェクト・サイト周辺の電子計算機利用実態を調査した。

対象とした研究機関は主としてハルビン市内に位置するが、三江プロジェクトと同一機種(モデルは異なる)を利用している大慶石油化工設計院を訪問対象に含めた。大慶市の周辺はアルカリ性土壌の排水不良地帯であり、1960年代の後半に油田開発が本格化するまでは、荒涼たる湿地であった。工業が興り、その後工業を支えるための耕種農業や酪農が振興された典型開発地帯である。

それぞれの機関における電子計算機のハードウェア及びソフトウェアならびに運営にかかわる状況は表中に整理したとおりであるが、全般的傾向として広域の自然的条件に関する環境情報の面的処理技術の立ち後れが指摘できる。CAD 手法を駆使した構造物の設計技術はかなり進んでいるにもかかわらず、農業生産環境の情報処理に適用できる広域の地図処理技術はあまり進んでいない。したがって、三江プロジェクトにおける農業に密接にかかわる電子計算機技術への期待は大きいと言える。特に、計算機のディスプレイ上で簡単に操作しながら農業生産環境条件の実情を把握したり、特定の条件を仮定した場合の広域の作物生育環境の変化を画的に解析・表示する手法が有用であると考えられる。

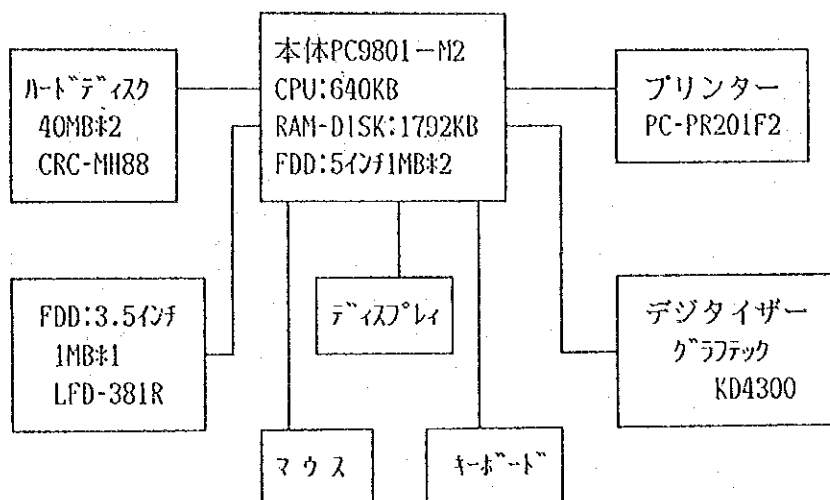
訪問機関	訪問月日	主計算機	CPUメモリ	機器構成	導入年次・人員その他
中国 石油化工 総公司 大慶 石油化工 設計院 計算機室	90/06/08 及び 90/06/09	IBM 9370 /90 PDP11-23 は故障中		DISK*4 (3.2GB) MT(1)・LP 5080GPII 1K*1K DIG・PLT CV386*2 PC5550*7	1978年国産中型機導入 1984年 IBM 5550導入 VSX-2000に漢字カーネル開発 1989.4 現システム導入 ソフトウェア:CADAMシステム 化学設備等の設計図:CAD 図面はDATABASE化 25名(技術者19名) PC*9

計算機センターの視察訪問・見学

訪問機関	訪問月日	主計算機	CPUメモ	機器構成	導入年次・人員その他
黒龍江省 水利観測 設計院	90/05/18	MICRO VAX- II	16MB	DISK(456 MB)CMT(9 5MB)	GRAPHIC DISPLAY保有 PTRの漢字対応・CAD課題 ハードに強い人員在籍
農業科学 院・大豆 研究所	90/05/18	RIPS(ハソ コ・リポート シシク)		アナログ解 析主体・ FDデータ	1984FA0の援助で設立時 17人(技術者10人) 生産予測・自然資源調査
黒龍江省 水利庁	90/05/19	VAX11- 730	4MB	DISK(456 MB)MT・FD PTR・PLOT	水文観測所データ受信 水文センターと端末接続 1986導入・洪水期24hr動
黒龍江省 経済情報 センター	90/05/21	IBM-4361 WAG-VF80 #2	8MB	MT(4)DIS K(800MB# 5)PTR・FD	1986(WAG:1980)導入・人 力専用端末多数・政府省 の統計処理・スタッフ170人
ハルビン 工業大学	90/05/21	シムス 7570C	8MB	DISK(8)M T(2)LP・P TR端末58	1988導入8-22時運用 SUN/4・APOLO-CAD 画像 イーサネットで学内通信網計画
ハルビン 発電所付 属研究所	90/05/22	IBM-4381	16MB	MT(6)DIS K(6.5GB) FD・モデム	1986導入(日本IBM) 関連工場と9600BPI接続 HP3562でCAD・ECと連携
黒龍江省 計算セン ター	90/05/22	HITACHI M-240D	6MB	MT(4)DIS K(1260MB)#4・PTR	1984導入ネットワーク端末あり 三江平原データベース事業 スタッフ24人OKI・HITAC-L330
東北 農学院	90/05/23	Bull DPS 6 (フランス)	4MB	MT(4)DIS K(250MB# 4)PLT(A1	端末17・IBM-PC#7教育用 OFFLINE-PC(30)アプリケーション 利用・データベース開発

4. 各種アプリケーションプログラムの利用環境の整備

本派遣業務の中で開発したプログラムをはじめ、その他の汎用アプリケーションプログラムが簡単に利用できるよう、操作の容易なパーソナルコンピュータ利用環境を整備した。一連の機器のハードウェア構成は以下のようになっている。



このうちハードディスクについては、第1ドライブを各種アプリケーションプログラムや基本機能を支援する領域にあて、第2ドライブを画像データ、地図座標データ、メッシュデータ等大容量データベースのための構築領域にあてている。また、デジタイザーとの接続はRS-232Cによっている。

パーソナルコンピュータシステムにおいて、ハードディスクから自動的に起動したのち簡単なコマンドで利用できる主要なプログラムは、次頁の表に整理したとおりである。なお、市販のソフトウェアで一般的に用いられている名称は、特に著作権の保有元を明記することを省略しているが、これについては利用の際に購入ソフトウェアに付属しているマニュアルや関連図書で補足されることを前提としている。

なお、次頁のコマンドは、いずれもハードディスクの第1ドライブがカレント・ドライブ(作業中の優先ドライブ)である状態で、A>コマンドのように指定する。

コマンド	機能やプログラムの内容
ALL	デモ用のプログラム (長編)
CONVERT1	MS-DOS上のN88BASICとN88-DISK-BASICとの変換
CONVERT2	MS-DOS形式とIBM形式の変換
DATAIN	農業生産環境データ作成プログラム
DBASE	dBASEIIIplus (データベース)
DEMO	デモ用のプログラム (短編)
EDITSPS	スクリーンエディタプログラム (データの編集等)
JDASH	一太郎ダッシュ (日本語ワープロ)
JXW	一太郎Ver.3.0 (日本語ワープロ)
KISHO	農業生産環境条件解析・表示プログラム
LOTUS	LOTUS 1-2-3 (表計算・図表等)
MCIPS	リモートセンシング画像処理プログラム
MSCHART	MS-Chart (図表作成)
N88	MS-DOS上のN88BASIC
RED	スクリーンエディタプログラム (データの編集等)

5. おわりに

約3カ月間にわたる電子計算機分野の短期専門家としての業務内容を、主たる派遣業務であるパーソナルコンピュータを利用した地図情報処理に関する開発プログラムを中心に述べた。研究成果の実証対象地域である三江平原の現地についても展示圃場を含めて広域にわたって視察、現地調査する機会を得たが、この結果については詳細に述べることをしていない。しかし、開発プログラムの対象データに対する考慮、操作性の改善の際の具体的な知見として、本業務成果に反映している。

業務を通じて痛感したことのひとつは、一層高度な技術や計器への希求と学術的考究を重視する伝統を背景に、個別技術としてはすでにより高度な内容も存在しているということである。しかしながら、それは点の存在であり、画的に広まらないばかりか縦横にすら伝播に時間を要する。したがって、ある時にはかなり順調に成果が蓄積され技術移転も円滑に進行するが、これが常時成立することは保証の限りではないのである。

一方、生活の場に視点を移すと、商店での品揃いの不安定性、同一店舗の隣同士の売り場での従業員の回答の相違、家電製品や縫製衣料品の品質の極端なばらつき、といった問題に遭遇する。つまり、個体差がきわめて大きいのである。このことは、日常生活の上に立脚して密接に関わりながら発展する産業やそれを支える技術・研究にとっても決して無縁ではないと思われる。

中国で今もっとも重要視されるべきことのひとつは、「品質管理」の概念の定着であると考

える。電子計算機は、さまざまな技術の中でも特に良好な品質管理を要求する分野のひとつであろう。電子計算機利用技術を通しての共同研究や技術交流・技術指導が間接的に「品質管理」の概念の定着にも資することを願ってやまない。最後に、趙副所長（省水利科学研究所）はじめ三江プロジェクト電算室のカウンターパートの方々、弁公室の方々のご援助とご好意に謝意を表す。また、効率的な業務の遂行にご尽力いただいた神山専門家はじめ長期専門家の方々のご指導に併せて謝意を表したい。

2. 水之江政輝（かんがい）

派遣期間 平成2年4月16日～平成2年9月16日

業務期間及業務内容

1990年4月16日から9月19日までの間、三江平原農業総合試験場計画短期専門家として黒龍江省水利科学研究所で勤務し、前回(1986.6.20~1989.10.31)の業務に続いてかんがい技術開発に係る技術指導にあたった。業務の内容を大別すると

1. 90年度試験実施計画並びに試験設計の協議と検討。
2. 既往成果(プロジェクト開始以来)の取りまとめについての指導・助言。
3. サージフローシステム、地下水からの上向き補給量の追加試験、比較的高位部にある砂質土を対象とした大豆の経済用水量測定、草甸土(展示圃場)、黒土(万金山地区)、砂質土(青原地区)、白漿土(八五二農場第二分場)を対象とした作物別(大豆、小麦、とうもろこし)ピーク期土壌水分消費型の検討及び散水器の性能試験と適正配置間隔の検討。
4. 研究成果とかんがい事業計画との関連。
5. その他。

1. 90年度試験実施計画の検討と実施の経過

研究小項目13中、90年度は①作物別水～収量関係(経済用水量)の検討(1.1).(3)②地下水からの上向き補給量の測定(2.1).(2)③かんがい方法別適用値の策定(特にサージフローシステム)(3.1).(1)の3小項目を重点として行うことが中国側から提案され、これらの具体的実施方法について協議した。

1.1 作物別水～収量(経済用水量)の関係(1.1).(3)

前年度に続き展示圃場で小麦、大豆を対象に経済用水量試験を実施することとしたほか、やや高位部に位置する方盛郷試験地(県水利局からの借地)を対象に追加試験を行うこととして試験を進めた。

テンショメータの指導をもとに展示圃場の値と比較するとかなり大きな差を生じており興味ある成果が得られるものと期待している。

1.2 地下水からの上向き補給量の測定(2.1).(2)

ライシメータを用いて地下水位(0.8,1.0,1.5m)別に上向き補給量を計測した。自動補給装置の故障や停電等の関係で欠測等を生じたが一応の成果を取めた。過去のデータと併せて11月末までに取りまとめ全体会議に提出の予定。

1.3 かんがい方法別適用値の策定 (3.1).(1))

前述した大豆経済用水量試験と同じ方盛郷試験地の大豆栽培圃場を対象にうね間かんがい (特にサージフローシステム) の適用値策定の試験を行った。この種の適用値は土壤の物理性 (特に透水性) 並びに勾配によって大きく変化するもので、今回は勾配がや、大きく砂質系の土壤を対象として行った。結果は現在解析中で全体会議までには過去のデータと併せて取りまとめを終る予定。成果の一部を付録に示した。

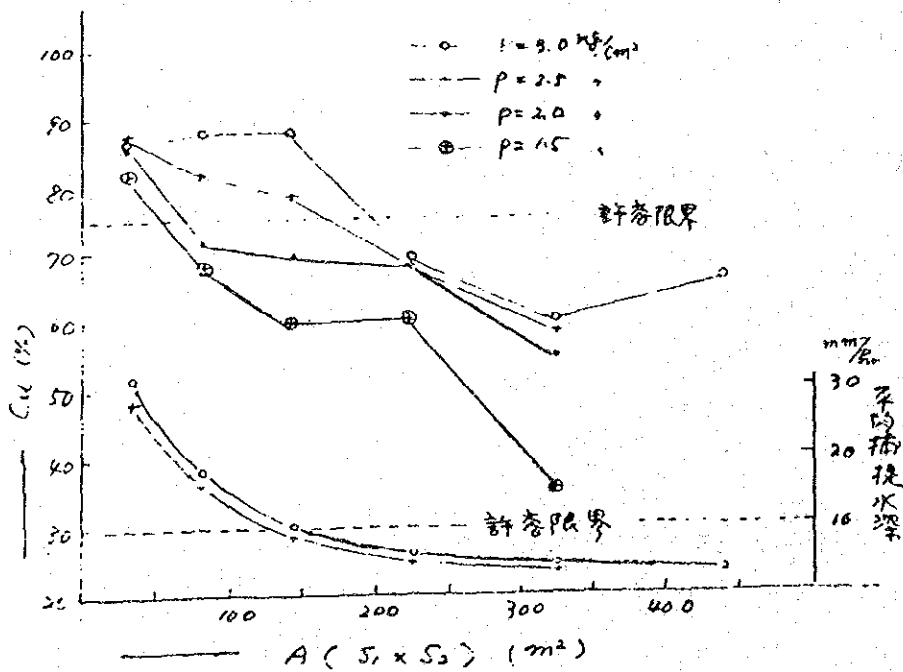
1.4 散水器の性能テストと解析 (3.1).(1))

北京蔬菜研究中心に設置の中間圧スプリンクラ PY-10 を対象に単体についての散水分布試験を行った。その結果をもとに適正配置間隔を圧力との関係で整理し次表の結果を得た。

圧力	配置間隔	平均捕捉水深	Cu
kg/cm ²	m m	mm/hr	%
2.5	12×12	8.7	78.5
	9×21	7.8	79.7
3.0	12×15	7.8	78.7
	15×12	7.7	77.7
	12×12	10.2	88.0
	21×9	7.8	81.4

(平均捕捉水深10.5m/hr以下, Cu75%以上のみ示した)

正方形配置における面積(A)と均等係数(Cu)を次図に示す。



Cuの許容限界を75%以上とし、許容散水強度を10mm/hr以下とするとAはP=2.5kg/cm²で165m²(12.8×12.8m)P=3.0kg/cm²では200m²(14.1×14.1m)を得た。単体の散布図型の1例と合成時における散水深分布の1例を付録に示した。

2. 成果の解析取りまとめについての指導・助言

2.1 かんがい必要度区分

この研究は主に三江平原地域のうち畑地を対象に気象条件、土壌条件等の自然立地条件および作物栽培条件等の資料をもとに総合的に解析して、かんがい必要量(降雨不足量)の地域区分を行ない、将来における水資源開発や畑地かんがい事業計画の効率的実施に資することを目的としたもので、この程、カウンタパートの努力によって取りまとめを終った。ここにその一部を紹介する。

計算の基礎となるET_o(関係作物蒸発量)の計算は修正ペンマン法を用い電算班の協力を得て行った。また、ET_{crop}の計算は対象作物(小麦、大豆、とうもろこし)別に時期別作物係数を設定(将来一部修正を要するものもある)して行った。

解析結果を等値線マップとしてET_{crop}図6枚(作物別に雨量平均年、雨量確率1/2年、干ばつ年—1970—)、かんがい必要量図36枚(作物別3種、TRAM別4種、雨量確率別3種)にまとめた。

また、宝清と集賢については、かんがい必要量の時期別推移を明らかにするため雨量平均年、雨量確率1/2年、干ばつ年(1970)別にET_{crop}、有効雨量、かんがい必要量の積算値と月別棒グラフで整理し解説を加えた。報告書として別途発表するが内容の一部を付録に示した。

2.2 うね間かんがい(特にサージフローシステム)適用試験

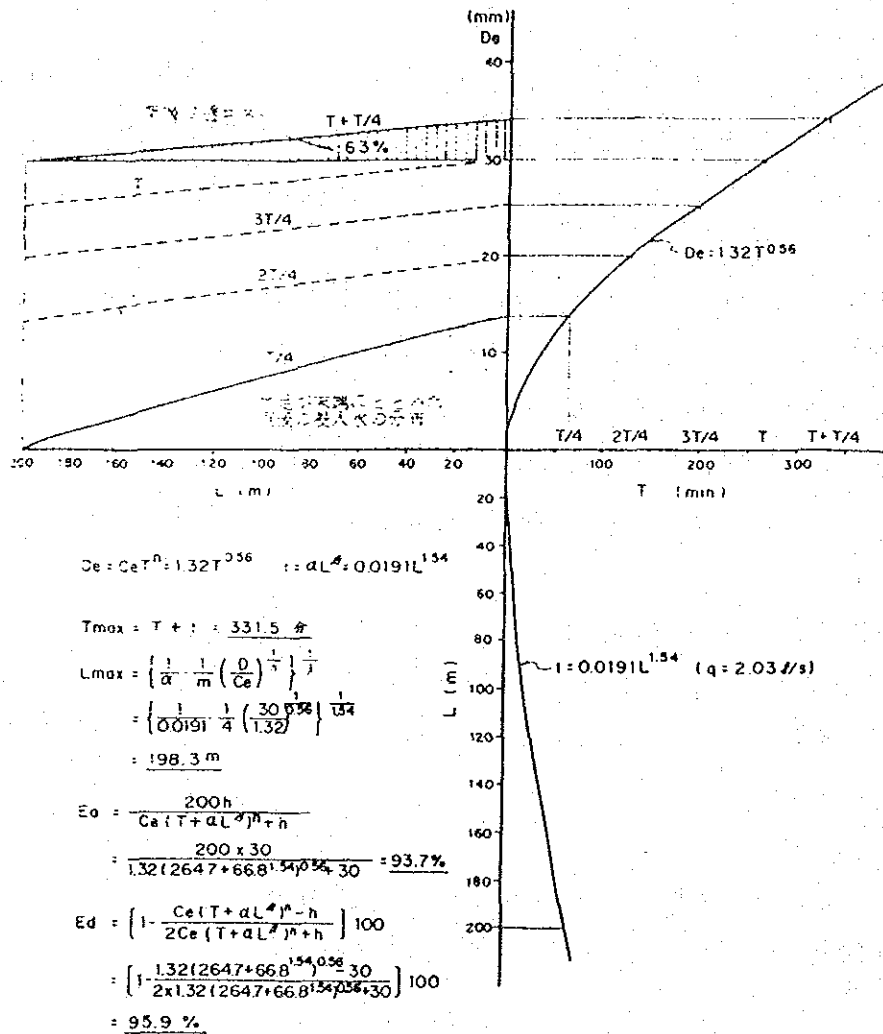
下記の区分によって87—90年の間6次にわたって試験を行った。

年次	試験の場所	土壌	対象作物	うね勾配	うね長	うね幅
1987	展示圃場	粘質草甸土	大豆	0.2~0.3	200	0.75
1988	"	"	"	"	"	"
"	和平郷試験地	砂質壤土	ジャガイモ	"	"	"
1989	展示圃場	粘質草甸土	大豆	0.2~0.3	"	"
"	和平郷試験地	砂質壤土	"	"	"	"
1990	方盛郷試験地	"	"	0.8~1.0	"	"

1989年までの成果は26の表と35の図に整理され近く報告書としてまとめられる予定、成果の内連続流における浸入水分布の図式解法とかんがい効率解析の1例を次図に示した。(付録参照)

2.3 ポータかんがい基礎試験

展示圃場内粘質草甸土を対象に基礎試験を行ない、一応の成果を収めた。成果の一部を次に示す。



うね間かんがいにおける浸入水の分布(4分法)とかんがい効率の解析(ピーマン畑)

A~T, L~T定数 (ボータ幅3.6m)

年次	かんがい回数	勾配	流量	A = $\alpha T \beta$		L = $\alpha' T \beta$	
				α	β	α'	β
1987	初回	% 0.15	l/s 2.8	5.72	0.80	1.59	0.80
1988	初回	0.15	5.0	6.70	0.74	1.86	0.74
	2回目	0.15	5.0	12.60	0.72	3.50	0.72

A: 流入面積 (m²)

L: 水足の到達距離 A/3.6 (m)

T: 流入開始後経過時間 (min)

適用効率 (Ea)

—計画かんがい水深20mmの場合—

年次	区画	流量	区画あたりかんがい水量				適用効率 (Ea)			
			初回かんがい		2回目かんがい		初回かんがい		2回目かんがい	
			計画	実績	計画	実績	(1)	(2)	(1)	(2)
1987	m m 3.6×40	l/s 2.8	m ³ 2.28	m ³ 8.40	m ³ —	m ³ —	% 34.3	% 90.0	% —	% —
1988	3.6×45	3.0	3.28	13.90	3.28	6.26	23.6	83.3	52.4	90.9

適用効率 (1) 計画かんがい水量/実績かんがい水量×100 (%)

(2) 水先の到達時間とインテーク、レートから計算で求めた値 (%)

注) 計画かんがい水量と実績かんがい水量の差はボータ仕切板 (プラスチック波板) からの過度の漏水による。

実験圃場の勾配が不均一なため十分な成果が得られなかった。今後は土地勾配を均一に整備した上で小麦栽培下の実験を行ない適用技術と計画適用値の確立をはかる必要がある。この場合、勾配別にボータ幅、流量等の異なる数組の実験が必要である。

成果の一部を付録に示した。

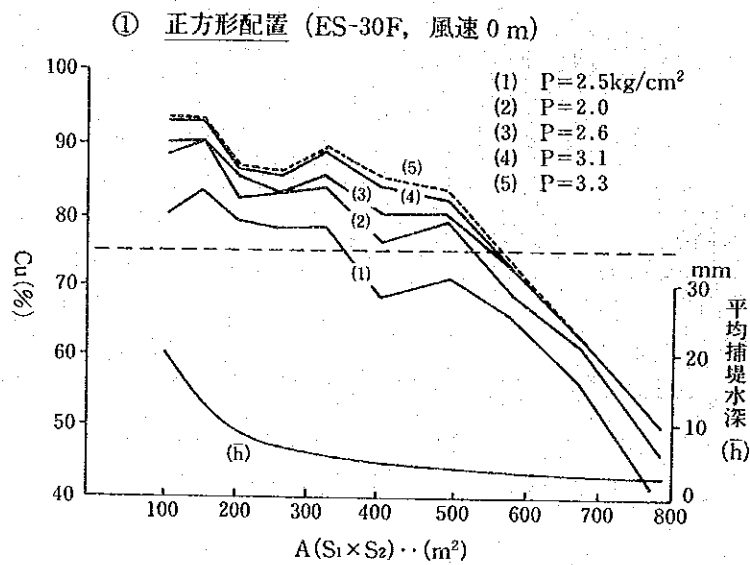
2.4 散水器の性能試験と適正配置の検討

日本製中間圧 (ES-30F), 中国製中間圧 (PY-10, 2B-50), 中国製高压 (ガンタイプ PY-50) の4器種について散水分布を主とした性能特性と適正配置について解析し, その一部を報告書としてまとめた。

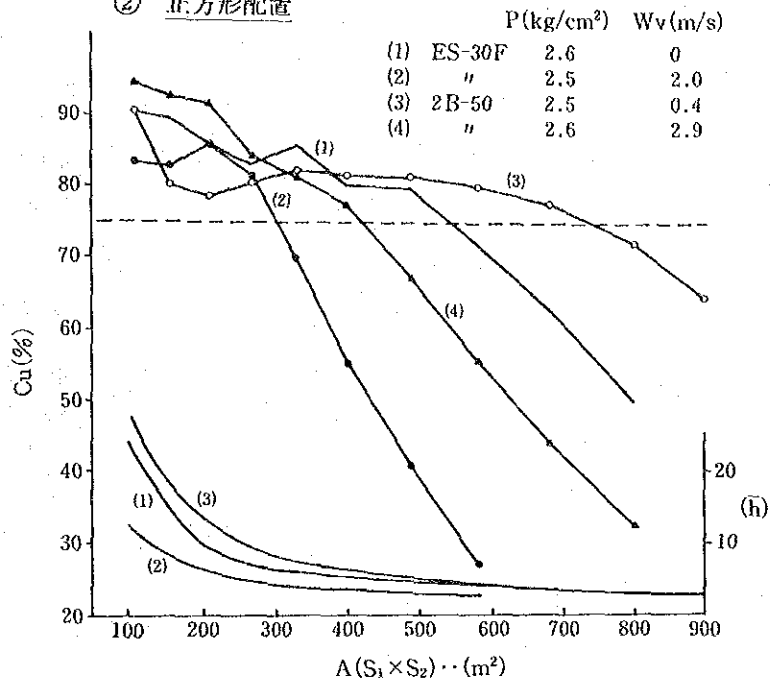
ES-30F と 2B-50 について試験結果を要約すると

- 1) Cu75%(Ep60%)以上あるいは無風時で2.0kg/cm²以上の圧力を必要とし, 最大散水面積 (A)は520~560m²でこれに対応した散水強度は4~5 mm/hr である。
- 2) A=200m²以下では Cu80%以上となるが散水強度が10mm/hr 以上となるため, インテーク・レートの小さい草甸土等では使用が困難。
- 3) 圧力2.5kg/cm²でも風速が大きく (2.0m/s) になると A=260m²以上では Cu 値が急に低下し, Cu75%に相当する A は約300m²で, 無風時 (圧力2.6kg/cm²) の A=550m²の凡そ55%にとどまる (以上 ES-30F の正方形配置)。

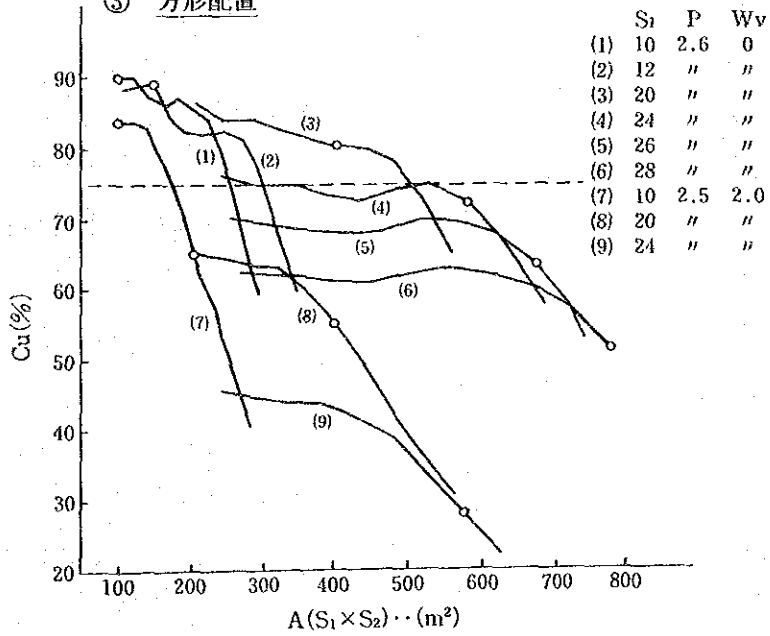
- 4) 無風時圧力 2.6kg/cm^2 における散水ライン(S_1)間隔別 Cu 値は $S_1=20\text{m}$ では、 $S_2=25\text{m}$ で75%が得られた。
- 5) ほぼ同じ圧力(2.5kg/cm^2)でも風速が 2 m になると S_1 別 A と Cu の関係は $S_1=20\text{m}$ 以上では65%以上の Cu 値は得られない (以上 ES-30F の方形配置)
- 6) 圧力 2.5kg/cm^2 、風速 0.4m/s における Cu と A の関係は $A=720\text{m}^2$ 以下で Cu75%以上が得られるが、風速 2.9m/s (圧力 2.6kg/cm^2) になると Cu75%以上をうるためには A を 420m^2 以下とせねばならない (2 B-50, 正方形配置)
- 7) ES-30F は小面積蔬菜畑用として好適である。



② 正方形配置



③ 方形配置



3. 所見（事業実施等を含めた問題点・課題等）

3.1 かんがい方法別適用技術の検討

かんがい方法は土壌の種類、地形、作物の種類と栽培様式等によって、主に散水かんがいと地表かんがいに大別される。このうち散水かんがいは極端にインテーク・レートの小さい土壌以外はほとんどの土壌、作物、地形に対して有効に利用できるが、施設費、運営費等経済的な面で問題になるところもある。

地表かんがいは土壌のインテーク・レート、圃場勾配、区画の大きさ、地形によってかんがい効率に差を生じる。これらの諸条件とかんがい効率の関係を十分検討し、それぞれの地表かんがい法（うね間かんがい、ボーダかんがい等）に対し、その適用範囲と適用方法について実験によって明らかにする必要がある。

インテーク・レートが大きく、その上保水力の小さい砂質土では散水法か点滴法以外に効率的なかんがい方法は考えられない。この両者については施設内容と経済性について十分な検討が必要である。

かんがい方法別に検討内容を整理すると次のようになる。

1) うね間法

- (1) うね勾配・流量と水足速さの関係
- (2) うね間インテーク・レートの測定
- (3) うね間におけるかんがい水（浸潤水）の分布
- (4) かんがい効率並びに適用限界
- (5) 深層浸透による養分の溶脱
- (6) 送水並分水方法
- (7) 圃場基盤の整備方法

2) ボーダ法

- (1) インテーク・レートの測定
- (2) かんがい水の前進並退去の測定
- (3) 単位流量
- (4) 区画の形状と大きさ
- (5) かんがい効率並びに適用限界
- (6) 圃場基盤の整備方法

3) 散水法

- (1) 許容散水強度の測定
- (2) ノズル間隔と散水分布の均一性

- (3) 水滴の飛散並びに蒸発損失
 - (4) かんがい効率
 - (5) 過剰かんがいによる養分の溶脱
 - (6) 施設資材の比較と経済性
- 4) 点滴法
- (1) 滴下ノズルの種類と性能
 - (2) ノズルラインにおける滴下水量の均一性
 - (3) 浸潤域による計画用水量の調整
 - (4) 対象作物による適用区分
 - (5) 配水組織と資材並に経済性

3.2 畑地かんがいを対象にした調査計画法

三江平原地域において畑地かんがいを技術的・経済的に成立させるためには、かんがいによる収量、品質の向上並びに生産安定の効果と併せて資本投資に対する経済性についての検討が重要である。

畑地かんがいの計画に必要な調査は地形、土壌、気象、水利、営農状況等いずれも受益地の立地条件を明確にするためのものである。このうち地形、土壌を除くものは畑地かんがいの経済性と必要度を判断するためのもので、既存の資料をもとに検討を加えることで十分である。地形、土壌については、かんがい方法の決定や、それを前提とした圃場整備の内容、方法等とも関連するので、できるだけ詳細に調査する必要がある。

また、畑地かんがいの調査は、かんがい工学的には圃場容水量ならびにインテーク・レート等を主とした基礎調査と限界散水強度またはうね間流下試験等を主とした特殊調査に大別される。前者は畑地土壌の保水力や透水性の指標で、かんがい方法決定の重要な決め手となるものである。後者はそれぞれのかんがい方法における実施要領策定の基礎となるものである。

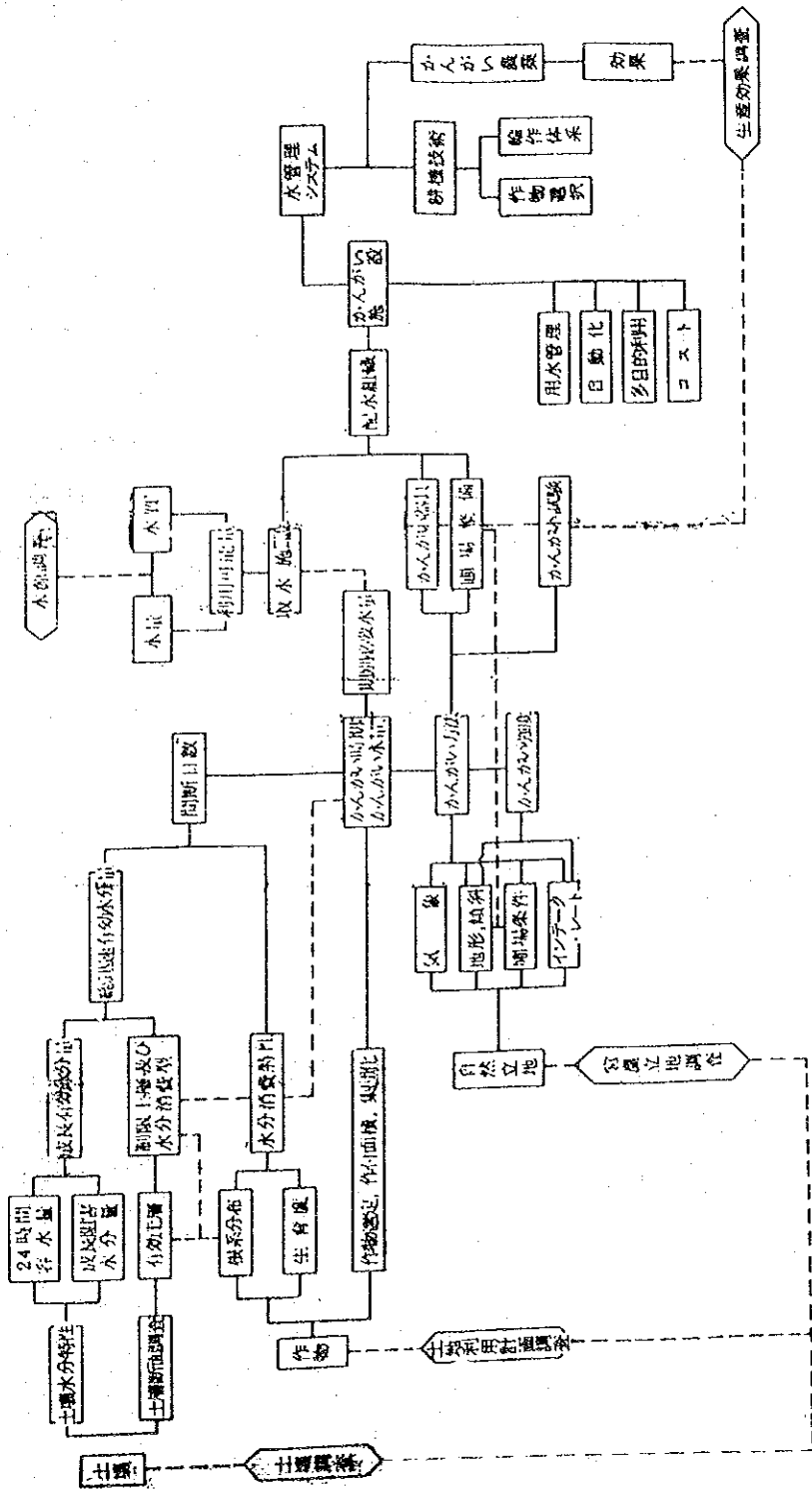
これらは、さらに末端導配水組織の型式・規模ならびに用水管理方式などとも関連するので調査に当たっては慎重を期せねばならない。

かんがい計画の樹立に当たっては、畑地かんがいを単なる干ばつ防止対策のみとして考えないで、作物の経済的生産を積極的に高める技術として考えるべきである。

かんがい計画樹立のための調査項目とその組立てを図に示した(次頁参照)。

3.3 下方からの上向き補給量とその定量

土壌水分の追跡から求めた水分消費量は地下水から水分補給を受けているところでは、地



かんがい計画のための調査項目と関係

下水の高さ、土壌の種類などによって大きく変化する。

したがって、この種の場所で測定した消費水量や作物係数（K）は特定環境下で得た、いわば見かけ上の圃場消費水量であるから、これをそのまま立地条件の異なる地の地域へ適用することは危険である。

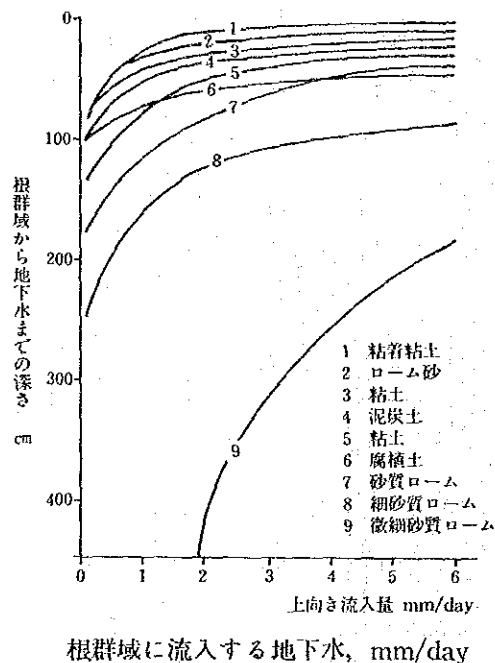
ことに、三江平原の低平地のように常時地下水位の高いところでは土壌によって、かなりの上向き補給量があることが予想される。この種の所では上向き補給量の有無とその定量が必要であり、できれば地下水位との関係で測定することが望ましい。

測定の簡便法としては、作物栽培圃場内に簡易ライシメータを設け、なるべく土壌水分条件を圃場状態と一致させながら、次式から上向き補給量のない場合の消費水量を求める。

$$\text{消費水量 (期間当り)} = (\text{降雨量} + \text{かんがい水量}) - (\text{浸透量} \pm \text{土壌水分量})$$

一方、圃場内では、土壌水分追跡法で圃場消費水量を求め、両者の差を地下水からの上向き補給量とする。

地下水からの上向き補給量は、根群域から地下水面までの深さ、土壌の毛管作用、根群域の土壌水分状態等で決ると云はれており、参考のためFAOの資料を次図に示す。



FAO Irrigation and Drainage Paper 24(1977) P. 76

3.4 作物の体内水分レベルと土壌水分の関連調査

近年、作物の水管理に作物の形質を指標とする方法が実用化の傾向にある（例えば大豆葉の気孔開度がかんがい開始時の指標となるなど）。

水管理を作物の水分生理に立脚して科学的に行う場合には極めて重要なことである。調査

に当っては体内水分レベルと初期萎凋の関係及び体内水分レベルの変化はどのような土壌水分レベルに対応するか等を重点として大学や農業科学院と連携を密にして実用化に向けての努力が必要である。

3.5 等高線うね間かんがいの導入

地形が複雑な傾斜地では等高線にそって作るうねし、うね間にかんがいする方法とスプリンクラー等による散水法が用いられる。等高線うね間かんがいでは、土壌侵食に対して安全な設計とすることが最も重要である。

等高線うね間かんがいの方法は、用水路と排水路の間に基準うねを作ることにはじまる。この基準うねは、専門家によって正確に測量し、水の流れを良くし、水利用を容易にする。基準うねの勾配は原則として5/1000 (0.5%) ~ 3/100 (3%) とする。

基準うね以外は農民自らが基準うねに準じて作るうねする。地形が複雑なところでは尻なしうねを作り、それにかんがい水を流しこむ、このような方法でかんがいすればかなり地形の複雑な傾斜地でも用水を経済的に、かつ安全に供給することができる。

基準うねの間隔は傾斜度(勾配)によっても異なるが落差1~2m(距離で5~10m)ごとに設けるのが適当である。

3.6 宝清県における土地利用形態とかんがい方法区分

現況の地形条件と土地利用形態を次表に示した。かんがい対象地域は主に緩斜面と平原部になる。この両者を対象にしてかんがい方法を表のように区分した。

地形・対象作物別適用かんがい方法

地形	作物		かんがい方法
緩斜面	畑作 (等高線栽培)	小麦	スプリンクラーかんがい
		大豆・とうもろこし等 うね主作物	等高線うね間かんがい又はスプリンクラーかんがい
平原部	水稲作		湛水かんがい又は輪流かんがい
	畑作	小麦	ボーダかんがい又はスプリンクラーかんがい
		大豆・とうもろこし等 うね主作物	うね間かんがい又はスプリンクラーかんがい
		そさい	露地
ハウス	点滴かんがい又はうね間かんがい		

地形条件と土地利用形態

地 形	分 布	原 植 生	土 地 利 用	問 題 点
山 地	西～南部に広がる 低山地および平原 地帯に散在する残 丘	モンゴリナラ、マ ンソウボダイジュ の森林・備木型	薪炭林、養蚕、造 林地	水源涵養力の不足
緩 斜 面	低山地、残丘から 平原地帯にいたる 緩傾斜面	モンゴリナラ、オ オハシバミ、エゾ マヤハギ主体の備 木草地型	畑地が中心、一部 を植林地、果樹園 として利用	土壌侵食
平 原 部	流力河の氾濫、沖 積地（自然堤防部 および沖積平野部）	モンゴリナラ、オ オハシバミ、エゾ マヤハギの備木草 地型およびノグリ マス・雑草草地型	畑地を中心とする 耕地で水田も分布	干ばつ、洪水、排 水不良
氾 濫 原	流力河および室戸 川の氾濫原	マノヤス・キタ エノ・カヤツリグ ササ沢型およびキ ヨシ沼沢型	水分状態により畑 地・牧草地として 利用され、過湿地 帯は放棄	排水不良

4. 技術移転並に研究推進上の問題点

4.1 技術移転

今回は主に次の点について技術移転を行った。

- 1) 気象・土壌条件と作物からみたかんがい必要度（降雨不足量）の解析と図化。
- 2) 現地圃場における土壌水分消費型の調査手法と結果の解析及び事業計画への適用方法。
- 3) 水田輪流かんがいの意義と試験・設計法並に結果の解析方法。
- 4) 土壌水分測定結果にもとづく土層内水分収支の計算と解析結果の応用。
- 5) サージフローシステムの実用化。
- 6) かんがい事業を対象とした調査・計画・設計手法。
- 7) 用水管理とかんがい制度。
- 8) 既往データ（プロジェクト開始以来）の最終とりまとめ。
- 9) その他かんがい試験全般。

4.2 研究推進上の問題点

前回記述もれした点についてのみ述べる。

- 1) 研究の位置づけと長期展望が明確でない上、研究運営があまり組織的ではない。
- 2) 研究に対する意欲を欠き、何事にも消極的である。
- 3) カウンタパートの所在地が2か所（哈原浜・宝清）に分れているため、意志の疎通を欠き観測等の指示事項が徹底しない。
- 4) 研究者間の意見の交換がほとんどない、定期的なミーティングを提案したが開催されない。
- 5) 一部に日本専門家のための研究と心得ちがいしている向きがある。また、自主性を欠き他力本願（万事依存型）であり、専門家引揚げ後の研究が気にかかる（専門家の一人相撲ではなかったかと反省している）。

謝 辞

今回の勤務に当っては前回に続いて久保リーダはじめ専門家の方々には公私にわたって格別お世話になった。また、派遣並びに滞在中のことなどについては農林水産省構改局、JICA本部、JICA中国事務所、在中国日本大使館の関係者から種々ご配慮をいただき心から感謝し

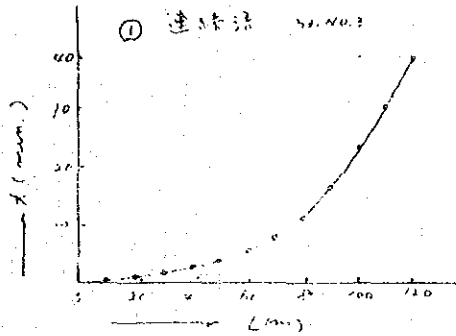
ている。

一方、黒龍江省科学技術委員会をはじめ省水利庁、省水利科学研究所、三江弁公室等中国側の方々には業務の遂行に当って、直接間接にお世話になった。特に今回は単身赴任であったため、宿舎の職員にはいろいろとご迷惑をかけた。ここに記して深謝申し上げる。

付 録

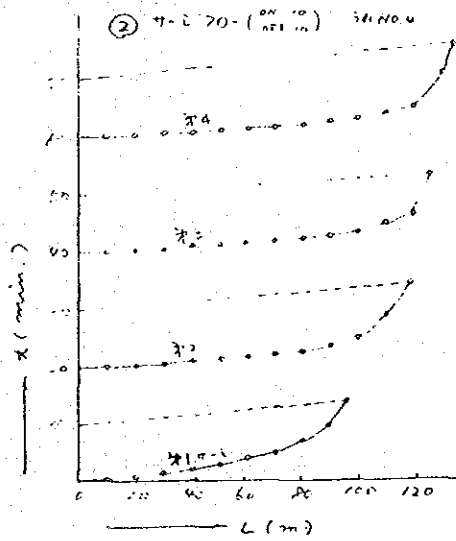
1-③	かんがい方法別適用値の策定	33
1-④	散水器の性能テストと解析	37
2. 1	かんがい必要度区分	39
2. 2	うね間かんがい（特にサージフローシステム）適用試験	49
2. 3	ボータかんがい基礎試験	63

1-③ かんがい方法別適用値の策定



①連続流

②サージフロー (ON : 10
OFF : 10)



間次流による水足の伸びが良く
わかる

両者の勾配等うね間条件が同一
であればサージフローでの水足
の伸びはさらに良くなるものと
推察される

大豆収穫後圃場勾配の整備を行
う予定

図-1 初回かんがい時のアドバンス曲線
(砂質壤土, $q=2.5 \text{ l/s}$)

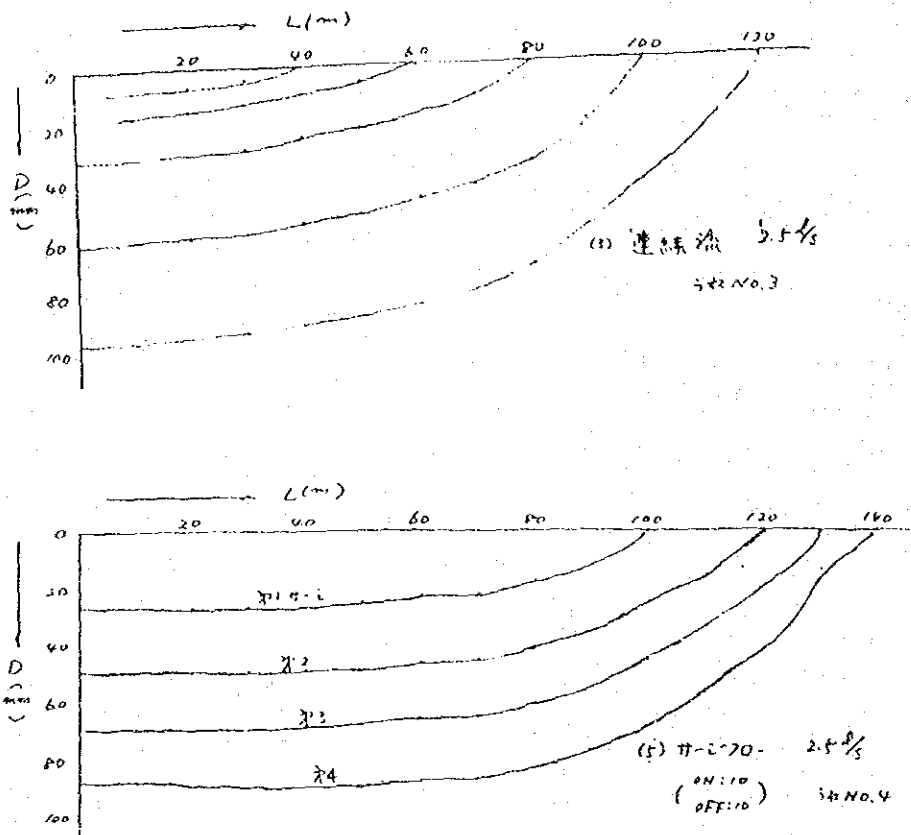


図-2 水足の到達時間とうね間インテーク・レートから求めた侵入水深の分布状況
(初回かんがい時, 砂質壤土, $q=2.5 \text{ l/s}$)

両者の間にはかなりの差が認められる。これはサージフローによってインテーク・レートが低下するのと水の流れが良くなることに起因するものと判断される。

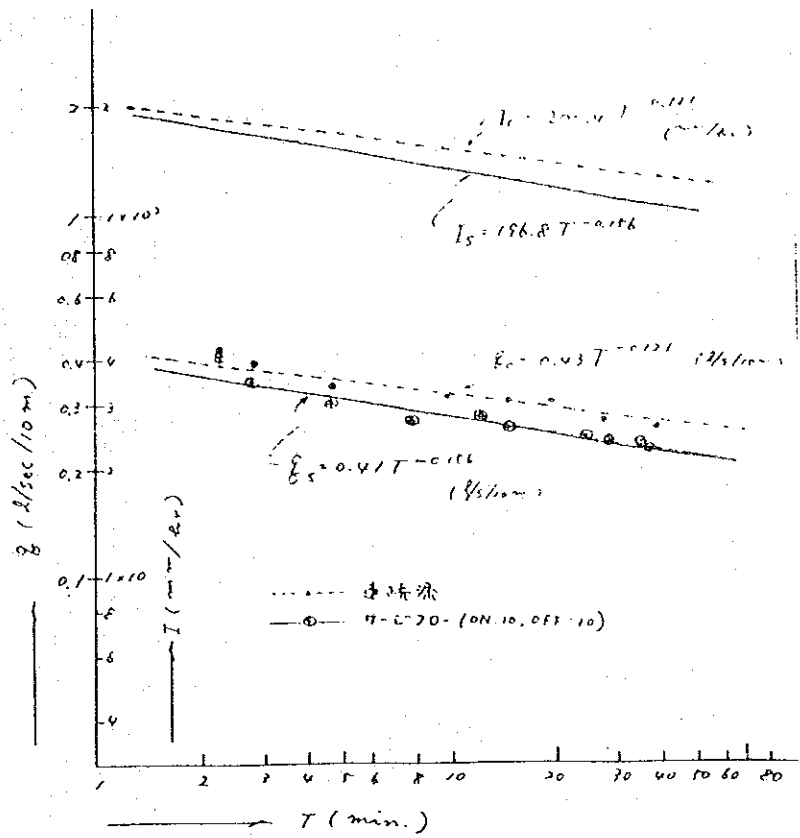


図-3 うね間インターク・レート (初回かんがい時, 砂質壤土)

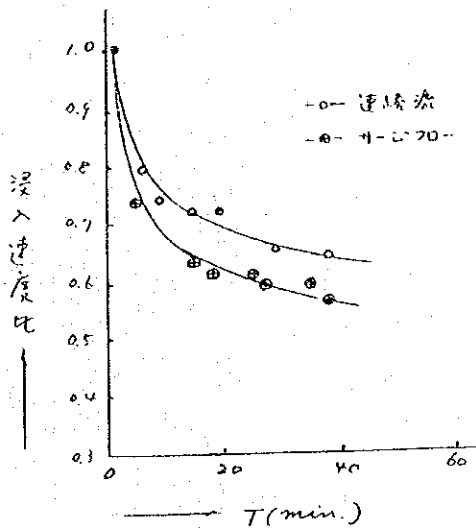


図-4 侵入速度比の比較

サージフローにとってインターク・レートは低下する。その程度は土壌の種類測定時の土壌水分状態等によって異なる。

表-1 水足の到達時間とうね間インテーク・レートから求めた適用効率 (Ea)

区分	q	L	t	D=CT ⁿ		Ea	
				c	n	D=30 ^{mm}	D=40 ^{mm}
連続流	2.0	40	3.67	3.91	0.88	86.5	89.8
		60	5.95			80.0	84.6
		80	9.08			72.6	78.4
		100	16.75			59.5	66.8
サージフロー	2.0	50	3.75	3.87	0.84	90.7	91.2
		70	9.68			76.6	80.5
		90	16.80			65.0	70.9
		110	32.00			49.9	57.1
連続流(1)	2.5	40	2.62	3.91	0.88	89.9	92.5
		60	5.53			81.1	85.5
		80	11.10			68.6	74.9
		100	23.22			51.9	59.5
		120	38.73			40.1	47.6
連続流(2)	2.5	40	4.40	3.91	0.88	84.2	88.1
		60	7.33			76.5	81.7
		80	14.18			63.2	70.2
		100	24.90			50.3	57.9
サージフロー(1)	2.5	60	3.80	3.87	0.84	90.5	91.2
		70	5.00			87.2	88.7
		90	9.92			76.1	80.1
		110	19.32			61.8	68.1
		120	26.75			54.1	61.1
サージフロー(2)	2.5	50	6.07	3.87	0.84	84.5	86.7
		70	10.62			74.8	79.1
		90	18.60			62.7	68.9
		110	32.97			49.2	56.4
		120	43.80			42.6	49.9

注) 初回かんがい時、砂質壤土

1-④ 散水器の性能テストと解析

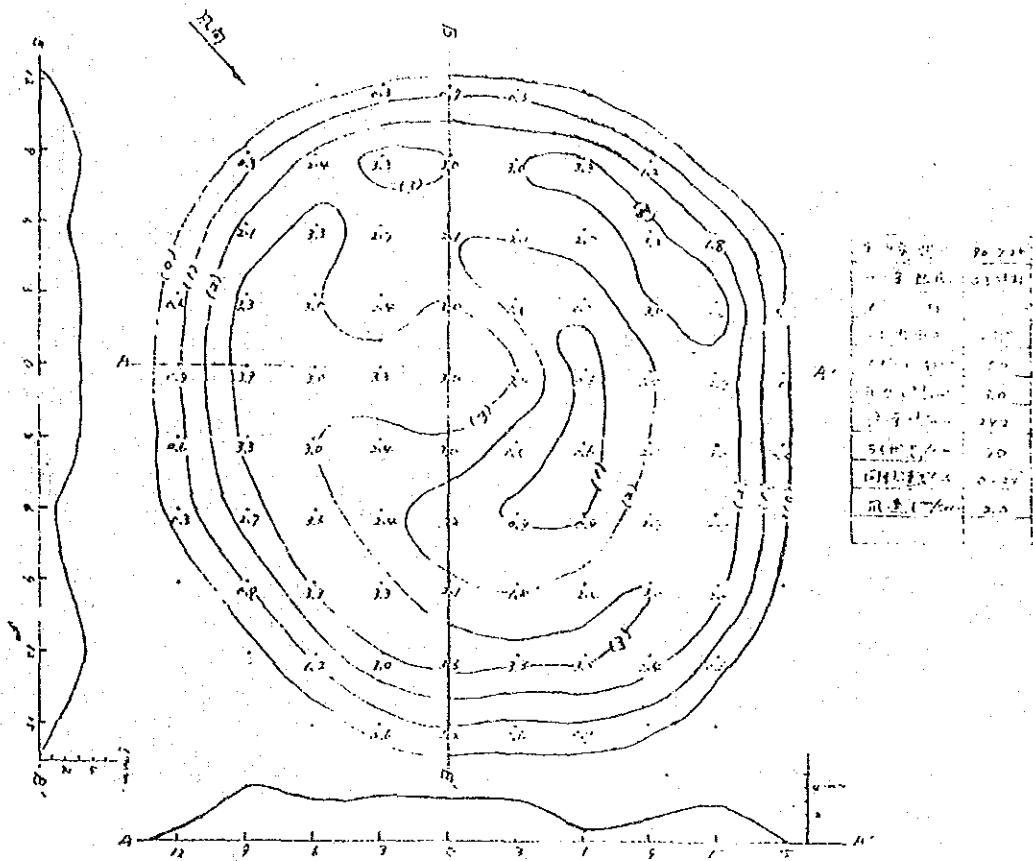


図-5 中間圧スプリンクラ (PY-10) 散布図型の一例

上図は北京蘇菜研究センターの現地圃場で使用中の中間圧スプリンクラ (PY-10) の散布図型の一例である。風速約2.0m/sの実験としては良好な散水分布を示した。

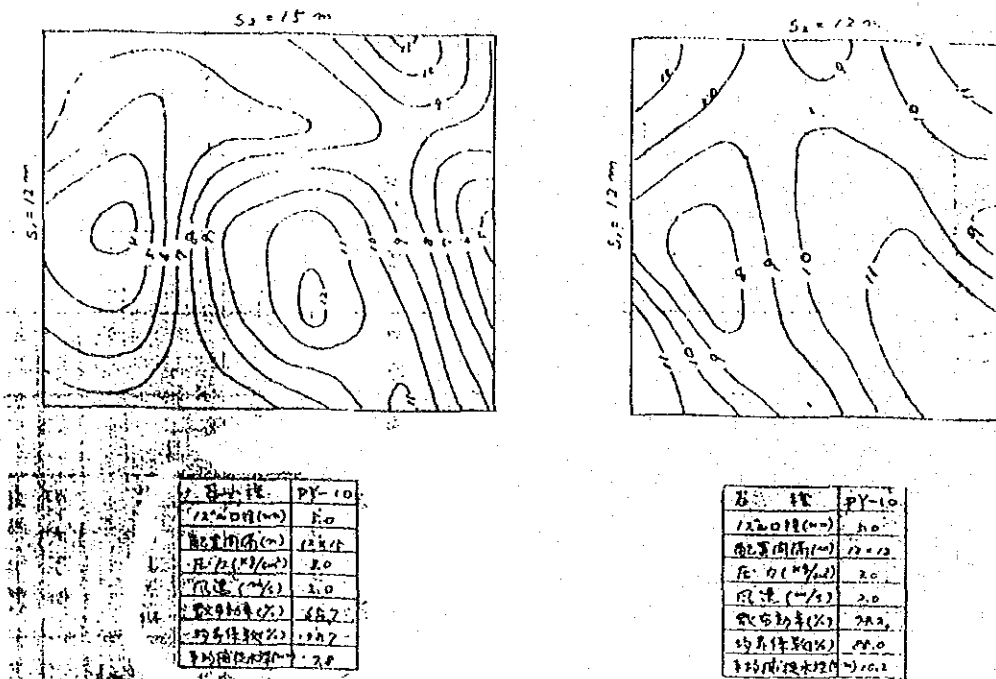


図-6 配置間隔別合成散水深の一例 (PY-10型)

この図は、図-5の散布図型を 12m×12m, 12m×15m に合成したときの散水深分布を示したものである、均等係数は12m×12m で88% (平均散水強度10.2mm/hr), 12m×15m で78.7% (7.8mm/hr) と比較的高い値を得た、これより適正配置は12m×12m 又は12m×15m と判断される。

2. 1 かんがい必要度区分

雨量平均年 ETcrop (4~7月)-小麦-

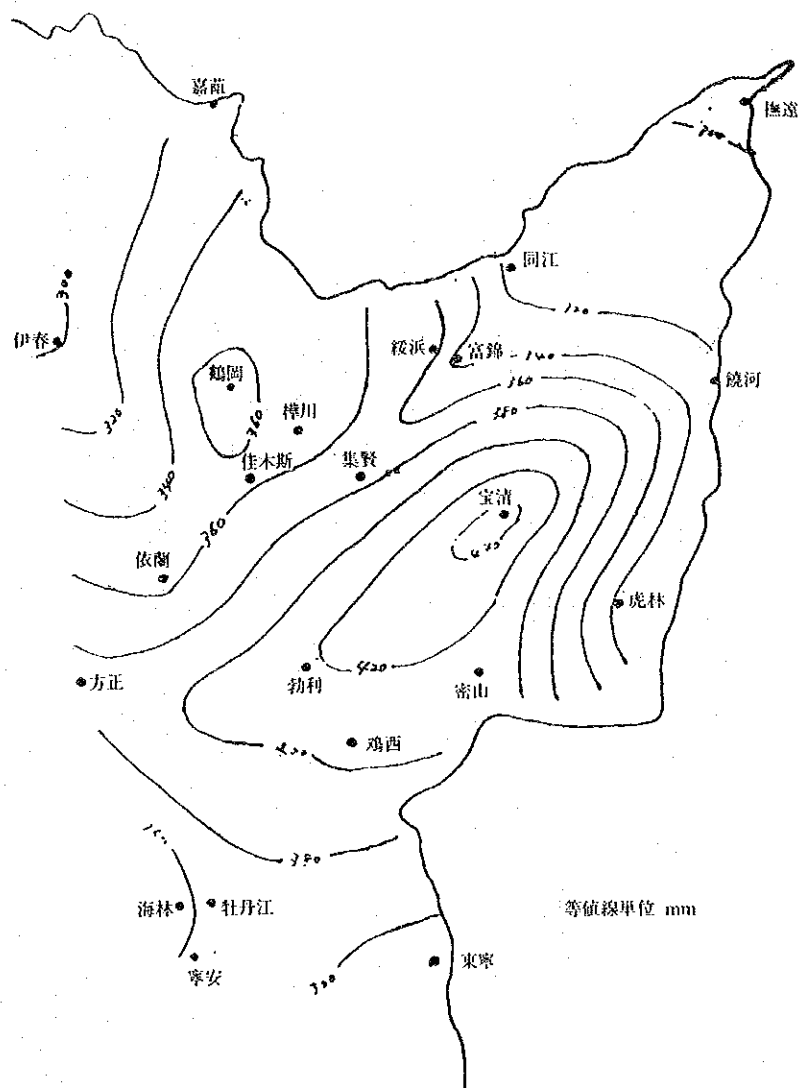


図-7 (1) 雨量平均年における小麦の ETcrop (4~7月)

宝清周辺で最も大きく (440mm), そこから遠ざかるにつれてほぼ同じ円の形で少なくなる傾向がみられる。

雨量平均年 ETcrop (5 ~ 9月) -大豆-

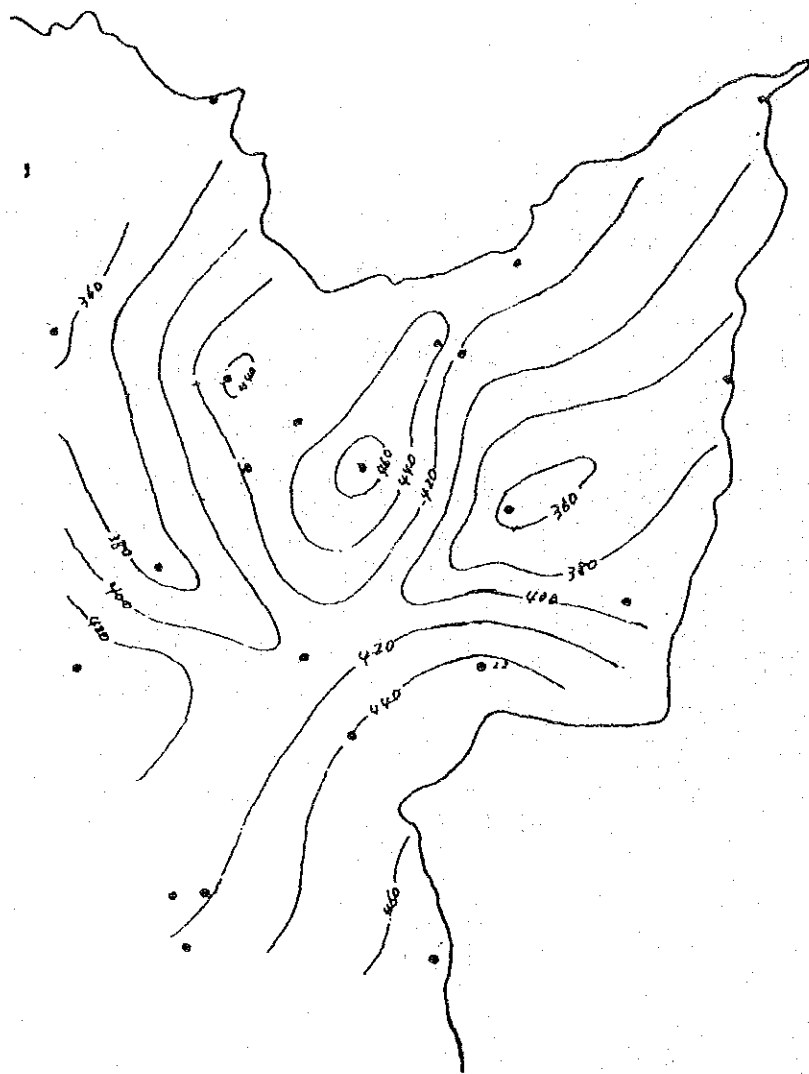


図-7 (2) 雨量平均年における大豆の ETcrop (5 ~ 9月)
集賢と東寧周辺を中心に大きな値 (460mm) を示す。

雨量平均年 ETcrop (5~9月)

—とうもろこし—

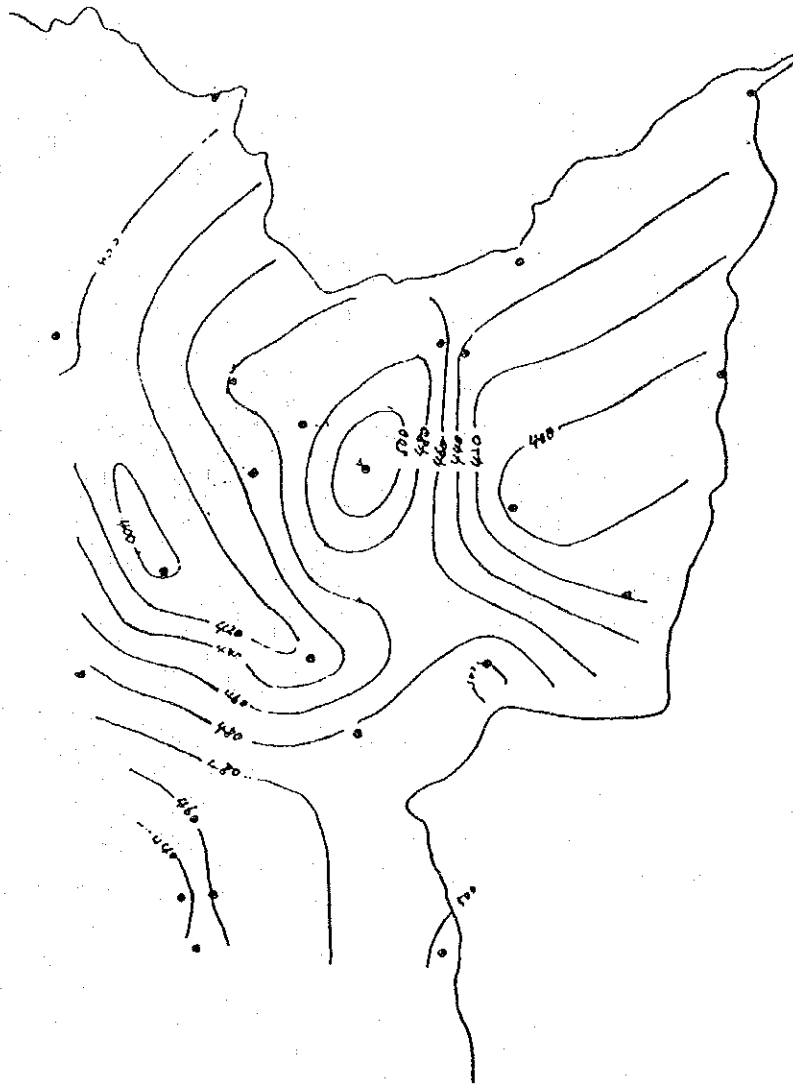


図-7 (3) 雨量平均年におけるとうもろこしの ETcrop (5~9月)

小麦<大豆<とうもろこしと3作物中最も大きく、集賢、密山、東寧の3極を中心(500mm)として東西に行くにしたがって小さくなる。

雨量平均年かんがい必要量 (TRAM=40mm)

—小麦—

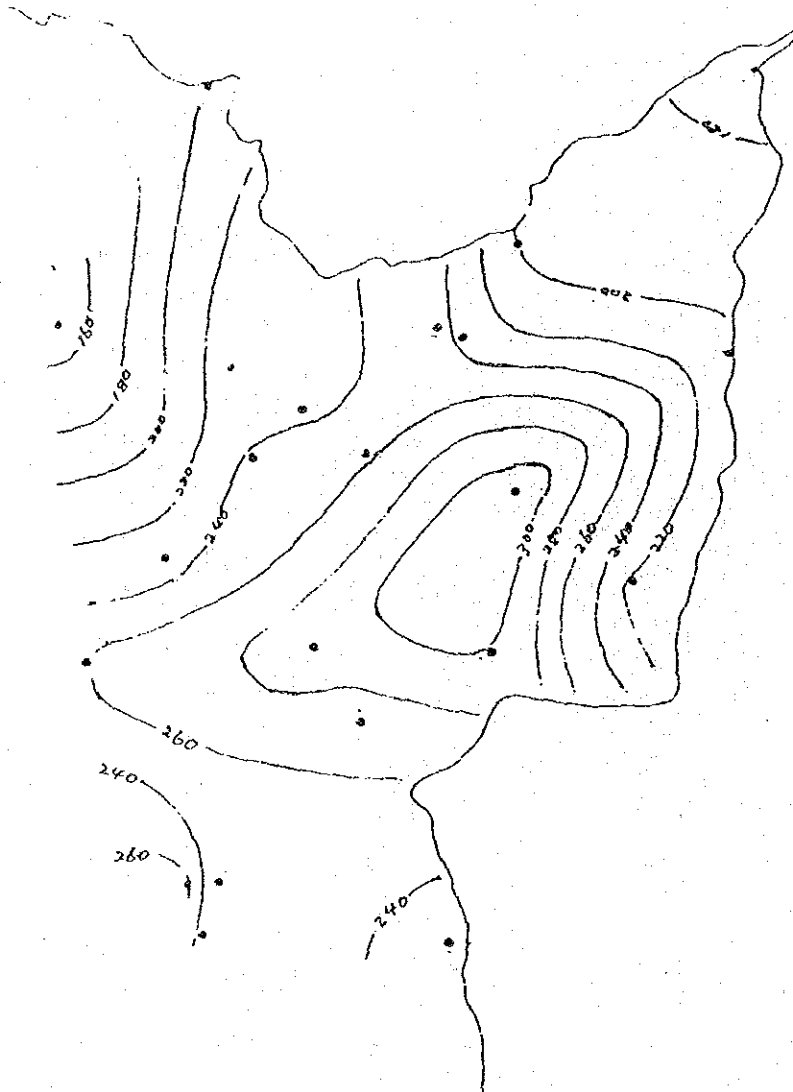


図-8 (1) 雨量平均年における小麦のかんがい必要量 (TRAM=40mm)

この値は ET_{crop} 一有効量として求めたもので、地下水から上向き補給量…ある場合はその分だけ差引かねばならない

雨量平均年かんがい必要量 (TRAM=40mm)

—大豆—

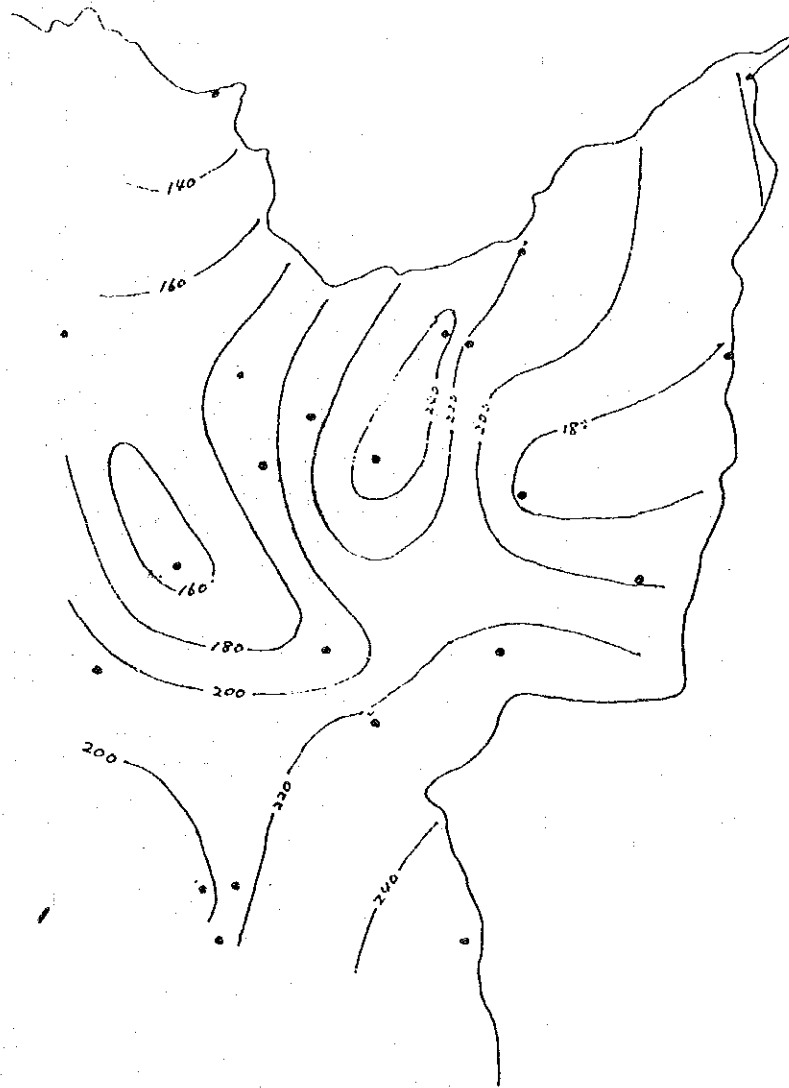


図-8 (2) 雨量平均年における大豆のかんがい必要量 (TRAM=40mm)

綏浜, 集賢を結ぶ一帯と東寧を中心とした地帯が大きく (240mm), 嘉萌, 伊春, 依蘭を結び
带状に小さい (140~160mm)

雨量平均年かんがい必要量 (TRAM=40mm)

—とうもろこし—

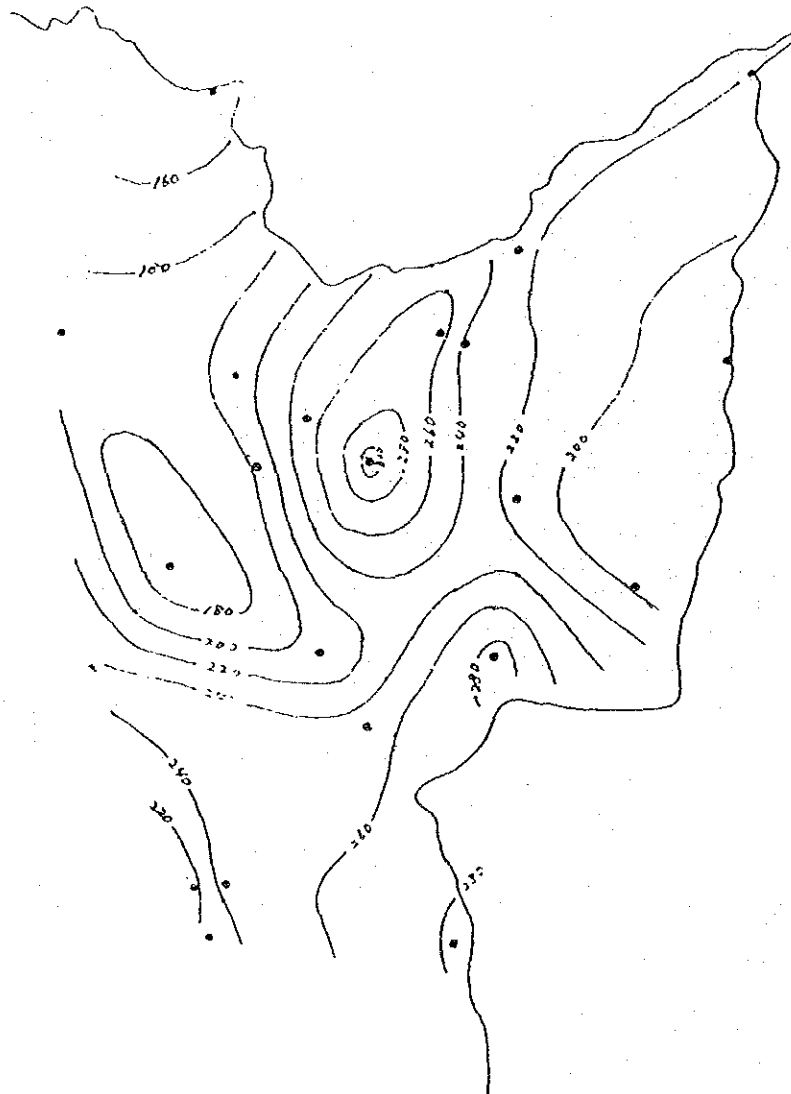
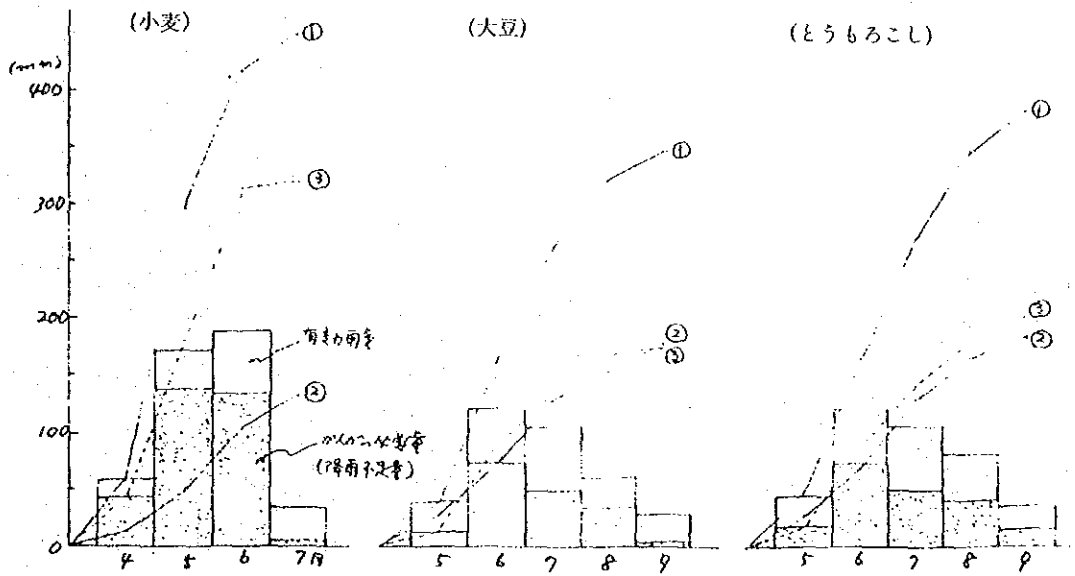


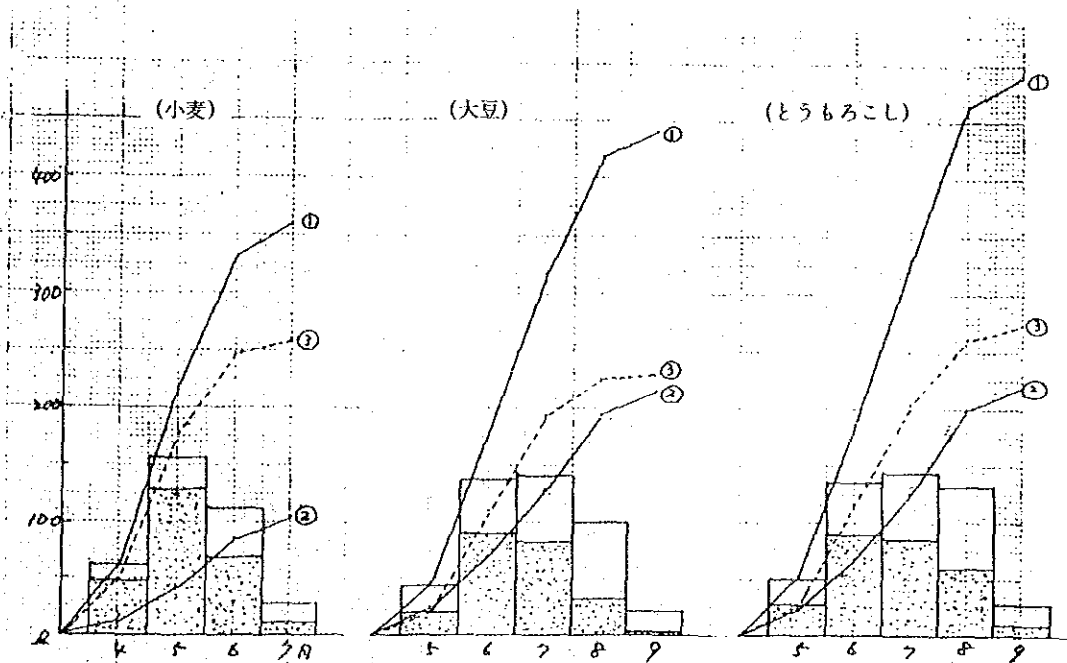
図-8 (3) 雨量平均年におけるとうもろこしのかんがい必要量 (TRAM=40mm)

集賢, 密山, 東寧を中心して大きな値 (280~300mm) の地域がある北西部や東部国境にゆくにしたがって小さくなる。

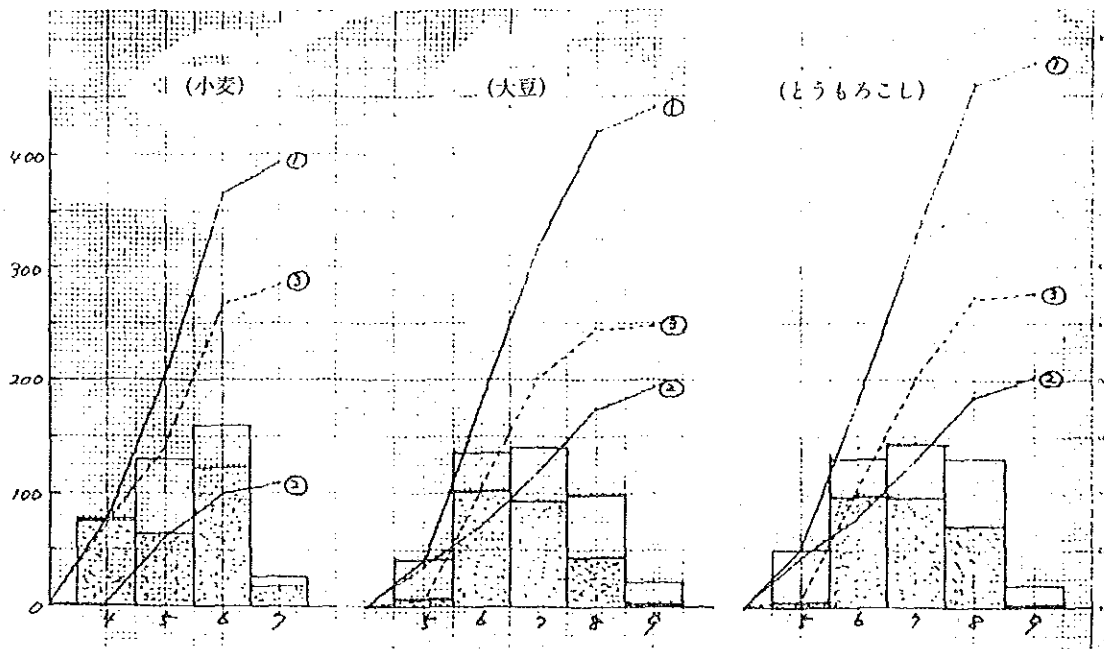
最大値は小麦>とうもろこし>大豆の順である。



(1) 降雨平均年〔宝清・TRAM=40mm〕



(2) 降雨確率1/2年〔宝清・TRAM=40mm〕



(3) 干ばつ年 (1970年) (宝清, TRAM=40mm)

図-9 宝清 (TRAM=40mm) における月より ETcrop, 有効雨量, かんがい必要量 (①積算 ETcrop, ②積算有効雨量, ③積算かんがい必要量)

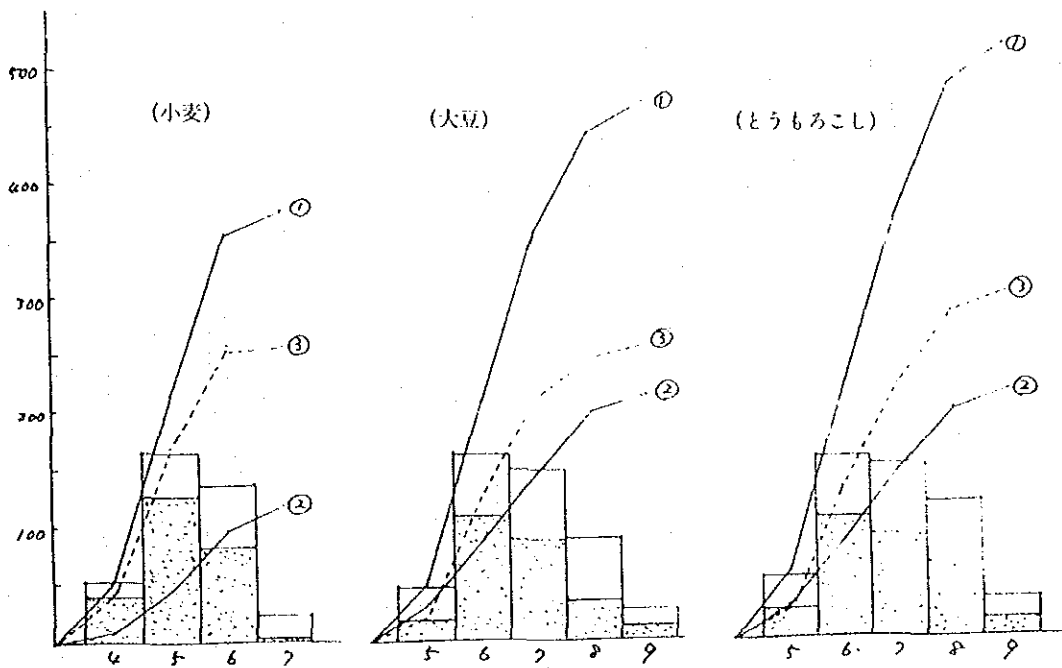
○小麦 : ETcrop のピークは雨量平均年 (以下平均年) 干ばつ年とも 6 月が最大で同じ傾向にあるが, 雨量確立1/2年 (以下1/2年) では 5 月がピークとなっている, かんがい必要量のピークは平均年と1/2年は 5 月で 6.4.7 月の順に小さくなっている。干ばつ年は 6 月をピークに 4.5.7 月の順となっている。

(平均年の値に疑問が残る)

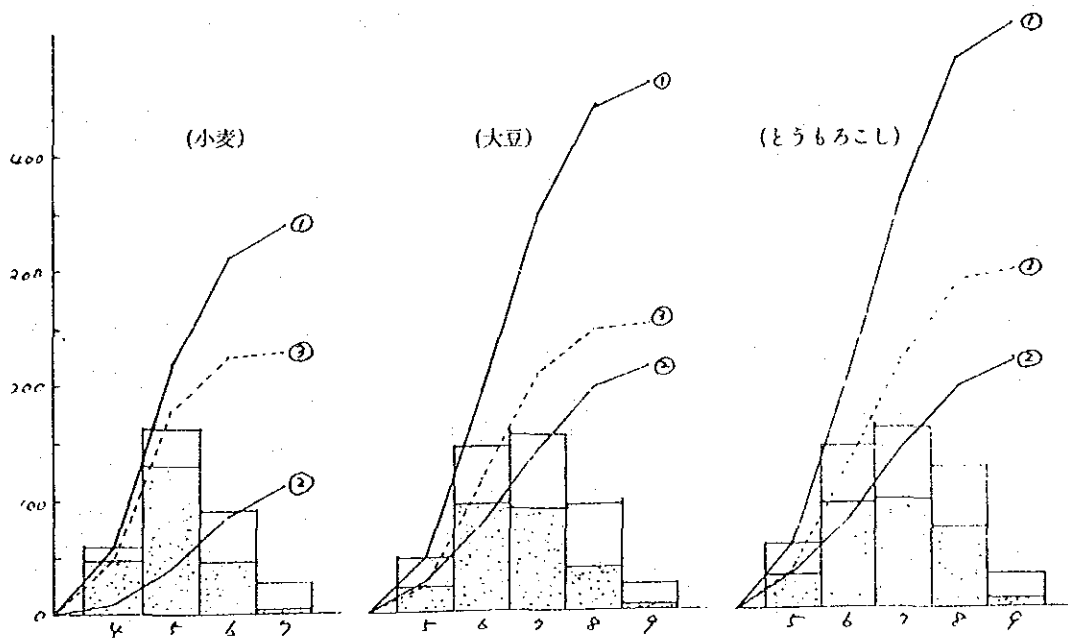
○大豆 : ETcrop は 1/2 と干ばつ年は 7 月をピークとして 6.8.5.9 月の順で類似しているが, 平均年では 6 月をピーク 7.8.5.9 月の順となっている。

かんがい必要量は各対象年とも, 6.7.8.5.9 月の順で, 絶対値は, 干ばつ年 > 1/2年 > 平均年で当然の傾向を示した。

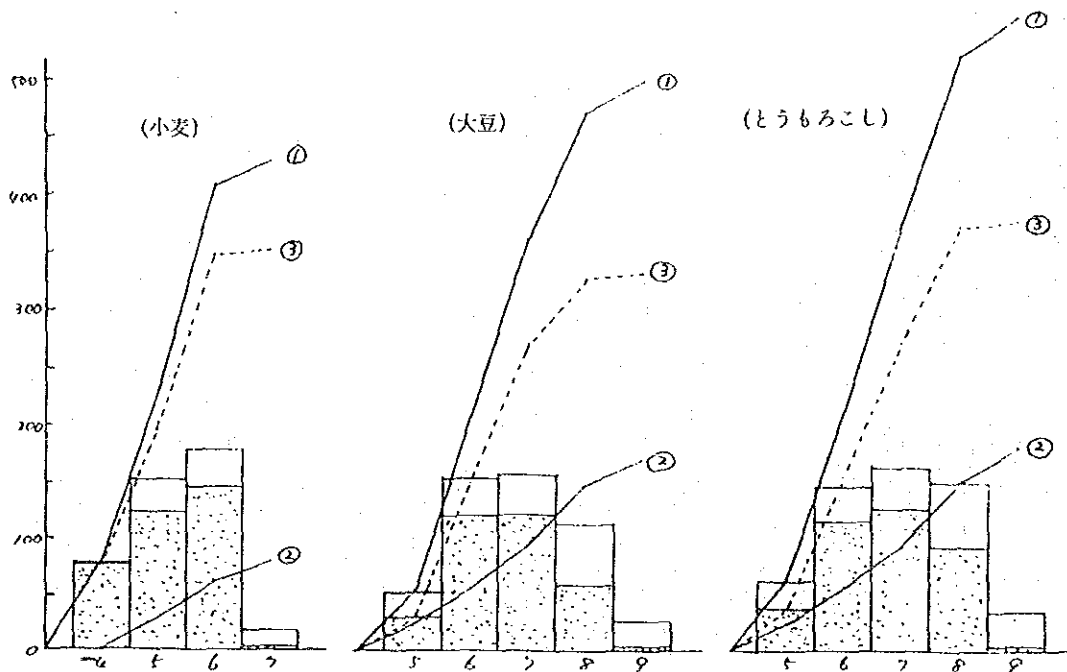
○とうもろこし : 各対象年に対する ETcrop 及かんがい必要量の月別推移は大豆に類似している, かんがい必要量は 6 月が最も大きく 7.8.5.9 月の順となっている。



降雨平均年 [集賢・TRAM=40mm]



降雨確率1/2年 [集賢・TRAM=40mm]



(3) 干ばつ年 (1970年) [集賢, TRAM=40mm]

図-10 集賢 (TRAM=40mm) における月別 ETcrop, 有効雨量, かんがい必要量 (①積算 ETcrop, ②積算有効雨量, ③積算かんがい必要量)

各対象年とも積算 ETcrop は小麦 < 大豆 < とうもろこしとなっている。

小麦 : ETcrop かんがい必要量に平均年と1/2年では類似 (5.6.4.7月) するが, 干ばつ年は 6.5.4.7月の順と異なる傾向を示した。かんがい必要量の絶対値は, 干ばつ年で大きな値を示したが平均年と1/2年はほぼ類似した。

大豆 : ETcrop 平均年では6.7.8.5.9月の順となったが, 1/2年と干ばつ年は7.6.8.5.9月とやや異なる傾向を示した。かんがい必要量は各対象年とも6月をピークに7.8.5.9月の順となった, 絶対値は干ばつ年以外では類似した。

とうもろこし : ETcrop かんがい必要量共に1/2年と干ばつ年は類似 (7.6.8.5.9月) したが, 平均年は6.7.8.5.9月の順となった。かんがい必要量の絶対値は干ばつ年以外はほぼ類似した。