



韓国農業用水資源開発計画

調査団報告書

(調 査 期 間)
自1969.10.8 至1969.12.28

日 本 政 府
海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1058547[9]

国際協力事業団

受入 月日 '84. 5. 15	110
登録No. 09493	83.3 KE

は し が き

日本国政府は韓国政府の要請に基づき、同国の農業用水資源開発に関する技術調査団の派遣を決定し、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

海外技術協力事業団は、1968年に約1ヶ月の予備調査及び1969年5月より8月までの本格調査に引き続き、モデル地区について調査協力すべく桜井芳水氏（経済企画庁総合開発局参事官）を団長とする調査団8名を編成し韓国に派遣した。

調査団は10月上旬より12月下旬に亘り現地調査を行なうと共に必要資料の収集、韓国側関係者と意見交換を行ない、それら結果をもとに報告書提出のはこびとなった。

本報告書が韓国農業水利事業発展への一助となり、併せて日韓両国の友好親善で経済、技術交流に資することを願ってやまない。

おわりに、調査に際し協力、支援をおしまれなかった韓国政府農林部、土地改良組合連合会等関係機関各位に対し心から御礼申し上げます。

1970年3月

海外技術協力事業団
理事長 田付景一

目 次

は し が き	
I 経 過 概 要	1
II 総 合 所 見	3
III 今 後 の 協 力	5
IV 第 3 次 調 査	7
1 目 的	7
2 調 査 団 の 編 成	7
3. 行 動 の 記 録	7
4. 地 区 決 定 に 至 る ま で の 経 緯	11
5. 提 言	14
6 調 査 な ら び に 計 画 の 手 順 に つ い て の 助 言	17
7. 安 城 地 区 地 下 水 位 関 係 踏 査 結 果	68
V 追 補	73
1 韓 国 に お け る 地 下 水 の 賦 存 状 況 (追 記)	73
2. 韓 国 の ポ ン プ 計 画 に お け る 問 題 点 の 具 体 的 方 策	78
3 畑 地 か ん が い の ポ ン プ 計 画 に つ い て (参 考)	85
VI 資 料	99
1 安 城、大 原 地 区 概 要	101
2. 農 村 振 興 公 社	107

I 經 過 概 要

I 経過概要

1968年Seoulにおいて開かれた、第2回日韓定期閣僚会議の共同コミュニケ第15項に「韓国における干害対策事業に関し日本は技術調査団を派遣して現地調査に積極的に協力する」むね確認された。そこでわが国は1968年11月26日から1ヶ月間5人月で予備調査(第1次)(団長桜井芳水・当時農地局災害復旧課長)を実施し、問題点の掌握と本調査の方針を検討した。

一方韓国においては、11月14日大統領訓令が発せられ、農業用水開発総合計画に対する指針が下達されていた。当訓令によると 農業用水開発計画の樹立と推進のために、各種の調査資料や計画書を日本、およびIBRD調査団に提供し技術検討を受けるように明記されている。予備調査団(第1次)は調査後直ちに報告書を提出し、「韓国における農業用水開発計画が水源として地下水に依存する割合が高く、恒久的対策としては、なお、検討を要する」ことを指摘し「地表水の開発利用を主体とすべきこと、第3段階事業においては、現計画を修正、一元化する必要があること」などを提言した。しかしながら、韓国においては、事業の緊急性の割合が高く、予備調査団帰国直後の1969年1月25日には訓令23号実践計画が農林部で決定し、既定方針通りの地下水開発優先事業が展開されていた。本調査団(第2次)が訪韓したときは嶺湖南の地下水開発事業は、ほぼ予定計画量に達していた。調査団は、開発成果の評価をおこなうことに主力を注ぎ今後の処置を提言し、地表水開発計画地区における計画立案上の技術的、経済的問題を抽出しその処理方針を提言した。第2次調査団(団長、桜井芳水)は69年5月13日より8月10日まで(21.5人月)90日間にわたって既存資料を検討するとともに、韓国全土の主要地区を踏査し助言活動に従事したが、当面の開発方針の転換をもたらすには微力であるとともに時機を逸している状態であった。第2次調査団は、また、「現在実施中の農業用水開発計画が71年度までに完了しても今後の韓国農業開発のためには、農業水利をはじめとする土地改良施策が重要であること」を強調し、「長期計画による計画的事業推進」が望ましいと報告した。第3次調査団、(団長、桜井芳水経済企画庁参事官)は69年10月8日より82日間に7.5人月の技術者が訪韓し、モデル計画の立案指導、助言をおこなうことにしていたが、Iに記述してある理由によって、所期の活動を充分遂行することは出来なかった。しかし過去2回の協力の成果を高めるため更に、密度の高い助言活動を実施して今後の開発の参考に供することにした。その間における韓国の土地改良行政は、旧来の農業用水開発を主体とした方向から70年以降は、農村近代化事業へと大飛躍を試みることになり、生活環境整備をはじめ機械化営農、圃場整備、畑地、樹園地、草地、林地の開発、酪農導入、農村電化、農道整備、その他を含めた多面的な大事業を展開しようとしている。

しかしながら、韓国農業にとって宿命的な課題となっている「農業用水開発の重要性」は今後とも聊も変るものではない。むしろ今後になすべき処置が非常に、大きいことを痛感して、1969年12月28日に協力業務を終了、帰国した。

Ⅱ 総 合 所 見

II 総合所見

1968年11月末以来1969年12月までの間に3回にわたる調査団の派遣により、韓国の農業用水開発に関連した技術協力を行ってきたが、その間、韓国農林部、土聯、地方各道庁、地下水開発公社をはじめ日本大使館等関係諸機関の絶大な協力により調査活動は概ね円滑に進捗し、その目的をほぼ達成することが出来た。改めて謝意を表する次第である。以下ここに、韓国の農業用水資源開発事業に関して、日本調査団の総合的所見をとりまとめることにした。

- (1) 韓国の農業用水開発事業は現在、大統領訓令23号の実践を柱として農業用水開発計画（Blue Book）に基いて展開されている。この事業は435,000haの水利不安全水田を4年間^に安全化しようとする国家的大事業であり、早害に対し無防備に等しい水田を国家の補助によって十分でないにしても何等かの水源施設が与えられることは、発展のための第一stageとしての意義が深い。この事業を契機として、農業用水資源開発の重要性が広く国民に認識され第2、第3のstageへの発展を期待したい。農業用水の安定化は単に、早魃時のしのぐのが目的ではなく、その上にたって営農の近代化、増収をはかるにあることは論を俟たない。
- (2) 農業用水開発計画（Blue Book）における地下開発事業の評価と問題点については、第2次調査報告書にのべたとおりである。すでに開発を完了した多数の施設が、早魃時に有効的に利用されるよう引続いて、調査をおこない、準備を怠らないことが切望される。地表水の開発については、70年71年に実施される予定のものも多いが、実施にあたっては各地域の水系別相互関連、既開発地下水利用、散在地区の統合、当面計画と将来計画の関係等を主眼として、技術検討を継続することが望ましい。
- (3) 韓国農業の発展向上のためには水田用水開発を更に促進しなければならないし、営農技術の高度化、圃場整備の進展、畑地灌漑、草地改良等によって農業の水需要は増大の途をたどることは疑いない。また、二次、三次産業の発展にともない、上、工、発達、用水の需要もまた飛躍的に増大するであろう。
今後、農業水利の開発近代化は農業自体の要請として益々重要となる一方、他事業の需要増大に対処して水源の高度利用もまた促進されなければならない。
- (4) 土地改良事業のように、自然や社会を対象とする開発事業の調査は十分な期間と努力をかけて組織的に実施しなければ、精度の高い計画を立案することは出来ない。計画の検討不十分、調査の粗漏が不経済事業となったり事業の挫折や計画の変更の原因となることを銘記すべきである。殊に農村の近代化を目的とする総合事業においては土地改良事業がその基盤となることを考えれば一層このことは重要である。
- (5) 韓国における指導的立場にある土地改良事業関係者の技術水準は高く、欧米、日本の学術研究の成果を咀嚼し、適用しながら独自の道を開拓している。今後躍進を期待される韓国の土地改良事業のために、高水準の技術が円滑に行政に反映され、適用されるよう切望するものである。
- (6) この1年間に開かれた両国間の土地改良技術者の交流の路が今後さらに拡大され、密接な協力が持続されることを期待したい。

Ⅲ 今後の協力

Ⅲ今後の技術協力

’68年11月～12月にわたって実施した予備調査以来1年間にわたり合計3回の調査団が派遣され、韓国における農業用水開発の問題点の抽出と技術上の助言をおこない韓国の農業水利発展のために協力を行った。この1年間を顧みて、最大の収穫は戦後25年間にわたり、ほとんど閉ざされた盛となっていた両国の土地改良事業関係者の政府ベースでの正式の交流の路が大きく開かれ、相互に胸襟を開いて対話出来る素地が出来上がったことであろう。今後この開かれた路をさらに拡大して技術者の交流をおこない、韓国に山積している技術上の諸問題の解決のために協力することが望ましい。

韓国政府では、’70年度より土地改良組合联合会と地下水開発公社を合併し、更に農村住宅、営農機械部門を加えた農業振興公社を設立することになり、これに必要な立法処置も完了した。新公社においては、農業水利事業ばかりでなく圃場整備、畑地、草地の開発、農村住宅建設、営農機械の運用等もおこなうことになっている。かかる措置は新農村建設のために望ましいことであるが、その適切な運用をはかるためには万全の措置と配慮が必要である。

韓国政府はこれに必要な技術協力を来年度以降、わが国に要請する模様であるが、実施経験のとほしい畑地灌漑、圃場整備事業においては、韓国内における協力のみにとどまらず、日本における実施研修をおこなうことが効果的と思われる。この場合の研修者は中堅実務者であることが、好ましく、道庁および土聯の計画担当者とするべきであろう。また農業土木技術者のみならず、農業経済や作物の技術者についても効果測定や、営農計画、土壌調査等の技術研修をあわせておこなうことも必要であると思われる。

IV 第 3 次 調 査

N第3次調査

1 調査の目的

今回の調査団は第2次調査団の報告に基き、土地改良事業の調査計画設計の具体的指導、助言をおこなうことを目的として派遣された。第2次までの協力は、韓国全体の土地改良技術に関係する問題を取扱った面が多かったが、今回はとりまとめる意味から1地区をとりあげて調査から計画までを具体例によって示し、今後の農業用水開発計画立案の示範をつくるのが最も効果的な協力であると考えた。しかし、モデル地区の決定が韓国側の諸般の事情でおくれたこと、および、その後急速として、計画地区の内容が新農村建設計画として拡大され、農業基盤整備、農業近代化施設、河川改修、植林等の諸事業ばかりでなく、農村住宅の建設も大巾にとり入れた事業を実施する方針が政府側でとりあげられ関係受益面積も当初調査団が想定していた1,500ha程度から一挙に18,000haにまで拡大され、明年から実施する方針が決定したことなどにより、調査団は協力の目標設定を再検討し、当該地区計画樹立に必要な調査ならびに計画の手順について、土地改良部門の助言をおこなうことにした。具体例の作成については、今回は出来なかった。

2 調査団の編成

(派遣期間)

団長	桜井芳水	経済企画庁総合開発局参事官	12・18～12・24
副団長	石川明	農林省農地局設計課設計官	10・8～11・4 12・14～12・28
農業土木	中嶋善治	農林省近畿農政局設計課設計官	10・8～12・28
機械	西出定雄	農林省農地局設計課審査係長	12・4～12・18
経 済	井上崇司	水資源開発公団中部支社調査役	10・8～12・22 12・14～12・28
作物土壌	木本貞成	農林省北陸農政局信野川水系農業水利調査事務所 調査第1課長	10・8～11・4
地下水	大野勝次	農林省関東農政局資源課地質官	10・27～11・15
業務調整	岩口健二	海外技術協力事業団開発調査部実施課	12・18～12・24

3 行動の記録

期 日	調 査 行 動
10月 8日	石川、中嶋、井上、木本、東京発9時40分 ソウル着12時05分 JAL951便にて訪韓 日本大使館、農地局長、土聯会長、表敬訪問
〃 9日	(韓国文字の日) 団員調査日程打合せ
〃 10日	午前中 土聯調査設計部においてModel地区候補地概要聴取 午後 滞韓中の調査日程作成ならび候補地区1/50,000地図上で調査
〃 11日	候補地区優先順位決定要素の検討
〃 12日	休日
〃 13日	平沢(安城)地区全員踏査
〃 14日	清州地区全員踏査
〃 15日	天安地区全員踏査
〃 16日	各地区総合検討し、各地区順位決定して、土聯にrecommendした。
〃 17日	韓国憲法改正国民投票日 土聯休業
〃 18日	Model地区の決定は、農林部～土聯の協議待ちとなる。各事業の調査要領をcounter part に指導
〃 19日	休日

期 日	調 査 行 動
10月20日	調査要領を counter-part に指導
〃 21日	農林部より清州(江西)地区決定したいとの意向について聴取, 調査要領 counter-part に指導
〃 22日	井上団員帰国(JAL952便) 江西地区再調査を実施
〃 23日	江西地区の再調査結果につき土聯調査設計部に説明を行ふと共に, 地区決定について早急に農林部と協議するよう要請す。 土聯は農林部と協議するも結論を得ず。
〃 24日	(国連の日) 京畿道山井湖水, ならび逍遙山を視察
〃 25日	石川副団長, 農地局長と面談, 地区を早急に決定するよう申し入れ, 当方の調査結果を説明した。 地区決定については, 28日までに行ふとの約束をとりつける。
〃 26日	休日
〃 27日	大野団員着任(JAL951便) 石川副団長, 土聯会長に地区決定を急ぐよう申し入れた。 調査要領書の執筆
〃 28日	農林部より明日中に地区決定するとの連絡がある。 団員調査要領書執筆
〃 29日	午後4時安城地区に決定したとの連絡があり, その内容について農林部より説明, 団員調査要領書執筆
〃 30日	団員全員安城地区再踏査(counter-part 2名同行)
〃 31日	安城地区計画立案に際しての Flow chart 作成 中嶋団員安城地区調査
11月 1日	安城地区開発構想図の作成
〃 2日	休日
〃 3日	安城地区の開発構想ならび計画立案の手順について, 石川副団長, 農地局長並土聯会長に説明 (小林参議員他4名訪韓)
〃 4日	石川, 木本団員帰国(JAL952便)
〃 5日	大野団員地下水源調査要領, 中嶋団員畑かん計画について, 夫々 counter-part と共に現地 で指導す。
〃 6日	安城地区 水源工(地下水)調査実施計画を土聯に提出し counter-part と共に調査準備のため 現地視察 (小林, 増田参議員, 慶州南道金海平野土地改良事業を視察)(中嶋団員随伴)
〃 7日	大野団員, 地質調査の要領を現地で counter-part に指導すると共に要領書執筆 中嶋団員, 土聯慶北支部において, 圃場整備事業についての計画立案の概要を説明する。
〃 8日	大野団員, 地下水地質の各調査要領書執筆 (中嶋団員, 小林, 増田参議員慶州北道普門貯水地視察に随伴)
〃 9日	(小林参議員他4名帰国(JAL952) 休日)
〃 10日	韓国全地域の地質図並河川水系図作成, 安城地区は状況について現地調査
〃 11日	安城地区, 地下水位, 水質, 水温並畑地灌漑計画について(開発構想図に基づく)現地調査並確認
〃 12日	地下水調査は前日引続き実施, 圃場整備計画について現況水源調査を実施
〃 13日	調査結果に基づき, 更に安城地区の開発構想を作成

期 日	調 査 行 動
11月14日	安城地区の水質調査結果作成並説明並説明要領書作成
〃 15日	大野団員帰国(JAL952)
〃 16日	休日
〃 17日	圃場整備の調査について counter-part に説明共に要領書作成
〃 18日	5地区における基本的構想の説明を土聯調査設計部より聴取
〃 19日	安城地区の圃場整備計画の基本計画立案について現地指導
〃 20日	清州(美湖川)地区の現地踏査
〃 21日	安城地区の畑かん事業計画立案について現地指導
〃 22日	畑かん事業の調査の必要性並その方法について counter-part に説明並要領書作成
〃 23日	休日
〃 24日	日韓農林水産技術交流会議に出席(農業用水分科会)
〃 25日	日韓農林水産技術交流会議に出席
〃 26日	安城天原地区視察(示範団地として前記安城地区を拡大して、安城天原地区となる)
〃 27日	畑かん事業計画立案について説明要領書執筆
〃 28日	農林水産委員帰国(JAL952便)午後河川流出量算定について説明要領書執筆
〃 29日	前日に引続き河川流出量算定について説明要領書執筆
〃 30日	休日
12月 1日	錦江流域開発計画を聴取(調査担当 水資源公社)
〃 2日	錦江流域における河川流出量実態調査の要領並現況調査
〃 3日	錦江流域における農業用水開発計画を聴取
〃 4日	西出団員着任(JAL951便)
〃 5日	畑かん事業計画立案の手順について説明書要領執筆
〃 6日	揚水機計画全般について土聯会長に説明
〃 7日	休日
〃 8日	畑かん事業の設計要領書執筆
〃 9日	農業基盤整備事業における調査、計画のFlow chart について説明要領書執筆
〃 10日	畑かん事業並圃場整備事業の計画、設計に関して重要項目について counter-part に説明
〃 11日	圃場整備事業計画についての資料整理並揚水機設計についての注意事項を counter-part に説明
〃 12日	安城 天原地区現地視察
〃 13日	美湖川地区現地視察および揚水機設計について説明
〃 14日	石川 井上団員着任(JAL951便)
〃 15~18日	報告書原稿作成 18日西出団員帰国(JAL952便) 桜井団長, 岩口団員訪韓(KAL704便)
〃 19日	団長, 大使館, 農林部, 土聯, 訪礼 団員報告書作成
〃 20日	総合所見および第3次調査提案について原案完成
〃 21日	前記原案について内部検討
〃 22日	総合所見提案について大使館, 農林部, 土聯に提出, 午後団長, 石川, 井上 安城天原地区視察

期 日	調 査 行 動
12月23日	団長，農林部長官，農地局長，土聯会長，礼訪
〃 24日	報告書原稿とりまとめ 団長，岩口，帰国（JAL952便）
〃 25日	報告書内部検討
〃 26日	報告書原稿調整打合せ
〃 27日	礼訪
〃 28日	調査団員全員帰国（JAL952便）

4地区決定までの経緯

第2次調査団帰国に際し、第3次調査団は10月初旬よりモデル計画作成のために協力する旨、韓国当局と協議し、モデル地区としては、調査団の知る範囲内では、金東地区（忠清北道）の水田、畑地の総合的開発が適当であるが、10月訪韓までには当局において最終的に1000～3000ha程度の地区選定しておくよう申し入れて帰国した。しかしながら10月に至っても最終的に地区の決定をみず、候補地区として、高速道路沿線の安城（京畿道）笠場（京畿道忠清南道）並川（忠清南道）江西（忠清北道）の4地区が示され、これらのうちから最適地区の選定をするよう依頼された。

当調査団としては、効果発生が確実で地元の負担能力があり、財政負担をも考慮して、安城地区が最適（註1）であるとの意見を現地踏査の結果からとりまとめて開発の構想（註2）を作成し調査の指針を示した。その後、政府内において、示範団地開発の構想が急速として展開し、当調査団が選定した安城地区も示範団々地の1つとなったが当初1,000ha程度の総合的土地改良計画が18,000haにもおよび、新農村建設計画構想にまでも変貌してしまった。（計画概要はⅤ資料1参照）この構想ならびに5ヶ所の地区決定については、当調査団は直接、間接に関与する余地を与えられることなく、韓国側において独自に作業が進められたものである。したがって当調査団は12月中旬以降、示範団地安城天原地区の開発構想の計画概要を聴取し、Ⅴ5提言のなかに問題点をのべるにとどめざるを得なかった。

（註1） 地区選定総括表 （日本調査団作成）

地区名	安 城	笠 場	並 川	江 西	
面 積（水田）	7 8 1 ha	4 9 8	2 8 6	4 3 2	
面 積（畑）	6 6 1	8 3 1	7 7 9	4 6 1	
計	1,4 4 2	1,3 2 9	1,0 6 5	8 9 3	
（優先条件）	（ 内 容 ）				採 点
1 流 通	高速道路インターチェンジから近い	a	b	c	b
2 経営 規模	一戸当り経営面積は広い	A	B	B	C
3 都 市 化	将来とも都市化のおそれはない	B	A	A	A
4 負担 能力	負債はない	b	b	b	b
5 資本 装備	機械 大家畜を保有している	A	B	B	C
6 土地利用度	集約的営農をおこなっていて技術水準が高い	a	b	b	b
7 専兼 業度	専業が多い	a	b	a	a
8 地形（畑）	傾斜はゆるい	B	B	C	C
9 土 壌	礫は少い	A	A	A	A
10 土 層 厚	厚い	b	b	c	c
11 肥 沃 度	高い	a	b	c	b
12 水 源	取得が容易	A	B	B	B
13 既存 施設	整備の度合いは高い	a	a	b	c
14 団地 広狭	一団地は広い	A	A	C	B

点 数	A	100点	5	500	3	300	2	00	2	200
	B	70	2	140	4	280	3	210	2	140
	C	50	0	0	0	0	2	100	3	150
	a	50	5	250	1	50	1	50	1	50
	b	35	2	70	6	210	3	105	4	140
	c	25	0	0	0	0	3	75	2	50
計			14	960	14	840	14	740	14	730
順	位			1		2		3		4

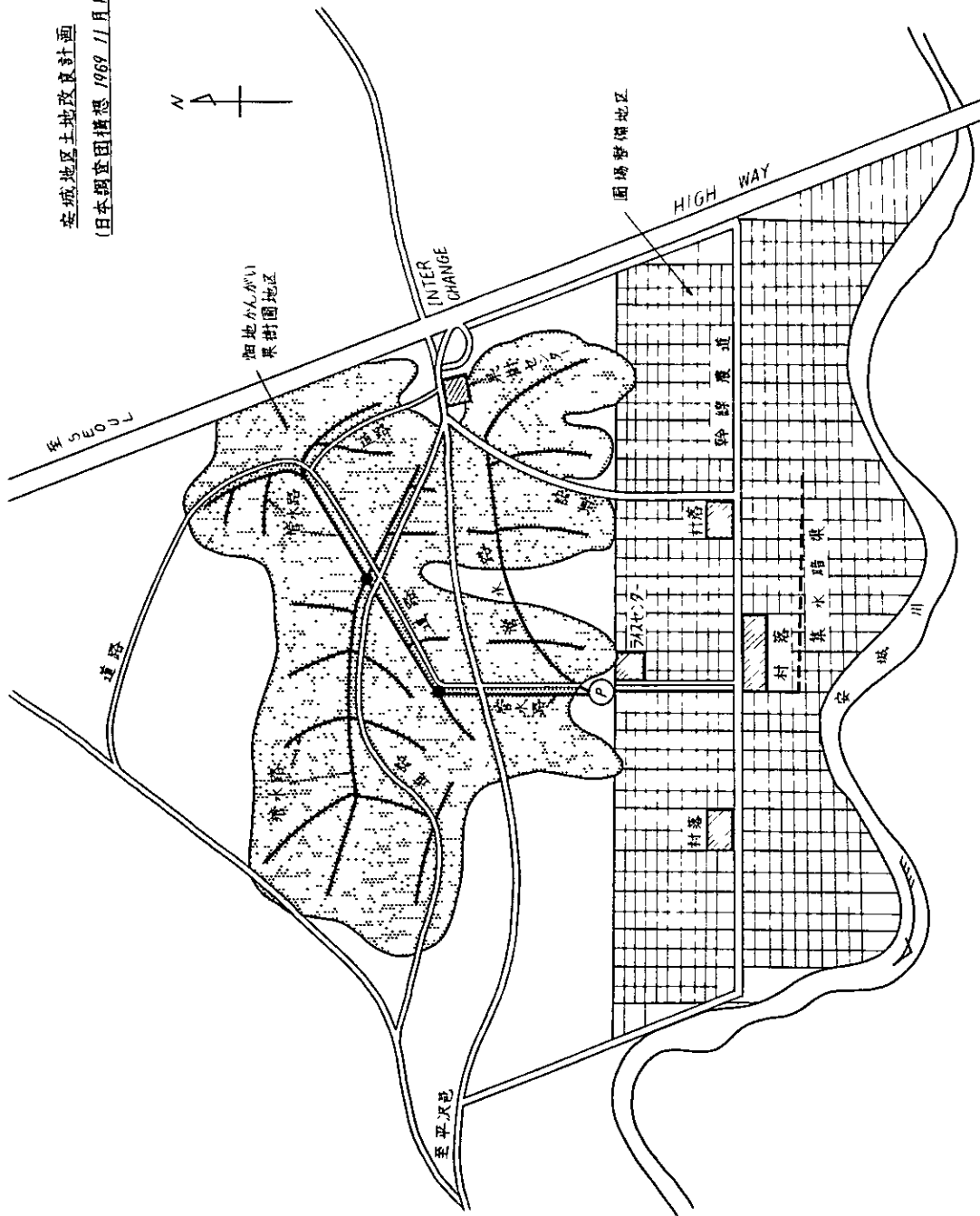
評価は3段階とし、1～14項のうち重要度の高いものを大文字、低いものを小文字として、各項を、ABC、abcに評価した。

(註2) 安城地区開発構想(日本調査団作成)

受 益	{	畑地灌漑(樹園地)	300ha
		(普通畑)	130ha
		草地(既設)	20ha
		水田圃場整備	560ha
		小 計	1,010ha

主要工事	{	畑かん工事	集水暗渠 L=1500m
		揚水機	H=40・Q=0.55m/s
			H=20・Q=0.30m/s
		水路(幹)	9000m
		道路(幹)	10,000m
		圃場整備	560ha
		樹園地・造成	100~200ha
		近代化施設	倉庫
			ライスセンター
			集荷場
	選果場		

安城地區土地改良計畫
 (日本調查團撰述 1969 11月1日作成)



5 提言

(1) 調査、計画の重要性について

土地改良事業に限ることなく、近代経済社会において、事業を実施して収益を期待しようとするならば、事業着手前に、予め、綿密な基礎的調査を実施して、資料を収集し、それらを総合的に検討して、より収益性の高い計画を立案する手順を踏むのが常道である。

農業開発計画のように、自然の気象、土壌、地形、地質、作物、動物をはじめ社会、風俗、経済、など、多岐にわたる諸要素のうえに立脚する頗る有機的な計画にあっては基礎的諸条件の把握は特に重要となってくる。土地改良事業にあっては、土地と水の条件の技術的改良によって生産性の向上をはかろうとするものであるが、改良手段は、現況の土地と水の条件の把握を基礎として、決定されるものであり、手段の経済的妥当性、社会的可能性の判断は同様に、現況調査を基礎としておこなわれるものである。

今般農林部において開発を決定した安城天原地区の中の当初計画地区（日本調査団が立案した地区）で調査を要すると思われる項目を列挙してみると、Ⅳ、6にのべるように約45項目に及ぶ。また各項目は数細目に分れているので調査を要する事項は恐らく数百におよぶと思われる。これらのうち、既存の調査資料を利用し得るものも多数あるが、作物と土壌や水分に関する実測、河川流量の実測、地下水賦存量の測定、農家意向調査等は、実施において行う必要があり、最小限度灌漑期間の資料が必要とされる、安城天原地区計画のように受益面積18,000haにもおよび関係農家数20,000戸のような大規模開発計画では、日本の場合、計画の決定までに3~4年の調査と計画検討の期間を要しているのが実状であるが、調査費の集中投下と調査人員の大動員によって、かなりの短縮は可能であろうと思われる。しかし韓国の特殊事情に鑑み既述のように、少くとも1灌漑期の調査と計画の検討期間、地元農民への事業計画の浸透に要する期間等を合算すれば最小限1ケ年の調査計画期間は必要であろう。調査の粗漏や計画検討の不足が原因となって、事業着手後、手戻りを招くことになったり、また、所期の効果が得られなくて、不経済事業となる数々の例があることや、ときには、地元受益者の反対にあって、計画を大幅に変更せざるを得ない事態に至ることすらあることを十分認識しておかなければならない。

(2) 調査、計画の組織について

土地改良事業計画樹立に至るまでの基礎的諸調査と計画の作成過程には、農業経済、作物栽培、土壌肥料、営農・土木、機械、地質、水利、その他、各分野の専門的知識が必要である。場合によっては、畜産や、建築、農村社会の分野における専門家の参加を必要とする場合もある。これらの専門家の平等な参画と分業によって一つの開発事業の計画が、順序正しく、能率的に組立てられるためには、行程を管理し、全体作業を統率するProject Managerが必要であることは論をまたない。また、各専門分野の連繋が、重要である。相互の情報流通、意見の調整を完璧にするためには、各自が作業の目的を充分理解していることが前提となりProject Managerと各員・或は相互のHuman Relationにまで意を配らなければならない場合もあり得る。Project Managerは各専門家の意見を充分咀嚼し、それらを融合して、適正な計画の樹立を行うだけの能力を必要とするばかりでなく、Humanistic Leadershipをも有することが肝要であろう。従ってProject Managerは必ずしも農業土木専門技術者である必要はなく、他部門の専門家であっても差支えないが、土地改良事業に従事している技術者には、農業土木専門家が多数なので、その内から適任者を選定し得る場合が多い。

技術革新の目覚ましい現代においては、個人の技術力で達し得る限界は極度にせまく、問題解決の力としては無に等しい。個々の技術を組織して対処しなければ、前進し得ないのが実状ではなからうかと思われる。土地改良事業の計画においてもこの例に洩れず、System Engineeringの手法によって衆知の結果をはからなければ、完全計画の

立案は不可能であり、個人の Stand play は許されない。

(3) 農業水利の開発の重要性について

'67年 '68年に韓国南部4道を襲った大旱害を契機として開始された農業用水開発計画(Blue Book Plan)は435,000haの安全水田化を目的として、既に第3次段階事業の実施に入っている。しかしながら、さきに日本調査団が指摘したように既開発地下水については今後検討を要する問題点を多く含んでいて、旱魃に対する保障が詳らかではない。また、地表水の開発についても、地下水開発とともに修正一元化すべき問題点をもっている。かりに現在の農業用水開発計画が再検討なしに続行された場合完了年度である'71年に果して435,000haが恒久的に、安全水田と化しているか甚だ疑問であろう。韓国政府においても以上のことを熟知のうえ取敢えず、一次開発として計画を実施されていることと思われるが、'70年代にも引続いて幾度か来襲するであろう旱害に、より高度の防衛力を具備するよう、不断の努力を惜しむべきではない。更にまた、韓国経済の発展に伴い水資源の需要は今後飛躍的に増大し、将来において上工用水と農業用水の競合が深刻化することは充分予測される。その際、資本装備の弱小な農業が打撃を受けないよう、水利秩序を確立しておく必要があることは勿論であるが、農業においても、充分な近代的水利施設を整備し、競合を回避できるよう備えておくことが必要である。

畑地農業においても、或いは果樹農業においても高度の経営をおこなうためには、水田農業に比し、量的差異こそあれ、水利施設は必須条件である。人為的に自由にControl出来る水利設備を具えることによって、はじめて、天運まかせの不安定な経営から脱却し、資本主義社会に勝ち抜ける農業となるであろう。このように韓国における土地改良事業は農業水利の整備を当面の目標としてかけるとともに、圃場整備事業の推進によって、経営の合理化を、さらに農地造成(畑、樹園地、草地、干拓)による経営規模の拡大をはかって経営の安定、向上をはかるべきであると思われる。

(4) 農家の意向と計画内容の関連について

受益農民の土地改良事業に関する意向を無視した事業計画は、効果を期待することは出来ない。土地や水を実際に利用し、農業を営むものは、農民であって、事業を計画した官服の技術者達ではないからである。従って計画の作成にあたっては、農民との対話を充分におこない、その意向を把握しておくことが大切であろう。しかしながら、農村社会の閉鎖性、封建性や因習、教育の程度によって事業に対する農民側の積極的発言を求めると意欲の盛りあがりや期待することが困難な場合もあろう。このような場合、事業の必要性、とその効果について、積極的なP・Rをおこなって、意欲の盛り上りを促進させることが重要である。

鉄道や道路の建設、河川の改修、治水ダムの建設のように不特定多数を受益対象とする公共事業と異なり、土地改良事業は、特定の農民を対象とし、受益者に負担をかける事業であるから、上述のように農民の意向と国家の意向(立案者の意向)の融和がなくては、事業目的の達成が困難であろう。

安城天原地区をはじめとする示範団地計画の場合にもその計画発想は農林部であり、順次地元農民へ浸透させる方法をとっているように察しられるが、土地の権利の移動、営農形態の変革、生活様式の変革などをともなう大事業をおこなうには、それなりの準備期間をとって、事業の意義を徹底させることが最も大切な事の一つである

(5) 安城天原地区に関する問題点

第3次調査団はモデル地区の具体的計画作成に協力するために訪韓したものであるが、地区選定に予想外の時間を要し、現地調査に専門家が入る時間がなくなり計画作成に直接関与する機会もなかった。農林部が11月中旬から1ヶ月間急速とりまとめた本地区の開発計画は、未だDesk Planの境を出ないものと了解されるので、計画内容につ

いて、立ち入った検討をすることは差し控えることにしたが、概括的にみて次のような問題点を包蔵するのではないかと思料される。

- a 本地区は計画面積18,000haにも於ぶ拡大開発計画であるが、経済的検討結果に基く適正規模であるか否か定かでない。今後実地調査の結果を基礎として事業の技術的可能性、経済的妥当性を詳細に検討して、地区の削除、附加、分割等をおこない合理的な計画地区を決定することが望ましい。また本事業が示範農場となり、展示効果を大きく期待するものであるならば、1,000ha～2,000haの程度の地区を道内に分布させたほうが、地方農民への浸透は迅速且つ効果的ではないかという素朴な疑問が残る。
- b 本計画では、約6,300haの圃場整備が計画されている。事業として40aの区画整理、用排水路分離、農道整備がおこなわれ営農の機械化により労働生産性の向上をはかろうとするものと思われるが、機械化体系と労働力節減効果に関する検討が明らかでない。また、機械化にともなう余剰労働力の吸収について、その対策が確立していないようになりかねない。日本の事例では、2次、3次産業へ農村労働力が大量に流出しているため、農業の機械化が必然的に要請され、圃場の整備が必要となっているが当地区では余剰労働力の転用面が明らかでない。しかし、農業の未来像としての展示効果を期待するものであれば上記の疑問は氷解する。
- c 本事業の総事業費32億ウオンのうち約32%が農業用水(7.5%)、耕地整理(13%)、草地造成(52%)、その他等の農業基盤整備事業であり、25%が乳牛、肉牛の導入費ならびに畜舎、サイロの建設費で、残43%が生活環境整備のための住宅建設、電化、生活用水建設等の事業費となっている。即ち、所得の増大につながる農地基盤の整備ならびに乳、肉牛の導入のための投資は全体事業費の57%にすぎない。このような比率から常識的に考えると、投資と効果の見合い事業として本事業を取り上げるには、非常に困難ではないかと考えられる。農村住宅の改善、生活環境の整備は、当国において重点的施策として実施すべきものではあるが、生活環境のみが改善されても、それに相応しい、所得が保障されなければ、意味がない。このためには、先づ土地基盤の整備を重点的におこない生産性の向上、所得の増大を計ることが先行されるべきではなかろうかと考える。
- d 本事業の経済効率は $B/C=2.99$ で極めて経済性の高い事業とされているが、これは事業費が比較的安く、(例えば圃場整備 反当6,684w)計上されているのに対し、事業施行後の反収として理想的な状況下における反収(行政の目標となっている反収)をそのまま利用しているため、効果が高く計画されていることに起因している。果して、本事業の施行のみにより、現況反収が直ちに、この目標反収に到達し得るかどうかが疑問が残る。既に第2次調査報告書でものべた通り、土地改良事業の効果には、その投資規模に応じた発生可能な効果を土地及び水利の改良程度により、具体的に検討して計上すべきであり、そのような検討をおこなわないと、事業を施行したにも拘らず、予期した効果が実現しないという事態が発生するおそれがあると思われる。

6 調査ならびに計画の手順について

土地基盤整備事業を実施する場合、調査ならびに計画樹立には少く共1ケ年以上は、必要であることは既にのべたが、この項では、調査から計画の樹立への手順をフローチャートをもって説明し、今後の業務の参考に供しようとするものである。

この模式図に示すように調査、計画の手順は 恰も一つの河の流れの如く、一つの調査結果は、次の計画を生み出してそれは次の目的のために流れ、最終的目標である計画の確立と云う終着駅に到着する。この流れの間において、比較検討を要したり、又不合理的な結果が出た時は、逆戻りをして、計画を検討することも必要である。

又この調査項目のすべてが現地調査を必要とするものでなく、近傍類似の地域における値を参考にして決定したり又既調査資料より決定する場合もあり得る。

従って、項目別にその必要性を検討して、調査方針を決定しなければならない。

なお、このフローチャートは「安城地区」を想定して、当該地区の畑地かんがい、圃場整備、用水補給等の事業をおこなう場合について作成してある。従って、事業内容、計画規模等によって、変更を必要とする。

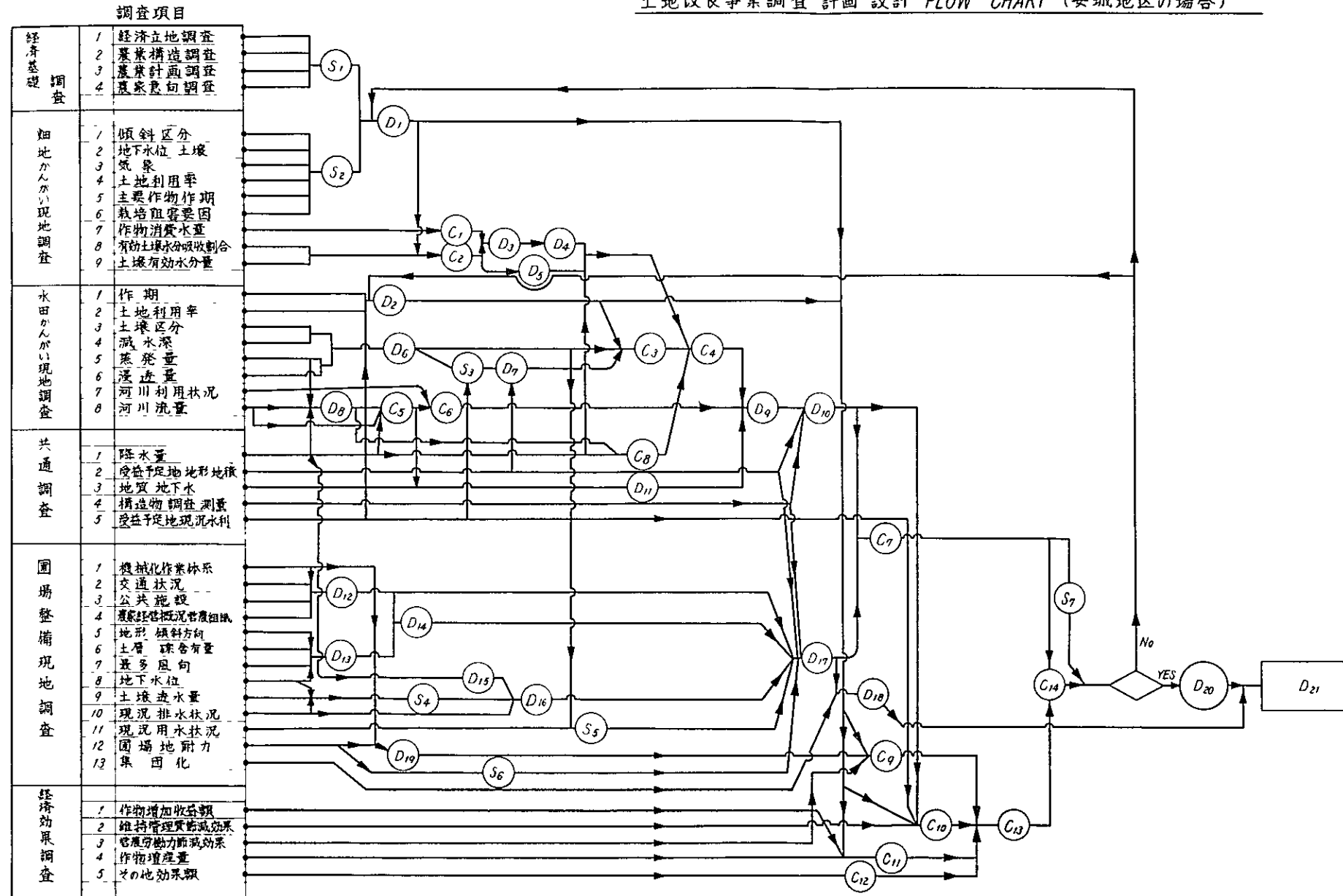
(註) 安城地区とは、当初計画の場合で、現在の安城天原示範団地計画ではない。

(1) 経済関係基礎調査

項目	説明内容
(経済立地調査)	地域経済に占める農業の位置を明らかにし、その将来の発展方向を深り、各種の開発計画とあわせて計画地域内にあるべき土地改良事業の構想を樹立する。
地域経済の概要	人口、戸数、産業別就業人口、主要産業の概要、特質等を把握する。
地域開発計画の概要	計画地域内における他事業計画の概要を把握する。(主産地形成計画、農漁村所得増大計画、都市計画等)
地域農業の一般動向	農地、非農地面積、経営規模別農家数、専業別農家数、作物別作付面積等の現況と将来の動向について調査する。
(農業構造調査)	計画地区の農業経営の発展阻害要因を経営構造及び水利の面から究明し、土地改良事業計画の意義を明らかにする。
地区農業の概要	農家人口、戸数、農用地面積、主要農産物生産量等の推移を把握する。
市場流通機構	鉄道、高速道路、幹線道路の配置状況、生産物出荷先、出荷時期、生産出荷組織、主要市場の時期別生産品目別数量、単位当たり価格、生産物加工の現状、主要生産物の需要動向等について調査する。
地区農業の経営構造	(1) 経営資本 大型機械 大家畜 果樹等の保有、利用状況とその動向等について調査する。 (2) 土地基盤 戸当り農用地面積、1団地の面積、団地数、農地の傾斜、土性、乾湿状況、区画整理の状況(一筆の大きさ、農道の巾目)末端用排水路整備の状況等について調査する。 (3) 農業労働 主要作物の作物別時期別作業内容、作業機、所要労働力等の現況と動向について調査する。 (4) 農家経営経済分析 抽出調査による農家経済調査(調査内容は韓国における現行方式を用いる)を行なう。
地区農業の水利構造	(1) 既往の土地改良事業概要 事業名、事業主体、施行年次、関係地域および地積、事業内容、事業費、効用等について調査する。 (2) 水利資産および管理団体 水利資産の種類、規模、設置事業名、設置年、事業費、再建設価額、年減価額、年維持管理費、管理団体の概要、水利施設の改修等の必要な理由等につき調査する。 (3) 水利権および水利慣行 農業水利権の概要(取得時期、取水量等)水利慣行が農業経営の発展を阻害している事実の有無等につき調査する。
(農業計画調査)	土地改良事業の実施により期待される地区内農業の将来のビジョンを明らかにし、事業計画の合理性を検討する。
生産計画	増加生産物が需給の見通し、市場条件から見て適当であるかどうか検討する。
経営計画	労働生産性の向上に資する圃場整備方式の検討および大型機械化技術体系を設定し、(圃場整備調査の項、参照)経営試算を行ない、営農類型ごとの最適経営計画を策定する。
(農家の意向調査)	土地改良事業の成否は、受益農民の営農改善意欲の強弱に左右されるところが大きい。このため

項 目	説 明 内 容
(土地利用計画)	<p>受益農民との対話を充分行ない部落懇談会又はアンケート調査等により農民の意向を充分把握した上で事業計画の策定を行なう。</p> <p>「経済立地調査」「農業構造調査」「農業計画調査」「農家の意向調査」「土壌調査」「営農技術調査」等の結果をもとに、地域振興計画等に則し、当該地域の将来構想に関係ある試験研究普及機関および受益農家の意見等を充分考慮して営農類型区分ごとに土地利用計画を概定する。</p> <p>この土地利用計画案について関係諸機関から意見を聴取し、説明会等により受益農家の意向と充分調整をはかり、さらに後述の事業効果、地元負担の可能性等を考慮して土地利用計画を決定する。</p>

土地改良事業調査 計画設計 FLOW CHART (安城地区の場合)



S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄	D ₁₅	D ₁₆	D ₁₇	D ₁₈	D ₁₉	D ₂₀	D ₂₁	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄
属人的作付体系検討	属地的作付体系検討	現況における水不足状況の把握	暗渠排水計画の検討	用水路計画の検討	施工計画の検討	地元負担の可能性検討	土地利用計画決定	土地利用計画決定	間断日数決定	輪番区決定	粗かん水量決定	単位用水量決定	受益面積決定	計画基準年の決定(用水)	水源別補給水量の決定	施設規模の決定(設計業務)	地下水利用可能量決定	農道共同施設の決定	耕地形状長短逆方向決定	圃区形状の決定	排水計画基準年の決定	排水計画決定	圃場整備設計業務	換地計画の決定	機械化管理計画の策定	計画規模の決定	事業計画の確定	計画日消費水量計算(EI)	計画基準年別必要水量算定	総容易利用可能水分量(RAM)	補給水量の算定	計画基準年河川流量算定	計画基準年河川利用可能量算定	事業費の算定	計画基準年田面有効雨量の算定	管理労働力面積(増加)算定	維持管理費削減算定	増産額の算定	その他効果の算定	事業効果の算定及妥当投資額算定	投資効率は算定

(2) 畑地かんがい調査説明

項 目	説 明 内 容
傾斜区分	<p>受益地域内の主な傾斜群内の代表傾斜値の決定は、適地作物（かんがい方式、造成工等）を決定する要因となるものであるから、下記に示す地形図及び踏査によって決定しなければならない。地形図は縮尺 $1/1,000 \sim 1/3,000$ 程度にして、その等高線間隔は、比較的平坦な土地で $0.5 \sim 1.0^m$、急傾斜で波状地帯（または段畑地帯）では $1.0 \sim 2.0^m$ 程度のものが必要である。</p>
土 壤	<p>○ 調査目的① 新しく土地の開発計画を行ない、或は土地利用の改善又は強化を行う場合の有力な手引となる。</p> <p>② 計画地域の農業経営規模、経営方式及び適切な改良方法が土壤毎に推定でき、経済効果が明らかになり、合理的な施行が可能となり、一定地域の農業を更に前進させる基礎とする。</p> <p>③ 土壤の分布や性格を明らかにし、用水量の算定、施行計画の基礎とする。</p> <p>④ 土壤の性質に応じて事前にその程度を推定し、適切な土壤保全対策を樹立することが可能となる。</p> <p>○ 調査の区分</p> <p>①基本調査 国土保全及びその積極的な利用法、生産力増強に結びついた総合対策を樹てるなど、所謂国土資源の利用を重視するものであって、広範囲な地域を対象として行われている。</p> <p>②目的調査 基本調査の基礎資料から導かれる現地の改良目的に応じて有効土層の深さ、養分含量、作物に対するかんがい必要の有無等を調べて、具体的対策を効果的に実施することを目的とし、ある特定地域を対象として行われる。</p> <p>○ 調査方法（目的調査）</p> <p>畑地かんがい区分</p> <p>①土壤の成層状態と類型分類</p> <p>受益地域内を、おおむね 2.5 ha に1ヶ所の割合で、試坑（$1^m, 1.5^m, 2^m$ 程度の坑）ならびに数ヶ所の試穿（Boring ステッキより、普通 $1.0^m \sim 1.5^m$ の深さまで）によって土壤成層状態を調べ、分り易い土壤柱状図を作成する。この場合肉眼的に性質の異なる部分、土性、土色、硬度、地下水位等も併せ調査しておくこと。</p> <p>②土性図の作成と土壤の理学的性質の調査</p> <p>②-①土性図の作成</p> <p>①によって行った類型分類を土壤水分の要因を中心に再整理して区域区分を行ない、区分毎の代表的な土壤断面形態、土性を示すと思われる点1ヶ所を定め、通常地表下 50 cm 程度の深度までの夫々異なる土層毎に土壤の物理的分析を行ない、土性図を作成する。（開田、階段工等によって、必要な場合には 1 m 以下の調査も実施する）</p> <p>畑地かんがい水分係数の決定</p> <p>②-②土壤の理学的性質</p>

項 目	説 明 内 容
	<p>②-①で対象とした土壌断面各層の土壌について次の理学的性質を調査する。</p> <p>④ 真比重</p> $S_r = \frac{\text{水分を含まない土壌の重さ (g)}{\text{土壌によって置換された水の重さ (g)}}$ <p>⑤ 仮比重</p> $S_a = \frac{w}{v} \quad w: \text{乾土重 (g)} \quad v: \text{土壌の容積 (cc)}$ <p>⑥ 孔げき率</p> $P = \frac{S_r - S_a}{S_r} \times 100\%$ <p>⑦ 圃場容水量 (24時間水分量) 多量の灌水、又は降雨後24時間を経ても根群域になお保留されている水分量を24時間水分量とし、これを圃場圃場容水量と考えるのがよい。この状態では、まだいくらかの重力降水を含んでいる場合が多いが、根毛の吸水も活発なので、その大部分は作物に利用されるものとして有効水分の下限界として採用する。この圃場容水量は、かんがい用水量即ち1回当りかん水量を決定する場合の重要因子である。</p> <p>⑧ 萎凋点 (生長阻害水分点) (Wp)</p> <p>乾燥地帯では作物が、萎凋現象を起す直前まで、作物の収量、品質は土壌水分量に影響されないとしているが、湿潤地帯では、萎凋現象を示すより、はるかに湿った土壌水分条件で作物の生育障害が起り、収量、品質が低下することが多い。したがってここでは、作物の収量、品質を増大または安定させる最少の土壌水分量を生長阻害水分点として考える。しかし、生長阻害水分点は、品種改良、施肥法の改良、病虫害防除などの改良によって変りうるもので一定土壌に対して不変量ではない。</p> <p>〔測定方法〕①土層よりP.F測定用の試料を採土し、P.F測定装置によってP.F 2.7、3.0を測定する。</p> <p>②圃場測定によって求められた含水量の値がP.F 2.7~3.0の附近であれば、これらの平均量を求めて生長有効水量の上限界とする。</p> <p>圃場測定値が、これらの値と大きく離れているときは、根群の様相、水分移動の実態等を再調査し、その原因を明らかにする。</p> <p>③現地において、このような測定値が得られなかった時は、一応P.F 3.0水分量、又は毛管連絡切断含水量 (P.F 2.7) を生長阻害水分点とする。</p> <p>⑨ P.F値</p> <p>土壌水分は、土壌粒子に吸収保持されている力の性質によって、吸湿水、膨潤水、毛管水、重力水に区分される。土壌水分の結合力、いかえると土壌から水分を取去るに要する力は、水分が強固に保持されているほど大きくなる。この力はすべてこれと等価の力をもつ水柱の高さ (cm) で表わされるが、P.Fとは水柱の高さ H_{cm}としたとき P.F = logHである。</p>

項目	説明内容	
土壌水分の種類、保持力、水分恒数、測定法		
土壌水分		
P.F		
水分恒数		
圃場水分	<p>作物が生育に支障なく吸収できる水 A.M</p>	
測定法	圃場での測定	
	室内での測定	

④土壌水分

土壌調査によって、地区を地形、土壌母材、推積様式、土壌断面（土性、土層、礫含有量等）などの要因によって、区域区分を行い、各区域の代表地点を何点か選定し、土壌水分の測定を行う。

土壌水分の測定には、採土法、テンシオメーター法、電気抵抗法を用いる。

○土壌水分測定法

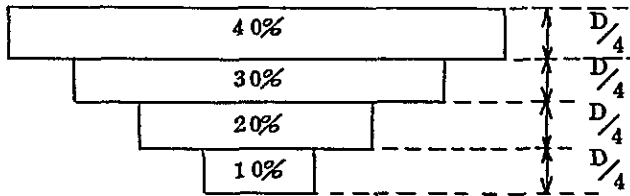
(1) 採土乾燥法（実容積法）

圃場の土壌を秤量罐（100cc）に採土し、秤量後105℃で24時間炉乾燥する。再び試料を秤量し、前後の重量差をもって土壌中の水分量とする。水分量は乾燥土重量に対する水分の重量比率（百分比）で表わされ、これを含水比と呼ぶ。水分量を容積率で表わす方が便利である。

容積率は含水比に仮比重を乗ずることによって求まるが、100cc定容積円筒を用いて採土し、秤量を行えば、直ちに容積率で水分量が求まる。採土にあたっての留意事項は次の通りである。

- ① 採土地点に人が入って自由に手を動かし得る程度の坑を掘る
- ② 採土面をスコップで垂直に切り落とし、土壌断面を観察し、土性、土色水分状態など

項 目	説 明 内 容
気 象	<p>を土層別に記載する。</p> <p>③ 採土個数は同一位置に3個以上とする。</p> <p>④ 採土円筒は、土壤構造を乱さないように、十分に土壤中に没入させる。没入後小型シャベルで円筒を静かに掘り出し、円筒に附着している余分の土を丁寧に切り取り定容積に整形する。</p> <p>⑤ 採土した試料円筒は、上下の蓋をビニールテープなどで密閉し、採土位置、円筒番号を記録する。</p> <p>(2)テンシオメーター法</p> <p>土壤中の毛管張力を多孔物質体を媒体として圧力計に導いて測定する方法で、一般には多孔物質体にはポーラスカップ、圧力計には水銀マンノメーターが用いられ、土壤水分はあらかじめ用意された水分張力関係曲線によって求める。</p> <p>テンシオメーターは、その機構上測定範囲は、最高1気圧(P.F.30)であるが、1気圧近くなると組織中に空気が入って機能が低下するので、実際には0.85気圧程度までである。したがって比較的湿潤状態(P.F.0~28)の土壤水分測定に適している。</p> <p>(3)電気抵抗法</p> <p>電極を内蔵した吸湿体を土中に埋設し、オームメーターにより電気抵抗を測定し、あらかじめ用意した土壤水分、電気抵抗値曲線により、土壤水分を推定する方法である。一般にナイロンユニット或はグラスフィルターブロックを用いた方がよい。特にグラスフィルターブロックはP.F.1.4~4.5まで測定できる。</p> <p>畑地かんがいの必要性の判定及び用水量は、降雨量、気温、湿度、風速、風向、及び風力などの一般気象要素に多く支配されるので、入手し得る最長期間にわたるこれらの資料を集める必要がある。なおかんがい計画の容量決定にあたり、計画年度を決定する要素となる蒸発量、連続干日数とその頻度などの特殊気象についても調査する必要がある。</p>
土地利用率並に主要作物作期	<p>計画地域内における作付計画を樹立するために現況の土地利用率並に主要作物の作期調査を実施しなければならない。</p> <p>即ち、作物の消費水量は、作物の種類によっても相違するので、幾種類もの作物を栽培する畑地かんがい計画では、どのような作物が、どのような輪作体系のもとで、どれだけの面積ずつ栽培されるか、又その作物の栽培期間はどの程度であるかを調査して、かんがい実施後の作付計画を樹てねばならない。又果樹園にあっては、樹列と、その方向、及び樹間々隔、果樹の種類や形態等も併せ調査し、新規に入れる場合は、その種類と面積を策定して、地図上に記入する。更に最大かんがい強度や純かん水量にも関係する被覆作物の作付計画等も併せ調査を行うこと。</p> <p>かんがい実施後の作物の作付計画を樹立することは、非常に、むづかしいことであるので作物、果樹、土壤、肥培管理、経営、園芸及びかんがいの各分野の専門家が農家と一緒に研究討論して十分計画をねって、計画地域内の作付計画を樹立する必要がある。</p>
栽培障害要因	<p>計画地域内における作物栽培に関し、これを障害する要因の実態を調査しなければならない。</p> <p>即ち、その要因が、自然的条件か社会的条件かを明らかにして栽培する作物の種類及び作付期間を検討する。</p>
作物消費水量	<p>計画地域内のかんがい対象作物の夫々の消費水量(蒸発散量)を調査しなければ、畑地かんが</p>

項 目	説 明 内 容
有効土層水分吸収割合調査	<p>い組織の設計や、かんがい期間補給水量を決定することができない。かんがい組織の設計のためには、各作物のピーク時の日消費水量の値が必要であるし、かんがい期間補給水量 決定 には作物の生育期間や生育期間中の月ならびに旬別等の消費水量が必要である。</p> <p>畑地かんがいにおける1回のかんがい水量とかんがい時期を決定するには土壌の有効土層水分吸収割合の調査をして、圃場の水分消費の割合を決定しなければならない。この方法として先づ、有効根群域の深さを決定したのち、各土層にある水分量の変化から有効土層内にある各土層の水分消費量を把握するのである。</p> <p>① 各種作物及び土壌状態における有効根群域の深さの決定</p> <p>かんがい対象作物と土壌状態において作物生育期間を通じて、特に旱天連続時における、かん水後の土壌含水量の変化及び根群調査を行つて、かんがい根群域の深さを判定する。</p> <p>水分消費の極めて少ない下層をかんがい対象とすることは、その価値が少ないので、水分消費の多い上層をかんがい補給の対象土層深とし、これを有効根群域深として、その土層厚を決定する。</p> <p>この有効根群域深は、我国では一般に50cm以内といわれているが、50cmは一般に土壌条件が非常によく、且つ深耕されているところで、普通はもっと浅いのではないかと考えられる。愛知用水や豊川用水地域での有効根群域は20～40cmとしている。なお作物によつて次の様に考へられる。そさい30～40cm、牧草70～100cm、果樹40～100cm程度である。</p> <p>② 各種作物及び土壌状態における作物の水分吸収図型の決定</p> <p>蒸発散による水分の消費は、根群域の各深さ毎に一律に行はれるものでなく、深さとともに変化する。この水分消費の割合を作物の水分吸収図型と呼び1回のかんがい水量とかんがい時期を決定するに必要である。</p> <p>従つて前段で調査し決定した有効根群域内を等分に区分し各区分層における作物の水分吸収割合を、各区分層より作物に吸収利用される水の量を全体の吸収量に対する%で表わし、水分吸収図型を作成する。</p> <p>この型は、いろいろなかんがい作物については、略々一定で、土性、根群域深が違つても単一土層であれば根群域深を4等分した時、下図に示すような吸収を行うとしている。</p> 
土壌有効水分量(利用可能水分量)AM	<p>畑地かんがい計画における有効土層水分は、上限を24時間容水量(FC, PF, 15相当)、下限を生長障害水分点(PF30)としている。このPF15～30範囲の水分量を有効水分量(AM)という。</p> <p>一般に有効水分量は、圃場容水量から、しおれ点水分量までの範囲の水分量のことであつて、これは植物水分生理上の有効水と考えられ、畑地かんがいでは作物が生育をなす得るために有効</p>

項 目	説 明 内 容
-----	---------

に利用し得る範囲内の土壌水分を対象としている。

なお調査に当っては、各単一層毎の有効水分量の値を次式で求める。

$$AM = (Fc - Wp) Sa \cdot d \quad AM: \text{土層 } d \text{ に対する有効水分量 (mm)} \quad Sa: \text{土層 } d \text{ の土壌の仮比重}$$

Fc : 土層 d に対する圃場容水量 (重量%) d : 土層の厚さ (mm)

Wp : 土層 d に対する萎凋点における含水比 (重量%)

土壌地表面から 10cm 毎に区分して、各単位 (10cm 毎) 区分層の有効水分量を算定しておく
と、1 回のかん水量決定に当って便利である。

この考え方は、日本において増収を主目的とするかんがい技術を確立するため土壌水分の張力
定数などを検討した結果であるので、気候風土のことなる韓国においても、この点の研究が望ま
れる。

(3) 畑地かんがい Flow Chart の説明

計画日消費水量計算
(E.T)

属人的並属地的要因によって、作付体系を検討し、計画地区における土地利用計画 (栽培作物
の種類、面積) を決定し、この決定された作物に対する消費水量 (mm/day) を実測並びに計
算によって算定する。実測法には、多くの方法があるが、信頼度の高い方法と考えられるのは、
土壌水分減少法である。

総容易利用可能水分
量 (T.R.A.M)

1 回のかんがい純かん水量を言い、その算定は、次式によって行い。

$$T.R.A.M = \frac{A.M}{S.M.E.P \text{ 制限層の値}}$$

この式で分る如く、土壌有効水分量 (A.M) 及び有効土層水分吸収割合 (S.M.E.P の制
限層の値) は夫々調査の結果既知となる値であるので、T.R.A.M は、容易に算定出来る。

〔事例〕 (1) 有効根群域深……40cm (2) 作物の水分吸収割合は下図の通りである。

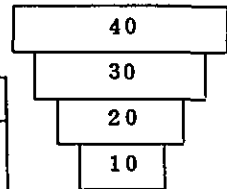
この場合の T.R.A.M の算定は、次の通りである。

(作物の水分吸収割合)

調査の結果、各層の土壌の仮比重及び圃場容水量は次表の通りで
ある。

区分層	層 深 (cm)	仮 比 重	圃場容水量 (重量%)	P.F = 30 における (重量%)
第 1 層	0~10	1.134	29.46	9.91
2	10~20	1.119	31.00	9.71
3	20~30	1.119	31.00	9.71
4	30~40	1.137	29.57	8.86

(Sa) (Fc) (wp)



。各層の有効水分量は次表の通りである。 。総容易利用可能水分量(T.R.A.M)の算定

	層 深	有効水分量 (A.M)		区分層	層 深	作物の水分 吸収割合
区分層	(cm)	(mm)			(cm)	(%)
第1層	0~10	$\frac{1}{100}(29.46-9.91) \times 1.134 \times 100 = 22.16$		第1層	0~10	40
2	10~20	$\frac{1}{100}(31.00-9.71) \times 1.119 \times 100 = 23.82$		2	10~20	30
3	20~30	$\frac{1}{100}(31.00-9.71) \times 1.119 \times 100 = 23.82$		3	20~30	20
4	30~40	$\frac{1}{100}(29.57-8.86) \times 1.137 \times 100 = 23.54$		4	30~40	10
				計	40	100

各層の有 効水分量 (mm)	当該各層の水分消費を基準 とした場合の消費水量	制限 層	1回の純 かん水量 (mm)	左の1回のかん水した場合 の各層の水分消費量(mm)
22.16	$(22.16/40) \times 100 = 55.40$	※	55.40	22.16
23.82	$(23.82/30) \times 100 = 79.40$			$55.4 \times \frac{30}{100} = 16.62$
23.82	$(23.82/20) \times 100 = 119.10$			$55.4 \times \frac{20}{100} = 11.08$
23.54	$(23.54/10) \times 100 = 235.40$			$55.4 \times \frac{10}{100} = 5.54$
93.34				5.54

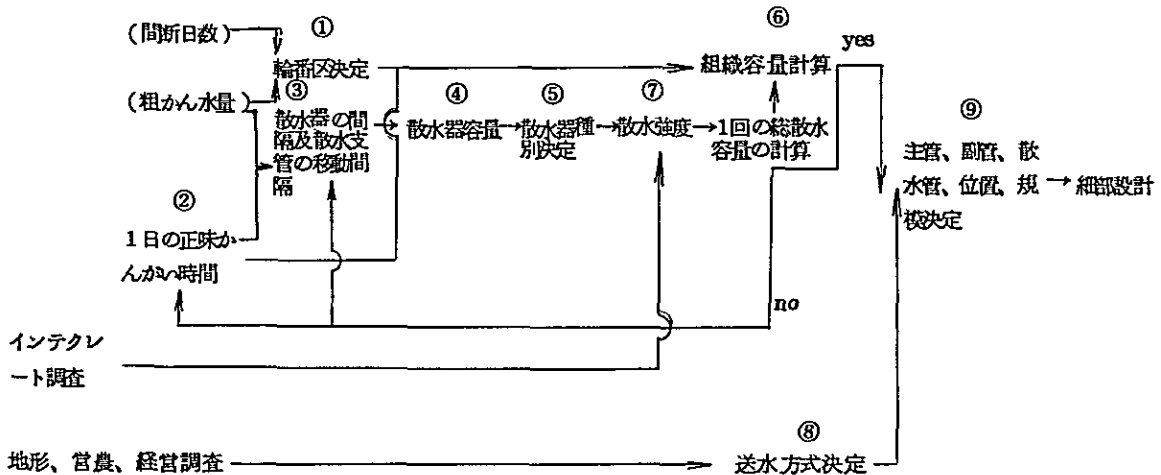
以上の計算の結果T.R.A.M即ち1回の純かん水量は55.40mmとなる。

項目	説明内容
間断日数決定	<p>かんがい間隔は、かんがい供給された水が、根群域内に有効に貯蔵されて、作物に吸収利用され、消費される時間の長さによって決められる。これを求めるには次式による。</p> $\text{最大かんがい頻度(日)} = \text{最短間断日数} = \frac{\text{有効根群域内に施用した水の純量(㎥)}}{\text{ピーク消費歩合(㎥/day)}}$ $= \frac{\text{T.R.A.M}}{\text{ピーク日消費水量}} = \frac{\text{T.R.A.M}}{\text{E.T max}}$
粗かん水量決定	<p>かんがい実施にあたっては、ある程度の水の損失を考えねばならない。即ち粗かん水量に必要な損失を見込んで粗かん水量を決定する。</p> <p>即ち、粗かん水量(W.I) = T.R.A.M / 1 - (圃場損失) = T.R.A.M / 圃場かんがい効率</p> <p>圃場かんがい効率 = 一般的 0.75 ~ 0.85</p>
輪番区決定	<p>ある一定の区域を決め、その区域内の農家が、かんがい実施に当り、輪番制を決めておき、その区域に送られてくる水を使って輪番かんがいをする。この区域を輪番区と云う。この面積は、全地区を間断日数で割った値を1つの輪番区とする。</p>

(4) 畑地かんがいの設計

畑地かんがい

施設の細部設計(揚水機、配管等諸施設について)に入るまでの、施設の計画の決定手順は、次の通りである。



項目	説明内容
①輪番区決定	<p>輪番区とは、一番沢山かんがいをする時期に、間断日数内に区域内の一巡りのかんがいが終ることの出来る面積を輪番区という。この輪番区的面積をどれ程の面積とするかは、かん水の方式、水の配分操作は勿論、施設費に大きく影響する。</p> <p>輪番区最大の面積は、全計画面積〔A〕を間断日数〔N〕で割って得た面積となる。最小面積は、最末端圃場でのかん水方式からくる必要流量から規制される必要最小面積である</p> <p>〔事例〕</p> <p>10アール用標準型2セットを分割管路式配置法で移動かんがいしていくことにした場合、</p>

項 目	説 明 内 容
	<p>その必要水量は5ℓ/s であるので、この場合の最小面積は次によって求める。</p> <p>今単位用水量=62mm、圃場損失0.75、水路内搬送効率0.95とすれば</p> $q = \frac{62/0.75 \times 0.95}{864} \text{ Au } (\ell/s) \text{ の式に } q = 5 \ell/s \text{ を代入して}$ <p>Au を求めると、Au =50 (ha) を得る。これが求めんとする最小輪番区面積である。</p>
②1日の正味かんがい時間	<p>かんがいピーク時期における日かんがい時間をとる。農作業と経済効果を考慮して、許される範囲内で、出来るだけ短い日かんがい時間とすることが望ましい。一般的には16～20時間を採択している。</p>
③散水器の間隔、散水支管の移動間隔について	<p>次の事項を留意して決定しなければならない。</p> <p>①散水支管上の散水器の間隔は、散布図型の直径の30～50%の範囲内にあるようにする。</p> <p>②散水支管の敷設間隔は、散布図型の直径の60%以内とする。</p> <p>③散水支管の間隔は、上述の制限内にあると同時に、耕地の長さ、かんがい間断日数、かんがい時期等から算出される移動回数を考慮して決定する。</p> <p>④散水支管の間隔は、かんがい強度や散水器の容量の決め方によって変え得る。</p> <p>⑤風速が2～7m/s の場合には、最大間隔は、散布図型の直径の50%まで縮少する。方向が一定している場合は、散水支管を風向に直角に敷設すると共に間隔を散布図型の直径の20～30%位まで縮少する。</p>
④散水器容量の決定	<p>一定時間に与えられた量の散水をするために必要な散水器の容量は、かんがい時間、1回の粗かん水量、及び散水器の配置間隔が決まれば、このような条件を満足する散水器の容量は、次式により決定する。</p> $q = \frac{D \cdot S_1 \cdot S_2}{60 \cdot T}$ <p>但し、q: スプリンクラー容量 (ℓ/min)、D: 粗かん水量 (mm) S₁: スプリンクラーの支管上の間隔 (m) S₂: 散水支管の間隔 (m) T: かん水時間 (hr)</p>
⑤散水器種別の決定	<p>④項によって計算された散水器容量に近い性能をもつ散水器を求める。但し、散水かんがいの方法及び栽培作物及び計画散水直径により、散水器の圧力を変える必要があるため、これらを充分検討の上散水器を決定しなければならない。</p>
⑥かんがい組織容量計算	<p>散水かんがい方式を正しく設計する場合に、組織容量の決定を軽く考えてはならない。なお組織容量の計算は次式によって行う。</p> $Q = \text{組織容量 } (\ell/min) = 1667 \frac{A \cdot D}{F \cdot H}$ <p>但し A: かんがい面積 F: かんがい粗用水量 (mm) ... 粗かん水量 H: 1日の正味かんがい時間 (hr) D: 間断日数</p> <p>なお上記の計算式は、単一作物が栽培され、しかも施設が連続的に運転する場合に適用される。従って栽培される作物が単一でない場合には、各作物の要求容量と全作物を組合せた場合の要求量の最大の時を考えねばならない。即ち作物別に最大要求量が何時起るか調べ、最大値が起る時</p>

項目	説明内容
----	------

⑦散水強度の決定

間差を考慮し、かんがい期間中の最大要求量に基づいて組織容量を決定する。

④項より、散水器容量が決定すれば、次式より散水強度が求まる。

$$\text{散水強度 } I = \frac{60 \cdot q}{A} \leq \text{インテグレート}$$

但し ；散水器容量、 A：かんがい面積（1個のスプリンクラーによる） $S_1 \times S_2 = A$

このようにして求めた散水強度 I の値が、その土壌の基本浸透歩合（インテグレート）より大きい場合には、かん水時間を長くして、更に小容量の散水器を使用するか、又は配置間隔を変えて許容散水強度（インテグレート）内にあるようにしなければならない。

Flow chart ③～⑦までの算定事例

右図のような40ha（200×200）

の畑地で圧力給水管路に沿って、単管路配置法によるスプリンクラーかんがいをする場合の下記条件に適合する散水器と散水支管の配置を決定せよ。

（条件）①必要粗かん水量43mmの5日間断かんがいとする。よって1日のかんがい面積は80アールとする（40ha ÷ 5 = 80アール）

②1日の正味かんがい時間を8時間とし、散水支管は、1日2回移動とする。よって1回のかん水時間は4時間とする。

（解答）①散水器の間隔を12.0m、散水支管の移動間隔を18.0mと仮定して計算する（③に準拠）

・散水器容量の決定（④に準拠）

$$q = \frac{D \cdot S_1 \cdot S_2}{60 \cdot T} = 43 \times 12 \times 18 / 60 \times 4 = 38.7 \text{ l/min}$$

・散水器種別の決定（⑤に準拠）

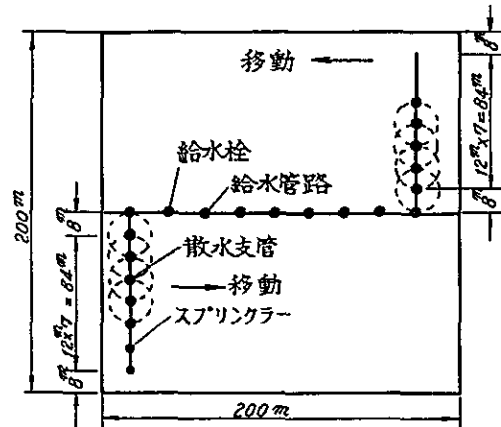
散水器の性能表より探すと Rain Bird Model No.30 B（中間圧式散水器）のスプリンクラーでノズル口径 $\frac{3}{16}$ " × $\frac{1}{8}$ "、散布直径29.9m、散水容量38.23 l/min が大体計算値 q の値に近似していることが分る。

・1回の総散水量の検討

1本の散水管の長さは、上図のように配置すると散水器の間隔は12m、散水支管長9.2mとなり、散水器は8個を必要とする。

散水支管の移動間隔は、18mだから1支管の同時かん水面積 18m×100m = 18アールとなる。

1日80アールのかんがいは、大体80アール / 18アール ÷ 4支管を必要とする



項 目	説 明 内 容
⑧送水方式の決定	<p>が、1日2回移動するから、同時に2本の散水支管を使えば良いのである。</p>
	<p>1回のかん水に使うスプリンクラーは $8 \text{ケ} \times 2 = 16 \text{ケ}$</p>
	<p>使用する16個の総散水量は $3822 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}} \times 16 = 61152 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$</p>
	<p>○組織容量の計算(⑥準拠)</p>
	$Q = 1667 \frac{A \cdot D}{F \cdot H} = 1667 \times \frac{4 \text{ha} \times 43^{\text{mm}}}{5 \times 8} = 7168 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$
	<p>($A=40 \text{ha}$, $F=5 \text{日}$, $D=43^{\text{mm}}$, $H=8 \text{ha}$)</p>
	<p>○組織容量と総散水量の検討</p>
	<p>総散水量 ($61152 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$) < 組織容量 ($Q=7168 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$) となり、その相違が甚大であるので、次により、当初仮定した条件(③準拠)を若干補正しなければならない。</p>
	<p>①1日の作業時間を長くしてやる方法(②にBackして検討)</p>
	<p>$Q=61152 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$、$A=40 \text{ha}$、$D=430^{\text{mm}}$、$F=5 \text{日}$としてHを求めてみると、</p>

$$61152 = 1667 \times \frac{4 \times 43}{5H} \quad H \approx 94 \text{ 時間}$$

故に1日当りかんがいの時間を9時間24分にすれば、スプリンクラーやその配置は、仮定した通りで適当である。

②スプリンクラーの間隔を狭めて数を増してやる方法(③にBackして検討)

間隔を最初の仮定の12mを10mに狭めると、支管長は90mとなり、使用散水器数は、1支管に9ケ、全体の2支管では、18ケとなり、全散水容量は、 $3822 \times 18 = 68796 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$ となり、組織容量 $7168 \frac{\text{ℓ}}{\text{min}}$ と大体近似している。

以上の結果①は作業計画に影響する。

②の方法では水の施用効率に影響する。

どちらを選ぶかは、現地の条件によって決定すれば良い。

○散水強度(⑦に準拠)

前段①の方法で補正した場合 $I = \frac{60 \cdot q}{A} = \frac{60 \times 3822}{12 \times 18} = 106^{\text{mm}}/\text{hr}$

②の方法で補正した場合 $I = \frac{60 \cdot q}{A} = \frac{60 \times 3822}{10 \times 18} = 127^{\text{mm}}/\text{hr}$

この夫々の値が土壌の基本浸透歩合より大きい場合(インテクルトより大なる)にはかん水時間を長くして、更に小容量の散水器を使用する。この場合は、最初からもう1回上記のすべての項について再検討しなければならない。

散水かんがいをを行う畑地かんがい地区内への水源からの送水方式としては、大体次の4方式がある。

①自然圧式(重力水利用) ②配水槽式 ③圧力水槽式 ④ポンプ直送式

上記の各方式については、計画地区に合致した方式を充分検討の上決定しなければならない。

項 目	説 明 内 容
⑨主管、副管、散水支管、位置、規模の決定	<p>主管、副管及び散水支管の位置決定に先立ち、まず可搬式とするか、或は定置式とするかを決定しなければならない。この方式が決定したら次項を考慮して、計画地区内での散水支管の配置計画を樹立する必要がある。</p> <p>①散水器の平均使用数の決定 散水器平均使用数=かんがい組織の容量/各1個の散水器の容量</p> <p>②散水支管は実用的径のものであり、支管中の圧力変化が20%以内とする。</p> <p>③散水支管上の散水器数の変化が極力少なくすむ矩形とか方形の配置とする。</p> <p>④各散水支管の敷設回数は、1日の移動回数にかんがい最盛期とみなし得る日数を乗じたものを超えてはならない。このために散水支管の最小移動範囲を決める。</p> <p>⑤主管、副管は耕地の傾斜に沿って配置する。</p> <p>⑥散水支管は傾斜に直角に、出来る丈水平にして、圧力変化がないように配置する。</p> <p>⑦散水支管はなるべく一種類の径のものを用い、多くても2種類を越えてはならない。</p> <p>⑧計画地区の中央に水源を求めること。</p> <p>⑨かんがい区域の一小部分の位置が高いような場合、途中に加圧ポンプを使うこと。</p> <p>⑩半端な形の区域のかんがいをするために、散水器数を色々に変えて運転することは、最小限に止めるべきである。</p> <p>⑪経済的な揚水コストと均衡のとれた管径と管路の配置を検討すること。</p>

(5) 圃場整備調査

機械化作業体系	<p>計画地域における開発方向と対策事業計画(農道計画)を策定するための基礎資料として、現況の農用機械の所有台数、利用農家数等、特に共有機械について所有形態、管理運営組織について調査する必要がある。</p>
交通状況公共施設	<p>農道計画(巾目、構造、配置等)を策定する基礎資料として、現況の道路状態の調査と共にその利用状況を調査しなければならない。</p>
農家経営概況、営農組織	<p>耕区の面積の決定等殊に農道の配置計画等は、自然的、技術的条件のみによって定まるものではなく、関係農家の経営規模や営農方式などの社会、経済的な条件によっても制限されることがある。依って農家経営の概況調査及営農組織等について次の様な調査を行う必要がある。</p> <p>営農上の管理運営組織</p> <p>地区における共同経営組織、集団栽培組織、機械共同利用組織等の経営栽培上の管理運営組織について、各組織毎の関係戸数及び経営規模、管理運営の実態、設立当時から現在までの経過、関係農家の意見、将来存続の有無等を調査し、営農計画の基礎資料とする。</p>
地形、傾斜方向	<p>地形は区画整理計画に最も大きな影響を与える要因の一つであるから、地区の傾斜度別面積、傾斜の方向、起伏の状況等について、詳細に把握しておかなくてはならない。$1/5000$以上の地図が既に在る場合はそれによるが、ない場合は縮尺$1/5000 \sim 1/1000$(換地計画土工計算上のため$1/1000$の図面を作成し、これを適度に縮少する)、等高線間隔$0.1 \sim 1.0m$の地形図を作成し、これと現地での補足調査とから前記事項を把握する。</p>
地質、土壌	<p>土壌調査は、事業計画樹立の基礎資料を整備し、事業を合理的効果的に実施するために必要である。一般に調査は、土壌の分類、類型ごとの分布とそれぞれの基本的性状を明らかにする「基</p>

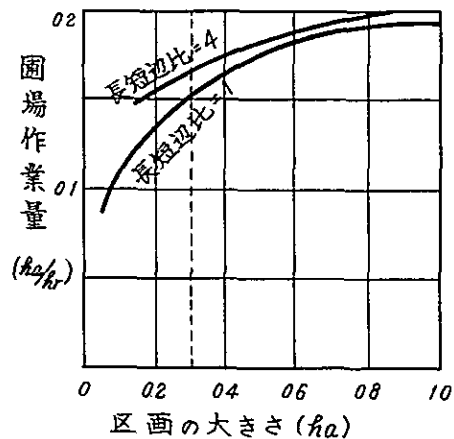
項 目	説 明 内 容
	<p>本調査」と、土壌条件の変化、土地利用の高度化、用水量算定等の関係を明確化するための「台目的調査」に区分される。</p> <p>それぞれの調査内容は次の通りである。</p> <p>(1) 土壌基本調査</p> <p>(a) 現地調査 (a) - (1) 地形調査…計画の基本構想を樹立するための基礎資料とするために傾斜の方向、角度及び長さ等、調査する。</p> <p>(a) - (2) 土壌断面調査…原則として1 mの試坑を行ない土壌断面の形態を調査する。</p> <p>(b) 土壌分析調査</p> <p>(b) - (1) 粒径組成 (b) - (2) 塩基置換容量 (b) - (3) 置換性石灰</p> <p>(b) - (5) 置換酸度</p> <p>以上の土壌断面ならびに土壌分析調査等によって土壌分類を行い、これに基づいて土壌区分図を作成し、各土壌型別に代表地点の土壌柱状図を記載すると共に土壌断面、面積等を整理する。</p> <p>(2) 台目的調査</p> <p>台目的調査の基本となるのは、基本調査による土壌区分と各土壌型の性状であり、圃場整備にあたっては、作土の厚さ、礫の状態、地下水位低下の難易、下層の肥沃度等について十分な検討を行うこと。</p>
気 象	<p>計画対象地域の気象状況を把握し、事業計画の樹立に資するため、計画対象地域と相当の関連を有する測候所及び観測所の資料から、一般気象、(平均気温、降水量、降水日数、根雪期間、無霜期間、最多風向)、特殊気象(最大日雨量、最大連続旱日数、最大時間雨量)について調査する。気象状況の把握は、少くとも10ヶ年以上に亘る資料から行なう。地域が広域に亘る場合は、ブロック別に行うことが必要である。</p>
地 下 水 位	<p>前述参照</p>
土 壌 透 水 性	<p>機械使用の為に土壌の透水性を調査する必要がある。この測定法としてオーガーホール法によって直接又は一筆減水深調査によって間接的に測定する。</p>
現況排水状況	<p>現況の排水状況を調査して、排水改良、土層改良(暗渠排水)の必要性を判定し、計画樹立に必要な資料を蒐集しなければならない。したがってその調査内容は次の通りである。</p> <p>(1)排水系統 各排水路について、その支配する地域の地形、面積、流域、排水状況及び排水路の状態ならびに排水口の施設、排水本川との関係などを調査し、系統名、流域面積、受益面積、排水量を示した模式図を作成する。</p> <p>(2)排水慣行 地域に関係ある排水慣行を調査し、既往に紛争があればその理由と経過を明らかにする。</p> <p>(3)排水施設</p> <p>(4)排水不良の状況 排水不良の有無を調査し、不良の場合は、排水系統毎に平年と基準年について湛水の状況(湛水深、湛水時間、湛水面積、湛水量)、地下水排除不能面積を調査すると共に排水不良の原因を明らかにする。</p>
現況用水状況	<p>現況の用水状況を調査し、用水改良の必要性を判定し、計画樹立上必要な資料を蒐集しなければならない。その調査内容は次の通りである。</p>

項 目	説 明 内 容
	<p>(1) 用水系統 1/5 000 又は 1/2 500 の地形図を基に現地調査を行ない、用水源、水源施設、用水路の名称、位置、その支配区域、面積、反覆利用状況などを明らかにし、系統名、かんがい面積、用水量を示した模式図を作成する。</p> <p>(2) 用水量 (イ) 単位用水量 区画整理後は単位用水量が変化する場合が多いので、計画後の土層、地下水条件の変化に応じ、測定結果と対比して考察し、必要ならば近傍類似の地点において単位用水量調査を行ない、計画後の単位用水量の推定に役立てる。</p> <p>(ロ) 全用水量 地区全体の必要水量は、地区内反覆利用量があるため単位用水量と面積の積より少ない場合が多い。このため水収支調査を行って現況の反覆利用量を把握するとともに地区全体の水消費形態を明らかにして計画後における反覆利用可能量の推定に役立てる。</p> <p>(3) 用水慣行及び用水管理の現況 次項について系統的に調査しなければならない。</p> <p>(イ) 用水管理組織 (ロ) 維持修繕に要する費用の支出方法 (ハ) 維持管理に要する労力の支出方法 (ニ) 諸材料の支出方法 (ホ) 用水管理の方法 (代掻水の配水順序の慣行、除草、駆虫の際の落水の慣行等) (ヘ) 用水不足時の番水方法 (ト) 水料の実態</p> <p>(4) 用水施設</p> <p>(イ) 水源施設 (ロ) 用水路</p> <p>(5) 用水不足の状況、上記調査結果から地区内利用可能量を算定し、全用水量と対比し、用水不足がある場合には用水系統毎にかんがい期別に平年と基準年について不足量を算出すると共に用水不足の主な原因(水源水量の不足、漏水等による導水損失過大、水路網の不備による配分損失過大、慣行等による用水管理の不適當等)を明らかにする。</p> <p>(6) 水温、水質、水温、水質の不良等に基づく被害が現在あるいは、今後想定される場合は、かんがい時期別のかんがい面積、水温、水質等を調査する。</p>
圃場地耐力	<p>圃場整備工事を計画する際の機種を選定は、圃場地耐力によって決定されるものであるから、計画地区の現況土壌についての地耐力調査は、十分注意して実施しなければならない。この調査不十分の為将来施工中に思わぬ事故が生じ、事業施工計画に支障を与える事になるので、念入りの調査を行う必要がある。</p> <p>又調査に際しては、次の様な点を考慮しなければならない。</p> <p>先づ同一土質であっても降水の多少、地下水位の上昇、低下によって大幅に変化するものであり、又調査時期と施工時期のずれや、施工地区全域にわたって調査出来ないことなどから地耐力の測定はあくまで想定のを脱し得ないのであるから、出来得る限り測定値が実際の施工時に近い値となるような調査の場所、時期を考慮する必要がある。また大型農作業機械の導入、機種を選定ならびに運行については圃場地耐力による影響が大きいから十分に検討する必要がある。</p> <p>(測定方法)</p> <p>一般には地耐力測定はコーンペネトロメーターを使って行う。その方法は、コーンペネトロメーター(一般にはコーン角度 30°、底面積 6.45cm²)より、貫入速度 1cm/sec として深さ 0 ~ 50cm (必要によっては 1.0m まで) 程度まで 5cm 毎に各深度通過時の土壌抵抗度(コーン</p>

項 目	説 明 内 容
	<p>指数 qc^{kg/cm^2} で表わし、3点測定値の平均値で示す。調査は次のように行いのである。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 作業員は3名（最低2名）とする。コーンペネトロメーターの貫入とゲージの読み、測定深度（測程の標示）、記録者 ② ゲージの0規定は無負荷の状態で行う。 ③ 貫入は垂直に一定の速度（$1cm/sec$）で行なう。貫入地点の3点は約50cm前後の同一条件と思料される所で行う。 ④ ゲージの読み数を換算表によって換算する。

(6) 圃場整備 Flow Chart の説明

項 目	説 明 内 容
耕区の形状方向決定 (長短辺の決定)	<p> 耕区の形状や面積の決定にあたっては、次の諸条件等より充分検討を加えて決定しなければならない。 </p> <p> ①導入機械作業能率などの技術条件 ②地形傾斜や土壌などの立地条件 ③地耐力強化をも含めた用排水操作などの水利条件 </p> <p> これら諸条件を検討した結果、ある面積、形状が適当と判断されても、社会経済的諸条件(土地所有状況 経済規模、集田化の可能性、換地の難易等)によって不可能となることがあり、この面からの検討も重要である。 </p> <p> 以上の諸条件のうち上述の①は主として長辺及び短辺の最小限度を規制する要因となり、②は短辺の最大限度を、③は長辺の最大限度を制限する要因となる場合が多い。 </p> <p> ①について 一般に区画の面積は広いほど、区画の形状は長短辺比が大きい程、区画の形状は長短比が大きい程、機械能率が高くなる。この関係を 30~40 P・S トラクターのロータリー耕について示したのが右図である。右図で明らかのように面積が 30 a 以上になると、能率の向上は少ないが、30 a 以下特に 20 a 以下になると能率の低下は著しい。また長短辺比が大きい程能率は高まっている。 </p> <p> この傾向は、施肥、播種機、収穫用機械でも略略同じであると考えてよい。 </p> <p> 短辺は、機械回行の便からみて 30m 以上が望ましく、少くとも 20m 以上はないと著しく不便となり、長短辺比はロータリー耕で 4、プラウ耕で 6 以上が回行比(回行時間/全耕起所要時間)を 10% 以下にするために必要である。 </p> <p> 機械作業のうち薬剤撒布のみは、他の諸作業と異なって長辺や短辺の最大限を制約する要因となる。現段階では道路から撒布する最大の動力撒粉機でも到達の限界は 100m(無風時)程度までであり、畦畔に入って撒布しない限り、長辺は 100m 以上はとれないことになる。 </p> <p> 今短辺長を大型機械運行に必要な最小限度の 30m、長辺長は長短辺比を 5:1 にとって 150m これで 30m×150m=45 a とする。これが機械作業能率の点からみた標準区画形状であるといえることができる。(薬剤撒布については畦畔に入って行くとする) </p> <p> ②について 一般に耕区の長辺は等高線に平行、短辺は直角方向にとるのが最も経済的であって、地形勾配や地形変化は、主として整地土工費の点から、短辺に対し制限条件となることが多い。 </p> <p> 水田は湛水の必要上、1 耕区内を水平にする必要があるため、短辺が長くなればなるほど整地土工量(運搬土工量及び運搬距離)は増大し、また隣接耕区との田面差も大きくなる。田面差が 30cm 以上になると、これに畦畔高を加え畦畔部の落差は 50cm 以上にもなり、特別な畦畔斜面保護を必要とし、畦畔を乗り越えての機械の移動も困難となる。よって田面差は 30cm 程度が望ましい限度と考えられ、急傾斜地でも 1.0m 以上になることは望ましくない。 </p> <p> ③について 区画整理後の用排水操作は、個別経営の場合には、1 耕区毎に、大経営や集団栽培 </p>



項 目	説 明 内 容
	<p>などを前提とする場合は、1圃区毎に、自由な水の掛け引きが可能となるよう計画されなければならない。よって耕区の形状決定にあたって用排水路の配置などからの水利条件から長辺の長さが上限の制限をうける場合が多い。</p> <p>耕区の面積は、上述してきたような自然的、技術的条件のみによって定まるものではなく、関係農家の経営規模や営農方式などの社会経済的な条件によっても制限されることがある。</p> <p>日本国の現状において、最も一般的な1ha程度の零細個別経営を前提とした場合、他の諸条件から30a以上の区画のものが適当と判断されても、耕地の換地や集田化の可能性からみて、大区画をとることは不可能となることが多い。耕地集団化に当っては、同一地域内でも場所により、立地、土壌、水利条件などの優劣が生ずることは避けられず各農家の利害が対立し集団化の程度には自ら限度がある。またたとえ優劣がないよう整備されたとしても、1経営内における風水害、病虫害への危険分散や労働ピークの分散などの必要性から、むしろ数団地に区分したほうが有利な場合も起こる。</p>
農道計画の決定	<p>農道は主として農業利用を目的とした道路のことをいい、これを利用の内容に従って幹線農道と支線農道に分ける。支線農道には、すべての耕区の一辺に接して設ける縦支線（耕作道）と、これをところどころで横に連絡する横支線（連絡道）とがある。</p> <p>なお農道計画には、次の点を留意して決定する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①幅員（有効）については、幹線農道は5～7m支線農道は3～5mとする。 ②密度は、原則として120m/ha以内とする。 ③敷砂利は車の運行頻度及び土質状況によって計画すべきであるが、一般的に幹線農道は10～15cm、支線農道は7～10cmの範囲が標準である。 ④田面よりの高さは30cm～50cmとし、路面の安定を考えて決める。 ⑤鉄道横断、大きな河川にかける橋梁は、できるだけ統合する様計画すること。 ⑥幹線農道の配置は、ライスセンター及び機械センターの位置から合理的なものを決め、幹線農道の密度が過大にならない様配慮する必要がある。 ⑦道路の交叉部には、すみきりを設け広めておく、しかし幹線農道と交差する時はその必要はない。支線農道が互いに交わる時のみ一辺1.5mのすみきりを行うこと。 ⑧進入路は各耕区に1～2ヶ所とし、農道脇の小用水路にヒューム管を埋設したり、U字フレームにコンクリート蓋をしたりして、機械が耕地に自由に出入りできるようにする。その幅は、4m、2耕区1ヶ所の場合には6mとし、勾配は18°以下とする。
排水事業における計画基準年の決定	<p>圃場整備事業の施行により、田面が拡大し、これに伴って田面均平度が悪くなり、一方大型機械走行のための地耐力強化や新栽培法の導入によって、早期落水の必要性は高まるが然し小区画に比し早期落水は困難となる。この排水事業を計画するについての計画基準年即ち基準雨量は、用水計画の場合と同様に経費と効果の面より検討し、且つ施行地域の農民の負担能力又は国家経済の事情によって、一概に決めることは不可能であるが、日本においては、過去の長期間にわたる降雨量記録資料より、超過確率計算を行って、原則として1/10確率雨量を基準としている。</p>
暗渠排水計画の決定	<p>圃場排水の目的は、収穫を増し、品質をあげるとともにそれらの安定性を増し、労働の生産性をもあげうる圃場を作ることであって、これがため、技術的には地表水を排除して湛水被害を防</p>

項 目	説 明 内 容
-----	---------

ぐこと（地上排水の目的……後述）と地下水位を低下させ土壌水分を調節して、土の乾燥を促進させることである。（暗渠排水の目的）

暗渠排水の計画に必要な単位排水量は次の経験式から決定される。

$$q = \frac{R \times P \times 10,000 \times 1,000}{D \times 1,000 \times 86,400} \quad (\ell / s / ha)$$

R：冬期月雨量(mm)又は夏期日雨量(mm)例えば50年間記録の冬期最大月雨量の第5位をとる。

P：地下浸透率で普通は冬期1/2, 夏期1/3を標準に粘土には小さく, 砂質土は大きくとる。

D：排除日数で, 冬期15日, 夏期7日, 水田は主として非かんがい期(9~5月)の排水が目的であるから冬期資料を使う。

qの値は, 一般に0.7~1.66 ℓ/s/ha, 平均1.1 ℓ/s/haがとられている(日本国の事例)

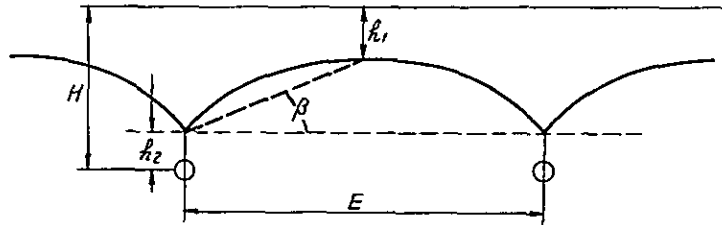
・暗渠の深さと間隔

深さは, 間隔の決定に先立って決めるのが普通であって, 排水路の深さおよび水位に規制されるが, 土質の差及び作物によって経験的に求められている。水稻の場合は0.8~1.25 mとされている。

間隔の決定については経験的なものとして, 深さの10~15倍程度としている。又数式による決め方として一般に使われているDelacroixの式を示すと次の式である。

$$E = 2(H - h_1 - h_2) / \tan \beta$$

E：吸水渠の間隔 H：吸水渠の深さ
h₁：吸水渠間中央部の地表からの地下水深 tan β：地下水位の勾配
h₂：吸水渠直上部の吸水渠中心から地下水高



h ₂ の値 (cm)				土 質	tan β の値
土 質	最 大	平 均			
重 粘 土					0.09
粘 土	34	25		普通粘土	0.07 ~ 0.08
砂 土	30	14		透水性土壌	0.025 ~ 0.03
				白亜質土壌	0.015 ~ 0.02

その他半理論的なものとして①Toksoz-Kirkhamの図式解法, ②地下水低下係数による決め方, ③浸出係数による決め方, 等がある。

排水計画の決定

現況排水状況の調査の上, 排水計画を樹立するのであるが, 次の事項について, 充分検討しなければならない。

- ①自然排水による地区にあっては, 原則として地区内湛水は行わないこと。
- ②農作として畑作を行う地域の排水に当っては原則として地区内湛水は行わないこと。

項 目	説 明 内 容
	<p>③常時排水についての計画を種立する場合は、機械の導入が可能な圃場条件とするため、地下水排除について十分検討すること。</p> <p>地下水排除の基準は次の通りである。</p> <p>(i)圃場のどの部分においても、大型トラクター及びコンバイン等による作業が可能な程度以下に地下水を下げること。</p> <p>(ii)耕起後の砕土が十分に行えるように土壌を乾燥しうること。</p> <p>(iii)発芽および初期生育の障害が発生しないように土壌を乾燥しうること。</p> <p>(iv)生育期間中必要に応じて水の降下浸透ならびに土壌乾燥を図りうること。</p> <p>(v)高畦を行わずに裏作が可能であること。</p> <p>以上の如き条件を満足するように地下水位を下げる必要があるが、地下水位低下の目標は田面下0.5m以深とする。</p> <p>計画基準雨量は前述の通りである。</p> <p>単位排水量の決定</p> <p>④水路断面の決定に用いる場合は合理式を使用してよい。</p> <p>⑤外水位により地区内排水に影響をうける地区にあっては、樋門又はポンプの規模を決定するため、出来る限り流出の実体を把握することに努める。この場合、山地部、平地部に分けて、それぞれユニットを求め、流出のずれを考慮して、これらを合成することが望ましい。</p> <p>・自然排水の可能性は 排水路の改修又は新設 ②路線位置の変更 ③排水口の改修又は新設</p> <p>④排水口位置の変更等の順序で検討する必要がある。</p> <p>自然排水の可能性は、外水位に支配されるので、あらかじめ計画基準時の排水本川の洪水量及び洪水位より、外水位を求め、これにもとづいて排水口の位置を決定する必要がある。</p> <p>自然排水が困難な場合に限り、機械排水を考えること。即ち地区の高位部は、自然排水し、低位部のみを機械排水とし、それも不可能な場合に限り、全地域を機械排水とするのである。</p> <p>・地区内湛水を原則として行わない事は前述の通りであるが、止むを得ず見込む場合の許容湛水は、計画基準雨量において湛水深が30cm以下とし、これを越える場合は湛水時間が24時間をこえない様計画すること。但し畑地及び裏作については許容湛水を認めない。</p>
圃場整備の設計業務	<p>設計積算の手順は、次の通りである、</p> <p>①細部測量 ②区画の決定 ③計画田面高の決定 ④道路用排水路 ⑤付帯構造物の設計</p> <p>⑥土量計算 ⑦施工法の決定 ⑧工期の決定 ⑨仕様書の作成 ⑩積算 ⑪全体のとりまとめ</p> <p>これらの手順事項をふむが、画一的なものではなく、並列に進行したり、前後の繰返しを行って作成するものである。</p>
① 細 部 測 量	<p>主要な幹線であって、計画田面高決定ならびに計画取水位決定に必要な用水路、排水路、取付部等の高低が甚だしい切盛りのある道路および付帯構造物設置場所等の縦横断面測量を行うこと。</p>
② 区 画 の 決 定	<p>あらかじめ計画された区画設定の基本事項を細部検討し 具体的な区画配置を決定する。</p>
③計画田面高の決定	<p>地形の自然勾配、用水の取水位を検討しながら田面高を決める。計画田面高は土工設計積算の基礎となるので、十分留意しなければならない。計画田面高は現況の各田区毎の面積、標高の相乗平均をもってあらかじめ仮計画田面標高を決め、道路用土、旧水路埋立用土の必要量を勘案して決定する。この場合、取水関係の複雑なところや、地形の大きく変化する地点の田面から先</p>

項 目	説 明 内 容																																																																																																																												
⑥ 土 量 計 算	<p>に決め、隣接田はこれにならっていくとよい。したがって田区の計画高は、土工量も考慮して必ずしも一定の高低差をつける必要はない。</p> <p>現況地形と計画区画の関連を精査したのち、設計作業の省力化と精度向上を考慮して最も適した土量計算方式を選択し、次の事項をきめなければならない。</p> <p>①表土扱い土量及び運土距離 ②一筆内基盤切盛土量及び運土距離 ③筆外基盤切盛土量及び運土距離 ④道路、用排水路の切盛土量及び運土距離</p>																																																																																																																												
①について	<p>表土はき取り、表土もどし、田面整地仕上の三つを総称して表土扱と呼んでいる。地区の現況に応じて「表土はき戻し工法」か又は「表土順送り工法」のいずれの施工法を採用するかを決めた上で土量、運土距離を算定すべきである。</p> <p>◎土量計算 表土扱の対称面積×扱い深さ（一般的には0.15～0.20m）をもって表土扱対象土量とする。</p> <p>◎運土距離の算出</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表土はき戻し工法の場合の運土距離 <p>両側に集積する場合 $D = b/4 + 5.0 + b \cdot d / 2 \cdot 2 h$</p> <p>片側に集積する場合 $D = b/2 + 5.0 + b \cdot d / 2 h$</p> <p>但しh：集積地における表土積み上げの高さで標準1.0mとする</p> <p>b：区画の短辺</p> <p>d：表土扱の深さ</p> <p>D：求める運土距離</p> <p>枕地：施工の難易、計画田面差の大小にも左右されるが、5.0mを基準とする</p> <p>表土扱の運土距離算出表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>d</th> <th>b</th> <th>10^m</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> <th>35</th> <th>40</th> <th>45</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">両側に集積 する 場合</td> <td>0.10^m</td> <td></td> <td>8</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td></td> <td>8</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>0.20</td> <td></td> <td>8</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>19</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td></td> <td>9</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td></td> <td>9</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">片側に集積 する 場合</td> <td>0.10</td> <td></td> <td>11</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td></td> <td>11</td> <td>14</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>23</td> <td>26</td> <td>28</td> <td>31</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>0.20</td> <td></td> <td>11</td> <td>14</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>23</td> <td>26</td> <td>29</td> <td>32</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td></td> <td>12</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>24</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>34</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td></td> <td>12</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>28</td> <td>31</td> <td>35</td> <td>38</td> </tr> </tbody> </table>		d	b	10 ^m	15	20	25	30	35	40	45	50	両側に集積 する 場合	0.10 ^m		8	10	10	12	14	15	16	18	19	0.15		8	10	11	13	14	16	17	18	20	0.20		8	10	11	13	14	16	17	19	20	0.25		9	10	12	13	15	16	18	19	21	0.30		9	10	12	14	15	17	18	20	22	片側に集積 する 場合	0.10		11	14	16	19	22	25	27	30	33	0.15		11	14	17	20	23	26	28	31	34	0.20		11	14	17	20	23	26	29	32	35	0.25		12	15	18	21	24	27	30	34	37	0.30		12	15	18	22	25	28	31	35	38
	d	b	10 ^m	15	20	25	30	35	40	45	50																																																																																																																		
両側に集積 する 場合	0.10 ^m		8	10	10	12	14	15	16	18	19																																																																																																																		
	0.15		8	10	11	13	14	16	17	18	20																																																																																																																		
	0.20		8	10	11	13	14	16	17	19	20																																																																																																																		
	0.25		9	10	12	13	15	16	18	19	21																																																																																																																		
	0.30		9	10	12	14	15	17	18	20	22																																																																																																																		
片側に集積 する 場合	0.10		11	14	16	19	22	25	27	30	33																																																																																																																		
	0.15		11	14	17	20	23	26	28	31	34																																																																																																																		
	0.20		11	14	17	20	23	26	29	32	35																																																																																																																		
	0.25		12	15	18	21	24	27	30	34	37																																																																																																																		
	0.30		12	15	18	22	25	28	31	35	38																																																																																																																		
②～④	<p>①土量については、加重平均法、簡易法、加重平均抽出法などを標準とする。</p> <p>②運土距離については、その精度向上に重点をおき、加重平均法、簡易法の中から適切な方式を選択して計算する。</p>																																																																																																																												
⑦について	<p>施行機械は、現場条件、設計条件ならびに工程計画に最も適合した能力をもち、かつ経済的な機械について、その合理的組合せの検討を行ない、機種を決定する。</p> <p>即ち ①土質、地耐力、気象条件による機種の決定をすること。</p>																																																																																																																												

項 目	説 明 内 容
機 械 化 営 農 計 画 の 策 定	<p>②区画、扱い土量、運土距離による機種を選定を行うこと。</p> <p>動力機械の原動機は、数馬力程度から60馬力程度まで各種の機関出力のものが利用されるようになってきた。その機関出力の大きさに応じて、作業機の大きさも異なるため、作業能率や耕深などの作業精度は勿論、経済的な適正負担面積も異なり、利用する農家集団の大きさや経営のあり方まで影響を与えることになる。このことは機械化作業体系を組む場合、選択の範囲が拡大されることになるので好ましいことであるが、それだけに、また複雑になってきたといえよう。</p> <p>このため、機械化作業体系は、夫々の現地の条件に応じて、機械の大きさや作業機の選択も異なるので、きわめて多様な形で存在することになる。したがって夫々の地域農業の現状を分析し、農家集団として将来の経営改善の目標とその改善計画をもとに、地域農業における機械化事業の一環として、最も経営改善に適合した機械化作業体系を組む必要がある。</p> <p>主として水田作経営を対象として、機械化による農業経営の改善計画の一環として、経済的な機械化作業体系の組み方とその手順について説明する。</p> <p>①機械化による農業経営の改善をはかるには、まず、具体的な計画の立案に先だって、将来の経営改善のための構想ともいふべき、機械導入のための基本方針を関係農家が集って話合って決める。この基本方針をもとに、農業生産基盤の現状を分析し、その改善のための仮計画を立てる。これは機械化作業体系を組む場合の前提条件ともなるので、つぎのような項目について明らかにしておく必要がある。</p> <p>①適応対象地域（地形・気象条件等） ②経営形態と改善目標 ③耕地条件（農道、圃場区画など） ④機械利用の対象範囲とその作業面積及び分散程度 ⑤関係農家の実態 ⑥機械導入資金と利用組織の運営管理の概要</p> <p>②作物別、栽培法別の作付面積及び土地利用計画を樹てる。</p> <p>③作付する水稻の栽培様式、栽培期間、目標収量など耕種基準表を作成する。</p> <p>④この栽培法に対応して、現状の作業方法を検討し、その所要労力を明らかにするとともに、機械化による省力の必要な作業について、導入機械を中心とする作業基準表を作成する。</p> <p>⑤このようにして、対象とする水稻作に対する耕種基準表とその作業基準表が整理されると、水稻の作型、栽培様式別にそれぞれ各作業について機械利用技術の内容を作業能率及び精度の両面から検討して作成する。</p> <p>⑥この機械化作業体系の経済試算にあたっては、対象面積が目標収量に達成するため所定の作業期間内に実施することができるかどうか、即ち、作業体系としての負担面積の試算を行う必要がある。</p> <p>⑦更に、機械作業の面のみでなく、組作業や人力作業をも含めて、労力配分の面から雇用労力の排除、保有労力での実施の可能性についても検討する。特に機械の共同利用の場合には、共同作業の計画或は、協業化の方法についてもあわせ検討する。</p> <p>⑧最後に必要な機械、建物、施設の資金計画との関係で、新しい機械化作業体系の機械利用経費及び資材費を含めた直接生産費を試算する。</p> <p>以上の計画立案の過程において、機械化作業体系を組む場合には、普通一回で済むことはまれで、何回か修正しながら、試算と検討を繰返すことによって相互の関係を調整し、最終的な計画が確定されるとともに、実情に則した実施可能な機械化作業体系を組むことが出来る。</p>

項 目	説 明 内 容
集 団 化	<p>零細農耕と、耕地の分散保有を特質とする農業構造の改善のための基本的条件として、先ず農用地の集団化が実現されなければならない。これがために先ず地元体制の確立と農民一人一人に対する啓蒙が必要であると共に、集田化の目標を策定する為に次の様な調査が必要である。</p> <p>①経営調査 集団化の目標を策定する基礎となる地域の農業開発計画、地域の営農改善の方向、土地利用計画等を明らかにするとともに、個々の農家の経営状況、労働力の過不足状況、経営改善計画等を調査し、合理的な集団化の基本構想を樹立する。</p> <p>②土地調査（土地の収益力で等位を決め、夫々について評価をつける）</p> <p>土地の選定、換地交付、清算の基礎的事項となるものであるが、従前地についてとともに換地についても、速やかに計画を作成するため工事計画段階で見込み評価を行うこととする。</p> <p>土地の評価の方法としては、鑑定評価法、採点評価法、路線価式評価法等がある。</p>
換地計画の策定	<p>換地計画は、次の4つの内容を有する。 ①換地設計 ②各筆換地明細 ③清算金</p> <p>④換地を定めない土地その他特別の定めをする土地の明細</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(7) 水田かんがい調査（共通調査含む）</p>
作 期	韓国農業用水資源開発計画調査団報告書ⅣModel Study（報育地区）P5(1)参照
土 地 利 用 率	
土 壌 区 分	韓国農業用水資源開発計画調査団報告書ⅣModel Study（報育地区）P8附土壤調査参照
減 水 深	韓国農業用水資源開発計画調査団報告書ⅣModel Study（報育地区）P9減水深調査参照
蒸 発 量	計画基準年の算定及び計画単位用水量の算定の為に過去長期間にわたる計器蒸発量の資料を蒐集する必要がある。
浸 透 量	計画単位用水量の算定の要因となるものであるから、計画地域を代表する地点を選び測定しなければならない。（減水深調査の項参照）
河 川 利 用 状 況	地表水を新規に開発しようとする場合、計画取水予定地点より下流における既得水利権に対して支障を与えない事が絶対条件である。これが為に、既得水利権の実態調査及び河川維持用水量について調査しなければならない。その方法として、河川台帳或は聴き取り調査及び、取水施設の規模調査並びに実測等の方法によって、その水量及び期間等を把握する。
河 川 流 量	流量、水位、流砂等の実態調査を行って、計画基準年に於る河川流量算定の基礎資料とする。
気 象 (降 水 量)	計画地域を代表する観測所の降雨記録より一般気象、特殊気象、海象等を蒐集すると共に、必要に応じて雨量観測所を設置してこれらの気象を観測する。これらの調査資料は、事業計画の樹立に資する為の資料とする。（計画基準年の決定、補給水量の算定、河川流量の推定等）又気象状況の把握は少くとも10ヶ年以上に亘る資料から行うこと。又地域が広域に亘る場合は、ブロック別に行う必要がある。
受益予定地現況水利	現況の水利施設状況を現地踏査、事業計画書等より調査して、受益地における水の利用状況の実態を把握して、将来当該施設の改善計画の要否を決定する資料とすると共に、補給水の要、不要を決定する。（詳細は、圃場整備調査要項を参照のこと）
関係地域の地形地積	韓国農業用水資源開発計画調査団報告書ⅣModel Study（報育地区）P3(3)参照
地下水賦存量	韓国農業用水資源開発計画調査団報告書ⅣModel Study（報育地区）P3(4)参照及び後述(9)参照

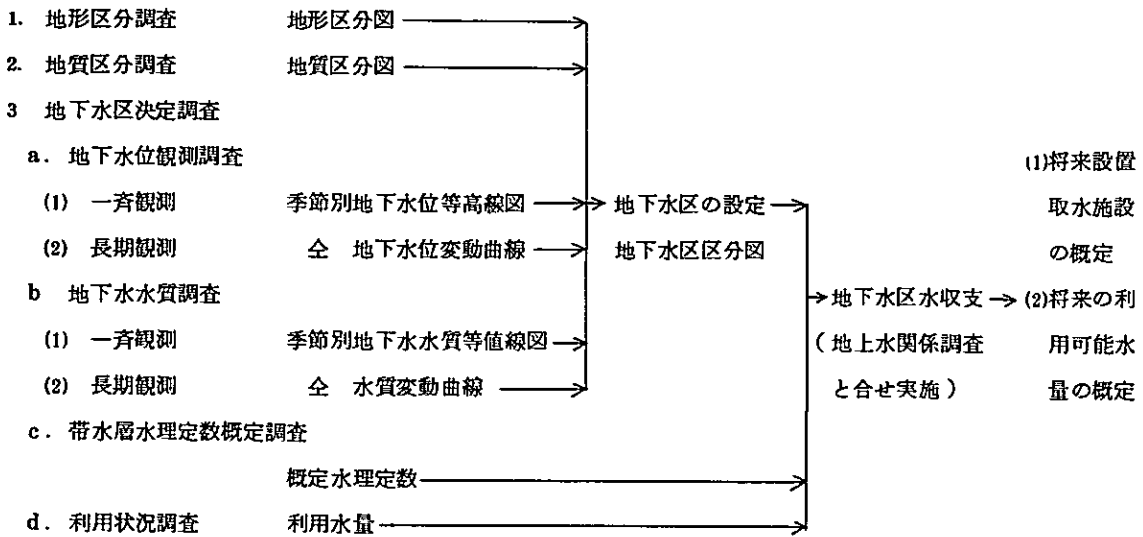
(8) 水田かんがい Flow Chart 説明

項 目	説 明 内 容
計画基準年の決定	<p>計画区域における、水文、気象資料より計画基準年を決定する。即ち過去の河川流量、降雨量、計器蒸発量等の長期にわたる資料によって非超過確率計算を行い、何年に1回程度やってくる連続旱天、もしくは、かんがい期間の有効雨量に対して、有効性を見込むかを定めて、該当年を求めて基準年とする。しかし何年に1回程度の旱魃年を基準にするかは、施行地域の農民の負担能力、又は国家経済の事情によって一概に決めることは不可能であるが、日本では一応の目安として$1/10$の確率年を基準としている。(韓国農業用水資源開発計画調査団報告書Ⅳ Model Study (報育地区) P 3(6)参照)</p>
計画基準年河川流量算定	<p>過去長期にわたって、計画取水地点における河川流量の資料が整理されておる場合は、上記により決定された計画基準年に相当する年の資料より直ちに算定し得る。然し乍ら計画取水地点における河川流量資料は、殆んどないのが実状であって、資料の整備がされていても、当該関係河川測水地点のものにすぎない。また、近接する河川における資料しかないのが普通である。斯る場合の計画基準年の河川流量の算定は、これら資料が整備されている地点と、計画取水地点における同時河川流量実測値より、計算によって、両者の相関係数を求めるか、又当該河川流域を代表する地点の降雨記録と実測河川流量値より、降雨量と河川流量の相関係数を決定し、これらの値より、計画基準年の既知点の河川流量値より、又は、降雨記録より、計画取水地点の河川流量を算定しなければならない。(韓国農業用水資源開発計画調査団報告書Ⅳ Model Study (報育地区) P 3(8)参照)</p>
計画基準年田面有効雨量の算定	<p>年間降雨量と、年間蒸発量と略同一の値を示す韓国は、乾燥地帯であると云える。斯る地域においての有効雨量についての規準の設定は困難であるが、用水の安全化を図るため、5.0mm以下は無視し、又多降雨については、畦畔を溢流して流れるので、これ又無降雨量であると云える。よって上限についてもこれを500mmとし、その範囲内における降雨量を採用雨量とし、更に用水の安全化を考慮して(損失を見込む)その利用率を80%とする。なお連続降雨量のある場合は、水田における湛水深を考えた水の出入計算によって、有効雨量を決定する。</p> <p>($50.0\text{mm} + \text{損失量} - \text{前日有効雨量} \geq \text{当日雨量}$とする)</p>
計画基準年河川利用可能量算定	<p>上記により、計画基準年における河川流量は算定されたが、これが全量新規利水計画に使用可能であるとは言い難いのである。即ち計画取水地点より、下流における既得水利権或いは、河川維持用水量について、支障を与えることは絶対避けるべきである。</p> <p>よってこれらの水量を充分調査の上、下流責任放流量を決定しなければならない。この結果、河川利用可能量は、上記河川流量より、下流責任放流量(計画取水地点より下流)を差引いた残量であると言える。</p>
単位用水量決定	<p>単位用水量を決定するための計画減水深は、原則として、計画地域において、かんがい期間を通して観測した実測減水深を基礎に決定するのである。然し乍ら乾燥地帯と云える韓国においては、蒸発量と浸透量とに区別して算定した方が合理的ではないかと考える。この場合の算定は、計画地域で実測した地下浸透量と地域の蒸発計蒸発量を基礎にして求めた田面並びに葉面蒸発量を加えて計画減水深を決定するのである。</p> <p>(韓国農業用水資源開発計画調査団報告書Ⅳ Model Study (報育地区) P 4(9)参照)</p>

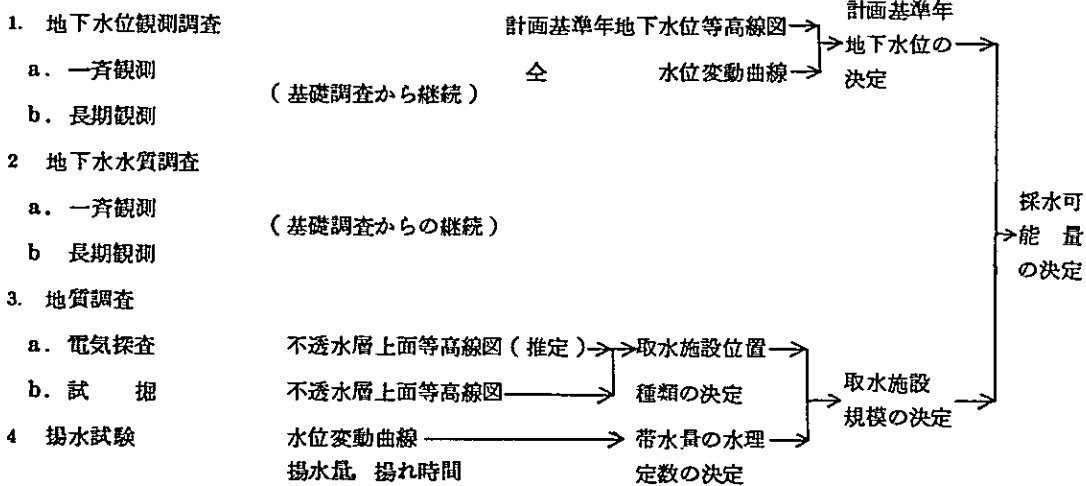
項 目	説 明 内 容
現況における水不足状況把握	受益予定地の現況施設の調査結果に基づいて、前記現況単位用水量ならびに現況の土地利用作物等をもって、受益予定地における水田用水量（計画基準年）の過不足を把握するために、かんがい期間を通して検討すること。
受益面積の確認	前記の検討結果、水田用水量不足を生じた場合は、この予定地及び地形、地積をも考慮して新規開田、地目変換可能地を検討して、これらを併せ考え、この結果、受益面積を確定するのである。
計画基準年期別必要水量算定	単位用水量、土地利用計画、受益面積等から期別必要水量を算定する。（韓国農業用水資源開発調査団報告書N Model Study（報育地区）P 6 13参照）
補給水量の算出	即ち、 $\text{受益面積} \times \text{期別単位用水量} = \text{期別必要水量}$ 前述の計画基準年における田面有効雨量によって、期別補給水量を算出する。
地下水利用可能量の算定	即ち、 $\text{期別必要水量} - \text{田面有効雨量} = \text{期別補給水量}$ 地下水の実態調査の結果、計画基準年の河川流量に対しての地下水賦存量を算出することが出来る。依って、地形的に判断して、地下水賦存量 100% 利用することが可能か、或いはどの程度利用可能量として計上することが出来るかの検討を十分行って決定しなければならない。なお地形、地質上の判断から水田のかんがい水の浸透が、再び地下水として利用が可能であるかの検討を行わなければならないが、還元水量の把握は綿密な実測によって判断するのが良いかと考える。
水源別補給水量の決定	又地下水の実態調査の方法については、別途(9)地下水調査プログラムで説明の通りである。 前述の期別補給水量に対し、地表水と地下水とによる各々の補給水量を決定しなければならない。この場合、地下水利用可能量を 100% 利用するとして、残りを地表水とする場合と、出来得る限り地表水利用（ダム建設及び頭首工建設）を計画し、残余の補給水量に対して、その水源を地下水とする場合、或いは両者を適当に利用する計画の 3 方法について充分検討して決定しなければならない。

(9) 地下水調査実施プログラム

A. 現況調査（基礎調査）



B. 計画調査



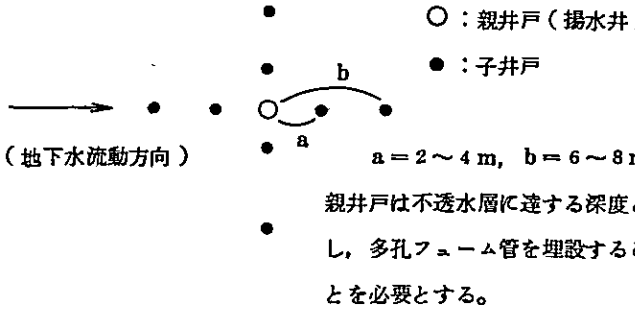
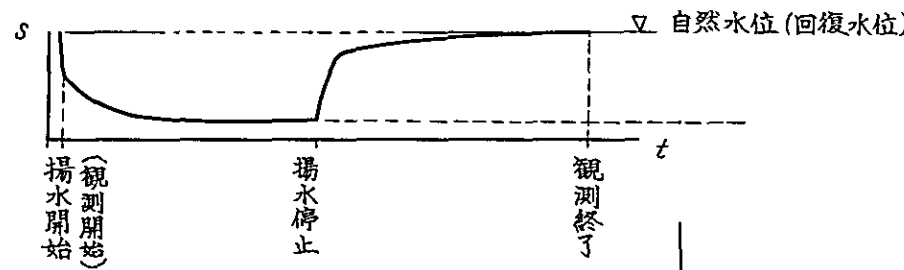
地下水調査実施手順

調査項目	調査内容	備考
A. 現況調査		
1. 地形区分調査	(a) 既存地形図および航空写真によって地形区分予察図を作成する。 (b) 地形区分予察図をもって現地踏査し、地形区分図を作成する。	基図（地形図）は 1/5000 程度縮尺のものを 使用することを可とする。
2. 地質区分調査	(a) 既存地質調査結果（地質図、構造物基礎調査、および既設井地質等資料）を蒐集し、地区の概況を把握して、地質区分予察図を作成する。 (b) 地質区分予察図を持って現地踏査をして修正し、地質区分図を作成する。	

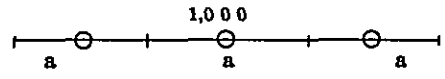
調査項目	調査内容	備考
3.地下水区決定 調査		
a 地下水位観測	<p>(a) 地形区分図によって観測点を選定する。</p> <p>(b) この観測点について一斉観測を濁水、平水、豊水の各期（地上水関係資料および聞取りによって決定する）について測定し、別紙様式、地下水位観測野帳に記入する。</p> <p>(c) 各測点の標高は図上から読みとり、地下水位標高を概測し、地下水位等高線図（概測）を作成する。</p> <p>(d) 観測点は水準測量を実施し、(c)項で作成した地下水位等高線図を補正し、季節別地下水位等高線図を作成する。</p> <p>(e) 水質、帯水層水理定数概定、利用状況調査結果と合せて地下水区分図を作成する。</p> <p>(f) 各地下水区中の一斉観測地点から、代表的な地点を選定し、長期観測地点とする。もし観測点がない場合には、新設する。</p> <p>(g) 長期観測は自記がのぞましいが、毎日定時（使用している井戸にあっては、毎朝使用前）に測定し、別紙地下水位年表に記入し、季節別地下水位変動曲線図を作成する。</p> <p>(h) 長期観測結果と別に実施される。気象、河川状況調査の結果と合せて地下水位の変動状況を把握し、地下水位変動区分をおこなう。</p> <p>(i) なお、海に接する地域では、海水位の変動と地下水位の関係を把握して、変動範囲、変動値を決定する。</p>	<p>基図（地形図）は1/5,000程度縮尺のものを 使用することを可とする</p>
b 地下水水質 調査	<p>(a) 観測を実施する地点は、地下水位観測地点同一地点とし、観測方法も又同一な方法とする。</p> <p>(b) 海岸部においては、河川に塩水湖上する部分がある場合には、地下水位観測と同様に観測する。</p> <p>(c) 工場、都市、鉱山等の排水の影響をうけると想定される場合にも同様な観測する。</p> <p>(d) 水質は一般には電気比抵抗値で測定するが、必要に応じて含有物質について化学分析を行なう。</p> <p>(e) 以上の結果から季節別地下水水質等値線図と季節別水質変動曲線図とを作成し、地下水区分の資料とすると共に水質変動値を把握する。</p>	<p>電気比抵抗値と化学分析値との関係は、相模区図を作成し、電気比抵抗値からの換算を容易にしておく。</p> <p>基図地形図は1/5,000程度縮尺のものを 使用することを可とする。</p>
c 帯水層水理 定数概定調査	<p>(a) 地区内および近傍にある地下水利用施設について、資料を蒐集する。</p>	<p>資料は揚水試験結果および地質状況等帯水層の性</p>

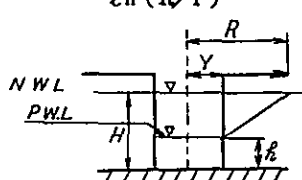
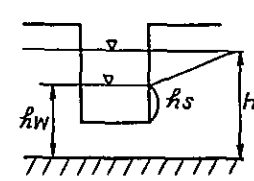
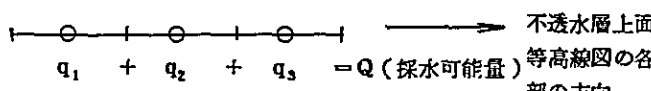
調査項目	調査内容	備考
<p>d 利用状況調査</p> <p>e 結果のとりまとめ (地下水区分) (水収支) (地下水利用可能および取水施設の概定)</p>	<p>(b) 蒐集された資料によって、利用帯水層を把握し、その水理定数(P、S等)を概定し帯水層の特性を知る。</p> <p>(c) この結果は地下水区分の資料とする。</p> <p>(a) 地区内および近傍にある地下水利用施設について、取水施設の位置規模種類取水量使用目的期間等について資料を蒐集する。</p> <p>(b) この結果から現況の利用量を算定する。</p> <p>(a) 前記の調査結果から地下水区分図を作成する。</p> <p>(b) 地下水区分が設定された後、地下水区分毎に地下水の水収支を地上水関係調査結果と合せておこなう。</p> <p>(c) 地下水区分水収支を総合して地区内の地下水の水収支を算定する。</p> <p>(d) 今後の地下水利用可能量と、取水施設の種類の規模等を概定する。</p> <p>(e) 蒐集した資料から帯水層の層序の確立をおこない、今後の地質調査の方法を検討の資料とする。</p>	<p>質をしめすもの。</p> <p>利用量は出来得れば時期別に求められれば最もよい。</p> <p>地下水の水収支は、地区内流入量(取水量、降雨量)と流出量(排水量、蒸発散量)および地下水貯留量との関係から算出される。したがって時期別区分をおこなって算定することが必要である。時期の区分は、主として地下水位長期観測結果によっておこなう。</p>
<p>B. 計画調査</p>		
<p>1.地下水位観測調査</p> <p>a 一斉観測</p> <p>b 長期観測</p>	<p>現況調査からの継続調査</p> <p>全 上</p> <p>(a) 別途、調査によって定められた計画基準年における地下水位および地下水変動量を把握する。</p> <p>(b) その結果によって計画基準年における地区内の計画基準年地下水位等高線図および水位変動曲線を作成する。</p>	<p>計画基準年における降雨量、取水量、排水量およびかんがい地域の変化等を考慮に入れて検討することが必要である。</p>
<p>2.地下水水質調査</p> <p>a 一斉観測</p> <p>b 長期観測</p>	<p>現況調査からの継続調査</p> <p>全 上</p> <p>(a) 塩水の地区内河川の湖上の計画基準年における区間の決定、地下水の塩水化の可能性を検討する。</p> <p>(b) 人為的な水質汚濁については将来の汚濁度の変化を推定する。</p> <p>(c) この結果によって取水位置、取水方法等の決定の資料とする。</p>	

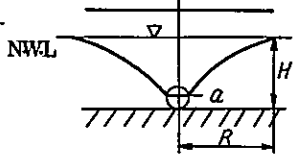
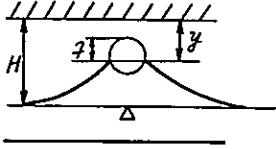
調査項目	調査内容	備考
3.地質調査		測定深度は60~100
a 電気探査	<p>(a) 測定深度は、現況調査の結果、推定された不透水層深度の約3倍以上とする。</p> <p>(b) 使用機械は、交流、直流型のどちらのものでもよいが、出来るだけ多量の電流(100mA以上)を流すことの出来るものとする。</p> <p>(c) 測定方法は一般にはウェンナー4極法による垂直探査法による。</p> <p>(d) 測定された結果は別紙様式に記入し、p-a曲線を作成する。</p> <p>(e) p-a曲線の解析は、種々あるが、一般には標準曲線による方法と直視による方法とを併用することが便利である。</p> <p>(f) 解析によって得た電気比抵抗区分結果と現況調査の結果から推定された不透水層の深度とを対比し、不透水層上面深度を推定する。</p> <p>(g) 各測点におけるp-a曲線の状態、比抵抗値によって帯水層の状況を推察する。</p> <p>(h) 各測点によって推定された不透水層上面深度によって推定不透水層上面等高線図を作成する。</p> <p>(i) この調査はあくまで電気比抵抗値による地質区分であることを熟知し、あくまで推定によるものであること、又この調査のみによって地下水賦存量が推定されるものでないことを理解する必要がある。</p>	<p>mで充分であると思われる。測点間隔は一般に200~300mの方眼とし、標高は測量によって求める。</p> <p>p-a曲線とは兩対数方眼の横軸にa(測定深度)縦軸にp(比抵抗値)をプロットしたものである。</p> <p>標準曲線とはZund Berg氏に考案されたもので、一般には二層カーブの解析用のものを使用している。</p>
b 試錐	<p>(a) 電気探査の結果の解析が困難な測点および、推定不透水層等高線図で不合理な地点について試錐をおこない解析を明確にする。試錐記録は別紙様式による。</p> <p>(b) 電気探査の誤差を修正するため、推定不透水層等高線図およびp-a曲線によって代表地点を選定し試錐を実施する。</p> <p>(c) 試錐の結果によって推定等水層等高線図を補正して不透水層上面等高線図を作成する。</p> <p>(d) 別途調査によって決定された開発地区の計画基準年による要補給水量が算定されるので、工事の難易、工業費等の点を考慮して、地下水位等高線図、不透水層上面等高線図とによって取水施設の位置、種類を決定する。</p>	<p>試錐は次におこなう揚水試験の施設の一部として使用出来るより配慮することが必要である。</p> <p>不透水層上面等高線図は地区計画測量によって作成された縮尺1/500以上の精度を有するものを可とする。</p>
4 揚水試験		
a 管井	<p>(a) 現況調査の結果区分された地下水区について、不透水層上面等高線図、地下水位等高線図およびp-a曲線等の資料によって代表的な地点について揚水試験を実施する。</p> <p>(b) 揚水試験の標準的な井戸配列は次の図にしめすとおりである。</p>	<p>井戸間隔は帯水層の透水係数によって異なる</p>

調査項目	調査内容	備考
	<div style="text-align: center;">  <p>○：親井戸（揚水井） ●：子井戸</p> <p>（地下水流動方向） $a = 2 \sim 4 \text{ m}$, $b = 6 \sim 8 \text{ m}$</p> <p>親井戸は不透水層に達する深度とし、多孔フェーム管を埋設することを必要とする。</p> </div> <p>(c) 揚水試験は、自由地下水の場合は、一定揚水量（Q）で12時間以上を実施する必要とする。この場合の親井戸の水位降下量（s）は出来るだけ大きくとることが必要である。一般に1m以上を与えることが必要である。</p> <p>揚水を開始すると井戸水位は急激に低下するので、測定が困難となるので短時間（1分毎）に測定する必要がある。</p> <p>(d) 揚水水位が略々一定となってもなお一時間以上揚水し揚水水位を確定する。揚水水位が一定となった後、揚水を停止するが、そのとき揚水開始と同様な現象となるので注意を必要とする。</p> <p>揚水を停止すると管内の水がもでるので水位に変化が出るのでチェックすることを必要とする。水位の観測は自然水位に回復するまで測定する。</p> <p>(e) この測定値は、別紙様式の揚水試験測定記録表(1)および(2)に記入し、$s-t$曲線を作成する。</p> <p>$s-t$曲線の代表的な形態をしめせば次のとおりである。</p> <div style="text-align: center;">  <p>s 自然水位 (回復水位)</p> <p>t</p> <p>揚水開始 (観測開始) 揚水停止 観測終了</p> </div> <p>(f) 揚水試験の実施にあたっては、試験実施前に予備テストを実施し、準備した動力、ポンプがよく管井の性能に合致しているかどうかを確認する。その後一日経過し地下水水位が自然水位に回復していることを確認してから本揚水試験を実施する。</p> <p>(g) 上記の観測値から、揚水井（親井戸）と観測井（子井戸）のそれぞれについて帯水層の水理定数を算定する。</p> <p>算定公式は多くあるが、一般には、揚水時間中に得られた水位降曲線</p>	<p>ので、その値が大きいと推定されるときは、外側の子井戸を親井戸からより離す、特に地下水流動方向にはより離すことが必要である。</p> <p>揚水試験にはこの外に定水位揚水があるが、後述する計算の処理は同一であるので省略する。</p> <p>$s-t$曲線とは、算術方眼紙の横軸にt（時間）、縦軸にs（水位変化量）をとって作成したものである。</p>

調査項目	調査内容	備考
	<p>部分の資料を使用して非平衡式と水位回復曲線部分の資料を使用する回復式とが使用されている。これ等の公式を示めすと次のとおりである。</p> <p>① 非平衡式</p> $S = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$ <p> S : 水位降下量 Q : 揚水量 T : 透水量係数 $W(u)$: 井戸函数 </p> <p>この式は S と T について直接解くことは出来ないが、$(Wu) - u$ 曲線を利用することによって解くことが出来る。その手順は次のとおりである。</p> <p>親井戸からの距離 r にある観測井（親井戸については井戸半径）の水位低下量 (s) を求める。水位低下量 (s) に対応する r^2/t を算出する。この場合の t は揚水経過時間である。</p> <p>s と r^2/t を透明な対数方眼紙にプロットし、$s - r^2/t$ 曲線を作成する。</p> <p>$s - r^2/t$ 曲線は、$W(u) - u$ 曲線の一部であることから、この一部に重なるのでこれから u、Wu が決定される。Wu を上式を変形した $T = \frac{Q}{4\pi} \frac{Wu}{s}$ に代入して T を算出する。</p> <p>又貯留係数 (S) は、次にあげる式によって算出される。</p> $S = \frac{u \times 4T \times t}{r^2} \quad (\text{式中の諸元は上記の式と同一である})$ <p>これに前述によって算出された T、u を代入すれば S を算出することが出来る。</p> <p>② 回復式</p> $T = \frac{0.183Q}{s} \log_{10} \frac{t}{t'}$ <p> t : 揚水開始後の経過時間 t' : " 停止後 " s : 残留水位降下量 (自然水位までの水位差) </p> <p>各 s 毎の t'、t を求め $\log_{10} t/t'$ を算出する。これをグラフにプロットし、計算に便利のために単純な s を定めてこれに対応する $\log_{10} t/t'$ を求め、Q と共に公式に代入すれば T を算出することが出来る。</p> <p>なお、$s - \log_{10} t/t'$ グラフが折線となる場合は回復式の適用は出来ない。</p> <p>非平衡式および回復式から算定された T から透数係数 (K) は、帯水層の厚さ (自然水位) から不透水層までの深さで除したものである。</p>	<p>非平衡式はタイスの公式とよばれるものである。</p> <p>$T = K \times m$ で、K は透水係数、m は帯水層の厚さである。</p> <p>S は有効空隙率に相当するもので、約 20 ~ 30 % であることが多い。</p>

調査項目	調査内容	備考								
	<p>この場合は井戸が不透水層に達しているものとした場合である。不透水層に達していない場合には、井戸の貫通度の補正を行なう必要がある。その式は次のとおりである。</p> $C = \frac{\text{貫通度}}{Q/Q_0}$ <p>貫通度：自然水位から 自然水位から不透水層までの深度 井戸深度</p> <p>Q : 揚水試験時の揚水量 Q₀ : 帯水層貫通時の #</p> <p>(h) 以上の結果から帯水層の T₉ (K), S が算出されるが、観測井毎の数値が一致すればよいが、一般には異なる場合が多い。このときは、非常識な値を除去した後、各項の最小値をもって帯水層の水理定数とする。</p> <p>(i) 影響半径 (R) は、次の公式で算出される。</p> $R = 2b\sqrt{Tt/S}$ <p>影響の程度を 0.01m とすれば非平衡式によって、</p> $-Ei(u) = \frac{4\pi T}{Q} \times 0.01 \text{ となる。}$ <p>u を Wu の表から読みとり、u を定める。これを b² と仮定し、先に定めた帯水層の水理定数と共に式に代入すれば R が算定される。</p> <p>なお、河川近くにある場合の R は、水城までの距離 (d) が R/2 以上の場合には算定された数値を採用し、R/2 以下の場合には 2d を影響半径とする。</p>	<p>補正は M. Muskat の曲線による。</p>								
b 集水暗渠	<p>(a) 不透水層等高線および地下水区分図によって、概定された集水暗渠設置の延長 (L) 部分について、略々次のような規準で揚水試験井を設ける。</p> <table border="1" data-bbox="526 1478 925 1657"> <thead> <tr> <th>L (m)</th> <th>揚水試験カ所数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 以下</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>100 ~ 500</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>500 ~ 1,000</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 揚水試験井の配置は次のとおりとする。例として 1,000m の場合を示す。</p>  <p>(c) 揚水試験の細部は管井の場合と同一であるので省略する。</p>	L (m)	揚水試験カ所数	100 以下	1	100 ~ 500	2	500 ~ 1,000	3	
L (m)	揚水試験カ所数									
100 以下	1									
100 ~ 500	2									
500 ~ 1,000	3									
5. 取水施設規模の決定	<p>(a) 基準年の地下水位、基準年地下水位と不透水層等高線図から帯水層の厚さ、帯水層の水理定数等が決定されることによって、水理的に干</p>									

調査項目	調査内容	備考
<p>6 採水可能量 (管井)</p>	<p>渉のない取水施設の数、および規模が決定される。</p> <p>(b) しかし、次に述べる採水可能量との関係から再度検討を要する場合が多い。</p> <p>(a) 管井による採水可能量は、次のような公式によって算定される。</p> <p>非平衡式</p> $q = \frac{S T}{0.0793(-Ei(-u))} \quad u = \frac{r^2 S}{4 K t} \quad K = \frac{T}{m}$ <p>S : 水位低下量 (各井不干涉の場合) t : 揚水時間 (一般には 18 ~ 20 時間) u を算出した後、W(u) の表から $-Ei(-u)$ の値を読みとり、式に代入して算定する。</p> <p>各管井毎の可採水量算定後、地下水区で各管井が干渉をしない管井として設け得る数からの全採水量を集計して可採水量 (Q) を算定する。</p> <p>一般式</p> <p>不透水層に達している場合 $q = \frac{\pi K (H^2 - h^2)}{\ell_n (R/r)}$</p>  <p>不透水層に達していない場合</p> $q = \frac{\pi K (H^2 - h^2)}{\ell_n \frac{R}{r} \left(\frac{h}{hs+0.5r}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{h}{2h-hs}\right)^{\frac{1}{4}}}$ 	<p>管井の揚水量決定には多くの公式があるが、こゝでは非平衡式を使用し、井底は不透水層に達しているものとする。</p> <p>N. W. L.=自然水位 P. W. L.=揚水水位</p>
<p>(集水暗渠)</p>	<p>(b) 集水暗渠による可採水量は、揚水試験実施した地点によって代表される区間別に算定して、その合計をもって採水可能量とする。</p>  <p>$q_1 + q_2 + q_3 = Q$ (採水可能量)</p> <p>算定公式は次にあげるとおりである。</p>	<p>集水暗渠頭部からの流入量もあるが、一般には計算に入れない。</p>

調査項目	調査内容	備考
	<p>底が不透水層に達している場合</p> $q = \frac{KL(H^2 - h^2)}{R}$  <p>底が不透水層に達していない場合</p> $q = \frac{KL}{R} \cdot \frac{(H^2 - h^2)}{\left(\frac{h}{t+0.5r}\right)^{0.5} \left(\frac{h}{2h-t}\right)^{0.25}}$ <p>L: 集水暗渠の延長</p>  <p>各施設の公式に代入する数値のうちH帯水層の厚さは計画基準年における地下水位標高と不透水層上面標高との差である。</p> <p>なお、各施設についての採水可能量が計画補給水量より小さいときは、管井については、数の増加、Sの増大によって取水量を増加させて計画補給量を満すようにする場合（短期間1～5日）がある。このとき各管井が干渉することになる。この場合には各管井の水位低下量に他の管井の水位低下量を加える方法で、採水可能量の算出検討を必要とする。又集水暗渠については、その延長の可能性を検討する必要となって来る。このことは前項の規模決定で述べたことと同様である。</p> <p>以上のようにして地下水取水の計画は立てられるが、これ等の施設に要する工事費および維持管理費等を他の取水方法の同様な費用とを常に比較検討をすることが必要である。</p>	<p>韓国では岩盤までの深さが約10mであるので、底を岩盤につけることが、式から良策である。</p> <p>集水暗渠の方向については第2次調査報告書においてもふれたように不透水層上面等高線図でしめされた谷部沿って埋設する。公式はこの条件によってのみ成立するものである。</p> <p>計画基準年における地下水位の決定については別紙において説明する。</p>

(9) 附 計画基準年における地下水位の推定について

1. 基準年における地下水位の決定の必要性

このことは、地下水調査実施プログラムの調査内容のところで述べたとおり、帯水層の水理定数を決定する場合、採水量算定についても、最初に必要な数値は自然水位は不動なものでなく、地域内の流入量（降雨、かんがい水量、等）および流出量（地下水利用量、排水量等）によって変化するものである。又、地区内の水収支機構が変化することによっても同様な影響をうける。

したがって、事業計画地区内の地下水区分と、地下水区および地区内の水収支を地上水関係調査と合せておこない、事業実施後の水収支を推定し、別途調査において確定された計画基準年における地下水取水施設地点における自然地下水位を決定しなければならない。

なお、自然水位がいかに管井、集水暗渠等の地下水取水施設の採水可能量に関係するかを細部について以下説明することとする。管井および集水暗渠の採水可能量算定公式は別の調査内容の項で示めたのであげないが、式中のHは地下水位標高と不透水層上面標高との間の差である。

不透水層の深度は、地表の地形の大きな変化がなければ、一定と考えてもよい。そこでHに変化を与えるものは地下水である。したがって地下水位をいかに決定するかによっては採水可能量に大きく影響する。特に管井、集水暗渠の採水量決定の公式においては H^2 の形で導入されていることからその大小がQを大きく支配することは明らかである。

帯水層の厚さ(H)を知ることによって、与え得る水位低下量とこれに要するPumpの種類、規模が規定される。したがって基準年の地下水位の決定が適当であったか、不適当であったかによって工事費に大きく関係し、ひいては事業の効果に影響を与える。

したがって、計画基準年の地下水位を決定する必要がある。

2. 浅井戸（自由地下水）における計画基準年水位の決定

浅井戸の地下水位は一般的に降雨と密接な関係にある。降雨による水位の上昇は両者の間に次の式のような相関がある。

$$s \uparrow = \alpha R$$

$s \uparrow$: 降雨による地下水上昇量 (m)
 R : 降雨量 (m)
 α : 降雨係数

雨量係数(α)は、地下水位の長期観測と降雨との関係から、個々の降雨の型によって決定することが必要である。しかし計画基準年における降雨と同一なものを得ることは、1~2年の地区計画調査では困難な場合が多い。このため実際には、降雨係数が有孔空隙率の逆数であること、又揚水試験で得られた貯留係数(S)が略々有孔空隙率に等しいことを利用してSの逆数を使用する。

計画地区が水田である場合には、計画基準年の季別取水量に相当する減水深の内、縦滲透量を降雨と同様に取り扱う。なお、 α は降雨強度によって異なり、表面流出、蒸発散量等を現地の状況から判断して検討する必要がある。(図参照)

降雨およびおよびかんがいがない場合、地下水は、地下水位の一斉観結果から作成された地下水位等高線図に示された地下水面勾配に沿って流出する。又地区内で採水されれば、流出量と採水量とを合せた分だけ地下水位は低下する。この低下曲線(減減曲線)は、高次の指数曲線であるが、近似的には水位低下量(s)と時間(t)との対数函数によって示めされる。

この表示には近似式として主として使用される式には、地下水位と時間、基底流量を仮定し、この上に乗る地下

水位降下量(s)と時間、地下水位の変化量 $\frac{ds}{dt}$ と s 等の相関によって求めるものがある。ここでは地下水位と時間との相関から算定する方法について述べることにする。

無降雨又は、非かんがい期を選定し、水位降下量(s)と経過時間(t)を片対数方眼紙にプロットすると次のような形の相関式を得る(図参照)

$$s = \beta \log t + C$$

この相関式は調査内容の項で述べた地下水区毎に異なるものであるため、その各々について求める必要がある。

次に、地下水位の上昇、降下を組み合わせた基準年の地下水の算定手順をしめす。

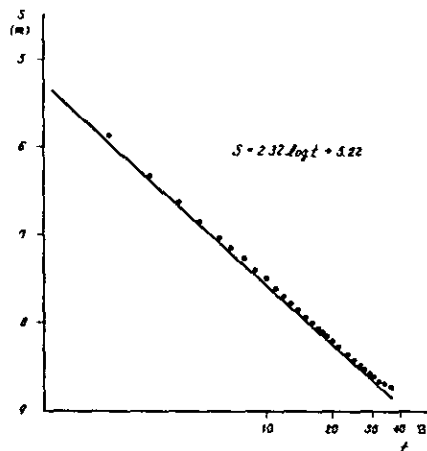
半旬別(一般にかんがい期の用水の補給水量は最小単位として、この期間が使用されている)の基準年有効雨量を集計する。有効雨量については、地表、および地形の条件によって異なるが、水田においては5mm以上80mm以下、畑にあっては、5mm以上、T.R.A.M.で算定された水分量以下とする。但し、前日に降雨があった場合には5mm以下も有効とする。

半旬期間内の降雨は、その第一日に降ったものとし、水位上昇の式からs↑を求め、前期間の最終水位に加え、これから水位降下公式によって半旬期の流出量を算定し、期間の最終水位を決定する。この期間が短い程精度は高くなるが、前述のようにかんがい事業の使用最小期間が半旬であるのでこの精度でよいと判断される。

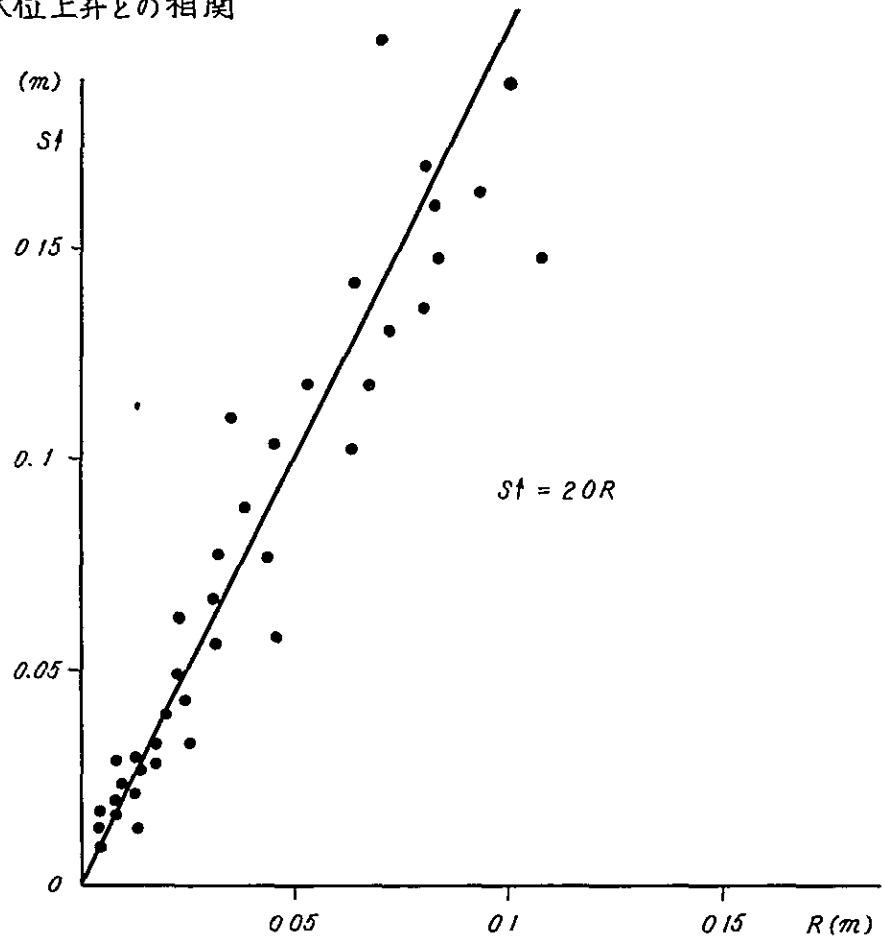
前期間の最終水位にs↑を加えた頭初水位と最終水位とを加重平均すればこの期の平均水位が求められる。

これを反覆することによって基準年の地下水位曲線を描くことが出来る。(図参照)

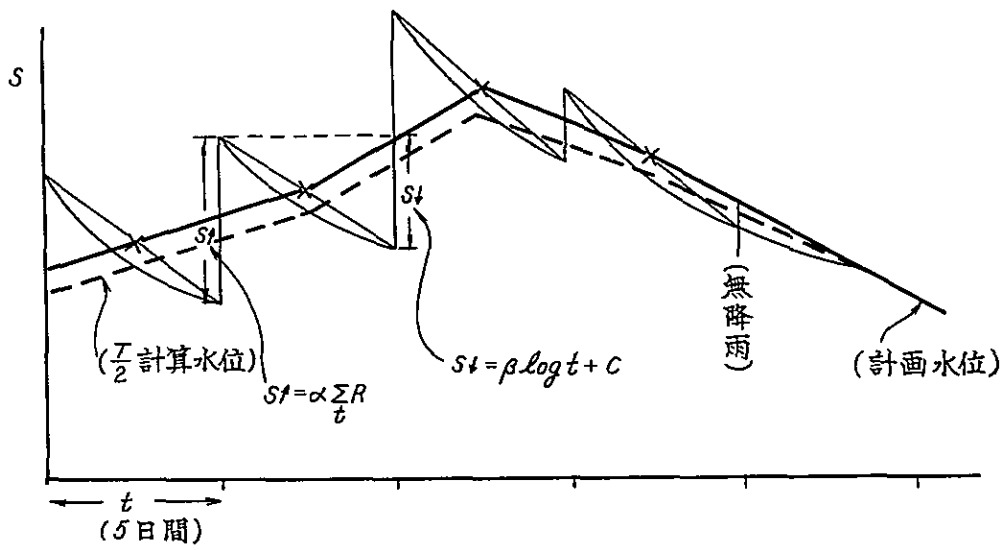
地下水位の減水変化



降雨と地下水位上昇との相関



計画基準年水位の決定



年 表

観測点番号		№ _____											
所在地		市 町 字 郡 村 字					観測方法			定点の標高		m	
観測期間		自 年 月 日 至 年 月 日					観測時刻		時		地 盤 高		m
日	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
平均													
最高	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日
最低	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日

ボーリング柱状図

番号

地区名

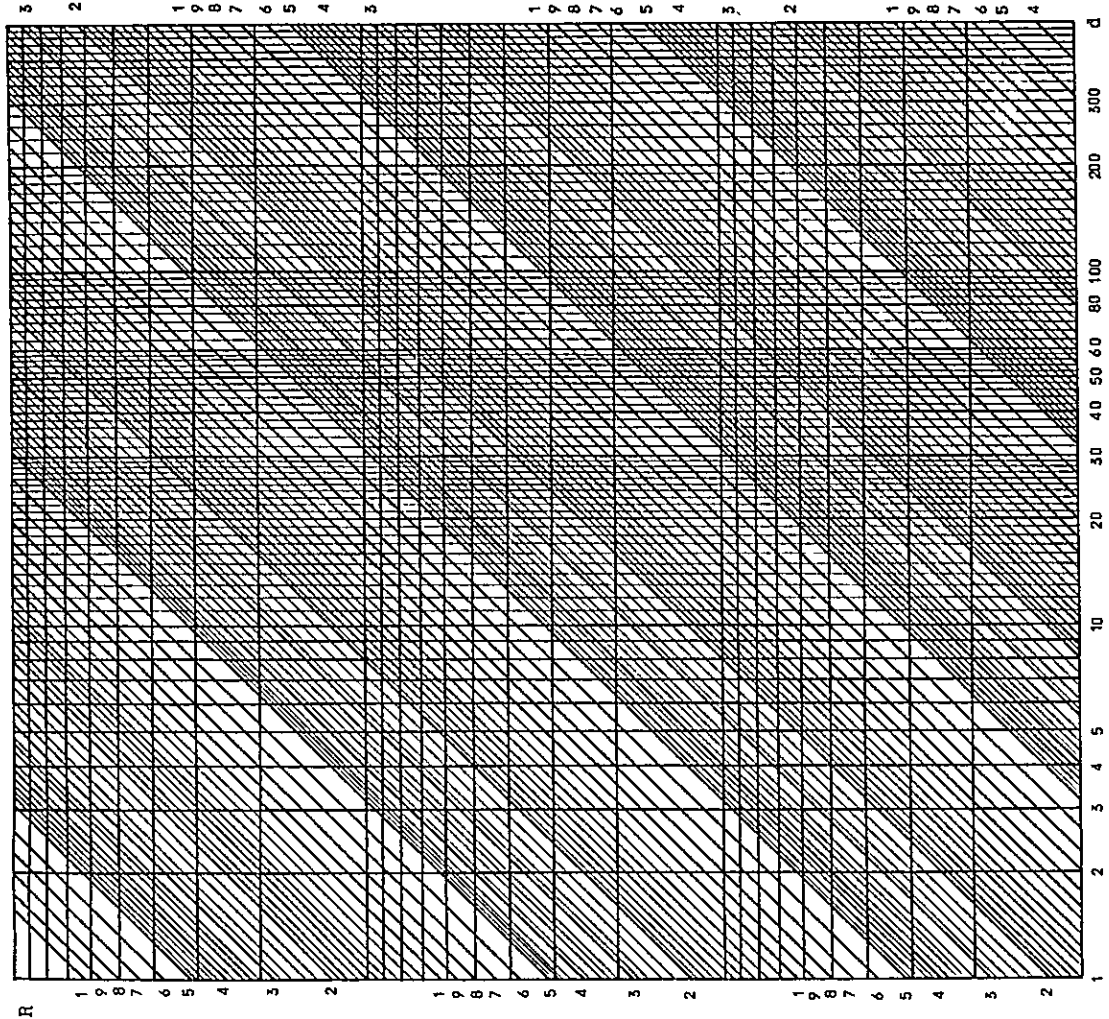
ボーリング場所														
目的		標高												
孔深		機種												
口径など		期間												
標尺	標高	深	記号	色調	土質名	地質		相対密度	相対調度	標準貫入試験 N値 30cm	電気検層		サンプル シワオイル	標本番号
						名称	記載				Ωm	Ωm		
5														
10														
15														
20														
25														
30														

農資 S 型電気探査野帖

地区名		年月日		測定番号		備考					
a	2πa	V ₀	J	V _J	ρ	a	2πa	V ₀	J	V _J	ρ
1	6.28					29	182.1				
2	12.56					30	188.4				
3	18.84					32	201.0				
4	25.1					34	213.5				
5	31.4					36	226.0				
6	37.7					38	238.5				
7	44.0					40	251.0				
8	50.25					42	263.8				
9	56.5					44	276.0				
10	62.8					46	288.6				
11	69.1					48	301.5				
12	75.4					50	314.0				
13	81.6					52	326.3				
14	88.0					54	339.0				
15	94.2					56	351.5				
16	100.5					58	364.0				
17	106.9					60	376.5				
18	113.0					64	402.0				
19	119.2					68	427.0				
20	125.6					72	452.0				
21	131.8					76	477.0				
22	138.1					80	502.5				
23	144.4					84	527.5				
24	150.9					88	553.0				
25	157.0					92	578.0				
26	163.2					96	602.5				
27	169.6					100	628.0				
28	175.9										

地区名									
测定番号									
天候									
年月日		昭和		年		月		日	
测線方向									
備考									
a	W-%	J	R	a	W-%	J	R		
1				42					
2				44					
3				46					
4				48					
5				50					
6				52					
7				54					
8				56					
9				58					
10				60					
11				64					
12				68					
13				72					
14				76					
15				80					
16				84					
17				88					
18				92					
19				96					
20				100					
22				110					
24				120					
26				130					
28				140					
30				150					
32				160					
34				170					
36				180					
38				190					
40				200					

関東電機株式会社



(10) 事業効果調査

項 目	説 明 内 容
作物増産量の算定 作物増加収益額の算定	<p>(既報告書2-4 農業における水利利用について及び同model study(報育地区)参照)</p> <p>土地改良事業により形成される土地、水利条件下において増産される農作物量に標準単価および純益率を乗じて算出する。</p> <p>(既報告書2-3 土地改良の経済性についての意見及びModel study(報育地区)参照)</p>
営農労力節減額の算定	<p>営農労力節減効果は、作物増加生産量の評価に際し把握されない生産費の増減を労働費の面から計測するもので、事業の実施前と実施後における営農労力投下量の変化を算定し、他の効用とあわせて事業の効用、事業の必要性を明らかにする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. かんがい排水事業では、現況の水利施設および土地条件等の不備に基づく経営の阻害要因が農作業の内容、営農労働量にどのような影響を及ぼしているかを比較地区を参考にして明らかにする。 2. 圃場整備事業では、機械化農法の導入による営農作業体系を策定し、これに要する労働量と現況の労働量とを比較する。
維持管理費節減効果額の算定	<p>維持管理費節減効果は、事業の実施による生産費の増減を水利施設等の維持管理費(経常的維持管理費、短期の周期的改修事業および短期の周期的災害復旧事業、その他賦役等)の面から計測するもので、事業の実施前と実施後における農業水利費の増減額を算定し、他の効用と相まって事業の効用、事業の必要性を明らかにする。</p>
その他効果の算定	<p>農道整備事業にあっては、その効果を走行費用軽減額として把握することとし、事業の実施前と実施後における運搬等に要する費用の増減額を算定する。</p> <p>その他、計測不能の効果は、その内容を記述する。</p>
計画規模の決定	<p>受益面積、施設規模等について、別途行なり比較設計により各種の開発構想を策定し、それぞれの経済性の比較検討を行ない、最適計画規模を決定する。(例えば、水源をダムに求めるか、河川水の Pump up によるか、或いは、これらの組合せによるか、また水田の用水補給のみに止めるか、開田、開畑、畑地かんがいを含めるか等の検討を経済的側面から行なう。)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 各種開発構想の策定 <p style="margin-left: 2em;">受益面積別、受益型態別作物別増産量の算定を行なう。</p> 2. 各種開発構想別施設規模別事業費の算定 <p style="margin-left: 2em;">建設事業費、耐用年数、年維持管理費、年経費、地元負担金等の算定を行なう。</p> 3. 経済性分析 <p style="margin-left: 2em;">妥当投資額、投資効率、超過便益の算定、償還の可能性の検討を行なう。</p>
事業効果の算定	<p>決定された計画について、土地改良事業計画の国民経済的效果と私経済的效果(地元負担の可能性)を明らかにし、同じ手続きによって算定された他地区の事業効果との対比を可能ならしめる。</p>

項 目	説 明 内 容
共同費用振分け	この土地改良事業が、発電、都市用水等との共同事業であれば、建設費用の分担方法を明らかにする。(既報告書2-3 土地改良の経済性についての意見 参照)

7. 安 城 地 区

地下水位関係踏査結果

(1) 踏 査 目 的

忠清北道安城郡平沢邑および弘道面の北部に存在する丘陵地にある、果樹園(梨、桃)、蔬菜畑、草地(約450ha)についての畑地かんがいに必要な水(ピーク補給量約 $1m^3/s$)を確保するための水源として、集水暗渠による取水の可能性を検討することを目的として踏査した。

当初計画では、電気探査程度まで実施する予定であったが種々の条件のため踏査のみにとどまった。又、その日数も11月11~12日の2日間で、資料にも不足で充分でないが一応の考え方を述べることにする。

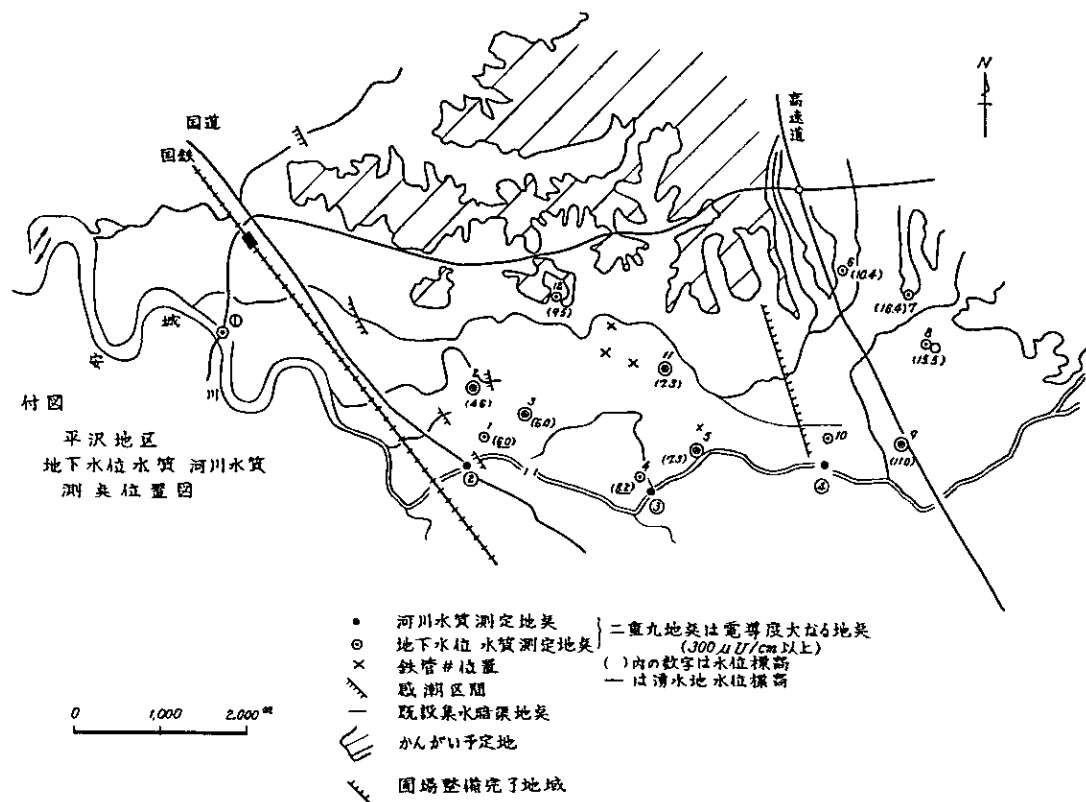
(2) 地形および地上水

集水暗渠予定地点は、安城川右岸にひろがる沖積地で、標高6~20mの平坦地で、地形勾配は約 $1/4,000$ で非常にゆるいものである。安城川は牙山湾に流入し、勾配がゆるく又干満の差が大きい(3m以上)ため、河口から約7Km付近まで感潮区間となっていて、安城橋(国道橋)までその影響が表れている。なお、塩水の期上区間は、平沢橋付近にまで達するものと推定される。その状況は付図にしめしたとおりである。

河川の水質測定の地点は4カ所で、その結果は付表のとおりで、最下流測点①(平沢橋)のみ電気伝導度が比較的大きい $300\mu v/cm$ 状態になって居り、他の地点は清水で $100m\mu v/cm$ 以下となっていた。測定が干潮ピーク時であったため、塩水湖上の状態は明らかにすることは出来なかった。河床の状態は①で泥土、②、③は細砂~粗砂④は褐色粘土が露出し、その上に薄く細砂、粗砂が掩っていた。④の褐色粘土は沖積層上部の堆積物であると推定される。

この平坦地は水田として利用され、自然堤防が所々に存在し、せの上に部落が形成されている。部落地盤と水田地盤の高差は最大約1mで、水害防備のためにとられた形態であると思はれる。

水田の用水は安城川上流に設けられた、金光池(DH=20.67m, DL=225.0m, DQ=10,550,000 m^3 , アースダム)と、弘道面、元谷面に設けられた溜池郡の残水および、平沢邑柳川里にある安城川の集水暗渠取水によって補給されている。高速道付近は既に圃場整備が完了し、地域全体の水田は乾田の状態となっている。一部の地区には約6年前に設けられた4吋程度の管井があり、干魃時には利用されているようである。(付図参照)



(3) 地下水

地下水の利用は、かんがい用として前述の集水暗渠と鉄管井とがあり、上水道用としては、農業用集水暗渠の約100m上流に河川に直交する方向（農業用集水暗渠方向も同じ）に設けられている。農業用集水暗渠は施工不良のためか、多量の砂を吸い上げ、ポンプも水路も補修されていた。

この外に部落には管井、鉄管井による飲雑用水の取水がおこなわれている。このうち今回測定したカ所数は12カ所（内 水池2カ所）で、その位置は付図にしめしたとおりである。これらが利用している地下水は自由地下水である。

測定結果は付表にしめしたとおりであるが、地盤標高は1/50,000地形図上より読みとったものであるため、地下水位標高も同様な精度のものである。測定時は、非かんがい期であり、降雨も比較的少ない時期であったので地下水位は一般に低く、平担部では地表下2~3mにあった。帯水層の厚さは、現在施工してある管井の状態では約3mと推定される。しかしこれは施工の難易との関係もあるのでなお検討を要する。地下水位から推定される地下水位から推定される地下水の流動は、安城川と山地側からの補給され、測点2付近に向かって約1/5,000の勾配で流動しているものと推定される。水質は一般に100μv/cmオーダーのものが多いが、時には300~800μv/cmの電気伝導度を有していて汚水の浸入が考えられる。その多くは部落共同井であり、汚濁度も大きいものと思はれる。このうち測点2は特に電気伝導度がなく、感潮区間内にあり塩水の浸入が影響を与えているものと思はれる。又一部の管井にはFeの沈澱漏過設備があることから、有機物質の含有も推定される。

以上のことから推定するとこの地域の地下水は、地形勾配がゆるく、海水により流出の阻止等のため、地下水位勾配がゆるく、停滞状態にあり、一部安城川下流部では塩水の浸入がおこっているものと推定される。

(4) 畑かん 水源としての地下水利用の可能性

地域の現況は前述したようである。不確定な点もあるが、今後の検討事項と共に以下述べることにする。

i 現況の利用状況からの、地下水位帯水層の厚さ組成水質（電気伝導度）測定結果からみて、あまり多量の採取は困難である。現在は塩水化、帯水層の厚さ透係数等の不確定条件を含むので採水の可能性はあるものと推定される。但し、前記の不確定条件をつめる必要があり、その段階で再検討をしなければならない。

ii 安城川下流部は、現在感潮区間にあり、上流における地下水採取によって、地下水の塩水化の可能性があるが、IBRD 借還による平沢事業（1974完成、淡水化完了1975）が完了すれば、その可能性を断定することは出来ない。したがって、前記不確定条件をつめる必要がある。

iii 今後早急に調査すべき主な事項をあげれば次のとおりである。

(1) 電気探査による帯水層の厚さの推定—安城川に直交する方向の断面の作成（別添調査方法参照）

(2) 既存地質資料（高速道、国道、国鉄橋脚等の基礎資料）によって帯水層の厚さを推定する。

(3) 地下水位、水質測定

一斉観測（かんがい期、非かんがい期、河川水位観測時等その他必要な時期、3回以上/年、全測点）
長期 # 測点、2, 3, 3~4の間の新設点、4の新設点、5, 9, 10 毎日観測
（定点）

(4) 河川水位、水質観測

一斉観測（かんがい期の大潮時の一昼夜以上）安城橋、平沢橋
3回以上/年（一斉地下水位水質調査と同一時期）

(5) 揚水試験

計画集水暗渠予定線（電気探査、試錐の結果より決定）上に設置された井によって実施する。
（別添調査方法参照）

調査の実施、方法については別添の調査プログラムによっておこなう。

付表 表 測水調査表 (安城川および地下水位)

地区番号	測定時刻	平沢	測定期日	1969年11月			測定方法		EST3型電気伝導度測定器			測定者	農薬用水源開発計画調査団員	大野考	
				井戸構造	井戸口径	井戸深	井戸口径	井戸深	井戸口径	井戸深	井戸口径				井戸深
安城川	11日 12時50分		安城川平沢橋 平沢邑里川里												
①			分 会												
②	13 00		分 会												
③	14 45		分 会												
④	11日 13 38		分 会												
①	16 07		分 会												
1	13 15		平沢邑柳川里 安城川右岸上流	水池											
2	25	部落所有	平沢邑柳川里	コンクリート管	1.45	4.59	3.93	0.95	2.98	7.6	(4.62)	13.4	685		池底質細砂 自然堤防上 (かんがへ期水位上昇)
3	45	"	"	"	0.00	4.39	3.14	0.81	2.33	8.2	(5.97)	14.5	820		自然堤防上 (Fe沈澱多し) (は流水)
4	14 35		孔道面中伏里	鉄パイプ	0.05				遊水池 (1.04)	9.2	(8.16)	14.3	142		" 池
5	55	部落所有	(杏亭里)	コンクリート管	0.94	5.67	3.09	0.86	2.23	9.5	(7.27)	12.6	430		清水自然堤防上
6	12日 11 50	韓 基昌	弘 蠅	"	0.91	9.29	8.28	0.65	7.63	18.0	(10.37)	13.0	132		" , 山 麓
7	12 30	金 益善	" (蘭村)	"	0.75	5.99	4.33	0.73	3.60	20.0	16.4	141	296		" (1927設置)
8	50	部落所有	仏 堂 里	"	0.93	6.70	3.26	0.75	2.51	18.0	(15.49)	13.7	715		濁水 "
9	13 08	朴 弘圭	乾川里(竜井里)	"	0.60	3.42	2.77	0.76	2.01	13.0	(10.99)	15.4	106		清水自然堤防上
10	13 30	方 鎮元	"	鉄パイプ	0.05					10.0		15.2	118		Fe沈澱多し
11	14 00	部落所有	乾 川 里	コンクリート管	0.75	3.17	2.66	0.45	2.21	9.5	(7.29)	15.2	700		清水自然堤防上
12	14 25	"	桑 砂 里	"	0.76	3.59	1.30	0.79	0.51	10.0	(9.49)	15.2	68		谷津田

12日 16.07
気温 17.4℃

V 追 補

(この章に述べる事項は前回調査の報告書の追加説明である。説明の内容は若干、細部にわたるものとなっているが、今後の技術開発の参考資料となることを期待して提供することとした。)

1 韓国における地下水の賦存状況（追記）

第2次調査報告書においては、各道別の地下開発事業の状況および、その資料によって検討した韓国における地下水の賦存状態について述べた。しかし、地形地質的な条件については、検討が不十分であった。

このため、本調査報告書において、その後検討した事項について付記する。

(1) 沖積層および洪積層の特性。

第2次調査報告書において述べたように、現在開発の中心となっている帯水層は、主として沖積層および洪積層である。この外に裂水の状態をしめす古生層中の石灰岩、第3系以後の火山岩類があるが、地域的に限られておりと共に開発が極く一部の地域しか実施されていないし、検討すべき資料が少ないので除外して述べることにする。地形、地質について第2次の現地調査で把握し得た主な事項は次のとおりである。

a 洪積層

現地調査の結果、露頭の状態を確認されたものは、慶尙南道の三千浦市および固城邑地域、忠清南道保寧郡車嶺山脈北西麓地域、釜山市街地北東部山麓部、大邱市市街地等である。これ等の地域は、標高40~60mの間にあり、堆積物は、主に赤褐色又は褐色砂礫層よりなっている。このうち大邱市は内陸部であるが、他の3地域は、海岸に近い地域である。

なお、海岸部において地下水開発のおこなわれた慶尙北道浦項市および全羅南道白船地域の機械管井の地質柱状図から判断すれば、浦項市においては第三紀層上部に、白船地域においては古生代の地層から変成されたと思われる片麻岩類の上に、それぞれ1~5mの洪積層の存在が推定される。その標高は海面下15~30mである。

これ等の地層の厚さは一般に薄く、最大5m以下であり、化石および特色をしめす地層が認められないこと、分布が遠くはなれている等のために対比することはむづかしい。このような状態から韓国における洪積層についての研究は現在十分な研究は進められていない。したがって地質時代の区分が出来ないので、日本における洪積層と厳密には、対比することは出来ないが、後氷期の世界的な海水準の上昇期と考えられるウルム氷期後の間氷期堆積物であると推定される。

b 平坦面区分

韓国における平坦面は、標高約20m以下の沖積層、標高80~100mの段丘面、標高約200m面、標高300~400mの面がある。標高200mより高い2つの面は堆積物がなく時代的区分は出来ないが、標高80~100mの面は一般に基盤（先第四系）岩類の風化物が直接露出していて風化土壌の外堆積物が全くない丘陵地と丘陵に入りこんでいた小河川を埋めている堆積物をもつ扇状地状の平坦面とからなっている。この平坦面における数カ所の人力管井の施工状態を見ると基盤岩類の風化帯の上部には腐植層（厚さ約1m）を挟在する砂および砂礫層が存在していることが多い。この地層は、下位の沖積面形成より古い時期（前述の洪積世）に堆積されたものと推定される。沖積面は、明確な堆積物の時代は定められていないが、沖積世の海水準の上昇期の縄文海造期の堆積物と思われる。

c 耕地の分布

韓国の耕地面積は1968年農林部資料によれば2338,000町で、このうち水田は1,300,000町、畑は1,038,000町である。水田の分布は、江原道の1部では標高120mにまで達しているが他の地域では、略標高100m以下に存在する。これを平坦面区分と対比すると標高80~100m平坦面以下の沖積面および段丘面の標高に相当する。これ等の地域内にある現況の地表水（湧水も含む）を利用して開発出来る限度にまで達しているものと思われる。畑の分布は、標高100m以上の地域に主として分布し、これ以下の標高でも水利の便のないところでは畑の分布がみられる。一般に水田分布標高より高位にあり傾斜畑の形態をとるものが多い。

d 山麓部における土壌区分

第2次現地調査の結果によれば、風化残積土の性質をもつものが主で大別して次のように区分される。この区分は母岩の種類とは特に関係なく見られるが、その厚さは所によって異なる。

I 赤褐色土帯 母岩の形質を全くとどめず全く風化土壌化していて、水を吸収すると朱色をしめし、粘性が強くなる。

II 黄褐色土帯 母岩形質を僅かに持っているが、風化が進み掘削することによって耕土となる。

これ等の土壌は、丘陵地および山地斜面に分布がみられるが、標高100m以下の低い地帯に赤褐色土壌が厚く分布し、標高100~200mの高い地帯に黄褐色土壌が厚く分布する傾向がある。これ等の土壌の境界は、遠方からは比較的良く区分することが出来るが、接近すると明確に捕えることは困難で風化母岩から黄褐色土、赤褐色土と漸移するものである。これ等の土壌の形成は、主として洪積世において形成されたものと推定される。

(2) 平坦面の分布

前述のような地形地質的条件から判断して、比較的よく平坦面の分布を表現出来る方法として、1/250,000地形図によってこれを表現すると図-2の平坦面分布図となった。ただし1/250,000地形図は、等高線が100m間隔であるため標高100m以下については表現出来ないため、この部分についての細部の検討は出来ない。しかしながら平坦面分布の状態の大要を把握するには、前述の耕地の分布状態等の関係から大きい支障にはならないものと思われる。この図によってしめされる特徴をあげると次のようである。

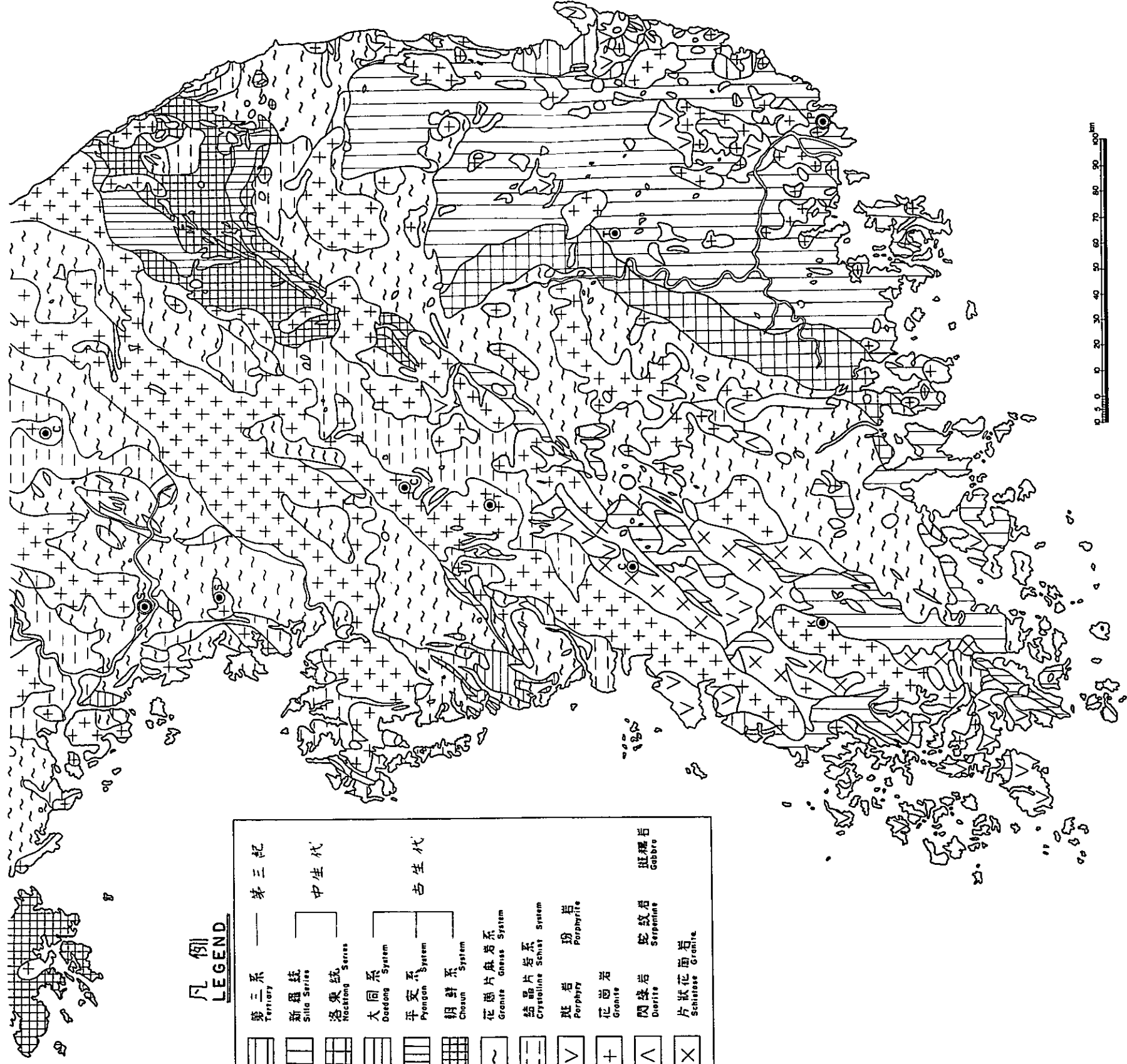
- a 平坦面の配列は、図-1の韓国の地質図と対比すると、その地質構造とよく一致した様相をしめしている。即ち、平坦面は北東-南西の方向に配列している。このことは韓国には火山等による新期堆積物の分布が非常にせまいので、古期岩層が直接露出するため、これがしめす地質構造によって地形が支配されることによって起きた現象であると推定される。
- b 平坦面の分布は東海岸と南海岸沿いの地域でせまく、西海岸および東海岸の兄上江、大和江、南海岸の洛東江流域では広がっている。これは、東海岸と南海岸地帯は、河川勾配が西海岸および洛東江、兄上江、大和江の流域より、急であるためと思われる。
- c 平坦面がよく発達している地域を細部にみると、河川に沿って数珠状の形態で分布していることに気付く。平坦面の広がるのせまい所は基盤岩類が露出し、広い所では沖積層および洪積層が分布する。
- d 標高200m以上の高位にある平坦面は、これより低位にある平坦面と分離して存在することおよび北東部の地域に多いことを特徴としている。又地質構造帯に沿って分布している。
- e 前述のような状態から平坦面を区分し、その特性をしめすと次の表-1平坦面地域区分表のようになる。これによれば平坦面は、標高0~100m、100~200m、200m以上の低位、中位、高位の3つに区分される。低位の平坦面は主として厚さ約10m以下の沖積層(砂、礫、粘土層の互層)が分布し、一部には洪積層(礫、砂層)が存在する地域である。中位の平坦面は、低位平坦面のような水成堆積物はなく、風化した基盤岩類の上に崖錐堆積物が掩っている。高位の平坦面は風化基盤岩類が直接露出する。

(3) 管井区分での対比

第2次調査報告書の管井区分と前述の地形・地質条件(平坦面区分図、地質図)と対比すると次にあげるとおりである。

- a 管井のA、B群(比湧出力 $530\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$ 以上および $265\sim 530\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$ の能力を有する管井)は、沖積層および洪積層の分布する低位平坦面地域に主に存在し、時には中位平坦面にも存在する。管井のA群は、沖積層が厚く、河川に近接する低位平坦面地域に限られる。
- b 管井のC、D群(比湧出力 $133\sim 265\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$ および $133\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$ 以下の能力を有する管井)は、中位および高位平坦面の分布する地域に存在する。管井のC群は、高位平坦地域に多い。

GEOLOGIC MAP OF KOREA (South)



凡例 LEGEND

第三系		中生代		古生代	
第三系 Tertiary	新羅統 Silurian Series	洛東統 Nackdong Series	大同系 Daejeong System	平安系 Pyongan System	朝鮮系 Chosun System
花崗片麻岩系 Granite Gneiss System	結晶片岩系 Crystalline Schist System	斑岩 Porphyry	花崗岩 Granite	閃綠岩 Diorite	片狀花崗岩 Schistose Granite
斑輝岩 Gabbro	蛇紋岩 Serpentine				

表-1 平坦面地域区分表 (その1)

平坦面の地域区分	主な地質構成 および地質構造	平坦地の分布状況		
		標高 0~100m	標高 100~200m	標高 200m 以上
錦江と南漢江上流部とを連らねた線以北の地域	花崗岩, 片麻岩および片岩類 地質構造としては北東-南西の方向性がある。	1)海岸平地として漢江, 安城, 挿橋川, 錦江の河口地域西海岸に広大な分布をしめしている。 2)海岸平野から「数珠」状に盆地が連らなって分布するのは西海に流入する漢江, 錦江の流域である。 3)東海岸には狭小な海岸平野がある。	1)臨津江, 漢江の中流より上流地域 2)安城川, 錦江の本川および右岸支流(鎧鳩川)の上流地域 これ等の地域に「数珠」状に低位平坦地につづいて分布する。特に南北漢江が合流する地点より上流部に広く分布する。	1)北漢江右岸支流(洪川江, 内麟川)上流部 2)南漢江右岸支流(堯川平昌江)上流部 これ等の地域に低位平坦地と分離された形で分布するが, 地質構造帯の方向と略同一な配列をしている。
上記の線と, 榮山江, 蟾津江および錦江, 洛東江右岸支流南川, 乃城川を連らね東海岸の桐谷川に達する線との間にある地域	花崗岩, 片状花崗岩および片岩類 北東部の地域には古生層, 中生層および斑岩, 玢岩類が分布する。 地質構造は北東-南西の方向性が強く河川も同一な方向となっている。	1)西海岸では, 萬頃江, 東津江および榮山江の下流部の海岸平野 これ等の平坦地は北部地域と同様に広い面積にわたって分布する。 2)東海岸では狭小な樹枝状の海平野	1)西海岸に流入する萬頃江, 東津江および榮山江上流部に低位平坦地に連続して比較的広く分布する。 2)分布の形態は, 「数珠」状であるが少ない。	錦江, 洛東江上流に連続し又低位平坦地と連らなって分布する。
榮山江, 津江および錦江, 洛東江右岸支流。南川および乃城川を連らね東海岸の桐谷川に達する線より以南で洛東流域を除いた地域	片麻岩, 花崗岩, 塩基性岩類, 斑岩, 玢岩類が分布し, 南端部に中性層が見られる。 他の地域に認められた北東-南西性の地質構造は比較的不明確となっている。	1)南海岸には狭小な平坦地しかない。 2)蟾津江上流に小さいが「数珠」状の盆地が存在する。	1)大規模な平坦地は少ない。 2)蟾津江の本流および安城江の上流部に僅かに分布する。	1)南江上流の渭川, 岩広川流域では100~200mの平坦地に連続して分布する。 2)蟾津江上流には100~200m 平坦地と分離して平坦地が存在する。

平坦面の地域区分	主な地質構成 および地質構造	平坦地の分布状況		
		標高 0~100m	標高 100~200m	標高 200m 以上
洛東江流域およびこれより以東の地域	走向が北東-南西で傾斜が南東な、砂岩、頁岩の互層からなる。中生層が広く分布する。この地層を貫いて花崗岩、斑岩および珪岩が、これに掩われて花崗岩が又これを掩って東海岸部に第三紀層が分布する。その配列は中生層の走向と一致している。	1)洛東江流域に「数珠」状に広く分布し、特に右岸支流地域に分布する。 2)兄山江および大和江の流域の中流部に分布する。 3)前者は北東-南西の配列をしめすが後者は略南北の方向にならぶ。 4)東海岸では、狭小で不規則な樹枝状の分布をしめす。	1)洛東江上流地域に集中し、特に左岸支流(琴深江-琴湖江, 柴湖江, 渭川, 半辺川)地域は規模が大きく、右岸支流(額川, 甘川, 黄江, 南江, 乃城川)地域は比較的規模が小さい。しかし南江流域は袋状で小さい。 2)兄山江, 大和江の流域は、100m以下の平坦地につづいて樹枝状に分布する。	1)洛東江左岸支流(半辺川, 乃城川, 琴湖江, 渭川)の上流部および右岸支流(乃城江)の上流部に分布する。 2)洛東江本川の昇易城川, 黄江の上流に分布する。 3)多くは100~200mの平坦地が連続した形で分布する。 4)東海岸には分布していない。

2 韓国のポンプ計画における問題点の具体的方策

泰仁, 昌原をはじめとする大規模団地計画地区の揚排水機計画については, 前回第二次用水資源開発計画調査報告書に細部検討した結果を記載したが, 今回はかかる諸問題のなかで今後とくに留意していきたいものについて具体的解決策を図るうえに必要な基本的考え方について述べる。

(1) 調査日程

期 日	調 査 事 項
12月4日	東京発8時40分 ソウル着11時
12月5日	畑地かんがいのポンプ計画について 内部 study
7	〃
10日	〃
12月11日	揚水施設効率向上の問題点及び工事費節減の対策方を討議
12月12日	京畿道安城地区現地踏査
12月13日	揚水施設における手動及び自動運転に対する比較検討, 維持管理費節減方策討議
12月15日	午前中・電機工場視察 (韓 永 工 業) 午後 ウォータハンマ, キャピテーション現象について理論的説明及び設計上の留意事項等について討議
12月16日	揚水施設に関する総合討議 (土聯担当者, 製作会社(二社)出席)
12月17日	土聯会長訪礼, 調査結果を報告
12月18日	帰 聯 国

(2) 韓国におけるポンプメーカーの実情について

前回の訪韓において大型ポンプの代表メーカー生産者1社を視察し, 今回は, 電気機器の代表メーカー1社を訪門した結果, 総括的な所見を述べれば次のとおりである。

i 過去の製作実績について

(ア) ポンプ型式 タービン，渦巻，横型斜流，軸流

現在各国で使用されている機種は韓国においても製作実績をもっているものと認められる。

- (イ) 口 径 最大 1,000 耗まで 1社
最大 700 耗まで 1社

最近ポンプ施設は大型化し，日本における実績例を挙げると，口径4,200 耗まで製作されている。したがって韓国におけるものは中型程度までと解釈出来る。

- (ウ) 揚 程 最大 100 m前後のもの。

ii ポンプ価格について

ポンプ価格は，形状および加工の複雑性，重量屯の軽重等について決定されるもので口径，揚程，揚水量が同じ場合通常次の様に考えて，まづ大きな問題はない。

横型軸流<横型斜流<ウズ巻<堅型軸流<堅型斜流

しかしながら韓国におけるポンプ需要の大半は，ウズ巻型である。したがって製作上の馴れからウズ巻型ポンプが一番コストを下げる事が出来るように理解された。今後はポンプの大型化につれて，軸流，斜流，ポンプの製作合理化を検討すべきであろう。

iii 運転制御方式について

韓国におけるポンプ施設の運転方式の大半は，手動によるものである。したがって自動運転に必要な電磁弁，タイムリレー，継電器，保護設備，警報装置等一連の電気機器の精度，及び耐久度については未だ問題点が多いことが挙げられる。

電動機，主変圧器等は米国主要メーカと技術提携を行ない，技術水準もかなり高く，軌道に乗っているように認識された。

iv 考 察

韓国における土地改良事業の発展に伴い，用水施設の完備，圃場整備，用排分離，畑地かんがい，草地造成等の多角的事業が進捗し，ポンプ施設の大型化，技術の高度化，及び高揚程のものにいたるまでの需要が急速に伸びてくることは確実である。したがってこれに対処すべく，工場設備の拡充，技術水準の高揚等今からとくに心掛けて万全の対策を構ずる必要があると思料される。

又，前回提示した設計上の諸問題のなかでも，メーカの企業努力をとくに必要とするものが多く，これらの点も含めて視野を広く求め，国際的技術水準の到達に鋭意努力することこそ肝要であり，このことが将来の建設費及び維持管理費の節減に直接結びつく要因であると確信する。

(3) ポンプ効率の向上について

ポンプ効率は，比速度のとり方や，羽根車，ケーシングの形状，軸封装置，軸受形式及び鑄鉄地肌の影響をうけることは，前回の報告書に詳述した。又，ポンプ標準効率を吐出量と関係づけて，日本の場合と比較してみると相当の格差のあることも述べた。

したがって，保証効率を高める急務を控えて，当面次の事項について改善の必要性があると思料される。

- (1) 鑄鉄地肌の品質向上
- (2) 軸封装置，軸受形式の技術向上
- (3) 設計，製作の技術向上
- (4) 納期の検討

i 鑄鉄地肌の品質向上について

ポンプケーシングと羽根車の材料を選定することは、そのポンプの主要材料が決定されたことを意味する。常温の淡水を取り扱う材質の多くは、鑄鉄品を使用する。したがって良質な鑄鉄により製作されたポンプは良い効率を保証することになる。以下良質な鑄鉄製品を得るための手順を示すと次のとおりである。

(ア) 鋳 鉄

鑄物用鋳鉄が適当でない場合は、早冷め、逆テル、湯口下の引け巣、亀裂等の欠陥を生ずる原因となるから良質の鋳鉄を使用することが肝要である。

(1) 鋳 鉄

日本においては、ケーシングは通常ネズミ鑄鉄品FC20～FC25を使用し、羽根車については、FC20～FC25又は、ダクタイル鑄鉄FCD40を採用している。鋳鉄は、有害な鑄巣亀裂、及び偏肉等の欠点があることは絶対許されないが、効率向上を図るためには、鑄型の高度な技術（ポンプは圧力鑄物であり、形状も極めて複雑である）を必要とする。

これは過去の豊富な経験によることが絶対必要で、歴史の古いメーカーの高度な技術導入等により、或程度の技術向上を図ることが出来得よう。

(ウ) 鑄鉄品の検査

- 外觀検査 : 湯口下の引け巣、気泡巣、酸化物の混入、亀裂等の検査
- 破面検査 : 破面組織の粗密及び不均一等の検査
- 化学検査 : 元素分析、残さい分析、ガス分析、黒鉛球状化試験（顕微鏡組織）
- 物理検査 : 引張強さ、硬さ、衝撃強さ、疲労強さ、高温強さ、耐食性、耐摩耗性、減衰性

ii 設計、製作の技術向上

ポンプ生産界の設計、製作の技術向上を図るには、研究、設計関係の揃った陣容を擁し、優れた工作機も完備し、検査、試験の制度も確立して、良心的な信用のおける製品を製作することにある。

元来ポンプ工学は、理論から始まり、より一層の躍進を遂げるためには豊富な経験を有することが絶対条件である。しかしながら韓国の現況をみると、未だ需要が少なく、殊に大型ポンプについては製造の経験もない。

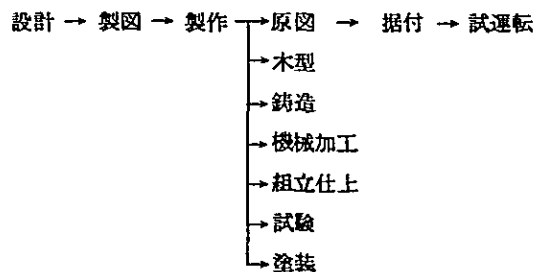
このような情勢下において飛躍的な技術向上を意図するためには、多少の困難をおしても(1)外国メーカーとの技術提携 (2)工作機械の完備 (3)ポンプ性能試験設備の確保等に全力を注ぐべきであろう。

勿論、メーカー（生産者）側の企業努力のみならず、ユーザ（発注者）側の積極的な忠告が必要でありました、高度な設計を織り込んだ発注を行ない、常にメーカーを刺激することが望ましい。

又、メーカーとユーザの技術交流も必要に応じて行ない、常に新しい技術を設計に採り入れるよう心掛けるべきである。例えば現在、各メーカーが保証出来る効率を調査して、設計の参考にするなどメーカーの企業努力を直ちに反映すべきである。

iii 納期の検討

ポンプ製作の工程は概ね次のとおりである。



ポンプの性能を決定する最も重要な工程は、工場における製作であり、工期の大部分をこれに消費することになる。

発注者は工場に常駐して製作過程において細部に亘って監督することが望ましいが、現実的に不可能な場合が多いので、メーカーの責任施行及び抜き取り検査等の方法をとるのが通例である。

したがって製作精度を高めるためにも十分な工期をとる必要がある。工期を異常に短縮すると、製作工程に無理を生じ、ことに鋳鉄製品等吟味されたものが出来ず、製品の不良化を招来させる原因になりかねない。

ことに大型ポンプの発注に際しては、工期を重要視し、発注者、受注者間において十分の検討を加え適正な期間を決定すべきである。

(4) 損失水頭について

損失水頭の考え方については、前回詳細に報告した。即ち、損失水頭は、水路の摩擦によるものと、形状変化によるものの兩者より成立つが、いずれも速度水頭 V^2/g の関数として表示できるので損失水頭の計算を行なうには各口径ごとの V/g と損失係数 f を求め $f \cdot V^2/g$ を積算することになる。

したがって損失係数 f のとりかたが問題になるが、これについては日本の実例を前に述べた。韓国においてもメーカーと協議して、明確な数値を確立しておく必要がある。管路、弁などの損失に余裕をとり過ぎると運転点が高揚程側にずれ、余分の流量を流すことになり使用目的によっては不都合な場合もあり、ポンプによっては、空洞現象を起すこともある。したがって損失も大きくみることは、実際のポンプ性能が予想性能より変わることであり、原動機容量の余裕値とは全く別の意味をもっている。

(5) 運転の自動化

ポンプの自動運転の目的は、運転の合理化と経済性にある。ことに大規模なポンプ場においては建物が広くなりかつ起動操作、運転操作も、おおがかりで複雑になる傾向にある。したがって小数の運転員では困難をきたすことになり、維持管理の合理性および経済性から、機側操作から漸時自動化の方向にすゝむ様になる。

自動化の程度を決定するには、下記の点を十分検討されなければならない。

I 使用目的

用途上人為操作にすべきか、自動操作にすべきかについての適切な判断

II 確実性

故障に対する保護処置、予備機の自動起動の要否、誤操作の発生程度

III 使用頻度

運転時間(日、月、年間)と需要水量の変動程度

IV 設備費、金利の検討

V 設置場所

ポンプ据付場所と操作場所との距離等の検討

VI 維持管理費

動力費、人件費、保守管理費等の検討

VII 運転者の技能程度

初心者、単なる運転者、高度な技術者等の別

こゝで云う自動運転とは、ポンプの起動、停止の判断、指令を他からあたえ、それ以後の細部動作は検出端を介して順次に連動させる方式である。

自動運転を操作方式別に区分すると次のとおりである。

I 一人制御連動操作(ワンマン・コントロール)

指令は1人の運転者によって発する。

ii 遠隔一人制御(リモート・コントロール)

指令は1人の運転者によって発するが、この指令は遠隔地から発信する。

iii 全自動操作

無人化して操作指令、台数選択までを完全に自動化したものである。

韓国における自動運転については前にも述べたように、経験も浅く始んど今後の課題としてとりあげられることになろう。いづれにしても制御装置の確実性、故障に対する保護、及び安全性が要求され、これらが保証されなければならない。メーカーにとっては、今後の需要の見透しが必要であろうが、これは単なるポンプ運転のみならず、他の数多いプラントの制御方式にも採用されることを配慮すれば、この際は是非本格的な研究に取り組み、優秀な製品の生産に傾注すべきである。

(6) ポンプ性能試験装置の設置について

ポンプが製作仕様どおりの性能をもつものであるか、又メーカーが保証した事項が満足されたものであるか等の確認は、工場において検査されなければ、現地据付後では試験が出来ない。

したがって、工場におけるポンプの性能試験は、非常に重要な意味をもち、日本においては、この性能試験がポンプ製造工程において、大きな比重を占めて綿密に点検されているのが通例である。

又この試験装置方法等については、JIS(日本工業規格)に制定され画一的に実施されている。

即ち、試験種目の主なるものを列挙すれば次のとおりである。

I 揚程試験

揚程の測定に使用する計器は、次のものである。

(ア) 圧力計、真空計

(イ) 液柱計

(ウ) U字形水銀液柱計

ii 揚水量試験

揚水量の測定は次の方法によっている。

(ア) セキによる方法

(a) 直角三角セキ (b) 4角セキ (c) 全幅セキ

(イ) オリフィスおよびノズルによる方法

(ウ) 容器による方法

但し大型ポンプの試験は、セキによる方法を採用している。

iii ポンプ水圧試験

特別の規定がない場合には、規定圧力が10%以下のとき規定圧力の1.8倍とし、10%を越えたときは、規定圧力の1.3倍に5%を加えた圧力を標準とする。(この場合の規定圧力とは規定揚程を圧力に換算した値である。)

iv ポンプ回転数

ポンプの軸回転数は、その $\frac{1}{200}$ まで読みとるものとする。

v ポンプ軸動力

ポンプ軸動力の測定は、正確な試験によってその性能の明らかな原動機によるが、動力計を用いる。

vi ポンプ効率

ポンプ効率は、測定された諸数値を用いて次の式により算出する。

$$\mu = P_L / P \times 100$$

ここに η : ポンプ効率 (%)

P : 軸動力 (kW)

P_L : 理論動力

$$P_L = 0.163 r Q H$$

r : 揚液の単位体積重量 (Kg/ℓ)

Q : 揚水量 (m³/min)

H : 全揚程 (m)

性能試験成績の判定は、規定回転数においてつぎの各項により行なう。

- I 規定揚程におけるポンプ吐出量は規定吐出量か、またはそれより大でなければならない。
- II ポンプの締切揚程は、ポンプを使用する装置の実揚程より高くなければならない。実揚程が不明な場合、または2台以上並列運転を行なうポンプにおいては、その締切揚程は規定揚程より高くなければならない。
- III 揚程曲線の頂点における吐出量は、規定吐出量より小でなければならない。
- IV ポンプの所要動力は、規定吐出量において原動機の規定動力を超過してはならない、かつポンプを使用する装置の抵抗曲線とポンプの揚程曲線との交点の吐出量においても規定動力を超過してはならない。
- V 規定揚程におけるポンプ性能は、キャピテーション(真空現象)発生時に見られるような揚程の垂直降下を示してはならない。
- VI 規定回転数で規定揚程の場合におけるポンプの効率の数値は、性能曲線より求めるものとする。
もしその値が規定効率(η_n %)より低いときは、その許容値は(6-0.05 η_n)%とする。
- VII 運転状態の判定は、つぎの各項による。
 - (ア) ポンプは、規定の運転状態において運転が円滑であって、各部の振動はきわめて軽微で、騒音があってはならない。
 - (イ) 軸受の上昇温度は、ポンプが規定の負荷状態において連続運転を行ない、軸受温度がほぼ一定したときに測定するものとし、その温度は特別の規定がない場合は、周囲の空気温度より40℃以上高くなってはならない。ただし温度は、潤滑油中またはメタル外側において測る。
なお、冷却装置をもつものは、冷却器の冷却水の温度が使用状況における最高温度でも、十分に冷却の目的を達するよう注意する。
 - (ウ) 運転中、パッキン押えにおける温度上昇が少なく、水の漏れは、空気の進入するのを防ぐに必要な程度としその量は著しくあってはならない。

以上、JISに制定されている試験要目の概要を述べたが、韓国メーカーにおいても早急にこれ等試験が可能である設備を計画し、善良な品質管理を実施すべきであると思料する。

日本に於ては、現在3000^{mm}の程度までの試験は実物で実施出来る水槽を設けている。

このことは高性能のポンプを生み出す、大きな要因であり、技術水準の高揚に多大の貢献をなすものであると確信する。

(7) その他

日本国内における最近の一般的動向の一端にふれて参考に供したい。

上下水道、農業用排水、埋立、浚渫をはじめ建築用としては消火、暖冷房、娯楽施設などあらゆる用途に使用されるポンプの数量と種類は極めて多い。この多岐多様にわたるポンプについて一様に希望されることを要約す

れば次の3点にせられよう。

- (1) 性能がよいこと
- (2) 取扱いが容易で、過酷な条件にも堪え得る構造のものであること
- (3) 価格が低廉であること

(1)のポンプ性能については効率の高いポンプを設計製作することであり、最近では効率90%以上の超大形ポンプも製作されるようになった。今後も効率の改善については、メーカーは懸命の努力を続けている。

(2)のポンプ構造については、取扱いが容易で堅牢であることが条件で、最近では小型では自吸式ウズ巻ポンプ、水中モータポンプ、大形のものではチューブラポンプ(詳細については、前回報告済み)などが脚光を浴するようになってきている。

(3)のポンプ価格については、特に汎用性の高いポンプについて、仕様、構造、材質、寸法ならびに価格を標準化し、完成品として在庫する機種と、半組立品または部品で在庫する機種と二つの生産方式を採用し、生産費の低減をはかっている。今後は、ますます標準化の範囲が拡大されていく傾向にある。

次に上下水道、農業用排水などの大規模なポンプ設備では、1人制御あるいは遠隔1人制御の運転方式、または全自動運転等のポンプ運転の自動化が目立ってきている。これは電気機器の最近の著しい進歩と、人件費節減の一般社会情勢の流れに沿って必然的に生じた現象である。なお、この傾向は単に大規模ポンプ場のみにとどまらず、遠隔僻地、ポンプ構造の特殊性により運転の自動化はますますその範囲を拡大している。

又、ポンプの設置場所によっては、送水距離が著しく長くなり、かつ配管が地形にそって多くの起伏をもって伏設される場合ポンプを運転し、弁を開放して送水中に停電などにより、急にポンプ駆動を絶つと送水管中の水は急に流速を減じついでには逆流に転じ管内圧力に大きな昇降を生ずるいわゆる水撃現象(ウォーターハンマ現象)について、最近では図式解法やこれらにもとづく図表(代表的なものはパーマキアン氏および金野氏のチャートがある)が公表され、容易にウォーターハンマ現象をつかむことができるようになって、これらを回避するための方策が講じられるようになった。おもな軽減方法を列挙すると次のとおりである。

- (1) フライホイールを設けて、回転慣性 GD^2 を増大させ、回転数と管内流速をゆっくり変化させる。
- (2) 吸気弁を設けて負圧発生箇所に空気を自動的に送り込ませる。
- (3) ワンウェイサージタンクを設けて負圧発生箇所に水を自動的に送り込む。この場合タンクの設置場所に吟味を要する。また必要により複数となる場合もある。
- (4) サージタンクを設ける。この場合はウォーターハンマに対しては完全の防止対策になるが、設備費が過大となる。

近代設備が整備されるにつれて、在来、模型実験で換算せざるを得なかった大形ポンプが、口径3,000mm程度のものは実物試験が可能であるような設備が各メーカーにおいて完成されている。また模型も精度の高いものが製作され、アクリル樹脂製の透明ケーシングにストロボスコープの併用による運転中のキャピテーションなどの観察、ビトー管、オシログラフ、トルクメータなどの測定器具が実用向きに採用されている。

3 畑地かんがいのポンプ計画について

(1) 概要

畑地のかんがい方式には、通常(1)畦間かんがい法 (2)撒水かんがい法の2方式が採用され、殊に最近脚光を浴び始めたのが撒水かんがいである。

撒水かんがいの利点について別途述べていることでは、省略し、以下撒水かんがいの揚水機設備計画について述べる。

(2) スプリンクラーシステム (Sprinkler-System) の分類

スプリンクラーによるかんがい設備は (1)スプリンクラーヘッド (2)立ち上り管 (3)カップリング (4)支管 (5)主管 (6)ポンプ (7)原動機から構成される。

I 恒久的システム

支管、主管、ポンプ、(原動機)は総て固定施設として、スプリンクラーのついた立ち上り管を逐次容易迅速に着脱し、かんがいを行なう方式である。

この方式は施設費が多少嵩むが、将来の維持管理費について、殊に労務費等の節減を図ることが出来る。

果樹園、密柑畑等には適した方式である。

II 半恒久的システム

主管、ポンプ(原動機を含む)は、固定施設として、支管、立ち上り管、スプリンクラーを可搬式としているもので施設費の節減を考慮に入れたものである。

果樹園、恒久的な牧場、作付の境界の定まっている作物畑のかんがいに適する。

III 単可搬式システム

ポンプ(原動機を含む)は、固定施設として、主管以下、スプリンクラーまでを可搬式としているもので施設の簡易化を図っているものである。

輪作を必要とする作物や、作付の境界を変える作物をかんがいするに適する。

III 可搬式システム

設備全体を可搬式としたもので他の表面かんがい法でかんがいされる他の作物と輪作される作物をかんがいに用いる。

(3) ポンプの種類

配水槽式及び圧力水槽式のいずれの送水方式による場合においても揚水ポンプが必要となる。

畑地かんがい地区の揚水は、現地の立地条件によって様々で一概に云えないが、通常、次の特色をもつ、

- (1) 水頭が比較的高いこと。
- (2) 揚水量は、低湿田地帯の排水と異なり、容量はそれほど大きくないこと。
- (3) 撒水かんがい法の場合は、規定の圧力が末端まで必要となって来る。
- (4) 輪作かんがい法の場合は揚水施設がなるべく簡易であること。
- (5) 一般に農民が扱うことが多いから使用法が簡便で保守管理が容易であること。
- (6) 畑地かんがい地区特有の地形に対する水撃作用対策などが必要となる。

以上の諸点を考慮に入れたポンプを列記すると次のとおりである。

- (ア) 横軸片吸込ウズ巻ポンプ
- (イ) 立軸片吸込ウズ巻ポンプ
- (ウ) 横軸多段ポリェトポンプ

- (㉔) 横軸多段タービンポンプ
- (㉕) 水中モータポンプ
- (㉖) 立軸斜流ポンプ
- (㉗) 横軸タービンポンプ

上記の例から考えられることは、低 n_s のポンプが、畑地かんがいの場合には最も多く使用されていることである。ポンプ型式の選定にあたっては各種ポンプの特性の全般を熟知することは勿論であるが、通常揚程変動が少なく計画点近くで常に運転するような場合には、案内羽根を有するタービンポンプでよいが、揚程変動が、激しい計画については、むしろ案内羽根を有しないポル्टポンプ又は場合によっては、低 n_s 斜流ポンプが有利である。

日本における最近の畑地かんがい用のポンプは圧倒的にポル्टポンプが多く、とくに最近はその有利性から低 n_s 斜流ポンプの使用範囲も検討され始めている。

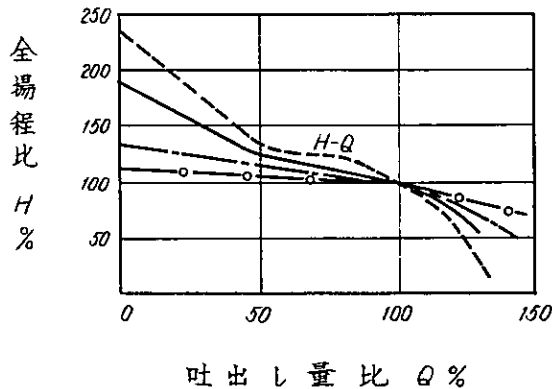
価格の点で考えれば、特別の場合を除き、一般的に次の様に云われている。(但し機械費のみを比較したものである)

水中ポンプ > 横軸多段タービンポンプ > 横軸多段ポル्टポンプ > 立軸片吸込ウズ巻ポンプ
> 横軸片吸込タービンポンプ > 横軸片吸込ポル्टポンプ > 立軸斜流ポンプ

(4) 各種ポンプの特性比較

ポンプ特性の傾向は比速度 n_s によってほぼ決ってしまうものであり代表的な機種と n_s をビクアップして、最高効率点における、吐出し量全揚程、軸動力を100として、それぞれ百分率で表示したものを図表で示すと次の様になる。

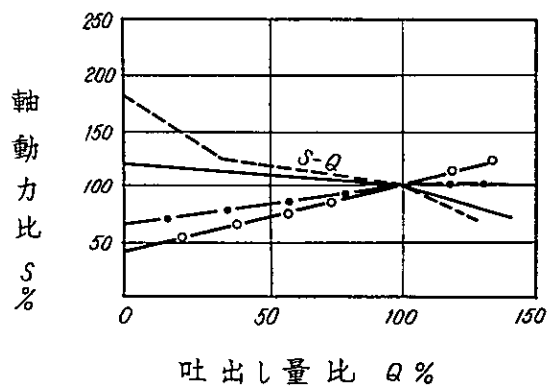
図-1 全揚程、揚水量性能曲線図



(註)

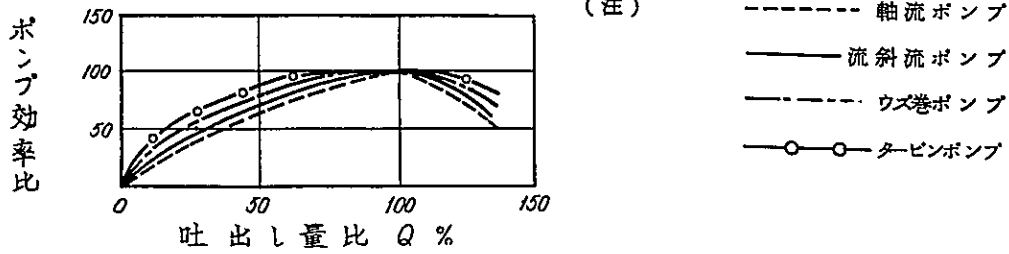
- 軸流ポンプ
- 斜流ポンプ
- · - · - · ウズ巻ポンプ
- タービンポンプ

図-2 軸動力、揚水量性能曲線図



- 軸流ポンプ
- 斜流ポンプ
- · - · - · ウズ巻ポンプ
- タービンポンプ

図-3 効率, 揚水量性能曲線図



(注)

- 軸流ポンプ
- 流斜流ポンプ
- · - · - · ウズ巻ポンプ
- タービンポンプ

表-1 各種ポンプの特性表

項目	ポンプ形式	タービンポンプ	ポリュートポンプ		斜流ポンプ	軸流ポンプ
			n_s 小	n_s 大		
全揚程	H-Q 曲線の傾向	最も平らな傾向をもち、縮切付近で山形になることがある	右下り常降性でなだらかである	右下り常降性でQが大なる。領域では、少々急勾配になる。 Q=0附近では n_s 小のものより揚程が大となる	右下り常降性で軸流ポンプとウズ巻ポンプの中間特性である	右下り急勾配で、規定揚程よりも高い(130~160%)所に変曲点があり、不安定運転になることがある
	切揚程と規定揚程の比率	110~120%	110~130%	130~150%	140~200%	200~300%
	揚程変動に対する吐出し量の変化	大きい	大きい	やゝ大	軸流ポンプとウズ巻ポンプの中間	小さい
		Q=0のとき動力Sは最小Qが増せば、動力はほぼ直線状に増加する	Q=0のとき動力Sは最小Qの大と共に大きくなり最高効率点より少々Qの大なる点で最大値となる	Q=0のとき動力Sは最小であるが最高効率点附近で動力が最大値となる	Qが変化しても動力変化が少いがQ=0に近づくほど少々大きくなる傾向である	動力曲線も右下りであり且つ最高効率点より大水量側では勾配がきつくなる傾向である
	切時の所要動力と最高効率点の動力との比	40~60%	40~60%	60~90%	100~130%	160~250%
ポンプ効率	効率曲線は最も丸みを帯び良い効率の範囲は広い	効率曲線は比較的丸みがある	効率曲線の丸みは少々小さくなる	効率曲線の丸味は小さくなりウズ巻ポンプと軸流ポンプの中間値	効率曲線の丸みは小さく最高値の左右では低下が激しい	
吸揚げ性能	良	良	n_s の増大と共に悪くなる	n_s の増大と共に悪くなる	悪い	
	高揚程のものに適するが、規定揚程よりも多く吐出し過ぎると過負荷となる	中揚程のものに適し、高効率が得やすく、広範囲にわたり使用できる	中~低揚程に適し高効率が得やすく広範囲にわたり使用でき両吸込形にすると吸揚げ性能がよくなる	揚程に変動あっても吐出し量の変化が少ないので排水用に適し切起動が可能で中~低揚程に適す	低揚程に適し、経済的なポンプであるが回転数を比較的高くとるので、吸込が余りきかず軸動力の変動も激しいので正規揚程の130%以下の使用に押え切起動はしないこと	

(5) 畑地かんがいにおけるポンプ台数の決定

日本で実施した豊川用水事業畑地かんがい計画は次の基準によったので参考のため記述する。

(ア) 配水槽式の場合

1機場当たり畑かん支配面積は特に規制せず、1集団面積によって決定することにした。1台のポンプの受持つ揚水量は $0.05 \frac{m^3}{sec}$ 以下とし、かつ原動機出力30kW以下を標準とした。

(注) 日本の場合は37kWで高圧(30KV)、低圧(200V)の境界となっている。従って豊川の場合は電動機を低圧と考えた。

上記の限度を越える場合には、これをポンプ台数を増して補ぎなす。

ポンプは同一容量(特性のすべて同じもの)のポンプにし、並列運転とすることを原則としている。

ただし、配水槽までの送水管路延長が短かく送水管費の点を考えても単独運転とした場合に余り高くない場合は、運転操作が単純となるので単独運転方式も計画することにした。

この様な場合は、揚水機施設費の点から各ポンプの容量を決定すべきで必ずしも同一容量とする必要はない。

(イ) 圧力水槽式の場合

1機場当たりの畑かん支配面積は標準20～30ha 最高60ha 以下を標準としている。

1台ポンプの受持つ揚水量の限界は、 $0.03 \frac{m^3}{sec}$ (30haの畑かん面積相当)までとし、かつ原動機出力30kW以下としている。

(注) 日本における電力会社の需給規定によれば50kW未達は、低圧受電を行うものとし、施設管理のために電気主任技術者をおかなくてもよいことになっている。

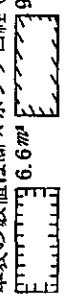
1機場当たりポンプ台数は2台までとする。

1機場に2台のポンプを設置する場合、連合並列運転とした。なおこの場合ポンプは特性の全く同じのポンプ2台としている。

(例：疊川用水の事例) 表-2 1 機場当り支配畑かん面積別(全揚水量) 総揚程別ポンプ規模、電動機出力、ポンプ場建家面積算定表(圧力水槽式の場合)

畑かん面積 (ha)	全揚水量 (㎥/s)	総 揚 程											
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
5	0.005	1.0~15	1.6~20	2.1~25	2.6~30	3.1~35	3.6~40	4.1~45	4.6~50	5.1~55	5.6~60	6.1~65	
10	0.010	2.2x 50s	3.7x 80s	5.5x 80s	7.5x 50M (3)	3.7x 50M (3)	5.5x 50M (4)	7.5x 50M (4)	11x 80M (3)	15x 100M (2)	19x 100M (3)	22x 100M (3)	
15	0.015	3.7x 100s	5.5x 100s	7.5x 100s	11x 100s	15x 100s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
20	0.020	5.5x 100s	7.5x 100s	11x 100s	15x 100s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
25	0.025	7.5x 130s	11x 130s	15x 130s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
30	0.030	7.5x 130s	11x 130s	15x 130s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
35	0.035	5.5x 100s	7.5x 100s	11x 100s	15x 100s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
40	0.040	5.5x 100s	7.5x 100s	11x 100s	15x 100s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
45	0.045	5.5x 130s	7.5x 130s	11x 130s	15x 130s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
50	0.050	7.5x 130s	11x 130s	15x 130s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
55	0.055	7.5x 130s	11x 130s	15x 130s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	
60	0.060	7.5x 130s	11x 130s	15x 130s	19x 130s	22x 130M (2)	30x 130M (2)	30x 130M (2)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	19x 100M (3)	

(注) ① セット数=中間圧式スプリングラー横断面のセット数を示す。(10メートル用)
 ② 全揚水量は疊川用水畑かん計画供給水量
 [ピーク時: $Q = \sum q_i$ (㎥/s)]
 ③ 総揚程とは、ポンプの総揚程を示す(m)
 ④ 本表の数値は概×ポンプ口径(mm)で示す
 ⑤ 6.6m
 ⑥ 9.9m
 ⑦ 16.5mの建家概略面積を示す。
 ⑧ ()内は、ポンプの段数を示す



(6) 畑地かんがいにおけるポンプ型式の決定

日本における畑地かんがいの加圧揚水機は一般的には、ポリユートポンプ(横軸)が圧倒的に多い。口径150mmまでを片吸込とし、それ以上は両吸込とすることが望ましい。これらはすでに規格化されたもので、メーカーにおいても汎用性ポンプとして大量生産を実施しており、ポンプコストも極めて安く、経済的であるからに他ならない。

吸込側型式は原則的に吸水槽型式が望ましいが、水路型式の関係から押込型式となる場合がある。押込型式ではゴミなど異物が直接揚水機に入らぬよう対策を考えなければならない。

吐出側型式については、山地に吐出槽を設置する場合と、平坦地で直接スプリンクラーに直送する場合がある。

(7) フォームポンドの必要性

日本における大規模畑地かんがい地区では、幹、支線水路は常時24時間通水である。これに対して畑地かんがいは、用水量のピーク時のみを24時間かんがいとし、その他の時期は用水量の減少に応じてかんがい時間を短縮することになっている。

また、畑地かんがい地区内では、圃場流量を全期間一定流としてかんがい作業を行うから、幹、支線水路の流量と畑地かんがいで操作される流量との差、即ちかんがい時間の短縮される分だけの水量を調整する貯水池または水槽が必要である。

(ア) フォームポンドの調整容量(豊川用水事業の実例)

一般にある時期の畑地かんがい水路通水量

$$Q' = Au \times D'u / 864 \quad (l/s)$$

これの1日当り水量

$$V' = Q' \times 86400 = 10 \times Au \times D'u \quad (m^3)$$

24時間かんがいをTu時間かんがいとすればその計画調整量を求める式は次式となる。

$$V = 10 \times Au \times D'u (1 - Tu/24) \quad (m^3/日) \quad (1)$$

ただし

$$V \quad \text{フォームポンド調整容量} \quad (m^3/日)$$

$$Au : \text{畑地かんがい面積} \quad (ha)$$

$$D'u : \text{平時(ピーク時以外)の畑地かんがい粗用水量} \quad (mm/日)$$

$$Tu : \text{同上かんがい時間(時)}$$

上式において最大調整容量(V)を与えるD'u, Tuを決定すればよい。

ただし $Au = 10ha$ として

散水かんがいの場合、流量を常に一定としてかんがいすることから、日粗用水量の変動は、かんがい時間で調整する。したがって、かんがい時間Tuを求める式は次のとおりとなる。

$$Tu = \frac{10 \cdot D'u}{10 \cdot Du / 24} = 24 \times D'u / Du$$

これを(1)式に入れると

$$V = 10 \times 10 \times D'u \left(1 - \frac{D'u \times 24 / Du}{24}\right)$$

ただし $Du : \text{日最大粗用水量} \quad (mm/日)$

豊川では $Du = 8.7mm$ として計算している。

したがって $V = 10 \times 1.0 \times D'u \left(1 - \frac{D'u \times 24/87}{24} \right)$

$= 10 \times D'u - D'u^2 \times 10/8.7$ となる。

ここで V_{max} は、 $dv/dD'u = 0$ として求められ、

$$\frac{dv}{dD'u} = \frac{d(10 \cdot D'u)}{d \cdot D'u} - \frac{d(D'u^2 - 10/8.7)}{dD'u} = \frac{10 \times dD'u}{dD'u} - \frac{10/8.7 \cdot 2D'u \cdot dD'u}{dD'u}$$

$$= 10 - \frac{10}{8.7} \times 2D'u = 0 \quad D'u = \frac{8.7}{10 \times 2} \times 10 = \frac{8.7}{2} = 4.35 \text{ mm/日 となる。}$$

$Tu = 4.35 \times 24/8.7 = 12$ 時間

これを(1)式に代入すると、 $V_{max} = 21.7 \text{ m}^3/\text{日}/\text{ha}$ となる。これを $20 \text{ m}^3/\text{日}/\text{ha}$ として豊川では計画した。しかし計画地区の状況によって、かんがい時間の延長を認めて、その下限値を $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ まで許容している。以下豊川の例を図にすると次の様になる。(図-4)

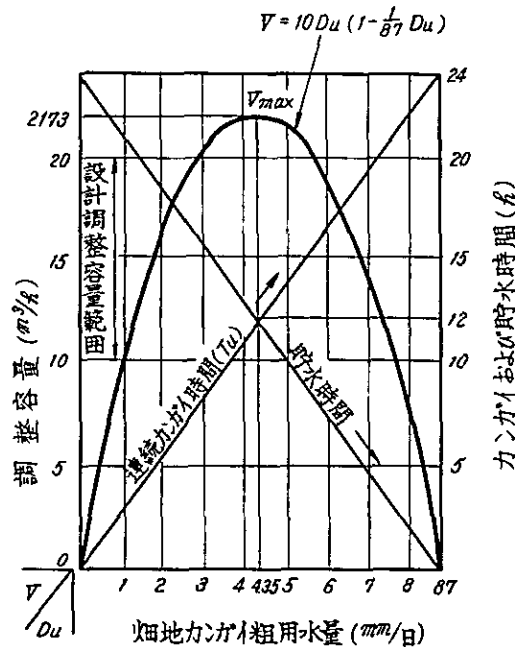


図-4 畑地かんがい粗用水量とha当りの
ファームポンド調整容量の関係

(1) ファームポンドの位置

ファームポンドは畑地かんがいの調整池であるから、その調整能力の範囲でいずれの地点でも設置して差し支えないが水管路上耕地の集団形態、配水組織、既存溜池などの条件を考慮して設計すべきである。

豊川用水では、支線別に一箇所に集中施工する大規模(貯水量4000~6000 m³程度)なるものと、各加圧、揚水機場毎に分散施工する小規模(貯水量500~1000 m³程度)なるものを採用した。

(ウ) ファームポンドの型式

表-3 豊川用水事業畑地カンガイ計画用水量とファーム、ポンド調整容量の関係

月 別	季 別	用 水 量		※カンガイ時 間(Tu)時	ファームポンド調整容量		摘 要
		平均純用水量 (m^3 /日)	平均粗用水量 ($D'u$) m^3 /日		調整を要す る 時 間	ha 当り調 整容量(m^3 /日)	
6	夏	4.0	5.6	15.5	8.5	19.9	※ 8.7 m^3 /日 をピーク時租 用水量とし、 24時間カンガ イとするから $Tu = 24/8.7$ $D'u$ (時)
7		4.6	6.5	17.9	6.1	16.5	
8		4.8	6.8	18.5	5.5	15.1	
9	秋	3.8	5.4	14.6	9.4	20.6	
10		2.7	3.8	10.5	13.5	21.4	
11		2.0	2.8	7.8	16.2	19.1	
12	冬	1.6	2.3	6.2	17.8	16.7	
1		1.5	2.1	5.8	18.2	16.0	
2		1.6	2.3	6.2	17.8	16.7	
3	春	2.0	2.8	7.8	16.2	19.1	
4		2.7	3.8	10.5	13.5	21.4	
5		3.3	4.7	12.8	11.2	21.6	

種類としては自然流下する配水槽型式と、揚水機によって揚水される吸水槽型式及び両者を組合せた吸、吐水槽型式に区分される。構造型式としては、ダム型式と水槽型式に大別されるが、漏水防止のための舗装方法は、現地の状況、規模に応じて最も適切な工法を選択するものとする。

たとえば、鉄筋または無筋コンクリート舗装、アスファルト系舗装などがある。

(8) 圧力水槽容積、設置位置および構造

(ア) 圧力水槽の容積

圧力水槽の容積は、農産物の水洗いとか小規模なかん水(温室など)時の断続運転緩和を目的とし、使用水量135 ℓ /min(スプリンクラー標準1セットの純水量)で最低休止時間5分間を標準としている。

(注) 圧力水槽容積決定算式は次式による。

$$x = \frac{Tq'}{\alpha - \beta} \quad (\ell)$$

$$\alpha = 1 - \frac{p+1033}{p'+1033}$$

$$\beta = 1 - \frac{p+1033}{p''+1033}$$

$$\alpha \leq 70\%$$

こゝに p : 初めの水槽内ゲージ圧力(Kg/cm²)

p' : 最高給水圧力 (")

p'' : 最低給水圧力 (")

α : 最高給水圧力下の構内水量(%)

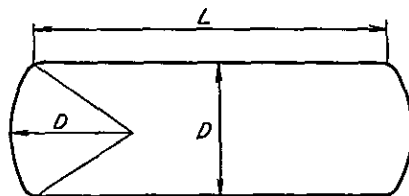
β : 最低給水圧力下の構内水量(%)

- T : 断続運転時のポンプの休止時間(分)
 q' : 断続運転時の給水量(使用水量)(ℓ /分)
 x : 圧力水槽内総容積(ℓ)

(注) 豊川用水では、 $q'=135\ell$ /分、 $T=5$ 分として各種給水圧力に対する圧力水槽容積を算出し下表を作成した。

表-4 圧力水槽容積算定表

圧力タンク内最高・最低 給水圧力	圧力タンク内 初圧(p)	圧力タンク内 水量割合	圧力タンク(決定値)			計算における圧力タンク位置 における押上げ総揚程(H)
			L	D	容積	
$p' = 1.7$ $p'' = 1.0$	0	$\alpha = 62.3$ $\beta = 49.2$	3.00	1.50	T=5分 5,335 ℓ	1.5m
$p' = 2.2$ $p'' = 1.5$	1.0	$\alpha = 37.2$ $\beta = 19.8$	3.50	1.25	T=5分 4,306 ℓ	2.0m
$p' = 2.7$ $p'' = 2.0$	1.0	$\alpha = 45.6$ $\beta = 33.0$	4.50	1.25	T=5分 5,536 ℓ	2.5m
$p' = 3.7$ $p'' = 2.9$	1.5	$\alpha = 40.2$ $\beta = 28.4$	3.50	1.50	T=5分 6,215 ℓ	3.0m
$p' = 4.2$ $p'' = 3.4$	2.0	$\alpha = 36.0$ $\beta = 24.0$	3.50	1.50	T=5分 6,215 ℓ	3.5m
$p' = 4.7$ $p'' = 3.9$	2.0	$\alpha = 42.1$ $\beta = 31.6$	4.00	1.50	T=5分 7,105 ℓ	4.0m
$p' = 5.2$ $p'' = 4.4$	2.5	$\alpha = 38.6$ $\beta = 28.4$	4.00	1.50	T=5分 7,105 ℓ	4.5m
$p' = 5.7$ $p'' = 4.9$	3.0	$\alpha = 35.3$ $\beta = 25.8$	4.50	1.50	T=5分 7,105 ℓ	5.0m
$p' = 6.2$ $p'' = 5.4$	3.5	$\alpha = 32.7$ $\beta = 23.8$	4.50	1.50	T=5分 7,105 ℓ	5.5m
	3.5	$\alpha = 37.4$ $\beta = 29.6$	5.00	1.50	T=5分 8,875 ℓ	6.0m



(4) 圧力水槽の設置位置

圧力水槽の設置位置は、ポンプ場に隣接して設ける。ただし、ポンプ場建設から最小1.5m以上安全のため離して設置することを原則としている。

日本における圧力水槽は「圧力容器構造規格第2編第2種圧力容器構造規格」および「ボイラーおよび圧力容器安全規則」によって製作され厳重に検定を受けたものを使用している。

(9) 並列運転

畑地かんがいにおけるポンプ台数については、(5)項で述べたが、複数のポンプが1機場に設置される場合、原則的に並列運転とされるのが経済的であり、良策であると思料される。以下並列運転について述べる。

(7) 同性能ポンプの並列運転

複数台のポンプが共通の送水管に接続して並列運転を実施する場合は図-5の如く各ポンプの同一揚程に対応する吐出し量を加えあってポンプ全台の合成H-Q曲線を求めることが出来る。

この合成曲線から全体の運転点 B_1 または C_1 を求め、それに対するポンプ各台ごとの運転点 B_2 または C_2 を図上より求める。

図-5より明らかな様に管路抵抗曲線が一定のまゝでも、ポンプ各個の運転点は、稼働台数によって $A \rightarrow B_2 \rightarrow C_2$ と変化する。

ポンプ合成性能の吐出し量は、単機性能を正確に台数倍すればよいが、合成運転点の吐出し量は台数倍にならないでむしろ台数が増すほど吐出し量の増し分は $a > b > c$ と少なくなっていく。

この傾向は管路抵抗曲線(R)が、図-6の様に急な右上り勾配になっており、且つポンプ特性が平坦なものほど著しくなる。

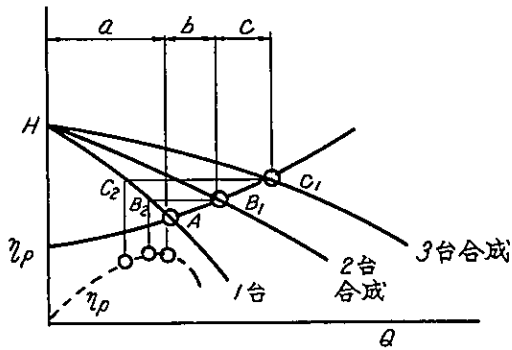


図-5 同性能ポンプ並列運転性能曲線

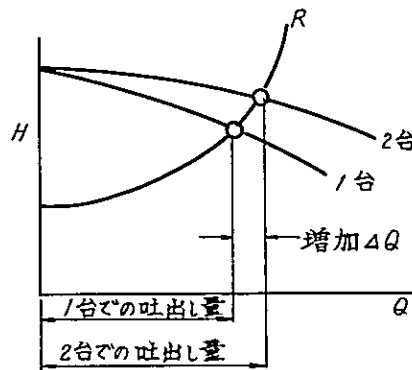


図-6 同性能ポンプ並列運転揚水量

(4) 容量の異なるポンプの並列運転

図-7において、合成運転点Aから引いた水平線が大小それぞれの単独ポンプ性能と交る点在各ポンプ個々の運転点であり、合成運転点Aの揚程が小容量ポンプの最高揚程区よりも低いときは両ポンプとも送水可能である。

ただし、図-8の様に合流後の吐出し弁Sで流量調整を行っている場合には弁を絞りすぎると管路抵抗曲線が立過ぎ

て合成運転点Aの揚程がZより高くなるので、小容量ポンプは揚程不足となり無送水になる。

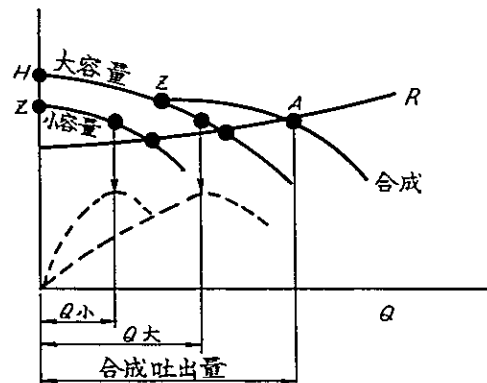
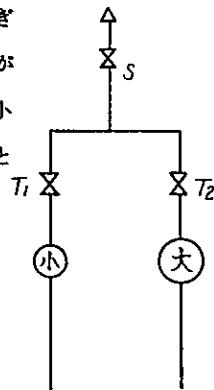


図-7 異性能ポンプ並列運転性能曲線

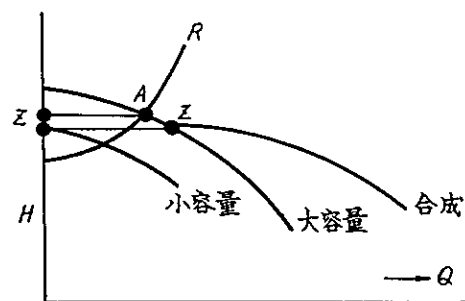


図-8 異性能ポンプ並列運転揚水量

00 ポンプの運転

畑地かんがい施設として設けるポンプは、事情の許す範囲において、自動運転方式とすることが望ましい。以下、畑地かんがい用に主に使用されている自動運転方式の概略を述べる。

(7) 配水槽式

配水槽の設定水位に応じてポンプを自動的に起動、停止させる方式である。

即ち、図-9に示す如く、発信器は電極式液面制御器又はフロート式検出装置を用いて設定水位に応じてポンプをON-OFFに切替えるものである。

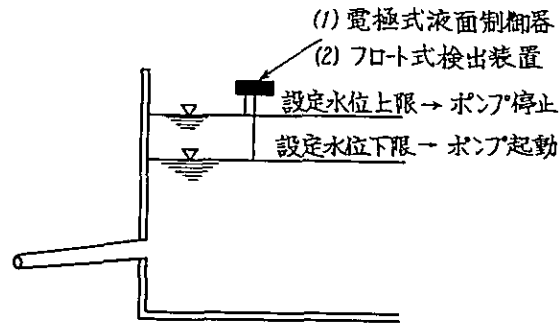


図-9 配水槽制御方式

ポンプ起動 → 設定上限水位からポン

プ最大揚水量の最低5分間分以上の水量に相当する水深だけ低い水位とするのが通常である。希望的に云えばこの間隔時間はなるべく長い程、ポンプの保守管理のためには良く、この様な容積をもつ配水槽を計画するのが良い。

ポンプ停止 → 設定水位上限でポンプ停止

又、ポンプ場から遠く離れた配水槽（吐出側）の水位制御をするとき、水位を電気信号で長距離送信することが多いが、この方法は配線工事費がかさむ欠陥がある。

次に述べる方法は配水槽とポンプ場との間の信号配線を省略して、吐出し水位制御を

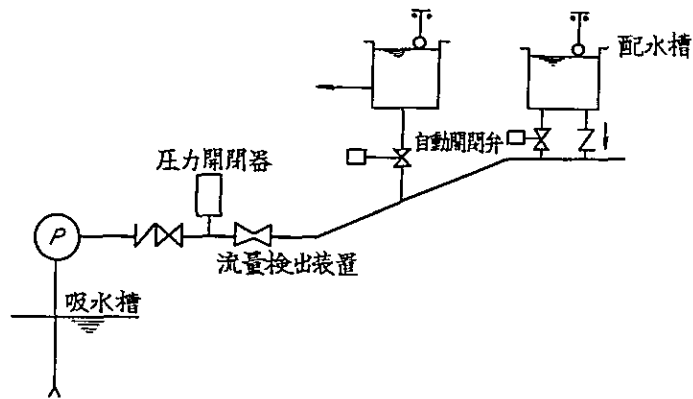


図-10 配水槽運転方式

経済的に行なう方法である。（図-10参照）

即ち、遠隔地点の配水槽（複数でもよい）入口には、その配水槽水位と連動動作する自動開閉弁を設け高所の主配水槽には逆給水用のチェック弁付バイパス径路を設けておく。

ポンプ運転中に各配水槽が何れも満杯になれば、自動開閉弁が閉じてポンプは締切または微少吐出し運転になるので流量検出装置が動作し停止命令を出す。

ポンプ停止後の各配水槽は一時的には主配水槽からの逆給水をうけることもあるが、水の消費に伴って水位低下の一途をたどる。

配水槽水位が低下するとポンプ室内の圧力検出装置が動作しポンプに起動命令をあたえる。

この様な装置では配水槽の付近だけとポンプ室内だけの短区間の配線工事ですむ利点がある。ただし、ポンプの起動停止のために設定する配水槽水位の上下間隔は圧力検出装置の感度を考えて、ある程度以上に大きく見込まなければならない。

(4) 圧力水槽式

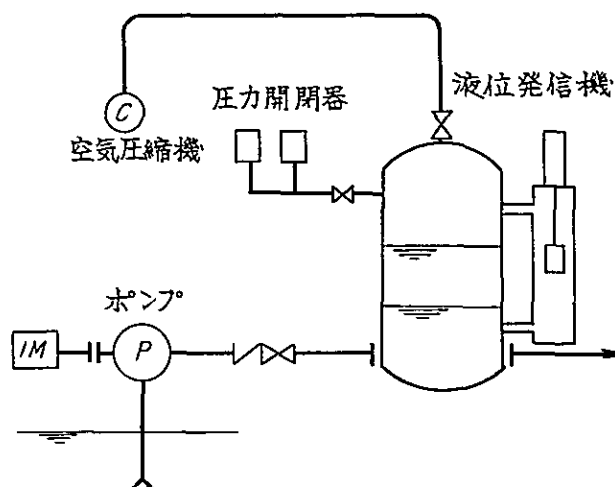
図-11に示す如く高圧空気を上半分に收容した圧力タンク内にポンプの吐出し水を自動補給し、ポンプの

停止中にもタンクから送水続け得るようにしたものである。

圧力タンクには圧力開閉器および水位発信機を備え、ポンプの「起動」「停止」は水位発信機（または圧力開閉器）によって行い、空気の消耗に対する警報動作は圧力開閉器（または水位発信機）によって行うことができるが、これに用いるポンプ特性は締切圧の高いものが適している。

豊川用水畑かんにおけるスプリングクラー方式については次のように決めている。

図-11 圧力水槽式制御方式



(1) 圧力水槽内設定圧力に対してポンプの自動起動、圧力開閉器によって行なり。

この場合の『起動』『停止』の設定圧力は、通常次のとおり。

停止 → かんがいに必要な圧力水槽位置における最高動水勾配標高の圧力換算値 + 0.2 Kg/cm^2 とする。

起動 → 停止点の圧力より $0.7 \sim 0.8 \text{ Kg/cm}^2$ 下位の圧力とする。

(注) この圧力差は、起動-停止間に貯水される水量が豊川用水畑かんスプリングクラー標準型1セット分 (2.5 l/s) の5分間分の容量である。

(2) 圧力水槽内の水位および空気圧の保持（空気補給）には、コンプレッサー（空気圧縮機）を用いる。コンプレッサーは $0.75 \sim 1.5 \text{ Kw}$ 程度のものを採用し、吐出圧は 10 Kg/cm^2 程度のものを用いている。なお、空気圧縮機はポンプ場内に設置し、水位リレーおよび圧力リレーの併用による自動運転とする。（図-12に参照）

発信機は圧力スイッチと電極式液面制御器を用いる。

この場合のコンプレッサー起動停止の設定水位および圧力は次のとおり。

・設定圧力（圧力スイッチ使用）

停止 → ポンプの停止と同一とする。

起動 → ポンプの起動と同一とする。

・設定水位（電極式）

起動 → ポンプの停止水位より $0.05 \sim 0.10 \text{ m}$ 上位の水位とする。

停止 → 起動の水位より 0.1 m 下位とする。

(注) 起動-停止との水位差は 0.1 m を標準としている。

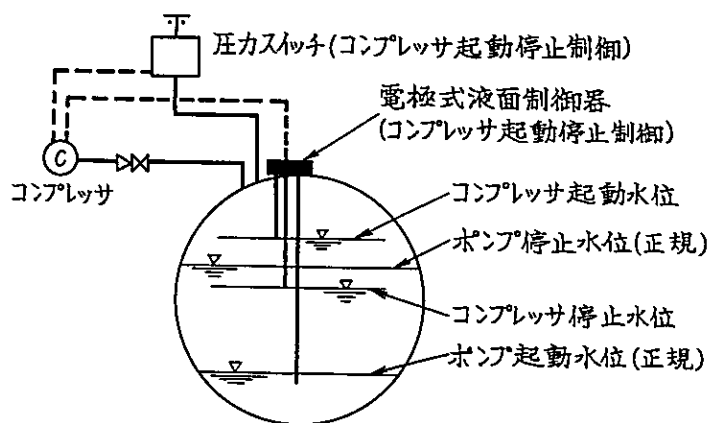


図-12 コンプレッサの自動起動停止装置図

(3) 吸水槽内水面降下による無送水運転防止するためのポンプの自動停止制御 → 発信器は電極式液面制御器を用いている。(保護装置)

(注) 電極式液面制御器の電極棒には波除けのための保護として塩ビ管等で保護している。

(4) 吸水槽内水位によるポンプ運転 図-13 の様に吸水マスに電極式液面制御器を取付け、吸水マス内の水位が計画最低水位以下に降下したときこの発信器によって電氣的にリレーされ、ポンプが停止するようにしたものである。その後水位が上昇してきて、最低水位上の設定水位(一般に最大揚水量で運転した場合の5分間容量に相当する水深まで上昇した水位、ただしその水位差は最小0.1mとしている)の位置で発信器は正常復帰するよう装置している。

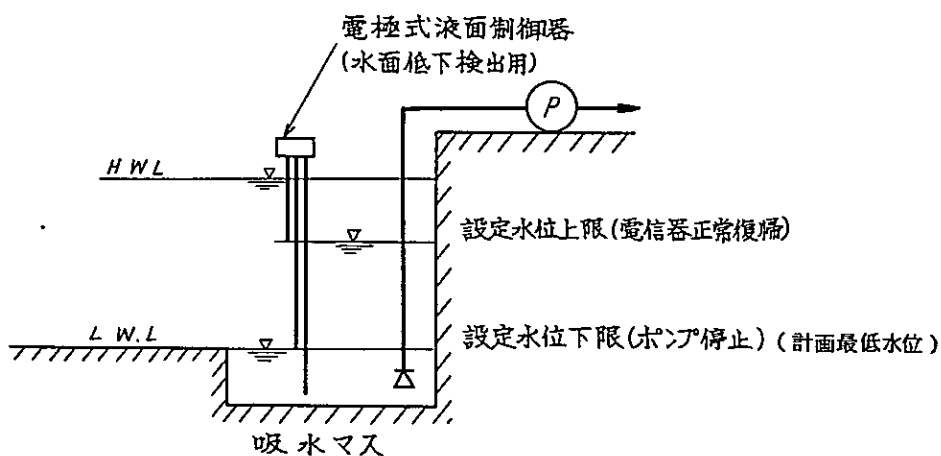
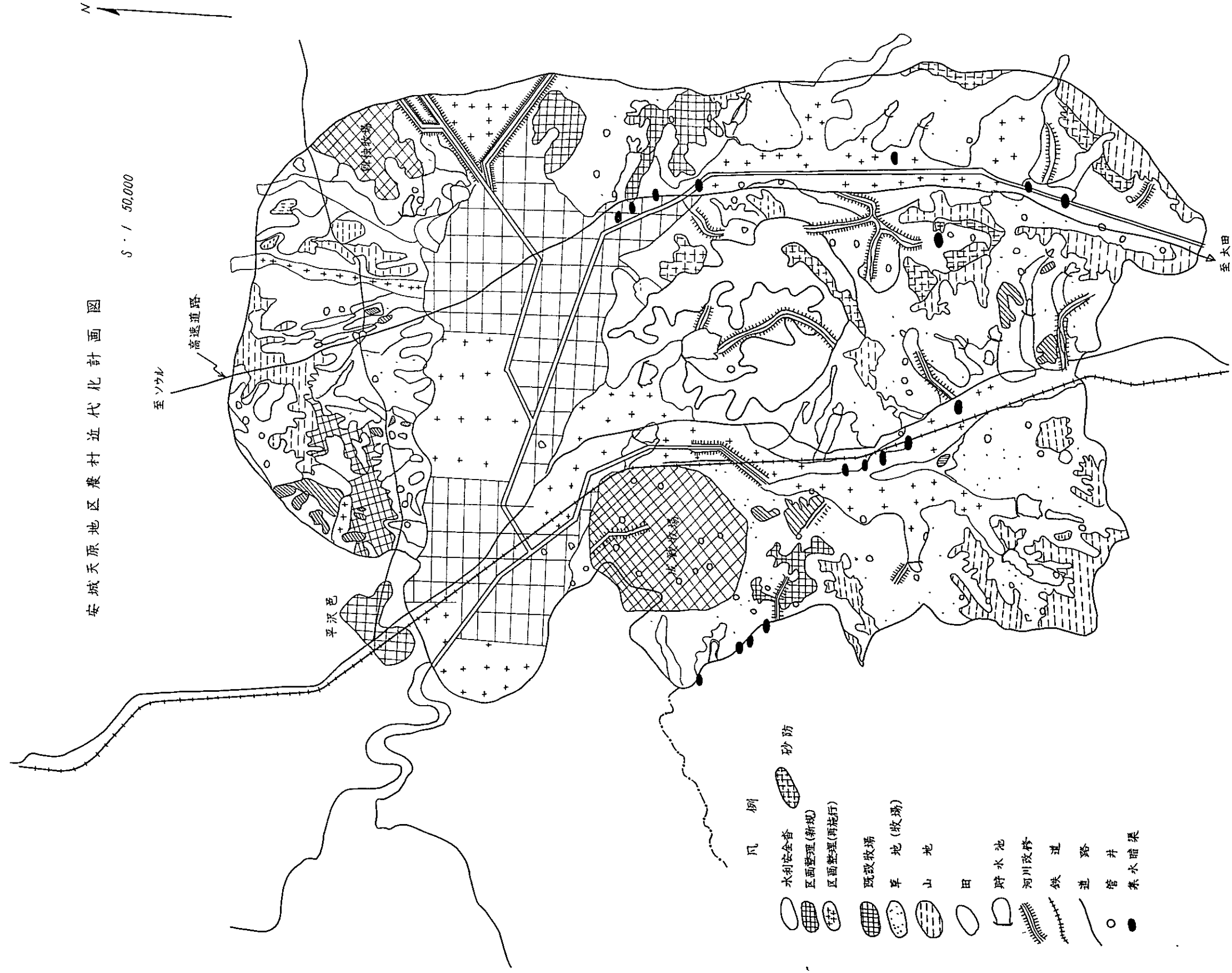


図-13 吸水マスに取付けたポンプの保護リレー(電極式液面制御器)

VI 資 料

安城平原地区農村近代化計画図

S. 1 / 50,000



凡例

- 水利安全管
- 区画整理(新規)
- 区画整理(再施行)
- 既設牧場
- 草地(牧場)
- 山地
- 田
- 貯水池
- 河川改修
- 鉄道
- 道路
- 管井
- 集水暗渠
- 砂防

1 安城 天原地区概要

1. 面積

(ha)

区 分	現 況	計 画	増	減	備 考
林 野	3,882	1,386		2,746	
用 材 林	133	323	190		
燃 料 林	454	474	20		
水 源 函 養 林	549	549			
有 実 林		40	40		
未 立 木 地	250			250	
一 般 林	2,496			2,496	草地 2,327 果樹 165 宅地 4
農耕地	11,508	11,508			
水田	7,278	7,089			
水利安全水田	5,176	6,589	1,413		
水利不安全水田	2,102			2,102	
乾 沓 直 播		500	500		
畑	4,230	4,419	189		
普 通 畑	4,230	4,411	181		
灌 漑 畑					
ビニールハウス		8	8		
草 地	733	3,060	2,327		
集 約 草 地	733	2,195	1,462		
簡 易 草 地		865	865		
果樹桑	800	965	165		
その他	1,451	1,455	4		
河 川	410	420	10		
道 路	209	227	18		
ポ プ ラ	16	16			
宅 地	374	388	14		
そ の 他	442	404		38	
合 計	18,374	18,374			

2. 受益農家戸数

区 分	計	1 ~ 3反	3 ~ 10反	10~20反	20反以上	備 考
農家数	10,944	1,433	4,424	3,499	1,588	戸当平均規模 1.23ha
%	100	13	41	32	14	(全国平均 0.91ha)

3 事業計画の要旨

(1) 農業用水開発

管井 124ヶ所 集水暗渠 30ヶ所 貯水池 4ヶ所の新設により水利不安全畜2,102haのうち1,413haを水利安全畜化し、現在の水利安全畜率71%を90%に高める。残余の水利不安全畜のうち500haは乾畜直播に、189haは畑作に転換する。

(2) 耕地整理

水利安全畜の95%を耕地整理し機械の導入を可能ならしめると共に、裏作を行ない畜産飼料を確保する。

内 訳

再整理	2,315 ha
新規整理	3,963
計	6,278

(3) 畜 産

耕地整理に伴う裏作麦及び集約草地、簡易草地の造成によりもたらされる飼料により、肥育牛3,800頭、育成牛5,000頭を導入飼育する。

このため畜舎7,165棟 サイロ8,800棟を新設する。 このほか乳牛265頭を導入する。

(4) 山地開発

砂防事業を行なうと共に、樹種代替、改良を行ない、閉材林、有実樹を育成すると共に未立木地を開発して果樹園を造成する。

(5) 営農改善

農業所得増大のため、ビニールハウス500棟を設置すると共に、労働生産性向上のため、トラクター89台、動力耕うん機2,303台、動力噴霧機31台を導入し農業機械化を促進する。

(6) 環境改善

農家住宅1,958戸を新築、既存農家4,102戸の屋根改良を行なうと共に、生活用水の確保、電燈架設、農道の新設拡張、河川改修、浴場その他公共施設の設置を行なう。

(7) 農産物の処理

農産物の流通機構整備のため、地区内の高速道路隣接地に2ヶ所購販部を設置する。

(8) 集団住宅計画

住宅は、一戸当り建坪10～15坪、宅地60～80坪とし、構造は、ブロック建築、スレート屋根とする。

住宅団地の規模は一団地100戸程度とする。団地の中心部には、公共施設、幼稚園、部落会館、浴場等を配置し、中心道路に側って農舎、倉庫を配置する。

道路は、中心部から方射型に耕作地と連結する。

住宅配置は、4ブロックとし、それぞれの中心部に緑地を設ける。

建物は、生活部分と作業部分を分離する。

4 事業費

事業種目	事業量	単位	事業費	財源別内訳			自己負担	35分, 30年 2年据置
				補助	融資	地方費		
事業用水	1,413	町	243,873	153,124 (132,332) 211,950	82,756	7,993 (33,086) 42,250	反当 17,259	
耕地整理	6,278	"	419,618			6,684	"	
草	2,327	"	177,650	88,926	62,077 (49,9035) 56,550 (34,475) 1,855 (55,440)	26,647 (113,999) 16,966 (34,475) 795 (23,760)	9分 3年 2年据置	
畜牛購入	9,065	頭	686,550				"	
畜舎	7,160	棟	71,600				"	
サイロ	8,800	"	79,200	(1,326) 11,074			"	
造林及び砂防	289	町	14,434			(125) 1,909	反当 4,994	
果樹園	165	"	19,800		13,068	6,732	9分 3年 2年据置	
ビニールハウス	500	棟	61,000		48,800	12,200	"	
農業機械	2,423	台			(406,830) 86,639	(270,861) 57,220	35分, 20年 3年据置	
住宅建設	1,958	戸	821,550					
屋根改良	4,102	"	205,100			168,182		
生活用水	83	ヶ所	830			415		
農村電化	6,541	戸	170,066	17,007	119,046	17,006	35分, 20年 3年据置	
農道建設	91,500	m	21,930	12,053		9,877		
河川改修	34,800	"	87,337	20,143		43,642		
購取場設置	2	ヶ所	9400		(9400) (65,000) 10,000	(65,000) 10,000	9分 3年 2年据置	
公共施設	30	"	150,000			23,552		
合計			(1,745,144) 1,494,794	(133,658) 514,277	(1,070,180) 480,781	(65,125) 267,801	(476,181) 231,925	

注 ()は71年以降の事業で外替

5 事業効果

(1) 増加所得

耕種部門	8 6 6,3 7 7千ウオン
果樹部門	5 6 2,4 9 6
家畜部門	1 9 1,2 4 7
林業部門	1 0,1 9 4
合 計	1,6 3 0,3 1 4

一戸当り年増加額 1 4 8,9 6 4

(2) 費用便益比率

$$B/C = 2.99$$

6 経済効果算定基礎

(1) 作物作付体系の変化

畝については、水利安全畝の比率を高めると共に、裏作作付面積を現況の約2倍に増加し、土地利用の高度化を図る。 現況(2256町) 計画(5600町) 田については、収益性の高い作物(トウガラシ、サイ、タバコ等)の作付を増加し所得の増大を図る
 $\frac{131\%}{\rightarrow} \frac{179\%}$

トウガラシ、タバコは通年作物であるため土地利用率は現況の17.6%から16.3%に低下する。

(2) 作物反収の変化

主要作物の反収の変化は次のとおりである

種 類	現 況	計 画
水 稻	2 8 7 K ρ	4 0 0 K ρ
大 麦	1 6 2	3 0 4
ニ ン ニ ク	5,4 9 0	6,5 0 0
西 瓜	1,7 2 3	2,5 5 0
トウガラシ	2 4 3	3 0 0
タ バ コ	1 7 8	2 0 0
白 菜	1,6 5 4	3,0 0 0
大 根	1,7 1 0	2,4 0 0
モ モ	5 4 9	1,5 4 0
ナ シ	7 2 2	3,0 4 0

(3) 草地改良

集約草地増加面積1,462haのうち 526haは乳牛飼育用(265頭)に、936haは育成牛飼育用に用いられる。 反当採草量は2.5M/Tを見込んでいる。

簡易草地865haは、育成飼育用に用いられ、集約草地と合せて5,000頭の飼育を予定している。

反当採草量は1.5M/Tを見込んでいる。

(4) 家畜数の変化

(頭)

種 別	現 在	計 画	差 引	主要依存飼料
韓 牛	4,047	4,047	0	自 然 野 草
乳 牛	0	265	265	集 約 草 地
肥 育 牛	0	3,800	3,800	裏 作 麦
育 成 牛	0	5,000	5,000	集 約 草 地
計	4,047	13,112	9,065	

(5) 有実樹 用材林 その他

種 別	面 積	ha 当り収量	年間増加所得
有 実 樹(ク)リ)	40 ha	1,460 Kg	9,659千ウオン
用材林・その他	210	20,000	535

(6) 所得の変化

区 分	現 況	計 計	差 引
総 所 得	2,064,676千ウオン	3,694,990千ウオン	1,630,314千ウオン
一戸当り平均	188,658 ウオン	337,622 ウオン	148,964 ウオン
全 国 平 均	178,909	178,909	-

(7) 効果の算定

- ① 総事業費 3,242,453千ウオン 1年目 1,498,760千ウオン 2年目 1,743,693千ウオン
- ② 年間経常費 9,467千ウオン
- ③ 年間収益増加額 1,630,314千ウオン
- ④ 利率(資本の寄与率) 10%
- ⑤ 耐用年数 20年

⑥ 計算式

$$B/C = \frac{R_1}{1+r} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} + \frac{RC \left[\frac{(1+r)^v - 1}{r(1+r)^v} \right]}{(1+r)^{n+1}}$$

$$= E_1 + \frac{E_2}{(1+r)} + \dots + \frac{E_n}{(1+r)^{n-1}} + \frac{EC \left[\frac{(1+r)^v - 1}{r(1+r)^v} \right]}{(1+r)^n}$$

= 2.99

但し R1 R2 ... Rn = 開発の初年度から試験期間最終年度までの年度別収益

r = 利率

v = 耐用年数

E1 E2 ... En = 開発の初年度から試験期間最終年度までの年度別費用

RC, EC = 試験期間最終年度から耐用年数最終年度までの年度別収益及び費用

(8) 間接効果

- ① 外貨節約
- ② 就業増大
- ③ 文化向上
- ④ 公共施設の設置等
- ⑤ 他地区に対する展示効果

附 事業実施のための措置

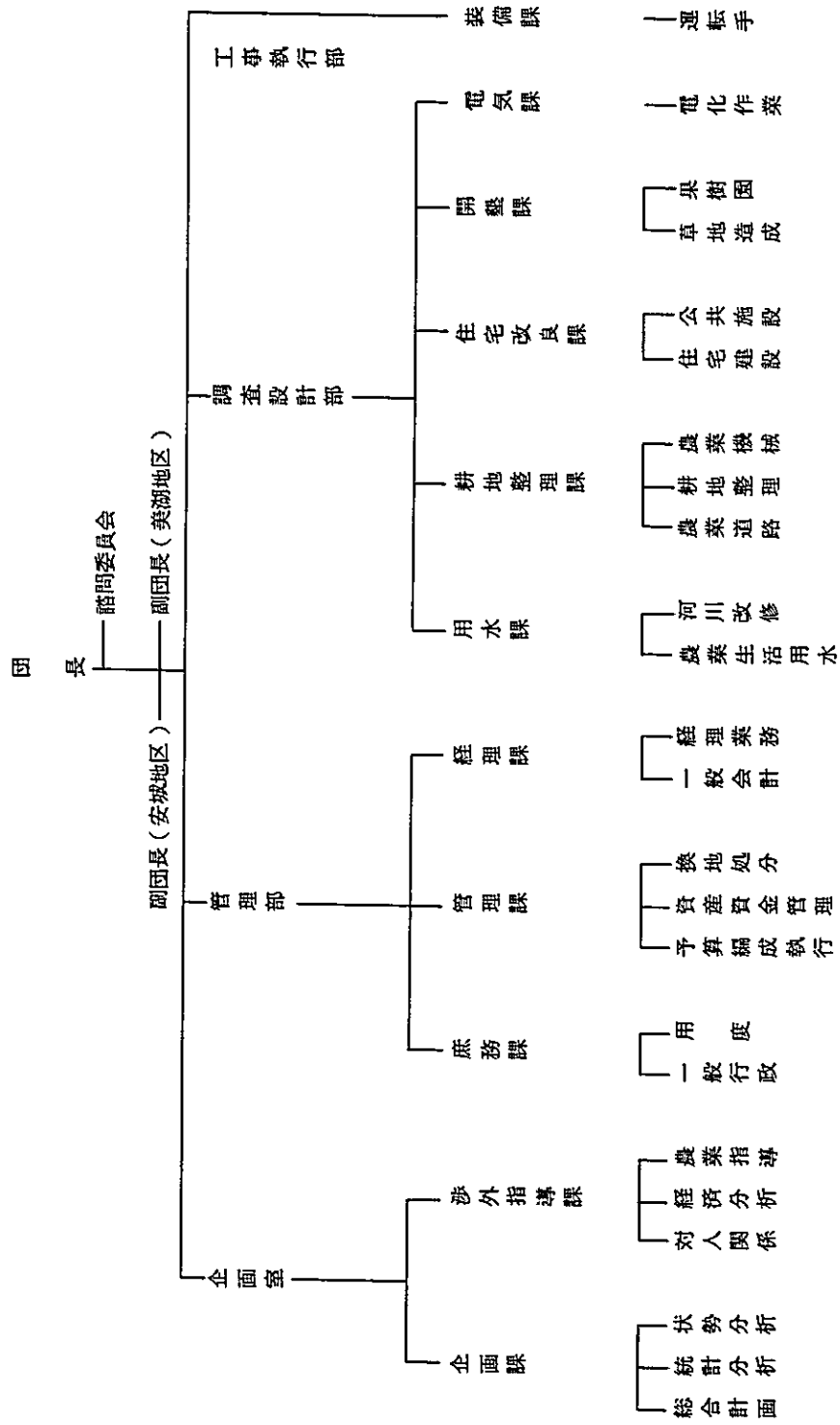
この事業を推進するため、「農村近代化促進法」が制定されることとなり1969年12月22日韓国国会を通過した。

この法律は、「農地の改良開発保全ならびに集団化，農業の機械化による農業生産力を増進し，農家住宅を改良し，農村近代化を促進すること」を目的としたもので、「土地改良事業，農業機械化事業及び農家住宅改良事業を総合的に遂行し，示範農村の育成，組合業務を支援させるため」に土地改良組合联合会と地下水開発公社を統合して農業振興公社を設立することとしている。

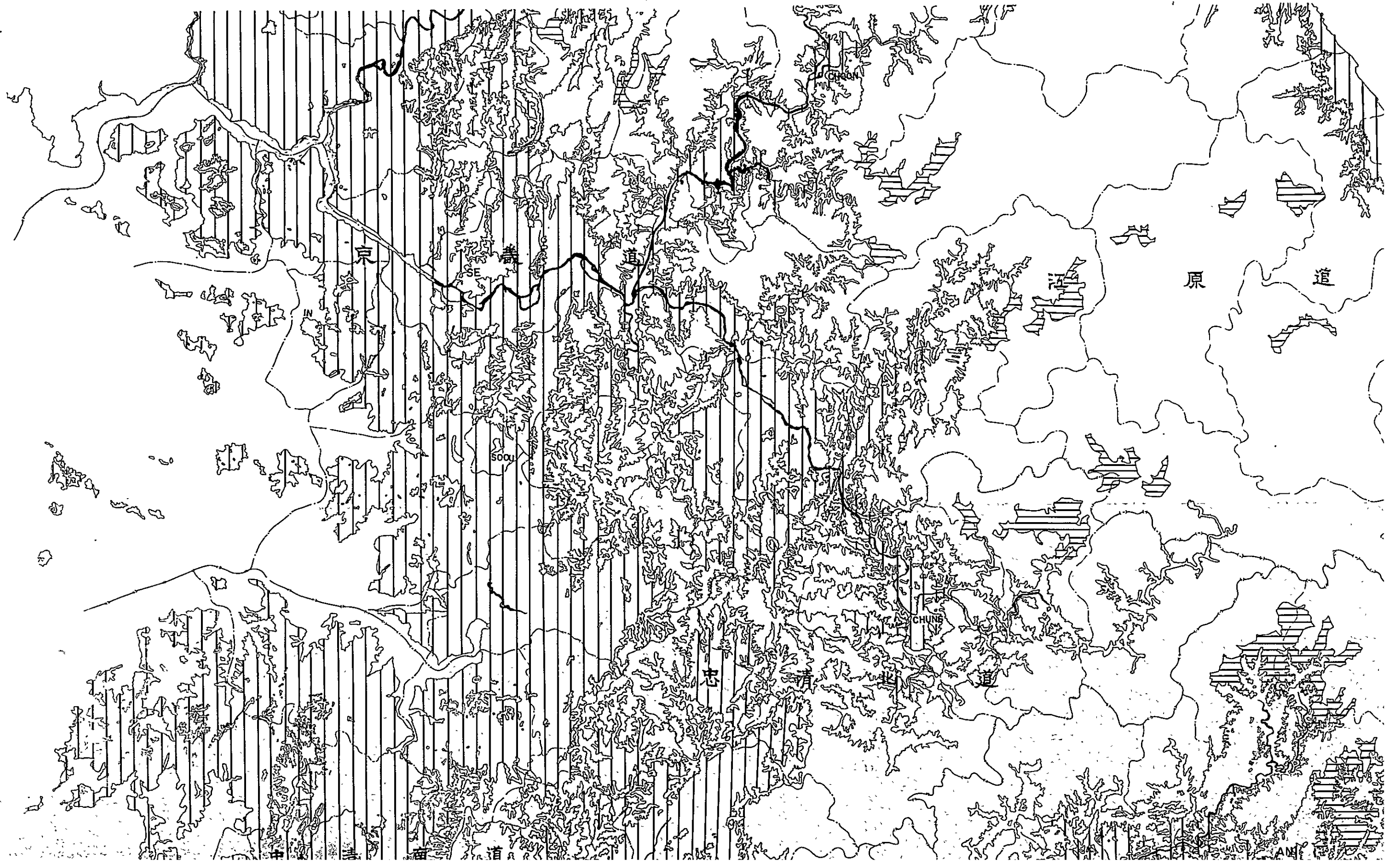
2. 農村振興公社

(正式発足までの暫定組織)

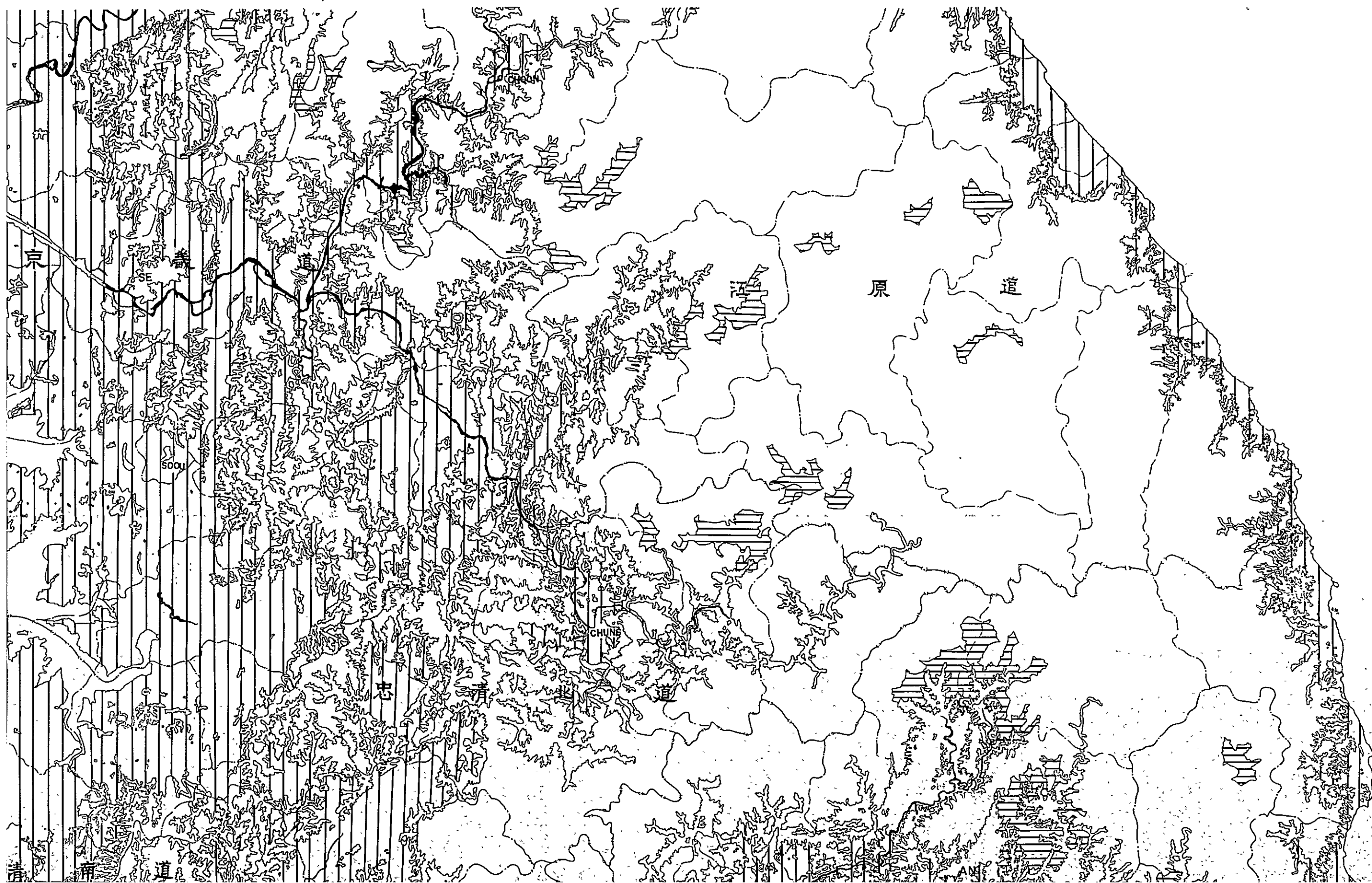
農業近代化実施団

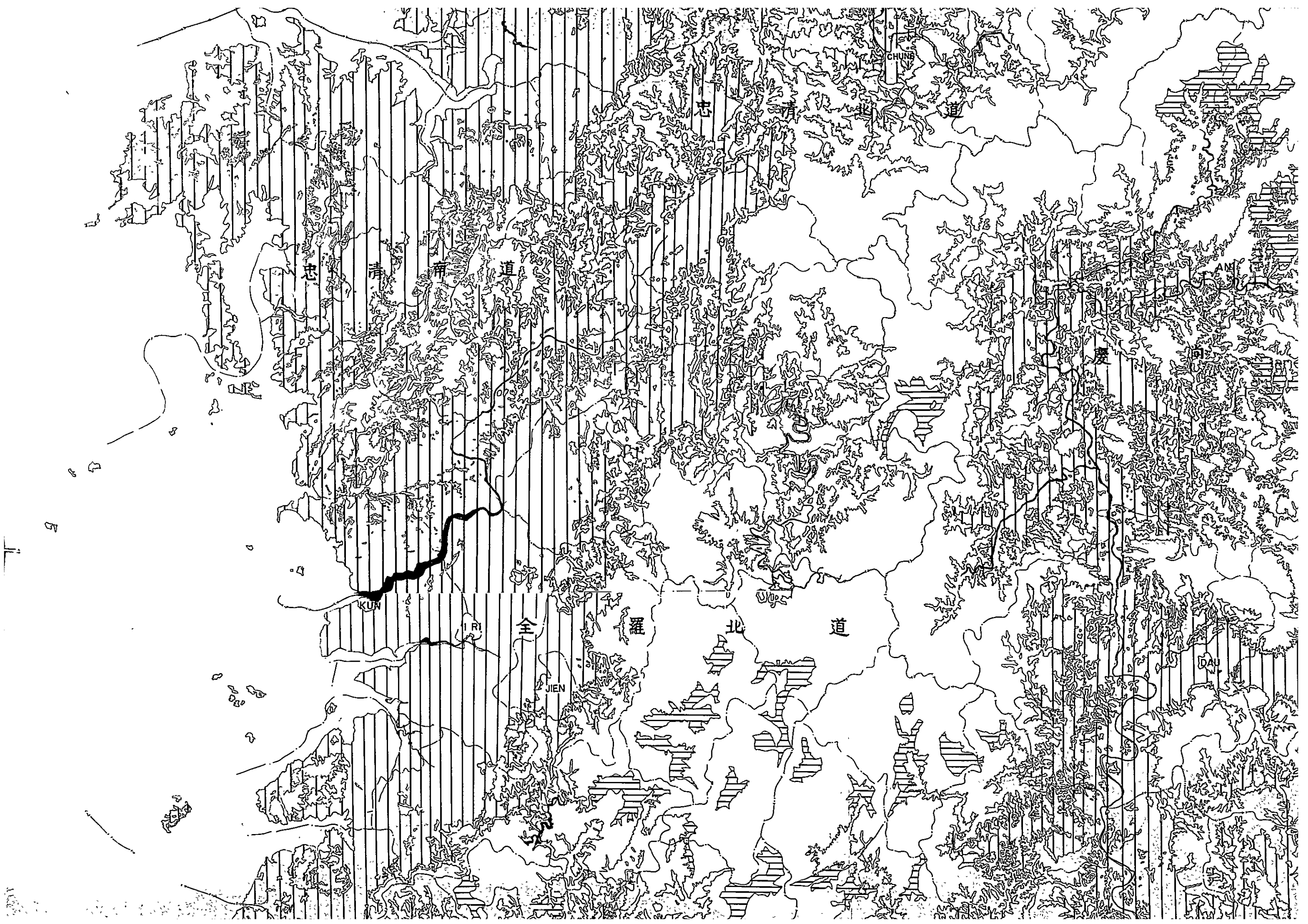


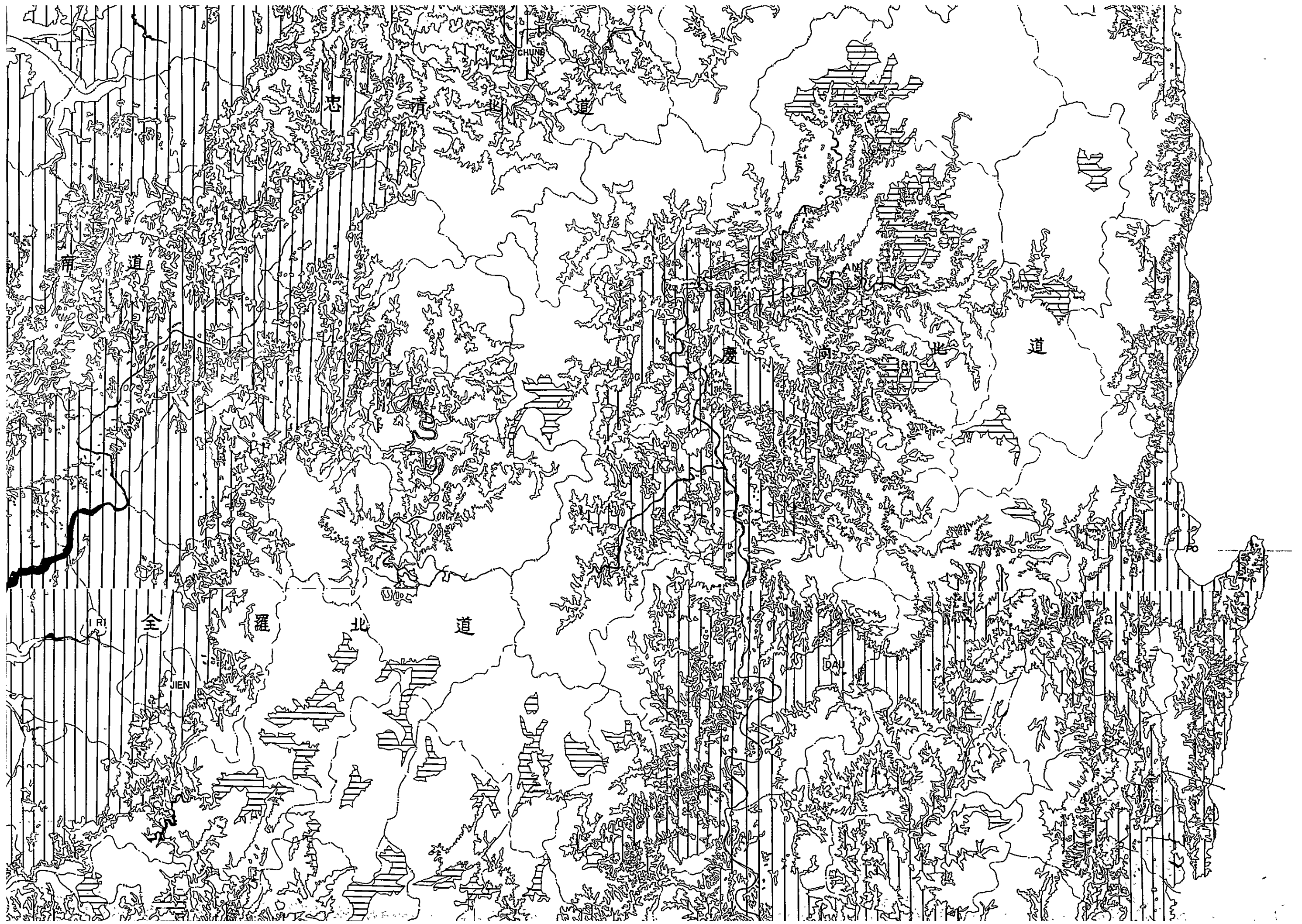
韩国地形区分图

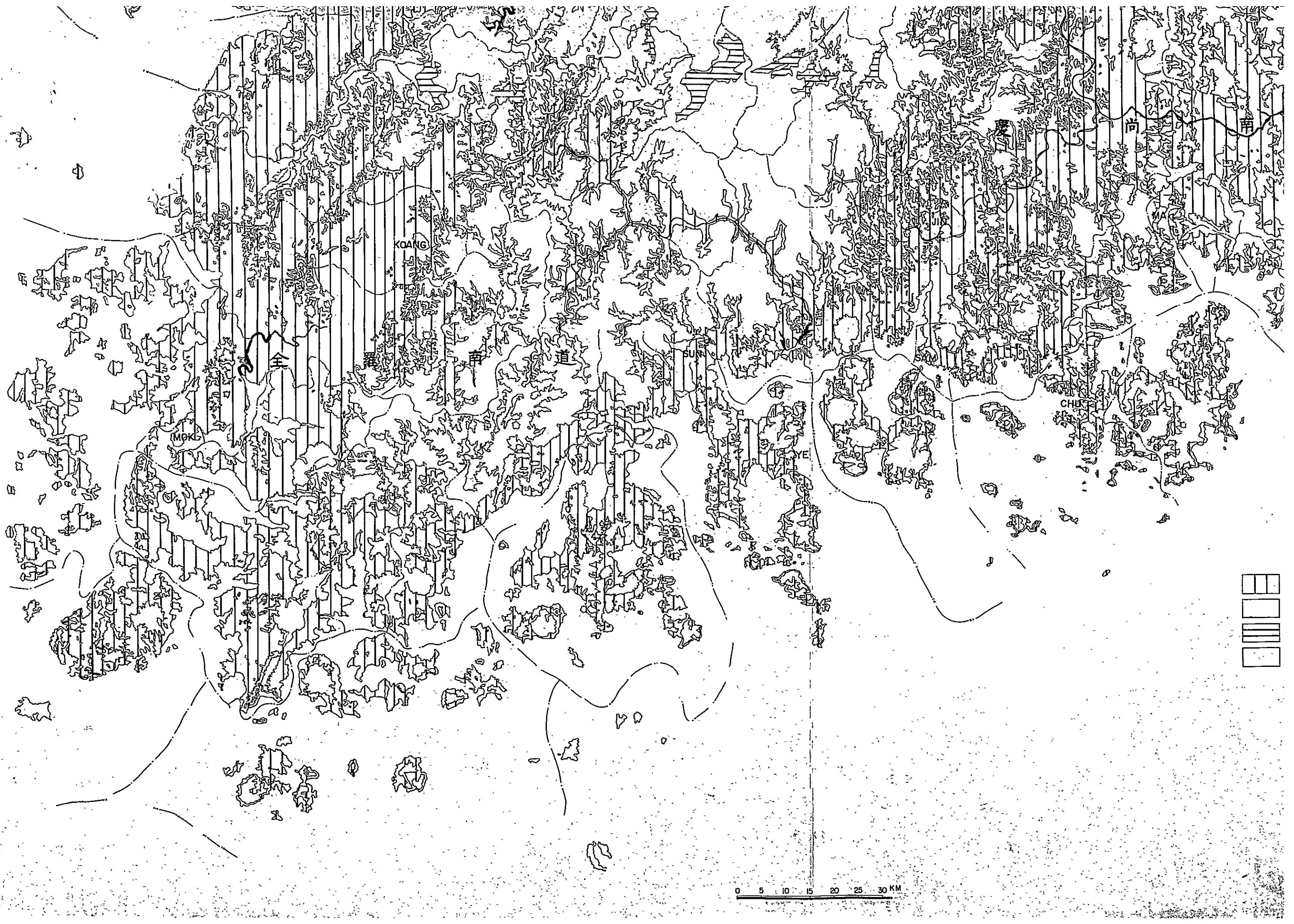


韩国地形区分图





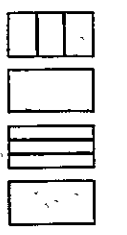


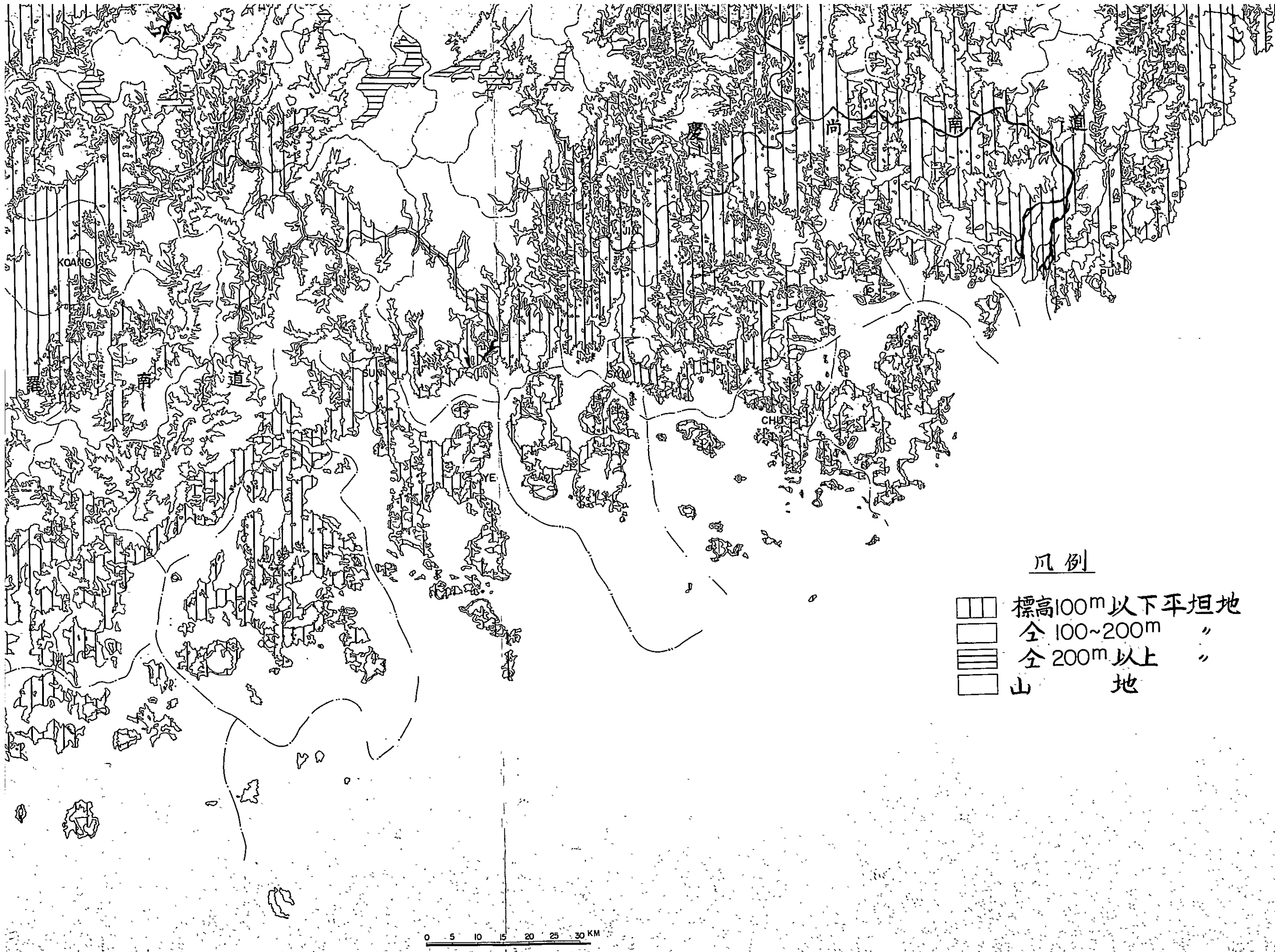


MOKE

KOANG

0 5 10 15 20 25 30 KM





凡例

- 標高100m以下平坦地
- 全 100~200m "
- 全 200m以上 "
- 山 地

0 5 10 15 20 25 30 KM

