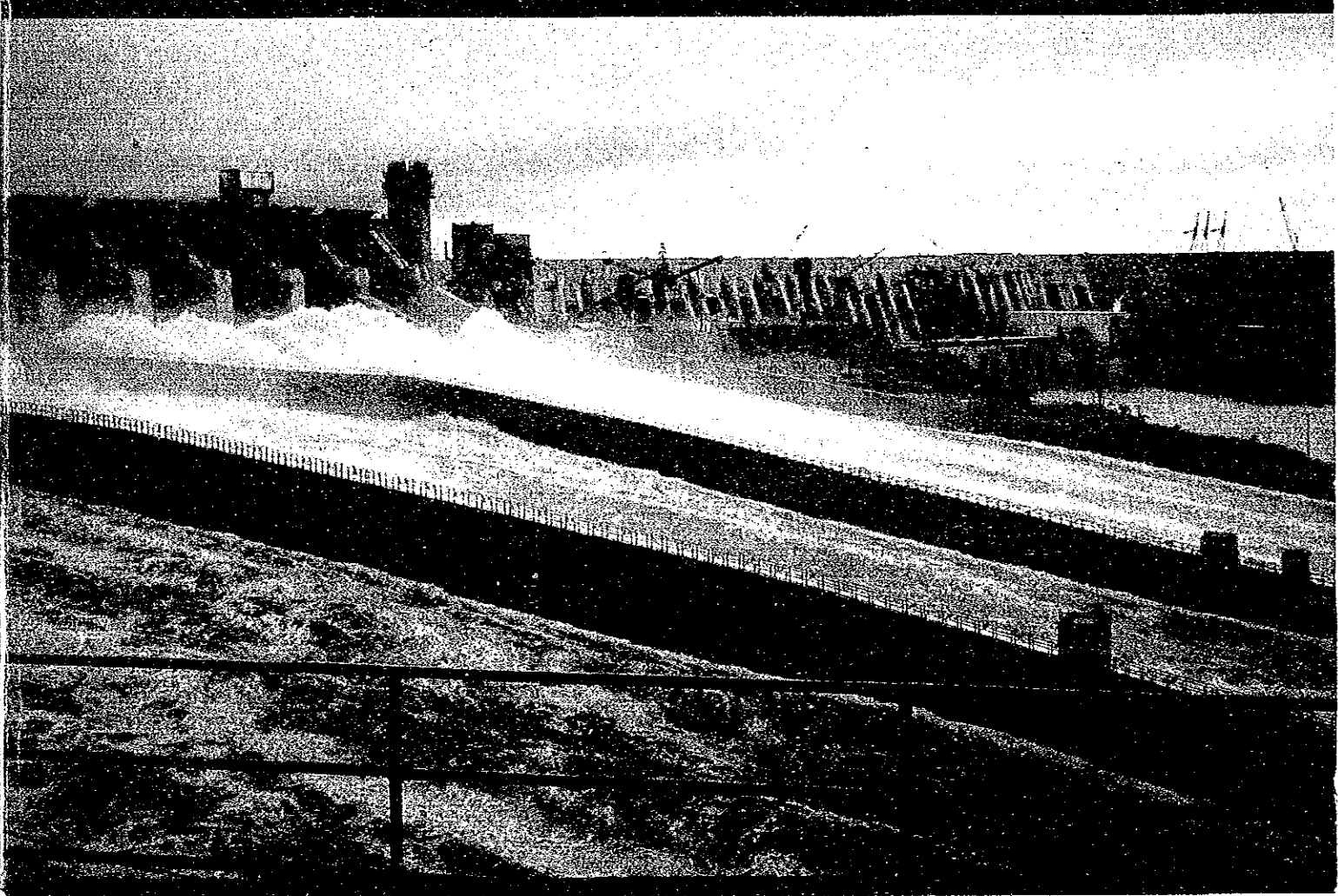


パラグアイ共和国

ヤシレタダム隣接地域  
農業総合開発計画  
実施調査報告書

基盤整備編



昭和60年3月

国際協力事業団

農計技

85-18



JICA LIBRARY



1030289E1J



パラグアイ共和国

ヤシレタダム隣接地域農業総合開発計画

実施調査報告書

付属書 Ⅲ

基盤整備編

昭和60年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'85. 4. 25	708
		80.7
登録No.	11385	AFT

\* \* \* 目 次 \* \* \*

第1章	Alternative の設定及びその検討	
1-1	Alternative 設定の目的	3
1-2	排水計画におけるAlternative	3
1-2-1	Alternative の設定	3
1-2-2	解析結果	4
1-3	かんがい計画におけるAlternative	9
1-3-1	水田開発可能面積	11
1-3-2	Alternative の設定	12
1-3-3	事業量及び事業費	14
1-3-4	事業効果	34
第2章	かんがい計画	
2-1	計画手法と基本方針	39
2-2	かんがい計画調査	41
2-2-1	水田減水深	42
2-2-2	土壌の物理性	43
2-2-3	インテイクレイト	45
2-2-4	水質	59
2-3	計画諸元の決定	65
2-3-1	消費水量	65
2-3-2	初期湛水	71
2-3-3	かんがい法	72
2-3-4	有効雨量	73
2-3-5	純用水量	75
2-3-6	かんがい効率	75
2-3-7	粗用水量	79
2-4	開田計画	80

2-4-1	開田面積	80
2-4-2	かんがいブロック	81
2-5	かんがい施設計画	89
2-5-1	用水路	89
2-5-2	水路橋（排水カルバート）	97
2-5-3	分水工	97
2-5-4	水位調整施設	99
2-5-5	放、余水工	100
2-5-6	揚水施設	101
3章 排水計画		
3-1	計画手法と基本方針	109
3-2	計画諸元の決定	111
3-2-1	概要	111
3-2-2	基準降雨	111
3-2-3	計画外水位	119
3-3	降雨流出の解析	119
3-3-1	概要	119
3-3-2	有効降雨	120
3-3-3	特性曲線法の解析手法	124
3-3-4	流出解析の条件	132
3-3-5	流出解析結果	141
3-4	流況解析の手法	147
3-4-1	概要	147
3-4-2	数理モデルシミュレーションの手法	148
3-4-3	計画地区のモデル化	153
3-5	流況解析の結果	203
3-5-1	概要	203
3-5-2	河川、幹線排水路の水位	203



3-5-3	河川、排水路の流量	215
3-5-4	計画地区の湛水分布	228
3-5-5	排水路断面の大きさの検討	237
3-5-6	遊水池の検討	245
3-6	排水施設計画	261
3-6-1	概要	261
3-6-2	排水系統	261
3-6-3	排水路断面	261

#### 第4章 農地開発計画

4-1	農地開発計画の基本方針	269
4-2	圃場区画	270
4-3	On-farm 施設計画	271
4-4	利用区分別施設配置	279
4-5	整備水準	283
4-6	道路計画の基本方針	284
4-7	通過交通量予測	284
4-8	路線計画	290
4-8-1	基幹道路	290
4-8-2	幹線道路	291
4-8-3	支線及び横断道路	291
4-8-4	管理道路	291
4-9	構造計画	295
4-9-1	基幹道路	295
4-9-2	幹線道路	295
4-9-3	支線、横断及び管理用道路	297
4-9-4	道路橋	301

第5章	施工計画及び事業費	
5-1	基本方針	307
5-2	施工計画	307
5-3	事業費	311
5-3-1	外貨、内貨	314
5-3-2	換算レート、免税措置	315
5-3-3	事業費の構成	315
第6章	サブプロジェクト	
6-1	基本的な考え方	327
6-2	サブプロジェクトの設定	328
6-3	サブプロジェクト化に伴う問題点	329
6-4	サブプロジェクト1	334
6-4-1	サブプロジェクト1の概要	334
6-4-2	施工計画及び事業費	339
6-4-3	経済評価	339
6-4-4	資金計画	339
6-5	サブプロジェクト1の単独実施の経済性	349
6-6	パイロット・ファーム	355

\* \* \* 図表目次 \* \* \*

Tab. 1-1	各Alternative に係わるかんがいブロック	21
Tab. 1-2	各Alternative に係わる末端圃場施設数量調書	24
Tab. 1-3	各Alternative に係わる末端圃場内横断施設数量調書	25
Tab. 1-4	各Alternative に係わる用水路関係構造調書	26
Tab. 1-5	各Alternative に係わる用水路関係数量調書	27
Tab. 1-6	各Alternative に係わる幹線道路調書	28
Tab. 1-7	各Alternative に係わる管理横断道路調書	29
Tab. 1-8	各Alternative に係わるポンプ関係規格調書	30
Tab. 1-9	各Alternative に係わる排水路数量調書	31
Tab. 1-10	各Alternative に係わる構造物数量調書	32
Tab. 1-11	各Alternative に係わる基幹道路数量調書	32
Tab. 1-12	各Alternative に係わる直接工事費調書	33
Tab. 1-13	Alternative Cash Flow	35
Tab. 2-1	土壌の物理性	46
Tab. 2-2	バイシクインテークレート	58
Tab. 2-3	水質調査	63
Tab. 2-4	水質試験結果	64
Tab. 2-5	蒸発散量計算に係わる気象データ	68
Tab. 2-6	基準蒸発散量	69
Tab. 2-7	消費水量	70
Tab. 2-8	ボルフ農場の水田における消費水量	70
Tab. 2-9	雨量と有効雨量	74
Tab. 2-10	半旬毎有効雨量	76
Tab. 2-11	各段階用水量	77
Tab. 2-12	期別日平均用水量	78
Tab. 2-13	かんがい計画に係わる土地利用面積	82

Tab. 2-14	用水路構造計画	92
Tab. 2-15	用水路付帯構造物計画	93
Tab. 2-16	用水路の水面追跡	94
Tab. 2-17	用水路付帯構造物計画(揚水施設)	96
Tab. 2-18	ゲート形式	99
Tab. 2-19	ポンプの一般的特性	102
Tab. 2-20	標準口径と吐出量	102
Tab. 2-21	原動機の比較	104
Tab. 3-1	確率降雨量	118
Tab. 3-2	降雨日数別度数表	118
Tab. 3-3	計画地区後背地ブロック諸元	137
Tab. 3-4	ヤシレタ島観測所における降雨パターン(3日連続降雨)	139
Tab. 3-5	シャーマン式による時間降雨分布	140
Tab. 3-6	特性曲線法によるピーク流出一覧表	142
Tab. 3-7	幹線排水路断面データ諸元(ケース1)	163
Tab. 3-8	幹線排水路断面データ諸元(ケース2)	173
Tab. 3-9	幹線排水路断面データ諸元(ケース3)	183
Tab. 3-10	幹線排水路断面データ諸元(ケース4)	193
Tab. 3-11	幹線排水路のピーク流量一覧表	216
Tab. 3-12	排水路断面の大きさと湛水の関係(全体)	238
Tab. 3-13	排水路断面の大きさと湛水の関係(ブロック1)	239
Tab. 3-14	排水路断面の大きさと湛水の関係(ブロック2)	240
Tab. 3-15	排水路断面の大きさと湛水の関係(ブロック3)	241
Tab. 3-16	排水路断面の大きさと湛水の関係(ブロック4)	242
Tab. 3-17	排水路断面の大きさと湛水の関係(ブロック5)	243
Tab. 3-18	湛水面積集計表(湛水深30cm以上かつ24時間以上)	247
Tab. 3-19	最適計画案における断面データ	248
Tab. 3-20	排水系統別湛水面積一覧表	259

Tab. 3-21	開水路、土質と許容最大流速（農業土木ハンドブック）	265
Tab. 3-22	幹線排水路の諸元概要	266
Tab. 4-1	用排水路設計諸元	273
Tab. 4-2	末端圃場内施設の密度	275
Tab. 4-3	配分面積及び耕地面積（1区画当り）	281
Tab. 4-4	利用区分別主要施設	282
Tab. 4-5	基幹道路延長及び用地面積	298
Tab. 4-6	幹線道路延長及び用地面積	298
Tab. 4-7	管理道路延長及び用地面積	302
Tab. 4-8	道路橋の構造形式の比較	303
Tab. 5-1	施工年次別農地開発計画	311
Tab. 5-2	事業費総括表	313
Tab. 5-3	工事数量及び直接工事費集計表	319
Tab. 5-4	工事数量及び直接工事費内訳書	320
Tab. 6-1	サブプロジェクトの概要	333
Tab. 6-2	土地利用計画（サブプロジェクト1）	335
Tab. 6-3	農産加工施設（サブプロジェクト1）	335
Tab. 6-4	入植戸数と入植面積の状況（サブプロジェクト1）	336
Tab. 6-5	用水路構造計画（サブプロジェクト1）	337
Tab. 6-6	用水路の水面追跡（サブプロジェクト1）	338
Tab. 6-7	事業費総括表	341
Tab. 6-8	明細書	343
Tab. 6-9	サブプロジェクト1の単独実施 Cash Flow（かんがい事業のみ）	347
Tab. 6-10	サブプロジェクト1の単独実施 Cash Flow（農産加工施設を含む）	348

Tab. 6-11	ヤシレタ基金資金計画 (サブプロジェクト1)	350
Tab. 6-12	資金計画 (サブプロジェクト1)	351
Tab. 6-13	継続実施した場合のサブプロジェクト1 Cash Flow (かんがい事業のみ)	353
Tab. 6-14	継続実施した場合のサブプロジェクト1 Cash Flow (農産加工施設を含む)	354
Tab. 6-15	サブプロジェクト2、3の Cash Flow (かんがい事業のみ)	356
Tab. 6-16	サブプロジェクト2、3の Cash Flow (農産加工施設を含む)	357
Tab. 6-17	工事数量 (パイロットファーム)	362
Tab. 6-18	事業費総括表 (パイロットファーム)	365
Tab. 6-19	工事費内訳書 (パイロットファーム)	366

\*\*\*\*\*

Fig. 1-1	Alternative 1の排水網	5
Fig. 1-2	Alternative 2の排水網	7
Fig. 1-3	湛水率と湛水深	10
Fig. 1-4	開発可能区域図 (Alternative 1)	15
Fig. 1-5	開発可能区域図 (Alternative 2)	17
Fig. 1-6	開発可能区域図 (Alternative 3)	19
Fig. 2-1	かんがい計画の手法	40
Fig. 2-2	気温と蒸発散量	44
Fig. 2-3	インタークレートの調査位置	49
Fig. 2-4	インタークレート調査	51
Fig. 2-5	水質調査地点	61
Fig. 2-6	水稲の作物係数	69

Fig. 2-7	水管理の模式図	71
Fig. 2-8	用水系統模式図	85
Fig. 2-9	かんがいブロック	87
Fig. 2-10	排水路横断構造物の検討	91
Fig. 2-11	水路	98
Fig. 2-12	道路横断形式	98
Fig. 2-13	可動式ゲート	100
Fig. 2-14	低揚程斜流ポンプ適用線図	103
Fig. 2-15	ポンプの寸法	104
Fig. 2-16	吸水槽、吐水槽	105
Fig. 3-1	排水計画の手法	109
Fig. 3-2	月間降雨量	113
Fig. 3-3	月別降雨の場所相関(1970年~1980年の平均値)	114
Fig. 3-4	月別降雨の等強度線と場所相関	115
Fig. 3-5	地区のティーセン法による分割	116
Fig. 3-6	サンタロサと長期観測地点の相関	116
Fig. 3-7	損失雨量と累加降雨量の関係(計画)	122
Fig. 3-8	損失雨量と累加降雨量の関係(カヘクエ、イングア)	123
Fig. 3-9	一様勾配の斜面における降雨流出モデル	127
Fig. 3-10	横からの流入がある河川モデル	128
Fig. 3-11	特性曲線法の図式計算	130
Fig. 3-12	末端処理モデル	132
Fig. 3-13	計画地区後背地排水系統	133
Fig. 3-14	計画地区後背地排水系統模式図	134
Fig. 3-15	末端排水路圃場モデル	136
Fig. 3-16	特性曲線法による流出量	143
Fig. 3-17	演算の進行	149
Fig. 3-18	河川形状の平均化	151

Fig. 3-19	境界条件の与え方	152
Fig. 3-20	幹線排水路の位置(案)	155
Fig. 3-21	幹線排水路系統図	157
Fig. 3-22	排水路断面模式図	159
Fig. 3-23	湛水状態の解析	161
Fig. 3-24	ケースの設定	162
Fig. 3-25	幹線排水路の水位時間変化(No. 8)	205
Fig. 3-26	幹線排水路の水位時間変化(No.22)	206
Fig. 3-27	幹線排水路の水位時間変化(No.91)	207
Fig. 3-28	幹線排水路の水位時間変化(No.97)	208
Fig. 3-29	幹線排水路の水位時間変化(No. 126)	209
Fig. 3-30	幹線排水路の水位時間変化(No. 170)	210
Fig. 3-31	幹線排水路の水位時間変化(No. 178)	211
Fig. 3-32	幹線排水路の水位時間変化(No. 244)	212
Fig. 3-33	幹線排水路の水位時間変化(No. 259)	213
Fig. 3-34	幹線排水路の水位時間変化(No. 266)	214
Fig. 3-35	幹線排水路の流量時間変化(No. 8)	217
Fig. 3-36	幹線排水路の流量時間変化(No.22)	218
Fig. 3-37	幹線排水路の流量時間変化(No.91)	219
Fig. 3-38	幹線排水路の流量時間変化(No.97)	220
Fig. 3-39	幹線排水路の流量時間変化(No. 126)	221
Fig. 3-40	幹線排水路の流量時間変化(No. 170)	222
Fig. 3-41	幹線排水路の流量時間変化(No. 178)	223
Fig. 3-42	幹線排水路の流量時間変化(No. 244)	225
Fig. 3-43	幹線排水路の流量時間変化(No. 259)	226
Fig. 3-44	幹線排水路の流量時間変化(No. 266)	227
Fig. 3-45	最大湛水分布模式図 ケース1-3	229
Fig. 3-46	最大湛水分布模式図 ケース2-3	231
Fig. 3-47	最大湛水分布模式図 ケース3-3	233



Fig. 3-48	最大湛水分布模式図 ケース4-3	235
Fig. 3-49	排水路断面の大きさと湛水率の関係 (湛水深30cm以上)	244
Fig. 3-50	遊水池の設定	259
Fig. 3-51	排水系統図	263
Fig. 4-1	末端圃場計画模式図	272
Fig. 4-2	用排水路標準断面図	274
Fig. 4-3	モデル・ブロック	276
Fig. 4-4	幹線用水路よりの取水施設	277
Fig. 4-5	耕作道路の標準断面	278
Fig. 4-6	圃場区画断面模式図	280
Fig. 4-7	搬入量	286
Fig. 4-8	搬出量	287
Fig. 4-9	総輸送量	288
Fig. 4-10	道路配置図	293
Fig. 4-11	基幹道路の標準断面	296
Fig. 4-12	幹線道路の標準断面	299
Fig. 4-13	支線、横断及び管理用道路の標準断面	300
Fig. 4-14	耕作道路の標準断面	300
Fig. 5-1	施工年次別農地開発計画図	309
Fig. 5-2	施工計画	312
Fig. 6-1	サブプロジェクト位置図	331
Fig. 6-2	施工計画	340
Fig. 6-3	パイロットファーム平面図	359
Fig. 6-4	パイロットファーム	363



## 第 1 章

### Alternative の設定及びその検討



## 第1章 Alternative の設定及びその検討

### 1-1 Alternative 設定の目的

大規模でかつかんがい、排水を含む事業を計画する場合その検討過程において、必ずしも選択しうる案が1つではない場合がある。特に本計画においては、かんがい排水が主たる事業であり、工事費の大半を占めることが予測される。計画を進めていく過程でA案もB案も同等に確からしい、又はA案に対しB案なる代替案も考えうるという立場に立たされた場合、この2つの案に対して検討を加え最終案を決定する。

前述のようにこの農業開発計画の主たる部分となるかんがい計画、排水計画については数種類の代替案を考えることが可能であり、計画の過程においてこれを検討する必要がある。そのためここでは排水計画において2つのAlternative、かんがい計画においては3つのAlternativeを設定して比較検討を行い、最も効率のよい最終案を決定することとした。

### 1-2 排水計画におけるAlternative

排水計画においては後述(第3章 排水計画参照)するように数値モデルによるシミュレーションを行っている。このシミュレーションの中では施設断面、降雨量(1日降雨か連続降雨か)その他について数案だしその検討を行うこととなるがこのシミュレーションの基本になるものとして排水路網をどのように設置して計画降雨に対して、いかに湛水を少なくするかが最大の問題である。この排水路網が決定すれば他の要素については電子計算機上で容易に変化させ簡単に回答を引きだせるためAlternativeとして設定する必要がなく、すべてのケースを計算し、最適なものを選び出せる。

ここではそのための2つの排水網を考え、シミュレーションを行い最適な排水網を選び出している。

#### 1-2-1 Alternative の設定

現況の計画地区においては排水河川としてアティングィ川、ジャベビリ川の両河川がある。この両河川を利用して排水路網を設置すれば比較的工事を容易に行うことができると考えられる。

しかし、東西方向に長い計画地区を効率よく排水するために南北方向に基幹排水路を設

置し主要には両河川と新設する2本の排水路により計画地区の降雨を排除することが考えられる。

この現況2河川を中心に排水網を組む案と、新たに2本の基幹排水路を新設する案をAlternativeとしてどちらが最適な方法かを数理モデルシミュレーションを使って検討した。数理モデルシミュレーションの手法について第3章 排水計画で詳論するが、ここで使用した計算条件について述べると、

(1) 計画地区の排水網

現況河川を中心としたAlternative 1についてはFig. 1-1に示す排水路網とし、新設排水路2本を含むAlternative 2についてはFig. 1-2に示すものとする。なおこの排水網のモデル化については第3章 排水計画で詳論するものと同様である。すなわち1,500mメッシュで解析モデルをつくり60秒間隔で計算を行っている。

(2) 排水路勾配

1/50,000地形図及び一部実測データをもとに決定。

(3) 粗度係数

アティンギ川、ジャバビリ川の現況河川断面で0.05、新設排水路で0.04とする。

(4) パラナ河水位（外水位）

外水位であるパラナ河水位はイタイバテダムの計画水位のうち1/10年確率相当（流量30,000 $m^3/sec$ ）水位とする。

(5) 計画降雨及び損失雨量

1/10確率日雨量164.4 $mm/day$ を使用し、損失雨量は50 $mm$ で計算する。

(6) 山地流出

第3章 排水計画で詳論するものと同じ方法による。

(7) 排水路断面

0.25  $m^3/sec / Km^2$ 、0.5  $m^3/sec / Km^2$ 、1  $m^3/sec / Km^2$ 、2  $m^3/sec / Km^2$ に相当する断面を排水路に与える。

## 1-2-2 解析結果

後背流域を含む計画地区に前項で設定した条件で降雨を与えた場合、同時刻内に計画地区内で排水すべき水量は同じであると考えられる。今Alternative 1, 2に同じ断面を与

Fig. 1-1 Alternative 1 の排水網

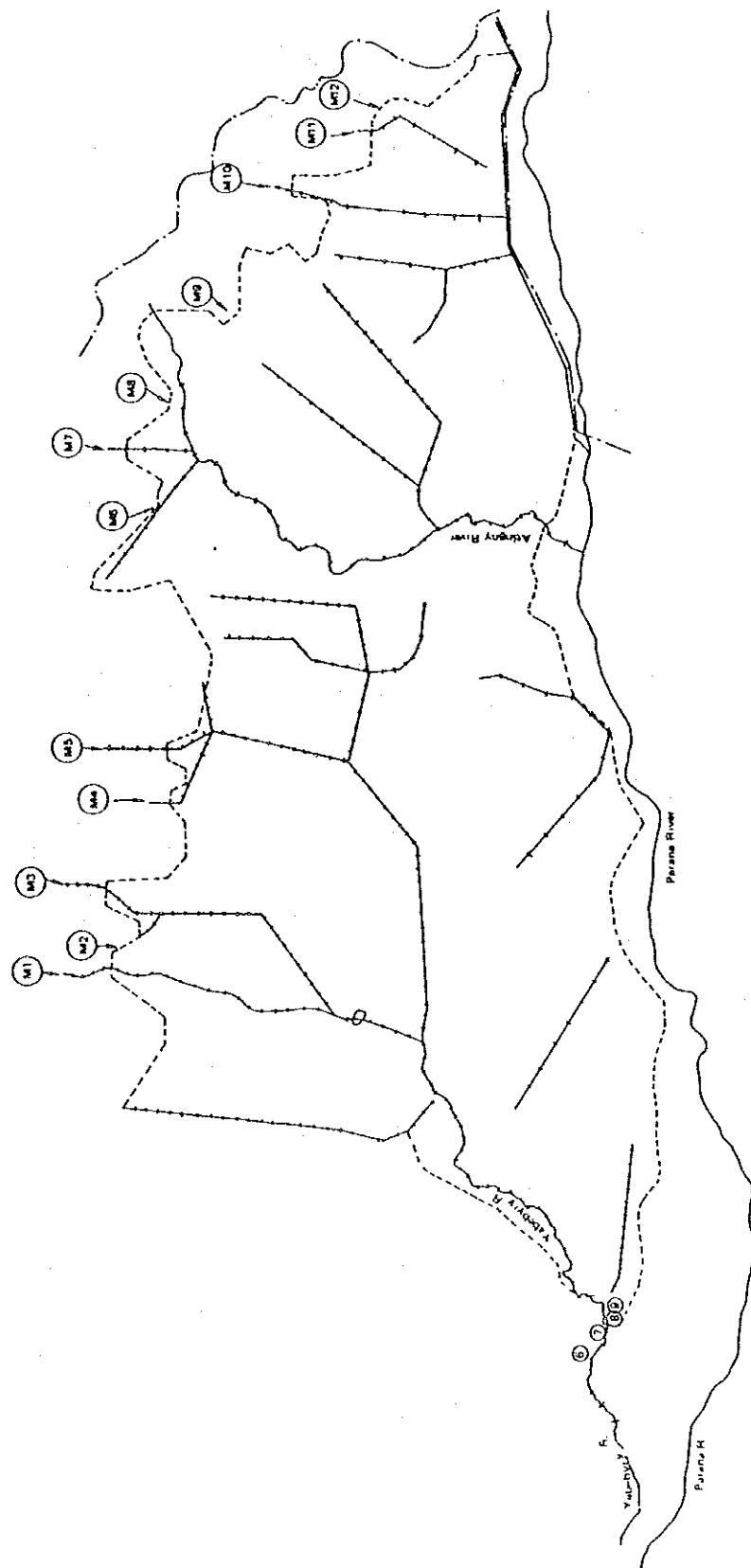
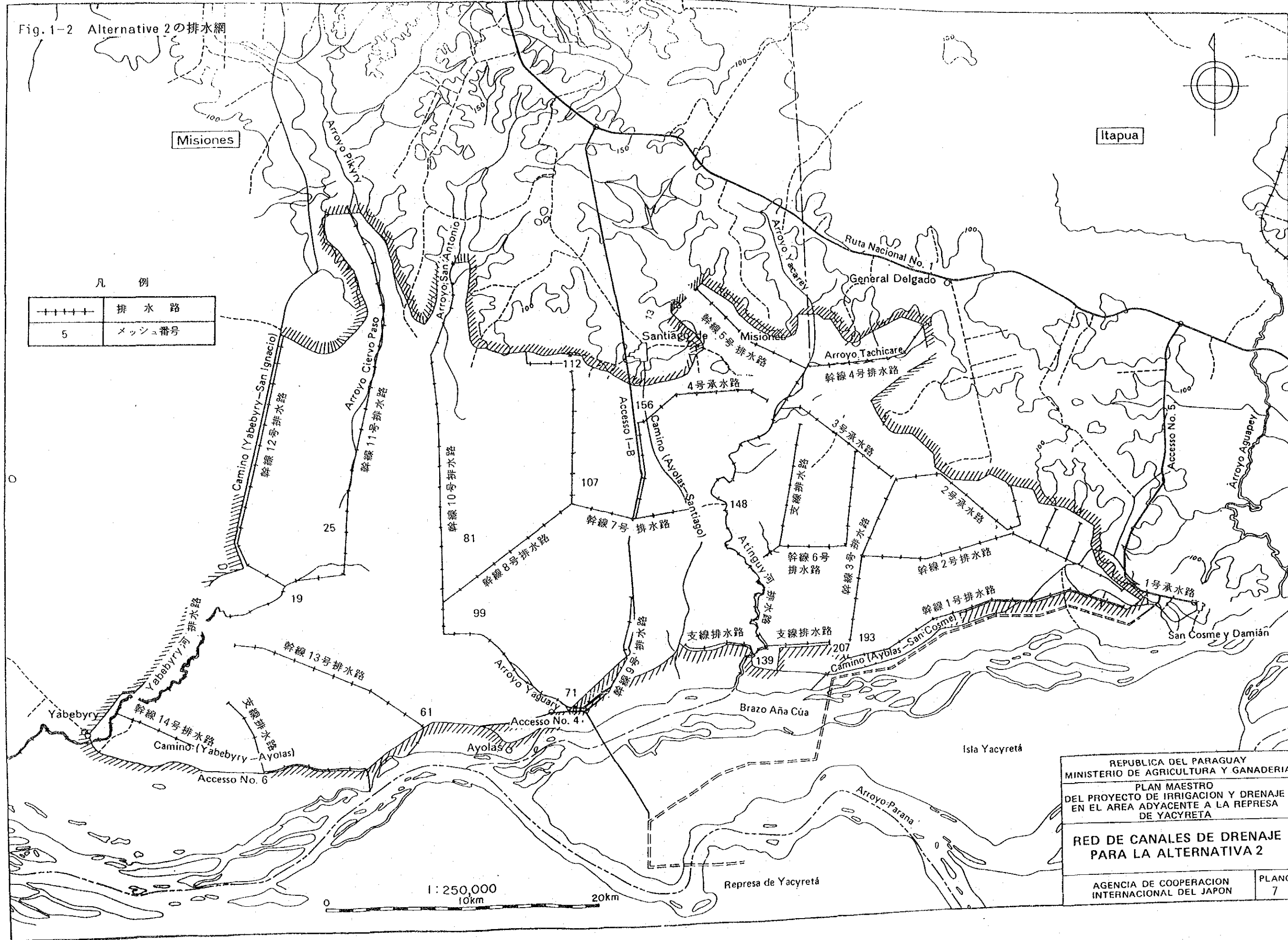


Fig. 1-2 Alternative 2の排水網



凡 例

+++++	排水路
5	メッシュ番号

REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

**RED DE CANALES DE DRENAJE  
 PARA LA ALTERNATIVA 2**

AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON

PLANO  
 7

1 : 250,000  
 10km 20km





える場合、排水路網が異なっても排水路の総断面は同じであると考えてもよい（厳密に言えば若干異なるとしても各々の断面積に延長を掛けたものの総和は同じと考えてよい）。

すなわち排水路の総断面は排水路の掘削量となり、排水路の総工事費中大きな比重を占める。ここでAlternative 1, 2の排水路の総断面が等しいということは、どちらのAlternativeを選んだとしても工事費に大差がなく、排水効率のよい排水網を選ぶことが最適であると考えられる。

排水効果の指標として考えられるものの1つとして計画降雨時の地域内の湛水がある。農業開発を計画する場合、計画地区内の湛水は作物に対して大きな被害を与えることがあり、各作物について許容される湛水深、湛水時間が研究されている。これは単に湛水深、湛水時間だけの問題でなく、作物の生育ステージ等にも関係するため、単純に決定することは難しい。

このような理由で排水効果の指標として計画降雨時の地区の湛水率と湛水深を選んだ（Fig. 1-3）。シミュレーションの結果にもとづき湛水深に応じ計画地区の湛水率を求めたものをFig. 1-4に示した。

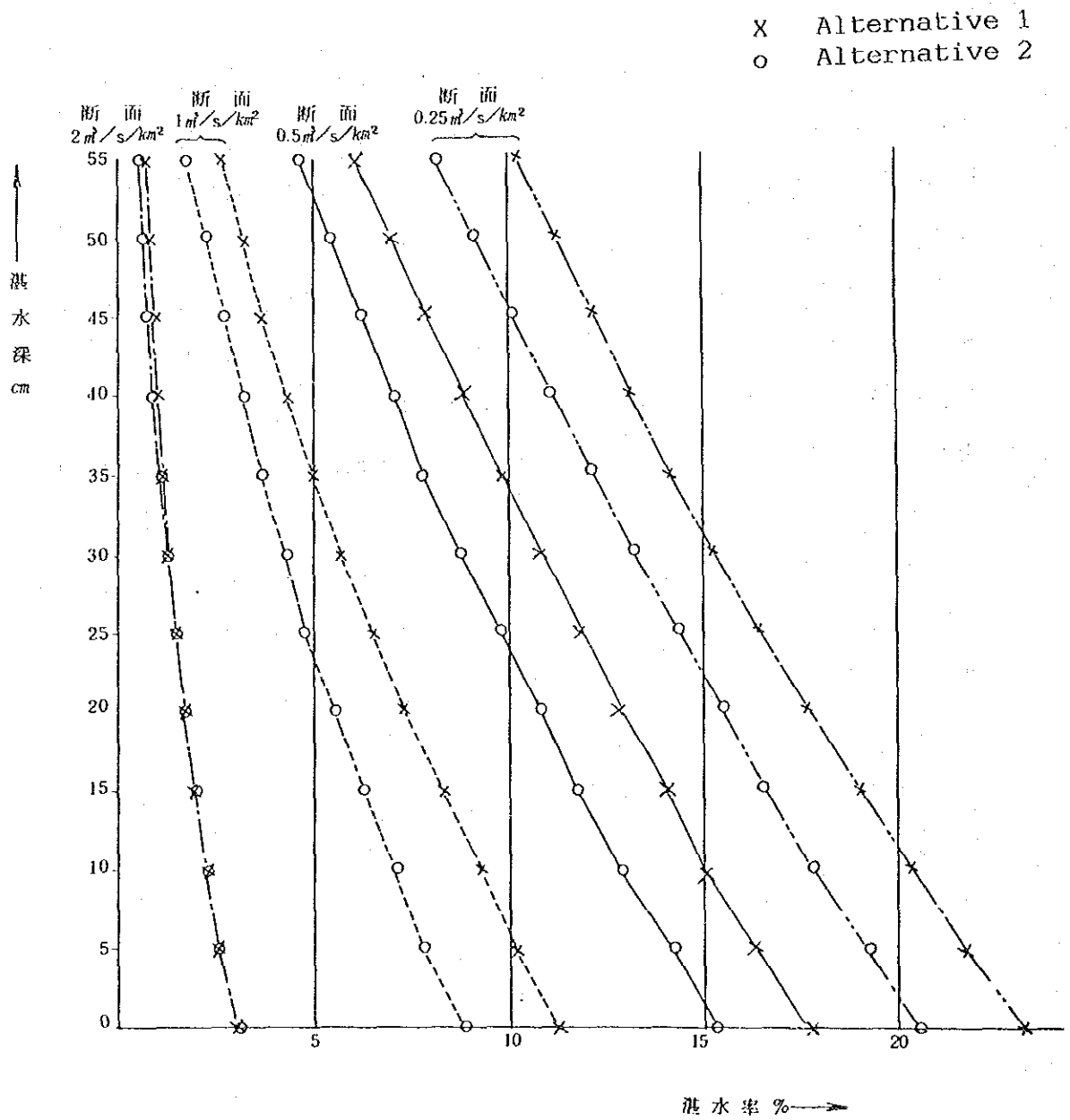
この結果をみるとすべての断面のケースにおいて、Alternative 1の湛水率が大きくなり農業開発を行う場合Alternative 2のように基幹排水路を2本新設し、直接パラナ河にはアティングイ川、ジャベピリ川とともに排水することが望ましいことがわかった。そのため第3章で行う排水計画ではAlternative 2のように排水路を2本新設することで進められる。

### 1-3 かんがい計画におけるAlternative

かんがい計画を樹てるに当りこの計画地区にどれだけかんがい水として利用できるかを求める必要がある。また後述（第2章 かんがい計画）するように本計画地区においては畑地かんがいの必要性はなしとの結論がでていたために、このかんがい水の賦存量から開田の可能面積を求め、これらについて技術的、かつ経済的検討を加え最適な計画を樹立する必要がある。

かんがい水の賦存量の中にはヤシレタダムからの水のみならず山地流域からの流出水、反復利用水などがあり、これらの水をかんがい水として利用するためには水源施設、水路、

Fig. 1-3 滲水率と滲水深



場合によれば機械揚水を必要とし、本計画のように輸出農産物として国際市場へ出す場合、生産コストの制約があるためかんがい計画においても十分な経済性の検討を行う必要がある。そのためAlternativeを設定し最適な案を選び出し、最終かんがい計画を樹立する。

### 1-3-1 水田開発可能面積

本計画地区において、土壌は水田開発に対して支障となるようなものはなく、かんがい水があればすべての地域を水田化することが可能である。

一方、本計画地区におけるかんがい水の絶対量は、ヤシレタ協定に基づく  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$  の水と地区内の反復利用水及び北部丘陵地からの流入水である。

このうち、ヤシレタ協定に基づく  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$  の水については、取水地点が受益地に対して十分な標高を持っていない。このため、取水全量を自然流下方式のかんがいに利用することは困難で、一部ポンプによるかんがいが必要と思われる。また、反復利用水については、本計画地区が極めて平坦で、自然流下によるかんがいは不可能であるため、全量をポンプかんがいに頼らざるを得ない。

ポンプかんがいを行う場合には、機械に初期投資、及び維持管理費を含め、畑地あるいは草地との経済的な比較検討を行う。

以下に、かんがい水量の算出、及びそれらによる水田開発可能面積を求めてみる。

#### (1) 反復利用水

粗用水量  $2.6 \text{ l} / \text{sec} / \text{ha}$  のうち蒸発散量として失われる水量は  $9.1 \text{ mm} / \text{day} = 1.05 \text{ l} / \text{sec} / \text{ha}$  で残る水量が浸透量及びその他の損失水量である。この残量に対する反復利用水量の率（反復利用率）に関する資料を現地で得ることができず、したがってここでは、30%とする。

これらのことから、反復利用水量は次のとおりとなる。

$$(2.6 - 1.05) \times 0.3 = 0.465 \text{ l} / \text{sec} / \text{ha}$$

$$0.465 \div 2.6 \times 108 = 19.3 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

したがって、ヤシレタ協定に基づく取水量  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$  から得られる反復利用水の全量は  $19.3 \text{ m}^3/\text{sec}$  である。

#### (2) 北部丘陵地よりの流出量

北部丘陵地からの流出水の資料とするため1983年11月より1984年3月までの間、国道

1号線のサンイグナシオ近辺において流量観測を行った。その結果、流域面積 6,847 ha、100km<sup>2</sup>当り平均流出量 1.8 m<sup>3</sup>/sec/100km<sup>2</sup>の結果が得られた。この観測は、月1回程度の頻度で実施したもので、この結果をそのまま基底流量に適用することはできない。

したがって、この値を参考とし、かつ、日本における近似地形を考慮して、ここでは基底流量を 1.0 m<sup>3</sup>/sec/100km<sup>2</sup>とする。一方、排水計画からその流域面積は 763km<sup>2</sup>である。

これらから、北部丘陵地よりの流出水量は次のとおりとなる。

$$763 \text{ km}^2 \div 100 \times 1.0 = 7.6 \text{ m}^3/\text{sec}/100\text{km}^2$$

したがって、北部丘陵地からの流出水の全量は 7.6 m<sup>3</sup>/sec/100km<sup>2</sup>である。

### (3) 水田開発可能面積

これらの結果、及び前出の計画単位用水量から、利用可能水量及び水田開発可能面積を求めて行くと次のようになる。

#### ① 利用可能水量

ヤシレタ協定に基づく取水量	108	m <sup>3</sup> /sec
反復利用水量	19.3	m <sup>3</sup> /sec
北部丘陵地からの流出水量	7.6	m <sup>3</sup> /sec
合 計	134.9	m <sup>3</sup> /sec

#### ② かんがい可能水田面積

計画単位用水量 2.60 l/sec/ha = 0.0026 m<sup>3</sup>/sec/ha から、利用可能水量による水田かんがいが可能となる面積は次のようになる。

$$134.9 \text{ m}^3/\text{sec} \div 0.0026 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{ha} = 51,885 \text{ ha} \approx 51,900 \text{ ha}$$

#### ③ 水田開発可能面積

栽培計画による大豆1年-水稲3年の輪作体系により、同時にかんがいすべき面積は、水田として開発した面積の3/4 となり、この面積が51,900 ha である。

したがって、利用可能水量による水田開発が可能となる面積は次のとおりである。

$$51,900 \div (3/4) = 69,200 \text{ ha}$$

### 1-3-2 Alternative の設定

かんがい計画においてAlternative を設定する場合の基本的な考え方として、本計画において水田開発を最大限、かんがい水の賦存量にあわせて行うことが必ずしも最適でないということがあげられる。

すなわち総量としてかんがい水が賦存していても、その各々の位置のエネルギーが異なりポテンシャルの低い水を利用するためにはポンプを用い揚水する必要がある。一方栽培計画でも述べたようにこの地域でかんがいを行って最も効率的に栽培できる作物は水稲であり、開発の効果をあげるためには水田開発可能面積を拡大する必要がある。

この相異なる2つの条件を調和させ最適な計画を樹立させるために事業の経済性という概念を導入する。すなわち原則として自然かんがいを行える区域は水田開発を行い、ポンプかんがいを行わなければならない区域についてはその揚程などを考慮して経済的合理性を満足する区域についてはかんがいを実施する。

具体的にはこれらの条件をもとに3つのAlternativeを設定し、その各々について事業費の算定、便益の計算を行い内部収益率の概算を行い最適なAlternativeを選び最終的なかんがい計画を樹立するものとする。以下3つのAlternativeの設定を行う。

#### (1) Alternative 1

計画区域のうち、自然流下でかんがい可能な地区を開田し、残る地区は畑地及び放牧地として利用する。

土地利用受益面積の概要は次のとおりである。

水田	52,000 ha (用水量 101.4 $m^3$ /sec)
畑地	41,940 ha
放牧地	13,420 ha
計	107,360 ha

この場合、ジャベビリ川の流域においても水田開発を行うので、ジャベビリ川の排水改良を行う必要がある (Fig. 1-4)。

#### (2) Alternative 2

計画地区のうち、中央基幹排水路より西側、すなわちジャベビリ川流域では水田開発を行わず、それより東側の地区でポンプかんがいを含んだ開田を行う。残る地区、すなわちジャベビリ川流域については、より簡易な排水改良に止め、畑地及び放牧地として利用する。

土地利用受益面積の概要は次のとおりである (Fig. 1-5)。

水田	53,760 ha (用水量 104.8 $m^3/sec$ )
自然流下かんがい区域	40,580 ha (79.1 $m^3/sec$ )
ポンプかんがい区域	13,180 ha (25.7 $m^3/sec$ )
畑地	38,000 ha
放牧地	15,600 ha
計	107,360 ha

### (3) Alternative 3

計画区域内において、賦存するすべての水量を利用して開田し、残る地区は畑地及び放牧地として利用する。

土地利用受益面積の概要は次のとおりである (Fig. 1-6)。

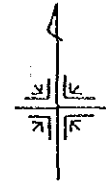
水田	69,200 ha (用水量 134.9 $m^3/sec$ )
自然流下かんがい区域	44,960 ha (87.6 $m^3/sec$ )
ポンプかんがい区域	10,480 ha (20.4 $m^3/sec$ )
反復水かんがい区域	9,880 ha (19.3 $m^3/sec$ )
流出水かんがい区域	3,880 ha (7.6 $m^3/sec$ )
畑地	33,380 ha
放牧地	4,780 ha
計	107,360 ha

#### 1-3-3 事業量及び事業費

第2年次に概定したかんがい計画にもとづき、各かんがいブロック別の水田開発面積、水稻栽培面積、ポンプかんがいの要否等をTab. 1-1に示す。

これに基づき末端圃場施設、用排水路、道路、ポンプ施設などの事業数量及びその事業費についてTab. 1-2～Tab. 1-12に示した。

Fig.1-4 開発可能区域図 (Alt-1)



凡 例	
B	カンガイ用ポンプ
	開発可能区域
4-a	ブロック番号
6500	ブロック面積 (ha)



REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

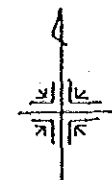
**MAPA DE AREA CAPAZ PARA LA  
 EXPLOTACION (Alt. I)**

AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON

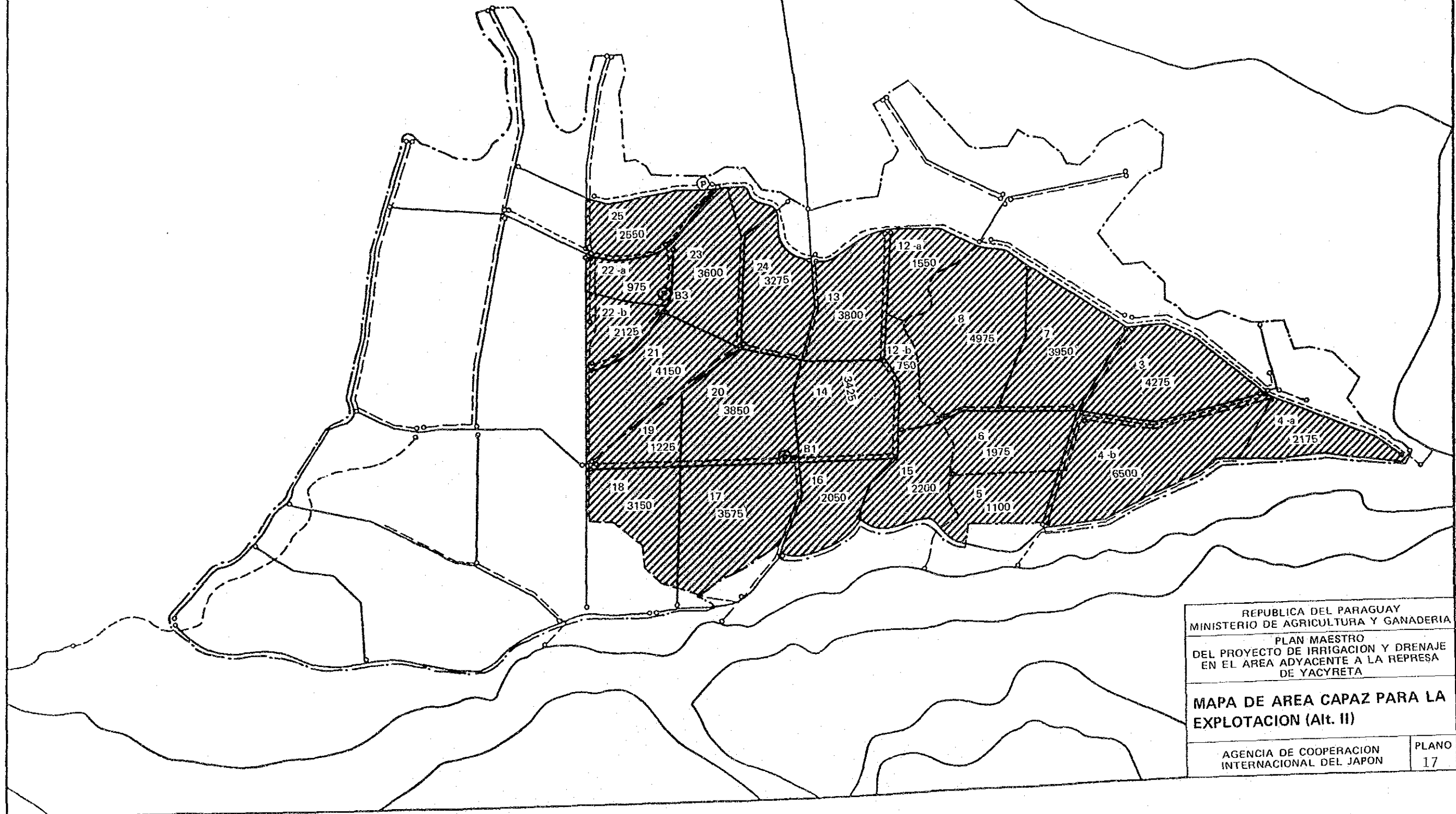
PLANO  
 15



Fig.1-5 開発可能区域図 (Alt-II)



凡 例	
B	カンガイ用ポンプ
	開発可能区域
7	ブロック番号
4500	ブロック面積 (ha)

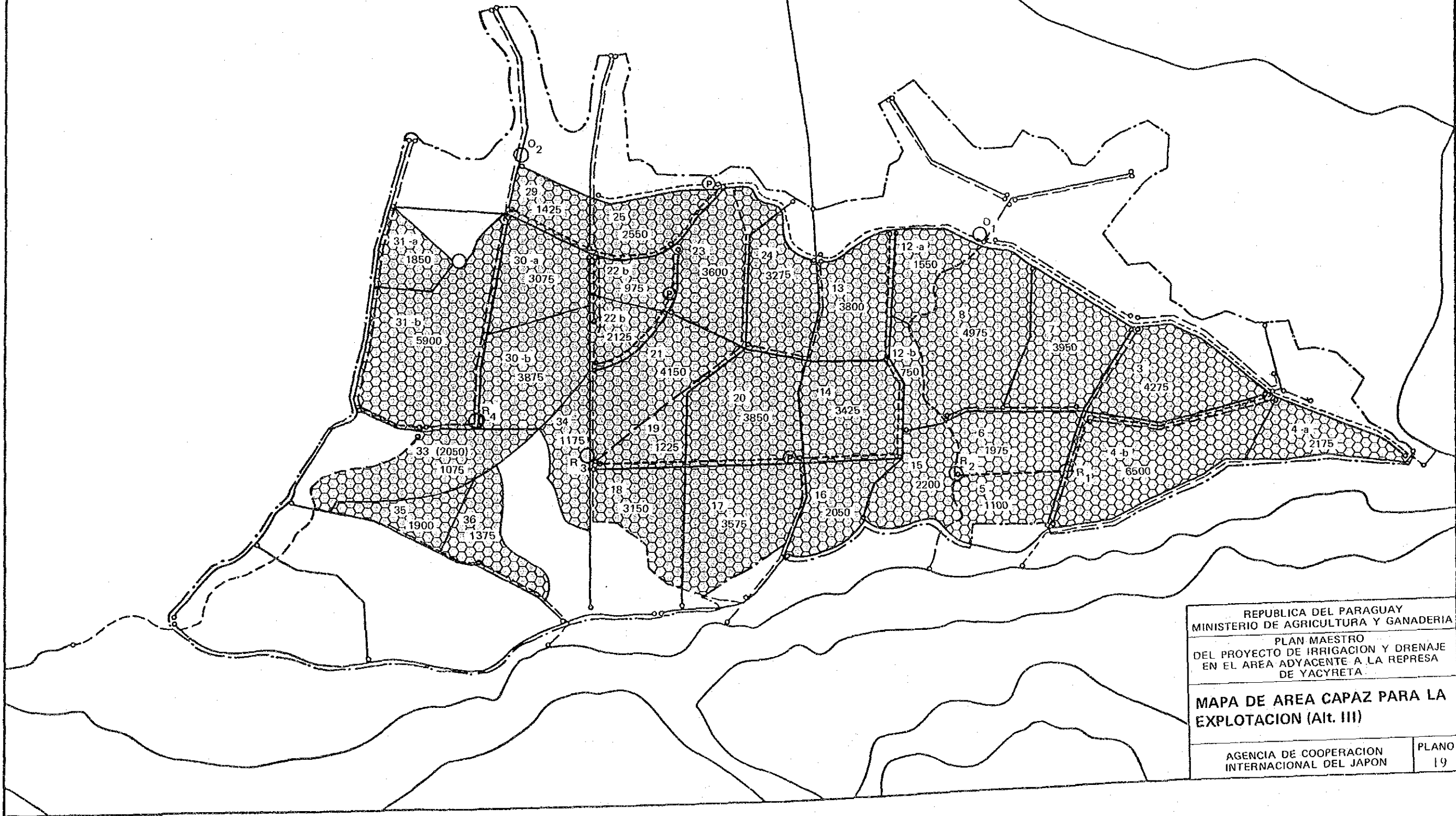


REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA  
**MAPA DE AREA CAPAZ PARA LA  
 EXPLOTACION (Alt. II)**  
 AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON  
 PLANO  
 17

Fig.1-6 開発可能区域図 (Alt-III)



凡 例	
	開発可能区域
	カンガイ用ポンプ
	流出水カンガイ用ポンプ
	反復水カンガイ用ポンプ



REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA  
**MAPA DE AREA CAPAZ PARA LA  
 EXPLOTACION (Alt. III)**  
 AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON



Tab. 1-1 (1) 各Alternativeに係わるかんがいブロック  
Sub-Project 1

Block No.	水 田		かんがい N or P	Alternative			備 考
	開 発	水 稲		1	2	3	
3	3,420 <sup>ha</sup>	2,565 <sup>ha</sup>	N	○	○	○	基幹用水路
4-a	1,740	1,305	N	○	○	○	基幹用水路
4-b	5,200	3,900	N	○	○	○	幹線1号用水路
5	880	660	N	○	○	○	幹線1号用水路
6	1,580	1,185	N	○	○	○	幹線1号用水路
7	3,160	2,370	N	○	○	○	基幹用水路
8	3,980	2,985	N	○	○	○	基幹用水路
小 計	(開発)			19,960	19,960	19,960	
	(N)			19,960	19,960	19,960	

註) かんがい欄のNは自然流下、Pはポンプによってそれぞれかんがいが可能であることを示す。

Tab. 1-1 (2) 各Alternativeに係わるかんがいブロック

Sub-Project 2

Block No.	水 田		かんがい N or P	Alternative			備 考
	開 発	水 稲		1	2	3	
12-a	1,240 <sup>ha</sup>	930 <sup>ha</sup>	N	○	○	○	基幹用水路
12-b	600	450	N	○	○	○	幹線2号用水路
13	3,040	2,280	N	○	○	○	基幹用水路
14	2,740	2,055	N	○	○	○	幹線2号用水路
15	1,760	1,320	N	○	○	○	幹線2号用水路
16	1,640	1,230	N	○	○	○	幹線2号用水路
17	2,860	2,145	P <sub>1</sub>	×	○	○	幹線2号用水路
18	2,520	1,890	P <sub>1</sub>	×	○	○	幹線2号用水路
19	980	735	P <sub>1</sub>	×	○	○	幹線2号用水路
20	3,080	2,310	P <sub>1</sub>	×	○	○	幹線2号用水路
21	3,320	2,490	N	○	○	○	基幹用水路
22-a	780	585	N	○	○	○	幹線4号用水路
22-b	1,700	1,275	P <sub>3</sub>	×	○	○	基幹用水路
23	2,880	2,160	N	○	○	○	基幹用水路
24	2,620	1,965	N	○	○	○	基幹用水路
25	2,040	1,530	P <sub>2</sub>	×	○	○	幹線3号用水路
小 計	(開発)			20,620	33,800	33,800	
	( N )			20,620	20,620	20,620	
	( P )			-	13,180	13,180	

Tab. 1-1 (3) 各Alternativeに係わるかんがいブロック

Sub-Project 3

Block No.	水 田		かんがい N or P	Alternative			備 考
	開 発	水 稲		1	2	3	
29	1,140ha	855ha	P <sub>2</sub>	×	×	○	幹線3号用水路
30-a	2,460	1,845	N	○	×	○	幹線4号用水路
30-b	3,100	2,325	N	○	×	○	幹線5号用水路
31-a	1,480	1,110	N	○	×	○	幹線4号用水路
31-b	(2,880)	(2,160)	P <sub>5</sub>	×	×	(2,880) △	幹線4号用水路
	4,720	3,540					
33	860	645	N	○	×	○	幹線6号用水路
34	900	675	N	○	×	○	基幹用水路
35	1,520	1,140	N	○	×	○	基幹用水路
36	1,100	825	N	○	×	○	幹線9号用水路
39	4,260	3,195	P <sub>4</sub>	×	×	×	幹線8号用水路
40	1,960	1,470	P <sub>4</sub>	×	×	×	幹線8号用水路
41	1,580	1,185	P <sub>4</sub>	×	×	×	幹線8号用水路
42	1,600	1,200	P <sub>4</sub>	×	×	×	幹線8号用水路
小 計	(開発)			11,420	-	15,440	
	( N )			11,420	-	11,420	
	( P )			-	-	4,020	
計	(開発)			52,000	53,760	69,200	
	( N )			52,000	40,580	52,000	
	( P )			-	13,180	17,200	

Tab. 1-2 各Alternativeに係わる末端圃場施設数量調査

(単位：面積、密度の他はすべてha)

施設名	密度 (m/ha)	Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3		備考
		水田	畑地	水田	畑地	水田	畑地	
地区面積 (ha)	—	65,000	52,425	67,200	47,500	86,500	41,725	※草地には施工する施設はない。
支線道路	9.3	604.5	487.6	625.0	441.8	804.5	388.0	
横断道路 (圃場内)	3.2	208.0	167.8	215.0	152.0	276.8	133.5	
耕作道路 (小用排水路沿)	18.9	1,228.5	( 990.8)	1,270.1	( 897.8)	1,634.9	( 788.6)	( ) 内は盛土なし
耕作道路 (支線排水路沿)	18.4	1,196.0	964.6	1,236.5	874.0	1,591.6	767.7	
支線用水路	18.6	1,209.0	—	1,249.9	—	1,608.9	—	
小用排水路	19.8	1,287.0	—	1,330.6	—	1,712.7	—	
支線排水路	9.5	617.5	498.0	638.4	451.3	821.8	396.4	
小排水路	20.8	1,352.0	1,090.4	1,397.8	988.0	1,799.2	867.9	
畦畔 (支線用水路沿)	18.2	1,183.0	—	1,223.0	—	1,574.3	—	
畦畔 (小用排水路沿)	19.7	1,280.5	—	1,323.8	—	1,704.1	—	
畦畔 (小排水路沿)	20.5	1,332.5	—	1,377.6	—	1,773.3	—	

Tab. 1-3 各Alternativeに係わる末端圃場内横断施設数量調査書

(単位：箇所)

横断施設名	密度 箇所/100ha	Alternative 1			Alternative 2			Alternative 3		
		水	畑	地計	水	畑	地計	水	畑	地計
地区面積 (ha)	-	65,000	52,425	-	67,200	47,500	-	86,500	41,725	-
支線用水路×耕作道路	2.99	1,944	-	1,944	2,009	-	2,009	2,586	-	2,586
支線用水路×横断道路	0.59	384	-	384	396	-	396	510	-	510
支線排水路×横断道路	0.32	208	168	376	215	152	367	277	134	411
小排水路×耕作道路	3.77	2,451	1,976	4,427	2,533	1,791	4,324	3,261	1,573	4,834



Tab. 1-4 各 Alternative に係わる用水路関係構造調査

路線名	勾配	Alternative 1				Alternative 2				Alternative 3			
		用水量 m <sup>3</sup> /sec	H m	B m	B <sub>b</sub> m	用水量 m <sup>3</sup> /sec	H m	B m	B <sub>b</sub> m	用水量 m <sup>3</sup> /sec	H m	B m	B <sub>b</sub> m
基幹用水路	1/20,000	50.7	2.0	60	10	52.5	2.0	60	10	57.8	2.0	65	10
幹線1号用水路	1/10,000	7.5	1.5	10	5	7.5	1.5	10	5	7.5	1.5	10	5
幹線2号用水路	1/15,000	6.6	1.5	10	5	15.8	1.5	25	10	13.9	1.5	25	10
幹線3号用水路	1/10,000	-	-	-	-	2.0	1.2	3	2	3.1	1.2	5	3
幹線4号用水路	1/20,000	7.6	1.5	15	5	0.8	1.1	2	2	10.5	1.5	20	10
幹線5号用水路	1/20,000	3.0	1.2	7	3	-	-	-	-	3.0	1.2	7	3
幹線6号用水路	1/7,000	0.9	0.9	2	2	-	-	-	-	0.9	0.9	2	2
幹線7号用水路	1/8,000	1.1	1.0	2	2	-	-	-	-	1.1	1.0	2	2
R <sub>2</sub> 付帯用水路	1/20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	1.2	10	5
R <sub>3</sub> 付帯用水路	1/20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9	1.5	12	5
R <sub>4</sub> 付帯用水路	1/20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	1.5	10	5

註) 1. 支配面積に対する用水量の1/2 を通水できる断面をその路線の平均標準断面とする。

2. 水深は底幅の1/2 以下とし、2mを上限とする。

3. 堤頂幅は上限を10m、下限を2mとする。

Tab. 1-5 各 Alternative に係わる用水路関係数量調査

路線名	第2年次計画			Alternative 1			Alternative 2			Alternative 3			
	Km	延長 Km	支配面積 ha	用水量 m <sup>3</sup> /sec	延長 Km	支配面積 ha	用水量 m <sup>3</sup> /sec	延長 Km	支配面積 ha	用水量 m <sup>3</sup> /sec	延長 Km	支配面積 ha	用水量 m <sup>3</sup> /sec
基幹用水路	92.0	86.4	52,000	101.4	61.5	53,800	104.9	86.4	59,300	115.6	86.4	59,300	115.6
幹線1号用水路	22.0	22.0	7,660	14.9	22.0	7,660	14.9	22.0	7,660	14.9	22.0	7,660	14.9
幹線2号用水路	34.4	22.2	6,740	13.1	34.4	16,180	31.6	34.4	14,180	27.7	34.4	14,180	27.7
幹線3号用水路	13.7	-	-	-	8.6	2,040	4.0	13.7	3,180	6.2	13.7	3,180	6.2
幹線4号用水路	23.7	23.7	7,820	15.2	5.9	780	1.5	23.7	10,700	20.9	23.7	10,700	20.9
幹線5号用水路	6.0	6.0	3,100	6.0	-	-	-	6.0	3,100	6.0	6.0	3,100	6.0
幹線6号用水路	10.0	10.0	860	1.7	-	-	-	10.0	860	1.7	10.0	860	1.7
幹線7号用水路	9.0	9.0	1,100	2.1	-	-	-	9.0	1,100	2.1	9.0	1,100	2.1
幹線8号用水路	16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R <sub>2</sub> 付帯用水路	-	-	-	-	-	-	-	-	2,000	3.9	9.0	2,000	3.9
R <sub>3</sub> 付帯用水路	-	-	-	-	-	-	-	-	3,540	6.9	12.5	3,540	6.9
R <sub>4</sub> 付帯用水路	-	-	-	-	-	-	-	-	2,760	5.4	4.5	2,760	5.4

註) 1. 支配面積は受益面積すなわち開田面積とする。

2. 用水量は支配面積から算出した。

3. 反復利用水及び北部丘陵地からの流出水のうち、用水路に流入させて利用する場合は、その用水路の支配面積と見なす。

Tab. 1-6 各 Alternative に係わる幹線道路調査

路線名	第2年次 延長 Km	Alt. 1 Km	Alt. 2 Km	Alt. 3 Km	備 考			
					盛 土	敷 砂	利	
					延長 Km	土 量 ×千 $\pi$	延長 Km	数 量 ×千 $\pi$
幹線 1号道路	11.8	-	-	-				
幹線 2号道路	10.4	-	-	-				
幹線 3号道路	13.6	-	8.0	13.6				
幹線 4号道路	23.5	23.5	23.5	23.5				
幹線 5号道路	14.8	14.8	14.8	14.8				
幹線 6号道路	19.6	6.0	19.6	19.6				
幹線 7号道路	13.3	13.3	-	13.3				
幹線 8号道路	12.0	12.0	-	12.0				
幹線 9号道路	18.7	18.7	-	18.7				
幹線 10号道路	11.0	-	-	-				
幹線 11号道路	5.2	-	-	-				
幹線 12号道路	9.3	9.3	9.3	9.3				
幹線 13号道路	19.4	19.4	19.4	19.4				
幹線 14号道路	27.5	10.7	27.5	27.5				
幹線 15号道路	10.4	10.4	10.4	10.4				
幹線 16号道路	12.3	-	3.0	3.1				
幹線 17号道路	13.0	-	-	3.0				
幹線 18号道路	11.4	11.4	-	11.4				
計	257.2	149.5	135.5	199.6				

幹線道路  $\pi$  当り土量

$(10+13) \times 1/2 \times 1.0 = 11.5 \text{ 土/m}$

Tab. 1-7 各Alternativeに係わる管理横断道路調書

路線名	2年次	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	
	Km	Km	Km	Km	
管理1号道路	5.6	5.6	5.6	5.6	
管理2号道路	6.9	6.9	6.9	6.9	
管理3号道路	15.0	15.0	15.0	15.0	
管理4号道路	9.5	9.5	—	9.5	
管理5号道路	17.5	11.9	—	11.9	
管理6号道路	14.0	—	—	—	
管理7号道路	9.0				
管理8号道路	1.0	1.0	1.0	1.0	
管理9号道路	34.5	34.5	34.5	34.5	アディングイ
管理10号道路	2.9	2.9	2.9	2.9	
管理11号道路	2.3	2.3	—	2.3	
管理12号道路	8.5	8.5	—	8.5	
管理13号道路	29.4	29.4	—	29.4	ジャベピリ
管理14号道路	1.2	1.2	1.2	1.2	取水工
小計	157.3	128.7	67.1	128.7	
横断道路 (用排水路沿)	461.3	374.9	309.7	346.3	
	618.6	503.6	376.8	475.0	

Tab. 1-8 各Alternativeに係わるポンプ関係規格調書

	Alternative 2	Alternative 3
P <sub>1</sub>	受益面積 9,440 ha 揚水量 18.4 m <sup>3</sup> /sec 揚程 2.5m	受益面積 5,900 ha 揚水量 11.5 m <sup>3</sup> /sec 揚程 2.5m
P <sub>2</sub>	受益面積 2,040 ha 揚水量 4.0 m <sup>3</sup> /sec 揚程 2.0m	
P <sub>3</sub>	受益面積 1,700 ha 揚水量 3.3 m <sup>3</sup> /sec 揚程 2.5m	受益面積 1,700 ha 揚水量 3.3 m <sup>3</sup> /sec 揚程 2.5m
P <sub>4</sub>		受益面積 2,880 ha 揚水量 5.6 m <sup>3</sup> /sec 揚程 2.5m
	Alternative 3	
R <sub>1</sub>	受益面積 A = 1,580 ha 揚水量 Q = 3.1 m <sup>3</sup> /sec 揚程 H = 排水路深さ + 損失 + 用水路堤高 = 4.2 + 1.5 + 2.0 = 7.7 ≒ 8 m ※ 幹線1号用水路に導水	
R <sub>2</sub>	受益面積 A = 2,000 ha 揚水量 Q = 3.9 m <sup>3</sup> /sec 揚程 H = 排水路深さ + 損失 + 用水路堤高 = 5.0 + 1.5 + 0.0 = 6.5m ※ R <sub>2</sub> 付帯水路 9 km 幹線13号道路横断	
R <sub>3</sub>	受益面積 A = 3,540 ha 揚水量 Q = 6.9 m <sup>3</sup> /sec 揚程 H = 排水路深さ + 損失 + 用水路堤高 = 5.5 + 1.5 + 0.0 = 7.0m ※ R <sub>3</sub> 付帯水路 12.5km 幹線14号道路横断	
R <sub>4</sub>	受益面積 A = 2,760 ha 揚水量 Q = 5.4 m <sup>3</sup> /sec 揚程 H = 排水路深さ + 損失 + 用水路堤高 = 4.5 + 1.5 + 0.0 = 6.0m ※ R <sub>4</sub> 付帯水路 4.5km を経て基幹用水路導水	
O <sub>1</sub>	受益面積 A = 1,120 ha 揚水量 Q = 2.2 m <sup>3</sup> /sec 揚程 H = 排水路深さ + 損失 + 用水路堤高 = 3.5 + 1.5 + 2.0 = 7.0m ※ 基幹用水路に導水	
O <sub>1</sub>	受益面積 A = 2,760 ha 揚水量 Q = 5.4 m <sup>3</sup> /sec 揚程 H = 排水路深さ + 損失 + 用水路堤高 = 4.5 + 1.5 + 0.0 = 6.0m (※ 幹線3号用水路として別途計上)	

Tab. 1-9 各Alternativeに係る排水路数量調査

路線名	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
承水路1号	7.5 Km	7.5 Km	7.5 Km
承水路2号	9.5	9.5	9.5
承水路3号	10.5	10.5	10.5
承水路4号	11.1	11.1	11.1
幹線排水路1号	21.7	21.7	21.7
幹線排水路2号	12.0	12.0	12.0
幹線排水路3号	13.3	13.3	13.3
幹線排水路4号	—	—	—
幹線排水路5号	—	—	—
幹線排水路6号	8.8	8.8	8.8
幹線排水路7号	11.5	11.5	11.5
幹線排水路8号	24.9	24.9	24.9
幹線排水路9号	3.2	3.2	3.2
幹線排水路10号	37.1	42.2	42.2
幹線排水路11号	17.0	—	23.5
幹線排水路12号	18.9	—	18.9
幹線排水路13号	13.3	—	13.3
幹線排水路14号	—	—	—
アティングイ	34.5	34.5	34.5
ジャベビリ	24.6	—	24.6

Tab. 1-10 各Alternativeに係る構造物数量調査

名 称	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
道路橋 巾員 15 m	20 ヶ所	17 ヶ所	22 ヶ所
道路橋 巾員 10 m	12	11	17
道路橋 巾員 8 m	104	73	124
水路橋	10	9	10
支線排水路道路横断 $Q = 15 m$	90	75	90
支線排水路道路横断 $Q = 10 m$	52	39	63
支線排水路道路横断 $Q = 8 m$	321	236	335
分水工支線用水路道路横断 $Q = 15 m$	168	124	168
分水工支線用水路道路横断 $Q = 10 m$	123	131	150
分水工支線用水路道路横断 $Q = 8 m$	187	97	187
分水工幹線用水路道路横断	8	6	8
チェックゲート	16	16	16
揚水機場	—	3	8
放水工	4	4	4
余水工	12	12	12
砂利舗装 (基幹道路)	181 Km	144 Km	181 Km
砂利舗装 (幹線道路)	149.5	135.5	199.6

Tab. 1-11 各Alternativeに係る基幹道路数量調査

路線名	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
基幹1号道路	43 Km	43 Km	43 Km
基幹2号道路	36.5	20.0	36.5
基幹3号道路	43.0	43.0	43.0
基幹4号道路	4.0	3.0	4.0
基幹5号道路	13.3	13.3	13.3
基幹6号道路	—	—	—
基幹7号道路	21.7	21.7	21.7
基幹8号道路	19.5	—	19.5
合計	181.0	144.0	181.0

Tab. 1-12

各Alternativeに係る直接工事費調書

(単位：千Gs)

区 分	工 種	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	備考
圃場整備	水 田	2,020,000	2,088,000	2,688,000	
土 工	基幹道路	439,016	349,272	439,016	
	幹線道路	223,503	202,573	298,402	
	管理用道路	44,326	20,677	44,326	
	基幹用水路	671,674	478,101	671,674	
	幹線用水路	576,433	489,633	828,095	
	承水路	817,922	817,922	817,922	
	幹線排水路	5,989,401	5,452,593	6,510,491	
	アディングイ ジャベピリ	2,317,676 3,223,144	2,317,676 -	2,317,676 4,285,910	
構造物	道路橋	7,063,942	5,911,965	8,339,494	
	水路橋	3,094,000	3,021,113	3,094,000	
	支線排水路道路横断	1,426,003	1,085,079	1,500,324	
	分水工支線用水道路横断	2,612,761	1,931,777	2,758,210	
	分水工幹線用水道路横断	430,910	233,173	430,910	
	チェックゲート	946,667	946,667	946,667	
	揚水機場	-	516,667	1,672,500	
	放水工 余水工	193,553 89,293	193,553 89,293	193,553 89,293	
舗 装	基幹道路	870,429	692,496	870,429	
	幹線道路	145,809	132,155	194,672	
合 計		33,196,462	26,970,385	38,991,564	
改め		33,196,000	26,970,000	38,992,000	



#### 1-3-4 事業効果

事業効果の算定に当っては厳密には経済価格を用い内部収益率を出す必要がある。しかしここでは3つのAlternative がその事業内容を大きく異にしていないこと、かんがいの効果を検討するために便益としては水稲のみで算出していることなどから財務価格を用いて内部収益率を出すこととする。ここで求められる内部収益率はそのため正確な値を示していることとならないが、3つのAlternative の比較のための指標としては使用することができる。又内部収益率を求めるために次のような仮定をおいている。

- ① 水稲の単位面積当り収量は籾換算で5 ton とする。又米の庭先価格は1983年価格 55 Gs/Kgを使用する。
- ② 営農の初期投資額は粗収益の 1.5倍とする。
- ③ 農家経営費は粗収益の 60 %とする。
- ④ プロジェクトライフは 50 年とする。
- ⑤ 建設期間は 10 年とし均等に事業費を配分する。
- ⑥ 維持管理費は事業費の 2 %とする。
- ⑦ 便益は工事開始後3年目より発生し、受益面積の1/10毎年増加し、事業開始後 12 年目に 100%の便益が発生する。

これらに基づき各Alternative のCash Flow を求めたものをTab. 1-13に示す。

内部収益率を求めれば

Alternative 1	8.5 %
Alternative 2	10.1 %
Alternative 3	9.6 %

となり、Alternative 2が最も高い経済効果を持つことがわかった。

かんがい計画においては、この結果に基づき中央基幹排水路より東側は水田開発を行い、一部ポンプ揚水を行うことも経済性を損わないことがわかったためそれを導入する。又中央基幹排水路より西側については大きな排水路の掘削を行わず、現況の状況を最も有利に利用できるかんがい計画を樹てる。

Tab. 1-13 Alternative Cash Flow

区分 年次	[ Alternative 1 ]					[ Alternative 2 ]						
	事業費 O&M	計	投資	営業 純収益	取 支 経営費	Net Cash Flow	事業費 O&M	計	投資	営業 純収益	取 支 経営費	Net Cash Flow
1	3,320	3,320	—	—	—	△ 3,320	2,697	2,697	—	—	—	△ 2,697
2	3,320	3,386	2,145	—	△ 2,145	△ 5,531	2,751	2,218	—	—	△ 2,218	△ 4,969
3	3,320	3,453	2,145	1,430	△ 1,575	△ 5,026	2,805	2,218	1,478	887	△ 1,627	△ 4,432
4	3,320	3,519	2,145	2,860	△ 1,001	△ 4,520	2,859	2,218	2,957	1,774	△ 1,035	△ 3,894
5	3,320	3,586	2,145	4,290	△ 429	△ 4,015	2,913	2,218	4,435	2,661	△ 444	△ 3,357
6	3,320	3,652	2,145	5,720	143	△ 3,509	2,967	2,218	5,914	3,548	148	△ 2,819
7	3,320	3,718	2,145	7,150	715	△ 3,003	3,021	2,218	7,392	4,435	739	△ 2,282
8	3,320	3,785	2,145	8,580	1,287	△ 2,498	3,075	2,218	8,870	5,322	1,330	△ 1,745
9	3,320	3,851	2,145	10,010	1,859	△ 1,992	3,129	2,218	10,349	6,209	1,922	△ 1,207
10	3,320	3,918	2,145	11,440	2,431	△ 1,487	3,182	2,218	11,827	7,096	2,513	△ 669
11	—	664	2,145	12,870	3,003	2,339	539	2,218	13,306	7,983	3,105	2,566
12	—	664	—	14,300	5,720	5,056	539	—	14,784	8,870	5,914	5,375
13~50	—	664	—	14,300	5,720	5,056	539	—	14,784	8,870	5,914	5,375
IRR = 8.5 %												

区分 年次	[ Alternative 3 ]					
	事業費 O&M	計	投資	営業 純収益	取 支 経営費	Net Cash Flow
1	3,899	3,899	—	—	—	3,899
2	3,899	3,977	2,855	—	—	6,832
3	3,899	4,055	2,855	1,903	1,142	6,149
4	3,899	4,133	2,855	3,806	2,284	5,466
5	3,899	4,211	2,855	5,709	3,425	4,782
6	3,899	4,289	2,855	7,612	4,567	4,099
7	3,899	4,367	2,855	9,515	5,709	3,416
8	3,899	4,445	2,855	11,418	6,851	2,733
9	3,899	4,523	2,855	13,321	7,993	2,050
10	3,899	4,601	2,855	15,224	9,134	1,366
11	—	780	—	17,127	10,276	6,071
12~50	—	780	—	19,030	11,418	6,832
IRR = 9.5 %						

註) △のついた数値はマイナスの数値

O & M: 維持管理費



## 第 2 章

### かんがい計画



## 第2章 かんがい計画

### 2-1 計画手法と基本方針

本事業開発の計画に先立ちヤシレタダム建設事業がすでに着工しており、このダム建設にかかる「ヤシレタ協定」においてパラグアイ、アルゼンチン両国の  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$  のかんがい用取水権はすでに合意をみている。この農業開発はこの取得したかんがい水を有効に利用し進めることが前提となっておりすでに栽培計画の中では水稲を中心としたかんがい農業が提案されている。

一般的にみてかんがい計画は、その内容を大きく3つに分けることができる。すなわち、他の2つの基礎となる用水に関する計画、水源に関する計画及び水路に関する計画である。用水計画は、計画地区の現況及び関連する計画を基本に作物の用水量を算出し、土壌条件及び有効雨量を勘案して用水量を求めるもので、かんがい計画の根幹をなす分野である。水源計画は、用水計画を基礎に、土地利用計画におけるかんがい面積から取水量を算出し、一方、気象・水文データ及び取水地点の社会経済条件から利用可能水量を決定して、水源施設の容量を算定する。

施設計画は、土地利用計画に基づき、用水系統を決定し、用水計画から、用水路の流量及びその断面を決める。また施設の管理に必要な分水工、チェックゲート放水工その他必要施設を計画することである。

かんがい計画に係るこれらの手順を図示すると、Fig. 2-1のとおりである。

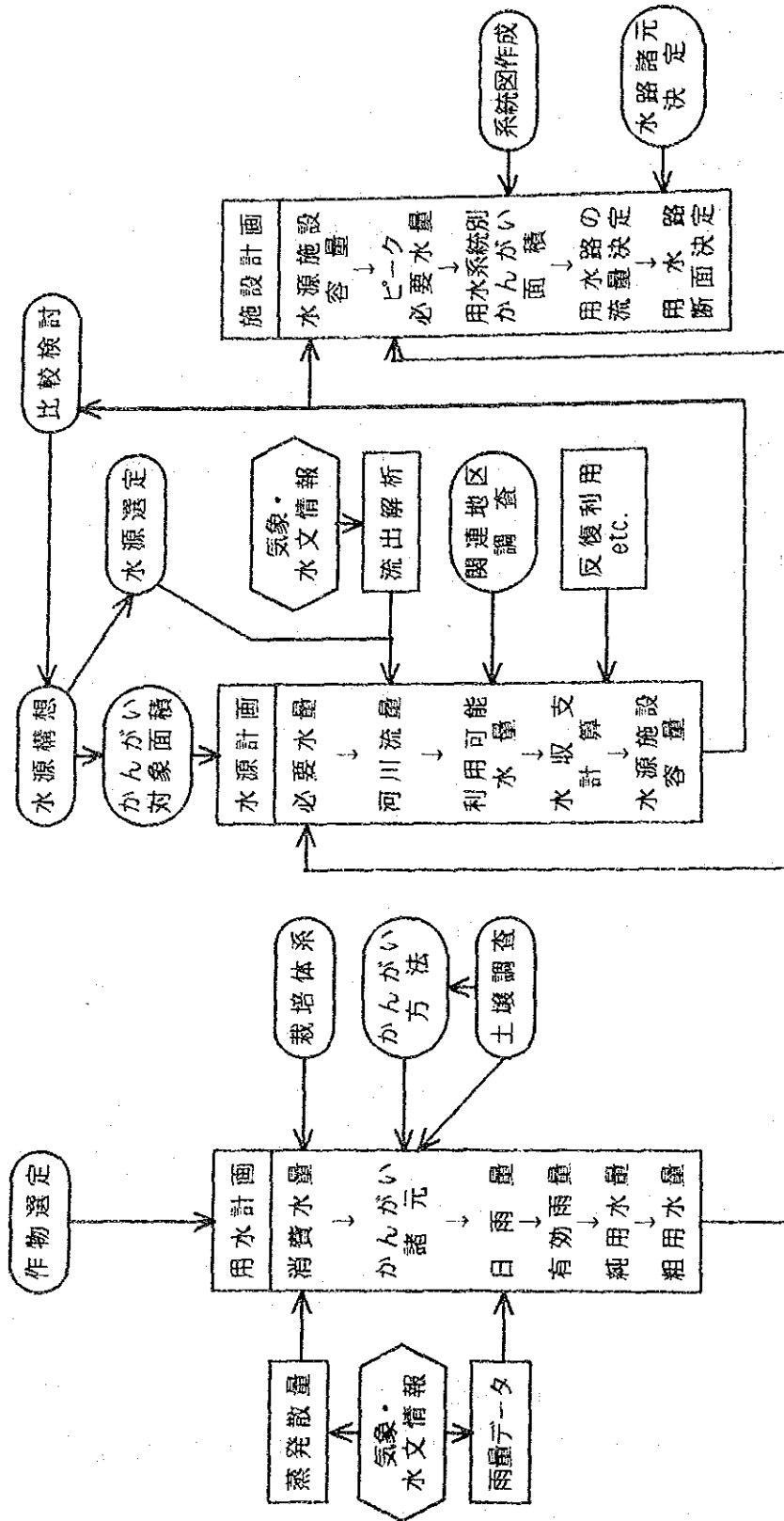
ただし、本計画の場合、水源について、ヤシレタ協定により取水量があらかじめ決められており、この取水量がかんがい対象面積を制限する可能性がある。また、取水施設はヤシレタダム計画に含まれている。これらのことから、本計画では、水源計画のほとんどを省略できる。

この計画は水稲を中心とするかんがい事業であるため最も効率の高くなるかんがい計画を樹立する必要がある。

しかし、用水の絶対量から、地域全体を水田とすることは困難で、さらに経済性の高い水田開発計画とする必要があるため、かんがい計画から数種類のAlternativeを提案し、技術的・経済的な検討を加えて最終案を決定することとした。

3つのAlternativeについては前章において詳論しており、この章においてはその検討を受けて最も経済性の高い案をもとに計画の樹立を行った。

Fig. 2-1 かんがい計画の手法



小麦・大豆は土地利用型作物で規模が大きく、経済的なうね間かんがいを採用できない。また、降雨状況との関連から、高価なかんがい方式ではかんがいによる効果を発揮し得ない。

また、小規模の野菜・綿の栽培地では、育苗・定着時にかんがい水の必要性が考えられるが、必要量が小さいことから農家の井戸水の利用が最も経済的である。

さらに、水田の輪作体系における大豆については、かんがい水を必要とする開花期が水稻栽培のピーク時と重ならないこと、及びうね間かんがいに必要な圃場の平坦性に問題はないことから、走り水的なかんがいは可能である。これらのことから、畑地に係るかんがい計画は行わない。

これに基づき下記の基本方針をもとにかんがい計画の樹立を行う。かんがい計画の樹立に当たっては、上記の基本方針に基づき次の点に留意する。

- ① かんがいの対象地区は、水稻・大豆の輪作地とする。
- ② 計画地区内の森林地域及び遊水池は開発面積から除外し、さらにその面積から施設用地、居住地、微高地等として20%を除外してかんがい対象面積とする。
- ③ 用水系統及びかんがいブロックは、既存の道路、河川及び新しく計画する道排水路系統に配慮して決定する。
- ④ 用水路の路線は5万分の1の地形図を利用して計画する。
- ⑤ 用水路は原則として土水路による開水路方式とし、できる限り高位部に配置する。
- ⑥ かんがいは自然流下又はポンプによる方式とする。

## 2-2 かんがい計画調査

かんがい計画手法について前項でのべたように、計画を樹立するためには計画諸元を決定しなければならない。

計画諸元の中には有効雨量、水源計画のように気象データにより決定されるもの、浸透量、水質など現地調査の結果決定されるもの、又現地調査の結果決定されるべきであるが観測が長期にわたるため理論値より求めるものなどがある。

ここで水田用水量を求めるため減水深調査を行ったが観測期間が短いため理論計算を併せ検討し用水量を決定し、初期冠水のための必要量を求めるため土壌の物理性調査、インターレート調査、又かんがい水の水質調査を行った。



これらの結果がすべて計画諸元の決定のために直接的に使用されていないが、決定にあたり十分検討し、理論値や経験値と併せ最終的に計画諸元を決定するのに用いた。

### 2-2-1 水田減水深

水田の計画用水量の決定には、蒸発散量が不可欠の要素である。さらに蒸発散量の決定には、減水深及び浸透量の実測データを利用する方法と、気象データを利用して、理論的に算出する方法とがある。

パラグアイでは、本計画で参考とすべき減水深の実測例もなく、計画地区でも、減水深・浸透量の実測データが得られないため、計画地区内において実際に水稲が作付された水田を利用して水田の減水深及び浸透量を測定した。

以下はその方法及び観測結果である。

#### (1) 方法

- 1) 観測場所：ボルフ農場内水田（計画地区内東部）
- 2) 観測期間：1983年12月より1984年3月までの湛水期間
- 3) 観測時刻：午前9時
- 4) 観測項目：
  - ① 日減水深
  - ② 気温
  - ③ 水温
  - ④ 地温（地表より5cm）
  - ⑤ 作物（稲）の草丈
  - ⑥ 地下水位
  - ⑦ 天気

5) 観測機器：N型減水深測定装置

#### 6) 機器の設置

##### a) 日減水深の場合

測定機器を稲がその中で生育する状態で設置する。

##### b) 浸透量の場合

測定機器の中に稲がない状態で設置し、上面をビニール等不透水性のシートで覆い、蒸発散を防ぐ。

### c) 観測井戸

オーガーにより内径10cm、深さ 2.5mの孔を掘りその中心に内径5cmの鉄管を建て込む。地表より50cmの所まで砂利を詰め、それより上50cmの間には地表水の侵入を防ぐため粘土を充填する。鉄管にはスリットを設けておく。

### 7) 測定方法

a) 減水深及び浸透量：フックゲージによる読取り。

b) 地下水位：スケールによる読取り。

### 8) 記 録

4) に示した観測項目についてデータを毎日記録し、整理する。

### 9) その他

稲の品種：Blue Belle

播 種：1983年11月6日

### (2) 観測結果及び考察

観測結果によると、日減水深は 2.0~16.0mm/day の間にあり、全測定期間の平均値は 7.7mm/day であり、浸透量は 1.0~ 4.0mm/day である。また、蒸発散量は 1.0~15.0で、全測定期間の平均値は 6.4mm/day となる。

蒸発散量を測定開始より5日毎にその平均値を求めまた、気温についても同様の処理をして測定期間についてその推移を示すとFig. 2-2のようになる。

一般的に蒸発散量は気温、湿度、風速及び日照時間の影響が大きい。

### 2-2-2 土壌の物理性

かんがい計画における期別用水量のうち、特にかんがい初期の必要水量を求める資料を得るために土壌物理性に関する調査・試験を行った。

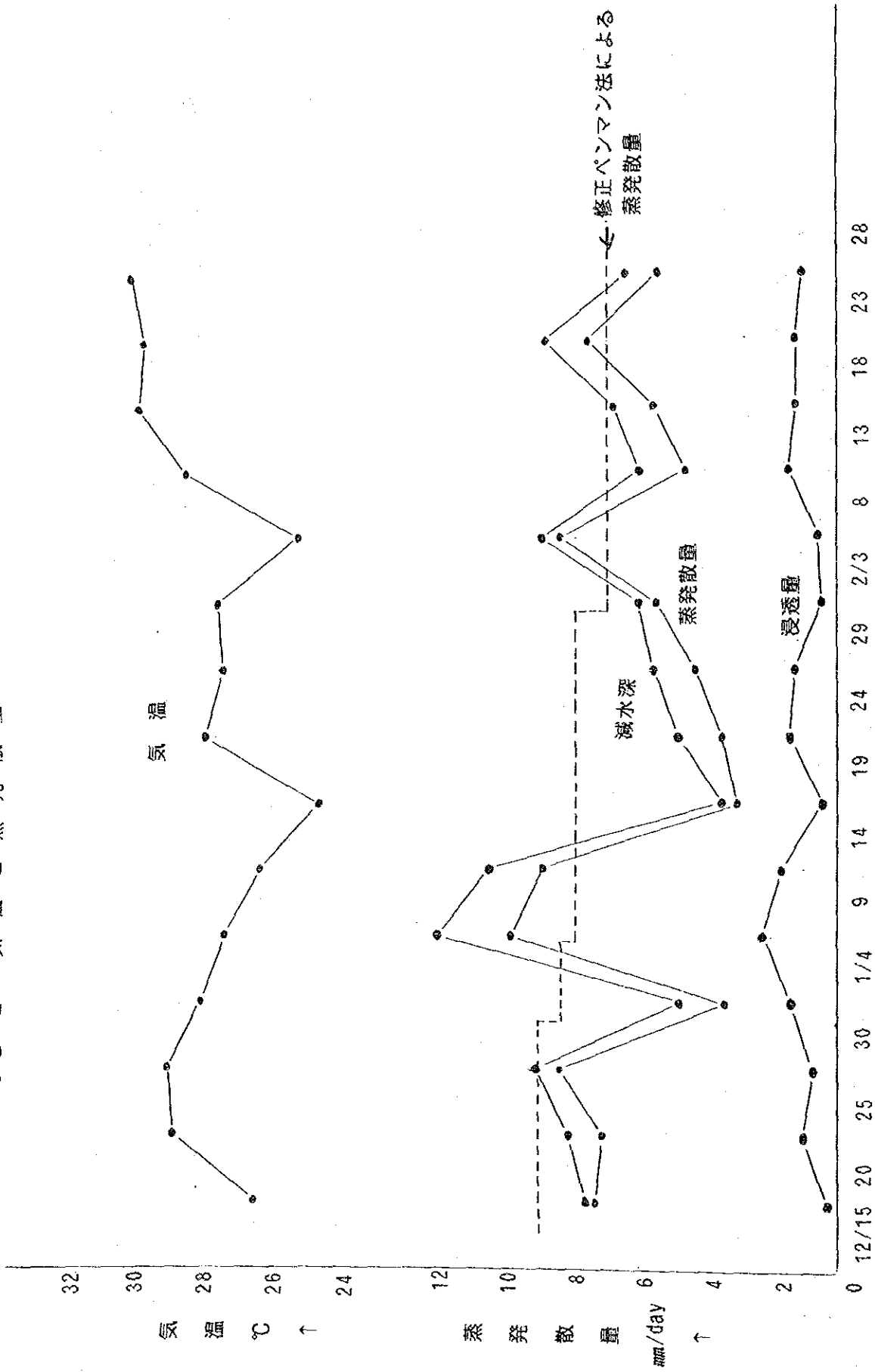
以下にその方法と試験結果を示す。

#### (1) 方 法

計画地区内において土壌採取円筒を使用して 100 cc の試料を典型的な土壌について採取し、土壌物理性測定装置によって測定を行った。また、その結果を利用して、有効水分量を求めた。

#### (2) 測定結果と考察

Fig. 2-2 気温と蒸発散量



この調査に係る試験結果はTab. 2-1のとおりである。

有効水分量の算定結果はプラノソルで16~24%、レゴソルで12~27%、アクリソルでは20%程度を示しており、いずれも平均値ではほぼ20%である。

### 2-2-3 インティクレイト

この調査は、土壌の浸透能を求めるもので、その結果は、かんがい方法の検討に利用される。

#### (1) 方法

測定器具は直径29~30cm、高さ30~35cmの鉄製の円筒、水位測定用のフックゲージ及び円筒設置のための付帯品である。

測定現場において3個の円筒を打込み金具により設置し、円筒内に給水して、一定時間毎の水位を測定する。

得られた結果を片対数方眼紙に、時間(t)を対数側とし、積算浸入量(D)との関係をプロットするとほぼ直線となる。従って次の式が成立する。

$$D = C \cdot T^n$$

D: 積算浸入量 (mm)  
C: 定数 (T=1のときのD)  
T: 給水時からの経過時間 (min)  
n: 定数 (直線の勾配)

ここで、回帰分析を行ない、上記のC及びnを求め、その結果を用いてバイシクインティクレイト (IB) を求める。

バイシクインティクレイト (IB) は、不飽和土壌における透水性を表わすもので、次式によって求められる。

$$IB = 60 \cdot C \cdot n \cdot \{ 600 \cdot (1 - n) \}^{n-1}$$

#### (2) 調査結果及び考察

インティクレイトの調査結果及び考察をそれぞれFig. 2-3及びFig. 2-4に示し、バイシクインティクレイトの計算結果をTab. 2-2に示す。

この計算結果によると、透水性の指標となるIBは、一部のレゴソルを除いて小さい。従ってかんがい方法によっては浸食の防止に配慮する必要がある。

Tab. 2-1 土壤の物理性 (1)

土 壤	深  さ cm	G	G <sub>a</sub>	容 積 比 PF = 1.5			W <sub>p</sub>	AM	備 考
				S <sub>v</sub>	A <sub>v</sub>	M <sub>v</sub>			
レゴソル (R <sub>e</sub> - f)	7.5	2.65	1.68	63.3	12.5	24.2	7.8	16.4	ボルフ農場草地の赤色砂質土
	22.5	2.65	1.63	61.7	19.9	18.4	5.9	12.5	
レゴソル (R <sub>e</sub> - c)	7.5	2.65	1.56	58.8	10.2	31.0	10.5	20.5	ボルドンロパス農場草地
	22.5	2.65	1.62	61.3	13.7	25.0	8.3	16.7	
レゴソル (R <sub>e</sub> - c)	7.5	2.60	1.31	50.3	8.5	41.2	14.3	26.9	道路近くのアテイングタイ川の 左岸堤防
	22.5	2.60	1.41	54.2	6.8	39.0	13.5	25.5	

1.102

W<sub>p</sub> : しおれ点      W<sub>p</sub> = 0.238 F<sub>c</sub>  
 AM : 有効水分量      AM = F<sub>c</sub> - W<sub>p</sub>  
 F<sub>c</sub> : 圃場含水量      (PF = 1.5)

PF = 1.5のときの M<sub>v</sub> = F<sub>c</sub>

G : 真比重  
 G<sub>a</sub> : 仮比重  
 S<sub>v</sub> : 固相分容積比  
 A<sub>v</sub> : 気相分容積比  
 M<sub>v</sub> : 液相分容積比

Tab. 2-1 土壌の物理性 (2)

土 壌	深  さ cm	G	G <sub>a</sub>	容積比 (飽和)		AM	備 考
				S <sub>v</sub>	M <sub>v</sub>		
アラノソル	7.5	2.6	1.49	57.1	42.9	21.5	ホルノ農場 播種後の水田
	12.5	2.6	1.53	58.9	41.1	20.6	
	17.5	2.6	1.69	64.9	35.1	17.8	
	22.5	2.6	1.75	67.4	32.6	16.3	
アラノソル	7.5	2.6	1.47	56.7	43.3	21.7	アクセス道路 22.5km付近の草地
	22.5	2.6	1.35	52.0	48.0	24.0	
アクリソル	7.5	2.65	1.51	57.1	42.9	21.5	アクセス道路 20.2km付近の裸地 (畑地)
	22.5	2.65	1.65	62.1	37.9	19.0	

G : 真比重

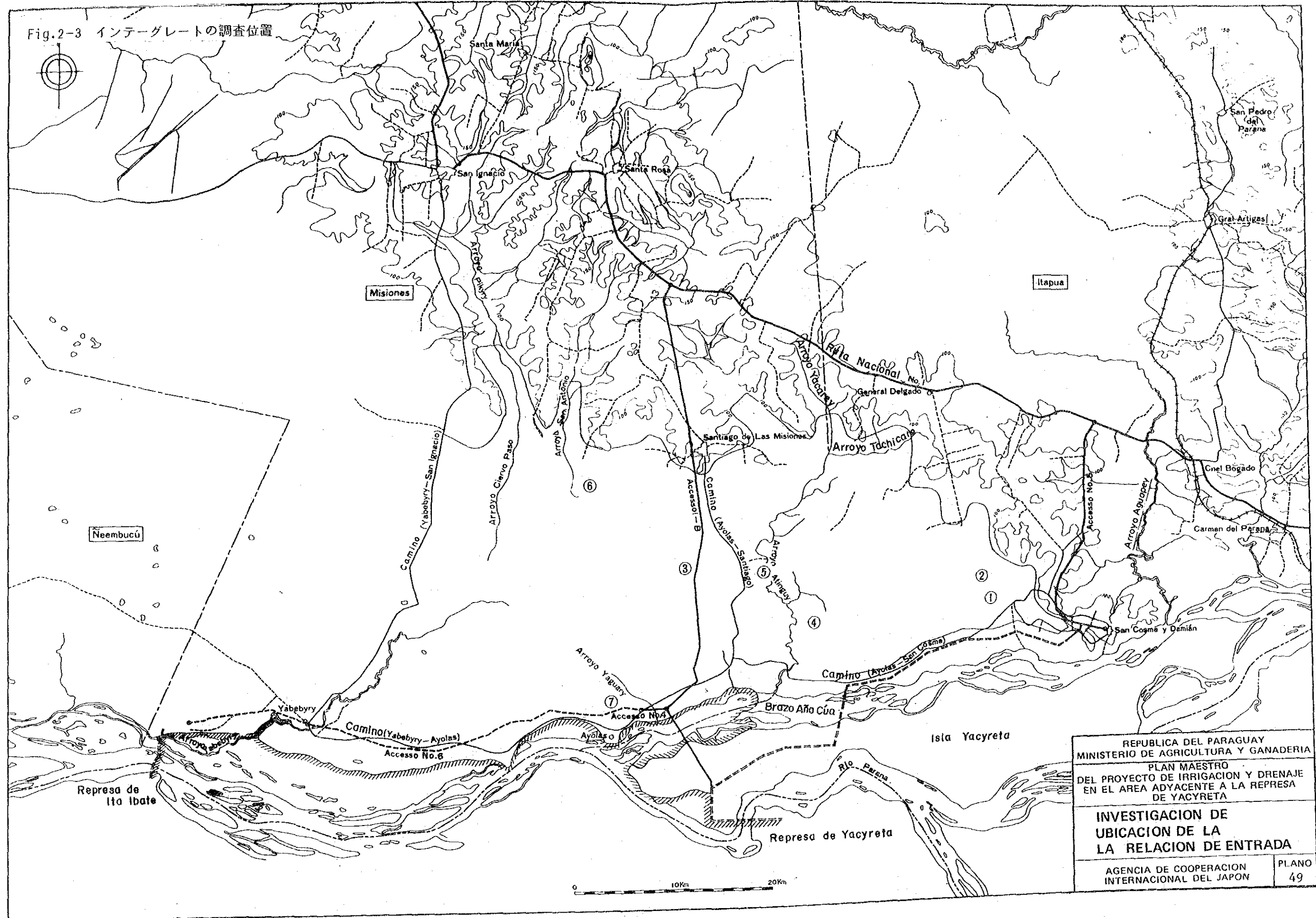
G<sub>a</sub> : 仮比重

S<sub>v</sub> : 固相分容積比

M<sub>v</sub> : 液相分容積比

AM : 有効水分量 AM = 1/2 M<sub>v</sub> (飽和状態)

Fig.2-3 インテグレートの調査位置

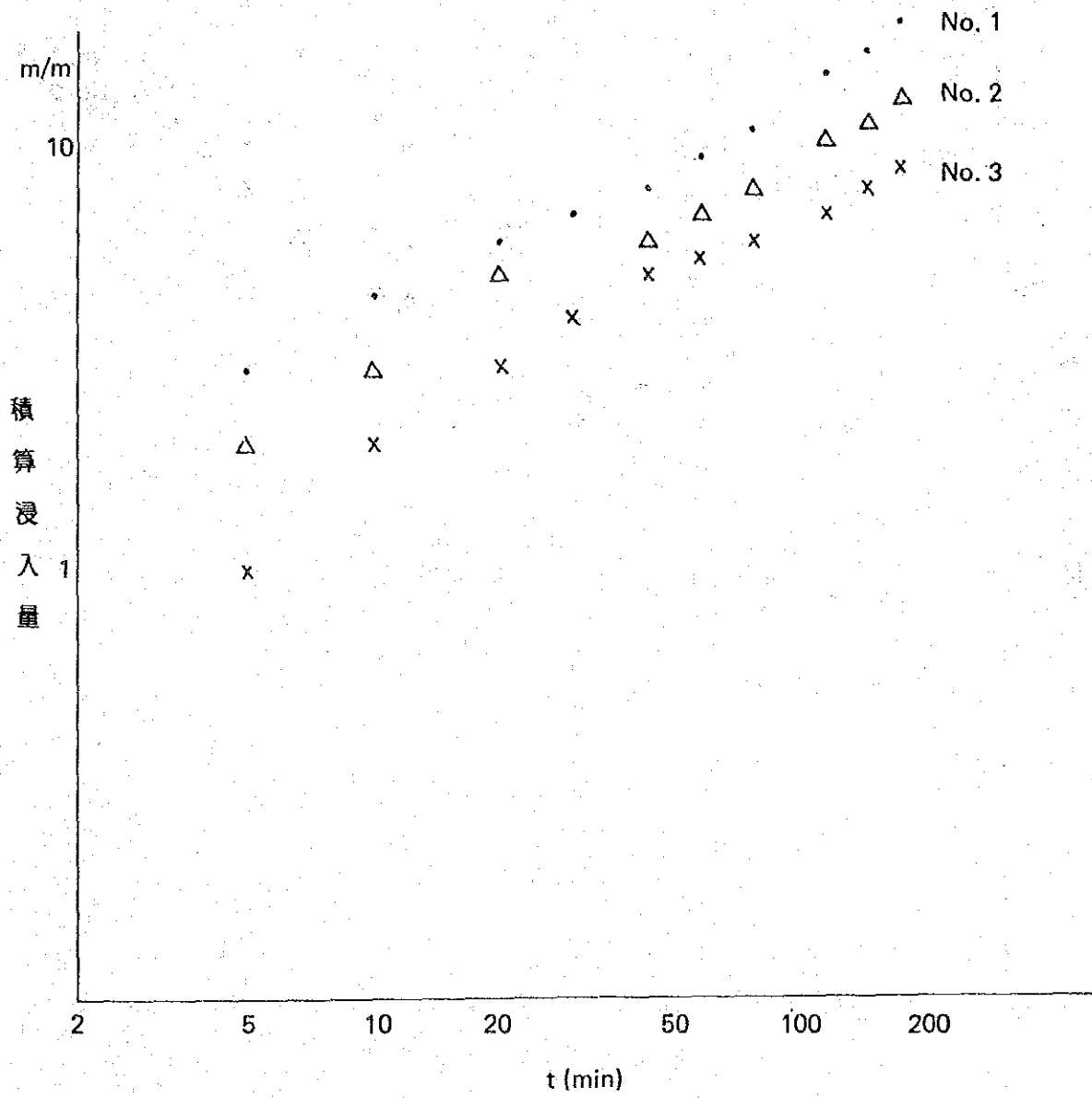


REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA PLAN MAESTRO DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
INVESTIGACION DE UBICACION DE LA LA RELACION DE ENTRADA	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 49



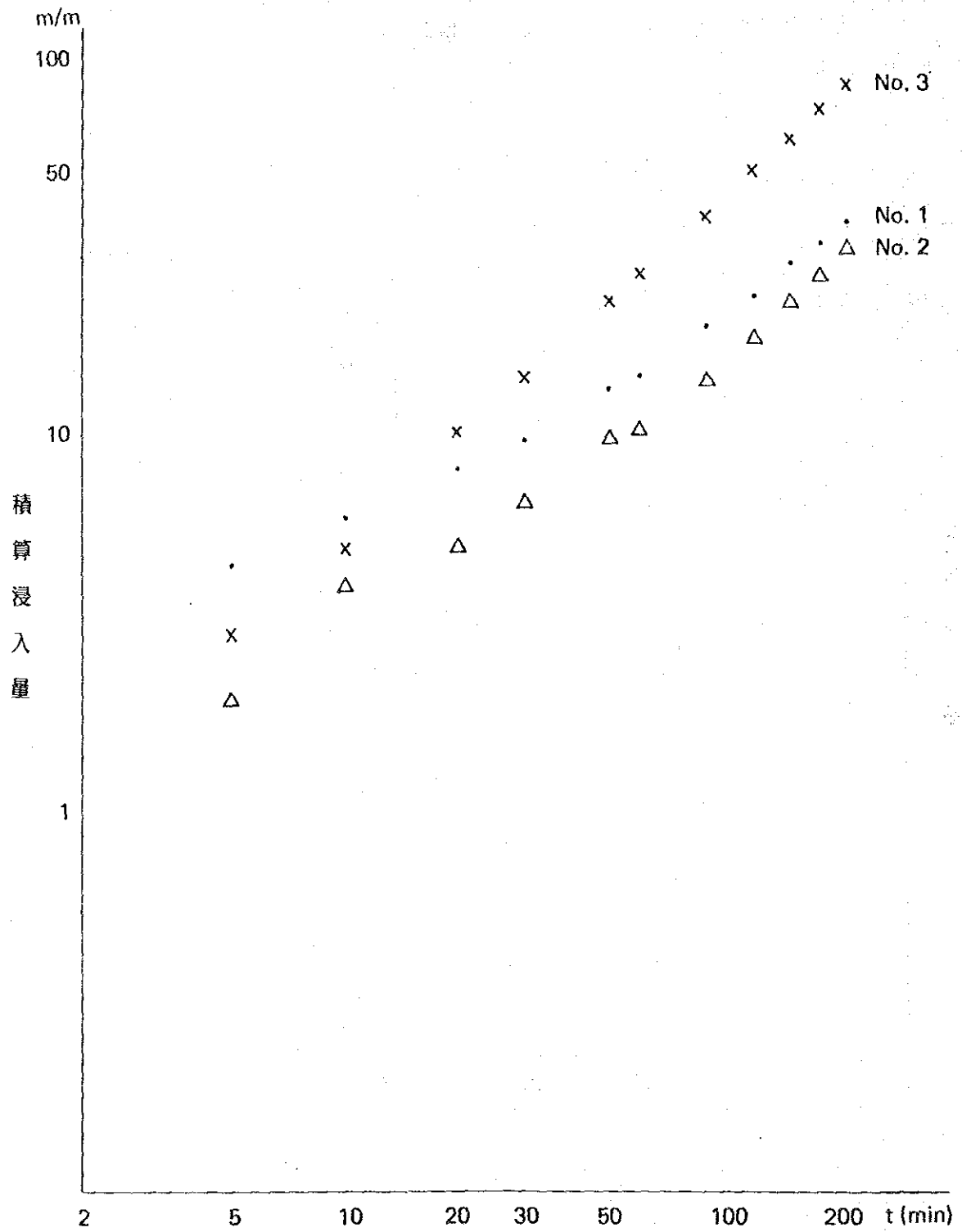


Fig. 2-4 (1) インテークレート調査



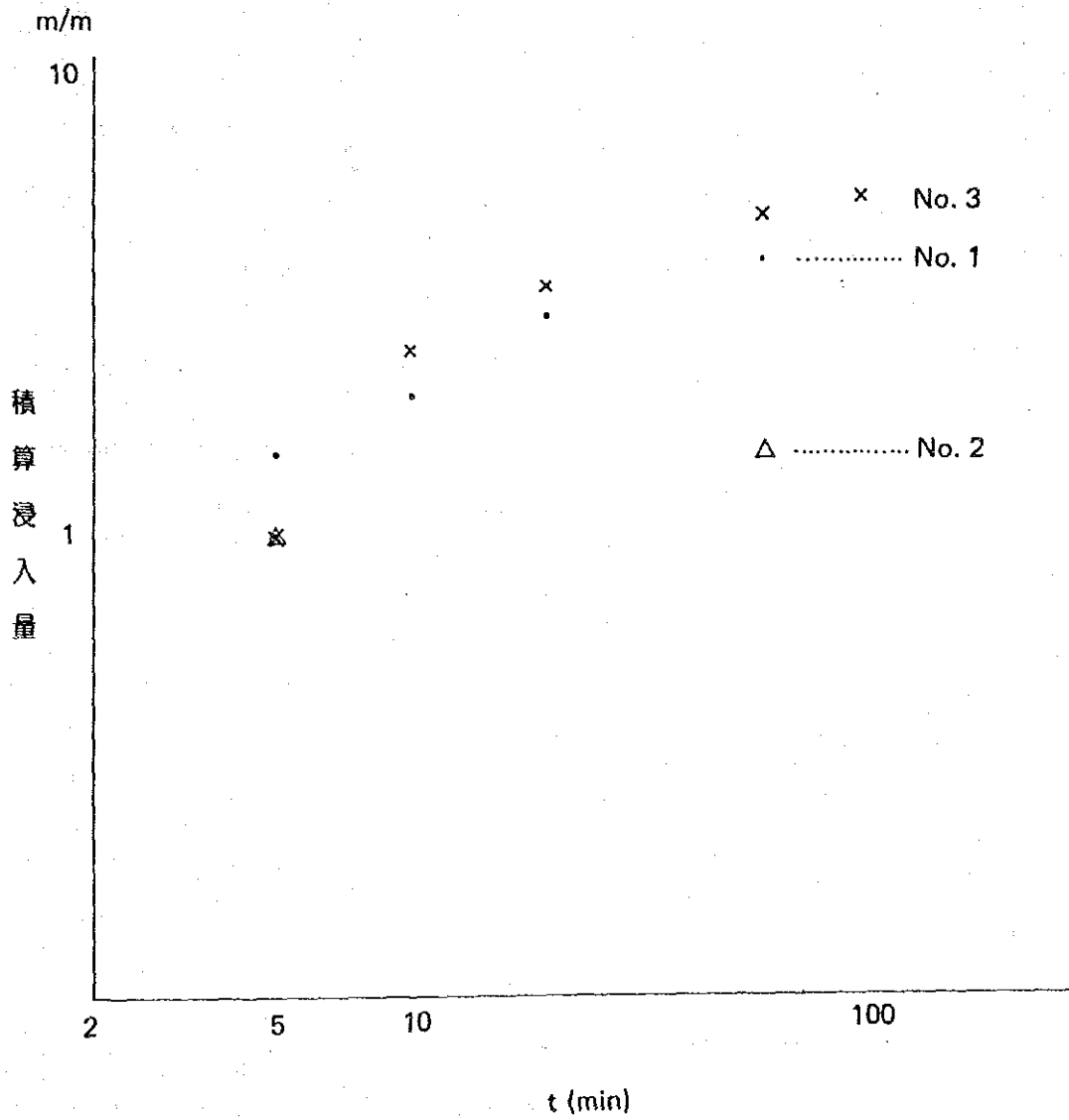
No.① ボルフ農場—播種以前の水田

Fig. 2-4 (2) インテークレート調査



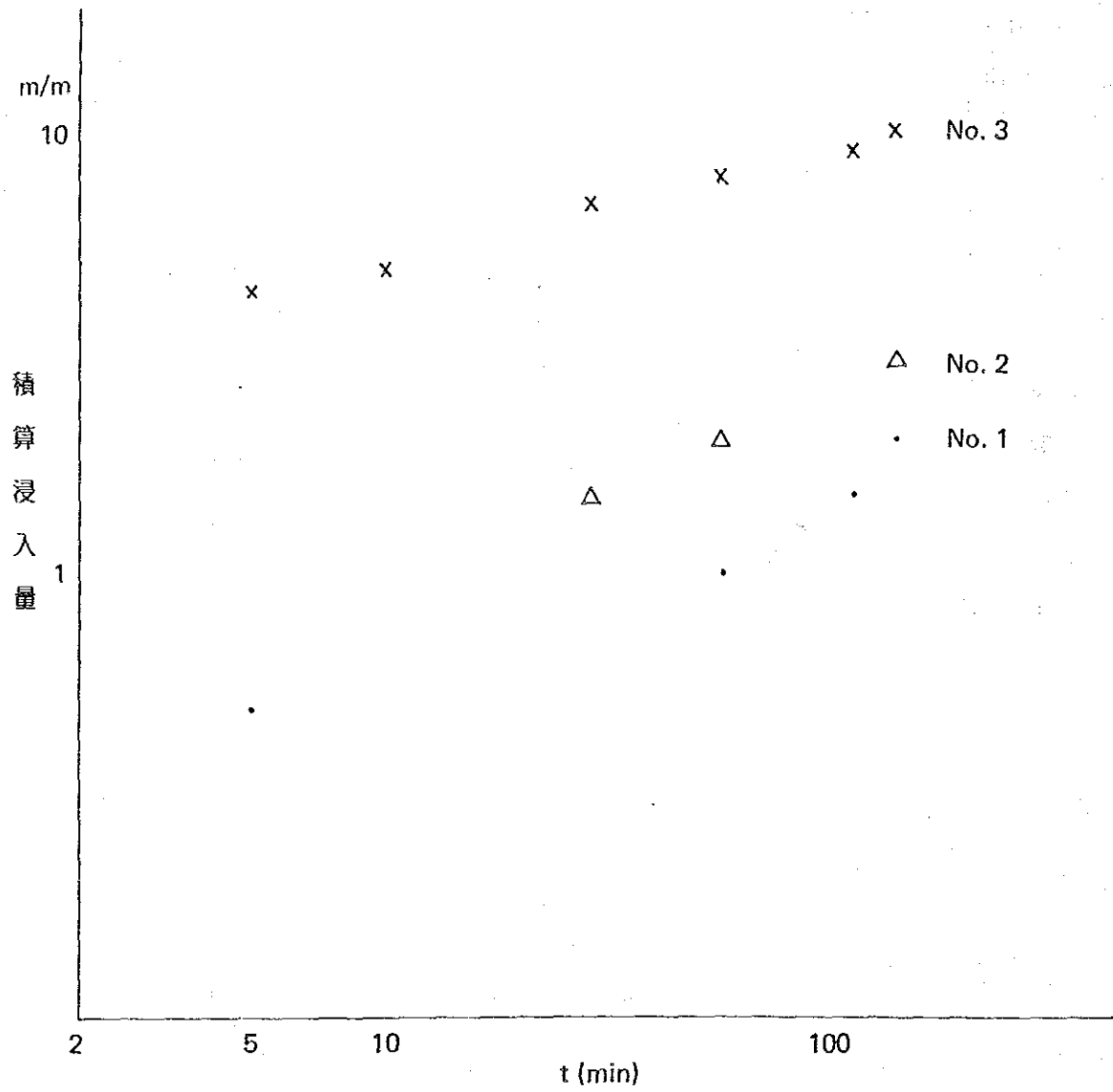
No.② ボルフ農場 - 水田跡地

Fig. 2-4 (3) インタークレート調査



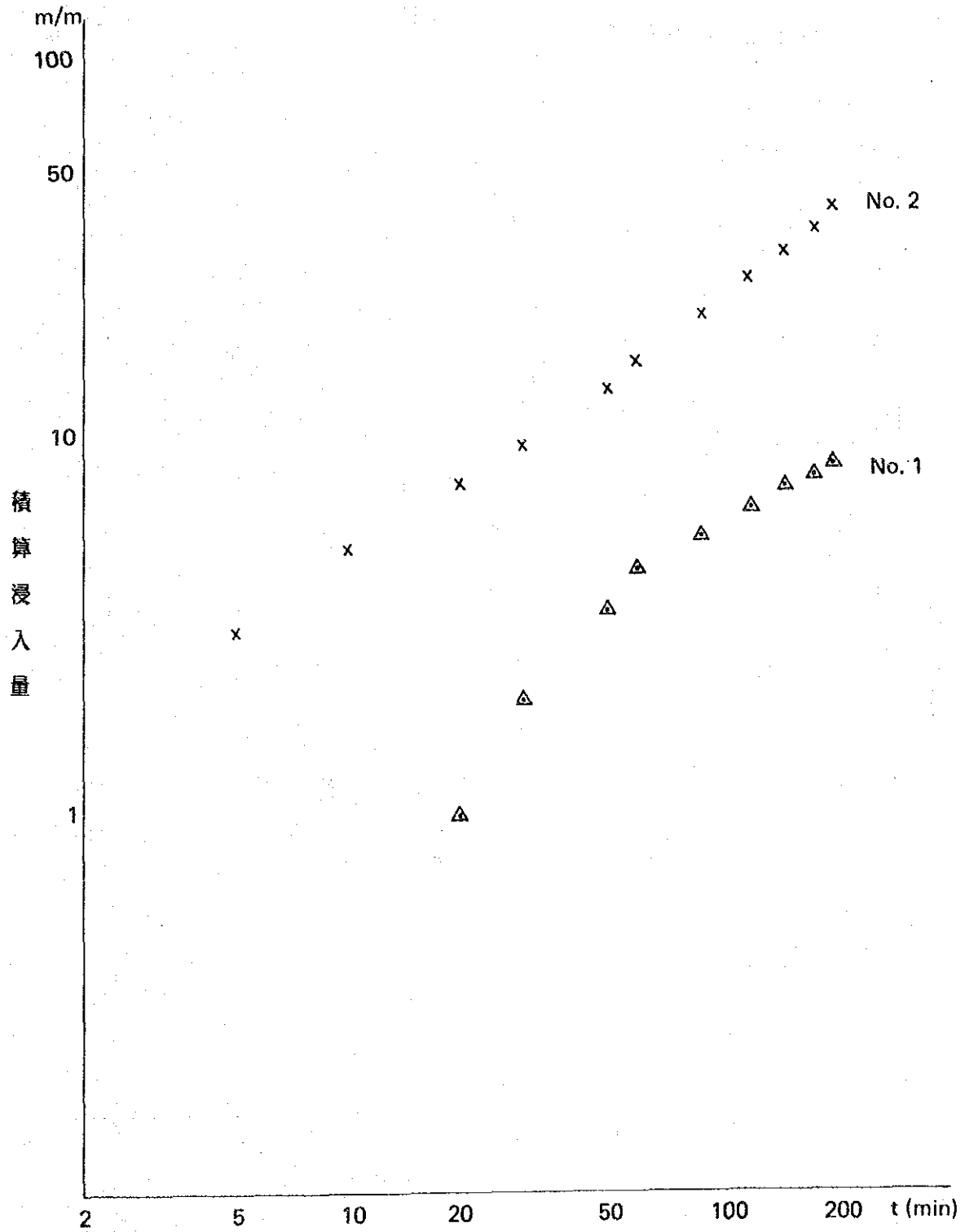
No.③ サラディ湿地

Fig. 2-4 (4) インテークレート調査



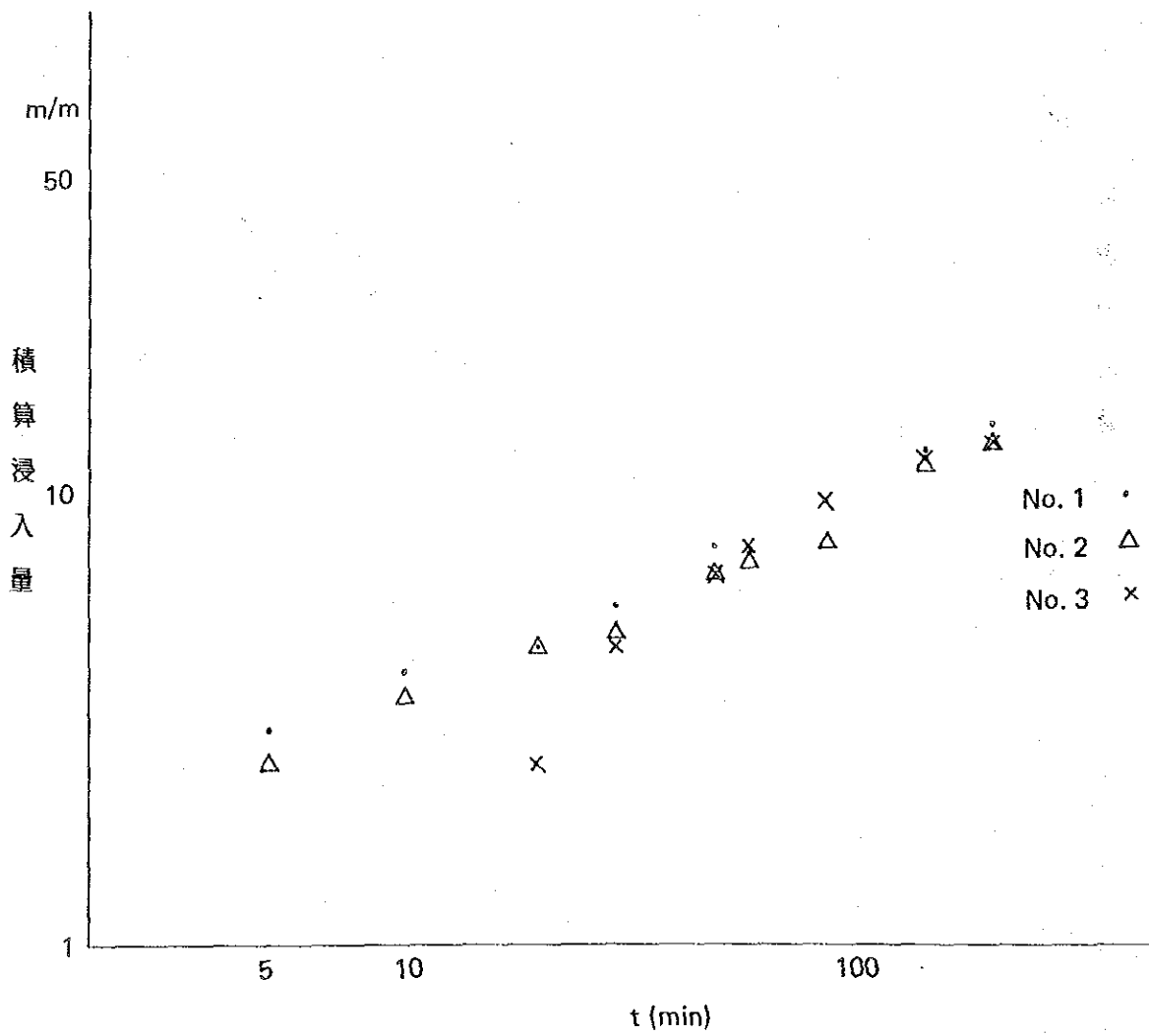
No.④ パプロモラ湿地

Fig. 2-4 (5) インテークレート調査



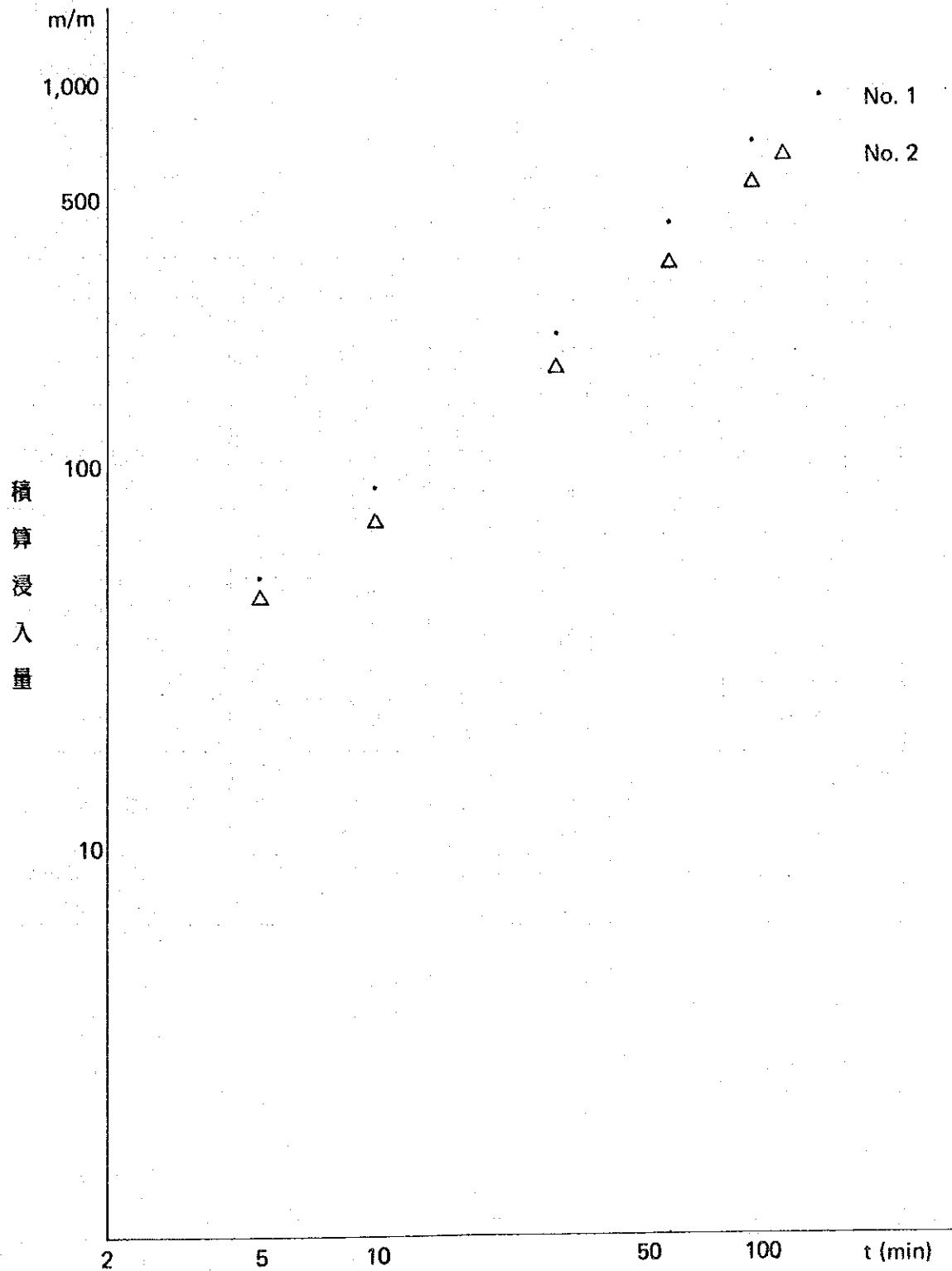
No. ⑤ 水田跡地

Fig. 2-4 (6) インテークレート調査



No.⑥ プエストロミタ牧場-水田跡地

Fig. 2-4 (7) インテークレート調査



No. ⑦ アジョラス果樹園

Tab. 2-2 バイシクインテークレート

No.	土 壤	C	n	60C・n	n-1	I <sub>B</sub>	備 考
①-1		1.30	0.50	39.0	- 0.50	2.3	ボルフ 農場 播種前の水田
2	ブラノソル	0.94	0.50	28.2	- 0.50	1.6	
3		0.50	0.57	17.1	- 0.43	1.6	
②-1		1.60	0.56	53.8	- 0.44	4.6	ボルフ農場 水田跡地
2	ブラノソル	0.68	0.69	28.2	- 0.31	5.8	
3		0.68	0.89	36.3	- 0.11	22.9	
③-1	ブラノソル	0.81	0.40	19.4	- 0.60	0.6	サランディ農場 湿地
2		0.60	0.52	18.7	- 0.48	1.2	
④-1		0.26	0.37	5.8	- 0.63	0.1	バプロモラ 農場 湿地内微高地
2	レゴソル	0.34	0.43	8.8	- 0.57	0.3	
3		3.00	0.23	41.4	- 0.77	0.4	
⑤-1	レゴソル	0.77	0.94	43.4	- 0.06	35.0	水田跡地
2		0.94	0.70	39.5	- 0.30	8.3	
⑥-1		1.46	0.41	35.9	- 0.59	1.1	ロミタ牧場水田跡地
2	レゴソル	1.23	0.42	31.0	- 0.58	1.0	
3		0.11	0.97	6.4	- 0.03	5.9	
⑦-1	レゴソル	11.6	0.89	619.4	- 0.11	390.7	アジョラス果樹園 (オレンジ)
2		10.8	0.85	550.8	- 0.15	280.5	

$$I_B = 60 C \cdot n \cdot \{ 600 ( 1-n ) \}^{n-1} \text{ (mm/hr)}$$



#### 2-2-4 水 質

この調査は、計画地区で利用するかんがい水について水質からみてその利用可能性を判断することを目的としている。

##### (1) 方 法

この調査は、かんがい用水となるパラナ河の水、地域内に湛水している地表水、及び地域内の井戸・湧水地より地下水を採取し、ガラス電極法により酸性度（pH）及び電気伝導度（EC）を測定した。

##### (2) 測定結果及び考察

この調査についての試験採取場所及び測定結果をそれぞれFig. 2-5及びTab. 2-3に示す。また、ヤシレタ公団による調査結果をTab. 2-4に示す。

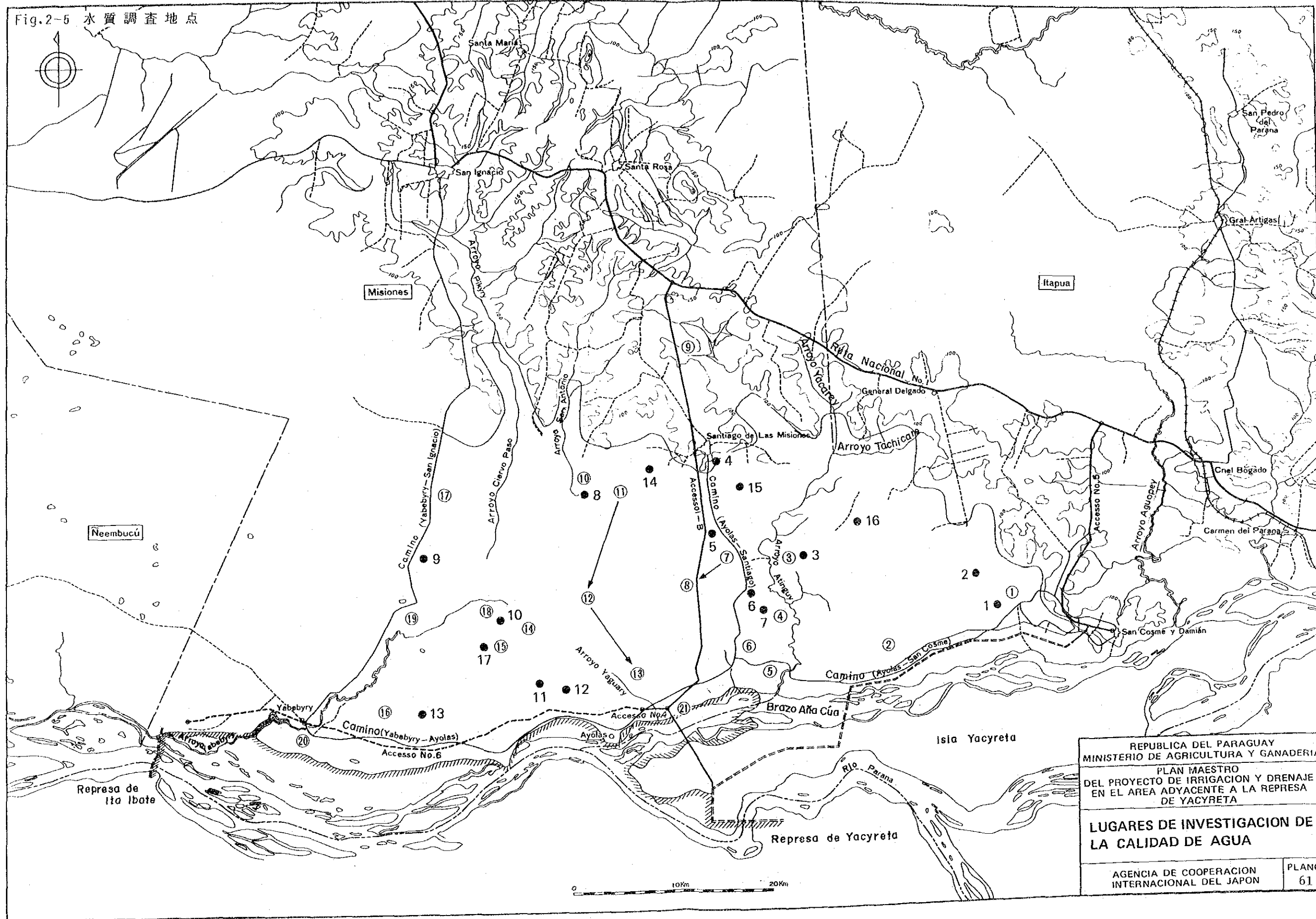
これらの結果によると、パラナ河のpH及びECはかんがい用水として問題ない。

また、地表水のpHは、上流から下流、即ち地域北部から南部に向かって、わずかながらよくなっている。

地下水のpHは、一部を除いて、中性から弱酸性を示しており、土壤調査結果におけるpHよりは高い値を示している。酸性を示す地下水は比較的内地部及び南西部に存在し、母材の影響が考えられる。中性及び弱アルカリを示す地下水は、自然堤防の跡と思われる微高地に存在し、電気伝導度も大きな値を示している。

これらのことから、地区内の大部分の土壤についてはかんがい水によるリーチング作用が期待できる。

Fig.2-5 水質調査地点



REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA  
 LUGARES DE INVESTIGACION DE  
 LA CALIDAD DE AGUA  
 AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON  
 PLANO  
 61



Tab. 2-3 水質調査(1) (地表水)

№	pH	測定時 水 温	EC	測定時 水 温	備 考
			$\mu\text{s}/\text{cm}$		
①	6.5	25.0	37	25.0	Irrigation Water of Bolf from M.
②	5.8	26.0	21	26.0	Drainage Canal of Bordon L.
③	6.5	22.0	22	22.0	A* Atinguy at Listro
④	6.3	22.0	19	22.0	A* Atinguy near Ea. Faustina
⑤	6.8	23.0	24	23.0	A* Atinguy at the Bridge.
⑥	6.1	23.0	29	23.0	Canal in the Swamp
⑦	5.3	25.0	21	25.0	Puesto Losi
⑧	5.6	23.0	24	23.0	Swamp near Sarandy
⑨	6.3	24.0	28	24.0	A* Ingua
⑩	6.6	20.0	26	20.0	Puesto Lomita Irrigation water
⑪	5.3	22.0	32	27.0	Puesto San R
⑫	6.1	30.0	45	30.0	Swamp
⑬	6.7	22.0	55	22.0	A* Yaguary, near Route A.
⑭	6.1	21.0	14	21.0	Swamp
⑮	7.3	20.0	116	20.0	Swamp
⑯	6.3	20.0	105	22.0	Swamp
⑰	6.2	24.0	26	24.0	Swamp
⑱	6.2	21.0	19	21.0	A* Yabebyry
⑲	5.7	25.0	20	22.0	Swamp
㉑	6.7	24.0	23	24.0	A* Yabebyry
㉒	7.1	22.0	43	22.0	Rio Parana. at the Bridge

測定方法：ガラス電極法

Tab. 2-3 水質調査(2) (井戸水)

№	pH	測定時 水 温	EC	測定時 水 温	備 考
		°C	$\mu\text{s}/\text{cm}$	°C	
①	6.7	25.0	37	25.0	Ea. Bolf
②	7.6	19.0	258	19.0	Puesto Cerrito
③	5.4	22.0	301	22.0	Ea. Caapucú (Listro)
④	5.3	23.0	19	23.0	Santiag
⑤	7.0	22.0	1,452	23.0	Casa que esta Cerca de Routa
⑥	6.7	25.0	310	25.0	Cantera
⑦	6.8	22.0	380	22.0	Ea. Faustina
⑧	8.0	20.0	2,170	20.0	Puesto lomita
⑨	7.3	24.0	784	24.0	Santa Tomasa
⑩	6.9	21.0	271	21.0	Ra Lé
⑪	6.6	21.0	84	21.0	Colonia Coeyu
⑫	6.6	21.0	97	21.0	Colonia Coeyal(Escuela)
⑬	5.3	24.0	200	24.0	Casa que esta Cerca de Routa
⑭	6.0	20.0	29	20.0	Augar hole
⑮	6.0	22.0	19	22.0	"
⑯	5.4	20.0	52	20.0	"
⑰	4.3	20.0	2,520	20.0	"

Tab. 2-4 水質試験結果

項目	ポサータス/ エンカルナシオン	イタイバテ
温度 (°C)	25.0	26.0
濁度 (J.T.U)	26.1	40.0
色	19.2	18.0
pH	7.5	7.4
総浮遊物量 (mg/l)	119.3	120.0
カルシウム (mg/l)	5.9	6.0
硫酸塩 (mg/l)	3.6	2.0
リン酸 (mg/l)	< 0.03	< 0.03
窒素化合物 (mg/l)	0.24	0.24
溶存酸素 (mg/l)	8.8	8.2
飽和度	98.0	96.0
BOD (mg/l)	1.3	1.2
鉄	0.14	0.15
大腸菌 (M P N /100ml)	29 ~ 1,500	200 ~ 1,500

Proyecto Yacyreta Ampliacion De Los Informes A Los Bancos  
 Impacto Ambiental Del Proyecto Volumen 2 Enero 1978

## 2-3 計画諸元の決定

計画手法の項で説明したように (Fig. 2-1 参照)、ここでは水稲のかんがい計画を樹立するための計画諸元の決定を行う。本計画において最終的に決定しなければならないのは、かんがい施設規模、開田面積であり、利用できるかんがい水の量はヤシレタダム計画ですでに決定されている。

ダムより取水された水は水路を流れる間に蒸発、浸透などで一部失われ、又圃場に入った水も必ずしも 100%栽培に利用することが出来ず圃場が均平でないなどの理由で作物が要求する量以上のものを供給する必要がある。加えて水路を管理するために降雨状況に応じ放水する必要性が生じたり、施設管理上デッド・ウォーターになるものがあり取水された水が作物に有効に利用されるまで水量の損失がおこる。これを通常かんがい効率と呼んでおり計画諸元として重要な1つである。

次に圃場において作物が生育するに必要な水量である。

これは作物用水量と呼ばれており蒸発散量と浸透量から成り立つ。これがかんがい計画の最も基本になるもので圃場における作物栽培に必要な量である。

圃場で作物が要求するすべての量を水源から送る必要はなく、作物の栽培期間には降雨があり、この水は作物栽培に利用することができる。ただし極少量の降雨や畦畔を越し流れ出すような大きな降雨は作物栽培に利用できない。そのため作物栽培に利用できる有効降雨を求めることはかんがい計画においては重要なことである。

これらの計画諸元から取水口地点の計画単位用水量 (水路の損失、有効雨量などを考慮した) が決定され、これに基づき開田可能面積が決定される。土地利用計画と併せ検討し水田の配置、用水路の配置を決め、その各々の施設規模を決定しかんがい計画が樹立される。

### 2-3-1 消費水量

消費水量の決定には、実測による方法と気象データから計算によって求める方法とがある。特に水田の場合は、減水深測定に代表される実測法があり、この計画調査では1983年12月より1984年2月にかけて測定を行ってきた。

ここでは、気象データから計算によって蒸発散量さらに消費水量を求め、実測した減水深との比較・検討を行い計画における消費水量を決定する。

蒸発散量を気象データより求める方法には、代表的なものとして、修正ペンマン法、Blaney-Criddle法、日射量法及び計器蒸発量法がある。本計画では、FAOにおいて最も実測値に近いとされている修正ペンマン法により計算を行う。なお作物係数はFAOの資料を参考とした。

#### (1) 修正ペンマン法

もともと、ペンマン法は、イギリスにおける草地の蒸発散量を求めるために、開水面からの蒸発損失 ( $E_o$ ) を求め、実験的に求めた作物係数を考慮して、蒸発散量を算出するものであった。したがって、イギリスと大きく異なる気候の地域、すなわち、風が強く、乾燥した地域では無視できない程度の誤差が生じることとなる。

ペンマン法の関係式は、エネルギー、及び空気力等の2つの項から成立ち、各項の相対的重要性は気候条件によって異なる。

このため、ペンマン法の一部を修正し、より多くの気候条件下で適用できるようにしたものが、修正ペンマン法である。

この方法は、他の蒸発散量の算定法に比べて、複雑で、多くの種類の気象データが必要である。したがって、これら気象データが観測されていない地域では、この方法は適用できない。

ここで蒸発散量の求め方をのべると

$$E T_o = C [W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)] \quad (1)$$

$E T_o$  : 蒸発散量 ( $mm/day$ )

$W$  : 気温に係る加重

$R_n$  : 蒸発当量で表した正味放射量 ( $mm/day$ )

$f(u)$  : 風速に係る関数

$e_a$  : 平均飽和水蒸気圧 ( $mbar$ )

$e_d$  : 平均水蒸気圧 ( $mbar$ )

$C$  : 昼夜の天候条件の変化に係る係数

※  $W$  : 開発地域における月平均気温及び高度 (標高) から表によって求める。

$$R_n : R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s$$

$$R_s = (0.25 + 0.5n/N) R_a$$

$$Rnl = f(T) \cdot f(ed) \cdot f(n/N)$$

Rns : 蒸発当量で表した正味短波輻射量 (mm/day)

Rnl : 蒸発当量で表した正味長波輻射量 (mm/day)

$\alpha$  : 作物表面反射率 ( $\alpha = 0.25$  としてよい)

Rs : 蒸発当量で表した太陽輻射量 (mm/day)

n : 日照時間 (hr/day) (気象データ)

N : 最大可能日照時間 (hr/day)

月及び緯度からTableより読取る。

Ra : 蒸発当量で表した大気圏外輻射量 (mm/day)

月及び緯度からTableより読取る。

f(T) : 気温がRnlに及ぼす効果

気温TからTableより読取る。

f(ed) : 蒸気圧がRnlに及ぼす効果

$$f(ed) = 0.34 - 0.044 \cdot ed$$

f(n/N) : 日照時間がRnlに及ぼす効果

$$f(n/N) = 0.1 + 0.9(n/N)$$

f(u) :  $f(u) = 0.27(1 + u/100)$

$u_2$  = 高さ2mにおける24時間風速 (km/day)

観測データを高さ2mに換算する。

ea : 月平均気温からTableより求める。

ed :  $ed = ea \times RH/100$

RH : 月平均湿度 (%) (気象データより)

G : RHmax, Rs, Uday, Uday/Unight からTableより読取る。

RHmax : 日最大湿度 (%)

Uday : 昼間の風速 (m/sec)

Uday/Unight : 昼間と夜間の風速の比

修正ペンマン法による蒸発散量の算定には、気温、相対湿度、風速及び日照時間のデータが必要である。

本計画地区周辺には、気象観測所が9カ所ある。このうち、観測期間が比較的長期で



あること、及び観測地点が計画地区に接していることから、国防省の所管するヤシレタ観測所のデータを採用する。ただし、日照時間については、ヤシレタ観測所では観測を行っていない。

一方、当計画調査においても独自に計画地区内に計器を設置し、観測を行ってきた。その中で、蒸発散量算出に関連する日照時間のデータが得られた。その結果はエンカルナシオンのデータと比較して部分的には若干の大小はあるものの、平均的にはほぼ同等と考えられる。また、観測期間が一年余りと短く、この実測データをそのまま、用いることは、現時点では問題がある。

日照時間の観測データはこの他、エンカルナシオン、及びサンファンパウティスタの両観測所のものが得られている。両観測所の地形的環境、及び日照時間との関連が強いと思われる降雨、降雨日数及び湿度のデータについて比較した結果、エンカルナシオンのデータがヤシレタの状況によりよく適合すると思われる。

これらのことからヤシレタの気象データに不足している日照時間についてはエンカルナシオンのデータをもって補うこととする。

蒸発散量の計算に使用する気象データはTab. 2-5のとおりである。

Tab. 2-5 蒸発散量計算に係る気象データ

項目	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
日平均気温	℃	26.3	25.9	24.5	20.8	18.0	15.9	16.2	16.6	18.7	21.2	22.9	25.4
日平均湿度	%	74	75	77	76	80	80	77	77	72	73	71	72
日平均風速	Knot	6	6	5	5	6	6	7	7	7	7	7	6
日平均日照時間	hr/day	7.9	8.6	5.9	7.1	5.5	5.6	5.5	5.8	7.0	5.8	7.3	8.6
日最大湿度		90%以上						Ud/Un		2.0			

※ 日平均日照時間はエンカルナシオン観測所において1975~1977、1980年の観測データを使用した。

その他の観測データはヤシレタ観測所における1971~1980年のものを使用した。

## (2) 蒸発散量

気象データ及び地理的環境に関する要素を基にして修正パンマン法により算出した基

準蒸発散量 (ET<sub>0</sub> mm/day) は Tab. 2-6 のとおりである。ただし、この値は夏期において ±10% 程度の誤差を含むとされている。

Tab. 2-6 基準蒸発散量

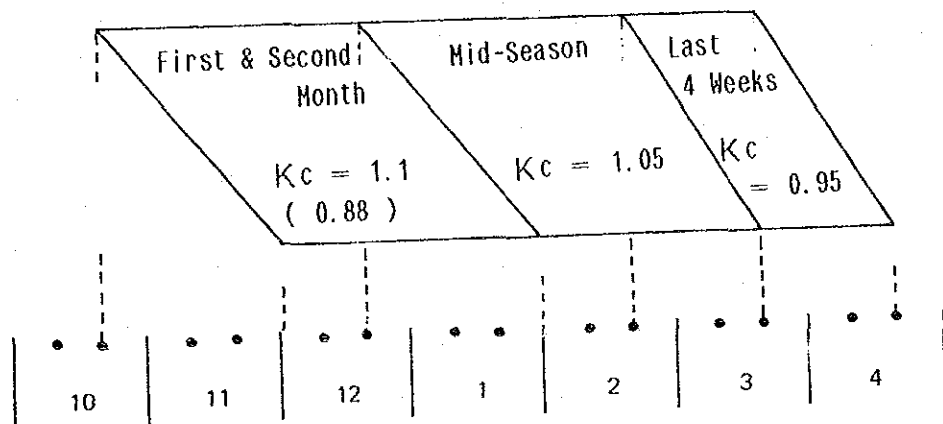
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ET <sub>0</sub>	7.6	7.4	5.2	4.9	3.0	2.5	3.0	3.3	5.0	6.1	7.5	8.3

(3) 作物用水量 (ET<sub>crop</sub>)

計算による作物用水量 (ET<sub>crop</sub>) は、基準蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) に作物係数 (K<sub>c</sub>) を乗じて求める。作物係数 (K<sub>c</sub>) は、FAO の報告書「かんがい排水報告第24号—作物用水量」に基づき Fig. 2-6 のように設定する。

栽培品種は CICA 系とし、播種期間を 10 月 20 日から 40 日間、作付期間を 140 ~ 150 日間として作物用水量 (ET<sub>crop</sub>) を算定する。なお、無湛水期間は作物係数 (K<sub>c</sub>) を 20% 減ずる。

Fig. 2-6 水稲の作物係数



※ ( ) 内は無湛水期間

前出の蒸発散量及び作物係数から、作物用水量 (ET<sub>crop</sub>) を求めてみると Tab. 2-7 のようになる。ただし、これは 10 月 20 日に播種をした場合の稲を対象としている。

Tab. 2-7 消費水量 (ETcrop)

区分 \ 月	10	11	12	1	2	3
ETO mm/day	6.1	7.5	8.3	7.6	7.4	5.2
Kc (日)	20	1.1 (0.88)	20	1.05	20	0.95
ETcrop mm/day	6.7 (5.4)	8.3 (6.6)	9.1 (7.3)	8.7	8.0	7.8 7.0 4.9

(4) 作物用水量の検討

ここで、当計画調査で実施した減水深調査の対象となったボルフ農場の水田について作物用水量を求めるとTab. 2-8のようになる。この水田の品種はBlue Belleで作付期間は約 120日であるが、現実には11月6日播種、2月29日収穫で、これに合せて作成してある。

Tab. 2-8 ボルフ農場の水田における消費水量

区分 \ 月	11	12	1	2	備考
ETO mm/day	7.5	8.3	7.6	7.4	
Kc (日)	6	1.1 (0.88)	6	1 29 0.95	
ETcrop mm/day	8.3 (6.6)	9.1 (7.3)	8.4 (6.7)	8.0	7.0

湛水は12月上旬から開始している。

この計算結果から、最大値は12月湛水後の 9.1mm/day である。

一方、減水深調査における蒸発散量は12月における平均値 7.5mm/day が最大で、計画値の約82%に当たる。しかし5日間平均値における最大値はFig. 2-2から1月上旬の10.0mm/day で、この値は計算値の最大値を若干越えている。

一作期の調査データで判断するのは危険であるが、同グラフにおけるピークを見ると7.0mm/day を越えるものが散見される。このことから 9.1mm/day の値は平均値としては大きめの値を示してはいるものの、ピーク時を考えると極端に大きな値ではない。

これらのことから、かんがい計画における作物用水量は計算値を採用することとする。

### 2-3-2 初期湛水

栽培計画で決定されたように本計画における栽培法は乾田直播である。乾田直播においては播種後一定期間畑状態にあり、要水量の算定が水田において求める方法と異なり、畑地としての計算を行わなければならない。この点を考慮すれば、乾田直播による水管理は、次の3段階に分けられる。

I. 第一段階：播種直後から分けつ開始直前までの期間。

土壤水分はしおれ点を下限として管理する。

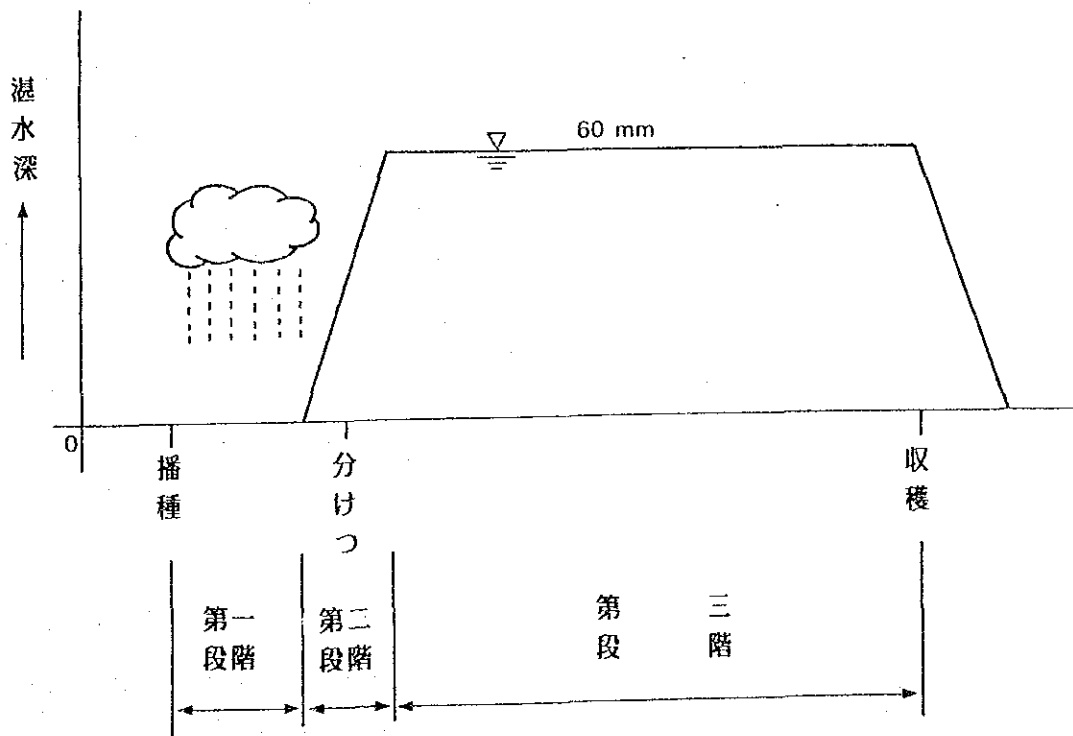
主として降雨を利用し、不足分をかんがい用水で補う。

II. 第二段階：分けつ開始直前で、分けつに障害にならない範囲で所定の湛水深まで水を入れる期間。

III. 第三段階：所定の湛水深を維持させる期間。

これを模式図にするとFig. 2-7となる。

Fig. 2-7 水管理の模式図



畑状態における必要水分量、すなわち第一段階におけるそれは土壌の物理性調査の結果より次のようになる。

① 乾田時の計画地下水位：	GL - 700 mm
② 乾田時の有効根群域：	400 mm
③ 固相率：	60 %
④ 全有効水分率（乾田時）（AM）	20 %
⑤ 全有効水分（TAM）	80 mm
⑥ 全容易有効水分（TRAM）（TAMの50%）	40 mm
⑦ 無効水分率	
乾燥側	10 %
湿潤側	10 %

⑧ 圃場容水量の状態から飽和状態にするために必要な水分量（ $R_1$ ）

$$R_1 = 400 \times 0.1 + 300 \times 0.1 \times 1/2 = 55 \text{ mm}$$

⑨ しおれ点の状態から所定の湛水深（60 mm）とするために必要な水分量（ $R_2$ ）

$$R_2 = \text{TRAM} + R_1 + \text{湛水深} = 40 + 55 + 60 = 155 \text{ mm}$$

各段階別に求めた必要水分量より、各段階における水管理は次のようになる。

① 第一段階：ピーク用水量を利用した間断かんがいを行う。

日当りかんがい水量	40 mm (TRAM)
間断日数	5日間程度

② 第二段階：播種後25日目から6日間で湛水を完了させる。なお、湛水開始直前には土壌水分が飽和状態にあるようにする。

湛水深（平均）	60 mm
湛水に必要な日当り用水量	10 mm/day

③ 第三段階：作物用水量を補給する。

### 2-3-3 かんがい法

かんがい法は、生育段階の水管理方法に対応したものでなければならない。また、大型稲作経営であることから、水管理に要する労働力が小さいことが望まれる。

計画地区内の聴取調査によると、水稻の播種は乾田直播とし、播種後一ヶ月は乾田のまま放置される。その後、稲が 20 ~ 30 cm 程度に成長した水田に水を入れ、収穫時までその

湛水を継続するとしている。

一方、地区内の土壌は、インティクレイトが小さく、地表かんがいにおける下方損失が少ないため、貯留かんがいに適している。また、作付期間内は比較的均一に降雨があり、畦畔を設けて貯留することにより降雨を有効に利用できる。さらに、地域内の地形は、平坦で勾配も小さく畦畔の間隔を広く設定でき、よって水管理に要する労働力が軽減できる。

これらのことから、かんがい方法は、等高線畦畔による貯留かんがい方式とする。

#### 2-3-4 有効雨量

本計画における有効雨量は次のように定義する。

- ① 第一段階初期：乾田直播の初期段階で、圃場は乾田状態にあるため、畑地かんがいと同様とする。TRAMから降雨直前における土壌の有効水分量を引いた値を上限とする。日雨量5mm未満は無効とし、日雨量5mm以上はその80%が利用されるものとする。
- ② 第一段階後期以降：稲が成長し、冠水被害の危険が少なくなるため次のとおりとする。日雨量5mm未満は無効とし、日雨量5mm以上80mm以下はその80%を有効とする。日雨量80mmを上限とする。

降雨を有効に利用するためには、降雨の直前に取水を止め下流への掛け流しを行っている水尻を盛土して水田を水の貯留ができる構造にしなければならない。

しかし、許容湛水深は作物の生育段階を考慮し、減収がおこらず、かつまた畦畔の安定を損わない程度のものでなければならない。そのため本計画の有効雨量の考え方は湛水余裕を80mm程度とした。

FAOの報告書にも種々の有効雨量算定法が示されているが、それらはいずれも土壌の貯留能力（TRAM）を対象としたもので、田面貯留の考え方は含まれていない。また本計画は半月を計算単位としているのに対し、FAOの計算単位は1ヶ月である。

これらのことから、本計画では上述の定義に基づいて有効雨量の計算を行うこととする。

##### (1) 基準年の設定

ヤシレタ観測所における1969年より1979年までの雨量データに基づく、水稻に関する計画作付期間内（10月20日～4月20日まで）の有効雨量はTab. 2-9のとおりである。

このTab. 2-9及び気象関係資料より、有効雨量の小さい方から第2位であり、また

Tab. 2-9 雨量と有効雨量

作付年	作 付 期 間							計	順位
	10	11	12	1	2	3	4		
1969~70	(213.2) 122.1	(173.0) 128.4	(74.3) 59.5	(73.0) 58.4	(172.4) 133.2	(314.0) 240.8	(3.2) 0	(1,023.1) 742.4	9
1970~71	(96.1) 76.8	(20.8) 13.2	(148.0) 116.0	(41.4) 30.5	(211.3) 76.2	(228.7) 174.4	(61.1) 46.0	(807.4) 533.1	4
1971~72	(9.0) 7.2	(42.8) 27.4	(98.9) 74.2	(80.0) 53.2	(63.8) 49.1	(121.2) 96.6	(80.3) 64.3	(496.0) 372.0	1
1972~73	(179.2) 133.8	(170.8) 130.0	(196.2) 151.8	(165.8) 119.8	(82.6) 59.3	(268.9) 177.4	(224.0) 177.9	(1,287.5) 950.0	10
1973~74	(34.9) 27.9	(58.5) 44.5	(195.9) 152.5	(149.8) 118.3	(125.3) 95.0	(99.7) 75.1	(56.2) 45.0	(720.3) 558.3	5
1974~75	(52.6) 40.2	(100.8) 75.7	(204.9) 159.6	(109.8) 87.8	(87.7) 68.2	(188.9) 150.7	(139.8) 107.0	(884.5) 689.2	8
1975~76	(228.2) 138.5	(130.2) 101.7	(61.6) 38.4	(189.8) 145.2	(106.8) 83.9	(150.0) 111.0	(44.2) 30.2	(910.8) 648.9	6
1976~77	(79.0) 61.8	(104.6) 79.0	(74.6) 55.6	(262.5) 187.8	(44.2) 30.1	(26.8) 11.0	(84.2) 64.0	(676.3) 489.3	3
1977~78	(34.0) 27.2	(191.6) 144.0	(145.8) 109.9	(71.2) 51.6	(123.7) 87.3	(51.8) 37.2	(19.0) 15.2	(637.1) 472.4	2
1978~79	(111.4) 89.1	(180.8) 143.4	(232.7) 186.2	(25.0) 17.2	(183.5) 140.2	(54.2) 41.1	(80.5) 59.9	(868.1) 677.1	7
平均	(103.8) 72.5	(117.4) 88.7	(143.3) 110.4	(116.8) 87.0	(120.1) 82.3	(150.4) 111.5	(79.3) 60.9	(831.1) 613.3	

注( )雨量

計画作付期間内の連続干天日数が5年確率に当る1977年10月から1978年4月までを有効雨量に関する基準年とする。

## (2) 有効雨量の計算

基準年における雨量データを基に半旬毎の有効雨量を求めるとTab. 2-10のようになる。

### 2-3-5 純用水量

栽培計画及びかんがい計画において決められた計画諸元から、作付期間内の純用水量を求めるための基本条件は次のとおりである。

- ① 作付期間：10月20日より 140～ 150日間
- ② 播種期間：10月20日より40日間
- ③ 所要湛水に要する期間：播種後25日目から6日間
- ④ 基準年：1977年10月20日～1978年4月20日
- ⑤ 計算単位：5日毎
- ⑥ 作付比率：播種期間40日間より40ブロックに分割

作物用水量（ET crop）、有効雨量及び基本条件から用水量はTab. 2-11及びTab. 2-12のようになる。

期別日平均用水量の計算結果から、用水量計画に関する基本数値を次のように定める。

ピーク純用水量： $13.3\text{mm}/\text{day} = 13\text{mm}/\text{day}$

総純用水量： 1,100mm

総有効雨量： 462.7mm

### 2-3-6 かんがい効率

計画取水量の算定は純用水量に損失量を見込んで算出される。この損失量を取水全量に対する率で表わし、この損失率を引いたものをかんがい効率として設定する。

かんがい効率は、圃場の大きさ、形状、かんがい施設の状況、水管理体制を含む多くの因子から決定される。

本計画では、圃場効率、送水効率及び管理効率に区分し各効率を乗じた値をかんがい効率とする。



Tab. 2-10 半旬毎有効雨量

日 付	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月	
	R	R <sub>e</sub>	R	R <sub>e</sub>	R	R <sub>e</sub>	R	R <sub>e</sub>	R	R <sub>e</sub>	R	R <sub>e</sub>	R	R <sub>e</sub>
1			4.4		23.0			22.4	0.8		26.2			0
2			9.4	19.5	6.4	23.5			88.4	105		21.0		
3	16.6		1.2					75	15.4					165
4				15		45						135		
5					1.8				12.3					
6					80.2			11.4						0
7			46.6		64.2				110			0		
8	3.4		60.2				14.2	80						170
9	6.8		10.2	20	3.8	50			0.6			140		
10	16.4		3.4						0					
11								19.0			8.0			0
12	4.4		0		0					115		6.4		
13							23.8	85						175
14			25		55							145		
15									7.5	6.0				
16								0						15.2
17			17.1		0				120			0		
18								90					19.0	180
19			21.4	30	60				4.8		1.4	150		
20		0			2.6		19.8		0					
21			32.8					15.8						
22			1.4		0				125			0		
23		15.2	6.4					95						
24	19.0		35		65		3.2					155		
25		5					6.8			5.0				
26			39.6				3.4	5.4			4.0			
27			2.6	31.7	0				6.2	130		9.8		
28		0						100			12.2		13.4	
29			40		70							160	5.8	
30		10			28.0									
31	15.0							64.0						

Tab. 2-11 各段階用水量

水管理 段階	No.	蒸発散量 ET <sub>o</sub>	作物係数 K <sub>c</sub>	消費水量 ET <sub>crop</sub>	浸透量 P	湛水用水量 PVD	計
		mm/day		mm/day	mm/day	mm/day	mm/day
第1 段階	※①	6.1	0.88	5.4	—	—	5.4
	②	7.5	0.88	6.6	—	—	6.6
	③	8.3	0.88	7.3	—	—	7.3
第2 段階	④	7.5	1.1	8.3	3.0	10.0	21.3
	⑤	8.3	1.1	9.1	3.0	10.0	22.1
第 3 段 階	⑥	7.5	1.1	8.3	3.0	—	11.3
	⑦	8.3	1.1	9.1	3.0	—	12.1
	⑧	7.6	1.1	8.4	3.0	—	11.4
	⑨	8.3	1.05	8.7	3.0	—	11.7
	⑩	7.6	1.05	8.0	3.0	—	11.0
	⑪	7.4	1.05	7.8	3.0	—	10.8
	⑫	5.2	1.05	5.5	3.0	—	8.5
	⑬	7.4	0.95	7.0	3.0	—	10.0
	⑭	5.2	0.95	4.9	3.0	—	7.9
	⑮	4.9	0.95	4.7	3.0	—	7.7

※ 各番号はTab. 2-12の図中番号に対応する。

Tab. 2-12 期別日平均用水量

月	日	累加 日数	成育及び水管理状況	累加 日数	日	ET <sub>0</sub>	Kc	日平均 用水量 mm	半旬不足 用水量 mm	半旬有 効雨量 mm	半旬 消費水量 mm		
10	21	1	①			6.1		-	-	15.2	2.0		
		11						1.1	5.4	0	5.4		
		12						-	-	19.5	10.4		
11	15	26	②			7.5		3.8	19.0	0	19.0		
		32						2.3	11.5	17.1	28.6		
		41						④	1.5	7.5	31.4	38.9	
		42						⑥	3.0	14.8	31.7	46.5	
		42						③	6.1	30.6	23.5	54.1	
12	20	61	⑦		41	30	8.3	0.88	-	-	64.2	57.8	
		72							⑨	12.2	60.8	0	60.8
		73							⑤	12.8	63.8	0	63.8
		72							⑧	13.3	66.7	0	66.7
		73							⑩	12.8	63.9	0	63.9
1	103	73	⑩		72	31	7.6	1.1	7.1	35.4	22.4	57.8	
		104							⑧	8.9	44.7	11.4	56.1
		103							⑨	7.4	36.9	19.0	55.9
		104							⑩	11.1	55.6	0	55.6
		103							⑩	7.9	39.6	15.8	55.4
2	20	103	⑪		101	29	7.4	1.05	9.9	49.7	5.4	55.1	
		104							-	-	64.0	54.6	
		123							⑪	8.3	41.7	12.3	54.0
		131							⑬	10.8	54.0	0	54.0
		132							⑫	9.6	48.0	6.0	54.0
3	19	123	⑭				5.2		10.8	53.8	0	53.8	
		131							⑬	9.6	48.2	5.0	53.2
		132							⑫	4.5	22.6	21.0	43.6
		150							⑭	8.2	40.9	0	40.9
		150							⑭	6.8	34.0	6.4	40.4
4	18	150	⑮		153	22		0.95	8.0	39.9	0	39.9	
		162							⑮	7.1	35.6	0	35.6
		163							⑮	3.8	19.2	9.8	29.0
		163							⑮	4.4	22.1	0	22.1
		180							⑮	3.1	15.4	0	15.4
		180			180	18			1.8	9.0	0	9.0	
									-	-	15.2	2.6	
									1,100		1,470.8		

ET<sub>0</sub> : 基準蒸発散量

Kc : 作物係数

消費水量、有効雨量 (mm/5day)

不足用水量 = 消費水量 - 有効雨量 (mm/5day)

日平均用水量 = 半旬不足用水量 / 5 (mm/day)

#### (1) 圃場効率

圃場のかんがいむらを考慮した効率である。本地域の場合、地形が比較的平坦で、営農上も整地機械が導入されるため、湛水むらは少ないと考えられる。一方、湛水は収穫時まで継続され、地下浸透は別途考慮されている。

これらのことから、他事業地区の実例を参考にして圃場効率を 80 % とする。

#### (2) 送水効率

水源から圃場までの水路による送水に係る効率である。本計画の用水路は土水路であるが、既存用水路の漏水調査は行われておらず、また漏水の大きい部分はアースライニングによる漏水対策を考えている。さらに水路の管理は、水需要に即応した管理が可能となるよう、施設の配置及び操作方法が検討されている。一方、受益者は全て水利用者として組織され、良好なローテーションかんがいを実施できるよう指導・監督される。

これらのことから、水面蒸発量を考慮し、他の事業の実例を参考に、送水効率を 80% とする。

#### (3) 管理効率

水路での分水管理にかかる効率である。本計画の場合、水利用の効率化を目的とした管理施設及び管理組織の設置を計画しており、有効な管理が行われると考えられる。

しかし、水路が長大で、分水施設も非常に多いため、他事業の実例を参考として 90% とする。

#### (4) かんがい効率

区分した 3 つの効率から、かんがい効率を次のように設定する。

$$80 \times 80 \times 90 = 57.6 (\%)$$

### 2-3-7 粗用水量

用水量計画において求めたピーク純用水量及びかんがい効率から、計画単位用水量（粗用水量）を次のように決める。

$$13 \text{ mm/day} = 1.5 \text{ l/sec/ha} \quad \text{ピーク純用水量}$$

$$1.5 \div 0.576 = 2.6 \text{ l/sec/ha} = 0.0026 \text{ m}^3/\text{sec/ha}$$

## 2-4 開田計画

### 2-4-1 開田面積

決定された単位用水量  $0.0026 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{ha}$  と前章で検討されたalternativeの結果に基づきこの地域に最適な開田面積を樹立するものである。alternativeの検討からは2案、すなわち中央基幹排水路より東側において水田開発を行うことが経済的にみて最有利となる結論がでていいる。このalternativeでは必要水量  $104.8 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、そのうち約75%が自然

流下によってかんがいが可能で残り 25 %が低揚程ポンプによりかんがいを行っている。

alternativeの検討の過程において明確になったことは

- ① 水田開発において団地が分散した場合、開発面積に対して道水路延長が大きくなり、経済効果が減少する。
- ② 反復利用、山地流域からの流出水を利用する場合、ポンプの揚程が大きくなること、取水施設の建設費が必要なため経済効果が減少する。
- ③ 水田面積の拡大は経済効果を増大させる。

であり最終的な開田計画の樹立に当ってはこれらの点を考慮する必要がある。

一方排水計画はalternativeの検討をうけて新たに遊水池を計画に導入することとした。遊水池を導入した排水計画においてはalternative 2の中で開田を予定していた区域のうち  $5,150 \text{ ha}$  が遊水池として利用されることとなる。この面積は施設用地を含む面積であり、水田面積はその 80 %、又水稲作付面積はその 75 %であり、それに対するかんがい水量は  $8.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ となり、もしalternative 2に遊水池計画を導入し最終開田計画を樹立した場合には、必要水量が  $96.8 \text{ m}^3/\text{sec}$ となり、ヤシレタダムよりの水利権  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$  に対して約  $11 \text{ m}^3/\text{sec}$ のかんがい水の余剰を生じる。

前述のalternativeの検討結果より経済効果を増大させる方向でこの余剰水の有効利用を考えれば、中央基幹排水路に沿った西側の区域は自然流下でかんがいが可能であり、かつalternative 2における開田区域に隣接しているため水田開発を行うことが有利となる。そこで  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水利権の中でこの区域の開田を図ることとする。

ここで  $108 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水による開田可能面積は、

$$\frac{108 \text{ m}^3/\text{sec}}{0.0026 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{ha}} \times \frac{4}{3} \text{ ※} = 55,384 \text{ ha} \approx 55,000 \text{ ha}$$

※ 水稻3：大豆1 の輪作による

alternative 2において開田される面積より遊水池を減ずれば

$$53,760 \text{ ha} - 5,150 \text{ ha} \times 0.8 = 49,640 \text{ ha}$$

となり

$$55,300 \text{ ha} - 49,640 = 5,660 \text{ ha}$$

がalternative 2に加え中央基幹排水路の西側に新しく開田される面積である。

すなわち本計画において水田開発面積は55,300 ha で、単年度の水稲栽培面積は41,475 haである。

#### 2-4-2 かんがいブロック

かんがいブロックは基幹又は幹線用水路、排水路、道路により区切られるブロックであり、計画地区における栽培法が乾田直播で移植法における代播期のように明確な水需要のピークがあらわれない。又スプリンクラーかんがいのような厳密なローテーションブロックを作る必要もなく、単に播種、初期湛水が播種適期内に均等に行われるような営農指導が行える程度のブロックの区切りでよい。初期湛水は支線水路の上流から行われるであろうし営農初期に多少の混乱があったとしても支線毎に上流側から下流側へと順次、播種、初期湛水が行われる秩序ができあがることが予測できる。

そのためここではブロックの大きさ、区切り方については大きな制約がないので基幹、幹線道水路により区切りかんがいブロックを決定した。

なお畑地についても併せブロック分けを行った。その結果をTab. 2-13、Fig. 2-9に示した。

Tab. 2-13 (1) かんがい計画に係わる土地利用面積

Sub Project I

Block No	農地				森林地域	遊水池	道水路 その他	計
	水田	畑地	草地	計				
1	—	2,080	—	2,080	75	—	520	2,675
2	—	5,900	—	5,900	125	—	1,475	7,500
3	3,120	—	—	3,120	—	375	780	4,275
4-a	1,740	}	—	6,540	625	500	1,635	9,300
4-b	4,800							
5	880	—	—	880	1,000	—	220	2,100
6	1,200	—	—	1,200	675	475	300	2,650
7	3,160	—	—	3,160	—	—	790	3,950
8	3,980	—	—	3,980	1,175	—	995	6,150
9	—	2,600	—	2,600	125	275	650	3,650
10	—	1,760	—	1,760	—	—	440	2,200
小計	18,880	12,340	—	31,220	3,800	1,625	7,805	44,450

Tab. 2-13 (2) かんがい計画に係わる土地利用面積

Sub Project II

Block No	農地				森林地域	遊水池	道水路 その他	計
	水田	畑地	草地	計				
11	—	580	( 1,200) 1,200	( 1,200) 1,780	300	250	445	2,775
12-a	1,240	}	—	—	675	—	460	2,975
12-b	600		—	1,840				
13	2,760	—	—	2,760	25	350	690	3,825
14	2,560	—	—	2,560	175	225	640	3,600
15	1,760	—	—	1,760	600	—	440	2,800
16	1,640	—	—	1,640	525	—	410	2,575
17	2,860	—	—	2,860	1,175	—	715	4,750
18	1,980	—	—	1,980	—	675	495	3,150
19	980	—	—	980	—	—	245	1,225
20	2,960	—	—	2,960	275	150	740	4,125
21	3,320	—	—	3,320	—	—	830	4,150
22-a	780	}	—	—	100	—	620	3,200
22-b	1,700		—	2,480				
23	2,040	—	—	2,040	—	1,050	510	3,600
24	1,540	—	—	1,540	25	1,350	385	3,300
25	2,040	—	—	2,040	—	—	510	2,550
26	—	1,420	—	1,420	1,250	—	355	3,025
小計	30,760	2,000	( 1,200) 1,200	( 1,200) 33,960	5,125	4,050	8,490	51,625

※ 農地のうち草地の ( ) 内は酪農経営で各面積の内数である。



Tab. 2-13 (3) かんがい計画に係わる土地利用面積

Sub Project III

Block No.	農地				森林地域	遊水池	道水路 その他	計
	水田	畑地	草地	計				
27	—	1,740	—	1,740	400	—	435	2,575
28	—	1,340	800	2,140	550	200	535	3,425
29	—	1,140	—	1,140	—	—	285	1,425
30-a	2,460	}	—	5,660	150	450	1,415	7,675
30-b	3,200							
31	—	—	7,400	7,400	500	250	1,850	10,000
32	—	—	720	720	1,925	—	180	2,825
33	—	2,720	—	2,720	1,625	—	680	5,025
34	—	3,820	—	3,820	1,400	—	955	6,175
35	—	1,920	—	1,920	400	325	480	3,125
36	—	6,220	—	6,220	1,300	—	1,555	9,075
37	—	3,180	—	3,180	925	—	795	4,900
小計	5,660	22,080	8,920	36,660	9,175	1,225	9,165	56,225
Sub P.								
I	18,880	12,340	—	31,220	3,800	1,625	7,805	44,450
II	30,760	2,000	( 1,200)	( 1,200) 33,960	5,125	4,050	8,490	51,625
III	5,660	22,080	8,920	36,660	9,175	1,225	9,165	56,225
計	55,300	36,420	( 1,200) 10,120	( 1,200) 101,840	18,100	6,900	25,460	152,300

※ 農地のうち草地の ( ) 内は酪農経営で各面積の内数である。

Fig.2-8 用水系統模式圖

凡 例

S : 取水工

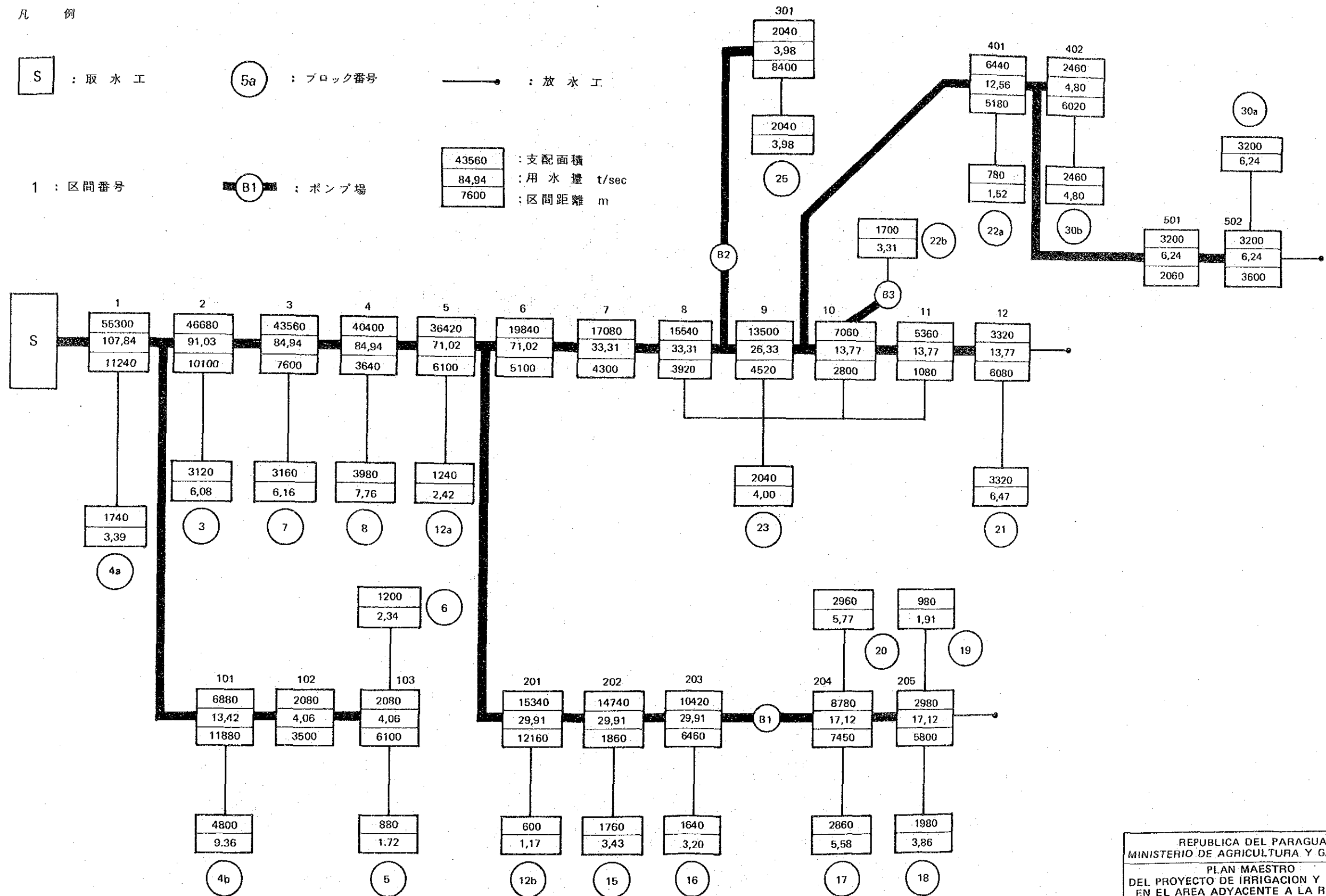
5a : ブロック番号

→ : 放水工

1 : 区間番号

B1 : ポンプ場

43560	: 支配面積
84,94	: 用水量 t/sec
7600	: 区間距離 m

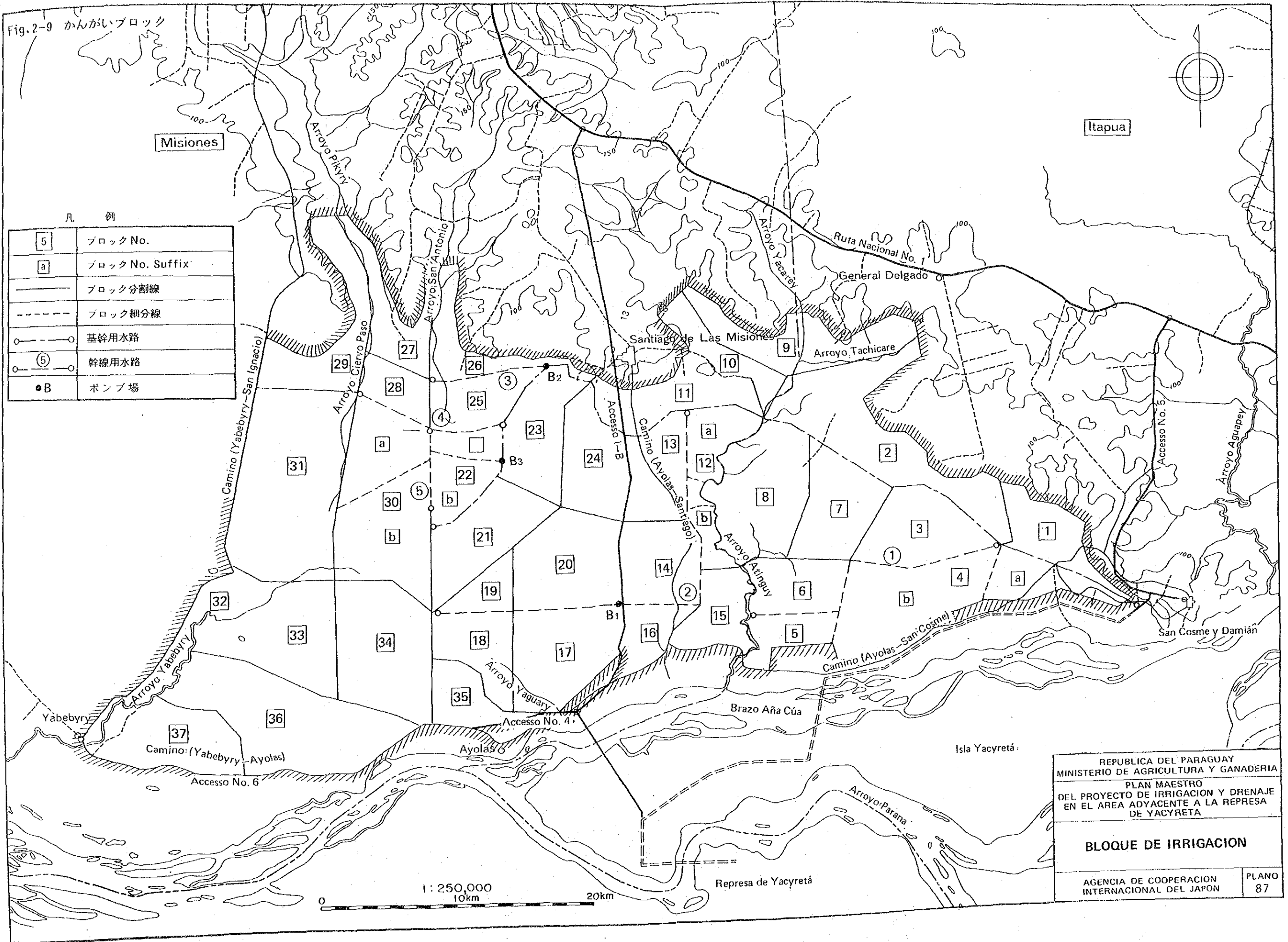


REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

**DIAGRAMA DE SISTEMA DE RIEGO**

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON      PLANO 85

Fig. 2-9 かんがいブロック



凡 例

5	ブロック No.
a	ブロック No. Suffix
—	ブロック分割線
- - -	ブロック細分線
○—○	基幹用水路
⑤	幹線用水路
●B	ポンプ場

REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

**BLOQUE DE IRRIGACION**

AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON

PLANO  
 87



## 2-5 かんがい施設計画

基本構想に基づいて樹立した開田計画によると当計画地区における受益面積は 101,840 ha で、そのうちかんがい対象面積すなわち開田面積は55,300 ha、さらに水田における輪作体系のうち水稲作付面積すなわち、実かんがい面積は41,475 ha となる。

本計画における施設の内容は、基幹施設として、基幹用水路及び幹線用水路、付帯施設として、水路橋、分水工、水位調整工、余・放水工及び揚水機施設である。取水工はヤシレタダム工事において施工されることが、パラグアイ・アルゼンチン両国の協定により決められている。

以下かんがい施設の計画について述べる。

### 2-5-1 用水路

用水路はかんがい施設計画において最も基本的な施設で基幹用水路、幹線用水路について本章で計画し、支線以下については農地開発計画において論述される。用水路の計画に当り次の点を基本事項として計画する。

- ① かんがいの対象は水田とし、したがって、通水は 24 時間とする。
- ② 計画粗用水量は、計画諸元において求めたピーク流量  $0.0026 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{ha}$  とし、ブロック単位に求めた用水量を用水系統図に基づいて下流より逐次加え、区間毎に計画通水量を求める。
- ③ 水路は経済性から土水路とする。ただし、基幹水路の大部分については、法面保護を施す（法面の右張りを計画）。
- ④ 最大許容流速は、土質によって異なるが、ここでは砂質ロームを想定して  $0.6 \text{ m}/\text{sec}$  とする。最小許容流速は、沈砂又は水中生物の生育を防止するために設定されるが、当計画地区は極めて平坦であるので、流速を大きくできない場合が多い。したがって最小許容流速は設定せず、その目的を維持管理面において達成することとする。
- ⑤ 流速・流量の算定にはマンニングの式を使用し、その粗度係数  $n$  は  $0.025$  とする。
- ⑥ 水路の法勾配は砂質ロームを想定し  $1:2$  とした。
- ⑦ 水路はその底面を地盤高に合せ、側面を盛土による堤堰を築き水路を作ることとする。そのため設計水深を  $2.0 \text{ m}$  以下とし通水量の変化は水路巾員により対応するものとする。

③ 水路の余裕高さは盛土の余裕を加え 1.0m～1.3mとする。なおこれは過去の施工例及び日本の基準によった。

これらの基本事項に基づき取水ゲート地点から順次水理計算を進めていき、各かんがいブロックで自然流下によるかんがい不可能なブロックにおいてポンプで揚水することとした。ここで用いた水理計算のうち代表的なものについて述べると取水工（分水工）による損失を水路の漸縮損失である。

(1) 分水工（取入口）による損失

この計画では、水路側壁にゲートを設け流線と直角に直接分水する方式である。したがって、水理的には急縮と見做すことができる。

$$h_{sc} = f_{sc} v_2^2 / 2g$$

$h_{sc}$  : 急縮による損失水頭 (m)

$f_{sc}$  : 急縮損失係数 (この場合  $A_2 / A_1 = 0$  であるので  $f_{sc} = 0.5$ )

$v_2$  : 急縮後の流速 (m/s)

$$\Delta h_{sc} = f_{sc} v_2^2 / 2g + (v_2^2 - v_1^2) / 2g$$

$\Delta h_{sc}$  : 急縮による水面低下量 (m)

$v_1$  : 急縮前の流速 (m/s)

(この場合急縮前の水流は分水工と直角であるので  $v_1 = 0$  とする)

(2) 漸縮による損失

$$h_{gc} = f_{gc} (v_2^2 - v_1^2) / 2g + I_m \cdot L$$

$h_{gc}$  : 漸縮による損失 (m)

$f_{gc}$  : 漸縮による損失係数 0.3

$v_2$  : 漸縮後の流速 (m/s)

$v_1$  : 漸縮前の流速 (m/s)

$I_m$  : トランジション間の平均動水勾配

$$I_m = (I_1 + I_2) / 2$$

$I_1, I_2$  : トランジション前後の動水勾配

$L$  : トランジションの長さ (m)

$$\Delta h_{gc} = \frac{f_{gc} (v_2^2 - v_1^2)}{2g} + I_m \cdot L + \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2g}$$

$$= (1 + fgc) (v_2^2 - v_1^2) / 2g + I_m \cdot L$$

$\Delta h_{gc}$ : 水面低下量 (m)

なおポンプの揚程はかんがいブロックのすべての面積にかんがいできるよう幹線用水路を設定し、基幹用水路と交る点における両水路の用水路底の標高差に下流側水路の堤高にポンプの損失を加えたものを見込んだ。現実には下流側水路の堤高 3.5m、ポンプ損失 1m とし 4.5m プラス上下流の水路底標高差とする。

これに基づき水理計算を行い決定した基幹、幹線における区画別計画諸元及び関連する施設を Tab. 2-14、Tab. 2-15 に示した。又この計画のもととなった水理計画諸元を Tab. 2-16 に示した。又揚水機場の計画諸元を Tab. 2-17 に示した。

Fig. 2-10 排水路横断構造物の検討

型式	得 失	略 図
1. 用水路を水路橋とする型式	<ul style="list-style-type: none"> <li>水路橋型式は、PC桁、鋼桁、RC桁による型式があるが、施工性、経済性の面より、PC桁型式とする。</li> <li>用水路底より下部に桁高が最小 1.0 m は必要となり、排水路のフリーボード確保の問題が生じてくる。</li> </ul>	<p>水路橋</p> <p>排水路</p> <p>水路橋断面</p>
2. 用水路をサイホンとする型式	<ul style="list-style-type: none"> <li>水頭の有効利用を図るよう計画されている用水路に損失水頭の大きいサイホン構造物は採用できない。</li> </ul>	<p>排水路</p> <p>サイホン</p> <p>サイホン断面</p>
3. 排水路を暗渠とする型式	<ul style="list-style-type: none"> <li>排水路のフリーボードが緩和される。</li> <li>暗渠の不等沈下、止水性に充分な検討が必要。</li> </ul>	<p>用水路</p> <p>排水路 (ボックスカルバート)</p> <p>用水路</p> <p>排水路</p> <p>用水路断面</p>

Tab. 2-14 用水路構造計画

区間 No.	距離		支配面積 ha	所要流量 m <sup>3</sup> /sec	勾配	水路			堰堤		関連する他の施設
	区間 Km	累計 Km				水深 m	底幅 m	流速 m/sec	堰高 m	上幅 m	
0		0									
1	11.24	11.24	55,300	107.84	1/20,000	1.99	120	0.44	3.3	6	取水工 - (基道、一部承水) + (基道) + (幹排、幹道) → 幹用
2	10.10	21.34	46,680	91.03	1/20,000	1.99	105	0.43	3.3	6	- (基道、承水) + (幹道、幹排)
3	7.60	28.94	43,560	84.94	1/20,000	1.99	95	0.43	3.3	6	- (基道、承水) (幹道)
4	3.64	32.58	(40,400)	84.94	1/20,000	1.99	95	0.43	3.3	6	- (基道、承水) + (幹道、幹排アディングイ)
5	6.10	38.68	36,420	71.02	1/20,000	1.99	80	0.43	3.3	6	- (基道、承水) (幹道) → 幹用
6	5.10	43.78	(19,840)	71.02	1/20,000	1.99	80	0.43	3.3	6	- (基道、承水) + (基道、幹排)
7	4.30	48.08	17,080	33.31	1/20,000	1.99	37	0.41	3.1	6	- (基道) + (幹道、幹排)
8	3.92	52.00	(15,540)	33.31	1/20,000	1.99	37	0.41	3.1	6	- (基道) + (幹道、幹排) → 幹用 (P <sub>2</sub> )
9	4.52	56.52	13,500	26.33	1/8,000	1.98	18	0.60	3.1	6	- (基道) + (基道) → 幹用
10	2.80	59.32	7,060	13.77	1/10,000	1.98	2	0.51	3.0	6	- (幹道) ポンプ場P <sub>3</sub>
11	1.08	60.40	(5,360)	13.77	1/10,000	1.98	2	0.51	3.0	6	(幹道) - (幹道)
12	6.08	66.48	(3,320)	13.77	1/10,000	1.98	2	0.51	3.0	6	- (幹道) 放水工
101	11.88	11.88	6,880	13.42	1/7,000	1.90	9	0.59	3.0	6	+ (基道) - (幹排)
102	3.50	15.38	2,080	4.06	1/7,000	1.89	2	0.46	2.5	6	- (幹排) + (基道、幹排)
103	6.10	21.48	2,080	4.06	1/7,000	1.89	2	0.46	2.5	6	放水工
201	12.16	12.16	15,340	29.91	1/15,000	1.98	29	0.47	3.1	6	+ (基道) - (幹道) + (幹道) (幹道)
202	1.86	14.02	(14,740)	29.91	1/15,000	1.98	29	0.47	3.1	6	- (幹道) (幹道)
203	6.46	20.48	(10,420)	29.91	1/15,000	1.98	29	0.47	3.1	6	- (幹道) + (基道)
204	7.45	27.93	8,780	17.12	1/8,000	1.90	11	0.58	3.0	6	- (幹道) + (幹道)
205	5.80	33.73	(2,960)	17.12	1/8,000	1.90	11	0.58	3.0	6	- (幹道) 放水工
301	8.40	8.40	2,040	3.98	1/11,000	1.99	1.5	0.39	2.5	6	- ポンプ場P <sub>2</sub> - (幹道) 放水工
401	5.18	5.18	6,440	12.56	1/15,000	1.98	11	0.43	2.8	6	- (基道) + (幹排、幹道) → 幹用
402	6.02	11.20	2,460	4.80	1/10,000	1.97	2	0.42	2.5	6	- (基道) + (幹道) 放水工
501	2.06	2.06	3,200	6.24	1/20,000	1.98	6	0.34	2.5	6	+ (基道) - (幹道、幹排)
502	3.60	5.66	3,200	6.24	1/20,000	1.98	6	0.34	2.5	6	- (幹道、幹排) 放水工

※ 記号 + : 用水路と交差する施設  
 - : 用水路と平行して接する施設  
 → : 用水路から分岐する施設  
 記号のない施設は特に直接は関係しないもの

基道: 基幹道路  
 幹道: 幹線道路  
 幹用: 幹線用水路  
 承水: 承水路  
 幹排: 幹線排水路  
 P : ポンプ場



Tab. 2-15 用水路付帯構造物計画

区間 No.	距離		用水路		水路橋	分水工	チェックゲート	余・放水工	区間 No.
	区間 Km	累加 Km	水深 m	底幅 m	排水路底幅 m	流量 m <sup>3</sup> /sec (取水工)	幅 m	流量 m <sup>3</sup> /sec	
0	11.24	0	1.99	120			120		0
1	10.10	11.24	1.99	105	12.0 (I-1)		110 (I-1)	3.39 (I-1)	1
2	7.60	21.34	1.99	95	10.0 (I-2)		110	6.08 (II-2)	2
3	3.64	28.94	1.99	95			100		3
4	6.10	32.58	1.99	80	24.0 (I-3)		100	13.92 (I-3)	4
5	5.10	38.68	1.99	80					5
6	4.30	43.78	1.99	37			40	7.80 (II-1)	6
7	3.92	48.08	1.99	37					7
8	4.52	52.00	1.98	18	7.0 (II-1)		30 (II-2)	8.93 (II-2)	8
9	2.80	56.52	1.98	2			20 (II-3)		9
10	11.08	59.32	1.98	2		(P <sub>3</sub> )			10
11	6.08	60.40	1.98	2			20	(II-4)	11
12	66.48							13.77 放水工	12
計	66.48				4箇所	(1箇所)	11箇所	6箇所	
1	11.88	0	1.90	9		13.42 (I-1)	20		1
101	3.50	11.88	1.89	2			20	9.36 (I-5)	101
102	6.10	15.38	1.89	2	25.0 (I-4)			(I-1)	102
103	21.48	21.48						4.06 放水工	103
計	21.48				1箇所	1箇所	2箇所	2箇所	
5	12.16	0	1.98	29		29.91 (II-1)			5
201	1.86	12.16	1.98	29					201
202	6.46	14.02	1.98	29			35	(II-1)	202
203	7.45	20.48	1.90	11		(P <sub>1</sub> )	25	29.9 放水工	203
204	5.80	27.93	1.90	11			25	(II-3)	204
205	33.73	33.73						17.12 放水工	205
計	33.73				-	1箇所	3箇所	2箇所	
8	8.40	0	1.99	1.5		(P <sub>2</sub> )	5	(II-5)	8
301	8.40	8.40						3.98 放水工	301
計	8.40				-	(1箇所)	1箇所	1箇所	
9	5.18	0	1.98	11		12.56 (II-2)			9
401	6.02	5.18	1.97	2	20.0 (II-2)		5 (II-4)	1.52 (II-3)	401
402	11.20	11.20					5	(III-1)	402
計	11.20				1箇所	1箇所	2箇所	2箇所	
401	2.06	0	1.98	6		6.24 (II-3)			401
501	3.60	2.06	1.98	6				(II-2)	501
502	5.66	5.66						6.24 放水工	502
計	5.66				-	1箇所	-	1箇所	
基幹	66.48				4箇所	-	11箇所	6箇所	
幹1	21.48				1箇所	1箇所	2箇所	2箇所	
幹2	33.73				-	1箇所	3箇所	2箇所	
幹3	8.40				-	-	1箇所	1箇所	
幹4	11.20				1箇所	1箇所	2箇所	2箇所	
幹5	5.66				-	1箇所	-	1箇所	
合計	146.95				6箇所	4箇所	19箇所	14箇所	

Tab. 2-16 (1) 用水路の水面追跡 (基幹用水路)

区間 No.	付帯施設	距離		所要流量 帯時 非帯時 m <sup>3</sup> /sec	動水勾配		水深 帯時 非帯時 m	感幅 m	流速		地盤高 m	水面高		ポンプ
		区間	累加		帯時	非帯時			帯時	非帯時		帯時	非帯時	
0	<取水工>	11.22	0	107.84	1/20,000	1/20,000	1.99	120.00	0.44	0.44	80.00	81.99	81.99	
1	分水工 (幹1用) 余水工 (I-1)	0.04	11.22	91.03	1/28,000	1/20,000	1.99	120.00	0.37	0.44	79.50	81.43	81.43	
2	余水工 (I-2)	10.07	11.26	91.03	1/20,000	1/20,000	1.99	101.55	0.43	0.43	79.30	80.93	80.93	
3	-	7.59	21.33	84.94	1/23,000	1/20,000	1.99	101.55	0.40	0.43	79.30	80.93	80.93	
4	余水工 (I-3)	3.62	21.35	84.94	1/20,000	1/20,000	1.99	94.62	0.43	0.43	78.00	80.37	80.37	
5	分水工 (幹2用)	5.04	28.94	78.78	1/23,000	1/20,000	1.99	94.62	0.43	0.43	78.00	80.37	80.37	
6	余水工 (II-1)	0.02	32.56	71.02	1/29,000	1/20,000	1.99	94.62	0.36	0.43	78.00	80.37	80.37	
7	-	4.28	32.60	71.02	1/20,000	1/20,000	1.99	79.04	0.43	0.43	78.00	80.37	80.37	
8	分水工 (幹3用) 余水工 (II-2)	3.90	38.64	38.69	1/68,000	1/20,000	1.99	79.04	0.23	0.43	78.00	80.07	80.07	
9	分水工 (幹4用)	0.02	38.72	38.69	1/22,000	1/20,000	1.99	45.06	0.40	0.42	78.00	80.07	80.07	
10	-	2.79	43.77	31.31	1/30,000	1/20,000	1.99	45.06	0.34	0.42	78.00	79.81	79.81	
11	-	1.08	43.79	31.31	1/20,000	1/20,000	1.99	38.50	0.41	0.41	77.5	79.60	79.60	
12	放水工	6.08	48.08	30.30	1/24,000	1/20,000	1.99	36.50	0.38	0.41	77.0	79.40	79.40	
			51.98	26.33	1/32,000	1/20,000	1.99	36.50	0.33	0.41	76.40	78.83	78.83	
			52.02	26.33	1/8,000	1/8,000	1.98	17.73	0.60	0.60	76.40	78.83	78.83	
			56.51	13.77	1/30,000	1/8,000	1.98	17.73	0.32	0.60	76.40	78.83	78.83	
			56.53	13.77	1/10,000	1/10,000	1.98	9.68	0.51	0.51	75.20	75.85	75.85	
			59.32	10.45	1/18,000	1/10,000	1.98	9.68	0.39	0.51	75.20	75.85	75.85	
			60.40	6.47	1/46,000	1/10,000	1.98	9.68	0.24	0.51	75.20	75.85	75.85	
			66.48	0	1/∞	1/10,000	1.98	9.68	0	0.51	75.20	75.85	75.85	

$$Q = 3.3 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$P = 3.5 \text{ m}$$

$$H = 5.5 \text{ m}$$

Tab. 2-16 (2) 用水路の水面追跡 (幹線 1、2、3、4、5号用水路)

区間 No.	付帯施設	距離 km	鉗加 km	所要流量		動水勾配		水深		底幅	流速		地盤高	底高	水面高		ポンプ
				常	非	常	非	常	非		常	非			常	非	
【幹線 1号用水路】																	
1		11.87	0	13.42	13.42	1/11,000	1/7,000	1.90	1.90	8.20	0.59	0.59	79.50	79.44	81.34	81.34	
101 余水工 (I-5)																	
		0.02	11.87	4.06	13.42	1/76,000	1/7,000	1.90	1.90	8.20	0.18	0.59					
		3.49	11.89	4.06	4.06	1/7,000	1/7,000	1.89	1.89	0.89	0.46	0.46					
102		—	15.38	4.06	4.06	1/7,000	1/7,000	1.89	1.89	0.89	0.46	0.46					
103	放水工	6.10	21.48	0	4.06	1/∞	1/7,000	1.89	1.89	0.84	0	0.46	74.00	76.37	78.26	78.26	
【幹線 2号用水路】																	
5		12.16	0	29.91	29.91	1/15,000	1/15,000	1.98	1.98	28.27	0.47	0.47	78.00	78.08	80.06	80.06	
201		—	12.16	28.74	29.91	1/15,000	1/15,000	1.98	1.98	28.27	0.46	0.47					
202		1.86	14.02	20.32	29.91	1/15,000	1/15,000	1.98	1.98	28.27	0.41	0.47					
		6.45	20.47	17.12	29.91	1/15,000	1/15,000	1.98	1.98	28.27	0.39	0.47	76.9	76.71	78.69	78.69	Q=17.1 ml/sec
203	放水工 (II-1)	0.03	20.50	17.12	17.12	1/8,000	1/8,000	1.90	1.90	10.75	0.58	0.58	77.5	77.5	79.40	79.40	H=15.5m
204		7.43	27.93	5.77	17.12	1/70,000	1/8,000	1.90	1.90	10.75	0.20	0.58					
205	放水工	5.80	33.73	0	17.12	1/∞	1/8,000	1.90	1.90	10.75	0	0.58	73.5	75.85	77.75	77.75	
【幹線 3号用水路】																	
8		8.40	0	3.98	3.98	1/11,000	1/11,000	1.99	1.99	1.19	0.39	0.39	77.00	77.76	79.75	79.75	Q=3.98 ml/sec
301	放水工	—	8.40	0	3.98	1/∞	1/11,000	1.99	1.99	1.19	0	0.39	77.00	77.00	78.99	78.99	H=25.0m
【幹線 4号用水路】																	
9		5.17	0	12.56	12.56	1/15,000	1/15,000	1.98	1.98	10.93	0.43	0.43	76.40	76.40	78.38	78.38	
401		0.02	5.17	4.80	12.56	1/102,000	1/15,000	1.98	1.98	10.93	0.16	0.43	76.00	76.05	78.03	78.03	
402		6.01	5.19	4.80	4.80	1/10,000	1/10,000	1.97	1.97	1.87	0.42	0.42	75.50	75.45	77.42	77.42	
402	放水工	—	11.20	0	4.80	1/∞	1/10,000	1.97	1.97	1.87	0	1.42	75.50	75.45	77.42	77.42	
【幹線 5号用水路】																	
501		2.06	0	6.24	6.24	1/20,000	1/20,000	1.98	1.98	5.40	0.34	0.34	76.00	76.00	77.98	77.98	
502	放水工	3.06	5.66	0	6.24	1/∞	1/20,000	1.98	1.98	5.40	0	0.34	75.70	75.72	77.70	77.70	

Tab. 2-17 用水路付帯構造物計画（揚水施設）

P No.	用水路名	始点からの距離 Km	揚水量 Q m <sup>3</sup> /sec	揚程 H m	関連するブロック No. 及び支配面積
P <sub>1</sub>	幹線2号用水路	20.48	17.12	5.5	17, 18, 19, 20 8,780ha
P <sub>2</sub>	幹線3号用水路	0	3.98	5.0	25 2,040ha
P <sub>3</sub>	基幹用水路	59.32	3.32	5.5	22 - b 1,700ha