

S : Sowing
 P : Planting
 H : Harvesting

図 -17 計画作付体系 (パチヨ地区)

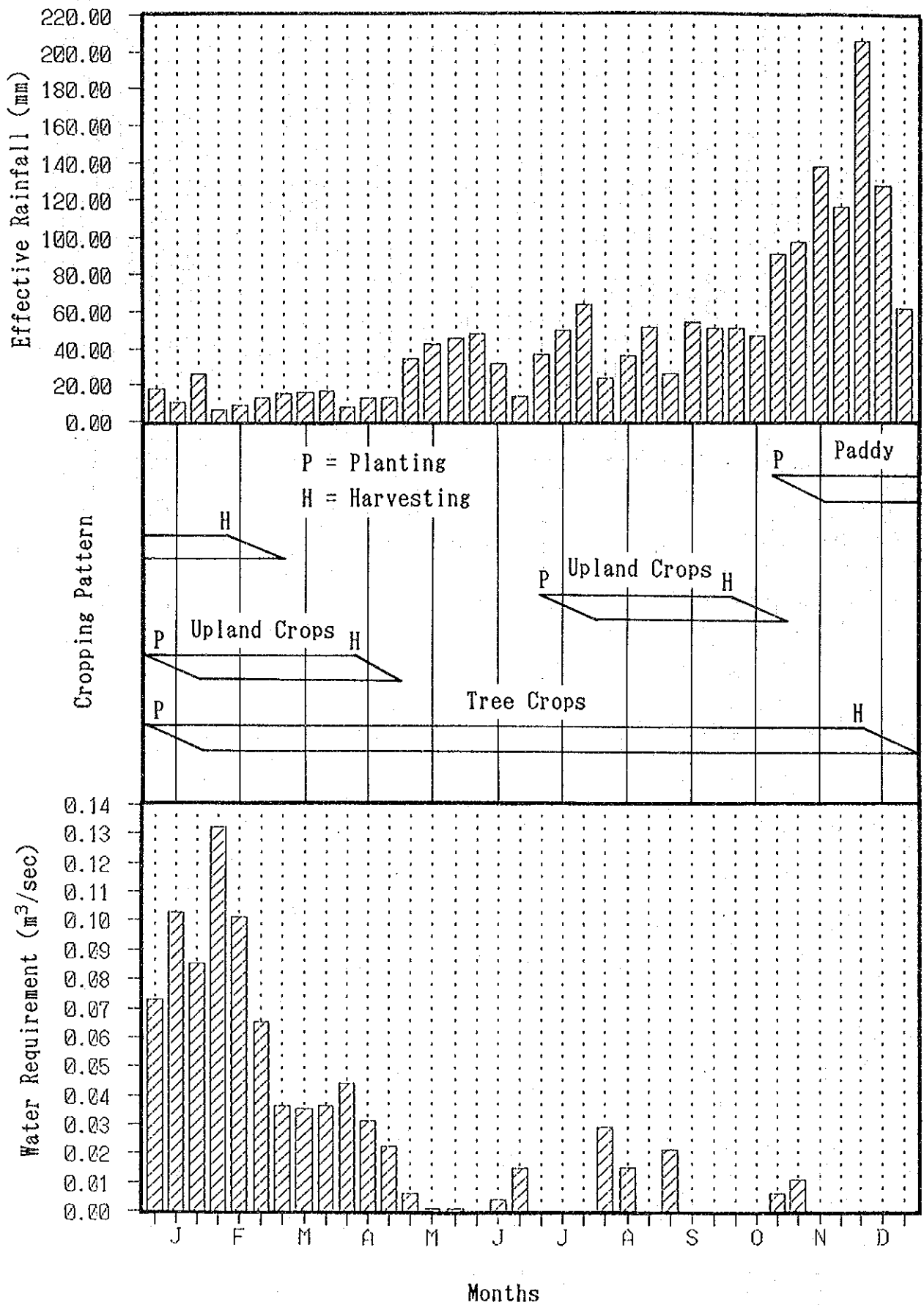
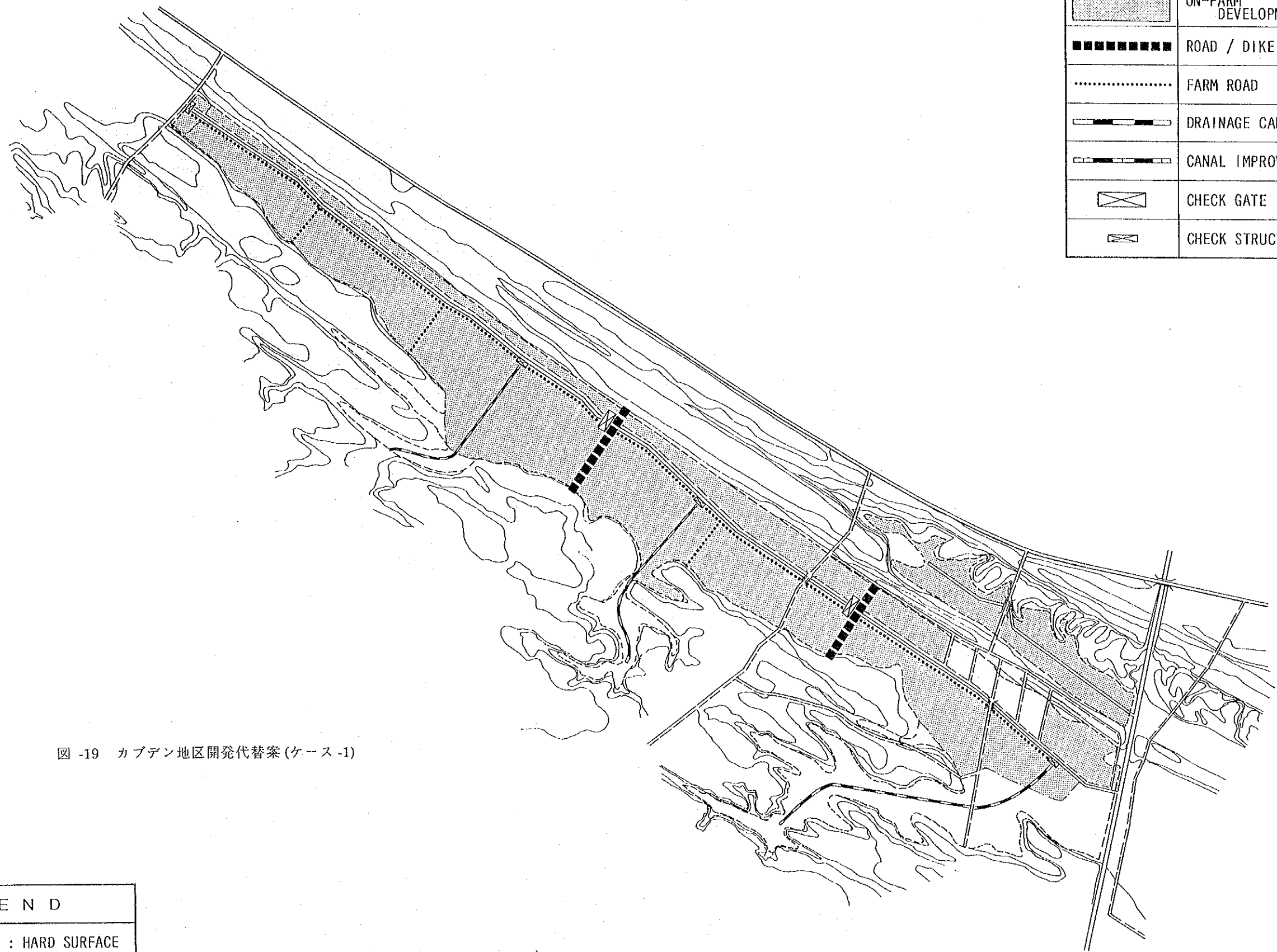


図 -18 期別用水量 (パチヨ地区)



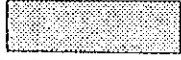


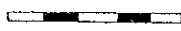



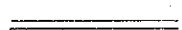
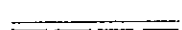


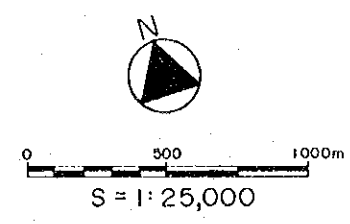
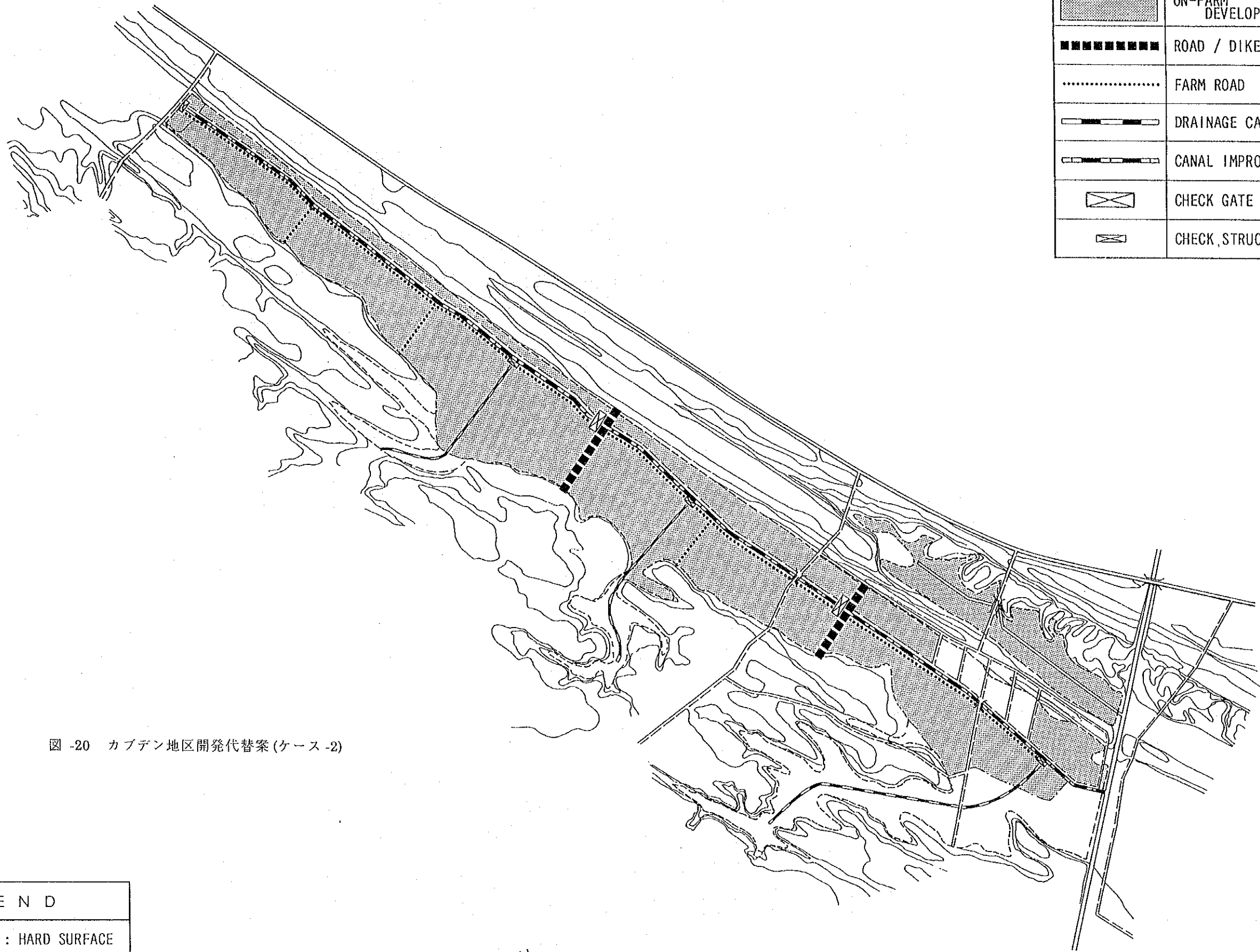
DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	CHECK STRUCTURE

図 -19 カブデン地区開発代替案(ケース-1)

LEGEND	
	ROAD : HARD SURFACE
	ROAD : LATERITE
	CANAL
	F/S AREA BOUNDARY

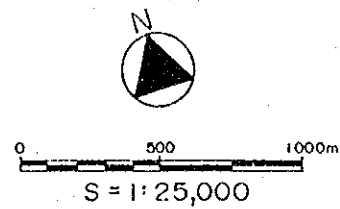


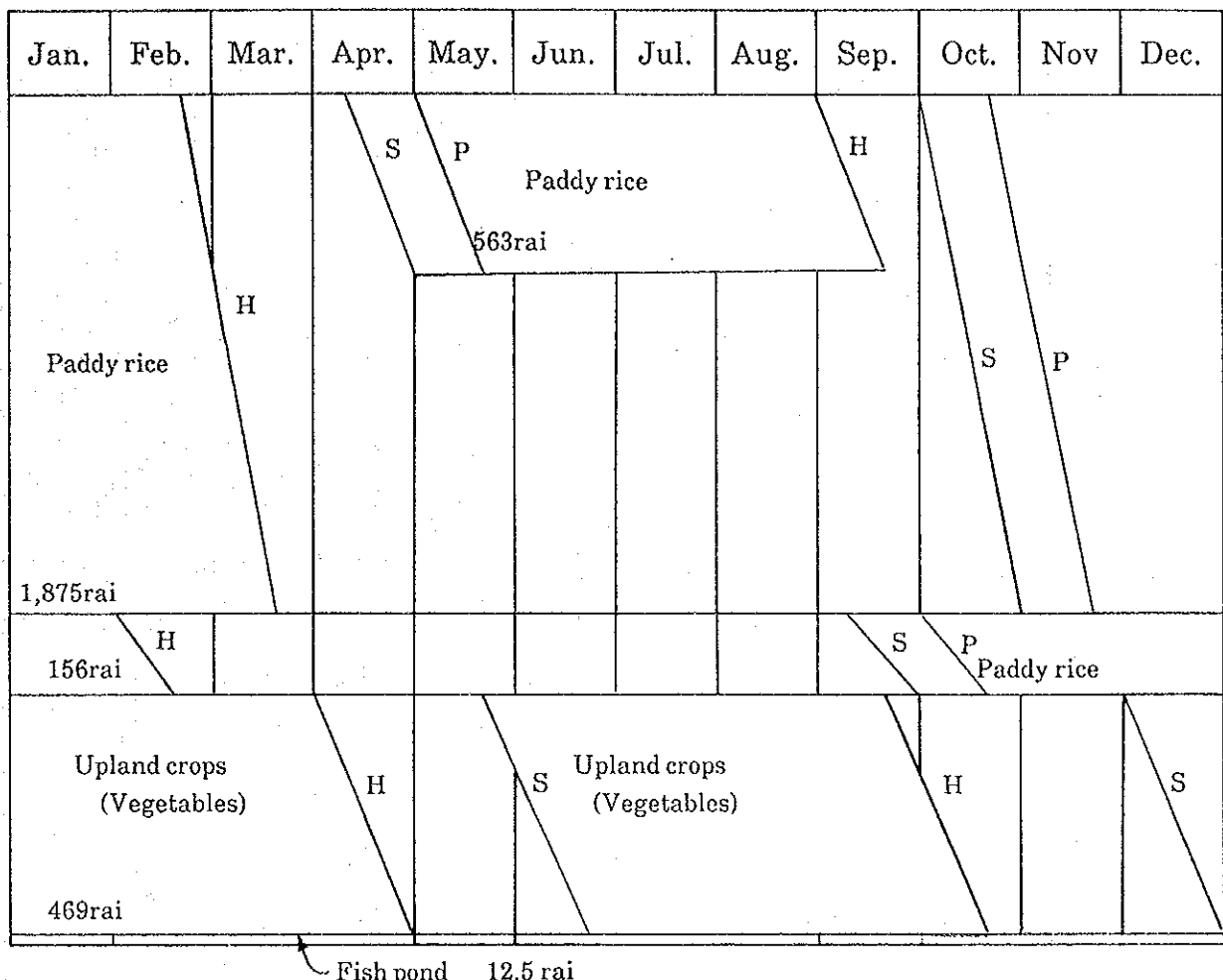


DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	CHECK STRUCTURE

図 -20 カブデン地区開発代替案(ケース-2)

LEGEND	
	ROAD : HARD SURFACE
	ROAD : LATERITE
	CANAL
	F/S AREA BOUNDARY





S : Sowing
 P : Planting
 H : Harvesting

図 -21 計画作付体系 (カブデン地区)

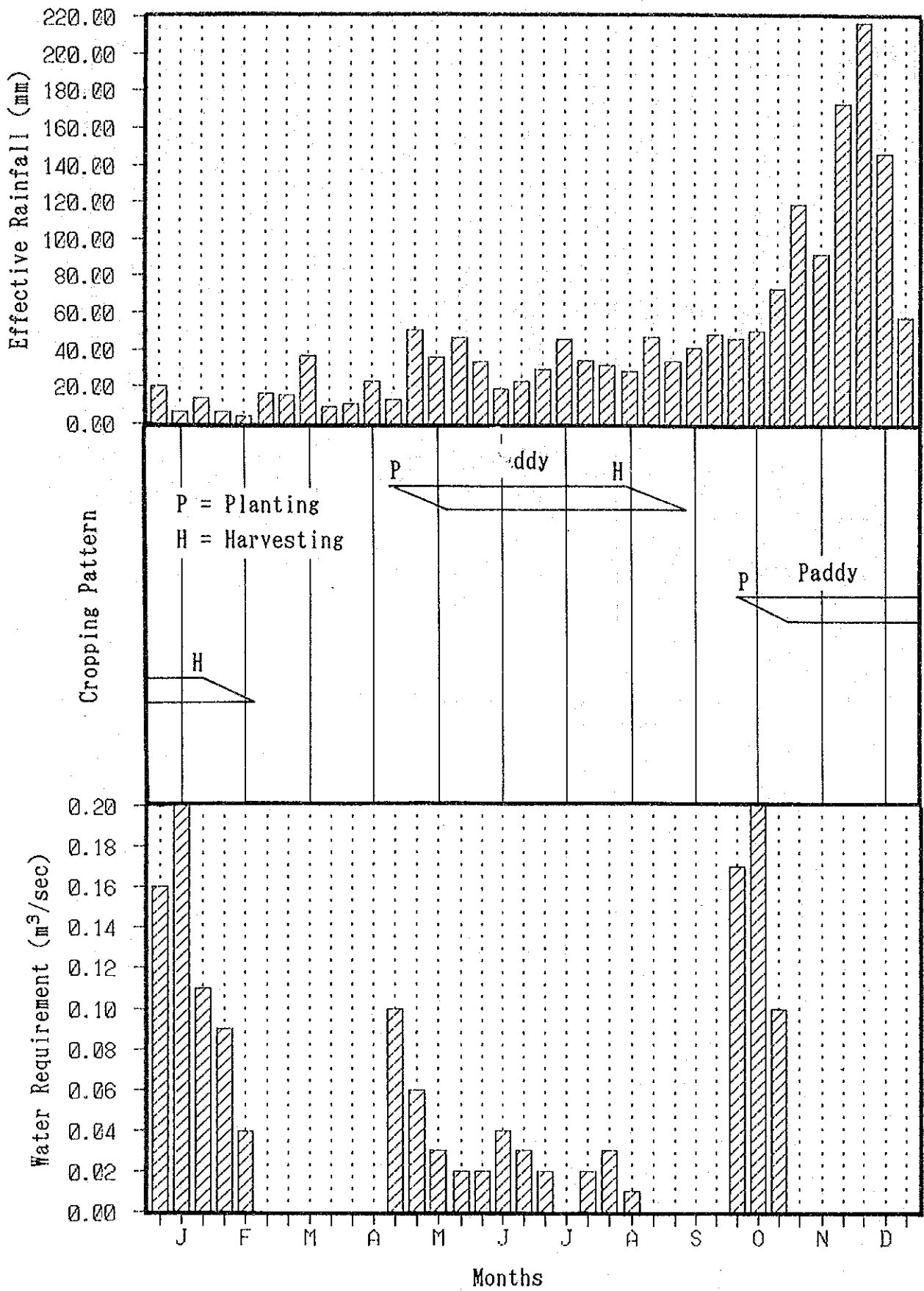
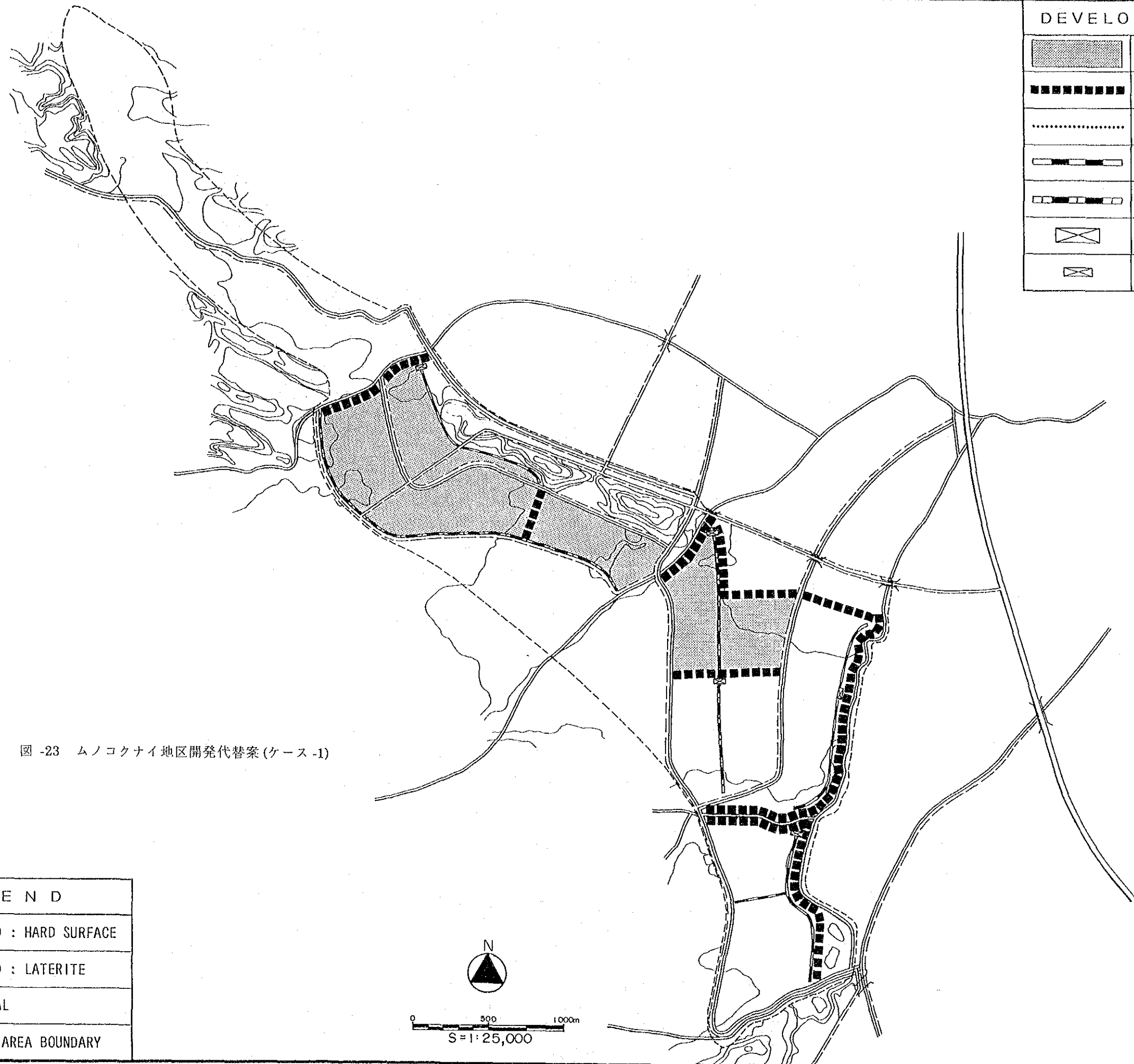


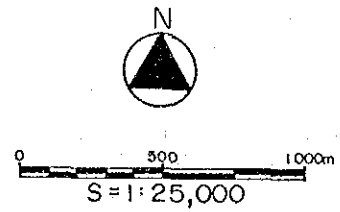
図 -22 期別用水量(カブデン地区)

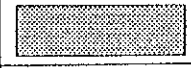




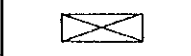
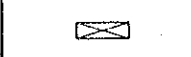


DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	GATE AND CULVERT

図 -23 ムノクナイ地区開発代替案(ケース-1)

LEGEND	
	ROAD : HARD SURFACE
	ROAD : LATERITE
	CANAL
	F/S AREA BOUNDARY



DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	GATE AND CULVERT

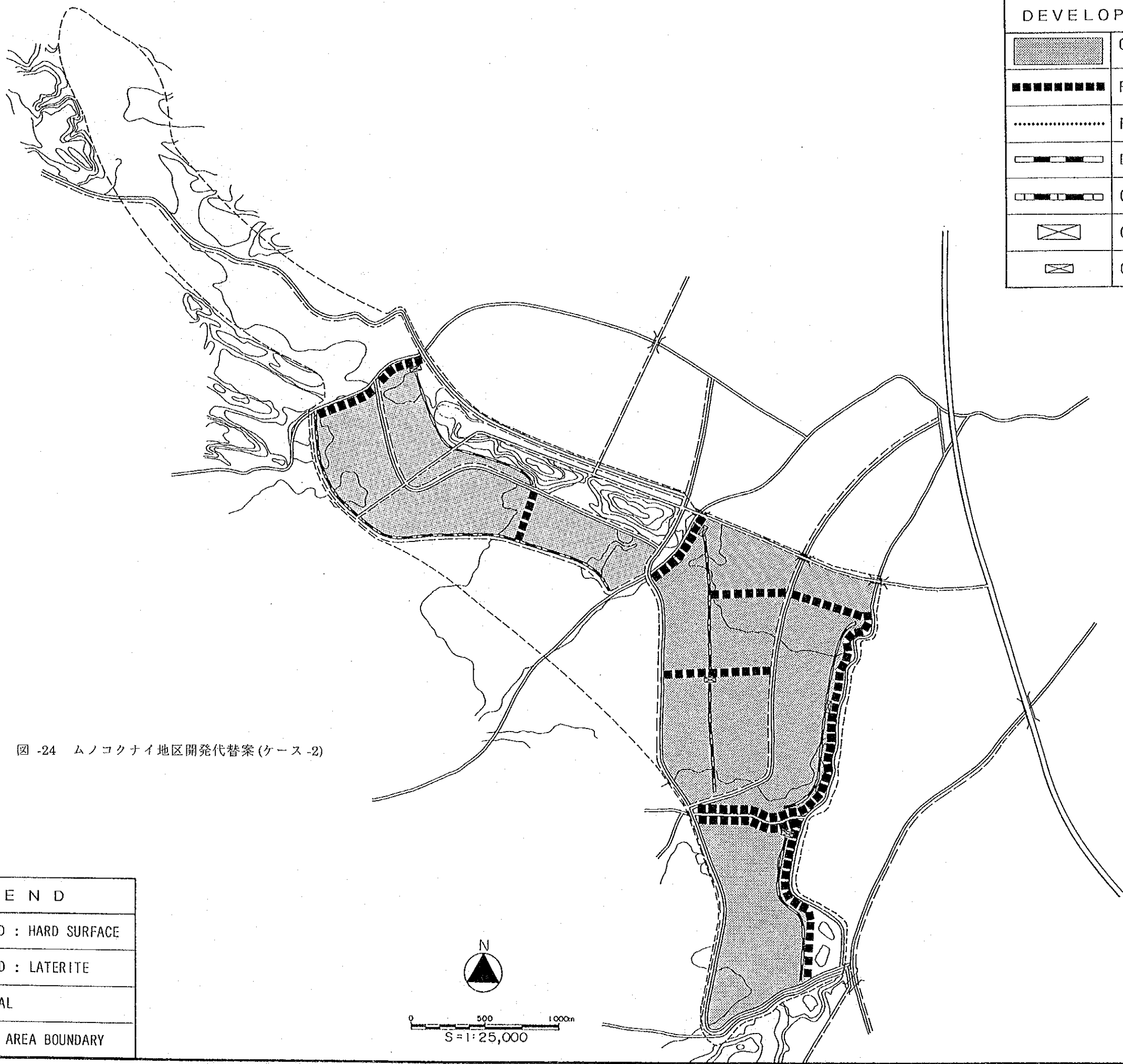
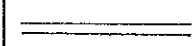
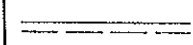

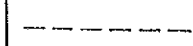
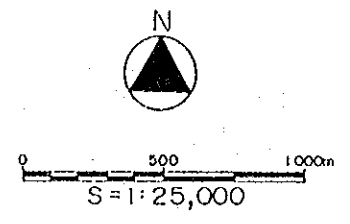
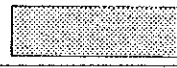




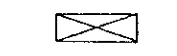
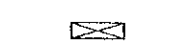


図 -24 ムノクナイ地区開発代替案(ケース-2)

LEGEND	
	ROAD : HARD SURFACE
	ROAD : LATERITE
	CANAL
	F/S AREA BOUNDARY



DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	GATE AND CULVERT

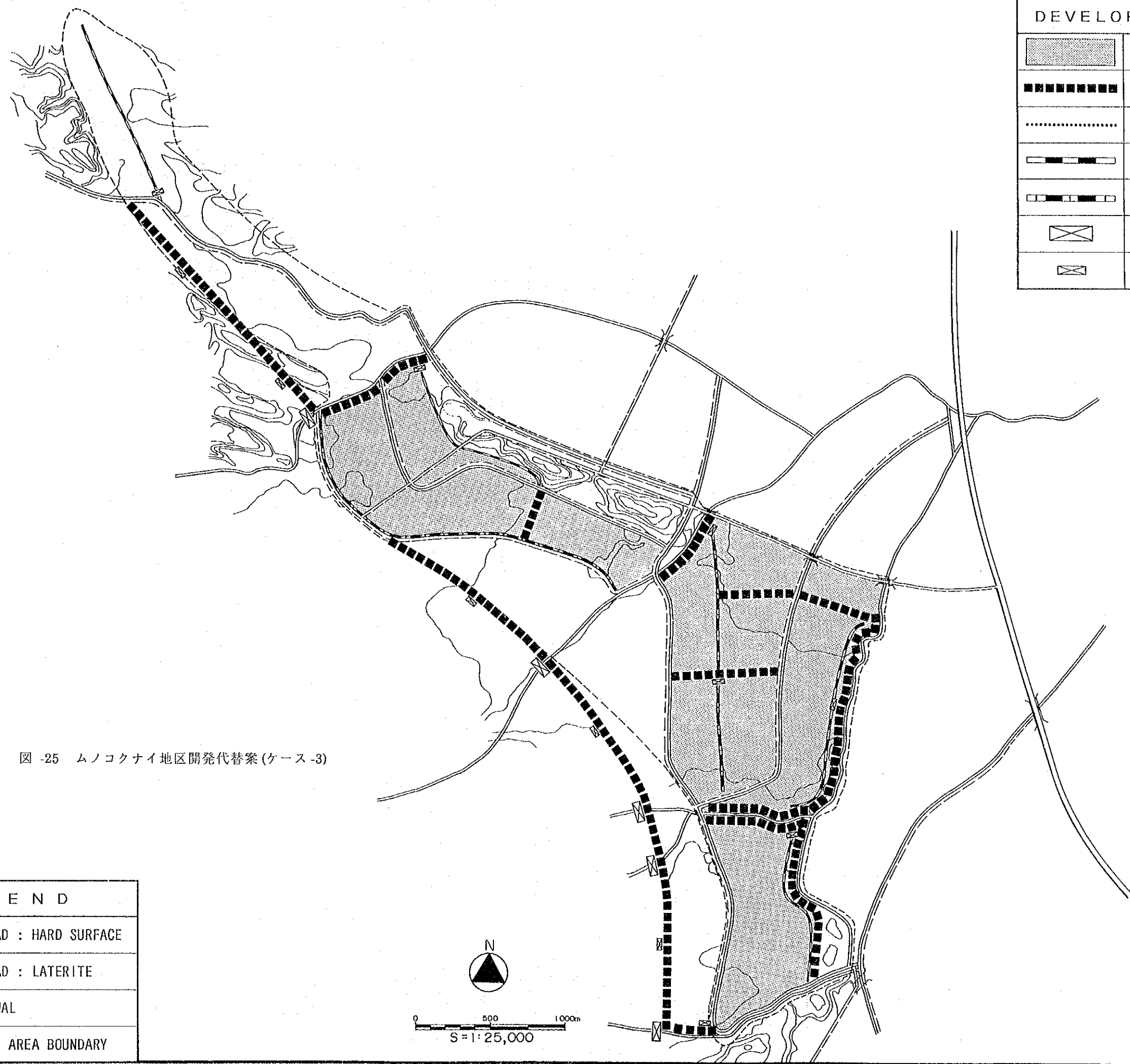
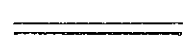
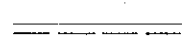

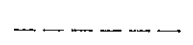
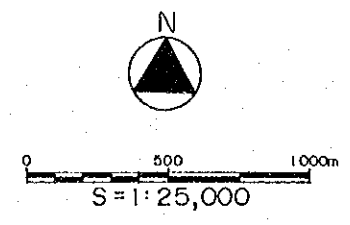
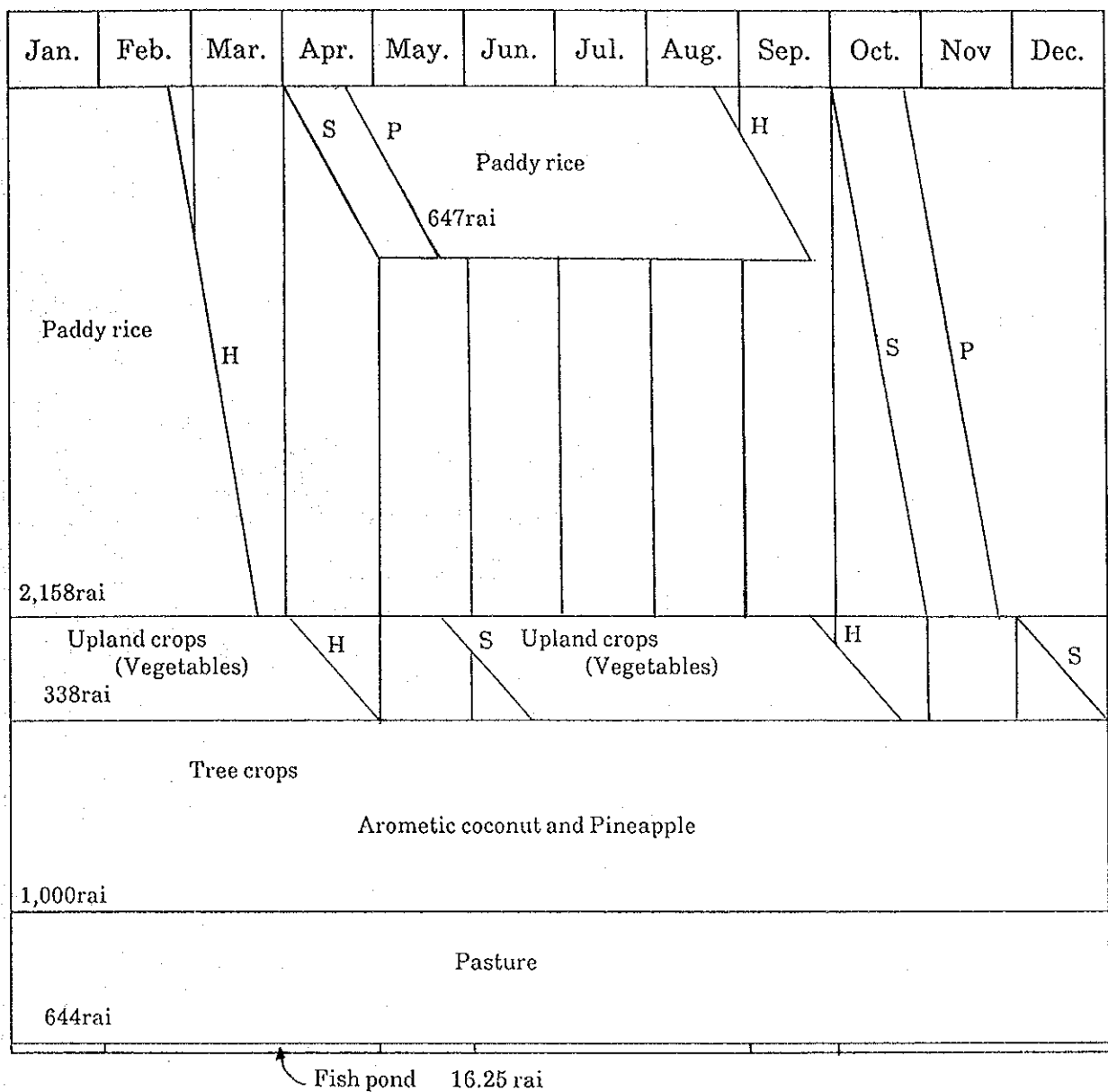


図 -25 ムノクナイ地区開発代替案(ケース-3)

LEGEND	
	ROAD : HARD SURFACE
	ROAD : LATERITE
	CANAL
	F/S AREA BOUNDARY





S : Sowing
 P : Planting
 H : Harvesting

図 -26 計画作付体系 (ムノコクナイ地区)

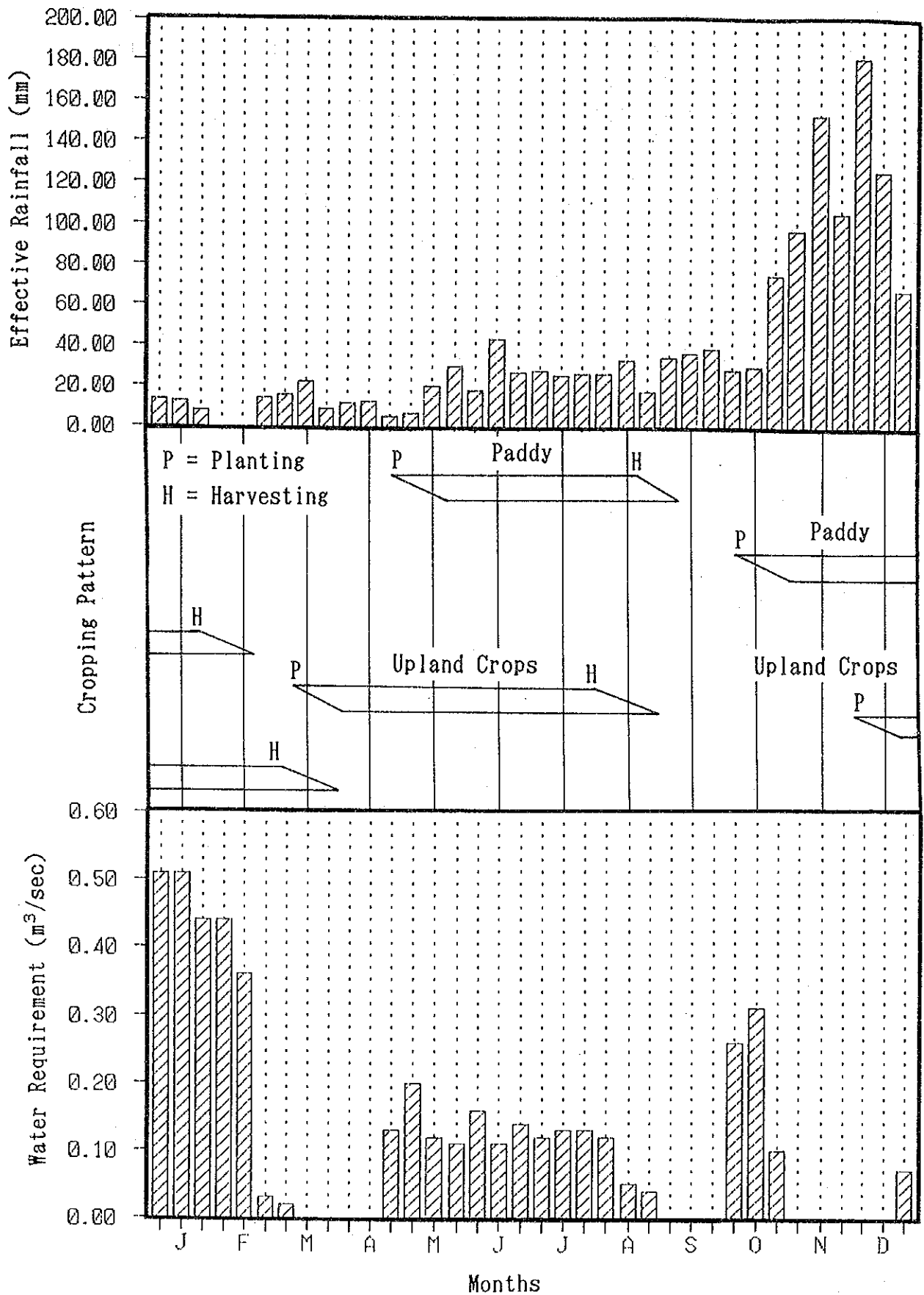


図 -27 期別用水量(ムノコクナイ地区)

第 6 章 事業実施計画

第6章 事業実施計画

6.1 事業の運営と実施

6.1.1 事業実施機関

(1) 事業調整と関係委員会の設置

歴史的な背景とこの種の事業の困難さを考慮して、県をも含む政府関係機関は、事業実施に向けて事業調整委員会を組織すべきである。県勢発展のためのこの事業を行うためには、土地開発局のみではハード及びソフト全てのコンポーネントを取り扱う事は出来ない。そこで農業協同組合省の元であらゆるコンポーネントが管理され、この種の事業が円滑に実施されるために、政府レベルでの委員会、即ち「事業運営委員会」、「事業調整委員会」、及び土地開発局とピクントン王立開発研究センターを核とした「事業実施委員会」を組織する必要がある。基本的にはこれらの委員会は、次のような業務を行う。

- (a) 種々の問題が放置されたままになっている湿地帯の開発に関する政策及び計画を、ナラチワート県を含む南タイの同様な地域に展開することを予測しつつ策定すること。
- (b) 種々の問題に対する調整及び解決を図ること。
- (c) 種々のレベルにおける事業実施の進捗を監督すること。

上述の考えについての詳細とそれらの委員会の構成(案)及び責務については、付属書Bで記述している。

(2) 事業実施機関とその組織

事業運営委員会で、土地開発局は事業監督責任者として指名され、事業実施機関となる。事業監督責任者は、事業運営委員会の幹事役を努めると共に、事業調整委員会の議長も兼ねる。事業監督責任者の下で、土地開発局はピクントン王立開発研究センターの委員会の支援を得て、すべてのコンポーネントに対する全面的な責任を負う。一方実施に当たり、プロジェクトマネージャー及び現場事務所長を支援するために、コンサルタンツの雇用並びに事業の進展を監視する監視チームの動員を計画する。

コンサルタンツは、事業計画の詳細設計、並びに建設工事の施工監督を行い、一方監視チームは、事業実施の進捗を監視し、事業実施の障害となる問題及び制約事項のレビューとこれら

の解決に当たる。監視活動を通じて貴重な情報を得る事が出来、この事が現在の事業のみならず将来の同種の事業実施に向けてのフィードバック・システムとして有効となる。

(3) 農民組織の設立

調査地域は、現在迄ほとんど農業利用されていない湿地帯である。試みられた小規模事業として、パチョ土地入植協同組合が、湿地帯の一部の地区に土地の権利書を配布し土地配分を行ったが、開発は湿地帯周辺の砂丘地の部分を除いてうまく行われていない。この事実と、異なる宗教及び生活様式を持つ農民が存在していることから、今後湿地帯で安定的に農業を行っていくためには、農民組織の設立が必要である。特に、パチョ地区を除いた2地区では、事業実施に向けて農民の組織化は必須である。

(a) 農協の設立

改良技術の普及と未経験な営農管理に対する援助という絶対的に必要な責務を果たすために、協同組合を、色々な組織や機関との密接な協力の元に新たに設立すべきである。

農業普及局及びピクントン王立開発研究センターの委員会によって選ばれた入植者で、入植者委員会を作る。協同組合振興局から派遣された職員は、協同組合事務所の所長として任命され、事務所の主たる職員は県及び郡の協同組合事務所から任命される。

事務所に任命された職員は、農協活動とサービスについて本局やピクントン王立開発研究センターにて訓練を受ける。

農業普及の専門家は、農協職員と協力し、トレーニング・プログラムの作成と実施を行う。農協サービスの範囲は下記のように考えられる。

- 湿地帯開発及びそれに伴う圃場整備の円滑なる推進
- 水管理の実施
- 営農用資材のタイムリー且つ円滑な供給と、農産物の合理的な収集、貯蔵、加工、市場での売買
- 農業の機械化プログラムの作成と泥炭地の地耐力を考慮にいたした実現化(維持管理サービスを含む)
- 改良営農技術についての農民へのガイダンスとトレーニングの提供
- 営農管理の改良

協同組合の内部組織として、営農グループとその組織化を計画する。

(b) 水管理組合

水管理は本地域の重要な活動の一つであり、水管理組合は三ヶ所の事業地区に設立すべきである。パチヨ事業地区は、RIDによって建設された灌漑システムは無く、天水地域である。一方、カブデンとムノクナイ地区は灌漑が行われる事になっている。従って、水管理組合の活動計画は、パチヨと同じではない。しかし、水管理は以下の点において非常に重要である。

- 泥炭地帯では、地耐力やpHは土壌の含水比によって影響される。
- 酸性硫酸塩土壌からの酸の十分なる洗浄は土壌改良に不可欠である。

以上のような理由と関連施設の維持管理の為に、水管理組合の活動は非常に重要な役割をもっている。組合は、事業地域の幹線灌漑用水路毎に分割されたサービス・ユニットごとの、ユニット・グループの連合体として設立される。

(c) 農業機械化組合

いずれの地区においても、農業開発計画は、既存農家の機械化大系を前提にしたものである。しかし、今後、集約的な農業が展開されるようになった場合には、次のような点を考慮して農業機械化組合の設立を検討する必要がある。

機械化農業に対する農民の認識と経験が欠如しているので、農民グループの組織化と管理が必要であり、機械化営農とより良い機械の使用に関するガイダンスと同時に、技術指針と維持管理サービスが与えられなければならない。

機械化の第一歩は、耕作機械の試験圃場での使用で、これはその適応性のテストと、その作業の実演を目的とするものであり、専門家によるガイダンスに基づいて実施されるものである。機械化の初期段階においては、協同組合が営農機械を調査分析し、管理運営にあたるようにする。しかし、最終的には農民グループが、事業地域において機械化農業を引き継いでいくべきであろう。

6.1.2 事業実施工程

事業は、F/S調査完了後5~6年の工程で行われるように各地区毎に計画する。この工程の中には資金調達、各機関との調整、詳細設計及び入札等の作業を含んでいる。各地区毎の実施工程を図-28, -29及び-30に示す。

6.2 事業の維持管理

6.2.1 維持管理機関

(1) 組織

事業実施期間中に、基盤の整備や建設と共に農業支援業務が行われる。この業務の中で、新しい農業技術に関する訓練のための活動が実施されることになっている。これらの活動を通じて、農民自身による維持管理組織が設立される。このような組織の他に、今後の他の類似土壌地区への展開を考えると、事業の進捗や環境変化を監視し、開発に伴う種々の問題や制約要因等をレビューすることが必要となるので、技術的観点からの維持管理組織の設立も計画する。この組織はピクントン王立開発研究センターの直轄下におく。必要な職員は、必要であればDLDやピクントン王立開発研究センターの強い指導の元で、関連政府機関から動員することになる。

(2) 維持管理活動

設立した組織が維持管理活動を行う。主な業務は以下のとおりである。

- RIDと協力しつつ水管理施設を操作する。
- 道路、水路及び水位調節施設等、建設した施設を補修する。
- 環境影響を監視する。
- 事業成果をとりまとめレビューする。

(3) 維持管理用施設

農業支援業務や建設工事完了後、それらで用いた事務所を含むすべての施設/機器を引き継ぐ形となる。主なものはピックアップ、トラクター、トレーラー、噴霧機、バイク及び事務所である。

6.2.2 維持管理費

年間維持管理費は次のとおりとなる。

バチヨ地区 : 393,000パーツ

カブデン地区 : 323,000 "

ムノコクナイ地区 : 393,000 "

Item	Year	0	1	2	3	4	5	6	7
• Fund Arrangement		—							
• Project Coordinating Works		—	—						
- Land Expropriation		- - -	- - -						
- Project Coordination		- - -	- - -						
• Detailed Design		—	—						
• Tendering			—						
• Construction Works				—					
- Land Reclamation				- - -					
- Infrastructure Facilities				- - -					
- Supporting Service facilities				- - -					
• Project Administration			—						
• Supporting Service Project					—				
• Consulting Service						—			
• Operation / Maintenance									—

図 -28 標準事業実施工程 (バチヨ地区)

Item	Year	0	1	2	3	4	5	6	7
• Fund Arrangement		—							
• Project Coordinating Works		—	—						
- Land Expropriation		—	—						
- Project Coordination		—	—						
• Detailed Design			—						
• Tendering			—						
• Construction Works				—	—	—			
- Land Reclamation				—	—	—			
- Infrastructure Facilities				—	—	—			
- Supporting Service facilities				—	—	—			
• Project Administration			—						
• Supporting Service Project					—	—			
• Consulting Service			—						
• Operation / Maintenance									—

図 -29 標準事業実施工程 (ガブデン地区)

Item	Year	0	1	2	3	4	5	6	7
• Fund Arrangement		—							
• Project Coordinating Works		—	—						
- Land Expropriation		- - -	- - -						
- Project Coordination									
• Detailed Design		—							
• Tendering			—						
• Construction Works				—					
- Land Reclamation				- - -					
- Infrastructure Facilities				- - -					
- Supporting Service facilities				- - -					
• Project Administration			—						
• Supporting Service Project					—				
• Consulting Service			—						
• Operation / Maintenance									—

図-30 標準事業実施工程(ムノコクナイ地区)

第7章 事業評価

第7章 事業評価

7.1 基本方針

本事業は、タイ国における特殊土壌である泥炭/酸性硫酸塩土壌の大半を有するナラチワート県に於て、この種の土壌地域の農業開発を目的とする事業である。一般的にこの種の開発は、ある程度の農業生産を可能にするまでの事業費が他の普通土壌地域に比較して高くなることから、農業生産からの便益は低いのが特徴である。

泥炭/酸性硫酸塩土壌の改良は南部タイ地域に共通の課題であり、又第7次国家開発計画の中でも農業部門の目標成長率を達成するためには、この種の土地の開発を促進することが基本条件と位置付けられている。過去の栽培面積の拡大は森林の減少を起し、環境に影響を与えてきた。この反省に立ち、限られた耕地面積の中で低生産の特殊土壌の有効利用の必要性が生じ、国家的な支援が必要となってきた。

事業地域は人口増加による土地なし農民の発生、農地需要の増加、民政の安定化等の社会的な問題、湿地林の保全や酸性水汚染等の環境問題を抱えている。このような地域の特殊性を考慮するならば、本事業の実施による効果は、農業便益よりむしろ社会的な便益の方が大きいと言えよう。したがって、本事業の評価は、計量可能便益だけでなく社会経済及び環境等の影響を含めた総合的な視点から行う必要がある。

泥炭/硫酸塩土壌地域のF/S調査を行うために、調査対象地区から異なった性質を有する3つの地区を選定し、各々に開発計画を策定した。これらの開発計画は、他の類似地区の開発モデルとして位置づけられることから、事業の実施方法としては、これら3地区をパイロット事業として実施し、その後、事業成果を踏まえて各々の類似地区に展開されることになる。この場合、これらの地域で持続可能な農業を実施していくための最大課題は、農業支援事業としての特殊土壌地域における営農手法の確立である。したがって、初期の開発段階である3地区の開発事業では、これらの事業を含めた経済性の検討となる。その後は、ナラチワート県全体を対象とした事業が順次展開されることになることから、これらを実施した場合の経済性も検討する。また、泥炭/硫酸塩土壌の農業開発は、一般的な農業開発と比較すると高投資になるが、新たに経済的な農地を生む農土造成効果がある。その便益を適切に計量化することは困難であるために、数量的評価には含めていない。

7.2 評価手法

事業の評価は、計量的便益については次の経済分析と財務分析によって判定するが、事業の社会的な便益や環境への影響は定性的に考察し総合的に行う。

7.2.1 経済分析手法

経済分析は事業を実施した場合に、便益と費用の比較から、国家経済の成長にどの程度貢献するかを判定するものである。事業の経済性の判定法は、内部経済収益率(EIRR)、純現在値(NPV)及び便益/費用比率(B/C Ratio)等の経済指標で表す方法がある。本事業では、初期投資額が比較的大きいことから内部経済収益率で判定する。

7.2.2 財務分析手法

財務分析によって事業を実施した場合、事業の直接的受益者である農民の農家経営が財務的に健全で、持続的な農業が可能かを判定する。ただし、本事業の3F/S地区とも地区内の農業活動は無視できるほど小さく、地区の現在の農業生産はゼロと見なしてもよい。したがって、事業を実施した場合の農家経済の検討は、地区周辺の農家と対比して行うこととする。そのため、地区周辺の中からモデル農家を設定し、地区内で営農を行った場合の農家家計分析を実施して判定を行う。また、事業費の外貨相当分を国際金融機関から借入した場合の償還計画についても検討する。

7.3 事業便益

7.3.1 計量可能便益

本事業の実施により発生する直接的な便益は、農業生産便益と洪水防御効果である。農業生産便益は、作物生産と内水面漁業からの便益となる。洪水防御効果はムノコクナイ地区において、堤防建設により下流側の水田地帯で洪水による湛水日数が減ることと酸性水の流入が抑えられることから、その期間の減収分を便益として計量した。又、ムノコクナイ地区ばかりでなく、パチヨ及びカブデンの両地区においても同様の効果が期待できるが、その効果がおよぶ地区の特定化が困難なため、2地区については計量化しない。

7.3.2 非計量便益

事業の実施により上記の計量可能便益ばかりでなく、計量化が困難あるいは計量化しない便益も発生するが、それらは定性的に明らかにする。

7.4 評価の基本条件

7.4.1 評価期間

事業開始年を1994年とし、工事期間を含めた評価期間は30年間とする。

7.4.2 初期投資期間

積算の章で述べられているように、初期投資期間は、バチョ地区とムノコクナイ両地区は6年、カブデン地区は5年とする。

7.4.3 資本の機会費用

タイ国では資本の機会費用は10~15%とされており、本計画においてもその値を用いる。

7.4.4 価格水準

財務価格は1992年の市場価格に基づいた。

7.4.5 為替交換率

外貨で調達する物財やサービスの額はタイバーツに変換するため、1992年10月時点の公定為替交換率1.00US\$=25バーツを適用して求めた。

7.4.6 残存価値

事業終了後の残存価値は特に取るに足らない値として無視することとした。

7.5 経済分析

7.5.1 経済費用

経済事業費は建設費、運営事務費、農業支援活動費、コンサルタント技術供与費及び予備費からなる初期投資額、建設終了後から発生する維持管理費で構成される。農業生産費は便益計量時に考慮するため、ここでは含めない。事業費は外貨と内貨に分割し、経済価格に変換するため内貨については建設の変換係数0.88を適用した。各地区の年度別事業費は以下のとおりである。

パチヨ 地区の年度別事業費

(単位:千パーツ)

年	初期投資		維持管理費		総費用	
	財務	経済	財務	経済	財務	経済
1994	5,017	4,934	0	0	5,017	4,934
1995	26,883	25,475	0	0	26,883	25,175
1996	32,358	30,045	0	0	32,358	30,045
1997	17,138	16,150	0	0	17,138	16,050
1998	4,612	4,591	0	0	4,612	4,591
1999	4,612	4,592	0	0	4,612	4,592
2000	0	0	323	284	323	284

注) 経済価格への変換のために内貨分に建設変換係数0.88を適用した。

カブデン 地区の年度別事業費

(単位:千パーツ)

年	初期投資		維持管理費		総費用	
	財務	経済	財務	経済	財務	経済
1994	4,704	4,633	0	0	4,704	4,633
1995	32,678	30,132	0	0	32,678	30,132
1996	43,088	40,070	0	0	43,088	40,070
1997	6,407	6,394	0	0	6,407	6,394
1998	4,742	4,729	0	0	4,742	4,729
1999	0	0	393	346	393	346

注) 経済価格への変換のために内貨分に建設変換係数0.88を適用した。

ムノコクナイ 地区の年度別事業費

(単位:千パーツ)

年	初期投資		維持管理費		総費用	
	財務	経済	財務	経済	財務	経済
1994	6,545	6,461	0	0	6,545	6,461
1995	39,457	37,289	0	0	39,457	37,289
1996	47,274	48,190	0	0	47,274	48,190
1997	25,474	23,879	0	0	25,474	23,877
1998	4,632	4,608	0	0	4,632	4,608
1999	4,632	4,608	0	0	4,632	4,608
2000	0	0	393	346	313	346

注) 経済価格への変換のために内貨分に建設変換係数0.88を適用した。

7.5.2 経済便益

事業の便益は灌漑の実施、農業支援活動によってもたらされる農産物の増産便益、洪水防御による被害軽減便益である。便益の算定は、事業を実施した場合と実施しなかった場合の比較による増加便益アプローチ方式を採用している。ここで取り上げる便益は上記のような計量可能な便益とし、非計量便益や数量化できない便益は考慮しない。農産物や投入物の内、国際交易品については世銀の資料をもとに国境価格を求め、国内交易品については変換係数を適用して変換した。事業実施により発生する経済便益の30年間の総計は次のとおりである。

(単位:千パーツ)

項目/地区	バチヨ地区	カブデン地区	ムノコクナイ地区
1. 農業便益	97,355	147,291	219,493
2. 水産便益	12,183	13,924	18,275
3. 洪水防御便益	0	0	11,948
計	109,538	161,215	249,716

(1) 農産物の増産便益

農産物の増産便益は、作物便益と水産便益から構成される。事業地域での現況はムノコクナイとカブデン地区でわずかな作物栽培が見られるだけであるが、作物の増産便益は事業を実施した場合と実施しなかった場合の総生産額の差として表す。水産物の便益も作物と同様にして計量される。

農産物の増産便益は、便益発生が安定した時、財務価格で年間それぞれパチャ地区で3,950千パーツ、カブデン地区で5,906千パーツ、ムノコクナイ地区で9,391千パーツとなる。(付属書 I 参照)

(2) 洪水防御による被害軽減便益

ムノコクナイ地区において建設する堤防は、事業地区外に位置する下流側水田地帯の洪水日数を減らし、酸性水汚染を防ぐ効果がある。湛水日数が3~4日減ることにより、米の収量の約10%程度の減収が防げるとみられる。この被害軽減分を洪水防御による被害軽減便益として計量した。(付属書 I 参照)

7.5.3 非計量便益

事業の実施により、計量化が困難あるいは不可能な便益が発生し、多くの効果が期待できる。それらを地区別にみると次のとおりである。

(1) パチャ地区

① 保全及び保護ゾーンへの進入の防止

計画的な開発を行うことによって、現在、非合法入植者によりパッチ湿地帯内での無秩序な開発行為による保存及び保護ゾーンへの進入を防ぐことが可能となる。その結果、湿地帯の環境保全を図ることができる。

② 酸性水汚染の軽減

酸性水流出を制御することによって、下流低平地への汚染を軽減することができる。

③ 過剰排水の制御

雨水を上流域に一時貯留することによって、下流域への過剰排水を制御し、農地の湛水被害の軽減を図ることができる。

④泥炭の消失の防止

貯留を図る事により泥炭の保存が可能となり、泥炭の消失を防ぐことができる。

⑤湿地帯保全の啓蒙

泥炭地区内での適切な営農方法と、その限界を知らせることにより、湿地帯の保全等の啓蒙ができる。

(2) カブデン地区

①乱開発の防止

計画的な開発と営農の導入により現在行われている無秩序な環境悪化を招く開発行為を防ぐことができる。

②酸性水流出の防止

適切な水管理により酸性水の流出を抑制できる。

(3) ムノコクナイ地区

①トデン湿地帯への進入の防止

計画的な開発は、湿地帯の保全及び保護ゾーンへの無秩序な開発進入行為を防ぎ、その結果、トデン湿地帯の貴重な生態系を保全することになる。

②植生の回復

新たな作付けにより、現在の荒廃地を再び植生状態にすることができる。

③酸性硫酸塩土壌地域における営農手法の普及

事業実施により酸性硫酸塩土壌地域での適切な営農手法の確立とその限界が明らかにされる。

(4) 各地区共通の効果

①新たな農地の供給

土地無し農地や周辺農民に土地の提供ができる。

②主要食糧の安定供給

米や野菜の主要食糧の生産により、地域社会の食糧自給率の向上に貢献できる。

③農業関連産業の振興

事業の実施により、農業生産物の販売や農業投入資材等に関わる農業関連産業の振興が期待できる。

④雇用の創出及び所得向上

事業費の内、50%を内貨調達することになっており、これに相当する分の国内の資機材が購入される。また、工事に関わる労働力の創出があり、これによって多数の雇用の創出がもたらされる。

⑤農業技術普及効果

事業地区を中心に営農手法が確立され、周辺地区に波及効果が期待される。

7.6 内部経済収益率

内部経済収益率は、事業の国家経済への貢献度を知るために資本の機会費用と比較して判断するものである。タイ国の資本の機会費用は10から15%と言われているが、南部タイ地域では10%が適当であろう。本事業の内部経済収益率は以下のとおりである。

一般の開発事業として評価した場合

F/S地区	内部経済収益率 (%)
バチョ	1.3
カブデン	4.7
ムノコクナイ	5.4

上記の内部経済収益率は、資本の機会費用と比べてかなり低い。本事業のような泥炭/酸性硫酸塩土壌の農業開発は、行き届いた水管理や、作物の選定を含めた適切な営農を行うことが前提となる。そのため、本計画ではそれらを十分に考慮したものとなっており、通常の農業開発より農業インフラ整備の水準を高めてある。また、農民が持続的な営農を行えるよう、技術、経営の両面からの農業支援活動計画を取り入れてある。本事業の様な初期段階としてのパイロット事業では、農業支援活動は必須であるが、その成果を踏まえて

類似地区に展開していく場合には、その波及効果が期待できるので、同様の支援活動の必要性はなくなってくる。そこで、この農業支援活動費を除いて、事業を全開発ゾーンに展開した場合の経済性も検討する。

農業支援活動費を除いた場合

開発型	内部経済収益率 (%)
パチヨ型	6.6
カブデン型	8.9
ムノコクナイ型	9.7

計算の結果、内部経済収益率は6.6~9.7%となる。本事業でも事業の特殊性から、農業インフラ整備の費用は通常の25~30%増となっており、このため経済性は資本の機会費用と比べてもまだ低い。

7.7 財務分析

事業の財務便益性は、農家家計分析、外貨返済計画によって検討された。

7.7.1 農家家計分析

計画時点の標準モデル農家は、地区内で生産活動が行われていないので、F/S地区を含む周辺農家状況に基づいて設定された。土地保有規模は、農家経済調査から地域毎に設定した。標準モデルの主要諸元を付属書Iに示す。上記の諸元及び計画生産高に基づいて3地区の農家経済余剰を求めると次のとおりとなる。

バチヨ地区の農家経済余剰

単位: パーツ

項 目	現況 (*1)	計画 (*2)
農業収入	11,125	32,253
農外収入	33,307	16,654
収入計	44,432	48,907
農家支出	30,925	30,925
農家経済余剰	13,507	17,982

注) (*1) 農家経済調査

(*2) 農家経営が安定する第7年次における収支

カブデン地区の農家経済余剰

単位: パーツ

項 目	現況 (*1)	計画 (*2)
農業収入	11,744	42,368
農外収入	35,960	17,980
収入計	47,704	60,348
農家支出	29,071	29,071
農家経済余剰	18,633	31,277

注) (*1) 農家経済調査

(*2) 農家経営が安定する第7年次における収支

ムノコクナイ地区の農家経済余剰

単位: パーツ

項 目	現況 (*1)	計画 (*2)
農業収入	12,562	60,189
農外収入	22,192	11,096
収入計	34,754	71,285
農家支出	29,751	29,751
農家経済余剰	5,003	41,534

注) (*1) 農家経済調査

(*2) 農家経営が安定する第7年次における収支

上記の結果、財務価格で、農業収入では約21,000~48,000パーツの増加、農家経済余剰では約4,500~37,000パーツ増加となり農家経営収支では現況農家より極めて良好な経営が期待できる。

しかし、いずれの地区においても初年度の経営資金として約18,000~26,000パーツの手当が必要となる。この場合、経営資金は農業及び農業協同組合銀行から借入することが想定される。新規入植者のために、年利12%、返済期間を3年とすれば農家は十分に返済可能である。

(付属書 I 参照)

7.7.2 外貨返済計画

事業実施のため、外貨財源を国際金融機関等から資金導入した場合の返済計画は付属書 I に示すとおりである。外部資金の元本返済額と利子の合計が最大となるのは第6年次で、3地区合計13,481千パーツとなり、これは農業及び農業協同組合省の1991年次予算の約0.043%、又土地開発局の予算では約1.1%に相当する額である。

7.8 総合評価

経済評価の結果では、本事業の経済性は低く、妥当な投資とはならない。しかしながら、農家段階での財務性は適切な農業支援活動や農業融資が得られるならば、健全な農家経営の持続が可能である。さらに計量化ができない便益として、社会的便益や環境への影響など多くの便益が期待できる。

本事業の実施は、社会的な問題として挙げられる土地無し農民や周辺農民に土地の提供が可能となり、農業就業機会の創出につながる。又、主要食料を外部から輸入に頼っているナラチワート県の自給率の向上にも貢献し、安定的な供給が可能となる。

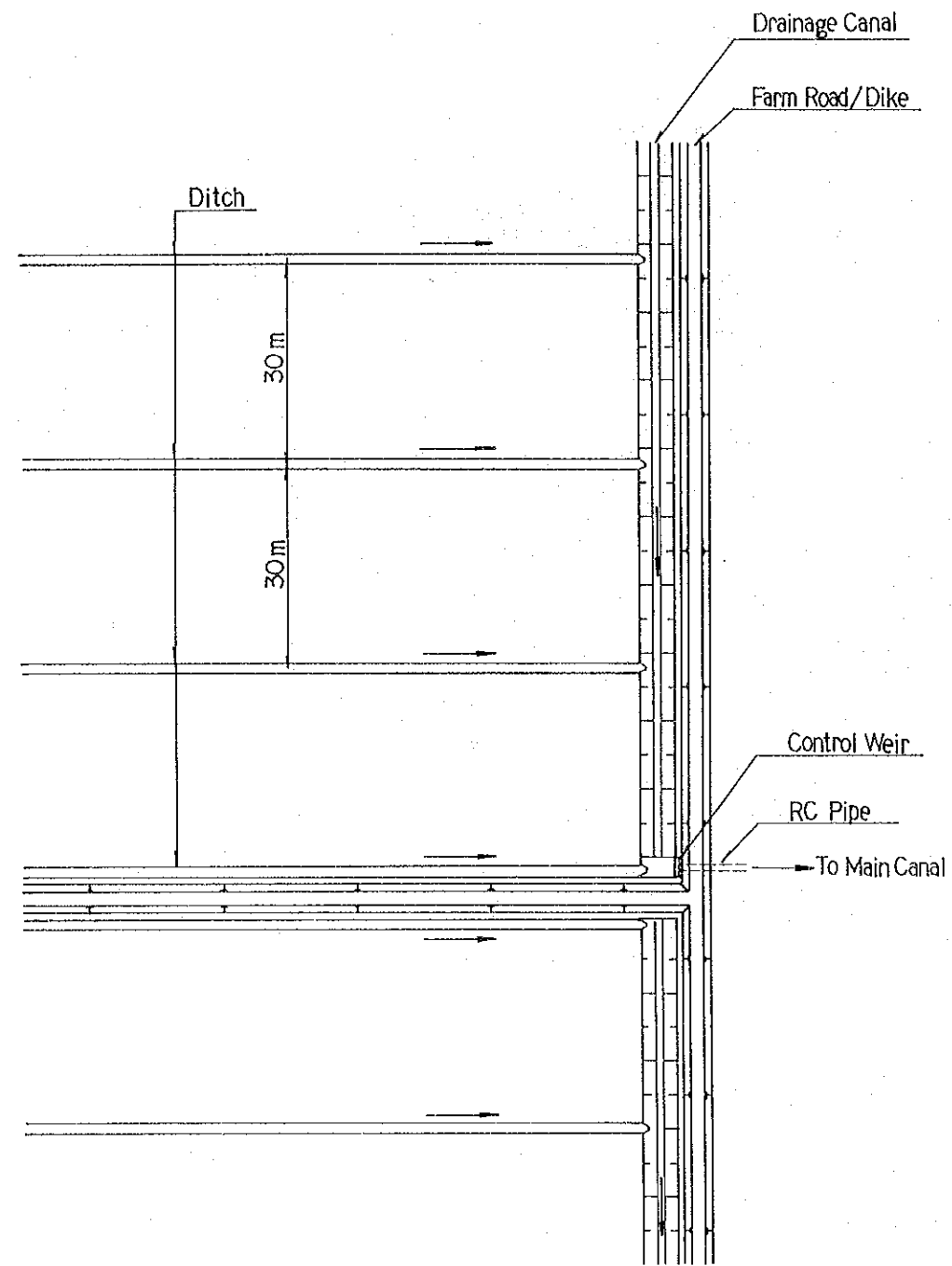
環境面については、計画的な開発を行うことで非合法者によって無秩序に行われている乱開発に歯止めをかけ、人為的な環境破壊を防ぐことができる。このことは、また農民や非合法入植者に対して営農の方法やその限界を知らせることになり、湿地帯の保全等の啓蒙につながる。さらに、堤防建設により事業地区以外の洪水被害が軽減され、酸性水流入の抑制が期待できる。事業地区内では、以前に建設された排水路により、泥炭層の分解、沈下が進行しつつあり、適切な水位調節を行うことで自然資源の消失を防ぐことが可能となる。又、日常的に発生している、自然的あるいは人為的な火入れによる泥炭の焼失を防ぐことも期待できる。排水路の計画では事業地区内の排水は、バンナラ川や海へ流出することとしているため、周辺部への影響は少ない。又、事業地区はタイ国政府の定める開発ゾーンから選定されており、地区の保全の観点からも開発による影響は少ないと見られる。

国家開発計画の中で、農業拡大の基本条件として、荒廃地の利用及びそのために必要な予算措置をとることが緊急課題となっている。本事業はこの国家の開発方針に沿うもので、上述のように必ずしも計量的な経済性は高くないが、社会的な土地需要に答え、かつ、適切な営農活動の実施及びその啓蒙によって農地の持つ自然環境の保全効果等の多くの社会的便益をもたらす。

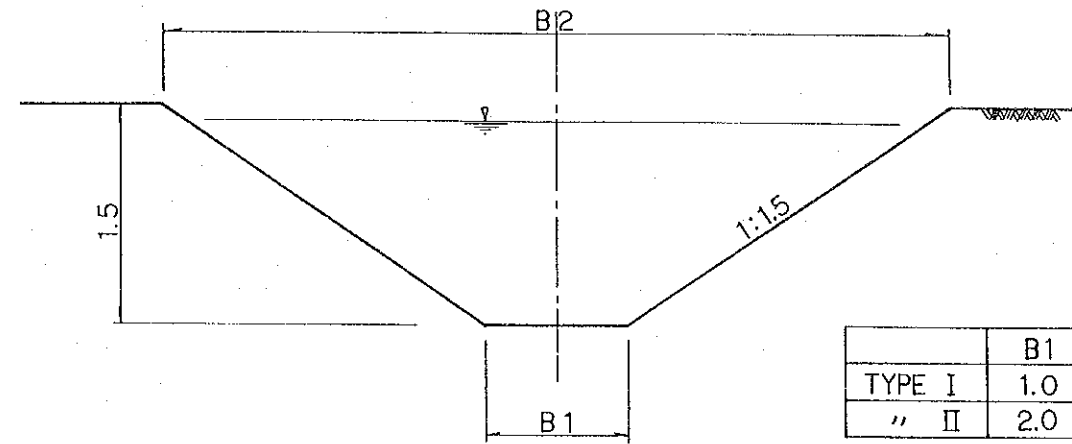
本調査では、湿地帯の開発ゾーンから異なった性質を有する3地区選定し、各々に開発事業計画を策定した。これらをパイロット事業として実施し、その後同種事業を約 12,700ha の類似地区に順次展開していく事によって、安定的な農地の供給、農民の生活安定及び環境保全等の地域開発に寄与することができる。このためには、本土壌地域での営農手法の調査、研究、普及を目的とした農業支援事業の早期実施を図るべきである。なお調査団は、本調査業務の中

で、ムノコクナイ及びパチヨ地区内に土壌改良手法の調査・研究を目的として試験圃場を造成し、種々調査を行った。これらの結果を、ガイドライン及び付属書Jにとりまとめた。これらの調査・研究は、農業支援事業の一環として継続すべきである。

添付図面

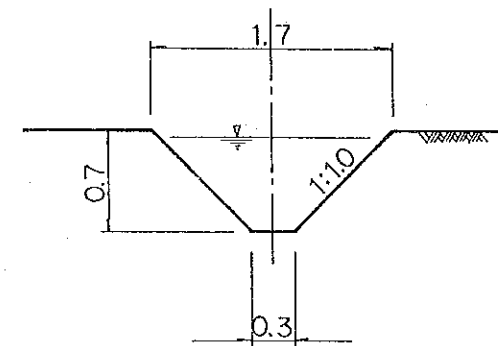


SCHMATIC DIAGRAM OF ON-FARM DEVELOPMENT NETWORK/STRUCTURES



	B1	B2
TYPE I	1.0	5.5
" II	2.0	6.5

DRAINAGE CANAL



DITCH

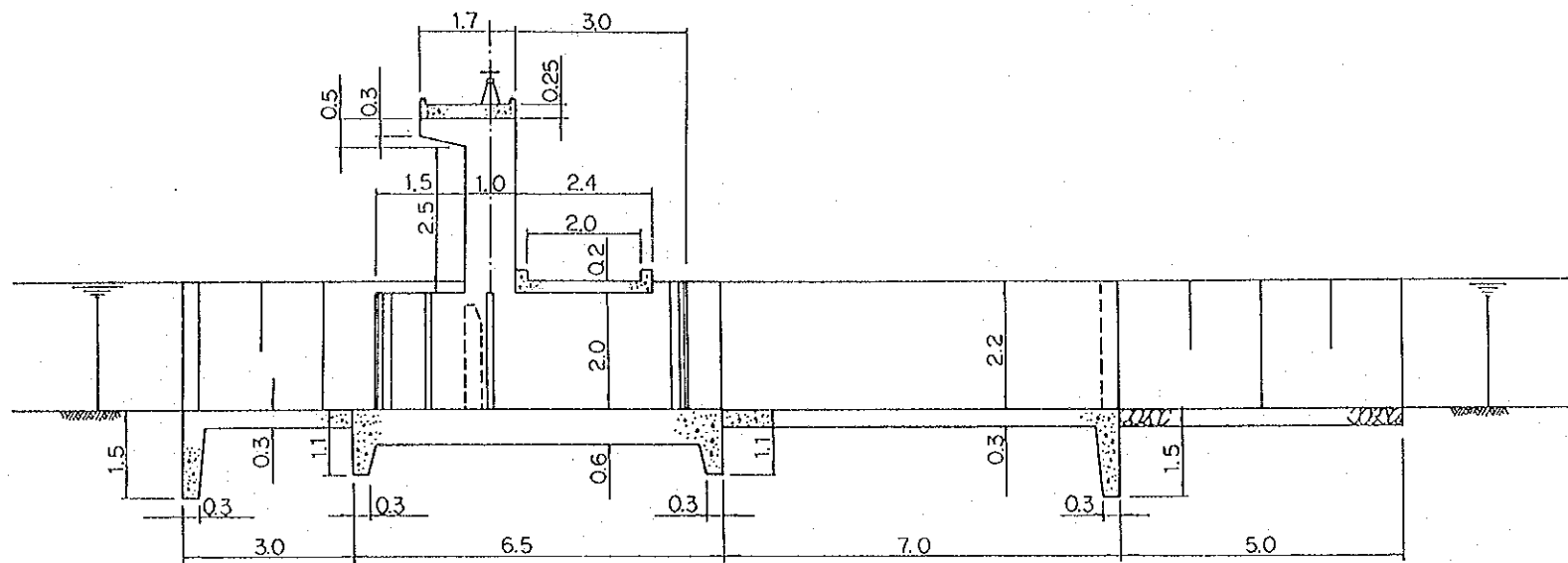
S=1:50

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

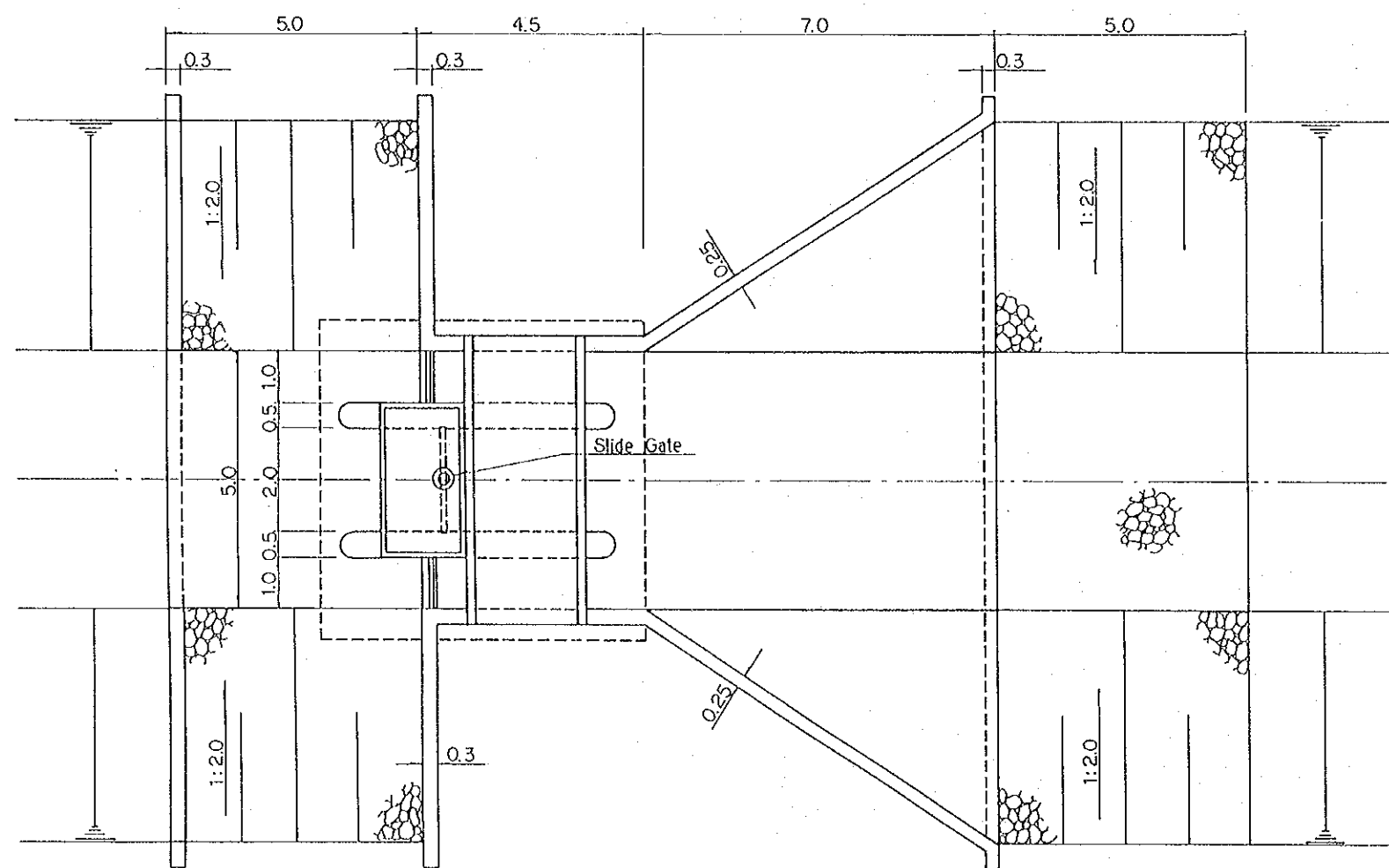
DRAINAGE CANAL, DITCH

DRAWING NO. 1 DATE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PROFILE



PLAN

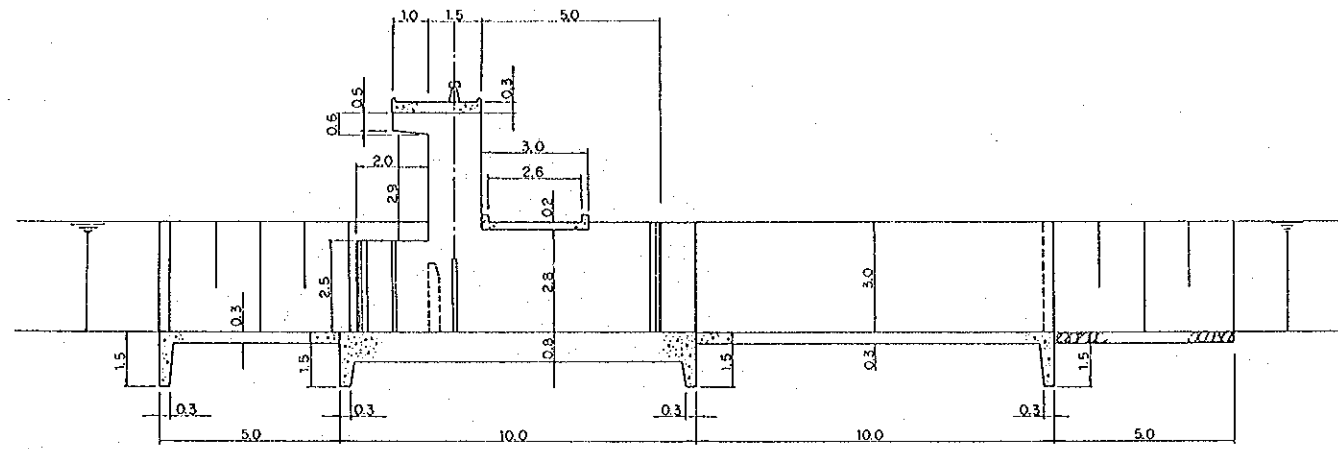
S = 1 : 125

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

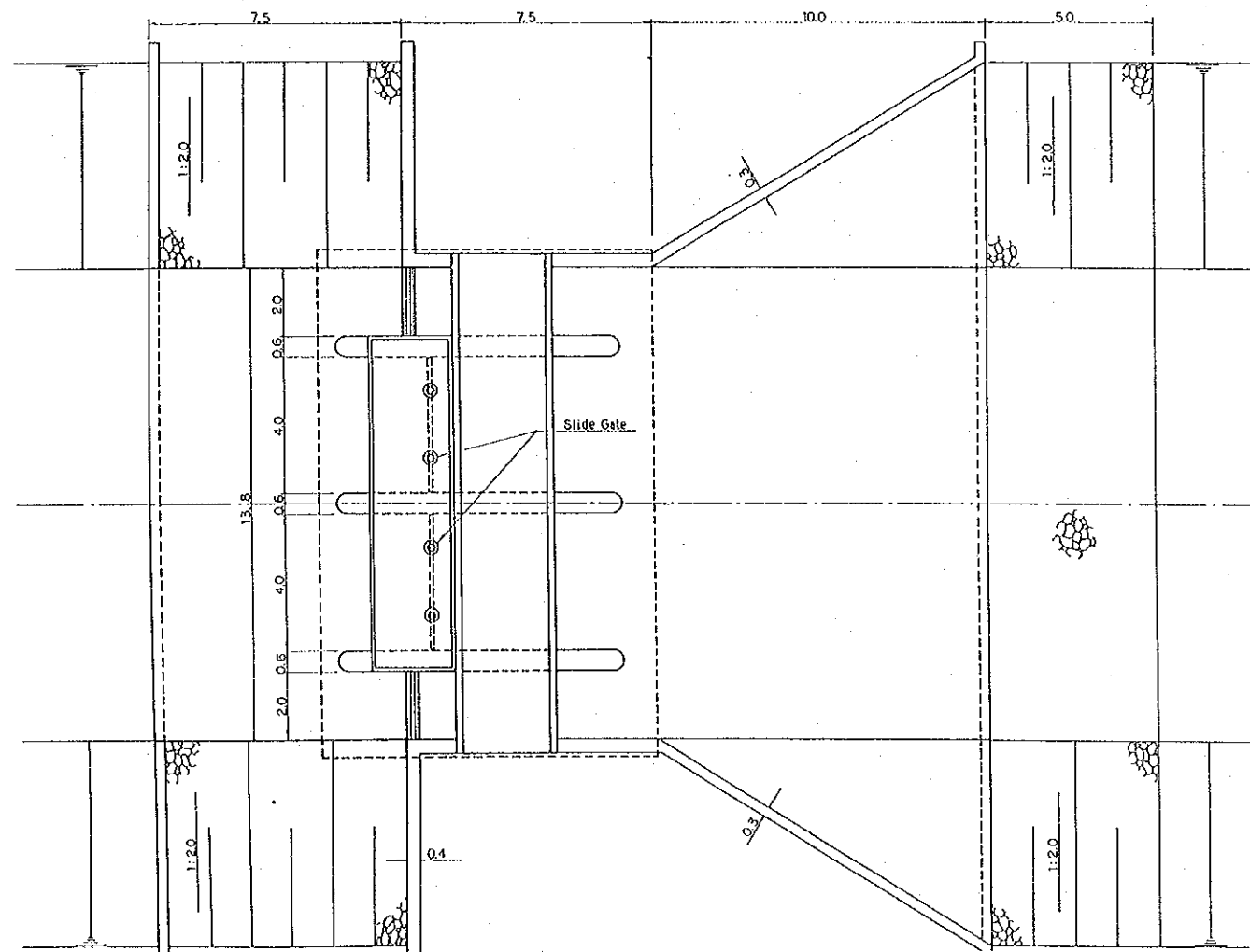
CHECK GATE : B=2.0m x H=2.0m x 1

DRAWING NO.	2	DATE	
-------------	---	------	--

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PROFILE



PLAN

S=1:200

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

CHECK GATE : B=4.0m×H=2.0m×2

DRAWING NO.	3	DATE	
-------------	---	------	--

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

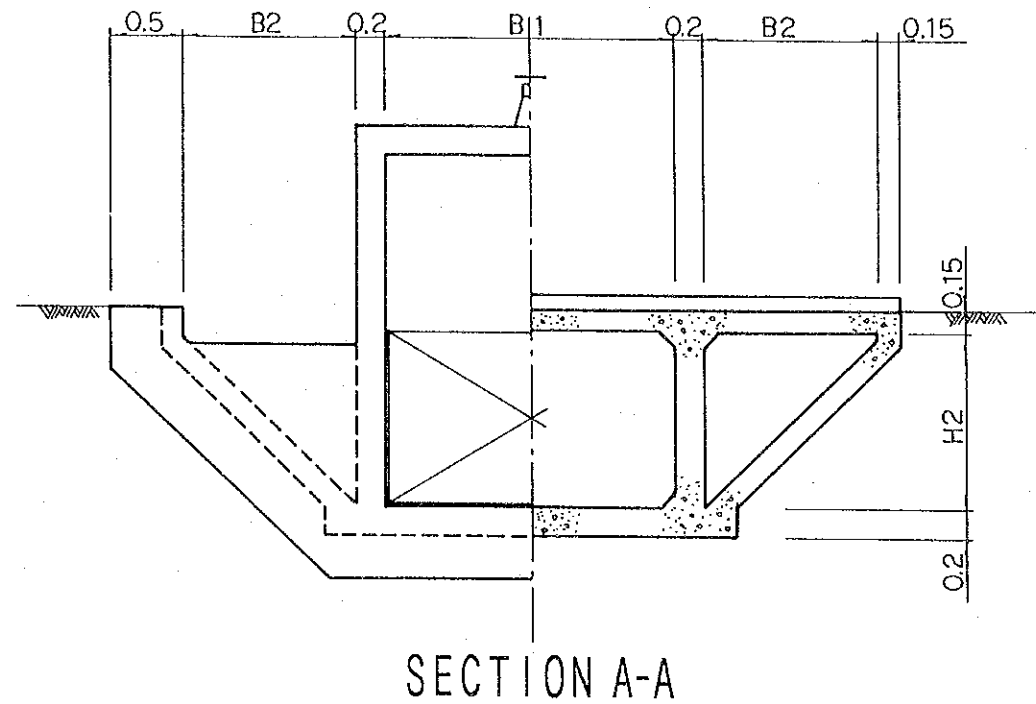
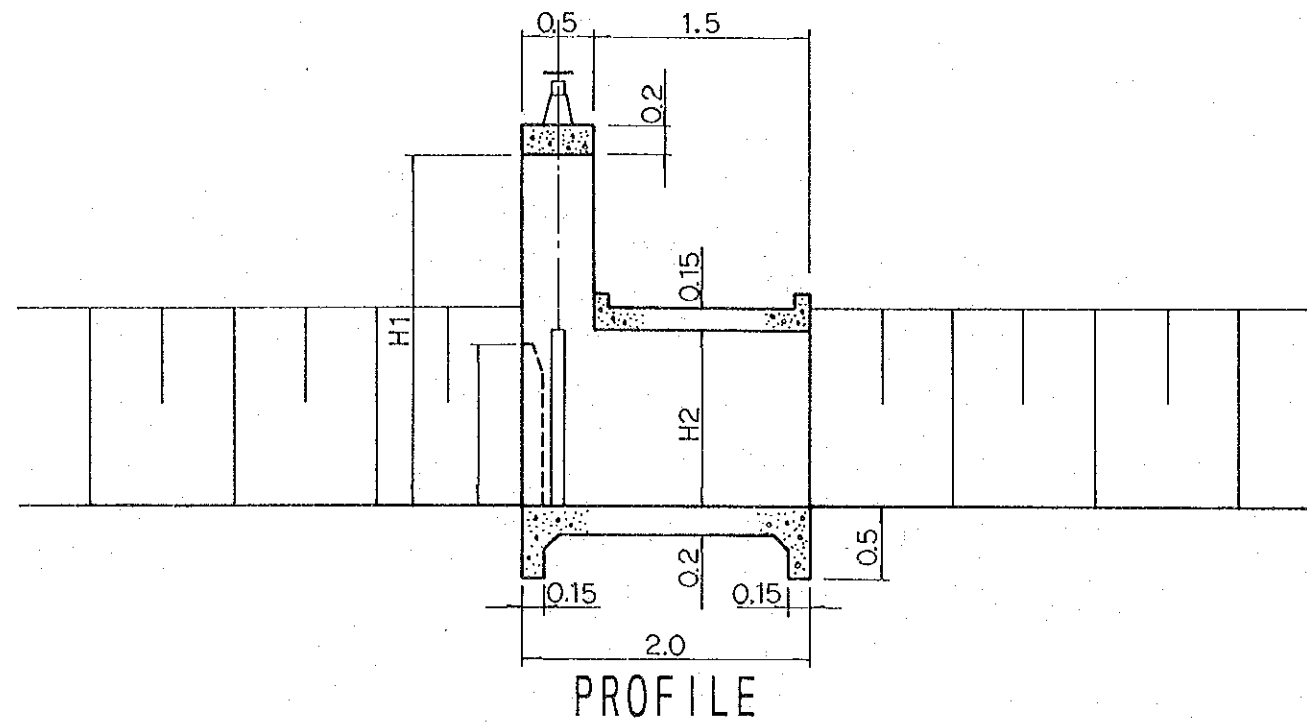
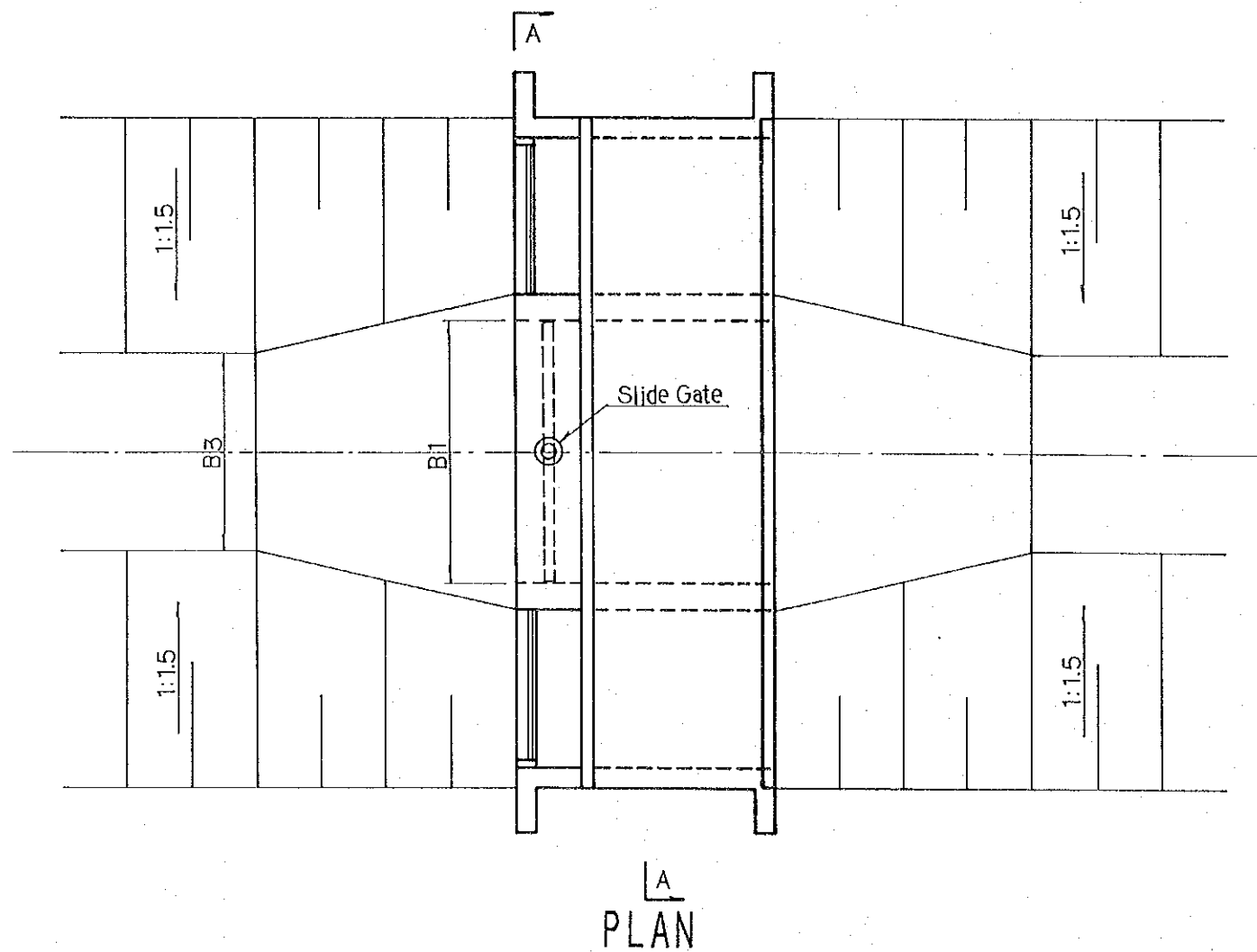


TABLE OF DIMENSIONS FOR CHECK STRUCTURE

B1	B2	B3	H1	H2
2.0	1.2	1.5	2.4	1.2
1.0	0.6	0.5	1.2	0.6

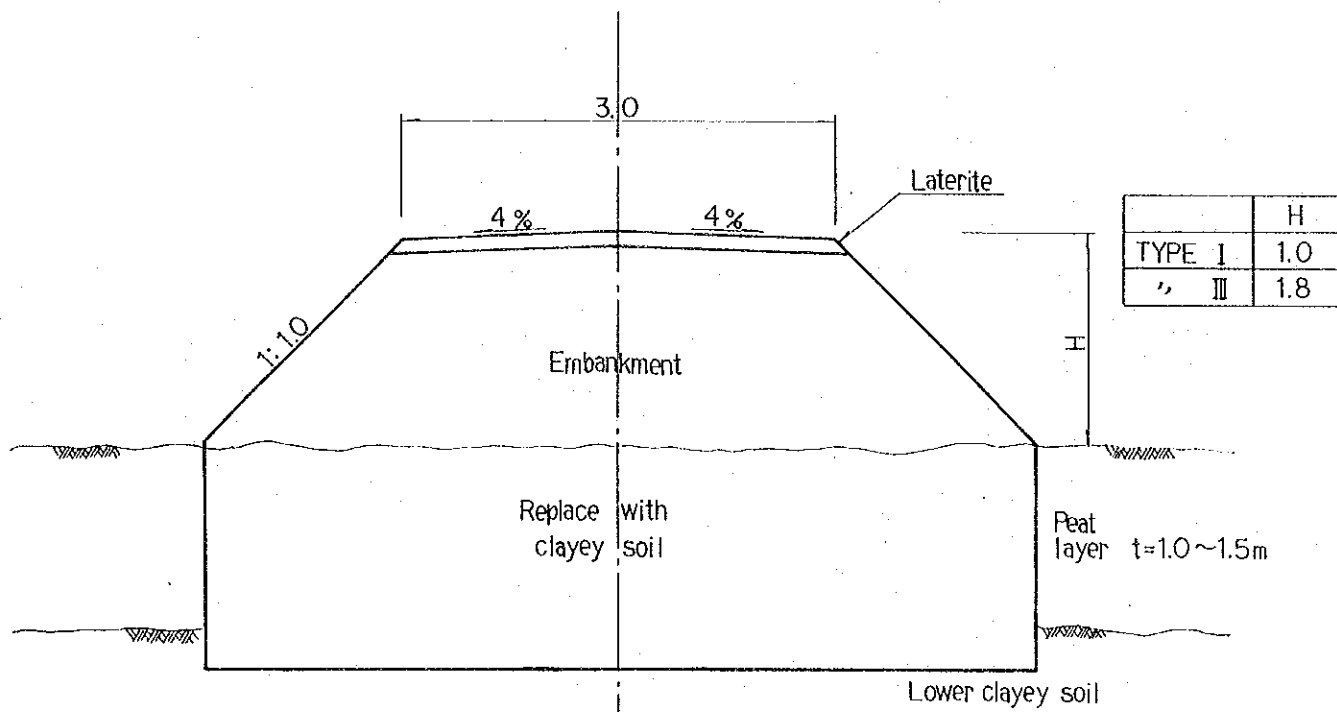


S=1:50

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

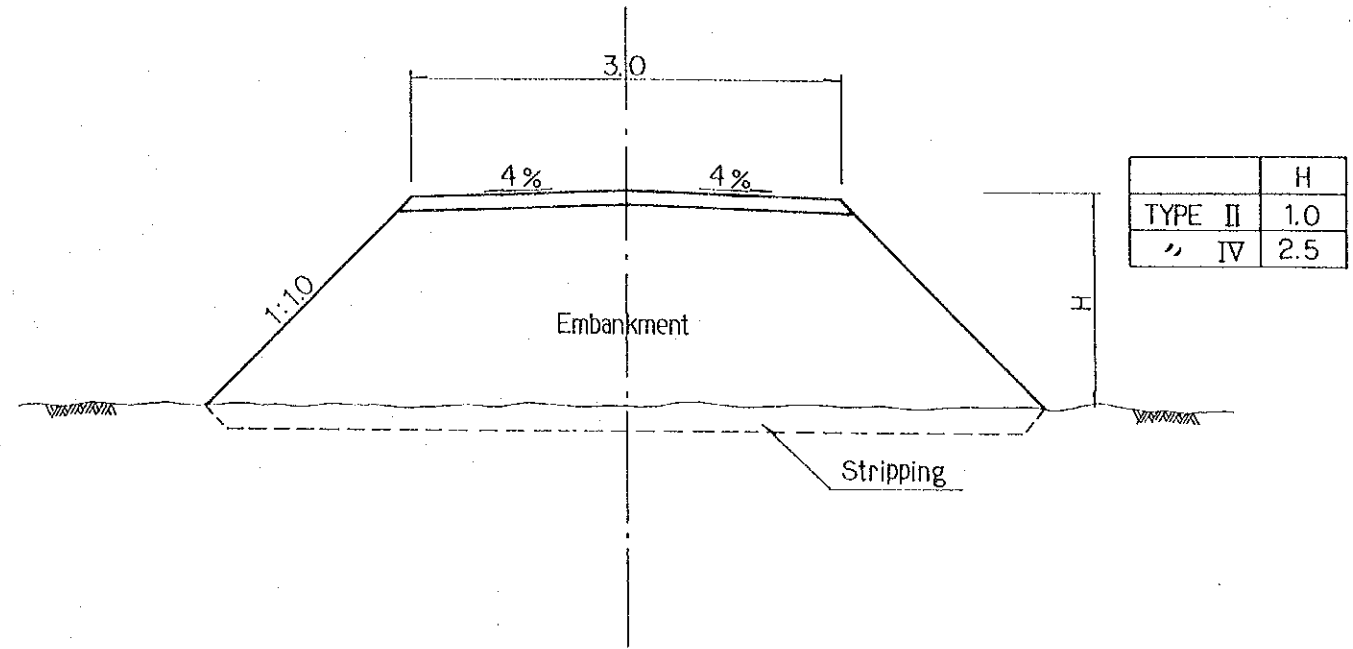
CHECK STRUCTURE

DRAWING NO.	4	DATE	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			



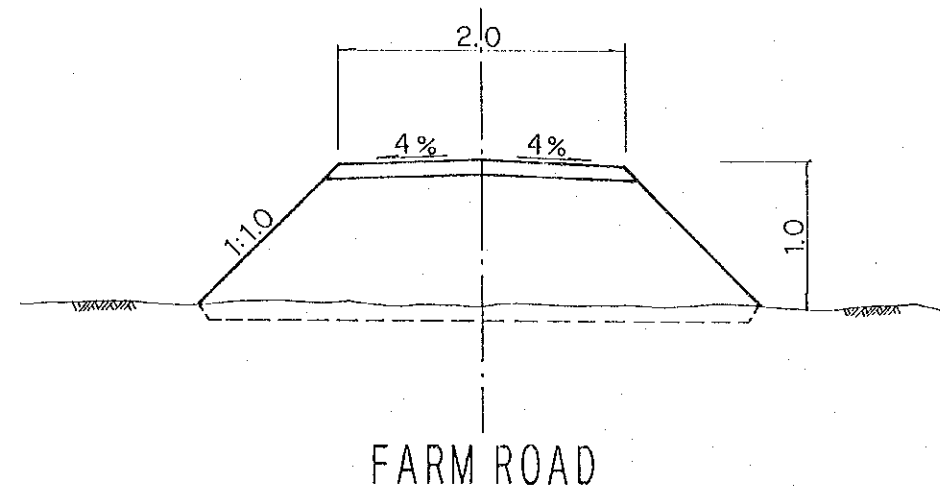
	H
TYPE I	1.0
" III	1.8

TYPE I, III
FOR PEAT AREA



	H
TYPE II	1.0
" IV	2.5

TYPE II, IV
FOR ACID AREA



FARM ROAD

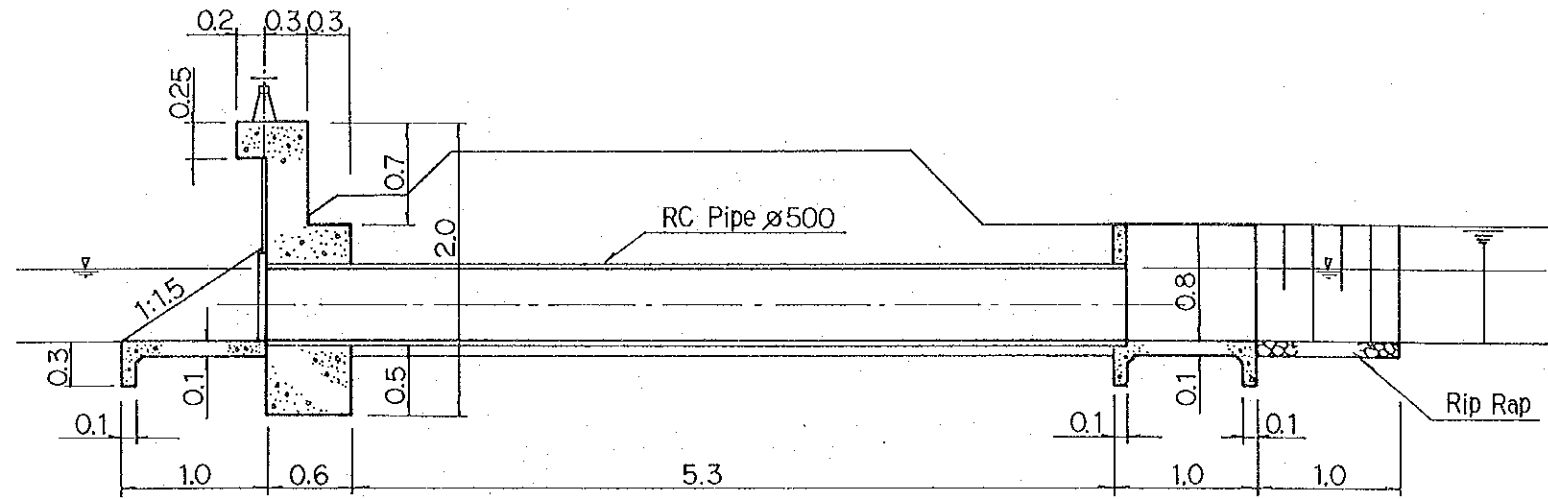
S = 1 : 50

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

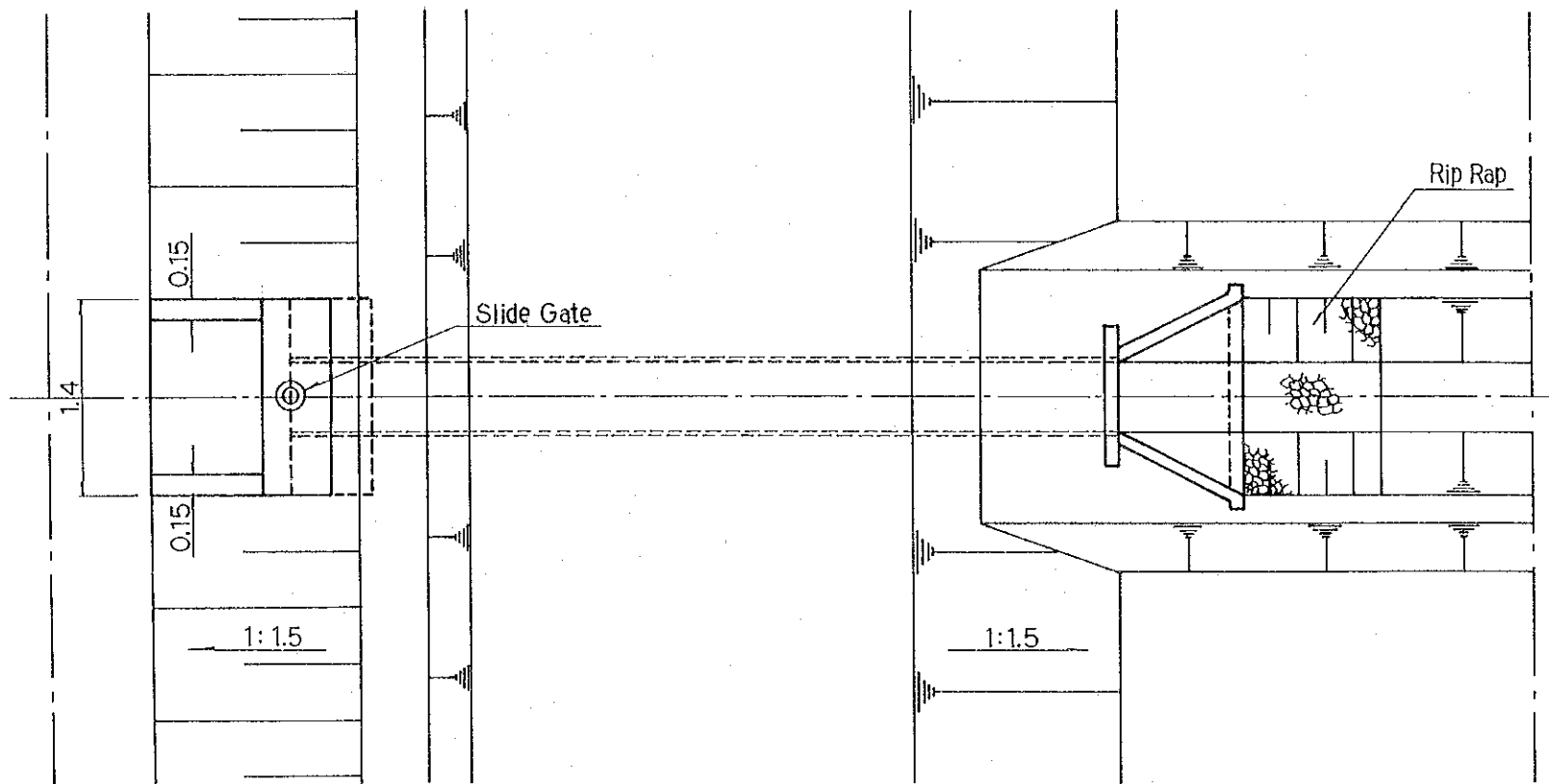
ROAD/DIKE, FARM ROAD

DRAWING NO. 5 DATE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PROFILE



PLAN

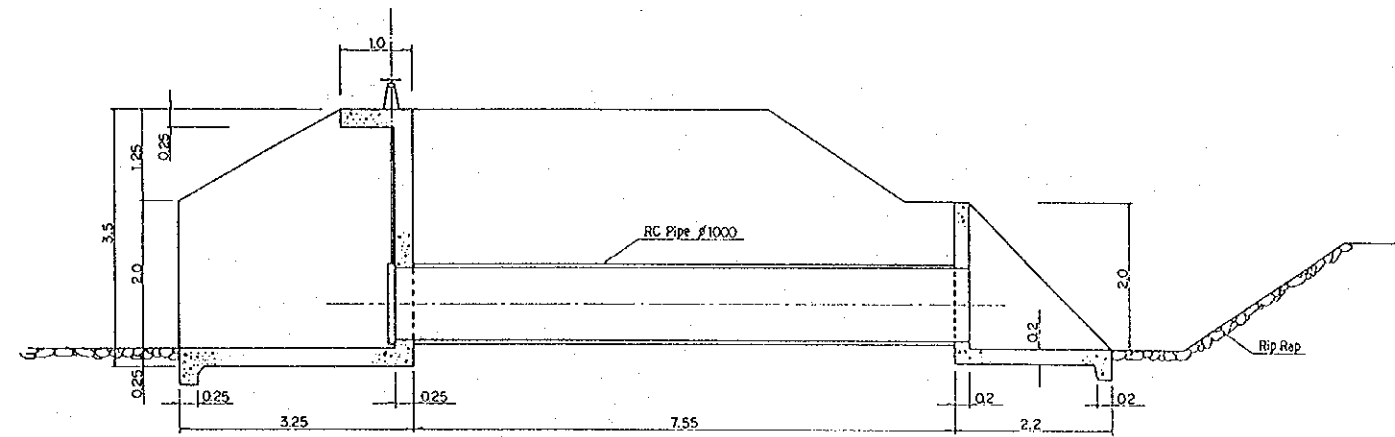
S=1:50

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

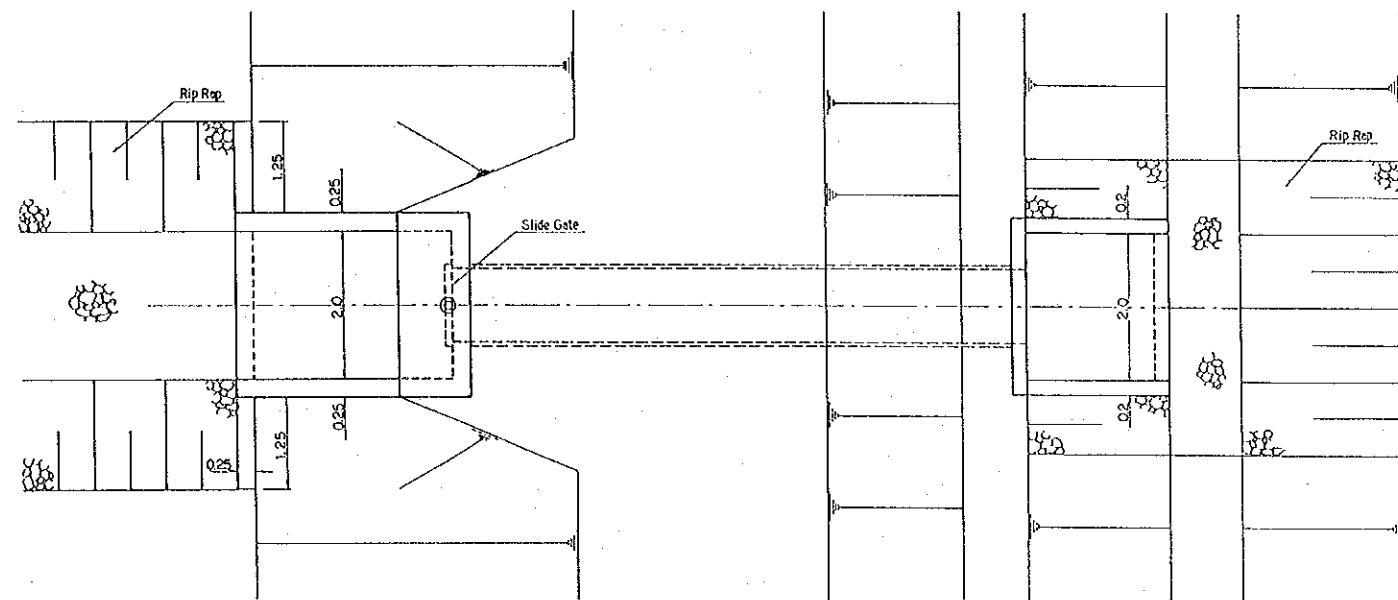
FARM TURN OUT (FTO)

DRAWING NO.	6	DATE	
-------------	---	------	--

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PROFILE



PLAN

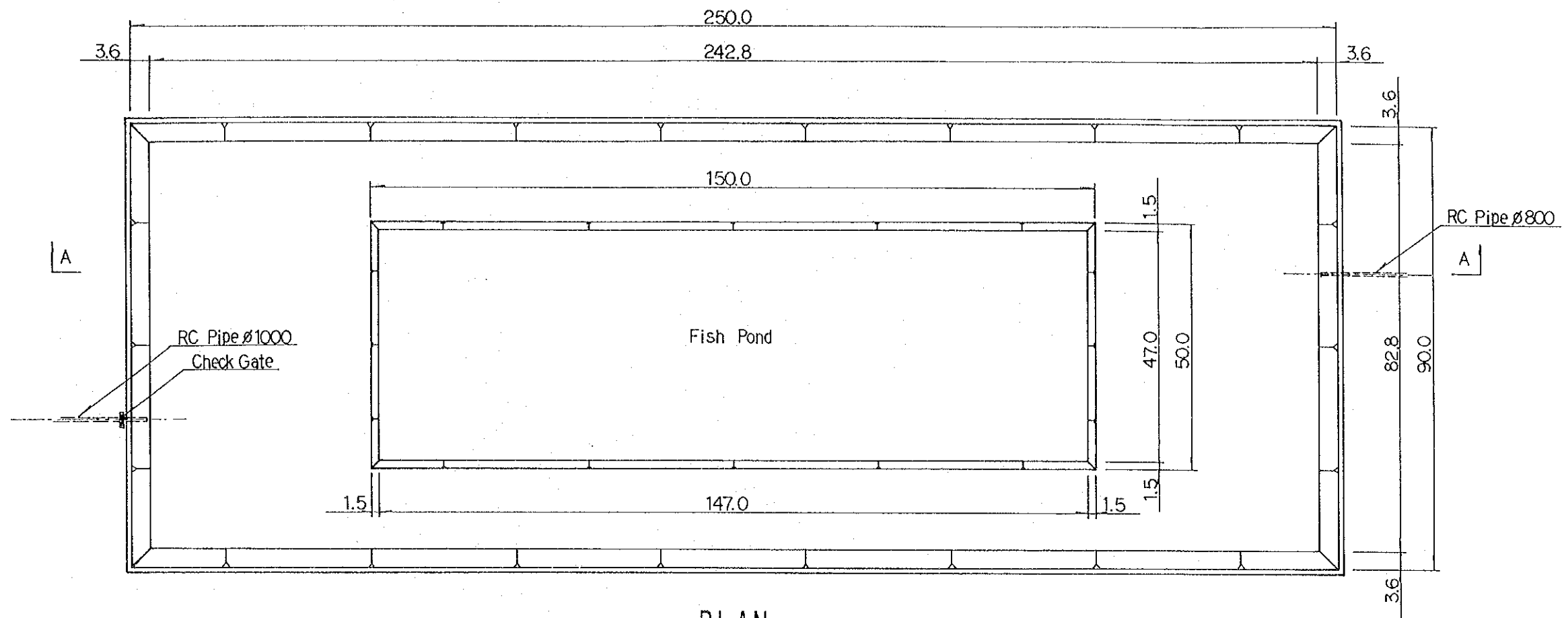
S=1:100

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

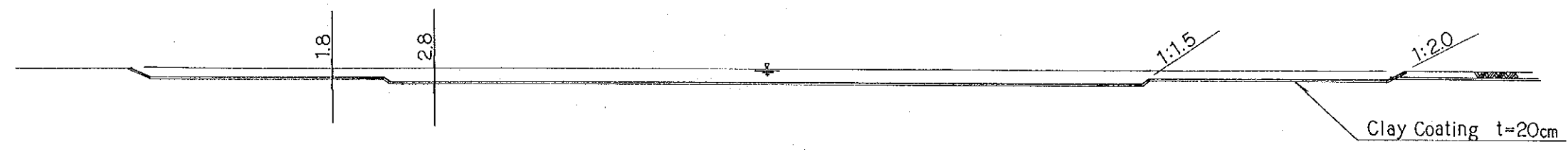
INTAKE CULVERT ϕ 1000

DRAWING NO.	7	DATE
-------------	---	------

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PLAN

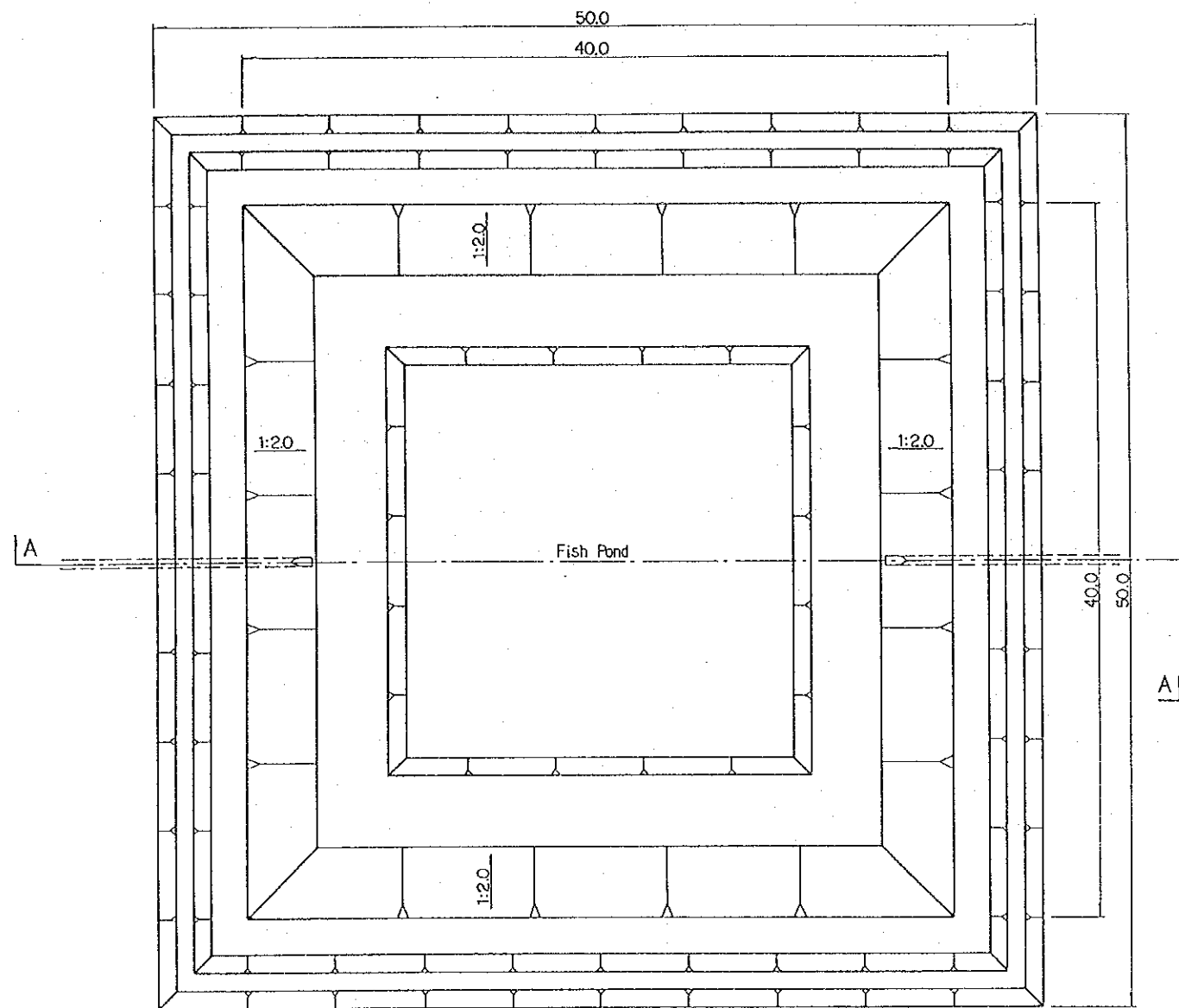


Clay Coating t=20cm

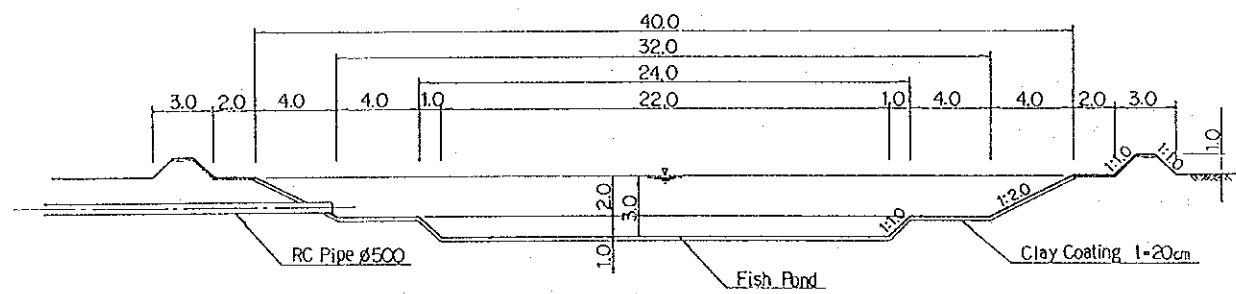
S=1:1,000

SECTION A-A

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS IN NARATHIWAT PROVINCE			
INLAND FISHERY POND TYPE I			
DRAWING NO.	8	DATE	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			



PLAN



SECTION A-A

S=1:350

THE STUDY ON THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT
FOR PEAT/ACID SULFATE SOIL AREAS
IN NARATHIWAT PROVINCE

INLAND FISHERY POND
TYPE II, III

DRAWING NO.	9	DATE	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			

泥炭 / 酸性硫酸塩土壌地域の
改良 / 保全に係るガイドライン

まえがき

本ガイドラインは、調査団が本調査で得た経験をベースにして作成したもので、泥炭/酸性硫酸塩土壌地区の農業開発に関する種々の課題について取扱っている。

一般的に、この種のガイドラインは、問題土壌地域における事業の実施、監視、修正及び評価のような農業開発に伴う活動の指標として用いられる。現実には、確立された土壌改良/開発手法は、現在までのところない。従って、ここで示した手法は、限定された本調査の結果や類似事業の成果に基づくものである。調査地区には多種の土壌が存在していることから、調査団は、実験室や圃場で広範な土壌試験を実施した。このガイドラインは、調査団が実施したこれらの試験及び調査を通じて得た経験や、収集データ等の限定された条件下で作成したものである。従って、このガイドラインは、将来新たな成果が得られた場合には、順次修正を加えていかねばならない。

目 次

まえがき	
第1章 概要	G-1
1.1 本ガイドラインの位置付け	G-1
1.2 農業開発に向けての基本方針	G-1
第2章 調査	G-3
2.1 概要	G-3
2.2 調査のための基本データ	G-3
2.3 概査	G-3
2.4 開発地区の選定	G-4
2.5 詳細調査	G-4
第3章 土壌改良/保全策	G-7
3.1 基本方針	G-7
3.2 土壌改良資材投入	G-7
3.2.1 泥炭土壌	G-7
3.2.2 酸性硫酸塩土壌	G-9
3.3 営農的対策	G-11
3.3.1 作物選定	G-11
3.3.2 代表的作物	G-12
3.3.3 内水面漁業	G-15
3.3.4 畜産	G-15
3.4 構造物的対策	G-15
3.4.1 泥炭土壌	G-15
3.4.2 酸性硫酸塩土壌	G-20
第4章 計画策定	G-26
4.1 基本方針	G-26
4.2 計画策定	G-29

図表の目次

表3-2-1	石灰タイプと中和能力	G-23
表3-2-2	土壌統毎の石灰施用量	G-23
表3-2-3	土壌改良方法とその適用	G-24
表3-3-1	湿地帯での作物適応性	G-25
表4-1-1	計画策定のためのケース番号	G-35

第1章 概要

1.1 本ガイドラインの位置付け

本ガイドラインは、タイ国南部の湿地帯に分布している泥炭/酸性硫酸塩土壌地域における農業開発に関する課題をとりあつかったものである。

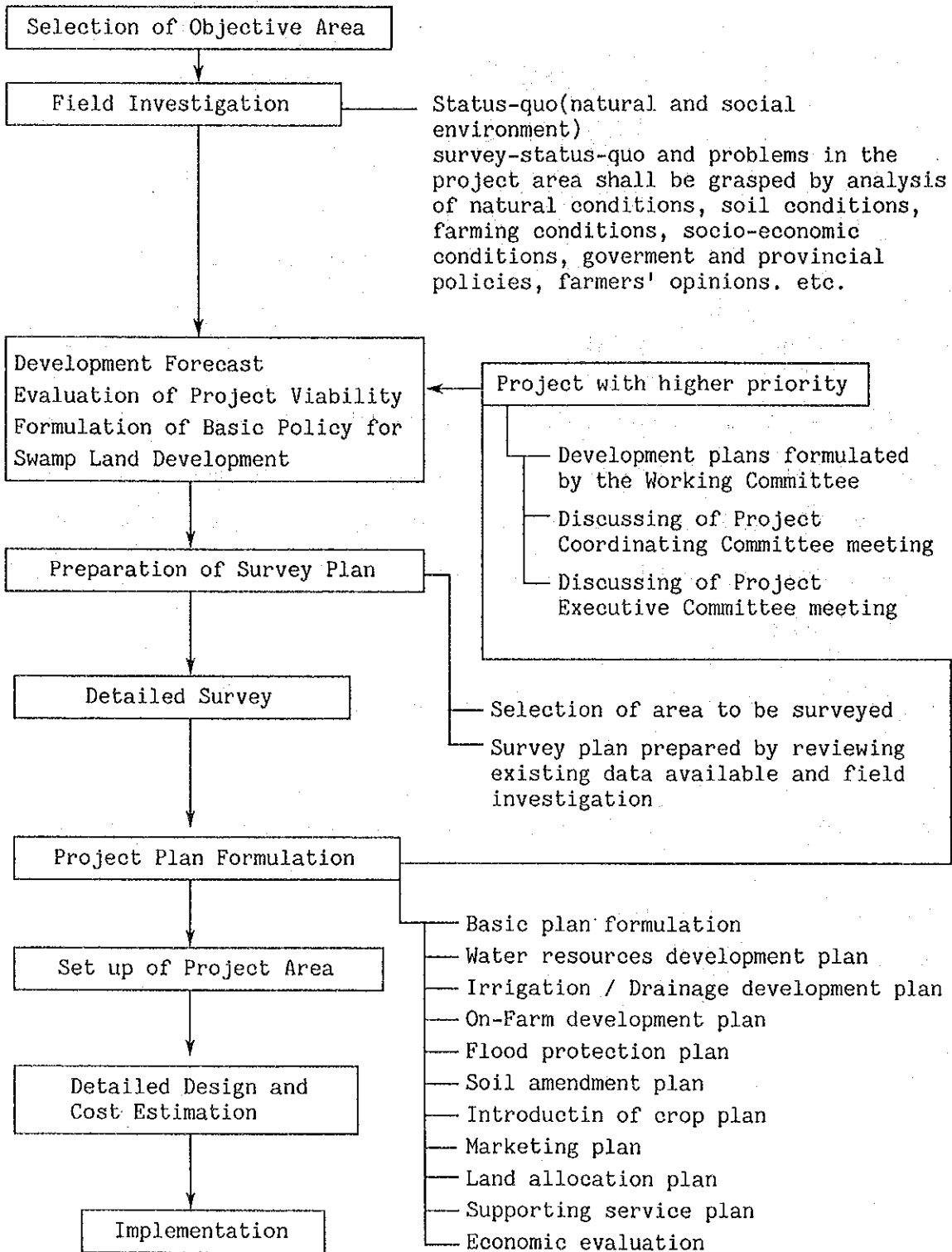
1.2 農業開発に向けての基本方針

農村地域開発の一部となる泥炭/酸性硫酸塩土壌地域の農業開発の目的は、広範な土壌改良の実施、かんがい/排水及び農道網の整備、又、必要であれば洪水防禦対策の実施により、地域農業の発展に向けて農地を拡大することである。この種の開発事業は、環境への影響、地方の開発政策及び住民のニーズに配慮して行われる。従って、開発計画策定に当たって、次の点に考慮しなければならない。

(1) 開発事業は、効率的で合理的な営農を確立し、目標とする農業の条件を満たすものでなければならない。

(2) 開発事業は、好ましい地域環境の形成に貢献するものであらねばならない。

本ガイドラインに関連した一般的な事業の作業フローを以下に示す。



本ガイドラインでは、土壌改良/保全策に重点をおきながら、上記のフローの中の調査及び事業計画策定にかかる一部の分野を取り扱っている。

第2章 調査

2.1 概要

事業計画策定のための調査手順は、地区の大きさや条件が各々に異なるので一様でない。しかし、一般的には、まず第一段階として、泥炭の深さや酸化度による土地分類、水資源開発、土壌改良法、かんがい/排水及び洪水防御に関連した種々の開発計画の可能性を評価するために、概査を行う。これと平行して、事業対象となる地区を選定し、詳細な調査計画を作成する。その後、この調査計画に基づいて、計画策定に向けての種々の作業を行う。

事業実施に関する最終決定は、詳細調査及び事業を実施するに当たっての問題点の考察結果に基づいて行う。

2.2 調査のための基本データ

調査に着手する前に、次のような図面を準備する。

- 地形図
- 土壌図
- 現況土地利用図

2.3 概査

次のようなデータと情報を収集するために、上で述べた図面を用いながら概査を行う。

- 自然条件(地形、植生、気象/水文/地質、地下水、土壌、水質、洪水被害、潮位、湿地帯、等)
- 社会経済条件(人口、土地所有、収入、収穫、加工、処理、市場、農民組織、農業支援サービス、等)
- 農業条件(土地利用、作付体系、畜産、内水面漁業、林野、営農、農産物、等)
- 農業基盤(かんがい/排水システム、水管理、地下水、農道、かんがい/排水施設の酸性被害、等)

- 地域農村インフラ (道路網、電化、上水/水質、等)

収集したデータは、開発戦略の策定に向け、編集、整理する。

2.4 開発地区の選定

土壌改良/保全対象地区は、収集したデータや情報に基づき、地区特性を審査することによって、選定される。この審査の過程では、次のような課題について検討する。

(1) 社会的要因

- 関係している農民の開発に対する意識
- 新たな農地造成の必要性
- 農業の現状と農産物の市場性
- 周辺地区の営農レベルあるいは営農手法
- 開発の有無と環境問題

(2) 技術的要因

- 土壌改良/保全策実施の可能性
- 周辺のかんがい排水システムと関連した排水の可能性
- 水資源の有効性
- 開発後の環境への影響

2.5 詳細調査

選定した地区内で詳細調査を実施し、開発保全計画策定に向けて次の作業を行う。

a) 地形図等の作成

- 計画策定のために地形図を作成する。この場合の仕様は、次のように考えられる。

縮尺：1/5,000~1/10,000

等高線：1.0 m間隔 (低平地では0.5 m間隔とする)

- 必要であれば、河川/水路の縦横断図を作成する。

b) 詳細調査とデータ収集

- 社会、経済状況
- 農業状況
- 農業インフラ施設状況
- 環境
- 次の調査は計画策定には必須である。
 - 土壌と水のpH値の期別変動
 - 地下水位の期別変動

c) 土壌調査

土壌とその分布状況に関する詳細データを収集するために、土壌調査を実施する。調査位置は、地形、土壌に関する予備調査結果に基づく地区の特性によって決定されるが、基本的には、ボーリングステックによる調査を500 m間隔で行う。泥炭土壌の場合、湿地帯のふちななどの土壌が変わりやすいところはできるだけ間隔を狭めて(例えば200m)行う。又、試坑調査は、基本的には100 haに1ヶ所の割合で行う。この場合、前述のような土壌変化が認められるところでは、調査密度を高める。この調査によって土壌断面を把握する。特に泥炭の層厚の確認は重要である。そして、この試坑から土壌サンプルを採取し、次のような室内試験を行う。

- 泥炭土壌

1) 物理的分析

含水比、仮比重、泥炭の分解度(ポスト法)

2) 化学的分析

土壌水分、pH (H₂O)、pH (KCl)、電気伝導度 (EC)、灼熱損量、全窒素、有効態窒素、有効

態磷酸、陽イオン交換容量 (CEC)、交換性塩基、塩基飽和度、DTPA (ジエチレン、トリアミン、ペンタ酢酸) 抽出銅及び亜鉛、硫酸根、石灰施用量

— 酸性硫酸塩土壌

1) 物理的分析

含水比、仮比重、粒径分布 (土性)

2) 化学的分析

土壌水分、PH (H₂O)、pH (KCl)、pH (H₂O₂)、電気伝導度 (EC)、全炭素、全窒素、有効態窒素、有効態磷酸、陽イオン交換容量 (CEC)、交換性塩基、塩基飽和度、0.1N-HCl 可溶銅、亜鉛及びマンガン、硫酸根、石灰使用量

既存のデータ及び地区の状況によっては、これらの内不必要なものもある。

〔参考〕 日本で行なわれている過酸化水素酸化緩衝曲線法

基本は、石灰による緩衝曲線法であるが、過酸化水素処理により、易酸化性硫黄の酸化をすすめ、硫黄の生成を促進増大させた後、水酸化カルシウム微粉末を段階的に加え、24時間放置後3時間浸透し、大気と平衡になるように通気した後、ガラス電極でpHを測定し、得られた緩衝曲線からpH 6.0の中和石灰量を求める。

実施する中和石灰量はCaCO₃ / Ca(OH)₂=1.35であるから、1.35倍して炭酸カルシウム肥料で施用する。

第3章 土壌改良/保全策

3.1 基本方針

土壌改良/保全策は、種々の分野からのあらゆる対策が相互に密接に関連したものとして確立される。それらの手法は、現在の営農手法、環境及び経済的観点を考慮して、実際の圃場に適用される。

本章においては、土壌改良/保全策を、土壌改良資材投入、営農及び農業基盤整備の三分野の技術的視点から考察していく。

3.2 土壌改良資材投入

3.2.1 泥炭土壌

客土と改良資材(石灰資材、作物栄養素)の施用は、改良に当たって考慮される重要な対策である。しかし、これらの対策を行う前の排水は、地下水面を低下させ、かつ浸水を防ぐことになるので、必ず行わなければならない。

(1) 火入れ及び石灰施用量

泥炭土壌は、ミネラル含量が低く酸性である。自然状態のpHは、通常4.0より低い。pH3.6-3.8の泥炭を、作物栽培に向けて適正pHレベルにするには、莫大な石灰量が必要である。火入れは、土壌pHを上昇させ、いくらかの栄養素を有効化し(燐酸及び加里をより吸収し易いようにする)、部分的に土壌を中和する。火入れの作物栽培に対する効果は直接的であるが、泥炭は消失していく。そこで、火入れによる損失の増大が泥炭の保全に大きなインパクトを与えると考えられる時には、火入れはやめるべきである。火入れの一方法として、切り株や雑草などの燃えやすいものを数ヵ所に集積して火入れを行ない、その後、灰化したものを圃場に散布することも考えられる。しかしこの方法では、病虫害発生防止の効果は限定される。火入れに変わる最も効果的な改良策として、炭酸カルシウムを伴った石灰資材或いは木灰の施用がある。しかし、木灰を得るのは困難であり商業的施用に限定されている。

表3-2-1に石灰の各種タイプとそれらの中和力を示す。石灰施用は、土壌pHを上昇させ、微生物を活性化し、ある範囲においては無機化率を高める。

中和のための石灰要求量は土壌の特性及び栽培される作物によって異なるが、Lukes等(1974)は、石灰施用量は一般的にha当たり3~8トンであることを示した。さらに、多量の石灰を一回に施用するよりも、Ca、Mg及びKの有効性を高めるために、分けて施用し、土壌pHを徐々に上げる方法が良いとしている。

タイ国において適用されている適正石灰施用量は表3-2-2に示すとおりである。石灰は労力節減から4年毎に施用し、初回施用の4年後に施用する時は、栽培作物の成育に適したpHに矯正する。

Tay及びWee(1972)は、石灰をha当たり4.5t施用して泥炭土壌の表層46cmを16ヶ月間pH4.4-5.0に維持し、パイナップル栽培に対して好成績を得たとしている。

石灰施用に当たっては、土壌の20-40cm深に50%石灰乳を高圧(10-250kg/cm²)で注入するソイルパワー機の利用も考えられる。この方法はルーズな構造の土壌に効果的である。又、中和剤として、微量元素を含んでいる鉍滓の施用も有効である。

(2) 客土による改良

客土は、劣悪な土壌、特に泥炭土壌の問題点を総合的に改良する最もよい方法である。ナラチワート県の場合、最も入手しやすい客土資材は砂丘の砂であるが、それは、養分含量が少なく、ルーズな構造なので繊維質の泥炭には不適當である。しかし、地耐力増強には有効であり、畑地の場合、6cm程度の客土深が効果的であったという報告がある。客土資材としては、中和力を持つドロマイトのような石灰質のものが効果的であるが、このような資材は高価である。従って、これらは開発地区の一部の集約的営農地区に適用されるべきである。

安価な客土資材は、湿地帯の近くの台地や山麓から得ることができる。このような資材を使用するには、前もって資材の品質分析を実施して、資材の特性や客土のための適正度を検討すべきである。まず、pH値によって判断する。例えば、道路に使用されているラテライト質土壌は、酸性が強く(<pH4)、客土資材としては不適當である。若し良質な客土資材が得られるならば、泥炭上に20cm客土する。

(3) 肥料要素の補充

泥炭土壌における肥料要素の欠乏は、多量要素としての燐酸、加里、石灰、及び苦土、微量要素としての銅、亜鉛及び硼素であり、これらの施用は必要である。特に燐酸と加里の施用効果は高い。銅、亜鉛、硼素等の微量要素の欠乏も泥炭土壌では一般的である。

Abdul Rahman Haron (1991)による微量元素の一般的施用量は次のとおりである。

項目	施用量 (kg/ha)
硫酸銅	20~25
硼砂	20
硫酸亜鉛	20
硫酸マンガン	10
硫酸鉄	20~30
モリブデン酸ナトリウム	5

これらは必要に応じて、通常葉面散布される。

水稲栽培では、珪酸肥料も必要である。この場合、珪酸と一緒に加里の補給にもなる稲藁施用及びその堆肥が効果的である。

3.2.2 酸性硫酸塩土壌

(1) 潜在的酸性硫酸塩土壌

1) リーチング及び石灰資材の施用

作土層から可溶性硫酸塩を洗脱することによって、土壌の酸性度を減少させることができる。改良方法として、この洗脱作業の後に、石灰資材を散布する。石灰資材の散布は、安価な石灰資材が有用である所では、土壌の酸性度を減少させるのに最も簡便な方法である。また本土壌の場合、パイライトの豊富な層より浅い所に地下水位を維持するのが基本である。ナラチワート県で最も効果的かつ有用な石灰資材は、石灰石から出来るライムダストであり、その炭酸カルシウム等量は70-90%である。

2) 肥料要素の補充

土壌が低肥沃度なので多量要素(燐酸、加里、石灰、苦土)及び微量元素の施用が必要

である。特にアルミニウムの毒性を防ぐ燐酸肥料の施用が必要である。燐酸が土壤に固定され無効化するような場合は、燐鉱石の投入がより有効である。加里は鉄過剰症を軽減するのに効果的である。

(2) 顕在的酸性硫酸塩土壤

1) リーチング及び中和

土壤改良対策は、潜在的酸性硫酸塩土壤で述べたことと同様である。特にリーチングは、本土壤では重要である。石灰資材の必要量は、強酸性のジャロサイトの影響を受けているので、潜在的酸性硫酸塩土壤の場合より多い。

調査団は、ムノ統土壤について圃場及び室内においてリーチングテストを実施した。そのうち室内試験の結果、リーチング効果の例として、次のことが実際の圃場で適用できると思われる。

「しろかき操作(土壤と水を混合する)は水稻栽培に必要である。この操作を、用水を交換し一回以上、出来れば二回行う必要がある。」

圃場での試験結果は次のとおりである。

「土壤の攪乱と水の供給により表土10 cmの土壤をpH3.3からpH4.5に改良することができた。この時点の改良までの用水量は、蒸発量、無効放流量及び浸透量を除くと約1900 mmであった。又、この場合の水補給方法は、湛水深10~20 cmを維持するための連続給水であるが、5日毎に落水し、表土整地後再び湛水状態を維持するようにした。又、初回の水供給前には圃場を十分に耕起した。」

いずれの試験からも、実際の圃場に適用できるような定量的な効果を導くことはできなかった。

中和に必要な石灰要求量は、土壤及び作物により異なるが、ここでは適正石灰施用量を表3-2-3に示す。泥炭土壤は、酸性硫酸塩土壤に比べて必要量が多い。これは、泥炭土壤が有機質であることによる緩衝作用のためである。石灰は、活性アルミニウムを阻止するpH5に矯正するために施用する。施用量は、いずれにしても多くなるので、施用する前に、土壤のリーチングが必要である。

2) 肥料要素の施用

肥料要素の施用は、潜在的酸性硫酸塩土壌と同様である。

各土壌改良手法を表3-2-3に土壌区分と関係付けて要約する。

3.3 営農的対策

3.3.1 作物選定

地区を農業利用地として造成したならば、土壌や水保全を目的として、できるだけ早く造成地を植生でおおう必要がある。

しかし、作付けられるべき作物の選択範囲は、土壌に地力がないので、かなり限定されたものになる。さらに、導入作物の選定に当たっては、多くの要因毎に検討していかねばならない。ここでは、選定の指針として、DLDから収集したデータに基づいて、表3-3-1に示すような要因毎の作物適応性の考え方を示す。これらの要因毎の検討の後、市場性を考慮して最終選定を行う事になる。

(1) pHとの関係

作物選定に当たり、最も重要な要因である。土壌pHが4.5以上に中和されるならば、ある種の作物栽培は可能となる。そこで、土壌矯正の目標値は、これ以下であるとアルミニウムが活性化するpH5.0とされる。pH5.0前後で栽培できる作物を表3-3-1に示す。

(2) 気温

一般的に、適正pH値での検討後、気温への適応性について検討する。例えば、ナラチワート県は、平均最大及び最小気温は35°C及び25°Cである。そこで、低温を好む馬鈴薯、玉葱、キャベツ、茶、コショウ、中国キャベツは不適応といえる。もし、それらの作物栽培で、肥培管理を適正に行ったとしても、生産性は上がらない。境界線上にある作物の場合、年間の地域気温変動を考えて作付時期を決定する。

(3) 用水量と降雨

上記の検討後、成育に必要な用水量と降雨について検討する。仮に、かんがい水が補給

できないならば、かんばつ被害を受けやすい作物があるので、無降雨連続日数のデータが作物選定上の重要な要因となる。

(4) 耐湿性

湿地帯での作物栽培は、湿害をうけやすい。そこで、根菜類や深根性作物は、できるだけ高畝栽培とするようにする。それでも、土壌の孔隙率が15%以下の場合には、選定作物は、浅根性のものに限定される。

(5) 地下水位に対する適応性

低平地では、根群域の深さと地下水位との関係も重要な要因である。一般的に、地下水位が低くなる程、根群域は拡大する。畑作物や野菜の根系分布は浅い。しかし、樹木作物の分布は深いため、地下水位は少なくとも地表面下50 cm以深にしておかねばならない。湛水地区では、根腐れを防ぐため高畝をつくり、さらにその上に盛土をして作付けする。

3.3.2 代表的作物

選定された主な作物と栽培上の問題点は次のとおりである。

(1) 水稲

この地域の泥炭/酸性硫酸塩土壌で栽培できる代表的作物である。しかし、栽培に当たっては、銅欠乏によって土壌中にフェノールが出来て不稔が発生する可能性がある。

(2) ベビーコーン、スイートコーン、マングビーン、ササゲ、チリ、中国ケール、キュウリ

これらは、本地域で栽培できるやや酸性に強い作物である。しかし、耐湿性はあまり強くないので、湛水状況を考えて作付時期を決めていく。又これらの作物は、微量要素の欠乏が起こりやすい。

(3) グランドナッツ、スイカ、キャッサバ、スイートポテト

これらの特性は上記(2)と同様であるが、排水のよい砂地に適している。

(4) オイルパーム

この作物は、浅根性、耐酸性かつ低樹高であるので、泥炭上で栽培できる代表的作物の一つである。しかし、耐湿性はあまり強くない。

(5) パイナップル

この作物は、造成後直ちに栽培される先駆的作物の一つである。この地域の気温と降雨量によく適応できる。風や日射の強い所では、被陰の処置が必要であるので、他の樹木作物との間作に適する。

(6) パラゴム

この作物は、この地方の典型的かつ高収益を得ることのできる作物で、耐酸性である。しかし、排水の悪いところでは、根腐れをおこすので排水条件の良好な場所が必要である。年間1,500 mm以上の降雨量が必要である。

営農上の対策

- 泥炭/酸性硫酸塩土壌での畑作物及び樹木作物は、高畝栽培が望ましい。地下水との関連では、畑地の場合、できるならば年間を通じて地表面下50 cm以下にする。雨期においては、少なくとも30 cm以下にするようにつとめる。樹木作物の場合は、高畝とし、さらに植付場所を盛土するので1.0 m以下とする。
- 泥炭/酸性硫酸塩土壌は、多量及び微量元素が欠乏している。石灰が不足するとpH値が5.0以下となり、アルミニウムが溶出して作物に害を与える。特に、銅欠乏は水稻の不稔の発生の原因となる。又、苦土、硼素、亜鉛、マンガン、鉄欠乏は野菜に多く発生する。そこで、石灰に加えて、苦土石灰、硫酸マグネシウム、硫酸銅、硼砂、硫酸亜鉛、硫酸マンガン、硫酸鉄、珪酸等を必要に応じて、最初に基肥として施用する。水稻栽培では、銅施用の他に、稔実期の初期に湛水を放流することが、不稔を防ぐには有効であるともいわれている。

- pH値が5.0以下になると、リン酸は、土中のアルミニウムやカルシウム及び粘土質と化合して固定され難溶性となる。したがって、普通土壌の場合以上にリン酸肥料の施用量を多くする。
- 作物の収穫後、直ちに耕起し、下部からの毛管上昇をできるだけ押さえる。
- 以下に代表的作物と、多量要素の施用量の関係を示す。

作物	施肥量 (kg/ライ)			備考
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
水稻	10	10	5	
スイートコーン	10	10	10	
大豆	4.5	9	4.5	
落花生	4.5	9	4.5	
緑豆	4.5	9	4.5	
ささげ	9	18	18	
チリ	15	15	15	
キュウリ	7.5	7.5	7.5	
中国ケール	7.5	7.5	7.5	
パイナップル	50~100 kg/ライの15%程度			
オイルパーム	単位施用量の10%程度 (*1)			
バラゴム	単位施用量の15%程度 (*2)			

注 (*1); 単位施用量は1株当たり1.0 kgで徐々に増加させる。4年後には4.0 kgとする。

(*2); 単位施用量は1株当たり120 gで年々増加させ、7年後には1.0 kgとする。

- リン酸は基肥として全量施用する。窒素と加里は基肥として全量の1/3~1/2を施用し、その後は分施する。樹木作物は年2回に分けて施用する。
- 良質の水があるところでは、リーチングが酸の溶脱に最も効果的である。
- 泥炭/酸性硫酸塩土壌では、リサイクル農業を展開する必要がある。例えば、稲藁、トウモロコシの残査で家畜を飼養し、ふん尿で堆肥をつくり、畑に土壌改良肥料として還

元する。多量の家畜の飼料をつくるためには、豆科作物との混作が良い。この場合、株間や株の脇に豆をまく。

3.3.3 内水面漁業

酸性硫酸塩土壌地域の土地利用計画では、養魚は重要なものの一つである。

この地方の魚類は、Catfish、Nile tilapia、Chinese carp、silver carp、Tyicogaster heetoraria及びRohu等である。この地域の標準的な池は約1.0ライで、農家4戸で共同管理する。環境保全の観点から、養魚池は適正に管理されねばならない。飼料については、Catfishには水産局から購入する高タンパク質飼料が有効である。しかし、他の魚種には、米ぬかや湿地キャベツを付加的に与え、プランクトンを増殖し、飼養する方法もある。

3.3.4 畜産

泥炭/酸性硫酸塩土壌での家畜の飼養については、土壌が貧栄養であるので、そこからとれる牧草は栄養分が少なく、家畜の肥大も悪くなる。そこで、肥大をよくするには、牧草といえども石灰や肥料を施用する必要がある。飼料生産には、Homata、Luisi、Cori及びCrispingの作付けが有効である。

一般的に、この地方の在来牛は、3~4年で成牛になり体重は200~250 kgとなる。1頭当たりの必要飼料量は、乾草重で1日当たり6 kgである。そこで、農家1戸当たりでは、牛を3~4頭飼養し、毎年1頭づつ更新出来るようにした方が良い。

ニワトリの飼養は、鶏卵や鳥肉を生産するためばかりでなく、ふん尿を泥炭/酸性硫酸塩土壌の肥料として用いるのに有効である。

3.4 構造的対策

3.4.1 泥炭土壌

泥炭土壌の管理に当たっては、開発、非開発の2つの選択がある。この選択は、対象とする地区の土壌及び地形的条件によって決める。

非開発戦略

もし、非開発の方針が選択されるならば、泥炭の消失や泥炭土壌の生態系を保全するために、できるだけ長期にわたって土壌を攪乱することなく湿潤条件に保っていく。このための施設として、一部には堤防やチェックゲートが必要となる。

開発戦略

対象とする地区を開発目的で考えるならば、土壌の攪乱をできるだけおさえるような戦略をたてていく。このため次のような課題について検討する。

(1) 土地区分

一般的に、泥炭土壌地域の開発には、投資と便益の観点から考えると、農業生産活動に関連した多くの不確定要因と環境への影響が考えられるので、多くのリスクが伴う。そこで、開発方針をたてる際には、造成は段階的に徐々に行われねばならない。そのためには、地区の全面的な開発に向かう前に次のような土地区分の考え方が有効である。

開発ゾーン；

このゾーンは農業利用地区として開発する。そこで、営農のための水路や道路を整備する。かんがい水供給と泥炭からの排水は、注意深く行われねばならない。

未開発ゾーン；

このゾーンは当分の間開発しない。そこで、開発ゾーンでの開発成果に基づいて、本ゾーンでの造成の必要性が明らかになるまでは、保全するようにつとめる。

ゾーンを明確に区分するために、まずゾーン界として堤防や道路を計画する。そしてゾーン毎に地区の自然条件を考慮し、異なるやり方で水管理を行う。

(2) 水資源

地区を開発目的で考えるならば、農業用水資源を確保しなければならない。そこで水資源状況を把握するためには、次のような課題について考慮する必要がある。

- 用水量計算

必要とする水資源の規模を決定するために、収集した水文データに基づいて用水量を計

算する。まず、計画している作物の消費水量を蒸発散量、作物係数及び作付カレンダーの一連のデータによって算定する。そして、用水量を、降雨量やかんがい効率に基づいて計算する。

- 表流水開発

水資源開発では、まず表流水開発について考慮していく。仮に、地区が関連事業によるかんがい受益地に含まれているならば、農業開発の可能性は高くなる。さもないと、水資源や水路システムを地区の内外で、先に計算した用水量に基づいて整備する必要がある。この考察の中で、新たなポンプ揚水計画は、高い維持管理費の面からできるだけ避けるようにする。

- 地下水開発

技術的な可能性を明確にしていくには、試験井やポンプテストのような多くの調査が必要である。さらに、この調査結果から、地下水かん養量や揚水可能量を分析しなければならない。農業投資と便益の観点から考えると、初期の開発段階では多くのリスクがある。さらに、出費を伴う維持管理を共同で行っていくための、実践的な水利用グループが組織化されねばならない。

- かんがい用溜池の建設

他の水源として、地区の内外に種々の形状の溜池を建設することも考えられる。必要な規模は用水量によって決まるが、農業利用を考えるとその容量は一般的に大きくなる。構造的には、酸化や不当な沈下を防ぐための、何らかの特別な対策を考える必要がある。

いずれにしても、関連かんがい事業等によって、地区が受益地に組み込まれている場合を除けば、費用と便益を考えれば、水資源開発は、多くの問題に直面することになる。もし水資源がないならば、農業利用を目的とする地区の範囲は、限定されたものになる。

(3) かんがい水供給

開発計画に当たって、かんがい水は次のような方法で作物の根群域に供給される。

- 表流水かんがい

良質なかんがい水が、地表面から根群域に重力によって供給される。最も効果的な方法である。このやり方によって、悪質な水の根群への毛管上昇を防ぐことができる。しかし、泥炭は高透水性であるので、毛管上昇に対抗していくには多量な水が必要となる。

- 地下かんがい

かんがい水は、浅い地下水からの毛管上昇によって根群域に供給される。しかし、泥炭では、酸性水が根に吸収される前に中和されねばならない。中和の方法の1つに石灰施用がある。施用には2方法がある。1つは表土に石灰を散布し混合する方法、他は作土層の下に石灰層をつくる方法である。しかし、いずれにしても、石灰の効力が限定されるという問題点がある。又、この方法では、作物成育期間中、地下水位を所定の位置に維持しておくことが必要となる。

供給方法は水の利用可能量やその他の条件を考慮して決定する。

(4) 排水

農地造成に当たって、排水は、地耐力増強や土壌の通気性のために必要である。しかし、急激な排水や不注意な地下水の下降は、不等沈下、急激な泥炭の分解及び下層土壌の酸化を防ぐために避けていかねばならない。

計画に当たっては、まず地区を広域排水システムの中で考えてみる。その中で、地区の標高差から重力排水の可能性を調査する。又、標高差の中で、許容沈下の範囲を考慮していく。一般的に年沈下率は、排水条件下では、3.0~5.0 cmである。

重力排水が経済的であるので、非重力排水地区は、未開発地区として計画する。そこでは、地下水位をできるだけ高く維持し、泥炭を保全する様に計画する。ポンプ排水は、新たな農地に対する強い需要のある地区のみに適用する。

(5) 水路システムと水管理

開発及び未開発地区いずれにおいても、年間を通じて水位をコントロールしていくことが必要である。

開発地区;

水路システムは浅い排水溝、集水路及びセキあるいはゲートで構成する。開発の初期段階では、排水溝は、泥炭の厚さを考慮しつつ、20~40 m 間隔、水路深0.5~1.0 m で計画する。その後、これらの間隔と深さは、沈下が進行した段階で再検討する。建設に当たり、掘削した土壌は、高畝を作るために圃場にまき出す。しかし、この水路建設工事は、重力排水が不可能になった段階でやめる必要がある。チェックゲートやセキを、水位をコントロールするために、必要な地点に設ける。参考として、西マレーシアの1.53 m 以下の泥炭層の排水路標準設計を示すと以下のとおりである。

水 路	深さ (m)	幅 (m)	密 度
幹線排水路	1.5	1.2	ブロック (201×603m) の外周
二次排水路	1.2	0.9	ブロックを三分
末端排水路	0.9	0.6	一ブロック当たり 300 m

注) すべて壁面は垂直。Tay (1969) による。

作物を植え付けた後、地下水位は、根群の発達と、一般的には泥炭で10~15 cm といわれている毛管上昇との釣合いを考えた水位で維持されねばならない。

未開発地区;

この地区では一般的に乾期になると、泥炭の燃焼や湿地林の生態系の破壊が起こるので、土壌を年間を通じて湿潤状態に保つようにする。このためには、チェックゲートを備えた堤防で、地区を囲むことが必要となる。しかし、計画に当たり、堤防高や構造物の規模は、湛水深や湛水期間が与える生態系への影響を考慮して決定しなければならない。

(6) 養魚池

泥炭土壌では、農民は、養魚によって付加的な収入を得ることができる。しかし、建設に当たっては、水質を維持したり安定した構造物とするために、何らかの技術的な対応が必要となる。

池の法面や底面が泥炭であれば、中和のための石灰が流亡し、水質を良質に保つことは困難である。従って、泥炭を粘土質土壌に置き換えていく。

3.4.2 酸性硫酸塩土壌

酸性土壌の管理に当たっては、開発/未開発の2つの戦略の選択となる。これらの戦略は、土壌の酸性度、水文、かんがい水の有効性等の技術的要因や財政的問題や土地需要のような社会的要因を考慮して決定される。

非開発戦略

もし、非開発戦略が選択されるならば、土壌改良/保全に向けて、土壌を、パイライトやジャロサイトの存在を考慮し、できる限り乱すことなく飽和状態に保つことが必要である。長期にわたる乾期の間に産出した酸は、その後の洪水によって排出される。そこで、産出した酸性水は、周辺に被害を与えることなく集水し、排水しなければならない。このための構造物を計画していく。

開発戦略

もし本地区で開発に向けての戦略がとられるならば、社会的/自然的条件にもよるが、多くのアプローチがある。しかし、酸性土壌を扱っていくためには、最も安価な戦略を適用しなければならない。

(1) 水資源

水資源開発に関する問題は、3.4.1で述べたように考察する。

(2) 排水

排水問題に当たっては、まず地区を広域排水システムの中で位置づけていく。基本方針は、泥炭土壌の場合と同様である。

(3) 客土

農業利用にむけて、土壌の酸性条件を改良するためには、普通土壌を、作物生育土層を作るために、地区内に搬入する手法が最も単純かつ効果的な方法である。しかし、この手法は地下水や洪水の管理が実用的でなく、又、新たな土地に対する需要が大きく、さらに財政的に有効である地区に適用する。

(4) リーチング

リーチングは、良質な水が有効であれば、作付けや石灰施用前の土壌改良の第一段階として、最も効果的な方法である。地区が雨期の多雨地帯にあるならば、多雨をリーチング用水として用いる。強い降雨の季節の前に、乾期に産出した酸化をさらにうながすために圃場を耕起し、降雨やかんがい水が利用できるようになった時に、産出した酸を表土から溶脱する。その後、溶脱した酸を排水溝や水路から河川に排出する。表土がある程度改良され、かつ作物成育に十分なだけ土壌が飽和されるまで、これを繰り返す。

(5) 水路システム

地下水位を維持し、リーチングを効果的に行うには、緻密な水路システムが必要である。土壌の酸性度は、酸化層の位置により異なる。酸化層がより地表面近くにあれば、より緻密な排水溝が必要となる。一般に、作付け圃場は、20~40 m 間隔、0.5~1.0 m 深の排水溝で周囲をかこむ。これらの排水溝は、酸性度と導入作物によっては、より密に配置していく。建設時の掘削土壌は、累積した酸が圃場から容易に排出できるような高畝を作るために用いる。これらの排水溝は、海につながる幹線水路に連絡するようにする。又、セキやチェックゲートを、水流をコントロールするために水路内の任意点に設置する。もし、水量が、酸を排出したり、密な排水溝の地下水位を維持していくのに十分でないならば、土壌を乱すことによる酸化の促進によって、状況は一層悪化することも考えられる。

緻密な水コントロールシステムの一つに、暗渠排水システムがある。しかし、低透水性の重粘土の場合は、深耕のような作業が付加的に必要となる。さらに、このシステムは、地下水面より高くにあるパイライトが酸化することになるので、実用的でない場合もある。又、このシステムの経済性についても十分配慮しなければならない。

(6) 水管理

地下水位は、パイライト層の位置に基づいて、地区毎に異なるレベルで維持しなければならない。

地下水位は、酸化の促進をおさえるために、年間を通じてできる限り所定のレベルで維持するようにつとめる。しかし、一般的に乾期が長引くにつれ水位を維持していくのが困難になってくる。すなわち、水位は徐々に下降し、ついには、所定のレベルを維持できな

くなり酸化が進んでくる。このような状況の発生を避けるためには、水管理が必要である。

(7) 養魚池

養魚池を地区内に開発することができる。池は、酸化層を掘削し、周囲を堤防で囲むことになる。養魚の前に池底面と法面に石灰を施用する。石灰必要量は、土壌の酸性度にもよるが、初期の段階では、ライ当たり平均6~8トンと言われている。初年度の飼養後は、その必要量はライ当たり平均3.5トンに減ずることができる。その後、さらに減らしていくことができる。

表3-2-1 石灰タイプと中和能力

Material	Primary ingredients	Neutralizing value
Burned Lime	CaO	179
Hydrated Lime	Ca(OH) ₂	136
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	109
Calcic	CaCO ₃	100
Basic Slag	CaSiO ₃	86

Source : Kamarudin, 1988

表3-2-2 土壌統毎の石灰施用量

Soil Series	Mapping unit/ Symbols	Application of lime (ton/ha)	
		pH 5.0	pH 6.5
Narathiwat	22 Nw-oi/d1&d2,m,a3	25	30
"	25 Nw-oi/d3,m,a1&a2	28	38
"	26 Nw-mk-oi/bs,a4	30	44
Munoh	19 Mu-ly/a4	20	30
Rangae	33 Ra-ly/a2	12	15
"	34 Ra-ly/a3	16	20
"	35 Ra-m, sub-ly/a2	12	15
Kab Daeng	14 Kd-oi/a3	20	35
Thon Sai	49 Ts-ly/a3	12	14

Source ; DLD

Remark ;1)Total neutralizing power in limestone is about 80%.

;2)Lime requirement is estimated by Woodruff method.

表3-2-3 土壤改良方法とその適用

Depth of peat (cm)	Depth of pyrite (cm)	Existing of jarosite	Soil series	Soil Improvement Techniques				
				Burning	Soil dressing	Leaching	Application Lime Fertilizer	Drainage
0 ~ 40	non	non	Bang Nara etc (Alluvial)				○	○
	0 ~ 50	non exist	Chain Yai Muno			○	○	○
	50 ~ 100	non exist	Range Muno			○	○	○
	100 ~ 150	non exist	Range Muno			○	○	○
	more than 150	non	Range			○	○	○
40 ~ 100	non	-	Kab Daeng	○	○		○	○
	40 ~ 100	-	Kab Daeng	○	○		○	○
	100 ~ 150	-	Kab Daeng	○	○		○	○
	more than 150	-	Kab Daeng	○	○		○	○
100 ~ 200	non	-	Narathiwat	○	○		○	○
	100 ~ 200	-	Narathiwat	○	○		○	○
	more than 200	-	Narathiwat	○	○		○	○
200 以上	non	-	Narathiwat	○	○		○	○
	more than 200	-	Narathiwat	○	○		○	○

Remarks: Fertilizer includes trace elements and manure.

表 3-3-1 湿地带での作物適応性

Acid-tolerance	Temperature	Water requirement and Annual rainfall	Wet Endurance	Effective Soil Depth	Groundwater table
<p><u>Highly suitable crop in soil PH around 5.0</u></p> <p>Pineapple Tea Cashew nut Mulberry Oil palm Sugar cane Para Rubber Pasture Upland Rice</p> <p><u>Moderate crops in soil PH more than 5.0</u></p> <p>Paddy Rice Garlic Corn Tomato Sorghum Pepper Cassava Cotton Kanaf Coffee(Arabica) Coffee(Robusta) Tobacco Groundnut Mungbean Okra Kale Sweet potato Watermelon Nanking shallot</p>	<p>Suitability in the range of 20 to 35°C</p> <p><u>Highly suitable crops</u> Pineapple Coconut Cashew nut Citrus Mulberry Mango Oil palm Rambutan Sugar cane Durian Para Rubber Mangosteen Pasture Lansa Upland Rice Tamarind Paddy Rice Chilli Corn Cotton Sorghum Kenaf Cassava Coffee(Robusta) Taro Tobacco Ginger (Virginia etc.) Soy Bean Okra Groundnut Kale Sweet potato Watermelon Nanking shallot</p> <p><u>Moderately suitable crops</u> (This range is a little high for crop growing) Longan Peper Lichee Tea Garlic Tomato Coffee(Arabica)</p> <p><u>Marginal crops</u> (This range is too high for crop growing) Potato Cabbage Lettuce Onion Chinese cabbage</p>	<p>Tree crops can be grown under annual rainfall of 1,500 to 2,000mm.</p> <p>For upland crops, minimum requirement of rainfall for about four months for crop growing is about 500mm.</p> <p>Crops with low drought resistance Upland Rice Cucumber Broccoli Potato Taro Ginger Soy Bean Onion Corn</p>	<p>The following crops are subject to wet injury.</p> <p>Sweet potato Watermelon Japanese radish Cabbage Chinese cabbage Nanking shallot Carrot Corn Sorghum Cassava Potato Ginger Soy Bean Groundnut Mungbean Tea Tobacco Tree & Fruit</p> <p>Soil porosity more than 18% is most suitable. Minimum requirement is 15%.</p>	<p>Minimum requirement of depth</p> <p>More than 15cm Paddy Rice Pasture Mungbean Onion</p> <p>More than 20cm Upland Rice Groundnut Tomato Tobacco Pineapple</p> <p>More than 25cm Corn Sugar cane Sorghum Garlic Cassava Chilli Pepper Soy bean Cotton Sesame Kanaf</p> <p>More than 30cm Potato Ginger</p> <p>More than 50cm Durian Mangosteen Coconut Lansa Citrus Garlic Mango Cotton Longan Coffee Lichee Para Rubber Rambutan</p> <p>Less than 100cm Tamarind</p>	<p>Suitable position of water table below ground surface</p> <p>Less than 15cm Mungbean</p> <p>Less than 20cm Groundnut Tobacco</p> <p>Less than 25cm Corn Sorghum Cassava Soy bean Pineapple Sugar cane Pepper Kanaf</p> <p>Less than 30cm Onion</p> <p>Less than 50cm Ginger Durian Oil palm Mangosteen Coconut Lansa Citrus Garlic Mango Cotton Longan Coffee Lichee Para Rubber Rambutan</p> <p>Less than 100cm Tamarind</p>

第4章 計画策定

4.1 基本方針

本章においては、問題土壌での開発戦略を策定する上での指針を示す。利用に当たっての手順は以下のとおりである。

- 対象とする地区を土壌、水資源及び排水条件によって区分する。
- 区分された地区毎に開発戦略をたてる。

(1) 土壌による区分

一般的に、土地及び土壌分類は、地区内の多くの調査データに基づいて行われる。しかし開発計画を目的とした場合には、地区開発に向けて必要となる単純化した要因によって区分することができる。そこで、土地区分にあたっての土壌要因は、泥炭層の厚さ、パイライト層の深さ及び土壌酸性度とする。その結果、次に示すような土地区分が考えられる。

区分番号	泥炭層の厚さ (cm)	パイライト層の位置 (cm)	ジャロサイトの有無
1	0~40	無	無
2	"	0~50	無
3	"	"	有
4	"	50~100	無
5	"		有
6	"	100~150	無
7	"		有
8	"	150以上	無
9	40~100	無	-
10	"	40~100	-
11	"	100~150	-
12	"	150以上	-
13	100~200	無	-
14	"	100~200	-
15	"	200以上	-
16	200以上	無	-
17	"	200以上	-

ここに示した区分の方法は、DLDの示した土壌統をベースにしたものである。実際には、土壌調査、分析項目及び土地の土壌条件等によって区分の方法が異なることも考えられる。以下に参考として他事業の例を示す。

スマトラのKarang Agun Projectの場合の土地評価の基準 (NEDECO) (Matondang, 1979)

1) 水田適正基準

泥炭層90 cm以下、25°Cにおける電導度8 mmho/cm以下、置換性ナトリウム20パーセント以下、n値(土壌の熟成度指数)2以下、傾斜5パーセント以下。

以上の条件を満たせば「適」と判定されるが、さらに大、中、小の適正分級に細分される。その基準は次表の通りである。

2) 畑地適性基準

泥炭層200 cm以下、泥炭層直下に潜在的硫酸性土層が存在しないこと、25°Cにおける電導度8 mmho/cm以下、置換性ナトリウム15パーセント以下、n値1.4以下。

以上の基準で「適」と判定されたものは、さらに次表の基準によって、大、中、小適性分級に細分される。

	適 性 分 級		
	大	中	小
水田			
潜在的硫酸性土層深 (cm)	100以上	50~100	50以下
泥炭層深 (cm)	40以下	40~90 (有機物が18~38パーセント)	40~90 (有機物が38パーセント以上)
畑			
潜在的硫酸性土層深 (cm)	100以上	50~100 (パイライト<2%)	50~100 (パイライト<2%)
泥炭層深 (cm) (有機物含量38パーセント以上)	40以下	40~90	90~200

この基準の妥当性についてMatondangは、いくつかの問題点を指摘している。

(2) 水資源の有効性

水資源は、開発戦略を立てる上での重要な要因の一つである。農業の可能性と土壌改良の程度は、この有効性によって決まる。そこで、土地は次のように区分される。

I-I ; 関連事業により、かんがい水が供給されることになっている土地であるので、水資源開発の必要はない地区である。

I-II ; 現在、水資源は有していないが、経済的であれば、将来地区の内外で新たな水資源施設を建設することができる地区である。

I-III ; 現在水資源はない。さらに、技術的にも経済的にも水資源施設を将来建設することはできない地区である。

(3) 排水の可能性

一般的に、泥炭/酸性硫酸塩土壌は低平地に分布しており、地区の多くは、厳しい洪水被害をこうむっている。そこで、排水状況は、開発戦略をたてる上での重要な要因となる。従って、排水条件によって、地区は次のように区分できる。

D-I ; 泥炭の沈下がある程度進行したとしても、重力排水が可能である地区である。一方、本地区が関連した排水事業の受益地内にある場合も含む。又、洪水被害も作物栽培にとってそれほど大きくない地区である。

D-II ; 流域内の地点標高や、泥炭層厚を考えた時、一部の地区では重力排水が可能である。又、現在、洪水被害もたびたび生じているような地区である。

D-III ; 地区は、広範な低平地の中にある。各水路標高や泥炭層厚から判断した時、重力排水は、全地区にわたり不可能である。現在、雨期には洪水が地区内に停滞している。長期にわたる洪水が、しばしば農民の営農活動を拒んでいる。

4.2 計画策定

上に述べた区分に基づいて定義された各ケース毎に、計画に向けての戦略を策定する。そこで、表4-1-1に示すように特徴づけられた各ケースに従って戦略を述べると、以下のようなになる(数字は表4-1-1に示すケース番号である)。

(1): 普通土壌地域における営農手法で開発ができる。泥炭が地区内にあれば、下層の土壌と混合していくことができる。

- (2): もしリーチングを適切に行っていくことができるならば、本地区は開発地区として計画できる。圃場から酸化物質を洗脱するために、豊富な水と排水路網が必要である。作物栽培には、石灰施用も不可欠である。又、かんがい水を供給することによって地下水位を維持していく。
- (3): 開発は、洪水被害程度により決定する。もし圃場内の酸性水が雨期の間には排水されることなく、地区内に停滞しているような状況であれば、雨期の作物栽培は限定される。重力排水ができる一部の地区では(2)と同じ方針でのぞむ。緻密な排水路で周囲をかこまれた高畝が、リーチングを行っていくのに効果的である。
- (4): 本地区は開発地区として計画する。まず、作土層の酸の溶脱に向けてリーチングを行う。酸性度に応じた石灰施用も行う。一方地下水位は、乾期には水を補給することによって維持していくようにする。
- (5): 開発は、洪水被害の程度により決める。(4)と同様に、リーチングと石灰施用を行う。土壌は年間を通じて、飽和状態に保たねばならない。作物は、湛水深と湛水時間に基づいて選定することになる。堤防と水位制御ゲートを必要に応じて計画する。開発の可能性は、(3)より大きい。
- (6): 本地区は、開発地区として計画する。開発可能性は高い。もし、表土が酸化されているならば、作付前にリーチングと石灰施用を必要とする。地下水位は、表土の酸化を防ぐために、地表面下100 cm以上の浅い点に保たねばならない。通常の営農手法を適用できる。
- (7): 開発戦略は、洪水被害程度によるが、(6)と同様である。湛水被害地区であれば、その湛水の状況に応じて、作付計画をたてる。
- (8): 本地区は、リーチング水量が十分であれば、開発地区として計画する。リーチング後、作物栽培に向けて石灰施用と土壌飽和を行う。開発可能性は、水資源利用可能量による。仮に、その可能量が小さければ、一部の地区では、土壌を攪乱しないような計画を立てる。

- (9): 開発戦略は、水資源の有効性と洪水被害の程度によって策定する。リーチングを行うには、高畝と密な排水路システムが必要である。しかし、長期にわたる湛水によって、圃場からの排水が適切に行われる可能性がないならば開発をやめ、保全地区として計画する。
- (10): 本地区は、リーチング水量が十分で有れば、開発地区として計画できる。パイライト層の酸化を防ぐために、地下水位は高く維持されねばならない。開発できる面積は、新たに開発した水資源利用可能量で決められる。
- (11): 本地区は、(10)と同様な対策によってアプローチできる。開発戦略策定では水資源利用量に加えて、洪水状況が主要な要因となる。年間を通じて地下水位を浅く維持できないならば、開発規模は小さくなる。
- (12): 地下水位がパイライト層より浅い位置で維持できるならば、本地区は、開発地区として計画できる。地下水位について何らかの対策が講じられるならば、通常の営農手法を適用できる。仮に、表土の酸化が促進されるならば、リーチングが必要となる。開発可能性は、水資源利用可能量による。
- (13): アプローチは(12)と同様である。もし洪水の程度が作物栽培にとって厳しいものであれば、堤防やチェックゲートの建設のような対策が考慮されねばならない。
- (14): 開発は段階的である必要がある。本地区が多雨地帯であれば、この雨を利用したリーチングの反復と、そのための水路網整備が土壌改良にとって重要である。石灰施用も又、作物栽培にとって必要である。しかし、作物の選択は限定される。仮に水路網の建設ができないならば、集約的な農業開発はできない。そのようなところでは、土壌を乱さないようにして土地保全を計る。
- (15): 本地区は、当面、未開発地区として計画する。しかし、重力排水可能地区では、(14)と同じアプローチをとる。一般的に、表土層の酸化を押さえるために水保全の対策を考える。

- (16): 開発方向は、表土の酸性度に応じて決める。仮に地下水位が乾期にパイライト層より下に下がり、表土が酸化していくならば、雨期の雨水を利用したリーチングが有効である。そこで、開発に当たっても土壌の攪乱は抑制していかなければならない。
- (17): 開発方向は表土の酸性度や洪水の程度によって決められる。アプローチは(16)と同じである。非重力排水地区では、高畝が作物栽培とリーチングにとって有効となる。地下水位は、パイライト層からの酸性物質の上昇を押さえるために、維持されねばならない。
- (18): 本地区は、地下水位が年間を通じて地表面下100 cm以浅に保たれるならば、開発地区として考えることができる。地下水位を管理するために、任意の地点にある種の施設を建設する。通常の農業手法を適用していくことができるが、作物の選択は、水資源が充分でないので限定される。
- (19): 開発アプローチは(18)と同様である。しかし、作物選定は、厳しい洪水被害地区内であるために、限定されたものになる。湛水防御や長期にわたる雨水の保全を目的として、堤防を建設することも考えられる。
- (20): 本地区は、開発地区として計画する。パイライト層の存在や広範な排水システムを考慮しつつ、泥炭の焼失や沈下を促進していく。水路網を、泥炭の水分状態をコントロールするために整備する。
- (21): 開発の方向は、洪水被害の程度に応じて決める。重力排水地区では、開発アプローチは(20)と同様である。許容できる沈下の程度は、地区周辺の水路システムに基づいて決定する。非重力排水地区では、作物栽培に向けて高畝が有効となる。本地区では、泥炭の過剰な焼失を防ぐために、排水は徐々に実施していかなければならない。
- (22): 本地区では、水を供給することによって農業を営むことができる。しかし作物用水だけでなくパイライト層の酸化を防ぐために多量の水が必要である。仮に、下層がパイライトを含む砂層であれば、リーチングは容易である。しかし、下層が粘土層であれば沈下を徐々に進めていくようにする。

- (23): アプローチは(22)と同様である。堤防や高畝が洪水時の非重力排水地区では有効である。
- (24): 開発の規模は、新たな水資源の利用可能量によって決まる。沈下の促進と共に、徐々に集約的な農業を展開できる。造成中に産出された酸化水は、下流地区に汚染被害を与えることなく排水しなければならない。
- (25): 開発の程度は、洪水被害の程度と水資源の有効性による。重力排水地区内では、(24)と同じアプローチとなる。非重力排水地区では、急激な沈下をおこすことなく農業を行っていく。もし洪水の程度が大きければ、この地区は保全地区として計画する。
- (26): 開発の規模は、開発した水資源の有効性による。利用可能量が、作物栽培や高い地下水位の維持にとって十分な量であれば、アプローチとしては、開発の方向となる。開発できる地区は水資源によって決まる。
- (27): (26)と同じアプローチをとる。しかし、開発地区は、洪水の程度に従って限定されてくる。もし乾期において水が有効であれば、作付面積は拡大できる。いずれにしても、開発は(24)の成果をみて行われるべきである。
- (28): 本地区は開発地区として計画する。しかし、水資源がないので作物栽培は限定されたものになる。そこで、造成は、泥炭の浅い地区から徐々に行うことになる。泥炭の焼失を避けるために、水保全をしなければならない。
- (29): 一部の重力排水地区では、開発は可能である。しかし、その開発も段階的であるべきである。泥炭層の厚さとそこでの重力排水可能深さの程度が、開発にむけての重要な要因となる。仮に排水がきわめて悪条件下にあるならば、本地区は保全地区として計画する。
- (30): 開発の程度は、水管理の可能性によって決められる。年間を通じて、水保全が行われるならば、一部の地区は造成することができる。しかし、作物選択は、水資源がないのでかなり限定されたものになる。開発は段階的に行う。

- (31): 洪水被害の大きな地区を除いて、(30)と同様なアプローチとなる。もし、地区が毎年
厳しい洪水被害をうけているような地区であれば、この地区は未開発地区として計画
し、あらゆる条件が整うまで、泥炭を保全していくようにつとめる。
- (32): 本地区は、開発地区として計画する。しかし、厚い泥炭が存在しているので、開発へ
のアプローチは徐々に行う。まず、排水が容易で、かつ泥炭層が比較的うすい地区か
ら造成を行っていくようにする。
- (33): (32)と同様なアプローチを試みる。しかし、全地区にわたり、造成はかなり限定され
たものになる。他地区での成果に基づいて開発を行うべきである。一方排水は、泥炭
の焼失を防ぐために、コントロールしていかねばならない。
- (34): (32)の成果に基づき、開発は段階的に行う。泥炭の農業利用は限定されたものにな
る。造成は、泥炭層が比較的うすい地区から行っていく。
- (35): 地区のほとんどを未開発地区として計画する。泥炭の焼失を防ぐための高い地下水位
維持のために多量の水が必要となる。造成を試みたとしても、農業利用地区は、非常
に限定されたものになる。
- (36): (35)と同じ開発戦略をとる。泥炭の焼失や乾期の地下水位維持のために、堤防や
チェックゲートが必要となる。
- (37): 本地区は、保全地区とする。地下水位の管理や洪水被害低減のために、適切な水管理
施設が必要となる。
- (38)、(39)、(40)、(41)、(42)、(43):
本地区は当分の間保全地区とする。具体的には、年間を通じて地下水位を維持、管理
するような対策をとる。あらゆる条件が整備されるまでの期間、泥炭土壌は、本地区
の植生バランスを保つ範囲の中で、乱すことなく保全していく。

表4-1-1 計画策定のためのケース番号

Thickness of peat layer (cm)	Existence of pyrite layer (cm)	Existence of jarosite		Index Number for Development Strategy Formulation								
				I - I			I - II			I - III		
		with	without	D - I	D - II	D - III	D - I	D - II	D - III	D - I	D - II	D - III
0 ~ 40	-	-	○	(1)								
	0 ~ 50	-	○	(2)	(3)	(8)	(9)	(14)	(15)			
		○	-									
	50 ~ 100	-	○	(4)	(5)	(10)	(11)	(16)	(17)			
		○	-									
	100 ~ 150	-	○	(6)	(7)	(12)	(13)	(18)	(19)			
○		-										
	150 >	-	○									
40 ~ 100	-			(20)	(21)	(24)	(25)	(28)	(29)			
	40 ~ 100			(22)	(23)	(26)	(27)	(30)	(31)			
	100 ~ 150											
	150 >			(20)	(21)	(24)	(25)	(28)	(29)			
100 ~ 200	-			(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)			
	100 ~ 200											
	200 >											
200 >	-			(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)			
	200 >											

Note

Availability of water resources

I - I; Sufficient water is supplied from relevant project.

I - II; No water resources at present. But, it can be constructed in future.

I - III; No water resources. And, it can not also be constructed in future.

Possibility of drainage

D - I; Gravity system is possible.

D - II; Gravity system is possible partially.

D - III; Gravity system is impossible.

参 考 文 献

- Vejarnsorn P. (1990), Extent of Major Soil in Narathiwat Swamps (Present physical condition of Narathiwat swamps).
- Pisoot V. and Montri L. (1987), Formation and Characterization of the Peat Swamps in Narathiwat Province, Peninsular Thailand.
- Phikultong Royal Development Study Center(1992), Peat depth in Bacho swamp.
- Phikultong Royal Development Study Center(1987), Research results of improvement of acid sulfate soil / peat soil.
- DLD (1986), Second International Soil Management Workshop Thailand / Malaysia, Classification characterization and utilization of peat land.
- Pojauss Mencharoen et al(1987), Limestone composition for agriculture from Ra Hapoom District, Songkla Province from a study on physical, chemical and mineralogical properties of limestone for agriculture in the southern part of Thailand.
- Edited by Y. Takai et al(1987), Coastal and inland salt-affected soils in Thailand
 - Their characteristics and improvement. -
- Edited by K. Kyuma et al(1992), Coastal lowland ecosystems in Thailand and Malaysia.
- 田中 明編、酸性土壌とその農業利用 (博友社)

JICA