

- 北部のN-1地区には、水源が確保できれば土壌改良が比較的容易な潜在的硫酸塩土壌地域が分布しているが、適切な水源もなく、開発に当たっての大きな制約要因となっている。又、N-3地区は、保存及び保護ゾーンに隣接しており、地区内泥炭層の排水によっては、すでに狭く限定されたこれらのゾーンの自然生態系に悪影響をおよぼすことも考えられる。N-4地区は、現在都市開発を中心とした種々の開発が進められていることから、将来農業以外の開発が進むものと思われる。
- 中部は、泥炭及び潜在的酸性硫酸塩土壌が広く分布している。開発に当たっては、M-2地区の一部を除くほとんどの地区で、水源の確保が必要であるが、開発の程度によってはバナナ事業の受益地に組み込まれることも考えられる。M-5地区は、排水河川としてバナナ川があるが、地区が低位部にあるために泥炭層の排水には困難が予想される。
- 南部は、潜在的及び活性的酸性硫酸塩土壌地区である。S-1地区の一部及びS-2地区の入植地には、ムノ水路からの灌漑水の供給が可能である。排水に関しては、いずれの地区もムノ事業地区内の排水流域内にあるために、新たな小規模水路の建設、及び既存水路の改修程度が必要になるものと思われる。

4.1.3 フィージビリティ調査地区

上記までの検討結果に基づき、次の3地区を代表的パイロット地区として選定した。

- | | |
|----------------------|------------|
| (1) N-2地区 (パチヨ地区) | A=2,640 ha |
| (2) M-2地区 (カブデン地区) | A=502 ha |
| (3) S-1地区 (ムノコクナイ地区) | A=756 ha |

これら3地区を図-7に示す。

開発ゾーンの開発は、これら3地区でのF/S調査結果に基づいて展開されることになる。そこで、他地区の開発方式を3地区に類型化すると、次のように考えられる。

地区型	地 区	概算面積(ha)
バチヨ型(N-2) (N-2)	N-1,N-3,N-4 M-1,M-5	7,880
カブデン型 (M-2)	M-3,M-4	2,880
ムノコクナイ型 (S-1)	S-1,S-2	1,930

4.2 バチヨ F/S 地区

4.2.1 位 置

本地区はMuang郡の北西部にあるKhok Kian区内に位置している。関係した村は、Khok Kian, Bu Ke Ya Mu及びBu Ke Chu Doで、地区面積は2,640 haである。本地区は、南と西を国道42号線、東を4136号線、北部をバチヨとThon村を結ぶ道路によって囲まれている。

4.2.2 地 勢

本地区は、バチヨ湿地帯内にあり、メラルカと雑草によっておおわれている。標高は3~4 mで、南から北へゆるやかな勾配がある。地区外の東部及び西部は道路網が発達しているが、地区内には2本の道路があるのみである。

地区は、東西の砂丘によって囲まれた海岸平野の中にある。北端には花崗岩の丘陵が、南端には礫岩の丘陵がみられる。花崗岩の基盤までの深度は20~30 mと浅い。この海岸平野は沖積体積物、主に海成粘土より構成されている。

浅層地下水面は、1992年11月に行った現地調査では地区の大部分で地表下1 m以内であり、東側の砂丘地で地表下約1 mであった。水質は、周辺地区では場所によって大きく異なる(付図D-1, D-9参照)。

4.2.3 土壌及び土地利用

(1) 土壌

本地区の土壌は、ナラチワート統とトンサイ統から成る。これらのうちナラチワート統が、全地区面積の約98%を占めている。トンサイ統は、わずか2%の地区に分布しているにすぎない(図-8及び付図E-5参照)。ナラチワート統は、厚い泥炭土壌群に属し、泥炭の厚さは1.0m以上である。そして、この統は、いずれもpH4.5以下の3つの泥炭の厚さの層に分けることができる。泥炭層の下層は、砂丘地に隣接して存在している海岸砂土を含んでいる海成粘土あるいは砂土で構成されている。

泥炭層の層厚の調査を行ったところ、その厚さは場所毎に異なっている(付図E-1, E-2及び付表E-6参照)。その結果、厚さが1.0m以下の浅い泥炭層が、北部の一部の小地域に存在している。これは、排水路の存在により沈下が促進されたこと、泥炭が焼却し消滅したこと及び下層が高い透水性の砂土であることによる。従って、このような地区は、農業開発に適しているといえる。他方、水路の上流地区は、厚い泥炭におおわれているので農業利用には不適と考えられる。土壌分析の結果は付表E-11~13に示すとおりである。

ベンチマーク杭を用いた泥炭の沈下観測によると、最近9ヶ年の沈下の平均値は、約4cm/年である。付表E-4-4にこれらに関する詳細を示す。

(2) 土地利用

本地区は、DLDの試験場となっている小区画を含め、ほとんどがメラルカ林である。地形図(縮尺1:5,000)を用いた現地調査によると、現在の土地利用状況は以下のとおりである(付表E-7、付図E-8参照)。

土地利用	面積 (ha)
メラルカ林	2,599
水路	33
道路	3
試験圃場	5
計	2,640

入植組合によって、地区内の一部が54農家に配分されたが、耕作は行われていない。

4.2.4 農 業

本地区周辺の多くは、泥炭の上に砂が被った砂丘地である。ここに栽培されている主な作物は、キャッシュナッツ、ココナッツ、ゴム、水稻であり、この他にグランドナッツ、マングビーン、とうもろこし、キャッサバ、野菜が僅かに栽培されている。家畜の飼養は、大型家畜である牛、水牛、豚は少なく、ニワトリとあひるは比較的多い。養魚については、周辺の砂丘地の中に数多くの溜池が掘られているが、実際に魚を飼っているところは少ない。

地区内の試験圃場に、ピクントンセンターが色々な作物を試作している。これらの現在の生育状況を観察した結果、とうもろこし、砂糖キビ、茄子、アブラヤシ、パイナップル、パパイヤは石灰と肥料を施用すれば、普通の土壌と変わらない生産があげられると思われる。ただし、地下水位の管理が悪いと生育に支障をきたし生産性が低下する。農民も色々な作物を試作しているが、他の普通土壌地域と比較すると、生育が悪い物もある。しかし、チリ、茄子を上手に栽培している農家もある。その農家によると、試作している作物の中では、パイナップルが最もよい収益を得ることができるということであった。また、一部ではゴムや果樹類の試作が行われている。

4.2.5 かんがい排水

本地区内には、灌漑システムはないが、排水に関しては、地区内に地区の中央を縦断する底中約12mのバチヨ水路と、これに連なる6本の小水路がある。バチヨ水路は、延長約22km、このうち自然河川区間が7kmである。7.5kmは地区内を走っている。小水路は、延長1.2km、中約3mで湿地帯内の排水に用いられている。

バチヨ水路には、湿地帯からの過剰排水をコントロールし、かつ海水侵入を防止するために3ヶ所に水門が設けられている。雨期には、この水路にそった低平地では、毎年洪水被害を受けている。RIDは自然河川内の水質の一層の悪化を防ぐために、本河川をさけて水路を直線化する計画をもっている。バチヨ水路における大きな問題は、海への流出口での滞砂による閉そくである。このため、ほとんどの時期に水路が機能しなくなっている。ただし、12月の2~3週間は洪水により排砂が可能となる。これら既存の排水システムを図-9に示す。

4.2.6 農家経済

(1) 一般状況

本地区内には村落は存在せず、農業は行われていないため、パチヨ湿地帯に隣接する 8ヶ村及びパチヨ入植組合の農家を対象に、農家経済調査を実施した。この項では地区周辺の農家経済の概況を記述する。(詳細は付属書 I 参照)

一農家当たりの平均世帯員数は 6.1 人で、その内 2.9 人が農業あるいは農外就業に従事している。同地区の農家は一戸あたり 22 ライの土地を所有し、その内 9.6 ライは泥炭地に位置している。農家は平均して 2.2 ライの米作、1.4 ライのゴム作、2.9 ライのココナッツ作及び 0.6 ライの野菜作等を行っている。家長の平均年齢は、50.8 歳で、その約 64% が義務教育の 4 年生レベルを終了している。

(2) 雇用と職業

パチヨ地区周辺の農家は、米作、ゴム、ココナッツ、野菜、畜産及びそれらを組み合わせた営農を行っている。しかしながら、家長の 90% は季節的に農外就業に従事し、わずか 10% が専門的に農業に従事している。

農家世帯員の就業状況を見ると、2.9 人が常雇あるいは臨時に雇用されており、これらの収入は家計費にとって重要となっている。

(3) 土地所有と土地利用

一戸あたり 22 ライの土地所有は、県平均の 25 ライより小さい。栽培面積は 11.1 ライで土地全体の 50% を占める。又、現在の土地利用の状況を以下に示す。

所 有 面 積	ライ	22.0
分 散 箇 所 数	数	3.6
耕作地	ライ	11.1
家屋	ライ	1.3
貸 地		
有料	ライ	0.1
無料	ライ	0.0
未耕地・放棄地	ライ	9.5
借 地	ライ	0.0

出所:農家調査 1992年10月

注:データは、バチョ地区周辺の農家経済調査の結果である。

(4) 農家収入

地区周辺の農家は、平均的に 44,432 パーツの現金収入を上げている。農家収入は農業収入と農外収入に分けられ、農業粗収入は13,347 パーツで、農外収入は農業粗収入の 2.5 倍に相当する 33,307 パーツである。

農業支出は粗収入の 17% の 2,222 パーツを占めるが、粗方的な農業を行っていると思われる。農家は家計費として 30,925 パーツを支出し、13,507 パーツを農家経済余剰として残している(表-7 参照)。

(5) 泥炭地域における農業生産

地区周辺の農家は、平均して 9.6 ライの土地を泥炭地域に所有している。その内 4.3 ライを耕地として利用しており、3.0 ライはゴムの若木地に利用している。

泥炭地では 5.4 ライの未耕地・放棄地が存在する。調査の結果では、農民の 53.6% が以前、泥炭地で耕作を行っていたが、現在放棄している。その土地では、強酸性化が進行して土壌が悪化する前は、平均してライ当たり 80kg の米の収量を上げていたようである。少数の農民は湿地に自生している草から手芸品を作製し販売したり、メラルカ木から炭を作っている。

4.3 カブデン地区

4.3.1 位置

本地区は Tak Bai 郡の Praiwan 地区内にあり、Thanon Tak Bai 地区東部に位置している。北部は Sapom 村の道路で、南部はバエング水路が境界となっている。地区は、Sapom 村と Khok Kraduk Mu 村を含み、面積は 502 ha である。

4.3.2 地勢

本地区は、カブデン湿地帯内にある。周辺地区の標高は 2~5 m であるが、地区は、海岸砂丘帯の中に細長く帯状にある湿地帯で、標高は約 2.0 m である。地区内には、2 本の排水路と道路、道路沿いの堤防及び小規模な農道がある。

地区一帯は沖積堆積物より成る海岸平野であり、浅層地下水の水面は、1992 年 10 月に行った現地調査では砂丘地で地表下 1~4 m にあった。水質面では pH は 3~7 の範囲に有るが、pH 3~4 の場所は限られている。電気伝導度はこの地区は低く、300 μ S/cm 以下である (付図 D-10 参照)。

4.3.3 土壌及び土地利用

(1) 土壌

本地区の土壌は、ナラチワート統、カブデン統、ランゲ統及びトンサイ統の 4 種の土壌統から成る。これらの分布状況は、ナラチワート統が全地区の 77% を占め、トンサイ統は 10%、カブデン統は 7% 及びランゲ統は 6% 分布している。カブデン統の泥炭厚は 1.0 m 以下で、地区の南部に分布している (図-10 参照)。

本地区内のナラチワート及びカブデン統は、表層の泥炭が、分解のやや進んだヘミック物質を含んでいる。pH 値は 5.0 程度で、すべての層においてバチョ地区より高い。これは、下層にあるパイライトの酸化が、土壌が湿潤状態にあることによって妨げられていることによると考えられる。

ランゲ及びトンサイ統は、潜在的酸性硫酸塩土壌群に属し、表層下 1.0m 以下にパイライト層を含んでいる。ランゲ統は、土壌 pH の程度によって、pH 4.5~4.9 のものと、pH 4.0~4.4 のものに分けられる。

トンサイ統は、砂丘地に挟まれて分布し、土性はランゲ統より粗い壤土で、pH 4.0~4.9である。調査結果の詳細を付図E-3、付表E-8に示す。又、土壤分析結果を付表E-11~13に示す。

(2) 土地利用

本地区は、以前に開発され、水稲が栽培されたが、その収量が低下するにつれ、農民は耕作をやめ、土地は放棄された。現在、本地区は、メラルカ林になっているが、一部雨期には、水稲栽培を試みているところもある。又、一部には、キャッシューナッツが植栽されている。適切な維持管理を行えば、水田として利用できる可能性は高い。地形図(縮尺 1:5,000)と現地調査によると、現況土地利用は次のとおりである(付図E-9参照)。

土地利用	面積 (ha)
メラルカ林	385
キャッシューナッツ圃場	16
草地	12
水路	12
道路	6
野菜栽培圃場	1
村落及び非農地利用	70
計	502

北側の地区は、森林局によって土地配分が行なわれているが、下流の南側は未配分である。

4.3.4 農業

地区内で、系統的な農業活動は行われていない。本地区に隣接した地区の農業は、バチョ地区と同様である。ここに栽培されている主な作物は、キャッシューナッツ、ココナツ、水稲であり、ゴム、グランドナッツ、マングビーン、とうもろこし、キャッサバ、野菜は僅かである。

家畜の飼養は、牛や水牛はバチョ地区よりやや多く飼養されている。家禽は庭先飼育が多い。魚の飼育は、バチョ地区と同様にあまり行われていない。

放棄された一部の地区では、泥炭層が浅いところで、一部の農家が、メラルカ林を焼いた後、再度水稻の栽培を試みている。

4.3.5 かんがい排水

本地区内には、現在排水路はあるが、かんがい施設は存在しない。しかし、RIDによるかんがい計画がある。計画によると、かんがい水は、バエング水路から、容量 0.3 m³/s の2台のポンプによって揚水された後、かんがい水路によって地区内に供給されることになっている。

地区内の排水は、地区の北から南に走る各々延長の異なる2本の排水路によって行われている。延長の長い水路は、地区の北端から中央部を通過している。この水路は、バエング川への落水口にある末端の水門まで続き、延長7.2 kmである。又この水路には、右岸の低平地からの排水をうながすための接続水路はほとんどない。もう一方の水路は、この水路からタクバイ方向に 500m 離れて存在し、延長は 1.6 km と短く、直接バエング川に注いでいる。

良質な水源は、バエング川のみであるが、水質について気をつけるために、年間を通じ、滞砂による河口閉そくにより滞水することと、この水路に排水が流入することを十分に考慮しなければならない。RIDは、このような水質悪化の問題点を抱えている。洪水については、毎年発生するが、湛水深や湛水期間は、他の2地区より小さい。既存の状況を図-11に示す。

4.3.6 農家経済

(1) 一般状況

本地区内では、ごくわずかな野菜栽培が見られる程度で、営農はほとんど行われていないので、地区に隣接する8ヵ村の農家を対象に農家経済調査を実施した。この項では、地区周辺の農家経済の概況を記述した。(詳細は付属書 I 参照)

一農家当たりの平均世帯員数は 5.7 人で、3.1 人が農業あるいは農外就業に従事している。同地区の農家は一戸あたり 19.7 ライの土地を所有し、その内 4.1 ライは泥炭地に位置している。耕地の中では、3.4 ライに米作、3.5 ライにゴム作、2.5 ライにココナッツ、0.7 ライに野菜作及び 0.5 ライに他作物等が栽培されている。家長の平均年齢は、51.4 歳で、その約 63% が義務教育の 4 年生レベルを終了している。

(2) 雇用と職業

地区周辺の栽培作物はパチョ地区周辺に似ており、米作とゴム作が中心であるが、同地区ではゴム作がより重要となっている。家長の半数は季節的に農外就業に従事している。農作業のほとんどは、家族労働力で賄われているが、収穫期には雇用労働も見られる。

地区の農家世帯員の就業状況を見ると、3.1人がナラチワート市内で臨時か常雇の機会を得ている。又、イスラム教徒の若い世代の中にはマレーシアに賃金労働者として出稼ぎに行く人もいる。

(3) 土地所有と土地利用

一戸あたり 19.7 ライの土地の内 19.6 ライが自己所有地、0.1 ライが貸付地である。現在、栽培中の土地は 14.1 ライで土地全体の 72% を占め、パチョ地区より土地利用率は高い。土地利用の状況を以下に示す。

所 有 面 積	ライ	19.7
分 散 カ 所 数	数	3.9
耕作地	ライ	14.1
家 屋	ライ	1.1
貸 地		
有料	ライ	0.0
無料	ライ	0.1
未耕地・放棄地	ライ	4.5
借 地	ライ	0.2

出所: 農家経済調査 1992年10月

注: データは、周辺農家の調査結果に基づいている。

(4) 農家収入

地区周辺の農家は、平均的に、47,704 パーツの現金収入を上げている。農家収入は農業収入と農外収入に分けられ、農業粗収入は 15,797 パーツで、農外収入は農業収入の 2.3 倍に相当する 35,960 パーツである。

農業支出は粗収入の 26% の 4,053 パーツで、これは南タイ平均の 38% より低い。農家は家計

費として 29,071 パーツを支出し、18,633 パーツが農家経済余剰となっており 3 地区の中で最も多い (表-7 参照)。

(5) 泥炭地域における農業生産

周辺地区の農家は平均して 4.1 ライの土地を泥炭地域に所有している。このうち 61% に相当する 2.5 ライがゴムの若木地として利用されている。一方、泥炭地域の中に 1.6 ライの未耕地・放棄地がある。調査の結果では、農民の 43.8% が以前、泥炭地で耕作を行っていたが、現在放棄している。その土地では、土壌が悪化する前はライ当たり 90kg の米の収量を上げていたようである。

4.4 ムノコクナイ地区

4.4.1 位置

本地区は Tak Bai 郡の中の Pron 区と Kun Thong 区にある。関係した村は、Khok Chum Bok, Khok Yang, Khok Nai, Khok Krathom, Khok Thurian 及び Khok Ku Wae で面積は 756 ha である。地区は、タクバイの町から約 5km 離れた、スンガイコロックへ向かう国道の右側に展開している。

4.4.2 地勢

本地区はもともとは平坦なトデン湿地帯の一部である。地区内のほとんどは伐採され、標高は 1~2 m である。地区内には、かんがい水路沿いに堤防があり、道路網は発達している。

コクナイ村を含む北西部は砂丘地のある海岸平野であり、南部はコロック川の氾濫平野である。浅層地下水の水面は、1992 年 10 月に行った現地調査では沖積地で地表下 1 m 以内、砂丘地では 1.5~3 m であった。水質面では pH は沖積地で 2~4 の範囲であり、砂丘地では 5 以上である (付図 D-11 参照)。

4.4.3 土壌及び土地利用

(1) 土壌

本地区は、顕在的及び潜在的酸性硫酸塩土壌で占められている。顕在的なものはムノ統土壌で、全地区の36%を占めている。潜在的なものはランゲ及びトンサイ統で、面積分布は55%と6%である。一部の小地域にナラチワート統の泥炭土壌が分布しているが、面積はわずか3%を占めているにすぎない(図-12参照)。

ムノ統は、粘着性が強く、表層の透水性は一般に低い。しかし、本地区内で試掘した時の土壌断面をみると、下層に亀裂が観察された。このために、高い透水性を示し、かつジャロサイトが生じていると思われる。ランゲ及びトンサイ統は、下層にパイライトを含んでいる。ランゲ統は、粘質で、トンサイ統は壤質である。土壌調査の詳細を付図E-4、付表E-9に示す。又、土壌分析結果を付表E-11~13に示す。

(2) 土地利用

本地区の中央部から南部にかけては、数年前に水田のために開発されたが、強酸性土壌であるために土地を放棄している。最近では、この地区は、一部にメラルカ林を残しているが、牧草地となっている。地区の高位部の一部は、パラゴム林として利用されている。地区の北部は、土壌条件が悪いために、メラルカ林で占められているが、一部小規模に牧草地がみられる。現地調査によると、現況土地利用は次のようである(付図E-10参照)。

土地利用	面積 (ha)
牧草地	374
メラルカ林	164
放棄地	67
村落	36
自然林	35
ゴム林	21
水路	19
水田	15
ココナツ圃場	14
道路	10
その他	1
計	756

湿地帯の保存ゾーンに隣接した一部の地区を除き、土地は農民に配分されている。

4.4.4 農業

地区のほとんどは、農業生産活動に利用されていない。本地区及び隣接地の土質は、重粘土で排水が悪いことから、ここに栽培される作物はほとんど水稲である。一方周辺の高位部ではココナツ、パラゴムが植付けられている。野菜などは庭先で自家用に栽培されている。家畜の飼養は、他の二地区より草地が多いためにかんである。しかし、酸性硫酸塩土壌での牧草は貧栄養であるために、家畜の肥大が悪いといわれている。一方、最近では家畜の糞尿によって肥沃化しつつあると考えられる。

近くを流れる灌漑用水を利用した、溜池による内水面漁業が数ヶ所見受けられる。1ヶ所当たり面積1.0ライで、4戸の農家が共同管理している。

4.4.5 かんがい排水

本地区には、RIDによって建設されたかんがい施設がある。かんがい水は、コロック川を水源としてムノ水路から重力取水される。しかし、水路内の流量によっては、特に2月から4月

にかけて取水のためにポンプが用いられる。このかんがいシステムによる受益地は、本地区を含めて6,200ライで、このうち3,000ライは、水稻栽培である。

本地区の排水は、トデン湿地帯から流れてくる3本の排水路で行われている。それらは、Khok Phai, Khok It及びKhatom川で、国道の近くで合流し、新たにLan川となり、Pu Yuに注いでいる。各水路には水門が設けられている。これらの水門は、湿地林の保全を目的として、RIDにより水路内の水位を標高0.5~1.0mに保つように操作されることになっている。地区の北東部と西部は洪水被害が大きく、湛水深0.5~1.0mが1~2週間続く。既存灌漑排水システムを図-13に示す。

4.4.6 農家経済

(1) 一般状況

本地区内では、一部で水稻作とゴム作が見られるが、ほとんどが放棄地で農業生産活動は行われていない。そこで、地区に隣接する7ヶ村の農家を対象に農家経済調査を実施した。この項では、地区周辺の農家経済の概況を記述した。(詳細は付属書I参照)。

一農家当たりの平均世帯員数は4.7人で、その内2.8人が農業か農外就業に従事している。同地区の農家は一戸あたり24.7ライの土地を所有しており、その内8.4ライは泥炭地に位置している。農家は10.6ライに雨期米作、0.6ライに乾期米作、0.7ライにゴム作、3.2ライにココナッツ作、0.5ライに野菜作等を栽培している。家長の平均年齢は、51.4歳で、その約86%が義務教育の4年生レベルを終了している。

(2) 雇用と職業

周辺の農家は、米作が中心である。アンケート調査の結果、95%の農民が米作は最も重要であると答えている。

農家世帯員の就業状況を見ると、2.8人が臨時か常雇の雇用の機会を得ている。家長の67%が農業を専業としており、他の2F/S地区より専業割合が高い。

(3) 土地所有と土地利用

一戸あたり24.7ライの土地の内24.2ライが自己所有地、0.5ライが貸付地である。24.1ライの所有地の他に、1.2ライの借地がある。土地利用の状況を以下に示す。

所 有 面 積	ライ	24.7
分 散 ヲ 所 数	数	4.2
耕作地	ライ	14.5
家屋	ライ	1.1
貸 地		
有料	ライ	0.1
無料	ライ	0.5
未耕地・放棄地	ライ	8.6
借 地	ライ	1.2

出所: 農家経済調査 1992年10月

注: データは、周辺農家の調査結果に基づいている。

(4) 農家収入

地区周辺の農家は、平均的に 34,754 バーツの現金収入を上げている。農業粗収入は 17,360 バーツで、農外収入は農業粗収入の 1.3 倍に相当する 22,192 バーツである。

農業支出は粗収入の 28% の 4,798 バーツを占め、同地区が他の 2 地区と比べて集約的な営農を行っていることを示している。農家は家計費として 29,751 バーツを支出し、5,003 バーツが農家経済余剰となっている (表-7 参照)。

(5) 泥炭地域における農業生産

地区周辺の農家は、平均して 8.4 ライの土地を泥炭地域に所有している。このうち約 3.5 ライがゴムの若木地として利用されている。泥炭地の中に 4.9 ライの未耕地・放棄地があり、調査の結果では、農民の 59.6% が以前泥炭地で耕作を行っていたが、現在放棄している。その土地では土壌が悪化する前はライ当たり 83kg の米の収量を上げていたようである。

上記 3 F/S 地区の現況を表-8 に示す。

表-7 農家収入と支出状況

(単位:バーツ)

項目	パチヨ地区	カブデン地区	ムノコクナイ地区
1.農業粗収入	13,347	15,797	17,360
2.農業支出	2,222	4,053	4,798
3.純農業収入(1-2)	11,125	11,744	12,562
4.農外収入	33,307	35,960	22,192
5.農家純収入(3+4)	44,432	47,704	34,754
6.農家支出	30,925	29,071	29,751
7.農家経済余剰(5-6)	13,507	18,633	5,003

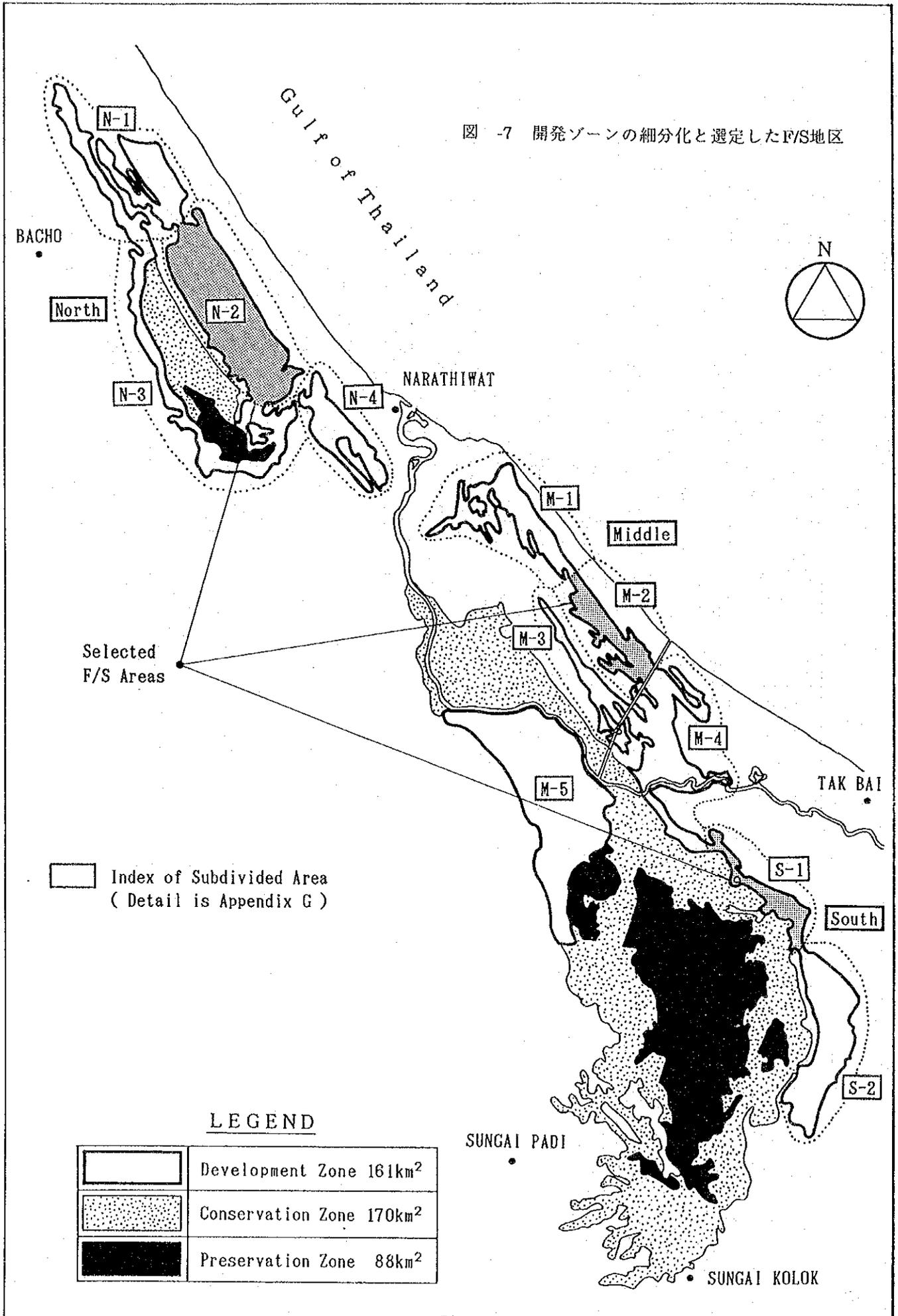
出典:農家経済調査、1992

注:F/S地区周辺農家の農家経済状況である。

表-8 3 F/S地区の概要

項 目		バチョ地区	カブデン地区	ムノコクナイ地区
地区面積 (ha)		2,640	520	756
土壌 (分布 割合)	厚泥炭	ナラチワート統 (98%)	ナラチワート統 (77%)	ナラチワート統 (3%)
	浅泥炭	-	カブデン統 (7%)	-
	潜在的酸性硫酸塩	トンサイ統 (2%)	トンサイ統 (10%) ランゲ統 (6%)	ランゲ統 (55%) トンサイ統 (6%)
	顕在的酸性硫酸塩	-	-	ムノ統 (36%)
地区標高 (EL.m)		3.0~4.0	2.0±	1.0~2.0
地下水位 (地表面下, m)		1.0±	砂丘地 1.0~4.0	砂丘地 1.0~3.0
現況土地利用		メラルカ	メラルカ	牧草地、メラルカ
周辺農業 (地区外)	作物	水稲、ゴム、 キャッシュ・ ナツ	バチョと同じ	水稲、ココナツ、 ゴム
	家畜	小規模(ニワトリ)	バチョとほぼ 同じ	牛、2地区より 規模やや大
	養魚	なし	なし	一部の地区
かんがい /排水	水資源	なし	一部を除き有効	一部の地区には 有効
	既存排水路	有	有	有
	湛水被害	水路周辺 0.5~1.0m 2週間	他の2地区より小	一部の地区 0.5~1.0 m 2週間

図 -7 開発ゾーンの細分化と選定したF/S地区



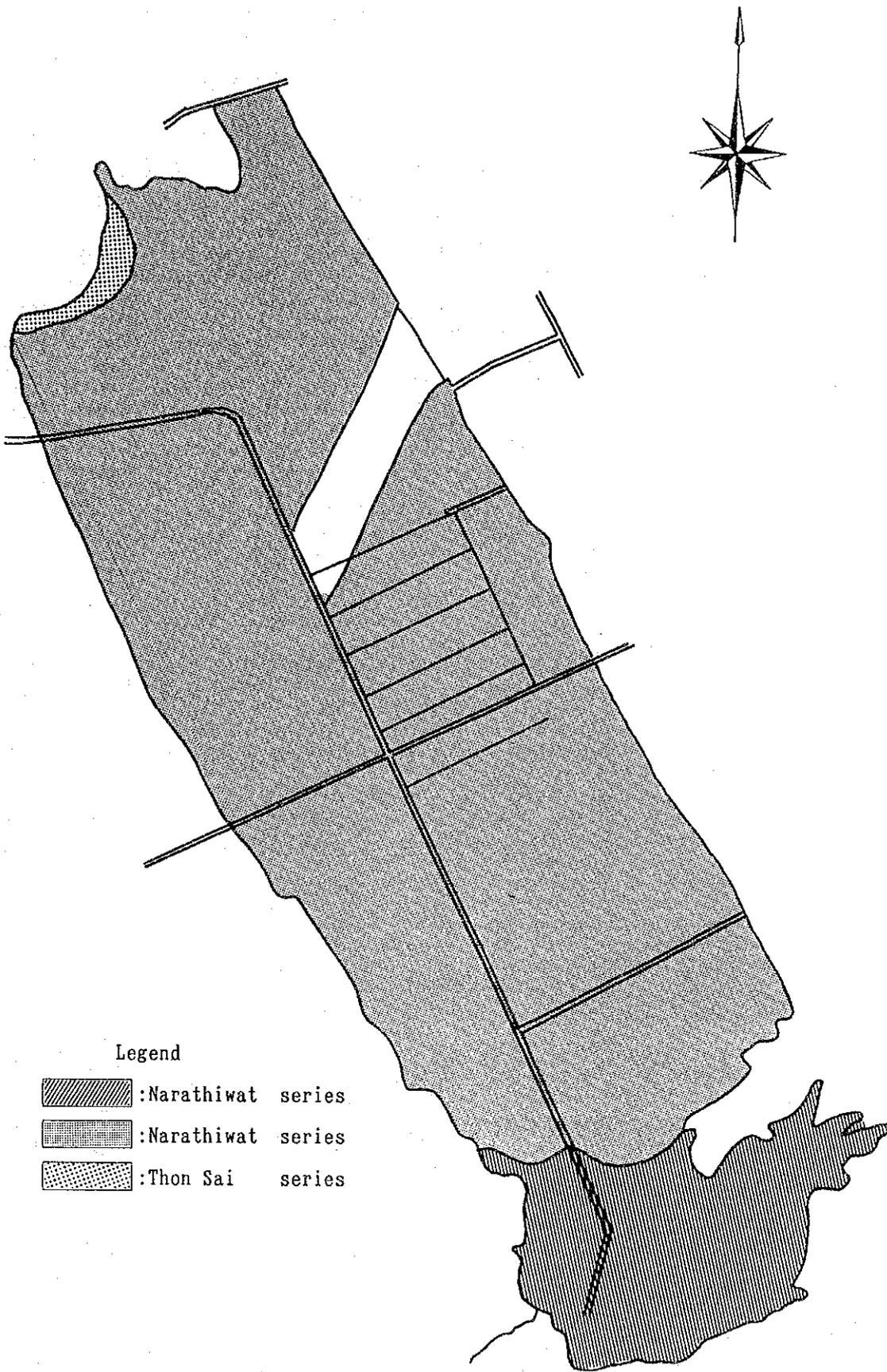


図 -8 パチヨ地区土壤分布図

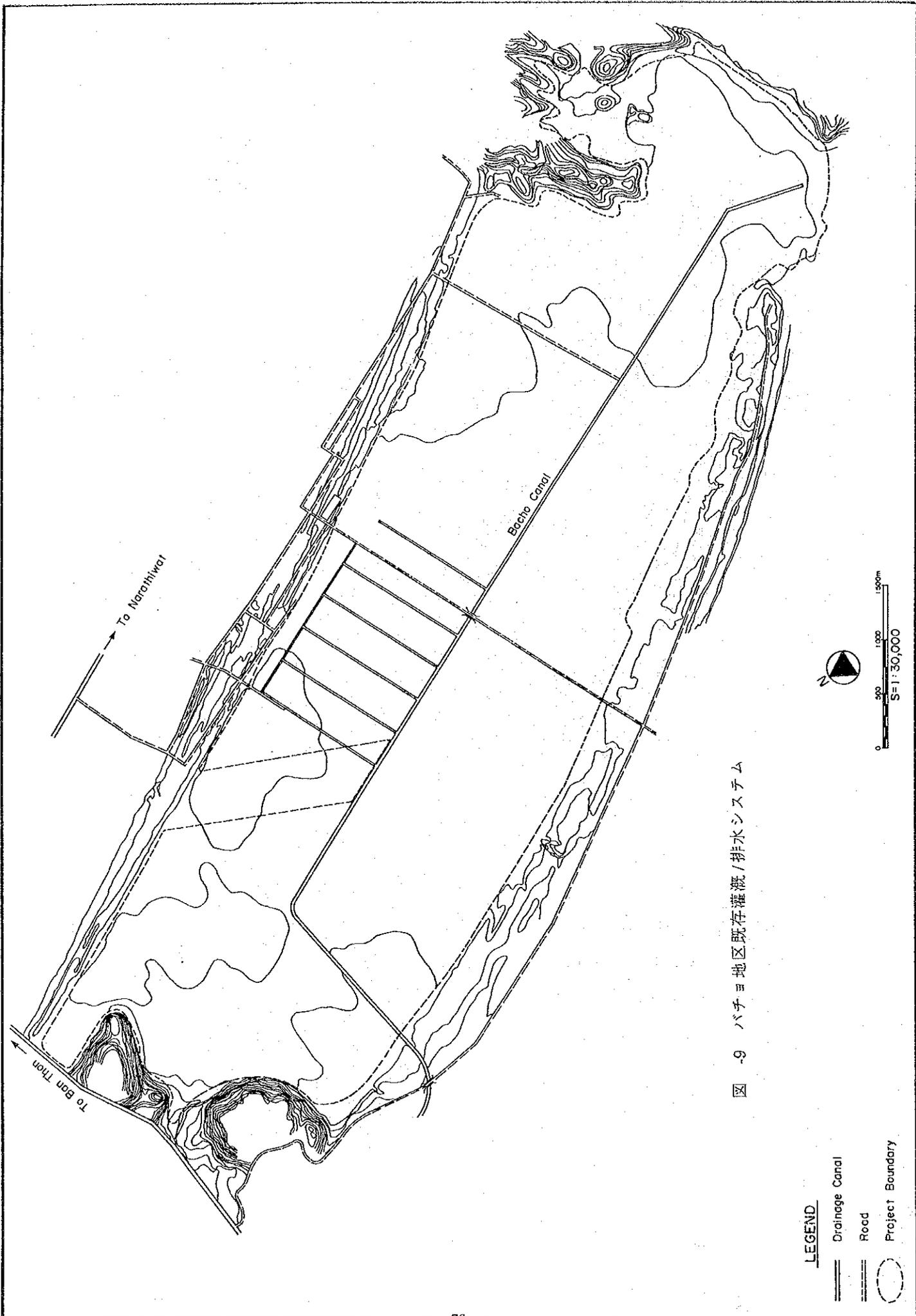


図 -9 バチヨ地区既存灌漑/排水システム

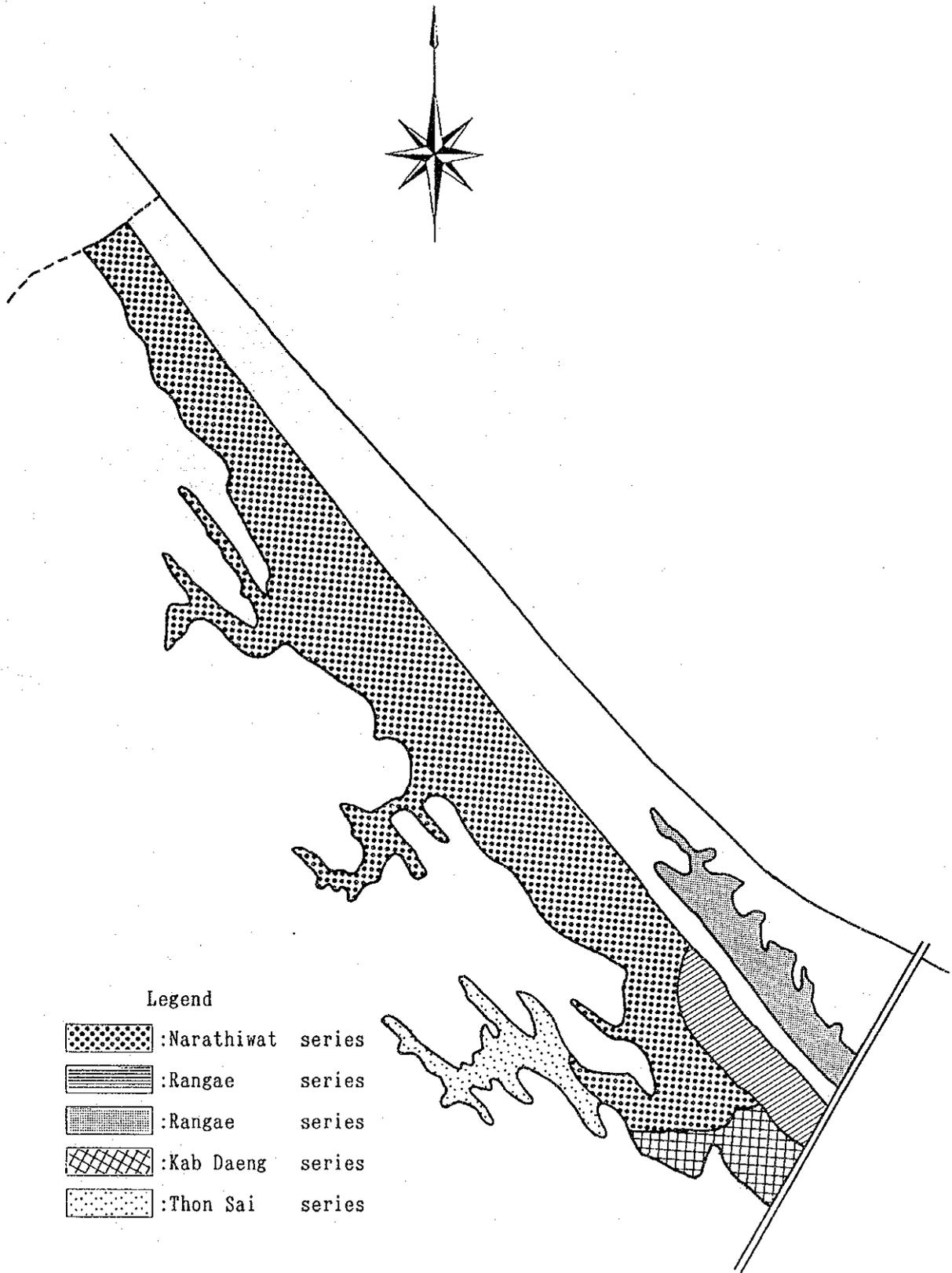


図 -10 カブデン地区土壤分布図

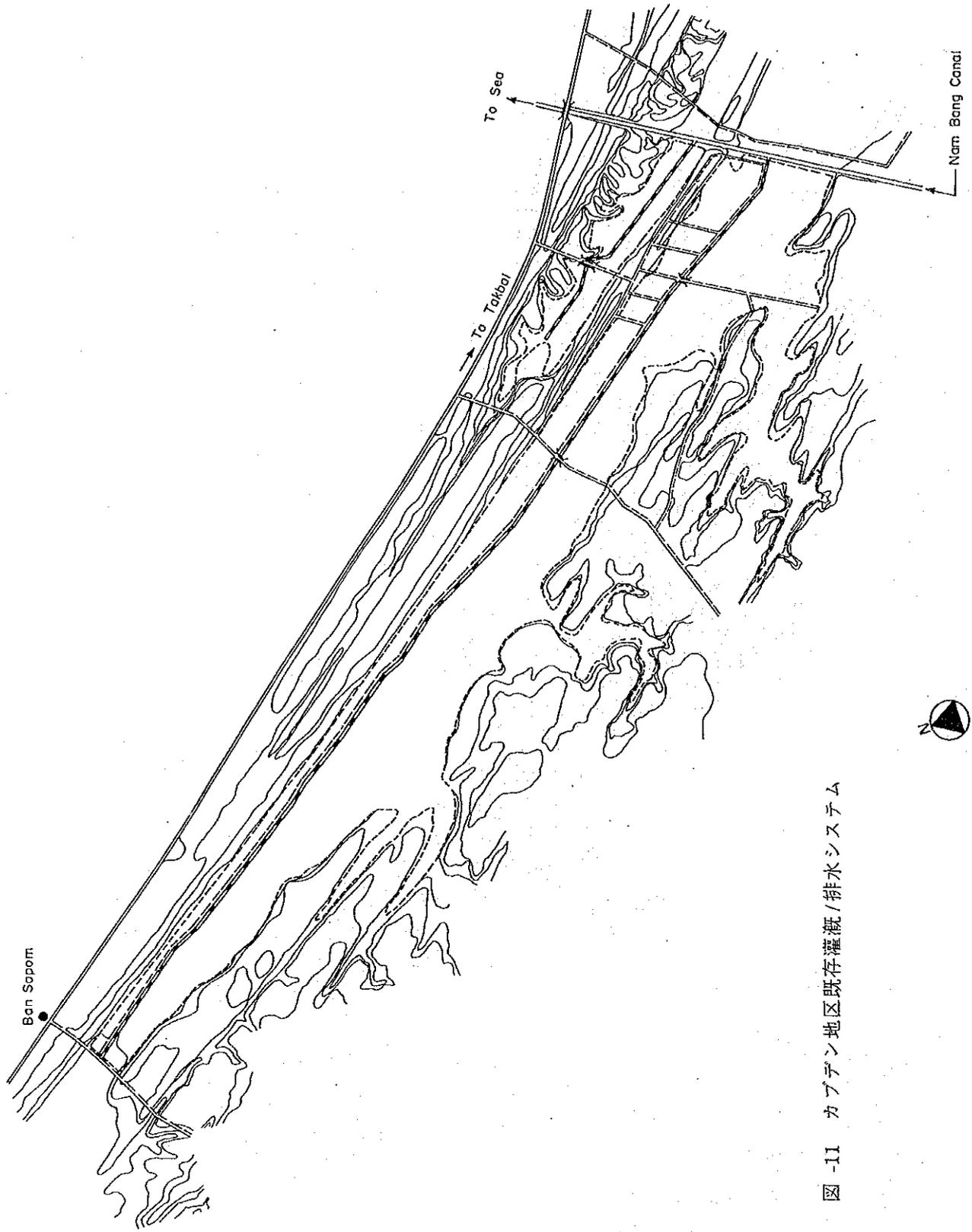


図-11 カブデン地区既存灌漑/排水システム

LEGEND

-  Drainage Canal.
-  Road
-  Project Boundary

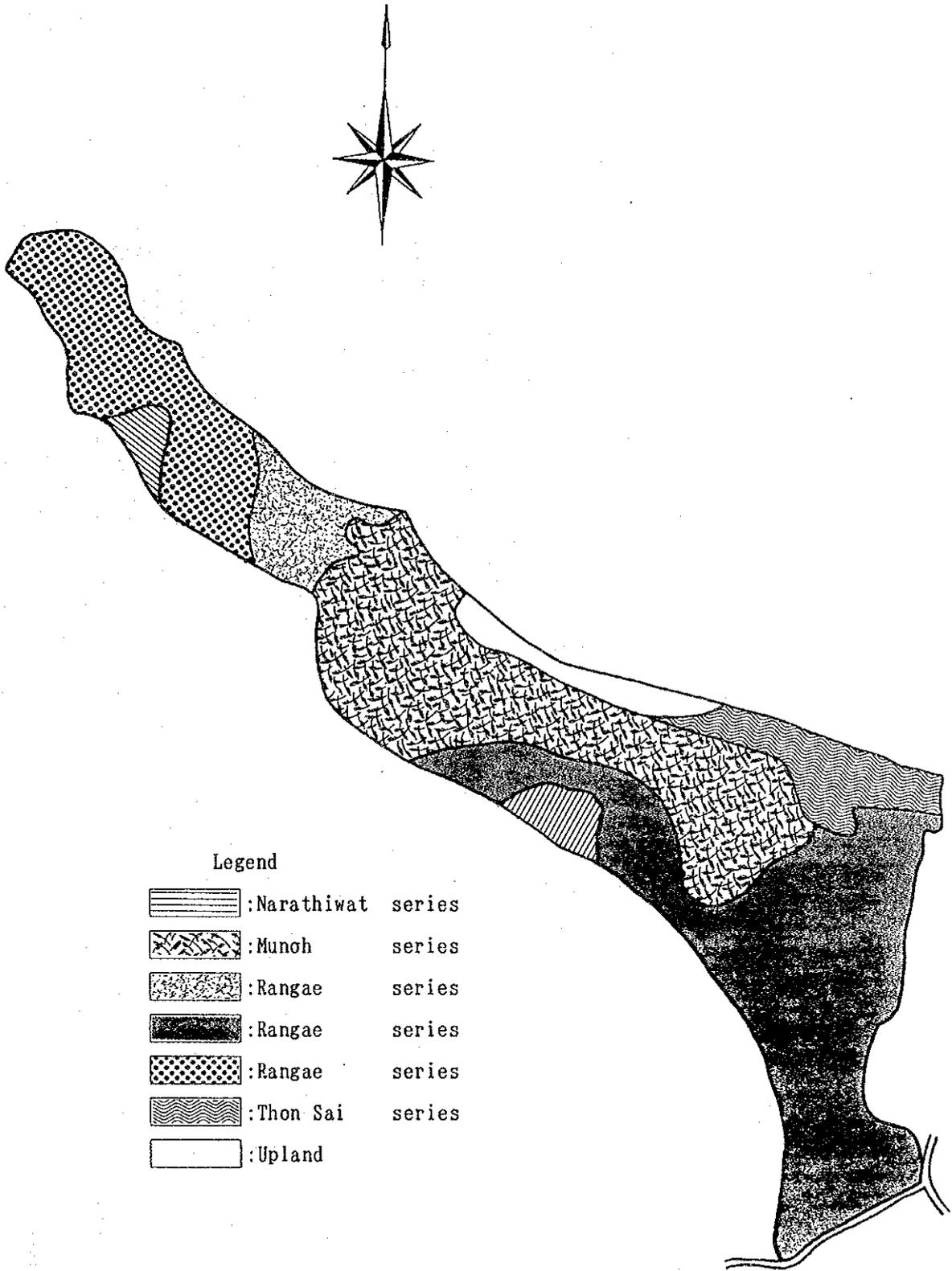


図 -12 ムノコクナイ地区土壤分布図

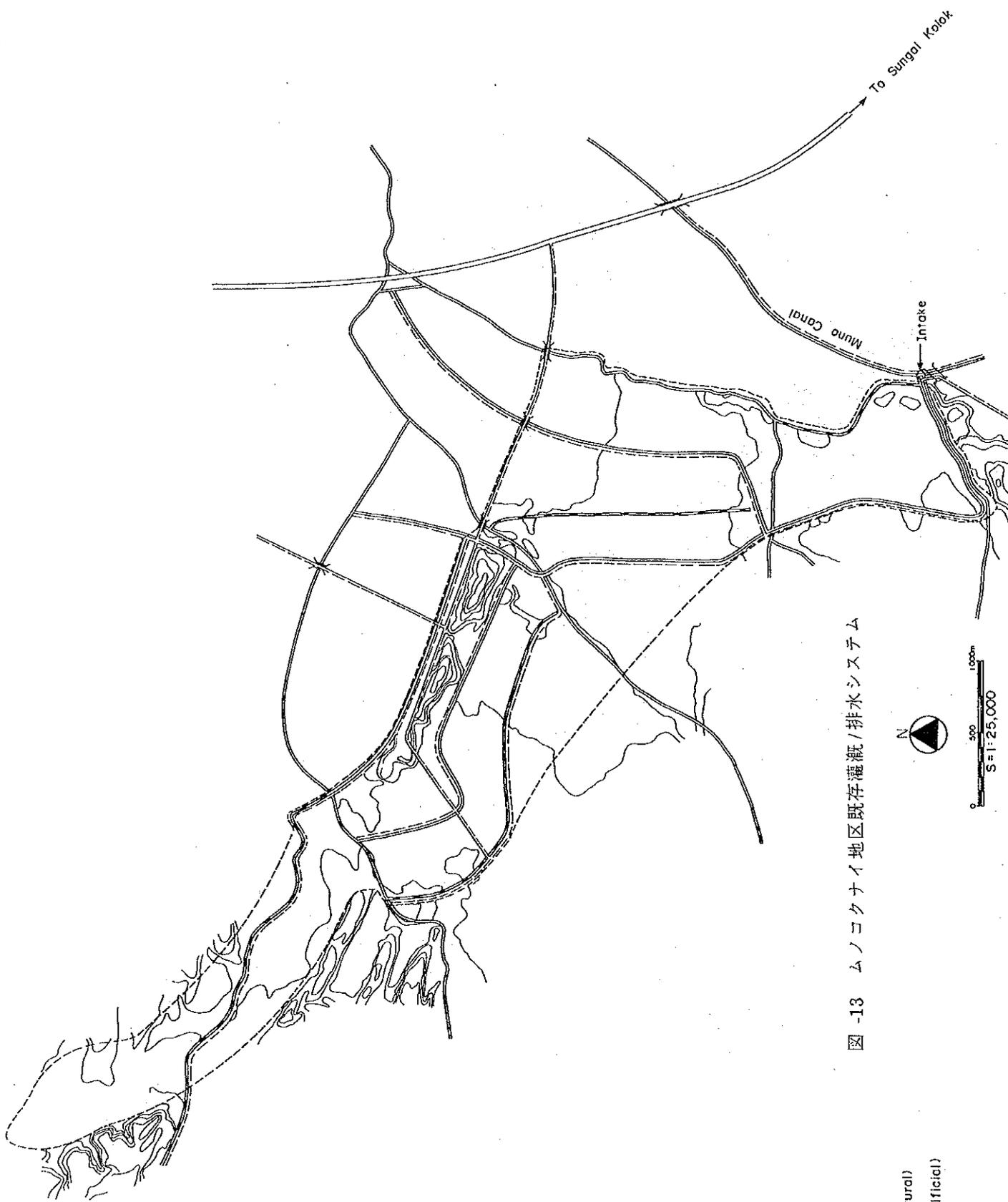


図 -13 ムノコクナイ地区既存灌漑 / 排水システム

LEGEND

-  Irrigation Canal
-  Drainage Canal (Natural)
-  Drainage Canal (Artificial)
-  Road
-  Project Boundary

第5章 開発計画

第5章 開発計画

5.1 開発目的及び事業構成要素

5.1.1 開発目的

ナラチワート県は農業地域として位置づけられており、農業部門が県総生産額の約40%を占めている。住民の多くは農業に従事しているが、県全域にわたり作物の生育を阻害している泥炭/酸性硫酸塩土壌が広く分布しているために、農家の農業所得は、他の南部地域及び国家平均に比較して低い。このような状況において、この地域の農業開発の目的を以下のように設定する。

- 泥炭/酸性硫酸塩土壌地域の農業を土壌、営農及び農業基盤の観点から改良することによって、この地域の農業所得の増大と地域間格差の是正を図りながら民生の安定をめざす。
- これらの土壌地域に持続的な農業を導入することにより、地域環境と自然資源の保全を図る。
- 他の類似土壌地域のモデルとなるような開発戦略を確立する。

5.1.2 開発戦略に向けての基本方針と環境影響

すでに、湿地帯では、農民による小規模な開発が試みられて来たが、開発した農地は、いずれも地力の低下とともに数年後には放棄された。そのような試みのくり返しによって、自然湿地林は不毛地に変わりつつある。従って、これらの湿地帯は、造成に伴う土壌特性の変化を考慮しつつ、長期土地利用計画を導入して、系統的に開発する必要がある。

開発計画の策定にあたっては、土壌改良が最大の問題である。その改良方針は、行政レベルにあっては実施可能な、又その改良手法は、農民レベルの日常的な営農活動の一部として適用可能なものである必要がある。又それらは、種々の分野からのあらゆる改良手法の複合的なものとなるが、経済的観点からの検討も必要となる。営農計画は、土壌改良段階での地力に対応した作物の導入計画に基づいて策定しなければならない。

湿地帯の開発には、泥炭の伐開、焼失、排水、耕作地造成、道路及び堤防建設が伴う。これらは、周辺地域の環境に重要な影響をもたらす。影響の程度は、開発方針及びその後の管理シ

システムにより異なる。従って、開発に伴う環境影響を慎重に評価する必要がある。

一部の保存/保護ゾーンに隣接した開発ゾーンは、湿地帯の生態系の観点からみた場合、いわゆる“緩衝帯”として位置づけられる。生態系は、一般的な経済評価システムの中では評価できないが、今日の地球レベルでの生態系の保存動向を考えた場合、湿地帯の貴重な生態系は保存されるべきで、開発計画策定に当たってはこれらの点について配慮する。

5.1.3 事業構成要素

上記開発目的を達成するために、次のような事業を実施する。

- 1) 湿地帯での環境保全と営農活動を可能にするために、農業基盤施設を有する耕作地を造成する。
- 2) 造成した耕作地に、土壌改良/保全や耐酸性作物の導入を可能にするために、圃場施設を整備する。
- 3) 整備した圃場での営農活動を通じて農民の生活安定を図るとともに、農民組織を確立する。
- 4) 本地域の土壌に対応した営農手法を確立、普及するために、調査・研究・普及活動を行う。

これらの事業を投資と便益の観点から考えると、本地区のような土壌地域では、他の一般土壌地域での農業と比較すると、土壌改良/保全にかかる対策が必要であることから、ある程度の農業生産を上げるために、多くの投資が必要となることはやむを得ない。又、定期的な石灰及び肥料施用のような維持管理は、本地区のような土壌地域で持続的な営農を行う場合、必要不可欠なものである。

5.2 バチヨ地区農業開発計画

5.2.1 開発基本方針

本地区の開発に向けての制約要因は、広範囲にわたる厚い泥炭層の分布と、水資源の不足及び雨期湛水である。

(1) 水資源開発の可能性

良質の水質をもつ水資源開発は、作物生育上必要であり、その状況は以下のとおりである。

- 表流水開発

本地区は、サイプリ川開発計画の受益地に含まれていない。そこで、ヤカン川の支流の1つである Pa Ra Du Be川が水源の1つとして考えられるが、現地調査の結果、乾期には水流は認められなかった。更に開発に当たっての問題点として、本河川から本地区への導水が、ポンプ揚水となる上に、導水路が湿地帯の保存ゾーンを走ることがあげられる。いずれにしても表流水開発には制約要因が多い。

- 地下水開発

開発の可能性については、データが十分でないので明確でないが、次のように考えられる。一般的に、地下水による灌漑システムは、実際的な水利用グループのもとで管理運営されなければならない。この場合、維持管理費も高くなる。従って、この様な泥炭地区の農業生産が不安定な初期の開発段階では、開発にはリスクを伴う。地下水開発に関連した予備的解析結果を付属書D-1に示す。

- 灌漑用溜池

溜池を地区内あるいは地区外に掘削し、雨期に雨水を貯留することになるが、農業利用を目的とした場合、その容量は大きくならざるを得ない。本地区の場合、地区周辺の砂丘地はすでに開発されており、溜池用地の確保は困難な状況にある。一方、地区内の泥炭層に建設した場合は、水質の維持や沈下に対応した池や水路の構造にする必要があり、建設費が高くなる。従って、開発の初期段階では大規模な溜池建設は不適である。

上記の状況から考えて、系統的な水資源の開発の可能性はない。従って、農業開発は小規模なものにならざるをえない。

(2) 泥炭地における水供給

良質のかんがい水を地表面に与え、重力水により根群域に供給する方法が、作物生育上最も効果的である。又、この水供給方法は、泥炭地においては、下層からの悪質な毛管水の上昇を

防ぐことになる。しかし、透水性の高い泥炭地において、毛管水上昇を押さえ続けるためには多量な良質水が必要となる。従ってこの方法は、水資源が不足している現状では適用できない。

そこで、地表面下の浅い地下水から、毛管補給によって根群域に水を補給することになる。しかし泥炭地においては、酸性水を根群域での水吸収の前に中和する必要がある。中和の方法として、石灰を施用する。

(3) 排水の促進

作土層の支持力強化と空気供給を目的とする泥炭層からの排水は十分に行う必要があるが、急速な排水促進は不等沈下をひきおこす。

5.2.2 土地利用計画

(1) 地区内のブロック化

本地区を、種々の条件を考慮し、次のような3ブロックに分ける。

- 開発ブロック

このブロックは、耕作地となるように造成する。地区内には地下水位を管理するために、水路及び水位調節施設を設けると共に、今後の営農活動のために圃場管理施設を整備する。

- 水保全ブロック

このブロックは、泥炭の消失をできるだけおさえるために、長期にわたり湿潤状態に保つ水保全地区とする。雨期の流出水を貯留し、下流への洪水被害を低減する調節池としての機能ももたせる。

- 未開発ブロック

このブロックは当面開発を行わない。従って、何らかの対策を講じない限り、現在と同様に泥炭の沈下、焼失、湛水及び分解が繰り返される。

上記のブロックは道路あるいは堤防で囲まれ、地区内の水位はチェックゲート等で個々にコントロールされることになる。

(2) 土地利用代替案

上記を考慮した場合、次のような土地利用代替案が考えられる。

ケース-1: 図-14に示すように、開発対象地区を、現在土地配分が完了している範囲のみにとどめる。この開発ブロックの南を水保全ブロックとする。下流域は未開発ブロックとする。

ケース-2: ケース-1の開発地区に加えて、これに隣接した南東部を開発ブロックに含める。この地区の泥炭層の厚さは1.0~1.5mと考えられる。隣接した既存道路の南側は、図-15に示すように水保全ブロックとする。

ケース-3: ケース-1及び2と同様な開発方針の元で、本地区全体に可能な限り開発ブロックを広げた場合である。その面積は水収支計算による。又、この場合の土地利用区分計画にあたっては、図-16に示すようにRIDによって計画されている新たな排水路の路線計画や、泥炭土壌分布状況を考慮する。

各ケースとも、農業基盤は同じ整備レベルにより実施される。各ケースの土地利用及び建設コストは次のとおりとなる。

項目	単位	ケース-1	ケース-2	ケース-3
1. 土地利用	ha			
開発ブロック	"	225	618	909
水保全ブロック	"	1,020	827	1,071
未開発ブロック	"	1,395	1,195	660
計	ha	2,640	2,640	2,640
2. 建設費	1,000パーツ	46,100	111,800	188,200
(ha当り建設費)*	パーツ	205,000	181,000	207,000
(ライ当り建設費)*	パーツ	32,800	28,900	33,100

*:面積は開発ブロック面積である。

単位面積当りの建設費では、ケース-2が安価である。しかし、本地区の開発に当たっては次の点が考慮されねばならない。

- 一般的に、泥炭地の開発は土壌を保全しつつ段階的に行われる必要がある。
- 泥炭地で農業生産活動等を行うには、多くの不確定要因があるために、農地が不備に造成されるならば、農民はこれらの土地での耕作に消極的となろう。
- しかし、既に配分が完了した土地に対しては、入植者の生活安定を計るために早急に開発する必要がある。
- ケース-2及び3はケース-1の成果に基づいて、将来容易に開発することができる。
- 技術的な問題として、本地区の泥炭の全面的な農用地利用に当たっては、泥炭層厚の分布状況、下層土の持質等の要因について詳細に調査する必要がある。

上記及び DLD と関連機関の開発基本政策を考慮し、本 F/S 調査のために、ケース-1を採用する。

5.2.3 水資源開発

南部の水保全ブロック 1,020 ha を水貯留地区として利用する。そこでは、雨期にできるだけ多くの雨水を貯留し、この水を次の乾期に、隣接した開発ブロックに泥炭層内の浅い地下水として供給する。必要な貯留量は、両ブロックの平均雨量を用いた水収支計算により求める。

(1) 蒸発散量

蒸発散量 (ET₀) は、FAO で用いられているペンマン法により求める。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ET ₀	4.6	5.0	5.0	4.9	4.2	3.7	3.3	4.1	3.6	3.6	3.3	3.4

(詳細は付表C-1に示す)

降雨と蒸発散量の関係から、水不足は一般に1月から4月に生じる。

(2) 用水量

有効雨量と作物消費水量により10日単位で求める。下層からの浸透ロス₁は1.0 mm/day とする。

開発ブロック： 有効雨量は雨量の75%とし、上限は作物消費水量とする。

水保全ブロック： このブロック内の植生により水は消費される。この植生を維持するための用水量は、雨量と植生の消費水量により求める。

水収支計算： 用水量計算結果は次のとおりである。

ブロック	面積 (ha)	用水量
開発ブロック	205	344 mm (704,000 m ³)
水保全ブロック	10,200	566 mm (5,773,000 m ³)

注：- 水保全ブロックの Kc 値は、1.0 とする (付属書 G-6 参照)

- 開発ブロックの用水量は付表 G-5-B に示す

(3) 必要貯留量

上記の用水量と、水保全ブロックから開発ブロックへの搬送時の効率を、地下水流の不確定要因を考慮して50%として水収支計算すると、必要貯留量は6.3MCMとなる(付表G-6-B)。結果として、最大必要貯留水位はEL 3.90 mとなる。これを水深で表わすと、既存道路付近で表面上0.5~0.7 mである。泥炭層内の貯留水は、泥炭が高い透水性と空隙を有していることから容易に流下することができる。

5.2.4 土壌改良/保全計画

(1) 火入れ

先ず最初に火入れを行い、開発ブロック内の泥炭木材、樹株、雑草等の障害物を焼却することが必要である。それらの灰化は石灰、燐、加里及び硫酸銅の補給に効果があり、また火入れは病虫害の発生防止にもなる。しかし、周辺的环境に与える影響を考え、計画的に行う必要がある。

火入れを実施する場合、延焼の危険性がある。そこで、火入れの方法としては、切り株や雑草などの燃やすものを数カ所に集積して火入れを行い、その後灰化したものを適切な管理の下で開発地内に散布することが望ましい。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。

(2) 土壤改良手法の検討

本地区で作物栽培を行い農業生産活動を行うには何らかの土壤改良資材を投入し、土壤pHの矯正を図らねばならない。この場合の矯正目標値は、アルミニウムの活性化を防ぐ意味でpH5.0とする。改良方法としては、(1)客土、(2)石灰施用がある。

- 客土

客土は、既に述べた種々の問題を統合的に改善する最も効果的な方法であり、特にファイブリック(未分解の繊維質性)な泥炭には適している。タイ国では、コスト面を考えるとあまり一般的でないが、本地区の場合、以下のように考察される。

理想的には、ドロマイト等のような良質な石灰資材を客土するのがもっとも土壤改良対策として望ましい。しかしながら、この土壤改良資材費は一般に用いられている石灰より高価であるので、一部の集約的農業地域に適用すべきものである。

一方、質は落ちるが安い客土材料を湿地帯周辺から得ることができる。そこで、泥炭土壤地域周辺で客土材料の調査を行った(付図E-5、付表E-10及びE-10-2参照)。しかし、肥沃な土壤地帯は、既に水田やパラゴム林として活用されており入手は困難である。また湿地帯周辺の丘を切り崩して、土木建設資材用に採掘している所が数カ所あるが、礫まじりの土で、建設用には良いが客土材料としては不適である。台地の畑土壤地帯及び山麓での調査結果によると、道路建設に用いられているラテライト質土壤は、酸性が強く(pH4以下)客土材料には適しない。また採取の対象となる土層は、表層及び粘土が集積している次層であり、約1mの厚さである。賦存量は、全F/S地区を客土するのに十分な量であるが、pHがいずれも5.0以下であることから、施用に当たっては、石灰との併用が必要である(付表E-10参照)。なお、客土深は、根群域を考慮した場合、一律に20 cm必要である。

- 石灰施用

当地域の近くで最も効果的石灰資材は、ヤラ及びソンクラ県から産出されるライムダストであり、それは炭酸カルシウムを70-91%含有している(付表E-14-1参照)。本地区の土壤は、ナラチワート統であり、pH5.0の目標値にするための石灰要求量をWoodfuff法で求めると30トン/haとなる(付表E-14-4参照)。しかし、石灰は、その効果が限定されているので、pH5.0を維持するには、4年毎に必要な量を施用しなければならない。

経済比較

両方法の経済性を比較すると次のとおりである。

① 石灰

1.0トン当たりの単価は次のとおりである。

項 目	全額(パーツ)	備 考
資材費	300	運搬含む
施用人件費	120	1.2人/t
計	420	

事業期間を30年とすると、石灰は7.5回投入となるのでha当たり総投入費は94,500パーツとなる。

② 客土

1 m³当たりの単価は次のとおりである。

項 目	全額(パーツ)	備 考
資材費	70	運搬含む
施用人件費	50	0.5人/m ³
計	120	

客土は初期の投入のみであるので、ha当たり投入費は240,000パーツとなる。

本地区の客土の場合、石灰との併用が必要であるのでさらに高い投資となる。従って、本地区のような、泥炭地の初期の開発段階においては、当面石灰施用によって、土壌改良を行うこととする。今後、集約的な農業が展開できるようになれば、客土もより一般的な方法となろう。

(3) 石灰施用方法

石灰の施用方法は、一般的に圃場に均一に全面散布する。そして、水稻栽培の場合は、石灰は15 cmの深さに前層混合する。畑作物の場合は、石灰を全面散布した後、畝をつくる。その結果、石灰は畝の底及び畝中に分散される。果樹の場合は、石灰は、植え穴の底及び土壌と混合

するように施用する。その量は畝幅率と穴の深さによって決まる。投入後毎年、作付け前にpHを測定することを原則とする。さらに4年毎に再矯正する際には、作物に適したpH値に応じた石灰量をWoodfuff法による石灰要求量により算出して施用するようにする(付表E-14-3参照)。

(4) 多量要素の施用

アルミニウムの毒性を緩和するために、磷酸資材の施用が有効である。また、泥炭中の加里も極端に少ないので、加里の施用が重要である。更に、鉄過剰症にも加里の施用が有効である。

(5) 微量要素の施用

微量要素(銅、亜鉛、硼素)の施用もまた必要である。これらの要素は硫酸銅、硫酸亜鉛、硼砂として、各々20 kg/haを施用する。開発ブロック面積204 haに対しては各々4,080 kgが必要となる。硼砂は適用量範囲が狭いので、施用に当たっては、やりすぎないように注意が必要である。これらの肥料は必要に応じて葉面散布も出来る。その他、緩効性の総合微量要素や微量要素を含んでいる鉍滓肥料があるので、その活用も考えられる。

5.2.5 農業開発計画

(1) 作物選定

本地区においては、基盤整備とともに石灰を施用したとしても、泥炭内に有機酸があるために、土壌を完全に作物栽培に適したように矯正することは難しい。従って作物選定に当たっては次の点を考慮する。

- 土壌 pH が 5.0 以下となっても生育が可能であるもの
- この地域の平均気温 25~29°C で生育が良好なもの
- 水稻は、高位生産品種より在来種の方が酸性に対する適応性が高く収量が多い。
- 畑作物については、強い耐湿性を有していること、又野菜栽培では、連作障害が生じる場合がある。そこで、野菜、イネ科作物及びマメ科作物の輪作栽培を行い、土壌の浄化、深耕及び地力の増強を図る。
- 作物は、現在試作されているものからその市場性を考えて選ぶ。

- 樹木作物については、高畝栽培が望ましい。そして、泥炭土壌は地耐力が小さいことから、樹高の低いものを選ぶ必要がある。

検討の結果、次のような作物が代表的なものとして選択される。

- ① 水 稲：在来種
- ② 畑作物：土壌矯正後、デントコーン、ベビーコーン、マングビーン、大豆、ロングビーン、チリ、ナス、トマト、キュウリ、オクラ、カンコン、中国ケールの栽培が可能である。
- ③ 樹木作物：アブラヤシ、パイナップル、バナナ、パパイヤ、桑等が考えられる。アブラヤシ、バナナ及びパパイヤの市場性や、地区内の蚕の飼育技術等を考慮し、本地区内には、酸性に強く、低樹高で、かつ市場性の高いパイナップルを導入する。

(2) 計画作付体系

作付計画面積は、ブロック面積や減歩率を考慮すると、204.4 ha (1,277.5 ライ)である。そこで、作付は、入植者の主食である水稲を、全地区の約60%の120.6 haに、換金作物である畑作物を地区の約25%に、同様に果樹(パイナップル)を地区の約15%の30.4 haに作付ける計画とする。この他に、内水面漁業用の池を2.16 ha (13.5 ライ)に設けた。

作付地域は、畑作は、管理作業が便利となるように集落の近くに、果樹は高畝栽培にするために比較的高位部に設定する。水稲は、バチョ水路に隣接した比較的低位部に計画する。従って計画作付体系は次のようになる。

水 稲：120.64ha (754 ライ)、雨期作のみとする。

畑作物：51.2 ha (320 ライ)、雨期をはずして2期作を行う。イネ科、豆科作物及び野菜の輪作体系とする。

樹木作物：30.4 ha (190 ライ)、パイナップルを周年栽培する。

図-17に作付パターンを示す。

(3) 栽培法上の注意

作物の栽培法について、泥炭土壌で特に問題となる点は以下のとおりである。

- 1) 泥炭土壌は栄養分が少ないので、栽植密度は一般土壌の標準より粗植にする。
- 2) 泥炭土壌では微量元素(銅、亜鉛、鉄及びホウ素)が欠乏しているので、これらを施用する必要がある。特に水稲では不稔防止のため銅の施用が必要である。また、ホウ素欠乏による生理障害が発生しやすい双子葉作物は、単子葉作物の10~20倍位のホウ素が必要である。
- 3) 泥炭土壌は、膨軟で保水性が高く、かつ地耐力が弱いので、地下水は60cm以下にコントロールする必要がある。支柱が必要な場合は合掌仕立てとする。
- 4) 野菜は連作障害が発生しやすいので、輪作によって障害を回避する。つまり、イネ科作物で土壌を浄化し、豆科作物で地力の増強を計りながら、野菜栽培を行う輪作体系を組む。しかしながら、障害が発生しやすいナス科作物(チリ、トマト、ナス、ピーマン、馬鈴薯等)では、3~5年休閑する必要がある。瓜科作物(胡瓜、西瓜、メロン、南瓜等)も2~3年の休閑が望ましい。

(4) 作物収量

土壌pH5.0とするために、石灰をライ当り4.8トンの割合で投入するとすれば、初年度からある程度の作物収量を上げることは可能である。しかし泥炭土壌は、低肥沃度である上に微量元素が欠乏している。従って目標収量を達成するためには、Ca, Mg, B, Cu, FeそしてSiを、肥料三要素の他に、作付初期に施肥する必要がある。

一般に、泥炭土壌は、有機酸が徐々に溶解して出てくるために、酸性の矯正は難しい。従って、泥炭が残っている限りにおいては、普通土壌でのような一般的な目標収量に到達することは困難といえる。

従って、目標値は、ピクントン王立開発研究センターの試験値、三要素供給量からの計算値、農家経済調査の結果及び当該郡の統計データに基づいて決定した。その結果、選定した作物の目標収量は表-9のとおりとなる。

(5) 生産高

上記の目標収量と計画作付面積より、作物毎の生産高は表-10のとおりとなる。

畑作物については、実際には、種々の輪作体系が考えられる。例えば、表-10の中で現在の市場性を考えた時、最も換金性の高い作物の組合せは、ベビーコーン、ササゲ及びチリによる輪作となる。

一方、畜産計画に関連し、計画作付体系を実施した場合、次のような飼料が生産できる。

作物	収量 (kg/ライ)	面積 (ライ)	生産高 (トン)
稲藁	187.5*	754	141
トウモロコシ及び 豆類の残渣	1,500	213	320

注) *: 稲藁はもみ収量と同程度とし、損失量の約50%とした。

(6) 内水面漁業計画

本地区において、農作業の合間に内水面養魚を営むことができる。この地域の主要な魚類はキャットフィッシュやテラピアで、飼養期間は約3ヶ月程度である。これらの稚魚は、ナラチワートにある水産局から入手できる。飼料としては、畜産の副産物や米ぬか等が利用できる。

養魚池は、砂丘の近くに1ヶ所計画する。しかし、この池は、農民グループによって適切に運営されることが必要である。1農家あたりの池敷を400m²とすると、全池面積は54農家を対象として21,600m²となる。これらの池では、飼養の前に、ライ当たり平均6~8トンの石灰を散布しておく。初年度の飼養の後、その量はライ当たり平均3.5トンに減ずることができる。5年目以降は、石灰はさらに減じることができると思われる。

捕獲は年に2回とする。第1回目は、落水せず網で捕獲し、2回目は落水した後漁獲する。全漁獲高は、水産局の基準により算出すると、年当り40トンである。従って、えさ等のあらゆる条件が整備され、かつ適性に運営されるならば、1農家当り年5,000バーツの収益を得ることができる。

(7) 畜産計画

本地区では、牧草は栽培しないが、稲藁、トウモロコシ及び野菜の残渣が飼料として利用できる。本地区において牛1頭を飼養するためには、年間2,190kg(乾燥牧草)の飼料が必要で、これらは毎日与えねばならない。そこで、牛の飼養は稲収穫後に水田で繁牧し、トウモロコシ及

び野菜の残渣は刈り取り運搬して、庭先に繁殖した牛に与える。このようにすると1農家当たり約4頭の牛の飼養が可能である。

養鶏も同様に、米ぬかやくずトウモロコシを飼料として、行うことができる。1.5kgの鶏を飼育するためには、年間33kgの飼料が必要である。仮に、1農家が約20羽飼育しようとする、必要な飼料は660kgとなる。この場合、地区内で生産した飼料量では、飼養している鶏をまかなうことができなくなるので、飼料を地区内から得るためには、デントコーンを栽培すると良い。

家畜の糞尿利用

一般に、牛は日中は放牧、夜間は牛舎で飼養され、その糞尿は年間5.5トンである。これらのうち、夜間の量は約1.0トンである。従って、1農家が4頭飼育しているとする、平均4.0トンの糞尿を得ることができる。これらを堆肥として利用する。

鶏糞も又同様に生産される。その量は、1農家が20羽飼育しているとする、年間1.1トンとなる。この鶏糞はリン酸の含有率が高いことから、酸性土壌に対する有効な肥料となる。

5.2.6 農業基盤施設整備計画

(1) 土地造成

泥炭地を耕作地とするために伐採、伐開、抜排根、火入れ及び基盤整地を開発ブロック内で行う。

(2) 灌漑計画

本地区では、一種の地下灌漑が行われる。ここでは、灌漑水は、浅く維持された地下水から毛管水によって作物に供給される。この時、酸性水は石灰によって中和される。又、補給地下水は、水保全ブロックから道路下に設けた暗渠により補給されることになる。計画導入作物に対する期別用水量は図-18に示すとおりである。最大用水量は2月上旬に0.136 m³/sとなる(付表G-5-B参照)。

(3) 排水計画

本地区は、広域排水流域の中の相互に関連性をもった支流域の一つである。又、沈下をひき

起こすような過剰排水が行われない限り、本地区は自然排水が可能な地区である。しかし、洪水期間中本地区から無条件に排水し続けていくと、下流の毎年洪水被害を受けている低平地が、さらに被害をこうむることになる。

従って、本地区で洪水被害を低減するには、広域排水流域での全面的な水路改修が必要である。他方、この広流域から得られる農業便益を考えると、本地区は、水路改修が完了するまでは洪水調節域として位置付けられる。従って、本地区内で排水システムを整備したとしても、地区内の湛水被害を全面的に低減することはできない。

開発方針

上記を考慮し、次のような方針で排水計画を策定する。

- ① バチヨ水路末端のゲート操作を容易にし、さらに開発ブロックの湛水被害を低減するために水保全ブロックに洪水調節の機能をもたせる。
- ② 開発ブロック内に水路網を整備し、余剰降雨の排水を行う。

A) 洪水調節

洪水調節計画を検討するために、次のような条件を考慮して流出モデルを作成した(付属書C-2参照)。

- 計画雨量を5年確率3日連続雨量である400mmとする。

バチヨ観測所の確率雨量

確率年	日最大	3日連続	単位: mm
			年
2	161	283	2,362
5	213	400	2,850
10	244	472	3,161

- 流出量計算は1時間単位で行う。
- 地区全体からの流出は、現在末端の制御ゲートで操作されている。そこで、ゲートからの流出量を計算するために、ゲート地点での水位データを、過去のオペレーションの分析結果に基づいて、パラメータとしてモデルに組み込む。

- 湛水面積と湛水深の関係は、1/5000地形図より求める。

まず、現在の湛水被害状況に基づいて、モデルを検証した。そして、水保全ブロックに、現況と計画すなわち洪水調節機能を与えた場合と与えない場合の2ケースについて、湛水深及び湛水時間を求めた。

計算結果の1例として、水保全ブロックの下流域(開発及び未開発ブロック)の湛水深と湛水時間が洪水調節によって、次のように減少する。

湛水被害	水保全ブロックの洪水調節の有無	
	洪水調節無	洪水調節有
最大湛水深 (m)	0.60 (EL 3.50)	0.47 (EL 3.37)
湛水期間 (日)(30 cm 以上)	5.5	2.8

この例の場合、水保全ブロックの最大湛水深は 0.82 m (EL 3.72) となった。従って、水保全ブロックを洪水調節域として利用した場合、その下流の洪水被害が減少し、さらに、これによって開発ブロックからの自然排水を促進することが可能となる。そこで、水保全ブロックに洪水調節機能をもたせるために、既存道路とパチヨ水路の交差点に水位調節施設を計画する。

道路/堤防高

道路/堤防高は、必要灌漑用水量及び洪水調節容量の両面から検討して決定することになる。しかし、下層地質、基盤等の不確定要因を考えた場合、貯水深は浅い方が良い。検討の結果、既存道路の高さは、上記の各容量を貯留するのに十分である。

B) 地区内排水路の整備

洪水期間中、作物への洪水被害は、湛水深とその継続時間で異なる。本地区には、雨期に水稲、畑作物及び樹木作物が計画されている。一方、地区内に高低差はあまりない。そこで、排水設計流量は、湛水被害が顕著に出る畑作物の場合を想定して計画する。検討結果として、5年確率日雨量を日排除、流出係数 0.6 とした流量 $Q=0.0147 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ha}$ を用いることとする。開発ブロック内にはすでに排水路が建設されており、これらの容量は、この

設計流量を流下させるに十分な能力を有している。

一方小排水溝を、地下水位の管理や沈下の促進のために新たに計画する。当初これらは、過去の類似土壌地区における経験等に基づいて、0.7 m 深、30 m 間隔で建設する。その後、この深さと間隔は、沈下の状況をみながら調整していくものとする。

C) 水管理の必要性

本地区の上流に、上で述べたような洪水調節機能をもたせ、さらに地区内に排水路を整備することによって、開発地区の排水条件は現状より改善される。しかし、基本的にこの開発地区内の湛水状況は、バッチ水路末端に設けられているゲートの操作によって異なる。不適切なゲート操作によっては、地区内に洪水被害が生じる。そこで、洪水被害を最小にするには、ポンプ排水が望ましいが、RIDによる下流水路の改修と末端ゲートの制御が適切に行われない限りにおいては、排出された水が下流に湛水することになり、上流での洪水被害低減は下流での被害の拡大につながる。従って、本計画ではポンプ排水を適用していない。そこで、今後、洪水制御を適切に行っていくには、ゲート操作に当たってRIDとの協議が必要となる。RIDによって計画されている新たな排水路が建設された場合、排水状況はさらに改善される。しかし、海への流出口での堆砂は浚渫されねばならない。

(4) 農道及び堤防計画

先に提案した3つのブロックは、異なった水位管理手法で土地保全が行われる。そこで道路や堤防は、これらのブロックの境界として建設される。しかし建設に当たっては、泥炭土壌が土質的に軟弱である上に透水性が高いことから、ブロック内で異なる水位管理を行うためには、相互の地下水移動を制御するような対策が必要となる。そこで、軟弱地盤対策と泥炭層内の遮水対策として、道路あるいは堤防下の泥炭を粘土質土壌と置き換えることとする。堤防は、道路としての機能をもたせ、幅 3.0 m として計画する。

(5) 圃場施設計画

農道や小排水溝等の末端圃場施設を、効率的な営農や水管理を行うために計画する。開発ブロック内は、すでに1農家当たり20ライの農地が計54農家に配分されている。従ってこれらの施設は、耕地界に沿って配置するものとする。しかし、計画作付体系にそった最も効果的な農業を行うには、区画の再配置を必要とすることも考えられる。

(6) 養魚池

面積21,600m²の養魚池を泥炭層内に計画することになるので、水質の保全や構造的な効策が必要となる。そこで泥炭を全面的に粘土質土壌と置き換えることとする。

5.2.7 今後の開発方向

本地区の開発計画策定に当たっては、泥炭地の開発は小規模なものから段階的に行うべきであるという基本方針と、水資源の不足、洪水被害低減等の地区の開発制限要因を考慮し、地区を便宜的に3ブロックに分けた。このうち開発ブロックを開発対象地区として、開発計画を策定した。他の2ブロックは、当面開発行為を行わないブロックとした。しかしこれら2ブロックのゾーニングは固定化したものではない。すなわち、未開発ブロックでは、開発ブロックでの開発と平行してブロック内に開発ブロックを計画し、次のような過程を通じて、このブロック内に新たに農地を造成していくことができる。

- ① 泥炭層厚の分布、洪水被害等に基づき、ブロック内に開発ブロックを計画する。
- ② ブロック境界として道路/堤防を建設する。
- ③ メラルカを伐採、火入れし、その後土壌改良資材として石灰を施用する。
- ④ 飼料作物として牧草を作付ける。一部排水条件が良好な場所にはトウモロコシ、ソルガムを作付ける。
- ⑤ 作付けした地区内で、家畜を飼養し、地力の増強を図っていく。
- ⑥ 開発ブロックでの開発成果を確認しつつ、これらの地区内に排水路網を整備し、高収益な畑作物の導入を可能にしていく。この場合、水資源が有効であり、かつ地下水位を浅く保つことができる一部の地区には、水稻の導入ができる。

水保全ブロックについては、このブロックの洪水調節や水保全機能を考えた場合、大規模に農地に転換することはできない。しかし、開発ブロックでの開発成果に基づき、砂丘に隣接した一部の地区を開発ブロックとして、上記の手順に従って開発を推進することができる。両ブロックでの開発計画を樹立するに当たり、本調査で作成したガイドラインが有効である。

いずれにしても、本調査で計画した開発ブロックで農業の展開を展示することにより、サイブリ川等からの水資源確保の可能性をさぐっていく。

5.3 カブデン地区農業開発計画

5.3.1 開発基本方針

(1) 水利用及び土地利用区分

本地区の多くは、バンナラ事業により灌漑水を供給されることになっており、既にRIDによって、主要灌漑/排水計画は策定されている。

主要な土壌は、泥炭層の厚さが平均1.0~1.5 mのナラチワート統であり、他に、潜在的酸性硫酸塩土壌であるカブデン及びトンサイ統が分布している。これらの状況のもとに、土地利用区分を次のように考える。

単位 : ha

土 壌	農 地		その他	計
	灌漑地区	非灌漑地区		
泥炭土壌				
-層厚 1.0 m 以下	-	30.6	-	30.6
-層厚 1.0~1.5 m	327.3	40.9	-	368.2
酸性土壌				
-ランゲ統	-	-	70.2	70.2
-トンサイ統	-	33.1	-	33.1
合 計	327.3	104.6	70.2	502.1

(2) 水管理の必要性

開発計画は、RIDによって計画された灌漑/排水システムを前提として策定する。この時、泥炭土壌の特性に応じて、次のような問題が生じてくる。

すなわち、本地区に灌漑排水システムが整備された場合、灌漑農業の展開が可能となる。しかし、泥炭土壌地区での継続的な営農は、泥炭の急速な分解と、農地の沈下をひき起こす。このような回復不能な状況は、特に中央の幹線排水路が整備された後、顕著になってくると思われる。その結果、排水路の能力不足や湛水被害の増大をひき起こすこととなる。従って、継続的に営農を行うためには、過剰排水を極力押さえることが肝要となる。そこで、排水をコントロールするための水管理施設が必要となる。

5.3.2 開発代替案

上記の構想に基づき、次のような代替案が考えられる。

ケース-1: 上記の灌漑/排水システムの他に、圃場施設を整備する。過剰排水を避けるための水管理施設として、排水路の縦断計画や地形勾配に基づいて、チェックゲートと堤防を計画する。又、圃場内に小排水路を設け泥炭層の水位コントロールを図る。しかし本ケースの場合、営農活動が集約的に行われるに従い、泥炭の沈下は進行する。図-19に計画案を示す。

ケース-2: 営農活動が積極的に行われる中で、将来起こりうる沈下をあらかじめ考慮する。すなわち、幹線排水路を沈下後に予想される容量を見込んであらかじめ掘削しておく。水管理施設も同様に、地形条件に応じて計画する。営農活動は、ケース-1に比べ、より集約的に行うことができる。計画案を図-20に示す。

上記の各ケースの建設費は、次のようになる。

項目	単位	ケース-1	ケース-2
直接工事費	1,000パーツ	54,600	56,100
地区面積	ha	502	502
単位面積当り工事費			
- ha当	パーツ	108,800	111,800
- ライ当	パーツ	17,400	17,900

(非灌漑地区については、代替案はない)

上記の経済的考察及びDLDの基本政策を考慮し、ケース-1をF/S調査として採用する。ケース-2は、ケース-1の事業完了後、沈下状況を監視しつつ、将来RIDの協力の元を実施することができる。

5.3.3 土壌改良/保全計画

本地区の土壌は、主として泥炭及び潜在的酸性硫酸塩土壌である。泥炭土壌については、ナラチワート統土壌であるのでバチヨ地区と同様な改良対策となる。

(1) 火入れ

バチヨ地区と同様、圃場の初期建設段階で、ナラチワート及びカブデン統土壌の泥炭土壌地域については実施する。

(2) 石灰施用

火入れ後、石灰資材を施用する。石灰要求量は、バチヨ地区と同様、pH目標値5.0とし、Woodruff法で求めると、分布している土壌統毎に次のようになる。

土壌統	施用面積(ha)	ha当施用量
ナラチワート	309	25
カブデン	28	20
トンサイ	40	12
ランゲ	25	12
計	402	

石灰必要量は合計9,065トンとなる。

(3) 石灰施用法

泥炭土壌における石灰施用法はバチヨ地区と同様である。潜在的酸性硫酸塩土壌も原則としては同様であるが、パイライトを含む層以上に地下水位を保つようコントロールする必要がある。また石灰施用の前に出来るだけ表土の酸性分を灌漑水及び雨水で洗脱することが得策である。そして、石灰を全面散布した後、土壌とよく混和するために、ロータリー耕を実施することも必要である。この混合を行わないと石灰資材の流亡による損失をもたらす。畑作のための畝たて及び果樹に対する施用法は、バチヨ地区と同様である。

(4) 多量要素の施用

アルミニウムの毒性を緩和するため、燐酸資材の施用が有効である。その他、苦土、加里等の塩基の施用も重要である。

(5) 微量元素の施用

泥炭土壌に対する微量元素施用はバチヨ地区と同様必要であり、337haの泥炭土壌に6,740 kgの硫酸銅、硫酸亜鉛、硼砂がそれぞれ必要である。これらの肥料は必要に応じて葉面散布もできる。その他、緩効性の総合微量元素肥料があるので、その活用も考えられる。

(6) 客土

集約的農業を実施していく中で、もし客土が経済的に可能となれば、泥炭土壌面積337 haに厚さ20 cmの客土を行う。

5.3.4 農業開発計画

(1) 作物選定

本地区は、灌漑地区と非灌漑地区に分けられる。灌漑地区は、概ね泥炭土壌で、泥炭内の有機酸の溶解により、石灰の施用によっても完全な酸の矯正は難しい地区といえる。従って、ここでは pH 5.0 以下でも生育が可能な水稻を選定する。

非灌漑地区には、砂質の潜在的酸性硫酸塩土壌及び泥炭土壌が分布している。これらの内、泥炭土壌地域には、灌漑地区と同様に水稻を選定する。潜在的酸性硫酸塩土壌地域は、排水条件が比較的良好であることから、畑作物を導入する。適する作物は、気温、耐酸性及び耐乾性のものから選定する。

① 水稻

当面、在来品種を耐酸性であることから導入する。土壌改良が進めば、改良品種にすることができる。

② 畑作物

連作障害を防ぐために、野菜、イネ科作物及びマメ科作物の輪作を行う。バチヨ地区で選定した作物に加えてグランドナッツ及びスイカを選定する。樹木作物は、本地区には計画しない。

(2) 計画作付体系

計画作付面積は、402 ha (2,512.5 ライ) である。主要作物としての水稻は、灌漑地区で2期作を、非灌漑地区で1毛作とする。作付面積は養魚池 2.0ha を除くと次のとおりとなる。

水 稲 : 325 ha (2,031 ライ)

- 2 期作地区 : 300 ha (1,875 ライ)

雨期作 : 300 ha

乾期作 : 90 ha (雨期作の 30%)、作付面積は、パンナラ事業を考慮して決定した。

- 1 毛作地区 : 25 ha (156 ライ)

畑作物 : 75 ha (469 ライ)、パチヨ地区と同様に、輪作栽培に基づく2期作とする。

計画作付体系を図-21に示す。これらの作付大系にもとづく営農は、当面は、既存の農家の機械化過程で行うものとする。

(3) 作物収量

本地区に灌漑水を供給したとしても、土壌の低肥沃度、微量要素欠乏及び有機酸等により、収量が、標準レベルに到達することが難しい。主要作物の目標収量は、種々の条件より表-11のように設定する。

表-11 作物の目標収量(ガブデン地区)

	単 位	収 量
Paddy		
Major rice Local	kg/ha	2,344 (375)
Major rice HYV RD-13	kg/ha	2,800 (448)
Second rice Local	kg/ha	2,720 (435)
Second rice HYV RD-13	kg/ha	3,000 (480)
Upland		
Sweet corn	t/ha	11.3 (1,800)
Baby corn	kg/ha	4,250 (680)
Mungbean	kg/ha	750 (120)
Yardlong bean	kg/ha	2,500 (400)
Chili (fresh)	kg/ha	5,000 (800)
Chinese kale	kg/ha	6,900 (1,100)
Short cucumber	kg/ha	7,800 (1,250)
Water melon	t/ha	25.0 (4.0)

() : ライ当り収量

(4) 生産高

生産高は、上記の目標値と作付面積により、作物毎に求める。このうち水稻の生産高は、次のとおりとなる。

	水 稻	面 積(ライ)	収 量(kg/ライ)	生産高(トン)
Double	Major rice	1,875	375 (448)	703 (840)
	Second rice	563	435 (480)	245 (270)
Single	Major rice	156	375	59

注) () : HYVの場合、5年後に導入可能

畑作については、パチョと同様に種々の組み合わせがある。最も換金性の高い作物を選ぶと、生産高は次のようになる。

作物	面積(ライ)	収量(kg/ライ)	生産高(トン)
Baby corn	313	680	213
Yardlong bean	313	400	125
Chili	313	800	250

畜産計画に関連し、上記の作付計画を実施することにより、次のような飼料を、付加的に生産することができる。

作物	面積(ライ)	収量(kg/ライ)	生産高(トン)
稲わら			
- 雨期作	2,031	187.5*	381
- 乾期作	563	217.5*	122
小計			503
トウモロコシ及び豆類の残渣	313	1,500	470

注) *: 水稲収量の約50%とする。

(5) 内水面漁業計画

バチョ地区と同様に、内水面漁業を営むことが可能である。池の規模は1ヶ所当り1.0ライの面積とする。周辺地区の農家の平均土地所有面積を考慮して、本地区の対象となる農家数を推定すると、128戸となる。そこで、1農家当り200m²の池面積とすると、全池数は16ヶ所となる。8戸の農家が、1ヶ所の池を共同管理することになる。

これらの池は、灌漑地区内に分散して計画する。又、これらが農民組織により適正に管理されるとすると、漁獲回数は年3回とすることができる。漁獲は、落水して行う。この場合、水産局の基準によると、全漁獲高は、年間72.0トンと予想される。餌は、水産局から購入できる。しかし、米ぬか等を利用することもできる。

(6) 畜産計画

バチョ地区と同様に、本地区で付加的に産出された稲藁及びコーンや豆類の残渣を利用して、畜産を行うことができる。飼育できる牛は、生産できる飼料の量から産出すると、1農家当り平均3.5頭となる。

養鶏も、同様に、残渣物としての米ぬかやくずトウモロコシによって、行うことができる。
 又、牛や鶏の家畜の糞尿は、土壌改良資材として用いることができる。

5.3.5 農業基盤施設整備計画

(1) 土地造成

本地区を耕作地とするために、伐開から基盤整地の一連の作業をバチョ地区と同様に行う。

(2) 灌漑計画

灌漑地区では、既に計画されている幹線及び支線用水路に沿って設置されている分水工から、重力灌漑によって灌漑水が供給されることになっている。しかし、高い透水性の泥炭からの浸透ロスを極力おさえるために、地下水位を、根群域の深さを考慮して維持していかなければならない。

非灌漑地区では、雨水をできるだけ長期にわたって泥炭層内に保持するようにつとめる。計画した作物の期別用水量は図-22に示すとおりである。灌漑地区の最大取水量は、1月中旬に0.2 m³/sとなる(付表G-5-K参照)。

(3) 排水計画

本地区においては、過剰排水を水管理によって抑制していく限りにおいては、自然排水が可能である。雨期の主要作物は水稲であり、水田では、許容湛水深内、許容湛水時間内であれば、余剰降雨を貯留することができる。

湛水状況に関する聞き取り調査や経済的観点から、設計雨量として5年確率3日連続雨量の421 mmを用いる。

ナラチワート観測所の確率雨量

確率年	日最大	3日連続	単位: mm
			年
2	174	288	2,337
5	238	421	2,749
10	277	515	2,993

上記の結果と、パンナラ事業計画調査結果から、単位計画排水量を 12.4 l/s/ha とする。パンナラ事業によると、幹線排水路の計画流量は末端で 5.75 cu·m/s である。この容量は、上記の単位計画排水量を用いて算出した本地区からの計画排水量を排水するのに十分である。

圃場内には、バチヨ地区と同様に、30m 間隔の小排水溝を建設する。又、水管理を行うために、既存の末端制水門の他に、幹線排水路にそって 2ヶ所に、新たにチェックゲートを計画する。それらの位置は、泥炭層の厚さや地形勾配に基づいて決定する。

現在RIDは、バエング水路にそって新たに海への排水路を建設し、地区内の酸性水のバエング水路に排水することなく、この排水路によって直接海に排出するという計画を進めている。この計画が灌漑施設整備と共に実施されれば、バエング水路の灌漑水の水質悪化を防ぐことができる。

(4) 農道及び堤防計画

年間を通じて、地下水位は可能な限り高く維持していかなばならない。このために堤防を 2ヶ所に計画する。泥炭層での地下水の動きをおさえるために、堤防は、バチヨ地区と同様に粘土質土壌を用いた盛土形式とする。

(5) 末端圃場施設計画

効率的な営農や水管理を行うために、圃場内に農道や小排水溝及び暗渠施設等を整備する。これらの施設は、泥炭土壌での農業を行うには欠くことができないものであり、現在の土地区分界に沿って配置される。しかし、実施工事段階では、施設建設に伴い一部の地区で、土地再配分が必要となることも考えられる。地区内のうち、南部はすでに森林局によって土地が農民に配分されている。しかし、北部は未配分である。従って、本地区での農業を意義あるものにするために、実施に先がけ、関係した農民の理解と協力が必要となる。減歩率は、灌漑地区で 8%、非灌漑地区で 3% とする。

(6) 養魚池

1ヶ所当たり 1.0 ライの池を、計 16ヶ所計画する。本地区の場合、下層が粘土質土壌である。そこで、技術的観点から、泥炭の掘削後、池敷、法面が泥炭層内にある場合には、これらの表面に粘土質土壌を敷設する。

5.4 ムノコクナイ地区農業開発計画

5.4.1 開発基本方針

(1) 開発制限要因

本地区の一部はムノプロジェクト受益地区にふくまれており、灌漑水路はすでに整備されている。その他の地域は天水田地区である。又、本地区は低平地である上に背後地からの流出水が多く、一部の地区では毎年洪水被害をうけている。

土壌は、顕在的及び潜在的酸性硫酸塩土壌が広く分布しており、本地区での営農活動をさまざまなげている。

(2) 開発方針

開発計画策定に当たっては、土壌改良/保全策と湛水被害低減策が主要課題となる。

土壌改良に関しては、まず石灰施用及び作付前に、リーチングを行うのが最も効果的である。そのためには、十分なリーチング水量の確保と、地区内から産出された酸性水を排除するための排水路が必要となる。土壌中の酸度が強い程、排水路を密にしていく。

湛水被害低減のためには、洪水侵入防止施設が必要となる。特にトデン湿地帯からの酸性水は、安全に海に排水する必要がある。

(3) 土地利用区分

土地利用区分は、灌漑排水及び土壌分布状況に基づき、次のように考える。尚、開発計画は、地区区分毎に検討する。

単位：ha

地 区	農地 / 土 壤		普通土 壤	計
	顕在的酸性	潜在的酸性		
低位部				
- 灌漑地区	177.2	232.3	-	409.5
- 非灌漑地区	-	103.2(*2)	17.0	120.2
高位部				
- 灌漑地区	-	-	-	-
- 非灌漑地区	-	162.0(*1)	-	162.0
計	177.2	497.5	17.0	691.7

注) *1：本土壤は顕在的酸性土壌に変わりつつある。

*2：泥炭土壌が存在しているが、計画上は無視できる。

5.4.2 開発代替案

上記の開発方針にそって、次のような開発代替案が考えられる。

ケース-1：灌漑地区のみを開発する。しかし土地利用区分毎に土壌条件によって開発レベルを替える。すなわち、ムノ土壌統のような顕在的酸性硫酸塩土壌地区には密な小水路網を、ランゲ土壌統のような潜在的酸性硫酸塩土壌地区には粗い排水路網を計画する。又、開発農地は、周辺地区からの洪水流入を防ぐために堤防で囲む。

ケース-2：開発方針はケース-1と同様であるが、末端圃場整備レベルを変える。すなわち、土壌改良を積極的に行うために両土壌地区内に密な小水路網を計画する。従って、建設費はケース-1より高くなる。

ケース-3：本地区の湛水問題に対処するために、次のような開発案が考えられる。

3-① 排水ポンプの設置

堤防で囲まれた地区毎にポンプを設置し、自然排水が不可能になった時点でポンプ排水に切り替え、隣接水路に排水する。しかし、下流域の水路容量が十分でないのでポンプ排水量が多くなれば、周辺地区の湛水被害が増大する。

3-② 排水路の改修

Pu Yu 制水門に連なる全排水路を、洪水状況に応じてすべて改修する。しかし改修計画策定に当たっては、ムノ全流域を対象とした洪水解析を行う必要がある。解析結果によっては、制水門地点に大規模なポンプ場が必要となることも考えられる。又、水路改修が下流から行われることを考えれば、本地区に関連した水路改修までには長期間必要である。

3-③ 堤防建設

本地区は、トデン湿地帯にある保存ゾーンに隣接している。そこで本ケースは、当面の洪水問題を解決するために、トデン湿地帯と本地区との間に堤防を建設するものである。これによって、トデン湿地帯から本地区への洪水流入を防止すると共に、湿地帯から下流低平地への流出水を調節する。又、2つのゾーンの間の土地利用区域を明確にすることにもなる。この場合、本地区の一部は、開発と保存の緩衝帯としても位置づけられる。

これらの計画概要を図-23、24、25に示す。上の代替案を評価するに当たり、次の点を考慮する。

- 一般的に、酸性土壌地区の開発は、地区の環境保全を考慮して、開発に伴う自然条件の改変を極力押さえつつ実施されねばならない。
- 本地区の場合、一部ではすでに灌漑水路が整備されており、耕作地としての利用に対する需要が高まって来ている。
- 土壌改良を経済的に行うには、作土層の初期の酸度を減ずるためのリーチングが重要である。このためには、緻密な水路網の建設が必要である。
- 洪水もまた、排水が許容期間内に行われるならば、土壌中の酸度を低減するのに役立つ。しかし、長期にわたる湛水は、土壌改良をさまたげる場合がある。
- ケース-1及び2では、洪水被害が地区内に残る。既存排水路の排水能力が回復するまで、溶脱した酸性水が、堤防内の農地に貯留されることになる。さらに、既存の3本の排水路の容量が、洪水量に対して不足している限りにおいては、酸におかされた水が周辺地区に沈滞する。
- 従って洪水の状況は、できる限り改善されるべきである。

- 今後の湿地帯の環境を保全するためには、道路や堤防のような施設によって、土地利用区分を明確にしておく必要がある。すなわち、農民は、これらの施設を土地利用区分界として認識することになる。このような施設がなければ、農民は無意識のうちに湿地帯内に進入し、無益な小規模開発をくり返す。

このような考察にもとづいて、ケース3-③をF/S調査の開発案として採用する。なお各ケースの概算建設費は次のとおりとなっている。

項目	単位	ケース-1	ケース-2	ケース-3
直接工事費	1,000パーツ	41,900	44,600	79,400
開発面積	ha	427	427	692
ha当り工事費	パーツ	98,200	104,400	114,700
ライ当り工事費	"	15,700	16,700	18,358

5.4.3 土壌改良/保全計画

本地区には酸性硫酸塩土壌が広く分布していることから、次のような改良/保全策を考える。

(1) リーチング

石灰を施用する前に、出来るだけ顕在する酸性物質を溶脱する。水田の場合は、代かき後少なくとも1回以上、出来れば2回は土壌と水を攪拌した後、貯留水を交換する。必要な用水量は明確でないが、雨期代かき時の多量の降雨と、灌漑補給水を有効に利用する。調査団が実施した試験、及びピクントンセンターでの圃場試験によると、リーチングの効果が認められた。本調査で実施した室内実験の結果から推定すると、適正な1回のリーチングによって、石灰施用量の5%程度の節減が可能と思われる(付表E-15, 16参照)。

(2) 石灰施用

本地区に分布している各土壌統に対する石灰要求量は、他の2地区と同様にpH目標値を5.0として算出すると、以下のようなになる。

土壌統	土壌マップ ユニット	作付面積 (ha)	pH5にするための石灰必要量	
			t/ha	ton
ランゲ	No.34	266	16	4,256
	No.35	74	12	888
	No.33	30	12	360
ムノ	No.19	237	20	4,740
トンサイ	No.49	36	12	432
ナラチワート	No.25	22	28	616
合計		665		11,292

注) 土壌マップユニットは、付表E-2参照

(3) 肥料要素の施用

カブデン地区の潜在的酸性硫酸塩土壌と同様、燐酸、苦土、加里等の施用が重要である。

5.4.4 農業開発計画

(1) 作物選定

本地区は、灌漑地区と非灌漑地区に区分される。非灌漑地区は、さらに高位部と低位部に分けられる。全地区に、酸性硫酸塩土壌が分布している。検討の結果、灌漑地区には水稲と畑作物を、非灌漑地区には、高位部に樹木作物を、低位部に牧草を計画する。作物選定に当たっては、気温や pH 5.0 前後での成育可能性を考慮する。畑作物の選定に当たっては、耐湿性も重要な要因となる。

① 水稲

当面在来品種を、その耐酸性により導入する。高位収量品種は、石灰施用やリーチングにより土壌 pH が 5.5~6.0 程度に改善された時に導入する。

② 畑作物

耐弱酸性作物であるマングビーン、スイートコーン及びスイカ等、カブデン地区と同様な作物を、土壌の矯正後導入する。

③ 樹木作物

土壌矯正後、アロメティックココナツをその高い収益性により導入する。又、間作としてパイナップルを作付ける。

(2) 計画作付体系

作付可能面積は、665 ha (4,156.25 ライ) で計画する。灌漑地区では、水稻及び畑作物の各々で、2期作とする。しかし水稻の乾期作の作付面積は、ムノ事業下の限定された水資源状況から、104ha、つまりは雨期作付面積の30%とする。検討の結果、作付面積は以下のように計画される。

作物	単位: ha			
	灌漑地区		非灌漑地区	
	(雨期)	(乾期)		
水稻				
- 雨期作	345 (2,158)	-	-	-
- 乾期作	-	104 (647)	-	-
畑作物 *1	54 (338)	54 (338)	-	-
樹木作物				
- アロメティックココナツ	-	-	160 (1,000)	
- パイナップル*2	-	-	96 (600)	
牧草	-	-	103 (644)	
小計	399 (2,496)	158 (985)	263 (1,644)	
養魚池	2.6(16.25)×3=	7.8 (48.75)		

注) *1 : 雨期最盛期を除く2期作

輪作栽培はマメ科作物、イネ科作物及び野菜で行う。

*2 : ココナツとの間作である。

(): ライ

図-26に計画作付体系を示す。

(3) 作物収量

本地区において、リーチングや石灰施用が順調に行われるならば、早期段階で、標準的な収量を得ることができる。収量目標値は、ピクントンセンターでの試験値や、その他収集した関連データに基づいて表-12のように決定する。

(4) 生産高

単位収量と作付面積より生産高を求めると、表-13のようになる。

このうち畑作物は、種々の輪作体系が考えられる。最も収益性の高い作物は、現在の市場では、ベビーコーン、ササゲ、及びチリの輪作栽培となる。

アロメティックココナツはライ当たり20本を目安として、9m程度間隔に植え付ける。植付後は5年目から収穫が可能となる。又、本作付計画の実施により、他の2地区と同様に畜産の飼養のために、次のような飼料を生産することが可能である。

作物	面積(ライ)	収量(kg/ライ)	生産高(トン)
牧草	644	438	282
稲藁			
- 雨期作	2,158	187.5*	405
- 乾期作	647	217.5*	141
コーン及び豆類の残渣	225	1,500	338
計	4,840		1,166

注) *: 水稻収量の約50%とする。

(5) 内水面漁業計画

本地区において、他の2地区と同様に、内水面漁業を営むことができる。1ヶ所の池面積は0.77ライとする。この時、周辺農家の平均土地所有面積から、本地区の対象農家数を168戸と仮定し、さらに1農家当り155m²の池を所有するようにすると、総池数は21ヶ所となる。1ヶ所の池を8戸の農家が管理する。又、これらの池は、灌漑地区内に分散して計画する。

漁獲回数は、その池が農家によって適正に共同管理されるならば、魚の飼養期間が約3ヶ月であり、灌漑水も利用できる事から、年3回とすることができる。この場合、水産局の基準によると、年間漁獲高は94.5トンと推定される。一方、この時のえさは1ヶ所の池につき4.8トン必要である。

(6) 畜産計画

他の2地区と同様に、地区内にて付加的に生産された飼料を利用して畜産を行うことができる。250kgの牛1頭が1日に食する量は乾草6.0kgであり、年間2,190kgとなる。一方、本地区の年間生産量は、1,166トンと推定される。

従って、1農家が飼育できる牛の頭数は、平均3頭となる。養鶏も同様に、米ぬかやくずトウモロコシを飼料として、行うことができる。他の2地区と同様に、実際の飼養に当たっては、デントコーンの栽培を行い、必要な飼料を得るようにした方が良い。牛や鶏の糞尿は、リン酸の含有率が大きいことから、土壤矯正のための有効な肥料として利用できる。

5.4.5 農業基盤施設整備計画

(1) 土地造成

農民に耕作地を提供するために、伐開から基盤整地までの一連の作業を、一部の地区で実施する。

(2) 灌漑計画

灌漑地区においては、すでに建設した分水工から重力灌漑によって、灌漑水が供給される。計画作付体系に基づく期別用水量は、図-27のとおりである。灌漑地区の最大用水量は、1月上、中旬の $0.51\text{m}^3/\text{s}$ である(付表G-6-M参照)。

(3) 排水計画

リーチングや洪水緩和を行う上で、排水計画は次のように要約される。

- 余剰降雨や地区内で産出した酸性水を排水すること
- 下流既存水路の容量不足によって生じる地区内への洪水流入を防ぐこと
- 背後の湿地帯から地区内に流入してくる洪水流入を防ぐこと。

1) 地区内排水路の整備

洪水期間中、余剰水は、許容湛水深及び期間内に排水されねばならない。本地区の低平地では、雨期には水稲が作付されるが、水田は水貯留機能を有しており、経済的観点及び洪水状況の聞き取り調査より、5年確率3日連続雨量を排水計画の設計雨量とする。

タクパイ 観測所の確率雨量

確率年	日最大	3日連続	単位:mm
			年
2	156	295	1,696
5	220	423	2,182
10	261	495	2,543

設計雨量は 423 mm となり、カブデン地区と等しい。従って単位計画排水量を 12.4ℓ/s/ha として計画する。

2) 地区内堤防の建設

洪水期間中、既存水路からのオーバーフローに対し地区を防御する。このために、水路沿いに堤防を建設する。その高さは、洪水被害に関する聞き取りや過去の湛水状況から 1.0 m とする。幅員は農道としての機能をもたせ、3.0 m とする。

3) 土地利用区分のための堤防建設

湿地帯からの酸性水流入に対し、地区を防御する。このためには2案があり、一つは水路改修、他は堤防建設である。本調査では、堤防建設案を採用した。

ここでは、湿地帯の一部は洪水調節池として機能することになる。しかし、このような堤防は、湿地帯内の貯留水位を上昇させ湛水期間を長引かせることになり、地区内の生態系に悪影響を与えることも考えられる。そこで、堤防建設による水文状況変化を検討するために、流出モデルを作成し、解析を行った。流出モデルは、限定されたデータ下で、次のような条件を考慮して作成した(付属書C-3参照)。

- 排水流域や流域条件は、1/50,000の地形図上で決定する。
- 5年確率3日連続雨量の423 mmを用い、計算は1.0時間単位で行う。
- 流出モデルのパラメーターとして、暗渠等の施設データをモデルに組み込む。

流出解析結果の例として、仮に湿地帯の1/3程度を洪水調節域として機能させた場合、この湿地帯内の最大湛水深は、現況より5~10 cm高くなる。この時の標高は、湿

地帯の基盤標高を EL 1.5 m とすると、EL 2.0~2.5 m である。このような洪水調節が行われた結果、下流の低平地の水田での最大湛水深は、現況より約 10 cm 減少する。湛水期間も同時に減少する。実際には、これらの湛水深や湛水時間は、堤防沿いの制水門の容量やそれらの操作運用によって異なってくる。一方、湿地帯の生態系を保全していくためには、湛水深を EL 3.5 m 以下に、又湛水時間は 15 日以下におさえるべきであるという意見がある。

総合的な検討結果として、水管理を適切に行っていけば、生態系に悪影響を与えることなく洪水調節を行っていくことができると思われる。従って、堤防及び制水門を計画することとする。堤防の高さは、農地及び湿地帯の地盤標高を考慮し、2.5 m とする。

しかし、事業実施に先駆け、湿地帯内の水文及び生態系に関する調査・分析を詳細に行う必要がある。

(4) 圃場施設整備計画

小排水溝によって排水が行われる圃場でのみ、導入予定作物の成育が可能である。小排水溝については、土壌の透水性や類似土壌地区での結果を考慮し、顕在的酸性硫酸塩土壌地区で、水路上幅 1.0 m、深さ 0.7 m 及び 30 m 間隔で計画する。

潜在的酸性硫酸塩土壌では、経済的利用により、これらの間隔を 50 m とする。溶脱した酸性水をより迅速に排水するために、これらの小排水溝がさらに必要となる場合が考えられるが、それらは受益農民自身によって建設されるべきである。

地下水位が下がることによって、パイライトが酸化するのを防ぐために、できるだけ長期にわたり、地下水位を高位置に保つ必要がある。このための施設として、小規模なセキヤゲートを、水路沿いに計画する。

かんがい地区においては、土地の多くは、農民に配分されている。従って、実際の事業実施の段階では、既存の曲がりくねった不規則な区画境界のために、上記のような小排水溝網の建設が困難な場合が想定される。この様な場合には、区画の再配置が必要となる。減歩率は、圃場施設整備地区で 5~6% である。リーチングや営農活動を効果的に行うには、この様な水路網の整備は、必須条件となる。この様な施設をもたない従来の営農手法では、周辺環境が、一層悪化することになる場合も考えられる。従って、事業実施前に、農民間の協力と理解を求めることになる。

(5) 養魚池

他の地区と同様に、地区内に養魚池を建設する。池は、酸化層を掘削し、周囲に小堤防を盛土して建設する。

最初の養魚の前に、池敷と法面に石灰を散布する。この時の必要な石灰量は、ライ当たり6~8トンである。初年度の飼養後、この量はライ当たり平均3.5トンに減らすことができる。その後、酸性強度に応じて徐々に減じていく。

5.5 環境影響

5.1.1 概要

湿地帯の開発は、排水から始められる。その後、伐開、火入れが行われる。従って、造成や農業開発行為は、植生及び水生動植物資源の損失、野生動物への妨害等自然環境に種々の影響を与えることになる。一方、適切な開発計画とその管理によっては、全般にわたり地域の社会経済状況を改善し、住民に利益をもたらすことにもなる。

5.5.2 バチヨ地区

計画では、森林の伐開、基盤の整備、石灰投入、新たな作付計画の導入等が考えられている。しかし、開発面積は非常に小規模である。従って、環境に与える影響はわずかであると考えられる。他方、事業の実施は社会経済状況を改善することになる。

排水計画によると、既存道路下や、バチヨ水路内に新たに水門が設置され雨水を上流域に湛水することになっている。これによって、過剰排水がコントロールされると共に泥炭が湿潤状態に保たれる。この事は、上流地区での泥炭の焼却を押さえ、かつ沈下を抑制することになる。

水質に関しては、酸性水が排出されるが、現在のレベルより悪化することはない。しかし、バチヨ水路の開発地区の上下流で、特に乾期の間は、月毎に水質測定を継続していくことが必要であろう。

開発計画による野生動物及び植生に与える影響は、開発予定地が小規模であり、かつ現在種々の実証試験活動が行われている地区であることから、現在より大きくなることはないであ

ろう。しかし、これら野生動物や植生の状態の調査を実施し、それらの年毎の種別、数量変化を監視していかねばならない。

一般に、排水は、湿地帯の水生動物の生活をおびやかす。しかし、その排水が徐々に行われれば、水生動物は新たなすみかを見いだすであろう。しかし、急速に開発が行われた時には、ある種の動物種には悪影響をおよぼすことも考えられる。

造成の過程で、メラルカや葦は伐採される。これらの経済的価値を考えれば、他地区での植生保護を計るべきである。さらに意図的な火入れは、必要であれば規制されねばならない。又、植生を維持していくために、適切な作付計画を導入していく。

このような小規模事業の実施による環境影響を、正確に把握することはできないと思われるが、環境要因の適切な監視システムによって、それらへの影響の度合いを知ることができる。またこれは、将来の開発計画に向けての対策立案の基礎ともなる。考えられる環境への影響度合いを事業実施の有無に分けて表-14に示す。

5.5.3 カブデン地区

この地区では、長期にわたり営農が行われた。現在、泥炭の焼却や沈下が大きな環境問題とはなっていない。しかし、バエング川の河口での閉塞によって、水路内の水質が悪化しつつある。事実、これが将来、本地区の重大な問題となることも考えられる。

計画では、低湿地帯の排水とバエング水路の水質とのバランスを適切に保つような排水システムが導入される。又、周囲の営農状況と調和した作付体系が計画されており、これにより農業生産の増大と社会経済状況の改善が可能であろう。

河口閉そくの改善が進めば、開発計画の実施により、地区内の全体的な灌漑/排水状況はかなり改良される。いずれにしても、事業の実施は地区内の植生には影響を与える。環境要因の追跡調査、特に地区内の排水路とバエング川の水質測定は行われなければならない。いずれにしても、継続的な測定を行うことが、将来、事前対策をたてる上で有益となる。環境影響の度合いを表-14に示す。

5.5.4 ムノコクナイ地区

本地区内ではムノ事業が実施されている。そして、広範囲にわたる造成と開発行為が行われた結果、自然環境は完全に変化した。しかし、なおトデン湿地帯からの排水によって、地区は影響を受けている。又、湿地帯からの過剰排水は湿地帯内の生態系に影響をおよぼす。

開発計画では、地区内の灌漑/排水網が整備されることになっている。又、湿地帯からの過剰排水をコントロールするために水位調節施設を設置することを提案している。さらに、堤防建設は、雨期の洪水調節のために行われる。しかし、この場合、湿地帯の生態系を保全するためには、湿地帯内の水位はEL3.5m以下、連続湛水は15日以内とすべきであるという考えがあることから、湿地帯内の水位観測を注意深く行う必要がある。

計画では、現在の放棄地に、作物栽培を行うような作付体系が組み込まれている。これによって農業生産を上げ、地区住民の経済状況を改善することができる。又、地区内を再び植生状態にもどすことになる。しかし、水位や水質の観測は、ゲートの適切な操作や事業実施による悪影響を把握するためにも必要なことである。表-14に影響の度合いを示す。

本調査では、提案した計画案の実施工程を考慮しつつ環境影響について予備的に検討した。今後の事業実施に向けては、環境影響評価調査を、新環境保全法に基づいて実施する必要がある。

5.6 農業支援計画

5.6.1 必要性

泥炭/酸性硫酸塩土壌地区での農業は、普通土壌地域での営農手法をそのまま適用することはできないことから、多くの問題点をかかえている。従って、これらの土壌地域で農業開発を促進していくためには、営農、作付大系、水管理手法及び肥培管理等が密接に関連した形での調査・研究及び技術普及を行う必要がある。

そこで、農業支援事業の実施が、基盤施設の整備事業と共に提案される。上記の課題は、この事業の中で取り組むこととなる。そして、この事業による一連の活動によって、農民は、これらの土壌に適応した新たな営農手法を習得することができるようになる。さらにこの事が、

農民による保存湿地林への無益な、そして湿地林の破壊を伴う開発行為をやめさせることにつながる。結果として、本事業を通じて、地域の自然環境が保全されることとなる。

5.6.2 実施計画

実施に当たっては、本土壌での営農及び作付手法を確立することが、最大の課題である。そこで、開発した地区内に、展示圃場となるような試験区を設け、この中で種々の調査・研究等を行う計画とする。ここでの試験的な活動を通じて、土壌問題に適応した営農手法を確立すると共に、これらを農民に普及することができる。

ピクントン王立開発研究センターは、種々の試験圃場を有しているが、それらの圃場は、土壌や基盤施設の整備レベルが調査地区とは異なるために、展示圃場として機能することはできないと思われる。

展示圃場は、開発地区内の農民から農地を借用し、その農民との協力の元に、計画した作物の作付や種々の試験を行うこととする。ある種の農民組織も、これらの活動を通じて確立される。

計画案の概要を以下に示す。

(1) 展示圃場と建物

3F/S地区の各々に3haの圃場を計画する。これらの圃場には、水稲、畑作物及び樹木作物を作付する。さらに、種々の支援業務を円滑に行うために建物を建設する。必要な敷地面積は各地区毎に270~500m²となる。しかし、カブデン地区については、ピクントンセンター内に設けることも考えられる。

(2) 業務内容

- 土壌改良/保全にかかる調査、分析
- 灌漑/排水手法にかかる調査、分析
- 作付計画についての調査、分析
- 営農手法にかかる調査、分析
- 肥培管理にかかる調査、分析
- 農民組織の確立

－ 営農手法に関する普及訓練

(3) 組織/人員

上記の調査、研究を行うには、専門家が必要となる。必要な専門分野は、土壌、農業、かんがい/水管理、農業支援及び管理/運営等である。これらの分野の業務は、ピクントン王立開発研究センターの指導の元に、外国人を含む政府機関から選抜された専門家によって行われることになる。

(4) 実施期間

実施期間は、調査、研究課題を考慮し、各地区毎に3~4年とする。この事業の完了後、事業の成果や施設等は、この事業実施中に組織された維持/管理グループに技術移転されることになる。

5.7 施設計画

5.7.1 土地造成

自然林を農地に転換するために、伐開、抜/排根、雑物除去、火入れ及び基盤整地等の作業を行う。

5.7.2 農業基盤施設

各地区の開発計画よりF/Sレベルの施設設計を行う。対象となる数量は表-15に示す通りである。

(1) 排水路

農道/堤防沿いに排水路を建設する。

設計単位流量

パチヨ地区	;	14.7 l/s/ha
カブデン地区	;	12.4 "
ムノコクナイ地区	;	12.4 "

水路タイプ

Type	B	H	A	1/5000		1/10000	
				V	Q	V	Q
I	1.0	1.0	2.5	0.20	0.51	0.29	0.72
II	2.0	1.0	3.5	0.22	0.77	0.31	1.09

注: マニング公式による

B:底幅(m)、H:水深(m)、A:流積(m²)、V:流速(m/s)、Q:流量(m³/s)、
粗度係数 n=0.035

水位制御施設 水路内に制水ゲートを備えた施設を建設する。

タイプ	ゲート(幅×高)	門数
I	1.0×1.0	1
II	2.0×1.5	1

道路横断工 水路が道路を横断する位置にはヒューム管φ300~φ1000mmを敷設する。

(2) 道路/堤防

道路/堤防の幅員は3.0mとしラテライト舗装を行い、各土壌地区毎に次のとおりとする。

タイプ	幅員(m)	高さ(m)	備考
I	3.0	1.0	泥炭
II	3.0	1.0	酸性硫酸塩
III	3.0	1.8	泥炭
IV	3.0	2.5	酸性硫酸塩

泥炭土壌の軟弱地盤対策には種々の工法があり、本地区の場合、道路/堤防の不同沈下やすべり破壊の防止を目的として、泥炭地盤上に砂やシート類を敷設する工法と、泥炭層を全面的に

良質土で置き換える工法がある。しかし、シート類の利用は、仮設道路や工事用道路としての利用の場合のみに有効であり長期間の道路/堤防利用を考えた場合には、他の工法を併用することになる。そこで、本地区の場合、道路/堤防の機能や泥炭層厚を考慮し、地区近傍で利用可能な粘土質土壌を用いた置換工法を採用する。

(3) 末端圃場施設

- 排水溝 : 底幅0.3m、深さ0.7m、配置間隔30~50mの排水溝を建設する。
- 農道 : 幅員2.0m、ラテライト舗装0.1mとする。
- F T O : 水路と農道の交差部には、水位制御のためのスルースゲート0.6m×0.6m×1門を備えたヒューム管φ500mmの横断工(FTO)を建設する。
- 排水溝水位制御堰 : 排水溝内に、1.0haに1ヶ所の割合で、簡易な水位制御堰を備える。

(4) 水位制御施設

- 取水暗渠工 : バチョ地区において水保全ブロックからの取水のために、スルースゲート1.0m×1.0mを備えた暗渠工を建設する。管体部は、ヒューム管φ1,000mmを使用する。
- 水位制御ゲート : 河川及び水路内に水位/流量制御のためにスルースゲートを備えた制御施設を建設する。

タイプ	ゲート(幅×高)	門数
I	2.0×2.0	1
II	4.0×2.0	2

バチョ及びカブデン地区は軟弱地盤であるので必要に応じて杭基礎とする。

(5) 養魚池

泥炭土壌地域においては、池の深さは1.8mとし、さらに泥炭層の厚さを考慮し、死水深を0.3mとする。法面勾配は1:2とし、水質維持や構造物の安定のために粘土コーティングを施す。その厚さは水深の10%程度の0.2mとする。

酸性硫酸塩土壌地域では、酸化層を掘り下げたものとなり、周囲に掘削土を用いた小堤防を建設する。池敷、法面及び堤防盛土面には雨水による酸の溶脱を防ぐために粘土コーティング

を施す。

両地区とも、乾期の渇水期用の養魚のために池面をさらに掘り下げる。この場合、水産局の基準に準拠し、その深さは1.0m、その面積は、全池底面積の1/3程度とする。

5.7.3 農業支援サービス施設

(1) 展示圃場

種々の活動を行うために農民から業務実施期間中農地を借用する。必要な農地は次のとおりである。

バチョ地区	:	3.0ha
カブデン地区	:	3.0ha
ムノコクナイ地区	:	3.0ha

(2) 建物

既存の土地未配分用地の中に、事務所を建設する。必要な事務所スペースは次のとおりである。

項目	単位：m ²		
	バチョ	カブデン	ムノコクナイ
事務所	100	100	100
会議室	50	20	50
講義室	100	-	100
実験室	-	-	-
農機具室	100	100	100
倉庫	50	-	50
車庫	50	50	100
計	450	270	500

(3) 機器 / 車輛

次のような機器 / 車輛の導入を計画する。

項目		バチヨ	カブデン	ムノコクナイ
トラクター	30 pcs	1	1	1
ピックアップ	2200 cc	1	1	1
ステーションワゴン	2200 cc	1	1	1
バイク	100 cc	3	2	3
トレーラー		1	-	1
噴霧機		3	2	2

(4) 試験用施設及び資材 一式

5.8 事業費

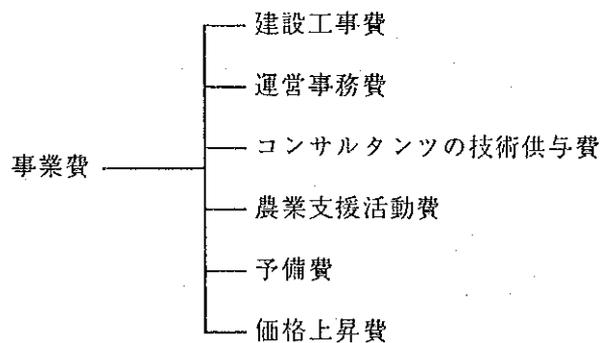
5.8.1 算定基礎

(1) 工事実施方式

本事業の特性及び規模を考慮し、工事は請負工事方式により実施する。

(2) 事業費の構成

事業費の構成は次のとおりとする。



1. 建設工費費

建設工事費は、建設材料、燃料、油脂、労務、機械、運転経費及び請負業者の諸経費を含む。

2. 運営事務費

工事期間中、事業主側の工事に係わる臨時雇用費、事務雑費、仮事務所の光熱費等で構成される。その費用は、想定される人員の経費をもとに積算した。

3. コンサルタント技術供与費

技術供与費はフィージビリティースタディーの見直し、調査及び詳細設計、入札業務、建設期間中の監督に要する費用から構成され、1、2及び4の10%を計上した。

4. 農業支援活動費

展示圃場での支援活動にかかる費用である。主として、必要とされる専門家にかかる経費で、その費用は、想定される人員の経費をもとに積算する。

5. 予備費

予備費には想定した工事費の相違、設計時点で想定出来なかった現場状況によって増加する工事費増分が含まれ、事業費の10%を計上する。

6. 価格上昇費

外貨に対し年率1.0%、内貨に対し5.0%の物価上昇を考慮する。

(3) 単価

単価は、DLDより入手した労務単価及び材料単価と償却費、修理費、維持管理費、燃料費、運転手賃金等より構成される建設機械運転経費を組み合わせて、工種別に算出した。採用した単価は、1992年時点のものである。基本資材については内外貨比率を決めて積算した。詳細を付属書Kに示す。

(4) 諸経費

建設工事にかかる諸経費は、現場監理費、利益、税、補償金及び保険等で構成されるもので、ここでは、建設材料及び労務費の25%として積算する。

5.8.2 建設手法

主要な土木工事材料である砂、石材、ラテライト、盛土材料、コンクリート製品等は、事業地区周辺で容易に得られる。建設機械についても、建設に必要な機械を有する企業が地区周辺に存在している。

バチヨ及びカブデン地区は、コーンペネトロメーターによる地盤支持力調査結果によると、軟弱地盤地区である。従って、掘削、運土、まき出し及び転圧等の作業には湿地ブルドーザーを用いることとする。

5.8.3 事業費

価格上昇費を含む事業費は、表-16、17及び18に示すように、バチヨ地区で98百万バーツ(490百万円)、カブデン地区で99百万バーツ(495百万円)、ムノコクナイ地区で144百万バーツ(720百万円)となる。詳細は付属書Kに示す。

表-9 作物の目標収量(パチヨ地区)

作物	単位	目標収量
Paddy rice	kg/ha	2,344 (375)
Sweet corn	ton/ha	10.0 (1.6)
Baby corn	kg/ha	4,250 (680)
Mungbean	kg/ha	750 (120)
Yardlong bean	kg/ha	2,500 (400)
Chili (fresh)	kg/ha	4,375 (700)
Chinese kale	kg/ha	6,875 (1,100)
Short cucumber	kg/ha	6,250 (1,000)
Pineapple	ton/ha	28.1 (4.5)

注)：()内はライ当り収量

表-10 作物の目標生産高(パチヨ地区)

作物	面積 (ライ)	収量 (kg/ライ)	生産高 (トン)	備考
Paddy rice	625	375	234	
Upland crops				
- Baby corn	213	680	145	2期作
- Sweet corn	〃	1,600	341	〃
- Yardlong bean	213	400	85	〃
- Mungbean	〃	120	26	〃
- Chili	213	700	149	〃
- Chinese kale	〃	1,100	243	〃
- Short cucumber	〃	1,000	213	〃
Tree crop				
- Pineapple	88	4,500	396	

表-12 作物の目標収量(ムノコクナイ地区)

作物	単位	収量	
Paddy			
Major rice (Local)	kg/ha	2,344	(375)
Major rice (HYV RD-13)*	kg/ha	3,000	(480)
Second rice (Local)	kg/ha	2,720	(435)
Second rice (HYV RD-13)*	kg/ha	3,300	(528)
Upland crops			
Sweet corn	ton/ha	11.25	(1.8)
Baby corn	kg/ha	4,500	(720)
Mungbean	kg/ha	900	(140)
Groundnut	kg/ha	1,250	(200)
Yardlong bean	kg/ha	3,000	(480)
Chili (fresh)	kg/ha	5,000	(800)
Chinese kale	kg/ha	7,500	(1,200)
Short cucumber	kg/ha	7,800	(1,250)
Watermelon	ton/ha	25.0	(4.0)
Tree crops			
Aromatic coconut			
5 th year	fruit/plant/year	2,500	(400)
6 th year	〃	2,500	(400)
7 th year	〃	3,125	(500)
8 th year	〃	3,125	(500)
9 th year	〃	3,125	(500)
Pineapple	ton/ha	28.1	(4.5)

注) * : 本計画では、事業実施5年後に導入する。

(): kgあるいはトン/ライ

表-13 作物の生産高(ムノコクナイ地区)

作物	面積 (ライ)	単位収量 (kg, ton/ライ)	生産高 (トン)
Paddy			
Major rice (Local)	2,158	375	809
Major rice (HYV RD-13)	〃	480	1,035
Second rice (Local)	647	435	282
Second rice (HYV RD-13)	〃	528	342
Upland crops			
Baby corn	225	720	162
Sweet corn	〃	1,800	405
Yardlong bean	225	480	108
Mungbean	〃	120	27
Groundnut	〃	200	45
Chili	225	800	180
Chinese kale	〃	1,200	270
Short cucumber	〃	1,250	281
Watermelon	〃	4,000	900
Tree crops			
Aromatic coconut*			
5 th year	1,000	400	400,000
6 th year	〃	400	400,000
7 th year	〃	500	500,000
8 th year	〃	500	500,000
9 th year	〃	500	500,000
Pineapple	600	4.5	2,700

注)*; 単位収量は個/本、生産高は個数である。

表 -14 各地区の環境影響評価表

FACTORS	BACHO AREA		KAB DAENG AREA		MUNO-KOKNAI AREA	
	Without Project Impact	With Project Impact	Without Project Impact	With Project Impact	Without Project Impact	With Project Impact
A. SOCIAL						
1. Living Condition	-2	+2	-2	+2	+1	+2
2. Job Opportunity	-1	+1	-1	+1	0	+1
3. Social Security	0	+1	0	+1	0	0
4. Economic Condition	-1	+2	-1	+2	0	+2
5. Transportation	-1	+1	0	+1	+1	+2
6. Infrastructure	-1	+1	-1	+1	0	+1
7. Recreation	0	+1	0	0	0	0
B. NATURAL						
1. Subsidence	-2	-1	0	0	0	0
2. Topography	0	+1	0	0	0	0
3. Geology	0	0	-1	+1	0	0
4. Soil	-1	+1	-1	+1	0	+1
5. Land Use	-1	+1	-1	+1	-1	+1
6. Surface Water	-1	+1	0	0	0	0
7. Ground Water	0	0	0	0	0	0
8. Flood Control	-1	+1	-1	+1	-1	+2
C. ECOLOGICAL						
1. Forest/Plant Community	0	-1	0	-1	-1	+1
2. Fish/Aquatic Animals	0	-1	0	0	-1	+1
3. Wild Life	0	0	0	0	0	0
4. Water Quality	-1	-1	-1	+1	0	0
5. Burning	-2	+2	0	0	0	0

Note : 0 = No impact 1, 2 = Degree of impact +, - = Positive, Negative

表 -15 各地区の工事数量

Description	Unit	Bacho	Kab Daeng	Muno-Koknai
1. Land Reclamation				
Mowing	ha	225	432	340
Stumping	//	180	346	340
Stumps Exclusion	//	180	346	340
Removal of Sundries	//	225	432	340
Burning	//	225	432	340
Readjust the Land	//	200	399	665
Plowing	//	-	-	403
Harrowing	//	-	-	403
2. Agricultural Infrastructure				
① Drainage Canal Improvement				
Canal Type I B=1.0m	m	-	4,600	5,300
Canal Type II B=2.0m	//	-	-	-
Canal Improvement	//	7,510	-	4,400
Check Gate 1.0×0.6×1	place	-	-	-
" 2.0×1.2×1	//	-	4	-
Culvert φ 300	m	-	-	189
" φ 500	//	-	45	-
" φ 600	//	-	-	10
" φ 1000	//	48	16	-
② Dike (Road)				
Type I B=3.0m H=1.0m :Peat	m	-	-	-
Type II B=3.0m H=1.0m :Acid	//	-	-	9,900
Type III B=3.0m H=1.8m :Peat	//	2,750	1,150	-
Type IV B=3.0m H=2.5m :Acid	//	-	-	4,000
Road Improvement	//	4,300	-	-
③ On Farm Facilities				
Ditch 30m Pitch	ha	200	298	167
Ditch 50m Pitch	//	-	-	220
Farm Road B=2.0m	m	6,560	7,800	-
Farm Turn Out	place	-	-	21
Weir	//	-	-	410
④ Water Control Facilities				
Intake Facility φ 1000	place	3	-	12
Check Gate 2.0×2.0×1	//	-	2	5
" 4.0×2.0×2	//	1	-	-
⑤ Inland Fishery Pond				
Type I 250m×90m: Peat	place	1	-	-
Type II 40m×40m: Peat	//	-	16	-
Type III 40m×40m: Acid	//	-	-	21
⑥ Liming				
	t	6,242	9,246	11,518

表 -16 バチヨ地区工事費

Unit : 1,000 Baht

Description	(1st Year)		(2nd Year)		(3rd Year)		(4th Year)		(5th Year)		(6th Year)		Total		
	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	Total
Bacho F/S Area															
1. Construction Cost															
- Land Reclamation			1,286	1,487	2,144	2,479	857	991					4,287	4,957	9,244
- Agricultural Infrastructure			2,510	8,549	4,184	14,249	1,674	5,699					8,368	28,497	36,865
- Agricultural Supporting Facility			8,440										8,440		8,440
Sub Total			12,236	10,036	6,328	16,728	2,531	6,690					21,095	33,454	54,549
2. Project Administration	936	630	39	630	39	630	38	630					1,052	2,520	3,572
3. Consulting Services															
- Detailed Design	2,995		1,498		1,498		1,498						2,995		2,995
- Supervision			1,498		1,498		1,498						4,494		4,494
Sub Total	2,995		1,498		1,498		1,498						7,489		7,489
4. Agricultural Supporting Activity															
Total (1-4)	3,931	630	13,773	10,666	11,896	17,520	8,098	7,482	4,031	162	4,032	162	4,032	162	45,761
5. Physical Contingency (1-4)×10%	393	63	1,377	1,067	1,190	1,752	810	748	403	16	403	16	4,576	3,662	8,238
Total (1-5)	4,324	693	15,150	11,733	13,086	19,272	8,908	8,230	4,434	178	4,435	178	50,337	40,284	90,621
6. Price Escalation	43	35	305	1,203	397	3,038	362	1,774	226	49	273	61	1,606	6,160	7,766
Grand Total	4,367	728	15,455	12,936	13,483	22,310	9,270	10,004	4,660	227	4,708	239	51,943	46,444	98,387

表 -17 คาบเดน地区工事費

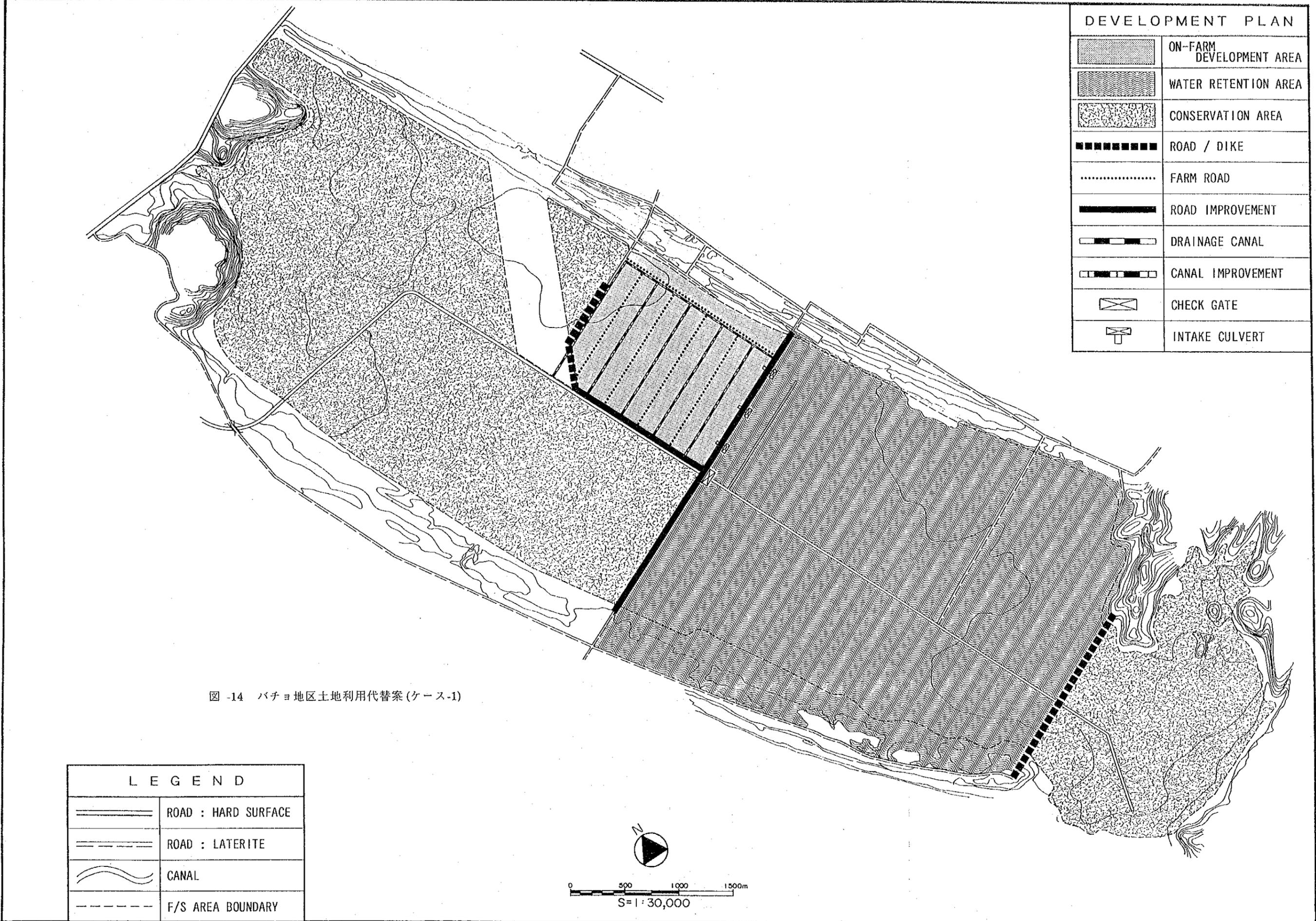
Unit : 1,000 Baht

Description	(1st Year)		(2nd Year)		(3rd Year)		(4th Year)		(5th Year)		(6th Year)		Total		
	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	Total
kab Daeng F/S Area															
1. Construction Cost															
- Land Reclamation			3,347	3,835	5,020	5,752							8,367	9,587	17,954
- Agricultural Infrastructure			3,683	10,984	5,525	16,477							9,208	27,461	36,669
- Agricultural Supporting Facility			5,770										5,770		5,770
Sub Total			12,800	14,819	10,545	22,229							23,345	37,048	60,393
2. Project Administration	709	537	38	536	37	536							784	1,609	2,393
3. Consulting Services															
- Detailed Design	3,030		1,514		1,514		1,514						3,030		3,030
- Supervision			1,514		1,514		1,514						4,542		4,542
Sub Total	3,030		1,514		1,514		1,514						7,572		7,572
4. Agricultural Supporting Activity															
Total (1-4)	3,739	537	14,352	15,355	16,309	22,862	5,727	97	4,213	97	4,213	98	44,340	38,949	83,289
5. Physical Contingency (1-4)×10%															
Total (1-5)	4,113	591	15,787	16,891	17,940	25,148	6,300	107	4,634	107	4,634	108	48,774	42,845	91,619
6. Price Escalation															
Grand Total	4,154	621	16,104	18,622	18,484	29,112	6,556	130	4,870	130	4,870	138	50,168	48,623	98,791

表 -18 ムノコクナイ地区工事費

Unit : 1,000 Baht

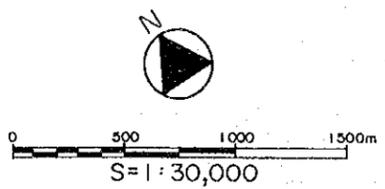
Description	(1st Year)		(2nd Year)		(3rd Year)		(4th Year)		(5th Year)		(6th Year)		Total		
	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	Total
Muno-Koknai F/S Area															
1. Construction Cost															
- Land Reclamation			3,423	2,739	5,706	4,564	2,282	1,826					11,411	9,129	20,540
- Agricultural Infrastructure			3,740	13,923	6,234	23,204	2,493	9,282					12,467	46,409	58,876
- Agricultural Supporting Facility			9,010										9,010		9,010
Sub Total			16,173	16,662	11,940	27,768	4,775	11,108					32,888	55,538	88,426
2. Project Administration	920	636	39	636	39	636	38	636					1,036	2,544	3,580
3. Consulting Services															
- Detailed Design	4,354				2,177		2,177						4,354		4,354
- Supervision			2,177										6,531		6,531
Sub Total	4,354		2,177		2,177		2,177						10,885		10,885
4. Agricultural Supporting Activity															
Total (1-4)	5,274	636	18,389	17,298	18,187	28,584	11,021	11,924	180	4,031	180	4,031	60,933	58,802	119,735
5. Physical Contingency (1-4)×10%	527	64	1,839	1,730	1,819	2,858	1,102	1,192	18	403	18	403	6,093	5,880	11,973
Total (1-5)	5,801	700	20,228	19,028	20,006	31,442	12,123	13,116	198	4,434	198	4,434	67,026	64,682	131,708
6. Price Escalation	58	35	407	1,950	606	4,956	492	2,827	55	273	67	273	2,062	9,890	11,952
Grand Total	5,859	735	20,635	20,978	20,612	36,398	12,615	15,943	253	4,660	253	4,707	69,088	74,572	143,660

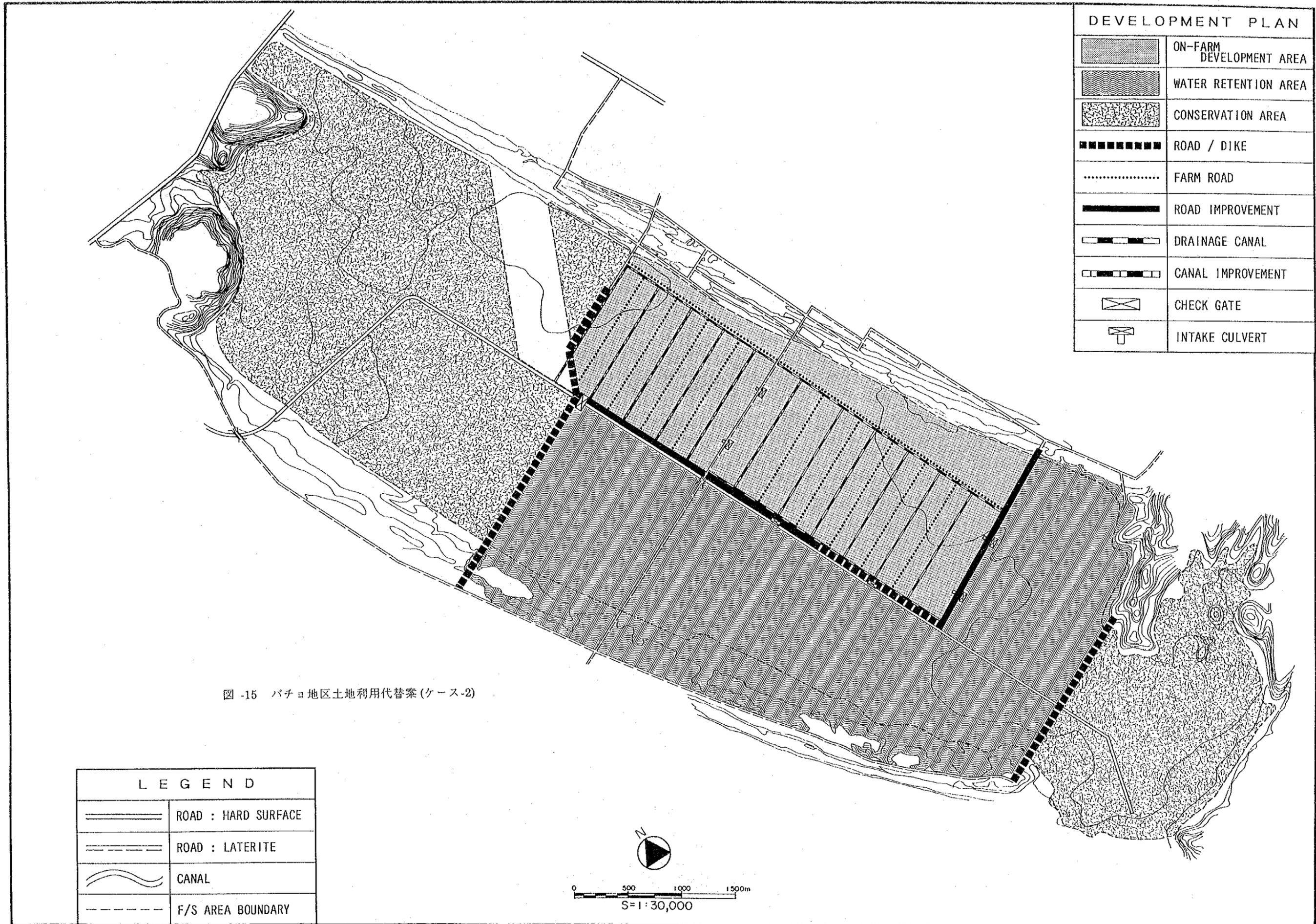


DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	WATER RETENTION AREA
	CONSERVATION AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	ROAD IMPROVEMENT
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	INTAKE CULVERT

図 -14 パチヨ地区土地利用代替案(ケース-1)

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

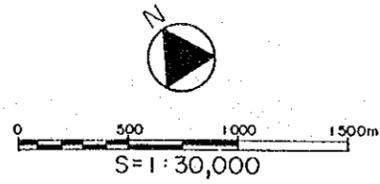


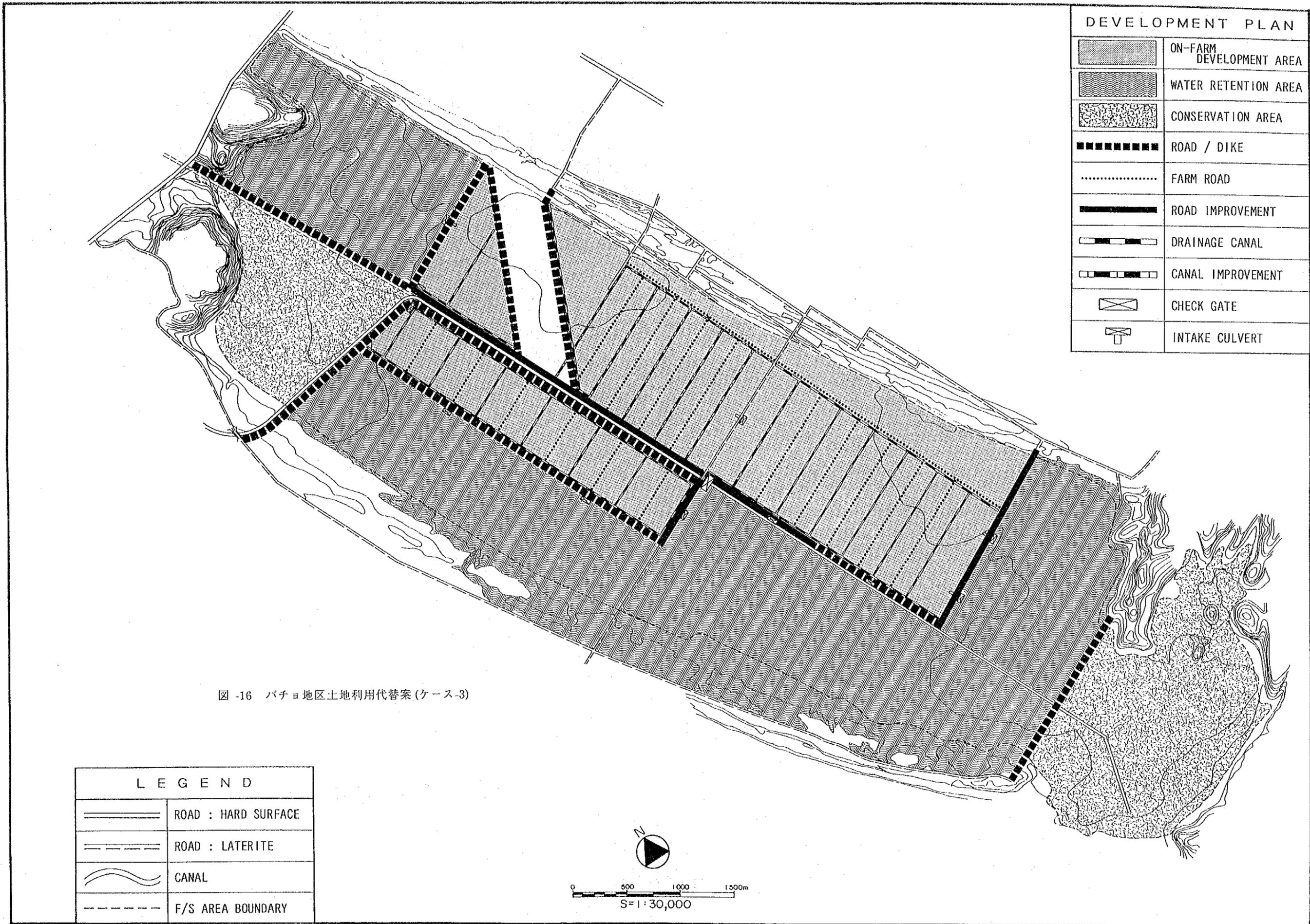


DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	WATER RETENTION AREA
	CONSERVATION AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	ROAD IMPROVEMENT
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	INTAKE CULVERT

図 -15 パチヨ地区土地利用代替案(ケース-2)

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





DEVELOPMENT PLAN	
	ON-FARM DEVELOPMENT AREA
	WATER RETENTION AREA
	CONSERVATION AREA
	ROAD / DIKE
	FARM ROAD
	ROAD IMPROVEMENT
	DRAINAGE CANAL
	CANAL IMPROVEMENT
	CHECK GATE
	INTAKE CULVERT

図 -16 パチョ地区土地利用代替案(ケース-3)

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

