

### 13.2.15 海域利用

Quepos 市の漁業者への聞き取りによれば、約 900人の漁業者がおり、海域で漁業を行っており河川の漁業はない。Paquitall川の河口域は流れが複雑なため漁業対象水域には含まれておらず、この地区の漁業は沖合が対象とされている。洪水時の漁業被害については、漁船による沖合漁業をおこなっている理由で、特に問題は起きていないとされている。

漁業対象の主な種類は、Snapper, Seabass, Sardine, Shrimp, Lobsterと報告された。1993年の水域別の漁獲量 (Figure 13-37, Table 13-35) のデータによれば、Zone 2 の漁獲量はZone 1 や3よりも少なく、約 1/5程度である。大型および小型漁船の季節別の漁獲量の変化 (Table 13-36, Table 13-37) によれば、大型船では3, 4, 5 および10月に、小型船では 2, 3, 4, 7, 8, 10月に多い傾向がある。沿岸に生息するCamaronについては、周年採取されている種類が多いが、Camaron C. (*Penaeus Californiensis*) は乾期に多い傾向がある。

漁業域の規制については、Naranjo川の河口域は国立公園の一部となっているため、国立公園の全面域とともに漁業禁止区域に含まれている。

一方、Eastero Damasのマングローブ林の背後に300haのエビ養殖場があるが、Naranjo川河口部にも25haのエビ養殖場がある。

PalmのプランテーションとNaranjo川の間にある農家は、エビ養殖池 (25ha)、Palm 林 (170ha)、稲作地 (450ha)、牧場 (1,200頭) を持ち、エビ養殖池は一年以内に35haの広さにする計画がある。

養殖ではEsterro Negroに通じる水路 (Figure 13-38) からポンプアップしているが、この水はまずタンクに入り、タンクでは一日あたり全体の20%程度の水が交換されている。ポンプは2機あり、それぞれ300 l/s、900 l/s の能力で昼間4時間、夜間4時間の運転がなされている。池の塩分濃度は12から22の範囲になるように、ポンプ前に設けられたゲートを操作してコントロールされている。

Figure 13-39は池の塩分濃度の記録である。記録によれば塩分濃度が12を大きく下回ることもあるが、農家によれば養殖で問題は生じていないとされている。

Figure 13-39 にはLondresの流量記録をあわせて示しているが、乾期にNaranjo川の流量が減り、その結果、河口の塩分濃度が高くなっても池の塩分濃度には大きな変化がみられないようである。

エビの種類はPeneus Vanameiで、稚エビは人工施設で産卵させたものが用いられているが、生産量は1,200kg/ha/15weekで、年間2～5回の生産がおこなわれ、乾期にも生産が行われている。

エビの売値は500～1,000 colones/kgで、年間の売上はおおよそ60,000,000 colonesである。この農家の稲作の売上は120,000,000 colones、Palmの生産額は13,000,000 colonesである。

### 13.2.16 観光・レクリエーション

#### (1) 観光の発展計画

Costa Rica観光局 (ICT) およびEC委員会による観光の持続的発展計画 (1993-1998;NTP)によれば、太平洋岸地域の観光計画について、以下のようにまとめられている。

太平洋中部沿岸地帯の特徴と地理上の分布構造によって、3つの地区に分けられている (Figure 13-40)。

第I地区; Punta Loros から Puntarenas まで (Puntarenas)

第II地区; Islas del Golfo を含む地域 (Tortuga)

第III地区; Playa Naranjo から Cabo Blanco まで (Curu)

太平洋側での主要な観光の中心は、第I区に入る Puntarenas市で、旅行者が滞留、集積、船を利用し旅行するための中心地として機能している。この地域のその他の観光の中心には、潜在力を秘めた Tambor と Cobano 市がある Quepos 地域は第III区に含まれる。

第III区には Playa Naranjo から Cabo Blanco までには、Curu 野性動物避難区域および Cabo Blanco 完全保護区の二つの保護地域が含まれている。さらに、Organos, Paquera, Cabo Blanco 湿地帯と言った生物保護の条件が整った湿地がある。この区にはさらに、Organos, Montezuma Cocal, Colorado, Naranjo, Gigante, Cabuya, Tambor 海岸と言った魅力的な海岸がある。

観光地としての魅力、観光プランおよびインフラ施設から見た場合、この地域はさらに第一地区と第二地区に分けられ、第一地区は、Pogeres 海岸から Manuel

Antonio 国立公園の境界線までの区域であり、第二地区は Manuel Antonio 国立公園の境界線から Boca Coronado までの地域である。この地域の面積は広大であるため、二つの最重要観光センターおよび二つの重要観光センターを基盤として計画が立案されている。

最重要な観光の中心地は Jaco と Quepos であり、重量な観光の中心地は Parrita と San Isidro del General であるが、後者はこの地域外にある。Quepos, Manuel Antonio は旅行者の滞留地区として機能している。

## (2) 観光戦略での観光のポイント

第三区の中の第一区の観光のポイントは、この地区の端にある Carara 保護区と Manuel Antonio 国立公園である。この観光地の他に潜在的な価値を持っているのは湿地帯やマングローブ林におけるフィッシング (Damas, Palo Seco, Palma) であり、Hermosa 海岸のサーフィンである。Manuel Antonio 国立公園はこの国でも最高レベルの保護区であり、国立公園の中でも国内の利用者が最も多く、外国人の利用者も最も多い。

第二区は、Manuel Antonio 国立公園の端から Boca Coronado までつづいている。この地区の唯一の保護区は、Marino Ballena (鯨) 公園で海洋資源と合わせ、保護の対象となっている。

## (3) 実施が提案されているアクション

基本アクションには、二つの分野がある。Costa Rica 大学財団の公園管理計画 (飽和状態の回避をめざす) の実施と Quepos, Manuel Antonio 地域を対象とする調整計画の始動であるが、需要の問題のみならず国立公園と緩衝地帯に関する需要、およびこの需要が及ぼす影響に対処するため、重要な要素として観光開発が考慮に入れられている。

## (4) Manuel Antonio国立公園

Manuel Antonio National Parkは、陸域が682ha、海域が55,000haで、Naranjo 川の右岸河口部を境界として海岸に隣接した自然公園である。過去約15年間の観光客数は近年に向けて増加が著しい。観光は主に乾期に行われている。

観光資源は海岸を含めた熱帯林の自然景観にあるが、この公園を含めた近辺には絶滅の危機にある小型のサル (*Saimiri oersteoi citrinellus*) が約2,000匹だけ生息しており、保護が求められている。この内、500匹が公園内にいると言われる。

公園からQuepos市側の海岸域は観光客の宿泊のためのホテルが多くみられ、観光開発が行われている。

この公園の入場料による収入はCosta Rica国全体の公園の収入の1.8%程度である。観光客が地元へ落とす金額の25%は首都のSan Joseに持ち去られ、15%の金額が公園維持のために地元で使われている。近年、現地の観光産業の振興の目的に国立公園を含む保護区の拡大の案が出て来ている。

#### (5) ツーリズムの対象

公園の北側の境界からQueposの海岸は海水浴、散策などレジャーの場となっているが、Naranjo川側には観光客やホテルは見られない。

海岸は海亀の来訪場所となっており、上陸の見物も観光資源の一つである。なお、Estero Garitaの西端付近には海亀の孵化場があり (Figure 13-11)、当地点の海岸には産卵期に、3~50匹の亀が産卵に訪れると言われる。川下りレジャーの盛んな河川はSavegre川である。

観光パンフレットによれば、この地域には以下の内容等のツアーが組まれている。

- Isla Damas Estuary
  - Sea Kayaking
  - Sightseeing by Boat (65\$)
  - Mountainbiking
- Manuel Antonio National Park
  - Picnic, Surf, Dipping
  - Sightseeing
  - Snorkiling by Boat (60\$)
  - Snorkiling by Kayak (40\$)
  - Rafting (55~75\$)
- Savegre River
  - Rainy season
    - Seven Man U-Paddle Raft
  - Water Decreasing Season
    - Two Man Inflatable Kayak
  - Picnic
  - swimming
  - Waterfall sightseeing

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shore line of Manuel Antonio National Park and Mouth of Naranjo River(6~11月)</li> <li>• Londres Hills</li> <li>• Naranjo River</li> <li>• Rio Naranjito Area</li> <li>• Cerro Nara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sightseeing (Mangrove, Topography, Fauna and Flora, Palma plantation, Pasture )</li> <li>Mountain Biking (55\$)</li> <li>Dipping</li> <li>Mountainbiking</li> <li>Hiking</li> </ul>
--	--

Naranjo川の中流部のLondresには川下りを行わせる会社が1つある。しかし、現地踏査を行った1994年9月には水量が多く危険なため営業は行われていなかった。また、ICE がアンケート調査を行っていた1995年11月から1月までの間は逆に流量が少なすぎてやはり営業は行われていなかった。ただし、乾期にはこのあたりのNaranjo川中流部では水浴び、釣りなどが行われている。

計画地点の南方にあるのSavegre川は、流れが緩いため川下りに向くとされ、現在、5つの川下りを行う会社が営業している。

### 13.2.17 文化財

Cost Rica の考古学的関心の全てを記録している国立博物館のデータベースによれば、この地域に考古学的関心の対象はない。

### 13.2.18 公衆衛生

Quepos市近郊にある総合病院への聞き取り調査によれば、北部のSan Marcosに近い地域の一部を除いて、当計画地点を含むこの地域の患者を受け持っているとのことであったが、過去10年間の記録ではParrita 地域で年間2~10人のマラリヤ患者の発生が見られている。この地域の主な病気は、呼吸器系の疾病である。

### 13.3 環境への影響および講ずべき対策

#### 13.3.1 用地の造成・整地、工事および据え付け段階の物理的および生物学的影響と講ずべき対策

##### (1) 施設と工事概要

###### a) 工事予定区域

当計画における従業員宿舎、骨材の採取と処分、ダム本体および付属施設、導水路、発電所、開閉所の工事予定区域と送電線ルートを Figure 13-41、Figure 13-42に示す。

###### b) 工事規模と使用する資機材

工事の規模を Table 13-38 に示す。また、使用する主要機材について Table 13-39 に示す。

###### c) 資機材の輸送

主要な資材と機材の輸送路を Figure 13-41 に示す。

###### d) 工事工程と労働力

工事の工程を Table 13-40 に示す。Los Llanos計画の建設は4-5 ステージで行われる。工事に要する労働力はおおよそ最大時で約 1,000人である。

##### (2) 工事中における環境影響と講ずべき対策

###### a) 地形の改変

###### i) 骨材等の採取と廃土の処理

###### • 改変の程度

プロジェクトで使用される骨材は、ダムでは原石山より採取したものから製造し、発電所建設用の骨材は川床堆積物を利用する。これらの材料の採取予定地は Figure 13-41 に示される。採取予定量は以下のとおりである。

(Unit: 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)

Material	Location	Amount
Stone and Sand	Figure 13-41	Dam; 125 Powerhouse; 140

コンクリートプラントは、ダム地点、導水路付近および発電所予定地周辺に合計3箇所置かれる。また、土捨場はダム、導水路周辺に予定されている。

• 環境影響と対策

骨材採取地点および残土処理地点には、学術的に貴重な地形や地質はない。また景観的に優れた地形もない。文化財としての歴史的遺跡もない。

<骨材の採取>

岩石は自然破壊を極力低減するために、主に貯水池予定地外の上流地点で採取される。この地点は川床で植生は比較的貧弱である。

工事に伴う騒音・振動については、人家から離れているので問題はないと考えられる。騒音・振動による野性動物に対する影響は、一時的な逃避が考えられるが、長期にわたる影響はほとんどないものと考えられる。

<砂、砂利の採取とコンクリートの製造>

コンクリート材料の砂・砂利は川床から採取するため、その場所の川床は掘り下げられ濁りが発生するが、水生生物はメダカ類が主であり、水草類は見られない。川岸の周辺には背の低い樹木が散在するが、ほとんど砂や砂利の裸地である。

工事では、川沿いの土地から砂や土砂を採取することになるが、工事による魚類等への直接の影響は、それらが逃避可能であるため小さい。工事により発生する濁水対策については、監督官庁との協議によって決定する必要がある。また、3地点が予定されるコンクリート混合プラントの排水には注意が必要で、浮遊物質の沈殿と上澄み液の中和を行った後に下流に放流するなど管理が必要がある。

### 〈土捨場〉

工事区域内に土捨場を3ヶ所設けるが、この場所は森林であるが、その面積は狭くこの地域の森林への影響は小さいと判断されるが、事前に調査を行って貴重種などの存在については、移植などの対策が必要である。土捨場の法面は、雨量が極めて多い地域であるので、保護工を実施して土砂の流出を防ぐ必要がある。

### ii) 資材輸送路

#### • 改変の程度

計画地点および各工事区への建設資材や設置機器の輸送には、Figure13-41の内容が計画されている。計画では極力既存の道路の整備によって輸送路を確保するが、新たに図中の黒の部分の合計14.2 kmの道路の建設が必要である。

#### • 環境影響と対策

改変による環境影響要素には植生への影響、野性生物の生息空間の縮小、建設廃土、騒音・振動がある。

資材の輸送路は、既存の道路の拡張によって行うこと、道路周辺は農地や家畜の放牧のために既に開発が進んだ所が多く植生への影響は小さい。

しかしながら、この地域の土壌は緻密でありながら透水性が良く、エロージョン発生が容易な特徴を持っていることから、その防止のための工事でののり面の保護が必要である。また工事によって発生する泥水についても十分に監視する必要がある。

なお工事に当たっては環境影響を低減するために極力、工事域の縮小も図る必要がある。野性生物に対しては、生活空間の縮小や騒音、振動の影響を与えるが、改変の範囲は極めて小さく、夜間工事は行わないこと、および夜間照明の低減を図ることにより影響の低減が図られる。

建設の廃土は土捨場に処理しなければならない。

### iii) 発電所および開閉所

#### • 改変の程度

発電所は Figure 13-41 に示す場所に設置され、開閉所は発電所の近傍に建設される。



- 環境影響と対策

発電所の建設地点はMeadowであるが、近くに植生が豊かな林があるが貴重な植物は見出されていない。

開閉所の工事区の面積は、3.1haで、この地点では自然植生は少なく、環境への影響は小さいと判断される。

- iv) 導水路

- 変更の程度

導水路は主に Figure 13-41 に示すルートの下地を通る計画である。

地上部は取水口および放水口の僅かな範囲である。

- 環境影響と対策

地下導水路の環境影響は、地下水への影響であるが、地域として地下水が豊富なことから、工事区での影響が広範囲に及ぶことはない。

しかしながら、工事で発生する濁水には十分な注意をもって工事を行う必要がある。また工事区域は極力縮小して行うことも望まれる。

- v) ダム本体

- 変更の程度

Figure 13-41 に示す位置に設置する。ダムのタイプはコンクリートダムで、ダム高は約60mである。仮締切地点を含めた工事区域は56.6万㎡である。

- 環境影響と対策

この地点の河川の両岸の植生は貯水域と比べて極めて貧弱であり、下流近傍は農地となっているが、この農地はダム本体工事区には含まれない。地形の変更の環境影響要素は、河川生物と植生および農地への影響が主なものである。植生調査によれば、貴重な植物としてマメ科(Papilionaceae)の *Platymiscium* が見出している。

よって、計画の実施に当たっては、この種の分布について詳細な調査を実施し保護に努める対策を考慮する必要がある。このほかの種類については、影響は小さいと判断される。

水生昆虫や魚類等の水生生物は、特にこの地点のみに住むものではなく他地点にも見出せることから、影響は小さいと予測される。

## vi) 送電線

### • 改変の程度

送電線ルートは、Figure 13-42 のルートが予定されている。送電線鉄塔は300m当たり1基の予定である。

### • 環境影響と対策

送電線の環境影響には、送電鉄塔の立地場所の改変、鳥類の飛翔障害および自然景観の変化がある。選定されたルートは、住宅を避けた牧草地や林の地域にある。

## b) 施設の建設

### i) 影響項目

工事による自然環境への影響要素としては、河水への掘削土石の接触、骨材の洗浄、工事区域に降った雨による濁り水の流出などによる河川の濁水化、事務所や合宿等からの汚水の排出に伴う河川の汚濁等による水生生物への影響が考えられる。また、工事による騒音や振動、および大気汚染などが主なものである。

### ii) 対策

#### • 従業員宿舎および付属施設

ダム下流の右岸の大地に掘削、盛立てをして造成するが、工事終了に伴って跡地を整理しなければならない。

#### • 資材の輸送

Figure 13-41 に示す道路を使用される。

#### • 建設工事

##### 〈ダム本体〉

ダム下流域の水生生物への影響を未然に防止するため、工事に先立ってダム地点の上下流にそれぞれ仮締め切りが行われる。

河川水は、上流側の仮締め切り施設の上流から、仮排水地下トンネルによって下流側の仮締め切り施設の下流側に導かれ、ダム本体工事によって発生する濁水等との混入を防止する。

また降水により発生する工事区域内からの濁水やコンクリート混合排水等については、仮設沈殿池による沈殿処理や中和を行った後に、その上澄

み水を河川に排水するなどの対策を行う必要がある。建設工事に関わる排水について監督機関との間で調整を行う必要がある。

当河川のpHは約8以下であり、水生生物に安全なpHは6.5~8.5であることから、特にpH管理には極力注意を要する。

また、乾期は河川水量が少なく水が清浄であるため、濁り水の発生についても、その防止のための対策を立てる必要がある。

工事に使用する機器類や自動車などからの騒音・振動については人家までの距離があることから問題は生じないと考えられるが、夜間や早朝の発破は極力抑制する必要がある。

この地域には大気汚染物質を排出する施設はないが、工事車両による排ガスの住民や労働者への影響は、使用車両の点検と配車管理などの対策を行必要がある。夜間照明は特に野性生物に影響を与えるため、必要最小限の照明とする。

#### 〈導水路〉

導水路の建設のために、地下トンネルが掘られる。掘削ズリはトラックによって予定の土捨場に運ばれる。この工事のために地表部にはトンネルルート of 2ヶ所から土捨場に通じる輸送道路を整備される。地表部分の土地利用目的は山林となっているため新設が必要であるが、できるだけ既存の道路の利用し、道路建設による農地への影響を避ける。また住民の往来に対する安全対策が求められる。

掘削中、仮に湧水があれば、濁水対策として排水を集中管理し、濁りが極めて多ければ沈澱池などを経由した後に河川に放流する。

トンネルでの発破による騒音と振動については、トンネルが地下にあること、また人家がないルートであることから、影響はないと判断される。

#### • 発電所および開閉所

これらの施設は規模的に小さいが、工事に当たっては特に排水管理と騒音・振動に注意が望まれる。

### 13.3.2 運用段階における物理的および生物学的環境におよぼす影響と講ずべき 対策

#### (1) 貯水池および施設

##### a) 影響要因

Table 13-41 に設備と運用の諸元を示す。

貯水池と施設自体の環境影響要素は土地の占有である。

##### b) 環境影響と対策

###### i) 貯水池

###### • 気候特性および気象

巨大な貯水池は局地気象に影響があると言われる場合がある。水面や森林の持つ機能は、地表の熱環境を著しく緩和することである。当計画の貯水池の面積は11.5km<sup>2</sup>で極めて小さく、現状に近い河川の形態をとることから、この貯水池の存在による影響は極めて小さい。

###### • 地形、地質特性

この地点には、特に学術的に貴重な地形や地質はない。

###### • 水文地質学的特性

この地点には、地下水の利用はない。

###### • 土壌特性および利用状態

土壌の特性や利用状態からみた影響は、上流域の農業開発による土地の浸食と流出土砂の増加である。この対策として、地域の農業開発の関係機関との協議など、適切な土地利用の管理が求められる。

###### • 農地の特性

貯水池内には農地は含まれない。

###### • 水文学的特性

Figure 13-41 に示す範囲に貯水池が形成される以外の水文環境に変化はない。

###### • 地表水の現在および計画中の利用

この地域の飲料水は河川に依存しておらず、かつ交通運輸や内水面漁業などの利用も行われていない。

- 水生生物

貯水池域の河川は峡谷にあり、水草の繁茂は見られない。魚類ではメダカ類が主で、これは特に貴重な種類ではない。

- 地熱および熱水資源

貯水池域には地熱および熱水資源とその利用はない。

- 保護地域

貯水池は保護区には含まれていない。また、文化財等もない。

- 森林資源

貯水池予定域には河川を含めた11.5haの山林と河床の地域が含まれている。この地域には、絶滅の危機にある種類として Batocarpus costariensis が存在する。この種類については、付近の地域を含めて分布量を調査して移植の必要があれば移植し保全に努めなければならない。

伐採される山林の木材量は、経済的価値のあるものとして、279.8m<sup>3</sup>で金額は1,072,900 Colones である。

- 植物、動物

- <植物>

貯水池内の本木類の現地調査では、16種（このうち2種不明）が認められたが、稀少種として Batocarpus costariensis が見出されている。この種類については、建設前に詳細調査を行って、その重要性の大小に応じて移植等の保全に努めなければならない。

- <動物>

貯水池地域の調査結果はないが、近傍のダム地点の調査によれば、サル的一种 (Alouatta palliata)、アライグマ的一种 (Nasua narica)、パカの一种 (Aequi paca)、イタチ的一种 (Bira barbara)、オウムの一种 (Aratinga)、イグアナの二種 (Iguana iguana, Ctenosaura similis) が見出されている。これらの動物の行動範囲あるいは分布に対して貯水池の形成は縮小を与えるが、その範囲は僅かであること、隣接する森林保全域には全く影響を与えないことから影響は軽微と判断される。

しかしながら、計画の実施までには詳細調査を行って、分布量や行動範囲についての基礎的データの集積にもとずく評価と必要とされる保護対策を実施する必要がある。

- 畜産資源

貯水池内に牧草地や放牧地はない。

- 鉱物資源

貯水池内に鉱物資源はない。

- 景観的価値の高い場所およびレクリエーション地域

貯水池域内には高い景観的対象となるものはない。

将来の貯水池は視角的に人の往来路からは見難く、景観的価値はない。

## ii) ダム本体

- 地形、地質特性

この地点には学術的に貴重なものではない。

- 土壌特性および利用状態

ダム地点は狭い峡谷で利用出来る土壌はない。ダム地点近傍の下流側には、農地があるのみである。

- 水文学的特性

ダム本体によりNaranjo川が分断され、上流と下流部の水文環境が形成される。

- 地表水の現在および計画中の利用

この地点には地表水の利用はない。

- 水生生物

ダム本体が設置される場所の水生生物が消滅および逃避する。

ダム地点には水草類はない。生息する魚類の種類はメダカ等で、それらはNaranjo川の上、中、下流に広く生息している。これらの魚はダムによって生息領域を分断されるが、上下流のそれぞれの環境で成育が可能である。

- 保護地域

ダム地点は保護地域には含まれていない。また保護を対象とする遺跡等もない。

- 森林資源

ダム地点には森林はない。

- 植物、動物

#### 〈植物〉

ダム地点では24科30種の植物が見出されている。このうちPapilionaceae科の *Platymiscium* は絶滅の危機にある植物であり、計画の実施に当たって、この種類の分布量などの調査によって実態を把握、評価の後に必要な対策を行う必要がある。

#### 〈動物〉

哺乳類では9種認められ、保護対象のサル (*Alouatta palliata*)、アライグマ (*Nasua narica*)、パカ (*Aqoutipaca*)、イタチ (*Bira babara*) の4種が含まれている。鳥類ではオウム (*Aratinga* sp.) が保護対象である。

動物や鳥類は移動可能で広い行動範囲を持っていることから、ダム本体の建設による影響は軽微であるが、計画に実施にあたっては、事前にそれらの動物の行動範囲、餌場の調査を行い影響を与えないような配慮が必要である。

#### ・景観的価値の高い場所およびレクリエーション地域

ダム地点は峡谷にあり、その下流近傍には農地や人家、交通路があるが、ダム本体を直接、目に出来る地点は限られている。また、この地点には景観的価値の高い場所や川下りやキャンプ場と言ったレクリエーションの場や施設はない。

#### iii) 導水路

導水路予定ルートは保護区には含まれていない。

導水路は地下トンネル構造であるため地表部の環境に影響を与えない。導水路建設のための工事区域については、極力狭い範囲に留める必要がある。

#### iv) 発電所および開閉所

これらの施設の建設地点は保護区には含まれない。

発電所は人家に近い地点に設置されるため、住民の生活に支障の内容にしなければならない。用地は買い上げするものとする。この地点の植生調査では29科107種の植物が見出されている。このなかには絶滅の危機にある種類は見出されていない。動物類については詳細な情報がないので、計画実施前に調査を行って、必要な対策を立てる必要がある。

## (2) 運用

### a) 運用計画

施設の運用計画の概要は以下のとおりである。

出水期および需要期には最大放水量の $27\text{ m}^3/\text{sec}$ で一日、5 時間連続運転する。

運用による環境影響要因は、貯水と転流、およびダム地点から放流口までの下流の減水区間の形成である。運用による水文環境、特に過去23年間のデータにもとづく将来の河川流量の変化についてTable 13-42 に示す。

それによれば、中流のLondres では現状の年平均流量は  $27.8\text{ m}^3/\text{sec}$ 、最大月平均流量は $56.0\text{ m}^3/\text{sec}$ 、最小月平均流量は $5.7\text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、計画の実施により、それぞれ $13.2\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $30.9\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $1.4\text{ m}^3/\text{sec}$ に変化する。

Naranjo川河口では現状の年平均流量は  $36.8\text{ m}^3/\text{sec}$ 、最大月平均流量は $74.6\text{ m}^3/\text{sec}$ 、最小月平均流量は $7.6\text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、それぞれ $22.6\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $50.5\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $3.3\text{ m}^3/\text{sec}$ に変化する。

また、転流先の発電所地点の流量は増加し、現状の年平均流量は $3.7\text{ m}^3/\text{sec}$ 、最大月平均流量は $7.5\text{ m}^3/\text{sec}$ 、最小月平均流量は $0.8\text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、同様に計画の実施によってそれぞれ、 $18\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $32\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $5\text{ m}^3/\text{sec}$ になる。

Paquital川の現状流量は、それぞれ $22.1\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $44.9\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $4.6\text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、それらは $36.5\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $69.0\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $8.8\text{ m}^3/\text{sec}$ に増加する。

環境影響要因としてはこのほか、施設の運転および管理員の移動と滞在のための道路の使用と宿舎の使用である。

### b) 貯水

#### i) 水文学的特性

一般に、貯水池の停滞性は水温勾配の有無によって大きく左右され、底層での無酸素化は、過剰の栄養物質の蓄積と成層化による鉛直循環の欠如による。

この貯水池は小規模で流れ込み方式であるので、水が停滞することはない。河川の水は清浄であり、富栄養化の危惧もない。



本計画の貯水池は総貯水容量が小さく、構造および運用の面からも堆砂されにくいものとなっている。すなわち、洪水吐ゲートのクレスト頂は利用水位以下であり、流入土砂が多い洪水時にはゲートから洪水とともに排出される。また貯水池は調整池の機能が主であるため、河川状態となる頻度が高く常にフラッシング効果が期待出来る。

#### c) 放流

Paquita 川への放流によって Table 13-42~46 に示す変化が生じる。

#### i) 地形、地質的特性

下流のCerritos村では山岳値での秋季の豪雨やハリケーン時に、田畑が冠水する被害がこれまでに報告されている。現地では、経験的に気象予報等の把握によって事前に、作物の刈り入れなどの対策を実施して来ているが、洪水後の土砂や堆積した石などの除去作業に労力を要してきている。

計画の実施による河川流量の増加は年平均流量で現状の2.4倍、最大月平均流量で2.2倍になると予想されている。また、ハリケーン時の降雨による最大流量は、10年確率で260m<sup>3</sup>/sec、50年確率で400m<sup>3</sup>/sec、100年確率で470m<sup>3</sup>/secと計算される。この異常出水に対しては、洪水ピーク時にPaquita川への転流をやめNaranjo川に流下させる対策をとる。この運用については事前に地元住民と協議を図り安全に対する理解を得る必要がある。

一方、Paquita川河口では、海岸地形の変化が進行中である。地形変化はKatolによれば、砂州の伸長と海岸浸食はDamas入江に出入りする多量の水によるものと推定している(Figure 13-43)。

計画による流量の増加量と入江に出入りする水の量の比率を見ると、2%の占める割合であり、Paquita川の流量の増加が浸食現象に与える影響は小さい。しかしながら、総合的な海岸地形の変化については、国土保全の観点からその防止のための関係省庁や議会等で協議し、早急に対策を練る必要がある。

#### ii) 水文学的特性

Table 13-5~13-7によれば、Naranjo川、Brujo川およびPaquita川の水質は清浄であり、Naranjo川の水のPaquita川への転流による水質の悪化はな

いと予想される。運用による放流量の変化は、河川の幅や水深を変化させる。実施設計段階では、河川の広がりや水深の変化について、さらに調査が望まれる。

計画によってPaquita川の水量は増加によって、海域への河川水の影響範囲が拡大する。Figure 13-44 には最大流量時での現状と計画実施時の様子を示してあるが、現状では45m<sup>3</sup>/secの出水で半径約9.6km（経験式による推定値）であるが、計画実施時には、最大月平均流量は69m<sup>3</sup>/secであるので半径12.5kmの範囲が河川水の影響範囲に含まれることが予想される。

### iii) 地表水の現在および計画中の利用

Paquita川での地表水の現在および計画中の利用はない。

### iv) 水生生物

水生生物に対する主な影響は、それぞれの水系の生物種の進入である。

両水系の魚類調査によれば、Naranjo 川の上流部の1,000m域に生息する種類は、カダヤシ科の*Poecilia gilli*で、この種は下流にもいるが、Paquita 川にも生息している。このほかNaranjo川の中流から下流には11種類の魚があり、このうちNaranjo川のみにいる種類はカワアナゴ科 (Bleotridae) の *Dormitor latifrons*の1種であるが、これは標高30m域までに限られており、種の移流の問題はない。

### d) 減水区間の形成

#### i) 地形・地質的特性

ダム地点から河口部における最も大きな問題は、一般にダムによる流出土砂の減少による河口地形の変形と、海岸の後退である。Naranjo 川の河口の地形は砂州を持っており、この地形の特徴は、砂州の伸張方向への海流の存在を伺わせ、水底土砂の輸送による砂州の形成は南東からのものに依存していることが推定される。

事実、Landsat 衛星画像にはNaranjo川の川水が西流する状況が現れており、Naranjo川の土砂はCCT (1984) の報告によると沖に向かってその拡散堆積の場が形成されている。

これまでの多くの河川の土砂輸送と河口地形についての報告によれば、洪水

時に輸送される土砂は地形形成に大きく影響を与えていることが知られている。

当計画では、海岸地形の変化防止の対策として運用計画に考慮を加え、洪水時にPaquita川への転流を中断し、Naranjo川へ流下させる対策を取る。このため、ダムの運用について地元住民へ十分な説明と安全配慮が必要である。

## ii) 水文地質学的特性

Londresには Figure 13-25 に示すように、飲料水を供給するネットワークがある。この水の起源はCerro Nara保護区の泉にあり、直接Naranjo川に関係するものではない。国道22号線とNaranjo川が交差する地点の近傍にはQuepos市とその病院に水を供給する井戸がある。

この井戸では乾期には水位が低下するとのことであり、詳細な調査によって深部地下水の採取等の対策が必要である。また、Palmプランテーション内およびその南部地域の人家でも井戸水の採取を行っている。幾つかの井戸の水位変化の調査 (Figure 13-8) によれば各地点共に水位は地表近くにあり、大きな変動は示していない。

## iii) 水文学的特性

ダムの運用によって河川水はPaquita川に転流され、計画のダム地点の下流では水量が減少する。水量変化は Table 13-42、13-47~13-50 のとおりである。Brujo川の水質は清浄であるので、計画実施によって水質悪化の危惧はない。

## iv) 地表水の現在および計画中の利用

この地域の河川水の利用は、家畜の飲料水としての利用と農業用水の利用および直接の利用ではないが、Naranjo川河口部でのエビ養殖への利用である。

この地域の主な産業は、palmプランテーションであるが、この施設ではNaranjo川のLondresの下流のTOMA取水点を設け、乾期の12月から4月まで、平均 $1.8\text{ m}^3/\text{sec}$ の取水を、また、将来計画では $2.0\text{ m}^3/\text{sec}$ が必要とされている。

一方、Naranjo川は計画の実施によって、1月から4月までの間、月間最低平均流量は、1月が $1.70\text{ m}^3/\text{sec}$ 、2月が $0.71\text{ m}^3/\text{sec}$ 、3月が $0.67\text{ m}^3/\text{sec}$ 、4月が $1.20\text{ m}^3/\text{sec}$ となり、現状で将来取水量の約 $2.0\text{ m}^3/\text{sec}$ を賄うには無理がある。すなわち、取水によってこの量が全て取られると仮定すると、河口域では河川

水の供給が0となる。

Naranjo 川の水利権はICBの所有であること、下流の自然環境の保護のための河川水の確保などの観点から、計画の実施に係わりプランテーションに対して現状の利用実態を踏まえた補償を行う必要がある。

Naranjo 川下流の河口付近にはエビ養殖場と小規模のPalm栽培が行われている。この養殖場ではNaranjo 川からの直接の取水ではなく、Esterio Negroに流れ込む1支流からポンプアップによって養殖池に用水を供給している。3月の現地視察では Queb. Rastroから水の流下が認められているが、養殖場の塩分濃度の記録によれば、乾期の12月から3月までの塩分値は25を下回っており、この時期の前半は、Palma Ticaの農業用水の取水路は干上がった状態にあり、プランテーションからの灌漑水に直接、依存していることは見られない。

この農場では、雨期の水を水路にため12月から3月の期間に灌漑し、灌漑地のPalm Fruits 生産量は、35~40ton/ha/year、非灌漑地は12~15ton/ha/yearの生産量であるとの農場主の説明がある。

#### v) 水生生物

Naranjo 川の中下流に生息する魚類は Table 13-9 に示す種類である。生物に対する影響要素は河川水量の減少と水質の悪化であるが、計画の実施で水量は現状より減少するものの、Brujo 川の水質はNaranjo川の水質と同質であり、問題は生じない。

河口域を調査したCCT (1984) の報告によれば、多くの生物の生息が認められる。これらの生物は汽水と言う特殊環境のもとで生活しているが、その生活基盤は物理的環境条件と河川からの溶けた栄養物質や懸濁物質に含まれる栄養素である。

Esterio NegroやAntonio公園側にはマングローブが成育しているが、マングローブ内での食物連鎖での物質フローは Figure 13-45 のように描かれており、マングローブ内では構成する植物の体の一部の分解によって、デトリタスを餌として多毛類、貝類、甲殻類、魚類などが食物連鎖を形づくっている。すなわち、栄養の源となる水と水質および植物の保護は生息する生物の環境を保護することである。

マングローブは耐塩性のある植物群落の総称である。それらの種類の植物はその塩分への適応性があるために陸上植物が進入できない過酷な条件の場所に成育が可能であり、また真水でもこれらの種類は成育が可能である。

Figure 13-46 にはマングローブの成育場の環境の特徴が描かれているが、その特徴の一つは潮汐によって高潮位時に水に漬かる限られた地形の位置のある場所であること、また潮汐によって水の交換が穏やかで有機物の堆積や栄養物が真水か海水のいずれかから得られるなどである。二つめは真水の供給があることである。三つ目は、種子が落下し突き刺さることの可能な柔らかい堆積物の基盤であることなどである。また、それらは疑似年輪を生じるものもあるが、年間をとおして成長し6月期が最も活発であると言われる。

- 耐塩性については Table 13-51, Figure 13-47 の報告や、成長に対する塩分濃度の影響に関する報告がある。耐塩性は種類にもよるが海水の約3倍まであり、好適塩分濃度は海水濃度の25~50%の間にある。

種類による耐塩分性の差は、*Avicennia*属と*Lumnitzera*属が最も強く、次いで*Ceripis*属、*Rizophora*属であり、*Bruguiera*属は海水濃度に近い濃度度である。*Acrostichum*属はマングローブの周辺領域に生育している。

- 成長と塩分濃度との関係では、Figure 13-48 に示されるように六ヶ月の試験(*Avicennia*科) では塩分濃度は成長の大小に関与しない。
- Florida Mangroveに供給される栄養物量の変化とBiomass 変化に関するモデル検討では、期間内の栄養物の供給量によって差が生じるが、極短い期間の量の減少では顕著な差は生じていない(Figure 13-49)。

マングローブ域を海と隔てている海岸地形は、内部のBstero Negroを保護している。この保護のためにはNaranjo 川の流出土砂量を保障しなければならない。

河川の流出土砂量は一般に洪水時の占める割合が大きいため、計画では山岳豪雨時にはPaquita 川への転流を中止し、Naranjo 川への流下の回復を図ることによって保護が図られる予定である。

計画では年間を通してNaranjo 川の流量を減少させることになるため、特に乾期でのEstero Negro等のマングローブへの影響を把握することが重要である。

Estero NegroおよびNaranjo 川の河口部での塩分調査、プランテーションからEstero Negroに通じる水路での流量と栄養分の補給量の調査の結果は、Table 13-52 に示すとおりである。

- Estero Negroに通じる水路の流量と栄養分の補給量のデータによれば、取水路が涸れていた期間中にも0.4~0.7m<sup>3</sup>/secの水が流れ、取水の始まったと考えられる1月には0.9m<sup>3</sup>/secの水が流れており、3月末には乾期の始まり時の水量に近づいた。取水が止まったままの状態での水路の流量については、Figure 13-50 の直線を外挿することによって予測される。

それによれば、4月には0.25m<sup>3</sup>/sec、5月には0.2m<sup>3</sup>/secとなることが予想された。

一方、栄養物のうち PO<sub>4</sub>-P は取水路が涸れていた期間から水が増える期間にかけても最低50%のものが水路から供給されている。TIN は急激に減少し最低2%になったが後、PO<sub>4</sub>-Pと同様に4月には急激に増加した。この栄養物の濃度が減少する期間は1ヶ月程度と判断され、長期の栄養分の欠如の事態には至らない。

仮に、農業用水が水路を通して5月まで流れなく、降雨もない場合を想定しても僅かな期間であり、マングローブ域内に蓄積されている栄養分や細菌による空中の窒素固定も考えられ、特に問題は生じないと考えられる。

- Estero Negroの塩分値と水路の流量の記録 (Table 13-53, Figure 13-51) によれば、今、水路の流量が0.25と仮定して、同様に Figure 13-51 の中に当てはめると塩分値はいずれも上昇するが、約32前後である。

QueposとSavegreのマングローブ域の塩分調査によれば、Queposではマングローブの入口と奥、および表層と底層の塩分値はHigh Water時には32.6~32.7ではほぼ均質であった。Savegre のマングローブでは表層は最高32.8で水深0.5mでは32.9である。

この値は、先に示した成長と塩分の関係からみても問題は生じない値や変化である。Estero NegroのLow Water 時のデータでは流量の少ない場合に塩分が低くなり、分散が大きくなることから、水の補給はQueb. Cacaoからのフラッシングと言った単純なものではなく、Estero Negro の水路内でブロック状化した水が潮汐によって順次入れ代わっているものと予想される。

この時期でのEstero Negroの水の交換は外からの潮汐作用、つまり3 m 近い潮位差によってもたらされており、Estero Negro内での停滞条件は生じない。よって、農業用水の乾期での取水停止によっても、現状の水路内の水の分布やQueb. Cacaoの存在によってEstero Negroでマングローブが枯れるなどの問題は生じないと考えられる。

ここに示したものは地表水として観測しやすいものを対象とした結果であるが、プランテーションの土地からEstero Negroへの地下水成分の浸出しによる水の供給も当然のことながら考えられ、これを加えるとEstero Negroへの計画実施の影響はより小さくなることが予想される。

#### ◆ Naranjo 川河口の塩分変化

Naranjo 川河口の塩分調査によって得られたNaranjo 川の流量と塩分の関係を図13-52に示す。塩分値は同程度の流量によって大きな変動を示しているが、これは潮汐の影響である。調査回数が少なくNaranjo 川の流量が小さくなった時の塩分値を推定するのは難しい。河口の塩分の予測に対しては Naranjo川の河口の流量と河川水の拡散域についての議論がより有効である。

#### vi) 保護地域

Naranjo川下流にはManuel Antonio国立公園と Estero Negro マングローブ保護域がある。前者は陸上だけでなく前面の海の55,000haを占めている。

Naranjo 川の河口部の一部は、Manuel Antonio国立公園の東の境界となっており、計画実施での公園への影響が及ぶ可能性のある場所は、この部分と前面の海域に限られる。

Naranjo川の現状の流量と計画実施時の流量から、河川水に海への拡散範囲の変化を予測したものを Figure 13-53 に示す。この図には衛星写真での河川

水の拡散域と予測式による結果も載せてある。それによれば、衛星写真では潮流により西方に歪んではいるが、実際と予測の状況はほぼ一致している。

この方法で計画実施時の乾期での拡散範囲を予測すると1月の最低月平均流量が約4 m<sup>3</sup>/secで河口を中心として半径約2,200mの範囲、2月は約2 m<sup>3</sup>/secで半径約1.4kmの範囲、3月は1.7 m<sup>3</sup>/secで約1.2kmの範囲に、また4月は2.6 m<sup>3</sup>/secで1.7kmの範囲となる。最低月平均流量が最も小さくなると予測される3月でもManuel Antonio公園の半島の先端までNaranjo川の影響範囲となり、公園側の汽水性を好む生物の住処は残存する。またBstero Negro川も同様にその範囲に含まれ、河川水の拡散範囲は狭まるものの、河口環境は残存する。公園の前面の海域では、年間を通して表層の濁り域の縮小が予測される。

#### vii) 植物、動物

##### • 植物

##### <ダム直下>

ダム直下の地点での気温と湿度の調査では、特に河川近傍で特異な気象状況はみられず、Brujo川合流点までの区間で植物環境に大きな変化が生じる可能性は少ない。

##### <Naranjo川中、下流>

河川水量の減少は、水が全くなくなる訳ではないので河川敷の植物に大きな影響は与えない。

##### <Manuel Antonio国立公園>

公園の東端はNaranjo川に接しており、川際にはマングローブが成育している。このマングローブは保護対象であるが、土砂の供給が施設と運用の工夫によって保障され、河口の流水の条件も確保されることから影響は小さいと予想される。

##### <Bstero Negro>

v) の水生生物の項に記載されている。

##### • 動物

##### <Naranjo川中、下流>

河川水量の減少は陸に住む動物に影響を与えない。Naranjo川の魚類には12種類が見出されている。しかしながら、計画では水がなくなることは



ないので、乾期には魚類の生活空間が一次、縮小するものの、魚類の産卵、成長に大きな影響は与えない。両生類にはイモリやカエルの8種が貴重な種類であるが、本川および本川に流れ込む小河川や水路の水が無くなることはないので影響は極めて小さいと予想される。

#### <Manuel Antonio 国立公園>

公園の陸上動物類には貴重なサルの *Salimiri dersteoi citrinellus* がいるが、樹上生活者であるので影響は与えない。

公園のNaranjo 川側および西側には海岸があり、水中や砂の中、あるいは岩場に生息するゴカイ類や二枚貝、甲殻類、魚類の生息がみられているが、計画の実施によって乾期にはNaranjo 川側の汽水域の面積は縮小するものの河口の前面には汽水域が残る予定である。一方、西側は比較的塩分が濃く現状でも河川の影響を受けない地区であるので、ここに住む生物や深い所に住む生物は影響は受けないと予想される。

#### <Estero Negro>

生息する動物類には、鳥類、樹上生活のサル類や爬虫類、両生類、魚類、甲殻類、軟体類な多くの生物が生息している。計画でのNaranjo 川の水量から予想される河口部を含めたEstero Negroの塩分は、乾期にはやや塩分が高くなることが予想されている。

しかし、その塩分値はこれまでに見られる値のものであること、河川水の拡散範囲は狭くなるものの、将来も存在すること、マングローブを構成する植物には大きな影響が生じないこと、水の流動は潮汐作用を含めて維持されること、栄養分は補給されることなどから、Estero Negroに生息する生物には大きな影響は与えないと考えられる。

#### <海域>

ウミガメに対する計画実施による影響は、その産卵場としての砂浜への影響があるが、砂浜の保全のためにダムからの土砂供給を運用によって保証するため、大きな影響は生じないと予想される。ウミガメに対する影響の要素の一つは、砂浜の汚染や観光開発による人の立ち入りなどが重要であり、将来のNaranjo 川からPalm プランテーション地区の観光開発には十分な注意が必要である。

#### viii) 景観的価値の高い場所およびレクリエーション地域

Naranjo川の中、下流の川筋には農地や牧草地が広がっており、特に景観的価値のあるものではない。下流の河口近辺ではPalm林やManuel Antonio国立公園の熱帯樹林の一部やマングローブが見られるが、一般人の立ち入りは難しい。この地域の観光パンフレットによれば、国立公園の景観観察とマリーンレジャーが第一である。公園近辺やQuepos市内には観光客の宿泊施設があるが、Naranjo側にはそれらの活動はみられない。国立公園のNaranjo川側は大部分が私有地となっており、観光客が立ち入れる場所ではない。

最近、Naranjo川中流のLondresに外国人経営の川下りを始めた業者があり、水量の少なくなる時期に営業している。水量が多い場合は危険防止のために、また水流が少ない時期はボートの船行が出来なくなるために営業はなされていない。またこの付近では川遊びや釣りなども小規模ながら行われている。

計画の実施でNaranjo川の水量は減少するが、残存のBrujo流域の存在によって水が枯れることはなく、川下りや水遊びなどが出来なくなるわけではない。川下りに関しては、川下りに適する水量の時期が従来の時期より前に移動するのみであって、計画の実施によって年間の稼働日数が減少することはない。

#### e) 発電所の稼働

##### i) 騒音、振動

発電所の稼働に伴って騒音と振動が発生する。この影響対策として騒音、振動を測定して、必要に応じて住民の移転対策などを行う必要がある。

野性生物への影響は稼働所期のものであり影響は極めて小さい。

##### ii) 廃棄物

発電所やダムの維持管理によって発生する廃棄物は、関係法規に基づき処理する必要がある。燃料等の危険物は適当な処置を行い貯蔵管理する必要がある。

##### iii) 従業員

従業員の居住によって発生する生活排水やゴミ等は、所定の処理を行う。

また、残飯などについては、野性生物への影響を少なくするために適切な処理を施す必要がある。

##### iv) 交通

従業員の車両による移動には、住民への安全対策を行う必要がある。

### 13.3.3 社会・経済環境への影響と講ずべき対策

#### (1) 用地の造成・整地工事および据え付け段階の影響と講ずべき対策

##### a) 人口

計画地域の町や村は山岳を背後にひかえた低地に分布しており、人口密度は都市部を除き小さい。

工事に伴う資材や労働者の移動は、現状の道路の使用や建設地点での小規模の新規の道路の建設によって可能となる。資材は低地を移動する予定であり、背後のSan Marcosを経由する計画はない。しかし、労働者の移動はこの地域からの者も考慮されるが、交通の便や人口の配置から見ると低地からの人の移動の可能性が大きい。

建設工事は5ヶ年行われ、工事に要する労働者数は最大時で、約1000人である。その後は少数の施設の管理者が残留することになるが、工事期間に仮に半径25km圏から労働者を募るとすると、その主体は近郊の村や町やこの地域の中心地のQuepos市、あるいはSan Marcos市からの人達になることが予想される。

この地域の人口密度は中心地のQuepos市を除いて小さく、産業は農業と観光であり、特にQuepos市を除く町や村の年間収入は低く貧しい。よって、一般技術者や労働者の採用に当たっては、地元の住人を優先して採用し、地元経済の活性化がもたらされるような採用計画での配慮が必要とされる。

また、自宅から通勤出来ない工事関係者は工事現場の仮宿舍や周辺の村、町に新たな宿泊所や家を求めることになる。この一時的な人口の増加、あるいはその後の定住による増加の問題については、計画実施の前に労働者の招集に絡み、既に住んでいる住民との間の摩擦の軽減を図るのみならず、ダム建設が地域の商業などの活性化の一助とする必要がある。

##### b) 産業・経済

計画地点は山間地にあり、この地点の産業は伐採跡地での小規模農業と傾斜地を利用した家畜の飼育のみである。貯水池は小規模でしかも河川敷周辺の山林に一部を利用するもので、農耕地は含まれていない。ダム地点は岩場が多く、土地の利用目的は自然林の一部であり、同様に農耕地は含まれていない。

発電所と開閉所の予定される地点の近くには山林があるが、工事の実施時には一部の農地と家畜の放牧地がその影響を受けることになる。同様に工事実施における関係者の事務所や宿泊所、コンクリート製造プラント設置地点、原石山、土捨場などの予定地域は主にMeadowであるが、一部に住宅地があり、これらについては土地の取得と共に入植している住民の立ち退きが必要となるため、移転先について十分な配慮が必要である。

なお、工事用の道路は既存の道路の拡張によってまかなわれるが、新設の道路については地主と充分協議して取得する必要がある。

工事にともなって労働者が施設の建設現場で働くことになるが、周辺からの通勤、一次滞在また長期滞在などによって、この地域の住民や経済に影響を与えることになる。

最も直接、大きく影響を与える内容は、地域住民を労働者として募ることによる地域の現金収入の増加と、周辺からの関係者や労働者の滞在のための宿泊によるもの、また滞在・生活による地域の消費の拡大による商業の活性化である。

さらに、宿泊施設の整備は、地域の観光のための宿泊施設の拡大などの付加価値を生むことになる。これは計画されている太平洋側の観光開発戦略とも合致しているものである。

よって、当計画をダム建設による電力確保に終始させるものではなく、この地域の自然と社会に調和した開発として、住民の経済と環境に対する考えの特徴を踏まえて実施して行く必要がある。

すなわち、この地域は経済的に貧しい地域にあり、産業、教育、衛生、インフラ施設など総合的な社会開発が望まれていることを考慮すべきである。

#### c) 収入・失業

ダム地点下流にあるLondres地域での収入は、平均月収が15,000colones/familyであり、出稼ぎ者も多い状況で、Savegre, Naranjito, Parrita 地域はCosta Rica国で最も貧しい地域である。

ここで、平均的なダム建設労働者一人当たりの平均賃金がおおよそ70,000 Colones であるとする、約5倍の収入を得ることになる。この金額は消費と貯蓄に回されることになる。一方、建設では一般資材をこの地域から購入するなど

の地域経済への配慮が必要である。

#### d) 土地利用

工事域はFigure13-41 に示されるとおりである。この地区は大部分が山林や伐採跡地のMeadowによって構成されているが、一部に小規模農地が散在しており、イモ類や Achiotéが栽培されている。

工事区域と抵触する農地は極めて小さく地域の農業に影響を与えるものではないが、住民の利用する土地の取得に当たっては補償を行う必要がある。

#### e) 公共施設・サービス

建設に伴い人口が一時的に増加するが、これに伴う公共施設と各種サービスの充実や普及が付加価値として考えられる。初等教育の教育施設は各村や町に分布している。

工事に使用する大型資材や機器類はカルデラ港から現地に輸送されるが、この輸送に当たっては事故等により、沿線の住民や工事区域周辺の住民への影響を防止する教育、管理が必要である。

公共施設としてNaranjo 川の河口には隣接してManuel Antonio 国立公園がある。この公園の観光資源は海岸の景観と熱帯林にあり、多くの観光客が訪れる。

工事の実施に伴ってこの公園に与える影響は、工事車両の観光バスの往来や住民の往来への影響であるので、観光ルート上では極力通行妨害など影響を与えないような交通管理が求められる。

#### f) 河川および河川水の利用

工事期間中は河川の水量に変化はない。水質は工事による濁りの発生があるが乾期の水がきれいな時期での濁り水の発生は、景観や下流の住民の水浴や釣りなどに影響を与える可能性がある。よって、砂利の洗浄やコンクリートプラントの排水などについては適切な管理が求められる。

#### g) 海域の利用

河川水量の変化はないので、工事期間中の海域利用への影響は小さいと判断される。

#### h) 文化財

この地域に文化財はなく問題は生じない。

#### i) 公衆衛生

工事関係の労働者の事故や人口の増加から引き起こされる風土病や伝染病の発生については十分な管理によって防止する必要がある。この地域の病院は少なく、住民は遠隔地から病院に治療を受けに行っている。工事地点は病院のあるQuepos市やSan Marcos町の間にあることから、周辺住民の病気の発生に対しても緊急体制を整え、十分な受入れ体制を講じておく必要がある。

## (2) 運用段階における社会経済環境への影響と講ずべき対策

### a)人口

運用段階においては施設の管理にたずさわる少数のものの係わりのみであり、地域の人口に与える影響は極めて小さい。

### b)産業・経済

運用段階において計画地点の産業・経済に及ぼす影響は小さい。発電された電力は、Costa Rica国の産業、市民生活の需要を満たす。

### c)収入・失業

運用段階では、ダム管理者と一部の労働者が働くことになる。

### d)土地利用

稼働後の影響については、転流に伴う特にPaquita川の河川敷きの形状の若干の変化が予想される。Paquita川はNaranjo川と共にその河川敷きが農地等に利用されている土地は少ないが、河川の水量が変化すれば、堆積、浸食に係わる環境がわずかでも変化するはずである。

その場所と変化の評価については詳細設計段階で検討し、施設の運用後には土地利用状況の確認のための現地調査を実施し、問題となる地点に対しては土地所有者との協議によって各種対策を検討する必要がある。

なお、Paquita川下流のCerrilos村については、洪水などによる影響は施設の運用によって低減が図られる計画である。

Paquita川河口を含めたこの地域の海岸は、潮汐作用に起因するDamas湾の水の外海への出入りによると判断されているって浸食が活発である。

計画の実施は、Paquita川の水量を最大27m<sup>3</sup>/sec増加させるが、この水量は前者の数%であり、浸食の大きな要素とはなっていない。

この地域の土地の浸食の歴史は、1974年からの記録からも読み取れており、その状況は現在もQueposiの方向に進行中である。この浸食現象の進行に対しては、いくつかの対策案が出されているので監督官庁の国土保全の総合的観点に立った早期検討が望まれる。

#### e) 公共施設・サービス

施設の建設に伴って、工事道路は整備される。このインフラ施設は工事後は、地域住民あるいは内陸と海岸を結ぶルートとなり、首都のSan Joseと海岸の観光地を直結することができ、観光客の誘致に活用できる。また、建設に伴って運営された医療施設の公共利用については、地域の団体との協議によってその運営方法を協議する必要もある。

#### f) 河川および河川水の利用

Naranjo川の下流域には Palm プランテーションの灌漑目的にNaranjo 川水を利用する施設があり、乾期の2月から4月にかけて公称 $1.8\text{ m}^3/\text{sec}$ の川水が取水されている。このプランテーションの川水の利用については、当計画によって灌漑に必要とされる水の供給には困難が生じる。この灌漑は果実の生産工場のために行われており、果実の生産が活発な成長期のPalmに必要とされている。

よって、計画の実施に当たっては、Naranjo 川は公共の発電のための水利権が ICE にあること、将来の国民の電力確保のための計画であることの十分な理解のもとに、灌漑中止による灌漑効果の出ている栽培地の損失分について生産者に補償を考慮する必要がある。

しかしながら、灌漑の中止は問題となる場所の面積はこの地域のヤシ栽培面積の僅かな範囲であり、かつその場所の生産を皆無にさせるわけではないこと、プランテーションで働く労働者の職を奪うものではないので、この地域の地場産業としてのPalmの果実生産や労働者の生計に大きな影響を与えないと考えられる。

中流のLondresには、川下り業とする1業者がある。この業者は増水期と減水期を除く短い期間にテンポラリーな営業を行っているが、観光パンフレットや当調査によっても、年間の客数などの営業実体は不明である。このほか、川は付近の住民の水浴や水遊びあるいは釣り場などに利用されている。

Figure 13-42 に示されるように、計画実施によってNaranjo 川の水量は発電

に必要とされる量のみ減少するが、年間をとおして皆無になるわけではない。川下りに対しては、計画実施によって穏やかな流れになる時期が増加するため、現状以上の営業が可能とされる日数の増加が見込まれる。

また川遊びについても川遊びの出来る瀬や淵が消失することはないため深刻な問題は生じないと判断される。

しかし、Naranjo 川とPaquita 川を利用する住民を含めた地域の住民や土地所有者に対しては、環境対策を考慮した計画内容や運転計画に伴う水量の諸変化を事前に十分に説明すること、また、この国の観光を含めた産業促進のための自然と調和したクリーンなエネルギー開発であることを十分に認識させる必要がある。すなわち、新たな付加価値を生む天然資源の最適利用の概念を地域の住民に説明する必要がある。

国道22号線とNaranjo 川が交差する橋梁付近にはQuepos市の病院に水を供給する井戸があり、これまでの記録によれば、乾期には水位が低下するとされている。

この他、Naranjo 川から東のPalmプランテーションを含む地域には、住民の生活に利用される井戸が各所にあるが、井戸の水位変化を調べた当調査結果によれば、Naranjo 川の水量が低下する乾期においても顕著な水位の低下は認められていない。しかしながら、河口に近い井戸の観測結果では、若干の塩分の増加が認められている。

また、河口付近には、エビを養殖する施設があるが、利用する水の起源はNaranjo 川にあるが、直接Naranjo 川から取水しているわけではなく、Estero Negroに流れ込む水路から取水が行われており、Naranjo 川の水量に変化と取水された水の塩分との変動には関係は見られていない。

前者については長期的なモニタリングを行って、井戸の水位低下し取水に問題が生じる場合には、さらに深部の地下水を取水するなどの対策が必要である。

#### g) 海域の利用

Naranjo 川およびPaquita 川の沖合では漁業やスポーツ・フィッシングが行われているが、公園の地先29kmの範囲は、漁業禁止区域となっている。またNaranjo 川とPaquita川河口のマングローブ域も同様である。Naranjo 川および



Paquita 川の河川水量の変化はその水の拡散混合域を変化させるが、それらの拡散範囲が漁業域におよぶわけではない。

また、Naranjo 川河口から Savegre 川にかけての沿岸ではエビ漁業が行われているとの漁業者の報告がある。河川水の拡散範囲は河口から海岸の沿って Savegre 方向に若干広まっているものの僅かな範囲であり、Savegre 川の河口におよぶ海岸では西流する流れに支配されていると考えられるため、汽水環境を好むエビ採取漁業には大きな影響を与えないと予想される。

Manuel Antonio 国立公園の観光資源は海岸景観がその一つであるが、計画の実施によって Naranjo 川側では、河川水の拡散範囲はやや縮小するため、現状の濁った水が公園の前面沖合に拡散している状況は軽減される。Paquita 川側で同計画の実施によって流量がやや増えるため拡散域は広がるが、海域の流れは西に向かっており、現状以上に公園の前面に河川水が停滞する可能性は小さい。よって、公園の持つ景観に大きな影響を与えることはないと予想される。

#### h) 文化財

この計画は文化財に影響は与えない。

#### i) 公衆衛生

地域の主な疾患は肺の病気であり、特に影響はない。施設管理の従事者に対する医療施設は公共福祉に利用できる体制が望まれる。

## 13.4 補償

### (1) 工事および施設建設用地の取得

当計画で取得が予定される道路用地を含めた土地の種目は、山林、Meadow、荒地(河床地)の三種である。工事および施設ごとに必要な面積と経費はTable 13-55 のとおりである。これらの土地の合計金額は 34,814,040 × 1,000Colones(1995)である。

#### 1) Land to be used in facilities and construction

• Land of permanent use	9,510×1,000 Colones
• Land of temporary use	5,610×1,000 Colones
• 合計	15,120×1,000 Colones

#### 2) Transmission line

##### • Land to be undered by lines

22km, 9,586\$/km, 30m×22km=660,000m<sup>2</sup> (210,892\$)

価格= 34,797,180×1,000 Colones(210,892\$, Ex. Rate=165)

##### • Land acquisition cost for towers

30m×30m=900m<sup>2</sup>, 900m<sup>2</sup>×64units=57,600m<sup>2</sup>

Land Type, Meadow

価格=300,000 Colones×5.8ha=1,740 ×1,000 Colones

• 合計 34,798,920 ×1,000 Colones

### (2) 民家および公共施設の移転

合計 19 の家(うち、人の住む民家; 16 戸 (推定 96 人)、作業小屋; 3、小規模の小学校; 1 の移転が必要である。

• Dam Quarry地点	民家 4軒
• Dam Concrete Plant地点	民家 5軒
• Powerhouse, Swichyard, Penstock Yard,, Concrete Yard地点	民家 4軒、小屋 3、小学校 1
• Penstock	民家 3軒

National Bank での移転経費の単価は、90m<sup>2</sup>の民家で3,200,000 Colones であるので、合計 60,800×1,000 Colones の経費が必要である。

なお、この経費は、小学校および作業小屋を一般住宅として算出されている。

### (3) Palma TicaのPalm生産への補償

Palma Tica Palm プランテーションの果実生産への補償が必要である。

当農園では所有する農地のうち、600haにNaranjo 川の水を灌漑水として利用している。乾期での灌漑によって、生産の向上が図られているので、その灌漑による生産増分についてのみ補償する。計算では灌漑効果について、近隣の農園でのデータを利用する。

#### ・ African Palm Fruits

灌漑農地(11月-3月に灌漑) 35-40 ton/ha/year

普通農地 12-15 ton/ha/year

差分 23-25 ton/ha/year

・ 1 ton のFruitsの価格 11,080 Colones(1995)

#### ・ Naranjo 川の維持水量

過去23年間のデータから予測されている河口での3月の月平均水量1.7 m<sup>3</sup>/secを最低維持平均水量とする。この時の灌漑取水地点の流量は、0.67 m<sup>3</sup>/secである。これを乾期の取水前地点の維持水量とする。

0.67 m<sup>3</sup>/secを下限として、過去23年間のDataの1月、2月、3月、4月の月平均水量から、灌漑水量(最大1.8 m<sup>3</sup>/sec)に不足する量を計算する。

$$1.8 \text{ m}^3/\text{sec} - (\text{取水前地点のNaranjo 川の月平均水量} - 0.67)$$

$$= \text{不足水量} (\text{m}^3/\text{sec}); (\text{Table 13-56})$$

一ヵ月、1.8 m<sup>3</sup>/sec取水可能である場合を100%として、Naranjo 川の過去23年間での不足率(%)は57%となる。

年度の灌漑実施によって生産増が24 ton/ha/yearであるので、比例計算(Palmの必要水量とFruits生産量はシグモイド曲線にあると推定されるが、ここでは単純な直線回帰と仮定)すると、13.7 ton/ha/yearの損失となる。よって、灌漑農地は600haであるのでこれを対象として、金額は93,072 × 1,000 Colones/yearとなる。

実際の補償金の見積もりは、年度のPalm Fruitsの実際の生産量を用いて行われるが、ここでは、上記の単年度の経費をもとに、商業としての

Fruits生産はPalmの一世代の35年であるので、35年分の総額を求めると、 $3,257,520 \times 1,000$  Colones と算定される。

実際のPalm Fruits に対する補償費の算定は、上記の方法を用いて、その年の乾期の河川水量、取水可能量(実績)、およびPalm生産高(実績)によって、各年度ごとに計上されていく必要がある。

なお、金銭補償とは別の方法として、不足する水量の代替水源としては深層地下水の取水が考えられるが、この場合には施設の設置経費、電気料金について費用を見る必要がある。

#### (4) 補償額の合計

補償額の合計は、 $38,132 \times 10^6$  Colones である。

### 13.5 環境のコストベネフィット

#### (1) 基本概念

C/B分析の基本式は以下に示される。

$$NPV = Bd + Be - Cd - Cp - Ce$$

ここで、NPV：純現在価値

Bd：プロジェクトからの直接的価値

- ・発電された電気の価値
- ・国土保全価値

Be：外部的便益(環境的便益を含む)

- ・環境アメンミテーター等の改善などのプラス効果
- ・副次的便益の経済価値

Cd：プロジェクトにかかる直接的費用

Cp：環境保全対策にかかる費用

Ce：外部的費用(環境的費用を含む)

- ・住民移転等のための費用、レジャーの機会を損なった人の受ける被害の推定額

実際の計算では、ダムの寿命を50年と過程して、それぞれの項目を計算し、経費を比較するのであるが、当報告では、Be、Cp およびCe間で費用を比較して、開発計画の内容で得られる便益と必要とされる環境対策の大きさについて評価する。

#### (2) 自然および社会環境への影響

当計画では、計画内容によって生じる環境影響について、運転計画の検討による環境影響の最小化が図られる予定である。Table 13-57 に環境調査によって得られた環境影響の危惧とそれに対する評価内容を示す。

よって、当計画では以下の2つの負の環境影響項目が抽出されている。

- ・Palmプランテーションの灌漑による果実生産への影響
- ・工事地点での土地の所得、民家の移転

#### (3) 外部的便益(Be)

計画実施による副次的便益として、工事にかかわる一般労働者や技術者の雇用、

宿泊施設の整備、計画地点および周辺のインフラの整備、地域医療の整備、高等教育施設の整備による地域経済の活性化が考慮される。食料や日用品、工事に用いられる一般資材や消耗品など、地域で供給できるものについては、計画実施の際には優先的に地域内で需要を満たすなど、地域を考慮した対策が可能であろう。

Costa Ricaで最も貧しいとされるこの地域の農業基盤、観光基盤整備と合わせて国の総合的な地域振興の一環としての位置付けが重要である。これらの副次的便益の経済効果は地域にとって極めて大きく、かつ貴重であるといえる。

他方、Paquita 川ではNaranjo 川と同様に乾期には流量が減少する特徴がある。計画に実施によって、Paquita 川の乾期の水量は増加するので、この水を農業利用に利用する便益も考えられる。

ダム施設や貯水池のコースへの開放の案もあるが、当計画の貯水池は流れ込み方式で小規模であること、観光客や住民の視野に入らない場所にあることから、観光での便益は期待できない。

#### (4) 環境保全対策にかかる費用(Cp)

当計画の環境保全対策にかかる費用には、以下のものがある。

##### a) 工事中

工事中の対策には他の水力開発での対策と比べ、特に特殊なものはない。

工事による濁水や水質の変化については、その発生防止が計画される。

原石や砂利の洗浄やコンクリート製造での排水処理、土地の改変でのノリ面の保護工などが計画されるが、これらに要する経費には排水水質監理費を含め100万\$ が計上されている。

##### b) 稼働

施設の運転にともなって、環境モニタリングが計画されている。河川水量、水質、生息生物等の調査費用は人件費と消耗品費の扱いとなり、必要な金額は比較的小さい。

#### (5) 外部的費用(Ce, 環境的費用を含む)

住民の移転、土地の取得、Palmプランテーションへの生産補償の合計は  $38.132 \times 10^6$  Colones である。

## 13.6 モニタリング

### (1) 実施前

計画の実施前に実施すべき重要なものは、計画実施後のNaranjo 川および Paquita 川下流域の環境保全をにらんだ環境の詳細調査であり、環境の記録が必要である。

Naranjo 川下流域には保護区域とされるマングローブがあり、またこの河口は国立公園に隣接しているため、生物環境のみならずそれらの生物の実態の把握に努めなければならない。さらに、Naranjo 川の河川水を灌漑に利用している地域経済で重要なPalmプランテーションの経営があることから、特に乾期の河川流量と灌漑水量についてのモニターが必要である。

#### a) Naranjo 川の流量、灌漑水量および Palm 生産量

計画の実施によってNaranjo 川の流量は減少することが予測されている。河川流量は下流での灌漑利用のために乾期に特に減少する。Palmプランテーションへの補償にからみ、Naranjo 川の灌漑取水地点の近上流地点の観測点を設け、取水量の測定と共に継続調査が必要である。また、Palm生産量の変動についてもモニターして行く必要がある。ここで得られた結果は実施に伴う補償額の基礎データとして使用される。この調査は、工事中および工事後にも継続され、計画実施前およびその後の実際の補償額の協議に利用される。

Londres 地点での川下り業や住民の水遊びにもNaranjo 川は利用されている。よって利用期間の水量、利用地点や範囲、河川水位や河川の地形の状況について詳細に把握するとともに、地域住民の活動についてモニタリングが重要である。

#### b) 河口地形

河口域の地形維持のために出水時での土砂供給の機能がダム施設に考慮されており、計画実施後でも河口地形の現状維持が期待される。しかしながら、地形は長期間のわずかな変動の蓄積により変化がもたらされることもあることもまた事実である。よって、Esterio Negroの出口を含めたNaranjo 川の河口域の地形変動について長期的展望に立ったモニタリングを実施し、計画実施後での変化の把握に備えなくてはならない。

c) プランテーション内の主要水路の流量観測と河口域を含めたマングローブ域の水質、生物調査

Palma Ticaプランテーションに導かれた河川水はPalmに吸収され、あるいは過剰の水は最終的には蒸発や地表水あるいは地下水としてNaranjo 川河口域のEstero Negroのマングローブを經由して流出している。当調査では乾期において、あるいは灌漑水の非取水中においても、流出水の存在によってマングローブの生息環境は維持されていることが把握された。またさらに乾期における灌漑を中止させてもマングローブ環境は維持されて行くことが予測されている。当調査はわずかな期間での調査であるので、その継続的調査の実施によってデータの蓄積が必要である。

マングローブを構成する植物の生育環境の保全は、そこに生息する生物群集の保全を導く。前述したように、計画実施後においてマングローブ域に重大な環境影響は起きないであろうことが予測されているが、事後に確認し、問題があれば対策を立案して行くためにも、D/D段階をとおした環境の詳細調査が必要である。特に生物群集の記録とともに流量、水質の調査の継続が求められる。

なお、Estero negroのマングローブは、過去に土地所有者による伐採、農地化の過程を経ており、その面積は小さくなっていると言われる。現在では法律で保護対象となっているが、個人所有地の処遇については、実際には効力がみられないようにも聞かれることから、それらの開発を監視するとともに、マングローブの保護を積極的に進めて行かなくてはならない。

具体的な調査項目は、流量、水質、底質、地形、植物、水生生物、生息動物などである。

e) 河川水の拡散実態と景観

Naranjo 川の河川水は国立公園の沖合を拡散する実態が見られている。計画の実施によって河川水量の減少と拡散域の縮小が予測されている。雨期のNaranjo 川の水質は濁った水質の特徴があり、その水量の減少は一層の景観の改善が導きだされるはずである。水域の景観は観光や浜辺でレジャーに取って重要な要素の一つであるので、現状からの記録が必要である。なお、拡散実態については、衛星画像を利用した方法が有効である。

乾期における河口域の状況については、衛星画像や塩分調査によって確認が



可能である。

f) 地下水利用

Quepos病院ではNaranjo 川と国道20号線の交わる地点近傍からの地下水を利用している。この井戸は乾期には水位が低下するとの報告がある。また他方、Naranjo 川の下流の扇状地域に分布する井戸では、乾期にあまり水位の変化はみられていないが、Palmプランテーションへの灌漑取水路付近では、著しくはないが水位の低下も記録されている。Quepos病院の井戸については、計画実施前のみならず、実施後においてもモニタリングを継続実施し、水位低下によって井戸の機能が悪化する場合には、深層取水するか、他地点への代替を考慮する必要がある。

g) 漁業

当調査では当地域の漁業形態から漁獲量には大きな影響は与えないであろうことが予測されている。しかしながら、漁業は自然環境のみならず、社会環境にも左右され多くの要素の絡まったものであるから、計画実施に向けて漁業者との日常的な接触と漁獲情報の収集が必要である。

h) エビ養殖

Bstero Negroに隣接してエビ養殖場がある。この養殖場ではBstero Negroに通じる水路から取水しているが、その池の塩分値の測定値の変動から、計画実施においても大きな影響は生じないであろうことが予測されている。しかしながら、上記したように漁業は多くの要素によって構成されているので、経営者との日常的な接触によってエビ養殖実績のモニタリングが必要である。なお、Bstero Negroを含めてマングローブ域での採捕漁業は、自然環境と漁業資源の保護のために禁止されているので、Bstero Negro域での漁業について監視していく必要もある。

i) ウミガメ

一般にウミガメの産卵場での環境問題は海岸の開発と汚染に起因している。当計画は水質を悪化させる内容ではないので、ウミガメの大きな影響を与えるものではない。またこの地域はウミガメの産卵地の中心地ではない。

この地点では少数のウミガメの来遊が記録されているが、海浜の地形変化については、当計画でのダムは土砂を補給できる内容と運用であること、また、

Naranjo 川からSavegre 川の範囲の海浜はSavegre 川の影響下にあるものと判断されることから、汚染問題と同様に当計画はウミガメに大きな環境影響は与えないと予測されているが、Naranjo 河口からSavegre 河口海岸地域の観光開発とウミガメの来遊は直接的な関係が他の事例では見られているので、観光開発の状況の把握と共にウミガメの専門家によるモニタリングが必要である。

#### j) 貯水池および施設建設予定地の植生を含めた生物

当調査において貯水池やダム地点などには、貴重な植物の分布が見られている。その種類については生息する動物類を含めて今後、分布量調査を行って詳細な実態を把握する必要がある。その結果、極めて生息場が限られた種類である場合には積極的な保護対策が求められる。

#### k) Paquita 川の流量と河川地形

Paquita 川については、やはり下流域の問題が極めて重要である。すなわち、河川流量と川筋および河口域の地形変化を予測し、あるいは計画の実施後に確認するために現況の詳細調査が必要である。

Paquita 川の河口域では、過去からの海岸の浸食問題が起きている。その大きな要因は、自然現象によって起こされている海岸地形の変化による、浸食場所の移動にあると言われている。

当計画に実施は、本来持つPaquita 川およびCanal川の水量を数パーセント増加させるのみであり、人為的に大きな影響は与えないことが予測されている。しかしながら、正確な流量変動のデータは今後とも極めて重要で必要とされるものであるので、モニタリングが必要である。

河口地域と同様に下流域の川筋の地形変化もまた重要である。計画では、大きな地形変化をもたらす可能性のある自然の洪水時にはNaranjo 川水のPaquita 川への転流は制限される運用内容であり、環境影響の発生は防止される。しかしながら、自然の洪水時の水量の実態の詳細については、Canas 川と同様にモニタリングして行く必要がある。

Paquita 川水の拡散状況については、Naranjo 川と同様にモニタリングが必要である。

#### l) Paquita 川の水質と生物調査

実施後の環境変化の把握のために、事前での詳細な環境調査が必要である。

調査項目には、水質、水生生物がある。

(2) 実施中

実施中には、前記の実施前の調査の継続と共に、工事によって発生する土砂、騒音、振動のモニタリングが必要である。特に乾期での工事中の濁りの発生とコンクリートアクの問題については、監視点を設けるなど注意が必要である。

(3) 実施後

実施後は環境変化の把握とその評価を行う必要があるので、モニタリングの継続が必要である。

### 13.7 総合評価

- (1) 計画地点は、既に熱帯雨林を家畜の飼育のために農地に開発した地域に位置しており、自然林の大規模伐採等は行われない。この地点の植生は、その農地開発によって貧弱であるが、貯水池予定地と発電所予定地近傍には樹林がある。

当調査によれば、貯水池予定地、ダム地点に貴重な種類の植物があるので、計画実施にあたっては、その分布量の調査を行って、仮に分布が限定されているものであれば積極的な保護対策が望まれる。

- (2) 当計画はNaranjo 川の川水を隣接するPaquita 川に転流し、その落差を利用して発電するものである。よって、Naranjo 川のダム地点から河口にかけての下流域では、水量が減じて減水状態が発生する。Naranjo 川の下流の河口には法律で保護されるマングローブがあり、その河口の右岸は国立公園が隣接している。

当計画の実施に伴うそれらへの影響を調査したところ、計画実施によっても現状のマングローブ環境は維持され、かつ国立公園に対しても重大な影響を与えるものではないことが把握された。

- (3) Naranjo 川の減水に伴い、Paquita 川は増水することになる。Paquita 川の河口にある入江では、その入江の出口に位置する砂州の先端の自然成長によって、対岸となる陸地の浸食が顕著であるが、当計画の増水分による浸食現象への影響は、現状の自然の地形変化過程を著しく助長するものではないと判断された。

これに対しては、過去からの浸食の歴史の再評価とともに、Costa Ricaの国土保全に係わる機関の迅速な対策の実施が望まれる。

- (4) Naranjo 川およびPaquita 川には水生生物が生息しているが、貴重とされる生物は特に見いだされていない。また減水するマングローブ域を含めた汽水域には、多くの生物が生息していることが多くの調査資料で明らかとなった。

当評価では生物の生息環境の保全の観点から環境調査および影響評価を行ったが、今後詳細な生息生物の調査をモニタリングとして行い、記録を残して行く必要がある。砂州で保護されているマングローブ等の貴重な環境の保全のため、計画ではNaranjo 川からの土砂の補給を考慮し、ダム施設と運用に工夫を加えた対

策の実施によって保全される見込みである。

(5) Paquita 川の水量はNaranjo 川の転流によって増水する。Paquita 川は上流での豪雨によってその中流の湾曲部で洪水が発生した歴史がある。計画では、豪雨時の洪水の助長の危惧については、それらの異常時にはPaquita 川への転流を中止するなど、運用上の対策の実施によって未然に防ぐ計画である。

(6) 計画地点の周辺は小さな村が点在しており、家畜の飼育と小規模農業が行われている。この地域の経済は一次産業に依存しており極めて貧弱であり、大規模土地所有者のもとで小作を行う人達が多い。他方、社会資本としてのアクセス、インフラ、医療、教育など、また住民の生活に関する満足度も低いとする調査結果があり、Costa Rica国の中でもこの地域は下位に位置付けられている。

従って収入を得る仕事も少なく、かつ個人所得も極めて少なく、地域経済の質の向上、社会の改革がこの地域の将来をになっていると言われる。

ダム地点の下流には地域産業としての少数の経営者のもとで大規模なPalmプランテーションが展開されているが、一部の農地でNaranjo 川の水を、特に乾期に灌漑水として利用しているため、乾期の限定した期間のみ当計画と唯一、抵触する。この競合する水利用については、乾期に不足する分について補償を行う必要があるが、灌漑農地はこの地域のPalm Fruits 生産面積の僅かな範囲であり、地域産業に重大な影響を与えるわけではないと判断される。

灌漑水の補償に当たっては、経営者と十分協議し、補償金の支払いの方法の選択のみではなく、不足分について地下水の利用など水の有効利用についても相互に検討して行く必要もある。

(7) 計画の実施に伴って約100人未満の住民の移転や一つの小学校の移転が必要となるが、それらの移転にともなっては、住民へ十分、説明を行って補償する必要がある。

(8) 当計画は発電のためのものであるが、この地域の社会・経済の現状を考慮した対応が求められる。即ち、この地域の工事に伴う労働者として、この地域の住民を

優先的に雇用すること、工事で必要とされる一般資材など地元業者を利用すること、医療、インフラの整備は地域の水準を向上するものであること等、将来とも地域と共存する計画である必要がある。また、レジャー、観光産業の育成も住民の希望とするものであることから、一部の川の利用を行っている人達に対しても、ダム地点の上流地点の利用の開放など、地域住民への十分な説明のもとに計画を実施することが望まれる。

- (9)以上の結果を踏まえれば、当計画は地域の自然および社会・経済環境に特に重大な負の影響を与えることなく実施できるものと考えられる。



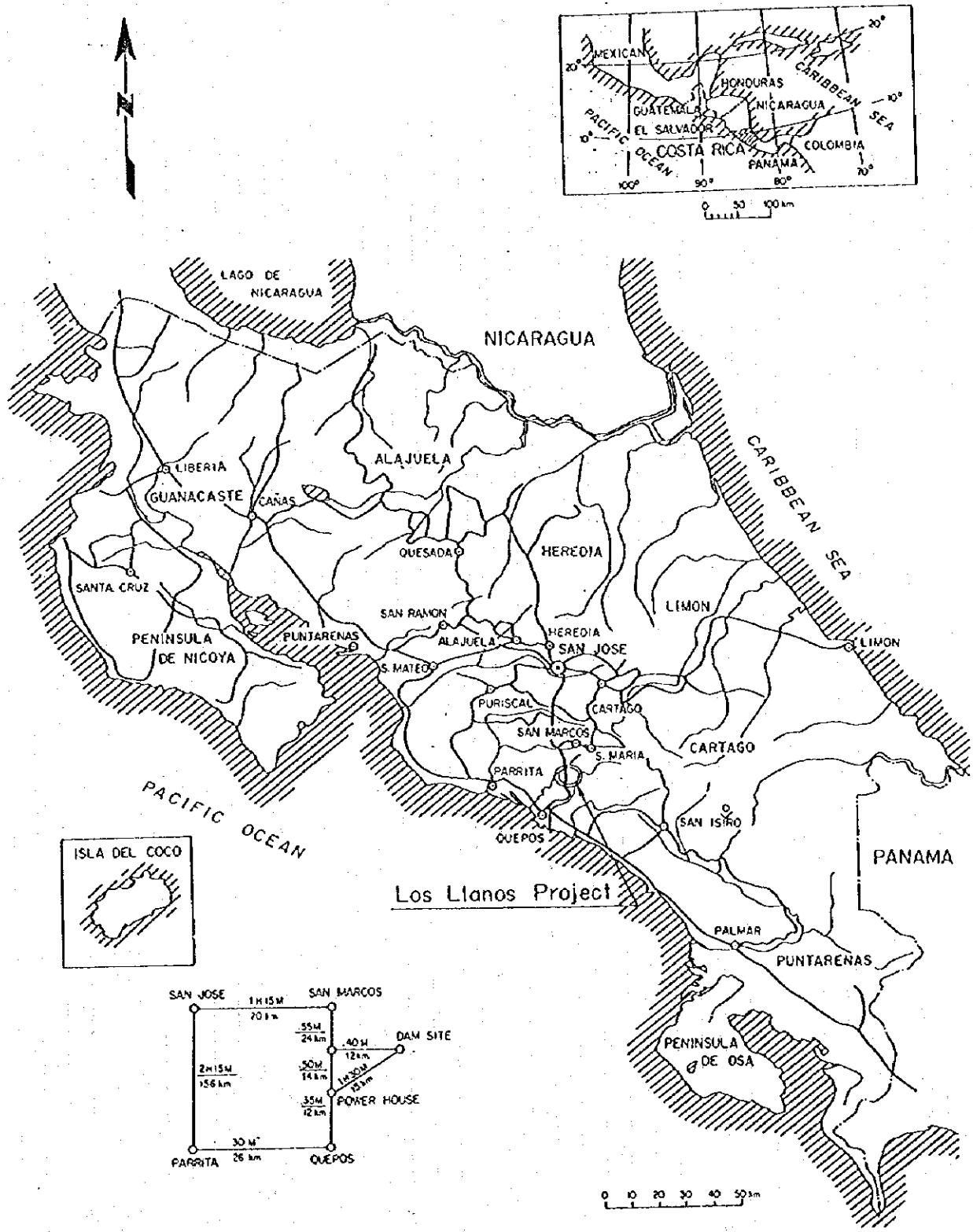


Fig. 13-1 Location of Project Area



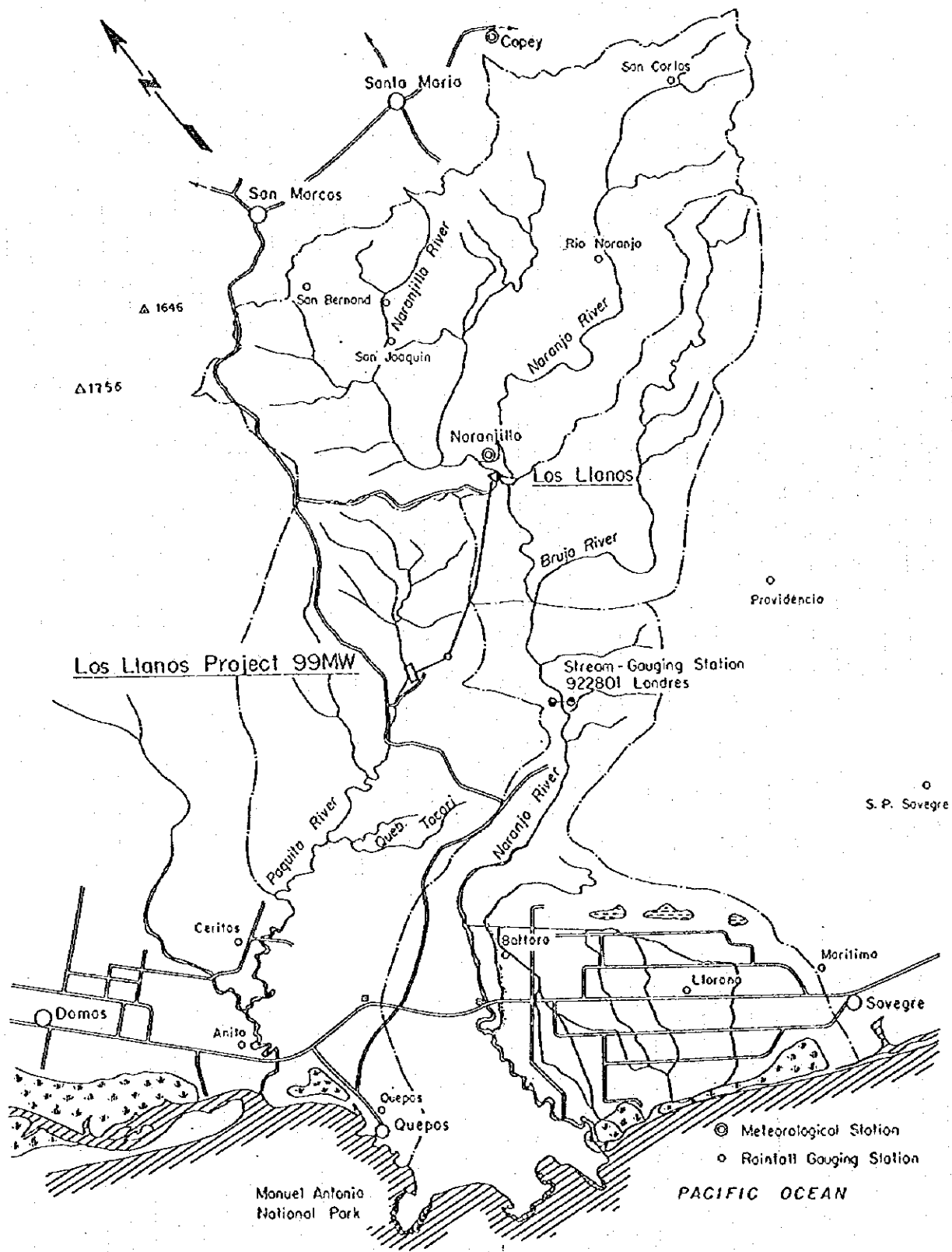
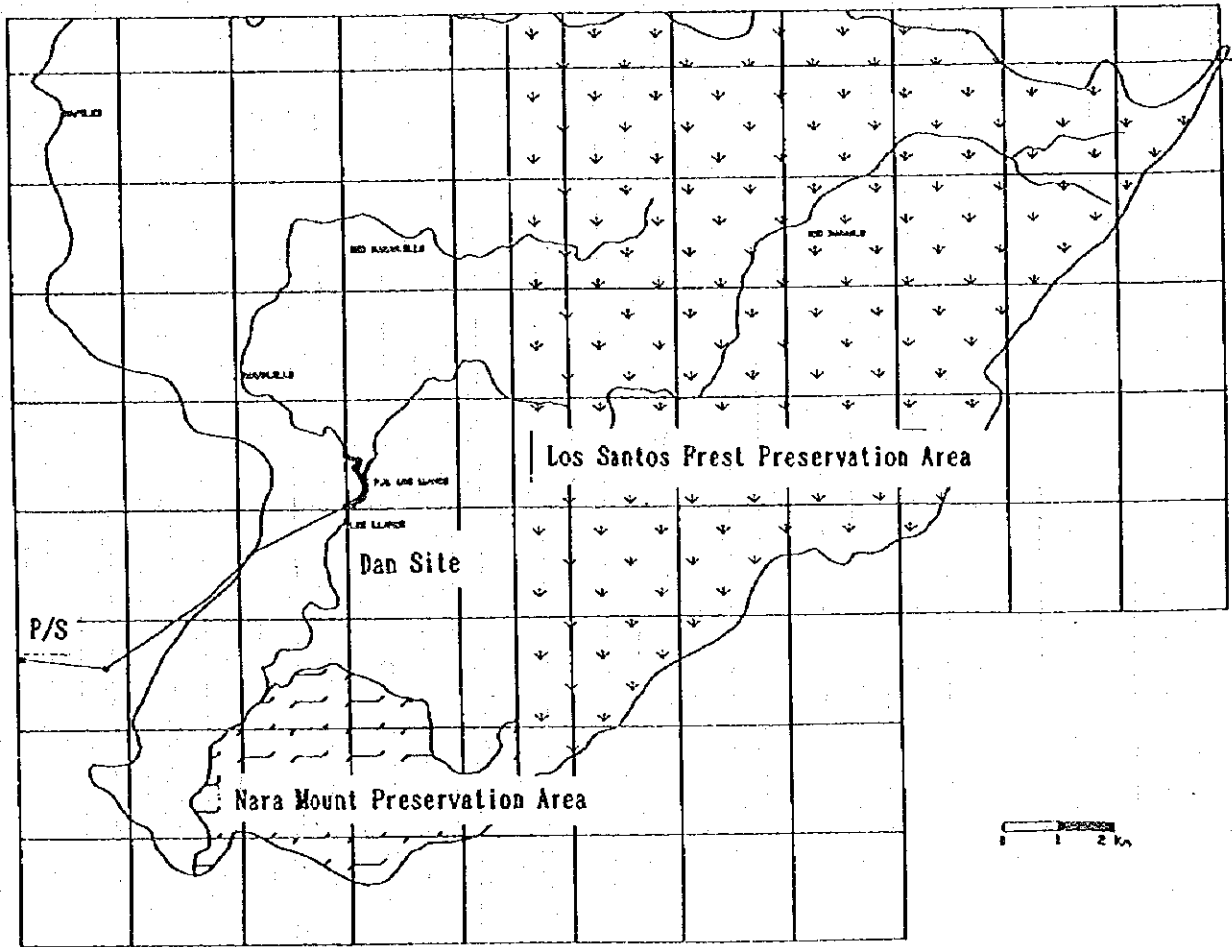


Fig. 13-2 Basins of Naranjo and Paqueta River



**Fig. 13-3** Location of Forest Protection Area

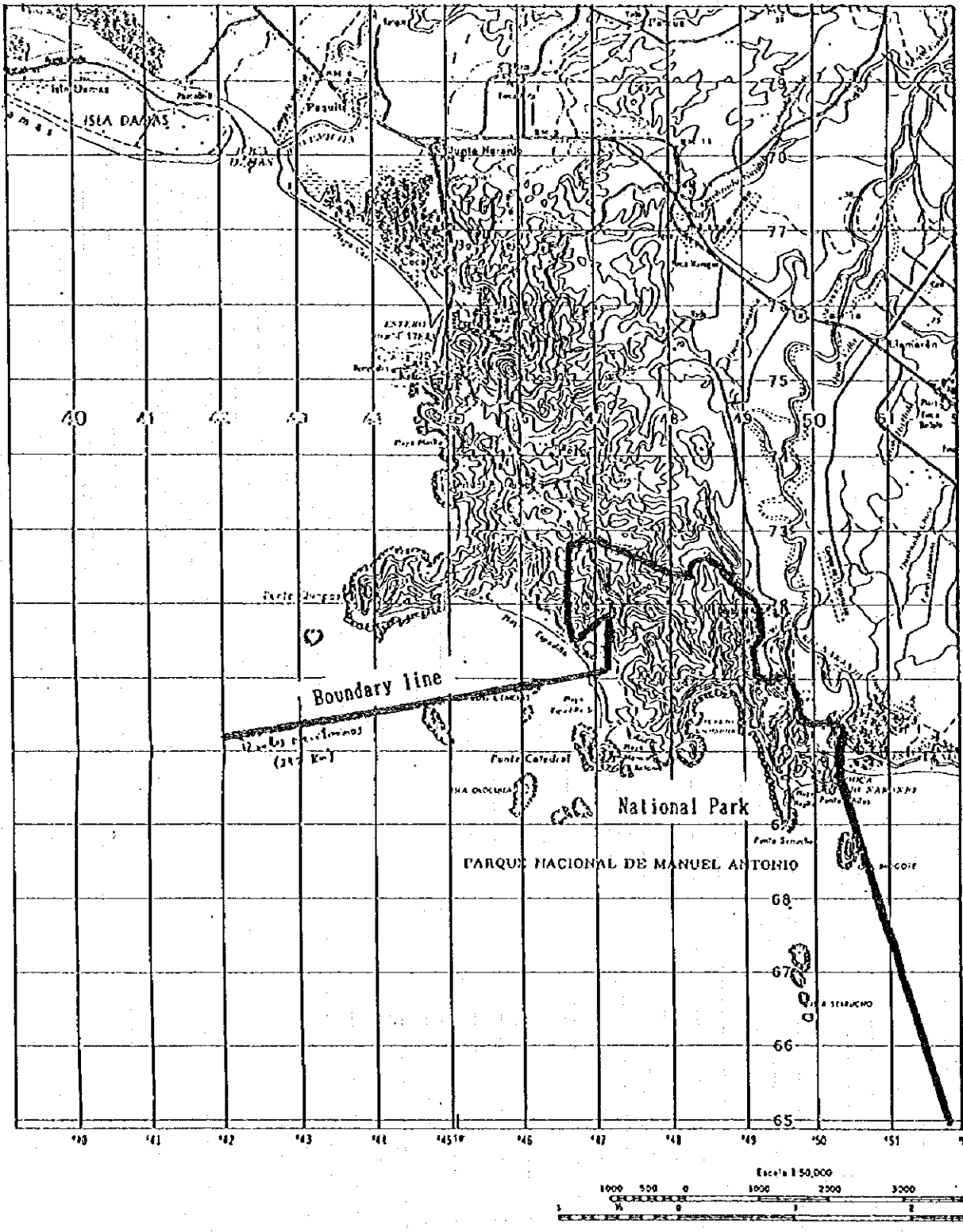


Fig. 13-4 Location of Manuel Antonio National Park

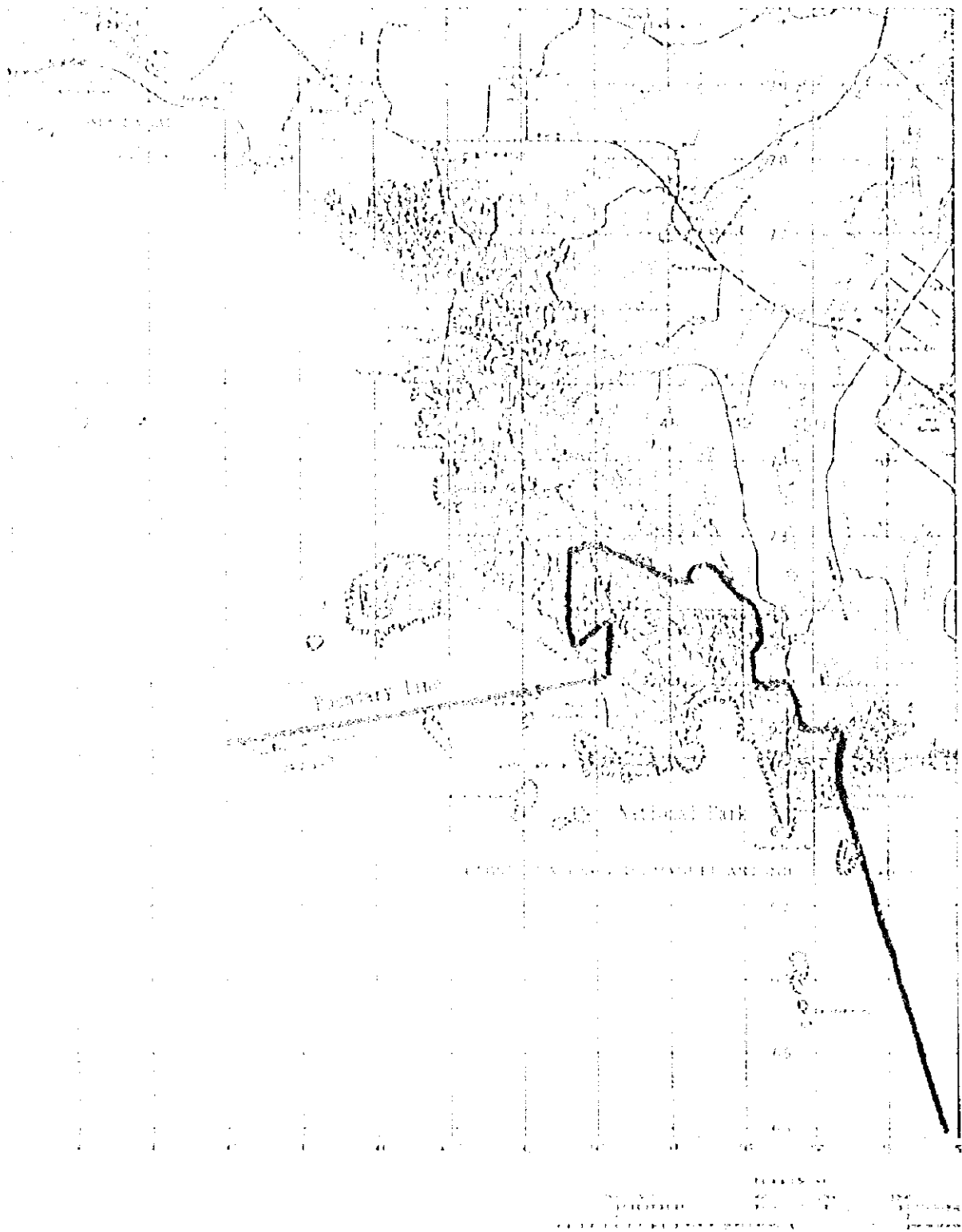


Fig. 13-4 Location of Manual Antonio National Park

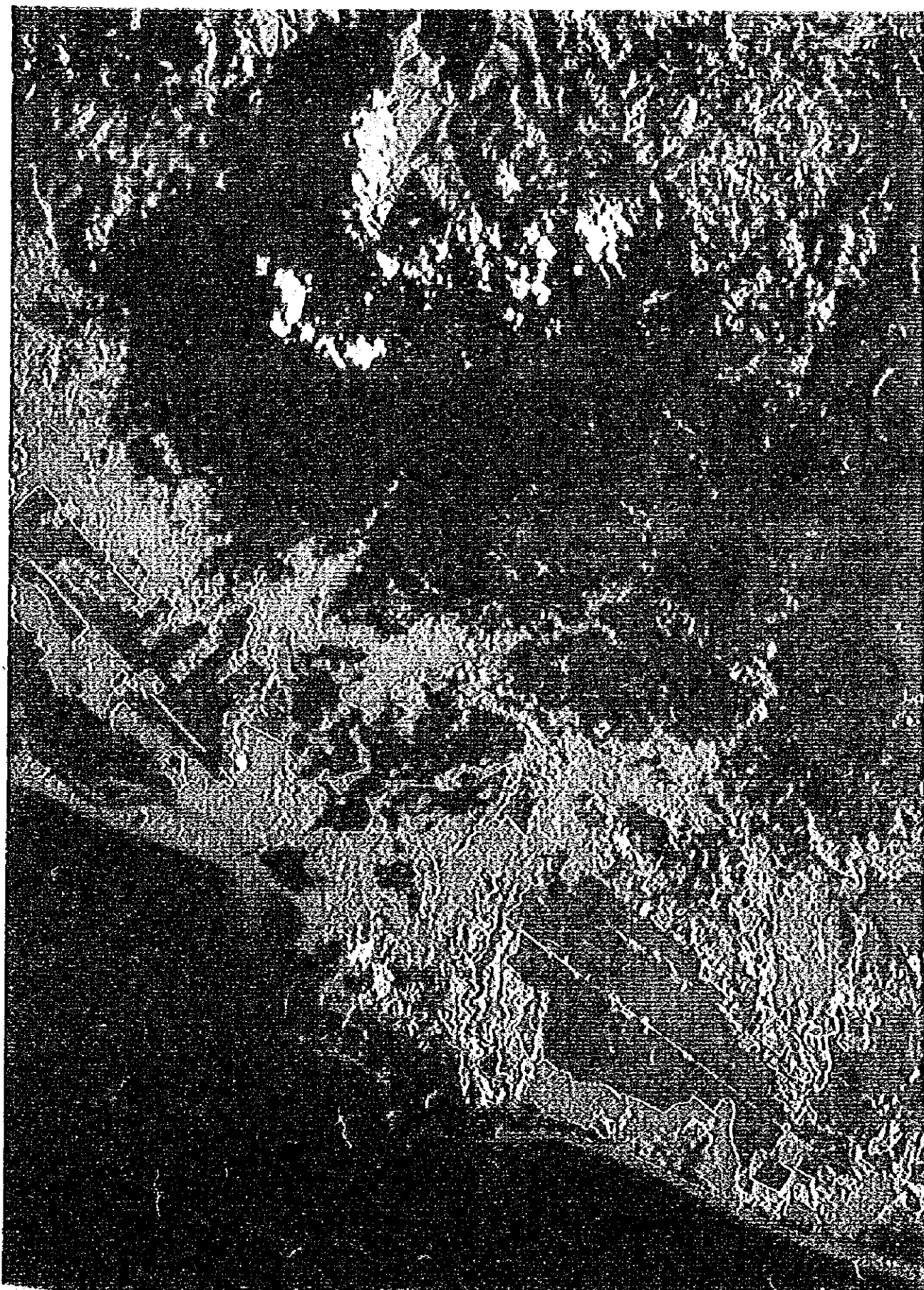


Fig. 13-5 Landsat Image of Project Area (April 3, 1992)

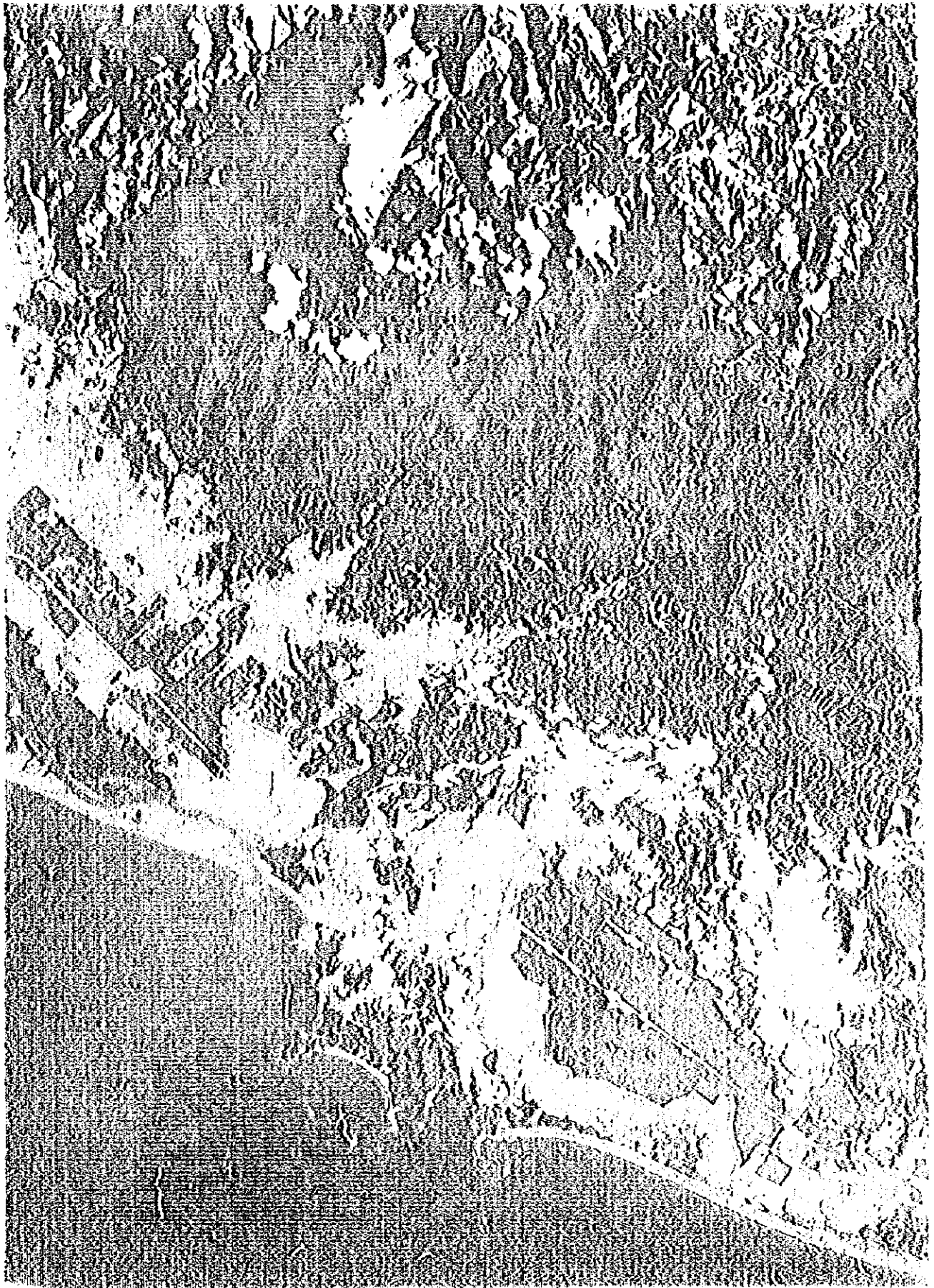
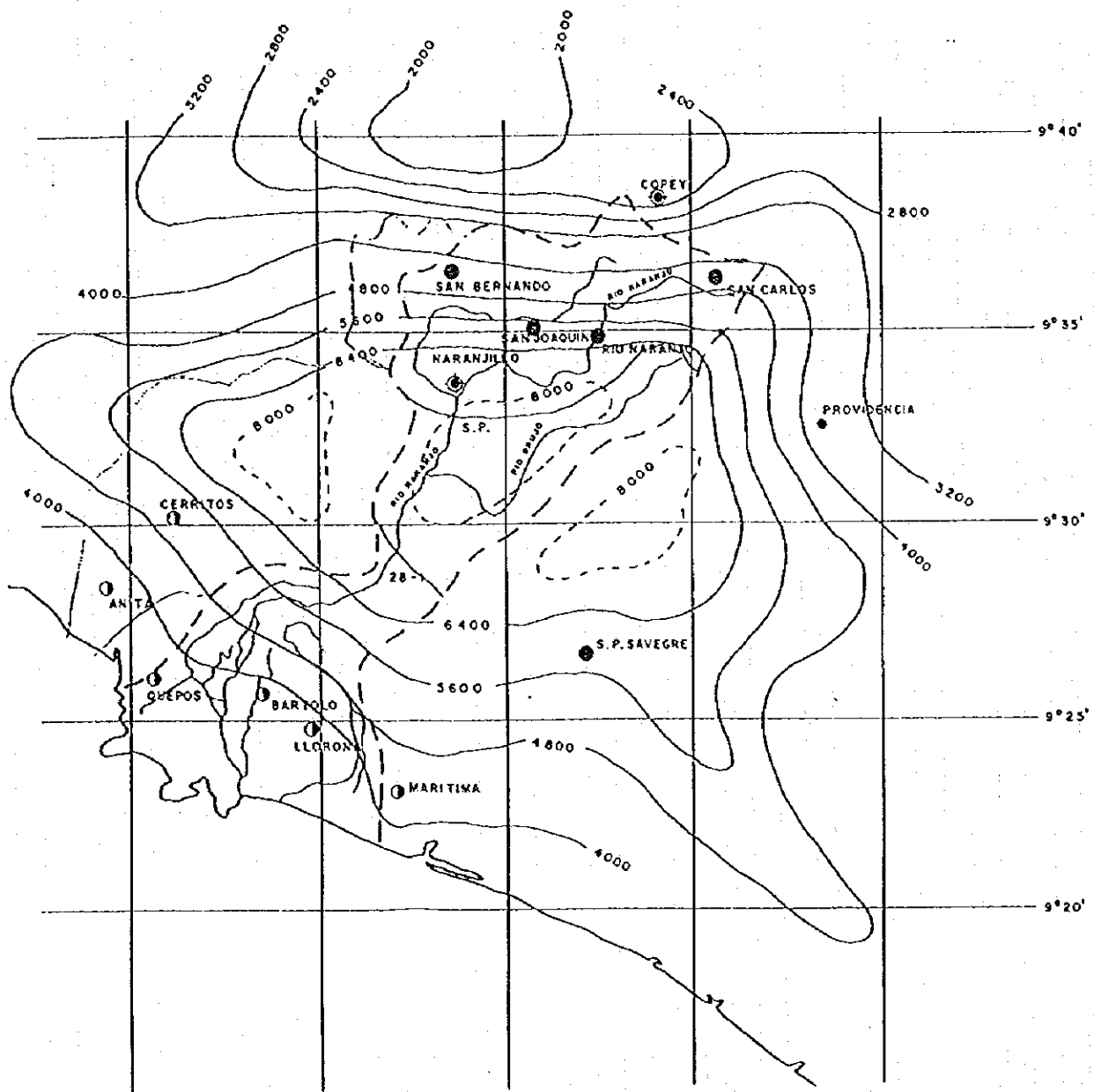


Fig. 13-5 Landsat Image of Project Area (April 3, 1992)



- SIMBOLOGIA**
- ESTACION METEOROLOGICA TIPO B
  - ESTACION PLUVIOGRAFICA
  - ⊙ ESTACION PLUVIOMETRICA

**Fig. 13-6**      **Distribution of Annual Precipitation**



Fig. 13-7

Location of Ground Water Level Measurements



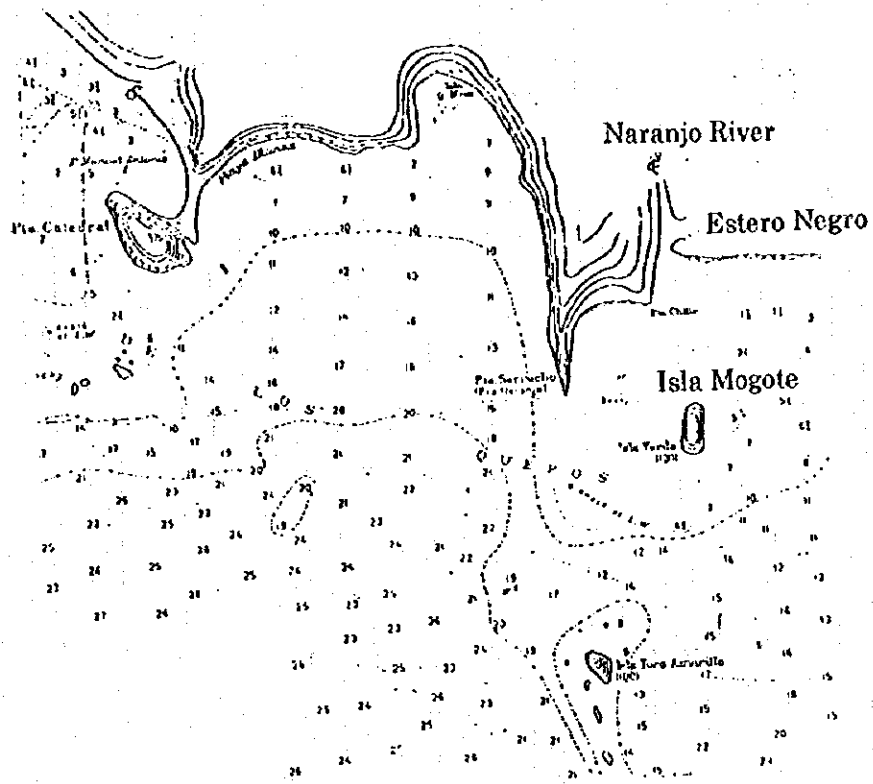
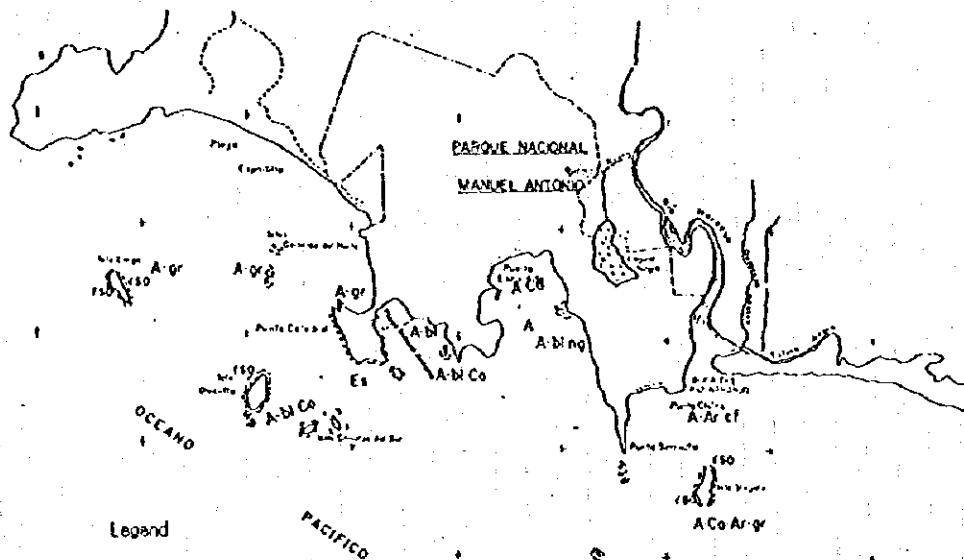


Fig. 13-8 Depth Distribution (m)



Legend

A	Sand	cf	Dark Brown
Co	Conchiferous an	Brwn	
Es	Stone	bl	White
Ar	Clay	ng	Black
rso	Rock	gr	Grey

Fig. 13-9 Characteristics of Sediment

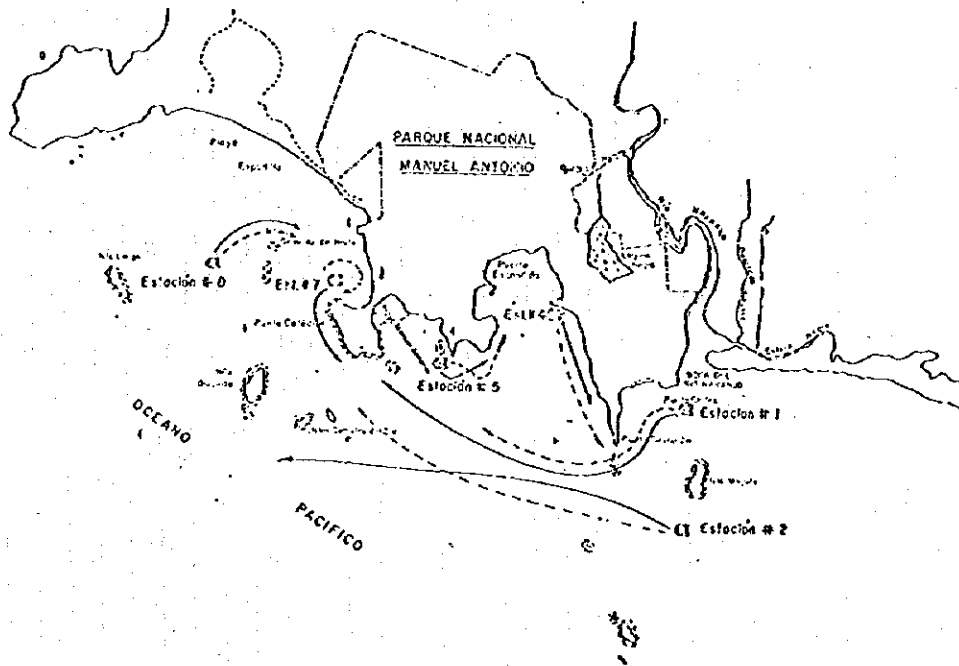
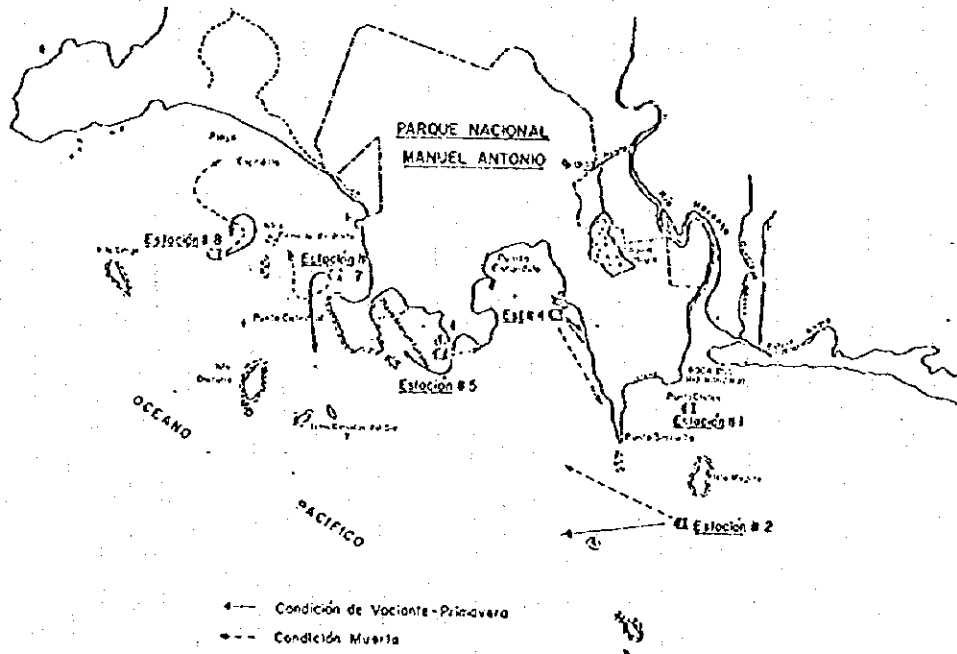
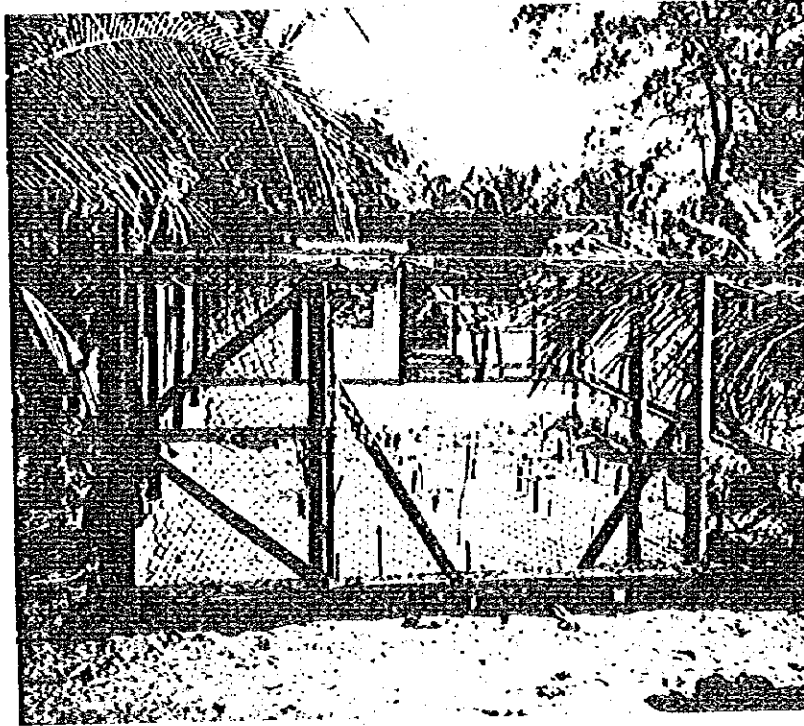


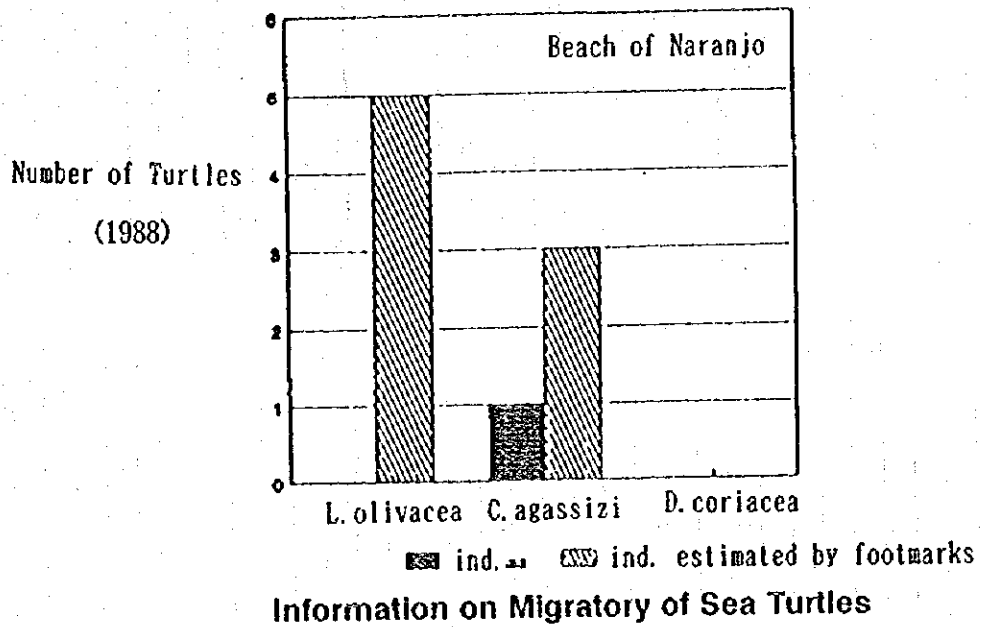
Fig. 13-10 (a) Flow Condition of Surface Water (Ebb Tide)

— Ebb Tide  
- - Low Water

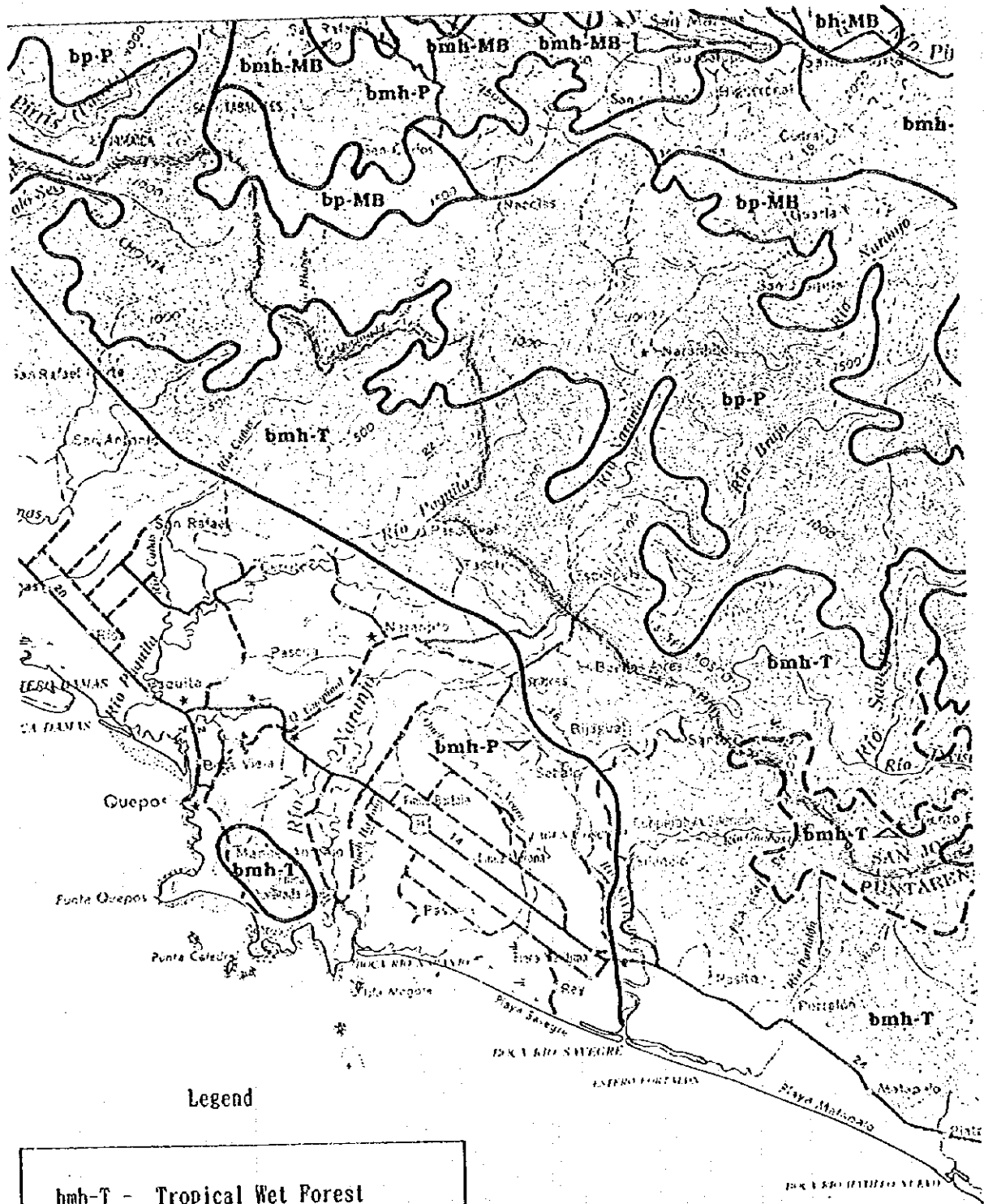




**Artificial Hatching Facility  
near Naranjo River Mouth**



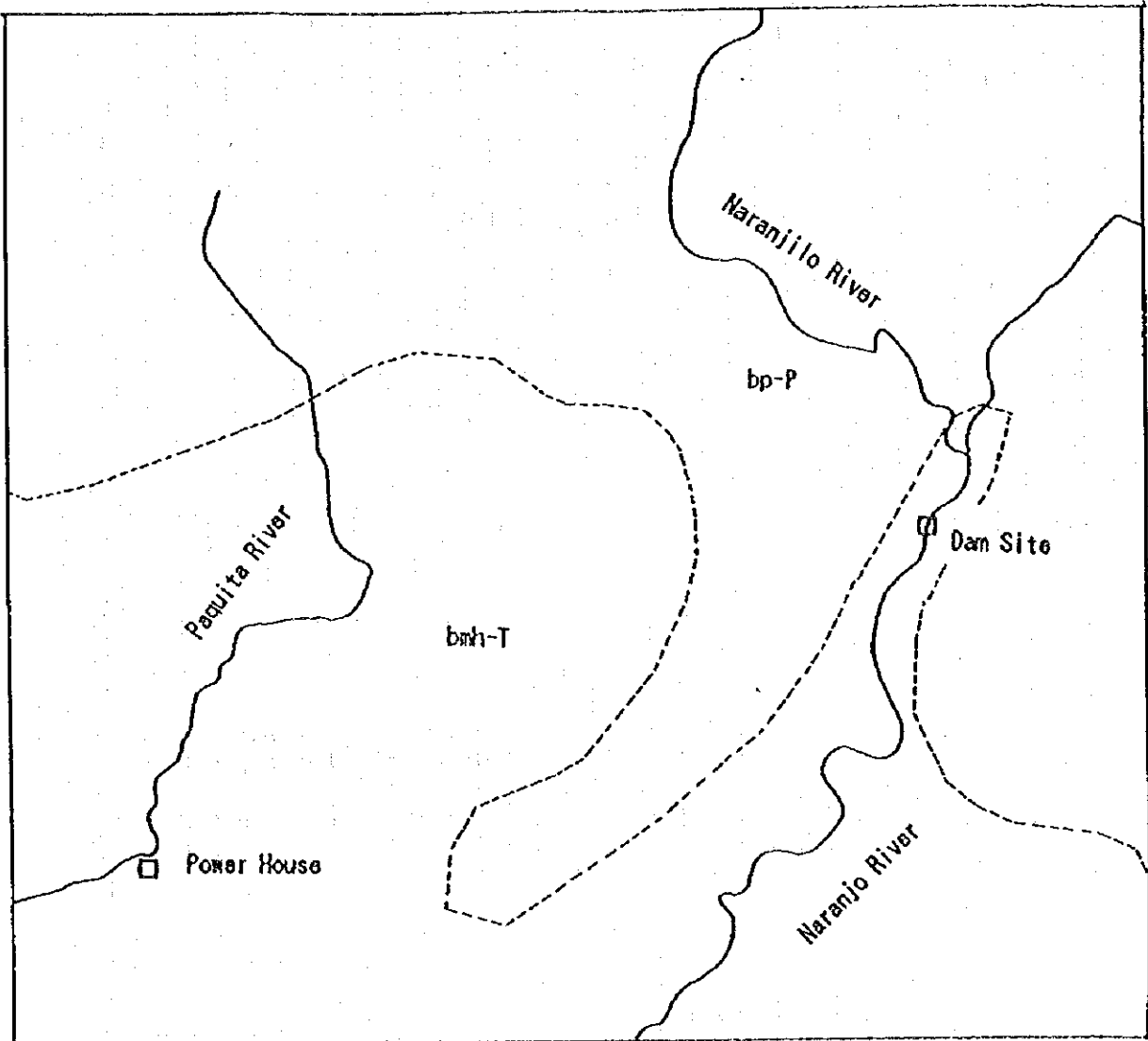
**Fig. 13-11 Artificial Hatching Facility of Sea Turtles near Naranjo River Mouth**



Legend

- bmt-T - Tropical Wet Forest
- bmt-P - Premontane Wet Forest
- bpt-P - Premontane Rain Forest
- bpt-MB - Lower Montane Rain Forest
- bmt-MB - Lower Montane Wet Forest

Fig. 13-12 Ecological Map of Project Area (CCT-1988)



bp-P : Premontane Rain Forest

bnh-T: Tropical Wet Forest

**Fig. 13-13 Detailed Ecological Map in the Project Area**

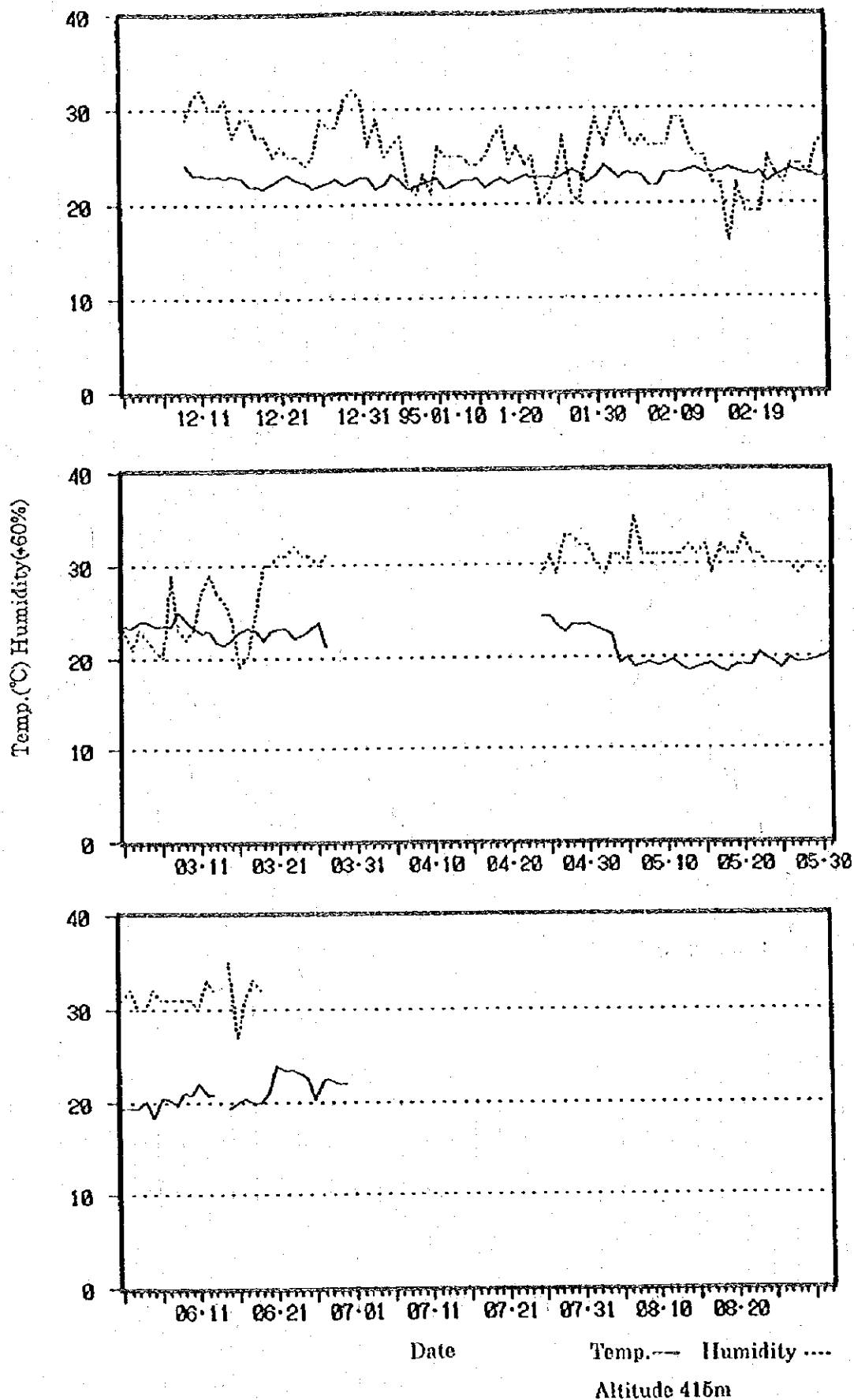


Fig. 13-14 (a) Change of Air Temperature and Humidity

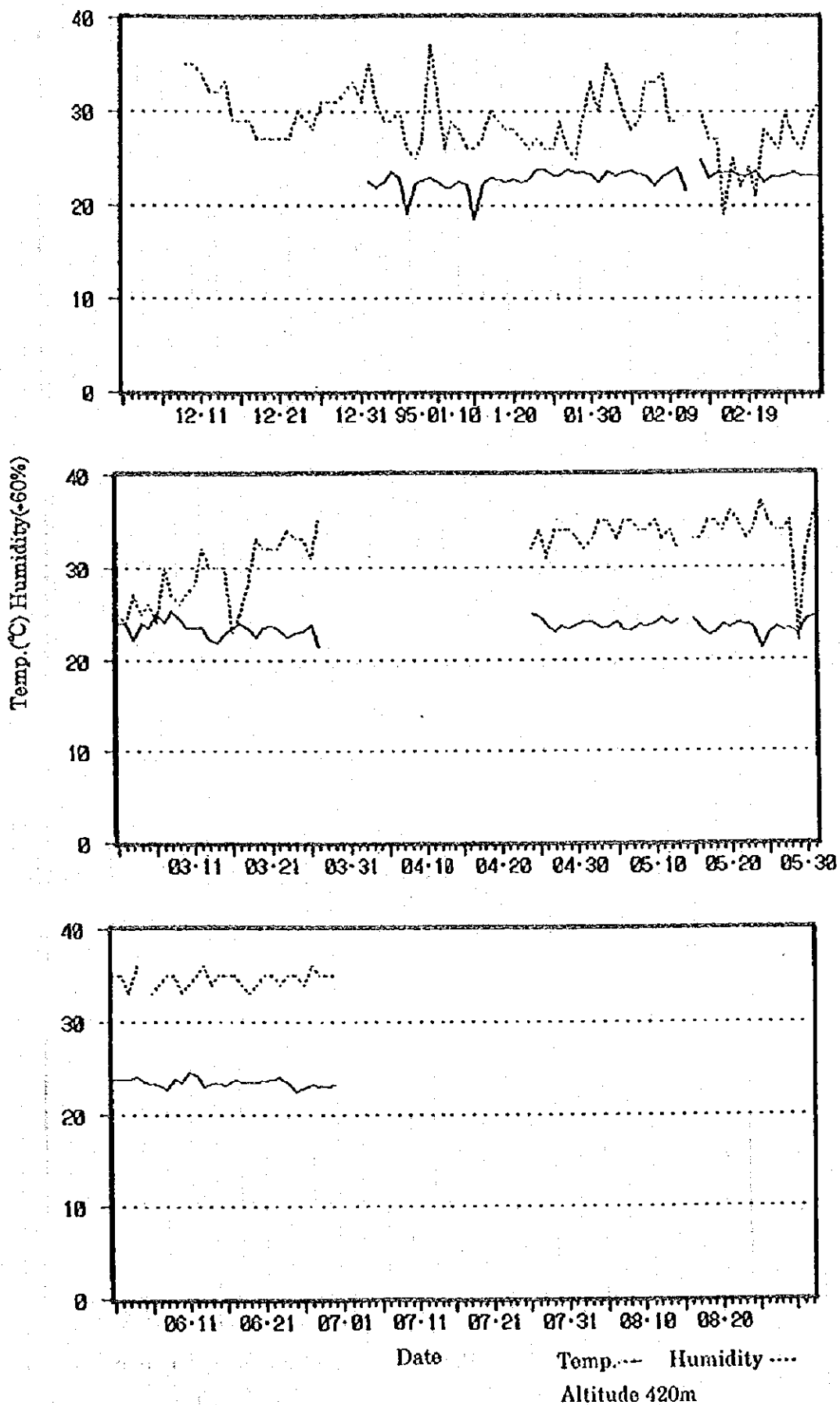


Fig. 13-14 (b) Change of Air Temperature and Humidity



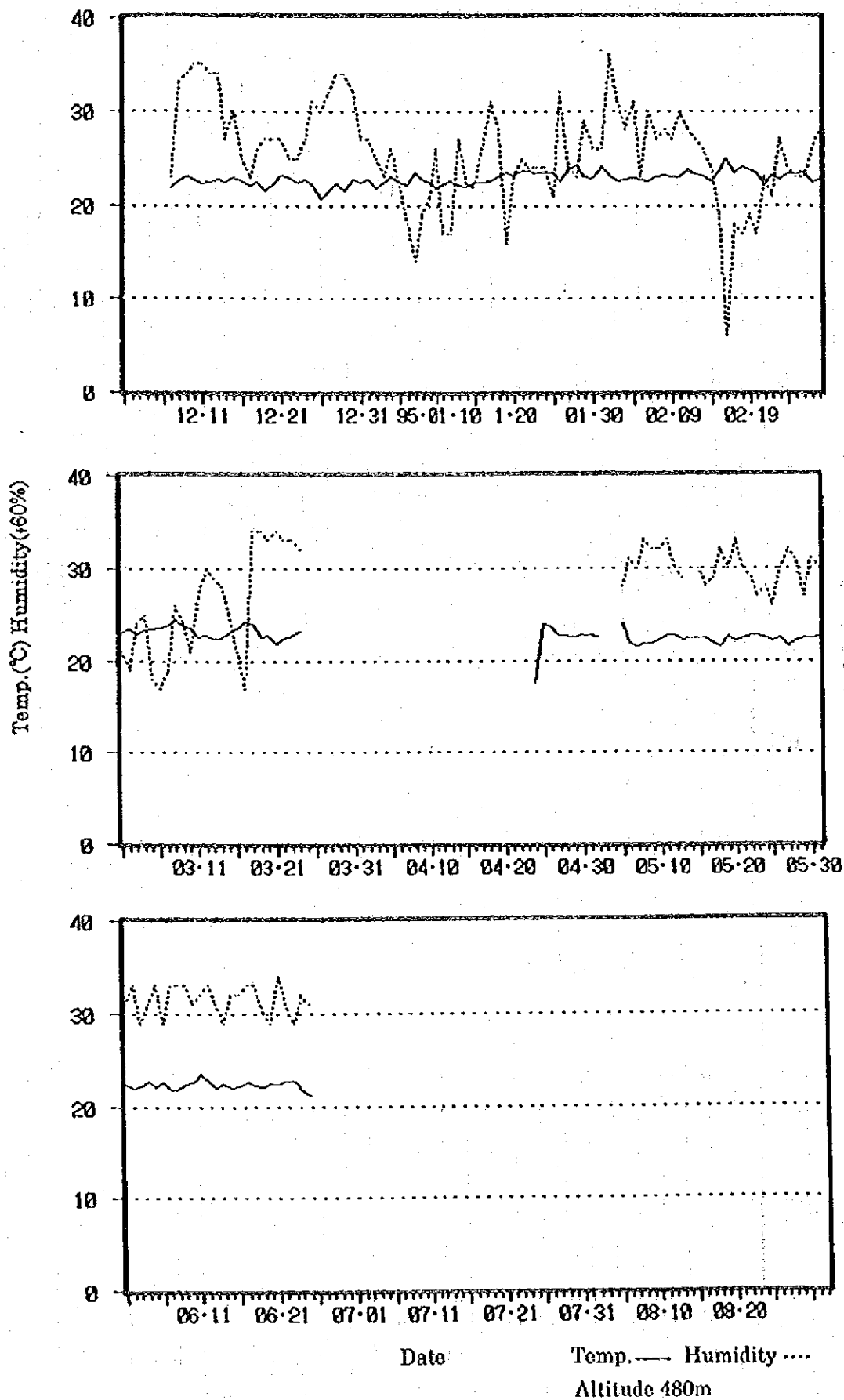


Fig. 13-14 (c) Change of Air Temperature and Humidity

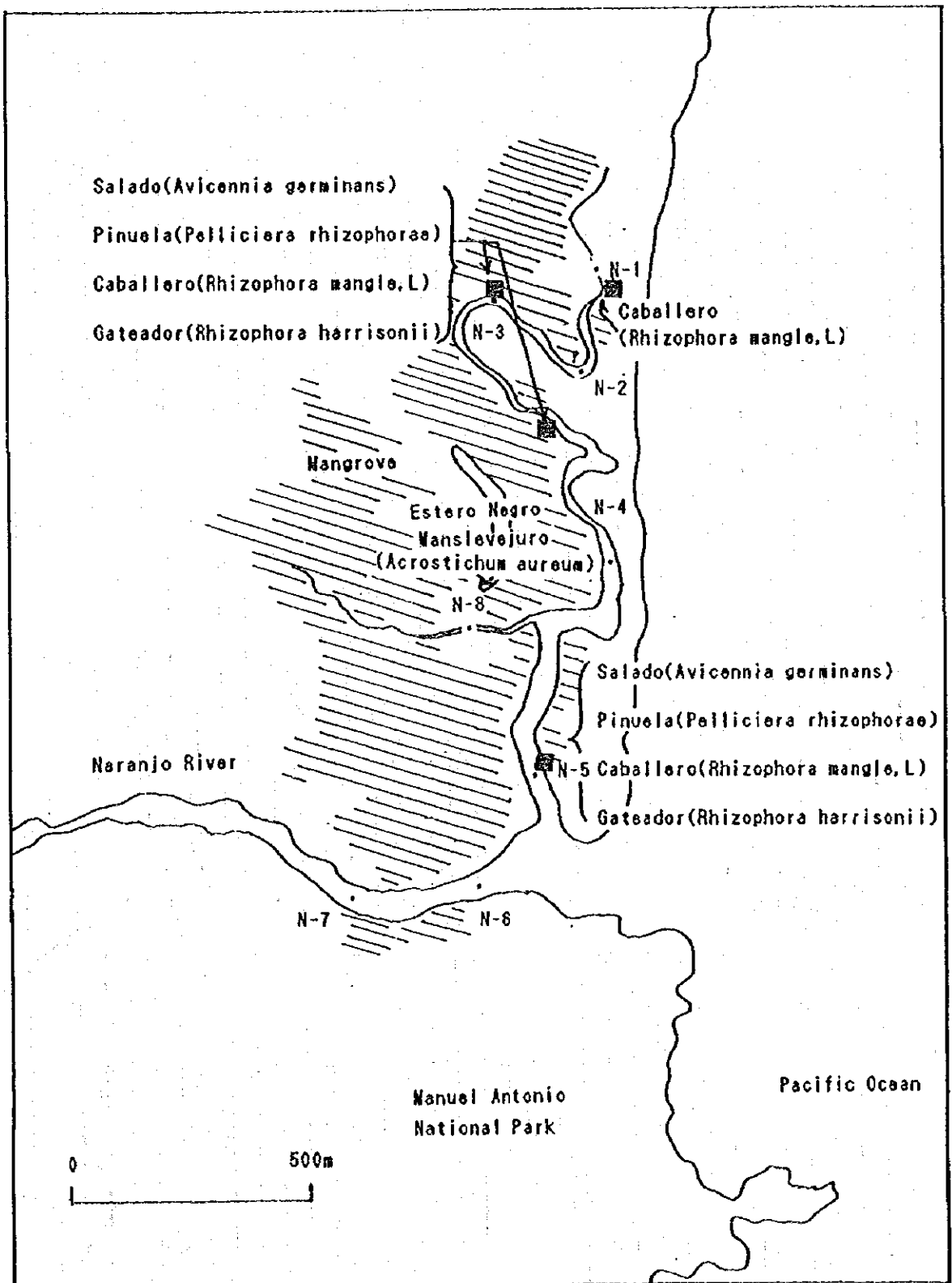


Fig. 13-15 Distribution of Mangrove Trees In Estero Negro

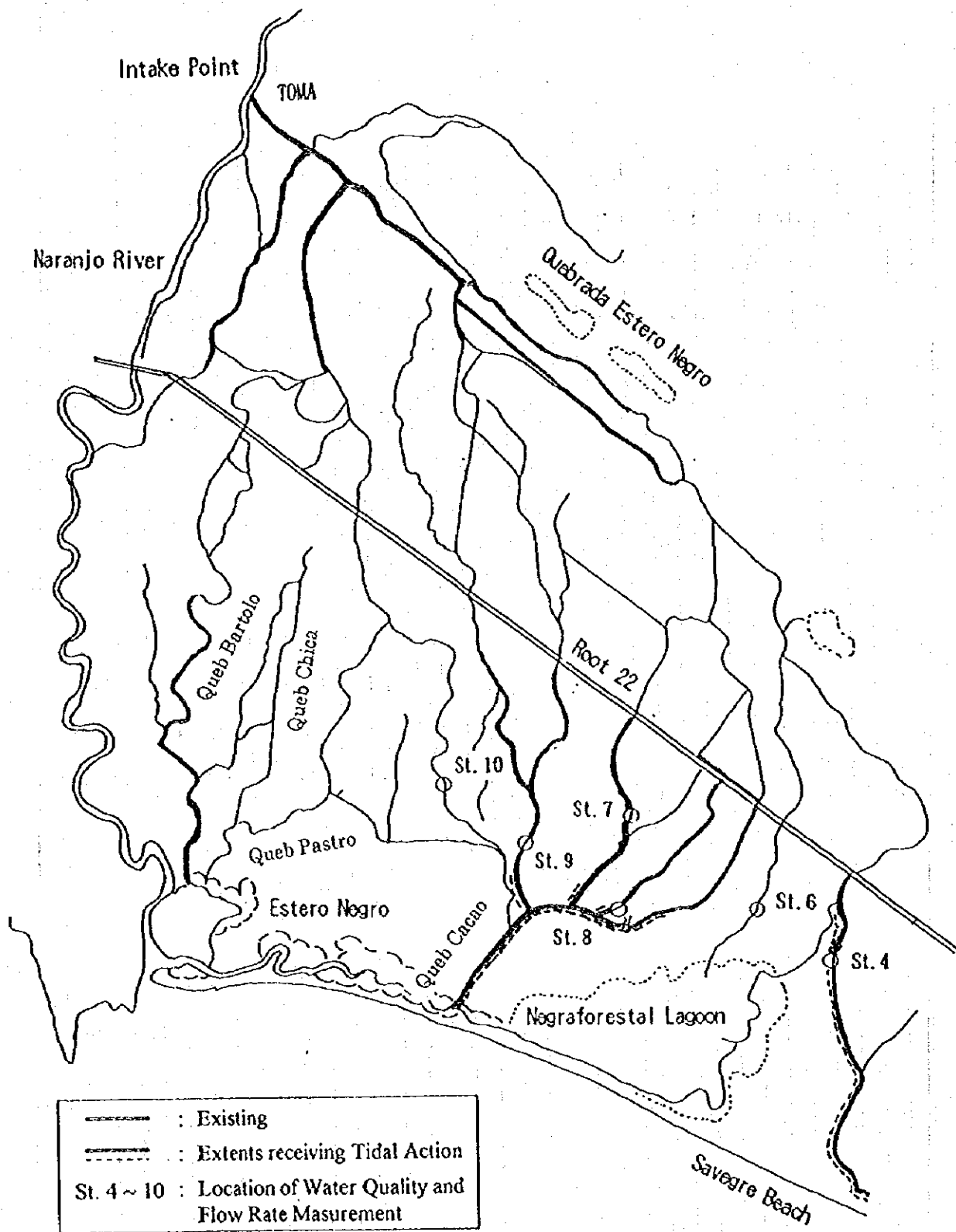
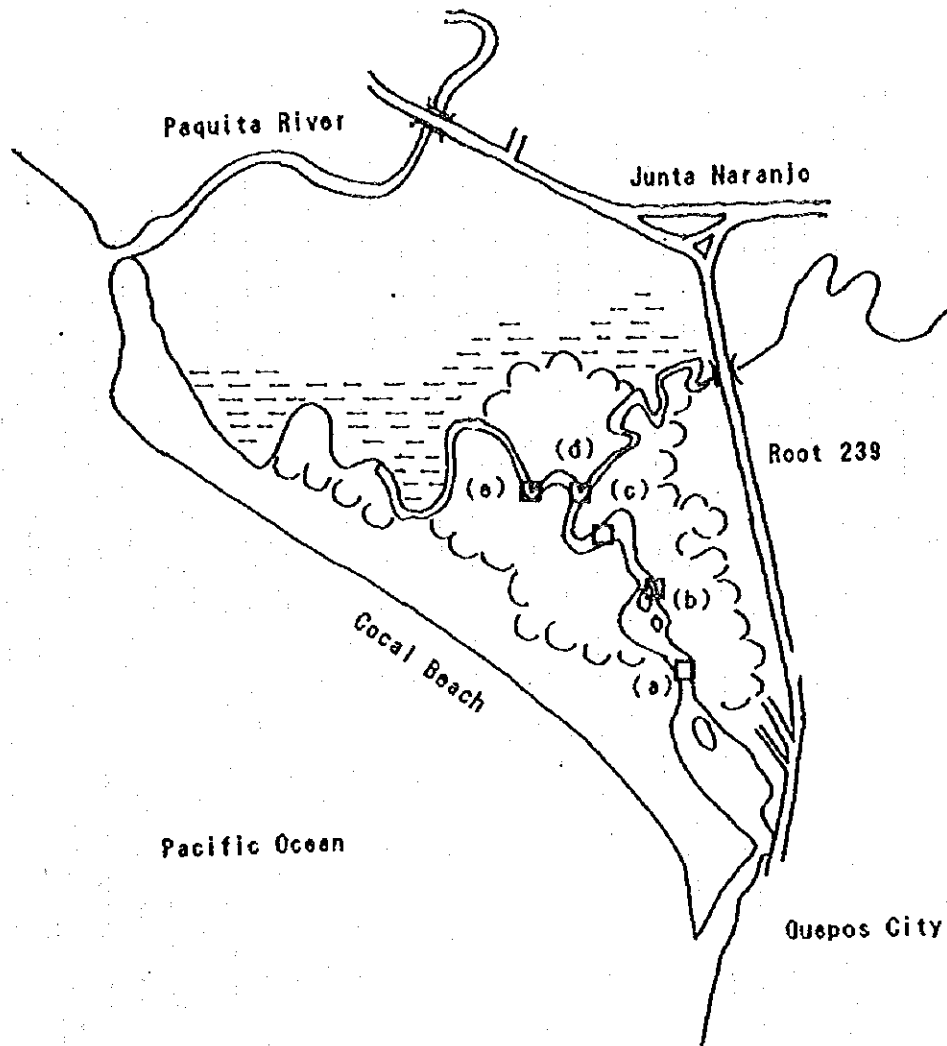


Fig. 13-16 Distribution of Channel Water



**Fig. 13-17**      **Location of Salinity Observation at Quepos Mangrove Area**



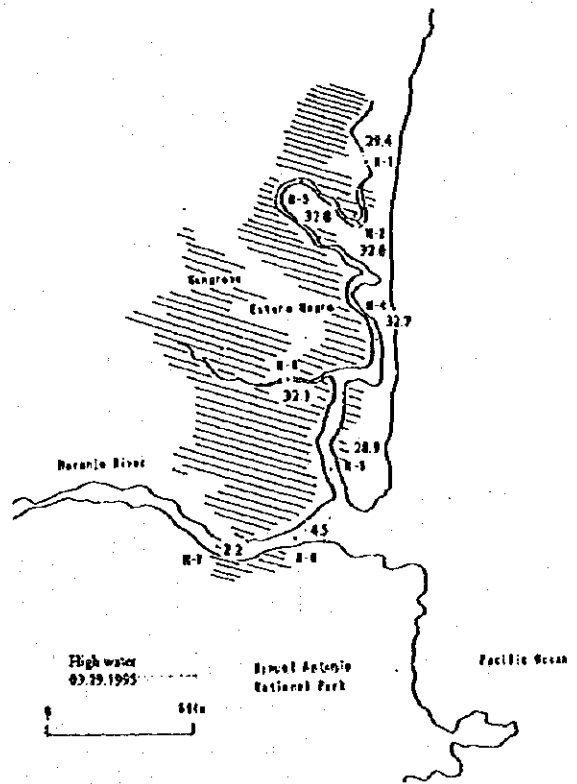
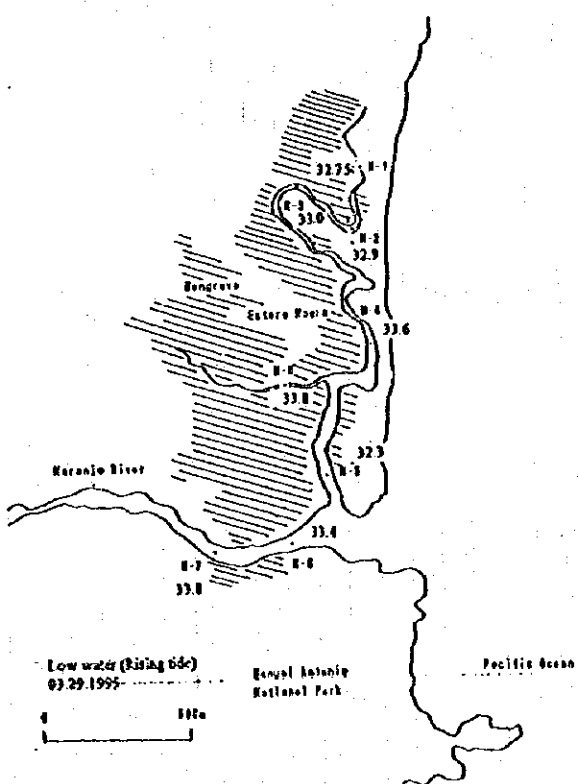
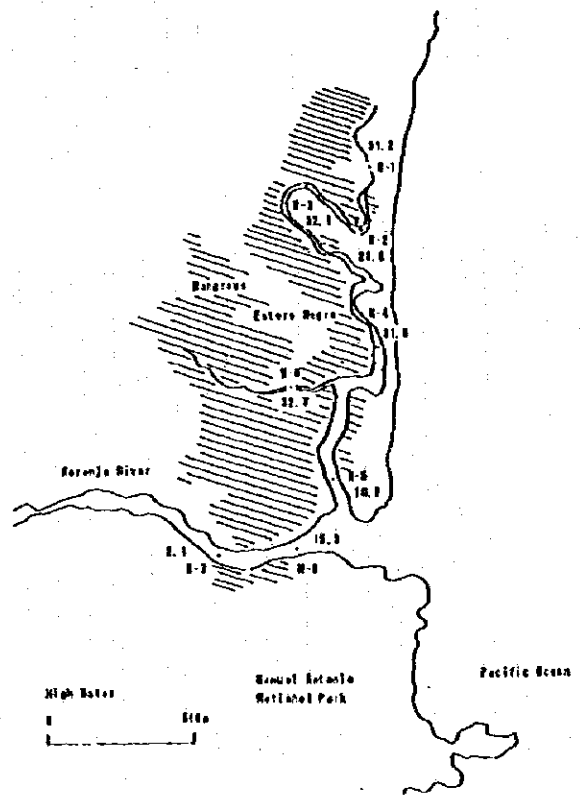
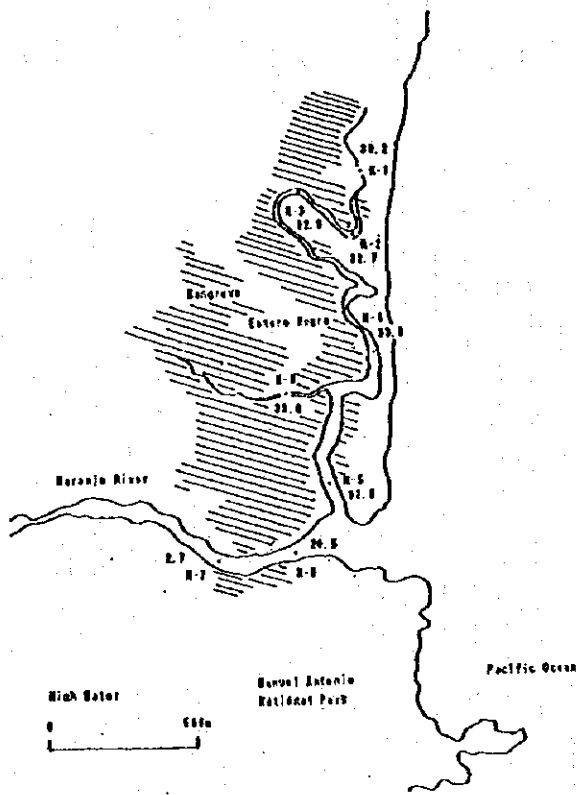


Fig. 13-18 (b) Horizontal Distribution of Salinity in Estero Negro and Naranjo River Mouth

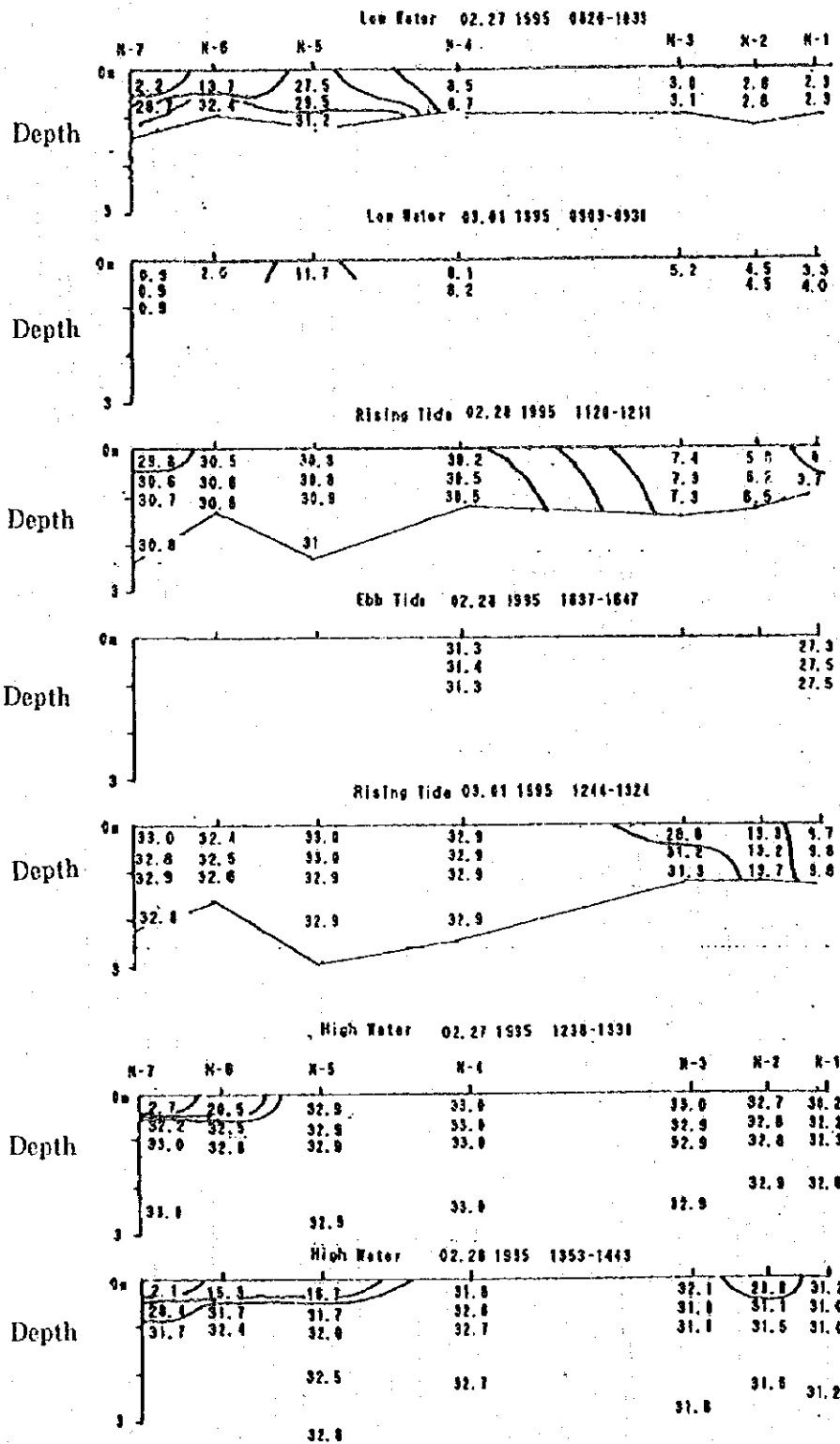


Fig. 13-19 Vertical Distribution of Salinity in Estero Negro and Naranjo River Mouth

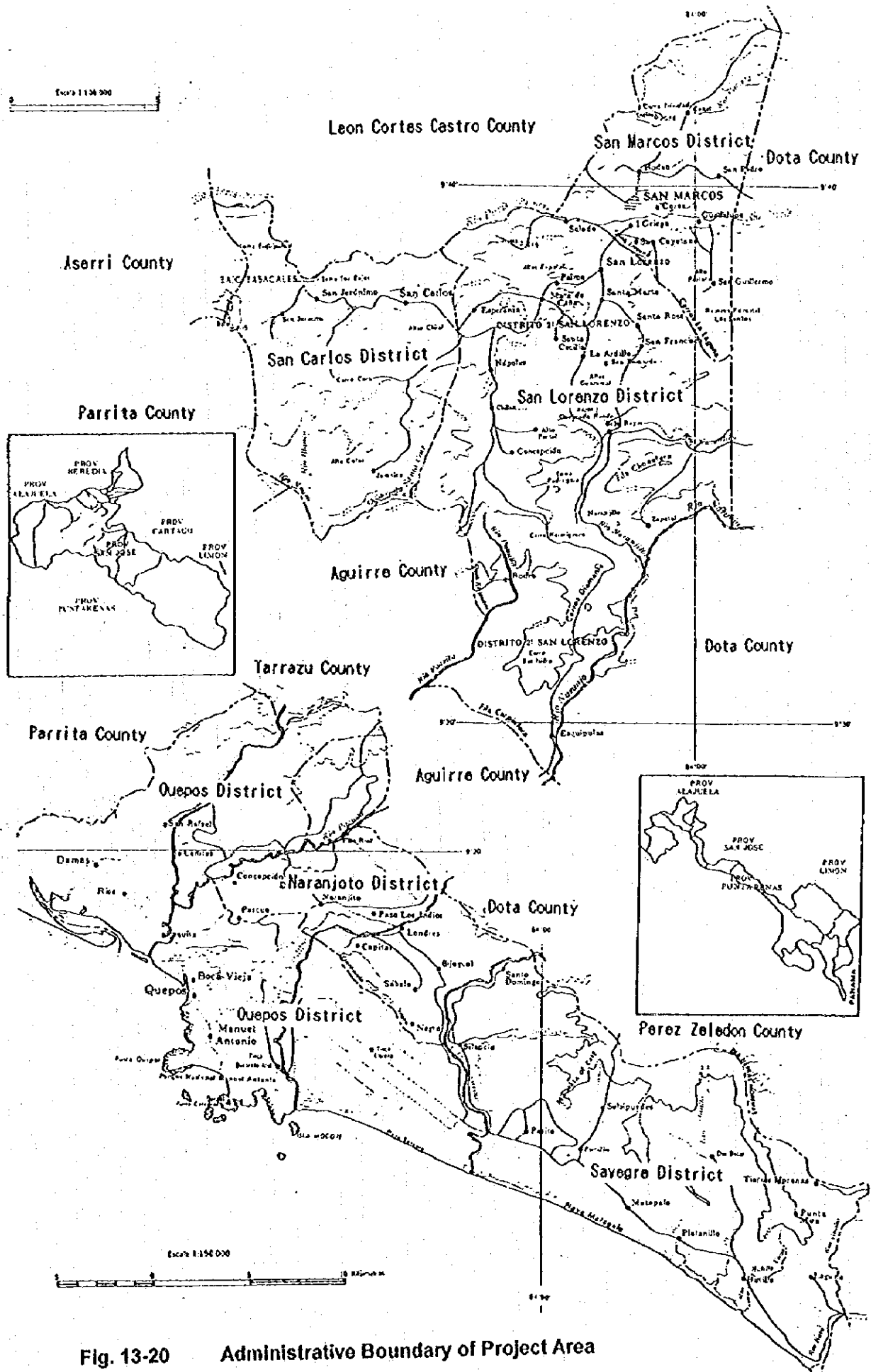


Fig. 13-20 Administrative Boundary of Project Area



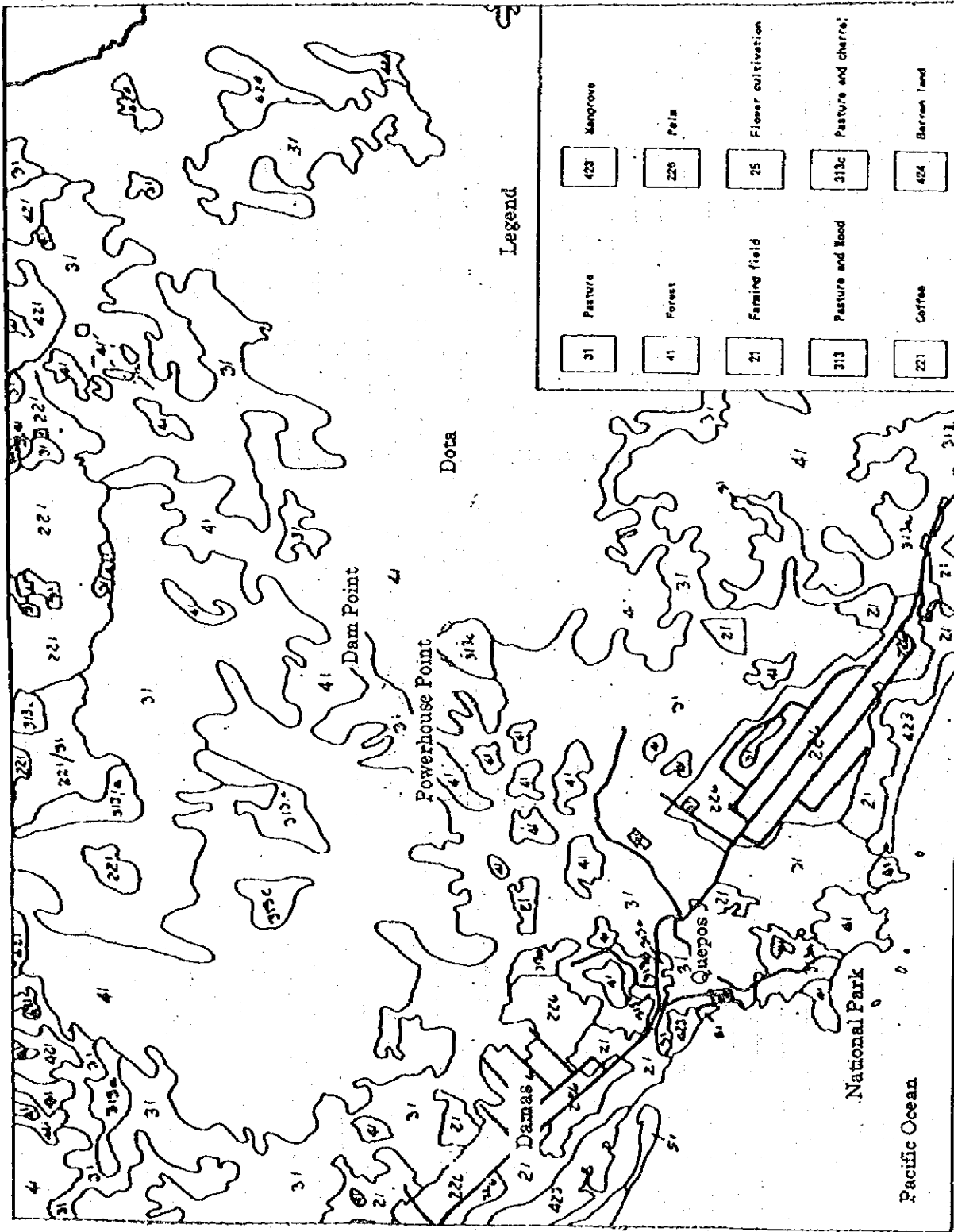


Fig. 13-21 Land Utilization Map

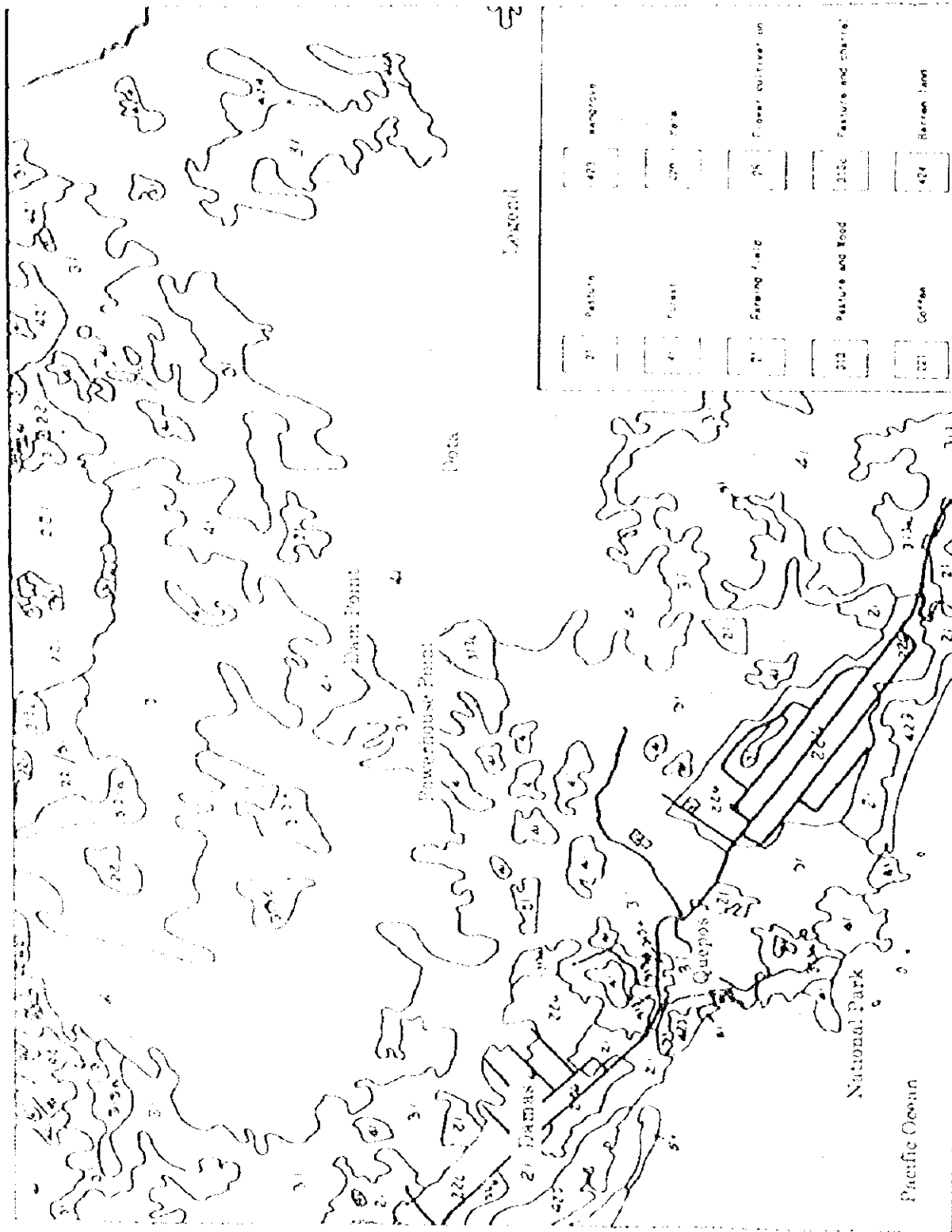


Fig. 13-21 Land Utilization Map

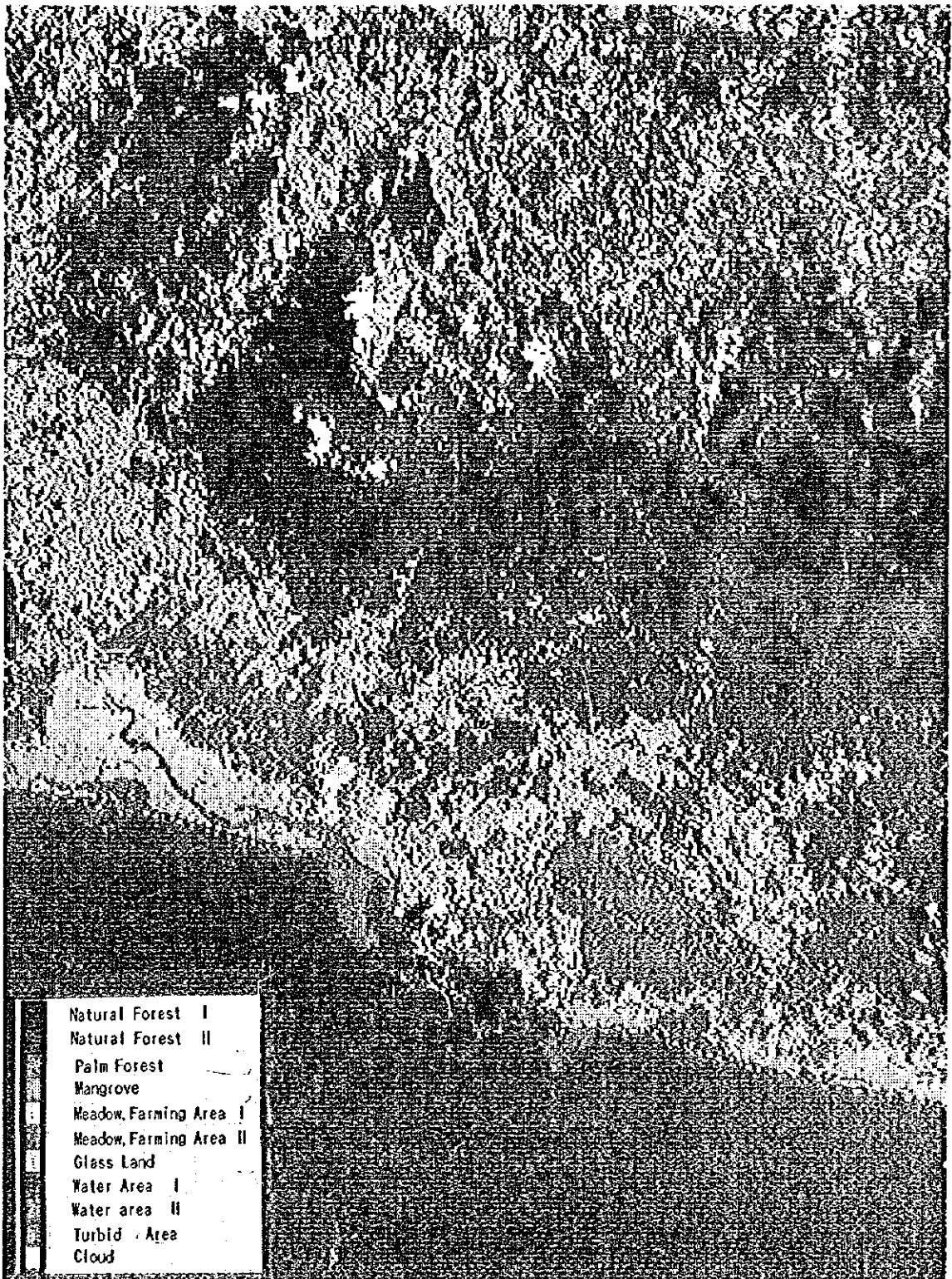


Fig. 13-22 Present Situation of Land Utilization from Land Sat Image

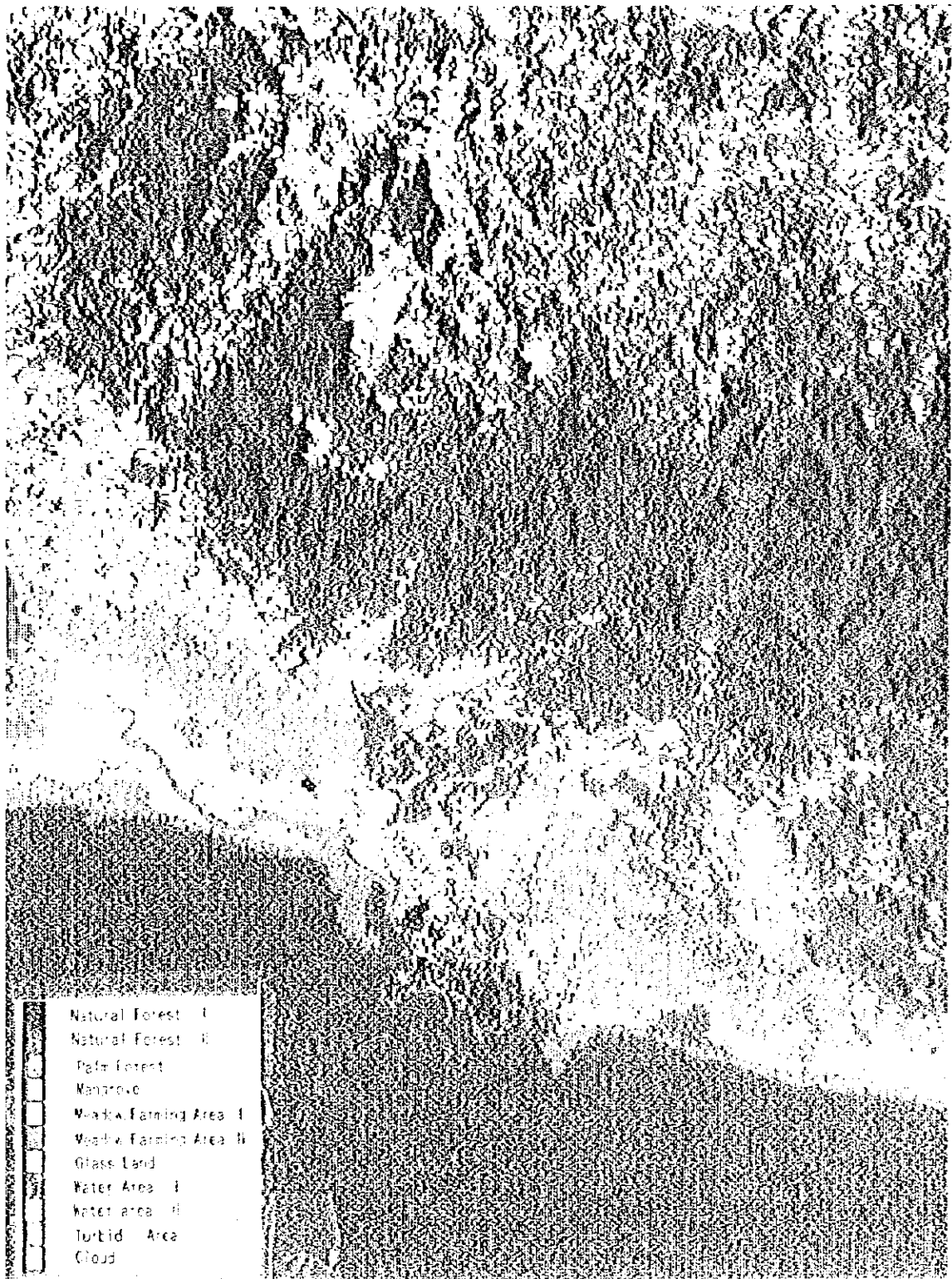


Fig. 13-22 Present Situation of Land Utilization from Land Sat Image