

1971

LIBRARY



ドミニカ共和国  
塩類土壤改良計画長期調査  
報告書

JICA LIBRARY



1066294[8]

17780

昭和63年1月

国際協力事業団



## 序 文

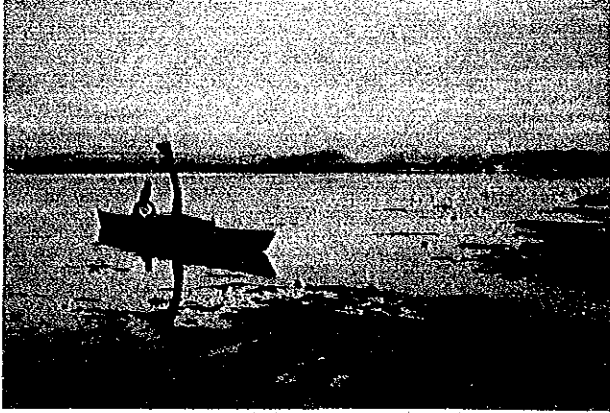
ドミニカ共和国政府水利庁は、開発の重点地域として、同国南西部ハイチ国境に隣接するネイバ地域26,000haの農地開発を計画し、その第1期計画地である7,000ha内に、984haを対象とした塩類土壌改良パイロットプロジェクトを策定し、我が国に技術協力を要請してきた。これに対し我が国は、昭和60年9月、コンタクト調査及び昭和62年3月要請の内容確認調査を行ない、昭和62年1月JICA本部にて検討委員会を開催し、『ド』国ネイバ地区の開発における問題を検討した。その結果、まず地域水利条件及び除塩にかかる地下水利用の可能性について把握することが必要となり、昭和62年9月から75日間にわたって3名の長期調査員を派遣した。調査の結果、『ド』国水利庁側が指摘していた地下水開発による水源の確保よりも、むしろ地表水にその可能性を見出すことができ、除塩にかかる灌漑用水の確保という面からは一応の目途がついた。しかしながら、『ド』国側の要請内容がプロジェクト方式技術協力の規模としては膨大であること、また社会的、経済的な面からの位置づけも明確でないこと等種々の問題があり、本プロジェクトを成功に導くためには、今後更に調査、検討を重ね慎重に対応してゆく必要があると思慮される。

本報告書は、長期調査員の調査結果をとりまとめたものであり、今後『ド』国ネイバ地区開発を実施するにあたっての参考資料として活用されることを願うものである。

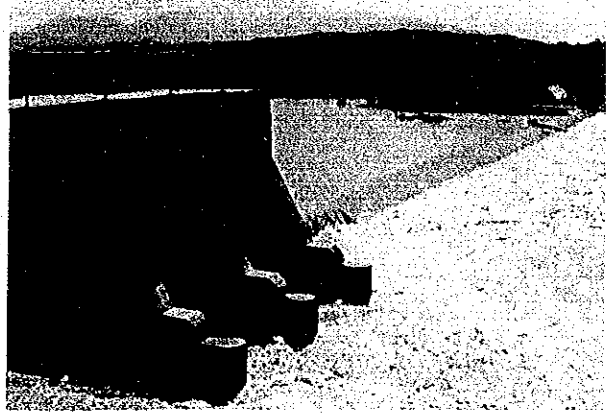
最後に、本調査の実施にあたり御協力いただいた関係者各位に対し、深甚なる謝意を表する次第である。

国際協協事業団  
理事 山 極 栄 司

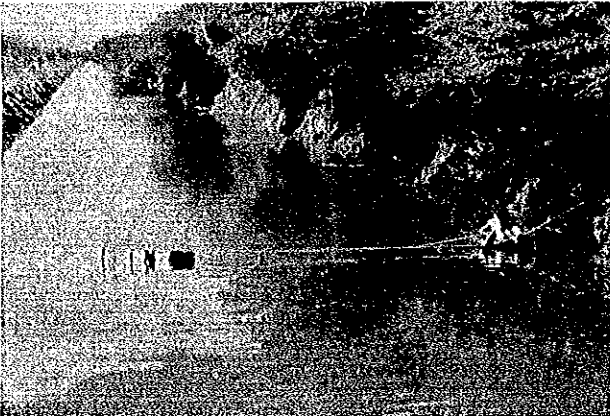




Rincon 湖



Santana 取水堰



Guargao 排水路



Cano Ramillo



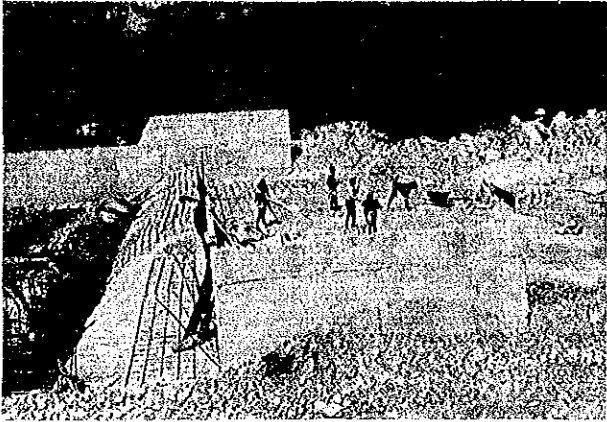
扇状地の畑



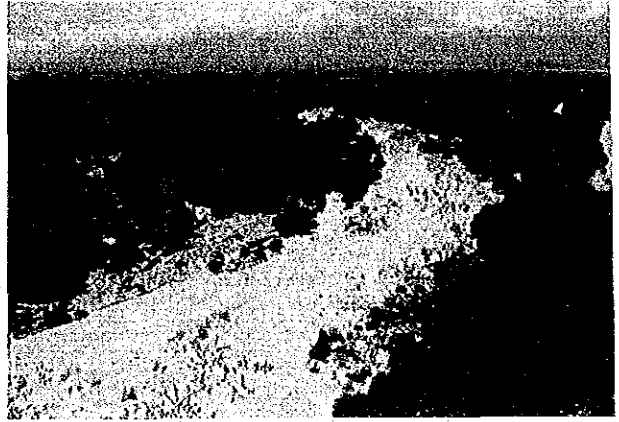
地区内の植生







Majagual 川 再建中の取水堰



Panzo 川



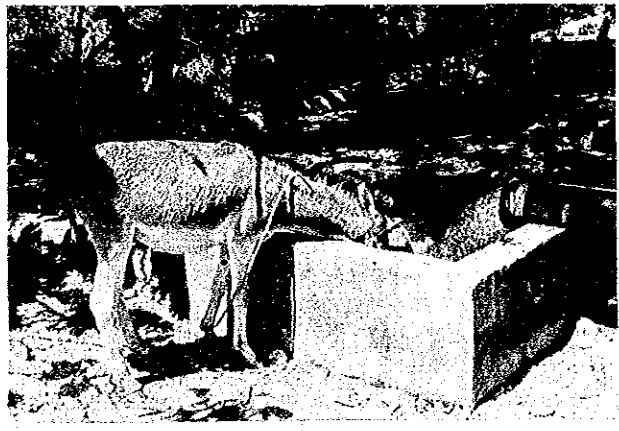
Manguito 川 流量観測



Las Marias 湧水池

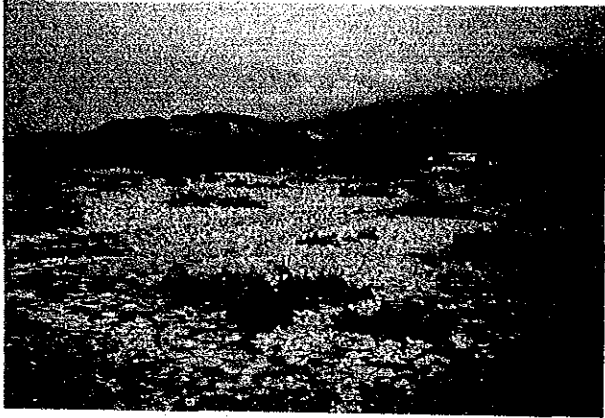


自噴井

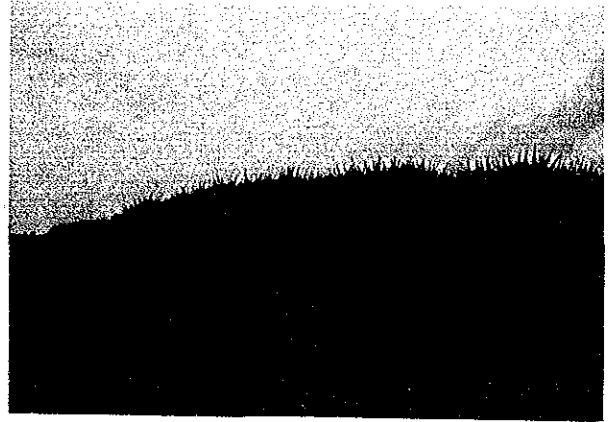


揚水井

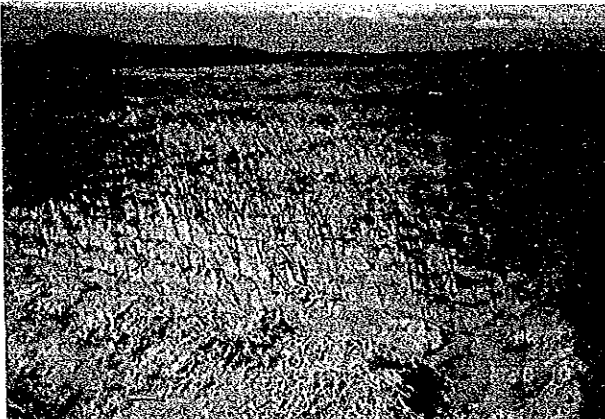




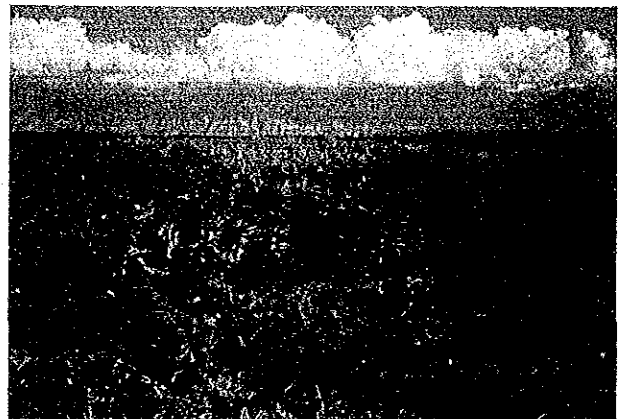
地区内の塩類土壌



砂糖キビ農場



タマネギ畑

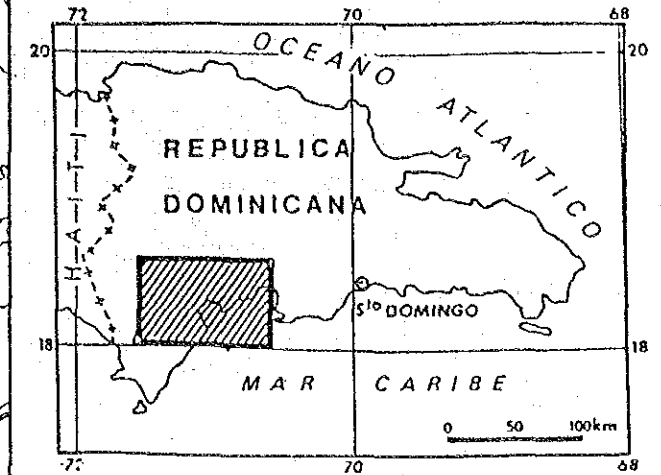
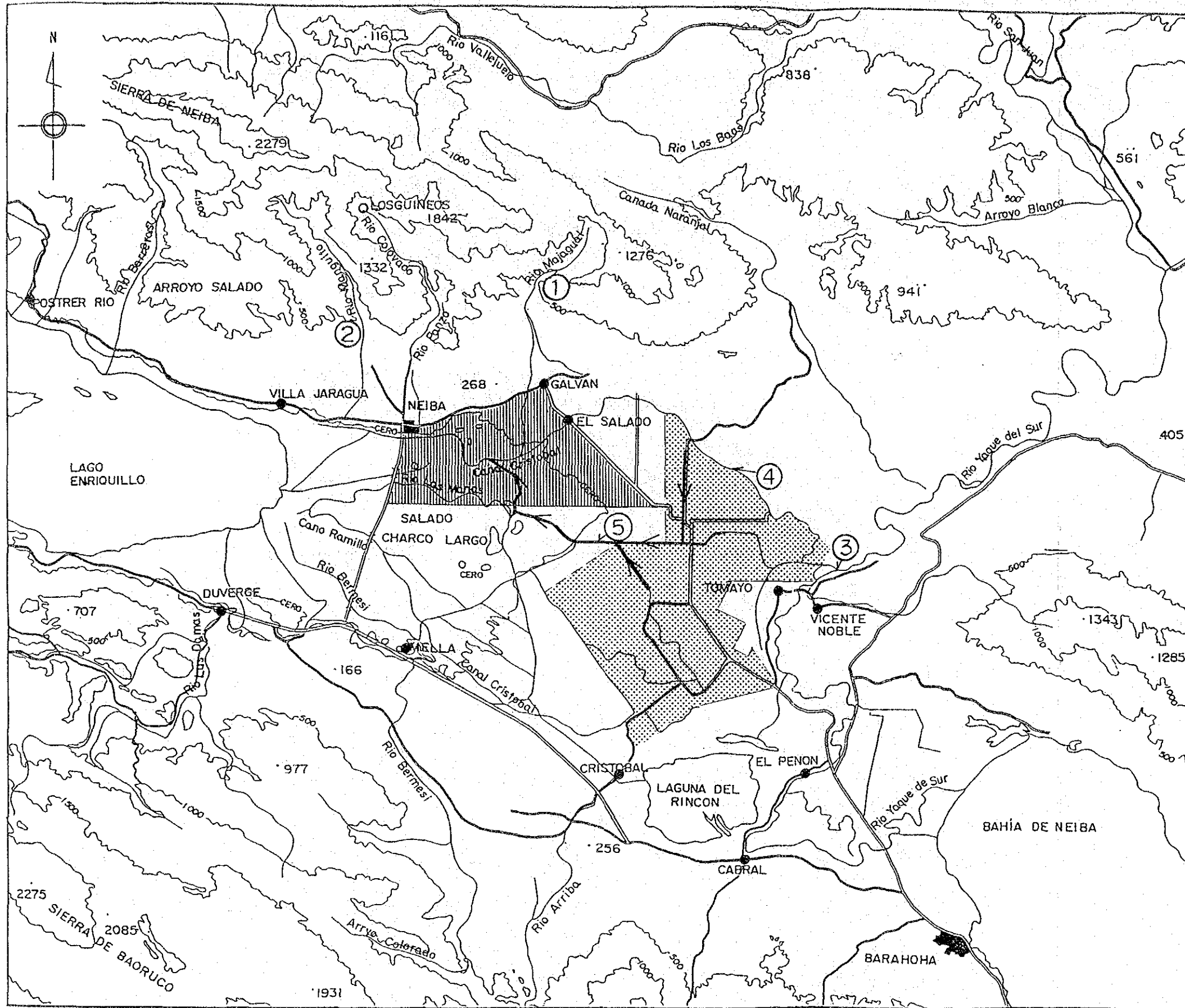


ソルガム畑



電気探査

# GENERAL MAP



## Legend

- ① Majagual river
- ② Manguito river
- ③ Santana intake weir
- ④ Lateral A
- ⑤ Guarguao drainage canal
- ▨ Project area
- ▤ Sugar cane farm





## 1. 調査団の構成

調査団名：ドミニカ共和国塩類土壌改良計画長期調査団

| 担 当              | 氏 名     |                                |
|------------------|---------|--------------------------------|
| 団長／灌漑排水<br>広域水収支 | 藤 岡 正 満 | 北海道開発コンサルタント株式会社<br>理事         |
| 地質、地下水           | 安 田 正   | 北海道開発コンサルタント株式会社<br>海外事業部 副技師長 |
| 土壌、水質            | 石 川 尚   | 北海道開発コンサルタント株式会社<br>海外事業部 次長   |

## 2. 現地調査日程

| 月 日       | 内 容  | 泊       |
|-----------|--|---------|
| 9/ 5 (土)  | 成田(JL006)－ニューヨーク(00911)－<br>サントドミンゴ                          | サントドミンゴ |
| 9/ 6 (日)  | 大使館、事業団ドミニカ共和国事務所、<br>水利庁表敬及び協議、資料収集                         | サントドミンゴ |
| 9/13 (日)  |  |         |
| 10/ 3 (土) | プロジェクトサイト調査  | バラオーナ   |
| 10/13 (火) | 水利庁、事業団ドミニカ共和国事務所<br>打合せ、土壌・水質分析、資料収集                        | サントドミンゴ |
| 11/ 3 (水) |  |         |
| 11/15 (日) | 追加資料の収集整理、土壌・水質分析<br>調査結果の水利庁報告会、<br>大使館、事業団ドミニカ共和国事務所<br>報告 | サントドミンゴ |
| 11/16 (月) |  |         |
| 11/17 (火) |  |         |
| 11/18 (水) | ニューヨーク(JL005)－成田   | ニューヨーク  |

### 3. 訪問機関及び面会者

#### 水利庁 (INDRHI)

Ing. Jose Farias Cabral  
Ing. Manuel Inoa Liranzo  
Ing. Cerman Pichardo  
Ing. Gieberto Reynoso  
Ing. Lucas de Castro

Ing. Cesar Subero L.  
Ing. Jose Fco. Febrillet  
Ing. Francisco A. Sanchez  
Ing. Ruben Encarnacion  
Ing. Eustaquio Zapata

Direccion Ejecutivo  
Sub. Direccion Ejecutivo  
Asistente Director Ejecutivo  
Director del Proyecto de Agua  
Director Proyecto Manejo de  
Agua  
Enc. Depto. Distritos de Riego  
Enc. Division de Hidrologia  
Enc. Division Riego y Drenaje  
Enc. Division de Agrologia  
バラオーナ支所所長

#### 農業省 (SEA)

Ing. Rafael Perez Duverge  
Ing. Joaquin Motor

Director del Dept. de  
Investigaciones Agropecuarias  
ネイバパイロットファーム所長

#### 砂糖公社 (CEA)

Ing. Rafael Garcia Valerera

バラオーナ灌漑排水部長

#### 大使館

榎 本 助太郎  
柴 田 勝 也  
中 島 久 宜

大 使  
参事官  
書記官

#### 国際協力事業団ドミニカ共和国事務所

大 沢 尚 正  
岸 忠 士  
矢 島 厚 武

所 長

#### 派遣専門家

小笠原 孝 (水利庁)

#### 4. カウンターパート

|          |                             |
|----------|-----------------------------|
| 灌漑排水     | Ing. Miguelina Brugal       |
| 広域水収支    |                             |
| 地質、地下水   | Ing. Jose Saint-Hilaire     |
| 土壌、水質    | Ing. Petro J. Sanches Perez |
| コーディネイター | Ing. Francisco Mariano      |





# 目 次

|                         |    |
|-------------------------|----|
| A. 調査の目的と範囲             | 1  |
| 1. 調査の目的                | 1  |
| 2. 調査範囲                 | 1  |
| B. 調査結果                 | 3  |
| 1. ネイバ溪谷の水資源            | 3  |
| 1.1 地下水                 | 3  |
| 1.1.1 地下水の現況および利用の実態    | 3  |
| 1.1.2 利用可能水量の推定         | 9  |
| 1.1.3 地下水開発の問題点         | 10 |
| 1.1.4 取水堰及び貯水池の検討       | 12 |
| 2. 広域水収支                | 14 |
| 2.1 リンコン湖からの導水          | 14 |
| 2.1.1 現況                | 14 |
| 2.1.2 1970年代の計画の問題点     | 14 |
| 2.2 南ヤク川の水利用            | 15 |
| 2.2.1 概況                | 15 |
| 2.2.2 砂糖キビ農場の灌漑         | 15 |
| 2.2.3 砂糖キビ農場排水の反復利用の可能性 | 17 |
| 2.2.4 南ヤク川からの導水計画       | 18 |
| 2.3 除塩・灌漑用水の水質          | 20 |
| 3. 除塩                   | 23 |
| 3.1 ネイバ地区の土壌            | 23 |
| 3.2 除塩用水量               | 26 |

|              |    |
|--------------|----|
| 4. 排水        | 28 |
| 4.1 地区内排水の現況 | 28 |
| 4.2 排水計画     | 28 |
| 5. 農業        | 29 |
| 5.1 現況土地利用   | 29 |
| 5.2 主要農作物    | 29 |
| 5.3 導入作物の検討  | 32 |
| C. 考察        | 33 |

# A. 調査の目的と範囲

## 1. 調査の目的

本調査業務はネイバ地区の開発にあたって、最重要課題である「塩類土壌の改良」及び「除塩後の作物栽培と水管理」に係る技術の確立を目的とした予備調査的なものである。

塩類土壌の改良には良質で多量の灌漑用水を必要とするが、本地域においては年降水量が少なく、そのうえ従来より利用可能な地表水も極めて少ないとされていたことから特に地下水利用の可能性を検討し、除塩のための必要水量を明確にすることが不可欠である。

この前提にたつて、周辺地域も含めた地表水利用の可能性をも再検討するとともに、土層における塩分の分布、土壌洗浄水による二次汚染等について調査、確認することを目的とする。

調査対象地域は、ネイバ地区の約26,000haのうち、地下水源の利用を考慮した第一次開発予定の7,000haで、この地域内にはINDRH1により提案されたパイロット地区984haを含む。

## 2. 調査の範囲

調査は3名の調査員（広域水収支・灌漑・排水担当、地質地下水担当、土壌・水質担当）により行われ、現地調査は1987年9月5日より11月18日までの75日間実施された。

調査の主項目は次のとおりである。

### ① 広域水収支及び灌漑排水

#### 1) ネイバ地区広域水収支（地表水）

- a. 南ヤク川の水利用現況調査
- b. リンコン湖の水利用現況調査
- c. ネイバ地区周辺の水利用現況調査
- d. 地表水利用可能量の把握
- e. ネイバ地区水文水収支解析

f. 塩類土壌開発による影響評価

2) ネイバ地区灌漑排水現況調査

② 地質地下水

1) ネイバ地区地質踏査

2) " 地下水利用実態調査

3) " 水文地下水解析(含. 電探解析)

4) " 利用可能地下水量の推定

③ 土壌・水質

1) ネイバ地区塩類土壌・アルカリ土壌分布状況

2) パイロット地区土壌調査(5断面)及び透水試験

3) 塩類土壌改良基礎調査(除塩曲線のチェック)及び使用単位用水量の決定

4) 土壌タイプ別土性調査及び地下水位分布状況調査

5) 水質調査

## B. 調査結果

### 1. Neiba 溪谷の水資源

#### 1.1 地下水

##### 1.1.1 地下水の現況および利用の実態

###### 1) 涵養源

Neiba と Galvan を結ぶ道路の北側にはこれに平行してほぼ東西方向に走る Neiba 山脈がある。Neiba 山脈は、標高 1,600~2,000m に達する山頂を連らねている。

Neiba 山脈に源を発し、Neiba 溪谷を流下する 3 河川が存在し、西側から順に Manguito 川、Panzo 川、Majagual 川となっている。

これら 3 河川は、Neiba 山脈山麓部に広大な扇状地を形成する。また、河川流は、標高 200m 付近の扇頂部で完全に伏流して、扇状地に賦存する地下水の涵養源となっている。なお、標高 0 m 付近の扇端部で泉となって湧水し、これに続く平野部を流れる小河川を形成している。3 河川の流域を表 1-1 に示す。

表 1-1 3 河川の流域

| 河川名        | 山地部<br>km <sup>2</sup> | 扇状地部<br>km <sup>2</sup> | 合計<br>km <sup>2</sup> |
|------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Manguito 川 | 58.7                   | 17.1                    | 75.8                  |
| Panzo 川    | 66.7                   | 16.5                    | 83.2                  |
| Majagual 川 | 64.4                   | 15.6                    | 80.0                  |
| 合計         | 189.8                  | 49.2                    | 239.0                 |

※山地部と扇状地部は標高 200m で区分した。

※扇状地部は Galvan~Neiba を結ぶ道路までとした。

このように、計画対象地区の北側山系を流下する3河川はすべて伏流して表流水として計画対象地区の平野部に流下しないこと、また扇端部には湧水帯が存在するが、これら湧水量は必ずしも豊富ではないことから扇状地に賦存する地下水が貴重な農業および生活用水源として注目され、10数年以前から、開発、利用が推進されて来た。

現在に至るこれら水資源開発は、井戸からの揚水と湧泉水の利用とに分類される。

## 2) 扇状地

扇状地の地下水の現況把握については、電気探査、揚水試験、各井戸の水位観測等の実施により行った。

### (a) 電気探査

電気探査は、ネイバ地区で2点、ガルバン地区で1点の計3点で実施した。各点ともSchlumberger法による垂直探査で、測線長（最大電極間隔）は400m、測定深度は200mとした。測定結果を表1-2に示す。

表1-2 電気探査結果

| 測点  | 地点                                     | 標高   | 地下水深度（推定） | 備考                    |
|-----|--|------|-----------|-----------------------|
| E-1 | Neibaの部落<br>井戸No.17, 18の近く             | 23m  | 35.6m     | 伏流地点（標高約200m）から約3.5km |
| E-2 | Neibaの部落からPanzo川に<br>平行する道路沿いに1.5km    | 105m | 80.0m     | 伏流地点から約2km            |
| E-3 | Galvan部落からMajagual川に<br>平行する道路沿いに1.5km | 120m | 23.0m     | 伏流地点から約2km            |

なお、測点E-1における推定地下水位深度35.6mは近くの井戸No.18の実測水位深度37.75mとほぼ一致する。

これらの調査観測結果から、扇状地における地下水の分布状況については、一般的に次のように言えよう。

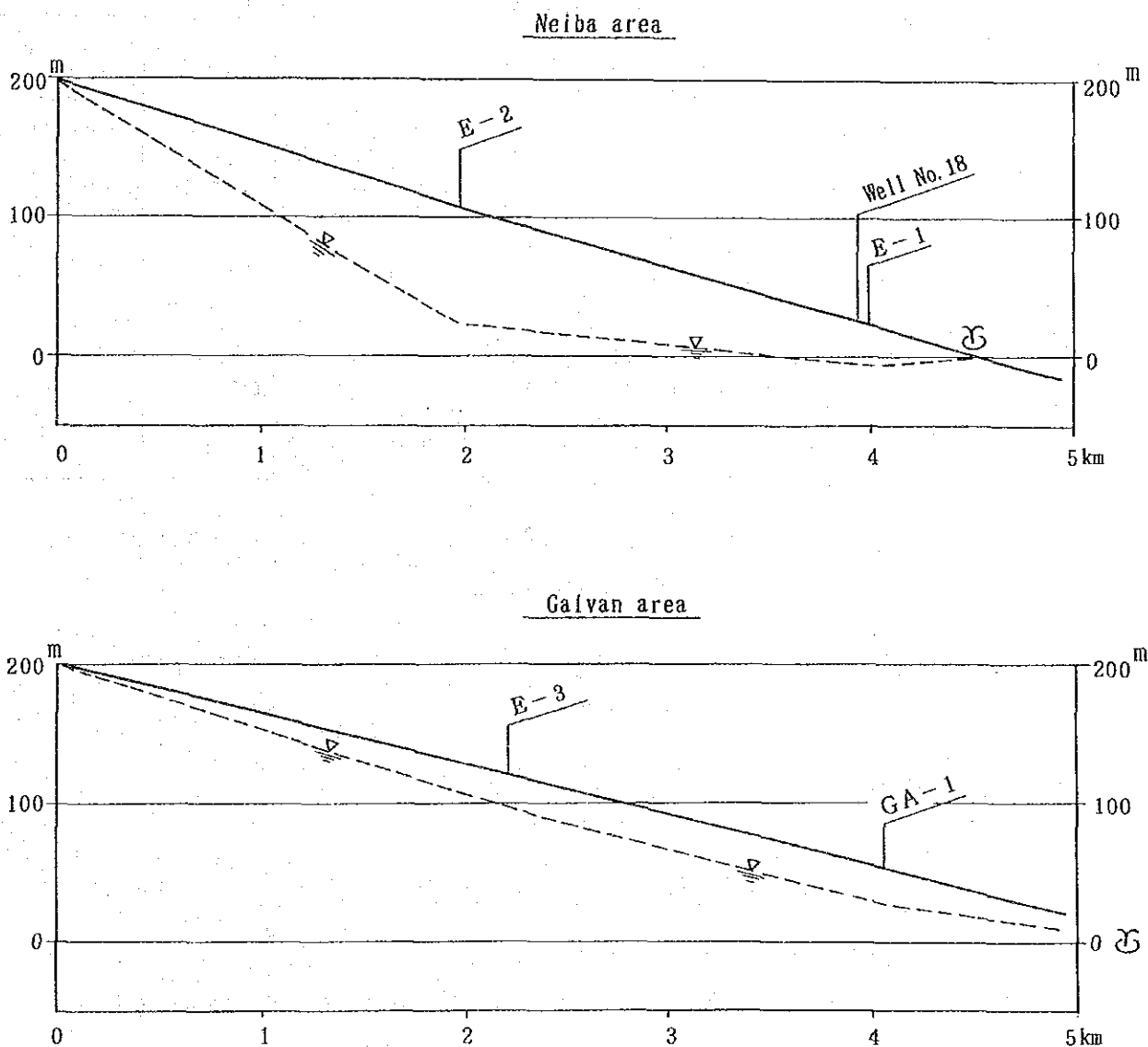
ネイバ地区のPanzo川扇状地では、表流水は標高200m付近で完全に伏流し（伏流地点）、伏流地点から約2km（標高約105m）での推定地下水位深度は約

80.0m、約4km（標高約23m）では35.6m、約4.5kmの標高0m付近で湧水するという、全般に深い地下水位分布状況を示している。

一方、ガルバン地区の Majagual 川扇状地では、伏流地点は Panzo 川扇状地と同様であるが、伏流地点から約2km（標高約120m）での推定地下水位深度は23.0m、約4km（標高約50m、測点GA-1 INDRHI の既存資料）では27.0m、約6～7kmの標高0m付近で湧水するという、地表にほぼ平行する、比較的浅い地下水位分布状況を示している。

図1-1に各扇状地での地下水位分布状況の模式図を示す。

図1-1 地下水位状況模式図





(b) 揚水試験

かつてINDRHIが揚水試験を実施した地点が今回の調査においても適当であるとの判断から試験井戸として選定した。これは揚水中の機場で機場近くに観測井が存在するといった条件に合ったものでネイバ地区とガルバン地区に、それぞれ1箇所ずつあり、揚水試験は、これら2地点を選定して実施した。

ポンプ停止後の揚水井及び観測井の回復水位を測定する計画としたがネイバ地区の揚水井については、パイプ中の障害物のために、測定不可能であった。

表1-3 に試験結果を示す。

表1-3 揚水試験結果

|        | 井戸             | 両井戸間の距離 | 透水係数                       | 揚水量       | 揚水時間   | 降下水位   | 回復時間<br>(降下水位<br>3 cmまで) |
|--------|----------------|---------|----------------------------|-----------|--------|--------|--------------------------|
| Neiba  | No.17<br>(揚水井) | 154 m   | —                          | 63 ℓ/s    | 12.7hr | —      | —                        |
|        | No.18<br>(観測井) |         | $1.81 \times 10^{-1}$ cm/s |           |        | 0.405m | 2.5hr                    |
| Galvan | No.9<br>(揚水井)  | 175 m   | $3.90 \times 10^{-1}$ cm/s | 104.4 ℓ/s | 4.5hr  | 1.300m | 3.0hr                    |
|        | No.10<br>(観測井) |         | $3.24 \times 10^{-1}$ cm/s |           |        | 0.105m | 2.0hr                    |

この結果透水係数は、 $10^{-1}$  cm/s程度の大きな値を示し、これ等は実施されたINDRHIの試験結果とほぼ同数値を示している。

扇状地の透水係数はINDRHIの既存資料ともあわせてみると次のようになる。

|        | 透水係数の範囲 (cm/s)                                 | 平均透水係数 (cm/s)         |
|--------|--|-----------------------|
| Neiba  | $3.30 \times 10^{-2} \sim 1.81 \times 10^{-1}$ | $9.12 \times 10^{-2}$ |
| Galvan | $1.32 \times 10^{-1} \sim 3.90 \times 10^{-1}$ | $2.13 \times 10^{-1}$ |

このような透水係数から見て、井戸相互の干渉は、起こり易く、一般的には、各井戸の間隔は少なくとも1 kmは保つのが望ましいと思われる。

標高 200m付近で伏流した地下水が、Galvan~Neiba を結ぶ道路付近の井戸によって揚水されるまでの期間(貯溜期間)を試算すると表 1-4のようになる。試

算は次式による。

$$V = K I$$

V : 地下水の平均流速

K : 透水係数

I : 動水勾配

表1-4 地下水の貯溜期間

|        | 平均<br>透水係数<br>(cm/s)  | 伏流地<br>点標高<br>(m) | 平均動水位<br>標高<br>(m) | 伏流地点から<br>道路までの距離<br>(m) | 動水<br>勾配 | 平均流速<br>(m/day) | 貯溜期間                  |
|--------|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|----------|-----------------|-----------------------|
| Neiba  | $9.12 \times 10^{-2}$ | 200               | -21.0              | 4,000                    | 0.055    | 4.3             | 930.2 day<br>(約 2.6年) |
| Galvan | $2.13 \times 10^{-1}$ | 200               | 9.6                | 4,000                    | 0.048    | 8.8             | 454.5 day<br>(約 1.3年) |

(c) 井戸の調査

扇状地に分布する井戸は23ヶ所でこれらの全ての井戸および主要な湧泉の位置を(Annex. 1)に示す。井戸のうち6ヶ所は自噴井である。また、自噴井1ヶ所を含む、合計7ヶ所の井戸は、水量が極めて少ないもの、または試験用の井戸として掘削されたものであり、現在使用されていない。

従って現在使用されている井戸は16ヶ所となっている。このうち13井は政府所管で3井が個人所有となっている。

この16ヶ所の井戸の平均総揚水量は  $913.3 \ell / s$  である。揚水ポンプの運転時間は原則として平日は20時間、日曜日は休止することとしている。

したがって、これら16ヶ所の井戸の年間総揚水量は、22,000千 $m^3$ となる。

3) 扇端部の湧泉帯

扇状地の末端は標高0 m付近で平坦部に接しこの地帯に湧泉帯を形成している。

Galvan~Neiba 道路に沿って東よりJulio Vascas、Las Marias、Don Juan の主要3泉が存在している。

表1-5 湧 泉

| 番 号 | 泉 名            | 湧出量 (m <sup>3</sup> /s) | 備 考       |
|-----|----------------|-------------------------|-----------|
| S-1 | Julio Vascas   | 0.10                    |           |
| S-2 | Las Marias (I) | 0.23                    | 湧水池       |
| S-3 | ” (II)         | 0.16                    | ポンプ場      |
| S-4 | Don Juan       | 0.54                    | ポンプ場運転停止中 |
|     | 計              | 1.03                    |           |

Julio Vascas 近辺の水田地帯及び Don Juan 付近の湿地等からの湧水もあり、季節変動はあるものの湧泉帯からの総量平均は1.30 m<sup>3</sup>/s程度と見込むのが適当と思われる。従って湧泉帯からの年総湧出量は41,000千m<sup>3</sup>と推定する。

## 1.1.2 利用可能量の推定

### 1) 降雨

Neiba 地区の扇状地の地下水の涵養源は背後地流域での降雨の流出であり、これらは3河川流出となって扇状地に供給されている。これらの総流域面積は 239,0km<sup>2</sup>となっており、各河川別流域は表1-1 に示すとおりである。

Neiba 山系中の Panzo 川上流の Los Guineos(標高 740m) に観測所が設置されており降雨観測は1978年から開始されており現在に至る9年間の記録が利用可能である。一方扇状地末端の Neiba でも雨量観測(標高 8 m) が1968年から始まったが、1980年に中止され現在に至っている。その間の記録は13年である。

他の観測所としては El Penon があるが Neiba より30kmも離れており、又海岸に近く比較的降雨量の大きい所でもあるので計画対象地区の基準雨量の算定に関連づけるのは少し無理があるものと思われる。

従って流出の対象降雨量は山中の Los Guineos を基準とし更に Neiba の記録との関連から高度別の基準雨量を算出し、農業省で作成されているドミニカ全土の等降雨線図をも参考に流出の基準降雨を求めた。

| 観測点         | 標高  | 年平均降雨 |
|-------------|-----|-------|
|             | m   | mm    |
| Los Guineos | 740 | 1,610 |
| Neiba       | 8   | 590   |

その結果 Los Guineos での年平均降雨量の約80%に当る中間高度(400m~600 m)での年間降雨量 1,270mmを流出対象基準とした。なおこれを3河川の断片的な流量記録とも対比し検討を加えた。

### 2) 流出

3河川での流量記録は僅かな観測記録があるのみで連続したものは無く降雨との関係を詳しく解析する事は出来ないが、現地調査期間での実測等から流出係数を推定し各河川での流出量を算出した。

年蒸発散量に関するデータは、わずかに Neiba 観測所における蒸発計蒸発量の記録(1979~1980) (Annex12)のみで、山間部での観測はなされていない。したがって、年降雨の流出への損失となる蒸発散量を蒸発計の記録との相関関係で求めることは極めて困難である。

結果として Neiba 平地での蒸発計蒸発量年間 2,234mm の 20~30% 程度が山間部での蒸発散量に相当しているものと思われる。

表1-6 河川の年間流出量

| 河川       | 基準雨量   | 流域面積(km <sup>2</sup> ) | 流出率  | 流出量 M m <sup>3</sup> |
|----------|--------|------------------------|------|----------------------|
| Majagual | 1270mm | 64.4                   | 0.65 | 53.16                |
| Panzo    | "      | 66.7                   | 0.50 | 42.35                |
| Manguito | "      | 58.7                   | 0.50 | 37.27                |
|          |        |                        |      | 132.78               |

### 3) 水収支

3 河川から直接取水し扇状地及び平地部を灌漑する施設が1940~1950年に建設されたが、しかし現在河川に設けられた取水堰は全て流失しており (Majagual 川では再建中) それに続く灌漑網も著しく老朽化している。各取水地点では現在暫定的な背割堤を造って導水しておりその取水量は次のとおりである。

|            | 取水量 m <sup>3</sup> /s            |
|------------|----------------------------------|
| Majagual 川 | 0.25                             |
| Panzo 川    | 0.15                             |
| Manguito 川 | 0.10                             |
| 計          | 0.50 (16.10百万 m <sup>3</sup> /年) |

扇状地地下水の年間の水収支は次のとおりである。

|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| (i) 3 河川による流入量    | 132.78 百万 m <sup>3</sup> |
| (ii) 3 河川よりの直接取水量 | - 16.10                  |
| (iii) 扇状地での揚水量    | - 22.00                  |
| (iv) 湧泉帯での湧出量     | - 41.00                  |
| 計                 | 53.68 百万 m <sup>3</sup>  |

年間揚水可能量は 43.0 百万 m<sup>3</sup> (揚水率 80%) と推定する。

### 1.1.3 地下水開発の問題点

#### 1) 扇状地

地下水の新規利用可能水量は、約 $43.0 \times 10^6$  m<sup>3</sup>程度が限度と推定された。

この利用可能水量の開発、利用を井戸によるポンプ揚水で考えると、井戸の揚水能力、ポンプ運転時間を現存する井戸と同程度（1井当り60 l/S、18時間/日）とすれば、約30ヶ所の井戸が必要になる。これの1.5倍の能力のものを設置するとしても20ヶ所の井戸が必要となる。井戸の設置は、既存の井戸および新たに設置する井戸相互の干渉の問題を考慮すると東西約15km、南北2～3kmにわたる地域に分散させる必要がある。これら広範囲に分散する多数のポンプ場を結ぶ集配水網の設置および維持管理の問題を考えると必ずしも経済的とは言えない状況である。

#### 2) 計画対象地区（7,000ha）

計画対象地区の沖積平地を構成する地質は海成の細粒物（粘土、シルトなど）と扇状地から連続する粗粒物（砂礫）から構成され、前者が大部分を占めると思われる。一方、帯水層と考えられるのは、粗粒物（砂礫）で構成される部分である。

また、Neiba 町の約8 km西側の Villa Jose、Trujillo Valdez にある2本の井戸は、深度は約50mで標高0 m付近の扇端部にあり、Enriquillo 湖から約2 kmの距離にあるが、地下水の塩水化がみられ、揚水を時々停止している現状にある。

以上を勘案すれば計画対象地区の平地において良質で豊富な地下水を得ることは極めて困難であると思われ、事実過去の調査においても豊富な地下水源は確認されていない。

#### 3) 考察

現在湧泉帯に存在する泉のうち、Las Marias、Don Juan の2ヶ所よりポンプ揚水により果樹園に灌漑用水（計約0.5 m<sup>3</sup>/s）が送られている。従ってこれらの灌漑地区近辺に新規の井戸を設置し先の灌漑用水に充当すれば泉から直接計画地区に給水が可能となる。これらは扇状地の既設機場の揚水能力（0.06 m<sup>3</sup>/s）からすれば9井に相当するものである。これらの用水源は対象地区7,000haの内の小地区開発に適用し効果的であると考えられる。

一方地表水の直接利用については現在 Neiba 山系の3河川からの直接取水は扇状地上流の取水堰が洪水により流失しており細々と行なわれているに過ぎない（1.1.2参照）。扇状地上流での取水堰、又はダムの建設により伏流する前に堰き上げ又は貯

水し地表水として貯水利用の方が地下水揚水に比較してより効率的であると思われる。

#### 1.1.4 取水堰及び貯水池の検討

##### 1) 地表水の利用

Neiba 溪谷の扇状地に賦存される地下水のうち年間利用可能量が約43百万 $\text{m}^3$ と推定されたがこの可能量を全てポンプ揚水により取水し、計画対象地区7,000ha に送水することは経済的な見地からも問題があることを提起したが、これに対処し、より効率的と思われる山系からの直接流出を利用する方策として扇状地に伏流する以前に地表水としてとらえ計画地区へ導水することが考えられる。3河川ともかつては取水堰が設置され、取水されていたが、現在はその全てが流出しており、これらの復旧を計画地区への導入計画をも踏まえて検討することが必要である。またダムに関しては連続した流量観測、ダムサイトの地質調査等のダム計画に関して必須とされる調査はまだ実施されておらずその可能性についての検討材料は著しく不足しているが、今回の踏査と現地調査中の各河川流量観測等から今後貯水池の建設の可能性の検討を行なうことは本計画にとって価値があるものと思われる。しかし比較的急流河川であることから貯水量に対して堤体積が大きくなることが予想され、その経済性については特に注意を払うことが必要と思われる。

##### 2) 流況と貯水

###### Majagual 川

本河川は流域面積は他に比し小さいが、ダム候補地点での調査期間中の流量観測及び過去の断片的な観測記録、聞き込み調査等から年間総流出量は最も大で、変動が少なく安定していると思われる。又本川は Galvan 地区に近く、計画地区特にパイロット地区 984haへの導水には最も好条件の位置にある。これらから本河川でのダム計画検討をまず最初に行うべきであろう。なおダム計画地点は比較的川中が広く、フィルダムの築造が適当と思われる。

流量観測は1976年6月から現地調査期間の1987年10月まで断続的に実施されている。

(Annex. 13-1)

これによる各月の平均流量は次のとおりである。

Majagua! 川 月平均流量

(m<sup>3</sup>/s)

| 月  | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 流量 | 欠測 | 0.89 | 0.64 | 0.88 | 0.63 | 1.24 | 1.17 | 1.55 | 1.38 | 1.59 | 2.73 | 1.69 |

これによると長期に連り渇水期で0.6 m<sup>3</sup>/s、豊水期で1.5 m<sup>3</sup>/s程度の流量が期待できそうであるが、記録も少なく今後の観測結果による検討を必要とするが、貯水能力 400万 m<sup>3</sup>程度の規模の貯水池が地形上から見ても検討の対象となり得るものと思われる。

Panzo 川

3 河川のうち Panzo 流域は上流地区も比較的開けており、多くの村落が山間部に存在し、コーヒーの栽培も広く行なわれている。地形も急峻な山地が多くを占めるが比較的平坦部も存在しダムによる水没問題も起きるものと思われる。又他 2 河川に比べて約 4 km 上流で伏流する。これらの条件から必ずしもダム設置には適しておらず将来 Panzo 川から直接取水をする場合でも貯水を目的としない取水堰により行ない、本河川を現在の扇状地の地下水の涵養源としての役割を継続させることが必要であると考えられる。

Manguito 川

ダム設置候補地点は岩盤が露出しており谷巾も狭いことから、コンクリート重力式ダムが適しているものと思われる。

流量観測記録 (Annex 13-3) による Canal El Manguito 地点での平均流量は0.4 m<sup>3</sup>/s となっている (但し、最大流量記録 5.219 m<sup>3</sup>/s は除く)。地形上からも貯水規模150万 m<sup>3</sup>程度のダムの可能性の検討となろう。



## 2. 広域水収支

### 2. 1 リンコン湖からの導水

#### 2. 1. 1 現 況

リンコン湖は Neiba 盆地の南東部 Baoruco 山脈の麓に位置している。沼の面積は約30km<sup>2</sup>で水深は浅く底部標高は0.65mで水位は通常標高2～3mで南ヤク川洪水時に標高4～5mに達する時がある。しかし、Sabaneta、Sabana Yequa の完成した1979年以降はダムによる洪水制御の効果もあり、洪水流入量は減少しており、1940～1950年に建設されたリンコン湖を水源とした灌漑施設 Cristbal-Mella-Duvorge 水路 Neiba 支線水路は現在は全く使用されておらず、施設は荒廃している。ただリンコン湖からの導水は途絶えているが、Mella-Cristobal 間の水路は付近の排水路として使用されており塩分濃度の高い水質である。これを一部農民は灌漑用として使用しているが面積は極めて少ない。

#### 2. 1. 2 1970年代の計画の評価

1970年代にネイバ地区の開発のための調査が長期にわたり実施された。この調査により対象地区26,000haのうちから第一期開発地区として7,000haが設定され、これを中心に詳細な土壌、水質調査が実施された。

当時の計画は、これらの調査に重点が置かれた。灌漑計画は当時不完全ながら機能していたリンコン湖よりの導水路線を踏襲し、これを基本として計画立案された。

当時においても南ヤク川上流のダム計画実施の影響により洪水流量の変動は予想されていたが他の水源開発の可能性は困難であるとしてリンコン湖を用水源として立案されている。

これらの計画は次の点で当時においても極めて問題点があったものと思われる。

- i) リンコン湖の水位は洪水時においても水位標高は4～5m程度が最高であり、ネイバ地区の地表標高5.0～5.0に対しての重力式灌漑施設（特に幹線水路は25kmに達する）計画は不適當である。
- ii) 湖面からの蒸発量が極めて大きく、南ヤク川からの流入が期待出来ない平水時において水質が著しく悪化する傾向を示していた。
- iii) 南ヤク川の水利用状況及び将来計画についての考察が欠落している。

しかし、土壌等の基本的な調査分析は極めて詳細になされており、今日においても

その調査結果は参考資料として使用が可能な部分もあることは評価すべきであろう。

## 2. 2 南ヤク川の水利用

### 2.2.1 概況

南ヤク川はドミニカ共和国西部中央山岳地帯に源を發し南に流下する同国三大河川の一つである。Villar Pando で San Juan 川と合流した南ヤク川は、その後合流支川もなく流下を続け Barahona 市を抜けカリブ海に注ぐ、総流域面積 4,640km<sup>2</sup>、San Juan川上流より総延長は 150kmに達する河川である。主として農業用水の確保を目的として上流部に Sabaneta ダム、Sabana Yequa ダムが1978年、1979年にそれぞれ完成し、機能している。南ヤク川水系は農業用水源として開発が進められて来ており、現在水系での灌漑受益地区は次のとおりである。

| <u>ダム名</u>   | <u>総貯水量 (百万 m<sup>3</sup>)</u> |
|--------------|--------------------------------|
| Sabaneta     | 78.0                           |
| Sabana Yequa | 304.0                          |

| <u>関連地区</u>           | <u>かんがい地区 (ha)</u> |
|-----------------------|--------------------|
| Sabaneta              | 12,230             |
| Azua                  | 12,000             |
| Franja                | 3,150              |
| Barahona (Sugar Cane) | 12,400             |
| ” (Platano)           | 3,640              |
| <hr/>                 |                    |
| Total                 | 43,420ha           |

### 2.2.1 砂糖キビ農場の灌漑

ネイバ開発対象地区の東方に広がる Barahona 砂糖キビ農場は1920~1930年に開発された。現在国营砂糖公社 (CEA) により運営されている。灌漑面積は12,400haで灌漑用水は南ヤク川の Santana 頭首工より取水され次に示す幹線、支線の水路網により用水が供給されている。

| 幹線水路          | 延長     | 計画流量              |
|---------------|--------|-------------------|
|               | m      | m <sup>3</sup> /s |
| CANAL SANTANA | 3,200  | 22                |
| CANAL JOBILLO | 5,300  | 14                |
| CANAL MENA    | 5,900  | 6                 |
|               | 14,400 |                   |

| 2次支線水路    | 延長      | 計画流量              |
|-----------|---------|-------------------|
|           | m       | m <sup>3</sup> /s |
| CANAL A   | 9,700   | 4.50              |
| " B       | 5,900   | .50               |
| " C       | 5,400   | 4.50              |
| " C-W     | 2,400   | 1.50              |
| " D       | 13,800  | 2.00              |
| " E       | 1,200   | 1.50              |
| " G       | 19,900  | 2.00              |
| " H       | 24,300  | 1.00              |
| " J       | 7,300   | .30               |
| " K       | 14,100  | .70               |
| " L       | 29,150  | 2.30              |
| " M       | 4,800   | .30               |
| " N       |         | .45               |
| " P       | 5,000   | .45               |
| " R       | 4,100   | .40               |
| " S       | 7,600   | .45               |
| " MONTASO | 10,950  | 1.80              |
| " A-19    | 6,100   | 1.00              |
| " A-25    | 6,200   | .90               |
|           | 177,900 |                   |

3次支線水路延長は 468,000m

Santana 堰よりの取水は7月、8月がピークとなる。

1983年の月別取水量は次のとおりである。

月別取水量 (1983年)Santana

|       | m <sup>3</sup> /s |
|-------|-------------------|
| Jan.  | 13.9              |
| Feb.  | 15.5              |
| Mar.  | 16.0              |
| Apr.  | 15.5              |
| May   | 14.5              |
| Jun.  | 16.1              |
| Jul.  | 19.6              |
| Aug.  | 18.4              |
| Sep.  | 17.2              |
| Oct.  | 18.7              |
| Nov.  | 14.9              |
| Dec.  | 14.2              |
| Total | 16.2              |

本施設での水管理は農場を管理する Barahona 国営砂糖会社により行なわれている。

### 2.2.3 砂糖キビ農場排水の反復利用

Barahona 砂糖キビ農場の灌漑用水は Santana での取水量は月平均 $16.2\text{m}^3/\text{s}$ であり、季別により変化するが変動巾は比較的小さい。農場からの排水は地形条件から東西に走る支線排水路群により流下し農場西端付近で統合された2幹線排水路に集められて地区外に運ばれている。これら幹線排水路の1つは本計画対象地区7,000haの中央を流れる Gross 水路であり、他は本地区外の南側2kmを通り東西中央部で、かつての灌漑水路である Neiba 支線水路（リンコン湖、Cristobal 支線水路）に結ぶ Guraguao 排水路である。

Gross 排水路の流量は Guaraguao 排水路に比べ著しく小さく、その上、水質試験結果より除塩、灌漑用水に不相当であるとの判定が出ている。したがって、反復利用の対象外とする。

#### Guaraguao 排水路

##### 1) 流量

現地調査期間中に本排水路の流量観測を行った。観測地点は Triturcacion 上流約1.5kmで流量は $3.8\text{m}^3/\text{s}$ であった。調査期間を通じて流量は殆ど変化していない。これは Santana での10月平均取水量の20.3%に相当する。従って調査期間外の取水量が減少すると思われる12月、1月においても $3.0\text{m}^3/\text{s}$ 程度の流量は十分期待し得るものとする。下流側で灌漑用水として1部使用されているが、これを考慮にいれても、 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ は利用可能と思われる。

##### 2) 水質

水質試験は本排水路上流（砂糖キビ農場北東部）及び下流の流量観測地点で採取し実施した（2.3参照）。その結果下流部でECが $1.3\sim 1.6\text{mmho}/\text{cm}$ で US Salinity Laboratory の分類 C3-S1に属する。これらは用水として良質とは言えないものの除塩、一般作物（弱耐塩性を除く）には十分使用し得るものである。

## 2.2.4 南ヤク川の利用可能量

### 1) Palo Alto 地点の河川流量

南ヤク川は San Juan 県、Azua 県で合計27,380haの農地に用水を供給し Barahona 県に入る。本県で砂糖キビ農場、バナナ畑、計16,040haの灌漑用水として取水され、Neiba 湾に注ぐ。従ってこの無効放水量を確認することにより利用可能量を検討する。現在南ヤク川の流量観測所の最下流点は Palo Alto であり、当地点下流では取水されていない。Palo Alto の流量観測記録(表)1968年から利用可能である。残流量の検討にあたって考慮すべき事は Sabaneta、及び Sabana Yequa ダムの完成による南ヤク川への流量調節開始時期である1980年を境としてその前後期に分類することである。1979年以前は年間での渇水期と豊水期の差が極めて大きいことがわかる。又渇水年は殆ど流量が無い月が散見される。

次いで1980年以降はダムによる調節効果が明らかに出ており、年間の変動巾は小さくなり安定の方向が明確となっている。1986年に例を取ると、年間を通じ  $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$  程度の取水は可能であることを示している。しかし、1985年はかなりの渇水月が見られる。

### 2) 全水系での水管理

ダム完成後の Palo Alto の流量記録はあくまで現在の灌漑地区を対象としたダムの放流、各灌漑地区の現況水使用の結果であり、将来ネイバ地区への導水の可能量を決定するのに際しては水系全域での貯水、水利用の実態を更に詳しく調査し、全域での水管理計画を立てることが必要であるが、今回の全水系調査で明らかとなった事は灌漑地区で水利用の効率の悪さであり、特に Azua 地区は水管理態勢が整っていないこともあり灌漑効率は35%程度に留まっている。全域での水管理を考え、その態勢作りは必要、緊急であるが、現状においても水管理に少し注目すれば南ヤク川から年間を通じ  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  程度はネイバ計画地区に取水することが可能であると考えられ、さらに将来各地区における分水施設のリハビリテーション、水管理の強化によっては渇水期においても  $7 \text{ m}^3/\text{s}$  程度の取水の可能性が期待出来よう。

### 3) 取水計画

南ヤク川から取水計画は過去にリンゴン湖を中継し南から北に向かってネイバ地区

に導入する案のみであったが、この計画案について評価した通り、今後の計画方針で検討に値しないものと判断している。今回の調査結果から南ヤク川からの取水は現在 Barahona 砂糖キビ農場取水口地点より同農場北側境界線に沿って用水路線を選定することが良策であると考え。現在農場の支線水路 (Lateral A) がこれに当たる。従って将来の計画案としては Santana 取水施設を改修し、支線水路 A を拡巾又はこれに平行して水路新設を行ない計画地区に給水するものとする。Santana 取水口より計画地区までの計画水路延長は約19kmである。なお、水質に関しては Santana 堰地点で採取した試料についての分析結果は (Annex. 16-1) に示す。水質は良好である。

## 2. 3 除塩・灌漑用水の水質

除塩及び灌漑用水の水源として2.1及び2.2で述べたように次のものが考えられる。

### ・地表水

南ヤク川本流

リンコン湖

砂糖キビ農場の排水

北部山麓の3河川 Majagual 川、Panzo 川及び Manguito 川

### ・地下水

北部扇状地の地下水（井戸水及び湧水）

これらの水源の水質分析を地表水14地点、地下水11地点について現地調査期間に2回行った。その結果と評価は次のとおりである。

#### 1) 南ヤク川本流

砂糖キビ農場の灌漑用水を取水している Santana 取水堰及びこの約20km下流にある Penon ポンプ場の2地点における水質は、ECが0.52~0.90mmho/cmで中~高塩類水（区分C2~C3）、SAR(Sodium Adsorption Ratio、ナトリウム吸着係数)が0.9~1.8で低ナトリウム水(S1)である。南ヤク川のこれらの水質は現在砂糖キビ農場をはじめ、周辺の畑の灌漑に用いられているものであり、灌漑用水の水質分類区分の上でややECが高い傾向はあるが排水と適切な水管理を行えば作物に安全に利用できる。なお、上流、下流の両地点における水質の明らかな相違は認められなかった。

#### 2) リンコン湖

リンコン湖の水質は2回の分析ともECが7.0mmho/cmで極高塩類水（区分C4）の最高値5.0mmho/cmを超える値であり灌漑用水としては利用不可能である。

#### 3) 砂糖キビ農場の排水

砂糖キビ農場は Santana 取水堰から取水して灌漑を行っているが、その排水のほとんどは Guarguao 排水路に集中している。Guarguao 排水路の上流部（砂糖キビ農場の中央部）と下流部（計画対象地区の近く）の2地点で採水し分析した。その結果下流部ではECが1.3~1.6 mmho/cmで高塩類水（区分C3）、SARが1.6~4.2で低ナトリウム水（S1）に区分される。

ECは表2-3-1のように南ヤク川 Santana 取水堰地点に比べ約2倍の値となる

が、これはマグネシウム、ナトリウム、硫酸及び塩素の各イオンが2～3倍に増加したことによると考えられる。

この排水路の水質は良質とは言えないが灌漑用水、リーチング用水としては十分利用可能である。

なお、他の排水路の水質は表2-3-1に示すようにECが高く用水源として利用することは不可能である。

#### 4) 北部山麓河川

北部山麓から流下する3河川(Majagual川、Panzo川及びManguito川)は扇状地の地下水を涵養するとともに一部は伏流する前に取水し、灌漑用水として利用されている。

その水質は表2-3-1に示すようにpHが7.6～7.7、ECが0.27～0.33mmho/cmの中塩類水(C2)のうち低い値であり、SARも1以下と良質であることを示している。

#### 5) 北部扇状地の地下水(井戸水及び湧水)

扇状地の地下水はNeiba-Galvan道路付近でポンプ揚水され、灌漑に利用されるとともに扇状地の末端では湧水池を形成している。

井戸水の水質はpHが6.9～7.8、ECが0.33～0.76mmho/cmで大半が中塩類水(区分C2)に属し、SARもほとんどが1以下の低ナトリウム水(区分S1)に属し良質である。

湧水池の水質も同様にpHが7.1～8.0、ECが0.46～0.70mmho/cm、SARも全て1以下で良質である。

なお、比較対照として分析した砂糖キビ農場内の平地集落Batey 2にある生活用水の井戸水(深さ約8m、ポンプ揚水)の水質はECが1.8mmho/cmでナトリウム、硫酸及び塩素イオンがやや多くなっている(表2-2)。



表2-1 主要地表水の水質

| 採水地点                          | pH      | EC<br>mmho/cm | Ca+Mg<br>me/l | Na<br>me/l | CO <sub>3</sub> <sup>+</sup><br>HCO <sub>3</sub><br>me/l | SO <sub>4</sub><br>me/l | CI        | SAR       | 水質区分  |       |
|-------------------------------|---------|---------------|---------------|------------|--|-------------------------|-----------|-----------|-------|-------|
|                               |         |               |               |            |  |                         |           |           | EC    | Na    |
| ① 南ヤケ川<br>Santana 取水堰         | 7.8~7.9 | 0.57~0.8      | 3.7~5.1       | 1.8~2.8    | 3.8~4.7  | 3.2                     | 1.0~1.6   | 1.3~1.8   | C2~C3 | S1    |
| ④ Guargauo<br>排水路上流部          | 7.6~7.8 | 1.1~1.2       | 6.7~6.9       | 4.2~4.5    | 6.4  | 2.5~3.3                 | 2.2~2.4   | 2.3~2.5   | C3    | S1    |
| ⑤ Guargauo<br>排水路下流部          | 7.6~7.8 | 1.3~1.6       | 7.3~7.6       | 5.6~8.2    | 5.8~5.9  | 3.7~5.6                 | 3.5~4.5   | 2.9~4.2   | C3    | S1    |
| ⑥ Gross排水路<br>排水路上流部          | 7.8~7.9 | 4.1~4.4       | 16.7~19.3     | 21.4~26.9  | 3.4~3.7  | 5.1~5.6                 | 27.2~30.0 | 6.9~9.3   | C4    | S1    |
| ⑧ Rio Las Marias<br>(排水河川)下流部 | 7.8     | 2.7~5.0       | 9.8~15.4      | 16.4~34.1  | 6.6~6.8  | 3.1~7.8                 | 12.0~40.1 | 7.4~12.3  | C4    | S1~S2 |
| ⑨ Cano Ramillo<br>(排水河川)下流部   | 7.8     | 3.0~3.8       | 11.3~12.7     | 18.4~24.8  | 6.4  | 3.0~7.8                 | 15.6~28.5 | 7.8~9.8   | C4    | S1    |
| ③ リンコン湖                       | 7.9~8.2 | 7.0           | 16.1~16.3     | 53.0~53.1  | 7.0  | 10.2~10.5               | 48.8~52.4 | 18.6~18.7 | —     | S3    |
| ⑩ 北部山麓河川水<br>⑪<br>⑫           | 7.6~7.7 | 0.27~0.33     | 2.4~2.8       | 0.2~0.6    | 2.2~2.7  | 0.0~0.2                 | 0.3~0.5   | 0.1~0.5   | C2    | S1    |

表2-2 地下水の水質 (平均)

| 採水地点                       | pH  | EC<br>mmho/cm | Ca+Mg<br>me/l | Na<br>me/l | CO <sub>3</sub> <sup>+</sup><br>HCO <sub>3</sub><br>me/l | SO <sub>4</sub><br>me/l | CI<br>me/l | SAR | 水質区分 |    |
|----------------------------|-----|---------------|---------------|------------|--|-------------------------|------------|-----|------|----|
|                            |     |               |               |            |  |                         |            |     | EC   | Na |
| 井戸水<br>E F G H I J         | 7.1 | 0.60          | 5.1           | 0.8        | 5.2  | 0.2                     | 0.7        | 0.6 | C2   | S1 |
| 湧水池<br>A B C D             | 7.5 | 0.59          | 5.1           | 0.6        | 4.4  | 0.7                     | 0.7        | 0.4 | C2   | S1 |
| (参考) 平地村落の<br>地下水 (深度 8 m) | 7.7 | 1.8           | 5.8           | 12.7       | 6.8  | 5.1                     | 4.8        | 7.9 | C3   | S1 |

### 3. 除 塩

#### 3. 1 ネイバ地区の土壤

計画対象地区7,000haの土壤は8土壤統に分類される。このうち6土壤統は海成堆積物を母材とする塩類土壤であって地区全体面積の90%近くを占めている。他の2土壤統は扇状地堆積物を母材とする土壤で地区北部の Neiba-Galvan 道路に沿って分布し約10%の面積を占める。後者には塩類土壤の問題はない。

各土壤統の特徴は次のとおりである。

##### 3.1.1 海成堆積物土壤

###### ① Guazumilla 統 (Gu)

地区南西部のワジに沿って分布し340ha（全体面積の5%）を占める。降雨時の流出水のため浸食をうけて小起伏にやや富んでいる。土性は clay loam~silty loamで排水はやや不良である。pH 8 前後、EC 20~30mmho/cm の塩類土壤である。開発上排水、浸食対策、及び塩除が必要である。

###### ② Los Grajas 統 (LGr)

地区中部から南部にかけてのやや高い平坦面に分布し 420ha（6%）を占める。土性は全層 sand~sandy loam であってかつ地下水位の低い乾燥土壤であることから塩類濃度は2~15mmho/cm で比較的低い。特に表層土の塩類濃度は低い。

粗粒質で有機物も極めて少ないため潜在生産力は高くないが、透水性がよく塩類濃度も比較的低いいため開発は容易である。

###### ③ Ojeda 統 (Oj)

地区中央部に少面積、280ha（4%）分布している。loam~sandy loam の土性で下層は砂層であり排水は良い。LGr 統と同様に塩類濃度は比較的低く2~10mmho/cm、地下水位も3m以下で低い。pHは8前後である。

中粒~粗粒質の土性で透水性も良いためわずかの除塩で高い生産力が期待される。

###### ④ El Cano 統 (ECa)

地区東部の Gross 排水路沿いに少面積 100ha（2%）分布する。河川（排水路）の氾濫による堆積土が表層を被覆している。clay loam~silty clay loam の土性で排水は中庸~やや不良となっている。pHは8.5 前後、ECは25~70mm/cm で高い。

排水による地下水位の低下と除塩を必要とする。

⑤ El Salado 統

地区の南部一帯に広く分布し 2,600ha (37%) を占め、ネイバ地区の典型的な土壌である。塩類濃度50~100mmho/cmで極めて高くかつ一般に表層が高い傾向にある。pHは8.0~8.5を示すものが多い。土性はclay loam~silty clay loamで中間にうすい砂質の層を挟むことが多い。地下水位は1.0~1.5m前後が多く、排水不良である。透水係数(現場透水係数)は $10^{-3}$ cm/sec~ $2 \times 10^{-4}$ cm/secの間にある。

ネイバ地区開発の中心となる土壌統であり排水と除塩を必要とする。

⑥ Tamarindo 統 (Ta)

地区南部の Esa 統の中に点在して分布し、Esa 統に比べやや高い(比高1m程度)地形面の土壌である。面積は1,560haで全体の22%を占めている他に BP 統と混在している地帯が920ha(13%)ある。土性は BSa 統と類似するが地下水位はやや低く1.5~2.0mが多い。塩類濃度は20~80mmho/cm、pHは8.0~8.5が多い。

地下水位の低下と除塩を必要とする。

3.1.2 扇状地堆積物土壌

⑦ Galvan 統 (Ga)

地区北部の Neiba-Galvan 道路に沿って南側の扇状地地形に分布する。傾斜2%程度の南向き斜面の土壌で390ha、全体面積の6%を占める。土性は loam~clay loamで10~30cmの礫を含むこともある。塩類濃度は2mmho/cmで低く問題とはならない。排水は中庸である。現在かんがい可能な地帯ではプラタノを中心に耕作利用されている。

⑧ Boca del Palmar 統 (BP)

Ga統の南側に分布する扇状地末端上の土壌である。160ha(2%)の面積を占めている他にTa統との混在地帯が920ha(13%)ある。地下水位が高く深さ0.5m前後で湧水することが多い。pHは8前後、ECは1.5~2mmho/cmで低い。排水を必要とする。

表3-1 地区内の土壌と面積

| 土壌統             | 記号    | Soil Taxonomy        | 面積<br>ha(%)    | 土壌母材<br>地形        | 排水        |
|-----------------|-------|----------------------|----------------|-------------------|-----------|
| Guazumilla      | Gu    | Torriorthent         | (5)<br>340     | 海成堆積物<br>小起伏、浸食地形 | 良         |
| Los Grajas      | LGr   | Torrripsamment       | (6)<br>420     | 海成堆積物<br>平坦       | 過良        |
| Ojeda           | Oj    | Torrifluent          | (4)<br>280     | 海成堆積物<br>平坦       | 良         |
| El Cano         | ECa   | Natric<br>Camborthid | (2)<br>100     | 海成堆積物<br>平坦       | 中<br>々不良  |
| El Salado       | ESa   | Salorthid            | (37)<br>2,600  | 海成堆積物<br>平坦       | 不良        |
| Tamarindo       | Ta    | Salorthid            | (22)<br>1,560  | 海成堆積物<br>平坦       | やや不良      |
| Galvan          | Ga    | Ustifluent           | (6)<br>390     | 扇状地堆積物<br>緩斜面     | 良         |
| Boca del Palmar | BP    | Fluvaquent           | (2)<br>160     | 扇状地堆積物<br>平坦～緩斜面  | 不良<br>極不良 |
| Ta-BP Complex   | Ta-BP |                      | (13)<br>920    |                   |           |
| その他 (水面集落地等)    |       |                      | (3)<br>230     |                   |           |
| 計               |       |                      | (100)<br>7,000 |                   |           |

土壌分類はINDRHIによる

### 3. 2 除塩用水量

除塩に必要な単位用水量を求めするため除塩試験（リーチング試験）を行った。試験の方法は、現場圃場試験と現地採取土壌による室内試験の二つの方法によった。

#### a. 現場圃場試験

試験場所：El Salado（パイロットファーム事務所近く）

対象土壌：El Salado 統

現況地下水位：1.7～1.8 m

試験方法：1 m × 1 m = 1 m<sup>2</sup> 枠での水張り（水盤かんがい）による。

1 回当り使用水量：30cm

30cm × 6 回、計180cm

除塩経過の測定：30cmのリーチング用水を浸透させるごとにソイルオーガーで試料採取して化学分析を行った。試料採取深は30cmごとに計4層で120cm までとした。

#### b. 室内試験

対象土壌：El Salado 統2 試料、Tamarindo 統及び El Cano 統

試験方法：径5 インチ、長さ30cmの塩ビパイプに現場採取の土壌サンプルを充填し、30cm × 4 層 = 120cm の土壌カラムでリーチング試験を行った。

1 回当り使用水量：30cm

30cm × 5 回、計150cm

除塩経過の測定：30cmのリーチング用水を浸透させるごとに各パイプを取りはずし、少量のサンプルを採取し、ECメータでチェックした。

なお、両試験とも井戸No 1 (El Salado) の自噴水をリーチング用水として用いた。

その水質を表 3-2に示す。

表3-2 除塩試験に用いた水質

(分析2回の平均)

| pH  | EC<br>mmho/cm | Ca<br>me/l | Mg<br>me/l | Na<br>me/l | CO <sub>3</sub><br>me/l | HCO <sub>3</sub><br>me/l | SO <sub>4</sub><br>me/l | Cl<br>me/l | SAR | 水質区分    |
|-----|---------------|------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----|---------|
| 7.8 | 0.38          | 1.35       | 0.98       | 1.39       | 0.00                    | 3.30                     | 0.04                    | 0.42       | 1.3 | C 2 S 1 |

c. 試験結果

現地圃場試験、室内試験ともにはほぼ類似した除塩経過となった。また、INDRH1で示した除塩曲線とも同一の傾向を示した。

リーチングによる土層の深さ別塩類濃度 (EC) の試験結果を図 3-1 に示す。土壌の深さ 120cm までの平均 EC (第 1~4 層を 4:3:2:1 で加重平均した) は、リーチング用水 150cm で 4~5 mmho/cm となり、ほとんど通常の状態で作物栽培が可能までになった。

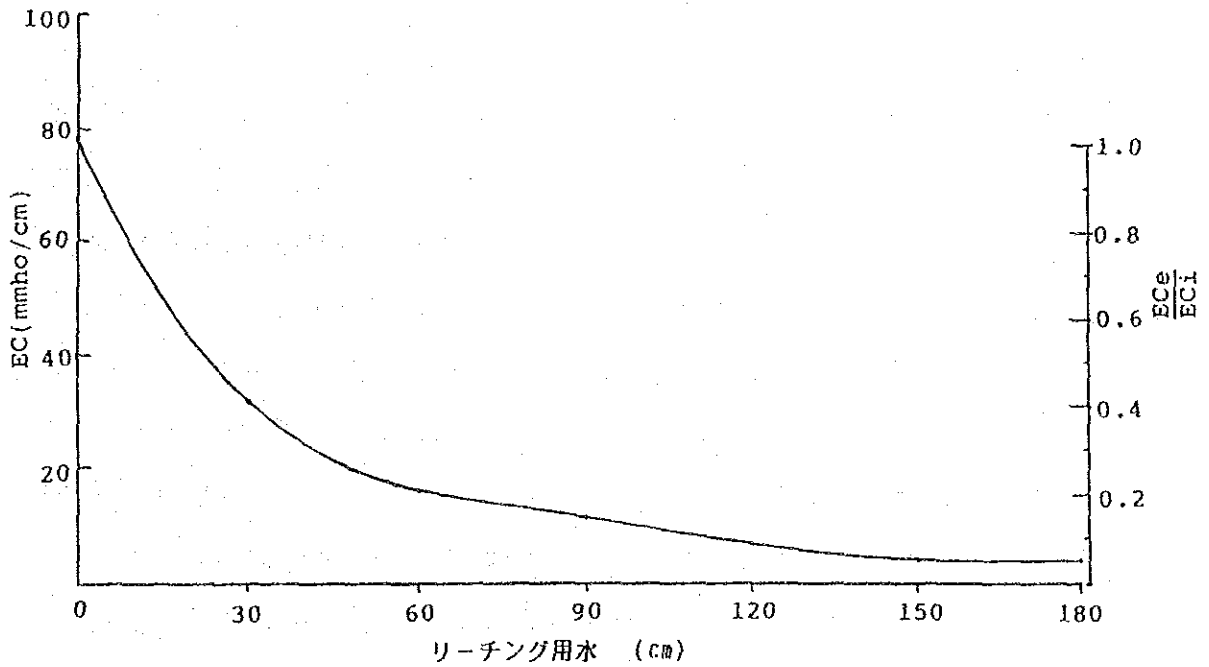


図. 3. 1 除塩曲線

## 4. 排水

### 4. 1 地区内排水の現況

計画対象地区内には排水路網は全く存在せず、さらに砂糖キビ農場から地区内を流下する Guarguao 排水路は水位が高く周辺の地下水位を上昇させており、北西部の一部ではたん水状態となっている。

排水路が欠落していることから降雨等の地表水の排除が困難であり、さらに地下水位も地区内全体で一般的に高く 2.0m より高い地帯が全体面積の約40%を占めている。このように地下水位が高いことは塩類の自然溶脱を困難にしている。

### 4. 2 排水計画

計画対象地区(7,000ha)に排水路が欠落していることから、例え小規模なパイロットファームを設置し、その圃場での排水・除塩を効果的に行なうには新たに排水路を設けることが不可欠である。幹線排水路は地形条件から東西方向に路線選定し、末端は地区南側を東西に走り Enriquillo 湖に流入する自然排水路 Cano Ramillo に結ぶ計画が適当であると考えられる。計画地区(7,000ha)を対象とした場合、少なくとも2本の幹線排水路が必要であると考えられる。1つは、現在地区内の中央や、北側を流れている砂糖キビ農場からの排水路 Gross を大幅改修し、これに排水機能を持たせる。他は計画地区の南地区の排水のため Gross 水路より約5km程度南側に路線を選定し、砂糖キビ農場からの主要排水路 Guarguao の排水をも合流流下させる排水路の新設が必要となろう。路線延長は約15kmとなる。

## 5. 農 業

### 5. 1 現況土地利用

計画対象地域 7,000haのうち現在農作物が作付されているのは10%未満であり、その他は未利用地となっている。未利用地の植生は耐乾性植物、好塩性植物が多いが約1/4の面積は裸地状となっている。多く見られる植物は Acacia 属の灌木類とサボテン類である。灌木類は近隣の農民が伐採し炭として生産販売している。

作物が栽培されているのは灌漑用水が得られる地域に限られて、その殆どは地区の北部に集中している。作付面積は INDRHI による灌漑面積台帳及び現地調査の結果約650haと推定される。

作物別作付面積は表5-1 のとおりでプラタノ (Platano, 料理用バナナ) が60%と大きな比率を占めている。

### 5. 2 主要農作物

計画対象地域及び周辺地域での灌漑は地下水を主要水源とし、河川、湧水を併せ INDRHI の建設による取水施設によって 2,500ha が作付されている (表 5-1)。主要作物は Platano で全作付面積の50%を越えている。Neiba 地域は Barahona, Tamayo 地区とともに国内における Platano の主要生産地となっており、品質は良質で収量も多く、おもに Santo Domingo へ送られている。

その他の作物は灌漑用水の不足や塩類土壌であることから概して粗放な栽培方法であり生産性も低い。

さつまいもは Galvan 地域を中心に作付されている。米は扇状地末端の高地下水位地帯及び除塩過程の一時的作物として作付されている。たまねぎ (Cebollin) は耐塩性作物として Neiba 地帯で多く作付されている。またソルガムは耐塩性作物として当地域に拡大が図られている。

これら主要作物の作付カレンダーを図5-1 に示す。



表5-1 作付現況

計画地区 (7,000ha)内及び周辺地区

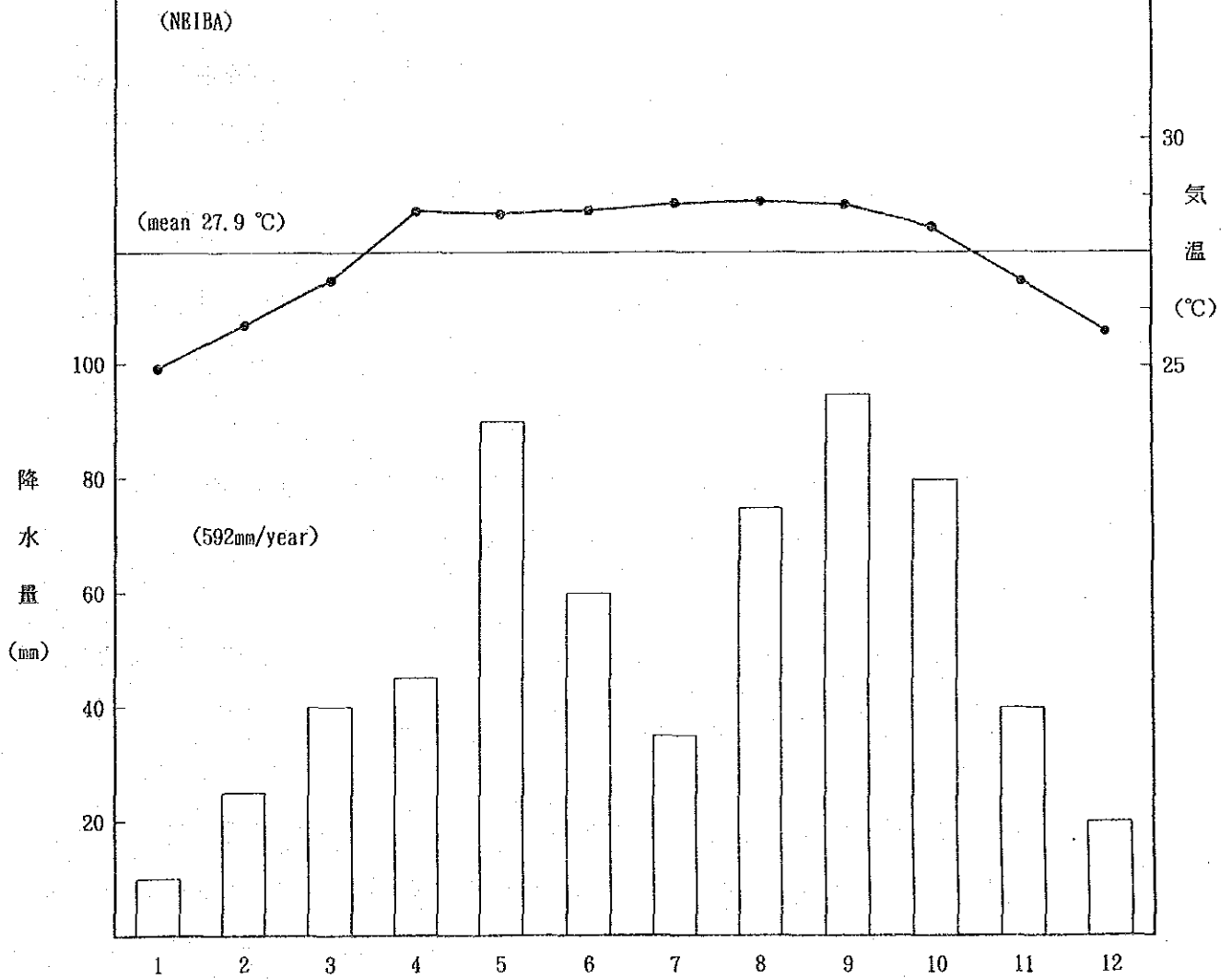
| 作物名    | Neiba 全 域  |       | 計 画 地 区 内 |       |        |
|--------|------------|-------|-----------|-------|--------|
|        | ha         | (%)   | ha        | (%)   |        |
| 料理用バナナ | Platano    | 1,349 | ( 54 )    | 390   | ( 60 ) |
| とうもろこし | Maiz       | 383   | ( 15 )    | 32    | ( 5 )  |
| いんげん豆  | Habichuela | 289   | ( 12 )    | 36 *1 | ( 5.5) |
| グアンド豆  | Guandules  | 6     | ( 0 )     | —     | ( — )  |
| キャサバ   | Yuca       | 179   | ( 7 )     | 33    | ( 5 )  |
| さつまいも  | Batata     | 147   | ( 6 )     | 58    | ( 9 )  |
| 米      | Arroz      | 35    | ( 1 )     | 30    | ( 4.5) |
| ぶどう    | Uba        | 8     | ( 0 )     | —     | ( — )  |
| たまねぎ   | Cebollin   | 62    | ( 2 )     | 20 *1 | ( 3 )  |
| トマト    | Tomate     | 3     | ( 0 )     | 2 *1  | ( 0.5) |
| とうがらし  | Aji        | 2     | ( 0 )     | —     | ( — )  |
| たばこ    | Tabaco     | 16    | ( 1 )     | —     | ( — )  |
| ココヤシ   | Coco       | 14    | ( 1 )     | 3     | ( 0.5) |
| 牧草     | Pasto      | 27    | ( 1 )     | 20    | ( 3 )  |
| ソルガム   | Sorgo      | —     | —         | 26    | ( 4 )  |
|        |            | 2,520 | (100 )    | 650   | 100    |

\*1 多くはソルガムまたはとうもろこしと輪作されている。

INDRHIの灌漑面積及び現地調査による。

図5-1 主要作物の現況作付カレンダー

| 作物     | JAN   | FEB | MAR | APR   | MAY | JUN | JUL   | AUG | SEP   | OCT | NOV   | DEC |
|--------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| ソルガム   |       |     |     | (120) |     |     |       |     |       |     |       |     |
| とうもろこし |       |     |     | (90)  |     |     |       |     |       |     |       |     |
| 落花生    |       |     |     | (110) |     |     |       |     |       |     |       |     |
| いんげんまめ | (90)  |     |     |       |     |     |       |     |       |     |       |     |
| さつまいも  |       |     |     | (130) |     |     |       |     |       |     |       |     |
| トマト    | (105) |     |     |       |     |     |       |     |       |     |       |     |
| たまねぎ   |       |     |     |       |     |     |       |     |       |     | (120) |     |
| メロン    |       |     |     |       |     |     |       |     |       |     | (90)  |     |
| スイカ    |       |     |     |       |     |     |       |     |       |     | (90)  |     |
| 綿      |       |     |     |       |     |     |       |     | (210) |     |       |     |
| バナナ    |       |     |     |       |     |     | (365) |     |       |     |       |     |



### 5. 3 導入作物の検討

計画地区への導入作物として気象条件、土壌条件及び作物現況から次の作物の導入が将来検討されよう。

#### ① ソルガム、とうもろこし

4月～9月の高温期の穀類として有望である。特にソルガムは耐塩性をもち、現在拡大が図られている。また穀類の約80%は輸入に依存しており自給率の向上を期待出来る。

#### ② 料理用バナナ

現在においても Neiba 地域は料理用バナナの主産地となっており、大消費地である Santo Domingo に大量に出荷されている。本地域産は高品質とされ他地域産に比べ有利な価格で流通している。これを拡大することにより、主産地としての地位をさらに確立させる。

#### ③ トマト

加工用トマトを栽培すると同時にこれを原料とした農村工業の発展を図る。本地区の隣県にある Azua 地区では、約4,000ha で加工用トマトが栽培されており加工工場も稼働している。従って栽培技術、加工技術の早期導入が期待できる。

#### ④ メロン

国内消費用と共に冬期アメリカ向輸出用として有望である。現在 Azua 地区では輸出を対象として、約630ha の作付が行われている。

#### ⑤ タマネギ

現在“Cebollin”呼ばれる耐塩性の強いタマネギが作付されており、野菜類として最も消費が多く、市場性から見てもタマネギの増産は有望と思われる。

#### ⑥ バナナ

輸出用、国内消費用として果物用バナナの拡大を図る。輸出は地区から約50kmの距離にある Barahona 港が利用可能である。

#### ⑦ その他

落花生、さつまいも、綿、インゲン豆、スイカの他に、永年性作物としてパパイヤ、村落林としてのアカシア（アラビアゴム）等についても検討する価値があろう。

## C. 考 察

Neiba 全域26,000haの開発可能性については利用可能な水資源量、開発順序により段階的な開発構想がたてられるべきであると考えられ、それには将来、南ヤク川水系の水資源開発の可能性についての本格的な調査が不可欠であり、更に事業の経済性についての検討も併せ行われるべきであると考えられるが、今回なされた水資源の調査結果を基とし段階的な開発について検討する。

### 水資源と開発地区

本計画地区への利用可能な水資源は次のものが確認された。

- (i) 扇状地の地下水
- (ii) Neiba 山系の河川
- (iii) Barahona 砂糖キビ農場の排水
- (iv) 南ヤク川

#### 1) 小規模開発

扇状地の地下水及び流入河川の水資源による開発可能な地区は利用可能量から見て1,500ha程度が限度であると考えられる。

先に述べたように、この水源の利用は経済性から見て地下水に涵養される前の地表水利用が望ましいと思われる。本水源は最良の水質であり、計画地区にも比較的近くに位置していることから、パイロット地区 984haを対象とする場合には検討に値するものと考えられる。

#### 2) 中規模開発

砂糖キビ農場の排水利用による開発可能地区は、2,500ha~3,000ha 程度と思われる。砂糖キビ農場の排水路は、計画地区 7,000haの南側近くを流下しているため有効利用が可能であり、又既存の Santana 取水堰から取水し、灌漑水路から排水路への導水が技術的に見て容易であることから将来、利用量の増加の可能性をも有しているが、排水反復利用による開発可能地区は計画地区 7,000haの50%程度が限度と考えるべきであろう。但し考慮すべきことは、水質が必ずしも最良とは言えないこと、及び

ポンプ揚水を前提とした灌漑システムとなるため長期にわたる維持管理面についての検討が特に必要である。

### 3) 大規模開発

計画地区 7,000ha及び全域を対象とした開発は南ヤク川の水利用を基本とすべきであると思われる。全水系での水利用、水管理状況についての本格的な調査に基づく将来計画が策定され、本計画地区への導水の可能性が明確となって始めて適切な開発構想がたて得るものであるが、今回の調査により南ヤク川からの取水により 5,000ha程度の地区の灌漑が第1段階として可能であると推定される。但しこれには全水系での水管理の強化が前提条件である。水管理の徹底により第2段階として 7,000haを対象とする水源確保の可能性もあるものと思われる。現在、隣接する砂糖キビ農場は近い将来、作付転換を図る具体的な計画をたてており、それによると12,400haの内 9,000haを砂糖キビのまま残し他の 3,400haを他作物（ソルガム、綿、野菜等）に変更する計画で、結果として月平均 2.0m<sup>3</sup>/Sの用水量の減少が可能となる。従ってこれ等も考慮に入れば現況の水系全域の施設のままでも第1段階 7,000haに対する水源確保の可能性はあると考えられる。但し、現況のままでの水系での施設、灌漑地区との関係等から、これ以上の地区の開発は困難が予想される。

しかし、上流でのダム建設等による新たな水源開発の可能性は残されており、第1段階 7,000ha以上の開発には新たな貯水池の建設によっては可能であろう。

#### 開発案と懸案事項

第1段階開発地区及び全域を対象とする開発は基体的には南ヤク川からの直接取水方式による水源確保に置くのが適切であると思われる。しかしこれには全水系での水資源の確認、水利用の状況の調査を行い、更にこれを基とした水管理態勢の確立が前提となる。

又、更に関係省庁の協議、調整も必要となろう。従って事業開始に先だっかなりの年月が必要となるものと予想される。

段階的な開発は、政府の方針が早期着工による除塩技術の確立と農業生産活動開始を図る場合には Neiba 山系の水源開発及び排水の反復利用が有効であると思われる。排水利用の場合の開発は調査、調整に余り日時を必要とせず、着手が容易であるが、あくまで南ヤク川の調査結果と関連を持ちつつ進めることが必要で全地区開発の前哨的な位置付けが望ましいと考えられる。