

ブラジル国東北部半乾燥地 適性作物(ホホバ)開発協力 基礎一次調査報告書

昭和58年 8 月

国際協力事業団

農 計 技

J R

83 - 34

ブラジル国東北部半乾燥地 適性作物(ホホバ)開発協力 基礎一次調査報告書

JICA LIBRARY



1025541[2]

昭和58年 8 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 10	703
登録No. 03112	84
	AFT

は　じ　め　に

ブラジル東北部は、同国における開発の最も遅れた地域のひとつであり、サンパウロ州等南部諸州と比べ所得水準も著しく低く、目立った産業も見当たらない。同地域の農業は雨量の多い沿岸地帯で伝統的な砂糖きびやカシューナッツの栽培が行われている程度で、内陸部に広範に広がる半乾燥地帯（カーチンガ）の農業開発は未だ着手されていない。

近年ブラジル政府もようやく国内の南北格差是正策の一環として東北部開発に力を注ぎはじめており、開発資金の重点的配分や諸外国からの資金、技術協力等の導入に積極的に取り組んでいる。

一方このような半乾燥地帯に適する作物の開発・研究が政府の試験研究機関、大学あるいは民間で行われており本調査でとりあげたホホバもこれら作物の中で注目されているもののひとつである。ホホバはメキシコ砂漠の原産で半乾燥地帯において生育が可能でその種子から採取される油成分は、マッコウ鯨油に類似し、高級化粧品あるいは独特な潤滑油の原料としての用途があり将来性のある作物である。

今般、以上のような状況のもとにマッコウ鯨油の代替油開発に意欲を有する我が国油脂業界、商社、現地企業の関心を背景に同地域におけるホホバ開発協力事業の可能性を明らかにするため開発候補地域の自然的、社会経済的条件等の基礎的情報の収集の他、試験研究機関における開発研究の現状について調査を実施した。

本報告書は、この調査結果をとりまとめたものであり、今後の我が国民間企業等による開発協力事業の推進に役立てば幸いである。

最後に、この調査の実施にあたり、ご協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表するものである。

昭和58年8月

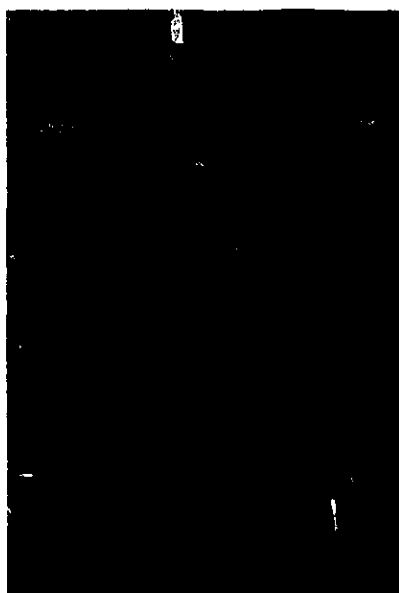
国 際 協 力 事 業 団
理 事　松 山 良 三



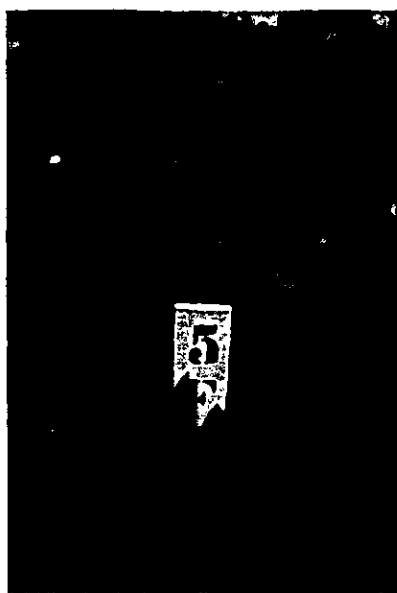
育 苗



ホホバ優良種の選抜試験



素焼の壺による灌水



ホホバの着花



ホホバの開花（7年木）



フィジョンとホホバ

目 次

序

写真集

総 論	1
1. 調査の背景	1
2. 調査の目的	1
3. 調査団の構成	1
4. 調査行程	2
5. ホホバについて	4
6. 調査結果の概要	4
各 論	14
1. 東北部の農業開発	14
(1) 開発の現状と開発政策	14
(2) 開発の促進機関	14
(3) 国際機関、諸外国の援助	16
2. 自然環境と農業生産	19
(1) 地域別自然環境	19
(2) 土地利用と農業生産状況	44
3. ホホバ事情	50
(1) ホホバの特性と栽培法	50
(2) 試験研究の現状	55
(3) ホホバ油の特性と用途	60
(4) 需給状況と今後の見通し	64
付録（ブラジル東北部主要農作物の生産動向：1978-1980年）	69

総 論

1. 調査の背景

ブラジル東北部に広がる半乾燥地（カーチンガ、約90万 km^2 ）は、適性作物を欠き農業発展が阻害されている。当地域に入植した日系移住者を始め農民は過酷な自然条件を克服するため、柑橘類、雑穀類を導入し農業経営を行なっているが、旱魃が厳しく苦しい経営状況にあって、適当な商品作物の開発が待たれている。

一方、近年捕鯨禁止の動きが強まるなかで、食用油、工業油として重要な鯨油の代替油の開発が求められている。特にマッコウ鯨油は高温、高圧、高速で動く機械のエンジン、トランスミッション等の潤滑油として広く使われているが、その代替油として含油率50%、無臭で物理的・化学的に組成が似ている植物ホホバが注目されてきた。

ホホバはアリゾナ、メキシコ砂漠の原産で雨量500mm前後の半乾燥地で生育可能であり、米国、イスラエル、メキシコ、ブラジルにおいて栽培試験、研究及び試作が行われている。

今般、代替油開発に意欲を持つ我国油脂業界、商社、現地進出企業等から現地日系人との提携によるホホバ試験栽培の可能性調査の依頼があったことを踏まえ、本計画がブラジル東北部半乾燥地の適性作物の開発、農業振興並びに将来において開発輸入に資することが期待されるところから、開発可能性を明らかにする基礎的調査を実施することとなった。

2. 調査の目的

東北部農業の現状、東北部開発計画、投資環境、ホホバ栽培上の自然的、社会経済的諸条件、試験研究の現状を把握し、ホホバ開発の可能性を明らかにする。

3. 調査団の構成

担 当	氏 名	所 属
団長（兼業務調整）	高 橋 藤 雄	国際協力事業団 農林水産計画調査部調査役
協 力 企 画	渡 辺 洋 一 郎	農林水産省経済局国際協力課 海外技術協力官
投 資 環 境	桂 井 宏 一 郎	国際協力事業団 特別囑託
栽 培	山 根 昌 勝	鳥取大学農学部 助教授
地 域 開 発	小 林 一 彦	（社）海外農業開発協会 常務理事

4. 調査行程

日順	月日	行 程	訪 問 先	調 査 事 項 等	主 な 面 接 者
1	3/4	東京ーロスアンゼルス	JICA ロス駐在員事務所	カリフォルニア大学リバーサイド分校へ質問票提出	矢部駐在員
2	5	ロス			
3	6	リオ・デ・ジャネイロ RG841	JICA リオ支部 日商岩井リオ事務所	投資環境等	百瀬支部長 大田氏
4	7	リオーレンスフェ VP166	レンフェ総領事館 JICA レンフェ支部	表敬 調査日程打合せ	高松総領事、三浦領事 野和田支部長
5	8	AM PM レンフェーフォルタレーザ SC300	COPESBRA SUDENE (東北伯開発庁)	経済事情、投資環境聴取 表敬、開発計画、農業事情聴取	鈴木社長 Dr. Jurandir
6	9	AM PM	BNB-ETENE (東北伯開発銀行, 経済、技術開発研究所) セアラ大学	農業融資制度、投資環境等聴取 ホホバ試験、研究視察	Dr. Nicacio Dr. Gladstone
7	10	AM PM	企業試作地 セアラ大学 BNB-ETENE	ホホバ栽培視察 教授との意見交換 ホホバ開発投資に関する意見交換	Dr. Gladstone Dr. Nicacio Dr. Ascanio
8	11	フォルタレーザーレンスフェ VP161 PM	SUDENE	開発計画、自然的条件聴取	Dr. Deomind
9	12	カルアル地区	農業地帯	農業事情視察	

日順	月日	行 程	訪 問 先	調 査 事 項 等	主 な 面 接 者
10	13			資料整理	
11	14	レシフェーベトロリーナ JH (団長、山根) レシフェーサルバドール VP167 (渡辺、桂井、 小林)	EMBRAPA/CPATSA (半乾燥地研究所) 移 動	ホホバ等半乾燥地 作物、樹木栽培試験研究 視察	Dr. Ribaski
12	15	(団長、山根) AM ベトロリーナーサルバドール JH (渡辺、桂井、小林) サルバドールーブラジリア VP253 (団長、渡辺)	サンフランシスコ河ダム 視察 マッサンガーノかんがい 計画 山本農園視察 柴田農園視察	農業事情、かんがい計画 視察 先進の農業経営視察	Mr. Kishi Mr. Yamamoto Mr. Shibata
13	16	AM (団長、渡辺) PM ブラジリアーリオ RQ409 サルバドールーリオ VP167 (桂井、山根、小林) リオ	駐伯日本大使館 JICA ブラジリア事務所 CPAC	調査結果報告 “ セラード農研プロジェクト視察 AM 資料整理	門脇書記官 梅谷所長 尾形リーダー
14	17	ロス RQ832	カリフォルニア大学リバ ーサイド分校	ホホバ試験、研究事情視 察	Dr. Yermanos
15	18	ロス	移 動		
16	19	東京 JL061			

5. ホホバについて

Jojoba は北米ではホホバ、ブラジルではジョジョバといい、種子から有用な油がとれる。

ホホバの原生地は米国のカリフォルニア及びアリゾナ両州の最南部、メキシコ北西部に限られる。この地域は沙漠気候の乾燥地で、気温の較差は約 -9°C ～ 45°C まで、年降水量は 75mm ～ 400mm の範囲にある。土壌は砂土から礫に富む土壌まで変化が多いが、共通的な特徴として土壌が深く透水性が極めてよいことがあげられる。土壌の pH は $5\sim 8$ と範囲が広く、また塩類土でも生育が可能である。土壌養分の少ないやせ地で生育する。

ホホバは常緑の灌木であって、野生樹では樹高及び枝の開張とも約 5m に達するものがあり、細枝を密生する。葉は対生、長さ $2\sim 4\text{cm}$ 、楕円形、やや厚肉、緑色である。雌雄異株で、花は若枝の葉腋に着生し、花芽分化から約半年後に開花し、種子は約半年後に成熟する。カリフォルニア南部における成熟期は6月末から8月にわたる。種子はシイの実に似ており、1粒重 $0.2\sim 1.5\text{g}$ と変異が大きい。

種子は $44\sim 58\%$ のホホバ油、正しくは長い鎖状アルコールのエステルよりなる液体の蠟を含有する。純度が高く、高い粘度指数、高い引火点・燃焼点、高熱に安定など、すぐれた特性を有する。ほかに約 30% の蛋白質を含有する。

数カ国で広い面積に栽培が始められているが、まだ生産量が少ないため、現在では野生樹から採取された種子が供給量の大部分を占めている。ホホバ油はマッコウ鯨油に似ていることから、その代替品としての用途がある。現在は主に化粧品用であるが、将来は特性を生かして、潤滑油その他工業用への用途拡大に期待がかけられている。

6. 調査結果の概要

(1) 東北部農業の特長と課題

① 東北部の後進性と農業の特長

ア. 東北部は北からマラニオン、ピアウイ、セアラ、リオ・グランデ・ド・ノルテ、パライバ、セルジッペ、アラゴアス、ペルナンプコ及びバイアの9州に亘りミナスジェライスの一部地域も包含する(統計資料整理上以下9州を対象とする)。面積は $154\text{万}8,000\text{km}^2$ (全土の 18%)、人口は $3,486\text{万人}$ ($'80$) (同 30%)である。ブラジルの近代は東北部バイア州サルバドルから始まり、農業の発展もまず海岸部における砂糖農園(奴隷を使った大農園)に端を発している。しかしながら、その後南部の肥沃な地域の開発が進むにつれ次第に取残され現在ではブラジル国内の後開発地域のひとつとなっている。

イ. 東北部の所得水準は全国平均の4割強にとどまり、この格差はここ20年間埋まっていない。産業は農業以外見るべきものもなく、農業も海岸地帯の降雨量の多い所に集中しており内陸部の開発は今後の大きな課題である。

ウ. 主要な農産物は伝統的作物である砂糖キビの他、近年カカオ及びパパイヤ等の熱帯果樹、良質なタバコ等である、

主な農産物

作目	木本性棉	カカオ	パパイヤ	砂糖キビ	マメ類	タバコ
生産量						
生産量(万t)	23.7	30.2	35.4	4793.5	50.1	7.3
全国生産に占める割合(%)	100.0	90.8	80.5	32.3	25.5	18.0

エ. 東北部の約40%を占める半乾燥地では、羊、山羊等の牧畜が行われているが、農作物はマンジョカ、豆類の他有利な商品作物がない。1970年代後半から政府も開発に意欲的に取り組み始めベルナンプコ州とバイア州の境を流れるサンフランシスコ河の水を利用する灌漑計画が着手され、一部地域ではその恩恵を受け野菜、果樹等の栽培が行なわれるようになってきている。

オ. 一方、半乾燥地の農業振興を図るため、ベルナンプコ州ベトロリーナ市に半乾燥地農業研究所(CPATSA/EMBRAPA)を設け(’77年)、同地域に適した作物、樹木の開発、研究に着手している。研究員は60人、試験圃場は3,000haの規模である。

② 東北部農業の課題

広大な半乾燥地(セッカ)の開発こそ東北部農業の発展の鍵である。その方法は、

ア. 灌 漑

サンフランシスコ河流域開発計画に基づき既にマツサンガーノ灌漑計画(約2,200ha)が着手されている。その他、他河川の利用、溜池灌漑、地下水灌漑等も考えられており今後の開発投資が待たれるところである。

イ. 乾燥地に強い作物の開発

CPATSAの研究開発を待つまでもなく、適作物の導入、開発が急がれる。現在、これら地域に適する牧草の開発、ユーカリの導入等と並んでホホバも注目される作物のひとつである。

③ 東北部の自然的諸条件

ア. 地 形

東北ブラジルは海岸地帯を除き、半乾燥気候のカーテンカ植生群系が優先し、季節林は山岳地、高原の間を切る急斜面及び河川流域並びに地下水位の高い湿潤陥没地に広がっている。

一般に地形は緩起伏状だが、急傾斜面、孤立した山及び丘陵のある所では緩かでない。沖積物は川に沿ってわずかに狭く分布しているのみである。地形は主として半乾燥条件

における長い過程の山麓緩斜地平坦化作用の結果である。域内諸地域を地形、気象等の自然的条件よりみると次の4つに大別される。

① ゾーナ・ダ・マタ（森林地帯）、② セルトン地帯、③ アグレステ、

④ 中北部

イ. 土 壤

海岸部の低地には水成土、水成ポドゾル、レゴソルが形成されている。ボルボレーマ高地やアラリーベ山脈のようにある程度隆起したところでは異なる侵食面が別々の高度に分布している。この地形面は約20mの厚さのカオリン性粘土層になっている。アラリーベ山脈の山頂平坦面は白亜紀の鉄分を含む砂岩に発達した塩基含有量の低いザンシック・フェラルソルがある。

内陸の平坦な高地は砂質の堆積岩でできており南ピアウ州から南方パイア州にまで延びている。土壌は主としてレゴソルで、グァーティソル、ソロネッツ及び山岳土が伴っている。また、この地帯の西部の山麓緩斜地の発達した平坦地は、なおかなりの量の硅酸質岩屑物を有している。

北西部の高い方の卓状地にある土壌は、ほとんどフェラルソル・アレノソルで砂質・黄色のフェラルソルをともなって分布している。後者はカーチンガのフェラルソルに似ているが塩基飽和度はより低い。海岸に向って起伏の大きい地形の斜面においては結核をもつ土壌が多く分布しているが、これには普通アレノソルと局地的には山岳土が伴っている。

ウ. 気 象

南半球の南緯2～18°の範囲に位置する熱帯圏である。

大部分が半乾燥気候で、内陸は旱魃地帯として知られている。東南海岸線地帯には降雨も多い湿潤な森林地帯がある。平均気温は年を通じて高く、20～27℃が普通で四季の区別はなく降雨の状態により乾期と雨期に分けられる。一日の気温の変化は比較的大きい。風は赤道大西洋気圏の影響下にあり南東から多く吹き、方向が一定しているので貿易風と呼ばれている。暴風はなく、稀に小規模な旋風や竜巻がある程度である。

気候の型は、①乾燥サバンナ型、②湿潤サバンナ型、③熱帯雨林型、④常温赤道森林型の四気候に大別できる。ベルナンブコ州の一部には暖帯気候区、湿潤モンスーン型も点在している。

エ. 植 生

海岸部は多雨地帯で半落葉性広葉樹林層を形成しているが内陸側の多くにカーチンガがみられる。この地帯は乾期が長く、雨量も極端に少ないため植生はサボテン等の多肉植物と有棘灌木が主である。

カーチンガでは月の雨量50mm以下の月数が4～6か月にも及び月雨量の年変化も大

きい。また、数年に一度あるいは連年にわたり旱魃が発生する。

オ. 土地利用

東北部 1 億 5,480 万 ha のうち 51 % の 7,920 万 ha が所有地となっている（ここでいう所有地とは地権の設定されているものと思われる）。この所有地の土地利用の現状をみると次のとおりである。（'80）

	所有地	森 林	牧 野	耕 地	その他
面 積（万 ha）	7,920	656	1,786	880	4,599
割 合（％）	100.0	8.3	22.5	11.1	58.1

(2) ブラジル東北部農業開発計画と推進機関

① 東北開発庁（SUDENE）の機能と役割

SUDENE は 1959 年 12 月 15 日に法律第 3695 号により設立された地域開発の政府機関で、ブラジル東北部 165 万 km²（国土の 18.4 %）の開発を目的とする。この広範囲な地域の大部分（90 万 km²）は旱魃地帯で不規則な降雨のため農業開発は容易ではない。

SUDENE の業務内容は以下の通りである。

ア. 東北部の開発に対する指針の研究と提案

イ. 地域開発に直結する連邦主催のプロジェクトの作成実施に対する管理、調整及び監督
ウ. 現在の法律によって東北部の開発に関連するプロジェクトの直接的あるいは協定又は契約を通じての実施

エ. 東北部における国内あるいは外国の技術協力計画の調整

オ. 金融面及び会計面の特典の管理

カ. 公共的災害の場合における連邦政府の活動の調整

主要業務の一つである FINOR（東北部投資基金）からは SUDENE が承認したプロジェクトに対して最高 75 % の出資が認められる。1981 年度では申請されたプロジェクト 210 件の内、144 件が承認され総所要資金 813 億クルゼイロの内 410 億クルゼイロ（50 %）が FINOR より出資された。144 件のプロジェクトのうち農牧業関係は 66 件で総所要資金は 149 億クルゼイロ、FINOR より出資は 87 億クルゼイロ（58 %）であった。

② 東北ブラジル銀行（BNB）の役割

上記の FINOR 資金は SUDENE の承認したプロジェクトに出資する場合法人所得税の 25 %、個人所得税の 45 % の控除が認められる制度に基いており、実際の資金は BNB に預託される。BNB は制度金融も扱っており農業融資の金利は①肥料種子等の営農費は価値修正なしで年率 35 %、②投資分については第 1 グループ（人工池、井戸、牧柵等）は価値修正なしで年率 35 %、第 2 グループ（機械類、牛、船等）は価値修正プラス 8 %

である。さらにBNBは科学技術振興のための基金を管理しており、セラア大学のホホバの研究もこの基金の助成を受けている。

③ 東北ブラジル統合開発計画（POLONORDESTE）

1978年に発足し、城内諸地域について地質気象等の条件を調査した上で現在32のプロジェクトを進めている。これには機械化、試験研究、普及、道路、農村教育、保健所、農協、小規模商業、農村電化など各種のプロジェクトを含んでおり、一部は世銀、米州開発銀行の援助を受けている。POLONORDESTEはSUDENEの事業の内農業開発に関して重要なもので、貧困層に対し経済・社会面から総合的に世話をすることをめざしている、更にPOLONORDESTEに附随していくつかの計画が策定されており「灌漑計画」は連邦政府の組織である国家旱魃対策局（DNOC S）とサンフランシスコ河流域開発会社（CO-DEVASF）が実施を担当している。

④ 国際機関、諸外国の援助

ア. POLONORDESTE 計画に対する援助

ブラジル国内で最も開発の遅れている東北部の農業・農村開発に対して世銀等の国際機関の援助が集中している。

上記POLONORDESTE計画に基づく32の農業・農村開発プロジェクトのうち、8プロジェクトは世銀から、3プロジェクトは米州開銀（IDB）からの資金援助を受けて実施されている。

国際機関の援助を得て実施されているプロジェクトは、セアラ、パライバ、バイヤ、セルジッペ、ベルナンブコ、ピアウイ等の各州がその対象となっている。

イ. サンフランシスコ河流域開発計画に対する援助

- ・サンフランシスコ河は、東北部地方における最大級の河川（流域面積64万km²）であり、その流域開発計画に対する期待は大きい。
- ・サンフランシスコ河流域開発のマスタープランは、USAIDの協力の下に、1965年から約8年の歳月をかけて作成された。
- ・灌漑計画については、1978年、米州開銀の借款により、同河中流のソブラディーニョ貯水池の豊富な水を利用して「マツサンガーノ灌漑計画」が実施されている。また、同河下流域の開発は、世銀の援助により、第1次（1975年）、第2次（1979年）灌漑計画が実施されている。

ウ. その他

上記のほか、東北部の農業開発に関連して、フランス、米国等からの援助も導入されている。

例えば、フランス政府との協力協定に基づき、7～8年前にセアラ州のジャグアリーベ河流域の土壌の詳細な調査が実施された。その結果は、SUDENEによる同河流域開発の計画作りの基礎資料として、有効に活用されている。

(3) 東北部半乾燥地帯における農業開発

① 開発の現状と開発政策

ブラジル農業発展の要因は、インフラストラクチャーの整備、すなわち道路建設、エネルギー確保、灌漑整備が集中的に実施されたのに加えて、最低価格保証制度が確立され、また安い金利で貸付が行なわれたことなどであるといわれる。これらの政策は全国的に行なわれているが、東北部は他地域に比べて半乾燥地域という気候条件のきびしさもあり開発は遅れているといわざるを得ない。

一つの指標として人口の動きを見ると当然東北部においても人口の絶対数は年々増加しているが、全国における比率は低下しつつある。

年	1900	1920	1940	1950	1960	1970	1980
全国比(%)	38.70	36.70	35.00	34.60	31.66	30.18	29.27

東北部は16世紀にポルトガル人が最初に植民地を開いた地方でサトウキビ栽培が盛んになり18世紀中頃まで世界の砂糖の大部分を供給した歴史を持つ。しかし一面砂糖生産のための大規模プランテーションを中心とする大土地所有制が今日迄残って移民によるサンパウロ州など南部の近代的農業に立遅れた感は否めない。サトウキビの生産について1975-80年の傾向を見ると生産量は3,400万トンから4,800万トンへと増加しているが、これはほとんど植付面積の増加によるもので単位収量は45~47トンの水準であまり向上が見られない。(ブラジル全体の平均の単位収量は1978-80年で54~57トン) 1981年度の農産物の出来具合を見ると、天候不順の影響で主要作物17品目の内9品目(とうもろこし、米、フェジョン、玉ねぎ、バナナ、カカオ、やし、木本性綿花、オレンジ)は前年比減少し、残りの8品目(パイナップル、キャッサバ、サトウキビ、トマト、草本性綿花、パパイヤ、煙草、サイザル)は政府の支援等の効果或いは年初の降雨のおかげで前年比増加した。このように現状ではまだ開発政策の効果が上っているとは言い難く、半乾燥地対策としての灌漑事業やソルガム、ミレットなど耐乾性作物開発が引継ぎ促進される必要がある。

② 開発適性作物

東北部はその気象的、土壌的条件が厳しく農業に恵まれていない。降雨の少ない内陸部については農業の開発は根本的には灌漑を要する。灌漑が可能となれば開発対象作物も当然変化するが、それが実現するまでは飛躍的な開発は困難であると考えられる。

従って現段階では現在の作物の改良と若干の新作物の導入に限られよう。地域により中心となる作物が異なるが、伝統的な作物として中心をなすものはサトウキビ、キャッサバ、フェジョン、ワタ、トウモロコシ、ヒマ等である。新規導入作物として試作段階にあるソルガム、ミレット類、大豆、ゴマ等は今後期待される作物である。ホホバも開発対象作物

として、現地では有望視されるつのプロジェクトが計画されているが、企業栽培の段階に至るまでには解決すべき問題が多いと思われる。

また、灌漑による野菜、果樹も有望であるし、同地域における牧畜の重要度からみて、放牧地への適草種の導入も重要である。

(4) ホホバの栽培・流通の現状と課題

① 試験研究の現状と課題

ア. セアラ大学

研究担当者はGladstone教授で研究室をあげてホホバを研究している。1977年より研究を開始し、1980年よりBNBより研究費を受けており現在年間約500万円程の予算である。

研究は室内実験と圃場試験に分けられ、圃場試験は学内農場の他にセアラ州内に8カ所の試験地合計100haを設置している。室内実験は主として、挿木繁殖と組織培養について実施している。これらの実験は雌株増殖及び優良系統増殖に関して重要である。挿木床の最適環境条件については有用な成果が得られている。なお、油又は油粕利用に関する実験も行っている。

圃場試験の目的は、優良系統の発見、灌漑試験、土壌肥沃度に関する試験、セアラ州内におけるホホバ適地の発見などである。学内圃場は数ヘクタールの広さがあり、当面の研究課題は大粒、多収、早熟の優良系統の選抜育種にある。

イ. カリフォルニア大学リバーサイド分校

研究担当者はYermanos教授で、20年前から研究に取り組んでいる。学内の試験圃場は数ヘクタールの広さがあり、最も古い木で15年生(約0.2ha)、大部分は2～3年生程度のものである。試験は主として系統(採種地)間の能力差、灌漑効果、施肥効果、収量の年次変異等に主眼をおいている。

育種目標は大粒、高含油率、全節着花、果房1節当たり1粒以上結実、早期開花、5年以前結実の早熟化、隔年結果性のないこと、直立型樹形等である。

以上の試験項目は今後においても主要な課題である。

ウ. 半乾燥地農業研究所

研究は開始後間もなく現在のところ、灌漑効果、間作試験及びその効果等に重点的に取り組んでいる。

② 農企業等による栽培の現状

フォルタレーザ市郊外でJOBRASA社の試作地約98haを視察する機会を得たが、こは種子より育苗して植付け1年生であった。1年生として良く生育していた。

土壌は深く、透水性も良好とみられた。初期の無収入期間の対策としてキャッサバ、トウモロコシ等の間作試験が行なわれていた。

③ ブラジル、米国におけるホホバ油の利用状況

ア. ブラジルでは、ホホバ油は未だ利用されるに至っていない。

ホホバの商業的栽培はこれからの段階であり、ホホバ種子の収穫ホホバ油の生産が同国において開始されるにはまだ数年の年月が必要である。

イ. 米国においては、ホホバ油は当初シャンプーや乳液等の化粧品の微量、特殊配合成分として使用された。これはホホバ油に適度な保湿効果があることのほか、消費者の天然物指向に合うことやインデアン伝説に見られるような神秘性が加味されて、ホホバ油が高価格であるにもかかわらず配合成分として取入れられ、ホホバ油をアピールした製品が数多く市場に出回るようになったものとみられる。このような化粧品等の分野における使用量の把握は難しいが、多くとも年間数トン程度に過ぎないものと思われる。

④ ホホバ栽培に当たっての生産費等の目安

ア. 生産に必要な経費

初年度は種子代、育苗費、圃場整備費、植付費等が当然必要でGladstone教授によれば1ヘクタール当たり885ドル程度である。2年目はその約30%（266ドル）3年目25%（221ドル）、4年目以降は20%（177ドル）が必要とみられる。

イ. 生産物価格と生産量

現在、キロ当たり20ドル前後の取引きであるが、今後消費拡大、潤滑油への消費仕向けを考慮すれば、現実的価格はキロ当たり2～4ドルに落ち着くと考えられる。生産量は4年目で600Kg、8年目で1tの収穫が期待される。

(5) ホホバの開発投資の可能性について

① 需要の見通し

ア. ホホバ油は、一般の動植物性油脂類とは異なり、マッコウ鯨油に似た液状ろうであることから、優れた特性をもつ工業用原料として種々の用途が考えられ、潜在的な利用可能性は高い。また、マッコウ鯨油との比較においても、ホホバ油は多くの利点を有している。

イ. ホホバ油がこのような優れた特性を有する工業用原料として注目されているにもかかわらず、現状では、ホホバ油の供給のほとんどを自生樹の採種に頼っているため、極めて高価格であり、かつ、供給量、価格ともに年による変動が著しいとの理由から、その需要は、極めて限られている。即ち、化粧品等の高価格にも耐えうる一部のイメージ商品の特殊配合成分以外には、現在使われていない。

ウ. 今後、ホホバの商業的生産の拡大により、価格の低廉化が進めば、現在までのような限られた用途から、医薬品、ワックス、被膜剤、高級脂肪酸・アルコール、潤滑油等の分野に順次市場拡大がなされていくことが期待される。

② 東北部における開発協力事業の可能性

ア. 生産面の見通し

乾燥に強いので半乾燥地帯に適している。

挿木で苗を作る技術が確立されつつあり、今後早生種の選抜など育種面にも期待がもてる。

収穫機は目下開発中で2-3年中にアメリカでの生産が増加すればそれに応じて完成されるであろう。

セアラ大学、CPATSA等の研究体制は整備されつつあり栽培技術面での支援が期待出来る。

イ. 販売面の見通し

現在は少量のホホバ油が化粧品向けに高値で販売されているが、今後供給が増えれば値下りは避けられまい。

潤滑油など、大量に消費される用途への販売がポイントとなろう。そのためには収穫後の搾油、加工の技術が問題であり、SUDENE管内で潤滑油メーカーがプロジェクトに参加しているケースの如きが適当と考えられる。

従って販売面では製品化の技術と販売力が必要とされよう。

ウ. 投資環境

ブラジルは昨年末で830億ドルの対外債務をかかえ、IMFの救済を仰いでおり不況とインフレで状況はよくない。

東北部の農業開発はブラジルにとって重要であり、FINOR 農業融資など各種の特典が準備されている。

日系人70万人の他日本からの進出企業も多数ありノウ・ハウの面、人的な面でもとりつきやすい環境である。

③ 開発投資に当たっての諸条件

ア. 合併相手の選定

ブラジル政府の方針で出資比率は60/40よりも伯側が多いのが望ましいとされるので、少数株主である日本側の意向を尊重してもらうには、理解のある良い相手をみつけることが必須条件となる。

イ. 土地の選定

農業プロジェクトにとって土地は基本条件となるので慎重に選定する必要があり、ホホバは乾燥に強いが将来ホホバ以外の作物も灌漑して植えられるように川の近くの土地が望ましい。

ウ. ブラジル政府の特典

SUDENEの承認を得ることが必要条件なのでまず照会状(CARTA-CONSULTA)

を提出し次いで本許可を取得することになる。さらに制度金融の特典も十分に活用することが望ましい。

エ. 試験栽培の必要性

ホホバは大学等の研究機関において試験栽培、品種選抜、改良研究が行われているが、事業化という観点からみると栽培技術が確立されているとはいえず、大面積による本格事業には危険が大きすぎる。当面、優良種の現地導入試験、挿木育苗、初期栽培技術、整枝間作等に視点を当てて技術の確立を図るべく試験的事業からスタートすることが望ましい。

各 論

1. 東北部の農業開発

(1) 開発の現状と開発政策

東北部はブラジルで最初に開かれた地域でありながら、大半が半乾燥地帯であるというきびしい自然的条件の制約もありブラジルの他地域に比べて開発が遅れているのが現状である。

一例として人口の伸びを見ると絶対数では増加しているものの全国比では表1-1の如く減少傾向を示していて相対的な地位は低下しつつある。

表1-1

年	1900	1920	1940	1950	1960	1970	1980
全国比(%)	38.70	36.70	35.00	34.60	31.66	30.18	29.27

農業生産の面から見ても、東北部は、16世紀にポルトガル人が最初に植民地を開いて以来サトウキビ栽培が盛んで、18世紀中頃まで世界の砂糖の大部分を供給していた歴史を持つが、砂糖生産のための大規模プランテーションを中心とする大土地所有制が今日まで残っており、19世紀以降の移民によるサンパウロ州など南部の近代的農業に比べ立遅れた感否めない。サトウキビの生産について1975年-80年の傾向を見ると生産量は3,400万トンから4,800万トンへと増加しているがこれはほとんど植付面積の増加のおかげで、単位収量は45~47トンの水準であまり向上が見られない(ブラジル全体の平均の単位収量は1978~80年で54~57トン)。

東北地方における1981年度の農産物の出来具合を見ると、天候不順の影響で主要作物17品目のうち9品目(トウモロコシ、米、フエジョン、玉ネギ、バナナ、カカオ、ココナッツ、木本性綿花、オレンジ)は前年比減少し、残りの8品目(パイナップル、キャッサバ、サトウキビ、トマト、草本性綿花、パパイヤ、煙草、サイザル)は政府の支援策の効果あるいは年初の降雨のおかげで前年比増加した。このように農業生産はいわば横ばいの状況で、インフラ整備、低利融資などの開発政策の効果が上っているとは言難く、半乾燥地対策としての灌漑事業やソルガム、ミレットなど耐乾性作物開発などの施策が引続き促進される必要がある。

(2) 開発の促進機関

① SUDENE(東北開発庁)

SUDENEは1959年12月15日に法律第3695号により設立された地域開発のための政府機関で、ブラジル東北部165万km²(国土の18.4%)の開発を目的とする。

SUDENEの業務内容は下記の通りである。

ア. 東北部の開発に対する指針の研究と提案。

イ. 地域開発に直結する連邦主催のプロジェクトの作成実施に対する管理、調整及び監督。

ウ. 現在の法律によって東北部の開発に関連するプロジェクトの直接的あるいは協定または契約を通じての実施。

エ. 東北部における国内あるいは外国の技術協力計画の調整。

オ. 金融面及び会計面の特典の管理。

カ. 公共的災害の場合における連邦政府の活動の調整。

SUDENE管内で新しく事業を行おうとする企業は、申請して許可を得れば下記のような特典を受けることが出来る。

ア. FINOR（東北部投資基金）からの財政的援助。

イ. 輸入税、工業製品税の免除又は軽減。

ウ. 所得税の免除又は軽減。

エ. 所得税の50%の再投資。

オ. BNB/BNDE の融資あるいは保証。

カ. 州及び市の特典。

主要な特典であるFINORからの出資は、プロジェクトの業種、外資の割合によって比率が異なるが、最高75%までの出資が認められる。1981年度では申請されたプロジェクト210件のうち144件が承認され、総所要資金813億クルゼイロのうち410億クルゼイロ（50%）がFINORより出資された。144件のプロジェクトのうち農牧業関係は66件で総所要資金は149億クルゼイロ、FINORよりの出資は87億クルゼイロ（58%）であった。

② BNB（東北ブラジル銀行）

上記のFINOR資金は、SUDENEの承認したプロジェクトに出資する場合、法人所得税の25%、個人所得税の45%の控除が認められる制度に基づいており、実際の資金はBNBに預託される。預託された資金に対しBNBは出資証明書を発行し、それを用いてSUDENEの承認を得ている会社の株式を購入することになる。

前述の「特典」の一つにあげられているようにBNBは制度金融も扱っており、農業金融の金利は、ア. 肥料、種子などの営農費は価値修正なしで年率35%、イ. 投資分については第1グループ（人工池、井戸、牧場など）は価値修正なしで年率35%、第2グループ（機械類、牛、船など）は価値修正プラス8%である。

さらにBNBは科学技術振興のための基金を管理しており、セアラ大学のホホバの研究もこの基金の助成を受けている。

③ POLONORDESTE（東北ブラジル統合開発計画）

1978年に発足し東北部地域について地質気象などの条件を委しく調査した上で現在32

のプロジェクトを進めている。これには機械化、試験研究、普及、道路、農村教育、保健所、農協、小規模商業、農村電化など各種のプロジェクトを含んでおり、一部は世銀、米州開発銀行の援助を受けている。POLONORDESTEはSUDENEの事業のうち農業開発に関して重要なもので、貧困層に対して経済・社会面から総合的に世話をすることをめざしている。さらにPOLONORDESTEに附随して幾つかの計画が策定されており、「灌漑計画」は連邦政府の組織である国家旱魃対策局（DNOC S）とサンフランシスコ河流域開発会社（CODEVASF）が実施を担当している。

(3) 国際機関、諸外国の援助

東北部はブラジル国内で最も開発の遅れた地域の一つであり、世銀等の国際開発金融機関による同国への農業・農村開発関連の援助は、東北部において集中的に実施されている。これは、東北部の後進性、他地域との経済的、社会的格差が、主に農業部門の成長率の低さに起因するものであり、この是正を図るためには、農業生産性の向上と農村貧困層の所得水準の向上、生活環境の改善が必要であるとの認識に基づく。ちなみに、1978年度から1981年度までの4年間に世銀が融資を承認した対ブラジル農業・農村開発関連プロジェクト合計10件のうち、8件は東北部に向けられている。

世銀等国際機関の農業・農村開発に対する援助は、農業研究機関に対する資金援助を除けば、ア. 総合農村開発に対する援助、イ. 大規模灌漑計画に対する援助、の2つに大別される。

ア. POLONORDESTE 計画に対する援助

SUDENE（東北開発庁）が中心的実施機関となつて行なっている上記のPOLONORDESTE（東北ブラジル統合開発計画）に基づく農業・農村開発プロジェクトについては、現在、32のプロジェクトが進行中であるが、このうち8つのプロジェクトは世銀（IBRD）から、3つのプロジェクトは米州開発銀行（IDB）からの資金援助を受けている。これらのプロジェクトは、小規模土地所有者又は土地なし農民を対象として、これら農村貧困層への援助を主たる目的としたものであり、世銀等の国際機関の「小農支援」という融資政策とも合致するものである。

各プロジェクトの内容は、実施地域により若干の相違はあるものの、概括すれば、ⅰ)小農に対する低利信用供与、ⅱ)農村地域の経済インフラ（小規模灌漑、農村道路、電化等）、社会インフラ（学校、医療施設等）の整備を柱とし、これらに農業開発の側面から、調査研究、農業普及、教育訓練、農協育成等のコンポーネントを組み合わせた、いわゆる総合農村開発の形態をとっている。

国際機関の援助を受けて実施されているプロジェクトは、セアラ、パライバ、パイヤ、セルジッペ、ベルナンプコ等、東北部のほぼ全州にわたっている。プロジェクトは、各州内で農業開発のポテンシャル、在住する小規模農民の数、援助の期待される効果等を基準

に選定された優先地域において実施されている。

世銀の援助により実施されているPOLONORDESTE関係のプロジェクトは、表1-2のとおりである。セアラ州については、2度にわたる援助が実施されているが、第2次のプロジェクトに対しては、国際農業開発基金（IFAD）による協調融資もなされている。また、米州開銀の援助によるプロジェクトの実施地域は、パライバ、ベルナンプコ、マラニオン等の各州である。

なお、上記プロジェクトの実施主体は、SUDENEであるが、農業技術面での支援体制は農務省の各州農務局が担当するとともに、道路、学校、保健等の経済・社会インフラ部門については、各州の運輸局、教育局、衛生局等がそれぞれ分担している。

表1-2 世銀（IBRD）のPOLONORDESTE計画に対する援助

プロジェクト名	承諾年月	融 資 額 （プロジェクト 総 額）	利 率	貸付実行額 （1982.6.30現在）
	年月	百万ドル	%	百万ドル
RURALNORTE（リオグランデ・ド・ノルテ農村開発）	1975. 12	12.0 (30.0)	8.50	5.084
IBIAPABA（セアラ農村開発）	1977. 9	17.0 (55.75)	8.00	5.462
B. PARAIBANO（パライバ農村開発）	1978. 3	24.0 (67.3)	7.45	4.850
PARAGUAÇU（バイヤ地域開発）	1978. 3	37.0 (106.62)	7.50	9.077
TAB. SUL（セルジッペ農村開発）	1979. 5	26.0 (76.0)	7.90	2.614
AGRESTE（ベルナンプコ農村開発）	1979. 6	40.0 (116.7)	7.90	5.220
CEARA II（セアラ第二次農村開発）	1980. 12	56.0 (163.2)	9.25	3.515
VAL. PARANAIBA（ピアウイ農村開発）	1981. 6	29.0 (84.4)	9.60	1.997
合 計	—	241.0 (699.97)	—	37.820

イ. サンフランシスコ河流域開発計画に対する援助

サンフランシスコ河は、東北部における最大級の河川であり、全長約2,600Km、総流域面積は64万km²にもおよぶ。同河の源は、東南部のミナスジェライス州に発しているが、その大半は東北ブラジルに位置し、バイア、ベルナンプコ、アラゴアス及びセルジッペの各州内、または、これらの州境を流れている。

サンフランシスコ河流域開発計画のマスタープラン作りは、USAIDの協力の下に1965～67年(Phase I)、1969～73年(Phase II)の二次にわたって行なわれた。流域開発計画は、大きくわけて、水力発電による電力資源開発と同河の豊富な水を利用した灌漑開発とからなっている。調査結果によれば、同河の水力発電能力は13,900MW、その水量を灌漑用水として全て利用した場合の総灌漑可能面積は200万haを越えるといわれている。

サンフランシスコ河流域開発計画に対するブラジル政府の期待は大きいものがある。とくに灌漑計画については、干魃に悩む東北部の内陸部半乾燥地域において、例え河川の流域に限定されたものではあっても、同地域の農業生産の飛躍的拡大が期待されるため、政府は、今後西暦2000年までに総受益面積約50万haという莫大な長期計画を立てて、順次その実施に努めている。

サンフランシスコ河流域開発計画がこのように大規模なものであることから、開発に要する資金は、ブラジル政府支出の他、世銀、米州開銀等の融資資金も導入されている。

米州開銀(IDB)の借款を得て灌漑開発が進められている計画としては、1978年に5,700万ドル(プロジェクト総所要額の約5割に相当)の融資承諾がなされたマッサンガーノ灌漑計画がある。同計画は、サンフランシスコ河の中下流域に位置し、ソブラディーニョ・ダム(ベルナンプコ州)の豊富な水を利用して、ペトロリーナ(ベルナンプコ州)及びジュアゼイロ(バイア州)の両市周辺地域の約1万5,000haの灌漑開発を進めようとするものである。今回の調査時点(1983年3月現在)では、第2次水路の工事までは、ほぼ完成し、後は、末端施設の工事を残すのみという状況であった。

一方、世銀(IBRD)の援助による灌漑開発計画は、同河下流のアラゴアス及びセルジッペ両州の州境に位置している。下流地域は、洪水による被害が多発することから、同計画では、灌漑とともに、治水対策もあわせて行われている。世銀のサンフランシスコ河下流域灌漑計画に対する援助は、第1次が1975年に2,300万ドル、第2次が1979年に2,800万ドルと、2回の融資承諾を受けている。灌漑受益面積は、第1次が約1万5,000ha、第2次が約8,800haとなっている。

ウ. 諸外国の援助

東北ブラジルの農業開発に関連した二国間ベースの援助は、主として米国、フランス等から、開発調査等の技術協力の形で行われている。例えば、既述のとおり、サンフランシ

スコ河開発計画のマスター・プラン作成にあたっては、米国のUSAIDとの間に協力協定が締結され、米国人技術スタッフが多数、長期にわたって派遣された。また、今回、SUDENEを訪問した際に聴取したところによれば、7～8年前にセアラ州のジャグアリーベ河流域について、フランス政府との協力協定に基づき、土壌の詳細な調査が実施されたが、その結果は、SUDENEによる同河流域開発の計画作りのための基礎資料として、有効に活用されているとのことであった。

2. 自然環境と農業生産

(1) 地域別自然環境

東北部は、気候や植生等の自然的特徴により、ゾーナ・ダ・マタ（森林地帯）、セルトン地帯、アグレステおよび中北部の4つに分けられる（図2-1）。以下にこれらの4地域について、自然環境とその農業生産を概観する。

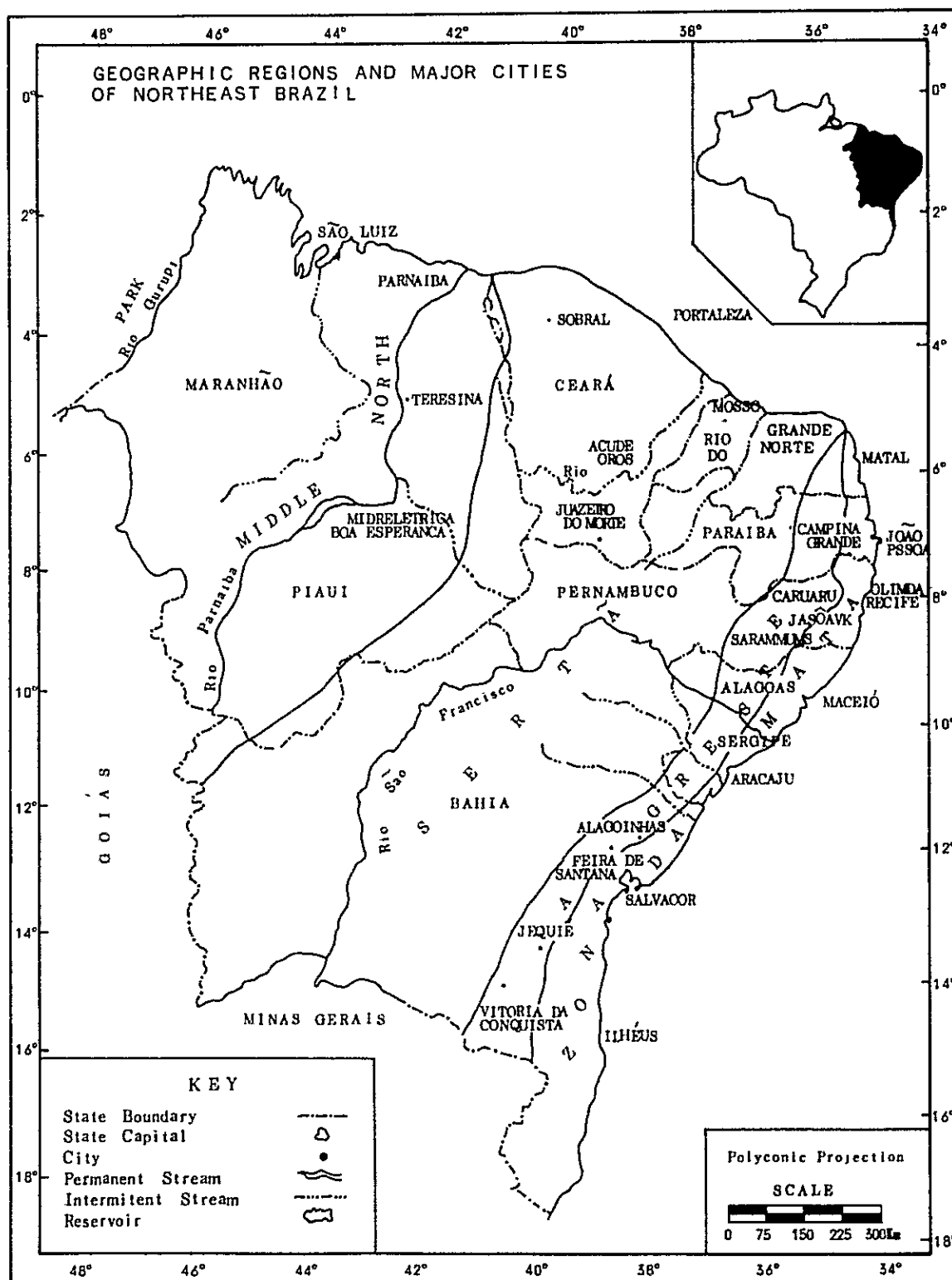
① ゾーナ・ダ・マタ（森林地帯）

ゾーナ・ダ・マタは、リオ・グランデ・ド・ノルテ州からバイア州まで、100Km前後の幅で大西洋岸を南北に延びる熱帯降雨林である。ゾーナ・ダ・マタの面積は約12万8,000km²で、東北部全体の83%を占めるに過ぎないが、そこに住む人々の数は東北部の人口の約3分の1にあたり、レンフェヤサルバドールなどの大都市が集中していることや気候が熱帯作物の栽培に適していることなどから、経済的にも最も重要な地域である。

気候的には、年平均気温26℃前後、年間降雨量1,700～2,000mmの高温多雨型であるが、1年は明瞭な乾期と雨期に分けられ、乾期にあたる9～2月には、月間降雨量が50mm以下になる。しかし、降雨状況は概して不規則で、年により雨期は多少のずれがあり、同一地域内でも場所により降雨の量と時期が異なる。特に、バイア州のサルバドール以南の海岸沿いの地帯は、あまり激しい乾期が見られない赤道型の気候で、センブレ・ベルデ（常緑）地帯とも呼ばれる。また、ベルナンプコ州とアラゴアス州の海岸地帯は、乾期はあるものの年間降雨量が2,000mmを超えることも多く、湿潤モンスーン気候である。降雨量は通常、内陸部に入るにつれ漸減するが、パライバ州からベルナンプコ州にかけての一带では、地形性降雨により、ボルボレーマ高原の西側が東側に比べ降雨量がやや多くなっている。

地形は、海岸沿いに第3紀の海成堆積物が隆起してできたタブレイロと呼ばれる標高300m以下の台地が走り、全般的に緩起伏状であるが、サンフランシスコ河を初めとする河川の流域は低地となっており、河間地域は丘陵となっている。その地質構造を見ると、河岸低地では、第四紀の沖積物が支配的であるのに対し、河間地域では第三紀の粘土が多い。海岸林は主に沖積地に分布し、河間の丘陵地域ではセラードの植生に似た灌木やイネ科の長草を中心とする植生を有する。

図 2-1 ブラジル東北部の地域区分



Zona da Mata (森林地帯)

Agreste (灌木地帯)

Sertão (セルトン：半乾燥地帯)

Middle North

ゾーナ・ダ・マタの主要農作物は、サトウキビ、ココナツ、パイナップル、カカオ、バナナなどであるが、^(注1)中でも、16世紀半ばに導入されて以来東北部の主要産業となったサトウキビの栽培と製糖業は、河川流域の低地を利用して発展してきた。因みに、サトウキビ畑と製糖工場が河岸付近に集中しているリオ・グランデ・ド・ノルテ州とパライバ州では、河川を「砂糖川」と呼ぶ人もいる。

他方、丘陵地には雨期の洪水を避けて都市や町が建設されたものの、灌漑が困難であったことなどから開発が遅れた。アラゴアス州の丘陵地の一部は極端な砂地で腐植が少なく、若干のカシューやマンガバが自生している程度であったが、最近はこうした地域でも、化学肥料や新品種の導入等によりサトウキビの栽培が可能になったようである。

カカオはバイア州のサルバドールからカラベラスまでの沿岸台地で栽培されるが、この地帯の土壌は大部分第三紀層の風化物に由来するラトソルで、気候条件が良いことから、カカオ以外にも、ゴム、オイルパーム、ピアサーバヤシ、コショウ、チョウジなどが植栽されている。カカオは、これらの作物の中でも適地に対する要求度の強い作物であるが、バイアーノとして知られるこの地帯の土壌は、湿潤な熱帯条件下においては例外的に塩基および磷酸含有量に富む最良の土壌といわれる。

ココナツの生育地帯は、リオ・グランデ・ド・ノルテ州からバイア州までの沿岸で、第四紀層を母岩とする排水の良好な砂質土が発達している場所である。

この他、サンフランシスコ河やその支流の下流域の氾濫原では、雨期の降水を利用した稲作も行なわれている。

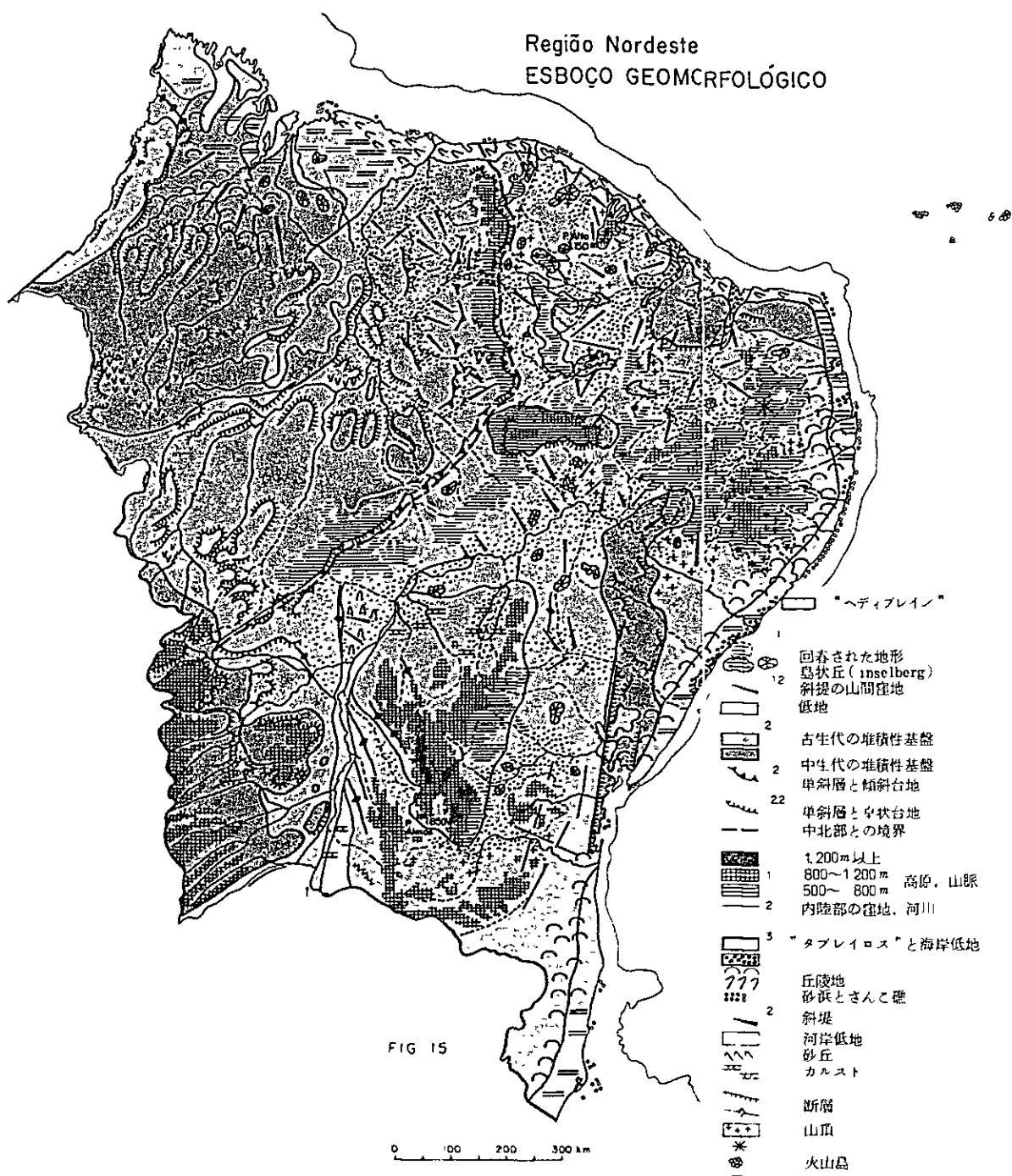
② セルトン（半乾燥地帯）

ポルトガル語で「奥地」を意味するセルトンは、東北部9州のうちマラニオン州を除く8州^(注2)に及ぶ広大な半乾燥地域で、東北部のほぼ半分にあたる面積を有する。

年間降雨量が1,000 mm以下で1年の半分は降雨が全くないとされるこの地域は、地理学者によって「旱魃多角形地域（ポリゴノ・ダス・セッカス）」とも呼ばれる旱魃多発地域であり、数年に一度の割合で大旱魃が生じ、その被害は2～3年間続くこともある。このため、セルトンの範囲は法律で指定され、ブラジル政府はこの地域への旱魃対策として1945年に国家旱魃対策局（DNOC S）を設置して以来、毎年国家予算の数パーセントにあたる経費を投入して各地に大規模な貯水池や水路を造成してきた。さらに、多目的ダム

(注1) 1980年度においてこの地域の生産が、ブラジル全体の生産量に占めるおおよその比率は、サトウキビ30%、ココナ90%、パイナップル50%、カカオ90%、バナナ50%あった（IBGE／CEPAGROの統計による）。

(注2) セルトンはミナス・ジェライスの一部も含むが、ここでは先の区分に従い、東北部は9州とする。



(出所) IBGE Geografia do Brasil, Região Nordeste, 1977

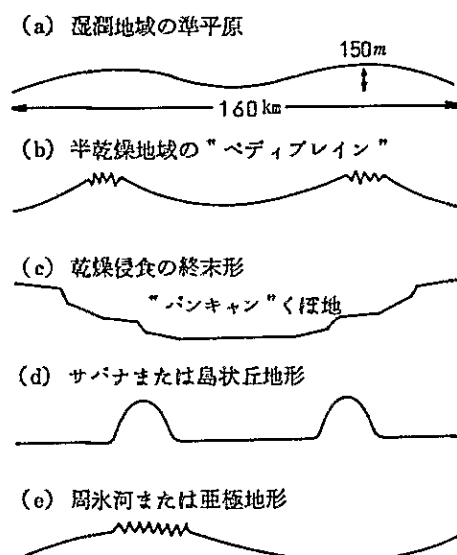
図 2 - 2 ブラジル東部の地形図

の建設による乾燥地灌漑農業計画が実施されており、サンフランシスコ河中流域での野菜栽培などの事業が進行中である。特に、セアラ、パライバ、リオ・グランデ・ド・ノルテの各州は、セルトンが州全体の面積の90%以上を占めていることから、その開発が重要な課題となっている。

気候的には、セルトン各地の年間降雨量は400~1,000mmと少なく、また、湿度も低く乾燥している。1年は一応雨期(夏~秋)と乾期(冬~春)とに分けられるが、月間降雨量が50mm以下となる乾期は6カ月以上に渡ることが多い。年平均気温は25℃前後で、総体的には熱帯の乾燥サバンナ型の気候である。このため、植生は、耐旱性の矮性落葉灌木とサボテン科、アナスコ科の植物が中心のカーチンガが大部分を占める。カーチンガは、インディオの言葉で「白い森」を意味し、ブラジルで最も降雨が少なく、乾期には全域が乾燥のため白っぽくなることから、このように呼ばれている。しかし、アラリーベ山脈の周辺やその他の山岳地、高原の間を切る急斜面および河川流域、地下水位の高い湿潤陥没地では、熱帯季節林が、また、バイア州のTucano付近で見られるような第3紀層および白亜紀層からなる台地上では、セラードが分布している。

セルトンの地形は大部分が結晶岩上に発達したベディブレインと呼ばれる半乾燥地域に特有な準平原である。準平原は、長い間続いた風化と川の侵食により、局部的起伏が小さく、また絶対高度も低い基準面にまで平滑化された平原であるが、ベディブレインでは、湿潤地でみられる準平原よりやや起伏が大きく、急傾斜面も存在する。さらに、同じく準平原の一種であるが、サバンナ地域に特有な洗滌流平野とその中に鋭くそびえ立つ島状丘の組み合わせたいわゆる島状丘地形が見られる。^(注)

(注) 準平原とその気候的変種(仮定的)



ベディブレインは一般に、その地形から岩石老廃物を放出する一貫して流れる河川を有するが、ピアウイの北部からセアラ、リオ・グランデ・ド・ノルテ、パライーバにかけて広がるベディブレインにおいても、バルナイバ河、ジャガリベ河、アボディ・モソロ河、ピラニャス・アス河などの川が流れ、大西洋に注いでいる。一方、ベルナンプコ、アラゴス、セルジッペ、バイアの各州では、サンフランシスコ河がある。その他、1年のうちわずか数回しか流水がないものまで含め、無数の川の侵食作用によりこの地形が形成されてきたのである。ここでの土粒子は風化によりかなりの細粒であるが、低地には砂質の堆積物が多い。セルトンにおける優占土壌は、赤黄色ラトゾール、赤黄色ボドゾール、沖積土などであるが、図2-3に見られるように分布はかなり複雑である。この他サンフランシスコ河中流域では、ベルナンプコ州 Floresta の東方に、白亜紀あるいはより古い時代の砂質の堆積岩よりなる巨大な高原があり、バイア州まで伸びているが、この土壌は主としてレゴソルである。

セルトンでも、既述のように山岳地周辺の比較的乾燥が激しくない場所や河川流域では、木本性綿 (Algodão arboro)、キャッサバ、カルナウバヤシ、メイズ、豆類、野菜類等が栽培されている。中でも、セアラ州南部アラリーベ山脈の北側では地下水が潤沢であるため、木綿や草本綿^(注1)、メイズのほかに、サトウキビ、コーヒー、バパスヤシなどの栽培が可能である。サンフランシスコ河中流の沿岸一帯では、「河床 (fazante)」農業と呼ばれる氾濫原を利用した農業が行なわれている。そこでは、雨期の氾濫水が運び込む養分を利用して、主に自給用となるメイズ、落花生、ソラマメ、インゲンなどのほか、サトウキビやタマネギが商品作物として栽培されている。

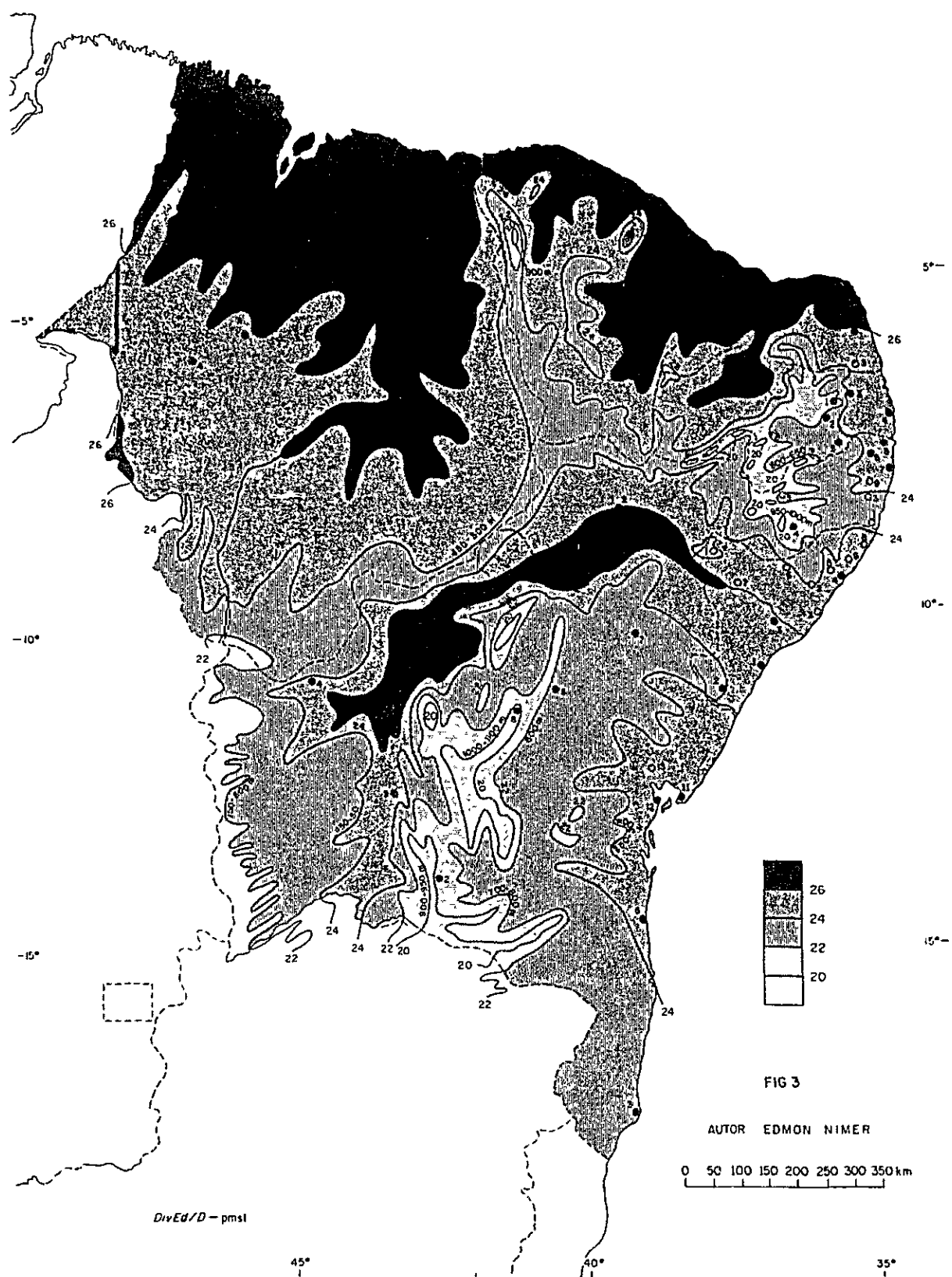
セルトンの河川は、大部分が雨期にのみ川水が流れ、乾期になると川水がなくなり道路のようになってしまう。セアラ州のジャガリベ川は、その下流数十キロを除いては、雨期^(注2)には全く干上ってしまう大河として世界的にも有名である。^(注2) 涸れた河床は農耕地として利用されるほか、穴を掘りそこへ出てくる水を汲み取る。乾期には水の蒸発量が多くなるため、水があつたとしても、河川をはじめ、湖沼、溜池等の水は、塩濃度が高くなり人のみならず家畜の飲料水としても不適になることが多い。

セルトンで唯一潤渇することのない河川は、サンフランシスコ河である^(注3)。この川は、

(注1) 東北ブラジルでは、木本性 (algodão arboro—多年生木本) と草本綿 (algodão herbáceo—1年生) とを区別して呼ぶことが多い。木本性綿は粗放的に栽培する上に年を経るに従って収量が低下するので収益性が低い。近年、灌漑施設の拡大により、草本性綿の栽培が拡大する傾向にある。

(注2) ジャガリベ河の下流域灌漑計画にはフランスが技術協力をしてきた。

(注3) サンフランシスコ河の平均流量は、乾期には900~1,000 m³/秒であるのに対し、雨期には10,000~12,000 m³/秒とされる。



(出所) IBGE, 前掲書

図 2 - 4 ブラジル東北部の年平均気温 (等温分布)

ブラジルの国内のみを流れる川としては最大のもので、全長3,161Km、流域面積190万²kmである。5州を貫流し、東北部のほぼ中央部を東西に流れ大西洋に注ぐことから「国内総合の河」と呼ばれる。サンフランシスコ河は大きな包蔵水力を持っており、また河口から約240Km上流のパウロ・アフォンソには落差80mの滝があるので、この巨大な水力を発電に利用してサンフランシスコ水力発電所(CHESF)が建設された。その総発電力は、約130万KWに達し東北部全体の電力需要をカバーしている。一方、サンフランシスコ河の広大な流域には、SUDENEとSUVALE(サンフランシスコ渓谷開発庁)が既述のように灌漑農業開発計画を進めてきている。特に有望な作物は、ブドウ(青玉系)、メロン(スペイン系)、草本綿、タマネギなどであるとされる。その他、小麦や飼料作物の試験栽培が行なわれており、今後の増産が期待されている。

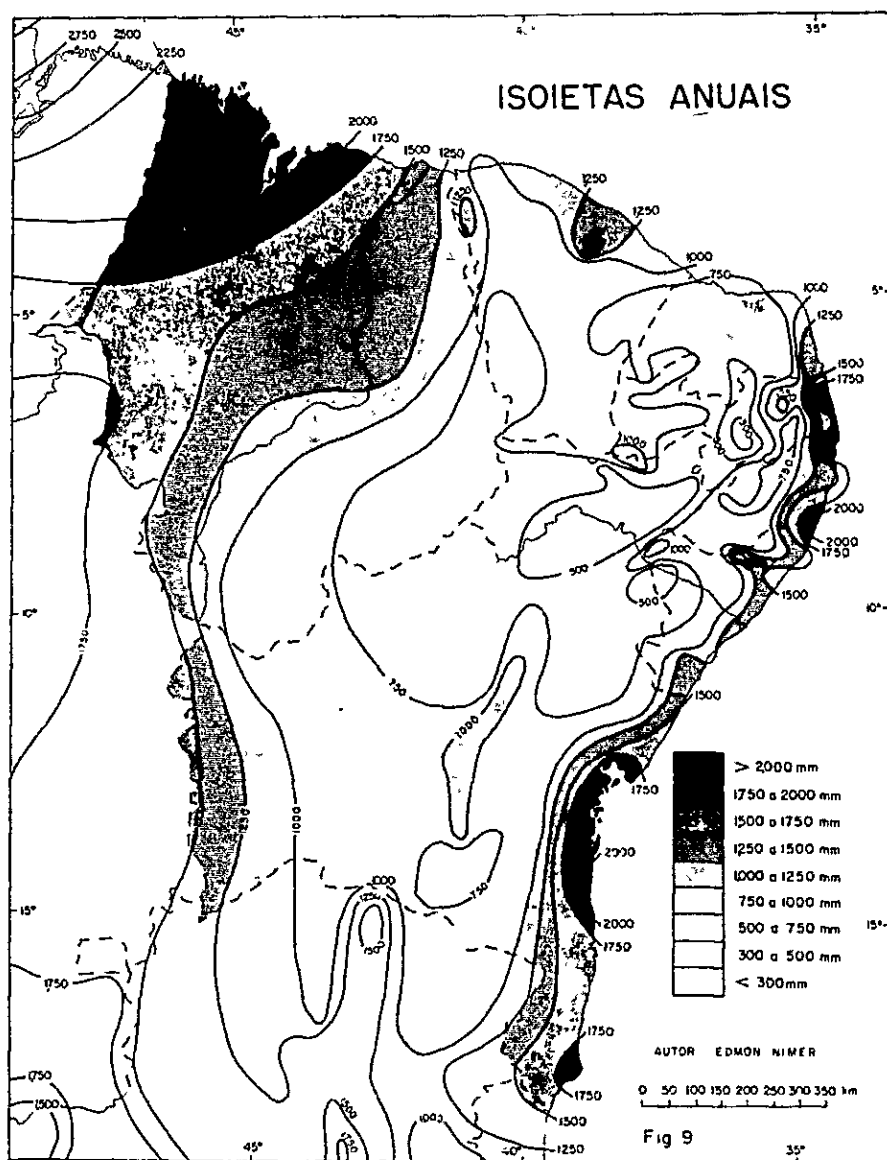
しかし、セルトンの大部分は、既述のようにカーチンガと呼ばれるブラジルで最も雨の少ない乾燥した地域である。したがって非灌漑地域では作物栽培はほとんど不可能で、主に牧畜業が行なわれている。大地主が所有する肉牛や山羊を、バケイロ(カウボーイ)が追っている光景がよく見られるが、全体としては要水量の多い牛よりも在来種の山羊類が目立つ。いずれにせよ半乾燥地であるため十分な飼料は得られず、牧草と水とを求める遊牧型の牧畜業となる。乾期が長ひいて野生の牧草が得られない時には、灌木や在来のサボテン類^(注)を燃やして飼料とするか、植物のある山岳地域や貯水地周辺あるいはサンフランシスコ河の沿岸などへ家畜を移動する。こうした地域での牧養力は非常に低く、1人当り5~10haの土地が必要とされる。

③ アグレステ(灌木地帯)

アグレステは、ゾーナ・ダ・マタとセルトンの間にある狭い帯状の地帯で、気候も両者の中間的である。乾燥地域と湿潤地域が混在するため、農業経営は牧畜と柑橘類、雑穀類等の作物との複合経営が中心で、小農が多い。

「アグレステ」はポルトガル語で、「未耕の」という意味をもつが、現在の乾燥地はこの地域の自然環境よりもむしろ長い間続いた略奪農法の結果生じたものである。今は半乾燥地であるペルナンブコ州のボム・ジャルデム、オロボなどの町もかつては、ゾーナ・ダ・マタに属する比較的湿潤な地域だったのである。現在でも、南東貿易風が吹きあたる山岳地域は、気温はやや低めではあるものの、ゾーナ・ダ・マタと同様湿潤な気候で、アグレステにおける農業の中心となっている。他方、その斜面の反対側はカーチンガが広がっているというように、乾燥地と湿潤地が混在するアグレステは、東北ブラジルの縮図ともいうべ

(注) 最もよく利用されるのはサボテン科セレウス属のmandacaru(*Cereus jamacaru*)、tacheiro(*Cereus squamosus*)、xique-xique(*Cereus gounellei*)など。その他アナナス科ブローメリア属のmacambira(*Bromelia laciniosa*)も使われる。



(出所) IBGE, 前掲書

図 2-5 ブラジル東部の年間降雨量 (等雨量分布)

き景観を呈する。

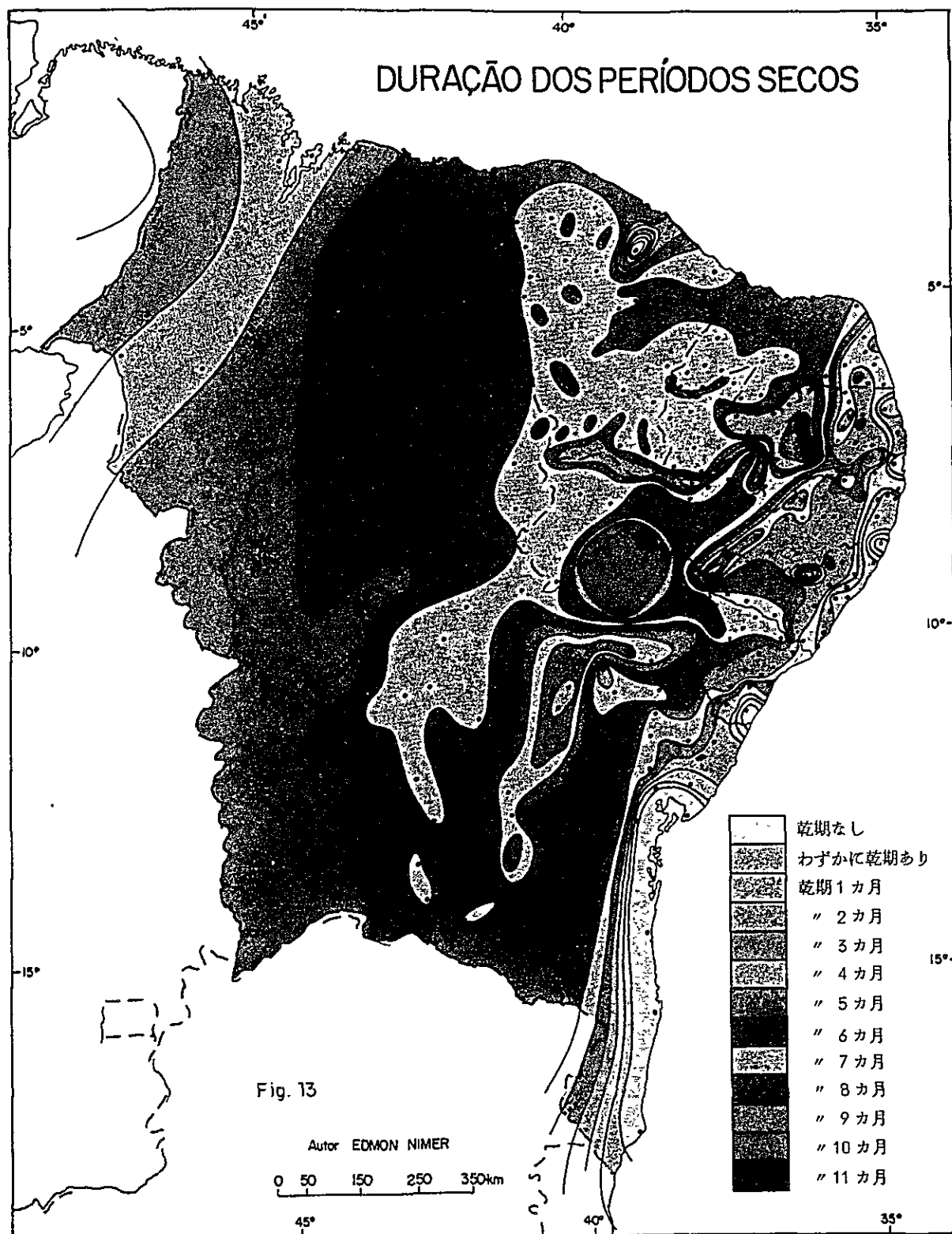
しかし、アグレステの気候は一部の湿潤地を除き、全般的には年間降雨量が1,000mm前後（場所によってはさらに少ない）の半乾燥型である。降雨は大体3月から6月に集中し、それ以外の時期には、河川が涸渇するだけでなく、窪地や岩山のほら穴の水も乾き切ってしまうので、牧畜を営む農場主たちは溜池などを作ってこの間の水不足に備える。さらに、貯水もできないような場合には、アグレステ内の湿潤地やゾーナ・ダ・マタへ家畜を移動させることもある。ゾーナ・ダ・マタではこの時期はちょうどサトウキビの収穫期にあたり、サトウキビの搾り粕などが格好の飼料になる。また、メイズやイネの生産地でも茎葉や切り株が乾燥地から移動してきた家畜の補完飼料として利用される。アグレステではこのように、家畜の季節的移動によって、牧畜と農作物栽培との間に補完関係があるのが農業の特徴である。

アグレステの乾期における水不足はかなり深刻であり、過去に幾度かの旱害を被ったこともあるが、こうした旱魃はセルトンはもちろんゾーナ・ダ・マタにも及んだほどの大規模なもので、通常はセルトンと比較すれば乾燥の度合は緩やかである。したがって、植生に関して同じくカーチンガと呼ばれる地域もアグレステではセルトンのカーチンガとは様相を異にする。アグレステにおけるカーチンガの農業の中心はやはり牧畜であるが、ベルナンブコ州の一部では果樹やキャッサバの、また、アラゴヤス州やセルジッペ州の一部ではキャッサバ、タバコ、野菜類の栽培も行なわれている。

アグレステでの降雨はゾーナ・ダ・マタに雨をもたらすのと同じ湿った南東貿易風によるもので、各所に分布するブレジョスという湿潤地はそのような意味で気候的にはむしろゾーナ・ダ・マタに属すといってもよい。ボルボレーマ高地の東側、リオ・グランデ・ド・ノルテからアラゴヤス州南部にかけての一带は、充分に水分を含んだ南東貿易風がボルボレーマの斜面にあたって雨をもたらすので、サトウキビ、タバコ、ジャガイモ、バナナ、その他果樹などが小規模ながら栽培されている。また、ボルボレーマ高原の最高部でベルナンブコ州に属す標高約750mのグランコンス高原は、今世紀初頭までコーヒーの産地として知られていたところで、その後作付制限政策により衰退したものの、1970年には1万5,000俵のコーヒーを産出している。

アラゴヤス州北部では、サンフランシスコ河から吹き上がる風による湿気の影響でアグレステはかなり内陸まで入り込んでおり、同州のセルトンも他の州と比べるとやや乾燥の度合が小さい。セルジッペ州では、イタバイア山麓で自給用のほか、アラカジュやサルバドールへ出荷される食糧作物生産が行なわれている。

バイア州のアグレステにおける湿潤地は他の州とやや異なり、主に牧草地として利用されており、肉牛の肥育や酪農が行なわれている。同州のアグレステとゾーナ・ダ・マタとの境界は、カカオ栽培地と牧草地との境界に等しい。



(出 所) IBGE, 前掲書

図 2 - 6 ブラジル東北部の乾期

この他、アグレステでの湿潤地は、山岳地域の谷間 (valley wet areas)、河川流域 (ciliary wet areas)、山麓 (piedmont wet areas) などに点在しており、その中でも土壌条件が良い所ではコーヒーなどが栽培されるなど農業生産の拠点となっている。

このようにアグレステでの農業は今日、牧畜を主としたものからしだいに作物栽培へと発展している。ただ、アグレステの農業がゾーナ・ダ・マタのそれと異なる点は、後者がサトウキビ、カカオ、タバコ等の輸出用作物中心であるのに対し、前者は国内市場向けに種々の作物を複合的に生産していることであろう。また、セルトンの農業と異なる点は、農業生産に重点がおかれていること、牧畜についても、優良種の家畜を導入したり補完飼料をより多く与えるなどして生産性を高める努力がなされていること、単なる放牧ではなく酪農、肥育という形のより高度な牧畜業が営まれていることなどである。

④ 中 北 部

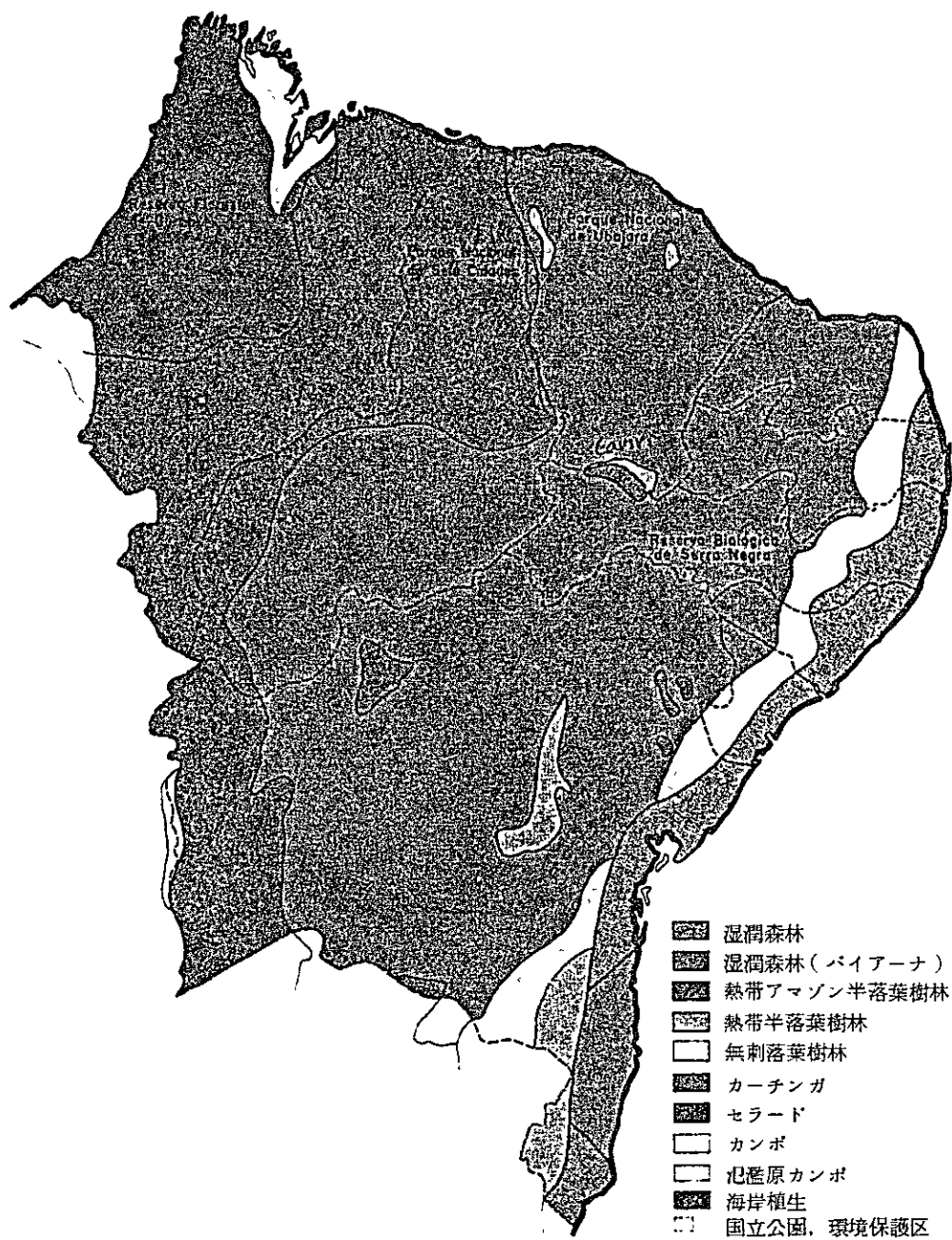
中北部は、東北部からアマゾン地域への通過地域で、マラニオン州の全域とピアウイ州の約70%を包括する。42万3,000 km²の広大な地域を、バルナイバ、イタビクル、メリン等の大河が貫流し、その河間台地は湿潤サバンナが、下流低地にはヤシ・シュロ樹林が広がっている。

気候的には、乾燥したセルトンと湿潤なアマゾン地域の間で、年間降雨量1,000～1,500mm、年平均気温26℃前後である。乾期の最盛期にあたる7月から9月にかけては旱魃が発生することもあり、雨期には高温多湿な森林地帯となる。ブラジルではこの気候を中間森林地帯気候型とも呼んでいる。

地形的にもこの地帯は、アマゾン湿潤森林低地、セルトンの緩起伏状地、および中央ブラジルのセラード台地の間の移転的位置にある。幾分開折された卓状地および緩やかなメーサ (地卓) からなる典型的な景観は、隣接する土壌地帯にまで広がっている。これは、古生代と中生代の堆積物から発達してできたものであるが、これはブラジル楕状地に含まれる巨大な盆地 (マラニオン盆地) に堆積したものである。それにつづく山麓傾斜地の半乾燥条件化での平坦化作用は、侵食面を作ったが、この侵食面は、平坦な頂上からも見られる。土壌は砂質の黄色ラトゾール、赤黄色ボドゾールが優占している。

バルナイバ河とイタビクル河の間は河間台地となっており、土壌は石英を含んだ赤黄色砂質土である。

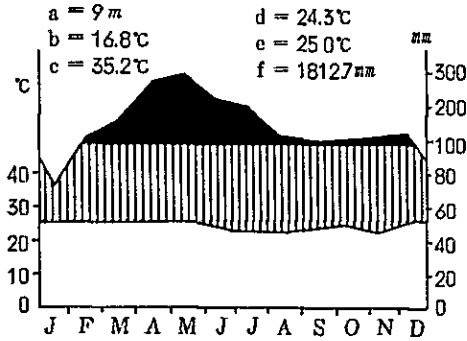
中央部における最大の川は、マラニオン州とピアウイ州の間を流れるバルナイバ河で、この川は、乾期と雨期では水量が大幅に変動するものの、この地域では最も重要な恒常河川である。1970年に中流に建設されたボア・エスペランサ水力発電所 (COHEBE) が現在、バルナイバ河の水量調節と貯水機能を果たしている。バルナイバ河の支流であるグルゲイラ、ピアウイ、ボティ河の流れる地域はカーチンガのような様相の半乾燥地域で、これらの川も乾期が長びく場合には、河床に数本の井戸を残して干上がる。



(出所) IBGE, 前掲書

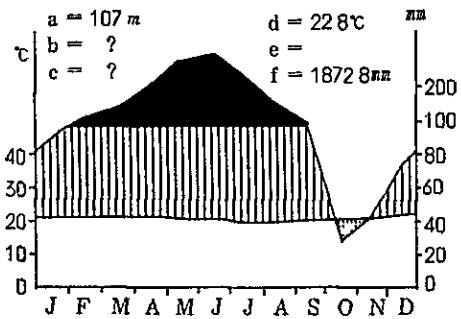
図 2 - 7 ブラジル東北部の植生

図2-8 ブラジル東北部主要地の気象グラフ



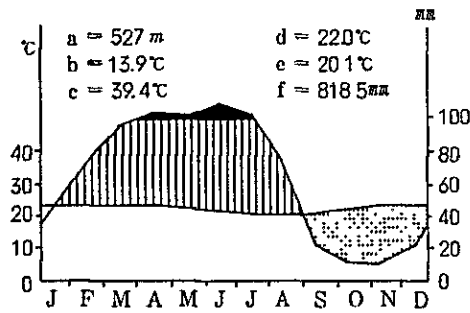
① サルバドル (BA)

超湿潤熱帯—地中海型



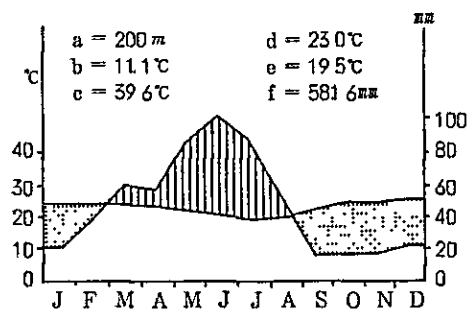
② エスカダ (DE)

湿潤熱帯 (乾期2カ月)—地中海型



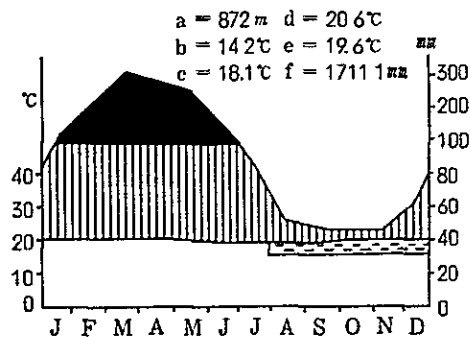
③ カニã・グランデ (PB)

半湿潤熱帯 (乾期4カ月)—地中海型



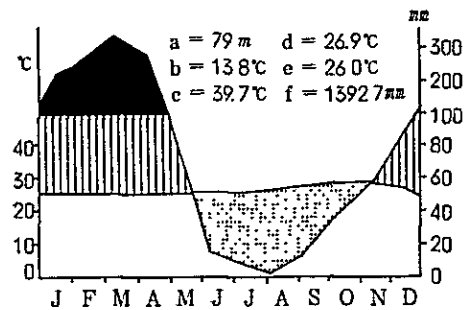
④ セントンã (AL)

半湿潤熱帯 (乾期5カ月)—赤道型



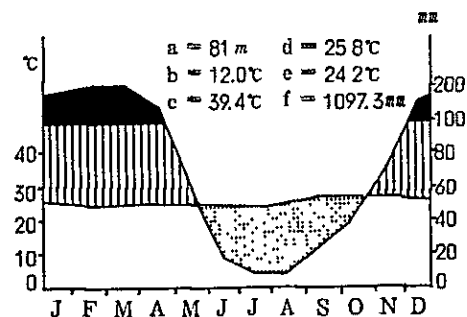
⑤ ガラミランã (CE)

超湿潤熱帯 (半乾期あり)—赤道型



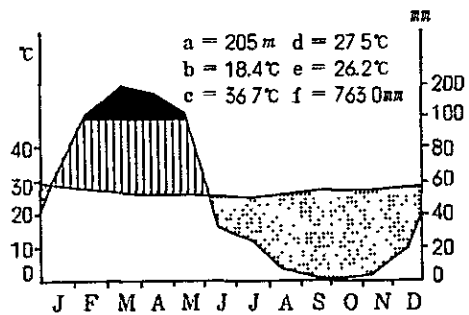
⑥ パã・ド・コルã (MA)

半湿潤熱帯 (乾期5カ月)—赤道型



⑦ テレã (PI)

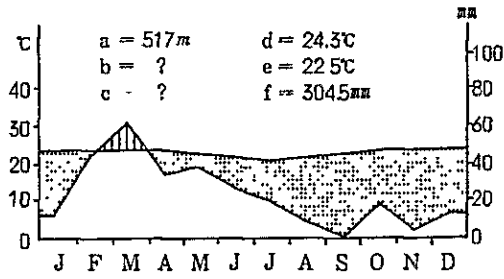
半乾燥熱帯 (乾期6カ月)—赤道型



⑧ キã (CE)

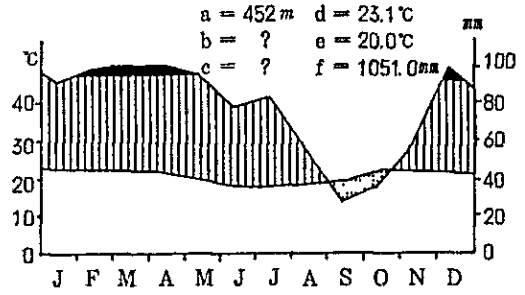
半乾燥熱帯 (乾期7カ月)—赤道型

図 2-8 ブラジル東北部主要地の気象グラフ(つづき)



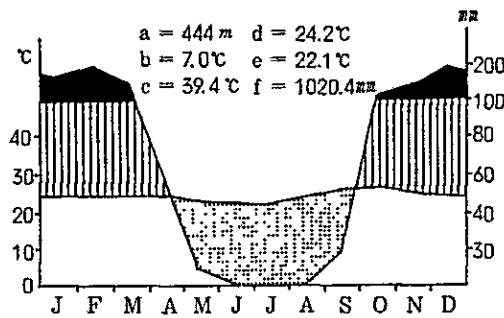
⑨ ソレダーデ (P B)

半乾燥熱帯(乾期11カ月)ー赤道型



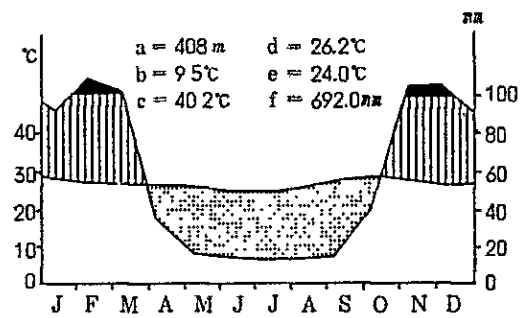
⑩ ジャコピナ (B A)

湿润熱帯(乾期2カ月)ー中央ブラジル型



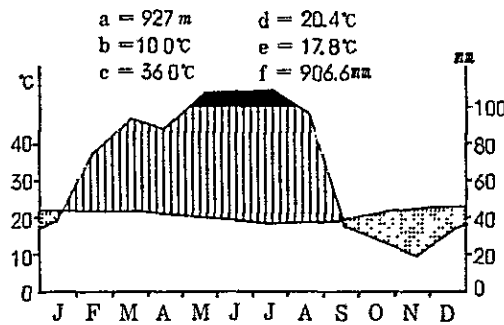
⑪ バルレイラス (B A)

半湿润亜熱帯(乾期5カ月)ー地中海型



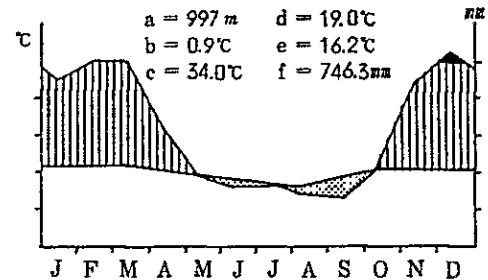
⑫ バラ (B A)

半湿润亜熱帯(乾期5カ月)ー中央ブラジル型



⑬ ガラニンス (P E)

半湿润亜熱帯(乾期5カ月)ー地中海型



⑭ モロ・ド・シャペウ (B A)

半湿润亜熱帯(乾期5カ月)ー中央ブラジル型

- (1) aー標高, bー最低気温, cー最高気温, dー年平均気温, eー最寒月の月平均気温
fー年間降雨量

- (2) 曲線については, 気温は月平均気温, 降雨量は月間降雨量

- (3)  雨期(月間降雨量100mm以上)

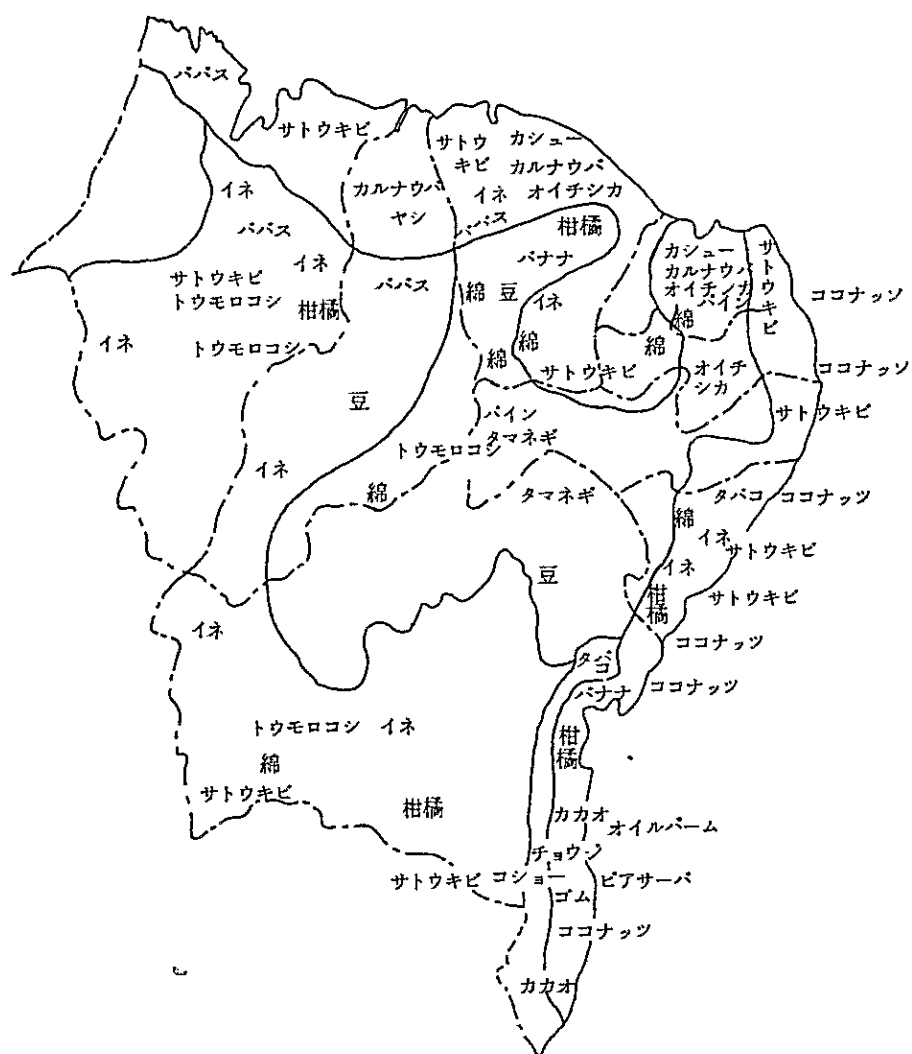
-  雨期(月間降雨量100mm以下)

-  乾期

-  半乾期

(出所) IBGE, Geografia do Brazil-Região Nordeste, 1977

図 2-9 ブラジル東北部の主要作物分布



(出所) 海外移住事業団、南米農業要覧

他方、マラニオン州における河川は、季節的な水量の変動はあるものの、大部分が恒常河川で、雨期には流域はむしろ水面下に没し各地の連絡や耕作・牧畜を不可能にしてしまうほどである。

中北部の主要農産物は、カルナウバヤシ、ババサヤシなどである。前者は海岸線の低地に多く、後者は内陸部に多く分布している。このほか、内陸部、特にマラニオン州南部では放牧も盛んで、ゴイアス、ミナス・ジェライス州から移動してきた人々の影響により、ブラジル中西部型の牧畜業が営まれている。ここで生産される牛肉は、ベレンーブラジリア高速道路により各地へ出荷される。

マラニオン北西部は、現在は開発によりヤシ樹林が支配的であるものの、かつては原始林が広がっていた場所で、アマゾン地域の一部であるといってもよい。この地域は中北部とは若干様相を異にするので、特に区別してグイアナ・マラニエンセと呼ぶこともある。乾燥した東北部から移動してきた人々は、この地域の原始林を開墾し、イネ、キャッサバ、メイズなどを栽培する。その土地の地力が低下すると彼らは西進し、その後には新たな人々が大規模な牧畜を展開する。いずれも大体が略奪農法であるため農地の疲弊が早い。ブラジルでは東北部に限らず現在、1000年以上かかって形成された原始林がこうして破壊されていくことが深刻な問題となっている。

(2) 土地利用と農業生産状況

① 土地利用

INCRA（国立開拓・農地改革院）^(注1)の統計によれば、東北部の土地利用状況は1967年現在で、東北部総面積1億5,396万haのうち、利用されている土地の面積は5,022万ha、東北部総面積に占める割合は32.6%である（表2-1）。利用地のうち農耕地（園芸利用地および一般作物耕作地）についてみると、東北部全体で1,339万haで、利用地総面積に占める割合は26.7%、また、東北部総面積に占める割合は8.7%となっている。また、放牧地は、2,672万haで、利用地総面積および東北部総面積に占める割合はそれぞれ53.2%、17.4%となっている。

東北部をRuy Miller Paivaらの調査結果^(注2)によりブラジルのその他の地域と比較すると、東北部の総地域面積に対する農耕地および放牧地の割合は、全般に開発の遅れている北部、中西部に比べ高いものの、南部や東南部に比べて低くなっている（表2-2）。ブラジルの開発は、16世紀中葉ポルトガル人により東北部から始まったのであるが、粗放的な略奪農業と、この地方特有の旱魃、技術的立遅れ等により17世紀を頂点として衰

(注1) 1964年の土地規制法の制定と同時に設立されたIBRA（農地改革院）とINDA（農地開発院）が1970年統合されてきた。

(注2) Ruy Miller Paiva et. al., Brazil's Agricultural Sector, São Paulo, 1973

退し、その中心は南部へ移ったのである。

表 2 - 1 ブラジル東北部の州別土地利用状況（1967年）

（単位：1,000ha）

州	園芸利用地	一般作物 耕 作 地	放 牧 地	そ の 他	利用地計	州総面積
マラニオン	21 (0.3)	1,300 (19.0)	3,154 (46.1)	2,367 (34.6)	6,841 (21.1)	32,462
ピアウイ	36 (0.6)	1,102 (17.7)	3,022 (48.5)	2,069 (33.2)	6,229 (24.8)	25,093
セアラ	41 (0.4)	2,723 (29.5)	4,759 (51.6)	1,703 (18.5)	9,226 (62.8)	18,682
リオ・グランデ・ド・ノルテ	15 (0.5)	895 (26.3)	2,089 (61.3)	407 (11.9)	3,407 (64.3)	5,302
パライバ	16 (0.5)	1,215 (33.4)	2,061 (50.6)	350 (9.6)	3,642 (64.6)	5,637
ペルナンプコ	39 (0.9)	1,582 (35.6)	1,974 (44.4)	350 (19.1)	4,445 (45.2)	9,828
アラゴアス	6 (0.4)	752 (41.7)	721 (40.1)	321 (17.9)	1,801 (65.1)	2,765
セルジッペ	5 (0.4)	299 (26.3)	682 (60.0)	151 (13.3)	1,137 (51.7)	2,199
パイア	64 (0.5)	3,284 (24.4)	8,254 (61.2)	1,885 (14.0)	13,487 (24.1)	55,995
東 北 部 全 体	243 (0.5)	13,151 (26.2)	26,717 (53.2)	10,104 (20.1)	50,215 (32.6)	153,963

（注）（ ）内は州あるいは東北部の総利用地面積に対する比、但し、利用地計では州の総面積に対する比。

（出所） IBGE, 前掲書。

さらに、土地の利用状況を州別にみると、アマゾン地域への通過地帯であるマラニオン、ピアウイ、および中西部と接するパイアの各州では、他の州に比べ土地の利用があまり進んでいないようである。他方、パライバ、ペルナンプコ、アラゴアス州では利用地のうち農耕地の占める比率が高く、またこれらの各州は州総面積に対する農耕地の比率も高くなっており、土地の農業利用が進んでいることを示す。

なお、参考までに、東北部の土地所有形態別面積および農場数をみると、全農場数の56.8%が自営農（地主）、借地農17.1%、分益農5.0%となっており、自営農が圧倒

的に多い。また、平均所有面積は、自営農が52.4 ha、借地農が5.8 ha、分益農が10.8 haで、全体として借地農、分益農の規模が零細であることが目立つ（表2-3）。因みに東北部はブラジルでも零細農が多い地域で、1972年に発表されたPROTERRA（北部および東北部土地配分農業牧畜振興計画）により農地改革が緊急に必要とされたのは、ベルナンプコ州の農地の30%、パライバ州の15%、セアラ州の40%といずれも東北部である。^(注1)

表2-2 ブラジル5大地域別総面積および土地利用状況

	総面積	所有地面積		耕地面積		牧草地面積		森林面積		その他	
	1,000平方キロ	1,000ha	% (1)	1,000ha	% (2)	1,000ha	% (2)	1,000ha	% (2)	1,000ha	% (2)
南部	573	48,756	34.3	6,836	14.0	13,987	28.7	3,611	7.4	24,323	49.9
東南部	925	69,677	75.3	8,395	12.0	29,587	42.5	4,433	6.4	27,685	39.1
東北部	1,549	79,197	51.1	8,795	11.1	17,861	22.5	6,559	8.3	45,985	58.1
北部	3,585	24,979	7.0	1,042	4.2	2,009	8.0	5,636	22.6	16,289	65.2
中西部	1,880	84,639	45.0	1,797	2.1	24,548	29.0	3,109	3.7	55,225	65.2

(1) 総面積に対するパーセント

(2) 所有地面積に対するパーセント

（出所）Ruy Miller Paiva et. al. Brazil's Agricultural Sector Sao Paulo, 1973

東北部の土地集中度を1970年のデータでみると次のようになる。

州	Gini 指数 ^(注2)
セアラ	0.76
ベルナンプコ	0.85
バイア	0.79
全体平均	0.87

(注1) 計画では1,000ha以上を保有する地主はその規模に応じ、保有面積の20～50%を政府の入植計画に従って分譲することが義務づけられていたが、INCRAによる実施前調査段階から地主勢力による種々の妨害があり、見るべき成果をあげ得ないまま現在に至っていると伝えられる。

(注2) 全ての所有者の所有面積が均等である場合は0.1人の所有者が全所有地を独占している場合を1として、土地集中度を0と1との間で示す指数。

表2-3 ブラジル東北部の州別土地所有形態別面積・農場数(1970年)

(単位: 1,000ha, 1,000)

州	自営農(地主)		借地農		分益農		不法占有者		所有地計	
	面積	数	面積	数	面積	数	面積	数	面積	数
マラニオン	9,033 (85.0)	48 (12.2)	406 (3.8)	148 (37.2)	21 (0.2)	10 (2.3)	1,173 (11.0)	190 (48.0)	10,634 (100.0)	397 (100.0)
ピアウイ	8,762 (92.0)	74 (33.8)	233 (2.4)	50 (23.1)	103 (11)	44 (20.1)	428 (4.5)	50 (22.9)	9,527 (100.0)	218 (100.0)
セアラ	10,164 (84.1)	159 (64.7)	359 (3.0)	21 (8.6)	592 (4.9)	28 (11.3)	975 (81)	38 (15.4)	12,090 (100.0)	246 (100.0)
リオ・グランデ・ ド・ノルテ	4,004 (87.0)	63 (60.3)	160 (3.5)	17 (16.7)	105 (2.3)	2 (2.3)	332 (7.2)	22 (20.7)	4,602 (100.0)	104 (100.0)
パライバ	4,086 (88.8)	109 (64.0)	202 (4.4)	33 (19.5)	65 (1.4)	6 (3.3)	248 (5.4)	23 (13.3)	4,600 (100.0)	170 (100.0)
ベルナンプコ	5,576 (87.0)	203 (61.1)	410 (6.4)	59 (17.8)	87 (1.4)	10 (3.1)	339 (5.3)	60 (18.0)	6,413 (100.0)	332 (100.0)
アラゴアス	2,030 (90.8)	74 (70.5)	134 (6.0)	18 (17.3)	6 (0.3)	2 (1.8)	66 (3.0)	11 (10.5)	2,236 (100.0)	105 (100.0)
セルジッペ	1,683 (96.1)	72 (74.8)	19 (1.1)	12 (12.5)	2 (0.1)	— (0.4)	47 (2.7)	12 (13.5)	1,751 (100.0)	96 (100.0)
バイア	20,571 (93.7)	455 (83.6)	269 (1.2)	19 (3.5)	211 (1.0)	8 (1.5)	907 (4.1)	62 (12.4)	21,958 (100.0)	544 (100.0)
東北部全体	65,909 (89.3)	1,257 (56.8)	2,193 (3.0)	378 (17.1)	1,193 (1.6)	110 (5.0)	4,518 (6.1)	467 (21.1)	73,813 (100.0)	2,212 (100.0)

(注) ()内は州あるいは東北部全体の所有地面積および農場数に対する比。

(出所) IBGE、前掲書

② 農業生産状況

ブラジル東北部は、17世紀には世界最大のサトウキビ栽培地および産糖地として発展したが、その後は粗放的な略奪農法や地方特有の旱魃、製糖技術の立遅れなどにより衰退した。その他、比較的湿潤な海岸地方を中心に、ココナッツ、カカオ、パイナップル、バナナ、マンゴー、カシューナッツなどが、また内陸部でも綿、サイザル麻などが栽培されており、東北部におけるこれら熱帯作物の生産量は、ブラジルの総生産量にかなり高い比率を占めているものの、全体的には近年その生産は停滞傾向にある。これは、サトウキビ同様、主として旱魃や技術的立遅れによる収量の低下に起因しているものと思われ、農業生産の相対的な後進性の感は否めない。

1978-80年における東北部およびブラジル全体の主要農作物の動向は、巻末の付録に示すとおりである。

次いで主要作物別に生産動向について概述する。

ア. サトウキビ

ブラジル東北部の伝統的作物であるサトウキビの生産は、既述のとおり増産傾向にはあるものの、これは主として植付面積の増加によるもので、単収の伸びは顕著ではない。1978年から1980年の3年間についてみても、生産量は4,600万トンから4,800万トンへ増加しているが、単収は48トンから47トンへ低下している。

この間、ブラジル全体では、砂糖の国際相場の高騰とアルコール生産計画による政府の奨励策とに刺激された増産が続いており、1980年には、260万haから1億4,900万トンの生産を上げている。これは、サンパウロ州および南東、南部地方における増産によるもので、東北部の生産シェアは1980年には32%にまで落ち込んだ。天候不順や旱魃など自然条件の不利に加え、技術的後進性が伝統的サトウキビ栽培地である東北部の比率を低下させているとされ、この傾向は今後も続くものとみられる。

州別では、アラゴアス、ペルナンブコでの生産が多く、ブラジルの総生産に占める比率は各々10%程度で、約50%のサンパウロ州に次いでいる。

イ. サイザル麻

今世紀初頭、バイア州マラゴジッペに導入された栽培が始まったサイザルは、気象条件が適していたことから有望な作物として東北部で普及したが、その後化学繊維に押され需要が伸びなくなったことや政府による振興策もなかったことなどから、生産は減少した。しかし、1973年の石油ショック以後、化学繊維の代替品として再び注目され回復、政府は相場の変動などによる生産の不安定を避けるため、最低保証価格を設定するなどの対策を講じている。また、1978年には、サイザル振興プロジェクトを開始、サイザル繊維生産の振興に努めている。

東北部は、ブラジルで生産されるサイザルのすべてを産出しており、乾燥に比較的強いこの作物は、他に適作物の少ない同地方の半乾燥地における重要な作物の1つである。

1980年における生産量は約24万トン、うち50%以上がバイア州で生産された。

ウ. 綿

ブラジルは木本性綿(algodão arboreo)と草性綿(algodão herbaceo)の2種類の綿が生産されているが、東北部の生産シェアは木本性綿については100%であのに対し、草本性綿は、10%程度(1980年)にとどまっている。既述のように、木本性綿は大部分が粗放的な栽培に頼っているうえ、年を経るに従い収量が低下するので収益性が低いが、灌漑施設を必要とする草本性綿に比べると、半乾燥地の多い東北部では重要な作物である。しかし、両者とも近年における東北部の生産は不振で、単収の低下が減産の

大きな要因となっている。特に、1980年には、長期乾燥による被害が加わったため、例年以下に単収を落としている。

エ. ココナッツ

熱帯性の作物であるため、その栽培は、リオ・デ・ジャネイロ以北の海沿いの地帯に限られ、全国生産の95%程度が東北部に集中している。東北部の中で、ココナッツの生産は、前述のゾーナ・ダ・マタ（リオ・グランデ・ド・ノルテ州からバイア州までの沿岸）およびセアラ州の海岸地帯に限られている。

東北部のココナッツについては、ここ数年僅かながら単収の増加がみられ、1978年の1ha当り2,800Kgから1980年には3,100Kgへ増加している。生産量も増加傾向にあるが、ブラジル全体の生産も増加していることから、東北部のシェアはむしろ停滞気味である。

州別では、ココナッツのブラジル語名(Coco de Bahia)が示すように1976年までは、バイア州の生産が全国生産の20%以上を占め首位であったが、1977年以降セアラ州が首位となっている。

オ. カカオ

カカオの生産も東北部に集中しており、バイア州で全国生産の90%以上が産出される。カカオは、他の湿潤熱帯性作物に比べ、適地条件に対する要求度が高いが、バイア州内では、ゾーナ・ダ・マタに属するレコンカボ地帯(Zona de Reconcabo)の自然条件がこの栽培に適し、一大生産地となっている。ただ、天候不順による単収の低下などもあって、生産は必ずしも安定的ではない。

カ. カシューナッツ

ブラジル北部を原産とするカシューが商業生産されるようになったのは約30年前からであるが、10年程前から国際市場での需要が高まってきたことから、SUDENEは融資を与えるなどして東北部での生産を奨励している。

ブラジルのカシューはほとんどすべてが東北部で生産されているといってもよく、シェアは99%以上である。カシューの生産は企業経営によるものが中心であるが、1981年現在15社ある栽培企業のうち、13社はセアラ州フォルタレーザ市近郊に集中している。

セアラ州での栽培地域は、年間降雨量が700mm前後であるが、カシューは100~1500mmの降雨量の範囲で、土壌の深度が深く排水の良いところならば生育するとされる。また、収穫時の降雨は品質の低下を招くため、半乾燥地帯の多い東北部に適する数少ない作物のひとつであり、ここ数年、栽培面積は順調に伸びている。

キ. ヒマ

東北部は全国生産の70%前後のヒマを生産してきているが、中でもバイヤ州での生

産が多く45%以上を占める。しかし、単収については、パラナ州やサンパウロ州の水
準の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{2}{3}$ 前後と低く、特に1980年には長期乾燥の影響で例年の約半分(450Kg/ha)
にまで落ちこんだ。東北部では主要な農作物であるため、技術改善等が必要とされてい
る。

ク. 果 樹 類

東北部で栽培される主な果樹は、パイナップル、バナナ、マンゴー、メロン、パ
パイヤ、オレンジなどである。パパイヤとオレンジを除き、いずれも全国生産の50～60
%を産出しており、重要な位置を占めている。

メロン、パパイヤなどが栽培面積、単収ともに伸びており、増産傾向にあるのに対し、
パイナップル、バナナなど東北部において比較的栽培歴の長い果樹の生産は近年停滞気
味である。

この他、トウモロコシ、メイズ、米、小麦などが主として自給用に栽培されているが、
生産は漸減あるいは停滞傾向にある。

3. ホホバ事情

(1) ホホバの特性と栽培法

ホホバ(学名: *simmondsia chinensis* (Link) Schneider)はツグ科(Buxaceae)に属
する低木である。

① 分布と環境

ア. 地理的分布

ホホバの自然の群落は米国のカリフォルニア州Riverside、アリゾナ州Globe、メキ
シコのGuaymas, San Lucas 岬の4地点を結んだ範囲に限って存在し、世界の他のどこ
の地方にも自生のものはない。この地域は約25万 km^2 あり、その中で数本ないし数千本
の不連続の群落状態を形成している。

イ. 自生地気象条件

自生地は沙漠気候の地帯であって、 -9°C ないし 45°C と著しい低温または高温が生
ずることが知られているが、通常は 0°C ないし 35°C の範囲にある。 50°C までは生長と
種子生産に悪影響があるとは考えられていない。しかし、花は -4°C ないし -5°C で被害
があり、幼苗期には -6°C 以下になると被害が大きい。また自生地の一部には積雪のあ
る地方もある。夏季における地面の温度は 65°C ないし 70°C に達する場合があることも
知られている。さらに、夏季における太陽放射は 650ly/day が普通である。

年雨量はおおむね50ないし450 mm の間にある。年雨量が125 mm 以下のところでは、
run-off (雨水が地表を流れる状態をいう)を受ける土地でなければホホバは生
育できない。200 mm 以上あれば、それ以上水を与えなくても生育が可能であるが、

300 mm以上あることが望ましく、自生地としては380ないし460 mmのところでもっと多く生育している。

ウ. 自生地の土地条件

地形上からは、海岸線より数mの地点より、内陸の標高1500mの山地まで分布している。土壌は粗い沙漠土、砂状の沖積土、火山性土、若い沈積土と範囲が広く、土性としては粗い土壌すなわち砂土あるいはレキ土で、排水、透水の良好な土壌が適する。塩土、アルカリ土でも生育する。土壌のpHは5ないし8の範囲に生育可能であり、土壌の電気伝導度(ECe)が13.6 mmho/cmでも塩害徴候はみられない。自生地の土壌の肥よく度は極めて低い。

② 形態と水分生理

ア. 形 態

ホホバは、寿命が100ないし200年といわれる低木で、地際部、樹冠部ともに多数の枝を発生する。野生樹の樹高は雨量によって異なり、400 mm程度の雨量では5 mに達し、75 mm程度の沙漠地では1 m前後である。独立樹の樹形はおおむね球形となるが、吹きさらしの海岸地帯では樹高は低く匍匐状となる。根は極めて深根性であって、種子の発芽に際して、出芽時の根は既に0.4 m程度まで伸長している。8カ月令の幼樹で直根は3 mに達した例が知られており、成木では数m以上と考えられている。自然状態で伸長した根は少数の直根のみであって、分岐根あるいは細根は極めて少ない。したがって、成木の移植は不可能である。

樹冠部には細枝を密生し、1年生枝は緑色を呈して軟らかく、一見して茶樹の新梢に似ている。葉は対生し、長さ2.5ないし5.0 cm、幅1.5ないし2.5 cm、葉脈は1本(まれに3本)でやや厚く、濃い緑色を呈し常緑である。枝葉は家畜に対して無毒である。分枝はよく発生するから強い剪定に耐え、任意の樹形に仕立てることができる。また、挿木、接木ともに可能であるが、やや技術を要する。

ホホバは雌雄異株であって、理論的には種子の雌雄比は1:1であるが、自生樹の雌雄比は地域あるいは地形によって1:1ないし雌株1:雄株4までの変異がみられる。この理由としては、夏の乾燥期に種子を生産するための負担が雌株の寿命を短くしているのではないかと考えられている。花芽は、古枝の頂芽あるいは腋芽として生ずる新枝に発生する。カリフォルニア州では、花芽は気候の温和な春と秋に発生し、秋まで休眠したのち発育して冬季に開花する。開花期間は比較的長く2ないし3カ月にわたる。一方、ブラジルでは早熟性の株では年中花芽の分化がみられる。雌花は無柄または短花梗を有し、がくは5裂し、子房直径約5 mm、花柱の長さ5ないし8 mmで、3本である。雄花は1ないし2 cmの花梗の頂端に数花が密着して着生する。雄花上での花粉粒はしぼんだ形状をしているが、雌ずい上に付着すると吸湿して短時間のうちに発芽する。完全な

風媒花であって、雌雄株間の距離が100 m以上離れていても受精することが確実とされているが、花粉の到達距離は数100 mに達するという説もある。受精した雌花はがく片とともに子房が肥大する。肥大後はがく片は外方に向って反転し、果実全体はどんぐり状を呈する。果皮は初めは緑色で、のちには暗褐色に変化し、成熟すれば果皮は裂けて、種子は地上に落下する。カリフォルニア州における熟期は6月末より8月末までで、気象条件などにより熟期に幅がある。種子は1果あたり3粒まで形成される能力があるが、通常は1ないし2粒である。成熟種子の形状はシイまたはカシのどんぐりに似ており、直径3ないし15 mm、1粒重0.2ないし1.5 gと極めて変異が大きい。種子は44ないし58%のホホバ油、正確には液体のろうを含有する。

1. 水分生理

十分に灌水したホホバの葉の水分ポテンシャルは、昼間-20 バール、夜間-10 バールであり、土壌の水ポテンシャルを-40 バール以下として水ストレスをかけたときの葉では-50 バールであった。葉が-30 バール以下になると浸透圧調節がなくなり、-35 バールでは膨圧は0となる。また、葉の水ポテンシャルが-70 バールで光合成が行われたという報告もある。葉の浸透圧は3.4ないし4.0 気圧、乾期後に4.9 気圧の例も知られている。切り取った若枝は、初めの1時間に新鮮重の8.5ないし11.0%を、ついで3.2ないし3.6%、3時間では0.6ないし0.9%を失う。秋季まで十分に灌漑されて水ストレスのない条件下で生育したホホバ樹では、冬季-6℃の低温下で開花する花が凍害を受けるのに対して、乾燥条件下で生育した樹では-9℃でも凍害を受けなかったという報告がある。

③ 栽培法

作物化された歴史が新しいため、標準的な栽培法はいまだ確立されていないが、カリフォルニア州を対象としてカリフォルニア大学のYermanos 教授が推奨されているところを中心として記す。

ア. 品 種

現在のところ品種はまだない。大面積の栽培に対する種子の供給源は、現段階では自生樹のみで、遺伝的に極めて変異の多いものである。したがって、最少限の注意として、降霜をみる土地では暖地の自生樹から採集した種子は使用すべきでない。

1. 直播と移植

栽培を始める場合、種子を直接、ほ場に播種する直播法と、養成した苗木を植え付ける移植法とがある。大面積に栽培を開始する場合は能率の面から直播法が採用される場合が多い。播種機1台を取り付けたトラクター一台で、1日あたり10ないし20 haの播種が可能であるとされている。大粒の種子は小粒のものよりも当初の2ないし3カ月は生長が早い但其後は差がなくなる。早く発芽させるため、温度が高くなってから

播種する。播種の深さは2ないし3 cmの範囲とし、深播はさける。土壌の乾燥をさける目的で、かんがい用の溝に播種してはならない。21℃以上では1週間で発芽し、直根は1日あたり2.5 cm伸長する。出芽までに21ないし25日程度必要である。地温が低いと2ないし3カ月必要となる。

直播のホホバは初期生育がおそいことから、幼苗の生長が不確実でかつ雑草との競争に不利である。これらの欠点を克服するために移植法が採用される場合が多くなった。挿木繁殖により養成した苗木を移植する方法も移植法の1つであるが、現在のところまだ実用段階まで至っていない。

種子から育苗する場合、床土としては砂壤土と30ないし40%の有機物を混合したものを5×5×12.5 cm（これより大きい寸法のものが用いられる場合もある）のペーパーポットにつめて用いる。ポットは根が渦巻状になるのを防止するため無底がよいとされている。また、ペーパーポットのほかに黒ポリ袋、スタイロフォームのブロックなども用いられる。4ℓ容の大型ポットは特殊な目的以外では不要である。初期の苗木は土壌病害に犯されるので、床土用土は燻蒸することが望ましい。種子はパーミキュライト、砂などを入れた容器内で、27℃で催芽し幼根が伸びる前に（2日間）1粒ずつポットに2.5 cmの深さに植付ける。温室内で育苗し、灌水は4ないし5日ごとに行なう。15ないし20日で出芽し、8ないし10週間で苗長が15ないし30 cmに達し植付可能となる。

ウ. 植付方法

現在カリフォルニア州を対象として推奨されている植付方法については、つぎのような理由に基づいている。i) カリフォルニアでは土壌と気象条件がよい場合、初期の10年間は樹高、樹冠の直径とも1年あたり15ないし30 cmずつ生長する。暖かいときはこの2倍程度生長する。ii) 種子は新しい枝に生じ、ほとんど大部分は植物体の外周部にみられる。iii) 直播した場合の雌雄比ほぼ1：1ないし雄株が5%多い程度である。iv) 株が密生しても群落全体としての生長、生産が減ずるようにはみられない。v) 直播の場合、1株に数粒播種するのは時間の浪費と不経済となる。vi) 花粉はそよ風で33 m以上飛散する。

栽植は列状とする。列間の距離は、管理、収穫を人力で行う場合には3.3 m、機械で行う場合には4ないし5 mとする。列内での株の間隔は0.3ないし0.45 mとし、開花後雄株を列内で1.3 mあたり1本の割合に残し、その他の雄株は除去し、雌株については通常3年後に、生育の遅れたもの、生産量の少ないものを間引き、列内での株の間隔を0.6ないし0.9 mとする。栽植密度は直播、移植とも同じとする。10年あるいはそれ以後になって密植に過ぎるようになれば、1列ごとに間引くか、または1列の中で適宜間引いて株数を減らす。このような栽植密度では、当初6ないし8 kg/haの過剰播種

を必要とする。計算上の株数は、列間3.3 mのとき株間0.3 mでは1 haあたり10,100株、0.6 mでは5,050株、0.9 mでは3,370株、1.3.0 mでは233株、列間5.0 mのとき株間0.3 mでは6,670株、0.6 mでは3,330株、0.9 mでは2,220株、1.3.0 mでは154株となる。

ホホバの自生樹の樹形は球状となるが、分枝の発生が著しく多く、任意の樹形に仕立てることができるので、栽培する場合には生垣状に仕立てるのが好都合である。植付3年後までは自然の生長にまかせ、間引完了後に剪定を始める。当初は幅0.6 m、高さ0.9 mの角形の生垣状に刈りこむ。生長にともなう高さや幅を3ないし5 m程度まで大きくして行くが、最終的な決定は10ないし20年生のものについての調査結果が得られるまで待つ必要がある。将来は生垣状に一定の高さと幅に剪定し、生長調整剤を散布して新枝の発生を促し、収量の増大、品質の安定をはかる栽培法がとられるようになるであろう。

エ. 灌 漑

ホホバの自生地における雨量とホホバの生長量との関係は前記のとおりであるが、排水の良好な土壌では灌漑水量を多くすれば樹の栄養生長は旺盛となるが、種子収量が増加するかどうかはわかっていない。ホホバの水の必要な時期は晩冬ないし春であるから、他の灌漑作物が夏季に必要とするのと競合しないため好都合である。灌漑水量は、自生地の雨量から考えて年あたり450 mm程度とされている。灌漑による花の凍害（前記参照）が発生する地帯では、秋以降における灌漑は止めるべきである。

ホホバは耐塩性が大きいため、塩水（brackish water）の地下水が1.8 mの深さに存在し、EC値が2.4 mmho/cmを越す土壌においても、あるいは実験的には塩水の灌漑下においてもホホバは正常に生育する。

オ. 肥培管理

自生地の土壌の肥よく度は極めて低いこと、肥料試験の結果では肥料の効果が必ずしも明らかでないことなどから、現在の大規模栽培では施肥については考慮されない場合が多い。

野生条件下では雑草は問題とならないが、栽培する場合には除草を考慮する必要がある。特にジョンソングラス、パーミューダグラスのようなイネ科の宿根草の除去が困難である。ホホバに対しては多数の除草剤が無害で使用できるが、米国ではまだホホバ用として登録された除草剤はない。

病害虫についても、自生地、米国およびメキシコの栽培地での経験から、大害を与えるものは知られておらず、防除の必要はないと考えられている。

カ. 収穫と収量

自生樹ならびに小規模栽培での収穫は人手で採集されている。企業栽培では植付後数

年間には樹体も小さく、かつ収量も少ないため人力で収穫せざるを得ないが、その後は機械による収穫が必要となろう。現在では真空方式の収穫機あるいは振動方式の収穫機が考えられている。特に後者による方式のものとしては、米国ではブルーベリー収穫機が実用可能とされている。最近ブラジルで開発されたコーヒー収穫機も使用できるのではないかとみられている。

収量についてみると、数十年以上経過した成木になっているのは自生樹のみであり、栽培樹についての成木の収量はわかっていない。発表されている成績を整理すれば次のとおりである。自生樹は一般に年次変異が大きいこと、個体によって収量が著しく異なることなどの特徴がある。成木1本あたりの精選種子重は、0.9ないし5.4 Kg、平均2.25 Kg、0.03ないし4.28 Kg、平均0.45 Kg、0.16ないし6.84 Kg、平均1.22 Kgなどの数例が報告されている。栽培樹では、5年生平均0.05 Kg、6年生平均0.35 Kg、高収量の例としては、7年生1.5 Kg、10年生3.0 Kg、10年生0.5 Kg、10年生2.25 Kgなどの収量が得られている。これからの栽培樹でもその種子は自生樹から採集された素質の一定しないものを使用されていることとか、栽培条件自体も異なることから収量の変異が大きい。したがって、単位面積あたり収量は現在のところ試算の域を出ないけれども、1例として8年生以上のもので2.5ないし5.0 t/ha という数字があげられている。

キ. 間 作

ホホバは2ないし3年で結実を始めるが、現在の価格水準において5年目以降にならなければ利益が上らないとされている。したがって、その間の不利を補う目的で他作物との間作が考慮されている。米国では、ワタ、ゴマ、オオムギ、アスパラガス、グアユールなどは実用上問題があり、グレイソルガムが有望と考えられている。ブラジルではトウモロコシ、キャッサバ、フェジョンなどが検討されている。

ホホバ樹は公害環境に対する抵抗性が強いこと、耐乾性が強いこと、枝葉が密生することなどから、道路周辺その他の緑化木としての用途が考えられている。一方、自生地においては放牧家畜の採食対象となっていることが知られている。

(2) 試験研究の現状

① セアラ大学（ブラジル）（Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 市, Ceará 州）

セアラ大学ではGladstone教授の研究室でホホバの研究が行なわれている。同教授は米国のアリゾナ大学での研究歴を有しているので、試験研究の手法は米国の場合と類似点が多いようである。ブラジルにおけるホホバの研究は1977年に同教授によって始められ、1980年までは学内のみで研究が行なわれていたが、1980年にノルデステ銀行（BNB）から研究費を受けて研究規模が拡大された。現在BNBより受けている研究費は500万円（実勢レートによる）である。

現在の主な研究事項は、育種、栽培法、適地開発、商品開発（油および粕の利用）などである。試験研究開始後の年数が浅いので、得られた結果はまだ少ない。

室内実験としては、グロウスキヤビネットの1基では挿木に関する実験、他の1基では組織培養による増殖実験が行なわれている。圃場試験で生産された種子については含油量の分析その他の調査が行なわれている。

圃場試験は大学構内圃場において行なわれる育種試験および栽培法に関する各種試験と、州内の8カ所の試験地（合計面積100 ha）で行なわれる試験とに分けられる。

栽培方法の概要は次のとおりである。試験用のホホバは育苗して植付ける方法をとっている。直播の試験も行なっているが、一般の試験で直播としない理由は、ⅰ）降雨が不安定で発芽の保証がない。ⅱ）かんがいすれば設備費が高くなる。ⅲ）種子が高価である、などの理由による。育苗は構内の試験用と前記の8カ所の試験地用をあわせて行なっている。容器として直径5または7.5 cm、高さ30 cm程度の穴あき黒ポリ袋に培養土をつめ、ガラス室あるいはシェード場で育苗する。培養土には砂、レキ、落葉、家畜ふん等の混合物を使用するが化学肥料は使用しない。なお、培養土の材料の種類および混合割合も試験の対象となっている。

構内圃場の土壌は圃場によって若干の相異がみられるが、おおむね細砂土（沖積土）で、粘土、シルトなどの合計含量は推定5%程度、土壌のpHは7ないし7.3、EC値は極めて低く、砂土層の深さは8 m以上である。試験圃場は無施肥で栽培しているが、近傍の雑草の生育状況から類推して、著しいやせ地とは考えられない。土壌の性質上、微量元素、特に亜鉛と鉄の欠乏症状の発生がみられるということである。

栽植密度は畦幅4.0 m、株間1.5 m（1667本/ha）、3.0 m×1.5 m（2222本/ha）などとなっている。管理上では、病害もなく、線虫もいないが、雑草対策が問題となる。

育種の主目標は、種子の来歴がカリフォルニア、アリゾナ、メキシコからの混合種子で変異が大きいため、これらの個体選抜を行い、5ないし10年かけて、大粒、多収、早熟の品種を作出することにある。現在、米国、イスラエル、オーストラリア（イスラエル、オーストラリアのものは、当初米国またはメキシコよりそれらの国に導入されたものである）等より導入した系統の比較試験を実施中である。個体によって生産量に著しい変異があるが、油については変異は小さいという。

栽培試験については、どの程度の収量が得られるかに強い関心が持たれており、個体ごとの年次別収量調査が続行されている。米国では一般に植付後3年目に初めて収穫するとされているが、ここでは1年4カ月で最初の収穫が得られ、さらに挿木した株では4ないし5カ月で結実が始まるということである。訪問時（1983年3月9日）における生育相は、雌花では花梗がほぼ伸長した程度、雄花では小花の直径が1.5 mm程度となっており、一般的には雨期（ここでは雨期は1月から7月までで、そのうち3月ないし6月が多い）

に結実が始まるという。なお、早熟型のものでは既に果実がみられるものもあった。

1982年における5年生樹の種子の収量は、最高1.5Kgの株があり、栽植密度1,667本/ha、雌雄比1:1とすれば1,245Kg/haの収量となり、実際には平均収量はこの1/2とすれば、種子600Kg/ha、油300Kg/haとなるというのがGladstone教授の説明である。外国の例に比較して、生長、結実とも早いとしても初期数年間は収量が著しく少ないため、その経済的負担を緩和する目的で、間作としてキャッサバを栽培する試験も行なわれている。灌漑に関しては予備試験の程度であって、点滴灌漑、素焼ボットによる灌漑などを試みている。大学構内では約70mの深井戸の水を使用しており、水質は良好とのことであった。

州内の8カ所に設置してある試験地では、ホホバ栽培の適地であるか否かを、実用的な規模の試験で調査している。

視察結果に対する所感は次のとおりである。i) 気象的な理由、特に年中高温が続くことによると思われるが、当初の想像よりもはるかによく生長している。ii) 土壌の肥よぐ度、雨量等の関係から、将来は除草剤を必要とするのではなかろうか。iii) 種子に起因する形質の変異が著しい。早急な解決は困難であるが、品種の育成を急ぐ必要がある。iv) 雨期と乾期の差がかなり著しい地帯であるから、成木となったとき土壌水分と蒸散量との均衡を保ち得るか、根の耐湿性が十分か、疑問が残る。v) 現在までのところ病虫害の問題はないということであるが、将来とも安全であろうか。原産地と異なる環境下で大面積に栽培した場合、例えばビメンタの根ぐされ病のような心配はないであろうか。

② 半乾燥熱帯農牧研究センター(ブラジル)(Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, 略称CPATSA, Petrolina市郊外、Pernambuco州)

CPATSAはブラジル農牧畜研究計画(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA)の1施設として東北ブラジルの半乾燥熱帯の開発を促進するための研究センターとして1975年に設立され、1977~'78年より栽培試験が始まった。したがって試験年数が短いため研究成果の集積はまだ十分でない。普通作物、林木、牧畜を対象として研究が行なわれており、作物については灌漑作物と非灌漑作物に2大別されている。ホホバは非灌漑作物に分類されている。ホホバは約5ha栽培されており、研究が始まったばかりで、観察結果程度の知見があるに過ぎないが、この地域は東北部におけるホホバ導入適地の中心地と目されている重要地帯であるので、概要を記す。

研究センターはサンフランシスコ河の流域平野にあり、試験圃場はホホバの試験のために新しく開墾した土地である。土壌自体は細砂であるが、粗砂、レキ、数cmの大レキなどを大量に含んでいる。土層の深さは1.4ないし1.8mで、その下は石レキの層である。表層の0.5m程度がやや柔らかいだけであって、それ以下は非常にしまっている。下層土は砂土であるにもかかわらず水は容易に浸透しないとのことである。

栽培は移植法とし、直播法採用していない。育苗ポットは黒ポリ袋（直径12 cm、深さ25 cm）を用いている。最初に植付けられた試験圃場では、播種1982年1月27日、移植同年3月22日である。栽植密度は当初畦幅4.0 m、株間1.5 mとしていたが、最近になって株の中間に補植したので現在は4.0 m × 0.75 m（3.333本/ha）となっている。

植付時は4日間隔で3週間、その後は月1回、ホースで灌水した。肥料は施用していない。現在までの生長速度は、樹高が32 cm/年、樹冠の直径が43 cm/年である。訪問時（3月14日）は植付後1年経過したときであったが、樹高0.5 m、幹の根元直径1.5 cm程度のものが多く、既に雌花蕾（子房径約2 mm）がみられた。

別の圃場では等高線畦法による畦間灌漑でフェジョン（実取りササゲ）を栽培し、その間作形式としてホホバを植付けている。将来はホホバを主作物とし、他作物を間作物とする予定である。病害は見当たらないが、ナナフシムシの類（Phasmatidae）の食害がみられた。

質疑の中で研究担当者は、「ホホバについての初期の興奮はおさまりつつある。理由は初期に案外多量の水を要することと、簡単なものではないことがわかったからである。また、この試験圃場は土壌が浅いことと、気温の日較差、年較差が小さくて、低温期がないこととが気がかりである。」と意見を述べた。注意しておくべき意見であろう。

③ カリフォルニア大学リバーサイド分校（米国）（University of California, Riverside, Riverside 市、California 州）

リバーサイド分校は、ホホバの自生地のうちではほぼ北限に相当する地帯にある。米国におけるホホバの栽培分野に関する研究は、このリバーサイド分校のD.M.Yermanos教授とアリゾナ大学乾燥地研究所とが中心となっている。

Yermanos 教授より、ホホバの研究事情、生産、消費、収支計算等について説明を聞いたのち、試験圃場を視察した。生産、収益性、将来性等については別項で記載するので、ここでは栽培技術面について記す。ただし、同教授の既往20年間における研究成果のうち、栽培に直接関係のある部分については前項で記したので、その他の部分について著書その他より補足して、同教授の研究成果あるいは意見を紹介する。

ホホバの育種上重要な事項は、種子が大粒であること、含油率が高いこと、節成性であること、花房の1節あたり1種子以上結実すること、凍害回避のため早期に開花すること、5年目以前に種子を生産する早熟性であること、隔年結果性でないこと、上向性の生育型であること、などである。繁殖方法として、種子と組織培養とがある。現在の種子の給源は自生群落にあり、個体選抜は種子収量と大粒種子とに重点をおいてきた。場合により生育習性、含油量、結実習性なども考慮された。自然群落から得た個体の形質はすべてにわたり変異が極めて大きいにもかかわらず、油の成分（構成）は極めて斉一であることから、ホホバを野生植物から栽培植物にした場合の油の成分変化を心配しないでもよいであろう。

挿木あるいは組織培養は優良個体の増殖に有効な手段であるが、欠点として、もし病害虫が発生するようなことがあれば全部が一斉に害されるおそれがある。挿木法または組織培養法は現在のところ実用的に多数の個体を生産するのは困難であり、また母本として長年間にわたって優れた能力を立証された個体が得られていないことなどから、一般化するのは将来のことであろう。

雌雄異株の特性上、雄株だけを小圃場に栽培し、生産圃場は雌株のみとし、雄株から花粉を集めて人工授粉する方法も考えられる。反対の方法として、ホホバは通常の方法によって接木が可能であるから、圃場の雌株に雄株の枝を接木する方法も考えられる。

ここで主要な試験結果についてみよう。供試種子は米国内の異なる7地点から採集した7系統、灌漑区（毎日25mm）と無灌漑区、肥料処理4区を組み合わせに試験を行った。畦幅3.0m、株間1.5m、育苗6カ月で移植、雌雄比3:1、生垣状に刈りこみ整枝した。供試株数4,873本中、3年までに開花したものは83%であり、一般に雌株の開花が遅れる傾向がある。最初の収穫は4年目で約10%の個体から得られた。供試種子は高収量の母本から採取してあるにもかかわらず、その子孫の収量は5年目でごく少量から0.5Kg/本まで、7年目で少量から2.0Kg/本までと変異が極めて大きい。また海岸産の母本は内陸産のものに比べて著しく少収であった。このことは採種地の選定にあたり栽培地の環境との一致を考慮する必要のあることを示している。収量と植物学的特性との間の相関ははっきりしなかった。隔年結果に似た現象がみられたが、むしろ気象的要因によるものであろうとしている。ブルーベリー用収穫機による収穫試験によると、樹高3ないし4m、樹冠幅1ないし2mの場合に効率がもっともよかった。灌漑試験では成長後の灌漑による収量増はみられなかった。むしろ灌漑による耐凍性の低下に注意する必要がある。施肥は灌漑の有無にかかわらず、種子収量、含油量のいずれに対しても影響がみられなかった。灌漑、施肥の影響がみられない理由としてホホバが著しく深根性であることをあげている。砂土あるいはポット栽培では効果があらわれるだろうとしている。

視察した学内圃場のうち、もっとも樹令の進んだものは15年生であり、樹高2.0ないし2.5m、幹の根元直径は太いもので約10cm、平均的なもので約5cmの幹が1株に5ないし10本である。新植の3ないし4年生のものでは、畦幅3.0m、株間0.5ないし0.75m、樹高0.8ないし1.0mである。このホホバの生育段階（3月17日現在）は約1cmの緑色の果実がついており、生育の遅れた株では蕾のものもみられた。直播によるホホバでは分枝が少なく、高さが高くなる傾向があり、挿木苗によるホホバは反対の傾向となることから、両者の差は一見して明らかであった。近年栽培を始めた圃場はすべて角型の生垣状に刈りこみ整枝されている。

この圃場の土壌はレキの多い沖積土で、粘土含量は推定15%くらいとみられ、pHは7.5である。表面流去がみられることから、土壌の透水性はそれほどよくないと思われた。

(3) ホホバ油の特性と用途

① ホホバ油の特性

ホホバ油は、ホホバ種子中に44～58%と高率に含まれている。この油状物質の化学組成は、後に詳述するが、直鎖の1価不飽和脂肪酸と直鎖の1価不飽和アルコールとのエステルを主成分とする液状ろうである。通常の食用油脂類のようなグリセライドではない点が大きな特徴である。いわゆるろう（脂肪酸と直鎖アルコールとのエステル）を産出する植物は、他にもカルナウバ・ヤシ（葉からろうがとれる）をはじめとして、いくつか見られるが、種子からろう分が抽出される植物はホホバ以外にはないといわれている。

ホホバ油は、その物理的及び化学的な特性からして、多くの工業用用途への利用の可能性が秘められている。以下、ホホバ油の物理特性、化学組成等につき簡単に触れることとする。

ア. 物理特性

ホホバ油は、粘度指数が高く（温度による粘度変化が小さい）、引火点および発火点が高いこと、高温でも安定なこと等、工業用用途に適した優れた特性を有している。ホホバ油の特性値を表3-1に示す。

表3-1 ホホバ油の物理特性

項 目	特 性 値	項 目	特 性 値
融 点	11.2-11.8℃	密 度（25℃）	0.8642-0.8990
凝 固 点	6.7-7.0℃	比 重（25℃）	0.8635-0.8640
沸点（757mm、N ₂ 下）	398℃	齡 化 数	9.22-15.67
引 火 点	290℃	酸 価	0.23-0.27
発 火 点	337℃	よ う 索 価	81.7-88.4
粘度（センチストークス、25℃）	58.4	不 齡 化 物 数	37.6-51.1%
粘度指数（Dean Davis）	173.0	エステルろうの平均分子量	606-610

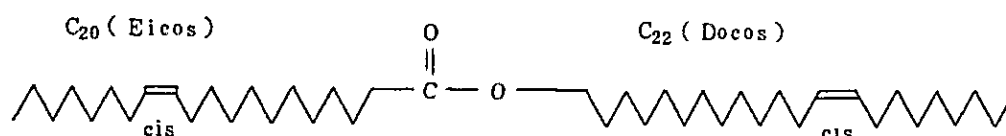
イ. 化学組成

ホホバ油は、天然油としては、純度が高く、エステルろうの成分が約97%を占めている。その他の成分としては、遊離脂肪酸及び遊離アルコール、その他が、それぞれ1%程度含まれている。エステルを構成する脂肪酸、アルコールはともに、飽和化合物が極めて僅かであり、ほとんどが1価の不飽和脂肪酸ないしアルコールで占められている。ホホバ油の成分組成は、表3-2のとおりである。

表3-2 ホホバ油の化学組成

炭素数組成(%)	炭素数組成(%)	炭素数組成(%)	炭素数組成(%)
<u>エステル分</u>			
C-33 0.02	C-43 0.06	C-18 0.23	C-20 0.49
C-34 0.08	C-44 8.12	C-19 0.01	C-22 0.49
C-35 0.04	C-45 0.03	C-20 0.60	C-24 0.07
C-36 1.16	C-46 0.86	C-21 0.03	C-26 0.01
C-37 0.02	C-48 0.16	C-22 0.03	計 1.11
C-38 6.23	C-50 0.06	C-24 0.02	<u>その他</u>
C-39 0.04	計 97.05	計 1.00	Citosterol 0.21
C-40 30.56	<u>遊離脂肪酸</u>	<u>遊離アルコール</u>	その他 0.63
C-41 0.10	C-16 0.08	C-16 0.01	
C-42 49.50		C-18 0.04	

図3-1 代表的なホホバ油成分の化学構造



ウ. マッコウ鯨油との比較

ホホバ油がマッコウ鯨油の代替物として近年関心が高まっているのは、両者の化学構造が類似しているからである。即ち、ホホバ油及びマッコウ鯨油が、ともに高級脂肪酸と高級アルコールとのモノ・エステルを主成分としている点で共通している。しかし、細かな点では、多くの相違がみられる。

まず、脂肪酸及びアルコールの構成をみると、ホホバ油は、マッコウ鯨油に比して次のような相違がある。

- i) より高級な脂肪酸の割合が高い。
- ii) 脂肪酸及びアルコールがともに炭素数20及び22のものに特化している。
- iii) 不飽和脂肪酸の割合が高い。

また、双方の融点を比較すると、マッコウ鯨油は融点26℃前後に対して、ホホバ油は約11℃であり、かなり低温まで液状を保つことができる。

ホホバ油とマッコウ鯨油の脂肪酸、アルコールの組成を参考までに示せば、表3-3のとおりである。

表3-3 ホホバ油、マッコウ鯨油の構成成分の比較

脂 肪 酸				ア ル コ ー ル			
炭素数	二重結合	ホホバ油	マッコウ鯨油	炭素数	二重結合	ホホバ油	マッコウ鯨油
		%	%			%	%
C ₁₂	0	...	1	C ₁₆	0	...	25
C ₁₄	0	...	5	C ₁₈	0	...	1
C ₁₄	1	...	4	C ₁₈	1	1	66
C ₁₆	0	1	6.5	C ₂₀	1	44	8
C ₁₆	1	...	26.5	C ₂₂	0	1	...
C ₁₈	1	11	37	C ₂₂	1	45	...
C ₂₀	1	71	19	C ₂₄	1	9	...
C ₂₂	1	14	1				
C ₂₄	1	1	...				

(注) 構成比が1%未満のものは省略した。

② ホホバ油の加工

ア. 搾油・精油

ホホバ油の生産は、通常の植物油生産の場合と同様に、圧搾法、溶剤抽出法、または、両法の併用により行なわれる。採油率は、一般に、圧搾法では30～40%、溶剤抽出法では50%前後となる。

こうして得られたホホバ原油は、マッコウ鯨油等の場合に比べても、エステル純度が極めて高く(約97%)、着色の度合いや臭気も少ないため、用途によっては、そのまま利用することが可能である。より純度を高める必要がある場合には、精製を行う。ホホバ油の精製は、脱臭、脱色工程よりなる。脱臭は、水蒸気吹き込み等により、また、脱色は活性白土処理により行われる。

イ. 加工

ホホバ油は、液状ワックスの形のままで、幅広い用途にあてられるが、この他、硬化ワックス(ニッケル触媒下での水素吹込み)、硫化ワックス(硫黄添加)、加水分解による高級脂肪酸や高級アルコールの生産等の加工が可能である。これらの加工も、通常の植物油やマッコウ鯨油の加工法に準じている。なお、天然ホホバ油は、既述のとおり、

化学構造上その二重結合がCis型であるが、酸化窒素等を触媒にして異性化（trans 80%、cis 20%）を行なうことにより、さらに性状の異なる油分を生産することができる。

③ ホホバ油の用途

ホホバ油は、マッコウ鯨油とその性状が似ていることから、マッコウ鯨油の用途がほぼそのままホホバ油にもあてはまる。即ち、潤滑油、化粧品や軟膏の基剤として、また、その硬化ろうはつや出し剤やろうそく等の原料として利用が可能である。さらに、ホホバ油の成分が炭素数20ないし22の脂肪酸やアルコールに集中していることは、これらの脂肪酸、アルコールの誘導体を原料とした界面活性剤等への供給源としても、将来は有望であろうと思われる。

なお、ホホバ油の搾油粕には炭水化物、繊維質のほか、たん白質が26～33%含まれている。たん白質のアミノ酸組成では、必須アミノ酸中、リシン、スレオニン、フェニルアラニン等は、比較的多く含まれるが、メチオニンは僅かである。ホホバ油粕が飼料として利用されるためには、油粕中に含まれる有害物質シモンドシン（食欲減退を引き起こすといわれる、）の問題が解決されることが必要である。

ホホバ油（及びその副産物）の用途は、表3-4のとおりである。

表3-4 ホホバ油の用途

項 目	加 工	用 途	競合すると考えられる産品
液状ろう	原油のまま又は精製油	(1) 機械・金属工業 潤滑油、切削油、トランスミッション油	マッコウ鯨油、鉱油系潤滑油、合成潤滑油
		(2) 化粧品工業 洗顔クリーム、乳液、シャンプー、ヘア・コンディショナー、サントアンオイル	セタノール、ラノリン、オリーブ油、ひまし油、流動パラフィン
		(3) 医薬品工業 軟膏基剤、消泡剤	ラノリン、マッコウ鯨油 流動パラフィン、みつろう
		(4) 食品工業 ダイエット・フード	
硫化油	硫黄添加	(5) 機械工業 特殊潤滑油、極圧添加剤	硫化抹香油、合成潤滑油、合成添加剤

項 目	加 工	用 途	競合すると考えられる産品
高級脂肪 酸及び アルコール	加水分解	(6) 油脂化学工業 界面活性剤、洗浄剤、乳化剤、殺菌剤 (7) 化粧品工業 化粧品基剤	一般動植物性油脂の誘導体、 アルファ・オレフィン系 (2)に同じ
硬化ろう	水素添加	(8) 一般工業、化粧品工業 つや出剤（床、家具、自動車等） ロウソク、被膜剤、化粧品（口紅） 基剤	みつろう、鯨ろう、カルナ ウバろう、パラフィン
油 粕	搾 油 粕	(9) 肥料、飼料	大豆油粕その他の植物油粕

(4) 需給状況と今後の見通し

① 企業経営の採算

フォルタレーザ市郊外でJOBRA SA 社の農場を見たが、まだ1年しか経過していないので経営を検討する数字は得られなかった。そこでセアラ大学Gladstone教授の本にある数字その他の資料を検討し、いくつかの前提をおいてホホバの栽培事業経営の採算を試算してみた（表3-5）。その際、採算を左右する要素として、生産費、生産物価格、単位収量、金利の4項目を考えた。その他に樹が成長するまでは間作によって収入をあげることも考えられるがこの試算には含めてない。

ア. 生産費

Gladstone教授による1 ha 当り、1年目885ドル、2年目30%（266ドル）、3年目25%（221ドル）を使い、4年目以降について教授は大してかからないとしているので20%（177ドル）として計算した。

イ. 生産物価格

現在ブラジルで化粧品用のホホバ油はkg当り21ドルと高値だが、多量に使用される潤滑油では1～2ドルと安くなる。したがって将来の油の価格を予想することはかなり難しいが、ホホバ油の特徴をいかした販路を確保することを予想して約2ドルと考え、それに見合うホホバ子実の価格をkg当り1ドルと想定した。なお、生産物として粕もあるが、油に比べ安いのでここでは勘定に入れてない。

ウ. 単位収量

ha 当りの収量で4年目を600kgとしてその後毎年100キロずつ増加すると想定した。この試算では8年目の1トンまでしかのせてないがその後どのレベルまで上昇するかは不明である。いくつかの予想数字では2～2.5トン位まで増加する可能性が示され

ている。

エ. 金 利

年率5%として翌年に支払うことにして計算した。

表3-5 1 ha 当りの試算（単位：ドル）

年度	1	2	3	4	5	6	7	8
売 上	0	0	0	600	700	800	900	1,000
借 入	885	310	281	△349	△467	△590	△70	0
収入合計	885	310	281	251	233	210	830	1,000
生産費	885	266	221	177	177	177	177	177
金 利	0	44	60	74	56	33	4	0
支出合計	885	310	281	251	233	210	181	177
差引残高	0	0	0	0	0	0	649	823
借入累計	885	1,195	1,476	1,127	660	70	0	0

② 需要状況

ホホバ油は、優れた特性をもつ工業用原料として種々の用途が考えられ、潜在的な利用可能性は高い。にもかかわらず、現状では、ホホバ油の供給のほとんどを、インディアンの手による野生ホホバからの採種に頼っているため、ホホバ油は、極めて高価格である。さらに、供給量、価格ともに年による変動が著しいことから、その需要は限定されている。米国や日本において、化粧品等の高価格にも耐えうる一部のイメージ商品の特殊配合成分としての用途以外には、現在までのところ使われていない。米国及び日本における利用の現状は次のとおりである。

まず米国においては、ホホバ油は、当初、シャンプー、ヘア・コンディショナー等の微量・特殊配合成分として使用された。これは、ホホバ油に適度な潤滑効果があることのほか、消費者の天然物指向に合うことなどが加味されて、ホホバ油が高価格であるにもかかわらず、配合成分として取り入れられ、ホホバ油をアピールした製品が数多く市場に出回るようになったものである。また、クリーム、乳液などの化粧品やサンタン・オイルの分野でも、ホホバ油を配合した製品が出回り始めているが、これらの化粧品分野では、ホホバ油のエモリエント（柔軟）効果や優れた皮膚浸透性が強調されている。

一方、日本でも数年前から大手化粧品会社の一連の高級化粧品シリーズにホホバ油の配合が行なわれているといわれる。原料ホホバ油は、米国及びメキシコから輸入されている。

このような、シャンプーや化粧品等の分野において、ホホバ油がどの程度使用されているかを把握するのは難しいが、世界中の使用量を合計しても、せいぜい年間数トン～十数トン程度に過ぎないものと思われる。

なお、今回の調査対象国ブラジルにおいては、ホホバの商業的栽培は緒についたばかりであり、ホホバ種子の収穫が開始されるまでには、まだ数年の年月が必要であることから、ホホバ油は、一般にはまだ利用されていないものとみてよいであろう。

ホホバ油の取引価格についても、明確な統計数字はないが、カリフォルニア大学 Yermanos 教授からの聴取によれば、米国におけるホホバ油の価格は、1975-80 年の間に、35-80ドル/ガロン(10-24ドル/Kg)程度で推移している。また、1981年には、かんばつの影響により225ドル/ガロン(68ドル/Kg)に高騰したが、1983年には、50-70ドル/ガロン(15-20ドル/Kg)程度に戻っているという話であった。ホホバ油の供給源を自生のホホバ種子の採種に頼っている限りは、この程度の高価格及び価格変動は避けられないものとみられる。ちなみに、マッコウ鯨油の取引価格は、6-7年程前までの0.5ドル/Kgから現現在では2-3ドル/Kgへと上昇しているが、現状での比較でも、ホホバ油がいかに高いかがわかる。

③ 今後の需要見通し

ホホバ油の供給は、現在までのところ、自生種の採種によっているが、今後、ホホバの商業的生産の拡大が進行するに伴い、ホホバ油価格が低下すれば、これまでのような限られた用途から、より幅広い分野に順次市場拡大がなされていくことは予想される。

1982年は、米国でホホバの商業的生産が一部で成功した最初の年といわれている。既に、化粧品等の分野において、これまでのような微量特殊配合成分というような使われ方から、ホホバ油を原料基剤の一つとして使用する動きがみられるのも、近い将来に商業的生産の拡大に伴い供給と価格の安定化が見込まれているからであろう。しかし、化粧品分野の市場規模自体は、それほど大きなものではない。ホホバ油の今後の需要を左右するのは、潤滑油や高級脂肪・アルコール等の分野で、どの位の規模の需要が期待できるかにかかっているものとみられている。

一般に、工業用原料の場合には、常にその代替品との間に競合関係があるため、需要予測は難しく、ホホバ油の場合でも数量的な見直しを行うことは、かなりの困難を伴う。しかし、あえて、おおまかな推論をしようとするならば、その場合の一つの目安となると考えられるのは、過去におけるマッコウ鯨油の需要量であろう。

世界のマッコウ鯨油の生産量は、1970年代前半までは、年間12-14万トン程度で推移していた。日本でも当時は年間2-3万トンの生産量があり、国内での工業用需要に

充てられていたほか、その相当量がマッコウ鯨油の形のままで海外に輸出されていた。これらマッコウ鯨油の最大の用途は潤滑油（時計油、精密機械油等を含めて）であった。とくに、米国では、マッコウ鯨油の消費の大半が、自動車やトラクターのトランスミッション油、あるいはギア油に使用されていたといわれている。もともと日本では、鉱油系潤滑油の応用が進んでいるため、マッコウ鯨油生産のピーク時においても、この分野における使用量は少なかったようである、いずれにしても、世界的なレベルで見た場合、マッコウ鯨油の最大の消費先は、潤滑油関係であり、この他、各種化学工業、化粧品、医薬品工業等における需要も含めて、マッコウ鯨油は、年間10万トン以上の需要があったわけである。

近年の世界の捕鯨規制の動きを反映して、鯨の捕獲頭数が激減している中で、マッコウ鯨についても、国際捕鯨委員会（IWC）による捕獲割当頭数は、1980年度には約2000頭、更に、1983年度には400頭と大幅な減少を強いられている。この間、かつてマッコウ鯨油が使用されていた用途は、その供給力の減少に伴い、他の様々な代替品によって置き換えられつつある。最大の需要であった潤滑油についても、既に、他の植物性油脂や添加剤の使用、あるいは、石油を原料とする合成潤滑油の使用により代替されているものとみられる。

こうしたことから、かつてのマッコウ鯨油の需要が、そのまま将来ホホバ油の需要として見込まれるとは言い難いが、ホホバ油の優れた特性からみて、今後のホホバ油の価格次第では、この方面での相当量の需要が期待される。

一方、油脂化学工業の分野におけるホホバ油の需要展望を行なうにあたっても、その価格の動向いかんが最も重要な要因となろう。今日では食品用と同時に工業用の原料油脂としても重要な地位を占めているヤシ油の取引価格（日本の輸入（CIF）価格で、kg当たり100円台）と比較しても、ホホバ油の現在の価格水準では、到底市場開拓は不可能であることが理解できる。

しかし、将来、ホホバの商業的生産の拡大に伴い、相応の価格低下が達成されることを前提にした場合、これら工業用の需要開発にとって、ホホバ油エステルの化学組成上の特徴は、望ましいものであるといえよう。即ち、既述のとおり、ホホバ油の主成分であるエステルを構成する高級脂肪酸及びアルコールが、いずれも炭素数20ないし22のものに特化していることは、工業用用途の開発にとって大きな利点となるため、油脂化学工業の分野における潜在的な利用の可能性は高いといえる。このような高級脂肪酸ないしアルコールの特定炭素数への集中は、例えば、ヤシ油の構成脂肪酸中の45～50%程度を占めるラウリン酸（及びこれを還元して得られるラウリルアルコール）や、マッコウ鯨油を構成する高級アルコール中6割強を占めるオレイル・アルコールが、それぞれ工業用用途に大きなシェアを占めるようになったこと等の例をみても、これがいかに重要な要因である

かがわかる。

ホホバの場合には、全くの新規作物であり、今後の栽培開発によって、他の工業用動植物油脂と肩を並べるようになれるかどうか、また、なれるとしても、どの程度の年月がかかるかは、現状では予測し難い。しかし、将来、ホホバ油の価格が低下、それも、ヤシ油程度までには下がらなくても、その2～3倍程度の水準までに接近するようになれば、ホホバ油を原料としたC₂₀ないしC₂₂の脂肪酸またはアルコール関連の需要開発が急速に進展する可能性は充分にあるとみてよいだろう。

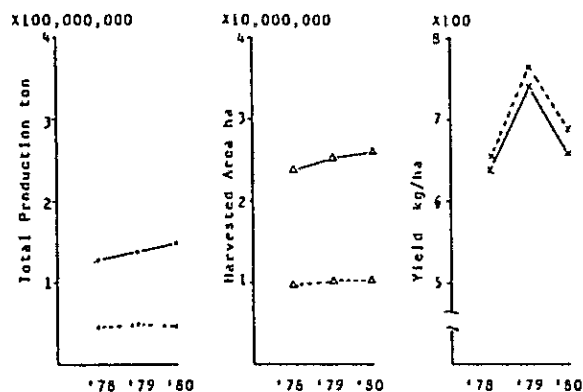
なお、Yermanos 教授の需要に関する予測によれば、今後、公世紀末位までの間に、ホホバ油価格が漸次低下していくのに伴い、ホホバ油は、現在の化粧品関係の限定された需要から、まず、医薬品分野向けの消費が始まり、次いでワックス、被膜剤、さらに脂肪酸・アルコール工業へと順次市場拡大がなされていき、潤滑油の分野に利用されるようになるが一番最後になるであろうとのことであった。

付 録

（ブラジル東北部主要農作物の生産動向）
1978～1980年

Cana de Açúcar(Sugar Cane) BRASIL

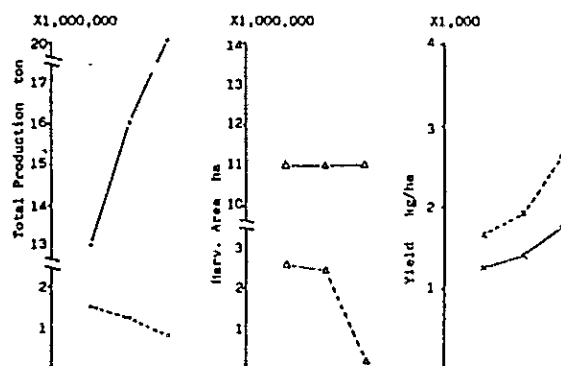
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	129,144,960	138,898,882	148,650,563	46,461,435(36.0)	49,922,809(35.9)	47,935,479(32.2)
Harv.Area(ha)	2,391,455	2,536,976	2,607,628	571,294	1,031,405	1,025,888
Yield(kg/ha)	54,002	54,749	57,006	47,834	48,402	46,725



Milho(Maize)

BRASIL

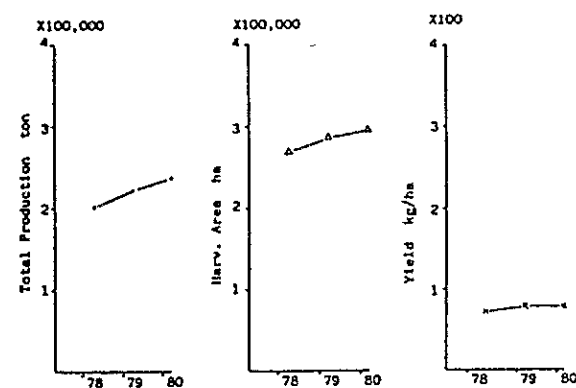
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	13,569,401	16,306,380	20,372,072	1,510,637(11.1)	1,255,510(7.7)	830,460(4.1)
Harv.Area(ha)	11,124,827	11,318,885	11,451,297	2,538,875	2,442,737	2,193,108
Yield(kg/ha)	1,219	1,440	1,779	1,680	1,945	2,640



Sisal(Sisal)

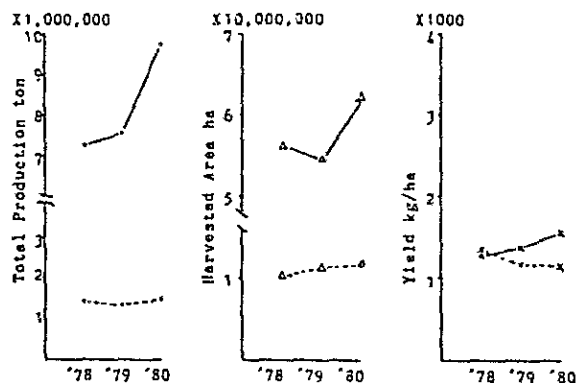
BRASIL

	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	201,786	228,191	234,981	201,786(100)	228,191(100)	234,981(100)
Harv.Area(ha)	269,636	287,886	296,081	269,636	287,886	296,081
Yield(kg/ha)	748	792	793	748	792	793



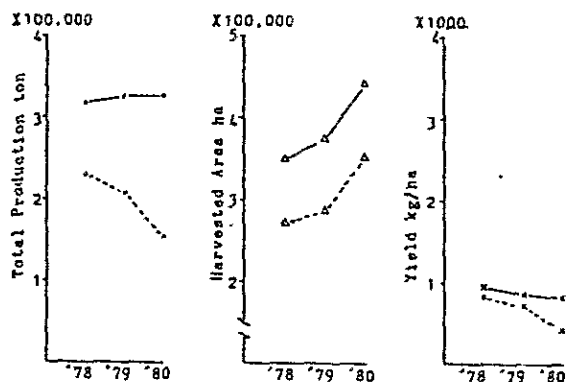
Arroz(Rice)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	7,296,142	7,595,214	9,775,720	1,414,499(19.4)	1,343,714(17.7)	1,275,185(15.2)
Harv.Area(ha)	5,623,515	5,452,086	6,243,138	1,042,108	1,129,458	1,275,185
Yield(kg/ha)	1,297	1,393	1,565	1,357	1,189	1,163



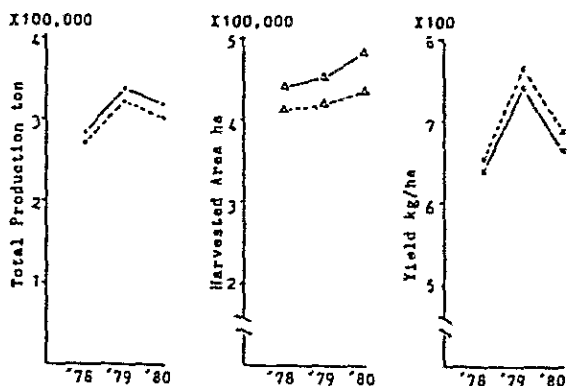
Mamona (Castor Bean)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	317,083	325,083	325,149	230,081(72.6)	207,514(63.8)	154,959(47.7)
Harv.Area(ha)	350,336	374,798	440,511	271,071	287,190	354,437
Yield(kg/ha)	905	867	637	848	722	437



Cacau(Cacao)

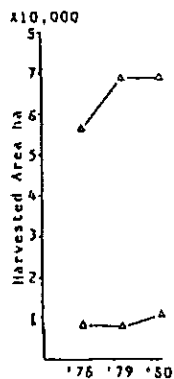
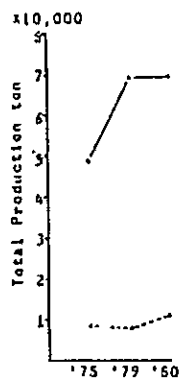
	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	294,490	336,326	319,141	271,000(95.3)	321,140(95.5)	302,481(94.8)
Harv.Area(ha)	443,866	453,569	482,521	413,224	419,524	438,113
Yield(kg/ha)	640	741	661	655	765	690



Cebola(Onion)

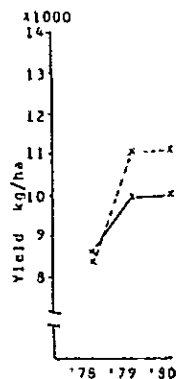
BRASIL

	1978	1979	1980
Production(ton)	488,498	691,071	694,585
Harv.Area(ha)	56,523	69,101	67,044
Yield(kg/ha)	8,642	10,000	10,360



NORDESTE

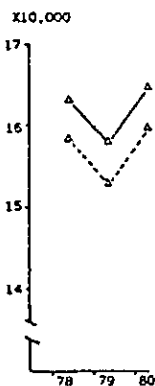
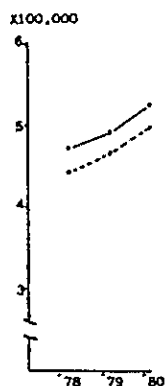
	1978	1979	1980
Production(ton)	68,614(14.0)	91,882(13.3)	127,865(18.4)
Harv.Area(ha)	8,155	8,093	11,072
Yield(kg/ha)	8,413	11,353	11,548



Coco de Bahia(Coconut)

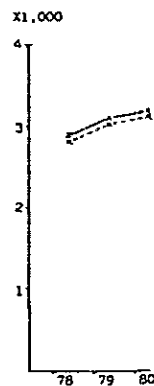
BRASIL

	1978	1979	1980
Production(ton)	472,715	491,027	525,877
Harv.Area(ha)	163,215	158,039	164,779
Yield(kg/ha)	2,896	3,106	3,191



NORDESTE

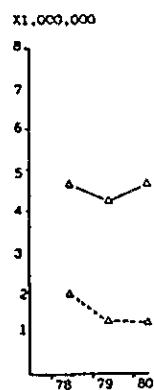
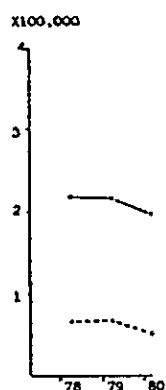
	1978	1979	1980
Production(ton)	449,910(95.2)	466,062(94.9)	498,951(94.9)
Harv.Area(ha)	158,425	152,968	159,717
Yield(kg/ha)	2,839	3,046	3,123



Feijão(Dry Bean)

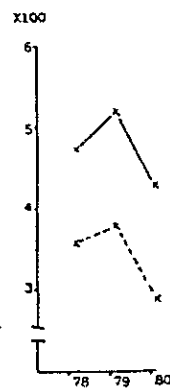
BRASIL

	1978	1979	1980
Production(ton)	2,193,977	2,186,343	1,968,165
Harv.Area(ha)	4,617,259	4,212,424	4,643,409
Yield(kg/ha)	475	519	423



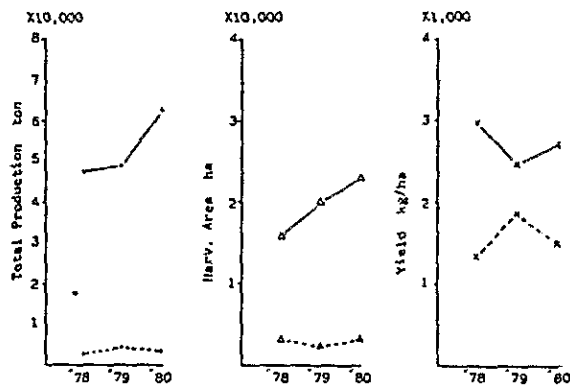
NORDESTE

	1978	1979	1980
Production(ton)	703,586(32.1)	683,082(31.2)	501,282(25.5)
Harv.Area(ha)	1,962,672	1,792,929	1,791,329
Yield(kg/ha)	358	380	279



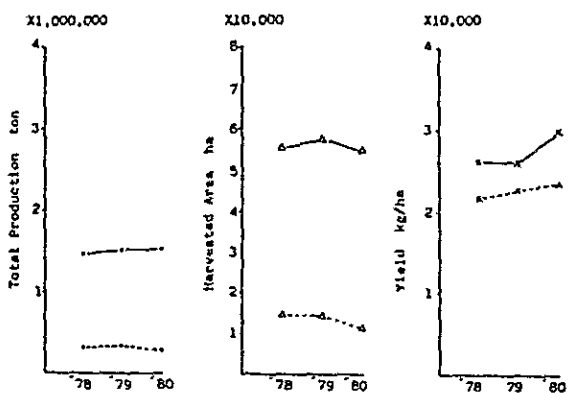
Pimenta-do Reino(Pepper)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	47,015	49,006	62,563	2,360(5.0)	1,862(8.5)	1,513(5.6)
Harv.Area(ha)	15,786	19,879	23,039	3,196	2,239	3,399
Yield(kg/ha)	2,978	2,465	2,715	1,342	1,862	1,513



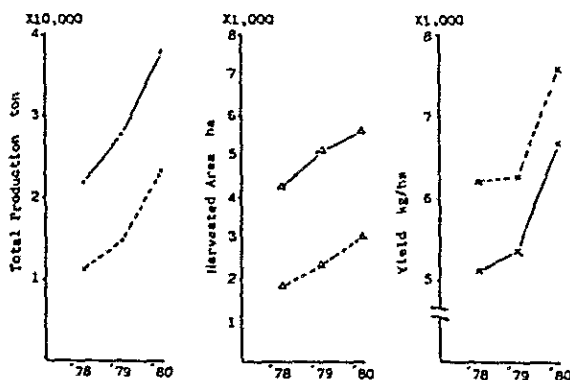
Tomate(tomato)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	1,464,558	1,501,097	1,536,331	318,492(21.7)	323,509(21.6)	279,177(18.2)
Harv.Area(ha)	55,902	57,434	50,103	14,636	14,130	11,789
Yield(kg/ha)	26,198	26,136	30,643	21,760	22,895	23,681



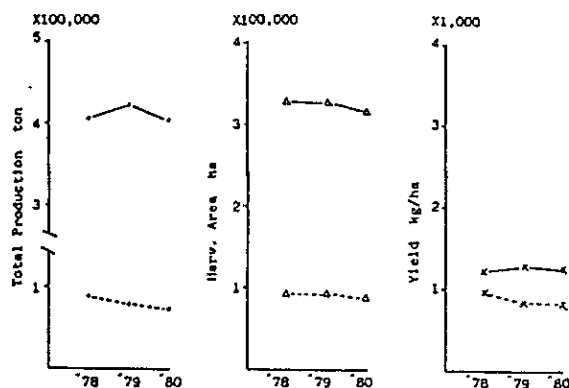
Melão(Melon)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	21,985	27,756	37,911	11,473(52.2)	14,899(53.7)	23,483(61.9)
Harv.Area(ha)	4,284	5,157	5,671	1,842	2,370	3,091
Yield(kg/ha)	5,131	5,382	6,684	6,228	6,286	7,597



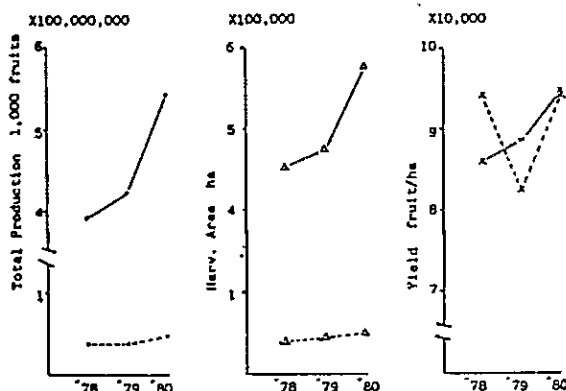
Fumo(Tobacco)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	405,191	421,708	404,860	89,395(22.1)	79,013(18.7)	72,799(18.0)
Harv.Area(ha)	328,313	326,049	316,427	91,946	93,947	87,605
Yield(kg/ha)	1,234	1,293	1,279	972	841	830



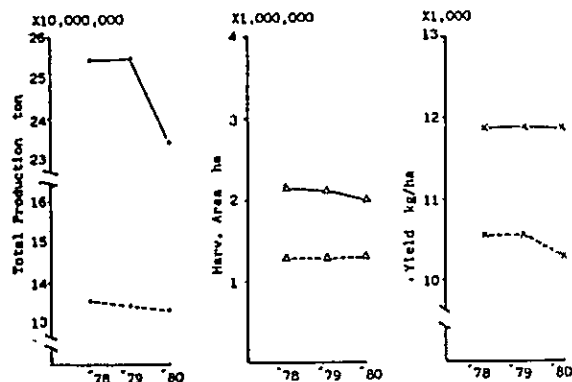
Laranja(Orange)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production (1000 fruits)	39,131,682	42,226,117	54,459,072	3,732,498(9.5)	3,798,753(9.0)	4,623,615(8.5)
Harv.Area(ha)	454,503	475,008	575,249	39,619	45,940	49,082
Yield(fruit/ha)	86,097	88,895	94,670	94,209	82,689	94,201



Mandioca(Cassava)

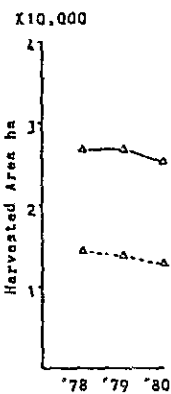
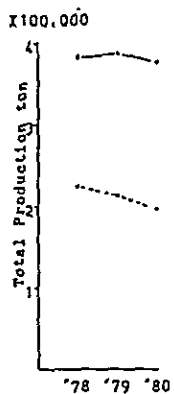
	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production(ton)	25,459,408	24,962,191	23,465,649	13,557,545(53.3)	13,435,673(53.8)	13,314,339(56.7)
Harv.Area(ha)	2,148,707	2,111,052	2,015,857	1,286,008	1,273,114	1,293,021
Yield(kg/ha)	11,848	11,824	11,640	10,542	10,553	10,297



Abacaxi(Pineapple)

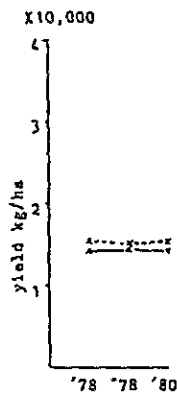
BRASIL

	1978	1979	1980
Production(ton)	383,021	386,867	377,219
Harv.Area(ha)	26,696	26,645	25,185
Yield(kg/ha)	14,347	14,519	14,977



NORDESTE

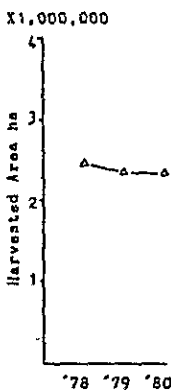
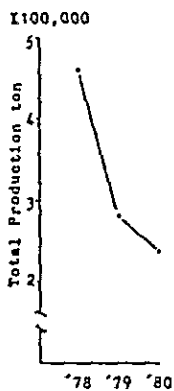
	1978	1979	1980
Production(ton)	221,353(57.8)	212,088(54.8)	196,306(52.0)
Harv.Area(ha)	14,224	13,877	12,639
Yield(kg/ha)	15,561	15,283	15,531



Algodon Arboro
(Arboreous Cotton)

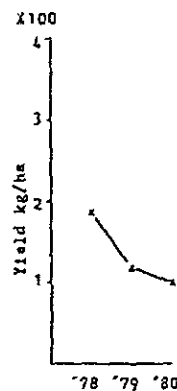
BRASIL

	1978	1979	1980
Production(ton)	461,781	281,015	236,554
Harv.Area(ha)	2,479,948	2,359,965	2,346,052
Yield(kg/ha)	186	119	100



NORDESTE

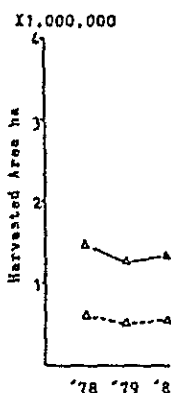
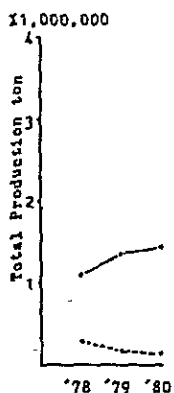
	1978	1979	1980
Production(ton)	461,781(100)	281,015(100)	236,554(100)
Harv.Area(ha)	2,479,948	2,359,965	2,346,052
Yield(kg/ha)	186	119	100



Algodon Herbaceo
(Herbaceous Cotton)

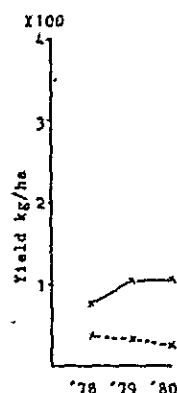
BRASIL

	1978	1979	1980
Production(ton)	1,108,396	1,355,244	1,439,330
Harv.Area(ha)	1,471,092	1,286,180	1,353,443
Yield(kg/ha)	753	1,053	1,063

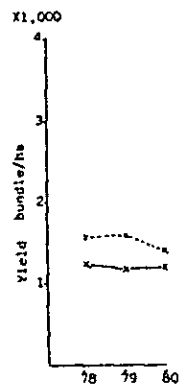
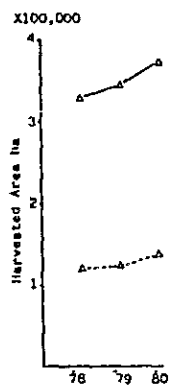
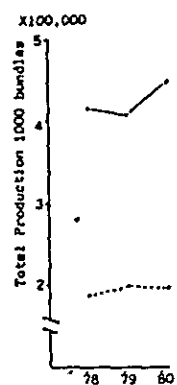


NORDESTE

	1978	1979	1980
Production(ton)	229,022(20.7)	170,090(12.6)	147,470(10.2)
Harv.Area(ha)	600,974	521,488	558,780
Yield(kg/ha)	381	326	263

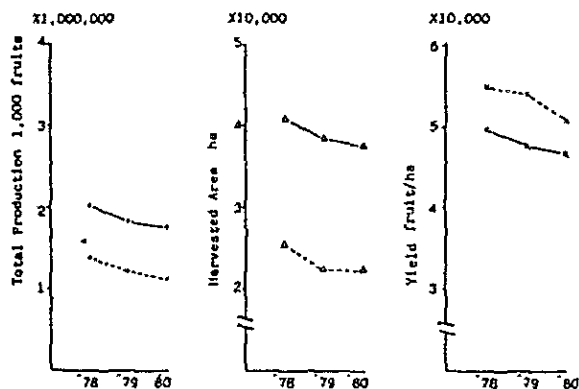


Banana(Banana)	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production (1,000bundles)	416,025	408,874	448,046	187,128(45.0)	199,166(48.7)	196,921(44.0)
Harv.Area (ha)	328,287	343,654	371,274	117,732	124,774	138,924
Yield(bundle/ha)	1,267	1,189	1,206	1,589	1,596	1,417



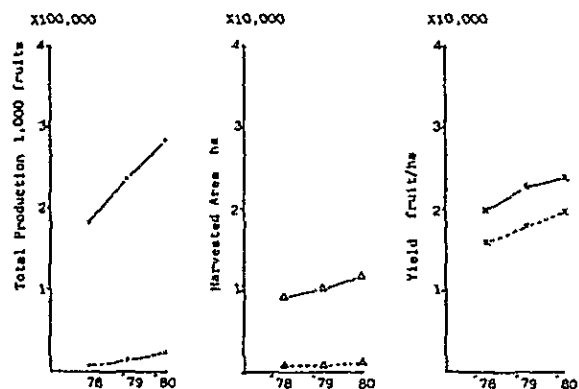
Manga(Mango)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production (1,000fruits)	2,025,592	1,830,765	1,767,630	1,397,031(69.0)	1,224,124(66.9)	1,138,330(64.4)
Harv.Area(ha)	40,815	38,422	37,732	25,401	22,593	22,425
Yield(fruit/ha)	49,628	47,648	46,846	54,999	54,181	50,761



Mamão(Papaya)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production (1,000fruits)	183,221	236,554	284,684	9,824(5.4)	14,907(6.3)	23,239(8.1)
Harv.Area(ha)	9,162	10,390	11,953	617	826	1,168
Yield(fruit/ha)	19,994	22,767	23,816	15,922	18,046	19,896



Caju(cashew nut)

	BRASIL			NORDESTE		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Production (1,000fruits)	9,204,380	5,858,758	6,600,538	9,170,962(99.6)	5,824,782(99.4)	6,571,412(99.6)
Harv.Area(ha)	154,329	168,626	184,151	153,504	167,756	183,383
Yield(fruit/ha)	59,641	34,744	35,843	59,744	34,721	35,834

