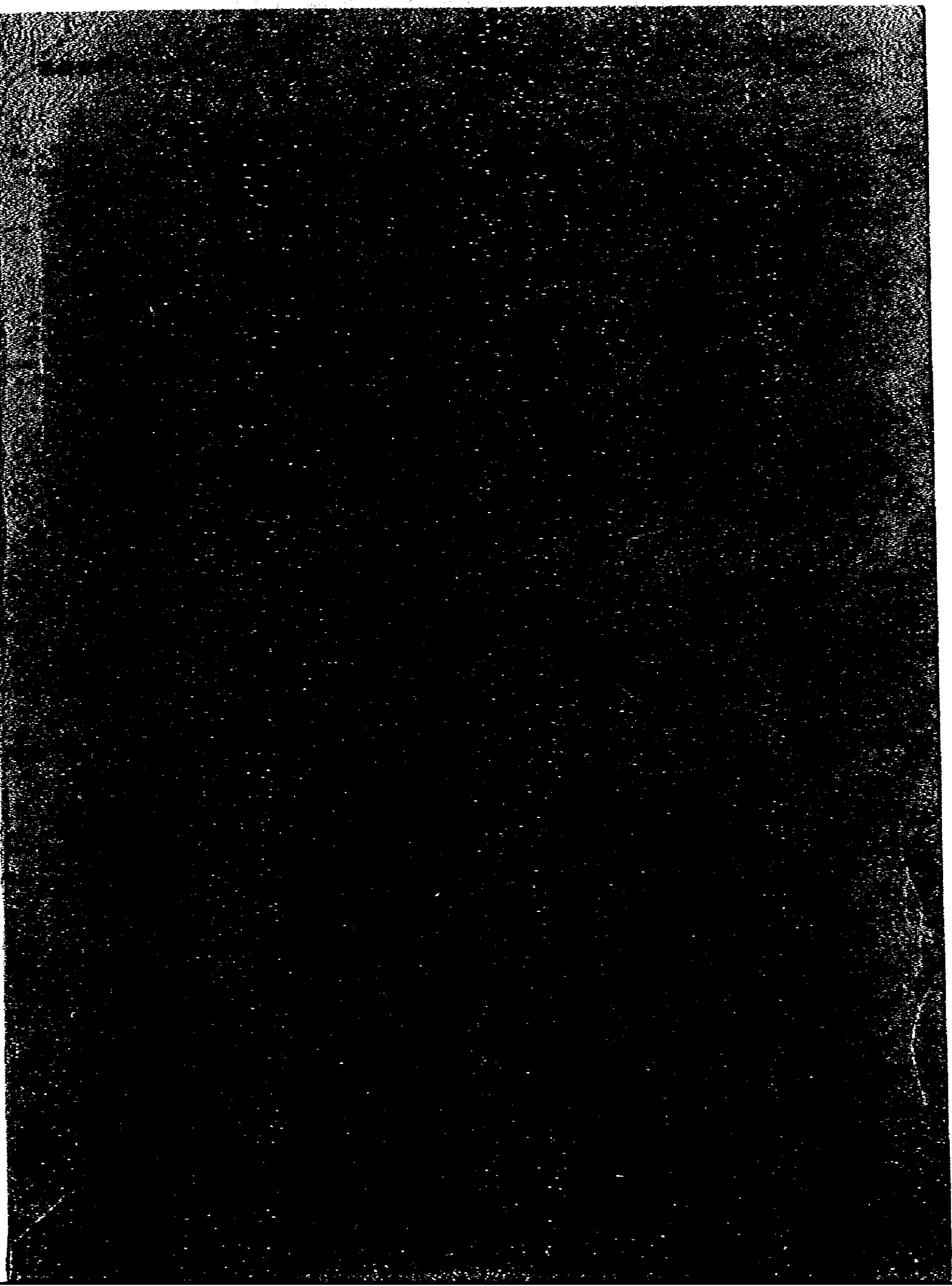
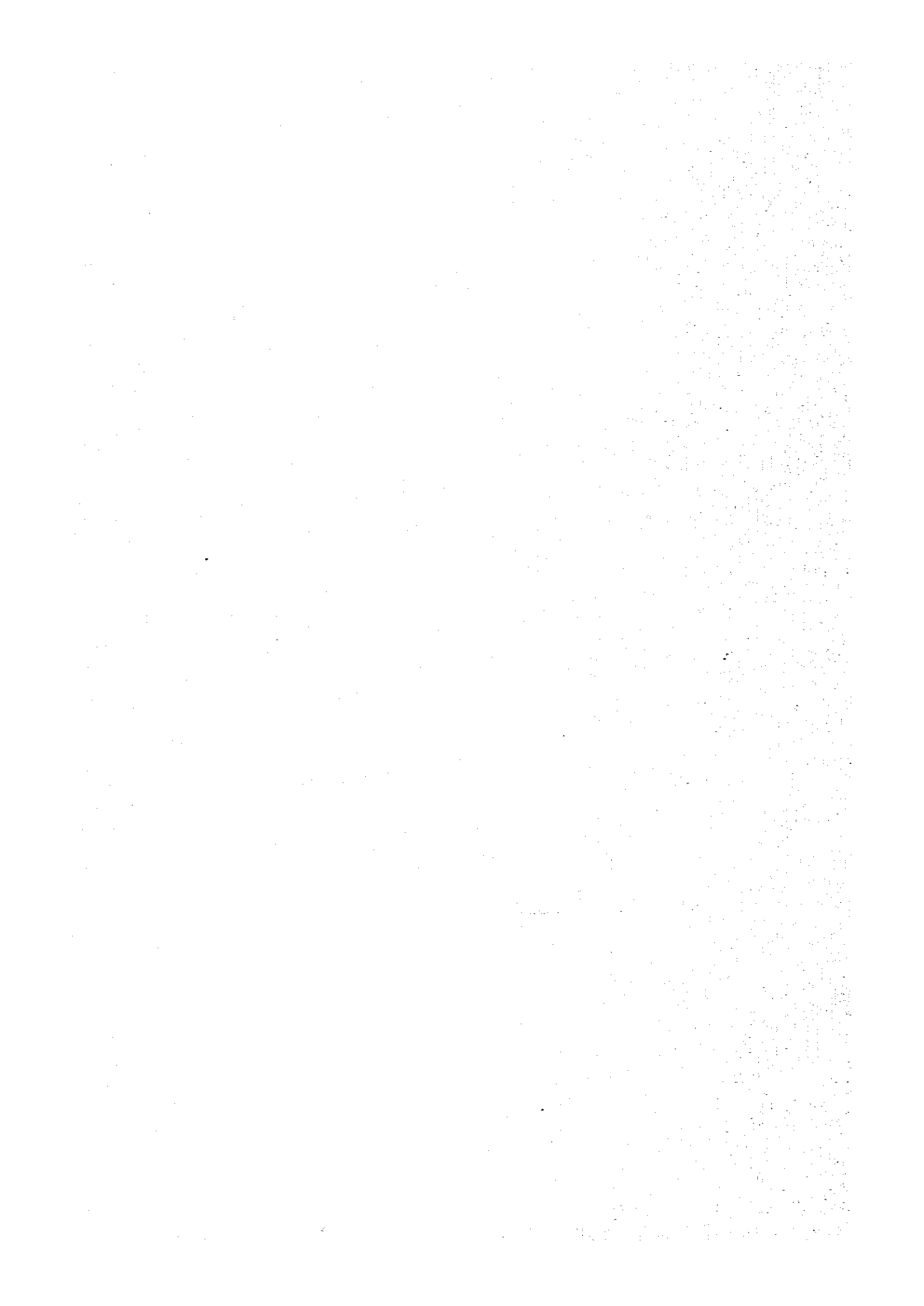


1-3





ブラジル農業ハンドブック

— 蔬菜・雑作編 —

JICA LIBRARY



1002759071

昭和59年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 3. 11	R703
登録No. 11086	85.6
	ESE

ま え が き

中南米には、ブラジル、アルゼンティン、パラグアイ、ボリヴィア等の諸国に、約90万人の日系人が居住し、その多くは農業に従事しているといわれている。

また、近年中南米諸国に対する日本の農林業関係の開発協力も活発となって来ており、多くの専門家や調査団が活躍している。

これら日系農業者や農業関係者から当事業団サンパウロ支部農業情報室に農業技術に関する各種照会が多く寄せられて来ている。これら照会事項の多くは、中南米諸国にある文献、資料等を利用すれば解決し得る事柄であるが、多くの文献資料はポルトガル語、スペイン語によるものであるため、これらを自由に利用できる人は今なおそれほど多くない状況にある。

一方ブラジルに一般に普及している農業技術は中南米諸国にも広く適用できる部分が多いといわれている。

このような背景のもとに、日系農業者及び農業関係者から、中南米農業を知るための日本語による参考資料の斡旋の要望が数多くあることに応じて、同農業情報室においてブラジル国サンパウロ州を中心として、広くブラジル国内に普及している農業技術をブラジル農業ハンドブックとして取りまとめることを企画し、これの編集を会員455名を擁するブラジル国唯一の日系農業技術者集団であるブラジル農業技術研究会(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRO DE ESTUDÍOS TÉCNICOS DE AGRICULTURA 略称ABETA、以下「ABETA」という。)に相談したところ、快く引き受けて載せ、実現する運びとなった。

ブラジル農業ハンドブックを編集するに当っては、ブラジルの農業全般にわたって網羅する必要があるもの、技術的にも時間的にも網羅することが無理のため、分割して編集することにし、ABETAには蔬菜・雑作物編、果樹編、工業作物編、畜産編等々を逐次編集して載くことにした。

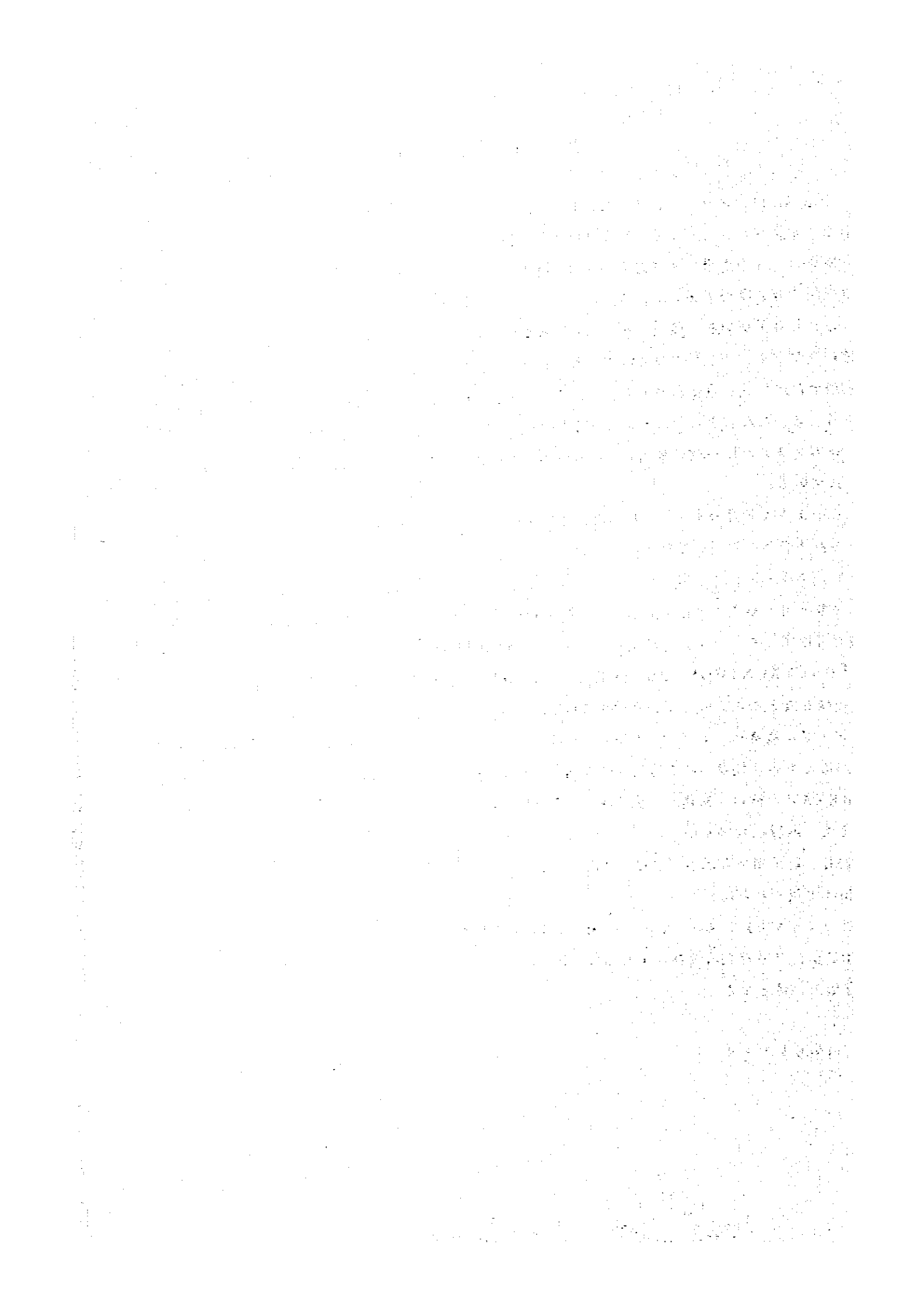
また、内容は栽培を中心にして、生産基盤、環境要素、生産技術について実務者向きに記述し、農業者、農業関係者が生産現場に携えておき、必要に応じて活用し得ることをねらいとするよう心掛けて載くことにした。

このような方針のもとに、先ず初編として蔬菜雑作物編を編集し、ここに刊行するものである。

本書が、日系農業者及び農業関係者並びに移住希望者、中南米農業研究者に幅広く活用されれば望外の俵せである。

昭和59年9月

移住事業部長



編集に当たって

国際協力事業団サンパクロ支部 小首伊之彦農情情報室長より「ブラジル農業ハンドブック」刊行のための協力依頼を受けた時、その企画に賛同の意を表しながらも聊か躊躇した。

今日まで、ブラジルに於いて日本語による農業の参考書、専門書、手引き、雑誌などは数多く出されている。しかし、それはあくまでもブラジル国内の日系人のためのものであった。従って、その内容はブラジルのものである。また日本に於いても国際協力事業団をはじめとし、外務省や諸関係団体から、ブラジルの農業について、多くの刊行物が出版されて来ている。これは、むしろ日本の日本人のためのものと言ってよい。

この度のハンドブックは、その中間というより両者を対象にし、しかも専門家にも農業者にも理解できる参考書を、ということであって、これは考えてみると容易な仕事ではない。第1に日本の日本人と外国に住む日系人の違いである。これは一口に言い表わせないのだが、環境、(社会、言語、習慣等)の差であり、農業形態(気候風土、規模、栽培法)の差による理解度の違いである。更に、この本が専門家にも農家にも役立つというのはいささか強張ったものであり、これが二の足を踏まざるを得なかった原因である。

どのようなハンドブックにもって行くかを関係者と協議検討し、その執筆には、第一線で活躍し、研究心が高く、生産現場の経験が豊富で常に農業者と接点を持つ技術者を選んだ。そして会議を重ねた結果がこの体裁となったのであるが、正直なところ満足していない。

本書は、25名の技術者の協力によって出来たもので、特に各論に於いては分担執筆による内容の不統一を懸念した。監修者が中心となって統一化を図ったが、なおかつ完全に出来得なかったことが残念であり、心残りに思っている次第で、努力が足りなかったとその責を感じている。

また総論では、栽培上の実際面或いは技術的な理論ではなく、一応「ブラジルの農業ハンドブック」というはじめての試みによるところから、むしろそれぞれの分野の分類と統計と解説に止まったことをご諒承願いたい。

なお総論の「農業」と各論中の「病虫害」の項に関しては、次の諸点にご留意載きたい。

- (1) 総論「農業」の付表(初本書末尾に記載)「農業の分類」と「作物別登録農業」に掲げた製品は、照会に当って回答のあったもののみを記載したので、ブラジルの市場に現在存在する全ての農業ではない。
- (2) 各論の各作物の病虫害の項での病害名及び害虫名は、夫々次の表示方法によって記載した。
 - ① 病害名の表示は、漢字名と(カタカナ)名及びブラジル名を付け、病原名を併記した。病害名の命名者の名前、アメリカ農務省のINDEX OF PLANT DISEASES IN THE UNITED STATESに基づく略記号を用いた。
 - ② 害虫名の表示は、原則としてカタカナ書きとし、ブラジル名と学名を付したが、命名者の

不明な害虫が多く、全ての害虫についてこれを調査出来なかったので、命名者の名前と年号は割愛した。

- (3) 各論中の防除農薬については、総論「農薬」の付表「作物別登録農薬」と必ずしも合致しない農薬名がある。これは、ブラジル国内に於いては、農務省に認可された登録農薬のみ使用出来ることになっているが、ブラジル以外の国に於いて許可され、使用され、或るいは効果の認められている農薬をも記載したためである。

1984年3月

監修者

(ブラジル農業技術研究会副会長)

谷 口 出 穂

ブラジル農業技術研究会紹介

1958年、日本政府に当時の在伯日系人社会の指導者であった山本喜吾司農学博士(1892～1963年)らの、農業関係有識者の派遣要請に基づき、元農林大臣の石黒忠篤参議員議員を団長とする官民7名の日本農業使節団が来伯した。この一行はアマゾン地帯から南部ブラジルまで約1か月滞在し、ブラジルの農業の認識を深めたのであるが、これを機に、両者に於いて農業技術の交換を進めることを合意、これを受けて伯国日系人側において山本博士を中心に有志58名によって、ブラジル農業技術研究会(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS TÉCNICOS DE AGRICULTURA、略称「ABETA」)が創立され、翌1959年にブラジル民事団体として正式に登録し発足した。会員は国籍、職業を問わず、現在455名を擁する。

この会は下記の事項を目的として活動している。

1. 内外農業関係図書、参考文献の蒐集
2. パンフレットや図書の出版を通じての新しい技術の普及と広報
3. 技術相談、講演会、座談会などの開催
4. 内外の諸研究機関との技術交流
5. 専門分科会による相互研究と情報の交換活動
6. 諸外国との農業技術の交流
7. 国際協力事業団の専門家派遣事業への協力及び、他団体からの要請による技術者の紹介、斡旋
8. 農業融資の書類作成と手続きの斡旋、及びそれに伴う技術指導と調査
9. ブラジルの農業発展に貢献された山本喜吾司農学博士の名誉を称え、山本博士に続く人材の出現を奨励する目的で「山本喜吾司賞」制度を設け農業を通じてブラジル社会に貢献した者を毎年度若干名選び顕彰する事業の実施(創1965年から1982年までの8年間に57名の農業者を表賞した。)

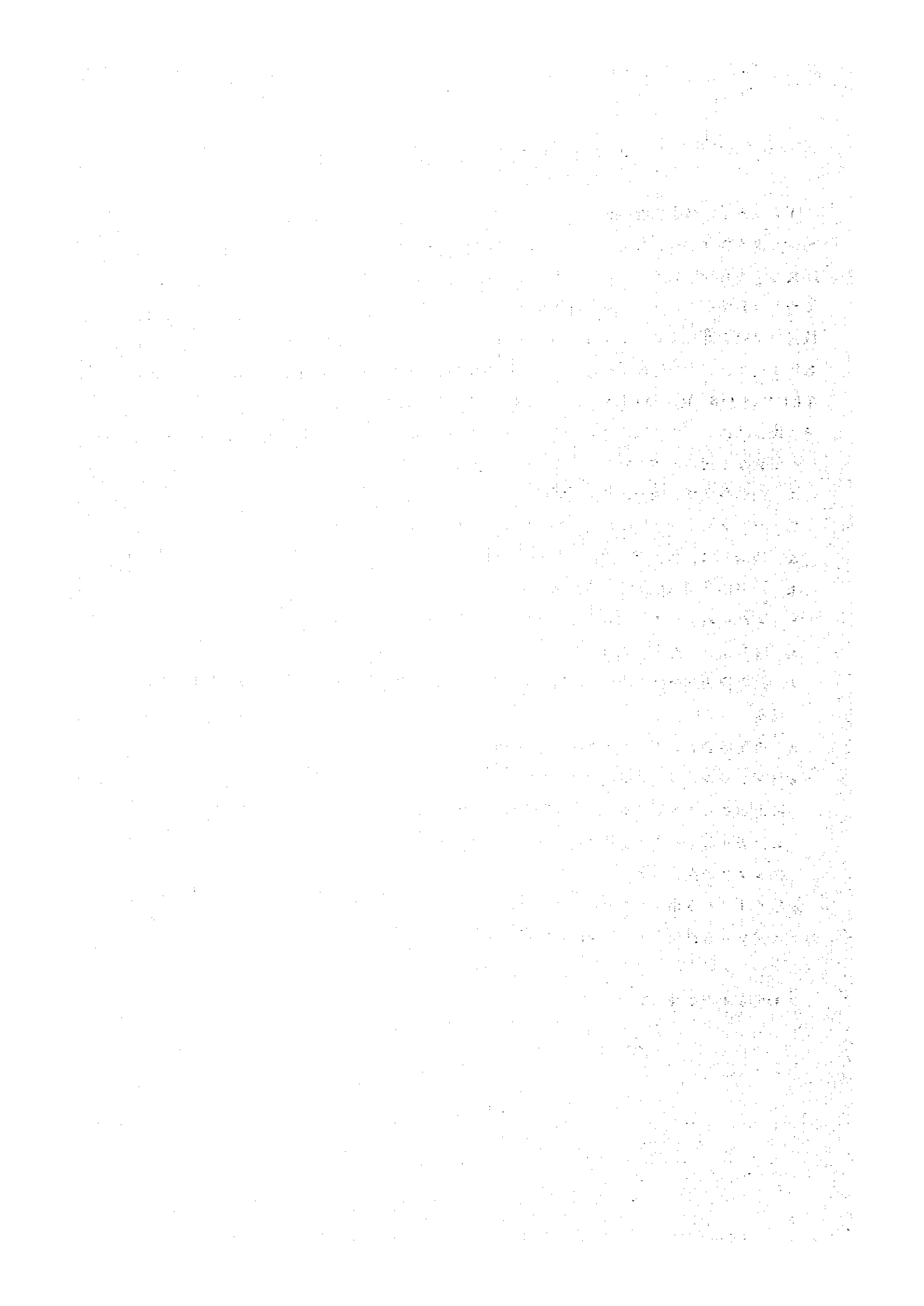
本年(1983年)度からパーソナル・コンピューターを導入、農業や畜産の経営や技術関係のプログラムを作成中で、広く農業経営に役立てるよう準備を進めている。

1984年3月

編集執筆代表

(ブラジル農業技術研究会会長)

菊 地 ル イ



編 集 執 筆 者

監 修 者

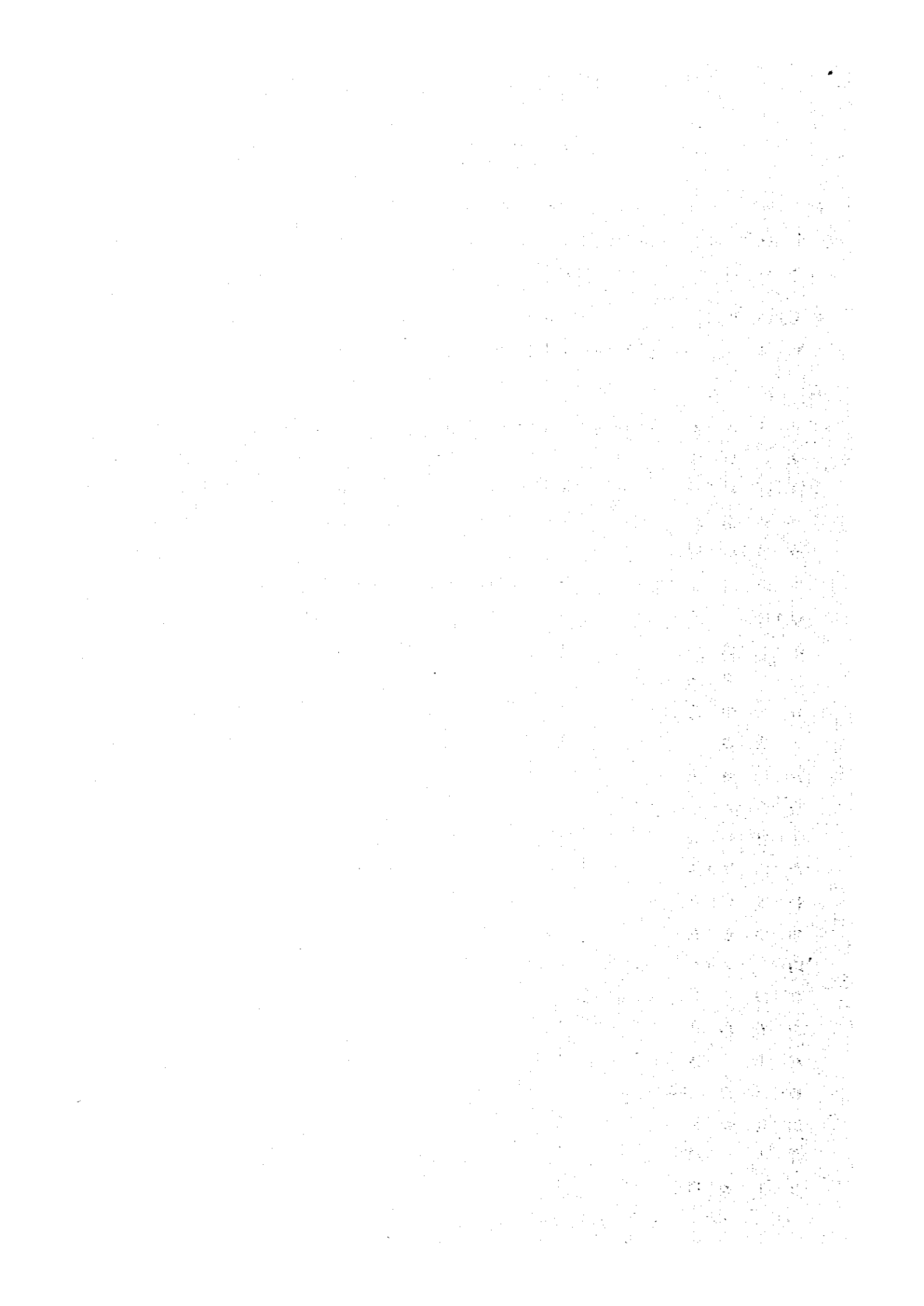
小 首 伊之彦 国際協力事業団サンパウロ支部農業情報室長
 谷 口 出 穂 ブラジル農業技術研究会副会長

編集執筆者代表

菊 地 ル イ ブラジル農業技術研究会会長

執 筆 者

菊 地 ル イ	ブラジル農業技術研究会	会 長	コチア産業組合中央会
谷 口 出 穂	・	副会長	スールブラジル農業協同組合中央会
猪 野 陽 一	・	理 事	ブラジルヘキスト化学工業㈱
酒 井 孝 雄	・	・	味の素インテル・アメリカーナ(株)
雨 森 英 樹	・	・	コチア産業組合中央会
生 田 博	・	正会員	サンパウロ大学農学部
野々村 孟	・	・	三井肥料㈱
近 磯 和	・	・	ブラジル北興化学工業㈱
西 忠 久	・	・	・
佐 藤 榮 記	・	・	・
久 我 達 二	・	・	コチア産業組合中央会
野 口 博 史	・	・	・
有 沢 光 康	・	・	・
小 林 智	・	・	・
片 山 まさる	・	・	・
柿 坂 公 正	・	・	・
田 中 正 義	・	・	・
内田 アメリコ	・	・	・
砂 田 真 二	・	・	・
白 石 和 久	・	・	スールブラジル農業協同組合中央会
村 上 保	・	・	・
橋 爪 修 一	・	・	イハラプラス化学工業㈱
田 代 静 男	・	・	・
岸 本 晟	・	・	タネプラス種苗㈱
井 上 忠 嗣	・	・	ジャグァレー肥料工業㈱



目 次

第1章 総 論

1. ブラジル農業のあらまし	3
2. 気 候	15
3. 土 壌	27
4. 肥 料	47
5. 農 薬	64
6. 農業機械	75
7. 農産物の包装	81

第2章 各 論

1 蔬 菜	85
-------------	----

(I) 果 菜 類

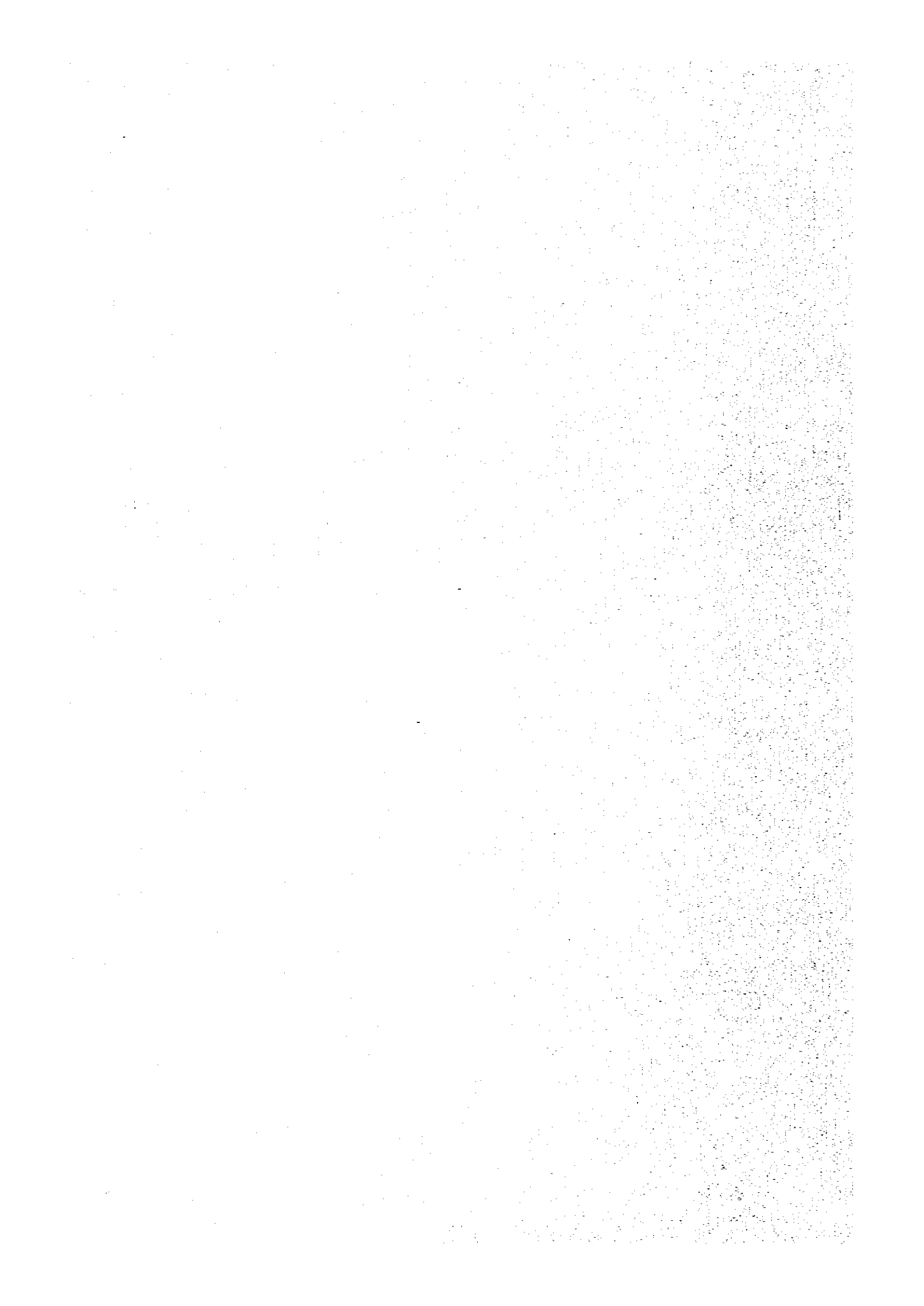
トマト (Tomate)	87
ピーマン (Pimentão)	109
キュウリ (Pepino)	133
ナス (Berinjela)	153
メロン (Melão)	173
スイカ (Melancia)	205
イチゴ (Morango)	217
サヤインゲン (Feijão-Vagem)	237
エンドウ (Ervilha)	251
カボチャ (Abobora)	261
ベボカボチャ (Aboborinha)	273
ハヤトウリ (Chuchu)	283
オクラ (Quiabo)	291
ニガナス (Jiló)	301

(II) 葉 菜 類

レタス (Alface)	309
タマネギ (Cebola)	325
キャベツ (Repolho)	359
ハナヤサイ (Couve-Flor)	377
ニンニク (Alho)	395

アーティチョーク (Alcachofra)	419
(四) 根菜類	
バレイショ (Batata)	451
ニンジン (Cenoura)	455
サツマイモ (Batata-Doce)	475
マンジョキンニヤ (Mandioquinha)	487
ショウガ (Gengibre)	495
(五) その他の蔬菜 (33種類)	501
Ⅱ 雑作	
イネ (Arroz)	509
インゲンマメ (Feijão)	543
ダイズ (Soja)	571
トウモロコシ (Milho)	593
コムギ (Trigo)	617
ラッカセイ (Arandoim)	639
付 表	
(I) 農菜の分類	655
(II) 作物別登録農菜	675

第1章 総論



1 ブラジル農業のあらまし

(i) はじめに

① 地域区分・人口

ブラジルは、地理的に5地域に区分され(図1)、その面積、人口、地方人口(農村部人口以下同じ)、同比率、同密度は(表1)の通りである。

(表1) 面積と人口(1980)

地区区分	面積 (百万km ²)	人口 (百万人)	地方人口 (百万人)	同比率 (%)	同密度 (人/km ²)	人口の多い州 (百万人)
北部	3.6	5	2	40	0.6	—
北東部	1.5	3.6	1.9	53	12.7	セアラ(6) バイア(9) ペルナンブコ(6)
南東部	0.9	5.2	6	12	6.7	サンパウロ(23) ミナスジェライス(13) リオデジャネイロ(12)
南部	0.6	2.2	1.1	50	18.3	パラナ(10) サンタカタリーナ(4) リオ、グランデード、スール(8)
中西部	1.9	8	4	50	2.1	ゴイアス(5)
計	8.5	12.3	4.2	34	4.9	

(ii) 地方人口=農村部人口

国土面積の18% (南東部及び南部)に人口の60% (7,400万人)が集中している。

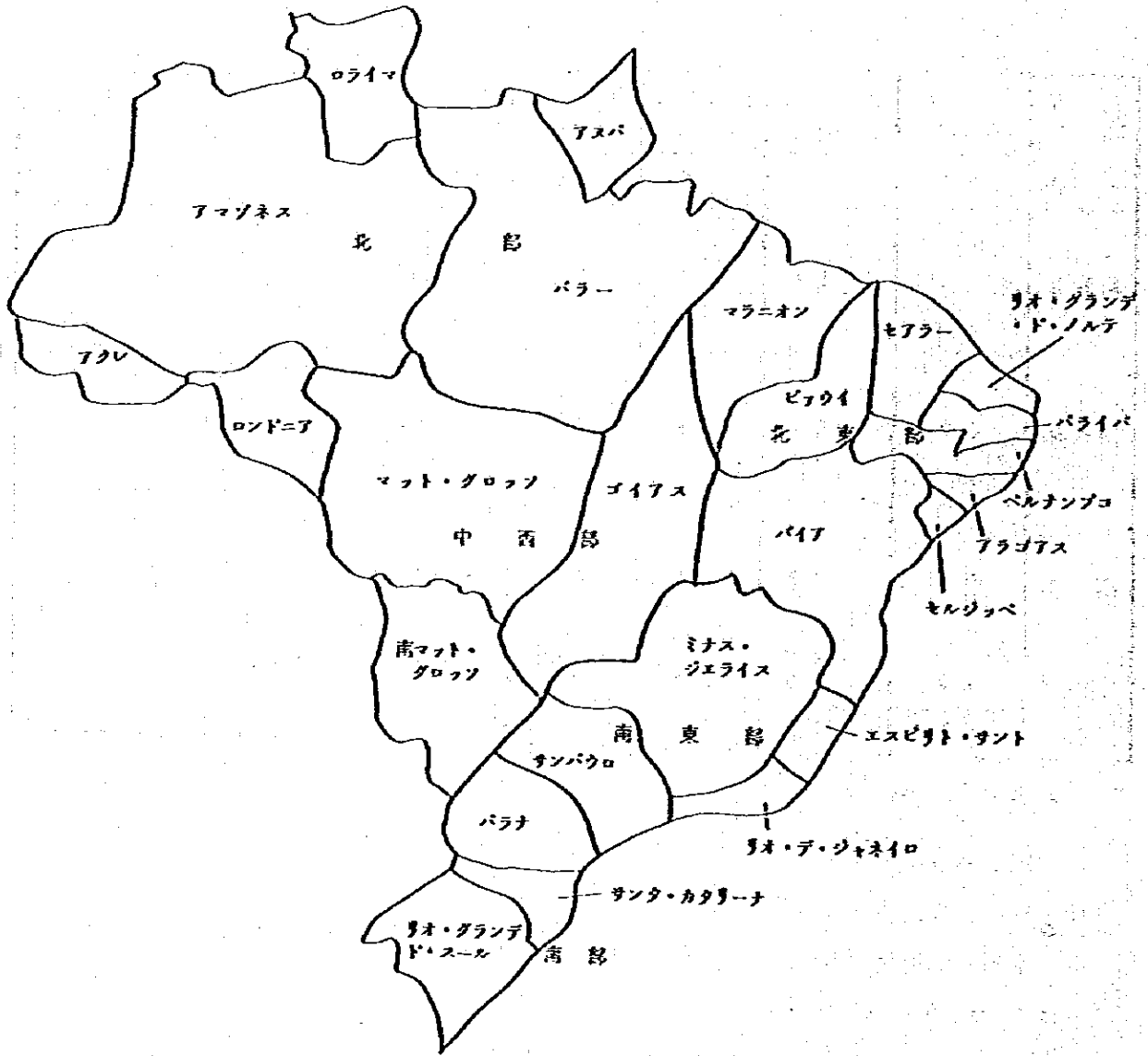
② 農地面積、農業従事者数、農業所得

全国の土地登記面積は3億2,400万haであるが、このうち農地は4,000万ha、中南部に2,700万haが分布している。

10才以上の就業人口(1980年)は男子3,176万人、女子1,204万人、計4,380万人、このうち農業に従事しているのは男子1,138万人、女子173万人、計1,311万人で就業人口の30%にあたる。

所得のあった所帯数2,310万世帯のうち33%が農業から所得を得ており、その所得別世帯数は(表2)の通りで、およそ70%の世帯が月収US\$200ドル以下の所得である。

(図1) 地理的区分



(表2) 農業所得 (1978年)

階層区分	世帯数
最低賃金/月以下	2.7百万世帯
最低賃金/月×1~2倍	2.6 "
" ×2~5倍	1.7 "
" ×5~10倍	0.4 "
" ×10倍以上	0.1 "
計	7.6 "

(注) 最低賃金とは月収およそUS80~100ドルをさす。
年2回(5月と11月)にインフレ率に応じて改訂される。

(2) ブラジル農業のあらまし

① 北部

北部は、ブラジル国土の42%をしめるが、地方人口は僅かに200万人、高熱多湿の気候条件にあつて採取(集)経済が基本である。農業上の障害は、アマソナス州の洪水とパラ州内陸部の早魃という自然条件のほか、農産物収獲時期に手許資金がないために利用せざるを得ない中間商人の存在である。主要農産物は、パラ州の黒コショウ、ジュートほかの麻類、それに近年はじまったグァラナ、パイアの栽培があげられる。

② 北東部

人口の半分は、海岸沿いの都市に居住している。地域の消費を目的とした一般農作物を植えているが、主要農産物としては、ベルナンブコ州、アラゴアス州のサトウ(キビ)、パイア州のカカオ、それに同じくパイア州で近年コーヒーの植付(1982年 1億5,000万本)がさかんになっている。

北東部のコーヒー生産は1970年の10万袋から1980年の100万袋と10倍にのびたが、地域内の消費量が130万袋であるから、新植がさかんにおこなわれている。

③ 南東部

この地域で、もっとも農業がさかんなのはサンパウロ州とミナス・ジェライス州で、その主要農産物の生産量は(表3)の通りである。

なお82/83農年にはミナス・ジェライス州のコーヒーは、54万トンで全国一。第2位がサンパウロ州で48万トン、パラナ州は30万トンで第3位、全国生産予測は174万トンである。

④ 南部

この地域がブラジルの穀倉といわれる。パラナ州は全国の穀物生産の25% (1,290万トン)を800万haの農地から生産している。たびかさなる霜害のためコーヒーの栽培が減少

(表3) サンパウロ州、ミナス・ジェライス州
の農業生産(1981/82年)

(単位: 1,000t)

農産物名	サンパウロ州	ミナス州
サトウキビ	82,030	8,274
コーヒ	341	288
オレンジ	7,488	—
トウモロコシ	3,591	3,057
ダイズ	1,116	300
ワタ	471	89
コマ	498	800
フェイジョン	431	400
トマト	371	—
タマネギ	256	—
バナナ	711	—
コムギ	184	25
パイナップル	—	125
ニンニク	—	23

し、トウモロコシ、インゲンマメ(ブラジル名:フェイジョン)、サトウキビの栽培がふえている。特にサトウキビは、プロ・アルコール計画によってこれを原料とするアルコール生産が83年は日産100万リットルをこえる。サンタ・カタリーナ州は、トウモロコシ、インゲンマメのほか、特産物としてリンゴとニンニクがある。リンゴは82年5.5万トンから83年には8万トンをこえると予想される。

リオ・グランデ・ド・スール州は、コマ、ダイズ、コムギの大産地で、81/82年には、コマ260万トン、トウモロコシ310万トン、ダイズ450万トンを生産した。

⑤ 中西部

全体から見ると放牧畜産を主とする地域であるが、マット・グロソ州、ゴイアス州は農業開発が進みつつあり、南北両マット・グロソ州での穀類生産は400万トン(全国生産の7%)であるが、2~3年のうちに10%550万トンに達すると見られている。

(3) 農業生産

ブラジルにおける主要農産物生産統計は(表4)の通りである。

(表4) ブラジルの農業生産

(単位: 1,000トン)

農産物名	1981/82年	1980/81年
パイナップル(1)	443	414
綿実	1,988	1,730
ニンニク	72	47
ラッカセイ	317	355
コメ(モミ)	9,681	8,261
エンバク	121	98
パサヤシ実	250	250
バナナ(2)	475	446
パレイン	2,095	1,911
カカオ	318	304
コーヒー	2,007	4,075
サトウキビ	167,829	155,571
ライム	15	24
ハダカムギ	199	109
ココナツ	540	504
ナタネ	2	2
インゲンマメ	2,976	2,339
葉タバコ	435	362
ヒマワリ	31	35
グアラナ	1	1
ジュート	13	39
オレシ	58,971	57,127
アマニ	16	24
マルバ	61	58
ヒマ	221	278
マンジョ	24,505	24,803
トウモロコシ	22,059	21,098
コシウ	38	40
ラミ	10	10
シザル	253	243
ダイズ	12,810	14,978
マトロ	214	212
トマ	1,766	1,442
コムギ	2,150	2,200
ソバ	60	33
ブドウ	685	661

(1)百万袋、(2)百万房

① 穀類

81/82年のコメの生産量970万トンで、在庫120万トン。消費量は920万トンであるから年度末在庫は220万トン(約3ヵ月分の消費量に当たり、適正在庫である。)生産の30%は水稲、70%は陸稲である。

インゲンマメの生産量300万トン、消費量260万トン。マメは年2回植付できるので40万トンは余剰となり輸出にむけられよう。

ダイズは81/82年は減収、予期1,550万トンに対し、1,280万トンにとどまった。ゴイアス州、マツト・グロッソ・ド・スール州の陸稲の植えられていた地域に植付がおこなわれており、80年代の終りには、トウモロコシとならんで2,000万トンをとえると予想されている。

コムギは、ブラジル農産のいちばん弱い所。広さ、気候からみて、適地があるとみられ、品種改良、栽培試験が続けられている。消費量660万トンに対して生産は300万トン弱、残り360万トンは輸入している現状である。

トウモロコシは、生産量2,200万トン、全量国内消費で輸出余力はない。

② サトウキビ及び砂糖

中南部5州のサトウキビ生産は7,700万トン。砂糖向けに4,700万トン、アルコール向けに3,000万トン。砂糖の国際価格は1979年200ドル/トン、80年600ドル/トンと暴落したが、現在140~160ドル(82/83年)逆しどり、世界的に砂糖は過剰生産である。

1981年には826万トン生産し、国内消費548万トン、輸出258万トン。生産者受取価格はトン当280ドルに当たり、国際価格との差額はIAA(砂糖アルコール院)が負担している。

(プロ・アルコール計画)

この計画の目標は、1985年107億 t 、87年140億 t 、1990年200億 t の予定。80年41億 t 、81年57億 t 、82年82億 t と順調に推移している。

③ コーヒー

コーヒーが輸出額第1位をしめていた時代は過ぎ、現在では全輸出額200億ドルのうち20億ドル程度。1975年以来4度重なる霜害によって生産地パラナ州のコーヒーは転作を余儀なくされ、霜害のないゴイアス、バイア、マツト・グロッソ州へ産地が移動している。ただし、この霜害でコロンビア、インドネシア等他のコーヒー生産国が増産しており、世界市場における競争条件はきびしくなっている。1981年は75年の霜害以来の豊作となり、3,500万袋を生産したが、82年はウラ年に当り1,800万袋、83年は2,500~3,000万袋と予想されている。

1983年6月(コーヒー年度末)における需給関係は次の通り。

82年度生産	1,800万袋
IBC(ブラジルコーヒー院) 在庫	800万袋
市中在庫	400万袋
計	3,000万袋
国内消費	750万袋
輸出	1,750万袋
期末在庫	500万袋

④ オレンジ

オレンジの生産は、1975年9,000万箱であったものが、1982年には1億8300万箱と2倍以上となり中期的にみると明らかに生産過剰である。生産、輸出統計は(表5)の通り。

(表5) オレンジ生産と濃縮果汁の輸出

年 度	サンパウロ州生産量 百万箱	全 国 生 産 量 百万箱	さく汁量 百万箱	輸 出 千トン	金 額 百万ドル	単 価 ドル/1
1978	119	167	109	336	332	988
1979	151	196	117	292	330	1,130
1980	170	219	127	401	280	698
1981	175	213	135	570	630	1,105
1982	185	228	150	600	700	1,167

生産した濃縮・果汁の95%は輸出、このうち20%はアメリカ向、残り80%が欧州中南米諸国、日本、オーストラリア等40カ国へ輸出されている。

果汁工業は1億2,000万~1億8,000万箱のオレンジを処理できるが、それ以上は無理なので、国内消費の促進(軍、学校給食への採用)が検討されている。

⑤ ワタ

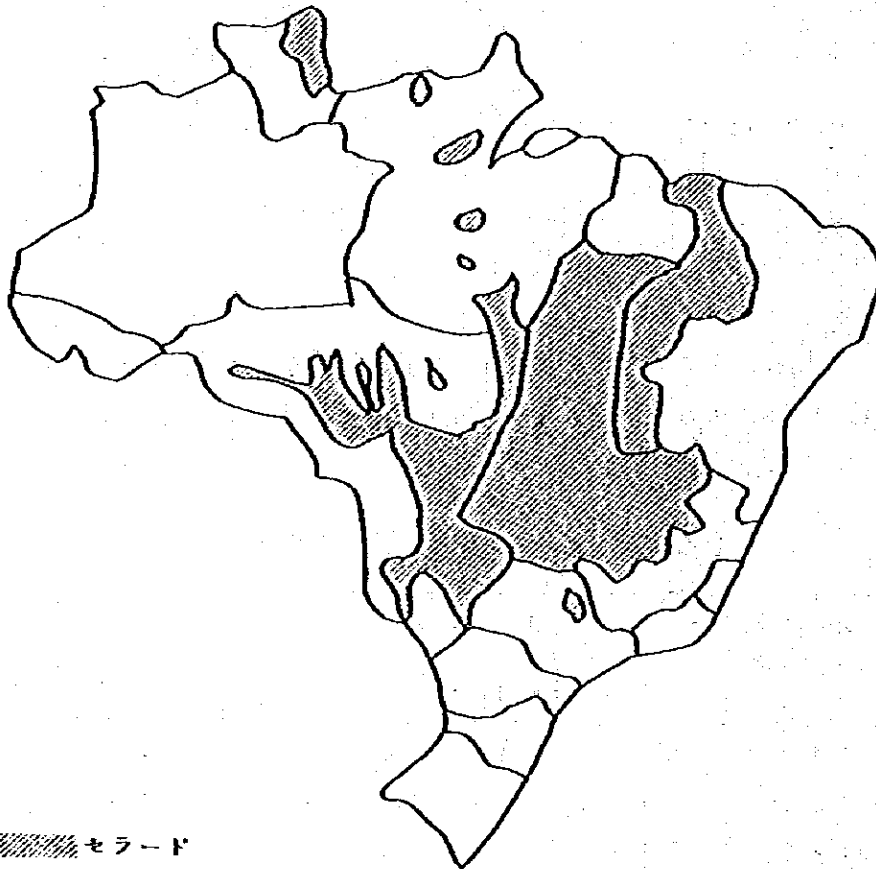
1972年には世界のワタ貿易の7%のシェアをもっていたが80年にはゼロになったものの、斜陽農作物ではない。サンパウロ州の例であるが、次の如く、面積は40%に減少したが生産量は80%を維持しているのは、新品種IAC17号、18号の登場によるものであって、業界では、栽培技術、精綿技術では、国際水準にあるとみている。

(4) セラード農業開発

セラードと称せられる地域の広がり(図2)の通りで、この面積は1億8,000万haで国

土面積の20%を占める。

(図2) セラードの広がり



凡例  セラード

しかし、灌漑ができるかどうかという条件及び流通コスト面から考えると、農業的に利用できるのは、まず2,000万ha程度と推定される。(注 因みに現在の中南部の農地面積2,700万ha)。

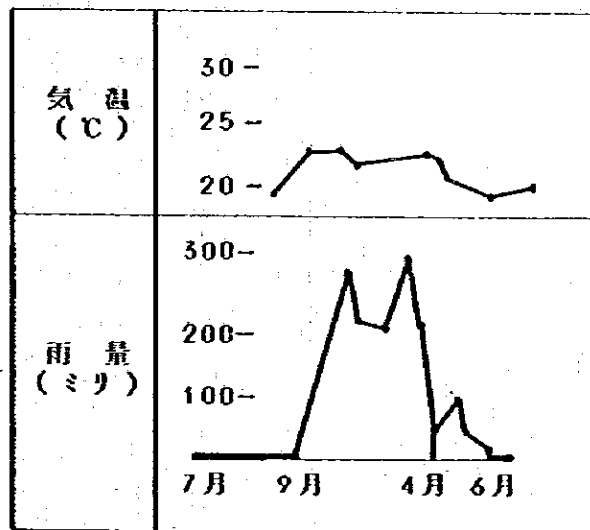
セラードは、その植生(これが気候、土壌条件の指標)からみて、4種にわけられているが、気候的にみると(図3)気温は年間15~25℃の間にあり、太陽光線が強いのが利点である。もちろん霜害、雹害はまずないとみてよい。

雨量は年間1,500ミリで量的には問題はないが、分布がかたよっている。4~9月はゼロ、10~3月に1,500ミリが集中すること及び12~2月の雨期中に早魃(Veranico、ベラニコ)があることである。これにあらうとまず生産低減を覚悟しなければならず、従ってそれ故にセラードの中でも水源のあるところに土地が求められている訳である。

土壌はアルミが多くカルシウム(Ca)、リン(P)はゼロに近い。他にカリ(K)、マグネシウム(Mg)、鉛(Zn)も不足、有機物も開墾当初はあるが、2~3年でゼロになる。

CPAC(Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados セラード農牧研究セン

(図3) セラードの気候



ター)ではあらゆる農作物や家畜に関する研究が行われており、国際協力事業団(JICA)により日本からの技術協力がなされている。

開墾費及び生産費をみると、開墾費はUS 350ドル/ha、放牧地造成の場合はUS 250ドル/ha、生産費は(表6)通り。

(表6) 作物別Ha当り生産費

(単位: US\$)

区分	項目	収量 (Kg)	資材費	労賃及び 機材費用	計
コメ		1,800	47	118	165
トウモロコシ		4,000	94	129	223
コムギ		1,000	136	122	258
ダイズ		2,100	94	143	237
放牧地	牛肉	100kg	26	9	35

※ 収量は1ha当り平均収獲量のことである。なお、放牧地の収量は1ha当りをもって1年間に生産する牛肉量をもって表示した。

(5) 灌漑

ブラジルは、灌漑面積が少ない。主要農産国と比較すると、(表7)の通りである。

1982年2月から600億クルセイロを投じたPROFIR(灌漑器機特別融資規程)が始まった。融資条件は、電気をエネルギー源として使うこと及びコムギを作付計画に入れること

(表7) 主要農業国の灌漑面積

国名	面積
中国	48
インド	35
アメリカ	17
ソ連	16
メキシコ	6
日本	5
アルゼンチン	1.6
チリ	1.3
ペルー	1.2
ブラジル	1.0

と(なおこれら条件は後に撤回された)である。

FAESP(サン・パウロ州農業会)が計算したha当りの灌漑コストは次のとおりである金利が灌漑費用の60%を占めることを指摘している。

(単位: US\$)

エネルギー	1.4
労力	2.9
維持費	5
償却費	3.7
金利	12.5
計	21.0

(6) 農産物最低価格

農務省は毎年7~8月頃CMN(国家通貨審議会)の承認を得た農産物の政府買上最低価格を発表する。本年は3兆CR\$(US160億ドル)で、82/83農年の最低価格は(表8)の通りである。

(7) 農業融資

融資機関は、国立、州立銀行、開発銀行、協同組合銀行及び市中銀行であり、地域的に全国を北部及び東北ブラジルとそれ以外の地域(つまり中南部)の2地域に分け、金利条件に差を設けている。

(表8) 82/83農年 農産物最低価格

作物名	単位	基本価格	買上開始時期
ワタ	15Kg	Cr\$ 1,330	2月
ラッカセイ	25	1,222	12
コマ(モミ)	50	1,900	2
カシューナッツ	1	80	9
マユ	1	433	10
カルナウーバ・ロウ	15	200	8
インゲンマメ	60	5,985	11
ヒマワリ	40	1,130	12
ジュート麻	1	79	2
ヒマ	60	2,746	4
マンジョカ	トン	5,804	4
トゥモロコシ	60	1,392	2
ラミ	1	88	10
シザル麻	1	50	8
ダイズ	60	1,800	2
ソルガム(マイロ)	60	1,183	2
ソバ	60	1,320	11

融資の種類はCusteio(営農資金)、Investimento(投資)、Comercialização(商品化)とに分け、営農資金は穀類に対しては、VBC(営農融資基準額)、野菜その他は、生産費を基準として行われる融資である。

投資は、機械、建物、種畜、植林、電化、土壌改良など償却期間の長いものに対する融資、商品化はAOF(政府買上)とEOF(政府貸付…生産物を担保とした融資)に分けられる。

融資の方法は、市中銀行は年間商業貸付総額の35%、投資銀行は同じく10%を農業融資にあてなければならない。利率は前者はORTN割+8%、後者はORTN+12%である。

①ORTN=価値修正付国債価格

融資限度は

大	農	VBC(または生産費の)	40%
中	農	・	60
小	零細農	・	90
農	協	・	80

なお1983年3月現在金利は北部、北東部に対しては35%/年、中南部は60%/年である。

また融資額の1%を徴集する農業災害保険制度があり、農業災害(霜害、雹害、水害、火災、旱魃など)があった場合、融資額の70%までが被害状況に応じて支払われる。

なお、詳細なブラジル国の農牧林業の生産流通状況、主要農業政策、地域開発計画等については、国際協力事業団発行の「ブラジル国における農牧林業の生産流通実績」「ブラジル国の主要農業政策」「ブラジル国の地域開発計画及び農業開発プロジェクト」「1980年度国勢調査にみるブラジルの姿」等を参照されたい。

(酒井孝雄)

2 気 候

(1) ブラジルの気候を決定する要因

広大なブラジルの多様な気候を限られたページ数で詳しく説明することは困難であるが、南米大陸とブラジルが置かれている地理上の位置、南米大陸とブラジルの地形及び南米大陸とその周辺の洋上に発生する気団の活動を把握することによりブラジルの気候の特徴は比較的容易に理解することが出来る。

① 南米大陸とブラジルの地理上の位置及び地形

南米大陸は北緯15°から南緯55°にかけて綿長く、西経35°から西経83°にかけて、東側が出張った三角形を呈して横たわって居りブラジルは東半分を占め北緯5°16'19"から南緯35°45'09"、西経34°45'54"から73°59'32"にかけて国土を展開しているので大半は熱帯及び亜熱帯圏に属する。

南米大陸の西側には数千メートルの高山がちなアンデス山脈があり、これが熱帯南太平洋気団の東進をはばみ、赤道大陸性気団と熱帯南大西洋気団の西進をはばむ自然の障壁となっている。

北部には赤道にはほぼ平行にアマゾン河が流れ、その流域には広大なアマゾン平野が東西の方向に展開し貿易風の流入に好適な条件を提供している。

中南部にはラプラタ河が流れており、その流域に南北に発達したチャコ平野とパンパス平野は南大西洋寒帯気団の北上にとって絶好の回廊となっている。

東南部には標高千メートル前後の高地群で構成されるブラジル高原がある為、地理的には熱帯又は亜熱帯圏に属しながらも温帯気候や高冷地気候を呈する地域が随所にみられる。

ブラジル高原は北上する南大西洋寒帯気団の進路をいろいろ変えたり、西進する南大西洋熱帯気団の勢力を緩和したり、赤道大陸性気団の東進をはばんだりしてブラジル沿岸気候や内陸気候の決定に重要な役割を演じている。

この様に大陸の位置、平野の存在、山の高さ、山脈の方向等の地理条件はある地域の気候の決定に部分的要因として影響を及ぼす。(図1)

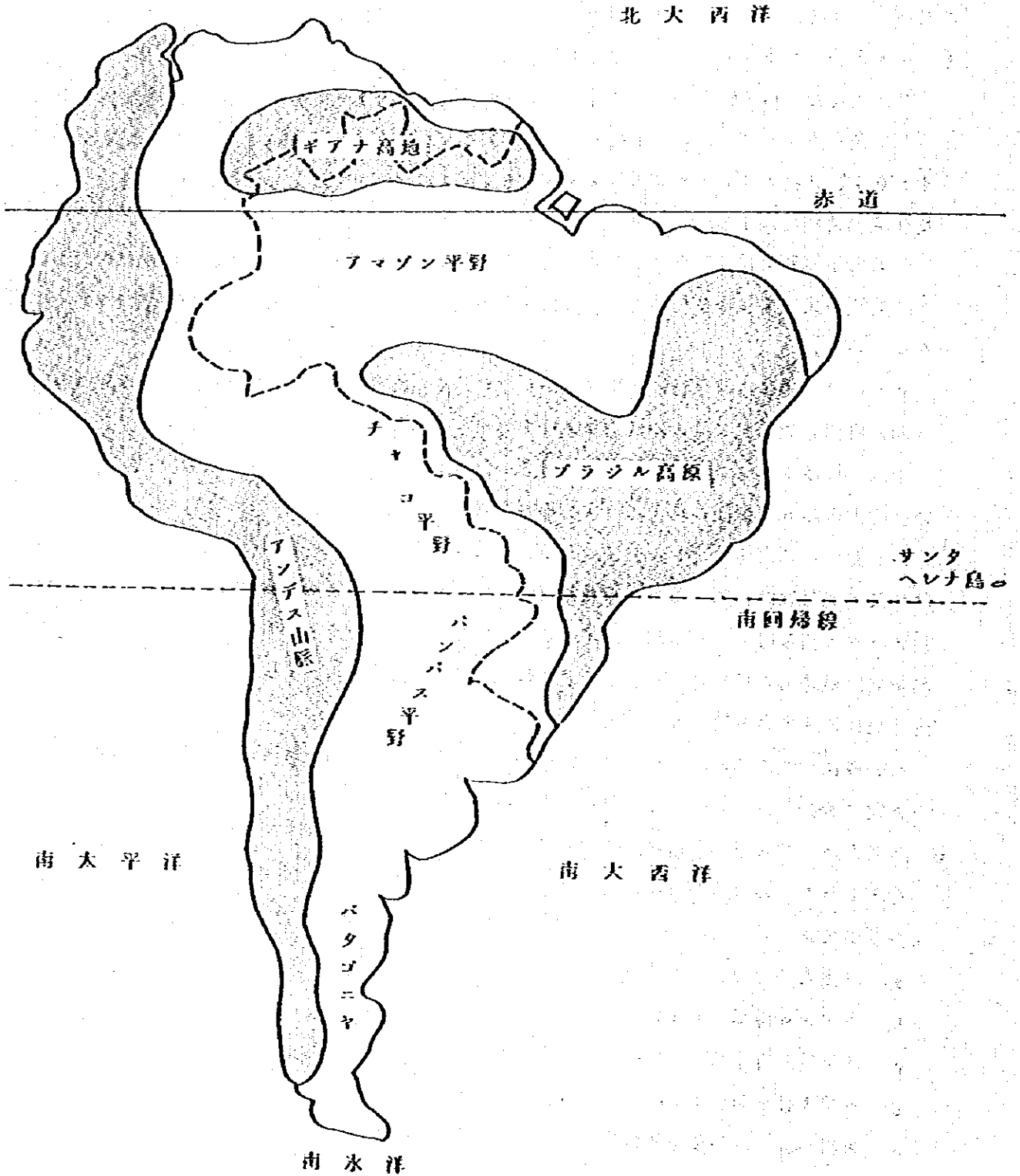
② 南米大陸と周辺の洋上に発生する気団

南米大陸とその周辺の海洋に発しブラジルの気候の変化に直接大きな影響を及ぼす気団は次の5つである。

- a) 赤道大陸性気団 (Ec)
- b) 赤道大西洋気団 (Ba)
- c) 熱帯南大西洋気団 (Ta)
- d) 熱帯大陸性気団 (Tc)
- e) 寒帯南大西洋気団 (Pa)

(図1) 南米大陸の位置と地形

アソーレス島



この他間接的にブラジルの気候に影響を及ぼす気団は次の3つである。

f) 熱帯北大西洋気団 (Ta)

g) 熱帯北大平洋気団 (Tp)

h) 寒帯南大平洋気団 (Pp)

気団は気候の決定に動的要因として作用する。気温、湿度、風速、風向、気圧、降水等の気象現象は気団の移動に応じて変化するので気団の発達や移動の趨勢を把握することは巨視的に気候を理解する上で非常に重要である。(図2)

a) 赤道大陸性気団 (Massa Equatorial Continental-Ec)

赤道直下のアマゾン平野は一年中高温で大量の大気が熱せられ膨張する為、広大な低気圧域が発達し、貿易風の収斂帯となり無風帯 (Doldrums) を形成し、高温多湿で不安定な赤道大陸性気団が発生する。この気団の内部では大気の対流活動が活発であり、広大なアマゾン低地の水面、地表及び熱帯林を構成する植物体から蒸散作用で空中に放出された多量の水蒸気はたえまない上昇気流に乗って上空に達し凝結するので年中雲量が多く、対流性降雨 (Chuvos convectivos) が多い。

赤道大陸性気団は冬季には発現地のアマゾン北西部に停滞し、主としてアマゾン河の上流地域に多量の雨を降らせるが、夏季には寒帯南大西洋気団 (Pa) と熱帯南大西洋気団 (Ta) の後退に応じて東南又は東南東に張り出し、ブラジル全土をほとんど覆いつくし各地に雷雨をもたらす雨期の渡来を告げる。

中西部及び東南部の夏は気温が高く雨が降るのは赤道大陸性気団 (Ec) の支配下に置かれる為である。

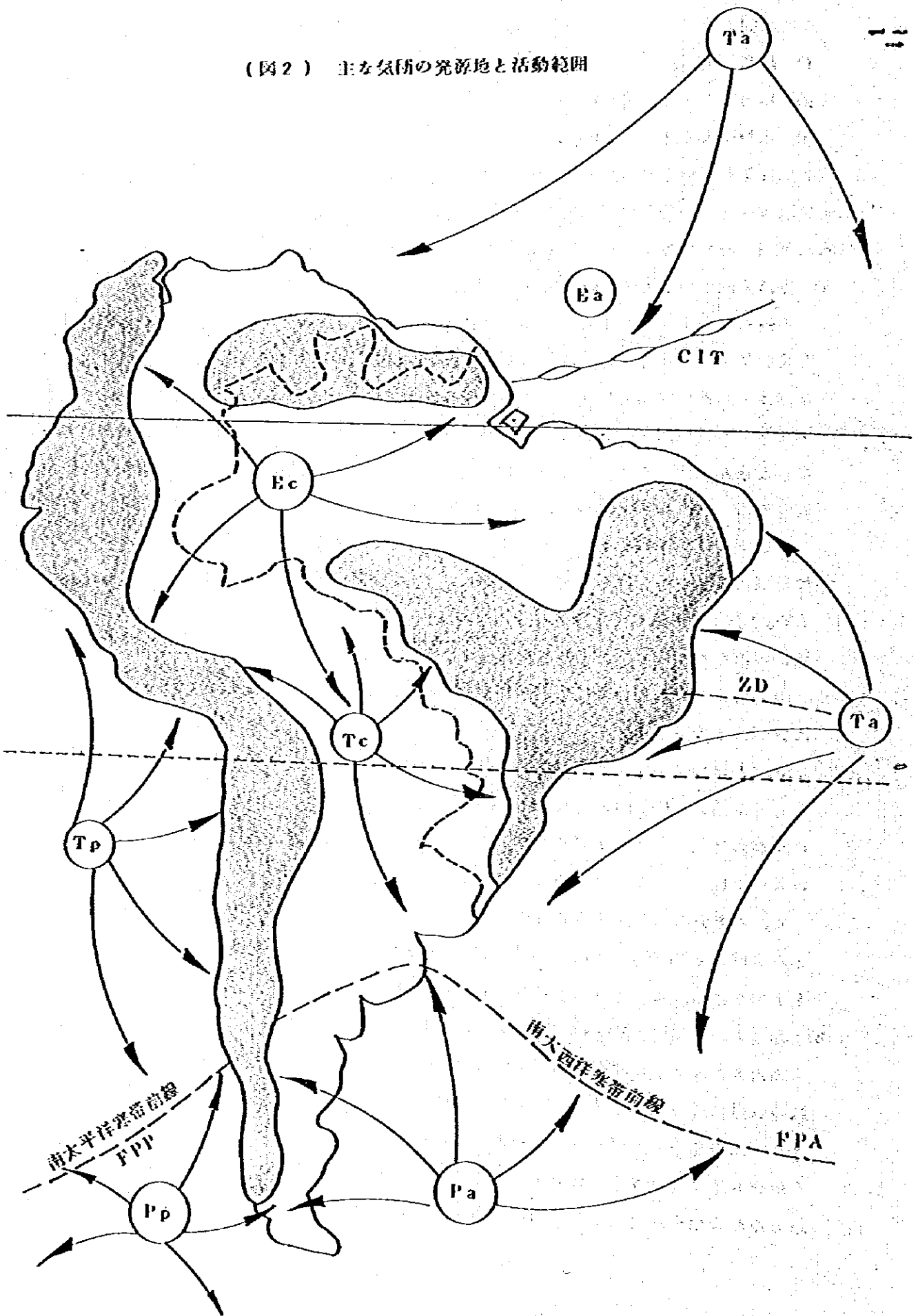
赤道大陸性気団は東南東の方角に熱力を拡大して行く過程で熱帯南大西洋気団と対面すると温暖前線 (Frente quente) を形成し、前線性降雨 (Chuvos frontais) を降らせながら気温を徐々に上昇させて行く。10月、11月、12月はむしろ暑くてうっとうしい天気が続くのはこの為である。

又、南東方面に前進する過程でまだ完全に衰退していない寒帯南大西洋気団と対面すると寒冷前線 (Frente fria) を形成し前線性降雨があり気温が低下する。初夏と言えども小雨が降った後2~3日急に冷え込むことがあるのはこの為である。

b) 赤道大西洋気団 (Massa Equatorial Atlântico-Ea)

赤道大西洋気団は熱帯収斂帯 (Convergência Inter Tropical-C.I.T.) での貿易風の収斂によって発生する。熱帯収斂帯は季節によってその位置が移動する。1月にはアマパー州の北部 (北緯4度) に位置しているが徐々に南下し、3月にはベルナンブーコ州 (南緯8度) に到達した後北上し6月には北緯4度に帰着する。アマゾン河口地域と東北地方の沿岸地帯が高温多湿なのは赤道大西洋気団の支配下に置かれる為である。

(図2) 主な気団の発源地と活動範囲



c) 熱帯南大西洋気団 (Massa Tropical Atlântico Sul-Ta)

赤道地帯で熱せられ多量の水分を吸収して上昇した大気は上空で冷却し多量の雨を降らせ、湿気を失った後さらに上昇し乾燥した冷気となって南回帰線附近で大降運動を開始し、ここに高気圧圏を形成する。乾燥した冷気も下降するにつれて徐々に熱せられる為、温暖で低湿な安定した熱帯気団を発生する。しかしこの気団の発現地点はサンタ・ヘレナ島附近の南大西洋上である為、気団の下層部は海面から蒸散される湿気を吸収し高温多湿で不安定な構造を呈するようになる。従って、熱帯南大西洋気団は上中層部は高温低湿な安定した構造を有するが低層部(東面では500m、西面では1500m前後)は高温多湿で不安定な2重構造を有するのが最大の特徴である。

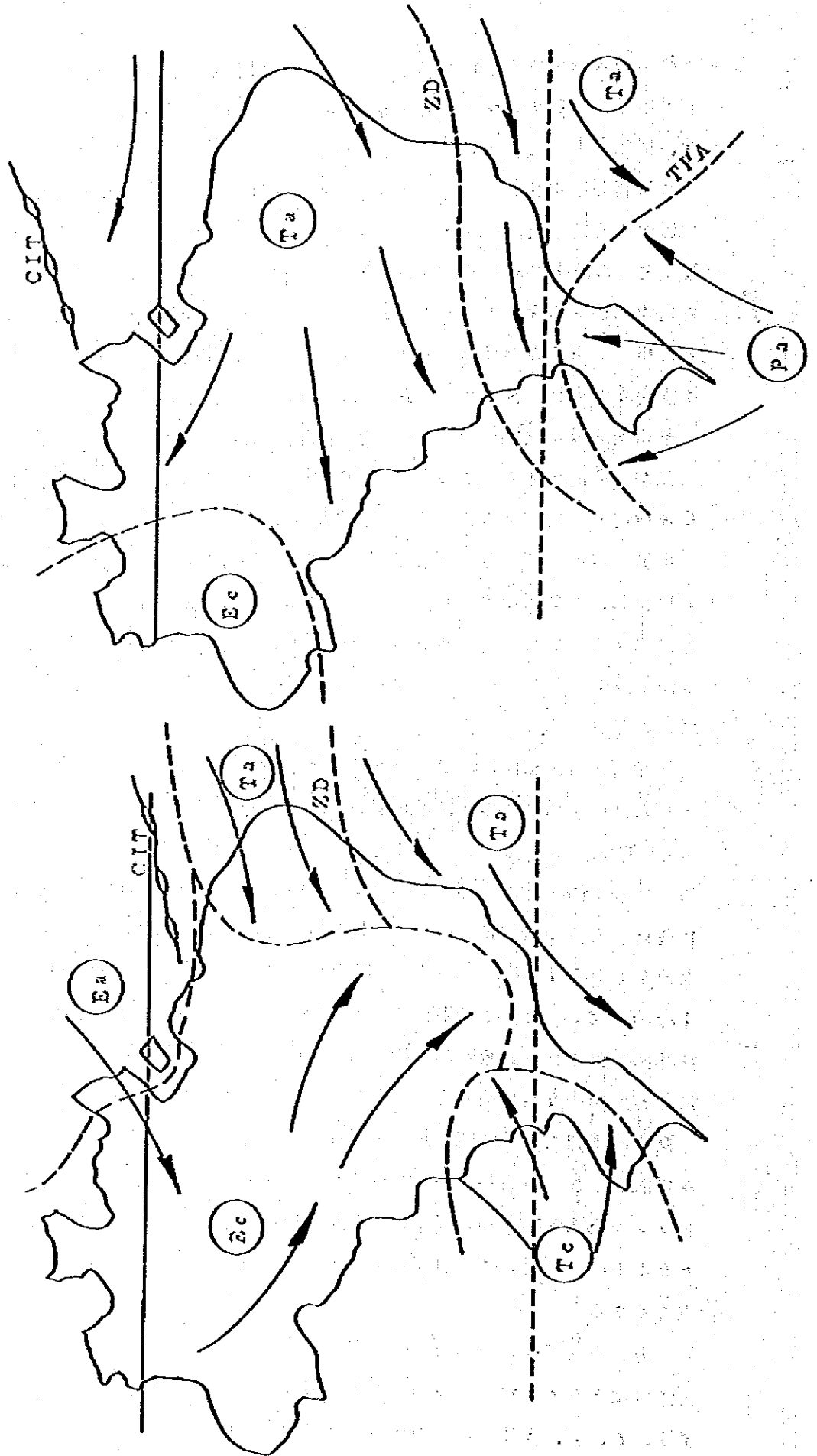
熱帯南大西洋気団の内部では垂直の方向に雲が発達せず、降雨が少なく高温で乾燥した天気が支配的である。この気団は左巻きのうずとなって移動する為、容易にブラジルの沿岸及び内陸に到達する。

高気圧域の東部に発現する気団は、ブラジル北東部に到達し東又は南東の風(貿易風)を発生し、高気圧域の南部に発現する気団は東南部に到達し北東又は北西の風(反貿易風)を発生する。貿易風と反貿易風の境は貿易風逆転帯(Zona de Divergência dos Ali-sios-ZD)と呼ばれ、ブラジル沿岸では1月には南緯12度前後、7月には南緯16度附近に移動する。(図3)

熱帯南大西洋気団は南大西洋々上を西進する過程で海面から蒸散する湿気を吸収するが、多量の水分を蓄積するには至らず、ブラジルの北東地方に到達するが気団の低層部(500-1500m)にわずかに貯蓄された水分はほとんど沿岸地帯に散在する海拔数百メートルの台地群(Chapada de Borborema, Chapada de Araripe, Chapada de Apodi等)に遭遇する際に弱い地形性降雨(Chuvás orográficas)を降らせるのみで内陸に潤沢な雨をもたらすには至らない。これがブラジル北東部(Nordeste)に旱魃多角形(Polígono das secas)と呼ばれる広漠とした不毛地を形成する原因となっている。地形性降雨で潤される台地の麓(Pé-da-serra)や山間の低地(Brejo)は、この地方の住民にとって希少な農耕地であり砂漠の中のオアシスのような役割を演ずる。

夏季は赤道大陸性気団と熱帯大陸性気団の勢力に圧迫され、その活動範囲は沿岸地帯のみに限定されているが、冬季にはこれら2つの大陸性気団の後退に乗じて内陸深く侵入しブラジル全土をほとんど覆う様になる。中東部、中西部の冬期の気候が高温で低湿な乾期となるのは、熱帯大西洋気団の支配下に置かれる為であり、5月~8月の間は極端に雨が少なくなる。

一方、南部では、平均週に1回の割合で、くりかえしくりかえし北上して来る寒帯南大西洋気団となえず対面する為、不連続線を形成し前線性の雨を降らせるので乾期を彰顕せず5、6、7、8月に比較的潤沢な降雨がある。



d) 熱帯大陸性気団 (Massa Tropical Continental - Tc)

南回歸線下のチャコ平野 (Oran Chaco) は南半球の夏至の前後太陽エネルギーの輻射を直に受けて急激に熱せられ大気の膨張により低気圧圏を形成し熱帯性気団を発現する。

気団の内部では熱せられた大気の上昇に伴う対流運動が 3,000 m 位の高度迄活発であるが、この低気圧圏に流入する大気は西進する過程でブラジルの海岸山脈の東側に地形性降雨をもたらし湿気を失った熱帯大西洋気団と、イースター島附近の洋上に発生し、東進の過程でアンデス山脈を越える際、山脈の西側に地形性降雨又は雪を降らせ、フェーン現象で高温乾燥した熱帯南大西洋気団の末裔である為、多量な雲の形成はみられず、降雨の原因とはならない。

この気団の影響を受ける地域は高温乾燥した天気が続く。ブラジルの中西部 (ゴイアス州、ミナス・ジェライス州、マツト・グロッソ州) 及び中南部 (マツト・グロッソ・ド・スール州、サン・パウロ州、パラナ州) で 12 月の下旬から 2 月中旬にかけて発生する小乾期 (Veranico) は、熱帯大陸性気団の勢力の拡大により赤道大陸性気団の南下が一時的に阻止されるためであり、2~3 週間雨が一滴も降らない上高温で雲量が少ないので、日射量の強い焼けつく様な晴天が続き、天水だけを頼りにした畑作物は甚大な乾害を被ることが多い。

e) 寒帯南大西洋気団 (Massa Polar Atlântico - Pa)

南極大陸には絶え間なく冷えきった大気が下降するので高気圧が形成され、ここから吹き出る大気は低湿低湿で安定した寒帯大陸性気団 (Pc) を発生する。

この気団は気温の逆転層を有し、上層部と下層部の温度が低く、中層部の温度がやや高くなっているのが特長である。南氷洋々上を北上するにつれて徐々に暖められ水分を吸収し中緯度帯に達する頃には、逆転層は消散し気団の低部は不安定な移動性の寒帯海洋性気団 (Pm) に変身する。

さらに北進を続ける寒帯海洋性気団は、南米大陸の南端に上陸した時点でアンデス山脈に突き当たり 2 分されそれぞれが独立して寒帯南大西洋気団 (Pa) と寒帯南太平洋気団 (Pp) に成長する。この 2 つの気団の内アルゼンチン、ウルグァイ及びブラジルの冬の気候を決定するのは寒帯南大西洋気団であり、寒帯南太平洋気団はアンデス山脈の西側で活動するのでブラジルの気候にはほとんど影響を及ぼさない。

寒帯南大西洋気団 (Pa) と熱帯南大西洋気団 (Ta) の接合面には不連続線が形成され、これは大西洋寒帯前線 (Frente Polar Atlântico - FPA) と呼ばれ、この前線の動静を正確に把握することはブラジル南部の特に冬の天気を予測する上で非常に重要である。

ブラジル南部に到達した寒帯南大西洋気団は、まず海岸山脈に突き当たって第 1 支流と第 2 支流に分割され、第 2 支流はアマンバイー山脈に突き当たって第 3 支流を分岐し、第 3 支流もパレンス山脈によって分裂されて第 4 支流となり次第に威力を失ってしまう。

夏は海岸線に沿って北上する第1支流が南回帰線の前後で熱帯南大西洋気団と均衡状態を保ち停滞前線を形成し数日又は十数日に亘ってエスピリット・サント州、リオ・デ・ジャネイロ州、サン・パウロ州、パラナ州、サンタ・カタリーナ州の沿岸地帯に集中豪雨をもたらす原因となる。

ブラジルで一番雨が多いのはアマゾン地方であると一般には信じられているようであるが、年間降雨量が多いのは中東部の沿岸地方で過去の記録によればサン・パウロ州のイタペニャウで観測された年間降雨量4,514mm、2月の降雨量1,410mmが最高記録である。

第2、第3、第4支流はどれもチャコ平野に発生する熱帯大陸性気団の勢力に正せられて内陸深く侵入することは出来ず、亜暖前線を形成して多量の雨を降らせながら後退して行く。

冬は熱帯南大西洋気団の衰退に乗じて寒帯南大西洋気団の第1支流は東北部にまで到達し、ボルボレマ、マラリッペ、アボチ等の台地群に遭遇し地形性の雨を降らせる。東北地方は冬期が雨が多いのはこの為である。

第2支流はパンバスの平原に吹き荒むミスアノ(Minuano)と呼ばれる寒風となってリオ・グランデ・ド・スール州を覆いつくし、サンタ・カタリーナ州、パラナ州にも寒波となって襲来し霜を降らせ高原には雪を降らせる他、年によってはマット・グロソ・ド・スール州、サン・パウロ州、ミナス・ジェライス州の南部の南緯20度前後に迄勢力を伸ばし大霜の原因ともなる。1981年7月20日、21日の両日ブラジル南部(南緯20度以南)を襲った霜はコーヒーはもとより凡ての農作物に甚大な被害をもたらしたことで記憶に新しいが、これも寒帯南大西洋気団の気まぐれな行動によるものと言うことが出来る。

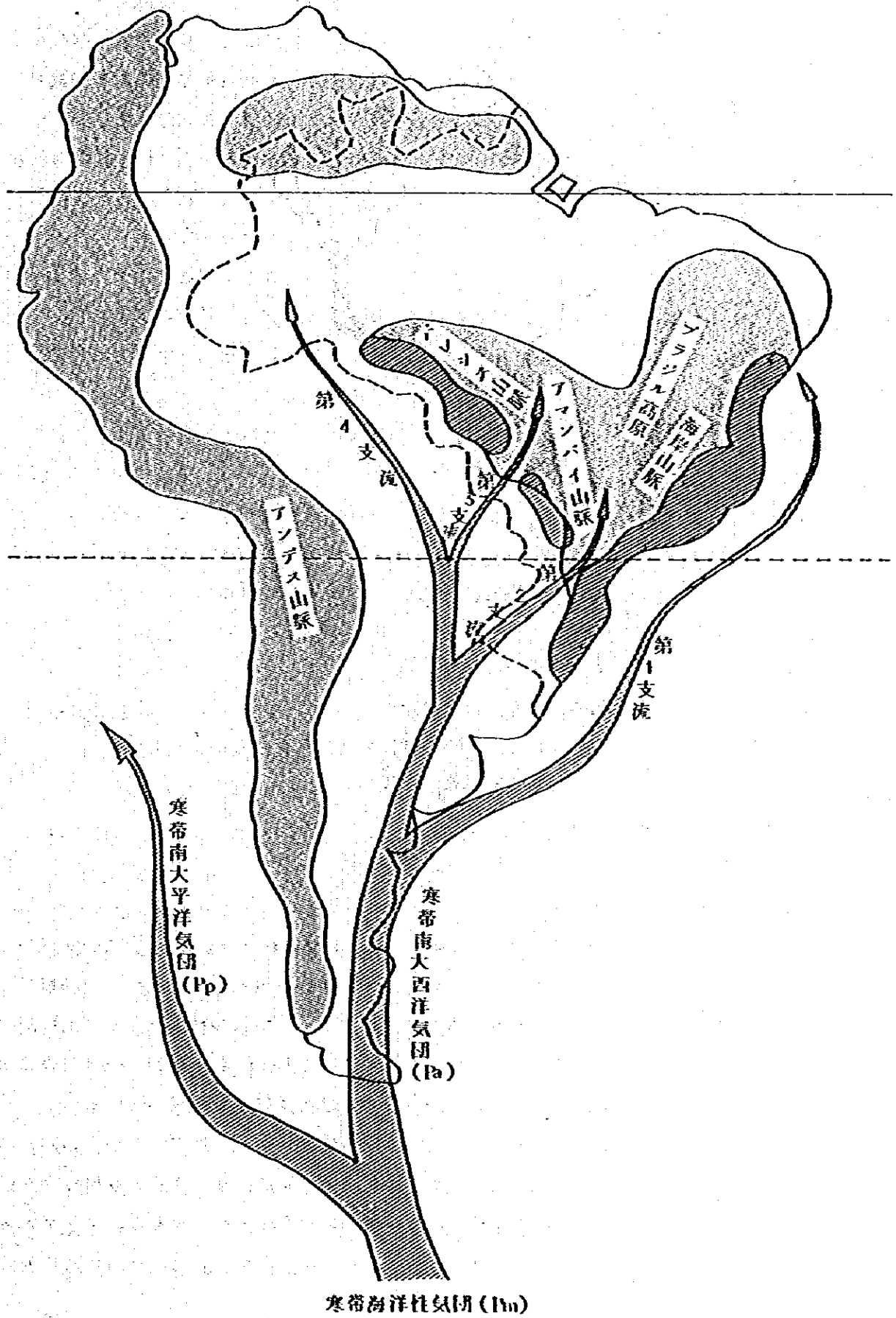
第3支流はマット・グロソ州、時にはタバジョス河の上流地帯に迄到達し、第4支流は Rondônia 州、アクレ州に迄到達し、雨を作った冷い南風をアマゾン西南部一帯にもたらす、この時ならぬ寒さはフリアーチェン(Friagem)と呼ばれ、暑さに慣れたアマゾンの住民を驚かしがらせる。(図4)

(2) ブラジルの気候区分

一般によく用いられるクッペン(Wilhelm Köppen)による気候区分については既刊の多くの出版物で詳しく説明されているので、本稿では割愛し、前節で概説した気団の動静に基づいてArthur Strahler が試みた気候区分を紹介し、ブラジルの気候の大略を理解する為の一助としたい。(図5)

Arthur Strahlerは1974年その著書"Atlas das Potencialidades Brasileiras"の中でブラジルの気候を次の5つに大別した。

(図 4) 寒帯南大西洋気団の進入経路



Arthur Strahlerによるブラジルの気候区分



- a. 赤道多湿気候
- b. 沿岸多湿気候
- c. 熱帯原野気候
- d. 熱帯准乾燥気候
- e. 亜熱帯気候

① 赤道気団と熱帯気団の支配を受ける気候

- a) 貿易風の収斂による赤道多湿気候
- b) 熱帯南大西洋気団の影響を受ける沿岸多湿気候
- c) 赤道大陸性気団と熱帯大西洋気団の影響を交互に受ける熱帯原野気候
- d) 不規則な気団の活動に基づく熱帯准乾燥気候

B. 熱帯気団と寒帯気団の支配を受ける気候

- e) 熱帯南大西洋気団の影響を受ける亜熱帯気候

② 赤道多湿気候

赤道多湿気候はブラジル行政区分による北部(Norte)又はアマゾン地方(Amazônia)特有の気候で平均気温は 25°C 以上で年間を通じて暑く、湿度較差、日長較差、湿度較差はほとんどなく、年間、降雨量は $2,000\sim 3,000\text{mm}$ が多く、毎日の様に夕立(対流性降雨)があり降雨日数も多く、アマゾナス州のジャヴァレテー(Javareté)では254日の降雨日数が記録されている。植生は数百種の樹種が混生する熱帯多雨林を形成している。

この気候区内では、 36°C を越える高温による植物生理の混乱、降雨回数が多い為に起る土壌侵蝕と養分の流失、病虫害の多発等が農作物栽培上の制限因子となる。栽培作物や新品種の導入に当っては、日長較差、湿度較差のない事実に留意する必要がある。アマゾナス州のテフェー(Tefé)の年間気温較差は僅か 0.7°C であり、湿度が多い為、日射量は比較的少

ない。

a) 沿岸多湿気候

年中南大西洋気団の影響を受ける為、1,000~2,000mmの潤沢な降雨がある。平均気温と日長の較差は当然のことながら南下するに従い大きくなるが、各地共気温の較差は5℃前後、絶対最高気温が30℃以上であるという共通点を有する。

南緯5度から25度に及び、東北部のリオ・グランデ・ド・ノルテ州、パライーバ州、ベルナンブーコ州、アラゴアス州、セルジッペ州、東部のパイア州、エスピリット・サント州、リオ・デ・ジャネイロ州、サン・パウロ州の沿岸山脈の東側に発達した熱帯多雨林を形成する気候区である。

ブラジルの発見期には、この森林からブラジルの木(Pau Brasil)をはじめ多くの有用材が伐出され、植民期にはまず砂糖きび、次いでコーヒーの栽培がこの気候の下で開始され、ブラジル農業の基盤が築かれていった。熱帯南大西洋気団と寒帯南大西洋気団が常時対面する地帯である為、局部的に雨量が非常に多いのがこの気候区の特徴である。

b) 熱帯原野気候

この気候区は、ブラジルの中西部に属すゴイアス州、マット・グロン州、マット・グロン・ド・スール州、ブラジリア連邦直轄地の全州の他ピアウイー州の南部、ミナス・ジェライス州の中西部、サン・パウロ州の中西部、等を含む広大な地域に分布する。

夏は赤道大陸性気団の支配下に置かれる為、高温で多湿な雨期となり、冬は熱帯南大西洋気団の支配下に置かれる為、低温で低湿な乾期となる。10月から5月迄の6ヶ月が雨期に相当し、年間降雨量の90%がこの期間に降り、4月から9月迄の6ヶ月が乾期に相当しほとんど降雨がみられない。

年間の降雨量は1,500~2,000mmでかなり高いが、6ヶ月に亘る長い乾期がある為森林が発達せず、セラード(Cerrado)と呼ばれる矮曲した灌木で形成される疎林が代表的な植生となっている。

この気候区内では、雨期に集中する降雨による土壌の侵蝕と養分特に微量要素の流亡、乾期の水分欠乏及び雨期の最中に不規則に起る小乾期(Veranico)等が作物栽培上の制限因子となる。

c) 熱帯准乾燥気候

マラニョン州を除くブラジル東北部全州の内陸からリオ・グランデ・ド・ノルテ州北部に至る広大な地域に分布する熱帯南大西洋気団の影響下にあるため高湿で低湿な気候区である。

熱帯南大西洋気団は、大西洋々上を移動する過程で確保した水分をほとんど沿岸地帯の台地を越える際地形性降雨を降らせて失い、内陸に潤沢な雨をもたらすには至らない為、この気候内では年間の降雨量は300~700mmで非常に少く、雨の降り方も年によって不

規則な為、常に旱魃の危険にさらされて居るのでこの地域は昔から旱魃の多角形 (Polígono das secas) と呼ばれている。

雲量が少く日射が強い為、平均気温は赤道直下のアマゾンよりも高く、1年を通じて25℃前後であるが気温較差が大きく、日中は30℃を容易に越えるが夜半は20℃以下に下がることが多い。

因に過去の記録から興味あるデータをいくつか拾ってみると、月平均気温ではモアラ州ソブラルの12月の28.9℃が最高、年間降雨量ではペライバ州カバセイラスの275mmが最低、年間降雨日数ではパイア州レマンソの33日が最少で、旱魃につながるデータは、いずれもこの気候区内で観測されている。

この気候区内では、高日照、強烈な日射蒸散量が多い為に起る表上の塩基化及び灌漑用水の塩水化等が作物栽培上の制限因子となる。

d) 変熱帯気候

南緯線(南緯23°27')以南のブラジル即ちサン・パウロ州南部、パラナ州南部、サンタ・カタリーナ州とリオ・グランデ・ド・スール州の全域を覆う気候区で、平均気温は20℃前後、年間降雨量は1,500~2,000mmで1年を通じて平均的に雨が降り明確な雨期と乾期の区別がみられない。

夏は熱帯南大西洋気候の影響を受けるので、かなり暑いが夏の平均気温は25℃を越えることは少く、この気候区内には標高が1,000mを上まわる高原が広く分布しているので、温帯気候や高冷地気候を呈する地域が随所に存在し、温帯果樹の栽培と蔬菜や花古の高冷地栽培が可能である。

冬は寒帯南大西洋気候の支配を受ける為、冷涼で平均数回の降霜があり、パラナ州のクリチバやバルマス、サンタ・カタリーナ州のサン・ジョアキン、リオ・グランデ・ド・スール州のグラマード等の高原地帯では降雪もめずらしくはない。

植生は草原が優勢であるが、河川の沿岸や湧水地の隣辺、高原の谷間には希有な針葉樹であるパラナ松 (*Araucaria angustifolia*) を混生する活葉樹林が発達している。

この気候区内では不規則に襲来する降霜、特に初霜と晩霜が作物栽培上の制限因子となる。

各地の詳細な気象データについては「南米主要地域気象表」(1981年国際協力事業団業務資料6600)を参照されたい。

(近 畿 和)

3 土 壤

ブラジルの土壌の研究はかなり古くから行われているが、つい10数年前までは地方により、州により、研究者により分類法や命名法がまちまちであった為、外国で身につけた知識でブラジルの土壌を研究したいと望む人達や、ブラジルに移住して営農を志さず人達にとって非常に不便であった上、ブラジル人がブラジルの各地の土壌を比較検討する場合も多くの混乱が生じた。

1960年に改正されたアメリカの土壌分類法が応急的に利用され、行政機関がこれを公的に採用させようとした気運はあったが、実用面で多くの難点があり普及するには至らず、1970年にUNESCO/FAOが莫大な人材と費用を投入して作成した「世界の土壌図—ラテン・アメリカ編」も、その頃にはすでにブラジルの土壌分類法が確立しつつあった事もあって、ほとんどかえりみられなかった。

本稿では、ブラジル土壌学会が整理統一し、ブラジル農牧研究公社(EMBRAPA)の土壌調査・土壌保全事業部(SNLCS)が採用している分類法に従い、ブラジルに分布する主な土壌の特徴を説明することにする。

ブラジルの土壌は堆積様式が同一で生成学的に同一の断面形態をもった一群の土壌を“Classe”と呼び、これを土壌分類と土壌分布図作成上の単位として居りその主要なものは次表の通りである。(表1)

主要土壌の特徴

(I) B層がラトソール化作用を受けた土壌

① L-ラトソール(Latossolo)

ラトソールはアメリカではOxisols、フランスではSol ferrallitique、FAOの命名法ではFerralsolと呼ばれ、熱帯地方の高温多湿気候の下でラトソール化作用(Latossolização)を受けて生成された土壌である。

熱帯多湿気候の下では岩石鉱物の加水分解は著しく、塩基成分は容易に溶液中に移動して来る。特に塩基性岩から成っている場合には顕著である。植物の生育も旺盛で、その残渣の分解も急速に行われ、その際表層に多量の塩基が残される為、表層の反応は中性又は微アルカリ性となり珪酸アルミニウムの分解が行われ、珪酸は可溶性となるのに対して鉄とアルミニウムは不溶性となって残る。

この作用は主に気候条件が大きく影響し、雨期と乾期が交互に起る気候区に顕著である。乾期には蒸散作用が優勢な為、鉄及びアルミニウムの風化によって生成した可溶性は上方に移動するが粘土を生成するには至らず、高温の為、水分を失い不溶性のSiO₂、Fe₂O₃、Fe₂O₃となって蓄積し、雨期には可溶性の珪酸は下方へ洗脱される。

Classes do Solo do Brasil (ブラジルにおける主要な土壌の種類)

1. Horizonte B Latossólico

- L. Latossolo
- LA. Latossolo Amarelo
- LV. Latossolo Vermelho Amarelo
- LE. Latossolo Vermelho Escuro
- LR. Latossolo Roxo
- LH. Latossolo Húmico Antropogênico

2. Horizonte B Textural

- TR. Terra Roxa Estruturada
- PV. Podzólico Vermelho Amarelo
- PB. Rubrozem
- BV. Brunizem Avermelhado
- PB. Podzólico Bruno Acinzentado
- NC. Bruno Não Cálcico
- PL. Planossolo

3. Horizonte B Solonétzico

- S. Solonetz
- SS. Solonetz Solodizado

4. Horizonte B Podozol

- P. Podozol
- HP. Podozol Hidromórfico
- PHP. Podozol Húmico

5. Horizonte B Câmbico

- C. Cambissolo
- B. Brunizem

6. Horizonte Glei

- G. Glei
- HGH. Glei Húmico
- HGP. Glei Pouco Húmico

7. Horizonte Sálco

- SK. Solonchak
- SM. Solos Indiscriminados de Manguê
- SC. Solos Salinos Costeiras

8. Solos sem Horizonte B ou com B muito pouco desenvolvido

- A. Solos Aluviais
- RE. Regossolo
- R. Litossolo (Solos Litólicos)
- V. Vertissolo
- RZ. Rendzina
- HO. Solos Orgânicos
- AQ. Areias Quartzosas
- AM. Areias Quartzosas Marinhas
- AQH. Areias Quartzosas Hidromórficas

9. Outros Grupamentos

- HI. Solos Hidromórficos Indiscriminados
- HL. Lateritas Hidromórficas
- CI. Solos Concrecionários Indiscriminados
- CL. Concrecionários Lateríticos

又ラトソール化作用は長い年月を要する為、古い岩石の上に生成し、新しく噴出した岩石や堆積岩の上には発達しない。土層は厚く数メートルから十数メートルに及ぶ。ラトソールはブラジルで一番多く分布する土壤で国土の約55%を占め、最近脚光を浴びているセラードの土壤の56%もラトソールである。

② ラトソールの特徴

- a) 層位間の境界が不明瞭である。
- b) Clay Skin(クレイ・スキン)が不在、又は乏しい。
- c) 塩基置換容量が低い。
- d) B層が黄色、赤黄色、赤褐色を帯びている。
- e) 炭素/粘土率が0.015以下である。
- f) B₂層の粘土含有量は1%以下である。
- g) 無構造、又は構造の発達程度が弱い。
- h) 湿った状態では碎砕性(Priavel)である。
- i) 孔隙性に富み透水性が高い。
- j) 可吸態の磷に乏しい。
- k) 普通塩基飽和度が低く50%以下でDistóficoであるが、50%以上でEutóficoの土壤もある。
- l) アルミニウムの含有量が高い。
- m) シルト/粘土率が0.7以下である。
- n) Al₂O₃/Fe₂O₃率が高く普通2.0である。
- o) 粘土中のFe₂O₃は高く5~11%である。

③ ラトソールの種類

LA-黄色ラトソール(Latossolo Amarelo)

SiO₂/Al₂O₃が1.6~2.0で酸化鉄の含有量高く黄色(10 YR)を帯びているラトソール。

LV-赤黄色ラトソール(Latossolo Vermelho Amarelo)

SiO₂/Al₂O₃が1.0~1.6で酸化鉄の含有量が9%以下で赤黄色(5 YR~7.5 YR)を帯びているラトソール。

LE-暗赤色ラトソール(Latossolo Vermelho Escuro)

酸化鉄の含有量が9~18%で塩基飽和度低く、暗赤色(2.5 YR3/6)を帯びているラトソール。

LR-紫色ラトソール(Latossolo Roxo)

Al₂O₃/Fe₂O₃が1.7以下でMnO₂が0.1以下TiO₂が4~8で酸化鉄の含有量18%以上で紫色(10 R)を帯びているラトソール。

LVII-腐植質ラトソール (Latossolo Húmico Antropogênico)

黄色ラトソール、又は赤黄色ラトソールの上に森林が発達し、有機物の堆積によりかなり厚いA層を有し黒色を帯びた土壌でインジオが昔から農耕地として使用していたと思われ、Terra Preta do Índio(インジオの黒土)とかTerra Mulata(黒土)と呼ばれているラトソール。LAが基層になっている場合はLAIH、LVが基層になっている場合はLVIIの記号を使用して類別する。

(2) B層の構造が発達している土壌

① TR-構造性テラロッサ (Terra Roxa Estruturada)

生成及び形態的には紫色ラトソール(LR)に属する土壌であるが層位の分化がA、B、Cと明瞭であり、B層の構造が非常に発達しているのが大きな特徴である。ブラジルでは最良の土壌とされ、古くから主作物であるコーヒーの栽培に当てられている。

ブラジル以外の国でもこれに類する土壌のあることが報告されている。例えば、ハワイのLow Humic Latosol、オーストラリアのRed Loam、チリーのLaterita Pardo Rojas、アメリカ南部のReddish Brown Lateritic Soil等でありブラジルでもLaterítico Bruno Avermelhado(赤褐色ラトソール)と分類する人も居る。

② 構造性テラロッサの特徴

- a) 層位はA₁、A₃、B₁、B₂、B₃、Cで構成されている。
- b) 土層は厚く平均150cmであるが数メートルから10数メートルにも及ぶ。
- c) 塩基置換容量は24 meq/100g位である。
- d) 平均45cm前後のA層を有し、色調は主に2、5 YR(明度: 3~4、彩度: 2~8)次いで10Rと5YRが多い。
- e) 平均120cm前後の構造が非常に発達したB層を有し、色調は主に2、5 YR(明度: 4~5、彩度: 6~8)次いで10Rと5YRが多い。
- f) 孔隙性に富み透水性が良好である。
- g) 塩基飽和度が高い。
- h) アルミニウムの含有量が低い。
- i) マンガン化合物を多く含有しているのでオキシフル(H₂O₂)で激しく発泡する。
- j) 色による層位間の区別は困難又は不可能である。
- k) 湿った状態では可塑性と粘着性に富む。

この土壌はブラジルの土壌の約1%を占め主としてサン・パウロ州とパラナ州の塩基性噴出岩特に玄武岩、片麻岩、輝緑岩等を母岩として発達しているが、ミナス・ジェラエス州、マツト・グロソ州、ゴイアス州、パラ州、ロライマ直轄領、 Rondônia直轄領、ペルナンブーコ州、パラíba州等にも石灰岩、崩カンブリヤ層、安山岩、流紋岩、角閃石、等を

母材として成生されたテラロソジャが局部的に分布している。

③ PV-赤黄色ポドゾール性土壌 (Podzólico Vermelho Amarelo)

赤道多湿気候又は熱帯多湿気候の下でラトゾール化作用とポドゾール化作用を同時に受けて生成されて構造が発達し排水の良好な酸性土壌である。

上層は厚く普通250cmを有し、断面はABC型でA層は15~30cmで薄いA₀層とA₁層更にその下にやや漂白されたA₂層があり、B層は赤色、赤黄色又は黄色(色調は7.5YR又は5YR)を呈し活性の低い粘土を多量に含み構造が非常に発達している。

この土壌の大半は塩基飽和度が低く養分の天然供給力は低いが塩基飽和度が高く生産力の高い土壌も存在する。前者はFAOの命名法ではOrthic Acrisols、アメリカではUstults、ブラジルではPVd-Podzólico Vermelho Amarelo Distóficoと呼ばれ、後者はFAOの命名法ではFerric Luvisols、アメリカではUstalfs、ブラジルではPve-Podzólico Vermelho Amarelo Eutróficoと呼ばれている。

その他、次の性質もこの土壌の特徴である。

- a) A層とB層の区別が顕著としている。
- b) A₂層は不在又は発達が不十分である。
- c) A層位間の境界が比較的明瞭である。
- d) B層は角稜状又は胡塊状構造を有する。
- e) B層はCray Skinを有する。
- f) B層の透水性はA層よりも悪く雨期にはA₂層は過湿となり易い。

PVeはブラジル東南部でSalmourõesと呼ばれる優良な土壌でブラジルの土壌の約6.7%を占め、PVdは約7.7%を占めている。

④ RB-ルブロゼン (Rubrozem)

深さは中庸(150cm内外)、塩質、排水性中庸、土壌断面はABCと比較的明瞭に区別出来る酸性土壌である。

A層は有機質に富み暗色又は黒色で30~40cmの厚さを有し、土性は微砂~粘質である。B層は赤色を帯びており、塊状又は粒状構造を有し、B₁、B₂、B₃層に区分出来、赤褐色、赤色、灰色又は黒色の稜紋を呈する。

塩基飽和度低く、磷と加里が欠乏しており、遊離アルミニウムの含有量高く、活性粘土を多く含有する。孔隙性に乏しく、B₃層の透水性は弱く乾燥状態ではややかたく、湿った状態では柔軟となる。

このタイプに属する典型的な土壌はパラナ州クリチバ地方及びサンタ・カタリーナ州の中央高原地方の更新世の雑植物(グァピロソジャ層)の上、主として頁岩を母材として生成され、亜熱帯草原又はパラナ松の介在する活葉樹林の植生で被われている。

⑤ BV-赤色ブルニゼン (Brunizem Avermelhado)

土層の厚さは中庸で、断面はABCから成り、表層は中性腐植の蓄積した暗色のA層を有し、B層は埴質で層位間の境界が明瞭な土壌である。B層は構造が発達しており、暗赤色を帯び暗褐色のA層とは対象的である。

この土壌は炭酸化合物含有せぜKiは全層に平均的に200で珪酸と二三酸化物(Sesquióxidos)の極度な溶脱がないのが大きな特徴である。乾燥状態ではやや硬くなる。

赤色ブルニゼンは、主として波状地形で粘板岩、珪質岩石、塩基性岩等を母岩と発達し普通は森林に被われている。

A層は18cm内外の厚さを有し、色調は湿った状態で2、5 YR(明度:2、5~3、0、彩度:2~4)で、土性は砂壤又は埴土である。硬柔性は堅硬性で碎脆性を呈し、可塑性は中~強、粘着性は中~大、構造は中粒状である。

B層は平均82cmで赤褐色又は暗赤色で色調は2、5 YR(明度:2、5~5、0、彩度:4~6)で、土性は埴土、堅硬性、可塑性、粘着性を呈し、構造は中塊状で強である。

⑥ PB-灰褐色ポドゾール性土壌(Podzólico Bruno Acinzentado)

中庸な気候で湿潤な気候の下でポドゾール化作用を受けて発達した土壌で、普通落葉樹林で被われているが、針葉樹が混生することもある。

排水状態は良好で、最上層には落葉堆積物があり、その下には中性腐植が蓄積している。

A₁層は暗色で5~10cmの厚さがあり、A₂層は灰褐色の漂白層である。B層は褐色重粘である。ポドゾールより酸性は弱い。生産力は中等であるが、適度に施肥管理をすれば生産力は高くなる。

⑦ NC-非石灰質褐色土(Bruno Não Calcico)

土壌断面はABCで土層は比較的浅く、排水良好でA層弱、乾燥状態では非常に硬くなり、塊状構造を有し明るい色調を帯びており、赤色のB₁層とは対象的である。

反応は弱酸性又は中性で活性の高い粘土を含有し、普通は24 meq/100g位であるがベルナンブーコ州では95 meq/100gに達する土壌もあると報告されている。

塩基飽和度高く塩基置換容量も多く、B層の構造単位は度々割目が発生する。B層の土性は埴土又は埴壤土で構造単位は閉塊状及び架状でクレイスキンで被われている。

この土壌は、発達して極相に達するとB₂層の粘土含有率が20~40%に上昇する。この土壌の特徴は、風蝕で角のとれた石英岩の岩屑や砂礫で表面に散在し、石灰化作用によって発達した炭酸石灰や石膏の皮殻が露出することである。

非石灰質褐色土壌は前カンブリア紀及びデボン紀中期の岩盤を基材とし准乾燥気候の下に発達する。年中高湿で降雨量が少く蒸散量の多い東北地方に広く分布している。

これと同類の土壌は、アメリカのカリフォルニアの年間降雨量250~640mmの地帯に分布しNoncalcic Brown Soilsと呼ばれている。

⑧ PL-ブラノソール(Planossolo)

平担地でポドソール化作用を受けた土壤中、B層に蓄積された多量の粘土により盤解 (Pan de Argilla) が形成される為、排水が不良な土壤である。このB層の上に多少腐植を含み、強い溶脱を受けたA層が存在する。

地下水の上下運動の影響を常に受ける上、透水性が不良な為、雨期には滞水状態が長く続く。断面はABCから構成され、軽い土性のA層と重粘性のB層間の区別は鹵然としている。

塩基飽和度は50%以上 (Eutrófico) で、置換アルミニウムの含有量は下層に向うに従って減少し、低層では不在となる。ナトリウム飽和度は ($100Na/T$) 6%前後で6~15%を有する土壤はプロット性プランソール (Planossolo Solódico) と呼んで区別される。

ブラジルの土壤の約2.5%がこのタイプの土壤でリオ・グランデ・ド・スール州ペロッタス地方に広く分布する。

(3) B層がソロネツク作用を受けた土壤

① S-ソロネツク (Solonetz)

ソロネツク土壤の特徴は、表層に炭酸ナトリウムが多量に蓄積されることによりアルカリ反応を示すことである。

低地で発達する土壤であり、雨期の間、有機物の分解の結果生ずる可溶性塩類を含む水が蓄積し、乾期に水分が蒸散した後は黒色アルカリが地表に集積されるので“黒色アルカリ土壤”とも呼ばれ、中南米ではアンデス山脈西部の傾斜地、アルゼンチンの西部平野、ブラジルの東北地方、メキシコの一部に分布する。

アルカリ土壤は、表層の断面構造の発達状況によっても見分けることが出来る。最表層は脆弱な層で、B層は暗色で、上部が扁平な円柱又は角柱状の構造が発達しており、構造単位間の稜の割目には度々白い塩類の蓄積がみられる。

排水条件の変化により塩類は脱塩され、電導度は 4 mmhos/cm 以下になり、ナトリウムの含有率が高くなり、(15%以上)、加水分解によるソーダ・イオンの解離によりPHが高くなり、粘土と有機物の分散が起る。要するにソロネツクはソロンチャックの可溶性塩類が溶脱してアルカリ化した土壤であり“溶脱アルカリ土壤”とも呼ばれる。

土壤断面はA₁、A₂、B₂₁、B₂₂、Cで構成されており、B層は固く不透層を形成することがあり、根の成育が妨げられる。適当な灌漑と排水を行えば良好な耕土となる。

② SS-ソロディ (Solodes)

ソロネツクが、さらに溶脱作用を受け、表層の取収複合体中のソーダ・イオンは、漸次水素イオンに置換され酸性反応を示す様になった土壤であり“退位アルカリ土壤” (Solonetz Solodizado) と呼ばれ、次の特徴を備えている。

- a) ソロネーション化作用 (Solonétização) を受け構造の発達した B 層を有し、Na-飽和膠質物を 15% 以上含有する。
- b) C 層が存在する場合には Na は 15% 以上で B 層の低部は Ca + H の量よりも Na + Mg の値が高い。
- c) Al_2O_3 / Fe_2O_3 は、2.35 ~ 17.75 である。
- d) A 層の pH は 4.9 ~ 5.5 又はこれ以上であるが C 層は高アルカリ性で pH は 8.1 ~ 8.8、あきを示す。
- e) B 層に含まれる活性の高い粘土は 34 ~ 57 meq/100g である。
- f) 膠質物の凝固力 (Grau de Floculação) は低く 0 ~ 29% である。
- g) 塩基飽和度 (S) は A 層では下層に行く程高くない。V% は Bt 及び C 層では 80 ~ 100% である。

(4) B 層がポドソール化作用を受けた土壌

P-ポドソール (Podozol) は湿潤地方で森林に抜かれている所に生成する。樹木中には塩類が非常に少なく、従って枯死分解すると酸性腐植或は塩基の欠乏した腐植を生じ、これが鉄やアルミニウム等の塩基性成分を溶解し、或は膠質溶液として溶出し B 層へ移動させる。A 層の下部には、この様にして漂白された灰白色の層位が形成されるのでポドソールは“灰白土壌”とも呼ばれる。

B 層では、素材に起因して多少塩類を含んでおり、上層では、移動して来た成分特に鉄が沈積して暗色を与え A₂ 層と鹵然と区別される。

A、B、C の 3 層から成り、各層はさらに細分されて A₀、A₁、A₂、B₁、B₂、C の 6 層位に区別することが出来る。A 層は、板状あるいは薄板状の構造をもつことが多く、このうち A₀ は、未分解の落葉その他の荒い腐植を含み、A₁ は腐植を含有して黒色を呈し、A₂ は鉄やアルミニウム等の可溶性塩基は、もとより比較的難溶な岩酸石灰、岩酸マグネシウムも溶解され、また細微部分も失なって荒くなって灰白色を呈する層である。

B 層は、A 層から溶解された物質が集積する部位で土層は普通暗褐色を呈し、構造は硬角塊状 (角稜稜粒状)、又は柱状である。B 層には、度々酸化鉄で形成される鉄核、鉄盤や有機物で形成されるオルトスタイン (Ortsleim) と呼ばれる固い層が存在する。

ポドソールの種類

P II-地下水型ポドソール (Podozol Hidromórfico)

サン・パウロ州やパライーバ州に分布する。

II P II-腐植質ポドソール (Podozol Húmico)

ミナス・ジェライス州カンボ地方に分布する。

これらの土壤は、いずれも土層が浅く、滞水し易く、根の伸長は地下水の影響を受ける。酸性が強く (PH 5 以下)、石灰、マグネシウム、磷酸に欠乏しているが、加里はそれ程欠乏していない。

(5) B層の発達が不十分な土壤

① C-カンピソール (Cambissolo)

土壤の生成プロセスが、すでに母材を変化、又は変質させ構造や組織が出来上がっているが、また充分な塩類、粘土、腐植の集積がなく、B層特有の粘着性に欠けている為“半熟土壤”とも呼ぶにふさわしい土壤である。形態的には、赤黄色ポドソールに似ているが、比較的分解の容易な素材が未分解のままB層に残っているのが大きなちがいである。

土壤断面はA、B、Cから成り、A層は比較的発達しており、暗褐色又は暗黄色を帯び、土性は埴質で、構造はあまり発達していない。A層は普通浅い為、急傾斜地ではB層が露出している場合が多い。

B層の土性は、埴土又は埴壤土で構造は発達しており、排水は良好である。塩基の飽和度は高い場合 (Eutrofico) と低い場合 (Distrofico) がある。シルトの含有率は20%以上である。塩基飽和度が高い場合は、素材は比較的急速に分解し、砂又は礫の含有率は低くなり、活性の高い粘土を多く含有する様になる。この土壤は、東北地方やアマゾン地方に局部的に分布する。

② B-ブルニゼム (Brunizem)

チェルノーゼムに似ているが、これよりは湿潤な地方に発達する。A層は黒褐色を帯び下層に行くにつれて次第に淡色を帯び、B層は褐色を呈し、C層は100~130cmの深さにあり淡灰色を示す。降雨量は時々多く可溶性塩類や炭酸塩類は、溶脱されてチェルノーゼムの様に炭酸石灰や石膏の集積層は形成されない。石灰分はC層にあり、これは素材に起因するものと考えられている。

主として石灰化作用 (Calcificação) によって発達したものであるが、一部分ポドソール化作用を受ける為、B層には二三酸化物の集積は起らない。粒状構造を示すが顕著ではなく、或は全然これを欠く場合がある。

この土壤、はアメリカでプレイリー (Prairie) と呼ばれているもので、地形は平坦又は緩やかな波状で、土層の厚さはやや浅く、排水は良好である。表土は暗褐色或いは暗灰色で有機物含有量は比較的高い。下層上は、粘土が幾分多く、灰褐色を呈し弱酸性で置換塩基の含有量は中~高、普通石灰の施用は不必要であるが、磷酸の施用の効果は常にあり、又土壤が古くなると窒素と加里の効果も上る様になる。

植性は草原で代表され、リオ・グランデ・ド・スール州、ウルグァイ、アルゼンチンに広

く分布するパンパス平野を展開する。

(6) グライ層を有する土壤

① O-グライ土 (Olei)

下層に停滞水がある為、酸素が著しく欠亡し還元態の鉄が集積する結果、青色、青灰色、緑灰色を呈するO層(グライ層)を有する土壤で生成の過程はグライ化作用(Oleização)と呼ばれる。

グライ層は、通常緻密で多少粘土を帯びて構造を欠く場合が多い。地下水水面が、上下に移動するのに伴って酸化及び還元作用が行われ、構造の割目や根の孔隙に沿って黄色又は褐色、鉄錆色の斑紋を生ずることがある。

② HQH-腐植グライ土 (Olei Húmico)

地下水系土壤で発達程度は低く、有機質を5%以上含有するA層を有し、その下に無機質のグライ層が位置する。排水不良で一年中表層又は表層近く迄滲水する地下水の影響を受け還元層を形成するのが特徴である。

年中滲水状態下にある為、還元作用が優先する低湿地や沼沢地に発達する土壤で“湿地土壤”(Solo de Várzea Úmida)と呼ばれ、A層の厚さは40cm以上で、腐植は主として自生植物の遺体の分解によって生成される。

湿地土壤は今ブラジル政府が力を入れている“湿地合理化利用計画”(PROVARZEA-Programa Nacional de Aproveitamento das Várzeas)の対象となっている土壤で、河川や水源地に近い為、灌漑が容易である上、適度の排水と施肥を行えば生産力がかかりあがる土壤である。

③ HQP-低腐植グライ土 (Olei Pouco Húmico)

生成プロセスはHQHと同様であるが、主として雨期に滲水条件下に置かれる沼沢周縁地又は河川の氾濫域に生成される土壤で“半湿地土壤”とも呼ばれる。

A層の厚さは40cm以下で、有機物含有量5%以下(普通2、5%前後)色調は褐色又は暗褐色である。地下水の季節的な上下運動に伴って酸化作用と還元作用が交互に行われる。腐植は主として氾濫水が運搬する浮遊固形物の堆積に起因する。

アマゾンのシュートやマラニョン州とマツト・グロンソ州の水稲栽培は半湿地土壤で行われており、雨の多い年は水害のリスクが伴う。

(7) 塩類層を有する土壤

このグループに属する土壤は“塩類土壤(Solos Salinos)”又は“塩成土壤(Solos Halomórficos)”とも呼ばれ、塩類化作用(Salinização)を受けた土壤で、カリ、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム等の塩化物、硫酸塩、炭酸塩等が蓄積する層を有する。

塩類土壌は次の場合に生成される。

- a) 塩類を含有する岩石が風化分解した場合。
- b) 岩石中の塩類が溶出し低地に集積した場合。
- c) 塩類を含む滲水が干上がった場合。
- d) 塩類を含む河水が氾濫した場合。
- e) 海水の侵入を受けた場合。
- f) 海低が隆起した場合。
- g) 地下水の上昇に伴って塩類が表層に蓄積した場合。

このうちいずれのケースをとっても、塩類は雨水によっていずれ洗脱されて蓄積しない由であるから、塩類土壌は常に蒸散量が降水量よりも多く塩類は洗脱せずに累積され易い気候条件を備えた地域にのみ発達する。

ブラジルに広く分布する塩類土は、主として e、f、g の原因によって生成され、それぞれ

S K - ソロンチャック (Solonchak) 含塩アルカリ土

S M - 塩水沼沢土 (Solos Indiscriminados de Mangue)

S C - 海岸土壌 (Solos Salinos Costeiras)

と呼ばれ、農業利用は技術的に困難又は経済的に不可能な為、現在の所ほとんど放任されている。

(8) B層が欠けているかB層の分化が不完全な土壌

侵蝕又は運積を受けて間もなく風化の進度が低くまだ土層の分化形成がなされていない土壌で“未熟土壌”とも呼ばれ、土層の素材は母材と大差なく、有機無機の風化複合物がまだ生成されていない土壌である。

① A - 沖積土 (Solos Aluviais)

河川に沿ってあらゆる気候の下に発達する土壌で、未固結の新堆物質から生成中のものである。

色は母質の性質に応じて、黄色、赤色、褐色、灰色等を呈する。土層も堆積作用の新田によって浅いものから深いものまであり、排水も良好な場合と悪い場合とがある。

季節的に氾濫又は滲水のリスクはあるが、肥沃度は、中庸であらゆる農作物の栽培が可能である。腐蝕及び乾涸の影響がよくあらわれる土壌でもある。

② R E - レゴソール (Regossolo)

粗鬆な岩石の深い集積からなる土壌で土層の発達はまだ始まっていない。砂丘、レス、氷河堆積物等もこのグループに属する。酸性が強く、酸度は下層に行くに従って強くなり、肥沃度は低く、侵蝕の可能性が高い。表土は灰色で多少の有機物を含有する。

③ R E e - 塩基飽和度の高いレゴソール (Regossolo Eutrófico)

A層は比較的厚く50cmに達するが、基層は10~30cm位である。塩基飽和度は中等又は高く、アルミニウム含有率は低い。花崗岩と片麻岩を母材として生成され、色は褐色又は灰褐色で、色調は10YR~7、5YR(明度:3~5、彩度:2~4)である。

④ R B d—塩基飽和度の低いレゴソール(Regossolo Destrófico)

花崗岩とミグマタイト(Migmatite)を母材として生成され、塩基飽和度低く、アルミニウム含有率が高い。色は黄褐色(10YR)を帯びている。

⑤ R—リトソール(Litossolo=Solos Litólicos)

岩石土又は山岳土とも呼ばれ、表層は浅く40cm以下であり、礫質で素材も石礫であり、排水状態は良好又は過剰で生産力低く不毛地もあり、地形は一般に急傾斜で侵蝕作用が激しく、一部が植林地として利用される程度で、農耕地としての利用には限界がある。

表層は、チェルノーゼム化作用を多少受けて居り、すぐ下に花崗岩、片麻岩、砂岩、塩基性岩等の母岩が横たわっている。色調は10YR、7、5YR、5YR、2、5YRで明度は3~4、彩度は2~4が普通である。

⑥ V—ベルチソール(Vertissolo)

熱帯及び亜熱帯の平地又は緩やかな波状地で塩基性の岩石、主として玄武岩、片麻岩、石灰岩、頁岩等を母岩として発達する。

以前はアメリカでグルモソール(Gr-Grumosol)と呼ばれていた土壌で、インドのレグール(Regur)、インドネシアのGrauwaarden又はMargalitic Soils、アフリカのTropical Chernozem、オーストラリアのBlack Earths、スーダンのBadofe、モロッコのTirs、ポルトガルのBarros、バルカン地方のSmonitza又はSmolnitzaに相当する半乾性黒色土壌である。

厚い腐植土層を有し、腐植含有量は10%に達する。この腐植の色は深所迄ほとんど均等である。湿ると捏ることが出来、乾くと容易に粉細することが出来る。乾期には、深さ1~数mの亀裂が出来、その間隙に上部の土壌が崩れ落ちたり、風水により黒炭が充填されてかなりの深所迄上下一様に腐植を含む様になったと思われる。

この土壌はインドでは重要な綿作地帯となっている為Black Cotton Soilとも呼ばれて居る。

モンモリロナイト(2:1格子型)を主体とする換層性粘土群—吸水すると一方向に膨張する粘土鉱物—を3万%以上も含有する為、乾期には収縮し深いき裂が生じ、雨期には膨張し亀裂がふさがる。

この土壌は塩基飽和度高く、塩基中カルシウムとマグネシウムが特に多い。2:1格子型粘土を多く含有する為塩基置換容量も高く、土層は比較的深いが排水は不良である。

⑦ R Z—レンチナ(Rendzina)

レンチナの語源は、ポーランドの黒土を意味する方言に由来する。花崗岩の岩礫上に腐植

質土層の出来たものである。A、C 2層から成り、腐植はCaで飽和している。膠質粘土の SiO_2/R_2O_3 は3以上である。温暖で湿潤又は半乾燥気候の下に発達する。石灰化作用を受け、植生は草地又は潤葉樹林である。排水状態は良い。

表層はチェルノーゼム化作用を多少受け、暗灰褐色又は褐色で色調は7、5 Y R ~ 2、5 Y (明度: 3、彩度: 2 ~ 4) で粒状構造を示す。下層は灰色又は黄色を帯びて柔かく、母岩は炭酸石灰或はマール(炭酸石灰を含む混質岩)である。

反応はアルカリ性(pH 8以上)で生産力は高い。塩基飽和度高く(100%)、塩基量(Ca+Mg)が90~97%を占める。土性は粘質で、構造は中~強で、構造単位は粒状である。堅硬度は乾燥状態では非常に硬く、湿った状態では砕散性で、ぬれた状態では可塑性及び高い粘着性を示す。

③ H O - 粗腐植土 (Solos Orgânicos)

30 cm前後のA層を有し、暗色で有機物含有量が重量比で無機質土壌の場合は20%、粘土質土壌の場合は30%以上の土壌で、過湿状態の下で有機物の分解が緩かに行われる環境で生成される、ヒストソール(Histosol)とも呼ばれ、アメリカでBog Soilと呼ばれているものに相当する。

地下水系の土壌で、土層の分化発達は不十分で酸性又は強酸性で、排水不良、塩基飽和度及び塩基置換量は多くの場合低く、C/N率は14~40である。窒素含有率は高く0.5~1.8%である。

平地又は低地で生成され、植生は草本又は灌木が主で、喬木が生えるのはごく稀である。パライバ河流域の土壌がこの例であり、サン・パウロ市の近郊園芸地帯を形成している。

A Q - 石礫土 (Areias Quartzosas)

A M - 海成石礫土 (Areias Quartzosas Marinhas)

A Q H - 河成石礫土 (Areias Quartzosas Hidromórficas)

これらの土壌は、農業利用が技術的に困難、又は経済的に不可能な為、現在の処ほとんど放任されているので詳しい説明は割愛する。

(9) その他の土壌群

① H I - 地下水系土壌群 (Solos Hidromórficos Indiscriminados)

HGH、HOP、A、CL等の総称で、土壌図の作成に当って、特に雨期の現地調査が不可能な場合や、ある地域内にいくつかの地下水系土壌が複雑に入り組んでいて代表的な土壌型の選定が困難な場合に便宜的に使用される分類名である。

② H L - 地下水系ラテライト土 (Laterita Hidromórfico)

FAOの命名法ではPlinthic Acrisols、アメリカではPlinthaquollsと呼ばれる土壌で、高温で乾湿が繰り返される気候の下に生成する。排水状態は悪く、この土壌の発達

には長い年月を要しラテライト化作用とポドゾール化作用が同時に行われ、植生は熱帯林である。

A₁層は灰色又は灰褐色で、A₂層は溶脱を受けて黄灰色を呈する。B₁層からB₂層にかけて二三酸化物が豊富で腐植に乏しく多角形又は網状の斑紋を有するプリンタイト(Plintita)と呼ばれる不可逆な盤層を形成する。B層の構造は塊状構造が比較的発達している。

土層は浅く、土性は粘質で、普通強酸性で透水性不良、塩基置換容量及び塩基飽和度共に低くアルミニウム含有量が高い。生産力は低いが中等である。

③ C I - 結塊土壌群 (Solos Concrecionários Indiscriminados)

石灰の結塊や鉄結塊を含有する土壌を総称するとき用いられる分類名である。

④ C L - 結塊ラテライト (Concrecionários Lateríticos)

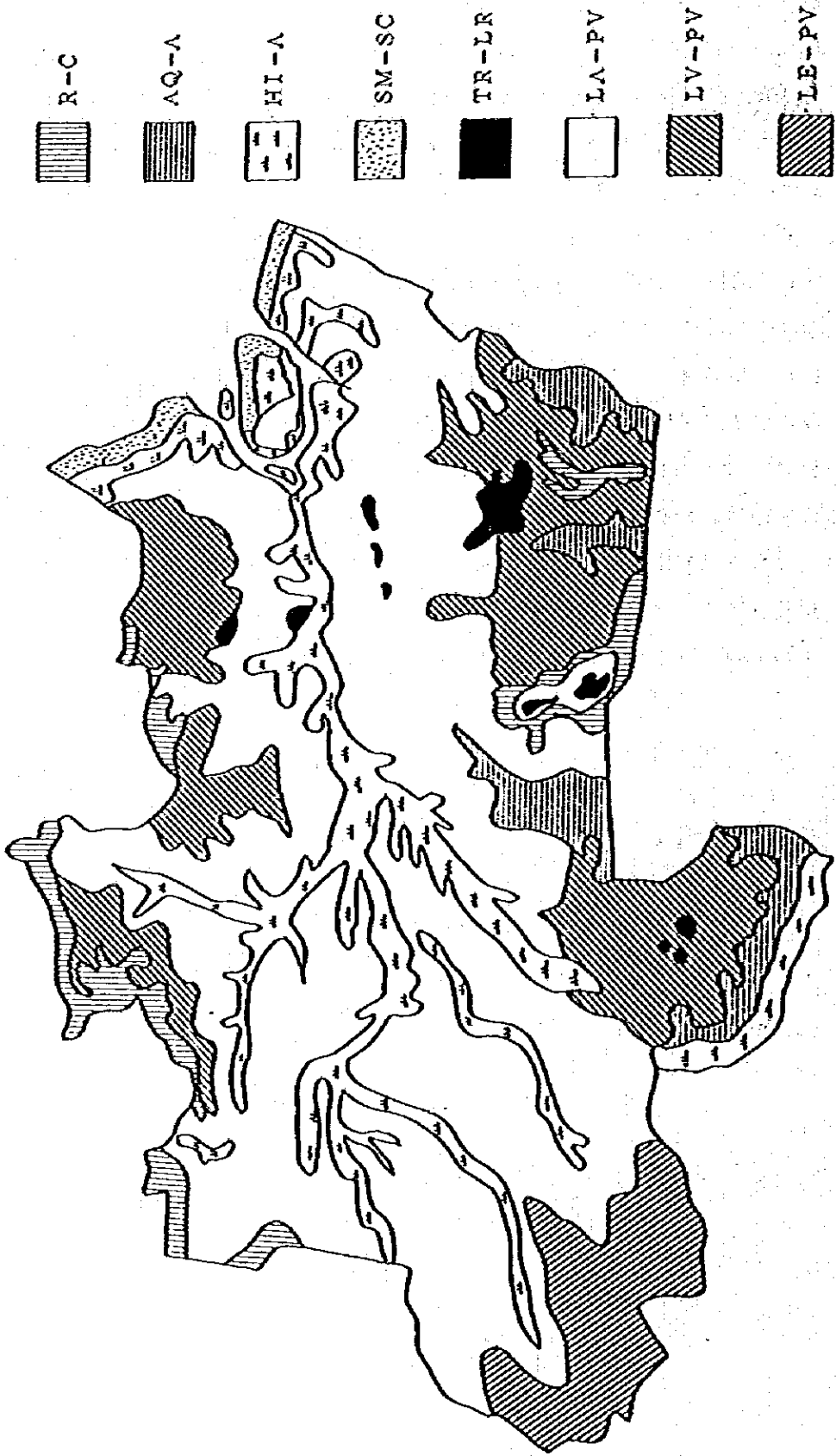
厚さが中庸でいろいろの大きさの錆状砂岩の結塊と微細な鉄物が混合して生成されている土壌である。土壌断面はラトゾール化作用を受けたB層又は構造性のB層と類似した性質を示し平坦地、波状地でセラード植生又は森林植生の下に発達する。上性はA層が壤土又は塊壤土でB層は埴土である。塩基飽和度、塩基置換容量共に低い。

鉄及びアルミナの凝固によって形成された結塊が集積した場合は表層のすぐ下に2 m位の厚さのピッサラ (Piçarras) と呼ばれるラテライト層を形成するのが特徴である。

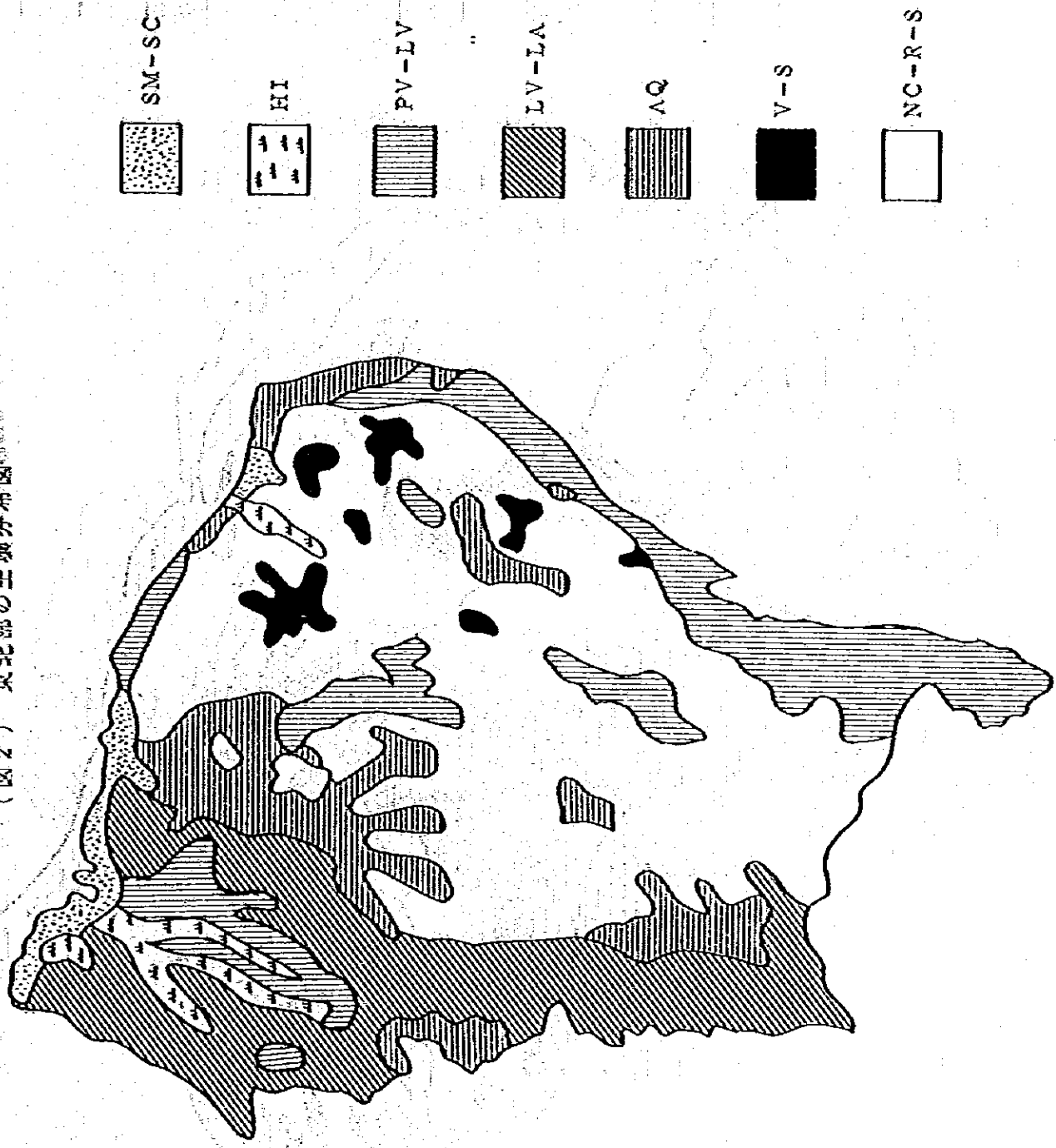
地域別土壌分布図

(図1~5) 参照

(圖1) 北部の土壤分布圖



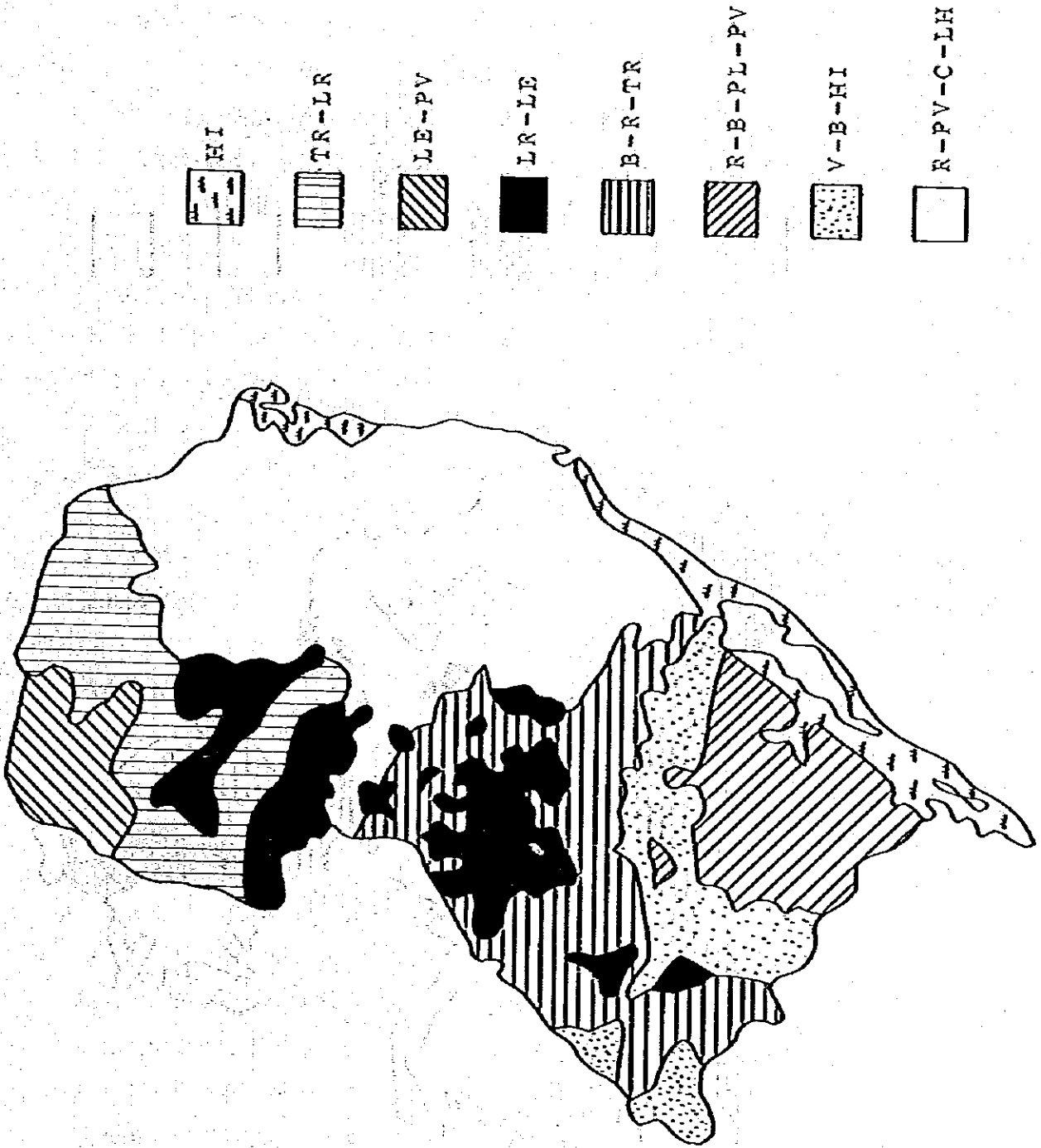
(图2) 茨北部の土质分布图



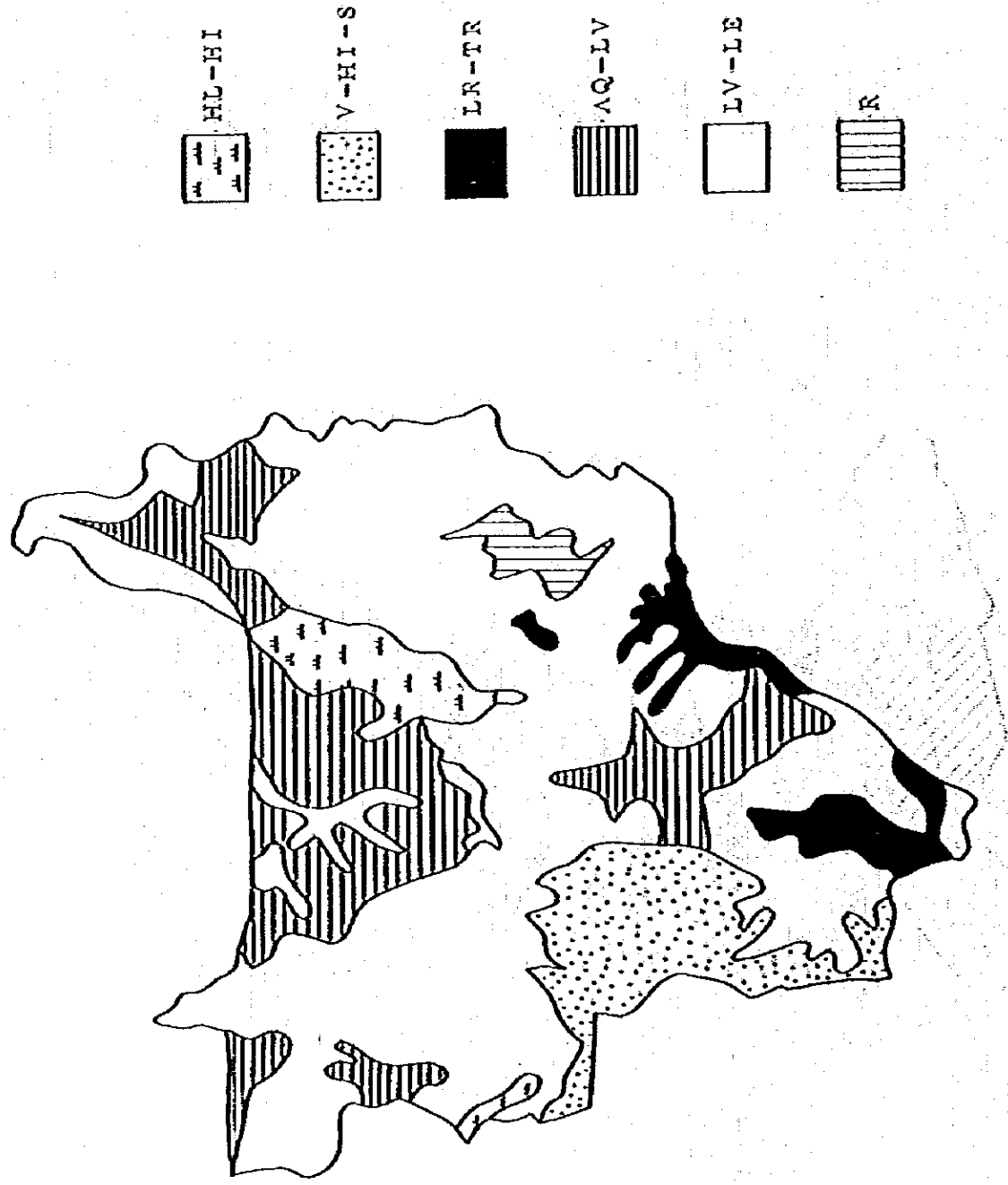
(図 3) 南支那部の土壌分布図



(图4) 南部の土质分布图



(図5) 中西部の土類分布図



4 肥 料

(1) 植物の栄養

① 植物生育上の必須元素

植物体を構成する元素の種類は30以上に及ぶが、このうち植物が正常な生育を遂げるために必要な必須元素は16種類、すなわち炭素、酸素、水素、窒素、燐、カリウム、カルシウム、マグネシウム、硫黄、鉄、マンガン、硼素、亜鉛、モリブデン、銅、塩素である。このうちの炭素、酸素、水素は植物体を構成する有機物の重要元素であり、植物は空気中の炭酸ガスと水からとるものであるが、他の元素はすべて土から吸収するもので、そのどれか一つでも不足すれば植物は正常な生育をすることができない。これを肥料要素といい、さらに植物の必要量によって、多量要素と微量要素に分類する。

イ 多量要素 (Macronutrientes)

3 要素 窒素 (N)、燐素 (P_2O_5)、カリ (K_2O)

特殊要素 カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、硫黄 (S)

ロ 微量要素 (Micronutrientes)

鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、硼素 (B)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、銅 (Cu)、塩素 (Cl)

また必須元素ではないが、植物の生育に關係の深い要素として珪素 (Si) などがある。

② 多量要素の生理作用

イ 窒 素 (N)

植物体に最も重要な蛋白質、アミノ酸や葉緑素及び各種の体内代謝を促進する酵素、ホルモン、細胞分裂、遺伝にあずかる核酸などの構成成分である。また蛋白質は細胞の原形質の主成分であって、蛋白質のないところには生命はないといわれている。葉緑素も含窒素有機化合物であって、窒素が欠乏すると葉緑素の成分は行なわれず、葉はしだいに緑色を失って黄色となり、ついに古い葉から枯死しはじめる。逆に窒素が過剰になると葉は濃緑色になり、成熟はおくれ、サビ病、べと病などにかかりやすくなる。

ロ 燐 酸 (P_2O_5)

植物体内の燐酸はフィチン態、ニュークレイン態、フオスファチッド態などとして存在し、体内で重要な生理作用をつかさどる細胞核および原形質その他の構成成分となっており、細胞分裂部分や種子の中に多く含まれている。

また燐酸は生体エネルギーとしても重要で、光合成作用や呼吸作用に重要な働きをしているADP (アデノシン二燐酸)、ATP (アデノシン三燐酸) など燐酸有機化合物の構成成分となっている。

その他、燐酸は植物体の成熟を促進するとともに、とくに根の伸長発達や生産物の品質を

よくし、病害の抵抗力を増すことが認められている。作物の生育に必要な磷酸は窒素やカリに比べると少量であるが、一般に土の有効磷酸がきわめて少い上に作物の磷酸利用率が低いため、肥料としての必要量は多い。

ハ、カリ (K₂O)

植物体内で行なわれる各種の新陳代謝に対して一種の触媒作用をもつもので、光合成と関係が深く炭水化物の蓄積に関与し、また植物の硝酸態窒素の吸収、還元及び蛋白質の生成に重要な働きがある。その他細胞の膨圧維持による水分の調節などの生理作用によって植物体を強固にし、病害虫や冷害に対する抵抗力を増す。

ニ、カルシウム (Ca)

カルシウムは通常石灰 (CaO) として示される。石灰は植物体内における蛋白質の合成に関係しており、また葉形質に吸着されて保護膠質としての作用をするものといわれている。また新陳代謝の結果生成する炭酸を中和し、細胞汁液内で各種無機塩類間の生理的平衡の調節をするという。

その他、石灰は細胞間隙の中葉の中につまっているペクチン酸と結合してその溶解性を減らし、組織を固くするもので、石灰が欠乏すると細胞間の結合が弱くなるという。

一般に野菜類や豆類では石灰の要求量は多いが、酸性肥料の施用による土の酸性化と、夏期高温時における窒素やカリの多用によって作物の石灰吸収を低下させ、一時的に石灰欠乏を発生させることが多い。

ホ、マグネシウム (Mg)

葉緑素の構成成分であり、糖類代謝に関与する多数の酵素や磷酸転移酵素などの活性に必要である。また植物の磷酸吸収と体内移動に関与しており、マグネシウム欠乏土壌で磷酸肥料の肥効が低くなるのもこのためである。

マグネシウムは磷酸、カリ、窒素と同様に体内を移動しやすいから、古い葉から新しい組織に移動し再利用されるため欠乏症状は下葉や古い葉に現われる。これに対して、石灰、硼素、鉄、マンガン、亜鉛、モリブデンなどは体内で移動しにくく、欠乏症状は新しく生長する組織に現われる。

ヘ、硫黄 (S)

硫黄は窒素と同様に、蛋白質、アミノ酸の構成成分であって植物体内における酸化、還元、生長の調整などの生理作用に関与しており、炭水化物の代謝や葉緑素の生成にも間接的に関与するといわれている。また、タマネギやカラシ (MOSTARDA) などに含まれる特殊成分のシニグリンは硫黄の化合物である。

硫黄は肥料として使われる硫酸アンモニア、過燐酸石灰、燐酸カリには硫酸根 (SO₄) として多量含んでいるので、それらの肥料を使用する場合には不足することはないが、セラードなどの特殊土壌で、しかも尿素、磷酸アンモニア、塩化カリなどの無硫酸根肥料を

連用する場合にはその欠乏が問題となる。

③ 微量要素の生理作用

イ. 鉄 (Fe)

鉄は葉緑素の成分ではないが、その生成に触媒的な役割をもっており、欠乏すると葉緑素の生成が妨げられ黄化現象をおこす。また鉄は植物体内の酸化還元酵素の構成成分であり、酵素の生成に必要なものと考えられている。植物の必要量は極く少いので通常作物に鉄欠乏のおこることはまれであるが、石灰肥量を多量に施用した跡地の陸稲などに鉄欠乏のでることがある。

ロ. マンガン (Mn)

マンガンは葉緑素の生成と光合成に関係しており、植物のビタミンの合成にも関与するといわれている。また植物体内の酸化還元酵素の活性化に必要とされている。

マンガンと鉄とは関係が深く、体内でマンガンが過剰になると鉄を酸化して溶解度を低下させるため鉄欠乏をおこし、鉄が過剰であるとマンガン欠乏症状をおこす。

ハ. 硼素 (B)

硼素は光合性によって生成された糖類の転流に重要な働きがあり、窒素代謝にも関与している。また細胞膜の形成に特定の役割をもち、硼素が欠乏すると細胞膜の生成が阻害されるため細胞分裂の異常と細胞の退化崩壊をおこすことがみとめられ、とくに細胞分裂に必要であるとされている。

硼素は石灰との間に密接な関係があり、硼素が不足すると植物の石灰の吸収や体内での石灰の可溶性を減じ、また石灰が過剰にある場合には硼素の吸収が阻害され、植物は硼素欠乏をおこす。その他、硼素は植物体内の酵素作用の活性化に影響するとされている。

ニ. 亜鉛 (Zn)

亜鉛は酵素の構成成分で、植物の体内の酸化還元反応の触媒としての役割をもち、また植物の伸長を支配するオーキシンの(インドール酢酸)の活性維持とその前駆物質トリプトファンの生成に関与し、植物の正常な生理作用を調節している。

亜鉛は鉄およびマグネシウムとともに光線の強い熱帯、亜熱帯地方ではその要求量が多くなり、欠乏をおこしやすい。

ホ. モリブデン (Mo)

モリブデンは植物体内の酸化還元酵素の構成成分として、根粒菌による窒素固定や植物が吸収した硝酸態窒素の還元及び蛋白質の生成に重要な役割をもっており、またビタミンCの生成にも関与している。

モリブデンは、植物に要求される量が著しく僅かであるが、他の微量要素と異なり酸性質で不溶性化するため酸性の土に欠乏がおこりやすい。

ヘ. 銅 (Cu)

銅は含銅酵素の構成成分として、植物体内の酸化触媒の一役を果たしている。また葉緑素の形成に間接的な役割をもっており、植物の老化を防ぎ寿命を長くするといわれている。

銅は鉄、亜鉛、マンガン、モリブデンとの間に相互作用があり、土の中の銅は植物による鉄の過剰吸収を抑制し、亜鉛の過剰害も軽減される。また逆に銅が過剰になると植物は鉄の欠乏をひきおこす。

ト. 塩素 (Cl)

塩素は光合成の明反応と密接な関連がある。また植物体を構成する澱粉、セルロース、リグニンなどの生成に関与していると考えられている。

④ その他の関係要素

イ. 珪素 (Si)

珪素は珪酸 (SiO_2) として示される。珪酸は必須要素にはなっていないが植物体内に比較的多量に存在する成分であり、とくにイネ、ムギ類、トウモロコシなどの禾本科植物に多く含まれている。

珪酸は土の中から水とともに吸収され、植物体の表皮細胞中に沈着して珪化細胞となり、また、作物の窒素の過剰吸収をおさえて、風害やイモチ病、ウドンコ病などの抵抗性を増加することがみとめられている。

珪酸はイオン吸収剤としての作用もあり、土の中の種々の金属と結合し、これを不溶性にする性質がある。酸性の土に珪酸を施用するとアルミニウムを不活性化し、土の磷酸固定を減少させる。珪酸はマグネシウムの欠乏により吸収を阻害されるので、作物に珪酸の効果を発現するためにはマグネシウムの存在が必要である。

(2) 植物による養分の吸収

① 養分吸収の環境要因

植物による肥料養分の吸収は気候や土壌環境などの要因によって影響されるところが大きい。その要因の中で重要なものは、光線、温度、土壌通気、土壌反応、要素の相互作用、塩類の濃度である。

イ. 光線

植物は日光によって光合成作用を行い、生育に必要な炭水化物を生成する。したがって光線の強弱は光合成や呼吸作用に影響し、同時に養分の吸収にも関係する。光線の弱い条件下では、窒素、磷酸の吸収が著るしく低下するが、石灰、マグネシウム、珪酸などは比較的影響を受けにくい。また微量要素のうち鉄、亜鉛は光線が強いほど要求度が高くなり、欠乏をおとしやすくなる。

ロ. 温度

植物はそれぞれ生存の適温がある。またその温度は養分吸収バランスにも関係している

が、高温期には蒸散作用や呼吸作用が活発になると同時に養分の吸収量は多くなり、反対に低温期にはその機能を低下し、養分吸収も減少する。高温期と低温期との間で三要素中最も異なるものは硝酸の吸収力であり、高温期には強く低温期には著るしく弱くなる。また高温乾燥時には石灰、マグネシウムや微量要素の要求度も高まるが、一方では他の要素との相互作用によって石灰、マグネシウム、硼素などの欠乏がおこりやすい。

ここで、もし硝酸の吸収量の多い作物を冬期に、また石灰、マグネシウムの吸収の多い作物を夏期に栽培するとなれば、それぞれの温度条件において、それらの肥効を如何に高めるかということが施肥技術の一要点となる。

ハ、土壌通気

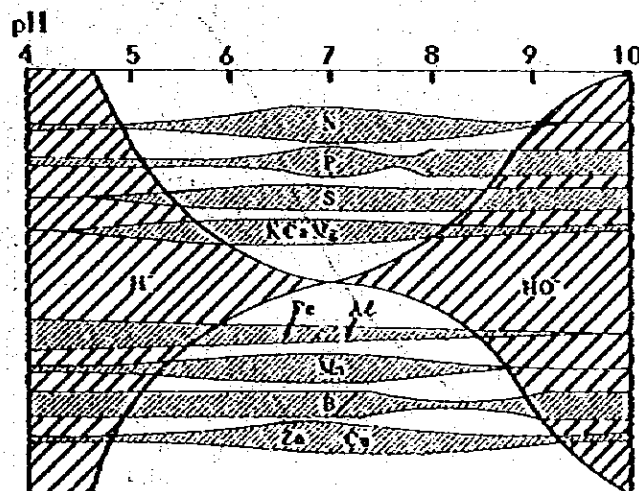
土の物理性のうち、養分の吸収に最も影響の大きいものは通気である。植物が土から養分を吸収するためにはエネルギーを要するが、これは根の呼吸作用で糖類を酸化させて得るエネルギーによってまかなっている。特に畑作物は好氣的呼吸作用を行うものであるから、その養分吸収には土壌空気中に十分な酸素が存在することによって根の呼吸が順調に行われる。そのため、畑地では、耕耘、有機物、石灰などの施用によって土粒間に隙間の多い団粒構造を作って通気をよくすることが大切である。

ニ、土壌反応

植物にはそれぞれ好適する酸度（PH）があるが、土の酸性が強くなると養分の吸収にもいろいろな障害を生ずる。

（図1）は養分の溶解度とPHとの関係を示したものであるが、窒素、硝酸、カリ、石灰、マグネシウムは何れも酸性が強くなるにしたがい溶解度は減少し、逆にアルミニウムが増加してくる。

（図1） 土壌のPHと養分
溶解度との関係（TRUOG）



酸性土壌が植生を害する最大の原因は、アルミニウムが溶出して直接作物に吸収されるアルミイオンの害と、アルミニウムと鉄の活性化によって施肥された磷酸を固定し、作物の吸収を阻害することである。これらのアルミニウムの害作用はPH 5 以下で現われ、PH 4.5 で急増する。一方、磷酸はPH 5.5 ~ 7.0 で最も多く溶解し、石灰はPH 6 から急速に溶解する。したがって作物の養分吸収に適するPHは 5.5 ~ 7.0 の範囲となる。

ホ、要素の相互作用

植物が正常な生存をするためには、必要な要素がそれぞれ適当なバランスのとれた状態で存在することが必要であるが、このバランスが崩れると要素間の相互作用によって拮抗的に植物の吸収がおさえられる。必要な要素としては、次のものがある。

アンモニア NH_4^{++} : カリ K^+ 、カルシウム Ca^{++}

カリ K^+ : カルシウム Ca^{++} 、マグネシウム Mg^{++}

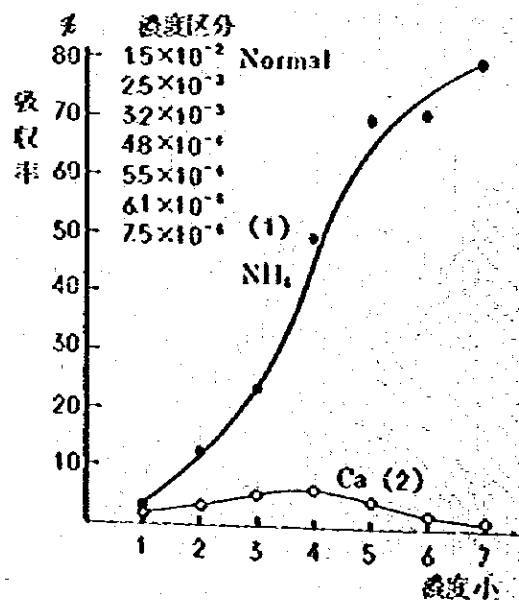
鉄 Fe^{++} : マンガン Mn^{++}

モリブデン Mo^{++} : 銅 Cu^{++}

ヘ、塩類の濃度

土の中に存在する可溶性塩類の濃度によって植物の養分吸収量は異なる。蔬菜類では全塩類濃度が 0.5 % になると生理作用を害し吸収がとまるといわれるが、ある限界までは塩類の濃度の高い方が根の吸収の絶対量は多くなる。しかし、その傾向は塩類の種類によって異なり、次の2つの層がみられる(図2)。

(図2) 培地濃度とイオンの
吸収率との関係
(高橋・河野・柳沢)



(f) 塩類の濃度が低くなるにしたがい、根の吸収率は逆に急上昇するもの

……………アンモニア、硝酸、磷酸、カリ

(g) 塩類の濃度が低くなるにしたがい、根の吸収率は僅かに上昇するが、その後は急に吸収が低下するもの……………カルシウム、マグネシウム、珪素

したがって、窒素、磷酸、カリはその濃度の低い方が植物の吸収率はかえって高くなるが、石灰、マグネシウム、珪酸では逆に低くなるので、充分吸収させるためには、多量の施用により、その濃度を高めることが必要である。

② 植物の養分吸収と養分の形態

イ. 窒素の形態

植物の吸収する窒素の形態は、主としてアンモニア態と硝酸態である。また尿素や有機肥料も土の中では速やかにアンモニアに変るもので、有機態のまま吸収されるのは少量である。

畑作物の中には、好アンモニア性作物（イネ、ソバ、サトイモ）や好硝酸作物（タバコ、ビート）といわれる特異な吸収を示すものもあるが、一般にはアンモニア態も硝酸態も何れも吸収利用する。一方、畑地では土が酸化状態にあるので、アンモニアは硝化菌による硝化作用によって硝酸に変るため、硝酸態の形で吸収する方が量的には多い。しかし、アンモニア態（そのイオンは陽の荷電）の場合は、土壌コロイドに吸収され損失は少ないが、硝酸態（イオンは陰の荷電）になると土に吸収されないため降雨や滲透水に溶け流亡する（溶脱）。この溶脱は、畑地における窒素の損失の主原因であって、これを防ぐことが窒素の施用法として重要である。すなわちアンモニア態窒素肥料は元肥として一度に施用せず、一部を追肥として数回に分ける。また硝酸態窒素肥料は全量追肥として少量に分けることができる。また硝酸態窒素肥料は全量追肥として少量に分けることができる。

なお、硝化菌は酸性に弱いので硝化作用はPH 5以下の土ではおこりにくく、また硝化作用には多くの酸素を要するので漏水状態のように酸素の供給不十分な場合にも硝化作用はおこりにくい。

ロ. 磷酸の形態

植物の根は、フイチンのような有機磷酸も直接吸収しうるといわれているが、通常は無機磷酸、とくに正磷酸（ $H_2PO_4^-$ 、 $H_2PO_4^{2-}$ 、 HPO_4^{2-} ）の形で吸収される。磷酸の吸収にマグネシウムは関係が深く、マグネシウムが共存する状態では磷酸の吸収は顕著に増加するが、マグネシウムの不足する状態では増加せず、かえって植物のマグネシウム欠乏を助長することがみとめられている。

また畑作物による水溶性磷酸の吸収は土の反応により著しい差がみられる。土の酸性が強くなると土の中のアルミニウムや鉄が溶出して速やかに磷酸と化合し、難溶性磷酸に変える（磷酸の固定）だけでなく、根の表面に磷酸鉄や磷酸アルミニウムの沈着を生じ、

磷酸の吸収を著しく低下させる。この土の磷酸固定や根の吸収阻害は土の種類によって多少傾向を異にするが、一般にはPH3~4の間が最も多く、それより中性(PH7)に近づくとしたが固定量も少くなり、固定された磷酸の溶解性も比較的大きくなるので、水溶性磷酸肥料の施用には予め土の酸性を矯正することが重要である。

また磷酸は土の中における移動が極めて小さいため、作物の根のよく発育する位置に施用すべきである。とくに畑地では、土の表面が乾燥して根は発育しないから、磷酸肥料を表面に散布しただけでは作物に利用されないので、土の中に埋める必要があり元肥に重点をおいて施用する。

ハ、カリの形態

カリ肥料の大部分は水溶性であり、施用するとカリはただちに土壤コロイドに吸収され置換性カリとなって植物の根に容易に吸収される。

畑作物の施肥でとくに問題となるのはカリと他の要素との相互作用のあることである。すなわちカリの吸収は石灰の多用によっておさえられ、反対にカリの増施によってマグネシウムの吸収が低下し、マグネシウム欠乏をおこす。またアンモニアの増施はカリ及び石灰の吸収を低下させる。したがって、カリを多く吸収する蔬菜類においても、一時的に多量のカリ肥料を施用することを避け、一部を追肥として分肥することが大切である。

ニ、葉面施肥

通常の土壤施肥に比べると葉面施肥は量的には僅かであるが、肥効が速かにあらわれるため、土が乾燥しすぎたり、雪害や病害虫の被害などによって根の吸収機能が劣った時に効果的である。同一量の養分を施す場合、土壌施肥と葉面施肥との作物利用率を比べると葉面施肥の方が高い場合が多い。しかし1回の散布量が僅かであるので窒素、磷酸、カリ、のような多量要素では極く短期間の養分にしか相当せず、これに頼りきれぬものではないが、急速な肥効を必要とする場合には土壌施肥の附加的要素として重要である。また微量要素では必要量が少いだけに葉面施肥でかなりの効果を期待できる。

(1) 葉面吸収

葉面に散布された肥料は葉の細胞壁や気孔から吸収されるものと考えられている。葉の表裏でどちらからも吸収するが裏面の方が吸収力は強い。これは表面が厚いクチクラ層で覆われているとか、気孔が少いからということではなく、一般に葉の裏面には葉脈による凹凸や網毛があって表面積が大きい上に、散布液が附着しやすいこと、さらに日陰になって乾きにくいなどの条件をそなえているからである。また若い葉では細胞壁自体を通じての吸収がさわめて容易に行われるため古い葉より吸収量が多い。

葉面に散布された肥料はその約70%が葉面に附着し、30%は地上に、またこの70%の葉面附着部の80~90%が葉面から吸収されるとみられ、施肥量の約60%が作物に利用されるわけであるから作物の利用率はかなり高い。

⑤ 葉面散布剤

葉面散布剤は、溶解性があるって乾きにくいものが効果があり、一般には(表1)のようなものが用いられている。また市販品としては粉状品と液肥とがあり多種多様であるが、窒素、磷酸、カリを主剤とし、これに各種の微量要素を加えてその葉面吸収を促進させるようにしたものが多く。

葉面散布剤は通常省力化のため農薬類と混合使用されることが多いが、何れの場合も夕方の無風時を選んで葉の表裏の両面に附着するよう散布することが効果的である。

(表1) 葉面散布剤

葉	剤	濃 度	対照成分	
尿	素 Ureia	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	1~2%	窒 素
磷酸	1アンモニア Fosfato de monoamônio	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0.2~0.5	磷 酸
磷酸	1カリ Fosfato de monopotássio	KH_2PO_4	"	"
硝 酸	カリ Nitrato de potássio	KNO_3	"	カ リ
塩化	カルシウム Cloreto de Cálcio	CaCl_2	0.5~1	石 灰
硫酸	マグネシウム Sulfato de magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	マグネシウム
硼	砂 Borato de sódio (Berax)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	0.2	硼 素
硫酸	亜鉛 Sulfato de zinco	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	亜 鉛
モリブデン	酸ソーダ Molibdato de sódio	NaHM_6O_4	0.2	モリブデン

⑥ 要素の欠乏及びその対策

畑作物にみられる各種の要素欠乏は、土にその絶対量が不足している場合もあるが、それよりむしろ環境条件が作物の吸収利用を妨げている場合の方が多い。すなわち土の反応(PH)、施肥による要素間の相互作用、気象条件などが、一部の要素を不溶性化したり、作物の吸収や体内移動を妨げたりして生理的に欠乏をひきおこさせる原因となることがしばしばある。また作物の種類によってそれぞれ要素の要求量に著るしい差があり、根の吸収力の相違とともに特定の要素欠乏をおこしやすいものもある。

(表2)は各要素の欠乏症状、欠乏をおこしやすい作物及びその主な対策をまとめて示したものである。

(表2) 各要素欠乏とその対策

要素	主な欠乏症状	欠乏しやすい作物	主な欠乏対策
窒素	1 葉は全体が黄緑色となり、下葉が黄化して枯れ上る。 2 生育が芳え、全体が硬化する。 3 茎は老化が早く、枝の伸長も鈍化する。		1 必負土壌の100%として枯回に分給する。 2 硝酸態窒素肥料は土が吸収しないので、少量づつ数回に分給する。
磷	1 一般に下葉より発生し、上葉に及ぶ。 2 葉内が狭くなり、その色は暗緑、緑赤、赤褐、青緑色を呈する。また葉の裏面に黒色の斑。 3 枝の発育が不良で短大となり、落着不良となる。 4 開花、成熟が遅れ、品質不良となる。	タバコ、ニンニク	1 酸性土壌では過剰施肥を避ける。 2 水溶性磷肥料の場合には必ず土の酸性を正した後に施用する。 3 低温時には15~20%増給する。
カリ	1 古い葉より発生するが、症状はやや生育の遅んだ後に現われ、急速に進行して上葉に及ぶ。 2 葉の先端や葉縁部分が黄化し、枯れ上る。 3 葉のしわがよったり、ねじれを生ずることがある。 4 根は主根の附近のみで形成し、側方の生長が不良となる。	トマト、サヤインゲン、インゲンマメ、タバコ	1 石灰質肥料の適用を避ける。 2 生育の全期間に必要であるから追肥として数回に分給する。
石灰	1 新しい生長点より発生する。 2 生長組織の発育不全で、芽の先端は枯死する。 3 根は少なく、短く太い褐色の根を生ずる。 4 結球蔬菜では結球部の組織が水浸状に壊死する。 5 子実の充実不良で収穫が上げられる。	キャベツ、セロリ、レタス、タバコ、トマト、キュウリ、ラッカセイ	1 農地には望まぬ肥料を減らし、石灰質肥料を増給する。 2 地盤の上昇を防ぐ。 3 塩化カルシウム (Cloruro de calcio) の0.5~1%液を葉面散布する。
マグネシウム	1 古い葉および葉縁から発生して枯れ上る。 2 葉縁がフロップスをおこし、広葉の植物では網目状、カホン科ではスジ状に黄化する。 3 作物の種類によって、黄化部が赤紫色の斑紋が現われるものもある。	トマト、キュウリ、サヤインゲン、ピーマン、インゲンマメ、ダイズ	1 農地にはカリ肥料を減量するか分給回数を増加する。 2 過剰施肥や深灌ぎ土石灰を施用する。 3 硫酸マグネシウム (Sulfato de magnesio) の0.5%液を葉面散布する。
硫黄	1 主に新しい葉に顕著な黄化現象が現われる。 2 茎は細く木質化し、生育不良となる。 3 豆科植物では根粒が少い。		硫酸アンモニウムや過剰石灰などの硫酸根肥を施用する。
鉄	1 新しい生長点より発生する。 2 上葉の葉縁が黄化し硬化する。 3 症状が進むと全体が黄白色になるが落死はおこらない。		1 硫酸鉄 (Sulfato de ferro) を40~50kg施用する。 2 硫酸鉄の10~15%液を葉面散布する。
マンガン	1 下葉の葉縁に白色の斑点が現われる。 2 症状が進むと斑点がひろがり、黄化や褐色の落死部分を生じ終つて枯死する。		1 硫酸マンガン (Sulfato de manganeso) を40~100kg施用する。 2 硫酸マンガンの0.25%液を葉面散布する。
亜鉛	1 生長点より発生し、生育を停止する。 2 葉柄や茎のひび割れを生じ、もろくなる。 3 茎葉の堅韌やねじれ、落葉などおこる。 4 全体が矮小となり、負荷の強った矮小状となる。 5 根の中心部も褐色化し、根根が減少する。 6 種実の不揃や果実の結実症状を生ずる。	セロリ、ダイコン、キャベツ、ハナダイ	1 石灰質肥料の適用を避ける。 2 硫酸亜鉛 (Zinc) を40~12kg施用する。 3 硫酸亜鉛の0.2%液を葉面散布する。
亜銅	1 生長点の新しい葉に発生する。 2 葉が小型で狭く、または変形し、葉縁に黄色の斑点を生ずる。 3 茎は細く節間がつまり生育不良となる。 4 カホン科では茎が特有の灰褐色となり、生育を停止する。	トマト、サヤインゲン、インゲンマメ、イネ、トウモロコシ	1 石灰質肥料の適用を避ける。 2 硫酸亜銅 (Sulfato de cobre) を40~25kg施用する。 3 硫酸亜銅の0.5%液を葉面散布する。
モリブデン	1 生長点の新しい葉に発生する。 2 葉が中肋を渡して現れる。 3 葉縁部の黄化や黄褐色の斑点を生ずる。 4 葉の裏面がまき上り、コップ状となる。 5 豆科植物では根粒が少くなる。	キャベツ、ハナダイ、インゲンマメ、サヤインゲン、ダイコン	1 土の酸性を矯正する。 2 モリブデン酸ソーダ (Molibdato de sodio) を40~1kg施用する。 3 モリブデン酸ソーダの0.2%液を葉面散布する。
銅	1 新しい葉は小型で内側にまき上り畸形となる。 2 カホン科では葉の裏面が黄白色となり、種子ができない。 3 カンキ科では新葉がS字形にまき上り、オムツをきむ形にひらがり、根が短くなる。		
塩素	1 全体に発生するが、種によって古い葉に現われる場合もある。 2 葉の先端が黄化し、葉縁に黄褐色のネクロシスが生ずる。	ワタ	塩化カリを施用しておれば欠乏することはない。
珪酸	1 種では葉がたれ下って、茎葉全体が軟弱になり倒伏しやすくなる。 2 病害虫の被害や風害をうけやすくなる。	イネ	過剰施肥を施用する。

(3) 窒素質肥料

窒素質肥料にはアンモニア、硝酸、尿素、シアナミッドの各形態のものがある。

① 硫酸アンモニア (Sulfato de amônio)

イ. 組成は $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ で示され、成分量はアンモニア態窒素 20～21% であり、副成分として硫酸根 (硫酸として 24%) を含む。

ロ. 速効性であり、元肥及び追肥に適する。アンモニア態のうち土によく吸収されているが、硝化作用により硝酸態になると水に溶けて溶脱するので数回に分給する方がよい。

また硫酸根を含む生理的酸性肥料で土を酸性化するので、石灰質肥料の施用が必要であり、その量は硫酸アンモニア 100 kg に対し、硝石灰で 130 kg、炭酸石灰で 160 kg 位である。

② 尿 素 (Uréia)

イ. 組成は $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ で示され、成分量は尿素態窒素 45% である。

ロ. 尿素は生理的中性肥料で、土の中では微生物により 3～5 日位で分解してアンモニアと炭酸ガスになり、アンモニアはその後硝酸態になる。尿素は、そのままでは土に吸収されないで施用後大雨があると流失するが、一旦アンモニアになると硫酸アンモニアのアンモニアよりは土に強く吸収されるので肥効に持続性がある。これが尿素の場合に、葉色が淡く、色の出方がおそくなる原因と考えられている。

また尿素は一時に多量施用すると土壌溶液の浸透圧を高め、種子の発芽や根を傷めるなどの害があるので注意を要する。

なお、尿素に含有けるピュレットは作物に有害であるので、肥料取締法によって土壌施肥量は 1.5% 以下、葉面施肥では 0.2% 以下に制限されている。

③ 硝酸アンモニア (Nitrato de amônio)

イ. 組成は NH_4NO_3 で示され、成分量は窒素 33.5% で、このうちアンモニア態と硝酸態窒素が各半量の 16.75% である。

ロ. 速効性で、生理的にも中性であるが、その半量の硝酸態窒素は土には吸収されず、水によって容易に溶脱するから、元肥よりも追肥に適しており、しかも少量ずつ分給する方がよい。

また尿素よりも吸湿性が強いので、高湿期には取扱いに注意を要する。

④ 硫酸アンモニア石灰 (Nitrocálcio)

イ. 硫酸アンモニア 80 に対し、炭酸石灰 20 の割合で混合し、粒状化したもので、窒素 27% を含み、アンモニア態と硝酸態窒素が各半量の 13.5% である。

施用法は硫酸アンモニアと同様である。

⑤ 石灰窒素 (Calcioclanamida)

イ. 主成分はカルシウムシアナミッド (CaCN_2) であって、成分量はシアナミッド態窒素

を1〜4%程度含む、樹皮屑より石灰分を8〜10%を含む。
 ① 石灰質肥料は、石灰質の含有率とリン酸の含有率との相対作用によって尿素となり、次に微生物の作用によって石灰質の含有率が増え、最終に硫酸塩になる。土の中の分解には1〜2週間を要するが、石灰質の含有率が多過ぎると有害で、直接触ると種子の発芽を害し、また石灰質の含有率が多過ぎると種子から5〜6cm離れた所に有害な影響を及ぼす。またはこの肥料を製造して土の有害虫の消毒や雑草の駆除をするに役立つ。

また肥料に多く含まれるリン酸は、多量に使い込むと中毒をおこすことがあるので取扱いは十分に注意を要する。

石灰質肥料は、通常は石灰質の含有率を多く含むので石灰質肥料としても有効である。

また、石灰質を多く含む場合の腐敗を遅く収獲しやすくした粒状（粗砕）石灰窒素も注意されている。

② 硫酸石灰 (Sulfato de calcio)

イ 主成分は硫酸石灰 (Sulfato de calcio) で成分量は硫酸根当量素15%及び水溶性カリ1.4%である。
 ロ 石灰質肥料、硫酸アンモニウムと同様に取扱されず、拾脱しやすいからカリの必要な果樹類では硫酸石灰と硫酸アンモニウムを併用する方がよい。

(4) 硫酸質肥料

硫酸質肥料は水溶性と可溶性とで可溶性硫酸（中性アモン酸アンモニウムに可溶）と可溶性硫酸（2%クエン酸に可溶）の2種類がある。

① 過硫酸石灰 (Superfosfato de calcio = Superfosfato simples)

イ 主成分は、硫酸一石灰 ($\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$) で成分量は可溶性硫酸18〜19%であり、その大部分は水溶性である。副成分として石膏（硫酸として12%）を含む。

ロ 原則として元肥に施用すべきであるが、追肥として使用する場合でも必ず土に埋め込み、作物の根の発育する所に施用しないと肥効が劣る。

また酸性土壌では土に与えられる成分が多くなると土による硫酸の固定量も多くなるので、土と混合せず、なるべく層状に施用する方が肥効が高くなる。

② 三重硫酸石灰 (Superfosfato de calcio tripló = Superfosfato tripló)

イ 主成分は硫酸一石灰 ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) であって石膏は含まず、成分量は可溶性硫酸43〜45%で大部分は水溶性である。

ロ 施用法は過硫酸石灰と同様である。

③ 硫酸アンモニウム (Fosfato de amônio)

硫酸アンモニウムには次の2種類がある。

イ 硫酸一アンモニウム (Fosfato de monoamônio = 略称MAP)

組成は $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ で、成分量はアンモニア態窒素10~11%及び可溶性磷酸52~53%であり、その大部分は水溶性である。

ロ. 磷酸二アンモニア (Fosfato de diamônio = 略称DAP)

組成は $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ で、成分量はアンモニア態窒素17~18%及び可溶性磷酸45~46%であり、大部分は水溶性である。

磷酸アンモニアは生理的中性肥料で、そのアンモニアは土によく吸収されるから肥効に持続性があり、またその磷酸も作物に吸収されやすい性質をもっている。何れも高成分の肥料であるので遠隔地では運賃が割安になって有利であるが、施肥量の少くなることから施肥ムラが出やすいので注意を要する。

④ 焙性磷酸 (Termofosfato magnésiano)

イ. 均溶性磷酸肥料で、成分量は磷酸18%及び石灰28%、マグネシウム14.5%、珪酸25%などである。

ロ. 弱いアルカリ性 (PH8) の肥料で水に溶けず、土の中に含まれる各種の弱い酸に溶解する。また土壌コロイドや作物の根との接触によっても溶解し作物に吸収される (接触溶解)。焙性磷酸は磷酸のほか多量の石灰、マグネシウム、珪酸などを含んでおり、とくに酸性土壌やマグネシウム欠乏土壌には優れた肥効がある。

また焙性磷酸の酸性中和能力 (Poder de Neutralização de Acidez) は67以上であり炭酸石灰に匹敵する。したがって焙性磷酸は土の酸性矯正と、さらに進んで土の磷酸と塩基を畜化させ、生産力を高める土づくりにも利用される。

焙性磷酸は土によって溶解するものであるので過磷酸石灰とは異り施用後、土によく混合することが肥効を高める上に必要である。

近頃では焙性磷酸と過磷酸石灰または重過磷酸石灰を配合し、粒状化した焙過磷酸 (Termo-superfosfato) が販売されている。これには水溶性磷酸と均溶性磷酸とを適当な割合で含んでおり、速効、緩効両面の肥効をもつ磷酸肥料として、とくに畑作物には好適である。

⑤ その他の磷酸肥料

イ. 骨粉 (Farinha de osso)

成分量は窒素0.5~2%、磷酸20~28%である。窒素は有機態 (骨素) であるが、⁽²⁾ 磷酸は磷酸三石灰の形態で、その60~70%は均溶性である。肥効には持続性があり、畑作物や永年作物に適する。

ロ. 磷酸鈣粉 (Fosfato natural moído)

磷酸肥料の原料となる磷酸鈣石の微粉末で、主なものは Araxá, Patos de Minas, Catalão 等の地方から産出する。

成分量は磷酸全量25~30%のうち、均溶性磷酸は3~5%前後である。

磷酸粉の肥効は、そのフッ素含量の少ないものほど大きいといわれるが、国内産のものは一般に他の磷酸肥料に比べて劣るので主として長期の土壤改良に利用されている。

(5) カリ質肥料

① 塩化カリ (Cloreto de potássio)

イ. 組成はKClで、成分量は水溶性カリ60%であり、副成分として塩素45%を含む。

速効性で、土によく吸収されるが、一度に多量施用すると要素間の相互作用によって作物の石灰、マグネシウムの吸収が抑制され、一時的に欠乏をおこすので一部を追肥とし分施することが必要である。

また塩素を含むためタバコの場合は火つきが悪くなるので硫酸カリを使用する。

② 硫酸カリ (Sulfato de potássio)

イ. 組成は K_2SO_4 で、成分量は水溶性カリ50%前後であり、副成分として硫酸根(硫酸として17%)を含む。

ロ. 施用方法は塩化カリと同様であるが、硫酸カリはとくに品質を重点とする果菜類や果樹類に適する。

(6) 配合肥料

配合肥料は前記のべた窒素、磷酸、カリの各肥料を所定の割合に配合し、それぞれの作物に適する成分比にまとめたもので、その種類は次のようである。

① 配合肥料の種類

イ. 粉状配合肥料 (Adubo farelado)

主として粉状の硫酸アンモニウム、過磷酸石灰、重過磷酸石灰、熔成磷酸、塩化カリ、硫酸カリなどを配合したもので、これにヒマン油カスなどの有機質肥料を配合して肥料の固結を防止したものもある。また使用原料の種類や微量要素の配合によって肥効に特徴をもたせるなど利用範囲は大きい。

粉状であるため機械施肥には適しないものが多い。

ロ. 粒状配合肥料 (Mistura de grânulo)

粒状の尿素、硫酸アンモニウム、重過磷酸石灰、塩化カリなどを配合したもので、一般に高成分のものが多い。

使用する肥料に粒度のばらつきがあると、輸送及び取扱い中に成分量のバラツキを生じやすい欠点がある。

全体に粒状で取扱いやすく、また機械施肥にも適する。

ハ. 化成肥料 (Adubo complexo)

一般には配合式化成肥料で、粉状の各種肥料を配合し、これを造粒、乾燥、篩分けして

通常粒径を1~4mmにした粒状肥料である。

低成分から高成分のものまでいろいろの種類があって、取扱いやすく機械施肥に適する。またそれぞれの粒に所定の成分が含まれているから、輸送、取扱いなどによる成分バラツキは少く、均等な均肥ができる。

② 肥料配合上の注意

イ. 肥料成分が損失または減少する場合

(i) アンモニア態窒素の揮散：アンモニア態窒素を含んだ肥料（硫酸アンモニア、硝酸アンモニア、磷酸アンモニア）にアルカリ性肥料（石灰窒素、消石灰など）を配合すると化学反応によってアンモニアが揮散する。

(ii) 硝酸態窒素の揮散：硝酸態窒素を含んだ肥料（硝酸アンモニア、硝石カリなど）に遊離酸を含んだ肥料（過磷酸石灰、重過磷酸石灰など）を配合すると硝酸が揮散する。また有機質肥料を配合すると硝酸態窒素が還元されて窒素ガスとなって揮散する。

(iii) 水溶性磷酸の還元：水溶性磷酸を含んだ肥料（過磷酸石灰、重過磷酸石灰、磷酸アンモニアなど）にアルカリ性肥料を配合すると水溶性磷酸が減少する。水溶性磷酸が減少してもその磷酸が中性クエン酸アンモニアに溶ける形態であれば、肥効上差支ないが、さらに還元するとその肥効が減退する。

(iv) 尿素の分解：尿素ヒウレアーゼを含む植物油カス（大豆カスなど）を配合すると、尿素が分解されてアンモニアとなる。そして配合に過磷酸石灰などを使用している場合は水溶性磷酸が減少する。

ロ. 取扱いが不便になる場合

吸湿性のある肥料（尿素、硝酸アンモニア、硝石カリ、石灰窒素）を配合に使用すると吸湿する。また塩化カリのように単独では支障のない程度の吸湿性の肥料も過磷酸石灰などと配合すると吸湿性が増大し、取扱いが不便になる。さらに吸湿性のある肥料を2種以上配合すると著るしく吸湿性を増大するので注意を要する。

（表3）は主要肥料の配合の可否を示したものである。

(7) 石灰質肥料

石灰質肥料の施用の最大の目的は土の酸性矯正である。そしてまた石灰は作物の養分としても重要である。

① 消石灰 (Cal hidretado)

- イ 組成は水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ で成分量は石灰 55~60% である。
- ロ 強いアルカリ性であり、急速な酸性の中和には効果的であるが、過剰量が多いと土が一時的にアルカリ性となって、カリ、マグネシウム、硼素などの欠乏をおこすことがあり、また土を固結するなどの悪影響もあるため施用量には十分な注意が必要である。

② 炭酸石灰 (Calcáreo)

- イ 組成は CaCO_3 で、成分量は石灰 40~50% である。
- ロ そのままではほぼ中性であるが、土の中で徐々に分解して消石灰となり、酸性を中和するので、施用量が多すぎた場合にも悪影響がなく安全であり一般に広く使用されている。酸性中和がゆるやかであるため、通常施肥の 40~60 日以前に施用しておく必要がある。

③ 炭酸苦土石灰 (Calcáreo doromítico)

- (1) 石灰石にマグネシウムを含んだもので、成分量は石灰 25~30%、マグネシウム 15~20% ぐらいである。
- (2) 施用法は炭酸石灰と同様であるが、マグネシウムを含むため酸性中和能力は炭酸石灰よりやや多い。マグネシウム欠乏土壌に適する。

(野々村 孟)

5 農 薬

日本で使用される農業用薬剤は、すべて連邦政府の農務省に登録する事を義務づけられており、1983年7月末現在で、有効成分として238種、製品として2210種の農薬が登録されている。有効成分238種の内訳は次の通りである。

殺虫剤	75種
殺菌殺ダニ剤	12種
殺菌剤	57種
除草剤及落葉剤	78種
殺線虫剤及燻蒸剤	8種
抗バクテリア剤	2種
殺鼠剤その他	6種

(1) 販 売 量

1977年より1981年の5か年間の農薬販売量の推移を、製品量、原体量及び金額によって見ると(表1)から(表4)に示したとおりである。大きな傾向として、除草剤の使用量が急増したこと及び殺虫剤が減少したことが、特徴づけられる。

(表1) 製品販売量

(単位：トン)

年度 薬剤区分	1977	1978	1979	1980	1981
殺虫剤	135,875	113,639	129,166	100,805	72,286
殺ダニ剤	3,257	4,247	5,412	4,295	3,383
殺菌剤	8,892	11,646	12,251	12,395	11,689
殺菌剤	23,421	25,927	35,936	36,673	26,394
除草剤	29,291	27,947	40,125	44,432	44,135
合計	205,736	183,408	222,690	198,600	157,887

(表2) 原体販売量 (単位:トン)

薬剤区分 \ 年度	1977	1978	1979	1980	1981
殺虫剤	26,864	23,658	26,099	20,112	15,817
殺ダニ剤	1,119	1,782	2,004	1,950	1,393
殺蟻剤	987	1,277	900	888	465
殺菌剤	19,160	16,250	24,078	22,324	16,095
除草剤	14,561	12,988	19,366	22,012	22,448
合計	62,691	55,955	72,497	67,286	56,218

(表3) 販売金額 (単位:千クルゼイロ)

薬剤区分 \ 年度	1977	1978	1979	1980	1981
殺虫剤	286,956.1	400,225.0	784,654.8	147,418.22	234,623.90
殺ダニ剤	115,768	292,941	475,661	1,029,707	284,310.1
殺蟻剤	144,208	242,820	330,035	866,960	1,075,414
殺菌剤	1,198,319	1,443,903	286,096.1	821,453.5	1,283,395.1
除草剤	2,441,229	3,081,487	6,578,999	18,408,905	43,666,761
合計	6,769,085	9,143,301	18,092,204	43,261,929	83,875,617

(表4) 最近10ヶ年の製品販売量及び金額による殺虫剤殺菌剤除草剤の示める比率

1) 製品販売量 (単位:%)

区分 \ 年度	1972	73	74	75	76	77	78	79	80	81
殺虫剤	85.1	81.0	83.7	80.6	74.1	72.0	70.7	65.9	59.2	55.4
殺菌剤	11.9	14.5	9.7	8.5	11.8	13.8	14.1	16.1	18.4	16.7
除草剤	3.0	4.5	6.6	10.9	14.1	14.2	15.2	18.0	22.4	27.9

2) 販売金額別 (単位:%)

区分 \ 年度	1972	73	74	75	76	77	78	79	80	81
殺虫剤	52.0	50.8	54.8	47.4	40.7	46.3	50.5	47.8	38.5	32.7
殺菌剤	27.5	28.3	16.2	12.3	14.0	17.7	15.8	15.8	19.0	15.3
除草剤	15.5	20.9	29.0	40.3	45.3	36.0	33.7	36.4	42.5	52.0

(2) 国産化

現在、政府は輸入を減少させ、国産を多くする政策を進めており、農業に於ても一般的に製品輸入に課税又は禁止をし、原体の国内生産及び原体を輸入し国内でも formulation (製品化すること) を推進している。その結果 1981 年度に於て製品として 43,460 ton を国産し、輸入品は 23,555 ton で、国産品が約 65% を占めるに至っている。

(表5) 最近5ヶ年の国産品と輸入品の状況

生産数量推移 (単位: トン)

区分 \ 年度	1977	1978	1979	1980	1981
輸入	52,071	47,905	42,132	40,799	23,555
国産	26,286	33,542	42,262	56,255	43,460
計	78,357	81,447	84,394	97,054	67,015

生産数量による比率推移

(単位: %)

区分 \ 年度	1977	1978	1979	1980	1981
輸入	66.45	58.82	49.92	42.04	35.15
国産	33.55	41.18	50.08	57.96	64.85

(表6) 国産農薬のメーカーおよび生産量 (1981)

(単位: トン)

殺虫剤名	メーカー品	生産量
BHC (16%)	Matarazzo	2,070
Clorocanfeno (90%)	Agroquisa	595
DDT (100%)	Hoechst	1,818
DDVP (95%)	Lavormax	140
Demeton metilico (50%)	Bayer	158
Dicrolofos (90%)	Shell	190
Dimetoato (95%)	Nortox	225
Dodecacloro (95%)	Agroceres, Paraquima	57
水和硫黄剤 (80%)	BASF	2,325
Fenthion (95%)	Bayer	119
Folithion (97%)	Bayer	17

殺虫剤名	メーカー名	生産量
Fosfato de aluminio (57.1%)	Casa Bernardo	146
Malathion (91%)	Cyanamid	787
Monocrotofos (75%)	Shell	938
機核油乳剤 (100%)	Petrobrás	1,514
Ethyl Parathion (97/98%)	Bayer	96
Methyl Parathion (80%)	Bayer	1,507
Trichlorofon (90, 93, 98%)	Bayer	891

殺菌剤名	メーカー名	生産量
Ditiocarbamato (80%)	Do Pont, Rhom & Haas	11,992
水和硫黄剤 (80%)	BASF	775
機核油乳剤 (100%)	Petrobrás	2,271
硫塩化銅 (58%)	Sandoz, Giuliani	8,198
硫 化 銅 (50%)	Sandoz	1,590
硫 酸 銅 (25%Cu)	Inderco Metalquímica	4,053
硫酸銅 (Pentahidratado) (20%Cu)	Sandoz	196
Thiram (97%)	CNDA	—
Ziram (96%)	CNDA	144

除草剤名	メーカー名	生産量
Diuron (98%)	Du Pont	2,574
2,4-D (100%)	Dow	4,660
Glyphosate (58%)	Monsant	1,332
Paraquat (365%)	ICI	952
Propanil (91/95%)	Bayer, CNDA, Rhom & Haas	1,914
Triazina (95%, 98%)	CNDA, Ciba-Geigy	1,437
Trifluralina (95/97%)	Nortox, Elanco	3,564
Tiocarbamatos (Butylate (98%), EPTC (90-95%), Molimate (98%), Vermolate (96%))	Stauffer	1,257

(3) 作物別使用状況

(表7) 殺虫剤の作物別使用比率(金額による)

作物名	比率(%)	作物名	比率(%)
棉	31.0	玉蜀黍	1.5
落花生	11.3	牧場	0.05
稻	6.3	大豆	20.0
馬鈴薯	5.3	トマト	4.2
カカオ	0.9	小麦	4.9
コーヒー	8.4	ブドウ	0.1
砂糖黍	0.8	果樹(除ブドウ、柑橘)	1.2
柑橘類	3.4	蔬菜(除トマト)	3.8
		その他	6.8

(表7)で見ると、殺虫剤は、棉、大豆に主に使用され、金額面から見ると、この二作物で50%以上が使用されている。

なお、使用量から見ると、重量比で、棉が22.5%、大豆が15.0%を占め、この二作物で全使用殺虫剤の40%近くが使われていることになる。

(表8) 殺菌剤の作物別使用比率(金額による)

作物名	比率(%)	作物名	比率(%)
棉	1.4	玉蜀黍	0.6
落花生	3.3	牧場	—
稻	9.9	大豆	0.8
馬鈴薯	12.8	トマト	5.8
カカオ	0.3	小麦	24.7
コーヒー	12.4	ブドウ	2.0
砂糖黍	0.04	果樹(除ブドウ、柑橘)	3.6
柑橘類	5.0	蔬菜(除トマト)	8.1
		その他	9.1

殺菌剤は、小麦、馬鈴薯、コーヒー、稻、蔬菜類(トマト他、蔬菜類)に多く使用されている。但し、コーヒーは霜害があるため、年により消費に非常にムラがある。

(表9) 除草剤の作物別使用比率(金額による)

作物名	比率(%)	作物名	比率(%)
棉	3.4	玉蜀黍	6.2
落花生	0.05	牧場	3.3
稲	17.1	大豆	41.3
馬鈴薯	0.1	トマト	0.04
카카오	0.1	小麦	1.4
コーヒー	6.4	ブドウ	0.1
砂糖黍	14.9	果樹(除ブドウ、柑橘)	0.1
柑橘類	1.8	蔬菜(除トマト)	0.4
		その他	3.2

除草剤は、1965年には全農薬の僅か1%を占めるにすぎなかったが、年々急激な普及を見せ、1981年には52.0%を占るに至った。これは主に棉、大豆、稲、コーヒー、砂糖黍への普及によるものである。

(4) 毒性の表示

一つの毒性の表示法としてLD₅₀ (Lethal Dose 50%)という表示方法がある。これは、例えばラットに毒物を与へて量を増やして行き、50%のラットが死亡した時点でラット1kg体重当りの供与毒物の量を計算し、これをLD₅₀と表示す。即ち体重1kg当りの半致死量をmgで表したもので、この数値が小さい程毒性の強い物質である。又このテストの際の毒物の与える方法により、口から与えた場合のLD₅₀を経口毒性と云い、皮膚表面からの浸透によるものを経皮毒性という。

1979年農務省では毒性表示につき法令を出し、農薬の毒性度により、すべての農薬を4つに区分けをした。即ち、毒性分類、I、II、III、IVである。

- Classe I 極度に毒性の高いもの
- Classe II 毒性の高いもの
- Classe III 毒性のやゝ高いもの
- Classe IV 殆ど毒性のないもの

毒性分類IIIとIVのものはあまり取扱者に危くないが、IとIIは極めて危険であるため、この購入使用には農業技師の認可のサインを必要とする。

この毒性分類は、各農薬の容器のラベルに示されており、現在ラベルに関する法規はすべての農薬のレッテルは白地に黒の文字で記入し、その下方に帯状に毒性分類による色をつけなければ

ならない事になっている。その色は、

毒性分類	I	赤色
"	II	黄色
"	III	青色
"	IV	緑色

と決められている。農業者には、購入に当って、その色をみて当該農薬の危険度を知ることができようになっているわけである。

(5) 農薬を選ぶ上における注意

各種多くの農薬が市販されているが、夫々に特徴がありその特徴を生かして選ぶことが必要である。先ず第一に自分の畑の問題点を分析し、それに合った農薬を選ぶ事である。農薬のレツテルには農務省に登録し認可された作物及び病害虫又は雑草が書かれているので自分が使おうと思っている作物及び病虫害がレツテルに記載されているかを確認してから購入する。登録されている作物以外のもに使用する事は禁止されている。

第二に農薬を使用しようとする作物が大体収獲迄にあと何日あるかを確認してから、それに適応したものを使用する必要がある。つまり、これもレツテルに明示してあるが、最終散布から収獲迄何日の間を置かねばならないかが、レツテルに各作物ごとに Calência (許容日数) 何日と示されている。

例示：トマトの場合の許容日数

農薬	Thiodan EC	の場合	1日
	Nuvan 100	の場合	7日
	Metasystox	の場合	21日
	Folidol E-60	の場合	15日

となっており、Metasystox は収獲の間際に使えないが、Thiodanは一日前迄使用出来るわけである。これは、残留毒性の分類から始まり各人が大体一日の食事摂取量を計算して出した数字であり是非守らねばならない。

(6) 散布上の注意

容器のラベルの下方に写状に色付されている色が、赤や黄のものは特に注意し、マスクをし、又長袖のシャツを着たりして直接吸入、又は身体に接触することのないようにしなければならぬ。青や緑のものも用心するに越した事はなく、作業終了後冷水のシャワーを浴び服を着換え又農薬は子供の手のとどかない処に収納する等一般の注意をする必要がある。

次に使用量はレツテルの指示通り守ることである。使用量は、10当り何mlと表示されている。水100ml当り何mgと表示されているのは各人の浴液の使用量が異なるからで確かなもの