

持出禁止

保存用

ブラジルにおける稲作の技術指導

総合報告書

昭和42年12月

中南米技術協力計画専門家

本 合 統 一

海外技術協力事業団

Y

国際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 15	703
登録No.	00251	84.1
		EX

目 次

序	1
要 約	4
緒 言	一 謝 辞	8
第 1 章	農業の特質と米の経済的位置	11
	1. 農業の特質	11
	2. 米の経済性	15
	3. サンパウロ州の米	18
	5. 小 括	21
第 2 章	自然条件の特質	22
	1. 気 候	22
	2. 土壌の母材と地形	26
	3. 土壌とその性質	30
	4. 小 括	36
第 3 章	個別技術と問題点	38
	1. 問題点把握の方法	38
	2. 品種と作季	39
	3. 形態の形成	43
	4. 栄養生理	48
	5. 土壌の生産力	52
	6. 施肥法	57
	7. 減耗防止	61
	8. 水田造成と水管理	64
	9. 機械作業	68
	10. 小 括	71

JICA LIBRARY



1025692[5]

第 4 章	生産性向上とその方法	74
1.	生産力段階と条件	74
2.	施肥の経済性	76
3.	生産力維持増大	79
4.	基盤条件の整備	81
5.	稲作の技術指針	84
6.	生産力と農家経営	89
7.	小 括	91
第 5 章	試験による確認と問題点	92
1.	試験による栽培法の確認	92
2.	稲作技術と問題点	97
結 語		103
文 献		107

序

日本の東北地方において10数年間にわたり稲作技術、ことに米の多収穫方法について研究を続けて来た筆者にとつて、このブラジルの稲作に対する技術協力ということは思いもよらぬ出来事であつた。寒冷なせまい所で多収穫一本に研究したものが、熱帯の広大な所で稲作かと自分ながら考えたものだが、それなりに対比も出来、又それなりに熱帯と温帯、せまい所と広大な場所というように夫々に技術の特徴をより明確にしうる機会と思ひ、かつ自分の分担した東北の稲作研究も丁度一段落し公刊出版し、あとはそれをいかに実行するかという普及段階に入つている——（現在の日本は米の多収穫を農政の大きい柱としてい~~る~~）ので、よい機会と考え、多くの人のすすめをうけて決意した。

いざ承諾したもののブラジルの農業、ことに稲作について日本で入手出来るレポートは意外に少く、又土壤についてはテラロソヤ（Terra Rosa）という土壤があるということ、気候としては熱帯園地から暑い、アマゾンの如く熱帯雨林にかこまれている所にコーヒー園があるなど漠然としたイメージよりもせず、刊行される書物も散文的かつ紀行文が入手されるのみであつた。ことほど左様に明確なものがなく、人によつてはブラジルには統計資料はあつても、統計そのものがなく、人によつてはブラジルには統計資料はあつても、統計そのものがむづかしく、どれを信用してよいか年々變つているとさえ教えられた、かかる中で日本においてブラジルを思いながら稲作を考え、海外技術協力事業団に提出して来たのがこの末尾にある“サンパウロ州の稲作について”という指導上の問題点であるので、今では多くの誤りが指摘出来る。

かかる状況だけに一株の不安を感じながら機上の人となつたのであるが、なるほど来てみると広大であり、日本ではもつたない位の土地が遊んでいる、と思ふと一望千里のコーヒー園があり、赤茶けた土、蛇行する原始の姿のままの濁つた川、サンパウロ州だけでもおどろくことが多かつた。丁度4月に着いたので暑かつたが、冬には思つたより寒いという感じが強く、概念的に暑い所と思つて来たことかかなり違つており、肥沃と思つて来た土地が草もよくはえていないセラード（Cerrado … 灌木林地帯）であつたり、色々の現象にぶつかつた。ことにサンパウロ市の自動車の洪水にはおどろいたが、思ひの外工業も発達していると感じたものである。

それでここで得た数字、観察をより科学的に記載し将来のブラジルのため、ここに移住した多くの日系人、のみならずお世話になつた数多くの方々へのお礼のしるしに書きのこしておくべく、さらにその中に日本の稲作において参考になることをもりこめばより便利でないかと考えたのである。“かけ足の旅行者がよく本を誦しているが、めくらが牛をなでているようなものだ。” “その実質は数十年いた者でないといわれない”といわれるかも知れない。まことにその通りであるが、しかし書く人はその立場、その人の経験によつていることもちろんで、そのことは真実であり、しかもこの広大なブラジルをすみからすみまで知ることは困難である。しかもかかる書物は日本国内でも少く、専門家が熱帯農業を研究する上にも事欠く状態であるので、出来るだけ科学的に書くこと

によりお許しを頂くことにした。

次に本書の内容であるが、技術関係書であるため、多少かたいのは辛棒ねがいたい、ブラジルにも専門書が多いと思われるので関係部分のはそれを見て頂く。又ここでは生産論の体系を明かにし、こうした方がより有利に生産出来るという推考のもとに書いた。筆者の専門の部分には栽培技術の真価を発揮するため数多くの紙数をあてていることはもちろんである。

本書の細目について少くふれておこう。

要約を先にもつてくるのは一般的でないが、多忙の方に本書の内容を早く理解して頂く配慮から考えたものである。第1～2章はブラジルことにサンパウロにおける稲作立地を解析したものであり、これを舞台として技術が展開される。土壌については筆者の専門でもあるので、稲作のみでなく、多くの作物栽培をも考えてどんな土がよいのかなどのべてある。第3章は稲作技術上の問題点をより基礎的立場から指摘し、こうすればどうかと改善を前提として、又有利に生産を向上せしめるために日本で方法例などを多くもりこんである。第4章は前章で指摘したことがらをどのように農家の立場において解決していくか考察したものであるが、試験結果の少ない現段階では推定に終ることの多いのはやむを得ない。しかしこの章はもつとも農家及び指導員に利用出来るように配慮したつもりである。さらに試験研究とその結果・普及上の問題点とその組織について概念をのべてある。

以上本書の内容であるが、前半は約半年でまとめたものであり、試験結果についてはその後にまとめた。

なお現在の技術段階では直ちに利用出来ないものもあるが、その一部でも利用されこれをもとに少しでも稲作の前進が得られれば幸である。

“サンパウロ州における稲作について” —日本における予見—

現地における稲作についてこれまでの調査で考えられる指導上の問題点を考えてみると次の如くである。

1. 環境条件としては雨季、乾季に分れ高温であり、土壌母材は主に花崗岩質のやや砂質に近い土壌のようで、南方特有のアルカリ性の赤色テラソシアが一部にある。したがって登熟はよいが分けつが悪い稲型であり、これが低収の大きい原因になつていと解される。
2. 土地条件としては川は自然河川のまゝであり、日本の如く灌漑水などほとんど自由となつていない。

したがって土地改良が大きい問題であるがそれをどのように施行するか、又それに対応する稲作技術体系が明らかでないようで、経営経済との関連で明らかにする必要がある。

3. 収量を上げれば稲作を経済的にもかなり有利に推進出来るといわれるが、それに導入される技術の経済性、ことに肥料の確保、土壌など生産基盤の改良の経済性を究明する必要がある。

4. 技術レベルと収量レベルは日本ではかなり平行的に進んでいるが、品種も異りしかも施肥に感応の低いものであると思われ、土壌的、気象的にも多肥の出来ない条件と思われるので、この点をどのように改良して多収に接近させるか問題である。
5. 雑草、風土病については日本では新農薬の利用によりほとんど解決されているが、これが果して手近かに経済的に解決しうるか否か。
6. 日本においてもかりであるが、現地州からの要請の如く研究と技術普及との関連、組織をどうするか、現地に適応する如く考える必要がある。
7. 暖地においては自然現象が技術条件を上廻ることが多いので、現地で多収し稲作を有利に展開している所を調査し、又日本人移住地における例を解析し出来れば問題点を明らかにしたい。
8. ことに他作物との関連で地力が維持されるので、この点各地の作付体系などを調査したい。これは外務省あるいは海外移住事業団の要望でもある。

要 約

熱帯圏に多大な面積を所有するブラジルは、その自然条件においても社会経済環境においても多くの特徴をもっているが、サンパウロ州の稲作を考える場合は、ブラジルに定めるサンパウロ州の位置をまず考え、これら多くの条件を立地として当国及び当州の発展段階と合つた合理的技術確立する必要がある。それには多くの才月と経費を必要とするのであるが、米の生産技術は単に食糧問題に対するのみでなく、教育、衛生、さらに工業などの諸部門にまで関連しているので、多岐にわたつて考えねばならない。

1. 自然環境：サンパウロ州においては平均温度は高く標高の高いことより日較差も大きい、四季の温度較差は小さい。しかも雨季においてさえ度々低温が表われるのであり、夏の平均温度は日本のそれより低い、雨量は1,300~1,500mmで少いとはいえないが、北部は700mm程度で少い。

乾季における蒸発量は著しく多く湿度は低い。総じてサンパウロ州の気候ことに海岸部は米の生産には有利な条件をもっていると理解される。

このサンパウロ州の南東部は山岳地帯であるが、酸性岩の風化した土壌であり北西部に向つて傾斜して平坦地となつている。この地形、母材から3つの大きい地帯に区分される。この土壌母材としての岩石は地質的時間で風化をうけて来たため深層まで風化しているが、大部分が残積土壌であるがために、母材が肥沃度を大きく支配している。しかしこの土壌は歴史的過程における無計画な土地利用により、著しく瘠薄化しており、このため性の強い土壌となつており、さらに風化により砂質土壌の方向に向つている。加えて熱帯における土壌の風化の傾向として

$A\beta_2$ O_3 , F_{O_2} O_3 を多く富化し磷酸の固定力を著しく増大している。又焼畑農業以来、有機物は焼却されて来たがため、土壌有機物は少く、これらのためテラロソアのみが命脈を保っている如くである。又土壌エロージョンがはげしくその河川の様相は蛇行して原始河川を思わせるが、その水管理は今始まつたばかりであり、いまだ各地に干魃、冠水がみられる。これらのため土壌養分の少い、水管理のない砂質土壌で稲作を行わなければならない現状にある。しかも稲作上もつとも有利な灌漑の出来るパラíba川流域においては赤米、黒米が多く自生し、技術導入を著しく阻害している。

北部サンパウロ州における過去の森林の焼却は多くは裸地を形成し、気候土壌条件より雲をよりつけず、一層セラードの方向に転落するものと思ひ、南東部のパラíba川及びリベラ川の流域は稲作上有利な条件をもっているようである。

2. 社会経済的環境：自動車などの機械工業は近年著しく発達しているが、肥料・農薬などの農業資材の生産は著しくおくれであり、ほとんどが輸入に依存している現状である。しかも高価であるため大部分が国内消費される稲作には少量より利用されていない。さらに生産した穀の価格はかなり安価で、土地利用の劣悪、気候的変動、販売業者の思惑によりその変動も大である。これ

が土地所有問題とも関連して栽培法を養分収奪の方向に進いたてて来たのである。

しかし澱粉食糧の基礎として国民経済に占める米の位置は高く、1人当り年間消費量は50～60kgであり、これよりブラジルにおいては年間3.1%という人口の急速な増加により、速からず不足する傾向にあると思われる。ことにサンパウロ州はその傾向は強く、土地生産力に明らかに低下の機相のみられるのは、技術上由々しき問題とみられるのである。したがって安定した食糧生産を求めるとならば、労働生産性、米の品質もさることながら、土地生産性の向上、つまり面積当り収量の向上が目下の技術の焦点と思われる。これは又つかれ切つた自然環境を改良する方向ともなる。

サンパウロ州においては米の大部分は無灌漑方式により北部で生産され、無差別な土地利用、無肥栽培優良品種の未開発などにより著しく低収であり、このため消費と生産とは大きく開きつつある。サンパウロ州の米の生産を増大せしめるにはまず地帯区分により稲作適地をもとめ、灌漑施肥を中心として土地生産性を向上せしめることが、技術上の問題点と理解される。

3. 稲作における問題点の把握とその方法：以上の加き立地において、稲作を如何様に展開させるかが課せられた問題である。その場合具体的に多くの細かい問題点は目につくが、技術の体系としてどの様に把握するか考える必要がある。ここではまず目標収量を前提とし、その収量を構成する稲の形態上の要素からみた好適な稲の姿をとらえ、それを現在ある稲の姿に対比して不一致の点を指摘し、そのよつて来たる条件を解析して、自然条件、社会経済条件に夫々の要求を出すという方法をとつた。例えば登熟の悪いときは肥料が不足なのか気候が適さないのか、又は品種の問題なのか、労力が不足でかくなるのかなどである。この問題点を解決して目標とする収量に接近する方法が接近技術であるが、いくらよい方法でも高価な方法では農家に入らない。それでその技術の簡易化、あるいは他の方法による代替を行い、経済的評価により技術体系化されると理解し、ここではかかる方法をとつてある。

4. 個別技術：当地の稲作の歴史は浅くかつ肥料農薬の利用など少いため、それらの技術は未発達段階にあるが、技術体系の基礎となる細部にわたる個別技術についてまず解析しておいた。

品種——カンピーナスの農学研究所より長粒の良品種（I. A. C.）が出されているが、分けつ力小、着粒数大で伸長し易く、脱粒性で窒素に対する反応が小さいようである。一方日本型の系統はここでは台湾種を用いる多収性で多肥下で育成されたため肥料の収収よく、収量形質の増大に直接結びついている。それで台湾種系統に対しては栄養生理的には幼穂形成期以后に重点的に施肥した方が有利の如く解釈されるが、後者の系統ではむしろ前半に重点があるようである。

作季——灌漑水の有無、雨などの外赤米の自生の問題と関連して作季が決定されているが、解決されれば、好適な姿をとり易い稲本米の生育適期に合わせて作季を決定した方が望ましい。そのため当地の品種は比較的成温性があり一定温度で出穂しているので、これを基礎に好適作季表

を作成した。

形態の形成—— 収量を構成する形態の生育時期別推移についてはほとんど把握されていない。したがって技術目標が不明確となってくるが、収量を(面積当り穂数)×(一穂着粒数)×(粳千粒重)に分けるとその形成される時期は自から決まってくる、したがって収量も増大しようと思えばその個々の因子に対応した技術が考えられてくる。現在の稲は形態的には面積当り穂数少く、着粒数は多いが不稔や、不完全粳が多く、粳千粒重は大きい。これらの結果面積当り粒数が著しく少くなつて低収になつている、稲の各部位別の生理機能も異なるので、それぞれの形態の出来る時期において機能を十分發揮出来るよう技術的解析が望まれる。

栄養生理—— 上記の形態を作る養分には夫々差違がある。したがってその形態を作るため施用すべき肥料も違つてくるし、吸収すべき時期も異なる。ことに基本的代謝の方向も技術的にある程度改変出来るので、これらを上手に総合的に利用すれば合理的に高位の生産を上げることが出来る。又稲の窒素吸収量と収量とは同一品種では比例するので、現在の技術では後期栄養に重点をおくことが大切である。サンパウロ州においては吸収したN1kgで粳30kg位より生産していないが、日本では80~90kgの生産をしている。これよりみてもブラジルの稲はワラを作つているといつて過言でない。

土壌生産力—— 土壌生産力は低く、窒素は平均50kg/ha以下の供給力よりないとみられる。この窒素の放出量、つまり土壌肥沃度は乾季における土壌の乾燥程度により支配されるので、無肥栽培では十分乾燥した方がよい、さらに塩基、珪素が少いので、登熟がわるく、又病気にもかかり易い性格がある。しかも土壌の塩基吸着力が小さいので多肥の出来ない性格の土壌である。

施肥法—— 肥料の生産利用が少なかつたのでその技術は確立されていないが、現在の土壌条件では塩基含量の多いアルカリ性、粒状の肥料を利用した方が有利であり、後期に栄養の切れない様、追肥に力を入れた方がよいようである。ただし土壌からどの程度、又どの時期に養分が出るのか明らかでないので、この点の解明を先行させておく必要がある。

減耗防止—— 病気は比較的少いが、赤米黒米など雑草が多い。これについて多くの防除方法が考案され、試験もされているが、除草剤の開発も望まれる。

水田造成と水管理—— 灌漑水においては水のコントロールと土地の均平化が大切である、そして土壌としては地下水位の低い表面水型土壌にしたい。現在使用している用水の量は多いと思われるが、一つには雑草防除の目的もある。水管理としては日本の如く中干などがどこまで必要か問題である。又現在は表面水のコントロールのみで地下水位は手がけられていない。

機械作業—— 自動車工業に伴い、急速に機械の導入がなされているが、如何なる作業、如何なる機械がどのような影響を土壌や作物生育に与えるか明確にされたく、又耕深は施肥と平行して進めるべきことも忘れてならない。

5. 生産力向上とその方法：個別技術を導入し、それを農家の経営立地の下で体系化し、あるいは経済的に評価してローテーションと組合せて初めて生きた技術となる、ここでは個別技術のうちどれを先にとりあげるかその方法をのべてある。

生産力段階と条件——技術には目標とする収量があり、それに対応して収量構成要素及び生育の姿がある。この夫々の収量段階の姿に到達するにも多くの条件が満たされねばならない。サンパウロ州の場合は灌漑→土壌肥沃度（土壌有機物，土壌中和）→施肥，ローテーション→品種→他の個別技術→品種の如く技術導入することにより7～8 ton 穀/haまでは容易に生産すると推定した。

施肥の経済性——肥料価格が相対的に高く穀の安い現在，施肥することは日本に比し10倍，イタリーに比し2倍も負担になつている。しかし現在の施肥法を改善することにより同一経費でもかなり生産を上げるとみられる。

生産力の維持増大——土壌の肥沃度から考え灌水栽培は好適であるが，無灌漑では収量そのものが低く2～3年で肥沃度が低下してしまう。それで灌漑出来る条件下で有機物を利用し石炭—酸性はすべて悪の根源—の施用を図ることが望ましい。

基盤整備——電源開発と合せて灌漑水を利用出来るようにすること，地帯区分により適地を選ぶこと，経済的利用により灌漑面積を選ぶことなどが先決である。これはひとり稲作のみに限らない。ことに現在稲作を行つている沖積地の砂土，粘土，泥炭についてこれらの改良を図ることが大切である。

稲作の技術指針——乾田直播，機械化移植及び灌漑栽培法（スプリンクラーなどによる）が将来の3大稲作方式と思われるが，前2者について具体的な栽培法の指針を示した。

生産力と農家経営——経営の中で技術を取り入れるにはその前に評価せねばならず，それにより導入の順序が決まる。そして養分の関係から輪作にもちこめば稲作に経費を多くかけずにかなり生産は上げうる。

6. 結び：ブラジルの米の生産はこれらの方式によりかなり上げうると思うが，それにはそれ相応の経費の導入を要する。そして将来予想される食糧不足に対して輸出国となる可能性をももつている。サンパウロにおいてはことに土地利用との関連で低地開発を行うべきで，パラíba川，リベラ川流域を中心とした地帯，さらにチエテなど河川の流域を合せて10数万haで平均7 ton 穀をとればここだけでサンパウロ州の米は十分に間にあうのであり，主産地となりうるかくして土地生産力の増大こそ急務となるが，一方それを推進し普及する普及員，研究員の充実も忘れてならない問題である。

緒 言

ラテンアメリカにおいて第1の大国であるブラジルはその面積8,513,844 km² で日本の約2.3倍に相当する広大さであるが、そこに住む人口は1962年の推定では69,064,000と——1967年初頭には7,000万をこすと推定されている。日本の約70%である。しかもその人口の大半は海岸部、ことに南部大西洋沿岸に集中—他国と同様人口の都市集中度はかなり高まつて来ている—しているの、内陸部はいたつて人口稀薄である。この一事よりしてもいかに広大な土地が未利用のまま放置されているか想像にかたくない、そして北は赤道以北から、南は南緯3°というように、北半球に対比すると赤道南部から東京附近に至る広さであり、従つて気候的にも熱帯から雪のふる温帯まで包含しているのである。一口にブラジルといつてもかかる広大な国であるが、日本においては大抵はアマゾンというように密林の内陸部を想像するか、観光都市リオデジャネイロを頭にえがくなど、まことに断片的景観にすぎない。

前者には人口は少く自然のままの姿の世界が存在している未開発部分があり、しかも日本と異り平坦な土地、地下におむる資源が極めて豊富であり、開発の仕方によつては可能性の国として注目すべきものがある。

土地資源の開発は南部の海岸より行なわれているが、現在はこの広大な土地で得た産物、天賦をリオデジャネイロ サンパウロの如き大都市において消費している。かくてこの両都市では近代文明が花をさかしているが、それはアマゾンや内陸部とは極めて对象的であり、近代と古代、文明と未開発が同居し、ブラジルにおける二重構造の一面を有弁にものがたつているものである。

しかし植民地支配から漸く脱して独立したのが1822年9月で、いまだ一世紀半程度をへたにすぎない若い国であり、あらゆる面で十分なる態勢が整っていないとみられる。ことに農業においては植民地時代から連綿として続き国家経済を支えて、単純な技術と広大な面積膨大な労力で生産することの可能な輸出作物としてのコーヒー、砂糖、綿の意義は遂次変つていっているといえいまだにその意義は失われていない、これらは肥料、機械の如く、次の生産に直接関与するものでなく、他国で有利にかつ多量に生産すれば直ちに打面をうけるもののみである。このことは単にブラジルに限つたことでなく、新興国では一様に同じ事情にある。しかもこれのみに頼つて来た—将来も当分はこのまゝ持続するであろうが—貿易であるため、一本足経済といわれる所以で生産の多再化はみられなく非常に不安定な生産態勢にある、とはいつても早急に他産物に転換することは困難であり、政府はこれに対して遂次手をうつているが、切りかえまではかなりの年数を要するようである。かかる面からみると土地広さが故に導かず、広さが故にかえつて足をひつはられている面がなきにしもあらずである。

このように不安定な経済基盤の上になつた可能性の国は今后どのような歩みを行おうとしているのか、人口が急速に増大しつつある現状で、若さを感じるのは筆者一人ではないにしても、これらの人々はこの国にどのような可能性を引出して現実化していくのか、注目に値するものがあ

る。ことに先進国なみに人口の都市集中度が高い当国において、食糧政策はより大きい問題とみられる。

さてこの可能性であるが、それを引出して現実化していくには多くの事例が先進国といわれる国の中にあり、彼ら先進国の経験から得られた多くの方法があり、やろうとすれば一現在家庭で電化が急速に進められているように一先進国より短時間に達成出来る可能性がある。そのためのいわゆる先進国は技術ならびに経済援助という形で多くの手を指しのべている。日本もその一人であり、技術協力をおしまないのである。しかしその協力は単なるおしつけでなく、ブラジルの立地において国民の協力において達成されねばならない。単に家庭電化が行われたとしてもそれは文化が進み開発が進んだことのみ意味するものでない。

さてブラジルの自然ことにブラジル国民の過半数が営んでいる農業を対象とした立地条件の特徴はどうか、そして自然条件を生産上どのように利用するか、気象、土地、生物の外、農業を支配する経済環境などの条件はどうか、これらの上にたつた農業—せまくは稲作—であるので、技術の適応を考える前にその特徴をとらえ十分なる解析が望まれる。しかしあまりにも広い国であり技術者も著しく少い現在、ブラジル全体についてこれをもとめることは困難であり、統計的数字をうるにしてもそれだけでも困難を感じるものがある。少しでも正しい数字のもとに明石の国をきづくのが常道と考える。そしてたしかに道は遠いが休むことは許されなく、実施出来る所から実行に移さねばなるまい。この点基礎的科学的成績はそれほど変化するものでなく、変化するにしても一定の傾向をもっているのは助かる。

筆者の招聘されたサンパウロ州はその面積は日本とほぼ同じ—— $247,222 \text{ km}^2$ で日本の四国九州をのぞいた部分に相当する——であり、短期間にこれらの実態を調査把握することはもとより不可能であるが、日系人移住者——60万人といわれる——も多い関係もあり、かいまみる程度の記載にしても技術関係書の少い現在、何らかの参考になればと愚考し紹介した次第である。ことに稲作においては日本の如く多収穫をねらう以前に、稲の姿を表現方法する完備せず、単にとれたとする経験的事実のみであるので、まず基本から見直す必要があつた。収穫が低いといつてもどこがということが明らかでない現実を前にして、まずその基礎をかためるところに焦点をしぼらざるを得なく、収穫はそれに応じて上げようと考えたのである。しかし対象の中心となつた中央線パイバ川流域はリオデジャネイロ市、サンパウロ市の二大都市をひかえ、日本の東海道に比適するところの将来の発展を約束された場所でもあるが、この稲作はそのまま全地域に適用するとは思われなく、ここに地帯区分を考えねばならないのである。

しかし言葉の不自由、少時間の滞在など多くの問題により理解しないで書いた面もあるので、後日たれかがこれを修正されることを望みつゝ資料をあつめた。その間出来るだけ特徴を把握し、日本との対比において書いたつもりである。しかも問題が起つたときに解決し易い様出来るだけ高度に解析しておいた。それは今直ぐ必要であるとは思えないし、そんな細かい高度の技術でなくて

も出来ることは承知しているが、技術解析の方法として、又将来の参考にして欲しい意味を含めて書いたものである。

本報告をまとめるに当り日本の海外技術協力事業団(O.T.C.A)農林省、外務省の関係者はもちろん、在ブラジルの日本大使館田村大使、鈴木、茂木領事、サンパウロ総領事館の近藤総領事を始め、林、渡辺、若松、志摩その他多くの職員の絶大なる御支援を得たこというまでもない。又、パイバ川開発公社(COMEPA)の関係者、ことに直接お世話を頂いた Sr. Hirata, 駐在先の Sr. Gerald, Sr. Norbelt の他多くの方々の御厚志に厚く感謝の意を表したい。この農業試験場(Compo de pesquisa)においては楽しくすごすことが出来たが、これらの方々の御尽力によるこというまでもない。さらに公私共にコチア産組には御援助を頂いたが、ことに Sr. Watanabe, Sr. Nagai の両氏は種々の面で心から協力してくれ、報告のポルトガル語へのぼんやくも心よくひきうけてくれた。ことに昨年9月より今年3月まで現地に駐在して協力してくれた Sr. Nagai に対しては感謝の外ない。又サンパウロ州内を見学するに当つてはバセフィック・コンサルタントの Sr. Uehara (サンパウロ大学助教授)に多くのお世話を頂いた。この他移住事業団、多くの産業組合、ブラジル国の農業技術協会など数多くの方々に御協力を頂いた。なお筆者自身現職のまま単身赴任したため多くの御迷惑をかけた勤務先東北農試の関係者、愚妻敏子には多くの感謝をしても足りない位であり、ここに記して敬意を表したい。

第1章 ブラジル農業の特質と米の経済的位置

1. 農業の特質

(1) 特徴とみられる事柄

ブラジルことにサンパウロ州における稲作のあり方を考え、そこに新しい技術を導入して合理的に高位生産をもたらすためには、まずそこに行われている農業及びその自然、社会経済的環境が如何なる特徴をもっているかを知ることが肝要であり、これに対応して技術を考慮する必要がある、これを立地とせざる限りその技術は砂上樓閣となり易く、問題は解決しにくい。ことに日本式稲作を直接紹介したところで、環境と技術におけるギャップが大きくてほとんど問題にならず、生産の可能性を示す単なる1事例にすぎなくなると理解している。

かかる観点にたつてブラジル農業をみると、まず直観的に感ぜられるのは最近数年に経済事情が大巾にかつ急速に変動していることである。I. B. G.¹⁾ (ブラジル統計年数)によると、数年前の資料で紹介されていることと最近のものとのへだたりがかなり大きい、現在のブラジルは農業国であることには変りないが、最近の内容はともかく工業ことに機械工業が大巾に伸長し、むしろ農業における伸長がたちおけている点はとくに感ぜられ、このことが多くの所に表われている、国家としてもラテンアメリカにおける工業国化をねらっていることでも理解される。

まず農業人口をみるに第1表¹⁾に示した如く、10才以上の職業人口の中で農業人口が占める率は24%であり、半数が無職であるので、これを除くと約50%が農業に従事ということになる。この率は1940年より逐年低下し、農業構造が変りつゝあることを示しているが、この数字だけからしては依然として農業依存国である。この職業人口によりどの位の所得を上げているかをみるに第2表の通りで、国民総所得の28%を上げているが、工業においては10%たらずの職業人口で約26%を上げており著しく高い。しかも最近10年間に農業所得が1.8倍の伸長を示すに對し工業は3倍以上の伸長率である。この間に商工業にいかにかが入れられて来たかが知られる一方、他の国と同様、農業生産を効率的に向上せしめることのむづかしさが理解されるのである。

それではこの農業部門において如何なるものが生産されているか、第3表¹⁾をみてみよう。これには畜産をのぞく主要農産物を示してあるが、大きい所得は米を筆頭としてトウモロコシがこれに次ぎ、コーヒー、砂糖、綿花がその下に並んでいる。しかし第4表²⁾の輸出による所得をみると80%が農業に依存しているのであり、又全体の約70%がコーヒーにより占められるという興味ある数字をうるのである。つまり農業により外貨を収得し、これを工業振興のため機械その他の輸入にまわされ、しかも工業において生産したものは国内の工業の振興、道路の開発等に振り向けられてくる。このために商工業の伸長率は大となり、又国民の生活は快

適さを加えて来ている。この点は他の新興国に比しかなり特異なかつ急速な展開とみられ、東南アジアと比較出来ない要素と見られるが、しかし大規模にかつ粗放に生産出来る2.3の農産物に大部分の輸出が依存している事実は変化しておらず、新興国としての大きい特質をいまだ保有していると理解される。

この第1次産業の生産物は農産物の外鉱産物で、その主なものはコーヒー、砂糖、綿花、鉄銅などである。第4表²⁾の如くこの輸向生産物のみがこれまで政策上の主な対象であつたがために、国民の目もそこに注がれ広大な面積と安い労賃を駆使して多量生産にきたが、機械化の方向はとつておらず、そしてまともに他の生産国及び消費市場の影響を受けて来たのである。過去の歴史において棉花におけるワタクリキの発明、砂糖における搾汁機の開発による圧迫は如実にこれを物語つている、しかもコーヒーにおける世界的生産過剰にありとその影響は深刻であり、広大な土地で経費を多くかけず多量に生産しうる強みはあつても常に小面積で良品質のものを合理的に生産する他の新興諸国に大きい圧力をかけられるのである。これらのことは農業における合理化・近代化の必要性を示す1例にすぎない。

それではブラジルの人口の増加に対し食糧生産はどう対応しているかみておきたい、第5表にみる如く最近におけるブラジルの人口増加率は平均年3.2%であり、他の新興国と同様著しく高い伸長率である。先進国といわれる国においては1.2~1.4%で大きい開きがある。しかも先の第1表より知られる如く、10才以下の人口が40%以上をしめ人口構成は完全なピラミット型を示し、かつ生産に直接関与していない無職の人口が職業人口の50%を占めている事実は、他の新興国とほとんど同じ様相とみてよい。ここに大きい特質があるが、東南アジアの様相と異なるところは現在のところ食糧不足が起つていないことであり、ここにラテン・アメリカの特殊性があるとみたのである。この人口増加率に対応した食糧の増加推移は第6表の如くで、年平均8%位で人口の3.2%をかなり上まわつている。マンジョウカ(タピオカ)は豚の飼料ともなるので、主要な米、麦、豆でみても8%位の増加率)このことは注目すべき事実である。

ブラジル発見以来、その発展の歴史は農業及び鉱業とともにあつたが、この社会においてはこれら産業を広大な土地の上に有利に展開するため、単一農業—粗放農業—と徹底的なドレイ制度の上に築き上げて来っており、ブラジル社会を特色あるものにして来た。このうちドレイ制度は廃止されたが、それが後にコロニア移民にとつて代られ、さらにくずれて最近ではセッカ(干魃)などによる移動農民—東北部などからの国内移動とパラグワイ、など隣接国からの移動労働の利用など安い労賃を利用して現在に至つている。一方大土地所有はブラジルなど新興国の特色とも考えられているが、第7表^{D)}の如く現在においても一握りの人々によりほとんどの土地が所有されるといつても過言でない。土地の開放も一部で行われようとしたが、充分には実効を上げ得ず現在に至つている。しかし土地所有の有無を別にして、耕作面積別に通覧す

ると10h~100haの耕作農民がもつとも大きい比率を占め、しかも1950から1960年の間により小面積で耕作する方向に移つて来ているのである。つまり大農崩解の傾向は徐々に進行している。この土地所有と耕作の関係についてみると農土をもたない農民がかなり多いことが明らかによみとれる。これら1,000ha以上の農場では粗放農業にならざるを得なく、一部では放牧が行われ、しかもそれが大農場の有利なかつ特有の利用方法ともなつていと理解したいが、土地をもたざる農民は、土地に対する愛着少く、収益の土地への再投資が行われがたいという結果を生じてくる。そして新しい土地を次々に変え肥沃度をもとめて移つていつている。土壤条件から考えてその肥沃度を維持増大するに多くの経費と時間を要するので、農家の私経済にとって土地を固定しないということは考え方によつては有利な面をもつていたと理解される。この場合小作料は全農産物の40~50%と極めて高い率であり、“またがし”制度により仲介人にかなり支払わされるので、農家においてはその土地が荒蕪化すれば他に移動するという方向がとられ易く、かくして多くの土地があらされていくのである。これらの多くの現象は他の新興国においてもみられるのであり第3の特質とみた。

かかる次第で多くの農民は広大な土地の肥沃度に依存し、その養分を出来るだけ吸収させて作物を生産し、その上に生活を守つて来たがため、100年程度で多くの土地がつかれ果てて来ている。いまだアマゾンなど北部ブラジルにおける多くの部分の如く一人口はブラジルの4%、所得2%程度、面積42%—はそのまゝに残つてゐるが、しかし一方にはコロニアを中心としてサンパウロ州などにおいて土地の集約的利用が行われ、コーヒー、綿花、砂糖の代りに果実一般蔬菜、養鶏など数多くの輸出産物の萌芽を形成しつつある。このことは大土地所有形態が次第に崩壊しつつあることを示すと共に、将来に対して極めて主要な意義をもつコントラストであるとみたい。

しかし工業は前述の如く急速に発達しつつあるが、それは比率の上のことで広大な面積を対称とした絶対量からすればなお少い。第8表にはトラクター及びトラオの数¹⁾を示した。これで見ると耕作面積の増加(11.4%)に伴い、労力も多くかけているが、とくにトラクターが約8倍にまで増加したことは著しいことである。これは農業というより自動車工業の発達によると理解したい。その理由はトラオの数はそれほど増加していないからである。このようにトラクターの増加していることは労働生産上まことに喜ばしいことであるが、これだけでは極めて不十分でなお増加してほしいものである。日本においては1HP/1haの基準、(作業上好適条件とされている)を上まわつてゐるところが多いが、もしこの基準で考えるとなお100倍をこす数字になつてくる。ただし第8表は1960年の国勢調査にもとづくものであり、最近は更に急速にのびているに違いない。

このように機械工業の著しい発達に比し肥料工業はどうか、第9表にみる如くその大半は国外からの輸入にまつているので、必要なときに必要な量は得られなく、しかもなお相対的に高

価な関係上一部経済性のある作物以外、天候の変異——干魃や洪水になれば施肥したことか無意味となる——と相まつて利用すれば不利となり、ますます収奪農業に拍車をかける要因となっている。

この両者から考えても工業の発達には著しいものがあるが、それは農業以外のことであり、いまだ農業にまで手がまわりかねていると理解される、そして都市には自家用車が道にあふれ、オリンピック以前の東京と同じラッシュ状態を呈している。加えて自動車工業の発達は道路の整備改修をせまり、大きい道路が発達しているが、一方ではこのことが農産物の長距離輸送を可能ならしめ、従来の如き小範囲の経済交流に終止させていない。しかし果してこれが——例示するとバラナー州やマツグロツソ州などの木材がリオデジャネイロ市などかなり長距離に運ばれている——国家経済上有利か否か問題があるにしても、私経済においては結構成立しているのである。いなむしろ不安定な生産のみを対象にする経営よりは、自動車と道路を利用し、生産—販売と個人的にせよ団体にせよ直結させた方がよほど有利とみられるのである。

(2) 東南アジアとの比較

このブラジルの農業の性格を同じ新興国としてのアジア諸国と比較するときいかなる差違があるか、新興国は一樣に生産——供給の弾力性に乏しい一次生産物に依存するモノカルチャー経済の（他の生産物と関連のない1本勝負）不安定性をもっている⁶⁾しかしブラジルは広大な土地を利用して粗放経営がなされる——、コーヒー、棉など畑作畜産が主体—ため、1人当りの生産性にすると高い方向に進んでいるが、日本を含めアジアにおいてはこれに反して固定的な稲作が主体であるために古米土地生産性の増大をもとめて来ている。——この労働生産性と土地生産性に夫々かたよつて来たゆえんには民族的色々の原因が考えられるが、その原因を畜産と稲作に一応集約しておく——、ブラジルにおいては土地の広いという特殊性とヨーロッパの影響を反映して労働生産性向上の方向に必然的に向はざるを得なかつたとはいえ、それが故に多くの問題をはらんでいた。いなむしろ前述の如く、農業の近代化、機械化の進展につれて家族的に小面積に栽培される品質のよい多収しうる生産態勢に圧迫されつゝある、ここに今後のブラジルとしては出来れば生産性においてブラジル特有の方式が考えられてしかるべき根拠があるように思えてならない。その方式は又我々日本においてももともとめているものでもある。先に示したサンパウロ州における日本人コロニアの土地集約利用はここに一つの方角を与えるともいたい。かくしてブラジルにおける農業生産力の増大は直ちに農民1人当りの収益の増大をもたらしてくることになるのである。

昨年（1966年）、ブラジルにおいては米の不足がみられ米価がかなり上昇しているが、道路一本通つただけでサンパウロ州の米の高勝に向けて北部奥地より大農場で作られた。すて作りの米（目的が米の生産そのものでなく、あと作の牧草が本命という）が多数おくられてくるのであり、一つの緩衝作用の役目を果している。これはブラジルの特長ではなからうか。

アジアの場合は食糧生産の総対量そのものが不足しているものであり、ブラジルとは大きい差違がある。

このようなことからアジアをば救いがたき暗い社会といい、人口増加の速度に国民生産の速度が間に合わないという貧困さがあるということが理解される気がする。一方ブラジルを含めラテン・アメリカの場合はいくらでも生産しようという可能性をひめた開発が進んでいない社会と称せられているのである。

土地面積には限度がある。アマゾン、マトグロソソなど北部ブラジルには広大な土地が未だ森林におぼわれてねむつているとはいえ、面積を拡大すればするほど総面積当り経費が増大する。しかも大都市の経済圏から遠ざかるに従い経済的にも不利となるし、更に大都市の近郊はもはや土地が瘠薄化して つている。それで地帯の地域性を明らかにし、それに対応した有利な生産物を増加する道を開発することが望ましいが、北部の広大な土地も今までの方式でいけば人口の増大と同じく、急速に瘠薄土壌化の運命をたどることなどある。

これから考えるとブラジルにおいては、この辺で土地生産力の増大の方向、面積当り収益向上の方向に向うのが望ましいが、これもすでに多くの論者⁶⁾¹²⁾が指摘している通りである。しかし前述の如き農業をとりまく社会環境の現状からみてこの循環のどこをたち切つて新しい方向をもとめるか、如何なる手段がよいのか大きい問題が提起されるのである。

これについては広大な土地の利用には畜産などが有利であり、耕作を前提とすれば機械の導入が先決となる。しかし土地生産性の向上には立地条件の整備、水の合理的活用技術が必要となるし、農薬・肥料など化学工業をも必要とし、それなくしては達せられない傾向がある。この点とくに注意をひく事項である。

2. 米の経済性と位置

ブラジルの農業の中で米はどのような位置を占め、どのように発展しているかながめておきたい。この稲の栽培はブラジル発見以前にはみるべきもなく、稲そのものはあつても野生の

Oriza Aquatira であり、稲は16世紀から栽培されたとみるのが妥当のようである¹²⁾が約2000年の歴史を有する東洋のそれに比べ極めて新しいことはいうまでもない。かかる歴史の中でバイバ川流域で最も早く稲作が始められているということは極めて興味ある事実であるが、米に対しては東洋的愛着の感ぜられないことはいうまでもない。

(1) 農産物中に占める米の位置

第3表にみた如くブラジルにおける米の生産額は主要農産物中で筆頭であり、農業における位置は極めて高い。しかし消費が大きいために輸出産物とまではいけなく、食糧の基礎として役立ついたのであり、このため脚光をあびていないということが考えられる。

ブラジルにおける米の耕作面積は1963年において372万haであり、面積だけからすれば中共(けた違いに大きいといわれるが数字は正確かどうか不明であるのでせない)を除

4) けば第10表の如くタイについて世界第2位であり、日本はそれに次いでいる。さてブラジル国のみについてみると第11表の如くで面積は急速に増大する気運にある。この中で最大の面積を有するのが1963年までは稲作の州であるサンパウロでもあり、全体の18%を占めておつたが1964年よりはゴイアス州がトップにたちミナス・ゼライス州がほぼ同じ面積でこれについている。

ブラジル全体では米をほとんどの州で生産しているが、ブラジル南部4州がその50%をこす生産量を示し、ことにリオグランデドスール州は一州で20%をこし、サンパウロ州はそれについて第2位の生産州となつている。

これからみてもブラジルの主産地は南部諸州とみてよい。

しかしこれら諸州においては夫々に栽培方式が異なり

- ① リオグランデドスール州—灌漑栽培で放牧を主体とする牧野との輪作
 - ② サンパウロ州北部、ミナス・ゼライス州—無灌漑栽培一部このあとが牧野となる。
 - ③ サンパウロ州南部(パライバ流域)—灌漑排水による最も進んだ栽培方式、低地利用
- このように3つの方式がみられる。

それでは面積当り収量はどうか、第11表⁴⁾より簡単にわり出してみると、ブラジル全体としては1964年に1.54 ton/haで他国に比較するまでもなく極めて低位である。過去3年間の生産の伸長率は6%強、面積的伸長率は1.7%であるため生産量の伸びは面積の増大に依存し、面積当り収量は逆に低下していることになる。この傾向は近年顕著に認められて来ているのであり、第1図³⁾はサンパウロ州のもの第2図⁴⁾はリオグランデドスール州のものである。もつともサンパウロ州においてはここ1~2年上昇しているが、これが本当にそうなのか、もう少し時間をかけなければ根拠がうすいように思われる。ここに重大な技術上の問題があり、前述の経済性において土地生産性の向上に問題があつたと同様、面積当り収量の増加に問題にしなければ土地改良に対する投資は何のためか、リオグランデドスール州の成績—第12表⁴⁾—に照すまでもなく理解にくるしむことになる。このことは土地改良を大きく前進せしめているパライバ川流域の稲作において痛切に感ずる点である。

なおここで栽培様式からみて生産はどうか参考までにみておきたい。3種あつた栽培方式の中で、②の方式がブラジル稲作の大部分をしめるが、雨量の少いときは干魃により収量が著しく少く、③は雨量が多く洪水のときは自然河川が多いだけに多くの問題があり、ともに作付面積と収穫面積が違つてくる原因となつてくる、そのため第3図⁴⁾の如く平年においても大きい収量変異がいやが上にも増大することになる。

(2) 米の消費

昨今のサンパウロ市における食堂あるいは家庭における食事をみると、朝はコーヒー、牛乳それにパンあるいは果物であるが、昼食、夕食には大抵油でいためた御飯が出る。その量も

かなり大抵であり、煮た塩味の豆をまぜて食べる、それに牛肉、馬鈴薯のフライにしたもの、牛肉の消費と馬鈴薯のそれとは平行している一は同時に消費され、トマト、チヤ、玉ねぎがサラダとして一緒に出る習はしのようなものである。もちろんこの内容は地方毎、社会の上下流、曜日により異つてゐるが、この米消費の増加はサンパウロ市においてさえこゝ30~40年来のものであり、しかもかつては豆やタピオカ(マンジョウカ)トウモロコシを食べていた階級までが米食に変わったがため大巾に伸展しているとみられる。この米の消費の増加は日本を含め東南アジアの傾向と全く同じである。これからしても米の消費の大きくなることは背けるのであり、第13表¹²⁾の如く主食中40%をうまむる位置を占めており、決してゆるがせに出来ない位置である。

それではブラジル国民は年間1人当たりどの位の米を消費しているか、これについては須永氏の算出したものをのせると第14表¹²⁾の通りである。1920年頃より遂次伸長し、現在は1人当たり40kg(白米)を越してあり、アジア諸国に接近して来ている。この傾向はより強化され、従来ブラジル国民の常食であつた豆、タピオカから将米とも移行してくると思われるが、現在人口の急激な増加によりこれらのものも生産量が多少は増大している。ただし人間の食糧になるか否か、米の生産が多くなるとブタ、ニワトリなどの飼となる可能性が大である。なお小麦の生産は少くほとんど輸入にあつてゐるので、その生産が米の部分に侵食するとは現在は考えられない一政策上の問題は別とすれば技術的には土壤、品種改良が大巾になされない限り小麦の生産量は大巾にはのびまい。この外澱粉食糧として馬鈴薯があるが、これは肉と平行(補完的)していること前述した如くで、これにより米とは競合をきたさないとみたのである。ことに馬鈴薯は物価高と平行して消費がうごくように思われる。かくて米の消費は加工原料の分を含せると1人当たり年間60kg(白米)の消費量となりアジア諸国と同じ程度になる。

なおサンパウロ州のみについてみるに人口が都市集中度の高いことにより急速に膨脹している。1962年以前にはリオグランデスール州より100万俵も移入しているが、最近急速に低下し、1965年には約8万俵となつてゐる。³⁾これは面積の増大に由来していることは先に示したが、1966年には再び大巾な移入が行われている。面積なり収量の低下とこの消費の増大という事実はサンパウロ州としては真剣に考えざるを得まいと思われる。

(3) 米価とその変動

ブラジルにおいて米の経済性の低い理由として生産者米価が低廉であること、その変動の大きいことが上げられる。このこととはある部分では他の作物にも共通しているかも知れない。第15表³⁾をみるに60kgの米価が消費者値段で1964年には消費者価格18,200コントスであり、これは日本の米価(保護政策のため特別)の約50%、イタリーの20%安の値段である。こゝではそれを問題にしよとするのでない。むしろ表の如く生産者価格と消費者米価との格差が40%もあるということである。もちろんこの中には税金も含まれる。とにかく生

産者米価が安く、消費者との格差が大であるということは新興国に一樣にみられる傾向であり先に縫氏（日本より派遣された技術協力専門家）もサンパウロ市の流通機構を調査し同様の結論一氏の報告書による一を出している。ここでも農家は生産者そのものよりは流通面にも手を出した方が私経済を有利にするという一面がみられるのである。

この米価の変動をみると第4図はコチア産業組合の変動調査の結果であるが、これでも上下40%も動いている。しかも最近（1966年後半）は100%を越す変動率である。この変動を支配する要因を端的に知るため第5図に米価と収穫面積を対比してみた。これによると12例中前年に米価がよいと面積の増加しているのが8例もあり、4例はみかけ上反対となっている。これからみても作付面積の変動は前年の米価に支配されるということであり、農家の投機的意図がうかがわれるのである。かかることより農家においてはその年に多量生産され価格の安い生産物あるいは種子販売店に最も残っている種子の作付を考えた方がよいという考え方をもちこたせるに至るのである。

さらに変動を大きくしている要因に気候など環境条件の変動を上げねばなるまい。豪雨などに見舞われ、作付はしたが収穫不能となつたり、干魃によつても同様で前者は低地に、後者は無灌漑地に多いが、ふたも大きく物価を変動させるのである。

国民の主要食糧がかくの如く変動してよいかどうか問題であるが、米価の一樣に高騰しているのはインフレに基づくのであり、実質価格はほとんど変つていない。³⁾このことは技術の進歩がおそく面積当り収穫の増加の少い以上農家収入が実質上良くなつていないことを意味するのであり、これでは積極的増産への意欲はわくまいと思われる。そして農家としては手間はかかつても収入の多い方向、あるいは面積にものをいませうる生産物作付の方向に向わざるを得ない心境になるのである。

3. サンパウロ州における米

ブラジル農業の特質について究明したところ期せずして米の位置の高いことが明らかになつて来たが、それではサンパウロ州においてはどうか。当州はブラジルにおいて最も経済的に発展している活気のある州であることは今更いうまでもない。しかも当州では機械工業のみならず化学工業も逐次発展している工業中心の州でもあるが、かゝる中において米はどのような位置をしめどのように考えられているのか明らかにしておく必要がある。幸にも着任まもなく米の生産と流通についての一見解が州発表の雑誌に出たのでそれを参考にまとめてみる。

(1) 米の経済的重要性とその生産性

第16表³⁾にみる如くサンパウロ州においては従米コーヒーが農産物中筆頭で、次いで棉花であつたが、牛肉の生産が大巾にのび、かつ砂糖も大きく伸長しているため、米の生産は第7位となり、全生産額の8.3%を占めており、第8位以下は大きくひきはなしている。これからみてもブラジル全体に対比してはその位置は低い、いまだ経済的地位の高いことが知られる。

3)

その生産地はほとんどが北部州境附近であり、その他は少い、このことは第6図から明らかによみとれるが、これらの地帯はほとんど無灌漑方式によるものである。その栽培面積は先に示したが、毎年変化しているとはいうものの順次伸長して現在では約70万haに及んでいる。しかも低収であることは前述の通りで、その原因は無灌漑方式であること、開花期登熟期に雨あるいは干魃の影響が大きいことなどによる。そのためどうしても灌漑方式に劣るのである。ことにリオグランデドヌール州と比べて常に劣っている。同州の生産のすぐれているのは前述の如く灌漑方式であること、施肥を行い輪作をしていること、優良品種を利用していることによるのである。

それでサンパウロ州においてはこの生産性の低い原因³⁾を次の10項目に分けて説明している。

- ① 土壌がつかれ切つている。
- ② 無灌漑方式の面積が拡大されている。
- ③ 州内いたるところで無差別に土地を利用している。
- ④ 土壌保全を考へての土壌処理方法が確立されていない。
- ⑤ 同じ土壌で連作を行つている。
- ⑥ 優良品種をほとんど使用していない。
- ⑦ 肥料も同様利用していない。
- ⑧ 病虫害の発生
- ⑨ 価格保証がなく又農家の信用もない。
- ⑩ 市場の不安定

これらのことは前述のものと同様であり、今更説明するまでもないが、収量の変動する基本的因子は栽培期間中重要な時期に気候的障害があるということである。その他の因子としては次のことが指摘されている

- ① 生態学的に有利な条件の地帯で栽培を多くすること。
- ② 調節出来る灌漑施設をもつた栽培面積を拡大すること。
- ③ 他の作物との輪作を行うこと。
- ④ 土壌処理を良くすること。
- ⑤ 種子を精選すること。
- ⑥ 栽培時期を選択すること。
- ⑦ 栽培密度
- ⑧ 施肥法に注意し度を矯正すること。
- ⑨ 優良品種を用いること。
- ⑩ 病虫害の防除

(2) 米価と消費

次に米価は実質的には低下の傾向にあるが、生産される月と端境期の間で季節的に変化している。このことはコチア産組の例で説明したが、サンパウロ州においても最高最低の較差は大体15%³⁾である。それはともかくその価格はサンパウロ市に入る他の米の値段によつても支配されているのが、変動の要因としては1年1作であること、サンパウロ州市場が大きい2.3の商人により支配されていること、貯蔵と輸送の方式がはつきりしていないことなどが上げられている。

それでは一体消費はどうなっているのか、結論としてみると農業経済上は非常に重要だといえながら生産が消費に追いついていないのである。穀物商人によると都会地は成人1人当たり50kg、田舎では90kg消費するとされている。これを基にすると都会地では780万俵、田舎では250万俵が消費されることになる。そしてサンパウロ州全体で1,200万俵(粳)消費されている。生産はかなりふえており、7~17×16俵(粳)の生産しているが1960年~1964年の間には60~90%までは自州生産でまたされている。

これらの不足の米はオグランドスール、三角ミナスから主に供給されるが、もし人口当り消費量に変化していないとすれば次の如くなる。すなわち1950年より1960年の間にサンパウロの人口は42%増加し、米の生産は3.8%増となる。まことに驚くべき対照である

(3) 米作農家の性格

米は全州で作られその栽培面積も農家当り1haから100haに及んでいる。しかも技術もまちまちであり、粗放経営では0.48 ton/ha、集約経営では4.8 tonと10倍の開きがみられる。もちろん高収量は灌漑施設を用い移植によつている。しかしこの方法は労賃が高くつくので栽培面積は限られてくる。現在サンパウロ州で行われている栽培方法は次の4つに分けられる。

① 無灌漑方式

② 低地における無灌漑方式

③ 低地における灌漑方式

	施設管理なし
	施設管理

サンパウロ州においては①の方式がもちろん中心であるが、灌漑面積は全体の22%にすぎないという。これが低収の重大な理由でもある。パライバ州流域では今物理化学的に土壌をよくする輪作を前提とした計画がなされている。しかしこの農法は機械、動力利用など色々のものであり、しかも収穫は手で行われているのである。

以上サンパウロの米について州でまとめたものを既括して来たが、これが米についての現状である。この現状をどのように改良していくのか、ここに我々に課せられた大きい問題がある。

4. 小 括

ブラジルは第一次産業に大きく依存しておりことに農業の占める比重が大きいのであるが、近年は自動車など機械工業の発達により産業構造は次第に変わりつつある。しかし農業に関連した産業はいまだ低位である。又従来の大土地所有の傾向は次第に崩解されて来つつあるとはいえいまだ持続されており、農土をもたない農民が大半を占めるが故に土に対する愛着なく、いやが上にも土地を瘠薄化して来ている。

かゝる次第でブラジルは新興国の域を脱していない。しかし東南アジアと比較した場合農業依存のモノカルチュアや、人口の急増、大土地所有、など類似しているが、広大な土地を利用し食糧がかなりの程度に満されている点は大きく違い、東南アジアでは深刻な食糧不足がある。そして広大な土地の開発にも限度があるので、現在こそ東南アジアを中心として求めている土地生産力の向上に進むべき格好の時期と思われる。

さてブラジルにおいてはコーヒーなど輸出産物に多くの力を入れて来たがために、人口の急増に対応した食糧生産対策は果して十分には多くの問題があり、農産物中筆頭の米はこれまでは土地の拡大にその生産をもとめ、技術の開発が少なく、面積当り収量の低下を結果している。しかもブラジルにおける米の消費はこれまで大きく伸びているが、人口の急増を考えると許がせに出来ない問題である。その米価は気候、投機的作付、仲買人の思惑などで大きく変動している。かかることから施肥稲作は経済的に高くつくので少く、稲作単独では経済的に不利であり、販売と結合した経営様式が有利とみられる。しかしいずれにせよ、食糧の自給は大きい問題で世界的にも10～20年にして食糧不足が来ると県念されているが、土地生産性を前提とした増産がブラジルの稲作における大きい課題とみられる。

もつとも工業的に発展しているサンパウロ州における米の生産消費をみるにその経済位置はいまだ意外に高い。しかしその米は大部分北部で無灌漑方式で生産されているために、著しく低収である。この低収の他の原因として土壌肥沃度の低下、無差別な土地利用、肥料の無施用品種などに問題があるが、このため消費に生産が追いつかず大量のものを他州より移入している状況である。

第2章 自然条件とその特質

技術解析においてはまず自然条件の記載が始まるのが常道であるが、ブラジルにおいては社会経済性が技術に先行して重要と思われ、それにより技術が大巾に圧迫を受け、加えて天候、土壌などの条件がいまだコントロールされていないため、むしろ2~3年に一度でよいから投機的にあたれば大きな収益—このことは稲作に限ったこととは思わない—という見方がいまだ現存しているのでそれを先行させたのである。しかし自然条件の制約をうける農業においては、その条件をより明確に把握することが極めて大切であることはいうまでもない。それではブラジル及びサンパウロ州の自然はどのような特質をもっているのか解析しよう。

1. 気候

(1) ブラジルの天候と景観

地球をとりまく大気候帯をみるに、赤道を中心としては赤道前線の支配下にあり、気温の年変化は小さく $26-28^{\circ}\text{C}$ の常夏であり、日較差は小さい。日中は急激に上昇し積乱雲が発達し午後にはスコールとなつて多雨をもたらす、とくに1月より6月まで雨が多くのいわゆる熱帯雨林を形成しているのがみられる。これより南下すると大気候帯として雨量よりは蒸発量の多い乾燥帯になり、夏は熱帯雨林気候に類似しているが、冬は南からの乾いた悪熱帯高気圧の影響をうけて乾季となる。ことにこれは海岸山脈の影響をうけてより強く表われ、繁茂のわるい草原と耐乾性の低木林が茂るセラードを形成している。東北部においては地球の高気圧帯に対応して雨量の少いことが典型的に表われ、熱帯性灌木林を形成している。海岸においては海岸山脈と南の地球的多雨量帯の影響をうけて多雨帯となつているが、冬は南極よりはるかに高気圧をまともうけて寒いサンパウロ州においては熱帯性半落葉林がみられ、その南部にはバナナを代表とする杉松林が、さらに南部のリオグランデス州ではサンパウロとはかなり異り冬と夏にともに雨が多くなり草の繁茂をもたらす土壌としてはプレーリーがみられるのである。これらの概要は第8図に示した。

このようにブラジルは北緯 3° より南緯 40° にわたり位置しているため、気候の変化も大きく加えて地形的には第8図の如くアンデス及び海岸山脈という2本の大きな壁が通つているためこれにより細分化されている。しかし熱帯性気候の占める部分が多いが、北に面し傾斜した南部は標高高く北部は低いため緯度差に加えて標高差も大きく関与している。これが農業に著しい影響を与えること云うまでもない、貿易風はいたるところに卓越し海洋の影響広い地域に及ぶ、その反面、季節風がほとんど発達しないほか気温の年較差が小さいという特徴をもっている。

(2) サンパウロ州の気候と景観

ブラジルの南部に位置するサンパウロ州は大気候帯においては乾燥帯に入っているが、海岸

から内陸にかけて規則正しく変化している、その様子は第9図²⁾の通りである。この図はカンピーナスの農学研究所により作られたものであるが、気候と植生との関係で区分したもので Köppen の概念に基づいている。つまり最寒月の平均気温が 18°C 以上をA、それ以下 -1°C までをcとし、 -1°C 以下をDとしている。これと年中多雨で乾季のないのをf、夏に雨の多いのをW、その反対をSとして多くの地帯を区分している。これによるとAf=熱帯雨林、AW=サバンナ(セラード)、Cf=温帯多雨、CW=温帯夏雨となる。この図ではAW→CW→Cf→Afと海岸と平行に線が入っている。

AWは北部のセラードの続きであり、夏の降雨型から次第に海岸の全年多雨型に移行するということである。雨量は1,000~1,500mmに分布しており、年間の温度較差は小さい。しかしサンパウロ州の一部では冬には南極とアンデスからの影響をうけてかなり低温となり降霜をみるに至るが、年間5日以上の降霜のある地帯をみると同図の如く内陸部に多い。²⁾このためコーヒーはもちろん冬の馬鈴薯などはかなりの打撃をうけるのであり、栽培上計画がたない所すら出てくるのである。ことに最近の如く、地球全体の気候が大きく変動している時期には著しいといわれる。しかしこの図から知られる通り内陸部では当然それを予想しておくべきであるが、今の所強い霜が幾度くるかではなく、霜がふるか否かが問題であり、天気とかけをしているような形である。

また海岸に雨の多いのは海岸山脈による上昇気流のためであり、この山脈をこえた空気はかなり乾燥しておりその影響をうけるペライバ流域、あるいはマンテケラ山脈(Serra do Mantiquira)をさらにこすと、より乾燥してくる。これらの地帯の温度の低いのはかかる理由かと考えるが、例えばアチバイではこのため作物に対する病気もかなり少いようである。なおサンパウロ市は海岸山脈の切れたところにあり標高も高いので、海岸よりの影響をより強くうけており、このため霧の発生が多いようにみられる。これらの関係でペライバ流域には降霜が至つて少い。しかし標高は560m前後であるため山脈をこえて降下する気流の温度はそれほど上昇していないと理解される。

この様にサンパウロの気候変化を大きくしているのは結局標高の高いこと、海岸に平行に1,000m以上の山脈のあることに由来するのであり、この点海岸にありリオデジャネイロ市あるいはサントス市とは大巾に異なる所である。かかる変動の大きい所では月平均温度で示した結果のみを用いることは農業上大きいあやまりをおかし易い。作物は日々反応を行つているのである。サンパウロには1日に四季があるといわれる位で旅行者は月平均より見られないので、誤解を招くのである。ひとり人間のみならず作物においてもしかりである。出来うれば栽培上は5月間毎の平均値、つまり半月別平均気温位で示したいものである。

何といつてもサンパウロはやはり熱帯圏にあるので日射をさけた木影は涼しく感ずる。これが熱帯でありながら生活をし易くしているゆえんと理解される。なおサンパウロ州の標高別の

の面積をみると第18表の如くで、大半が300~600m, 85%が300~900mの間に位置し、しかも海洋に背をむけた如く北に向つて徐々に傾斜している。これらのことよりサンパウロ州の植物相は大きく3つに分けられている。①海洋相 ②森林相 ③セラードとカンボスである。①は海岸にある植物相でかなり湿潤な所の相であり、②は森林をなしているものでいくつかに分けられる。③は牧野や灌木地帯で非常に地味 雑であるが、不幸にもその面積もまことに大きい。

(3) バライバ流域の気候

作物栽培を前提とした場合気温はより細かくみなければならぬとしたが、しかし仲々成績が集めてくく、實際上問題が多い、筆者の駐在した農業試験場のものを数年間まとめたのが第10図19表である。これを例として気候条件をより細部にわたつてみてみよう。この図をみて新しい違つた印象をうけるのであるが、①日較差が15°C前後もあることもその一つである。その理由は前述したが、これは子実をとるものの登熟によい条件である。②それよりも考えたいことであるが、真夏は日本の東北地方(盛岡市のものを示した)よりも平均気温が低く、日本で冷害上問題にする17°C以下の温度が度々来襲していることである。この低温害は当地の人はほとんど認識しがたいことの様であるが、それは稲の不稔穀をこく明に解析すれば明らかになることであり、不稔穀の多い理由の一つはここにもありそうである。

雨量についてみるに1,300mm程度で、乾季と雨季に分れることというまでもない。しかし降雨の時期、量などかなり変動しているといわれ、この点作業計画上色々と問題になつてくる。しかもこの降雨の特徴は表示の如く、暴雨的な性格であり、これによつてもエロージョンを促進するものと考えられる。作業と雨量との関連をみるに、5m以下では1/2日作業出来るとして算出した日数は表示した通りであるが、土壌がや、砂質であることも関連して圃場作業の出来ない日数は一般には少いとみてよい。

先にバライバ流域は比較的湿度の低いことを示したがこのため蒸散(EVa)がかなり盛であり、降雨量(ppt)との関係を見ると次の如くで、このうち重力水として排水溝(砂質のため土壤中に吸収されるものが意外に多い)に流れるものを考えると、土壌への有効保水量は至つて少いとみられる。なお湿度は低く冬でも30%を低下(これは前述の如くの海岸山脈をこえて来たフエン風及び南方よりの高気圧による)することが数々ある。

$$Ppt - EVa = 1314 - 884 = 430 \text{ mm}$$

このためことに冬作物に対しては灌漑しないと萎調し易いのであるが、これは土壌の水分を保持する力が弱いことにも由来するとみている。

日照時間は決して多いとはいえないが、この成績からすれば(年により変化する)2月に日照の少ないことがみられ、水稻では穂首イモチ病が心配される。一方3~4月は6時間以上の日照であり、温度の21~22°C, 温度較差の大きいことと相まつて登熟にとつて非常に好適で

あるので、作季を加減して利用したい点である。一方風についてみるとほとんど風らしい風は吹いていないといつてよい。5 m以上の風は少く、1~3 mの微風でしかも年間通じてであるこの風は作物の生育上極めて有利なこと論をまたない。しかし実際1~2月にはごく短時間にかなり強い突風が吹き、これに伴つて雷雨がやってくることが多い、この点稲作にとつて多少倒伏に問題を起す。

なお参考までに北部のサンパウロ州の例として日本人移住地のあるアラライア線グアタバラの成績を第11図にかかげる。この測定はグアタバラ農場で行つたものである。パライバのものと大差ないが最低値がかなり低く、時々降霜をみる地帯である。しかも雨量はかなり変動しているようで、1963年の700 mm, 1964年の1630 mmと大差がある。このため低地における水のコントロール(排水不良, 冠水)と畑地における干魃には十分注意すべきものと思われる。

(4) 緯度と米の収量

日本においては開花後40日間の平均温度が21.4°Cのとき最高の収量となることが統計的に知られ、又40日間に88°Cあれば生産は低下しないこともいわれて来た。この温度自体に問題はあつたが、それは高いものでない。日本においては東北地方の一部がこの条件をそなえており、そこでは収量で10~12 ton/haの生産をよく上げている。この東北地方はかなり低温の地帯である。そして時々17°Cを低下して冷害を具念されるのであるが、これからみると上に解析した如くサンパウロ州は気候的に稲作上好適といつてよい。それは標高の高いこととの関連でもあるが、緯度の高いところも同じ条件をもちうる、それでブラジルにおける緯度と収量との関係を見るに第1章に示した第11表の如くほどその関係がみられる。

リオグランデドスール	3.32	ton/ha
サンタカタリナ	2.62	〃
パラナ	1.44	〃
サンパウロ	1.35	〃
ミナスゼライス	1.12	〃

しかし温度だけよくても米はとれるものでなく、これを技術的に最大に有効に利用するところ意義がある、ことにリオグランデドスールにおいては土壌有機物が多く玄武岩質の土壌が多く混合しており、さらに大部分は溜池による灌漑を施行し牧草との輪作を行つていながら施肥に依存していることに注意すべきであり、緯度差をそのまま認めるわけにはいかない。もし緯度にもとづく気温だけで説明するとなればセアラ州、ベルナンブーコ州などで夫々1.91, 1.86 ton/haもとつて、サンパウロ州より高いが、この理由は説明出来ない。ことにサンパウロ州の米の大部分は前述の如く州北部で無灌漑方式によるものであり、ミナスゼライス州においても同様である。これらを合せて三角ミナスといわれる地帯が稲作の中心であ

るが、むしろ収量に対しては灌漑の有無が大きく影響しているとみてよい。

このように米の収量は雨の多い水の得易い所が高い傾向がみられるが、それはアジアのモンスーン地帯に米作が盛んであると同意義であろう。しかし加えて最新の技術を駆使しない段階ではそれほど温度の高くないところが稲作に比較的よい性格をもっていることも考えてよいようである。ただ先にも少しふれた如くブラジル人の嗜好にあつたよい米はむしろ灌漑しないで作つた長粒種にあるのでその技術は収量の増大とは反対の方向を示している。

2. 土壌の母材と地形

(1) 生産力に関連する母材

ブラジルにおいては宏大無辺な土地を所有し、かつ化学工業が未発達なため農業はほとんど土壌中の養分つまり肥沃度に依存して発達して来た。そのため原始林を伐採しては表面に集積した養分を利用し、なくなれば次に移るといふ伝統的な土地利用方式、すなわち開墾→耕作→放棄（又は放牧）という略奪農法が行われ、土地の肥沃性の多少により耕作年限が短縮又延長されるのである。そして、放棄又は放牧後数年にして再び同じ方式で利用が繰返えされるが、原始林伐採当時とは肥沃度が著しく低いものとなつている。そのため初回より短期間に放棄のやむなきにいたるわけである。かくて例をコーヒーにとつても、かなりの土地を食い荒して肥沃なテラロシヤ土壌地帯に現在おちついているとみられる。つまりブラジル農業の現状においては土壌養分の供給→収穫→休閑による回復の関係を明確にすることがより主要な課題となり、その養分の供源である母材を明確に把握することが大切となる。

ブラジルにおいては大きな河川が数多くあるが、日本の如く沖積平野といわれる部分はアマゾン流域の未開発部分を除いては面積的に極めて少い。加えて洪積層も少く第4紀層は至つて少く、アジアにおける風積の黄土類似土壌も少いという。第3紀層も河川の流域に多少存在するのみで、多くの土壌ごとく南ブラジルで利用されているところはほとんど残積性の地質的に古いものとみることが出来る。したがつて日本の如く移動再推積など細かく土壌の推積様式を問題にすることなく地質図に基づく材料を対照にしてよい根拠があるように思われる。

しかし当地を訪れた者はまず土層が著しく深く数10mのきれいな赤黄色の肌をみせた風化層のあるのにおどろく、ことに最近出てきた国道のカットングにその例が多く、あかすながめられる。それだけに風化が烈しく深層まで及んでいることが知られる。日本の如く岩石が直ちに露出する如き地形は少いといつてよい、ことに風化の烈しさは花崗岩や珪質化した固い岩石にまで及んでいることは 月に値するのである。前述の如く年間の温度較差は少い気候条件にかゝらず、1日内の較差は著しく大で、強烈な直射日光にあたためられた岩石が俄雨により又は夜間に急激に冷却され、さらに旺盛な蒸散により如水→脱水反応が地質的時間において繰返えされて来たときみなされるが、かゝる時間的に長いかい間の変化のある環境下では風化はより旺盛となること当然とみられる。

この風化により母材中の養分（一般にいうミネラル）は作物に供給されることになるが、上記より母材が生産力をかなり支配してくることは考えてよいし、又日本など風化のおそい温帯とも異なる点と認めてよいであろう。

さて表層土壌をみると多くの地域で牧草はいうに及ばず雑草の繁茂すら貧弱な様相であり、一見土壌は著しく瘠薄化していることに気づくのであるが、一方案外深根性の樹木は亭々として森林をなしているのである。地表養分を利用する浅根性の1年生植物と、これら深根性多年生植物とは養分の要求絶対量に差はあるにしても下層は比較的肥沃であることを意味しないかどうか、ことに表層土壌では著しい蒸散により水分をかなり失っており、浅根性のものは生育しにくいわけである。

とまれ生産を対象とした場合は熱帯においては岩石の風化＝母材の関係をより強く意識づけておく必要のあることを痛感するものであり、土壌の選択如何がその後の農業経営の良否を大きく支配してくることになると理解されるのである。もちろん化学工業と農業技術の発達により意義がかなり変化してくるにせよ、化学工業のおくれている間は当然考えてよい問題である。

(2) ブラジルの地史と地形

ブラジルにおける地質、地史の概要をみると第12図の通りである。これより知られる通りブラジルの南海岸は著しく古い地層からなり、花崗岩、片麻岩など古い深成岩変岩から出来ている。これらは大古代の地層であるが、その後古生代に入り南米大陸はかなり隆起したとされてこのため現在はこれらの地区は準平原をなしているが、その面積はブラジル全土の1/3をしめるといわれる。この頃までこの大陸はアフリカなどと隣接してゴンドワナ大陸を形成していたと大陸移動説は教えている。中生代石炭紀世にはかなりの部分が氷河に被露されていたのであり、それに基づく堆積土壌は氷解線において厚くみられる。ついで中生代ジュラ紀世には火山岩の噴出がみられ、玄武岩の熔岩台地が広くかつ処々に形成されている。この台地の姿は日本における四国の屋島の台地とほとんど同じで、風化にはかなり抵抗のある固い岩石である。第3紀世に入つて地殻変動が大きく行われ一方では火山の噴出を伴うと同時に他方現在の大平洋岸の断層階没がある。その南半が隆起してくるが、それと同時にアンデスの褶曲山脈が次第に高度を高めてくる。そしてブラジルの中央部分つまりアマゾン低地は内海として残ることになる。

第4紀世にはほとんど大きな変化はなく北半球大陸にみられる氷河の影響はアンデス山脈と大陸南部のみに限られたといわれ、それによりブラジルにおける洪積層は至つて少いというのである。その後アンデス高地からの侵蝕物質は次第にアマゾン低地をうめ、そこにはアマゾン平原、パンパ平原を形成して今日に至つているのであるが、なお一部には湿原（マツクロツ州パンタナール）が残されている。

以上はブラジルの地史の概要であるが、これよりも知られる如く、ブラジルは南東部大西洋

岸より次第に形成されて北部に及ぶという経過をとる。しかも南東部より次第に隆起したため標高高く、アマゾンに向つて低下していく地形的傾向をとる。このため南海岸はリアス式の良港をもつと同時に、内陸とは600~800mの断崖をもつて境されている。又河川はほとんどが北に向つて流れてアマゾン河、バラナー河に注いでいる。南大西洋に注ぐものはサンフランシスコ河、パライバ河、など小さい河でありその数も少い。要するに最も早くより開発され、人口の大半を要する海岸地域はすべて地史の古く花崗岩など酸性岩から出来ていることに注目したいのである。

(3) サンパウロ州の地形と母材

日本における如く、細かく標高の入つた地図があれば極めて便利であるが、宏大な土地に極めて少い科学者よりいえないため、調査が今始つた段階であり、これをもとめりべくもない。したがつて発行されている書物、あるいは飛行機、車などで調査した限りでまとめると既第13図の如くなる。即ち、南東部の海岸には海岸山脈といわれる標高1000m程度の傾動山地があり、さらにパライバ河をはさんでその北部に平行にマンチケラ山脈がかなり高い標高(約2000m)でたち並び、両者とも遠景はまことに頂上の平坦な準平原である。日本における北上、阿武隈山脈(いずれも古生層海底推積層でその後隆起したもの、)をほうふつさせるものがある。この南西部、海岸山脈の切れたところにサンパウロ市がある。これより北に向つてカンピーナスに至る間は起伏にとむ山が連なり、それにより北西にかけては多少の起伏をもつ平坦地となる。ピラシカバの線には所々に玄武岩台地がみられる。

さて古い地層を土台とした準平原は花崗岩、片麻岩などからなりたつていてカンピーナスより南東にかけて石炭紀における氷河推積物が厚く推積し、所々に巨石(漂石)をのこしているが、その北西には熔岩台地が所々にみられる。サンパウロ州西北部アララクアラ、北東部、ソロカバ線の走る所は砂岩を主とする白雲紀のものである。第3紀世にアンデス褶曲があり、その隆起によりアマゾン河、リオプラタ又はラブラタ河がはつきりしてくるが、丁度その頃パライバ河流域にも河岸段丘の如く第3紀層を形成している。第4紀層はサンパウロには至つて少く、イグアツベ海岸及びパライバ河流域に少しみられる程度である。

次に母材とその性質についてみよう。前述の如く土壤は大体残積性のものとしてあつて来たが、本来の残積性推積物か、風成あるいは氷河などにより推積したものか判定困難の所が数多くみられた。したがつて地質図からのみみて表層1~2mの風化母材について論ずることは極めて危険とみた。

ことに国道2号線のカツテングには表層2~3mの所にうすい砂礫層のみられる所があり、これが風成層か二次推積物を思わせるものであり、問題が多いように思われる。しかしここで区別する時間的余剰がないので、敢てその危険をおかすが、大きく違わないであろうこと、後日誰かに詳しい調査のなされること期待して論を進めたい。なおこの項は山本啓与司氏の報文

をも参考にしたが層の番号は第14図のサンパウロ州の地質概要図のもの一請にした。

- ①ブラジル累層 (Complexo Brasileira) ……片麻岩, 花崗岩, 大理石, 雲母片岩などか相そうして岩塊を形成しているが, これらの岩石は日本においては大風砂佐土壌あるいは礫質土壌を形成するに反し, ブラジルでは風化により砂の多い植土を形成している。造岩鉱物は雲母, 角肉石, 又は珪石などが主である。そのため地力 (こゝでは肥沃性と同意義に用いる) は高いとはいえないが, 極端に低くもない。
- ②氷河層 ……ブラジル累層の上についでいる, カンピーナスの線でこの層は切れているのはこの当時これより西北は湖であつたためといわれる。この前線に推積したのがこの層であるが大粒砂岩を主としている。化学的養分含量は高くなく一部ではセラードを形成するところもある。透水性はよい。
- ③ボツカツ層 ……主に砂岩層であるがため, それほどよい土壌でないがこの上のテラロシア土壌と混合して肥沃度は高いことが多い。
- ④熔岩層 ……風化には抵抗して台地を形成しているが, 風化によりテラロシアを作る。しかも風化により SiO_2 も単粒となるので, 土壌は微細なシルト又は粒土のあつまりとなる。これがテラロシア地帯の土けむりである。
透水性よく, 又保水力もあり, 無施肥でもかなりとれる土壌となつている。
- ⑤バウル層 ……熔岩の分解物のことが多いが, 砂が大部分で初めは地力はあつても数年にして低下し一般に瘠薄土壌となつている。したがつて粘土が多いところはよい。
- ⑥第3紀層 ……パライバ, チエテの上流に断層線と平行に発達し砂, 小礫などの混合層であるが, 生産力は低い, 粘土が多く物理性もよくない。
- ⑦第4紀層 ……海岸に形成されたもの, (リベラ川) 河川の流域に形成されたもの (パライバ川) の2積がある。いずれも砂, 粘土, 泥炭の3種の土壌が多いようである。

以上がサンパウロ州の土壌母材であるが, これらを1表にまとめると第20表の如くなる。さらに各層の面積割合をみると第21表の通りである。たゞしこゝには説明しない地層もあるが, 本論においてはそれほど重要でないと思われたので省略した。

この岩石の風化について理解の便のため第15図を示した。つまり一般に養分的に豊富なものは玄武岩の如く黒色を呈し, 一主に Fe , Mn , Ca , Mg が多い。深成岩, 珪質岩は性岩といわれ, 風化しにくい珪石がのこるため砂質となり易く, 養分一主に K , Na , Ca , など一も少くかつ流亡して瘠薄化し易い。一方推積岩においては, 水成岩は比較的風化には強いが粘板岩裂岩は風化速く粘土化し易い。砂岩は砂質土壌になり易いこというまでもない。風成のものは粒のそろつた砂質土壌となつてくる。つまり造岩鉱物のうち珪石は砂に雲母は粘土化し他の角肉石長石などは鉱物質 (Mineral) の供給を行ふシルトになるとともに分解されて消失するという風化形式をとつているようである。

パラíba河流域の地形と土壌母材

筆者の主に駐在したパラíba河流域の地形については Sr Hungria の示すところに従い記すと第16図の通りである。図の如く山脈間にはさまれた巾25~30km、長さ130kmの細長い地形である、日本の東北地方の景観によく類似している。この間をパラíba川が蛇行しながら流れ、しかも傾斜が小さいのでかなりの洪瀆地を形成している。この地区の低平地開発の設計はすでに出来ているが、まだ未開の低平地が広くのこされている。

3. 土壌とその性質

(1) 歴史的経過と土壌

現世界における一部の砂漠は歴史時代における人間の大森林への放火あるいは伐採により拡大していったが、かかる歴史は数多くみられる。中近東、アフリカ北部もその例であろう。かかる地帯は一般に地球の乾燥帯に位置しているため、一度森林が消失すると急速に有機物が消耗し風とともに粘土は飛散して砂のみ残る。この砂による太陽光線の照り返しにより蒸散はいやが上にも助長されるため、森林があつたときはまるで曇り雲がただよわず、急速に砂漠へと変化する。被征服地帯はたえずかかる歴史悲劇にたたされるようである。パラíba河流域のみならずブラジル全体の土壌を論ずる場合もその歴史的過程を無理することは出来なく、土壌はこゝ100年の間に急速に変化して来ている。その概要をみると次の如くである。

18世紀中葉から始まつたゴールドラッシュはミナスゼライス州に人々をかりたてたがパンデランテによりブラジルの国土を広めるといふ余蘊をのこして19世紀の始めて終りをつけるこのため企業家たちは再び輸出を目的とする農業に目をむけてくる。これにより約1世紀前の砂糖が再び登場するのであるが、18世紀中葉には北欧を中心としてテンサイ糖含率が高い一が大巾に発達しており、ことにさく汁機による機械化生産がとり入れられていたため、設備の悪いブラジルの砂糖生産は欧州からしめ出されるようになる。生産能率の悪い企業は良いものに圧迫されるということは現在でも同じくいいうる。この砂糖について棉が登場するが、これはイギリスの綿織物工業の著しい発達により輸出が大巾にのびている。しかしこれもアメリカにおいてワタクリキが発明されたため圧力をうけることになるが、アフリカドレイを使うブラジルにおいては少しは対抗し得たとしても、ブラジル棉は値段が下落してくる。つまりいかにしえの2大生産物ともに能率のよい機械化つまり近代化により市場からしめ出されているのである。ブラジルは今でもこのことに悩まされているとみられる。

丁度その頃コーヒー栽培がこれら2大生産物にとつて代りつゝあつたので政府は強制的に農民にこれを植えさせたものである。これを契機として輸出を目的とした大規模な単一栽培がミナスゼライスの全産で得た資本によりパラíba流域に営まれるようになる。ブラジルコーヒーの全盛時代はここに始まるのであるが、標高高く砂質の土壌はコーヒーには全く好適であり、1850年には全世界の50%の生産を占めるまでに至っている。このため大森林地

帯であつたこの高原地帯は全く伐りはらわれて緑の波うつ樹海と変るしかも金鉱主はすべてコーヒー農場主に早変わりする。この傾向はサンパウロへと拡大し、さらに北部に向つていくのであるが、1870年代にはパライバ流域のコーヒー生産はすでに峠を下つていた。この間わずか数十年である。現在はこゝパライバ流域には処々にみずばらしいコーヒーをみるのみであるが、ある著者—Mr. Ando Sempachi—の言をかり要約すると次の如くである。

「土地が広く人間が少ないブラジル農業はいわゆる略奪農業で、森林をやきはらつた跡に植えたまま、肥しをやらずとれるだけとり地力がなくなるとそこをすて、新しい森林を開いていく。しかもパライバ高原のように起伏のはげしい丘陵地でははげしい降雨により表土のエロージョンおびただしく、その後の強い日照りで肥沃な土地でも2〜3年で地力を失う。これは開墾までに要した4年という年月より短かい。かくして文豪モンテロ・ロバットが書いた『死んでいる町』という地帯全体が火のきえた町となる」その後このパライバ川の流域の町々は放牧など畜産により多少は命脈をたもつて今日に至つている。一方コーヒーは今では地力の比較的あるテラロシア地帯に移つて定着しているが、地力の利用には長短はあれ限界がある。今の如き略奪農業を続ける限りその命脈はつきるとみななければならず、北部パラナーへ移行している。

以上のことをまとめると第22表の如くなるが、州政府におけるパライバ開発はかくして20世紀中葉より始まつたのである。地力快復という意味でブラジルにとつてまことに記念すべき事業である。しかしこの間この地方が全く放棄されていたかというに左にみれば、放牧が行われ牛肉の豊富な供給地となつている。さらに現場に足をはこぶと直ぐわかるように、かつての高原には今所々ユーカリ樹(Eucalypto)が植えられ、その色肌は皮がはがれて白かばにも似て白く高く亭々とそびえ、強い日射を反映して木陰を作つている。これは1913年にパウリスタ鉄道の林業部長となつた Nabarro de Andrade により北米—原産地はオーストラリアという—より導入されたもので、これにより土地は多少はよみがえり、樹はバルブあるいは薪材に利用されているが、南の国の土の乾燥は強い。よく養分を与えてくれるがこの樹の旺盛な蒸散による水分の喪失は果して土壤をよくしてくれるであろうか。耕作を対象とした場合灌漑による方法以外果してどういふ手段で再びよみがえるパライバが出来るか、経済立地のもつともすぐれた所だけに注目せざるを得ない。

パライバ流域の土地の利用をサンプルとして土壤の変化をのべて来たが、この流域はまだよい方である。州北西部は荒された土地がほとんどそのままの状態で放棄され一部では1haに牛1〜2頭を養うだけの草よりはえていない放牧地がみられる。しかもサンパウロ州以外(たとへばマトグロッソ州など)ではいまだ森林を抜採して焼畑農業をやつている所が多々あり、奥へ奥へと進んでいつている現実もある。

なおパライバから移動したコーヒー、綿、砂糖キビなどは進路を北西にとつて次第に土地を

なめつくしているが、それに続くものとして馬鈴薯があり、さらに養鶏、野菜などに変化し、サンパウロ近郊では集約化の方向に向っている。しかも経済諸情勢より政府はコーヒーの輸出不振に基づきコーヒーの木を霜害など問題のあるところから伐採し始めている。しかしこれらの過ぎ去つたあとにはむなしくコーヒーの乾燥場がみられ倉庫がならんでいるが、かつては数百人のドレイーを使い我が天国をほこつた農場では果して次にどう一手をうつのか。

(2) サンパウロ州の土壤の肥沃性

① 土壤の一般性

土壤の母材について積々記したが、この母材から与えられるものは繰り返すまでもなく無機養分である。土壤有機物には関係ない。つまり風化した母材についてはそれだけより論じ得ない点は十分注意すべきである。このことを岩石の風化作用といつている。風化作用のみでは土壤とはならない。土壤とはこの母材の上に植物が生育することつまり母材に有機物が加わることにより初めて生成される。ことに作物は自分で窒素を空気中からとつて（同化する）生育する作物以外、有機物の入つた土壤でないと生育出来ないものである。この点は農家はくれぐれも注意を要する。岩石の風化だけで作物が生育するとすれば、開墾初年目から深耕してよい筈である。しかし間諒つてもかかる手段はしない。風化からみれば表面はこのミネラルが流亡したり吸収されたりして少く、下層には新鮮な養分があり、又表層から流亡したものもあるので、下層土で作つた方がよい。しかしそれはいうまでもなく誤りである。岩石を重視するの余りこのことを忘れてはならない。

さてカンピーナスの農業研究所において、サンパウロ州の土壤を38土壤統に分けて夫々の性質をこく明に記載しているのので、それをもとにして論じてみよう。まず深耕上からでなく面積を考慮して土壤主成的立場から代表土壤の性質を洗つてみる。第23表には7種の土壤をあげておいた。そしてその土壤の主な理化学的性質は第24表に示してあるが理解の便のため、及び1年生作物を対象に表層のみを記してある。

表示したように粘土が意外に少く砂の多いことにおどろくが、さらにC%（有機物）少くCN比が高く（温帯では9~10）なつている。テラロソア（これは土壤学の名前でない。Ortho dark red latosol とよぶべきであるがここでは便宜上そのまま用いることにした）は粘土が多くよい土壤といわれているが、有機物も比較的多い。一方肥料などの塩基を吸着する置換容量（CECと一般にはいつているが、ここではTで示している）は非常に小さく、10以下が大部分でサンパウロの土壤粘土はほとんどがカオリナイトから出来ているものと推定される。

したがって溶解している塩基は吸着されて飽和度（V%）の高いものもある。とにかくサンパウロ州の大半の土壤は粘土が少く養分を吸着する力の弱い、有機物の少い土壤ということが出来る。

それではこのような性質を与える代表的母材についてその風化した土壌をみてみよう。果して養分をもっているかどうか、硫酸性溶液で可溶化される成分について記する第25表及26表の通りである。この表の如く酸性岩（花崗岩など）においては粘土含量少くPHも低く、溶解するSi, Al, Feも少い。これが関連して飽和度（V%）はやゝ高いが、-CECが小さいので少量の塩基でも飽和度は高まる—置換容量は12meである。つまり母材により肥沃性のかなり異なることが知られるのである。

これらの土壌が流亡し移動推積した三紀層及び沖積層の土壌についてみよう。よい資料が得られないので第27表の3点をやむをえず示す。結果は第28表の通りである比較的PHは低く砂の多い土壌となつている。これは酸性岩を母材とする土壌であるがためであるが、粘土の多い所もみられる。ことに沖積土壌では粘土が多く重粘地とみられるところすらあるこのことは第29表の沖積低地にある農業試験場の土壌（BT）をみると知られる。ここでもPHは5以下、CNは比較的大でC/Nが大きく、飽和度は10%前後で低い。沖積低地には上記砂質土壌、粘質土壌の外に泥炭土壌がある。上記の表にはカンボスジョルドンのものを上げてあるが、塩基少く、珪素などミネラルの少いのが特徴であるにかかわらず、これではそのような性質が伺い得ない。むしろ農業試験場のCr統の性質をみて頂くと多少参考になる。

沖積層土壌としてはパライバ川流域の外ルベータ川流域の2つを上げねばならない。カンボスジョルドンのものは高冷地に出来る泥炭の型で一般低地のものと区別されてよいこのイグアツベ（リベータ川）の一部では粘土多く有機物も豊富であり、土壌の中和を中心として考えていけばかなり肥沃度の高い土壌になるとみた。気候条件、地形条件をのぞけばパライバ流域より稲作にとつて有利とみたのである。

② 土壌の性質間の関係と肥沃性

沖積土壌をのぞき母材との関係では粘土の多いところ肥沃のよりによみとれたが、果してそうであろうか、これらの関係を“Levanfamento de Reconhecimento do Solos”にかかげている70柱程度の土壌分析ほぼ全部を用いて究明した第17図に示した通り①をみると（Terra Roxa テラロシア）→（Latosolラトソル）→（Podzolic ポズソリック）の順に粘土含量の低下することが明らかであるが、それと置換容量（Tm.e）とは関係が少い。つまり粘土を多くしても置換容量は平行して増大していないようである。ただカンボスジョルドンのものは粘土鉱物が異なる（モンモリロナイトで2:1型粘土という）ために大きく出ているが特殊とみてよい。

それで土壌の肥沃性の一つの性格を土壌中の窒素%で示すならば、それと塩基置換容量とはまことにきれいな相関がみられみごとである。しかもここでは土壌群間の関係がないようである。このことは技術上極めて興味ある問題である。

次に第18図にみる如く粘土%の高いほど珪酸の供給が多いようである。もちろん土壤により必ずしもそうとはいえないがその傾向はみとめられる。ことに洗脱の多い Podzolic な土壤においてしかりである。たゞこの珪酸は作物ことに稲に有効なもののみでなく、溶け易いものと理解される。この珪酸と粘土の結晶格子を作る2,3酸化物との関係を第19図にみるに、テラロシアなどLatosol はとくに母材として Fe_2O_3 や Al_2O_3 が多いのでこれをばぶくと、ポドゾリック土壤では Fe_2O_3 Al_2O_3 と SiO_2 とは比例しており、何か粘土鉱物の破壊を思わせるものがある。

更に有機物と塩基（飽和度V%）との関係をみるに第20図の如く、有機物が多いと塩基飽和度の低下していることがよみとれるが明瞭な関係ではない。ことにテラロシアにおいてはその関係はない。この有機物は一体何と関係して増大しているのか、土壤を有機物的に肥沃化させる技術にとつて極めて重大な問題であるのでこのことについてみるに、第21図の如く粘土含量と関係ありそうであるが十分には明確でない。C%が増加すると図の左の如く置換容量は増加していることは当然である。日本においてはTamm液（蓚酸-蓚酸アンモン液）にける Al_2O_3 %とC%とは比例しているが、母材も異り温度も違うので、この関係はみられない。それでは有機物を蓄積して地力を上げるにはどうすればよいのか、これからは解決の手がかりは得にくいようである。この外塩基については母材に関する項に示した如く2価塩基（Mn, Ca, Mgなど）は玄武岩石灰岩土壤に、1価塩基（Na, K）は花崗岩片麻岩などに多く、磷酸は石灰岩土壤に多い傾向がみられた。

なおここで一言しておかねばならない重要なことは土壤風化の方向である。上記の事項よりも知られる如く粘土の破かいまで行われているが、これにより遊離した SiO_2 は酸性のためゲル化し系外へ出る、そして Fe_2O_3 , Al_2O_3 が多くなり、ことに Al_2O_3 は土壤酸性により活性化している。この方向は従来の言葉ではラテライト化である。ただラテライトとは土壤の化石であり現在これで表現するのは好ましくないが、2,3酸化物の増大して磷酸吸収力の強くなることは熱帯土壤の特徴であり、この地区では明らかにみられるのである。このことは施肥法など生産上極めて重要な意義をもつてくる。

土性についてみると第22図の如くシルト（0.02~0.002mm）が10%以下という明らかな特徴がみられるが、土壤型との関係では次の第30表の如くみられる。一般に粘土は2次生成物（岩石の中に入つていなくそれが風化するとき生成されるという意味）であり、養分や水分の保持に關与しているが、シルトは岩石が風化し細かくなつたときの単位であり、これが風化分解して養分（Mineral）が供給されるのである。したがつてシルトが少いということは風化のはげしいことをあるいは意味しているのかも知れない。この点は温帯と（日本）と大巾に違う点のようである。

③ 如何なる土壤が生産力高いか

土壤の生産力には肥沃度の人為的作用の他に地下水位透水性など水に関係した因子や傾斜の度合、その方向など多くの因子が入っている。詳しくはそれらを網羅して考えねばならない。さらに作物により要求する因子が異なる。例へばアバカン（バインナップル）はパウルーの砂地がよいとか、水稻には粘土質がよく、パタタ（馬鈴薯）には壤土がよいとか、さらに地下水位の関係でもかゝる分類が出来る。つまり土壤改良なしに一つの土壤が如何なる作物にでもあうとはいかなく、これが従来いわれた適地の概念である。しかしここではそこまで論じようとするのでなく、一般にはどうかという農家向きの答を以上から考えてみたい。それらをまとめると次の如くである。

(i) 塩基の多いものにLathasol (Terra Roxa) が上げられ、ポドソリック（母材の硬い砂土系）は低位にある。1 価塩基KNaは花崗岩、片麻岩に多く、2 価塩基Ca, Mg, Mnなどはテラロソニアに多い。

(ii) 窒素%からみると直接関係は少ないが粘土の多いもの塩基置換容量の大きいものがよいようである。泥炭%は高いがミネラルが至つて少い。

(iii) 有機物%が高いと塩基が少い傾向もある。しかし当然窒素%は高い。

(iv) SiO_2 は Al_2O_3 とともに粘土の破壊によりもたらされるらしく、Lathosol（新鮮な土壤）に多い。

これらを念頭においてみると①赤味の強い土壤が大體よく、明るい土色よりも暗い土色が有機物が多くてよい。孔隙の発達し、亀裂のある土壤で、しかも層の分化の少いもの、②もちろん砂地でなくポドソリックといわれる土壤はまずさけた方が無難である。③樹勢のよいところと一般に考えられている。トゲトゲした灌木林地帯（セラード）はもちろん誰もえらぶ筈がない。④又水の得易いことも大切であろう。なお赤色と黄色の土壤ではFeの結晶形態が異なるのであるが、その生成条件を考え赤色を好適とした。

(3) 土壤分類と土壤母材

気候要因を入れ水の上昇、下降運動などを前提として層と色など外観から形態学的に区分する土壤分類においてはその調査項目に土壤の生産性が入っていないとしても調査結果からそれが判読出来るとしているが、いまだ十分理解しにくい所がある。一方岩石の風化により生成した母材は養分（ミネラル）の供給については多くの知識を与えるが、地形（地下水位など水の動き）や気候（植物相雨など）の条件が関与して長年の間に大きく変化をうけている。したがつて地質図だけをたよりにしては生産とは結びつきにくい。それで日本ではこの両者を結合させるため多くの努力（土壤生産力分級調査）がはらわれつゝある。こゝでは先に示した母材の分布と続いて示した土壤分類に基づく土壤群との関係をもてみたい。それでポドソリック、Basalt, Latosol が色々の性質が異つていたので、それで分けると次の第31表の如

くなる。

なおブラジルにおいて用いているポドゾールなる語はアメリカにおけると同様で溶脱し易いというほどの意の如くである。土壤分類学上のPodzolなる土壤の概念は入っていない、溶脱土壤とした方がよいと思つている。

(4) 気候、土壤条件からみたサンパウロ州の土壤

サンパウロ州は気候的に地球的乾燥帯に入っており、蒸散がかなり多いが、地形的にも海とは高い山脈により隔絶しているため雨量少ない条件にある。さらに土壤母材として花崗岩、砂岩など多く砂質土壤となつている。かゝる自然条件からみても土壤が若しく乾燥するであろうことは推定に難くない。それが約100年前より無計画な森林の抜採により、この土地が太陽の下に照されるようになる。しかも有機物の消耗が大きいところに乾季における燻却という人為により、土壤の瘠化は目に見えて増大し進行している。この事実よりサンパウロの都市周辺の集約農業地帯をのぞけばかなりの部分がセラードに変つていくのではないかと県念されるが杞憂であろうか。そのことはブラジル北東部の地帯の歴史をひもとくまでもないと思う。ブラジルは現在砂漠を有していないが、これらの地帯が(カンボ)→(セラード)→(カーチンガ)→(砂漠)と変つていくように思われてならないのである。これらに対し単にエロージョンを中心とした地方保全対策では問題で、むしろ肥沃度を中心とするか、水分等を中心とする対策が必要のように思われる。この点ユーカリはよいが、耕作土壤として水分等において問題がありそうである。筆者は稲作として来伯したので専門の土壤についてはこの程度にとめたい。

4. 小 括

- (1) 気候についてサンパウロ州についてまとめると①温度の年変化は小さく全体として高温であるが夏は高温とはいえず、むしろ作物ごとに稲の生育上問題になる低温(20°Cを標準にしこれより低いときを低温とする)が表われている。冬の低温は激しくないが、降霜のみられること、乾燥のはげしいことは注意しなければならない。②しかも温度の日較差が大であり、ことに最近と思われるが年によるふれも大である。前者は作物栽培上むしろ好ましい(稲作)場合もあるが、後者は栽培の計画性を不安定にする。ただしこのふれは日本におけるほど大きいものではないようである。③雨は男性的豪雨型であり、雨量の変異も大きい、風は比較的少く蒸散はかなり多い。ことに乾季には雨量をはるかに上まわつているので、栽培上問題を起す程度に乾燥してくる。④これらの由つて来たるところは基本的には北に傾斜した標高の高い高原にあり、海とは1000mの山脈でへだてられ、かつ地球的乾燥帯に入っているなどであるが、このため南部のリオダテドスールとはかなり異り灌溉出来れば稲作上有利とみられる。

- (2) 土壤母材と地形についてみると①土壤母材は大部分は酸性岩の地質年式の古いものからなり一部に玄武岩が出ているがその他の岩石は少い。②風化は地質的長時間にわたりはげしく深層まで行われているので、この母材からのミネラルの供給は温帯に比し多少大きいようである。③地形としてはサンパウロ州全体が高原上にあるが、酸性岩を主体とする古い地層地帯は山岳をなして起伏大きく、一部氷河層におおわれている。その北西には2層石炭紀の地層があり、それは起伏のある波状地形をなしているが所々に玄武岩台地をのこしている。さらに北西には白堊紀の地層があり極めて平坦な地形であるが、このように3つの地帯に分けられ、全体として北西に傾斜している。
- (3) 大森林地帯であつた当地方は歴史的に採掘と養分収奪がくりかえされ、現在では著しい酸性性を呈した瘠薄土壤となつているが、①土壤型としては赤黄色土壤で砂質のものが多く、溶脱を受けたものは瘠薄化がさらにほげしく、Latosol では腐の風化が少い。②テラロシアをのぞき土壤中には微砂部分が少く、砂と粘土の混合物とみられ、塩基も少い、しかも塩基を保持する力は小さく、大部分がカオリナイト型粘土と思われる。粘土含量と有機物含量とはほぼ比例しており、C/N比は多少高い傾向にある。③熱帯における土壤の風化の傾向として Al_2O_3 、 Fe_2O_3 が著しく富化し一部は活性化して特有の土色を呈する様になるが、このため土壤の磷酸吸収力は著しく高まるという特徴を示すようになる。④テラロシア土壤はかなり肥沃であり、塩基にとんでいるが、その他の土壤の肥沃性をみると Terra Roxa Lathosol Padzelic の関係がみられ、作物によつて異なるが、粘土含量の比較的多い赤味の強い土壤が肥沃のようである。⑤要するにサンパウロ州の土壤は砂の多いカオリナイト質の粘土で、養分収奪により急速に瘠薄化の方向に傾斜し易い土壤といえるようである。その結果、新しい土地を採掘→開墾→放棄という一連の現象まで出てくるわけである。
- (4) しかし気候的に地球的乾燥帯に入つていること、雲をひきつける森林地帯のないことにより現在のサンパウロ州はかなり乾燥してセラードに向う方向にあるとみるのである。このことは土壤養分の収奪有機物の焼却により一層拍車をかけられるが、今にしてこの傾向を打ちやぶり新しく肥沃度を維持増大する方向をとらなければ、かなりの面積が利用不能地になるとさえ臆念されるのである。

第3章 個別技術とその問題点

必要があつて初めて技術が開発されるのであり、必要がなければ技術はないことは当然である。必要とは一つの条件ということがあるが、その条件に対応して技術が考えられねばならない。これまでブラジルにおいては肥料の生産が至つて少いし、かつ生産物の価格に対比して高価であることにより施肥技術はそれほど開発されて来ていない。又天然における水のコントロールがないので灌漑するという技術も明確にされていないとみられる。したがつて個別技術でみたとき著しく立おくりしているか、稲作そのものの主要性がないことの外以上のような条件によるものと思われる。しかし肥料も出て来ている、発電などに関連して水のコントロールも出来るように変つて来ている、そうになるとこれらを利用してより生産を上げ有利に技術を展開するためには多くの問題が発見されるのであり、前章までに解析した自然環境、社会経済条件を前提として技術を高度に展開する必要が出てくる。サンパウロではことに昨今急速にその要求が出て来ていると理解した。

ブラジルにおいては耕作地の拡大により収益も高めて来たが、それには限度があるため結局土地生産性の低劣により総生産量において、又投下資本の利潤からして問題となる時期に達しており、その向上が目下の急務と考えられた。理由如何はともかく面積当り収量の低いという事実は明らかで統計資料によるまでもない。しかも専門的にみる場合、何故に、何時の時期に、何処に問題があつて収量が上らないのか明確にせねば対策が成り立たない。それがためには従来の如きマイズメノス（大凡）*"Mais ou Menos"* の考えより一歩進めて対象として作られる稲の形成経過として、収量構成要素として問題点を提示されることが必要になる。ブラジルにおいてはいまだこの点が明確でなく、かゝる考え方があるにせよいまだまとまつたものはない。よつてここでは基本的技術の解析をまず行い、それからみてどこに問題があるか指摘することにする。

1. 問題点の把握の方法

技術上の問題点の把握の仕方により採用する技術的方法が異なることは云うまでもないが、ここでは出来るだけ客観的に科学的に感えることももちろん、単に日本からの技術の移入にのみ走ることは許されまい。品種が異なり、土地条件、温度が大巾に違つている。たとえ施肥の経済性はあつても多肥出来る条件が品種、土地にあるのか問題である。よつて次の方法を考えた。

- ① 稲の生理、生態から好適（能率的な）と思われる高収量の稲を対象とし、あるいは収量構成要素からみた好適な稲像を念頭において、それにそぐわない環境や技術に対して要求を出す。
- ② 現在の自然、品種などの性格と①の要求を対比してみてものへだたりより問題点を把握する。
- ③ 採りうる技術により上記条件（稲像）にどこまで接近させうるのか、その方法と現行技術との対比、さらに作業技術の簡易化、代替性の可能性。

④ 技術の経営経済的評価と改良の方向。

⑤ 農家経営のあり方と新しい技術体系との関係

以上の諸事項を前提として、論を進めたい。したがって単に日本の技術を展示するという例を示すことは出来るだけ避けたいのである。

さて栽培には必ず収量がつきものであり目標がそれである。その目標収量のいくらとれるかという段階に応じて導入されるべき技術に転重差違のあることも当然である。10 ton/haもとる技術で1~2 ton/haとつては無駄も甚だしい。といつても1~2 ton/haの技術では10 ton/haとすることは不可能に近い。当農業試験場においては小面積でも粗4~5 ton/haはとつている。しかも可能性としては先に派遣された小松氏の推測により5.7 ton玄米/haはとれると指摘され、又非公式であるが多くの日本からの移住者農家により6 ton(玄米)/haはとられているようである。このパライバ流域においてどの程度の収量目標がよいかについてはローレナにおける台湾の技術者が試験を施行しているのも勘案することにするが、パライバ計画では平均粗2.5 ton/haを目標にしている。もしそうならば収量頻度曲線からして2割位は3~4 ton/haとらなければこの平均収量には達しまいから、さしあたりの技術目標としてこの値をとるのが妥当である。しかし解析上これにこだわらないこととする。なお、ブラジルにおいては調査方法も完備していないのでそれについてもべねばならないが、以下第6項までは主として基本的問題と土地生産性、それ以下は労働生産性についてのべてある。

2. 品種とその性格

(1) 品種とその性格

古来地改良及び施肥には多くの経費を要するので、農家にうけ入れられる技術としては経費のかからず、安全多収であるもの、もつとも手近かに収量を上げる品種に求めるものが極めて大きい。このことは世界各国とも同様である。台湾におけるホーライ米(磯氏の育成)、あるいはマレーシアにおけるマリンジア(氏の育成)などはその好例である。稲作技術の高度に進んだ日本においてすらその例外でなく、東北地区における藤坂5号(田中稔氏の育成)、九州地区における農沃(岡田氏の育成、1966年に総理大臣賞をうけている)はその例である。

さてブラジルにおける品種の大部分は純系インデカタイプではないらしくジャワ系ともいわれているが、その系統は数多くない、ホーライ米のタイチュング65号、チアナン8号などの系統も多収性により一部で利用されつゝある。しかしブラジル国民の料理方法嗜好性から、どうしても長粒種にかたよるのであり、ジャポニカタイプは多収性であつても一部の日本よりの移住者以外利用されていなく、しかも第32表³⁾⁴⁾の如く価格が安い。このため作付面積も少い。

当地においてもとめている品種の性格としては Dr. Schmit の説明—農学研究所の試験場—によると①多収性、強稈性、耐病性などは各国共通のものであり、②日本においては耐肥性のものをもとめているが、ブラジルにおいてはそれほど強調されているとは感ぜられない。③むしろ草丈のそれほど大きくないもの、食味のよいもの、貯蔵性のあるもの精米し易いものなどをもとめている。

現在利用している品種は、イグアツペ—アグーリア (Iguape Agulha) が標準的に栽培されており、ついで IAC (カンピーナス農学研究所 Instituto Agrp nsnuis de Campinas) 系統のものが多く、IAC 435 号はかなり多収性であり普及が期待されるが、現在は IAC 120 号などが利用されている。これらの稲の特徴が如何なるところにあるか、関連資料が少ないので把握が困難であるが、①幼苗期において伸長性が大きく、その後の草丈も高いが、②分けつは少く着粒数が極めて多い。③稈が太く強いように思われるが、脱粒性が大きい。④しかも登熟が極めてわるい。— (大体 50% 程度より一般にはみのついでない) — 以上のような性格をもっている、ただこれが特徴とみるべきか否かには疑問があり、現在とついでいる技術体系がしからしめている点もみのがしてはならない。とくに分けつの少いというが、養分を多用し、粗播にすると少しは分けつしてくるのである。従来これらの点をより明確にされることを望むのであるが、いずれにしてもこれらのことが日本の稲と大巾に違つていようように感ぜられる。

この系統の特性に関連してローレナにおいて台湾技術者が行つた品種の比較試験をみると第 3 3 表の通りである。台湾米の収量は総平均すると粳で 5.6 t o n / h a ととなるが、当地の品種は 2 季作で漸く台湾種の 1 季作に等しい量である。これにはかなりの施肥を行つていたので、当地の品種は施肥に対して台湾種より感応しにくい様に理解される。

なおこの系統間の差違を栄養生理的にみるにチアナン (Chianan) あるいはタイチュング (Taichung) などはスタートの生育からよく N を吸収し葉色も濃くかつ分けつが多い— ことに日本の品種はそのように改良されて来ている。一方当地の IAC、イグアツペはこれとは違い葉色があわく分けつ少く伸長型である。一方干魍にかけると IAC・Iguape は同じ条件でかなり強く、Chienan, Taichung は弱い、そして葉がまきその先端から褐色となつて枯れている。筆者の日本における研究によると、この干魍抵抗性のあるものは、とかく初めに N (窒素) に感応しなく、そのためか体内の水分代謝が攪乱されにくく出来ている。この関係がこれら 4 品種の間によく認められる。そしてこの性格は生殖生長に入ると変化し抵抗性のあるものは窒素をかなり吸収してくるが、吸収により登熟がわるくなつていく。抵抗性のあるものは一般的傾向として生殖生長に多肥しても病気にかかりにくい。これらの傾向は上記 4 品種にも認められるが、これが解ればかなり多収への技術解析が容易になる。

(2) 作季の決定

日本の如く四季の温度変化が明らかな場合は作季を想定することが容易であるが、熱帯においては変化が少いため一見何時でも栽培出来る如く見られる。まずリオグランデスール⁴⁾作季をみると第34表の通りで、サンパウロ州と異り8月頃まで寒く、かつ2~3月には雨がかなり多いなど主に気候条件により10月から11月に集中している。集中とはいえ日本の東北の如く5月下旬10日間程度に集中するのは異りかなり巾をもっている。当農業試験場のものについてみると—Sr. Norbelt—の成績による—赤米の発生の少い場所では収量的には9月20日前後の播種が好適といわれ、それ以前は灌漑水が得にくいので収量は低い。又赤米の多い場所ではその繁茂する状況により異り、その最も少い11月中、下旬が多収と結びつくとしている。その1例を示すと第35表の如くである。しかしこれら赤米の問題はたしかにサンパウロ州ことにパライバ流域において大きい問題であるが、これをなくしたときは本来の決定の仕方によつた方が有利である。

又登熟歩合が著しく低く稔実の悪い現在においては低温により多少の不稔が出てもそれほど気にはしていない状態である。したがって形成された幼穂の障害をうける17°C以下の温度が表われても日本の如く障害が大きく表われるか否かは疑問であり、ことに系統の違い、体内の窒素及び水分含量の低いと思われること、日射が強いことなどを考慮せねばならない。

気候条件からすれば幼穂形成期は12月終りから1月初めによいようであり、播種は11月ということになる。登熟について温度、日照(第10図参照)から考えて最もよいのは3月以后に相当せしめることである。幼穂形成期から出穂までを25日とすると当地では1ヶ月の作季の余猶がみられる。ただしこれは1作での好適条件を選んだ場合であり、他の作物と輪作するときはこの1ヶ月の余猶内で作季中は動かせる。ただ気候変動が現在大きいので単純に作季を出せないといわれるが、筆者の一年の経験ではそれほど問題でないと考える。

さて、作季を決定するに当り稲の基本的生育がどのように行われているかまず知らねばならない。これについて1965~66 Sr. Norbelt の行つた試験を紹介すると第36~38表の通りである。早く播種(直播)したものと開花まで多くの日数を要し平均85日位開花から完熟まで35日程度を要している。これを日照と温度の積算(毎日の温度を加えていく、ただしこの方法は日本においては多少修正され、生育に関与する温度ということで有効積算温度というやり方で行われている)を計算し、第39表から抽出すると次の如くなる。

早生群……発芽から開花まで1800°C又は350時間の日照

……日本で(東北地方)は1850°C

中生群……発芽から開花まで2200°C又は420時間の日照

……日本で(東北地方)は2000°C

晩生群……発芽から開花まで2500^hc又は460時間の日照

……日本で(東北地方)は2400^hc

開花まではほぼ一定温度あればいつ播種されようと同じ傾向がみられている。ただ品種数が少ないのでこれだけから積算温度を決定しようとは思われないが、今後詳細な研究をお願いしたいのでその例として示した。そしてこれから当地で利用している品種が感光性か、感温性かその特性をも明確にされたい。

一方開花から完熟までは前者の如き関係はみられないが、日本の東北地方では880^hc(2^hc×40日間)あれば登熟は十分とされている。当試験場の場合は35日間、800^hcで多少違いが大同小異とみたい。これには登熟期における土壌養分、根の活力などの生理問題穂の2次稃の多少の問題などが関連している。日本では一次稃の穂は30日、二次稃の穂は40日で稔るとしている。

以上の成績は一つの例にすぎないが極めて重要かつ興味あるものであり、生育を生理作用と直接関係する温度日照で表現すべきで、単なる生育した日数で表現する従来の方法は改良することが望ましい。これらを根拠にして作成した作季の例を示すと第23図の如くなる。

これらより①気候要因に対応してどのよう品種が反応しているか明確にする必要があるがこれが作季を決定せしめる要因となる。②灌漑水、赤米などの要因も重要であるが、ことに赤米はいずれは解決される問題である。

日本においては(東北地方)作季の決定法として第24図の如きものを利用しているが、参考までかかしておく。

(3) 品種と収量

先に11月に播種したものが赤米の発生も少く収量の高いことを農業試験場の試験を例にのべて来たが、第38表によると明らかに晩生が多収である。(早生群—3.42t、中生群—3.77t、晩生群—3.96t)この傾向は多くの国においてもしかりであり、それは粒重が大きいのでなく開花まで時間をかけて粒数をふやしていたことによるようである。しかし晩生種は病気に弱く、一般に系統間の差について栄養生理的にみると晩生はNに感応し易い—生育期間が長いだけに障害にそう遇し易いので、日本では早生種を用いて早植(低温下で移植)により生育期間を長びかせて晩生化する方向をとっている。これにより収量はかなり上昇している。晩生の早生化は収量の向上になつていない。つまり早生種に窒素多肥したり低温などにあわせると多収し易いがこれはあとで詳細にふれたい。バライバ河流域の鍾江農場においてかつて早生種を用いて畑苗を作り早植(8月に田植)してかなり収量を上げたときが、これは現在の日本の多くのやり方であり、低温に対して丈夫な苗を作ることにもなり、又低温により分けつが多くなる結果である。

当地方において最近早生種の利用が増加したといわれる。直播においてはそれにより生育が

安定となるが、収量は上りにくいためにサンパウロ州の米の面積当り収量が低下した一要因でないかとも考えられる。単なる早生種の利用だけでは収量の向上に役立たない。若し品種が窒素に感応して収量を上げるならば窒素多用技術と併行する必要がある。

3. 形態の形成

ここでいう形態とは発生学の問題をいうのではないことももちろんで、生産と関連する点に限定する。稲は発芽して以来ほぼ一定の法則のもとにその一生を送るものであるが、それを大きく2因子に分けると①質的②量的生育になる。前者は感温性などの如く栽培方法に関係少く進行する生育で、播種してから幾日で出穂するかなどの問題である。もちろん施肥法などにより多少は動くが、より天候などに支配されるのであり、光により形成されるフラワーゲンなどホルモンが関与するといわれる。後者はとくに生産に関与するもので、分けつ数、粒数など量的に表現される形質である。前者については前項において論じたのでここでは後者についてのべる。

(1) 収量の構成

まず収量の構成であるが、次の如く理解される。つまり3つの変数から成立している。このEをさらに2つに収量(重量)Y=面積当り穂数E×平均1穂稔実数G×粒重(1000粒重)W……①

分けることが出来る。つまり②の如くである。さらにTの内容をみると最高分けつ数(Tmax)よりTが小さいのが一般でありその率(有効歩合Ta)をかけると得られる。

$$\text{つまり } T = T_{\text{max}} \times T_a$$

$$\text{面積当り穂数 } E = m^2 \text{ 当り株数 } H \times \text{一株穂数 } T \dots\dots \text{②}$$

同様Gについてみると、それは一穂平均順花数Gfに登熟歩合GaをかけたものG=Gf×Gaであるが、精玄米Taponicaでは(SG106の塩水に沈む粳)となりうる粒数をいつている。さらにWについてみるにこれは玄米の大きさを表わすもので、品種内では大きくは変動しない。以上を総合すると次の如くなる。

$$Y = E \times G \times W = H \times T_{\text{max}} \times T_a \times G_f \times G_a \times W \dots\dots \text{③}$$

この中でH、つまりm²当りの株数は粳をどの位まくか(直播)、又は苗をいくら植えるか(移植の栽植密度)により決定される。そして栽培方法により他の変数も大きくかわるが、このいくつかの変数(要素という)をうまく増加することに増収の道があるのである。因みに生育時期と収量の構成の関連について松島氏が¹⁴⁾ 模式化したものがあるので示すと第25図の如くである。図においてハッチングしてあるのは収量を低下する部分である。これらの数字をより具体的にするため日本の東北地方の例を示すと次の如くである。

$$Y(\text{ha当り}) = 21 \text{株} \times 24 \text{本} \times 7.5\% \times 9.5 \text{粒} \times 70\% \times 2.2 \text{g} \times 10^5 \approx 5.55 \text{ ton 玄米/ha}$$

$$\underbrace{H \quad T_{\max} \quad T_a}_{\text{H}} \quad \underbrace{G_f \quad G_a}_{\text{G}} \quad W \quad \text{換算Factor}$$

$$380 \text{本/m}^2 \quad G=66.5 \text{粒}$$

このようにいくつかの因子に分けてみると非常に理解に便利であり、しかもどこに問題があるか一目瞭然である。日本においては農家自身が自分の水田のこの値を知っている。それではこれらの値がどのような経過で形成されるか次にみておきたいが、それに関連して第26図を提示しておこう。

(2) 分けつと穂数

一株の穂数の増減は主に栄養条件により支配されているが、一般には生殖生長が開始されてからは減少してくる。しかし早植などを行うと親穂が生殖生長し幼穂を形成しているのに分けつが増加してくることがある。つまり最高分けつ期は品種の早・中・晩生で大差ないが熱帯においてどうか。

この分けつが如何なる順序でなされているか、片山氏の理論（同伸葉理論という）でみると第27図の通りで第26図と対比するとよく理解されると思う。一般に1～4節までの分けつは休眠したり枯死したりで出にくい、保護苗代で育苗し養分があると発生する。そして大体4節から利用されていることが多く、東北地方（日本）では11節になると幼穂が形成されにくくなる。図において5P、51とは二次分けつであり51は5号分けつの第1節から出たもの、5Pはその前の葉身をもたない葉の根元から出た分けつである。5PPは5Pの葉身をもたない葉の根元から出ること以下同様である。

さてある分けつが生長しているときにそれに炭水化物（以下糖とする）を与えて育てる葉（活動している中心の葉ということで活動中心葉という）が大きく、かつ活力があり、しかも土壌から無機成分や水分を吸収する活力が大であると、それから養分をうける分けつは生長し立派な分けつとなるが、これらがバランスを失うと分けつは枯死したり又は退化するのである。これは苗代の条件により支配されるので、如何なる苗を使うか苗代様式が問題になる。これまでの例を示す。日本では保護苗代があるが、当地では不要と思われるので省略する。

畑苗代→当地においては温度が高いので日本の保護苗代とにているが、4～5節などの低位から分けつが生かされる。そのため本田では養分吸収力が大であり、養分が多いと分けつ過剰となることがある。分けつに応じて多くの根を出すので根ばりはよい。
水苗代→日本では前者ほどに施肥しなく土壌が還元であるので、太い根であるが発根数は少ない。

分けつが少く7~9などの高節位が利用されていることが多い。又植いたみし易くそれにより枯死する分けつが多くなる。

直 播→苗代の如く、施肥養分が多くなく又保護していないので分けつは休眠することが多い。又土壌は酸化的で養分が少ないので分けつ数も少く高節位が利用されている。このため登熟が乱れる。

このように土壌中の養分濃度、土壌の物理性、苗の栄養条件などによりどの節位が生かされるか決定されるとみてよい。しかも1本の分けつで葉が3枚以上(4枚以上は全部有効)出なければ完全な分けつ、つまり穂にならない。母本に幼穂が形成され出すと集中的にそこに養分が移行するため、その時に3枚以上の葉がない分けつは自分で自立出来ず次第に枯死していくことになる。当地の農業試験場では水苗代後期の窒素が少く、ために分けつはかなりおくれ出ています。もちろん活着もわるい。

このように養分条件により分けつの多少が支配されるので、 m^2 当りに多く植えられるときは当然養分の競争を起して不足してくる。密植すれば一株当りの穂数はそれほど増加しないこととなるが、逆にこの関係を利用すれば分けつを抑制することも出来る。これらの関係より栽植密度が決定される。これまでの日本での経験では多くの穂(m^2 当り700本)をつけうるが、土壌養分が続かないと今度は穂につく穂の数が少くなり、結局日本では m^2 当り450本位の穂をとるのがよいとされている。したがって m^2 当り22株うえるとなると一株で20本まで穂にさせないこと m^2 当り450本にならない。1株に3本植えると(3本以上では内に入つたものが分けつにくい)1本で6~7本の有効分けつとなる必要がある。有効歩歩を80%とすると $20 \times \frac{100}{80} \times \frac{1}{3}$ 本 $\cong 8.3$ 本つまり8本以上分けつさせておくこと(1株で24本以上)が大切となる。もつともこれにはかなりの養分が必要である。当地の稲においては草丈が日本より非常に高いので面積当り幾本の穂数を確保したらよいか究明すべきである。

(3) 着粒数

まず穂の発育過程からみると理解し易いのでそれについてのべよう、穂が各発育段階を経過するには約30日を要するが、その内容を実用的に記すと第40表の通り¹⁴⁾である。ここで葉令指数を用いているのは地方により(日本で東北地方15枚、西南日本16枚、北海道13枚など)出葉枚数が異なるからである。当サンパウロの如く全部で16枚出るとすれば15枚目は94となる。

さて籾となる顕花の数であるが、それに対して日照などの影響の著しいのは減数分裂期である。(出穂前23日頃)、しかも体内成分(ことにN%)濃度も大きく関与し、幼穂形成期の葉身のN%と一穂顕花数とはほとんど比例しており、日本の品種の場合は少くとも2.5%以上ないと100粒以上つけられない様である。このためワラ中には2%以上含まれるように施肥で努力している。しかもこの顕花数と稈基の太さとは比例しているようであり、いかにして、

これを太くするか（密植，密播すると細くなる）技術上の問題点である。糖が少しか，土壌が還元になると起り易い。長粒種の籾の稈がかなり太いのは品種的にあるいは穎花数の多いことに関連しているかも知れない。この両者の関連は導管数が連絡していることによること云うまでもない。

以上より早く分けつを確保した方がよく，少くとも穂首分化期（15枚の葉を出す地方では10枚目）までに太い分けつを作ることが大切となる。さらに積極的に多くするには追肥の手段などあるが，出来れば目標の粒数をつけるようにしたい。最近日本では丈夫な苗を作り早く植えることによりかなり収量が上つて来ている。

この点当地においては必ずしもそうなっていないのは品種の性格として着粒数の多いためであろう。

(4) 登熟歩合

第26図にも示してあるように直接登熟歩合に関連するのは穎花分化期から出穂後35日頃までである。もつとも影響しているのは出穂前8日頃と出穂後16日頃とされる。この内容としては糖が穂に移行することに関連するので，葉ごとに止葉のN%も当然高い方がよくなる。このことは着穎花数にもよるが，日射が多く糖を集積し登熟歩合を高める。

一般に出穂後籾中に蓄積される糖の量の1/3は出穂前に稈及び葉鞘に集積した部分から移行したものであるが，出穂期のN含量がその後の同化能力を支配し少くとも止葉で2%以上あるようにしたいものである。前述の如く当地の籾の登熟は著しくわるく，登熟歩合が低くかつ青米，不完全粒が多いが，これは品種の本来の性格であるが後期に養分の少いことに大いに関連するかもしれない。

なおここで気象との関係で一言いいたいのは穂孕期に集積した糖は穂にはこぼれて粒を肥大させるが，その後は体内の窒素濃度が一般には低い状態になり易い（1.5%を切ると葉の光合成能力はかなり低い）ので出穂後の糖の合成能力は低下し易い。つまり穂の中の糖は穂が出てからだけでなく穂孕期にかなり（30%程度）依存している。したがってこの時期に天気が悪いと収量は思ったほど上らないことがある。これがサンパウロ州でも指摘している点である。しかし後期における追肥によりこの点は多分に解消されうるのであり，日本では日照が穂孕期以後半分になつても10ton（玄米）/haもとつた例がある。日照だけに責任は負わせたくない。

(5) 形態上の機能の分化

前項の如く収量構成上の問題でないが，ここでは形態上機能が分れていること，収量構成に対して各部位がどのように働きを分担しているかを明らかにしておきたい。まず葉であるが，第27図の如く15枚出の場合では止葉から下に数えて第1,2葉（15, 14, 13葉）は幼穂形成期（一般に12.5葉のときこの時期になる）以後に出る葉である。その出葉間かくは

10日間であるが、この3枚は直接登熟に関係して靱に糖を移行させる。ところが12葉以下11.10.9葉はその任務の一部を受けもつが（出穂前に蓄積した糖が穂に移行するので）、それよりは莖の形成に役立つ。それ以下の葉は根に糖を送る役目を主に受けもっている。これはあくまで主要任務である。したがって登熟期に生葉の多いことは（3枚以上）根の健全な証拠となる。

この葉の形成過程と糖の移行先をみると現在完全に展開したばかりの葉はもつとも活動能力のあるものであり、それ以前の葉は老化が初りつゝあるし、それ以後の葉は未展開で栄養をとって生長している段階のものである。この能力の高い葉を活動中心葉とすることは前述した。この活動中心葉から現在分化している部分に糖が送りこまれる。この関係から大体3葉前の条件が現在の姿に表われていることになるので、稲の姿、形成過程をみると、どの時期にどのようなことがあつたか推定しうることになる。たとえば止葉とその下の葉を比べ前者が大きいと後期にまで窒素が多く、与えられている条件であり比較的不稔が多く登熟がわるい。条件となり易い。后者が大きいと登熟がよいが、止葉、その下の葉も小さいと肥切れが起りつつあるとみてよい。ただし品種によつても異なるので、多くの例から体得せねばならない不便さはある。

なお土に養分を与えたとき葉色に表われるには3~4日を要し、それが形態に表われるには2週間以上を要するのであり、3週間で大体明確に形態上に差が認められる。

次に根の形態との関係であるが、養分吸収は根の先端10~15mmのところで行われており、それより基部つまり古い部分では水分吸収が主に行われる。したがって分けつの旺盛な8葉位までは短かい根が数多くあり養分吸収が多いが、幼穂が形成されると根は莖の伸長と同じく下に向つて伸長し、水分吸収がより旺盛となると理解されている。

(6) サンパウロにおいてみられる結果

この形態上の推移の把握は形態学的にも又生産上からも大切なことであり、当地においても是非明かくして頂きたい点であるが、それに関連したサンパウロにおける結果は至つて少い。それでコチア産組で調査した結果があるのでそれを示すと第41表の通りである。これは品種の形態上の特性を把握するために行つたものであるが、各品種を0.6mの条まきとし、畦4連別として無灌漑（日本でいう陸稲式）により直播で試験している。この表にみる通り分けつは著しく少く、草丈高く、着穂数は多いが、歩合の高いことがみられる。晩生種はことに分けつの多いことよりワラ重が高くなつてはいるが、穂数が早生種より少く収量も高くない。そして無

播種日	①早生種 1965年11月8日	②晩生種 11月23日
発芽日	11月15日~14日	12月 1日
出穂日	1月24日	2月28日~3月7日

灌漑栽培の特徴として第42表の如くモミ/ワラ比が早生で60~80%で高いが、晩生は20%程度で低い。ことに歩合が45%に及んでいない。これらは前記した事項と全く同一の

傾向である。

品種別に穀千粒重について調査した結果によると第43表の通りでかなり大きい、台湾稲の約28g前後に対し長粒種は32gで高い。それでこれを利用して逆算により収量構成要素を算出すると1m² 当り1.2万粒よりついておらないことになる。又m² 当り種数は180本程度であるので一穂に70粒位よりついていない。つまり農業試験場の移植の例でも次の式の如く4ton(穀)/haよりとれていない。これよりみても無駄な粒を多くつけておりかつ穂数が著しく少ないことが明らかとなる。つまり技術上の問題点がここから出てくるわけである。

$$32 \text{ (g/1000粒)} \times 70 \text{ (粒/一穂)} \times 180 \text{ (本/m}^2\text{)} \approx 4 \text{ ton/ha}$$

4. 栄養生理

稲の形態の形成の推移についてのべて来たが、それに関連した基本問題として栄養生理がある。葉における光合成による糖、根から吸収される水、無機成分によつて色々の形態を作つていくのであるが、その仕組みはどうなつているのかそれを取扱うのが栄養生理である、形態は栄養生理反応の結果ということが出来るし、作物又動物の基本的代謝はこの生化学反応以外にないとしても過言でない。まず形態とそれを組立てる成分との関係を見てみよう。

(1) 形態と各種の成分

第28図に示したように非常に明瞭な関係がある。分けつ期においては、例えば一株で20本分けつしたとすると5葉から9葉の間一葉1枚出るのに5~7日位であるから25日間一に約40~50枚の葉が出る計算になる。25日間に急速に出る莖が伸長していないので葉だけが目につく、伸長期では莖がのびているので葉は目につかない。とにかく、分けつ期は葉、伸長期は莖、登熟期は穀が目につくというわけである。

この部分を作る有機成分は葉では蛋白質が多く、莖は大部分セルロース(Celulose)、ヘミセルロース(Hemicellulose)、リグニン(Lignin)から出来ており、穀にはもちろん澱粉(Starch)が入っている。それでこれら有機成分の生成される速度をみると図の下の通りで明瞭に対応している。しかも体内の無機成分濃度との関連をみると図の最下に示した通りこれもほぼ明瞭な対応がみられるのである。

これは非常に興味ある事実であり、又実際上も有用な関連である。葉には蛋白質が多く含まれているが、これは窒素と硫黄の力に依存しているということであり磷酸は糖と一緒にやつて米に関与する、つまり窒素(N)と硫黄(S)、それに磷酸(P)を多用すると蛋白質が多くなり葉が形成され易い。一方の形成される時期には加里(K)の吸収が多い方がよい。それが関連して上記の如き関連が出て来ている。穀のときは水分にとけて来た糖が穀や葉の中で水分を蒸散させて澱粉に変化するが、その水中にとけていたマンガン(Mn)、珪酸(Si)、石灰(Ca)などがそこに累積するようになる。これが濃度が大きくなる一つの理由でもある。それでこれらが濃度の低いときは水分の蒸散も少ないことであり、よい登熟がみられないわけで

ある。もちろんマンガン、石灰などには夫々に生理的意義はあるがそれはあとでふれる。

(2) 代謝方向の調整

これら有機成分と無機成分との関連は上述の事実でわかつたが、それではどの様な経過で作られるのか、代謝の面からみてみたい。基本的にこの反応について理解すれば施肥栽培管理など生産を有利に展開することが出来る。しかもこの代謝は生物一般のことでもあるので、どんな作物にも適応出来るのである。それでもう一度生育過程をふりかえりたい。

まず代謝経過の概要を第29図に示した。これは極めて大凡のものであるが、光合成により生成された糖は①の経路を通りピルビン酸 (Pyruvic 酸) を経て、④の有機酸廻路に入りここで酸素 (O_2) により燃焼させられ CO_2 とエネルギーを放出する。このとき④の有機酸廻路の一部の有機酸はアンモニア (NH_4) が結合するとアミノ酸が形成し、それがピタミンCやグルタチオンの作用で蛋白質を作るのである。グルタチオンには硫酸 (S) が入っているが、これもアミノ酸から作られる。つまり蛋白質を多く生成させるには糖を消費して①④の経路を通りP、N、Sが多く吸収させた方が有利なことが知られる。

一方土壌が酸化的であつたり又は中性になると代謝が②③の方向に向う傾向をもつ、そのときは多くの代謝産物を作るがセルロース、リグニンをも多く形成する、それでこれらの方向に流れされる条件をまとめてみると経験的には次のように考えられる。

①←硫酸酸性、水分の多いこと (還元を伴い易い) や、低温 ($15 \sim 20^\circ C$)

②〜③←中性や、高温 ($23 \sim 25^\circ C$) 水分のやゝ少ない条件 (酸化を伴い易い)

しかし稲は遺伝的に莢を作り 籾をばし、糖を形成する能力をもっているし、これを変化させることは仲々むづかしい、それでこの遺伝的事実を前提としてその時期々々にその稲の能力を助けあるいは矯正してやるのが代謝の調整というわけである。を形成しているときに糖を集積させる条件を与えても 食べられないから役に立たない。籾が出来てそこに澱粉が入れない限り生産上ナンセンスである。一方糖を作るべきときに土壌を酸性としかつ窒素を非常に多く入れてやつたらどうなるか、明らかに登熟がわるく、穂が莢に変わることもある。

このように日本においては代謝を中心として肥料の種類が考えられていると同時に代謝と生産が直接結びつけられて生育自体を調整しようと考えられている。その結果ケミカル・コントロールという大きい研究分野まで開発され種々の薬品が出ている。1例を上げると前にも上げたグルタチオンを葉にかけて黄化を防ぐ方法、核酸を添加して出穂を早める方法、又除草剤もその一つであり、その他種々の方法が開発されている。

(3) 無機成分の役割

稲の生理と生産に関連したものをのべると次の如くなる。ただし一般的なものは省略する。

Ca……移動性 (体内で) がわるいので不足すると上葉から欠乏が出る。こうなると登熟がわるい。又根の伸長もよくない。

Mg……これも移動性わるい。欠乏すると葉の葉脈の間が黄化し特有の徴候を出す、穂の大きくなるときに必要な成分でこれが不足すると穂が小さく登熟がわるい。水分が少いと不足し易いことKと比べている。

Fe……体内代謝（酸化還元）の中心をなすものである。
稲は鉄が代謝中心で麦は銅が中心となつている。無灌溉栽培し有機物が少いと入りにくい。これが初期に不足すると開花がおくれ生産が不安定となる。砂地（花崗岩）に少い。

Mn……これが登熟期に多いと登熟がよくなつている。これもFeとバランスをとつて体内代謝を調整している。泥炭地、砂地には少い。

Si……稲科の作物は珪酸作物といわれるようにとくに珪酸をよく吸収する。又吸収した方が生理状態がよく登熟がよく病気にもかかりにくい、モミには非常に多く含まれている。

これらの成分と温度との関係をみると加里（K）は温度が高いと非常によく吸収されるが、土壌が還元になると吸収されにくい。磷酸（P）は温度が低いと吸収されるが、体内でよく廻転して利用されているので、生育のスタートによく吸収されているとその後それほど多く必要としない成分である。

ただし当地では土壌中に少いこと、土壌が酸性であることで施肥として多く必要としている。珪酸（Si）は温度が高いとより多く必要とするようである。それが当地の土壌には酸性で花崗岩質土壌が多い関係でかなり少いとみられる。

(4) 養分吸収と収量

以上のことから中心となつて稲が作られるが、これから知られる如く、稲は無機成分を吸収して生活するAutotrophicな代謝を行つている。この無機成分の中でとくに窒素の吸収が形態や収量構成要素を大きく決定してくる。それで収量と養分吸収との関係を次にみておきたい。

日本の収量の高い稲においては第30図の如く面積当りN吸収量と収量とは比例している。この図の中にはほぼ一定濃度一種保存の法則から他の部分が少くとも靱に養分を移動させる傾向がある。一のNが入つているので、もしワラ出来がモミ収量と比例すれば日本の如くN吸収量は比例することになる。しかしワラ生産は温度や品種によりかなり大きく変化していることは注意を要する。この点より靱収量を高くするにはワラ生産に利用されるN量を少なくすること、さらにより収量を上げるには全体としてN吸収量を積極的に多くすることが大切な手段となる、この点はモミ/ワラ比の小さいブラジルにおいてより強調したいのである。

このように葉において生成された糖が全体として（全乾物生産量）同一であつても、それが何に利用されたかにより靱生産つまり収量が大巾に違つてくる。ワラのみ作つてはナンセンスであ

り、ここに施肥技術の焦点がある。出来ればワラは最小限にして粗生産にまわしたいのであるが、その関係を第31図にみてみよう。図の①はいわゆる秋落型の生育を示す稲の窒素の吸収で、出穂以後は吸収していないどころかむしろ全体として含量が低下している。③は低温地帯の稲で、スタートがおくれ伸長期以後に多く吸収している。この場合はスタートのおくれが収量構成要素を不足にして生産は上らない。不完全米未成熟米が多い、②は高位収量の稲の吸収パターンであり、スタートもよい代り収穫までNの吸収がよく、この点注目すべきところである。しかも次のことが同時に知られている。

①型→分けつ期の養分の土壌からの供給が大、高温下、花崗岩質、砂質土壌にこの型が多い。そして無効分けつが多く浅耕土、硫酸性肥料を用いた場合にもみうけられる型である。

③型→分けつ期に土壌、施肥より養分供給の少いときに表われる。又除草剤PCPなどを用いてもこの姿になり易い。アルカリ性肥料、追肥重点施肥でもなる。

もし②型が我々の望む稲の姿だとすればそれに如何にして接近させるか技術の焦点となる。ここでは窒素のみについてのべたがリン酸・加里についてもほぼ同様のことがいえる。第32図33図と対比すると以上のことがよく知られると思う。ブラジルにおいては温度が高いのと品種の性格上ワラ出来がよいことはみのがしてならない事実である。

なおここで附記しておきたいのはサンパウロでは温度高く、砂質土壌が多いことより①の型になり易いとみられるが、熱帯土壌の特長としてリン酸吸収力が大であること、施肥量の少いことより案外③の型もとるといふ力もかかっている様である。それでこの①と③の力をうまく利用すれば比較的容易に②に接近させうるのではないかと考えられるのである。

(5) 窒素の乾物生産

一畝窒素は1kgでどの位の乾物生産（一畝稲だけにしぼることにする）をすることが出来るか、これについて一般の乾物生産能率（N1kgで生産する乾物一玄米一量）をみると最高90近くまで成績がある。一般にはこの値まで伸々いれないが、日本の多収稲では75位までいつている。したがって第33図の吸収N1kg当り玄米生産kg（これを玄米生産能率とした、あとでも出てくる）が60では高い方である。しかし日本においても九州などの温かい地方は30であり低い。ブラジルは20位の低さであり、その意味はワラ生産に重点が入っていたことを意味している。施用窒素があまりにも有効に使われていないことに気づくのである。

さてブラジルに米で土壌養分が少いと思われるのによく作物が繁茂しているのに気づいたがこれについて温帯とはかなり違うので注意すると多くの人から云われた。ことに土壌の養分供給力大きいという。しかし作物は無機成分だけでは生育が大きくなるので、窒素の供給が大きいのか、吸収した窒素の利用がよいかと考えられねばならない。前者についてはすでにのべたが、土壌養分はそれほど長つきはしないことが知られている。そうすると結局体内に吸収

されてから回転されてよく利用されることが大きいのではないと思われたのである。大凡ではあるが次の計算を試みた。

① 日本の東北地方の多収稈の稲一収量玄米 8~10 ton

モミ/ワラ比はほぼ 1:1 で乾物生産全量は 15~20 ton/ha, 全N吸収量 150 ton であるので、前者を後者で割るとNの能率は 100~133 となる。

② 日本の東北地方の一般の稲一収量玄米 6 ton

ワラ 6 ton, モミ 6 ton 計 12 ton, N吸収量は 9~10 ton 程度, したがって能率は 133~120

③ 日本の西南地方の稲一収量玄米 5 ton

玄米 5 ton + ワラ 7.5 ton = 12.5 ton N吸収量 100~120 kg 程度
能率は 100~120

④ ブラジルの場合

資料が少ないので Sr. Gargantini¹⁰⁾ のものを用いた。乾物生産量 1.2 ton (モミ 3.2 kg, ワラ 7.1 kg, その比 0.45) N吸収量 8.2 kg したがって能率 170
このように回転利用のよいことが知られるが、しかしくらくともワラのみ作つて(吸収される時期が結局問題である)は生産と無関係といわざるを得ない。因みに P₂O₅ についても計算するとサンパウロの場合は非常に高く、これは日本の無燐酸栽培とほぼ同じ位の値を示している。

(6) サンパウロ州における稲(陸栽培)の養分吸収経過例

サンパウロ州において養分吸収経過について調査した事例は至つて少ないが、

Sr. Gargantini の行つたものの中の一つを示す。¹⁰⁾ 試験条件としては

ミツチエルリツヒポイントによる試験で土壌 6 kg を充填し、これに硫安 10 kg 過石 20 g 塩加 5 g 硫酸石灰 4.6 g 硫酸苦土 4.6 g (硫酸鉄, 同マンガン, 同亜鉛を夫々 460 mg 加える。品種はドーラド アグーリア, 播種は 12月21日(1961), 初め 25粒まき, 後 12粒に間びく, 1月31日に硫安 10 g, 2月22日に硫安 10 g, 過石 3 g を追肥

生育経過は第 34 図に示したが、その値からモミ/ワラ比をとると次の如くである。

$$\text{モミ/ワラ比} = 3.99 \text{ g} / 8.82 \text{ g} = 0.45$$

又非常に無理であるが、ha 当りに換算するとモミ生産 3.2 ton, ワラ生産約 7.1 ton

このときの養分吸収をみると第 35 図の如くである。この図をみると明らかに第 31 図の(1)の秋落型に属するものであり後半には養分吸収がない。石灰の吸収もそれほどのびていないことが認められる。これらは大きい性格というる。

5. 土壌の生産力

土壌の性格として花崗岩系の砂質土壌が多く塩基を置換吸着する性質(C.E.C)は小さく

しかも永年の耕作により塩基の少い酸性の強い土壌となつている。加えて土壌有機物は高温下にあることと有機物の焼却によりかなり消耗しているなどをのべた。

かかる土壌を一度開墾すると新しい平衡状態になるため、それにあつた様に平衡系が移動変化する。そして一般には有機物が消耗するのであるが、無機物は風化をうけかつエロージョンにより新鮮な面が出れば少い養分ではあるが供給される。そして次のより低位の平衡状態に移るのである。この繰返しが永年続けられ、かなり瘠弱な土壌に変つて来ていることものべた。

しかし一方これらの少い養分を利用して温度の高いという条件で吸収養分を回転利用してかなりの収量を上げて来ている。これが又ブラジルの特徴と一部の人がみている。(山本喜与志: *Bras il* の土壌学講座)。それではどの位の養分供給力をもっているかみておきたい。稲作に主に使つている土壌としては砂土、植土、泥炭及び泥炭質土壌の3種が多いと思うのでそれらについてみる。(主に沖積地を対象とした。他の土壌はこの3者のいずれかから推定する)。

(1) 土壌窒素

土壌を乾季に十分乾かした後、次に灌水してやると微生物の量と種類が変化すると同時に有機物の形態も変化する、2~3週間てかなり多くの窒素を放出するに至る。このとき窒素のみでなく磷、鉄なども多少は出る。このことを土壌を乾燥させた効果といひ①乾土効果と名づけている。ここで分解され易い有機物は比較的とけ易い(Ca, Mgなどと結合したもの)ものである。さらに温度が3°Cから4°Cに上がると又別の形態の有機物が分解してくる。これを②温度上昇効果といつているが、それはFeやAlと結合したものが多いいられる。肥料など塩類を多く入れても分解し易くなるがこれを③塩類効果といつている。

さてブラジルにおいて稲を作るときの操作をみると①の乾土効果がかかなり出ているし、それが肥沃度といわれているようである。この窒素の出る時期は水をはつてから約1ヶ月とみてよいが、粘土が多いと多く出るし土壌に保持されて1ヶ月以上も肥効は続く、砂土では出る量も少く1ヶ月は続かない。この出る時期が水をはつてから1ヶ月ということが極めて大切で、ここで肥料を多くやつてあると(土壌からのもの)+(肥料からのもの)が加つてわら出来をよくする危険性がある。くれぐれ注意すべきである。日本の例を第36図に参考にかかげた。ブラジルの場合は土壌窒素がもつとピークをなして出てくると推定している。その放出量であるが、泥炭地では多く20~30mg/100g土壌(Nmg/100g土壌は1ha当りN10kgにほぼ相当する)も出す(日本の場合)がここでは泥炭の質からこのように多くは出まい。一般には100kg位出るであろうか。一この種の調査を現在カンピーナスで行おうとしているが、是非研究として推めてほしい—砂土では30~40kg、植土では50~70kgは出ると推定している。この放出窒素は全量利用されるとは限らないが、これでどの位の穀を生産しうるか、N1kgで前述の如く玄米20kg(粃で30kg)とすると無肥料でも次の値になる(粃量で示す)

泥炭地 — $100\text{ kg} \times 30 = 3,000\text{ kg}$

粘土質土壌 — $50 \sim 60\text{ kg} \times 30 = 1,500 \sim 1,800\text{ kg}$

砂土 — $30 \sim 40\text{ kg} \times 30 = 900 \sim 1,200\text{ kg}$

この値はサンパウロ州の各地で無肥料で作っている初年月の値に近い、日本では玄米生産能率がもつとよいので同じ窒素量（無肥料）で倍近くの米をとつている。

ここで考えるべき2つの問題点がある。その1つはこの窒素を毎年出していると土壌から急速に窒素の出方が少くなること、つまり消耗してくるのである。砂土では2～3年で生産がたおちしてしうのである。その2つ目は、サンパウロ州の如き熱帯の土壌は温帯に比し養分供給力があるといわれるが、この位の収量では問題にならない。

先にものべた如く面積でとるならいざ知らず単位面積当りで見るとすればやはり地力は低いとしかみられない。

このようなことから考えるとサンパウロ州においては施肥が少いとなればどうしてもこの土壌の肥沃度（養分ことにNの供給力としておく）を上げる方向にもつていかなければならないが、他方農家としては土壌を乾燥させて水をはつたら放出される窒素をにがさないようにし、その養分で収量を出来るだけ上げるようにしたい。泥炭地などでは水はけが悪いとこの窒素が出にくいのですべからず地下水位を低下させる。もちろんそのとき同時に起る地盤沈下対策は考えねばならない。

(2) 酸度と土壌磷酸

サンパウロの如き熱帯においては磷酸の固定力が著しく高まっていると前述し、それは熱帯土壌の特徴であるが、その磷酸の土壌中の行動はどうか。

土壌中の磷酸はAl, Fe, 有機物, 粘土などと主に結合している（土壌が酸性なので石灰との結合部分は少ないと思う）が、Feと結合したものは土壌が還元になつて放出される。

それでAlと結合したのも多いと思うが、これは前者より比較的溶解しにくい。しかし土壌に水をはつて還元になるとAl⁺⁺⁺は沈澱してAl(OH)₃となり不活性となる。この点からも灌漑（湛水）する稲作では磷酸肥料経済上有利となる。Al⁺⁺⁺はPH 4.5以上で不活性となつてくる。

しかも有機物が多いとAl⁺³は有機物と結合し易いのでAl⁺³はのぞかれる筈である。これからもサンパウロ州の土壌としては塩基を入れてPHを少くとも5.5附近までもつてくること、有機物を投入すること、ことに磷酸は有機物と混合して施用することが大切な技術となると思つている。

この放出された磷酸は作物にももちろん吸収されるが、磷酸と結合する成分（Fe, Al, 粘土）が多いので磷酸吸収力は多少高いとみている（800～1,200位でないかこれも測定されることを望む）。そうすると磷酸を水溶性の形で多投することは固定を促進することにもな

り好ましいこととでなくなる、日本ではかかる土壌では出来るだけクエン酸可溶の磷を用いるようにし、しかもほとんど磷酸をやらなくてもよい位に磷酸が土壌中に多い—長年の施用による—のである。それで考えるべきなのは土壌酸度を放置して磷酸の多投により生産を上げるのがよいのか、土壌酸度を中和して磷酸を出来るだけ少くして生産を上げるのがよいのかである。筆者は前者をとりたい。

(3) 加里

花崗岩質土壌には比較的加里が多い、それは造岩鉱物中の長石、雲母から供給されるからであるが、このためとさらに灌漑水の中には加里がかなりとけているのが一般である。かかることから考えると加里はそれほど不足しないとみるべきであるが、所々の稲にゴマハガレの如き病斑がみられるのはどういふことか、土壌からかなり流亡して了つてゐることとさらに収量の高いほど多く吸収するのでそのときは天然に供給される量では間にあわなくなり不足するとみられるのである。ことに灌漑水を用いないときはこの傾向がある。

(4) 珪酸

ブラジルの稲はほとんどがイモチ病にかかされているといわれる。その程度が問題であるがいずれにしても土壌からみてイモチ病にかかれ易い—ことに無灌漑栽培でしかり—とみている。それは温度が高いのでNを多く稲が吸収し時間をかけて吸収するCa, Mg, Siが稲体に少いためであり、さらに土壌中にこれらが少いので—層その傾向が助長されているとみたらからである。昔より稲体内のN/Siの比でイモチ病の発生が考えられていた位である。ことに珪酸は稲科の作物がとくに多く吸収する成分である。

この珪酸はPHが5以下では不活性のゲルとなつて吸収されにくくなるのであり、土壌からの供給の少いのと相まつて活性化したものが低いPHにより不活性となり、いやが上にも供給を少くしている。日本においては現在は珪酸施用が常識化している。これは単にイモチ対策のみでなくこれを多用するとNを多施用しうるし、N多施用して表われる害も少いためである。

泥炭土土壌にはことに無機成分が少いが、とくにK, Si, Mnが少い。このため泥炭土壌はことにイモチが出易いとされ、珪酸肥料は多く施用するよう日本では指導されている。珪カルは石灰による土壌中和も併行して行われて有利である。

(5) 土壌の性格と生育

土壌の性格を本項の初めに述べたが、その性格からどのような稲生育の姿が想定されるか、塩基吸着力は小さいので施用したカチオン (NH_4^+ , K^+ など) は水中に溶解して存在し、そのため根に吸収され易いとともに漏水があると流亡してしまう。したがつて肥効が永続きしないので一度に多量の施肥は出来ない土壌である。又漏水の少いときは根から吸収されて急速に稲が大きくなり、その後肥効が続かないため秋落的姿になる。有効歩合、登熟歩合の低いのも一部はその理由によると思つてゐる。

ところでサンパウロ州の土壤の粘土鉱物は大部分カオリンであるが、この粘土の特徴をみるとこれは NH_4^+ や K^+ の吸着が少く、 Ca^{+2} 、 Na^+ の吸着には好都合である、一方モンモリロナイトという粘土(カンボスドジョルドンに一部みられる)では逆に NH_4^+ 、 K^+ の吸着がよく Ca^{+2} 、 Na^+ の吸着は少いという性格をもっている。これは吸着する結晶の吸着基の性質によるのであるが、有機物の吸着力をPH5とPH7で比較すると前者が1/2になる。これは $-\text{Co}\bar{\text{O}}$ の吸着基による。したがって有機物で置換容量を高めたところで安心していられないということになる。

以上の性格をよく考えて施肥及び栽培をしないと合理的稲作は出来ない。又土壤を選ぶにもこのことは十分考慮しないと百年の不作となる。

次に漏水についてみよう。砂質土壤が多いのと乾季によく乾燥させているので漏水は多いとみられる。これにより養分が流亡し易いわけであるが、土壤の透水がよいと比較的玄米の生産能率が高い傾向がある。日本の例を第37図に示した収量の低い段階ではとにかく漏水を少くして施肥法で合理化をはかるべきである。磷酸についても同様で、磷酸吸収力1,000位が日本では高い生産能率を示していた。しかし客土によらざる限りこのような性格に土壤改良するのが困難であるので施肥法でコントロールしなければなるまい。筆者は日本において一体好適な土壤条件というものがあるのか、あるとすれば如何なる性質のものか、究明し第44表を得ている。もちろんこの値は日本の環境での値であり、そのままブラジルにあてはまるとは思わないし、このような性格でなければ多収しないということでもない。何か他の要因で代替出来ていけばよい。それでブラジルにおいてはそれを施肥でカバーするか品種で補正するのか、さしあたる生産力向上のせめ方と思っているが、熱帯土壤の特徴としての磷酸吸収力の大きなることは生産上あなから悪い性質ではあるまい。

(6) 土壤養分と耕深

土壤養分保持力(C, E, C)は当地の土壤は12 me, 前後で小さい。そのため多量に施肥すると一度に吸着する能力がないので、かなりの部分が水にとけたまゝ、あるいは流亡し、あるいはすぐ吸収されて生育のバランスをくずし易いことを説明した。ところが稲の一生における養分吸収量は収量に応じてほぼ決まるので、その全量を土壤に含ませるとすれば①追肥の回数を多くするか、②耕深をふかくして全量をもたせるかである。前者が手間がかかるとすれば後者に依存せねばならない。かかる関係から日本の稲の多収穫田においては20 me × 18 cm以上の値をもつて10 t on(玄米)/haを生産するといわれて来たのである。この値は表土の比重を1.0とすると10 cmで10万kgとなる。C, E, C, meに換算すると2万ℓとなる。耕深18 cmとして1.8倍すると約4万ℓである。この考え方からすると当地の土壤においてもC, E, C, が小さいのであるから収量を上げ、手間をはぶくにはどうしても耕深をふかくしたいのである。

ところが、耕耘は肥料を吸着させるということを前提としていることは見逃がせない。それも全生育期間に吸収させる量である。施肥のないときはむしろ耕深を大きくするとともに少い養分だから益々少くなり、作物が出来なくなる。開拓地で大型機械を入れて反転耕でもしよものなら、その年から出来なくなる。ブラジルにおいて焼畑して後木の先で穴（プランタ）をあけそこに種子籾をおとして稲を栽培するのはまことによい方法である。これをもつて技術がおくれているとは云えない。問題はそのような方法でないで農業の出来ない状態にあることを知るべきであろう。したがって施肥量の少いときは養分の多い表層10Cm位を出来るだけうごかさないように耕耘すべきであろう。

かかる点から考え深耕は施肥や土壌改良剤とともに行うべきで、それなくして単独の深耕はあり得ないのである。ブラジルが施肥農業に変化するときはどうしても他国あるいはC.E.Cの高い土壌より深く耕すか、肥料形態を変えなければならなくなる。施肥の少ない現在“機械化耕耘は土地をやせらず”ということを開くのもこれに由米する。

6. 施肥法

これまでのべて来た事項は、稲作の基本問題であるが、施肥は肥料がなければ考えられない。そのため、ブラジルでは施肥法の開発が少いとみたのである。ことに品種はやつた肥料に感応して収量の上るものでなければならぬが、このものはそれが少いようである。この施肥法の目的はいうまでもなく多く収穫上げようとするとき土壌養分では間にあわないので施用するのであり、土壌養分をぬきにして考えられない。さらにどのような姿の稲を作つた方が生産上有利なのか、形態の出来方をはなれても存在しない。したがって単独で施肥法だけとりあげるのは遠まわりなやり方である。

(1) 養分の生産的意義

栄養生理的にみた意義については先に示したが、生産的立場からみておきたい。Nは分けつ期に吸収させるのが有利であるが、それは分けつを多くし穂数を多くするためである。そして伸長期以後もかなり吸収されているし吸収されねばならない。Kは伸長期以後に重点がある。Pは分けつ期までに多く吸収されるとあとは回転により少量の吸収で間にあう。Sは蛋白代謝に関連し分けつ期の意義が大きい、伸長期以後の施用はそれほどプラスとなつていない。C β はSと対照的に分けつ期に多く施用すると分けつをむしろ抑制し、登熟はよくする。葉や莖（馬鈴薯）をとる作物はS、実をとるにはC β と従来いわれている通りである。Siは体内の蒸散流に従い伸長期以後の吸収が多く、葉の表皮下にクチクラ-Si₂重層を形成して物理的に病害虫に対する抵抗性を大にしているが、生理的には水分保持に役立つ。そのためSiが少いと異常蒸散が行われ代謝が変化し易い。

その他の成分については前述してあるが、これら成分の生育時期別意義をみると、分けつ期にはN、P、Sが多いと分けつが多くなるが、これから硫酸(N、S)過石(S、P)が分けつ

期によいことが知られる。伸長期にはK, Mg, 登熟期にはCa, Mn, Siであるが、これらより伸長期以後の肥料としては珪カル(Si, Ca), 塩加(K, Cl), 熔成燐肥(Ca, Mg, P, Si)のよいことが知られる。ただし問題としてN, P, S, Kなどは温度が高くなるとそれにほぼ比例して吸収されるが、Ca, Mg, Siは時間をかけないと吸収されないこの時間的ズレよりイモチ病におかされたりするわけである。

(2) 肥料の種類と肥効

ブラジルでは現在多くの形態がないので深くは論ぜられないが、あるものについてみておきたい。まず①化学的形態についてみるに次の如くで利用法をあやまると生育上の差が大きい。

過石、硫酸一分けつ期に肥効大、肥効の持続は小さく登熟にはそれほど好影響ない。

熔 燐—登熟を一般によくする。肥効も持続する成分としてPの外Si, Mg, Mnなどを含む

珪カル石灰—登熟をよくする。

化成肥料—3要素の入つたものでブラジルでは一般にはない増収効果は硫酸過石より

10~20%もある。肥効も持続する。

硝酸肥料—ニトコカルシオである、畑作肥料であるが、水田に使用するときには幼穂形成期

以後によい、根は丈夫になり登熟がかなり良く耐倒伏性が大きくなる。ただし排水のよくない水田に利用したい。

②次に物理的形態としては粒形の大きなるほど肥効が持続する。ことにブラジルでは粒形の大きいものが望ましいと思つている。③有機質肥料に魚粕や棉実粕など利用されている。日本では肥料としては一般には利用してゐなく、飼にまわされている。それはとくに効果が高いわけではなく、有効成分当りの価格にすると化学肥料より5倍位で非常に高いからである。なお燐酸肥料を利用するとき、堆肥などと混合してやると非常に効果が高い、一考すべき方法である。もちろんサンパウロでは安価に入手し易いからであろう。

(3) 施肥位置

これは機械作業、との関連になるがブラジルにおいてははまだ十分には考究されていない様である。稲は分けつ期まではほぼ10Cm程度まで根がはり、10~18Cmまではその後登熟期に利用している。それで一応18Cmまで肥料混合した方がよいとしている。ただし深さと収量はほぼ比例し、3Cmふかくすると1.5t o nの玄米が出来るとして来たが、もちろん肥沃な日本の場合である。しかしこの考え方だけは導入してよいと思つている。そして層位別施肥で生育を調節した方が有利である。次の如く2層に分けて施肥する。

0~10cmまで—分けつの多い地帯—肥料少くアルカリ性緩効性のものを用いる。
分けつの少ない地帯—肥料濃度を高くする

10~18cmまで一珪カル、燐、石灰窒素などを用い、耕起前に散布して全層に混合するか、プラオ耕により下層に反転導入する。

それで篤農家の具体的例を紹介すると次の如くで、土壌条件もよいが、追肥しないで毎年玄米9ton位をとっている。

① 耕起時(18cmまでおこす) 一 堆肥、珪カル、燐リン、石灰窒素—登熟用としている

② 再耕起碎土(15cmまで) 一 化成肥料、石灰窒素—伸長期間

③ 代 掻 時(10cm) 一 硫酸、過石、塩加—分けつ期用

このように3段耕起し生育時期毎に吸収出来るようにしている。しかし一般の場合はこのように丁寧ではない。それで北日本では基肥の70%を耕起前に施用し、全層に混合し、30%を代掻時に施用している。追肥は全体の20%位を施用している。西南日本では基肥にまわしている。この北日本と西南日本の施肥法上の差は湿度の差から来ている。

以上はもちろん移植の場合であるが、直播においては水直播(水をはつた上に播種する)では移植とほぼ同様である。乾田直播ではBand dressing(条肥)となるが基肥は種子条より5cm下、5cm横がよいのでドリルで調節している。しかも追肥に重点のおくのは当然である。石灰窒素の肥効が高い。又最近ではA.Mなど硝酸化成抑制剤の混合により追肥を出来るだけ少くして多収しようとする方向もとられて来ている。

(4) 施肥量の推定と施肥の時期

施肥量を推定することは非常にむずかしい、ことに気象変動により作物の要求量、土壌の放出量に変化するので正確には出しにくい、とにかく決定しなければならない。従米は日本では玄米100kg生産するのに東北地方では1.7kg西南日本では2.5kgのNを必要としているので目標収量を前提として次の如く推定される。

$$N\text{施肥量} = \frac{(\text{目標収量に対する}N\text{吸収量}) - (\text{土壌よりの}N\text{放出量})}{(N\text{の利用率})} \times 100$$

具体的に東北地方の粘土質土壌(土²から60kgのNが出ている)で一般にとっている籾9ton(玄米6ton)の場合は次の如く施用量は80~90kgNが一般の値である。

$$N\text{施肥量} = \frac{(6 \times 1.7\text{kg}) - 60\text{kg}}{50\%} = 88\text{kg}$$

この式は大凡の施肥量を推定するにはよいが、大凡の値位は農家でも知っているので役立つことは少く利用されていない。それで次の如くしている。参考までのべておこう。

分けつ、粒数、登熟歩合など夫々を高めたり低くする体内のN濃度が知られているので、それまで体内濃度を上げるに要する土壌中の濃度(施肥量+土壌よりの放出量)を算出して施肥量を決定するのである。具体的には分けつ期には体内にN2.5%以上でないとい分けつが旺盛とならない(日本の如きNに反応し易い品種での値でありNに反応しにくいと思われる当地の品

種については別にもとめてほしい)ので、この濃度にするには上記例の粘質土壌では100g土壌中5~6mgのN以上あることを要する。しかも分けつ期1ヶ月間持続させるためには7~8mg Nが必要となる。土壌から放出させるNは寒いため少い。それで7mg/100g土壌 \Rightarrow 70kg N/haとなる。これは従来の日本の平均的基肥の量である。分けつ期終りから伸長期にかけて4~5mgのNが出るので大凡1mgのNつまり10kg/haが追肥される。さらに登熟に対して出穂前にほぼ同じ量を追肥することもあるが、土壌から/mg位はNを放出している。それで総施肥量は80~90kgとなる。

磷酸についても体内濃度を前提として施用量を決めているが、第38図の如く0.1%以下では不足し易く0.35%以上では過剰である。この間で濃度と分けつ数は比例している。それで右図の如く土壌に合せると土壌中の濃度が決められる。その量から土壌中の有効磷酸を引くと施肥磷酸量となる、しかしこの方法は理論であつても農家では利用しにくい。それで磷酸吸収力という値でみると0.1~0.2%に体内濃度を上げるには第38図より吸収係数の1%でよいことが知られ、その値を実用的に利用させている。当地の土壌の磷酸吸収力が80%とすると80kgP₂O₅/haの施用量となる。ただし新しく開いた土壌には元来磷酸が少いので吸収係数の2%施用することになっている。

SiO₂は土壌中に少いことは前述したが、それでも新しく水田にした所は比較的ある。しかし一般に水稻は100kg~200kgSiO₂も吸収しているのである。日本では止葉(最終の葉)に10%以下のときに施用しており、その量は珪カルで0.9~1.5ton/ha程度である。2~3年施用を続けて1年休むという方法をとっているが、3ton位続けても害はないようである。

結局当地(農業試験場)においては施肥量はN80~P₂O₅90~K₂O 80kg/haと非常に多く、日本では70~70~80kgでむしろ少い、そして収量は前者では4~5ton/ha、日本では7~8ton/haである。当地においてはかなりの部分が無駄になつており利用効果が小さいことになる。

(5) 形態からみた施肥

以上はより具体的に利用し易いように耕いたものであるが、当農業試験場で肥料の利用がわるいとなるともう少し考えざるを得ない。まず基肥(表層10cmまで)であるが、これは今の肥料形態では分けつを確保するための肥料とみてよい。それでm²当り移植本数の多いときはそれほど分けつにたよらなくてよいので、多肥は不要となるし、直播でも播種量を多くするときは施肥量を少くしたい。むしろ多くするとどうしても肥切れして有効登熟歩合などを低める。次に穎花数であるが、これは幼穂形成期質の葉身部のN%と密接な関係のある以上その時期をねらつて施肥すればよい。それは丁度幼穂形成期(一次授精分化期でこれに穎花がつく)で、この時に追肥するとよい。しかしブラジルでは穎花数が多いが登熟歩合が低いところに問題があ

つた。それであまり一穂着粒数ふやすことには賛成出来ないがふやしたいときは肥切れし易い減数分裂期直前の追肥が最も効果的である。ブラジルで最も問題の大きい登熟歩合（これは品種的に解決されることを望む）を上げるには稈の太い稲を作ること、それには早植してじっくり生育せしめる方がよいが、この外幼穂形成期にKの追肥を行うこと（加里は稈の中に2.5%以上ないと不足とみてよい）などである。穎花数は出穂前7日には決定するのでそれ以後の追肥は穎花を多くせず登熟歩合をよくする。さらに出穂後の追肥もブラジルではかなり効果があると思つている。これをみてもブラジルでは施肥の焦点を生殖生長期にもつてこなければ多収しないであろうと推定される。この追肥により干粒重は重くなる。干粒重は減数分裂期の追肥により大きくなるが、それはモミガラが大きくなるからである。ただし粒数も同時に増加することは前述した。それで内部の充実には穂揃期の追肥がよいとしている。

当地の稲をみてとにかく重点を生育の後期にもつていきたいと考えるのであるが、移植においてもよい苗を作り十分養分を吸収させると早く分けつし、土壌中の養分をよく利用するので本田スタートは多肥しなくてもよいと考えている。日本においても収量の上つて来た技術段階をみるとやはり①第1に面積当り穂数を多くすること—これには穂数型品種を用い密植の方向にもつて来た。②それから一穂着粒数を多くする方向をとつた—上記の時期に施肥、これが穂肥である。③これではどうしても玄米6 t o n / h a の壁をやぶれず、登熟歩合を上げ干粒重を増大させる技術を取りあげた。具体的には出穂期頃に肥料不足にならないように深耕、下層施肥、追肥を行いさらに透水性をよくした。さらに干粒重の大きい品種を選んで来た。

以上のように穂数→粒数→登熟→干粒重と技術開発がなされて多収の方向になつて来ているが、新しく導入された直播においても同様の傾向がみられる。つまり直播では分けつを多くさせる必要が少いので、基肥をへらし後半に重点をおいている。具体的には基肥に10~20%、湛水時（4葉期）追肥—30~40%、幼穂形成期20%、穂孕期追肥20%が一般である。直播にすると日本の稲は著しく着粒数が減少するので追肥をこの時期にするようにしている。

ブラジルにおいてはこれらの関係を利用すれば同じ肥料でより生産を容易にあげようように思われてならない。どうせやる肥料ならより合理的、経済的にやりたい。もちろん追肥技術は面倒かも知れないが、それは方法論の問題である。しかし、品種が施肥に感応するかどうか最も問題となる所である。

7. 減耗防止—雑草防除（病虫害防除）

作物の生育を妨害し収量を低下せしめる大きなものに病虫害や雑草がある。ことに前者においては日本と同じくイモチ病が大宗のようで他にモンガレ病があるが、専門家でないとかかり難かしいのでここではふれないことにする。后者の雑草問題であるが、一見畑雑草が多いようで、これは湛水により直ちに防除出来るため問題は少い。水田ではカヤツリ、コナギ、ヒエ、ウキクサアオシドロなどの種類の外最大の問題は赤米、黒米である。先にも一部ふれた如く、この発生に

より収量が著しく低下し、かつ品種が悪くなっている。赤米、黒米の問題を解決しないかぎり技術の導入はないといつても過言ではない位である。それでこの問題について少しふれたい。

(1) 赤米と除草問題

実のところ日本にはこの赤米も黒米も全く問題になっていない。したがって我々の知識は零に等しい。これらの米の種類は草丈の高いもの低いもの早生のもの晩生のものなど雑多のようであるが、非常に脱粒性で完熟したものから脱粒してしまうので非常にたやしがたい。このため一般圃場においては全粒の8~10%も混入していることもある。この米の一般的性質については寡聞にして知らなく、当地においてもこれからとみられた。

現在とられている防除法としては①牧地化して牛に食はせる方法②15cm程度の湛水をしてたやす方法③魚(草魚(ピラクラ)に本葉1枚のとき食はせる方法が主のようであるが、④さらに乾季に発芽させ幾回も土壌を反転させて絶滅を期する方法と反転耕起して発芽を抑制する方法⑤田植方式の導入による生育差を利用する方法などが利用されている。しかしいずれも完璧でないことはもちろんである。①の方法は放牧とのローテーションになるが3~4年でなくなるという。しかし牛をかうこと自体に問題があるし、大面積の土地を要する②の方法もつとも合理的で現在でもやり易い方法である。アメリカにおいて早くから雑草防除法として開発されたものである。このためには品種は幼苗期に伸長性をもたなければならない。③はよい方法で魚の販売というプレミアムがつくが、販売というやつかいな問題もつきまとう。しかも、~3年やはり続けないと問題であると思うのである。それに大面積でやれるかどうかである。それで一部で⑤の方法をとっているが収量も高く良いには良いが労力的に問題であるこというまでもない。

このことについては今後も十分考えていかなければならないが、見たところ何故に除草剤を思い切つて使用してみないかである。これを利用し種子から入るものを出来るだけ防げばかなりたやせるものと思うのであるが、除草剤が高いこと、農民の知識がそれを利用するまでに至っていないということらしい。我々からみれば除草剤を選択すれば1ヶ年で十分絶滅出来ると思われるし、しかも他の所要経費を考えるとそれほど高くないとみている。このことについての経済計算は別に試みて頂きたい。

それで将来は化学工業の進歩により除草剤が大巾に入ると思われるし、又使用することにより労力の節減のみならず、新技術の導入はもちろん、収量の向上は期待出来る。ことにパイプ流域においてしかりである。それで除草剤の利用を是非試験に組入れて頂きたいが、これに関連して、日本の除草方法を紹介しておきたい。現在の日本においては多くの除草剤の開発により前述の如く雑草問題は少く、直播においてもよい方式が見出されつつある。そして従来行つて来た手取という苦しい作業が姿をけしつ々ある現状である。もちろんブラジルの如き広大な面積においては手取など出来るべくもない。例えば移植においては次の方式がみられる。

田植前	—PCP, NiP, バムコンのいずれか
分けつ期	—MCP又は機械除草
幼穂形成期前	—24D又は手取

直播においては播種後3日目—CMU—PCP

灌水時 —水中MCP, 水中24D

落水時 —MCP, 24D (Na塩, アシン塩)

(2) 除草剤とその利用法

除草剤には種々のものがあり有毒性のもの、あるいは効果の持続し易いもの。したがってそれぞれの特徴をよく考えた上で使用しないと日本におけるPCPの如く—PCPを利用した地帯の水が流れ込んだ川では魚が死滅したという—多くの問題を出してくる。除草剤は草を殺すものであるがためその量を間違えば稲までも殺すのでこの点も注意を要する。十分認識の上利用すべきは云うまでもない。もう一つ大きくいつてこれにより種々の生物も死滅されることもあり、雑草体内の生理的バランスを崩して死滅させるのみならず、自然のそのもののバランスの崩れてくることが多く指摘されている。種々の農薬については処女地である当地においては、ことさらこの点を強調したいのであり、先進国と称せられている国々の二の舞をふまない様、注意されたいし、そこにブラジルとしての面目すら出てくると考えている。

こと第45表に上げようとする除草剤は日本におけるものであり利用法も環境の異なるところでのもの、しかも薬品名も所含成分もブラジルにおいて製造されるときは異ってくる筈であることに日本においては水田と他の作物との輪作が一般的でない、つまり単作が多いので、水田特有のマツバエ、ノビエ、カヤツリ、ヒルムシロ、ウキクサなどを主な対象としているので、別て雑草の種類を検討する必要がある。

- ① ホルモン型—一般に水田雑草は葉のクチクラ層、セルロース層が畑雑草よりうすいのでPhenoxy系(24D, MCPなど)の侵入が容易であり、ことにエステル系は入り易い4~6時間で侵入する。一般にはNa塩<Amin塩<esterの順といわれる。ホルモンは植物体内の10~100倍の強さでかけられるので、吸収されたものは生長点に移行する。そして分裂組織に強烈に作用するが、このとき同化成分とともに移行するとされている。若い部分には生長ホルモンが多いので、その部分は除草剤に敏感となる。根では中筋が感受性が大きで筋間は小さい、ワラにはリグニン含量が高まる。ホルモン型ではこれを大量に吸収させて代謝のバランスを失わせて死滅させるが、植物によりホルモンが異なるので撰択的となる
- ② 接触型—そのふれた部分だけに作用するもので、例へばPCPを土壌処理すると根を完全にいためる。PCPは呼吸作用(磷酸代謝系と思われる)をまず抑制し、ことに磷酸の吸収は著しく低下し、これにより死滅させている。PCP, DNC(畑作の除草剤)などはフェノール型である。

③ その他一色々の形態がある。例へば酸アミドスタム、カーバメイト-C β IPC、ニトリル-DBNの如くで、夫々に作用性が違っている。

このように除草剤からみた形態と作用性は以上の通りで、第46表にまとめて示したが、雑草からみると第47表の如くなる。もちろん日本の場合である。

(3) 除草と省力

除草は過去の日本では管理作業中最も重労働を伴つたもので、土壤攪拌をも伴つたため中耕除草ともいわれている。

この中耕が除草以外に効果が少ないならば除草剤で労力はかなり節減可能となる。多くの研究の結果、効果が疑問視されたため、それ以来急速に除草剤が利用されている。しかもその粒状化及び散粒機の開発は散布能率と効果の向上に貢献すること大であつた。1961年には¹³⁾ホルモン型は1,071,700ha、PCP系1,728,900haの利用面積となつており、全水田の通半分一草の少ないところはもちろん利用する必要はないがこれを利用している。しかもこれよりha当りの除草労力は1949年-506h、1957年-327h、1960年-266hと10年間に約半分となつている。しかも除草労賃よりも除草剤利用の方が経費が安価とまでなつているのである。

8. 水田造成と水管理

バライバ流域においては大規模な水田造成工事が行われ、これに伴う稲作技術が求められているのであるが、筆者は日本の東北地方において水田造成の研究に従事し、かつこと10年位の間に東北地方では10万haも増加している。将来も大きい面積で造成が計画されている現状から一つそのやり方をみておき、日本における経験の生かせる所があればと考えて来たものである。バライバ計画では6.5万haの造成となつているが、地形的には傾斜がなく非常に工事がやり易いように思われる。しかし一方灌排水はそれだけに困難を伴うと理解した。さらに日本の場合もこれから開田される場所は水の問題が大きい。一般に水源がないので川又は湖からポンプアップすること、及び母材は完全に異つて日本は安山岩質火山灰の洪積層台地、バライバの場合は沖積層でも土質がややふかいはいる。この水田造成に際してはその計画書に詳しい内容がもられているので云うべきことはないが、稲作技術の立場から問題点を指摘しておきたい。

(1) 水田造成

バライバ計画においてはバライバ川の水を利用し最も収量を高くしうる灌漑による方式をとつているが、このため導水工事が多く進められている。その末端の水田においては主に深い明渠により地下水位がコントロールされようとしている。灌漑水系と排水系を区別することは非常に結構である。この地下水位は日本の例からすれば地力維持上下げすぎでは一ことに砂土で一問題であり又30cm以上あれば毛管力で上昇して地表に達する。このため機械作業が困難であり生育も好ましくない。一般には50~70cm(水田の中央において)を筆者は主張して

来ている。

当地では平坦地が多いので区画だけすれば水田となることが多い、そのため土地の均平化はそれほど問題になつていない。しかしこの農業試験場の例の如く、開田后10数年たつた現在においても均平化に悩まされている。日本では均平化まで工事の中に入れていたが、その場合もし湛水栽培を前提とするならば生産力からみて施肥の少いときは土壤養分の多い表土を別に扱う表土扱い方式を望むのであり、心土で直接作物を栽培することのないようにしたい。ことにこのことは日本で最近行われている農業構造改善事業の区画の拡大のときに問題を起している。これには土壌断面調査が非常に役立つている。

パライバにおいては高温と低湿度のため土壤乾燥が強くなり、日本で望んで来た透水性はむしろ大きすぎるところに問題があるように思われる。ことに工事設計するとき周囲に水の無い状態で測定するときはかなり違った値をうることが多く、それに基づく用水設計では大量の水を要し、造成面積を縮小せざるを得ないとみられる。丁度水田の形態をとり始めたこの農業試験場の圃場を用いてもう一度確認しておく必要があるように思われる。ことに低収の段階では床締して漏水を止めてよいように思われる。もつとも後述の如くクローラ型トラクターにより床締がかなり一水の入つた状態でトラクターを入れると下層土は非常にしまり易い農業試験場ではむしろ透水をいかにするかが倒状などと関連して収量を上げていく場合にスパタク、トマチなど他作物を導入するとき問題になる。

もし水がかなり供給されるとなれば土壤としては表面水型一稲作を行う30cm位で水をため漏水を少なくする型で地下水位は下つている状態一が稲作上好都合と思われる。ただ畦畔漏水がかなり多いと思われるので特に注意を要する。これらのことも土壌断面調査から明らかにしうる事項である。

土壤の肥沃性からみて粘土含量の高い所が水田として好適と思われるので、小松氏、須藤氏（共に日本からの派遣専門家）の指摘する如く堤防構築にさいしてサントポンプを利用し周囲の水田に粘土を供給してはどうか考える。その層の厚さは出来るだけ厚い方がよいが、泥炭では最低20cm以上が機械の地耐力・生産力から必要である。いくらかでも土壤のあるときはもちろん減少してよく、これにより表面水型土壤となる。従来パライバ流域においては洪水による細かい粘土や土砂の流入により地力維持が十分なされて来たが、一度河川のコントロールがなされるとそれは望み得ない。又洪水などあつては困る。それで人為的にこれを行うしか方法なく、又出来ないときは急速に施肥農業に変らざるを得ないのである。将来を見越して過根をのこさないようお願いしたい。

(2) 水 管 理

稲の生産性からしても又水の経済性からしても水管理の主要性は大きい。ことにブラジルにおいては施肥が十分行われにくい現状であるので、収量の上昇は灌漑にまず依存した方が有利

である。しかし現在みたとく日本よりも水を多量にかつ不経済に使われているやに思われなければならない。その量を合理的に利用してもう少し開田面積をふやしてはどうであるうか。もつとも水を多く使う理由として草を生えさせないことや地下水位を上げたいことなどある。

これらに関連して水管理の目的についてみるに夫々地方の事情により主なる目的は違っている。雨や灌漑水の少ない所は節水栽培に、草の多いところは除草に、さらに水のかけ流しなどによる水温の調節などがみられるが、主なものを上げると①用水渠—好適な灌漑渠—管理、②作物生育の調節、③除草④水温の調節などである。日本においては②に重点がおかれている。しかしいずれの国においても適量の水を使うということで①は基本問題である。まず日本の水田における灌排水体系についてのべる、その概要は第39図に示した。

(i) 灌排水……移植の場合は田植直後は活着を促進するため深水とし、約2週間後に浅水にする。最高分けつ期直前から間断灌水、続いて中干に入り幼穂形成期には地刺する程度(最大容水量M. W. H. C.の80%)にする。乾燥の著しいときは時々走り水程度に灌水する。出穂期には浅水とし出穂後20日頃で落水する。

灌水直播では播種時より3~5cm常時灌水、本葉1葉時に2~3回日中落水して根を地中に入れる。他は移植と同じである。コンバインを入れるときは中干により土壌をかたくし落水時には作溝により乾燥を強める。

乾田直播は日本では4葉期に灌水する。乾田期間は圃場が多湿にならないようにし、水時1週間前から走水により土壌の急激な変化を防止する。圃場が多湿になる場合及び雀害をうけそうな場合は早めに灌水した方がよい。

(ii) 土壌水分と稲の生理……土壌水分は灌水を中止すると第40図の如く乾燥していく。しかもこの中の有効水分量は土壌により大きく異なり、有機物、シルト団粒の多いほど(毛管力は大きい)多い。サンパウロ州の土壌は毛管水は少いとみてよく、急速に乾燥する性格とみられる。

さて分けつ期に灌水状態にあると蛋白代謝が行われ易い。そして分けつを多くし繁茂してくる。これが灌漑の有無により大きく収量差を表わすゆえんである。水分が80%程度では土壌は局部的に還元となつているが、通気がよいため代謝は糖の重合の方向に進み易く、セルロース、リグニンの生成、稈基部に糖の集積が行われる。そして乾物重が大で稲は硬く、直立型となる。60%程度に下ると水分の不足(永く畑状態で生育したものは馴れてこの現象は起らない)を生じ、代謝が攪乱され蛋白が分解されてアミドが体内に多くなる。干魃はかくして起る。伸長期以後は基本的に糖の重合の方向に向つているので、土壌を酸化的にすると一層その方向が強化される。なおこれらの場合代謝を変化させるのは水そのものでなく土壌の酸化還元と理解している。

このことから考えても水管理の仕方により稲の生育をある程度コントロールすることが出

来るが、もし水を動かし得ない一湿田一とすれば体内の O_2 圧 (Pressure) を ND_3 などで変えることによりコントロール出来る。この NO_3 施用の効果は幼穂形成期以後である。一方水中に植物体のあるときは光は弱り、ことに泥水の場合は一洪水のとき一光合成が少く消耗が大きいので、蛋白まで分解して枯死していく、このことは水深15cm以上で雑草を殺す理由でもある。結局分けつ期は分けつを多くするため湛水し、落水効果の期待出来るのは無効分けつ期→穂孕期であり出穂後2週間は湛水下においた方がよい。ただしこれらの技術は収量のかなり高い(10ton/ha)ときに問題になるので、ここの施肥のない低収の段階ではそれほど問題にすることはないであろう。

(III) 表面排水……水田における水管理には表面水と地下水の両方のコントロールがある。

第39図の湛排水操作には表面水より書いていない。地下排水処理の影響には土壌中の酸素不足を緩和して根ぐされを防止すること、それに伴い登熟をよくするという好ましい面と、土壌中の窒素など無機成分を流亡せしめる好ましくない一窒素を多用して病気の出る種になると窒素の流亡は好ましい一面の2つがある。したがってその効果は土壌の種類、生育の時期、温度により異ってくる。この地下排水においては日照不足、多窒素下で登熟のわるいときに効果が大きい、つまり表面排水は分けつ期から伸長期にかけて、地下排水はその後に効果が大きいとみることが出来る。この両者を適宜実施するとワラ生産を少くし籾生産を大きくすることが出来るが、温度の高い当地では品種的にもこの技術がどこまで生育をコントロール出来るか明らかにする必要がある。

(IV) 節水栽培と水の再利用……稲の生理からのみ考えると湛水しておく必要はなく、土壌水分が100~80%の範囲にあればよい。バイバ流域の多くの例では水をかけすぎるように見られる。ことに分けつ期は分けつを多くせんため落水しないが、直播の如く密植するとの点は解決される。これらの点から用水量をかなり節約出来ると思われるが、ただ当地としては除草目的から15cmも湛水している。しかもこの土地で一度落水すると地割して次に湛水するとき漏水を助長する心配が出る。それで実際には土壌が幾日で地割を作るか調査しておく必要が出てくるのである。

灌溉はバイバ川の場合は雨などのとき一部は排水するが、少いときは一度使った水を再びポンプアップして利用しているのは合理的だ、しかし泥炭地では還元物質が水中に含まれ水温が低いなど問題を起すことがあるので、一度空気にさらして利用すれば害は少いとされている。

(V) 漏水……稲の要水量についてみるに、栽培期間により異なるが、その値は漏水などに比べるとそれほど大きい値でない。蒸散量は1日最大6mm(多収穫の場合)程度であり、水面蒸発を5mmとすれば合せて11mmとなる。一般に日本では早生で2,000mm, 晩生で3,000mmの水を要するとしている。これに漏水量を加わって用水量となるが、地下滲透

20~25mmのところでは収量が高い。したがって用水量30mm位のところがよいとしている。

この外水のかけ方で地温をコントロールする技術、波立防止方法、水田区画が大きくなったときの灌漑水の入れ方などの問題がある。

9. 機械作業

広大な面積において耕作する場合、どうしても機械の力をかりねばならないが、ブラジルにおいてはこれが急速に発展せねばなるまい。日本の如き土地の狭隘なところでは大きい機械も導入しにくい、それでもほとんどの農家で小型か中型の作業機をもっている。むしろha当り換算すると過剰気味だとさえみられている。しかもこの機種は栽培方式により決定されるところが大きい、まず日本の栽培方式と機械の作業体系を紹介しておきたい。ここに紹介するのはもちろん灌漑を前提としたもので、ブラジルの無灌漑稲作はこれを陸稲栽培といっている一日本には極めて少ない。

(1) 作業体系

日本においては直播栽培はいまだ十分には普及せず、農家においては小部分(10,000ha程度)¹³⁾と推定され、ほとんどが移植である。何故に導入されないかその理由については①収量が移植より低下する(10~20%)例が多い、②労力不足がそれほど逼迫していない③雑草が極めて多い④播種時に多雨などいくつか考えられている。しかし地力(土壌有機物が主)の高い所ではかなり収量一移植なみかそれ以上一を上げているので、よい品種の開発など条件さえ許せば将来導入される可能性が十分あると思われる。それよりは現在機械化移植が研究一研究段階がかなり進み、むしろ農家におろす中間段階の試験に入っている一されており、その方が慣行技術を大巾に変化させず、収量の低下、地力の低下は少なくて機械化出来るので当分はその方向に動くものと筆者は推定している。これが新しい日本のカラーになれば幸いであるが、この栽培方式の3者について比較してみると第48表の通りである。なおここでいう湛水・乾田直播とは次の如きものをいっている。

湛水直播一耕耘、施肥、代掻した圃場に播種する方式で航空機散布もこれに入る。

乾田直播一整地、施肥、播種し4葉期頃に湛水する。ドリル播もこれに入り、ブラジルにおいて一般にみられる体系

結局日本では稲作において収量を低下させないことが大前提であるが、一土地生産性一、労力面においてはもつとも労働ピークとなつている移植作業、刈取作業の2つをいかに解消するか基本問題として研究され一労働生産性、除草問題は解消された。一前者は直播か機械化移植に、後者は小型コンバインの開発となつた。それで第49表は種々の栽培方式を現行の移植体系と比較したものであるが、研究の結果を勘案し将来の可能性を含めて示してある。

(2) サンパウロ州における作業

日本においては稲作のみならず一般農業においても鎌、鋏による農法から1940年後に大巾に牛馬耕法に移っているが、これが1950年頃からは小型(10HP前後)トラクターに移り、1960年頃より大型(30HP前後)の研究に入り最近急速に普及されつつある。そして将来はこれに一部中型(20HP前後)が加味されていくものと思われるが、ブラジルにおいてはエンシャダという鋏農法がまだまだ多くみられる。そして一部では直ちに大型機械化に突入している感じで、日本の如く牛馬耕法の時代がほとんどみられないようである。もちろん一部畜産の盛んな南部地域でみられるが、かつてゴールドラッシュ時代に金、銀、食糧をはこんだブーロ(日本でいう土産馬)ではあるいは間にあわなかつたのかも知れない。しかも所により日本式の小型耕耘機はみかけるが、小農圃では能率は上るうが広大な土地では全くにつかわしくない。やはり小型は集約農業を対象としたものであろう。

このような経過から、急速に発展した自動車工業の影響をうけ、しかもかつては燃料がかなり安価であつたため比較的短時日の間にトラクター農法が身につけているものと理解しているが、ここ農業試験場においては多量の大型機械が導入されており、農場経営としては多少過剰とさえ思える。

機械と作業との関係を次にみたい、大部分の機械はそもそも水のない所の作業を前提として開発されたものと思われるが、現在はそれを水田において利用している。したがって腐蝕等により消耗がはげしいのでないか、日本よりも土壌が酸性であり、土地が広大なだけ消耗がはげしいとみたが詳しくは調査していない。このトラクター作業であるが、5月にプラオにより耕起し、よく乾燥一乾土効果が出易いように地下水位も下げるとしてやる。この時に赤米、黒米の発芽も多い。6月に入りディスクハローをかけて砕土している。土壌の均平でないときは7～8月にランドレベラーをかけている。9月に入つて代かきしさらに均平化を続けるが、ここで一度落水して一これは試験場だけのことで均平のため一更に耕起を繰返し田植あるいは直播に入っている。

これは1例であるが、一般にはこれほど丁寧でないともみた。とにかく土壌乾燥を十分行くと、赤米対策として発芽したものを反転して死滅させることは共通と思われるが、耕深も大体10～12cmとみられる。もつとも隔年毎に深耕して赤米を下層に埋没させている所もあるのでそれにより耕深は異なる。

問題は耕耘に対してクローラ型でよいかホイール型がよいかであるが、農業試験場では前者でほとんど作業をやり、ことに灌水後はそれ1本である。これでは土壌はかなりしり透水性が全くなくなってくる。収量の低い段階及び肥料の少い所では当然これでよいが、一方これが降雨後の排水を非常に悪くし、機械導入を不利にしている。その土壌の透水性はほとんど零に等しい。しかも代播後一度落水する方式があるとすれば、これにより養分を吸着した粘土が

大巾に流亡し、土壤の瘠薄化がより急速となる。それでホイールでは沈下する場所や、泥炭地では当然クローラ型となるが、他はホイールの方が土壤の物理性からしてよいように思われ、又代掻後の落水は養分上出来るだけ中止したい。

耕起乾燥がよく行われているせい、碎土状態は比較的よい。このため発芽に好適とみられるがやはり埴土地帯はなお十分とはいえず有機物の混合した埴土-泥炭の混合地帯がよいとみかけた。このことより地力維持のところで詳述したが、乾季にワラ、雑草類を耕起前にやくことに対し疑義をいだしめるのである。

次に機械作業と面積区画との関係についてみておきたい。一枚の水田はかなり広い、1.5～2haもあることが多い。そして均平なところは短辺が50～60mもあり長辺はもちろん長い。この作業を考えると、日本ではことと同じく短辺は50m以下としている。それは農薬などを水田に入らず畦畔から散布する場合、飛散しうる距離は30m程度が限界とされているので、これより想定されたと記憶している。長辺は筆者の駐在している東北農試では600m以上のものも作つてあるが、人間工学的に単一作業が続くとき睡気をもよほしたりあきがくるので、これでは長すぎるとされている。一方又標高に伴う畦畔も多い Sr. Kanegai の農場はこれが多いが、土地利用上有利であり、アメリカから学んだ方式とみた。日本においても、かつてはこれであり、八郎潟新農村においてこれを一部実施しているが、作業がかなり複雑になると思われるが如何であろうか。

これらのことについて作業の程度と能率の2面に分けて将来くわしく追求されることが必要である。そして出来れば作業機が土壤に与える作用によりどのようになり稲が変化するか、それを前提としてどのような作業がよいのか、現在日本において研究中であるが、当地においても研究されたい。なお一言つけ加えておきたいのは、収穫についてである。これだけ機械化の機運にありながら刈取が一部で手刈のあることである。種子用ならば別であるが、労賃が機械化より安いとはいえ、広大なブラジルと対比してチグハグな感じをうける。もつともここで機械化一貫作業を主張しようとするものではない。

次にコンバインロスであるが極めて大きいようである。20%に及ぶこともあるが、品種改良機械操作上多くの問題が含まれている。要するに機械化については導入されたばかりであるので、そろそろ問題を整理して解決の方向に向い必要を痛感するのである。

(3) 機械化と土壤の物理性

水田といえばクローラ型というようにこのタイプのトラクターが多くみられるが、土壤の物理性を勘案しているとは思われない。このことは前に述べた、この点については研究がほとんど未着手であるようなので日本の紹介を行つておく、まずトラクターは如何なる条件で走れるのか、トラクター作業の可能条件の設定を行つてみたい。これについて昨年農林省試験研究機関においてとりまとめたものを第50表に示しておく。つまり作業条件下でどの位の滑り率(%)

どの位の沈下量で作業が不可能か、一定の基準を作つたものであるが、不可能のときはスリップと沈下は多くは単独というより同時に起つている。ここサンパウロ州の土壤は砂質が多いのでスリップは比較的少いと思われる。泥炭あるいは泥炭質の土壤では沈下の多い所もみられる。しかし日本の如く分解していないので、日本で考える如くスリップは多くはならない様である。つまりサンパウロ州の土壤は作業可能条件が一もし透水性だければ一案外広く容易になつてゐると思われる。

次に土壤の地耐圧に関連して硬度についてであるが、硬度の測定には土壤関係者は筆者の携行器機中の山中式硬度計を、土木関係は小型コーンペネトメーターを用いている。この両者の値は全くは一致しなく、山中式のものが多いので、最近両者を併用している。

まず耕起を主体とした30～40HP Sホイール型トラクターの場合を第51表に示した。土壤により多少は違ひが極度一致している。なお農林省農業技術研究所で行つた基盤整備水田一枚の水田を0.3haに区画し直した水田における調査によると平均的な土壤硬度(山中式mm)から作土で9mm、鋤床層で13mm以下であると、大型機械は運行可能、運行容易であるには作土16mm、鋤床層で21mmとなつていたが、両者とも14mm以下では大型機械導入は不可能としている。コンバイン(刈巾4m)の運行についても示したがこれらの値はなお研究中のものである。

山中式硬度計の指標硬度(Xmm)と土壤の硬度(P)との関係式は次の如くでさらに絶対硬度との比較値は第52表に示した。
$$P = 10^2 X / 0.7522(40 - X)^2 \text{ kg/cm}^2$$

この山中式土壤硬度計と根の侵入、土壤条件との関係を見ると落水直後は大体9mm以下の値を示すことが多く、この値は多くは湿田—地下水位の年中高いところ—に多くみられる値でもある。稲刈時かなり乾燥して来たと思われるときで16～18の値である。砂土でイツキ現象の表われる所では25mmを示すことがある。この値では人力による田植では手がいたくなる。機械移植では苗がいたむ、30以上では根の侵入が困難とされる。

なおこれらの物理的値であるが、興味本位で測定しているのではもちろんない。土木工事において水田の区画など設計を作成する場合、どのような機械導入が想定されるか土壤条件から推定出来るし、土壤の変化の方向をつかめば将来の可能性も推定出来る。ことに降雨後いく日に機械が入るかなど実験表を作成しておく計画が立案出来る。日本において水田区画を大きくし、作業能率を高め、将来の土地生産性とともによい労働生産性を上げ、農業の近代化を急いでいるが、かかる土壤の物理的場面が十分に力を発揮している。

10. 小 括

ブラジルの稲作においてははまだ個別技術が導入されていない面が多い。したがつてここで計画的に方向づけを行い、先進国の例から好適な技術を導入し体系化すべき旧機と思われる。それで此処には日本の例を参考に技術のあり方の説明を試みた、まず問題点は非常に多くあるがそ

の把握の仕方をよく究明しないと単なる試行に終る可能性がある。

問題点の把握の方法—まず目標とする収量とそれに対応する構成要素からみて好適な稲像をえがく、この稲像に対して現在の稲の姿がどの程度外れているか把握する。その“外れ”を技術的に修正して好適な稲像に接近させる方法ありや、接近技術がより簡単な方法で代替出来ないか経済的条件でどうすべきかを明らかにする必要があるので、これらの方法論をまず身につけたら

かかる立場からみたとき、肥料が少ないから施肥技術は少く、機械がないから機械技術の少ないのは当然であるが、稲があるからにはやはり形態の推移をまず十分解析しておきたいのである。以下各項目について問題点をのべると

品種と作季—カンピーナスより長粒種の良品種が出ているが、一般に使はれているものは着粒数は多いが分けつ少く登熟が至つて悪い。ことに施肥に対する感応も少いとみられる。このため面積当りの穂数も少く粒数も少く、収量は当然上らない。作季も気候条件により決められるがここでは赤米などの発生関係も考慮されている。当地の品種は案外に感温性があり一定温度で出穂しているようである。これを利用すれば安全作季は決定されよう

形態の形成—この把握は非常に少い。生育時期毎の形成様式を把握すれば目標とする技術が容易に決定されるのである。収量は面積当り穂数、一穂平均粒数、千粒重により構成されているがこれは生育時期毎に形成されてくる。従つて収量を大きくしようと思えば形態に応じて対象となる時期が決つていとみてよい。この点が明らかにされていないので技術の体系が成立していなく、粒数はふやしても不稔に終らせているのである。つまり単に気象の悪さに責任をおわせるよりその不良気象の起る前後の稲の方に問題があることが多いのである。これらの結果サンパウロの稲の方に問題があることが多いのである。

これらの結果サンパウロの稲はワラが非常に多いにかかわらず穀生産が低い形態となつている。
栄養生理—この形態の形成は基本的には栄養生理によりなされているが、形態の形成は基本的に栄養生理によりなされているが、形態の出来方に対応して体内養分濃度が変化している。それでこの体内濃度を施肥と管理により変化させてやると基本的代謝が変化し、ある程度形態を希望する方向に作れる。この点から考えると現在は生育の後半に技術の導入がないようで、このためワラ出来に終つているようである。N吸収量と収量は一般に比例するが、それも養分吸収時期により形態形成が違い収量に対する効果が変つている。Nを施用するなら後期生育に重点をおくべきであろう。N 1kgで現在20kgの玄米収量であるが、日本では60kgも作つている。それは品種の外吸収時期の問題でもある。今の施肥量でもつと合理的に収量上げる方法がこれから発展しうる。

土壌生産力—この生産力は非常に低い。土壌から放出されるNがまず少く平均50kg/ha位であろうか。このNは乾季における乾燥により放出されるので、施肥の少ない段階では十分乾燥さ

せてこれを利用した方がよい。ただPHが非常に低く石灰、苦土が少いので磷酸の吸収わるく登熟が必然的に低下せざるを得ない状態である。ことに珪酸も少いのでイモチ病も多発しかねない。これは砂質で粘土がカオリンから出来ていることにも関連しているが、Nは多用出来なく追肥に重点をおくべき土壤であり、アルカリ性の磷酸を利用すべき性格である。

施肥法—生育時期毎に吸収されるべき養分が違うのでこれを施用時期、形態で合うように施用したい。又土壤からも養分が出ているが、その量も明確でないので、正確には施肥量は決定出来ないが、今のところ面積当り穂数を多くすること、登熟をよくすることに力を入れて施肥したい。それは肥料の種類の違いによってもよる。

減耗防止—赤米について防除方法を数多く研究している。これに除草剤利用の方法も加味された。

水田造成と水管理—水田にするには水のコントロール出来、均平であることが大切であるが、これから考え表面水型土壤がよいようである。しかも河川の改修のときサンドポンプを用いて粘土を客土した方がより生産力を上げる。ここでは用水量は多いようにみうけたが、それは雑草防除のためと思われる、漏水は比較的少いとみた。種々の試験もあるが中干の効果には多くの疑問がある。なお泥炭地の地下排水は将来考えるべき問題と思う。積極的に節水して灌漑面積を大きくするにはスプリンクラーによる稲栽培をも考えてよいが、それには除草剤による除草方法がまず先行すべきと思う。

機械作業—急速に機械が入りつつあるが、土壤条件と導入、導入されたあとの土壤変化の問題点をよく究明すべきで日本の例を紹介した。

第4章 生産性向上とその方法

サンパウロ州の土壌は砂質であること、粘土がカオリンであること、磷酸吸収力の著しく強いこと、有機物が少く又集積しにくいこと、温度の高いことなどにより考えられる以上に施肥に依存する農業の方向をもっている。それほど肥沃性も低下しているということであるが、それに対応した肥料は少く、又経済的には施肥稲作は不利であった。一方米の消費は人口の急速な増大とともに大巾に伸長する様相を呈している。その米を他州に一部依存しているのであるが、一体それではこれら立地を前提とした場合州として生産は確保出来るのか、もし出来るとすればどのような手段で生産を上げ又そのためには稲作の合理化をどう進めたらよいか問題になる。細部にわたる稲作技術以前の問題も多く単に稲作単独では解決出来ないことも多い。此処ではまず生産力段階に対応した技術をのべ、その技術を農家経営に導入せんとするときの体系化の問題を中心にのべておきたい。

なおこれまで行った解析は手段であり、目的は生産を有利に上げるにある。そのために必要以上と思われるだけ詳細に論議した。ブラジルで今の段階でかかる細かいことが必要であるとも思えないが、それは紹介の意味であることを承知されたい。しかも思案は細心に実行は大胆にのたとえの如く、こと実際栽培に当っては大胆に総合化してやらなければならない。まず生産を支配している要因から概括的にみておこう。

1. 生産力段階と条件

前節においては生産に対して量的目標をおけということをやまずのべ、その目標に対応する収量構成要素をたとえば第53表の如く想定することを指摘した。収量が決まればいくつかの構成要素が対応するので、その中の好ましいのを採用することになるが、ここに生育時期毎の姿がうかび上る。これを前提としない限り技術は地につかない。たとえば表の⑩の現実の姿と想定された姿との差をいかに接近させるか、そこに接近させる技術がありやということであり、経営条件(機械や労働力の他施設など)と組合せてとり易い方法を組立てるわけである。

それではまず目標収量とそれを達成せしめる条件との関係をもてみたい。単に肥料を多く使ったからといって多収するものでなく、故植密度を上げてても収量向上には限度がある。しかも ha 当り収 10 ton の収量となるとかなり細部の条件も必要となると考えられている。

理解の便のため日本で 8 ton/ha (玄米) 以上の生産を上げた土地条件をまとめると先に示した第44表の通りで、色々の所で調査したにかかわらず大体類似した条件をもっていた。もっとも日本では情報が発達して農家は互に訪問し研鑽しあうので、同一条件になって来たのかも知れない。しかもバライバ流域の土壌と比較して差の大きいことに直ちに気づく。一方稲の側からみると生理、生態的に当然あってしかるべき条件でもある。日本の如きかかる土壌では①水(地下水、表面水)のコントロールは比較的し易い。②有機物の多い肥沃な土層ふかく、大体は湿田(低地土壌)を乾田化したところに位置し、③客土、堆肥多用などで土壌養分がかなり含まれてい

るなど有利な点が多い。つまり深耕(18cm以上)——堆肥多用(毎年15~20ton/ha)——客土(10年間に500~700ton/ha)——排水(透水性25~30mm/day)の一連の技術を導入し、一口に言って日本の多収穫は米の価格維持政策等からして十分に経費をかけた、いわば園芸的条件をおびた、自由にコントロール出来る肥沃な土壌を作ったということである。それでも土壌は年々変化しているので、農家はその維持にかなり労力を投下している。なおここで注目されるのは9ton/ha(玄米)以上で気象条件のよいことがより問題となっていることである。それより収量の低いときも気象のよい方がよいが、他の技術でかなりコントロール出来るということである。現に日照時間が平年の半分になっても(出穂以後)10ton玄米/haをとった例がある。したがってサンパウロ州で穂孕期以後に天気の良いことを指摘しているが、生産の上らないのが果してそうなのかどうか疑問である。

一方かかる好適な条件をもつ水田があったとしても、技術が伴わないと大体6ton/ha(玄米)程度の生産に終っており、(9ton/ha程度の土壌条件をもっていると比較的濃密な管理をしなくても6ton/ha位は収穫出来る)可能性としての土壌の生産力つまり好適条件を考えないわけにはいかないのである。このことについて一般事例を示すと第54表の通りである。この表の通り収量段階に対応して投入すべき技術が異なることが知られている。6ton玄米/ha以下は日本では施肥法や多少の技術で一般に達成しているので問題にしていない。

以上の如き一般性はみられたが、これらの技術はその収量段階でより強く意義をもつという帰納された条件であり、低収量段階ではこれらの技術は意義をもたないという事ではない。一方又客土がどうしても必要だということではなく、それに代替する物又は他の技術(条件)があれば、それで期待した稲の姿に接近しうるのであり、それで目的が達成すればよい。したがって客土によりもたらされる内容——土性の改良、珪酸などの無機物耕土深の増大など——が何であるかが問題である。これらを客土という技術の代替性といっている。結局、生育上何をもとめた技術かが重要となるのでその内容の一部を表の下の方に書いておいた。サンパウロ州においてはかような技術の目的がはっきりしないのが現状である。

これらのことをサンパウロ州の稲作にあてはめて考えるとどうなるか、収量の低い段階の問題であるので、理解しにくいが従来の経験から大胆に推論してみよう。まず日本における無肥料による試験をみるに無灌溉との差は一般に倍ある。施肥すると無灌溉1、灌溉2、施肥3の値を示している。いかに灌溉ということが大切か知られる。このことがサンパウロにおいても(多くの事例からみて)あてはまるとして以下推論すると次の如くなる。

①無灌溉と灌溉の差がまず第1に大きく、灌溉により土壌窒素がかなり有効に利用されるのでha当り粗生産1ton~2tonの差はこれを出ていると思われる。②土壌から放出される窒素つまり天然供給量には限界があり一般には低い。それで施肥が重要な事項となる。これにより2~4tonは十分収穫出来ると思っている。③もっとも施肥に感応しにくい品種ではこの程度であるが、感

応するものではこれにより5~6 tonはそれほどむづかしくないと思ふ。このことより施肥法以前に肥料に対する感応の大きい品種を望むのである。施肥だけでは収量向上に限界がくるので好ましくないと思つてゐる。④これらに栽培技術を組合せると長期間を要せずして7~8 tonは収獲可能と思つてゐる。その後はもし収量向上をより望むならば、日本の例の如く肥沃性、地下水位などが問題にならう。なおこのことは第53表と対比して頂くと具体的によく理解されると思ふ。バライブ計画では一般化する収量としては2.5 ton/ha——平均値であるので高収量のところは3~4 tonとれなければならない。——を目標にしているので②~③の段階である。これらを模式化したのが第41図である。なおこの図は日本において筆者が理論経験から得たものに基づいて書いたものである——筆者著「稲作多収の基礎条件」参照されたい——。

この図とサンパウロ州で指摘している低収の要因とを対比してみよう。第1章にある如く7項目までは同じ事項の指摘であるので、ことさら説明を加える必要はない。問題は、ここでこれらの条件の整備と経費との関係である。上記の灌漑水、肥料、品種、高度の技術の4項目のうち后3者は比較的、小資本で導入可能である。灌漑水のコントロールはそうはいかない。アメリカ農務省の調査——海外技術協力7月号1966——によると新たに耕地を造成したり灌漑を実施したりするという大がかりな投資を行うよりも、農地に対して栽培法の改善などの比較的僅少な資金投入による改良措置を講ずることにより、より効果的な増産をもとめると結論している。しかも水に依存しないときはこれらの効果を広く普及するため農業分野における構造改善が伴わなければならないとしており、農家の購買、信用、教育活動などのため、より多くの資本を必要とするとしている。ブラジルにおいては現在発電事業が大きくとり上げられ、ことにバライブ計画においては灌漑を優先している³⁾ので、これを基礎とすれば筆者は上記の多収への接近の路をそのまま踏襲出来る³⁾と考えるのである。ただしサンパウロ州の指摘する如く灌漑する地域が限定されるので、その限定された地区で生産を上げるように努力せねばならない。(ただし小さい溜池などを作るときあるいはスプリンクラーなどによる灌漑を考えれば地域はより広がる。)つまり上記条件より地帯区分をして普及に移す必要があるのである。前にも記した如く大きい面積を有する灌漑の好適と思われる地区はバライブ流域とリベラ流域と思つてゐるこれは日本における水田と同じ条件の再現であるが、その他スプリンクラーによる灌漑も前提とすればより広大となり、これはより少資本で技術導入が可能となる。

2. 施肥の経済性

近年における世界的傾向として土地生産性の増大はほとんど施肥に依存する方向であり、次第に多肥となつて来ている。それは化学工業の発達によるものであるが、基本的には作物生産は化学反応を前提としており、生産量は無機成分の供給量に比例するからであり、さらに土壤養分の供給量には限度があるからである。しかも日本における例の如く土地狭隘な場合は土地価格が高いので、小面積で出来るだけ多収するという。多肥多労の方向をとらざるを得なかつた。この肥

料と労力とはかなり細分化出来るので小資本でも導入出来るという利点もあった。かくして本洋にみられる土地生産性の高さが形成されてくるのであるが、反面機械力を前提とする労働生産性は低く、漸く、ここ20年来よりその方向の技術開発が日本でなされて来ている。

かくの如き事情にあるため資本の少い新興国においては土地、労働生産性以前の土壌養分の利用という方向をとらざるを得なかったが、これを改良せんとする場合、労働生産性を先行させるには機械の生産、土地条件の整備など多額の経費を要する。それよりは施肥の方向に向った方が有利だとする意見が強い。前述の如くそれほど高い収量でない場合は筆者もその方の考え方をとりたい。ブラジルにおいてはむしろ機械工業の発達为重点的に考えられ化学工業の未発達、輸入肥料価格の割高などで、思う様に施肥は出来ないが、果して稲作にとつて施肥は不利か否か次に究明してみよう。

1) 肥料価格と米価

肥料価格は広大な国だけに場所によりかなり異なる。1例をとると消費の大宗である過石、硫酸、塩加は次の通りである。

過石Kg当り	97 cr	成分Kg当り	606 cr = 101円
硫酸 "	161 "	"	644 " = 107円
塩加 "	156 "	"	260 " = 44円

これはコチア産組の1966年4月の調べであるが、グアタバラ日本人移住地(サンパウロ市より北へ270Km)では過石はKg当り114 cr(11.8%高)、硫酸186 cr(11.6%高)、塩加182 cr(11.6%高)となっている。熔燐は231 crであるので、 P_2O_5 成分20%とする——この他のMg, Caなどの成分は換算していない——成分当りKg113円である。

この価格を日本のそれと比較するとどうなるか、まず粳60Kg=13コントス(玄米にして60Kg=19コントス)とすると玄米1Kg=310 cr(≒52円)これを基準として比較したのが第55表である。この表の如く米は日本にくらべ⁸⁾安い(半値)のに肥料は相対的に高い。これは他の新興国何れにおいても全く同一の傾向を示す。しかし日本は米価政策をとっており特別視されるので、イタリーをとりあげて比較しても同表の如く米価はほぼ同じで肥料価格は日本と大差なく10数%高い。つまり化学工業が進展しているかどうかその程度が米作に反映しているのである。

それでは、何故に肥料は使えないのか⁸⁾について新興国(東南アジア)を例としてDr. Uxeulle⁸⁾の例があるのでそれに従って計算してみよう。まず、肥料価格を粳に換算する(各成分Kgの価格に相当する粳量)と第56表の通りである。ブラジルに比し日本の稲作は2.5倍、イタリーは5割方有利となる。さらに国際間の価格構造を比較するため次の式から考える。

$$\begin{aligned} \text{ブラジルの肥料の相対的価格指数} &= \frac{\text{日本の収量}}{\text{ブラジルの収量}} \times \frac{\text{ブラジルの NPK1 Kg に対応する収量}}{\text{日本}} \\ &= \frac{6.650 \text{ Kg}}{1.500} \times \frac{231}{100} = 10.2 \\ \text{イタリーとリオグランデスール} &= \frac{5.200 \text{ Kg}}{3.300} \times \frac{149}{100} = 2.35 \end{aligned}$$

つまり肥料を買うことが日本の10倍、イタリーの2倍も負担となることになる。これが故に施肥に依存せず宏大な土地の土壤養分を収奪する方向をとることになり、農家経営費のうち肥料代は第57表の如く数%であり、第58表の日本の16%に比しかなり低いのである。なおこれからすれば肥料の値段だけ下げれば国際的に稲作は不利でなくなるように見えるが、根本はそうではない。先にも示した通りブラジルにおいてはインフレにより米の値段が他のものに比し安いところに問題がある。つまり肥料の値段はその単独の価格で高い安いが考えられると同時にむしろそれより作られる作物の価格から判断して高い安いが判断されるべきである。

(2) 投資と Reutability (その効率)

第57表によるとサンパウロ州では ha に対し 344 コントスをかけ、灌漑により多くの経費(20%)をかけており、他に土地の賃料、刈取調整に多く費している。籾生産量が25倍とする(1.5 ton/ha—サンパウロ州の平均収量)とすると、1俵当り生産費6コントス程度である。後述のコチア産組の成績によっても同額程度である。これを13コントスにすれば $\frac{13}{6} \approx 2.1$ で2.1倍の効率(Reutability)となる。リオグランデスールでは1963年に ha 当り 3.32 ton, 経費 232 コントス, 60 Kg 13 コントスとすると $\frac{3.32/60 \times 13}{2.32} = 3.72$ でありサンパウロよりは有利となる。日本では ha 当り 6 ton の生産(玄米)としてみると 60,000 円/15,000 円 ≈ 4.0 ではるかに有利である。これよりみてサンパウロ州では低収低価なるが故に不利であり、面積当り所要経費は低下させにくい。したがってこの経費の範囲内で収量を上げることが望ましく、ここに個別技術の生かされる道がある。それでもし施肥するとするとその経費の5倍位の生産を目標に技術を改良してはどうかと思っている。

(3) 経済的施肥法

このように施肥が高くつくとなればまず第1に安いものを入れ、第2に利用効率の高い方法を選ぶことになる。前者についてみるに磷酸では磷酸石粉末などが考えられ、一部試験されている。しかしそれは過石との混用試験である。それよりはもし磷酸石を使うならばむしろ酸(アミノ酸との混用)や生ワラ、雑草などの混用により溶解させる方法、しかも有機物とまぜることにより利用効率を高める方向をも利用するのがよいと思っている。その他尿

素、液安なども安くつくとしているが、尿素はアンモニアに変化するには酵素 Urease の働きを必要とする。果してこれが pH の低い土壌に十分存在するかどうかが問題であり、もし少いとすれば — 硝酸化成作用が低い — 尿素はそのまま流亡し易い。液安は形態上利用法が多少やっかいになるのではないか。むしろ施肥会社の組織を利用したい。

第 2 の利用効率を高める方法であるが、これは個別技術の項に示してあるので要点だけ記すと、窒素は基肥より幼穂形成期以後の追肥に重点をおくか、粒塗の大きい肥料として下層施肥するかに向った方が有利である。日本の如く緩効性肥料を使用出来ればなお有利であるが、高いのと現在輸入がない。又磷鉍は前述の如く堆肥などと混合して基肥にやること、加里は窒素と同じく追肥に重点をおく。こうすると利用効率は高まる。

しかしそれよりも肥料価格が低ければもっと有利に稲作が展開しうること云うまでもない。輸入価格は国内産業の保護から高くしてあるといわれるが、その保護の下に薄利多売というわけにはいかないだらうか。ともあれ肥料が大量に生産されるようになれば、消費ものびてくると思うので、早急にこれをのぼす必要があるように思われる。ことに電力開発がいそがれているので、それを利用して高圧工業との関連で N 源を、ガス化学あるいは石油化学より H 源をもとめ NH_4 を出来るだけ多く生産されたいのである。このことは面積当収量の増大と併行して望まれる条件である。

3. 生産力の維持増大

第 1 項のアメリカの提言によるまでもなく、作物生育は養分の吸収にもとづく化学反応である以上、養分なくして生産の増大はない。したがって肥料の増産こそ急務であるが、ブラジルにおける肥料生産は消費に比しはるかに少ない。又農家としても肥料を利用しても稲作には有利でないという問題もあった。それで結局生産を土壌肥沃度にもとめようとする現在の姿になって来たのである。しかし土壌生産力は至って低いし改良もあまり意図されていないので、これをどうすればよいのか問題となる。

(1) 水と肥沃度

酸化条件は一般には脱水の方向をもっており、多くの養分が流亡、気散し易く、かつ有機物は分解し消耗し易い還元条件は反対に養分の集積をもたらす、ことに有機物の分解は少ない。

— 還元はエネルギーの集積の方向をとり易い — このことより無灌漑方式は肥沃度の維持増大に対して非常に不利とみななければならなく、灌水状態においては容易である。このことは地形的にもいえることであり、低湿地は肥沃度の維持によい条件をもっている。たとえばリベラ川 3 万 ha はその好例である。

かく灌水条件で可分解した養分を稲は利用出来るし、又この条件から一度酸化的にすると非常に多量の養分が乾土効果として放出される。これが畑作のみならず稲作にも利用しうる。しかし数 100 年あるいは数 1,000 年もの間に集積した養分も、一度に放出しうる量はほとんど決ま

っているものであり、しかもその年限にも限りがある。泥炭地では窒素100 KgN/ha、一般土壌では40 Kg前後の放出の予想されることは前に示したが、これも永年続くものでない。その様相を模式的に示すと第42図の如くである。

第43図は養分のバランスシートを書いたもので説明するまでもないが、他から与えられない限り消耗ははげしい。ことに有機物の消耗がはげしい(pHが低いので思ったほどではないようである)ので、一般には2~3年で生産が著しく低下する。この消耗と同時に有効態の窒素を放出してくる。逆に0.1%のNを集積させるのに日本の如き温带的に有利な条件下でも10年はかかるとされている。サンパウロでは有機物を集積させることは非常に困難でなかろうか。

このように環境の変化(開墾など)により一時的に多量の養分を放出するが、それが一般には持続していない。第42図の低位生産力の如く、各地にみられた焼畑農業はその典型であり、これにより多くの土地が不毛化したわけである。ただし、温度の高いことにもとづく養分の体内回転率が高いために養分がかなり多く土壌にある、つまり肥沃の如く考えられて来たが、思ったほどでないので十分注意されたい。もはや焼くべき森林もサンパウロ州にはほとんどない。かくして入植後2~3年のもっとも収益は上がるが、それを肥料又は牧草などで土壌に再投資しなければ地力が急速に低下し、その後家をたたまねばならなくなる。日本においてはこれほど瘠薄な土壌は少いが、それでも4~5年のもっとも大切なときといわれ、ここで小資本を蓄積しても家などをたてれば再投資にまわらないため、その後は非常に苦しくなるとされている。サンパウロ州の土壌においても4~5年が経営がうまくいくかどうかの分れ目の如き印象をうける。経営上注意されたい点である。

さらに又パラíba川流域についてみるに、土壌は多少肥沃である。それは緩やかな流れにより上流から運ばれた粘土が石灰や有機物などと結合して、流域に沈澱して来たためである。この沈積物はかなり肥沃である。

しかし洪水により従来毎年供給されていたものが、今度は流水のコントロールにより供給されなくなる。その結果パラíba流域は従来の肥沃性が維持出来なくなる。このことはパラíbaに限ったことでなく、多くの地域で前例がある。

(2) 肥沃度の増大

それではこの低下する肥沃度を維持さらに増大する手段ありや、筆者はサンパウロ州の土壌では非常にむづかしいと結論的に考えているが、しかしやらねばならない。まず第1に土壌養分を岩石の風化にもとめることであるが、これは思ったより小さく、テラロシアを除けばむづかしいとみなければならぬ。それでどうしてもCaO、MgOなどは施肥による方法に依存しなければならぬ。CaOは石灰窒素、肥料用石灰、珪カルが原料であり、MgOは熔燐、ドロマイトなどである。第2に窒素源については今の如く有機物を焼却している限り

では地力源にはならない。やはりこれを何らかの手段で土壌に還元してやるのが望ましい。分解が乾燥によりおそいならば土中に埋没してもよいではないか。あとは手間よりも意志の問題である。要するに窒素は土壌中に有機物を通して以外固定されないのである。

土壌も生きている物である。収穫のみですぐ死んでしまう。ダム建設でもそれにより得た利益の幾分の1でも流水客土するとか冬期のみ泥水を水田に入れるとかして土壌に還元すべきである。このまゝで推移すれば益々瘠薄化すること当然である。結局遠まわりではあるが、従来からの一般的方法に依存せざるを得ないと思っている。そして輪作を組入れて極力養分蓄積に力を入れたいのである。なおこれに土地所有の問題がからむがここではふれない。

以上より土壌肥沃度を維持増大するには基本問題として水のかかる条件をまず考え、第2に有機物は出来るだけ土壌に反転埋没する。第3に石灰、苦土の利用により土壌を中和する。これを行えば十分肥沃度が維持されると思われるが、その実施しうる地域は限定され、そこでは集約農業に移らざるを得ないと思っている。平坦地あたりでは地力快復のため植林を進めたいと思っている。今の如き放牧ではとうてい肥沃度快復は出来ない。

なお筆者は農業をそのわくの内で考え肥沃度を上げようとするものではない。むしろここまで土壌が瘠薄化しかつ有機物の集積よりは消耗がはげしいとなれば、一層化学工業依存の方向をとりたいのだ。つまり施肥農業に是非うつりたいのだ。それは先進国といわれる国々の歩み方でもある。しかしそれには品種や化学工業の未発達などの問題があって容易には移り得ない悩みがあった。そのために遠回りではあるが以上の肥沃度を持出したわけである。

4. 基盤条件の整備

かくして出来る限り灌漑しうる条件を整えること、現在の疲へいた土壌条件を少しでも改良すること、そして施肥された養分を有効に利用出来る態勢を整備してやるのが土地生産性向上に対して必須のことになった。それで一部具体的にこれらについて述べて来たが、総括的にもう少し考えておきたい。

(1) 灌漑水と利用

灌漑水の利用には多額の投資が必要である。したがって個人負担では極めて困難であり多くは国家事業又は団体営として施行される。このことは何れの国においても同じである。肥料、労力は個人的であるのと対照的である。そしてこの投下資本はバライブ計画でも長期低利の下に受益者より回収されているが、肥料などに依存するよりその前に灌漑方式を重点に考えて来た。それは前述の如く①前記のべた如く肥料が少く、灌漑によって多収を得ようとしたこと、②は国家事業又は州政府として工業の発達の源である電源開発が急速に行われていること、又治水事業も同じであるが、この水を利用したいと考えたからである。農業は単独で運営されるにはとかく投資効果が小さい。それでこれら近代産業と平行的に進めたいのである。

さて日本において古くより1ha当りに利用する要水量は収量4ton/haのときで一般に

2000mm~2500mmといわれている。これは次の計算によっても同じである。つまり1gの乾物をうるのに水稲で350gの水を要している。

4 tonの籾では約8 tonの地上部乾物重(ワラ+籾)となる。したがって $8 \text{ ton} \times 350 \div 2800 \text{ mm}$ これに1日平均5mmの蒸発散を要すると生育期間は180日として $180 \times 5 = 900 \text{ mm}$ 合計 $2800 + 900 \div 3700 \text{ mm}$ となる。サンパウロ州の雨量は1300mmとすると約3倍となる。これは大雑把な計算であり、土木関係で詳しい計算がなされている筈であるが、いいたいことは日本においては流域面積の最大 $\frac{1}{5}$ の水田まで造成しうることになっている。一般に筆者は水田面積の6倍以上の流域面積を必要と割切ってみているが、これから考え他に工業用水、家庭用水など考えてもサンパウロ州ことにパライバ流域においてもっと水田開発
— スプリンクラー灌漑や溜池灌漑を含めて — が出来るように思われる。パライバ流域の開発は今始まったばかりであるが、他の水系も将来考えられることが望ましい。水は大切な国家資源であることは忘れられない。みだりに川にすてるのはもったいない限りである。又この水は何も稲を作るのみに利用するに限らない。サンパウロ州は日本の如き急傾斜でないので、十分他に利用可能と思っている。なお当地の土壤は砂質でありこのため降雨のかなりの部分が土壤中に滲透して行くことが考えられるが、この点は日本とは大巾に違うと思われるので十分吟味は必要であろう。

(2) 土 壤 改 良

栽培技術、品種がいくら良くても土壤条件が悪ければそこに生育する稲は思うように生育しない。このことは当然でありながらサンパウロ州においては経費、資材の入手難及び農業生産の利潤が小さいことより実施されていない。しかも土壤改良の効果が(酸度のみでなく有機物も含めて)平衡に達するには2~3年は要するので筆者の考えた栽培体系があっても1年ではその真価を発揮すること出来にくい。ために思いきった対策が導入出来なく、故息な手段であるが、2、3の対策を考えた試験に終わった。しかし蛇足と思われるが、現在当地で行っている試験の結果では、土壤改良后には利用出来ないことがかなり多いとみた。したがって目的にもよるが試験だけでも土壤が改良された条件下で実施したいものである。現在の稲作をどうするか、それから将来こうしたいという2つに分けて研究を進める方が有利である。

さて土壤改良の第1は酸素矯正である。pHが低いためすべての悪循環がここに根ざしているように思われてならない。一は農業のみでなく人間衛生においてもである。しかし稲には石灰の効果が少ないという理由からあまり使用されていないが、土壤は稲のみ作る場所でない。次にのべる輪作の一環として考えたいのである。しかもこの石灰はメッシュの細かいほど反応が有利に進むが、出来れば100メッシュ以下のものを利用したい。

サンパウロ州の土壤は緩衝能が小さいのでそれほどの石灰を必要としないと考えている。

日本においては塩基置換容量(CEC)の50%(稲)~70%(畑作)に中和することを目標に一部では土壤改良を施行している。なおこのとき石灰:苦土=10:1程度にありたいので燐などの利用を進めたい。ことに施肥により毎年少しづつでも土壤改良をなしたいのである。

次に有機物の問題である。7~8月頃における畑、山などの雑草の焼却はサンパウロ州の夜空にくっきりと浮び上り、特有の景色として目に映るのであるが、何故に有機物の少い消耗の激しいサンパウロ州でありながら焼却してしまうのか、これについては乾季に全く乾いてしまひ腐熟化しないこと、機械作業上わずらわしいことによりそうするといわれるが、それは焼畑農業以来の伝統とみてはあたらないただろうか。もし利用するという立場にたてばいくらでも方法が開発されると思う。ただ有機物を土壤に固定する成分をみると、日本ではAl, Fe, Caであったが、サンパウロ州の土壤ではこの関係は明らかでなく、外見上粘土含量と関係がみられている。つまり砂土ではことさら腐植が少くなるということであるが、何故にこれらについて解決の方向をとらないのか疑問を感じる。

この有機物の効果として $N \cdot K_2O \cdot SiO_2$ 的効果、固粒形成による水分保持、 Al^{+3} の不活性化、物理性の改良などあるが今更いうまでもない。日本においては施肥に重点がおかれているため、堆肥の効果はその神通力を失いつゝあるが、施肥の少い段階では見逃し得ない。

さらに施肥による改良である。土壤中に毎年多くの施肥が行われ、水中で掻き捨てられて新しい平衡に達する。これが繰り返されるため永年の間に大きい変化をもたらすことはいうまでもない。この点から考えるとき SO_4 根ことにd根は多くの塩基を伴って流亡してしまうのであり酸性化に大きい役目を果している。— しかも SO_4 はそれほど大量には作物にいらぬのに、外国より高い船賃を払ってまで買っているのは問題でなからうか。もちろん化成肥料になると高い工賃を外国に払うことに問題はあるが土壤を荒すことはない。— それで出来れば作物には塩基の多い肥料を利用したい。又土壤が酸性であり、かつ母材の関係で有効珪酸は少いとみたが、石灰を加えるという意味も含めて珪カルを利用を稲作にすすめたい。この珪酸カルシウムは鉄鉍メーカーのスラッグとして従来すてていたものである。廃物利用からも畑作、水田作とわず大いに役立てて頂きたい。その利用する基準は第60表の通りである。このことについては農学研究所でかなりの研究がある筈である。

最後に低地にみられる2, 3の土壤について改良法の要点をのべておこう。土壤としては埴土質土壤 — 稲作りには好適 — 砂質土壤、泥炭質土壤の3種とこれらの混合型がある。これは土壤の項に示した。この中で埴土質土壤では養分保持力もあるので、有機物施用に重点をおいた方がよい。ことに馬鈴薯、トマトなどに利用するときは、重粘であっては湿害など問題であり、酸度中和を行う。砂質土壤はそもそも無機成分が著しく少いこと、緩衝能の小さいことで取扱いにくい土壤が、細かい施肥に依存するタイプで、有機物を入れても異常酸酵を起

し易い。かかる土壌では根本的には客土がよいが、適地適作からすれば他の作物にした方がよいようである。土壌を修正するにあまり金がかかるし、高い収量を望まなければならない。次に泥炭質土壌である。これには砂質土壌以上に無機成分が少ないので、基本としては排水（地下水）客土、酸性矯正で改良すべきである。当地では酸性が強いため温度が高いにかかわらず分解が進まない。ことに成分として K_2O 、 MnO 、 SiO_2 が著しく不足しているのでイモチ病にかかり易いのである。要点としては客土は出来まいが、これらの成分も出来るだけ補給することである。しかし考えるに流水客土がもっとも安上りの方法でないか。灌漑水にとろ水を流すだけでたりるからである。

このようにして土壌を改良していくと永年の間にかなり良くなる。古来いうごとく子孫のため美田を残さずというか、美田としなくても何も悪田をのこしてうらまれる必要はなかるう。

5. 稲作の技術指針

現在における稲作のとるべき方向がほゞ明らかになって来たと思うが、それではここでこれら指摘したことを考慮してどのような体系で作業を進めるか、そのときの細部の問題点を明らかにしておきたい。その前にサンパウロ州においてどのような体系が考えられるのか、少しく考えておこう。

(1) 地帯と技術体系

稲の栽培には幾多の方法があるが、まとめて示すと次の如くである。前述の如く生産を安定に向上せしめるには

- ① 無灌漑栽培 → スプリンクラー灌漑溜池利用に転向されたい。
- ② 灌漑栽培
 - 直播
 - 湛水直播—航空機散布、ブロードキャスター散布。
 - 乾田直播—ドリル施肥播種
 - 移植
 - 入力移植—畑苗、水苗、使用
 - 機械化移植—移植機、苗まき機、植苗紙

第1に灌漑が考えられねばならないので、将来の方向としては灌漑方式による方法を採用し、そこで十分の生産を安価に上げれば、気候に支配される無灌漑方式は次第に方向転換せざるを得まいと思っている。現在はかかる無灌漑方式でサンパウロ州のかなりの部分が栽培しているので、急速には転換はむりであろう。次に灌漑方式についてみるに、もし除草剤が十分に使用される様になれば従来の如き平坦面を区画しておいて水田を造成することはない様に思われる。水のみが必要であるし施肥に依存するとなれば将来スプリンクラーあるいは畦にそって流す方法による灌漑施肥を考えてもよいのでないか。現在日本で試験段階ではある

が灌漑水路に液体肥料を流入して十分効果を上げている。あるいは傾斜のあるところでは灌漑水を高所より畦畔にそって流下せしめる方式もある。これも日本において陸稲を用いて多くの試験があり十分収量を上げているが、稲が大きくなったときはこの方式が前者より有利であろう。これらの長所としては造田費用がかからなく、水の節約になることが大きいのが欠点としては雑草がはえやすいこと、揚水のためポンプなどの施設と動力を要することである。サンパウロ州では馬鈴薯栽培などにスプリンクラーが大巾に利用されているのでそれに関連した技術は十分ある。一考すべき問題である。

次に灌漑栽培の中で一般の直播についてであるが、湛水直播の方は稲が倒伏し易い傾向があり問題であるが、降雨などに左右されずに仕事出来るのでよい。又作業も早い。一方乾田直播は天候に支配され、雨が降ると作業が出来ず適期をのがす心配があり一日本においてもこのための乾田直播にふみきれない所がある一同収量を上げるに湛水直播よりもより多くの施肥を必要としている。しかしいづれにしても他に大きい欠点もない。むしろ発芽ぞわいもよく、その後の生育も乾田でスタートした方がよいので実施し易い方法でさしあたりは本命となると理解している。

移植であるが、ブラジルでは相当米価が高くない限り採用されないと思う。もし採用されるとしても現在の如く除草のためというある特定の目的をもつときだけと思っている。しかし移植の機械化が出来れば容易に導入することが出、又最も収量を上げ易い方法である。そのときは労力のもっともかからない苗播機が本命と考えている。つまり移植機は苗取作業があり、土壌を相当やわらかく代掻し均一にする必要があるからである。苗播機は苗の作り方が非常に簡単であるし、本田操作も容易である。ただ苗が小さいという問題がある。

結局次の3種類が考えられる。ここでIの方法は十分開発されていないが、畑作一馬鈴薯、トマトなどの経験をいかせば土壌水分の維持管理は容易であり、又雑草は除草剤の利用で十分である。それで細部の技術体系についてはII IIIのものについてのべておきたい。なおここでべることはかなり高収量を目標にしたいわば理想条件に近いものであることを念頭におきたい。実さいに当ってはこれより精度が低下してもよいと思っているが、いざ問題の起ったときに解析し易いようにという配慮から書いたのである。

- I スプリンクラーあるいは溜池灌漑による方法
- II 乾田、湛水直播栽培
- III 移植栽培一苗まき機、田植機

(2) 乾田直播栽培指針

- ① 品種と種子の予措……日本においては播種時は低温であるので、直播は移植より出穂が10日もおくれ易い。一般に早生種が利用されているが、コンバインを使用するときは倒伏に強く登熟が齊一で脱粒し易い一ブラジルはあまりにも脱粒しすぎる一品種、胴割

の困難な品種を選んでいる。もちろん赤米・黒米の混入したものは問題であるので採種用圃場ではこれらの混入しない様努めるこというまでもない。かかる種子の芒稃を徐き塩水選(比重1.13, 水10ℓに塩2~2.5 Kg, 生卵が丁度うき始める頃)によりよい種子を選び、よく水洗后ウズブルン1000倍液で6時間消毒する。これを水に1日浸漬して鳩胸程度とし芽をきらないものを用いる。

- ② 耕起, 碎土, 均平…… 耕深は15 cm程度を目標に行うが, 前もって耕起して十分乾燥させる。

これによりかなりの窒素が放出されるので馬鈴薯, トマトの次に稲を作るときも出来るだけ早く乾燥させるようにする。しかも圃場にワラ雑草の多いときはボトムブラオによる反転, その他ではロータリー耕を行う。十分乾燥后カルチバッカーあるいは板ハローを用いて均平を行う。漏水の多い水田では車輪で2回全面転圧——このときの接地圧は0.5 Kg/cm²程度が必要——を行い, 后3~4 cmをロータリー浅耕するとよい。ただしクローラ型のトラクターでは漏水がとまりすぎて, 一度降雨があると次の作業が出来ない位に排水がわるくなることある。

碎土状態は表面に3 cm以上の土塊のないこと, シーダー(播種機)の操作される土層内に2 cm以上の土塊が重量で60%以下であることが大切である。この外整地播種の期用は出来るだけ短かい方がよい。なお均平の作業精度としては土7 cm——あとで灌水したとき15 cmの差があると一部水面に出て雑草がはえ, 又出来がわるくなる。日本では10 cm以上に水をはることがないので, 土5 cmとしているが, 当地の品種は伸長し易く, 又15 cmの水をはるから土7 cmにした——以下が望ましい。

- ③ 施肥…… P₂O₅は全量基肥, K₂O, Nは同じやり方にする。これについて詳しい研究がないので推定にすぎないがNは0~20%が基肥, 灌水時に30~40%幼穂形成時に20%, 出穂7~10日前に10~20%, 穂が出てから10%位つまり比率では2-4-2-2, あるいは0-4-2-3-1がどうかと思っている。その総量であるが, 目標収量をいくりにするかで違ってくる。2~3 ton/haのときは幼穂形成期だけでよいと思うし, その量も少くてよい。農業試験場では100~140 Kg/haも三要素を利用しているが, これで4~5 ton/haでは非常に能率がわるい。追肥は粒状のものでは散粒機でよい。なお石灰, 珪カルは耕起前に散布したい。その量は石灰は2~3 tonを要し, 珪カルは1.5 tonをやりたいが, 石灰は稲に利用するより前作のパレーショヤトマトに利用した方が有利である。

- ④ 播種…… 播種量の決定の仕方は例えば次の如くする。すなわちm²に穂を450本たてたいとする。有効歩合が70%とすると $450 \times \frac{100}{70} = 640$ 本/m², 1粒が3本の穂をつけるとすると $640 \text{本/m}^2 \div 3 = 213 \text{粒/m}^2$, 日本では分けつし易い品種であ

るため120~150粒/m²としている。発芽歩合—塩水選しないとかかなり低い—を90%とすると、 $213 \text{粒} \times \frac{1.0.0}{90} \div 240 \text{粒}$ 、粳千粒重を32gとすると—Japonicaは28g位であることは前に記した—乾燥もみで約77kg/haとなる。ブラジルでは一般に60kg/haであるが、出穂後の穂数が少ないので80kg/haがよいと思っている。

条間は25~30cm、播種深度は2~3cm、播種后転圧すると発芽がよい。散播するとかく倒伏し易いので、初め散播にしても発芽后灌水時に条に切りかえるとよい。

- ⑤ 水管理……日本では4葉期(本葉が4枚出たとき)に灌水しているが、ブラジルではこれより早く、その方が除草にも有効のようである。灌水する場合1週間前から去り水して灌水による土壌の急激な変化を防ぐ、この灌水は赤米、雑草を死滅させるためブラジルでは15cmもふかく灌水しているが日本では除草剤を使うのでかかる処理はない。灌水深かぶかいと苗が徒長して分けつが少くなり、障害に対して弱くなり易い。

- ⑥ 病虫害防除……ケラ、その他害虫……ドリソ剤

イモチ病 …… プラストサイジン

二化虫 …… 有機磷剤

ツマグロヨコバイ …… テナボン

- ⑦ 収穫……コンバインの脱穀部の選別性能をよくし、乾燥を有利にするには稈の水分を60%以下、粒の水分を22%以下にすることが望ましく、刈取の適期は穂首が完全に黄変したときである。コンバイン収穫した稈は変質し易いので速やかに乾燥する。なお刈取は朝露のある間に行わない。コンバインの性能を著しく低下させる。なお粒の水分などは赤外線ランプを用いて粒をつぶしたものから4cm位はなして乾燥させるとすぐ測定出来る。

- ⑧ 乾燥……ドライヤーは静置式では—ブラジルではこの方式は少いとみた—粳10m当り0.5~1.0 m³/sec 程度の風量で乾燥しないと変質の可能性が高く、送風温度は室温より15で以上高くしては胴割米を増大する。しかしこれは日本での基準で、長大な当地の粒に対しては別に試験されたい。

3) 移植栽培指針

移植では田植時にかなり肥料を与えることが出来、しかも条件を整備し易いので、直播より土壌肥沃度に依存しなくてよい。つまり雑草問題をのぞけば土地の肥沃なところで直播を行った方がよいことになる。

- ① 品種と種子の予措……品種としては中生種が多く用いられるが、今の所穂数型品種を用いた方が収量が上り易い。多肥出来るときは早生種でもよい。出来るだけ肥料により多収しうる品種を選ぶ、種子の予措は直播と同じ。
- ② 苗代……これには次の3種があるがもし雀の害を防ぎうれば折衷苗代が好適であると考えている。それは水苗代では根切虫が多く発芽が思わしくない。一方畑苗代ではやはり水

分が少かつ伸長がわるいので、ある期間以上続けると分けつも多くないからである。

水苗代……ねり床を1.2 m巾のたんざく型に切り施肥したあとレーキで混合して均平とし播種湛水する。施肥は硫酸根系のものを用い、 m^2 当りN 25 g, P_2O_5 30 g, K_2O 25 g 施す。田植4～5日前に硫酸でN 10 g 位の追肥を行う。

畑苗代……耕耘、碎土、均平化した圃場を1.2 m巾にきり、まず堆肥を5～7 kg/ m^2 ——これにより苗はとり易くなる。——散布混合し、さらにN 30 g, P_2O_5 60 g, K_2O 30 g を硫酸根系で施肥してよく混合する。表層にのみ施肥すると乾燥のとき焼け易いので7 cm～10 cmにまざる。その床に播種する。露土は細土で1 cm位行う。その後十分の水を散布するか、全面に水を湛水し十分に水を吸収したら水をおとし、あとは水をかけない。

折衷苗代……畑苗代で作り2葉期頃湛水するとよい。播種量をみると当地では非常に密播である。これではかい苗が出来ない。——一般に当地の苗は分けつしないとかいわれているが、施肥を十分にし粗播にするとかなり分けつするとみた。ただし非常に伸長し易いことは事実である。——Japanica では乾燥糞で100 g/ m^2 程度の播種でよい苗が出来るが、I A O 品種などではこれより少い方がよいようである。これで糞1 匁に3.5 cm——糞千粒量が35 g として——が与えられ分けつが低節位から利用出来、おくれ穂がなく穂数を多くする。

- ③ 耕耘、碎土、代播……堆肥、石灰、珪カル、熔磷などは全層混合してよいので耕耘前に散布する。そして耕深15 cmを目標にプラオ反転する。次に全層施肥の肥料のカリ、窒素を散布し、碎土をかねて混合を行う。後湛水して代播を行う。代播水は多くしない。
- ④ 田植……代播後の水の澄むのをまち田植に入るが、このとき急激に落水しているのを見る。施肥したあとは肥料が急速に流亡するのでさけない。栽植密度は当地の品種、やり方からすれば現在は少いようであり、 m^2 当り22～18株がよいと考えている。30 cm×15 cm=22株/ m^2 , 40 cm×15 cm=18株/ m^2 でありこれに準ずればよい。なお当地では浮植が多く分けつがこれがために出にくく、かつ2段根も出ている。2～3 cmに植えたいので、——このためにも15～20 cm以上の大苗は使用したくない——代播後少し土がおさまった中に植えるとよい。一株は3本程度である。田植時の苗はJapanica では4～5葉を目標にし、当地の長粒種は伸長し易いので4葉期を目標にして苗取をしてはどうか、苗には十分に養分を吸収させているので根に土をつける必要はない。
- ⑤ 施肥量……基肥には中性又は塩基性の肥料を利用したい。農事試験場ではN 80 Kg, P_2O_5 100 Kg, K_2O 80 Kg/ha も利用しているが、これは収量は低いにかかわらず日本の標準よりやゝ多い量である。むしろやゝ密植し、かつよい苗を作っているため、基肥には少く幼穂形成期以后に重点的に施肥した方が有利である。つまり1例として幼穂形成期にN 20, K_2O 20 Kg/ha, 出穂7日前に夫々10 Kg/haをいずれも落水後にやってはど

うか。イモチの出易い時期、品種にはもちろんひかえる。なお土壌還元の著しいところは追肥として $N O_3$ を含むニトロカルシオを利用した——幼穂形成期以后に——方が有利かも知れない。

⑥ 水管理その他……先に示した通りである。

6. 生産力と農家経営

自然科学の研究は細分化されることにより深まっていくが、その成果が実さいに应用されるためには常に総合という作業が必要である。稲作技術も自然科学の一つである以上、細かく論ずる必要があったが、本章に入って総合化を行い、ことにブラジルの技術的背景をいかすようにつとめて来た。さらに問題は農家経営の中にとり入れられるためには、その技術体系はより経済的であり有利でなければならない。一つの企業であるからには当然である。かかる場面についてとり上げてみたい。

(1) 個別技術の評価と技術体系

前述の個別技術には数多くのものがあるが、その何れをとっても効果は上る。しかし個別技術による収量向上には限界があるので、何れを優先してとりあげねばならないか問題である。そのよい例として日本（東北地方）における粘土の多い湿田地帯——平均玄米収量 6 ton/ha 以上——で行ったものを第 6 1 表にかかしておく。ここではまず地下排水が最も効果的であることが知られるので、それをこの地区 3 万 ha に実施中であり、一部ではこれにより 7~8 ton/ha の玄米生産を上げている。かくして作られた新しい基盤条件をもとにもう一度評価すると、今度はこれまで大きい意義のなかった別の個別技術が浮び上るのであるが、かくして評価を行い、多収を上げている技術要因を組合せて先に示した第 5 4 表の収量段階とそれの対応技術を作ったのである。前後させたのはより強調するためである。

これとは同じ立場で低収地で行った例としてマラヤの稲作をみよう。ここでは在来種を耐肥性、耐倒伏性の品種に改良し、マリンジャを作ったことは有名であるが、更に肥料補助政策をとり、深耕により根を深く張らせること、栽培密度を従来の 6~8 株/m² から 11 株/m² に上げることがを指導している。これにより次の如き効果を上げている。

肥料+深耕	20~30%	} の増収
密植	10%	
病虫害防除	40~50%	

日本ではこれらの条件は常識つまり技術として入って来ているのでその効果は上りにくい。つまり収量段階において技術の効果に差のあることは注意されたい。これらを勘案すれば今何をやらねばならないか研究の方向が出てくると思っている。

かくして今とりあげるべき個別技術が決定されるが、それを現在もっている農家の農機具で実施せねばならない。非常によい技術でも金のかかりすぎる技術では画餅に等しい。それでさ

らに経営の立場から経済計算されて技術とすることが望ましい。前項の技術体系指針はこれらの操作をへないで行ったので、いずれ評価されんことを望む。

2) 輪作との組合せ

稲作も経済行為の一つである。企業意識を十分に発揮して頂きたいが、現在のサンパウロの情勢内では稲作を農家にすすめることはとても難しいようである。現在だけでなく将来までも続くものと推定しているが、それでも米の生産は上げねばならない。それにはこの輪作の中に組入れて出来るだけ経費をかけないで生産を上げることである。まず養分的側面からみると次の如くである。

N 堆肥などの導入は困難であるので牧草の導入及び畑作に利用した残存分を利用させるようにする。なおこのとき NH_4 は土壤中にそのままあるのでなく、存在する有機物に固定されねばならないのでここでも有機物の存在が強調される。

P_2O_5 蓄積する作物はないか、ニワトリはリン酸をよく回収する。その糞を畑作—水田で利用すると問題を起すことあり、又土壤が中和されるとそれほど必要ともしない—に利用するだけでかなり集積する。しかし現在は養鶏自体が有利なため、一方的にその方向に走る傾向があるが、糞の入らないときは溶淋あるいは低廉な磷鉍石粉末を利用せざるを得ない。とにかく稲にリン酸を使うより前作に利用した方がよい。

K_2O 水からの供給が合理的で牧草、バレーシヨなどの吸収量は極めて大である。稲は少い、つまり稲作で土壤中に蓄積させて、のこりを他作物に利用させるのである。

MgO CaO —施肥に依存せざるを得ないが、これも経済的に有利なバレーシヨ、トットなどの前作に散布し、その残量を利用した方がよい。

以上から考えると稲作には多くの肥料を使わずに土壌中にのこっている養分、土壌から放出される養分で生産出来る。そのよい例として第59表を上げることが出来よう。もちろん高い生産はのぞめないが、これらを繰返し土壌肥沃度が高くなるとかなり高位生産なる。日本でも家畜を導入して高位生産—肥料はほとんど使っていない—を上げている例があるが、やはり堆肥の利用が中心となっている。それで現在は灌漑を前提として第1段階としては上にあげた畑作、水田作、養鶏などの夫々の有利性を活用して土壌生産力を高める方向にもっていく。第2段階としてはかくして得た土壌条件下ではかなり多肥、機械化が出来ると思われるので、集約的に農業資材の多投を行い生産を上げる。このように経済性のあるものを前に出してそれとの輪作を考えるのが妥当のようである。

上記は稲作経費を出来るだけ節約して生産を上げていく方式であるが、数年にして生産力が

つき着実な経営が出来たとき、それを土台として前述の稲作技術を駆使し拡大生産の方向に進むことが望ましく、その段階に至り豊富なかつ安価な安定した生産資材の供給が必要となる。ただし土地所有を前提としたこと云うまでもない。なおこの輪作により畑作におけるもっとも不利な連作不可能の問題が同時に解決されるのであり、水田と畑作との組み合わせは水田作にとってのみならず、畑作にとっても有利であること忘れられない。

7. 小 括

これまでは稲作の個々の問題をとりあげて論じたがここでは農家経営の中における稲作について論ずる。その場合まず問題になるのはこれからどんな手段で土地生産力を上げていくかであるのでここでは大胆に割切って表現してみた。

まず収量つまり生産力の段階に対応した条件があるということである。日本においては高い収量のときでもこのことがはっきり見られる。これで打つべき手段とその順序が大凡きまるが、サンパウロ州の場合は灌漑の出来ることが第1の条件で、これにより倍位の収量は期待しようとしている。さらに土壌の肥沃度をまずために有機物と施肥の問題が、次に品種、栽培法となっている。しかもこの灌漑は発電事業と組合わせてやることが望ましい。

ブラジルの土壌の現状は施肥に依存する状態であるが、肥料が高く米が安いので施肥することが他国に比しかなり負担となっている。これにより土壌肥沃度は低下してきたが、しかし現在の施肥の方法を少し改良してもかなり収量の増大をねらいうるようである。施肥の経済効率 (Rentability) は5倍を目標にしている。少くとも4~5 ton/ha 以上生産を上げれば現在でもそれほど稲作は不利ではあるまい。

とにかく土壌の肥沃度を上げねばならないが、水が最大の力をもっている。一方これにより蓄積した養分は土を十分乾かすことにより発揮させた方がよい。これにより他方では地力が急に低下するので有機物、施肥による石灰、苦土などの集積を凶るべきである。かくして土壌基盤の整備を急ぐ必要があるが、それは土壌の種類(泥炭、粘土、砂土)により異なるので土壌の性質を十分把握してからやることが望ましい。

以上から考え具体的に農家でとるべき稲作技術指針を作ってみた。かなり大胆な推定の下に行ったので多少の誤りはあろうが有効に利用出来ると思う。この体系をローテーションの中に導入して土壌生産力を生かしながら進めるとより有効であり、さらに個別技術を時々評価して重点にすべき個別技術を決定する方がよい。

第5章 試験による確認と問題点

自然環境経済条件を解析しさらに現在の技術からありうべき稲作の方法、体系について解析を試みて来たが、日本の技術の紹介ということがかなり目につく。もちろん、今のところ不要と思われる細かい技術まで記してあるが、一方稲という作物の生育の仕方、米養生理はどこで研究しようとはど同じだという立場からみてもいる。違うのは大きくは自然経済条件である。それをうけ入れてどの様に体系化するか、サンパウロらしい稲作になるかが基本の問題であるのである。これまでの記載は自然経済条件よりみた稲作であるので、果して実地に稲作を行うとき他に問題は出ないかどうか、本章で確認したい。

1. 試験による栽培法の確認

実際に当地において栽培している気候、土壌などの自然条件より当地に適する栽培法を考究して来たが、これを実地に確認しありうべき方法を究明するため次の試験を行っ。この試験にあたり関係者の一部より、「日本における稲作をここで紹介してみてくれ」との声もあったが、それでは単なる模範農場としての性格となること、又単に収量を上げることになると、これは近くのローレーナにおいて行っている台湾人による方法になるので、ここでは栽培法を体系化するに当り必要とされる品種の特性、栽培法上必要とされる生育期などを明かにしようとしたのである。加えて出来れば多収をもかねたいという事で、日本の多収の方法をも導入した。

品種…… 当地方で一般に作られているものとしてイグアツペアグーリア (I Guape Aguria) と、新しい品種とされる I A C 4 3 5 号を用いた。共に長粒種であるが、前者は倒伏によく、かつ無肥料下で作られているものである。この長粒種と対比して台湾米として Taichung 65, Ohianan 8 を用いたが、千粒重は日本におけるものよりかなり大きい。ともにローレーナにおける台湾の技術者より分譲のものである。

A 移植による解析

1. 苗代…… 当地方では稲の分けつ少くかなり徒長した苗を用いていること、遅発分けつの多いことにかんがみ、粗播でかつ畑苗代をも作ることにした。この方法では雀害のあることは知られているが、生育初期をよくするためである。又熱帯土壌の特長より磷酸を多用せねばならないが、苗に多用した方が経済的であるのでその方法も入れてある。種子はすべてウスブルン消毒及び塩水撰を行った。

(1) 苗代の作り方: 耕起碎土した土を巾 1.2 m タンザク型とし有機物を加えて攪拌後施肥し、肥料を 10 cm 深にレーキで混合した。その上を碎土し播種し種子のかくれる程度に別の土で覆土する。畑苗代では水を肩までかけて后落水する。

- 2) 施肥量: N — 硫安 — N 15 g/m²
 P₂O₅ — 過石 — P₂O₅ 50 g/m²
 K₂O — 塩加 — K₂O 15 g/m² } 追肥なし
 Compost 水苗代 1 Kg/m²
 畑 " " 2 Kg/m²

3) 播種量及播種日; 100 g/m², 9月29日 網をかぶせ雀害をふせぐ。

4) 生育調査と結果; 第6 2表に示した通りであるが, 水苗代はタコ足状の浮苗が多く畑苗は雀害あり, このことから水苗代の水はおとせない。畑苗代はよく乾燥するが, 当地の稲は発芽早くのび易い。水苗代では発芽活着わるく根から虫(サナギ)におかされてこぼび苗が多い。

この表より知られる通り当地の稲は出葉おそく伸長が早い。分けつは水苗代に多い傾向がある。畑苗代はスタートはよいが, 土壌水分が少いため早目に湛水切換した方がよいようである。播種密度からすると分けつにくいという Iguape でも分けつしており, 100 g/m²以上の方がよい様に思われる。なお土の乾燥による干魃抵抗性をみると次の通りで当地のものが大であった。

Iguape > IAC > Taichung ≥ Chianan

2. 本田……雨の日が多く予定期日(5葉期移植)がせまっても本田準備が出来ないので止むなく設計を大巾に変え小面積で試験を行う。1区面積60 m²とする。

1) 移植: 本田は Compost をまず散布し, 耕耘機による耕耘后, これに珪カル, 熔リンを散布し耕耘機で混合砕土, これに塩加と硫安を散布し湛水して代掻を行う。均平は人力板ハローにより行った。

施肥量:	Compost	15 ton/ha				
	珪カル	2 ton/ha				
	熔リン	200 Kg/ha	……	P ₂ O ₅	40 Kg/ha	
	硫安	100 "	……	N	20 "	追肥35 Kg/ha
	塩加	5.0 "	……	K ₂ O	30 "	" 30 "
				計	N 55 "	
					P ₂ O ₅ 40 "	
					K ₂ O 60 "	

栽植密度: 1.5 × 3.0 cm (22.2/m²) 3本植 深さ3cm

移植日: 11月1日 (34日目苗) 湛水深7cm

2) 管理と観察: 活着は Iguape, IAC は悪く台湾米はよい。

11月9日; 除草剤 MCP を処理

- 12月 1日;落水してMOPを処理
- 12月15日;地割れするN 20 Kgを施用(硫酸)して灌水
- 12月21日;K不足と思われたのでK₂O 30 Kg/haを追肥(ただし不要の様であった)
- 12月26日;はばらみ期アルドリンで虫(ハサミ虫)を防除
- 1月11日;アルドリンで再び防除
- 1月13日;N 15 Kgを追肥(硫酸)
- 2月10日;落水
- 2月15日;収穫物分解調査
- 2月23日;収穫

(3) 出葉速度; IAO, Chianan について調査したが、途中でマークした稲株が抜きとられ調査出来なくなった。これを他のもので続けて行ったので、多少は狂っているかも知れない。結果は第44図に示した。共に直線的に出葉数が増加しているが、Chianan は66日で9葉出ているので、6~7日で1葉出ることになる。IAOもほぼ同様である。結局日本における値と大差ないことが知られる。ただし Iguape は IAO より 10 日早く出穂しているので 14 葉で出穂しているかも知れない。

(4) 出穂期	Iguape	1月10日
	IAO	1月20日
	Chianan	1月4日
	Taichung	1月4日(?)

(5) 生育経過; 基本的生育時期が明らかでないので期日をきめるのが困難であったが、ほぼ2週間おきに調査した。第63表に示した通り、分けつは Taichung > Chianan > IAO > Iguape であり系統間に大差がある。草丈もほぼ同様である。

次に乾物重をみるに第64表の通りである。この株はすべて分けつの平均株をとったものであるが、これより知られる通り全重は大差ないのに籾の生産が少いことがわかる。そのため当地の米はモミ/ワラ比が著しく低いことになる。

(6) 収穫物分解調査成績; 雀害が著しいので平均株はその著しくない所をもとめて刈とった。又収量は多少の雀害を区別せずに出来るだけ広々と刈とったので当然低値が出ることになる。結果は第65表に示した。

この表にみる通り①収量は Chianan が最高であり 10 ton/ha をこしている。これは特記すべきことであり IAO も高い。それは日本の多収穫と同様穂数の大きいことによる。②しかし台湾種は着粒数が少いことが目立っており、これでは多収向きでなく、穂数形の品種と解される。一方 Iguape IAO の着粒数は多いが倒伏したとはいえ登熟の悪いことが目立っている。40%は不完全米及び粒に終っている。これは品種の大きい特

微とみてよい。③生葉数はNの後期追肥により4葉はついている。従来こちらでいわれて来た秋落なるものはN不足あるいはモンガレなどによる様である。④節間長が大きかつ稈長が長いのが当地の稲に目だっているが、座折は上より3節目で起っている。それは稈の太さとは関係するかどうか、なおIguapeは倒伏し易い。⑤前に指摘してある通りモミ/ワラ比は施肥法にも問題があることが認められる。

B 直播による解析

1. 試験設計；本田の調整……耕耘，碎土し湛水して均平を行った後，更に落水し乾燥し再び耕起，碎土した。

施肥量とその方法…… Compost 15 ton/ha

熔	磷	200 Kg/ha		
過	石	200 "	P ₂ O ₅	80 Kg/ha
硫	安	100 "	N	20 "
塩	加	50 "	K ₂ O	30 "
			追肥N	80 "
			計 N	100 Kg
			P ₂ O ₅	80 "
			K ₂ O	30 "

Compost に熔磷を加えて散布し，自動耕耘機で耕耘，碎土し各区を人力作条機で条を切り深さ7cm位の所に施肥する。それに少量の土を覆せる。

播種とその量……塩水撰，ウスブルン消毒した種子粒を用い条毎に計量して散布覆土する。

播種量 60 Kg/ha, 80 Kg/ha, 巾30cmの条まき

播種日； 10月26日

2. 管理と観察

11月22～24日に赤米を手でとる。ただしこのとき普通稲をもぬきとり発芽歩合を減少させている。

このため60Kgも80Kgも差がなくなる。

11月25日；N30Kg/haを硫酸で追肥し湛水する(31日目)

12月5日；落水して除草

12月6日；N20Kg/haを追肥

12月26日；赤米などをぬきとる

1月13日；N20Kg/haを追肥

色の出方は Chianan > Taichung > IAO > Iguape

2月1日；N10Kg/ha追肥 穂ばらみ期

3月 ; 落水

3月 ; 収穫

3. 調査と結果

1) 出葉速度; 次の第45図の如く移植より2葉位少い。これも途中でぬぎとられたので不十分である。

2) 莖数の推移; 第66表の如くで1mの間かくのものを測定した。数は初めに期待した値は全く得られず、以下調査を大巾に省略したが、収穫物についての結果は第67表の通りである。

期待した値	}	播種量 60Kg = 1 mに 1.9 g = m ² 当り 196粒	} 長粒種
		" 80Kg = " 2.5 g = " 258粒	
		" 60Kg = " 1.9 g = " 224粒	} 台湾種
		" 80Kg = " 2.5 g = " 294粒	

C 考 察

移植については台湾種、当地の品種を比較して特性を把握して来たが、出葉速度や生育時期については日本の結果がそのまま利用出来ることが知られる。当地の品種はやはり肥料の少いところで栽培され直播に向いているとも考えられる。台湾のものは施肥により多収し移植により向いていることが考えられるが、当地の稲の登熟の劣悪性は品種そのものの性格であり、施肥方法のみでは改良しにくい様である。台湾種は多収に向くが、より収量を上げようとすればもっと穗重的性格が欲しい様に思われるし、当地の長粒種の稲は稈長を短かくし、かつ登熟のよい性格を導入されることを望む。

しかしかなり収量が高いので施肥性や栽培様式、苗の条件を改良すれば当地の品種でも5~6 ton/haは容易にとれるのであり、米価の関係からもその方の解析研究が望ましい。又病害虫も多くモンガレメイ虫の被害が多少あったので、収量の増大ともこれらに対する注意も大切である。いずれにしても日本の栽培法の解析が十分活用出来ると理解された。

なお施肥量はN 55—P₂O₅ 40—K₂O 60 Kg/haで約100 コントスであるが、非常に安価でありしかも生産量は10 ton であり平均8 tonとしても8 ton = 133俵/60Kg × 15コント = 2000コントスとなり、きわめて経済的であるこというまでもない。

直播については、移植と同様の品種間の差がみられたが、移植に比し出葉数の少くなること、着粒数の少いこと、草丈の小さいことなどこれも日本と同様の結果がみられる。しかも収量はそれほど低くない。稲にして8 ton/ha位はとれる可能性をもっているのである。施肥量は多少多くはしてあるが、これほど多くしなくてもとれると理解したいが、結論的にはここでも日本の技術解析がそのまま適用出来ることが知られる。

ただここで大きく問題にせねばならないことは本文に書いた如き細かい技術を用いなくても

サンパウロ州ではとれるということである。たとえば灌排水においても細かいかけひきはほとんど行っていないのである。施肥法もしかりである。このことは極めて重要であるが、それを可能ならしめているのは一つには自然条件であり、ことに磷酸吸収力の問題でもあると理解したい。次には品種的には台湾の稲も日本における如く細かい技術を前提として育成されているとは思われないが、多収しうるといふ印象を深くしたのである。

2. 稲作技術と問題点

バライバ流域の総合開発を対象として稲作技術についてあるべき姿を種々想定し、かつ試験を行いその確認を行って来た。それについてはその時期に応じて報告を提出して来たが、その一部ものは直ぐにも技術としてとり入れられるであらうし、又一部ものは仲々入りにくいものもあらう。しかしいずれかの時期にこの報告が又よみ返えされて参考になればと考えるものである。つまり技術協力としてブラジルに来て直ちに全面的に改良しうるものでないことは承知の上であるが単に技術だけでなく他に種々の関連問題をかかえているが故に入らない事が多い。その点に関連し技術的な問題点をここに記載しておきたい。

(1) 自然条件のコントロール

水を治める者は国を治めるとは中国のみでなく古今東西を問わず名言である。ブラジルにおいても降雨が多すぎれば洪水をもたらす、雨が少くれば干魃を招く、このためあらゆる生産は天候に支配されてしまう。これがいわゆる「技術以前」の問題として技術導入の前に大きく立ちだかっている。バライバ河流域では州政府の政策としてこの問題にまずとりくみ、あらゆる部門を総合して一歩前進しようとしているが、農業をより近代化させ従来とかく欠けている土地生産性を上げるにしても、又衛生など万端にわたる配慮からしても開発計画としては本計画は重要かつすぐれたものと理解される。

しかしその事業が10数年を経過しているにもかかわらず進行がおそく、又組織替などにより一層業務がおくれてくることは残念であるが、遅速は別として是非確実に実施して頂きたいものである。ことに今年に入って長雨によりバライバ流域は各所で洪水を起し、冠水地区が拡大しているが、設計のミスとは思われなく、むしろ事業の進捗との関係とみたいのであり、この位の雨でも十分対応出来る排水工事であることを切望している。一方又水力発電のためのバライバ川の上流のダムは多量の降雨の場合無計画に放流しているとされているが、農業上由々しき問題であり上層部における調整が望まれる。ことに本問題は筆者の専門ではないが、技術以前の問題としてどうしても解決して頂かないとならない問題である。

(2) 試験遂行上の姿勢

バライバ流域の開発は計画書にもある如く当事業公団にゆだねられた州政府の事業である。したがって種々の土壌調査、栽培試験などが単なる試験研究に終止してならない事は自明であり目的及び対象が明確であるので問題点を整理体系化し全体計画とともに対策試験が進められ

ねばならない。この点当然他の研究所と性格において区別されるべきものであり、ここから研究推進上の多くの問題点に対する姿勢が出てくる。

まず本事業の完成までにはかなり高額な投資がなされることになる。この土地に対する投資に対応して収益は有形無形に大きいものであることは計画書に想定されているが、作物栽培の面からみると、それは単位面積当りの生産量の増加として要求されてくる。この土地生産性はブラジル農業においてとくに要求される事項であることは今更なる言を要しなく、今後の農業生産性向上の見本となるがため、出来るだけ経済的に合理的に単位面積当りの生産量の増加をはかる様努力する必要が出てくる。

次に事業の推進上土地改良及び土壌改良が前進して実施されるが、それは排水、地下水位の低下、灌漑・区画などの形で表われる。これによりまず土壌の変化が大巾に行われ、生産性一作物の生産力と機械作業などの能率一が変ってくる。この変化は作物栽培の有無にかかわらず進行するので、かかる事業の推進に当っては今以上に土壌の生産性調査及びその年次毎変化を追求する必要がある。この調査方法については技術解説コースに詳しく述べておいた。日本においては強力にこの調査及び生産性試験を行っているが、第46図はその関連図である。図の中央にある土地改良及び土壌改良とはこの場合に於てはめると、①事業と施行した土地改良地区について調査したが、更に改良して欲しい場合、②十分土壌調査をした後に生産性の側から注文をまとめ、その上で土地改良工事を行う場合の2つを含んでいる。土地改良した場合利用者としてはそれでも問題があることが多いが、しかしその要求がとてつもなく大きいものであっては経済的に成立しないので、もちろん限界はある。とにかく事業と生産の間につねに feed-back system のあることは忘れられない。

現在この地区の土壌の肥沃度が急速に低下していると見たが、工事により攪乱された土壌が経年的にどの様に変化していくか、その肥沃度の低下を工事の施行方法により——例えばサンドポンプによる流水客土——生産性を上げ得ないかどうか、土地の均平、土壌の均質化をどの様にしているのか生産性土壌調査により明確にする必要がある。

又当地域全体において各地点とも同じ問題が存在しているとは思われない。ことに肥沃度はジャカレーより下流に向うにつれて増大している様に思われるし、都市の性格も違っている様である。それらの問題点を整理し事業推進と併行してどの様な順序で解決していくか、当然整理されて然るべきと思う。しかし今からでもおそくない。事業達成の年数が規制されているので作戦計画の如きプログラムの作成が望ましい。ことに技術者の少い現状ではその方が有利であり、これによりさらに調査あるいは試験の軽重が自から明らかになってくるのである。しかしそれでも専門家の不足から不在の部門がある。例えば病理、混虫、育種、経営などであるが、これらは若し補充出来ないときは他の研究所や試験場に助言あるいは協力を請うことになる。これもプログラミングの作成により明らかになる。このプログラミングのない限り仕事は散発

的となり、技術導入をどの様にしていけばよいか明らかでなくなり単なる事例として受けとる結果となる。

3. 試験や調査などの体系化

地域開発事業の一環として地区の生産性を上げる以前にそこに伏在する問題点の解決つまり試験の段階のあることは周知の通りである。この試験をどの様に方向づけし体系化するかはプログラミングで明らかになるが、現在の如き散発的試験からは体系化はむづかしい。もちろん実施中の何れの試験も重要であるが、問題点が整理されていないので、土壌の肥沃性についてはほとんど手がけられていない反面、栽培試験の面では重複がある様に見うけられる。つまり分担関係も明らかでないので一応ここに部門毎にさしあたりの問題点を整理してみた。

① 環境部門

- 1-1 ; 地区区分とその土壌の生産性特性の解明
- 1-2 ; 土地改良による土壌の変化の究明
- 1-3 ; 生産性増強のための具体的対策
- 1-4 ; 作季選定など気候条件の利用
- 1-5 ; 有害・病害虫の発生生態とその防除法の究明

② 作物部門

- 2-1 ; 品種の特性解明とその利用
- 2-2 ; 各種作物の生理生態と栄養生理的特性の究明
- 2-3 ; 養分吸収特性からみた施肥法の確立
- 2-4 ; 合理的栽培体系の組立て
- 2-5 ; 機械等による作業と土壌との関連の究明、作業精度の向上
- 2-6 ; 水管理方式の確立
- 2-7 ; 雑草の発生生態と防除方法の究明

③ 経営部門

- 3-1 ; 個別技術の経営経済的評価
- 3-2 ; 合理的輪作の経営的究明
- 3-3 ; 農家の経営方法の究明

上記は各部門毎に分けたが互に関連があるものが多い。1-4は多く調査もなされており2-1~2において究明出来る。1-5は未着手と思われるが、ことに有害な病気、害虫が多いので専門家をおくか委嘱するか対策が必要である。2-2~3は当試験場では極めて手うすであり、カンピーナスの農学研究所に委嘱している様であるが、出来れば当地において解決出来ることが望ましいのであり、同じ化学部門であるので1-2~3と兼ねて行うことも出来る。2-5は未着手であるが、土地の均平、土壌の均質化、透水性などの問題がある。これについては栽培以

前の問題であるので出来るだけ早く解決されたい。2-6は実施はされているが、栽培方法からは施肥量の多くなる高収量の段階で問題にした方がよく、今はむしろ水利用の立場から論議されたい。2-7は生産の向上をはばむ問題で、とくに重要であるが、より容易に実施されている事例をまず調査し、それより方法を考究する段階の如く思われる。ことに除草剤による方法——肥料との混合したものなど——の開発が望まれる。経営部門においては3-3の問題が重要と思われるが農家経営のあり方、経済的有利性にとってどの様に農家を指導していくかその方向を究明することが重要と思われる。その他プログラミングの作成などを分担せしめたい。

日本においてはこの研究体系の各個について幾年で終了する予定か、予算額、必要人員などを附記して提出することになっている。一般に個別の研究は3ケ年で終了させる。土壌の変化の如き長年月を要するものは内容を変化させて究明するか、人員予算を少くした経年試験として実施している。

4. 試験方法と結果のとりまとめ

試験は普及以前の問題であるので、目的によっても異なるが出来るだけエラーの入らない様に単純化すること当然である。まず研究方法であるが、①試験区の面積が中途半端の如く感ずる。多くの試験に基づいて現在の姿になったとは思いますが、収量調査まで目標とする試験では概して20㎡以上——この中に抜とり調査、分解調査株を含む——、馬鈴薯では個体間の差が大きいのでより大きい面積が必要とされている。一方単なる生態などの研究の場合はもっと小面積でも可能であり、むしろポット試験をも実施した方がよい性格のものもある。検討されたい。②試験区において同一区内のむらがかなり大きい。土壌条件、施肥法などに基づく外、個体の位置——気候条件——にもよるものもあるが、これでは調査解析は不可能に近い統計以前の問題であるので検討されたい。③ほとんどの試験が統計処理されているが、あまりにそれに依存しすぎている様である。例えば今の方法で統計にかけるとStartと収量を結びつけることになり、生育に長期間を要する種子作物では、この間種々の要因が入ってくるのでエラーの部分がとても大きくなり差があってもないと判断されることになる。生育反応は蛋白代謝、セルロースリグニン代謝、澱粉集積反応などいくつかの個別の基礎代謝の連続であるので、これら単一反応におきかえると理解が早く調査も容易である。それでもエラーが入り易いので統計処理をすることになる。④今行っている試験がどの様に推移する予定なのかすべて予測が必要である。困難なものもあるが、出来るだけ予測されたい。この予測のない場合は結果が得られてもその必然性が理解しかねることになり、ケース・バイ・ケースの試験に終る。

次に調査についてであるが、播種されて以後収穫に至るまで観察以外調査がなされていない。前述の如く日本では生育をいくつかの反応に分けて考えているので、この間克明な調査が行われ、試験の終了時には収量上の問題点解決の方向が明らかにしうる。今后出来うればこの調査を行うことを是非すすめたいが、主な項目は次の如くで直接収量因子を対象にした方がよく参考され

たい。

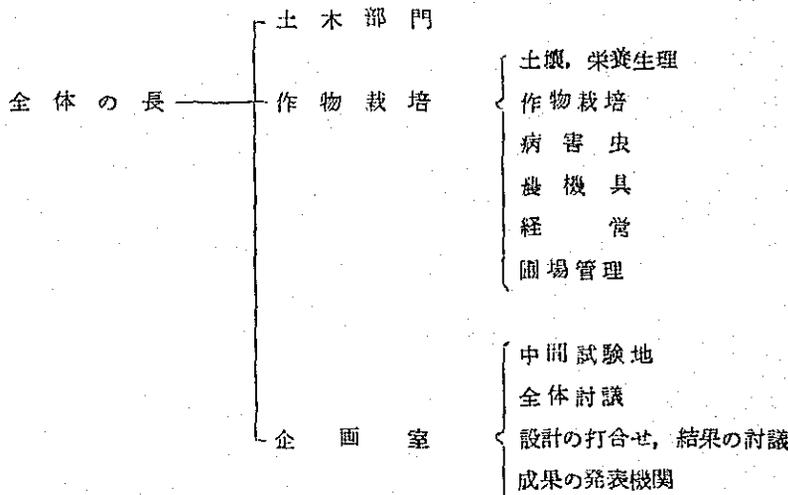
- ① 生育調査——草丈、莖数など出穂期まで2週間おき位に行う。
- ② 生育期調査——幼穂形成期、出穂期、収穫期など、従来の播種後幾日という表現を出来るだけ幼穂形成期前幾日というように修正されたい。
- ③ 乾物調査——灌水期(直播、移植では移植期)分けつ期、幼穂形成期、出穂期、収穫期に依り乾物生産を調査する。その試料は化学分析に供し栄養状態及び養分吸収量を調査する。
- ④ 収穫物分解調査——収量の構成、決定要素を調査する。
- ⑤ 収量調査——20㎡近くの面積を全刈りする。

次に結果のとりまとめである。多くの試験がなされているが、成書になったものは非常に少ない。とりまとめの時間的予備もさることながら予算の行使、事業の遂行上由々しき問題である。これもプログラムが作成されていないことによると思うが、出来るだけ公表の機会を作られんことを望む。この試験の結果について十分な討議を交わし、他の関連機関の批判をうけた方がよい。これにより①続行すべきもの ②終止すべきもの ③普及に移すべきものなどに分類することが出来る。

最後の結果の報告である。当地の試験の性格上実用試験が多いので、出来れば独自の発表機関誌をもった方がよいが、発表論文数、予算などから果して出来るかどうか研究されたい。しかし年次報告は公刊された方がよいので、実施されたい。いずれにしても多くの成果がねむっているのは残念であり、問題点も整理出来ない。又組織とも関連するが、年1~2度定期的に試験結果の検討と設計の討議を行った方がよく、これにより関係者全員に周知され、その認識の下に実施することが出来る。さらに試験の重複をさけること、問題点をより明かにすることも可能となる。この場合関連機関の専門家の出席を要請した方がよい。

5. 組織及び予算

事業推進上組織をどうするかは非常に重要な問題であり、人の和を圍り事業の進行を円滑にせねばならないので軽々しくは論ぜられない。さらに予算人員も関連してくる。しかし卒直にいうならば土木部門と土壌及び作物を対象とする部門とはその反応過程が大きく異なるので分離するのが機能的である。試験部門は直接圃場を対象とするので各関係者は圃場の近くに駐在するのが便利であろう。さらに専門家としては先に示した如く土壌、作物、病害虫、農機具、経営などスタッフをそろえうればよい。圃場管理部門は試験に使用しない圃場その他の管理を行うが、当事者は試験を実施したい方がよい。どの様に圃場を使用するかは全体討議によることが望ましい。これらを一括すると次の如くである。



これはもちろん一試案であり、研究スタッフが得られればという事であるが、配置換等により接近された方が有利と思われる。

最後に予算と設備である。年間の予算がたたなければ研究目標も決めかねよう。といて圃場利用を収入を上げるための栽培に片よせると試験など事業遂行上の支障を来す。ことに一度動き出した試験を中止することも出来まいし、又途中から始めることも可能でない。それでは、確実に入手出来る予算額を呈示してその範囲で実施してはどうか。

又設備であるが、上記試験を遂行するため乾燥器をととのえ多少の化学分析や生体染色を行いうる実験室を整備したい。日本においては普及員が筆者持参の土壌植物体分析器を利用している段階で顕微鏡までそろえている。

6. 普及

普及部門は政府機関として別に存在しているのでそれを利用すればよいが、農家の関心をよせるには農家の一般に要求している問題は何かを究明せねばなるまい。とくに生産の可能性を見出すことが大切である。その可能性つまり多収に対応する技術内容を解析し主要と思われる技術を抽出する。それを農家に普及するときは容易に導入出来るよう種々の代替方法収量段階に応じた技術体系を示してやることが望ましい。このことは前節に詳しくのべてある。又一部では細心の調査に基づいて体系化された技術を大胆に圃場で実施してみることも必要でありこれが中間試験というものである。当地においても設置しているのでこれを生かす方が有利である。この中間試験は出来れば土壌型別に考慮されたいが、農家に信頼されるもっともよい機会とならう。

結 語

ブラジルの産業は生産構造上新興国性をなお強く具現しており、その発展において多くの問題をかかえているが、その第1は輸出の大宗は一次産業に依存していることであり食糧生産に多くの土地、労力を使用している。加えて第2次産業はほとんど未発達段階にある。しかし電力・自動車産業その他が急速に滲透して来ており、5年前とは大巾に変わりつゝある。つまり一部において構造の変化が起りつゝある段階に来ている。

「しかし新興国は自律成長の段階に入るまでに保健衛生教育、基礎的産業及び公共施設という下部組織を構築せねばならず、これには非常な経費を要する一方、その段階では見返り収入はない。新興国にとって比較的入り易い農業の改善や高度の技術と、関連産業をあまり必要としない軽工業をのぼすことは、このような基礎条件を準備するための資金をかせぎだすものになるものであるが、一方で人口増加率が高いので、それを養うために生産増加分がとられてしまうと、又先進国側も農業と軽工業は最も強く新興国産業に対して抵抗する部門なので、急速にのびようとすると頭をたたかれる。せいぜい輸入品を国産に代替する位になる」という立場にある。これは日本生産性本部で発行している「20年後の日本」(P 143)に掲載されている一文で将来の新興国の立場の一面をゆうべんに物語っている。

かかる局面をのりこえて長期にわたる発展と安定への道を開くにはその構造上の改善とこれをうらづける技術の革新がなければならない。そしてこれら工業と農業とのバランスがとれない限り農業の大いなる発展は急速には望みにくい。つまり農業の発展は農業内部だけでは解決しにくい多くの面をもっているからである。そのため本書においては立地条件を克明に解析しようと試みたのであるが、しかし工業化をいそぐあまり農業をみおとすところが、今から長期計画のもとに近代化を進めてほしいのである。

一方食糧事情を考えるとブラジルにおいては人口が急速に増加しており、これに反して食糧は面積的にのびているが面積当りとしては増加は将来果してどうか、しかも食糧の内容は高級化していると理解するが、この差違は急速に大きくなり、ことにサンパウロ州ではもはやBalanceを失いつゝあるのである。かくして大巾な食糧の消費は輸出産物を次第に圧迫しつゝあるのである。しかしなんといっても国家経済の第1の要請は国民に対して十分なる食糧を供給することにある。しかしこの問題は筆者がここで云々するまでもなくその気になれば簡単に面積の拡大によりブラジルことにサンパウロ州においては解決すると理解している。ここにブラジルの知られざる底力をみるのであるが、ここで問題にしたいもう一つの点はブラジル自体のみでなく世界人口が急速に増加している現状と生産の合理性である。世界においては将来15年間に2倍の食糧を増産しない限り(十分なる食糧をとった場合)飢あるいは食糧不足とならざるを得ないと警告されている。この増産比率は技術者にとっては現在の面積を前提にする限りかなり困難である。ブラジルことにサン

パウロ州においては15年間に面積は一定にしても生産量の2倍の増加はむずかしくないと理解した。日本においては高収量であるがため10年間に15%位より増収し得ないと推算——東北農試——している。

現在及び将来にわたり東南アジアにおいては人口増が急速であり、結局は食糧の自給自足までこぎつけられればと理解されているが、さしあたり余剰の出来るのは広大な土地を有する南米大陸以外にないと考えている。ブラジルにおいては自給自足より輸出国に発展するであろうし、それを望むものであるが、しかし現在の態勢からしては生産は不安定であり、輸出もむずかしく、又出来るとしても品質上他国と競争するほどのものはない。したがって国家的に急速にのびている電力開発、水資源の活用を前提として新技術の導入により早急にこの点を解決して生産の合理化を図ることが大切と考える。そしてこれを通じて10年後に一応想定されている世界的食糧危機に対処して頂きたいのである。

さてここで立入って世界の食糧の消費をみるに消費の大宗は各国とも大巾に違うものではないようである。すなわち蛋白資源としては肉(牛、鶏、豚、魚)豆類が主であり、澱粉質源としては小麦、米、馬鈴薯であり、これに脂肪が加わっている。食事は物理的な燃料補給の如きものと異り国民の趣味や嗜好を強く反映するものであるので、全国的に同じ内容になるとは思われないのであるが、低所得層の所得増大により食事内容はかなり接近し従来食糧生産の多様性は次第に縮小されているとみられないだろうか。将来大筋において1体化するとすれば、それはどんな姿か、かかる面からみた場合ブラジルにおいては米及び肉生産の意義は大きく、太陽エネルギー蓄積上有利な(単位面積、単位時間当りの蓄積)トウモロコシ、馬鈴薯、米などが大巾に伸長している如く思われる。この主要食糧という点では各国ともかなり似かよっているとみている。

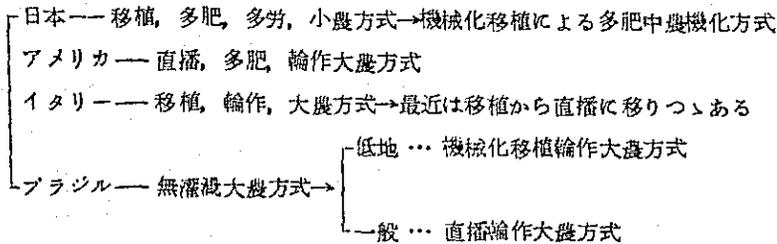
さてかかる食糧事情の下において米の生産はどのように展開するだろうか。世界の米の主産地は周知の通りアジアにおけるモンスーン地帯を始め、アメリカのミシシッピー、イタリーのポー川、フランスのセーヌ川などすべて川の流域であり、生産もかなり高い。しかもこの低湿地は稲作にした方がかなり有利である。しかし当地ブラジル国民の嗜好からして無灌漑方式あるいは長粒種の米がより好まれているが、この現在の方式は生産がかなり低い。サンパウロ州の予測の如くやはり生産の上げる地帯で、安定かつ多収した方がより合理的である。かかる立場よりバライブ計画においては灌漑方式にふみ出しており、将来を嚮望されているが、これは結局は土地生産性の増大にある。従来ブラジルにおいては歴史的にも土壌養分の収奪が多かったが、それがもはや限界に来ているので、このバライブ計画の基本である土地生産性増大の意義は極めて大きい。しかも米生産における水の意義は大きく肥料と比適するものである。

古来民族の盛衰は土地の利用、強いては水と肥沃度の維持管理の仕方に関連してなされていたといつて過言でなく、森林を伐さいして砂漠とした民族は亡びている。一方あまりにも水に執着した東洋民族も、土地の肥沃性のみ依存し、小面積で高位生産をなし得たがために労働生産性がおく

れをとっている。ブラジルにおいては植民地的性格から脱して1世紀半であるが、かつての時代の残がなお多くのこされている。酸性化した薄な土壌もその一つである。この悪化した土壌をどのようにして改良するか、一朝一夕には改良出来まいし、多額の経費を要する。しかもそこに出来れば新しいブラジル方式を打ちたてられんことを望むのである。

土壌の劣悪性は多くの現象の根源であるとみたが、砂糖、歯医者も多く20代にして歯の悪いことは土壌からもたらされたものとみてよく、乳牛の産乳量の少いことはもちろん、牛に骨軟症のあること、幼牛の死亡率の高いこともそれと関連ありとみた。したがって単に作物の生産を上げるために土壌改良をするのみでなく、かかる国民衛生的立場からも考慮してほしいのである。これに対応して肥料の施用は大きい意義を有するのであるが、そのほとんどが外国からの輸入によるのであり、しかも他国に比し価格がやゝ高い。早く国内生産を助成されたい。これに対し国内資源はカリを除きかなりあるとみられるが、それが電力資源及び他の石油などの資源開発により大巾に活用される日の近いことを望むのである。

さて米にはその発展の大宗であるアジア的臭いが従来常につきまとして来たが、それがアメリカ、イタリーなどにおいてはもちろん感ぜられない。そしてそこに灌漑を中心として多くの栽培形態を成立させてきた。ブラジルにおいてもリオグランデスールではしかりであるが、他の地区では無灌漑方式をのぞけば、いまだ一定様式が決定されていないとみた。このような方式には夫々お国ぶりも



りもあるが、ブラジルにおいてはどうか、一つの予想として灌漑直播法→灌漑機械化移植法などを書いたが、そこに立地にあった営農方式を確立されんことを望むのである。

このようにサンパウロ州のみならずブラジル農業、せまきは稲作においては多くの問題をかかえているのであり、農業技術者は日夜研究に専念しているが、しかし従事する技術者があまりに少ないように思われる。これでは生産を上げるに必要な農民、あるいは普及員の教育にもことかくのでないかと思惟されるのである。ここに多くの技術を紹介してきたがその中の一つでも二つでもブラジルの立地に合うように利用されんことを望むのであるが、しかしこれを消化する技術者が不足してはなお遅々とせざるを得まい。

ここに紹介の技術は収量段階に応じて工業における生産性の如く、かなりの計画性がもられている。気候の変動も十分対応しうる如き計画性を入れているつもりであるので、これを利用して世界の食糧基地とならんことを望むのである。国民の健康には多くの投資を行っているが、諸外国の例

にみられる如く、研究と教育に投資することがもっとも効率的であり、もっと生産費が安価づくことに認識をおきたいものである。

以上のことから考えサンパウロ州においては州政府当局の指摘する如く、生産のし易い灌漑の出来る地帯でローテーションを考え、土壌、品種の改良を行なえば生産はかなり上昇するのであり、その地帯としてはパライバ流域、リベラ流域が非常によい条件をもっているとみた。これらの面積は約10万haであるが、その他川の流域で栽培可能地を含せると15万haとなると推定している。ここで7ton/haの生産を施肥により可能とすれば15万×7ton≒100万tonの生産となる。これで今のサンパウロ州の米はまかないうると推定したのである。しかしそれにはそれだけの施策をせねばならない。といて日本の如きまめの細かい技術を入れなくても十分収量を上げうるとみたので、この点十分考慮されたいのである。

サンパウロ州の土壌のみならずブラジルの土地はかなりつかれている。これは州政府の指摘の通りである。このままに放置すれば一部はセラードから砂漠になってしまうのではないかとさえ思える。ここまで至るのに50～100年であるが、今後これに対してどのような手段が投下されるのか、単にエロージョンなどの地力保全対策のみでは十分でないことは明らかである。灌漑がその一つの対策ともなれば幸であるが、出来るだけ早く適切な手をうたれんことを望みたい。

筆者は駐在中ブラジルをより多く知るべく日系コロニアを訪れ、各種のメーカーを尋ね、又政府関係者より教わった。その間色々の問題にぶつかったが、それなりにこの考えの成長のかてとなっている。これらを通してブラジルことにサンパウロ州に愛着を感じるようになった。そのため素直に技術について筆者なりに考えたあるべき方向をのべて来たが、そのサンパウロ州の力の根源はどこにあるのか、それは明らかな像を形成していないかどうかとも未完成で急速に動いているところにあるように思われる。希望と感謝の念でこの一文を草し終った。

3) 用 文 献

1. IBGE 1965; Anuário Estatístico do Brasil
2. Ministério da Agricultura 1960; Levantamento do Reconhecimento do Estado de São Paulo. Boletim do S.N.P.A No.12
3. Divisão de Economia Rural 1965; Agricultura em São Paulo No. 9~10
4. Instituto Rio Grande do Sul Arroz 1965; Anuário Estatístico do Arroz No. 20
5. S.V.P. 1958; Estudos Preliminares Gerais Para O Aproveitamento do Vale do Paraíba
6. 新世界地理11. 1965; ラテンアメリカ
7. アンドウセンバチ 1956; ブラジル史
8. H.R. Von Uexruell 1964; *Obstacles to using fertilizers for rice in S.E. Asia, World Crops, March*
9. *ibid* 1964; 熱帯農業はどう発展するか—その環境と問題点—
10. H. Gargantini, e H. Garcia Blanco 1965; Absorção de Nutrientes Pela Cultura do Arroz. *Bragantia* Vol 24 No. 38 517~528
11. Nelson C. Schmit e H. Gargantini; Adubação nitrogenada Para Arroz en solos Argilêses do várzeas *Bragantia* Vol 24
12. 須永達雄 1962; ブラジル, 世界の米シリーズ12
13. 日本国農林省 1961; 農林水産業における試験研究の現状と問題点水田作篇, 土壌肥料篇
14. 松島省三, 1965; 稲作の理論と技術

第1表 10才以上の職業人口¹⁾

職業名	職業人口総対数×100			%		
	1940	1950	1960	1940	1950	1960
全体	29038	36558	48761	100	100	100
農業	9454	9887	11698	32.5	27	24
針業	391	483	573	1	1.5	1
製造業	1137	1608	2070	4	4.5	4
建設業	263	585	785	1	1.5	2
商業	749	959	1520	2.5	2.5	3
輸送業	500	697	1089	2	2	2
サービス業	1437	1673	2732	5	4.5	6
その他の職業	828	1226	2184	3	3.5	4.5
無職	14279	19441	26110	49	53	53.5

第2表 職業別所得¹⁾

項目	所得伸長率 (1949=100)			推定所得 (10 ⁵ クルゼロ)		
	1950	1960	1963	1959	1960	左比
農業	101.5	154.0	177.3	384.1	536.0	28.2
工業	111.4	262.3	326.2	358.7	490.4	25.8
商業	104.1	195.7	218.0	194.0	237.4	12.5
輸送	108.0	219.1	272.2	104.0	143.6	7.5
徴税	102.4	130.0	139.6	107.7	150.1	7.9
サービス業	103.0	139.0	152.1	171.3	213.9	11.2
家屋賃貸料	103.5	148.0	164.6	57.7	74.5	3.9
商業銀行				41.0	55.3	2.9
総収入	105.0	183.4	210.0	1418.5	1901.2	100.0

第 3 表 ブラジルの主要農産物生産額

(10⁶クルゼーロ)

	1962	1963	1964		1962	1963	1964
○ 工業作物				○ 穀 物			
オリーブ	41	90	165	米	164327	304469	487738
カカオ	12783	21034	47682	蒸 麦	539	676	1407
カフェー	158203	181774	794550	ライ 麦	612	848	1649
紅 茶	505	676	4966	ビール 麦	833	967	3270
麻	11659	22377	38241	トウモロコシ	141725	181250	377146
トング	99	265	676	小 麦	28511	24984	89589
ブドウ	7553	17695	22650	○ 豆 類			
○ 果 物				エンドウ	2931	4459	4947
オレンジ	12791	24323	56710	フェジヨン	94171	136842	180480
レモン	933	1728	3139	大 豆	5690	10408	21367
ミカン	1795	3921	6187	○ 根 茎 類			
アボカド	1505	2374	4041	サツマイモ	8601	13704	25505
バナナ	29898	54379	122275	馬鈴薯	23566	38951	58266
カジユ	1932	3934	6538	マンジョウカ	32858	117178	194784
カキ	248	394	879	○ 工業作物			
イチジク	392	620	975	棉	103147	146875	296958
リンゴ	290	395	704	落花生	16043	28366	62141
マンゴ	3971	6007	10408	サトウキビ	73713	167519	346342
マルメロ	206	715	1768	タバコ	15626	23403	49920
ナシ	372	570	1015	ジュート	1950	2955	6329
モモ	656	1481	2180	並 麻	1757	1115	6664
○ その物				唐胡麻の種子	5934	9010	19552
クリ	10	15	29	○ その他			
ココナツト	6781	13452	24500	パインナップル	3202	4990	10667
クルミ	31	75	74	アルファルファ	2173	3494	5116
トウガラシ	799	2292	3203	ニンニク	2880	5263	7894
				タマネギ	6992	9822	29340
				水 瓜	2310	3551	6667
				メロン	137	259	424
				トマト	11164	17159	34551

第4表 ブラジルにおける輸出類 (USAドル×10³.)

品 目	1957	1958	1959	左比率
1.畜産物				
種畜その他の動物	195	56	551	} 5.1%
皮革類	12,143	12,260	20,362	
肉類その他	13,054	24,715	44,158	
害殺副産物	132	217	309	
2.農産物				
油脂原料	8,834	6,725	5,910	} 79.6%
油脂製品	18,061	14,777	10,811	
セソイ類	71,694	43,401	64,454	
穀物類	50	5,646	1,083	
果物類	29,114	29,259	19,980	
嗜好品類	1,015,322	891,449	902,659	
薬草類	509	386	771	
香料類	1,325	1,396	1,232	
澱粉類	14	6	56	
ブドウ酒	0	1,689	15	
その他	3,119	7,427	13,707	
3.林産物				
ゴム樹脂類	1,867	1,219	1,894	} 5.0%
木材樹皮類	70,615	56,496	42,610	
油脂原料	2,896	407	112	
油脂製品	21,463	20,301	18,166	
香料	1,307	584	1,239	
その他	501	439	811	
4.水産物総額	361	524	731	0.1%
5.鉱産物総額	95,734	102,594	110,032	8.6%
6.工産物総額	12,774	10,041	10,390	0.8%
7.その他	10,523	10,971	11,556	0.8%
合計	13,916,07	12,429,85	12,819,69	100.0%

第 5 表 ブラジルの人口推計値

地 方	1960年9月の 集 計	1961	1962	1963	1964	1965	1970
北 部	2,602	2,686	2,774	2,864	2,957	3,054	3,534
東 北 部	15,678	16,012	16,354	16,703	17,059	17,423	19,362
東 部	24,832	25,476	26,135	26,812	27,507	28,219	32,067
南 部	24,848	25,768	26,722	27,712	28,738	29,802	35,744
中 部	3,007	3,169	3,340	3,520	3,710	3,910	5,085
ブラジル	70,967	73,088	75,271	77,521	79,837	82,222	95,262

注 ; 毎年 3.2 % の増加率で推計してある。

第 6 表 最近における主要澱粉質食糧の生産量の推移

(t)

	1959	1960	1961	1962	1963	1964
o Arroz (米)	4101447	4794810	5392477	5556834	5740065	6344931
Trigo (小麦)	610884	713124	544858	705619	392363	643004
Feigão (麦)	1549644	1730795	1744561	1708983	1942363	1950683
o Mandioca (マンジョカ)	16575124	17633213	18407218	19843422	22248644	24355602
Batata doce (甘藷)	1187641	1283087	1995908	1447784	1546272	1597826
Batato inglesa (馬鈴薯)	1024708	1112640	1080310	1133860	1167774	1263812
o Miêho (トウモロコシ)	7786739	8671952	9036237	9587285	10418267	9408043
Total	32836187	35919621	38201569	39983787	43455748	45563901
比	100	1095	1163	1215	1320	1390
上記3者のTotal (o印)	6261973	7238729	7681896	7971436	8074791	8938618
その比	100	116	123	127	129	143

第7表 農場数・所有面積と耕作との関係

項目	1950					1960						
	Total	< 10	10-100	100-1000	1000<	未確認面積	Total	< 10	10-100	100-1000	1000<	未認面積
所有農家戸数	2064642	710934	1062557	268159	32528	364	3349884	1499545	149548	315119	32885	7387
同上%	100	34.43	50.98	12.99	1.58	002	100	44.77	44.62	9.41	0.98	0.22
所有面積 ha	23221106	3025372	35562747	75520717	118102270	-	265450300	5923077	47697859	86291939	125,537,925	-
同上%	100	1.30	15.31	32.53	50.86	-	100	2.23	17.97	32.51	47.29	-
耕作農家戸数	19095057	1703783	8667028	6349039	2375207	-	29759785	3960261	13302723	9075674	3451127	-
同上%	100	8.90	45.39	33.25	12.44	-	100	13.31	44.70	30.50	11.49	-

第8表 労働者及作業機の増加率 1)

	1950	1960	1960年の増加率
労働している人数	10,996,834	15,521,701	41.5%
トラクタ	8,372	63,493	757%
7	71,425.9	1,031,930	445%

第9表 肥料の見かけの消費量¹⁾

	輸 入			生 産		
	1962	1963	1964	1962	1963	1964
輸入・生産量	37,358	48,609	42,493	12,926	13,452	7,488
石 灰 窒 素	34	-	18			
磷酸 アンモン	-	-	12			
硝 安	907	249	420			
硝酸 石灰	70	49	-	11,228	11,490	5,425
窒 素	-	-	99			
硝酸 カリ	-	-	99			
硝酸 ソーダ	31	-	77			
チリ 硝 石	5,028	5,403	3,908			
硝酸カリソーダ	1,845	2,504	1,092			
硫 安	24,139	33,686	29,430	1,698	1,962	2,063
硫硝酸アンモン	1,784	1,698	2,456			
尿 素	3,520	5,020	4,981			
輸入・生産量	55,819	108,430	84,471	63,974	44,955	43,696
磷 鉍 石	30,682	70,994	58,149	"	"	"
磷 酸	25,137	37,436	26,322			
過 石	23,179	34,805	23,763			
" (22%)	2,847	1,956	1,101			
重過石(40%)	2,032	32,849	22,662			
磷酸 2 石灰	1,170	975	680			
トーマス磷酸	414	851	1,058			
リン配アンモン	-	-	25			
焼 磷	374	805	796			
輸入・生産量	68,167	91,750	69,513	0	0	0
塩 化 カリ	63,448	87,898	66,302			
加 里	-	-	335			
硝酸 カリ	-	-	335			
硝酸ソーダ・カリ	1,230	1,669	728			
硫酸 カリ	3,119	2,106	2,099			
硫酸 苦土カリ	370	77	49			
N	74.5	78.1	85.1	25.5	21.9	14.9
輸入生産比(%) P ₂ O ₅	46.6	70.8	66.0	53.4	29.2	34.0
K ₂ O	100.0	100.0	100.0	0	0	0

第 10 表 世界の水田面積と生産量⁴⁾

国 名	(a) 面積 (1000 ha)				(b) 生産量 (1000 t)				b/a (1964 ~ 65)
	1948-49 1952-53	1962-63	1963-64	1964-65	1948-49 1952-53	1962-63	1963-64	1964-65	
ヨーロッパ	310	310	320	330	1320	1560	1490	1580	48
France	13	31	30	30	46	130	117	125	41
Grécia	12	19	19	24	39	76	83	110	46
Hungria	16	19	19	18	40	36	48	-	-
Italia	149	118	115	120	723	663	560	620	52
Portugal	27	37	37	38	115	174	166	174	46
Rumania	16	6	14	20	35	20	51	-	-
Espanha	58	63	64	61	280	392	399	384	63
Iugoslavia	2	6	6	7	5	23	23	22	31
Russia	136	119	100	101	207	270	270	270	27
北及中央アメリカ	1140	1340	1310	1300	2520	4010	4110	4210	32
Cuba	80	141	118	91	106	231	193	160	18
Dominicana	44	58	60	-	65	143	144	-	-
Salvador	15	11	9	-	26	28	21	-	-
Nicaragua	18	23	24	22	23	37	30	30	14
Panama	62	100	103	107	84	110	111	122	11
Estados Unidos	752	717	717	723	1925	2995	3187	3316	46
南アメリカ	2390	4520	4280	4360	4120	7560	8060	7930	18
Argentina	50	52	54	61	152	178	187	-	-
Brasil	1927	3722	3500	-	3025	5740	6200	-	-
Guiana Britânica	45	105	81	126	101	242	174	264	21
Chile	26	33	33	-	76	84	87	-	-
Colombia	129	280	254	302	248	585	550	600	20
Ecuador	71	112	113	109	141	202	205	167	15
Peru	53	56	79	-	205	217	341	-	-
アジア	69610	82630	83450	79320	97600	139400	148790	147470	19
Burma	3758	4654	4789	-	5481	7665	7457	-	-
Cambodia	1366	2250	2296	2232	1633	2622	2760	2600	12
Ceiloão	393	604	567	-	501	1002	1026	1040	-
Formosa	762	794	749	765	1682	2628	2623	2794	37
India	30092	34994	35474	32393	33383	47871	54734	55000	17
Indonesia	5876	7283	6738	-	9495	13347	11764	-	-
Irã	220	332	364	-	424	700	860	860	-
Irague	174	84	108	111	203	113	143	184	17
Iapão	2996	3285	3272	3260	12736	17363	17157	16991	55

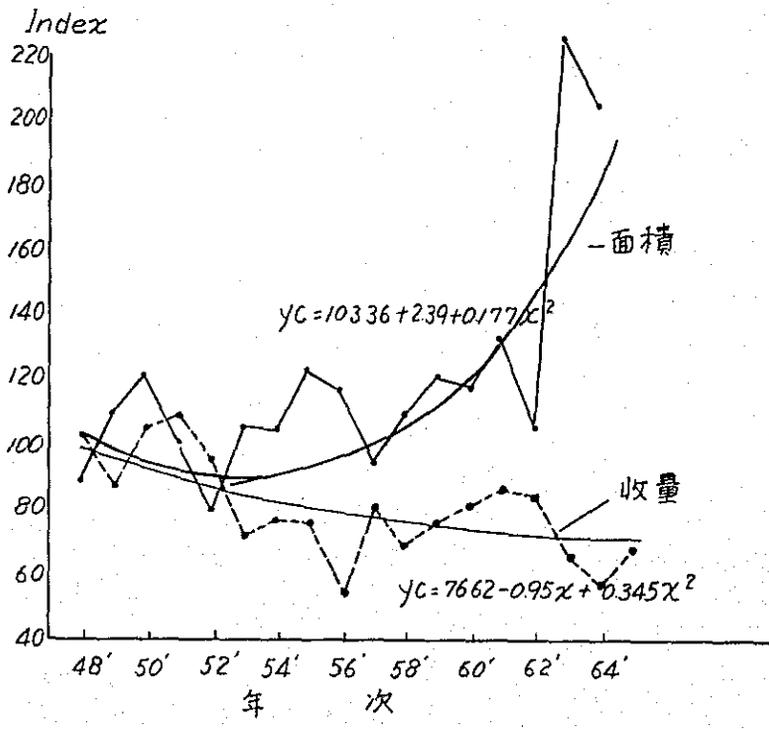
国名	(a) 面積 (1000ha)				(b) 生産量 (1000t)				b/a (1964~65)
	1948-49 1952-53	1962-63	1963-64	1964-65	1948-49 1952-53	1962-63	1963-64	1964-65	
Coreia	934	1139	1165	1166	2567	3126	3767	3962	3.4
Laos	825	590	-	-	540	510	-	-	-
Molāsia	276	337	380	-	554	864	869	-	-
Nepal	1295	1376	-	-	1134	1250	-	-	-
paguistāo	9903	9880	10294	-	12399	14948	17724	-	-
Filipinao	2350	3161	3129	3087	2767	3967	3823	3843	1.3
Tailandia	5211	6170	6387	6273	6846	9259	10168	10000	1.6
Viet-Nam	1814	2479	2538	-	2469	5205	5327	-	-
支那(大陸)	26819				58188				
アフリカ	2780	3220	3270		3460	5620	5580		
Congo	151				152	74			
Gambia	11	25	25		20	30	31		
Ghana	20		32		23	31	33		
madagascar	615	764	764		829	1270	1270		
Serra Leoa	317	255	306		274	315	391		
Tanzania	52	75	75		62	100	120		
Zanbiar	8	4	5		11	2	8		
Arabe Unida	256	349			971	2039			
Oceania	30	35	40	40	90	160	165	180	4.5
全世界	103000	125700	125800	122800	165300	248600	257500	259600	2.12

備考：ブラジルにおいて利用されているものとくにかかげ，日本あるいはFAOにおいて発表されているものと対比してほしい。

第 11 表 ブラジルにおける州別米の収穫面積と生産量⁴⁾

州 名	面 積 (100ha)			収 獲 高 (1000 t)			収獲高
	1961	1962	1963	1961	1962	1963	面積(1963)
Rondonia	1.5	1.7	1.8	1.4	1.5	1.6	0.9
Acre	2.2	2.4	2.5	3.1	3.5	3.5	1.4
Amazonas	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.2	1.5
Roraima	0.5	0.5	1.0	0.7	0.6	1.5	1.5
Pará	50.9	49.2	65.5	40.4	30.4	56.5	0.86
Aruapá	1.0	0.6	1.0	0.6	0.5	0.7	0.7
Maranhao	314.4	351.9	383.1	491.5	558.2	590.6	1.55
Piaui	56.6	60.8	65.4	68.8	71.0	83.6	1.28
Ceará	35.2	43.6	43.2	64.3	77.9	82.2	1.91
Rio G.andeden	4.5	4.5	4.7	5.0	4.4	5.3	1.13
Paraiba	26.5	27.0	31.4	28.3	30.6	33.1	1.06
Pernambuco	3.3	3.3	3.7	4.6	4.7	6.9	1.86
Alagoas	22.2	25.8	29.4	35.5	36.2	42.5	1.44
Sergipe	9.7	9.1	9.9	23.6	20.5	21.4	2.16
Bahia	27.8	29.5	33.2	33.7	31.0	40.3	1.22
Minas Gerais	612.3	623.9	661.6	928.9	921.2	741.3	1.12
Espirito Santo	29.0	29.7	41.4	46.5	47.8	53.3	1.29
Rio de Janeiro	80.1	74.9	81.8	119.4	106.7	109.4	1.34
Guanabara	0						
São Paulo	601.5	572.4	675.9	915.6	865.0	910.5	1.35
Paraná	227.9	258.9	271.9	308.7	335.3	391.8	1.44
Santa Catarina	56.0	59.6	61.0	155.9	136.8	160.1	2.62
Rio G.do Sul	355.6	377.5	385.3	1,090.1	1,169.8	1,275.3	3.32
Mato Grosso	177.4	196.0	195.5	262.1	254.7	296.1	1.51
Goias	476.8	545.8	670.5	762.4	838.0	831.1	1.24
Distrito Federal	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5	0.83
Brasil	3174.0	3349.8	3721.8	5392.5	5556.8	5740.1	1.54

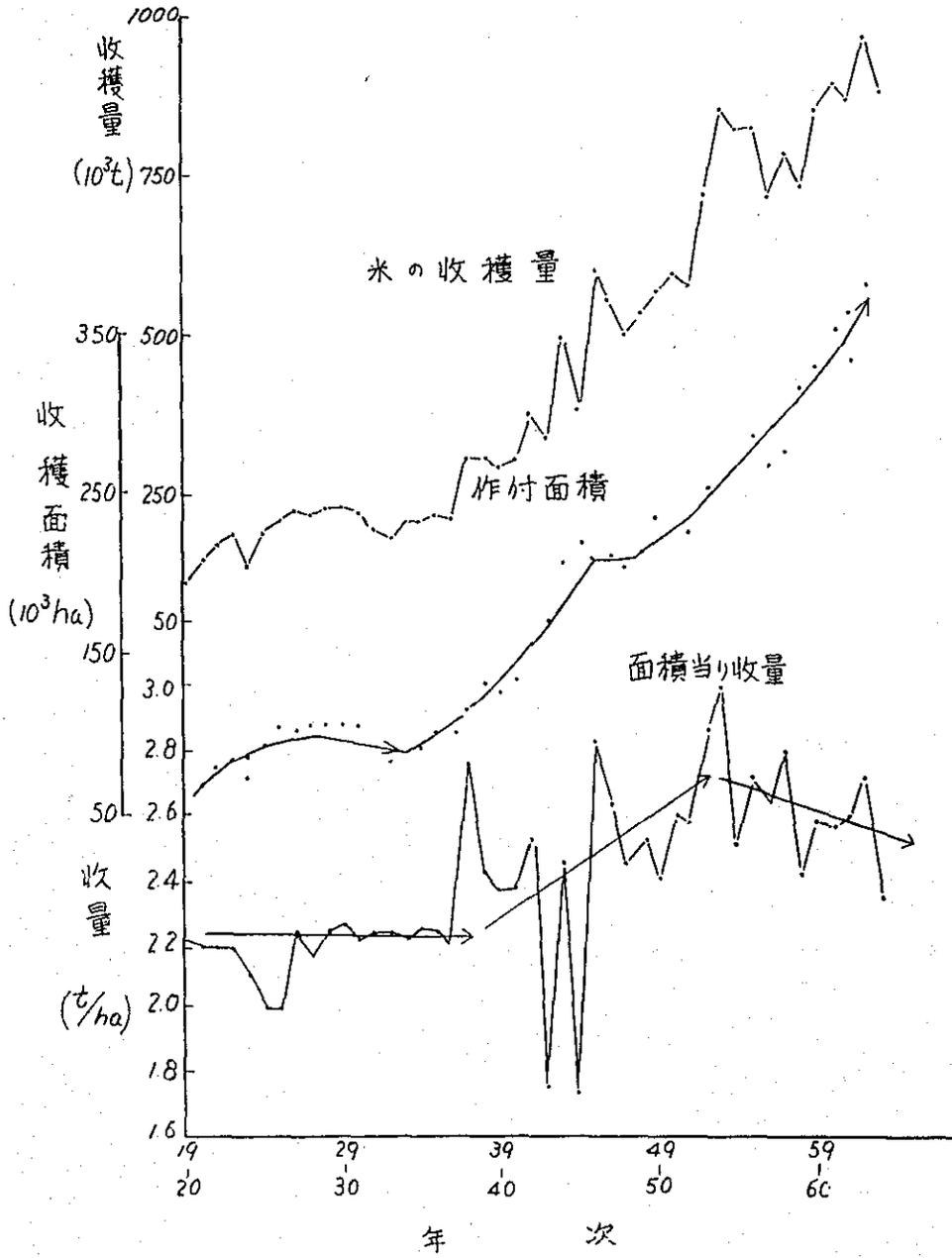
3)
 表1四 サンパウロ州の米の作付面積と収量推移



1948~52を100としたときの指数で示す

沖 2 図 リオグランデスール米の生産量と面積(4)

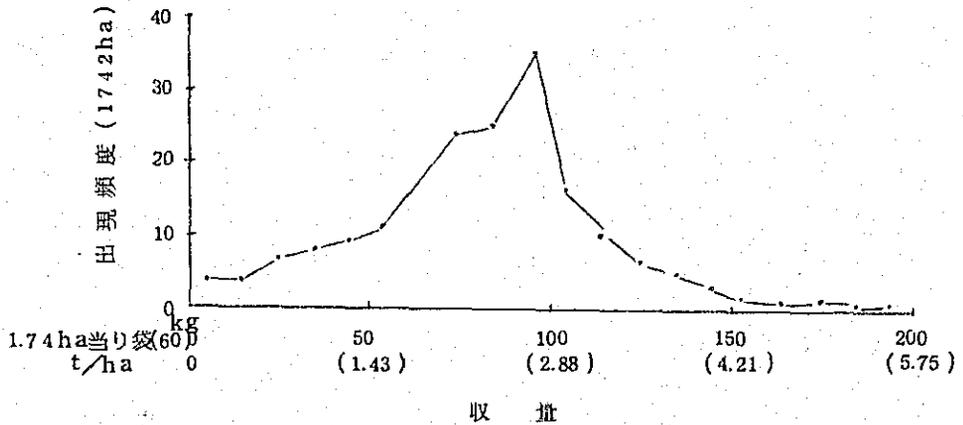
(面積当り収量は算出したもの)



第 12 表 資本投下と平均面積当り収量⁴⁾

農 業 年 次	リオグランデドスール州			
	投下資本 (100万クルゼーロ)	作付面積 (1000ha)	生 産 高 (1000 ton)	平均反収 (Kg/ha)
1953~54(54)	2,996	290	871	3.01
'54~55(55)	4,647	316	793	2.51
'55~56(56)	5,182	290	790	2.73
'56~57(57)	5,325	271	723	2.66
'57~58(58)	8,880	286	805	2.81
'58~59(59)	14,142	312	754	2.42
'59~60(60)	18,433	337	874	2.59
'60~61(61)	28,331	333	870	2.61
'61~62(62)	33,963	339	884	2.61
'62~63(63)	49,521	367	997	2.72
'63~64(64)	108,914	385	899	2.34

第 3 図 リオグランデドスール州における ha 当り収量の変異 (1964)⁴⁾



第 13 表 ブラジルにおける主食 1 人当り年消費量の推移 12)

Kg

年 次	豆	トウモロコシ (粉)	米 (精米)	計	3者のうちで精米 の占める率 %
1947	21.6	20.2	31.9	73.7	43.3
48	22.9	20.1	30.7	73.7	41.7
49	24.8	19.7	36.4	80.9	45.1
平 均	23.1	20.2	33.0	76.1	43.4
割 合	30	26	44	100	
1950	24.0	23.8	40.6	88.4	45.9
51	22.0	23.9	37.8	83.7	45.2
52	21.1	25.2	33.6	79.9	42.1
平 均	22.4	24.3	37.3	84.0	44.4
割 合	27.	29.	44	100	
1953	24.8	30.5	37.4	92.7	40.4
54	27.0	30.9	40.0	97.9	40.9
55	25.2	35.4	43.5	104.1	41.8
平 均	25.7	32.3	40.3	98.2	41.0
割 合	26	33	41	100	
1956	24.7	31.7	37.8	94.2	40.1
57	25.6	29.8	44.9	100.3	44.7
58	22.6	32.7	39.7	95.0	41.8
平 均	24.3	31.4	40.8	96.5	42.2
割 合	25	33	42	100	

第 14 表 ブラジル米の国内消費の変遷 (2)

年 次	籾生産量 (1000t)	精米換算量 (68%) (1000t)	米の輸出量 (1000t)	国内消費量 (1000t)	推定人口 (1000人)	1り当り消費量 年 (Kg)
1940	1,320	898	41	857	41,114	20.8
41	1,688	1,148	13	1,135	42,069	27.0
42	1,881	1,279	83	1,196	43,069	27.8
43	1,894	1,288	85	1,203	44,093	27.3
44	2,110	1,435	150	1,285	45,141	28.5
45	2,147	1,460	86	1,374	46,215	29.7
46	2,759	1,876	152	1,724	47,313	36.4
47	2,596	1,765	218	1,547	48,438	31.9
48	2,554	1,737	213	1,524	49,590	30.7
49	2,720	1,850	1	1,849	50,769	36.4
50	3,218	2,188	80	2,108	51,976	40.6
51	3,182	2,132	118	2,104	53,212	37.8
52	2,931	1,993	162	1,831	54,477	33.6
53	3,072	2,089	3	2,086	55,772	34.4
54	3,367	2,290	-	2,290	57,098	40.0
55	3,737	2,541	-	2,541	58,456	45.5
56	3,489	2,363	100	2,263	59,846	37.8
57	4,072	2,769	0	2,769	61,725	44.9
58	3,829	2,604	52	2,552	64,216	39.7
59	4,101	2,789	10	2,779	65,743	43.7

第15表 サンパウロ市における精製米価³⁾

60Kg当りer\$

年次	農家売値 (A)	卸商人売値 (B)	小売商人消費者売値(c)	農家売値と消費者買値の差		農家売値と商人との差	
				C-A (D)	D/C (%)	B-A (E)	E/B (%)
1948	241	263	317	76	24	22	8
49	277	311	391	114	29	34	11
50	205	247	367	162	44	43	17
51	182	207	315	133	42	25	12
52	324	349	433	109	25	25	7
53	628	716	788	167	21	95	13
54	620	642	1,020	400	39	22	3
55	622	689	1,002	380	38	67	10
56	739	803	1,080	341	32	64	8
57	928	995	1,406	478	34	67	9
58	1,160	1,176	1,560	400	25	16	1
59	1,218	1,309	1,680	462	27	91	7
60	1,367	1,542	2,090	1,023	43	175	11
61	1,720	1,962	2,542	812	32	231	12
62	-	-	-	-	-	-	-
63	8,956	9,254	13,157	4,201	32	298	3
64	10,572	10,810	18,200	7,808	43	418	4

第4図 コチア産組における米価の変動示数(1965)

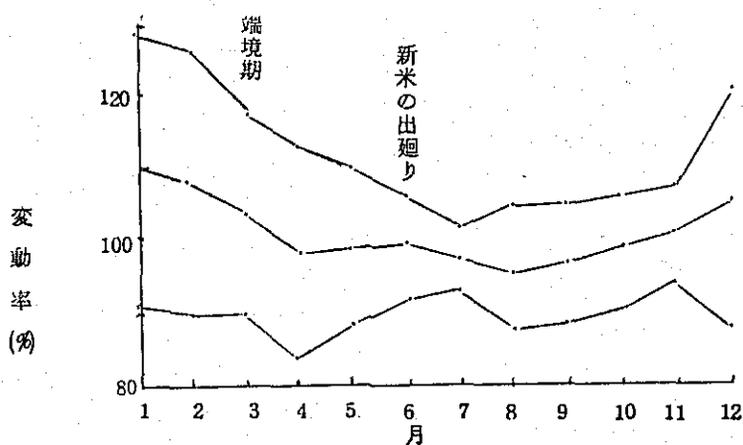
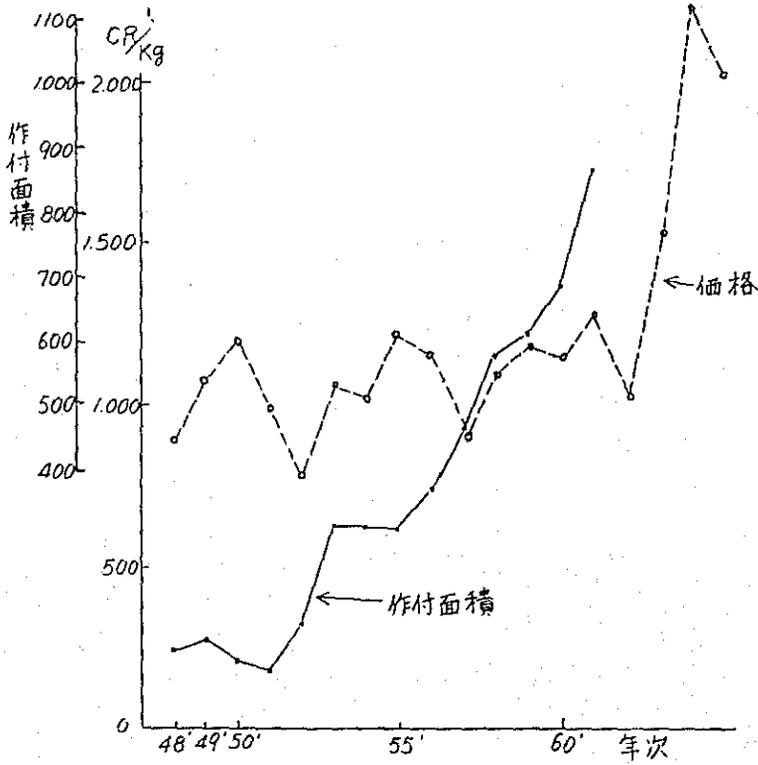


表5 価格の変動と作付面積



12例中前年の米価よいで面積上がった例 } 8回
 低ったので下 " } 4回は反対

第 16 表 農産物の粗収入 3) (Sao Paulo州)

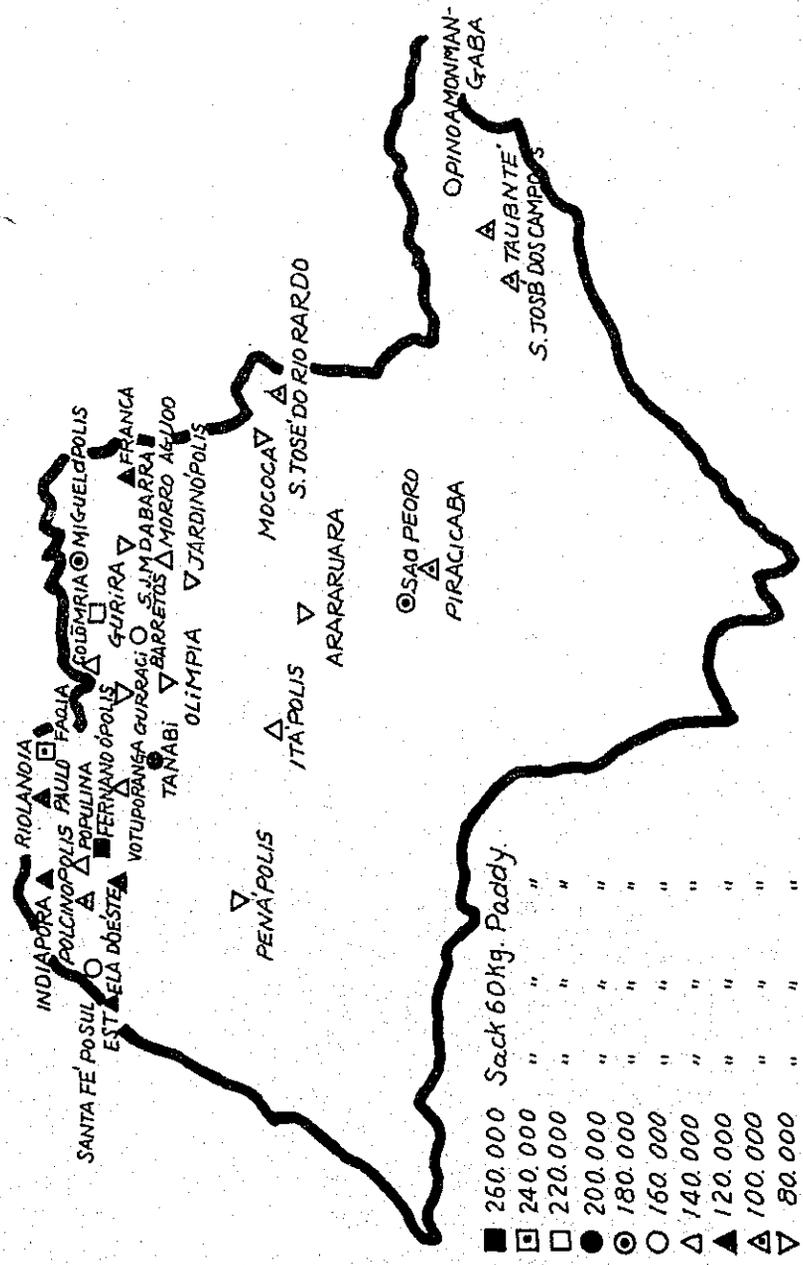
(単位 1000コント)

農産物	平均	平均	1961	1962
	1948~52	1953~57		
牛 肉	2,731 (13%)	7,035	41,538	63,370(17.6%)
トウモロコシ	1,421	3,507	21,168	36,716
棉 花	3,295	4,532	20,386	35,761
砂 糖	807	3,237	17,866	32,712
コ ー ヒ ー	6,781(324%)	19,561	40,311	31,980 (90%)
牛 乳	885	2,974	18,954	30,097
椒	1,658 (7.9%)	3,993	13,596	29,376
卵	491	1,954	9,964	14,735
落 花 生	360	853	9,652	14,085
馬 鈴 薯	538	1,523	6,570	12,800
マンショウカ	166	591	3,810	12,025
フィジョン(豆)	355	981	3,508	10,069
豚	587	1,555	8,033	9,051
ト マ ト	238	622	4,848	8,860
オ レ ン ジ	73	469	2,715	5,976
そ の 他	552	1,124	6,883	8,706
Total	20,938	54,514	29,793	355,067

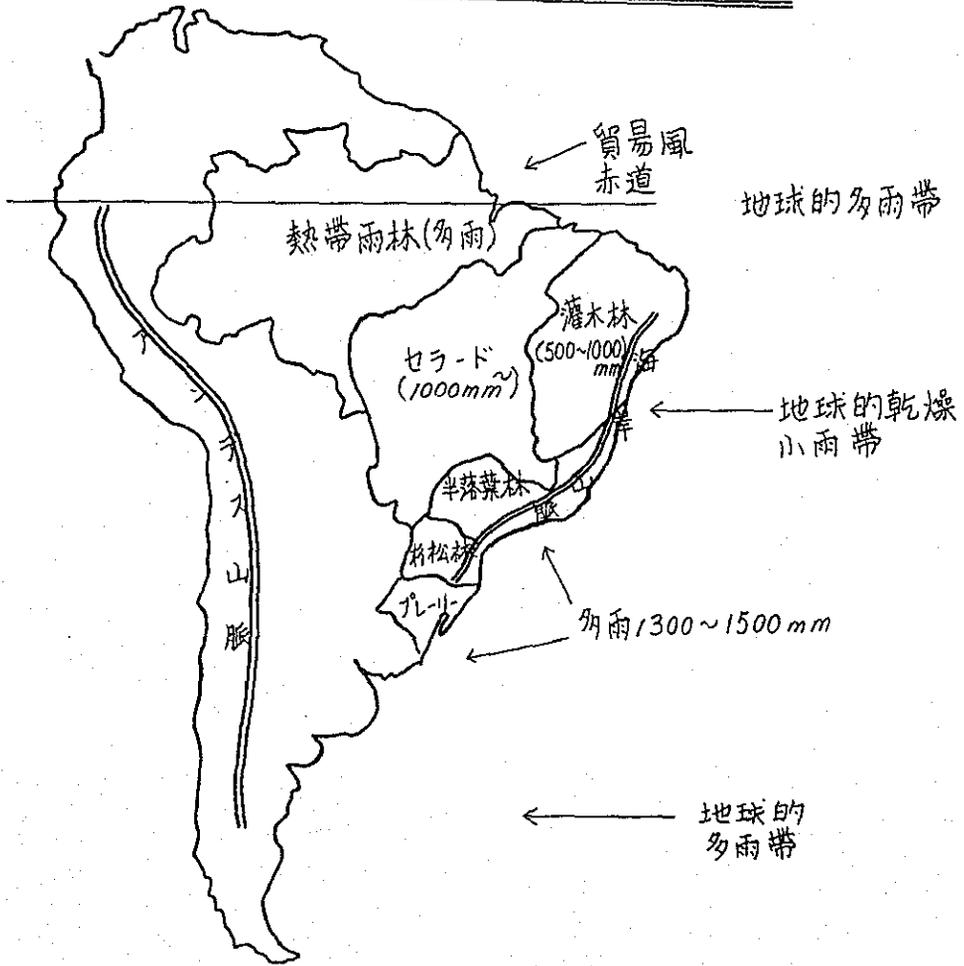
第 18 表 サンパウロ州の標高別面積²⁾

標 高 m	面 積	
	Km ²	%
0 - 100	7,024	2.8
100 - 200	2,623	1.0
200 - 300	11,041	4.5
300 - 600	128,648	52.0
600 - 900	80,594	32.7
0 - 2,422	247,239	100.0

图6 主要米作地域 a)



第8回 南米における大気候帯と植物相



2) カ9 四 São paulo州の気候と植物相

---線は5~10月年の降雪をみる地帯

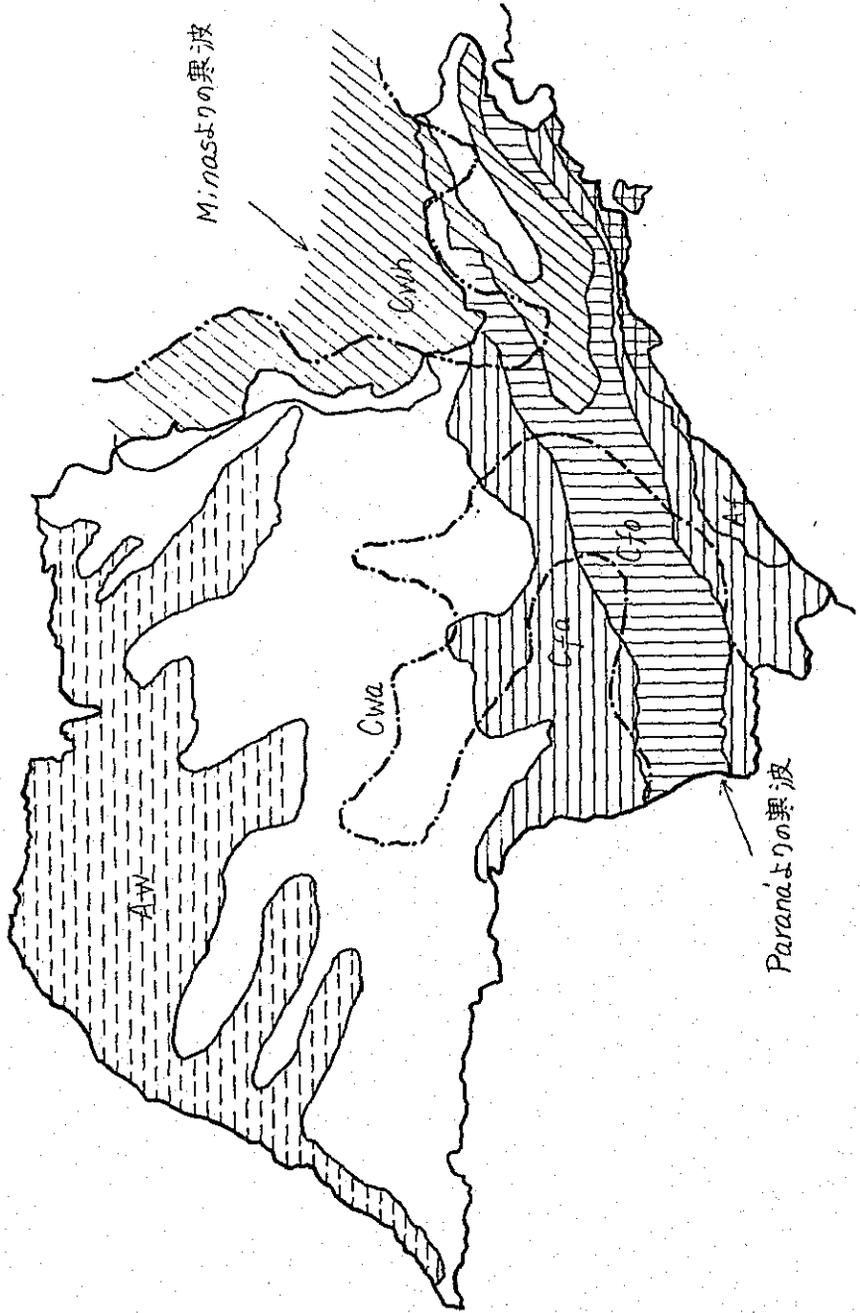
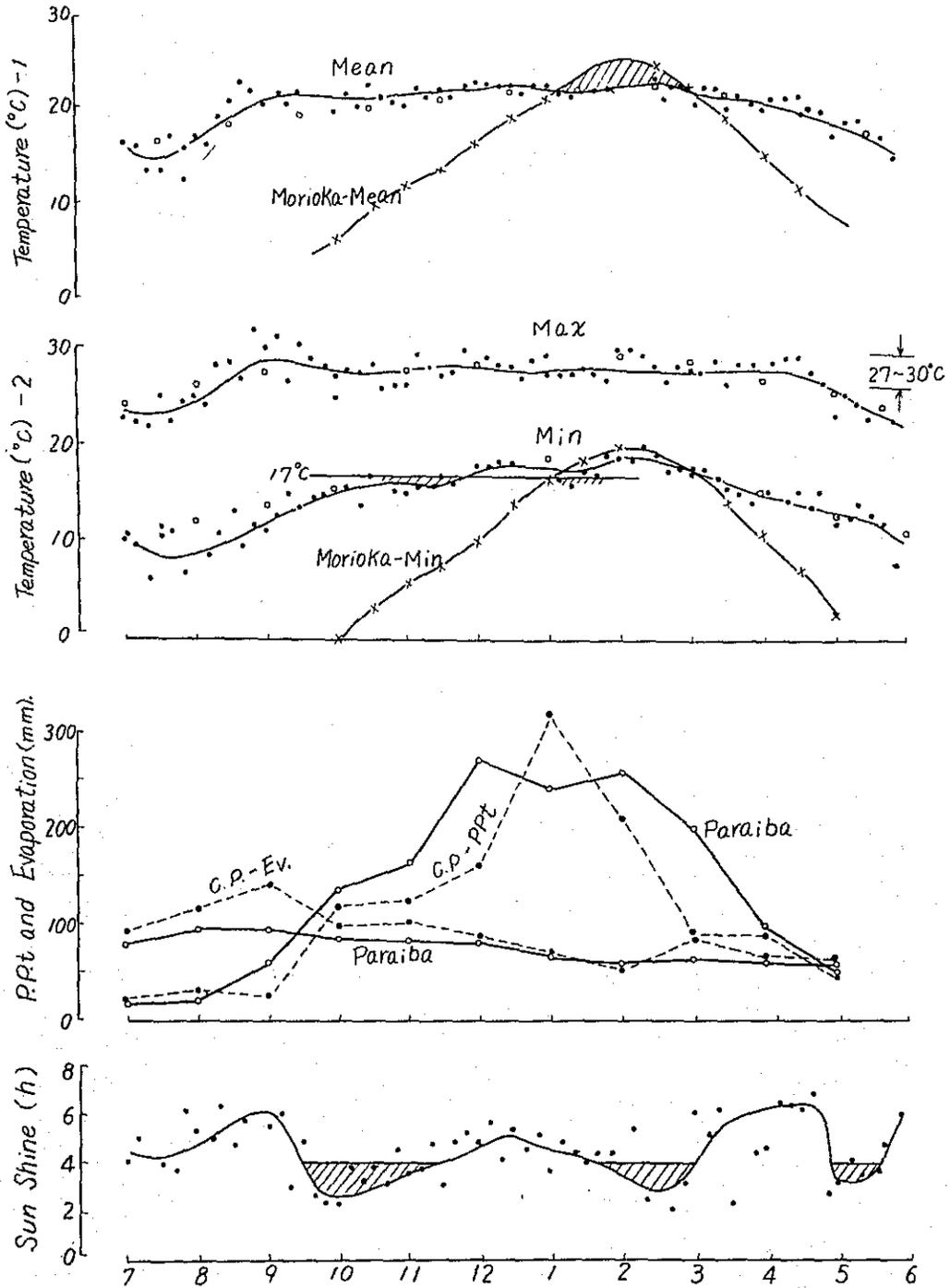


图10 图 Campo do Pesquisas (農業試験場における気候図 (1963~65))

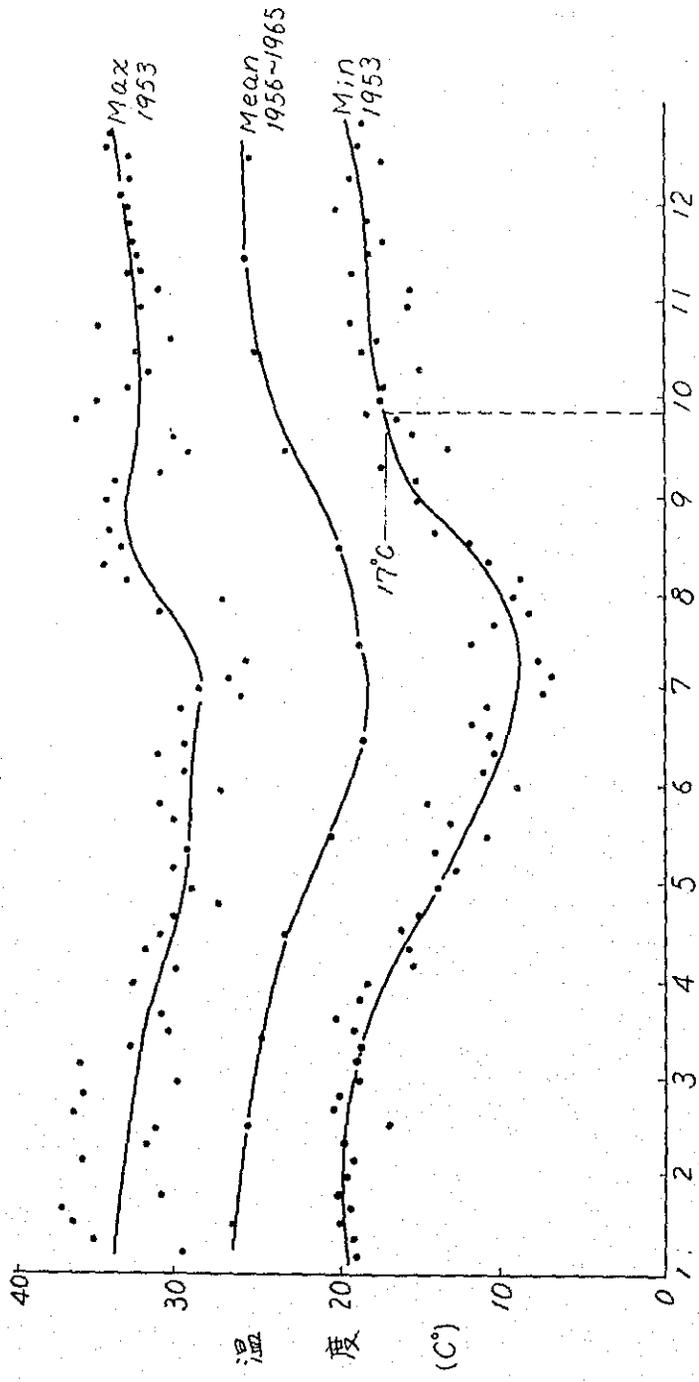


第19表 農業試験場における半旬別気候成績

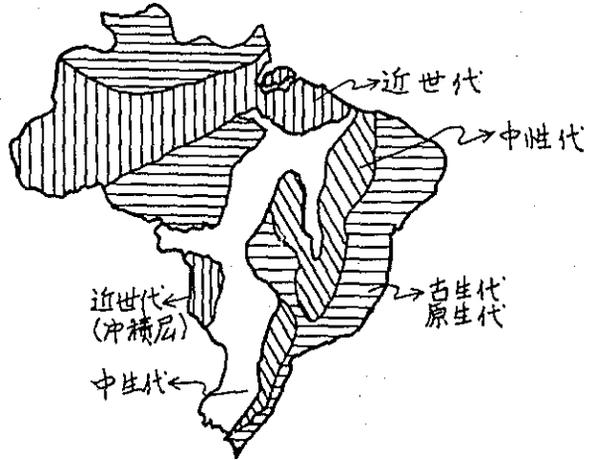
	気温(℃)			日照時間	雨量mm	蒸散量mm	風速 m/sec	降雨 日数	トラクター 不可動日数	降雨 日数
	最高	最低	平均							
7月	1	22.8	10.0	16.4				①5m以下		
	2	22.4	9.6	16.0				4.2		
	3	21.7	6.0	13.8				②5m以上		5.6
	4	25.1	11.7	13.4				0.7	2.1	
	5	22.5	11.1	16.8				③10m以上		
	6	24.5	6.8	15.7	6.2	21.3	88.9	1.3m	0.7	
8月	1	25.1	9.2	17.1						
	2	24.0	8.7	16.3				① 3.3		
	3	28.2	10.7	19.4				② 1.3	3.3	5.6
	4	28.5	13.0	20.7				③ 1.0		
	5	26.6	9.4	23.0						
	6	32.3	11.7	22.0	7.5	32.6	115.0	1.7		
9月	1	30.4	11.0	20.7				① 1.7		3.7
	2	31.2	12.7	21.9				② 1.0	3.0	
	3	26.8	15.0	20.9				③ 1.0		
	4	30.7	13.6	22.1						
	5	28.9	14.6	21.8						
	6	28.1	15.1	21.6	2.4	25.2	142.3	1.7		
10月	1	24.8	15.3	20.0				①10.3		
	2	28.0	15.8	21.9				② 5.0	1.1	18.3
	3	27.4	13.7	20.5				③ 3.0		
	4	28.4	17.1	22.7						
	5	26.5	16.7	21.6						
	6	26.8	15.3	21.0	2.6	119.4	100.0	1.9		
11月	1	26.7	15.2	20.6				① 6.3		
	2	29.6	15.8	22.7				② 2.0	10.6	12.6
	3	28.2	15.7	21.9				③ 4.3		
	4	27.6	17.1	22.3						
	5	27.9	16.0	21.9						
	6	70.6	17.0	23.5	5.4	124.1	103.8	1.8		
12月	1	29.2	18.1	23.7				①10.3		
	2	29.6	18.0	23.8				② 3.3		17.9
	3	28.7	18.3	23.5				③ 4.3	11.9	
	4	28.2	18.0	23.1						
	5	27.7	16.5	22.1						
	6	29.3	17.1	23.2	5.3	161.1	90.4	1.9		

	気温 (C)			日照時間	雨量mm	蒸散量mm	風速 m/sec	降雨 日数	トラクター 不可動数	降雨 日数
	最高	最低	平均							
1月	1	27.7	18.9	23.3					17.5	17日
	2	27.7	16.6	22.1				① 7.0		
	3	27.9	16.1	22.0				② 2.5		
	4	27.6	17.3	22.4				③ 7.5		
	5	27.7	17.1	22.4						
	6	27.2	19.3	23.2						
2月	1	30.4	20.4	25.4			1.5		15.5	21.5
	2	30.6	18.8	24.7				① 11.5		
	3	29.9	20.1	25.0				② 4.5		
	4	28.2	19.3	23.7				③ 5.5		
	5	26.0	17.6	21.8						
	6	28.6	17.9	23.2		322.4	71.4			
3月	1	28.3	17.5	22.9				① 6.0	8.	11.5
	2	28.3	17.9	23.1				② 3.0		
	3	29.0	16.9	22.9				③ 2.5		
	4	26.1	15.8	20.9						
	5	29.0	15.4	22.2						
	6	29.0	14.2	21.3		211.9	52.8	1.0		
4月	1	26.3	15.8	21.0				① 4.5	85	9.5
	2	29.0	15.5	22.2				② 1.5		
	3	29.6	14.6	22.1				③ 3.5		
	4	29.3	15.3	22.3						
	5	27.8	14.0	20.9						
	6	26.1	15.6	20.8		92.9	79.5	1.1		
5月	1	23.8	12.1	17.9				① 5.5	4.5	8.5
	2	26.1	13.1	19.6				② 1.5		
	3	25.0	14.3	19.6				③ 1.5		
	4	23.4	12.8	18.1						
	5	24.1	12.0	18.0						
	6	23.4	7.7	15.6		90.4	70.8	0.9		
					46.5	63.8	1.1			

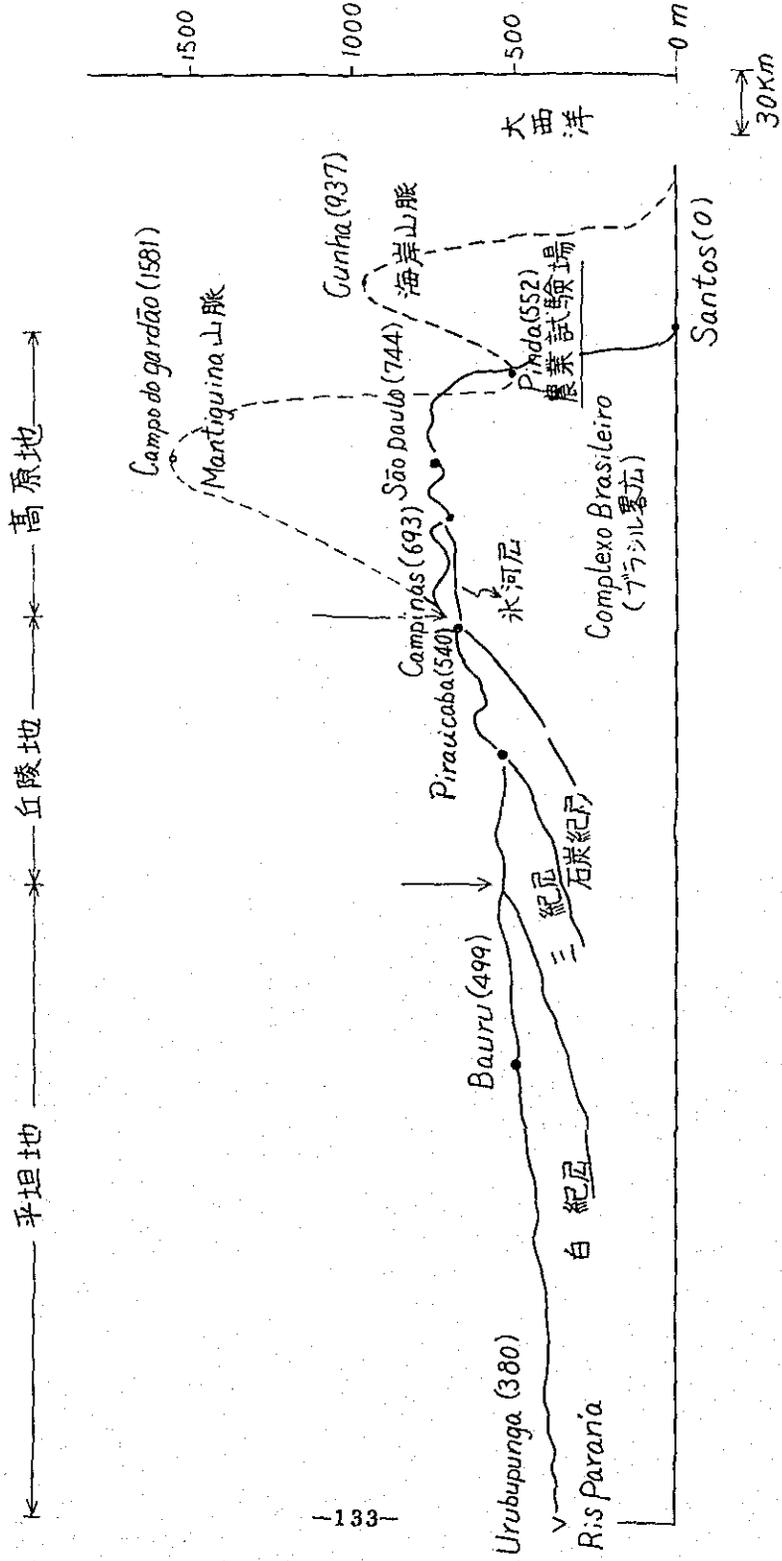
为11图 (Guatapará(停車場)の温度推移



カ12図 ブラジルの地史概要

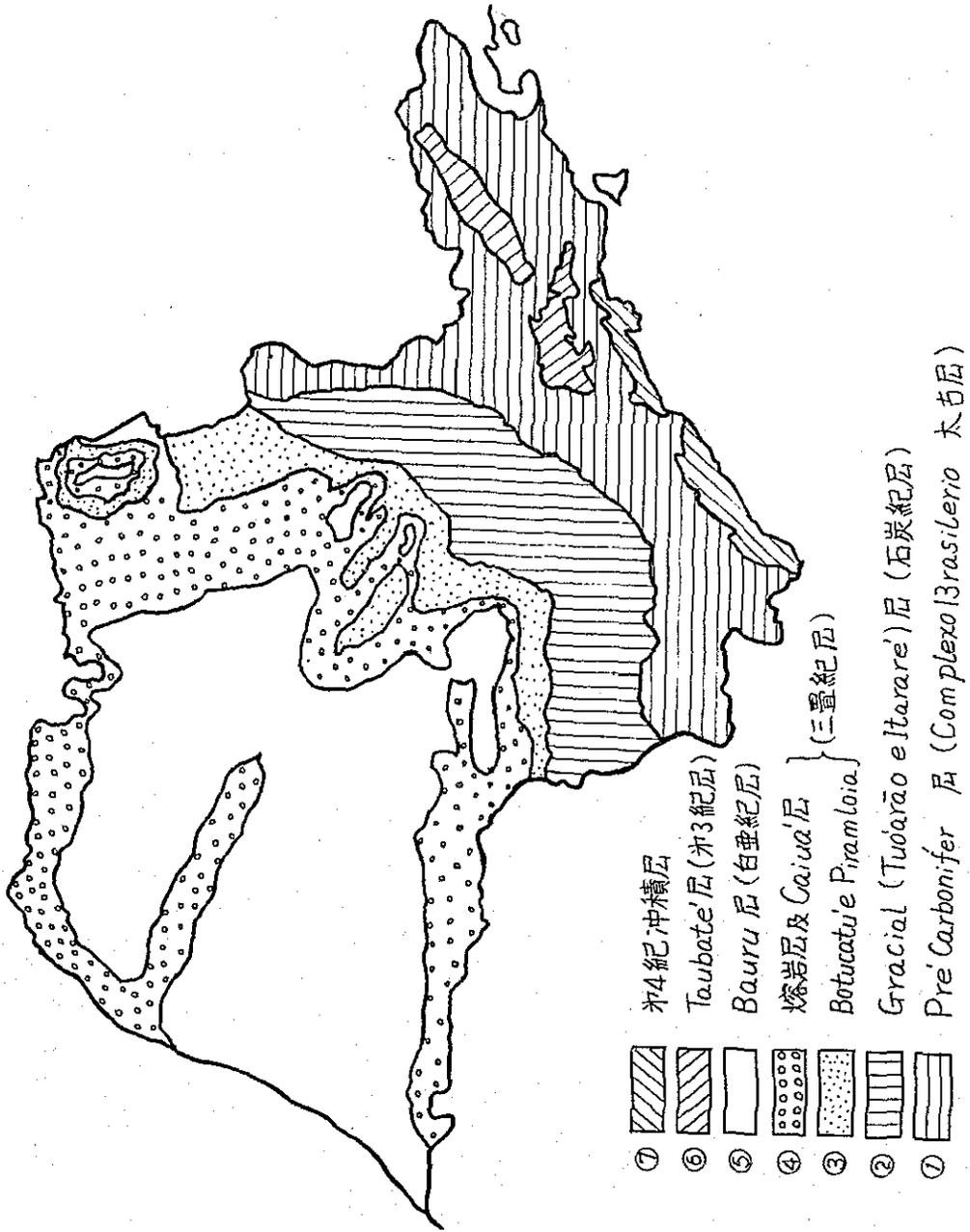


第13図 サンパウロ州の地形断面と地質



和14図 サンパウロ州の地質図(概要)

2)による。



第20表 サンパウロ州の土壌母材

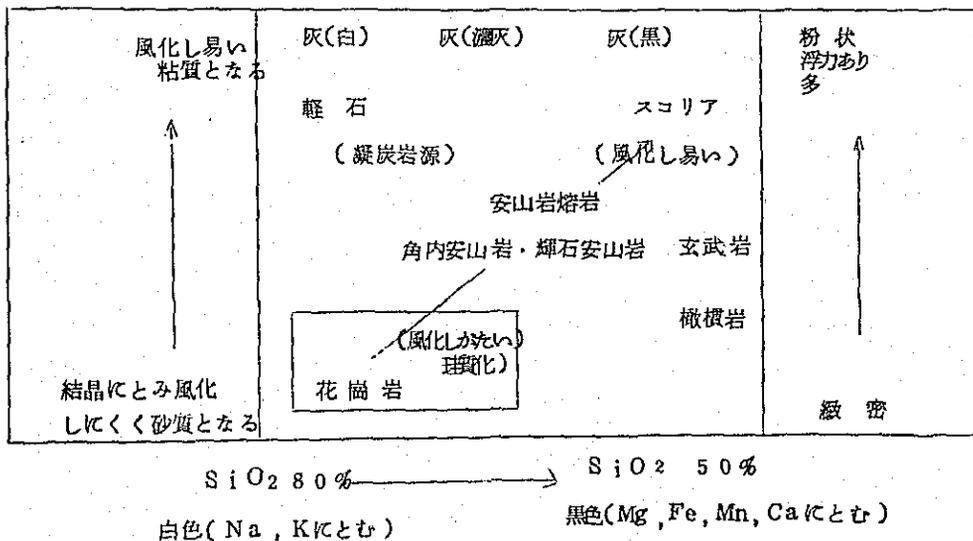
界	系	地	層	形成様式	石	場	所
大古界		Complexo Brasi	leiro(アラジル果層)	標高500~800mの準平原 大西洋に向かって断層 (アラジル全土の1/2)	花崗岩, 片麻岩	海岸山脈	
		サンロッケ層			珪岩, 大理石, 角 閃岩, 千枚岩 花崗岩	サンロッケ	アンチケラー山脈 サンパウロ市
原生界	Algonquiano系	サンロッケ層		(小面積)一砂岩が主である (有用鉱物多い)			
古生界	Canbhiano, Ordoviciano, Siluriano			はなし			
	Devoniano	フアンメ層		(小面積)	粗粒砂岩	フアンナ附近よりパラナ州	
	Carbonifero	水河層		水河の前縁(氷河)	砂岩粘土, 礫石, 砂岩, 粘板岩	カンピーナス, ピラシカバ ピラシカバ以北	
	Permio	コルンバタイ層			赤色砂粘土		
	Triassico	Pirabola層 ポッカソ層		水成層 風成層	粗粒赤色砂岩	リベロンプレート ポッカソ	
中生界	Juracico	Emptivas Basicas		火山の活動, 多くの遷布を作る (ポッカソ層をおぼっている)	玄武岩, 輝緑岩	リベロンプレート	
	Cretaceo	Caiva層 バウルー層		風成 水成	細粒砂岩 赤色粘土, 砂岩	サンパウロ州の西北部 アラクロラ, ノロゴスチ線 ソロカバナ線の去る所	
新生界	Terciario	タウベテ層		アンデス褶曲, 隆起	礫質性積物	パライバ	
	Quaternario	洪積層 沖積層		パンハ平原の形成アマゾンの 形成	アンデスよりの移動性積 河川性積物	パライバ, サントス レグアッベ	

第21表 サンパウロ州を形成する堆積層とその面積

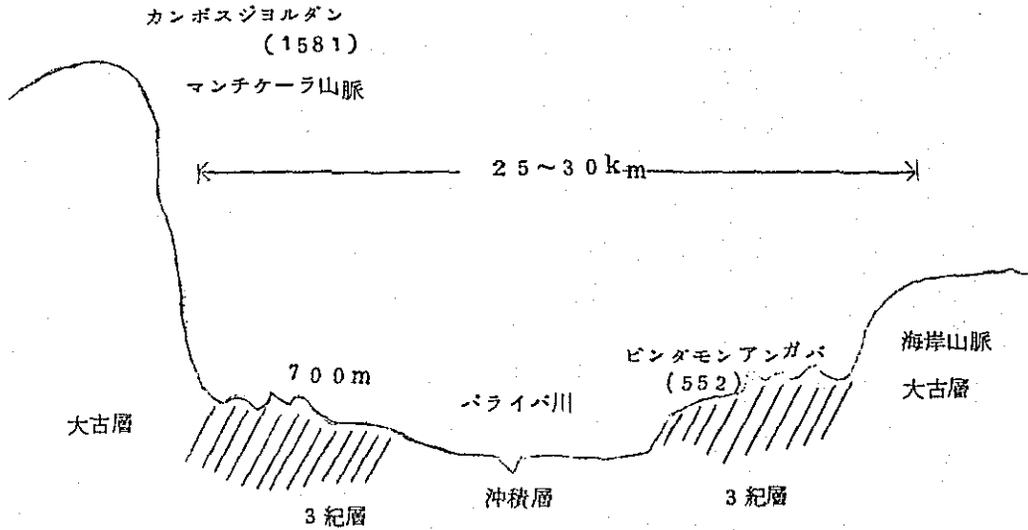
地 層	面 積 Km ²	%	備 考
沖 積 層	4,600	1.86	普 通
ダウベテ層	3,100	1.25	不良化し易い
パウル層	56,890	23.01	良
カイウア層	94,759	38.33	砂土で不良
ポッカツ層			テラワシア肥沃
ピラボイア層			
コルンパタイ層	25,710	10.40	砂質で不良
氷 河 層			
ファンナ層	700	0.28	
ブラジル園層	61,480	24.32	普通低下し易いが悪くない
全	247,239	100.00	

第15図 岩石の種類と風化による土壌母材の生成

口はサンパウロに多い岩石



第16図 バライバ流域の地形模式図



第22表 バライバ開発の歴史的経過

世紀	年代	紀事
18世紀		砂糖時代 ミナス・ジエライスの金鉱ブーム(70年間)
	1808年	砂糖の復活はテンサイ糖にしめ出される } 植民地貿易
	1822年	
		蒸気力による砂糖のサク汁
19世紀	1850年	バライバコーヒー時代
	1877年	下り坂となる, 北西部へ向け作付地移動 (死んだ町)
20世紀	1913年	放牧 } 丘陵地
	1930年	(ユーカリ樹)の移植 } バライバ流域総合開発→低地 現在に至る

第23表 土壤の理化学的性質

No.	場所 (土壤%)		層位 (A1)	組成			S.G		PH	
				砂	微砂	粘土	假	真	H ₂ O	KCl
1	Piracicabo	6	0-25	92.4	2.0	5.6	1.55	2.64	4.9	4.0
2	Mirassol	18	0-15	87.2	1.2	11.6	1.45	2.63	5.6	5.0
3	Ribeirao preto	33	0-8	33.7	13.3	53.0	1.30	3.12	5.2	4.7
4	Sorocaba	39	0-10	26.1	6.6	67.3	1.25	2.56	5.1	4.3
5	Sao Iosedes Rio preto	43	0-23	79.0	2.4	18.6	1.36	2.66	4.3	3.7
6	Sao Roque	50	0-12	57.8	7.9	34.3	1.13	2.52	4.5	3.7
7	Botucatu	56	0-40	84.4	2.3	13.3	1.52	2.65	4.7	4.0

	C%	N%	C/N	H ₂ SO ₄ = (d=1.47)				Ki	Kr	Al ₂ O ₃	
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅			FO ₃	
1	0.69	0.05	13.8	3.28	2.60	0.61	0.01	2.15	1.87	6.00	
2	1.43	0.13	11.0	4.57	4.34	3.65	0.05	1.79	1.17	1.84	
3	1.78	0.16	11.1	8.92	23.68	33.95	0.21	0.64	0.33	1.08	
4	1.75	0.14	12.5	21.41	23.75	9.57	0.07	1.53	1.22	3.96	
5	0.86	0.07	12.3	6.38	5.84	4.65	0.05	1.86	1.23	2.00	
6	2.33	0.21	11.1	15.47	15.62	4.22	0.09	1.68	1.44	5.80	
7	0.58	0.05	11.6	4.27	5.9	2.93	0.03	1.22	0.93	3.00	

	P ₂ O ₅		Ca	Mg	K	Na	S	H ⁺	Al ³⁺	T	S/T (V%)
	Truogng										
1	<1.0	0.97	0.44	0.32	0.05	1.78	1.64	0.61	4.03	4.43	
2	1.2	3.47	1.07	0.13	0.02	4.67	2.82	-	7.49	6.23	
3	1.0	2.04	1.21	0.15	0.03	3.43	2.39	-	5.82	5.89	
4	<1.0	2.89	0.79	0.49	0.04	4.21	5.15	0.58	9.94	4.24	
5	1.3	0.44		0.05	0.02	0.51	2.82	1.44	4.77	1.07	
6	<1.0	0.70		0.06	0.02	0.78	9.30		10.08	7.7	
7	#					0.38	2.88		3.24	1.11	

備考 土壤No別に土壤の特徴をみると次の如くでもある。

- No.1. は表層に養分が多いがほぼ均一であり、しかも砂が大部分をしめている。
- No.2. は組成は下層まで均質であるが養分は表層に多く集積している。
- No.3. 粘土は多く有機物も多いが塩基は表層のみにある。
- No.4. 前者と同じ。
- No.5. 非常に塩基に未飽和の土壤であり、土層間に差が少い。
- No.6. 表層に粘土が多くPHは低い。他はほぼ均質であるが塩基がかなり少い。
- No.7. ほぼ均質の土層で塩基少い。

第24表 サンパウロ州の主な土壌型

No	土 壤 群	面積%	土 壤 の 型
1	A, Aaills With Taxturals	3.5	Red Yellow Podgolic Ssils, Iaras Vari
2	"	11.0	Podzolized Sail on Calcari- ous Sandstone Iins
3	B, Sails With IathosalicB	14.0	Iatozolic B Terra raxa
4	"	4.4	Ortho dark red Iatosal
5	"	19.7	Dark red Iatosol Sandq Phase
6	"	3.7	Red Yellow Iatosal Shallow Phose
7	"	4.9	Red Yellow Iatosal Sandg Phose

合計で61.2%

第25表 母材を異にする土壌型

No	土 壤 群
1	Iithosol Bosalt Substratum Phase
2	" Granit - Greiss "
3	" Phyllite Schist "
4	Calcarious Sand Stone Phase
5	" Regosol

第26表 土壌母材の種類と土壌の性質

No.	場 所	(土壌の No.)	層 位 Ai.cm	組 成 (%)			SG		DH	
				砂	微砂	粘土	仮	真	H ₂ O	Kc l
1	ボ ツ カ ツ	76	0-30	34.3	19.0	46.7	1.34	2.64	5.9	5.0
2	シ ル ビ ラ ス	77	0-22	61.9	9.5	29.6	1.18	2.45	5.1	4.0
3	ジ ユ ン ジ ア イ	78	0-19	68.3	14.5	17.2	1.03	2.45	5.8	4.8
4	フロリダパウリスタ	79	0-50	89.2	1.5	9.3	1.46	2.53	8.1	7.4
5	イ チ ラ ベ ー ナ	83	0-15	98.0	0.2	1.8	1.63	2.65	4.6	3.9

No.	C %	N %	C/N	H ₂ SO ₄ m.e.				Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅			
1	2.24	0.19	11.8	27.45	12.90	22.72	0.21	3.62	1.70	0.85
2	2.67	0.26	10.3	16.92	9.57	3.15	0.07	3.01	2.48	4.75
3	3.12	0.27	11.6	11.43	8.77	5.04	0.07	2.22	1.62	2.73
4	1.53	0.21	7.3	4.62	2.77	1.85	0.10	2.83	1.98	2.33
5	0.33	0.03	11.0	0.63	0.87	0.40	0.01	-	-	-

No.	P ₂ O ₅ Trug mg	置 換 態 成 分					m.e.			S / T (V%)
		Ca	Mg	K	Na	S	H ⁺	Al ³⁺	T	
1	1.4	23.49	8.42	0.20	0.26	32.27		5.28	37.65	86.0
2	1.0	2.89	1.52	0.78	0.03	5.22		7.59	12.81	40.7
3	< 1.0	0.79	1.18	0.25	0.03	6.25		6.23	12.48	50.1
4	7.5	27.14	2.97	0.25	0.12	30.48		0	30.48	100.0
5	1.7			0.02	0.20	0.38		1.61	1.99	19.1

備 考

- No.1 はBasalt であり石灰・粘土が明らかに多い。
- No.2 は花崗岩等でありCa K が多く
- No.3 は水成であり成分的には少く
- No.4 は石灰岩でありCa Mg と P が多いことがみられる。
- No.5 は岩石であり成分は少い

第28表 土紀層 沖積層土壌の性質

No.	場 所 (土壌No.)	組 成			SCT		PH		層 位 A ₁ cm
		砂	微砂	粘土	仮	真	H ₂ O	Kcl	
1	カナニイーア 73	94.6	2.5	2.9	1.17	2.45	3.8	2.9	0-10
2	イタニアンエン 74	97.2	2.4	0.4	1.52	2.60	5.6	4.5	0-25
3	サニヨスカンボス 75	13.2	23.1	63.7	0.73	1.76	4.6	3.5	0-25

No.	C %	N %	C/N	H ₂ SO ₄ (d = 1.47)				Ki	Kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
				S ₁ O ₂	Al ₂ O ₃	Fl ₂ O ₃	P ₂ O ₅			
1	3.31	0.23	14.4	0.73	0.23	0.41	0.05	5.30	2.49	0.81
2	0.82	0.06	13.8	0.46	0.36	0.20	0.02	2.20	1.60	2.80
3	20.14	1.30	15.5	20.40	15.15	2.18	0.30	2.29	2.10	15.00

No.	P ₂ O ₅ Truogmg	置 換 態 成 分 m.c							S/T (V%)	
		Ca	Mg	K	Na	S	H ⁺	Sl ⁺³		T
1	9	0.97	0.77	0.07	0.11	1.92	4.61	2.08	8.51	22.3
2	<1.0	0.76	0.64	0.04	0.08	1.52	0.60		2.12	71.7
3	27.1	3.94	1.89	0.68	0.41	6.92	4.320		50.12	13.8

備 考

No.1 組成は均質であるが、3層(30~45cm)はC/N40の有機物がありそのため高くなっている。P₂O₅(Truog)はいずれの層位も高い。しかし層が紀和度(V%)が60で高く3層以下は低い。

No.2 No.1よりも砂が多い土壌も養分も少ない。

No.3 泥炭があつた土壌であるが、(高所に堆積)珪酸アルミナ多く鉄は少ない。養分も少ない。

第27表 三紀層、沖積層の土壌群

No.	土 壌 群
1	Ground Water Podzol
2	"
3	Organic Soils

第 29 表 農業試驗場の土壤の肥沃性

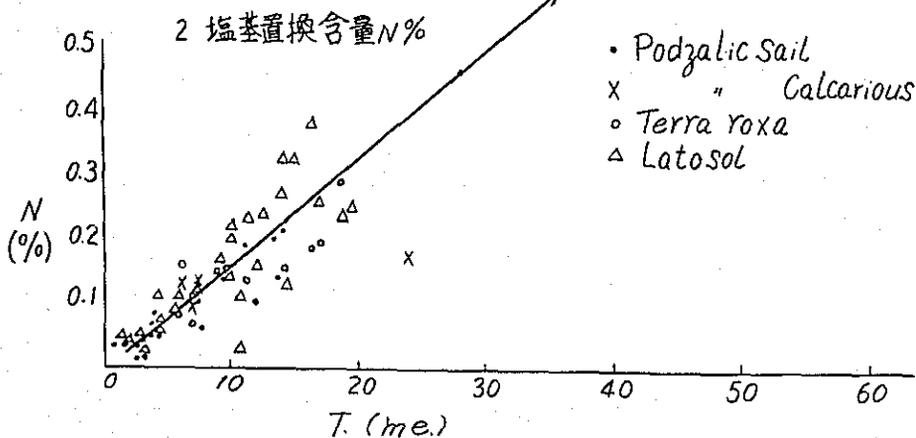
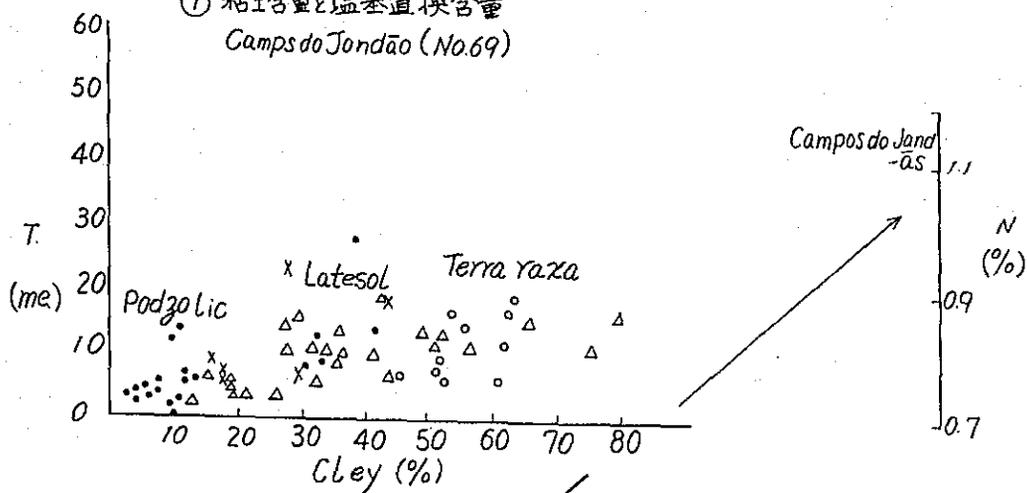
土 壤 統	略 名	PH	in Ouen dry Sail 100g											V %			
			Total		EXChangeabl					Soluble							
			C	N	K+	Ca++	Mg++	SI+3	H+	S	PO ₄ ⁻³	Mn+2					
			g	g	e,mg	"											
Aguapreta	AP	5.0	5.76	0.20	0.39	3.53	0.43	6.7	21.7	4.35	1.38	0.03	1.33				
Paraiba	Pb	4.8	5.32	0.36	0.55	1.64	0.46	8.4	20.5	2.65	0.12	0.07	8.4				
Corucutuba	Cr	4.9	1.368	0.71	0.72	2.72	0.47	10.5	4.46	3.91	0.28	0.12	6.6				
		4.9	1.152	0.61	0.92	2.66	0.46	9.6	3.88	4.04	0.22	0.06	7.7				
		4.6	7.20	0.59	0.42	2.13	0.44	9.0	2.78	2.99	0.14	0.18	7.5				
BarrodeTelha	BT	4.8	9.27	0.69	0.73	2.22	0.58	9.9	3.62	3.53	0.21	0.03	7.1				
		4.9	2.37	0.21	0.56	2.49	1.05	6.0	1.29	5.08	0.98	0.05	21.2				
Quati	QT	4.7	3.90	0.37	0.47	1.55	0.90	9.2	2.27	2.92	0.20	+	8.4				
		4.7	4.36	0.41	0.48	1.82	0.96	8.7	1.99	3.26	0.16	0.06	10.2				
Dourada	Do	4.7	3.32	0.39	0.72	1.62	0.42	7.4	1.51	2.76	0.11	0.13	10.9				
		4.7	3.32	0.33	0.55	1.07	0.42	7.1	1.30	2.04	0.11	0.05	9.2				
Copituva	CA	4.6	2.88	0.32	0.42	0.23	0.10	8.8	1.47	0.75	0.11	0.05	3.1				
		4.5	2.24	0.24	0.45	0.93	0.47	6.1	1.18	1.85	0.13	0.17	9.4				

略名	C/N	K ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO
		mg	mg	mg		mg	mg
A P	28.8	18.4	98.6	8.7		32.8	1.0
P b	14.8	26.0	45.9	9.3		2.8	2.5
C r	19.3	34.0	76.5	9.5		6.6	4.2
	18.9	43.4	74.3	9.3		5.2	2.1
	12.2	19.9	54.5	8.9		3.3	6.4
	13.4	34.4	62.0	11.4		5.0	1.0
B T	11.3	26.4	69.5	21.2		23.2	1.8
Q T	10.5	22.2	43.3	18.2		4.7	tr
	10.6	22.6	50.8	19.4		3.8	2.1
D o	8.5	34.0	45.4	8.5		2.6	4.5
	10.0	26.0	30.0	8.5		2.6	1.8
C A	9.0	19.9	6.5	2.0		2.6	1.8
	9.3	21.2	26.2	9.5		3.1	6.0

第17回 土壤の肥決性と粘土含量

① 粘土含量と塩基置換含量

Campos do Jordão (No.69)



第18回 粘土含量と積配の可溶化

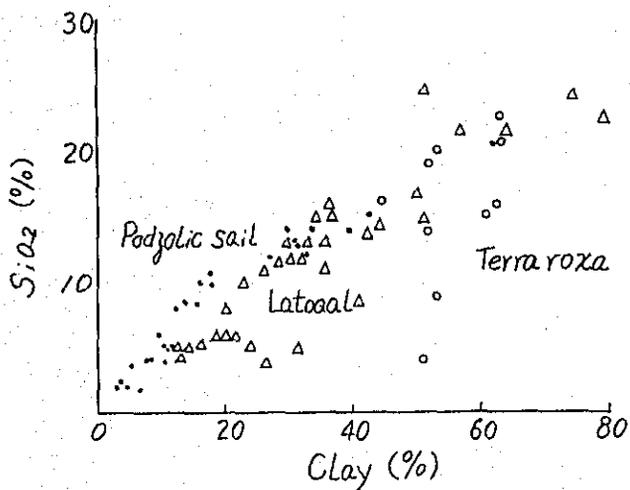


图19 珪酸と23 酰化物

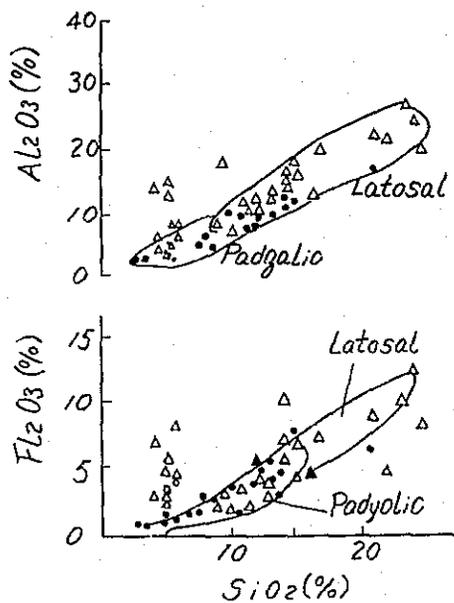


图20 有機物

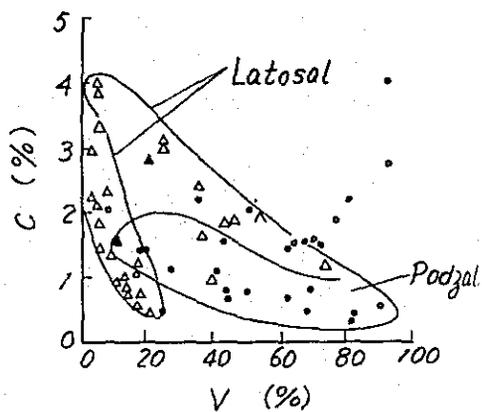


图21 有機物と粘土置換容量の関係

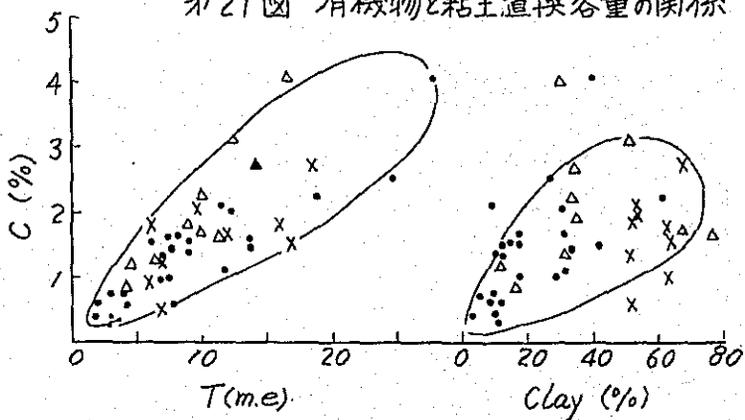


表22 図土壤の粒子組成

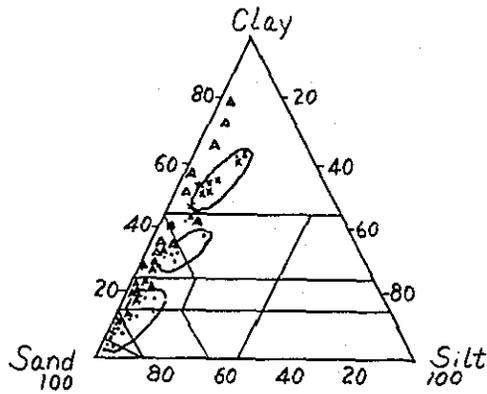


表30 土壤の型と土性

土壤の型	土性	粘着性
Podzalic	S, SL, LS, SCL, SC	なし—中
Terra Roxa	HC	頗る大
Lathosol	SCL, SC ときにはHC	大—中

第31表 土壤型と母材との関係

母 材		性 活
Brasil 累 層	<ol style="list-style-type: none"> 1. Campos do Jordao Soil 2. Red Yellow Latosol Shallow Phase 3. Ortho red Yellow Latosol 4. Red Yellow Hydric Soil 	アルカリ母材から特別に形成された
氷 河 層	<ol style="list-style-type: none"> 1. Red Yellow Hydric Soil Iaras and Piracicaba Variation 2. Gravl Podgolised Soil 	砂が多く瘠薄化し易い
Botucati層	<ol style="list-style-type: none"> 1. Latolozit B Terra Loxa 2. Ortho Dark red Soil 	
熔 岩 層	Legosol B Terra Loxa	
Bauric 層	Podzolized Sails on Calcareous Sand Stone	
第 3 紀 層		
沖 積 層	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ground-Water Podzol 2. Hydromorphic Soil or Ledyellow Podzolic Soil 3. Ground-Water Podzol Hydromorphic Soil Association 	

第32表 品種型別価格と作付面積

品 種	リオグランデスール 価格 ⁴			サンパウロ州に おける作付面積	
	1963	1964	1965		
Taponica型短粒種	粳	2,700	4,950	5,845	10%
	白米	6,130	11,525	12,603	
Blue Rose型中粒種	粳	2,850	5,350	6,470	40%
	白米	6,440	12,390	13,878	
Agulha 型長粒種	粳	3,000	5,800	6,783	50%
	白米	6,750	13,360	14,516	

第33表 品種と収量(1965~66)

(粳 t/ha)

品 種 名	1 期 作	2 期 作	合 計	ザンコス(60Kg) アケル(24ha)
Chianan 8	6,633	6,608	13,241	534
Chianon 242	6,882	4,500	11,382	459
Taichung 65	6,161	5,306	11,467	467
Taichung 1	6,006	4,822	10,828	437
Tainam 1	5,825	—	—	—
Taita 6	6,000	4,257	10,257	414
Dourado	4,416	6,860	5,276	220
Batatais	3,529	2,817	6,346	204

Loreua における台湾技術者より提供

第34表 リオグランデドスールの稲の作季⁴⁾

(1000 ha)

	9月		10月		11月		12月		S/ESP	Totae
	1~15	16~30	1~15	16~31	1~15	16~30	1~15	16~30		
始 期										
1960~61	4.4	8.1	74.4	80.9	118.9	22.0	1.9	0.2	2.8	313.8
61~62	5.7	10.0	41.7	56.5	126.5	36.3	8.0	2.9	2.5	290.0
62~63	11.7	24.2	165.9	61.5	26.1	6.6	0.2	0.1	17.3	313.5
63~64	1.5	7.4	55.1	45.6	97.0	77.8	30.3	10.2	10.3	335.2
終 期										
1960~61	-	0.1	0.3	4.9	34.1	152.0	74.3	45.3	2.8	313.8
61~62	0.1	0.4	0.5	6.7	25.8	99.6	71.3	83.2	2.5	290.0
62~63	0.1	0.9	10.4	55.5	104.5	94.8	17.2	7.5	22.6	313.5
63~64	-	-	0.4	1.5	7.1	30.1	51.3	228.3	16.5	335.2

第35表 赤米の発生

月	日	本/m ²
9月	29日	36922
10月	21日	30128
11月	22日	3473
12月	23日	11992

第36表 耕 積 法

処 理 No.	播 種 期	発 芽 期	施肥量 (Kg/ha)	開 花 日
a	1965. 10. 21	1965. 10. 28	硫酸 (21%) 27.0	1月中下旬
b	11. 22	12. 1	28.6	2月末~3月上旬
c	12. 21	12. 30		3月一杯

第37表 稲作における主要期間日数

品 種	発芽→開花			開花→乳熟			乳熟→完熟			開花→定熟		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	cc
1 IAC-435	93	82	78	23	24	22	10	23	19	33	47	41
2 " -162	91	82	78	20	24	16	15	23	18	34	47	34
3 " -239	106	100	93	20	22	21	13	12	12	33	34	33
4 " -416	93	87	78	18	24	16	15	23	18	33	47	34
5 " -120	77	69	63	18	22	22	18	12	14	36	34	36
6 " -165	96	86	83	18	27	21	12	12	15	30	39	36
7 Batatais	106	100	93	18	22	21	12	12	12	30	34	33
8 Iguape Agulla	101	100	93	23	22	21	12	12	12	35	34	33
9 IAC-2091	79	67	63	16	22	22	18	12	14	34	34	36
\bar{X}	93.5	85.6	80.2	19.3	23.2	20.2	13.9	15.7	14.9	33.2	38.9	35.1

第38表 収 量 (粍)

(t/ha)

No.	品 種	収 量			平 均
		a	b	c	
1	IAC-435	4,345	3,566	4,241	4,050
2	" -162	3,473	4,013	4,156	3,880
3	" -239	3,345	4,145	3,940	3,810
4	" -416	4,163	3,773	3,968	3,968
5	" -120	3,756	3,770	3,718	3,748
6	" -165	3,711	3,560	4,350	3,873
7	Batafais	2,856	3,945	3,805	3,535
8	Iguape-Ag	3,553	3,601	3,756	3,636
9	IAC-7091	2,843	3,753	3,311	3,300
	\bar{X}	3,560	3,790	3,920	

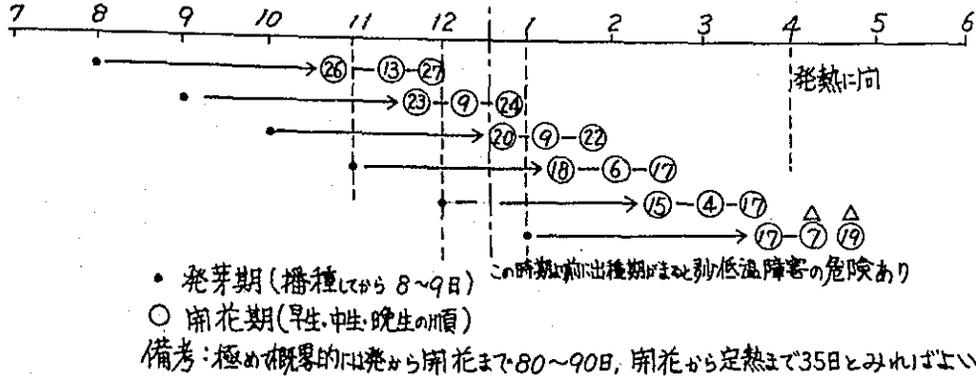
第39表 生育時期と積算温度・日照との関係

No.	品 種	発芽→開花 (t℃)			発芽→開花 (h)			平 均		備 考
		a	b	c	a	b	c	(t℃)	(h)	
1	IAC-435	2582	2574	2414	4804	4865	4300	2523	4656	晩生
2	" -162	2262	2192	2075	4244	4520	3885	2176	4216	中生
3	" -239	2215	2162	2075	4164	4520	3885	2151	4190	中生
4	" -416	2466	2574	2414	4624	4865	4300	2485	4596	晩生
5	" -120	2262	2192	2075	4244	4520	3885	2183	4216	中生
6	" -165	2582	2574	2414	4804	4865	4300	2523	4656	晩生
7	Batatais	1914	1822	1744	3234	3605	3500	1827	3449	早生
8	Iguape-Ag	2334	2289	2199	4384	4585	4120	2274	4363	中生
9	IAC-2091	1873	1864	1744	3176	3705	3500	1827	3460	早生
	\bar{X}	2,277	2,249	2,139	4187	4672	3964			

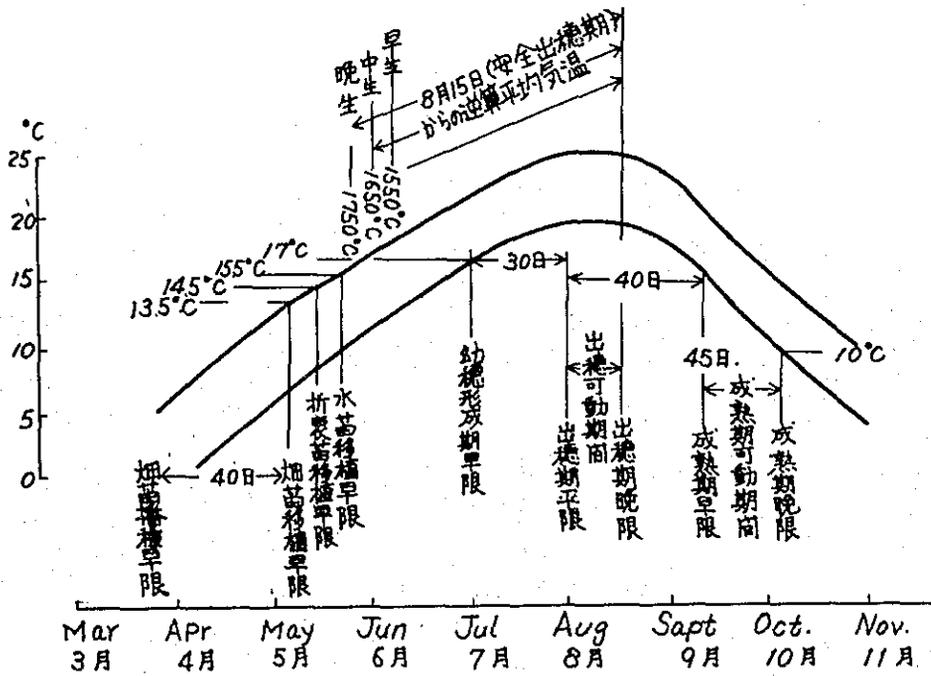
上 表 続 き

No.	品 種	開花→定熟 (t℃)			開花→定熟 (h)			平 均		備 考
		a	b	c	a	b	c	(t℃)	(h)	
1	IAC-435	7228	7852	6741	1187	902	1097	7274	1062	
2	" -162	8396	8681	7702	1565	999	851	8260	1138	
3	" -239	8877	8681	7702	1645	999	851	8420	1162	
4	" -416	8495	7852	6741	1359	902	1097	7696	1119	
5	" -120	8396	8681	8897	1565	999	1064	8658	1189	
6	" -165	7945	7852	6741	1145	902	1097	7512	1048	
7	Batatais	8673	8689	8304	2176	1426	870	8555	149.1	
8	Iguape-Ag	7674	9015	7666	1400	999	928	8118	1109	
9	IAC-2091	9029	8184	8304	2176	1351	890	8507	147.1	
	\bar{X}	8301	8387	7644						

ホ 23 図 作季の概畧の推定図 (パライバ流域)



ホ 24 図 安全多収穫作季節 (日本-東北)



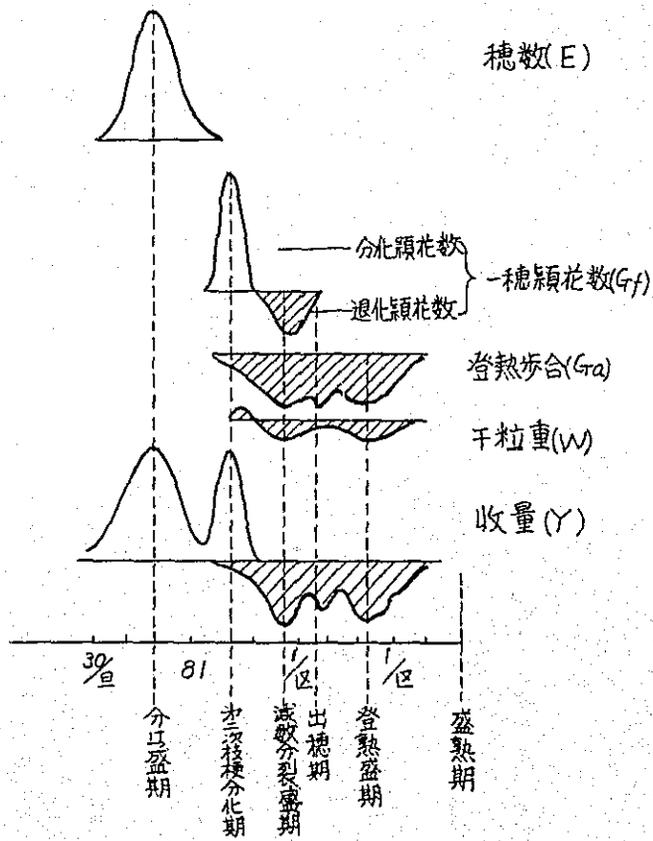
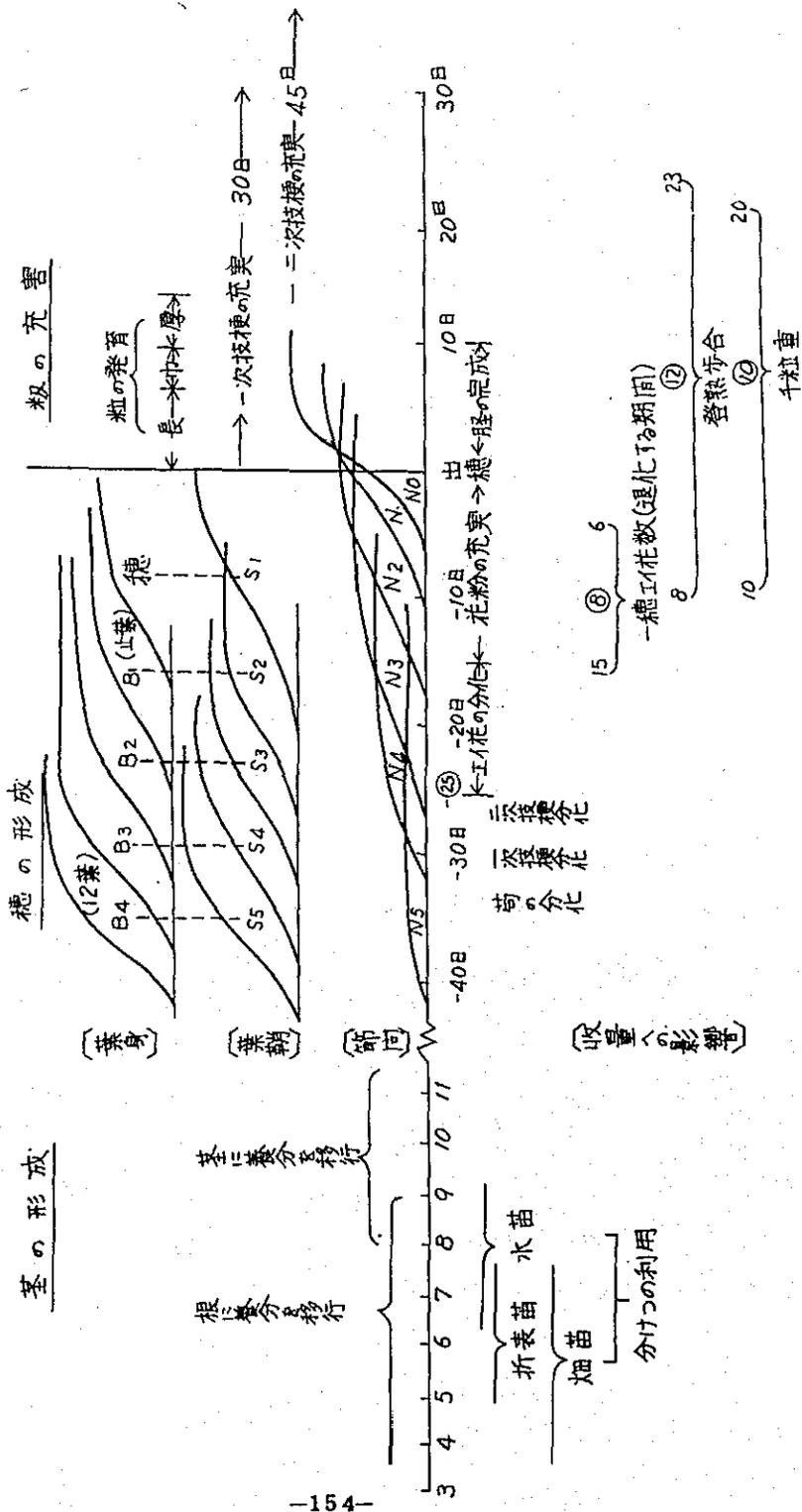
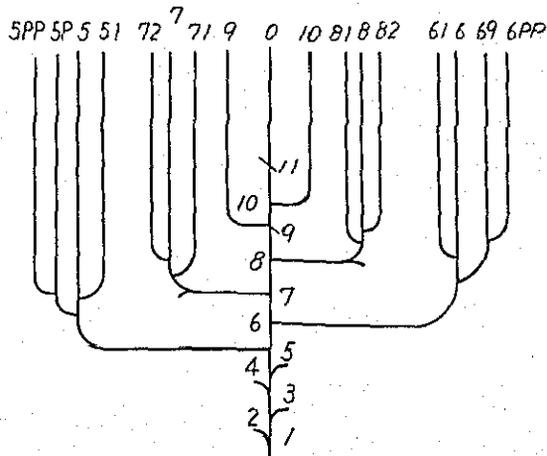


图25 收量成立經過模式图 (松島による)

水稲の形態の出来方模式図





同伸葉同伸分けの理論：主桿の8枚目の葉の出るとき5号分けつが出る
9枚目のときは51と6が分けつとして出る

为 27 図 分けつの出方と名称

第40表 穂の発育経過 ¹⁴⁾

区 分	特 徴		
	葉令指数	幼穂長	外 見 上
1. 穂着分化期	76~78		
2. 枝梗分化期			
a) 一次枝梗分化期	80~83		
b) 二次 "	85~86	0.5~0.9 mm	成長点に白毛が表われ肉眼でみえる。
3. 穎花分化期			
a) 同 前 期	87	1.0~1.5 mm	幼穂1 mmをこえると穎花分化期に入る。
b) 同 中 期	88~90	1.5~3.0 mm	
c) 同 後 期	92	3.5~1.5 mm	
4. 生殖細胞形成期	95	1.5~5.0 cm	
5. 減数分裂期	97	410~20 cm	止葉の葉耳が見始める頃減数分裂成期
6. 花粉外殻形成期	100	全 長	
7. 花粉完成期	100	全 長	

注：最後の葉数を100としてある。

第41表 無灌漑栽培による品種の特性比較

(1965/66)

品 種	穂長 cm	穂数ヶ	数ヶ	穂重量 g	草丈 cm	一株重量 g	分けつ数
Batataes	23.3±2.54	96.8±7.4	35.9±14.3	2.90±0.15	92.9±7.4	15.9±5.0	2.6±0.1
Dourado Precoce	23.8±1.6	115.8±5.2	27.7±4.3	3.9±0.2	95.8±7.9	13.8±8.0	2.8±0.9
Pratao Precoce	24.4±1.4	141±2.6	42±2.4	4.7±0.8	99.5±6.3	14.5±2.1	2.5±0.2
H-2091	23.5±2.5	109±2.1	45±1.5	3.4±0.2	100±5.8	16.7±5.3	2.9±0.3
H-1246	21.0±1.3	104±2.0	24.5±13.1	3.4±0.7	119±7.7	4.4±1.56	5±1.8
H-1300	21.1±2.1	90±19.5	60.3±25.1	3.1±0.8	124±10	3.2±1.1	3.6±0.3
Protão	20.2±2.3	84.6±19.2	61.6±19.1	3.3±0.3	126±13	3.6±1.1	4.8±1.1
H-1391	21.8±2.3	82.9±22.2	68.2±27.8	2.9±0.9	128±10	3.3±1.1	3.8±1.0
早生 (平均)	23.7	113.1	37.7	3.72	97.1	15.1	2.7
晩生	21.0	80.2	53.6	3.18	124.2	3.62	4.3
平 均	22.4	103.0	45.6	3.32	110.6	2.57	3.5

備考： E. E. C. A. C. による

第42表 無灌漑栽培による品種の収量比較

(1965/66)(Ton/ha)

早 生 種			晩 生 種				
品 種 名	収 重	ワラ重	収/ワラ比	品 種 名	収 重	ワラ重	収/ワラ比
Batataes	622	956	65	H-1246	10.44	19.78	52
Pourado Pre	6.11	10.0	61	H-1300	4.07	20.44	20
Pratão Pre	6.22	7.56	82	Pratão	6.11	26.67	23
H-2091	6.67	9.11	73	H-1391	5.22	26.67	20

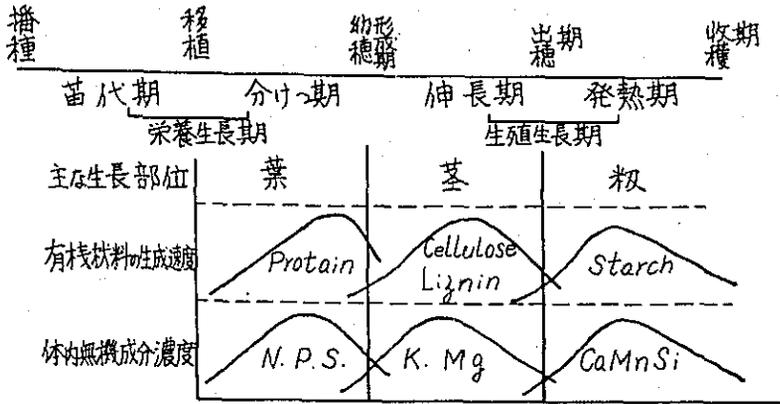
備考： 収量は gm^2 をhaに換算した，E. E. C. A. Cによる

第43表 各品種の籾の特性表

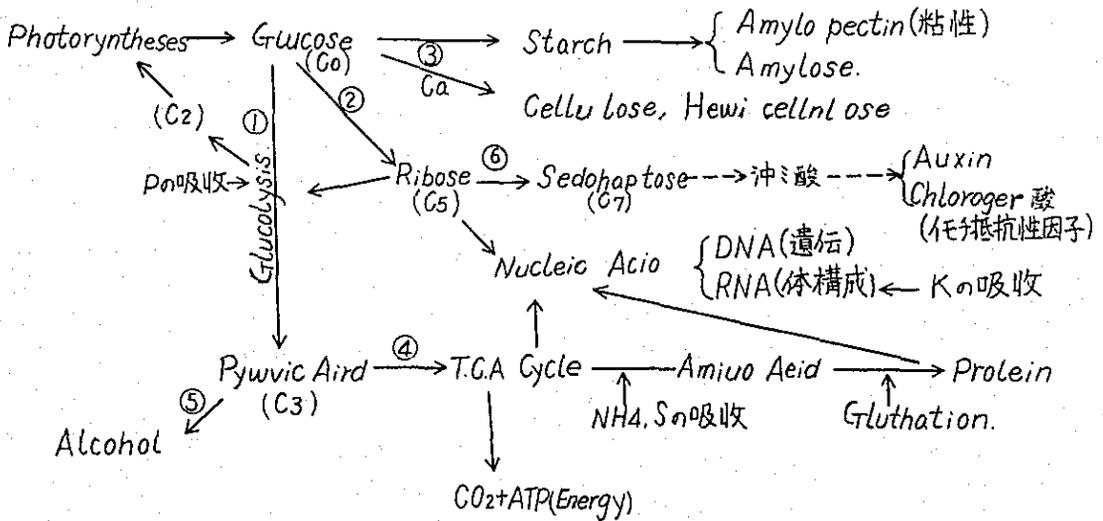
品 種	50ml中の粒数			50mlの重さ(g)			千粒重(g)			m当り粒数 $\times 10^4$		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
IAC-435	957	990	974	30.4	29.4	30.8	31.8	29.8	31.7	1.37	1.20	1.34
" -162	829	902	850	28.2	29.8	28.9	34.0	33.0	34.0	1.04	1.21	1.22
" -239	826	918	928	27.8	30.6	31.7	33.7	33.3	34.2	0.99	1.25	1.15
" -416	931	1025	987	28.8	32.0	31.4	30.9	31.3	31.8	1.35	1.20	1.25
" -120	775	843	834	30.6	33.3	29.3	39.5	35.8	35.2	0.95	1.05	1.06
" -165	814	939	970	29.5	29.3	32.1	36.5	31.4	33.0	1.03	1.13	1.32
Batataes	1012	1163	1050	30.5	34.3	31.8	23.6	29.5	31.0	1.00	1.34	1.23
Iguapē Ag	926	922	962	30.9	28.6	30.0	33.4	31.0	31.2	1.06	1.16	1.20
IAC 2091	972	978	932	28.9	30.4	30.4	29.8	31.2	32.6	0.95	1.21	1.01
Chianan 1	1212			29.7			24.5					
Taichung 65	1097			30.7			28.0					
Fujiminori	1030			29.8			29.0					

備考： a, b, cは夫々9月21日，10月22日，11月21日の播種
 m^2 当り粒数は総収重(第 表参照)を1000粒重で割つて算出

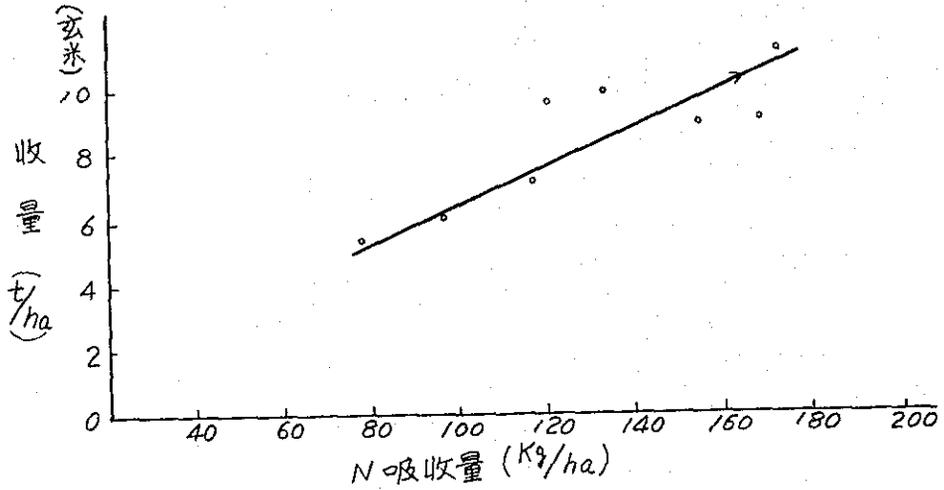
才28図 稻の生育時期別各種成分の推移



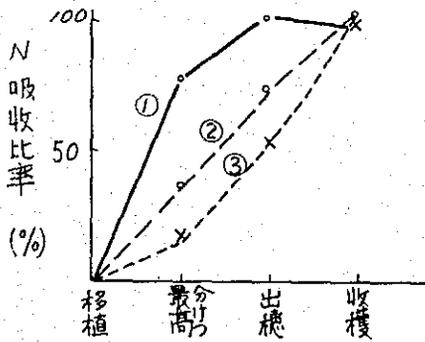
才29図 代謝方向と経路の概要



わ30図 収量とN吸収量の関係



わ31図 時期別 N吸収パターン



わ32図 モシワラ比の変異

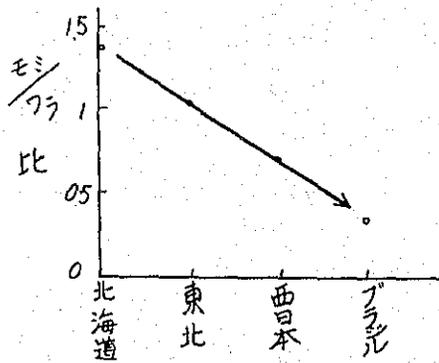
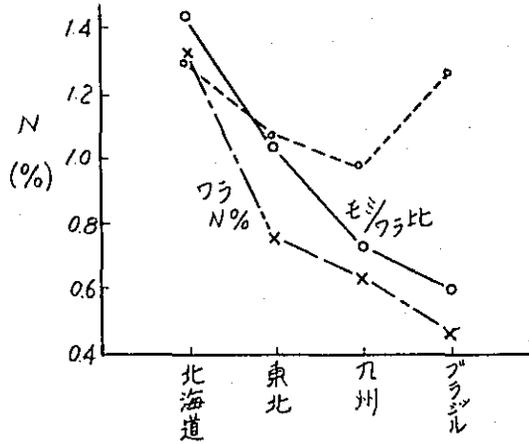
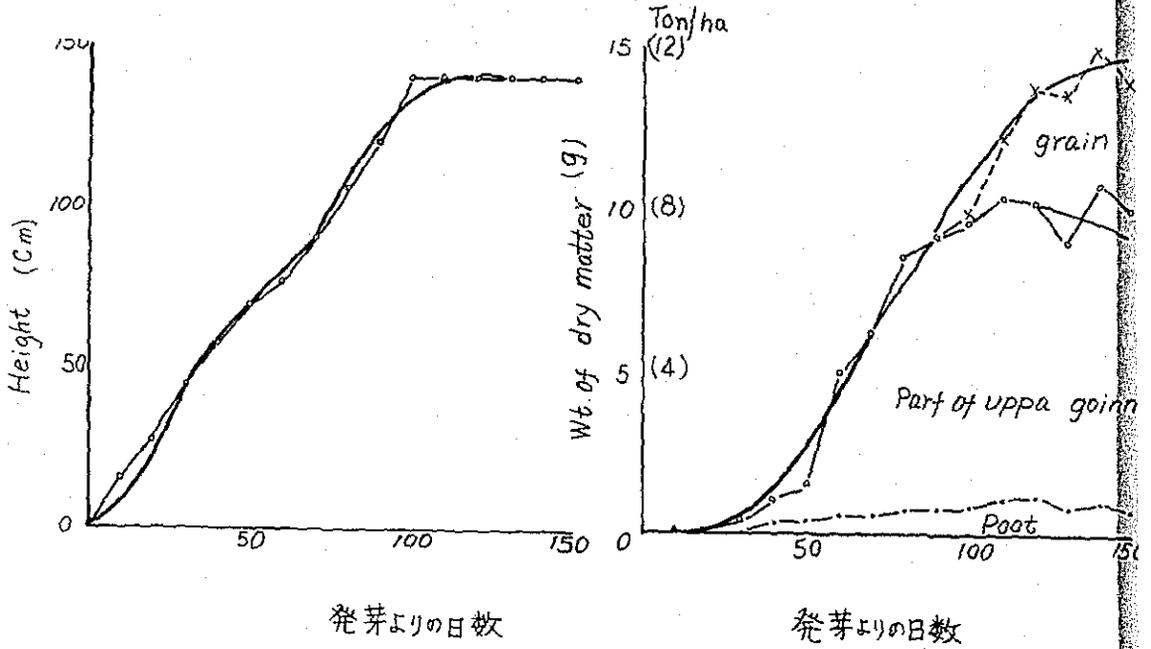


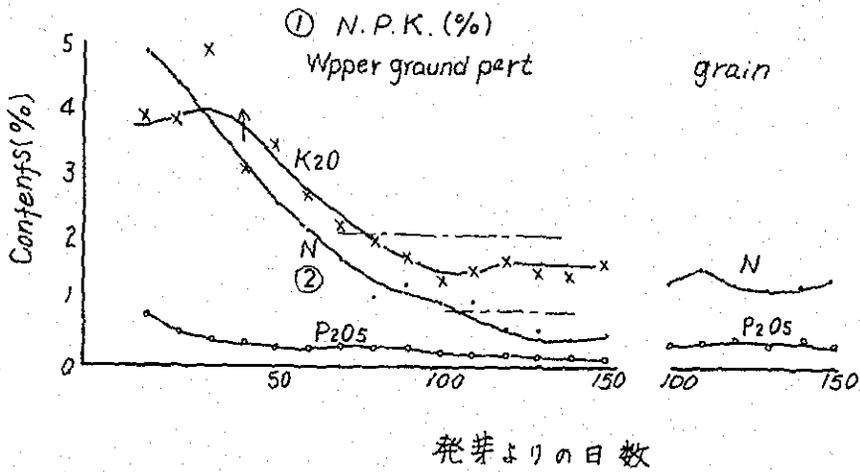
表33 各部位のN%とモシ/カラ比



第34図 サンパウロ州の稲の生育乾物産の推移



第35図 サンパウロ州の稲の養分吸収経過



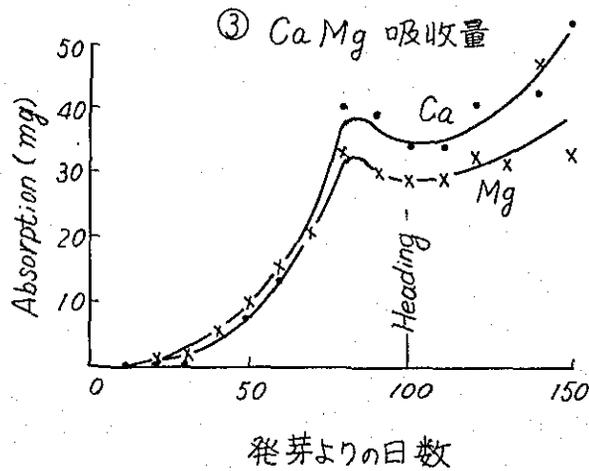
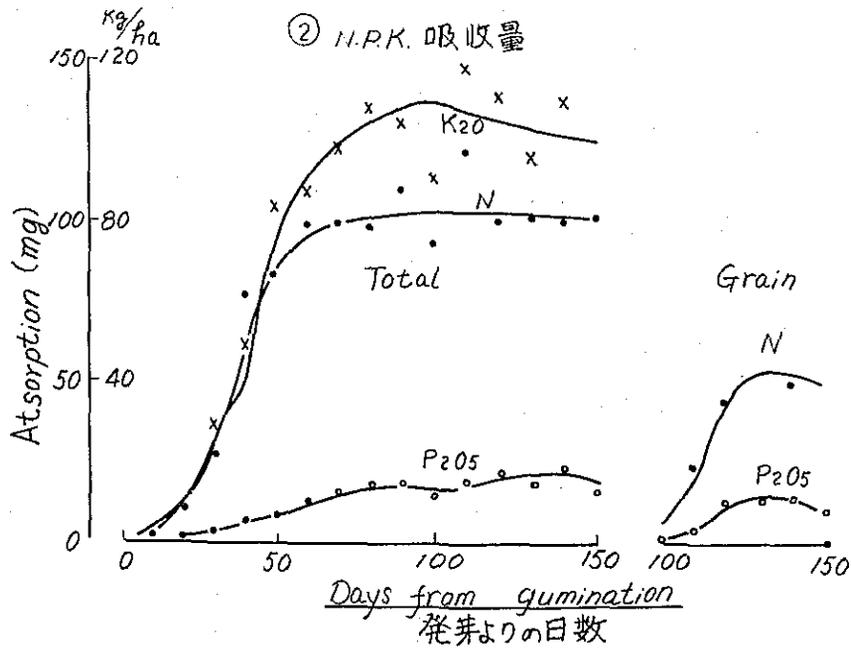


图36 日本のおける土壌Nの放出例

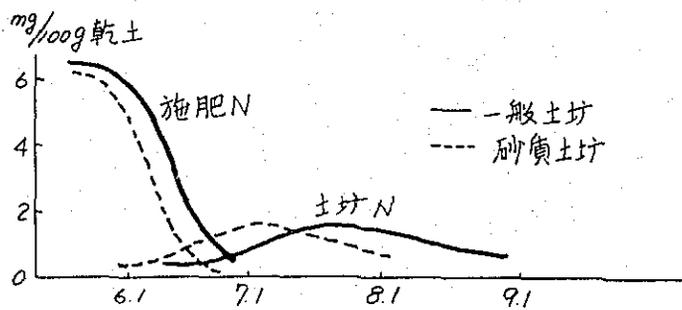


图37 养分(N,P)の吸収量と玄米生産能率

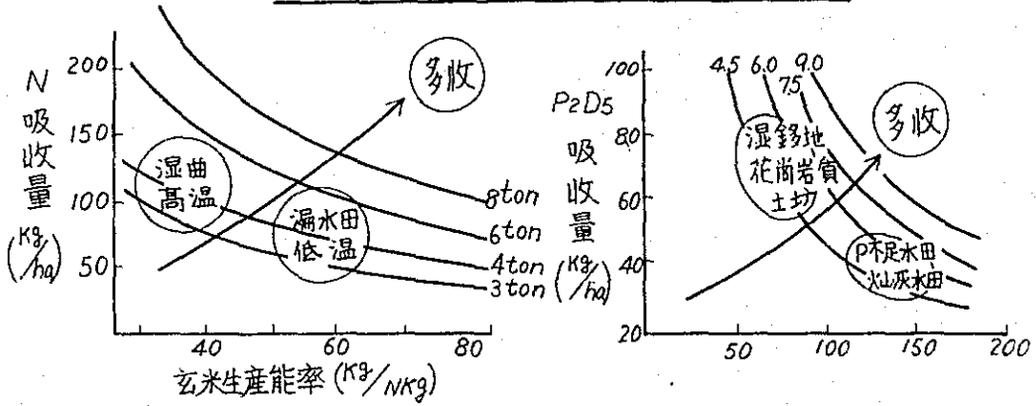
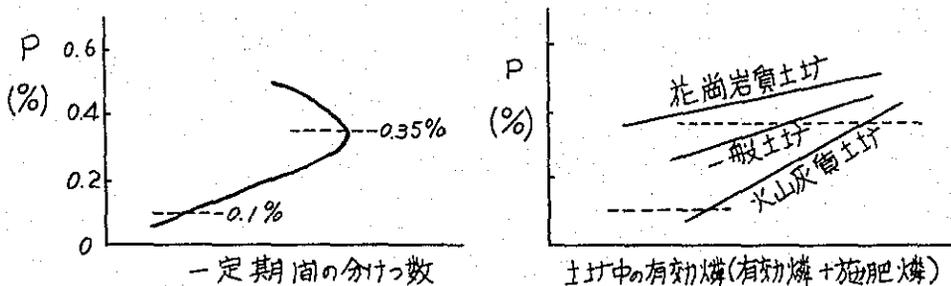


表44 日本における多収穫地土壌の性格

項目	有機物含量	CECme	陽配吸力	耕深cm	塩基飽和度	潜水深cm	地下水位
多収土壌	0.3% <	20 ~	1000-1500	18 ≦	50% ≦	20-30mm	50-70mm
日本の接近方法	施用	客土	深耕	施肥	客土	明暗渠	
パラバの現状	少ない	10 ~	低い	12	低い	多い	一定(低い)低い

图38 磷酸の体内濃度と分けつ及び土壌有効磷



第 45 表 水 田 除 草 剤 特 性 表

(全購速 1963による)

除 草 剤 名	2.4-D	MCP	MCPB	MCP+TBA	PW-925	DBN	A-1114	PCP	DCPA	PCP+AM	PCP+MCPB
製 品 名	2.4-D	MCP	MCPB	ベスコ	ニツブ	カソロン	ゲザガード	PCP	スタム	バムコン	マノック
剤 形	水溶,水和,粒剤	液,水和,粒	水和,粒	液	粒	水和剤	粒剤	粒,水溶剤	乳剤	粒剤	粒剤
成 分 含 量	Na塩9.5%,アミン塩4.95%,エステル(水中1.8%)	Na塩2.2%,カリ塩4.76%,エステル(水中1.8%)	水和9% 粒1.1%	MCP-Na8.3%+ MCP-K 1.8%+ TBA-Na4.9%	7%	4.5%	1.5%	粒剤2.5% 水溶剤8.6%	2.3% 2.5% 3.5%	PCP1.34% AM 1.2%	PCP1.6% MCPB1.0%
作用機	ホルモン型(N) 移行型(D)接触型(C)	ホルモン型(N)	ホルモン型(N)	ホルモン型(N)	N(多少H) TCCも強い	N	N	N	N	N+H C+T	N+H C+T
選 択 殺 草 性	広葉	広葉	広葉	広葉	非選択的	非選択的	左同	左同(アオシロイ)	ノビエ,広葉雑草	非選択的	左同
除 草 効 果	ノビエ 広葉一年生雑草 マツバイ	無大 小一中	無大 小一中	無大 小一中	大 大 小一中	大一中 大一中 大	大 大 小	大 大 小	大 中 小	大 大 大	大 大 大
作 用 機 構	莖葉,根から吸収され体内を移行するが生育の進んだ植物には莖葉からの作用が大きい。植物は田奇形となり,枯死するイネ科は抵抗性が大きいである倒伏が強くなる	同左 水田雑草に対する処理では2.4Dより速効的で作用は強いが稲への影響は弱く回復が早い	MCPに準ずるしかしMCPより弱い	稲への影響はMCPより弱い。とくに田奇形が出てくる	作用機構が明確でない。土壌処理のとき発芽時雑草は吸収して枯死する	非ホルモン移行型で根からの吸収による作用が大きい,雑草の発芽時の土壌処理で効果大土壌中の移動性が大きいので漏水田では薬害の危険が大きい	根及び莖葉より吸収され体内を移行するが根からの吸収が大きい非選択的で種子の発根時に有効に働く 稲は下葉が枯死し分けつが抑制され薬害の回復がおそい	接触的な作用が強く,発芽期にある雑草種子に強く働き枯死させる 土壌中の移動性小さい(粘土に吸着)	ノビエ,メヒシバに著しい作用があるがイネには害作用はほとんどない(細胞の抵抗性の相違らしい)主として雑草の幼苗期に莖葉に散布,根からの吸時による作用は小さい	AM(MCP系でホルモン型)とPCPの組合せ。 稲に対し時には田奇型葉発現の危険がある。	MCPBとPCP組合せ
作 用 部 位	莖 葉	左 同	左 同	左 同	発芽時の種子	根	発芽時の種子	左 同	莖 葉	種子及び莖葉	左 同
処 理 時 期	有効分けつ終止期から幼穂分化期前まで	左 同	左同(MCPより早期散布が出来る)	MCPより早期散布が望ましい	田植後4~8日	田植後7~10日	活着後	田植前1~4日 田植後4~7日(粒剤)	雑草の1~2葉期	田植後4~7日 中耕後	左 同
処 理 方 法	雑 草 処 理	左 同	左 同	左 同	土 壤 処 理	土 壤 処 理	左 同	左 同	雑 草 処 理	土 壤 処 理	左 同
土 壌 中 の 移 動 性	大	大	大	大	小一中	中一大	左一中	左小	小	小一中	小一中
土 壌 中 の 残 効 期 間	中	長	中一長	長	中	中一長	長	中	極短	長	中一長
稲 対 する 接 触 害 害 程 度	無一小 低温下で生育障害あり	左同 低温下で障害が左より小	左同 左より小	左同	左同 初期生育を多少抑制薬害の回復は早い	無一小 漏水田や砂土では土壌中の移動が大きいので根より吸収され薬害	左一 左のおそれあり	水溶剤-大粒剤無-小砂質の漏水田で初期生育も若干抑制	無一小 有機燐剤との混用,併用はさける	小 時に田奇型莖を発生することあり	無一小
適 用 土 壌 ; 適 用 減 水 深				MCPに準ずる	砂壤土-壤土3cm	植土-粗壤土0.5cm		極端な砂土で不可		砂質漏水田で不可	左 同
使 用 上 の 注 意 事 項	Na塩,アミン塩は完全満水して使用,とくに水中剤では散布器具の洗滌を厳重にする	左 同	器具の洗滌を厳重にする	MCPに準ずる	湛水散布 健苗使用	湛水散布,健苗使用 無漏水田で腐植にとむ水田であること,蒸気による種子殺害あり		湛水散布,人害,魚貝類に毒性大,使用禁止地帯に使用してはならない	完全落水灌水は散布2日後,散布後1~2日の雨は好ましくない水田にもよい有機燐との併用さける	薬害があるから土質を選ぶPCP粒剤に準ずる	
使 用 量 (ha当り)	Na塩400~500g アミン塩800~1000cc 水中エステル2~2.5Kg 粒状エステル2.5~3.0Kg	Na塩125~20Kg カリ塩0.6~1.0Kg 水中エステル15~20Kg 粒状エステル20~35Kg	水和剤3~5Kg 粒剤25~40Kg (0.27~0.45kg)	1.7~2.7Kg	2.9~3.6Kg	1.5~2.0Kg (700~900g)		粒剤3.0~4.0Kg 水溶剤9~11Kg (7.5~10Kg)	2.3% 15~17ℓ 2.5% 14~16ℓ 3.5% 10~11ℓ (3.5~4.0Kg)0	3.0~4.0Kg	3.0Kg
総 合 考 察	水田広葉雑草の処理剤	左 同	左 同	左 同	ノビエの発生防止に有効,魚類に対しても安全	ノビエの発生防止に有効土壌中の移動が大きいので無漏水の腐植にとむ土を選ぶ	無 登 録	ノビエの発生防止に有効,適地は広が魚貝類に毒性	ノビエに働合期の雑草処理で有効,魚類に対して安全しかし完全落水して処理する	PCP単剤では効果の小さいマツバイにも有効	左 同

第46表 除草剤の種類、(化学構造による)

	Type	除 草 剤	備 考
無機化合物		NaClO ₃ , NaOCN, CaCN ₂	
	Pj enoi	<u>PCP</u> , DNC, DNBP	接触型, 代謝攪乱
	Phenoxy	<u>24</u> , <u>D</u> , <u>MCP</u> , <u>MCPB</u> , <u>AM</u>	ホルモン型
	脂肪酸	TCA, DPA, DBA	
	酸アシド	DCPA (スタム)	
	Urea	CMU	光合成阻害剤
	Carbamate	<u>CI-IPC</u> , IPC	
	ヘラローリング	ATA, CAT	
	安息香酸	MDBA	
	ニトリル	<u>DBN</u> (カンロン)	
	As, Sm化合物	DMA, TPCA	

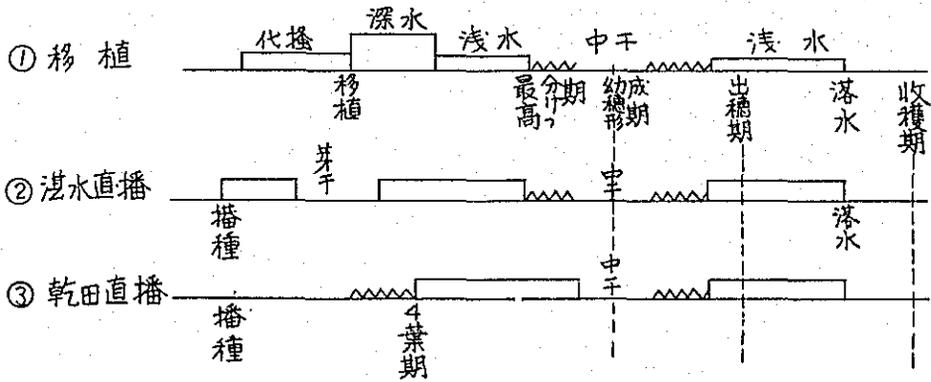
==== は水田に主に利用されているもの

第47表 雑草に対する除草剤

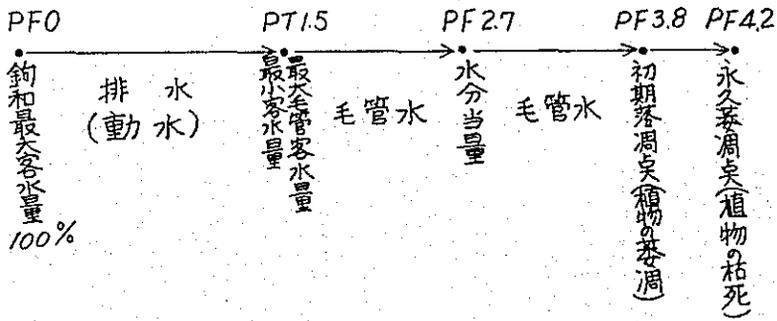
日 本 名	英 名	除 草 剤
o ノビエ	Barnyard grass	PCP, ニップ, CDAA (Randox)
o アオンドロ		PCP, CuSO ₄
o ウキクサ	学名 Spiro dela palpkiya	PCP, Randox
マツバイ	Spikrush の一種	ホルモン型でよい
o カヤツリグサ	Umbrella Plant	ホルモン型でよい
o コナギ	Monochoria Pickel-weed	ホルモン型に弱い 24D MCP
キカングサ	Rodstem の一種	" "
オモダカ	Arrowhead の一種	24-D
ヒロムシロ	Sago Pond weed	MCP (添着剤をつけてまく) ただし多少困難
ミゾハコベ	WaterN wort	24D-MCP
クロクワイ	Spikerush の一種	24DMCP, 田かき増進で繁殖するので困難性あり
スズメノテツパー	Dent Toxtail	CI-IPC (ただし水田農作の雑草)

o印は当地に多いもの

水39 水田の灌排水操作



水40 土壌水分とPF



第48表 栽培様式間の種々の要因の差違

項 目	移 植	湛水直播	乾田直播
1) 発芽時最低温度	保護苗代では問題ないが 水苗代では10℃以上	13℃	15℃
2) 播種から発芽までの日数		15℃	(15℃)
3) 出穂期	標準	左同	5~10日おくれ
4) 倒伏	"	移植より易	移植と同じ
5) 種落	"	移植と同じ	少い
6) 収量	"	移植とほぼ同じ	"
7) 雑草	発生	移植よりやや多	多い
	防除の困難性	小	中
8) 土壌の均平	"	易(代がき作業)	難
9) 漏水	小	小	大
10) 施肥量	標準100	100~110	120~
11) 肥沃度の維持	容易	やや容易	消耗大
12) 労力	150		70~40
13) 作業のピーク	田植、稲刈	かなり解消しうることにコンバイン利用により	
14) 機械化の可能性	開発中、みとうしあり	大	大

第49表 水稻栽培における生産性向上の可能性見直し(10年後のha当り)

体系	現行体系		小型機械移植		小型機械直播		大型機械直播		大型機械直播	
	労働手段	労働時間	労働手段	労働時間	労働手段	時間	労働手段	時間	労働手段	時間
種々の準備	人力	7.0	人力	2.4	人力	0.6	人力	0.6	人力	0.6
苗代一切	人力動耕	9.16	人力動耕	9.16	普及	9.16	普及	9.16	普及	9.16
耕転	動耕	11.95	動耕	1.60	普及	1.60	研究	5.0	研究	5.0
元肥	人力	6.85	人力	3.40	普及	3.40	研究	2.00	研究	2.00
代カキ	小型トラクター動耕	7.52	動耕	1.30	普及	1.30	実験	2.00	実験	2.00
印	人力	26.10	人力	25.20	研究	1.30	研究	5.5.2	研究	3.5
追肥	人力	2.12	人力	2.12	普及	5.00	研究	1.6	研究	2.6
除草	人力除草	30.73	除草及刈	4.00	普及	5.00	研究	3.2	研究	3.2
病虫防除	人力及動力防除	22.1.9	動力防除	9.0.5	普及	9.0.5	研究	3.2	研究	3.2
水管理	人力	38.80	人力	7.00	普及	7.00	研究	4.50	研究	4.50
刈取	人力	19.88	動力刈取	1.18.0	普及	1.18.0	研究	3.2.0	研究	3.2.0
脱穀	動力脱穀	5.90	動力脱穀	5.90	普及	5.90	研究	8.0	普及	8.0
板摺	動力板摺	5.90	動力板摺	5.90	普及	5.90	研究	5.90	普及	5.90
計		181.90		80.68		46.50		32.1.2		17.8.9
比率		1.00		4.4.4		25.6		1.7.7		9.8

第50表 トラクター作業可能条件

作業の難易 型 機種		作業可能な場合				作業容易な場合			
		ホイール		クローラ		ホイール		クローラ	
		ロータリ耕	ブラオ耕	ロータリ耕	ブラオ耕	ロータリ耕	ブラオ耕	ロータリ耕	ブラオ耕
作業条件	耕 浮 cm	10<	12<	10<	12<	10<	12<	10<	12<
	作業速度 30 ps	0.4<	1.0<	0.4<	1.0<	0.4<	1.0<	0.4<	1.0<
	($\frac{m}{sec}$) 15~20 ps	0.3<	1.0<	0.3<	1.0<	0.3<	1.0<	0.3<	1.0<
滑り率 (%)		20>	35>	5>	3>	3>	20>	3>	5>
タイヤ沈下量 cm		15>	10>	15>	5>	5>	5>	3>	3>

第51表 作業の難易と土壌硬度

測定法	機種 作業の難易	ロータリ耕			ブラオ耕			コンバイン		
		不能	困難	可能	不能	困難	可能	不能	困難	可能
小型コン kg/cm ²		<2~2.5	2.5~4.0	4.0<	<2.5~3.0	3~5	5<	<2.0	2~3	3~4<
山中式硬度計 mm		<6~7	9~12	12<	<9	10<	16<			12<

備考：土壌により値が異なるが、多くの表より平均的と思われるものを筆者が撰択した値である。

第52表 土壌硬度、絶対硬度及び山中式硬度計による硬度の比較

指標硬度 (1) (mm)	土壌硬度		絶対硬度								
	(2) $\frac{kg}{cm^2}$	(3) $\frac{kg}{cm^3}$	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1	0.08	0.008	11	16.4	0.215	21	7.32	1.446	31	48.1	20.078
2	0.17	0.017	12	1.92	0.259	22	8.53	1.774	32	62.7	29.630
3	0.28	0.028	13	2.24	0.313	23	10.00	2.212	33	84.7	45.833
4	0.39	0.040	14	2.60	0.376	24	11.75	2.765	34	118.5	74.561
5	0.51	0.055	15	3.01	0.455	25	13.95	3.492	35	175.8	134.615
6	0.65	0.072	16	3.48	0.543	26	16.65	4.483	36	282.1	264.705
7	0.81	0.092	17	4.03	0.660	27	20.5	5.819	37	517.0	646.853
8	0.98	0.115	18	4.68	0.798	28	24.4	7.650	38	1187	2261.905
9	1.17	0.143	19	5.50	0.965	29	30.0	10.713	39	5195	1843.10
10	1.40	0.174	20	6.28	1.179	30	37.7	14.42	40	∞	∞

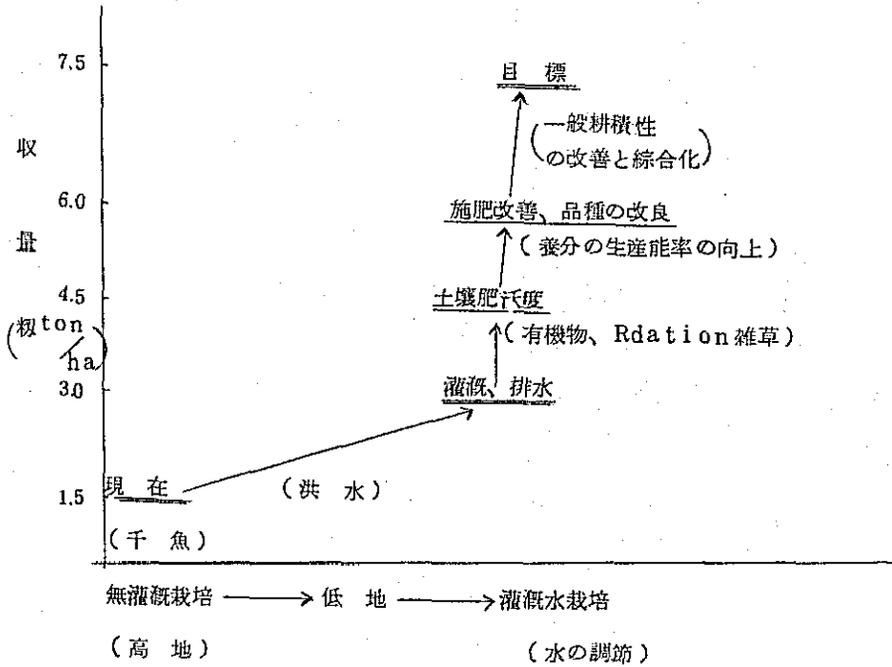
第53表 稲の姿の事例

事 例	穂数 $\frac{1}{m^2}$	—種平均着粒数	穎千粒重 g	収 量		
㉑ サンパウロ州北部の 現 状	70~90	×	60	×	32 ^{kg}	≐ 1.5 t _{an} /ha
㉒ バライバ流域の現状	180	×	70	×	32	≐ 4.0
㉓	180	×	150×70%	×	32	≐ 6.0
㉔ 目 標	200	×	160×70%	×	32	≐ 7.2
㉕	200	×	160×80%	×	32	≐ 8.1
㉖ 日本、東北地方の現状 (東北地方の平均値)	380	×	95×70%	×	28(粳)	≐ 7.1
㉗ 日本東北地方の多収種	480×85%	×	120×90	×	24(玄米)	≐ 10.5

第54表 日本における収量段階と個別技術

収量段階	6.00	7.00	8.00	9.00	t _{an} /ha
個 別 技 術	浮耕				
	堆肥多用		客土		気象の好適性
	(穂数型)	(穂重型)	(千粒重の大なる中間型)		
	穂数の増大	→ 着粒数の増大	→	登熟の良化	
	全層施肥	→ 下層の肥沃化	→	塩基性珪酸肥料	
	施肥時期				

第41表 Sao Paulo 州の稲作改良模式図
(第53表と対比されたい)



第55表 ブラジルと他国の米肥料の値段の比較 (1966)

国 別	玄米 / kg	N kg	P ₂ O ₅ kg	K ₂ O kg
日 本	100 円	79.3 円	96 円	35 円
ブラジル (+%)	52 円 (5割安)	101. (12.8% 高)	107 (11% 高)	44 (12.6% 高)
イタリー	54 円	72.0 円	70 円	35
ブラジル(土)	(4% 安)	(14% 高)	(15.3% 高)	(12.6% 高)

日本の肥料価格は肥料便らん1966年による

イタリー

第56表 肥料を糶に換算した国際比較

国名	N(硫酸) kg	P ₂ O ₅ (過石) kg	K ₂ O(塩加) kg	$\frac{1}{3}(N+P_2O_5+K_2O)$ kg
日本	糶 0.793(100)	0.96(100)	0.35(100)	0.70(100)
ブラジル	1.94 (245)	2.06(215)	0.85(243)	1.62(231)
イタリー	1.33 (100)	1.30(100)	0.65(100)	1.09(100)
ブラジル	(146)	(158)	(130)	(149)

糶1kgに相当する成分kg 例へばブラジルのNのときは 101円÷52円=1.94kg

第57表 米の生産費推定³⁾

Sao Paulo 州

項目	Crújeiros (Contos/ha) %									
	64-65	63-64	62-63	61-62	60-61	64-65	63-64	62-63	61-62	60-61
賃料	43.4	37.7	19.0	8.4	3.8	12.6	16.3	16.4	14.9	11.7
耕耘	26.2	13.4	4.4	3.1	2.2	7.6	5.8	3.8	5.6	6.8
用水、土壌改良、排水	8.8	8.2	3.6	2.3	1.6	2.6	3.6	3.1	4.1	4.9
種子代	36.5	20.6	9.4	4.3	2.8	10.6	8.9	8.1	7.7	8.6
肥料と施肥	23.1	12.1	5.7	4.2	2.4	6.7	5.2	5.0	7.4	7.6
水管理	66.4	24.4	16.2	8.7	2.9	19.3	10.5	14.0	15.4	9.0
刈取と調整	38.4	23.6	11.1	4.6	3.5	11.2	10.2	9.6	8.2	10.8
輸送	26.2	15.5	8.1	3.6	3.2	7.6	6.7	7.0	6.5	9.8
税金	22.6	15.5	8.9	4.7	2.1	6.6	6.7	7.8	8.4	6.5
子一般管理費	9.0	17.4	7.9	3.5	2.9	2.6	7.5	6.8	6.3	9.0
消却費	21.1	14.5	9.3	2.1	1.2	6.1	6.3	8.0	3.7	3.6
資材の値下り	—	5.4	1.7	1.7	1.0	—	2.3	1.5	3.0	3.2
その他(倉庫, 家, 保険)	22.9	23.0	10.6	4.9	2.7	6.6	10.0	8.9	8.8	8.4
Total	344	232	116	56.1	32.1					

第58表 日本における水稻の生産費(ha 当り)

(1964-農林水産統計)

項目	Cr\$コト	%
種子代	40.6	1.3
肥料代	501.6	16.1
農薬	70.3	3.9
資材	120.8	2.9
灌漑	91.1	2.3
機械	367.7	11.8
設備	85.5	2.7
動労	113.2	3.6
賃	1631.6	52.4
他	90.3	2.9
	3112.7	100.0

第59表 水稻栽培の経費の推定

(2、42ha当り、コナ産組の資料より)

			A	B	C	D	E
1. 賃料			100	100	100	100	100
2. 作業	人/dia	トラクター/h					
		10					
区画		4					
施肥		4					
機械除草		8					
手取		5					
		5					
		26					
		×					
		×					
賃金単価	2,800	8,000					
費用	14	208	222	222	222	222	222
3. 消耗品							
1) 種子	灌溉栽培	100kg					
	陸	60kg	250 ^{cr} /kg				
			15	25	15	15	15
2) 肥料	磷	485kg	(68 ^{cr} /kg)				
	過石	350	(9 ^{cr} /kg)				
	硫安	195	(161 ^{cr} /kg)				
	塩加	120	(156 ^{cr} /kg)				
			117	117			
3) 病虫害防除							
	アルドリ	0.5kg	(45cont ^{cr} /kg)				
	クラノサン	0.1kg	(9.6 ^{cr} /kg)				
			3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
4. 運搬費							
		1150kg	20 ^{cr} /kg				
			23	23			
5. 収穫調整							
1) 空袋	840 ^{cr} /1		80	120	56	80	120
2) 収穫乾燥袋詰め	1.2cont/saco		120	180	84	120	180
6. 利子(年6%)			40.8	47.1	28.8	52.4	39
計			721.1	831.6	509.0	572.6	789.2
1サツコの計費			7.21	5.54	7.27	5.73	5.26

A: Sao Paulo から400kmはなれた所、陸栽培 — 100俵

B: " " 2001 " 灌漑栽培 — 150

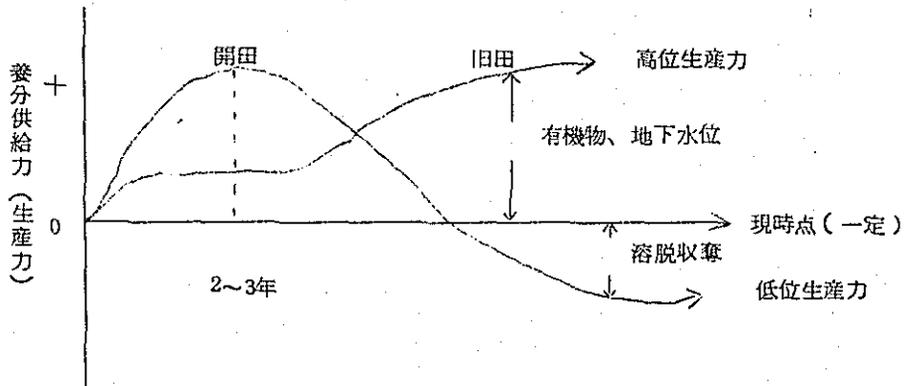
C: 陸栽培、無施肥 — 70

D: " " 馬鈴薯と — 100

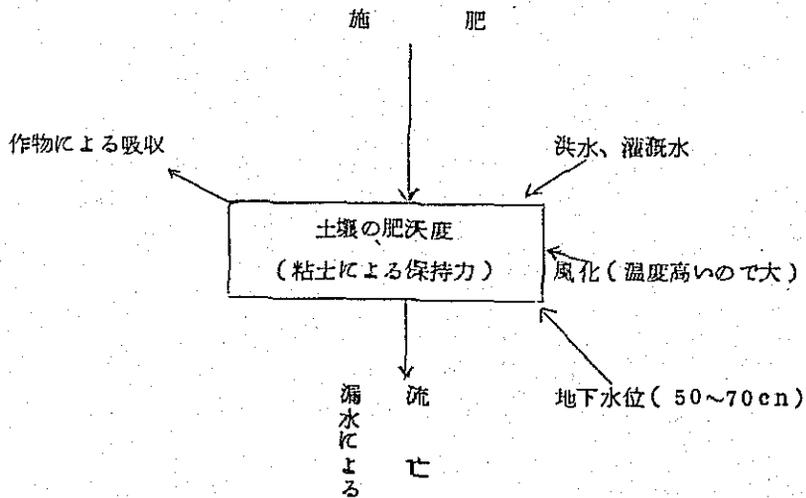
E: 灌漑栽培 " " — 150

(C, A, C 成績より)

第42図 開田当初の生産力の変化



第43図 肥沃度の Blanc Sheet



第60表 珪酸質肥料施肥の効果的条件

	ワラのSi %	土壌中の有効珪酸全量 (mg/100g 土壌)	珪カルの施用効果
I	10>	10>	肥効が顕著に期待される
II	10-13	10-13	肥効が期待される
III	13<	13<	ほとんど肥効が期待されないがこれだけでは有害なことがある

- 備考： ① 今泉氏の結果を多少変形にある。
 ② 有効珪酸含量はNaAc Buffer solutionによるもの

第61表 個別技術の効果

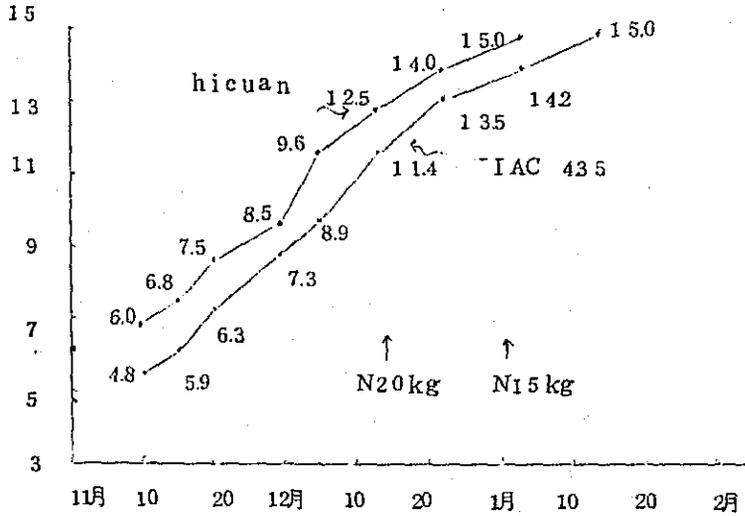
個別技術	主な生態反応	増収率(%)	備考
窒素基肥多用	穂数の増大 有効莖率小さくなることあり	0~13	
深層施肥	粒数、稔実の良化	0~35	幼穂形成期後に13cm程度に施用 固型肥料
基肥深層施肥	粒数、稈長の増大	-10~0	倒 伏
追肥時期	時期により稈長、粒数 稔実の増下	2	土壌が肥沃で大して効果なし
無 磷 酸	穂数減、粒数大	-5~18	磷酸が土壌中に多く一般には5~10%の 効果あり、ただし不安定
磷酸基肥多用	穂数大、粒数小、稔実良	2~5	稈は短かい早出来
苗代播種量小	初期生育劣	1~2	ただし3.3m ² 当り500c程度まき
栽秧様式と施肥	畑苗の分けつ大、短稈	1~4	水苗代より畑代良
栽培様式大(密植)	穂数大粒数小	2~5	並 木 植
浮耕(トラクタ)	粒数大 伸長	-10~20	一部倒伏
深耕多肥	粒数大 千粒重大	-2~15	透水の良好なところ効果大
微量要素		-2~5	Mg Mn
溶 土	有効莖割合大、粒数大	7~13	低湿地で効果
客 土	穂数減 稔実良	2~8	後期生育がよくなる
表面排水	稔 実 良	2	中 子 2 匁
地下排水	伸長小 稔実良	10~2.5	機械排水

注 —— 湿田粘土質土壌

第62表 苗代の生育調査結果

処理名	項目	生育調査		乗令	生体重	乾物重	乾物%	備考
		草丈	莖数					
① 10月20 (21日目)								
水苗代	jguRe	25.3	1.2	3.1	4.8			
	IAC	28.9	2.1	3.4	5.4			
	Chianan	21.2	1.6	4.4	4.5			
	Taichung	22.7	2.0	4.5	4.4			
畑苗代	Iguare	23.2	1.5	3.3	5.4			
	IAC	26.1	1.2	3.1	4.2			
	Chianan	16.1	1.2	4.0	3.7			
	Taichung	20.7	1.3	4.0	3.6			
② 11月1日 (33日目 移植当日)								
水苗代	Iguare	35.9	2.3	5.0	14.4	2.6	17.7	
	IAC	39.4	1.5	4.8	10.7	1.9	17.7	
	Chianan	30.5	3.3	6.0	12.6	2.2	17.1	
	Taichung	33.3	3.1	6.0	14.6	2.6	17.8	
畑苗代	Jguare	36.8	1.0	4.2	9.6	1.6	17.4	
	IAC	42.5	1.1	4.4	11.2	1.9	16.9	
	Chianan	25.6	1.2	5.4	7.2	1.5	20.2	
	Taichung	28.3	1.8	6.6	8.9	1.8	19.7	
③ 播種密度との関係、播種日は同じ11月1日調査								
畑苗代	Iguare	100g/m ²			9.6	1.6	17.4	この試験DrGera
	"	150 "			6.6	1.1	16.7	idoにより依頼さ
	"	200 "			5.1	0.8	15.7	れてやつたもので
	"	250 "			4.3	0.7	15.5	ある。

第44図 移植稻の出系図



第63表 移植稻の生育経過

項目 区名		11月 17日		12月 1日		12月 16日		1月5日		1月25日
		草丈	莖数	草丈	莖数	草丈	莖数	草丈	莖数	草丈
水苗	Iguape	43.6	5.4	62.1	10.9	94.0	10.9	117.2	9.6	8.8
	IAC	49.4	9.1	61.3	17.0	83.8	17.8	106.1	15.3	10.9
	Chianan	45.1	20.3	57.1	28.2	74.4	23.5	99.5	22.1	21.2
	Taichung	43.3	15.1	56.8	26.7	72.7	23.8	99.6	23.0	22.2
畑苗	Iguape	42.7	3.4	54.8	9.6	85.2	9.5	110.2	9.9	
	IAC	42.0	4.4	55.3	13.3	81.6	12.7	109.0	11.1	
	Chianan	35.6	13.4	47.3	25.2	65.6	21.4	93.2	19.4	
	Taichung	39.0	16.8	50.5	36.7	68.1	26.9	95.4	22.1	

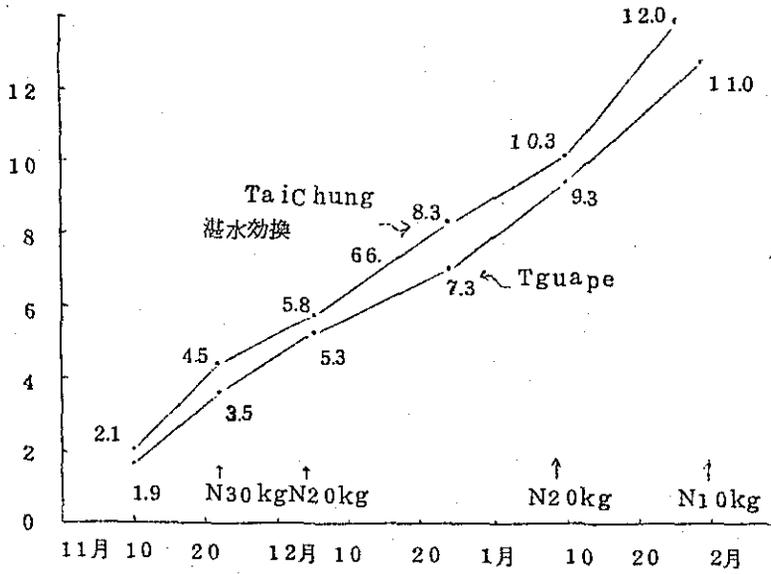
第64表 乾物重の推移(畑苗)

項目 品種	12月16日2株の平均			1月25日の2株の平均				(5株)収穫物(2月23日)		
	生体重g	乾物重g	乾物%	生体重g	乾物重g	乾物%	穂重のみg	ワラ重g	モミ重(良)	モミ/ワラ
Iguare	140	25.9	18.5	290	116	40.0	—	190	310	0.74
IAC	183	35.3	19.3	365	166	45.5	—			
Chiauan	183	36.8	20.1	365	152	41.6	36	210	230	1.09
Taichung	167	31.5	18.9	320	173	54.0	34	200	200	1.00

第65表 収穫物分解調査結果 IACのみ3月2日他は2月23日刈取り

項目	品種	Iguare		I A C		Chiauan		Taichung		備考
		畑苗	水苗	畑	水	畑	水	畑	水	
株数/m ²		222								
一株平均穂数		8.8	10.0	10.9	13.7	21.2	23.4	22.3	18.3	10株調査
穂数/m ²		194	222	232	345	467	516	441	403	
平均穂長cm		2.48	2.46	2.92	2.82	2.12	2.20	2.12	2.14	最長穂平均
—穂平均粒数	良	96.0	71.7	73.5	59.0	76.8	62.1	67.1	77.0	
	否	54.5	53.7	70.6	53.3	15.0	18.2	18.8	19.9	穂数平均株5 株の平均 粒 t/ha
収量構成要素より算出収量		59.4	51.0	57.0	65.0	10.1	9.02	7.70	8.08	穂が乾燥してな るのでこれを用いた
粒千粒重		32	32	32	32	28	28	26	26	
重測粒千粒重		33.2	36.2	30.0	26.2	28.2	27.6	26.7	26.6	
5株	モミ重g	140	130	120	105	230	200	200	190	
	ワラ重g	190	220	300	380	210	190	200	220	
モミ/ワラ 比		0.74	0.59	0.40	0.28	1.09	1.05	1.00	0.86	
生葉数		3.0	3.8	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	以下最長穂の測定 による (参考)
穂長cm		130	137	159	172	91	103	104	94	
第1葉(止葉)長cm		46	44	42	22	38	34	33	29	
2		74	66	64	44	40	44	37	33	
3		67	68	64	57	39	41	35	35	
4		66	60	62	57	42	37	34	33	
第1節間長cm		52	50	53	50	46	44	46	41	
2		41	40	42	34	36	44	28	37	
3		25	30	35	40	8	13	27	11	
4		9	12	20	30	2	3	—	—	
5		2	5	8	8	—	—	—	—	
第5節間の太さmm		10mm	9mm	10mm	10mm	—	—	—	—	
(実測収量)										
刈取面積m ²		20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	4.5	20.2	4.5	
粒 t/ha		5.70	6.22	3.65	3.64	3.64	7.69	8.05	7.85	

第45図 直播稻の出葉図



第66表 直播における莖数の推移

項目 品種	12月16日		1月12日		1月25日	
	60kg	80kg	60kg	80kg	60kg	80kg
Iguape	72	85	67	86	67	70
I A C	77	98	78	97	83	98
Chianan	138	96	110	126	104	112
Taichung	129	105	125	120	105	110

第67表直播田の収穫物分解調査と結果

Iguape、IACは60kg/ha、Taichung Chiananは80kg/haの播種量の方を調査
調査日 1967年3月8日

項 目	Iguape	I A C	Chiau an	Taichung
1m間の穂数	77	93	123	105
m ² 当 穂数	254	307	406	346
最長稈 生数枚	3.0	3.0	3.0	5.0
稈 長cm	120	125	83	95
穂 長cm	27	30	22	22
第1葉長	34	42	35	31
2	43	51	37	38
3	51	43	35	39
4				47
5				33
第1節間長	46	53	46	49
2	37	34	22	26
3	26	27	9	12
4	11	13	7	3
5	—	2	—	2
最下節間の莖太	0.8	0.8	0.6	0.5
50cm間の	良粒数	否	良/良十否	
収量干測				
(実測収量)				
刈取面積	60kg	2.0m ²	18.34m ²	2.0m ²
	80kg	"	20. m ²	"
収量(t/ha)	60kg	4.68	5.14	7.25
	80kg	4.37	4.11	6.92

収量は思ったより高いが、60kg、80kgの播種量の差は明らかでない。
しかし、比較的とれ易いことがこれをもみてもよく知られる。

第46図 土壌条件の解明、生産基盤の整備強化
生産技術の合理化の関連

