派69NO.23

セイロンにおける水稲の養分欠乏とその改良対策に関する報告書

昭和44年11月

海外技術協力事業団

序　　文

セイロン国・農務省，中央農業研究所は水稲体の病徴の原因を土壌化学と作物生理学の観点より考察・研究するとゝもに，水稲体の養分欠乏の問題を改良指導し併せて全研究所の Staff の訓練・養成を行なう専門家の派遣を要請してまいりました。

当事業団はセイロン国政府の要請に応え農林省，農業技術研究所土壌立地第3研究室長滝嶋康夫氏をコロンボ計画に基づく稲生理病専門家として１９６７年２月１７日より１年１０カ月間の任期をもつて派遣いたしました。

本報告書は，滝嶋康夫氏によるセイロン国の技術指導の結果を取りまとめたものでありますが，貴重な資料として今後の技術協力の参考に資するところ大なるを期待するものであります。

昭和４４年１１月

海外技術協力事業団

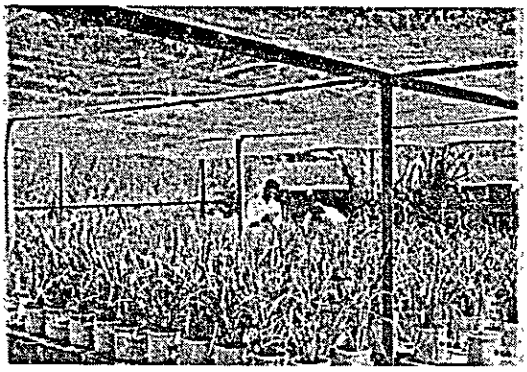
理事長　田　付　景　一

〔１〕　現地試験の設定
（Kurunegala，農家水田）

現地試験を始める時は，助手が改良普及員（中央）に計画を伝え，耕作者（左端）と相談して水田を決める。耕作者が小作である場合が多く，地主には一定の借地料が政府から支払われる。

〔２〕　圃場試験の苗補植
（Batalagoda 試験地）

圃場は畦作りをして給排水路も設けた。栽培中に水のかけ引きは無理だが，苗の補植ぐらいはやる。写真は初期白葉枯れで枯死した株を補つているところ。国立の試験地なので人手には困らない。



〔３〕　ポット試験の生育調査
（Peradeniya，中央農研）

網室にところ狭しとポットを並べたが，灌水をするのに遠い水道から水を運ぶ仕末だつた。ポット条件だと，稲の出来はすばらしく，日本の稲に優るとも劣らない。鼠の食害を防ぐのに一苦労する。

〔４〕　現地試験の収穫
(Panaliya 農家水田)

刈取りを待たずに稲は倒れてしまう。収量調査には方形の木枠をおいて，中を刈取るが，この時期には見ただけでは収量の上下は判りにくい。

〔５〕　籾の貯蔵壺
(Hettipola 農家)

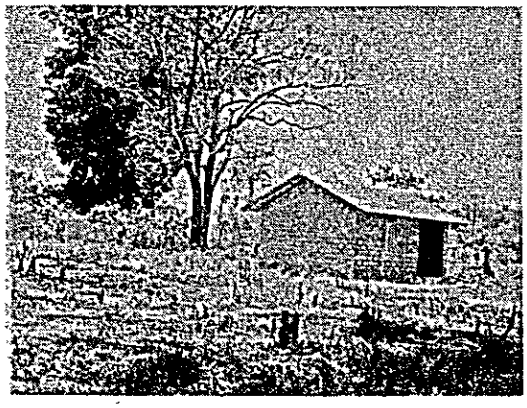
泥で固めた昔風のもので，適当に通気があるらしい。１００bushels 入る。Dry zone にいくと，刈取つたままを丸く野積みしている。これで１－２年の貯蔵に耐えるという。

〔６〕　中央農研の開田田植式
(Peradeniya)

農夫頭の田植歌につれて所長（中央）以下の面々が苗の初植をおこなう。植え方の下手なことおびただしい。やつと研究所の前に水田圃場ができたわけで，ひどい燐欠土壌であつた。

〔７〕 溜池の夕景色
(Tiessamaharama)

セイロンのDry zone には１万におよぶ溜池（tank）があるといわれ，稲作りの"いのち"であるが，多くは土砂に埋つて用をなさない。これなどは立派なものの一つで，アカシヤの大木に囲まれた眺めは見事である。

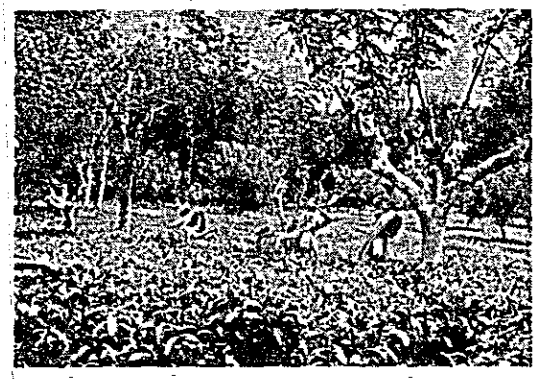


〔８〕 焼畑地帯の開拓農家
(Elahera)

Dry zoneには政府の入植計画が多く，懸命に人を送つているが，水が不自由で農民が住みつけない。これも放棄された開拓農家である。近くに宝石（ブルーサファイヤ，ルビー）の採掘地（水田）がある。

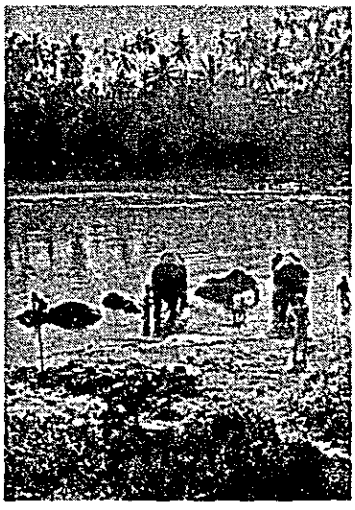
〔９〕 蛇を使う遊牧民
(Kurunegala)

現地調査でも，このような遊牧民（ジプシー）に逢うことは珍らしい。彼等は別の言葉を話し，カゴなどを編んで生活する。４匹のコブラを並べ，笛の音で踊らせてみせた後，なにがしのカネを請求した。



〔10〕 セイロン茶の摘取り
(Karapincha)

エステートで茶を摘む人達はほとんどが印度から移住したタミール人である。茶は高地ほど質がよい。これは中間地域の茶園で，強い陽ざしで葉が灼けるのを防ぐため，被陰樹（豆科）を間に植えている。



〔11〕 象の水浴風景
(Kandy)

飼いならした野生の象は荷車，トラクター，起重機同様によく働く。使役の合間に水浴するのが楽しみである。有名なKandyのペラヘラ祭にはこれらの象が着飾つて７０から１００頭近く，Kandian dancers の行列に加わる。

〔12〕 手で食べるカレー料理

カレー料理はその都度５－１０品もあつて，材料，味，辛さが違う。適当に皿にとりライスとこねてから口に運ぶ。現地人なみに手指を使つてみている中に，これに馴れてしまつた。陽焼した筆者と同行の内山田技官（右端）である。

セイロンにおける水稲の養分欠乏と その改良対策に関する報告書

目　次

はじめに

セイロンは南アジアの真珠にたとえられる。いささかほめすぎかも知れないが、日本が東洋の真珠と呼ばれていることを思えば、セイロンの自然の美しさは十分それに値しよう。

タイやカンボジヤあたりには、食べ物の味にしても東洋の味で日本のそれに近いが、さすがにマレー半島から美事なヤシの植林が見えてくると、セイロン、インドにかけて、すべてがヤシ油とトウガラシの風味に一変する。

常夏の緑、綾なす花々と茜色の大地のセイロンはライス・アンド・カレーの本場と思われるが、セイロン人の家に下宿して、その多種多様なことに驚嘆したことである。

ところで、筆者がこの国に派遣された指導目的は水稲生理病一要素欠乏に対して具体的な治療対策を立てることであった。その一つはブロンジング病（Bronzing）といって、日本の赤枯病（開田時に多い）に似た生理病で、いわばこの専門分野における表看板である。後に述べるように、Bronzing病についてはColombo Plan 始まって以来浅からざる歴史がある。この間における農業事情はすでに山田、太田氏の詳細な報告[65]があって、最近における社会経済状勢の変化、食糧増産運動の推進を除いて、とくにつけ加えるべき技術的問題は少ないように思われる。

セイロン島は北海道よりやゝ小さく65,668㎢、3回にわたって隆起したと考えられている中央の山岳地帯が壁となって貿易風（mon-soon）のもたらす雨量が東北部に少なく南西部に多いので、乾燥地域（dry zone）と湿潤地域に分れる。かってシンハリ人の王国は大小無数の溜池（tank）をこの乾燥地域に築いて豊かな米の稔りを背景に栄華を誇ったといわれるが、内紛とタミール人との争い、外敵の侵入に押されて後退し、遂にKandy を最后の首都として滅亡した。いま、乾燥地域は比較的肥沃な土壌に恵まれながら、水源に乏しいために農業が伸びず、都市――農村の発達が衰えて米の増産運動にも労働力の不足をかこっている状態である。したがって、現在1,200万に達した人口の過半は湿潤地域に密集し、その上、茶、ゴムおよびココナッツの3大輸出作物のほとんどがこの南西部に分布するので、Colombo 、Kandy 、Galle

等の大都会を含めて政治経済の中心もまた湿潤地域に移っている。

北緯約6°から10°にわたる純熱帯の島で季節的変化に乏しいのは当然であるが、Colombo のような平担部でも気温は年間を通じて約27℃、筆者の所属した中央農業研究所の位置するKandy 地区は2番目の台地（標高約500m）だが、せいぜい22℃前後で30℃を越えることは珍らしいという快適な気温である。意外な涼しさに驚いたほどで、さらに高地のNuwara Eliya（標高約1,800m）ではセーターを着る人が多いが、もちろん霜を見ることは稀れである。

熱帯地帯特有の悠長な生活態度は、Kandy 王朝滅亡以来数百年にわたる植民地時代の後になんの苦もなく独立を獲得した国だけに、一向に変っていないようだが、それでも1966年にこの国の人口の70%を占めるシンハリ人（Sinhalese）の言語を第1国語に、20%を占めるタミール人（Tamils）の言語を第2国語に指定し、それまで第1国語であった英語を第3国語に落すことによって、序々ながらナショナリズムらしいものが盛上ってきている。[註1)] 政府の食糧増産運動がこれと結びついて成功するかどうかが現在セイロンの最大関心事といっても過言ではない。

このような政治的要請が背景となり、米の需要の半分を輸入にまつ状況下で、筆者らの仕事がうまく運ばれていることは確かである。以下、今回の技術指導の経過と得られた成果について大要を述べることにする。

政府の統計報告は1964年のYala作[註2)]までしか公表されてないので、以後の統計数値は関係省庁から筆者が直接求めたものである。したがって公表されるまでには多少の変動があるかも知れない。

I、先方国における業務の経過

1. 着任

昭和４２年２月１７日、東京を発ち、翌１８日深夜 Colombo 着、直ちに Kandy の宿所に赴いた。勤務地の中央農業研究所はここから Mahaweli 河を迂回して約１０kmの対岸に建てられている。任期は１年８ケ月であったが都合により２ケ月延長した。

2. 中央農研における試験と指導

この Central Agricultural Research Institute (C.A.R.I.) はわが国の農技研にあたえるものであるが、技官に相当する Research officer の数や実験設備の内容からすれば県農試のレベルにも達しない。しかし Australia からの経済援助で１９６５年末に建てられた研究所の外観は堂々たるもので、わが国の地域農試のそれに匹敵し、それだけに事務室、実験室ともにゆったりしたものである。それまで分散していた各部を集めて、現在植物、病理、昆虫、農業化学の諸部に園芸、統計、土壌保全調査の研究室が附置された形で一応綜合農業研究所の体裁をなしている。筆者は植物部（いわゆる作物部で稲の育種と生理が主体で、他に栽培と畑作物関係の研究が含まれる）に配属され、部長および Bombuwela 試験地の Research officer を counterpart として研究指導業務に当ったが、Plant and soil relationship に着目して仕事を進めた関係上、農業化学部（いわゆる土壌肥料部に相当する）との連繋も頻繁であった。水稲生理の２研究室は Research officer の１人は部長に昇格し１人は外国留学に出たため、結局その全員を筆者の配下においたので、極めて恵まれた労働条件で仕事を進めることができた。陣容は Experimental officer １名、Laboratory assistant ３名、同 Sub-assistant ２名、Labour ２名と多彩だが、業務能力に至っては例えば Laboratory assistant が日本の試験場で補助研究員程度の学力を備えながら、その能率と経験において農夫さんに劣るといった状態である。このクラスの assistant が colombo plan の訓練生としてしばしば日本に招かれるわけである。

現地視察と指導用機材待ちに数ケ月かゝり、試験の開始は1期おくれて1967年のMaha期となり、研究所内の網室に200個ほどポットを並べて各種の肥料試験を行なった。これらの試験はBronzing病および要素欠乏対策に関する基礎的資料を得ようとしたもので、次の1968年のYala作にかけて2作共滞りなく実施された。

同時に実験室で化学分析を行なったが、これは上記ポット試験および現地調査から得た水稲と土壌試料の分析で、この実施には少なからざる日数を必要とした。というのは試料の化学分析に欠くことの出来ないドラフトの完備したものが所内に見付からず、発生する有毒ガスの処理が不十分なままで分析を強行した次第で、予定量の半分も消化できなかった。現状としては止むを得なかったと思われる。

ともあれ、研究室の全員がよく協力してくれたことは幸いであった。もともとコロンボ計画は指導援助がねらいであるから、いかなる試験、分析も要すれば模範を示す程度にとどめ、あとは原則として彼等が仕事の目的を理解して自ら技術を習得するよう厳格な指導をすることとした。その成果は現地試験の分もあわせて、ほぼ満足すべき段階まで達したものと考えている。

指導用機材は2年度にわたってOTCAより送付され、主として化学分析設備の充実にあてられた。ドラフトの移動組立式チェンバーが輸送しにくいという理由で発注できなかったのは残念であった。

3. 現地試験、現地調査と指導

現地試験も同じ理由で1967年のMaha作に始まり、1968年のYala作を経て、現在1968年のMaha作の試験に入っているが、最後の作は来年の2－3月の収穫であるから、その成績は本報告には間に合わない。これらの圃場試験はポット試験で得られた結果に基いた対策試験で、政府の試験地水田7ケ所、農家の水田は延23ケ所が選ばれた。農家水田を多く選んだ主な理由は、元来施肥量が少ないので肥料効果が現われやすく、土壌の種類も変化に富むからで、政府の試験地の場合だと長年農家より遙かに多量の施肥が行われ、その来歴も明らかでないし、従って肥料効果が弱い。事実、この予想通りになったのであるが、農家水田の場合は圃場がかならずしも均一

でなく、また試験の管理が国営農場ほど十分にできないうらみがある。

農家水田の現地試験は土壌条件に由来する水稲の生育不良の問題があって、とくに要請されてKurunegala Districtに集中された。この中の半分はdry zoneからintermediate zoneの気象下で、水不足のため２，３の試験は作付がおくれ、あるいは止むを得ず中止されたのもあった。

試験を実施するため、助手と共に現地に赴き、圃場の設定、試験の区画作業の指導に当った。農家との借地契約、作付後の管理等については農業普及事務所（Agricultural extension Office）の普及員（Overseer）の尽力によるところが大きかった。

これと前後して養分欠乏と生理病について現地調査（Sampling Survey）を行なった。全島２０ケ所で４０の水田で水稲と土壌の試料を集め化学分析に供した。この分析は先に述べたように完了するまでに至っていないが、従来水田土壌の分析に偏していたこの国の成績に、新たに水稲の養分吸収との関係を示す知見を加えることができたと思う。問題の重点は結局、Bronzing病と燐酸欠乏にしぼられた。

以上の試験研究や調査はどこの国にもあり勝ちな研究と技術普及とのギャップの問題、また農業経営の実際に触れる良い機会を提供してくれた。中央農研や国営試験地での試験だけだと、この国の大部分の技術研究者がそうであるように、農家の実態に接する機会はほとんどないといってよい。普及事業を指導する責任はなかったのであるが、現地試験や調査の他に、しばしば普及所長の要請に応じて現地の水稲生育や土壌状態を調査し障害対策について助言を行った。またKalutara DistrictにおけるBronzing病対策試験では、Colomboの農務省普及部より求められて現場で普及所関係者を集め説明会を行った。今期（１９６８年，Maha）から普及所の手で農家水田に同じ設計の試験（展示圃）を実施するということであるが、どの程度に行われたかはまだ分らない。

4. 赴任中の行事，視察団の来島その他

この中央農研（C.A.R.I.）は先に１９６５年設立と述べたが、実に正式の開所式（Opening ceremony）は筆者が赴任して間もなく、１９６７年５

月にSenanayake セイロン首相を迎えて行われた。席上過去１０年にわたる日本専門家の技術指導が称えられたことは居並んだ我々７名の光栄とするところであった。この頃は研究所の前は管理の悪い畑地があるのみで、水田の圃場はPeradeniya（C.A.R.I.の所在地）からKandyにかけて小規模のものが離れて散在するという不便な状態であった。そこで、水田圃場を是非とも研究所の前に造るべきである旨を所長以下に説いてきた結果、昨年（１９６８年）当初から整地区画作業が始まり、Mahaweli河の水を汲み上げて１１月には目出たく田植式が終った。筆者はこの土壌が代表的な燐酸欠乏土壌であることをポット栽培試験で確めてあったので、農務省の施肥基準に比し、窒素、加里は２倍、燐酸は４倍という処方箋を出した。幸い水稲の生育は極めて順調で些か面目を施したようなわけである。

ここの学会は毎年１回、ＣＡＡＳ（Ceylon Association of the Advanced Sciences）の主催で科学の各部門にわたって一斉に開かれる。毎回ゲストとして招かれる学者の中に日本人が１名入るが、昨年は東大の松尾高嶺教授が名を連ねている。その他、部門毎に外国来訪者を迎えて臨時の講演会を開く程度で、それほど活発とはいえない。筆者は業務に追われて遂にその約束を果たす機会を得なかった。機関紙としてTropical Agriculturistを年２回の予定で発行しているが、原稿不足のため１９６６年度合併号がやっと印刷されたばかりという低調さである。

１９６８年の９月にはInternational Rice Commissionの第１１回のWorking Party SessionがCeylon大学（Peradeniya所在）で盛大に行われ、山田、井上（ＦＡＯ）、西垣、田辺（農技研）、伊藤（農事試）加藤（食糧公団）および吉田（ＩＲＲＩ）の各氏を迎えて賑やかであった。幹事役である山田登氏は勿論のこと、西垣晋氏も座長として活躍された。筆者は燐酸施肥について講演発表を行なった。日本は水稲生産の技術研究では主導的立場にあるわけだが、このような会合で痛感されるのはやはり言葉のハンディキャップである。

調査、視察団の来訪はかなり頻繁であった。国会代議士諸公、肥料会社派遣諸氏は別として、１９６８年だけでも日本映画社の撮映（１月）、京都大学アジア農研の久馬、高谷助教授の水田土壌地質調査（３月）、那須農業視

察団の来訪（7月）、農技研西垣、田辺技官の土壌一作物調査（9月）等が相次いだ。赴任中の我々専門家は手分けして案内の労をとった。中でも那須視察団の来訪はまだ具体的な画策の段階に至っていないが、セイロン政府側では一応の関心を持っているようである。このことについては後に触れたい。

5. 日本および外国専門家の動静

セイロンは低開発国の名にもれず、外国援助が集中し東西陣営を問わないという政策の下で外国専門家がひしめいている現状である。しかし農業関係の分野に限ると、とくに稲作指導については日本人の参加が頭を抜いているようである。筆者の知る範囲では、他に農業経済、普及関係、ＦＡＯのHunger Campain の肥料 Project 等で数名の外人がおり、またＩＲＲＩ（マニラの国際稲研究所）からも１名の専門家が例のmiracle rice(ＩＲ－８）の普及指導に当っている。註3)

日本のColombo Plan 専門家としては、内田好哉氏（土壌肥料）と川本登氏（昆虫害）が先任で、それぞれ１９６８年１１月と１９６７年１２月に帰任された。筆者と同行された内山田博士氏（育種）のあと、繁村親氏（栽培）を迎え、更に農林省熱帯農研より今井隆典氏（育種）、松本省平氏（病理）および田部井英夫氏（病理）の３技官がこの中央農研に参加された。時ならぬ日本人研究者ブームで、その専門の多彩な点もセイロンに対する援助始まって以来であろう。最近、内田氏の後任として都留　　氏（土壌肥料）が赴任された。内山田氏と筆者の後任はなお未定である。いずれにも目下の米増産運動の政策下で水稲の専門家ばかりである。

このような状態で、日本人専門家はその積極的な研究指導と相まって、所内では幸い信望が厚く、互に助け合ってそれぞれ成果をあげている次第である。毎月１回宛、Colombo Plan の会合Kandy 在任組の懇親会があり、これらを機会に日本大使館、他分野専門家との連絡、意見交換や専門家同志の親睦を計っている。

6. 帰任

筆者は１９６８年１２月２０日、１年１０ヶ月の任期を終え無事帰任した。

任期中数ケ月にわたり喘息様の気管支炎に悩まされたが、ほゞ予定の指導業務を終わり、3部にわたる報告書（英文）をセイロン政府に提出した。報告書の印刷は頁数の関係で任期中に間に合わなかったが、近く完成、送付される筈である。なお、後述の如く「米作自給の施肥法勧告書」はＯＴＣＡにより別途印刷の上、セイロン側に送られる予定である。

Ⅱ　セイロンの農業事情，とくに水稲増産の近況

平和そのものの楽園、セイロンは熱帯下の自然に恵まれて飢えることを知らないといってよい。サロンしかはいたことのない、９０％以上を占めると言われるサロン族の男達は、たとえ毎日の仕事にありつけなくとも、山辺や丘に実のるジャックやパンの木の実、さては野草の類に至るまで妻子の飢を凌ぐ手段が残されている。しかし米食への執着を絶ちがたいこの国民にとって、現政府の水稲増産運動（Food production drive）はむしろ自然発生的に近いものがある。

1.　３大輸出農産物の斜陽化と水稲の地位

もともと豊かな米の稔りに支えられたシンハリ王国が亡びて、茶、ゴム、ココナッツの３大農産物を外貨獲得の主要手段とするに至った経緯は４５０年にわたる植民地政策の歴史に明らかである。この政策は小人口、低米価の当時としては当然であったろう。かって農本主義を唱えたParakurama Bahu大王の教えに背いて、ポルトガル、オランダ、イギリスと各１５０年に及んだ支配者達は主穀生産の意図を全く持たず、農家もまた米の栽培については原始的な粗放技術のまま近年に至った。独立後に国際食糧市場が米価の勝起を結け、逆にゴムの斜陽化をはじめとして、低品質と言われるココナッツが買いたたかれ、最近では外貨獲得の６５％までを占めたセイロン茶までアフリカ系紅茶の進出に阻まれて需要が伸びず、毎年予定の輸出額の達成が危ぶまれている。その状況は第１表に示す通りである。

ともあれ、自然条件の悪い、ラテライト的な痩せた土壌にわずか蔽れた高地の急斜面にまで、ビッシリと植え込まれた茶園の眺めは素晴らしいものである。奴隷制度下のふんだんな労働力がすべてを可能にしたといってしまえばそれまでだが、そのplantation 技術の発達は気象と土壌に対応した永年の体験にもとずいている。まず自然植生をchena（焼畑）式に焼き払ったあと、前作として巨大な禾本科の草を植える。この時から早くも肥料を投入し、その繁茂と根による土壌物理性の改良をまって刈取り、予め用意してあ

第１表　主要農産物の輸出状況

(1000ルピー)

区　分	1960	1961	1962	1963	1964	1965	同比率(%)
総輸出額	1,775	1,681	1,766	1,704	1,842	1,916	100
紅茶	1,095	1,114	1,148	1,140	1,141	1,141	60
ゴム	378	260	260	257	290	304	16
ココナッツ製品	152	180	227	198	220	297	15
肉桂	14	15	16	20	25	-	-
レモン油	35	3.7	3.1	4.5	4.7	1.6	-

Statistical Abstract of CEYLON (1965) および
Statistical Pocket Book of CEYL N (1966) より作表[2)]

る茶の若木を植え込むのである。刈取った草は株元に布かれてマルチングとして利用され、さらにしばらくの間は羊齒の枝を挿して日蔭を作り枯れ上りを防ぐ。これだけの管理でも数年を要するし、そのあと成育して生産が上るためには５～１０年近い年月がかゝるという悠長なものである。

現在、紅茶の栽培面積はゴムの廃林転換の影響で除々に増加しているが、その高い品質を以って果していつまで世界市場に君臨できるであろうか。輸出作物として他に肉桂があるが、その輸出額は全体の１％前後で問題とならない。将来はゴムの代りに良質の油ヤシを植えようという意向があるようである。

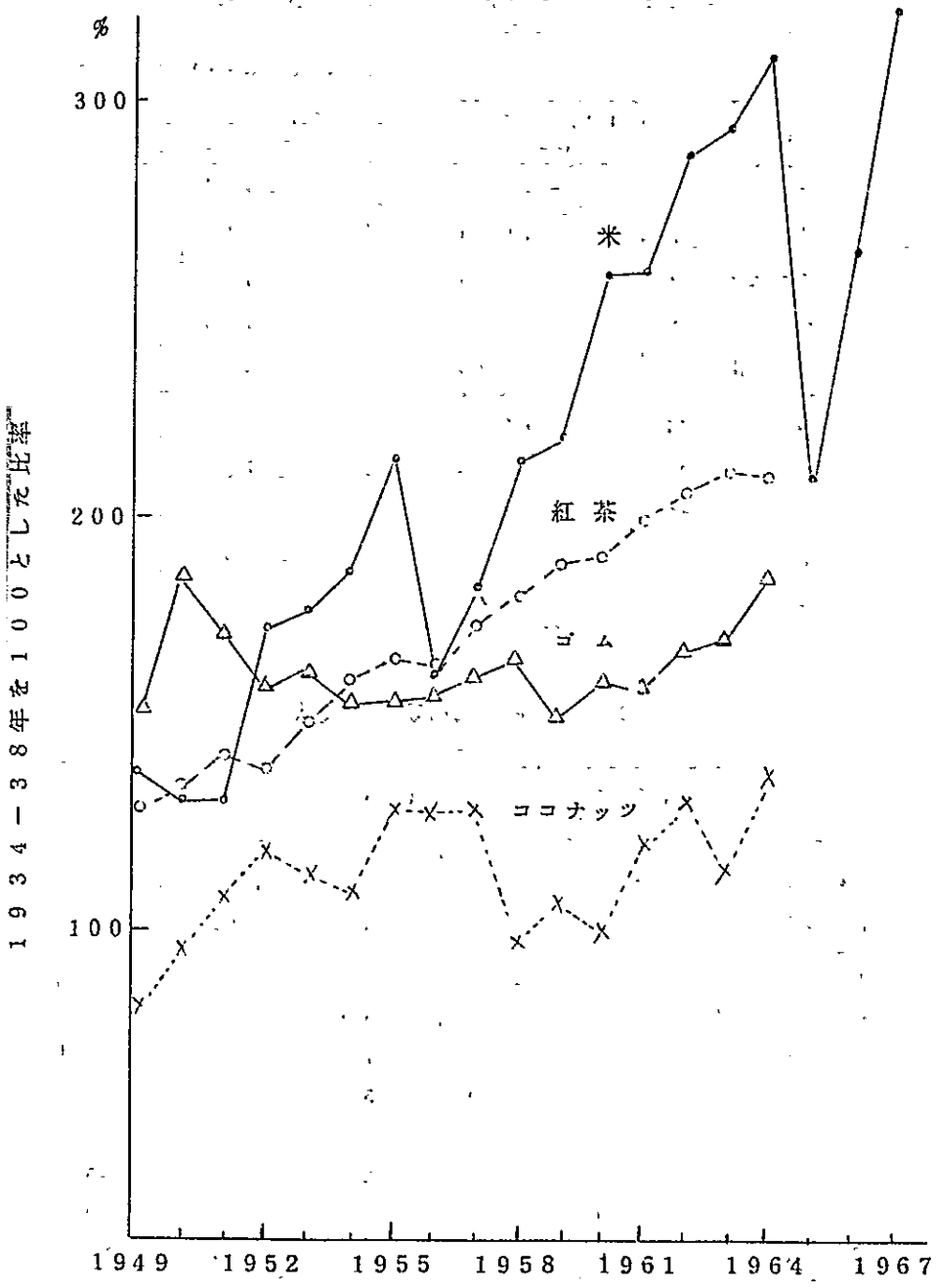
以上の経過を背景として、米増産が外貨節約の一番手として登場したことはいうまでもない。この経過は第１図の index が如実に物語っていよう。

2. 食糧輸入と増産運動

第２次大戦後、急激な人口増加に伴って世界の食糧危機が叫ばれ、事実飢餓に暴された国も少なくない。

南アジアを例にとれば、主要食糧の需給は第２表の如くで、将来とも米、小麦、豆類について夥しい需要が見込まれる。戦後の余剰農産物援助でとく

第1図　セイロン主要農産物の生産量の推移[2)]



第2表　南アジアにおける主要食糧の需給[16)]

(1000トン)

品目	1959－1961年間における平均	1975年における推定
米	－1,195	－ 5,494
小麦	－4,984	－ 8,010
トウモロコシ	－ 94	－ 515
他の穀類	－ 21	＋ 323
計	－6,294	－13,893
豆類	－1,297	－ 7,674
いも類	－ 46	－ 115
砂糖	－ 103	＋ 2,327
卵	－ 5	－ 98
油脂	＋ 375	－ 35

第3表　主要食糧品類の輸入状況

区分	1960	1961	1962	1963	1964
総輸入額	1,960	1,703	1,660	1,500	1,975
食糧品輸入額	742	667	929	631	1,011
同上比率(%)	38	39	56	42	51
米	242	217	195	192	326
砂糖	82	79	59	74	190
小麦粉	65	69	71	60	137
魚類	105	69	56	60	68
トウガラシ	37	33	36	38	46
馬鈴薯	9	20	22	26	25
玉ねぎ	19	21	20	22	26
乳製品	70	63	74	76	92

Statistical Abstract of CEYLON (1965) より作表[2)]

に小麦食の習慣が米食国民の間に入りこんできたことは確かだが、この習慣が定着するにはまだ程遠いように思われる。

ところで、セイロンにおける食糧事情はどうであろうか。第3表の統計によれば、食糧品の輸入は総輸入額の40－50％を占め、中でも米が優位に立っていることは言うまでもない。しかし熱帯下でありながら砂糖を輸入し、カレーの国でありながらトウガラシの国内生産も間に合わない。どちらも増産計画はあるのだが、サトウキビの栽培が意外と伸びず、精糖歩合も悪くて軌道に乗らず、またトウガラシはココナッツと共に欠くことのできない調味料だが、連作障害（バイラス病）のため増産の望みが薄い。北部のJaffna地方では古来、トウガラシの栽培が盛んで、ここの試験地は専門に育種と栽培法と取り組んでいる。また各地のchena地帯（dry zoneのみ）にかなり大々的なplantation が散見されるので、生産は序々に上っていくだろう。日本からも若干輸入しているが、一層のこと栃木三鷹のような品種を種子輸入して、一代限りの契約栽培にしたらどうかという話が出ているが、商談がまとまったかどうか知らない。ジャガイモ、玉ネギ（Bonbay onion）は外貨事情から昨年輸入が中止された。高冷地での種いもの生産が少ないのと、低地の気象条件が合わないという理由で、早急に自給することは困難である。しかしこれらも次第に生産増加の途上にあり、価格保証制度の影響で農家の増産意欲が上がりつゝある。その後多少輸入を再開しているが、船荷が切れると市場から全く影をひそめ、闇値が横行すると間もなく実物がなくなる。したがって市場に出た時に買い溜めしておかねばならない。砂糖、バターからマッチの類に至るまで同様で、洋食を好む上流家庭は外人も含めて不便をかこつことが多い。

以上の食糧事情に対処して、セイロン政府は食糧増産の「10ケ年計画」（1959－1968）[3]に次いで「5ケ年計画」（1966－1970）[6]を発表し、各作物の増産運動に踏み出しており、最近では更に「6ケ年計画」（1970－1975）を企画すべく各省に政府命令が出された。これらの計画の中心は水稲の増産で、前2計画共、米の自給率を75％に引き上げることを最終目標としている。その経過はどうであったか。第4表の数字をみると、最近まで30－60万屯の精米輸入と、それに200－300万ルピ

ーの外貨を要したが、自給率は急速に上昇して１９６７年には６９％となった。昨年度（１９６８）は国内生産が９０万トンと予想されるので、自給率は多分目標の７５％を十分越すものと思われる。

第４表　国産米および輸入米量とその価格

年次	精米量 国産 (1000t)	精米量 輸入 (1000t)	精米量 計 (1000t)	籾米総量 (m.bus.)	精米輸入額 (m.Rs)	精米価格 (Rs/ton)
1958	511	580	1,091	78.2	238	411
1959	508	519	1,027	73.6	283	547
1960	601	532	1,133	813	242	455
1961	603	497	1,100	78.9	217	438
1962	672	515	1,187	85.1	195	348
1963	687	551	1,238	88.7	192	347
1964	705	648	1,353	97.0	326	504
1965	498	276	774	55.4	144	523
1966	638	682	1,320	94.6	367	538
1967	770	349	1,119	80.1	211	603
1968	900	—	—	—	—	—

Ceylon Custom Returns. より作表
＊ 1 bushel の籾米＝45.2 lbs.＝20.52 kg,
精米率 68 ％として換算した。

3. 水稲増産の経過

このようにして、鳴り物入りの増産運動はかなり効果を奏したかの如く見える。統計的には第１図の index から明らかで、水稲生産量は１９５９年を基点として1.8倍以上に達している。構成要素として耕作面積、平均収量が1.3倍前後増大しているわけだが、その背景として肥料の投入が3.6倍以上と飛躍的に上昇したことが注目される。

もっとも、３万トンに満たない肥料の使用が漸く８万トン台に達しただけであり、反当りにして１石に満たない平均収量（籾米３６bushels／acre）が漸く１石を越えただけの話（籾米４４bushels／acre，４０bushels／acreが約玄米１石／反にあたる）であって驚くに足らない。このような低いレベルをわずか引き上げる位は技術的に見て極めて容易な筈であるが、長年の低収にふさわしい技術しか持ちあわせない農民の現状としては一応の成功といえよう。

政策的には、小作料を現物で慣習的な５０％から２５％に減らし、現金で肥料を購入する時は小売価格の５０％を補助し、貸付け金の時でも３０％を補助するなどの手段をとったことが、農民の増産意欲を刺戟したものと思われる。施肥量が急に増えたのはこのためであろう。その他、興味あるのはG Govi Rajah（農業の王様という意味）という報奨制度である。米作日本一式のもので、およそ次のような方法で優秀な農民が選ばれる。

我と思わん者はまず地区の農業委員会（Cuitivation Committee に申し出て登録する。農業改良普及所（Agricuitural Extension Center）あるいは当該地域の試験地から係官が出向いて収量調査にあたる。農民の希望する場所を８分の１エーカー（約0.5反）ほど刈り取って、脱穀し籾収量をエーカー当りに計算し、１位から３位まで各District毎に決める。Districtは全島で２２あるから、計６６名のGovi Rojak が選ばれるわけである。条件としてエーカー以上の耕地を持ち、移植、化学除草、病虫害防除等の進んだ技術を採用し奨励品種を栽培することが要求されるが、本人が地主ならば必ずしも耕作者でなくともいいらしい。

今回はこの制度の最初の年で、彼等は順位に応じてそれぞれ、７５０、５００、２５０ルピーの報奨金を獲得し、各地の農業祭に招かれ、総理大臣と会食するなど種々もてはやされ、印度へ招待旅行している。日本の肥料輸出協会からも賞与の申出があったやに聞いている。最高収量はKegalle Distvictの篤農家で2.60 busher/acre だったというから、日本式に計算すると反当6.5石になる。些か首をかしげたい収量だが、このような高いレベルは稀れであったとしても、現在の低収量を大巾に上げられる可能性を示している。

Govi Rajah 達には更に政府の耕地を１０エーカー宛与える計画がある由だが、これは口約の段階らしい。と

ともあれ、１年前には十分な降雨があっても少なからざる水田が作付せず放棄されていたが、今年あたりはあまり眼立たなくなったような気がする。増産意識が高まったことは事実で、現に農民の収入が増えた結果として、飲酒や賭事に走る者が続出して、政府はこの対策に腐心する仕末となっている。何故ならば農民を健全な娯楽に導くような施設や品物に乏しいからである。彼等の購買力にふさわしい農機具とかラヂオなどの文化生活用品が十分に用意されていないし、また購買力を生活向上に向けるような教育のレベルからしてやりなおさねばなるまい。

この道は理想と現実のギャップにて似て遠いけれども、一朝一夕に望むことは無理である。さる外人専門家が会議の席上、「最后の一匹の水牛（Water Buffalo）が殺されることを望む」と説いて物議をかもしたこともある。水牛こそはこの国における最も経済的な農機具ともいうべき存在で、しかもこの農機具は糞尿という自家製の肥料まで供給してくれる。自動車族には道を横行する彼等は悩みの種だが、農民にはこれほど貴重な家畜はないし、のどかな田園風景から彼等の姿が急に消えるとは誰も思っていない。日本の田んぼから牛馬の姿がほとんどなくなったように、セイロンもいずれは変ることだろうが、その前に小作にからむ農地制度の改革、基盤整備という大問題が控えていて、独立後でも植民地時代からすべてが横すべりしただけの現状では、これを推進するほど政府は強力でない。

4. 水稲増産にからむ技術問題

この国では１年中、山に丘に鮮かな線が眺められるように、水田からも線が消え失せるのは耕　中の短かい期間に限られる。だが、その線が稲のそれだけだと思ったら大間違いである。繁茂した水田をよく見れば、稲の線にやゝ黄ばんだ禾本科や　草科の色が混り、時としてこれらの雑草が景観の主体を占めてしまう。収獲後は半分刈り残された稲株が枯れ落ちる頃には完全に雑草に蔽われる。これらの雑草、稲株は別に投入される緑肥と相まって田に鋤き込まれ、有力な有機質肥料の資源であると同時に、水牛達の飼料になって

田に還元される。この輪廻を通じてセイロンの稲作を眺めないと事実を誤まることが多い。雑草ー水牛肥法という言葉が不適当だとしても、そんな感じが栽培技術の背後につきまとって離れない。以下の技術問題は必ずしも筆者の専門（土壌肥料）でないが、折にふれて拘いた疑問や感想の中から拾ってみた。

(1) 品　種：　セイロンにおける水稲育種はすでに専門家の詳細な報告があるように、近年長足の進歩を遂げた。いわゆるH series の育成、中でもH－4の高い収量はIndica 稲の間では世界的にも折紙付きであり、偉業の一つに数えられる。このseriesは１５０－２００bushels/acreの増収能力があり耐肥性も大きいが、多肥に伴なう薬剤防除が徹底しないばかりでなく、依然として倒伏しやすいため、応々にして減収を免かれない。

受光体制と光合成能力にもとずく草型論からして、直立性ではあってもあまり短稈でない中高性のものが、泥ぶかい水田の多い現状としては妥当な育種目標であろう。このためにはCeglon IndicaとIRRI 系統との交配が有力手段の一つになる。一方、在来種の収集、類別が大学との協力で組織的に始められたので、この中から見出される優秀な形質もまた交配の材料に用いられよう。

これらの改良品種は生育期間４ケ月半前後のものが多いが、水利に乏しいdry zoneではYala 作に３ケ月の短期種が望まれる。同時に２－３期作を目論んで、３ケ月および４ケ月品種に力　を入れようというのが現在の構想である。日本では育種、施肥ともに頭打ちの段階に至った感が深いが、こゝでは育種の活躍できる余地が十分残されており、また試験研究部門としても研究者が最も数多く従事しているので、日本専門家の指導の下に着々成果をあげつゝある。

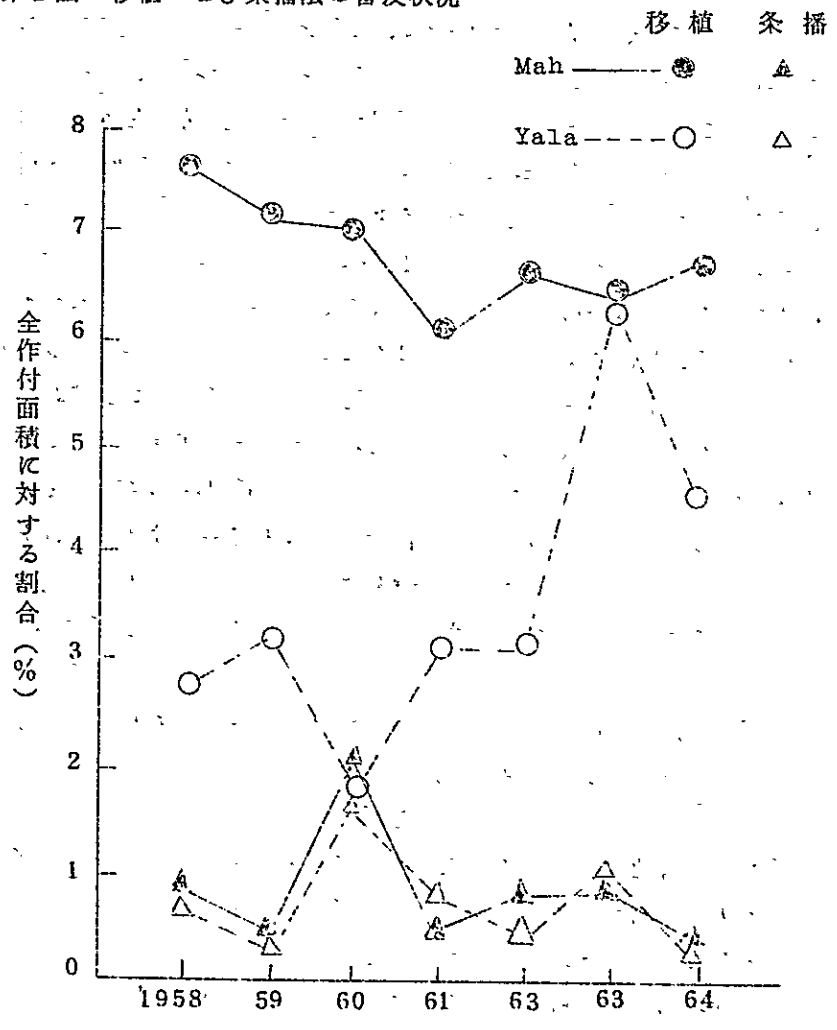
種籾（Seed Paddy）の普及そのものは、国営農場の生産に限られて耕作面積の中、５％を占めるに過ぎない。しかし奨励品種を農家が自家生産しているのを加えると、１９６５年のサンプル調査では、dry Zone　でMaha 作に６０％、Yala 作に３０％の普及率であった。１９６７－８年にはMaha 作で６８％に上がっている。普及率ではタイと必敵するようで

ある。

そこで問題なのは外来品種の導入である。例のTaichu Natine-1 は病気に弱い理由で奨励に至らなかったが、Miracle rice の1R—8 は導入以来かなり高収をあげた試験成績によって、今年は5.000 屯 の種子輸入に踏み切った。増産そのものが主目標である当面の施策としては当を得ているが、その粒揃いと風味に難色が示されている。一例をあげれば長粒、純白を好むタイではＩＲ－８を全く寄せつけない。セイロンではH—4が、国民の嗜好である小粒丸型のいわゆるサンバ型に程遠いというので、評価は必ずしもよくない。ともに食糧自給体制の　い手であり、また品質、風味の如何を問わず、1 Bushel 1 4ルピーで政府買上げになるから、農家としては自家用を除いて、これらの高収品種を採用する傾向にあるのは当然であろう。

周知のように、カレー用ライスとしては粘ばらないことと、よい香りを持つことが条件である。ＩＲ系列の攻勢はその豊富な予算を携えて極めて華やかである。今のMaha 作が終るとＩＲ－８が市場でその真価を問われることになるだろう。来るものは拒まない前植民地国の常道で、最後の決は農民のゆだねられた格好である。Japomica 1本で通る日本と違って、Indicaの巾の広さから考えて、２足の草鞋をはくのも止むを得ないかも知れない。食味はどこの米食国でも問題だが、この国は強制供出でないから、うまい米はそれだけ自由相場が高い。いまだに在来種が棄て難いのは他にも理由はあるが、主に育ちが丈夫でしかも高く売れるというためである。

第２図　移植および条播法の普及状況[2)]



(2) 移　植：　移植法が日本式稲作法の花形として、この国に普及されてから１０年以上経つ。最近普及関係から研究所にあてて「移植が何故伸びないか、その理由何如」という質問状が来た。なるほど第２回でみられるように、全耕作面積についてMaha 作で７％より伸びず、Yala 作で３％前後で最近やゝ増加の傾向にある。実面積では耕地の増加で増えているが微々たるものである。移植はいわゆる乱雑植で、日本のような縦横整然とし

た条植はこの中の１０分の１位である。

Yala 作に移植面積が小さいのは、栽培期間が短かく移植をやると作付に時間と労力がかゝるためである。もしはっきりと収量が上るのであれば、セイロンの農民といえども移植を採用する筈だが、逆に直播に戻りつゝあるというには余程の理由がなければならない。農民が経験的に移植法の優位性を認めなかった主な理由は何であろうか。

第１に考えられるのは、土壌の還元状態による根活力の障害である。慣習法として２回の耕起と３回ほどの代かきをやって土壌をこねまわし、その間に雑草、稲株や緑肥の分解をはかるのであるが、そのため多くの水田土壌は砂質で排水がよくない限り、強還元状態になる。２価の鉄が沢山できて土色がグライ（青灰色）に変わる。セイロン品種は元来、このような土壌条件で育成されたので、還元に対する抵抗性は極めて高いと考えられるが、比較的好条件でつくられた苗を急に本田に移植すると強還元状態ではどうしても根が痛みやすい。同時にこのような泥深い（Boggy）水田では深植になりやすいので、分けつがおくれる。結局十分な茎数が解保されない。

そもそも、この国の一般農法である直播は発芽させた種籾を土壌表面の酸化層に置いて、根が序々に周囲を酸化しながら還元層に伸び、急激な障害が起らないように仕組まれている。

第２の不適地は恐らく燐酸欠乏地帯である。後で述べるように養分欠乏の最も大きな問題は燐欠で、かなりの面積を占めている。周知のように燐酸が十分にないと水稲の分けつが制限され、上記同様に茎数が十分に増えない。直播の場合は分けつが進まなくても、始めから茎数が解保できる程度に厚播きであり、またこれによって雑草との競合に打勝たせるというねらいがある。この競合に稲が負けると、しばしば田は雑草の傘に蔽われる。

以上は移植技術が普及しない理由のすべてではあるまい。何故ならば、これを支えるに足る他の技術、例えば除草や病虫害防除対策が伴わないからである。

植付けるまで、直播より余計な水と労力が要ることも、移植による増収が期待できない限り、その伸びる見込みはない。

移植すなわち増収と単純に考えてきた識者が今度は移植すなわち非増収と割り切るおそれがないとはいえない。土壌の培養と土地基盤の整備という根本問題に今こそ取り組むのが、水稲増産の鍵であるし、進歩した技術も普及の道を見出すであろう。

(3) 除　草：　田の植付けが終ると、水牛達は道ばたに寝そべり、農夫の姿が一斉に消えてしまう。たまに直播田に入って働いている農婦達を見かけるが、これは稲のまだ小さい中に間引、補植をするためで、除草もかねるという程度である。第2図に掲げたように、1%前後の普及率で条播が入っているが、時に日本式の手押除草機を使つていることがある。いずれにしても除草する習慣はまた身についていない。

作付までの耕起、畦作りと働き回る農民の姿を知っている者ならば、あながち怠け癖のせいとは考えられない。肥料も張らず、種子を播いてしまえば、あとは天まかせ、水まかせと、うまくいけば沢山とれるが、逆になれば収穫すら危ない。どっちにしても、大した収量でない所で、無駄な労力は使っても仕方ないというのが、農家の気持なのであろう。

勿論上に述べたように移植と違って直播では除草できないし、やるとすればレーキを使ってharrowしながら密植の間引きを兼ねる方法がある。薬剤除草は1968－69年の計画7）として畑作を含めてDPAとMCPAで12万ガロンになっているが、今までの実績は明らかでない。篤農家がたまに使う程度である。Shell　会社系のGramoxon　が盛んに宣伝されており、一部には不耕起栽培との結托もあって大々的に乗り出してきた。現在の直播水田では、播種前にまず雑草を薬剤処理してから畦作りにかゝるのが賢明のように思われる。

(4) 施　肥：　施肥については筆者の専門の立場から後章で種々触れたいので、ここには全般的な問題を採上げてみよう。

第1に疑問を抱いたのは、基肥に窒素をやらないということである。農務局の施肥基準5）がそうなっているのである。生育後期の追肥に重点をおくのは、倒伏しやすいIndica系を過繁茂にならないようにするのと同時に穂肥、実肥を効かすという理由で十分納得される。しかし無窒素出発でいいのかどうか。熱帯圏における共通の傾向のようであるが、そこで関

係して来るのが雑草ー水牛農業の実態である。鋤き込まれた有機物の分解で、初期生育に十分な窒素が供給されるというのが主な根拠である。

なるほど、粘土質で水排けの悪い水田では還元が著しく進み窒素が無機化されアンモニヤがたまる。初期の生育は悪くない。ところが、実験的事実によればアンモニヤの脱窒がかなり激烈で、一度ピークに達した窒素の山がずっと低くなった頃に稲が植えられる。14.24）砂質で排水が良ければ、窒素地力は到底十分とはいえない。実際、移植された稲がひどい黄化（いわゆる一黄）を示しているのをしばしば目撃した。燐酸、加里を基肥に入れるので窒素飢餓が起りやすい。したがって後の回復、分けつが十分でなく、見すぼらしい稲で終ってしまう。これを除ぐには、とくに移植の場合に全量の少くとも4分の1位の窒素を基肥としてやるべきである。

しかしこの窒素をやると、そうでなくても度重なる代かき、雑草の分解で進んできた還元状態が一層ひどくなって、植痛みの危険がでてくる心配がある。それならば、まず代かき回数を減らして、有機物の分解が進まない中に作付したらどうかというのが筆者の意見である。この問題は別途やって貰っているので、その中に答が出ると思う。緑肥も貴重な窒素源だが、この草や木の葉が分解しない中に早目に植えた方がよいという研究報告24）も出ているので、これらを綜合すると耕起代かきを短時間でやって、土壌還元の弱い中に播いたり、植えたりする方がよろしいということになる。

これにも反論があって、水牛を使って少くとも1ケ月にわたることになっている畦作り作業を簡単に切り上げるわけにいかないというのである。何故ならば数戸の農家が単位となって、すべて共同耕作をするので、特定の水田だけ作業を早められないという。一定の労働力が土地に固定され、それを使わねばならないし、労働者もこの社会の中で生活せざるを得ない現実が、ここでは奇妙な話ではなくて当り前になっている。

施肥量はどうかといえば、政府の基準が大体日本の半分だけで、それも60－70％が無肥料に近く、施肥農家ですら奨励基準に比べて窒素は約半分、燐酸、加里に至っては問題とならない位に少ない。（後章、第13図参照）そうなると、なけなしの窒素を基肥に割く余裕がないというのも一理由である。やはり施肥量の増加がない限り、この問題は解決しそうも

ない。あえていえば雑草ー水牛農業の変革に伴なって解決されることだろう。

第2には肥料形態の問題がある。例えば土壌が酸性だからという単純な理由で砂質の排水の良すぎる地域にも尿素が奨励されたり、燐鉱石粉が過燐酸と大して効果が劣らないし安いからというので、いまだにWet Zoneの大半にすゝめられている。5．8）そもそも鉱石粉が一はん効くならば、現在の燐酸肥料は発達しなかった筈である。筆者の試験はこのような前時代的施肥法を打破るべく進められたが、このことについては後章に譲りたい。

日本のプラント輸出も加わって、近く尿素工場がセイロンで最初の肥料製造として発足する気運が強い。だから尿素をなるべく使いたいと為政者は主張する。それは大いに結構で、この計画で上ってくる生産が、望ましい施肥量に基づく需要からみて問題とならない位少ないことは思慮の外らしい。

加里の後期追肥が施肥基準にしばしば入っているが、どうも試験根拠が十分でない。勿論加里欠地帯には望ましいが、筆者の試験結果では特殊な地区を除いて、加里の肥効は小さく、追肥を考える必要はなさそうである。

(5) 農機具： 新しものがり屋という言葉がある。植民地根性の中での尊大意識に他ならないが、政府の役人も例外なく新技術の導入を叫ぶ。崩れた壁の手入れも出来ないような部屋にステレオを持ち込むようなものである。実際に田んぼで活躍している勇姿には接しないが、大通りで物を運んでいる大農機具によくお目にかゝる。日本のメーカー品が隊伍を組んで堂々行進しているのに出遇ったのは1，2度ではない。連日に近い新聞広告も売込みの激しさを思わせる。実状は果してどうであろうか。

大型トラクターを駆使するには、水田は泥深く、かつ狭すぎる。かつて日本政府の供与した大型機具が日ならずして路上に放置されたまゝであると聞いている。北部のdry zoneでは水田の区画も多少大きいので、使用の可能性なきしにもあらずだが、ここの中央にあるMaha Illnppallamaの試験場ですら、業者の提供した大小農機具を収容する倉庫すらなく雨ざらしのままである。

Minipeという開拓地はKandy から山を越した東側でMaha weli 河沿いの平坦地なので灌漑の便があり、成功している開拓地の一つであるが、驚いたことには大きい農家はほとんど大農機具を揃えていた。ところが一度故障を起すと部品がないのでどうにもならない。業者は新品を売りつけるのに急で、部品の購入に外貨を振り向ける余裕がない。

こんな状態で精々小型農機具をどう普及させるかという段階である。現に小型を有効に使っている場面を見たし、山際の畑田を除いて普及する可能性がある。ただ問題なのは部品の輸入に不熱心な商社が多いことと、精巧な農機具が必ずしも農民に受けないということである。このような農民の不平が日本の製品に対して聞かれる場合が少なくなかった。冷蔵庫は物が冷えさへすればいいという後進国の実情からすれば、農機具も扱いやすくて故障しにくいものが歓迎されるのは当然であろう。これは技術援助の考え方にもつながる問題である。

Ⅲ　セイロンの水稲生理病ならびに養分欠乏に関する研究の歴史

稲は作物の中でも本来環境に対する適応性や抵抗性が強い。しかし土壌的な欠陥、不良な土地条件にさらに栽培管理の粗悪さが加わると、稲の生育が不良となり種々の病徴を示して収量が低下する。水稲生理病[註4)]は日本で言えば秋落ちや赤枯れ病などがこれに相当する。栽培管理の悪い東南アジアに水稲生理病の多いのは当然で、この類別[1・48)]や対策はまだ十分に整理されていないように思われる。

1. Bronzing病（生理病）の研究と対策

この生理病は稲の葉がブロンズ色に変ることから名付けられた。セイロンの代表的生理病であり、筆者の見聞した範囲ではこれ以外に目ぼしい生理病はなかった。日本の赤枯れ病に似た病気で、これに類するものはアジアの各国に例がみられた。[註5)]

兆候の出かたは一概に言えないが、生育初期に葉の緑色が濃く、しばしばれを示すようになって、分けつが進むにつれて古い葉の先から始って中肋両側に沿って細かい褐点が拡がっていく。同時に緑色が褪せて汚れた黄色になり、遠目に水田が白けた黄褐色であればBronzingと思つて間違いない。遠目に暗緑色を呈する場合は近づいてみると紫がかった褐点が一面に拡がっており、一見燐酸欠乏を伴なっていることが分る。後述のように要素欠乏とからんだものが多く、筆者の推定では次のような類別が可能であろう。

観察による類別	要素欠乏または過剰
A　Yellow Bronzing	加里欠乏またはマグネシウム欠乏
B　Brown Bronzing	窒素過剰、加里欠乏
C　Violet Bronzing	燐酸欠乏、鉄過剰

この推定は結果現象の分類であって、養分的欠陥はこれらの要素に止まらないし、さらに生理障害の要因に至ってはかなり複雑であるように思われる。しかも病徴の発生と水稲品種の罹病性との関係が明らかであるから、病徴が

ないからといって発生要因が解消され水稲栄養が健全になったという保証はない。

また発病の程度で減収率もまちまちだが、ひどい場合で５０％位の減収で収穫皆無というのは少ない。この点、赤枯れ病ともよく似ている。

Bronzing 病がいつ頃から現われたのか正確な資料はないが、１９５２年にKANDIAH の報告[27]があるので、それ以前で最家にそろそろ化学肥料が普及し出した時期にあたるようである。施肥の初歩にありがちな窒素肥料の単独使用がBronzingの発生を助長したようにも考えられていることは皮肉である。[38.65] 当時この生理病にかかった水田面積は１０万エーカーといわれ、全面積の１０％におよんだので、水稲作として大きな問題であったに違いない。

ところが現在はどうであろうか。赴任した筆者の最初の失望は、Bronzing 病はすでに影をひそめていたということである。セイロンにすれば誠に結構なことで、過去２０年間における水稲育種と施肥技術向上の努力は賞讃に値しよう。とくに抵抗性品種の育成によって、Bronzingにかかりやすかった在来種の中でもかって全島を風靡したMurungakayan ３０２という極めて生産力の強い品種があるが、現在ではほとんどＨ－４．Ｈ－７．Ｈ－８などの耐病性、耐肥性ともに強いＨ seriesにおき代ったことである。このＭ－３０２はＨ seriesの母体として活用されたので、もって異すべきであろう。

いまBronzing 病研究の経過をふりかえってみると、それがそのままセイロンにおける水稲生理に関する研究の歴史であったといってもよいほどに一連の流れがある。しかも２．３のセイロン人による研究を除くと、ほとんどの研究がコロンボ・プランの日本人専門家によってなされたことは寄しき縁というべきであろう。筆者はこのしんがりを務めたわけで、生理学的研究よりも治癒対策の確立が政府側から要望された。というのは本病発生の機作についてはすでに十分な研究が積まれて来たからで、その治癒対策は部分的に出されているけれども、この辺で取りまとめたいということである。

そこでいままでの研究結果の大略を紹介しておこう。まず、どんな土地条件下でBronzing が発生するからである。[38.64]

土壌：1）　いずれの土性でも発生するが、砂質土壌に発生しやすい。

2）　遊離酸化鉄含量やや多く、P^H が酸性であること。

3）　置換性塩基の含量が少なく、土壌の酸化還元電位（Eh）が低いこと。

土地環境：1）　天水田で茶、ゴム、ココナッツ園の丘陵地に隣接する場合に発生しやすい。

2）　排水不良で地下水の湧出する側がひどい。

気象条件その他：1）　発生はWet zoneに限られる。

2）　東北モンスーン季の稲作（Maha 作）より、南西モンスーン季の稲作（Yala 作）に多く発生する。

3）　豪雨の後に晴天が続くと病徴が現われ、雨天が続くと回復する。

4）　生育中期の硫安追肥がしばしば発生を助長する。

以上の諸条件のいくつかが重なってBronzing　症状が現われる。これらは最大公約数であるから、その他に種々のケースが認められる。例えば、筆者の調査によれば発生はdry zoneにもみられるし、現在はMaha 作の方がその頻度が高い。同じようなことが、直接的発生要因についても言える。主な要因説に次の三つが挙げられる。

PONNAMPERUMA[42] 稲　田[19,20]	鉄毒素説	土壌の還元に伴い、有害な2価鉄が過剰に吸われる。
太　田[38]	カルシウム欠乏－アルミニウム毒素説	塩基に欠乏した土壌でP^H が低いと有害なアルミニウムが異常に吸われる。
田中および MULLERIYAWA[34,54]	加里欠乏－鉄毒素説	有効加里の少ない土壌が還元状態となり硫化水素、過剰な2価鉄の害が起る。

これらの要因説の詳細は引用文献を参照されたい。要するに共通の理由として土壌培地条件の不良性がある。これによって水稲根の機能障害が始まり、養分吸収が阻害される結果として、光合成作用が低下し呼吸作用の異常昂進などの代謝異常が起り、葉の褐変は鉄の異状集積によるペルオキシダーゼの活性増大にもとづくという。その他、蛋白合成能の低下、炭水化物の代謝異常など、Bronzing水稲の生理はその障害発生の機作について稲田[20]、太田[38]のすぐれた研究がすでに明らかにしている。ただ、ここで指摘したいのはこれらの研究が主としてBronzing 病の典型的な発生地であるBombuwela試験地の水田を対象として行なわれたということである。そのため土壌や土地条件の解析が狭い範囲に限られ、得られた結果をすべてのケースに拡大して肯定するという心配がないでもない。何事にも例外はつきものだが、見聞した範囲では例外というより、色々の原因があって本病が発生すると考えた方が妥当のようである。すでに実証された以上の諸要因説を現実の水田状態に照して考えた場合に、筆者は次のような問題点を指摘したい。

1） Bronzing病発生地だけが、あたかもラテライト性土壌の丘陵地を背景としているような印象を受けるが、これは当らない。[註6] 何故ならば、Wet zoneにはこの土壌生成作用が優越する結果として、同種の 積母材からなる谷津田の分布は極めて大きい。

2） これらの水田は多くは排水不良で還元状態の2価鉄が多量に集積する。この土壌中の活性濃度だけを問題にできないとしても、発生頻度の高い石英砂質の水田では置換性塩基の含量同様に、活性鉄はむしろ少ないのが一般である。

3） 酸性土壌といっても、精々P^H5 前後で、アルミニウムが溶出する可能性は考えにくい。熱帯気候下で何故に鉄、アルミニウム酸化物が残留するところのラテライト土壌の系統が生成されたかを考える必要がある。

Bonbuwela で筆者が水質調査をした結果によれば、丘陵からの地下湧水、流入水ともにアルミニウム含量は痕跡で有害とは思われなかった。

4） 硫化水素の生成集積は酸性硫酸塩土壌のみられないセイロンではかなり可能性が低いとみなければならない。本島には火山脈がないし、また実際に水田の湛水条件下で、硫化水素の異臭はほとんど感知されなかつた。

5） Bronzingの発生が水田の高い地形寄りの周辺で、しかも気象と発生時期との関係があることから、微気象的な因子が予想される。つまり冷い地下水、ひいては地温と地上部気温との較差などが、丁度赤枯れ病の発生と同じように何らかの関係を持っているかも知れない。[註7)]

以上の疑問点は土壌および生理化学における今後の問題ではあるが、この種の課題に取り組む時にその背景の複雑さを改めて認識させられたことである。Bronzing 病の発生条件については筆者なりの見解があるので、これは後章で触れたい。現実には対策研究が重視され、種々の試験が実施されてきた。

PONNAMPERUMA[43)]が過剰の2価鉄をおさえる手段として石灰の施用を提唱したことはいうまでもない。酸性土壌の分布する地帯に対して、エーカー当り6－9トンの消石灰施用が政府の奨励基準に採りあげられた。その結果発病の抑制、収量増大にかなりの効果が示されたが、逆に石灰施用が多過ぎて土壌 P^H が上り、ひどい生育障害が起った例が少なくなかったと聞いている。堆肥との併用[38)]がより有効だが、堆肥自体があまり普及していないという難点がある。その他、土壌の強還元や養分的欠陥を矯正する方法として排水、客土は勿論のこと、十分な施肥管理を行なう。アンモニア系の酸性肥料（硫安、塩安）を尿素に切り換え、時に移植後の灌水時期を遅らせたり、かけ流しが有効となる実験がある。[38)] しかし圃場試験の規模で効果を確認するに十分なデータの集積がないのと、実際問題では実行できにくいものもあって、どこまで普及するか自信が持てない。この点は筆者の1部の試験も例外ではない。

2. 水稲養分欠乏の研究と対策

日本の稲作では、施肥量はすでに頂点に達しているように思われる。つまり現行の栽培技術では、革新的変化がない限り、日本の気象下で水稲品種の養分吸収、生産量に対応する施肥需要には限界があり、現在この限界域に達しているという見解が成り立つ。ところが、東南アジア各国の一般状況はまだ施肥の初期であり、いかに施肥技術を普及させるかという段階である。した

がつて問題は次の三つに整理される。

1) 無施肥面積を減らすこと。

2) 施肥量を増すこと。

3) 施用要素のバランスをとらせること。

第5表 肥料輸入量と米生産状況

年次 (Maha—Yala)	肥料輸入量 (tons)	肥料成分(tons) N	P_2O_5	K_2O	同計 (tons)	国内産籾米量 (1000 bushels)	同増加量 (100 bus)
1958—59	26,341	2,781	2.466	2.153	7.400	36.900	—
1959—60	20.173	2.438	1.518	1,506	5.462	43.000	66100
1960—61	29.041	3.905	1.849	1.794	7.548	43.100	100
1961—62	38075	5.371	2.452	2.317	10.140	48.000	4.900
1962—63	47.058	6.793	2.735	2.609	12.137	49.200	1.200
1963—64	60.096	9.632	3.131	2.893	15.656	50,500	1.300
1964—65	42,046	6.434	2.429	2.269	11,132	35.600	—14.900
1965—66	40.485	7.142	2.542	240.6	12,090	45.700	10,100
1966—67	57.601	10.184	4.308	4.467	18.959	55.100	9.400
1967—68	82.831	14.909	6062	5.950	26.921	64.500*	9.400

Department of Agriculture (Extension) の資料による。

＊yala 1968 の生産はまだ分らないので、目標額[7] をあてた。

言いかえれは、現状はまさに地力で稲を作っているということである。セイロンにおける近年の肥料輸入は第5表の通りで、年々増加の傾向にあるが、これを要素別に計算するといかに窒素偏重であるかがうなずける。なるほど燐酸や加里肥料に比べて、窒素肥料ほど収量を上げるのに有効かつ経済的なものはない。これも技術的後進国の実状だから止むを得ない。

そこでいままでに乏しい施肥管理の下で栽培が続けられた水田の地力—養

分供給力はどうであろうか。それには土壌調査の成果に言及する必要がある。セイロン土壌の自然分類は2期にわたり研究された。第1期は1955年にJOACHIM[26]により発表されたもので、古い体系に準拠した大土壌群の分類であるが、調査点数が少なく製図するまでに至らなかった。第2期は1961年にMOORMANN および PANABOKKE[33] によりまとめられたもので、米国農務省の第7次試案（1960）を考慮した近代的分類体系を採用している。図示は極めて粗雑であったが、その後PANABOKKE[40] は調査を続け空中写真を補助として境界を求め50万分の1の分類図を完成した。最近この色刷りの地図が出されたが、これは原図の4分の1の縮少になっている。水田の分布する土壌はほとんど 積土壌とだけ命名されており、この大土壌群内における分類はまだなされていない。

またTHENABADU[55,56,57]による小地域での水田土壌の調査報告があるが、土壌統を分類体系案を提出していない。したがって、水田土壌の分類は自然分類、生産力分類ともに未完成のままである。手掛かりとして参考にできるのは、前記のPANABOKKE[40]による 積土壌がその上位に分布する土壌群を生成母材として発達し、その養分供給力を受けついでいるのであろうということである。しかし残念ながら、この報告ではやはり調査資料の集積が不不十分であり、また肝心な有効態の養分含量に関する分析データに乏しい。

そこで水田土壌の有効態養分の分析を主とした報告が2，3利用される。中でも同じくPANABOKKE ら[39]が行なった全島の水田土壌にわたる分析は P^H 土性、3要素、塩基から有効態の珪酸含量にまでおよぶ広範なもので、地域的分布図を備えた立派な報告である。表土（深さ9インチまで）を約2.700点、土壌分布の地形パターンに応じて選び採取分析したとある。惜しいことは土壌断面の記載が全くない。もしこの断面調査が併行しておれば、水田土壌分類の礎石になったことは疑いない。この意味から、1965年に川口、久馬ら[28]が南アジア諸国における水田土壌の肥沃性に関する研究の一環として行なった調査は土壌断面調査と化学分析を完備しているので、調査点数が30数ヶ所で十分でないとしても、極めて利用度が大きい。後述の如く筆者の土壌ー作物に関する現地調査は、氏らの分析結果を根拠として実施された次第である。

以上の諸研究、とくに全島にわたった調査報告から土壌の可給態養分に欠乏した地域分布を大体知ることができる。いまこのパターンをここに掲げる余裕がないが、3要素、塩基類ともに欠乏土壌はかなりの分布面積を示している。大ざっぱに言えば、燐酸欠乏土壌はdry zoneに加里欠乏土壌はWet zoneにより多く分布し、塩基欠乏土壌はWet zone に圧倒的に優越しているようである。[39,41] しかし筆者の調査結果によればこれらのパターンは将来の精査によって再検討の必要が認められる。

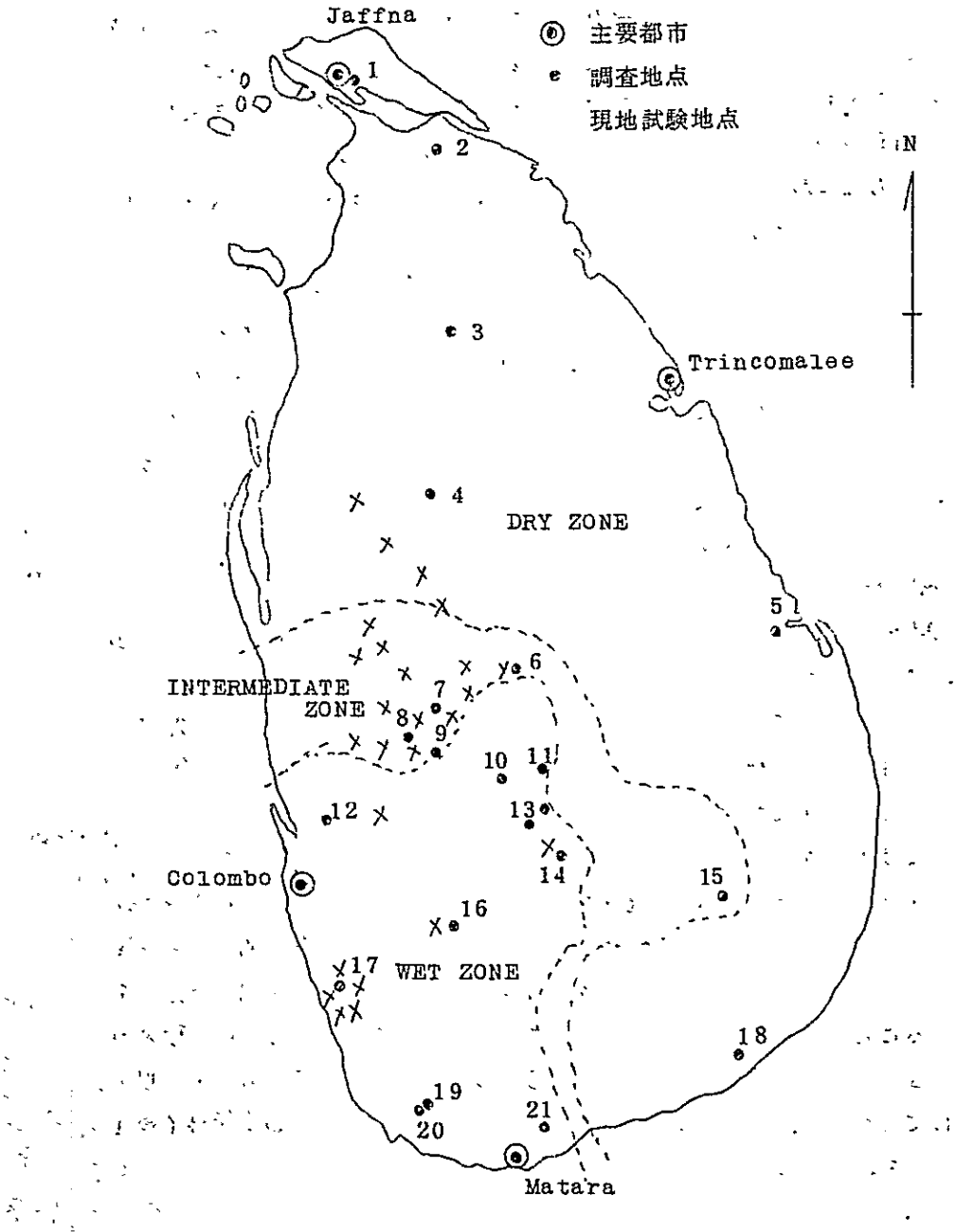
ところでやはり残念なことには、養分欠乏に関する水稲の全島にわたる調査分析がまだ行なわれていない。勿論Bronzing 病を主題とした分析データ[34,38] はいくつか参照されるが、これらは調査点数も少なく、かつ特殊な地域に限られている。したがって広く水田土壌地力と水稲栄養の関係を知って理想的な施肥法を解立するには、今後の調査計画に期待するところが大きい。

Ⅳ. 本試験研究の成果と勧告

その比較的長い農業技術の研究の歴史にかかわらず、セイロンには重要な基本的調査が欠けている。例えば、代表的地域における気温、湿度が全部揃っていない位だから、日照時間、日射エネルギーのデータは全く利用できない。先任の内田好哉技官がジョルダンの日射計を各代表地点に設置しデータの集積に尽した努力は買われている。[59] 農業気象区の概念はあるけれども、その細分、規定が確立していないし、いまだに Wet Zone, intermediate Zone および dry Zone という大まかな区分ですませている。これと土壌の分布状態から施肥土壌区分的な生産力分類がその実用性の意味で要望される。後任の徳留昭一技官はこのような意図で現在予備調査を開始されたのでいずれ成果が期待されよう。育種にしても Hseries の開発でタイ国のレベルを凌いでいると思われるが、新品種の育成に急であつたため在来品種を集め系統を明らかにして、その有望な形質を交配に利用しようという計画が進められており、本専門家の内山田博士技官および熱帯農研の今井隆典技官が参画指導している。土壌肥料の分野でも前述のように、土壌区分に基いた施肥改善試験を全島におよぼす計画がない。筆者は当初から3要素試験のような基本的な肥料試験を始めるように助言してきたが、その体制はしばらくとれそうもない。というのはどこの Division でも任に当るべき Research Officer が相次いで外国留学して空席となり、研究責任のない Assistant 連中はいたずらにアクビをしているという状況だからである。

このようなわけで、水稲の生育障害、一要分欠乏の問題を水田土壌との関連において捉えようとした筆者の意図を実現するためには、できれば広範な現地調査分析とそれに基ずく現地試験が不可欠であり、これらの理論的根拠としてポット試験や化学分析が必要であつた。2年足らずの滞在では結局十分意図を達成することができなかつたが、得られた試験結果は土壌肥料分野における研究の新しい展開と問題点の指摘に多少なりと役立つたことと考えられる。以下要約して述べるが、成績の細部はセイロン政府に提出した英文の報告書（第1－2部）を参照されたい。

第３図　水稲－土壌の調査ならびに現地試験地点



. Bron. ing病ならびに水稲の養分欠乏に関する現地調査

セイロンの一枚看板である Bronzing 病が実はすでに末期に近づいていることは島内を廻つてすぐに分つた。昔から有名であつた試験地の Bombuwela に名残りを止めているといつた感じで、Karapincha (Ratnapura District) にはほとんど見当らず、新任の若い Farm manager はそもそも Bronzing という言葉すら知らなかつた。山手の Pussellawa (海抜 3,200 feet, Kandy District) の畑場には燐酸欠乏を伴なつた Violet Bronzing が泥深い (boggy) 水田にみられた。

このように影をひそめた主な理由は、試験地の場合は施肥による水稲の栄養改善が長年続けられたためであろう。栄養状態がよくなると不良な土地条件でも病害が抑えられるのはしばしば認められることである。したがつて施肥に意を用いない農家の水田には散発的ではあるが Bronzing 病が発生していた。Colombo 周辺の低湿田 (Minuwangodo から Walpita), Colombo から Kangy にかけて国道1号線沿いの谷津田にみられるほか、Bombuwela の周辺地区は依然として発生がひどい。これらの水田はいずれも前章に掲げたような土壌、土地条件に該当するようである。中には Kegalle District の農家水田のように初期に病徴が著しかつたのに後期に全く挽回した例もあつた。調査の対象としては Bombuwela の周辺が選ばれた。

各地を視察してすぐ気付くのは一般に生育が悪いことである。だから平均に収量が低いわけだが、この問題の方が Bropzing 病そのものより重要であり、土壌の肥沃度を反映した水稲の養分欠乏を探ることが当を得ていると考えられた。この線に沿つて代表的な地域について、そこの平均的な生育を示すと思われる地点を20ケ所選び土壌および水稲の調査を行なつた。調査地点は第3図に示すようにセイロン全土に分散しているが、問題の多い Wet Zone にやや集中した。第6表は各地点における土壌および土地環境の概略である。

大部分の調査地点で、主として施肥管理の良否に基ずくと考えられる水稲の生育良好のものと不良のものを採取した。合計で水稲試料は40で、養分欠乏として燐酸欠乏が最も目立ち、はつきりした欠乏症状の認められないも

のは生育不良として区分した。（第7表） その内訳は次の通りである。総計が試料数の40より多いのは同一試料で2つの生育障害が認められるものがあつたためである。要素含量の比較をより正確にするため試料の採取は主として乳熟期に行なつた。収穫期は要素含量が低下して比較しにくい。

生育状態＼品種	H－4	H－7	H－8	他	計
正常	5	4	9	1	19
不良	6	－	3	1	10
燐欠	4	1	3	1	9
加里欠	1	－	－	1	2
Bronzing	－	－	3	1	4
計	16	5	18	5	44

(1) セイロン水稲の要素含量の特徴

近年 Indica と Japonica 稲の差異が生理作用、生産力、栽培法などについて検討されているが、これは稲付指導に有用な手掛りを提供するものである。セイロンにおける Indica 稲、とくに最近の奨励品種の栄養特性を Japonica 稲と比べた結果はどうであろうか。第8表の正常と思われる稲わらの分析値と日本におけるそれを対比して、次のような傾向が認められる。

(a) 要素含有率が Japonica より高いもの　N, CaO, Fe_2O_3

(b) 〃 とほとんど同じもの　P_2O_5, K_2O

(c) 〃 より低いもの　MgO, SiO_2

これらの傾向の中で最も特徴的なのは、鉄含量が高いことと珪酸含量が低いことである。

前者は恐らく高温下の還元状態で可溶態の鉄が多いためであり、後者は Indica 稲の吸収特性によるのではないかと思われる。また窒素含量の高いのは多分後期追肥の影響によるものであろう。

第 6 表　　水田調査地と土壌条件

試料番号	調査地点	（行政区）	排水状態	土壌断面の層序	海　抜
1	KAITADI*	Jaffna	well	Ap–AC–C–IICcn	5
2	PARANTHAN	〃	imperfect	Apg–ACcn–Ccn	40
3	VAVUNIYA*	Vavuniya	moderately well	Apg–AC–Ccn	230
4	MAHA ILLU-PPALLAMA	Anuradha-pura	moderately well	Apg–ACg–IIC–IIIC	350
5	KARADIYAN ARU	Batticaloa	imperfect	Apg–AC–IICgcn	30
6	NALANDA	Matale	well	Apg–ACcn–Ccn–IIC	840
7	BATALAGODA	Kurunegala	imperfect	Apg–Cgcn–IIgcn	380
8–1	PANALIYA*	〃	poor	Apg–ACg–Cgcn–IICg	300
8–2, 3	〃　*	〃	〃	Apg–ACg–BCg–IICg	〃
9	WAGOLLA	Kegalla	moderately well	Ap–B–Cg–IICg	400
10	PERADENIYA	Kandy	moderately well	Apg–ACg–Cg–IICg	1500
11	MALPANE	〃	very poor	Apg–ABg–Bg	1600
12	MINUWANGODA*	Colombo	imperfect	Apg–AC–IIC	56
13	PUSSELLAWA	Kandy	imperfect	Apg–ACg–IICg	3200
14	PUNDALUOYA*	Nuwara Eliya	moderately well	Ap–ACg–IIC1–IIC2–IIIC1cn–IIIC2cn–IIIC3cn	3300
15	OKKAMPITIYA	Monaragala	moderately well	Apg–ABg–Bg	430
16–1	KARAPINCHA	Ratnapura	imperfect	Apg–Cg	500
16–2	〃	〃	〃	〃	〃
17–1, 2	BOMBUWELA*	Kalutara	imperfect	Apg–ACg–IICg	20
17–3	〃	〃	〃	Apg–ACg–(C)	〃
17–4, 5	〃	〃	very poor	Apng–IICg	5
17–6, 7	〃	〃	poor	Ap–ACg–IICg–IIIC	10
18	TISSAMAHA-RAMA	Hambantota	imperfect	Apg–ABg–Bg	100
19	NARAWELA	Galle	poor	Apgh–ABgh–IICgh(peat)	30
20	LABUDUWA	〃	poor	Apgh–ACgh–IIC1gh–IIC2h(peat)	20

* 農家水田，他は国営試験地

第７表　水稲試料の生育調査結果

試料番号	品種	生育時期	病害状況*	穂穂数 (sq.ft.)	わら重 (lbs./ac)
1	H-4	乳熟	maln.(hs)	11.5	2210
2	H-7	〃	(excess of N)(st)	18.0	2560
3	H-4	〃	P (st. bs)	17.4	3430
4	〃	〃	– (bs)	24.4	11010
5-1	〃	〃	maln. (st)	14.3	3000
5-2	Paravakalian	〃	– (st, bs, sb)	16.5	5130
6-1	H-8	〃	maln. (bs, sb)	18.0	2930
6-2	〃	〃	– (hs, sb)	15.8	4550
6-3	〃	〃	– (hs, sb)	22.5	7480
7-1	〃	〃	– (hs, sb)	17.5	4560
7-2	〃	〃	– (hs, sb)	18.0	5850
7-3	〃	〃	– (hs, sb)	23.2	6560
8-1	〃	〃	maln., PP (hs)	25.0	3040
8-2	〃	〃	– (bs)	23.2	6040
8-3	〃	〃	– (bs)	28.5	7870
9	PTB-16	〃	maln. (bs, lb, sb)	7.6	2560
10-1	H-4	〃	maln., N,P	11.0	2590
10-2	〃	〃	–	18.0	4060
11-1	Hondarawalu	穂ばらみ	K, PP (lr, hs, bs)	(12.2)	1370
11-2	H-4	黄熟	K, PP (lr, hs, bs)	16.2	1700
12	〃	乳熟	maln. (hs, lb, sb)	7.6	2800
13-1	〃	〃	maln., PP(hs)(B-like)	19.2	1690
13-2	〃	〃	maln., P (hs)	21.6	3790
14-1	H-7	〃	P (lr, sb)(st)	25.0	2590
14-2	〃	〃	maln. (lr, sb) (st)	31.2	3260
15-1	H-4	〃	– (lr, bs)	33.4	7050
15-2	H-7	黄熟	– (lr, bs)	41.1	5790
16-1	H-4	〃	maln. (st,lh, bs,lb,sb)	10.4	2980
16-2	H-8	〃	– (sb)	24.8	10570
17-1	H-6	黄熟	BB (lh,hs,bs,lb,sb)	10.5	2350
17-2	H-8	乳熟	BB (lh,hs,bs,lb,sb)	24.5	4260
17-3	H-4	〃	N (bs)	9.6	2300
17-4	H-8	黄熟	– (st,lr,bs,sb)	20.4	4380
17-5	〃	〃	– (st,lr,bs,sb)	21.6	5950
17-6	〃	乳熟	maln., B (lr, bs)	15.0	4030
17-7	〃	〃	maln., B (lr, bs)	18.6	3150
18-1	H-4	〃	–	24.0	6600
18-2	H-7	〃	– (hs)	24.5	3720
19	H-8	〃 (初)	maln. N (bs, sb)	12.0	3460
20	H-4	〃	– (sb)	24.0	10630

* B-Bronzing（BBは症状のひどいもの）； P-P欠； K-K欠； maln-生育不良；
lr-leaf roller; st-螟虫； lh-leaf hopper; hs-ゴマ葉枯れ； bs-hs以外の褐点；
lb-葉いもち； sb-紋枯病。

第8表　水稲試料（わら）の要素分析結果

試料番号	N %	P_2O_5 %	K_2O %	CaO %	MgO %	Fe_2O_3 ppm	SiO_2 %
1	1.0 5	0.3 7	1.8 9	0.5 4	0.3 9	1360	8.9 9
2	1.3 8	0.5 8	2.3 1	0.7 8	0.2 7	720	13.90
3	0.9 5	0.3 3	0.8 6	0.5 4	0.2 5	1360	9.89
4	0.8 1	0.3 6	1.8 9	0.5 9	0.2 2	720	8.06
5-1	0.7 8	0.4 6	1.2 5	0 5 2	0.3 9	1360	7.81
5-2	1.2 0	0.5 8	0.4 1	0.5 4	0 2 5	720	5.1 8
6-1	1.2 0	0.4 2	2.0 2	0.4 7	0.4 1	1360	8.6 6
6-2	1.0 3	0.4 5	2.3 5	0.4 8	0.3 3	720	10.62
6-3	0.8 5	0.4 9	1.8 9	0.4 8	0.2 4	1860	10.50
7-1	0.9 5	0 2 2	1.9 8	0.5 4	0.1 1	720	8.12
7-2	1.5 1	0.3 3	1.5 8	0.4 1	0.1 5	1860	8.90
7-3	0.9 1	0.4 2	1.9 5	0.4 6	0.2 4	720	9.0 4
8-1	0.7 0	0.1 4	1.5 8	0.4 8	0.0 9	1360	9.0 9
8-2	0.9 8	0.2 7	1.4 7	0.4 8	0.1 7	720	7.72
8-3	0.8 5	0.3 5	1.6 5	0.4 1	0.2 2	1860	8.32
9	0.7 6	0.4 7	0.5 6	0.5 4	0.1 8	720	9.9 6
10-1	0.9 4	0.6 2	1.8 0	0.5 0	0.1 4	1860	10.1 5
10-2	1.4 5	0.6 2	2.0 2	0.4 6	0.2 3	720	9.54
11-1	1.4 5	0.1 8	1.7 2	0.7 5	0.2 4	1860	9.70
11-2	1.0 8	0.1 7	2.2 3	0.5 4	0.2 0	720	10.6 7
12	0.8 4	0.4 6	1.9 5	0.5 1	0.1 7	720	6.1 1
13-1	1.4 5	0.2 0	1.7 6	0.6 4	0.0 8	1360	9.9 9
13-2	1.6 8	0.1 8	1.5 8	0.6 1	0.1 5	1860	6.8 6
14-1	1.3 5	0.2 2	2.1 0	0.7 8	0.1 2	1800	8.9 8
14-2	1.1 8	0.4 6	1.7 6	0.7 1	0.1 6	1360	9.58
15-1	0.6 4	0.3 3	2.2 7	0.6 5	0.1 7	720	10.3 1
15-2	0.4 8	0.2 5	3.4 4	0.6 3	0.1 0	1860	13.41
16-1	1.1 8	0.2 7	1.2 5	0.6 7	0.1 6	1360	7.57
16-2	1.0 4	0.3 6	1.6 9	0.6 0	0.1 3	1360	8.0 6
17-1	1.8 8	0.4 0	0.3 5	0.6 5	0.1 6	1860	3.5 8
17-2	2.0 0	0.3 5	0.6 2	0.7 6	0.1 0	2500	5.0 5
17-3	0.9 0	0.5 3	1.7 6	0.6 4	0.0 3	1360	6.3 3
17-4	0.5 6	0.1 5	1.0 6	0.5 9	0.0 8	1860	8.2 1
17-5	0.7 0	0.1 8	1.4 4	0.6 5	0 0 6	720	9.0 9
17-6	1.1 3	0.2 5	1.0 8	0.5 9	0.1 1		7.8 0
17-7	0.8 8	0.1 2	1.1 8	0.6 9	0.1 5	720	8.3 0
18-1	1.1 8	0.4 8	2.2 7	0.8 2	0.0 9	1860	12.33
18-2	0.7 8	0.3 8	3.0 1	0.8 4	0.2 4	720	10.83
19	0.7 3	0 3 3	1.3 7	0.4 4	0.2 4	1860	9.30
20	1.2 3	0.5 8	3.1 5	0.5 3	0.1 8	720	6.47

（風乾物当り）

第9表　水田土壌試料（表土）の化学分析結果

試料番号	土性	PH (H_2O)	全N* (%)	全P_2O_5* (mg/100 gm soil)	有効態** P_2O_5 (mg/100 gm soil)	燐酸吸収係数 (P_2O_5, mg)	還元性*** 2価鉄 (Fe^{++}, ppm)
1	LS	6.4	0.028	13	2.35	700	traed
2	LS	5.2	0.047	26	3.15	850	〃
3	SCL	6.0	0.128	74	1.65	1000	〃
4	SCL	5.8	0.085	72	3.85	1400	-
5	SL	5.0	0.079	26	3.55	1000	960
6	SiCL	6.0	0.101	97	1.95	1250	1470
7	SL	5.8	0.046	28	1.65	1000	1000
8-1	LiC	5.2	-	-	0.55	600	1190
8-2, 3	SCL	5.5	-	-	1.75	1600	1180
9	SL	4.9	0.137	72	2.35	700	trace
10	LiC	5.8	0.275	151	4.25	1500	1340
11	SCL	6.8	0.		1.65	1500	-
12	SL	4.9	0.233	67	5.35	500	700
13	SC	5.2	0.329	174	2.05	1900	1410
14	SCL	5.8	-	-	0.85	1750	-
15	SL-SCL	5.2	0.124	32	1.85	950	-
16-1	LiC-SL	6.3	0.123	36	2.35	700	2290
16-2	LiC-SL				1.65	2000	-
17-1, 2	SL	4.7	-	-	3.35	500	620
17-3	LS	5.4	0.123	62	1.65	850	-
17-4, 5	LiC (humic)	5.9	0.660	-	trace	2000	2930
17-6, 7	SL-L	4.9	0.123	-	4.85	600	1020
18	SCL	6.7	0.131	174	5.65	1250	-
19	LiC	5.4	0.639	154	1.15	2600	1330
20	LiC	5.5	-	-	4.25	2550	1150

* 川口、久馬の報告による。[28]

** Olsen法[36]による。

*** 採取直後に分析した。

(2) 水稲の養分欠乏と土壌の性質

本調査の目的である Soil and Plant Relationship についての検討は筆者の行なつた土壌の燐酸、鉄に関する分析値（第9表）の他に、ほぼ、同地点の土壌について報告された川口、久馬らの分析データ[28]が参考となつた。

a 窒素　熱帯気候下では有機物の分解が早いので、水稲は土壌窒素に依存するより投下肥料に影響されるところが大きい。一般に生育不良の水稲は窒素含量が低く、燐欠、加里欠や Bronzing の水稲は含量が高い傾向を示した。

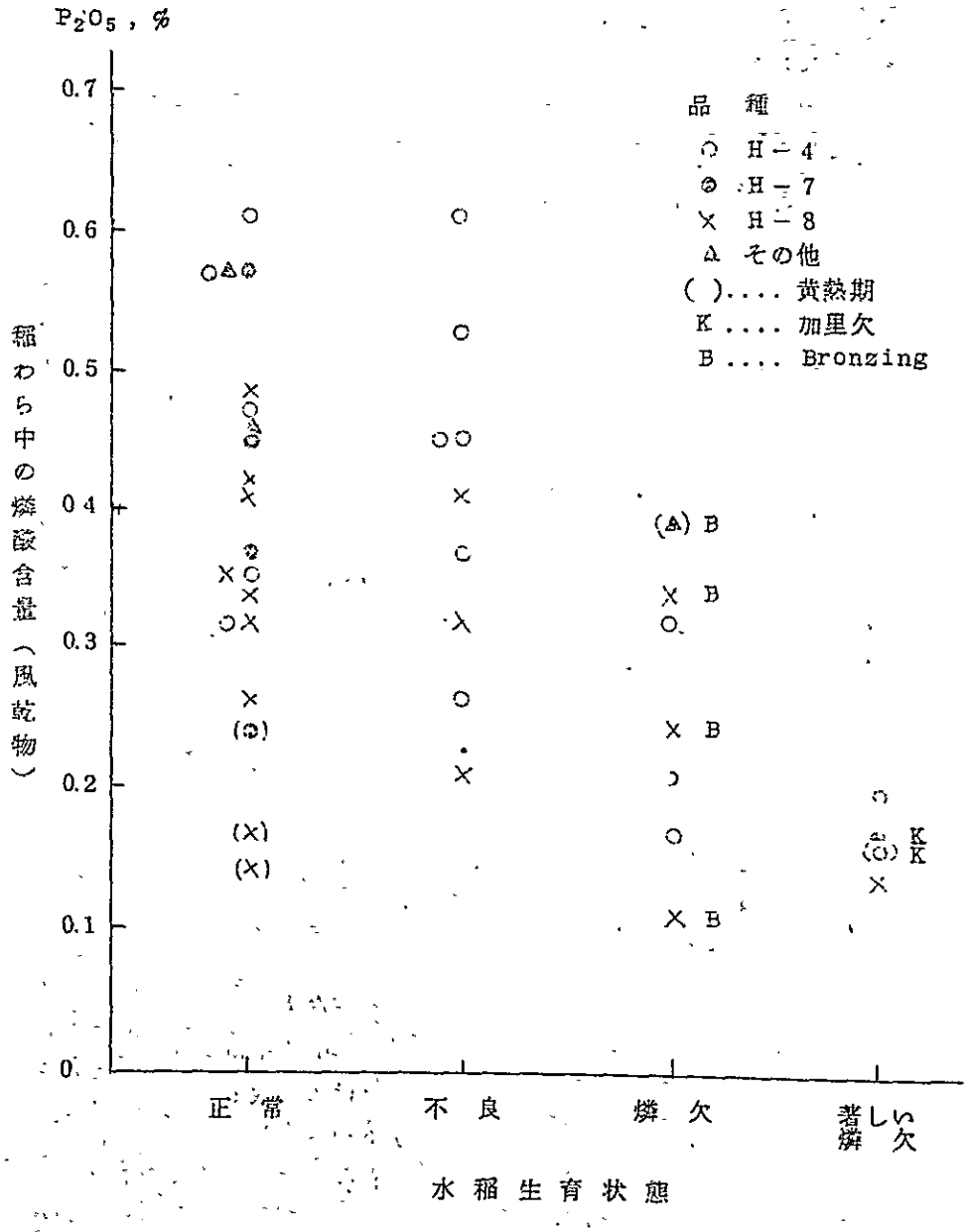
b 燐酸　最も広く分布すると観察された燐酸欠乏症は化学分析の結果稲わらの燐酸含量とかなり高い相関を示した。第4図にみられるように黄熟に入つて燐酸含量の低下した試料を別にすれば、含量0.4％以下で症状が出るようである。

第5図は稲わらの燐酸含量と土壌（表土）の有効態燐酸含量（OLSEN法）[36]との関係を示したもので、これもかなり高い相関が見受けられる。例外は Bombuwela の Bronzing病が出る砂質土壌（17－6，7）であつて、この土壌燐がどのような形態を持つているか興味がある。同図から両者の関係は次のように整理される。

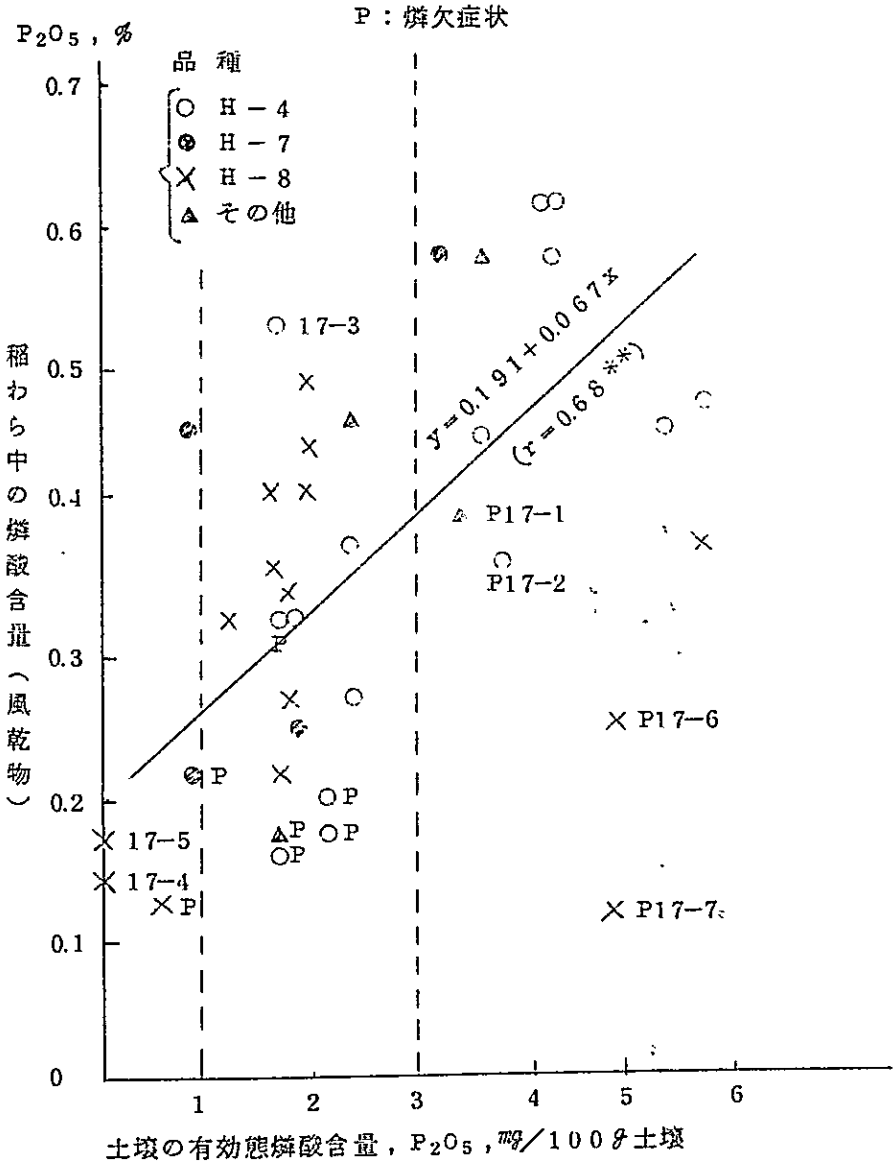
水稲の燐酸欠乏程度	作土の有効態燐酸含量 (OLSEN法，P_2O_5，mg／100g)
1. 正　常	3.0 mg 以上
2. 欠　乏	1.0 － 3.0 mg
3. 著しく欠乏	1.0 mg 以下

有効態燐酸含量を全国にプロットしたのが第6図で、これには Kurunegala District で現地試験を行なつた15ケ所の分析値が加えられている。国立の試験地は長年の施肥で燐酸の蓄積がみられるが、農家の水田は欠乏しているのが多い。これだけの点数では地域差は明らかでないが、燐酸欠乏は dry zone ばかりでなく、intermediate zone から wet zone の山手にかけて著しいことがうかがえよう。土壌の燐酸吸収係数が意外に高いことを考えあわせて、欠乏対策の必要

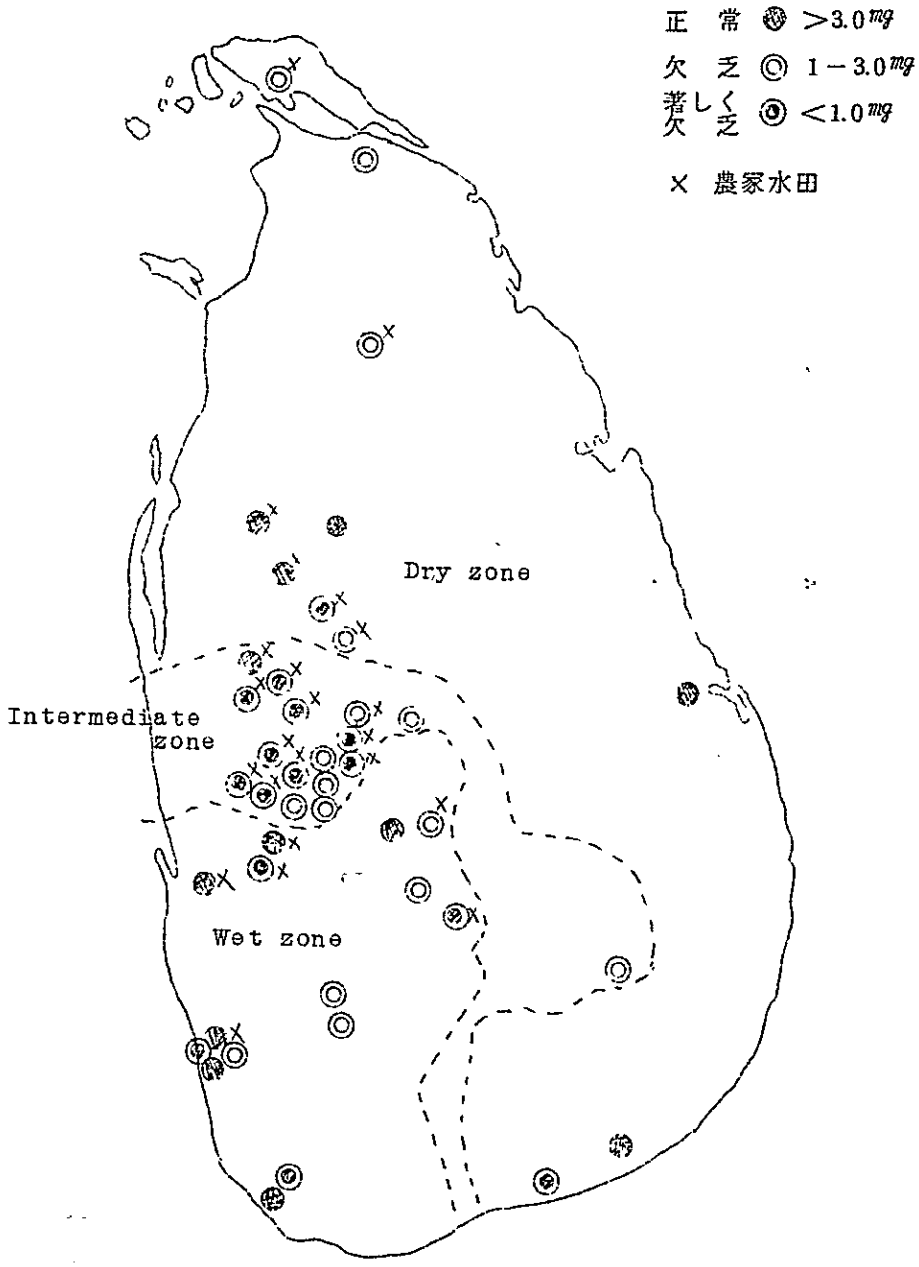
第4図　水稲の病徴と燐酸含量の関係



第５図　稲わらの燐酸含量と水田表土の
有効態燐酸含量の関係



第6図　水田土壌試料の有効態燐酸含量の分布



性が強調される。

c　加里　　土壌の置換性加里は 0.2 me. 以内が多く、一般に稲わらの加里含量は低いようである。両者の相関は明らかでなかつた。生育障害と低い加里含量との関係は第7図のように大体認められるが、加里欠として採取した試料で必ずしも加里含量が低くなかつた理由ははつきりしない。Bronzing 水稲の著しい加里欠乏が注目されよう。また在来種がとくに低いことも興味深い。

d　石灰　　土壌の置換性石灰は 2 me. より少ない例が多いが、稲わらの石灰含量は 0.6 % もあつて比較的高い。両者の関係は認められないが、生育不良、欠欠試料では含量が低い。H－7 は一般に石灰含量が高いようである。

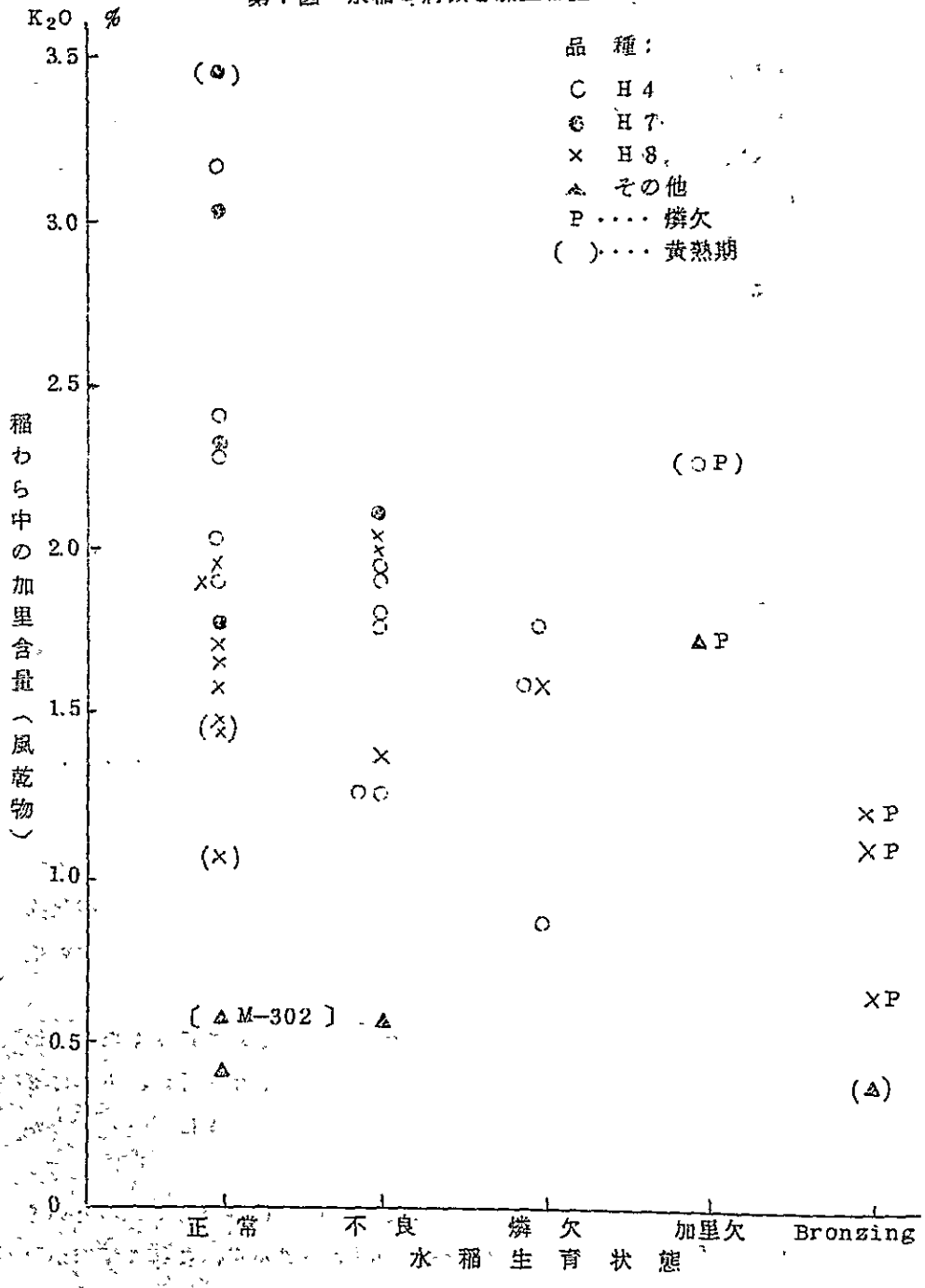
e　マグネシウム　　全体に著しく含量が低い。生育障害と低含量との結びつきはどうにか認められる程度である。土壌の置換性マグネシウムが 2me. の範囲では、わら中の含量との関係がみられる。dry zone の試料に含有率が大きいのは土壌の石灰含量が比較的高いためと思われる。燐酸とマグネシウムの吸収は相助的であるとされているが、[67] 本調査でも第8図に示すように両者の相関が推定される。マグネシウム欠乏の水田土壌が多い現状からみて施肥上の問題点であろう。

f　鉄　　第6表の断面における層序から分るように水田土壌では還元状態がよく発達している。代表的な層序として Apg － ACgcn － IICcn があげられるが、これはラテライト結核に富む最初の母材の上に別の母材が沖積され、これが還元状態にあることを示す。母材は著しく酸化鉄に富むから、還元された活性の2価鉄が高濃度に存在し、グライ色の消えることはない。

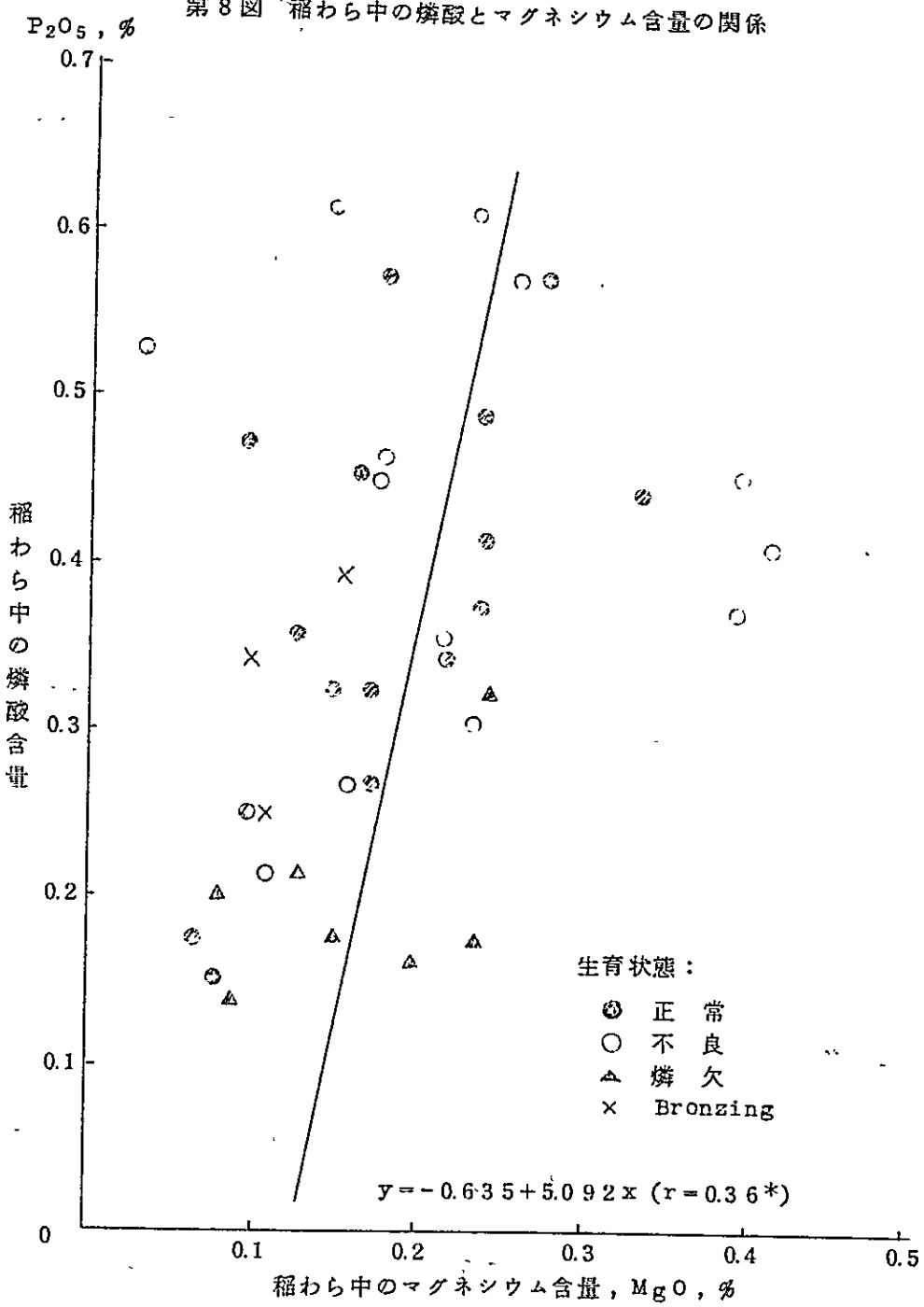
従つてこのような培地で栽培されると鉄の吸収は必然的に多くなり、過剰障害の頻度も大きい。分析した試料では、しかし生育障害、土壌の2価鉄含量と稲わらの鉄含有率との関係は試料全体としては明らかでなかつた。

g　珪酸　　Indica 稲の特徴の一つとして珪酸含量が著しく低いということが挙げられる。手で触ると割合硬い感じがするが、これは葉肉が厚

第７図　水稲の病徴と加里含量の関係



第8図　稲わら中の燐酸とマグネシウム含量の関係



いためで、Japonica 稲のようにガサついた感じがない。周知のことだが葉の垂れた草型からしてもこのことが推定される。

しかしながら Bronzing 稲の特に低い珪酸含量を除いて、生育障害や土壌中の有効態珪酸含量との間には一定の関係がみられない。第9図は土壌の有効態珪酸含量と対比したもので、SiO_2，8㎎以下で多少稲わらの珪酸含量が落ちている。日本では稲わらの珪酸含量が11％を割ると珪酸欠乏と見なし、土壌中の有効態珪酸は10.5㎎以下で症状を呈するとされている。[18] Indica 稲はこれより低いところに限界がありかりに稲わら中の含量を8％以下とすれば、土壌の有効態珪酸は8㎎以下になる。セイロンの水田には砂壌土が多い点からして珪酸栄養をいかに改善するか問題であろう。

(3) Bronzing 稲の要素含量の特徴

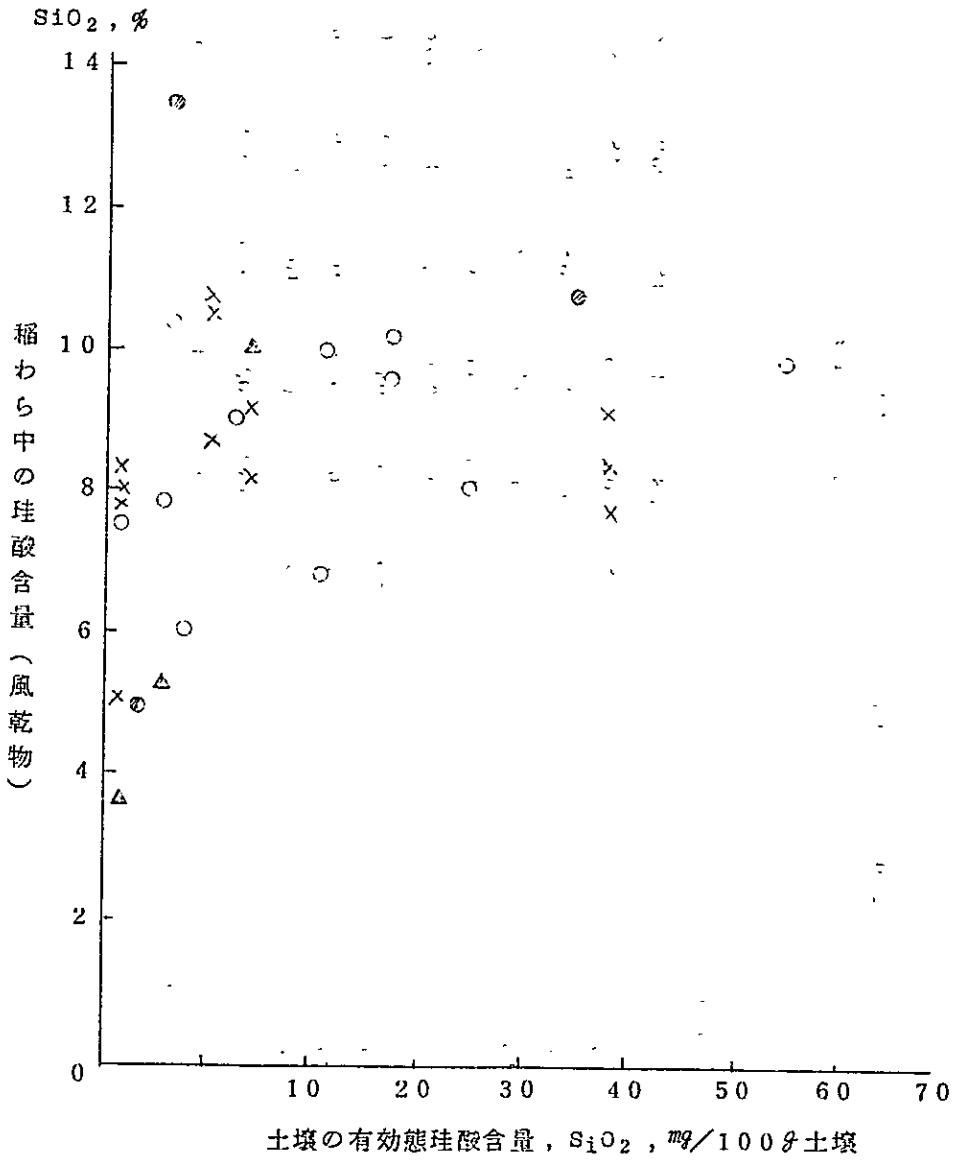
すでに部分的に述べて来たが、Bronzing 病にかかつた水稲と健全と思われる水稲との要素含量を比較するため第10表を作製した。両者の違いは極めて歴然としており、窒素、石灰および鉄の他はいずれも含量が低くとくに加里とマグネシウムの欠乏が著しい。窒素の過剰は後に述べるポット試験にも同じ結果が出たが、現地で窒素単肥で本病が発生しやすいことと符合するようである。

鉄の過剰吸収と低加里含量も従来の見解と一致する。マグネシウムは明らかに欠乏していると考えられるが、あるいは石灰の過剰吸収に抑えられたのかも知れない。珪酸含量の低いのも含めて、土壌の養分供給力の不良性がかなり強く影響していることは否定できない。とくに加里施肥の重点的改善が必要であろう。

2. 水稲の養分欠乏ならびに Bronzing 病対策に関する試験と勧告

現地調査と分析の結果から明らかなように、セイロン水稲の生育状況はいわば養分欠乏の見本市の感を呈しており、ほとんど全要素にわたつて欠乏症が存在するようである。しかしながら限られた滞在期間中にこれらの個々について試験研究を進めることは不可能なので、主として燐酸と珪酸の問題と Bronzing 病の治癒対策に試験の重点をおくことにした。まず現在調査を行

第9図　稲わらの珪酸含量と水田表土の
有効態珪酸含量の関係



第１０表　正常稲とBronzing稲のわら（乳熟期）分析値の比較

（Maha Season 1967 - 68）

生育	試料	地点	品種	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	SiO_2
A, 正常	4	Maha Illuppallama	H-4	0.81	0.36	1.89	0.59	0.22	0.072	8.06
	6 - 2	Nalanda	H-8	1.03	0.45	2.35	0.48	0.33	0.072	10.62
	7-- 2	Batalagod	H-8	1.51	0.33	1.58	0.41	0.15	0.186	8.90
	18 - 1	Tissamaharma	H-4	1.18	0.48	2.27	0.82	0.09	0.186	12.33
	平均			1.13	0.41	2.02	0.58	0.20	0.129	9.98
B, Bronzing	13 - 1	Pussellawa	H-4	1.45	0.20	1.76	0.64	0.08	0.136	9.99
	17 - 1	Bombuwela *	H-6	1.88	0.40	0.35	0.65	0.16	0.186	3.58
	17 - 2	Bombuwela *	H-8	2.00	0.35	0.62	0.76	0.10	0.250	5.05
	17 - 6	Bombuwela	H-8	1.13	0.25	1.08	0.59	0.11	0.358	7.80
	平均			1.62	0.30	0.95	0.66	0.11	0.233	6.61
B/A, %				143	73	47	114	55	181	66

* 農家水田

い次に試験に入るのが順序であるが、実際は両者は同時に着手せざるを得なかつた。以下はその要約である。

(1) 燐酸肥料の施用法に関する試験

燐酸問題を第一に取りあげた理由は次の如くである。

1. 水稲の燐酸欠乏症が最も頻繁にみられる。
2. 燐酸の施用法に問題がある。すなわち、農村省ではいまだに燐鉱石粉(Saphos Phosphate)を奨励している。[5)]
3. 燐欠土壌に対して日本で用いられている溶成燐肥の効果はどうか。

試験はポット試験と圃場試験から成り、前者はC.A.R.I.の網室内で、後者は国営試験地および農家の水田で行なつた。

a 燐酸肥料の種類

使用した肥料は3種類で、燐鉱石粉、熔成燐肥(Fused maynesium Phosphate)と重過燐酸(Conc.super Phosphate)である。この順に燐酸は効き目が早く出る。燐鉱石粉は燐酸肥料の原料である燐鉱石をただ細粉にしただけで効き方が遅いが、酸性土壌では十分に効果があるとされ、燐酸成分当りの単価が安いという理由で、かつてセイロン全域にこれが奨励された。その後、水溶性の燐酸を多量に含む重過燐酸の方が効果が良いことが、dry zone の水田で行なわれたFAOの試験[61)]で分り、1967年から dry zone 全部と intedlate の酸性でない水田にこの肥料が推されるようになつた。しかし燐鉱石粉はいまだに wet zone に使用が奨められている。熔燐はこれと同じく拘溶性の燐酸を含み、特殊な機構で作物に吸収される。[32)] 土壌に固定されにくいので火山灰土壌のような燐欠土壌に多く用いられ、酸化物の含量が多いので湿田の還元土壌にもその効果が期待される。また含まれるマグネシウムその他の微量要素の効果もあるという。[66)]

まずポット試験では燐欠症状を異にする3種の土壌を選び、H-4を用いて燐酸量を0-4g/ポットで4水準で栽培実験を行なつた。その成績は第10図と第11表に示す通りで、燐欠のひどい Panaliya 土壌 (Kurunegala District) では、燐鉱石粉施用区は一様に燐欠症状を呈し草丈、茎数共に最後まで回復しなかつた。第12表の化

第１１表　　燐酸肥料の形態と施用効果に関する
ポット試験結果
（Maha　1967-68，H-4）

供試土壌	処理* (P_2O_5' g/pot)	草丈 (cm)	最高茎数	穂数	収量 (g/pot) わら	穂	計
I PANALIYA 埴土	1.No 0	95.7	10.0	9.5	15.2	18.9	34.1
	2. SP 1	108.8	37.5	27.0 *	51.7	47.7	99.4
	3. 〃 2	104.7	47.0	28.0 *	62.7	50.4	113.1
	4. FP 1	105.1	53.0	28.5 ***	71.3	46.5	117.9
	5. 〃 2	107.0	48.5	24.0 ***	67.0	37.3	104.3
	6. CP 1	106.0	52.5	25.0 ***	70.5	37.3	107.8
	7. 〃 2	108.0	43.0	29.0 **	61.4	45.1	106.5
II BOMBUWELA 砂壌土	1.No P 0	98.6	32.5	20.5	52.3	51.9	104.2
	2. SP 1	95.5	34.5	17.5	42.5	48.2	90.7
	3. 〃 2	101.1	31.0	21.5	44.6	57.9	102.5
	4. 〃 3	102.4	30.0	19.5	45.5	49.1	94.6
	5. FP 1	111.1	41.0	23.5 **	59.9	57.1	117.0
	6 〃 2	111.3	40.5	27.0 *	67.5	63.3	130.8
	7. 〃 3	112.7	39.5	23.5 **	64.4	48.9	113.3
	8. CP 1	106.7	43.5	25.0 ***	71.5	37.9	109.4
	9. 〃 2	105.3	46.0	27.5 ***	70.2	41.6	111.8
	10. 〃 3	114.4	45.5	26.0 **	62.3	49.5	111.8
	11.FP+CP2	112.5	48.0	25.0 **	63.5	56.0	118.5
III BOMBUWELA 黒泥土	1.No P 0	99.8	36.5	20.5	43.0	56.8	99.8
	2. SP 1	100.5	37.5	18.5	41.0	52.1	93.1
	3. 〃 2	104.5	35.5	19.5	45.3	52.7	98.0
	4. FP 1	101.2	38.5	26.0	53.9	64.4	118.3
	5. 〃 2	108.3	35.0	23.5	48.7	64.5	113.2
	6. CP 1	104.1	38.5	22.7	48.6	58.3	106.9
	7. 〃 2	105.9	40.5	27.0	55.0	63.3	118.3

* SP-Saphos phosphate; FP-fused magnesium phosphate; C
CP-conc. super phosphate.
穂数の項にエンドリン（誤用）の薬害の程度を　*→*** で示した。

学分析値から燐酸の吸収利用率の差が明らかで、他の要素吸収とも関係がみられる。他の2土壌では国立試験地で燐酸施肥の前歴があるため生育差は縮まつているが、無燐酸区とほゞ同じ収量に終つた。始めに述べたようにC.A.R.I.前に新しく拓かれた水田土壌も著しい燐欠症状を示した。肥料の種類についてはやはり同じ成績で、燐鉱石粉は熔燐、重過燐酸に及ばない。第13表の測定値から1.5g施用で十分とすれば、エーカー当り燐酸成分として670ポンドという莫大な量なる。

次に圃場試験の結果であるが、これは冒頭の地図（第3図）に示すように、農家水田を多く使用した。Maha期（1967-68）の収量成績のみを要約したのが第14表である。国立の試験地での成績よりも、セイロンの代表とみるべき農家水田における成績をみると、明らかに燐鉱石粉が劣り、熔燐は重過燐酸より優る結果を示している。次いでYala期（1968）にも新たな農家水田を加えて実施したが、同様の結果が得られた。

b　燐酸肥料の施用量

燐鉱石粉よりも他の近代的燐酸肥料の方が当然のことながら明らかに優れていることは、砂質の酸性土壌でも証明されたので、Yala期（1968）には主として用量試験に意を用いた。圃場はKurunegala Districtの農家水田2ケ所しか使用できなかつたが、その1ケ所であるNikaweratiyaで得られた成績が第15表である。ここでも無燐酸は欠乏症状がひどく、燐鉱石粉施用による改善はむずかしい。土壌は同時に強還元状態で、熔燐がかなり良い成績を示している。用量としてはエーカー当り150ポンドが妥当と考えられる。

燐酸肥料はその成分が土壌に吸着され、作物による吸収利用が1作に止まらず数作におよぶのが普通である。この残効についての試験はポット試験でしかできなかつたが、その結果は同様に燐鉱石粉が劣つた。

c　施用法に関する勧告

以上の結果に基ずいてセイロン政府農林省に対し行なつた勧告は次

の如くである。これに筆者の行なつた現地調査や既往の研究成積も参考にされた。

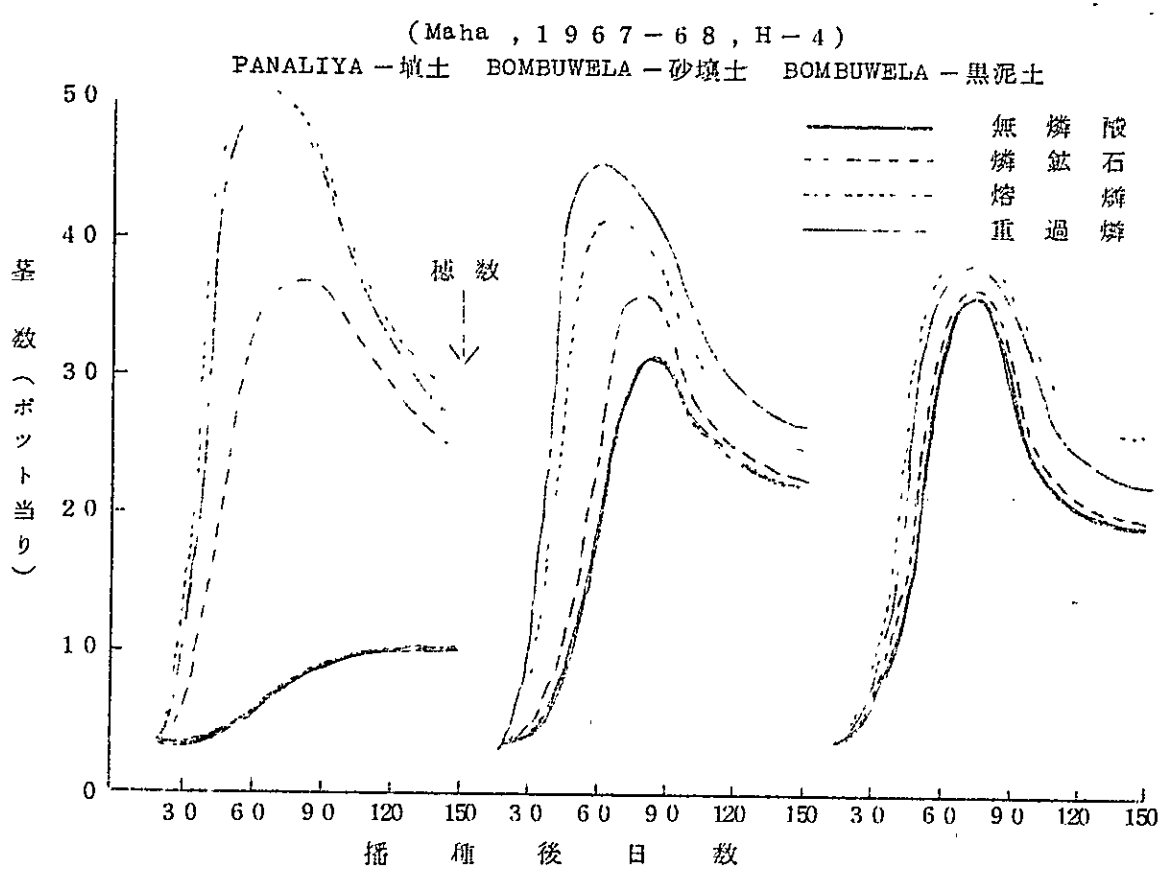
(i) 燐鉱石粉は直接、残効ともにその効果が低いので、wet zone 水田に対する奨励を中止すべきである。このため現行の政府施肥基準を改訂する必要がある。

(ii) これに代つて奨められるのは、重過燐酸や熔燐で、適量は成分量としてエーカー当り、普通土壌で80ポンド、燐欠土壌で160ポンドが妥当である。燐欠土壌に対しては少くとも続いて3－4作は大量に施し、以後は普通土壌のレベルに下げてよろしい。

(iii) 土壌の燐酸欠乏の程度は水稲の症状からも判定されるが、明らかな欠乏はOLSEN法による有効態燐酸量が土壌100g当り1mg以下の場合に起ると考えられる。1－3mgの土壌では燐欠が起りやすいので、燐酸増施が望まれる。この該当地域を明らかにするため、細部調査が必要であろう。

ところで燐欠症状については多少紛らわしいことがある。それはIndica稲の一般性かどうか知らないが、在来種にはしばしば濃緑色を呈し、あたかも燐欠の様相をみせるものが少なくない。改良種でもH－8などには同様の性質がある。先にOiolet Bronzing と呼んだのがこのgwup に入るもので、生育障害を受けると花青素が増えて葉が紫緑色になりやすい。このgwupは明らかに燐酸は不足した培地条件で長年育成されたものと考えられるが、それでは果して燐酸欠乏に対する抵抗性が大きいのか。多分そうだとすれば、土壌から燐酸を吸う力が大きいのか、あるいは少量の燐酸でも正常の代謝を営み得る素質を持つているのだろうか。これは耐肥性品種を育成するという近代的育種の動向からしても興味ある問題と思われる。元来、日本の水稲の例でもそうであるが、燐酸の肥効というのはあまり顕著に出ないのが常である。しかし、日本の火山灰土壌とは生成的に違つても、ここの大半を占めるラテライト性土壌の燐酸含量や吸収係数にみられる類似性からして、燐酸増施による増収の期待は決して小さくない。

第１０図　燐酸肥料と茎数の推移（ポット試験）



第１２表　燐酸肥料試験の稲わらの要素含量

—PANALIYA 埴土 H—4, Maha 1967/68—

処理 P_2O_5 g/pot	N %	P_2O_5 %	K_2O %	CaO %	MgO %	Fe_2O_3 ppm	SiO_2 %	灰分 %
無燐酸	1.03	0.09	1.42	1.13	0.23	1610	3.76	6.84
燐鉱石								
1.0	0.66	0.12	1.07	1.05	0.31	1360	2.54	5.98
2.0	0.59	0.18	091	1.08	0.24	2500	2.14	5.19
熔燐								
1.0	0.61	0.23	0.95	1.00	0.36	1040	3.31	5.57
2.0	0.60	0.33	1.00	0.95	0.34	720	444	7.36
重過燐								
1.0	0.64	0.28	1.03	0.86	0.36	1610	2.23	5.00
2.0	0.65	0.34	1.00	0.93	0.33	2180	2.34	6.05

（収穫期，風乾物当り）

第13期　燐酸肥料の形態と施用効果に関するポット試験結果

－ C.A.R.I.　埴土、Yala 1968, H－4－

処理 *	穂長 (cm)	穂数 (per pot)	有効茎歩合 %	収量 (gm/pot) わら	穂	計	籾	籾わら比 (%)
1. No P	25.2	10.0	83	23.9	12.2	46.1	11.1	46
2. SAP－0.5	27.3	19.5	67	55.6	36.4	92.0	33.9	61
3. －1.0	26.9	22.7	73	58.4	39.2	97.6	36.4	62
4. －1.5	26.0	24.3	72	63.4	42.9	106.3	39.6	62
5. －2.0	26.6	22.0	73	60.9	38.1	99.0	35.3	58
6. FMP－0.5	26.8	22.0	80	55.0	37.4	92.4	34.9	63
7. －1.0	27.0	25.0	75	68.1	44.9	113.0	41.8	61
8. －1.5	27.7	23.4	64	68.0	48.6	116.6	45.3	67
9. －2.0	26.8	23.5	69	65.3	47.2	112.5	44.2	68
10. CSP－0.5	26.8	24.7	73	64.4	38.8	103.2	35.8	56
11. －1.0	27.4	23.0	75	63.4	41.7	105.1	39.2	62
12. －1.5	26.6	25.7	80	66.0	40.9	106.9	38.0	58
13. －2.0	26.5	26.3	71	65.4	49.0	114.4	42.5	65
14. CSP－2.0 **	26.5	29.7	76	91.2	49.2	140.4	45.1	49

* SAP-Saphos phosphate; FMP-Fused Mg phosphate; CSP - Conc. supfr phosphate.

** NとK2Oを他区の倍量とした。

第14表　燐酸肥料の肥効に関する圃場試験結果

国立試験地水田（H-8）

地点	処理 N－P_2O_5－K_2O* (lbs/acre)	収量 (bu/ac)	収量差 (bu/ac)	収量比 %
1. NALANDA	45A-47C-50M	88.8		100
	〃 -47F- 〃	94.5	+ 5.7	106
2. BATALAGODA	45A-71C-42M	68.1		100
	〃 -71F- 〃	74.9	+ 6.7	109
3. KARAPINCHA	39U-47S-42M	69.8	- 1.9	97
	〃 -47C- 〃	71.7		100
	〃 -47F- 〃	69.8	- 1.9	97
4. BOMBUWELA -Sandy	26U-40S-42M	50.6	- 8.0	86
	〃 -40C- 〃	58.6		100
	〃 -40F- 〃	63.3	+ 4.7	108
-Humic	39U-40S-42M	70.5	- 6.6	91
	〃 -40C- 〃	77.1		100
	〃 -40F- 〃	73.9	- 3.2	95
平均	燐鉱石		- 5.5	91
	重過燐		0.	100
	熔燐		+ 2.4	103
農家水田				
1. IBBAGAMUWA (H-4)	45A-45C-45M	60.5		100
	〃 -45F- 〃	70.5	+10.0	117
2. KULIYAPITIYA (H-8)	39U-47C-42M	51.0		100
	〃 -47F- 〃	64.2	+13.2	125
3. PANNALA (H-8)	39U-47C-42M	51.0		100
	〃 -47F- 〃	54.2	+ 3.2	106
	〃 -94F- 〃	59.5	+ 8.5	117
4. GODIGAMUWA (H-8)	39U-47C-42M	68.9		100
	〃 -47F- 〃	64.2	- 4.7	95
	〃 -94F- 〃	73.7	+ 4.8	107
5. RANALIYA				
-Yala 1967 (H-7)	52U-31S-35M	66.3	-17.0	80
	55U-60C-50M	83.3		100
-Maha 1967-68 (H-8)	52U-47S-42M	34.5	-26.8	56
	〃 -47C- 〃	61.3		100
〃	52U-47C-42M	52.2		100
	〃 -47F- 〃	56.2	+ 4.0	108
6. WARAKAPOLA (H-8)	39U-47C-42M	62.0		100
	〃 -47F- 〃	80.6	+18.6	130
平均	燐鉱石		-21.9	78
	重過燐		0.	100
	熔燐		+ 6.9	114
総平均	燐鉱石		-10.8	83
	重過燐		0.	100
	熔燐		+ 4.8	109

*　A－硫安；　U－尿素；　C－重過燐；　S－燐鉱石；　F－熔燐；　M－塩加

第15表　燐酸用量に関する圃場試験結果

収量要素　－ NIKAWERATIYA 埴土 Yala 1968, H-7

処理		稈長	穂長	穂数	刈わら
燐酸肥料	用量 (lb/ac)	(cm)	(cm)	(per sq. f)	比 %
燐鉱石粉	0	81.9	21.8	20.0	148
	75	67.5	22.4	21.6	152
	150	66.1	23.8	23.7	160
	225	78.0	23.8	22.6	138
重過燐酸	75	66.2	22.9	24.3	138
	150	81.3	23.9	24.8	146
	225	76.7	22.3	27.4	143
熔成燐肥	150	77.0	23.8	27.6	142

収　量（エーカー当り）：

処理		Straw	Grain	Chaff	Total	Grain	Grain (percent of control)
燐酸肥料	lb/ac	(lb)	(lb)	(lb)	(lb)	(bu)	
燐鉱石粉	0	1888	2794	192	4874	60.7	100
	75	1906	2894	269	5069	62.9	104
	150	1950	3124	307	5381	67.9	112
	225	2203	3032	169	5404	65.9	109
重過燐酸	75	2687	3700	330	6717	80.4	132
	150	2449	3853	246	6548	83.8	138
	225	2940	4214	307	7461	91.6	151
熔成燐肥	150	3024	4291	230	7545	93.3	154

備　考　共通肥料は次の通り
Nitrogen（硫安）－ 75 lb of N,
Potassium（塩加）－ 75 lb of K_2O

(2) 珪酸肥料の施用法に関する試験

東南アジア地域に燐欠土壌の多いことが、ラテライト土壌生成作用
映だとすれば、珪酸と塩基類の溶脱がこの生成作用の主体であるとい
説の上に立つて、燐酸の次に欠乏の予想されるのが珪酸である。こ
初からの筆者の予想であり、長年米作に依存しているセイロンでは
収の所産として珪酸欠乏の可能性が大きいだろうとの期待があつた。

日本の場合でも、珪酸が肥料として注目を浴びたのは第2次大戦
あつたから、肥料普及の初歩段階である当国に対してすぐさま珪酸
の関心を求めるのは無理であろう。それに稲の収穫はわらの半分を
刈りで、同じく珪酸質の雑草も鋤込まれるので、珪酸の略奪を慣習
なくしているし、緑肥など有機質肥料を施す地域ならば珪酸補給の
もなつていることが了解される。さらに沖積水田の場合は立陵地に
土壌浸蝕が著しいので降雨の際に流入する粘土に珪酸の給源を見出
も現実である。永久に濁むことのないメコン、メナム河の流れほど
つてはいないとしても、雨毎に赤土は砂を残し川の流れを朱に染め
わゆる濁りより濁むことのないのが、川釣りに関心を持つ筆者の
もあつた。しかしこの逆に激しい流入表面水に蝕された水田の
立つ。事実、Wet zone から intermediate zone にかけて砂
土壌の有効態珪酸含量は概して少ないというべきであろう。

セイロンにはかつては堆厩肥を作る習慣があつたが、近年は農民
煩わしさを嫌つて水田に施用する習慣がすたれたと聞いている。
草は野に山に尽きることがないのに誠に残念だと思う。筆者の当面
いは珪酸肥料の効果を確認することにあつたので、日本から送付恵
た鉱滓(Slag)を用いて試験を行なうことにした。

a 珪酸肥料の効果

日本での経験を述べるならば、沖積の粘土質水田や洪積の火山
の稲は触つてみて硬い感じがする。これは珪酸含量が高いからで
珪酸植物である稲の生理の中で珪酸が持つ役割は長い間はつきり
つたが、近年の研究では耐病性、耐倒伏性の他に、根の機能を活
てその養分吸収を円滑にするということが次第に明らかにされた

だからこの大量要素の必須性は少なくとも Japonica 稲に関する限り歴然たる事実と考えられている。

そこで問題となるのが Indica 稲で、触感に訴えられる硬さの差がどうもはつきりしない。Japonica 稲に比べてかなり珪酸含量が低いという分析結果はすでに動かし難い。Ceyhn Indica がどのように珪酸肥料に反応するかは試験結果に待つしかない。ポット試験は Maha - Yala (1967-68) の2期にわたり、2種類の水田土壌を用いて行なつた。第16表は Maha 期の成績で全体として15-24% の増収になつている。用いた鉱滓は珪酸以外に石灰、マンガン等の有効成分を含んでいるので、これらの相助効果が考えられるけれども、対照に用いた珪酸ゲルの効果からみて、主として鉱滓中の有効珪酸が役立つたことが分る。このことは結局触感でははつきりしなかつたが、稲わらを分析したところ一目瞭然で、第17表に示すように珪酸含量が施用により 0.8-2.6% も高くなつている。その他、肥料の種類と要素吸収の関係もみられるが、収穫期の稲わらでどうしてかくも珪酸含量が低いのであろうか。これはポットという特殊な栽培条件、灌漑水質の影響とも考えられる。

現地試験も同様に行なわれ、その中で Maha 期の収量結果は第18表に要約される。ポット試験よりも効果が弱く出ているのは圃場管理が十分でない等の点で止むを得ない。稲わら分析の結果、やはり珪酸含量が多かつた。1ケ所、Kurunegah District の Maho では、砂質のほとんど無肥料地帯を選んだにも拘らず、好天と灌漑水に恵まれたせいか珪酸肥料施用区は152 bushel/acre (反当にして玄米約3.8石に相当) という高収量が得られた。対照区は政府基準の通りで、同じく100 bushel 以上の収量をあげているので、これは施肥による増産効果を如実に物語つている好例といえよう。

b 施用法に関する勧告

Indica 稲は珪酸含量が低いという特徴があるが、珪酸肥料に対する反応は十分に認められるので、次のような対策が勧められる。

(i) 砂質から壌土質の水田地域に対し珪酸肥料を少くとも2作に1回の割合で施用することが望ましい。施用量は土壌酸性の程度や珪酸欠乏

第16表　珪酸肥料の効果に関するポット試験結果

(Maha 1967-68, H-4)

供試土壌	処理	草丈	城高茎数	穂数	収量 (g/pot) わら	穂	計
I BATALA-GODA 壌土	1. Control	88.8	42.5	19.5	44.4	36.9	81.3
	2. SiO_2 gel, 1	99.7	45.0	20.5	50.0	44.3	94.3
	3. 〃 2	95.1	49.5	20.0	49.4	41.3	90.7
	4. Ca-s, 3.85	91.8	47.5	19.5	45.9	43.0	88.9
	5. 〃 7.70	93.3	49.0	20.0	45.7	40.6	86.3
	6. Mn-s, 5.0	95.5	46.5	20.0	48.8	36.7**	85.5
	7. 〃 10.0	92.1	38.0	20.0	47.2	45.4	92.6
II BOMBU-WELA 砂壌土	1. Control	89.0	50.5	22.5	49.4	42.4	91.8
	2. SiO_2 gel, 1	90.0	44.0	21.5	54.5	49.0	103.5
	3. 〃 2	93.4	50.5	24.0	52.7	48.8	101.5
	4. Ca-s, 3.85	90.1	44.0	24.5	48.9	52.6	101.5
	5. 〃 7.70	94.7	42.0	22.0	44.5	48.9	93.4
	6. Mn-s, 50	87.3	43.5	20.5	46.7	43.1	89.8
	7. 〃 10.0	93.8	38.0	20.5	55.6	48.3	103.9

* Ca-s - Ca, Mg slag; Mn-s - Mn slag (微量要素肥料)　** 螟虫害あり。

第１７表　珪酸肥料ポット試験の稲わらの要素含量

－ BOMBUWELA 砂壌土、H-4 Maha 1967／68 －

処　理 (mg/pot)	N %	P_2O_5 %	K_2O %	CaO %	MgO %	Fe_2O_3 ppm	SiO_2 %
1. No silicate	0.47	0.23	1.47	0.85	0.24	1359	1.62
2. Silica gel (1.0)	0.42	0.23	1.76	0.86	0.22	1037	2.45
3. 〃 (2.0)	0.41	0.26	1.80	0.83	0.25	715	3.66
4. Ca, Mg slag (3.85)	0.42	0.19	1.77	0.88	0.27	1037	2.49
5. 〃 (7.70)	0.41	0.18	1.72	0.90	0.26	1037	3.44
6. Mn slag (5.0)	0.44	0.23	1.90	0.89	0.30	1037	3.68
7. 〃 (10.0)	0.42	0.20	1.80	0.80	0.34	1037	4.21

状態により異なるが、エーカー当り肥料分として1,000 － 1,800ポンドが妥当である。

(ii) 施用効果が大きく期待されるのは、土壌の有効態珪酸含量が4mg以下、稲わらの珪酸含量8%以下の地域である。

(iii) 最も素ぼくな手段として禾本科雑草を利用した堆厩肥の施用を復活すべきである。高温下で分解が早いので、生のまゝの施用法を研究することが望まれよう。これは製鉄工業を持たない、したがつて鉱滓活用の道がないセイロンとしては重要な問題である。

(3) 加里肥料の施用法に関する試験

加里欠乏土壌の分布は dry zone の全体と、wet zone の海岸沿いに多い。任期中、土壌の有効態加里を分析する余裕なく、また土壌母材と加里供給の関係も不明なので、後で述べる Bronzing 病対策を除いては、加里の重点試験は行なわなかつた。ただ Kururegala District における対策試験の中で、2.3.加里の増施を試みた程度である。その結果はあまり顕著な増収効果を示さずに終つている。

したがつて加理施用法の勧告としては、Wet zone の Bronzing の出やすい低湿土壌 (Acid swamp soil など) の地帯で、現行基準の4倍位に当る160ポンド成分量を施すようにしたい。

Dry zone の加里欠地帯では120ポンド位が妥当であろう。元来、水稲の加里吸収は土地環境条件に左右されやすい。つまり、根系障害が起ると有効態加里の多少にかかわらず、加里吸収が激減する。したがつて、加里欠対策は土地排水のような改良対策が何よりも先行しなければならない。

なお、目下のところ加里肥料は塩加だけが輸入使用されている。

(4) 窒素ならびに化成肥料の施用法に関する試験

順序が不同となつたが、窒素肥料と緩効性の窒素成分を含む粒状化成の効果について述べたい。現在用いられている窒素肥料は硫安と尿素で、施肥基準はエーカー当り成分で40ポンド前後と多くない。尿素が wet zone 一帯に勧められているのは一応無難というべきであろう。ポット試験で窒素肥料を比較した結果では、第19表にまとめたようにアンモニア塩に比べて尿素の肥効が劣る。

第18表　鉱　およびドロマイトの効果に関する圃場試験結果

（Maha　1967−68）

国立試験地　（H−8）

地　点	処　理 (N−P O_5−K_2O) (lbs/acre)	収　量 (bu/ac)	収量差 (bu/ac)	収量比 %
1. BATALAGODA	Control (45−71−42)	68.1		100
	+ Ca−s 1500 (〃)	69.6	+ 1.5	102
	+ Mn−s 600 (〃)	72.3	+4.2	106
	+ Ca−s + Mn−s (〃)	70.8	+ 2.7	104
2. KARAPINCHA	Control (39−47−42)	71.7		100
	+ Ca−s 1500 (〃)	73.2	+ 1.5	102
	+ Mn−s 600 (〃)	73.9	+ 2.2	103
	+ Ca−s + Mn−s (〃)	72.5	+ 0.8	101
3. BOMBUWELA	Control (26−40−42)	58.6		100
	+ Ca−s 1500 (〃)	65.3	+ 6.7	111
平　均	Control	65.5		100
	+ Ca−s		+ 3.2	105
	+ Mn−s		+ 3.2	105
	+ Ca−s + Mn−s		+ 1.8	103
農家水田				
1. GALGAMUWA (H−4)	Control (67−67−67)	57.1		100
	+ Mn−s 600 (〃)	66.3	+ 9.2	116
2. MAHO (H−4)	Control (45−45−45)	108.5		100
	+ Mn−s 600 (〃)	151.5	+43.0	140
	+ Mn−s + Ca−s 1200	143.3	+34.8	132
3. KULIYAPITIYA (H−8)	Control (39−39−39)	53.4		100
	+ Ca−s 1800 (〃)	58.9	+ 5.5	110
4. BOGAMUWA	Control (39−47−42)	48.2		100
	+ Dolomite 2000(〃)	59.6	+11.4	123
	+ Ca−s 1800 (〃)	55.1	+ 6.9	114
5. PANNALA	Control (39−47−42)	59.5		100
	+ Ca−s 1800 (〃)	65.8	+ 6.3	111
6. ALAWWA (H−8)	Control (52−47−42)	37.1		100
	+ Ca−s 1800 (〃)	47.0	+ 9.9	127
	Control (52−94−42)	42.2		100
	+ Ca−s 1800 (〃)	46.0	+ 3.8	109
7. PANALIYA (H−8)	Control (52−47−42)	52.2		100
	+ Ca−s 1500 (〃)	62.5	+10.3	120
	+ Mn−s 600 (〃)	57.5	+ 5.3	110
	+ Ca−s + Mn−s (〃)	68.5	+16.3	131
	Control (52−47−42)	61.3		100
	+ Dolomite 1000(〃)	64.8	+ 3.5	106
	+ Dolomite 2000(〃)	71.7	+10.4	117
8. WARAKAPOLA−1	Control (39−39−39)	71.5		100
	+ Ca−s 1200 (〃)	76.6	+5.1	107
平　均	Control	61.0		100
	+ Ca−s		+23.9	115
	+ Mn−s		+35.8	122
	+ Ca−s + Mn−s		+51.7	132
	+ Dolomite 1000		+ 3.5	106
	+ Dolomite 2000		+10.9	120

もつとも、これは基肥一本であるから土壌による窒素の吸着、脱窒速度などの影響が強く出て、尿素が劣るのは止むを得ない。しかし腐植質酸性で還元状態の発達する Bombuwela 土壌でも収量が悪かつたことは、なお検討の余地があることを示唆する。筆者の圃場試験では尿素地帯でしばしば硫安を使用したが、問題となるような障害はなかつた。火山脈のない本島の土壌に果してどれほどの硫黄供給力があるか不明だが、この点がはつきりされると硫酸根との関係で窒素形態の選択に結論が出るのではないかと思つている。無硫酸根肥料の連用で硫黄欠乏の現われる危惧がなきにしもあらずであろう。

窒素肥料の形態についてとくに圃場試験の計画はしなかつた。

次に粒状化成肥料の効果であるが、筆者が5種類の肥料を日本から取り寄せて試験した第1の理由は熱帯気象下における肥効がどのように出るかということであつた。第2には技術の遅れている段階で果して化成肥料を使わせる意味があるだろうか、肥効の程度からも検討の必要があると考えたからである。5種類の中、3つは緩効性の有機態窒素を中核とし、他の2つは一部尿素を含む以外は遅効性の無機質成分が主体である。個々の肥料特性は紙面の部合で省略する。ポット試験の成績は先の第19表にまとめるように、硫安一重過燐酸一塩加の軍肥配合に比べて優る場合がかなりみられ、とくにGU化成は増収が著しいようである。しかし中には尿素区程度に紙収の場合もあつて、葉色の黄化、肥切れの様相からして緩効性の維持がやや困難と思われる。

圃場試験の結果は Maha 期（1967—68）のとりまとめを第20表に示した。次に Yala 期の方が多少よい成績をもたらした。I.B化成が比較的安定した効果を示しているが、いずれにしても大きな増収効果は得られなかつた。生育経過から明らかなのは、これら化成肥料は一様に初期生育を促進するが、分けつ最盛期を過ぎる頃から肥切れが目立つことである。したがつて無窒素出発で追肥重点の対照区に比べ、生育初期の優位を後期まで維持できない。このためにはさらに窒素単肥の追肥が必要であるが、労力軽減のねらいからは外れてしまう。輸入される化成肥料は単肥配合よりも約4割高値につくけれども、現行の施肥基準の量にしたがつた場合で2

bushel 以上増収すればよいことになるから、経済的負担は大したことはない。C.A.R.I.の土壌化学部で Thenabadu の行なつた試験[58] では、Wet zone で粒状化成が大変よい成績を収めているが、これは対照区が尿素一燐鉱石粉の組合わせで差がついたものであろう。

以上の結果から、粒状化成肥料が熱帯地域で、その本来の効果を発揮するためには現在持つている緩効性をかなり強める必要がある。とくに水稲直播の場合は初期生育が旺盛過ぎると相互に競合して Indica 特有の倒伏性が益々助長される。移植の場合には分けつが進み有効茎の確保されることが要求されるので、ゆくとも幼穂形成期まで徐々に効けば申し分がない。この目的に沿う粒状化の改良は比較的容易ではないかと思われる。

一方、技術の高度化をねらつて化成肥料を普及させるにはまだ機が熟しているとは考えられない。政府はすでにいくつかの District に限つて奨励に踏み切つており、主として日本製品が入つてきている。非常に喜ばしいことだが、単に増収に結びつけている点は多少の心配がないでもない。筆者の意見としては、むしろ別の意義を打出したらどうかと思う。それは窒素肥料だけを施したり、また追肥を誤つて倒伏、病虫害を招くような失敗をする農民にとつては、肥料要素がバランスのとれた化成肥料の方が安全稲作に好適であるということで、基肥一本で事足りるならば十分採算がとれるであろう。これには技術レベルの低い農民の啓蒙が必要なことはいうまでもない。

窒素肥料の使い方については、単にN当り単価が安いことで尿素が歓迎されている向がある。しかし、前章でも触れたように溶脱のひどい畑田地帯に奨励している点などは改めなければならない。また湿田地帯でアンモニア系肥料が悪いといい切れないようである。最近の形態別比較試験でも同様の結果が出ているが、中でも塩安が最もよいという。（Rodrigo 一化学部一私信）

(5) Bronzing病対策に関する試験

Bronzing病そのものは今日著しい発生をみないようになつた。しかし散見される発生地域では治癒対策が要望されており、いわゆる Bronzing 的症状はまだ随所に跡を絶たない。広い意味では水稲の要素欠乏に関連す

第１９表　窒素形態および粒状化成肥料の効果に関するポット試験結果

（Maha 1967-68, H-4）

供試土壌	処理 *	草丈 (cm)	最高茎数	穂数	収量 (g/pot) わら	穂	計
I PANA-LIYA 埴土	1. No nitrogen	8.99	26.0	10.0	16.9	11.6	28.5
	2. Urea	95.2	46.0	22.0	50.7	37.4	88.1
	3. Amm. chloride						
	4. Amm. sulphate	98.4	45.0	33.5	57.3	53.2	110.5
	5. IB compound	102.6	45.5	24.0	56.8	50.3	107.1
	6. CDU 〃	102.5	51.0	27.0	73.2	40.5	113.7
	7. GU 〃	102.5	48.0	29.5	65.4	56.6	122.0
	8. AC 〃	104.7	45.0	27.5	63.6	58.9	122.5
	9. US 〃	101.4	56.5	27.0	66.3	51.5	117.8
II BATALA-GODA 壌土	1. No nitrogen	83.2	9.5	4.0	4.1	5.9	10.0
	2. Urea	86.3	39.5	15.0	32.3	25.1	57.4
	3. Amm. chloride	-					
	4 Amm. sulphate	96.2	53.0	23.5	57.1	35.4	92.5
	5 IB conpound	100.8	36.0	18.0	39.1	39.8	78.9
	6. CDU 〃	95.6	44.5	18.5	47.8	20.0	67.8
	7. GU 〃	94.0	47.0	23.0	49.0	38.8	87.8
	8. AC 〃	91.6	43.5	20.5	43.2	37.4	80.6
	9. US 〃	96.3	50.5	22.5	47.4	39.9	87.3
III BOMBU-WELA 黒泥土	1. No nitrogen	79.0	14.5	9.0	9.4	11.5	20.9
	2. Urea	93.1	42.0	18.5	37.4	37.6	65.0
	3. Amm. chloride						
	4. Amm. sulphate	97.5	55.0	26.0	55.0	44.4	99.4
	5. IB compound	96.2	38.0	18.5	40.3	45.0	85.3
	6. CDU 〃	91.4	45.0	19.5	33.3	28.2	61.5
	7. GU 〃	91.6	57.0	33.5	65.5	55.7	121.2
	8. AC 〃	94.7	38.5	17.5	40.7	36.0	76.7
	9. US 〃	93.5	42.5	18.5	44.4	41.1	85.5

* IB-Isobutylidene diurea; CDU-Crotonilidene diurea; GU-Guanylurea; AC-Ammonium chloride type; US-Urea sulphate type. No 3 の塩安 (Ammonium chloride) 単肥区は試験操作に誤りがあつたので成績を除外した。

第20表　粒状化成肥料の効果に関する圃場試験結果
(Maha 1967-68)

国立試験地 (H-8)

地点	処理 N −P_2O_5− K_2O* (lbs/acre)	収量 (bu/ac)	収量差 (bu/ac)	収量比 %
1. NALANDA	45A − 47C − 50M	88.8		100
	IB (45 −45− 45)	92.7	+ 3.9	104
	AC (〃)	83.8	− 5.0	94
	US (〃)	89.8	+ 1.0	101
2. BATALAGODA	45A − 71C − 42M	68.1		100
	IB (45 −45− 45)	70.0	+ 1.9	103
	AC (〃)	76.8	+ 8.7	113
	US (〃)	67.3	− 0.8	99
3. KARAPINCHA	39U − 47S −42M	69.8		100
	IB (39 −47− 42)	74.8	+ 5.0	107
	AC (〃)	72.9	+ 3.1	104
	US (〃)	63.4	− 6.4	91
4. BOMBUWELA Sandy	26U − 40S − 42M	50.6		100
	IB (26 −40− 42)	53.4	+ 2.8	106
	AC (〃)	49.6	− 1.0	98
5. BOMBUWELA Humic	39U − 40S − 42M	70.5		100
	IB (39−40− 42)	72.4	+ 1.9	103
	AC (〃)	68.1	− 2.4	97
	US (〃)	67.9	− 2.6	96
農家水田				
1. GALGAMUWA (H−4)	45A − 71C − 28M	45.1		100
	US (45 −45− 45)	42.6	− 2.5	95
	US (67 −67− 67)	57.1	+12.0	127
2. MAHO (H−4)	45A − 71C − 28M	123.1		100
	CD (45 −45− 45)	108.5	−14.6	88
	CD (〃) + Mn slag	151.5	+28.4	123
	CD (〃)+Ca,Mn slag	143.3	+20.2	116
3. NIKAWERATIYA (H−7)	45A − 71C − 28M	68.9		100
	CD (45 −45− 45)	58.6	−10.3	85
	CD (67 −67− 67)	75.8	+ 6.9	110
4. POLPITIGAMA (H−4)	45A − 71C − 42M	77.3		100
	US (45 −45− 45)	74.2	− 3.1	96
	US (67 −67− 67)	77.3	+ 0.	100
5. IBBAGAMUWA (H−4)	45A − 71C − 42M	61.0		100
	CD (45 −45− 45)	60.5	− 0.5	99
	CD (45−71− 45)	70.5	+ 9.5	116
6. KULIYAPITIYA (H−8)	39U − 47C − 42M	51.0		100
	GU (39 −39− 39)	53.4	+ 2.4	105
	GU (〃) + Ca slag	58.9	+ 7.9	116
7. PANALIYA (H−8)	52U − 47C − 42M	52.5		100
	IB (52 −52− 52)	60.7	+ 8.2	116
	AC (〃)	59.6	+ 7.1	114
	US (〃)	61.5	+ 9.0	119
8. WARAKAPOLA−1 (H−8)	39U − 47C − 42M	62.0		100
	US (39 −39− 39)	71.5	+ 9.5	115
	US (〃) + Ca slag	76.6	+14.6	124
9. WARAKAPOLA−2 (H−8)	39U − 47C − 42M	105.5		100
	US (39 −39− 39)	94.2	−11.3	89
平均:				
国立試験地	Control (基準施肥)	69.6		100
	IB		+ 3.1	105
	AC		+ 0.7	101
	US		− 2.2	97
農家水田	Control (基準施肥)	71.8		100
	IB		+ 8.2	116
	CD		− 1.8	100
	GU		+ 2.4	105
	AC		− 7.1	114
	US		+ 2.0	106

総　平　均	Control	71.0		100
	IB		+ 4.0	107
	CD		− 1.8	100
	GU		+ 2.4	105
	AC		+ 1.8	103
	US		+ 0.5	103

* A − Ammonium sulphate; U − Urea; C − Conc. super phosphate; S − Saphos phosphate; M − Muriate of potash; IB − Isobutylidene diurea compound; CD − Crotonilidene diurea compound; GU − Guanylurea compound; AC − Ammonium chloride type compound; US − Urea sulphate type compound: Composition of $N-P_2O_5-K_2O$: IB (10−10−10); CD (15−15−15); GU (14−14−14); AC (14−14−14); US (16−16−16).

る問題として、土壌や土地条件の改善がとりもなおさずBronzing病の対策につながるであろうという立場を筆者はとることにした。既住の成績を参考にしながら、ポット試験で基礎的な知見を得てから、現地の改良試験に入つた。

a. 3要素および珪酸肥料の効果

まづ、探りを入れるために行なつたポット試験の結果が第2,1表である。土壌は展型的な発生地である Bombu wela 試験地の砂壌土および腐植質粘質土で、品種は同じく耐病性の Murungakayan 302 である。典型的なBronzing症状は遂に現われなかつたが、その代りひどい不稔を伴つた加里欠症状が出た。症状は窒素単用で最もひどく燐酸、加里を併用するに伴つて減少し、加里を2倍施すと全く消滅した。収量もこの順に増加したが珪酸肥料の効果ははつきり出なかつた。しかし次の第22表の稲わら分析値をみると、加里増施による加里含量の増加の他に、鉱滓施用区では石灰、珪酸含量が上つているようである。この品種は在来種で、H－4などの新育成種に比べて特徴的なのは窒素含量が高く、燐酸、加里、珪酸含量が逆に低いことである。いずれにせよ、栄養的にみた場合は窒素の過剰に燐酸、加里の欠乏が重なる条件がよくない、とくに加里欠が生育障害の要因であることが分つた。

同様のポット試験を砂質土壌でH－8を用いて全く同じ結果が得られた。この時の加里欠の斑点は暗褐色で大きかつた。また鉱滓加用の効果がみられた。

b 石灰施用、加里増施および乾土効果

このようにBronzing 土壌の加里欠状態が明らかになつたが、肝心の Bronzing 症状が十分に出なかつた理由として考えられたのは、供試土壌がポットに填められるまでに風乾を受けたことで、現場ではあまりあり得ないことである。そこで Bronzing 病発生のひどい Bombuwela の農家水田（湿田で砂壌土）土壌を採り、ポットに填めてから半分のポットをしばらく湛水し、他を風乾にまかせておいた。この前処理と石灰施用、加里増施および珪酸肥料の効果をみたポット試験の成績は第2,3表に示す通りである。この試験では湛水処理群に顕著なBronzin

症状が現われ、風乾処理群は症状が軽微で生育収量が増加した。鉄の活性化を防ぐ石灰、珪酸補給の目的で施した鉱滓の効果は Bronzing の程度を弱めることで明らかに認められたが、増収効果は風乾処理群においてのみ認められた。

ほぼ同じ設計で Bombuwela の試験地内と近隣の農家の砂質水田で圃場試験を行なつた。その成績の一部は第２４表に示される。この場合、風乾処理は排水を計る方法をとるべきであるが現場の状況から難しいので、畦立てをして表面乾燥を心掛けた。しかし降雨、湧水のためこの処理は十分に行なわれず、上記ポット試験のような改善効果はみられなかつた。

Bronzing 症状は確かに風乾処理群に少なく、石灰施用は症状の発生を抑えるとともに収量を増加させた。加里増施で収量は増大したが、これだけでは Bronzing を減らす効果を示さない。鉱滓の増収効果は明らかでないが、症状の発生を少なくする。最高収量はこれらの処理を全部併用した時に得られた。このようにポット試験の風乾効果を再現できなかつたが、これらの圃場試験では３要素の施肥レベルをあげたので周辺の水田より生育がよく、とくに農家水田が一般には１０－２０ bushel という低収量であるから、この現地試験が目立つたことはいうまでもない。

以上の結果から筆者の見解を加えて Bronzing 発生の機構を模式化したのが第１１図である。

c 治癒対策に関する勧告

Bronzing病そのものは不稔を伴うほど症状がひどくない限り、収量への影響は国外で考えられているほど大きくはない。しかし裏返してみれば、培地条件が一向に改善されずに育種面からのみ発生を抑えてきた感が強い。したがつて、症状の有無に拘らず土地改良、施肥改善の実をあげることが急務であろう。とくに土壌の強還元、加里欠乏を治すことである。

1) まづ水田の排水をはかること。正規の灌排水施設をすぐに造ることは難しいであろうから、明渠や暗渠を設けて田面と相対的に地下水位

を低めることが必要である。畦立栽培で還元部位を下げるのもよい方法である。この際、畦間は2－3 feet、畦高は元の田面より5 inch高とし、稲は畦上に密植する。この方法で改善される強還元の谷津田がかなり多い。

ii) 次に施肥量、とくに加里を2－4倍増施すること。燐欠症状を伴うときは燐酸の施用を倍加すること。これには熔燐の使用が奨められる。要は土壌の養分欠乏を補つた上で、バランスのとれた施肥をすることで、窒素肥料はむしろ控え目にする方がよい。

iii) 石灰（消石灰）施用は土壌酸性を中和し2価鉄を不活性にするなど Bronzing の発生を抑える効果が大きい。施用量は土壌酸度により異るが、エーカー当り5000ポンド前後を数作にわたり連用するとよい。1度に多量に施すと P^H が上りすぎ、却つて還元化を助長し、時に鉄欠を起すおそれがある。石灰よりもドロマイト（セイロンでは dolomitic limestone が多い）が入手しやすい場合は、これで代用してかまわない。

iv 鉱滓などの珪酸肥料を併用することが望ましい。用量は土性、土壌酸度や塩基欠乏度により、エーカー当り600－1800 ポンドでよい。禾本科草類を主とした埴既肥、緑肥の使用は経済的かつ効果的である。

(6) その他の施肥試験

有機質肥料を施す慣習が薄れてきたことは先に指摘したが、Kanay Districtや北の Jaffna 地方ではまだ緑肥をやるところが多い。これは主として常緑樹の木の葉を枝ごと、水を張つた田に放り込み、葉が大体腐る頃に代をかきながら小枝を踏み込む方法である。窒素の補給が主目的であまり早く施すと稲の植付頃までに脱窒してしまう。その他、稲わらや籾を田に戻す例が多少みられる。そもそも脱穀の場所が水田のすぐ脇だからこの残滓を元に返すことは簡単だと思われるが、大抵はその場で灰にするだけである。ところにより、籾がらのまま、あるいはこの灰を耕起前に施す習慣があり、大いに推奨すべきことなので2、3参考試験をおこなつた。Panaliya地区での試験では、籾がら灰施用区は生育が促進され、とくに連用した2作目は非常に収量が高まつた。養分のバランスがとれた補給の

第21表　Bronzing病に関するポット試験結果
(Maha 1967-68, Murungakayan 302)

供試土壌	処理 *	草丈 (cm)	最高茎数	穂数	収量 (g/pot) わら	穂	計
I BOMBU-WELA 砂壌土	1. N only	96.8	20.5	22.5	43.0	18.5	61.5
	2. NP only	86.8	29.0	27.0	39.4	39.9	89.3
	3. NPK	89.8	33.5	33.0	56.0	57.0	113.0
	4. NP2K	92.8	35.0	34.0	62.2	67.8	130.0
	5. NPK+Ca-s	98.2	28.5	28.5	48.5	57.8	106.3
	6. NP2K+ 〃	112.8	26.0	25.0	58.9	68.6	127.5
	7. NPK + 〃 +Mn-s	100.2	26.5	24.0	53.8	58.9	112.7
	8. NP2K+ 〃 + 〃	110.6	25.0	28.5	58.6	82.7	143.5
II BOMBU-WELA 黒泥土	1. N only	86.2	23.5	22.0	36.3	29.1	65.4
	2. NP only	80.8	32.0	31.0	38.5	36.1	74.6
	3. NPK	96.4	39.5	34.5	76.7	71.8	148.5
	4. NP2K	99.5	40.5	40.0	90.5	81.5	172.0
	5. NPK+Mn-s	101.4	41.0	39.5	83.4	86.8	170.2
	6. NPK **	91.3	42.0	39.5	75.4	81.4	156.8
	7. NPK ** +Mn-s	92.7	41.0	38.5	82.9	82.6	165.5

* Ca-s ; Ca, Mg slag; Mn slag (微量要素肥料)

** 重過燐酸と焼成燐肥を等量混合使用、他は前者のみ、N，Kは共通で硫安、塩加を施用した。要素は各成分1gを基肥として与へ、Nのみ0.5gを追肥した。

第２２表　Bronzing病ポット試験の稲わらの要素含量

- BOMBUWELA 黒泥土、Murungakayan 302,
Maha 1967/68 -

処　理	N %	P_2O_5 %	K_2O %	CaO %	MgO %	Fe_2O_3 ppm	SiO_2 %
1. N only	1.02	0.17	0.28	0.84	0.31	1610	2.27
2. NP only	1.78	0.34	0.20	1.16	0.18	1290	2.55
3 NPK	1.09	0.17	0.57	0.78	0.38	1040	2.08
4. NP2K	0.97	0.16	1.09	0.82	0.38	1040	2.09
5 NPK+Mn slag	0.90	0.12	0.66	1.00	0.35	1290	2.95
6. NP*K	0.96	0.22	0.48	0.71	0.33	1040	1.99
7. NP*K +Mn slag	1.07	0.17	0.51	0.69	0.36	1290	2.65

収穫期、風乾物当り

重過燐酸と焼燐と等量混合施用、他は前者を使用した。

第２３表　Bronzing対策に関する圃場試験結果

（その１）

－ BOMBUWELA 砂壌土、Yala 1968，H－8 －

処理	有効茎歩合（%）	最長穂長（cm）	収量（mg/pot） わら	穂	籾	しいな	籾わら比（%）
A－列（湿潤）							
1. NPK	63	24.5	48.7	34.4	27.7	28	57
2. N2PK	63	25.5	47.5	34.1	27.7	3.6	58
3 NP2K	68	26.6	49.1	35.9	29.7	3.1	61
4. NP2K 珪カル	71	24.4	50.7	34.1	27.9	2.7	55
5. 消石灰 NPK	72	25.1	44.9	30.7	24.5	3.1	55
6 〃 NP2K	67	25.8	44.6	34.4	28.1	3.5	64
7. 〃 NP2K＋珪カル	66	24.9	48.8	33.5	27.0	3.5	55
B－列（風乾）							
1. NPK	71	25.2	73.1	42.4	33.3	52	46
2. N2PK	78	25.6	74.9	43.1	33.7	48	51
3. NP2K	77	24.6	75.1	43.9	33.7	6.0	45
4. NP2K＋珪カル	78	26.3	74.9	49.4	38.9	58	52
5. 消石灰 NPK	87	26.5	69.5	47.3	38.7	4.5	56
6. 消〃 NP2K	81	26.6	65.5	47.4	38.4	5.0	59
7. 〃 NP2K＋珪カル	90	26.0	76.6	53.4	42.1	6.7	55

（農家水田）

第２４表　Bronzing 対策に関する圃場試験結果

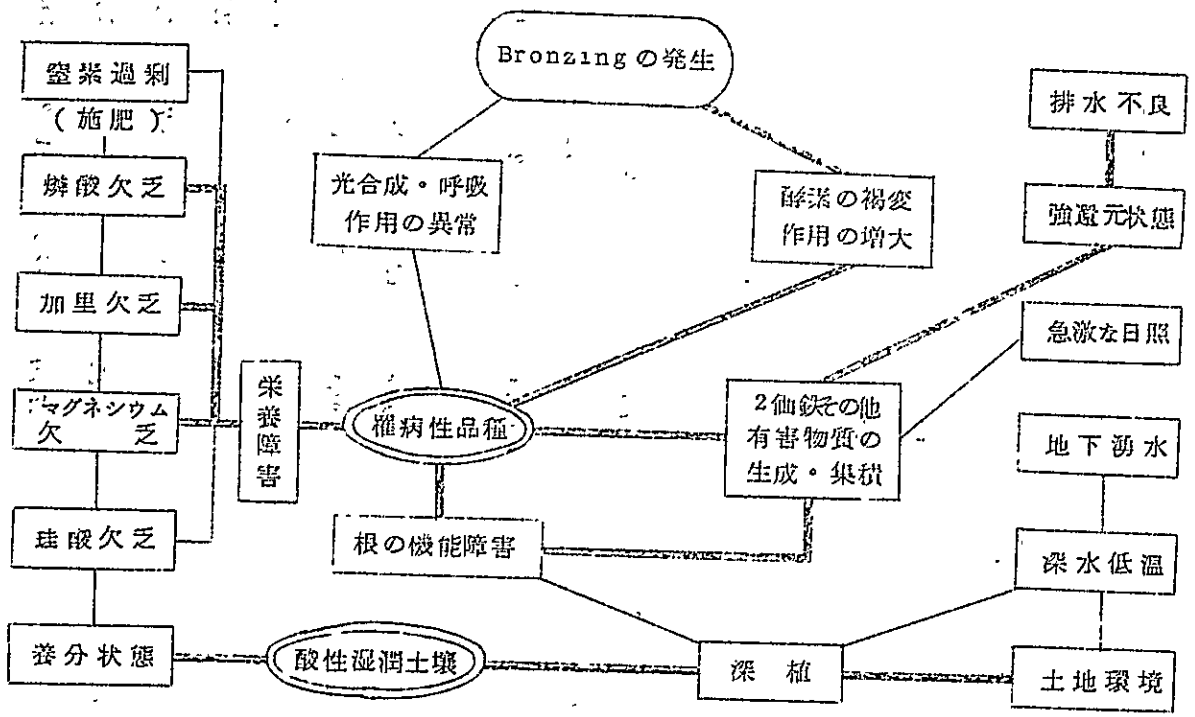
（その２）

- BOMBUWELA 砂壌土、Yala 1968, H-8 -

群別　処　理	籾	しいな	計	籾	
	lb/ac	lb/ac	lb/ac	bu/ac	比率
A.（湿潤）					
1. NPK	1493	302	1795	325	100
2. NP2K	2674	404	3078	58.1	179
3. NPK+slag	1766	275	2041	38.4	118
4. NP2K+slag	2691	319	3010	58.5	180
5. 消石灰 NPK	3087	392	3479	67.1	206
6. 〃 NP2K	3731	375	4106	81.1	250
7. 〃 NPK 珪カル	2925	395	3320	63.6	196
8. 〃 NP2K 〃	3754	460	4214	81.6	251
B.（風乾）					
1. NPK	2018	187	2205	43.9	100
2. NP2K	2381	237	2618	51.8	118
3. NPK+slag	2205	302	2507	47.9	109
4. NP2K+slag	2270	275	2545	49.3	112
5. 消石灰NPK	2978	319	3297	64.7	147
6. 〃 NP2K	2515	436	2951	54.7	125
7. 〃 NPK 珪カル	2700	422	3122	58.7	134
8. 〃 NP2K 〃	2486	495	2981	54.0	123

（国立試験地）

第１１図　水稲 Bronzing 病の発生機構



効果であることはいうまでもなかろう。同時に行なつたドロマイトの効果はすでに第１８表にまとめてある。セイロンには石灰分の多いdolomitic limestoneが産出され[11]これを焼いて建築その他に使つており、住民が特殊な木の葉にアリカナツツの実の切片と、この消石灰をくるんで噛み煙草式に常用するのは有名である。酸性で塩基欠乏の地帯には、ドロマイト粉を施すことが土壌改良を兼ねて得策であろう。

V 試験研究の指導と成績報告

技術協力の建て前として、技術の修得とその推進の仕方を指導する任務がある。今回の試験研究の場合も、必要な分析調査の技術を教えるとともに試験研究のあり方、設計、実施、とりまとめの方法を修練しなければならない。この両者を理想的に実施し、かつ理想的な被指導者に恵まれるのは、技術援助を受けるべき後進国の現状を以つてしてはまさに至難のことといわねばならない。どこまで実現できるかは当事者の努力もさることながら、おのずから限界のあることであるから、半分は相手国のその指導場所の適否にかかつているようなものである。その上、援助指導には一定の目的があり、短期間の中にどのような成果をあげたかという"答"が求められる。

筆者は幸い比較的良い受入体制の下で、熱心な counterpartや助手達に恵まれたので、2年に満たぬ短期間に十分とはいえないまでも快よく彼等を指導し、ともに働き一応の成果を得ることができたと考えている。勿論、すべてが順調にいつたわけではなく、研究能力、設備などの点で所期の成果を得られなかつた部分も少なくない。これらの事情は今後同様の任務で赴任される方々の参考になるかと思われるので多少の感想を交えて書き止めておきた。

1. 試験研究の指導内容と実状

指導項目の主なものは次の通りである。

(1) 試験研究の目的、企画、設計

(2) 試験実施法（ポット、圃場）

(3) 分析実験法（収穫物分解調査、化学分析）

(4) 成績とりまとめと次期設計

Research Officer は自主的に、時として上司よりのテーマを持ち、試験の実施に当つて目的、設計、栽培調査法を書いたシートを各試験地に送る。これを受取つた試験地の Farm manager は Assitant manager とともに圃場を決め、忠実に試験を実施する。試験は4作（2年間）続けるのが原則で、作が終る毎に調査野帳（log-book）が Research Officer の許に送られる。だしい生育測定値は集計も平均値も出されていないので、大

抵は収量調査の結果だけについて有意差を統計検定する。有意差が見出されないと、この試験成績は永久に日の目をみない。試験中の経過をもし観察していたら、有意な結果が得られなくても、何故そうなつたかが推定されるし時には処理の効果を統計以前に自信を以つて確認することもある筈である。例えば過去の試験で、燐鉱石粉が他の燐酸肥料より数作にわたつて劣つた平均値を示したにも拘らず、作毎の収量が統計的に有意差を示さなかつたことで、燐鉱石粉の効果は劣ることなしと結論した。[10] その上、成分単価が安いと理由で政府の施肥基準に採用されたという経緯がある。統計に頼ることは正当だが、適正な検定を可能にするだけの試験設計（例へば連数）を組まなければ何にもならない。この片手落のために、どれほど貴重な試験が放棄されてきたことだろうか。

筆者は圃場試験は少なくとも３回以上は見廻るように心掛け、その他生育調査や薬剤撒布などにも立会うように努めた。しかし約３０ケ所の試験をスタートさせた時は手分けして助手を送るしかなかつた、そのもたらされた報告は決して正確、十分なものではなかつた。

大体、Research Officer は現場でも自ら手を下さず、助手達に命ずるだけである。だから Counterport の１人である Research Officer が筆者を初めて圃場に案内した時、彼が手先して田に飛込んだのには皆が驚いた。これはむしろ例外なので、彼にいわせると前から日本人専門家にそうするように鍛えられたそうである。

実験室ではどうであろうか。Laborctory Assistant は命ぜられた収穫物の分解調査、秤量を自己流にやつてのける。化学分析は参考書と首つ引きでするが、分析操作が正当な分析値を与えているかの確認をしない。つまり定量値の信頼性を問題にしない。ビーカー洗いの如きは手伝い人夫の仕事と決つているから、使用器具の汚れを問題にできない。

実験室には一応の器具、薬品が揃つているものの、一寸した細かい物が欠けていればその実験をやらずに済ます十分な言い訳になる。というのは予算が少ない上に、注文申請を出しても Colombo の本省で査定されて現品が調達されるまで半年から１年かかるのである。これでは我々の指導業務が続かないので、助手を案内役に街に出て自弁でコルク栓やコード、時にはタイプ

用紙を求めたりした。こんなことは専門家でも日本人だけがするらしい。

この悲しい現実の中で、筆者が第1に必要だと思つたのは精神教育であり第2には仕事の目的を十分理解させた上での技術指導であつた。日本は一大生産国であり世界有数の富める国であるという彼等の羨望は多少面映ゆかつたが、何故そうなつたかということで、彼等の仕事への熱情、さらに国家への奉仕を説くには好都合であつた。迎合による平和、消極性による保身を生活の信条とする彼等は一言半句すら筆者の説くところに耳を傾めてくれたかの如くにみえたが、その実効のほどは分らない。ただ個人的なやりとりの中に彼等のナショナリズムがむき出しにされることがあつたし、この中には意外なほど日本人的な仕事振りを見せてくれた人間がいた。そうでなければ、実際筆者の試験研究はその半分の仕事すらできなかつたであろう。厳しい身分制度にしばられて昇進の路のない Research Officer より下の研究室員が示してくれた仕事への熱情は嬉しかつたし、いつまでも育つて行つて欲しいと祈るばかりである。このような明るい非しが、社会のあらゆる分野に現われた時こそ、初めて後進国という呼び名を返上することであろう。

2. セイロン政府に対する報告書の概要

セイロン政府に対する英文報告書は次の3部に分けて提出された。

第1部：Studies on the Nutrient Deficiency and Its Remedy for Lowland Rice in CEYLON.（英文タイプ、530枚）

1. 序言（セイロン稲作の歴史と現状、土壌肥料面における諸問題）
2. 水稲の養分欠乏ならびに生理病に関する現地調査と分析結果
3. ポット試験の実施とその結果
4. 圃場および現地試験の実施とその結果
5. 結論
6. 水稲栄養改善並びに Bronzing 病対策に関する施肥法勧告

第2部：同上表題（附録）.（120枚）

1. 水田土壌断面調査法
2. 水田土壌および水稲試料の化学分析法
3. 土壌断面調査地点ならびに断面記載

4. 試験作業日誌

第3部：Prospects and Target Programme for Self Sufficiency in Rice Production in CEYLON with Special Reference to Fertilizer Use.（100枚）

1. 序言
2. 産米自給達成の見込みと目標
3. 自給達成のための新施肥基準に関する勧告
4. 施肥改善の普及推進に関する助言
5. 総括（文献）

第1部と第2部は試験研究報告で、第2部のタイプ刷りを終り、目下第1部の仕上げを急いでいる。部数は各150部で関係各方面に配布した後、約20部が日本に送付される筈である。第3部は筆者の論説[51]として重要な部分であるが、C.A.R.I.内で引続き印刷するのはやゝ困難と判断されたので英文校訂の上、再タイプして日本に送るよう手配した。したがつて、できれば事業団の厚意により製本の上、セイロン政府に贈れるようにと願つている。現地農務省当局から要請があつたので、論旨の要約を取りあえず提出してある。そこで、この内容を次章で簡単に述べておきたい。

Ⅵ　米作自給達成の目標と新施肥基準に関する勧告

セイロンにおける産米は近年急速に伸びを見せているが、この増産は収量の増加より栽培面積の増大によるところが大きい。主な米作国での動向を示した第２５表によれば、アジア地域で収量増加がより大きく寄与した国は、台湾、日本、パキスタン、インドなど数ケ国である。収量水準からみてセイロンは中の下という程度で、技術改善の余地をかなり残していることが分る。

そこで国家的関心事である米作自給の目標を考える前に、まず将来の生産についての見込はどうであろうか。

1.　将来における米の需給

すべての状況が現在の傾向のまま推移すると仮定した場合に米の需要は次のようになろう。まず国民１人当り消費量（精米）は戦後徐々に上昇して年間１００Kg台になつたが、近年配給制度が変つたためにやゝ停頓している。第２６表の左欄はＦＡＯ専門家Sagar[45]が産米、輸入米、種籾、在庫などについて詳しく計算した１人当消費量で、従来の単に産米と輸入米合計を人口で割つた数字より小さい。日本人の１２０Kg（２３７０カロリー）前後に比べて低いし、ライスカレーの国としてこのレベルにあがることが望ましいと説かれている。[16]同表の右側に将来予想される消費量を直線回帰法で求めた数値を並べてある。年々１％位の上昇で１９８２年以降は栄養的にも充足されることになる。

次に人口の推移であるが、第２７表の左欄に掲げたのは、最近発表された政府の人口問題委員会[4]による数字で、年間2.3－2.1％の増加率に押えてある。これはいままで2.5％を降らなかつた増加率が産児制限の影響のためか急に２％近くになつたことで、従来の予測法を変えた結果である。消費量×人口に８％の廃棄率を加えたのが右欄の年間需要で、現在が１００百万bushel、１０年後には１３５百万 bushel に増加する見込みである。

これに対し産米量の増加は収穫面積と収量の積で求められる。収穫面積は次のように計算した。第１２図に示されるように水田面積（Asweddumised area）は年次計画にしたがつて灌漑設備の拡充により増加すると考え、直線回帰法で年々２３,０００エーカーの増加となる。将来 Mahaweli 河の多

第２５表　主要米産国における産米状況[10)]

国名	作付面積 (1000 ha)		平均収量 (Kg/ha)		玄米生産量 (1000 M.Tons)		生産増加に対する収量の寄与率(%)
	1950-54	1960-64	1950-54	1960-64	1950-54	1960-64	
Burma	3,795	4,407	1,470	1,640	5,564	7,220	39
Cambodia	1,672	2,266	990	1,070	1,653	2,428	21
Ceylon	346	485	1,420	1,890	492	917	38
India	30,483	34,440	1,150	1,480	34,959	50,845	64
Indonesia	6,039	7,063	1,630	1,790	9,932	12,621	36
Laos	752	617	720	820	538	508	-
Malaysia	402	468	1,760	2,090	708	978	50
Pakistan	9,247	9,934	1,370	1,600	12,626	15,852	65
Philippines	2,446	3,186	1,190	1,200	2,905	3,833	3
Thailand	5,411	5,823	1,320	1,450	7,126	8,442	56
Vietnam(South)	1,783	2,418	1,350	2,080	2,414	5,037	50
Taiwan	774	773	2,360	3,220	1,824	2,489	100
Korea(South)	925	1,131	2,720	3,000	2,514	3,396	29
Japan	3,235	3,291	4,790	5,040	15,503	16,581	75
Total(Average)	69,986	80,456	1,430	1,750	100,363	140,225	56
North America, Europes, Soviet Union, Oceans.	1,277	1,158	3,000	4,060	3,829	4,697	100
World total(Av.)	104,730	120,130	1,670	1,990	174,390	238,860	52

(Economic Review of Far-East, Annual Report for 1967)

目的ダムが完成すると、大量の灌漑水が dry zone に運ばれ、一挙に６０万エーカーの作付が可能になるという。（PANABOKKE.私信）これは希望的観測であつて、実際の推移は栽培面積（Sown area)の増加を求め、これから無収穫面積（Crop failure area)を差引いて収穫面積（Harvested area）を出さねばならない。政府の統計では収穫面積からさらに機械的に１５％引いて、これを収穫実面積（Net acreage harvested）とし、これに全国の平均収量をかけて生産総量を出している。この計算は１９５１年にＦＡＯの統計専門家 KOSHAL の調査結果によつたとあるが、[12] 小範囲の調査であつたばかりでなく、明らかな過小評価である。筆者はこれを採らず、Crop failure の過去１０年間の平均値6.7％を差引いて収穫面積を求めた。

次に平均収量は第２８表に示すように、旱害で異常に低下した１９６５－６６年を除いて求めた回帰直線を用いた Y_1 の数字の方が妥当と思われる。かくして推定される将来の産米増加に対し需要増加を引きあわせたのが第29表である。自給率はわずかづつ向上するが、１９８０年代で８０％台に達する位で、１００％の自給は遠い将来といわねばならない。約28 million bushel の不足が常につきまとうわけである。

2. 米作自給達成の目標

政府が先の５ケ年計画[6]で目標とした７５％の自給率は筆者が上に推計した年次より早目に達成されそうである。しかし残りの２５％が果して容易に片づくであろうか。第２９表の推計は過去１０ケ年前後の推移を基にしていて、この間の進歩はかなり着実に実現されてきたわけで、この増加率を維持することはそう簡単なことではない。人口増加率はむしろ過小に押えてあるし、増産に伴う米食消費すら十分には見積つていない。政府の土地利用委員会の算定によれば、目下計画中の灌漑面積の拡大は３９万エーカー、将来開発し得る灌漑能力は８３万エーカーであるという。これだけで１作に３２ million bushel の籾米がとれるから自給が完全になる。しかし実際はどうかといえば、１９７０年まで毎年４－６万エーカー宛配水面積をふやす計画になつているのが、その実績は５０％すら割つているようである。たとえ

第２６表　セイロンの国民１人当り米消費量とその将来における推定

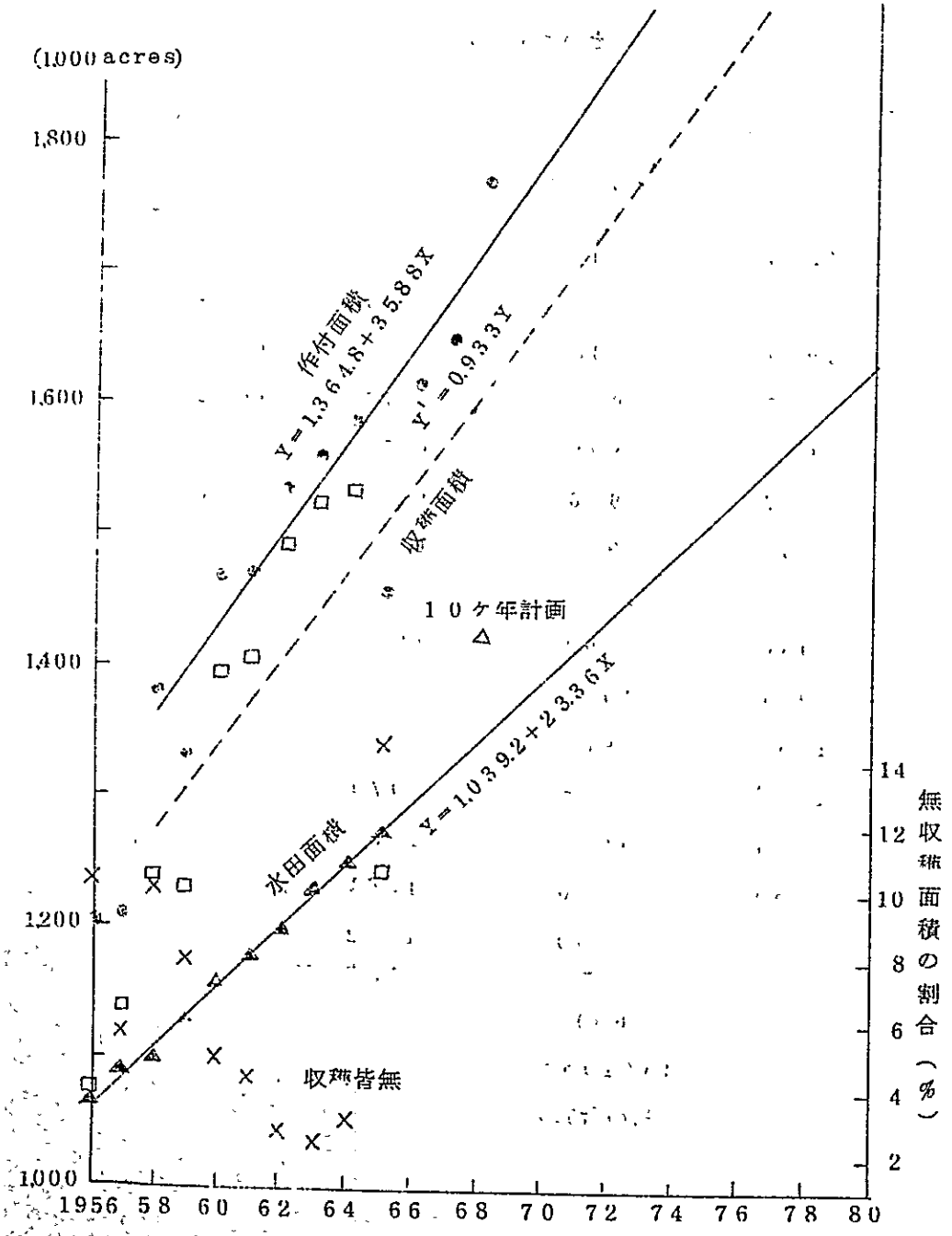
過去の消費量 *		将来の消費量 **	
年　次	kg／年	年　次	kg／年
1952	74.7 ***	1968	106.5
1953	74.2 ***	1969	107.4
1954	93.6	1970	108.3
1955	94.1	1971	109.2
1956	87.6	1972	110.1
1957	97.6	1973	111.0
1958	91.4	1974	111.9
1959	106.7	1975	112.8
1960	109.3	1976	113.7
1961	100.6	1977	114.6
1962	96.6	1978	115.5
1963	112.5	1979	116.4
1964	103.5	1980	117.4
1965	98.0	1981	118.3
1966	99.0	1982	119.2

*　Sagar（1968）

**　Y＝93.846（1954）＋0.904×

***　上記直線回帰の計算から除いた

第１２図　　セイロンにおける水稲栽培面積の増大推定



第２７表　セイロンにおける米の推定需要

年　次	人　口 (Million) (1)	米食消費量			籾米としての全需要 (m.bus.)
		精米 (2) (1000tons)	籾米 (3) (1000tons)	籾米 (4) (m.bus)	
1969	12,325	1324	1947	93.2	101.3
1970	12,596	1364	2006	96.1	104.5
1971	12,875	1406	2068	99.0	107.6
1972	13,160	1449	2131	102.1	111.0
1973	13,421	1490	2191	105.0	114.1
1974	13,687	1532	2253	107.9	117.3
1975	13,958	1574	2315	110.9	120.5
1976	14,235	1619	2381	114.0	123.9
1977	14,517	1664	2447	117.2	127.4
1978	14,805	1710	2515	120.4	130.9
1979	15,098	1757	2584	123.8	134.6
1980	15,397	1808	2659	127.3	138.4
1981	15,714	1859	2734	130.9	142.3
1982	16,031	1911	2810	134.6	146.3

Remarks: (1) Department of National Planning (1967) [4]

(2) 人口×１人当り年間消費量

(3) 精米より籾米に換算（×1／0.68）

(4) 1busohel = 46ebs = 20.88 kg により換算

(5) 米食消費以外の消費（Loss rate）を 8.%とした。

第２８表　過去の平均籾収量の将来の推定

(Bushels per acre)

年　次	過去の平均収量	年　次	将来の平均収量 *	
			Y 1	Y 2
1956	29.6	1969	44.4	47.5
1957	32.2	1970	45.4	50.6
1958	34.5	1971	46.4	53.7
1959	35.6	1972	47.4	56.8
1960	36.5	1973	48.3	59.9
1961	36.0	1974	49.3	63.0
1962	37.9	1975	50.3	66.1
1963	37.9	1976	51.3	69.2
1964	38.8	1977	52.3	72.4
1965	35.9 **	1978	53.3	75.5
1966	36.2 **	1979	54.2	78.6
1967	42.7	1980	55.2	81.7
1968	44.1	1981	56.2	84.8
		1982	57.2	87.9

*　$Y_1 = 31.61.2\ (1956) + 0.984 \times$

$Y_2 = 35.035\ (1965) + 3.110 \times$

**　異状乾ばつによる低収のため Y_1 の計算から除いた。

Y_2 は１９６５年を起点として求めた直線回帰である。

50%にしても、その努力は買わるべきであり、産米増大に政府は今後も心を砕くであろう。だから1日も早く自給完遂を期すために残された道は単位収量の増加しかない。

一応の目くろみとして何年後に実現するかは、現況の推移をより人為に早めることにかかつている。つまりは技術的にみて可能な範囲で目標を立てることである。筆者は初め10年後を無理のない目標と考えたが、さすがのセイロン人もそれまで待てないという意見が圧倒的であつたし、中には1、2年後に実現できるという過信派すらいた。FAO あたりの無責任な発言を政治的に利用しようとする手合もいるからである。そこで結局今から5年後の1973年を自給達成の年として計画した場合、1969年以降の収量をどの位あげなければならないかを計算したのが第30表である。前年の1972年に不足が消えるようにして、以後は次第に余剰米を持つことになる。国の平均収量は1973年までにエーカー当り70 bushel にあげなければならない。これは現在の収量の約60%増である。

3. 収量増大のための新施肥基準

収量の増大は土地基盤整備、灌排水管理を含めた栽培技術の進歩による。セイロンの場合は水田管理（水のかけ引き、除草、薬剤防除など）が不徹底であるから、単位面積当りの増収は専ら病害抵抗性、作期、耐肥高収性の育種によつて支えられてきたといつてよい。今後この動向が変るとは思われないので、奨励品種の多くは施肥量増加に耐えて増収の実をあげることになろう。

ところで施肥の実体はどうであろうか。第31表（1960）はやや古い統計[60]であるが、施肥量の多少、バランスの程度に応じて各国の平均収量が現われている。日本と台湾を除いて、政府施肥基準量と農家施肥量との開きが著しく大きいことが注目される。その後、セイロンで3要素の使用量（エーカー当りポンド）の推移を示したのが第13図である。この図から明らかな如く、増施の主体は窒素肥料成分であつて、要素間のバランスはむしろより悪化してきている。この数字は全栽培面積を基にしたので、実際の施肥面積を30－40%とすれば、窒素用量だけは政府基準並にやつているところが

第２９表　セイロンにおける産米需給の将来

（現状推移の場合）

(Million bushels)

年　次	籾生産量*	需　要**	不　足	産米自給率(%)
1969	72.9	101.3	28.4	72
1970	76.1	104.5	28.4	73
1971	79.3	107.6	28.3	74
1972	82.6	111.0	28.4	74
1973	85.7	114.1	28.4	75
1974	89.2	117.3	28.1	76
1975	92.7	120.5	27.8	77
1976	96.2	123.9	27.7	78
1977	99.9	127.4	27.5	78
1978	103.6	130.9	27.3	79
1979	107.2	134.6	27.4	80
1980	111.0	138.4	27.4	80
1981	114.8	142.3	27.5	81
1982	118.8	146.3	27.5	81

*　平均収量（第２８表のＹ１）×全収穫面積（第１２図）

**　第２７表より

第３０表　セイロンにおける産米自給のための収量向上

（目標増産の場合）

年　次	籾米生産量 (1) (Million bus.)	収穫面積 (2) (1000 ac)	平均収量 (3) (bus/ac)	需　要 (4) (m.bus.)	過不足 (5) (m.bus.)	産米自給率 (6) (%)
1969	729	1642	44.4	101.3	− 28.4	72
1970	856	1676	51.1	104.5	− 18.9	82
1971	983	1709	57.5	107.6	− 9.3	91
1972	110.0	1743	63.7	111.0	0.	100
1973	123.7	1775	69.7	114.1	+ 9.6	108
1974	136.4	1809	75.4	117.3	+ 19.1	116
1975	149.1	1843	80.9	120.5	+ 28.6	124
1976	161.8	1876	86.2	123.9	+ 37.9	131

Remarks : (1) − 第２９表　；　(2) − 第１２図　；　(3) − (1) ÷ (2) ；
(4) − 第２９表　；　(5) − (1) − (4) ；　(6) − (1) ÷ (4) .
＊　Y = 72.9 (1969) + 12.7 X.

あるわけである。

そこで問題は施肥量をあげていつた時、どの位の量が効果的かつ経済的かということである。これに関する筆者の試験結果はすでに述べたが、その他にFAOの広範なdry zoneにおける肥料用量試験のデータを参考にしてこの問題を検討した結果作成した要素別施肥基準が第32表である。検討の細部は省略するが、Wet zoneとdry zone、土壌は正常、燐欠と加里欠に大別して、それぞれ欠乏状態の矯正を目的とした多量施用とその後の定量施用の基準を示したものである。施用期と増収の計画は次の通りである。

第1期：増大施用期、1969－1972年　：施肥量を次第に増し、エーカー当り平均収量を現在の44bushelから70bushelまであげる。

第2期：多量施用期、1973－1975年：養分欠乏を治すために3ケ年十分大量に施す。目標の収量は85bushel である。

第3期：定量施用期、1976年以降　：施肥量を下げて一定にするが、平均収量を85bushelないしそれ以上に維持する。

この計画によつて、それぞれ地域別の欠乏土壌の分布と適切な肥料の種類とその必要量を計算したのが第33表である。エーカー当りの平均ポンド数で示すと、第2期は$N90-P_2O_5 90-K_2O 80$で、第3期は$N90-P_2O_5 76-K_2O 75$となつた。肥量の総計では1973年の自給達成時に69万トンとなり、急激に増加した1968年の83万トンの8倍以上である。5ケ年計画[6]ですから1969－70年の肥料使用量を15万トンに見積つているので、上記の数量は大変なものである。（現行の施肥基準ではエーカー当り358ポンドで、1.5百万エーカー分は24万トンになる。）成分量からみても日本より多い。その理由は第1に土壌が肥沃でないこと、第2には土地条件、栽培管理が悪いために肥効がよくでないことであろう。したがつて、もし周到な管理をすれば、目標収量をあげるのに20－30％より少ない施肥量ですむと思われる。さらに土地条件が極めて悪く（旱ばつ、水害、病虫害など）、施肥しても収穫が期待できないような不安定な所が全水田の10％位はあるとみて、上に計算した総肥料のほぼ70％はどうしても将来必要な量ということができる。

これだけの肥料を効果的に使うためには、農民に対する普及指導に余程力こぶを入れなければならない。次の4方針が根本であろうと思われる。

1) 無肥料地帯をなくすこと

2) 正しい肥料の使い方を指導すること

3) 展示圃で肥料効果の認識を深めること

4) 肥料の流通機構をより円滑にすること

肥料が欲しい時に手に入らないという不満はよく聞かれることである。政府はよろしく肥料の適切な輸送、地域的に公平な配分格納を心掛けるべきである。

4. 増産による外貨節減と肥料輸入

セイロン当局で最も気を使つているのは相変らず外貨の流出であり、この関係の取締りは年毎に厳しくなつている。勿論、国連やコロンボ・プラン専門家は無関税の優遇をうけているが、例えば持ち込んだ車はすべて登録されて帰任の時に政府が中古車として買い上げる。筆者はこの時貰つたセイロン・ルピーの小切手を外貨に変えるのに実に面倒な手続を経験した。そんな具合だからなけなしの外貨をはたいて米を輸入することも辛いし、増産に必要な肥料の輸入すら思うにまかせないことは確かである。

輸入米価は10年前の1959年にトン当りが547ルピー（セイロン貨）であつたものが、年々上つて最近（1968年7月）では701ルピーになつたし、肥料の輸入価格も同じことである。そこで過去から将来にかけて国内米の生産に、どれだけ肥料代がかゝるかを計算したのが第34表である。これから明らかなように、米の単位生産量に要する肥料代は平貨切下げ（1967年）の影響もあつて急速に多くなつたが、それでも現在の輸入米価がbushel当り14ルピー以上であるから、両者の相対関係が今後大した変化ないとすれば、国内米は依然として輸入米価の約10分の1の肥料代で生産できるということである。

これを農家の側からみれば、エーカー当りの生産と肥料代の関係は109頁のようになる。

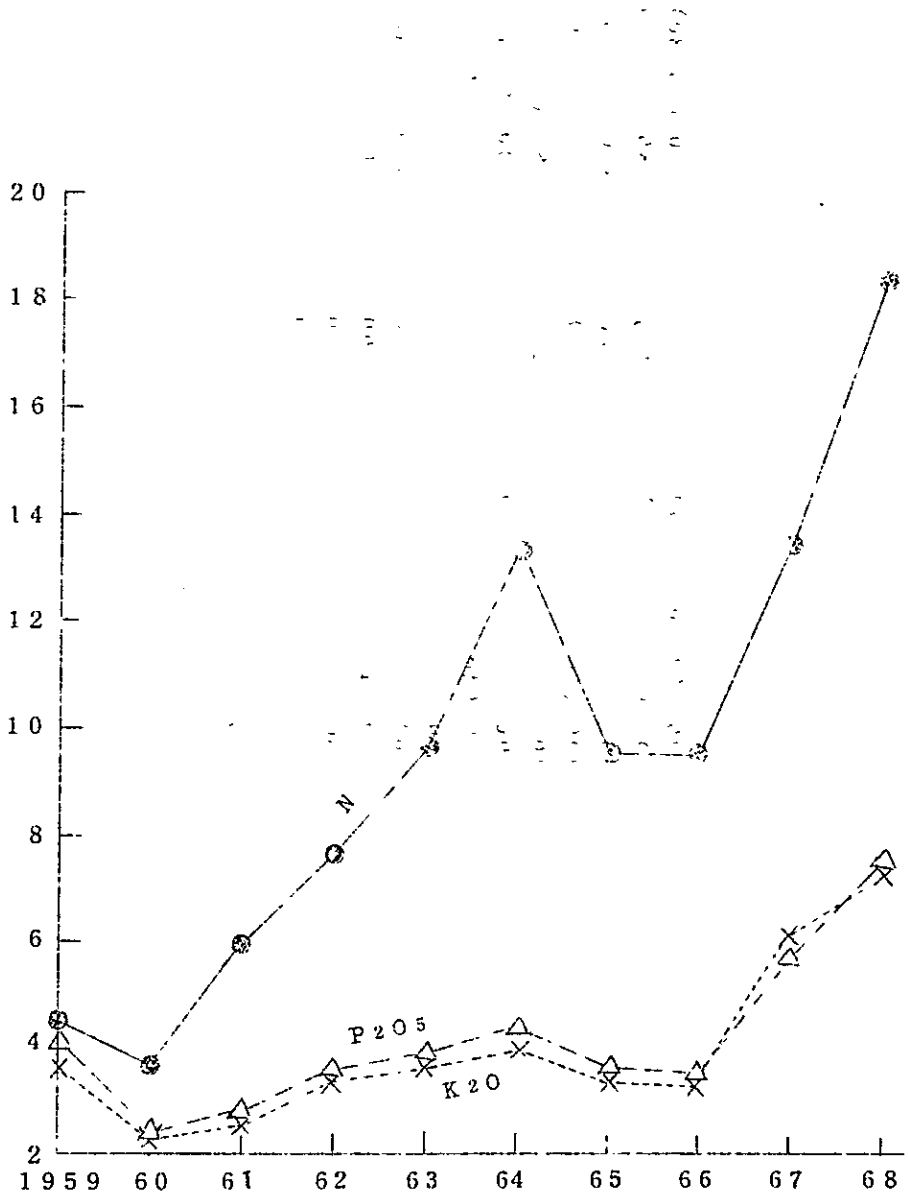
第31表　アジア各国の水稲施肥基準と施用の実際

(kg／ha)

国名	政府基準量			農家施用量			平均収量
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	
Ceylon セイロン	40	27	25	33	21	21	1500
Japan 日本	72	59	65	85	57	62	4750
South Korea 南朝鮮	113	50	43	94	225	0.5	2920
Taiwan 台湾	90	40	40	90	35	19	3080
Malaya マラヤ	32	40	16	12	8	3	2390
Philippines ヒリッピン	55	35	65	3	5	3	1100
Indonesia インドネシヤ	30	30	0	9	42	0	1720
Vietnam ベトナム	35	35	20	25	25	0	2120
Thailand タイ	38	25	13	0.004	0.006	0.002	1390

セイロン以外はVon Uexkuell [60]の作表によつた。

第１３図　　水稲に対する肥料成分の平均施用量



第３２表　増産目標達成のための新施肥基準の方式

(lbs./acre)

地域	施肥段階	水田土壌の状態	N	P_2O_5	K_2O
Dry zone	多量施用	正常	100 (20-30-40-10)*	80	80 (50-30) *
		P欠乏	100 (〃)	160	80 (〃)
		K欠乏	100 (〃)	80	120 (75-45)
	定量施用	正常	100 (20-30-40-10)	80	80 (50-30)
		P欠乏	100 (〃)	100	80 (〃)
		K欠乏	100 (〃)	80	100 (60-40)
Wet zone	多量施用	正常	80 (10-30-40-)	60	60 (30-30)
		P欠乏	80 (〃)	120	60 (〃)
		K欠乏	80 (〃)	60	120 (75-45)
	定量施用	正常	80 (10-30-40-)	60	60 (30-30)
		P欠乏	80 (〃)	100	60 (〃)
		K欠乏	80 (〃)	60	100 (60-40)

* 基肥一追肥の順序を示す。直播の場合の追肥は播種後５週間　一幼穂形成またはＰＭＣ期（花粉母細胞分裂期）一　出穂期で、この３回目の追肥は生育状況により省いてよい、Ｋ２Ｏの追肥は幼穂形成期とする。

第33表　新施肥基準による化学肥料の需要

Dry Zone.　　(1000 tons)

年次	収穫面積 (1000 acre)	硫安 (66.7)	尿素 (33.3)	重過燐 (66.7)	熔燐 (33.3)	塩加 (100)**	計	セイロン総計
1967−68	−	−	−	−	−	−	50	83
1968−69	985	53	11	25	25	27	141	204
1969−70	1006	85	17	40	41	43	225	326
1970−71	1025	117	24	54	56	58	309	447
1971−72	1046	149	30	69	71	74	393	569
1972−73*	1065	181	36	84	86	90	477	690
1973−74*	1085	184	37	86	87	92	486	704
1974−75*	1106	188	37	87	89	94	495	716
1975−76	1126	191	38	73	73	90	465	679
1976−77	1146	194	39	75	74	92	474	692
1977−78	1166	198	39	76	76	94	483	705
1978−79	1186	201	40	77	77	95	490	714
1979−80	1206	205	41	79	78	97	500	729
1980−81	1226	208	42	80	80	98	508	742
1981−82	1246	211	42	81	81	100	515	752
Wet Zone.		(33.3)	(66.7)	(66.7)	(33.3)	(100)		
1967−68	−	−	−	−	−	−	33	83
1968−69	657	13	11	12	13	14	63	204
1969−70	670	21	17	19	21	23	101	326
1970−71	684	29	23	26	29	31	138	447
1971−72	697	37	30	33	36	40	176	569
1972−73*	710	45	36	40	44	43	213	690
1973−74*	724	46	37	41	45	49	218	704
1974−75*	737	47	37	41	46	50	221	716
1975−76	750	48	38	38	42	49	214	679
1976−77	764	49	39	39	43	48	218	692
1977−78	777	49	40	40	44	49	222	705
1978−79	791	50	40	40	44	50	224	714
1979−80	804	51	41	41	45	51	229	729
1980−81	817	52	42	42	16	52	234	742
1981−82	831	53	42	42	47	53	237	752

*　第2期（多量施用）に相当する。

**　施用面積の割合。

年　次	収　量 (bushel)	政府買上げ代	肥料代 (ルピー)	差引き (ルピー)
1968	44	616	49	567
1976	85	1190	130	1060

肥料代は肥料輸入総額（C.I.F.）÷収穫総面積で算出した。小売価格はこれより高いが、政府補助で50％引となるからずつと少なくなるし、肥料代以外の諸経費を200ルピー位とみても、増肥によりかなりの収入が見込まれる。参考までに日本の場合をみると、昭和39年（1964年）の統計をエーカー当りに換算して、政府買上げが3027ルピー、肥料代が243ルピー、生産費総計が1955ルピーで差引き純収益は1072ルピーとなる。経済レベルの差を考えれば、セイロン農家が特に悪いともいえないようである。少なくとも肥料増投の意味は十分に認めてよい。

そこで前記の増産計画にしたがつて、一応全化学肥料を輸入するとした場合の収支はどうであろうか。第35表にまとめたのがそれである。1972年までに外米輸入がなくなり、以後の余剰米は輸出されると仮定すると、肥料輸入額は増加しながらも次第に漸却され、1974年からは逆に輸出米との差額が残り、1976年には300万ルピーの外貨節約となる。この額はかつて外米輸入に投じたと同額であり、経済事情は差引き倍額も好転することになろう。

すべてがこのような推定通りにいくとは思われない。目標達成にはそれ相応の努力が要る。筆者はこのような技術行政の実施をはばむ多くの社会的、経済的障碍があることを知つている。この隘路はしかし後進国の名誉にかけても打破つて欲しいものである。

第３４表　国内米の生産と輸入肥料代との関係

年　次	エーカー当り N	施肥料 P_2O_5	(ポンド) M_2O	平均収量 (bushel)	産米総量 (百万bushel)
1959	4.6	4.1	3.6	35.6	36.4
1968	18.6	7.6	7.4	44.1	64.5
1976	90.0	76.0	75.0	86.2	161.8

年　次	化学肥料総輸入量 (1000屯)	化学肥料総輸入額 (百万ルピー)	産米1bushel当りの肥料代 (ルピー)
1959	26.3	6.7	0.18
1968	82.8	73.0*	1.13
1976	679.0	244.0*	1.51

＊　現行のC.I.F.価格（第３５表）により計算した。

第３５表　増産目標下における米と肥料の輸出入状況

（百万ルピー）

年　次	外　米 輸入額 (1)	国産米 輸出額 (2) **	肥　料 輸入額 (3)	過　不　足 −(1)，+(2)−(3)
1968-69	409	−	73	−482
1969-70	272	−	118	−390
1970-71	134	−	161	−295
1971-72	0	0	205	−205
1972-73*	−	138	248	−110
1973-74*	−	275	253	＋22
1974-75*	−	412	257	＋155
1975-76	−	545	244	＋301
1976-77	−	>545	249	>＋296
1977-78	−	>545	253	>＋292
1978-79	−	>545	257	>＋288
1979-80	−	>545	262	>＋283

*　３ケ年の多量施肥期

**　便宜的に輸入米と同価格として計算した。

備考：輸入米および輸入肥料のC.I.F.価格は次の通りである。

輸入米（1968年6月）	Rs	14.39／bushel（籾）
硫安	Rs	307／1000 kg
尿素	Rs	550／〃
重過燐酸	Rs	485／〃
熔成燐肥	Rs	279／〃
塩化加里	Rs	310／〃

この中、熔成燐肥は日本からの輸出価格（1964年）を基にして推算した。

Ⅶ　技術協力上の問題点

すでに断片的に触れてきた技術協力上の問題点は被援助国にかなり共通なものと思われるので、ここには当国の事情に関係する問題というより要望を書きとめたい。

1.　セイロン農務局に対する要望

(1)　実験室、実験器具の整備　　筆者のような試験研究 ― 対策指導の場合には、仕事を進めるに当つて、しばしば科学的根拠が要求される。つまり技術の解明に必要な実験分析があつて始めて自信ある指導ができるのである。このために研究所の実験室は極めて不備であり、実験器具の内容に至つては化学分析を完全に実施するには程遠い。コロンボ計画では指導用器材で、この不備をある程度補つてはいるが、ゴム栓、ガラス管の類まで携行するのでは現在の予算は間に合わない。

(2)　研究ならびに普及要員の増加充実　　研究員といつても職階に分れて多種にわたつているが、とくに上級研究員、すなわち Research Officer が少ない。このクラスを指導することが最も効果的であるのに、実状は専門家が留学中の彼等に代つて、下級研究員を指導する場合が多いようである。これは大学までの教科で科学関係の学生が文化系に比べて圧倒的に少ないという教育状況の反映であつて、問題がそこまでさかのぼつてしまうが、政府としては産業建国を唱えながらも、文化系卒業者を徒らに失業させている現状を反省すべきである。

農業改良事務所の普及員は体制だけ整つているが、質的に十分農民を指導する能力がない。これは熱意の問題でもあるが、彼等の教育指導が大事であり、このため農業学校、講習所施設の拡大強化が必要である。日本からはまだ普及事業に対し指導を行なつていないが、そろそろその時期ではないかと考えられる。

(3)　指導用機材の輸送促進　　日本から港に入つた機材が勤務先まで送られるのに、時として数ケ月かかることがあつた。これでは指導計画を帰任時に終えることは到底無理である。原因は色々あろうが、港湾その他のストによるとしても、政府として特別の配慮をすべきである。

(4) 調査、指導用の公車の充実　車の輸入制限から官庁の公用車は十分でないらしい。配車数だけは多いが、中古の故障車ばかりで半分動けばいい方である。本来、専門家のあらゆる公務に対して車を配慮すべきである。実際、長途の調査には車を部合して貰つたが、そのために他の研究員の仕事がさまたげられるという状態であつた。

(5) 専門家に対する手当の早期支給　赴任当初は政府支弁の手当（相手国負担分と旅費）が半年近くも遅れた。交渉の結果、最近は2ケ月位で出るようになつたが、政府公務員と同様に処理する位の熱意を示して欲しい。

2. 海外技術協力事業団に対する要望

(1) 指導用機材の早期送付　上述の状況からして、機材送付が早すぎることはない。専門家が素手をかこつことのないようにするには、第2年目の機材送付を極力早めることが望まれる。予算を行使するのに年次中ばになるというならば、本人は早くもとりまとめ報告の作成に追われるので、これはほとんど送る意味がない。したがつて、機材は第1年目に2回にわたり送り出して、2年目を省く方がむしろ合理的である。何故ならば、赴任してみて初めて必須な機材が分るもので、これらを更に次年度に待つたのでは仕事にならないからである。

(2) 専門家単位予算の増額　この予算は筆者の場合、2.3の実験装置とあとは消耗品で2年間が終つている。指導内容にもよるがかなり弾力的に増額して欲しいものである。止むを得なければ派遣人員を減らして単価をあげることである。また、現地で支弁すべきものが多々あるので、そのような時に使える予算を考慮すべきではなかろうか。

(3) 後続専門家の派遣について　1－2年の任期で終えられる仕事はおのずから限度がある。所期の計画が終らない場合は勿論、別の問題が派生しても、やはり後続という形で次の専門家派遣の申請を出すのが普通である。その必要性の程度は様々だし、援助国側としても後任者の人選ができるかどうかの保証がない。仕事によつては例えば育種のように途切れたら何にもならない場合がある。日本的感傷ではなく、これは仕事を続けることが生命なのであるから、予め後任専門家の選定を準備しておくべきであり、

このため事業団、関係場所と十分な連絡、打合せが必要である。勿論、当任の専門家としては後任の有無に拘らず、仕事の重点指導と勧告は常々心掛けることが肝要である。

以上の他に専門家が現地で自活するについて、色々の問題があるが、これは本報告書の筋からやや外れるので省くことにする。ただ一言いいたいのは、赴任時における経済的負担はたとえ無関税の待遇があるとしても、私用車から生活用家財まで準備するので莫大なものである。これを極力軽減する予算措置を講ずることが望まれる。セイロンのように常時数人の専門家が滞在する場合は、公用の目的のみからしても、事業団として現地に車を用意して欲しいものである。

おわりに

1年10ヶ月の指導業務のあとをふり返つてみて、率直に感想を述べるならば、筆者の研究の専門に付け加えるべきものはほとんどなかつたということである。しかし、別に得られた多くのものを考えれば、短いながらも実に有意義な期間でもあつた。

かつて先任の専門家達は日本の優れた実験技術を披露して、彼等にその国の後進性を自覚させた。率先して田んぼに飛び込むことによつて彼等研究者を驚かし、同時に技術研究のあり方を教えたことも事実である。乏しい予算を背負い、言葉も拙い日本人が誠意を傾けてなし得たのはこのような程度の高い指導であつたように思われる。彼等は畏敬の念を以つて日本の高級技術に接したかも知れないが、それを自らの問題として消化するにはやや無理だつたのではなかろうか。

現実に問題を求め、現在の彼等の技術レベルを引き上げながら、問題に対処するというのが筆者が終始とつた方針であつた。明治か大正の頃の日本農業がいま後進国の実状だとすれば、精々昭和初期の試験研究をあてはめて行くしかない。いやその段階での仕事が本当に必要なのである。ここに報告した試験はほとんどが土壌肥料の分野として初歩的なものであり、水稲の増産に直結させ

るためには理論よりも実地の方が重要であつた。筆者が Bronzing 病理論の論争問題よりも治療対策に重きをおき、さらに大きな問題として燐酸欠乏対策を指摘したのはこの結果である。

施肥管理をよくすれば、現在の収量が倍になること位は１０年以上も前にわれわれの先輩が教えてやつた筈である。日本式移植法にしても何故普及していかないのか。肥料をやつたら稲が倒れて減収したことから、施肥を危険視する者も出てくる。要するに押しつけた技術は伸びないのである。第１に稲のタイプが日本稲と違う。この Indica 稲の栄養的特性を知つた上で、土壌、土地条件を調査し、現地試験によつて両者の相関を求めていくという地味な仕事がまだ地についていない。筆者の施肥勧告案は自給達成の要望に応えようとした暫定的なものであり、今後の検討にまつところが大きい。

発展途上のアジア諸国が日本の技術を高く評価し、指導援助を強く要望していることは確かである。これに答えて日本は技術専門家の頭数を送り出すのに腐心しているかの如くみえる。技術援助の意義、効果を論ずる場合に、最もはつきりしているのは〝物〟として与えた時である。そして日本が与える物が先進諸国の中でいかに小さかつたかで、肩身の狭い思いをよくした。これは日本からだという大物がなかつたばかりに、筆者はしばしば精神教育に意を注いだ。彼等は意外と耳を傾けてくれたが、時に悲しげであつた。政治、教育、社会そして冠婚葬祭に至るまで、なんとも変えられない現実を知つているし、この諦めが先に立つからである。

時が社会のすべてを改善するという希望的な見方をすれば、技術援助の効果がこの速度よりどれだけ早く現われるか疑問である。かつての技術援助は確かに技術の段階に止まつて、これを内包した経済的展開がなかつた。昨年セイロンを訪れた那須使節団の構想はこの欠点を除いて商業ベースが確立できるような綜合的指導の方針を掲げている。土地や小作制度などの社会経済条件をいわば治外法権的に改善した集落の中で、技術の粋を集めれば〝儲かる農業〟の成功は疑いない。問題はこの見本的成功が果して広く普及するかにかかつていよう。つまりこの模範がいつ周辺に受入れられるかという点では、従来のものと本質的に違わないように思われる。しかし、大事なことはこのような意欲的な構想を実行してみることではなかろうか。理想と現実のギャップは先進国とい

えども例外ではない。この国の人々も自らの体験を通じて、やがて何をどう変えるべきかを知るだけでなくて、それを実行する勇気を持つことであろう。

終りに臨み、アジア地域農業の実状を体験し、水稲増産技術を指導する貴重な機会を与えられた海外技術協力事業団、吉田公平部長ならびに農業技術研究所、今井富蔵前所長、馬場赳所長および石沢修一化学部長に厚く感謝の意を表したい。在任中は同事業団派遣課、宮本守也課長、担当の飯島正孝技官には終始一方ならぬ配慮を煩わし、御蔭を以つて円滑に任務を遂行することができたことは感謝に堪えない。また任国セイロンでは、中央農業研究所の Peiris 所長、Gunawardena 部長ほか多数の研究者、助手の誠意ある助言、激励、援助を受けた。とくに総務部長の Dharmapalan 氏は公私ともに親身の援助、面倒をいとわられなかつた。これらの人々への感謝の念は尽きないが、いずれ英文報告を通じて返恩の気持を表したい。

註 1) 公文書には 3 ケ国語が並べて書かれている。その他に 6 %のムーア人（Moors）がいて、回教を奉じ、シンハリ人の仏教、タミール人のヒンズー教に対している。ムーア人はセイロン宝石の採掘、取引の実権を握つている。植民地時代には、色の白い混血人（Burghers）を嫁に貰つて栄達を頗つたそうだが、今はそれ程でない。

註 2) Yala 作は主に 4 月から 9 月にかけ、南西モンスーンの雨（5 月－7 月）を利用して行なわれる第 1 期作で、Maha 作は主に 10 月から翌年の 3 月にかけ、北東モンスーンの雨（10－11 月）による第 2 期作である。しかし Maha → Yala を 1 年度としている。

註 3) IR－8 は耐病性が弱く食味のよくないことで評判が悪いので、IR－5 が多少有望だとされている。いずれも収量の点ではセイロン品種より多いので、食糧自給の立場から 1968 年の Maha 作に 5000 トンの IR－8 の種籾が輸入、配布された。いずれ市場に出回つた時、農民と市民が最終判定をするだろうというのが、政府関係者の秘やかな意見であつた。

註 4) 生理病は病虫害によるものを含まず、土壌や土地条件が悪いために起る生理的な生育障害をさす。したがつて、バイラスによる病気で以前は生理病と考えられたものがある。

註 5) 水稲生理病でわが国の赤枯病に似た病気の例として次のものがあげられる。

台湾の窒息病 (Suffocating disease) [9.48)]

マラヤの Penyakit Merah [30)]

インドネシアの Mentek [48)]

インドの Khaira disease [35)]

註 6) PANABOKKE [40)] の分類によれば、Red-yellow podzolic soil に命名されている。これはA層からB層にかけての土性と色の変化から分類されたもので、以前にラテライト (Laterite) 土壌といわれたものがこの大半を占める。高地ではA層がよく発達して黒い土壌となる。他に dry zone に広く分布する Reddish brown earth というのがあり、セイロンでは粘土と塩基の多いよい土壌とされる。

註 7) 筆者の知る範囲では千葉県江見の蛇紋岩風化土壌の水田にみられた赤枯れ病が全く同じ発生状況であつた。また栃木県矢板の火山灰土壌（燐欠）地帯では深水のところに発生していた。

文　　献

1. Baba, I., Inada, K. and Tajima, K. 1965. Mineral nutrition and the occurrence of physiological deseases. Mineral Nutrition Symposium of the Rice Plant. Johns Hopkins Press. Baltimore. p. 173.

2. Ceylon Government Issue: Department of Census and Statistical abstract of Ceylon for 1957-1965; Statistical pocket book of Ceylon for 1966.

3. " : Ceylon National Planning Council. 1959. The ten-year plan. Governm. Press. p. 490.

4. " : Ceylon Department of National Planning. 1967. Population projections for Ceylon, 1963-1978. p. 11.

5. " : Ceylon Departmental Notes. 1964. A guide to Fertilizer use in the cultivation of wetland rice in Ceylon. Trop. Agr. (Ceylon) CXX: 31; Revised Edition, 1967.

6. " : Ceylon Ministry of Planning and Economic Affairs. 1966. Agricultural development proposals, 1966-1970. p. 351.

7. " : Ceylon Ministry of Agriculture and Food. 1968. Implementation programme and targets, 1969. p. 120.

8. Chandraratna, M.F. and Fernando, L.H. 1954. Studies on the fertilizer response of rice. 1. Direct, residual and cumulative effects of various phosphate fertilizers. Trop. Agr.(Ceylon) CX: 178.

9. Chiu, T.F. 1961. Plant nutritional studies on physiological disease of rice in Taiwan. Soils and Fertilizers in Taiwan. p. 5.

10. Colombo Plan Bureau. 1967. Increasing agricultural production in the Colombo Plan Area (A Working Party Project) p. 65.

11. Cooray, P.G. 1967. An introduction to the geology of Ceylon. Governm. Press, Ceylon. p. 324.

12. Fernando, L.H. 1962. Raising rice yields in Ceylon. Proc. 7th Ann. Meeting of CAAS. Sec. Part II. p. 74.

13. Food and Agriculture Organisation, United Nations. 1965. Production year book.

14. Gunawardena, S.D.I.E. 1960. The influence of weeds of fallow rice fields on the subsequent growth of rice. Ceylong Assoc. Adv. Sci.(CAAS) Sec. B.

15. Haigh, J.C. and Joachim, A.W.R. 1935. Studies on paddy cultivation. V. (A) The effect of time of application of fertilizers. (B) The effect of the form of phosphric acid applied. Trop. Agr.(Ceylon) LXXXV: 269.

16. Haseyama, T. and Tanaka, T. 1966. Production possibility and measures for agricultural development in food deficient countries in Asia. A pilot study on South Asia. AJIYA KEIZAI. VII: 165.

17. 早瀬達郎. 1966. 緩効性窒素肥料. 化学工業. 4 : 359.

18. 今泉吉郎・吉田昌一. 水田土壌の珪酸供給力に関する研究. 農技研報. B 8 : 261.

19. Inada, K. 1965. Studies on Bronzing disease of rice plant in Ceylon. 1. Effect of field treatments on Bronzing occurrence and changes in leaf respiration induced by disease. Trop. Agr.(Ceylon) CXXII: 19;

同題. 日作紀. 33:309.

20. _____. 1965. Ibid. 2. Causes of the occurrence of Bronzing. Trop. Agr.(Ceylon) CXXII: 31; 同題. 日作紀. 33:315.

21. 農林水産技術会議. 1964. 水田土壌適性分級法試案ー農業構造改善のためー. pp. 128.

22. 農林省統計調査部. 1966. 農林水産統計. pp. 353.

23. Jayasekera, E.H.W. 1966. Varieties and cultural practices. CAAS Symp. Research. Prod. Rice. p. 19.

24. Joachim, A.W.R. and Kandiah, S. 1929. Laboratory and field studies on green-manuring under paddy-land (anaerobic) conditions. Trop. Agr.(Ceylon) LXXII: 253.

25. _____, _____, and Panditteseker a, D.G. 1933. Studies on paddy cultivation. II. The effect of manures on the composition of the paddy crop and soil. Trop. Agr.(Ceylon) LXXXI: 11.

26. _____. 1955. The soils of Ceylon. Trop. Agr. (Ceylon) CXI: 161.

27. Kandiah, S. 1952. Potash deficiency in paddy. Trop. Agr. (Ceylon) CVIII: 48.

28. Kawaguchi, K. and Kyuma, K. 1967. Fertility characteristics of the lowland rice soils in some Southern Asian countries. Kyoto Univ., Japan (prelim. report).

29. Kirinde, S.T.W. 1959. Effect of the form of nitrogen fertilizers on the yield of rice. Trop. Agr.(Ceylon) CXV: 251.

30. Lockard, R.G. 1959. Mineral nutrition of the rice plant in Malaya with special reference to Penyakit Merah. Min. Agr., Malaya. p. 148.

31. Mai-Thi, My-Nhung. 1965. Chemical and physico-chemical changes in flooded acid sulphate soil and the growth of rice. MSc. Thesis, Univ. Philippine Coll. Agr. p. 106.

32. Mitsui, S. 1954. Inorganic nutrition, fertilisation, and amelioration for lowland rice. Yokendo Ltd., Japan. p. 107.

33. Moormann, F.R. and Panabokke, C.R. 1961. Soils of Ceylon. A new approach to the identification and classification of the most important soil groups of Ceylon. Trop. Agr. (Ceylon) CXVII: 5.

34. Mulleriyawa, R.P. 1966. Some factors influencing Bronzing - a physiological disease of rice in Ceylon. MSc. Thesis, Univ. Philippine Coll. Agr. p. 86.

35. Nene, Y.L., et al. 1965. Further observations on the Khaira disease of paddy. U.P. Agr. Univ, India. Research Bul. No. 2.

36. Olsen, S.R., et al. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate.

U.S. Dept. Agr. Cir. 939.

37. Osada, A. 1964. Studies on the photosynthesis of Indica rice. Trop. Agr.(Ceylon) CXXII: 47; 同題. 日作紀. 33:69.

38. 太田保夫. 1968. 水稲の生理病 "BRONZING" の発生機作に関する研究. 農技研報. D18 : 31.

39. Panabokke, C.R. and Nagarajah, S. 1964. The fertility characteristics of the rice-growing soils of Ceylon. Trop. Agr.(Ceylon) CXX: 3.

40. _____. 1967. The soils of Ceylon and use of fertilizers. Ceylon Assoc. Adv. Sci. Sci. Programme. p. 151.

41. Ponnamperuma, F.N. 1952. The potash status of Ceylon soils. Trop. Agr.(Ceylon) CVIII: 94.

42. _____, Bradfield, R. and Peach, M. 1955. Physiological diseas of rice attributable to iron toxicity. Nature. 175: 265.

43. _____. 1960. Lime as an amendment for the acid lateritic rice soils of Ceylon. Trop. Agr.(Ceylon) CXVI: 243.

44. Rodrigo, D.M. 1964. Responce of rice to silica. Trop. Agr.(Ceylon) CXX: 219.

45. Sagar, V. 1968. Trends of rice consumption in Ceylon. (Conference draft).

46. Sakar, N.K., M.A. 1957. The demography of Ceylon. Governm. Press. p. 289.

47. Shioiri, M. and Tanada, T. 1954. The chemistry of paddy soils in Japan. Min. Agr. Forestry, Japanese Governm. p. 45.

48. Takahashi, J. 1961. Review of investigations on physiological diseases of rice. Intern. Rice Comm. Newsletter. 9: 1.

49. 瀧嶋康夫 : 1963. 水田特に混炭質湿田土壌中における生育阻害物質の行動に関する研究. 農技研報. B13:117.

50. _____. 1967. A tentative proposal for productivity classification of paddy soils in a detailed soil survey. Soil Sci. Plant Nutrition. 13: 171.

51. _____. 1968. Prospects and target programme for self-sufficiency in rice production in Ceylon with special reference to fertilizer use. (unpublished).

52. Tanaka, A., Navasere, S.A., et al. 1964. Growth habit of the rice plant in the tropics and its effect on nitrogen response. Intern. Rice. Res. Inst., Philippines, Tech. Bul. No. 3: p. 80.

53. _____, Kawano, K. and Yamaguchi, J. 1966. Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. Ibid. Tech. Bul. No. 7: p. .

54. _____, Mulleriyawa, R.P. and Yasu, T. 1968. Possibility of hydrogen sulfide induced iron toxicity of the rice plant. Soil Sci. Plant Nutrition, Japan. 14: 1.

55. Thenabadu, M.W. 1960. Characteristics of an ill-drained rice soil profile in Bombuwela. Trop. Agr.(Ceylon) CXVI: 267.

56. _____. and Fernando, B.L. 1966. Rice soils of Hewagam Korale. Trop. Agr.(Ceylon) CXXII: 1.

57. _____, _____. and Perera, T.B. 1966. Survey of rice soils of Hapitigam Korale. Trop. Agr. (Ceylon) CXXII: 117.

58. _____, et al. 1967-68. Performance of granular-compound fertilizers on rice in the wetzone of Ceylon. 23rd Ann. Ses. Ceylon Assoc. Adv. Sci., 1967 and recent data, 1968.

59. Uchida, Y. 1968. A new system of paddy fertilizer recommendation based on the paddy field grouping. (prelim. report).

60. Von Uexkull, H.R. 1964. Obstacles to using fertilizers for rice in South-East Asia. World Crops. Mar.: 1.

61. Weerawickrema, S.K.A. and Constable, D.H. 1965-67. Report of Ceylon Fertilizer Project (FAO-FFHC).

62. Yamada, N. 1959. Analysis of the yield potential of the Indica hybrid, H-4. Trop. Agr.(Ceylon) CXV: 173.

63. _____. and Kirinde, S.T.W. 1959. Effect of level and time of application of ammonium sulphate on broadcast paddy. Ibid. CXV: 225.

64. _____. 1959. Some aspects of the physiology of Bronzing. Ibid. CXV: 241.

65. 山田　登・太田保夫. 1960. セイロンの稲作ー熱帯地方稲作研究への一指標ー. 国際食糧農業協会（FAO）. No.101：pp. 206.

66. 山本　毅・高橋達児. 1967. 改良資材による畑土壌の肥沃化. 第2報　改良資材の施用が土壌および作物の要素吸収におよぼす影響. 東北農試研報. 35：19.

67. 山崎　伝. 1966. 微量要素と多量要素ー土壌，作物の診断と処理. 博友社. pp. 400.