

資料 No. 17

マレーシアにおける農業研究推進のための  
調査報告書——acid sulphate soilsに  
関する問題を中心として—

昭和46年8月

農林省熱帯農業研究センター

## は し が き

昭和41年度から農林省は熱帯等の農業に関する試験研究を推進するため、在外研究員の派遣をはじめとして、海外調査、資料収集、広報活動、研究交流等を行なってきたが、昭和45年6月、これらの事業の中核機関として「熱帯農業研究センター」が発足した。

本書は熱帯等の地域の土壌に関する問題点および関連した試験研究の実態を把握するためマレーシアについて現地調査を実施した報告書である。本調査の主な調査対象は、マレーシアにおける硫酸性土壌、泥炭土壌などの特殊土壌であるが、この調査報告が今後熱帯等の農業に関する試験研究推進の指針となれば幸いである。

なお、本調査を行なった中国農業試験場環境小坂二郎部長および本調査にあたってご協力を頂いた各位に対し、謝意を表したい。

昭和46年8月

熱帯農業研究センター所長

山 田 登

# 目 次

I	日程および調査者.....	1
II	マレーシアの農業.....	3
III	Acid sulphate soils.....	7
IV	試験研究機関の概要.....	11
V	マレーシアにおける農業研究の推進.....	16
VI	お わ り に.....	19

## I 日程および調査者

### 日 程

- 12月13日 東京—バンコック J L451
- 12月14日 Rice Department, Agricultural Department, Land Development
- 12月15日 大使館, バンコック—クアラルンプール ML511
- 12月16日 Department of Agriculture, 大使館
- 12月17日 Peat Station, Soil Water Research Station, Tanjong Karang
- 12月18日 Padi Test Station (acid-sulphate soils), Pulan Gadong, Kuala Linggi, Department of Agriculture, Malacca  
クアラルンプール—ペナン ML068
- 12月19日 Rice Research Station Bumbong Lima, Radi Experiment Station Bukit Merah
- 12月20日 Padi Experiment Station Telok Chengai, Muda Irrigation Area
- 12月21日 Muda Irrigation Project Area, Office of General Manager, Muda Agricultural Development Authority
- 12月22日 Padi Experiment Station Telok Chengai  
アロルスター—コタバル ML034
- 12月23日 Kumubu Irrigation Project Area
- 12月24日 Besut Irrigation Project Area
- 12月25日 コタバル—クアラルンプール ML041
- 12月26日 Department of Agriculture
- 12月27日 クアラルンプール—ジョホールバル 車  
Department of Agriculture, Johor
- 12月28日 Pineapple Research Station Pekan Nenas  
ジョホールバル—シンガポール 車
- 12月29日 シンガポール—クチン ML452  
Department of Agriculture, Sarawak
- 12月30日 Department of Agriculture, Deep Peat Station Stapok, Agriculture Research Centre Semongok
- 12月31日 Sungai Sarawak Padi Scheme Area (acid sulphate soil area), Agriculture Experiment Station Tarah
- 1月1日 資料整理
- 1月2日 Padi Testing Station Paya Paloh
- 1月3日 クチン—コタキナバル ML428

1月4日 領事館, Department of Agriculture Sabah, Agricultural Research Centre  
Tuaran

1月5日 Kota Belud Area

1月6日 Department of Agriculture Sabah

1月7日 コタキナバル—東京 CX990

注：12月16日から12月21日までは西尾研究員が，12月22日から1月7日までは橘高研究員が同行した。

#### 調 査 者

中国農業試験場環境部長 小坂二郎

## II マレーシアの農業

### 1. 面積

面積は、西マレーシア 50,915 miles<sup>2</sup>, Sarawak 48,250 miles<sup>2</sup>, Sabah 29,388 miles<sup>2</sup> で合計 128,553 miles<sup>2</sup> である。西マレーシアと Sarawak とはそれぞれ本州の半分に近い。また Sabah はほぼ北海道にひとしい。したがって本州と北海道とにあたるとみてよいであろう。

### 2. 人口

人口は西マレーシア 8,655,299人, Sarawak 902,841人, Sabah 590,660で人口密度は 80人/miles<sup>2</sup> となる。しかし西マレーシアはほぼ 170人/miles<sup>2</sup> となり明治初年の日本の人口の推定された値に近くなる。

### 3. 人種

マレーシアは多くの人種の集合である。マレイ人が最も多いが主として農業とくに稲作に従事している smallholder である。政府の役人はマレイ人が多く、軍人、警官はマレイ人でしめられている。マレイ人について Chinese, Indians となっているが、Chinese はマレーシア人口の36%をしめており、西マレーシア 37%, Sarawak 31%, Sabah 23%である。西マレーシアの西海岸の都市および工業地帯に集中している。彼等はすべての商業、経済の実権を握っており、どんな田舎に行っても商店は Chinese の経営であった。我々の接触した研究者も Chinese が多い。そのため政府は公務員にマレイ語の古語（我が国の漢文にあたるもの）の試験を課したり、憲法にマレイ人優位の規定を入れておさえようとしている。

西マレーシアの主なものの輸出金額をみるとゴム、錫で大部分をしめ木材の増加がいちじるしい。

	1966	1967	1968
ゴ ム	1,396	1,216	1,301
錫 metal primary	779	744	820
木 材	99	129	182
オイルパーム製品	127	119	131
鉄 鉱 石	136	122	110
かん詰めパイナップル	44	43	48

### 4. マレーシアの農業

大規模のプランテーションによるゴム、オイルパーム、ココア、茶等と小規模の農家による稲、ココナツ、果物、こしょう、コーヒー野菜などがある。以下に引用する統計は MALAYSIA YEAR BOOK 1970 よりとったが西マレーシアのみと考えられる。

(1) ゴム

ゴムは天然ゴムを1,092,339 ton を産し、全世界の42%にあたる。面積は4,335,000エーカーで、全耕地の65.4%にあたる。

ゴムは tapping まで6年かかり、その経済的年数は約25年である。

政府の補助により収量の高い品種への改植がすすめられ、西マレーシアではすでにエステートで78%、smallholder で53%が改植が終っている。改植により従来のアール当り 500 lbs が1,500~2,000 lbs に増加している。

したがってゴムを有利なオイルパームに変えているためエステートの面積がへっているのにガムの生産は逆にふえている。

これにより人造ゴムによる価格の低下にたいしなんとかゴム園を維持しつづけることができたものと考えられる。

しかしエステートは次第に中国人の手にうつりつつある。

西マレーシアではゴム園の手入はよく、除草剤もよく使用されているが、東マレーシアでは人手不足も加わってゴム園の荒廃がみられた。

	エステート		smallholder		計	
	面積	生産額	面積	生産額	面積	生産額
1961	1,937,000	428,500	2,035,000	278,200	3,972,000	706,700
1962	1,926,000	438,300	2,224,000	276,600	4,150,000	714,900
1963	1,919,000	458,300	2,332,000	294,700	4,251,000	753,000
1964	1,893,000	476,800	2,411,000	314,400	4,304,000	791,200
1965	1,857,000	490,900	2,469,000	347,600	4,326,000	838,500
1966	1,813,000	513,900	2,529,000	386,400	4,342,000	900,300
1967	1,746,000	525,800	2,589,000	397,500	4,335,000	923,300
1968	—	572,500	—	471,600	—	1,044,100

(2) 稲

西マレーシアではゴムについて面積では位をしめている。ゴムとちがってもっぱら smallholder によって栽培されている。自給率は70%で不足分はタイ、中国等から輸入している。

	メインシーズンの Wet Padi		Dry Padi		オフシーズンの Padi		計	
	面積	Padi 生産	面積	Padi 生産	面積	Padi 生産	面積	Padi 生産
1961/26	エーカー	千トン	エーカー	千トン	エーカー	千トン	エーカー	千トン
	734,170	727	47,010	23	35,465	33	816,645	783
1962/63	747,600	780	44,450	24	46,520	48	838,570	854
1963/64	744,440	659	42,070	23	49,110	52	835,620	734
1964/65	763,160	795	43,190	22	58,420	61	864,770	878
1965/66	763,100	777	45,140	22	89,840	100	899,080	899
1966/67	755,780	735	44,100	20	104,450	118	904,330	873
1967/68	806,940	844	43,850	21	156,950	170	1,007,740	1,035

政府は米の自給に力を入れており、新しい開田、2期作の奨励、新しい米作技術の普及、2期作に適した品種の育成、肥料、農薬の使用の奨励につとめている。そのため米は自給の域に近く達するとみており、すでに関係者は米が過剰になったときの対策を考えている。

### (3) オイルパーム

西マレーシアでは急激に増加している。政府 (Federal Land Development Authority) も大いに奨励している。主としてエステートで栽培しているが、周辺の smallholder にも発展している。主としてふいごムおよびココナッツ園がかわりつつある。

	面積	Palm Oil	Palm Kernel
1961	141,000	93,348	24,227
1962	153,000	106,462	27,844
1963	185,000	123,649	30,135
1964	206,000	120,106	30,001
1965	240,000	146,333	34,426
1966	303,000	183,394	42,669
1967	400,000	213,402	48,318
1968	—	260,725	58,715

### (4) ココナッツ

西マレーシアでは栽培面積は第3位にあるが、90%は smallholder の栽培である。エステートでは減少しつつあるが、これはオイルパームに植換えているためである。smallholder では栽培面積はへらないが、収量がへっているので政府はこれが改善に努力している。

いたるところで家のまわりにも植えられており、耐湿性が高くかなりの湿地まで植えられているが、根が浅いためか、風による倒伏がめだっている。

	エステート	Smallholding	Coconut Oil	Coconut Cake
1961	80,000	430,000	87,000	52,000
1962	78,000	432,000	91,660	54,137
1963	80,000	429,000	71,281	45,145
1964	72,000	436,000	62,132	40,043
1965	68,000	439,000	63,767	39,465
1966	63,000	435,000	83,418	53,476
1967	60,000	442,000	85,643	57,877
1968	—	—	89,954	62,532

### (5) パイナップル

パイナップルは輸出の6位を占め、4,400万ドルに達する。主としてかん詰として輸出される。90%はジョホール州で生産され、66%が smallholding で34%がかん詰業者のもっているエステートである。現在かん詰工場はジョホール州に3、シンガポールに1つあるが、さらにジョホール州に1つ建設される。生産に5~6月、12~1月にピークがあり、エステート間では調節されるが、

smallholding の間にはつていせず、工場で処理できない場合がある。

	Smallholding	Estate	計	生 産
	エーカー	エーカー	エーカー	トン
1961	14, 158	13, 140	27, 298	164, 598
1962	14, 158	13, 140	27, 298	195, 625
1963	14, 158	16, 044	30, 202	193, 839
1964	18, 773	13, 344	32, 117	217, 812
1965	18, 773	13, 344	32, 117	254, 285
1966	22, 641	11, 829	34, 470	254, 063
1967	22, 641	11, 829	34, 470	275, 267
1968	—	—	35, 089	278, 448

注：かん詰用パイナップル

### 5. Sarawak の農業

Sarawak の輸出額をみると石油および製品、木材について3位がこしょう、4位がゴムで1960年にくらべゴムはいちじるしくへっている。

こしょうはインド、インドネシアについて世界第3位の生産および輸出国である。このうち、white pepper 27,600千ドル、black pepper 25,280千ドルである。0.5～1 エーカーの約10,000のsmallholder により栽培されている。

ゴム 461,090エーカー、水稻 135,859エーカー、陸稲 213,486エーカー、ココナッツ 98,589エーカーで陸稲 (hill padi) が広い面積にうえられているが、これは shifting cultivation である。生産は水稻 51,088トン、陸稲 40,092トン、輸入が 54,000トンである。

	輸 出 額	
	1960	1969
	千ドル	千ドル
石油および製品	130, 915	304, 366
木 材	43, 603	186, 539
こ し ょ う	17, 200	52, 887
ゴ ム	122, 440	49, 866

### 6. Sabah の農業

ゴム261,055エーカー、ココナッツ 114,746エーカー、水稻 74,555エーカー（うち4,000エーカーが二期作）、オイルパーム74,847エーカー（1963年6,500エーカー）、陸稲 28,620エーカー、ココア 7,663エーカーであってオイルパームののびが大きい。陸稲は Sarawak とちがい少ない。

こんごはオイルパーム、ココアが政府も力を入れておりのびて来るものと考えられる。

なお木材の生産は大きく5億マレードルに達するといわれている。

### III Acid sulphate soils

#### 1. タイにおける acid sulphate soils

タイにおいては acid sulphate soils は所謂“Cat clay”をもった saline および brackish の marine sediment であって、その低い pH は硫化物主として pyrite の酸化により生じた硫酸および鉄、アルミニウムの硫酸塩にもとづくものであるとしている。

Cat clay はオランダ語の Katte Klei から来たものといわれているが、これは灰色の基質の上に膜状または streak 状をなして straw yellow の basic ferric sulphate ( $\text{KFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  jarosite) が析出している層をいう。

タイにおいてはチャウプラヤ川下流の Bangkok 平野の北部の fresh water alluvium と南部の marine alluvium の中間に brackish water alluvium が広い面積を占めているが、これは古い tidal flat であって、ここに acid sulphate soils で存在し、その面積は100~150万 ha といわれている。

その断面の1例をみると表層は暗灰色で腐植含量は高いがその下部は red yellow の mottle のある pH4 の plastic な層である。その下に上記の cat clay の層が来る。straw yellow (2.5Y 8/2~8/4) をしており、jarosite のほかに Limonite, gypsum を含んでいる pH3, この層の下は灰色で pH6 で pyrite を多く含んでいる。

この生成は、モンスーン地帯の乾期と雨期との区分のはっきりしている Bangkok 平野では乾期にはかなり深いところまで酸化される。すなわち cat clay の層の下部の pyrite が酸化されて sulphate となる。雨期が始まり地下水位が上昇するとともに sulphate は表層に達する。cat clay の層は雨期になり flood water をうけても還元的にならない。つねに酸化的に存在する。

これが改良の方法として次のことが提案されている。

- (1) 石灰の使用とこれに伴う燐酸と窒素の施用
- (2) Mn, Cu, Zn 等の施用
- (3) オフシーズンすなわち乾期に二期作の水稲をつくり土壌を乾かさず、下層の pyrite よりの sulphate の生成と上昇をふせぐ

など。

#### 2. 西マレーシアにおける acid sulphate soils

西マレーシアでは acid sulphate soils は20万エーカーに達するといわれ、西海岸の Kedah, Pelis, Malacca の各州にある。Kedah 州では6万エーカーが水田となっているが、他は開墾されていないか、ココナッツ、オイルパーム、ゴム等が植えられているが、収量は低い。

##### a. Muda irrigation project area における acid sulphate soils

Kedah 州ではムダ河を上流でせきとめて2つの貯水湖を作り、10万 ha におよぶ水田を灌漑し、

二期作の実現により増産するため Muda irrigation project を進めている。これは上記の貯水湖より main canal で導き、これを北、中央、南の3 canal に分け、さらに2回にわけて Distributory として圃場に入っている。圃場の一区画は 5 mile×1 mile で長辺が Distributory に沿っており、60m 間隔に灌水口がある。末端用水がないので、田ごしに水がかかり、Distributory に平行に排水路が走っているので、これに排水することになっている。したがって全体に水が入るのは灌水し初めてから1.5ヵ月かかるといわれている。地区を4つに分け、1970年2月から第1区に水が入り、第2区1971年7月、第3区1972年2月、第4区1973年2月に入り初まり、1973年7月完成の予定である。

土壌調査の結果2～3万 ha が acid sulphate soils であるといわれている。

今回調査したのは被害のもっとも大きいといわれている南端の GUAR CHEMEDAK 地区と被害がこれについている北部の TAMBUN TULANG padi test station 周辺である。

被害のでているところは葉とくに先端に褐色の斑点があり、生育は周囲にくらべいぢるしく悪い。現地では鉄過剰の害としている。分布は非常に局所的で、微地形的に低いところに点在している。引き抜くとすっぽり抜け根はほとんど腐って黒変している。pH はもっとも被害の大きいところの表土の上部 5.2、下部 4.8 で、TAMBUN TULANG では 6.4、6.1 であった。すなわち pH はあまり低くないが、還元が強く悪息をはなっている。J. SAMMY 氏によると乾期には1吋ぐらいの割目ができ、10 ft 位まで乾き、8～10吋掘ると黄色い S の XI がでるといふ。

東海岸の Kota Bharu でも KUMUBU irrigation project で Kelantan 河の水をポンプアップし灌漑する計画をたて、現在ポンプ工事、canal の掘りあげをしている。Bris(Permatang)の内側の排水の悪いところに acid sulphate soils がある。canal のため掘りあげた下層土は黒褐色の CL で泥炭の残渣があり、乾いた面に点状に黄色く S がでている。pH を測定すると 2.2 と強酸性である。しかし被害のでているところでは pH は表土の上部 6.1、下部 6.2 であったという。10月の pH は 4 であったという。

川口・久馬氏のマレイの水田土壌に関する研究によると M-9 は GUAR CHEMEDAK 地区であり、M-4 は TAMBUN TULANG の稲試験地の土壌であるが、乾土の pH は 3.6 と 4.3 であるが還元的に incubation したあとは 4.4 と 5.0 とあがっている。

すなわち乾期に乾いた土壌を灌水した場合は pH は始めは低いですが、灌水後時間をへるにしたがい、微生物の活動により還元化されるとともに pH は上昇するものと考えられる。

我が国において茨城県の霞ヶ浦、千葉県の手賀沼の周辺で acid sulphate soils の改良試験が行なわれているが、この場合無石灰区の pH は作付期間中ほとんど変わらず、低い値をたもっている。これは改良後の年数がたつていないため土壌微生物の活性が弱いためであると考えられる。このことは後述のマラッカ州の acid sulphate soils についての川口・久馬氏の調査した M-27 は新しく開墾したところであり、その pH は 3.4 か 3.9 でほとんどあがっていないことと一致する。

川口・久馬氏の調査によると M-4、M-9 では所謂 cat clay の層がみあたらないが、M-9 の付近の新しい水路を掘った面に jarosite の特徴的な斑鉄を見出しているので、タイにくらべて乾期、

雨期の区分がはっきりしない西マレーシアでは *cat clay* を生ずるようなつねに酸化的な層の生成をみないのではないかと考えられる。

岩手県では新しく開田した水田に発生する葉身の褐色の斑点および根腐れ、節腐れを特徴とする赤枯れは、易分解性有機物による異常還元とこれにともなう  $\text{Fe}^{2+}$  の過剰吸収と養分のアンバランスにもとづくこと、また水管理による酸化と適正な施肥とにより防止することができることを明らかにした。

また品種により赤枯れに対する抵抗性に差のあることを見出している。

#### *acid sulphate soils* の改良法として

(1) 石灰の施用 石灰は最初 2.5 t/ha 程度施用され、以後毎年やるが量はへらしているという。幸に地区内に石灰岩の露頭があるので  $\text{t}$  当り 20~25 マレドールで供給されている。石灰の施用は同時にカルシウム、マグネシウムの補給も考えられる。

(2) 湛水による酸性化ならび集積防止 さきにタイの *acid sulphate soils* の生成のさいのべたように、乾期において硫化物の酸化と硫酸塩の表層への集積がおこる。メインシーズンの収穫とオフシーズンの整地までを湛水にして還元状態に保つ。

(3) 還元の害の防止 整地にさいし雑草を刈取り堆積してすきこむが、新鮮有機物による障害を防ぐため焼却するか、圃場外にもち出す。

また硫化水素による害を防ぐため、また酸化的にするため日本では広く含鉄資材の投入が行なわれているが、前に記した岩手県における試験の際、含鉄資材の多量投入によりかえって赤枯れを促進した例もあるので、さらに研究を進める必要がある。

(4) 二期作の促進 水田土壌は例えば Chow らの *Guar series* についての分析成績によると、下層にいくほど硫黄化合物は増加して、溶脱が行なわれていることを示しているが、休閑をやめて二期作を継続することにより、作土の硫黄化合物は減少して障害の度合はひくまるものと考えられる。

今後の研究問題としてマレーシアの *acid sulphate soils* はタイのそれとは異なるところがあるので、その年間の動態を明らかにすることがまず重要である。とくに二期作を導入した場合の変化は硫黄化合物をふくめかなり移動に変化があると思われるのでこの点を明らかにする必要がある。

*acid sulphate soils* における障害は根の機能の阻害にもとづく吸収養分のアンバランスによるところが大きいので、鉄の問題をふくめて、これらの点をさらに明らかにすることが重要である。例えば水稲の生育の良好な場合は体内の  $\text{Mn}/\text{Fe}$  が大きい、これは  $\text{Mn}$  を多く吸収させることではなく  $\text{Mn}/\text{Fe}$  の大きくなるような環境条件を明らかにすることにある。

土壌の還元状態の改善のため、日本では含鉄資材の投与が広く行なわれてきているが、岩手県の例のように逆になる場合もあるので、この点についても含鉄資材として *Latosol* の投入について詳細な研究が必要である。

また見地をかえて *acid sulphate soils* に対する品種抵抗性が存在するのか、あれば抵抗性品種の選択の研究も考えられる。

#### b. マラッカ州の acid sulphate soils

マラッカ州においては PULAU GADONG の test station および KUALA LINGGI 地区を調査した。

PULAU DADONG の test station では最初水田の計画をしたが、飲料水にまわしたため灌漑水がえられず畑地化したものである。現在オイルパーム、コーヒー、ソルガム、とうもろこしなどで試験が行なわれているが、ネピアグラス、タピオカも耐性が高いといわれている。

1964年から放置してあるところは草も生えず、表面に Al-sulphate, Fe-sulphate の灰白色の crust ができている。pH を測定すると 2.6 であった。暗灰色の下層には黄色の粒状のものがみられた（現地では硫黄の結晶といっている）。地下水 1.5 ft, オイルパームを植えて試験しているところは石灰を中和したところも pH 3.6 と測定された。

川口・久馬氏の M-27 がこれにあたり、乾上の pH 3.4, incubation 後の pH 3.9 であまり変化のないことはすでにのべたごとくである。黄色の膜状および管状の斑紋を見出し jarosite と推定している。

Chew Hong Jung 氏より個人的意見であるがとして、この地区で acid sulphate soils における畑作物の栽培について土壌的な研究をしてほしいとの要望があった。

#### c. Sarawak における acid sulphate soils

Sarawak においては Sungai Sarawak Padi Scheme Area (Rampangi Experiment Station) を調査した。ここは Sarawak 河のデルタで平坦で (20,000 エーカー), 州の土地であるということで選ばれたが、たまたま acid sulphate soils であり、処理にこまっているのが実情である。

土壌は saline gley soil であり、pH は塩類の影響をうけてふれが大きい低いものが多い。全硫黄含量の平均値は 0~6 時 0.56%, 12~18 時 0.87%, 24~30 時 1.67% で下層ほど増加している。暗青緑灰色の下層土を地表に掘り出すと黄色の被膜ができることであって、これは jarosite ではないかと推定していた。

植生はニッパ (Nipah) やし, Mangrove と Nibong であって、ここの特徴はニッパの下に Mud-lobster という 20~30cm のエビガニ様の動物がいて Mounds を作り、上の穴から下層土を出すため、下層の硫黄化合物を多く含んだ土を表面に出すことで、硫黄の下層への移動をさまたげている結果となっている。Mounds の高さは 1m 近くにも達するものもある。

## IV 試験研究機関の概要

### 1. Bumbong Lima Research Station

建物は新しく2棟できているが、現在水道、電気が来て内部の設備のできているのは plant pathology の部門だけである。K. M. Chin 氏が新しく着任して仕事をしている。室内の施設はかなりととのっている。この地帯に多い水稻の病気として彼は次の順にあげている。①ごま葉枯病、②すじ葉枯病、③いもち病、④白葉枯病、⑤Penyakit Merah, 黄萎病、⑥紋枯病、赤色菌核病。

圃場は広く、配水の施設も完備し1枚ごとに入れられるようになっている。西尾研究員はここで要水量の問題を間断灌漑と施肥との組合せで試験している。農機具の建物も2棟できており、将来 MARDI の計画がすすめば農業研究の中心となる可能性がある。

### 2. Bukit Merah Padi Experiment Station

建物は古く電気はごく最近入ったところであり、施設は悪い。ここは戦事中に日本が作ったもので、何代も育種専門家が引きつづいて仕事をして、米の自給の第1段として二期作に適した品種のマリンジャヤ、マスリ、バハキヤ等を育成し輝かしい成果をあげている。現在は橋高研究員が仕事をしている。バハギヤは耐倒伏性はあるが、食味にもんだいがあり、また多肥によりいもち病の欠点がある。こんご I R 系統の形質のよい、白葉枯病につよいものをめざして育種をすすめている。

圃場は湿田で二期作もでき Bumbong Lima にくらべて肥沃である。政府は研究機関の再編ともない次第にてつ取することを考えているようである。

### 3. Telok Chengai Padi Experiment Station

Muda irrigation project area の中央にあり、canal が圃場のなかを走っているが、ここに通水されるのは1971年7月であって、現在乾期に水不足になる恐れがある。

西尾研究員はここにおり、ここで現在2つの研究をしている。1つは20 a のねずみの入らない大きな網室を使い、1区1aでバハキヤ、リヤを使い6月から毎月植えて、用水量の試験と組合せてその生育収量をみている。別の小さい網室では、ポットの水耕試験で二葉期、四葉期、六葉期の乾物重、葉面積等を測定し年間の成長解析をしている。

圃場試験で最大の悩みは鼠害で殺鼠剤を加えた籾を多量に使用しているが、あまり効果はないとのことであった。

### 4. Tanjong Karang Peat Station および Soil Water Research Station

Peat soil は西マレーシアでは200 エーカーあるといわれており、主として森林のもとで生成したもので森林泥炭 (woody or forest peat) とよばれるものである。西海岸および東海岸に沿って分布している。マレーシアでは有機物の含量により65%以上を peat, 65%~35%を muck, 35%

以下を有機質 (organic) と呼んでいる。

Peat station では 2~4 ft の peat が marine clay の上に堆積している。

ココナツ、オイルパーム、コーヒー、カウピー、タピオカ、ネピアグラス、とうもろこし、ソルガム、パイナップル等が試験されていたがかなりよくできている。とうもろこしに Cu, オイルパームに B 欠がでていた。

機械化の障害は大型機械が入ることができないことと切株が多数存在することである。

Peat soil で問題になるのは勿論排水であって、これには海拔も関係すると思われる。この圃場は海拔 5 ft で最も地下水位のさがる時は 12 ft までになるという。

水稲作の次にくるものとして上記の作物が浮びあがってくるが、平坦な大面積としての泥炭地の利用が重要となってくるものと思われる。今後泥炭地における upland crop の微量要素を含めた栄養生理的な研究を進める必要があると思われる。

Soil water research station は松島省三氏が水管理の試験をしたところであるが、この試験場の透水性が一般の圃場とはことなり適用できないとして、育種の適応性検定試験と新肥料の肥効試験のみを行っていた。

## 5. Pineapple Research Station

Pineapple research station は Johore Bahru の北西の Pekan Nenas にあり、Malayan pineapple industry board に属している。

パイナップルはかつては upland の mineral soil に植えられていたが、エロージョン等により地力が衰え 5 年以上は作れないため、パイナップルは peat soil に栽培することにきめられた。Johore 州だけで 88,000 エーカーの適地があり、現在西マレーシアにおいて 37,000 エーカーのパイナップル畑の 97% が peat soil である。肥料に助成金を出しているので配合肥料 (10, 1, 8) を 200~800kg/エーカー使い、硫酸銅の葉面散布をしているが、peat より 4~5 年で収量が落ちるところがあり、その原因究明と地力維持が重要課題となっている。パイナップルは耐酸性作物なので石灰を加用しても生育に差がない、現在ガラス室をつくり、水耕で Ca, S, B, Zn, Fe, Cu, Mn, Mg, N, P, K の欠除試験を行なっている。

## 6. Semongok Agriculture Research Centre

Sarawak では department of agriculture のもとに research branch, field branch, education branch の 3 branch がある。

Research branch は assist director のもとに agricultural economics, agronomy, botany, pathology, entomology, soil survey, chemistry, experiment stations に分かれている。

Agricultural economics は土地改良の計画の評価と提言, farm management と library を受けもっている。

Agronomy は 8 つの division があり, pepper, rice, soils, oil palm, cocoa, peat, essential

oil ほか1つで essential oil の division は pasture になってこれを含めている。

Botany は rice のほかに pepper をやっている。

Soil survey は department of agriculture と同じ建物にあるが、他は Semongok の agriculture research centre にある。Soil survey division に3つの地区に分けて分担しており、3人のうち2人はヨーロッパ人である。大きな drawing room を持って土壌を作成しており、1968年に50万分の1の soil map of Sarawak を出している。1269年12月末の進捗状況は reconnaissance のものは13.9%, semi-detailed 1.5%, detailed 0.01%である。

Kuching の町から少し離れている Semongok が研究の中心となり、ここで設計をたて Semongok の圃場および各 experiment station (第1区では Stapok deep peat research station, Tarat experiment station, Paya Paloh padi testing station) でこの設計どおり試験が行なわれ、その収量のみが報告される。試験の成績は、例えば水稻の場合は精粒重のみであり、各 plot のその値により統計処理して有意差があるかを判定する。

マレーシア、サバ州における農業関係試験研究事情調査報告書(43. 10)にもすでに指摘されているように、生育調査、収量構成要素の調査がほとんど行なわれておらず、また設計をたてた研究者は現場をほとんどみておらず、また実際の圃場で施肥等の仕事をする場合は何段も手をへているのでチェックが困難である。したがって有意差の出ない場合が多く、それが何によるか明らかにすることがむずかしく、労多くして効果の少ない感じがする。

Semongok の agriculture research centre は2階建の建物で内部の施設もよくととのっており、化学の実験室もかなり広いスペースをとり、図書室も付属している。

圃場はゆるやかに起伏した Semongok series (red-yellow podzolic soils) である。

Chemistry division は analytical chemistry と agricultural chemistry とあり、前者は全部の部門の分析をやるところであり、1969年は試料3,317点、分析点数23,085点を行なっている。後者はこしょうの葉分析、こしょうの貯蔵中の変化、精油の蒸溜、さきのにべた acid-sulphate soils にかんして pH、塩類濃度と水稻の生育との関係のポット試験、木製タンク試験を行なっている。

こしょうは重要な農産物であるので、試験が多く行なわれており、栽培、施肥法の改良により収量はあがって来ているが、foot rot 病 (Phytophthora palmivora) が問題になっているので、接木による防除、抵抗性品種の育種、殺菌剤のスクリーニングの試験が行なわれている。

接木による防除 Piper nigrum L. のうちで品種の“Kuching”は生長が早く収量が多いが、foot rot 病に弱い。Indian 種を台木として“Kuching”を接木する試験が行なわれている。また Piper 属の他の Piper colubrium, Piper cubela, Piper hispidum 等を台木とする試験も行なわれている。

抵抗性品種の育種 上記のように“Kuching”はのぞましい性質を持っているが、抵抗性が弱いので、導入された品種 (Balancotta, Uthirancott ら) は収量は低い抵抗性があるので、これらの交配による抵抗性品種の育成がこころみられている。

殺菌剤の室内スクリーニング P. palmivora に対し実験室の条件下で試験している。

葉への侵入に対する処理 試験はまず第1に予防剤としての殺菌剤の効果を、第2に葉上の病斑の拡大に及ぼす影響を評価するように計画してある。前者では切り取った葉を殺菌剤で処理し、乾かしてから、病原菌の遊走子の懸濁液に浸漬し、過剰の孢子液は流れ落ちるにまかせ、葉を6日間湿室内におき、病斑を形成した葉の%で効果を判定している。

後者の試験では、葉に接種して各葉に1病斑を作らせ供試殺菌剤で処理し、葉上病斑の拡大阻止効果で比較している。これらの結果でファーバム (Ferbam) とアントラコール (Antracol) が予防剤として有効のようであった。

土壌処理剤の効果比較試験 ガラスポットに高圧滅菌土壌をつめ、地表下1時に病原菌を接種した直径1.0cmのオートミル寒天ディスクを埋没し、各種濃度の供試薬剤を5~10ml 灌注し、24時間、48時間後の病原菌殺菌効果を、地中から掘り出した寒天ディスク上における孢子嚢形成の有無により調査している。

牧草については各国からいろいろの草種の導入試験を行っており、実際に手を入れた放牧試験も実行されている。有望な草種も見出されたという。例えば pangola grass (*Digitaria decumbens*) について生草量38.5トン/エーカーを得ている。窒素に対する response が大きく、また雑草の侵入をいかにして防ぐかがこんごの問題点となっている。

## 7. Stapok Deep Peat Research Station

Sarawak では海岸に沿って peat soils が floodplains をなして広大な面積をしめている。この station は海拔16ftで fresh water のもので peat の厚さ10ftで面積は50エーカーである。peat soils としては改良しやすいほうで石灰施用、Cu と Fe との散布を基本として改良している。導入試験を主としてオイルパーム、パイナップル、ココア、茶、さとうきび、ソルガム、レモングラス、ネピアグラス、タピオカ、野菜(カウピー、トマト)等が作付されている。

## 8. Tarat Experiment Station

陸稲の品種試験が行なわれており、品種適応性をみているが、収量ということが選抜の基準となっているため、その基礎となる現地における陸稲品種の特性と品種育成選抜の問題点がまず解決されなければならないことが痛感された。

## 9. Paya Paloh Padi Testing Station

Kuching から河をさかのぼった上流にある brackish のところに河岸にニッパやしが旺盛に生えているが、上流に行くにつれて次第に衰え、ココナツを植えた部落が多くなる。河に沿ったところは河の堆積した gley soils があり、内部は広大なジャングルの peat soils になっている。水田は主としてこの gley soils に作付されているが、この station は gley soils と peat soils で水稻の試験が行なわれている。gley soils のところはかなり酸化的で収量も2.5t/ha とれるという。肥料試験を多く行なっているが、生育の差がみられず、試験法そのものに問題があるのではな

いかという感があった。

## 10. Tuaran Agricultural Research Centre

Sabah では department of agriculture に agricultural extension branch, agricultural training section, agricultural research branch, animal husbandry branch 等がある。agricultural research branch には Tuaran の agricultural research centre, Tawau の cocoa research station, Sandakan の oil palm research station, Ranau の high altitude experiment station, Kudat の coconut research station 等がある。

Research centre は Kota Kinabalu の町から 23 miles はなれたところにあり、2階建の建物で研究の中心である。

general agronomy, cocoa agronomy, oil palm agronomy, plant breeding, plant pathology, soil survey, cartography, chemistry, entomology 等の division がある。

Chemistry division の実験室は広く多くの機械施設がある。例えば広い 27°C 定温室 (多くの土壌の物理性を測定中であった)、蛍光分析装置、テクニコンの auto-analyser (Ca, Mg, N, P, K)、ユニカムの原子吸光装置、フィリップスのラジオアイソトープ測定装置、フィリップスの X線回析装置、示差熱分析装置、エミシヨンスペクトグラム、等である。

このうち手をつけていないのはラジオアイソトープ測定装置で、X線回析装置は粘土鉱物の同定のため動かしているがよい値が出ないとのことで、Director の Dr. Shao からこの2つの装置を動かして実験できる人の派遣の要望があった。

Chemistry division では1968年に一般分析試料852点、分析点数11,046点、土壌の機械分析分析試料167点、分析点数668点、葉分析分析試料2,093点、分析点数8,667点が行なわれるとともに、研究として、原子吸光装置による Ca, Mg のリカバリー、水耕試験で 1R-8-288-3 と Malinja の N, P, K, Mg の吸収の研究が行なわれている。

Soil survey division では 50 万分の 1 の soil map of Sabah (1965) および説明書を出している。

なお平和部隊の人が Semongok の agriculture research centre に 1 名、ここの research centre に 4 名働いている。

## V マレーシアにおける農業研究の推進

### 1. 熱帯農業研究センターに対する派遣要望

(1) さきに山田所長が出張されたとき話のあった Muda irrigation project area にある acid sulphate soils の改良に対する熱研研究員の派遣については Chew Hong Jung 氏との話のさいに改良について意見をのべ、被害の大きい acid sulphate soils の地区は Telok Chengai と Bumbong Lima とのほぼ中間にあるので、派遣される研究員は将来施設の完備が予想される Bumbong Lima に駐在し、現地の圃場試験は Muda area にもうけてはどうかと提案した。これに対し Chew 氏は Telok Chengai でもできるのではないかといわれたので用水が不十分であると答えた。

Chew 氏は Kuala Linggi に大規模な排水をして（数千エーカー）、上の方の森林を伐採して畑をつくる計画があるので、私案として acid sulphate soils における畑作物の栽培について土壌の研究をしてほしいとの要望があった。この点について広く acid sulphate soils の改良という見地から、水稲にかんしての研究を行なうとともに、畑作物の問題も同時に考えていったらよいのではないかと考えられる。

(2) Sarawak では research branch の assist, director は Sim Eng Shiong 氏であり、彼は Semongok の chemistry division から昇任し、現在双方に席をもって指導している。Sim 氏よりこしょうの foot rot 病 (Phytophthora palmivora) に対する chemical control について専門家を派遣してほしいとの要望があった。Screening を現在やっており、効果のある薬剤も見出されているが、研究者の経験が少ないから screening の方も指導してほしいとのことであった。なおこのことについては前に FAO に申請したがだめであったとのことである。

(3) Sabah では department of agriculture の director の Dr. Shao Yen Tze (この人も chemistry division から昇任して来た人である) から chemistry division のラジオアイソトープ測定装置をうごかして試験してもらう人を要望された。これに対し派遣さるべき研究者はこれらの装置とくにラジオアイソトープ測定装置と X線解析装置を使った長い経験があり、これらの使い方を指導しながら、これらの装置を必要とする試験ができるものであることが必要であると考えられる。日本ではこれらは soil scientist であると答えた。

橋高研究員から東マレーシアは西マレーシアとは水稲の栽培慣行も異なるので、東マレーシアでも育種の専門家を受入れる可能性はあるかとの問に対し、Shao 氏は育種事業は西マレーシアでも受入られており、おくられてきたものについて現地適応、肥料試験をやっていく程度であり、breeder をすぐ受入れるのは困難であろうとのことであった。橋高氏の考えでは、それらの基礎となる例えば Sabah, Sarawak における水稲品種の特性と品種育成選抜上の問題点という課題で現地適応試験に協力していけば受入れられる可能性はあるであろうとのことであった。

## 2. 熱帯農業研究センターの果す役割

橘高研究員によれば Bukit Merah では何代も育種専門家が日本からやって来たが、次第に現地の人が実際の事業をおぼえてやりはじめている。したがって熱研自体の仕事をするようになったが、基礎研究は国の要望はないとのことであった。また西尾研究員は政府の意向として農業機械、農業土木の人は積極的に受入れる意志があるが、他は次第に自分の国の人でやっていく、例えば西尾氏は技術を教えていってあとはマレーシア人がやっていくようになるということであった。

すなわち各国の試験研究が進むにつれ、日本の果す役割は次第に基礎的研究に入っていくことになると思われる。この場合基本的研究は日本で行ないその成果を現地に持込めばいいと考えがちであるが、例えば研究の集積の多い稲作研究でも熱帯農業について例えば乾期の耕耘、広大な平坦地の水の動きについてなど新たに研究すべき問題が多い。現地に研究所を作って重点的に多額の金を投資すべきであり、このほうが能率がよい。Bangkhen の場合、研究者が1カ所に集まっているので、足りないところを補い、情報交換も行なわれ能率的にやっているとのことである。

マレーシアではアメリカの基金で MARDI ができて基礎的研究は一本でやる計画がある。

Lung Dang の experiment station の Nathan 氏は水稻の研究の順位を育種、施肥、水管理を伴う栽培としたが、これはその研究成果を実行するのに金のかからない順位であり、こんごもこの順位で研究が行なわれていくものと考えられる。

さきに述べたように稲はまもなく自給にたつるものと考えられており、その後にくるものについて検討がすすめられている。何をとりあげるか、特産のもの、例えば Sabah のココア、Sarawak のこしょう、ジョホール州のパイナップルは問題はないが、その他畜産の振興のための牧草にはすでに導入試験その他力を入れており、キャッサバも考えられているようである。

どこに作るか、まず目につくのが平坦な peat soils であって、西マレーシアでは約200万エーカー、東マレーシアでは Sabah では面積が狭いが、Sarawak では海岸に沿って広大な面積が開発をまっており、大部分がジャングルである。

さきのべた acid sulphate soils を含んだ所謂 tidal swamp も広い面積をしめるが、これは peat soils よりも開発が困難ではないかと思われる。

これらの作物および土壌にたいする基礎研究の蓄積が日本の熱帯農業に対する寄与する道と考えられる。

Sabah では昆虫の同定のため標本を Commonwealth Institute of Entomology に送っているが、これは農業技術研究所の昆虫同定分類研究室が中心となって行なうことにより研究の緊密化が得られる。

なお平和部隊が東マレーシアでは research centre で research officer のもとの、助手的な働をしているが、この点に平和部隊の使命があるとすれば、熱研派遣の研究員のもとの、密接に連絡をとりながら仕事をしたほうが効率があがると考えられる。

### 3. マレーシアの農業研究を阻害するもの

マレーシアの農業研究の発展をさまたげているものとして、従来もいわれていることであるが、学校制度がイギリス式で、上級学校に行く資格のとれないものはそれで職業につき一生の進む範囲がきまってしまうことである。すなわち Division I は特定の大学の卒業生であり、Division III のものはどんなに勉強しても Division II にはなれないという。したがって仕事もはっきり分けられ、Division I のものは設計をたてて下へ流し、下から上って来た結果のみを解析することになり、Division 間の連絡が十分でない結果になる。とくに基礎研究になると阻害が大きくなるものと考えられる。

今 Sabah の Annual report of the department of agriculture (1968) によると agricultural research branch において Division I は assistant director 1, research officer 11, supernumerary librarian 1, Division II は administrative assistant 1, senior assistant agricultural officer 4, assistant agricultural officer 8, supernumerary factory supervisor 1, Division III は senior agricultural assistant 4, agricultural assistant 23, assistant librarian 1, storekeeper 3, senior storekeeper 1, Division IV は junior agricultural assistant (SG) 2, tracers 7, junior agricultural assistant 27, laboratory boy/girl 12, messenger 4 となっている。数字は人員の数を示す。

研修その他で日本に来た人は日本の実態を知り、知日家になっているが、日本に来て勉強することにより本人の昇進に直接役立つ方法はないものかと考えられる。

「マラヤ稲作シンポジウム」(39. 10) においても degree のことが論ぜられたが、例えば Division II のものが degree をとることにより Division I の地位につくことができれば、これが改善にも役立つものと思われる。

## VI お わ り に

マレーシアの気候は海岸地帯は最高平均温度30~32℃、最低平均温度22~24℃で年間ほとんど変わらず、その差は5~8℃である。すなわち日中は熱いが日が落ちると温度はさがり夜はしのぎよいことを示しめいる。

また雨量は平均2,500mmで乾期、雨期の差が少なく、少ないときでも120mm以下になることが少ない。

このことは作物が年間を通じて栽培でき、牧草も乾期に枯れることもないという有利性を示している。

西マレーシアでは白黒テレビが入っているが、東マレーシアではない、映画館の広告が町をかざり、夜おそくまで混んでいる。レコード店が賑かに繁盛している。これをみると日本の歩んだ道をおくれて歩んでいるという感がする。

彼等もこのことをよく知っており、日本の記事は新聞に多くのり、米の過剰、公害の問題は多大の関心を引き、米の過剰後の作物について真剣に検討していることはすでにのべたとおりである。公害については企業の誘致にこのことを十分考慮するようになっている。公害については延々とひろがるゴム園が空気の汚化作用もさることながら熱帯雨林と同様に土地の荒廢の防止に役立っているところが大きい。ただ多量に除草剤を使用していることが将来問題になるかもしれない。

家畜に例をとっても口蹄疫、牛の改良等の問題が解決されれば、年間生草を給与でき、すでに年間生草38.5トン/エーカーの試験成績がでているので、peat soils や tidal swamps の改良によって、低コストで食肉の供給することができると考えられる。

我々は基礎研究において協力することにより、これが達成の促進に役立つべきであると考えられる。

## 参 考 文 献

### 第2章関係のもの

- ・ MALAYSIA YEAR BOOK, 1970
- ・ Agricultural Statistics of Sarawak Department of Agriculture, 1969

### 第3章関係のもの

- ・ Sarot Montrakun: Agriculture and Soils of Thailand, Technical Division, Department of Rice, 1964
- ・ Pons, L. T. ら: Acid Sulphate Soils in Thailand, Soil Survey Report SSR-81-1969, 1969
- ・ Kawaguchi, K. and K. Kyuma: Lowland Rice Soils in Thailand, Reports on Research in South-east Asia Natural Science Series N-4, 1969
- ・ Kawaguchi, K. and K. Kyuma: Lowland Rice Soils in Malaya, Reports on Research in South-east Asia Natural Science Series N-5, 1969
- ・ Andriessse, J. P. and E. S. Sin: Report on Soil Investigation in the Proposed Sungai Sarawak Padi Scheme Area, Vol. 1~2, No. 125, Research branch, Dept. of Agriculture, Sarawak, 1968

- 黒沢順平ら： 水稻の赤枯れ（開田病）に関する調査研究，岩手県農業試験場研究報告 9, 1965
- 茨城県農業試験場： 昭和44年度ほ場整備地区土壌対策調査成績書，第4号，1970
- 千葉県農業試験場： 手賀沼干拓地における特異酸性土壌改良試験，くみあり転炉さい肥効試験集，1970
- 村上英行： 酸性硫酸塩土壌の特性と改良法に関する研究，1965
- Chow, W. T. and N. S. Kee: A Preliminary Study on Acid Sulphate Soils in West Malaysia, Malaysian Agricultural Journal, 47, (2), 1969

第4章に關係のもの

- Parbery, D. B. and R. M. Venkatachalam: Chemical Analysis of South Malayan Peat Soil, Journal of Tropical Geography, 18, 1964
- Tay, T. H.: The Distribution, Characteristics, Uses and Potential of Peat in West Malaysia, Journal of Tropical Geography, 29, 1969
- Annual Report of the Research Branch, Department of Agriculture, Sarawak, 1969
- Annual Report of the Department of Agriculture, Sabah, 1968
- Soil Map of Sarawak (50万分の1), 1968
- A Provisional Soil Map of Sabah (50万分の1), 1965

# **REPORT ON ACID SULPHATE SOILS IN THE MUDA IRRIGATION AREA**

Jiro KOSAKA

(National Chugoku Agricultural Experiment Station)

## **Foreword**

I was given an opportunity to carry out a survey on acid sulphate soils in the Muda Irrigation Area under the Tropical Agriculture Research Program. My visit to Malaysia covered a period from 15 December 1970 to 7 January 1971.

I am very much indebted to Director General and Deputy Director General of Agriculture for their kind guidance and warm assistance extended to me during the course of survey. I also take pleasure in acknowledging the generosity and assistance extended to me by all offices I visited and by all persons I met in Malaysia.

## **Result of Survey**

The crop damage caused by acid sulphate soils in the Muda Irrigation Area was studied at the Guar Chempedak District in southern part where the damage was most severe, and at the environs of the Tambun Tulang Padi Test Station in northern part where the damage was less severe.

Damaged leaves were characterized by brown spots at the tip, and plant growth was very poor as compared with healthy plants nearby. The damaged plants were very easily pulled out of the soil. Roots were being decayed and changed to black, giving a strong smell of reduced substances. The distribution of the damaged crops is localized at topographically low terrains.

The soil showing a great damage at Guar Chempedak gave the pH value of 5.2 for top soil and 4.8 for sub-soil. In Tambun pH was 6.4 and 6.1 respectively. This indicates that pH has been considerably increased by soil reduction.

Among the acid sulphate soils of the Kemubu Irrigation Project Area of eastern coast, an observation was made on a lower soil layer which had been piled up by digging of a canal. It was black-brownish clay loam with yellowish mottles on the dried surface. The pH was as low as 2.2. However, the pH of field soils showing crop damage was 6.1 and 6.2, though the symptom was less severe than that of the Muda Area.

All these results can be explained by the fact that dry soils have low pH, but with the elapse of time after the submergence of field, soil reduction takes place by the activities of soil micro-organism and which results in pH rise.

According to a study of Kawaguchi and Kyuma<sup>(2)</sup>, M-9 was found in Guar Chem-pedak District, and M-4 in Tambun Tulang Padi Test Station. The pH of dry top soil was 3.6 and 4.3 respectively, and after the anaerobic incubation pH has risen to 4.4 and 5.0 respectively.

It is interesting to note that in Japan tests<sup>(3,4)</sup> to improve acid sulphate soil had been carried out at the environs of Kasumigaura of Ibaragi Prefecture and Teganuma of Chiba Prefecture. In both districts, pH of soil without lime application shows practically no change and retains a low pH value during a cropping season. This is due to the low activities of soil micro-organism because an enough time has not yet elapsed after the initiation of land improvement.

It is also interesting to compare the acid sulphate soils in the Muda Area with that of Thailand. According to a survey made by Kawaguchi and Kyuma<sup>(2)</sup> the cat clay layer which is usually observed in Thailand was not found in M-4 and M-9, but Kyuma discovered a characteristic mottles of jarosite on the exposed soil profile in canals near M-9 area. Since in Malaysia there is no clear distinction between rainy and dry seasons, unlike Thailand, the permanent oxidant layer is not formed and therefore the cat clay is not formed.

In Thailand, acid sulphate soils are saline and brackish marine sediments containing cat clay. Low pH of the soils is caused by sulfuric acid and sulphate of iron and aluminum produced by oxidation of sulphides, mainly pyrite<sup>(1)</sup>. Cat clay, which is said to have originated from the Dutch name Katte Klei, defines a layer in which basis ferric sulphate (jarosite) of straw yellow colour is deposited in the form of film or streak on grayish matrix. Below the cat clay layer, there is a reduced layer containing a large amount of pyrite and showing nearly neutral reaction. This type of acid sulphate soil is widely distributed in Thailand in brackish water alluvium, between fresh water alluvium and marine alluvium of the Bangkok Plain.

As the dry season and rainy season are distinct there, the oxidation of soil takes place in the dry season to a considerable depth. Thus, the pyrite contained in a layer below the cat clay is oxidized to sulphate. Along with the rise of ground water level with the start of rainy season the sulphate reaches top layer. The cat clay layer remains as permanent oxidant, not being reduced even under the flood water during rainy season. This is the characteristic of acid sulphate soil in Thailand.

In newly reclaimed paddy fields in Japan, so-called "Akagare" often occurs. This is characterized by the development of brown spots on leaves and damaged stem base and roots. Kurozawa et al.<sup>(5)</sup> made clear that the phenomenon is caused by the root damage due to abnormal soil reduction, which induces an excessive absorption of  $\text{Fe}^{2+}$  and the unbalance of nutrition. Soil oxidation by a proper water management and proper fertilizer application are effective to remedy it. Varietal difference of rice in resistance to it was known.

### **Improvement of Acid Sulphate Soils**

Although based on my limited observation, the following measures could be recommended to improve the acid sulphate soils:

#### **(a) Application of lime**

In the Muda Area the lime has been applied at about 2.5 t/ha at first, and the application has been continued although the dosage is reduced each year. It is reported that grain yields were increased by 20~30% by the application. Fortunately, lime stone is found in the Area and is available at 20~25 Malaysian dollar per ton. The lime application also contributes to supplement lime and magnesia as the acid sulphate soils are lacking these elements.

It would be worth noticing that the dosage of lime application could be reduced appreciably by adopting the following measures.

#### **(b) Prevention of acidification and accumulation of sulphate by flooding**

As exemplified by the formation of acid sulphate soils in Thailand, the oxidation of sulphides and accumulation of sulphates occur in the top soil during the dry season. The fact that the cat clay soil is not found in the Muda Area indicates that these changes occur to a much less extent in that area. However, such an accumulation of sulphates in the top soil should be avoided by keeping fields wet during the dry season, for example by a continuous submergence of the fields.

#### **(c) Prevention of damage by soil reduction**

A general practice is that weeds are reaped, piled and plowed under at the time of land preparation. However, to prevent the damage caused by fresh organic matter decomposition it should be burnt or removed to outside the field. Application of iron-containing materials is widely practiced in Japan in order to prevent the damage caused by Hydrogen sulphide and to alleviate soil reduction. But it is known that the application of iron-containing material induces an aggravation of Akagare sometimes. Therefore further research on the spot is needed to apply this method to the Muda area.

(d) **Promotion of double cropping of rice**

According to the analysis record of Malaysia's acid sulphate paddy soil, content of sulphur-compounds shows an increase in lower layer, suggesting of the leaching of the compounds. It is note worthy that the continuation of double cropping system is effective in reducing the content of sulfur-compound in top soil.

**Future Research Problems**

Malaysia's acid sulphate soils differ in profile morophology from that of Thailand. It is necessary first to trace the changes in soil throughout a year. An attention should be given to the chemical change and movement of sulphur-compounds in the soil when double-cropping of rice is practiced, in comparison with that of simple cropping practice.

As a major aspect of the damage by acid sulphate soil is considered to be a nutritional unbalance caused by a damaged function of root, a research on this point will be needed. For instance, a good growth of rice plant is associated with high Mn/Fe ratio in the plant.<sup>(7)</sup> The problem is not a simple question how to increase the absorption of Mn, but to find out a good environment which enables plants to keep a high Mn/Fe ratio.

Although the application of ferruginous material is widely practiced to alleviate soil reduction, the result is not always consistent as stated above. A detailed study is necessary on the use of Latosol as ferruginous material.

A study should also be directed to the possibility of finding a resistant variety to acid sulphate soil and if there is any such a variety the selection thereof should be studied.

**BIBLIOGRAPHY**

1. Pons, L. J.: Acid sulphate soils in Thailand, Report SSR-81, 1969.
2. Kawaguchi and Kyuma: Lowland rice soils in Malaysia, Report of research in South-east Asia Natural Science Series N-5, 1969.
3. Ibaraki Agricultural Experiment Station: Soil improvement record in land improvement district. Land improvement reference materials No. 4, 1970.
4. Chiba Agricultural Experiment Station: Special acid soil improvement test in Tegayama Polder and Fertilizer Effect Test Record, 1970.
5. Kurozawa et al.: Study of paddy rice's "Akagare", Iwate Agricultural Experiment Station, Report No. 9, 1965.
6. Chow Weng Tai and Ng Siew Kee: A preliminary study on acid sulphate soils in West Malaysian Agricultural Journay, 47, 2, 1969.
7. Sakai et al.: Influence of mid-drying on Mn/Fe ratio of paddy rice, Chugoku Agricultural Report, 41, 1970.



第1図



第3図



第2図



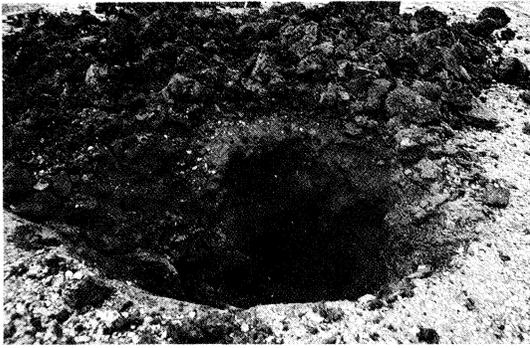
第4図

第1図 クアラルンプール付近のラテライト的土壤。熱帯といえばラテライト的土壤がまずうかぶが実際はその分布はあまり広くない。

第2図 SarawakのTaratの近くのred yellow podzolic soil。  
Upland soilsの代表的なもので広く分布しているが、母材の影響をかなりうけている。

第3図 第2図の近くのyellow podzolic soil  
分布は少いが、前者との差は母材の差によるものとおもわれる。

第4図 畑地としたacid sulphate soil  
Pulau Gadongのtest stationで表面に鉄およびアルミニウムの硫酸塩のクラストができて草も生えない。pH 2前後。



第5図



第7図



第6図



第8図

第5図 第4図のacid sulphate soilの断面  
下層に黄色のSが析出している。

第6図 Sarawakのacid sulphate soil  
tidal smampを新しく開こんしたもの、耕起した  
表面に黄色の膜ができている(現地ではjarosite  
ではないかといっている)。

第7図 Sarawakのacid sulphate soilにでき  
た mounds

第8図 Tanjong Karangのpeat stationのpeat soil  
森林泥炭で色はかなり黒色を呈している。  
生産力が高い。



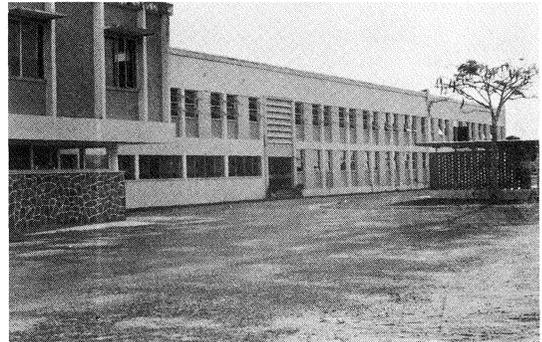
第9図



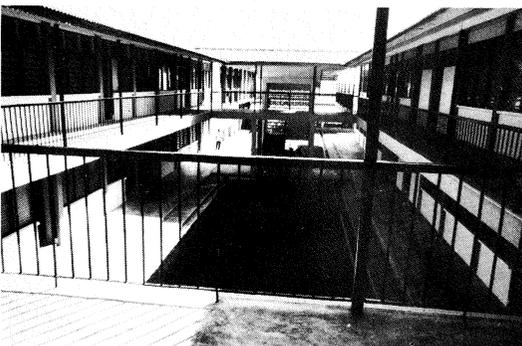
第12図



第10図



第13図



第11図

第9図 マラッカのラテライトで作られた古い建物  
ラテライトを乾かした煉瓦で作られた古い砦である  
が、風雨に耐えて現存している。

第10図 mud lobster  
20~30cm でざりがかに似ている。

第11図 Bumbong Lima Rice Research Station  
建物は立派だが、植物病理部以外は電気、水道が入  
っておらずまだ使っていない。将来農業研究のセン  
ターとなる予定である。

第12図 Semongok Agriculture Research Centre  
Kuchingの郊外にあり、Sarawakの農業研究センタ  
ーである。red yellow podzolic soilの試験圃場も  
ととのっている。

第13図 Tuaran Agricultural Research Centre  
Kota Kinabaluの郊外にあり、Sabahの農業研究セ  
ンターである。とくに図の右側は化学の実験室で、  
いろいろの分析装置がととのっている。