

マラヤのかんがい排水事業と今後の課題

富士岡 義一・海田 能宏

Irrigation and drainage projects in Malaya and their forthcoming problems

by

Yoshikazu FUJIOKA and Yoshihiro KAIDA

まえがき

富士岡は1965年1月に、再び富士岡・海田は1967年4月に、それぞれ10日間というごく短い期間であるが、マラヤの排水に関する予備的調査を行なう機会を得た。現地調査と諸資料、DID (Drainage and Irrigation Division of the Ministry of Agriculture and Cooperatives) の技術者との討議の結果などにもとづき、マラヤの水稲とココナッツに対するかんがい排水事業の概要を紹介し今後の課題について考察を行なう。短時日の調査であるため、あるいは皮相の観察にすぎない点があるかもしれないが、この機に諸賢のご批判を仰ぐと共に今後の研究に資したいと考えている。

周知のごとくこの国の経済を支えているのはゴムとスズの生産である。英国の植民地政策によってこの国の産業とくに農業は diversify することなく、いびつな形のまま発展し現在に至っていると言えよう。マラヤの主要作物の栽培面積は表1のとおりであって、全耕地面積に占める割合はゴムが65.4%で圧倒的に大きく、つづいて稲の15.9%、ココナッツの8.7%などである。

農民にとって重要作物であり、かつ主食である水稲の栽培は、第二次世界大戦の始まる以前までは農民の當むままに放任され、政府による稲作改善のための施策はほとんど行なわれていなかったと言ってもよい。しかし、第二次世界大戦の始まる前ごろから稲作の改善にも意が用いられるようになり、最近では農業政策の中でも最重要施策とされるようになってきた。その理由として表面的には主食である米の自給（現在でも自給率は60%強にすぎない）をはかることがあげられている。一方国民の民族構成の複雑なマラヤにおいては、稲作を低位のままに放任しておくことは、そのほとんどが稲作農民であるマラヤ人農民の経済生活の向上を阻害する

表 1 主要作物の栽培面積

(1000ha)

	rubber	padi rice	coconuts	fruits	oil palms	root crops	spices	tea	others	total
1957	1488	359	207	86	46	43	20	4	25	2278
1959	1513	370	208	84	50	46	19	4	24	2318
1961	1569	382	208	86	56	52	18	4	26	2401

出所: *Monthly Statistical Bulletin*, Federation of Malaya (1963).

ことになり、商工の分野で目覚ましい発展をしている華僑系あるいはインド系の住民との対比において、所得の較差が次第に拡大されることを意味する。この不均衡をそのままにしておくことを政治的に放置できないという配慮が政府をして稲作改善に熱意をもたせるようになってきた真の理由と考えられる。¹⁾

稲作の伸展をふりかえてみると、図1によりマラヤでは米穀の増産を栽培面積の拡大によらず単位面積当りの収量増加に依ってきたことがわかる。現在の平均収量 260kg/10a は東南アジア諸国の中では第1位であるが、これとともわが国のその約1/2にしかすぎない。単位面積当りの収量増加の要因としては一般にかんがい排水による水のコントロール、栽培技術の改善、施肥、病虫害防除、品種改良があげられる。このうち、かんがい排水による水のコントロールなど土地基盤の整備は進んだ農業技術を導入するための基礎条件となるものであり、マラヤにおいても過去30年ばかり土地基盤の整備に対する努力は行なわれており、現在もまた将来の計画においても、これに農業政策のうちでもっとも重点が置かれているのである。このことはかんがい排水、開拓を担当する DID の財政支出が Ministry of Agriculture and Co-

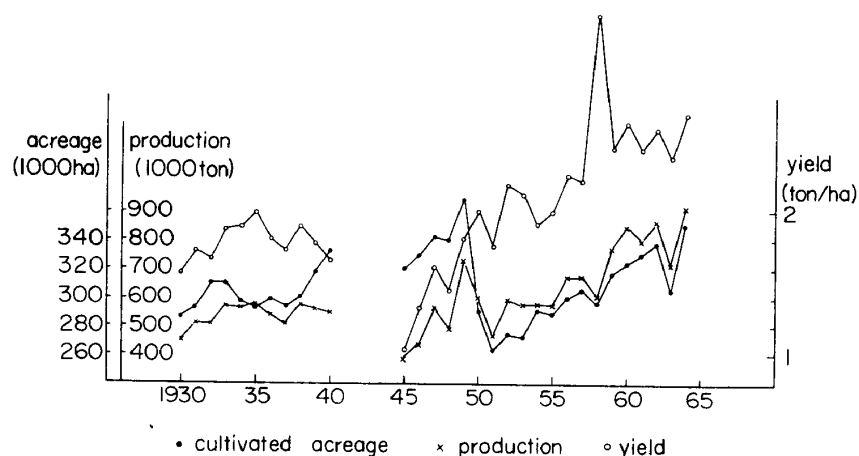


図 1 米穀の栽培面積、生産量および収量の推移

1) 松島省三「マラヤ稲作概観とその技術援助の大要」『東南アジア研究』(京都: 東南アジア研究センター, 1965), 第2巻第3号, pp. 6-7 および 白石代吉「マラヤ稲作の回顧」同上 pp. 170-171 など。

operatives の総支出の約70%を占めていることから裏付けられる。²⁾

I マラヤの農業の自然的条件

マラヤにおいて農業（主に稲作を想定している）を直接規制する要素は降水量、降水量の年間分布と地形および土壌である。気象要素のうち気温、日射量は年間を通じて稲作その他にとって有利な要因となり、日長の年変化については稲作期間の設定と品種選定に看過しえない要因ではあるが、さして不利な条件を与えているとは考えられない。

1. 降 水 量

図2にマラヤの年間降水量分布を、表2に各地の月降水量を示した。マラヤ半島の大部分は年間降水量 1,900～3,200 mm (75～125 inch) の範囲に入り、年間降水量からみる限り、水稻二毛作が十分に可能である。降雨の供給源は主として夏期の南西モンスーンであるが、乾季、雨季の差は最北部の Perlis, Kedah 州を除いてははっきりとはあらわれず、東部海岸は北東モンスーンの影響を受けて月降水量のピークが11、12月にあらわれている。次に雨の降り方をみると、一般にしゅう雨の形でどしゃ降りとなる場合が多く、時間雨量 25 mm 程度はめずらしくない。日降水量では 375 mm に達することも時にあり、Penang では 8 時間に 425 mm 降った記録があるぐらいである。このような結果として、ひどい洪水がしばしば起こる可能性が大きいが、同時にまた早魃の起こる可能性

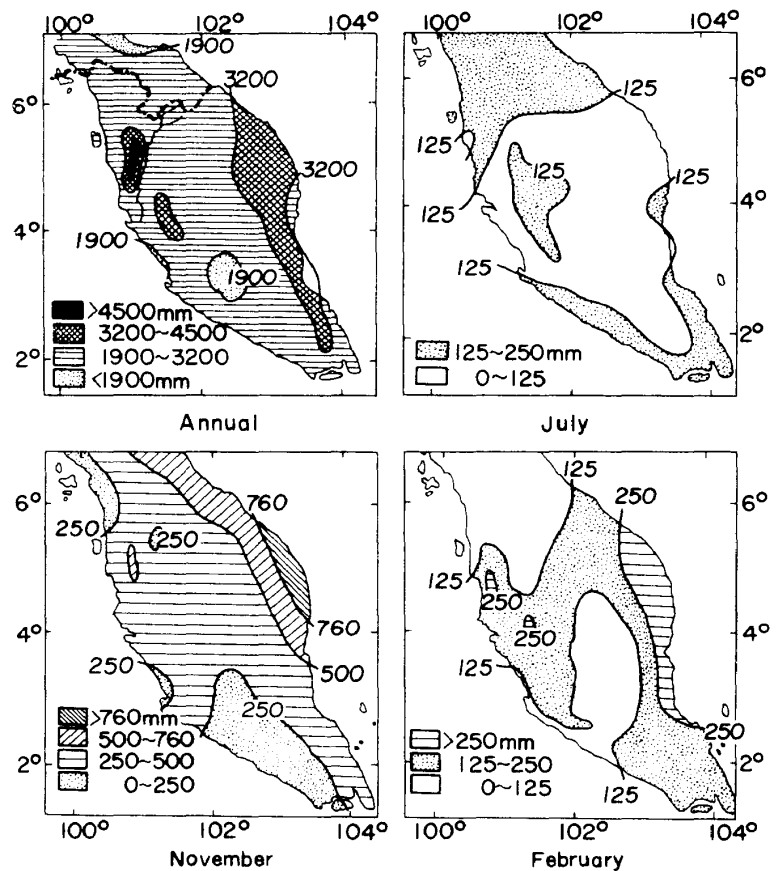


図2 マラヤの降水量

出所：畠山久尚『アジアの気候』世界気候誌 第1巻（1964）

2) Ow Yang Hong Chiew, *Report of the Drainage and Irrigation Division of the Ministry of Agriculture and Cooperatives, Malaysia, for the year 1961, 1962 and 1963* (Kuala Lumpur, 1964).

表 2 各地の月別降雨量

(mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	year
Alor Star	19	55	182	114	307	201	202	226	296	238	248	40	2127
Penang	94	76	142	188	272	196	191	295	401	429	302	147	2733
Kuala Trengganu	292	163	160	155	135	109	117	147	191	279	610	554	2912
Kota Bharu	211	73	112	87	142	145	155	150	191	326	617	546	2755
Ipoh	156	135	162	277	236	103	95	149	198	298	335	204	2394
Cameron Highlands	168	132	216	297	246	140	122	163	259	340	330	229	2642
Kuala Lumpur	157	209	277	285	207	121	117	157	206	251	289	223	2499
Malacca	99	94	125	188	173	201	198	262	224	257	221	165	2207
Singapore	285	164	154	160	101	127	183	230	102	184	236	306	2282

もある。というのは、主な降雨をもたらす南西モンスーンの始期、終期に年変動が大きいからで、農作期はちょうどこの時期にあたるので、この時期の天候の不安定なことはその与える影響が大きい。

2. 地 形・水 系

マラヤの水系と農業地域として重要な海岸部の地形についてごく簡単に触れる。マラヤ半島はほぼ南北に走る多くの山系によって地形的に細分されている結果、図3に見られるような中小河川が発達している。ほとんどの河川は分断された形で山系の間を南北に流れ、平野部へ出てからは東西方向へ屈曲し、低標高の海岸部へ出て蛇行しつつ海に流入している。雨量が大きいので河川比流量が大きく、かつ流量、水位の変動が著しい。したがってたいていの河川には図中に太線で描いたような氾濫域が広く拡がっている。河川下流域は一般に広い平坦な低湿地となっており、平野部に入ると河川縦断勾配が急に緩くなって上流域とはきわだった対照をなしているのが特徴である。この海岸沖積地の堆積物は主に暗青色の粘土からなっているが、ところどころ砂や泥炭の層を含み、その拡がりは一時的に内陸へ 60 km ばかりも及んでいる。堆積層の厚さは海岸部で 120 m に達する場合もある (Selangor の例)。このような地形の成因として考えられることは、多量の降雨、とくにはげしい風化作用、河川上・中流部の急流による多量の土砂運搬、マラヤ半島西部海岸の 2 m に及ぶ潮位干満の差、地質時代における西海岸の沈降と東海岸の隆起、海進履歴の影響によって堆積作用と海面上昇 (海進) とのバランスがとれていることなどである。³⁾

これらの地域は現在北部諸州では多く米作地となり、南部西海岸諸州では多くはココナッツが栽培されている。ココナッツについては排水不良と海水侵入のために生産は低位にとどまり、

3) E. H. G. Dobby, 小堀巖訳『東南アジア』(第5版; 東京: 古今書院, 1961), pp. 83-88, 95, 99.

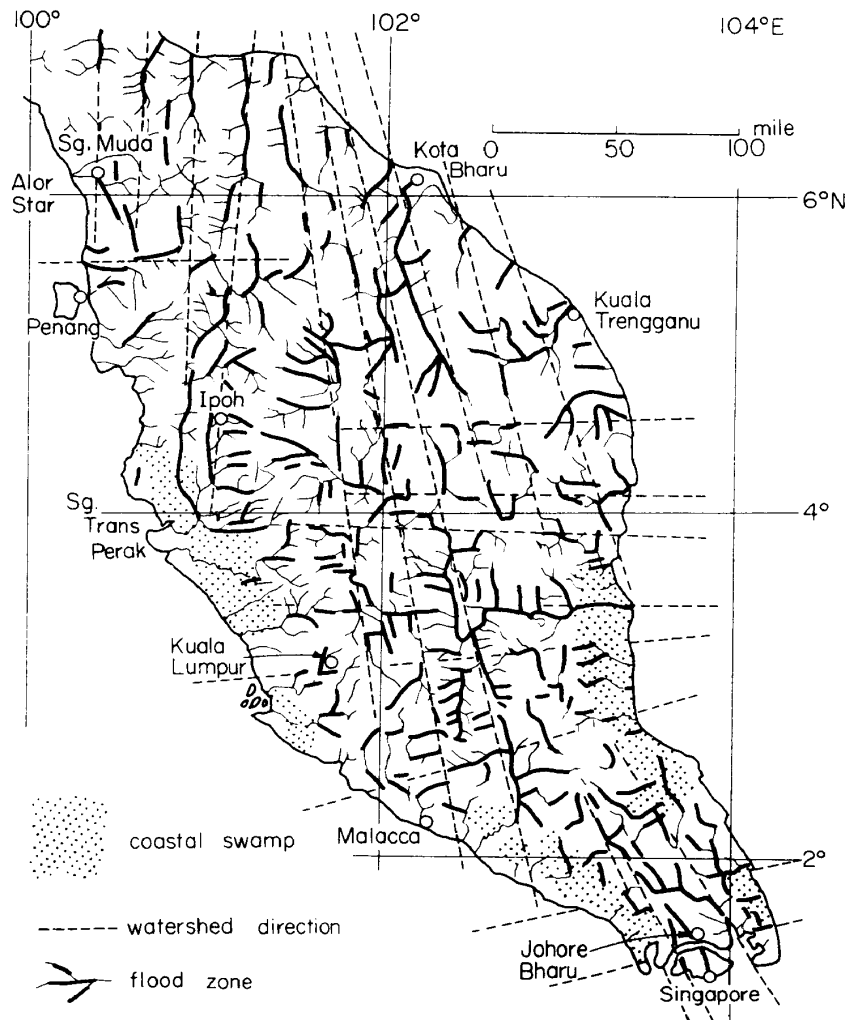


図 3 水 系

出所：E. H. G. Dobby, 小堀巖訳『東南アジア』

土地改良事業の急速な進展が望まれている。やや内陸の排水困難な地域は、いまなお淡水性湿地林として放置されているが、将来耕境拡大をはかるときにはこの地域が対象となろう。湿地、沼沢地の分布は図2中に併記したとおりである。

II 水田かんがいの現状

現在マラヤ全体ではかんがい施設をもっている水田は50%程度とされているが、統計によってこの値はまちまちであり、厳密な意味ではかんがい施設の実情はつかまれていないと言える。局地的な小規模のかんがい排水施設—小河川からの取水施設、用水路（土水路）、高さ20～30cmの畦畔（所有境界のしるしともなる）—は東南アジア諸国の中ではもっとも発達しているが、総じて本質的には rain fed, すなわち天水田的な水田が大部分であろう。

表 3 水田作業の暦 (official dates)

work	year	1950	1951	1952	1953	1954	
	variety	Malayan				Malayan	Taiwan
repair of bunds begins		June 15	Aug. 1	July 20	July 20	—	—
repairs completed and irrigation begins		July 1	Aug. 15	Aug. 5	Aug. 5	—	Aug. 1
sowing begins		July 15	Aug. 15	Aug. 5	Aug. 5	Apr. 1	Aug. 10
sowing completed		Aug. 15	Sept. 10	Aug. 31	Sept. 15	—	Aug. 25
field preparation begins		July 15	Aug. 21	Aug. 10	Aug. 10	—	—
preparation completed		Sept. 15	Oct. 7	Sept. 27	Oct. 15	—	—
transplanting begins		Sept. 1	Oct. 4	Sept. 24	Oct. 1	Apr. 25	Sept. 15
transplanting completed		Sept. 30	Nov. 1	Oct. 20	Oct. 31	May 10	Oct. 20
draining-off ends and harvesting begins		—	—	—	Feb. 15	July 30	Feb. 15
harvesting completed		—	—	—	Mar. 15	Aug. 15	Mar. 15

出所：E. H. G. Dobby et al., "Paddy landscapes of Malaya," *The Malayan Journal of Tropical Geography*, Vol. 6 (1955).

次にかんがい施設の整っているとされている Mukim Four (Province Wellesley) における 1950-54年の農作業の暦 (official dates) を挙げて、かんがい排水施設運用の現状を考察する。

降雨量の月別変化に目立った特徴のみられない当地方では播種時期は河川の増水期に一致する。それゆえ播種時期は水源地帯の降雨状況に関する情報をもとにした公告によって定められる。上表はこのような公告にもとづいてつくられたものである。この表からいろいろのことが見出される。まず、かんがい開始時期、したがって必然的にしろかき、田植の時期が年々一定せず、かんがい開始時期では年度ごとに最大45日、しろかき完了時期では最大30日のずれがある。次にかんがいを開始してからしろかき完了までに50～75日を要することがわかる。Mukim Four 地区の全水田面積は 1550 acre (620 ha) でしかも一団地をなしていることからすると、この期間はたいへん長い。これらの原因は、もちろん栽培慣行上の事情や例外的に時期が早かったり遅かったりした水田があったためであろうが、望む時期に必要な用水が得られないようなかんがい施設の不備に帰せられると推測される。マラヤでは、かなりの大きさをもつ水田団地の場合、用水路からもっとも遠くはなれた水田に用水が到達するのに一カ月もかかることなどは一般的なことのようである。

水田地帯にみられる在来の用水路は幅 5～6 m、深さ 1.5 m、堤防幅 3 m、堤高 1 m ぐらい、用水路の処々にソダや石積みのでがもうけられている。このろ過式堰ともいべき堰は築造が容易で、不意の出水のときにも手早く除去できるほか、シルトもろ過されるから、堰上流部のシルティングを防止できるという利点もある。水田には湛水深を一定に保つ目的で畦畔がもうけられているが、これらの水田一筆ごとに用水路から取水できる場合はまれで、ほとんど

田越かんがいである。したがって水田一団地全体に用水が広がるのに長時間を要し、しかも水源水量の年々の変化に応じて用水の広がる時間に著しい遅速が生じるのである。

水田の基盤整備—かんがい排水—が政府の事業として大きくとり上げられるようになってきたのは、ようやく戦後のことであって、それも水源計画から最末端の lot まで統一的な計画のもとに事業が進められているのは Tanjong Karang や Trans Perak River Scheme のような新しい開拓地であることが多く、Kedah や P. Wellesley のような古くからの水田地帯のかんがい排水改良事業はその緒についたばかりと言ってもよい。

Ⅲ かんがい排水事業

1. かんがい排水事業の実施機関

マラヤのかんがい排水事業はその建設、維持管理ともに Ministry of Agriculture and Cooperatives の中の DID の担当するところとなっている。そして大小さまざまな事業はすべて国営事業であるかまたは国の補助を得て行なわれる。

DID の組織 (1932年設立): 1961年まで職員の上層部は多く英国人によって占められていたものが、Malayanization の結果現在はずべてマラヤ人 (中国系・インド系のマラヤ人を含む) がとってかわり、次のような構成になっている。

Director

Deputy Director

Assistant Director 2 (North, South)

State Drainage & Irrigation Engineer	10 (Kedah & Perlis, Penang, Trengganu, Kelantan, Perak 2, Selangor, Pahang, Negri Sembilan & Malacca, Johore)
--------------------------------------	---

Drainage & Irrigation Engineer	16
--------------------------------	----

Assistant Drainage & Irrigation Engineer	23
--	----

Assistant Director (Technical)

Senior Drainage & Irrigation Engineer	2 (Research & Training, Design)
---------------------------------------	---------------------------------

Drainage & Irrigation Engineer	7 (Soil & Material, Research & Training, Hydrology, Design 4)
--------------------------------	---

Chief Construction Engineer

Chief Mechanical Engineer

Senior Mechanical Engineer	1 (Ipoh workshop)
----------------------------	-------------------

Mechanical Engineer	5 (Jitra, Kota Bharu, Batu Pahat, Production workshop)
---------------------	--

わが国の標準からみても、またタイの RID の組織と比較しても DID の機構は小ぢんまりしたもので、70名弱の技術者職員が各州に分散して事業計画実施の任に当たっている。これら技術者達の性格はいわば幅広い知識を要求される planner であって、実施設計以下の細部については海外のコンサルタンツや業者に請け負わす仕組になっている。

2. 現在までに実施されたかんがい排水事業の集計

DID の関係する事業は大きく次の四つに分類される。⁴⁾

- (1) Irrigation for padi cultivation
- (2) Land drainage
- (3) Land reclamation (たとえば Tanjong Karang のジャングル開墾, Trans Perak のジャングル開墾事業等, ただし DID では reclamation という分類をつくらず, 場合に応じて drainage, irrigation, river conservancy などに分類している。)
- (4) River conservancy and flood control

水田かんがいに関する1963年現在の事業の実績は表4のとおりである。この表からすると、稲作地帯は北部諸州 (Kedah, Kelantan, Perak, Perlis) に集中している。水田にかんがい施設がもうけられている地域はマラヤ全体としては50%強に及んでいるが、穀倉地帯である Kedah, Kelantan 両州にかんがい事業の行なわれていない水田地帯が広く残されているのが注目され

表 4 水田かんがい面積, 排水改良面積の州別集計 (1963年まで) (ha)

	irrigation schemes	controlled drainage schemes	sub-standard or schemes under construction	total	total padi area
Johore	2,960	1,630	1,150	5,740	4,000
Kedah	—	1,440	62,390	63,830	123,940
Kelantan	11,800	—	—	11,800	79,960
Malacca	8,150	—	—	8,150	11,990
Negri Sembilan	5,980	—	—	5,980	11,990
Pahang	4,990	8,020	140	13,150	19,990
Penang	13,410	—	—	13,410	15,990
Perak	43,440	—	—	43,440	51,970
Perlis	8,400	—	17,060	25,460	27,990
Selangor	20,620	—	—	20,620	19,990
Trengganu	4,790	2,870	2,840	10,500	27,990
total	124,540	13,960	83,580	222,080	396,800

出所: DID の資料より集計

4) Ow Yang Hong Chiew, *op. cit.*

る。しかし、米穀の増産を達成するためにはこの両地域のかんがい施設を整備することがもっとも重要で、現在 Kedah 州では二期作化を目的とした Muda Irrigation Project が施工中であり、Kelantan 州では Kemubu Project が計画されている。(Kemubu Project については昨春世銀から 1,000 万ドルの借款を受けることになったとのことである。)

米の増産、農民の経済水準向上のためのもっとも早い方策として水稻の二期作化が強調されている。水稻の乾季栽培は第二次大戦中、日本軍関係者の指導によって始められたとされており、Penang と P. Wellesley を中心に細々とながら拡大されてきた。現在も二期作の中心地は同地域であり、ここでは比較的小規模の揚水かんがいに頼っている。二期作化は当然かんがい排水の整備をその前提条件とするものであり、そのための努力は近年なされてきてはいるが、1963 年現在表 5 にみられる程度にしか実績がなく、二期作地は全水田面積の約 4 % にすぎない。すべて将来の伸展にまつという状況であって、たとえば前述の Kedah 州の Muda Irrigation Project (104,000 ha) による二期作化の事業が成功すると二期作面積は飛躍的に増大すると共に、今後これが刺激となって各地に二期作化のためのかんがい事業が広がってゆくことであろう。

次に、排水事業についてみると表 4 のとおりで、そのほとんどが西海岸南部の低湿地ココナツ林の排水改良である。これらの事業は、後で事例をあげて述べるように、輪中方式によって塩水侵入を防止し輪中内の排水をはかってココナツの生産性を上げると共に、将来内陸に広がる淡水性湿地林帯を開発するための前進基地ともすべき性格をもったものである。

表 5 水稻二期作面積 (ha)

	double cropping with padi in irrigation areas area harvested		
	season 1960/61	season 1961/62	season 1962/63
Johore	—	200	—
Kedah	—	—	170
Kelantan	1,090	1,740	2,600
Malacca	110	160	50
Negri Sembilan	20		
Pahang	—	—	—
Penang	9,690	10,210	10,360
Perak	120	390	320
Perlis	120	1,210	370
Selangor	420	700	1,740
Trengganu	400	810	980
total	11,970	15,420	16,590

出所：DID の資料より集計

3. かんがい排水事業の事例

(1) Muda Irrigation Project⁵⁾——Kedah, Perlis 州穀倉地帯約 10万 ha の二期作化のためのかんがい——

受益地の上流 Muda 川と Pedu 川上流域の2カ所に貯水ダムをもうけ、両貯水池を水路トンネルでつなぎそれらの貯溜水を乾季水稻作の補給水として利用する。両貯水池の水を Pedu 川に流し Felubang 地点の頭首工から2本の幹線水路(96 km)に取水し、以下支線水路(161 km)、小用水路を通して各圃場へは小用水路から 6 inch のパイプによってかんがいする方式をとっている。支線水路網は図4に示したように用排分離組織となっており、用水路の一方の堤上は

表 6 Muda Irrigation Project のダム諸元および用水量

(1) Dams

	Pedu dam	Muda dam
Catchment area	172 km ²	988 km ²
Reservoir area	65 km ²	26 km ²
Storage capacity	860×10 ⁶ m ³	120×10 ⁶ m ³
Useful drawdown	320 to 220 m MSL	320 to 270 m MSL
Av. flow at dams	4 m ³ /sec	30m ³ /sec
Dam type	rolled rockfill with upstream asphalt membrane	Ambursen buttress with overflow spillway
Max. height	60 m	32 m
Length at top	200 m	230 m

(2) Water requirements

Demand : irrigation requirements	2,750
compensation water	Muda 20
	Felubang 30
total demand	2,800 cusecs
Supply : rainfall on padi	2,700
uncontrolled river flow	1,000
reservoir	1,100
total available supply	4,800 cusecs
spill from reservoir	200
surplus rain and river flow	1,800
total surplus	2,000 cusecs
supply utilized	2,800 cusecs

出所 : DID, Malaysia, Muda Irrigation Project, technical description and summary of engineering data (1966).

5) 計画地域図は富士岡義一「かんがい排水による東南アジア農業開発」『東南アジア研究』第5巻第4号(1968)を参照。

ラテライト舗装の連絡道，農道としている。しかし計画している支線用排水路の間隔は 1.5～2 km，長さ 4～5 km もあり，それ以下は旧態のまま，従来の雨季水稲作のためのかんがい組織があるにすぎない。

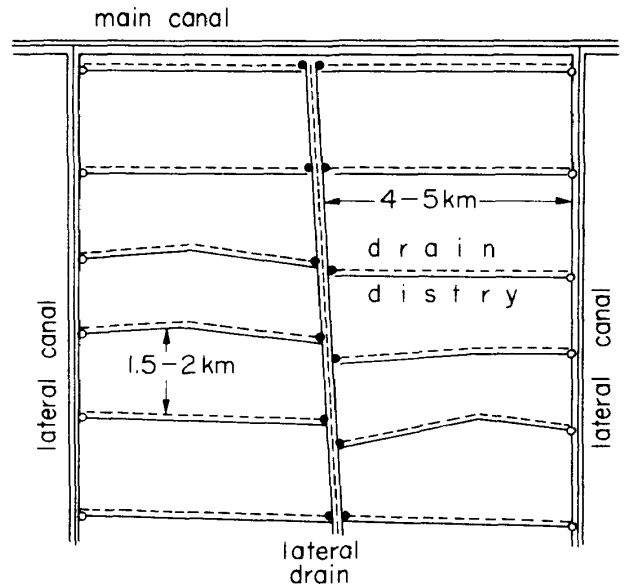
この計画における用水量，ダムなどの諸元をまとめて表 6 に掲げておく。

この事業の細部計画，設計については当初からイギリスのコンサルタンツ，Sir William Halcrow & Partners Consultants Ltd. によって行なわれ，工事の監督も同社によって行なわれている。各種，各段階の工事についてもすべて請負いに出され，例えばダムサイト調査を Soil Mechanics Ltd. (London)，二つのダムの建設を鹿島一大成建設の合同で，幹線水路を National Construction Co. (Kuala Lumpur) と Sentab Ltd. (Stockholm) など，さらに機材についてはダム関係を酒井（東京），日本鋼管（東京），Waagner-Biro (Vienna) が，水路関係を日立製作所（日立），酒井，Waagner-Biro が受け持つという具合である。事業費については世銀借款 13,500 万 マラヤドルを受け，工事は 1966 年 6 月に始まり，1970 年度中に完成の予定ということである。

(2) Muda River Irrigation Scheme ——二期作のための揚水かんがい——

この地域は水稲二期作の先進地である。1957 年に Muda 川から直接揚水する揚水機場を設け二期作の安定化をはかっている。地域の概要は図 5 に示すとおりである。北部 Muda 河沿いに洪水防御のために堤防を築き，西部海岸沿いの国道には塩水侵入防止の堤の役目をもたせている。幹線，支線水路段階では用排水が完全に分離されているが，末端の小用排水路の整備は完全とは言えず，それがために用水量算定についても各圃場あるいは各圃場団地単位の用水量から反覆利用などを考慮して次第に積み上げてくるような計算過程をとることができない。本事業の諸元，概要⁶⁾を列記すると次のとおりである。

6) すべて現地でのききとり調査による。



- irrigation canal, or ditch (distry)
- drainage canal, or ditch (drain)
- offtake
- drainage end control

図 4 用排水組織
(Muda Irrigation Project, Kedah)

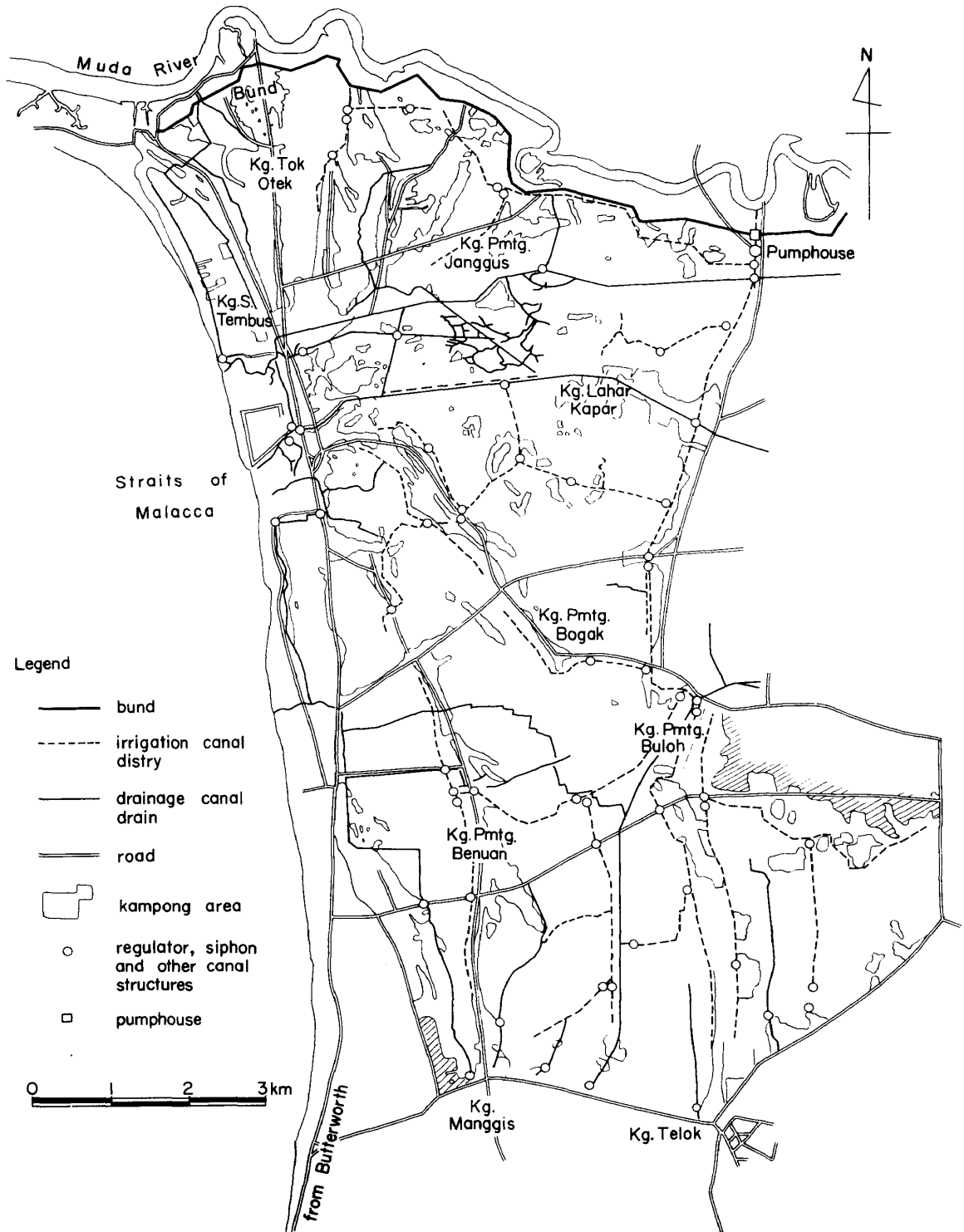


図 5 Muda River Irrigation Scheme 計画一般図
原図：DID, Malaysia

関係面積	6,600 ha
用水量	6.8 mm/day
揚水量	現在 0.0011 m ³ /sec/ha (第2揚水機場完成後 0.0019m ³ /sec/ha)
揚水機	160 HP cap. 2.7 m ³ /sec 3 台
建設費	6,900円/10 a (この費用は全額国庫支出)
維持管理費	政府から 480～540円/10 a/年 農家負担 120円/10 a/年 (農家負担は1967年から270円に増額)
生産量	モミ 4.5ton/ha (二毛作合計)

当初揚水量を 0.0011 m³/sec/ha と見込んだのは浸透量をゼロと仮定したからであり、現在 0.0019 m³/sec/ha に増強中であることの理由は、浸透量を無視し得なかったためである（とくに乾季作の場合）。

(3) Tanjong Karang Development Scheme——低湿地ジャングルの開墾，水田化——

約 45,000 ha の広がりを持つこの地域の海岸低湿地は 1918年以来、Java と Sumatra から
の移民によって海岸寄りの湿地周辺部から徐々に開墾されてココナツ林となっていた。当
初はこれらの開拓を個人単位で行なっていたために組織的、計画的な開拓とはなり得ず、海岸
堤防を築かずにゲートなしの排水路で排水したために、海岸地帯のジャングルが伐採されるに
つれて塩害地域が内陸へ進んでゆくという悪結果を招いてしまった。

1932年 DID が設立されると、Selangor 州における最初の事業としてこの地域の開拓をとり
上げ、4年間にわたる調査につづいて工事には1937年からとりかかったが、資金欠如、第二次
世界大戦のために遅々として進まず、結局戦後1945年から再出発し、1952年にいちおう計画ど
おりの工事を完了した(図6)。しかし、現在もなお耕地拡張、水源施設増強、水路修復などの
工事が進行中である。まず海岸堤を築いて塩水の侵入を防ぐことから始めて排水路を内陸に
掘り進め、排水ゲートを通して外海へ排水し、内陸部を耕地化していった。同時に用水を得る
ための水源工事、用水路工事を順次行なってきた現在見るような姿になってきたのであって、
用排水路、その他の構造物についても手掘り水路、木造ゲートという段階を経て次第に機械化
し、コンクリート構造物につくりかえるなどの改修、修復を重ねてきている。

現在の水田地帯は区画整理され、用排水分離のかんがい排水路網を備えており(図7)、水源
施設としては二つの頭首工、揚水機場一つを持ち、近代的な姿にたち至ったことはこれらの図
からも分かる。現在この地域の水田 45,400 acre (18,200 ha) からの米穀生産量は 39,100 ton

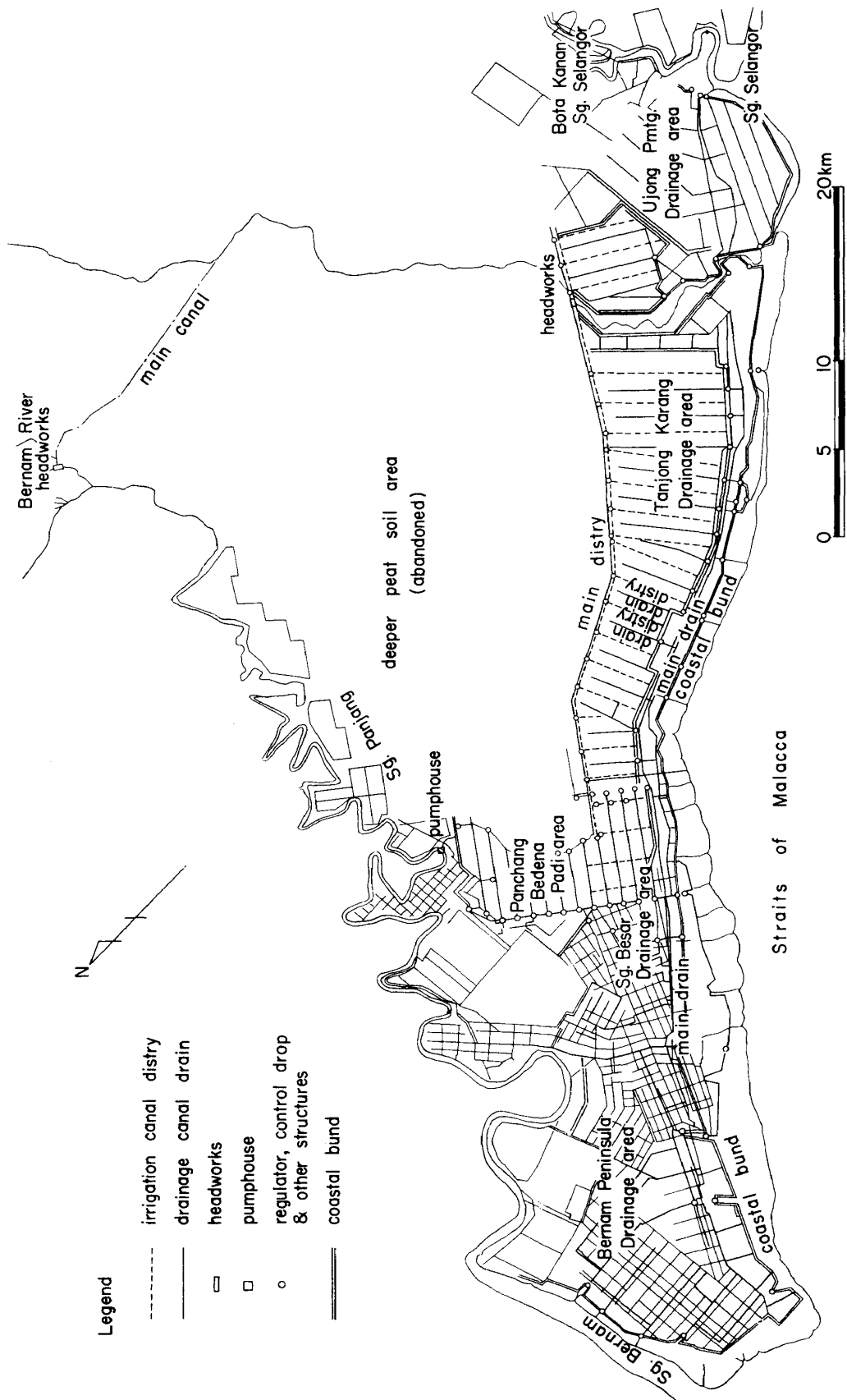


図 6 Tanjong Karang Development Scheme 計画一般図
原図: DID, Malaysia

で、マラヤ全体の約7%を占めるに至っている。

次に入植に関して述べる。先にも述べたように、1918年ごろから個人的な入植者があったが、これは最初から組織されたものではなかった。次第に増えてゆく入植者をコントロールする機関としては戦前から Advisory committee が作られ、その構成員は当初からの入植者代表、District administrator (District officer), Agricultural officer, Drainage and irrigation officer からなっており、当局と入植者との連絡を保つのに重要な役割をはたしてきた。この committee は戦後もひきつがれ、同様の役割をはたしてきたが、あくまでこれは

advisory な機能しか持ち得ず、もっと実行力ないしは規制力を持つ機関の設立が望まれていたといわれる。そのような企図のもとに Development authority の設立が企画されたが、いろいろの事情によって結局実現しなかった。現在、実際的には、District officer の下の Colonisation officer が入植者の調整、監督にあたっている。

入植者1戸当りの土地配分は3 acre (1.2 ha) の耕地と1 acre (0.4 ha) の住居地で、耕地80 ha を単位として共同で伐採、焼きはらい、整地を行なうことになっている。政府による入植者に対する援助項目を要約すると次のようである。

- a. 耕地 1.2 ha と住居地 0.4 ha は無償で、ほとんどの場合 (95%) は Temporary Occupation Licence (TOL) による貸与。
- b. 入植地 0.4 ha 当り 6,000円 (1農家当り 18,000円) の供与。
- c. ジャングルの伐採に要する費用、1農家当り 18,000円の供与。
- d. 初年度の種もみの供与。
- e. 地代は3年据え置き、以後は年間 0.4 ha 当り 120円の低率。
- f. 入植時の仮りの住居供与。
- g. 米の最低価格の保証。

なお、水利費は維持管理費を含めて 0.4 ha 当り 平均 600円、住居地を対象とする排水費は 360~600円である。

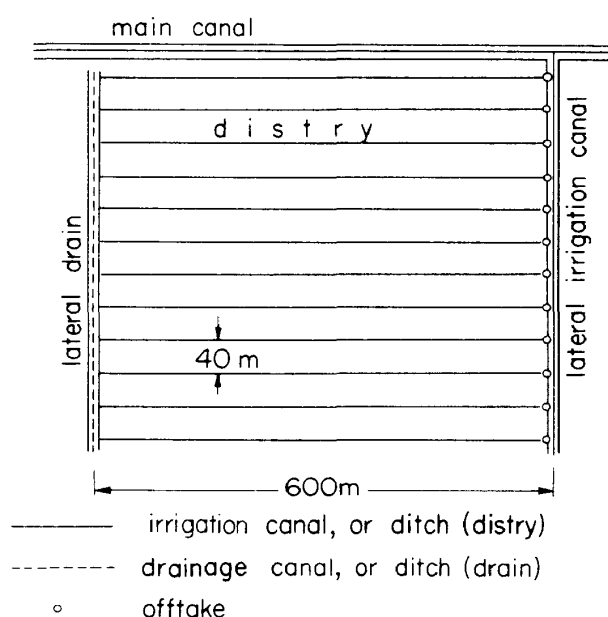


図 7 用排水組織
(Tanjong Karang Development Scheme, Selangor)

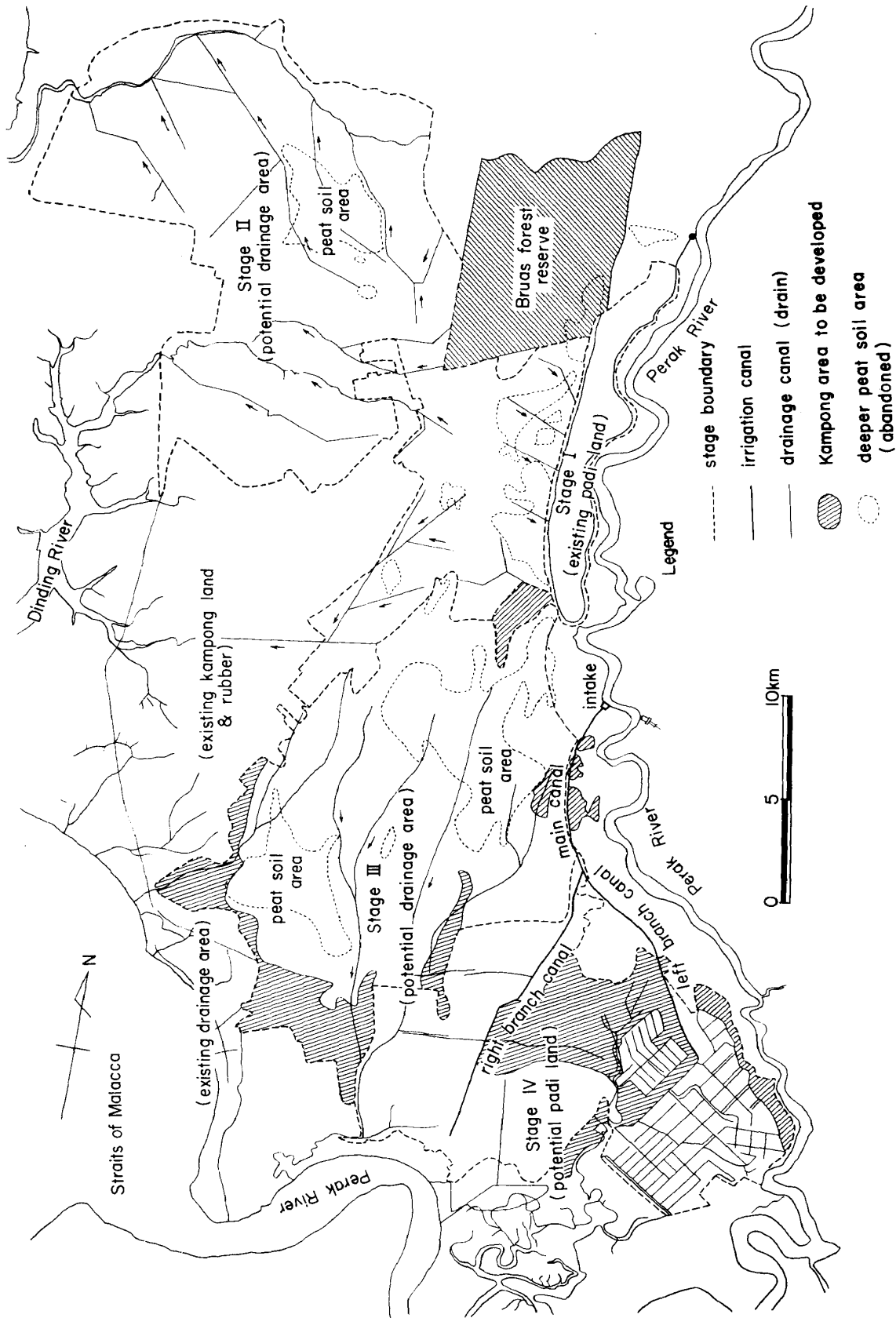


図 8 Trans Perak River Schemes 計画一般図
原図: DID, Malaysia

この地域の開拓方式、入植方式、それらの推進組織は次項にのべる Trans Perak River Schemes など後につづく開拓事業のモデルケースとなっている。

- (4) Trans Perak River Schemes ——かんがい、排水、ジャングルの開拓、入植計画を含む総合事業”——

図8に示すように、地区は大きく Stage I～IV までに分割され、揚水かんがいを主とする Stage I, 排水を主とする Stage II と III, かんがい排水を伴うジャングル開拓事業の Stage IV にわかれる。

表 7 Trans Perak River Schemes の土地利用別計画面積 (acre)

	area to be developed			total area within stage boundary	
	irrigation	drainage	kampong		total
I	5,600	0	950	6,550	6,560
II	0	30,880	180	31,060	88,460
III	11,320	36,850	8,750	56,920	70,260
IV	20,320	0	11,150	31,470	31,480
total	37,240	67,730	20,930	125,900	196,760

以下に Stage I と Stage IV についてその末端段階のかんがい排水と開拓方法について述べる。

a. Stage I (主として既耕地水田の揚水かんがい)

Perak 河から取水する揚水機場 ($1.5\text{m}^3/\text{sec} \times 3$ 台, 計 $4.5\text{m}^3/\text{sec}/2,400$ ha), 幹線用水路, 幹線排水路, 支線用排水路, 道路についてはすべて国費で建設された。各圃場区画 (lot と呼ばれる) は図9のような $300\text{m} \times 54\text{m}$ ($=1.62$ ha) の細長い形状をしており、各区画の短辺に沿う支線用水路からパイプにより取水し、他方の短辺は排水路に接続している。用水路水位と田面との高低差は $15\sim 25\text{cm}$ となるように設計されている。

さて、これより以下各圃場の整備はその耕作者の責任範囲になっていて、一般には lot の中央に小用水路をつかって導水し、途中適当な位置に小さな堰をもうけて田面にかんがいし、湛水深を平均 15cm に保つことのできるよう畦畔をつくることなどが指導されている。1 農家当りの土地配分は $1.6\sim 2.4$ ha であってほぼ 1 農家 1 lot である。モミ収量はこの事業の完成後約 $3.5\text{ton}/\text{ha}$ で安定しているとのことである。なお、水利費の負担は土地の分級に応じて異なり、10a 当り 1 年間に A クラス 180 円, B クラス 90 円, C クラス 30 円である。

b. Stage IV (かんがい排水を伴うジャングルの開拓)

関係面積は $12,000$ ha, Perak 川から取水 (自然取入れ) する取水ゲートは完成し、現在幹線

- 7) この項で述べる諸数値の大半は現地でのききとりに基づくものであり、不確かなものがあるかもしれない。

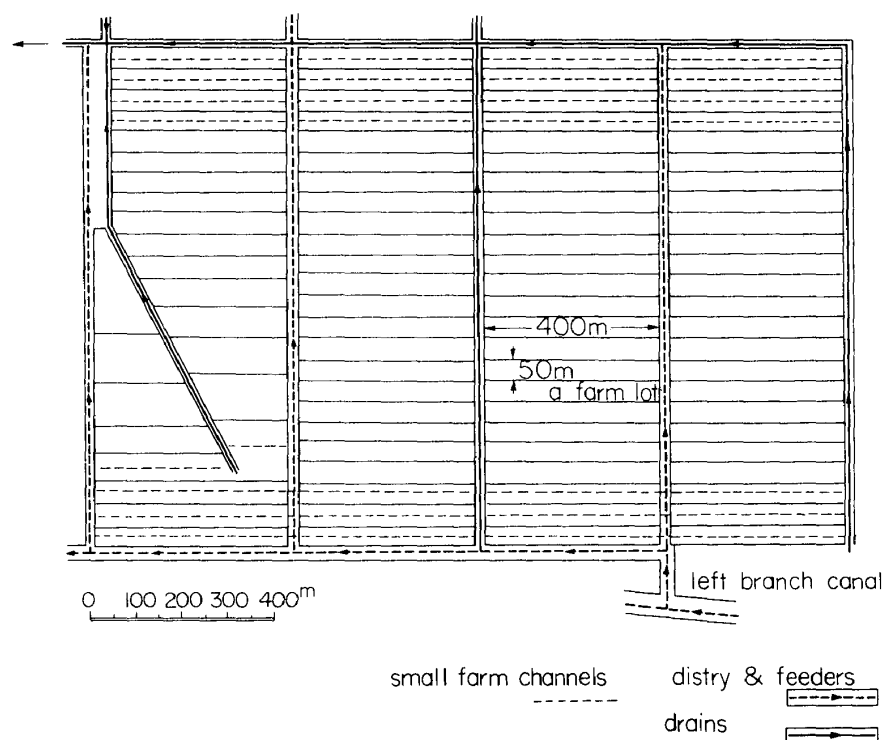


図 9 用排水組織
(Trans Perak River Schemes—Stage IV, Perak)

用排水路，支線用排水路を建設中であり，lot 中の整備はその緒についたばかりである。問題はジャングルの農地化であって，lot（ここでは $300\text{ m} \times 800\text{ m} = 24\text{ ha}$ ，1 農家当り 2.8 ha ）の中で，ジャングル内の小径づくり—伐採—倒木—焼き払い—整地—lot 中の小用排水路づくりについてはいちおう耕作者個人の責任となり，政府としてはこれに対して $2,400\text{ 円}/10\text{ a}$ の補助金を与えているのであるが（入植のときの土地は無償貸与），技術的な面で少々無理があるのではなかろうか。

Stage IV に関する建設費は $18,000\text{ 円}/10\text{ a}$ で，ちなみに排水事業である Stage II の場合は $1,800\text{ 円}/10\text{ a}$ である。

Trans Perak River Schemes の全計画調整機関として Trans Perak River irrigation development scheme advisory committee があり，ここでかんがい排水をはじめ，入植計画，土地配分，村落配置計画，道路計画などが総括的に調整されるようになっている。

(5) Sg. Pinggan and Tampok Drainage Schemes ——輪中方式によるココナツ林の排水改良——

この事業はマラヤ全体で34カ所計画あるいは実施されている海岸低湿地排水改良事業のうちもっとも規模の大きいものである。（関係面積 Tampok scheme $11,860\text{ ha}$ ，Pinggan scheme $10,300\text{ ha}$ 。州別の排水改良事業の面積については前掲表4を参照）。なお，このような低湿地帯

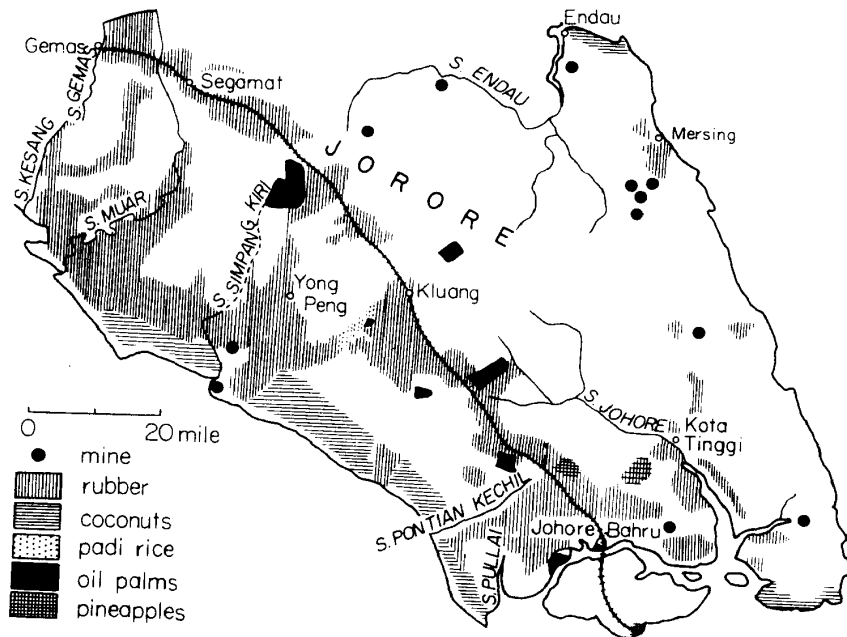


図 10 南マラヤの土地利用
出所：E. H. G. Dobby, 小堀巖訳『東南アジア』

の土地利用は図10に示したとおりである。

この地域の開発方式は図11のように、ある区画の土地約 2,000 ha を輪中堤 (bund と呼んでいる) で囲み、洪水防御、塩水侵入防止などの水のコントロールを小地域に分割して行ない、幹支線排水路により水門を経て河川または外海へ排水するようになっている。マラヤ西海岸では干満差が 2 m 程度に達するので、自然排水は十分に可能である。干潮時に幹線排水路わきに立つと泥炭地帯からの黒褐色に濁った排水がとうとうと流れ出しているのを見ることができる。しかし、土地の勾配がほとんどないので排水路断面は非常に大きく (幅20~30 m)、水路底に生える水草や藻の処理がたいへんで維持管理に労力を要するようである。

bund, 幹・支線排水路, 水門の建設と維持管理はすべて国によって行なわれるが、かんじんのココナツ林の中はどうなっているだろうか。一口にいうと、その泥炭地は水びたしの状態であり、塩水被害などでココナツが壊滅的打撃を受けることはなくなったというものの排水改良の恩恵を十分に受けているとは考えられない。この理由は、農民が自主的につくるべき各自の圃場内の小排水路の整備がなされていないからである。支線排水路に結びつける小排水路をつくることはさほど困難ではないと思われるのだが、現状のままでかなりの生産を上げ得るからであろうか。実際、ココナツは植えられているというよりも生えているというほうがふさわしい。

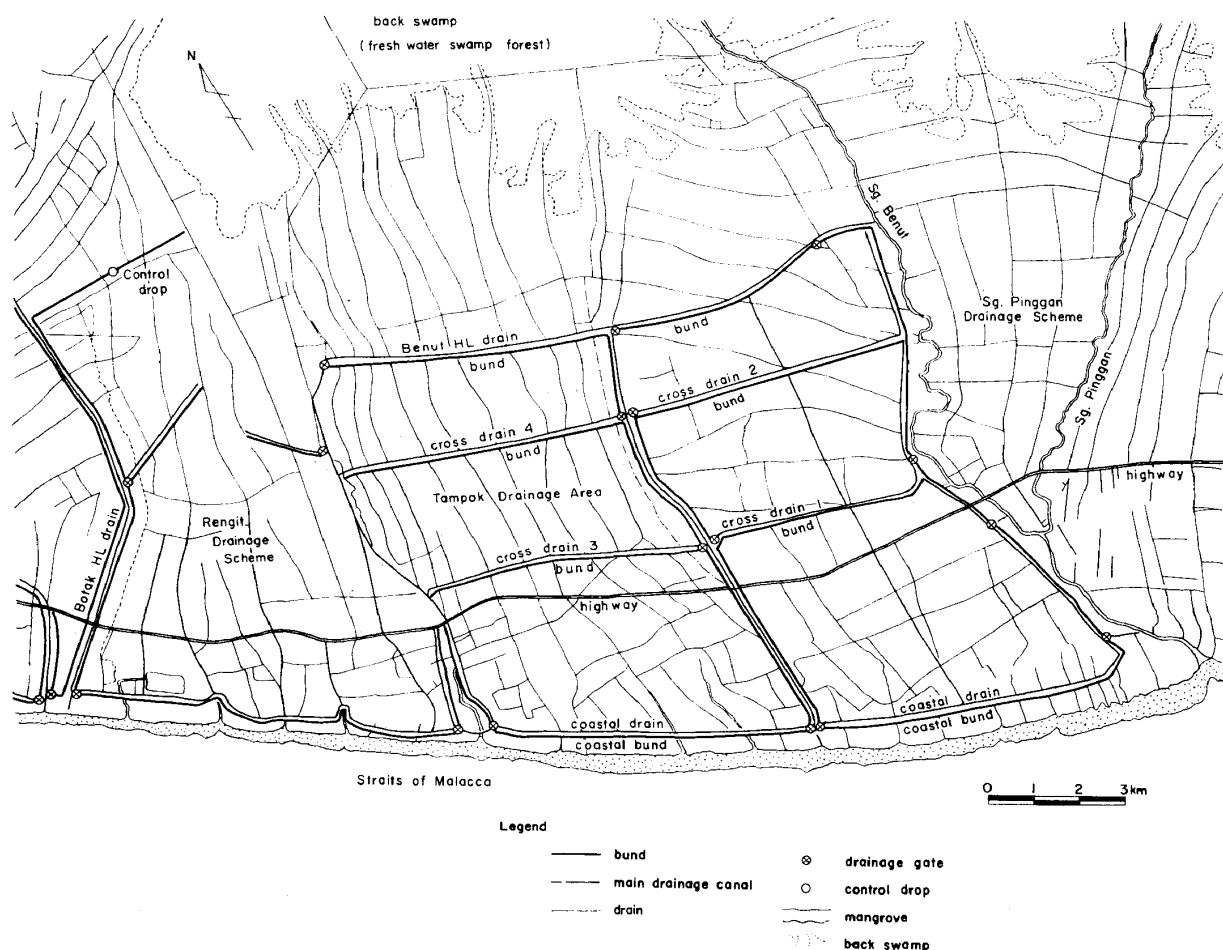


図 11 Sg. Pinggan and Tampok Drainage Schemes 計画一般図
原図：DID, Malaysia

4. 末端段階でのかんがい方法について

現在建設中のかんがい計画地では Tanjong Karang, Trans Perak—Stage I, IV のように数エーカーを一単位として用水路網と水田が連結されるような最新式のかんがい組織を採用し, Muda Irrigation Project においては支線用排水路網の一単位が 800 ha となっているが, その末端の組織をいかにするかを現在検討中ということである。これらのかんがい排水組織について筆者らが実地調査した範囲内でまとめると表 8 のようになる。圃場区画は 40~50m×400~600m で面積 4~6 acre (1.6~2.4 ha), 用排水路は区画の短辺に沿っている。1 区画 1 農家所有が原則である。用水路からの取水は水路堤に埋設した 6 inch パイプを通して行ない, 圃場の中央に長辺方向に設けた field channel に通水して, そこから溢れさせてかんがいをする。field channel をつくることは土地所有者個人の負担するところとなっているが, この工事を行なわない農家が多いという。

表 8 かんがい排水組織（総括表）

	land slope	irrigation ditch depth	water level	spacings of ditches	farm unit
Muda Irrigation Project	1/6000	2.0m		4-5 km × 1.5-2 km	
Trans Perak-Stage I	1/6000	1.4	15 cm above field level		
Trans Perak-Stage IV	1/6000	1.4	15 cm above field level	400 m	50 m×400 m
Tanjong Karang	1/10000	1.4		600 m	40 m×600 m
	intake from the ditch	irrigation method		remarks	
	through 6" pipe	not determined		lateral irrigation and drainage canals are under construction	
	through 6" pipe	through field channel		completed, channels are not fully installed	
	through 6" pipe	through field channel		underway	
				completed	

単に用排水路網の平面的分布密度が高くなればかんがい排水のコントロールが容易にでき、随時に湛水、落水などの操作を行なうことができるかと言えそうではない。低平地では必然的に水路底を深くする必要があり（水路堤を築くための用土を水路掘削箇所から取らなければならないこともある）、したがって dead water の量が大きくなる。水田に給水するためには水路の処々に堰を設けて水位を高めなくてはならず、そのために可給水量は豊富でも全体に配水するには水路付帯施設の密度を高めなくてはならないことなどの困難が伴ってくる。

従来このような水田のかんがいというのは次のようなものであったのではないかと考えられる。それは、雨季の初めごろからとにかく用水路に通水して長期間かけて地域全体の地下水位を高め、その後に雨水または水路からの取水によってしろかきを始める。またかんがい排水施設が不十分で、水操作が不安定であるために生ずる危険を避けるために深水（湛水深 30～40 cm の場合もある）にしておくというものであろう。

用排水路網の分布が密になれば地下水位は短期間で上昇し、取水も当然容易となるが、将来二期作化を進め、施肥、薬剤施用が一般化し、耕耘機械を導入してゆく段階に対処するにはもっと迅速なかんがい排水操作ということが必須になってくるであろう。とくに二期作のためには迅速なかんがいと共に、迅速な排水の操作が可能でなければならない。

これらに関する種々の対策をオランダの G. Zijlstra が現地試験に基づいて提案しているが、これらに筆者らの見解を加えて以下に列記する。

a. 計画地域を一単位 80~200 ha の irrigation block に分割して、各ブロックには支線用水路から導水する方式とする。

b. 各圃場には支線用水路（または小用水路）から field channel によってかんがいすることを原則とする。とくに二期作水田では用排分離組織としなければ迅速なかんがい排水の操作は行なえない。田越かんがいを行なうとしても水田数枚から10枚が限度であり、しかも低平地では無理である。

c. 湛水深は 15 cm 前後が適当であり、この湛水深を保てるように畦畔をつくること。

d. 水路水位と田面標高の差が大きくとれない場合、ポンプ揚水を考慮しなければならない。なお、ポンプ利用によって用水の反覆利用を高度化することができる。

e. 排水地域（海岸低平地）では 100 ha 程度のブロックに分割して1ブロックを堤 (bund) でとり囲みその内部で排水処理を完結できるようにする。

f. 農道（耕作道）を必ず考慮し、幹・支線用排水路の堤上は もちろん、field channel と field-drain の片側を耕作道とする。この配慮は将来欠かせないものとなろう。

IV 用水量の問題について

用水量については前出 Zijlstra が次表 9 のように算定して DID に提案し、DID はこれを全面的に受け入れて、すべてのかんがい計画にこの値を採用することにしている。⁸⁾

また松島は現地における実験に基づいて表10のように算定した。

Zijlstra による値は浸透量推定の根拠があいまいであり、この値をマラヤ全土のかんがい計画に適用するのは少々疑問である。もっともかなりの面積を持つ低平地水田地域では地下水流動がなく、自然に反覆利用が行なわれるので全体としての用水量は蒸発散量に近い値となると言われ、マラヤの水田地域ではこの値を採用しても大きい矛盾は生じないのかもしれない。しかし、わが国の標準 20~30 mm/day からみると約 1/2 であり、それに前述の Muda River Irrigation Scheme において現在の 1 cfs/60 acre (0.0011 m³/sec/ha) を 1 cfs/35 acre (0.0019 m³/sec/ha) に増強中 (Zijlstra による場合、二期作地で 1 cfs/48 acre=0.0014 m³/sec/ha) のところをみると Zijlstra の値はやや低すぎるかと思われる。松島の値 13.0 mm/day (1 cfs/45 acre, 0.0015 m³/sec/ha) は Zijlstra の値にほぼ似かよっている。いずれにしても、用水量に関与する要素のうち浸透量は土壌と浸透の水理条件によって大きく変化するものであるか

8) FAO, *FAO Report No. 1671* (1963), および Ow Yang Hong Chiew, *op. cit.*

表 9 水稲, その他の作物の用水量 (Zijlstra による)

	cm/month	mm/day	acres/cusec	m ³ /sec/ha
I Double cropping system				
A Off-season				
Presaturation period	38.1		48	
Normal irrigation	25.4	8.5	71	9.9×10^{-4}
B Main season				
Presaturation	33.0		55	
Normal irrigation	22.9	7.6	79	8.8×10^{-4}
II One crop per year system				
Presaturation	30.5		60	
Normal irrigation	22.9	7.6	79	8.8×10^{-4}
Recommended design duty for irrigation schemes				
Double cropping (padi-padi)	38.1	12.7	48	14.7×10^{-4}
One crop per year	30.5	10.2	60	11.8×10^{-4}
Double cropping (padi-field crop)	33.0	11.0	55	12.8×10^{-4}
Crops other than rice	15.2	5.1	120	5.9×10^{-4}

出所 : FAO, *FAO Report, No. 1671* (1963).

表 10 水 田 用 水 量 (松島による)

	period	water requirements per month (cm)			
		puddling	evapo-transpiration	percolation	total
Off-season	mid-Mar.~mid-Apr.	nursery stage; 1/30 of the total area might be irrigated			
	mid-Apr.~mid-May	17.8	10.2	17.8	28.0*
	mid-May~late May	mid-summer drainage			
	late-May~mid-July		21.1	17.8	38.9
	after mid-July	drained out			
Main season	early Aug.~early Sept.	nursery stage; 1/30 of the total area might be irrigated			
	early Sept.~late Nov.	17.8	10.2	17.8	28.0*
	late Nov.~mid-Dec.	mid-summer drainage			
	mid-Dec.~early Feb.		21.1	17.8	38.9
	after early Feb.	drained out			

*This figure does not contain water requirements for puddling.

出所 : Seizo Matsushima, "Some experiments and investigations on rice plants in relation to water in Malaysia," *Water resource utilization in Southeast Asia* (Kyoto, 1966).

ら、各計画地域の用水量は原則として現地実測に基づいて決定しなくてはならない。また大きな事業を進めてゆくには一筆水田の減水深（≡用水量）だけではなく、水路損失、分水の精度による誤差、水路内貯溜量、反覆利用の実態、管理用水などをも含めて調査、試験を行なわなければならないことは前項（Ⅲ-4）で述べたとおりである。合理的なかんがい計画をたてるためには、むしろこれらの要素の解明がもっとも重要と考えられる。これらに関する基礎研究にはいますぐにとりかかるべきであろう。⁹⁾

V かんがい排水事業における問題点と今後の課題

第二次世界大戦後、とくに 1961-65年、農村経済開発計画（Rural economic development plan）の期間に、マラヤはかんがい排水による土地基盤の整備を強力に進めてきた。水田だけに限ってみれば統計上はかんがい排水設備をもつ面積は50%強にのぼっている。しかし、マラヤの稲作シンポジウムでも指摘されたように、稲作の増収と安定化のための基礎条件でありながら現在ネックになっているのが水の問題だと言われる。このように言われることの大きな原因の一つは国営事業で建設されるすばらしく近代的な水利施設と末端段階での農民側のかんがい栽培技術との落差が大きすぎることにあるのではなかろうか。末端小用水路の整備されていない低平水田地域では支線用水路から田越しにかんがいするため各圃場への配水は不均等かつ困難であり、用水路から最も遠い圃場に水が到達するのに数日からひどい場合には数週間もかかるところさえある。

排水地域においても同様のことが指摘できる。Sg. Pinggan and Tampok Drainage Schemeの項で述べたように支線排水路に結びつく小排水路をつくっていないために近代的な排水施設が目の前にありながら、ココナツ林は水びたしという情景をいたるところで見ることができる。これに対する DID 職員 D 氏 (chief engineer of South) の見解を記しておこう。「マラヤの西海岸では干満の差が大きいから海岸低湿地の排水改良は現在の自然排水方式で行なうのが合理的であり、かつ非常に有利な投資である。たしかに問題はいくらでもある。農民の management はよくない。しかし DID の行なう基幹事業が成功しなかったら、そのあと末端段階の圃場整備を農民自身で行なうとしても何がうまくゆくだろう。」

全般的にみてマラヤの広義のかんがい排水事業は各々の地域の自然的特徴に対応して、自然流下式かんがい、揚水かんがい、輪中方式による排水、海岸堤、外海へ自然排水する排水ゲート、洪水防御堤、用排水分離組織などうまく適応しているように思われる。しかし、いまひとつの印象は一ごく短期間の現地調査に基づく皮相の観察からこんなことをいうのは浅薄なこと

9) 実際のところ、これらについてはわが国でも未だ研究、試験段階にあるというべきで、現実の計画にはこれらの諸要素は考慮されてはいるものの、調査方法などが確立されているわけではない。

かもしれないが一これらの方式、手段、または技術があまりにも画一的なことである。近代的ではあるが画一的である技術は多分その地域に適合して発達してきたものとは考えられない。事実、技術者の多くは英国、オーストラリアまたは米国で大学教育を受け、その高水準の技術を持ち帰ってマラヤの国土に適用しているわけである。それら近代土木技術と農民の水利用、かんがい栽培に関する知識とのギャップを埋めるためには、かんがい栽培技術の教育普及活動を活発に行なうと共に、かんがい事業については末端水利用をも十分考慮した一貫性のある計画のもとに事業を進めることがいっそう強調されるべきであろう。一方、かんがい排水事業は緊急を要するものであるという要請が強くでてくるから、農民のかんがい栽培を中心とする集約農業技術のレベルの向上を待って事業を進めるということも不可能であり、基幹事業は完成したけれども施設が有効に利用され得ないという弱点はなかなか解消されそうにない。この悩みはマラヤに限ったことでなく、東南アジア諸国のいずれにも共通することである。

マラヤで耕境を拡大するとすれば、ジャングル開墾か淡水性湿地林開墾かもしくは海岸低湿地の開発が考えられるが、いずれもその進展は遅い。その原因は適当な入植者が少ないことと安定した農地にするのに長期間を要することである。入植者は一般に貧しく、農業技術の知識にも乏しいのだから、家族労働によって湿地ジャングルを開田するのは非常に困難な仕事である。また、同じ農地開発でもゴムや油ヤシ園の開発（これを管轄するのは FLDA—Federal Land Development Authority—であって DID ではない）のほうが有利であるということで、水田開発のための入植者が少ないという悩みがある。

水田開発を奨励するために、政府はジャングルにおける伐採、倒木、焼きはらいのための補助金 (Trans Perak—Stage IV の場合、2,400円/10a) と初年度の種もみと 6 カ月分の生活費を補助する政策をとっている。しかし、大きな事業は Tanjong Karang Development Scheme と Trans Perak River Scheme—Stage IV だけであって、現在 DID としてはその他水田地域隣接ないし水田地域にとり囲まれた小面積の低湿地ジャングルの開発を行なっている程度である。ジャングルの開発はやはり、機械開墾による DID 直轄の事業によらない限り早い進展は望めないと思われる。¹⁰⁾

ところが、最近うちだされた第 1 次マレーシア経済開発計画 (1966～70) によると、農業および農村開発部門への投資配分が全体の 23.9% (9 億マラヤドル) で第 1 位であるのは当然であろうが、この部門の中で最重点施策は農地開発におかれており、つづいてかんがい排水、農業、ずっと比重が下がって畜産、融資、市場開拓、漁業、林業、その他の順となっている (以

10) ジャングルの開墾については、伐採、倒木を機械化し、かつ農家単位の労働にまかせず共同組織あるいは国の直轄事業として行なうことを考えなかったら能率が上がらないだろうし、また、海岸低湿地の背後にかなりの広がりをもつ淡水性湿地林の開発、農地化については、伐採、倒木の機械化と共に新たにポンプ排水を導入しなくてはならない。

上マラヤに限る)。農地開発にもっとも重点が置かれている理由は、生産を量的に拡大するためということのほか、急速に増加しつつある潜在的失業者に対し安定した職業を与えるためである。マラヤでは 40~45万 acre (16~18万 ha) を新たに耕地として、6,500 家族を入植させる計画をたてており、たとえば Pahang 州の Tengha Triangle 計画、15万 acre (6万 ha) がある。水稻作に限って言うならば、マラヤでは米の増産を既耕地水田の土地改良をはじめとする農業技術の改善による単位面積当りの収量増加に頼ってきた。逆にタイ国ではこれを一に耕地拡大に頼っていたわけである。この差は主として水田造成の難易の差によって説明されるが、いずれにしてもマラヤは将来既耕地の改良—とくに二期作化—と共にジャングルの開墾、入植、水田化というたいへん困難な事業を次々に進めてゆかねばならない段階に来ていると言えるであろう。

謝 辞

この調査にあたり多くの便宜を与えて下さり、また資料を提供して下さいましたマレーシア DID の A. S. Sodhy 氏、J. G. Daniel 氏、現場の技師である Perett 氏、R. D. Mackenzie 氏、Goh Kiam Seng 氏、Wang Sheng Chung 氏、ならびに在マレーシア日本大使館の方々と大成—鹿島建設の方々に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 東南アジア研究センター編 『東南アジア研究』第2巻第3号、マラヤ稲作シンポジウム特集号、1965。
 FAO 編 *The World Rice Economy in Figures (1909-1963)*. Rome : FAO, 1965.
 FAO 編 *FAO Production Yearbook (1964)*, vol. 18. Rome : FAO, 1965.
 Ow Yang Hong Chiew. *Report of the Drainage and Irrigation Division of the Ministry of Agriculture and Cooperatives, Malaysia, for the years 1961, 1962 and 1963*. Kuala Lumpur, 1964.
 畠山久尚編 『アジアの気候』世界気候誌 第1巻、東京：古今書院、1964。
 Dobby, E. H. G. 小堀巖訳『東南アジア』東京：古今書院、1961。
 Sir William Halcrow & Partners, Consulting Engineers. Muda Irrigation Project, technical description and summary of engineering data. London, 1966. (mimeograph)
 DID, Malaysia. *Report on development of Tanjong Karang, Selangor*. Kuala Lumpur : Government Press, 1964.
 FAO 編 *FAO Report No. 1671*. Rome : FAO, 1963.
 海外技術協力事業団編「第一次マレーシア経済開発計画(1966~1970)と外国援助要請プロジェクトの概要」東京、1966. (mimeograph)