

タイ国のかんがい排水事業と今後の課題

富士岡 義一

Irrigation and Drainage Projects in Thailand and Forthcoming Problems

by

Yoshikazu FUJIOKA

1 は し が き

タイ国の国土面積は 514,000km² で、わが国土の約1.4倍に相当し、しかもその約50%が平地からなっている。

人口は現在約3,000万人といわれており 近年における 人口増加率は年約 3 %に達し急速に増加の傾向をたどっている。人口、耕地面積、水稲生産の状況は表 1，また単位面積当りの生産は表 2，表 3 に示す通りである。

以上の表からすれば水田面積はわが国の約 2 倍で単位面積当りの収量は 1/3弱，しかも消費人口が約1/3となっているので現在のところ未だ米の輸出余力はあるが，以上に示した人口増加の傾向からすれば，今後水田面積の拡大と共に単位面積当りの収量増加を計る必要に迫られており，これらを目標にしたかんがい排水事業が強力に展開されているのが現状である。

タイ国における過去のかんがい排水事業の発展過程を概観すると，降雨量が表 4 の通りであるので約700年以前から Chiangmai を中心とした 北部地方において，河川取水を主体とするかんがい事業が行なわれている。その頃中央平原においてはもっぱら洪水の氾濫にまかされていたようである。主都が Bangkok に移ってから（1782年以降）は Water Communication, Water Conservation などの舟運に関する水路網および水路のコントロール，維持管理に関する事業が盛んに行なわれている。1902年農林省の内に Department of Canal が設けられオランダの技術者 Van der Heide の指導により運河，水門の改修が行なわれ，また新しい計画が立案されている。1914年頃にはイギリスの技術者 Sir Thomas Ward の指導を受けて現代的なかんがい排水事業が行なわれるようになってきた。その頃 Department of Canal の代りに Irrigation Department が設けられている。

現在北部地方に存在する主なかんがい排水施設は1921年以降に実施された事業によるものである。1916年頃に中央平原東南の South Pasak Project (108,800ha) が計画され，1924～1951

表 1 タイ国の人口と耕地面積、稲作などとの関係

Years	Populations (×1000人)	Area of Field (×1000ha)			Production of Paddy Rice (×1,000ton)
		Total	Rice	Other Uses	
1953	21,456	7,014.88	6,174.0	846.08	
1954	22,099	6,455.04	5,557.1	897.92	5,709
1955	22,762	6,697.76	5,769.6	828.16	7,337
1956	23,445	7,044.16	6,023.7	1,020.48	8,297
1957	24,148	6,356.64	5,074.7	1,281.12	5,570
1958	24,873	7,091.36	5,757.9	1,333.44	7,053
1959	25,619	7,572.16	6,065.4	1,506.72	6,770
1960	26,388	7,716.80	5,921.3	1,795.52	7,834
1961	27,180	8,116.16	6,179.0	1,937.12	8,177
1962	27,993	8,544.16	6,645.4	1,898.72	9,254

表 2 単位面積当りの収量

Year	Paddy Rice(kg/Rai)
1907～16	288
17～26	287
27～36	261
37～46	203
47～57	208
1960	222
1961	231
1962	239

表 3 各国における単位面積当りの収量 1961年

国 名	Paddy Rice(kg/Rai)
Spain	1,018
Italy	874
Japan	752
U. S. A.	611
Taiwan	514
Malaysia	381
Burma	269
Brazil	280
Pakistan	266
India	242
Thailand	231
Philippines	197

表 4 タイ国における地方別降雨量

地 方	雨 期 (5月～10月)	年 間
North	1,075 mm	1,220 mm
Central	1,140	1,360
North-East		
Areas bordering on the Mekong River	1,450	1,650
Chaiyabhum-Nakorn Rajsim	920	1,110
Central Part	1,100	1,310
South		
East Coast	1,660	1,875
West Coast	2,400	2,600

年に完成されている。またこの頃 Chao Phraya 河より以東に海岸堤防が設けられて、海水の浸入を防ぐと共に一方淡水を導いて South Pasak Project 地区より海岸線までの広大な低湿地帯の開発が行なわれている。これは一種の干拓事業にも匹敵するものと考えることができる。これらの事業は海水の侵入を防ぐと同時に排水が主たる目的であって、この国の排水というのは特に収穫時期の排水を意味しているのである。

また1952～1957年に Chainat Dam (取水堰) が完成し、さらにタイ国最大の近代的貯水池である Bhumiphol Dam が1953～1964年に完成している。1927年になって Irrigation Department の内容が Water Resource Development に関するものになり（ただし英名は今日も従来通りになっている）事業範囲が以下のように拡大されている。

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1. Conservation or Storage of Water | 2. Irrigation |
| 3. Drainage | 4. Reclamation |
| 5. Flood Control | 6. Hydro-electric Power |
| 7. Water Communication | |

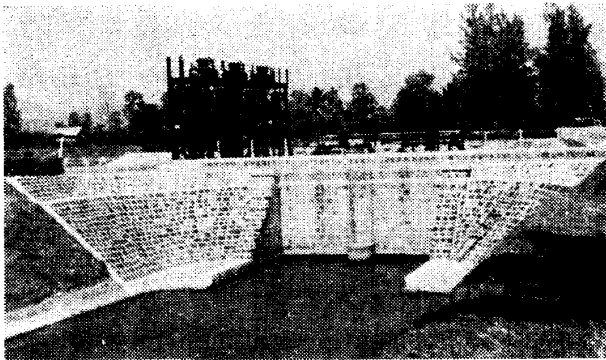


写真 1 Ping River 上流 (Chiangmai 東北部)
Mac Fack Project Head Work, 1936年完成

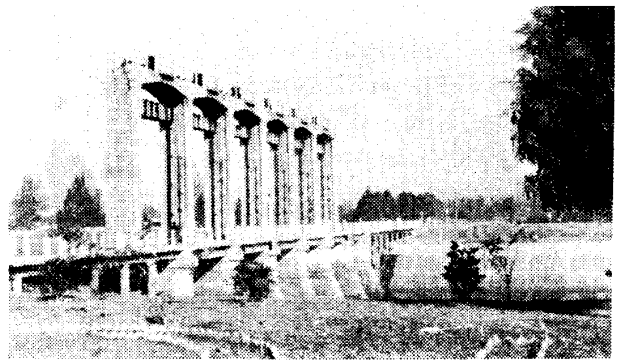


写真 2 Mune River 上流 (Khorat 東北部)
Tung Samrid Project Head Work, 1958年完成



写真 3 Mac Khong Valley Nongkai における
Flood Control 事業による堤防



写真 4 Sangbadal Roiet における Flood Control 事業による堤防 (Chee River 中流)

2 Royal Irrigation Department の組織と運営

表 5 Royal Irrigation Department の組織

1. Engineering Service
(1) Survey Division
(2) Technical Division
(3) Planning Division
2. Construction Service
(1) Hydro-Energy Division
(2) Construction Division(Irrigation)
(3) Construction Division (General Water Resource Development)
(4) State Irrigation Division
(5) Irrigation Roadway Division
3. Operation and Maintenance
主として State Irrigation Division
4. Supporting Service
(1) Office of the Secretary
(2) Personal Division
(3) Land Procurement Division
(4) Medical Division
(5) Finance Division
(6) Store Division
(7) Transport
(8) Mechanical Engineering
5. Field Work
6. Personnel

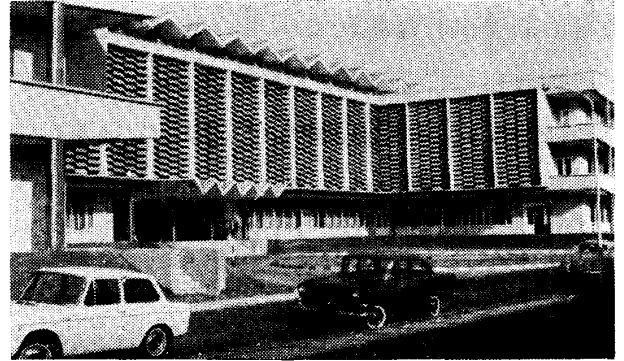


写真 5 Royal Irrigation Department

現在タイ国の Royal Irrigation Department (R. I. D.) は前述の 7 項目にわたる事業を表 5 に示すような 6 つの区分の範囲において、18 の Division に分けてそれぞれの仕事の分担を行なっている。

なお、R. I. D. には Director General と 2 人の Vice Director の下に 16 人の special grade, 155 人の first grade, 391 人の second grade, 500 人の third grade, 594 人の fourth grade などの人員を配し

合計 1,656 人の役人によって運営されている。また 1939 年に Irrigation Engineering College が R. I. D. により設立され技術者の養成を行なうようになり、これが現在は Kasetsart University の Faculty of Irrigation Engineering になっているが専任教授はおらず R. I. D. の special grade officials が講師を勤めている。従ってかんがい排水関係の大学院がなくこれに関連する学位もタイ国では取得する方法がないようである。

3 主なかんがい排水事業およびその効果

A 主なかんがい排水事業

タイ国におけるかんがい排水事業は次のように分けられている。

(1) State Irrigation Project

主として取水堰ならびに幹線、支線用排水路に関する事業その他洪水防御用堤防なども含むのであるが R. I. D. が直接行なう事業であって、これらの事業によって築造された施設は最後まで R. I. D. により維持管理が行なわれることになっている。

(2) People Irrigation Project

これがさらに次の3つに分けられ政府の許可を得て行なう事業となっている。

a Private Irrigation Project

個人的なもので永久構造物を伴わない場合

b People Irrigation Project

地方の人々の耕作に便なう共同的に行なう事業

c Contractual Irrigation Project

請負かんがい

(3) Storage Dam and Tank

かんがい用あるいは水力発電用その他の貯水池の築造事業であって、すべて R. I. D. が直接行なうことになっている。また維持管理も(1)と同様である。

(4) Pump Irrigation

(5) Dyke and Ditch Project

圃場整備事業であって R. I. D. が代行して行なう場合が多い。

次に1963年までに完成し1964年施工中の事業は表6, 図1, 図2の通りである。以上のうち主なものについて述べると,

○ Chainat Dam (Greater Chao Phraya Head Work)

1948年 FAO 使節団により Chao Phraya 計画が樹立され、1952~1957年にこの取水ダムが完成された。ダムの全長237.5m, スルースゲート式のダムで各ゲートの長さ12.50m, 各ピアーの巾2.50m, 16連, 最大高水量 3,300m³/sec で長さ1kmに及ぶ余水吐をもっている(Chainat Ayutthaya Canalに直接連なっている)。また、ダムの右岸側に巾14m, 長さ170.5m, 高さ(水面上)8.5mの Navigation lock が設けられている。なお、以上の外 Manorom Regulator (Chainat Pasak Main Canalに通じる) Makamdhao Regulator (Suphan River), Boromdhart Regulator (Noi River) などにより Chao Phraya Central Plain 914,880ha (5,718,000 Rai) の耕地にかんがいている。(写真6, 7参照)

○ Bhumiphol Dam (Yanhee Dam)

このダムはかんがい, 発電, 舟運などの多目的をもって1953年頃から着手され、1964年に完成している。ダムの型式はコンクリートアーチダムで、高さ=154m, 長さ=486m, 厚さ=6~52.2m, コンクリート量 970,000m³, 余水吐 3,000m³/sec, 2連計 6,000m³/sec (1,000年確率出水), 貯水池水面長さ=207km, 巾 7.5km, 水面積 300km², 最大水深 124m, 貯水量 12,200,000,000m³ (dead water 36億 m³, 有効貯水量86億 m³) である。発電に関しては落差 100m, 発電機 8 台, $75.8 \times 8 = 606.4 \text{ m}^3/\text{sec}$, 発電合計22億3千万KWH/年 (1台2億8千万KWH), 現在の電力需要は3億5千万KWH/年であるから2台の発電機によってもなお電力が

余ることになるので未だ2台の発電機しか設置されていない（なおこの発電機は日本の日立製である）。かんがいについては、24万ha（150万 Rai）がかんがいされているが貯水は十分に利用されずに余っている状態である。（写真8，9参照）

○ Dykes and Ditches Project

河川からの氾濫かんがいだけでは水がかからないような標高が高くしかも高低差のある所では、従来降雨の少ない年には減収をきたし生産が安定していないのであったが、Bhumiphol Dam及びChainat取水堰が完成してかんがい用水のコントロールが行なえるようになってきたので、かんがい用水の配水組織を整え貯水された用水の有効利用による生産の安定化ならびに増収を計るために計画された一種の圃場整備事業である。またこの事業は現在計画実施されている second crops 栽培についての乾季の畑地かんがい実施の前提条件にもなり、一方水稻の二期作をも可能にする事業である。この事業は水路階級の差は多少あるが、その一般は先ず河川から幹線用水路へ取水し、支線用水路をそれに連ね、支線用水路から図のように末端の Ditch すなわち用排兼用水路を間隔400m、ほぼ平行に 1~2

表 6 タイ国における水資源開発利用
(1963年までに完成および1964年に施工中のもの)

	2,632,151 ha	
State Irrigation Project		2,069,390 ha
[I] North Region		126,046
(1) Mae Ping River Basin		51,340
(2) Mae Wang River Basin, Mae Wang		12,300
(3) Mae Yom River Basin, Mae Yom		35,840
(4) Mae Kok River Basin, Mae Lao		26,560
[II] Central Plain Region		1,795,460
(1) Chao Phraya River Basin		
A Greater Chao Phraya		
18 Projects	914,880	1,225,760
B Other Projects		
5 Projects	310,880	
(2) Bang Pakong River Basin		
3 Projects		1,220,660
(3) Mae Klong River Basin		
Greater Mae Klong		388,320
(4) Petchburi River Basin		
3 Projects		53,920
(5) Rayong River Basin		4,800
[III] Northeast Region		131,870 ha
(1) Mekong River Basin, 4 Projects		23,920
(2) Chee River Basin, 3 Projects		49,440
(3) Mune River Basin, 4 Projects		58,510
[IV] South Region		
The Chiad, 1 Project		16,000
People Irrigation Project		188,058 ha
North Region, 26 Projects		87,968
Central Region, 26 Projects		47,818
Northeast Region, 7 Projects		2,800
South Region, 21 Projects		49,472
Tanks	62,483 ha	423,029 m ³
Northeast Region(138Tanks)	57,643	367,956
	(others 35,200)	
Outside Northeast Region		
(16 Tanks)	4,840	55,073
Storage Dam (Under Construction)		
Bhumiphol Dam and Other 5 Dams		
	240,000 ha	14,182,000 m ³
Pump Irrigation		72,200 ha
Dyke and Field Ditch Project		862,600 ha
Greater Chao Phraya		809,600
Petchburi		53,000

以上の表はほとんど大部分 Irrigation Project であるが一部 Drainage, Flood Protection, Conservation, Water Communication などの Project も含まれている。

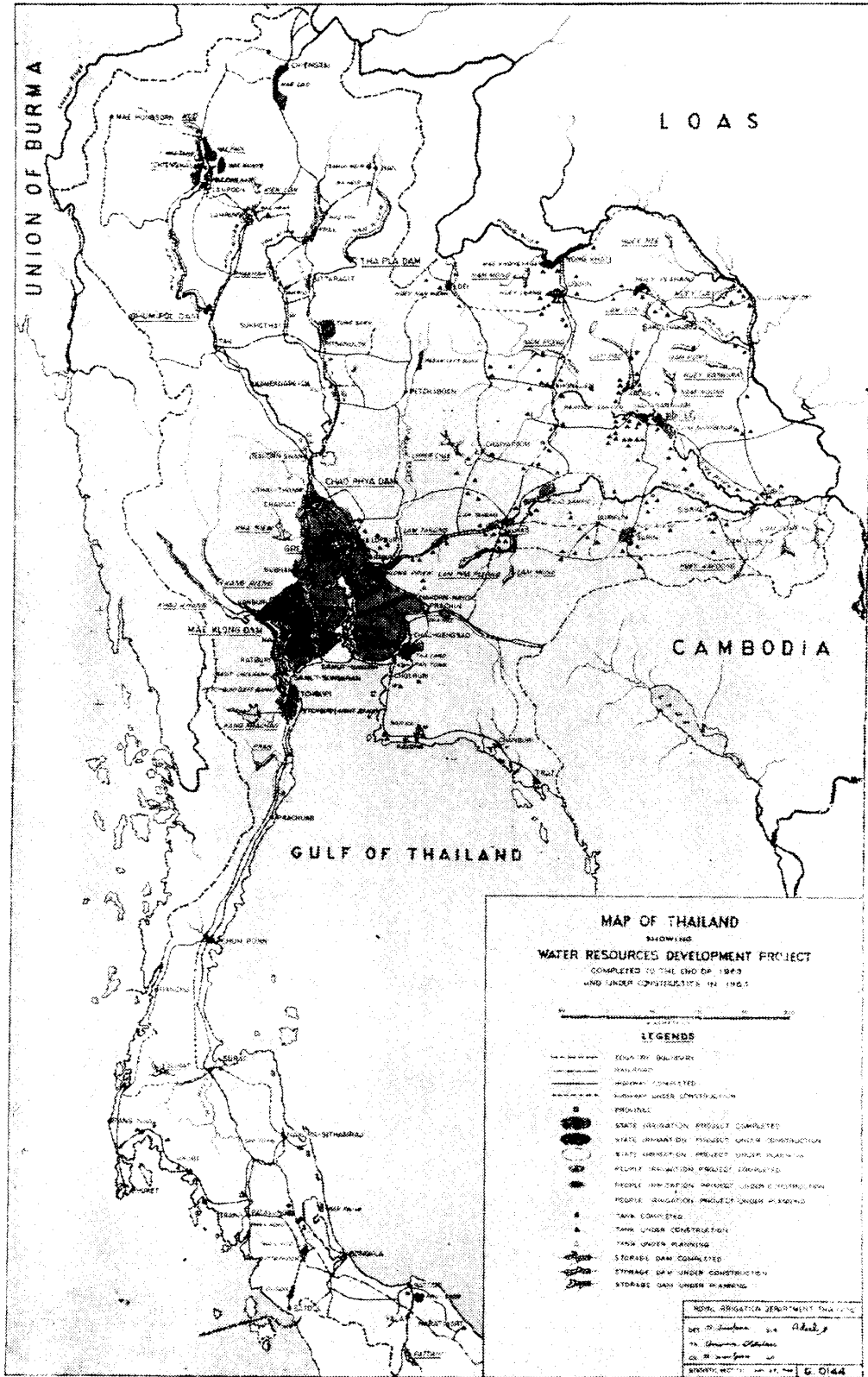
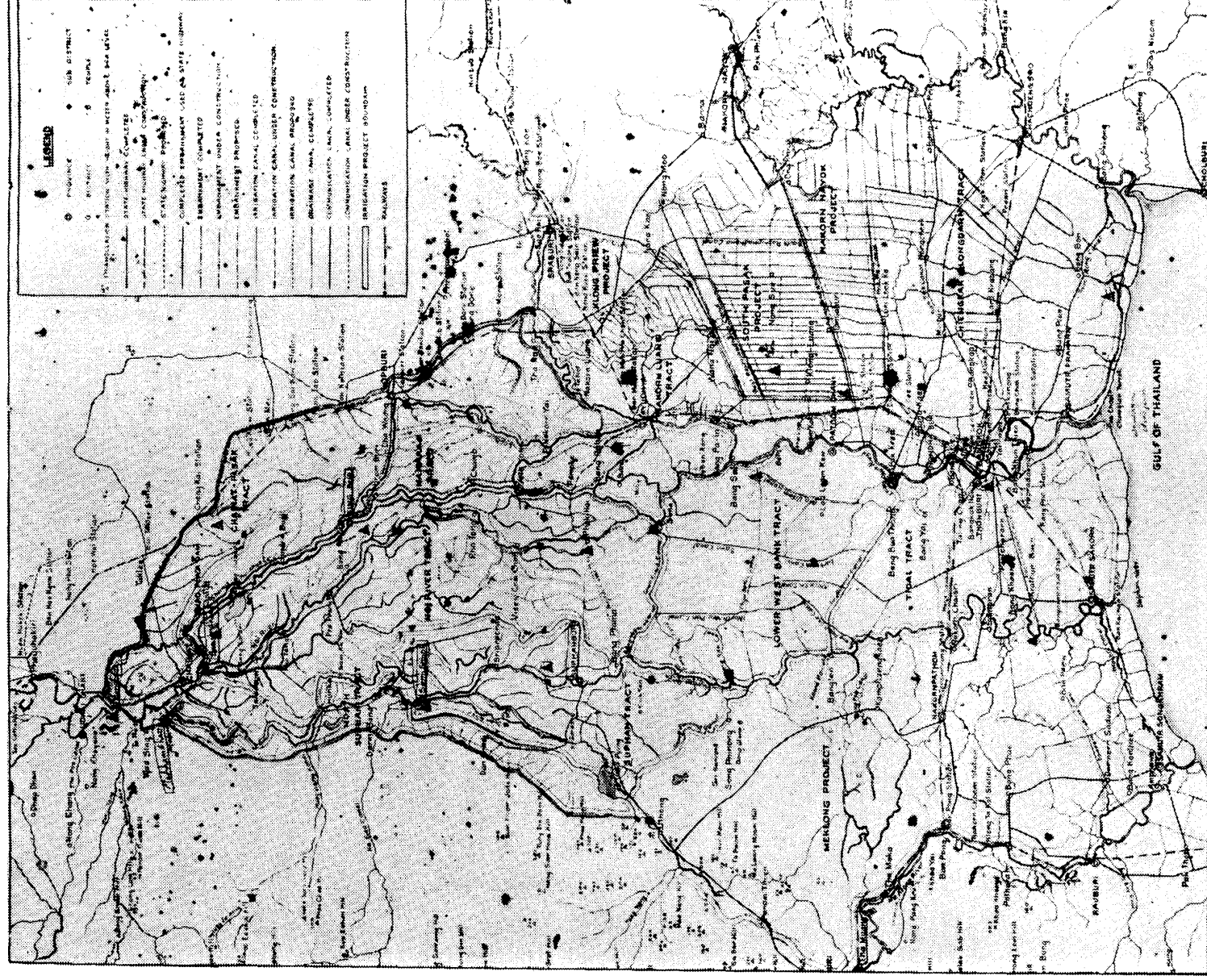


図1 タイ国における水資源開発プロジェクト

出所：Royal Irrigation Department Thailand, *Water Resources Development in Thailand*, 1964.



☒ 2 Chao Phraya プロジェクト

出所: Royal Irrigation Department Thailand, *Water Resources Development in Thailand*, 1964.

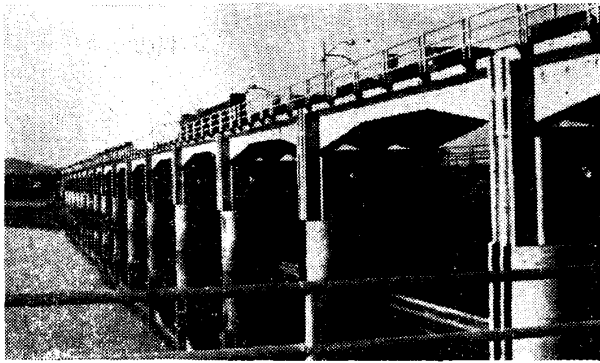


写真 6 Chainat Dam

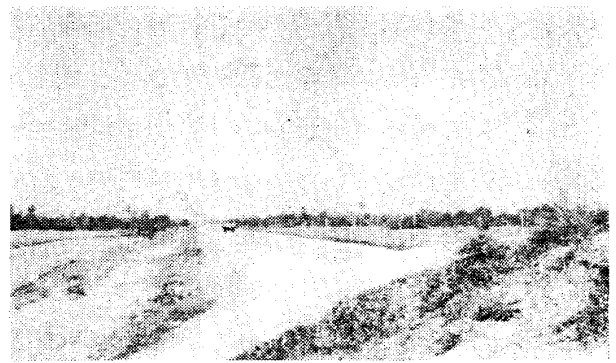


写真 7 Greater Chao Phraya Head Work
余水吐（長さ 1km で、道路となっている）

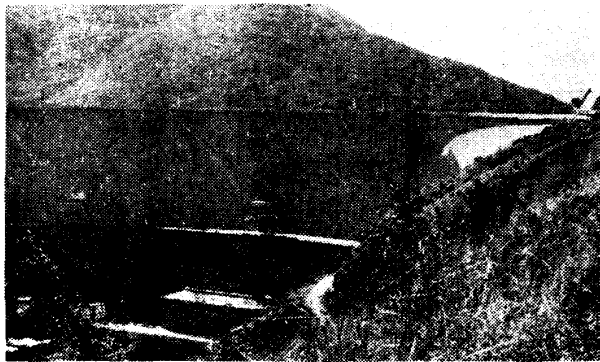


写真 8 Bhumiphol Arch Dam

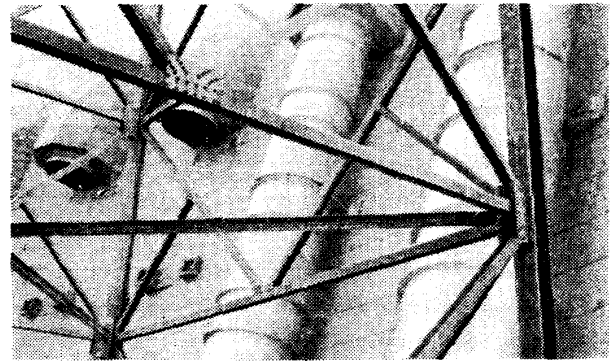


写真 9 Bhumiphol Dam の水力発電用放水管、
8 本の内 2 本しか設置されていない状況



写真10 Suphanburi における Dykes
and Ditches Project の機械による
施工状況

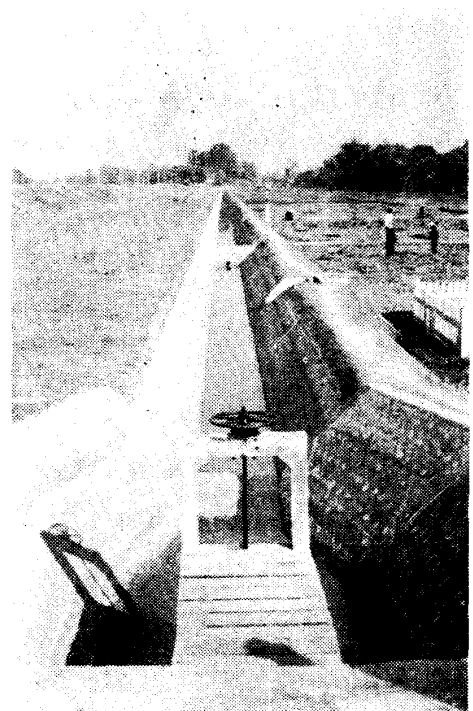


写真11 Samchook の second crop に
対するかんがいに関する Demonstra-
tion Farm

km 長さに配置し、各 Ditch 間において湛水が 20~30cm 可能になるように、その区間の勾配により適当な距離に畦畔を築造することである。

この事業において（現在のタイ国の粗放的な稲作の管理の段階では止むを得ないと考えられるが）農道を伴っていないことが将来大きな欠陥となるようである。かんがい排水組織にしては立派なもので自然条件に合致した合理的方法といえるかも知れない。

この事業に関して 1941年 The Field Dykes and Ditches Act が出されていたのであるが 1962年新たに The Dykes and Ditches Act が出され、これに準じて事業が行なわれている。（写真10、図3参照）

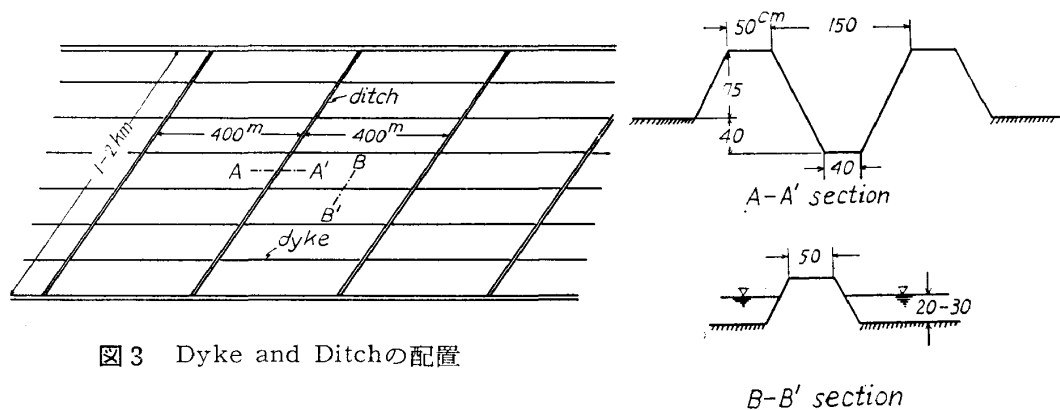


図3 Dyke and Ditchの配置

○ Greater Chao Phraya Project 地区における Second Crops の振興

乾季における Bhumiphol Dam および Chainat Dam 貯水の有効利用によって Chao Phraya の平原約30万 ha (190万 Rai) に second crop（主として畑作物）を栽培しようという計画が樹立され FAO から2人の台湾人の Expert が指導に当り既に 1965年が計画の第1年度で 3.2万 ha (20万 Rai) が実施済みとなっているのであるが、計画通り進展させることは困難のように見受けられた。（写真11参照）

以上の計画を成功させるために 1964年から Chainat, Singburi, Suphanburi (Sanchook), Lopburi などの4カ所に試験場を設け栽培ならびにかんがい試験を行なっている。栽培作物としては mung-bean, ground-nut, sesame, maize, sorghum, water-melon, cucumber などが考えられている。

畑地かんがいの必要水量は1月~4月間、月2回のかんがいで 360mm であるが、有効雨量、水路損失、かんがい効率などを考慮して結局 320mm かんがいすればよいとの計画である。

	必要水量	実際のかんがい水量
1 月	80mm	100mm
2 月	80	80
3 月	100	100
4 月	100	40
計	360	320

従って $360\text{mm}/120\text{day}=3\text{mm/day}$ となる。ところがこの間の計器蒸発量は $5\sim6\text{mm/day}$ であるからこれらの畑地用水量についても今後再検討すべき問題があるように見受けられた。なお、計画では全収量は 48,065 ton で 11,200 万 Baht の収益を見込んでいる。

B かんがい事業の効果

(1) 稲作の場合

自然氾濫だけの場合、Paddy Rice 生産	100~250kg/Rai
人工氾濫かんがいによる場合	約330 //
Dykes and Ditches 完成後	450 //
化学肥料施用による場合	550~600 //

以上により 200kg が 600kg になれば 3 倍の収量増加が見込まれるわけである。

(2) 排水改良

従来、雨季洪水被害を年々受ける耕地が全耕地の 34% に相当していたのであるが、排水改良事業の実施により 6% 以下に減少。

(3) ダム貯水

ダムの貯水により洪水調節が可能となり、洪水氾濫の被害をまぬがれると共に Bhumiphol Dam により約 22 億 KWH の電力を産み Chao Phraya Plain 乾季約 30 万 ha にわたってかんがいし、11,200 万 Baht/year の収益をあげられる。

(4) 舟 運

年間 400 万 ton の貨物を irrigation canal により運搬し、その cost はトラックの 1/5、汽車の 1/2 の低廉さである。

(5) そ の 他

工業用水、家事用水の確保ならびに水質汚濁を防ぐ効果が期待される。

4 かんがい排水による農業開発の今後の課題

以上はタイ国におけるかんがい排水事業の大要であり、これらの事業の遂行によって農業の飛躍的な発展を計ろうとしているのである。これらかんがい排水による農業開発の内容をみる



写真12 Kamphangpeth 付近の未墾平地林
(Wang River 中流)



写真13 Nakorn Sawan 地方の開田後間もない
水田 (Wang River 下流)

と、

- (1) 開墾により農地面積の拡大を計ろうとするもの。
- (2) 既成農地のかんがい排水改良（基盤整備）ならびに Dykes and Ditches 法の実施（圃場整備）により農業の集約化の方向に努力している。この内でも雨季稲作の集約化と乾季稲作、乾季畑作かんがいなどがある。

従来、後進国の一般的な傾向として貯水ダム、取水堰などの主幹工事は盛んに行なわれるのであるが、その貯水の有効利用が十分行なわれていないきらいがある。タイ国ではこの点に着目し、解決に着手したことは近代化に向かって一步前進したといえるのである。

一方乾季におけるかんがいを実施する場合には、Chao Phraya Plain だけを考えても Bhumiphol Dam, Chainat Dam では水量が不足し新たな水源を求めなければならないという重大な問題に遭遇することになる。現在の乾季農業の技術ならびに収益からすればこのために新たな水源を開発することは困難なようであり、現在の農業技術、社会経済的な環境条件からすれば、むしろ現状における乾季利用可能水量に相当するかんがいだけを行ない、開発の主力は雨季の降雨なり貯水をさらに有効に利用することにより、農地面積の拡大を計った方が得策のようである。例えば Bhumiphol Dam のある Yanhee 地点から Kamphangpetch あるいは Nakorn Sawan に至る間、Lampan-Yanhee 間にも広大な平地林が存在し、これらは水田開発が容易であり、また隣の Nan River 流域の水田開発の計画（約130万 ha）も樹立されているのであって、これら開田が容易な平地林の開発による耕地（水田）面積の拡大のためのかんがい排水事業の実施が先ず優先的に行なわれるべきであると考えられる。すなわち一般農家の教育程度、集約的な農業技術体系が確立するに従って内延的な集約農業の展開に必要な基盤整備を行なってゆくという方式をとるのが開発の順序ではなかろうかとも考えられる。これらのかんがいによる農地開発において取水堰建設が高価にすぎるとすれば発電の余剰電力を利用する Pump によるかんがいを考慮することによって開発が一段と容易になる場合がある。

以上のかんがい排水による農業開発において最も基礎的な根本問題は必要かんがい水量の算定である。現在、タイ国においては北部地帯でも中央平原でも一率に以下のような計算によって計画が進められている。(マレーシアでも同じ水量が考えられているようである)。

水稻生育期間	180日
水稻生育期間中に必要とする水量	1,828mm (10.2mm/day)
その間の有効雨量	1,050
差 引	778
導水中における水路損失	800
計	1,578

これはちょうど $0.001\text{m}^3/\text{sec}/\text{ha}$, $0.00016\text{m}^3/\text{sec}/\text{Rai}$ に相当し、わが国の場合は必要水量が 500~600mm, 水路損失を入れないで $0.002\text{m}^3/\text{sec}/\text{ha}$ が一般でありいかに水田からの損失が多いかがうかがわれるのである。しかしタイ国の場合、以上の値は水田からの浸透を 0 とみなしているが、そのような実験はいかなる状態で行なわれたかが問題で、今後の開発においては必ずしも浸透量 0 地帯ばかりではないと考えられるので、かんがい必要水量の中に浸透量をも加味した考慮が必要になってくるのではないかと考えられる。また水田の浸透量を 0 と考えておきながら導水中の水路損失が 100% 以上となっているのも理解できないことである。

また畑作物に対するかんがいも各地に畑地かんがい試験地を設けて試験されているようであるが、畑地かんがいの実施段階にはほど遠いように見受けられた。ことに Chao Phraya Plain においては氾濫かんがいが習慣になっているので畑地かんがいの場合にも過剰かんがいとなって、むしろ湿害が発生している所さえ見受けられた。従って畑地かんがいには必要以上の水量をかんがいしないことと、一方排水、道路組織などの圃場整備が必要となる。

また、Chiangmai を中心とした北方地方の農業ではかなり集約的な裏作が行なわれているが、これに対する畑地かんがいと圃場整備が必要のように感じられた。

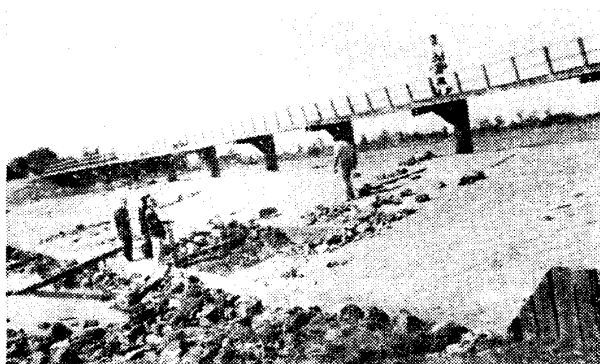


写真14 Northeast 地方における Tank の余水吐の修理状況 (Kud Ling Ngho Udorn)

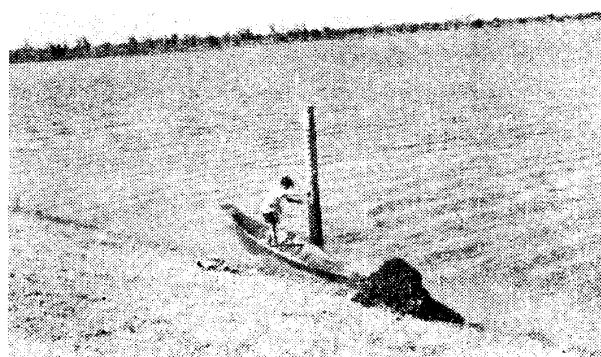


写真15 Northeast 地方における Tank (Huey Sri Dhon Kalasin)

東北地方についてみると、この地方は開発可能な未開地が広く存在しているが、一般に起伏が甚だしい場合が多いので導水が困難で困っていると聞いた。これにはわが国で最も一般的に用いられている逆サイフォンを用いればよいのであって、pipe と open channel の併用による導水方法を採用すれば容易に解決できるものと思われる。この地方は現在 Tank と呼ばれる小規模のアースダム貯水によるかんがいが中心となっているのであるが、いずれも貯水容量が小さいにもかかわらず集中豪雨が多いために洪水排除のための余水吐施設の能力を大きくしなければならず、それがために貯水容量がさらに少なくなる悩みをもっている。これを解決するためには近年わが国の干拓地堤防などに採用されているアスファルトライニングを適用し、アースダムの下流側法勾配を緩にしてアスファルトライニングを行ない面越流堤にすることを検討することも必要のように思われた。

5 む す び

1965年1月～2月にわたり主としてタイ国のかんがい排水に関する予備調査を行ってきた。予想以上にかんがい排水事業が強力な組織で活発に展開されているのを見て驚いた次第であるが、内面的に観察すると農業技術の未発達のためにかんがい排水施設が完全に有効利用されていない段階にあるように見受けた。従って今後のタイ国の農業を進展させるために当分は耕地面積の拡大とそれへのかんがいに重点を置き、農民の技術的水準の向上に努力しながらそれに並行的に基盤整備ならびに圃場整備事業を行ない農業の集約化の方向に向かうべきであろうと考えられた。農業の集約化のためには圃場整備事業が前提条件になることは程度の差はあるがいずれの国においても同様であることを痛感させられた。

参 考 文 献

1. *Water Resources Development in Thailand its Policy*. Bangkok : R. I. D., 1963.
2. *Water Rosources Development in Thailand*,
Completed to the End of 1963 and Under Construction in 1964. Bangkok : R. I. D., 1964.
3. *Supplementary Report* (Nan River Feasibility Report) Bangkok : R. I. D., 1965.
4. *Pote Punyatip, Economic Development and Benefits Federal Investment in the Irrigation Project in the Central Plain*. Bangkok : R. I. D., 1960.
5. *Laws Concerning Irrigation*. R. I. D.