

保存用
持出禁止
調査統計課

技術室資料
農 No. 3

東南アジアにおける水資源の利用

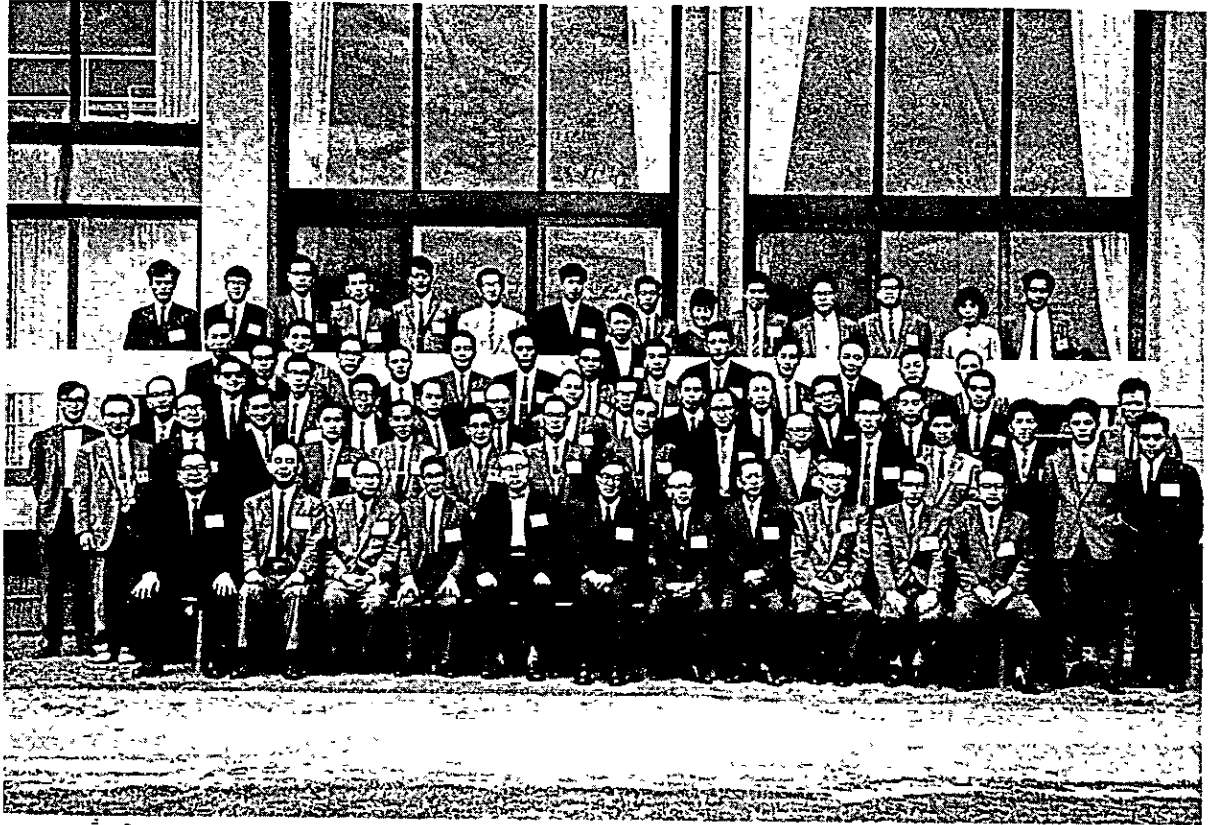
— シンポジウム講演集 —

昭和41年3月

海外技術協力事業団

Overseas Technical Cooperation Agency

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 5. 17	100
登録No. 05489	61.7
	KA



水資源利用に関するシンポジウム出席者

昭和40年9月17～19日

於京都比叡山国際観光ホテル

JICA LIBRARY



1047082[1]

(11) 東南アジアの水資源の現状と将来の展望

(12) 東南アジアにおける水資源の利用

—シンポジウム講演集—

(13) 東南アジアの水資源の現状と将来の展望

目 次

序	波 沢 信 一	(1)
あ い さ つ	堀 江 保 蔵	(2)
	佐 々 木 四 郎	(3)
	大 戸 元 長	(4)
特 別 講 演		
水資源問題の一考察	安 芸 岐 一	(5)
東南アジアの排水問題	久 保 田 豊	(9)
I 東南アジアの水資源開発利用に伴なう問題点		
1 東南アジアの地域概念	本 岡 武	(12)
2 東南アジアにおける政治的・経済的・社会的要因と水資源開発	本 岡 武	(15)
3 東南アジアにおけるデルタの開発と水利用 ——特に技術的要因と水資源開発——	出 口 勝 美	(20)
4 Mekong 河流域農業開発に伴なう技術的並びに経済的諸問題	菅 原 道 太 郎	(27)
5 国際援助について		(32)
討 論 I		(45)
II 水文・気象の特徴		
1 東南アジア地域における気候概観		(47)
2 Mekong 河流域の水文調査	竹 内 俊 雄	(51)
3 カンボジアにおける水文・気象の特徴	加 藤 哲 夫	(61)
	川 合 尚	
4 Bengal 湾に発生するサイクロン	宇 和 川 正 人	(69)

5	Chao Phraya 河における塩水浸入と河川流量	南 勲	(77)
	討 論 II		(83)
III 作物栽培とかんがい排水			
A かんがいに関する基礎的な調査			
1	カンボジアにおける水・土壌・生産力	安 尾 正 元	(85)
2	Sambor 地域におけるかんがい用水量に関する二, 三の測定	加 藤 哲 夫 川 合 尚	(95)
3	マレーシアにおける水と稲に関する数種の実験と調査	松 島 省 三	(103)
B 作物栽培と水利用			
4	カンボジアにおける作物栽培	加 藤 泰 丸	(110)
5	Sambor 地域における作物および土地利用計画	宮 崎 康 生	(120)
	討 論 III		(127)
IV 水資源開発利用事業			
A 各国におけるかんがい排水事業の発展過程と将来の開発構想			
1	Mekong 河下流域開発構想の概要	武 田 健 策	(130)
2	カンボジアのかんがい排水施設	田 中 義 朗	(137)
3	Chao Phraya デルタのかんがい排水開発の歴史的発展過程	友 杉 孝	(147)
4	フィリピンにおける稲作とかんがい組織の種別	家 永 泰 光	(157)
5	東パキスタンの農業開発の方向	木 村 隆 重 宇和川 正 人 井 上 淳 二	(162)
B 水資源開発事業計画の二, 三の実例			
6	タイ Nam Kam 開発計画	加 藤 宏 老 岐 国 男 松 居 正 治	(169)
7	南タイ Pattani 開発計画	野 田 明 義	(182)
8	タイにおけるかんがい開発の経済性をめぐる二, 三の考察	木 村 学 而	(192)
	討 論 IV		(202)
総括討論 1 モンスーン地帯における土地および水資源利用開発			
	2 土地および水資源利用開発面での今後の技術協力のあり方		(209)
	あ い さ つ	小 川 泰 恵	(212)
	閉 会 の 辞	安 芸 岐 一	(213)
	シンポジウムのまとめ	富 士 岡 義 一	(214)
	出席者名簿・事務局の構成		(218)

序

最近、開発途上の国々においては、農業部門の振興が経済発展の前提条件として、極めて重要であることが再認識されるに至っております。これら開発途上の国々に対するわが国の農業技術協力は、従来特に稲を中心として行なわれ、農業開発において独自の成果を発揮してきましたが、稲作と水とは切っても切れない縁があります。

一般的に言って、農業に関する技術協力の対象分野は、a. 技術の改良のための協力、b. 農業生産の基盤整備のための協力、c. 制度の改革のための協力の三つに要約されると思いますが、従来、わが国の協力は主としてaの技術の改良のための協力に重点が置かれていたましたが、今後は技術の改良効果をいっそう大ならしめるための、また、技術の改良・普及の前提条件である生産基盤の整備に協力することの必要性が強調されるようになってきております。日照と温度に恵まれた熱帯農業においては、水資源の有効な利用こそが農業生産の飛躍的な増大を可能ならしめるということが出来ます。

東南アジアの水資源開発については、従来、わが国の各方面から専門家が派遣され、調査研究あるいは開発計画の作成および実施に参画し、それぞれ業績をあげてまいりましたが、今般、農林省、京都大学東南アジア研究センターおよび海外技術協力事業団の三者共催のもとに「東南アジアにおける水資源の利用に関するシンポジウム」が開催されましたことは誠に時宜を得たものと思います。本シンポジウムは報告者20名を含む関係専門家100余名の参集をいただき、昭和40年9月17日から19日までの3日間盛會裡に挙行され、各自の研究や経験の成果が発表討議されました。これは学術的技術的な総合研修の上にも、また、将来の技術協力の遂行のためにも貢献するところ極めて大きかったと信じ、主催者の一員として、参加各位に厚く御礼申し上げる次第であります。

ここに、本シンポジウムにおける講演討議の内容を集成刊行することになりましたが、本書が前回の「マラヤ稲作シンポジウム」講演集と同様に、現地の水資源の実態を伝え、かつ将来の農業技術協力を推進するための有力な資料となることを願っております。終りに、本シンポジウム実施、本書の刊行に特に御尽力いただいた京都大学東南アジア研究センターならびに農林省の関係各位に深甚なる謝意を表する次第であります。

海外技術協力事業団理事長

渋 沢 信 一

あ い さ つ

京都大学東南アジア研究センター所長（代理） 堀 江 保 蔵

岩村所長が外遊中のため、総務主任である私が一言御挨拶致します。

本日から、農林省、OTCA、東南アジア研究センターの共同主催によりましてこうしたシンポジウムが開かれることは、御同慶に堪えないところです。古くから水の問題は、政治の問題、経済の問題、あるいは広く文化の問題として扱われ、歴史の流れとともに現在に至っております。よく水を制する者はよく民を治め、天下を握るといわれ、水資源の有効利用が文化の発達に大きな影響を与えることは、エジプト、バビロニア、中国などの例をあげるまでもありません。

東南アジア研究センターは昭和38年に発足し、この4月から京都大学の附属施設として官制化して、本年が5ヶ年計画の3年目に当たります。ここでは、人文、社会、自然にわたる総合研究を行なうという使命をもっており、地質、土壌、動物相、植物相、あるいは疾病、医療の分野における研究と並んで、水資源の調査、研究はもっとも重要な研究題目の一つであります。今回のようなシンポジウムが開かれますことは、当センターの研究を一層拡充、進捗させていく上にも非常に有意義なことであり、感謝しているところであります。

農林省ならびに OTCA の調査、研究につきましてはよくは存じませんが、多少とも直接の政策的な内容かと思えます。これに対して、東南アジア研究センターの場合はあくまで調査、研究自体が目的であります。しかし、その成果が結果においてはアジア諸国の経済開発に寄与貢献することをひそかに期待しており、その意味におきまして、農林省および OTCA の意向と期するところは合致するものと信じます。このような立前から、直接の目的は異なりましても、ここに三者の協力のもとに開かれるシンポジウムは過去の研究の再検討によい機会を与えらるとともに、さらに将来、他の同様の機関との協力を緊密にする出発点ともなると考えます。

本日は折悪しく天候不順の日にあたったわけですが、多数の皆様の御参加を得られましたことは感謝にたえません。参加各位に厚く御礼申し上げますとともに、成功裡にこのシンポジウムが終らんことを祈ります。

あ い さ つ

農林省農地局参事官 佐々木 四郎

東南アジアの農業問題については、農林省としても以前から多くの部門で研究を重ねており、また、実際に多くの人を派遣しております。その結果、ここには後進地域としての根深い問題のあることが明らかとなっており、最近になって各方面からの研究の外に、政治的、政策的にこの地域の開発ということが大きな問題として取り上げられております。農業開発の問題は単に行政的な手段によってだけでは成功しないことは、過去の幾多の事例が示すところでありませぬ。基礎的な研究としっかりした学問的基礎のない場合は、開発の結果は必ず失敗に終わっております。こうした観点に立って努力しておりますが、私どもが感じることは、個々の問題について行なってきた実績についてはある程度認めるが、総合的に、全体をつかまえて、どのような開発を進めているか——そういう点については非常に遅れているということなのであります。

個人的なことになりますが、私は前に水資源局にいまして、去る5月に UNESCO の IHD 理事会に出席しましたが、わが国には国際河川がなくヨーロッパでいう国際河川の水の開発という問題がないにもかかわらず、理事国として選ばれ、今後10ヶ年間、諸国と並んで水文上の問題に当たるということなのです。一体、IHD に対する日本の役割は何でしょうか。こういう疑問に対して感じることは、IHD のめざす一つの大きな問題が、アフリカ、東南アジア、中南米の後進地域の開発にあたること、そして、その中最も重要な東南アジアに対して、しかもその中で最も重要な問題について、日本の技術および実績が買われたということ、その結果、IHD の理事国に選ばれたという認識を深めました。日本での研究が外国では大きく評価されているということなのです。その意味からも、この問題は世界全体の立場から真剣に取り組むべきであります。

農業問題はこの地域には何としても重要な問題であり、農林省としてもこの地域の開発の仕組み、開発の方法に重大なる関心を持たざるをえません。しかし、単に農林省だけの部門でやれる問題ではなく、こういう会合が開かれ、諸機関の研究結果が一堂に集められ討議されることは非常に有意義なことと思われませぬ。たまたま大きな台風が来て、アジアモンスーン地帯のシンボルを見せられるような何か印象的な日となりましたが、多数の御参集を得たことは喜びに堪えませぬ。最後まで真剣に御研究、御討議をお願いします。

あ い さ つ

海外技術協力事業団理事 大 戸 元 長

東南アジア研究センターと農林省と OTCA の共催による会合は2度目であり、昨秋同じこのホテルで、マラヤの稲作のシンポジウムを行ないまして、大きな成果を収めました。一年経て、今日ふたたびこのシンポジウムをもつことができ、かつ悪天候にもかかわらず多数の方々の御参集を得ましたことは、誠に喜ばしく御礼申し上げます。

OTCA はその名のとおり、技術協力を実施する機関ですが、われわれの技術協力は他の先進国に比べ大変微々たるものです。技術協力のみならず、後進国に対する日本の経済援助・協力は全体として、国際的にみてかなり少ないものとなっています。たとえば、昨年(1964年)、経済協力に使った金額は長期融資を含めて、2億4千5百万ドルで、国民所得の0.45%にあたりますが、一昨年の国連貿易開発会議におきまして国民所得の最低1%までを先進国は後進国の経済開発に出すべきとの決議からみますと半分以下であります。日本もこの決議に同意し、総理大臣が1%にもっていくとっておりますので、何年後かにはこの額も2倍以上にされるわけです。額の問題だけでなく、質の上でも海外からの批判の多いことは御承知かと思いますが、2億4千5百万ドルの内容をみた場合、輸出の延払い金融とか、日本の企業進出のための資金にすぎないといわれており、この点も反省を要するところです。諸外国で融資といえば、ダムとか道路など、いわゆるインフラストラクチャーに出資しているのに対し、日本はこれらに対する金融がほとんどないのも問題で、上の額のうち、ただで行なうところの技術協力の割合が、諸先進国に比べかなり少ないものとなっています。すなわち、技術協力が経済協力の中にしめる割合として、先進国の平均10%に対して、わが国は3.5%にすぎません。したがって、日本が経済協力を国民所得の1%にし、そのうち、技術援助のしめる比率を10%にするとなると、現在の技術援助のレベルを7~8倍にする必要があるわけです。

技術協力を伸ばす場合、われわれ農業関係者のみならず、政・財界上層部においても、東南アジアの開発についてはどうしても農業をやらねばならないとして、意識が高まっています。農業技術援助をみて必ずつき当たる問題は「水」であります。たとえば、マラヤの稲作改良において、二期作用の Indica-Japonica cross 品種を新しく作りだしていますが、これが普及するためにはかんがい施設が重要となり、現在インドにおいてもまた水の問題がおこっております。このように日本式稲作をもって行なっても、かんがいのできないようなところでどの程度それが生かされるか問題であります。

この観点から、三者共催でシンポジウムを開き、海外で調査した人々の成果を聞き、それらを討議して今後大いに拡大すべき農業技術援助の問題、特に水の問題に関して、いわば発展のための基礎を固めたいと存する次第であります。

水資源問題についての一考察

資源科学研究所 安 芸 岐 一

水取得の可能性が、生活を発展させてゆく場合にその発展の限界要素となる、ということはいくわれていることである。私が最初にこの言葉を聞いたのは1959年 E. A. アッカーマン博士をカーネギー研究所に訪ねたときである。彼は米国議会上院の水資源特別委員会で2年にわたっているいろいろ検討した結果、米国経済が今日の成長率を今後も続けるとするならば、1980年になると水取得の困難さということが経済成長の阻害要因となるであろうといい、われわれはそれまでに人工降雨とか、海水の除塩に成功しなければならないということであった。

UNESCO ではやくから乾燥地帯委員会を設けて水問題の研究を進めてきた。その後これらの問題の検討を熱帯湿潤地帯にも広げているのである。1963年5月の総会で国際水文10年計画を採択し、1965年から10年にわたって、世界の水収支事情を明らかにしようという計画に乗り出したのである。この計画は次のようなことから導き出されたものである。工業および農業の急速な発展、人口の加速度的増加、より高い生活水準をえようという希望は農業から工業、一般都市用水にわたって人間の水使用量を増加させるとともに、水取得の可能性と過剰水の支配ということが世界の各地における経済発展を制約する要素になってきている現在、経済発展を期待するためにはその水事情の在り方を明らかにしなければならないということである。

確かに水は私達の生活には不可欠の要素であるといえよう。そうなればこそ私達は発展の過程でいろいろな水問題に当面するのである。私がかつて困連の ECAFE の事務局に勤務していたときに職員から次のような質問を受けたことがある。今日までのタイでの稲作はおおむね河川の自然氾濫をそのままの形で利用しているというか、自然環境に適応した生産体制が作りあげられていたといえるであろう。しかし今日の段階に至ると、この生産体制にはそれなりの限界のあることが理解されるようになり、土地生産性をさらに高めようとするためには、河川の氾濫を利用するという手段から人工かんがいに切り換えなければならないということがいわれるようになってきた。そこで人工かんがい切り換える場合どの程度のかんがい用水を用意したらよいかということが問題となり、世界各国の実例について調べてみると、特に日本がここ数十年この分野においてすばらしい発展をとげており、さらにこの点について検討すると、日本の用水使用量は、米国、ヨーロッパに比べて遙かに高くなっている。それならどれを基準

にとればよいか、という質問であった。私がこの質問を受けたとき思い出したことは、1950年の頃 California 大学のデービスの農学部を訪ねたときのことである。ここではいろいろと用水量をかえて水稲栽培の試験をしており、水取得の価格にしたがって生産費を最低にするような用水量を見出す研究を行っていた。ここでは日本の水の使用量の話が出て、確かに用水を深く湛水しておけば除草の労力も大分省けるということもあるし、中耕の労力も省けるであろうが、除草剤が使えるようになるとか、耕耘機を使うようになれば使用水量は別の観点から見なければならないという話しになったのである。

タイの現地でみたのであるが、自然氾濫の直前にあってはこれが水田かと思うほど、雑草と稲の区別がつかかねるのであるが、しかし水位の上昇にしたがって雑草は水没し枯れてしまうのである。確かにこのような水稲耕作では反当収量こそ日本のおよそ 1/3 といわれているのであるが、労働生産性からすれば上廻っているのである。

このような事情は他の水利用の面においても考えられることなのである。第2次大戦後、連合軍総司令部の天然資源局の専門家の言葉によると、日本の水力開発の在り方については強い印象を受けたという。日本はその自然条件を実に巧みに利用しているということなのであって、確かに流れ込み式によって水力を開発し、電力需要の増加にしたがい発電設備を増やすとともに夜間あるいは豊水期の余剰電力に対してはこれを吸収しうる電炉あるいは電解炉を設けて日本の工業化の基盤を作ったのであり、さらに電力需要が増大すると火力発電との併用を考え、いわゆる水主火従という方式を確立したことはすばらしいものであったに違いない。しかしこれが今日の時限に達すると、これは TVA で同じ問題に当面しているのであるが、新しい事態は今日までのような水主火従という方式を続けることを困難にしているのである。熱効率をすばらしくあげることに成功した今日の火力発電設備はその技術的成果を期待するためには稼働率を高めなければならないのであって、火力と水力の位置は逆となり、水力は尖頭負荷用として運転しなければならないということになると貯水池はその目的に従って操作しなければならないようになってくる。しかもこのような事態は電力の需要者側においても起きているのである。労働条件の改善、生産設備の機械化はいわゆる余剰電力の消化を困難にしてきたのであり、新しい負荷事情に相応する送電を要請するようになってきている。電力需要の増加とその構造の変化は貯水池式発電を要請するようになり、そうするとこれは自然条件との間に新しい問題を提起するとともに、在来の水資源利用の体系に新しい問題を投げかけてくるのである。

再び農業の話にもどって考えてみると、経済の発展段階に従ってそれなりに環境を最も有効に取り入れた生産手段を私達は作り上げていたといえるであろう。日本の例をみても河川から引き入れられた用水路は実質的なかんがい用水路のみでなく、家庭用の水をも含んで最も経済的に流し得られる形をとっている場合が多い。これは水田農家の部落配置からも伺い知れるのである。経済の発展は新しい分野での水需要を急速に増大してきた。そしてその結果はそれ

ぞれの需要間の調整を強く要請するようになってくるのであるが、この場合いつも関心の的となるのは農業用水であり、その用水量が問題となるのである。これを新しい要請に応えるようにすると、唯実質的なかんがい用水のみではなく、農業経営を進めてゆく上の全必要水量から、さらにその配水路、集水路にわたる用排水施設の在り方まで関連して考える必要が生じてくる。自然の流れを基盤として作られている東南アジアのデルタ地帯の水稲耕作にあってはこの問題は、その新しい発展にあたってはより強くその対策に反映してくるといえるであろう。

メコン河下流域調査調整委員会では Chicago 大学の G. ホワイト教授を団長とする調査団の示唆に従って開発事業を効果的に進めるためには社会的、経済的な環境についての知識が必要であるということから、専門家に委嘱してこれらの問題の調査をこころばくの間進めてきており、1965年7月に第1回の社会経済研究というセミナーを開催している。その実例として東北タイで現在工事中の Nam Pong 計画でのダム建設による水没地域内の住民移転に関する問題を取り上げている。ここではダムは既に竣工に近いのであるが、住民の一部がどうしても他地域への移住を受け入れないということからダムを締め切ることができず工事は停滞せざるをえないという実情にある。この理由は結論的にいうと、新しいところに移転しては今日までの生活体制が続けられないという恐れから移転を了承せず、用意された新しい土地を受け入れないというのである。私達はこの地域で既に次のような経験をも持っていたのである。1951年以来タイ政府は米国の援助により東北タイに 140個に及ぶ主として農業用の溜池を造ったのであるが、ほとんどこれが利用されておらず、その大部分が水牛の水遊場になっているといわれている。これについては末端の配水路、集水路が資金不足のために開削されないからであるといわれていたが、私が現地の農業指導員から聞いたところによると、新しく人工かんがい施設を設けるとすると、どうしても耕地の交換分合をしなければならないが、問題が土地に触れると農民はどうしてもこれを受け入れない、というのである。ダムによる水没地域における問題の内容はこれに通じるものがあるといえるのではなからうか。ここでは下流の住民達のために自分達が犠牲になることは受け入れられないとまでいう人達がいるということである。

私はこのセミナーにつづいて8月末イスラエルを旅行する機会を持ったのであるが、旅行中度々キブツを訪ねたことがある。このキブツというのは元来集団という意味で、ここでは生産から家事のすべてにわたって共産制をとっている農業協同組織であって、ユダヤ国家基金の貸与による土地を共有し、その労働の結果得られた利得は彼ら自身と彼らの子供達の生活を共産的に管理するために用いられるのである。キブツの数は今日では230を越えており、その人数は100,000人に及んでおり、人口からいうと全人口の4%程度であるが、農業生産高は全国の30%近くを占めているという。そして彼らは「われわれがこのような土地に定着しようと思えば、このような体制をとる以外には道はないのであって、われわれは唯、イスラム教の主旨に従っただけである」というのであった。

私はこの2つの事象はよく熱帯湿潤地域と熱帯乾燥地域の生活の在り方を示しているのではないかと考えるのである。水に恵まれている高温地帯では主として水稻が作られており、ここではかつて饑饉で人死があったという例は知らないほど、ここに生活している人達は比較的狭い土地で安定した生活を営むことができたのだといえるであろう。こういうところでは生活は比較的個人単位になっており、これがひいては個人の権利を無意識のうちにも強く意識しているのではないかと考えるのである。これに対し熱帯の沙漠のようなところでは、例えば地下水を探りあて、そこに生活の根拠を置くというような場合、そこに定着するとすれば共同生活をその基盤におかない限り、これは不可能に近いものといわざるをえないであろう。限られた水をどのようにして配分するかということであり、どうして水を求め、これを使えるようにしようかということなのである。

自然環境は生産手段を性格づけるということからそれぞれの地域ではその発展段階に応じてその生産手段を基盤とした社会体制がつくられているといえるであろう。そしてその生産自身が安定していればいるほどその社会には停滞性がみうけられるのである。水が生活をつづけてゆく上に不可欠な要素であるということから水とそこに住む人達の生活との関連性をみてくるとこのような考えに到達するのである。

発展途上の諸国にあっては住民の大部分は農業生産に従事しているということからその生産性の向上が開発計画の初めに取り上げられるのであるが、今日までの実績からいうと一般に期待されたような効果をあげていない。これを一言でいえば、今日の農村社会が新しい生産手段を吸収することが困難であるということであり、この解決のためには社会体制の近代化が要請されるのであるが、農村社会の根強い性格はこれを困難にしており、生産手段の近代化という点からこれに限界があるのではないかとまでいわれるようになってきているのである。

メコン委員会で社会経済研究というセミナーを持つようになったのは今日当面しているこの問題を意識してその解決のいとぐちを求めることを意図しているものといえるであろう。同時にこれは自然科学的な問題なのであるが、初めにも触れたように資源はその利用度を上げようとするとその資源賦存の性格がその利用の在り方に強く反映せざるをえないようになるということなのである。水が在るといってもある限界を越えるとその利用手段にはそれに応ずる特性があるのであって、高度利用に当ってはこの理解が不可欠の要素となるであろう。UNESCOの国際水文10年計画は基本的にはこの問題の解決を意図しているのである。

ここに述べてきた水利用に当っての2つの問題は異質のものといえるかも知れない。しかし、これを利用する立場からみればこれは同時に解決してゆかなければならない問題なのであって、ここでは主として実証的な接近方法がその解決のいとぐちとなると考えるのである。

特別講演

東南アジアの排水問題

日本工営株式会社 久保田 豊

アジアの陸地面積は24,300万km²あって、その大部分の土地はモンスーン地帯にあり、雨季と乾季の2シーズンにわかれているのが特長である。きわめてラフな推算によると地域の年平均雨量は、1,200~1,300mmであって、これにより年に1回の米作を中心とした農業が古くから行なわれているのである。この地域に住む人口は約16億人と推定され、これに対して農民の数は約13億人である。アジアの米の生産高は約16,000万tonで、これを1人当りになおすと年100kgであり、米を主食とする限り、ひどい不足の状態にあることがわかる。これらの不足食糧は雑穀やイモによって補い、うまい米を十分にとれず、農民は非常に低い生活にたえているのであって、この人たちの生活向上こそ重要な問題である。この地方の大部分はモンスーンの影響を受け、雨量の流出は年6億ha-mと推定され、この水を有効に使うならば、米作のため年に2回3億haに水を送り、現在の生産量を3倍にすることは困難ではないのである。またこの水のポテンシャルを電気エネルギーにかえるならば、相当量の電気をうることもできるであろう。

このように考えるとアジア開発のカギは、まさに水資源の総合利用であり、かんがい農業の発展と改良による農民福祉の向上、水エネルギー利用による生産向上にあると考えられる。

今日、わたくしはこの線に沿って、東南アジアをはじめとした未開発諸国の水資源を中心とした国造りの手伝いをいたして、たいへんよろこばれているのであるが、開発の余地は広く、多額の資金を要することであり、世界の人達がこぞって協力して、はじめて成果があがることである。人口の増加するのに対し、さして生産があがっていない現実は、さしせまった、そして放置できない状態にあり、世界中がこぞって努力しなければならないと考える次第である。

一方、アジア各国には広い低湿地帯があり、雨季には水があふれ、使いものにならず、乾季には水が得がたいところがあり、排水の問題は重要だと考える。東南アジアの諸国では多少例外的なところもあるが、一般に乾季には大幅に河川流量はへり、反対に雨季には大出水が伴う。したがって河川の洪水調節が必要であるように、耕地、可耕地にもいろいろ排水の工夫がなされなければならない。排水が必要なことは海岸地帯に広い沼沢地がひろがっていることから理解出来るであろう。

Java 島の東部に Plantas という河がある。流域は日本の利根川ほどの大きさで、流域の中心に Kurdo という活火山があって、これを取りまくようにしてこの河は流れている。Kurdo 火山は 30年に1回の割合で爆発するが、1951年にも大噴火があり、この噴出物の流出によって河床があがり、支流の Trun Agun 川の上流にある水田 3,000ha ほどは水没してしまったのである。このため、本流の方に流さず、逆流させて、インド洋に放流するため、直径 7m、長さ 1km のトンネルを掘ったのであるが、一年で完成させた。はじめ政府は最深部 60m も掘る開削式の計画をたてたが、それでは多少機械を増設しても 10年もかかるし、また工費もかさむので、われわれが提案したトンネル案にかえて成功した。水没耕地は完全に復元し、わずか一年の生産額だけでその建設費をつぐなうにたるものを得たのであって、これなどは特異な排水の一例である。また、かんがい排水をおもしろい方法で実行しているところがある。Kalimantan の南部海岸や Sumatra の北の海岸に広い沼沢地があるが、もともとこれらの沼沢地には河川と河川の間網目のようにクリークが発達していて、水にかこまれたところは一つの島のような形をなし、水辺には自然堤防ができていて、島の中央部近くは低くなっているのが一般である。干満の影響で水位は変動するから潮のさしてこないところに新しいクリークを掘り、島の中央のくぼんだ土地の排水を干満の差を利用してコントロールする方法で、新しい運河の兩岸を Kalimantan では 5km ぐらいずつ、Sumatra では 20km までを排水している。満潮を利用してかんがいすることもできる。さらに自然堤防を強化して利用するおもしろい計画は Irrawaddy 川のデルタ地帯でみられる。ここではクリークでかこまれた一つの「島」の長さは 20km から 50km もあるので、河道のこう配が一万分の一でも、落差は 3m もある。そこで島の上流部にあたる半分ぐらいの自然堤防上に洪水を防ぐため 2m から 3m ぐらいの堤防を築き、下流側を開放しておく。洪水ははらんと下流から進入してくるが、上流まで及ぶことはなく、そうして浮き上がった土地で米作をやっているが、非常に安い費用でできるのである。しかし今後は土地の利用が進んでくると、こうした方法だけでは解決できなくなるであろう。Luzon島の Luzon平野、Mindanao島の Cotta Bato平原、Java島の Bungawan Soro の下流地帯はいろいろの点で似たところがある。海に近いところの河道のこう配は非常にゆるく、その上流が沼沢地になっていることである。極端ないい方をすればスリ鉢のような形をしているとでもいえるであろう。排水のうえでは非常にやっかいなところであるが、開発は沼沢地の一部をほしあげることからはじまる。上流側に洪水調節、河道貯留を拡大した遊水池、さらに機械的排水を必要とするものと考えられる。ベトナムの Faran 地方では、わたくしのところで現在工事をやっているが、この地方は年に 700mm ぐらいしか雨が降らないのに、年々雨季には大出水を起している。これは背後に安南山脈をひかえているからで、海岸近くは雨が少いので農作にはかんがいが必要なのに、反面排水の必要が強く要求されるという点が特長である。

排水の問題と関連して、水質の問題がある。酸性の強い土でも長い間強アルカリの水を畑にかけていると、ついにはアルカリ土となって、畑一面まっ白くなり、利用できなくなる場合がおこるからである。事実、乾燥地帯にはこのような土地が広く分布するし、水質の考慮を欠いたため、数年ならずして、あたら耕地をだめにした話をきいている。雨季に十分多い雨があって、乾季のかんがいによって蓄積したアルカリ分を流しさることができるほどの雨があれば、適当な排水設備によって解決できる場合もある。このようなケースに、わたくしはネパールの調査で出合った。このほかフッ素の有害量を含むため、せっきくの水が利用できないという場合も経験した。

先日アフリカに行き、おもしろい事実をみてきた。ケニヤ、タンザニヤ、ウガンダの三国にまたがる Victoria 湖はその湖面積 67,000km² で、1952年までの54年間の平均流出量は約 370m³/sec であった。Victoria 湖の出口に Owen Falls があって、いま 370m³/sec の水をつかって、12万kw（最終には15万kw）の発電をしている。ところが1962、1963年と二年つづけて湖水位が上昇し、3m にもなったのである。この 3m の水を10年にわけてだすと 700m³/sec 近くなり、50年に平均にだしても 140m³/sec ぐらいになる。豊水のピリオドが50年にくると仮定し、今後50年に平均してだすと、510m³/sec (370+140) の水が使えるわけである。このことは Nile 川下流のスーダン、エジプトにとって重要な水資源の増加となるのである。これは Owen Falls のダム の調節設備があつてはじめてできることである。

わたくしは東南アジアで10指にあまる水資源開発のプロジェクトをやってきたが、いずれも、農業計画を伴わないものはなく、そして排水問題と密接にむすびついているのであって水の利用の反面、排水処理が重要な位置を占めることを認識したのである。その意味から排水についてふれてみたが興味をもたれたとすれば幸とするところである。

I 東南アジアの水資源開発利用に伴う問題点

1 東南アジアの地域概念

——その共通性と多様性——

京都大学東南アジア研究センター 本 岡 武

東南アジアにおける水資源利用を計画する場合、まず注意しなければならない点は、東南アジアのもつ多様性 (diversity) である。

まず東南アジアとはどこを指すかということについての consensus がなければならない。わが貿易政策のうえでの東南アジアとは、西はパキスタン・インドまでも含む¹⁾。しかし、国際的定義として現在 Southeast Asia といわれる東南アジアは、西はビルマまでである²⁾。すなわち、北を中国、西をインド・パキスタン、南をオーストラリアにはさまれた南西太平洋地域の一帯である。(ビルマは太平洋地域には属さないが、Southeast Asia に含まれる。)

この東南アジアという地域が確定されているだけに、東南アジアは自然的基礎、歴史的過程、あるいは政治的・経済的・社会的構造についても、たぶん共通性 (unity) をもっている。すなわち、高度の共通性があればこそ、地理学のうえでの地域設定が行なわれえたのである。

しかし、たとえ東南アジア地域の基礎的な諸共通点が明瞭に存在するとしても、現実の問題として、東南アジアを形成する諸国の間にいちじるしい多様性が見られることが水資源利用計画をたてるにあたっても非常な影響をもつのである。

東南アジアの多様性として第1に注意すべきは、その面積が約450万 km² の程度であり、人口は今日のところ2億5千万に達しておらず、中国とかインドとかに比べると必ずしも広大な地域、龐大な人口を占めてはいないことである。にもかかわらず、東南アジアは細かく政治的にもわかれている。

第2に、しかもこれら諸国の政治的立場は非常に異なっていることである。

第3に、これらの政治的な多様化の背景として、歴史的過程が国によって異なっていることである。長くて350年、短かくても100年、タイを除く東南アジア諸国はイギリス、フランス、オランダ、アメリカなどに分割統治されてきた。この旧宗主国の文化が強く各旧植民地に残っ

1) たとえば通産省、貿易白書

2) 本シンポジウムでは水資源開発の対象として東パキスタンをも含めて考えることにする。

ている。

第4に、より歴史的要因として、東南アジア諸国は民族的、言語的に多様であるだけでなく、宗教的にみても、仏教国、回教国、キリスト教国にわかれていることである。東南アジアへの民族移動、インド文明、イスラム文明および中国文明の進出がこの多様化の背景にあったわけである。

第5に、これら上述の諸点は当然に経済的な差異を生み、東南アジアはビルマ、インドネシアのような inward looking の型と、タイ、マレーシア、フィリピンのような outward looking の型との国にわかれていることである³⁾。また経済成長の視点からすると、タイのようにGNPが年率5%を超える国もあれば、インドネシア、ビルマのようにGNPの増加率が人口増加率を越えず、1人あたり経済成長率は0あるいはそれ以下の国もある。さらに、1人あたり国民所得は200ドルを越すマレーシアから（1100ドルを越すシンガポールは例外とみてよい。）50ドルのインドネシア、ビルマに至り、タイ、フィリピンの100ドルがその中間にある⁴⁾。さらに外貨準備高に至ってはインドネシアのように0の国から、ビルマのように数億ドルを常にもつ国まである。東南アジア諸国は等しく低開発国に属するとはいうものの、その間にいちじるしい経済上の相違が見られるのである。

したがって、東南アジアにおいて水資源利用を計画する場合、その対象とする国の政治的・経済的・社会的な性格に十分な注意が払われなければならない。同時に、日本と東南アジアのそれぞれの国との関係も異なるから、日本が計画を立てる場合この点もまた考慮されなければならない。

東南アジアのもつ多様性とあいならんで注目したい点は、東南アジアの変化の激しさである。とりわけ、国際関係と結びついての東南アジア諸国の政治状況の見とおしのむずかしさは長期的な計画を立てることを困難にする。たとえば、近年のビルマの政治状況の変化は、ビルマに対するわが国の農業援助計画を画餅に帰せしめたのであった。したがって、われわれは東南アジア全般の政治状況の変化についてもまた、常に十分な注意を払わなければならないのである。

参考のため、東南アジア諸国について、水資源開発利用に関連する事項を各種統計資料から抜粋して一覧表にしておく。（表-1）

3) ラ・ミント、アジア経済発展の二つの型—内向型と外向型、中央公論昭和40年9月号

4) 1人あたり国民所得の計算については問題はあるが、一応このような推測はほぼ妥当なものようである。

表-1 東南アジア諸国の人口、農耕地統計

国名	人口* (千人)	国土面積* (km ²)	農耕地				旧宗主国***	独立年***	通貨***
			** 耕地面積 (km ²)	耕地率 (%)	1人当り 耕地面積 (ha)	** かんがい 率 (%)			
北ベトナム	17,200	158,750	—	—	—	—	仏	1945. 9	ドン \$ 0.28
南ベトナム	14,929	170,806	31,300	18.3	0.21	20	仏	1955.10	ピアストル \$ 0.0137
カンボジア	5,740	181,035	29,380	16.2	0.51	2	仏	1949.11	リエル \$ 0.029
ラオス	1,882	236,800	10,000	4.2	0.53	—	仏	1949. 7	キアプ \$ 0.0125
タイ	27,995	514,000	100,880	19.6	0.36	17	/	/	バーツ \$ 0.048
ビルマ	23,183	678,033	147,580	21.8	0.64	4	英	1948. 1	チャット \$ 0.21
マレーシア	8,631	332,634	56,150	16.9	0.54	4	英	1963. 9	マラヤドル \$ 0.326
シンガポール	1,733	581					英	1965.	マラヤドル \$ 0.326
インドネシア	98,515	1,904,345	176,810	9.3	0.18	31	オランダ	1949.12	ルピア \$ 0.022
ブルネイ	90	5,765	—	—	—	—	英	1959. 9	
フィリピン	29,257	299,681	112,100	37.4	0.38	8	米	1946. 7	ペソ \$ 0.50
チモール	528	14,925	—	—	—	—	現ポルトガル	/	
パキスタン	96,558	946,719	255,000	26.9	0.26	—	英	1947. 8	ルピー \$ 0.21

* 国連統計年鑑 (1963) による。
 ** FAO 農業生産統計報 (1964) による。
 *** 岩波現代シリーズ別巻世界の現勢による。

2 東南アジアにおける政治的・経済的・社会的 要因と水資源開発

京都大学東南アジア研究センター 本 岡 武

は し が き

東南アジアにおける水資源の農業利用を主題とする本シンポジウムは、水資源利用の技術的側面に重点がおかれているが、技術的側面を主とする場合においても、非技術的側面に注意を払う必要がある。自然的条件あるいは自然的基礎が技術的計画の設定あるいは実施のための与件であるのと同じように、政治的・経済的・社会的諸条件もまた、重要な与件となる。しかも、これら社会的経済的諸条件は、自然条件と異なって、変化しやすい。とくに、低開発国においては、きわめて流動的である。事実、東南アジアにおいては、これらの条件が現在変化のまっただ中にあるといえよう。

わたくしが、東南アジアの政治的・経済的・社会的な側面の分析の重要性を強調する動機は、わが国から東南アジアにおもむく技術専門家がとすれば東南アジアを日本と同じように考えるきらいがあることにある。また、かれらがしばしば東南アジアが国によって相異なる点、時の経過とともに変化している点に気づかないことにある。さらに、一部の専門家には東南アジア諸国が新興独立国であるとの認識を欠くのではないかとさえ思われることがある。非技術的側面についての十分な理解を欠く計画がうまくゆかないことは、当然だといえよう。

わたくしは、京都大学東南アジア研究計画の一環として、1963年10月から、「東南アジア、とくにタイ国における農業改良技術の農段階への浸透」というテーマのもとに、現地調査研究をつづけてきている。ここに、この研究の一部として、東南アジアの水資源の農業的利用をめぐる政治的・経済的・社会的な基本的問題の所在を、とくにタイの場合を例にとりて、明らかにしたい。

I 政治の安定と行政の能率

水資源利用計画は politics and government と二重の意味において、密接な関係にある。ひとつには、東南アジアにおける水資源利用計画は、ほとんどすべてが政府直営事業として営まれるという厳然たる事実のためである。今日、南北問題の解決として低開発国にたいする援助がやかましく唱えられ、水資源利用計画にたいしての外国の援助もまた積極的である。しかし、これらの外国の援助がいかに大きくても、計画実施の主体は、外国でも国際機関でもなくて、

あくまでも、その国の政府そのものである。だから、水資源利用はその国の政治・行政の問題であるといえよう。もうひとつには、水資源利用計画は着工から完成にいたるまで数年、時には何十年もかかり、長期的な性格をもっているためである。このため長期にわたり政治が安定的であるかどうかということが、強く影響する。たとえば1965年6月の Johnson 構想としての東南アジア10億ドル援助は、とくに Mekong 河流域開発を重視しているようであるが、現在のベトナム動乱下では、Mekong 河流域開発計画は決して容易ではなからう。

タイの場合を考えると、この国は、他の東南アジア諸国にくらべ、きわめて恵まれていた。第1にタイは戦時中は日本と同盟関係にあって戦災を被らなかつたうえに、戦後いちやくアメリカをはじめとする西欧陣営と友好関係を保ち、アメリカを主とする外国援助を積極的にとりいれたこと。第2に終戦以来20年、ときにはクーデターがあつたものの、政権の委譲はいわば平和のうちにこなわれ、政治が終始安定的であつたこと。この国内的、国際的な政治関係の安定こそ、水資源利用計画を発展させえた基礎条件である。東南アジアの他の諸国はこの基礎条件にさえないのであつた。(たとえば、フィリピン、マラヤにおいてさえ、共産党分子のゲリラ的反乱があつた。)

タイの水資源利用計画と politics and government との関係において考慮されなければならない他の面は、次の3点である。第1には行政能率が低いことである。この inefficiency の理由がどこに求められるかは大きな問題であろう。この弊害は、経済効果が問題となる投資事業において、いっそう強く感じられるのである。第2は graft and corruption である。サリット前首相の汚職にたいする追求の声は、彼のせい去後にわかになつて激しくなつた。しかし現職の高官の汚職についての公然たる批判の声は聞かれない。第3は、タイに非常に強く見られる官庁間の縦割り制度である。この縦割りは、各省の間だけでなく、省内の各局の間に見られる。たとえば、農務省の米穀局と農務局とはそれぞれ別に試験場を全国に配置し、その間の協力はなない。かんがい局は国家開発省に属するが、かんがいによる農作物試験のための試験場をもつ。農業試験技術にかんしても、このような縦割りが行なわれているのである。この極端な sectionalism のためにどれだけ国全体の行政能率が低下していることであろう。重要な行政上の問題と思われる。タイの場合、水資源利用計画は発電・舟運に至るまで、すべて、国家開発省のなかのかんがい局の掌握するところであり、そのかぎり能率的であるといえよう。しかし、かんがい効果をあげるためには、同じ国家開発省内の土地開発局・土地組合局あるいは農務省の米穀局あるいは農務局との密接な協力が必要である。にもかかわらず、これら各局とは、まったく無関係な状態にあり、協力関係はぜんぜんないといつてよいのである。

II 経済効果と資金調達

東南アジアにおける水資源利用計画を通じての共通的な特徴として、次の諸点が指摘されよ

う。

- a 水資源利用計画は、上述のようにほとんど全部が中央政府の事業であること。
- b たいいていの場合、多目的な計画であること。
- c 緊急の要請であるとの意識が強いこと。
- d 国家の威信 (national prestige) が常に念頭にあること。
- e 建設資金のみならず建設技術も外国からの援助をおおぐこと。

これらの諸特徴は、とすれば経済的考察を軽くさせる傾向にある。しかし、それがあくまでも経済事業であるかぎり、経済的側面が強くとりあげられねばならない。経済面から水資源利用計画を問題とする時、わたくしは、とくに次の2点を指摘強調したい。

第1は、経済効果、あるいは投入産出関係 (input-output relation) の問題である。もちろんこの経済効果を問題とするためには、技術計画それ自体が十分にねりあげられたものでなければならぬ。実は、東南アジア諸国においては、計画が技術的に十分であるかどうかということにさえ、大きな疑問がもれたているのが普通である。さらに、また、経済効果で直接に問題となる点は output の total value である。total value 計算のためには、price と quantity との両面が問題となる。ところが、東南アジア諸国で計画をたてる時、最も簡単なはずの output の quantity さえも正確につかみえないのである。たとえば、Yanhee ダム建設の場合、その貯水によって、下流に2毛作すなわち冬作に野菜やマメ類をとりいれようと計画している。しかし、技術的にいったいどれだけ裏作ができるのか、計画立案当時ほとんど予想することができなかった。かんがいによる裏作物栽培の実際の経験がないどころか、実験さえも行なわれていなかったからである。しかも、input のほうも、計画が十分でないために、たえず修正される。そのうえ、事業実施期間が長いだけに、input の変更されることも多い。また、output のうち波及効果をどれだけ計算すべきかも、統計資料の不足のために、非常にむずかしい。だから水資源利用計画がほとんど経済効果の予想分析なしに、いわば国家威信の問題だけで実施に移されるきらいがないわけではない。わたくしは、資材および労力の最適配置という見地からだけでも、できるだけ経済効果が分析されるべきだと考える。もちろん、日本の建設事業において経済効果予想分析が充分に行なわれているかどうか疑問である。資料に不足し、変動の激しい東南アジアで充分な経済効果予想分析を行なえということは無理であろう。しかし、あきらめてしまわずに、できるだけ努力は払われなければならない。

第2は資金調達の問題である。東南アジア諸国においては、水資源利用計画は国営事業以外にありえない。地方公共団体の事業とするには、地方財政が貧弱きわまり、中央政府の統制力が強い。また、農民があまりにも貧しいために、受益者負担はありえない。これらの諸点において、わが国の水利事業とは非常に異なる。ところが、国営事業である以上、投下資金は国家財政から調達されなければならないが、東南アジア諸国ではこれを国家収入からまかなうこと

は容易でない。外国からの無償援助（すなわち贈与あるいは賠償）または借款返済のために外貨準備が枯渇してしまうというインドやインドネシアの場合が生まれる。これらの点については、国際援助の項で論ぜられよう。

Ⅲ 村落社会と農民主体

水資源利用計画において、政府の施策とあいならんで重要なことは、末端段階において農民がいかにこの計画に対応するかとの点である。

タイの場合、Chainat 取入堰からの幹線水路は完成されているが、そのあとの支線以下の水路網はほとんど未完成のままである。また東北タイでは tank が完成しているが用水路を建設しなければならない部落に資金も技術もないから用水路ができず tank が遊んでいるところが多いという¹⁾。これらの事実は、水資源利用計画と村落社会あるいは農民主体との関係について次のような問題を提起している。

第1に、タイの村落においては協同作業を営むだけの十分な基盤があるかどうかとの問題である。この点もっと詳しく研究しなければならないが、概して村落協同体的性格が弱いのではないと思われる。Cornell 大学の Bang Chan Project に参加した California 大学 Phillips 教授の報告は、タイの中央平原において大規模な農家間の協同作業が行なわれえないことを強く指摘している²⁾。土地協同組合 (Land Cooperatives) が奨励されているが、ほとんどその実績があがっていない。また、土地の交換分合がきわめて困難である。これらはすべて村落協同体的な性格の弱いことを示すものである。

第2は農民の主体的条件である。すなわち、農民が水資源利用計画にむすびついて土地条件を整備しようとするだけの意欲・技術・資金をもっているかどうかとの問題である。

a わたくしは、農民自身が土地条件の整備について意欲をもっていることは認める。かれらは、消費パターンの激しい変化、現金収入増大の強い必要に直面している。農業技術改良の根本条件がかんがい排水を主とする土地条件の整備にあることを知っている。もちろん、どれだけを知っているか、その程度が問題であるけれども、かれらは決して無知ではない。

b むしろ問題は技術である。かんがいに対応するだけの農業技術、たとえば、施肥・新品種・栽培方法などが習得されていない。ひとつにはこれら新技術の研究がまだ充分でないことにもよろうが、同時にその新技術の農民段階への普及がおくれていることにもよる。

- 1) 安芸皎一：東南アジアにおける水利開発の問題点について、東南アジア研究Ⅲの1
- 2) Herbert P. Phillips, Thai Peasant Personality, The Patterning of Interpersonal Behavior in the Village of Bang Chan, Berkeley and Los Angeles, 1965, p. 17.

- c 最もむずかしいのは資本である。つまり、かれらは投資するだけの資本を蓄積することができない。農民側における saving がありえないわけである。これについては、農民段階における saving and capital accumulation の問題として十分な検討を必要とするであろう。しかし、水資源利用計画で農民が負担するのは、末端水路のように、資金よりもむしろ労力なのである。しかも、タイにおいて農民はいわば常時 underemployment の状態におかれているから、休閒労働力を動員することは決してむずかしいとは考えられない。ただ農民労働力とむすびつく、それほど多額ではない資本が末端段階において調達されなければならない。
- d 土地所有制度は重要な関係をもっている。タイの Rangsit 地区かんがい工事は地主制のために可能なのであった。長期的に見て地主制が望ましいかどうかは別の問題である。ただ短期的にいて、地主制のもとではじめて、私的資本の投下がありうるわけである。
- e 教育あるいは農業普及がとりあげられなければならない。先進国においては、農民の教育レベルを高めるための投資は、最も生産的だといわれているし、また、農業改良技術や経営を指導する extension service の効果も高く評価されている。低開発国においてもしかりであろう。水資源利用計画は、末端において農民教育あるいは農業普及と固くむすびつかなければならない。この点は、技術的計画において、しばしば無視されている。十分に反省されなければならないことであろう。

このように、伝統的な村落社会や農家経済は、新しい水利体系なりかんがい施設なりに容易にマッチしない。むしろ新しい体系や施設の実現を妨害するものだといえよう。村落社会や農民主体を新しい制度に適応させるためには、広義の教育と時間の経過とが必要とされる。ところが低開発国における水資源利用計画は緊急の必要というスローガンの要請をもつ。この緊急性と伝統的在来社会の緩慢な適応との間のラグこそ低開発国の悩みではなからうか。

3 東南アジアにおけるデルタの開発と水利用

——特に技術的要因と水資源開発——

農林省八郎潟干拓事務所 出 口 勝 美

は し が き

東南アジア諸デルタの現状は、一般に開発の初期段階にあり、低位の農業、とくに米の生産と流通に社会経済全般が依存している。そして、その開発の可能性は、いまのところほとんど農業部門における土地と水の利用と農業技術の面に限定されている。その開発には、技術的、経済的に外部からの助力が必要である。日本の科学技術は、この分野においても重要な地位を占め、欧米諸国に比し有利な立場にありながらも、その責を完うすべき準備に立ち遅れているといわざるをえない。

筆者は、1962～'64の間、ECAFE や UNESCO の活動——FAO をも含む国連諸機関がこれらの地域の調査開発、デルタの実態調査と開発計画に関することに活発に動いている——に参加する機会をもったので、これらのデルタの実情を紹介するとともに少しくその開発についての見解を述べる。

I デルタ開発の現状と諸問題

筆者が実際に調査したのは、Ganges (インド・東パキスタン)、Irrawaddy (ビルマ)、Chao-Phraya (タイ) の3つの大デルタである。この3デルタの開発の現段階に相当の差異があるのはもちろん、各デルタ内の各部においてもまた相違がある。概括的には、西の方から Ganges、Irrawaddy、Chao-Phraya の順に東に向かうにつれて、開発は進んでいるとみてよい。その Ganges デルタのうちでも、とくに原始的段階に留まっているのが、海岸部の Sundarbans で、反対に Chao-Phraya の海岸部 (Bangkok 以南の地区) は、木曾川河口付近の海部郡の戦前の状態にほぼ近いと思われる程度に開発が進んでいる。Sundarbans と Irrawaddy 河 (中流部) に例をとって、おおよその現状とその開発の問題点に触れてみよう。

1 Sundarbans (Ganges デルタの海岸部)

感潮河川の満潮位 (大潮差 5m) すれすれの低い地盤の土地が米作に供されている。そこは一種の輪中 (または干拓地, polder) であって、その外周の高さ 1m～2m の土堤は河岸の侵食や高潮によって、常に決壊の危険にさらされている。各種の用水は天水とその溜まり水だけでまかなわれ、地区外へ排水の必要があればその都度人力で堤防を切り開くのであったが、近年

ようやく木製やコンクリート製の水門が設けられたり、堤防が補強されたりしている。これらの施設は以前民営であったものを、戦後国営に移して局部的に補強工事を実施している。パキスタン政府は100万 ha に及ぶ73ヶ所のポルダーを囲む延長 5,000km の堤防の補強と 5,200ヶ所の水門の新設を含む大事業計画をたて、徐々に実施している。この計画は1962~'74の13年の工期で総事業費 1.2 億ドルであるが完成は多分に遅れるであろう。ポルダー内には、堤防上の水路とあぜ道の外には道路も、水路もない。稲作は直まきまたは移植と刈取だけに人力をかけるところの極端な省力栽培で、無肥料、塩害その他の悪条件下で収量は ha 当り 1,300kg(モミ)程度、わが国のその 1/5 に過ぎない。この地方の産業としては、米作のほかには海岸原始林の採木があるだけで、産業とか生活とかいうより、米作を生業としてただ生きているだけの原始的な人間社会がいまでもみられる。

海岸には、耐塩性水生植物の原始林が数十万 ha の広大な面積を占めている。これは、海面すれすれの干潟に繁茂する Sundari, Gewa, Tomal などの密林で、樹高 20m にも及ぶ樹林はまことに壮観である。樹林の中には大小の流路が通じており、それらによって樹林は数千または数万 ha の多くの島々に区切られている。Sundarbans はインド領とパキスタン領に分かれていて、いずれも政府が海岸保安林として管理し、その背後の開拓地を Bengal 湾の高潮や波浪から守る役目を与えている。土砂の堆積や植物の残骸によって密林の地盤が次第に高められると、樹木は衰えてゆき、地盤が満潮位以上になる。そこで、はじめて政府はその開拓を許可する。他方、樹林は、逐次海中へ伸長を続けている。このような密林が過去数百年にわたり開拓されて、現在の数十万 ha の耕地になったのであるが、そこは国家的にはほとんど無価値の辺境で、多年文明からとり残されたままで現代に及んでいる。日本やオランダの干拓地が最も意欲的な新開地として成長しているのに反して、この開拓地——polder——は信じられないほど最低の状態に留まっている。

しかしながら、Sundarbans の開発の方途がまったくくないのではない。パキスタン政府は、治水・利水・農業改良等の雄大な開発計画をもち、また地方の中心地 Kuhina には工業開発(ジュート・発電、造船等々)の事業を進めてはいるが、それは局地的であって、この地方の全般的開発には道遠しの観がある。開発上の問題点としては

- a 海岸樹林の緑したたるばかりの活力に対して、その背後の耕地の稲とその農民のしおれ加減はまったく対照的で、いかにも塩枯れたという感じがする。いうならば、耐塩性植物なら生えるところに無理に非耐塩性の稲を栽培することの不自然に由来するものであるといつてよかろう。その感潮河川に囲まれた低い土地にはしばしば塩水が流入するし、不断の漏水もあるのに、その塩分を除去するだけの十分な淡水がえられないのである。
- b 人畜も作物も不足がちの天水に依存しながら、ある時期には余分の水を、河川へ放流してしまい、またたとえくぼ地に水が溜っていても、それをポンプなどによって積極的にか

んがいに利用することをしない。溜り水は飲、雑用水と苗代に使うだけである。砂地盤の地区では当然地下水が求められるはずであるが、わずかに飲料に用いているにすぎない。

- c 最も重要な問題であろうが、農民に生産を増して生活を豊かにするだけの力がないことである。国家にも、住民にもその窮状を打開するだけの意欲も経済も不足しているようにみえる。

2 Irrawaddy デルタの中間部

Irrawaddy デルタはビルマの中央部に位置し、政治経済上の重要な地位を占めている。その比較的恵まれた自然条件のうちでもデルタの中間部は最も有利な部分である。

ここでは、地形が平坦広かつて、地盤は高水位と低水位の中間にあり、洪水は平地の全域に広く浅くはん濫し、水は一面の湖のような状態で緩やかに流下するから、高水位は耕地上せいぜい 40~50cm しか上昇せず、理想的な自然かんがいとなる。したがって耕地を河川洪水から守るための堤防やかんがい排水のための水門、水路などの人工的な、治水・利水上の施設を加えなくとも、自然のままでも安全な米の産地となっている。

乾季の、稲が実る頃に、洪水は徐々にひき、水位は田面以下に低下し、降雨もやむから、田面の水はクリークから河川へ、氾濫とは逆のコースをたどって、自然に排除される。そうして黄熟した稲は乾季の長い期間に緩慢に収穫され、牛に踏まれて脱穀される。

こうして、播種から移植・刈取・脱穀にいたる間、土地・水・天候のいずれもが理想的な稲作条件を与える。裏返しに言えば、これらの自然条件に完全に適合した生業が稲作であり、米以外の作物あるいは他の植物は、モンスーン圏デルタの低平地には自然状態では生育しえないといってもよからう。農民の生活が全面的に依存しているモンスーンが順調に反復する限りでは、これほど恵まれた米の天国はないであろう。

しかしその安易さのゆえにであろう。現在までほとんど人為的な努力がなされないままで、農民はまったく自然の恩恵に頼りすぎているようである。その結果として、かんがい排水の施設をもたないから、降雨が不調の年には他の部分よりかえって大きな打撃を受けることもあり、米の生産も低位である。

米産は、もみで 2,000kg/ha 程度、濃尾平野の 6,500kg/ha に対しては 1/3 以下の低位にある。その原因は、土壌の貧弱・粗耕・無施肥・原始的な品種・病害等等にあるが、要するに、1,000 年も昔の稲作も今と同様ではなかったかと思われるほどに、原始そのままの稲作が現在まで続けられているという事実が、すべてを説明するのである。

ビルマ政府は、育種・施肥・機械化などに関して試験場を設けたり、奨励普及を図ったりの努力を試みてはいるが、実際にはまだ農民に浸透していないように見える。

稲作には絶好の自然条件を備え、ビルマの米びつといわれるこの地域でさえも、稲作がこのように低調なことは、理解しがたいのであるが、それは外部から一見した感想にすぎないのか

もしれない。いかなる米の増産もそれが生活の改善に役立たない限りは、農民の生産意欲を促すことはできないし、また増産にはそれ相当の資金も組織も必要であるのに、努力して増産しても収入増にはならないとか、あるいはたとえ収入が増えてもそれ以上に家族数が増えて生活はかえって苦しくなるなど、社会経済的さらに宗教的環境が地域農民を現状に甘んじさせ、耽溺させているように感じられる。このような現状は、断片的な技術指導や経済援助などによって、効果的に改善されるとは考えられない。技術開発と社会経済開発は、人間改造を伴って進められるべきものであると考える。

以上のように概観してみると、これらのデルタの開発には現にあまりに多くの困難な問題がありその将来はいささか悲観的である。しかし、それは性急に開発を実現しようとするからであって、もしこれを長期にわたって試み、遠い将来、たとえば100年、200年の将来においてその成果を期待するのであれば、決してそうではないのである。わが国の過去100年の歴史「黒船」以来の歴史を観るならば、いま政治的不安定のなかで重要な位置にあるこれらのデルタに将来性がないわけでは決してないと思われる。この意味では、欧米諸国はこのことを承知の上で現に活動しているのであって、必ずしも近い将来における開発の成功を期してはいないのであるが、日本人だけがあまりに親身になるため性急に効果を期待しすぎるという見方をしてもよいと思う。

II デルタ開発の将来

前述のようにデルタの開発は、重点を農業開発、そしてまずその生産基盤としての土地と水の利用に関する分野に向けるべきであると考えられる。というのは

- a 熱帯デルタの豊富な潜在資源——土・水・日射・人口——のいずれも農業に不可欠の要素であって、これらが近代技術によって改善されるならば、おそらく他のどんな地域の農業もこれには対抗できないほど高い生産をあげることができよう。
- b 歴史的にみれば、現代の第2・第3次産業の拠点となっている世界の都市や工業地の多くが農業から出発して発展してきたが、これらのデルタの開発の順序も例外ではありえないし、またそれが妥当であろう。もしそこに例えば軽工業を起こしても、それが成長して国民経済を支えるようになるには、農業よりはるかに長い期間を要するに違いない。
- c 農業開発は、農地開発と農業改良だけでなく、それに必要な他の産業・運輸交通・教育等の開発改良を伴い、それは当然地域全般の開発を誘発する。たとえば肥料工場を建設するには発電、農用資材や農産物の輸送には船舶・車輛・道路・運河等、農業技術の普及には学校教育等が整備されるというようにそれらは社会経済全般の開発に連係がある。

もっとも、デルタの農業開発に先行すべきものに治水がある。内陸と外海からの水害を防止しない限りデルタのいかなる部面の発展も望みえないのであるが、デルタにおける治水はきわ

めて密接に利水に係る。というより治水は利水そのものである。たとえば Irrawaddy デルタの上流部における irrigation embankment とは洪水防止のための河川堤防そのものであり、また Chao-Phraya デルタの海岸における洪水排水門はそのまま農業用水の調節水門であるなど、デルタに独特の地形や水理の関係で治水と利水とは同一物と考えられる。

デルタは大河によってその流域の水が集中するところで、その水の動きがデルタ特有の地形・土質・水理をつくるのであるから、治水や利水の目的で河川をいじることは、デルタの水理条件を変えることになり、なんらかの水工事業 (hydraulic works) を施せば、必ずその上下流に影響を及ぼす。それは、デルタ形成の原動力としての水の作用の変化を意味し、とくに大規模の水工事業はデルタ開発の重要な地位を占める自然改造事業である。したがって、デルタの現在の自然条件 (水理・水質等) は、将来、水工事業によって変化する性質のものである。水工事業は、それが単一目的であろうと多目的であろうと、本来の事業目的以外の種々の結果を生み、その結果はさらに別の結果を生む。これはデルタの土地と水の諸条件が互いに複雑微妙な調和を保っており、もしその調和が破れると、予想外の時としては目的とは逆の新しい現象を生じることさえある。それでデルタの水工事業がよくその自然条件と事業目的に適合するように周到に計画されるならば、その事業効果はデルタの潜在価値を発掘しそれを高度に活用することになる。

これらのデルタの利用開発については、それらが所属する国をはじめ世界各国および国連諸機関が戦後多年にわたり、社会・経済・科学・技術の諸分野において、異様なほど活発な行動を続けているが、それらの活動は必ずしも満足すべき成果をあげているとはいえないようである。そこには技術や経済だけでなくそのほかの開発要素に注目すべき点がある。そのような、デルタ開発上一般的に留意すべきこととして次のことをあげることができる。

- a 各デルタの所属する諸国は自力で開発を進めよう段階にはないから、それらの政府や指導者層は国連や先進諸国の援助を熱望する。がその反面、国民一般には開発意識が強いようである。これでは開発事業の効果は期待されない。他力本願の開発熱を冷却し、自発的な開発意欲を助長するような方法で今後の技術開発が進められるべきであろう。
- b 各デルタの間には、自然と経済の面では多くの共通点があるが、政治・社会・宗教等の面での相違点が少なくないので、技術開発の方法や順序は各デルタごとに個々に論じられるべきであろう。
- c 各デルタの開発の過去と将来とは、わが国の小さなデルタのそれとはもちろん軌を異にする。日本的な技術開発のセンスで、それらの開発方途を即断するべきではない。
- d 欧米の近代的な技術や文化は、わが国に入る以前に各デルタに入り、局部的断片的には、わが国よりもさきに近代化されていることにも留意する必要がある。
- e 各デルタにみられる前植民地的・民族的・宗教的・階級的特質には、それらが社会経済

開発の障害になると思われるほど、多くの前時代的・因襲的色彩がある。これらを打破しなければ改善は望みえないであろうが、しかしこれらを無視しても成功しないであろう。

Ⅲ デルタの水利用

デルタの豊富な水資源は、自然の氾濫や水溜の形で、農業用にも雑飲用にも利用されるほか、人工的な利用も種々試みられているが、全般的にはまだ低調で、例外的な Chao-Phraya の場合でも、近代的な水利施設とその利用方法とがまだマッチしていない感がある。いま施設の種別に概観すると、

a デルタの海岸部において、河川や入江の口を締切り、水門を設けて海水の侵入防止と淡水の貯溜をかねた水利開発の方法がある。この方法は Chao-Phraya の海岸の一部で1800年代に採用されたものがあり、現在各デルタの海岸部において計画されているものも少なくない。これはいわゆる河口ダムで、デルタ海岸部における水利施設としてもっとも効果的なものであるが、大河の河口においては、水理や土質上の困難な工事条件やばく大な経費から、実現の可能性はきわめて小さい。また、淡水化された河道や湖水の内水位の上昇に対して、新たに排水施設（水門・ポンプ・堤防等）が必要になるなど、その地域全体の水利系統を再編成しなければ効果が十分でないから、この種の事業の調査計画には多大の年月を要するであろう。

各デルタの海岸部の本格的な水利開発のためには、いつの時代かに、本流河口の締切り計画が具体化するであろうし、すでに関係技術者の間の話題になっていることではあるが、この種の事業がわが国の主要河川にも近年やっとう適用されようとしていることから考えあわせると、これらデルタの原始河川の場合この種の事業の現実性には問題がある。

b 低平地における水利開発には、ポンプがもっとも有効な手段である。各デルタにおいて、従来から人力・風力・機械力利用の各種の揚水手段が用いられているが、いずれもきわめて小規模の可搬式のものにすぎない。しかし唯一の近代的施設として、東パキスタンの Ganges-Kobadak 事業では、水田33万 ha の水利改良のためのポンプ設置の計画があり、そのうち5万 ha にはすでに13基の低揚程ポンプが稼動中であるが、まだ実際的な効果をあげていないといわれ、水利費や配水組織に問題があるようである。

c かんがい排水開発は、乾季にも全面的な稲作、したがって2毛作、3毛作を可能にするという稲作の革命を実現するものであるが、そのほかにデルタ中間部以下の塩害地域に除塩効果をもたらす。いずれの場合にも、気候・土壌・水質等の稲の生育環境条件が変わるのであるから、施肥や耕作等の他の条件の変化をも含めて、それらに対応する稲の品種改良が必要になる。これらのデルタの自然条件のもとに育ってきた稲は、新しい条件のもとでは満足に育ちえないのである。

- d かんがい排水開発の第2の効果は熱帯デルタの農業に本格的な畑作を導入することである。従来、自然堤防などの高地盤にだけ局地的に栽培された畑作物がデルタ全域に広がるならば、デルタの農業は一大変貌をきたし、原始農業から近代農業へと発展するだろう。
- e かんがい排水開発による農業発展の大きな可能性は、それにかかわる役人をも含めた農業者の人間改造に裏付けられなければならない。農業にも生産費がかかるものであり、その生産費が利益を生むものであるという単純な理屈を体得するまでには、農民は生産・流通・購買・生活の諸条件から変えてかかるという大きな試練を経る必要があり、それは政治・社会・経済全般の改革につながる。
- f 水利開発の影響は、デルタ住民の生活面にも及ぶところが大きい。塩っぱい泥水を飲み、ゆあみしてきた人たちは、淡水にはなじみにくいであろう。また、水質の改善によるマラリアの消滅も水利開発の偉大な社会への贈物となろう。
- g 広大な湿田地域の排水改良の結果として、米の生産が減退した事例が Chao-Phraya にある。この現象はわが国でもみられたことであるが、土壌の乾燥による酸性化がその主原因である。そして、その酸性土の改良は経済的には絶望であるとさえいわれている。用排水のバランスを維持することの困難さはどこでも同じである。
- h 用水改良が排水不良をひきおこすことは大いに懸念される。自然排水だけに頼ってきたこれらの地域では、排水にコストをかけることには用水にもまして強い抵抗があるろう。

む す び

最後に、これらの地域の技術者たちの知識や意見のうち、われわれにとって意外であり、しかし重要であると思われるものをあげてモンスーンデルタの特質を再認しよう。

- a 洪水防止のため堤防をつくるのはよいが、それでは排水が悪くなるのではないか。(排水門や排水ポンプを設けることに対する一般的認識不足)。
- b 同じく、堤防によって肥効性シルトの耕地面への堆積が妨げられる。
- c 水利開発のための諸施設によって舟運が阻害される。
- d デルタの河川の水は泥分と塩分を含んでいるものなのである。したがって締切堤等を設けても、その内部はすぐシルトで埋るし、その水から塩分を分離できるはずはない。
- e ポンプはたしかに有用である。しかし金がかかるではないか。
- f 開発とはそもそも何であるか。住民は現状に満足しており、開発されることを望んでいないのに、外国人はなぜ開発に熱心なのか。

4 Mekong 河流域農業開発に伴う技術的 並びに経済的諸問題

日本工営株式会社 菅原道太郎

Mekong 河流域総合開発はメコン委員会¹⁾を中心として強力に推進され来っており、調査計画からある地域においては既に実施建設の段階に入ろうとしている。

これに対するわが国の協力は調査を主体として多岐にわたっているが、私は1961年から日本工営株式会社が実施した、Prek Thonot Project, Nam Ngum Project, Upper Se San Project, Upper Srepok Project に関する予備調査と計画に参加し、その農業部門を担当してきたので、この間に感得した要点並びに調査計画段階でいろいろ論議の対象となったり、あるいは今後改訂補整を要すると認められる諸問題について簡単に述べたい。

I Mekong 河流域を含む低緯度地帯における熱帯土壌の 国際的分類基準確立の問題

Mekong 河流域に分布する主な土壌群については、1959年に R. Pendleton, F. R. Moorman その他各氏の概察結果に基づいて、FAO から Schematic exploratory soil survey map が公刊されており、1960年には江川友治氏が Mekong 河支流日本調査団の一員として土壌調査を担当し、既述の総合報告書にその結果を報告され、さらに1961年には、F. R. Moorman 氏がベトナム全土の主要土壌群について、その分布、特性および農業的利用現況をまとめて概察土壌図および解説書を公表している。これらの概察調査は、主として Great soil group の分類と分布を目的としたもので、ある程度の統一性は認められるが、これを他の低緯度の地域の熱帯土壌の区分と比べると、必ずしも一致した基準によるものとは考えられない。

さらに Mekong 河流域の局所的土壌細密調査では、調査者によって種々の分類が行なわれており、たとえばベトナムの Ministry of Rural Affairs の土壌局では、もっぱら米国の soil survey manual にもとずいて soil type, soil series, soil phase を区分し、ラオスでは、フランスの土壌区分名を準用している如くである。これは、Mekong 河開発を国際的協力の下で進める場合に不便であるから、熱帯土壌の分類と命名に関する国際基準の制定が急務と考える²⁾。われわれは今のところ止むを得ず現地調査の data を基礎として基準をつくって暫定的に採用し、他の分類者の区分名と違う場合は、その理由を附記している。

1) 国際援助の項参照。

2) 1964年 Reconnaissance Report of Development Plan in Ghana.

Ⅱ 土壤精査の項目には慣行の粒径分析・理化学的性状分析の他に、かんがい方法決定のための土壤水分、intake rate などの土壤のかんがい工学的特性をも加え irrigation soil map をつくることについて

熱帯農業、特に東南アジア monsoon 地帯に属する Mekong 河流域の農業開発は、かんがい施設の整備と適正なかんがい農法の適用によって、はじめて充分の成果をあげ得ると言っても敢て過言でない。すなわち改良品種の作物も、適正な肥料も、その他の改善された耕種法も、土壤水分状態を正しく保って初めて成果を示すものであって、正しい圃場かん水の実施が増産の基盤を形づくる。したがって、土壤のかんがい工学的特性を明らかにし、これにもとづいて適正かん水法の諸元を求め、土壤別にかん水法を明示することは、Mekong 河流域農業開発計画作成のための不可欠な要綱であると考ええる。

Ⅲ 土地利用図の作成、便益比 (benefits-cost ratio) 決定の基礎資料である土地生産性を確認するために現地 Pilot Farm において圃場実験を行なうことについて

土地の生産力が、かんがい農法の適用によってどれだけ増大するかということは便益比査定の基礎であり、妥当投資額算定の基準となるものであって、先進国では既に行き届いた試験調査機関等によって信頼すべき数値が示されているのが通例であり、たとえそうでなくても計画地域に近い類似条件の土地における実例によって推定することができるものである。しかし Mekong 河流域のような未開発ないし開発初期の地域では、こうした数値は求むべくもなく、たとえ既存農民による収量が示される場合があったとしても、それはいわゆる Primitive rain-fed culture であって、計画に織り込まれるかんがい農業による収量を推定するための根拠とはなり難い。また現在の土壤調査方法によっては、土壤の肥沃度はある程度究明できても、生産力を正しく求めることはでき難い。これはかなりの経費と時間を必要とするが、ぜひとも現地代表地点に設けられた Pilot Farm における圃場試験によって判定されなければならない。特にこの作業は、いわゆる熱帯稲作低収宿命論が一般に流布されている現在、稲作主体のかんがい農業経営地帯である Mekong 河流域の開発計画立案にとって、不可欠の重要性を持つと考えられる。この場合の圃場試験としては、少くとも適正かん水法設計用諸元数値決定のための圃場かんがい試験、かんがい条件下における主要作物の 3 要素試験、主要作物に対する施肥効果究明のための試験などを行なうべきであると考ええる。

この問題について、われわれは貴重な体験を持った。その 1 は、ラオスの Nam Ngum Project 立案の際、与えられた調査事項には Pilot Farm の条項がなく、かんがい条件下における作物収量は推定によって決めるようになっており、信頼すべき圃場栽培の実績が全く求められなかったため、土壤の調査結果および隣接国における過去の data などを考え合せて、もっとも内輪に見積って、かんがい組織完成後の収量を main season 3 ton, off season 2.5 ton とし

て feasibility report を作成提出した。ところがこれに対して、世銀では見積り過大であるとして、再考を求めて来た。結局これは Pilot Farm による確証を欠く水掛け論になるところであったが、その後 FAO によって計画地域内に遅れて開設された Pilot Farm の成績によってわれわれの見積りはむしろひかえ目なものであることが実証され、受諾されたわけである。

いま1つの例は、ベトナムの Upper Se San Project で、われわれはかんがい可能地の中に recent alluvial land の他に、広い分布面積を持つ basalt に由来する latosol におおわれた畑地を入れて、総合的かんがい計画を立てたのであるが、これに対しヨーロッパ系の技術者達は、この種の畑土壌は山岳民族の移動耕作によって荒廃不毛となったもので利用価値がないと反対した。これも実地栽培結果で判定するより方法がないので、契約外であったが日本工営の自己負担で現地 Pleiku に Pilot Farm を設置し、かんがい栽培を実施した結果 ha 当り 3.5 ton の収量をあげた実績によって解決されたのである。

IV かんがい耕作を実施する場合、その単位圃場の規模およびその中で適用される作付体系・作物の種類・farming intensification をいかに定めるかの問題

かんがい計画の経済的評価を行なう場合に、その計画地域内の圃場の大小とか、作付作物の種類や配合などにかかわりなく、主要作物の総収量の増加だけを対象としてその価格の増加を以て便益とする概算方式をとる場合があるが、これはあく迄も概略的な方法であって、かんがい農業計画の増産量は適正なかんがい農業経営の規模を基準として期待できるものを推定すべきだと考える。

土地制度の現状を基礎としてわれわれの計画では、かんがい可能地の中比較的肥沃度の高い recent alluvium では単位圃場の面積を 2 ha、割合に肥沃度の低い upland area では 3 ha を単位圃場面積とし、作物は生産物に対する自家食糧用、自給飼料用、地方的需要、国民的需要に應ずるように勘案して、Paddy, Beans, Peanuts, Maize, Pasture grass, Green manure, Vegetables, Fruits をえらび、これらを作物の感光性その他の性質および労力の配分を考え合せて、全耕地を周年利用できるようにし、3年輪作の型を適用した。この際の耕地の multi-cropping index は大体 1.75 である。

このような作付体系を採用することについては、今日までいろいろな批判や議論が計画審査の際に提起された。その1は、従来極端に粗放な耕作を常習としてきた東南アジアの農民に対して、この種の集約的な作付体系を実行させることは難しいという意見。その2は、この種の多種栽培は、かんがい用水の操作を複雑化することで、かんがい耕作の原則に反するという批判である。前者に対しては、われわれが実行した Pilot Farm における現地人の実績でその可能性を確認したことであり、後者についても、同じく Pilot Farm および現地人の圃場で実施して、決して不可能なほど面倒でないことを確かめた。

現在のところ、われわれとしては比較的高額な初期投資額、大体今迄の設計では、かんがい可能地、ha 当り約1,000ドル相当になっているが、これだけのかんがい組織をつくってかんがい農業の開発を行なう以上、できるだけ生産をあげられるような経営法によって効率を高めることを目標とすべきものと考えている。

V 計画の便益比を算定する場合、直接、間接および無形の便益をどの範囲まで見積るかについて

Mekong 河流域のごとき開発初期の地域においては、計画の建設のような事業が開始される場合、これに伴う社会的・経済的な影響はかなり大きいものがあると考えられる。

しかしながら、低開発国における社会的・経済的条件は極めて不備不全であることが常例であって、かんがい計画を実施してその効果を期待する場合には、これと並んで、その他の infra-structure に対する投資を行なって、社会環境条件の整備をすべきことが最近国連関係その他国際的開発協力機構の基本的な考え方となっている。この考え方によれば、先進国で採用されているような、かんがい計画がもたらす社会経済的な間接ないし無形の効果は別に当然企画されるべき他の環境整備のための計画の効果として見積られるべきであって、かんがい計画の効果の中に組み入れない方が妥当と考える。

VI 計画の経済的可能性を求める場合、初期投資額に対する利息率、償還期限をどうするかの問題

低開発国に対する開発資金は、できる限り低利長期であるいわゆる soft loan であることが望ましいことであり、かんがい計画の planning においてもそれが望ましいのであるが、これはどの程度を妥当と考えるべきであるか。

この点につきわれわれはメコン委員会と合議によって、現在 Mekong 河流域のかんがい事業計画の際、年利率を3%、据置期間を10年間として償還は11年目から30年間の均等償還とすることとしている。この条件によれば、Mekong 河流域におけるかんがい計画の ha 当り初期投資額は平均約1,000ドルで、その年賦均等償還額は ha 当り約70ドルとなる。この条件はかなり soft なものであるが、最近いわゆる低開発国の農業開発に対する国際協力事業が進捗するにしたがって、次第にその条件が緩和される傾向を示している。たとえばかんがい計画の便益計算における年利率を3%、償還期間は工事完了後11年目から75年目までの65年間とし、均等償還を行なうものなどがある。この条件によれば、ha 当り1,000ドルの初期投資額に対する年賦均等償還額は ha 当り約34ドルに過ぎないこととなる。

VII 農家に対する賦課金徴収をいかにするか、Water rate の適用に関する問題

農民からの賦課金徴収をいかにするかという問題が極めて重要である。特に開発初期の農民

3) 国連の Manual on Economic Development Projects (1958) の示す Criterion を見よ。

にとっては、画期的な債務を負うわけで、計画運用の成否はこれで決るといっても過言でない程重要な問題である。この場合、農民の側からいえば営農利益が初期投資の償還金とかんがい施設の運用費割当金を支払えるだけあるかどうか問題となる。

この農家の負担金に関し、メコン委員会の Kanwar Sain 氏は Water rate という特殊な考え方を提唱している。これは元来水は天が地上に与えた恵みであって、万人がその恵を享けるべきものだという哲学的理念から出発している考え方で、農民も当然その生活と生業のためにこの天恵をうけられるべきであって、それは投下資本の償還とかんがい企業体の経常費の賦課金と直結しているものではない。ただかんがい農民は、この天恵を享けた報恩のしるしとして、かれらの水の恵により得られた賜の一部を同じ流域に住みながらこの天恵を享けられぬ人々へ差し出すべきであって、その額は強制賦課の形できめられるべきでない。これが Water rate であって、その額はもちろん国際金融機関からの借款を財源とする場合は借款の条件、国庫支出財源の場合は便益比を考慮すべきであるが、彼によれば、Mekong 河支流流域では、最初 ha 当り 5 ドル内外で、最高でも 25 ドル以内に止めるのが妥当とされている。

Ⅷ Infra-structural 投資について

かんがい組織も 1 つの infra-structure であるが、ここで取り上げるのは低開発国でかんがい計画を実施する際、その効果を発揮するため、どの程度の他の infra-structure に対する投資を必要とするかということである。

今日まで、いわゆる低開発国の各地で行なわれて来たかんがい計画の実施成績が判明するに従い、これらの低開発国では先進地のように単独にかんがい施設をつくっただけでは期待した効果が上らず、極端な場合には無用の長物化していることが明らかとなって来た。そこでこの種計画の実施に当っては、必要な infra-structure に対する投資を並行的に用意して、かんがい農業の成果を円滑にあげられるだけの環境条件を整備すべきだということが主張されている。これに含まれているものとしては、保健および環境衛生、教育機関、上水道、住宅建設、村落および都市計画、市場の整備、運輸および道路建設、かんがい農業のための普及事業などを始めとして、場所によっては管理機構から農民の組織の指導まで含むことが必要と言われる。

われわれの調査した Mekong 河支流流域で計画を実施し、その効果をあげるには少くともかんがい組織の主要部を建設すると同時に、terminal distribution system の整備、かんがい可能地の精密な圃場整備、かんがい農耕地の農業機械・農具の補充、種子、種苗、種畜、種禽の普及と進んだかんがい農業技術指導のための指導・普及センターの設置運用が必要であり、そのための資金、資材、人材の供与が不可欠と考えられる。

5 国際援助について

I 国際援助の目的と形態

低開発国における水資源利用計画は、資本と技術の二面からの国際援助にまつところがきわめて大きい。

国際援助についてはいろいろな形態がある。

- a 援助が bilateral (二国間) か multilateral (多国間) かによって、援助のあり方が異なる。現在世界的にみて低開発国援助の90%以上は bilateral であり、multilateral なものはきわめて少ない。
- b 援助は資本援助と技術援助とにわかれる。資本援助をとまわらない技術援助もありうるが (たとえばわが国のマレーシアにおける新品種 Malinja の育成)、概していうと、技術援助は資本援助がなくては効果があがらない。
- c 資本援助には贈与と借款がある。わが国が戦後東南アジア諸国に支払った賠償は、カテゴリーとしては贈与に属するであろう。借款は長期、低利、無抵当を原則とする。タイの場合世界銀行からの借款が大きな役割をはたしている。

ところが、これらの国際援助については、いろいろと問題がある。たとえば援助国の援助目的が明確でないこともその一つである。もともと援助国の目的が利他的なものであるか、国家利益のためであるかはっきりしない。いいかえると援助の理念それ自体が明らかでない。国家利益のためといっても、援助国の貿易市場拡大を目的とするものもあれば、“Insurance against Communism” のためのものもあろう。さらにまた援助が最も効果的に用いられうる国を選択するのがよいかどうか、またいかに選択するかというむずかしい問題がある¹⁾。

水資源利用に対する援助についても、これと同じことが指摘されよう。少なくとも援助国にとって、その目的が利他的・利己的のいずれであれ、援助効果の高いものが選択されることが必要である。援助効果を考察するにあたって注意すべきは、援助効果は政治的安定をまっけてはじめて期待できるということである。東南アジアとしてタイに援助の大きいことの理由のひとつは、この政治的安定によるのである。

しかし援助国の立場として注意すべきは、それが借款による場合、借款による水資源利用計画が国家財政としてペイしうるかどうかの問題である。もしこれに誤差があるとき、国家財政はもとより、外貨収支はこの借款の支払いの重圧に悩まされるであろう。借款はその意味で充分にその条件と効果とが検討されなければならない。それにもかかわらず、東南アジア諸国に

1) The Economics of the Developing Countries, London, 1964. H. Myint pp 181-183.

においてはこれらの経済効果と借款条件との比較検討が軽視されているようである。

また贈与の場合、被贈与国は贈与であるだけに経済効果について安易な態度であることを免がれえない。しかも贈与や借款は被援助国のモラルをそこない、graft and corruptionの一因となることも見のがせない。この点日本の明治維新以来の経済発展には外国からの援助がなかったことは、東南アジアにおける援助競争に際して注意されてよからう。

以上は国際援助一般についてである。とくに日本の東南アジアの水資源利用にたいする援助については具体的にいろいろな問題がある。そのうちつぎの一点は特に強調したい。日本の国民所得からみて、日本の対外援助に米国の対外援助のような量的な大きさを期待することはできない。すなわち資本援助に重点はおけない。技術援助を主とすべきである。しかもわが国ではかんがい排水関係の技術者が需給関係において幸か不幸か供給過剰にある。これらの技術者を東南アジアに組織的に供給すべきである。ただそのためには東南アジアの条件に適應するように十分トレーニングをすべきである。トレーニングの項目にはもちろん現地語も含まれよう。いずれにしても、オランダが農業技術者の低開発国への供給をひとつの国の政策²⁾としているように、すぐれた技術者の供給こそ、東南アジア水資源利用開発のための、わが国がなすうる最も効果的な援助ではなからうか。

(本岡 武)

II Mekong 河総合開発計画をめぐる国際協力

ある地域の総合開発計画に対する国際援助、協力の具体的事例の一つとして、Mekong 河総合開発計画を取り上げ、その成り立ち、基本的構想、今日にいたる進展を簡単にまとめ、また国際協力下におけるわが国の活動状況をも整理し、今後の技術協力のあり方の資料に供したい。

1. 開発のあゆみと国際協力

1947年国連の経済社会理事会のもとに、アジア・極東地域の経済開発ならびに地域各国間の経済関係の強化をはかるべく ECAFE (Economic Committee for Asia and Far East) が設置された。

1949年 ECAFE の下部機構に洪水防御局 (Bureau of Flood Control) を設置、この洪水防御局は1954年 ECAFE 主催の第2回水資源開発会議で洪水防御水資源開発局と改称、さらにその後水資源開発局 (Bureau of Water Resources Development) と称せられるようになった。

1951年 ECAFE 第7回総会でアジア地域開発に関する経済、技術協力の一環として、洪水防御局に国際河川の技術的問題研究の遂行が要請され、ここに国際河川 Mekong 河総合開発計画が提唱され、立案された。

1955年 ECAFE および米国際協力局 (ICA) を中心として、Mekong 河下流域開発計画が

2) たとえば Wageningen における国立農科大学のカリキュラムを見よ。

具体化され、同年米国開拓局 (Bureau of Reclamation) による踏査が行なわれた。その成果³⁾ は今なお高く評価されている。1956年には ECAFE 自身沿岸4ヶ国の協力を得て現地踏査⁴⁾ を行なった。

1957年3月 ECAFE 第13回総会においては、過去にみられたような各国間の議論の対立とはならず、域内国と域外国との区別なく事務当局の立案した Mekong 調査計画を歓迎し、全員がその大規模な開発を希望した。沿岸4ヶ国 (ラオス、ベトナム、タイ、カンボジア) も発電水力、舟航、かんがい、排水、洪水調節などについて更に詳細に調査が行なわれることを共同で希望した。更にこの総会は Mekong 河開発の歴史の上で重要な記録を残した。それは日本、フランス、アメリカの各代表から Mekong 河開発計画に援助を提供しようとする声明があったことである。この後5月に沿岸4ヶ国代表の会議で国連援助のもとに4沿岸国代表からなる調整委員会の設立が勧告され、その具体案が ECAFE 事務局で作成されることとなった。かくして1957年10月に Mekong 河下流域調査調整委員会 (いわゆるメコン委員会) が設立される運びとなった。

この年国連技術援助局 (UN/TAA) は、委員会の要請に応じて Mekong 河下流域全域にわたり現地調査を行なった。その報告書⁵⁾ で勧告した所要経費920万ドルに及ぶ調査5ヶ年計画は委員会で採択され、これにより Mekong 河開発計画の根本方針とその具体的方法が確立されたといつてよい。

多数国の国際的協力によってこの5ヶ年計画は現在までにその大部分を終了したが、その中には主要支流踏査、水文観測網の設立と運営、河川部及び開発可能地域の測量と図化、更に各ダムサイトの地質調査が含まれていた。委員会は更にその後第20回会議で「暫定的」第2次5ヶ年計画 (1964~1968) を採択し、目下調査、建設を続行中である。

このようにして Mekong 河開発のきわだった特徴のひとつは、メコン委員会を推進母体として国際的な協力のもとに調査が進められているということである。Mekong 河沿岸4ヶ国は民族的にも、政治的にもそれぞれ異なり、中には現在外交関係を断っている国もある。しかしながらこれらの国々は、この大河 Mekong によって経済的・社会的な進歩をとげたいという熱望に燃えており、この共通意識によって強く結ばれている。このために政治的・外交的な衝突が時に存在するにもかかわらず、メコン委員会の活動に関する限り互いに協力し合ってきているのである。また ECAFE を始め国連各機関、先進諸国、更には後進国といわれている国々までも、それぞれの能力を出し合って当初から協力し、援助を行なってきた。関係者は

3) Mekong 河下流域踏査報告書 (Reconnaissance Report Lower Mekong Basin) 1956年3月発行。

4) 報告書は Mekong 河 流域の水資源開発 (Development of Water Resources in the Lower Mekong Basin) として1957年10月発行。

5) いわゆるホイラー報告書 (Programme of studies and investigations for comprehensive development Lower Mekong Basin 1958年2月)。

これをメコンスピリッツと呼んでいる。このような活動が国連の旗印のもとに進められているという事実は実に注目すべきものである。現在援助諸国、諸機関は21ヶ国、11国連機関その他3財団、民間会社であり、1965年11月現在の援助総額は拠出金と借款を合せて、67,765,793ドル相当額⁶⁾でその内容は、

- a 投資前調査の立案のため、 27,143,814ドル
- b 建設への投資のため、 40,621,979ドル

である。

2. メコン委員会の構成

次にメコン委員会の組織図および構成プログラムを一覧表にして掲げる。(表一)

3. 本流および支流開発計画の進捗状況

本流および支流開発計画の進捗状況を表一に一括して示す。

4. 日本の援助状況

わが国の協力も既にメコン委員会の発足前に1955年のECAFE調査団への代表参加から始められ、今日に及んでいる。特に1956年から1960年にわたる、主要34の支流および関連本流地点を踏査した日本調査団によって作成された Comprehensive Reconnaissance Report on the Major Tributaries of the Lower Mekong Basin は Mekong 河開発の全貌を明らかにしたもので、Mekong 開発の具体的手順はこれにもとずいて進められることとなったのである。

以来日本技術陣は国連 Special Fund によるベトナムの Upper Se San Project と、日本政府の資金によるカンボジアの Prek Thnot Project, タイの Nam Kam Project, ベトナムの Upper Srepok Project の pre-investment study を行なうほか、1961年以来 Mekong 河本流 Sambor Project の pre-investment study を担当実施している。本流については水文調査に重点をおきその開発については予備調査の段階にあるが、支流々域にたいしては、その主要なるものについて、既に pre-investment study を終り、feasibility report が完成され、建設の段階に進もうとしているものがある。

以上のように1958年以来主として土木技術を中心に技術協力を実施し、調査部門に関しては、アメリカ、カナダ、フランスについて第4位を占めている。

なおわが国の Mekong 河開発計画調査事業をまとめると表一3のようになる。

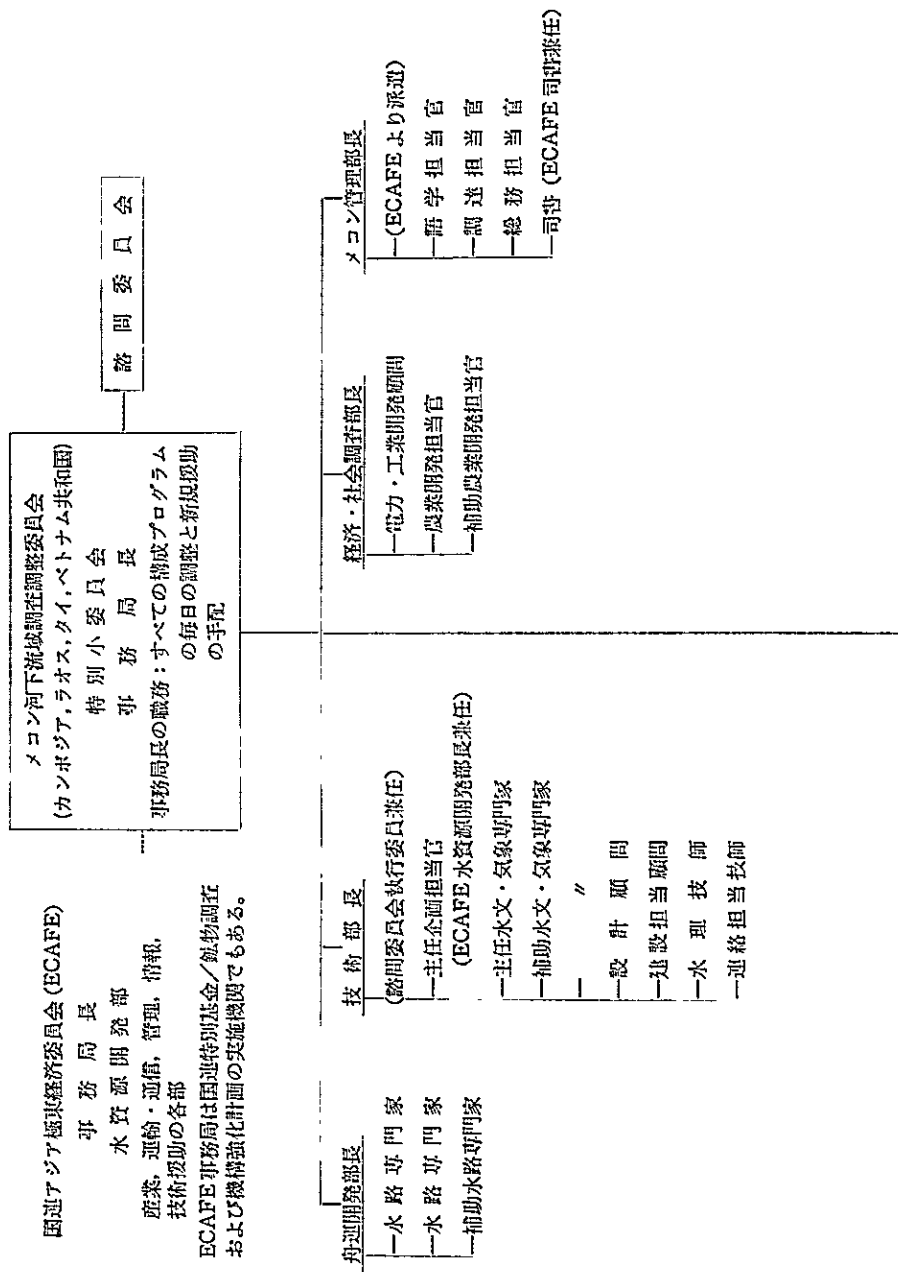
(本章は菅原道太郎、武田健策両氏の論文およびエカフ通信 No.413 (1964) の木村博氏の論文より抜粋編集したものである)

III 東南アジア諸国に対する日本の農林水産関係技術協力の概況

1953年にわが国が政府ベースの海外技術協力を開始して以来12年を経過した。この技術協力

6) 詳細はエカフ通信 No.413, 1964. 7. メコン河開発計画の概要参照。

表-1 メコン河下流域水資源開発一組織図



構 成 プ ロ グ ラ ム

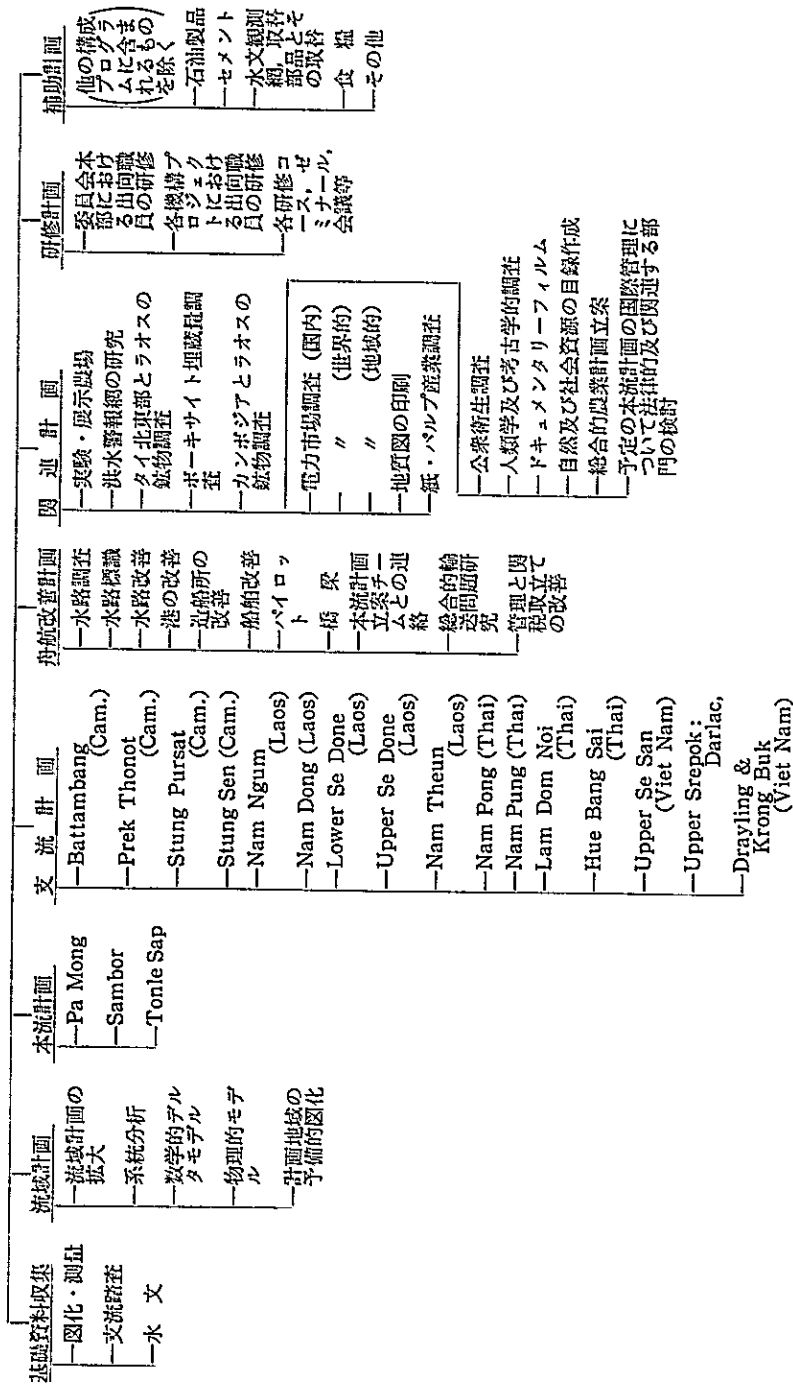


表-2 本流および支流開発計画の進捗状況 (昭和40年1月現在)

計画名	調査			建設			目的、計画規模
	協力機関	内容	経費備考	建設費	分担国機関	経費備考	
[本流] Pa Mong (タイ・ラオス)	アメリカ オーストラリア カナダ	総合計画報告書 地質調査 図	2,500,000 ^{u.s.} 実施中 完了 完了	u.s.		u.s.	灌漑：約1,000,000ha 発電：約1,000,000kw 洪水防衛 舟航
Sambor (カンボジア)	日本 オーストラリア フィリピン カナダ	総合計画報告書 地質調査 図	515,000 ^{u.s.} 実施中 完了 完了 完了	300,000,000			発電：約620,000kw 灌漑：約160,000ha 洪水防衛 舟航 水産資源
Tonle Sap (カンボジア)	インド フランス フィリピン UNESCO IAEA 委員会事務局	総合計画報告書 水門設計 漁業・水産 図 科学的アルタモ ナル 水産調査 洪水の経済的研 究	282,000 ^{u.s.} 完了 完了 完了 実施中 50,000 ^{u.s.} 完了 実施中				水産資源保護 洪水防衛 塩害防止 舟航 灌漑
[支流] Battambang (カンボジア)	SF(フランスの ソグレハ)	総合計画報告書	195,000 ^{u.s.} 完了	(第1期) 21,000,000			灌漑：約68,000ha 発電：約31,500kw
Prek Thonot (カンボジア)	日本 イスラエル	総合計画報告書 灌漑計画	61,000 ^{u.s.} 完了 50,000 ^{u.s.} 完了		フランス オーストラリア カンボジア W F P	3,300万ドルの 借款の1部充当 800,000 ^{u.s.} 760,510 ^{u.s.} 実施設計及び管 理	灌漑：約94,000ha 発電：約18,000kw
Nam Ngum (ラオス)	SF(日本の日本 工営) 日本(対ラオス 経済協力)	総合計画報告書 ダム・発電水力	88,600 ^{u.s.} 完了 140,000 ^{u.s.} 完了	(第1期) 27,000,000	イスラエル	50,000 ^{u.s.} 実施予定	発電：20,000kw 灌漑：5,000ha 洪水防衛 舟航

Lower Se Done (ラオス)	フランス	総合計画報告書		完了	1,295,150	フランス "オ W F P	591,000 163,200 508,000 32,150	借款 与 資金準備	発電：1,440kw 1968年完成予定
Nam Dong (ラオス)	フランス	総合計画報告書		完了	628,550	フランス "オ W F P	326,500 142,900 138,700 20,450	借款 与 資金準備	発電：690kw 1968年完成予定
Nam Pong (タイ)	SF(アメリカの ロジャース)	総合計画報告書	195,000	完了	26,017,719	タイ 中華民国 イ W F P	12,650,000 40,000 13,057,369 270,350	20年利率3%多借 款 セメント 2,000 トン	発電：16,600kw 灌漑：22,000ha 1965年12月完成予定
Nam Pung (タイ)	日本	総合計画報告書	100,000	完了	5,129,850	タイ 中華民国 イ W F P	5,023,600 5,000 5,000 106,250	セメント 250ト "	発電：7,000kw 灌漑：8,000ha 1965年10月完成予定
Lam Dom Noi (タイ)	タイ フランス	ダム発電所設計 土壌調査		完了 実施予 定					発電：10,000kw 灌漑：20,000ha
Hue Bang Soi (タイ)	タイ	踏査		完了					発電：5,000kw 灌漑：10,000ha
Upper Se San (ベトナム)	SF (日本工営)	総合計画報告書	195,000	完了					発電：640,000kw (海峽) 灌漑：21,700ha
Upper Srepok (ベトナム)	日本	総合計画報告書	113,000 (現在まで)	実施中					Drayling 発電計画 (275万ドル) Darlac 灌漑計画 (35万ドル) Krong Buk 灌漑計画 (890万ドル)

表-3 わが国のメコン河開発調査事業年度別実績表

備考；年度（ ）は繰越予算によることを示す。

実年 年度	調査団名	期 間 (日間)	対象地域	派 人 数	派 遣 機 関	備 考
33	第1次主要支流 踏査団	34. 1. 13 } / 34. 3. 12 60日間	Mekong河 下流域 4カ国	18	海外電力調査会 国際建設技術協 会	主要支流34河川の踏査早期開発 8支流を委員会に勧告、内4支 流について特別基金の資金贈与 により調査を実施
34	第2次主要支流 踏査団	34. 12. 15 } / 35. 3. 30 105日間	Mekong河 下流域 4カ国	21	Mekong河総合 開発調査会	開発可能性の高い16支流踏査 (含む8支流)7支流を早期有 望開発計画として勧告、内3計 画は調査をし、建設に着手(Se Done下流, Nam Pung, Prek Thonot), 1計画(Srepok上 流)は調査中
35	第3次主要支流 踏査団	35. 9. 10 } / 35. 10. 21 40日間	Mekong河 下流域 4カ国	12	Mekong河総合 開発調査会	雨季の補足踏査
(37)	Nam Kam 調 査団 (1次)	36. 10. 2 } / 36. 10. 21 20日間	支流 Nam Kam	4	Mekong河調査 会	タイ政府は、Nam Pung 計画 の詳細設計及び監督を電発に委 託、タイ政府は全工事費500万 ドルの支出を決定、工事に着手 した。
"	(2次)	36. 12. 20 } / 37. 3. 24 95日間	同 上	15	同 上	
"	(補足)	37. 9. 5 } / 37. 10. 12 38日間	同 上	6	同 上	
(36)	Prek Thonot 調査団	36. 10. 1 } / 37. 5. 28 240日間	支流 Prek Thonot	13	Mekong河調査 会	オーストラリアが詳細設計、監 督を引きうけた。カンボジア政 府は建設を決定一部資金を割 当、工事に着手した。
(37)	" 継続		同 上			
(36)	Srepok 測水調 査	36. 10. } / 37. 9. 1年	支流Srepok 上流域	15	Mekong河調査 会	水文調査
(37)	" 継続					
(36)	Sambor予備調 査団(本隊)	36. 10. 18 } / 36. 11. 1 17日間	上流 Sambor	8	Mekong河調査 会	予備調査(本計画の可能性調査)
"	(現地作業隊)	37. 1. 1 } / 37. 3. 28 87日間	同 上	3	同 上	

実年 年度	調査団名	期 間 (日間)	対象地域	派人 道員	派遣機関	備 考
(37)	Sambor予備調査団 (雨季作業隊)	37. 9. 6 } 37. 9. 28 21日間				
37	Sambor調査団 (第1年次)	38. 1. 13 } 38. 3. 28 75日間	本流 Sambor	31	海外技術協力事業団	本格調査(第1年次)ダム発電部門を中心として、電力市場、舟航、農業の概要調査
(38)	" (第1年次補足)	38. 8. 24 } 38. 9. 11 19日間	同 上	2	同 上	
37	Srepok (Darlac) 農業 開発調査団	37. 12. 27 } 38. 3. 29 93日間	支流Srepok 上流Darlac 湿地帯	9	海外技術協力事業団	Darlac 湿地帯開発調査(ボーリング、土壌、かんがい計画)
38	Srepok (Krong Buk) 開発調査団	38. 11. 14 } 39. 2. 12 91日間	支流Srepok 上流	6	海外技術協力事業団	昭和37年度調査地域(Darlac 湿地帯)上流域、Krong Buk Krong Packe等の支流調査(かんがい計画)
38	Sambor調査団 (第2年次)	38. 10. 27 } 39. 1. 10 76日間	本流 Sambor	25	海外技術協力事業団	ダム発電部門中心調査(ボーリング、弾性波地質測量模型実験)
39	Srepok (Upper Krong Buk) 開発調査 団	40. 3. 22 } (45日)	支流Srepok 最上流	6	海外技術協力事業団	昭和38年度調査地域(Krong Buk)上流部Srepok最上流域の一部(かんがい計画)
39	Sambor調査団 (第3年次)	前期 39. 9. 6 } 39. 10. 15 後期 39. 11. 7 } 40. 3. 8	本流 Sambor	前期10 後期23 計33	海外技術協力事業団	電力市場、農業、舟航、送電、ダム発電補足、水産等 総括調査

には二国間方式によるものと、国連を通じて行なう多国間方式のものがある。

農林水産関係の技術協力は資金面では外務省の海外技術協力予算、実施面では海外技術協力事業団と協力して行なっているものが多く、具体的には海外技術協力センターの設置運営、専門家の海外派遣、海外からの研修員・視察者の受入れという形で行なわれている。以下に、東南アジア諸国に対する農林水産関係技術協力実施の状況、ならびにこのシンポジウムのテーマである水資源利用面での協力状況について概観してみよう。

1. 東南アジア地域に対する国別・種目別専門家派遣実績

表-4に示すとおりであって、国別にはカンボジア、タイ、ビルマ、東パキスタンなどが多く

を占めており、また専門別には稲作がもっとも多く、水産、養蚕などがこれにつづいている。

2. 国別・種目別海外研修者受入れ実績

表-5に示すとおりであって、国別にはタイ、フィリピン、インドネシアが目立ち、種目別では短期間の農業行政関係が半数近くを占めるほか、農業技術（稲作）、水産、畜産が多い。

3. 農林水産関係海外技術協力センター

センターは日本政府と相手国政府との設置協定に基づくものである。これには、広義に解釈した東南アジア地域においてはカンボジア農業技術センター、カンボジア畜産センター、セイロン漁業訓練センター、インド水産加工訓練センター、インド模範農場8カ所、東パキスタン農業訓練センターが含まれる。

4. かんがい排水開発面での専門家派遣実績

表-6に示すとおりであって、政府ベースの技術協力によるもののみ（後記の経済協力によるものを除く）を示しているが、Mekong 河開発関係が主である。

5. 水資源開発に対する日本政府の賠償などによる経済協力

表-7に賠償または賠償放棄の見返りとしての無償供与などの一覧を示す。

以上が従来の技術協力の概況であるが、現在までのやり方に対する反省として次の点があげられるであろう。

- a 従来、一般的に相手国の要請に対してあまりに受動的かつ散発的であり、もう少し計画的・総合的に行なうよう努めるべきであること。例えば水利開発における技術的な面と営農指導との関係が必ずしも考えられていないことがあげられる。
- b 資金協力とかみ合わせて技術協力を行なう必要があること。DAC や UNCTAD の勧告もあり、今後わが国としては低開発国に対する資金援助を増大して行かざるをえないことを考えるとなおさらそうである。
- c 今後は直接わが国からの援助ばかりでなく、世銀または第二世銀、1966年発足予定のアジア開発銀行などの国際的な金融機関の資金貸付と結びついて技術協力を行なうべきであること。

(井上嘉丸)

表-4 東南アジア地域に対する国別、種目別専門家派遣実績

(昭和28.4.1~40.3.31)

種目 国別	個別技術援助											センター			調査 計	総 計											
	稲作			畑園 芸果 作樹	畜 産	水 産	林 業	農 業	農 産	統 計	そ の 計	要員準備		調査													
	(栽培)	(病害虫)	(土壌肥料)									農水 業産	農水 業産	農水 業産			農水 業産	農水 業産	農水 業産	農水 業産	農水 業産						
フィリピン	(0)	(0)	(0)			3				1	4					5	1	6	10								
インドネシア	(4)	(0)	(0)	4						1	1	6					1	1	7								
ベトナム	(2)	(0)	(2)	4	1	1	10	3		4	2	26					1	1	27								
カンボジア	(1)	(0)	(0)	1	1	8		1	1		1	13	32	32	8	8	5	5	20	73							
ラオス	(0)	(0)	(0)		1							1					3	3	4								
マレーシア	(16)	(2)	(1)	19			4			2	4	29					3		3	32							
タイ	(2)	(0)	(1)	3	3	2	4	6		2	5	25					6	16	16	38	63						
ビルマ	(1)	(0)	(0)	1	4	23	3		1	3		35		14	14					49							
パキスタン	(29)	(0)	(0)	29			9	1	4		1	44	13	13	3	3	6		6	66							
東パキスタン のみ	20	0	0	20		2	7	0	4		1	34		16	16	4			4	54							
計(9カ国)	55	2	4	61	7	2	27	16	32	4	6	1	7	5	15	183	45	45	25	0	70	23	21	7	27	78	331

注 個別技術での水利開発関係 7名
調査での水利開発 30名

表-5 東南アジア地域からの国別種目別海外研修者受入れ実績

(昭和29.4.1~40.3.31)

種目 国別	農業 技術	農業 行政・ 経済	畜 産	蚕 糸	食 品	農 地	林 業	水 産	計
ベトナム	4	55	24	1	3	1	4	23	115
カンボジア	4	81	23				7	2	117
タイ	81	104	46	2	4	3	19	50	309
マレーシア	17	56					2	14	89
ビルマ	8	46	12	3	4		3	10	86
インドネシア	36	62	10	2	2	6	17	70	205
フィリピン	43	104	11		2		34	32	226
パキスタン	13	35	2	5	1	4	2	14	76
計	206	543	128	13	16	14	88	215	1223

表-6 東南アジア地域に対するかんがい排水開発面での専門家派遣実績

(昭33.4.1〔初年度〕)

項 目	派遣年度	派遣数	項 目	派遣年度	派遣数
Mekong 河 開 発 調 査	33	1	カンボジア かんがい 調 査	38	3
〃	34	5	東南アジアデルタ地域開発 調 査	37	2
〃	36	6	パキスタンかんがい計画調 査指導	36	4
〃	37	2			
〃	39	7	アフガニスタンかんがい計 画調査指導	34	2
ビルマ かんがい 調 査	33	1			
〃	36	4	計	—	37

表-7 東南アジア水資源開発に対する日本政府の賠償等による経済協力の状況

国 名	種 別	計 画	内 容	金 額	備 考
フィリピン	賠 償	ポン プ	機 材	56	電動, 渦巻
	〃	マリキナダム	調査設計	180	かんがい, 発電, 洪水
	〃	かんがい用ポンプ	機 材	359	附属品とも
インドネシ ア	賠 償	カリプランクス計画	調査, 役務, 工 事資材	7,106	ダム2カ所 かんがい 排水, 発電, 洪水
	〃	リアンカナン計画	〃	1,659	ダム1カ所 かんがい 発電, 洪水
	〃	ブンガワンソロ計画	調査設計	89	かんがい, 洪水
	〃	西部Sumatra電源開発計画	〃	41	発 電
ベトナム	賠 償	ダニム発電所計画	設計, 建設, 機械	9,948	このほか, 現地役務の ための通貨調達分とし て消費材 2,700百万円
	借 款	〃	機 材	2,700	発電所機械
	賠 償	フェンランかんがい計画	調査設計	74	
	〃	ラニアかんがい計画	〃	58	
〃	ディーゼルエンジン	機 械	144	かんがい用 427台	
ラ オ ス	無償供与	Vientiane 上水道計画	調査設計, 役務 建設資材	606	
	〃	Nam Ngum 計画	調査設計	50	多目的
	〃	Vientiane 発電所計画	機械据付建設	255	
タ イ	特別円	Nam Pung 計画	調査設計 工事監督, 機械	238	かんがい, 発電
ビ ル マ	賠 償	パルーチャン発電所計画	機械, 建設	10,389	

討 論 (I)

東南アジアの水資源開発利用に伴なう問題点について

座 長： 小 林 泰

〔本岡 武〕

富士岡：かんがい排水事業において後進国ほどダムなどの主幹工事に重点を置き末端事業に力を入れないのは政策的、政治的あるいは経済的にどのような原因にもとづくのか。

本岡：大きくいうと2つあると思う。

1つは政府側の politics and government, 政府側の徹底した非効率あるいは input-output relation の考え方が非常に弱いという点。それに national prestige としてどうしても主幹事業をやりたいということがある。もう1つは農民側の方に組織するだけの saving がなく、また意欲あるいは training というものが欠けていること。大きなダム計画をやるのが結局は早すぎるのかも知れない。といて、そんなこともいっておれない情勢があるから、一種の後進国のフラストレーションが現われているという感じである。

木村(学)：現実に水資源利用事業計画の樹立が進められており、あるいは進められようとしている現在において経済効果あるいは feasibility の取り扱いをどのように考えていったらよいのか。

本岡：私の考えでは ideal な経済効果と、real な経済効果を計画上ははっきり分けて考えて、もし ideal な状態にまでもってゆけばこうなるというようにすべきであると思う。現在はこの間の関係がぼやけてしまっている。

齊藤：経済効果予測の困難性は、統計資料の欠如も勿論その一因であるが、他に marketing 予測の困難性によるものではなからうか。これらのことについては session IV および総括討論で再び論じたいと思う。

安芸：一番の問題は infra-structure ができてもそれに応ずる生産が上らないということではないか。

ECAFE では現状を反省している中の1つに機構上の問題をとり上げている。というのはかんがいなどの設備を作る機関とそれを運営する機関が別であって、運営機関に資金調達が余りできないところに弱点があるということである。

基本的な問題の一つに次のようなものがある。例えばマレーシアで、新しいかんがい組織を作るとそれに副次的に伴ってくる land consolidation を考慮せざるを得なくなる。これが非常に困難であって、一番大きな問題になっているという。タイでも同じようなことが出てきている。

今までの長い伝統にもとづくある体系をもった生活が、新しい条件下で適応してゆけるように、新しい生産手段を投入する場合にはそれに相応する考え方をとり、更に社会構造という問題と関連して考えてゆくべきであるというのが現在までの結論であると思われる。

中川：1. Mekong 河流域諸国の間に水利用についての水利権的考えがあるか。

2. メコンスピリッツについてご説明願いたい。

安芸：1. 今のところ法律はなく全く自由に我々に与えられた水として使いたい人が使っている。人工化が進むと種々の問題が生じてこようから、メコン委員会では今これから種々のとり決めにしようとする法制化の検討をしているところである。

2. メコンスピリッツについて——この地域の唯一ともいえる交通幹線は Mekong 河であるが4カ所ほど rapid があって舟が通らない。そしてこれをとり除こうとしてメコン開発の構想にとりかかった。しかし4カ国にまたがっているので、互の協調が得られないと手をつけられないわけである。過去に国際河川をめぐる紛争が多くみられたから、その轍をふまないような

手段をとる必要を考えることにしよう、というのがいわゆるメコンスピリッツの生れた発端である。それであのような互に話し合う機関を作ったわけである。

河は一つという統一見解のもとに最近はもう一步活動範囲を拡げてTVA的な組織にまじしようという認識が4カ国で高まってきており、これは世界でも例のない approach であってモデルとしてよいものである。

〔菅原道太郎〕

久馬：Mekong 河流域の農業開発予定地における土壌調査の規模はどの程度か。またその調査結果は公表されているか。

菅原：支流開発の project は大体 10~20ha が1

単位となっており 概察調査、精密調査の2段階に分け、大体 American soil survey manual に従って調査を行なうことになっている。そのデータは全部国連に提出され、公表は契約により禁じられている。これは建設費の算定が一緒になっている関係と思われる。project の規模と方式については世銀の考えでは高度の技術を東南アジアに投入しても効果をあげることが難しいという先入観をもっており、またベトナムなどの現地政府では財源の関係から国連式の大計画でなく、小さな earth dam などを数多く造って当面の生産を少しずつ上げるという考えが基調となっているようであるが、これらをどう調整していくか今後充分検討すべき案件であると考ええる。

Ⅱ 水文・気象の特徴

1 東南アジア地域の気候、気象の概観

東南アジア地域は北西にアジア大陸，南東にオーストラリア大陸をひかえ，北東方は太平洋，西方はインド洋にのぞんでいる。これらの位置関係によって，東南アジアはさまざまな地域差に富む気候型を呈する。

a 赤道気候帯 b 亜赤道気候帯 c サバナ地帯 d 熱帯高地

以下に東南アジア地域の風系，降雨量およびその年間変化，気温などについて概観する。

I 風 系

東南アジアは最も典型的といわれる熱帯季節風帯の中に位置している。したがってこの地域の気候を論ずるとき，季節風(monsoon)を無視することは不可能である。東南アジアではインドなどとともに，この季節風が，とりわけその交替によって各地方の降雨や気温などの季節変化に著しい影響を与えているからである。

東南アジア地域における1月および7月の等圧線と風向を図-1，2に，代表的都市における降雨量と季節風との相関図を図-3に示す。

II 降雨および気温

降雨は季節風とこれを受けとめる地形によって著しく規制される。また図-4に示されるように，東南アジアはその大

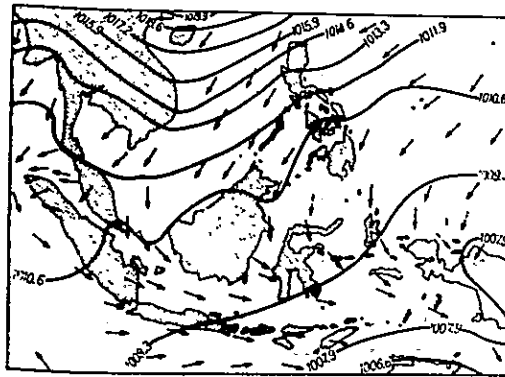


図1 1月の等圧線と風向 (数字は mb)

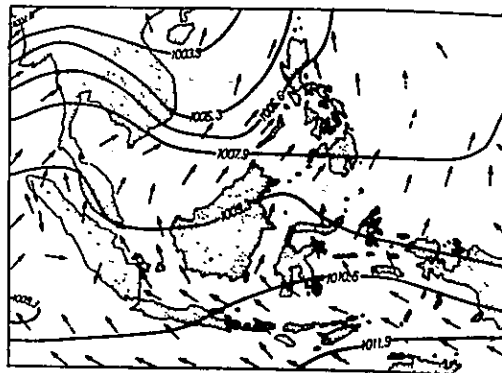


図2 7月の等圧線と風向 (数字は mb)

部分にわたって年平均 2,000 mm 以上の降雨があり、場所によっては 6,000 mm を越える所もあって世界有数の多雨地帯となっている。降雨量の少ない所は北ビルマ、タイの中部、北東部、Mekong 河上中流域などであり、これらの地帯は季節風の進路を横切って走る地形上の障壁の陰——つまり雨の陰 (rain shadow) になっているからである。しかし水資源開発上問題になるのは、東南アジア地域のほとんど全域にわたってみられる雨季と乾季との著しい差であり、こういうモンスーン地帯の自然環境の特色に対していかに対処するかということが重要である。

今、降雨量の年変化型を類別するとおおむねつぎの 4 つの型に分けられる。

- a 一年中一樣に雨が多い地域
- b 年 2 回の極大があらわれる地域
- c 雨季と乾季が明瞭にあらわれる地域
- d 雨季が秋または冬にあらわれる地域

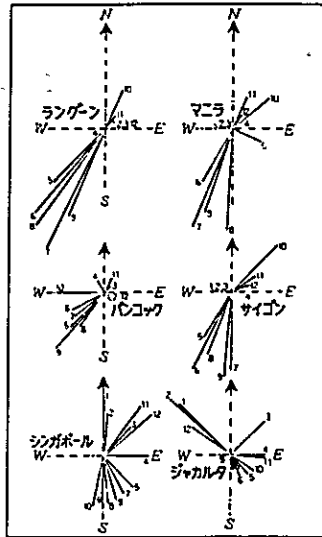


図3 東南アジアにおける降水量と季節風との相関

各々の腕の方向は月平均の風向を示し(中心に向つて吹く)、その長さは月平均降水量に比例させてある。したがつて雨の降らない月は中心の点で示されるにすぎない。各々の腕の番号は月を示す。(1は1月、2は2月など)

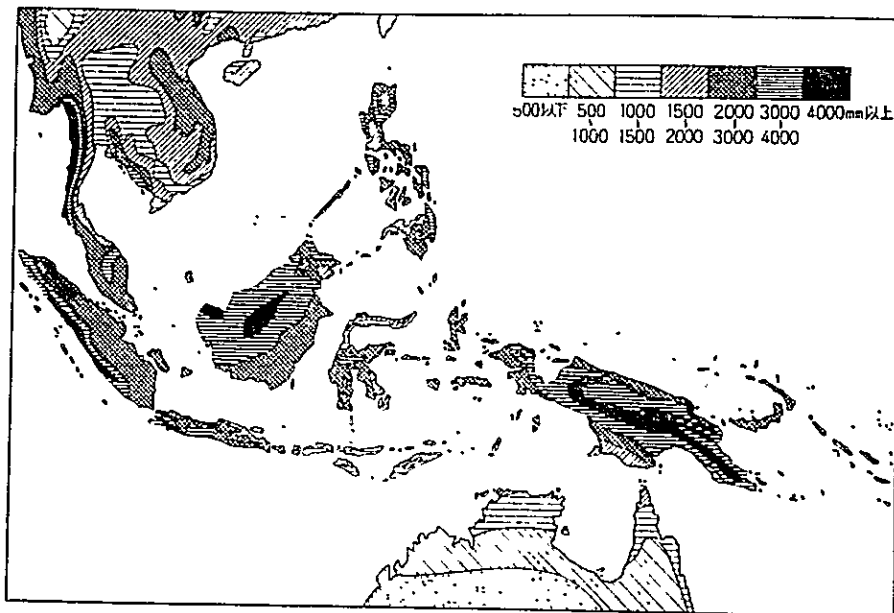


図4 年降水量の分布

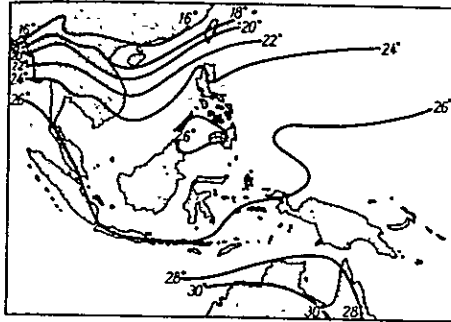


図5 1月の等温線

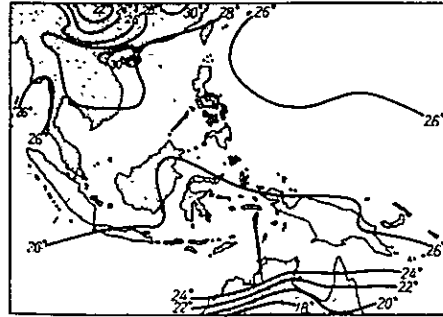


図6 7月の等温線

以上4つの型は巨視的には赤道から北に向ってaからbの型を経てcないしdの順に分布している。

つぎに1月および7月の等温線を図-5, 6に, 代表的都市における月別平均降水量, 月別平均気温を表-1に掲げる。

表-1 東南アジア各地の月平均気温ならびに降水量

Station	N, E		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean or total	period.
Saigon (Viet-Nam)	10°47'	temp.	25.8	26.3	27.8	28.8	28.2	27.4	27.1	27.1	26.7	26.5	26.1	25.7	27.0	51-60 (10)
	106°42'	rain.	6	13	12	65	196	285	242	277	292	259	122	37	1808	
Hanoi (Viet-Nam)	21°30'	temp.	15.6	17.2	19.4	23.5	27.3	28.9	28.5	28.5	27.1	24.4	21.4	18.2	23.3	
	105°52'	rain.	18	29	39	79	193	234	322	333	248	116	44	18	1673	
Phnom Penh (Cambodia)	11°33'	temp.	26.1	27.5	28.9	29.4	28.8	28.1	27.6	27.7	27.3	27.2	26.7	25.4	27.6	31-60 (30)
	104°51'	rain.	9	8	28	73	146	129	129	147	231	250	134	36	1320	31-60 (30)
Savannakhet (Laos)	16°33'	temp.	21.3	24.1	27.2	28.9	28.3	27.9	27.3	27.1	26.6	25.3	26.7	21.1	25.9	51-60 (10)
	104°45'	rain.	6	18	22	93	171	247	239	324	278	59	3	0	1406	51-60 (10)
Vientiane (Laos)	17°57'	temp.	21.5	23.8	26.7	28.8	28.4	28.1	27.7	27.4	27.1	26.4	24.4	21.4	25.9	51-60 (10)
	102°34'	rain.	51	14	25	78	209	260	259	354	399	50	14	1	1714	51-60 (10)
Bangkok (Thai)	13°44'	temp.	26.1	27.6	29.2	30.3	29.8	28.9	28.4	28.2	27.9	27.6	26.7	25.5	28.0	51-60 (10)
	100°30'	rain.	9	29	34	89	166	171	178	191	306	255	57	7	1492	31-60 (30)

Station	N,E		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean or total	period
Chiangmai (Thai)	18°47'	temp.	21.3	23.1	23.4	29.0	28.8	27.9	27.4	27.0	26.8	26.2	24.4	21.5	25.6	51-60 (10)
	98°59'	rain.	7	12	15	49	144	146	188	231	289	126	39	10	1254	31-60 (30)
Nakhon- Ratchasima (Thai)	14°58'	temp.	23.4	26.5	28.8	30.0	29.5	28.7	28.2	27.9	27.4	26.2	24.3	22.5	27.0	51-60 (10)
	102°07'	rain.	7	33	45	83	157	111	132	139	244	171	37	3	1162	31-60 (30)
Rangoon (Burma)	16°46'	temp.	24.3	25.2	27.2	29.8	29.5	27.8	27.6	27.1	27.6	28.3	27.7	25.0	27.3	51-60 (10)
	96°10'	rain.	8	5	6	17	260	524	492	574	398	208	34	3	2530	51-60 (10)
Mandalay (Burma)	21°59'	temp.	20.2	23.0	27.5	31.8	30.9	29.6	29.5	28.6	28.8	28.1	25.1	22.2	27.1	51-60 (10)
	96°06'	rain.	3	0	16	14	151	110	77	99	127	152	25	2	776	51-60 (10)
Kuala Trengganu (Malaysia)	5°20'	temp.	26.7	27.4	27.7	27.8	27.9	27.4	27.1	27.4	27.0	27.0	27.0	26.7	27.2	24-36
	103°08'	rain.	292	163	160	155	135	109	117	147	191	279	610	554	2912	24-41 (15)
Labuan (Malaysia)	5°17'	temp.	27.2	27.2	27.5	28.0	28.0	27.8	28.1	27.8	27.5	27.5	27.5	27.2	27.5	16-54 (21)
	115°16'	rain.	112	117	150	297	345	351	318	297	417	465	419	285	3573	16-54 (14)
Singapore	1°18'	temp.	26.1	26.7	27.2	27.6	27.8	28.0	27.4	27.3	27.3	27.2	26.7	26.3	27.1	51-60 (10)
	103°50'	rain.	285	164	154	160	101	127	183	230	102	184	236	306	2282	51-60 (10)
Jakarta (Indonesia)	6°11'	temp.	25.9	25.9	26.3	26.4	26.9	26.6	26.5	26.7	27.0	27.0	26.7	26.2	26.6	11-40
	106°50'	rain.	300	300	211	147	114	97	64	43	66	112	142	203	1799	64-45 (28)
Balikpapan (Indonesia)	S 1°17'	temp.	26.1	26.4	26.4	26.1	26.4	26.1	25.6	26.1	26.1	26.4	26.1	26.1	26.1	(6)
	116°51'	rain.	201	175	231	208	231	193	180	163	140	132	168	206	2228	(43)
Manila (Phillipine)	14°31'	temp.	25.4	26.1	27.2	28.9	29.4	28.5	27.9	27.4	27.4	27.2	26.4	25.4	27.3	51-60 (10)
	121°00'	rain.	18	7	6	24	110	236	253	480	271	201	129	56	1791	51-60 (10)
Chittagong (E. Pakistan)	22°21'	temp.	19.9	23.6	25.6	27.7	28.3	27.8	27.5	27.6	27.8	27.3	24.1	20.7	25.7	31-60 (30)
	91°50'	rain.	10	23	58	116	285	507	642	572	344	228	56	17	2858	31-60 (30)

(本項の諸データは品山久尚監修, アジアの気候—世界気候誌第1巻—古今書院, 東京 1964 による)

2 Mekong 河流域の水文調査

水資源開発公団計画部 竹 内 俊 雄

ま え が き

筆者は昭和35年第3回 Mekong 河開発踏査団に参加し、42日間にわたり流域、主としてカンボジアの雨季の出水状況の調査を行なった。流域の水文資料の不備は痛感されたところであったが、アメリカの援助による水文調査が着々と効を奏して、この数年間、正確な資料が整備されるに至った。これにより流域の水文学上の特性が次第に明らかになってきた。正確な資料が容易に得られるようになったので、電子計算機を用いた水文解析が始められるに至った。

I 水 文 資 料

Mekong 河下流域は4ヶ国にまたがっており、これまで水文観測はそれぞれの国が独自で行なってきた。踏査団は各国の政府機関を廻って資料の収集を行なったが、気象現象それ自身は連続であるにもかかわらず、各国で区分して観測されているだけで流域全体としての気象特性に対する考察がなされていなかった。水位の観測値はかなりあったが、Mekong 河本流の流量値としては Phnom Penh で1948～49年に得られたものを除いて、系統的な観測値はないような状況¹⁾であった。

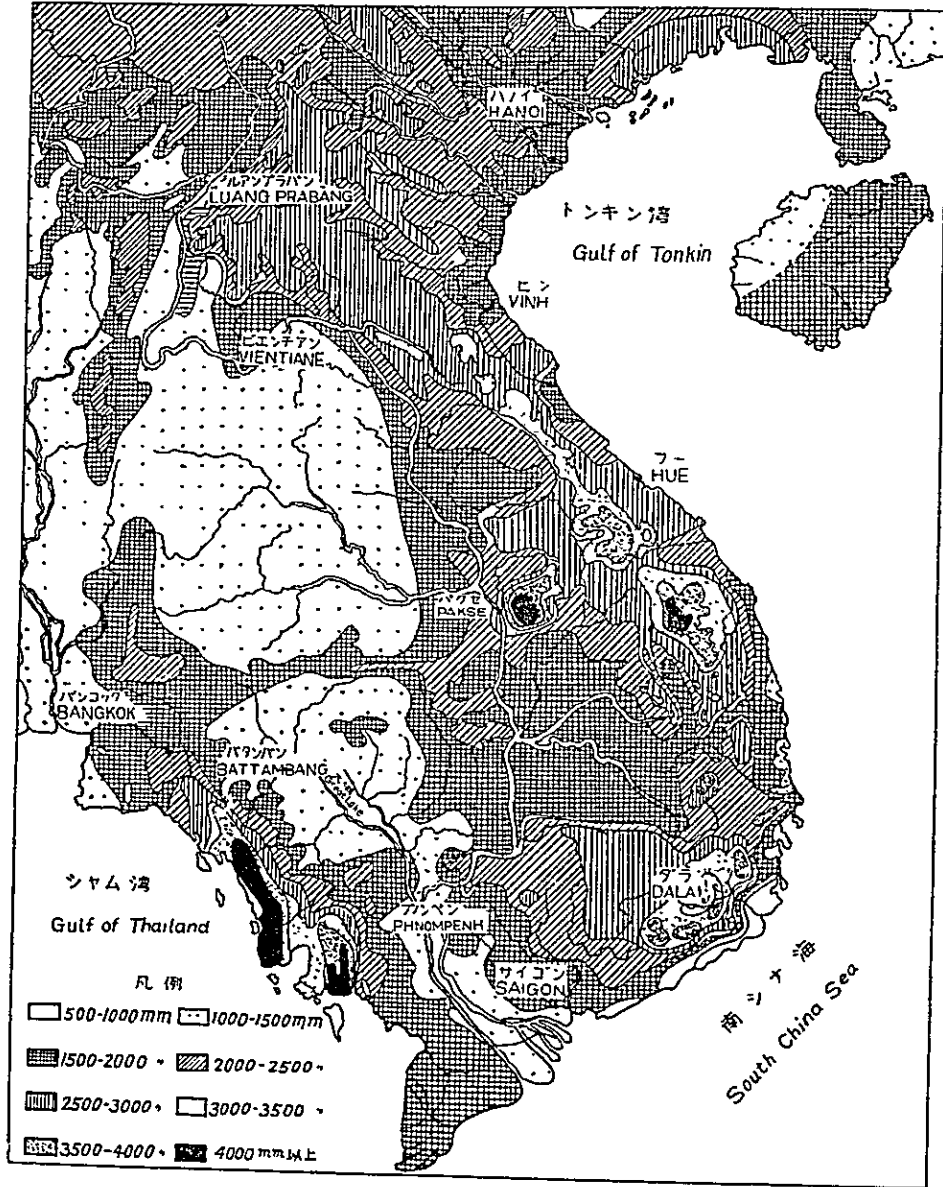
Mekong 河の水資源開発が ECAFE によって取り上げられると、流域の水文資料の不備が痛感された。これに対して各国より援助の申し込みがあり、流量水準点の設置はカナダ、アメリカ、流量観測及び流砂測定用具はフランス、石油はイラン、流量観測用ボートはニュージーランド、蒸発計は英連邦、などがその例である。

アメリカは特に流域の水文観測を受け持つことになり²⁾、ハルザー・エンジニアリング会社に流量、流砂量、水温、降雨量、蒸発量、風速などの現地観測から資料整理までを実地指導させることにした。期間は1958～62年の5ヶ年間で、最初の2年間は施設整備と訓練の準備期間で、1960年より作業は開始され、観測資料は公表された³⁾。1961年における流域内の観測所数は表-1のとおりである。

ハルザーの観測方法はアメリカ国内で広く用いられている標準方式によっており、流域全体

- 1) ECAFE「Development of Water Resources in the Lower Mekong Basin」Flood Control Series No. 12. 邦訳、科学技術庁資源局資料 第19号 昭和34年1月
- 2) Harza Engineering Company「Final Report Lower Mekong River Project」July, 1962.
- 3)「Hydrologic Data Mekong River Basin」1960, 1961年

図-1 Mekong 河下流域の年降雨量分布図



に一貫した観測体系を植付けたことの功績は大きい。実際の作業には4ヶ国政府からの派遣員を使っていたので、2年後、アメリカが手を引いたあとでも一本立ちができて、前と同じ形式で、既に2年間の資料が公表されている⁴⁾。最も新しい観測所の配置は巻末の Mekong 河流域の地図に示すとおりである。

表-1 流域内の観測所数

国名	雨量観測所	流量観測所
タイ	15	9
カンボジア	22	9
ラオス	6	13
ベトナム	15	3

II 資料に対する考察

1. 雨量

Mekong 河下流域は、その西側に小さい壁があり、東側に大きい第2の壁がある。流域の降雨は Thai 湾から吹きつける南西方向の季節風によるものであるが、流域内の年雨量分布は図-1にみるように地形に支配されるものであることがよくわかる。(巻末の地図参照)

流域における降雨分布について第一義的な解説はこれで得られることになるであろう。しかし、流域の支川の水資源開発の計画を立てるには、もっと詳しい調査が必要になる。図-1でラオスとカンボジアとの国境近くに豪雨地帯がみられ、ここは地形的にも高いところではあるが、どの程度の範囲を持つかということは興味あるところである。Mekong 河の東側にあたるラオス領域が流量の最大の補給源であることが図より了解されるが、そういった意味からこの地域の降雨特性を更に詳しく調べる必要があると思われる。

年雨量は大部分5月より10月までの雨季に降る。降雨機構を論ずるにはもっと短い期間の降雨量について調べてみなければならない。雨季における降雨域の中心部の移動を日雨量分布図によって推定しようとしたが、はなはだ複雑で現在の観測網の値からははっきりした傾向をつかむことはできなかった。

流域の降雨の特性としてはその大きさと共に時間的変動をも知ることが大切である。カンボジアの年雨量の資料⁵⁾につきその変動率の標準偏差を求めたところ12~19%の値が得られた。

2. 流量

(1) 本川流量追跡

Mekong 河流域で流量観測が本格的に始められるようになった1960年からの4ヶ年の資料について考えることにする。ラオスからカンボジアに至る本川沿いの流量観測所における各年の最大、最小流量を示すと表-2のようになる。4ヶ年のうち特に1961年の日流量の年間ハイドログラフを描いたものが図-2である。最大流量について考えてみよう。上流の Luang Pra-

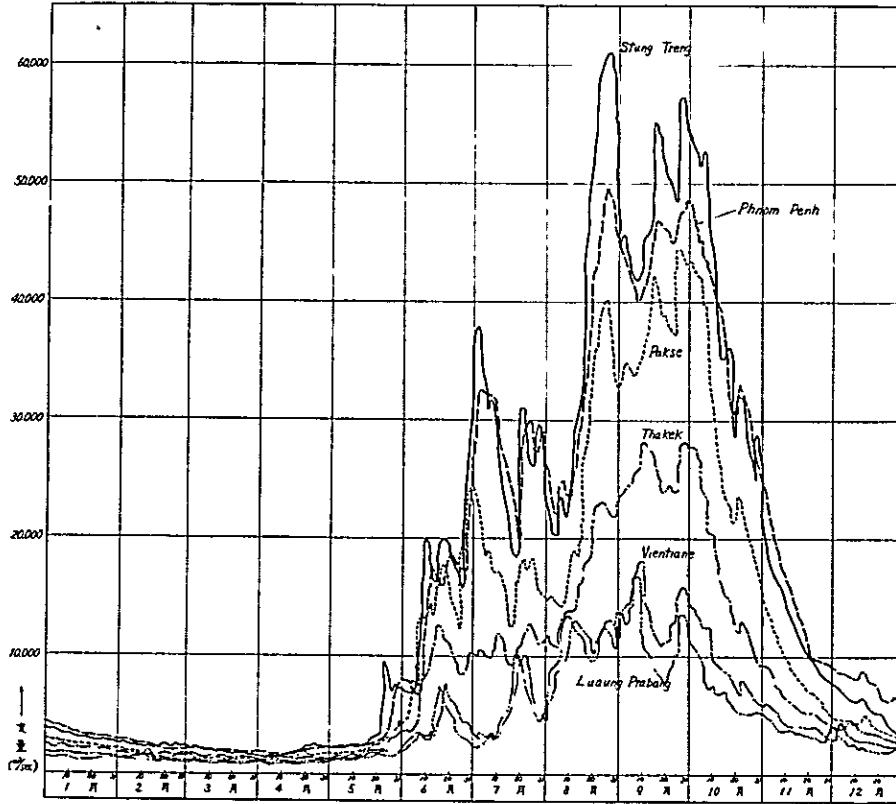
4) 「Lower Mekong Hydrologic Yearbook」1962, 1963年

5) 白石代吉「カンボジア年雨量資料」

表-2 各観測所における年最大および年最小流量

流量観測所	最小流量 (m ³ /sec)						最大流量 (m ³ /sec)						流下距離 (km)					
	1960		1961		1962		1963		1960		1961			1962		1963		
	月	日	流量	月	日	流量	月	日	流量	月	日	流量		月	日	流量	月	日
Chiang Saen				2-28 3-3~4	674	3-26~ 27	637	3-29~ 30	574	8-10	10,700	8-9	10,500	8-21~ 22	11,700	8-9	9,480	
Luang Prabang	4-24,25		880	3-24~ 25	1,000	4-7	1,010	4-2	976	8-18	18,300	9-8	17,000	8-23	16,000	7-26	16,200	
Vientiane	4-28		815	3-25~ 28	1,040	3-29	1,070	4-6	920	8-20	18,200	9-10	18,300	8-26	15,400	8-11	15,800	426
Thakhek	5-3		943	3-30	1,260	4-16	1,320	4-28~ 5-3	1,190	8-24 25	31,700	9-12, 28~30	28,200	9-10	19,800	7-29	30,800	368
Mukdahan	5-3		970	4-2	1,290	4-15	1,310	5-2	1,190	8-24~ 25	34,500	9-30	31,100	9-6	23,000	8-13	36,000	90
Pakse	4-12, 5-4~7		1,060	4-1~3	1,360	4-7	1,380	4-14	1,160	8-25	42,200	9-27	44,700	8-7	34,800	8-12	39,500	
Ban Chan Noi				4-4	1,360	4-6,8	1,490	4-14	1,240	8-26	42,100	9-28	45,600	8-7~8	36,100	8-12	41,700	
Stung Treng	4-12		1,250	4-7~9	1,670	4-8~14	2,030	5-5	1,580	8-26	54,600	8-27	61,300	8-8	52,320	8-13	53,390	
Kratie	4-17		1,250	4-8~10	1,680	4-10~ 12	2,030	5-7	1,600	8-27	53,200	8-27	62,400	8-9	50,100	8-14	50,840	133
Phnom Penh	4-18		1,250	4-13~ 15	1,680	4-14~ 15	2,030	5-11	1,600	8-29	43,300	8-28	49,700	8-13	44,200	8-16~ 17	43,300	215

図-2 Mekong河本川日流量年図 (1961年)



bang と Vientiane とのハイドログラフはよく似ていて、その間に大きい支川の合流はない。Vientiane と Thakhek との間ではピーク流量は倍増している。Thakhek と Pakse との間で 8 月末のピーク流量が育ち始めており、Pakse と Stung Treng との間でこのピークが最大となっていることは、この区間の支川合流量が下流に対して支配的なことを示している。主要支川としては Se Kong, Se San であるが、最大降雨後 1 日で流量ピークが現われている。Stung Treng より上流 Ban Chan Noi のハイドログラフを 1 日遅らせ、これら 2 支川のハイドログラフと加え合わせると Stung Treng に近いハイドログラフが得られる。Phnom Penh でピーク流量が Stung Treng のそれより減少しているのはこの区間の氾濫と本流から Tonle Sap 湖への逆流などのためである。

(2) 年流出量

表-2 に示した本川流量観測所の区間と、この区間に合流する主要支川とにつき、年流出量 (m³) とこれを流域面積で除した年流出高 (mm) とを示すと表-3 のようになる。支川の受け

表-3 本川および主要支川の年流出量と年流出高

本川区間		流域面積 10 ³ . km ²	1960		1961		1962		1963	
			年流出		年流出		年流出		年流出	
			10 ⁹ .m ³	mm	10 ⁹ .m ³	mm	10 ⁹ .m ³	mm	10 ⁹ .m ³	mm
Luang Prabang	区間平均	31.	12.	387	15.	484	10.	323	13.	419
Vientiane	主要支川・Nam Khan at Ban Mout	6.1			3.06	502	2.79	457	5.23	857
Vientiane	区間平均	74.	95.	1,248	106.	1,432	74.	1,000	110.	1,486
Thakhek	主要支川・Nam Ngum at Tha Ngon	16.5					17.9	1,085	24.1	1,461
Thakhek	区間平均	18.	14.	778	25.	1,389	25.	1,389	2.9	1,611
	主要支川・Se Ban Fai at Se Ban Fai	8.56			21.6	2,523			19.7	2,301
	・Nam Pung at Dam Site	0.297							0.102	343
Mukdahan	・Huai Bang Sai at Ban Kham Plaloi	1.24					0.686	553	0.585	472
Mukdahan	区間平均	154.	53.	344	101.	656	85	552	41.	266
	主要支川・Se Bang Hieung at B. Keng Done	19.4			30.5	1,572	18.2	938	20.5	1,057
	・Nam Pong at Pong Neeb	12.0							2.45	204
	・Nam Chi at Yasotorn	43.1	7.59	176	9.15	212	11.7	271	8.90	206
	・Nam Muneat Ubon	104.	20.3	195	23.8	229	29.6	285	18.1	174
	・Lam Dom Yai at Dej Udom	3.34							0.933	279
	・Lam Dom Noi at Sae Falls	2.06			1.57	762	2.12	1,029	1.31	636
Pakse	・Se Done at Ban Nanay	6.17			10.8	1,750	3.71	601		
Pakse	区間平均	90.	128	1,422	150.	1,667	134.	1,489	105.	1,167
	主要支川・Se Kong at Ban Khmuon	29.6					47.3	1,598	40.7	1,375
Stung Treng	・Se San at Ban Komphum	48.2					54.3	1,127	35.1	728

表-4 年流出量の変動

Station	記録年数	年流出高 平均値 (mm)	年流出高変動率 標準偏差 (%)
Mekong River near Vientiane, Laos	35	485	16
" at Thakhek, Laos	22	645	19
" Mukdahan, Thailand	34	666	13
" Pakse, Laos	29	606	11
" Stung Treng, Cambodia	5	573	10
" Kratie, Cambodia	21	732	11
Nam Mune at Ubon, Thailand	16	195	26
Nam Chi at Yasotorn, Thailand	9	186	29

图-3 Mekong 河流域年流出高分布图

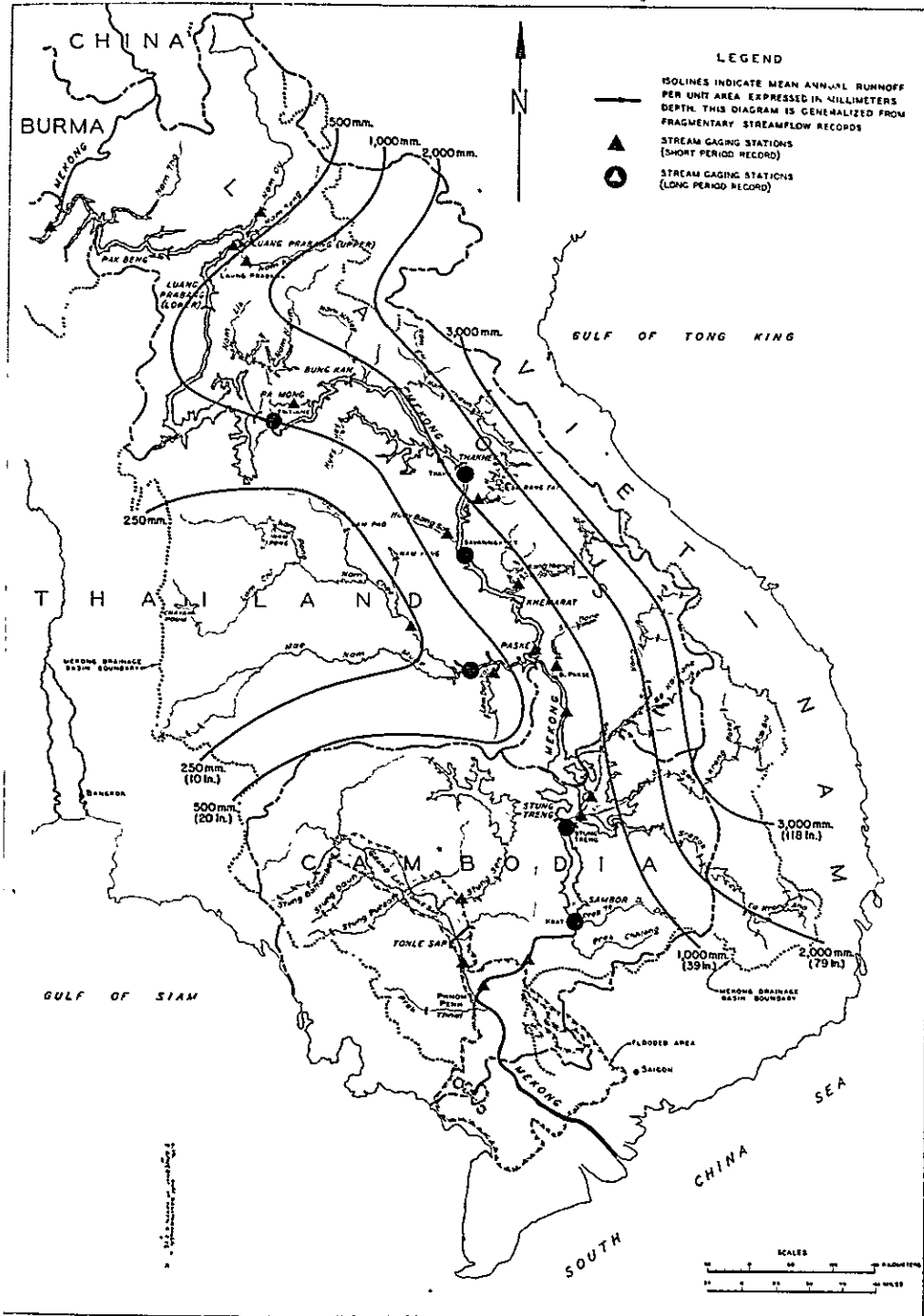


表-5 年雨量と年流出高

支川名	雨量観測所	年雨量 (mm)		流量観測所	年流出高 (mm)		年流出率 (%)	
		1962	1963		1962	1963	1962	1963
Stung Sen	Rovieng	1,753		Kompong Thom	574		33	
Se San	Voeun Sai	2,091	1,846	Ban Komphung	1,127	728	56	44
	Kontum	1,699	1,309					
	Lomphat	1,411	1,392					
	Draing	2,811	2,032					
	Dakmil	1,995	1,644					
	平均	2,001	1,645					
Nam Mune	Nang Rong	842	1,125	Ubon	285	174	20	13
	Surin	1,502						
	Phoyak Phum	1,615	1,383					
	Sisaket	1,921	1,481					
	Chumphae	1,236	1,133					
	Khon Kaen	1,230	1,337					
	Roi Et	1,695	1,299					
	平均	1,434	1,293					

持つ役割が、総量である年流出量と、強度を示す年流出高とで表わされている。年流出量についていえば、Thakhek—Mukdahan では Se Ban Fai が70~80%のウェイトを占め、Mukdahan—Pakse では Se Ban Hieng と Nam Mune とが主要支川であり、Pakse—Stung Treng では Se Kong, Se San が支配的であることがわかる。年流出高についていえば、Vientiane—Thakhek ではラオスの強度は 1,400mm で非常に強く、Thakhek—Mukdahan の左岸のラオスでは 2,000 mm を越えるが右岸のタイでは 500mm であり、Mukdahan—Pakse ではラオス側が 1,000mm に対してタイ側は 200mm になっており、Pakse—Stung Treng では 2 支川のうち北側の方が強く 1,500mm もある。

Lewis-Nelson⁶⁾ は流域の平均年流出高の分布を図-3 のように推定している。この場合、資料としては表-3 に示す値の外、1960年以前の流量資料⁷⁾をも参考にした。既に述べたように1960年以前には水位資料しかなかったためこれはあくまでも推定値

表-6 カンボジア年流出率

年	Tonle Sap湖			Stung Sen 川		
	年雨量 (mm)	年流出 高 (mm)	年流出 率 (%)	年雨量 (mm)	年流出 高 (mm)	年流出 率 (%)
1961	985	276	28			
62	1,576	444	28	1,753	574	33
63	1,279	390	30	—	359	—

6) D.J. Lewis and M.L. Nelson, 「Report on Computer Application to System Analysis Lower Mekong River」 July, 1963.
7) 「Low Mekong River Basin Discharge Data pris to 1960」.

である。この図は大胆に分布が描かれており、こまかい変化は今後の調査に待つところが多いように考える。

年流出量の変動がどれ位あるものかを、雨量と同様な方法で計算したものを表-4に示す。資料として長期のものがほしかったので1960年以前の流量資料を使用した。変動率の標準偏差として本流沿いでは11~19%、タイでは26~29%という値が得られている。

(3) 年流出率

支川流域について流域代表年雨量と流域からの年流出量との関係を求めようとした。資料が限られているので2支川についてしか値が得られない(表-5)。年雨量と年損失量との差である年流出高は Se San で 900mm, Nam Mune で 1,200mm となっている。この2年間の資料では相関関係を表わすことが無理であるが、タイのもっと長期の観測値によって年雨量と年流出量との関係を求めたところほゞ直線的な傾向が認められた⁸⁾。

カンボジアの中央平原のほゞ中央に位置する Tonle Sap 湖は Mekong 河と約 80km の河道をもって連絡している。出水時には本川の水はこの湖に逆流して一時貯溜されるが、この期間は5ヶ月にも達する。連絡河道の中間地点 Prek Kdam (流域面積 84,400km²) の流量観測値からこの年流出高を計算すると表-6のようになる。参考のためこの湖に流入する支川 Stung Sen (流域面積 14,000km²) の資料をも併記する。

III 水文、水理解析

1. Lewis-Nelson 報告

河川流出解析法としてデジタル電子計算機の使用を最初に発表したのはアメリカの Rockwood⁹⁾ である。彼の流出解析の基本式は筆者と同じく Wilson 式からスタートしたもので、Columbia 河の融雪流出の計算式として、融雪のうち直接に寄与する部分を導く式を仮定し、有効雨量に対して Wilson 式を用いて routing して求めたものである。

Nelson らはアメリカ外務省から Mekong 河の流出解析調査の命を受け、1963年に現地を視察しその報告書が出された。現在融雪流出解析に使用している電子計算機 IBM 1620 の解析方法をそのまま雪の無い Mekong 河の流出解析に当てはめることを提案している。そのためには電子計算機の使える人間の教育から始めるべきであるとして、流域4ヶ国よりの研修生を引き受け、計算機の使用の訓練を受けた研修生は帰ってから Mekong 流域に設けられた計算センターで計算作業に従事するというような段取りで計画は進められている。計算としては本川沿いの流量値の routing と主要支川の流出との例が示されている。本川としては Thakhek-Mukdahan, 支川としては Se Ban Fai がとりあげられている。

8) 竹内俊雄「第3回メコン河開発踏査に参加して」土木技術資料 第3巻 第8号, 昭和36年

9) D.M. Rockwood「Columbia Basin Streamflow Routing by Computer」Proceedings of ASCE, Paper 1874, 1958.

2. UNESCO, Mekong 河デルタモデル研究

Mekong 河下流域での重要な水理学上の問題といえば Tonle Sap 湖の洪水時の機能である。Mekong 河流域の開発計画の中にこの湖の出口に堰をつくる計画があるので、この堰の完成後の操作が下流域にどのような影響を及ぼすかについての研究が UNESCO によって取り上げられた¹⁰⁾。

解析の対象地域はカンボジアの Chhlong (Kratie の下流)より下流地域であって、この流域の水理特性をもつ電子計算機を組立て、Tonle Sap 湖に設けた堰の操作が下流部の洪水ピークの遅減に、また滔水量の増加にどのように役立つかを研究するものである。この際、塩水浸入、舟運、漁業などの問題も充分考慮に入れるわけである。

この研究を遂行するに当っては次のような組織を考えている。すなわち、consultant が中心になって立案し、sub-contractual が資料の収集、モデルの準備を行ない、流域4ヶ国から5人を採用し、彼らを研修して計算作業を担当してもらおうというやり方である。

UNESCO のこの研究がすんだ後、計算機は4ヶ国に譲渡されることになっている。この際、4ヶ国の技術者を研修してあるのでその取扱いに慣れており、移管後もスムーズにゆくことが期待されている。

IV む す び

- a Mekong 河調査にはわが国よりこれまで多くの人が参加し、膨大な資料が持ち帰られた筈であるが、一箇所に集められ、整理されていて初めて次の段階に価値が発揮されるものである。この際、東南アジア水文資料室の設置が望まれる。
- b Lewis-Nelson グループの技術協力の仕方をみると、これまで国内で完成したものを外地に適用したという感じである。国際協力とはそういうものようである。わが国の今後の援助を考えた場合、やはりポテンシャルのあるものから始めるべきであろう。
- c わが国がこれまで発表した Mekong 河流域開発計画の作成の段階では、不十分な水文資料を使っても早く見積ることが要求された。1960年以降、正確な水文資料が得られるようになってきたので、当初の資料を再吟味することができるようになった。
- d 雨季における流域の降雨状況をみると夕立の連続といった感じがする。かような地域で面積雨量を正確に求めるには、レーダー雨量計しかない。
- e Harza, Nelson, UNESCO の3通りの援助について述べたが、3つに共通していえることは現地4ヶ国の技術者を研修して技術を教え、教育が終ると機械、器具をそれらの国に与えてやるということである。後進国援助の場合には人と物との両面から面倒をみなければ実績は上らないのであろう。わが国も大いに見習うべきだと思う。

10) United Nations Special Fund Plan of Operation Mekong River Delta Model Study, 12, February, 1962.

3 カンボジアにおける水文・気象の特徴

K.K.三祐コンサルタンツ
インターナショナル

加 藤 哲 夫
川 合 尚

ま え が き

筆者らは1964年11月初旬から翌年2月中旬までカンボジアに在って、Sambor 地域開発の調査に携わった。これはメコン委員会の日本政府への委嘱による Sambor Project 計画の一部として、農業開発部門のかんがい排水調査を海外技術協力事業団から委託されたもので Kratie 州における現況調査が主であったが、安芸団長に率いられて、他の地域も Mekong, Tonle Sap, Bassac 沿いに主にかんがい排水事業を視察、見聞する機会を持った。わずかに一乾季の前半に過ぎないので新たに得た資料に既往の資料も加えて、若干の解析を加え、2, 3 気付いた特徴について述べる。

I カンボジアの水文・気象の特徴

カンボジアは北緯10.4度から14.6度の間に位置し、Köppen の分類をまつまでもなく、熱帯多雨気候に属する。2, 3 の特徴を挙げるとつぎのようである。

- a アジア・モンスーンの支配下であること。
- b モンスーン中の降雨は、スコール性のものが多く、地域的・時期的に降雨量は大いに異なる。
- c Mekong 下流域は太平洋台風圏にも入る。しかし、台風の多くはインドシナ半島に勢力をそがれ、Mekong 下流域を通過するときには、その威力は失われる。ただし大降雨を伴ない、特に南西モンスーン後期の台風は、河川の最高洪水をもたらすことがある。
- d 12ヶ月周期の月平均気温の振巾は小さく、かえって気温の日較差の方が大きく乾季には日較差が 10°C 以上に及ぶことがある。

II 蒸発・蒸散

Thornthwaite が1931年に水経済を中心に考えた気候分類を発表した。それは次式にもとづき表-1のように分類したものである。

$$P/E = (P/5.0T + 62)^{10/9} \quad (1)$$

ただし、蒸散量 E, 降水量 P は mm/month

表-1 Thornthwaite の気候分類

	林 相	P/E
湿 潤	A 雨 林	107%以上
	B 森 林	53~106
	C 草 原	27~ 52
やや乾燥	D ステップ	13~ 26
	E 砂 漠	12以下

表-2 カンボジア各地の P/E 値

	Battambang		Kompong Cham		Phnom Penh		Stung Treng	
	1962	1963	1962	1963	1962	1963	1962	1963
Mar.	51	20	—	13		9	—	8
Apr.	13	11	18	—		—	—	1
May.	42	73	65	28		53	52	73
Jun.	90	29	44	94		55	155	122
Jul.	97	86	138	44		57	237	161
Aug.	98	158	127	102		108	102	164
Sept.	210	132	168	75		84	220	242
Oct.	57	173	54	66		210	60	61
Nov.	28	134	8	88		119	7	5

で表わし、気温Tは °C で表わす。

カンボジア各地の蒸散量を、上式で計算し (図-1 参照), P/E を求めてみると、表-2 のようになる。雨季の8, 9月はA, 雨林に相当し、雨の少ない3, 4月はE, 砂漠並みである。

蒸発量は、雨季直前の4月頃が最高、8月頃が最低である。雨季と乾季で平均蒸発量はあまり大きな差はなく、また地域的にも大差はないようで、年平均 6mm/day 弱である。図-1 に示すように、蒸発量の12ヶ月のパターンは日照時間や気温にかなり密接な関係があるようである。

またカンボジアでは図-2 に示すように、蒸発量 (の蒸散量) と気温との関係は4月から11月までの雨季とその他の乾季とではそれぞれ違った傾向が見出されるが興味深い。

カンボジア 農林省農業土木次長 Hing-Un 氏が、蒸発散位に関して Penman 公式の適用について研究し、乾季には不適だが雨季ではよく一致するとされている。これは P, E の性質上うなづけよう。

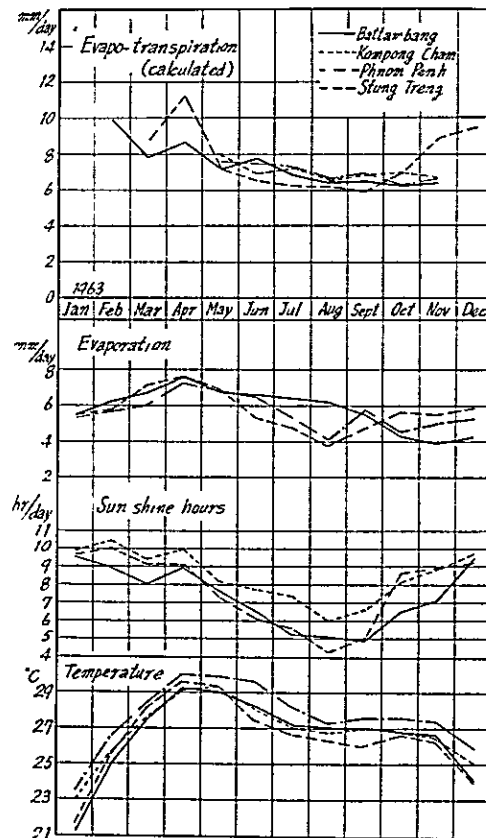


図-1-1 蒸散量と蒸発量, 日照時間, 平均気温, 1963年

III 降 雨

カンボジアのみならず全 Mekong 流域にとって、降雨自身がかんがい用水の主水源であるから、モンスーンを訪れる時期と去る時期とは、農業上もっとも重要な影響をもつ。ところが、この雨季の期間と雨量とは、年ごとに相当の変動がある。

図-3は、もっとも観測期間の長い Phnom Penh の降雨状況を調べたものである。ここで、便宜上雨季の定義を、月降水量が年降水量の5%以上ある期間とした。図-3をみると、雨季の始まる月は54年間のうち、約70%は4~5月であるが、バラツキが大きく、雨季期間中にも暴雨月（年降水量の5%以下）が54年中50%近く含まれることがわかる。（表-3参照）

図-4は、Phnom Penh の年雨量の長周期変動を調べたものである。

図-5のコレログラムでは、とくに目立った短周期性はないので、適当に7年と4年の filter を選び算術移動平均によって原系列（図-4）を平滑化した。

長期傾向としては、10数年ないし数10年の周期があるように見える。確率水分量を求める場合、つぎの方法の提案は、精度を高めるのに有効と思う。すなわち、まず原系列を決定論的な長周期成分と、その残差系列とに分ける。短周期成分の残差系列は、おそらく定常時系列であり、従来の方法による平均値からの残差系列よりも、偏差が小さく精度がよくなる。求める洪水、渇水の目的に応じて長期傾向のピークまたは底部を選び、所望の確率で残差成分をこれに加えるのである。

図-4には、同時に Kratie における Mekong 河の年平均流量の系列を描いた。その傾向が Phnom Penh における雨量と対応しなくても不合理ではないが、下流部では融雪の影響はほと

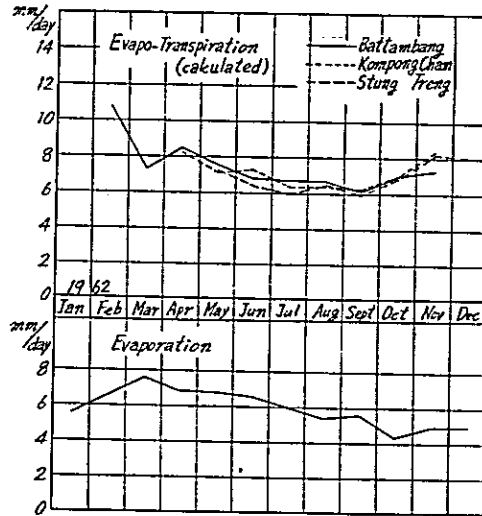


図-1-2 蒸発量と蒸散量 1962年

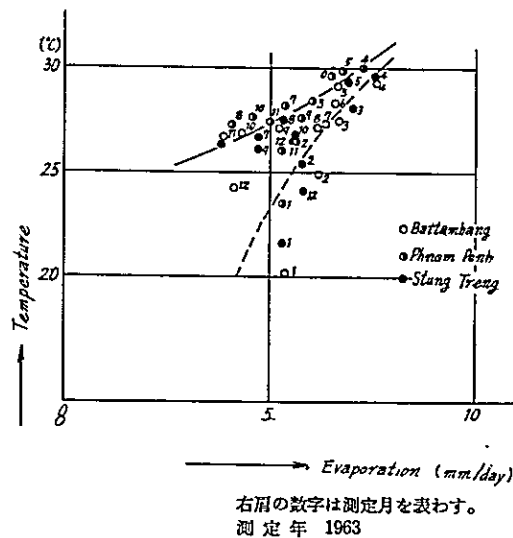


図-2 蒸発量と気温との関係（月平均）

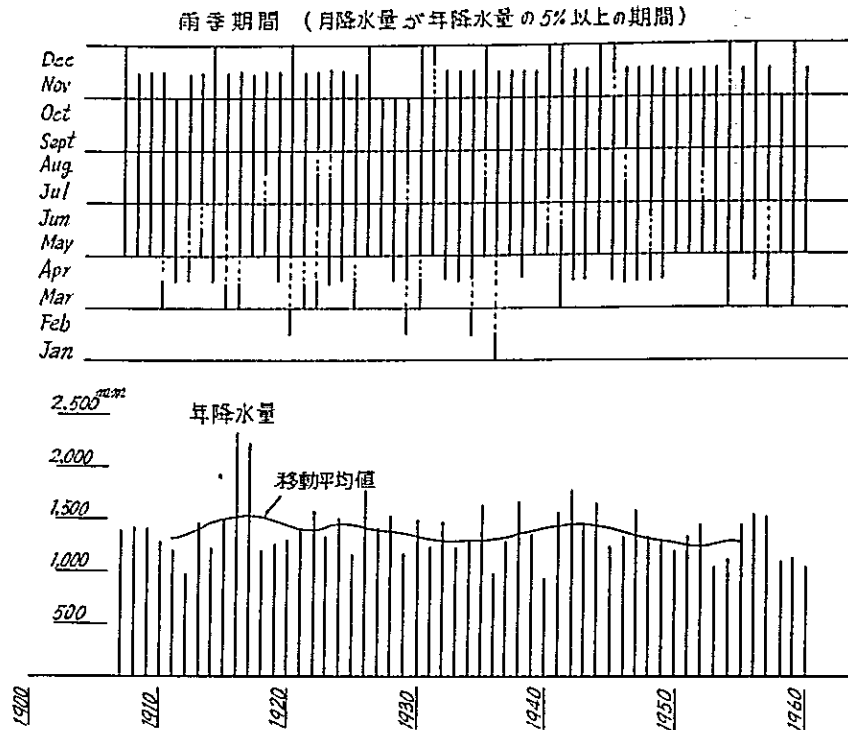


図-3 Phnom Penh における降雨状況

表-3 雨季期間に関する頻度 (Phnom Penh 1907~1960)

雨季の始まる月の回数	左のうち寡雨月を含む回数	雨季の終る月の回数	雨季のつづく期間		
			始月から終月まで	寡雨月を除く	
1月	1	10月	6カ月	2	6
2月	3	11月	7カ月	15	23
3月	11	12月	8カ月	19	17
4月	18		9カ月	11	7
5月	21		10カ月	5	1
			11カ月	2	—
計	54	25	計	54	54

んどないといわれる Mekong 河流量の流出に対応する降雨を求めることはかなり複雑で困難なことを示唆している。

年雨量の分布について、Phnom Penh における雨量データにもとずいて考察すると、大体対数正規分布となっているようで、年平均雨量は 1,340mm、非超過確率 5% 及び 95% では 990mm 及び 1,820mm である。

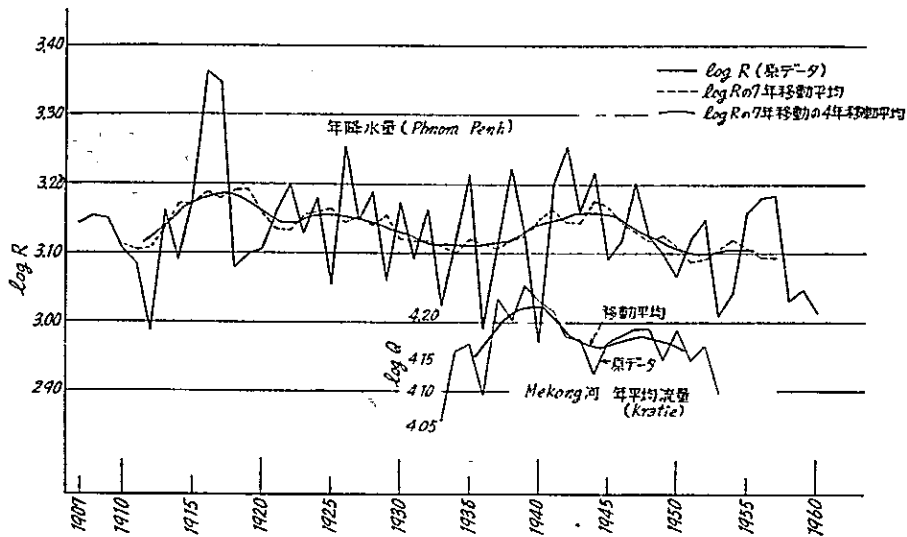


図-4 Phnom Penh 年雨量の長期的傾向

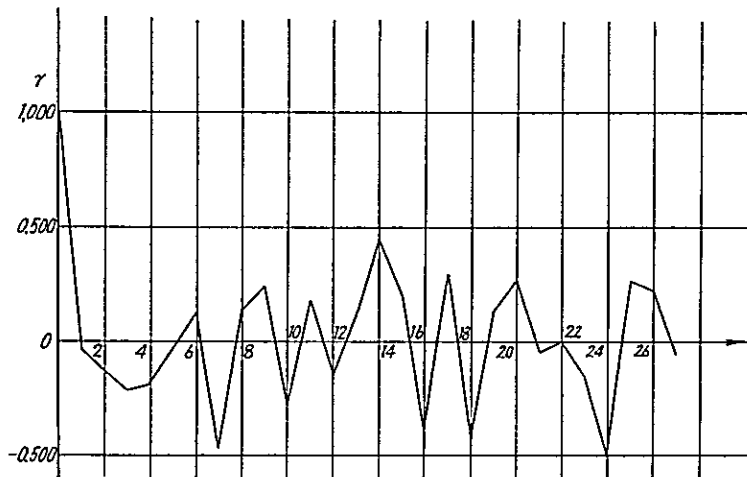


図-5 Phnom Penh 年雨量のコレログラム

つきに降雨の地域性について若干ふれてみよう。図-6は Mekong 河沿いの Kratie とその下流の Kg. Cham との月降雨量を対比してみたものであるが、殆んど相関性は認められない。

つきに、スコールの降雨強度について述べる。この降雨強度は、土壌保全や水路の設計に当って、一つの重要な因子となる。以下は、1964年の雨季の降雨記録のうち、若干の降雨強度の大きい 1hr, 1/2hr, 1/4hr 雨量の資料について、解析を試みたもので、1hr 以内の降雨強度についてはほぼ次式が適用できるようである。

$$\Gamma_T = C - 84 \log_{10} T \quad (2)$$

ここに、 Γ_T : T hr 連続降雨 R_T の降雨強度、 $\Gamma_T = R_T/T$ (mm/hr)

C: const., T=1hr における降雨強度、1964年の観測では30~70mm/hr の範囲。

降雨記録をみると、日降雨量が1hr雨量の2倍以上となることは稀であって、スコール性の場合には日雨量の降雨時間が数時間、多くは2時間程度までのようである。

IV 河 川

Mekong 河の水位は12ヶ月周期のバタンを毎年くりかえす。雨季の始まりと共に、4月末~5月からゆっくりと上昇し、8、9月にピークがあり、雨季の終りと共に急低下する。そしてつづいて始まる乾季と共に、徐々に減水する。年によって小さな変動があり、また降雨によって時々独立したピークを持つけれども、年間のフローパターンは同型である。カンボジアでは、Mekong 河の自然堤防を洪水が越流する箇所はあまりないけれども、多くの小さな支流の堤防は Mekong 河のものより低いので支流を逆流して後背地に流出する。

支流の水位は、背水の影響をうけて本流の水位に追随するけれども、支流は自身の流域からの流出により、水位の年間のパターンが複雑である。本流水位の年間パタンのピーク附近の水位はほとんどの支流を通じて比較的長期(1~3ヶ月)の氾濫をもたらすが、時々支流流域のスコールが支流水位を急激に(数時間以内)高め、それがまた諸所で局地的に氾濫を起させる。この氾濫はたかだか1~2日で減水してしまうが、水位上昇はかなり大きい(数m)所がある。

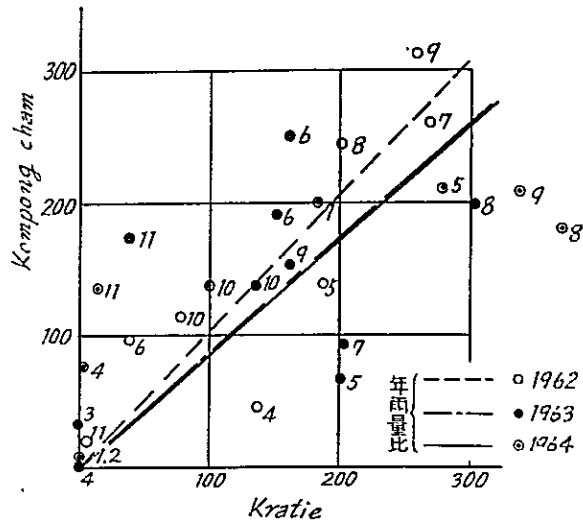


図-6 月降雨量の地域差

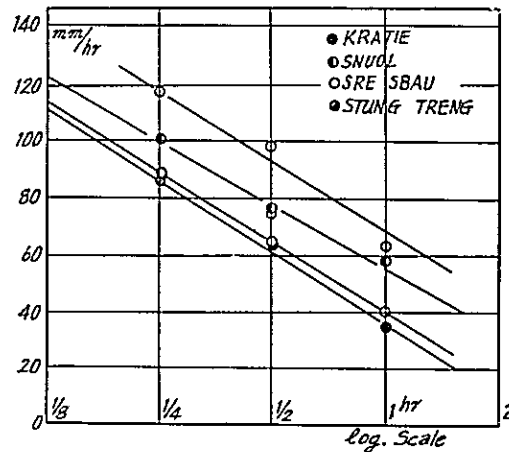


図-7 スコールの降雨強度

る。これらの支流の流出に関する正確な情報は、今のところえられていない。

計画にあたって、これらの洪水状況を知ることは極めて重要であるので、1965年2月にKratie州の主な支流21ヶ所に量水標を設置し、あわせて流域内の10ヶ所に簡単な雨量計を設置した。これにより、1965年の雨季調査以後、降雨量の比較的近距离の地域差、支流の流出状態などがある程度解明されるはずである。

最近の Mekong 河の水位、流量に関する資料は、1962年以後16地点の記録その他が Hydrologic Year Book に収められている。いま比較的途中の流入流出量の少ない Stung Treng と Kratie の間で、洪水追跡に Muskingum 法を試みてみよう。洪水は1963年のピーク、8月7日から8月28日までの資料を選んだ。

$$S = K[xI + (1-x)O] \quad (3)$$

ここに、 S ：貯留量 $= (A_s + A_k) \times 130 \text{ km}^2$ 、 $A_s = \text{Stung Treng}$ における流積 $= h_s \times 2,000 \text{ m}$ とした。水深 h_s は、 $H-Q$ 曲線から $Q=0$ のとき $H = -0.3 \text{ m}$ と推定し、Year Book の観測値を $+0.3 \text{ m}$ 修正した。 $A_k = \text{Kratie}$ における流積 $= h_k \times 1,800 \text{ m}$ とした。水深 h_k は前同様 $Q=0$ のとき $H = 2.2 \text{ m}$ とし、観測値を -2.2 m 修正した。 K, x ：const I, O ：それぞれ Stung Treng および Kratie における同時刻の流量。

時刻刻みを1日にとり、(3)式で $x=0$ から0.5までを仮定し、 S と $[xI + (1-x)O]$ の関係をプロットすると、図-8のようになる。 $x=0.4$ と0.5の間でループは極めて扁平となり、ここでは Muskingum 法を適用できることがわかる。グラフから $K=33,600 \text{ sec}$ 、 $x=0.45$ 、そう

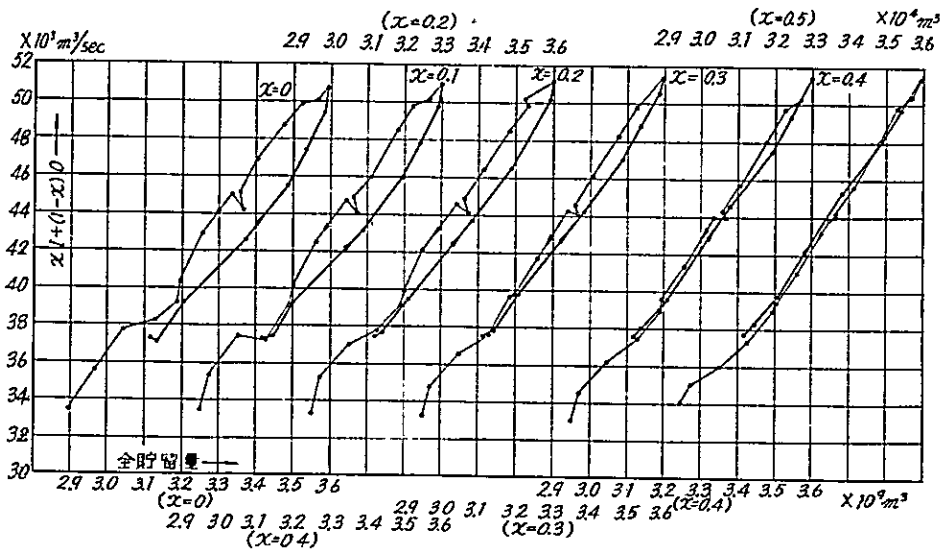


図-8 Stung Treng~Kratie における Mekong 河の洪水進路 (Muskingum法) 1963, Aug. 7~24

して(3)式を書き直して,

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_1 = -0.148 I_2 + 0.885 I_1 + 0.263 O_1 \quad (4)$$

とすることができる。ただし(4)式のIとOの添字1,2は、時刻tおよびt+Δtにおける諸量。

$$C_0 = -\frac{Kx-0.5\Delta t}{K(1-x)+0.5\Delta t}, \quad C_1 = \frac{Kx+0.5\Delta t}{K(1-x)+0.5\Delta t}, \quad C_2 = 1-C_0-C_1, \quad \Delta t=6\text{hr} \text{ にとった。}$$

図-8から、xは0.5に近いので、流入と流出の各影響は同程度でありかなり急流であって、流入 hydrograph はあまり変化せずに流出地点に伝播するといえる。Stung Treng, Kratie 間はこの時の水面勾配約1/5,000, 平均流速 2.4~1.5m/sec, 粗度係数 n=0.035 前後と推定される。この間は、洪水時もさして氾濫しないから、図-8のような結果は当然といえよう。

図-9は、前記計算の洪水波形のピーク附近を、Mekongの上流から Ban Chan Noi (流域 549,000km²), Stung Treng (流域 635,000km²), Kratie (流域 646,000km²), Kompong Cham (流域 660,000km²) の各地点について、ピークを合わせて描いたものである。上流から次第に洪水波頂の曲率が增大して、平滑化してくる様をうかがうことができる。しかし、河道断面の変化, 流入, 貯溜などのため、もとより波高の減衰法則などをそのまま適用することはできない。

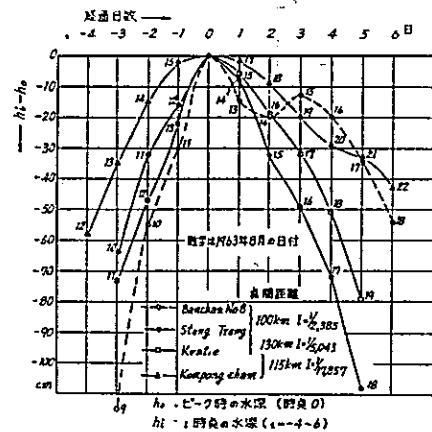


図-9 Mekong 河の洪水波頂付近の水面形

その他 Mekong 河の特徴としては、年間 $150 \times 10^6 \text{ ton}$ の沈澱量に及ぶ Sedimentation concentration (約 300ppm), 塩分浸入問題などがある。これらは最近とくに問題化し、原因として流域および堤防, 水路の荒廃が伝えられるが、これもまた非情なベトナム戦乱の影響というべきであろう。

4 Bengal 湾に発生するサイクロンについて

水資源開発公団第二工務部 宇和川 正人

1961年9月から1963年9月まで、Colombo plan により東パキスタンに派遣され、Ganges 河口地帯の治水利水計画に従事した。

Ganges 河口デルタ地帯は、北海道の面積の約2倍のまったく平坦な沖積地帯で、Bengal 湾沿岸に建設中の150万 ha にわたる coastal embankment project (海岸堤防による農地造成事業) は、この国の一大国策として取り上げられている。

一方、この地方一帯に発生する暴風(サイクロンストーム)は、堤防・農地・住民・施設に莫大な損害を定期的に与えている。サイクロン対策は、事業が沿岸地帯に進み、大規模化するにつれて重大視されつつある。ここでは、主として Bengal 湾に発生するサイクロンの水文的な資料を収録した。

I サイクロンについて

19世紀の中頃、英国人 Captain Henry Piddington (海洋気象学者・英国東インド会社・Calcutta 本社) は Indo 洋及び Bengal 湾に発生する暴風 (gale, severe storm) について組織的な研究を加え、ギリシャ語の "Coil of a snake" の意味を有するサイクロン (cyclone) と命名した。この名が今ではこの地方に発生する熱帯性低気圧の固有名詞となっている。

熱帯性低気圧は、その源を赤道附近に発し、世界各地でハリケーン (hurricane) ・台風 (typhoon) ・サイクロン (cyclone) として知られている。サイクロンは Bengal 湾及び Arabia 海に発生し、また南半球では Mourishas 島及び Madagascar 島東方の Indo 洋にも発生する。台風は中国沿岸と日本に、ハリケーンはアメリカ東沿岸に発生するもので、これらはすべて同一の気象的性質をもっている。これら熱帯性低気圧は、時として中心示度は 910mb に下り 300km 以上の半径で、風速は 60m/sec にも達し、30km/hr の速度で移動する。また、しばしば強雨をとめない、通過期間に 1,150mm にも達した記録 (Carolina, July 14, 15, 1916) がある。強風・強雨のもたらす被害は、わが国においても、インド地方においても、アメリカ大陸においても、海岸地帯においてはなはだしい。(図-1)

インド地方におけるサイクロンの科学的な気象観測は今から 100 年程前の 1864 年及び 65 年に Calcutta ~ Basulipatam 地方にそれぞれ 80,000 人、40,000 人の死者を出した二大サイクロンを契機として、イギリス政府がインドの主要地点に観測所を設けてサイクロンの予報を試みようとしたことに発している。

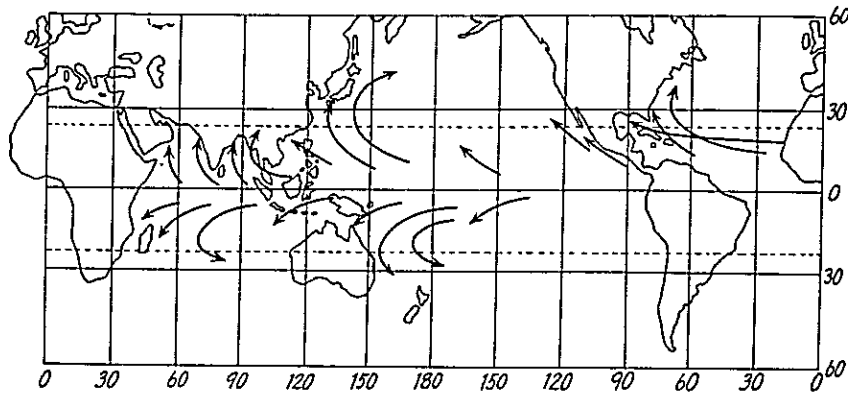


図-1 熱帯性低気圧の発生及び進路

1891年から1923年の33年間に発生したサイクロンを線の太さによりそれらの大きさを示した monthly charts が Indian Meteorological Department から “Storm track in the bay of Bengal” として発表されている。

これらによると1月、2月には殆んど発生しない。4月、5月の雨季前サイクロン (Pre-monsoon cyclone, 季節風未吹走期サイクロン) は主として東海岸 Cox's Bazar 附近を経て東北に進む。これらは時々しか発生しないが、大きい被害をもたらすものである。6、7、8月のモンスーン中のサイクロンは頻度は多いが、中等の規模のものが殆んどで、中部 Bengal 湾に発生し、Orissa, West Bengal を通り北西に進む。これらの被害は他に比べて小さいのが常である。9、10、11、12月の雨季后サイクロン、季節風後退期サイクロン (Post-monsoon cyclone) は他に比べて一番大きく、West and East Bengal, Burma, Madras など Bengal 湾一帯を襲う。一般に雨季后サイクロンは、半径が小さく進行速度が早く、雨季前サイクロンは半径が大きく速度は遅い。

Bengal 地方のサイクロンによる被害を論ずる前に Ganges 河口地帯の地形を述べておく必要がある。なぜならば次項に述べるサイクロンの歴史からみても、また近年における被害からみても、それらによる災害の想像以上に大きいのは、この地方が極度に平坦なデルタ地帯 (Gangetic delta) であるのに起因しているからである。

II Ganges 河口地帯の地形

Himalaya 連峰と平行して、その北麓に源を発した Brahmaputra 河と、Himalaya の南麓を平行して同じく東方に流下する Ganges 河は、東パキスタンのほぼ中央部で合流して Meghna 河となり Bengal 湾に流入する¹⁾。Ganges 河はこの500年の間に雨季の洪水のたび

1) Ganges, Brahmaputra, Meghna 三大河川の特性については、Session 4 木村隆重氏論文を参照。

に流路を東へ東へと遷え、現在までに約 240 km 移動しているから10年間に 5 km の割合で移動して今日に至ったことになる。この Ganges の“eastern movement”と洪水期の氾濫沈デイ作用によって形成されたのが東パキスタン州の大部分をなす Ganges デルタ地帯で、無数の大小河川と、これらを縫うように網の目状に入り組んだ channel (Khal) で形成された14万km²にも及ぶ低標高地帯である。海岸線より160kmの地帯は標

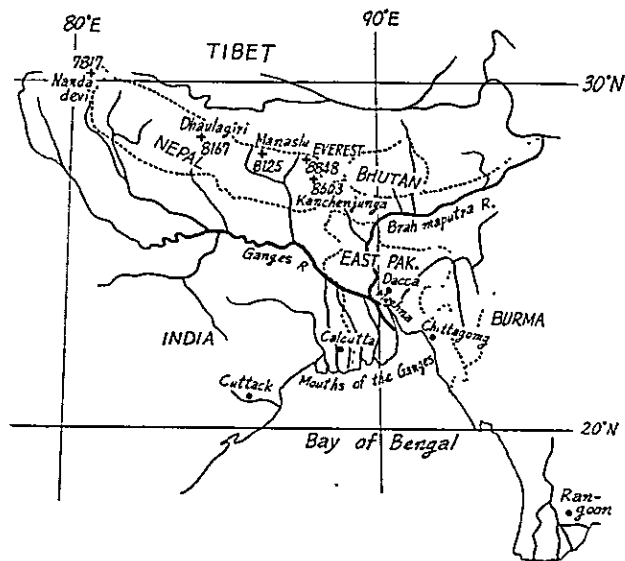


図-2 Ganges 流域地帯

高 2, 3 m で、内陸部300kmまで潮位の影響 (tidal influence) を受け、130km まで塩水の影響 (saline influence) を受けている”。

Ⅲ 歴史に残っているサイクロンの被害

1960年のサイクロンの被害について東パキスタン政府へ提出されたこの国のある気象学者の報告文の introduction に次のような文があった。

A cyclone is a natural phenomenon like a flood, an earthquake or lightning. We in our ignorance attribute it to God's "Qahar", but this is, to my mind, a wrong belief, as God who is so merciful does not cause distress to His creatures.

It is, if at all, a manifestation of God's Power to remind man of his insignificance in the Universe. To an engineer it must be regarded merely as a reminder to build safely against the Powers of nature.....

ここに、Qahar は punishment of God の Bengal 語である。

Quhar として歴史に残っているサイクロンの記録をみてみよう。

古いもので、1584年東パキスタンの Barisal を襲ったサイクロンの模様が Ain-i-Akbari (アクバリ、モゴール帝の史紀)に残っている。当時の“海鳴り”の状況や気象の変化が詳細

2) 次項の論文を参照。

に記されており約20万人が高潮に呑まれて死んだ。

1797年には Noakhali の島々が高潮のため全滅したことが Bengal District Gazetteer に記載されている。1822年6月6～8日のサイクロンでは Hatiya, Bakerganj で72,746人、牛が98,834頭海水にさらわれた。

1864, 65年と続いて Calcutta Basulipatam 地方では8万人と4万人それぞれ死者を出し、時の英総督府はインド連邦の主要地点に気象観測センターを設けてサイクロンの予報を開始した。

1876年10月31日、11月1日の暴風は“Backergunge Cyclone”として比較的詳細な記録がある”。このサイクロンは Bakerganj, Noakhali, Chittagong 地方に被害をもたらした。Bakerganj 地方は人口437,000人のうち105,000人が死に、Noakhali では403,000人のうち90,000人が、Chittagong 地方では222,000人のうち20,000人が高潮のため溺れ死んだ。(計1,062,000人のうち215,000人が死んだ)このうち、約10万人は数分のうちに、Meghna 河の surging のため流れが一時停止したことにより溺れ死んだもので、残りの死者はサイクロンのあと、疫病の発生によるものである。

以上が歴史に残った大規模のものであるが比較的小さいものとしては、1825, 32, 55, 67, 69, 70, 93, 95, 1910年などが記録されている。このうち後述するものとともに、1869年と1960年(10月10日、31日)は1ヶ月間に同一地方を2回襲ったもので珍しい例とされている。

最近では1958年5月16～19日に第一級のサイクロンが Noakhali, Chittagong, Sandwip 島一帯を、同年10月21～24日に Noakhali, Barisal 地方を襲っている。

1960年10月9～10日を30～31日に Noakhali, Chittagong, Bakerganj 地方を襲ったものはこの地方の住民を恐怖に陥し入れた。9～10日の風速は、33m/sec、30～31日のは55m/sec で中心示度は980.5mb、随伴雨量は Chittagong Air Port で76mm、Barisal で51mm、Cox's Bazar で76mm、Narayanganj, Khulna で38mm と記録されている。(表-1、図-3参照)

表-1 1960年10月9,10日と30,31日のサイクロンの被害

	人 口	死 人	人 家	全潰家屋	半壊家屋
Noakhali 地方	790,000	4,742	157,000	21,100	96,600
Chittagong 地方	840,000	9,163	181,700	26,700	81,200
Bakerganj 地方	250,000	2,952	50,000	—	—
計	1,880,000	16,857	388,700	47,800	177,800

1961年5月9日 Barisal Khulna 地方、同30日 Chittagong 地方を中規模のサイクロンが襲っている。

3) 「Report of the Vizagapatam and Backergunge Cyclone of Oct., 1876: Commission of Chittagong Division」

1963年5月28, 29日に Chittagong 附近を襲ったものは、現地で体験することができ、各機関からデータを集めることができたのでつきにやや詳しく述べよう。

(被害)

東パキスタン政府よりつぎのように発表された。

a 死者 9,742名
 9,675名…Chittagong 地方
 65名…Noakhali 地方
 2名…Chittagong Hill Tracts

b 被災住居 660,100戸
 完全被災 231,100戸
 部分被災 429,000戸

c 被害農地 110,000 ha
 水稲(Aus 稲 27,600 ha, Amon 稲80,000 ha)
 Banana 1,020 ha, Betelnut 300 ha, Sugar cane 166 ha, Coconut 96 ha など

d 家畜被害
 牛 25,000頭
 羊 50,000頭
 鶏 125,000羽

(気象データ)

低気圧の中心示度は 969 mb (Chittagong Forecasting Office, Patenga Airport)で、25日東インド洋に発生し図-3の経路で北進した。進行速度は30km/hr と推定される。表-2は風速・風向を Chittagong Airport で記録したものである。

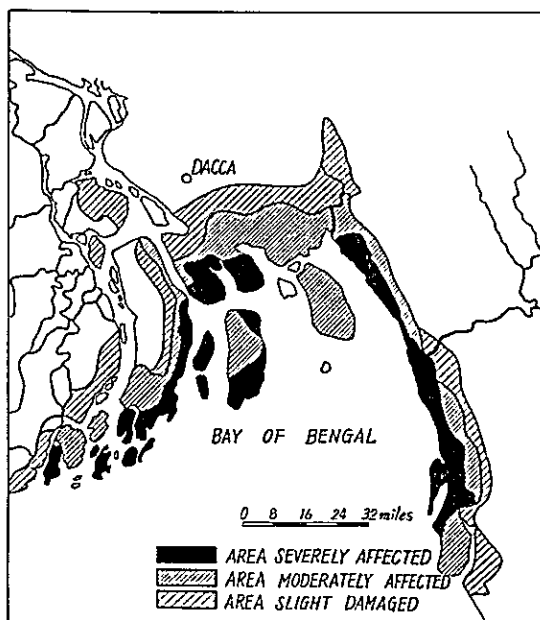


図-3 1960年10月10, 31日のサイクロンによる被害地域

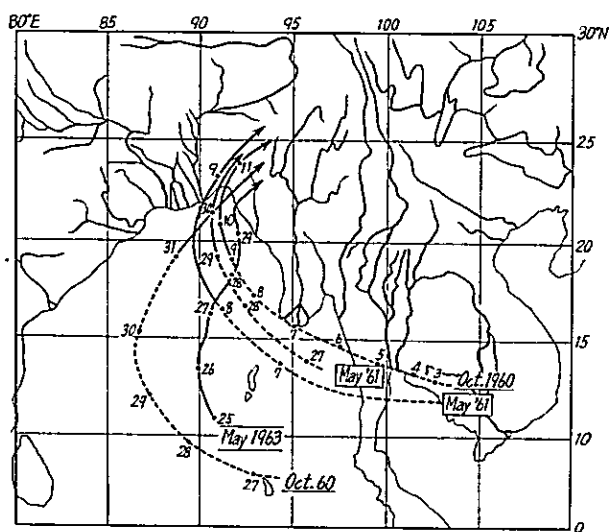


図-4 最近のサイクロンの経路

1965年5月2日 Barisal 地方に発生したサイクロンは風力10程度のものであった。

インド地方の暴風の表現法として、風力7以下を depression, 風力8, 9を moderate storm, 風力10以上を severe storm といっている。1890年から1950年にベンガル湾に発生した depression を集計した月別の表を次に掲げる。

表-2 Chittagong 空港で観測された1963・5・28～29サイクロンの風向, 風速

日	時	風 向	風 速	瞬間風速
5月28日	21	NE	12m/s	
	22	"	18	
	23	"	22	
	24	"	22	44m/s
29日	1	ENE	35	42
	2	SE	44	56(max)
	3	S	35	43
	4	SSW	33	36
	5	SW	24	
	6	SW	24	

表-3 1890～1950年間に Bengal 湾で発生した disturbance と cyclonic storm の数 (P. Koteswaram による)

Items	month												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Disturbances of all intensities	9	2	4	25	48	76	113	129	132	119	92	44	793
Percentage frequency	1	0.3	0.5	3	6	10	14	16	7	15	12	5	
Cyclonic storms	4	1	3	14	22	30	36	22	29	54	15	22	288
Percentage frequency	1	0.3	1	5	8	10	12	8	10	19	18	8	

IV Coastal Embankment Project による海岸堤防の耐サイクロン性に関する技術的一考察

1. Coastal Embankment Project について

第2項で Ganges 河口地帯の地形について述べたが、西部のインド・パキスタン国境から Khulna, Faridpur, Barisal, Noakhali, Chittagong 地方にかけて、海岸線より50～80kmの巾で標高1～3mの低標高陸地が展開している。Khulna 地方から Meghna 河にかけて Ganges 系の沖積層、Meghna 河から東方は Brahmaputra 系の沖積土より形成されている。また西部河口地帯に発達した Sundarbans は世界でも代表的な海岸森林地帯である。この約150万haにわたる平坦地は、古くからヒンズー教徒により輪中堤による農地化が進められて来たのであるが、1947年のインド・パキスタンの分離によってこの地帯で農耕に従事していたヒンズー教徒はインドに去り、輪中堤の手入れは、疎かになり広大な低位耕地は荒廃しつつあった。独立後のパキスタン政府は、東パキスタン州の開発事業の筆頭に、Coastal embankment の建設、補修をあげ1958年から60年にかけて大規模な荒廃堤の補修工事に着手した。この事業の有利性は、人口密度1km²当り350人にも達する豊富な人的資源を利用して堤防を造り、河川横

断個所には簡単な sluice gate を設置するだけで、殆んど外貨を使わずに、広大な農地を造成植民することができることにある。これらの土壤に含まれる塩分は潮位の変動を利用して sluice gate を操作することにより2, 3年のうちに洗い流されてこれらの土地は立派な稲田とすることができ、full benefit を期待することができる。また1963年頃から、今まで手のつけられなかった大規模な輸中築造工事がアメリカのコンサルタンツの指導とアメリカの資金により着手された。この事業の建設重点工事は、数多くの中小河川を横断する大規模な sluice を乾季の半年間に完成することにある。設計は合理的で重要部分は凡て基準化され、処理されていた。この project の資金は約1.7億ドル、全堤防延長は実に 4,500km に及んでいる。

ここで問題になるのは、事業が大型化し、海岸部に進展するにつれてサイクロンとの関係が密接になってくることであって、歴史に残っており、また近年における災害の大半をみても高潮による堤防の欠陥によるものである。

2. 海岸堤防の耐サイクロン性に関する技術的一考察

1963年5月28, 29日におけるサイクロン被害について収集した資料からこれら一連の関係を技術的にチェックしてみよう。

このサイクロンに関する諸資料は前項で述べたとおりである。このサイクロンは陸に近づいてから、Chittagong 海岸と Sandwip 島との約24kmの水道を通り海岸に沿って北上したので現在建設中の海岸堤防を寸断する結果を招いた。しかし図-5からすれば中等潮位で低気圧

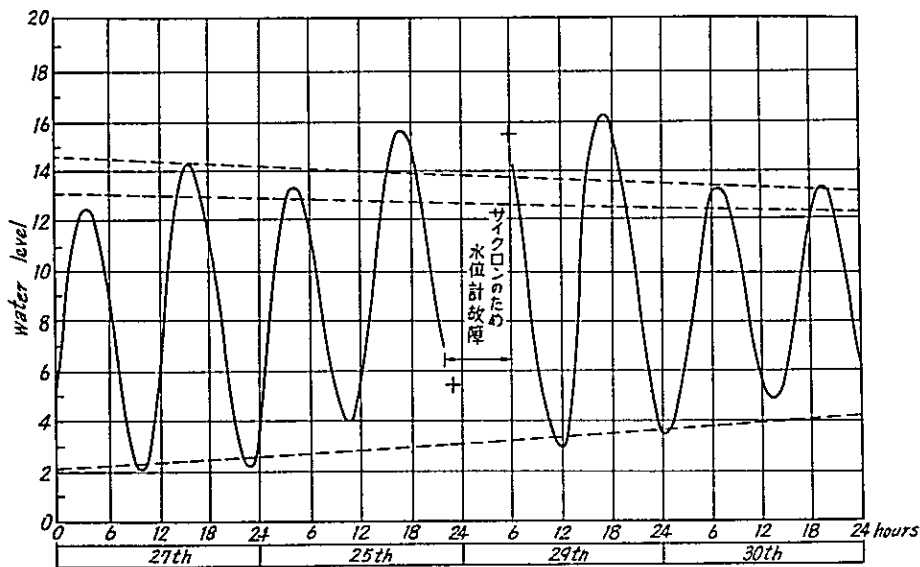


図-5 Chittagong 港における1963年5月28, 29日のサイクロンによる潮位変動 (Chittagong Port Trust による)

の中心が通過したので前掲程度の被害で喰い止められたのは不幸中の幸いであった。

海岸地帯に建設中の堤防は、最高潮位(H.T.L.)に1.5m(5ft)の余裕を加えた堤高で設計され、海岸側を10割でH.T.L.まで築造し、1.5m(5ft)の部分を3割で盛り上げ、4.2m(14ft)の頂巾、1割5分で陸側に配した人力施工の土堤で、何らの法面保護もしていないものである(図-6)。計算の結果は次式に示すとおりである。

height of dyke = max. high tide level (20.0')

- + (a) rising up due to low pressure (2.3')
- + (b) rise due to drift (4.7')
- + (c) resonatic tide oscillation ($\cong 0$)
- + (d) washing wave (6.6')
- + (e) free boad (3'~5')

$$= 33.6' + (3' \sim 5') = 36' \sim 38'$$

となり、 $(38' \sim 36') - 25' = 13' \sim 11'$ がこの程度のサイクロンに対して高さにおいて不足していることになる。さらに海岸側の法面は十分に保護しなければならない。もし完全な防潮堤を計画できないのであれば、海岸線附近の農地化、植民を中止すべきではなからうか。

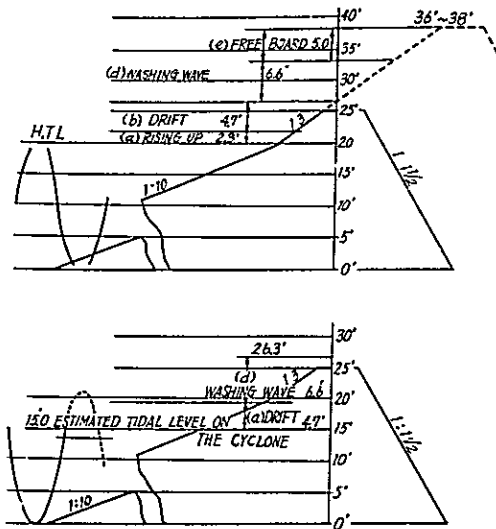


図-6 海岸堤防断面図

5 Chao Phraya 河における塩水浸入と河川流量

京都大学農学部 南

勲

ま え が き

最近東南アジア諸国のデルタ地帯においては、水利用が非常ないきおいで発達する状態にあるが、それとは逆にこれらの地帯において、海水の河川内への浸入現象が顕著になって来ている。この事実は、Mekong 河下流において指摘され¹⁾、また筆者が調査を行なった Chao Phraya デルタ地帯においても発生している。デルタ地帯の塩害にもとずく被害は日本で想像するよりはるかに広大であり、その対策工法が真剣に検討されなければならない。

このような塩害の発生する原因として、次のような広域水利的な要素が考えられる。

- a 河川上流部における取水量の増大により洪水時河川流量が減少したこと。
- b 河川上流の開発の進行により、密林が水田または畑として林相を変化して来たため、上流地域の保水力が減少し、洪水時の比流量が減少したこと。
- c デルタ地帯の開発が進み、従来災害の緩しょう地帯であったところが塩害の対象となっている。
- d 塩害防止対策の不十分なため。

以上のように塩害の発生機構は極めて複雑であるが、これらの対策を立てる第一歩として次のような事項が調査、解析されなければならないと考える。

- a 塩害の発生機構を水理学的に体系的に解析する。
- b 塩水の河川への浸入過程を定量的に解析すること。
- c 河川流量を広域的に解析すること。

もしも、塩害の発生機構あるいは塩水の浸入機構の定量的解析が広域水利計画的に行なわれたとすれば、その対策として、具体的な方法を提示することは容易である。この場合、次のような塩害対策が考えられる。

a 輪中堤の建設

受益地帯の周囲に輪中堤を築堤し、外海あるいは感潮河川からの塩水の逆流を防止し、その上流側水源から淡水を導入かんがいする。

b 排水逆潮樋門の建設

河川あるいは水路の外海への開口部または水路の末端に逆潮樋門を建設して、塩水の逆流を防止する。

1) 安芸成一，東南アジアにおける水利開発問題点，東南アジア研究 Vol. 8.

c 河川渇水量の増強

河川渇水時の流量を、上流地域に貯水池をすることによって大巾に増強し、河川内に塩水が逆流してこないようにする。

d 淡水化計画、あるいは河口ダム

河口附近の逆水池または河口に大型の排水ゲートを作り、その内部の塩水を流入河川の流量により淡水と入れかえると同時に、淡水化された水をデルタ地帯各産業の水源として利用する。

以上のように現在の農業土木的技術はデルタ地帯の塩害の問題をほぼ改良することができる技術的水準にあるが、これらの改良方法を計画にのせる第一歩として、河川流量と塩水浸入度との相関関係について綿密な定量的解析を行なうのが絶対に必要である。

筆者は Chao Phraya デルタ地帯の塩害機構を東南アジアデルタ地帯のモデルとして取り上げ、塩害対策の基本的事項として、Chao Phraya デルタへの塩水浸入機構と河川流量との関係を検討した。

なお本研究に当って京都大学 東南アジア研究センターおよびタイのかんがい庁、Boonchob 氏の援助を受けたことを感謝する。

I Chao Phraya 河における河川流量と塩水浸入

1. 乾季における Chao Phraya デルタの流量特性

Chao Phraya デルタは図-1 に示すようにタイの主要米作地帯であり、Chao Phraya 河の両岸にまたがる低平地帯である。図-2 に単純化された Chao Phraya デルタの水路系統図を示す。

従来最も塩害のはげしかった1963年の乾季における Chao

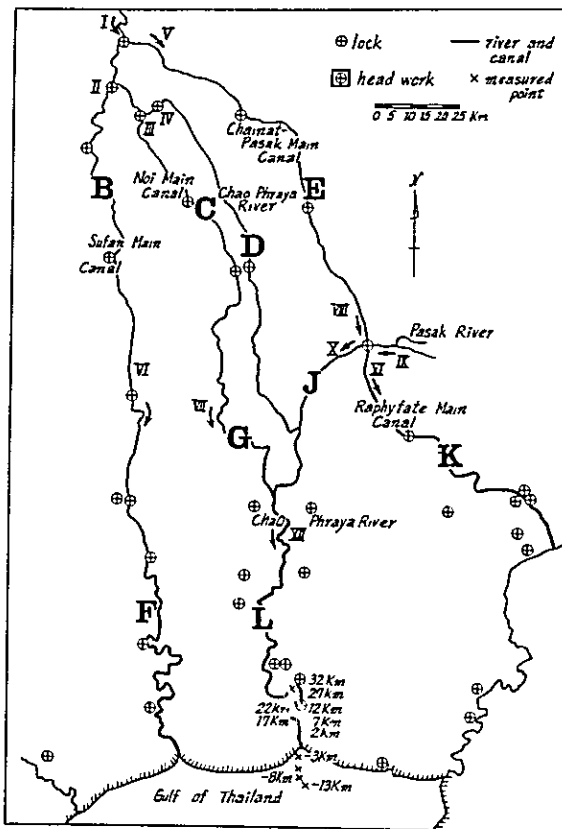


図-1 Chao Phraya デルタにおける河川および運河

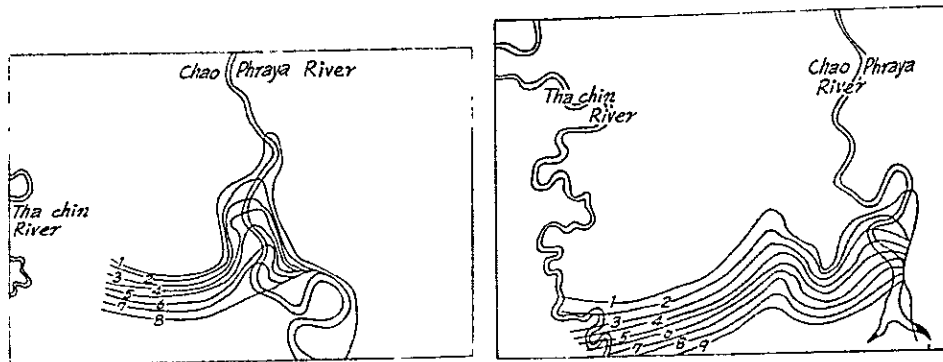


図-4 Choa Phraya デルタにおける塩水浸入の状況 (RIO による)

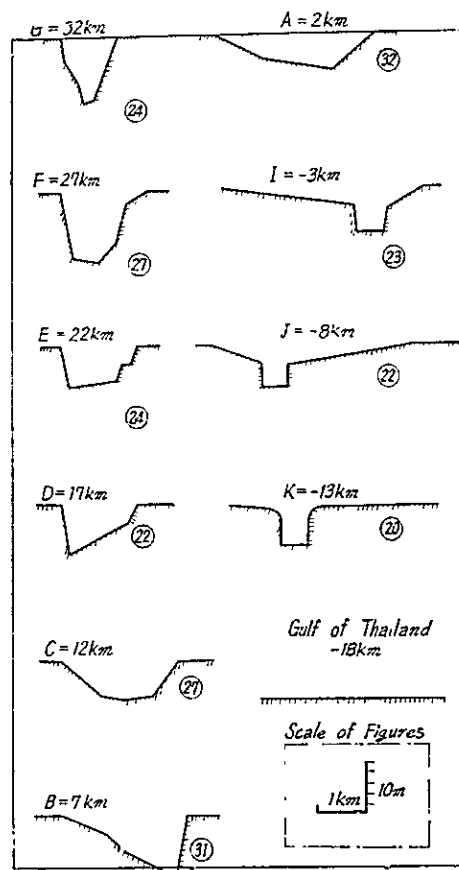
オンのグラム数で表わしている。

3. 1965年3月の Chao Phraya 河口の塩水分布の観測結果

筆者は、1965年3月4日より3月14日まで Chao Phraya 河口附近において、河川内塩分調査を実施した。各測定の河床断面図(図-5)および測定結果の例(図-6、図-7)を掲げる。

河川水の採水後比重測定結果から次のような特徴が認められた。(当日の流量は $150\text{m}^3/\text{s}$ であった。)

- a 河口部における塩分の含有量は全重量比において比重 1.014 であり、その点の表層水中の塩分含有量は比重 1.009 であり、多少下方の塩分量が大であった。
- b 全体を通じて河川内の塩分鉛直分布はほぼ一様な値を示し、所謂完全混合型を示している。
- c 河口において塩水楔は観察できなかった。
- d 河口における塩水濃度は河水によってうすめられており、標準海水中の(塩分



(各測定地点に付している距離は河口からの km 数である。なお負号は estuary を示す)
図-5 塩分濃度測定地点の河床横断面図

濃度) 比重 1.025 よりはるかに低くなっている。

- e 塩分分布には3つの型が出現する可能性が考えられる。もしも流量が非常に減少した場合には海水逆流区間および塩水楔型も出現するのではなからうか。

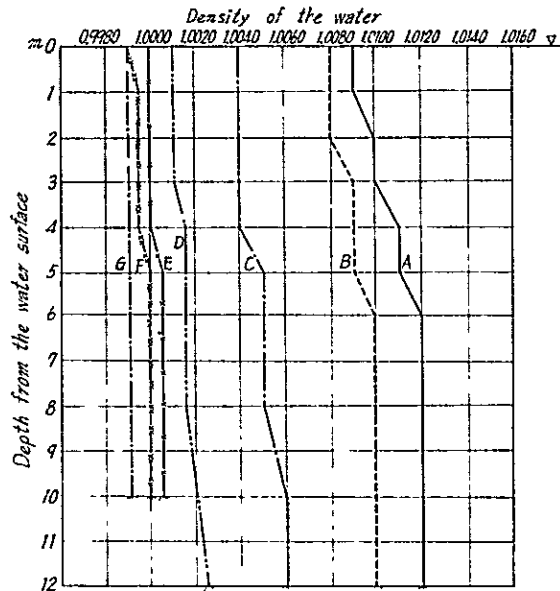
II Chao Phraya 河における塩水浸入防止工法に対する検討

塩水浸入の防止工法として次のような事項が考えられる。

- a 塩水遡上防止の積極的工法

河川流量の大なる場合には Chao Phraya 河への塩水の浸入が見られないが河川流量が減少すると同時に河川への塩水の浸入が見られるようになる。このことから、もしも河川流量をうまくコントロールすれば塩水遡上を防止できることになり、このような意味からいって、Chao Phraya 河上流に大貯水池を作り、潟水流量の増加を期待

する必要がある。幸いにして、Yanhee 多目的ダム計画がすでに完成している。このダムは貯水容量 122 億 m^3 といわれる大きなものであり、このダムの放流によって潟水量が $350m^3/s$ に激増されることになっている。しかし、この潟水流量の増加は、すでに上流流域において、開墾計画に使用予定があるようであるが、現在の経済成長から見た広域水利的な観点に立って、その一部即ち、約 $100m^3/s$ だけ下流デルタ地帯の塩水排除に使用することができれば、その効果は莫大なものがあるであろう。



(A-Gは図-5の測定地点に対応する。図-7についても同様)

図-6 Chao Phraya 河における塩分分布

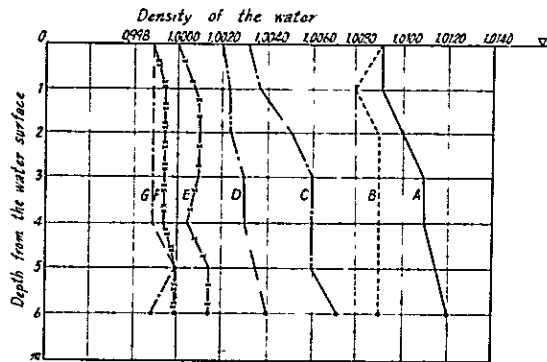


図-7 Chao Phraya 河における塩分分布

b 排水ゲート設置による消極的方法

排水路の下流端で感潮河川と合流するところにゲートを作り、塩水の逆流を防止する。この場合ゲートの操作はつねに上下流の水位差間に次の値以上の水位差が保たれていなければゲートを通じて塩水が逆流する可能性がある。

$$\Delta h = \frac{\rho' - \rho}{\rho} h \quad \text{但し、} h = \text{水深、} \Delta h = \text{ゲート上下流水位差}$$

c 淡水化計画あるいは河口ダム

河口ダムを作り、Chao Phraya 河と外海とを隔絶して塩水の浸入を防止すれば、ダム上流部に莫大な水量の淡水池ができることになる。ただし、本計画は Bangkok 港との調整関係などについて検討すべき多くの要素をもっている。

今後、デルタ地帯の塩水浸入に関する機構の定量的解析法を確立して諸調査結果と対比しつつ検討を重ね、デルタ地帯の塩害発生の防止方法について考察してゆきたい。

水文・気象の特徴について

座 長：佐々木 四 郎

〔久武啓祐〕

金子：年流出の曲線が掲げられているが、これはそれぞれの地域の消失量がわかると、流出量の詳しいデータがなくても降水量を測定すれば大勢が求まり、流出量が得られるのではないか。

久武：消失量を固定しておいて、降水量からその消失量を差し引いたものを流出量とするのがいいかどうか疑問である。また図 (p.57) に示されている流出はかなり大胆にひいた線である。なお消失量の年変動の資料は私の知る限りでは未だないようだ。

安芸：年間の流出については安定するが、一つの降雨については不安定である。たとえば雨季の始めと終りとは異なりその推定は難しい。今のところ一つの流域で結論を出すのは困難である。

座長：水文資料について、日本の水文データの network と比べて、分布や密度はどの程度か。

久武：観測所の分布密度は日本に比べてかなり粗い。観測の質については同程度である。異なっているのは水位計でバブルゲージを使っていることぐらいである。

座長：水文資料はかなり不足していると考えてよいか。

久武：そうです。

速水：モンスーンの風は不安定と考えられるので、安定の破れた時は局部的に線状に雨が降るのではないか。中国においては最近では観測網の整備により、そういう雨でも捕えられるようになった。竹内氏の調査された地域では点だけでなく全体的にある構造をもっているのではないか。

久武：Mekong 流域では一つの平野で spot 的な雨が少なくとも3つ、大きいので5、6ぐらいみられ、必ずしも線状に降っているのを見たことがない。

〔加藤哲夫〕

金子：蒸発散量の実測値があるか。

加藤(哲)：未だ実測値はないが、5カ所ぐらいに evaporation station を設けて1964年12月から観測を開始しているので今後データが出てくると思う。

金子：ポットや計器ではひじょうに乱れたものになり、また計算値だけでは不安である。たとえば日本でやっているように水収支的に考え、ある面積に対する蒸発散量が現地で把握できないか。

加藤(哲)：現在計器蒸発散量を求めているが、水収支的な方法について今後考慮したいと思っている。

小林(泰)：余水吐の計画高水量の決め方はどうなっているか。

久武：今までの30年ぐらいの流量記録より1000年洪水を対象としている。

安芸：Mekong 河本流では求められるが、支流では流量が不安定となり、現在ではある範囲で求められているものの、幅の広い変動をもっている。現在その判定に困っている状態である。

小林(泰)：ECAFE においても問題になっており、大ダム会議でも議論されている。データの不足から設計の不備によりアースダムが決壊している事例がインドで多くみられる。この地域の開発を行なう場合、この点に一番注意する必要がある。充分安全な考え方をしなければならず、今後さらに研究していただくことを希望する。

〔宇和川正人〕

座長：Ganges 河は500年間に洪水の度に東に流路を変え、その河口は10年間に約5kmも移動しているとあるが、流域の住民はどうしているか。

宇和川：パキスタンは水の中にある国という感じで、Ganges 河、Brahmaputra 河、Meghna 河はいわゆる河の様相をしていない。住民は水の中に住んでいるかっこうである。以前はヒンズー教徒が住んで

いて虐待された貧民が多かった。独立後はこれらの住民がインドに帰り、流域が荒廃したために、これの回復が国策としてとりあげられた。

〔南 勲〕

木村(隆)：塩水観測当日の測点における tidal action はどの程度あったか。潟水時と洪水時とでは塩分の入り具合が相当違うと思うがどうか。

南：ずいぶん上流まで及んでいる。また潮の干満によって河流に変動が生じて、それが塩分分布に影響している。干潮時、満潮時における塩分分布はだいたい均等になり、一次元拡散分布を行なう。横断分布はほとんど差がない。潟水時(乾季)と洪水時(雨季)とでは塩分濃度に差があり、流量が大きいと塩分濃度は低くなるが、鉛直分布は変わらない。

木村(隆)：Chao Phraya 河の estuary の規模はどの程度か。

南：約 16km までは 1m ぐらいの深さで、それ以後は 7~8m に急変しており、河口から 15km までぐらいとみてよい。

木村(隆)：塩分濃度の鉛直分布は不変で、そのまま tidal frash するのか。

南：鉛直分布は河口では少し変るが、ほとんど均等に分布する。塩水くさびの安定は、わが国の場合とはかなり異なっている。

速水：海岸近くの地下水にはかなり海水が浸入していると思われるがどの程度か。地下水利用において重要な問題と思う。

南：タイ政府では地下水の塩分濃度を測定しているが私は測定していない。

友杉：Chao Phraya 河の塩害はいつ頃から問題とされるようになったか。塩害は作物別に、地域別にどのように現われているか。

南：1963年の塩害はひどく、規模も相当大きくて河口から 100km まで及び、わが国に比べて広面積にわたっている。作物別の調査はしていないが、Bangkok の農事試験場で使っている水も塩分を含んでいるので困っている。

木村(学)：Chao Phraya 河の下流水田地帯の塩害被害状況のデータがあるか。また水田土壌中の塩分含量のデータがあるか。

南：統計的なデータはない。

木村(学)：塩分濃度定量の方法として比重計を利用したといわれるが、Chao Phraya 河の水質の点からある区域では大きな誤差をもたらすと思われるがどうか。

南：多数を短時間で測るには比重計が簡便で、すぐれていると思う。塩水浸入の水理学的問題の解析には比重計で十分だと思われる。

Ⅲ 作物栽培とかんがい排水

A かんがいに関する基礎的な調査

1 カンボジアにおける水・土壌と生産力

海外技術協力事業団 安 尾 正 元

ま え が き

カンボジアにおいては、粗放な無肥料栽培が行なわれているので、農作物の生産におよぼす水および土壌などの自然条件の影響はきわめて顕著なものがある。

本報告においては、カンボジアにおける水および土壌の諸性質が作物の生育にどのような影響をあたえているかを明らかにしようとしたものである。

I 水 稻 生 育 と「水」

1. 水稻収量におよぼす降雨量とその分布の影響

温帯に位置する日本の稲作が、主として気温および日照の順、不順に作況が支配されるのに対し熱帯に位置するカンボジアでは、むしろ、降雨量とその分布の状態が作況を決定する主因となっている。

同国農林統計から、各州において高い収量を示した3ヶ年と、低い収量を示した3ヶ年をとって、それぞれの月雨量の平均値を求め、これらの関係を示すと図-1の通りであって、豊作年は不作年より雨量が多いことがわかる。

この年降雨量と収量との関係について、さらに州別に年降雨量 100mm の増加に対する ha 当り収増収量を求めてみると図-2の関係が得られる。

Kompong Cham 州の15ヶ年についてみると、年降雨量 100mm の増加に対する ha 当り収増収量は 0.058ton の正の相関がある。また、この15年のうち降雨量の分布で著しく不

規則な年の6ヶ年を除外して関係を求めると、収増収量は 0.912 ton と上昇するのである。これを群別Ⅱに示した。さらにこの6年の中で関係を求めると 0.079 ton の値が得られ、これを

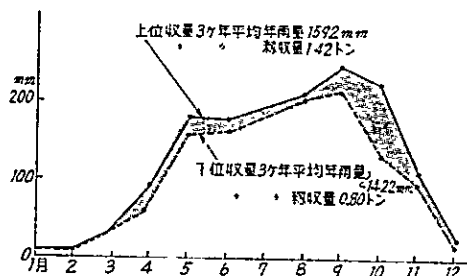


図-1 各州上位、下位収量3ヶ年における月雨量平均 (白石)

群別Ⅲに示した。Takeo 州の12カ年, Stung Treng 州の19ケ年についての結果は、いずれもマイナスの関係を示したが、Takeo 州では、異常と思われる2ケ年を除くと +0.101ton と正の関係を示した。

2. カンボジアのかんがい水質

水稻の生育期間中にカンボジア各地のかんがい水の水質について簡易分析を実施した結果を表一に示す。水質は稀薄であるといえる。

上記の平均値から、稲作期間中、かんがい水によって供給されると考えられる養分量を算出すると次のようである。稲作期間を100日として1日13mmをかんがいですれば、かんがい水の総量はha 当り 14,000 ton となり、これから ha 当り養分供給量を計算すると、ha 当り加里 18.1kg, 珪酸 238kg が天然に供給されることになる。したがって、砂質土地帯の一部を除いては、現行の茎葉を残し、穂だけを刈る水稻栽培に対しては、加里肥料、珪酸などの施用効果が顕著には現われ難い場合もあると考えてよいのではなかろうか。

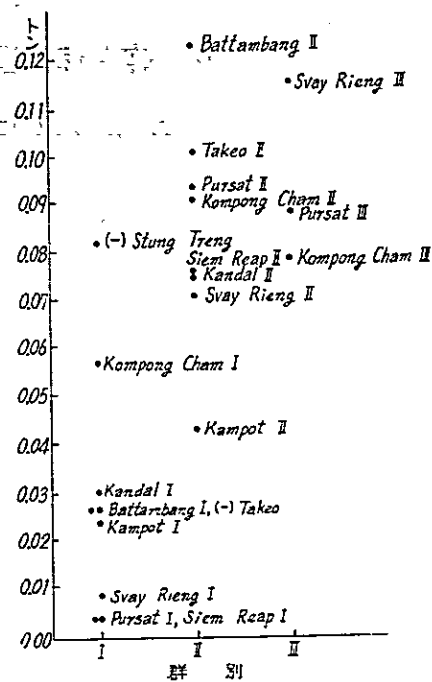


図-2 降雨量 100mm あたり ha 当初増収量(白石)

表-1 水 質 分 析 値

場 所	項 目	pH	K ₂ O	SiO ₂	アルカリ度	採取月日
13 平 均 値	カ 所 の 均 値	6.4	1.3	17	35	7~10月
日 本 平 均 値	日 本 の 203 例 均 値	6.9	1.8	18	35	
Mekong 河 本 流	Kompong-Cham	7.3	1.2	24	62	11月21日
Mekong 河 本 流	Samrong-Thom	7.0	1.2	14	46	11月21日
Barai Occidental		6.0	0.8	10	10	11月23日

3. 水稻の生育におよぼすたん水の効果

カンボジアの各地で、水稻の生育状況を観察すると、一定の傾向を認めることができる。す

なわち、水稲の生育不良な水田ではかんがい水が不足し、高所にあつてたびたび地表面が露出している場合が多い。一方、生育良好な水田は、かんがい水が十分に供給される位置にあつて、土壌の還元が早くから進み、土色は暗灰色に変化している。このような土壌では、水稲の生育に必要な水が供給されるばかりでなく、かんがい水にともなつて供給される養分や新鮮泥土の容入、さらには藻類の旺盛な繁殖や細菌類の活発な活動、これに伴う窒素、磷酸などの潜在地力の発現効果を期待できる。したがつて、土壌の還元が進み、土色が暗灰色を呈する土壌ほど、より多量の養分を水稲に供給していることがわかる。これに反して、かんがい水が不足して、しばしば地表面が露出するような水田では、窒素および磷酸などの欠乏を招来することになる。観察例を表-2に示した。

表-2 水稲の生育程度と土壌の性質(9月)

項 目 場 所	生 育 状 況	土 色 (原土)	有 効 態 磷 酸
Battambang 育種試験場	極めて良好 同上 普通	5GY 5/2 暗灰色 5YR 5/2 同上 10YR 6/2 暗褐色	20mg/100g 10 5
隣接農家	極めて良好 普通	5GY 5/2 暗灰色 10YR 6/4 褐色	20 2
篤農家圃場	極めて良好 普通	5Y 5/2 暗灰色 10YR 7/4 褐色	25 1

土色が灰色の還元色を示し、かつ有効態磷酸含量の高い土壌が水稲の生育も良好であることがわかる。このためには、農地の基盤を整備して、かんがい水を充分にとり入れることと、堆厩肥の増投、緑肥作物の導入などによって積極的に土壌の還元を進める手段をとることが必要であろう。もちろん、土壌の還元効果がオーバーになるときは、還元障害による根腐れや、窒素過多による倒伏などの有害な作用の出ることも予想されるが、カンボジアの現状は、むしろ還元障害発現以前の段階にあるといえる。2m以上も伸長して大量の茎葉を形成する浮稲の連年栽培も2mに達する氾濫水による上述のような肥沃化の効果があつて、始めて可能といえるのである。

このたん水による土壌還元促進の効果は次のポット

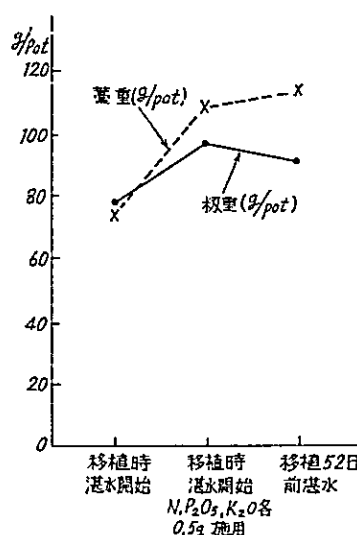


図-3 たん水時期が水稲の収量におよぼす効果

試験によっても確認される(図-3)。 移植52日前たん水ポットの土壌は、移植時にはすでに土壌の還元が進み灰色を呈していた。たん水による土壌の還元にともなって、多量の養分が有効化してくることが推定される。

II 水稲畑作物生育と「土壌」

1. 水稲畑作物に対する施肥のレスポンス

カンボジアの穀倉地帯といわれる Battambang 州に設置されたカンボジア、日本友好農業センター用地内において実施した肥料試験の結果を図-4 に示した。

磷酸単用区は移植直後の生育は比較的良好であったが、その後窒素欠乏を惹起し、最後の収量も 2,360kg/ha と低かった。窒素単用区は初期に激しい磷酸欠乏症を呈したが、9月下旬頃より土壌の還元化が進むにつれて、生育が急速に促進され、2,984kg/ha の収量をあげることができた。

このように、水稲はかんがい水による養分の供給や、土壌の潜在地力の活用が可能であるが、畑作では、このような好影響は全く期待できないから、畑作における施肥レスポンスはいつそう明確に現われ、とくに磷酸欠乏は決定的な障害となる。

前記水稲と同じ圃場で実施したトウモロコシ、棉、キャッサバ、緑豆、クロタリヤなど10畑作物の肥料試験の結果を平均して示すと図-5の通りである。

この圃場の有効態磷酸 (Truog 法) は 1mg/100g soil、置換性加里は 0.1m.e、置換性石灰は 5m.e、石灰飽和度33%、pH は 4.7 (H₂O)、4.2 (KCl) であるが、畑作物に対しては、磷酸の施用がきわめて有効であり、同様加里の施用効果も大きい。土壌反応矯正剤としての石灰施用の効果は荳科作物である緑豆、クロタリヤなどに対しては、三要素区の収量指数 100 に対して石灰施用区 109 という増収を示したが、田菁など禾本科牧草には効果はなく、トウモロコシに対しては逆の減収効果を示した。この種の粘土質土壌では、土壌が固結あるいは過湿状態である場合が多いために、土壌と十分に混和することが難しく、熱帯作物に対する石灰の施用効果

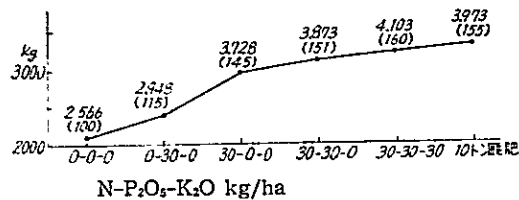


図-4 水稲の施肥に対するレスポンス

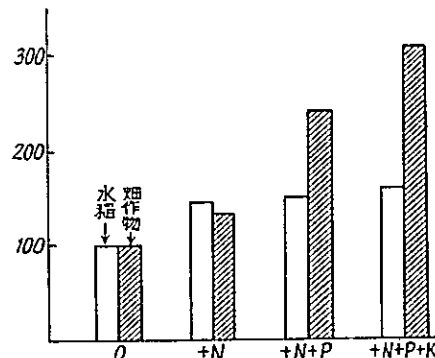


図-5 畑作物の施肥に対するレスポンス

については、作物の特性や土壌の性質に応じた慎重な検討が必要であろう。

2. 主要農耕地の土壌型

カンボジアはアメリカの方式による土壌調査を実施しているが、その分類および命名法については、われわれにとって理解し難い点が少なくない。日本の専門家が海外の土壌調査を統一的に実施するために、熱帯土壌の調査方法を確立しておく必要がある。

カンボジアの土壌については、わが国の佐伯などによる化学分析を主とした報告があるが、本報告においては、筆者が便宜的に行なった土壌区分を基礎にして土壌と生産力因子との関係を述べることにする。

(1) 低地沖積土壌

(i) Mekong 河浸水土壌 Mekong 河または Tonle Sap の雨季の増水にともなって浸水を蒙り、新鮮な泥土の供給を毎年受ける沖積土壌で、浸水の前後の期間を利用して、トウモロコシ、タバコ、緑豆、落花生、甘藷などの畑作物が栽培され、カンボジアにおける畑作の宝庫といわれる。一部に浮稲や沼の貯水を利用した乾季稲の栽培が行なわれている。

(ii) 砂質沖積土壌 中生代の砂岩に由来する砂質の沖積土壌であって、やや高所に位置する所では、雨季に可動化した鉄が、乾季の乾燥により固結し、地表下 40~50cm 位の所に地下水ラテライトの盤層を形成しているところもある。比較的保水性が良いために乾季の始めに一部で西瓜栽培が行なわれている。カンボジア水田全面積約 230 万 ha をのうち、約 2/3 を占めている。

(iii) 粘土質沖積土壌 Tonle Sap の湖成沖積の粘土質土壌であって、水田全面積の約 1/3 を占めている。

(2) 台地残積土壌

(i) 玄武岩起源赤色土壌 第 4 紀の玄武岩熔岩の風化した台地土壌で、Terre-Rouge といわれている。風化生成物である遊離鉄が膠結剤として団粒を形成し、通気、通水、保水性などの物理的性質が良

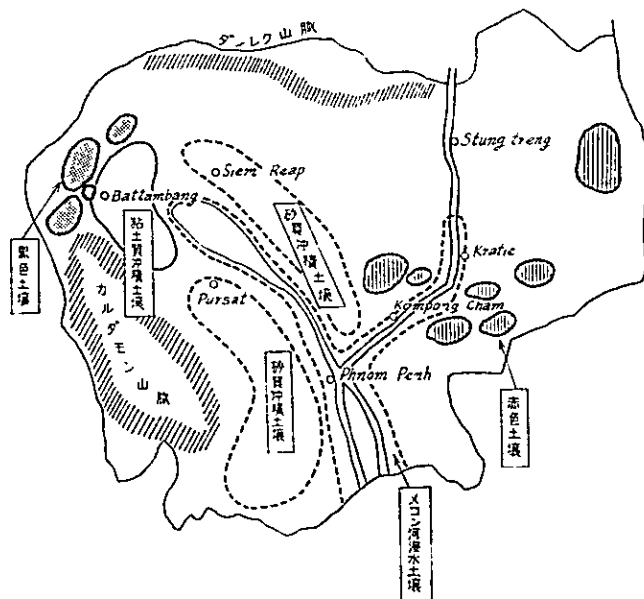


図-6 カンボジアの主要農耕地分布図

好であるために、ゴム、コーヒー、コショウ、パイナップル、バナナ園としての企業栽培のほか、トウモロコシ、棉、荳類などあらゆる畑作物の適地として利用されている。現在、56,143ha がゴム園として、350ha がコーヒー園として利用されている。

(ii) 石灰岩起源黒色土壌 古生層の軟質石灰岩が風化してできた黒色のレンジナ土壌である。有機物は石灰と結合して集積し、やや炭素含量が高い。かつその腐植化度も進んでいるために、熱帯としては特異な黒色土壌を生成し、土壌反応もアルカリないし中性である。腐植を膠結剤とする団粒が形成され、粘土鉱物が2:1型のモンモリロナイトであり、通水、保水性が高く、最近、棉作適地として急速に開発が進んでいる。その分布は古生層の石灰岩残丘に限定され、現在約 30,000ha が開墾されている。

(3) その他

上記の5土壌型のほか、砂岩の台地上に局所的ではあるが谷底平野が開折されている。この種の土壌は、ほとんど水田として利用されている。

Mekong 左岸の南ベトナム国境付近から南ベトナムにかけて、Jonc 平原という広大な低湿地が分布し、この土壌には硫酸塩が集積しており、乾燥すると酸性化してくる。この地帯の開発計画がなされ、そのための農事試験場が設置されている。

III 土 壤 生 産 力

1. 生産力指数

各土壌型の若干の土壌について、水稻、トウモロコシ、棉などのポット栽培を行ない、その生育および収量の程度を、粘土質沖積土壌の場合を100として表示すると図-7の通りである。Mekong 浸水、赤色土、黒色土などでは、供試土壌の間の生産力の差が大きい。

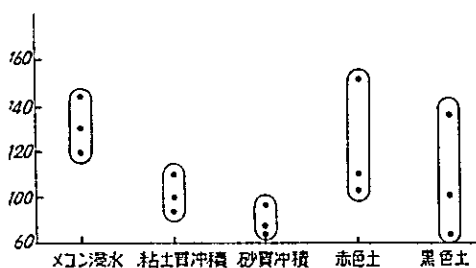


図-7 各土壌型の生産力指数

2. 生産力の構成要因についての検討

そこで、これら各土壌型について、その生産力を構成していると考えられる諸要因について検討を加えた結果は次の通りである。

(1) 機械的組成

各土壌型の代表土壌の機械的組成を表-3に示した。いずれの土壌も使用した分散剤ヘキサメタ磷酸ソーダで良く分散し、砂質土壌を除いては粘土部分が極めて多く、light clay、ないし heavy clay の土性を示す。

表-3 代表土壌の機械的組成

土壌型	粗砂 2~0.2mm	細砂 0.2~0.02mm	シルト 0.02~0.002mm	粘土 <0.002mm	土性	一次鉱物の重鉱物割合
メコン浸水	9.3	22.6	42.8	25.3	Light Clay	0.28%
砂質沖積	40.4	46.7	12.9	0	Sand	0.25
粘土質沖積	5.5	22.7	32.8	38.9	Light Clay	0.28
赤色土壌	6.3	9.8	15.4	68.5	Heavy Clay	1.9~5.0
黒色土壌	5.9	13.5	13.7	67.0	Heavy Clay	2.2

(2) 一次鉱物組成

細砂以上の粒子について一次鉱物の組成を検討すると、各土壌型ともに、比重2.9以上の重鉱物の割合は表-3に示したように僅かである。また重鉱物は磁鉄鉱が、軽鉱物は石英がそれぞれ大部分を占めているから、養分の供給源としての一次鉱物の役割はそれ程大きくないものと考えられる。

(3) 粘土鉱物

各土壌の粘土部分のX線回折図を図-8に示した。示差熱曲線の結果とも併せ考察すると次のような粘土鉱物組成を同定することができた。

- a メコン浸水土壌、イライト、カオリナイトを主とし、パーミキュライトを含む。日本でも稀なほど、若い膨潤性のある粘土である。
- b 砂質沖積土壌、カオリンである。
- c 粘土質沖積土壌、カオリナイトを主とし、パーミキュライト、イライトを含む。
- d 赤色土壌、結晶化の進んだ典型的なカオリンの曲線を描く。この他に、遊離の鉄やアルミの酸化物が相当量存在する。

- e 黒色土壌、2:1型鉱物である
モンモリロナイトは湿潤時には水分を結晶格子間に取り入れて膨潤し、乾燥時には水分を失って収縮する特異性を示し、保水力が大きい。

(4) 各土壌型の保水力

代表土壌の水分-pF曲線を図-9に示した。

赤色土壌ととくに黒色土壌の保水力は大きいといえる。赤色土はその遊離

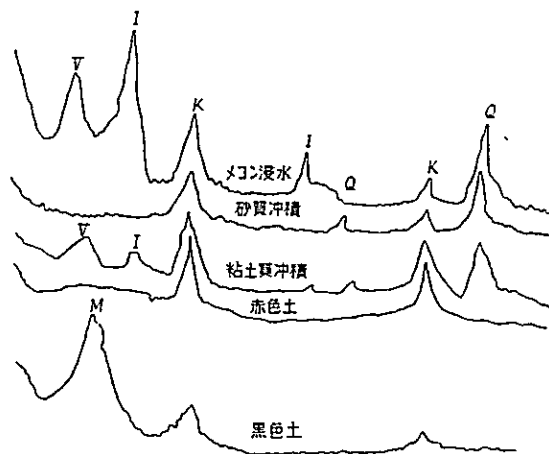


図-8 代表土壌粘土のX線回折

鉄、アルミが、黒色土ではその構成粘土鉱物のモンモリロナイトが保水の機能を演じている。しかし、これらの土壌においても、乾季の絶頂時における普通作物の栽培は水分の不足のために不可能であり、コーヒー園でもこの時期には早魃のために葉が萎凋枯死するほどである。なお赤色土は数mという厚い土層をもつが、黒色土では一部を除いて、数10cmで石灰岩層に達し土層が浅い。

(5) 易耕性

赤色土は遊離 R_2O_3 が、黒色土は腐植が団粒形成剤として作用しているために、これら両土壌では、団粒構造が発達し、耕耘の障害は比較的少ない。しかし粘土質沖積土壌では構造の発達が弱く、降雨量が適量をこえると、車輪が空転し、乾季には逆に固結して耕耘が著しく困難となる。Mekong 浸水土壌はシルト部分や砂の部分が多く、比較的耕うんは容易である。特にこの土壌では角柱状構造がよく発達し、みみずによって形成された団粒も多く見られる。

砂質土壌では、田植時に手が痛むために、田植用の木製の棒を用いる場合がある。

(6) 各土壌型の化学的諸性質

各項目についての分析値を各土壌型別にプロットすると図-10~16の通りであって、土壌型ごとに特徴が認められる。

(i) 土壌反応と石灰飽和度 pH(KCl)

5.0以下を酸性土壌とすれば、調査土壌は粘土質沖積土壌を除いて、土壌反応はそれほど低くない。粘土質土壌でも、石灰の施

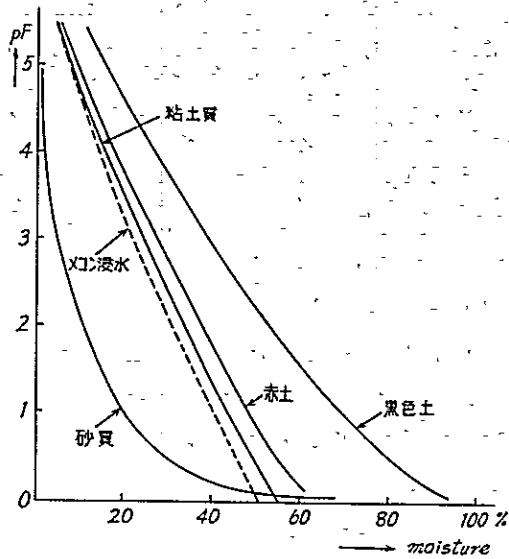


図-9 水分-pF 曲線

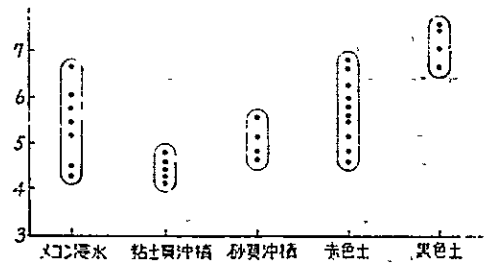


図10 pH(KCl)

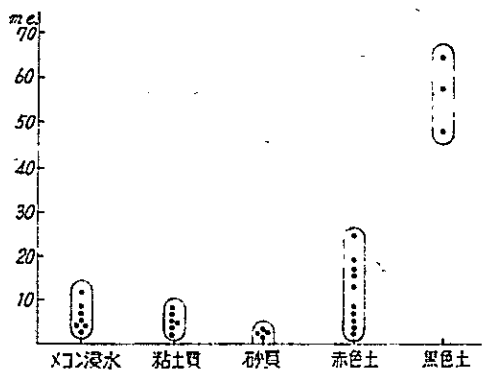


図11 置換性石灰

用効果は荳科作物を除いて顕著ではない。
(図-10)

置換性石灰と塩基置換容量は図-11. 12の通りであって、これから石灰飽和度を求めると、図-13の通りである。飽和度30%以下を酸性障害の出る土壌とすれば、いずれの土壌もほぼ30%以上で、酸性反応が決定的な障害となっている場合は意外に少ないと考えられる。半年間にわたる灼熱の乾季が土壌の強酸性化に対するブレーキになっているものと考えられよう。

(ii) 窒素成分 全炭素含量は黒色土壌の3~6%という含量を例外として一般に低い。炭素率も黒色土壌に高い。これは黒色土壌においては、有機物が土壌中の石灰と結合して、微生物による分解作用に耐えて集積し、そこで重合、縮合して腐植化の進んだ腐植を形成するからである。

図-14の有効態窒素は、原土の硝酸態窒素に、乾土をたん水して30日間30°Cに保温して生成したアンモニア態窒素を加えたものである。

赤色土と黒色土にこの値が高いが、これらの土壌では、開畑当初に多量の窒素が有効化してくることを示している。

現地でも赤色土は開墾後3年たつと生産力は急激に減少し、棉花収量も半減するほどであり、1年性作物では数年に1回の休閑を余儀なくされるという。このために政府は対策の一つとして、多年性のゴムの個人栽培を奨励し、ゴムが成木に達するまでの間を利用して、間作として普通作物の導入を指導している。

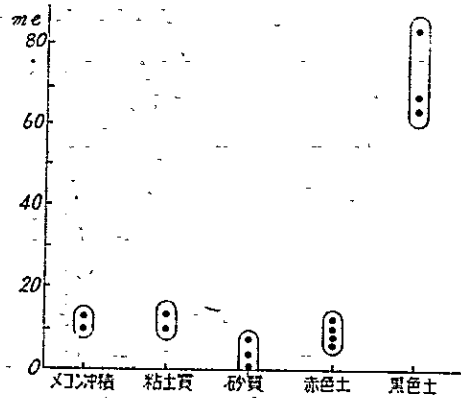


図-12 塩基置換容量

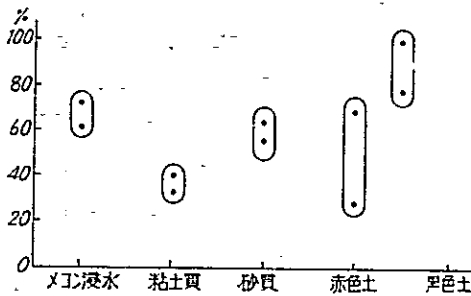


図-13 石灰飽和度

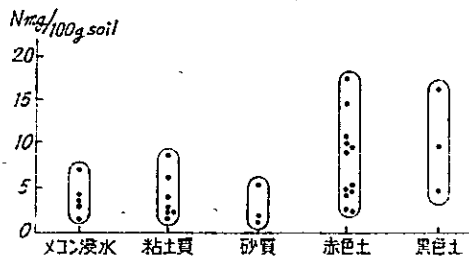


図-14 有効態窒素

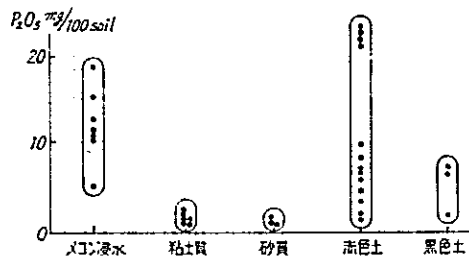


図-15 有効態磷酸 (Truog 法)

トウモロコシを通年無施肥で栽培している Mekong 浸水土壤も図-14の結果から特に窒素供給力が高いとは言えない。

(iii) 磷酸成分 各土壤型の生産力は、土壤の有効態磷酸含量ともっとも密接な関連がある。とくに、畑作においては、磷酸欠乏が決定的な障害因子となっている。

図-15において、有効態磷酸の必要含量の

限界を 3mg とすると、粘土質および砂質土壤はいずれもこの限界以下であって、これらの土壤型における普通畑作物の栽培にあたっては、磷酸成分を含む何らかの施肥が不可欠である。一方 Mekong 河浸水地域のトウモロコシの作付地帯では、比較的有効態磷酸に富んでいるから、窒素肥料の単用だけで相当の増収効果が得られよう。現在、カンボジア国内に賦存する磷鉱石を磷酸肥料として利用する試みがなされているが、Mekong 河隣接地域では、有効態磷酸含量の高い Mekong 沈泥を客土として利用する方法も一考に値しよう。

(iv) 加里成分 置換性加里含量の必要限界を 0.25m.e. とすると、粘土質、砂質土壤および Mekong 浸水土壤の多くが必要量以下であり、これが、前記のように、粘土質土壤における畑作物に加里施用の効果が顕著に現われた原因であろう。赤色土、黒色土は他の成分と同様に同一土壤型の中で各土壤ごとの差異が大きい。

3 各土壤型の生産力とその構成因子との関係

前節IIIにおいて、各土壤型の生産力およびその構成因子について比較検討を加えた。その結果、各土壤型の生産力的な諸特徴については、各土壤の物理的、化学的性質から説明することができた。

5土壤型のなかでは Mekong 河浸水土壤と赤色土および黒色土の3土壤型が、他の粘土質および砂質の2土壤型よりは一般に生産力が高い。Phnom Penh 下流で、Mekong 河の洪水を利用したお泥かんがい (colmatage) が行なわれているのも、Mekong 河浸水土壤の高い地力に注目した結果である。しかし、赤色土、黒色土の2土壤型では、各土壤型の中で生産力の高低差が著しく、生産力の低い退化土壤も存在する。化学的な諸性質を示す分析値においても、この両土壤型では、土壤型内での分析値のふれが大きい。これは両土壤型に属する土壤が、それぞれ母岩である玄武岩質熔岩や、石灰岩から、土壤が生成し発展さらに退化する諸段階のいずれかに属し、開墾後の作付回数が土壤ごとに異なるためであって、このために、同じ土壤型に属してはいても、その生産力に著しい差を生ずることになるのである。

砂質沖積土壤は養分の保持力が低く、従って生産力も低い。ここでは、あらゆる地力増強対策がとられる必要がある。

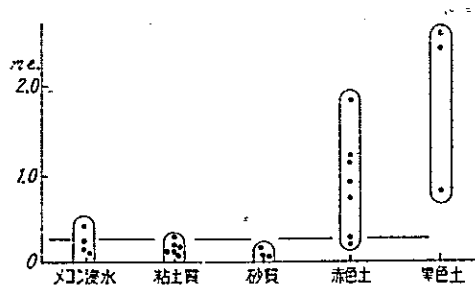


図-16 置換性加里

2 Sambor 地域のかんがい用水量に関する二、三の測定

K.K.三祐コンサルタンツ
インターナショナル

加 藤 哲 夫
川 合 尚

まえがき

筆者らは1964年11月から1965年2月中旬まで、カンボジア Mekong 河 Sambor 地点調査のため、海外技術協力事業団によって派遣され、かんがいに関する調査を受けもった。この報告は、現状のかんがい状況を調べて必要用水量を推定するため、水田・畑・湿地・疎林・密林の各地目に2、3の測定方法を試み、得られた観測結果に若干の考察を加えたものである。

I 水田の用水量

1964年の12月から1965年の2月にかけて乾季稲水田8地点計36圃場で、約2ヶ月間、減水深を測定した。また、12月にすでに刈り取られていた雨季稲の水田9地点計14圃場に、2m×2m×深さ20cm前後の浅い池状の試験耕地を作り、水を入れて浸透と水面蒸発量の合計を測定し、土壌の吸水率なども測った。これらの測定地点は図-1に示してある。そして、乾季稲、雨季稲の試験水田とも、減水深測定期間中に有蓋円筒による鉛直降下浸透量を測定し、浸透量を減水深から差し引いて蒸散量の推定を試みた。

1. 乾季稲水田

減水深測定例を示すと、図-2、3のとおりである。図例はいずれもため池利用のシルト質ないし粘土質沖積土壌である。図の点線は測定できなかった期間を示す。これらの水田への引水方法は「かけ流し」が多く、湛水法によっている水田を探して観測したが、完全とはいえない。アゼにネズミヤカニの通孔がかなり認められる水田もある。また、図中のC符号のものは、径30cmの無底円筒（ブリキ製）を約30cm田面下に打ち込み、蓋をかぶせて浸透量のみを測ろうとしたものであるが、円筒内の水位が外水位より低下した場合には円筒内の底からの外水の浸入が、日単位で見れば無視できない程度になっていたかもしれない。なお、これらの実測は穂ばらみ期に行なったものである。

2. 雨季稲水田¹⁾

試験耕地は粘土質ないし砂質の水積土壌と一部沖積土壌を含む。図-4にみられるように、水

- 1) 本減水深調査は乾季において雨季稲を供試し、雨季に近い圃場状態を人工的に作り出して測定したものである。

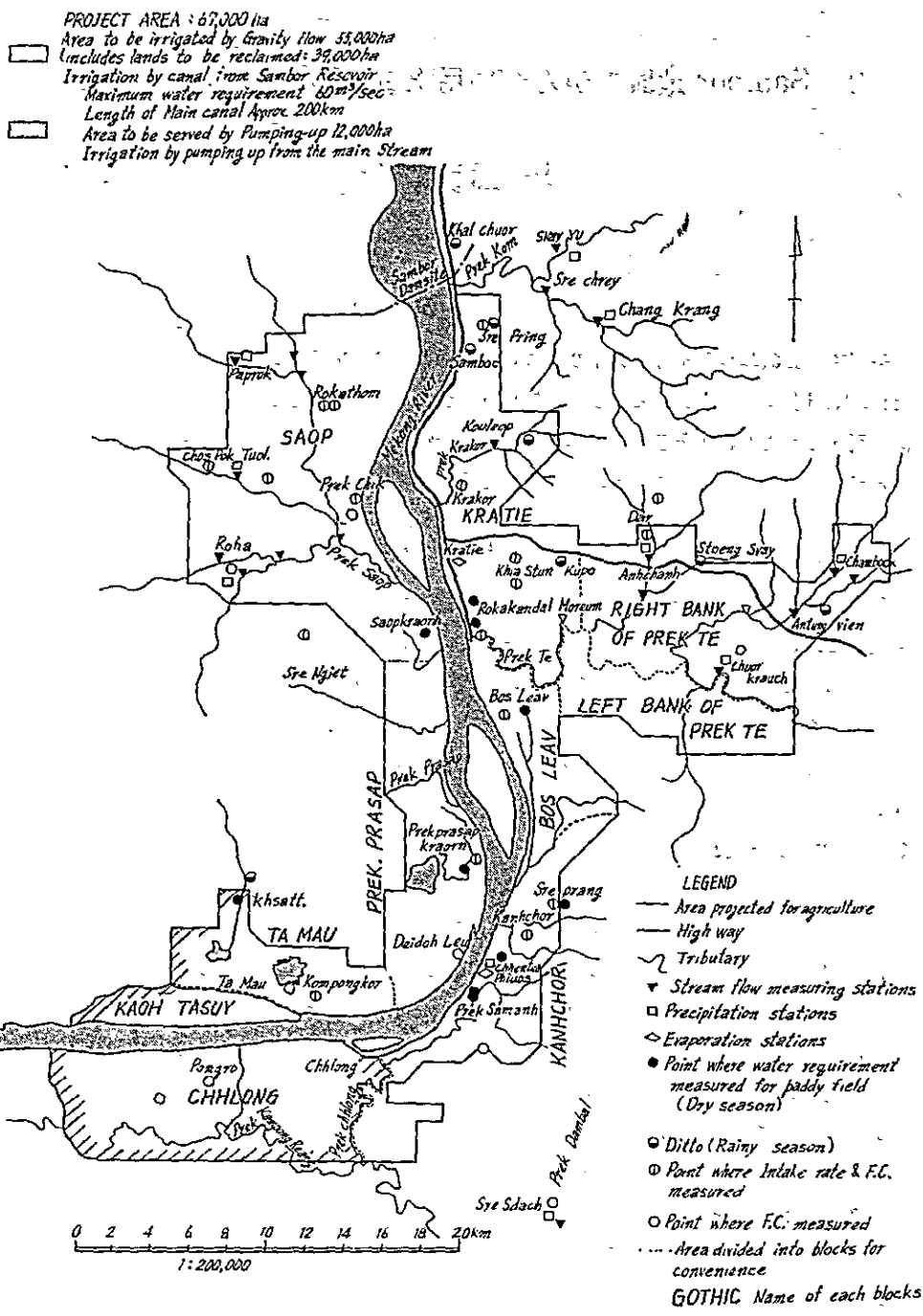


図-1 Sambor かんがい地区の一般計画図

を張ってから1~2日で、最初の浸潤から定常的な浸透状態になっているようである。試験前後の土壤水分(表面から10cmの深さまで)をみると図-5に示すように、吸水後の飽和度はほとんどが70~100%に、容積水分率では $Mv=37\%$ になった。

3. 鉛直降下浸透量の測定

乾季稲、雨季稲の水田とも、東大型浸透迅速測定器を用いて鉛直降下浸透量を測定した。浸透量実測値としては、この方が信頼性があるはずである。このような浸透量を実測したケースについて、土性別、生育期別などを無視して一応機械的に整理すると、表-1、図-6のような結果をうる。

図-6の減水深 y と浸透量 x との関係は、1次式で近似するとすれば、 $y=ax+b$ の形になる。 a が1.0より少し大きくなるのは、横浸透損失を含むためのものであり、 b は蒸散量を表わすと考えることができよう。

かなりのバラツキもあり雨季稲水田の減水深を乾季に試験的に測る方法には問題があるけれども、懸念した側面からの横浸透はわずかであり、実際の雨季には減水深は測定しがたいので、このような方法も有効と思う。ただし、その浸透量は乾季稲水田よりかなり大きい。地下水位の低下、土壤の鉛直方向のキ裂の発達などが実際の雨季とは異なるため、これは若干小さく補正する必要があると考えられる。

4. 蒸散量の試算

計算された蒸散量はこの時期の計器蒸発量と類似した値になっており、乾季稲水田の場合はいくぶん大きくなるべきものであろう。(図-7)

地区の代表的な計画用水量を定めるには、土性別分類、水稲品種と生育期別変化、測定の実点と加重評価などを考慮しなければならないのは当然である。くわしい吟味は、今後の測定を

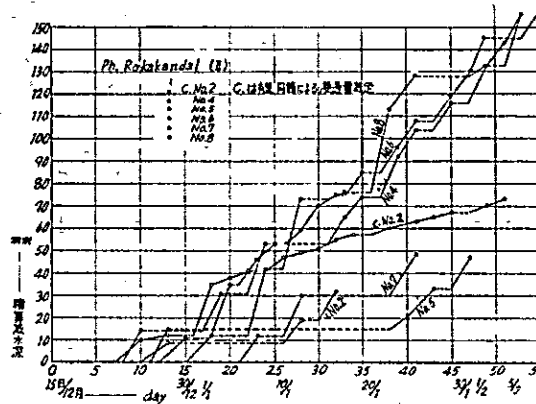


図-2 乾季稲水田の減水深観測値

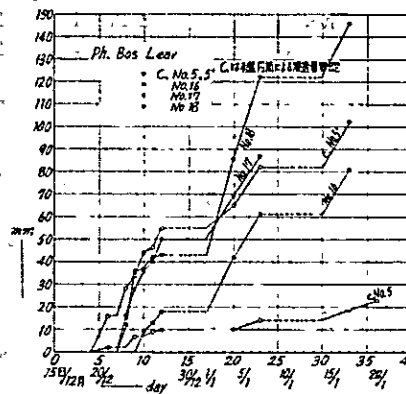


図-3 乾季稲水田の減水深観測値

表-1 浸透量と減水深

測定地点	月 日	減 水 深			摘 要	
		減水深	浸透量	蒸発散量		
Ph. Rokakandaï No. 1	13-12-'64	13	4	9	乾季稲○ ×印は分析より除外	
	2	46	23	23×		
	4	8	5	3		
	6	12	5	7		
	7	8	3	5		
	8	15	8	7		
	Ph. Sre Prang	17-12-'64	7	5		2
		3	8	7		1
4		6	4	2		
1		18-12-'64	14	9	5	
Ph. Levea Thom	1	18-12-'64	14	9	5	
	Ph. Bos Leav C. No. 5	19-12-'64	10	7	3	
17		9	5	4		
Ph. Saop Kraom	23-12-'64	10	8	2		
	2	16	9	7		
	5	23	11	12		
	6	14	9	5		
(平 均)		(13.7)	(7.6)	(6.1)		
計	16	219	122	97		
Ph. Sre Pring No. 30	26-12-'64	37	28	9	雨季稲の耕地⊙	
	29	48	11	37×		
Ph. Samboc	21	49	40	9		
	22	9	2	7		
Ph. Chuor Kroch	31	27-12-'64	144	67	—×	
Ph. Antung Vien	19	27-12-'64	13	5	8	
	20	8	2	6		
〃	8	3	5			
Ph. Stoeng Svay	35	27-12-'64	78	56	22×	
Ph. Kapo	36	27-12-'64	73	65	8	
Ph. Kov Leap	27	27-12-'64	28	13	15	
		13	11	2		
		12	11	1		
Ph. Stoeng Svay	28-12-'64	65	50	15		
(平 均)		(33.9)	(22.5)	(11.4)		
計		441	293	114		

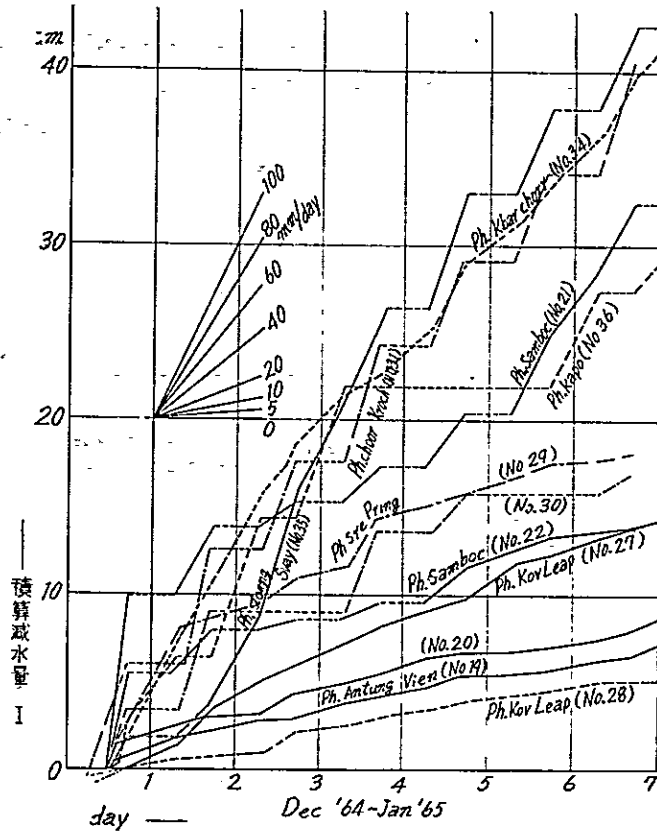


図-4 雨季稲水田の減水深観測値 (試験的に水を張って測定したもの)

- 吸水状態
- 自然状態

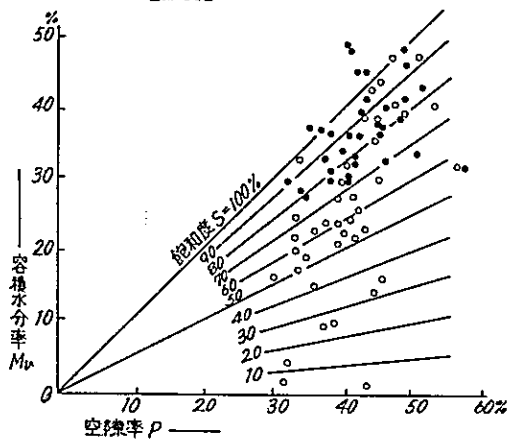


図-5 水田の浸透 (主として降下浸透, 蒸発量を含む) と土壌吸水率の試験結果(雨季稲試験田)

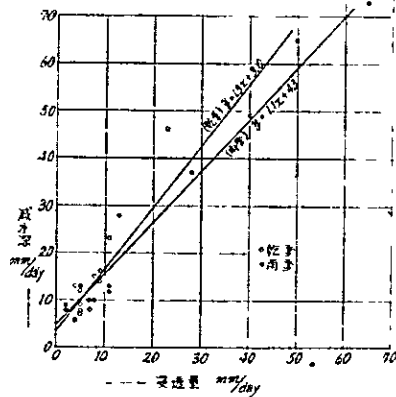


図-6 減水深・浸透量・蒸散量の関係

実施した後で行なうものとして、とりあえず用水量の概算には諸損失を含めて、乾季稲 15~20mm/day, 雨季稲 20~25mm/day 程度と考えればよいと思う。

この単位用水量は乾季稲, 雨季稲ともそれぞれ現在栽培されているような地形, 土壌の条件の所に栽培される場合の値である。したがって, 将来同一の地形, 土壌条件の場所において, 雨季, 乾季の二期作を行なうような計画を立てる場合の単位用水量は, 逆に雨季の方が若干小さい値となることが予想される。この点については将来の土地利用計画とも関連するので今後の検討にまちたい。

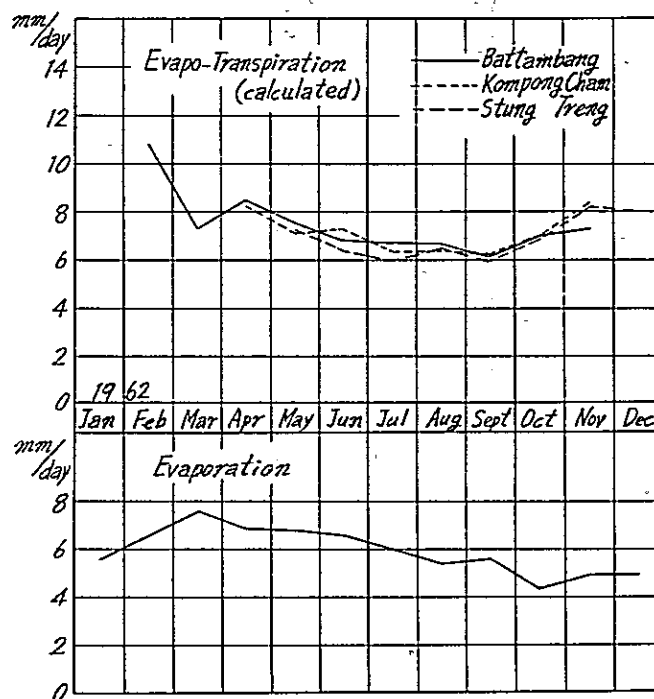


図-7 蒸発量と蒸発散量, 1962年

II 畑地かんがいのためのインタークレート, 圃場容水量の試験

1965年1月から2月にかけて, 地域の中で地目別に畑地, 疎林, 密林, 草地 (inandate), 水田について計18地点を選び, cylinder intake rate を測定した。試験は dry condition と wet condition (dry condition 試験でかん水してから約24時後) とで行ない, 各回とも土壌試料を採って容積水分率を求めた。

畑地かんがいを行なう場合のかんがい方法について, basic intake rate (i_p) から見当をつ

けてみると、若干の例外²⁾を除き、 i_p は40mm/hr以下が圧倒的に多い。スプリンクラー使用の目安としてよくいわれる75mm/hrと比べれば、この地域は地表かんがい十分可能なことがわかる。

実測した24時間容積水分率を圃場容水量(Fc)と考へて、しおれ点、有効水分量などを計算すると表-2をうる。また、Fcと仮比重(Sa)との関係は図-8のようにplotされ、一般にみられるこれらの間の反比例関係はここでも認められる。SaもFcも日本の土壌の一般的な値に比べるとかなり大きいのが特徴的である。

粒度分布などの土壌物理性が、日本などと異なるためと思うが、その考察は土壌分析の結果をまけて行ないたい。図-8の、地目別にみられる特徴はつぎのように、土壌成因別、土性別に説明できるように思われる。

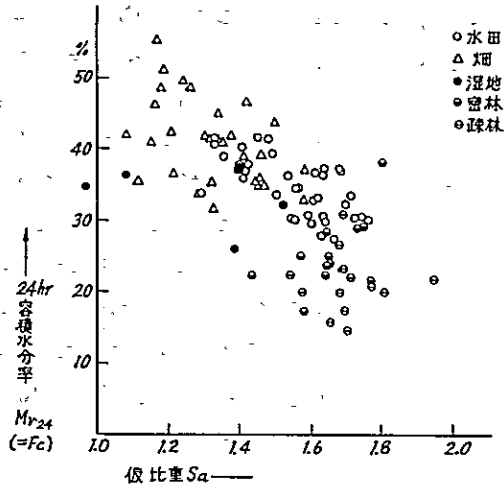


図-8 圃場容水量と仮比重、地目別の関係

表-2 Fc, Wp, A.M の算定

地点名	土性	Sa	Fc	Wp	A.M	$\frac{A.M}{Fc}$	$\frac{A.M}{Wp}$	備考
Ph. Chas Pok	C	1.627	27.6	9.0	18.6	0.67	2.1	Sa: 乾燥仮比重
Ph. Sre Prang	C	1.397	37.5	13.0	24.5	.65	1.9	Fc: 圃場容水量
Chong. O Kapo	C	0.964	34.5	11.8	22.7	.66	1.9	Wp: しおれ点*
Ph. Krakor	L.C	1.451	34.7	11.9	22.8	.66	1.9	AM: 有効水分量
Ph. Kompong Kor	L	1.34	44.5	15.5	29.0	.65	1.9	=Fc-Wp
Ph. Khaan Khvien	L	1.213	36.5	12.6	23.9	.65	1.9	*pF 4.2 の容積水分率を愛
Ph. Prek Chik	S.L	1.317	41.2	14.3	26.9	.65	1.9	知用水公団の実験式 Wp=
Ph. Kanchor	S.L	1.178	48.4	17.1	31.3	.65	1.8	0.238Fc ^{1.102} から求めた。
Ph. Dar	S.L	1.573	19.9	6.4	13.5	.68	2.1	pF の試験はまだ行なっ
Ph. Roha	S.L	1.542	22.3	7.3	15.0	.67	2.1	いないので計算によったも
Ph. Sre Pring	S	1.682	19.6	6.3	13.3	.68	2.1	のである。
Ph. Voal Vong	S	1.771	20.5	6.6	13.9	.68	2.1	
Ph. Roha Thom ①	S	1.641	22.2	7.1	15.1	.68	2.1	
Ph. Roha Thom ②	S	1.647	23.9	7.8	16.1	.67	2.1	
Ph. Rokakondalc No. 7	S.L	1.274	45.7	11.3	34.4	.75	3.0	
" No. 32	S.L	1.528	47.8	22.5	25.3	.53	1.1	

2) たとえば、浸水地域の Ph. Veal Vong, Chong Okapo. 粘土質土壌ですでによく乾き、亀甲状のキ裂がある。乾湿のくりかえして縦構造がよく発達し、中には水平クラックも見られた。

- a 畑地は、Mekong 河の Silty Clay の雲母質沈泥を母材とする沖積土壌であり、団粒構造がよく発達している。したがって、Sa は小さく Fc は最も高い。
- b 疎林は一般に、土層のうすい丘陵部の水積土壌で、礫、鉄塊礫を含んでいる。あるいは砂岩、頁岩の激しい風化・生成による残積土壌で、鉄の斑紋・結核が乾燥固結しつつあり、透水性がわるく、Fc は最低で Sa も大きい。耕地として利用されるのは水田としてのみであり、水田では耕作により Fc を増している。
- c 水田となっているところは、水積土壌の他に、Mekong 河の沈積物によるシルト質ないし粘土質の沖積土壌がある。したがって 図-8 では畑と疎林との間に広く分布している。
(図-8には雨季稲試験地の測定分も入れてある。)
- d 密林は Mekong 河の旧河道に発達した沖積土壌といわれ、保水性が比較的良好である。Fc は水田と疎林との中間である。
- e 浸水地域の草原、湿地はほとんどが沖積土壌であり、Fc は水田並みである。粘土質のものは水田に、シルト質のものは畑地に、比較的容易に耕地化しうるであろう。

3 マレーシアにおける水と稲に関する数種の実験と調査

農林省農業技術研究所 松 島 省 三

ま え が き

著者は国連食糧農業機構 (FAO) より個人的に依頼され、1960年4月より1961年12月まで20カ月の間、稲(生理)専門技術者としてマレーシアに駐在し、国立 Soil-Water Research Station の新設、稲・土・水に関する実験、マラヤ稲作技術者の訓練などの仕事に従事した。これらの中で、水と稲との関係について行なった数種の実験と調査の概要を述べる。

I マレーシアにおける水稻作改善の方向

米はマレーシア国民の主食であるのに、%程度しか自給できない現状である。このため米の増産は大きな国策の一つである。増産上もつとも力を入れていることは、単位面積当りの増産と稲の二期作化である。単位面積当りの増産には、品種改良をはじめとして各種の方途があるが、マレーシアの現状ではかんがい排水の改善がその有力な方法の一つであると考えられ、Soil-Water Research Station の新設の予算が可決されたものである。かんがい排水の改善には、a、多すぎる水に対する対策、b、少ない水のもつとも効果的な利用法、c、普通の状態での理想的かんがい排水法などが問題となる。かんがい排水の改善には土木事業が先行しなければならないので、このために農務省の予算は最も多く用いられ、大規模の事業が進行中である。しかし、他面作物学的な改善の余地も少なくない。特に注意すべき点は、マレーシアには水さえあれば二期作化の可能な面積がきわめて多く、現在二期作の行なわれている面積は4%に過ぎないことである。しかも、Off-season の気象は Main-season より著しくよいので、水のある所では Off-season の方が Main-season より収量の多い場合が少なくない。したがって、少ない水の効率の高い利用方法の研究が二期作化上のもっとも緊急な問題となってくる。

II 試験調査成績概要

1. 旱バツ試験

この試験の目的は稲のいかなる生育時期に水分欠乏の影響がもっとも深刻であるかを知り、水不足下でのもっとも効果的なかんがい時期を明示するにあった。供試品種は2種、供試土壌は2種 (Tanjong Karang 土壌、Negri-Sembilan 土壌) で Main-season、Off-season の両季にわたって試験した。試験方法としては、稲の全生育期間を11時期に区分し、各生育時期に旱

バツ処理を施した。処理方法は完全に排水して天日で乾燥し、雨天の際はビニールで降雨の影響を遮断し、葉が萎凋し始めてから3日間そのままに放置して、その後再びかん水した。

試験結果は両季節、両品種、両土壌で主要な点はよく一致し、水分欠乏の悪影響がもっとも深刻に現われる時期は花粉母細胞の減数分裂期であった。これに次いで出穂期とえい花分化期に被害が顕著であった。すなわち、減数分裂期を中心とした出穂前20日間と出穂後10日間の合計約30日間がもっとも被害の著しい時期であることがわかった。この原因は主として不受精に基づき登熟歩合の低下であった。

2. 浸水試験

試験目的は浸水にもっとも深刻に影響される生育時期を明らかにし、排水のもっとも必要な時期を明示するにあった。試験方法は前に類するが、処理方法は次のとおりであった。

- a 全植物体を4日 (Off-season) または5日 (Main-season) 完全に浸水する。
- b 草丈の75%まで8日 (Off-season) または12日 (Main-season) 浸水する。
- c 草丈の50%まで同様に浸水。
- d 草丈の25%まで同様に浸水。
- e 標準 (常時 5cm に湛水)
- f 無湛水、ただし飽和水分を保つ。

試験の結果は前試験と同様に、もっとも深刻な被害は減数分裂期に現われ、次いで出穂期とえい花分化期であった。被害の程度は浸水程度の大きいものほど深刻であり、全植物体浸水と他の処理との間には大差が認められた。特に注意をひいた点は、出穂期に完全に浸水している場合は被害激甚であるのに対し、穂と葉先が水面に出ていれば、見るべき被害の現われなかったことである。有意的減収は重要生育時期の50%以上の浸水の場合のみに見られた。被害原因も前と同様に不受精が主因であった。

3. 要水量試験

目的は稲体 1gr. の乾物を生産するために何 cc. の水を必要とするかを知り、さらにその要水量の時期的変化を知り配水計画の基礎資料の一つにすることにあった。試験方法は水面蒸発をほぼ完全に防ぐように設計した特殊のポットを用い、毎日植物体からの蒸散量を測定した。

この試験の結果、はじめてマレーシアにおける要水量およびその時期的変化が明らかにされた。要水量は季節、植物体の大きさ、土壌の種類などによる差は概して少なく、主として品種による生育期間の長短による差が決定的であることがわかった。要水量と生育期間の間には、 $r=0.977$ の高い相関が認められ、1gr. の乾物生産にはいずれの場合でも1日当り 5cc の蒸散量を必要とすることがわかった。次の回帰式が求められ、これから品種の生育日数がわかれば、直ちに要水量が算出される。

$$Y = 4.91X + 11.1$$

ここに Y は要水量 cc, X は田植から成熟期までの日数である。

なお、モミ 1gr. を生産するためには早生種で 808cc., 晩生種で 2,504cc. の水を蒸散量として必要とし、晩生種は早生種の約3倍量の水を要することとなり、水経済の上からも早生種栽培の有利なことが痛感された。

蒸散量の時期的変化については、10日間毎の蒸散量は活着後から次第に増大し、えい花分化始期頃には peak 時の70~90%に達し、減数分裂期または出穂期に最大となり、出穂後次第に減少する。この変化は日本における実験結果とおおよそ類似している。

4. 湛水深試験

かんがい水の最適湛水深を知るのが目的であった。試験方法としては、4段階の湛水深(0, 6, 13, 26cm)について行なった。

この試験結果は、熱帯における最適湛水深はかなり深だろうという著者の予想に反して、土面が完全に覆われている限り、水深は浅いほどよいことが明らかとなった。この試験では、収量は穂数に左右され、そして水深の浅いほど穂数の多かったことにその原因があると見られた。水深の浅いことは昼夜の水温較差を大きくし、すでに著者が立証したように¹⁾、これが分けつを促進して穂数増大に役立つものと見られた。また土壌面が空气中に露出された場合は、たとえ土壌が飽和水分に保たれていても、著しい減収を示した理由については土壌および稲体分析の結果から、脱窒に起因すると考えられる。

5. 地下水位の深さの試験

この試験の目的は、稲の生育期間および休閑期間中に、どの程度の高さに地下水位を保つことが増収上に有利であるかを知ることにあつた。試験方法は水位を地表下に 30, 15, 5, 0cm に保つと共に、参考のために 30, 15, 5cm の湛水深を与える区を加えて試験した。

稲の生育していない期間の試験では2ヶ年とも一定の成績が得られなかったが、生育期間中の成績は次のような整然たる結果となった。すなわち、

a 湛水の場合には、0cm 以外は水深の浅いほど収量が多い。

b 水位が地表面下にある場合は、水位が高いほど多収を示した。

すなわち、次の順位となった。湛水 5cm> 湛水 15cm> 湛水 30cm> 湛水 0cm> 地下 5cm> 地下 15cm> 地下 30cm.

6. 節水栽培試験

この試験の目的は収量を犠牲にすることなくどの程度水を節約しうるかを知ることにあつた。試験の構成は次の9とおりであり、土壌水分は重量法によって、それぞれの土壌の最大容水量

1) 農業及び園芸 34: 5

を基準として毎日調整した。

- a 全期間浅水湛水,
- b 全期間土壌水分100%
- c 全期間土壌水分80%
- d 全期間土壌水分60%
- e 全期間土壌水分40%
- f cと同様ただし重要時期(えい花分化始期から乳熟後期まで)に土壌水分100%とする。
- g dと同様ただし重要時期に土壌水分100%とする。
- h eと同様ただし重要時期に土壌水分100%とする。
- i 間断かんがい(Off-season)または理想的と見られるかんがい(Main-season)。ちなみに、理想的と見られるかんがいとしては、田植後有効分げつ終止期に至るまでは湛水深5cmに保ち、その後えい花分化始期までは排水し乾燥させ、その後黄熟初期まで浅水かんがいにするが、この間も週1日または2日は排水して土壌面を空气中に露出させた。

試験結果は次のとおりであった。1. Off-season(供試土壌はTanjong Karang土壌):全期間浅水区はポット当り94gr.(反当玄米5石)のモミが得られたが、100%水分区はこの80%の収量をあげて47%の水を節約した。水分80%区は58%の収量、水分60%区は著しく減収し、40%区はかろうじて出穂した。しかるに、生育途中で重要時期に土壌水分を100%にした区はいずれも減収の程度が少なく、80%区は70%の収量を得、40%区でさえ63%の収量をあげた上に58%の水を節約した。2. Main season: Tanjong Karang土壌ではOff-seasonとほぼ類似の結果を示したが、特記すべき点は理想的かんがい区では20%の水を節約した上に、常時浅水湛水区よりも6%の増収を得たことである。しかしNegri Sembilan土壌では、常時湛水区は土壌還元が著しく、不稔モミの発生が多くて100%区の方が増収を示し、また理想的かんがい区は51%の増収の上に21%の水を節約した。

以上のほか各種の実験と考察の結果、結論的には収量を犠牲にすることなく、少なくとも現在より30~40%の水を節約し得るものと推定されると共に、15~20%の水を節約してもなおかなり増収を期待できるものと考えられた。

7. 土壌乾燥試験

この試験の目的は田植前の休閑中に、どの程度の期間水田を乾すことが次の稲の収量を最大にするかを知ることにあつた。試験方法としては、湿田の土壌を大型ポットに採取して、田植前にそれぞれ次の期間乾燥させた。

- a 3カ月間,
- b 2カ月間,
- c 1カ月間,

d 15日間

e 標準 (常時湛水)

試験結果を5%有意水準で判定すれば、標準と15日間乾燥区は共に他の3処理区との間に明らかに差が見られたが、1カ月、2カ月および3カ月の3処理区の間では相互に有意差が認められなかった。この結果から、1カ月間乾燥が最大収量を得る上での必要最短の期間であろうと推定された。土壌の化学分析の結果からも、土壌を乾燥することによってすでに報告されているように、可溶性窒素が著しく増加することが認められ、これが主として穂数増加に役立つ結果増収することが実証された。なお、この結果はマレーシア農民の「田植前に4~6週間晴天がつづく」と豊作になる」との言い伝えにも一致すると見られた。

8. 水田の株間水面蒸発量および蒸発散量の時期的変化の調査

Tanjong Karang の水田の株間の水面上に蒸発計 (24.5cm×25.4cm) を置き、稲の生育期間毎日水面蒸発量を測定した。Off-season における水面蒸発量は稲の生育時期によって異なり、初期は平均 0.37cm、中期は 0.22cm、後期は 0.16cm であった。

また、蒸発散計 (0.9m×0.9m×0.6m) を水田の中に設け、この中に普通の栽培密度で9株の稲を植え、蒸発散量を毎日測定した。

この結果、1960年の Off-season では日平均で 0.50cm で、1960~1961年の Main-season では 0.49cm であり、1961年の Off-season では 0.35cm であった。供試した稲の収量は1960年の二期共に10a 当り玄米約 240kg 程度であり、1961年の Off-season には 195kg 程度であった。いま1960年の Off-season の収量を 10a 当り 240kg として必要な蒸散量を前述の要水量試験の結果を利用して計算すると、月平均約 8.38cm となる。また、日平均の株間蒸発量は全生育期間平均すると約 0.25cm であり、これは月平均とすれば約 7.50cm である。したがって、蒸発散量は月平均では $8.38+7.50=15.88\text{cm}$ となる。他方、1960年の Off-season における月平均の蒸発散量は蒸発散計による実測結果から $0.5\text{cm}\times 30=15\text{cm}$ となるから、両者は互によく一致する。

9. 代かき用水量

土壌水分や地下水位が異なり、更に漏水の程度の異なる数枚の水田 (各 40a) について、代かき用水量の調査を行なった。

この結果、最大量は表土の土壌水分24%、地下水位 65cm の水田で得られ、262,190l/10a であり、最小量は表土の土壌水分 45%、地下水位 20cm の水田で得られ、107,020l/10a であった。

10. 地下浸透水量の時期的変化の調査

1961年の Off-season に Tanjong Karang Station の水田でその中央に面積約 1m²、深さ

2) 塩入・青峰1940, 青峰1949, 原田1959。

60cmの鉄製タンク（無底）を設け、浸透によって失われる水量を毎日測定した。（10日毎の平均値を算出したが、この中には曇雨天の日を除き、晴天の日のみの値を用いた。）この結果は、7月上旬（田植直後）から9月上旬（成熟期）までの期間では、0.22cm/dayから0.57cm/dayまでの変異を示した。この値は水面蒸発量をも含んでいることを考慮すれば、地下浸透量は無視できるほど小さいと思われる。しかし、9月中旬以降になると浸透量は著しく多くなり、0.84cm/dayから1.72cm/dayの変異を示すに至る。これは明らかに田面から排水され、かんがい、排水路にも水がなくなる結果である。（稲が成熟期に達すると完全にかんがいが停止される。）したがって、本水田の地下浸透量はかんがい、排水路の水位に強力に支配されると認められるが、この事は多かれ少なかれマレーシア全土の水田についても云えると思われる。

11 実際の水田の月平均用水量の推定

前述の諸実験や調査の結果ならびに利用できる資料を用いて、著者は実際の水田の用水量を推定してみた。

実際の水田の用水量を次の4つの要素にわけて考えた。a. 代かき用水量、b. 稲体からの蒸散量、c. 株間蒸発量、d. 地下浸透量。aは各種条件の異なる実際の水田の調査から約17.8cmと推定し、bは前述の試験結果から約8.4cmとし、cは実際の水田での両季節の毎日の実測から約7.6cmとし、dは1つの水田での調査があるのみで、水田によって著しく異なると思わ

表-1 年間月別用水量

季 節	期 間	用 水 量 (cm/month)			
		代かき	蒸発散	縦横浸透	合 計
一 期 作 (Off-season)	3月中旬～4月中旬	苗代期間であり、水田全面積の約1/30がかんがいされればよい			
	4月中旬～5月中旬	17.8	10.2	17.8	28.0**
	5月中旬～5月下旬	中 干 し 期 間			
	5月下旬～7月中旬		21.1	17.8	38.9
	7月中旬以降	排 水			
二 期 作 (Main-season)	8月上旬～9月上旬	苗代期間であり、水田全面積の約1/30がかんがいされればよい			
	9月上旬～11月下旬	17.8*	10.2	17.8	28.0**
	11月下旬～12月中旬	中 干 し 期 間			
	12月中旬～2月上旬		21.1	17.8	38.9
	2月上旬以降	排 水			

* 代かき用水であるから、9月上旬～下旬にかけて17.8cmだけあればよい。

** 代かき用水量を含まず。

れたが、平均的数値を用いて 17.8cm とした。

したがって、代かき用水量を除けば毎月の平均必要水量は次のようになる。

$$8.4\text{cm(蒸散)} + 7.6\text{cm(蒸発)} + 17.8\text{cm(地下浸透量)} = 33.8\text{cm}$$

この結果を基礎として蒸発量および蒸散量の時期的変化を考慮に入れ、マレーシア政府かんがい排水局長の要請に応じて、次のような二期作の場合の年間月別用水量の1つの試案を提出した。(表-1)

12. 水田水温調査

水田水温を気温と共に毎日観測したほか、時折日変化を測定した。旬別平均では最高水温は 37.8°C を越えることはなく、平均水温の最高は 31.1°C であり、雨季以外では水温は気温より高いことが多かった。水温の最高は水稻の生育初期に得られた。また、日変化の場合においても、短期間を除けば常に水温は気温より高い。

日本における著者の実験によれば、水温 30°C で最高収量が得られ、35°C では最高収量のわずか55%しか得られなかった。また、著者の他の実験では、穂首分化期から減数分裂期にかけて 35°C の水温を与えると登熟歩合が著しく低下して収量が激減する。これらの結果からみて、35°C の水温は高温障害をもたらすことが明らかである。

以上の事実から、一般にマレーシアでは高水温による著しい収量低下は珍しいと考えられるが、しかし停滞水の水田とか、土壌状態の悪い水田とか、または稲の生育不良の水田とかでは高水温のために登熟歩合が低下し、収量も減少する場合も少なくないと思われる。

13. その他の試験

試験を開始しながらも、著者離任の時までに完了しえなかった試験に次のようなものがある。

- a 間断かんがい試験
- b 生育各期の最適水深および最適土壌水分試験
- c 畑地状態下での最適かんがい法試験
- d 遮光試験および各地での各月播種移植試験

注； 詳細については、"Some experiments on Soil Water Plant Relationship in Rice". published by the Ministry of Agriculture and Co-operatives, Federation of Malaya (1962) を参照。

B 作物栽培と水利用

4 カンボジアにおける作物栽培とかんがい排水

科学技術庁資源局 加藤 泰丸

まえがき

1964年3月29日から5月4日までの間、「カンボジア国かんがいおよび森林開発計画調査団」に参加して現地調査を行なった際の調査結果をもとにして、カンボジアにおける作物栽培とかんがい排水について述べる。

I カンボジアの地域区分

カンボジアは、農業生産と水利開発の立場からみて、およそつぎのような地域に区分して考えることができる。

1. Mekong 河沿岸地域（デルタ頂部よりも上流部）

Mekong 河がデルタの形成を始めるまでの間の両側の地域であって、Mekong 河の直接の氾濫は少なく、むしろ内水がたん水する地帯とその背後の台地および丘陵地帯からなっている。水田は比較的少なく畑が多い。開発可能な土地がまだ相当に残されており、水利の点からみれば、今後本流あるいは支流にダムなどの適地もあり、それらと呼应して農業の進展が期待される。

2. Tonle Sap 湖沿岸地域

Tonle Sap 湖は Tonle Sap 河を通じての Mekong 河の逆水と、流域からの流出水のために、雨季にはその水面面積が乾季（約 3,000km²）の 3～4 倍（約 10,000km²）に広がる。

氾濫地帯においては、つぎの Mekong デルタ頂部地域の場合と同様に毎年雨季の洪水に伴って泥水からの養分補給がうけられるので、土壌も比較的肥沃である。洪水の氾濫域は水田地帯として開発され、たん水の状況や土性などに応じて栽培期間を異にする各種の水稲品種が作付けされている。

Tonle Sap 湖の洪水調節は Mekong 水域全体の計画と密接な関係をもち、将来の検討にまつべき問題が多い。Tonle Sap 湖の北岸には著名な Barai Occidental があり、現在その成果を発揮しつつある。南岸には事業実施中の Bovel 地区、計画中の Banam 地区およびすでに事業が完了している Moug 地区など大規模なかんがい排水事業地区があるが、この種のかんがい排水開発に今後も期待が寄せられている。

3 Mekong デルタの頂部地域

Mekong 河の洪水によって運搬された土砂が現在も堆積作用を続けている地域であるが、ここはいわゆる Mekong 下流部の本格的なデルタとは若干性質を異にしている。すなわち、発生する洪水の時期と量が毎年かなりの変動を示しているため、作物の栽培からみれば、つねに水害と干害の両面の危険にさらされているとみななければならない。

この地帯の地形は、自然堤防と後背湿地に大別することができるが、前者は畑として、後者は水田として利用されているのが普通である。地味は毎年堆積する土砂のために概して肥沃であるが、堆積の少ない部分、もしくは粒子の粗い土砂の堆積する部分では、生産力も若干おちるようである。

この地域に対する水利開発も、根本的には Mekong 水域全体の水利調節問題の解決にまたなければならないが、毎年不規則に起きる氾濫に伴う水害防止ないしはこの地帯にかなり栽培されている減水期稲に対する水源確保などの対策として、比較的小規模な範囲を単位とする水のコントロールは有効な手段と考えられる。

また、畑地の生産力維持向上のために、洪水時に本川から泥水を引き込んで計画的な肥培を行なう colmatage (お泥かんがい) も、畑作振興対策としては重要な意義をもつ。

4. 海岸平野地域

Kampot 州を中心として展げた海岸部には、Mekong 河とは切り離された平野が形成されている。ここの低地部も水田として利用されているが、台地から丘陵部にかけては畑もかなり分布している。施肥技術の導入とあわせて、今後のかんがい排水開発の方向として、河川水のほか、地下水の有効利用も考えれば、Sihanouk-Ville 港を近くにもっていることでもあるので、今後発展の期待できる地域である。

5. 高原地域

高原部地域のうち、とくに Rattanakiri の周辺一帯は、現在道路も整備されていないために農業開発も遅れているが、今後の開発の見込まれる地帯である。なお、この地帯については林業の分野における利用開発の方法もあわせて考える必要がある。

II 農業生産の現況

1. 耕地面積

耕地面積を適確に調査した統計はないが、ほぼ 220~250万ha 程度と推定され、これは国土総面積の約12~14%にすぎない。したがって今後開発可能と考えられる土地の面積はまだかなり残されている。耕地の約60~70%は水田として利用されている。

2. 農家戸数と経営規模

農家戸数は、全体で約70万戸と推定されているが、さきの耕地面積をこの戸数で除してみる

と、1戸平均経営耕地面積は約3ha強ということになる。なお、これは全国平均数値であつて、この国のもっとも進んだ水田農業地帯を擁する Battambang 州においては、数10ha以上の水田経営を行なっている農家がみられる。また、Mekong 河沿岸の肥沃な地帯では、経営面積は少なくとも集約的な農業を営むことによって相当な収益をあげている農家もみられる。なお、経営形態は大部分が自作農であり、耕地を賃借する場合があつても完全な小作農というものはないのである。

3. 主要農作物の種類、栽培面積、生産量

カンボジアにおけるもっとも重要な農作物はいうまでもなく水稲であるが、畑作物ではゴムとトウモロコシが重要な位置を占め、米とともに三大輸出農産物となっている。その他の農作物としては特殊なものを除き、ほとんどあらゆるものが栽培されるが、おもなものとしては、緑豆、大豆、棉、らっかせい、ひま、タバコ、胡椒、カボック、パルミラ椰子、甘藷、胡麻などをあげることができ、その他各種の果樹、野菜、あるいは、茶、コーヒーなどが作られる。ただ、乳牛の飼育がほとんど行なわれていないため、牧草その他乳牛用の飼料作物は栽培されていない。

乾季にはきびしい乾燥が続くが、ほとんどの畑がかんがい施設をもたないため、手労働でかん水を行なっているごく限られた園芸作地帯、もしくは、氾濫たん水によって地力の回復ならびにその後のある程度の土壌水分の保たれるトウモロコシその他の畑作物栽培地帯を除いては、ほとんどが雨季における降雨を利用した年1回の作付けを行なっている。

また、施肥、防除などの技術が一般に普及していないので、特殊な地帯の特定の作物などを除いては作物の生産性は全般的に低く、とくに、磷酸、窒素の極度に欠乏した酸性の土壌が広く分布していることが目立つ。

主要農作物についての作付面積、生産量ならびに ha あたり収量は表-1のとおりである。

III 水稲栽培とかんがい排水

1. 水田地帯の地域分類

水稲はほとんどすべての州で栽培され、その栽培面積の州別分布状況を示せば表-2の通りである。水田地帯は、地形的にみると、つぎのような4つのタイプに類別することができると思われる。

(1) 主として Tonle Sap 湖、Mekong 河およびその支派川の氾濫域内に位置し、氾濫水と雨水を利用して雨季に栽培する水田（主として低標高の沖積平野）。

(2) 主として Tonle Sap 湖、Mekong 河およびその支派川の氾濫域内に位置するが、たん水深が深いため、氾濫水の引き始める頃から乾季にかけて栽培する水田（主として低標高の沖積平野）。

表-1 主要農作物の作付面積, 生産量, ha あたり収量

作物名	作付面積 ha	生産量 ton	ha あたり収量 ton
水 稲 (粳)	1,740,000	1,689,000	0.97
パラゴム(ラテックス)	41,680 (28,851) ⁽³⁾	41,183	1.43
トウモロコシ	125,025	182,000	1.45
緑 豆	35,615	20,660	0.58
大 豆	16,380	9,626	0.59
棉 (綿 実)	4,550	3,600	0.79
らっかせい(からつき)	19,902	12,451	0.63
ひ ま (種 実)	6,200	4,664	0.75
タ バ コ (乾 燥)	10,185	6,000	0.59
胡 椒 (黒)	520	1,398	2.69
カボック (種実なし)	1,828,300(本)	6,453	—
椰子 (糖)	—	47,373	—
甘 藷	—	29,401	—
胡 麻	18,670	11,767	0.63

(注) (1) 統計は 1962~'63

(2) 資料: ANNUAIRE STATISTIQUE DU CAMBODGE 1962による。

(3) パラゴム栽培面積欄の上段は植付面積, 下段は採取中面積。

表-2 水稲の品種分類別栽培面積の州別分布

州 別	品 種 別	早 生 稲	半 季 節 稲	季 節 稲	晩 生 稲	浮 稲	乾 季 稲	計
Battambang		6	13,909	204,793	88,859	71,538	—	379,105
Kampot		10,907	14,776	86,889	19,928	5	600	133,105
Kandal		50	10,929	40,934	14,267	17,136	14,880	98,196
Kompong Cham		7,457	24,760	60,375	42,415	3,820	11,184	150,011
Kompong Chhnang		3,105	14,852	22,954	9,829	10,105	7,560	68,405
Kompong Speu		566	18,542	72,585	7,212	—	—	98,905
Koh Kong		495	1,944	2,771	—	—	—	5,210
Kompong Thom		407	5,422	29,557	23,943	41,607	152	101,088
Kratie		296	2,068	6,683	—	—	903	9,950
Prey Veng		6,890	11,897	89,264	50,736	36,799	16,892	212,478
Pursat		938	12,020	15,648	10,150	2,711	—	41,467
Stung Treng		25	1,049	1,611	—	—	—	2,685
Siemreap		2,503	6,612	25,929	12,722	19,472	3,980	71,218
Takeo		7,223	15,260	103,175	31,710	24,270	16,339	197,977
Svay Rieng		8,372	47,934	71,567	19,474	933	1,828	150,108
合 計		49,240	201,974	834,735	331,245	228,396	74,318	1,719,908
比 率 (%)		3	12	49	19	13	4	100

(3) 氾濫域外に位置し, 雨水のみを利用して栽培する水田 (若干高い標高の沖積平野)。

(4) 台地もしくは丘陵部の間にあって, 河川流水と雨水を利用して栽培する水田 (主として

扇状地，谷底平野）。

これらのうち，(1)の場合が水源的にもある程度安定し，また氾濫水中に含まれる養分の供給によって肥沃度も高いため，生産量も概して多い。なお，(1)，(2)，(3)，(4)のいずれの場合においても，溜池もしくは河川取入堰から用水の補給をうける水田が部分的にはあるがみられ，それら水田における生産は他に比べて安定している。

2. 品種分類と栽培地域の特性

現在栽培されている品種は早生稲，半季節稲，季節稲，晩生稲，浮稲，減水期稲（乾季稲）などに分類されるが，それらについての栽培地域の特性はつぎのとおりである。

(1) 早 生 稲

日長感应性が比較的小さく，乾季作稲としても栽培される。砂質で地力の低いところ，かつ用水条件にあまり恵まれないところに作られる。収量はもっとも少ない。

(2) 半 季 節 稲

早生稲と同様砂質で地力の低いところ，また用水条件も充分でないところに栽培される。収量は早生稲よりは多いが，季節稲よりも少ない。

(3) 季 節 稲

壤質土壌で比較的低標高のところ，用水がある程度充分に得られるところに栽培される。収量は半季節稲よりは多いが，晩生稲よりは少ない。

(4) 晩 生 稲

壤質～植質土壌でかなり低標高のところ，用水が長期にわたって充分に得られるところに栽培される。収量は季節稲よりも高い。なお，晩生稲をさらに晩々生に区別する場合がある。

(5) 浮 稲

低標高の洪水氾濫域であって，洪水のたん水深が 2m 以上，ときとして 4～5m に達し，かつそれが相当長期間にわたって持続するところで栽培される。浮稲も生育期間の長短によって季節稲，晩生稲などに区分されるが晩生稲が一般的である。なお，生育期間とたん水深の間には相関関係があり，2～3m のところでは，6ヶ月程度の品種，3～4m のところでは，7ヶ月程度の品種，4m 以上のところでは，8ヶ月程度の品種が栽培される。1日の草丈伸長量は，ほぼ 20cm 程度が限度といわれ，したがって洪水時における1日の水位上昇がこれを上廻る場合には，浮稲といえども栽培がむずかしいといわれる。収量は一般に多いが，品質はあまり良好ではない。直播栽培方式によって栽培される。

(6) 減水期稲（乾季稲）

洪水が引きはじめる11月頃から苗代が始められ，12月に移植するもので，早生系統の品種がこれに用いられる。栽培地域は，乾季に入ってからでも用水の得られるところに限定される。

以上のことからわかるとおり，水稻の品種別栽培地域の分布は，地形，水利などの条件と密

接な関係をもっている。なお一般的に、生育期間の長い水稲ほど養分の必要量も多いと考えられるが、水田の養分供給能力の大小はさらに土壌の粒度組成と相関があり、大体の傾向として粒径の細かいほど肥沃であるといえるが、このような細粒質土壌は、また低位部にしかつ水がゆっくりと長期間たん水するところに沈積しているので、結局、水稲品種の分布と自然条件との間の相互関連性は、表-3のように整理することができる。

表-3 水稲の品種別栽培条件

栽培地の条件 品種別	水 (湛水期間)	地 形 (標 高)	土 壤 (土 性)
早 生 稻	短	高	粗粒
半 季 節 稻	やや短	やや高	やや粗粒
季 節 稻	中	中	中粒
晩 生 稻	長	やや低	細粒
浮 稻	中・長	低	細粒
減 水 期 稻	乾季に水の得られるところ	—	—

現状においては、用排水条件の不備ならびに無肥料栽培なるが故の地力の低さなどの理由で、雨季稲と乾季稲の1年2作は一般に行なわれておらず、2毛作は水利施設のあるところで小範囲に試みられているにすぎない。

なお、これら品種のそれぞれの栽培期間を図-1に示す。

IV かんがい排水に関する栽培上の諸問題

カンボジアにおける水稲生産を阻害している最も基本的な要因が一部の地区を除き、ほとんどの水田が整備されたかんがい排水施設をもっていないことにあることは、現在までに多くの人達から指摘されているところである。そのように、かんがい排水の条件が完備し

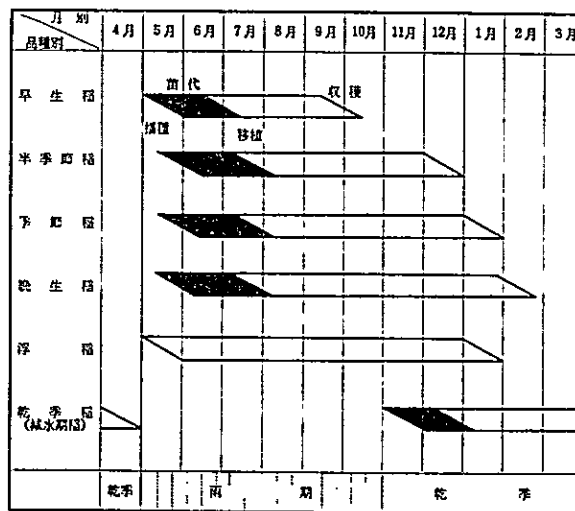


図-1 水稲の品種分類別栽培期間

ていないということは、結局毎年水稲生産が、気象すなわち降雨の量とその分布に支配されていることを意味し、その結果、つぎのような形で各年次の生産を不安定なものにしている。

- a 降雨の量とその分布は、播種または田植を規制する。雨季の始まる時期が遅れると播種または移植の適期をのがすことがある。

- b 生育期間中における降雨が充分でないときは、干ばつ被害のため、減収はもちろん生育不能になることがある。
- c 生育期間中における降雨が過多であるときは、洪水による浸水などの被害がおこり、減収もしくは収穫皆無となる。なお、とくに直播栽培の場合、播種後生育初期の段階において土壌が過湿になると、発芽障害や生育障害をおこすので、地下水排除のききにくいところでは減収の原因となる。
- d 標高的に低く、また保水力の強い水田では、生育期間の長いすなわち多収性の品種を栽培することができるが、標高的に高く、また保水力の乏しい水田においては、生育期間の短いすなわち低収性の品種しか栽培することができない。したがって、品種の自由な選択は制約をうけている。
- e 多収穫をあげるためには、どうしても現在の無肥農業を施肥農業に転換しなければならないが、土地条件に応じた適正な施肥設計をたて、肥料の効果を十分に発揮させるためには、用排水が自由にコントロールされる状態になっていることが必要である。
- f 現在水稻の栽培は年1作が普通であるが、気候的には1年2作が充分にできる条件を備えている。しかしながらそれが行なわれない理由は、主として土地が瘠せていることと、乾季の用水が得られないということにあると考えられる。その両者はやはり相関連していることであるが、いずれにしても水源さえ準備されるならば解決されることである。

V 畑作物栽培とかんがい排水

現在自然的あるいは人工的に水利の便に恵まれたところは、ほとんどが水田として利用されているので、水利の点からみれば、とり残されたところが畑地となっている。Mekong 河沿岸で行なわれている colmatage (お泥かんがい) を除いてはみるべき事業もない。ここで土地ならびに水利条件から畑地を立地区分してみると、3つのタイプに類別して考えることができそうである。

(1) Mekong 河およびその支派川の自然堤防上に位置し、雨季には洪水がたん水する畑地。

ここは泥水による自然肥培効果があるため、生産力も比較的高く、トウモロコシ、緑豆、大豆、タバコをはじめ各種の畑作物が栽培される。洪水の前後を利用して2毛作が行なわれるところがある。

(2) 洪水氾濫域外にあって、台地、丘陵部にかけて分布する畑地。

ここは泥水による肥培効果がないため地力は一般に低い。ここでも多種の作物が栽培されるが、ほとんどが1年1作である。

この地帯での特殊なケースとして、不完全ではあるが人力によるかん水ならびに施肥を行なって、この国としてはかなり高度な畑作を営んでいるところがある。Kampot の胡椒、Battam-

bang, Kompong Cham などのオレンジ, その他各州で栽培されている野菜などがそれである。

(3) terre-rouge, terre-noire の土地地帯に位置する畑地。

terre-rouge は Kompong Cham から Kratie にかけてかなり広範囲にみられるが, ここではパラゴムのプランテーションが発達して, 高い生産をあげている。

terre-rougeは保水性など物理性もよく, 開墾当初は肥沃度が高いけれども, 普通畑作を行なうと数年間で急激に地力が衰える性質をもつが, terre-noire は石灰岩を母材としているため磷酸の供給があり, 保水性もかなり高いので無肥栽培を行なう場合に適した土壌で Battambang などでは古くからこの地帯に棉を生産してきた。terre-noire の地帯は今後, トウモロコシその他の畑作地帯になるものと囑望されている。

以上のように3つのタイプはそれぞれの特徴をもっているが, それらの地域における畑作の生産状況をみると, 水利条件について一番恵まれていると考えられる(1)のタイプにおいても, 雨季作の生育後期の水害, 乾季作後期の干害のため生産は不安定であり, とくに(2)のタイプの場合, 地力の低さも手伝ってその生産性は著しく低位である。

現在畑地で栽培されているいくつかの主要な作物の栽培期間は図-2のとおりである。

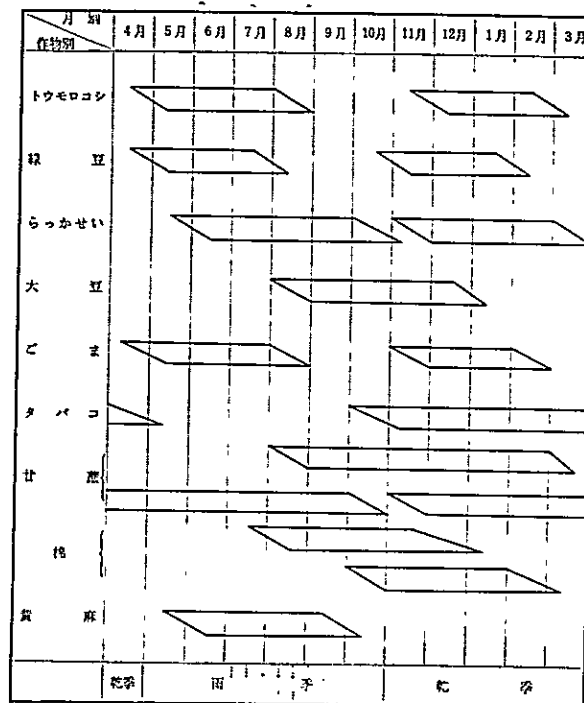


図-2 主要な畑作物の栽培期間

VI かんがい排水開発を中心とする農業生産安定向上の考え方

以上カンボジアにおける農業生産と水利の関係について述べたが, 生産の現状をみたところでは, それが決して高位に安定しているとはいえない。生産の低さの原因としては, 社会条件, 自然条件などいくつかのことがらをあげることができよう。しかしながら生産の高低を直接左右する条件としては, まず作物栽培に関する各種技術の未発達と, その発達を阻害している大きな要因としての水利の不備をとりあげなければならない。栽培技術の未発達といっても, 品

種、栽植方法、¹雑草、病虫害の防除など個々の技術すべてが問題であるが、とくに決定的なものとは特殊な場合以外ほとんど無肥料で栽培していることである。

いうまでもなく作物の栽培は、それに関係する個別技術が、すべて有機的な調和を保ちつつ組み立てられてこそ、安定的に向上するものであるから、単に無肥栽培を施肥栽培に初り換えただけからといってこと足りるものではない。その意味においても、まず施肥の効果を十分に發揮させるための水利条件の整備が不可欠である。

ただその際注意をしなければならないことは、現在の生産が低位であるといっても、それはそれなりにある種の自然的バランスがとれているということであって、施肥や水利改善によってバランスの一部をくずすことになると思わぬところにマイナスの要因が作用するかもしれない恐れがある。したがって、新しいプロジェクトを考えるに際しては、農業技術全般についての総合的な見地に立った検討が重要である。

以上のような観点から、カンボジアの農業生産を安定し、増大するためにとられるべきいくつかの措置を列挙してみる。

(1) 未墾地の開墾

現在の耕地面積は国土総面積の10数%であるので、今後なお開発可能な土地はまだかなり広範に残されている。政府も開墾奨励策をとっているが、ほとんどが手労働による開墾であるので進捗はおそいようであり、機械開墾方式の導入が望まれる。開墾地の大部分は畑地として利用されるが、既述のような理由で地力が急激に消耗してしまう。そこで現在は *terre-rouge* や *terre-noire* の地帯に力が入れているが、面積的に限界があることと、市場や輸入港からの距離が遠いというマイナスがある。

この国の輸出農産物のうちでもっとも有望とみられるとうもろこしの栽培地帯として、Sihanouk-Ville 港を間近に控えた Kampot 州の農地造成なども大いに意義があるが、一般に土壌が砂質であるため実現できないていることに対しては、畑地かんがい事業の実施が望まれるところである。

(2) 既耕地における生産の安定増加

- a 土地利用率の増大、すなわち乾季における栽培を可能にさせる用水改良と、雨季作後期における洪水被害を防止するための輪中堤築造などの排水改良（水田、畑共通）
- b 多収性の生育期間の長い品種の導入を可能にさせる用水改良（水田）
- c 適期に播種、田植ができ、かつ土壌還元を促進するための早期湛水を可能にさせる用水改良（水田）
- d 海岸部における塩害防止のための用水改良（水田）
- e 低湿地における根部生育障害を防止するための排水改良（水田）
- f 減水期水稲の生産安定のための用水改良（水田）

- g 畑作物の生産を安定増大し、かつ施肥農業への切換えの前提ともなる畑地かんがい
- h 畑地の地力を増大し、かつ雑草ならびに病虫害対策としての効果をもつ colmatage (Mekong 河沿いの畑)
- i 地力の維持、雑草ならびに病虫害対策としての効果をもつ田畑輪換を行なうための用排水改良 (水田、畑共通)
- j 用排水管理を合理的に行ない、かつ機械化農法導入の前提となる耕地整備と換地 (水田、畑共通)
- k 用排水条件の改良にともなう高度な農業生産を営むための栽培技術体系の確立 (水田、畑共通)

品種改良

耕起、整地、播種、移植、間引、中耕などの方式の改良

施肥技術の確立

雑草、病虫害防除方式の確立

輪作体系の改良

機械化農法の導入

(3) その他必要な措置

- a 試験研究、技術教育、および営農指導体制の確立
- b 各種事業実施に対する財政上の措置
- c 農産物の流通機構の改善

なお、これらに関して東南アジア諸地域全体に共通する解決策などは後章でまとめて論じられる。

1) 総括討論およびシンポジウムのまとめを参照。

5 Sambor 地域の開発計画

農林省農地局計画部 宮崎 康生

1 カンボジアにおける Sambor 地域の農業的位置づけ

Sambor 地域は Kratie 州に属し、カンボジアの東部やや南ベトナム寄りに位し、首都 Phnom Penh から Mekong 河上流部、陸路約 340km の地点にある。Sambor ダムのかんがい受益範囲は Kratie 州の内、Kratie, Prek Prasap, Chhlong の 3 Srok にまたがる約 67,000ha である。Mekong 河左岸は Sambor ダム予定地点より Prek Chhlong まで、Mekong 河右岸は Sambor ダム予定地点より Chhlong 対岸 Pham Kompong Kor までの Mekong 河流域で、延長約 40km にわたる標高 40m 以下の直接受益地域、および接続する下流（左、右岸）の間接受益地域である。受益地域の中、約 18,000ha（開取面積）が耕地面積であり、これは Kratie 州の全耕地面積の過半を占めている。

Kratie 州における耕地率、人口密度、農家あたり平均経営面積をカンボジア全体およびこの国の農業の中心地である Battambang 州と比較してみると次のようになる。

	水田面積 ha	畑、樹園地 ha	耕地率 %	人口密度 人/km ²	農家1戸当り 平均経営面積 ha
Kratie	15,000	15,000	2.7	11.4	1.8 (開取調査)
Battambang	470,000	25,000	25.8	28.8	
Cambodia	2,296,000	300,000	16.6	31.7	3ha

(農林統計調査報告書1963～64年による)

これらの数字からも明らかなように、まず、人口密度の希薄な事がこの地域の開発を阻害している第一要因といえよう。さらにわずかに Mekong 河沿いに Mekong 河の氾濫を利用した農業が展開されている外は水利条件が悪いため放置されている広大な湿原（後背湿地）、利用価値の少ない疎林地帯などが残されている。Kratie における米作面積は 15,000ha で全国 2,296,000ha に対し、0.7%、生産量は約 22,000ton で全国の 2,760,000ton に対し 0.8% となっている。

また、畑作物においてはトウモロコシ、緑豆、胡麻、タバコ、甘蔗などが主体に作付されており、これらの作物が Kompong Cham, Phnom Penh などへの供給源の一部としての役割を果し

ているに過ぎないが将来、人口の増加、水利条件の改善、施肥農業の展開などの諸条件が揃えば、カンボジアの主要な野菜、果樹その他の供給地として期待し得る地域である。

また、本地域は Stung Treng, Mondulkiri, Rattanakiri 同様カンボジアにおける有数の保有林地帯でもある。

交通条件としては、Stung Treng から Kratie, Snoul, Mimot, Kompong Cham を経て Phnom Penh に通ずる国道があり、また、左、右岸とも Mekong 河の自然堤防上に道路が通じ、乾季にはトラック、荷馬車などの交通が可能であるが、Mekong 河が交通の主要な役割を果たしており、この地帯の米、タバコ、野菜、木炭などの産物は舟便で Mekong 河を下り、Chhlong, Kompong Cham, Phnom Penh に出される。また、木材も Kratie 周辺のみならず Snoul, Mimot などからトラックで Mekong 河に運搬され、筏に組まれて、Kompong Cham, Phnom Penh に運ばれている。なお、山林へ通ずる林道は木材業者によって整備され、乾季には大型トラックが出入りしている。

気象条件は年平均気温 27°C 前後、年平均降雨量 1,800mm 程度である。

II 土地利用の現況と地域農業の概況

1. 土地利用の現況

Sambor ダム受益地域はダムから導水路によってかんがい可能な直接受益範囲とさらにこれに接続して Mekong 河本流またはその支流河川からポンプ揚水により相当の効果が期待し得る間接受益範囲に分けられる。その土地利用の現況は表-1 のとおりである。

表-1 土地利用面積の現況 (単位 1,000ha)

開発区分	水田		小計	畑、樹園地	林地		草地 (未開発 浸水地 域)	計
	雨季稲水田	乾季稲水田			疎林	密林		
直接受益	3.2	0.6	3.8	4.8	22.0	4.9	19.8	55.3
間接受益	0.7	0.3	1.0	4.9	0.2	0.4	5.2	11.7
計	3.9	0.9	4.8	9.7	22.2	5.3	25.0	67.0

(注) 現調査段階における概算値である。

Sambor ダム予定地点から Mekong 河左岸 Kratie 迄は水田 (雨季稲) が主体をなし畑作は一部 Mekong 自然堤防地帯に小面積存在するのみで、タバコ、トウモロコシなどが1年1作 (11～2月) 作付けられ、また、バナナ、オレンジ、ココヤシが宅地内に小面積栽培されている。

Kratie から Prek Te, さらに Prek Chhlong へと南下するに従って畑地帯が増加し、カボック、ココヤシなどの樹園地や小面積ではあるが、乾季稲栽培水田も存在する。また、Prek Te の上流地帯では水積土水田地帯が多く畑面積は少ない。

Mekong 河右岸地帯も同様に南下するに従って水田地帯より畑地帯へ移行しており Chhlong 対岸地帯では畑面積が水田面積を凌駕している。なお乾季稲栽培水田は左岸地帯よりやや多く、浸水地域内の低地に存在する Baeng (池) および乾季に涸れない小河川 (これらの多くは 2~3 月には涸れる) などを水源としており、小規模なポンプ (2~3IP 程度) による揚水かんがいを行っている水田も見受けられる。

全般に自然をうまく利用した土地利用が行われ、雨季浸水の程度により水田として利用可能な土地はほとんど耕作されているが、乾季における水および土地利用は低調である。

2. 農家経営の現状

この地域の農家は大別して次の 5 タイプに区分される。

- a 標高 25~30m に位置する水積地帯および小河川、溪流沿いの水田地帯に属するもので、雨水 (山地よりの押水) および河川流水の氾濫により、雨季 50cm 前後の浸水を利用して雨季稲を栽培している農家。
- b Mekong 河氾濫地域内に位置する河成沖積地の水田地帯に属するもので、氾濫域内の上位部に存在し、雨季 50cm 前後の水深を利用して雨季稲を栽培している農家。
- c Mekong 河の氾濫地域内に位置する河成沖積地帯に存在する Baeng (池)、小河川などを水源として乾季稲を栽培する農家。
- d Mekong 河の自然堤防沿いに帯状に広がっている畑作農家。
- e 上記 d の畑地および a、b、または c の水田を併せ所有する農家。

水田、畑作農家とも耕作面積は大規模経営農家で 5~10ha、中規模経営農家で 2~4ha、小規模経営で 1ha 前後である。

上記 5 タイプのうち、a タイプ、d タイプが多く、b、c、e タイプの農家は少ない。また、水田農家では Mekong 河沿いの部落に住み数 km 離れた水積地帯の水田を所有して出作りを行なっている者も多い。(出作りの場合水稲作期間は所有水田地帯に近住する者が多い) 一般に無施肥栽培のため、毎年雨季の洪水に伴う Mekong 河の氾濫により、石灰、磷酸など養分に富んだ新鮮な泥土が補給される河成沖積地帯およびやや高標高の水積地帯、小河川、溪流沿い以外はほとんど耕作されていない。

(1) 水田農家

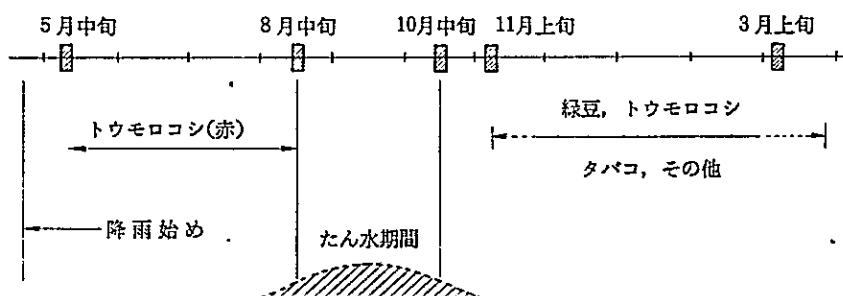
雨季稲水田も乾季稲水田も土地利用は 1 年 1 作で施肥、薬剤防除は行なわれていない。ha 当たり収量は土地の肥沃度、降雨条件、その他により異なるが、一般に収約 2.85~0.95ton、平均収量収約 1.9ton (玄米重 1.4ton 前後) 程度である。(乾季稲の平均収量は雨季稲よりやや低いと推定されるがわれわれの行なった聞き調査範囲では雨季稲との差は明確ではなかった。) 1 戸当たり平均経営面積は約 2ha であるから、1 農家当たり平年作 3.8ton の収穫があり、5 人程度の家族構成とすると、0.95~1.14ton の自家用飯米、雇傭労力の代償として、1 作季牛車借料 (2 頭曳)

0.57ton 程度、その他、種子用などを除いて残り約 1.9ton 前後が販売用または交換用として使われる。販売価格は 0.04ton 29ドル (2tan 100 Riel) が普通で、1.9ton 販売すると145ドルの粗収入となる。この他ほとんどの農家が副業として農閑期に薪炭材、竹などの伐採人夫として年間2ヶ月前後出役し、87ドル前後の収入を上げているので農家粗収入は合計230ドル前後となる。

一方、支出の面は5人家族の場合、種々の支出経費を合わせて230ドル、すなわち差引零というのが実情である。従って凶作年は米を借り、翌年または豊作年に返済するなど部落内農家同志の相互扶助が行なわれている。このことは労力面においても同様で、労力の貸借、共同作業などもさかんに行なわれている。

(2) 畑作農家

畑作農家は Mekong 河の自然堤防沿いに2~3km の中に帯状に広がっている。これらの土地は毎年雨季の洪水時に Prek Te, Prek Kampi, Prek Chhlong, Prek Sop その他の Mekong 支流より氾濫し、自然の流水客土作用により養分に富む泥土が蓄積される河成沖積地帯であり、その土地利用は一般に雨季浸水前にトウモロコシ、胡麻など、乾季に緑豆、タバコ、トウモロコシ、胡麻、落花生、白葛、西瓜、南瓜、トマト、キュウリ、カンラン、甘藷などが作付されている。その他甘蔗、棉、樹園地(バナナ、オレンジ、カボック、ココヤシなど)も存在する。平均耕作面積は水田と同様2ha 前後であり、標準的農家の作付方式は下記のとおりである。



上記作付方式を基として2ha 所有農家の経営を試算すると表-2 のとおりとなる。

表-2 作付面積と粗収入との関係

季別	作物名	作付面積	ha当り収量	ha当り平均収量	生産量	販売価格	粗収入
		ha	kg	kg	kg	US\$	US\$
雨季	トウモロコシ(赤)	2.0	1,000~3,000	2,000	4,000	0.058/kg	230
乾季	" (白)	1.0	800~2,500	1,000	1,000	"	58
"	タバコ	0.5	300~1,000	700	(生)350 (乾)100	(乾)0.58~ 0.87/kg	44
"	绿豆	0.5	500~1,500	700	350	0.174/kg	58
計							390

表-2からわかるように粗収入合計は390ドルであり、畑作農家の場合、乾季農事に従事するため、副業は少ないのでこの場合副業収入は零とする。支出面からみると5人家族の場合、総経費は320ドル程度となり差引き73ドル残となる。この収支面からは同面積の場合、水田農家よりも有利とみられるが、価格の不安定と凶作年において米作農家が主食を確保しているのに比べ必ずしも有利ではない。

Ⅲ 土地利用計画の試案

本地域の土地利用の決定に当っては、主要農産物について国内需要を満足させるとともに輸出の増大、輸入農産加工品の国内生産、加工（勿論これは国内食品工業その他加工工業の発達を前提とするものであるが…）といった観点から従来この地域に導入されている作物、および導入可能な作物について検討することが前提となる。従って本地域農業のカンボジアにおける位置づけについて今後なおよく究明する必要があるが、現調査時点においてその方向を概定するならば、Kratie州における水田率は各州に比べ甚だ低く、本州の現在人口の主食消費を満足させるには現在の約1.5倍（今後土地生産力の向上は期待できるが、一応現在の生産水準として）の水田面積が必要であり、さらに将来における人口増加に伴う穀消費量の増大を考慮した水田面積の拡大が必要であろう。カンボジアにおける主要農産物としての籾の輸出量確保または増大といった立場ではさらに積極的拡大が望まれようが、本地域においては先ず自給態勢の確立が急務と思われる。

また、畑作についてはさきに述べたようにこの地域はカンボジアの畑面積の約5%を占め、カンボジアにおける畑作物の主要な供給源となっており、この地域の畑作物はトウモロコシ、甘蔗、胡麻、緑豆、タバコなどによって代表されているといつてよい。

現時点で本地域畑作の将来を想定すれば、輸出品目として安定し、さらに伸びを予想されるトウモロコシの生産拡大が要望されよう。これらの点から本地域の開発方向は籾、トウモロコシの生産拡大に重点がおかれることとなろうが、この他輸入農産加工品目の国内生産切替という観点では砂糖、棉などについても考えられ、砂糖について種々の検討を行なった結果、現時点における甘蔗生産の拡大については疑問があり、充分検討を要するため、一応今回土地利用の試案段階では甘蔗の生産拡大は考慮せず、トウモロコシ中心の畑作計画とした。しかし、将来の国民生活水準の向上による砂糖の国内消費量の増加または国外輸出の問題などの観点からしても今後この国における甘蔗生産についての検討は必要であろう。

トウモロコシについては生産流通面から見るに¹⁾、世界各国の飼料トウモロコシの需要は増大の傾向を示しており、カンボジアにおけるトウモロコシの生産増加、輸出能力の増大についてはまだかなりの可能性があり、例えば日本の現状だけからみても年間250万ton前後の飼料

1) 「カンボジア国における農業事情」科学技術庁資源局 加藤泰丸

トウモロコシを輸入しているし、さらにカンボジア国の輸出実績をみるに1937~1938年にはトウモロコシ生産量40万tonに達しており、フランスの保護政策に支えられていたとはいえ全仏印生産の64%を占め、現在の12.7万ton(1964年)を大きくしのいでいる。

将来輸出量の増大を図る場合、問題となるのは輸出価格の引下げであるが、このためにはton当り生産費の低下を図らねばならない。よってカンボジア産トウモロコシの輸出を考えると、先づ第1に現状におけるha当り収量の増大が先決であり、さらに作付面積の拡大が必要となってくる。以上の観点と地形、土壌などの土地条件および水利条件を考慮の上、一応本地域の土地利用構想の一案を表-3のように作成してみた。

上記面積のうち、地形上の制約、他用途の必要面積を除き、かんがいの受益地となり得る面積は%程度(疎林は%程度)と推定され、開発面積の土地利用区分を概定すると下記の通りになる。

		(現況地目)	(計画地目)	(面積)
		(1,000ha)		(1,000ha)
水田	30.1	水田	→ 水田	3.6
		畑	→ 畑	7.3
畑	17.6	湿地	→ 水田	12.5
			→ 畑	6.3
計	47.7	疎林 密林	→ 水田	14.0
			→ 畑	4.0
計				47.7

表-3 開発予定地域の地目別面積 (単位 1,000ha)

地域	地目別	地目別						合計
		水田	畑地	小計	湿地	疎林	密林	
(Mekong 左岸) Kratie 附近, Prek Te 両岸, Mekong 沿岸のSrok Chhlong までの地域	直接	3.0	3.3	6.3	11.6	15.1	0.6	33.6
	間接	0.7	2.5	3.2	3.6	0.1	0.3	7.2
(Mekong 右岸) Srok Prek Prassap に属する Mekong 沿岸のKhum Taman, Kach Tasuy までの地域	直接	0.8	1.5	2.3	8.2	6.9	4.3	21.7
	間接	0.3	2.4	2.7	1.6	0.1	0.1	4.5
計	直接	3.8	4.8	8.6	19.8	22.0	4.9	55.3
	間接	1.0	4.9	5.9	5.2	0.2	0.4	11.7
計		4.8	9.7	14.5	25.0	22.2	5.3	67.0

さらに作付計画と月別かんがい面積の概定を示すと表-4のとおりである。

なお、上記土地利用試案に際しては用水補給による生産の安定化、開田、開畑による生産拡

現況地目	利用計画	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
水田 36千ha	雨季稲 1.5	乾季稲				雨季稲 (Saison)								(直接) 雨 2.4 乾 0.5
	3.0													(間接) 雨 0.6 乾 0.1
	1.5	結肥												
	乾季稲 (受付) 0.6													
畑 73千ha	6ヵ月利用 2.3	畑作												畑作物は玉蜀黍を主体として緑豆、ゴゴ、タバコ、甘蔗、落花生、その他とする (直接)3.6 (間接)3.7
	10ヵ月利用 5.0													
湿地 開田畑 188千ha	乾季稲 12.5	乾季稲												(直接) 乾 10.0 畑 5.0
	畑作 6.3	畑作												(間接) 乾 2.5 畑 1.3
疎林 開田 14.0千ha	雨季稲 14.0					雨季稲 (Saison) 3/4 Tardif 1/4								(直接) 14.0
	密林 開畑 4.0千ha	畑作				作								(直接) 4.0
計 47.7千ha	月別	15.5 (0)	—	—	—	—	8.6 (8.2)	17.0 (16.4)	17.0 (16.4)	17.0 (16.4)	17.0 (16.4)	17.0 (16.4)	17.0 (11.7)	()は直接受益の月別かんがい対象面積の概数
	耕地	13.9 (11.1)	14.6 (11.7)	14.6 (11.7)	14.6 (11.7)	8.1 (0.6)	—	—	—	—	—	—	13.1 (10.5)	
	面積	17.6 (12.6)	17.6 (12.6)	17.6 (12.6)	17.6 (12.6)	17.6 (12.6)	9.0 (6.5)	9.0 (6.5)	9.0 (6.5)	4.0 (4.0)	4.0 (4.0)	9.0 (6.5)	17.6 (12.6)	

表-4 作付計画と月別かんがい面積

大、用水確保による土地利用率の向上などを目途として下記事項を考慮した。

- a 雨季水稻の生産安定 降雨分布の不安定による作付不能または移植期の遅延、生育期間中における旱魃被害防止のための既設田のかんがい計画
- b 雨季稲水田の造成 生産性の低い疎林地帯に用水を導水し、雨季稲水田を造成する。
- c 乾季作水稻の生産安定 現在小溪流、池沼などを水源として作付している乾季稲水田の水源安定化。
- d 乾季稲水田の造成 Mekong 沿いの沖積土草地帯（浸水区域）に用水を導水し、乾季稲水田を造成する。
- e 二期作としての乾季稲の導入 用水確保による雨季稲水田の乾季利用。
- f 畑地かんがいによる畑作物の生産安定 土地生産性の向上および土地利用の高度化、かん水により畑地の生産力を安定、向上させるとともに現在雨季たん水前1作、乾季1作の年2回の土地利用を雨季1作、乾季2作、の年3回利用に土地利用率を高める。
- g 畑地の造成 Mekong 沿いの沖積土浸水地帯のうち地形条件などより畑地利用可能な土地にかんがいすることによって畑地を造成する。

作物栽培とかんがい排水について

座 長： 富 士 岡 義 一

〔安尾正元〕

友杉：稲の連作による地力低下、および氾濫水の肥効の問題についてどのように考えているか。

安尾：この地域では穂先だけ刈り取るから地力減退は余り大きくないのではないか。氾濫水の肥効については、私が Mekong 河浸水土壌の分析等を行なった結果からは、磷酸に富んだ新しい土壌が入るのがよいのであって、肥料的な効果というよりもむしろ客土効果と考えるべきであろう。

本岡：土壌については川口氏の意見をうかがいたい。

川口：東南アジアの土壌は一般に酸性土壌であると言われていることに対し、私も安尾氏と同様に否定的な考えをもっている。ラテライト土壌は各地を通じて見られる。しかし、水田土壌は驚く程若いと言える。

河水には窒素・磷酸は多く含まれていないから、それらの施肥は水稻増産上重要になってくる。しかし、無肥栽培にもかかわらず土壌的に見ると東南アジアでは高い窒素レベルを維持している。これは藻類、光合成細菌の繁殖が旺盛であるためによるものである。

二期作による地力消耗の問題であるが、この場合は湛水期間が長いから、窒素富化はそれだけ大きいと言える。次に乾土についてであるが、乾土効果を出すためには相当期間乾かす必要があり、その場合、相当年数の窒素バランスを考えると有利かどうか研究の余地がある。

古川：ポット・テストで生産力の比較をしているが、生産量構成要素のうち、どの要素について適確な判断ができるか。

安尾：ポット・テストでやらざるを得ないわけであるが制限要素は磷酸であると思う。土壌分析、ポット・テストの結果から有効態磷酸と収量の間密接な正の相関が見出される。現在のところ東南アジアでは問

題をあらくつかむ段階であって、今後詳細にやってゆく上では、もっといろいろの手法を用いる必要性を感じるが。

木村：1. Mekong デルタにおいて雨季でも施肥効果は期待できるか。技術的・経済的に可能か。2. Mekong 河の水質の乾季と雨季の差はどうか。3. 土壌分析・調査の結果、計画完了後の生産力予想分布図の作成ができるか。4. 熱帯土壌の分類方法を、かんがい開発の面から公式化する必要があると思われるが、どうか。

安尾：1. 二期作をとり入れて短期種を作るようになると、潜在地力だけでは間にあわなくなり、施肥の必要が生じる。その場合、耕起、しろかき時に田面水が流亡しない限りは施肥し、活着後の追肥は技術的、経済的に可能である。2. 溶存固形物の濃度はかなりの差が出ている。乾季、雨季により変異の多い成分は次の通り。SO₄、Cl、Na>Mg、Ca、HCO₃>SiO₂ 3. 余り細かくやることを避ければ、土壌の生成論的分類によって大胆に線がひけると思う。4. 土壌分類は分科会でも作って討論する価値がある。気候の影響が大きく土壌型間の地力因子の差異も大きいので興味ある問題である。

久馬：日本の土壌との比較において、カンボジア土壌の形態的特性についてうかがいたい。

安尾：粘土質の水田土壌では日本とほとんど同じではないか。ただ、鉄の結塊が多量に混入している場合が多い。砂質の水田土壌では、乾季に鉄が沈積して地表下数10cmの所に地下水によってできたラテライトの盤をつくることがある。

権名：1. 土壌の生産力の主要な制限因子は水分コントロールによって除かれると考えるか。土壌・土層改良の必要性はどうか。2. 畑地かんがいによる増収、生産の安定はどの程度考えられるか。

安尾：1.地下水ラテライトのできているような砂質土壌では盤の破砕という土層改良は考えられるが、土壌改良ではリン酸の補給を考慮する必要がある。2.カンボジアでは、台地では乾季の畑地かんがいの効果は大きいですが、沖積低地ではかんがいと排水の両方を考えてゆかねばならない。ここに東南アジアの農業開発の大きな困難性があると思う。

〔加藤哲夫・川合尚〕

中川：蒸発散量、浸透量共に雨季稲水田の方が乾季稲水田より小さくなるのが普通と思うが、これが逆になっているのはどうしてか。

加藤哲：本文中にもあるように、雨季稲については、無理に乾季のすでに稲を収穫して土壌が乾燥している土地にかんがいで試験しているから、浸透量がかなり大きくなっているものと思う。地下水位の低下、鉛直ひびわれの発達などが雨季とは異なるので若干補正する必要がある。現在2人が雨季における調査に行っているのが当然補足されるはずである。

中川：乾季稲水田にかんがいた場合、田面の水は地下水と飽和連続するような土層、地下水条件であるのか。

加藤哲：乾季稲と雨季稲とで地下水条件は異なることとはないと考えるが。

松尾：雨季には飽和浸透で、乾季には不飽和浸透ではないか。

松島：要水量はマレーシアの乾季、雨季稲で比較すると差はない。したがって、地下水位には大いに関係する。

川口：雨季稲の栽培されるのは乾季稲に比べて標高の高いところであるから、土壌の生因的、地形的な差もあるのではないか。

宮崎：私も川口氏と同意見である。

武田：とにかく測定条件が異なっているので今後得られる成果を待ちたい。

座長：タイ、マレーシアでは、雨季には浸透は0と考えている。用水量は $0.001\text{m}^3/\text{sec}/\text{ha}$ で、減水深であらわすと $9\text{mm}/\text{day}$ となる。これが正しいかどうかは別として、それでやっている。今の論議は、一つは elevation の問題で、浸透があるかどうかではなからうかと考えられる。その点、今後ご検討願う。

椎名：地表かんがいの場合、地形が相当制限因子となるが、その点はどうか。

加藤哲：地表かんがいに適した地形であり、土壌条件もととのっている。

座長：これに関連して、何の目的で intake rate を測ったのか。

加藤哲：将来の畑かん方式を決めるのに常識的な方法の一つになっているので、一応測定した。

〔松島省三〕

中川：田植後30日間の ET が約 100mm で、日本と比べてやや小さい値となっているが、この理由は何か。また、田植直後は蒸発量の方が大きい要素になると思うが。

松島：収量が日本よりずっと少ないためであろうと思われる。第2点については、1カ月の合計をとれば、大きな苗を植え、生長も早いので蒸散量がかなり重要になってくる。

金子：1.用水路水位、排水路水位、田面水位が実際と異なるようにできるか。鉛直浸透は起るか。2.田面湛水深の現状、標準はどのくらいか。

松島：ある大きな一つの地域としてはこういうことはできるが、一つ一つの水田区画では困難であるという気がする。鉛直浸透はほとんどない。深くて 30cm ぐらいである。この理由の一つは雑草防止だと思う。

座長：その区画は 1.2ha となっているから、土地を水平にするのが困難で、どうしても湛水深を深くする必要があるということも考えられないか。

松島：それも考えられる。しかし、小区画の水田でも大抵 30cm ぐらい湛水している。

金子：蒸発計の型は日本と異なるか。

松島：観測露場では $\phi 20\text{cm}$ のものをを用い、DIDでは $90\times 90\text{cm}$ ぐらいのタンクを埋めこんで測定している。一般にいう蒸発量とは前者による測定値である。

久馬：Tanjong Karang の水稲収量が他の稲作地域と比べて高い水準で安定している理由は何か。

松島：水質がよく豊富な養分を含んでいること。土壌が良いこと。それに、主として中国人が栽培しており、中国人の技術レベルは最上であることなどによるのだと思う。

古川：かんがい排水条件が整えられると無施肥でどの程度の収量が得られるか。

松島： $1.5\sim 2.0$ 石/10a ($210\sim 280\text{kg}/10\text{a}$)程度であろう。しかし、地力の高いところで、技術のある程度導入すれば 4.0 石/10a ($560\text{kg}/10\text{a}$)程度までは可能で

あると思う。

〔加藤泰丸〕

松島：晩生稲が多く栽培される理由は何か。

加藤泰：早生稲に比べて収量が5割程度も高い(Battambangの例)からである。

友杉：カンボジアにおいて、水田の経営面積が数10ha以上もある事例は数多くみられるか。そしてこのような大経営が一般化しないのはなぜか。東南アジアでは珍しい現象であるが、その歴史的発展過程などを聞きたい。

加藤泰：これはBattambang州に限られ、その数は数戸～数10戸という程度である。この場合の栽培方式としては、直播栽培が一般的でトラクターなども導入している。私の想像であるが、華僑系の資本が過去に入り、それが現在まで維持されているのではないか。

〔宮崎康生〕

竹村：粗放農業でゆくべきか、集約農業でゆくべきか。

宮崎：最終の目的としては集約農業にもってゆくべきであるが、現状から一足とびに集約農業化するのには非常な困難を伴う。中間段階ではそれほど集約的でないものを計画し、最終的に集約化してゆくような段階的営農計画が望ましい。

本岡：このような実際の農業計画を立てたわけであるが、これをカンボジアの政府に検討させたか。

宮崎・武田：ここで述べたのは、現時点で考えられる概略の土地利用方式であって、この段階では未だ政府に検討させていない。今後十分に検討してから実現性のある計画を樹立したいと考えている。

本岡：東南ア・センターもタイで種々の調査研究を行っているのであるが、いつも政府側から中間段階の報告がないことを批判される。そしてまた、我々だけが考えている意見はどうしても外国人の意見であるからのはずれのことも多いという意味で、今の質問をした次第である。

Ⅳ 水資源開発利用事業

A 各国におけるかんがい排水事業の発展過程と将来の開発構想

1 Mekong 河下流域開発構想の概要

農林省農地局建設部 武 田 健 策

I Mekong 河の概要¹⁾

Mekong 河はアジア大陸の屋根といわれるチベット高原から発して、雲南、ビルマ北部を通り、ラオス、タイの国境を抜け、カンボジアの平野を流れ、南ベトナム西部で南シナ海に注ぐ延長4,200kmの世界第10位の国際河川である。(流域面積は80万km²)

この報告でいう Mekong 河下流域とは、ラオス、タイ、カンボジア、およびベトナムの4カ国にある Mekong 河の流域を指すもので、ラオスの Vientiane 付近より下流々域の流路延長は約2,700km、流域面積は約61万km²、住民は2千400万人を数える。中国、ビルマ、ラオス3カ国の国境地点における Mekong 河本流の標高は約490mで、開発計画の立場からこの点を境として、流域を上下の2流域に区分している。この地点から下流 Pa Mong 附近まではやはり峡谷であるが、河川勾配はやや緩やかである。平地はほとんどなく、本流河畔の Luang Prabang と山間盆地の2、3の町を除けば、この地域では集団生活の適地は少ない。Pa Mong 下流付近から Mekong 河の南岸に展開する平地はタイの Khorat 高原である。この高原は標高100~200mで、緩い起伏をもって南東にわずかに傾斜している。この中を Nam Chee 河、および Nam Mune 河が流れ、両河は途中で合流して Mekong 河に注いでいる。Mekong 河北側には支流の Nam Ngum 河を中心に Vientiane 平野が広がっている。やがて Mekong 河は Annamese Cordiella 山脈に衝突しその流路を南に転換する。Khone の滝を経てカンボジアに入ると右岸側には標高100mあるいはそれ以下の平地が展開し、この平原の西寄りに Tonle Sap 湖がある。この湖は Grand Lac と呼ばれ、乾季の水面積が約3,000km²で、雨季には10,000km²に広がり、Mekong 河の遊水池としての機能を果している。カンボジアの Sambor 付近から下流は Mekong 平野となり、上流からの砂、シルトを盛んに沈積して、随所に浅瀬を作り、河口付近では長さ300kmに近い大三角洲を作っている。

1) 水文に関しては本文、竹内俊雄 p. 51 加藤哲夫・川合尚 p. 61 を参照

II Mekong 河流域の土地利用とかんがい

この地域の農業を特徴づけているものは、圧倒的な水田稲作である。このことはただ Mekong 河流域だけでなく、広く東南アジアのモンスーン地帯に共通した現象である。Mekong 河下流域における稲作は、他の作物にくらべて比較できない位に大きい経済的価値をもっている。これは水田稲作としての土地利用形態が、この地域の土地と水の条件にもっとも適していることを示しているのである。このため他の利用形態と比べて生産性も高く、かつ安定しているということができよう。

1. 土 地 利 用

この地域を土地利用という観点から大まかに分けると、山岳丘陵地帯、高原地帯、Mekong 平野地帯、Mekong デルタ地帯の4地帯に区分できる。

(1) 山岳丘陵地帯

標高 200m 以上の地帯である。山地はラオスの北部から南に下ってふたつに分れ、東側は Annamese Cordiella 山脈、西側は Dong Phya Yen 山脈、Cardamones 山脈と続いている。この地帯は森林とその間に、自家用の米および畑作物栽培のために開墾された狭い耕地が点在している。

(2) 高原地帯

標高 100~200m でタイの Khorat 高原がその代表的なものである。(このほか Annamese Cordiella 山脈中にある標高 600~1,000m の高原、例えばラオスの Boloven、ベトナムの Kontum, Ban Me Thuot, Dalat などの高原をとくに高い高原と呼ぶこともある。) Khorat 高原は中世代砂岩を基盤とする構造平野で、土壌は砂土であり肥沃でない。面積は約 17 万 km² あり、耕地はその 16% で他は疎林となっている。Nam Mune 河、Nam Chee 河の本流又は支流に沿う多くの沖積地は稲作地として開発されている。この高原は南と西を山脈(標高 500~600m) で囲まれているため、雨季においても周囲の地域に比べて雨量は少ない。この地域と Mekong 河をはさんで東の対岸に沖積地帯があり、稲作が行なわれている。ラオスの Vientiane 平野は、成因的には Khorat 高原の一部とみなされ、やはり砂土である。この平野を流れる Nam Ngum 河、その支流の Nam Lic 河は水量が豊富なので、将来の開発に大きな期待が持たれている。

(3) Mekong 平野地帯

大部分はカンボジアの平原である。Mekong 河がカンボジア領に入り、河岸が漸く拡がり始めるのは Kratie 付近からである。この辺の Mekong 河の両岸は巾 1~2km がわずかに開墾され、各種の畑作物が栽培されている。その背後は疎密の程度はあるが、大体森林となっている。右岸は丘陵地を経て Tonle Sap 湖を囲む盆地となっており、水田がこの湖をとり囲んで

いる。この地帯は太古の海が埋められて次第に陸地となった新しい沖積層の地帯である。総面積は、790万 ha あり、このうち耕地は約40万 ha で他は森林となっている。この地帯の稲作の中心地は Battambang 付近で、ここでは Tonle Sap 湖に注ぐ河川から、かんがい用水を取水している。またこの Mekong 河下流域で最も古いかんがい施設の残っているのもこの湖の沿岸である。それはかの有名な Angkor Wat の遺跡のひとつである Barai Occidental の貯水池を中心としたかんがい施設である。これは約1,000年前に建設されたもので、現在は修復されて Siem Reap 周辺の約12,000haの水田をかんがいでいる。

(4) Mekong デルタ地帯

Kompong Cham の下流から始まり、現在もなお成長をつづけている広大な沖積地帯である。毎年9月から11月にかけて、Mekong 河の増水とともに洪水は河岸からあふれ、下流一帯にひろがり、300~400万 ha の土地が浸水し、一面に沼地のような状態を呈する。デルタにおける微地形の変化に伴って湛水の深さも変わってくるので、ここにはそのそれぞれに応じた稲が作付けされている。デルタの南西部のマングローブに覆われた地帯や、排水不良のため有害土壌となっている Jones 平原を除いては、すべて水田となっている。

2 かんがい開発

この地域の人口は現在年率約3%の割合で増加している。現在米を中心としている農産物はとくにタイ、カンボジアなどでは、外貨獲得の有力な手段として輸出に占める割合も大きい。輸出能力を保ちながら人口の増加に対応して食糧を確保してゆくためには、米の生産はもっと増加し、しかも安定させることが必要である。専門家の試算によると1975年には、東南アジアの地域において米だけで1500~2000万tが不足するということである。これは米の余剰国と不足国との間で完全な貿易が行なわれるとしての計算であるから、実際問題としてはもっと大きな不足が生ずることになる。

またかんがいを行なうことによって米以外の作物生産を拡大させることができ、このことによって米だけの mono-culture から脱却し、多角的な営農が可能となる。

(1) ラオス

ラオスは地形上この流域の中でも雨の多い地帯となっている。この国の Mekong 河支流の谷底平野に発達している沖積平野は、作物栽培の適地となっている。現在かんがいの行なわれているのはごく一部の地域で、Vientiane, Saravane, Sayabury, Luang Prabang の地方に若干の水路がみられるにすぎない。全かんがい面積は 850 ha 程度といわれている。この地方のかんがい開発は貯水池または河川からの分水によって割に簡単に実施できるものと思われる。また平野部には自然堤防の後背湿地の広い地域が未利用のまま残されている。このような地域は排水による農地開発に大きい期待がもたれる。

(2) タイ

この地域はいわゆる Khorat 高原であり、タイ国内でも東北部の辺境地帯に属し、Mekong 流域中では最も乾燥した地域となっている。この地方の河川は雨季の流出が割に急激であり、一方乾季の流量はきわめて少ない。したがって1951年に米国の援助で溜池 (Tank) によるかんがい計画が実施され、1963年までに133ヶ所の Tank が完成し (総貯水量 3 億 1 千 300 万 m³) なお現在 5 カ所が工事中である。これらのダムは小河川に建設され、堤高は大体 3~14m のアースダムである。ところがこのような Tank もある年には貯水状況がわるくて水の補給が十分できず、またある年には雨が多すぎて水がダムを越流して堤防を破壊するということもある。雨の降り方がよくわからないため、現在の余水吐では処理できないのである。この高原はなだらかな起伏であるから、貯水池建設に適する地点は限られており、しかも十分な貯水量を期待しえない。地下水の利用も考えられたけれども現在までのボーリングその他による調査の結果では、量、質ともにあまり期待がもてないようである。

この地域のかんがい開発については、勿論極地的には小貯水池の建設、あるいは Mekong 河本流からの揚水などを資本と技術力に応じて手がけてゆくべきであるが、根本的には Pa Mong 貯水池からの分水計画に依存する以外はない。

(3) カンボジア

カンボジアにおける既耕地は大きく二つの地帯に分けることができる。すなわち a. Tonle Sap 湖周辺沖積地帯、b. Mekong 河および Bassac 河に沿った沖積地帯である。a の地帯におけるかんがいの水源は Tonle Sap 湖に注ぐ河川であって、ここには Bovel, Barai Occidental などの事業が既に実施されている。しかし湖の北から東にかけての地方は流域も浅く、雨量も少ないので稲作は不安定である。b の地帯におけるかんがい用水は Mekong 河に依存し、洪水の氾濫を主として利用している。Kratie から下流の Mekong 河兩岸地帯は、この流域で最も肥沃な土壌の地帯である。ここではとうもろこし、タバコ、棉、落花生、大豆、果実などがとくにかんがいすることもなく栽培されているところが多い。カンボジアにおけるかんがいの一般的な形式については別に報告されることとなっているので省略する。

(4) ベトナム

ベトナムはいわゆる Mekong デルタの地域である。ここはきわめて平坦な地形で、勾配は約 10 万分の 1 である。標高は平均海面上 1~2m、潮位は 1.8m という状態である。このデルタでは、これまでかんがいだけを目的とする事業はとくに行なわれていない。排水あるいは洪水分散のために建設された水路をできるだけ利用してかんがいを行なっている。土地は海面とあまり差がないので、干潮時をうまく利用して排水する以外によい方法はない。一部の地域では堤防で土地を囲み、水路と水門を備え、満潮時を利用してかんがいの取水を行ない、干潮時に排水するという、日本の輪中と同じしくみのところもある。堤防、ポンプ、水門、水路という組合せの農地開発も計画されているが、これは Mekong 河総合開発による安価な電力の供給を

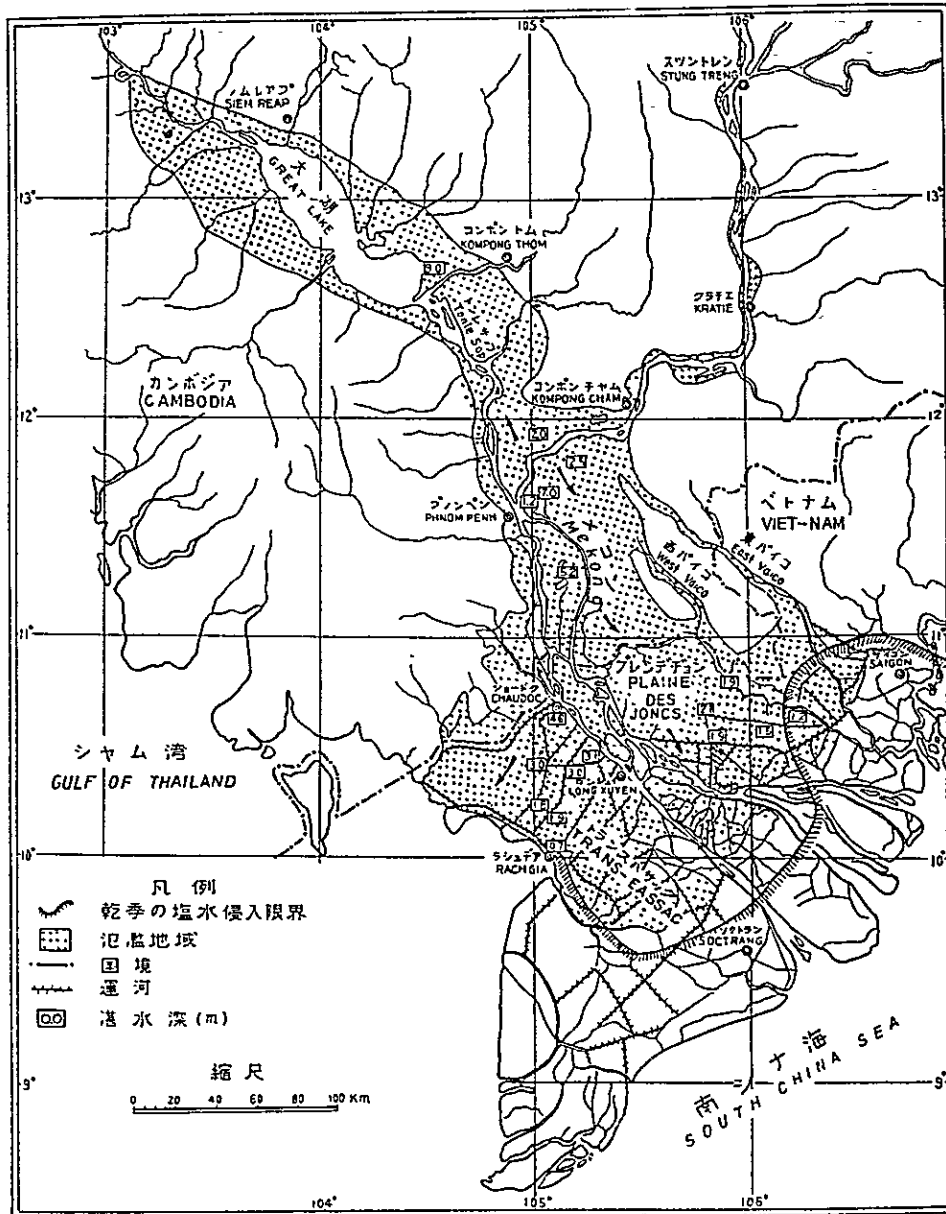


図-1 Mekong 河下流域の氾濫地域
(ECAFE Report による)

前提としている。また塩害については乾季に流量が減ずるに従い塩水が侵入して、デルタに水はあっても使えないという状態となる。開発の結果乾季の流量が増加すれば、塩害対策上極めて有効であり、土地利用度は高くなる。いずれにしろこの地域の開発はポンプの有効な利用によって大きく進められるものと思われる。

ベトナムではこの Mekong デルタ以外に Mekong 河流域として、Se San 河、Srepok 河の上流に Annamese Cordiella 山脈中の高原がある。この地域は標高の関係で、気温も温帯的であり、野菜、コーヒーなどが栽培されている。もし Mekong 流域で酪農をやるとすればこの地帯といわれている。

III 水資源の開発と農業

Mekong 河下流域の農業は、自然の土地と水の条件にうまく適合した形で、長い間営まれてきている。従って農業の大部分は雨季に行なわれ、乾季にはよほど自然条件のよい所でない限り農業は行なわれていない。主体は水田稲作であるが、これを土地と水との結びつきという点からみると次のようになる。

- a 土地が比較的高く河川の氾濫水は直接及ばない地域
- b 河川の氾濫水が稲作に適当な水深となる地域
- c 氾濫による水深は b よりは大きい、氾濫の速度がある程度以下で水深も 4~5m 程度の地域
- d c よりもさらに湛水深が大きい低い地域

a はいわゆる天水田で、降雨だけに依存している地域である。このためその年の雨の分布に大きく支配され、生産は不安定な地域である。

b は河谷平野、デルタなどで生産は割に安定している。しかしこの地域の境界地帯では、年による洪水の変動が生産に大きい影響をおよぼす。

c の地域はいわゆる浮稲の地域である。

d は浮稲も栽培できないほど湛水深の大きいところであり、乾季に入って減水とともに植付けられる。乾季稲の地帯である。

このような自然の条件を若干なりとも変えて耕境を拡げ、生産を安定、拡大するための人工的な施設の建設、これがかんがい排水事業である。この流域の農業は現在の水利条件を基盤として成立しており、これを前提として農業技術、労働配分、その他の社会生活の型がつくられている。しかもこれは長い歴史を背負って、なかば固定したかたちで今日に至っている。現在考えられ、進められようとしている Mekong 河の水資源総合開発計画は、洪水を調節し、流量を平均化し、乾季にも利用できる多くの水を確保し、安い電気をおこし、産業を發展させて、地域住民の生活水準の向上をはかるという一見バラ色の未来像を描いている。しかしながら

Mekong 河の水の状態が大きく変るといことは、流域の各所にその反作用が大きく現われてくるということを見逃すわけにはゆかない。その影響を真先に、しかももっとも大きく受けるのは農業であろう。また地域的には Mekong デルタにおいてもっとも著しいと思われる。このような現象は既にタイの Chao Phraya 平野において現われている。

また別の面では、雨季の洪水がなくなり、乾季においても十分な水が確保されることはよいとしても、高温の上に水分があったのでは病虫害の大規模な発生も考えられる。勿論薬品による駆除など技術的な対策は可能である。しかし現在の農民の資本力で、このようなことが抵抗なしに受け入れられてゆくかどうか。水利施設の建設は大きい資本の投下を必要とするものであるから、これによって生ずる農業生産の効果も、相当程度のものを期待するわけである。ただ単に水利施設を造って水を確保しただけでは、生産の増大にはあまり大きい期待はできない。そこには新しい品種の導入、肥料の施用などを中心とした、高い農業技術が適用されなければならない。農村の伝統的な慣習もこれに応じて変らねばならないであろう。土地の問題も大きい問題である。

このような一種の農村における社会革命に近い変化を、大きい摩擦もなく進めてゆくための、漸進的な計画が考えられなければならない。自然改造によって生ずる各種の影響をできるだけ予測し、いろいろな対策を講じてゆかないと、開発効果の吸収はおろか、かえってマイナスの現象すら生じかねないのである。メコン委員会でもこの地域の開発は単に水利施設の建設だけでなく、その効果を裏付するための社会経済的な開発を含めた、文字通りの地域社会の総合開発を実施すべきであるとして、その作業を開始したということである。

2 カンボジアのかんがい排水施設

水資源開発公団計画部 田 中 義 朗

ま え が き

チャウ・セン (Chau Seng) 農林大臣の言葉を借りれば「カンボジア農業の根本問題は水である。すなわち多すぎる水と少なすぎる水であって、これは雨季には水があり余っていたるところに氾濫を生じ、一方乾季にはそれこそ一滴の水もなくなる。」のであって、その根本的解決には Mekong 河下流域総合開発の完成をまたなければならないが、差し当っては現にカンボジア政府の施策として重点的に進められているかんがい排水施設の整備を促進するほかはないと考えられる。

ここではかんがい排水開発の施設面に論点をしぼって現況と問題点をのべたい。

I かんがい排水施設の現状

カンボジアの農業地帯にこれまで計画され建設されている施設は、水利技術の面から次のように分けることができる。

- a 農地を洪水から防御する施設
- b 沈泥かんがいの施設
- c 塩水防除施設
- d 増水期に水を貯留してかんがいする施設
- e 河川から直接取水するかんがい施設
- f 河川から取水し一旦貯留してかんがいする施設
- g その他小規模なポンプによるかんがい施設

これらの施設は、それぞれ機能的にまた地域的に特色をもっているもので、それぞれについて説明する。(巻末の Mekong 流域全体図を参照)

1. 洪水防御

洪水による急激な増水によって被害をうける耕地を周囲堤によって保護するもので堤防に水の出入を調節する水門を設けて沈泥かんがいをあわせて行ない、あるいは治水の目的と組み合わせて河川のしゅんせつ土で築堤するなどの方法がとられている。この種の事業の実施地域は Mekong 河が Tonle Sap 河と合流し、また Bassac 河を分流するいわゆる Mekong デルタ移行部に分布しており生産安定に寄与することが大きい。

(1) Choeng Prey 地区

Kompong Cham 州南部にあり、Mekong 河の洪水から耕地 5,000ha を保護する計画である。1949年に1期・2期分の2,110ha に対する堤防が完成し、その後最近になって3期分 1,700 ha に対する 11km の築堤と既設部分のかさ上げが進められている。この地域の米作は5年に1回は収穫皆無の年があったといわれているが、この施設によって安定し、また堤防に設けた調節水門で沈泥かんがいのコントロールも可能になった。

(2) Kandal Stung 地区

Bassac 河と Prek Thonot 河の合流点附近の水田 2,000ha を 14km の堤防で保護するもので、1959～1960年に農民の勤労奉仕事業として完成された。

(3) Veal Sam Nap 地区

Mekong 河が Bassac 河を分流して南東に転回している半月状の後背湿地 60,000ha のうち、25,000ha を対象とする。舟航改善目的をかねて河道しゅんせつ土で築堤するとともに沈泥かんがい法で地上げを行なう計画である。フランスの技術協力によって現在均平工事と水位観測が行なわれている。

2. 沈泥かんがい (Colmatage)

Mekong 河および Bassac 河にあらわれる増水の時期的変化と自然堤防および後背低地の地形などの条件をうまく利用して濁水中に含まれる泥土を所望の地域に沈積させて肥培効果をあげようというものである。

地形上 Mekong 河、Bassac 河の右岸側堤防に水路を開口させ、濁水を堤防背後の耕地に流入させる。一定期間滞留して沈積をすませた水は自然こう配で、Mekong 河から取り入れた水は Bassac 河へ、Bassac 河から取り入れた水は Prek Thonot 河などへと排水されることになる。

この方式の水路は1952年から1954年にかけて Kandal 州、Kompong Cham 州の上記地帯に57水路が開削され、16,640ha が受益している。水路には特別な構造物のないのがほとんどであるが、中には道路との交叉部分にコンクリート造りの調節水門を備えたものもある。1955年以降は新設は行なわれず、2、3の主要な水路のしゅんせつが実施されただけである。

この施設の建設がアメリカ・カンボジア技術協力の一環として行なわれていること、畑作地帯を対象に実施されていることは、この方式の特色といえよう。なお沈泥かんがいは、特定の時期に大量の取水を一挙に行なうため、漁業者との間に利害が対立し調整を必要とするともいわれている。

(1) Samrong Trom 地区

もっとも代表的な沈泥かんがい地区である。Mekong 本流右岸の道路に沿って Phnom Penh から約 40km のところに道路橋をかねた調節水門が作られ、巾 2 m 高さ 5 m、3連の樋門は

角落して調節するようになっていいる。この受益耕地は標高約5.0mの畑地500haである。

3 塩水防御

海岸沿いの堤防で囲み海水の浸入を防ぐとともに逆流防止樋管により内水排除を行なって塩水による被害を防ごうというものである。

Thai湾に面する海岸線には Cardamones-Elephant 山脈から流出する小河川によって沖積された狭い平地がある。これら小河川は500~600mの高地から急流となって流下したあと蛇行して15~20kmで海岸線に達するが、南西モンスーンを山脈でさえぎる結果雨季には多量の降雨で洪水をひきおこすとともに、流量の減る乾季にはほとんど平野部の全流路が塩水の遡上により塩害をうける。そこでこの地域では、米作のためにはまず塩水防御の策を講じることが必要となる。

(1) Prey Nop 地区

Kompong Smach河の河口から入江の西側に広がる低平地12,000haが計画対象である。この海岸線では経験上高潮の被害がないため簡単な低い堤防で効果があがっている。Kampot 州の米はこの地区で自給できるようになったといわれている。この開発方式は、似た地形のCheko地区4,000haでも実施されている。有利な開発方式であるが、雨季の増水による堤防、樋管などの損壊に対して毎年補修を要するなど構造面、管理面での技術改良の余地は少なくない。

4. 増水期に水を貯溜するかんがい組織

小支流を横断して堤防を築き雨季の増水を利用して貯水する方式で水は主として乾季の水田かんがいに使用される。Mekong デルタへの移行部の入りくんだ氾濫域の地形を利用して建設されており地形に応じて構造の差異や機能的特色がみられる。

第1の型は、Bat Rokar, Takeo Ville 地区にみられるもので、湛水区域はMekong河の氾濫原より若干高い位置にあり小支流を横断して比較的高い築堤が行なわれている。余水吐もその河川流域の洪水の流下を対象とした越流型のものが設けられている。かんがい用水路も両袖または何れかの側の比較的高位部に沿ってつくられ耕地へは自然流下で水の供給が行なわれる。洪水減退後の乾季稲へのかんがいでだけでなく、貯水量が大きいため雨季作初期の用水補給も可能と思われる。溜池計画としてはオーソドックスな型であるが適当な地形は限定されることになる。フランス保護領であった1930年代に築造されたものが改修されて現在でも利用されているものが多い。

第2の型は、Kompong Sne, Snai Pol 地区などにみられるもので、Mekong河氾濫域の入り込んだ低地を仕切った形で築堤されている。増水は堤防の上下で同時に始まり、ときにはMekong河側の増水が早く下流側から洪水が押しよせて池敷へ流れ込むこともある。このためKompong Sneの堤防は下流面にコンクリート張りの保護工が施されている。こうして減水とともに氾濫水がとり残された形で貯溜が行なわれる。堤防は低くて長く、余水吐は床固め式

の構造で多量の水の出入に耐えるように作られている。この溜池は、貯水が乾季稲のかんがい
に使用されるだけでなく、堤防の上流側では氾濫水の上昇速度が緩和されるため浮稲栽培の可
能地を増加し、下流側では洪水の減退が早められるため乾季稲（減退期稲）の作付面積を増加
させ、さらに貯水の使用とともに次第にあらわれてくる池敷内での作付も可能にするなど、受
益の中は独自の広さをもっている。ただし水位が低い水田へ水をのせるためには竜骨車、
手押し水設備などを必要としている。

表-1 農 業 用 溜 池

地 区 名	州 名	かんがい面積	貯 水 量
① Taing Kraing	Kg. Cham	250ha	2,000×10 ³ m ³
② Takeo Ville	Takeo	200	9,000
③ Bat Rokar	Takeo	1,000	9,000
④ Lomchang	Takeo	1,500	8,500
⑤ Snai Pol	Prey Veng	100	2,000
⑥ Kompong Sne	Prey Veng	4,000	100,000
⑦ Batheay	Kg. Cham	170	1,200
⑧ Thnal Bat	Kg. Cham	100	700
⑨ Trapeong Veng	Kg. Cham	100	700
⑩ Prey Kry	Kg. Chhnang	1,000	6,000
⑪ Chhuk Sar	Takeo	500	3,500
⑫ Lompau	Kampot	430	3,000
⑬ Veal Sas Khyal	Kg. Cham	357	2,500
⑭ St. Svay Ath	Pursat	55	400
⑮ O' Pak	Kratie	142	1,000
⑯ Trapeong Rumhuch	Takeo	214	1,500
⑰ O' Smach	Svay Rieng	300	2,000
⑱ Beng Trapeong	Kg. Speu	55	400

第3の型は Chhuk Sar, O' Smach 地区などにみられるもので、小支流の凹部を横断して低く
長い堤防を築く点は第2の型に近いが貯溜は築堤点から上流側の流出水によって行われる。周
辺の浮稲、乾季稲の作付けを増加し、池敷内での作付けが行なわれている地区もある。1956年
以降政府の指導のもとに10数地区が計画され1959～60年に農民の勤労奉仕事業で7地区が完成
されているほか、Takeo 州などで引続き州営の事業として実施を計画しているのが注目され
る。つまり Mekong デルタ周辺部の事情に差し当り適合した施設ということができるのであろ
う。しかもこの地域の洪水氾濫の実態は、住民の生活経験を通してしか把握することはむづか
しいと思われ、耕作農民の参加、創意工夫をひき出す点に特色がある。またこれら一群の溜池
計画ではかんがい面積 1ha 当り 7,000m³ 前後の貯水量が一樣に採用されている点も興味があ
る。

5. 河川から直接取水するかんがい組織

河川の自流水を分水してかんがい地域に水路で導くものである。雨季の初期に作付けに必要な水を供給し、あるいは雨期の途中において降雨の不順による水不足を補給することを目的としている。水源となる河川に年間を通じてある程度の流量が期待できること、特に雨季の初期に取水ができること、かんがい区域は適当な標高関係にあることなどが条件となる関係で、事業地区の分布は限定され、氾濫域上部の水積平野である Tonle Sap 湖周辺、しかも河川の流況からその南側の流入河川沿いで実施されている。

Dauntri 河から取水する Mounng Dauntri 地区、Bamnak 河から取水する Bamnak Kamrong 地区、Mongkol Borei 河から取水する Bovel 地区などがこれに当り、いずれも1930年代フランス保護領当時の開発にかかるものである。これに対し、Kompong Cham 州の Prey Chhor 地区は計画技術の面で一步進んだものとして注目される。

(1) Bovel 地区

Bovel のかんがい組織は、米作の中心地 Battambang 市の西北にひろがる45,000ha を対象としている。1939年頃フランスの手で 30,000ha の開発が行なわれたが、その後戦争、洪水などにより損壊が甚だしかった。独立後1955年までの改修工事で 10,000ha 分の施設を復活し、次いでアメリカ援助資金110,000ドルによって 20,000ha の地区拡張と施設の改修を行なった。なお現在、カンボジア人技術者の手で旧分水堰をとりこわし近代的なコンクリート可動堰(門扉は米国製)に改築中である。その工期は1963年8月～64年5月。さらに受益面積を 45,000ha に拡張するための幹線水路・道路などの工事が進行中である。これらの工事費は 357,000ドルである。

(2) Prey Chhor 地区

このかんがい組織は Kompong Cham 州南部の比較的ひらけた農村地帯の 6,000ha を対象としたもので、1952～57年にわたる調査を経て 1958年1月～60年7月にかけて工事が行なわれた。カンボジアの技術陣の手で構想され、本格的にとりくんで完成された最初の事業であるといわれている。

表-2 主要事業 ha 当りの費用

地区名	受益面積	総事業費	ha 当り事業費
Barai Occidental	12,000ha	1,015,000\$	84.6\$
Prey Chhor	6,000	338,000	57.4
Prey Nop	12,000	334,000	27.8

6 河川から取水し一旦貯溜して行なうかんがい組織

雨季の増水を利用して河川の水を貯水池に導入し、その貯水を利用して雨季の補給を行なう

とともに、乾季におけるかんがいも行なうというものである。

(1) Barai Occidental 地区

この地区は歴史的意義、規模、技術的特色といった諸点でこの国のかんがい排水上特に重要な位置を占めている。

この水利組織の原型は遼く1000年の昔、Angkor 時代にさかのぼる。当時王都として建設された Angkor Thom のいわゆる都市用水ならびにその国力を支えた農業生産地への用水源として東西につくられた大人工貯水池の一つが Barai Occidental であり、現在の地区はこの貯水池を中心とするかんがい組織の更新事業である。

現計画は古都 Angkor Thom の東を流れる Siem Reap 河から可動分水堰によって最大15m³/sec を取水し、Angkor Thom の濠の北側および西側の一部を導水して池の東北隅から流入させる。貯水池は南北2.2km、東西8kmの長方形で平地に土を盛りあげて建設されたものである。従来の水位は標高 +22m、貯水量 700万 m³ であったが今回の改修で堤防の平均高さ約 12mに修復され、標高 +25m における有効貯水量は5,500万m³ になった。この水は Siem Reap 市西郊国道6号線から Tonle Sap 湖の氾濫域の境に至る 12,000ha の水田にかんがいはされる。

可動分水堰（フオート式自動転倒の堰板を備えている）、導水調節水門2カ所、池からの取水工、幹線水路 56km、支線水路 155km、分水のためのチェック（水位調節堰）20カ所、支線への取水口88カ所、横断構造物としてサイホン38カ所、橋124カ所、管理用道路などが主要構造物で水路は構造物部分以外は土水路である。その事業費は100万ドルで、その大部分97万7千

ドルが米国援助資金でまかなわれている。この改修事業は1930年代に計画され、1937~45年に一応の工事が行なわれているが、戦後アメリカ・カンボジア技術協力の線で本格的にとりあげられ、1952~57年に現在の施設が建設されるに至った。

ところでこのかんがい組織には、雨季作の安定だけでなく乾季作の導入という期待がかけられており、その実現が大きい関心事になっている。政府は乾季における利用を重視して1964年4月に開発委員会を設置し、統

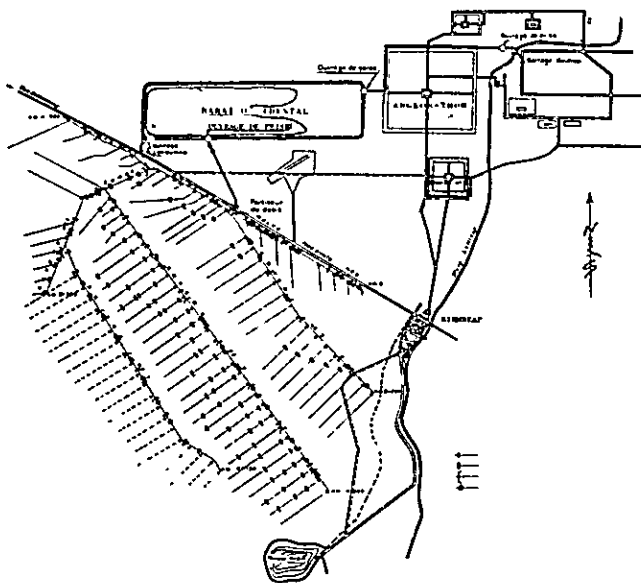


図-1 Barai Occidental 地区かんがい組織

計・普及・農政・農業土木の部門に分けて調査研究を行ない対策を進めている。

7. そ の 他

政府機関の手で事業化されている上述のもののほか、民間で独自に実施されているかんがい施設もあるが、その比重は小さい。

ゴム園では以前から相当の規模で独自のかんがいを行っており、果樹園でもそれぞれ井戸あるいは溪流からディーゼルポンプで揚水し、かんがいでいるものがある。また自然堤防上の畑地では小規模ながら堤防で農地を囲み、ポンプでかんがいでいる例がみられる。

なお個別経営では手押し式揚水装置、竜滑車が使用されており、Siem Reap 州では水車、Kompong Cham 州では羽根つるべが使用されている。

II かんがい排水事業実施の仕組み

かんがい排水施設の建設には多額の資金を必要とし関係者の利害の調整もむずかしいことから強力な政策の裏づけにまつとところが大きい。いきおい事業実施は国の直轄あるいは州営ということになる。

この国のかんがい排水を担当する政府機関は農林省農業局の農業土木部 (Division du Genie Rural) で、かんがい排水事業の推進に関して調査・計画・実施・管理のすべてを総括している。農業土木部は農業局の中でも独立した機関で、政府機関のこれまでいくたびか行なわれた統合整理の結果、1959年から現在の組織に整備された。かんがい排水施設の建設を専管するようになったのは1956年で、それまでは水利航行局と共管であった。

現在政府の統轄下にある事業は、国の直轄事業と州の事業とに分けられる。調査計画は原則として国が直接実施する。事業実施の段階では規模の大きいもの（受益面積おおむね500ha以上）は国の直轄で実施し、それ以下のものはそれぞれ緊急度に応じて州が実施する。国の事業として採択する場合の経済性の判定は、ha 当り事業費857ドル以下であることを一応の目安とし、これ以上の場合には受益農民の奉仕作業で補うなどの方策がとられている。また州知事が独自の事業を計画し、国から技術あるいは費用の援助をうけて実施する制度もある。

III かんがい排水施設建設の経過

さきに説明した各施設の経過をこの国の歴史と結びつけてまとめておきたい。

まず1951年までという区切りがある。それは Angkor の文明（6～12世紀）、Khmer 王朝の衰微とフランス保護領への転落（1863年）、日本軍の進駐とフランスの支配の復活、不完全ながらの独立宣言（1945年）、完全独立への歩みといった歴史を背景とした期間である。現存するかんがい排水施設は1930年代にフランス保護領の稲作事務局の手で作られている。

表-3 主要かんがい排水事業の実施経過

年次	洪水防御	沈泥かんがい	塩水防御	灌池によるかんがい組織	河川取入れによるかんがい組織	新要
1951年 以前	Choeng Prey の築堤 1区 1,060ha 2区 1,500ha		Prey Nop の開堤 1区 1,300ha 2区 1,000ha 3区 700ha 4区 1,400ha 5区 1,200ha	Taing Kraing Takeo Ville Bat Rokar Lomchang Snai Pol Kompong Sne	Bovel 20,000ha Bannak Kamrong 2,000ha Khya 400ha	
1951 ～ 1955		④Kandal, Kg. Cham 州において57水路新設 16,640ha	Prey Nop 1, 2, 3, 5区 の園による改修	Batheay Thnal Bat Trapeong Veng	Bovel 分流堰の設置により 面積拡張10,000ha Moung Dauntri 1,000ha	1952年から かんがい5カ年 計画 (予算2800万\$)
1955 ～ 1961		57水路中 Samrong Trom, Koki Thom の水路 1940mの改修	④Prey Nop 防御面敵を 12,000 ha に拡大する ため堤防の改修 樋管の新設19, 改築10	Prey Kry Lomchang の植修 ④Kg. Sne の改修 Lomchang の拡張 *Chhuk Sar *Lompau *Yeal Sas Khyal *Svay Ath *O' Pak *Trapeong Rumphuch *O' Smach *Beng Trapeong	④Bovel 改修 ④Prey Chhor 4,000ha ④Barai Occidental 13,000ha Khya に第2井堰を増設 拡張600ha *Chrap(400/sec) 300ha	1955年 国家建設2カ年 計画 1959年 経済社会開発 5カ年計画
1961 ～	Choeng Prey の拡張 1,700ha ④Barai 20,000ha	④Yeal Sam Nap 周辺 洪水防御とあわせ 25,000ha	Cheko 4,000ha	Tonle Bati O-Ampean	④Bovel 取水堰の改築 面積45,000ha に拡張 Banam 100,000ha	

注：1. 記号④は米国内閣経済援助資金を含むもの

2. Genie Rural 提供の1959年の資料で作成し、1962年の資料で補正した。

④は実施予定で1962年11月現在未着工のもの。

次に1951年から1955年の期間で事実上の完全独立(1953年)、ジュネーブ休戦協定(1954年)を背景として国内体制が固まる中で、1951年9月にアメリカ・カンボジア経済援助協定を結びUSOM(United States Operation Mission)の資金と指導で事業計画面に新しい時期を画している。

次は1955年乾季以降で、現在の政府機構が確立し、カンボジアの主体性によって事業面に新しい展開をしている。長期計画として1955年末まで延長されたが、さらに1959年12月には経済開発5カ年計画が発表されて現在に至っている。

実質的にカンボジアのかんがい排水開発が軌道にのったのは1955年乾季以降ということができよう。なおメコン河下流域調査調整委員会(メコン委員会)は1957年10月に発足している。また日本・カンボジア関係に関しては1955年12月に友好条約、1959年6月に日本・カンボジア経済技術協力協定が締結されている。

IV 問題点と今後の進展の方向

現在までに建設された施設についても大部分は雨季作における用水補給か、減退期稲に対するかんがい手が一杯のところ、恵まれた日光と高温という好条件にこたえ、せめて乾雨季の二作を可能にしたいという目的には程遠いものがある。

さらに国家経済の立場からは米作以外で交易に役立つ畑作物たとえば、トウモロコシ、甘蔗などの生産を伸ばす上で畑地かんがいも重要度を増してくると考えられるが、この面はまだほとんど手がつけられていない。

この地域の根本的なかんがい排水の解決は Mekong 河の総合開発の完成にまたなければならぬ。けれどもそれはまだ相当に先のことである。しかし長年にわたった停滞が破られた以上、現状に留まることは許されなくなっている。今後幾多の変遷を経るであろうが、その見通しは明るいと言えよう。

(1) 支流開発の推進

Mekong 河総合開発構想のあることは、この国にとってきわめて大きいプラスである。すなわち Prek Thnot 計画、Battambang 平野計画は、多目的ダムによる近代的水利開発方式もすでに実施への軌道にのりつつあり、Sambor 計画についても具体的な計画段階に入っている。これらの根幹的施設の建設が進むことはこの国の農業に非常に大きい変化をもたらすことであろう。

(2) これまでの開発方式の拡大

海岸平野での塩水防御、洪水防御のための囲堤、溜池の築造などは適地を求め、技術的改善を加えながら事業の拡張が行なわれるであろう。Mekong 河デルタ移行部の複雑な氾濫に対処して局地的な改善計画をたてることは、現地に着した技術者でなければ不可能と思われ、こ

の部面ではとくにカンボジア人技術者の活躍が期待される。

(3) 新しい方式の開発

国立農業大学の実験農場のために計画地を一つの堤防で囲み、それを二つに仕切って一方は雨季の増水を利用した貯水池とし、一方は氾濫から保護されしかも年間を通じて水の供給をうける農耕地とする計画がたてられていた。Phnom Penh 西方の Bassac 河後背湿地の沼の一部と丘陵を利用したもので新しい開発方式として興味あるものである。

(4) ポンプの利用

雨季においても天水以外に自然な状態では水が供給されない耕地に水を供給し、あるいは乾季において国内の各所に存在する水源を利用するためにポンプ揚水を採用してゆくことになるだろう。機器類や電力・石油などの入手事情が次第に改善されるようになれば、この方式は大いに伸びることと思われ、それによりこれまでの開発の進まなかった高位部の開発が進み、また地下水利用の道をひらくことにもなる。

(5) 水利技術以外の問題点

かんがい排水施設が建設されてもそれが農業生産に結びつかなければ意味がない。Bovel, Barai Occidental などの前例が示すように、それは受入れる農民側の問題であり、時間がかかり、関連する課題の解決と関係がある。水利施設の立場からいえば、基幹施設だけでなく、これを生産点に結びつける末端施設に充分留意しなければならない。

(6) カンボジア独自の技術への期待

カンボジアにおけるかんがい排水施設の建設は、1950年以前はフランス人の技術にたよるほかになく、1951年以降も USOM による新しい技術、たとえば沈泥かんがい、主要かんがい組織にみられる設計施工面の新技術が導入されて水準を高めたことは否定できない。しかし一方カンボジアには Angkor の文明があり、それを築いた Khmer 人としての誇があることも見おとしてはならないだろう。それは Barai Occidental の事業に対する熱意や、USOM 引揚後の Bovel の工事、あるいは政府の技術者との討論からも感じとることができた。

かんがい排水施設の計画は、とりわけその土地風土との調和を必要とする。計画の基礎となる諸資料の現状はまだ不十分なものであるが、それだけに現地事情に詳しいカンボジアの人達による独自の技術の開発が望まれる。

3 Chao Phraya デルタのかんがい排水開発 の歴史的発展過程

アジア経済研究所 友 杉 孝

I Chao Phraya デルタの稲作と水

Chao Phraya デルタは Chainat を頂点とし、海岸線を底辺としたほぼ三角形のほとんどこう配のない一様な広がりをもった平野（約 21,600km²）で、その中央部を流れる Chao Phraya 河、西から流れこむ Mae Klong 河、および東から流れこむ Bang Pakong 河などの諸河川が作った複合デルタである。

このデルタ地域の農業の最大の特徴は水稲単作に特化していることで、水稲以外の作物の栽培はとるにたらない。タイ輸出品の大宗を占める米の大部分はこの地域で生産され、人口も国内でもっとも稠密に分布している穀倉地帯である。歴史的にみてもタイ民族活躍の中心地であり、この地域の農業生産力の飛躍的増大を契機としてタイ社会の近代化は進んだのであった。

この Chao Phraya デルタの稲作を規定している条件はいくつもあるが、自然条件の中でもっとも問題になるのは水の過不足なき供給である、と考えられる。

一般にタイで稲作に必要な年雨量は約 1,800mm とされているが、本地域の年雨量は Bangkok で約 1,400mm, Ayutthaya で約 850mm にすぎず、降雨だけに頼っている稲作は不可能となる。この降雨量の不足は河川の氾濫水によって補われる。したがって、このデルタ地域では河川の自然氾濫がなければ稲作を行なうことはできない、と言える¹⁾。しかし、降雨、そして氾濫は南西モンスーンと台風によってもたらされるので、量的にも時期的にも年々の変動が激しい。このような自然環境において稲作を行なうためには水利用の合理的方式、つまりかんがいが極めて重大な意味を持たざるを得ない。適当なかんがい施設がなければ稲作はむずかしいので、かんがい施設の発達が発達が農業生産力発展の必要条件となる。このような事情から、社会の生産力の基盤がすぐれて稲作におかれているタイ社会にあっては、かんがい事業の発達が社会の生産力発展段階を示す一つの効果的な指標となりうる可能性をもつ、と考えられてよい。しかし、一方では、タイ経済の発展段階がかんがいの発達を規定している、とも言える。

そこで、小稿では自然条件——あとで詳しくみるように自然条件の社会に対する意味はすぐれて歴史的である——を基底にすえて、かんがいの歴史をタイ経済の発展過程と関連づけて整

1) 自然氾濫がデルタの稲作の基礎条件であることは古くから指摘されていた。de la Loubere; Du Royaume Siam, Paris, 1691, vol.1, pp. 53-54.

理し、今後の経済発展の方途を探る手がかりとしたい。

II Chao Phraya デルタの地形²⁾と洪水型と土地利用

自然条件からみると、Chao Phrayaデルタの土地利用は洪水型に適応しており、洪水型はデルタを構成している地形要素によって定まっている。そこで、この地形要素、つまり扇状地、デルタ上流部、デルタ下流部の三地形要素にしたがって土地利用を概観する。

1. 扇状地

Chao Phraya デルタでは扇状地の発達はごく限られており、丘陵地に接して小規模な扇状地がみられるにすぎない。これは Chao Phraya 河上流の土壌がラテライト化していてその土壌粒子が細かいこと、デルタの頂点にあたる Chainat の上流部に盆地があるためなどで、扇状地を形成するのに必要な礫の十分な供給に欠けるためである。

2. デルタ上流部

デルタ上流部をもっとも特徴づけるものは自然堤防——後背湿地の存在である。Chainat より南に自然堤防の列がいくつも伸びているが、その中でもっとも大きいものは Chao Phraya 河に沿って Chainat から Ayutthaya に至るもので、長さ約 145km、幅は上流部で約 5km、下流部で約 8~10km におよぶ。Noi 河沿い、および Suphan 河沿いにもそれぞれ長大な自然堤防が形成されている。これらの自然堤防と自然堤防との間が広大な後背湿地となり(図-1)、その中を河川の旧流路を利用した運河が不規則に曲流しながら縦横に走っている。

氾濫期になると河水は自然堤防を越えて後背湿地に流入し、自然の巨大な貯水池が出現する。自然堤防上では湛水することは少なく、湛水してもその期間は短い。ここに学校、寺、市場、役場、精米所、村々が線状に立地している。土壌は細かい砂—シルトであり、農家の廻りには自家消費用の野菜、薪炭林が植えられている。自然堤防から後背湿地に向うにつれて土壌は細かくなり、氾濫期の洪水の湛水期間は長く、水深は深くなる。後背湿地では土壌は重粘土となり、湛水期間は5~6カ月にもおよび、水深は3~4mにも達する。ここではもっぱら稲の単作が行なわれ、他の作物は作られていない。そうして、長い世代の経験によって、このような自然環境に適するように稲の品種は合理的に選ばれるようになっている。つまり、湛水期間が短かく、水深の浅いところでは早生種が、ここから後背湿地に向うにつれて中生種、晩生種が選ばれ、もっとも水深の深いところでは浮稲が作られている。

この後背湿地では洪水時の水深が深いので稲は直播きの方法で作られる。田植をする場合と異なって、水田に水を張らないので土地の起伏を水平にならす必要がなく、洪水が来て稲が伸び始めた後では農家は何もすべきことがない。雑草は深水湛水のために枯死する。氾濫による水の供給が充分あるので収穫もわりと安定していて農家の生活は楽であり、いわゆる労働生

2) デルタの地形については大矢雅彦氏からご教示を得た。

産性は高いと言える。直播による土地生産性の低さは農家一戸当りの土地保有面積の広さで充分に補っていた³⁾。ここでは氾濫水をたくみに利用した合理的な農業が営まれていたのであった。

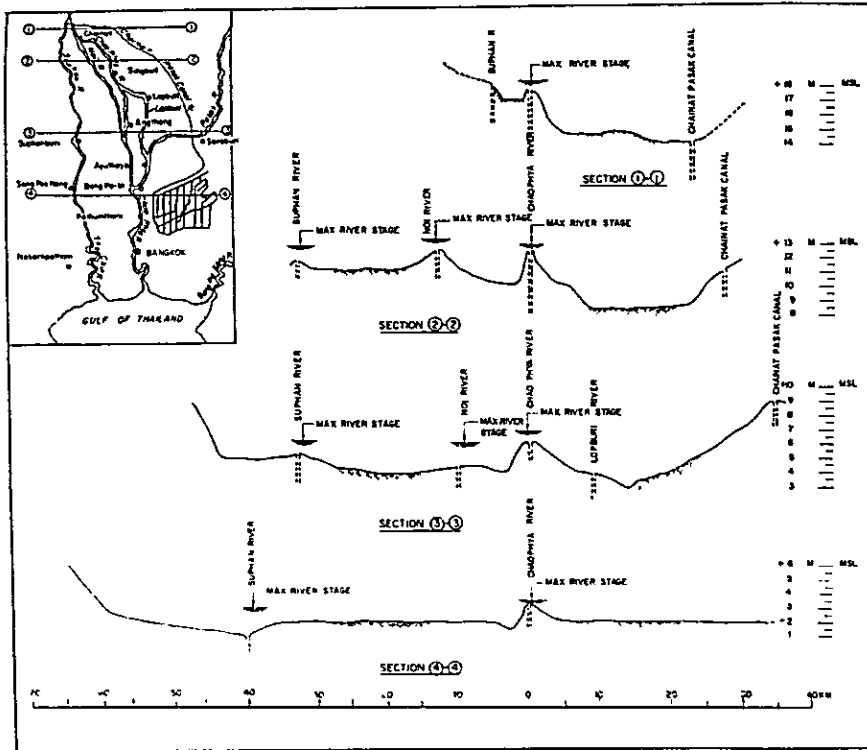


図-1 Chao Phraya デルタ地域の横断面図

United Nations, Proceedings of the Regional Symposium on Flood Control, Reclamation
p. 27 Utilization and Development of Deltaic Areas (Water Resources Series No. 25)

歴史的にみても、19世紀までタイ社会はこのデルタ上流部を生産の基盤にして発展してきた。かつての首都 Ayutthaya は Chao Phraya 河に沿う長大な自然堤防の末端に立地し、その周辺に Anthon, Lopburi, Suphanburi の諸州が位置した。これらの州は国王の威令がよく行なわれていた地域であり⁴⁾、その範囲はデルタ上流部とほぼ一致している。このことの自然的基礎として次のようなことが考えられる。

この地域では稲作に必要な水を降水のみでなく氾濫水に多く頼っていたために、周辺の主として雨水に依存して稲作を行なっている地域に比べて水の供給はずっと安定しており、したが

3) Pring Dilock; Die Landwirtschaft in Siam, Tubingen, 1907, S. 98, S. 137.

4) R. Lingat; Prawatisat Kotmai Thai Katmai Thidin, Bangkok, 1940, pp. 33.

って稲作もそれだけ安定していた。それはかつて行なわれていた地租 (Kha Na) 徴集の方法にはっきり示されている⁵⁾。

地租徴集のうえで水田は二つのカテゴリーに分けられていた。一つは Na Khu Kho で、もう一つは Na Fang Loi と呼ばれた。Na Khu Kho は耕作者が占有している土地の全面積に税がかけられ、Na Fang Loi はその年実際に耕作した面積に対してのみ税がかけられた。それは Na Khu Kho では水の供給を氾濫水にも頼るので収穫はわりと安定しているのに対して、Na Fang Loi では主として雨水によるので収穫が不安定になるからであった。そうして Na Khu Kho はさきに述べた Ayutthaya 等の諸州に集まっていた。この地租徴集制度は1905年に改められた⁶⁾。19世紀以来のかんがい事業の発達による稲作の拡張とタイ社会の近代化に伴う財政収入増加の必要が、この改革の背景にあったと考えられる。新制度の下では Na Khu Kho は長い間耕作されて収穫の安定している熟田とされ、Na Fang Loi は開墾後まだその一部しか耕作されていないとか、山の斜面とかの収穫不安定な水田を指すことになった⁷⁾。

しかし、タイの社会的生産力が高まり、それまですてられていたデルタ下流部の広大な荒蕪地の開墾が進むにつれて、デルタ上流部の重要度は相対的に低くなっていった。特に、第二次大戦後 Chainat ダム建設等のかんがい事業が行なわれるにおよんで、自然堤防—後背湿地の地域における洪水の型が変わり、かえって稲作は不安定性を増してきているという矛盾に直面している。

3. デルタ下流部

Ayutthaya から海岸に至るまでの一様に平らなデルタ下流部は、500～600年ぐらい前に海退により陸化したと推定されている。

このデルタ下流部における洪水は、デルタ上流部の後背湿地から流れ出る氾濫水が平野を縦横に走っている運河に導かれて、全く平坦な地表を広く浅くおおう。コウ配がほとんどないので洪水はただちに海に流れ去ることはなく、平野に長くとどこおり、この間に稲は熟する。この平坦な平野では後背湿地がないので、もし運河が四通八達していなければ氾濫水を平野一面に導くことはできず、稲作はごく一部の限られた地域でしか行なえないであろう。更に、交通路を全く欠くことになるので人間が進むこと自体にとって大変不適当な地域と化することであろう。事実19世紀の中頃まではそうであった。デルタ上流部の氾濫水は下流部をおおうことなく、このことは下流部の多くの地域の稲作にとって致命的なことであった⁸⁾。

5) Prakat Goen Khana Tradaeng Prot Kai Tang Khang, 1864. Sathian Lailak; Prachum Kotmai Pracham Sok, vol. 7, pp. 120.

6) Prakat Kae Withi Lae Phikat Kep Goen Khana, 1905. Prachum Kotmai Pracham Sok, vol. 20, pp. 163.

7) Pring Dilock; op. cit., S. 84.

8) Bowring, Sir John; The Kingdom and People of Siam, 1857, vol. 1, pp. 8.

このとつともなく広い平野を開発するために必要な運河の建設には多くの労働力、資本を要し、それはタイ経済の一段の発展を待たねばならなかった。今日ある運河網の建設の多くは19世紀後半から今世紀にかけて行なわれたものであり、当時のタイ経済の発展過程と軌を一にしている。このことについては、次章のかんがいの歴史で詳しくみたい。

III かんがいの歴史

かんがいの歴史をここでは4つの時期に区分して述べたい。各時期の社会経済的特徴を一言であらわせば次のとおりである。

- a 1期は農民の奴隷制のような役労働 (Khaue Duan Ok Duan) に社会の基礎がおかれていた東洋の古代国家の時代。
- b 2期はヨーロッパ諸国との通商関係の再開によって飛躍的な経済発展がみられ、旧社会が急速に解体過程に入った時代。
- c 3期は19世紀後半からの経済的発展は20世紀に入っても継続したが、やがて停滞におちいり、一次産品の輸出——工業製品の輸入の図式で示される従属的な経済（政治的には独立国であったが）構造——が確立した時期。
- d 4期は第二次大戦後の国際環境の変化によって、タイ経済が再び発展しつつある時期。

1. 1856年まで

Chao Phraya デルタにおけるかんがい事業の歴史はいつから始まったのか全く不明であるが、さきに述べたような自然条件から考えてこのデルタにおける人間居住の歴史と共に古いことであろう。稲作を可能にするためにも、交通路——貢納を運搬する手段でもある——を確保するためにも人々は運河を建設し、修復してきた⁹⁾。この土木工事を行なうに必要な労働力はどのようにして調達され、そうして組織されたのであろうか。

Ayutthaya 期 (1350—1767) から Ratanakosin 期 (1782—) の始めにかけては、運河工事は農民の徭役労働によって行なわれた¹⁰⁾。しかし、徭役を徴集する具体的な仕方についてはほとんど不明である。それは当時の村落 (Mu) の社会構造、更には部落と国家権力との関連についての研究がほとんどなされていないことによる¹¹⁾。Ayutthaya 期のかんがい事業の記録は極めて乏しい¹²⁾。地方的な小工事——これこそ当時のかんがい事業の大部分であつたらう——

9) H.G.Q. Wales; *Ancient Siamese Government and Administration*, London, 1934, pp. 229-230.

10) Chao Phraya Wongsanupraphat; Prawati Krasuang Kaset Trathikan, Bangkok, 1910, pp. 126.

11) タイ農村の基本的性格は一般的に "loosely structured" と規定されている。しかし、この規定を過去の村落社会に無条件で適用するのは必ずしも正しくない。19世紀以来の社会経済的大変動は村落社会構造にも大きな影響を与えたであろうと思われるからである。村落構造の歴史的 성격についての実証的研究が待たれる。特に僻地のタイ族の部落構造の研究結果は一つの重要な示唆となるであろう。

12) Ayutthaya 期および Ratanakosin 期の主なかんがい事業の略記が次の文献にみられる。Chao Phraya Wongsanupraphat; *op. cit.*, pp. 125-161.

は王朝の歴史に記録されなかった。Ayutthaya 王朝年代記¹³⁾の中にはいくつかの運河建設の記事が含まれている。これらの記事によれば運河の建設は交通の便をはかるためのものであり、例えば、河川の曲流している部分を切断して直線状にするとか、泥土がたまって浅くなった運河を掘りかえして深くするとかが主な仕事であった。当時の全く自給自足の停滞的な経済発展段階にあっては、農業生産を拡大するために大運河を建設するというような社会的要請は生じなかったのである。

Ratanakosin 期に入っても運河建設は続けられた。中でも注目すべき事例は1831年に建設された Bang Khun Thian 運河の場合である¹⁴⁾。この工事では中国人 Phraya Chodi Krat Seti が工事監督者となり、中国人賃金労働者を使って工事を完了した。中国人が賃金労働者として運河建設に従事したのはこの工事がおそらく最初であろう。移住中国人はタイ近代史において極めて重大な役割を果たすのであるが、かんがい事業においてもこの時期から徭役労働は中国人移住者の賃金労働によって代替されてゆき、仕事は能率化されてゆくのである。そうして、これまでの農民の徭役労働は人頭税 (Kha Rachakan) に転化していった。徭役労働から解放された農民は人頭税を払うためにも販売用の米をより多く生産せねばならないことになった。

このように中国人移住者が賃金労働者としてはっきりと登場してくることはある程度の社会的分業の発達——それが国外からの自由な労働者の移住という特異な形態をとったにせよ——を物語るものであり、あとで述べるような19世紀後半の生産力の飛躍的発展の準備がなされつつあったことを示すものである。

2. 1856¹⁵⁾～1902年

19世紀もなかばをすぎるとタイはこれまでのようにヨーロッパ諸国に対して貿易上の鎖国を続けてゆけなくなり、1856年にはイギリス使節 Bowring との間に結ばれた通商友好条約が発効した。つづいて他のヨーロッパ諸国に対しても同様な条約を結び、開港することになった。時あたかもヨーロッパ諸国による東南アジアの植民地化が進み、食糧＝米の需要が高まってきた時期であった。そうして、タイはこれら植民地諸国に対する米供給国の役割を引受けることになった。Chao Phraya デルタ下流部における稲作の発展はこのような国外からの持続的な歴大な米需要によって惹き起されたのであって、自生的な国民経済の順調な発達の結果として生じたものではなかった。稲作の発展は土地生産性を高める方向ではなくして、耕地面積を拡張することによって達成された。かんがい事業の進展はこの耕地面積の拡大に大きく寄与したのである。稲作のため、米取引きのために大きな運河がいくつも建設され、修復されて、タ

13) Phraracha Phongsawadan Krung Si Ayutthaya.

14) Chao Phraya Thiphakrawong; Phraracha Phongsawadan Krung Ratanakosin Rachakan thi sam, Bangkok, 1934, pp. 107-108.

15) Bowring 条約発効の年をもって時代区分をした。この条約による社会経済的諸変動が明らかになる時期とはいくらかずれるが、便宜上政治的事件を指標とした。

イ歴史上空前の開墾時代が現出した。

当時の法令・布告には運河建設、その維持に関するいくつもの興味ある記事が見出される。ここではその中の2、3の事例をごく簡単に紹介する。

(1) Mahasawat 運河¹⁶⁾

Muang Nonburi 国から Muang Nakhon Chaisri 国に至る運河が新しく建設されて、この運河の両側の荒蕪地、合計 2,600 ha を50区画に分け、1区画あるいはそれ以上の区画をそれぞれ王子（あるいは王女）に分与する。そうして農民（Bao, Phrai）に耕作させるか、またはその他の人に小作させる。

(2) Phasi Charoen 運河¹⁷⁾

Pho Yim, Phra Phasi, Sombati Boribun¹⁸⁾ が運河建設資金を調達するために二つの方法を提案している。

- a 舟から通行税をとること。更に、運河の両側の田、畑から税をとること
- b 賭博場を新設して、そこからの利益で資金をまかなうこと。

(3) Niyom Yatra 運河¹⁹⁾

Samut Prakom の国守がこの運河を建設した。この工事に対して農民は金を出して協力し、更に新開地 1,600 ha を占有し、開墾した。国家はこれらの農民の地租を3年間免除し、法律に従って占有地券を給付する。

(4) Rangsit 運河²⁰⁾

Siam Canals Land and Irrigation Company に運河建設の許可を与えて、建設される運河の両側それぞれ 1,600m の土地を占有することを認めた。Rangsit 地域はかつての潟のあとの湿地で、これまで住む人のほとんどない荒蕪地であった。デルタ下流部の開墾の最後にこの地域が取り上げられ、私会社によって運河網が完成された。水利がよくなったので多くの農民が移住してきて、その数は万をもって数えた²¹⁾。この運河網建設を一つの契機としてこの地域に不在大地主制が形成され、深刻な社会問題が醸成されることにもなった。

これらの簡単な記述からもわれわれはいくつもの大切な歴史的事実を読みとる手がかりを得

16) 王族による土地所有の例、寄生地主制の一起源 Prakat Rang Phrarachahata Ieka Phrarachathan Na Phra Chao Lukthoe 1861, Pracham Kotmai Pracham Sok, vol. 6, pp. 273.

17) Prakat Khut Khlong Pha si Charoen 1865, Prachum Kotmai Prachum Sok, vol. 7, pp. 154.

18) Pho Yim は中国人徴税請負人であろう。なお Phasi は税の意。

19) 耕作者自身による土地占有(あとで所有となる)の例。

Prakat Krom Na 1890, Prachum Kotmai Pracham Sok, vol. 12, pp. 18.

20) 私会社の投機的目的によってこの運河網が建設されたことは注目に値する。Nangsu Anuyat Khut Khlong Krasuang Kaset Trathikan 1891, Prachum Kotmai Pracham Sok, vol. 12, pp. 217.

21) Sanya Phrarachathan Phrabromarachanuyat Khut Khlong 1888, Praohum Kotmai Pracham Sok, vol. 11, pp. 237, なおこの会社の他にもいくつかの私会社があった。

Chao Phraya Wongwanupraphat; op. cit., pp. 38.

22) 21) 2番目に同じ pp. 154.

る。その中の一つは移動の自由についてである。旧制度のタイ社会では徭役労働を確保するために農民の移動の自由は事実上禁止されていた。しかし、デルタ下流部のかんがい事業が進展すると共に多くの農民がここに移住してきて土地を占有し、開墾した。移動の自由が充分に実現しているのを見ることができる。このことは農民(Phrai)の奴隷制的徭役労働に基礎があった旧社会の解体化を意味する。事実、19世紀から20世紀にかけて重要な諸社会改革が行なわれた。徭役労働は人頭税に転化し、奴隷(That)は解放され、徴税請負制(Pramun Goen luang Rap-Phukkhat)は廃止の方向にあり、行政制度の大改革が行なわれた。簡単に言えば、国王を中心とする貴族層の指導によってタイ社会は急速に近代化の途を歩み始めたのであった²³⁾。しかし、この近代化の動きはさきに述べたような経済発展の非自生的性格による社会的分業の不充分な展開に規定されて、なしくずし的な不徹底なものとならざるをえなかった。そうして、この近代化過程の不徹底さがかんがい事業を推進力とする農業生産力の一層の発展を妨げてしまうことにもなるのである。

3 1902～1945年

さきに述べたようにデルタ下流部ではかんがい事業が大いに進められ、耕地は飛躍的に拡大した。しかし、耕地が拡大するにつれて水を利用することはそれだけ難しくなっていた。また、維持を怠った運河では泥がたまり、使用することが難しくなり、海岸に近い地域では塩害も大きかった。そこで、政府は農業生産を安定させるために新しくかんがい計画をつくることにし、1902年にオランダ人 Van der Heide を招聘し、かんがい局を新設した。

Van der Heide は Chao Phraya デルタの自然と農業の状態を詳しく調査し、1903年にデルタ全域をカバーする大かんがい計画を政府に提出した²⁴⁾。この計画の要点は次の二点にある。a. 既存の運河を修復し、水門を設けて改善する。 b. デルタの頂点にあたる Chainat にダムを建設し、これを基軸としてデルタ全域に亘る給水運河網を建設する。この計画から受ける利益として農業生産の安定化、耕地の拡大があげられているのは当然であるが、これらの他にもいろいろな利益が考えられており、国民経済のすべての面にわたって益するとされている。この計画の経済性が検討された結果、非常に有利な投資であることが強調されたのであるが、この Van der Heide 案は当時政府内に大きな勢力を揮っていたイギリス人財政顧問の反対にあった。彼は現在の運河を修復・維持するだけで充分であると主張した²⁵⁾。結局、政府はこの財政顧問の意見にしたがった。このあと Van der Heide はより縮小した計画を提案したが政府に容れられず、古い運河を修復しただけで1909年に帰国した。そうして、かんがい局そのもの

23) 当時の貴族の物質的基盤については未だ不明な点が多い、新興商人＝華僑との関係を明らかにすることが重要である。

24) J. Homan Van der Heide; General Report on Irrigation and Drainage in the Lower Menam Valley, Bangkok, 1903.

25) J. C. Iagram; Economic Change in Thailand since 1850, Stanford, 1954, pp. 197-198.

も1912年に廃止され、その業務は運輸省に移管された。

Van der Heide の雄大な構想が実現されなかったことは、当時のタイ経済の発展段階からみても、タイをめぐる国際環境からみても、それは当然であった。彼が意図したかんがい事業による所期の収入があがるためには経済の大躍進が必要とされる。それには農業生産力の発展を根底にもった国民経済の多様化が前提とされねばならない。同時に政治的にも経済的にも非常な影響力を持っていたイギリスはタイ社会の安定を望んでおり、巨額の財政投資を伴う Van der Heide 案に同意しなかったのは当然であった。ヨーロッパおよび植民諸国における米穀需要はビルマ米の輸出である程度間に合ったのである。

しかし、雨量の年々の変動で洪水あるいは早ばつが起りその結果稲作が大きな被害を受けるのを政治的にも放置しておくことはできなかった。再び政府は外国人技師を呼ぶことになり、イギリス人 Sir Thomas Ward が招かれた。1915年に彼は政府に報告書を提出した²⁶⁾。彼は Chao Phraya デルタ全域をカバーする計画を考慮しながらも、そのような大計画はタイの国力に合わないとして、いくつかの小規模計画を政府に提案した。この提案によって1916年に South Pasak 計画が実施され、更に20年代には Suphan 計画, Chiengrak-Klong Daru 計画が実施に移された。これらの工事の進捗は資金事情によって遅々たるものであった。

戦前におけるかんがい事業の進展がはかばかしくなかったのは、経済の多様化による国民経済の順調な発展がなかったことによるところが大であるが、その結果は米穀生産の長い停滞に示されている。特に、デルタ周辺部、下流部においては水不足に悩み、これまでなされてきたかんがい設備への投資も充分目的通りには生かされなかったのである。

4. 1945年より

第二次世界大戦が終ってタイをめぐる国際環境は一変した。戦後のさしせまった食糧危機を乗切のためにタイ米の輸出増加が是非必要なものとして国際的に要請された。そうして、Chao Phraya デルタにおける米穀生産増大の可能性が国際的に討議され、1948年に F A O 使節団がタイを訪れ、農業生産拡大の方策につき勧告した²⁷⁾。この勧告の中で Chao Phraya 計画が強調され、1950年に世界銀行がこの計画に対して1,800万ドルの借款を与え、工事は1952年から実施された。Chao Phraya 計画の骨子は次の三点よりなる。a. デルタの頂点にあたる Chainat にダムを建設する。b. Chao Phraya 河の支流・分流を幹線運河として使い、全受益地をいくつかの区域に分ける。c. 自然堤防と自然堤防との間にある後背湿地を残して自然の大貯水池として活用し、デルタ下流部における氾濫を調節する。

1957年に Chainat ダムは完成した。幹線運河の工事と並んで各農家の圃場に水を導く小水

26) Royal Irrigation Department; Project Estimate for Works of Irrigation, Drainage and Navigation to develop the Plain of Central Siam, vol. I-IV., Bangkok, 1915.

27) FAO; A Report of the Mission for Siam, Washington, 1948.

路の工事 (Ditch and Dike Project) も着手された。Chao Phraya デルタの農業は大きく伸びる可能性を得た。更に、Yanhee 計画が実施に移された。Yanhee 計画の主目的は電力開発にあるが、Chainat の上流で Chao Phraya 河の水量調節の機能をも果すのであって、Chainat ダムの効果を高める役割が期待されている。これらの工事の進展の結果、デルタ下流部および周辺部の土地の高い地域では水の供給は安定性を増し、稲作は安定してきている。これに反して、かつて国力の基礎となっていたデルタ上流部では洪水の様相が変り、稲作は不安定になりつつある。上流から運ばれてくる土砂の堆積も減って、自然の肥料の供給も少なくなった。その結果、農業技術の革新が要求されているのである。

さきに述べたように、Chao Phraya 計画、更には Yanhee 計画の進展は国際的要請をきっかけとし、外国援助によって行なわれている。これをタイ側から見ると次のような諸事情が存在している。a. タイは戦後の食糧危機の時期に米供給国としてのぞみ、多額の外貨を獲得して国力を養った。米以外の一次産品の輸出も好調であった。b. 戦前から独立国であったので戦後の混乱が少なく、行政組織も比較的整っていた。c. かんがい事業について長い経験を持っていた。このような諸事情が外国援助を有効に受け入れる堅固な土台となったのである。

む す び

われわれはタイのかんがいの歴史を経済の発展過程と関連づけて概観してきた。一見非合理的にみえる在来の農業もそれなりの歴史的背景を持ち、低度ではあるが一応の合理性を持っているのをみた。合理性を持っているからこそ今日までタイの稲作は行なわれてきたとも言える。静態的にみえた自然条件の社会に対する意味も歴史的に変わるものであることも知った。

ところで、現在 Chao Phraya デルタの農業社会は人口の急激な増加、未耕地の消滅、農家経済の著しい商品化等で急速に変貌をとげつつある。更には工業発展に必要な富の源泉として、あるいは工業製品の市場としても農家経済の繁栄が必要条件とされるにいたり、農業開発が急がれることになった。Chao Phraya 計画を始めとする諸かんがい計画の進展にはこのような社会的背景があった。しかし、性急な農業技術の変革はこれまで存在していた合理性をこわし、かえって農業生産を低下させる。このことはかつて収穫の最も安定していたデルタ上流部の稲作が不安定となり、技術革新が要求されていることによく示されている。農業技術は自己完結的な体系を持っているのであり、その一部分だけの恣意的な変更は許されない。したがって、現在行なわれている農業の合理性をよく確めたあとで、今日の社会の変貌に対応した新しい農業技術体系の導入が図られなければならない。

Chao Phraya 計画、Yanhee 計画の進展で得つつある生産力発展の可能性がどのように現実化してゆくのか。そうして、この生産力の発展を踏台にして、タイ経済がいかなる多様化をなし遂げて、健全なる国民経済の形成が行なわれるのか、われわれは期待して注目したい。

4 フィリピンにおけるかんがい組織の種別と水利用

農林省農事試験場経営部 家 永 泰 光

ま え が き

フィリピンの「水」研究は、わが国で本格的に取り扱われたものは全くないといっても過言ではあるまい。フィリピンの「水」問題はある面においては日本と共通的であるが、他面では異質的である。この両者を明確化しつつ、フィリピンのもつ「水」問題をとらえてゆきたいと考える。もとよりフィリピンにおける「水」の研究は決して進んでいるとはいえないし、日本と対比すればかなり立ち遅れているといえる。フィリピンの「水」問題は後述のように重要な意義をもつが、今日全水田のわずか18%がかんがいされているにすぎず、日本の場合の80%と対比される場所である。

I フィリピンにおける「水」の重要性

フィリピン農業における稲作の比重は全作付面積のうち48.2%、生産高において39.0%をしめている。第2位のトウモロコシは面積にして30.5%、生産高で7.3%となっており、第3位以下は両者とも5%以下を示すにすぎない。水稲以外のかんがいは、ココナット、アバカ、甘蔗、トウモロコシ、ソサイ類、果樹類などと畑作物と広く及ぶが、水稲のかんがい方法とは大きな差異がある。

最もかんがいの進んでいる Central Luzon ではほぼ45%が人工かんがいされているが、なお韓国の平均53%にも達していない。このかんがい施設の未発達のために、気候的には水稲二期作ないし三期作が可能であるにもかかわらず一期作が大部分で、水稲の二期作のみならず他作物の裏作もきわめて少ない。最も稲作の進んでいる Central Luzon でも農家の9%しか水稲の二期作を行っていない。

これまでは天水依存の雨季の稲作体系が行なわれ、この体系ができあがってきたのであるが、これを一口にいえば、無肥料、無除草、無病虫害防除の技術体系で、これらの技術体系の改善と「水」問題が結びつかないかぎり「水」のもつ本来の効果は発揮されえない。

II 自然環境としての「水」と稲作

1. 降雨による地域分類

フィリピンには乾季と雨季があるが、この性格を明確に示すのは南シナ海に面した西側諸島の一部で、太平洋岸などはむしろ逆に、11月～1月にかけて降雨が多い。ここでは雨季はある

が乾季のないかたちで、降雨は平均的な年間配分をとる。したがって水問題が最も重要性をもつのは雨季と乾季の苦しい地域であるから、降雨の年間配分と地域性について考察しておくことは水問題を考える順序として大切なこととてよい。

フィリピンの気候は降雨に基づいてつぎの4類型に分類される。

(1) Dry (11~4月)とWet (5~10月)の明確に示される地域——第Ⅰ型(または Western type)

(2) 11月から1月にかけて最大降雨があるが、Dryな時期がない地域——第Ⅱ型(または Eastern type)

(3) シーズンが不明確で11~12月に乾燥し、1~10月が雨の多い地域——第Ⅲ型(または Transitional type)

(4) 降雨量が年間に均等に配分されている地域——第Ⅳ型(または Transitional type)

第Ⅰ型の最も典型的な地域は南シナ海に面した地域で、Central LuzonではPampanga, Bulacan, Pangasinanにおいて最も典型的である。これに対してSamarのBorongan, Camarines NorteのDaetは雨季が第Ⅰ型と全く逆にあらわれ、雨は冬季に多い。しかし第Ⅲ型のような乾季はない。AgusanのButuanでは年に雨量が比較的等しく配分されており第Ⅳ型に近い、天水田に多くを依存せざるをえないフィリピンでは、とくにこうした降雨の地域的差異がその作付期、収穫期に強い影響を与えている。

2. 降雨と稲作体系

前記の気候型と稲の作付体系との関連について概略を述べる。

(1) 第Ⅰ型 乾季と雨季の差が明確であるので、水稲は乾季を避けてほとんど6~9月に栽培される。他方陸稲は4~6月と水稲より早い持色をもつ。

(2) 第Ⅱ型 第Ⅰ型を除く諸類型ではかなり複雑な作付期を示す。第Ⅱ型ではwetな10~1月が選ばれ、だいたいこの期間に集中している。陸稲はこれより多少早くなる。場所により第Ⅰ型に類似のものもみられるが、これは著しい乾季を欠くからとみられる。

(3) 第Ⅲ型、第Ⅳ型 いろいろな作付期の混入がみられるが、全体的にみると5~9月頃の雨季をねらう作付期の方が10~1月にかけての雨季をねらった地域よりも多い傾向がある。陸稲と水稲とを比較すると、概して陸稲は水稲よりも早目の作付が行なわれ、陸稲は水稲より全体的に4~7月(ときに8月)といった春から夏へかけての作付が圧倒的に多い。Pragad riceの場合はかんがいを実施されているので、第Ⅰ型でも乾季に作付が行なわれている。

3 台風の影響

フィリピンは北半分はとくに台風の影響を強くうけ、台風の襲来の頻度と稲の生育期の関係が一つの重要な問題であって、台風をできるだけ回避することが課題となる。このためには例えば、生育期が150~160日の品種では4月19日以前に播種し、113~120日の品種では5月31日

以前に、130～140日の品種では5月12日以前に播種すると10月の台風期を回避することができる。台風は10月13～27日が最大で、ついで9月28日から10月12日が多く、12月から翌年4月中旬までは全くない。

Ⅲ フィリピンにおけるかんがい事業の展開

スペイン植民地化以前にはほとんど見るべきものがない。ただ北部 Luzon の Mountain Province の Ifugaos などの山側のテラスで素朴なかんがいが行なわれたとみられるが、これも近代的なかんがいとは著しく趣を異にしている。

スペイン植民地時代のかんがい事業の特色は Manila 周辺の教会が行なった Friar によるかんがいであった。すなわち Laguna, Carite, Bulacan, Bataan, Rizal, Isabela がそれで、石造りのダムを築造し暗キヨ、明キヨなどが作られた。しかし、しだいに土砂、沈泥によって埋まり政府に引きつがれて農民に分配されるコースをたどる。

アメリカ植民地になる頃には土木技術も進歩しているので、この時代から大規模化し、スペイン時代のかんがい面積 23,935ha からアメリカ植民地時代は 86,130ha となっている。アメリカ植民地時代は Central Luzon の Tarlac, Pampanga, Bulacan, Nueva Ecija, Luzon 北部の La Union, Ilocos Sur, Ilocos Norte それに Paray 島の Antique, Iloilo でかんがい事業が行なわれた。しかしこれ以外はいずれも手をつけられていない。

日本占領当時は Rizal, Nueva Ecija, Suriaya, Quezon など 1,270ha のかんがい事業が行なわれた。

フィリピンの独立後は著しい発展が示される。もちろん National Gravity Irrigation System はすでに 1922年からはじめられており、この system は大統領によって管理されていた。Communal やポンプによるかんがい方式の場合は農民と地主グループまたは組合によって行なわれていたが、この失敗の原因としては、a 設備の改善、修理の責任に怠慢である場合、b 相互の共同を欠く場合、c 維持管理費を不払いの場合などがある。

National Irrigation System は今日全部で77カ所の計画をもち、全かんがい面積は 317,431ha、その費用は 72,807,100ドルとなっている。このうち18カ所が Central Luzon にあり、規模も大きいものが多い。

この最も基本的な政策の一つである National Irrigation System の投下 cost の時代的变化をみると、次第に増大を示している。これもかんがい政策が確実にのびていることを示すとみてよからう。投資についてはフィリピンでは新 project として 1ha 当り500ドルを見積っている。これはタイの 500～625ドル、マラヤの400～450ドルに相当している。なおフィリピンではポンプかんがいは60年以上実施されてきており、1949年に Department of Agriculture and National Resources の Irrigation Pump Administration によって推進されている。

表-1 かんがい組織の現況とかんがい面積

かんがい組織	1960		1965	
	ha	%	ha	%
1. National Gravity Irrigation System	260,860	36.6	318,711	34.1
2. Communal Irrigation System (Government Assisted)	83,533	11.7	153,734	16.4
3. Communal Irrigation System (Private)	333,602	47.0	373,602	40.4
4. Irrigation Pumps	10,500	1.4	60,000	6.4
5. Friar Land Irrigation System	24,000	3.3	25,221	2.7
6. Municipal Irrigation System	—	—	4,000	0.4
Total	712,495	100.0	935,268	100.0

The Irrigation Program of the Philippines (1965)より

IV かんがい組織

1. 稲作とかんがい組織の地域性

フィリピンを地域別に大別して (1) Ilocos (2) Cagayan valley (3) Central Luzon (4) Southern Tagalog (5) Bicol (6) Eastern Visayas (7) Western Visayas (8) Northern & Eastern Mindanao (9) Southern & Western Mindanao の9地域とし、その稲作およびかんがいの実態をみると図-1 のようである。

このうちかんがいされた面積割合が最高の Bicol と Central Luzon を対比すると、かんがいがされた第一期作物は Central Luzon が34.3%であるに対し Bicol の26.8%となるが、かんがいがされた第二期作としては Central Luzon 10.6%に対し Bicol は実に18.2%と明確に高い。こうしてみると気候条件(とくに降雨)が同一 Luzon にあるにかかわらず明確に異なる地域性をもつことがわかる。すなわち双方とも稲作率は最大のウェイトを示すが、Central Luzon は第I型の11~4月に dry であり5~10月に wet であるのに対し、Bicol においては第II型の11~1月に最大降雨量をみるが dry なシーズンのないところである。これは稲の二期作に有利とみられる。この両地域を畑地についてみると、Central Luzon が5.0%であるのに対し Bicol では実に26.8%を示す。単位当たり収量をみても両者は最も高い水準のグループに入り、上昇率も他に比べて高い。作付面積についてみると、Central Luzon がやや停滞的なのに対して Bicol はむしろ上昇的で、Central Luzon が面積よりも単位当たり収量による上昇を方向づける。

2. かんがい組織の種類

最もかんがい組織の進んでいる Central Luzon についてその発達を考察することによってほぼフィリピンの現況を推察することができる。Central Luzon のかんがい組織はつぎの5つに大別することができる。

- a. National Gravity Irrigation System Bureau of Public Works によつて維持管理されるもの。
- b. Communal Gravity Irrigation System 政府の援助によつて自治体の行なうもの。

c. Friar Land Estates

Irrigation System

もともと Friar land Estates と称される土地が Bureau of Land による管理をうけているもの。

d. Pump Irrigation System

financed by the Irrigation Service Unit ISU によって財政化されて建設され、その費用は10年以内で返済される。河川揚水、深井戸揚水などもこれに含まれる。

e. Private Irrigation System

個人または communally が水利権を所有しているもの。

これらの地域別、かんが

い組織別のかんがい面積は表-2 のようになっている。

地域差は大きい概して National なものと Private なものの割合が高く他は少ない。

つきに同じく Cnetral Luzon の地表水と地下水かんがいについては、地表水よりも地下水利用の方が多く、とくに Bulacan と Pampanga において著しい。したがってこの地域には掘抜井戸 (Artesian Well) が多く分布している。

表-2 Central Luzon におけるかんがい面積

	National		Communal		Friar Land		ISU		Private Area
	No.	Area	No.	Area	No.	Area	No.	Area	
1. Bulacan	2	29,480	—	—	2	1,137	1	359	2,416
2. Nueva Ecija	8	50,690	2	5,050	—	—	15	3,061	92,438
3. Pampanga	1	6,000	3	1,800	—	—	3	4,626	3,067
4. Tarlac	3	19,270	2	1,750	—	—	4	1,125	8,457
5. Pangasinan	4	30,300	5	11,120	—	—	2	717	8,130
Total	18	135,740	12	19,720	2	1,137	25	9,888	114,508

Report on the Water Resources of Central Luzon, 1961より

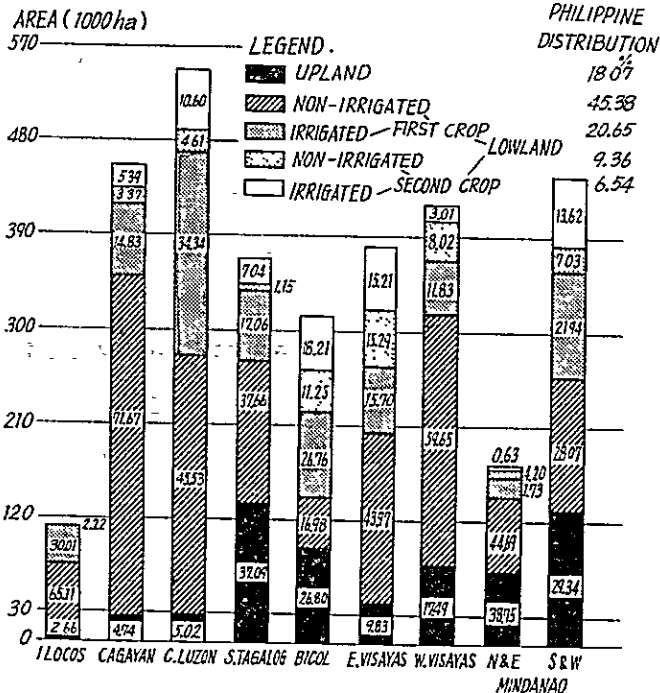


図-1 1960-61年における稲作の地域分布

Ernesto Venegas, Rice Production, Area and Yield in the Philippines, (1954)より

5 東パキスタンの農業開発

北海道開発局農業水産部 土地改良課	木村隆重
水資源開発公団工務部設 計課	宇和川正人
大阪府農林部耕地課	井上淳二

I 東パキスタン農業開発の立地条件

東パキスタンはその水源を中国、インドに発する大河により形成された大デルタの上にある国であり、また Bengal 湾奥部に位置するので潮の影響も大きく、この大河川の制御は技術的、政治的、経済的にも、東パキスタン一国のみで解決することは非常にむずかしく、したがって世界各国の一流の技術をもち寄り、人道上の理念に基づいて、借しめない援助をしなければ解決できない多くの問題をもっている。この意味でこのデルタ地帯の開発は20世紀の人類の課題とみなしてよいだろう。

1. 地形(河川)

東パキスタンは洪水原(flood plain)、デルタの国である。東部には Chittagong-Tipperah 丘陵があってやや山らしい形をしており、北東部 Sylhet にも丘らしい地形はあるが、Bengal 湾から 300km の内陸部でも標高は 17m 程度であり、潮汐の影響はこれからさらに上流までさかのぼる。河川により運ばれるシルトは下流部に堆積し、沖積地ができ、国土が自然に増大する。しかし、この堆積土砂は河水の通水を阻害するとともに分流を促進し、いよいよデルタ地形を複雑なものにしてゆく。5 万分の 1 程度の地図を見ると、網目に小河川が連絡しあい、陸地部には無数の四角に区切られた皿池が目につく。三大河川の特徴を表-1 に示す。

農業開発の面から、東パキスタンの河川利水を計画する場合、河川の様相を正確にとらえなければならぬが、特に次の 3 点に十分な考慮をほらう必要がある。これらの諸点に関する筆者らの見解を以下に簡単にまとめてみる。

(1) Tidal Action に関する解析

- a 最上感潮地点は雨季より乾季の方がやや上流部に遡上するが余り違わない。
- b しかし、振巾は河川流量が少なくなると大きくなる。
- c 河川流量が大きくなれば振巾は減少し、振巾と距離変化は一つの曲線に収斂する傾向を示し、それ以上は余り変わらなくなる。
- d 水位の最高および最低点の伝播速度は一般に波の伝播速度(\sqrt{gh}) に等しいと考えられ、

表-1 東パキスタン三大河川の特性

	Ganges	Brahmaputra	Meghna
流域面積	920,000km ²	580,000	70,000
延長	2,600km	2,900	—
勾配	1/20,000	1/15,000	1/25,000
推定最大流量 Assumed Dominant Discharge	42,000~55,000m ³ /s at Hardinge Bridge	50,000~70,000 at Sirajganj	83,000 at Chandpur 11,000 at Bhairab
平均流量	16,000m ³ /s	20,000	4,700
最小流量	1,800m ³ /s at Hardinge Bridge	6,000 at Bahadurabad	2,000 at Bhairab
最大流速	表面 3.5m/s 平均 3.0	2.6 1.6	— 0.8
浮遊 Suspended Sediments (by weight)	max. 0.1% min. 0.005	0.13 0.012	— —

河口部河川 (estuary) では大体においてこれでよい。しかし、河の中に洲のあるところや分流する河川では平均の h をあてはめても実際とマッチしない。

- e 水位の最高及び最低値は不等流の計算、すなわち背水曲線からは求めることができない。
- f 河床が高く瀬になる地点で振巾は急に減少する。

(2) Suspended Colloid の量と Sediment 運動

これらは沖積および堆積の大きな因子であり、各水系別に調査する必要がある。東パキスタンの場合、大体のことはわかっているが、計画に役立つ精度をもつ資料は乏しい。東パキスタンは一般に河川兩岸附近の標高が高く内陸部に行くにしたがって標高が低く、最低部には乾季においても湿地、湖沼 (beel とよぶ) が形成され、農業開発を阻害している。したがって、これらの beel を干陸するため、雨季に河川の水を掘割り水路で beel に導きコロイド分を沈澱させる工法 (siltng) を伝統的に採用している。河床材質をよく調査して計画設計を立てないと、せっかく掘削した水路が一雨季ですっかり silt up して使用に耐えなくなる。しかし、siltng の効果に関する報告、研究資料はまことにとほしい。特に農業開発の面から単に河水の導入だけでなく流泥客土方式の採用も一考に値する。

(3) Salinity に関する問題

塩害については、Coastal Embankment Project と関連して土木的な解決に努力する一

方、耐塩性の強い適地作物の研究もすすめるべきである。塩水の出入りする河口の塩分分布を決め河川の流量がわかれば「連続体内の拡散の問題」として表わした Arons, Stommel の理論から推定できるが、仮定があらいで余り一致しないようである。

次に東パキスタンにおける潮位及び塩水侵入の影響を実測したデータがあるので掲げる。

以上のような問題については、まだ研究成果が充分とは言えないから、許すかぎり実測によって確かめる必要があると考える。

2. デルタの土壌

河川の沖積条件から、東パキスタンの土壌はだいたい次のように分類される。

(1) Marine Sediments

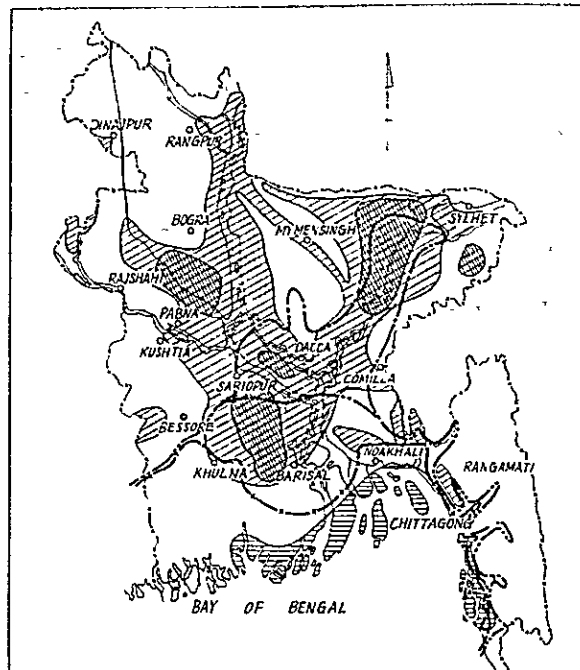
Bengal 湾に面した最南低部の土地で、現在も海水の影響により堆積が進行中である。Sundarbans として知られている海岸性森林地帯はこの代表的なものである。Bengal 湾に面したこれらの土壌は海水、潮位および低標高の関係で築堤をしなければ耕作は不適である。

(2) Ganges Alluvium

Ganges 河の東進によって西の部分ほど古く風化して良質であり、pH は6~8を示す。新しい東部の土壌はシルトの沈積で free carbonate を上層に多く含んでいる。Ganges 河の水は多分に可溶性固体を含んでいるので養分が多いのが特徴である。

(3) Brahmaputra Alluvium

Sylhet, Tipperah, Mymensingh および Dacca 地方。Sylhet の全部、Mymensingh の大部分である Meghna 河氾濫地帯は pH が低く leaching されている。この地帯の作柄はあまりよ



LEGEND
 [Diagonal lines] DEPTH OF FLOOD WATER EXCEEDING 15' FT
 [Cross-hatch] DEPTH OF FLOOD WATER LESS THAN 15' FT
 [Horizontal lines] AREAS AFFECTED BY STORM SURGES IN 1960 & 61
 [Dashed line] LIMIT OF TIDE WITH REVERSAL OF FLOW
 [Dotted line] LIMIT OF BACK WATER EFFECT OF TIDE
 [Dash-dot line] LIMIT OF SALINITY

図-1 東パキスタンの潮位塩水影響

くない。ただし、北部 Mymensingh および Sylhet の低部は Jaintia, Caro, Khasi 丘陵の比較的硬岩による sediments で構成されており、土の化学的性質は Ganges のそれと比べて劣っていない。

(4) Tista Alluvium

Tista 河は丘陵性の河川であり、沖積土は粗く透水性である。赤色土壌である。

(5) Red soil

熱帯性ラテライト土壌で pH 5.5 以下、かんがい、緑肥、石灰などによって土壌改良し、団粒構造にすればたいへんよい土地になる。

(6) Peat belt

1953年に発見されたもので、研究材としても学術的に興味がある。層は浅く 0.3~3.6m で、推定総乾燥重量14億 ton, 相当に風化されている。

II 東パキスタンの農業

1. 概 観

東パキスタンの経済基盤は農業であり、これからも農業の開発を主体においた経済政策がより強く押し出されてゆくであろう。人口の80%以上は農業に従事しており、土地を持たない貧民が村落部にも相当いるが、センサスが不十分で実数はつかめない。また東パキスタンは独立以後10年間にインドからの難民の流入、医療の向上により約2,000万人の人口増があったことから、食糧事情は極端に悪く米価も彼等の収入に比べて非常に高い。

われわれの目から見ると極めて原始的な農業を営んでいるように見える。しかしこれは長い歴史の遺産と経験が生んだデルタ農業の一つの pattern であり、自然にさからわない農業に生きる最低限度の保証を求めて辛じて生命を支えている。夏には水に悩まされ、冬には水不足、雨季のはじめにはサイクロンの来襲におびえ、平均耕作面積 2ha 弱、年平均粗収入560ドル、平均家族構成 8人、こんな程度が Bengal 地方農家の代表的な姿である。

つぎに土地利用は表-2のとおりである。この資料は東パキスタン総面積が1,430万 ha であり、少しく不確かであるが、だいたい可耕地が全体の70%程度あることがわかる。どこまでが耕地でどこからが河川敷や湖沼であるか定かでないのが現況かも知れない。

表-2 土地の分類 (単位万ヘクタール)

森 林	河 川 敷	未 耕 地	休 閑 地	作 付 地 (正 味)	計
125	65	190	182	830	1,392

(東パキスタン農業局 1951~52 資料より)

作付面積の71%は水稻であり、約7.7%が Jute であり、残りはその他の農産物(Pulses, Rape Mustard, Sugar Cane, Wheat Barley, Tobacco, Tea など)である。

2. 稲 作

東パキスタンの稲作はまさに多様性をもっている。5m もの水深に生育するもの、干天に強いもの、粒径の細長く大きいもの、小粒なもの、秋米、冬米、夏米または春米と1年を通じて作付けされている。

大体稲は次のような group に分類される。

- | | |
|---|---|
| Group I..... <i>Aus</i> (Autumn rice) | { Highland <i>Aus</i>
Lowland <i>Aus</i> |
| Group II..... <i>Amon</i> (Winter rice) | { Lowland <i>Amon</i>
(Broadcast or Floating <i>Amon</i>)
Transplanted |
| Group III..... <i>Boro</i> (Summer rice or Spring rice) | |

これらの *Amon*, *Aus*, *Boro* の作付け比率は66%, 28%, 6%になっているが地域により相当異なる。これでもわかるように *Amon* 種を主流とするパターンが組まれている。これらの 3 group の中では *Boro* 種の反収が一番多い。*Boro* は乾季に入り、湖沼やその周辺の湿地にわずかに植えられている現状であるがこれはかんがい用水が湖沼の側でないと得られないためである。Pump up, Head works などの方法により、乾季のかんがいが可能になれば *Boro* の作付けは急激に伸びると予想される。乾季（冬季）であっても水稻の生育条件はそろっているし、労働しやすく、病虫害も少ない。また、施肥しても効果が確実である。

東パキスタンの耕作は主として牛力利用の長床犁によるが鋤先が鉄のポイントで出来ている他、木製で重い。一牛では引けないので複数の牛を使用している。それでも、地表面 3~5 cm を引きかく程度で誠に不十分である。

近年アメリカの援助でトラクタが政府や大学関係の圃場で使用されはじめたが使いなれず故障が多い。東パキスタン農業局では日本の耕うん機に興味をもち試験の結果、数社（佐藤、久保田、ヤンマーなど）から輸入して普及に努めている。しかし、人力のあり余るこの国で機械化を全面的に押し進めてゆくのはなお相当将来の課題になるであろう。

現在の Agri-pattern は雨季に主体を置いた水稻単作である。気候的には二毛作は容易に可能であり、大部分は三毛作も出来るのであるが、現実に行なわれていない理由の最大のものは水管理ができないことにある。

水稻の反収は 1 ton/ha 内外で日本の 4 ton/ha に比べ著しく低い。このままの農業技術でも水稻作付面積の10%に二毛作が完全に実施されれば、現在の緊迫した食糧事情は一挙に片が着く。デルタ地帯の水を完全に制御することはできなくとも、耕地の10%程度の人為による水管理は決して不可能でないと考える。また、大規模な事業を計画しなくても 500~5,000 ha 程

度の規模で充分実施可能な計画を樹立し遂行することが大切であるとする。

3. 畑作, その他

貿易農産物で最大のものは Jute (黄麻) で年間約600万俵 (1 俵 : 200 kg) を産出し世界総量の大部分を占める。Jute は golden fiber と呼ばれ, 東パキスタンの誇る農産物であるが最近では化学繊維に押され気味で価格は下る傾向にある。Jute はデルタを流れる河川の洪水敷に作付けられる。その他前述の畑作物 (Pulses, Rape Mustard, Sugar Cane, Wheat Barley, Tobacco, Tea など) がみられ, 部落の周辺には無数の池(tank)があり, 冬季にはこの水を利用して Chillies, Onion, Soyabean などが栽培されている。

III 農業開発の方向

東パキスタンのようにその国土の大部分が低平で広く, 無数の河が無秩序に入りこんでいる地域では, 農業開発の方向は河川をどのように制御するかで決まるといえる。現在の農業は確かに河川を利用してかんがいし, 肥培し, また収穫された米を運び出している。その限りでは農業と河川との結びつきはまことに深い。しかし河川はあるがままの姿で利用されているため非常に不安定な形でしか結びついていないといえる。

ではこのような自然条件を持つデルタ地帯の農業開発 (主に水稲作) をどう進めるべきか, 筆者らはこの設問に対し, 水稲作技術の高度化には, 抜本的なかんがい水のコントロールが不可欠であるという前提にたち, 二つの方向が与えられると考える。

その一つは, 地形上から河川の水利用が揚水機場または取水堰 (Barrage) などにより, かんがい可能な地帯には, 冬季かんがい (主に *Boro* 種) を主体にしたかんがい計画をたてる。この場合には比較的日本流の水稲作技術が導入されやすい。しかし, このような地帯は東パキスタンの自然立地条件から地域的に制限を受ける上に, あまり地域を拡大するとどうしても施設の規模が大きくなり多額の投資を必要とし, また高度の土木技術を必要とするから, 比較的小規模な地積 (100~5,000 ha) で計画されることが望ましい。この方向は現在, 東パキスタン農業の立脚している雨季の増水を利用する Agri-pattern を変えることであり, 農業史上の革命であり, ひとり農民だけでなく, 社会生活に及ぼす影響は大きいので, 当面投資効果の大きい事業を Small Scheme として採択してゆくべきである。東パキスタンにいた期間, Master Plan と平行して直ぐに増産と結びつく小規模なかんがい排水事業を採り上げるべきだと言う持論を Japanese experts の名において展開し, WAPDA (ワプダ, Water and Power Development Authority) 並びに州農業大臣に具申した。この結果, WAPDA の中に小規模事業局 (Small Scheme Directorate) が設置され, われわれが指導に当たった。

第2の方向はデルタ地帯の inundation と正面から取り組むことである。すなわち東パキスタン全体の河川を有機体と考え, 一つの「Flood Control の Master Plan」のもとにまとめあ

げることである。しかし長い間の河川運動により形成されたデルタの中を奔放に流れる大小無数の河川を人工的に制御することは極めて難事業である。一般に、流量の変動の大きい河川の制御は上流に洪水調整ダムを築堤することにより成功している。また、発電を兼用することにより地域開発をたすけている。しかし、東パキスタンの場合、この方式が採用できるのは Chittagong Hill Tract 方面だけであり、デルタ地帯に流れ込む河川の大部分はインドを經由するため、雨季に流れ込む流量を水源において制御することは不可能である。

「Master Plan」は河川による直接災害を少なくし、利水分野を拡大するように大局的な見地から構想がねられなければならない。全般を網らした「Master Plan」をつくるには、精度のよい水文資料にもとづいて計画を樹立しなければならない。現在、FAO 技術団が水文資料の整備を急いでいる現状である。

IV 政府の施策

東パキスタンの農業開発の方向は州政府の農業局で具体策が練られる。このうち農業開発のため大きな国家投資のいるもの、特に外貨のいる事業は WAPDA が受け持つ。

主な農業政策は次のとおりである。

- a 積極的に諸外国の技術、経済協力を loan, credit, proposal, gift の形で受け入れて、農業開発のための諸施設の造成を主に WAPDA を通じ実施させる。
- b 米麦価の調節を図るためと緊急食糧不足を補うためそれぞれ30万 ton の政府保有を試みようとしている。
- c 補助金制度を設け、肥料60%、病虫害防除100%（申請により薬剤散布）、小かんがい施設20%、機械化および種子に10%の補助をしている。しかし、まだ補助制度の末端普及体制ができていない恨みがある。
- d 農業技術の指導機関を充実し“tell-show-do”式の直接指導を強化する。農業技術センターもその一環である。
- e 農業協同組合の組織づくりに乗り出している。PARC（農村開発機構：Pakistan Academy for Rural Development, 東パキスタンでは Comilla にある）を拡充充実して、まず農村指導者を養成することからはじめている。

以上述べたように東パキスタンの農業基盤整備事業はまだ計画の段階であり、実施はまだ緒についたばかりである。われわれの技術協力と時を同じくして、日本・パキスタン農業協力センターに日本から水稻技術者が来て農業技術の指導に当たっていたが、指導上一番困ることは圃場が不整備、ことにかんがい施設がないため用水管理ができないということだった。まず、かんがい排水の技術指導を先行させるべきだという強い意見を聞いた。

B 水資源開発事業計画の二、三の実例

6 タイ Nam Kam 開発計画

農林省農地局建設部	加	藤	宏
農林省関東農政局計画部	老	岐	国男
電源開発株式会社海外協力部	松	居	正治

まえがき

私達は日本政府 Mekong 河 Nam Kam 調査団の一員として現地調査に参加し、タイ Nam Kam 流域総合開発計画のうち農業部門を担当し、1962年12月 Nam Kam 流域総合開発調査報告書および Nam Pung 開発計画予備設計書を作成した。ここに調査までの経緯および開発計画の概要を紹介する。

I Nam Kam 開発計画の経緯

日本政府は1959, 60, 61年の3カ年にわたり Mekong 河主要支流踏査のため現地に調査団を派遣し、1961年9月には「Mekong 河主要支流踏査総合報告書」を提出し、Mekong 河下流域の早期開発には特定支流における Pilot Project の開発調査を先行せしめることを提唱し、タイの Nam Kam Project がそのうちの一つに取り上げられた。

日本政府は1961年以降、Nam Kam 流域の電力、農業、洪水調節などの開発に関する現地調査を行なうため、電源開発 K.K. および農林省を主体とする調査団をタイに派遣した。政府調査団は1962年12月には「Nam Kam 流域総合開発計画調査報告書」および「Nam Pung 開発計画予備設計書」を ECAFE (メコン委員会) に提出した。

タイ政府は日本政府供与のタイ特別円をもって、Nam Kam 流域総合開発計画報告書および Nam Pung 開発計画予備設計書をもとにこれら開発計画の早期実施を計り、1962年12月電源開発 K.K. に精密設計を依頼した。ダムおよび発電所の施工はタイの Christian Nielsen Thailand が請負い、電源開発 K.K. の工事監督 (1964年12月契約) により1966年10月を完工目途として現在建設が進められている。かんがい部門についてはまだ具体的実施の段階に入っていない。

II Nam Kam 流域総合開発計画について

1. 流域の概況

Nam Kam 流域は Khorat 高原の北東に位置している。Nam Pung 河は流域の西部、標高約

500m の丘陵地帯に源を發し、北東に向って流下し Nong Han 湖に注いでいる。また、Nam Kam 河右岸の諸河川も西南部丘陵地帯から北東に向って流下し、Nam Kam 河本流に注いでいる。Nam Kam 河左岸の諸河川は標高約 200m の北部丘陵地帯に源を發し、おおむね南東に流れ Nam Kam 河本流に注ぐ緩流河川である。

Nam Kam 河本流は Nong Han 湖に源を發し、水門(Nam Kam Gate)から緩やかに蛇行し That Phanom 地先で Mekong 河本流に注ぐ延長約 133km におよぶ河川である。

Nong Han 湖の流域面積は 1,561km² であり、Nam Kam 流域面積 3,440km² に対しその 45% 余りを占める大湖である。この湖水は平常時湖水面積約 100km²、湖水位標高 156.5m、最大水深 3.50m であるが、異常洪水時には Nam Kam 河本流への流出量を調整する役目をも果している。既往記録による最高水位時(標高 158.72m)には最大水深 5.70m に達し、湖水面積約 166 km²、南北 17km、東西約 14km におよんだ。Nong Han 湖は魚類の種類が豊かであり、また魚獲高も多い。タイ国水産庁は同湖の出口に調整水門を設け、乾季の湖面維持を行なって水産資源の保護、水産業の育成に努力を払っている。(図-1, 4および巻末の地図を参照)

西側湖畔には Sakol Nakorn 市(人口16,500人、郡部を含むと153,600人)があり当地域の政治経済の中心となっている。Sakol Nakorn より Nam Kam 河本流に沿って河口付近の That Phanom (人口11,000人、郡部を含むと68,900人)まで国道があり、比較的多くの人家が点在し、水稻栽培が営まれている。Nam Kam 河の Mekong 河合流地点より Mekong 河沿いの地域は Nam Kam 河の流域外ではあるが、人口多く農地もひらけ国道が河沿いに通じている。合流点上流部約 55km 地点には Nakorn Phanom (人口12,000人、郡部を含むと62,500人)、下流約 45 km 地点には Mukdahan (人口12,000人、郡部を含むと70,200人)があり、それぞれ対岸ラオスの主要都市の Thakhek と Savannakhet に相對している。

Nam Kam 流域の地質概況は南東方向に傾動する大きな地塊で、基盤は三疊紀—ジュラ紀に属する Khorat 統である。Khorat 統は主として厚い陸成層の砂岩、礫岩から構成されており、Nam Pung 河上流のダム計画地点の基盤は Khorat 統の中でも若い地質時代に属するもので、ほとんど水平に堆積して極めてゆるやかに褶曲しており、上記の基盤をおおって黄色ないし黄褐色の砂質表土が存在している。地形の平坦部分はラテライト化をうけ、小塊状のラテライトがみられる。

本地域の気候は熱帯原野気候で、熱帯植物の繁茂する熱帯雨林気候地域に比べると総降雨量も比較的少なく降雨量に季節変動があるのが特徴となっている。夏季(6月～9月)になると南西季節風が吹きこんできて連日降雨をもたらす。しかし冬季(11月～4月)は乾ききった北東季節風の影響でほとんど降雨がなく、夜間は気温が下がり砂漠気候となる。このため、この地域では熱帯樹林と草木がまじる景観がみられる。年間雨量は 1,500mm 前後、気温は 10°C を下ることがあまりなく、最低で 5°C 程度でありその年較差は比較的少ないが、一日の最低、

表-1 月別平均降雨量, 平均気温

種目 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降雨量 (mm)	0.0	14.8	12.1	30.3	221.1	101.8	166.9	189.7	392.5	1.0	0.0	0.0
気温 (°C)	21.8	23.9	27.5	29.3	28.8	28.3	27.9	27.7	27.3	26.2	23.6	21.7

注) 降雨量は1958.11~1959.10の Sakol Nakorn におけるもの。
 気温は1947~1958の10ヶ年平均値で Sakol Nakorn におけるもの。

最高の差は大陸性気候のためかなりの変動がみられる。

2. 開発計画の基本構想

Sakol Nakorn 市南西約 30km, Nam Kam 河の支流 Nam Pung 河の上流部には数カ所の流があり, 連続した急流を形成しており約 60m の落差が利用可能である。滝の上流地点に露出している岩盤上に約 40m のロックフィル・ダムを築造し, 有効貯水量約 $122 \times 10^6 \text{m}^3$ の Nam Pung 貯水池により 296km^2 の流域流量を貯溜する。

この貯水池から取水して最大出力 6,000kw の発電所を建設する。この電力は Sakol Nakorn 市はもちろん遠く Mekong 河本流沿岸の Nakorn Phanom, That Phanom, Mukdahan の諸都市に供給する。

また発電所からの放水を下流 Nam Pung Bridge 地点において取水することにより, Nam

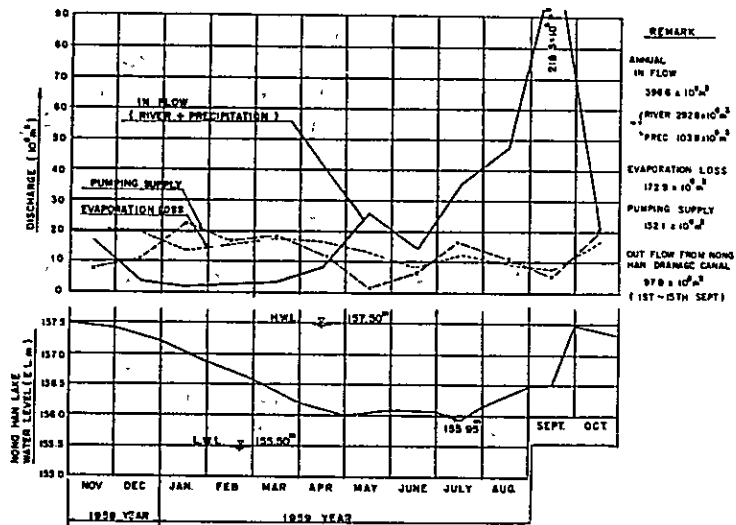


図-1 Nong Han 湖の操作と湖水位の年変動

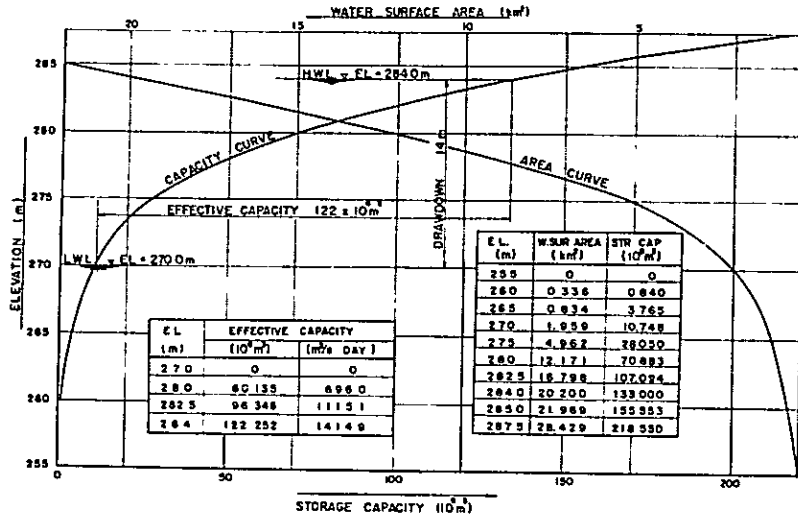


図-2 Nam Pung 貯水池の貯水量とたん水面積

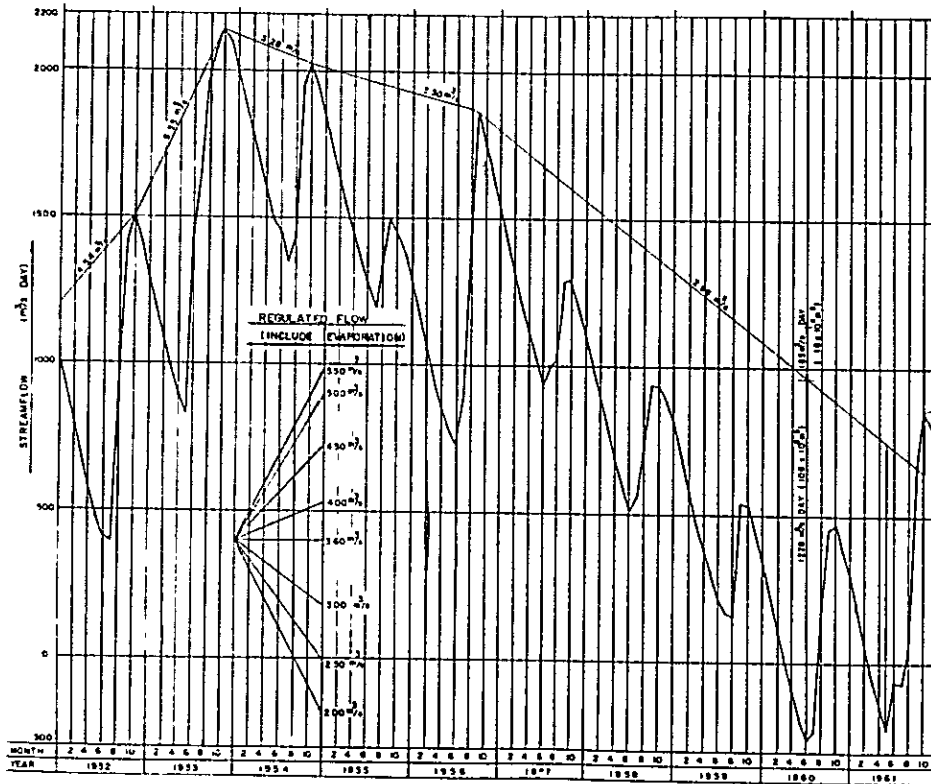


図-3 Nam Pung 貯水池の流入量曲線

Pung 河の左右岸の耕地 (10,000ha) にかんがい用水を供給する。また Nong Han 湖の貯水容量は有効水深を 2.0m とすれば約 $196 \times 10^6 \text{m}^3$ と見積られる。この湖は現在雨季の洪水調節用遊水池の役割を果たしているが、Nam Kam 河本流の通水能力が不足しているため例年湖周辺に氾濫を起している。この湖を貯水池として利用することは現状のままでも可能であり、湖岸にポンプ場を設置して湖水を揚水しかんがいに利用する。その開発面積は 4,500ha であり、Nam Pung 河かんがい面積とあわせ 14,500ha を農業用開発の対象とする。Nong Han 湖ならびに Nam Kam 河本流周辺の低湿地帯の氾濫は Nam Pung 貯水池の築造により大幅に軽減されるであろう。Nam Kam 河本流の洪水疏通能力は Nam Kam 水門下流部においてわずかに約 $35 \text{m}^3/\text{s}$ であるが、下流の氾濫を防止するには雨季出水期において最低 $155 \text{m}^3/\text{s}$ の疏通能力が必要である。Nong Han 湖を雨季出水期において水位を 157.5m 以下に維持するためには、Nam Kam 本流の河道を改修するよりはむしろ Nong Han 湖より北方に約 7.3km の排水路を掘削して、Nam Kam 河の北側に隣接する Nam Song Gram 河小支流 Huai Nam Un に直接放流する方が合理的である。同時に本排水路は Nong Han 湖揚水かんがい計画に利用する。(図-1, 2, 3)

3 Nam Pung 発電計画諸元

発電所位置；Mekong 河水系 Nam Kam 河支流 Nam Pung 河	
発電方式；ダム水路式水力発電	ダム型式；ロックフィル
流域面積； 296.0km^2	たん水面積； 21.97km^2
満水位；284.0m	放水水位；270.0m
貯水容量； $155.55 \times 10^6 \text{m}^3$	有効貯水量； $122.25 \times 10^6 \text{m}^3$
堤高 × 堤長，40m × 1,719m	堤体積； $730,000 \text{m}^3$
最大使用水量； $8.8 \text{m}^3/\text{s}$	最大出力；6,000kw
年間発生電力； $15 \times 10^6 \text{kwh}$	運転開始(予定)；1966年9月
総工事費； 5.211×10^6 ドル	

III 農業開発計画

1. かんがい地域の現況

(1) 地勢

本地域の西部は標高 500m 内外の Nong Han 段丘と呼ばれ、地域内を流れる Nam Pung 河、Nam Kam 河の 2 河川はこの段丘に源を発する。関係地域の地勢は平面状をなし比較的起伏に乏しいが、Nam Pung 下流地区の右岸側は東南東に向い、こう配はおおむね $1/1,500$ 、Nam Kam 河沿いに $1/1,200$ 、同じく左岸側は Nong Han 湖に向い $1/600 \sim 1/1,500$ の傾斜をなす。Nong Han 湖西部地区は Nong Han 湖に向って $1/1,200 \sim 1/1,600$ 、Nong Han 湖北部地区は同じく同湖に向って $1/700 \sim 1/1,200$ のこう配で傾斜する。

(2) 土 壌

本地域の地質は巨視的には中生代の砂質岩の地層とこれを覆う砂質岩を母体とする薄い細砂壤土から構成されており、腐植に乏しく赤褐色の瘠薄なものである。

(3) 水 質

本地域関係の水質は表-2のとおりで、かんがい用水として支障はない。

表-2 河川水の分析成績 (mg/l)

採水場所	年月日	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl	SiO ₂
Chiang Saen	1956.7~ 1957.6 平均	32.1	5.9	8.4	1.7	116.9	17.1	6.9	14.4
Nong Khai	〃	31.1	5.7	7.7	1.6	115.6	14.7	6.2	15.0
Mukdahan	〃	26.8	4.9	7.5	1.4	100.3	12.2	6.6	13.8
Sakol Nakorn	〃	3.0	0.7	5.8	1.4	15.5	0.3	9.5	6.3

Fe	PO ₄	NO ₃ -N	NH ₄ -N	アルブミ ノイドN	KMnO ₄ 消費量	蒸 発 残 渣	浮游物	混 濁 度*	pH	硬 度 **
0.00	0.01	0.02	0.04	0.08	7.1	145.3	186.2	145.1	6.9	104.5
0.00	0.00	0.04	0.04	0.09	7.7	139.2	174.1	134.5	6.9	101.0
0.00	0.00	0.04	0.04	0.10	5.1	124.3	99.9	57.1	6.9	87.3
0.12	0.00	0.06	0.06	0.10	7.2	51.1	35.6	58.4	6.1	10.4

* 白陶土 1mg/l の濁度を1とする。

** CaCO₃ mg/lであらわす。

(小林純：東南アジア諸国の河川の化学的研究による)

(4) 地 下 水

Nong Han 湖周辺に展開する耕地はかなり湖面に近く位置するものもあり、一方湖水位の変動を既往 (1950~1961年) の記録より判断すると約 4m 近く変動しているため、年間または各年間の地下水水位の変動はかなり大きなものであろう。

Nong Han 湖の洪水調節計画はその最高湖水位を 158.17m に設定するので、過去の地下水水位の推定と技術的観察により永年畑の標高はおおむね 160m 以上とし安全を図った。

乾季地下水水位は雨季地下水水位に比べ例年おおむね 3~5m の低下を示す模様であるので、水田裏作の乾季畑作耕地には根群域の浅い短期畑作物を栽培することとすれば、とくに水田の標高を問題にする必要はない。

(5) 営 農 現 況

タイの農業経営は零細経営である。一戸当り耕地面積は約 3ha で、そのうち約 2.8ha は水田である。米のほかに落花生、ゴマ、豆類、キャッサバ、ヒマ、カボック、トウモロコシ、さと

うきび、タバコ、棉花などが栽培されている。また酪農品、肉類の生産は少なく、大家畜としては主として水牛、牛が飼育されている。養鶏は都市近郊で最近著しい発展をみせている。

タイの化学肥料はすべて輸入に頼っているため、硫安、塩加、トーマス燐肥、尿素などの価格が高く、たとえば Sakol Nakorn では硫安 1kg 当り 0.12~0.14 ドルであるので水稲栽培では利潤が得られない。

2. 農業開発計画の基本構想

本計画地域の計画対象面積は 14,500ha であり、それら地域の地目現況を表-3 に示す。

表-3 関係地域現況地目別面積

地 区 名	受 益 面 積 (ha)			
	水 田	畑	樹林その他	計
Nam Pung 下流地区	9,000	0	1,000	10,000
Nong Han 湖 西部地区	2,500	0	0	2,500
Nong Han 湖 北部地区	1,500	0	500	2,000
計	13,000	0	1,500	14,500

本計画では、この地方の開発改良の方針を従来の雨季水稲単作から原則的には通年作の方向に切り変えることとし、比較的高位部の畑地経営に適する場所にはできるだけ収益性の高い畑作を持ちこむこととした。このような意味に加えて現在稲作を行なっている耕地は栽培の自然条件からいっても雨季には湿地状を呈し通年畑作には適しない所が多いので、従来のように水田として経営し、新しくかんがい施設を取り入れることによって移植適期の確保とかんがい期間を通しての用水量の確保により、一期稲作の安定化と二期作化を図る方向で改良を加える。

このため、さらに Nong Han 湖の北岸に大規模な排水路を開削し、Nong Han 湖周辺ならびに Nam Kam 河沿いの地域にわたる洪水を調節し、その洪水位を抑制し、毎年起る水田の浸水害を除去する。このためには作付品種の選定や品種の改良が必要である。

つぎに、この地方の農家の経営改善に新しい息吹きを与える方向としての畑作導入については二つの形式がある。すなわち水田の裏作としての形のものや永年畑とがこれである。

用水確保によって今まで乾季に放置されていた土地が高い生産性をもつこととなる。水田裏作の畑は雨季に極めて高い地下水位も乾季にはほぼ 3~5m 低下するので、その裏作としての畑作は湿害を受けることはない。また永年畑は雨季でも地下水位が作物の根群域内に浸入しないような、比較的高い地勢の既耕地や林地の開拓畑を選定し、年間を通じてかんがい用水の確保を図ることとした。

畑地では比較的高価な肥料を与えてもその収益性の面で均衡がとれるので、高い生産性を期

待することができる。このような構想に従い計画後の耕地面積をそれぞれ表-4 のように定めた。

表-4 関係地域計画後の地目別面積表

地 区 名	総耕地面積(ha)			一 期 作(ha)			二 期 作(ha)				
	水田	畑	計	水田	永年畑	計	水田	畑	畑 内 訳		休 閑
									永年畑	乾期畑	
Nam Pung 下流地区	9,000	1,000	10,000	9,000	1,000	10,000	3,000	4,000	1,000	3,000	3,000
Nong Han 湖西部地区	1,000	1,500	2,500	1,000	1,500	2,500	400	1,800	1,500	300	300
Nong Han 湖北部地区	1,000	1,000	2,000	1,000	1,000	2,000	400	1,400	1,000	400	200
計	11,000	3,500	14,500	11,000	3,500	14,500	3,800	7,200	3,500	3,700	3,500

表-3, 表-4 を比較対照すれば明らかなように

- a Nam Pung 河下流地区は計画前後の水田地目に変化はなく、樹林地 1,000ha を開墾して標高おおむね 163~165m の畑地を造成する。
- b Nong Han 湖西部地区は現在の水田 2,500ha のうち比較的高い地勢の標高おおむね 162m にある 1,500ha を畑地に転換し、残余 1,000ha を水田として残す。
- c Nong Han 湖北部地区は現在の水田 1,500ha のうち、標高 160~162.5m の水田 500ha を畑地に転換し、さらに樹林地 500ha (標高 160~162.5m) を開畑することにしたので、開発畑地は 1,000ha、水田は 1,000ha となる。

このようにして全地域の計画後の耕地面積の区分は水田 11,000ha、畑 3,500ha、計 14,500ha となる。

さらに水田 11,000ha の経営については、一期作の後各地区共それぞれ約1/3の地積すなわち全域合計 3,800ha は続いて水田二期作を行ない、他の約 1/3 の地積 3,700ha は短期畑作に移行(したがってこの期間の畑作面積は永年畑 3,500ha と合わせ 7,200ha)、残余の 3,500ha は休閑する。さらに水田経営地については、二期作期間中はこのような輪換を順次に行ない、地力の維持と収益増をはかることとする。このためとくに一期作水稲には標準的に全生育期間175日(苗代期35日、かんがい日数120日)、二期作水稲には150日(苗代期30日、かんがい日数100日)の水稲品種を導入することが必要となる。

現地は年間を通しての高温、多照の気候に恵まれているので、適正なかんがいを行なえば従来の単調な農業を脱して、多角的農業が可能になると考えられる。

3. 用 水 計 画

(1) 計 画 の 概 要

(i) Nam Pung 河下流地区 取水施設としては Nam Pung 河に頭首工, Nong Han 湖南岸に Nong Han 第一揚水機場を新設する。関係耕地は頭首工から取水してかんがいする耕地(不足時は湖水を揚水してかんがいする耕地を含む)と、もっぱら揚水かんがいによる耕地とにわけられる。

前者は Nam Pung 河の自然流量および Nam Pung ダムからの放水量を利用してかんがいを原則とする地域であり、関係面積は水田 7,273.6ha, 畑 785.2ha, 計 8,022.8ha となる。後者は頭首工からの取水水量には一切頼らず、もっぱら Nong Han 第一揚水機からの湖水をかんがいする地域とし、関係面積は水田 1,762.4ha, 畑 214.8ha, 計 1,977.2ha である。

つぎに頭首工からの取水によりかんがいする地積のうち、さらに 214.8ha の畑地は標高が高くこのままではかんがいできないので、Ban Lat Du 揚水機場より再び揚水を行ないかんがいをする。

(ii) Nong Han 湖西部地区 Nong Han 第二揚水機場より揚水される湖水によってかんがいされるが、この揚水機場は Nong Han 湖の洪水調節対策のため同湖北部に閉削される大排水路の左岸 Ban Thung Mon 西部に設置する。

(iii) Nong Han 湖北部地区 西部地区と同様、排水路の右岸 Ban Phon Sawang 附近に Nong Han 第三揚水機場を設置し、湖水を揚水しかんがいをする。

(2) 用 水 量

用水量の算定は水稲作と畑作とにわけて行なう。

(i) かんがい期間 標準として一期作水稲は 6 月 10 日苗代に播種、35 日苗を 7 月 15 日移植、以後 120 日間かんがいし、移植後 140 日後に(12 月 3 日)収穫する。二期作水稲は 12 月 10 日苗代に播種、30 日苗を 1 月 4 日移植、以後 100 日かんがい、移植後 120 日で収穫するものとする。しろかきは各地区とも 40 日以内に完了するようにし、そのしろかき期間の前半で全かんがい面積の約 2/3 を完了する計画とした。

畑地かんがいは原則として年間を通じて行なうこととした。

(ii) 単位用水量 水田用水量は地形、土性、地下水位、気象条件、水稲の生育時期などにより変化するものであり、3～5 年の実測資料に基づき決定すべきものであるが、調査期間が短く実測資料が得られなかったため、現在タイ東北地方のかんがい計画に使用されている諸資料をもとに検討し、単位用水量 10mm/day を採用し、しろかき用水量は 150mm とした。

苗代面積は移植面積の 1/20 とし、苗代準備水量は 150mm, 補給水は 10mm/day とした。

畑地かんがい用水量は Blaney-Criddle 公式から算定した。計算の結果は表-5 のとおりである。

(iii) 純用水量 純用水量は単位用水量にそれぞれの対象区域の面積を乗じて求めた。各地区の期別純用水量は表-6 のとおりである。

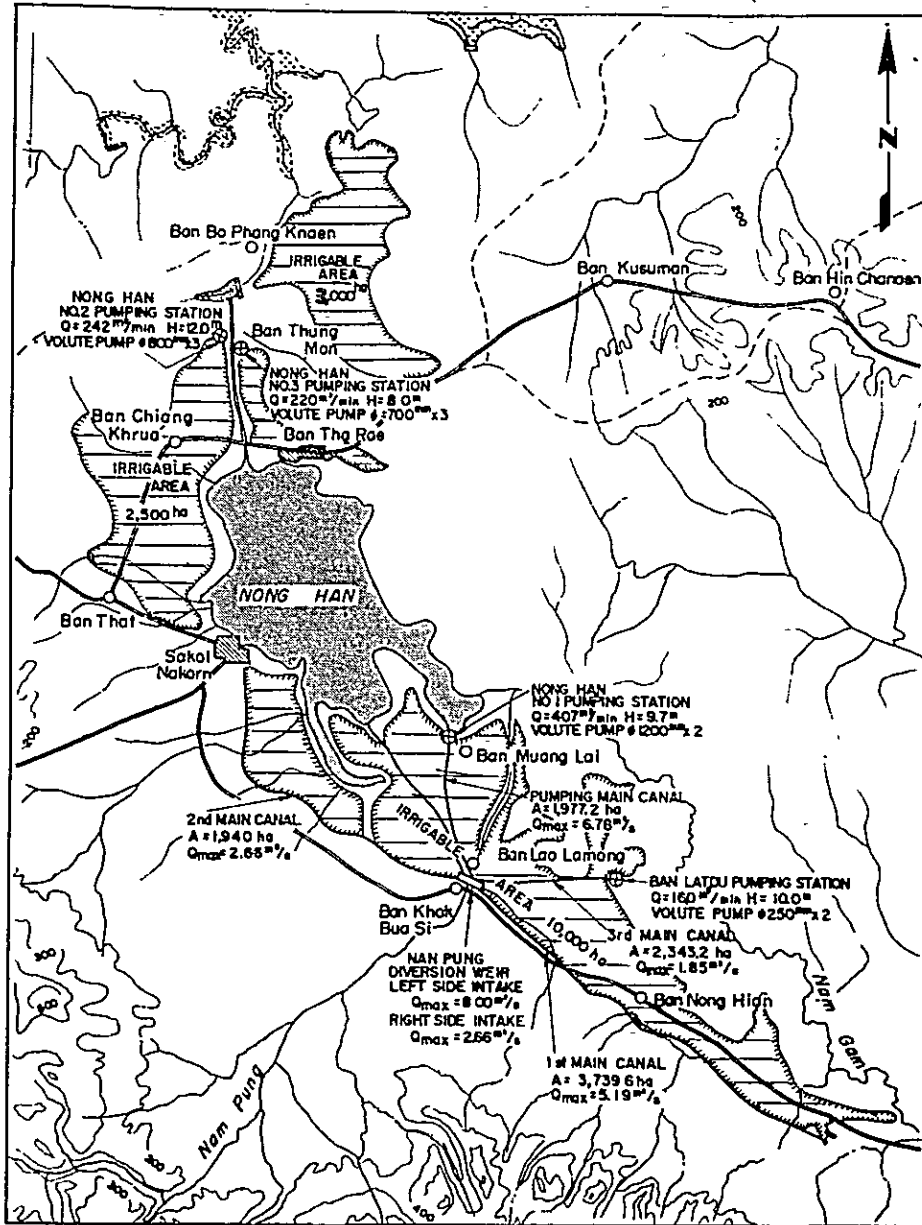


圖-4 Nam Kam 開發計畫概要圖

表-5 畑作用水量(単位 mm)

項別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月消費水量	153	130	132	151	131	92	85	86	102	137	149	142
月間平均 5日消費水量	24.7	23.2	21.3	25.2	21.1	15.3	13.7	13.9	17.0	22.1	24.8	22.9

注 公式の作物係数は K=0.75 を使用した。

表-6 純用水量

地区名	項別 期間	純用水量 (10 ³ m ³)		
		水田	畑	計
Nam Pung 下流地区	6~11月	125,357	13,349	138,706
	12~5月	35,364	32,386	67,550
	年計	160,721	45,535	206,256
Nong Han 湖西部地区	6~11月	13,358	9,985	23,343
	12~5月	4,526	15,005	19,531
	年計	17,884	24,991	42,874
Nong Han 湖北部地区	6~11月	13,358	6,506	19,864
	12~5月	4,526	11,747	16,273
	年計	17,884	18,253	36,137
合計	6~11月	152,073	29,840	181,913
	12~5月	44,416	58,938	103,354
	年計	196,489	88,778	285,267

(iv) 計画基準年 年間純用水量のうち雨季 6~11月の純用水量の年間合計に対する比率は63.7%であり、また雨季における水田純用水量の比率は83.6%であるから、本用水計画の重点は雨季の水稲作におくことにする。いいかえれば計画基準年の設定は雨季における水田の有効雨量および同季における Nam Pung 頭首工地点の流量によって定まるが、本計画ではほぼ5年に一度程度の用水不足を克服することを目標とした。

この観点から1959年は年間有効雨量、雨季の有効雨量ともに過去13年間の最小2位にあたるし、年間の Nam Pung 河流量は過去12年間の渇水第二位にあたるのでこの年をもって用水計画基準年とした。

(v) 基準年における用水補給量の計算 1958年11月より1959年10月まで5日ごとに要補給水量を計算した。ただし補給水量には畑地の場合、水路損失を含めてかんがい効率を60%とみこみ、水田の場合は水路損失を20%とした。

ダム の 放 流 量 は 電 灯 そ の 他 常 時 電 力 需 要 の た め 放 流 す る 1.7m³/s の 他 に、 揚 水 か ん が い の た め に 必 要 な 電 力 を 得 る に 要 す る 追 加 放 流 量 を 加 え た。 そ の 計 算 表 は 膨 大 で あ る の で 割 愛 す る。

4. 主要工事計画

(1) 概 要

Nam Pung 河下流地区は Nam Pung Bridge 下流約 700m の地点に頭首工を築設し、 取入方式は兩岸取入方式とする。

右岸取入水路は第一幹線水路と第三幹線水路につながるが、 河水の不足する場合、 Nong Han 第一揚水機場より補給するため揚水幹線水路と頭首工より約 200m 下流の地点において合流する。 左岸取入水門から第二幹線水路につながる。

つぎに Nong Han 第一揚水機場は Nong Han 湖辺に近く Ban Tha Wat と Ban Yang At の ほぼ中間に建設する。 第三幹線水路の末端には Ban Lat Du 揚水機場を設置する。 Nong Han 湖西部および北部に対しては、 Nong Han 湖の洪水調節のために新規に同湖北端から東北にむけて開削される大排水路の左右兩岸に Nong Han 第二、 Nong Han 第三揚水機場を設置する。

(2) 頭 首 工

頭首工は雨季における異常洪水量を支障なく流下させるため、 固定セキを設けずすべて可動セキとする。 またダムからの発電にともなう放流量を調整するため、 計画取水位から 0.5m 上を最高取水位とする。 この 0.5m のセキ上げによる一日調整水量は約 10 万 m³ である。

頭首工の計画取水位は 163.7m、 調整時水位は 164.2m である。 最大取水量は右岸 8.0m³/s、 左岸 2.66m³/s である。

セ キ 長 ; 37.5m 門扉(巾×高さ) ; 10×3.4m
門 数 ; 3 連 捲 上 方 式 ; 油 圧 式

(3) 揚 水 機

ポンプの諸元を表-7 に示す。

表-7 ポ ン プ 諸 元

揚水機場名	計 画 揚水量	最 大 総揚程	ポンプ 口 径	ポンプ 台 数	原 動 機 型	原動機 合 数	総設備 電 力	1m ³ 当り 平 均 電 力 量
	m ³ /min.	m	mm				kw	kwH
Nong Han 第1	407	9.7	1,200	2	6,000vモーター	2	1,000	36.73×10 ⁻³
" 第2	242	12.0	800	3	6,000vモーター	3	750	46.71×10 ⁻³
" 第3	220	8.0	700	3	6,000vモーター	3	450	30.10×10 ⁻³
Ban Lat Du	16	10.0	250	2	400vモーター	2	50	52.08×10 ⁻³
計							2,250	

(4) 水 路

水路は原則として切土区間は土水路，盛土区間はアスファルト・ライニング合形断面とし，水路縦断こう配はおおむね 1/2,000～1/6,500 の範囲とする。各地区における水路延長は表-8 のとおりである。

表-8 各地区における水路延長

地 区 名	幹 線 水 路	支 線 水 路	計
Nam Pung 下流地区	53km	67km	120km
Nong Han 湖西部地区	27	17	44
Nong Han 湖北部地区	23	13	36
計	103	97	200

(5) 所 要 工 事 費

総工事費は表-9 のとおりである。

表-9 総 工 事 費

地 区 名	総 工 事 費
Nam Pung 下流地区	\$10,239,078
Nong Han 湖西部地区	2,757,092
Nong Han 湖北部地区	1,939,411
計	14,935,581

(6) 事 業 効 果

本地区における事業効果については木村学而氏が詳細に分析しているのでここでは省略する。

む す び

この計画にもとづいてかんがいを行なうことはこの地域を開発するのにきわめて重要なことであるが，これら耕地に所期の生産を期待するためにはさらに排水路，小用水路，農道などの配置，適正耕地地区画の設定および部落配置などを含む農村計画の樹立などが必要であり，基幹工事の工程の進捗にあわせて合理的に事業化する配慮が望まれる。

さらに作物の品種改良，施肥改善，適正な労力配分を含む営農改善法などに対する本格的な試験研究ならびに農民へのその成果の展示は事業効果に与える影響が大きく，しかも長年月を要するものであるから，以上の諸事項を解決するための農業試験展示場を早急に設けることが必要であろう。なお，現地農民の指導と相談にあずかる農業改良普及員の養成も急務の一つと思われる。

7 南タイ Pattani 開発計画

電源開発株式会社海外技術協力部 野 田 明 義

ま え が き

電源開発株式会社では、かねてから外国における電源開発およびこれに関連する大規模土木工事に関する調査設計と工事監督その他技術援助に関する事業を行っており、南米諸国、東南アジアはじめ諸外国において、いわゆるコンサルタントエンジニアとして活躍している。特にタイへは数ヶ所の開発計画に調査団を派遣しており、Mekong 河総合開発計画の一環である Nam Pung ダムは電源開発 KK のコンサルタントの下に目下建設を急いでいる。

私達は電源開発 KK とタイ NEA¹⁾ との間に結ばれた、タイ南端部に位置する Pattani 河流域の水力発電、農業開発、洪水調節などの開発計画に関する技術援助協定のうち、農業開発計画樹立のため1964年6月から約1ヶ月半にわたり現地での調査資料収集に従事した。

1 Pattani 開発計画地域の概況

1. 位 置

南タイは Malay 半島の中央部から北部にかけて広がり、西はビルマ、南はマレーシアに国境を接し、タイ全国土の14%に当る約70,000km²の面積を有している。中でも本開発計画にかかわる Yala, Pattani, Narathiwat 三県は南タイ開発計画の要衝として非常に重要な役割を果たしている。約210kmの河長と4,200km²の流域面積を有する Pattani 河はマレーシアとの国境の山岳地帯に源を發し、上流部では勾配1/450、中下流部で1/2000~1/3000の勾配で Yala, Pattani 県の中央部を貫いて北流し、Thai 湾に注ぐ。(図-1, 2参照)

2. 地形および地質

Yala, Pattani, Narathiwat 三県は地形的にみて大きく山岳地帯、丘陵地帯、海岸地帯に分けられる。このうち海岸地帯が最も広く分布し、新世代地質からなり低平で大部分が農地として利用されている。マレーシアとの国境に沿って広がる山岳地帯は主として古生代の地質構成であって、厚く樹林に覆われている。

山岳地帯と海岸地帯の中間に位する丘陵部分は中生代の地質構成であって、主として、ゴム園、果樹園として利用されている。

1) National Energy Authority.

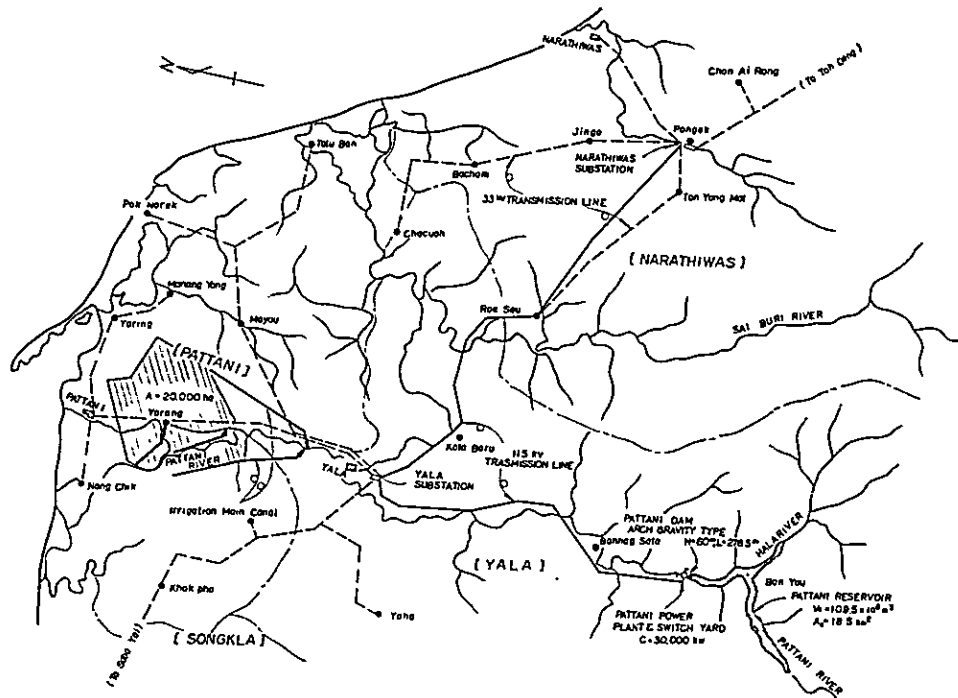


図-1 Pattani 開発計画地域概況図

3. 気 候

熱帯性気候圏に属するこの地方は年間を通じて、ほぼ一定の気温を示し、図-3の如く月平均気温の最高は5月に起り、 28.0°C 、また、最低は12月の 25.7°C と気温の較差は非常に小さい。

モンスーンと台風の影響を受けるこの地方の年間降雨量は、 $2,000\text{mm}$ をこえることもあるが、これらの降雨は主として5月、9～12月の年二回の雨季に集中する。

4. 人口および就業状況

表-1は Yala, Pattani, Narathiwat 三県の人口と農家戸数、農業人口を示すものであり、何れも70%以上が農業に従事していることがわかる。

5. 南タイの主要産業の概況

(1) 農 林 業

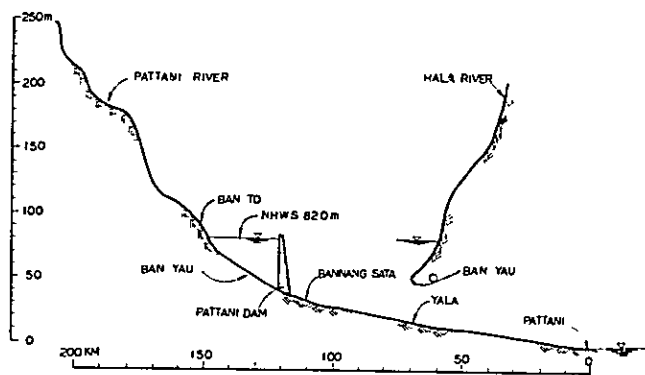


図-2 Pattani 河の縦断曲線

水稻栽培を中心とするタイ東北、北中央部の農業経営とは異なり、南タイ農業の特徴は、ゴム、果樹の栽培にあると言われている。農業収入のうち、果樹、ゴムによる収入の割合は、南部地方では西南部に次いで約62%と大きな比率をしめている。

南部地方は地域面積に対して農用地面積の占める割合は15.7%と他地域に比べ低いが、農用地面積中に占めるゴム、果樹等の栽培面積は、42.4%と他地域に比べて高率を示し、この地方の農業経営の特色をよく表わしている。

海岸沿いの低平地は主として米作、丘陵部はゴム、果樹栽培、また山岳地帯は森林経営を主とした農林業が営まれている。

(i) ゴム Yala, Pattani, Narathiwat 三県のゴムの生産量は、全国の輸出量の約1/2に相当する 84,000ton に達し、タイ貿易に重要な役割を果たしている。

南部地方のゴム園経営は、一部の大規模なゴム園を除いては一般に 85ha 以下の小経営で、また在来品種の樹令を経たものが多く、各農家で行なう生ゴムシートの加工程度も優良とはいえない。

タイ政府はゴム価格の変動や人造ゴムの進出にそなえ、輸出品として重要な地位を占めるゴムの生産性を益々高めるため、試験場を設けて育苗や古木の植え替えを奨励し、資金的な援助

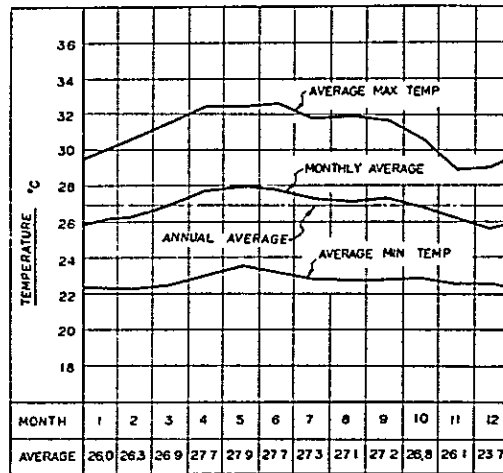


図-3 平均気温 (Narathiwat, 1943~1960)

表-1 南タイ三県の人口、戸数、就農状況

項目	地域	全 国	Yala	Pattani	Narathiwat
人 口		26,257,916	149,348	281,587	266,038
男 女	男	13,154,149	76,747	141,727	134,295
	女	13,103,767	72,601	139,860	131,743
戸 数		4,616,654	30,384	59,239	55,817
農 家 数		3,410,309	21,891	45,673	39,228
	(%)	73.9	72.0	77.1	70.3
農 業 人 口		19,589,805	106,220	219,537	188,390
	(%)	76.4	71.1	78.0	70.8

(Statistical Yearbook, Thailand, No. 24, 1963)

表-2 タイの主要輸出品

輸出品	項目	金額	輸出品量
1.	米	155.5 (10%)	1,271,023 (ton)
2.	ゴム	101.3	194,179
3.	錫	32.9	19,841

(Statistical Yearbook, No. 24)

表-3 南タイ三県のゴムの作付面積と生産高 (喜多村)

項目	地域	Yala	Pattani	Narathiwat	全 国
ゴム栽培面積		64,093 (ha)	49,740	85,340	199,170
生産高		26,915 (ton)	20,899	35,862	170,848

を行なっている。表-3は三県のゴムの栽培面積と生産高を示している。

(ii) 果 樹 ゴムと共に南部の特産物である果樹は、気候に恵まれ、ドリアン、ココナット、パイナップル、バナナなど種類、産出量共に豊富で、Bangkok を市場として農業経営の支柱をなしている。

(iii) 水 稲 南部地方の水稲栽培面積の農用地面積中に占める割合は約42%と他地域に比べ著しく低く、タイ国内における消費地となっている。この地方の水稲栽培も、雨季の天水を利用する一期作で、一般に播種8月、移植9～10月、収穫2月と、通称 heavy type と呼ばれる比較的生育期間の長い品種が栽培されている。かんがい排水施設が完備していないので、田植えの遅延、かんばつ、それに雨季の湛水、浸水による被害は毎年繰り返されている。

この南部地方の水稲の平均収量は約 140kg/10a と全国平均に近いが、無施肥の自然農法を繰り返すことにより著しく土地の生産性は低下をきたしている。Yala, Pattani 県の一部では試験的に二期水稲の栽培を行ない、好成績を上げているが、これに用いられる品種は通称 light type と言われ、比較的生育期間の短いもので、播種3月下旬、移植5月上旬、収穫9月を標準としている。

(iv) 畑作物 農用地面積に占める畑作面積はごくわずかであり、収穫物はすべて自家消費に充てられる。コーン、バレイショ、グランドナット、豆類が主な畑作物であるが、農業試験場では収益性の高いコーヒー、ペッパーなどの普及に努力している。

(2) 畜 産

この地方の中流農家では平均1～2頭の水牛もしくは役牛と若干数の豚、鶏、あひるを飼育しているにすぎない。従って、酪乳品はすべて他地方からの購入により賄われており、県当局でも政府の農業政策に則り、畜産振興に意をもちている。

南タイは湿度が高く、飼料としての牧草栽培が非常に難しいと言われている。

(3) 鋳工業その他

Yala 県の Ban To, Bannang Sata 周辺には、錫をはじめ、黄鉄鋳、タングステン原鋳の鋳床があり、鋳業は南タイの主要産業の一つに数えられている。

その他、小規模な飲食料品加工業、ゴム加工業がみられる程度で、現在は特筆すべき産業はみられない。

II Pattani 開発計画

1. 概 要

Pattani 開発計画は Pattani 河の上流に、有効貯水量約1億トンの貯水池を建設し、流域の洪水調節、Pattani 県を中心に広がる2万 ha の耕地のかんがい用水の確保などと併せて、年間 $863 \times 10^6 \text{ kWh}$ の電力を Yala, Pattani, Narathiwat 三県に供給して住民の生活の安定向上と地域産業の発展に寄与せんとするものである。(図-1参照)

2. ダムおよび貯水池計画

Bannang Sata より約 11km 上流、標高 40m 付近に位する Pattani ダム地点は、この付近の川筋で最も狭搾した個所であり、数mの砂礫の堆積の下は、珪岩及び珪質砂岩からなる砂質岩類と千枚岩と変成された粘板岩からなる泥土岩類の互層となっている。

この地点に建設されるダムの型式として、重力、フィル、アーチグラビティのダムが主とし

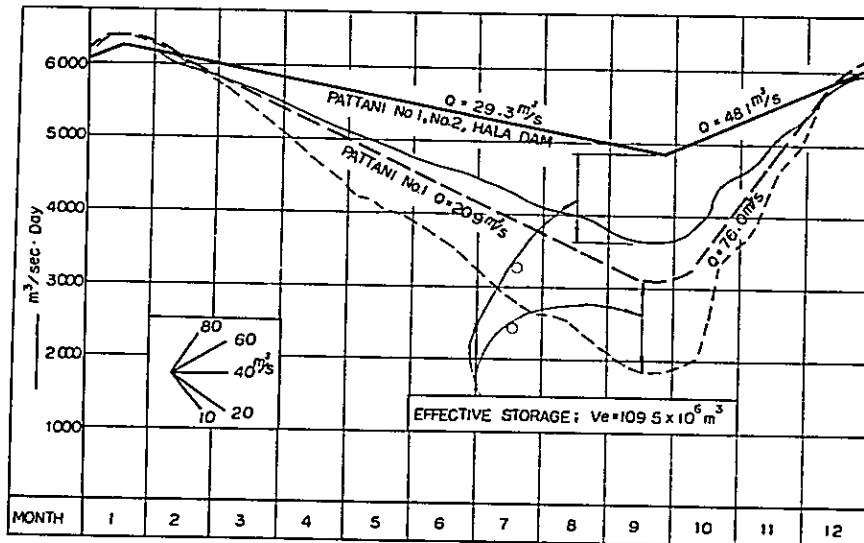


図-4 Pattani ダムサイトにおけるマスカーブ

て地盤支持力、材料、建設費などの点から検討された。満水位標高についても、発生電力 kWh 当りの建設費が最も低廉なるよう比較検討の結果、総合的に最も経済的と考えられるダムおよび貯水池の諸元が次のごとく決定された。

型 式；アーチグラビティ式	湛水面積；18.5km ²
高さ×長さ；60m×278.5m	有効貯水量；109.5×10 ⁶ m ³
クレスト幅；5.5m	平均放流量；20.9m ³ /sec
計画高水流量；3,000m ³ /sec	有効落差；35.2m
流域面積；2,100km ²	

本貯水池のマスカーブは図-4の通りであり、1月より9月の乾季における水利用に備えて10月より12月の降雨を貯留する。このような運用計画により、Pattani 河の自然流量は調整され、乾季においても下流 2 万 ha のかんがい用水が確保される。

なお、将来開発を予想される Pattani 第二、Hala 貯水池をも併せて、本 Pattani ダムのマスカーブを想定した場合、図-4の実線の示すとおりであり、水資源の利用および洪水調節等のより大きい総合的效果が期待できよう。

3. 発電計画

現在 Yala, Pattani, Narathiwat 三県の電力需要は、1962年で約 4,800kw であるが、将来この地方の一般家庭及び工業用電力の需要は急速に延びると予想されるので、本計画では、1974年までに 18,000kw、1979年までに 30,000kw の発電能力を設備することにした。初期投資を小さくするために当初は 10,000kw の発電機 2 台により、常時電力 53.9×10⁶kWh、尖頭電力 29.1×10⁶kWh を発生せしめ、需要の伸びに伴って、最終的に合計 30,000kw の設備を完備して、常時 63.6×10⁶kWh、尖頭 22.7×10⁶kWh の電力を得ることとする。

Pattani 発電所で発生した電力は 115kV の送電線で、Yala, Narathiwat 変電所に送電し、更に 33kV に降圧して各需要端に配電される。

4. 洪水調節計画

海岸平野を流れる Pattani 河は勾配もゆるく、部分的に河床が周辺耕地よりも高く、毎年 Pattani 河からのはん濫による洪水被害を被っている。この付近の Pattani 河の限界容量は約 390m³/sec と推定され、一方、ダムサイトにおける過去の最大高水量は 460m³/sec、Yala 付近までの残流域約 1,700km²の集水量 60m³/sec を併せて、懸案地点での計画高水量は 520m³/sec と推定される。このうち、上流 Pattani ダムに 160m³/sec の貯留能力をもたせることにより、下流耕地の洪水被害は著しく軽減することができる。

III 農業開発計画

1. 農業開発の方向

人口の増加とともに、水田面積の少ないこの地方の食糧事情はますます逼迫することとなり、

水稲はじめ、農作物の生産性の向上は、この地方の農業にとって大きな課題となっている。

この地域には最早、農耕地として新しく開発する余裕は残されていないので、現在ある限られた土地の高度利用が農業開発の一方向と考えられる。この限られた土地資源の生産性を増強するためには、現在の一期水稲に加えて、水稲二期作の導入、更に一期水稲の安定した栽培と、収益性の高い畑作物の導入が必要と考えられる。また、飼肥料作物の栽培は将来の畜産の進展、土壌の改良などに非常に有効な手段とも考えられる。

上流 Pattani ダムからの安定した流量の利用、洪水調節の効果と相まって雨季、乾季を通じて安定した農業生産を計るため、かんがい排水施設の完備など農業生産のための基盤を提供することが最も基本的な要件と考えられる。

2. 農業開発地域の概況

Pattani 開発計画による受益地は Yala から Pattani に向い扇状にひろがる Pattani 河の左右兩岸 18,700ha の水田と左岸側の荒蕪地の耕地化 1,300ha、合計 20,000ha である。この付近一帯の水田は主として、壤土および粘質壤土の粘質土壌で構成されているが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 P_2O_5 、 K_2O 、 MgO 、 Mn_2O_3 などをほとんど含んでおらず、土壌の化学的性質は非常に悪い。

すでに述べたごとく、年間降雨量はわが国に比べ決して低くないが、乾季にはほとんど降雨をみず、田植えの遅延や、生育期間中の降雨量の不足によって生じる早バツ被害が非常に大きい。一方雨季には大きい強度の降雨により水田は毎年0.5~1.0mの浸水被害を受けている。また、病虫害による被害は年により非常に大きいものとなっている。

本地区における気象記録および Pattani 河沿い耕地の被害状況を表-4, 5 に示す。

表-4 気 象 記 録

項目 月	月 別 降 雨 量 (mm)			温 度 (°C)	蒸 発 量 (mm)
	Bannang Sata 1952~'60	Yanang 1952~'63 1961~'63	Pattani 1952~'63	Yala	Bannang Sata 1962~'63
1	105.2	167.4	79.0	27	71
2	38.5	16.1	2.9	27	92
3	81.5	20.7	15.6	27.5	131
4	111.0	18.5	42.5	28	147
5	206.1	81.0	92.0	28.5	136
6	137.4	36.6	87.7	28	120
7	131.0	100.6	82.0	28	127
8	138.5	114.8	97.2	28	106
9	176.3	127.3	72.8	28	105
10	283.7	203.2	230.6	27.5	101
11	276.8	282.7	399.6	26.5	78
12	215.7	226.1	234.4	26	66
計	1,901.7	1,395.0	1,436.3	平均 27.5	1,208

表-5 Pattani 河沿い耕地の被害状況

年	項目	耕地面積	被害面積	
			面積	比率
1955		20,311 ha	2,778 ha	13.7 %
56		19,204	3,091	16.1
57		17,865	5,064	28.3
58		12,721	6,762	53.2
59		10,371	4,101	39.5
60		9,208	338	3.7
61		13,744	144	0.9
62		15,262	398	2.6

表-6 Pattani, Yala 県の主要作物の栽培状況

作物	項目	栽培面積 (ha)		両県平均収量
		Yala	Pattani	
一期水稲		12,517	53,854	1,630 kg/ha
二期水稲		50	40	1,440 "
トウモロコシ		4	52	1,750~3,000 "
砂糖キビ		182	73	6,300~9,400 "
甘藷		12	179	6,560~7,190 "
カツサバ		198	129	5,600~7,800 "
西瓜		33	75	6,000~11,000 "
落花生		6	32	1,160~2,190 "
長豆		180	—	1,900 "
茄子		260	—	2,500~4,000 "
コーヒー		80	65	2,800 "
タバコ		4	44	600~900 "
胡シヨウ		190	—	2,500 "
カボック		100	—	1,900 "
ゴム		75,130	29,372	1,100 "
ココナット		570	13,736	7,810 fruits/ha
パイナップル		400	163	7,810 kg/ha
バナナ		290	460	4,700~5,000 kg/ha
ランブータン		295	690	3,000~4,000 fr/trec
マンゴー		30	116	600~900 kg/ha
パ、ヤ		16	15	18,500 fr/ha
オレンジ		45	135	25,000~47,000 kg/ha

(Yala, Pattani 県での圃取りによる, 1965年7月)

すでに述べたように、南タイの農業経営はゴム、果樹栽培に代表され、水田面積は農用地面積の42%を占めるにすぎないが、本 Project の農業開発地域の重要部分は海岸平野の水稲作地帯にあるのが特色である。Pattani 県における主要作物の栽培面積と各作物の平均収量とを、Yala 県のそれらと対比して表-6 に掲げる。

3. かんがい計画

(1) 計画基準雨量

計画地域の中央部にあたる Yarang の1952~1955, 1961~1963 の6ヶ年の年降雨量から5年に1度の確率雨量に相当する 1,200mm を計画基準雨量とし、その月別分布は計画基準雨量に最も近い1961年の降雨分布を採用した。

表-7 Yarang の1961年の月別降雨量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量(mm)	41.0	17.5	5.7	0	54.4	11.0	38.7	49.0	165.9	217.0	326.6	287.4	1,214.2

(2) Pattani 河の利用可能水量

上流 Pattani ダムからの放流量は約20m³/secであり、これにかんがい用水取水地点までの渦水流量(残流域面積 1,670km²)を加え、合計 23m³/sec を利用可能水量とした。

4. 用水量の算定

計画地域内における減水深測定記録は皆無なので我々は粘質土壌からなる受益地の水田計画用水量を 10mm/day とした。

畑作物の単位用水量は Blaney-Criddle 式による乾季の平均蒸発散量 4.2mm/day にかんがい効率を70%として 6.0mm/day を採用した。計画基準降雨の70%を有効雨量とし、また、水路の搬送効率を80%とした。かんがい期間と単位用水量の関係を示せば、次表のとおりとなり、6月に約 21m³/sec の最大粗用水量が必要となった。

表-8 水田及び畑の用水量とかんがい期間

	単位用水量 mm	かんがい期間		備考
		一期水稲	二期水稲 畑作物	
しろかき用水	150mm	9月中~10月中	4月上~5月上	苗代は本田の1/20
水田用水	10mm/day	8月中~2月中	3月上~8月上	苗代40日間
畑用水	6mm/day	—	2月中~8月上	

5. 水利構造物

Yala より約5km 下流の Pattani 河の両岸に取水施設を設けて右岸 13.3m³/sec, 左岸5.3m³/sec の取水を行ない、延長約 70km の梯形土水路で受益地まで導水する。

6. 農業便益

農業便益の算定にあたり次のごとく作付率を想定した。すなわち、一期水稲の後、40%には二期水稲を、30%にはグランドナット、タバコなどの畑作物、残り30%は一応休閑地として緑肥作物を栽培して地味の向上を計ることとした。

上記の想定に基き耕地 1,000ha 当り、約 150×10^3 ドルの農業粗収益を期待しうる。用水補給地域 18,700ha に対する純収益率を58%、新規開田地域 1,300ha に対するそれを51%とし、本農業開発計画による年間農業純収益を求めると表-9のとおりである。

表-9 農業開発による便益

項目	増加粗収益	純収益率	年間純収入	維持管理費	年間純収益
補給・新規 ha	(10^3 \$)	(%)	(10^3 \$)	(10^3 \$)	(10^3 \$)
用水補給(18,700)	3,641	58	2,112	112	1,999
新規開田(1,300)	354	51	181	8	173
計	3,995		2,293	120	2,173

全計画地域の年間粗収入は $3,995 \times 10^3$ ドルであり、うち農業経営費と維持管理費を含めた年間経費は $1,822 \times 10^3$ ドルであるので、年間農業純収益は $2,173 \times 10^3$ ドルとなり、本農業開発は十分な経済的妥当性を有するものと考えられる。

む す び

タイの水系開発は上水道、かんがい水の供給、動力源の開発などといった面から取り上げられ、最近の Project はいずれもこのような多目的開発の性格を有している。

最近、世界銀行の農業部門への投資の再認識や、アジア農業開発基金などの構想が生まれ、農業への投資が重視されてきているが、東南アジア諸国自体にとっても、現在の主要産業をになう農業の育成発展は国民生活の安定と向上に資するところ非常に大きく、農業生産の基礎的要件を整備して農業生産の拡充、資本の蓄積、経済力の増強を図ることが、自ら高度産業への道を開くことになろう。

8 タイにおけるかんがい排水開発とその経済性をめぐる2,3の考察

日本工営株式会社 木村 学 而

I かんがい排水開発の経済性

かんがい排水開発に限らず一般に農業開発を行なうにあたっては、何にもまして経済性の検討が要求される。経済性のともなわない開発計画は、ふつう実現の可能性にきわめて乏しい。しかし、低開発国とくに東南アジア諸国では経済性に乏しいという理由だけで、開発の見込みがないと早計に結論づけることができないことがある。それはこうした諸国におけるこの種の開発計画には、その推進をめくり往々政治的な要請がからみ合ってくるためでもある。とはいっても、経済性を無視してまで開発を推進すべきだとは必ずしも断言できない。

ここでは多くのかんがい排水計画のうちとくに経済性の検討についてかなりの作業が行なわれ、また資料の入手が可能であった Nam Kam および Lam Pao の両計画を例にあげて解析を行なうことにする。両計画とも工事がすでに完了したというわけではない。したがって、経済性の検討といってもこの段階では計画書に示された便益についての検討の域を脱しない。しかし、タイ国内ではこうした検討すら充分に行なわれていない実情なので、それだけでも何らかの意義があるものとする。なお、タイ政府が計画したかんがい事業は一部を除いては比較的小さく、また検討に値する資料に乏しいので、今回はあえて検討を加えることをしなかった。

わずかではあるが入手した資料から推測したところによれば、予測どおりの事業効果がえられていないことは事実のようである。その原因などについてはこの報告のあとで一応の見解を述べることにした。はじめに Nam Kam, Lam Pao 両計画について述べることにする。

II Nam Kam 計画

開発計画に関する経済性の検討に際しては、一般供給用電力料金として現行料金を使用し、農業収益については農業価格を Bangkok 市場価格の30%引きに見込んでいる。また共同費用の振り分けにあたっては、Nam Pung かんがい地区 10,000 ha のうち 6,100 ha をダム築造による自然流下かんがい地区とみなしている。さらに、開発計画に使用する資金は工事期間を含めて年利率6%としているが、それ以外の低利の資金を使用することになれば現行の電力料金の引き下げも可能であると予想している。計算の概要を示せば表一1のとおりである。

ところで Nam Kam 計画の開発に必要な資金に建設利息を年率6%として加算した結果は表-2のとおりである。なお、洪水調節については必要な資料に乏しかったので、振り分けは行なわれていない。表-2からもわかるとおり、全建設費(洪水調節施設を除く)20,275,493ドルのうちドル貨建分は11,618,036ドルで、これは全体の57.3%にあたる。また、パーツ貨建分は8,657,457ドルで、全体の42.7%に相当する。

次に共同目的施設の振り分けについて検討してみよう。共同目的施設はダムおよび余

表-1 工事費一覧

工事費内訳	金額(\$)
電力開発計画工事費	6,529,750
ダム	3,142,360
水路	1,276,970
発電所	1,254,990
送電線	855,420
かんがい計画工事費	12,454,663
Nam Pung 下流地区	8,105,360
Nong Hang 湖周辺地区	4,349,303
洪水調節計画工事費	2,500,000
水路	2,057,000
ダム	443,000
合計	21,484,403

表-2 建設利息を含む所要資金 (US\$)

施設	建設費	内\$貨建分	内Baht貨建分
共同目的施設(ダム)	\$ 3,294,931	\$ 1,601,336	\$ 1,693,595
電力専用施設	3,528,028	2,324,527	1,203,503
水路	1,343,217	676,578	666,639
発電所	729,256	641,724	87,532
変電所	569,972	579,244	9,272
送電線	885,583	486,979	398,604
かんがい専用施設	13,452,534	7,692,175	5,760,359
Nam Pung 下流地区	8,756,031	4,993,564	3,762,467
Nong Hang 周辺地区	4,696,503	2,698,611	1,997,892
合計	20,275,493	11,618,036	8,657,457
洪水調節施設	2,604,520		
総計	22,880,013		

(1 baht=0.048 \$)

水吐などであって電力およびかんがいの両目的に使用される。各々の目的の妥当費用の割合は54.99%、45.01%である。共同目的施設の建設費および年費用をこの比例により配分すれば表-3のようになる。

ところで、共同目的施設の建設費の振り分け額を加算すれば、電力施設の建設費は表-4のようになる。

一方かんがい施設の建設費については、別項「Nam Kam 流域農業開発計画」に述べられ

表-3 共同目的施設の建設費および年費用

	建設費	年費用
	\$	\$
電力	1,811,884	162,622
かんがい	1,483,047	133,111
計	3,294,931	295,733

ているので参照されたい。

次にかんがい開発計画の経済性について検討する。

かんがい部門の投下資本は共同目的ダムの振り分け額を含めると、14,875,824ドルとなる。これに必要な減価償却、運転維持費のほか年利率6%の利子を見込み、農家の増加経費を加えて費用を算出するとともに、便益の側に農家粗生産増産分を Bangkok 卸売市場

価格の30%引きに見込んで計上すれば、1970年財政年度における費用便益計算の対照は表-5のようになる。費用便益比率は表-5から1.258と計算され、また、超過便益は25.8%となるので、年利率6%の金利水準は有利な事業であると考えられる。

最後にかんがい開発事業に関する経営収支をみると表-6のとおりである。

表-4 電力施設建設費 (共同目的施設建設費の振り分けを加算したもの)

設 備	US \$
発 電 設 備	3,884,357
ダム(振り分け額)	1,811,884
水 路	1,343,217
発 電 所	729,256
変 電 設 備	569,972
送 電 設 備	885,583
合 計	5,339,912

表-5 1970年財政年度における費用便益計算の対照 (US\$)

費 用	便 益
労務費 485,616	農業粗生産額 2,497,920
雇傭労働 55,968	
自家労働 429,648	
肥料飼料他 21,648	
農機具建物 90,288	
地代, 利子, 租税 6,144	
(小 計 603,696)	
かんがい水利費 1,382,016	
(以上 計 1,985,712)	
超過便益 512,208	
計 2,497,920	2,497,920

表-6 かんがい開発事業の経営収支の評価 (US\$)

支 出	収 入
運 転 費 191,952	農業粗生産額 2,497,920
償 却 費 297,504	
利 子 892,560	労 務 費 △485,616
(小 計 1,382,016)	肥 料 飼 料 他 △21,648
剰 余 金 512,208	農 機 具 建 物 △90,288
	地 代, 利 子, 租 税 △6,144
	(小 計 △603,696)
計 1,894,224	計 1,894,224

農家粗生産から農家経営費およびかんがい水利費（金利年6%および償却を含む）を控除した剰余金は512,208ドルで、建設費14,875,824ドルに対し3.44%となる。もしこれを債務償還に引き当てるものとすれば、29年で完了する計算となる。6%より低い利率の借款によって建設費を調達しうる場合を考慮するならば、明らかに一層短期の償還が期待できることになる。

III Lam Pao 計画

Lam Pao 計画では必要とする計画所要資金6,720,000ドルを国内外で調達することになっている。予定では4,800,000ドルを年利8%で国外から、1,920,000ドルを年利3%で国内で調達する。3ヶ年の建設期間中の利息は約432,000ドル（国内外資金ともおよそその半額）となるが、これは借入元本に組み入れる。計画の運営および維持費は年間当り0.54ドルと算定されているので、総額では86,400ドルとなり、30年間では2,592,000ドルとなる。上に述べた条件で30年の均等償還に要する年間経費を試算すると表-7のようになる。

ところで年間の償却引当可能額は、計画収支（表-8）からみれば599,000ドルである。30

表-7 30年の均等償還に要する年間経費（単位、US\$）

項 目	国内調達分	国外調達分	計
利 息	3,772,320	2,878,080	6,650,400
借入元本	1,920,000	4,800,000	6,720,000
(計)	5,692,320	7,678,080	13,370,400
各年償還分	189,744	255,456	445,680
運営維持費(年間)			86,400
年間経費計			532,080

表-8 計 画 収 支 (年間) (単位、US\$)

	計画実施前	計画実施後	計画による増分
利地面積 (ha)	112,000	160,000	48,000
農家戸数 (戸)	2,555	3,635	1,080
資 産	1,395,000	6,425,000	5,030,000
販売分生産物	285,000	2,979,000	2,694,000
自家消費分生産物	219,000	350,000	131,000
農外収入	139,000	92,000	-47,000
(農家粗収入)	643,000	3,421,000	2,778,000
営 農 費	193,000	829,000	636,000
(差引農家純収入)	451,000	2,593,000	2,142,000
自家消費	219,000	351,000	131,000
最低生計費	232,000	329,000	98,000
農場改修	0	438,000	438,000
生計アローアンス	0	876,000	876,000
(差引償却引当可能額)	0	599,000	599,000

年の償却期間中の計画の全効果は10年目からえられるものとして、最初の10ヶ年間は0から直線的に増加して10年後にこの水準に達するものとする、30年間の引当可能額総計は14,913,600ドルとなる。このほか計画では米の年間増産を25,780tと推定し、これは全量輸出しうものと仮定している。輸出米についてはトン当たり41.3ドル（平均プレミアム32.6ドル+輸出課税6.6ドル+事業税1.6ドル+地方税0.5ドル）を課徴しうるから、30年間のこの課徴金の総額は22,560,000ドルとなる。結局上記の諸計算から、資金返済能力と返済必要額との比は3:1となる。また建設費ならびに運営維持費を無利子で農家に40年均等償還の形で負担させれば、計画の年経費は元本返済額168,000ドルと運営維持費86,400ドルの合計254,400ドルとなる。この額は年間償却引当可能額の約40%に相当する。

さて次に便益について検討してみよう。はじめにかんがいについて。

農家の年間直接便益は農家粗収入の増分から30年（平均25年）の償還期間中の年間営農増分を控除した額と、この間の年間増産資産増分との和で示される。この額は表-8から次のようになる。

$$\left(2,133,360 \times \frac{25}{30}\right) + (5,009,568 \div 30) = 1,944,960 \text{ドル}$$

計画では現在の耕地面積中2,508ha（580戸）が貯水池地区に含まれる。したがってこの地域の損失便益は現在の便益の20%になり、その額は年間99,024ドルにものぼる。これらから計画による年間の直接便益増加分は1,845,936ドルとなる。更に計画による米の増産額25,780mtから上記貯水池建設によって失なわれる2,240mtを控除した純増産額については、mt当たり41.3ドルの課税となり、年間971,712ドルの国家直接便益増となる。かんがいの間接便益については算定を行っていないが、生産物の輸送、加工、取扱などを考慮すれば直接便益の50%程度になるとと思われる。また公共便益は通常直接便益の約10%となる。以上からかんがい計画による便益増加分は表-9のようになる。結局費用便益比率は、

表-9 かんがい計画による便益増加分（単位；US\$）

項目	直接便益	間接便益	公共便益	(計)
計画	1,845,936	922,992		2,768,928
国家	971,712	485,856	281,760	1,739,328
(計)	2,817,648	1,408,848	281,760	4,508,256

(i) 総体的費用便益比率

$$\frac{\text{年間便益(便益計)}}{\text{各年償還額および運営維持費}} = \frac{4,508,256}{532,080} = 8.47$$

(ii) 直接便益の費用便益比率

$$\frac{\text{年間便益(直接便益)}}{\text{各年償還額および運営維持費}} = \frac{2,817,648}{532,080} = 5.30$$

IV 経済性の検討

経済性の検討によれば Nam Kam, Lam Pao の両計画の間には、試算されたその便益にかなりのひらきが認められる。すなわち表-10に示すとおりである。

こうした便益に関しては事業実施の段階で更に検討が行なわれることになると思うので、ここで軽率にこの種の問題を論ずるのは必ずしも妥当ではない。しかし便益計算に対する両者の考え方の間にきわめて大きなひらきがあり、その中のいくつかは営農の基本問題とも関連し、更にこれらにより便益が過当に見積られる場合もありうるので、ここではこうした点に視点をおいて検討を行なった。

表-10 Nam Kam, Lam Pao 両計画の便益比較

項 目	Nam Kam 計画	Lam Pao 計画
費用便益比率	1.258	5.3
超過便益	25.8%	43.0%

さて、費用便益比率の算出にあたり Nam Kam 計画では、農業粗生産額2,497,920ドルを便益とし、これを労務費、かんがい水利費などの計、いかえれば営農費で除している。数式で示せば次のようになる。

$$\frac{\text{農業粗生産額}}{\text{営農費}} = \frac{2,497,920}{1,985,712} = 1.258$$

一方 Lam Pao 計画ではまず農家粗収入の増分から30年（平均25年）の償還期間中の年間営農費増分を控除した額と、この年の年間増産資産増加分との和を算出し、これからこの地域の損失便益を差し引いて、これを計画による直接便益とした。すなわち、

$$\left(2,133,360 \times \frac{25}{30}\right) + (5,009,568 \div 30) = 1,944,960 \text{ドル}$$

$$1,944,960 - 99,024 = 1,845,936 \text{ドル}$$

また米の純増産額 mt 当り 41.3 ドルの税金があるとして、国家直接便益を971,712ドルとみた。これから直接便益の費用便益比率は、

$$\frac{2,817,648}{532,080} = 5.30 \text{ となる。}$$

両計画を比較すると、Lam Pao 計画では資産増加分を直接便益に繰り入れているが、Nam Kam 計画ではこの点に関しては Lam Pao 計画ほどの配慮をしていない。一方営農費の算出にあたっては、Nam Kam 計画では労務費を繰り入れているが、Lam Pao 計画では必ずしもこうした配慮がなされていない。こうした理由からも両計画の費用便益比率の間に大きなひらきがみられるようになったと思われる。次にこれ以外の最も重要な問題として農業粗生産額をとりあげて検討してみよう。

Nam Kam, Lam Pao 両計画について粗生産額算出の状況をそれぞれ表示したものが表-11、表-12である。これらの諸表からもわかるとおり、Lam Pao 計画にみられる単位面積当り増

加生産量は Nam Kam 計画にみられるそれに比べ比較的高い値を示している。その理由を仔細に検討してみると、主として施肥による効果に基づくことに気付くに相違ない。Lam Pao 計画ではかんがい併せて施肥を行なうが、Nam Kam 計画では当面は施肥を考慮していない。一般にこうした瘠薄土地帯ではかんがいだけよりもかんがい併せて施肥を行なう方がよりその効果を高めることが知られている。Nam Kam 計画では施肥の効果認めつつも、少なくとも米作については敢て施肥を行なう予定をたてなかった。それは肥料価格がきわめて高く、

表-11 単位面積当り作物別収量等 (Nam Kam 計画)

種類 作物	事業実施前		事業実施後		備 考
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	S/ha	
米	1,160	1,750	59		1. 事業前米価=39.1\$/ha
甘蔗	—	42,000	200		2. 一期水稲作については増加生産量は 590 kg/ha → 1.99\$/ha
ピーナツ	—	3,000	289.1		
ゴマ	—	950	137.3		
ケナフ	—	2,250	195.2		3. 二期水稲作と畑作物については、従来の作付はないので、この表の事業後収量をそのまま増加生産量として計上した。
トウモロコシ	—	3,000	130.1		
棉	—	1,400	175.4		
カボノク	—	6,300	546.5		
ヒマ	—	1,560	150.4		
タバコ	—	1,360	589.9		
牧草	—	—	69.4		
ソサイ類	—	—	82.9		

表-12 単位面積当り作物別収量等 (Lam Pao 計画)

作物	事業実施前					事業実施後						
	面積	収量	価格	価格	総計金額	期別面積		面積計	収量	価格	価格	総計金額
	ha	mt/ha	\$/mt	\$/ha	\$	雨季 ha	乾季 ha	ha	mt/ha	\$/mt	\$/ha	\$
米	9,600	1.17	33.6	39.3	376,992	11,200	48,000	16,000	2.31	33.6	77.8	1,243,200
甘蔗	480	18.8	4.8	90.0	43,200	2,460	2,460	2,460	42.2	4.8	202.6	486,000
ピーナツ	160	8.13	96	78.0	12,480	160	800	960	7.06	96	678.2	650,880
ゴマ	80	0.56	144	81.0	6,480	160	320	480	0.56	144	81.1	38,880
ケナフ	320	1.69	33.6	57.0	12,240	320	640	960	2.25	33.6	74.9	72,000
トウモロコシ	320	1.49	43.2	67.2	21,504	800	2,460	3,200	3.75	43.2	162.2	566,400
棉花	80	0.31	192	33.6	2,688	160	480	640	0.56	192	108.0	69,120
実棉	—	0.43	19.2	3.3	288	—	—	—	0.94	19.2	18.2	11,520
煙草	80	0.75	36	27.0	2,160	160	800	960	1.37	36	51.8	47,040
緑豆	80	0.75	96	72.0	5,760	320	480	800	1.25	96	120.0	96,000

現状では農家の使用にたえないこと、現段階では品種その他の点から予期したほどの肥料効果が期待できないことなどによる。こうした点に関しては現在種々の批判がなされているが、当時としてはあるいはやむをえないものであったとも考える。

第二には流通の問題があげられる。Lam Pao, Nam Kam 計画にみられるような僻地では普通生産物輸送のための施設整備が必ずしも充分には行なわれていない。したがって容量の大きな作物は現地加工処理が可能なものは別として、一般に輸送費の関係から経済的には引き合わないものとみなされている。それにもかかわらず Nam Kam, Lam Pao 両計画ともこうした作物の栽培が広く計画されている。これにより粗生産額はかなり大きなものとなっている。流通の問題に関連し、作付計画の問題があげられる。はじめに Nam Kam 計画についてみ

表-13 Nam Pung 下流地区作付計画と収量

地目	作物名	面積 ha	粗収益額 \$/ha	粗収益額		純収益額		
				\$		水田	畑	
水	一期水稲	9,000	19.9	179,100		143,280\$		
	二期水稲	3,000	59.0	177,000		141,600		
田	計	12,000	—	356,100		284,880		
畑	乾季	タバコ	200	589.9	117,980			
		トウモロコシ	400	130.1	52,040			
		ゴム	630	137.3	86,499			
		ヒマ	630	150.4	94,752			
		ピーナツ	630	289.1	182,133			
		ケナフ	420	195.2	81,984			
		ソサイ類	90	82.9	7,461			
		小計	3,000	—	622,849			
	永年	棉	800	175.4	140,320			
		甘蔗	120	200.0	24,000			
		牧草	40	69.4	2,776			
		カボック	40	546.5	21,860			
	小計	1,000	—	188,956				
	年作	タバコ	60	589.9	35,394			
		トウモロコシ	110	130.1	14,311			
ゴマ		170	137.3	23,341				
ヒマ		170	150.4	25,568				
ピーナツ		170	289.1	49,147				
ケナフ		100	195.2	19,520				
ソサイ類		20	82.9	1,658				
小計		800	—	168,939				
畑作計	4,800	—	980,744		686,521			

れば表-13のとおりである。表-13および表-11からもわかるとおり水稲については現在は雨季に単作を行なう程度にとどまっているが、将来は乾季にも栽培が行なわれる条件が備わり、2期作も可能となる。現在の水稲栽培は5、6月が苗代期、6、7月が移植期、11月中旬以降

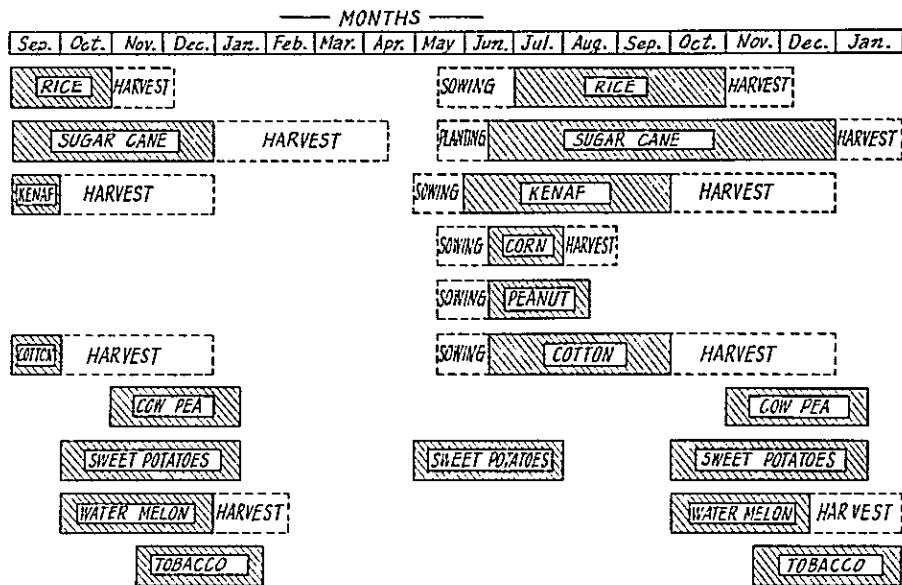


図-1 作付計画 (Nam Kam 計画)

1ヶ月間が収穫期となっており、水稲としては早生、中生、晩生の3種が栽培されている。早生は植付後80日、中生は120日、晩生は150日で収穫が行なわれる。計画作成にあたって筆者らは計画実施後における1期作、2期作の水稲の輪作は図-1のように行なうこととし、2期作稲作終了後1期作に移行するまでの休閑2ヶ月(5月、6月)中に緑肥作物を栽培し地力を培養することとした。畑作物については永年畑における畑作と水田乾季作の畑作に区分する。永年畑は立地の選定条件として雨季にも作物の根群が浸水することのないような高位部を選定してあるので、根群域の深い作物や生育期間の長い作物を栽培する。計画では永年畑3,500haにたいしては棉2,900haを作付けて農産加工業としての将来の棉紡工業と結びつけて、また牧草畑100haを導入して将来の東北地域における酪農の足掛りとした。そしてまたカボックを100ha、更に甘蔗400haを導入することとした。牧草、甘蔗、カボックは栽培期間は通年であるが、棉作は5月~12月であり、また1月~4月は水田裏作期間と合致するので、この期間の2,900haは次に述べる乾季畑作に準じた各種の短期畑作物の導入を行なうこととした。また水田裏作としての乾季畑作は短期(1月~4月)であるので、タバコ、トウモロコシ、ゴマ、ピーナツを選定し、別に自家消費用ならびに近郊小都市への補給用として、そさい類を栽培することにした。畑作物栽培予定面積は結局10,100haとなる。(この項「タイ Nam Kam 開発計画」を参照)

Lam Pao 計画に関する資料には、Nam Kam 計画にみられるような詳細な作付計画はみられない。表-13から辛じてその状況の把握ができるが、ともかくこの地域でも年間にわたって

大規模な作付が計画されている。とくに甘蔗、トウモロコシの栽培が顕著である。このような大規模な作付計画は、販売価格の過大評価と相俟って粗生産額を大きなものにした。なおさきにも述べたとおり、Lam Pao 計画では費用便益率の計算に使用する農家粗収入の算出に当り、とくに資産の評価を行なっている。とくに所有地評価額の算定がきわめて高いので、農家粗収入が高額に見積もられている。一方営農費を ha 当り年間0.56ドル程度にしかみていないので、農業純収入は結局かなり高い値となり、費用便益比率は5.30という値を示すに至っている。

以上からもわかるとおり、たまたま Nam Kam, Lam Pao の2計画を例にとっても、その費用便益比率の計算根拠にはいくつもの差違がある。したがってせっかく便益計算を行なってもその値の比較はほとんど意味をもたないことになる。またそれぞれの計画の費用便益比率についてもその算出に多くの仮定が設けられており、こうした仮定が崩れると、えられた数値の妥当性はきわめて小さいものになる。この種の問題に関してはすでに多くの議論も行なわれ検討も重ねられているが、ともかく低開発国におけるかんがい排水開発事業にたいする便益計算の手法といったものについて早急に再検討を行なう必要があると考える。

参 考 文 献

1. 齊藤一夫解題：タイの農業多角化と経済発展、のびゆく農業 177. 1964年1月 pp. 1-32.
2. 尾崎忠二郎：タイの農業経済概観、農林水産業生産性向上会議 1959年1月発行
3. デービッド・ワイトマン著 アジア経済協力の展開 東洋経済新聞社 1965年6月 P480
日本 ECAFE 協会訳
4. 加藤諒解題：経済発展における農業の役割 のびゆく農業175. 1964年1月 pp. 1-32.
5. Otto Eckstein : Water resources development, Harvard Univ. Press.
Cambridge, Massachusetts. p 300.
6. United Nations : Manual on Economic development Project. New York 1958. p 243.
7. Division of Agricultural Economics Office of the Under Secretary of State,
Ministry of Agriculture: Agricultural Statistics of Thailand 1962. Bangkok,
Thailand. p64.

討 論 (IV)

水資源開発利用事業について

座 長 福 田 仁 志

〔武田健策〕

金子(農土試)：1. 輪中方式による洪水防御、ポンプによる水のコントロールにより土地利用の増大の可能性があるが、或いはその面積はどのくらいか。2. 輪中堤に好都合な自然堤防の分布、高さなどの状況はどうか、一団地の面積はどの程度か。3. 内水排除のためのポンプ排水の可能性はどうか。

武田(農林省)：1. 可能性は確かにある。現在 Phnom Penh 北方に完全なものではないが、村落、耕地をひっくり返して、堤防で囲む工事が政府によって行われた地区がある。全体の面積については調査していないのではっきりとわからない。2. 自然堤防は Mekong 河の支流河川の各所に見られるし、本流では Kompong Cham から下流に目立つ。高さについては千差万別で一概には言えない。一団地の大きさもまた一概には言えない。Sambor 地域では自然堤防をうまく使う計画を考慮しており、輪中堤も経済的に引き合えば作る計画である。現在、航空写真によって精密な地図を作りつつあり、地形分類を実施中といった段階である。3. タイ Mekong デルタ、カンボジアの都市近郊地帯の果樹などに対してはポンプ揚水かんがいが見られる。Mekong 河開発により、安価な電力が得られることになり、技術的には十分可能なわけであるが、農民側の adaptation および経済性が問題であるといえる。

松尾(京大工)：Mekong デルタの土質構成はどうか。

武田：基盤は砂岩であって、土壌はその系統のものである。

〔田中義朗〕

友杉(アジア経済研究所)：農民の勤労奉仕事業の組織はどうか。今後の水利事業にいかなる役割を果たすと考えるか。

田中(水資源公団)：カンボジアにおける勤労奉仕事業は 1955 年以降の長期計画の国家建設 2 年計画、1959 年の経済開発 5 年計画における資金の不足を補なおうとして行われたものである。民族主義的姿勢による農民各個の参加、1000 年来の伝統をもつ、Khmer 王国、shahar 王国への個人的尊敬とから動員力が良い。経済的にいえば 83.3 ドル/ha より経済的なものを対象としている。細かい事業、地域的事業では、その性格が農民に密接であることから、農民自身が計画設計にまで加わっており、末端施設に対する農民自身の役割は大きい。この他ダム工事になると他国からの loan を得るために国家元首や高官自ら参加することもある。技術陣の総数は 110 名ぐらいで、高級技術者より以下のクラスの層が薄く計画を組織的に行なうまでに至っていない。

本岡(京大東南アジア研究センター)：勤労奉仕事業は単なる奉仕か、賃金を出すのか、出すとすればどこからか。

田中：資材は国または州から出る。作業は自発的奉仕である。

安尾(海外技術協力事業団)：インド西 Bengal および Bihar 州にみられるような 100m、15cm ぐらいの tube well 方式による揚水かんがいのカンボジアにおける可能性、および経済効果はどうか。

田中：地下水の存在状態および電力事情からみて考えられない。基礎資料が不足しており未だこれからの問題である。

〔友杉 孝〕

武田：Chainat ダムの建設後自然堤防の後背湿地における洪水の型はどう変わったか。

友杉：ダムによる水位調節をすることにより自然の河の流れが変わり流砂の状況が変わることを指す。

川口(京大農)：Chao Phraya デルタ上流部の稲作

が Chainat ダムの建設に伴って不安定化してきた実態とその理由の説明を乞う。

友杉：洪水や流砂の状況が変わり従来の稲の品種および耕作法の対策がまだ十分に行なわれていないためである。

本岡：結論として、Chainatダムの効果はあるといえるか。

友杉：全体としての効果はあると思う。

安芸：(資源科学研究所)：収量は土地生産性からいえば下ってきているが、現在その対策はなされていない。

金子：海退の年代はどうして推定するか、またそれは世界的な現象であったか。

友杉：技術的なことはわからないが、専門家によると500~600年前といわれている。globalなものである。

金子：Ganges 河口付近ではどの位か。

出口(東北農政局)：相当大きく年数 km と思われるが、これは土砂の堆積によるものである。

速水(京大理)：揚子江の河口では明の初め頃からかなりの海退があった。globalなものと思われる。

石井(京大東南アジア研究センター)：農民の移動の自由の制度化とデルタ下流部のかんがいの発展との関係について問う。

友杉：具体的にどのようにして賦役労働から人頭税に変わったかはまだわかっていない。移動の自由は新しくかんがいされた地域に入植して行なわれたが、はっきりしていない。

〔木村隆重〕

中田(海外技術協力事業団)：Japanese expertの提案された小規模かんがいの方式について問う。

木村(隆)：パキスタンの開発については、根本的な開発としては、上流の水源地になると思う。大規模事業をとり上げて根本的に改良することも必要だが、さし当り当面の食糧不足を緩和するという面から実施可能な project をとり上げた。それまで東パキスタン政府は small scheme という構想をもっていなかったわけだが、我々の提案が通って、政府の WAPDA (Water and Power Development Authority) 中にも Small Scheme Directorateが設置され、small scheme に対する認識はかなり出て来た。small scheme といってもかなり費用がかかるわけで、実施の

面ではほとんどやっていないのであるが、一番やり易いのは、乾季のかんがいである。私のふれた small scheme はほとんどこれである。

本岡：小規模かんがいというのはどのくらいの規模か。

木村：日本の金で1億~10億円、面積は1,000~10,000ha、大きいところは2,000ha程度である。

速水：tidal action の影響が大きいと聞いたが、tide が上流に伝わってゆくその速度、形態(津波のように伝わるのか、流れの形で伝わるのか)についてはいろいろ議論の多いところであるが、塩分の遡上についても重要である。これらの点についてはいかがですか。

木村：波の伝播速度の \sqrt{gH} は一応水位の影響の伝播速度に使えるのではないかとことは諸本にもあるところであるが、silt の多い河川ではHのとり方が疑問である。乾季の瀬になって流れているようなところでは、 \sqrt{gH} に比例しないのではないかと、この点については水の discharge から考えるべきではないかと思っている。

速水：cyclone の場合の高潮はかなり上流までのほっているか。

木村：かなり上流まで上っている。

金子：干満差を利用して揚水取水を行なっているか、又排水をやっているかどうか。

木村：防水扉門があるところがあって、潮の入るのを防いでいるが、至るところ切れていて、不完全である。

宇和川(水資源開発公団)：内陸部の昔から開発されているところでは、干満差を利用したかんがい排水が行なわれている。しかし構造物は非常に簡単で flat gate などが見られる。乾季の作物などに対しては干満差利用によるかんがい水の利用は行なわれていない。

金子：乾季に土壌が乾燥して水の欲しい時に、干満差を利用する取水は可能か。

宇和川：乾季には塩分が accumulate する恐れがあるから、取水については慎重に調査している段階である。

出口：一概に東南アジアといっても開発の遅れている地域では、一年に何回か堤防を切って水を入れたり出したりする現状で、tidal action をきめ細かく利用したかんがい排水などは行なわれていない。これに

については、可能性は大いにあるが、これからまだかなりの時間をかけて開発を進めてゆくべき現状である。

本岡：東パキスタンに3人の方が2年間行かれたわけであるが、散発的な調査によってどれだけの効果があったかをお聞きたい。これは非常に難しい問題で明日の総括討論(II)でも討議したいが。

木村：効果が無かったと言えば無かったと思う。しかしあったと言えばあったと思う。私達のやったことは、今後他の国と協力してゆく上での礎の一つにはなると自負している。

中田：本岡氏のこういう意見に対して、私は別の考えをもっている。先程私が小規模かんがいについて質問した理由は東パキスタンでこれに対して非常に熱心であることを知っているの、その生じたものを知りたかったからである。3人の方が行ってやってこられたことが、今まで伸びてきているのではないか。その意味において技術援助は無駄なように見えるけれどもやはり値うちのあることは必ず芽を出すという気がするのである。

〔宅岐国男〕

武田：Nong Han 湖の水位調節と湖の水産業との関係について問う。

宅岐：水産業に必要な最低水位 E.L. 155.5m を確保する計画であり、洪水調節の最高水位は 157.5m、有効水深は 2m である。計画年次においては年間流入量 3 億 9600 万 m³ のうち 1 億 5200 万 m³ がかんがいに利用されている。

武田：通年かんがいによる病虫害、雑草の対策についてどう考えるか。

宅岐：計画上は直接考えていない。通年かんがいを行なえば病虫害、雑草対策が必要になると思う。

武田：水路の構造について問う。

宅岐：生産力が低いのでできるだけ工費を少なくするよう考えた。原則として切土部分は築掘としている。盛土部分については現地の砂を利用するサンドアスファルトライニングを計画した。

菅原：ライニングしない土水路では送水効率は 4 割以下となり不経済となる。現地ではライニングを行ない、高度の技術を導入して便益率を 1 以上にしている。そして、農業経営において 1,200 ドル/ha をあげてこれを補なうというふうに変ってきている。

富士岡：畑地かんがいについて。雨季にもかんがい

するのか。土地の起伏によって畑地には湿害の起るところもあるが。

宅岐：雨季にも必要な場合にはかんがいを行なう。雨季には地下水位が高くなるから、160~162mの比較的高位部については通年畑作、その他は雨季は水田、乾季には3分の1ずつ輪換を行なう。完全に輪換できるかどうかは、洪水調節計画がうまくいくかどうかにかかっている。

富士岡：蒸発散量の算出において Blaney Criddle の公式が使われているが、これを修正して使う必要はないか。

宅岐：多雨地方では適しないと聞いているが、ここでは乾季が大部分であるからこれを採用した。現地に適合した実験が必要であるが95日間という時間の制約から実験できなかった。算出結果は 5~6mm/day であり、計画上大きな問題はないと思う。

座長：水田用水量 10mm/day および、畑地かんがいの効率は土性との関係で矛盾しないか。

宅岐：水田用水量についてはかんがい庁のデータを集計して求めた。水田については、湖水位との差は 3~5m 程度であり。そのため、かんがい期における地下水位は田面とほとんど等しくなると考えられる。また、地盤傾斜より地下水流動も少なく浸透量が 1~3 mm/day であると考えられるので 10mm/day を採用した。畑地かんがい効率70%については営農管理を良くすれば80%まで上げることができると思う。本地区における畑地かんがいはその大部分が水路の neck の部分にあるので水路ロスが少なく、余裕があるので送水効率と併せ、総合効率60%で充分であるとする。

〔野田明義〕

水野：Pattani ダムサイトにおけるマスカープについて説明を乞う。この場合、他流域からの補給を考えているか。

野田：乾季にも約 20m³/sec の放流を行なうとすれば、有効貯水量は約 100×10⁶m³ となる。さらに将来上流に Pattani 第二、Hala ダムの建設が予定されているので、これらが完成すれば乾季においても約 29 m³/sec の放流量が期待できる。また、Pattani 流域のみで他流域からの補給水は考えていない。

小林泰：貯水池規模の決定は電力原価によっているようであるが、土砂洪水防御、農業用水の面からはどのように考えられるか。

野田：電力需要、農業必要水量、および洪水調節の面から大体の貯水池規模を定め、最終的には電力原価がもっとも経済的となるよう満水面標高が決定されている。特に農業面からは年間を通じて 20,000ha のかんがい用水の確保を目途とした。

武田：20,000ha に対して 20m³/sec の水という計画について、水田 10mm/day、畑 6mm/day は少なすぎないか。

野田：タイのかんがい計画では、損失をも含めて、8.6mm/day 程度が基準になっており、また他のプロジェクトの数値、粘質土壌を勘察して水田純用水量は 10mm/day とした。畑 6mm/day は Blaney Criddle 式により見当をつけた。

加藤(泰)：20m³/sec は見込み水量であるか。単位用水量を決定する上での有効雨量を決めた根拠は何か。

野田：初期の段階で概算の域を出ない。有効雨量は 5mm 以下、60mm 以上をけずって年間雨量の 70% ぐらいとなった。

武田：電力と農業用水との組合せはどうか。

野田：電力需要にピークがあるので、放流量は必ずしも平均的でなく、農業用の調整池が必要であると考えられる。しかし、未だ具体的計画の調査は行なわれていない。

本岡：Pattani 計画は電発とタイの NEA との関係か、それとも政府対政府か。

野田：経費は NEA からでている。電発は純粹のコンサルタントとして入っている。

小林(泰)：向うの要請は広範なものか。もう少し一貫した計画も入れるべきで、ダムだけで解決しようというのは不十分ではないか。

野田：NEA の役所の性格上、ダムの位置、受益地など、大体のところは規定されているので、われわれとしては NEA の要望にそった。

本岡：タイ NEA と RID との関係を問う。

石井：タイ内部の役所のセクショナルリズムに問題は。RID でかんがい事業が行なわれており、NEA が計画すれば軽視される傾向がある。これはタイ内部の問題でコンサルタント側には関係ない。

水野：このような例は他にもあるか。

野田：南タイではこれが始めてであるが、全国的に調整されてきている。

沢田：NEA と RID との関係は最近では協調的に

やるという意向がある。

〔木村学而〕

宮崎：等価収益について純収益 70~80% は高すぎるのではないか。

木村(学)：資料が乏しいので概算で行なったが、これについては再度検討している。

加藤(泰)：便益率 1.258 の逆数 80% は生産費比率の方に該当するのではないか。

木村(学)：分母の営農費の中には、かんがい施設の年償還額などが含まれており、狭義の営農費とは異なる。したがって、この数値について、このような議論をしてもあまり意味がない。

齊藤：Nam Kam 地区の便益計算において農産物価格を Bangkok 市場価格の 30% 引きと見込んでいるが、若干高くないか。計算の根拠を示せ。

木村(学)：データが不足しているため detail なるものでなく、単なる推定である。この段階の計算書では、こうした数値をそのまま踏襲しているが、実施設計時にはさらに検討されることになる。

本岡：卸売相場に比べ、農家の庭先相場はどの位か。

木村(学)：2分の1ぐらいと思う。

本岡：1. 経済効果ははっきりつかめるか。不確定な要素が多いので最大と最小とで表わしたらどうか。2. Lam Pao と Nam Kam とについて同一基準で比較すればどうなるか。3. パイロット・ファームをつくる場合、タイ政府がどのようにつくることが問題であるが、この点どう考えるか。

木村(学)：1. 巾のとり方が問題である。2. おそらく同程度の数値になると思う。しかし、現実の問題としては、Lam Pao と Nam Kam とでは計算法が異なるので直接の比較はできない。3. パイロット・ファームは一つの Project の中で設定し、しかもそれを計画作成当事者が運営する。そして、そのデータを計画作成に利用するのがよいと考える。

菅原：benefit-cost ratio 算出については現在多くの計算方式があるが、それぞれ異なった方式で算出して比較しても無意味であろう。一定の方式によることが必要で、最近国連で検討の結果、2つの見方があるとされている。その1つは農家の standard farm 経営の立場から経済評価し、もう1つは国家経済の立場から評価するものである。project evaluationにはこれら2つから priority を検討しなければならない。

総括討論（１）

モンスーン地帯における土地および水資源開発利用

司 会 安芸 皎一・武田 健策

安芸(司会)：monsoon 地帯の水と土に関する構造的な解説が今までの発表と討論で行なわれてきた。水については、長期的循環は複雑で困難な問題を含み、土についても統一的な調査が進められる段階に至っていない。具体的な project を立てるにあたってはさまざまな問題が生じるわけであるが、例えばそのうち水田用水量の算定についてはかなりいろいろな見解がみられた。

東南アジア地域では長期間にわたって自然環境に適合した生産手段がとられてきており、それが社会生活全般におよんでいる。いわゆる生産性（特に労働生産性）は高く、安定性の強いものを持っている。それだからこそ長い停滞が保たれてきたとも言える。

しかし今日では、今までまったく理解できなかったような社会情勢がつくられてきている。例えば、年率3%のものすごい人口増加が10年間続いていることがそれで、この解決が今日の政治的、社会的環境の中で考えられなければならない。

既に種々の開発が実施にうつされているが、10数年をふりかえっての反省から、infrastructure ができてもそれに応ずる期待どおりの効果が出ていない、ということに対する解決が今一番強く要請されているわけである。これらの解決手段も討論したいが、また今後の課題ともしたい。

木村(隆)：3地域の具体的な開発計画について、いくぶん批判めいたことを申し上げる。いずれの計画をみても、ダムを作ることが好きなようであるが、flatな土地にいかにか配水するかがもっとも重要で、またもっとも難しいことだと思う。そういう基幹工事の恩恵が農民段階におりているかどうかの問題である。日本としては、末端に結びついた事業、調査研究に重点を置いて世界に進出してゆくべきである。

small scheme project について——地元が何を望

んでいるかをくみとって、このような地味な仕事をわれわれは進めてゆくべきではないか。

藤井：農民がどのような stage にあるかを認識してから援助を行なう必要がある。例えば Mekong デルタのような原始的なところでは洪水防御が先決で、その効果を知らしめた後で、かんがいによる水の control にもってゆくということにしたら住民はついてくるのではないか。急に近代的な農業を押しつけても無理であろう。

司会：このことは今日の討議の根本問題である。stage を踏んでいない開発方式が目立ち、多目的ダムなどにしても実質的な効果と離れているのではないかということが問題になり、small scheme project を進めるべきとの意見が強い。

現段階で人々が要請することを進めてゆくのも着実なゆき方かも知れぬが、しかし、逆に手頃な計画を求めすぎるのも事実である。また別の要請も出ているのである。すなわち、今世紀中に世界の食糧生産を4倍にする必要があるのだが、ではこれに 대응できるかということである。このようなことも含めて討議したい。

木村(学)：その国の stage 開発のを考慮すべきということについて基本的には賛成で、もっとも堅実なゆき方だとは思ふ。しかし、安芸氏の指摘された第2点をも日本は充分考えて後進国の開発をはかるべきであろう。

大規模な多目的ダムが可能などころでは出来るだけ協力する、そして発電・工業用水が必要ならばそれを含めて開発する。その場合、末端整備にも配慮の必要などは当然であるが。

出口：用水量という考え方に対して——現地では必要水量についてはよく認識されていない段階で、とにかく必要な時に水が乗るかどうかの問題であって、そ

のへんに我々とはセンスのずれがある。いかにして水位調節をやるかを考えるのがもっと早いようだ。

末端水路の未整備について——これは1000年前のわが国の稲作を想定して開発計画を立てないと、これまでセンスのずれが生ずるような段階である。

農民側の意欲について——自動的な開発意欲を起させるようにしないと開発は無理ではなかろうか。散発的な開発計画ではなく、教育・政治・社会制度をひっくり返して全体的な水準をあげることが必要である。

常に前向きな姿勢をとりつつ、しかし開発を控え目に進めよと言いたい。

速水：水文学的見地から——1. 雨量の年間配分が不均等な monsoon 地帯での水利用開発に関することであるから、雨季の水を貯水してそれを乾季に利用する方式以外にはない。したがって Mekong 開発などでダムを築造し、発電し、工業用水などに水利用するやり方は将来を見て間違いないゆき方だと思う。ただ、技術はこれを人間の幸福のために役立てることが当然であって、自然環境を根本的に変えることになると、人間がこれらによく対応することができるようにはなくてはならない。そこにいろいろの困難、障害が生じてくる。この解決のためには、技術者は人文・社会科学の人達と協調し討議を重ねるべきであるから、別のシンポジウムをもっとも広い範囲の人々を集めて検討することを期待する。

2. 末端の易いところから手をつけよとの意見があったが、大規模なダムなどがもっともやさしい方法で、むしろ末端のことがもっとも難しい。日本でこれら末端のことに関係する基礎的な研究が進んでいるかどうかは疑問である。まず monsoon の構造(雨のふり方)、緩勾配水路の水理特性について基礎的な研究を進めるべきではないか。

福田：速水氏の言う第1点に関連するが、この地域では洪水調節が先行すべきであるという論点に賛成である。そうすると、今までの低い程度ではあるが一応のバランスのとれていた状態が破壊されるわけで、その解決には長い時間と大きな困難が伴うだろう。

排水問題について——外水処理と内水処理とが考えられる。外水処理については大きなダムなどをつくり、効果があればそれで解決はつく。しかし、排水するというのを考えると、そこにある close した環境というものを想定しているわけである。これに関連

して、小規模な土堤で大きな面積を区切って、閉ざされた環境をつくり、その中で内水処理をはかることによりバランスをそう大きな規模で破ることなしに解決してゆくという考え方が可能である。すなわち大きな輪中、小さな輪中という考え方である。

木村(隆)：福田氏の言う大きな輪中、小さな輪中という考え方は面白い。しかし、輪中をつくると、河床が高くなること、輪中内の土壌が老朽化すること、ポンプ排水のできないところでは悪水が溜ることなどの5~10年のオーダーで考えるとマイナスの面もでてくる。原則としては輪中による開発方式には賛成であるが、しかしこれらの矛盾はどのようにして解決できるか。

福田：不利な条件は当然出てくるのであって、一つの技術を取り入れてそれから生ずるアンバランスはそれが他とバランスするまで努力を続けて克服してゆかねばならない。たとえば、Dnieper 河下流では輪中のジュズつなぎという方式をとっており、floating pump station を設けてかんがい排水の操作をしている例が見られる。

輪中方式をとると、不利な面の生ずる範囲が狭いだけに処理しやすいのではないかという希望も持っている。

高田：東南アジア地域では農業が水によって支配され左右されている状態である。このことから水による障害要素をまず取り除いてその次に水利用をはかるべき段階であると言えるだろう。

末端整備の問題について——これは案外費用のかかることで、わが国でもかんがい系統などについて研究が進みつつあるが、なお未解決なことの多い現状であるから、東南アジアでやるということになるとますますいろんなことに研究を向けてゆく必要がある。

野田：末端整備について——タイにおいて、国家で行なう事業はすべて基幹工事のみである。state irrigation, people irrigation, private irrigation とかがあがあるのだが、末端整備の面が弱いようだ。末端の方を地元でやるから、基幹工事との間にどうしてもつながりのうすいところがあり、この点が問題になっている。

small scheme project のようなかなり容易にペイできるような開発方式は非常に結構と思う。しかし、それと共に、農民に農業の近代的技術を目の前で見せ

て extension をはかることも考えるべきであろう。
司会：タイの Chao Phraya デルタにおいて、19世紀後半からの耕地拡張の結果、年間の流量の偏差のもたらす結果をより大きく受けるようになってきたことから、short life のものしか作れなくなったとかいう。したがって、耕地面積は増大したけれども反収が減少すると共に変動が大きくなって来て、食糧生産の限界にきたのではなかろうかということも言われている。その解決のために dike and ditch 方式、すなわち輪中の連続というべきものが出てき、1962年 Dike

and Ditch Act を制定してそれに沿って進めているが、耕地整理の面からそれも余りうまく行っていない。これが現在の課題になっている。
この討議を通じて、自然科学的な探究と社会科学的な探究とを結びつけた形で解決してゆかなければ、なかなか答が出ないのであるということ、さらに、これだけ世界が小さくなってきたら、やはり世界的視野に立ってものを考えなくてはならないということが検討され確認されたと思う。今後の発展を期して皆様のご健闘を願う次第である。

総括討論(2)

土地および水資源利用開発面での今後の 技術協力のあり方

司 会 大戸元長・井上嘉丸

座長：引続き討論に入るが、その進め方としては、出席者に前もって配付したアンケートの39通の回答に従って行なうことにする。(アンケート事項は別記のとおり)

第1問のかんがい面積率の低い理由について、32名の方が、河川が大きく複雑で流れをコントロールすることが困難であり、農民の方も長年かかってこの流れに準拠した営農を行なっており、これに一応の満足を示し、改めようとする意欲がないということをおげている。

第2点としては、経済的・政治的原因があげられている。これには政治的・貧困・不安定、植民地時代の影響、政府側および農民側における資金の欠如、政府における農業開発への関心の低さ、タイの例に見られるようなセクシ・ナリズムなどが含まれている。

第3点は技術水準の低さということで、これにはかんがい排水の開発、土木的なものと、農業全般の技術水準の低さが含まれると思う。

第4点として、農民組織化の遅れ、普及制度の欠如があげられる。

第1問については以上のようなことで殆んど出つくしていると考えられるので、討論は省略するとして、第2問の農業用水としての利用度の低さに移る。

多目的ダムなどによる総合開発が行なわれつつあるが、農業専用のかんがい排水事業としてはタイのChainat計画があり、また松島氏はマラヤでは農業専用のかんがい事業が行なわれていることを指摘した。農業用水の利用度の低さは末端農民の知識、共同化意欲の欠如のほか友杉氏は地主制を原因にあげている。

友杉：地主制による障害はフィリピンに多いと聞い

ている。タイについては未調査でわからない。

座長：逆に日本では大地主のもとで耕地整理が進められたが(山形の本間家の例など)、地主制はどちらに影響するであろうか。

友杉：社会的環境によって地主制の性格も違うと思う。タイでも南部と北部では事情が異なるし、中部のBangkok周辺では不在地主が多く農民は収入をますことができない。

座長：つぎの意見は、国の政策がダム開発に力を入れ農業末端に及ばない点をあげ、これは援助国側の責任でもあるという意見もある。しかし南氏は、これは過渡的段階であるからそう気にしなくてもよいと述べている。技術協力が各国の開発の段階に応じてなされねばならないので、開発の順序の問題となってくる。

水野：援助の目標があるか。どの程度援助すれば目標が達せられるか、農業援助だけで、その目標が得られるかについて本岡氏に質問したい。

本岡：先進国の援助目標には、アンチ・コミュニズムのような政治的動機もあるが、なぜ援助するかという点はよくわからない。国民所得をどこまで上げたら目標に到達するともいえないし、農業が先か工業が先かは均衡のとれた発達が必要で、各国の実情によって異なると思う。

水野：これについて何かレポートがあったら教えてほしい。

座長：ECAFEでこういう議論がなされ、1964年の報告がある。開発論については、農業がアジアの基盤であるからこの面から議論を進めるとして、国の資金の不足、農民の負担力の欠如を指摘しているが、これは貧しいからやらない、やらないからよけい貧しくなるという悪循環を引起す。つぎに国の政策・計画性の

欠如、セクショナリズムなどがあげられているが、技術の不足について意見を求めたい。

加藤(哲)：農民自身の技術が不足し、先進国の援助を消化または批判するだけの能力がないということがあげられると思う。中近東で経験したのであるが、アメリカのコンサルタンツが設計したダムで計画貯水量の2/3も貯水できなかつたり、ダムができてから水の使い方を考えるといった無責任さが非難されている。援助という名目で低開発国に資金を投入し、コンサルタンツからそのドルを持ち帰ったというだけにすぎないアメリカの資本主義的な無責任さに義憤を感じた。

座長：では第3問の、このような阻害要因に対しどのように援助を進めて行くかについては、もっとも多い回答として、パイロット地区・デモンストレーションファームを設置することを述べている。これに関し、Mekong 河開発のうち Vientiane などではパイロットファームが作られ、作目・作付休型を研究し、営農訓練を行っており、1ヶ国に1つの計画が作られている。インドの8ヶ所の模範農場もこれと同じように考えてよいであろう。松居氏の各国に総合農業センターを作れという意見を説明願いたい。

松居：カンボジアの農業技術センターを見学したが、研究用のかんがい用水さえ不足している。これではかんがい農業も教えられない。そこでかんがい農業を教えられる施設を作って農民の訓練を行なうことが必要と考える。

座長：つぎに技術者の養成と農民教育の指導があげられているが、長くこの道に経験ある中田氏の意見をききたい。

中田：UNESCO の専門家としてアフガニスタンの教育にたずさわって来たが、金持と貧困者との断層、知的な断層、行政上の断層、性的な男女間の断層など、技術以外にいろいろの断層がありすぎる。ここには農村開発、農村再建設の問題があり、このような断層をうめるのが普及の仕事であるが、それをどうやって行なうか頭の痛いことである。

座長：つぎに、今のことと関連もするが、農業協同組合、農民組織の育成、自助力の養成も指摘されている。つぎに試験研究、基礎調査をやるべきであると述べられている。これには末端の技術普及のためということと、一般的に農業のレベルが低くまたデータも不足しているからということがあると思う。また、東南

アジア全域に通ずる問題と個々の国の問題もあると思われる。すでに土壌分類方法がまちまちで、その統一の必要性が強調されたが、このような点で今井氏の意見を求める。

今井：気象その他のデータは少ないかもしれないが、各国各分野のデータがいろいろな所にあるはずで、少なくとも誰がどこで何をしたかということをも日本全体として整理しておく必要がある。土壌調査の方法にしても先進国の間でも統一されていないのであって国際的にまとめることは非常に困難であるが、各国の方法をチェック整理していつでも調べられる体制にしておくことが必要である。調査設計を積極的にやるには、米その他農産物の流通過程、生産物の販路についても明らかにし、土木面と栽培との結びつきなどもっと広く行なうこと。土木については、いれかわりたちかわり派遣され、国際協力の層が厚くなっており、稲栽培についても同じようなことがいえる。しかし畑作物についての層は厚くなく、アンバランスがみられるのであって、こういう点についてもっと積極的に勉強しなければならない。日本国内でも教育する必要がある。

座長：国内で技術ソースを蓄積する必要があり、木村孝氏も熱帯農業研究所の必要性を述べているが、農林省の熱帯農業研究所の案を説明して貰いたい。

星出：農林水産技術会議で検討しているもののアウトラインはつぎのようである。熱帯地方の食糧問題に対し高い水準の農業技術をもって協力することは重要であって、そのためにわが国の試験研究機関が研究を行なう必要性は十分あると考えられる。41年度から2ヶ年間は準備期間とし、各国に人を派遣してどのようなことを研究するかを調査する。研究所のあり方としては、試験研究を中心とし、その場合他の国に研究を委託したり、また協力して研究することも考えられるが、資料の収集・整理を主として行なうほか、派遣する技術者の養成や海外からの研究者の受入れも考えている。機構としては、国の試験研究機関と密接な連携を保って行くことはもちろんであるが、国立の機関とするよりも特殊法人とする方がよいのではないかと考えている。東京に本部を置いて30名程度の主任研究員を含む70名位の職員を配置するほか、東南アジア諸国にも20名程度派遣したい。2ヶ年間に100名位の人員を考えており、明年度の予算に約2億円を要求している。

座長：最後に、資金援助・技術援助を増加するという意見が述べられている。これには基幹施設から末端まで一貫してやること、また技術援助でプロジェクトを作り、資金援助で事業を実施するという一貫性も必要である。この場合、技術援助をやる国と資金援助を行なう国とが必ずしも同一でなくてもよいわけであって、世銀などと結びつくことも考えられる。先にレポート提出だけの技術協力はやらない方がよいという意見があったが、このようなことが回答になりはしないだろうか。ただ、末端の施設・農民の教育となると世銀とかアジア開発の計画にのり難いかもしれない。そうだとすれば、小額の農業資金を与える特別の機関が必要になってくる。こういう面について日本が融資をするというのも一つの考え方もかもしれない。

沢田：一つの水系をとり上げ、モデルプロジェクトとして水源から末端まで基盤整備、作物、経営に至る営業指導に資金援助を加えて、一貫して日本が援助を行えば効果的ではないかと考える。タイではこのようなものが20ばかり計画されているが、経費は20億から100億円位であって金額としては大したものではない。断片的でなくあくまで総合的に行なうことが大切である。

水野：なぜ援助を行なうのかという理念が明かでない。国の資金を出させるには理由をはっきりさせなければならない。

木村(隆)：援助に対し少し性急である。橋を例にとるなら、最初は橋の構造だけを考え、つぎの調査団が橋の向う側の開発を考えるというような行き方はどうか。なぜ橋をかけるかというのではなく、橋をかけた

らどうなるかという考え方はできないか。相手国の意図をくみとって計画する必要がある。技術協力と経済協力との関係について深い理解と関心を持つべきである。

座長：日本の協力には、相手国の要請に沿わなくてはならないという制約がある。

ではこの辺で最後の質問の援助対象国に移る。国別には、タイをあげた人が15名、カンボジア13名、マレーシア7名、東パキスタン4名、フィリピン3名、インド・中華民国・ビルマ・セイロン・ベトナム・ラオス・ネパール各1名である。また国名としてはあげていないが、対日感情がよい、食糧が不足している、政治的に安定、意欲のある国といったことが指摘され、これらは前述の多くの人があげた国と大体合致すると考えられる。ただ、タイだけは食糧不足という条件にははずれているが、著しい人口の増加が見込まれているので、近い将来には大きな問題として取り上げられるであろう。

それから、技術援助を受入れる条件を持っている国はますます開発され、受けられない国はますます遅れて貧しくなり、国家間での格差が大きくなると思われるがどうであろうか。

菅原：そういう意味で、いささか逆説的であるが、Mekong 河流域を調査してみて、もっとも政情不安で共産主義の影響を受けているベトナムに対し、米ソ両国をしのいで住民の注意をひきつけるような援助を日本がやってやったらどうかと考えた。日本の技術援助がここにパラダイスを築いてやることはどうか。ベトナムは日本に対して非常に友好的である。

アンケート

1. 東南アジア諸国の地域においては耕地面積に対するかんがい面積（人工施設によるかんがい面積）の比率は低いですが、この理由は何によると考えられますか。
2. 最近では各国政府は、かんがいの必要性を認識し、主に発電に結びついた、多目的水利開発事業を進めてきているが、なお、農業用水として十分に利用されていない場合が多いと思われる。その原因は何によると考えられますか。
3. 以上のような現状を打開して農業水利用度を高めるためには、どのような援助対策をすればよいと考えられますか。（援助一般として、または、わが国援助として）
4. そのような援助処置を、わが国が行なうとしたら効果があがるのは、どのような国と思いますか、その理由。

あ い さ つ

農林省農地局建設部長 小 川 泰 恵

副議長をおおせつかりながら、台風のためきょうまで参加できなかったことをお詫びします。今朝から皆様の熱心な討議を聞かせていただきましたが、その結論を私なりにまとめたものを申しあげ、ご挨拶のかわりと致します。

出口氏、木村氏から、技術援助をする場合に被援助国の要望を十分考慮した上、漸進的に行なうべきだという御意見があり、皆様もご賛同のことと存じます。一方安芸氏からは漸進的ということは非常に結構であるが、相当スピードアップしなければ需要に追いつかないというようなお話もありました。そうすると結論として、いろいろな方法を示して相手国にその中の一つを選ばせるというような、いわゆるメニュー方式がよいのではないかと考えます。しかしいろいろな方法を示しても相手国がその内容を知らなければ選ぶようがないわけですから、つぎに展示方式が出てくると思います。これについては福田氏のお話のように、その中では水利的にいかなるかんがい農業も行なえるというような closed circumstance を作ってその中に Demonstration Farm なり Pilot Farm なりを作って展示する方法があります。その場合、沢田氏のいわれるようにあらゆる種類の開発要素が含まれることが望ましいわけですが、輪中方式に対してポンプによるかんがい排水ということも考えられる点ではないかと思えます。そのような場合に、少なくとも水利施設については日本としての最高度の技術を駆使して行なうことが必要でありましょう。ただ高度の技術といっても、一概に例えばライニングした水路の方が土水路よりも技術的に高度だということではなく、開発目的に合致した well balanced の技術、各部分においてオーダーの一致した技術ということではないかと考えます。

先年 ECAFE の水利開発の会議が開かれましたが、その時東南アジアの各方面から来られた発電関係の技術者の方々に、当時できたばかりの数万千瓦の最新式の発電所を見せましたところいっこうに興味を示さず、その横にあった数百キロワットあるいは数千キロワット程度の古い発電所に非常に興味を示されたということがありました。これは一例にすぎませんが、同じようなことが他の水利開発についてもいえるのではないかと思います。

このような技術援助にともない最後に問題になるのは、開発資金の問題でありましょう。先ほど宇和川氏の申されたように、日本は資金的になかなか世界の強国に太刀打ちできるだけの経済力はないわけで、終局的にも本岡氏のお話にありましたように援助国側の特別な意図のない無償援助はありえないという意見が強いようです。したがって被援助国側からいいますと、

最終的にこのようにやってもらいたいとの意図のもとに援助を受ける場合には無償供与であってはならないということ、必ずそれは後で pay back するということを啓蒙することが必要ではないかと思えます。

最後に一言つけ加えますと、対外援助でぜひとも必要なことは技術援助で出かける方々の語学力ではないかと考えます。日本においても将来、技術援助を続けてゆくためには、若い技術者が語学の習得を十分にできるような方途を考えることがまず第一に必要なことではないかと思えます。

簡単ではございますが、ごあいさつのかわりと致します。

閉 会 の 辞

資源科学研究所理事長 安 芸 皎 一

二日間にわたり、皆様方から盛んな御討議をお願いできたことを厚く御礼申し上げます。こういう課題にはいろいろ意見があり、それぞれの分野で議論がなされていることと思えます。技術的さらには経済的協力、援助が拡大されてゆこうとする今、農林省と海外技術協力事業団と京都大学とで、こういう機会を持たれたことに心から敬意を表し、今後の御活躍を願う次第です。

私達は今、これまで経験しなかったような事態に直面し、新しい方法を投入しなければならない事情に迫られております。しかもそれは一方的な手段によっては解決が見つからないということがわかってまいりました。その点で京都大学東南アジア研究センターの大学の機能を有効に使った活躍に期待するところが大きいと感じております。

このシンポジウムで提起されたものは、今後ともお互いの共通課題として皆様の御検討を期待する次第でございます。

シンポジウムのまとめ

京都大学農学部 富士岡 義一

本項では、シンポジウムのまとめとはなりかねるが、水資源開発利用の方向、方式、技術協力のあり方について諸氏の論文中、または討論で述べられたことがらなどをまとめてみた。

東南アジアは一般に後進地域といわれ、水資源の農業的利用の面からみても確かにその後進性を認めないわけにはいかない。しかし詳細に観察してみれば、その国、その地域の政治的・社会経済的発展の段階に応じて、自然を最もうまく利用した形態をとっており、長い歴史的発展過程を経て安定した水利用、農業形態をとるようになり、住民はそこに安住しているとも言えるのである。それが故に、かえって困難な問題をはらんでいるようである。たとえば現状に安んじて生活している農民側にこれを打開発展しようとする意欲が欠けていること、政府の要職にある人達と農民側との間にこれらに関する意識のずれがあること（本岡、出口ら）や、水利用形態の人工化は直接農業のみならず社会・経済全般の変革にまでつながる性質のものであるから、大局的開発構想の中の一環として開発を考えなければどこかにアンバランス・欠陥が生じてくること（出口、武田、加藤泰、宮崎、友杉、田中、福田、安芸ら）などがその主なものである。

しかし、今日ではまったく別の面からの農業生産、生産力増大、経済発展の要請が出ていることも忘れてはならない。たとえば東南アジア諸国では年率2%を起す人口増加が10年間続いていることがそれで、食糧問題、第1次産品輸出振興問題などの解決が今日の政治的・社会経済的環境の中で考えられなければならないことである（安芸）。さらに世界的には今世紀中に世界の食糧生産を現在の4倍にする必要があると言われ、これの解決に対しても東南アジア各国は積極的な寄与をしなければならないと考えられる。

では東南アジア諸地域の水資源開発、とくに農業水利開発はどのような方向をとるべきであるのか。東南アジアの著しい特徴は雨季と乾季との差が明瞭なことであって、今日の東南アジア諸地域における農業は主として雨季の水稲作に主体を置いたものである。したがってこれらの水田面積の増大を未墾地の開発により強力に行なうと共に、雨季における水の制御をはかり、一方人工かんがいによって乾季にも稲作、畑作ができるように開発をはかることが基本的な方向とみなされる。この地域の農業生産力を支配する第一の要素は水ではあるのだが（安尾ら多数）、しかしかんがい排水施設の整備だけでは半面の解決に過ぎず、対応する技術をも同時に導入しなくてはむしろ逆に不利な結果を招くことにもなる（出口、加藤泰ら）。いうまでもなく作物の栽培はそれに関係する個別技術がすべて有機的な調和を保ちつつ組み立てられてこそ安

定的に向上するものであるから、品種改良、施肥技術の改善、除草、病虫害に対する対策、自然環境をうまく利用する沈泥かんがい、重大な問題としての排水、さらには将来農業機械導入にそなえるための耕地整備、農道などが同時に解決される必要がある（加藤泰ら）。

次に水資源利用・農業開発の方式についてまとめておこう。水資源利用の根幹は水の制御、河川の制御にあるから（出口、速水、木村隆）、まずこれが開発方式の根本になることは間違いないこととして、これら主幹水利構造物が効率よく利用運用されているかどうかが問題となる。すでに種々の開発計画が実施にうつされているが、主幹水利構造物などができてもその期待どおりの効果が出ていないということがここ10数年の実績から反省されており、これをどう解決するかが現在この方面における一番の問題となっているのである。世界におけるかんがい排水事業の現状をみても、西欧の先進諸国においては主幹工事と末端工事をを一貫的に実施しているのであるが、後進国ほど主幹工事だけで末端の本当に農業生産と結びつく工事が軽んじられているのである。主幹工事に重点が置かれるのは national prestige からやむを得ない面もあるが、こういう点が農民側との意識・意欲のずれを生ぜしめる要因ともなっているであろう（本岡、富士岡ら）。

ではいかなる開発方式がとられるべきか。東南アジア諸地域のデルタ・平野ではダムなどの主幹工事よりもどうやって水を平坦な土地に配分するかが最もむづかしい問題であって（木村隆、安尾、速水ら）、畑地かんがいにしてもかんがい方式をどうするかという問題から検討し、末端に結びついた開発を主に推進すべきとの意見が強い。したがって開発方式として大規模一貫の開発か、それとも小規模にできるところから手をつけてゆくいわゆる段階的開発かの2つの道が考えられるのであるが、結論としては前者を目標としつつ段階的な改良を進めてゆく、いわゆる地に足のついた開発をはかるべきとの意見が圧倒的である（本岡、出口、武田、安尾、田中、加藤泰、木村隆、宇和川、福田、高田ら）。

そのためには、第1に東南アジア諸地域の自然環境（それは必然的に社会的なものに結びつく）の現状を正確につかみ、第2に社会的・経済的な特殊な事情を深く研究する姿勢が欲しいこと、第3に現地の民衆が何を欲しているかを正確に判断し、さらに積極的に農民に開発に対する意欲を生ぜしめるような方策を考えることなどが掲げられる。第1点については本シンポジウムの発表論文でも、東南アジア諸地域の現状把握という面から基礎的な現地調査研究の報告（水文、土壌、かんがい用水量など）が目立ち、これらについても現地調査とならんで、わが国でも十分研究の進んでいるとは言えないモンスーンの構造、緩流速水路の水理特性、土砂堆積、塩水没入、土壌分類、土壌生産力などについて国内で十分の研究成果を積んだ上でそれを現地に応用するという行き方が望まれる（速水、川口ら）。かんがい用水量算定についても同様なことが言える。第1、第2点に共通するが、現状把握のもう1つの行き方として、たとえばかんがい排水の技術の面においても、どのような経過をたどって今日の一応は安定した姿をと

るに至ったか、したがって将来どのような開発方式が妥当であり、またその結果どのような変革をとげてゆくかを洞察するためにそれらの歴史的発展過程を考察することの重要性があげられる(友杉ら)。第2点については、第1点で述べた自然科学的・技術的基礎研究とならんで、社会的・経済的な面からも現状およびその背景が研究されるべきであって、たとえば土地所有制度、農産物価格、流通機構、農業金融、さらに行政機構と末端とのつながりなどがそれである。したがってこれらに関して討論するためにもっと広い専門分野の人達を集めたシンポジウムを開くべきことが提案された(速水)。第3点については、技術の普及事業、さらには pilot farm, extension farm, demonstration farm によってかんがい排水の近代技術、近代農業の成果と威力を知らしめること、そしていろんな開発方式を現地の人達に示した上で彼ら自身に選択させるべきであることが特に強調されてよかろう(出口、武田、加藤泰、安尾、宮崎、木村隆、宇和川、野田、菅原、小川ら)。

具体的な開発計画事例に携わった諸氏からは計画概要が述べられ、これらはどれも水源工事から末端の水利用に至るまで、発電、水稲かんがい、乾季の畑作への水利用、さらに作付体系について詳細に計画を立てたものであり貴重なものである。具体的事項についてはここでは触れないが、これらの諸氏からは個々の具体的な事に直面したときの種々の問題点が提起された。それらは、たとえば開発計画の経済効果判定については資料の不足と、開発事業そのものの目的概念、範囲があいまいであることが相まって大きな困難のあること、および infrastructure の評価をどうするかの問題(菅原、木村学、本岡ら)、土壌については分類基準、土壌のかんがい工学的見地からの物理性調査項目の基準化、土地生産力判定基準などである(菅原、安尾)。さらに作付体系・土地利用方式についても、カンボジア・タイにおいてかなり突っこんだ検討がなされており、この場合もかんがい排水末端施設の整備が第1の要素であることが確認されている。

次にわが国の海外技術援助・協力のあり方について一言触れておきたい。

日本はアジアの中の先進国として今後とも東南アジア諸国に対して種々の援助・協力を質・量共に増大進展させる責任と義務とをもつものであり、わが国の政策としてもこの方向をとらざるを得ない状況にある。では援助・協力のあり方に現在どんな問題があるだろうか。

援助国の立場としては、まず援助の目的そのものがはっきりしていないことが第1にあげられる。次に援助の成果が最も効果的にあらわれる国を選択するという(これは政治的安定がその前提条件となるものである)むずかしい問題がある(本岡)。

被援助国では、その援助が借款によるものである場合すら開発の経済効果と借款の条件との比較検討が軽視されがちであり、それが贈与である場合はなおさら安易な態度をとることをまぬがれ得ないという欠点がある。それに national prestige が前面に押し出されてくると、これはますます助長されて農民側の意向とのギャップは深まるばかりともなり得る(本岡ら)。

したがって日本の援助の方向としては、まず現地事情を十分研究した上で相手側が何を真に必要とするかを理解し、段階的開発改良のゆき方をくずさぬような援助体制を堅持すべきことが確認されてよかろう。援助のあり方は東南アジア諸地域の水資源開発利用の方向・方式について広い視野から検討を重ねれば自ら明らかになる性質のものである。その場その場的な援助ではなく、相手側が自立して自身の力で経済開発を行なうことができるような体制をつくることに対する援助こそが望まれるべきであって、したがって援助国側にも長期的な見通しをもった体系的なプランが必要とされる。

その他、今後日本人が東南アジア諸地域で開発のために活躍してゆく上に、国内での研究・調査、調査資料収集保存のための体制（機関）を整備すべきこと、および現地に赴く人達に語学研修の場と時間とを与える必要があることなどが指摘された。

本シンポジウムは農業的水資源開発利用が主な対象となり、その中で水資源開発利用の方向・方式、技術協力・援助のあり方に関する多くの研究成果が発表され、それらに対する批判、各人の意見、展望、問題点など極めて多くの有益な知見の交換が行なわれ、以上述べたようなことが参加者の総意として確認された形となった。

編 集 後 記

本シンポジウム開催につきましては、御多忙にもかかわらずまた猛烈な台風をおかして各方面から御出席を賜わり、貴重な御発表、熱心な御討論によりまして予期以上の成果をあげ得ましたことは、御参集の各位が東南アジア開発に対して非常な関心を寄せられている証左だと思ひ深く感銘したところであります。

このシンポジウムの成果を印刷して広く公にすることになったのでありますが、各位から寄せられた論文により東南アジア全域の水資源開発利用の全分野にわたって同程度に網羅することを望むことも現在では困難でありますことと、紙面の都合とによりまして、借越ではありましたが編集者の方で問題別に適当に取捨させていただき、重複部分はいずれかの著者の論文中にまとめるという操作を行ないましたので、失礼、不備の点はくれぐれも御容赦下さるようお願いいたします。

東南アジアにおける水資源利用に関する
シンポジウム 参加者名簿

発表者（発表者順）

出口 勝 美	農林省東北農政局八郎潟干拓事務所長
武田 健 策	〃 農地局建設部設計課
本岡 武	京都大学東南アジア研究センター教授
竹内 俊 雄	水資源開発公団計画部調査役（代理発表）
加藤 哲 夫	株式会社三祐コンサルタンツインターナショナル
南 勲	京都大学農学部助教授
宇和川 正 人	水資源開発公団工務部設計課
加藤 泰 丸	科学技術庁資源局
宮崎 康 生	農林省農地局計画部資源課
安尾 正 元	海外技術協力事業団総務部技術室
松島 省 三	農業技術研究所物理統計部調査科長
家永 泰 光	農林省農事試験場経営部（誌上发表）
木村 隆 重	北海道開発局農業水産部土地改良課
田中 義 朗	水資源開発公団計画部調査課
友杉 孝	アジア経済研究所調査研究部
野田 明 義	電源開発株式会社海外協力部
加藤 宏	農林省農地局建設部開墾建設課
壺岐 国 男	〃 関東農政局計画部技術課
松居 正 治	電源開発株式会社海外協力部
木村 学 而	日本工営株式会社
菅原 道太郎	〃

討議参加者（五十音順）

議長 安 芸 岐 一	資源科学研究所理事長
飯 島 茂	京都大学東南アジア研究センター助手
石 井 米 雄	〃 東南アジア研究センター助教授
今 井 富 蔵	農業技術研究所長

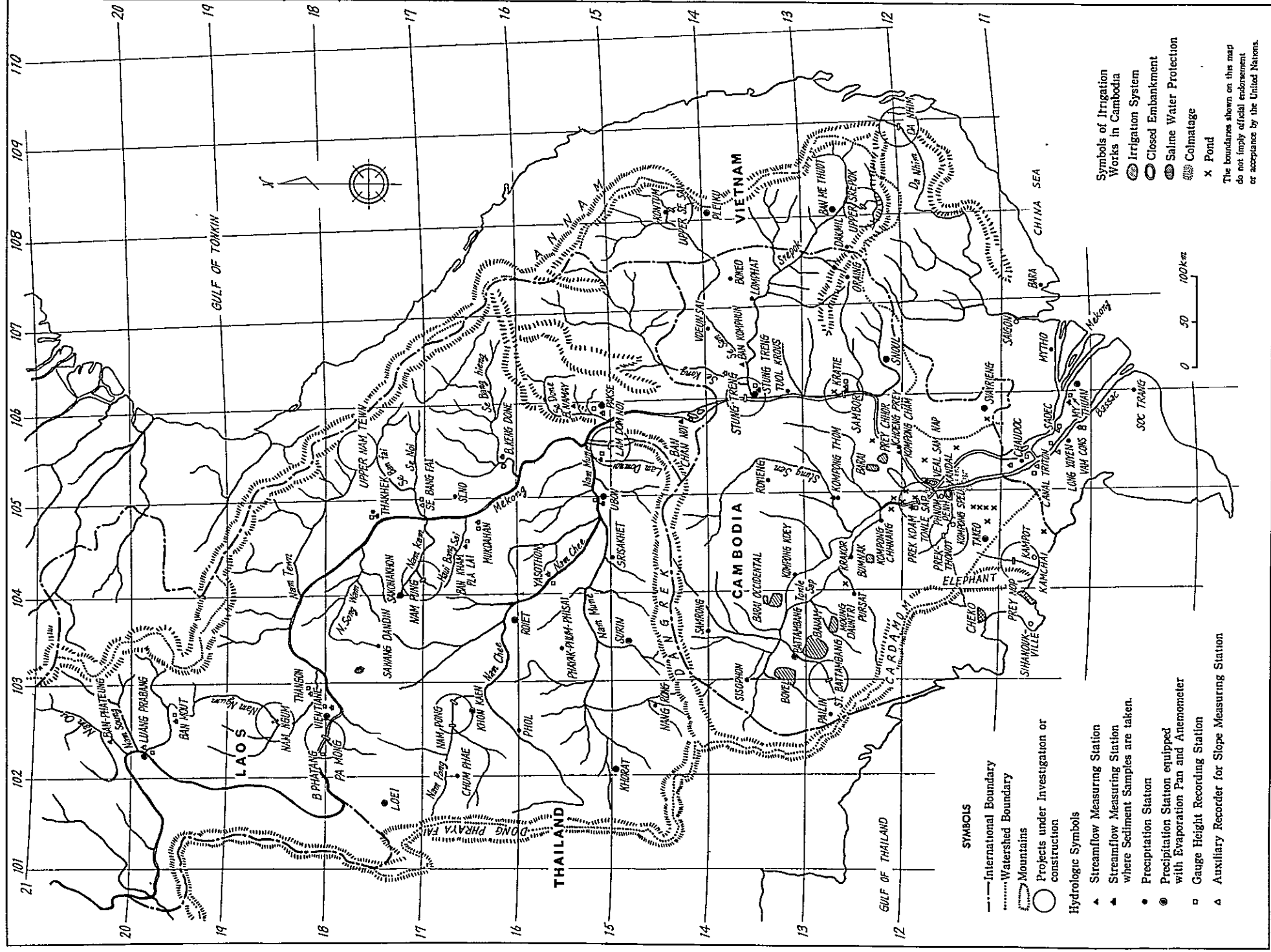
副議長	大 戸 元 長	海外技術協力事業団理事
副議長	小 川 泰 恵	農林省農地局建設部長
	柿 徳 市	パシフィックコンサルタンツ株式会社取締役
	金 子 良	農業土木試験場土地改良部長
	川 口 桂三郎	京都大学農学部教授
	北 川 勝 敏	海外技術協力事業団監事
	国 又 和	海外技術協力事業団
	久 保 清 昭	株式会社三祐コンサルタンツインターナショナル
	久 馬 一 剛	京都大学農学部助手
	黒 沢 祐 一	農林省近畿農政局計画部長
	小 林 泰	水資源開発公団理事
	斉 藤 一 夫	アジア経済研究所調査研究部
	斉 藤 啓 市	トピー工業株式会社鉄鋼事業部副部長
副議長	佐々木 四 郎	農林省農地局参事官
	沢 田 敏 男	京都大学農学部教授
	椎 名 乾 治	農業土木試験場土地改良部
	高 田 雄 之	九州大学農学部教授
	高 原 弘	農林省農地局
	竹 村 檜 男	電源開発株式会社海外協力部
	近 森 邦 英	京都大学農学部講師
	豊 田 久 承	農業土木試験場土地改良部
	烏 部 龍 雄	パシフィックコンサルタンツ株式会社
	中 川 昭一郎	農業土木試験場土地改良部
	中 田 正 一	海外技術協力事業団国際農業研修会館長
	中 村 武 夫	農業土木試験場長
	西 尾 辰 雄	農林省近畿農政局建設部長
	長谷川 浩	京都大学農学部教授
	速 水 頌一郎	〃 防災研究所長
	福 田 仁 志	東京大学農学部教授
	古 川 久 雄	京都大学農学部大学院生
	古 田 力	岐阜大学農学部講師
	星 出 暁	農林省農林水産技術会議事務局研究調査官
	松 尾 新一郎	京都大学工学部教授

丸山利輔	農業土木試験場土地改良部
水野昭	建設省計画局地域計画課
山田清蔵	電源開発株式会社海外協力部

シンポジウム事務局

事務局長	井上嘉丸	農林省農林経済局国際協力課長
運営委員	富士岡義一	京都大学農学部教授
	千葉穰	農林省農林経済局国際協力課
	四方田穆	“ ”
	松島恒雄	“ ”
(発)	武田健策	“ 農地局建設部設計官
	高瀬国雄	“ ”
	藤井敏	“ ”
	石川明	“ ”
	近藤毅夫	“ 農林水産技術会議事務局総務課
	板倉康二郎	“ 近畿農政局建設部設計課長
(発)	本岡武	京都大学東南アジア研究センター教授
(発)	南勲	“ 農学部助教授
	荻野和彦	“ 東南アジア研究センター助手
	長堀金造	“ 農学部助教授
	佐藤晃一	“ 農学部助手
	荻野芳彦	“ ”
	久武啓祐	海外技術協力事業団総務部技術室
(発)	安尾正元	“ ”

付圖 Mekong 河下流域



CONTENTS

Shin-ichi SHIBUSAWA	Foreword	(1)
Koichi AKI	A Consideration on the Water Resources Problem.....	(5)
Yutaka KUBOTA	Drainage in Southeast Asia.....	(9)
I	Problems on Water Resources Utilization in Southeast Asia	
Takeshi MOTOOKA	A Concept of the Southeast Asian Areas.....	(12)
Takeshi MOTOOKA	Some Political, Economic and Social Problems on Water Utilization Projects.....	(15)
Katsumi DEGUCHI	Development of Deltas and Water Utilization	(20)
Michitaro SUGAWARA	Some Technical and Economic Problems on the Irrigation Development in the Mekong Basin.....	(27)
	International Cooperation.....	(32)
II	Hydrological and Meteorological Features	
	An Outline of the Climate in Southeast Asia	(47)
Toshio TAKENOUCHI	Hydrological Investigation in the Lower Mekong Basin.....	(51)
Tetsuo KATO and Takashi KAWAI	Hydrological Features and Weather Conditions in Cambodia	(61)
Masahito UWAGAWA	Cyclone in the Bay of Bengal	(69)
Isao MINAMI	Salinity Problems in Chao Phraya River.....	(77)
III	Irrigation and Drainage with Special Reference to Agriculture	
A	Basic Investigation on Irrigation and Drainage	
Masamoto YASUO	Water, Soil and Soil Productivity in Cambodia.....	(85)
Tetsuo KATO and Takashi KAWAI	Water Requirements for Rice Plants in Sambor	(95)
Seizo MATSUSHIMA	Rice Growth in Relation to Water in Malaysia.....	(103)
B	Water Utilization and Crop Culture	
Yasumaru KATO	Rice and Field Crops in Cambodia.....	(119)
Yasuo MIYAZAKI	Agricultural Land Utilization Scheme in Sambor	(120)
IV	Water Resources Development Projects	
A	Historical Development and Future Plan of Irrigation and Drainage Projects	
Kensaku TAKEDA	Irrigation, Drainage and Multipurposed Exploitation of the Lower Mekong Basin	(130)
Yoshiro TANAKA	Irrigation and Drainage Works in Cambodia	(137)
Takashi TOMOSUGI	Historical Development of Irrigation and Drainage Works in Chao Phraya Delta.....	(147)
Yasumitsu IENAGA	Rice Culture and Irrigation Systems in the Philippines	(157)
Takashige KIMURA, Masahito UWAGAWA and Junji INOUE	Agricultural Development in East Pakistan.....	(162)
B	Several Reports of the Water Resources Development Projects	
Hiroshi KATO, Kunio IKI and Masaharu MATSUI	Nam Kam Project in Thailand.....	(169)
Akiyoshi NODA	Pattani Project in Southern Thailand	(182)
Gakuji KIMURA	Economic Evaluation on Irrigation Development Projects in Thailand	(192)
General Discussions	1 Land and Water Resources Development in Monsoon Area.....	(206)
	2 Problems in Technical Cooperation for Water Resources Utilization	(209)
Yoshikazu FUJIOKA	Comments on the Symposium	(214)
List of Entries		

