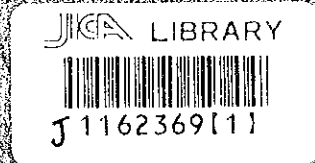


平成12年度

「かんがい用水システム運営管理コース」
特別案件等調査団報告書
(ヴィエトナム・カンボディア)

平成13年3月



国際協力事業団
筑波国際センター

平成 12 年度

「かんがい用水システム運営管理コース」

特別案件等調査団報告書

(ヴィエトナム・カンボディア)

平成 13 年 3 月

国際協力事業団

筑波国際センター



1162369[1]

序文

稲作中心のアジア・モンスーン地域においては、灌漑基盤は漸次整備されつつありますが、各種水利施設の機能を把握した上で適切に運営・管理するシステムは不十分であり、今後各国で限りある水資源を有効に活用するには、同システムの確立が急務となっています。

JICA 筑波国際センターではこのニーズに基づき、これまでに培われた研修ノウハウおよび研修施設を生かして、来年度より一般特設「かんがい用水システム運営管理」コースの実施を予定しています。本調査団は同研修コースの研修計画策定の為の情報を収集することと、併せて「かんがい排水 II」コース、「水管理」コースの帰国研修員を対象にフォローアップ活動を実施することを目的として、ベトナム及びカンボディアへ平成 12 年 9 月 4 日から 9 月 17 日まで派遣されました。本報告書は調査団による調査結果を取り纏めたものであり、今後の研修の効果的・効率的に役立てるとともに、両国のこの分野に対する今後の協力事業の参考として活用いただければ幸いです。

最後に、本調査団の派遣にあたり、ご指導・ご協力を頂いた内外の関係の皆様に対して心より感謝致します。

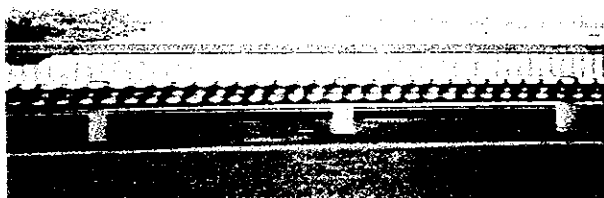
平成 13 年 3 月

国際協力事業団
筑波国際センター
所長 鈴木 信一

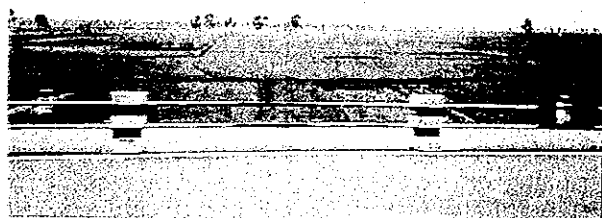
ヴェトナムの灌漑施設および水管理の状況

1. 紅河流域水田地帯

1) 紅河本流 (ハノイ市北部)



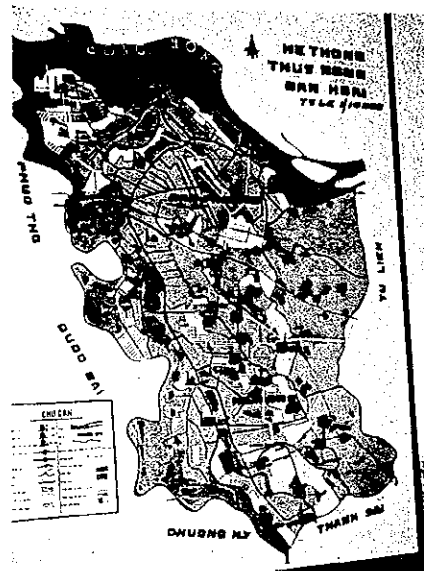
2) 紅河左岸の水田地帯



3) 紅河右岸の水田地帯



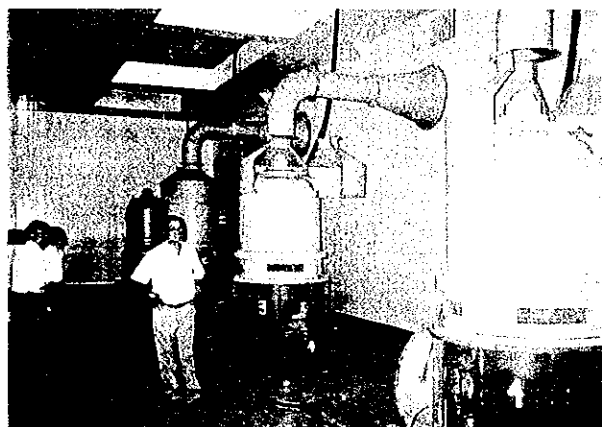
4) ドン・ホアイ灌漑地区概要図



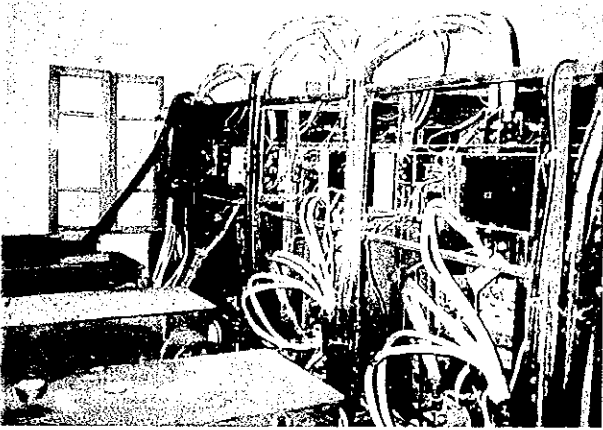
5) ドン・ホアイ灌漑地区ポンプ場



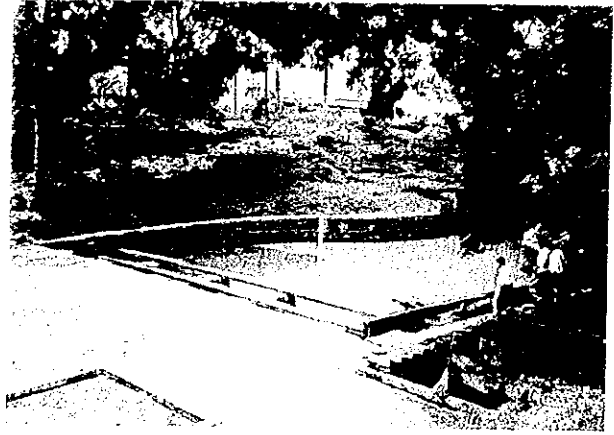
6) 5) のポンプ場のモーター部分



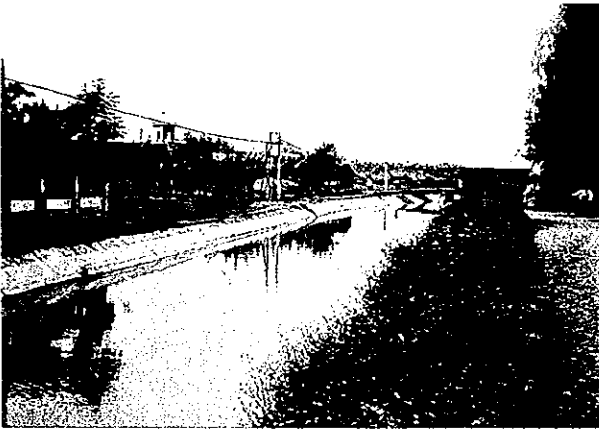
7) モーターの配電盤
(1960年代の製造)



8) ポンプ場吐出部



9) 幹線(一次)水路 (コンクリートライニング)



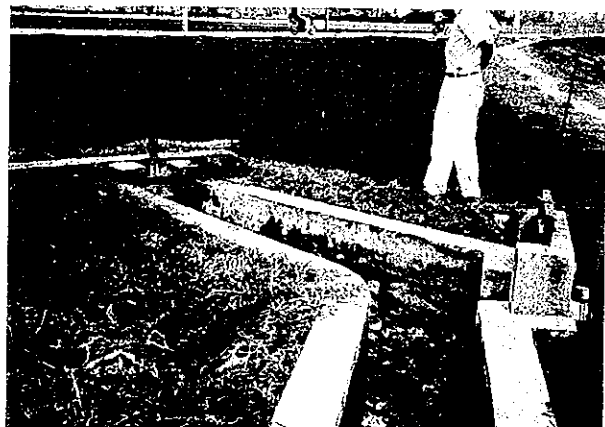
10) 二次水路(コンクリートリウムで改修)



11) ポンプ場上流の導水路
(浚渫船により滞積土砂排除)



12) 圃場内水路 (農民管理)



2. メコンデルタ

1) 湛水田 (ドンタップ県)



2) 幹線 (一次) 水路



3) 二次水路



4) ポンプ場 (二次水路と三次水路の接点)



5) カンボディア国境近くの湛水域
(洪水防御のため堤防を補強)



6) 地区内の湛水状況



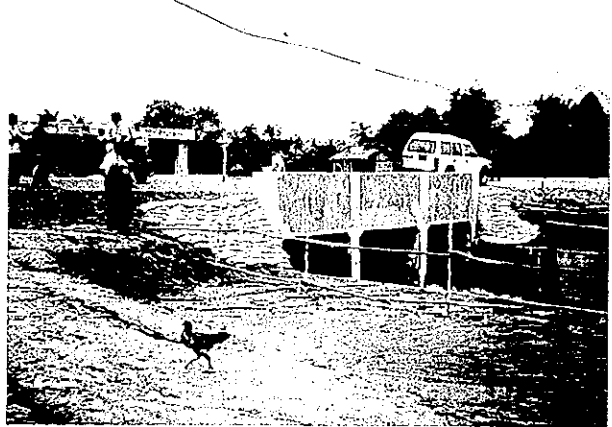
カンボディアの灌漑施設および水管理の状況

1. カンダール州のコマルタージュ農法地区

1) メコン河から流水客土中の地区内

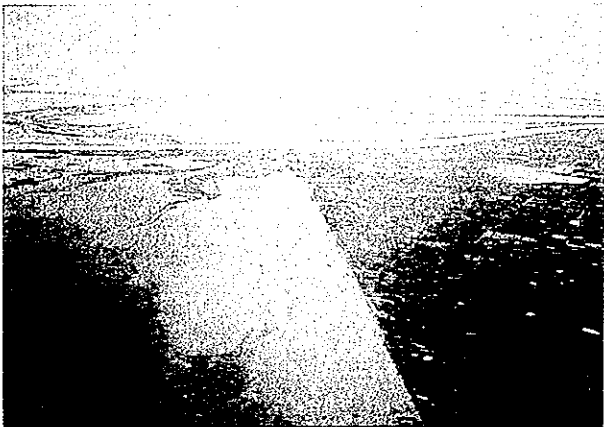


2) JICA 無償援助により改修した水門



2. プノンベン近郊の洪水

1) プノンベン北部の湛水状況



2) 雨期のメコン河流域



3. 西バライ灌漑地区

1) 灌漑地区貯水池 (アンコール時代に建設)



2) 貯水池下流の導水路



3) 二次水路



4) 三次水路



5) 二次水路から三次水路への分水口



6) 二次水路に設けられているチェック工

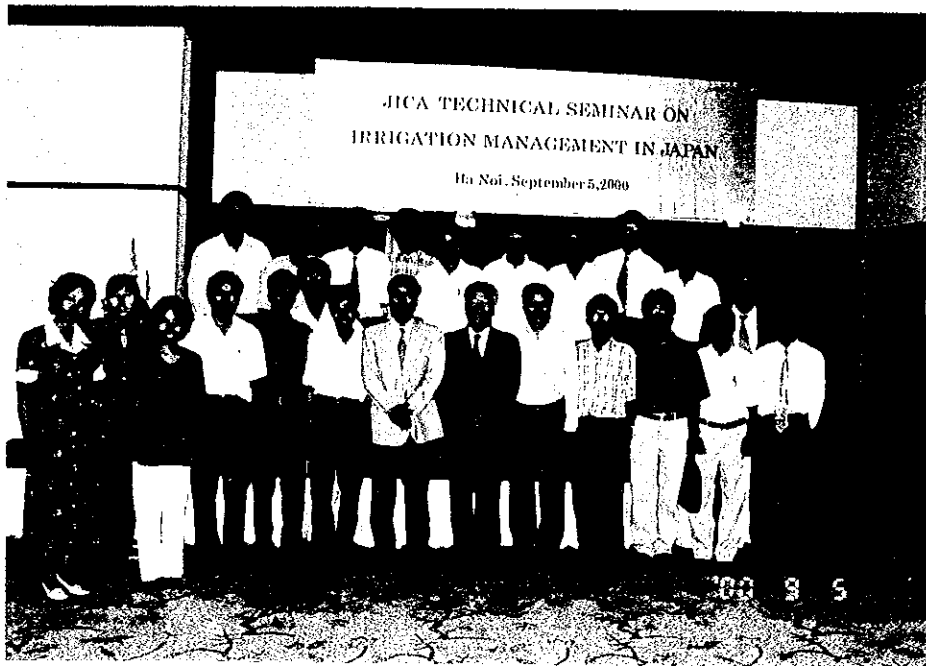


7) 受益地区の湛水域（雨期作地区）



8) 雨期湛水地区の水田地帯





ヴェトナム・技術セミナー参加者



カンボディア・技術セミナー参加者

目次

第1編 調査の概要

- 1-1 調査の背景・目的
- 1-2 調査団員と調査行程

第2編 アジアモンスーン地域の灌漑・水管理の現状と課題

- 2-1 自然環境
- 2-2 農業現況
- 2-3 灌漑・水管理現況
- 2-4 研修ニーズ（必要とされる灌漑技術）

第3編 ベトナム国における灌漑・水管理の現状と課題

- 3-1 自然環境
- 3-2 社会経済環境
- 3-3 農業の現況
- 3-4 灌漑・水管理現況
- 3-5 研修ニーズ（必要とされる灌漑技師）

第4編 カンボディア国における灌漑・水管理の現状と課題

- 4-1 自然環境
- 4-2 社会経済環境
- 4-3 農業現況
- 4-4 灌漑・水管理現況
- 4-5 研修ニーズ（必要とされる灌漑技師）

第5編 「かんがい排水IIコース」「水管理コース」フォローアップ

- 5-1 研修員の帰国後の活動状況
- 5-2 技術セミナー

第6編 新規「灌漑水路システム運営管理」コース

- 6-1 対象国
- 6-2 コースのニーズ
- 6-3 コースの目的
- 6-4 コースのカリキュラム

ANNEX

- 1) 帰国研修員リスト
- 2) 帰国研修員宛クエスチョネアー
- 3) 帰国研修員所属先宛クエスチョネアー
- 4) 帰国研修員クエスチョネアー集計表（ヴェトナム・カンボディア）
- 5) コース別要望科目集計表（かんがい排水・水管理）
- 6) 技術セミナー配布資料

第1編 調査の概要

1-1 調査の背景・目的

(1) 調査の背景

アジア・モンスーン地域諸国においては、かんがい施設をはじめとする農業生産基盤は整備されては来たものの、完成した水路を中心とする農業水利施設が、必ずしも持続的に維持され、効率的に運営・管理されているとは言い難く、問題を抱えているところが多い。また、一部の国では用水における他産業との競合も生じ始めている。かかる状況のもと、有限な水資源の保全を図りながら効率的なかんがいを計画・実施するためには、各種農業水利施設の機能を把握した上で適切に運営管理し、効率的な送配水・分水を行うとともに、それらの施設を総合的に管理するシステムを確立することが急務となっている。同地域は稲作を中心とした農業構造であり、我が国のかんがいシステム運営管理技術・手法が有効であると考えられる。当センターでは、同地域のかんがい事業における水管理計画・実施に従事する中堅技術者を対象に、各種農業水利施設の適切な運営管理に必要な技術の向上を図ることを目的として、標記一般特設コースの実施を平成13年度開始を目途として検討中である。

(2) 調査の目的

1) 比較的当該分野の情報の限られているカンボディア、ヴィエトナムにおいて、標記一般特設コースの研修計画策定のために必要な情報収集を行う。

2) 併せて、当センターで実施中の「水管理」コース及び「かんがい排水 II」コースのフォローアップの一環として、帰国研修員と面談、意見聴取を行うとともに、場合によっては公開技術セミナーを実施する。

1-2 調査団員と調査行程

(1) 調査団員

- | | | |
|-----------|-------|-------------------------------|
| 1) 総括(団長) | 堀江 實信 | 筑波国際センター業務第二課研修指導者 |
| 2) 水管理 | 中 達雄 | 農林水産省農業工学研究所
水工部水路工水理研究室室長 |
| 3) 研修計画 | 花井 淳一 | 筑波国際センター業務第二課職員 |

(2) 調査行程

日順	月日	曜日	行程	調査内容	宿泊地
1	9月4日	月	東京(10:00)→香港(13:30)/JL731 香港(14:55)→ハノイ(15:45)/CX791		ハノイ
2	9月5日	火		08:30 JICA事務所打ち合わせ 09:30 農業農村開発省 11:00 日本大使館表敬 13:30 帰国研修員との面談 14:00~17:30 公開技術セミナー 18:00 団長主催レセプション	ハノイ
3	9月6日	水		ハノイ近郊現地調査	ハノイ
4	9月7日	木	ハノイ(13:20)→ホーチミン(15:20)/VN743	09:00~11:00 水資源大学	ホーチミン
5	9月8日	金	ホーチミン→ビンドン県/車 ビンドン県→ドンタップ/車	8:00 水資源計画管理研究所 10:30~11:30水資源大学南部支所(ビンドン)	ドンタップ
6	9月9日	土	ドンタップ→アンジアン/車	a.m. ドンタップ近郊現地調査	アンジアン
7	9月10日	日	アンジアン→ホーチミン/車	a.m. アンジアン近郊現地調査	ホーチミン
8	9月11日	月	ホーチミン(11:45)→ブノンベン(12:25)/VN813	09:00 日本領事館報告 14:30 JICA事務所打ち合わせ 15:30 日本大使館表敬	ブノンベン
9	9月12日	火		08:30 水資源気象省表敬 10:00 メコン川委員会訪問 p.m. ブノンベン近郊現地調査(雨季田・乾季田地区)	ブノンベン
10	9月13日	水	ブノンベン(06:10)→シエムレアップ(06:50)/VJ330	現地調査(トンレサープ湖周辺減水期田・浮稲地区)	シエムリアップ
11	9月14日	木	シエムレアップ(15:50)→ブノンベン(16:30)/VJ371	現地調査(同上)	ブノンベン
12	9月15日	金		08:00 帰国研修員との面談 09:00 公開技術セミナー 15:00 JICA事務所報告 16:00 日本大使館報告 19:00 団長主催レセプション	ブノンベン
13	9月16日	土	ブノンベン(10:50)→バンコク(11:55)/TG697		バンコク
14	9月17日	日	バンコク(10:50)→東京(14:00)/TG640		

第2編 アジアモンスーン地域の灌漑・水管理の現状と課題

2-1 自然環境

アジアモンスーン地域は、地質学的にユーラシア大陸、インド亜大陸と太平洋プレートとの3つの地質学的営力の影響下にある。漂移するインド大陸がユーラシア大陸に衝突してヒマラヤ山系の隆起を引起こすとともに、チベット高原東部を中心として放射状のひびわれを発生させ、それが揚子江、珠江、紅河（ヴェトナム）、メコン（ラオス、タイ、カンボディア、ヴェトナム）、チャオプラヤー（タイ）、サルウィーン、イラワディ（ミャンマー）、ブラーマプトラなどの大河の原形を形成した。

これらの大河川の河口部には巨大なデルタが発達している。山地と火山島以外のところは、平原ないしは台地であり、一般には花崗岩質の酸性岩の母材から成り立っているために土壤の肥沃度は低い。南中国、インドシナ3国、タイ、ミャンマーの主要部はこういう地形区に入る。

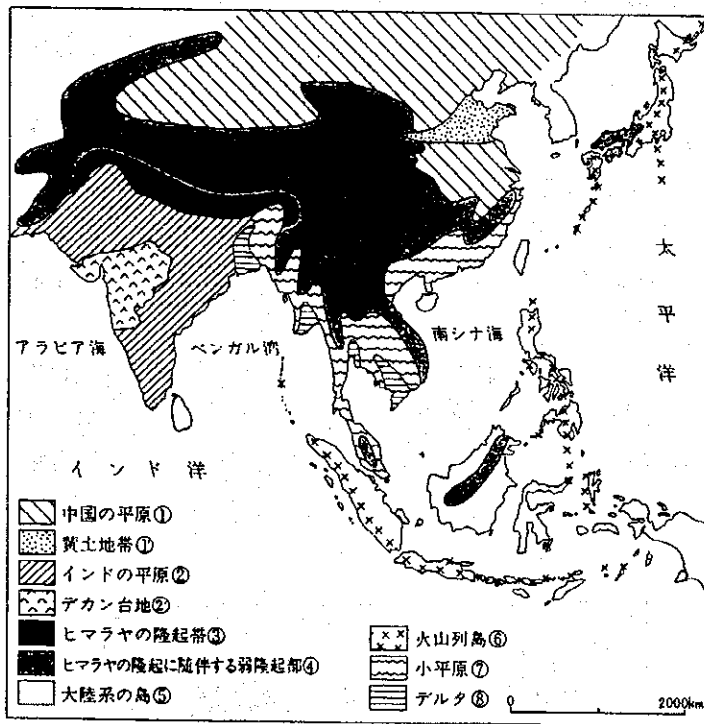


図 2-1-1 アジアの地形、地質、土壌 [出典：小学館，稲のアジア史，P.36]

気候は、アジアモンスーン（Asian monsoon、季節風）の影響下での半年の雨期と半年の乾期を持つ明瞭な季節の移り変わりと豊かな水の特徴としている。アジアモンスーンは、ユーラシア大陸と周りの海洋の間の季節的な温度差により生じる大気循環系、水循環系である。このモンスーン気候の成立は、ユーラシア大陸とインド亜大陸との衝突によるチベット・ヒマラヤ山塊の形成と密接に関係しており、チベット高原がある程度の高さとなった 10Ma（1,000 万年前）頃とされている。チベッ

ト高原がある程度の高さになることは、夏の大陸上の大気加熱を強化するとともに、地形の効果により冬のシベリア付近の寒気団を強め、冬のモンスーンを強化するからである。東アジアの夏の雨期を特徴づける梅雨前線の形成も、チベット高原の存在が重要な働きをしている。

アジアモンスーンは気象学的に見れば、海で蒸発した水蒸気を陸に集め、そして雨となって降らせることにより、その駆動のエネルギーを維持しているひとつのシステムである。モンスーンは雨をもたらし、同時に雨がそのモンスーンを維持している。モンスーンアジアには雨期と乾期が厳然とあり、その年々の変動は、時に干ばつや洪水をこの地域にもたらし、人々を苦しめる。しかし、季節的に必ずやってくる雨は、水資源としての管理を可能にし、集約的な水田農業の生態的基盤を人々に与えている。1,000 万年は継続していた気候（暖かい海水域に囲まれた熱帯降雨林気候とモンスーン気候）によって多様な生物相が育まれた森林がシベリアから赤道直下まで延々と連なった風景こそ、人類がこの地域に足を踏み入れた時の原風景であった。人類のアジアへの居住は、この森林の利用と開拓から始まった。森林を切り開き、畑や稲作の農耕を展開していく過程が、モンスーンアジアでの人類活動の歴史であった。この地域の自然環境の特徴は、モンスーンによる季節性、モンスーンがもたらす豊富な水、そしてグリーンベルトを形成している森林である。アジアの雨量の分布を示したものが図 2-1-2 である。図中に示した多くの数字は、その地点での乾燥月の月数を示している。ここでいう乾燥月とは月間の降雨量が 40mm 以下の月のことである。また、数字を○で囲んだものは冬雨型の降雨分布を持つものである。北半球の冬、すなわち 12~1 月頃にかけて、雨が多量に降るような地域である。

これらの数字の分布をもとに、図 2-1-2 ではアジアを 4 つの地区に分類してある。第 1 は内陸部にひろく広がる乾燥気候区である。6 ヶ月月以上の乾燥月のある地区を乾燥気候区としている。第二は大陸の海岸部から島嶼部に広がる湿潤気候区である。乾燥月の月数が 1 ヶ月以下の地域である。この湿潤気候区はさらに 2 分

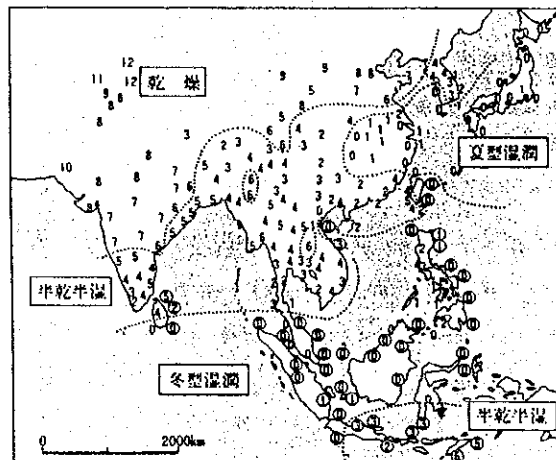


図 2-1-2 アジアの降雨パターン [出典：小学館，稲のアジア史，P.37]

してある。夏雨型地区と冬雨型地区である。梅雨や秋の台風期に雨の多く降る揚子江（長江）流域から日本にかけての範囲が夏雨型地区に入っている。一方、正月を中心により多くの雨の降る島嶼部東南アジアが冬雨型地区である。第4は上に述べた乾燥気候区と湿潤気候区の間広がっている地区である。乾燥月が2～5ヶ月にわたる地区で、ここでは半乾半湿気候区としている。

2-2 農業現況

熱帯・亜熱帯および温帯の湿潤なモンスーン気候下では稲作農耕と焼畑農耕、そして一部の乾燥した地域での畑作農耕がその中心であった。なかでも、この気候に最も適した農耕として、水田を利用した稲作農耕が、この地域の生業となって、現在に至っている（図2-2-1）。

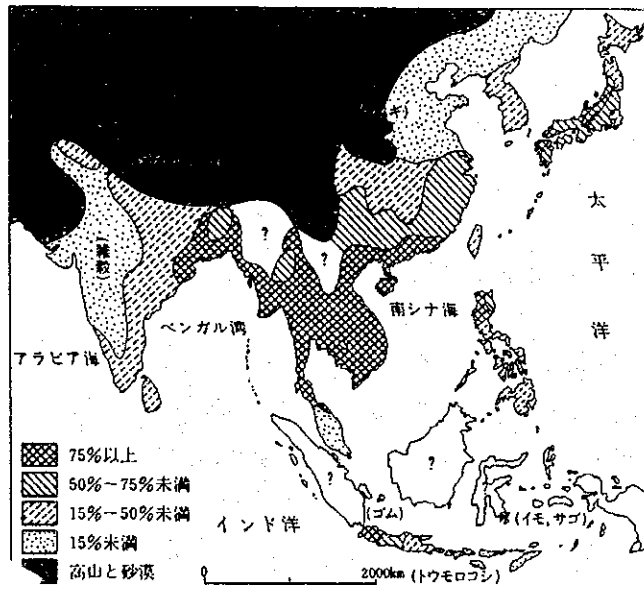


図 2-2-1 全作物に対する稲の作付面積比率の分布

【出典：小学館，稲のアジア史，P.39】

本地域の農業区は気候、地形から少なくとも2つの地域、すなわち大陸部と島嶼部に区分される。大陸部は一般に貧栄養の土壌を持つ平原ないしは台地と山地からなり、半年の雨期、半年の乾期を持つモンスーン気候下にある。島嶼部は、年中湿潤な気候で、肥沃な火山灰土壌を持つ火山島である。大陸部に属する国々はベトナム、ラオス、カンボディア、タイ、ビルマであり、島嶼部はマレーシア、インドネシア、ブルネイ、フィリピンの国々である。

大陸部の農業は陸稲、水稲、雑穀など単年性の穀物の栽培であり、島嶼部の特色は雨期の水稲作に加えて、ゴム、ココナツ、アブラヤシ、サゴヤシ、コーヒー、その他もろもろの木本の果実などの樹木作物や、香辛料、サトウキビなどの商品作の比重が高いことである。各国の主要農産物や特産物は各国がたどった農業発展史、

特に植民地宗主国の経済、農業政策の影響と最近の国際農産物市場の動向などにも強く左右される。例えば、オランダが支配したジャワは種々の木本植物から得られる香辛料、コーヒー、ゴムとサトウキビ、イギリスのマレーはゴム、スペインとアメリカのフィリピンはサトウキビとココナツ、大陸部のメコン、チャオプラヤー、イラワディのデルタは米であった。

2-3 灌漑・水管理現況

(1) 慣行的灌漑システム

アジアの水稲作は、極めて多様な水環境のもとで行われている。稲作地域は山地の中に点在する山間盆地（井堰灌漑）、大きな広がりを持つ平原および台地（天水田）、大河川河口部の巨大デルタ、それにデルタ周辺部から大河川の中流域にかけ広大な面積を占める扇状地群の4生態区に区分される。

1) 井堰灌漑

広い集水域からの安定した流出水を溪流あるいは小河川から取水し、適当な勾配を持つ水田地域に、灌漑水路網を巡らせる、いわゆる溪流分水型重力灌漑組織を持っている。これらの河川は小集団で制御可能で、したがって一般的には、水利は比較的小さな水利共同体組織によって管理される。例えばタイでは北タイ山間盆地のチェンマイがそうであり、ビルマのパガン王朝を支えた灌漑稲作地であるチャウセなど中ビルマ乾燥地域の水利組織が有名である。

2) 天水田

大陸部の平原、台地の典型は東北タイのコラート台地、およびカンボディア平原である。ここは、海岸から遠く離れているために、雨期のモンスーンは比較的弱く、乾期の乾燥は極度に強い。年間降雨量は800~1,200mm程度である。インドのデカン高原や、中部ビルマとともに、気候的に稲作地域としては限界地に近い上に、大きな集水域を持たないため安定的な表流水を欠く。小さな窪地を中心に灌漑水田が拓かれるとそこから同心円状に天水田が広がってゆく。

3) デルタ

東南アジアの大河川の河口部に展開するデルタの規模はいずれも極めて大きい。例えば紅河70万ha、メコン460万ha、チャオプラヤー120万ha、イラワディ310万haであり、世界最大のデルタであるガンジス・ブラーマプトラは900万haにもおよぶ。チャオプラヤーデルタに典型的に見られるように、デルタは数千分の1程度の勾配を持ち、やや古い時代の堆積過程により形成された上部デルタ（古デルタ）と、勾配は約2~3万分の1程度という事実上真平らで、新しい堆積による下流域の下部デルタに区分される。上部デルタは大河川の全流量が集中するところであり洪水常習地である。年々の洪水はその流送土砂を自然堤防に堆積させ、後背湿地との比高は3~5mにおよぶのが普通である。

4) 扇状地群

扇状地群とは、例えばチャオプラヤー水系ではデルタ周縁部からチャオプラヤー川中流域に広がる、山裾の扇状地であり、地形的には扇状地、段丘複合というべき

ところである。この水系の水田面積は全面積の約 330 万 ha のうち約 140 万 ha、すなわち 40% を占め、最も大きな稲作生態区になっている。山間盆地や火山山麓の小扇状地の水文環境との違いは地表水が非常に不安定かつ不足していることである。これは山が浅いことに起因している。山間盆地では水田 1 単位に対してその背後に流域を 15~20 単位ばかり持つのに対して、扇状地群では平均してわずかに 5 単位程度である。扇状地の通弊として地表水の多くは伏流して、灌漑に利用するのが困難である。したがって、地形条件、水利様式としては山間盆地の小扇状地となんらかわることがないにもかかわらず、扇頂部のわずかな水田のみは灌漑されても、扇中央、扇裾部の広大な水田は水不足となり、不安定な生産しか期待できない。

(2) 灌漑整備地区の現況

1) 灌漑事業

灌漑事業はアジアにおける農業発展の根幹をなしている。アジア諸地域における農地の外延的拡大はほぼ限界に至り、代って灌漑による農業生産の安定化および土地生産性の上昇が農業発展の最重要事項となっている。1960 年代以降の多収量品種の導入を中核とする新農業戦略も灌漑を前提とするものである。近年、アジアの一部諸地域では地下水の活用も急速に進展しているが、アジア全体としては、事業により造成された用水路、溜池、揚水施設による地表水の活用が主要な灌漑形態となっている。

アジア諸国においては、大規模な灌漑施設の多くは植民地期および独立後の比較的早い時期に建設されたために、施設の老朽化が進むとともに新農業戦略以降の新たな水需要に有効に対処できなくなっている。そのために、水資源の新たな開発とともに、既存の灌漑プロジェクトにおける水利用効率の向上がアジア諸国の農業発展戦略のなかで緊急な課題となっている。水利用効率を引き下げている主要な原因は、灌漑施設の不備と老朽化、不適切な操作管理、受益農民間における水利組合の未展開あるいは未成熟の 3 要因であると言われている。水利用効率を引き上げるためにアジアの多くの諸国では、灌漑施設の改修・近代化、灌漑行政組織の再編、水利組合の奨励・育成の諸政策を実施しているが、今後解決しなければならない多くの課題をかかえている。

2) 農業水利の実態

一般に日本の灌漑計画では、まず受益地区および面積を確定して、それに見合う必要水量あるいは、水源水量を検討、計算するのが通常であり、計算手法上は、既知が受益面積であり、未知数が水収支計算などにより求まる水源水量と言えることになる。一方アジアでは、元来、土地利用上の水田の概念が明確でなく、水が得られれば水田として利用するが、その他は水田の形態を呈さないことが多い。このため、計画時に受益地区を確定することは、しばしば困難である場合がある。したがって、実態としては可能な限りの水資源開発を行い、この利用可能水量を有効利用して、受益面積が結果として現れることが多い。

アジアの気候は先に述べたように大きく乾期と雨期に 2 分される。その特色とし

て、乾期の渇水量が比較的少ないことが挙げられる。このため、雨期と乾期で水稲作付面積が大きく変動し、乾期作の面積は、雨期作の 1/3~1/4 に減少すると言われている。灌漑の効果の一つとしては、この乾期作の面積をどれだけ拡大できるかにあり、これが直接米の増産につながる事となる。なお、乾期作は水さえ確保されれば日射量が多いため、収量も雨期作に比較して高く、また良質な米が収穫できると言われている。

アジアでは、圃場ごとに稲の生育状態が著しく異なっていることが多い。例えば、隣り合った圃場で稲刈りと田植を同時に行うことが珍しくなく、一つのブロックで一時期に稲の一生を見ることも不可能ではないことがある。このことにより、一筆ごとに水の需要量が異なることが予想され、水管理上非常に困難な状況にある。これらは、それなりに地域の合理性に根ざしたものではあるが用水路上の操作を複雑化する要因となる。また、実態として水の供給者側は、地域により灌漑日程を定め、それに従って稲の栽培を行うように農家を指導しているが、うまく行っていないことが報告されている。

さらに末端の水管理として、水路密度が小さく、その値は 30~40m/ha とされているため、水管理上のネックとなっており、この密度を高める方向に事業は進んでいる。しかし、現実には掛け流しによる田越し灌漑が主流である。田越し灌漑は、まず高位部の水田に用水を流入させ、圃場を通して用水を末端圃場に供給する方法である。末端圃場からの排水は、排水路、河川に流出するが、また反復利用され、用水源とされる場合がある。一方、末端圃場に用水が到達するには、長時間（期間）必要となっている面もある。以上の状況からは、供給の時間的遅れ、供給に対する用水源として利用できる排水路流量の評価などを勘案することが重要となると考えられる。

3) 水管理上の課題

a) 灌漑施設の設計及び建設

灌漑事業が実施された地区では、通常、幹・支線水利施設までは、政府などが設計、建設、管理を行うが、末端施設の建設、管理は農民に任されているのが一般的である。しかしながら、この灌漑システムを2段階で実施する方法では、農民の自己資金で建設される末端施設の整備水準が、末端施設に用水を供給、分水する支線水路段階までの幹線施設の整備水準に、適応していない場合が多い。

近年、国営灌漑事業では、三次水路以下の末端用水路へ確実に用水を供給するよう水路密度 (m/ha) を高める傾向にある。しかし、実態は幅広い幹・支線、末端水路密度の変動は、一次的な灌漑開発から、水管理の必要を認識したより高い基幹施設整備への移行を示しているように見受けられる。一方、末端施設の整備は行政側からの援助は少なく、主に受益農民の手に委ねられている。農民は必要性を承知していても、技術的にも、財政的にも必要な末端水路を建設する力はなく、結局末端施設は、不備のまま放置されている場合が多い。

b) 用水供給計画

用水系の管理に当たっては、一般に、受益地区内での毎年の水稲栽培開始前に用

水供給計画をたて、これに基づいて生育段階に応じた用水の供給を行っている。しかし、末端まで用水が到達せず、用水系末端部で用水不足が経験されている事例が見られる。これは主として用水供給計画の策定と用水操作手法に問題があるものと考えられる。一般に、用水供給計画は、灌漑・農業開発事業の計画に使われた時期別の値をそのまま使用していることが多く、毎年の作期、降雨量の変動などに的確に対応したものとなっていない場合が多い。用水量算定の基礎となる降雨量、水源流量などの気象・水文観測データの収集、分析体制が整っていないこと、土壌別浸透量などの実測値が乏しいこと、毎年の水収支観測がほとんど行われていないことなどのためと指摘される。このため、これらの基礎的データの早急な蓄積と、灌漑期間中の各種条件の変動に対する迅速な対応策、対策の構築などが水管理上重要である。

c) 水管理操作と水管理組織

前述したように東南アジアにおける稲作地域の水管理操作の問題点としては、管理操作に対する投資および人的資源の不足、農民による管理組織の未成熟および水利費徴収の困難性、営農スケジュール、灌漑期間中の諸変動に対応した水管理操作法の未確立などがあげられる。

d) 送水遅れ時間及び流入土砂対策

合理的な水管理を可能にする基幹水利施設計画・設計および用水操作手法並びに水管理の上で問題となるのは、地形勾配が極めて緩やかな低平地での送・配水で、一水路掛かりの受益面積が数万～10万ha、1つの圃場ブロックが400～2,000haにおよぶような中・大規模事業での施設の配置・構造、および長大水路を経て圃場に至るまで長い到達時間を要する場合の（送水の）遅れ時間に対する対応方法である。まず施設の計画・設計に当たっては、以下のような点に留意することが指摘されている。

① 幹線送水路が長大で、かつ途中で水位チェックがない場合、送水量の増減に応じて水路および各分水工での水位が大きく変動し、可能な分水量に影響を与える。このため、幹・支線水路（送水）系の途中には分水位確保のため、十分な水位調節機能を持ったチェックゲートの設置が不可欠である。ここに小分水工などの設計に当たっては、送水路内での水位の時間的な変動をも十分考慮に入れておかなければならない。

② 多くの頭首工、水路拡幅部などで毎年多量の土砂が堆積し、この除去のために多額の予算と人力を要している。このため、土砂吐設置による掃流土砂の流入防止、沈砂池などによる適切な流入土砂排除の方策を講ずることが必要である。

2-4 研修ニーズ（必要とされる灌漑技術）

整備された施設を持続的に保全し、効率的に運用して行くための技術移転は今後の重要な課題である。灌漑施設の計画・設計・施工の段階では、アジア諸国では各種援助により、事業が実施され、ドナー国および先進国のコンサルタントの指導、支援の下に実

施される例が多い。その施設の機能を発揮させるためには、既存施設の維持・管理および操作運用が不可欠であり、自国の技術者が自らの意志で行う必要がある。そして資金および技術の両面でその再生産（持続性）のシステムが不可欠である。このため、この分野の技術移転は概念的講義から、経験的実務的研修を強化する必要があると考えられる。この教材となるものは日本における土地改良区の維持管理システムであり、その組織、役割を実際に現地において体験することがまず必要である。これを基に、水路システムの持続的な維持、運営管理の理論と実践を学ぶことが有効と考えられる。

(参考文献)

小学館：稲のアジア史 1, アジア稲作文化の生態基盤, -技術とエコロジー-
緑資源公団：世界の農地水管理, 気候区別農地水管理の実態と将来方向,
(2000.3)

3 編 ベトナム国における灌漑・水管理の現状と課題

3-1 自然環境

ベトナム国は北緯 6° から 23° の間に位置し、南北の距離は 1,700 km の細長い国であり、その面積は 331,689 km² である。また、平野部の面積は 69,000 km² で、全体の 21% に相当する。更にその 60% は紅河デルタとメコンデルタ地域で占められている。全体として、熱帯モンスーン気候帯に属するが、北部・中部・南部ではかなり気候条件は異なる。北部の年平均気温は 24℃ で、7 月の最高気温は 40℃ 以上に達する一方、冬期 1 月の最低気温は 3~6℃ まで低下する。中部高原地域は海拔 600~1500m の地域で、年平均気温は 22~24℃、最高最低気温は 36~39℃、6~7℃ である。南部は年間の温度差が僅かで、月平均気温はほぼ 25℃ から 29℃ の間で推移する。降水量及び降雨パターンは地形、台風、モンスーンによって影響され、山地では年間 4000~5000mm に達する地域がある一方、中央南東部では 600mm に過ぎないところもある。年平均降水量は北部で 1500~2800mm、南部は 1800~2500mm であり、南東モンスーンによる雨季は一般に 5 月~10 月で、この期間に年間降水量の 80~90% (そのうち 70~80% は 9 月~10 月) が集中する。また中部海岸地域は 7 月~10 月の間にしばしば台風に襲われるが、南北のデルタ地帯では台風の襲来は殆どない。

3-2 社会経済環境

ベトナムの経済は伝統的に農業を基盤としており、農林水産業は雇用の 70%、GDP の 35%、輸出総額の約半分を占める最重要産業である。中でも主要輸出産物である米は、1994 年においては、その主産地のメコンデルタで大規模な洪水被害があったにも係わらず、約 200 万 t の輸出量を維持したほどである。冷凍魚介類の輸出も近年急増しており、米その他とあわせて食料輸出国としての地位を確保し、農林水産物は最大の外貨収入源となっている。しかしながら、近年品質改善の努力が進められてはいるものの、収穫後処理や加工設備の不備、或いは低い品質管理技術のため、輸出価格は国際価格に比べ一般に低く留まっている。

今後農家の所得向上を図るためには、農業関連技術の開発・普及等による農業生産性向上と経営の多角化が必要である。特に生産性向上では、灌漑排水システム等のハード面の整備、維持・管理能力の向上が期待されている。加えて、ポストハーベスト改善の観点からも、合作社廃止後の貯蔵・物流等にかかる機能別組織化が重要であり、農業協同組合設立の検討も必要であろう。また農村開発の観点から農村道路、電化等インフラ整備等により住民生活の向上を図る一方、農村金融サービス等農業振興に係る制度面での改善支援も重要である。

3-3 農業の現況

(1) 農業人口

1992 年の全人口 6,930 万人の内、5,400 万 (78%) は農村地帯に居住している。全国の耕地面積は 693 万 ha であり、農家一戸当たりの耕作面積は北部で 0.2~0.3ha、

南部では 1ha~2ha となっている。農業セクターは労働力の大半を吸収しているが、1 農家当たりの耕地面積が余りにも小さいので、労働力需要がピークに達したときでも、全労働力を吸収できないでいる。農村地域では不完全就業者が多く、余剰労働力は 30%から 40%にもなっている。

(2) 土地利用

国土総面積 3300 万 ha のうち、1800 万 ha (55%) が生産的に使用されており、694ha (21%) は農業に、残余は森林として利用されている。農地のうち 553 万 ha は普通作物に、86 万 ha が樹園地として、残りの 55 万 ha は主として牧草地または養魚池として利用されている。非生産地域は山岳、丘陵地帯であり、まさに裸地で藪すら存在しないところが多い。農用地の開拓も年率 9 万 ha の割合で行われているが、都市近郊の潰れ地の増加 (年率 3 万 ha) のため、その成果に多くを期待しがたい。現在約 410 万 ha の農業用地開発可能地があるといわれているが、農地開発のために巨額の資金を必要とし、FAO の基準による適正農地と考えられるのは 130 万 ha に過ぎないとされている。しかしながら、ベトナムでは耕地の 1/3 しか灌漑されていないので、今後灌漑面積を拡大出来る可能性は大きい。

1993 年 10 月に施工された改正土地法によると、基本的に土地は全人民の所有であり、国家がこれを管理するものとし、一年生作物及び養殖池で 20 年間、森林及び多年生作物用地は 50 年間の土地利用権を、一年生作物用地の場合は 3ha を上限として、団体、家族或いは個人に分配することになっている。実際には利用権の継続、借地、相続、抵当は大幅に認められている。

(3) 自然地域区分と農業地域

ベトナムの農地及び人口分布は地理的に偏っている。北部の红河デルタでは農村人口の 22%を占めているが、13%の耕地のから、全国の 18%に当たる食糧を生産している一方、南部のメコンデルタは 24%という少ない農村人口で、全国の 37%に相当する耕地から、全食料生産の 40%を生産している。殆どの農地開発適地は南部にあるが、ベトナム人口の半分以上は北部に住んでいる。その結果、恒常的な南部の食料過剰と北部の食料不足が存在する。そして、このことは南部から北部への食料移動と、北部から南部への人口移動の圧力となっている。

メコン河デルタの全面積、590 万 ha のうち 390 万 ha(67%)がベトナム内にあり、残りはカンボジアである。デルタは国土面積の 12%を占めているに過ぎないが、前述したように、耕地面積の 37%と農業生産の 40%を占めている。デルタの殆どは平均海拔 5m以下にあり、6 月中旬から 11 月中旬になると河川流量は 4 万 m^3/s に達する。流量は 12 月から 5 月の乾期には 2000 m^3/s に落ち、特に 3~5 月には深刻な水不足になる。メコンデルタの生産性を高めるためには、一部地区に存在する酸性硫酸塩分の洗浄と、塩分から土壌を保護することが必要である。その他、メコンデルタには 6 月から 12 月の広域洪水、広大な湛水地域、3 ヶ月の淡水不足と塩水の侵入等の深刻な環境問題がある。開発については、1987 年のメコン委員会は流域指標計画

で灌漑面積約 30 万 ha に及ぶ 13 のプロジェクトを計画し、年間 150 万トンの米の増産を期待している。

紅河デルタ地区は、面積は 170 万 ha、人口は 1,440 万人と国内でも最も人口密度の高い地域である。水田面積は 60 万 ha で全デルタの 35% に及んでいる。20 億トンに達する月間低流量は 52 万 ha を灌漑するのに十分である。紅河デルタでは河川堤防を溢流する洪水は排水能力の不足から低平地に湛水し、台風による海岸堤防の破壊は海水侵入の原因となり甚大な作物と住宅地帯の被害を起している。最近、洪水対策として Hoa Binh Dam(60 億トン)が完成し、排水ポンプの設置計画が進んでいる。

残りの中央海岸部と高地は総人口の 58%、国土の 89%、農地の 51% (全国水田の 40%) を占める。中央海岸地域では約 63 万 4,000ha の土地が灌漑されており、小規模の灌漑ダム開発によりこの面積を増加することは可能であるが、コスト面の検討が必要であろう。

(4) 農業形態

ベトナムは 1986 年のドイモイ (刷新) 以来、市場経済化を図っており、近年かなりの国営・公営農場で契約法式が取り入れられている。農家・労働者グループは国営・公営農場との契約により、一定期間耕作する土地を受け取り、農場は営農指導や農業資材の供給を有償で行い、農家は生産物の売却先は独自に選択出来ることになっている。また、国営・公営農場は農場内の産物に限らず、周辺の農家が生産した産物を買上げ、加工販売する役割をになうこともある。また、国営・公営農場は工芸輸出作物(コーヒー、茶、ゴム)の生産加工に重要な役割を担っている。

合作社は 1950 年代、北ベトナムの社会主義体制の下で発達し、1960 年代には 4 万以上の合作社が農民の 85% を組織していた。当初合作社の約半数は耕地面積 60ha 以下、農家戸数 100 戸以下の小規模なものであったが、南北統一後、規模拡大による効率化を目指して統合され、1979 年には約 4000 に統合再編された。南ベトナムでも合作社や生産組合の創設が促進され、1980 年には 1500 の合作社と 9000 余の生産組合が作られた。

しかしながら、合作社の規模拡大は土地と農民の結びつきを弱め、生産効率の低下、運営の官僚化を招き、南部では農民の耕作放棄が起きた。政府の合作社拡大の方針は 1985 年まで維持されたが、一方契約システムによる農業生産方式も模索され、1981 年の第 100 号決定により、この契約システムの拡大改善の方針が打ち出された。1988 年の第 10 号政治局議決による経済改革以来、農業活動は急速に個人農家の経営管理に移行した。1992 年段階で、約 2 万 7000 の合作社が農民により設立されたが、多くは新しい合作社の果たすべき役割を見出すことが出来ていない。合作社として、市場情報の提供、技術普及、農業資機材の提供、経営相談など、農家の営農支援のための活動を行っているのは 2000 程度にすぎない。1993 年に発表された新農業政策によると、国営農場の土地利用権、作物、家畜は従業員に譲渡され、国営農場は各農家に対して加工販売のサービスを提供するものとされている。また、合作社は個々の農家の経営発展のための農家への支援サービスに徹するものとし、クレジットは

農家単位に貸し付け、農業資機材供給は生産物と同様自由取り引きになった。

市場経済化政策のもと、個人農家を生産単位とし、農地の個人保有管理を大幅に認める新土地法の制定などにより、これまで農業生産の中心的な役割をになってきた合作社及び国営・公営農場は大きな変革にさらされている。合作社は近代的協同組合への転換を期待されているが、多くは機能を失っているか、旧来の生産目標を達成するための生産管理組織から脱皮できていない。国営・公営農場は農場労働者による生産請け負い生産を進め、その機能を集出荷、収穫後処理、営農指導に置く方針があり、一方政府による農業資機材や融資の優先的割り当ての削減も進められている。国営企業は流通加工や輸出入の分野で依然として大きな役割をになっているが、独立採算を求められ、外資との合弁事業も模索されている。

ベトナム農村の経営規模は一般に極めて小さく、特に北部紅河デルタ地帯では、1戸当たり平均の面積は0.3haにすぎない。このような地帯では労働集約的な生産が営まれ、一部の好条件の土地では水稲栽培で5t/ha以上の生産性をあげている。一方、メコンデルタ地帯においても広範に広がる土地条件の悪い農地、或いは陸稲を主とする山岳地帯では1t/ha未満のところが多く、狭小な農地面積や自然災害と相まって農民の生活は生存線レベルである。市場経済化にともない、都市周辺では換金性の高い野菜、果樹、畜産物などの生鮮農産物、高地山岳部では冷涼な気候や自然草地などの地域特性を生かした工芸・園芸作物や畜産などの発展が期待されるが、市場の未発達や輸送インフラの不備、技術開発普及体制の不備、投入資機材や資金の不足等が障害となっている。

(5) 自然地域区分別の土地の分類

ベトナムの耕地の約半分は肥沃な新しい沖積土よりなりその生産性の制限因子は灌漑用水である。主要デルタの端で見られる沖積土は灰色で風化したものが少なく、肥沃度は低いが、すべて作付けされている。低地の問題土壌は塩分または酸性土壌である。前者の殆どは中程度の塩分であり、農業に利用可能である。約60%の酸性硫酸塩土壌も酸性は弱く利用可能である。しかし、メコンデルタに存在する約81万6000haの強酸性土壌は利用不可能である。畑地帯に於いては水分保持力の少ない赤褐色の山岳土壌が主として畑作物の栽培に利用されているが、この土壌は侵食を受けやすいので注意を要する。

紅河デルタに於いては水の供給量は制限要因でなく、排水や洪水調節が問題である。一方メコンデルタでは排水や洪水調節も問題であるが、乾季における水資源の供給量が主要制限要因である。このことは海水の逆流を防ぎ、舟運の便のためにも極めて重要である。

(6) 農業生産作物

ベトナムは本質的に米作を基本とする農業をベースとする国である。食用穀物のうち、特に米はベトナム農業の主要産物である。総農業生産粗価値の50%は穀物生産で、その85%を米で占めている。食用穀物生産量は1988年において1950万tに

達し、そのうち米は 1700 万 t であった。他の食用作物ではトウモロコシ、甘藷、キヤッサバ、ジャガイモ、野菜等が主要なものである。ゴムは最も重要な工芸作物であり、茶、コーヒー、ココヤシ、サトウキビなども重要な作物である。主要農産物の生産は南北の両デルタ地帯に偏在しており、魚介類の生産も南部沿岸地帯が主である。輸送流通インフラの不備もあり、中部や北部の山岳地帯は食料不足地帯のなっている。デルタ地帯においても治水、灌漑設備の老朽化や不備による洪水や干ばつ被害、特に北部における低温被害、また中部沿岸における台風被害などの影響を受けやすい。

稲の生産は 1976 年から 1991 年までの間に、作付け面積で 1.2 倍、単位収量で 1.4 倍に増加している。ベトナムにおいても 1970 年代初頭に IR 系の高収量品種が導入されたが、計画経済下の諸条件により増収には限界があり、1976~1981 の間の総食料生産量は年間 1,500 万トンを超えることはなかった。1980 年代後半から大幅な食糧の増産に成功し、政府が目標にしていた国民 1 人あたり 330~350kg の食料生産をほぼ達成した現在、ベトナムは表面的には自給自足型農業生産の時代から米・水産物の食料輸出国としての地位を固めつつあるように見える。しかしながら、食料生産の大部分は米であり、単位収量も中国やインドネシアに比べると大幅に低い。地域的にも食料生産の中心は南北のデルタ地帯に偏在しており、気象条件に大きく左右される不安定な生産状況にある。

(7) 今後の課題

ベトナムの農林水産業は、国の基幹産業であり国民の食料、外貨獲得源或いは雇用の吸収源として大きな役割りを担っている。現在の農林水産業の方向性としては、市場経済の導入による生産インセンティブを促進し、食糧の自給と輸出の拡大を追求する方針が採られ、国家レベルではかなりの成果をあげている。しかしながら、増産の一方に於いては、地域格差、非効率的な生産加工流通、不安定な生産、過剰な農業人口、貧困農民の存在な歪みが是正されず、拡大すらしていく恐れがある。優先課題としてはこれらの歪みを可能な限り緩和し、均衡のとれた発展を目指すために次の事項が考えられる。

- ①適正な政策や事業計画を策定実行するための機構体制の整備、人材の育成、確度の高い情報システムの整備。
- ②農業生産性の安定に寄与するための治水、灌漑或いは農地改良事業の促進。
- ③運輸を含めた市場や流通のためのインフラの整備。
- ④地域の条件や特性に合わせた資源や土地利用計画の策定と生産物の開発導入及び多様化。
- ⑤上記のための試験教育研究機関及び技術普及体制の整備強化及び施設整備と人材育成。
- ⑥農業共済制度、農業金融制度、近代的な協同組合活動の促進。
- ⑦農産漁村社会環境の整備のための教育、保健などの社会インフラの整備。
- ⑧農産加工業の発展のための加工品質管理基準の検討策定。

3-4 灌漑・水管理現況

(1) 灌漑開発と現状

1) 主な灌漑方法

ベトナムは熱帯モンスーン地域に属するが南北に長く、北部の冬は北東の風で寒い。南部は低湿で暑く、中部の高原は過ごしやすい気候である。ベトナム北部には古く BC1,000 年頃紅河デルタではすでに稲作が行われていたという。ベトナムの雨期には 1 年を通じて作物を生産（二毛作、三毛作）するのに十分な降雨があり、これを貯水して乾期の灌漑に利用することが必要とされる。農地は 7.3 百万 ha あり、その内の 82% が稲作地である。主要産地は北部の紅河デルタ（Red river delta）と南部のメコンデルタ（MeKong river delta）である（図 3-4-1）。大中規模の 75 地区の灌漑システムと多数の小規模システムにより灌漑されており、年間約 5 百万 ha の水田が灌漑されている。水田の灌漑率は 80% 以上である。

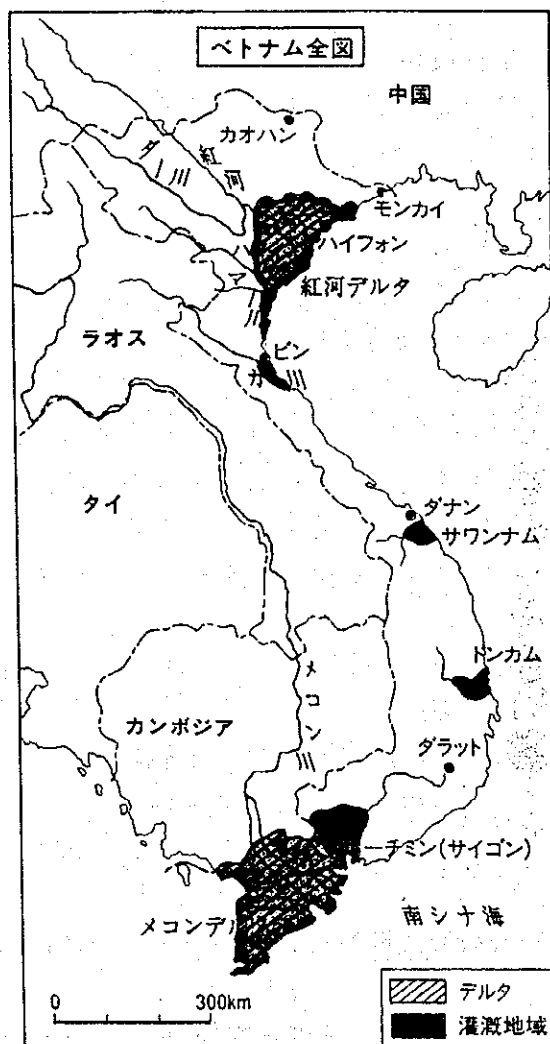


図 3-4-1 ベトナム全図

2) 各農業地域での灌漑状況

本調査では、紅河デルタとメコンデルタの灌漑状況を現地調査した。

a) ドン、ホワイ灌漑地区（紅河デルタ、ハノイ北西部ハッタイ（Hatay） 県）

①地区の概要

ハノイ郊外のドン、ホワイ灌漑地区を調査した。現在本地区は、DAN・HOAI灌漑用水管理会社により運用管理されている。運用開始は1962年であり、供用後約40年が経過している。灌漑面積9,200ha、排水面積15,600haである。本地域は紅河に隣接した堤防に囲まれた輪中地帯である。以前は天水田であった。水源は紅河からのポンプ取水（ポンプ5台）であり、幹線水路は23.5km、支線水路は200kmに及ぶ。幹線水路の約15km、支線水路の120kmはコンクリートライニング水路であり、その他は土水路である。水路の損失水量は蒸発、浸透を含めて15~40mm/24 hoursである。また、地区内には18ヶ所のポンプ場（用水、排水、用排兼用）があり120台のポンプが稼動している。排水の50%（面積比）は重力である。

農地は水田が主である。米は二期作であり、生産性は11.0ton/year（2Crops）である。この他にコーン、大豆、野菜などの換金作物を作っており、その収量は2.5ton/yearである。市場はハノイである。農産物の生産性はインドシナ地域においては高い収量を示している。

②管理組織

本地区を管理しているのは、県（Hatay Province）の会社（DAN・HOAI Hydraulic Engineering Exploit Company）である。職員は218名であり、実務は29名の技術者（ME、2名）と150名の操作技能者（Operator）が当たっている。組織内には、技術部門、計画部門、会計部門、総務部門の4部門がある。管理は地区を5個に分割し、地区の責任者の下、技術者、技能者、操作人が担当する。

③水管理の状況

会社では二次水路の分水口（offtake）までを維持管理している。送水量は最大で11.0m³/secである。毎週水曜日に配水管理委員会を開き、会社内では毎週土曜日に担当者の打合せ会議を行う。普通期は取水工のポンプ場は4日送水3日停止であり、日中にポンプを稼動させる。しらかき期（20~45日程度）は昼夜送水する。配水は7日ごとのローテーション（輪番灌漑）灌漑であり、給水量は50mm/day、1回に5日間灌漑する。分水口の操作は時間、水位と総量である。水利費は100%徴収している。水利費は米換算で、①第3次水路末端まで全域かんがいの場合550kg/ha, year、②第3次水路への分水口まで配水の場合（分水口以降は農民の責任）225kg/ha, year、畑作物（cash crops）では①の30%である。水管理では先進優良地区であり、農業農村開発省のパイロット地区となっている。

④施設の状況および水管理上の課題

1974年に供用を開始してから約36年間を経過しており、主要施設の老朽化が顕著である。特に取水源のポンプ場は建設当時の機械をそのまま使用している状況である。ポンプ（低揚程）はルーマニア製であり、制御盤などは我が国では使用不可能

なものを利用している。このため、揚水効率も低く電力量の浪費につながっているものと考えられる。用水は紅河からの取水であるが紅河の河川水は特に雨期は高濃度の浮遊砂を含んでいるため、河川からポンプ場までの導水路の滞積土砂の除去に管理を要している。浚渫船により土砂を浚渫し、その量は年間 15,000m³に達する。幹線および二次水路では、土水路侵食防止、土砂除去、植生の管理などを人力で行っている。特に水路の侵食が激しい個所では、水路のコンクリートライニングの改修工事を実施している。水資源としては、紅河の河川水は豊富であり、渇水の経験は現在はない。維持管理費に占める各支出割合は、揚水灌漑のためポンプ電力量が 45%と大半を占めている。その他は減価償却費、施設の維持補修費などである。

b) メコンデルタ

i) 水資源計画研究所南部支所

本地域（ヴェトナム南部メコンデルタ）の灌漑排水については、農業農村開発省の水資源計画研究所南部支所（Sub-Institute for a Water Resources Planning）が計画を担当している。計画は先進諸外国およびメコン河委員会など 40 余りの機関から援助協力を受けている。本地域でも、ポンプ（小規模）が重要な灌漑排水施設であり、乾期には揚水し逆に雨期では三次水路から二次水路への排水に利用されている。水路網は、フランス時代に大規模に整備された。幹線水路までは自然流下であるが、二次水路以下は小規模ポンプにより揚水する。雨期と乾期の河川水位の変動が著しいため、自然流下方式ではなくポンプ揚水である。また、本地区では乾燥条件で酸性を呈するこの地域の土壌では、灌漑用水の補給が不可欠である。特に本地域における水管理上の問題は以下の通りである。

- ①洪水防御
- ②塩基性（酸性）土壌、水質問題
- ③塩水（海水）遡上
- ④他の分野間での水資源の配分問題

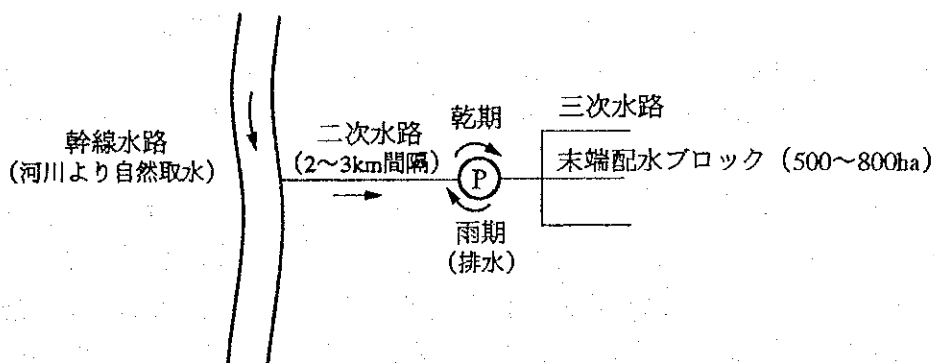
灌漑水路での維持管理の問題としては、1) 土砂滞積、2) 浸食ヶ所の改修（補修）がある。また、排水管理のためのモデル開発も重要であり、現在二次元流のモデルを開発中である。

ii) メコンデルタドンタップ県の灌漑システム

ヴェトナム国メコンデルタのドンタップ県の人民委員会において、灌漑排水システムの管理状況を聞き取った。本地域の水田標高は 0.5m~1.5m であり、雨期や洪水期には 2~3m の湛水深となる。洪水期は 8~9 月が中心であるが、今年（2,000 年）は洪水のピークが早まり 7~8 月に平年の洪水ピークが発現した。通常は 7 月末~8 月初が洪水の始まりであり、10 月末までの 4~5 月が洪水期である。洪水防御は堤防（dike system）やポンプが主体である。調査した 2,000 年 9 月上旬時点の現地では、道路および住居周辺の高台以外はすべて湛水下にあった。地区内の水田の 70%は灌漑排水施設が整備されている。30%は天水田であり水田は二期作である。灌漑排水ともポンプによっており、国营会社（State company）管理から農民所有の小型ポン

プまで大小である。

灌漑はメコン河などの主要河川から幹線水路、二次水路へ自然落差により用水を取水し、二次水路と三次水路の接続点においてポンプ揚水する。三次水路から圃場水路内には農民所有のポンプにて各圃場へ用水を取水する。この揚水ポンプは雨期には三次水路から二次水路へ排水するための排水ポンプとしても利用されている。



メコンデルタの灌漑排水路システム

本県ではポンプの数は540ヶ所に上り、国の管理下が32ヶ所、灌漑区(district public company)150ヶ所、その他が農民所有である。幹線水路の水管理は国、二次水路は県となっている。水不足は幹線水路から離れた所で乾期に発生することがある。

iii) メコンデルタアンジアン県

本地区もドンタップ県と同様なポンプを利用した灌漑システムが発達している。地形はメコンデルタの中州であり、9地区(灌漑排水区)のブロックがあり、5地区がカンボディア国境と接している。メコン河からの主要幹線水路が13ヶ所、二次水路が215ヶ所、三次水路が20,000ヶ所程度、その他圃場内水路があり水路密度は十分である。南部の方は農民が圃場内のゲート进行操作する潮汐灌漑がある。ポンプの管理は、ポンプ場は40ヶ所が国営会社(State company)管理、200ヶ所が農民の協同管理、1,000ヶ所がディーゼルによる農民所有の管理となっている。ポンプは中国製と日本製である。本地区の北部は洪水防御が重要であり、水路の浚渫と堤防の補強が管理上必要である。南部については湛水(洪水)が少ないため水管理の課題としてはポンプ能力の低下(老朽化)、技術者の人材不足などである。

(2) 水源

中央山岳地帯では年間降雨量は2,500~3,000mmに達するが、それ以外のところでは平均1,500~2,000mmで、その80%は夏の4~5月間に降る。雨期のピークは南西モンスーンのピークと一致し、北部では7~9月の3ヶ月間、南部では6~10月の5ヶ月間続く。北部は台風に襲われ300mm/24hoursを超す降雨により洪水にしばしば見舞われる。中央高地の雨は北東モンスーンによりもたらされ、年間降雨量の72%は9~12月に、残部は残りの期間に均等に分布している。水資源は、各々の流域面

積が 3,000km²、を越す 15 の主要河川により供給されている。主要河川の中で最大のものはメコン河で、その全流域は 79 万 5,000km²、ヴィエトナム内の流域面積は 7 万 2,300km²、続いて紅河で全流域面積は 14 万 3,000km²、ヴィエトナム国内では 6 万 960km²である。

ヴェトナムの河川はすべて降雨を水源としているので、主要河川の流出率は、Giang 川を除いて、40～50%であり降雨の一部は植生によりカットされ、一部は深部へ浸透し、さらにその一部は地下水を涵養する。年間流出量は比較的安定しているが、すべての河川は、4,200km のメコン河においてすら、降雨の季節変化を反映して大きく季節変化する。年間総流出量の 20～30%はピーク量の月、通常 8～11 月に発生する。年間総流出量の 0.5～3.0%に当たる最少流量は最少降雨時と一致する。通常 3～4 月の時期である。このような河川流量の大差は洪水の原因となり、乾期には低水位と水不足の原因となる。乾期の灌漑に際しては水位が地表より低いため通常ポンプによる揚水が必要となる。水位は平均海水位より低下するので、海水が河川に逆流し、メコン河においては 50km 以上におよび、乾期における作物栽培に被害を与える。地下水資源は地表水に較べて量的には極めて少ない。灌漑用水源は 600 ヶ所の大規模の貯水池、取水工および揚水機場である。

(3) 灌漑事業

ヴェトナムの灌漑システムの開発は、中央政府と地方政府の間で分けて実施されて来た。ダム、幹線水路、主要水理構造物、主要ポンプ場は一般に農業農村開発省で計画、予算化される。受益面積が 150ha 以上が国営事業となる現在の事業は、貯水池（フィルダム）の建設が盛んである。中央政府が整備した 75 地区の主要灌漑システムは全国の約 60%の灌漑面積を占めている。施設の管理はすべて県（Province）が行う。これ以下の二次のポンプ場、二次灌漑システム（支線）は県または会社により開発管理される（Irrigation Management Company）。さらに、圃場レベルの三次水路などは、農民の負担（補助金有り）により整備され、維持管理される。

政府の灌漑事業の目標として、2010 年までに水田灌漑可能な新規灌漑地区を 110 万 ha 整備して、700 万 ha に引き上げ、畑、商品作物灌漑可能地を 150 万 ha（新規灌漑 60 万 ha）に引き上げることを掲げている。また、排水事業として、洪水の防除、塩水逆上の防止を目標にしている。

農業農村開発省からの聞き取りでは、灌漑が水資源量の 80%を占めており、また損失水量が大きいことが指摘され、既存システムの灌漑効率の向上、改善も政策として重要視している。

(4) 農業（灌漑）技術者の育成状況

大学卒業後の研究、教育は大学院、国立の科学研究機関などで行われる。学位は全国（64 校）の大学で取得でき、農業、水資源および灌漑開発に関連する大学は、ハノイ水資源大学（Hanoi Water Resources University-HWRU）、ハノイ農業大学（Hanoi Agricultural University）とカントー農業大学（Canto Agricultural University）の 3 校で

ある。カレッジ (College) では、技能者や実務技術者を養成し全国に 100 校以上存在する。技能者および労働者は特別な学校で養成される。

大学の中では、ハノイ水資源大学が灌漑技術者の養成では主要な位置にある。農業農村開発省および県灌漑部門の技術者の大半は、本大学出身であると言われている。創立は 1959 年であり、約 40 年の歴史がある。特に水資源、灌漑排水分野で発展して来ている。50 名の博士、100 名の修士、1,200 名の技術者 (学士) が卒業し、年間 5,000 名の学生が存籍している。ホーチミン市に第 2 キャンパスを持っている。教育は水資源に関連するすべての分野を網羅しており水工学 (Hydraulic Engineering)、発電工学 (Hydro-Power)、灌漑排水・土地改良学 (Irrigation, Drainage and Land Reclamation)、水文環境学 (Hydrology-Environmental Engineering)、水資源経済学 (Water Resources Economics) などの分野がある。学科 (Faculty) は 8 つあり、灌漑分野は灌漑排水学科を有する。本学科では、主に灌漑排水システムの計画、設計、管理のための技術者を養成している。専攻 (Department) は 5 つあり、1) Irrigation and Drainage、2) Land Reclamation、3) Geodesy、4) Hydraulics、5) Pumping stations である。教育スタッフは 10 名の教授、助教授と 17 名の博士、修士である。なお、水理 (利) 構造物の構造設計および施工については、水理構造学科 (Faculty of Hydraulic Constructions) が担当している。

(5) 灌漑の普及と研究

ヴェトナムではデルタ地帯を中心にポンプによる灌漑排水施設の整備率が高く、その普及はインドシナ国の中では最も発展している。これを背景に稲は乾期作、雨期作が行われ、収量も高水準にある。米は世界第 2 位の輸出国である。

灌漑技術の研究は大学および農業農村開発省の附属機関の研究所などで実施されている。この中でヴェトナム水資源研究所 (Vietnam Institute of Water Resource Research) は、1959 年に創立され、現在は 41 ある国立研究機関の 1 つである。14 の技術専門部門と 6 の試験室を有している。4 名の教授、助教授、28 名の博士、15 名の修士が在籍している。灌漑分野では、灌漑排水、土地改良、土地保全、用水供給、環境保全および灌漑システムの管理などの研究分野がある。研究所概要書では幅広い分野の研究が行われており、水理模型実験などが盛んである。しかし、実験施設の老朽化が近年著しい。この様に研究機関も大学同様歴史が長い。

(6) 灌漑技術レベル

1) 灌漑技術の範囲とその対象施設

ヴェトナムにおいては、デルタ地帯を中心に乾期作に対する灌漑と雨期作に対する排水の整備により、インドシナ諸国の中では、多毛作を実施し高い生産性を維持している。本国における灌漑効率は約 65% 程度であると言われている。したがって、灌漑と排水システムの両者の運営管理技術が重要となり、特にポンプ場の維持、運転管理技術が重要であると考えられる。水路は開水路が主体である。

2) 灌漑技術者の技術レベル

灌漑技術者に対する国内における大学教育（学士）も充実しており、現地調査地区における実管理の実態についても技術レベルは高いと考えられる。しかし、管理対象施設自体の老朽化が著しく、資金面も含めてその更新、改修のための技術が重要である。すなわち、灌漑施設の再生産を可能とする持続的灌漑排水技術が重要となる。

3) 灌漑技術者の育成状況

大学卒業後の教育としては、ハノイ水資源大学の修士課程や国立水資源研究所における育成（Post graduation）がある。水資源大学の修士課題（2年）では、外国語、情報科学、開水路の水理、灌漑排水システム改善、先進的灌漑技術などが教育されている。また、中国、ロシア、西欧（フランス、ドイツ）、日本などへの海外留学も盛んであり、水資源研究所の研究員の50%は留学経験がある。

3-5 研修ニーズ（必要とされる灌漑技師）

(1) 灌漑技術（研修）の内容

政府は、市場経済を導入することにより農業生産のインセンティブを促進し、食糧の自給と輸出の拡大を追求する方針である。今回の「かんがい水路システム運営管理コース」ニーズ調査に於いても、調査団は先ず農業農村開発省、水資源大学、水資源研究所の代表との会議に臨んだが、いずれの代表も意欲的に灌漑技術者の人材養成に取り組んでおり、今回の筑波センターの新規水管理コースは、時宜を得た有益な研修であると高く評価し、大歓迎するとの見解であった。

ベトナムは灌漑事業はかなり普及しているが、未だに灌漑・排水兼用水路方式を取っているなど、技術的にも、また施設の老朽化の点でも多くの問題を抱えている。更に灌漑農業においても市場経済の導入に伴い、かつての合作社方式は解体され、個人経営制度に移行する途上にあり、水管理システムに混乱が生じている。従って、灌漑技術関連の研修については、今後も筑波センターで引き続き実施される基礎的灌漑技術をベースとする「かんがいコース」に加えて、農民参加と水管理技術の向上に焦点を当てた新規の「農民参加型水管理コース」が極めて効果的と思われる。

(2) 研修対象者

研修対象者は政府関係部局及び関連の研究機関その他で、現在灌漑事業の計画及び実施に携わっており、将来も参加型水管理の普及活動に貢献することを予定されるスタッフ

(3) 研修コース・カリキュラム作成上の留意事項

カリキュラムについては、先ず研修各項目（一般水理、流量配分施設及び操作、水管理技術、作付計画に基づく水管理、ポンプの維持管理、農民主体の水利組合組織、農民参加型維持管理、灌漑施設維持管理費の徴収、参加型計画手法、等）についての講義・実験等によりかんがい排水の理論及び水理的知識の向上を図り、次いで研修旅行・実習等により日本の土地改良事業の発展経緯、農民による施設及び水管

理の実状に関する理解を深める。その上で、これらの知識及び理解を踏まえ、問題解決手法により、自国での水管理改善計画案を作成することにより、研修者の資質の向上を期待するものである。

第4編 カンボディア国における灌漑・水管理の現状と課題

4-1 自然環境

カンボディア国は北緯 10 度から 15 度の間に位置し、その東部国境をベトナム、北部をタイとラオスに接し、南部はタイ湾に面している。国土面積は 181,035 k m²で、中央平原、丘陵、台地、周辺山岳部に大別され、メコン及びトンレサップの 2 つの川の流域に広がる広大な平野部が中心である。平野西部には大きなトンレサップ湖を擁している。気候は乾季と雨季がはっきりと分かれた熱帯モンスーン気候である。5 月中旬から 11 月の雨期には南西モンスーンがしばしば激しい雨をもたらし、12 月から 4 月は北東モンスーンの影響により乾期となる。年平均降雨量は南部で約 1,000mm、北部では 1,600mm で、雨期は北部から始まり南部に移動していく。6 月から 7 月には 10~15 日間の連続した晴天日があるが、不規則なため農業に影響を及ぼしている。プノンペンの年間平均気温は 27.4℃で、一番暑い 4 月が 29.4℃、一番涼しい 12 月が 25.6℃、また年間降雨日数は 120 日、年間降雨量は 1,400mm である。カンボディアの気候の特徴としては①スコール性の降雨が多く、地域的・時期的に降雨量は大きく異なり、一定しない、②年間の月平均気温の振幅は小さい(4~5℃)が、1 日のうちの気温差は大きく、乾期には 10℃以上になることがある、③湿度は年間を通してかなり高く、常に 60~90%の範囲にある。④平均風速は 2 m/秒前後であり、台風等による被害は殆ど受けない。

カンボディアの風土の他に類を見ない特性は、メコン河により運ばれてくる水量が国土全体の年間降雨量より多いことである。つまり、毎年国内降水量を遥かに上回るメコン河川流量を下流のメコンデルタに流れ出る前に、中央平原部とトンレサープ湖で一旦受け止めているのである。トンレサープ湖とメコン河とを結ぶトンレサープ川はメコン河が増水する 7 月頃から 9~10 月頃までトンレサープ湖に逆流し、その後、流れの向きが変わり、トンレサープ湖からメコン河に流れ始める。1 2 月頃まではトンレサープ湖の水位も高く、メコン河に流れ込む水量も非常に多い。4 月にはメコン河もトンレサープ川も年間で最も水位の低い時期を迎える。トンレサープ湖の水面積は水位の最も低い乾期末には約 3,000 k m²であるが、雨期末には 3 倍以上に拡大し、10,000 k m²を超える。

4-2 社会経済環境

カンボディア国経済は、1970 年以來の戦乱に引き続き、1975 年から 4 年足らず続いたポルポト政権時代の際に、社会基盤施設、生産システム及び社会サービスの大半が荒廃状態となった。次いでベトナムに擁立された人民革命党が政権を取ったが、国際的には孤立し、国際機関の開発援助の対象外となった。この中において、人民革命党政権は社会主義経済政策を採用して、経済再建に取り組んだ。80 年代半ばには軍事情勢も落ち着き、国家機構も整備され、80 年代後半にはいるとベトナム、ラオスと同様に経済自由化・開放政策が徐々に進められていった。その後、1980 年代末に起きたソ連・東欧諸国の民主化及び経済自由化の影響を受けて、これら諸国と

の貿易が殆ど途絶え、援助額もまた大幅に減少したため、カンボディアは深刻な資金・物資不足に陥った。一方、80年代末から90年にかけての時期は、カンボディア和平の実現に向けて、大きな進展が見られた。91年10月にはパリ和平協定が調印され、93年には総選挙が行われ、FUNCINPECと人民党による連立政権が成立した。こうした過程を経て、カンボディアはようやく国際社会に広く承認され、国際機関・欧米諸国・日本による積極的な援助もあり、経済的にも目覚ましい復興を遂げた。しかしながら、カンボディアは、依然として国民一人当たりのGDPは約300US\$（1996年）を低迷し、世界で最も低い水準にある。

農林部門は労働人口の80.6%を吸収し、GDPの45.2%をしめる主要な部門である。またゴムと木材の輸出は、92年までカンボディアの純輸出の7割前後を占めており、国家再生の重要な収入源であった。農家1世帯当たりの月平均収入はおよそ130,000リエルと都市部に比較して低く、農村世帯の約90%は貧困ライン以下である。

4-3 農業現況

(1) 農業人口

カンボディアにおいて1962年に実施された唯一の国勢調査をベースに、1996年現在の人口は約10,702、うち農家人口は8,733千人と推計される。年平均人口増加率は2.8%。人口密度は51人/km²である。人口分布は85.4%が農村部、7.7%が都市部であり、その内6.9%がプノンペンに居住している。農業労働力人口は1980年代から1994年まではおよそ300万人±20万人の範囲で一定していたが、1996年には402万7000人と急増した。この農業労働力人口の急激な増加は、80年代前半に生まれたベビーブーム世代が労働力人口として成長し、その多くが農業セクターに吸収されたことが主要因と思われる。

地域的な特徴としては、トンレサープ湖とメコン河及び支流により季節的浸水を受ける中央農業地域に人口が集中していることである。この範囲は国土の37%に過ぎないが、居住人口は全体の約85%にもなる。カンボディア北東部のメコン河東岸は高原地帯であり、非常に人口希薄である。カンボディアは過去20年に亘る内戦の影響で、女性が全体の52.2%、男性47.8%と不均衡となっており、また、全体とし若年層の割合が多くなっている。

(2) 土地利用

カンボディアの土地利用は、人工衛星によるデータに基づいた調査によると、国土面積のうち、水田が14.5%、ゴムプランテーションや果樹を含む畑地が7%、森林その他の樹林地が74.5%、草地・水面その他が4%となっている。更に各地目の農地全対に対する割合では、水田が全農地面積の7割近くを占めている。

(3) 自然地域区分と農業地域

水田地帯は海拔高30m以下の中央平地農業地域に集中しており、次に多いのが自

然堤防上に発達した畑地である。これはクローチェ以南のメコン河、トレンサップ川、バサク川の自然堤防に沿って発達した畑をさし、野菜類、トウモロコシ、緑豆、大豆、サトウキビ、ゴマ、タバコ等の換金作物が、乾期に作られている。これに次ぐのが傾斜地畑として分類される畑で、中央農業水田地域の外側に位置し、直接河川からの浸水を受けない地域で、陸稲、キャッサバ、ジュート、ピーナッツ等が主として雨期に栽培されている。焼き畑は主にラッタナキリの高地森林地帯及びクラヴァン山脈の東側で少数民族によって営まれている。

(4) 農業形態

1950～60年代のカンボディアでは自らの所有地を家族労働によって耕作する自給的な小規模自作農が一般的な農家経営の形態であった。しかしながら、現行の土地所有制度に関する根拠法は、1992年に公布された「土地法」であり、その第1条に「カンボディア国の土地は国家に属する財産であり、国家は全土全てを統一的に統治しなければならない。」とされている。国民に認められている土地に関する権利には、「一時的占有権」と「証書において証明された所有権」があり、一時的占有者は5年間にわたって、所定の条件を満たせば私的な占有権が確立する。農業省が1995年に東部4州で行った標本調査によると、1戸あたりの平均面積は0.84～1.67haとなっている。

ただ、例外的にバッドンボン州においては大規模な農業経営による稲作が発達し、小作制度或いは農業労働者を利用して、輸出向けの米を産出していた。これは本地方が過去にカンボディアとシャム或いはシャムとフランスのとの争いに巻き込まれたため、人口希薄な地域となり、そのため40年代からは土地の払い下げを受けたフランス資本による大規模な稲作農場が始まり、独立後は国営農場として引き継がれた。60年代からはトラクターの普及により、本州の大規模稲作経営が急速に発展したものである。

(5) 自然地域区分別の土地の分類

土地利用地図事務所(LUMO)作成の土壤図によると、メコン川沿いに広がる中央農業地域の主要な土壤タイプは Alluvials 土壤、Cultural Hydromorphics 土壤、Brown Alluvials 土壤、である。これらの土壤はいずれも土壤管理を行えば、高収量が期待できる土壤である。また、河川沿いの農民は、長年にわたる経験から洪水により運ばれた泥土が作物の高収量に貢献していると考え、コルマタージュ農法（洪水泥土を水路を通して耕地に導入する流水客土の1種）を行っている。

(6) 農業生産作物

カンボディア人の主食は米で、摂取カロリーの8割前後を米から得ていると云われる。カンボディア人1人が必要とする米の量は年間で精米にして162kgとされており、世界でも最も米を消費する国民の一つである。かつて米はゴムと並んでカンボディアの第一の輸出品であったが、戦乱のため70～71年を境に米の輸入国に転落し

た。その後、増加しかけた籾米の生産量は、1989 年をピークに再び減少の傾向をたどったが、90 年代の半ばになって、生産力はほぼ国内自給レベルまで回復したと判断されている。しかしながら、米の生産は不安定な天候やメコン河の水位に影響されることが多く、雨期には車両が通行不可能になる地域も少なくないので、国民の食料確保の観点から各地域レベルでの、稲作の生産力の向上が望まれている。

ゴムの栽培は、1920 年代にフランス資本により始まり、独立時の作付面積は 3 万 ha を超えていた。独立後の 60 年代に国営プランテーションが開発されると共に、家族経営によるゴム栽培が奨励されたが、大半のプランテーションではフランス資本の経営が続いていた。しかしながら、1970 年前半の内戦、ポルポト時代、及び人民党政権の成立などの課程を経て、現在では全てのプランテーションは農林水産省ゴム総局の管轄下にある。そのほか、家族経営による家族栽培も、60 年代と同じ規模で行われている。ゴムは米と並んで重要な輸出品であり、80 年代後半はカンボディアの純輸出の 5 割以上を占めていた。ゴムの輸出量と輸出額自体は 80 年以來大きな変動はないが、全輸出に対する割合は、92 年を境に激減した。今後は国営プランテーションの民営化を含む経営の改革、及び家族経営による小規模栽培の一層の普及が計画されている。

(7) 今後の課題

1997 年の世銀の報告書(Cambodia: Progress in Recovery and Reform)によると、1991～96 年の農業分野の GDP の平均成長率は約 2.6%であった。3%の人口増加率を考えれば、一人当たりの農業生産は減少していることになる。特に農産物の大部分を占める稲作の GDP の年度毎の成長率は年毎のぶれが多く、平均すると 0.03%である。農村地帯に国民の 85%が住み、そのうち 39%が貧困層と推定され、農村人口の 82.5%が農林水産業に従事し、GDP の約半分を産出している事実からすれば憂慮すべき事態である。都市と農村の格差も大きく、その差は拡大する傾向にある。カンボディア政府と世銀/IMF が台意した 1997～99 年の(Policy Framework Paper)によると、農業分野の中期主要目的は：

- ①米の生産拡大と作物の多角化を通じ食糧安全保障を向上すること。
- ②商業作物生産の奨励と農外活動を通じ農家世帯の所得向上機会を増加すること。
- ③輸出志向型の農産物加工業の発達を通じ経済発展と外貨獲得に対し農業分野の貢献度を強化することとなっている。

そして、これらの目的を達成するために、今後 3 年間で以下の主要政策を実行することになっている。

- ① 農村インフラの整備（農村 市場間道路、住民参加と維持管理費用の完全回収が可能となる灌漑施設と水供給の整備を含む）
- ② 高収量品種と化学肥料を普及し機械化を通じて生産様式の集約化を行い、生産性を向上させること
- ③農村組織の強化・再編・調査と普及活動の向上、民営化を視野に入れたゴムのラ

ンテーション事業のヒハビリと合理化

④財政的に健全で持続的な方法による農村金融の活動の拡大と民間の土地取引きの保証の基礎となる土地法改定と実施細則法を承認し、透明な土地市場を創作すること

また、以上の政策に基づき、個別の開発プロジェクトの実施もさることながら、その前提となる農林水産省のデータ収集・分析能力を始めとする行政・技術能力の向上を図るのが急務である。

4-4 灌漑・水管理現況

(1) 灌漑開発と現状

1) 主な灌漑方法

かつてカンボディアは米の輸出国であったが、1960年代末期から1970年代初期にかけての集団農場化および内戦（1970～1991年）により、食料を輸入するようになった。1979年以来、カンボディア政府は、食料の安全保障のために、米の増産を政策の柱としている。1995年度には米の自給は達成されたものの、灌漑施設が制限された天水に頼った農業であるため、つゞ依然生産は不安定なままである。さらに今後、年率2.4%の人口増加率に見合う増産を確保しなくてはならない状況にあると言われている。米の栽培形態は表4-4-1に示す通りである。

米の栽培形態	作付面積 (ha)	生産性 (t/ha)	比率 (%)
Early-duration	240,500		13
Medium-duration	644,200		34
Late-duration	708,400		37
Deep water	108,500		6
Upland	35,000		2
Wet season total	1,736,600	1.2	92
Dry season total	155,000	2.5	8
合計	1,891,600	1.3	100

表 4-4-1 米の栽培形態別作付面積と生産性

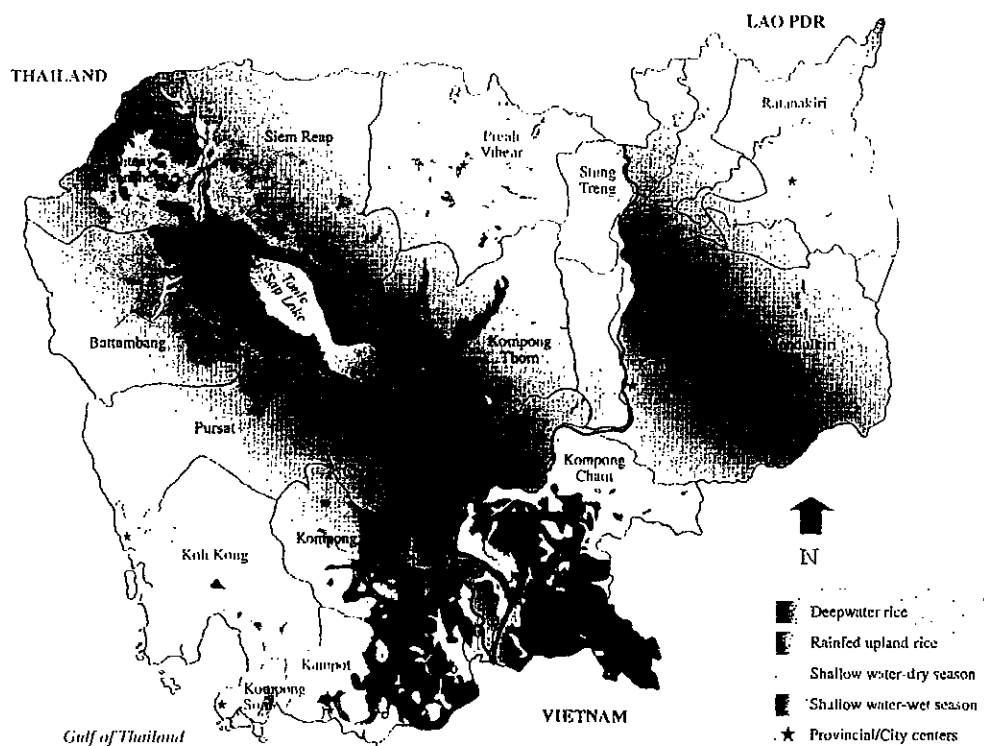
[出典：Bulletin of Agricultural Statistics 1993]

また、カンボディア低地の水田耕作形態は表 4-4-2 に示す通りである。

水田耕作形態	水田面積 比率 (%)	平均収量 (t/ha)	灌漑方式
天水稲作	73.1	1.6	雨水取込み (一部緊急ポンプ利用)
雨期補給灌漑稲作	11	3.0	重力、伝統的揚水具および 動力ポンプによる灌漑
Deep water rice 浮稲作	4	1.2 (0~5)	雨期洪水利用
乾期灌漑稲作	11.9	3.0 (一部 5.0 も)	動力、伝統的揚水具および 動力ポンプによる灌漑

表 4-4-2 主要水田耕作形態

米の生産地は、メコン河とその支流のトンレサップ湖周辺の低地に広がっている（図 4-4-1）。



4-4-1 カンボジアの主要稲栽培地

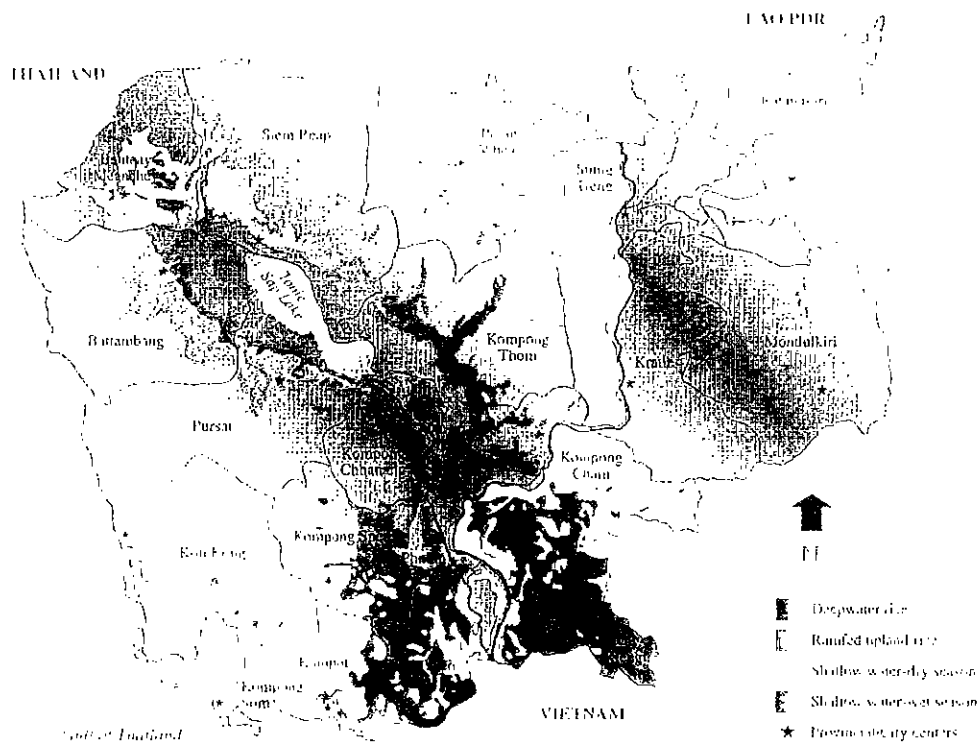
[出典：IRRI, RICE PRODUCTION IN CAMBODIA 1997]

また、カンボジアの低地の水田耕作形態は表 4-4-2 に示す通りである。

水田耕作形態	水田面積 比率 (%)	平均収量 (t/ha)	灌漑方式
天水稲作	73.1	1.6	雨水取込み (一部緊急ホシツ利用)
雨期補給灌漑稲作	11	3.0	重力、伝統的揚水具および 動力ホシツによる灌漑
Deep water rice 浮稲作	4	1.2 (0~5)	雨期洪水利用
乾期灌漑稲作	11.9	3.0 (一部 5.0 も)	動力、伝統的揚水具および 動力ホシツによる灌漑

表 4-4-2 主要水田耕作形態

米の生産地は、メコン河とその支流のトンレサップ湖周辺の低地に広がっている(図 4-4-1)。



4-4-1 カンボジアの主要稲栽培地

[出典：IRRI, RICE PRODUCTION IN CAMBODIA 1997]

水利用形態から米の耕作形態（Rice ecosystem）は下記の4つに区分される。

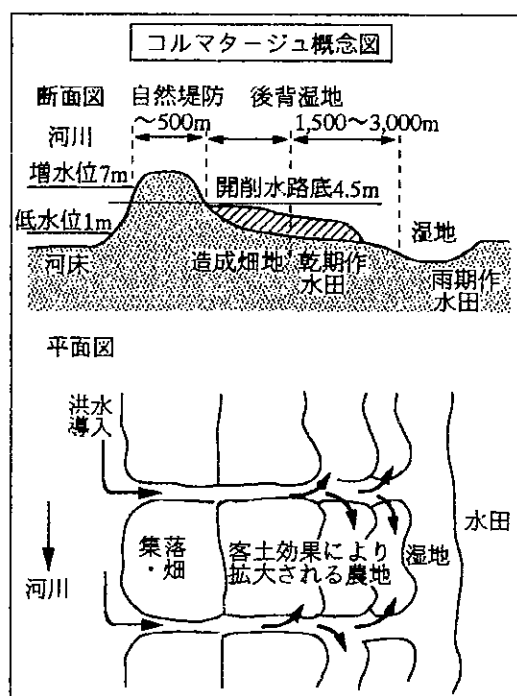
- ①低地天水田稲（Rainfed lowland rice）
- ②浮稲（Deep water rice）
- ③灌漑稲（Irrigated rice, Recession rice (Supplementary)）
- ④陸稲（Upland rice）

カンボディアでは、稲の生育期には、降雨が不規則であり、水管理は低平地の地形条件から困難であり、地域に応じた自然環境に順応した多様な耕作形態が取られてきた。灌漑率は1990年以前は10%以下であったが、これ以降平均で年1.8%増加し現在では補給的灌漑が22%に達している。灌漑の形態は水路による重力灌漑ではなく、ポンプによる小規模灌漑が主体である。1995年時点の調査では、農民の10%以上が灌漑用ポンプを所有しており、その型式は遠心力ポンプ、軸流ポンプ、プロペラ式ポンプなどである。また、多くの農民が慣行式の手動ポンプも所有している。以上のように、カンボディアにおいては灌漑施設自体、整備途上にあり、またその主体は小規模なポンプ灌漑である。

2) 各農業地域での灌漑状況

a) コルマタージュ農法

コルマタージュはカンボディア南部でほぼ200年来行われてきた流水客土農法のフランス語呼びである。メコン河やバサック河の自然堤防（高さ8~9m）を上から約半分の深さまで開削して、洪水を効率的に平野部へ導くためのプレク（Prek）と呼ばれる水路を堤防に直角に設け、後背湿地へ洪水の濁水を導入し、沈殿させて農地を造成する工法である。下にバサック河カオケー（Kaoh Khel）付近のプレクに沿った地形断面を示す。



首都プノンペンに近いメコン河の堤防沿いのこの地域は首都プノンペンの食糧供給基地として重要な役割を担っており、近年は換金作物となる農産物の多様化が図られている。しかしながら、過去 20 数年におよぶ内戦のために放置された結果、コルマタージュ灌漑施設の損傷、老朽化が著しく、受益農民による施設の運営、維持管理が形骸化しており、十分な農業生産が出来ない状況にあった。このような状況のもと、カンダール州のメコン河とバサック河に囲まれた地域のコルマタージュ農業改修事業をパイロット事業として位置付け、平成 11 年より我が国の無償援助協力により「カンダール州メコン河沿岸灌漑施設改善計画」が実施されている。メコン河とバサック河の水位上昇に伴い、両河川に挟まれた地域内にコルマタージュ水路を介して河川水が流入し、湛水が始まる。湛水状況は水路群の状況や地形条件によって異なるが、プロジェクト対象地域であるカンダール州キーンスパイ郡内では湛水深 0.3~1.0m、湛水期間 1~3 ヶ月（8~10 月）程度である。コルマタージュ水路周辺では湛水状況に応じた農業が行われており、概ね次のように分類される。

①高位部（国道 1 号線沿いの非湛水部）：

畑作物（トウモロコシ、サトウキビ、緑豆、野菜など）

果樹（バナナ、マンゴーなど）

②中位部（水路沿いの湛水条件の緩い圃場）：

非湛水期／畑作物（トウモロコシ、トマト、緑豆など）

湛水期／雨期稲

③低位部（水路末端付近の湛水条件の厳しい圃場）：

減水期稲

本プロジェクトは、カンダール州キーンスパイ郡内に位置する 4 地区（Prek pol, Prek Yourn, Prek Chery および Koki Thom）の取水施設および用水路などのコルマタージュ灌漑施設の改修を行うと共に、受益農民による施設の管理体制を確立することにより、地域の安定した食糧確保や農家の生活水準の向上を図ることを目的としている。本プロジェクトのハードコンポーネントは更に灌漑施設改修と維持管理用資機材供与に分けられる。一方、ソフトコンポーネントは、将来において灌漑施設の運営、維持管理を行う水利組合の組織化を支援することにある。事業効果としては、下記事項が期待されている。灌漑施設改善により既存農地への安定的な泥水供給と水保全が可能となり、既存農地 1,862ha における作付面積が現況 1,995ha（作付率 107%）から改修後 2,122ha（作付率 114%）まで向上する。更に、コルマタージュ水路、水路背後の湿地帯、ため池および小河川内における漁獲量の増加が見込まれる。コルマタージュ水路始点に可搬式ポンプを設置し乾期にメコン河から水路内に揚水することにより、新たに 550ha の農地が灌漑可能となる。

b) 西バライ（West Barray）貯水池灌漑システム

本灌漑システムは 12 世紀に最盛期を迎えたアンコール王朝により、アンコールワットなどの石造建造物と共に築かれた幅 2km、長さ 8km の人造湖および水路システムを活用し、現在も供用されている貯水池、水路による重力灌漑システムである。

東の貯水池については堆積により現在は完全に干陸化している。西バライ貯水池についても東側の 1/3 は堆積が進み干陸化している。

現在、本灌漑システムはシェムリアップ州の水資源気象部が管理している。

本地区はシェムリアップ湖の北岸に位置し、上流部は非湛水域であり雨期作を行い、下流部の湛水域では補給灌漑による減水期稲作の二期作を行っている。農民は、それぞれ雨期作と乾期作の両方の土地を有している。受益面積は 10,300ha であり、雨期灌漑面積 8,000ha、乾期灌漑面積 4,000ha、両者が 1,000ha である。水利費は乾期に灌漑する水田のみから徴収している。用水は農民の要望が、コミュニンリーダーからコミュニティリーダーに伝達され、用水配分が行われる。用水管理組織として農民 48 の水利組合、6 つのコミュニン（灌漑区）が構成されており、コミュニンのリーダーは州から選出される。

本灌漑システムでは ILO プロジェクト（オランダ技術者）により、1992～1998 年までリハビリティプロジェクトが実施され、現在も水資源気象省から 2 名の技術者が出向し、水利組合の育成のためのフォローアップに当たっている。プロジェクトは水路、ゲート、サイフォンなどの改修と水利組合の育成を目的とし、水利権の徴収による改修費の確保と改修に伴う雇用の確保をねらいとしている。水利費は 15,000 リエル/ha、year である。この様に灌漑システムが整備されている地域では、末端の整備と二次水路以下の施設の持続的利用を可能とする水利組織の設立と運営が重要である。

(2) 水源

水源はメコン河主流および支流の河川水（洪水時湛水）が主体であるが、この利用率は総水資源量の 1% 以下であると言われている。慣行的には水資源の有効利用を図る上で農地や小さなため池に洪水時に多くの水を貯水し、洪水減水期に排水を遅らせていた。これが乾期稲作に利用される。メコン河委員会などにより、水資源開発のポテンシャル調査が過去に行われ、トンレサップ流域における灌漑開発には大きなポテンシャルが残っているとされている。

(3) 灌漑事業

カンボディア政府は、第二次計画（1998～2003 年）において農業開発の目標を明確にしている。それは、「食糧の安定確保と天然資源の保全」である。農業部門の主眼は、2003 年予想人口 1,317 万 3 千人への食糧確保に置かれている。政府はかかる目標の達成に向けた農業開発政策を打ち出しており、この政策では、灌漑・水資源開発につき以下の点に重点が置かれている。

① 灌漑発展政策の継続

② 全面的灌漑の実施面積の 16% から 20% への拡大

一方、メコン委員会事務局が 1993 年から 1994 年に 24 の州・特別市のうち、14 州・市の灌漑システムの設置状況調査（表 4-4-3）を行った。この調査によれば、現在 841 の灌漑システムにより、雨期には 172,727ha、乾期には 103,656ha の灌漑が行われている（なお、10ha 未満の灌漑システムはこの数字には含まれていない）。報告によ

れば、合計 841 のシステムのうち、フル稼働しているのは 176 (21%) に過ぎず、また、115 (14%) は全く利用されておらず、上記の現行総面積での対象システムからは除外されている。雨期の耕作のみに使用されているのは 304 (42%)、乾期のみと全部または一部に二期作がなされているのは、それぞれ、296 (41%) と 126 (17%) である。既存灌漑システムの再整備 (リハビリ) 後の灌漑面積は、雨期が 419,344ha、乾期が 187,020ha で、それぞれ、143% と 80% の拡大となる。事業としては、当面休止あるいは機能が低下している既存施設の改修が投資効果が大きいものと考えられる。

システム数	灌漑面積 (ha)			
	現面積		潜在面積	
	雨期	乾期	雨期	乾期
841	172,727	103,656	419,656	187,020

表 4-4-3 カンボディア国の灌漑システム数と灌漑面積

また、灌漑部門の現在の課題としては以下の事項が指摘されている。

- ① 灌漑排水施設の機能低下：現在の灌漑排水施設は、内戦によって維持管理が不十分であったことから、機能低下が生じている。適時に十分な用水補給が行えず、耕作地の組織的な作付や灌漑面積の増加を制限するものとなっており、生産性向上には、機能低下している灌漑施設の改修が緊急の課題となっている。
- ② 困難な水資源管理：降雨、河川流などの水資源は豊富であるとはいえ、季節また年ごとに変動し、低地に広がる水田は、雨期の湛水や乾期の渇水により、大きな被害を受けている。農地の多くは天水農地であり、貯水池や水管理施設の不足により、灌漑用水の供給を受けることができない。非灌漑地域では、洪水の貯留、洪水被害の軽減、あるいは灌漑用水供給のための水資源開発が緊急の課題となっている。
- ③ 農民組織の不足：灌漑施設の管理が十分でないため、適切な水管理による灌漑農地の拡大が制限されている。灌漑施設の維持管理のため、農民の組織化が試みられてはいるが、技術的・財政的支援が必要である。
- ④ 不十分な技術力：財政、技術支援の不足により、灌漑プロジェクトの進展が阻害されている。ポル・ポト政権時代に造られた現在の灌漑施設は、貧弱で破損しやすい計画・設計になっている。こうした施設の修復には、政府職員の計画・設計に関する技術水準を向上させる必要がある。

(4) 灌漑の普及と研究

カンボディアにとって、食料安全保障のための農業開発を推進するに当たり、灌漑は最も重要な部門である。現在は可耕地の僅か 22% しか灌漑施設が整備されていない。また、国内の水資源ポテンシャルの 1% しか利用されておらず、その 80% 以上

は、利用されていない。灌漑の普及自体、本国においてはこれからであるが、水資源気象省（MOWRAM）は既存の施設の改修と大規模な開発事業による灌漑能力の向上を図る事業を優先的課題としている。特に既存施設の改修が主体となると考えられる。また、近年 MOWRAM は持続的な灌漑システムの政策（Policy for Sustainable Irrigation Systems）を検討しており、農民グループ自らが政府の関係部局からの技術的支援を受けながら、自己負担により灌漑施設の操作、管理を行う（Self-financing operation and maintenance）施策を予定している。今後はこの面に関する実証的研究の展開が必要になると考えられる。

（5）灌漑技術レベル

1）灌漑技術の範囲とその対象施設

灌漑施設としては、貯水池、用排水路、小規模ポンプなどが対象となる。技術としては既存の施設の改修、補修および機能回復が施策上、最も早期に効果が発生するものと考えられる。

2）灌漑技術者の技術レベル

行政組織自体が形成されてまもないため、技術者の技術レベルは途上にあると考えられる。

3）灌漑技術者の育成状況

本国においては、灌漑システムの建設と維持管理は水資源気象省灌漑排水局が担当している。その灌漑技術者は主に、プノンペン工科大学農村開発学部の卒業である。しかし、政情が安定してまもない国情から技術者の実務経験は十分とは言えない。国連の要請を受け、ILO が灌漑施設の修復に関する調査をし、技術スタッフレベルへの研修コースの必要性を指摘した。このトレーニングは、特に現地材料や労働力に注目しており、灌漑開発には技術、環境、社会経済の観点が重要であるとしている。この内容の中で、灌漑施設の改修面では下記の点を盛り込んでいる。

- ① 必要分水量の評価
- ② 水源からの合理的な取水量
- ③ 既存水源貯水池容量の計量
- ④ 既存施設の設計点検
- ⑤ 受益地計画の概略設計
- ⑥ 土及びコンクリート構造物の改修

4-5 研修ニーズ（必要とされる灌漑技師）

（1）灌漑技術（研修）の内容

カンボディア政府は長い間の戦乱から立ち上がるため、農業分野の主要政策の一環として、農業生産性の向上、農村金融活動の拡大と共に、灌漑施設の改善等の農村インフラの整備や農村組織の強化・再編を推進しようとしている。この間日本政府も、農業分野を重点援助の項目に揚げ、現在、専門家派遣及び研修員受け入れ等を通じ水資源気象省及び農林水産省の組織・制度の強化と人材育成に努める一方、農

業開発調査も実施している。

今回の研修ニーズ調査団は政府から歓迎され、調査団主催のセミナーには水資源気象省の次官が出席し、討論に参加した。またシエムリアップ地区及びカンダール州のメコン河沿岸灌漑施設の現地視察を行った。また、Ex-Trainers との意見交換も実施したが、調査団としてはカンボディアの再建はゼロからの再出発に近いので、先ず、政府担当部局のデータ収集・分析能力を始めとする行政・技術能力の向上を図るのが急務であると感じた。従って、灌漑技術関連の研修については、今後も筑波センターで引き続き実施される基礎的灌漑技術をベースとする「かんがいコース」への参加はもちろん必要であるが、逼迫した国の財政状態を考えると、組織化された農民の参加と水管理技術の向上に焦点を当てた、新規の「参加型水管理コース」が極めて効果的であると思われる。

(2) 研修対象者

研修対象者は政府関係部局及び関連の研究機関その他で、現在灌漑事業の計画及び実施に携わっており、将来も参加型水管理の普及活動に貢献することを予定されるスタッフ。

(3) 研修コース・カリキュラム作成上の留意事項

カリキュラムについては、先ず研修各項目（一般水理、流量配分施設及び操作、水管理技術、作付計画に基づく水管理、ポンプの維持管理、農民主体の水利組合組織、農民参加型維持管理、灌漑施設維持管理費の徴収、参加型計画手法、等）についての講義・実験等によりかんがい排水の理論及び水理的知識の向上を図り、次いで研修旅行・実習等により日本の土地改良事業の発展経緯、農民による施設及び水管理の実状に関する理解を深める。その上で、これらの知識及び理解を踏まえ、問題解決手法により、自国での水管理改善計画案を作成することにより、研修者の資質の向上を期待するものである。