

ラオス国

木材産業

FAOのコンサルタントによるレポート (TCP/LAO/2353) によれば、1993年現在でラオスには伐採会社が25、製材工場98 (うち7工場は国有、29は県有、26は私企業、残りは公私ジョイントベンチャー)、フローリング及びパケット工場が8、合板工場1、家具工場12が稼働中となっている。また、製材工場のうち約半数は年間生産能力4,000 m³未満であり、8,000 m³/年以上の生産能力を持つ工場は全体の2割に満たないとしている。しかしながら、生産能力の総計は約50万 m³と原料供給量をはかるには上回っていることから、ラオス政府は、稼働率が低く、旧態依然の設備の、極めて非効率な製材工場の廃止 (存続目標工場数75) 並びに国営工場の民営化の方針を打出しているが、その進展状況は明らかでない。

ラオス政府は、外国資本の導入による伐採から加工にいたる総合的な林産業ジョイントベンチャーを奨励している。現在までに、ラオスに進出している外資系企業は表2-4のとおりである。

表2-4 外資系企業一覧表

タイプ	企業名	国籍	取扱量/年 (m ³)	契約期間 (年)
総合型	Bing Lao	台湾	10,000	10
"	Cheng chang	中国	8,000	10
"	Yunnan	中国	8,000	10
"	Changlinh	台湾	12,000	10
"	ACE Plywood SBN	マレーシア	50,000	20
"	Lao Timber	マレーシア	?	50
工場型	Leung Fat Hong	ホンコン	合板工場	15
"	First May	タイ	製材工場	10
"	Lao Challenger	台湾		10

資料：1995年2月ドナー会議での森林局提出資料

合板工場については、開発公社とLeung Fat Hong社とジョイントベンチャーでもう1工場建設する計画がある。現存工場の年間原木消費能力は約50,000m³であり、年間合板生産量は24,000m³である。生産量の約半分が主として中国に輸出されていると考えられている。国内の合板市場は独占状態にあり、生産会社はタイでの販売価格（輸出税3%、タイでの輸入税12ドル/m³、輸送費等が油輸出価格に上乘せされる）と同価格で国内でも販売している。

木材需給、木材貿易

ラオスにおける近年の木材（丸太）生産量は表2-5のとおりである。1992年度に生産量が急減したのは、公式な割当量を大幅に上回る伐採量とそれに伴う丸太輸出量の増大を憂慮したラオス政府が、伐採禁止令を急遽発令したためである。1993年度に再び丸太生産量が516,000m³とふえているのは、水力発電ダム予定地での大規模な森林伐採が原因（約75%）である。1994年度については550,000m³を伐採許可総量としている。ちなみに、NFAPでは年間伐採許容量を約280,000m³と推定しており、ラオス政府としてもダム建設や道路建設に伴う森林伐採を除く部分については280,000m³という目安に近づけようとしている。

1994年、違法伐採と丸太密輸の取締りを強化するという名目で、ラオス政府はそれまで県政府に委任していた伐採業者への年間伐採量割当業務を、すべて中央で行なうこととし、また、北部、中部、南部^(注)の3地域に一つづつ開発公社を設立し、伐採割当はその3公社のみに与えることとした（政令第16号）。すなわち、それまで県政府から割当を受けていた伐採業者や木材企業は、すべて地域の開発公社から業務を受注し、もしくは丸太を購入しなければならなくなった。伐採された丸太は、通常第2工場で刻印、等級付け等が行なわれるが、これには必ず林業局職員が立合うこととなった。以上の措置は、違法伐採及び取引をコントロールする観点から採られたものであるが、結果的には3公社の権限を強大なものにしており、その影響を危ぶむ声もあるという。なお、開発公社は林業のみに特化しているわけではなく、開発に伴う種々の事業を幅広く手がけている。その内部実態については明らかでない。近隣のタイ、ベトナム、中国では、すでに森林資源が量・質ともに貧弱になっており、国内需要を賄うことができない状態にある。このため、ラオスの森林に対する伐採圧力が増大していることも違法伐採の背景にある。

公式な統計数字は無いが、世銀のレポートでは、自家消費用として用材100,000m³、また、燃料用として枝条や小径木も含め約400万m³がラオス国内で消費されていると推定している。

注) 北部：フォニサリ、ルアンナムタ、ウドムサイ、ルアンプラバン、ホアパン、サイニャボリ、特別区

中部：ビエンチャン特別市、シェンカン、ビエンチャン、ポリカムサイ、カムワン

南部：サバナケット、サラワン、セコン、チャンパサック、アタプー

表 2 - 5 林産物生産量の推移

品 目 (単位)	1991	1992	1993	1994
丸 太 (千 m ³)	301	218	516	595
製 材 (千 m ³)	110	246	271	
合 板 (千枚)	347	304	1,508	1,800

資料 : C.P.C. Basic Statistics

近年木、木材及び木製品の輸出量は表 2 - 6 のとおりである。良質の木材、木製品はほとんどが輸出に向けられており、大きな外貨収入源となっている。道路等の国内インフラが未整備であることも国内市場を狭隘なものにしている。輸出先はイ、ベトナム（さらにヴィン港から日本、台湾等へ輸出）、中国が主である。

表 2 - 6 林産物輸出量の推移

	丸 太		製 材		合 板
	量 (千 m ³)	額 (千ドル)	量 (千 m ³)	額 (千ドル)	額 (千ドル)
1985	14	4,122	8	871	143
1989	26	5,749	94	12,657	137
1990	39	3,465	100	17,027	247
1991	23	3,003	286	32,796	175
1992	34	9,596	121	27,285	61
1993	32	7,582	130	31,239	73

森林・林業政策

行政組織

ラオスの森林・林業に関する行政組織は、農林省 (Ministry of Agriculture and Forestry) の下部組織である林野局 (Department of Forestry) が統括をしている。ラオス林野局の組織は過去に何度か改組が行われてきたようであるが、一番最近の組織改組は1994年8月27日に行われており、これ以降、そのときの組織構成で現在に至っている。

前回の改組で大きく変わった点は、局長直属であったユニットを幾つかにまとめて、関連する部 (Division) の管理下に置いたこと、林業高等専門学校を林業大学校に改組すること (実際は林業大学校は1996年4月に開校)、部を統括する2つの次長席を設けたこと等である。幾

表 3 - 1 ラオスの海外からの森林・林業分野に係る主要な援助一覧

(1995年3月末現在実施中のものまたは実施予定のもの)

	プロジェクト名	期間	援助国、機関	総額(千US\$)	有償/無償	プロジェクト地域	プロジェクトの目的等
二 国 間 援 助	ラオススウェーデン林業プログラム(フェーズⅢ)	1991～ 1995	スウェーデン (SIDA)	16,051	無償	全国	・焼畑、森林資源現況把握 ・焼畑対策の手法の開発、分析 ・不法伐採、不正木材輸出の防止等
	ラオススウェーデン林業プログラム(フェーズⅣ)	1995～ 1999	スウェーデン (SIDA)	16,047	無償	全国	・同上
	ドンドック林業専門学校の昇格化	1994～ 1996	ドイツ (GTZ)	4,375	無償	ビエンチャン市 (ドンドック)	・ドンドック林業専門学校を大学にするために必要な機材等の準備等
	ナムグムダム集水域上流部流域管理計画	1995～ 1997	ドイツ (GTZ)	835	無償	シェンクワン州 ベク、ポウコウ郡	・ナムグムダム集水域上流部のモデル的な地区での流域管理計画の策定
	特用林産物の持続的利用	1995～ 2000	オランダ/ IUCN	2,039	無償	ウドムサイ州、 サバナケット州、 サラバン州	・特用林産物の調査研究、資源調査市場調査等
	生物多様性保全	1995～ 2000	オランダ/ IUCN	1,046	無償	サラバン州、 チャンバサク州	・生物多様性保全林の調査、管理計画の策定等
国 際 機 関 援 助	再造林強化プログラム	1994～ 1996	FAO	1,046	無償	全国(オム、アーク、 ミャム、ベナム)	・再造林の実施方法等の開発等
	ベンゾイン生産手法の確立及び市場調査	1995～ 1996	FAO	82	無償	ルアンプラバン州 ウドムサイ州	・ベンゾインの栽培手法の確立等
	メコン河流域森林資源調査	1993～ 1996	ドイツ (JICA委員会経由)	224	無償	メコン河流域	・メコン河流域の森林の調査、評価 ・ラオスの森林資源評価手法の確立
	ナムグムダム湖集水域の資源管理(フェーズⅡ)	1994～ 1996	カナダ (IDRC経由)	183.5	無償	ビエンチャン及び シェンクワン州	・郡、村レベルの森林資源管理能力の向上等
	ラオスにおけるユーカリ等の持続的生産に関する調査、実施	1992～ 1995	オーストラリア (ACIAR経由)	24	無償	ビエンチャン市 (ナムスアン苗畑)	・ユーカリ及びラオスの早生樹に関する研究。研究用機材の支援等
	産業造林(フェーズⅠ)	1994～ 1998	ADB	14,000	有償 12百万\$ 無償 2百万\$	ビエンチャン、利カサイ、 サバナケット、ビエンチャン 特別区の4州	・産業造林の実行調査 ・8箇所の試験地設定等
	森林管理と保全(フェーズⅠ)	1994～ 1998	WB	20,300	無償 10.6百万\$	全国	・サバナケット州において森林管理計画のモデル作成 ・全国4箇所の保全林の森林管理計画の作成
N G O	コミュニティー林支援	1993～ 1996	CUSO (NGO カナダ)	36	無償	サイニャボリ州、 ビエンチャン州、 ホアバン州、 チャンバサク州	・州、郡、村レベルでのコミュニティー林作りへの支援、調整等
	コミュニティー林造成	1993～ 1996	JVC (NGO 日本)	64	無償	カムワン州の5つの郡	・コミュニティー林の保全、造成等

カンボジア国

カンボジアの森林（天然林）は、北部のダンレック山地、アンナン山脈西側流域および南西部のカルダモン山地（フタバガキ樹種多い）に分布している。

前二者は、概ね下流域が低地熱帯降雨林、上流域が熱帯モンスーン林となっているが、とくにアンナン山脈西側流域の森林は焼畑と戦災による森林の劣化が見られる。

カルダモン山地のタイ湾へ注ぐ流域は山地熱帯降雨林であるが、メコン流域側は熱帯モンスーン林が多い。

中央部の内陸平地の殆どは非森林の農地であるが、トンレッサプ周辺およびメコン河畔には常時ないし季節的な湿地林（カユプテ樹が多い）が分布する。

現在、合法あるいは非合法の伐採事業が、ダンレック山地からタイ側へ、アンナン山脈西側流域からベトナム側へ、木材を搬出している。

ラオス、カンボジアの森林・林業の諸元

		ラオス	カンボジア
天然林	千ha	13,173	12,163
内訳	熱帯降雨林	千ha	1,689
	湿潤落葉林	千ha	3,610
	乾燥落葉林	千ha	6,761
	山岳林	千ha	93
天然林/全土地面積	%	57	69
天然林のうち鬱閉林	千ha	10,418	6,209
人工林	千ha	6	0
天然林のバイオマス*	千t	2,544,111	2,162,861
同上のhaあたり	t/ha	193	178
年森林減少面積 1981---1990	千ha	129	131
年森林収穫面積 1981---1990	千ha	9	3
平均森林収穫密度	m/ha	12	20

出典： "Forest resources assessment 1990", FAO Forestry Paper 112, 1993年刊

注：バイオマス* は森林バイオマスを意味する

補遺一 2 コルマタージュ、トンレサップ堰、 メコンデルタの硫酸酸性土壌について (財)日本農業土木総合研究所 ●コルマタージュ、伝統技術の再評価 真勢 徹

(1)カンボジア低平地帯の水文環境の概要

カンボジアの国土は中央平地、丘陵、台地、周辺山岳部に大別される。国土の4分の3を占める中央平地は海拔 10~30mで、これらはメコン、トンレサップ川及びバサック川の流域である。特筆すべき点は、コンボンチャム地点（首都プノンペンより約90km上流）からメコン川河口までの 432kmの平均勾配が 約30,000分の1であることで、極めて緩勾配である。

また、プノンペンにおいてメコン川は二つに分流し、東側がメコン川本流、西側がバサック川であり、両者の水量の比率はおよそ5:1である。概ね6月にプノンペン地点でメコンの流量が 4,000~7,000m³/sに達すると、トンレサップ川上流の太湖へ逆流するとともに、支流やコルマタージュ水路等を通じてバサック川とメコン川の周辺に広がる後背湿地に氾濫し始める。河川水位は一日数cmで徐々に上昇し氾濫は数ヶ月に及ぶ。

カンボジアの気候は熱帯モンスーン地帯に属し、季節は雨季（5~10月）及び乾季（11月~4月）に区分される。雨季における河川の増水によって上記3川の後背湿地はしばしば氾濫する。

(2)コルマタージュの復旧

1)コルマタージュの機能

コルマタージュは、自然堤防の一部を堀削し、洪水期におけるメコン、バサック両川の水位上昇に応じて、肥沃度に富んだ河川流水をプレック（prek）と呼ばれる人工的に開削された水路によって後背湿地へ導入するものである。

コルマタージュによる洪水時の流水導入はシルト、粘土質の送泥を伴うため、コルマタージュの機能は、送泥による既耕地への養分供給、後背湿地、沼地等への天然の客土効果による農地の拡大、並びに乾季稲作田、畑地への用水供給など多岐にわたる。

乾季における水利用としては、洪水期にコルマタージュ水路内に貯留された水や乾季に本川から水路へポンプ揚水して貯えられた水が利用されている。また、この貯留により乾季の地下水位は本川水位よりも高いため、畑作を6ヶ月間続けることが可能である。

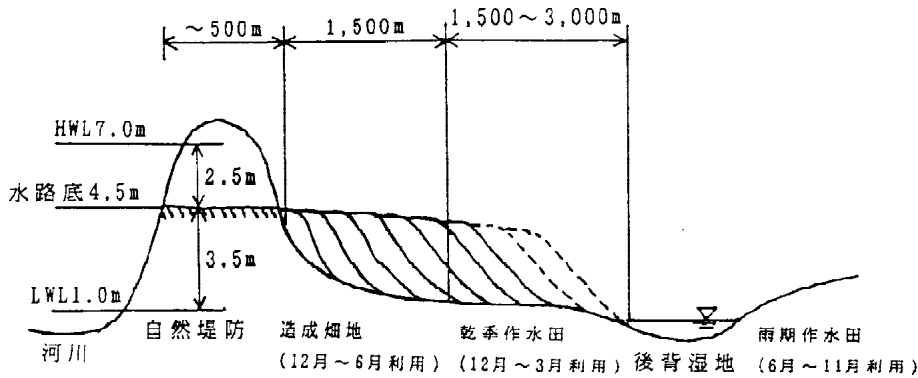
さらに、後背湿地での漁業資源の涵養や、コルマタージュ水路の開削、改修を通じての地域共同体の醸成等、間接的効果も看過しがたい。

コルマタージュ水路による送水、送泥のプロセスは下に示す概念図のようである。バサック川沿いでは、概ね 堤高8~9m、幅500m程度の自然堤防を4.5mの高さでコルマタージュ水路が堀削されている。コルマタージュ水路は河道に対してほぼ直交に開削され、その延長は通常2,000m程度のものが多く、長いものでは3,000mに達するものもある。また、水路断面も様々であるが、およそ 2~3mの深さで開削されてお

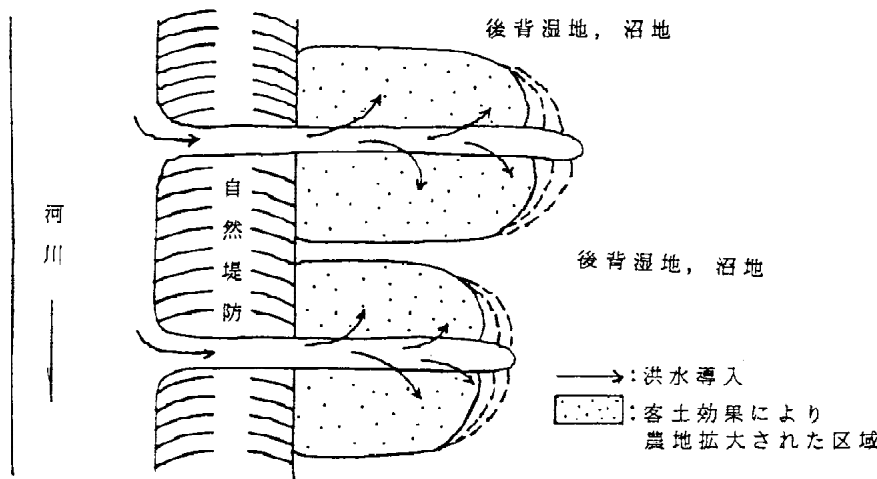
り、水路幅は10m以内のものが多い。

肥沃なシルト、粘土質が後背湿地に氾濫して沈降したあとは、導入された洪水は河川水位の遡減に応じて再び河川に還流される。

メコン、バサック川の洪水期は7月から11月にかけてであり、そのうち河川水位が4~5m以上上昇する3ヶ月程度がコルマターージュによる洪水導入の期間である



コルマターージュ水路側面概念図



コルマターージュ水路平面概念図

2)コルマターージュによる土地利用

コルマターージュにより送泥されたシルト、粘土質の堆積範囲は、大規模なもので水路両側2,000m程度に広がっている。水路延長を2,000mとすれば、客土効果によって畑地あるいは乾季作田として利用可能となった後背湿地は、一水路当たり最大約400haと推定される。

なお、1967年の統計資料によれば、コルマターージュによって造成された農地は17,598haと記録されており、そのうちカンダール州は15,348haであり大半を占めている。

一方、コルマターージュによる現在の受益面積は約23,000haと推定されており、19

93年にカンボジア農林水産省農業水文気象局が行った調査によれば、カンダール州には247本のコルマタージュ水路が確認されている。なお、この調査では自然の小河川もコルマタージュ水路(プレック)の定義に含まれているため、人工的に開削された水路はこの数字よりも少ない。

土地利用の典型例は、自然堤防から1,500m程度までは畑地として利用され、内部の後背湿地に向かっては乾季作水田、さらにコルマタージュによる送泥が到達しない区域では、雨季作水田として利用されているか沼地あるいは後背湿地として残存している。

コルマタージュはプノンペン近郊に多く存在することもあり、野菜、タバコ、い草、トウモロコシ、豆、サトウキビ、イモ類、ジュート等の換金作物を中心とした多様な畑地利用が見られる。

乾季作水田にはIR品種が導入されている。後背湿地に導入される洪水は、メコン、バサック川の水位が低下した後も一部貯留され、乾季作稲等の水源になっている。いわゆる減水期稲もこのような条件のもとで栽培されている。乾季作水田は手動あるいは小型ポンプでかんがいされている場合もある。また、コルマタージュ水路床は苗代としても活用されており、井戸を2m程度開削することによって飲料水として利用している場合も散見される。

3)コルマタージュ管理・補修の実態

コルマタージュにより導入された流水は広大な後背湿地に到達すると急速に流速を失い、シルトが沈澱して肥沃な砂壤土層を形成する。自然堤防から後背湿地に至る遷移部では、減水期稲が作付されている。しかし近年では、農民は稲作よりも収益のよい畑作を望んでおり、今後の送泥、客土効果により、次第に乾季作水田を畑地に転換しようとしている。

農業水文気象局による改修設計済のバサック川右岸のコルマタージュは6ヶ所であるが、いずれも水路底浚い、水路開削のみであり、ゲートの新設、改修は含まれていない。ゲートの設置による流入及び還流の制御は、今後の多様な畑作農業の展開並びに内水面漁業にとっても望ましい整備水準の向上であると考えられる。ゲートの開閉操作により洪水の流入を防ぐことによって、作付時期の延長などが可能となるからである。

また、同局では改修のための測量、設計を随時行っており、次第にメコン河沿いの水路も実施する計画である。メコン、バサック両川に挟まれた地区は最も肥沃な畑地を擁し、また未墾地も多いため、コルマタージュの改修が強く望まれているところでもある。

コルマタージュの多くは、その後の維持補修の不備もあって、老朽化が著しく、改修が必要とされている。送泥によるコルマタージュ水路内での堆積作用によって、通水断面が確保されず洪水の導入が達成できないもの、ゲートが付帯されているものの、昇降装置が作動せず、洪水導入の制御や洪水遞減期における流水還流の制御が行えなくなっているものなども少なくない。

カンボジア農林水産省もコルマタージュの機能を再評価し、復旧、再生に努力しているところである。

4) コルマタージュ復旧の方向性

前述のように、今後は乾季作水田を畑地に転換するなどのケースが多くなると考えられる。その際にはコルマタージュによる栄養分の安定的な供給が地力の維持に不可欠であり、この点からもコルマタージュの役割は重要である。すなわち、農業生産性向上の観点からは、コルマタージュの復旧、水路の新規開削による後背湿地の農地の拡大を推進することが考えられるだろう。

コルマタージュは自然の営みを巧みに利用した適正技術であると考えられる。土壌改良剤などの化学物質を投入することなく、肥沃な河川流水を導入することによって施肥効果も期待できるからである。また、コルマタージュ水路の開削、改修についても、大型施工機械や土木材料を用いることなく、掘削のための簡単な道具を用いて人力で行うことも可能であるからである。

また、農業を基盤としたカンボジアの再建に着目すれば、今後はコルマタージュを地域の受益者農民が中心となりながら再生、復旧し、良好に維持管理していくことは、カンボジア農村部において共同体的連帯を強化し、持続可能な農業を展開するうえで一つの核となりうるものである。

しかしながら、沼地を含む後背湿地は地域の水文環境を形成する重要な要素でもある。洪水期に河川から溢れた水は、一旦後背湿地に蓄えられ河川水位の低下とともに徐々に排水されるため、洪水調節の機能を担っている。

また、魚類等が産卵、生息する沼地は、貴重なタンパク源供給の場でもある。例えば、類似の地形、水文条件を有するベトナム領メコンデルタでは、内水面漁業からの所得が農業部門の25%を占めるなど、地域経済と生活に及ぼす意義を見落とすことはできない。したがって、このような後背湿地の機能を損なうことのないよう、コルマタージュによる持続可能な農業の展開を達成しうる農業生産計画を確立すべきであろう。

そのためには、水文環境とコルマタージュとの関係が解明されなければならない。例えば、後背湿地への洪水の流入経路あるいは本川への排水・還流経路は、極めて複雑である。個々のコルマタージュ水路が、後背湿地及び本川河道内の貯留能力に対しどの程度影響を与えているのかが解明されなければならない。洪水期における遊水池としての機能、魚類生息の場としての機能などを明らかにしつつ、コルマタージュ復旧の方向性を見いだす必要があるだろう。

ところで、地域水文環境との関連でコルマタージュの復旧方針を検討する際には、事前の準備として水路台帳なるものの作成も重要となってくる。カンボジア農林水産省農業水文気象局では、コルマタージュ水路の悉皆調査を行っており、各州地区別に、ブレック名称、受益となっている村落名、受益農家戸数、水路諸元（水路幅、最大水深、水路長）、橋梁あるいはカルバートの有無、関連する貯水池の有無、受益面積（乾季、雨季の区分、一期作、二期作の区分）などが調査内容である。

それら基礎的諸元に加え、河川水の導入・還流のプロセス（氾濫メカニズム）、漁業との関連（競合の有無）、収穫高、受益農家の営農の意向なども把握される必要がある。このような精緻な実態把握によって、“優先的に”復旧を行うべき地域、ゲート改修するなどして流水制御を行うような地域などに区分、分類し、後背湿地

の機能分担の方向付けを行うことが重要であろう。

同時に、コルマタージュの復旧に当たっては、先の適正技術の観点、そして農民の地域共同体に対するアイデンティティを醸成する意味でも、農民の積極的な関与が重要になる。したがって、農民の維持管理、流水制御に関する教育が不可欠であり、彼らへの指導を担うのは政府あるいは州レベルの技術者が妥当である。このような技術者の教育・育成プログラムが今後早急に必要とされよう。

(3) 灌漑システムの復旧施策

UNDPによって灌漑施設の復旧に関する灌漑システムの実態調査が行われた。それによれば、14州において841の灌漑システム（これらの受益面積：雨季172,727ha、乾季103,656ha）が対象とされている。この調査では受益規模別の各システムの建設時期、水源の種別、作付状況、収穫高、水源あるいは土壌の制約の有無等が明らかにされている（メコン委員会、1994）。

復旧計画の評価基準としては、

- ・復旧後の受益規模が500ha以上と見込まれること
- ・良質あるいは普通の土壌であり、雨季乾季ともに500haの受益地に灌漑可能な水資源を有していること
- ・収穫高については、雨季2t/ha、乾季3t/haが見込まれること
- ・当該利水システム集水域における水資源の制約要因のグレード

とされている。これらを勘案し、乾季における収量増加の見通しを加味して、復旧すべき灌漑システムの優先順位を与えている（8地区）。

1) 水利組織の整備

このようなハード的措置を計画する一方で、水利組織、水利調整手法の整備などのソフト的対応も検討されており、事例的な聞き取り調査（プレイベン州チャーン村）が実施されている。すなわち、水利システム復旧後の水配分に対し、既存の農民水利組織がどのように機能すべきかについて、水利組織（サマックム Samakhum と呼ばれる）のリーダーより聞き取りを行っている（メコン委員会、1994）。

現状では水配分等に係わるルールや規則がなく、いわば“早い者勝ち”であり利水者間の競合が見られる場合がある。また、深刻な問題としては、調整堰の損傷が激しく、圃場に引水するための必要な水位が確保されていないことで、伝統的な揚水方法（ロハット rohat）によらざるをえないことが指摘されている。

復旧措置としては、ハード的には20ヶ所の調整堰を含む水路の改修であり、ソフト的には水路と受益地の隔たりに応じた利水の優先順位を設定（いわゆる“上流優先”）し、水利秩序を保つことである。

ただし、水利組織リーダーの意向としては、水路近傍に位置する“上流側の”受益地であっても連続2日以上以上の取水は行えず、下流側の受益地で取水が完了した後に改めて取水するというローテーション方式を採りたいとのことである。水配分にあたっては水利法が確立されており、そのなかで水利組織の役割、権限、罰則規定が盛り込まれている。

ところで、水路復旧に必要な費用については、基本的にはMMCによって拠出され

るが、総費用の10%は受益者の賦課金あるいは労力提供とされている。調査対象の村落農家数176戸のうち46戸については 水利組織に参画しなかったが、その理由としては、世帯主が女性の農家が多く(38戸)、運用や維持管理に参加しうる男性がいないこと、水路から極めて遠方に所有農地が位置していることがあげられている。

2)ポルポト水路

いわゆるポルポト水路は1975~78年の4ヶ年にわたって開削され、1km間隔で幹線水路を格子状に開削し、さらにその内部を100m間隔で区切って水路網を築き上げたものである。このようなポルポト水路システムは全国各地で見られる。

僅か4年間のみで実施されたものであるため、その殆どは不完全の状態であるばかりか、地形勾配を全く無視した開削であったために、低位部に流水が溜まってしまい送水が滞る事態が各地で見られる。また、水利システムとして機能を果たしていないポルポト水路は、構造的にも不備があるために洪水時には水路が決壊するなど、地域社会に与える影響は少なくない。

このように、ポルポト水路は技術的な裏付けが全くない水路網であり、本水路の掘削は、当時のクメールルージュが単に労働力を消費させようとするための手段であろうと考えるのが妥当である。

当面は、幹線水路部の水口を塞ぐなどして河川からの洪水流入を遮断することが急務であろう。なお、ポルポト水路を貯水堀として活用し、生活用水等の供給の場としている場合も考えられるため、これまでの被害調査と併せて利用実態の調査も行う必要があるであろう。

●トンレサップ（太湖）の水利開発

(1)太湖、トンレサップ川の水文特性

1)水文諸元

トンレサップ（太湖）は東南アジア最大の天然淡水湖である。トンレサップ川を通じてメコン本流と結ばれている。太湖湖尻からメコン川合流地点であるプノンペン市チャクドムックまでの距離は120kmである。太湖の集水面積は67,600km²であり、これを含むプレックダム（Prek Kdam）地点でのトンレサップ川の集水面積は85,000km²である。

極めて低平な地形に位置するため、太湖の水位はメコン川本流の水位と連動して変化する。すなわち、雨季にメコン本流の水位が上昇すると、大量の水がトンレサップ川を逆流して太湖へと流入し、太湖の水位を高める。雨季が終わり本流水位が低下するに従い、トンレサップ川の流れは順流に変わり、徐々に太湖の水が排出される。逆流が生じる期間は概ね5月から10月である。4月の最低水位はおよそ海拔1mであるのに対し、雨季末期10月の最高水位は海拔9m以上に達する。それによって湖面積も、最少2,500km²（水深2m）、最大13,000km²（水深8～10m）程度と、5倍以上の変化を示すといわれている。（ORSTOM/BCEOM,1993）。（Carbonnelら（1963）によれば、1962～1963年にかけての観測で2,700km³（最少）から16,000km³（最大））

乾季の水際線と洪水期の湛水限界線との間には浸水林（Inundated Forest）が広く分布しており、湛水深がそれほど大きくない周辺地帯では浮稲が栽培されている。また、長い堤によって減水していく湖水を貯留し、灌漑水源として利用することも行われている。

2)太湖の水収支

Carbonnelら（1963）の水文観測に基づく1962～1963年の太湖の水収支計算によれば、太湖集水域自身からの年間流出量280億m³に対し、490億m³の水量がメコン本流から供給されていると見積もられた。メコン本流から太湖へ流入する水量の大半（90%程度）はトンレサップ川からの逆流によるが、残りの10%程度は、トンレサップ合流点より上流側での本流からの溢流水量が後背湿地帯を經由して太湖へ流入するものと推定されている。

3)太湖の貯水能力

これもCarbonnelら（1963）によると、満水状態（水位9～10m）の貯水量は720億m³、最低水位での貯水量は130億m³と推定されており、これによって、太湖の有効貯水容量は590億m³と見込まれる。太湖の水位と湛水面積および貯水量の関係を下表に示す。（1962～1963年の調査による）

水位（海拔m）	湛水面積（千km ² ）	貯水量（10 ⁹ /m ³ ）
1	2.7	13
8	13.5	51
9	15.2	65
10	17.0	80

(2) トンレサップ堰計画の経緯

トンレサップ堰(Tonle Sap Barrage)計画は、太湖とメコン本流とをつなぐトンレサップ川に堰を建設し、洪水期にメコン川から逆流して太湖に入り込む水を堰によって乾季まで貯留しておこうというものである。前述のように、トンレサップ川は厳密には支流ではあるが、デルタ地域の本流流量の調整に与える影響の効果の大きさから、本流大規模プロジェクトとして位置付けられている。

トンレサップ堰計画に関する最初の調査は、1959年、主要なメコン川支流の開発ポテンシャルに関する基礎調査の一環として、日本ミッションによって行われた。その後、1962年から翌年にかけて、インドチームによる調査が進められ、カンポンチナン(Kompong Chhnang)地点に調整堰を建設することを提案した。なおこの堰建設地点は、IBP1987においては、プレック・ダム(Prek Kdam)となっている。インドチーム以後の調査の進展、計画内容の変更の経緯については十分にフォローできなかったが、基本的スキームは概ね踏襲されてきているものと考えられる。

このトンレサップ堰については、満水位海拔10mまでの堰止めによって、545億m³の膨大な水量を太湖に蓄えることが可能となる。これを乾季に徐々に放流することによって、メコン・デルタの渇水期流量の増強をはじめ、それに伴う灌漑排水の強化、トンレサップ川の堆砂防止、通水能力の確保などが図られる。

IBP1987では、トンレサップ堰プロジェクトの役割と可能性について、中流大規模ダム群のプロジェクトとの比較で、次のような意味を与えている。

- (a) デルタへの低水流量増強に有力であること
- (b) 中流ダム群の計画と抵触することが少ないこと
- (c) カンボジア・ベトナムの2カ国のみの問題として扱えること

(3) トンレサップ堰計画の効果と問題点

トンレサップ堰の効果の第一は、デルタにおける乾季渇水流量の補強である。増強量はプノンベン地点で2,500~2,700m³/s程度と期待されている。その他の効果としては、トンレサップ川の堆砂の防除、航行条件の改善があげられる。

一方、懸念材料としては、太湖周辺の減水期稲、乾季稲作水田地帯への影響、太湖の魚類資源への影響があげられる。太湖はきわめて豊富に魚類を産する湖として知られ、多くの漁業人口を支えている。メコン川沿岸部から太湖にいたるカンボジア低地部においては、魚類捕獲による収入は米による収入に匹敵しており、内水面漁業の比重はきわめて大きい。この豊富な魚類資源は、水際線に沿って広がる浸水林の存在が産卵場所と稚魚の生息環境を提供していること、メコン本流からの洪水流入が適度な栄養分の補給をもたらすことに依存している。また、メコン本流との間で遡上・移動を繰り返す生活史を持つ魚類が多く、太湖はメコン本流の魚類資源の揺籃の地となっているとも考えられる。せき止めによって太湖の洪水期水位を長期間にわたって保つことは、浸水林の生態系にも大きな影響を与えることになる。また、堰による遡上・移動の阻害の恐れも存在する。堆砂防除がトンレサップの魚類遡上に好影響を与えたり太湖の湛水期間・面積の増大が魚類資源に好適との見方

もあるが、簡単には判断できない。トンレサップ堰を実現するには、魚類と浸水林の着目した生態系インパクトについて、綿密な調査をもとに評価しておくことが必要であろう。

トンレサップ調整堰の実現可能性については、メコン本流の中流ダム群の場合と基本的に同様であり、多くの不確実な要素を含んでいる。ただし、トンレサップの場合、パモンダムに比較すると、まず基礎的な調査が決定的に不足している。特に、魚類生息環境・浸水林生態系への影響、漁業・水上生活者への影響、太湖およびトンレサップ川における堆砂への影響などを、基礎資料の収集に基づいて正しく評価することが必要である。

トンレサップ川・太湖については、閉切堰プロジェクトに先行して、上記に関する基礎調査プロジェクトを進めていくことが先決であると考えられる。

(4)太湖・トンレサップ流域に関する基礎水文調査の必要性

太湖流域の水文データ観測および堆砂問題に関して、1962～1963年にかけて、フランスのCarbonnelらが集中的に行った太湖及びトンレサップ川の水文調査は、精力的なデータ収集と解析に基づく労作であるが、調査以来既に30年を経過しており、その間の粗放な森林開発、戦争に伴う土地の荒廃などによって太湖の水文環境・堆砂状況はかなり変化したものと推定される。この地域に限らず、カンボジア全土において基礎的な水文データの不在が問題となっており、観測体制の整備が急務とされているが、特に太湖流域における水文観測は、単に水文観測ネットワークの形成の一部というにとどまらず、トンレサップ堰による太湖開発、太湖の堆砂防止・生態系保全、流域管理など重要な課題に深く関連しており、とりわけ重点的に観測体制を整えていく必要があると考えられる。

トンレサップ流域に関する最近の基礎調査として、フランスの技術協力機関ORSTOMのもとにコンサルタントBCEOMがとりまとめたメコン委員会報告書 "Development Plan for Tonle Sap and Chakdomuk : Phase I" (BCEOM / ORSTOM, 1993) がある。この調査は現在、UNDPのファンドのもとに、引き続きフェーズIIとして進められている。フェーズIの報告書においては、過去の調査結果のレビューと利用可能な水文データの整理分析などに基づいて、以下のような事項の重要性を指摘し、今後、それらに関する調査・実施プロジェクトを進めていくべきとの提言を行なっている。

1) 太湖・トンレサップ川・チャクドムック総合的開発構想(Phase II)における各種計画の整合性の確保

2) 太湖・トンレサップ川の湖底・河床形状および体制調査の必要性

3) 太湖流域の水文観測体制の整備

4) 魚類増殖の生態学的基礎の解明

5) 環境的・社会経済的变化に対する漁民の対応の把握

6) トンレサップ川の航路整備

水文観測体制の整備が重要事項としてとりあげられているが、メコン委員会では従来から、これに対応するプロジェクトとして、カンボジアおよびメコン下流域での水文気象ネットワークの改善計画を提案してきており、フェーズI報告に基づいて、

フランスはこれへの資金援助を決めている。このプロジェクトでは水文観測機器の充実に加えて、技術者養成に重点が置かれている。

トンレサップ堰プロジェクトの効果・影響あるいは実現可能性は、こうした基礎的調査が積み上げられる中で次第に浮かび上がってくるものと考えられる。

また、太湖流域の水文観測に関連する重要な課題の一つに、流域保全対策の必要性があげられる。30年来の戦乱により、流域の状況は大きく変化してきたものと考えられる。基礎的データの収集を待つまでもなく、侵食防止・土壌保全・森林保護などを含む流域保全管理プロジェクト、それに連結した農業農村開発プロジェクトなどを推進していくことが緊要であると考えられる。

●硫酸酸性土壌地帯の開発

(1)限界地開墾に向けた技術的課題

急速に進む経済成長と人口増加圧力のもとで、デルタの農業開発は従来農業不適地として放置されてきた限界地へと向かっている。デルタの限界地の限界性は、深い氾濫、硫酸酸性土壌、塩水侵入、塩類土壌などによって特徴づけられる。ここではデルタの代表的な限界地であり、今後のもっとも重要な開発対象となりつつあるリード平原(Plain of Reeds)をとりあげ、そこでの開発事例であるバックドン(Bac Dong)プロジェクトの分析から、限界地開発の技術的課題について考察を加える。リード平原はメコン川本流の左岸側に位置する広大な窪地上の平原で、洪水期には深く長く冠水する氾濫原である。硫酸塩を多量に含む土壌は酸化状態で強い酸性を示すため、植生は限定され、農業の展開を著しく困難にしている。また、この地域は、水路で結ばれた西バイコ川を經由した塩水侵入の問題も抱えている。バックドン・プロジェクトはマスタープランの最重要プロジェクトのひとつにもとりあげられているリード平原開発の先行的パイロット・プロジェクトであり、ここでの開発の成否は今後のリード開発、ひいてはデルタ開発の行方を左右する意味を持っている。

1)開発手法と開発目標

一般に、限界性を打開する対策として、もっぱら水の制御が図られる。すなわち、氾濫を防止するためには築堤や樋門設置、排水路整備が必要とされる。酸性水の除去、酸性土壌の改良のためには、排水条件を改良しながら新鮮水の灌漑用水源を確保しなければならない。また、塩水侵入の防止にも、潮止め水門に加えて、灌漑排水の水路網の整備が必要となる。バックドン・プロジェクトにおいても基本的にこうした手法が適用されている。

このような手法はそれ自体、それほど目新しいものではない。しかし、ここにはいくつかの制約条件が存在している。その第一は灌漑水源の不足である。メコン川の流量が落ち込む乾季末期(3~5月)に、デルタは内陸深くまで塩水侵入の危険に晒される。こうした状況下で、新規の灌漑用水取水はデルタ全域の農業を危うくしかねない。第二には、洪水防御と酸性土壌の除去のためのさらなる排水改良と用水確保を必要とする。現実の条件下において酸性土壌を抜本的にコントロールしながら営農を可能にする方向が現実的であり、そのための水管理技術が重要となる。洪水防御や氾濫対策もそうした水管理の一貫として位置づける必要がある。さらに第三の問題として、こうした開発が周辺他地区あるいはデルタ全域の水文環境に与える影響を考慮しておく必要がある。氾濫原地帯洪水流量を貯留するバッファであり、ここでの洪水防御はデルタ内の洪水調節機能の減退をもたらす。場合によっては、周辺地区への洪水氾濫の玉突きを引き起こすおそれもある。また、酸性の強い悪水の除去は排水河川の水質を悪化させる。

マスタープランは「環境的に健全で持続的な」開発戦略を目指しているが、その具体的な評価では、以上のような制約条件への配慮と適切な対応が求められている。こうした現実の制約条件のもとでの開発にあたっては、単なる開発手法の適用では

なく、まずもって制約条件に対応した適正な開発目標水準の設定がきわめて重要な位置を占めている。その意味において、バックドン・プロジェクトは開発目標設定の好例を呈示していると考えられる。ここでは洪水防御について3つの水準を設定し、対象地区を分割してそれぞれの区域ごとに異なった水準をあてはまっている。3つの水準とは、通年にわたって冠水を防止する完全防御(Full Protection)、洪水氾濫の流入を8月末までくい止める半防御(Controlled Protection)、それに無防御(No Protection)である。完全防御の対象となっているのは、地区の東部から北東部にかけての、西バイコ川沿いの沖積土壌地帯(全地区面積の8%)のみであり、残りの面積は半防御区域と無防御区域に二分されている。すなわち、地区の大部分を占める深い氾濫地帯、同時に硫酸酸性土壌地帯においては、洪水氾濫をある程度許容しながら、作付期間の延長、作付時期の移行を可能にする方向がとられている。この選択は基本的に正しいものと思われる。前述のように、硫酸酸性土壌地帯での氾濫防止は生産性の向上に直接つながらない。土壌改良の困難さ、灌漑用水確保の困難さを考慮すると、現状からの一歩前進を目指すのがもっとも妥当な選択となる。また、洪水氾濫をある程度許容することによって、洪水ピーク時の洪水調節能力が確保され、その点での他地域への影響を軽減する。このような点において、バックドン・プロジェクトは、マスタープランの掲げる「環境的に健全で持続的な」開発戦略に沿ったものであると評価することができるであろう。

2) 酸性土壌地帯の農業と技術的課題

硫酸塩を多量に含んだ土壌は空気にさらされた酸化状態で強い酸性を示す。水路の掘削、畑作物のための畝上げ、地下水位低下などが土壌曝気の原因となる。マスタープランは酸性土壌に関して次のように報告している。「リード平原での経験では、水路建設の結果生じる酸性化の問題は最初の2年間深刻だが、洗い流し用の十分な新鮮水があれば、急速に軽減する。畝上げの場合、酸性物質の除去には最低10年かかるとみてよい。強度の酸性土壌地帯において地下水位低下によって酸性化が起こった場合、酸性物を洗い流すには数十年かかると推定される。中度の酸性土壌地帯の開発には、酸性物を洗い流すための十分な水が確保されることと、地下水位が現状より低下しないレベルで維持されることが必要である。さらに、畝上げには表土のみを用いるべきである。

こうした硫酸酸性土壌地帯の農業の推進には、土壌改良の方法、栽培法の改善など究明すべき多くの課題が残されている、すでに述べたように、酸性土壌の抜本的改良はきわめて困難であり、土壌の毒性を適当にコントロールすることによって栽培条件を確保しながら、一方で適切な作物選択、栽培技術を確立していくことが必要である。土壌の毒性のコントロールは、新鮮な水の供給と酸性水の排除、地下水位の維持を基本とした緻密な水管理によって可能となる。そのような水路システムから圃場にいたる水管理技術の開発と普及が重要な課題として残されている。バックドン・プロジェクトでは、プロジェクト施設の維持管理のために灌漑管理会社を設立する計画である。この組織が水管理技術を開発・蓄積・実践し、さらに農民へと普及させる主体として機能することが期待されるが、そこへの技術支援、技術者訓練も必要であり、より上位の広域的な水管理技術センターの設置が望まれる。さ

らに栽培技術に関しても、組織的な調査研究と技術普及の体制整備が急務であると考えられる。

子

3) 土木工学的対応

硫酸酸性土壌を克服するためには、適当な深さまで排水と酸化を促し、天水あるいは良質の灌漑水によって、生成される酸や塩基性硫酸塩を洗浄する必要がある。ある程度積極的な熟成酸化と化成物の洗浄の効果があがった上で石灰施用によって残った酸を中和することも現実的な処置となる。(熱帯農業研究センター,1986)

強度の硫酸酸性土壌地帯を対象とした今後の農業開発にあたっては、フラップゲートを付帯するなどしたポルダの整備、ポルダ内の末端小水路の開削等が考えられる。しかし、当該の開発地域外への毒性物質の流出を防止するためには、図に示すような、沈降池を域内に造成することも有効であると考えられる。すなわち、雨季における降雨とともに域内の有害物質の排出をさらに促すために暗渠を敷設し、沈降池によってそれら有害物質の域外への流出を防止しようとするものである。

このようなシステムのもとでは、沈降池に貯えられる土壌は極めて強度の酸性を呈するため、農作物の生育には不適となるが、このような”死に地”を設けることによって、当該区域の農業開発の潜在性を高めることができ、また、酸性土壌の流出による他区域への影響を極力抑えることも可能となる。

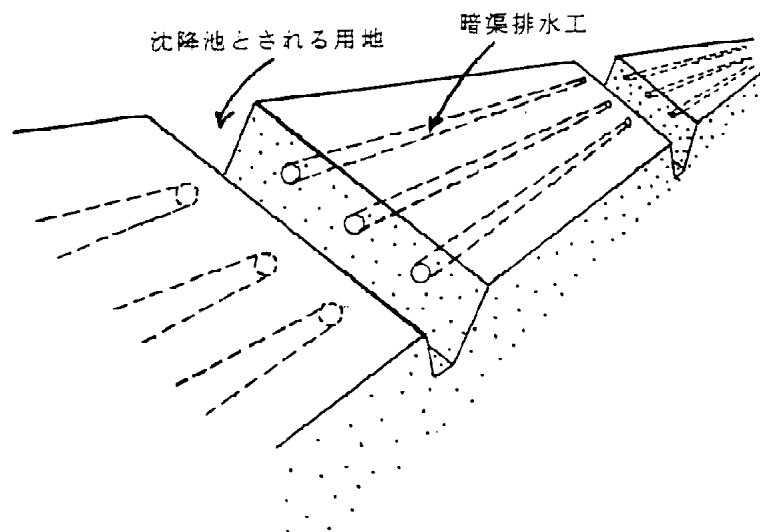


図 沈降池を伴う暗渠排水システム

(2) カントー大学ファーミングシステムプロジェクトの取り組み

カントー大学ファーミングシステムプロジェクトは、硫酸酸性土壌のもとでの営農を農民に指導するもので、今後の取り組みが期待されている。

本プロジェクトの目的は、①新規の農地を生み出すことにより人口圧の問題を解決するための手法を得ること、②硫酸酸性土壌での営農体系の開発のための自然、社会経済および技術的な要因を決定することである。1993年10月から3ヶ年の予定である。

本プロジェクトでは営農体系を開発する圃場として30haが用意され、選抜された農民入植をする予定である。なお、入植の条件は、・食料生産のための十分な農地を持っていないこと、・農業経験があり意欲があること、・この地域に長年居住していること、などである。入植農家は20戸であり、各戸に1haの試験的圃場(40×250m)が与えられる。入植農家は試験場での研修(土壌および水の管理、畜産および水産技術、耐性品種、肥料や新しい技術、庭先での果樹栽培)を経て選抜され、各圃場で営農体系開発のための実施訓練をおこなう。各入植農家は研究者の指導のもとで任意の営農体系に取り組む。初年度に採用される営農体系としては、・畜産(豚、アヒル)と漁業(サックラン、ナマズ)、・サトウキビと漁業(天然)、・稲作とヤムイモ(またはサツマイモ)、・マラライカと漁業(天然)それぞれによる営農体系である。マラライカは硫酸酸性土壌に適しており、燃料や建築資材に活用される。

(3)デルタ全域の水文環境管理の必要性

メコンデルタ・マスタープランは「環境的に健全で持続的な」開発戦略として、中位の(Moderate)土地・水資源利用のシナリオを提唱している。それに基づいて、多数の開発プロジェクトから2000までに着手されるべき優先的プロジェクトを選び出している。すでに述べたように、優先プロジェクトのひとつであるバックドン・プロジェクトは、個別プロジェクトとしてみた場合、リード平原という限界地における「環境的に健全で持続的な」開発モデルの提案として高く評価することができる。しかし、プロジェクトの進行に伴って生じ得る環境的なインパクト、他の周辺プロジェクトがもたらす効果・影響との相互作用などについては未知の部分が大きく残されている。マスタープランの記述でも指摘されているように、個々のプロジェクト実施にあたっては詳細な環境影響評価(EIA)を行なう必要があり、また実施後の継続的なモニタリングもきわめて重要である。ここでは、プロジェクトが周囲に及ぼす種々の影響の中から広域的な水文環境への影響をとりあげ、マスタープランと同様に「環境的に健全で持続的な」開発の視点から論じる。

バックドン・プロジェクトに代表されるように、デルタ開発は限界地の開発に向かっていく。対象となる限界地の大部分を占めるのが、硫酸酸性土壌地帯、すなわち、窪地状の洪水氾濫原地帯である。この地帯は洪水期には内水・外水の洪水氾濫により深く冠水する。こうした排水不良地帯の開発は洪水防御と排水条件の改良を基本に進められる。これは多かれ少なかれ、洪水の受け皿としての機能の喪失を意味することになる。バックドン・プロジェクトのように限定的な洪水防御対策を基調としている場合でも、洪水調節機能の部分的低下は免れ難い。ひとつのプロジェクトの影響が小さいものであるとしても、今後同様の開発が周辺地区で波及的に進められるとすると、その相乗効果としての洪水調節機能の減退は無視できないものになると予想される。

従来から酸性の強い不毛の土地とされてきたこの氾濫原地帯も、デルタ全体の水文環境の観点から考えると、けっして無意味な土地ではない。上流での大規模ダムによって洪水・低水流量がともにコントロールされるようにならない限り、定期的

な水の過剰と不足に悩まされることは、デルタにおける宿命であるといえる。そうした条件下では、氾濫原地帯を洪水が一時的にせよため込み、徐々に地表あるいは地下を通じて流出させる機能は、デルタの水文環境を適正に保つ上で大きな役割を果たしていると考えられるのである。こうした機能の減退は、デルタの各地で洪水安全度を低下させるとともに、乾季の低水流量をいっそう乏しくするおそれがある。氾濫原地帯の開発は一般に、新鮮な用水への需要を高め、酸性の強い排水を増加させる。多くのプロジェクトの進行に伴って、幹線水路や排出先河川の水質悪化が予想される。さらに、デルタの経済的な発展は生活排水や畜産排水、工業排水などによる水域の水質汚濁の進行も予想される。こうした予想のもとで、低水流量の低下はいっそう深刻な問題となる。

こうした問題を避けるためには、カンボジア領デルタと同様、ベトナム領メコンデルタ氾濫原の開発においても、その貯留機能を確保するため、地区の一部に内水面を積極的に造成して貯水池・遊水池とする一方、乾季の地区内水源として活用する手法が有効となる。この内水面は地区内の酸性水を押し流し、地下水位を維持するのに貢献すると期待される。個々のプロジェクト・レベルでは当面、デルタの流量調節の点で効果は認められないかもしれないが、今後デルタの各所で大規模プロジェクトが展開される中で、デルタ全体の水文環境の維持・保全に大きな役割を果たしていくことが期待される。

デルタの生活・産業・自然は水文環境条件に大きく規定されている。どのような開発が進行するにせよ、それがデルタの水文環境に与える影響に十分な注視が必要であるのは言うまでもない。こうした影響の分析、それへの対策のためには、デルタ全域での水収支・水文流出機構の長期的なモニタリングとそれに基づく解析が不可欠な作業となろう。また、デルタ全域で水資源を有効に配分利用し、長期的に水文環境を良好に保全管理していくためには、上のモニタリングと解析をもとに、デルタの各種計画を立案、調整、監督する組織体制が必要となる。マスタープランが設立を提案しているメコンデルタ計画事務所には、そうした役割を担うことが期待される。