

ベトナムにおける治水・利水施設

国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室 菊 森 佳 幹*
(前)在ベトナム日本国大使館

キーワード ベトナム・治水施設・利水施設・分派堰・洪水期用居住区

1. はじめに

筆者は、2002年3月から2005年3月までの3年間、在ベトナム日本国大使館に国土交通省から出向していた。ベトナム在勤中は、主にODA（政府開発援助）の業務に携わっていたが、日本国内勤務中河川やダム関係の業務に関わっていたこともあり、ベトナムにおける河川・ダム事業にも常に関心を持って見てきた。筆者のベトナムにおける河川・ダム事業の知見は前稿¹⁾にて紹介済みであるが、今般ベトナムを訪れる機会に恵まれ、ユニークな治水・利水施設等を見ることができたので、本稿にて紹介する。ここで紹介するのは、首都ハノイを紅河（ベトナム名：ホン河）の洪水から守る分派堰や潮位の干満を利用して開閉する潮留め堰、洪水期用居住区であり、それぞれベトナム特有のものや、ベトナムの地形や気候に巧みに対応した極めてユニークなものである。

2. 治水・利水施設の状況^{2), 3)}

ベトナム国全国水資源計画・管理計画調査によれば、ベトナム主要河川の堤防築堤の概況は表-1のとおりである（図-1に河川の位置図を示す）。河道の流路延長に関する正確なデータはないが、流路延長に対する堤

表-1 ベトナム国主要河川の築堤状況²⁾

河川流域	堤防延長(km)	対象地区
紅河流域	64	ハノイ周辺（両岸）
	41	デュオング川（ハノイで紅河の左岸から分流：両岸）
マー川	329	マー川沿川
カー川	局所的堤防	カー川沿川
フォン川	局所的堤防	フォン川沿川
ツーボン川	局所的堤防	ツーボン川沿川
チャクック川	局所的堤防	チャクック川沿川

* 主任研究官，(前)一等書記官

防の築堤率はかなり低く、大半が無堤防区間であると思われる。首都ハノイの周辺にはアジア開発銀行の資金援助等により堤防が整備されているが、堤外地にも住宅地が形成されており、高水敷の住宅地に住む住民は堤防天端の直立堤に設けられた陸閘から出入りしていることは前稿でも触れたとおりである。また、ベトナム農業農村開発省カントリーレポート（2005年9月）によると、5,700 kmの河川堤防があると書かれているが、ベトナム国全国水資源計画・管理計画調査のデータの数字と農業農村開発省カントリーレポートとの間にはかなりの開きがある。同レポートによると、20,000 kmにも及ぶ堤防（輪中堤と思われる）がベトナム国南部のメコンデルタの水田地帯や住居地区を守っているとしている。渇水に対しては、2,000機以上の揚水機場と5,000個にも及び水門・運河システム（sluice, canal system）があり、数多くの灌漑貯水池が存在すると言う。ここに言う水門が「3.(3)」に挙げるフラップゲート式の潮留め堰のことであると考えられる。これらは老朽化が進んでおり、補修が必要であると指摘しており、現在表-2に挙げるような補修・改築事業を実施しているとしている。

3. 治水・利水施設の現地調査

以下にベトナム訪問中に訪れた治水施設及び利水施設を紹介する。最初に紹介するダイ堰は北部のハノイの紅河上流部に位置し、フラップゲート式の潮留め堰と洪水期中居住区は南部のメコンデルタに散在する。大まかな位置を図-1のベトナム主要河川流域図に示した。

(1) ダイ堰（写真-3, 4）

ベトナムの首都ハノイは100 kmほど内陸の紅河デルタの上流部に位置する。紅河はちょうどハノイの上流から幾つもの派川に分かれ、紅河デルタを流下する（図-2）。紅河の名前が示すとおり水は常に褐色に濁り、土砂の流出が多い河川となっている。メコンデルタ下流は大半が低平地であり、洪水期にはしばしば氾濫が起きている。

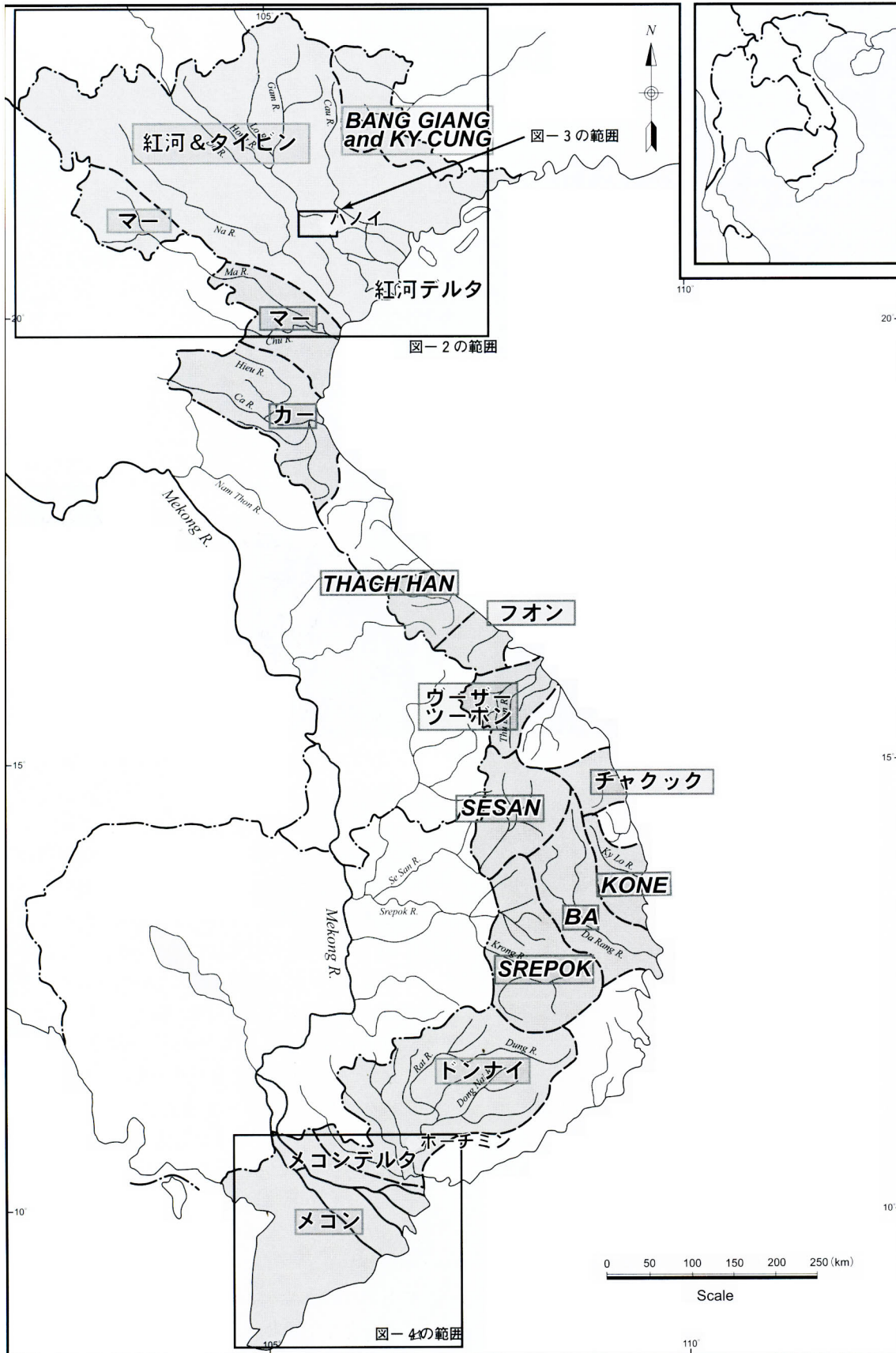


図-1 ベトナムの主要河川流域図

表-2 河川管理施設の整備・改築・補修等事業

事業名	実施期間	事業費※	対象地域	概要
The Canal Upgraded Program	2000～2005	380	全国	水路を強化し、漏水を緩和する
Dam Safety Program	2004～2008	63	全国	全国1,604の貯水池のダム安全性を高める
Son La Reservoir (ソンラ・ダム)	2005～2015	2,340	北部山岳地帯	多目的ダムの建設(発電、治水、利水)
Cua Dat Reservoir (クアダ・ダム)	2004～2009	315	北中部	多目的ダムの建設(発電、治水、利水)
Red River Delta Water Resources Project (紅河デルタ水資源プロジェクト)	2002～2007	120	紅河デルタ	水利施設の改築
Mekong River Delta Water Resources Project (メコンデルタ水資源プロジェクト)	2000～2007	130	メコンデルタ	洪水・高潮対策
Vietnam Water Resources Assistant Project (ベトナム水資源支援プロジェクト)	2004～2011	165	北中部	貯水池(ダム)の改築

※単位：百万米ドル



写真-1 上流から見たダイ堰



写真-2 下流から見たダイ堰

ダイ川は紅河のハノイの約30 km 上流で分派する派川であるが、平水時には水が流れていない川である。ダイ堰は分派点から7 km ほど下流のダイ川に位置する。ダイ川の分派点は、広大な遊水池となっている。紅河からダイ川に入る部分には約8.6 kmの越流堤があり、その堤内側に遊水池の周囲堤がある。ダイ堰はその堤防とダイ川が交わる箇所に位置している(図-3)。

ダイ堰の事業が最初に提案されたのは、フランス植民地時代の1929年のことである。当時、紅河の洪水からハノイを守るには堤防だけでは対応できないので、分流する必要があると考えられていた。ダイ堰はフランス人により設計され、1934年12月に工事に着工し、1937年7月に完成している。当初のダイ堰の機能は、毎秒 $3,000 \text{ m}^3$ ($\pm 800 \text{ m}^3$)の設計流量で紅河の洪水を分派し、紅河下流のハノイや各省を水害から守ることであった。ゲートは全部で7門設置され、一つのゲートは幅33.75 m、12.50 mから7.0 mの高さまで移動する。それぞれのゲートは屋根型の部材と平板部材で構成されて

おり、上流側の平板部材が下流面の屋根型部材と重なるような構造となっていた。それぞれの部材は、ヒンジで堰堤体と連結され、浮力によって上下動するようになっていた。また必要に応じてゲートを上昇させるため空気圧によるシステムが設置されていた(写真-3上図)。

1939年、1941年及び1942年に行われた試験分派は、洪水の規模が小さかったせいもあり結果は良好であった。しかし、1940年に行われた実際の分派においては、上流の水位が12.90 mまで上がったのに対し、各ゲートを10.92～10.45 mまでしか下げることができず、1番ゲートが外れ、ダイ川下流に大量の洪水を流す結果となった。1945年の分水では、上流水位が13.50 mになってからゲートを10.50 mまで下げたが、1番ゲートが突然崩れて下流に甚大な被害をもたらした。1947年に行われた分水では、上流水位が14.06 mになった時点でゲートを下げたが、6番ゲートが自動的に下がってしまったため、下流に大量の洪水を流すこととなった。ベトナム民主共和国が1954年に政権を奪回して、ダイ堰

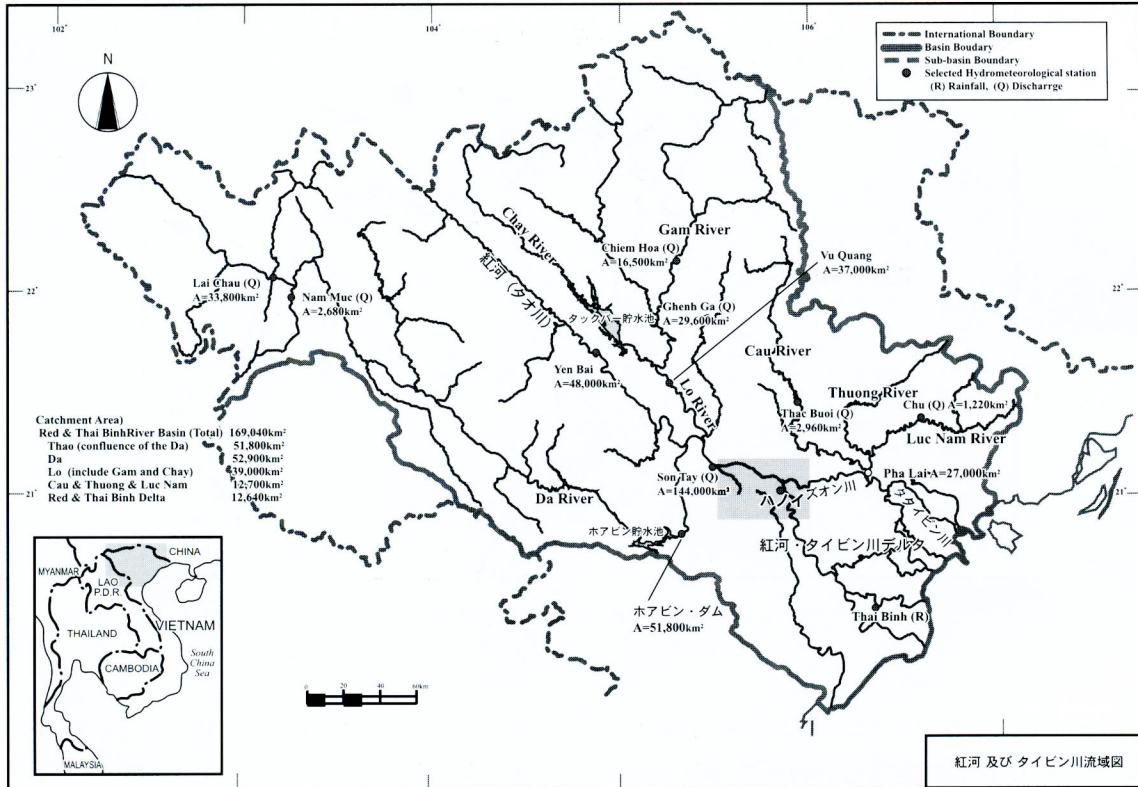


図-2 紅河及びタイピン川流域図

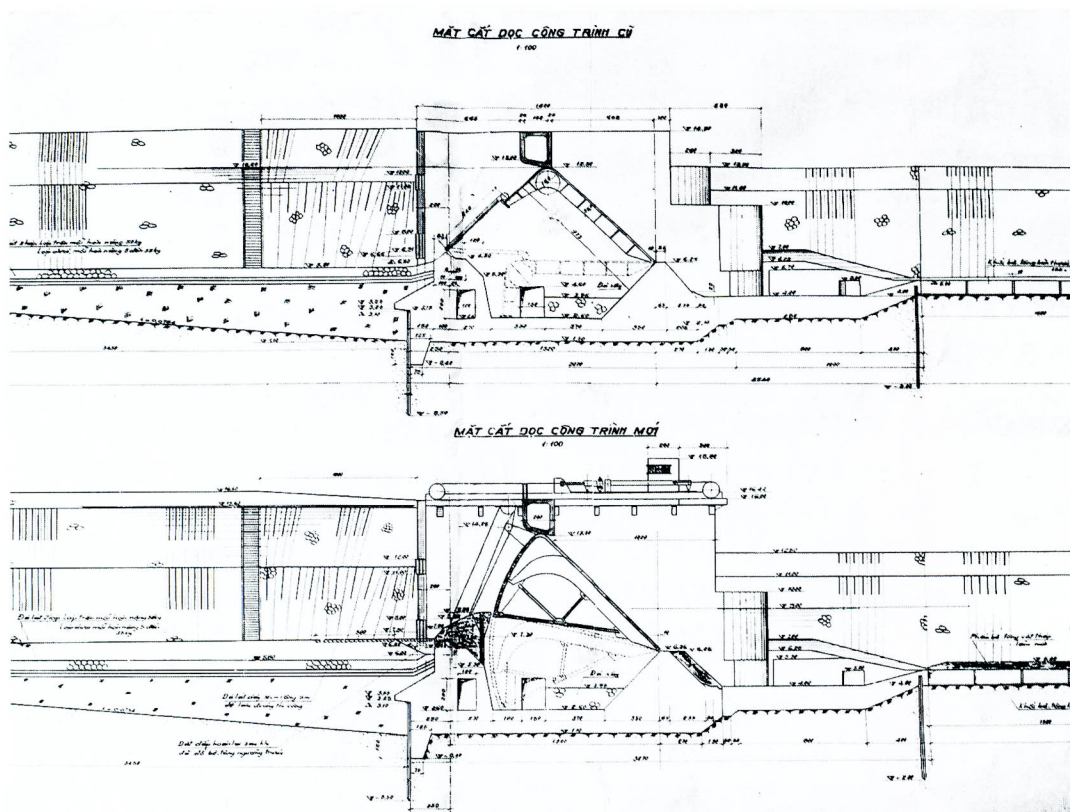


写真-3 ダイ堰のゲート構造。上図は当初の設計でフロート式，下図は改築後のラジアル式のゲートである。ヒンジはそのまま使っている。上下図とも左側が上流

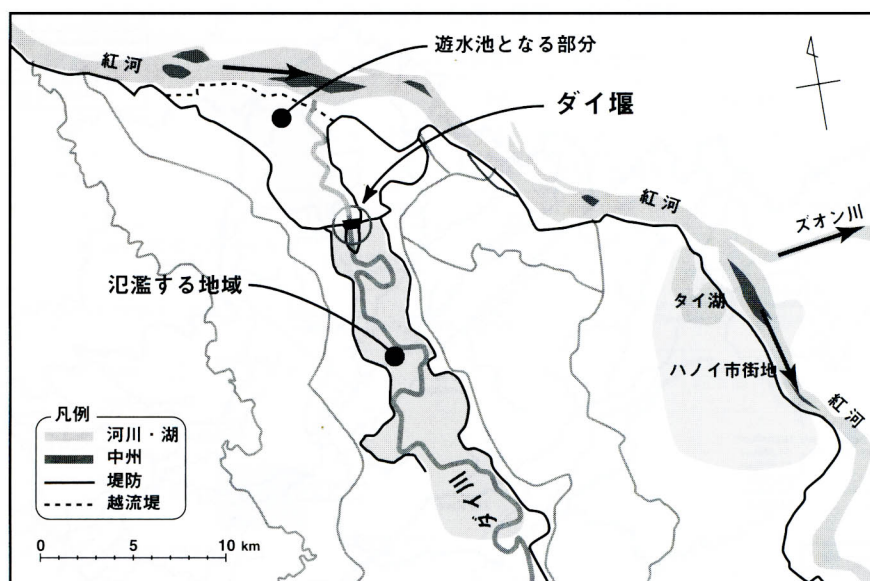


図-3 ダイ堰及びその周辺の河川

はベトナム政府が管理することとなったが、その後政府がダイ堰の修復に力を入れたため、1969年と1971年に起こった洪水では、洪水を毎秒2,000 m³分水させ、大きな洪水被害をまぬがれることができた。

ダイ堰は1974年にゲートの改築を行い、現在のラジアル式のゲートとなった。それぞれのゲートは機械操作により上下動させることができる(写真-3下図)。放流能力も増加し毎秒5,000 m³となった。現在のダイ堰の運転規則は、ホアビン・ダム及びタックバー・ダム(図-2参照:ともに紅河支流のダム)の洪水調節能力が一杯になり、ハノイ地域での紅河の水位が急激に上昇を続け、ハノイに氾濫被害の出る恐れがある場合に洪水をダイ川へ分水することである。ダイ川への分水の基準となるのは、ハノイでの紅河水位が13.40 mに達してもなお気象水文局が洪水によって紅河の水位が急速に上昇し続けると予測する場合である。

実際のダイ堰を見てみると、とても約80年前に建造されたとは思えないほどコンクリートの状態がよかったのには感心した。また、1974年に改築されたラジアルゲートもよく整備されていた。現在は農業農村開発省により管理されており、1ヶ月に1回の試験運転及び年1回の総点検が行われているということである。ゲートの高さが約5m、幅が約30mとかなり大型のラジアル式ゲートであるが、常に水面下にあるヒンジが痛んでいるそうである。当初建設されたフロート式ゲートはかなりユニークな構造であり、独創的なフランス人らしい設計であるが、変則的な機構を持つせいであまり機能しな

かったので、改築されることになったと思われる。1974年に改築されたラジアル式のゲートは、オリジナルの設計のヒンジ部分を活用したものであるが、こちらの方が単純な構造になっている。これだけの規模の大きいラジアル式ゲートも日本ではあまり見られない。平成18年1月当時、右岸側に新たなゲートを2門取り付ける工事をしてしたが、これはコンクリートの基礎部分から建設するものであり、過去に建設された建造物の設計を考慮する必要がなかったため、日本でも一般的なスライド式のゲートにするということである。また、紅河に面する越流堤も今は普通の土堤防であるが、越流部をコンクリートでカバーするとのことである。

堰近傍の堤外地は田畑となっており、さすがに家屋は見当たらなかったが、ダイ川の下流ではハノイ近郊の紅河のように堤外地に家屋が張り付いていると思われる。ダイ堰の放流により田畑が浸水した場合は、補償として農業税を免除するそうである。ここ数年は、分流は行っていないという。当初のダイ堰のようにフロート式のゲートであれば、放流を開始することに関してはゲート操作が不要であるが、現在のゲート形式であると分流するときにゲート操作が必要となる。一応ゲートの操作規則は定められているようであるが、分流するとなるとダイ川下流の洪水被害の発生は必至であり、ゲートの操作には重大な決断を迫られるものと思われる。

また、ダイ川は普段は水を流していない川であるが、最近では下流の方の水質悪化がひどく、維持流量のことも考えなければならなくなってきているそうである。約

80年も前に建設された施設であるが、置かれている環境の変化により施設に求められる機能も変化している。

(2) 洪水期用居住区

ベトナム南部のメコンデルタは雨期には洪水より一面水浸しになる。生活には不便であるが、洪水により農地に水や肥沃な土壌が供給され農業生産の向上に寄与している一面もある。メコンデルタの洪水を完全に防ぐことは現実的ではないので、住民は洪水と共に生活する方式を取り入れている。ここでは、洪水期にも水浸しない微高地に移住用の居住区が整備され、洪水期にはここに住民が一時的に移り住むようになっている。写真-4に挙げたのは、タンタイン村 (Tan Thanh) というホーチミンの近くにある洪水期用居住区である (図-4参照)。筆者が訪れたときには、区画が整理され、電気が引かれて、学校の校舎もできていた (写真-5)。この居住区で約300世帯を収容することができるという。施設が整備されれば、コンパクトにまとまった居住区は案外住



写真-4 洪水期用居住区 (タンタイン村)。この居住区で約300世帯の収容能力がある。整備して間もないため、移転した家屋は少ない



写真-5 タンタイン村のなかに建てられた学校

みやすいかもしれない。残念ながらこの居住区は整備されて間もないらしく、家屋はまだ一軒も移転してきていなかった。メコンデルタには、このような洪水期用居住区が10,400箇所 (現地における説明者の発言のまま) あるという。洪水期には一面水浸しになり居住区は島のように孤立し、居住区への連絡や物資の搬入・搬出が困難になる状況が想定される。しかしながら、メコンデルタでは運河による舟運が発達しているので、船を使えばそれほど生活に困らないのかもしれない。

(3) フラップゲート式潮留め堰

メコンデルタには網の目のように運河や小河川が張り巡らせられており、勾配が緩いので水の流れも緩い。塩水遡上も起こりやすいため、潮留め堰も多数設けられている。図-4の資料 (農業農村開発省南部水資源計画研究所提供) によると、潮留め堰は主に海岸際の小水路に設置されており、筆者が数えた限りでは約180機設置されていた。それらの堰は、水の流れを利用して自動的に開閉する垂直なヒンジをもつフラップ式のゲート構造をしているものである。すなわち、下流側の水位が高くなり逆流し始めると、フラップゲートが水の流れのより扉のように閉まり、上流の水位が高くなるとゲートが開く構造になっている。開いている間は、船が航行することができる。1門当たりのゲート幅は船の航行を考慮して広めに設定してあった。また、工費削減のためか、堰の位置の河道幅を絞って堰の幅が小さくなるようにしてあった。堰の上は兼用道路となっており、その上には上部構造があるが、ここにメンテナンス用の仮ゲートを移動させるためのクレーンが設置してある。

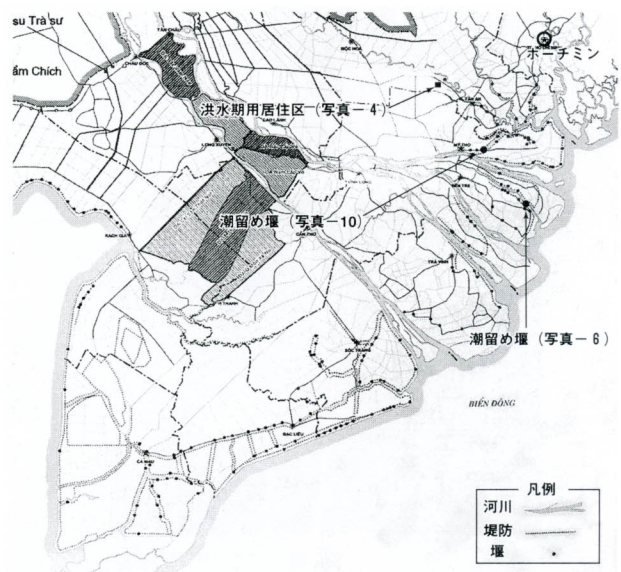


図-4 メコンデルタの洪水防御施設配置図

写真-6は、河口付近にあるフラップゲート式の潮留め堰である。7メートル幅のゲートが8門と10メートル幅のゲートが2門設置されている。実際の川幅は堰の幅の何十倍も広くて、河岸から堰に連結するための突堤が伸びている（写真-7）。これだけ河道断面を絞ったら洪水を下流に流せないのではないと思われる。突堤の天端高が河道の堤防よりもずっと低いところをみると、洪水を越流させているものと思われる。越流により破堤しても平水時は水の流れはほとんどなく、堤防を修復する労力はそれほど高くないのかもしれない。それぞれのゲートは水平開きの扉の形をしており、ヒンジによ



写真-6 上流左岸側から見た河口部付近のフラップゲート式潮留め堰。本堤との取り付け部はコンクリートでカバーされている。実際の川幅は堰の幅の何十倍も広い

り堰本体と固定されている（写真-8）。ゲート上部にはクレーンが設置されており、メンテナンス時に使用する仕切り板をつり下げられるようになっている（写真-9）。

写真-10は、メコンデルタ上流部にあった小型のフラップゲート式潮留め堰である。7メートル幅のゲートが3門設置されていた。ここでも川幅が半分以下に絞られており、取り付け部分の突堤は、コンクリートでカバーされていた。筆者が訪れたときにはゲートが開いており、船が頻繁に往来していた（写真-11）。



写真-7 右岸側から見たフラップゲート式潮留め堰。遙か彼方に堰の本体が見える。写真を撮影したところは河道の中の突堤の上



写真-8 フラップゲート。手前側にヒンジが見える。ゲートが閉まった状態となり、下流側（左側）の方が水位が高いことがわかる



写真-9 ゲートのメンテナンス用のクレーン。下の方に仕切り板が見える。クレーンで仕切り板をゲート位置にセットし、ゲート本体をメンテナンスする

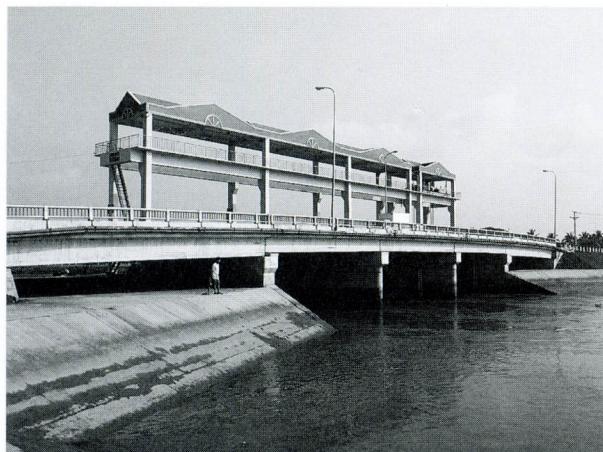


写真-10 小型のフラップゲート式潮留め堰。取り付けの突堤は、堰の幅は川幅の半分程度。取り付けの突堤は、コンクリートでカバーされていた。洪水の越流を前提としているのかもしれない

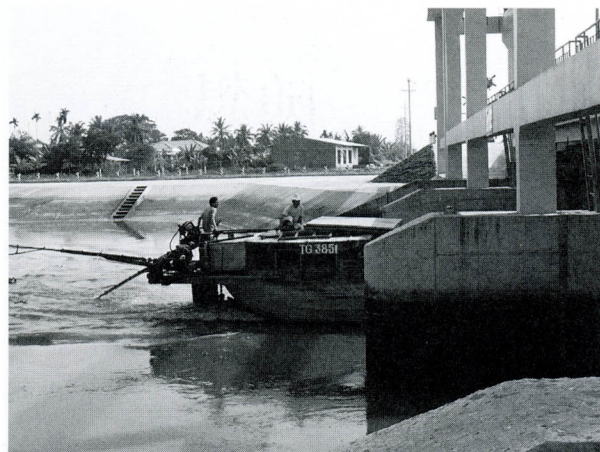


写真-11 潮留め堰を船が通過する様子。この堰では船舶の往来が多かった

4. おわりに

最初に紹介したダイ堰は、別件でハノイの農業農村開発省を訪れたときに偶然聞いたものである。中国を源流とし、国境を越えてベトナムに至る大河川である紅河の洪水を分流させる治水施設であるから、相当大型の構造物だと予想されたと同時に、そのような構造物が発展途上国であるベトナムに存在するのかと疑問に思った。ベトナムに存在する大半の大型土木構造物は何らかの形で海外の援助が入っており、もし海外の援助により建造したとすれば、ベトナムのODAに3年間関わっていた筆者が知らないはずがないと思っていたからだ。この疑問は現地を訪れて解けた。ダイ堰は、フランス植民地時代の建造された非常に歴史の長い構造物であり、そもそもODAという言葉が生まれる前から存在していたのだ。そのことを理解したと同時に、実はこのような構造物はベトナムにはたくさん存在するかもしれないと思い始めた。

次に紹介したメコンデルタの洪水期用居住区は、洪水期のみの一時的な居住地であるが、きちんと電気を引いて、学校等の公共施設をつくるどころがベトナムらしいと感じた。実際ベトナムではかなりの辺鄙な場所に行っても保健所等の公共施設が整備されているものである。

最後に紹介したフラップゲート式潮留め堰は、メコンデルタを案内してもらったときに見つけて案内役の南部水資源計画研究所の職員に頼んで立ち寄ってもらったものである。堰は渡河用の橋梁と兼用となっており、上部

構造にメンテナンス用の仕切り板をつり下げるクレーンが設置されているので遠くから見てすぐにわかる。可動部分を有する構造物であるが、維持水準が高い状態で管理されていた。メコンデルタはベトナムの中でもっとも農業生産が高い地域であり、潮留め堰は農業に悪影響を及ぼす塩水の遡上に防ぐ施設であり、重要構造物として位置づけられているのかもしれない。

ダイ堰の現地調査には農業農村開発省水資源局の職員に同行していただき、メコンデルタの洪水期用居住区とフラップゲート式潮留め堰は農業農村開発省南部水資源計画研究所の職員に案内していただいた。今回訪れた施設は長い歴史を有するものから真新しいものもあったが、いずれもきちんと管理され良好な状態に保たれていたのは印象的であった。洪水防御や塩水遡上防止の方法も、日本式の治水・河川管理手法と比較すると極めてユニークなものであり、周辺の東南アジアの国々にも同様の施設があるのか興味をもった。最後に、調査に同行していただいた農業農村開発省水資源局の方々や南部水資源計画研究所の方々、その他協力していただいた関係各位の方々に感謝の意を表し、本報告を結びます。

- 1) ベトナムの河川及びダムを取り巻く状況，菊森佳幹，ダム技術 No.230 (2005.11)
- 2) 国際協力事業団「ベトナム国全国水資源開発・管理計画調査」(2003.9)
- 3) COUNTRY REPORT: Nguyen Van Tinh, Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, (2005.9)
- 4) ベトナムにおける水資源法と流域管理組織，菊森佳幹，ダム技術 No.248 (2007.5)