

(14) タイ国・バンコク市における
都市排水システムの評価と選択
APPROPRIATE URBAN DRAINAGE SYSTEM IN BANGKOK, THAILAND

松下 潤*

福井経一**

Jun Matsushita*, Tsunekazu Fukui**

ABSTRACT: The capital city of Thailand, which is located on a low-lying delta, suffers chronic flood problems due to rapid urbanization associated with very fast land-subsidence. Through bilateral co-operation, appropriate systems have been studied for her flood-protection and drainage project. It is recognized that mechanical system is not solely effective; namely an existing flood-plain management is expected to be integrated into the more comprehensive measures under the local socio-economic conditions.

KEY WORDS: monsoonal climate, the River Chao Phraya, urbanization-triggered flood, polder system, retarding area, green belt

1. はじめに

筆者らは、国際協力事業団の技術協力の一環として、バンコク市の都市排水プロジェクト基本計画作成に参画できる機会に恵まれた。

チャオピア川河口の低湿地に拓られたバンコクは、“アジアの米びつ”たる一渦千里のデルタ地帯を後背地に擁し、商業基地として重要な役割りを果たしてきた。

200年にわたる都市史をたどってみると、起源が軍事目的で築かれた環濠城塞であったことから、当デルタ地帯の稲作農業を支えてきた一種の水郷的構造を基礎に市街地が成立、これにより今世紀中葉までは自律的機能を維持することができた。

しかし、それが破綻し始めるのは太平洋戦争終結後のこと。タイ政府の工業化政策が地方の過剰人口を吸収できず、首都への人口流動を引きおこした結果、爆発的ともいえる激しい都市化を生じ従前の自律性は急速に衰退する運命にあった。特に、遊水地帯を埋立て形成された新しい市街地で水害の頻発を招いたことに、その問題の本質が表徴されているように思う。

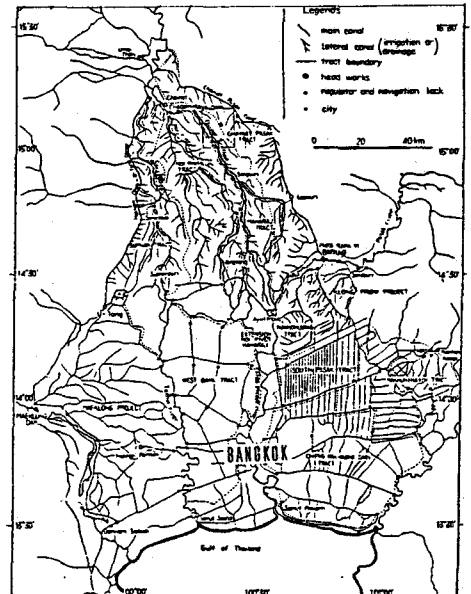


図-1 チャオピア川デルタとバンコク市

* 住宅・都市整備公団（前国際協力事業団派遣専門家）Housing/Urban Development Corporation

**建設省土木研究所（バンコク都市排水調査管理委員長）Inst. of Civil Eng., Ministry of Construction

即ち、依然農業を基調とするタイ国では、都市政策が十分成熟をみるに至っておらず、とりわけ各関係機関の資金・人材面での制約から都市化に対する有効な制御手段を欠いたのである。このため、水害の激化に加え、広域地盤沈下によるゼロメートル地帯の拡大など、さまざまな都市問題が累積し、500万人都市の苦悩を一層深めている。¹⁾

前年の提出論文でも述べた通り、水質汚染に関しては各戸腐敗槽等のインフォーマルなシステムが発達し、公共下水道に代わって一定程度の負荷削減を可能ならしめていた。²⁾

これと同様、都市排水プロジェクトにおいても、ポンプ場整備といったハード面での対策には限界があり、遊水地域保全策等のソフトな施策を確立していく必要性が極めて高い。

そこで本報告では、国際協力事業団による都市排水基本計画策定調査の成果に加え、現地にて筆者らが得た知見等に基づき、排水システムに関する適正技術と具体の展開について一試論を提示したいと考える。

2. チャオピア川の水文特性と水害

「田に米、川に魚がある」——タイ人は自国の豊かさをユーモアでもってこう表わす。

その源泉が中央大平原をゆったり流れるチャオピア川である。流域面積は利根川の約10倍、16万 km²の規模を誇る。下流部に発達したデルタ地帯には水田全体の6割が集中するなど、タイ米生産の中核がここにある。また、13世紀に成立したタイ王朝も歴代その首都を本川流域においたが、近代以降、バンコクが政治・文化のみならず経済の中心としても繁栄を続けてきた。(表-1参照)

アユタヤを中心とする水田地帯は、地形上自然堤防と後背湿地とが交錯した氾濫原である。毎年雨季の増水期に河水が溢れて水田をゆっくりとひたす。この自然の律動により稲作をはじめて可能となった。増水中の水位上昇は一日に10cmにも達するため、浮稲が広く栽培されてきたという。³⁾

本川の氾濫水は、年間流出量(280mm相当)の約1/8にも当る。タイ農業省では、その過不足が直接水稻の作柄に影響すると考え、毎年アユタヤ地点の高水位を予測指標としてきた。即ち、豊作には当該高水位が3.5m以上確保されることが必要条件だというのである。(図-2参照)

洪水の性格は、その土地の自然条件に加えて、むしろそこに記録されてきた「人間の歴史の集積」(高橋 裕「国土の変貌と水害」)によって定まる。古来より農耕を経済の基礎としてきた我国でも、人々は水害の脅威に対して輪中、水屋、かすみ堤などさまざまな防災上の工夫を試みてきた。が、明治以降は産業基盤強化のため近代治水が推進された結果、国土面積の1/10に当る氾濫域に人口・資産の過半が集中立地し、都市水害という新たな問題も生むに至る。

Bangkok's theme song: 'Sinking in the rain'



1 signpost showing the way to Klong Tan and Hua Mah juts out of the water at the most famous Soi 71 where the flooding and traffic were both reported to be at their worst.



2 Left, the scene outside the Indra Hotel.

写真-1 頻発する都市水害の状況

(出典; バンコクポスト誌)

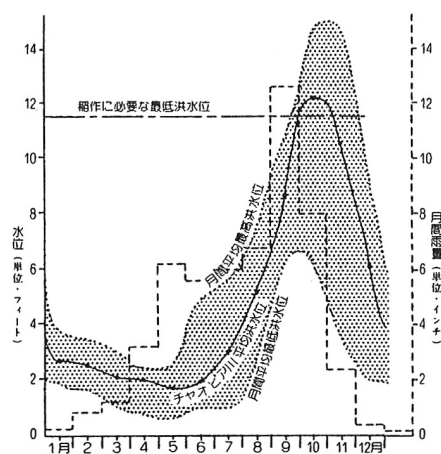


図-2 チャオピア川における年間流況図

表-1 日・タイ主要河川の比較

項 目		利 根 川 (日本)*	チャオピア川(タイ)**
諸 元	流域面積	16,800km ²	162,600km ²
	流路延長	299km	980km
社 会 的 背 景	歴史的背景	江戸のライフライン	歴代のタイ王朝を育くむ (1782年、バンコク遷都)
	社会経済基盤	政治・経済の中心=東京	商業交易基地=バンコク 農業生産中枢=アユタヤ
	流域開発の要諦	本川分流(1594~1654)による 洪水防御+新田開発	農業用水開発に重点 (自然氾濫依存から脱皮)
	流域平均雨量	1,297mm	1,200mm
水 文 特 性	平均年間流出率	約62%	約23%
	既応最大流量	10,700m ³ /s	6,500m ³ /s
	(同比流量)	(1.2m ³ /s/km ²)	(0.06m ³ /s/km ²)

出典；*建設省河川局資料、**参考文献4)による

これに対し、国連機関のまとめた水害統計⁴⁾によると、チャオピア川を中心とするタイ国では、水害ポテンシャル、即ち、冠水面積当りの被害額が約95千米ドル/km² (1961~80の平均値)で本邦の1/10に過ぎない。それ故、河川への投資をみても、従来は利水や電源開発にその主力がおかれてきたのである。

この地域を歩いてみると、タイの人々は毎年の洪水現象に対応した独特の生活体系を長い間に醸成・維持してきたことに気付く。川は今でも道路としての機能を果している。民家は全て水路に面して建ち並び、床面は杭で支えられて高い。雨・乾季の水位変動を吸収しうる構造となっている。その床下に格納されている小船。——そして、ひとたび増水期に入るや、庭先や床下を赤褐色ににごった河水がひたひたと埋める。船はタイ人にとっての必需品で、子供でも器用に櫂を操ることができる。

このようなすまい方は洪水に対して弾力性に富む。これにより人々は遅滞なく日常生活を維持できたわけである。タイ民族のデルタ式生活体系には、まさしく「川の文化」(岩田廣治「日本文化のふるさと」)と呼ぶにふさわしい骨格があるように思う。また、この伝統的生活体系は、都市形成上初期のバンコクにもそのまま引き継がれ、水運ネットワークにより首都を中核とする農業生産圏が発達したのである。

しかし、タイ国の変貌ぶりが激しいことは我国以上。1950年代の地形図では一面の湿田が広がるバンコク東部の近郊農村部は、その後大規模な開発の波をかぶり、今日では近代的な都市が出現した。川はモータリゼーションに伴ない道路としての機能を喪失、高床式の民家もコンクリートのビルに代わってしまった。

この急速な市街化の過程で、首都がかつては備えていた“耐水構造”はほとんど損なわれ、洪水や浸水にまったく脆弱な欠陥が露呈した。さらに年間5~10cmに達する厳しい地盤沈下の影響で、首都の排水事情は年々悪化の一途を辿っている。すでにゼロメートル地帯は10km²程度広がり、西暦2000年には10倍以上に拡大する見込みである。⁵⁾ 水道未普及地域で日量120万m³もの地下水が取水されているため、急激な都市膨張が招く複合的問題の一断面が、慢性化に向う浸水害に端的に示されていると考えたい。

3. バンコクにおける都市排水プロジェクトの沿革

大都市が低平地に進出することは世界的傾向と考えられるが、この場合、排水対策の確立が都市成立上の基本となるという点で、各国とも類似の条件下にある筈である。

バンコクにおける都市水害の本質的原因は、どうやら水をめぐる風土性にまで遡及しなければならない。つまり、この地域では水が潤沢であるが故に、かえって治水・利水・水利開発・統制管理などあらゆる面で水に対し大変弛緩した文化が育ってきた。このため、バンコクにおいて洪水現象への認識・反応が極めて鈍く、予算措置も含め都市排水プロジェクトが完全に立ち遅れた、と筆者らは考える。

しかし、当プロジェクトの基本計画が米国のコンサルタントの手で作成されたのは、1960年代末のこと。整備方針をみると、全体計画区域370km²を11箇所の小区域に分け、外水の溢水防止のため堤防（道路兼用）で各々の市街地を囲むボルダー（輪中）方式を採用、既存の水路や運河を改良するとともにチャオピア川への出口にポンプ場を設置して強制排水を行う考えである。施設計画については、①堤防高は確率年数100年の外水位、②ポンプ能力は日雨量 120mm(5年確率相当)に対し4mm/hrを目標におく。

行政当局たるバンコク首都圏庁（略称BMA）では、これらを基準として、都心部主体に本プロジェクトの推進を図ったが、都市水害が拡大し始めた1980年代当初の進捗率は筆者らの試算ではポンプ能力ベースで20%程度と、他部門とのバランスを欠く結果となっていた。例えば、清掃事業では廃棄物収集率80%、水道事業では普及率60% というように。²⁾

そこで、排水対策の実効性をより高めるため、その後BMA が打ち出した実施方針は都市化の動態に応じた重点整備を行うという画期的なもの。その概要は図-3に示す通り、市域全体（面積は東京都区内の2.5倍に当る1,500km²）を都心部、東部地区、グリーンベルト（以上はチャオピア川左岸）、及び西部地区（同右岸）にゾーニングしている。

即ち、①都心部(80km²)はビルトアップ率が100%に近く、過密化が著しいことから、最重点地区とする。全体を6ボルダーに分け、残事業（うち3箇所が概成）は、世界銀行のバックアップも得ながら早期実施を目指す。

②また東部地区(500km²)はベッドタウンとして近年市街化が最も激しい地域で、水害や地盤沈下等が集中的に発生しているため、緊急対策地区とする。従来から BMAでは、サンドバッグによる輪中堤、木矢板製水門、水中ポンプ等を組み合わせ、被害状況により臨機応変の対策を展開してきた。（写真-2参照）当面日本の無償資金を得て水中ポンプを調達、緊急排水の強化を図るが、長期戦略確立のため、日本の技術協力のもとに基本計画の策定を行う。

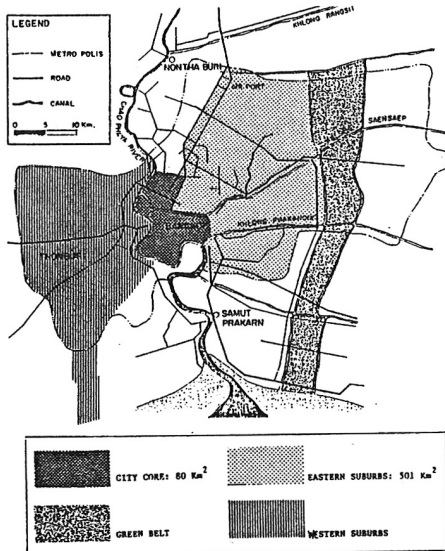


図-3 排水対策の実施計画（BMA）

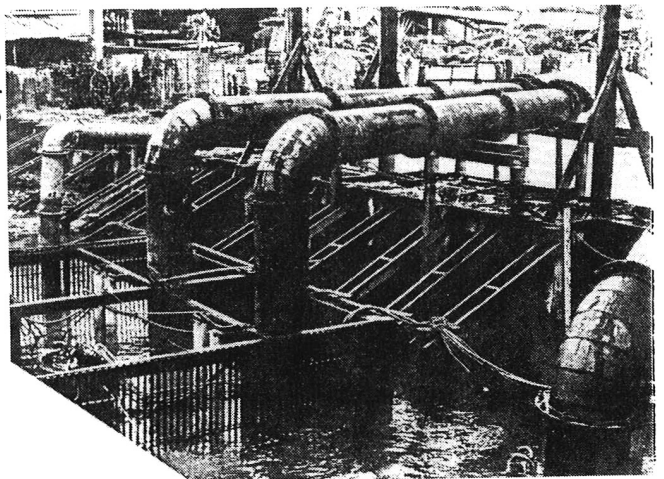


写真-2 仮設ポンプ場による緊急対策（カチャ運河）

③これに対して、都心から概ね半径30km以上の郊外部になると、都市化の圧力も比較的小さいことから、市街化調整区域（グリーンベルト）として開発抑制を図るとともに、灌漑水の流入防止のためレギュレータ（農業省整備予定）により本地域内に遊水させる。また、西部地区についても同様の手法の適用を図る。

以上の対策は、さまざまな関連計画を総合化しようという意図を持ったものであるが、組織をこえた計画調整能力という点ではタイ人はそれ程上手ではない。1983年には既応最大の水害で東部地域で数ヶ月も浸水が続くなど事態が深刻化する中で、日本からの技術協力には大きな期待が寄せられてきたのである。

4. 排水システムの評価と選択

本章では、日タイ技術協力による東部地域の排水基本計画策定調査の成果に基づき、現地の諸条件によりなじみやすい排水システムについて私見を述べるものである。

この場合の基本原則は、目標年次2000年の市街地に対し当局の投資可能範囲内でポルダ計画をたて、排水能力不足分はソフトな施策により補う。水害激化の最大の要因が有効な都市計画を欠いたまま無秩序に市街化したことにあるため、現存する運河や池沼等の遊水地帯については積極的に活用すべきであるとの考えにたつ。

我国でも都市化の著しい河川流域で、1970年代半ばより「総合治水」として類似の施策が体系的に進められてきた。これは①治水施設への直接建設投資に加えて、②流出抑制対策、③氾濫原管理による被害ポテンシャル低減、④水防警戒システムによる被害調整など、都市システムに係る対応策も併せ、予算上の制約の下で投資効果を極力高める狙いを持つものである。

元来、タイ人の生活系には河水氾濫を許容しうだけの土壌があったが、1983年の大水害を契機に「総合治水」類似の着想が芽生え、図-4に示す通りの実施体制が曲がりなりにも組織化されたことは、極めて意義深いと筆者らは考える。

以上の背景のもとにBMA担当職員等との議論を経て策定に至った本地域の排水基本計画であるが、①全体計画区域は、都市化の趨勢から都心より半径20km圏内289km²に絞り、周辺は市街化抑制区域として区分すること（図-5参照）、及び②総事業費は1,100億円とし、受益者1人当たり3千円/年程度の投

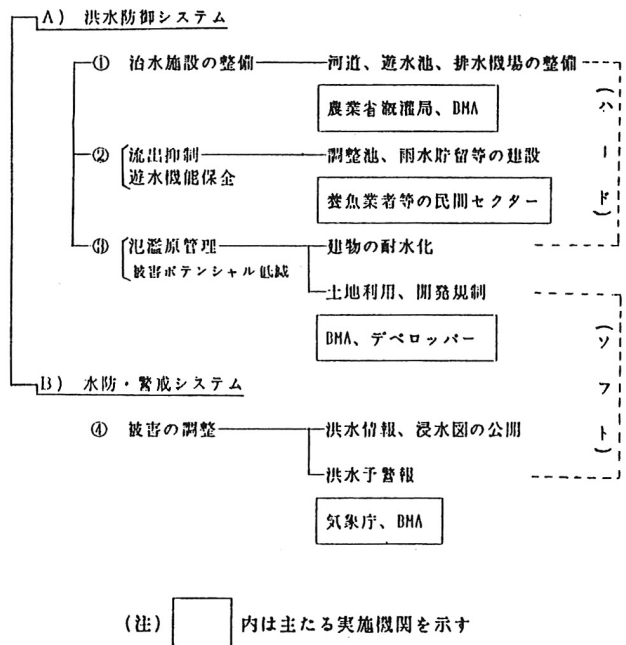


図-4 バンコクにおける総合的水害対策の体系

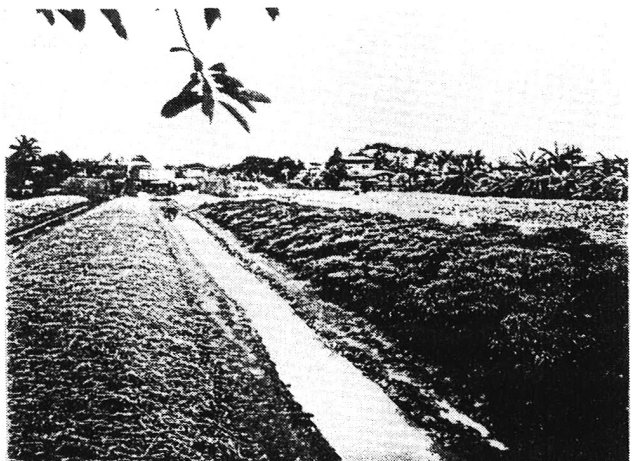


写真-3 都市近郊の遊水地帯の例（高うね栽培地）

資を見込むこと、を骨子とする。6)

②に関連して、我国の年間治水投資額(氾濫域の居住人口 1人当たりベース)と比較すれば凡そ $\frac{1}{4}$ に過ぎないが、1人当たりGNPで日タイ間には20倍の較差があることを考えると、やや過大気味の投資計画にならざるを得ない。BMAの年間予算も市民1人当たり10千円程度であることから、財源の拡充・強化の必要性も高いものと判断されるが、この点に関しては円借款や受益者負担制度等も含めて、フィジビリティスタディが現在行われている。

また施設計画であるが、低湿地の排水計画においては区域内での貯留量の許容値が施設規模に大きく影響する。即ち、ここでは目標年次の土地利用計画から、保全可能と想定しうる池沼等 50km²を水路ネットワークの一部に積極的に組み込むこととした。これにより、改修後の水路(全長194km)と併せると、全体で48mm相当の貯留機能が確保されることになる。

この場合、ポルダー単位の流出計算は、降雨規模については原則 5年確率(76mm/hr相当)ベースとし、前方集中降雨パターンを用いた。その結果、計画ポンプ能力は2.5mm/hr(0.7m³/s/km²相当)を目標値とすることに決定されたが、貯留機能をほとんど期待し得ない都心部でのそれと比べると40%近い能力低減を図ることが可能となったのである。

以上のことから、遊水地域の適正な管理如何が本都市プロジェクトの成否に大きく関わっていることを理解しうる。即ち、本地域では土地利用の観点から広範囲に開発・建築規制を確立する必要がある。

しかし、タイ都市計画法のゾーニング規定すら実効性を欠くという状況では、その見通しは必ずしも樂觀を許されるものではない。都市水害への市民的関心の盛り上がりを梃子としてBMA当局の地道な努力が結実することを期待するものである。

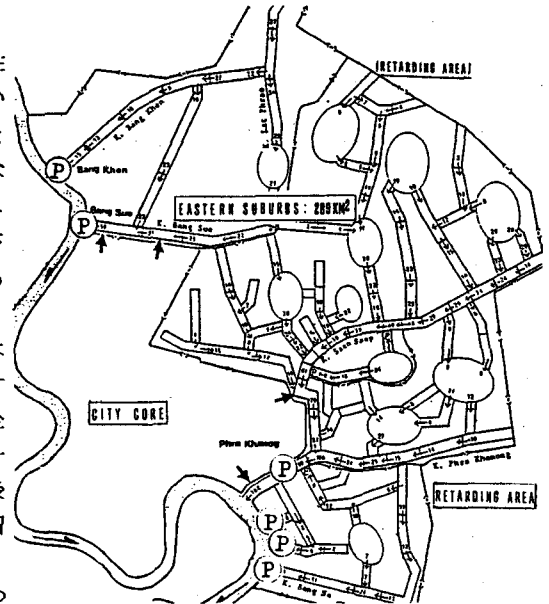


図-5 東部地域の排水基本計画(2000年)

5. 結語

「西暦2000年、都市は病む!」(朝日新聞、昭59.11.11)——人類史上未曾有の爆発的人口を背景として、多くの発展途上国で衛生・水道・住宅等の欠如から都市は大混乱に陥る可能性が大きい。タイも含め、これらの国々は国体としてのまとまりを欠き、公共事業の発想が稀薄で、そのシステムの基本となる組織・資金・技術がともに未成熟なことが多いように思う。現地により定着しやすい“中間技術”が早期に研究されねばならない。本論文が、そのための参考となれば幸いである。

6. 参考文献

- 1) 松下 潤「バンコクの都市成長とその諸問題(Ⅰ)」、都市計画131,都市計画協会、昭和59年 4月
- 2) 松下、住山「タイ国・バンコク市における下水道システムの評価と選択」、第12回環境問題シンポジウム、昭和59年
- 3) 家永泰光「東南アジアの水」、アジア経済研究所、1969年
- 4) ESCAP 編「Damage Trends in ESCAP Region」、ESCAP(国連)、1983年
- 5) 国際協力事業団「Master plan for Flood Protection / Drainage Project in Eastern Bangkok」、1985年 2月
- 6) 建設省中部地方建設局「アメリカ合衆国の治水事業」、河川、日本河川協会、昭和55年 4月