

社会変化と水循環の相互作用評価マトリックスの構築に関する基礎的検討

福岡大学工学部 手計太一
 土木研究所 吉谷純一
 福岡大学工学部 平野文昭

1. はじめに

人類が誕生してから現在に至るまで、人間活動に因って多くの自然が破壊されてきた。目に見えにくい形ではあるものの水循環も同様に影響を受け、水関連の災害を引き起こすなど市民生活に多大な波紋が広がっている。以上を鑑み、本研究の目的は、アジアモンスーン地域に位置するタイ王国最大の河川流域を持つ、Chao Phraya 川を対象として社会変化と水循環過程の関係を明らかにすることである。そして、社会変化を考慮した水資源計画や政策立案の過程において、科学的な側面から支えることが可能な普遍的に社会変化と水循環の相互評価の確立を目指すものである。

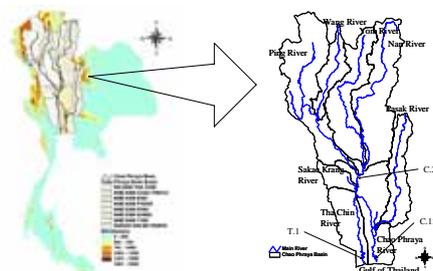


図 - 1 タイ王国と Chao Phraya 川流域の概略図。

2. 研究対象流域

本研究で対象とする Chao Phraya 川流域はタイ北部から中央部にまたがる、同国最大の流域面積（157,925km²）を持つ（図 - 1）。北部の山岳域から Ping 川、Wang 川、Yom 川、Nan 川の 4 支川が合流し Chao Phraya 川本川が始まる。そして東部から Sakae Krang 川、下流では西側から Pasak 川が流れ込み、一部は Tha Chin 川に分流し、最後にタイ湾へと流れる。中流域は氾濫原、下流域はデルタという構造をしている。対象流域の気候はアジアモンスーンの影響を受け、雨期（5 月から 10 月）と乾期（11 月から 4 月）の明瞭な区別がある。雨期から乾期への遷移期である 3 月から 4 月は一年の中でも一番暑気が厳しい。また乾期には 60 日から 70 日間の無降雨日が続くことがある。一方、雨期には激しいスコールに見舞われ、各地で洪水が発生している。

3. 対象流域の社会変化と水循環

タイの歴史は一般的には、タイ人が歴史上はっきりと出現したと見られているスコタイ時代から始まる¹⁾。しかし、有史以前から、Chao Phraya 川やメコン川の畔を利用したコミュニティは形成されており、交易も盛んに行われていたことがわかっている。タイ族はその文化的特徴から「稲作の民」と定義づけられ、彼らの東南アジア大陸部南下移動の歴史は「焼畑や畑作での陸稲栽培と、小渓谷の小さな水田栽培とを組み合わせながら、次第に大渓谷へ、やがてデルタへと稲作を展開させてきた」過程とも捉えられている²⁾。またそれは、農業生産力の増大を背景に社会発展を遂げた過程とも言える。様々な王国が Chao Phraya 川流域を中心に栄えた。近代、チャクリ王朝がバンコクへ遷都して、下流の広大なデルタの開発に成功した。タイ族の南下はこのように Chao Phraya 川流域を中心とした農業生産力の拡大によって、社会発展していった。実際、タイ族は Chao Phraya 川流域を北から南へ、上流から下流へとより広い沖積平野を開拓しながら、稲作の生産力拡大を背景に国家形成を成し遂げてきた。1994 年度以降、タイは日本政府からの文化無償、草の根無償、緊急無償援助等を除く無償資金協力の対象国から“卒業”するとともに、急速な経済成長を背景に、東南アジアにおける援助供与国へと発展していった。1997 年の金融危機を除けば、概ね順調に経済は発展をしている。しかし、急速な経済発展の代償として、大気汚染や水質汚濁など環境への悪影響が露呈している。例えば、河川や運河の水質汚濁は深刻であり、表面流や地下水汚染は一般的に生活廃水や工業廃水、農業廃水が原因である。1997 年のタイ汚染対策局（PCD）の調査結果によると、14%の表面水が水生生物と人間の飲料水として適した水質を有し、49%が農業用水等に適した水質を有し、37%が使用に適さない水質であるとされている。1999 年の河川水質調査結果によると、タイ中央部の主要河川は全て水質汚濁が深刻であった。また、15 の廃棄物最終処分場付近の地下水水質調査では、11 地点で重金属（ニッケル、鉛、水銀）汚染が判明した。また、タイ湾は、陸性、沿岸性汚染源により、海洋汚染が進んでいる。生活廃水を主とする陸性の汚染源による汚染が海洋汚染の約 70%を占める。年間 20 万トンの汚濁物質（BOD 換算）がタイ湾に流出し、一部では産業廃水汚染のため赤潮が発生している。さらに、水銀などの重金属汚染も基準値を超えている。また古くからタイは水が豊富な国であるが、近年の急激な経済発展により水不足が深刻になっている。水需要は約 10%/Year で増加し、1990 年には 1980 年のそれに比べ倍増し、日量 430 億 m³ に達している。今後もこの増加傾向は続く。

キーワード：社会変化，水循環，相互作用，タイ国，Chao Phraya 川流域

連絡先：福岡市城南区七隈八丁目 19-1 都市環境保全研究室 TEL 092-871-6631 (ext.6471)

予想され、水資源は危機的な状況に瀕するといっても過言ではない。灌漑用水は水需要の約 90% を占め、農業用水としては表面水が大半を占めている。灌漑は水使用量あたりの経済便益が極めて低く、水資源保全の観点からも改善が望まれている。工業用水は水資源の約 4% を利用しているに過ぎないが、地下水に大きく依存している。表面流の水利権問題が Chao Phraya 川流域低地部や主要農業地帯などで発生している。これらの地域で、乾期に必要な量が供給される灌漑農地は約 35% に過ぎない。乾期には表面水を灌漑用水として取り込むため、河川の航行阻害、河川自浄能力の低下、塩水遡上の抑制といった問題を引き起こしている。バンコク首都圏では日量約 150 万 m³ が取水され、推定許容量の二倍近くとなっている。結果として、地盤沈下が生じ（例えば、バンコク市内では年間 20mm から 50mm の地盤沈下）、一部地域ではゴースタウン化するなど経済的な問題へと波及している。水不足は過去にも幾度か問題になっていた。タイには主要なダムが 26 体存在するが、ダム許容量の 30% 以下で運用されているダムがある。ダム貯水池の多くは、県や首都圏の水資源公社や自治体によってまちまちに管理・運用されている。既存の上水システムの漏水や低品質の流量計、不法接続のための無収水率は一般に約 35% に達すると言われている。2005 年初旬の乾期は近年にない渇水が続き、同国最大の Bhumibol ダム貯水池の貯水量が危機的な状況にまでに発展した。さらに、例年の雨期に入っても数ヶ月まとまった雨が降らず次年の水資源確保が問題となった。結果的には、雨期中盤以降に大雨が降り、短期的には水資源確保の目処が立った。しかし、長期的な視点では非常に危機的な問題が明らかになったと言える。

4. 社会変化と水循環の相互作用評価マトリックス
 図 - 2 に Chao Phraya 川流域における社会変化、水循環、流域の問題についてまとめた。流域内での社会変化として特筆すべきは、農業形態の変遷、特に灌漑設備の充実によって天水田から灌漑田へ、浮き稲から高収稲米へ、また稲作から高収入の得やすい果樹耕作へと変わっている。バンコクなど主要都市への人口集中によって、人命や社会的財産の高密度化が加速している。現在では加速的ではなくなったものの、1960 年代、1970 年代に活発であった森林伐採は確実に河川流況への影響は多大であったことが容易に推察できる。その他に、水循環に対する積極的な人間活動として、堤防の築堤や拡大・延長、ダム貯水池建設、地下水の汲み上げ、灌漑用水路の建設が挙げられる。逆に、水循環に対して積極的でない人間活動として、土地利用の変遷が主として挙げられる。一方、水循環の変化としては、降水量の変動、蒸発散量の増加・減少、洪水頻度・規模の増減、低水の安定化、地下水量の増減、流出量の変化などが挙げられる。対象流域内には、市街地における集中豪雨、降雨量の変動量の増加、洪水規模の増大、下流域における洪水リスクの増加、山岳域における Flash Flood、安定的な水資源の確保の必要性、過剰揚水、水質汚濁といった水関連の問題を抱えている。図 - 3 は社会変化と水循環の相互作用（一方通行も含む）を定性的に理解するためのマトリックスを示す。ここに示すような表を作成し、表中のような記号を用いて社会変化と水循環の相互作用を表現している。未だ不確定な部分や空欄が多いものの、このような形にすることで、水資源計画等に有用な情報となり得る。今後さらに、定性的でなく定量的にも表現できるように改善を図りたい。

参考文献
 1) カセートシリ・チャンウィット (2004): タイの歴史, 明石書店, 345pp.
 2) 石井米雄 (1982): 歴史的背景, もっと知りたいタイ第 1 版, 弘文堂, pp.1-36.
 謝辞: 本研究は科学技術振興事業団・戦略的基礎研究推進事業「社会変動と水循環の相互作用評価モデルの構築」(代表: 寶響京都大学防災研究所教授) の成果の一部である。

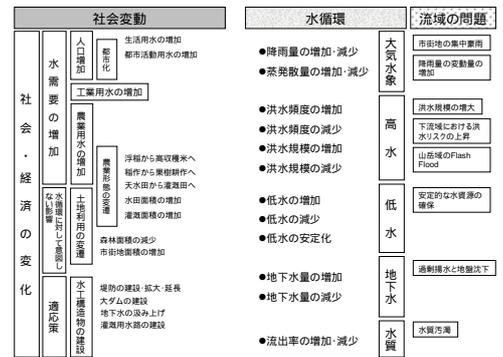


図 - 2 Chao Phraya 川流域における社会変化、水循環、流域の問題。

		水循環																	
		大気水象				高水				低水				流出率		地下水		水質	
		降水量	蒸発散量	洪水頻度	洪水規模	低水流量	流出率	流出率	地下水量	重金属汚染	農業排水								
社会変化	人口増加	生活用水の増加	+																
		都市活動水の増加	+																
		工業用水の増加	+																
	農業形態の変遷	浮稲から高収稲米へ																	*
		稲作から果樹耕作へ																	*
		天水田から灌漑田へ																	*
		水田面積	+																
		灌漑面積	+																
		森林面積	+																
	水工構築物の建設	堤防	+																
		ダム貯水池	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		地下水ポンプ	+																
灌漑用水路	+																		
	+																		
	+																		

図 - 3 社会変化と水循環の相互作用マトリックス。

+: 社会変化から水循環への作用, *: 水循環から社会変化への作用, *: 相互作用無し, : 不確定な作用。

参考文献

- 1) カセートシリ・チャンウィット (2004): タイの歴史, 明石書店, 345pp.
- 2) 石井米雄 (1982): 歴史的背景, もっと知りたいタイ第 1 版, 弘文堂, pp.1-36.

謝辞: 本研究は科学技術振興事業団・戦略的基礎研究推進事業「社会変動と水循環の相互作用評価モデルの構築」(代表: 寶響京都大学防災研究所教授) の成果の一部である。