

II-71

水文・地理情報に基づいた流域水資源管理の開発

東北大学大学院工学研究科 正員 ○風間 聡

1. はじめに

近年、発展途上国での流域開発が各地で活発に行われている。特に、揚子江流域とメコン川流域は、政治安定と経済発展とあいまって大きく開発が進んでいる。しかし、その計画は、無秩序で野放図的に行われており、持続的利用や環境に配慮されているとは述べがたい(堀、1998)。大河川の問題は、各地域の思惑がからみ流域全体の基本計画がたてにくい。こうした問題を解決するためには、客観的な評価手法が必須である。本報告は、その評価手法開発について、第一報を述べたものである。

2. 試験流域

考えられた流域は、正方の仮想流域で、上流 2/3 が落葉広葉樹で構成された森林域、下流 1/3 が水田域である。仮想流域を図-1 に示す。流域の発展度合いに従い、土地利用は変化する(図-2)。発展の度合いを表すものとして GDP を用いた。GDP に従って水田域は、指数関数で変化し、都市域は線形で増加すると仮定した。都市域は、下流末端に発展する場合と森林末端に発達する場合の二例を想定した。都市は上流域の水のみが利用出来るとした。水田域と都市域はそれぞれ森林域、水田域に抱拡大させた。水需要量は、都市域の拡大によって増える。生活用水と工業用水から成る都市用水は、昭和 50 年以降、日本において変化していないことから $0.02\text{mm}\cdot\text{km}^2/\text{人}/\text{月}$ を、都市人口はシンガポールと香港を参考にして、 $6000\text{人}/\text{km}^2$ を用いると、水需要高は $120\text{mm}/\text{月}$ となる。

3. 流出量

それぞれの領域は、以下の水収支式が成り立つ。

$$R = P + Q - E - I - \Delta S$$

ここで、 R は任意の流域の流出量、 P は降水、 Q は流入量または復帰流量、 E は蒸発散、 I は地下浸透量、 ΔS は貯留量である。これらは月単位高で得られる。流域は、東京を代表とした湿潤温暖気候とバンコクを代表とした熱帯サバナ気候の 2 つの地域を想定した。降水データは理科年表の平均月降水量を利用した。森林域の流出、貯留、地下浸透は、1 段のタンクモデルによって推定された。タンク係数は、地下浸透、流出に、それぞれ 0.02、0.9 を用いている。水田域では、貯留高が湛水高と等しいとし 100mm 、地下浸透は湛水域に 2mm 、蒸発量は 120mm とした。湛水時期は、両地域とも 5 月から 9 月とし、10 月に一斉に流出させた。都市域は、遮断蒸発を考え、 10mm とした。地下浸透および貯留は考慮していない。蒸発散に関するフラックスは、多田ら(1994)と Kazama, etc.(1999)を参考に行っている。流量が負の値になった際には、水田からの貯留から放出させ、最低流出高 5mm を確保するようにしている。

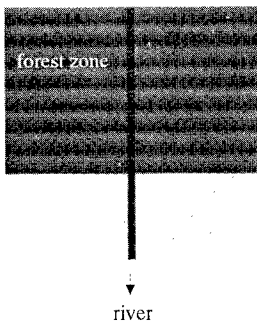


図-1 土地利用

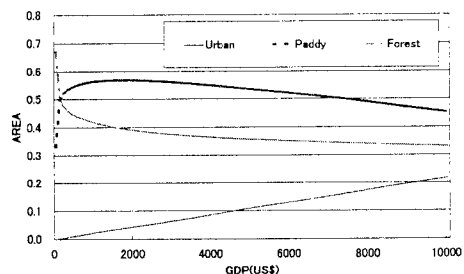


図-2 発展度における土地利用の変化

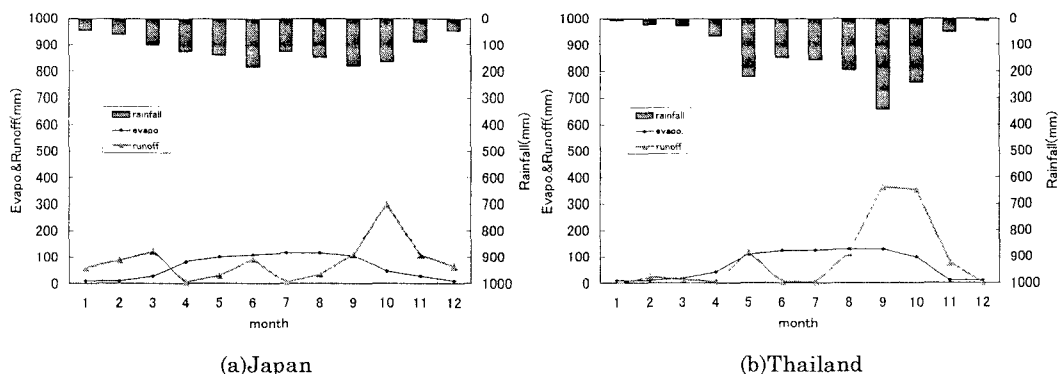


図-3 月別流出量 (GDP=1,000\$, 都市域が下流末端)

4. 解析結果

図-3 に両地域の流出高(GDP=1,000US\$, 都市域下流端)を示す。タイは、当然であるが乾季に渇水が生じる。共に 4 月に渇水傾向を示すのは、水田域に湛水するためである。日本は、この時期に融雪水が利用出来るため、実際渇水に見まわれることは無い。一方、10 月に流出量が増えるのは、湛水を放水するよう計算したためである。実際のタイの場合、多くの地域で二期作が盛んであり、放水時期はやや早い。東北タイや山岳部など、灌漑施設が十分でない地域では、このような傾向をとる。水収支に関して興味深いものは、蒸発散量に差が無いことである。12 月から 3 月にかけて、タイの蒸発量が減少するのは、乾季によるもので、土壌含水率がほぼ 0 になる等の報告もある。7 月は、共に渇水傾向を示す。これは、蒸発散によるものである。気温の増加に従い、蒸発、蒸散量ともに高い値を示すが、降水量はさほど増えない。両地域とも都市域の増大に従って、蒸発量が減少するため年総流出量は増える。発展度 (GDP) と渇水月数の関係について都市が下流端と森林域端で発展する場合を図-4 に示す。渇水は水需要高と流出高から決まる。都市が下流端で発展する場合、渇水は水田面積の変化に同調する。これは、端水期間が大きな影響を持つことを表している。中流域で都市が発展する場合、集水面積がおおよそ 3 分の 2 になるため、渇水が頻繁に起こる。

タイは、乾季の影響を強く受けるが、日本は、一定流量が確保出来るので恵まれているといえる。しかし、GDP が 7,000US\$ を越えると両地域とも慢性的な水不足が生じることになる。この計算には、貯水池の効果や地下水資源は考慮されていない。現地の水利用と併せて、今後、本手法を改良および発展させたい。

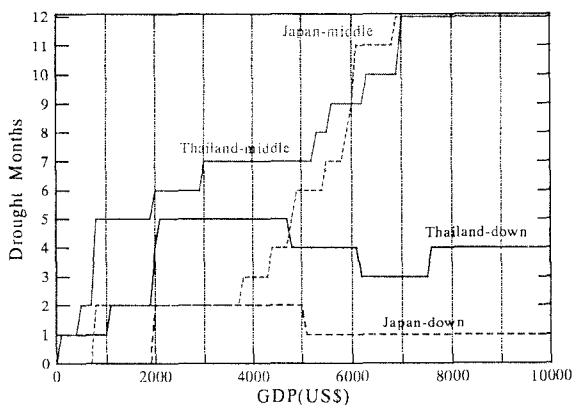


図-4 渇水月数と GDP の関係

参考文献 堀博(1998)、メコン河流域開発と環境に関わる紛争とその解決について、水文・水資源学会誌、11 巻、4 号、pp.408-415。 多田毅他(1994)、NDVI を用いた広葉樹林帯の蒸発散分布推定、水文・水資源学会誌、7 巻、2 号、pp.114-119。 Kazama, S. etc.(1999), Estimation of evapotranspiration in tropic region using satellite data, Proc. of Civil and Environmental Engineering Conference, New Frontiers & Challenges, Vol.5, Part I, pp.61-68。