

移動平均流出率流況曲線の妥当性の検討

九州大学大学院 学生員 ○真名子 武
 福岡大学工学部 正会員 手計 太一, 平野 文昭
 九州大学大学院 正会員 神野 健二

1. はじめに

流域や地域における水資源を評価する上で、河川の流量変動を知ることは基本的な情報である。基礎的かつ単純な河川流量データから、このような情報を得るための簡便な手法の一つとして流況曲線が挙げられる。これまでに提案されている流況曲線はいずれも降水量の影響を完全に除することができておらず、本当に知りたい流域の状況を知るためには十分ではない。以上を鑑み、著者らは降水量の影響を残さずに河川流量の変動傾向を明らかにしようと、移動平均流出率流況曲線を提案した¹⁾。本稿では、解析対象流域を増やし、本手法の妥当性を検討するものである。

2. 研究対象流域

表-1に本研究において対象とした日本国内外の四河川流域の概要を示す。

3. 移動平均流出率流況曲線の提案

3.1 移動平均流出率流況曲線の作成方法

本研究では、降水量の影響を除去するために、流出率に着目した。流出高を降水量で正規化することによって、降雨の影響を取り除くことができる。また、単純に流出率を求めるだけでは、無降雨0mmによる0割りの問題や、一降雨イベント毎の流出率しか算出できない。そこで、降水量と流出高ともに移動平均することによって、連続的に流出率を算出し、一年間を降順位に並べて曲線を描くという、移動平均流出率流況曲線を提案する。以下に、本研究で提案する移動平均流出率流況曲線の作成方法手順を示す。

(1) 本研究で対象とした四流域の最大無降雨連続日数を検索する。本研究で対象とする裏筑波流出試験地、チャオプラヤ川上流域、メチャム川流域、網走川はそれぞれ70日、115日、143日、30日であった。(2) このままでは、0割りは回避できないので、最大無降雨連続日数に一日を加算する。(1)で求めた日数に一日を加算すると、それぞれ71日、116日、144日、31日となる。これが、各流域における移動平均を行う際の日数となる。(3) ここまでで求めた移動平均の日数を利用して、各流域の移動平均流出高、移動平均降水量が算出できる。この値を利用して、毎年について降順位に並べ替え、さらに縦軸に対数をとることで移動平均流出率流況曲線が作成できる。

3.2 移動平均流出率流況曲線を用いた流況の把握

図-1は研究対象とした四流域の移動平均流況曲線図である。メチャム川流域はチャオプラヤ川上流域と同じような挙動を示している。そのためメチャム川流域はチャオプラヤ川上流域の支川である、もしくは極めて流域の状況が似ていると判断することができる。

キーワード：降水量，流出高，流出率，流況曲線，裏筑波流出試験地，チャオプラヤ川上流域

〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 九州大学大学院工学府 TEL(092)-802-2722

表-1 研究対象とした四流域の特徴

項目	裏筑波 流出試験地	チャオプラヤ川 上流域	メチャム川 流域	網走川
流域面積 (sq. km)	3.21	110569	3853	824.4
流路延長 (km)	14.8	310	158	115
主流路 平均勾配	1/13	1/12000	1/200	上流域1/300~1/50 中流域1/600~1/300
土地利用	約97%が森林	約40%が耕作地， 約60%が森林	約93%が森林	約20%が耕作地，約80% が森林
地形・地質	主に 風化花崗岩	主にれき岩，砂 岩，頁岩	主にれき岩， 砂岩，頁岩	西岸は緑色岩石及び非 火山性の新第三紀層 東岸は主に火山噴出物
平均 年降水量(mm)	1497	1195	985	800
平均 年流出高(mm)	858	199	273	443

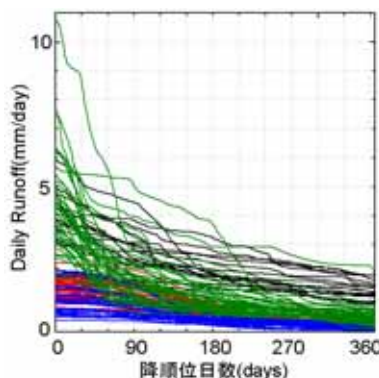


図-1 研究対象とした四流域の移動平均流況曲線

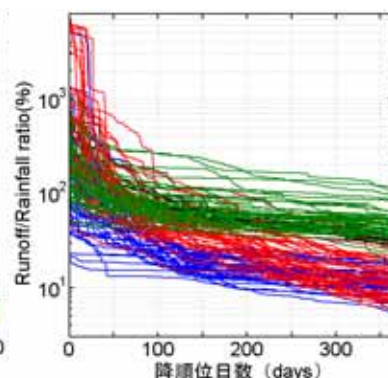


図-2 研究対象とした四流域の移動平均流出率流況曲線

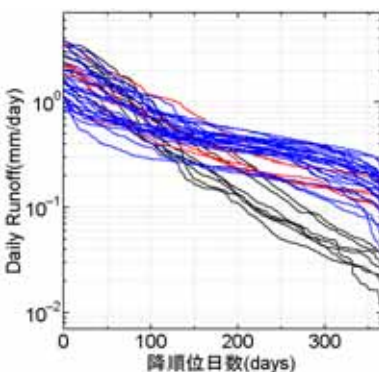


図-3 チャオプラヤ川上流域を対象とした大規模ダム貯水池建設前後期間における片対数流況曲線

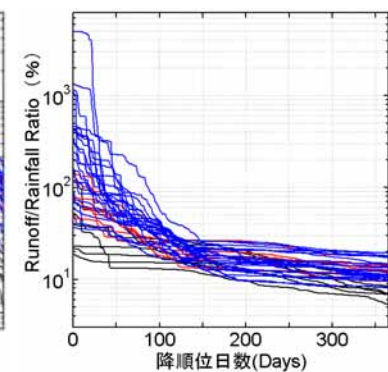


図-4 チャオプラヤ川上流域を対象とした大規模ダム貯水池建設前後期間における移動平均流出率流況曲線

図-2は研究対象とした四流域の移動平均流出率流況曲線図である。前述した図-1と比較すると、降順位日数が50日以下の部分では、研究対象とした四流域の年代の流況曲線の差異が低水部分で容易に把握することが可能である。

チャオプラヤ川上流域における自然流況、一つ目の大規模ダム貯水池建設後(1964年建設)そして、二つ目の大規模ダム貯水池建設後(1972年建設)の各期間における片対数流況曲線を図-3に示す。この図によって降順位日数が150日以上の部分では各年代での流況曲線の差異は明瞭でかつ、低水流量の増加が顕著であるため自然流況から大規模ダム貯水池が建設される経過を流況曲線のみで把握することが可能である。

図-4にチャオプラヤ川上流域における(解析期間は上述と同様)移動平均流出率流況曲線図を示す。流出率が100%を超過する領域において、各年代の流況曲線の差異が明瞭になってきている。

図-5に研究対象とした四流域の移動平均流出率と移動平均流出高の関係を示す。裏筑波流出試験地、網走川の挙動は図の中央部に広範囲に分布していることが分かる。また、裏筑波流出試験地はメチャム川流域、チャオプラヤ川上流域と比較すると移動平均流出率の幅が狭いが、移動平均流出高で幅が広がっており、その差は歴然としている。このような違いは、本図が降水量の影響が少ないために、各流域の土壌の状態や土地利用等による差異だと考えられる。

図-6にメチャム川流域、チャオプラヤ川上流域の移動平均流出率と移動平均流出高の関係を示す。ここでも、メチャム川流域はチャオプラヤ川上流域と同じような挙動を示している。そのためメチャム川流域はチャオプラヤ川上流域の支川であると判断することができる。

図-7に研究対象とした四流域の移動平均流出率が100%を超える日数の経年変化を示す。移動平均流出率が100%を超えるという意味は、降雨が無い状態でも水が流出していることから、流域の涵養機能を示している可能性があることを見出した。移動平均流出率が100%を閾値として、100%を超えると本来河川流域の持つ能力を表していると推察することができる。チャオプラヤ川上流域に着目すると自然流況と二つの大規模ダム貯水池建設によって、低水流量が大幅に増加していることが分かる。

図-8にメチャム川流域を対象とした各代表流量のトレンド検定結果を示す。各代表流量がすべて減少傾向にあることから流域内での変化だと考えられる。まず、土地利用に着目してみると1980年から1990年にかけては土地利用に変化はない。次に、降水量に着目してみると減少傾向にあることが分かった。このことにより、各代表流量が降水量に依存していることから、一般的な流況曲線を用いて各代表流量を選定することが困難であることを示した。

4.おわりに

一般の流況曲線の特徴である簡便性(使用するデータは河川流量と降水量のみ)を踏襲することで、普遍的な河川流況を明らかにできる可能性のある「移動平均流出率流況曲線」を考案した。その結果、流域の涵養能力を表す指標を見出す可能性があることを示した。この手法を用いることによって、チャオプラヤ川上流域とメチャム川流域が同じ特徴を持つ流域であることを確認することができた。

謝辞: 本研究の遂行に際し、(独)土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センターより裏筑波流出試験地の水文データの提供をしていただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 真名子武・手計太一・平野文昭: 新しい流況曲線の提案に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第51巻, pp.379-384, 2007。

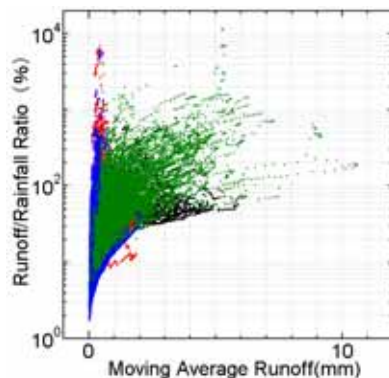


図-5 研究対象とした四流域の移動平均流出率と移動平均流出高の関係

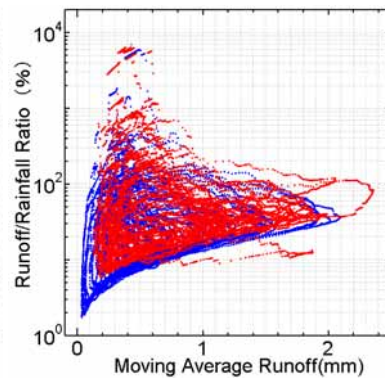


図-6 メチャム川流域とチャオプラヤ川上流域を対象とした移動平均流出率と移動平均流出高の関係

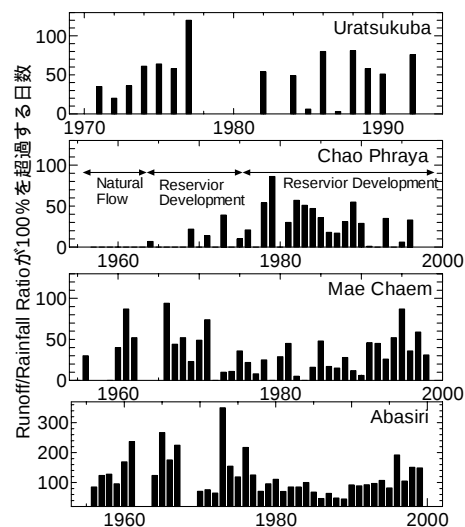


図-7 研究対象とした四流域の移動平均流出率流況曲線において流出率が100%を超過する日数の経年変化

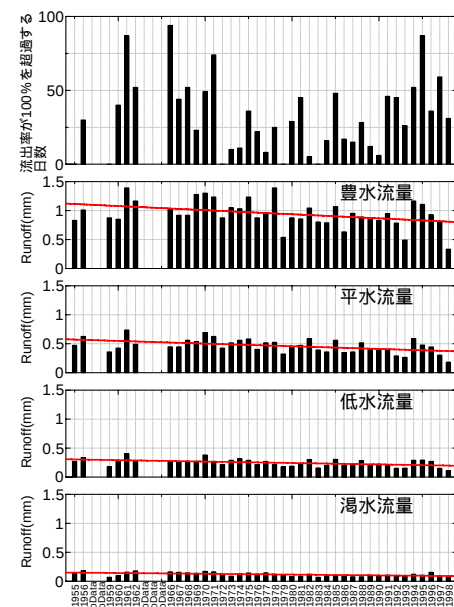


図-8 メチャム川流域を対象とした豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量の経年変化