

フィルター分離 AR 法を用いた都市型河川 (栃木県田川) の流域特性の解析

宇都宮大学工学部
宇都宮大学大学院工学研究科
宇都宮大学大学院工学研究科

○ 学生員 丹野 光康
正会員 鈴木 善晴
正会員 長谷部 正彦

1. はじめに

一般に、山地河川における河川流量は、主に降水を入力とした直接流出成分（速い流出成分）と地下水流出成分（遅い流出成分）から構成される。降雨 - 流量の流出過程において、遮断及び浸透といった損失が生じ、内部機構は非常に複雑とされるが、降雨以外の入力成分の存在は少なく、水文システムの1入力 - 1出力系であると考えられている¹⁾。一方、都市河川においては、降水以外に家庭から出る生活用水や下水処理等の他の入力成分による影響が存在し、また、近年の市街地の拡大化によるアスファルトやコンクリートからなる不浸透域の増加により、山地河川とは異なる流出形態を持つと考えられる。

藤野ら²⁾は、都市型河川である栃木県田川において流出率、部分流出寄与率といった指標に着目し、1980年代と2000年代の挙動変化を比較することで同河川流域における流出形態を解析している。

本研究では、藤野らの解析結果を受けて、同流域の流域特性についてさらに詳細な検討を行うため、フィルター分離 AR 法を用いた逆推定降雨量の算出や近年における流出率、部分流出寄与率の解析を行った。また、解析対象である田川の流域面積が正確に算定されていない可能性を考慮して、同流域の流域界について新たに調査を行った。

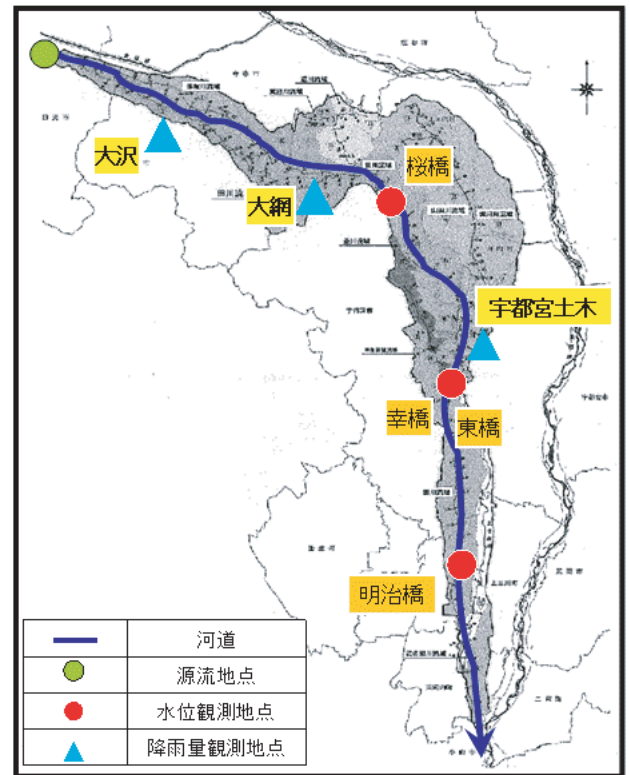


図-1 田川流域の概要と水位および降雨量の観測地点

2. 田川流域の概要

解析対象流域である田川は、栃木県日光市の七里地先を源流とし、鬼怒川に合流する一級河川である（流域面積 246 km²、流路延長 77.9 km）。この流域の土地利用において、市街地が 19.9 %、山地が 36.0 %であることから、都市流域と山地流域の混合流域である。同流域の概要図を図-1 に示す。流域内には、4 地点の水位観測所及び 3 箇所の降雨観測所があり、前者については、上流域に桜橋観測所、中流域に幸橋または東橋観測所（年代によって異なる）、下流域に明治橋観測所が設置されている。本研究では、2000年代における計 14 ケースの出水事例を対象に解析を行った。

3. フィルター分離 AR 法の概要

本研究では、詳細な流出の挙動を検討するため、フィルター分離 AR 法を導入し、解析を行う。ここでフィルター分離 AR 法とは、観測流量を表面中間流出成分及び地下水中間流出成分に分離し、かつ各流出成分に寄与する逆推定降雨量を自己回帰式により求め

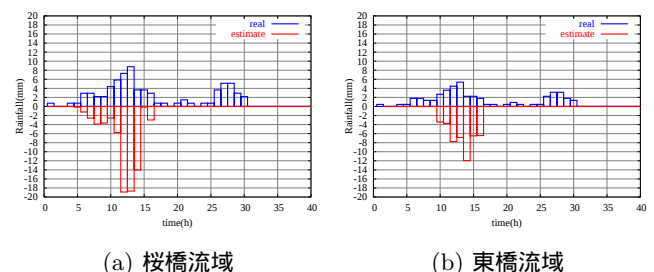


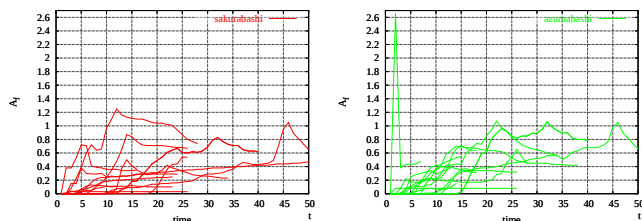
図-2 フィルター分離 AR 法によって算出した逆推定降雨量の一例（2004 年 10 月 8 日）

る手法である。フィルター分離 AR 法の詳細については、参考文献³⁾を参照されたい。

一例として図-2 にフィルター分離 AR 法によって求めた逆推定降雨量と観測データから得られた実測有効降雨量を示す。同図上のグラフが実測有効降雨量時系列であり、下が逆推定降雨量時系列である。

Key Words: 部分流出寄与率、フィルター分離 AR 法、流域界

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6214 Fax.028-689-6213

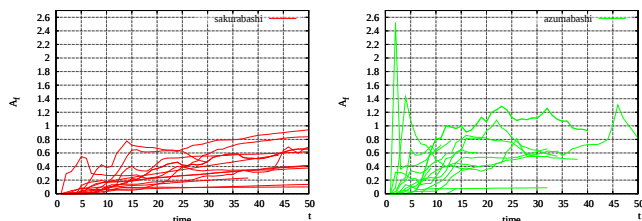


(a) 上流域（桜橋地点） (b) 中流域（東橋地点）

図-3 各出水事例における部分流出寄与率の時系列変化

表-1 本研究で新たに算定した田川流域の流域面積（各水位観測所ごとに上流側の流域面積を算定

水位観測所	新たに算定した流域面積（km ² ）	従来の流域面積（km ² ）
桜橋（上流域）	127.7	80.6
東橋（中流域）	168.5	159.4
明治橋（下流域）	計算中	215



(a) 上流域（桜橋地点） (b) 中流域（東橋地点）

図-4 流域面積修正後に求めた各出水事例における部分流出寄与率の時系列変化

4. 部分流出寄与率に関する解析

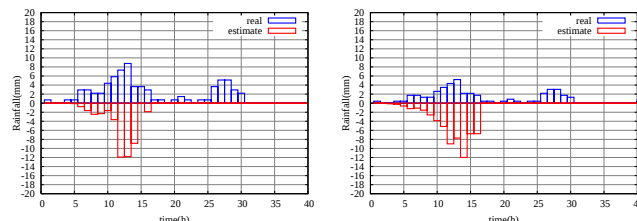
次に、前項で求めた逆推定降雨量と実測降雨量から流出時の部分流出寄与率による検討を行う。ここで部分流出寄与率とは、表面中間流出成分に寄与する降雨量が河道に直接流出する量を流域寄与域の面積比として表したもので、式(1)で算出される。

$$A_f(i) = \frac{a}{A} = \frac{\sum x_S}{\sum X_i - \sum x_G} \quad (1)$$

ここに、 $A_f(i)$ ：部分流出寄与率、 a ：部分流域面積、 A ：全流域面積、 X_i ：実測降雨量、 x_S ：逆推定した表面中間流出成分に寄与する降雨量、 x_G ：逆推定した地下水流出成分に寄与する降雨量とする。図-3に2000年代における上流域・中流域の各14ケースごとの部分流出寄与率の時系列変化を示す。同図より、流出の表面中間成分は、時間とともに増加し、ある程度の時間経過後に一定値に収束することがわかる。しかし、部分流出寄与率が1を超えてしまうときがあり、流域面積が正確に算定されていない可能性があると考えられる。そこで次節では、同流域における流域界の見直しと流域面積の算定を行う。

5. 流域界の見直しと流域面積の算定

本研究では、落水線図を作成することで流域界の調査を行うとともに、流域面積の新たな算定を行った。



(a) 桜橋流域 (b) 東橋流域

図-5 流域面積修正後に求めた逆推定降雨量の算出事例（2004年10月8日）

各水位観測所ごとに上流側の流域面積を算定した結果を表-1に示す。明治橋観測所についてはまだ計算結果が得られていない。表-1より上流域の流域面積が約47 km²増加しているのに対し、中流域では約10 km²しか増加していないことがわかる。これは、上流域が増加傾向にあるのに対し、中流域は減少傾向にあると考えられる。次に、流域面積修正後に求めた部分流出寄与率を図-4に示す。上流域では部分流出寄与率が1以下に変化した。中流域においてはあまり変化しないという結果になった。また、フィルター分離AR法より求めた逆推定降雨量が、流域面積修正によって、どのように変化したかを図-2で示した出水事例を例にとり、結果を図-5に示す。上流域においてはより実測有効降雨量に近づくという結果になったが、中流域では部分流出寄与率同様、あまり変化は見られなかった。

6. まとめと今後の課題

本研究では、解析対象である田川の流域特性の検討を行うため、フィルター分離AR法を用いた逆推定降雨量の算出や、流出率、部分流出寄与率の解析を行い、また、同流域の流域界の見直しと流域面積の算定を行った。上流域、中流域ともに流域面積が変化し、上流域においては、流域面積修正後に新たに算出した逆推定降雨や部分流出寄与率がより精度の高いものとなった。

今後の課題としては、まだ計算結果の得られていない下流域を含め、上流域、中流域の流域界について再検討するとともに、流域面積の変化によって得られた新たなデータを用い、田川流域の流出特性についてより詳細な解析をすることを課題とする。

参考文献

- 1) 日野幹雄，長谷部正彦：流出率と湿潤指標としての洪水直前流量，土木学会論文報告集，第328号，pp.41-46，1982年。
- 2) 藤野誠，長谷部正彦，鈴木善晴：山地・都市を含む混在型流域である田川流域の流出率及び部分流出寄与率について，第36回関東支部技術研究発表会概要集，2009。
- 3) 日野幹雄，長谷部正彦：水文流出解析，森北出版，1985。
- 4) 栃木県公式ホームページ，計画・主要事業・報告書，<http://www.pref.tochigi.lg.jp/system/honchou/honchou/kasen-menu01.html>