

流域の環境変化とダム操作を考慮した流出割合との関係

信州大学工学部
和歌山工業高等専門学校
信州大学工学部
信州大学大学院
信州大学工学部

正会員 寒川典昭
正会員 小池一臣
正会員 豊田政史
○金井 匡
笹川哲央

1. はじめに

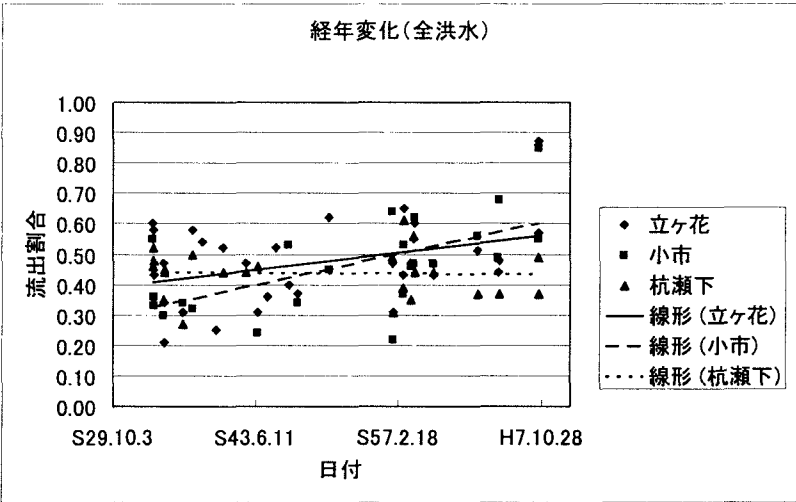
千曲川流域ではたびたび大出水があり、特に昭和 50 年代後半には幾度となく洪水災害に見舞われ、多大な被害をうけている。このような現状に対し、著者らは立ヶ花地点における警戒水位相当流量 2,000 m³/s 以上の洪水を取りあげ、千曲川流域に多く存在するダムの影響も考慮し、水平分離法で総降雨量に対する河川への流出割合の経年変化を求める。ここで、水平分離法が低減流量と交わらないときは洪水期間を 1 週間とすることとした。また、流域人口、第 1 次産業就業者数、耕地面積、宅地面積、森林面積、本川改修長、下水道普及人口といった流域の開発要因をもとに主成分分析を行い、流出割合と第 1 主成分との関係について検討する。研究結果は、以下に示すとおりである。なお、本稿は既発表のデータ¹⁾も含んでいる。

2. 対象洪水及び対象ダム

本稿で対象とする洪水は、昭和 33 年 7 月 26 日洪水から平成 7 年 7 月 12 日洪水までの計 31 個である。対象とするダムは、古谷ダム、湯川ダム、内村ダム、奈良井ダム、裾花ダム、奥裾花ダム、豊丘ダム、香坂ダム、大町ダム、梓川系 3 ダム、高瀬川系 2 ダムの計 11 個である。

3. 流出割合の経年変化

流域平均ハイトグラフ、ハイドログラフ、各ダムの流入出差をもとに算出した各地点の流出割合の経年変化を、図－1 に示す。立ヶ花、小市については増加傾向にあり、杭瀬下では変化は見られなかった。また、ここには記載していないが、上流域ではいずれも流出割合が減少しており、増加した地点は中・下流域の都市部に近い地域のみであることから、昭和 30 年代から現在の間に中・下流域で都市開発が進んでいることが考えられる。



図－1 各地点の経年変化

4. 環境因子の選択

ここでは対象流域を立ヶ花、小市、杭瀬下の 3 つの流域に区分し、各流域における開発進行度を算出するための流域環境の因子として河川改修、下水道、土地利用形態を取り上げた。

河川改修は、河川の通水能力を向上させ、洪水の流下時間を短縮するとともに、洪水を下流へ流下させる。この状況を把握するため、各流域ごとに累積延長を集計した。

公共下水道の普及は、市街地における都市の高度化の指標と考えられる。下水道が普及した街は、一般的に路面が舗装され、水路も整備されており、雨水排水を良好にすることで、河川への流入時間を短縮し、直接流出量を増加させる。本稿ではその指標として、各流域ごとの公共下水道処理人口の変化を取り上げた。

土地利用は、その形態により浸透・保水・通水能力に差異がある。これらのデータは市町村単位のもので

もとに、各流域に対応するように計算した。なお、ここでは宅地と耕地並びに森林の面積をとりあげた。宅地は、家屋等により被覆面積の割合が大きい。また一般に排水は良好である。したがって、宅地面積の増加は河川への流入時間を短縮し、直接流出量の増大を引き起こす。また、耕地は田地と畑地に分けられ、田地は保水能力、畑地は浸透能力を有していると考えられる。したがって耕地面積の減少は、直接流出量を増加させる。最後に森林は、耕地よりもさらなる保水能力、浸透能力を有するものと考えられる。よって森林面積の減少は、同様に直接流出量を増加させる。

これら3つの環境因子から主成分分析を用いて立ヶ花、小市、杭瀬下流域の流域開発の総合的な指標を求めた。

5. 流域開発と流出割合

先にあげた環境因子から立ヶ花、小市、杭瀬下流域の流域開発の総合的な指標を求めるために主成分分析を行った結果、流域開発を示す指標が求まった。これは流出を増加させる方向に変化する因子であり、経年的に増加していることがわかった。そこで、流域開発の進行と流出割合の変化との間には密接な関係があると判断し、各流域ごとに主成分分析で得られた第1主成分スコアを「流域開発進行度」として横軸に、平均的な流出割合を縦軸に取り、5年ごとにその関係の変化を追ったものが図2～4である。

これらの関係をみると、立ヶ花、小市流域ではほぼ一様に増加していた。また杭瀬下流域では変化はみられなかった。さらに、昭和35年から平成7年までの流域開発の進行をもとに、今後10年間の流出割合を予測すると、立ヶ花、小市流域では破線で示すように増加し、杭瀬下流域ではほとんど変化はみられなかった。2005年には平均的にみて立ヶ花で0.653、小市流域で0.680、杭瀬下流域で0.430となることが予想される。

6. あとがき

本稿は警戒流量 2,000 m³/s 以上の、昭和33年から平成7年までの計31個の洪水を対象とした。今後の課題としては、洪水における降雨パターンごとに解析を行うこと、流域の湿潤状態を考慮することなどがあげられる。また、他の環境因子を採用したり、環境因子の組み合わせを変えたりして同様の解析を行う必要もある。最後に貴重な資料を提供して頂いた国土交通省北陸地方整備局千曲川工事事務所並びに東京電力、長野県、佐久市役所に感謝の意を表す。

<参考文献>

- 1) 寒川・小池・本間・金井：千曲川流域における警戒流量以上の降雨・流出特性、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、Ⅱ-49、pp.229-230、2000。

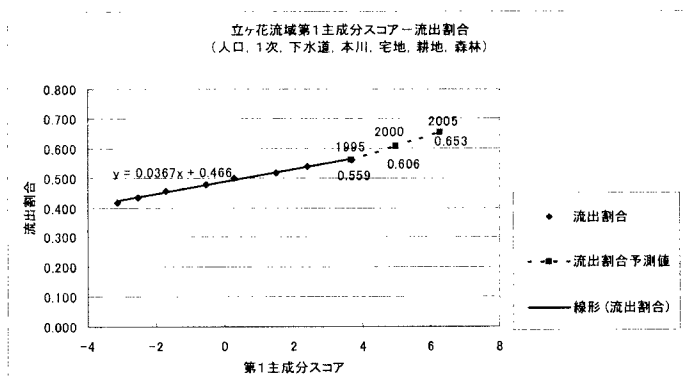


図-2 立ヶ花流域

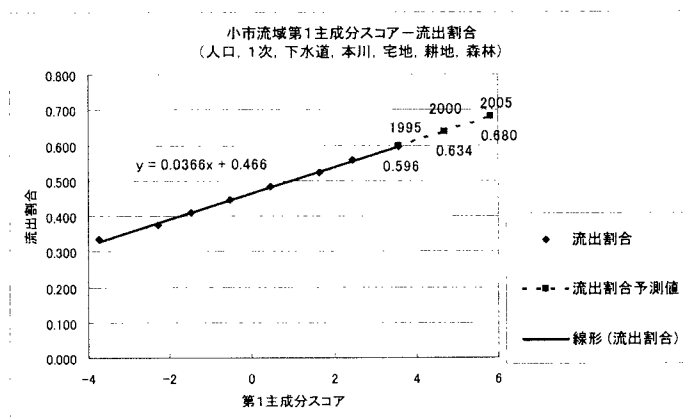


図-3 小市流域

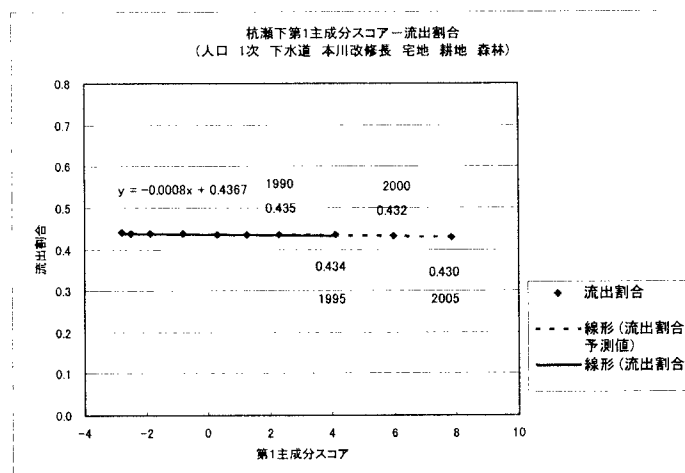


図-4 杭瀬下流域