

千曲川流域の環境変化と洪水特性

信州大学工学部 正 員 荒木 正夫 信州大学工学部 正 員 寒川 典昭
 信州大学大学院〇学生員 折原 正人 信州大学工学部 後藤 剛

1. はじめに 我々はここ数年来、千曲川流域立ヶ花地点(Fig.-1)におけるピーク流量約 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ 以上の洪水17件を取り上げ、流域の変遷と流出形態の変化¹⁾、流域氾濫水量の推定、1次貯留による洪水抑制効果について検討してきた²⁾。その際、降雨の時・空間的分布特性が、流出特性や氾濫水量に影響しているように思われた。本稿では、立ヶ花上流域において降雨の総量、時・空間的パターンにより洪水を分類し、その内で流出特性を比較検討するとともに、平均的な流出特性の経年変化と、流域環境の変化を対応付けることを考える。

2. 流域環境の変化 立ヶ花地点での直接流出に直接・間接的に影響を与える流域環境に関する因子として、本川改修長、支川改修費用累積、道路改良延長、宅地面積、耕地面積、森林伐採面積の6因子を採用し、昭和30年から昭和60年まで5年ごとの値を用いる。尚、データ収集の都合上、支川改修費用累積、道路改良延長、森林伐採面積は、長野県全体での値となっている。

これらの因子から流域の環境変化の総合的指標を求めるため、主成分分析を行った結果をTable-1, 2に示す。累積寄与率を見ると、第1主成分だけで94%となっており、この主成分に多くの情報が集積されていることがわかる。また、各因子と主成分との相関を示す因子負荷量を見ると、いずれも第1主成分との間で絶対値が0.9以上という高い相関を示している。従って第1主成分は流域の開発に深く係わり、これら6因子の情報の大半を集めていることより「流域開発進行度¹⁾」と呼び、流域開発の指標として採用する。Fig.-2に示した第1主成分スコアの経年変化より、昭和40年以後の流域開発進行度の伸びが大きいことがわかる。

3. 洪水特性 勾配急変点法から直接流出量を算定することができた14件の洪水を、直接流出に係わる流域平均総降雨量により $170\text{mm} \sim 180\text{mm}$, $60\text{mm} \sim 130\text{mm}$ の値で2別する。次に各々においてクラスター分析法³⁾、部分流域平均ハイエトグラフ³⁾により、降雨の時・空間的パターンの類似した洪水をグループ化する。その結果4つのグループが生じた。

洪水特性としては、直接流出の立ち上がり流量、ピーク流量、直接流出量、流出率を取り上げ、ここでは立ち上がり流量と流出率について、各グループ内で比較検討する。Table-3に洪水のグループ①～④と洪水特性の値を示す。

① 年次が近い環境変化は小さい。降雨規模が同じにもかかわらず、流出率の差は0.126とS.37洪水の方が大きい。これは、立ち上がり流量の差が反映したためと考えられる。

② 流出率の差は0.007であり、ほとんどない。S.58洪水の方が、総降雨量が大きい立ち上がり流量は小さく、①の結果からみるとこの流出率はもっと小さくなることが予想される。したがって、ここでの結果は23年間の流域環境の変化により立ち上がり流量の影響が相殺されたものと考えられる。

③ 総降雨量、立ち上がり流量ともにS.57洪水が大きく、従って流出率も0.013の差で大きい。し

かし、①、②から考えると、流出率の差は予想外に小さく、他の要因の存在が考えられる。

④ S.34洪水と、S.57,S.58 洪水各々との比較では、総降雨量、立ち上がり流量とも差は比較的小さく、流出率の違いは環境の経年変化を反映していると考えられる。一方、S.57洪水とS.58洪水との比較では、総降雨量、立ち上がり流量の差異に比べ、流出率の差が0.133 であることが目立つ。これは、同程度とみなした降雨の時・空間的パターンに意味のある相違がないか、他の要因の存在はないかをさらに検討しなければならない。

4. 流域の変遷と洪水特性 14件の洪水の流出率を年次別に示したものがFig.-3である。ここに最小二乗直線を当てはめると $r=0.0049(T-30)+0.2632$ (r :流出率, T :昭和年次) となり、流出率は経年的に増加していることがわかる。この傾向は、先の洪水特性の検討において、総降雨量170** ~ 180** の洪水に対して述べたが、全体的傾向としても同様のことが言える。

次に、この流出率の変化と流域環境の変化との関係を5年ごとに示したものがFig.-4である。S.55 ~ S.60の環境変化を基に、今後10年間の流出率を予測すると、破線に示す状態で増加することが考えられる。

5. あとがき 小市、杭瀬下流域についても、本稿で示したものと同様の検討を進めている。さらに本研究と一時貯留による流域への遊水を与えた洪水抑制効果に関する研究との結合をはかりたい考えである。尚、従来用いてきた直接流出量及び流出率は水平分離法で算定していたため、本稿での値と相違することを付記する。

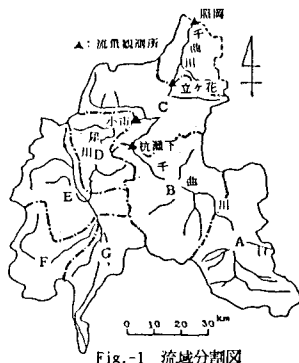


Fig. 1 流域分割図

Table-1 主成分寄与率

主成分	寄与率	累積寄与率
第1	0.940	0.940
第2	0.038	0.978

Table-2 因子負荷量

因子	第1主成分
木川改修長	0.974
支川改修費用累積	0.973
道路改良延長	0.998
宅地面積	0.995
耕地面積	-0.952
森林伐採面積	0.924

Table-3 洪水特性

NO.	洪水名	総降雨量 (mm)	立ち上がり流量 (m^3/s)	ピーク流量 (m^3/s)	直接流出量 (m^3)	流出率
①	S.37.6.14 S.39.9.25	87 87	520 410	3,000 2,600	208,591 137,666	0.372 0.246
②	S.33.9.18 S.56.8.23	106 129	320 170	4,300 3,500	166,722 197,469	0.244 0.237
③	S.42.7.10 S.57.8.2	96 114	220 390	2,800 4,700	172,991 215,465	0.281 0.294
④	S.34.8.14 S.57.9.13 S.58.9.29	179 172 181	300 380 320	7,300 6,800 7,400	408,208 534,680 719,936	0.355 0.483 0.616

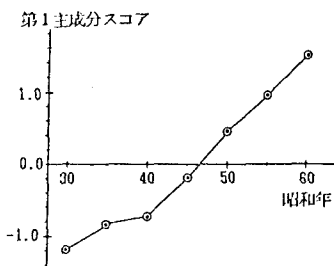


Fig. 2 流域開発の経年変化

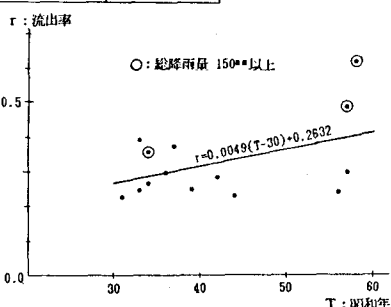


Fig. 3 流出率の経年変化

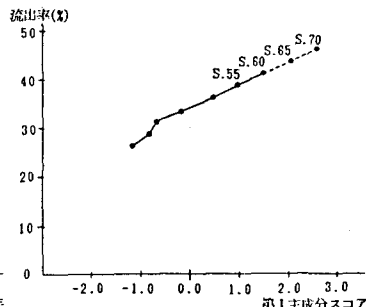


Fig. 4 流域開発と流出率

参考文献

- 1) 荒木他: 千曲川水系の変遷に伴う流出形態の変化に関する研究, 自然災害科学5-1, 1986, pp20-30.
- 2) 荒木他: 千曲川水系の氾濫水量の変遷について, 61年土木学会中部支部, pp94-95
- 3) 荒木他: 千曲川洪水時における降雨の空間的分布特性, 61年自然災害科学中部地区シンポジウム, pp4-5.