

## 流域及びハイトグラフの特性を反映した河川流量の逓減特性について

信州大学工学部 学生会員 ○春日井 敬介  
 信州大学工学部 寒川 典昭  
 元信州大学大学院 正会員 草刈 智一  
 信州大学工学部 正会員 中屋 眞司

## 1. はじめに

洪水時の河川流量の逓減特性は、その河川流量が観測されている流域の特性を反映していると言われている。そこで、本研究は長野県内のダム流域の特性、更に追加してハイトグラフの特性と河川流量の逓減特性との関連性を検討した。

対象流域は美和ダム流域と小渋ダム流域である。美和ダムでは2003年1月1日から2016年12月31日まで、小渋ダムでは2002年1月1日から2016年12月31日までのデータを用いた。これらの流域の面積は、それぞれ311.1km<sup>2</sup>、288.0km<sup>2</sup>であり、近い値を示している。流量の逓減式は指数逓減曲線を用いた。この曲線逓減で実測流量の逓減を説明するのに不十分な場合は他の逓減曲線、例えばホートンの式、級数による逓減曲線を試さなければならないが、この2流域の洪水逓減はほぼ指数関数曲線で良く合致していたので、ここではこの曲線を採用している。

流域特性としては、流域特性の変遷に伴う流量逓減曲線の変化を考察した。更に、ハイトグラフの形状が流量逓減特性に影響すると考えられるため、ハイトグラフの諸特性と流量逓減曲線との関係も検討した。

尚、河川流量の逓減特性に関して、従来いくつかの研究がなされている。<sup>1), 2), 3)</sup>しかし、これらの研究は時間軸を day にとっており、主として地下水流出の逓減を見ているが、本研究では時間軸を hr にとって表面流出、中間流出及び地下水流出の合わせた全流出の逓減特性を把握している。更に、従来の研究では河川流量の逓減に及ぼす主たる要因である流域特性、及びハイトグラフの特性について何も触れていないが、本研究はこれらについて詳細に考察すると共に、指数逓減曲線の時系列的变化を把握している。上記4点が本研究の主な特徴である。

## 2. 研究手順

ダムへの流入量はその流域の全流出であると仮定し、ダムへの流入量から1時間毎の流出量の平均値を求める。流出量が平均値の n 倍以上の流出で洪水状態であるとし、n は各年で洪水が1度以上発生する値に設定する。美和ダム流域では7、小渋ダム流域では10とした。

洪水時のハイトグラフの逓減部分を最小二乗法によって(1)に示される指数逓減曲線に近似し、流域固有の定数を求める。

$$Q = Q_0 e^{-\alpha t} \quad (1)$$

ここで、Q：流量、Q<sub>0</sub>：ピーク時の流量

α：流域固有の定数、t：時間

流域特性、ハイトグラフの特性と得られたαとの相関係数を求める。流域特性としては、田、畑、宅地、池沼、山林、牧場、原野の各面積を取り上げる。ハイトグラフの特性として、全降水量(R)、ハイトグラフの始まりから降水ピーク時までの降水量(R<sub>1</sub>)、降水ピーク時以降からハイトグラフ終了時までの降水量(R<sub>2</sub>)、ハイトグラフの始まりから降水ピーク時までの時間(t<sub>1</sub>)、降水ピーク時からハイトグラフ終了時までの時間(t<sub>2</sub>)、降水継続時間(T)、降水継続時間内の平均降水量(r<sub>ave</sub>)、時間最大降水量(r<sub>max</sub>)、ω=R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub>、κ=t<sub>2</sub>/t<sub>1</sub>を取り上げた。又、遅れ時間を考慮し、流出量のピークと時間最大降水量の時間が一致するよう補正する。

## 3. 結果、考察

美和ダム、小渋ダムでの洪水発生数は美和ダムで45回、小渋ダムで88回であった。洪水毎の流域固有の定数を図—1、図—2のようにプロットすると、両ダムとも値が上昇傾向にある。これは、洪水時の河川流量の逓減が徐々に激しくなっていることを示している。

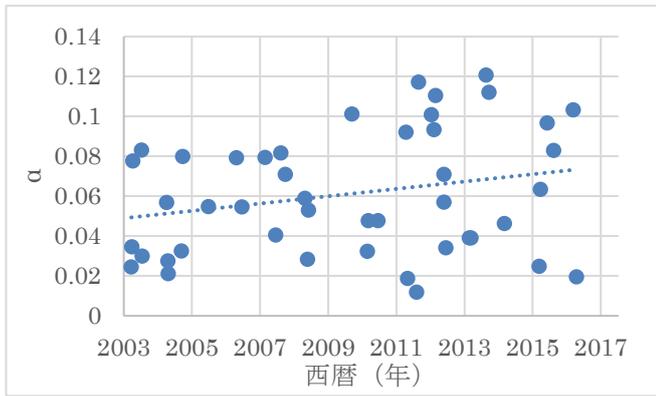


図-1 流域固有の定数の変遷 (美和ダム)

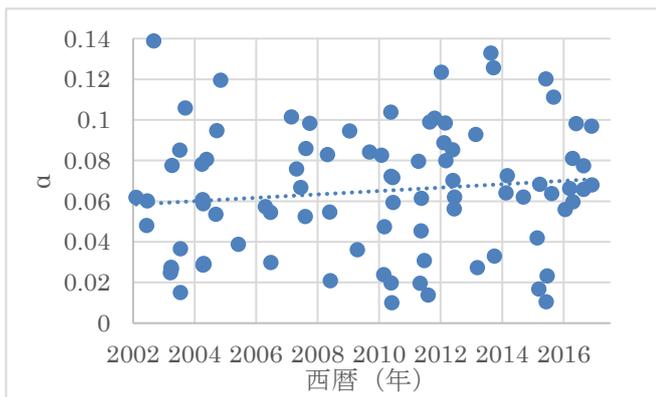


図-2 流域固有の定数の変遷 (小渋ダム)

表-1 流域特性, ハイエットグラフの特性と流域固有の定数との相関係数

		美和ダム	小渋ダム
流域特性	田	-0.273411	-0.398511
	畑	-0.283794	-0.302936
	宅地	0.276447	0.341586
	池沼	0.265605	0.299842
	山林	0.402806	-0.170628
	牧場	—	0.408397
	原野	-0.402445	-0.296233
ハイエットグラフ	R	0.083622	0.148708
	R <sub>1</sub>	0.206825	0.291431
	R <sub>2</sub>	-0.219637	-0.167780
	t <sub>1</sub>	0.090567	0.092119
	t <sub>2</sub>	-0.450681	-0.399858
	T	-0.261539	-0.170992
	r <sub>ave</sub>	0.396374	0.451131
	r <sub>max</sub>	0.308391	0.410335
	κ	-0.434882	-0.341408
ω	-0.447466	-0.256885	

表-1 から, 流域特性では宅地, 池沼, 牧場で正の値を示しており, それぞれの面積が増加すると河川流量の逓減は激しくなる. 田, 畑, 原野では負の値を示しており, それぞれの面積が増加すると河川流量の逓減は緩やかになることが分かる. つまり, 地下水涵養量の大きな地域の面積が増加すると河川流量の逓減は緩やかになることを示している. ハイエットグラフでは,  $r_{ave}$  と  $r_{max}$  が正で大きな値を示している. つまり, 平均降水量と時間最大降水量が大きいと流量の逓減が激しくなる.  $t_2$ ,  $\kappa$ ,  $\omega$  では負で大きな値を示している. すなわち, 遅れ時間後の降水継続時間, 遅れ時間前の降水継続時間に対する遅れ時間後の降水継続時間の比, 遅れ時間前の降水量に対する遅れ時間後の降水量の比が大きいと流量の逓減が緩やかになる. このことは, 降水量の遅れ時間後の各々の値が大きいと流量の逓減が緩やかになる事を示している.

4. まとめ

河川流量の逓減特性について, 流域固有の定数と流域特性とハイエットグラフの特性を基に考察した. その結果, 河川流量の逓減特性として, 地下水涵養量の大きな地域の面積に影響を受けること, 平均降水量と時間最大降水量, 降水量の遅れ時間後の各々の値に影響を受けることが示唆された.

尚, 本研究を行うにあたり, 国土交通省中部地方整備局天竜川ダム統合管理事務所からデータ提供及び多大なるご助言をいただきました事を記し, 厚く御礼申し上げます.

(参考文献)

- 1) 四俵正俊: 洪水流量逓減曲線の解釈, 土木学会論文報告集, 第 245 号, pp.59~64, 1976 年 1 月.
- 2) 吉川秀夫, 砂田憲吾, グエン・リン・フン: 洪水流量曲線の特性を考慮した流出モデルに関する研究, 土木学会論文報告集, 第 383 号, pp.23~32, 1979 年 3 月.
- 3) 寺島彰: 河川流量の逓減特性について, 信州大学工学部土木工学科卒業論文, pp.1~62, 1982 年 2 月.