

洪水流出が大流域と小流域で如何に異なるか、あるいはどの程度相似しているかは重要な問題であり、ほとんどの流出試験地においては、方法に異なっても、その流域内で雨量、地形、地質、流出量等を正確に観測調査して、その流出試験地を含む大流域あるいは類似の他流域にその結果を外挿しようとしており、この場合に流域スケールが変化した場合には洪水ハイドログラフがどのようにに変化するかが調べられなければならない。この調査を行う際には、入力である雨量、その変換過程である地形、地質等の流域特性が同一である条件の下で出力である流出量又はハイドログラフの変化を解析しなければならない。ハイドログラフの変化を解析するには割当の流域に対する流出モデルを作り、流域スケールの異なる地点で流出モデルを作成し、両者を比較すればよい。

本報告では、流出モデルを作る前段階として流出率、ピーク流出高、流出係数等を計算した所、特に流出率について興味ある結果が得たのでそれを報告する。

解析対象流域は、千葉県下養老川上流左支川の浦白川流域である。この流域の概要は、全武、オ4紀更新世古紀の上土層群団本原と呼ばれている比較的透水性が低い地層である。そして1万分の1地形図によって地形解析を行なった結果、本流出試験地の最大谷次数は6であり、分岐比は3.7ではなかに近く、水系網はラウレンスに発達していると考えられる。以上の結果、雨量を変換して流出量とする場合の流域の地形、地質は一様とみなされる。この流域内には3所の水位観測所を設置した。それらは6次谷、3次谷、1次谷であり、3次谷は6次谷に含まれ、1次谷は3次谷に含まれている33ヶ所を水位観測所とした。それぞれの谷の流域面積は高次谷から順に8.6 km²、0.15 km²、0.019 km²である。雨量は流域内4ヶ所雨量観測所をゲージを分割し流域平均面積雨量を算定した。雨量観測所のウエイトは下流から順に0.124, 0.190, 0.405, 0.287である。雨量の条件を同一とするため、同じに生じた洪水で、6次谷、3次谷の同時記録が得られているケースで、6次谷のピーク流量で、上位10洪水を選定、これに1次谷の同時記録が得られている3例を追加した。以上の結果、雨量、地質、地形条件を同一として流出率等を比較される。

流出率の算定は、6次谷のハイドログラフの立上り部からやや右肩上がり部を引き、基底流量を引き去り、有効流出高を算定した。3次谷と1次谷は6次谷で基底流量を引き去った時間間隔と同一とした。従つて、3次谷、1次谷の減氷部は、ほとんど6次谷の減氷部の下側にくる。このようにして算定した流出率(有効流出高/流域平均雨量)の結果が表1である。ここで3次谷の総雨量は3次谷の雨量観測所の値で、1次谷の総雨量は3次谷と同値である。6次谷の1977年11月18日洪水はピーク流量後90分で器械の故障のため観測となつた。この表から6次谷の流出率は9洪水すべてについて3次谷の洪水流出率より大きく、3洪水については、3次谷の流出率は1次谷の流出率より大きい、即ち

$$f_6 > f_3 > f_1 \dots \dots (1)$$

(ここで f_6 : 6次谷の流出率, f_3 : 3次谷の流出率, f_1 : 1次谷の流出率) が、成立する。このことは、大流域程洪水流出率が大きくなることを示している。

流出係数およびピーク流出高の各洪水の

表 1 谷次数別流出率

洪水発生 年月日	6 次 谷			3 次 谷			1 次 谷	
	流域平均 総雨量(mm)	有効流出 高(mm)	流出率	流域平均 総雨量(mm)	有効流出 高(mm)	流出率	流域平均 総雨量(mm)	流出率
1976.9.8	48.94	13.85	0.283	60.5	11.42	0.189		
" 9.14	23.19	7.47	0.322	23.5	6.20	0.267		
" 10.9	55.06	18.29	0.332	57.5	14.39	0.261	13.51	0.235
" 10.20	51.42	19.48	0.379	45.5	14.45	0.281	11.57	0.254
" 11.18	32.70	11.51	0.352	38.0	11.06	0.291		
1977.3.24	54.16	22.61	0.418	48.5	16.66	0.344		
" 6.25	93.97	42.59	0.457	101.5	36.33	0.358		
" 8.14	69.09	22.93	0.332	86.5	23.96	0.277		
" 9.8	93.73	41.72	0.445	97.5	39.70	0.407	35.60	0.365
" 11.18	140.85			144.5	54.96	0.380		

値を表2に示す。表中、洪水到達時間は、10洪水平均で6次谷2時間、3次谷1時間、1次谷(3洪水平均)30分であり、その時間内における雨量強度である。(単位 $\text{mm}/10\text{分}$)

ピーク流出高は、10洪水以内の雨量強度でも6次谷は3次谷より小さい値となる。これは当然のことながら、洪水波が河道を流下して高次谷に行く程平滑されるためである。

流出係数と降雨開始から降雨ピークまでの時間の関係を図1に示す。(●印: 6次谷, ○印: 3次谷) 流出係数は、降雨開始から降雨ピークまでの時間の増大とともに大きくなっている。このことは降雨の継続時間の増大とともに流域表層土壌中の水分量が増加し、そのため損失雨量が減少するとともに中間流出あるいは、流域の比較的飽和しやすい部分で小規模の表面流出が加わって、漸次、流出量が増加していくと考えられる。

以上、流出率と流出係数から結論すると本流出試験地では、流域面積の増加とともに(1次谷→3次谷→6次谷)流出率は増加する。この原因として高次谷程、勾配が小さく、谷間が多量に表面流出を生じやすいことや、流域斜面上の降雨は、斜面下の地下へ浸透し、当該次谷の観測所の河道に出ないで高次の河道に流入するためと考えられる。3次谷は6次谷に比べて降雨開始から降雨ピークまでの時間

の経過につれて流出係数の増加がいくぶん小さく中間流出が小さい理由も一つの裏付けとなる。

流出率が流域面積の増加とともに大きくなるという例は、農林省林業試験場の室川試験地の本流(流域面積: 19.06 km^2)で1958年～1958年の21年間の平均で 2922.4 mm/年 で、同一期間の初沢(流域面積: 1.18 km^2)で 1765.3 mm/年 という記録があり、建設省土木研究所の震筑波試験地で1970年における山口本川(流域面積: 3.12 km^2)の値で 661.2 mm/年 、祖父ヶ峰地点(流域面積: 0.158 km^2)で 494.4 mm/年 の値が得られている。流出率が表すと室川本川で1.587、初沢で0.838、山口本川で0.619、祖父ヶ峰地点で0.463というように、いづれも、大流域の流出率が小流域より大きい値を示している。このような例から、大流域になる程、流出率は大きくなると思える。

参考文献: 青木祐久: 山地流域における洪水流出の追跡, 建設省土木研究所報告 昭和46年10月

表2 谷次別 ピーク流出高, 流出係数

洪水発生年月日	6次谷			3次谷			1次谷		
	洪水到達時間 内雨量強度	ピーク流出高 ($\text{mm}/10\text{分}$)	流出係数	洪水到達時間 内雨量強度	ピーク流出高 ($\text{mm}/10\text{分}$)	流出係数	洪水到達時間 内雨量強度	ピーク流出高 ($\text{mm}/10\text{分}$)	流出係数
1976.9.8	2.3K	0.452	0.193	2.58	0.771	0.299			
" 9.14	1.30	0.360	0.277	1.75	0.443	0.276			
" 10.9	1.62	0.583	0.368	1.92	0.581	0.303	2.00	0.893	0.417
" 10.20	1.02	0.427	0.419	1.83	0.581	0.317	2.50	1.078	0.431
" 11.18	1.42	0.765	0.525	2.50	1.450	0.580			
1977.3.24	0.92	0.53K	0.580	1.58	0.627	0.397			
" 6.25	0.92	0.53K	0.580	1.50	0.672	0.448			
" 8.14	1.20	0.592	0.693	1.75	0.928	0.530			
" 9.8	2.63	0.622	0.237	2.75	1.266	0.660	6.17	1.347	0.218
" 11.18	5.78	0.556	0.615	9.42	4.556	0.684			

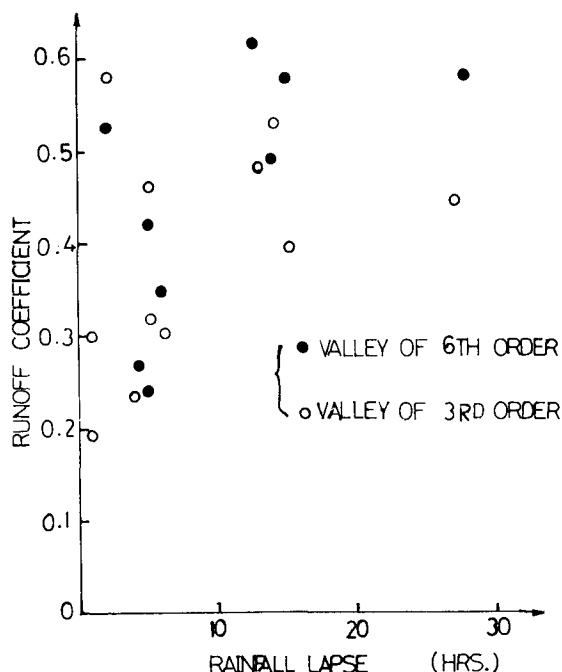


図1 流出係数とピークまでの時間