

山梨大学 正員 砂田 寛吾
静岡県 正員 中谷 孔石

1. はじめに

流域地形形態の把握のために、従来から位数理論、マスキュード理論に基づきいくつかの地形則が提案され最近では岩佐・小林¹⁾の研究を初めとして両理論による地形量間の相互の関連も明らかにされている。一オ、河川流域が山嶺斜面系と河道系とで構成されることから、高次の位数をもつ河川では特に、河道系による洪水集中過程が注目され、この点については石原・小葉竹²⁾、高橋・椎葉ら³⁾、友杉⁴⁾ほかによる多くの知見が、理論・数値実験とあわせて得られつつある。本研究は、やがては流域系の内部構造(斜面河道)の解明をめざすことを目標として、まず流域全体系の出水特性と地形形態を代表する特性量との関係について実河川流域資料による直接的な検討を試みたものである。はじめに従来の地形則の検証を行い、続いて地形量と出水特性について調べる。

2. 対象流域

出水特性としては後述のように流出落差数(旧流量)を考える。このとき河道系の構造が意味を持つためには数100km²程度以上の流域面積が必要となるだろう。また、いわゆる単位流域から河道への流入条件をできるだけ同一とするため、流域斜面の土壌・地質条件を揃えることも必要で、短期出水であること、流域植生・土地利用の一部も反映し得ることを考慮して、ここでは表層土壌を重視して同一の流域を選ぶ。以上の要請のもとに面積がほぼ等しく流量資料を持つ流域を集め、その代表的な形状特性とともに示すと表-1のとおりである。土壌は主に褐色森林土⁵⁾で構成されている。地形量の解析には1/20万地勢図を用いた。当然この地図による河川上流端は地理・地形学上の一次谷ではない。岩佐ら¹⁾は地形図採用縮尺による地形特性量の同一性・相似性を示しており、ここでの結果から、必要な場合には、通用の縮尺による特性量に変換できる。

3. 位数理論による地形則の検証

Strahlerの位数により、二次元的特性までの基本的な地形則の適合性を調べた。河道数 N_u 、河道長 L_u 、流域面積 $\bar{A}_u$ 則についての一例は図-1のようであり、他の河川でもよく適合した。得られた分岐比 R_b 、河道長比 R_e 、流域面積比 R_a および水系傾度 F_s を表-2に示す。また F_s と D との関係は図-

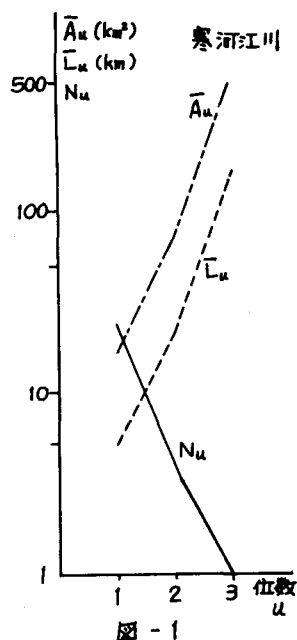


表 - 1

河 川	土 壌 分 布 割 合 (%)					流域面積	本川長	本川に配	流域平均幅	形状係数	河川密度	洪水調節
	ボドソル	褐色森林土	黒ぼ土	沖積地	その他	$A (km^2)$	$L_u (km)$	$S_o (\times 10^{-2})$	$B (km)$	F	$D (1/km)$	$\mu (s.40)$
雄物川	10	70	10	10		452	41.2	1.82	11.0	0.266	0.355	
寒河江川		95		5		489	45.8	1.09	10.7	0.233	0.342	
須 川	10	70	10	5	5	418	32.0	1.09	13.1	0.408	0.328	
渡良瀬川		90			10	463	44.4	1.35	10.4	0.235	0.285	
名張川		95			5	450	33.8	0.44	13.3	0.394	0.436	1
土師川		90		5	5	368	28.0	0.71	13.1	0.469	0.330	
吉野川(谷川)		85	5	10		482	44.0	1.77	11.0	0.249	0.305	
小田川		90			10	368	30.8	1.59	12.0	0.388	0.343	
小丸川		90	10			380	58.0	1.55	6.5	0.113	0.472	2
山国川		95			5	468	39.2	1.28	11.9	0.305	0.366	

2 のようになり Melton の関係から若干はずれた傾向を示している。

4. 地形量と出水特性

出水特性の把握のためには、人為的作用特にダム貯水池等による出水状況の変化の少ない河川の資料が望まれる。この点に関しては対象河川を調べ⁶⁾、小規模利水・砂防ダムについては無視することとし、洪水調節用ダムについては解

析の際注意した。出水特性量としては、Γ分布型の線型応答関数

$$h(t) = \alpha^n t^{n-1} e^{-\alpha t} / \Gamma(n)$$

を用い、 $n=1 \sim 3$ について計算出水と比較して適合度の良い $n=3$ を採り、各流域で昭和40年の冬期・融雪期を除く期間での出水に対して最適な遅れパラメタ α ($1/\text{day}$, 遅れ時間 $= \frac{2}{\alpha}$) を求めた。一オ、降雨(出水)の大小による流出の非線型性を考慮して、ほぼ同じレベルの降雨強度 ($R=40 \sim 70, 71 \sim 110 \text{ mm/day}$) で分類して最適なパラメタ $\tilde{\alpha}$ も求めた。条件が限定されて資料数は少なくなるが、 $\alpha, \tilde{\alpha}$ ($R=71 \sim 110 \text{ mm/day}$ の場合) と地形特性との相関係数は表-3のようになる。予想されたように、 α と各地形特性との相関は低く、 $\tilde{\alpha}$ の場合の相関がより高い。表-3の結果は必ずしも顕著な関係を示すものではないが、B, F, Dの増加, R_b, R_e, R_a の減少に伴い出水が早くなることを示しており従来の定性的議論を裏付けている。流域形態の指標では河川密度Dが、地形側では分岐比 R_b の影響がより大きくなっており、図-3, 4にはこれらと $\tilde{\alpha}$ との関係が示されている。図-3はたとえば木下⁷⁾が都市排水網密度で示した結果とマクロな実河川網を検証している。 R_b については反形⁸⁾の解釈($R_b \rightarrow$ 小; 最長流路長 $\rightarrow$ 小, ピーフ $\rightarrow$ 早)に基づき最長流路長などとの関係(単位流域などの条件は異なるが)を調べたが明瞭な傾向は見い出せなかった。

5. おわりに

本研究では地形形態と出水特性について実河川での実証の見通しを得るため粗い検討を進めた。単位流域の一樣性、河道状況(中小構造物など)、三次元的地形特性など考慮すべき点がまだいくつか残されている。今回の結果をいまえて更に多くの資料による検証を重ねながら、河道系による出水構造の解明をめざしたいと考えている。

参考文献

- 1) 岩佐・小林: マグニチュードに基づく流域地形統計制約およびその位相理論との関連性, 土論, No. 273, 1974
- 2) 石原・小栗竹: 河道系における洪水の集中過程, 国土防災科学シンポジウム, 1973 (ほか)
- 3) 高坪: 流出系の分布と河川について, オレ岡水論, 1972 (ほか)
- 4) 反形: 出水ピークに及ぼす地形効果に関する数値実験的研究, オレ岡水論, 1975 (ほか)

- 5) 森林立地総合誌: 土壌図, 日本森林立地図, 1972
- 6) 建設省河川局: 河川現況調査, 全国総括編調査, 1965
- 7) 木下・益倉・橋園: 水路網密度が流出変形に及ぼす影響について, オレ岡水論, 1980
- 8) 建設省河川局: 流量年表, 1965
- 9) 〃: 雨量年表, 1965

表 - 2

河川	水系 密度 F_s	R_b	R_e	R_a
雄物	0.067	5.00	6.49	6.20
寒河江	0.055	4.75	5.93	5.67
須	0.055	4.20	6.57	6.52
渡良瀬	0.052	4.30	6.86	7.48
名張	0.120	3.24	4.18	4.05
土師	0.063	4.25	5.17	5.80
吉野	0.033	4.25	7.11	6.82
小田	0.046	3.67	4.43	4.33
小丸	0.145	3.44	3.85	3.55
山国	0.077	3.04	3.59	3.40

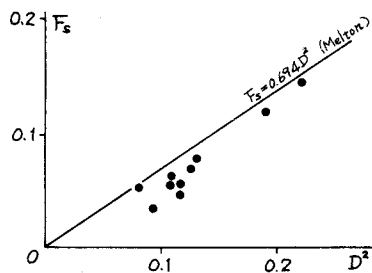


図 - 2

表 - 3

	B	F	D	R_b	R_e	R_a
α	0.26	0.34	-0.55	-0.033	-0.012	0.08
$\tilde{\alpha}$	0.52	0.31	0.57	-0.79	-0.58	-0.66

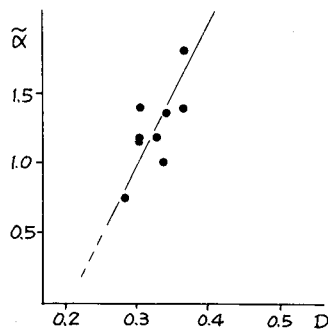


図 - 3

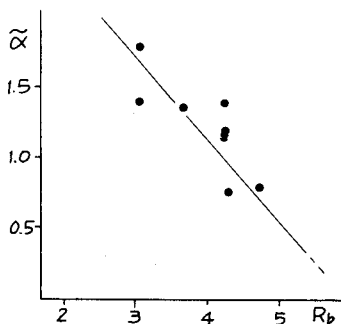


図 - 4