

II-15 小溪川の流路形状

専修大学北海道短大 正会員 山梨光訓

1. まえがき

わが国の諸河川は、一般に、平地部と比べて山地部における流域面積割合が大きい。近年、流域の開発は、山地丘陵部における草地造成など、植生、土壌層の変化をもたらし、その流出状況への影響が検討されてきている。流出特性は、河川特性、流域特性に大きな関係をもつから、従来、それらを表わす多くの指標、記述法が用いらてきたが、河川の上流部にあたる、溪川での特性表示、国内での具体的な例は少ないように思われる。ここでは、未開発流域における自然流路の特性を知るために、自然植生をもつ流域（本学構内にある中ノ沢流域）の小河川について、河川特性、とくに、縦断形状の調査を行なったところ、2. の知見を得たので報告するものである。

2. 流域の概況

調査対象とした小溪川は、図-1のような流域をもち、調整された1/3000地形図によって地形特性を調べた。

1) 流域面積；A

流域内は下層植生に一部ササが目立つ雑木林地である。

2) 本流の長さ；L。

流路全長は $L = 1719 \text{ m}$ 。

3) 流域の平均幅；B

$$B = A / L_0$$

4) 流域の形状係数；F

$$F = B / L_0 = A / L_0^2$$

5) 流域の密集度；C

$$C = 2\sqrt{\pi A} / R$$

ここで、流域周囲長 $R = 2259 \text{ m}$ 。

6) 河川密度；M

$$M = L / A$$

7) 流域の平均高度；E

（交点法による）

8) 流域の平均勾配；J

（交点法による）

9) 流域の平均縦断形状

（河道長さ100m毎の流域平均高度による）

以上の結果は、表-1のような値を示している。また、7）、8）、9）については、図-2のように表わされる。

3. 流路形状

河道は、レジーム理論によれば、その流路縦断形状を表わすについて、幅員、深さ、流量などが設定されれば、砂礫の級化現象をもとに指数法則を仮定

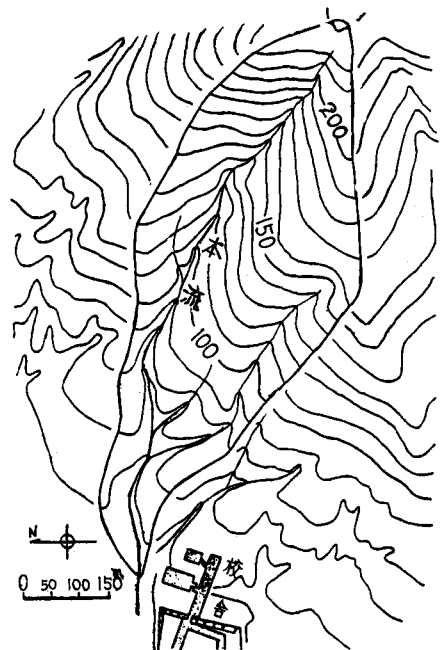


図-1 中ノ沢流域地形図

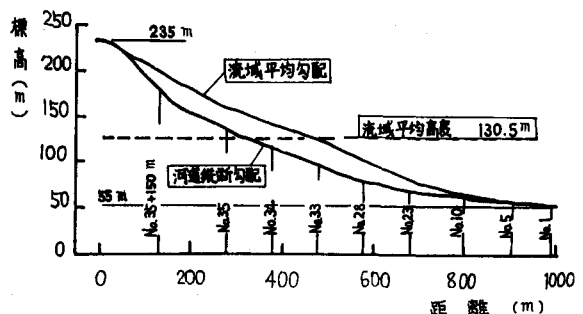


図-2 流域の縦断形

表-1 流域地形諸元

流域面積	ha	23.7
本流の長さ	m	987
流域平均幅	m	240
形状係数		0.24
密集度		0.76
河川密度	Km/Km ²	7.3
平均高度	m	130.5
平均勾配		0.34

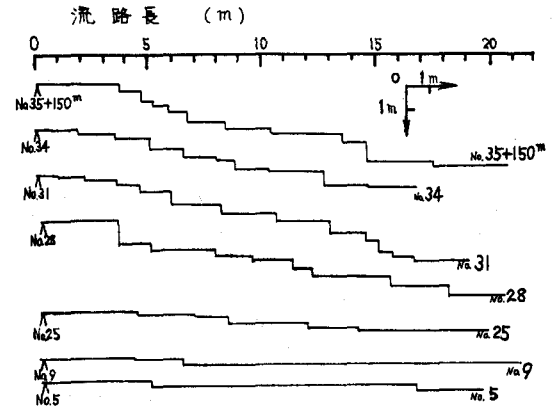


図-3 流路の段差例

し、河道勾配平衡後の縦断形状を求めることができるが、これらは、沖積領域の理論である。これに対して、当該流路は階段形状である。図-3では、上流から下流にかけての段の規模の変化を比較したものである。ただし、No. は流域の最下点を基点として河道上に打設された標識番号を表わしている。階段は垂直方向段差と流路上の距離で示し、段上面における勾配、落差は考慮されていない。(別に考慮した場合は、図-5(1)等ようになる。) いま、階段を無視して、地勢から勾配を求めた場合、この勾配が平衡形状を示していたとすれば、概括的に河川の「流れ」の効果を算定していただけるわけである。そして、階段の平均的勾配もこの勾配に一致してい

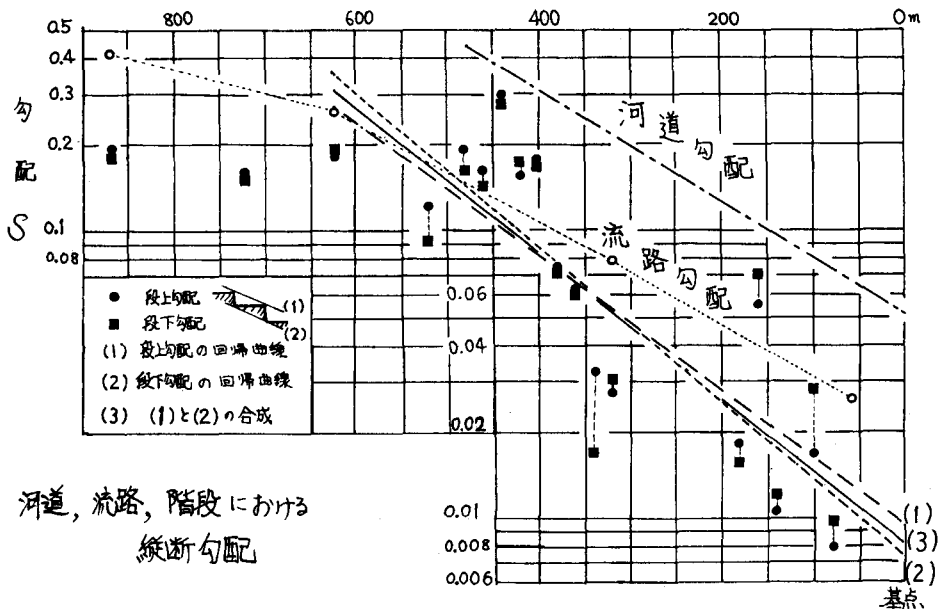


図-4 河道、流路、階段における
縦断勾配

くと考えられるが、実際には、河川上流部の小溪川では多数の階段が存在する。すなわち、階段存在のもとに溪川の流れがある。はたして、このような場合、流出速度、あるいは、滞留に及ぼす階段の効果はどのようなものになるのかという問題を考えなければならない。そこで、流路形状について階段の現場測定を行い、中ノ沢流域における階段の特徴、定性を見いだそうとするものである。調査項目としては、図-6に挙げる諸元、および、段の数、をはじめ、流路の縦断形状、平面形状を求めた(図-5)。

1) 流路の段差の測定結果から段差勾配を求め、図-4のように、(1)と(2)を試みたが、大差はないとみられ

る。図では、基点から 600m (上流側から 400m 点) において傾向が変わりこれは、表-2 (b) により流路勾配を求めても同様のことがいえる。上流側での断面勾配が大きくなるのは、河道の断面形をみると、No.32~No.35 までの区間が混成形状をしていることによるとみられる。したがって、これらの点を省いて、河道勾配、流路勾配、階段勾配は次式のようなのである。

河道勾配 (No.31より下流へ)

$$S_r = -0.85 \exp(-0.0045x)$$

x : 距離 (m)

流路勾配 (No.34より)

$$S_w = -0.48 \exp(-0.0037x)$$

階段勾配 (3) (No.29より)

$$S_s = 0.31 \exp(-0.0058x)$$

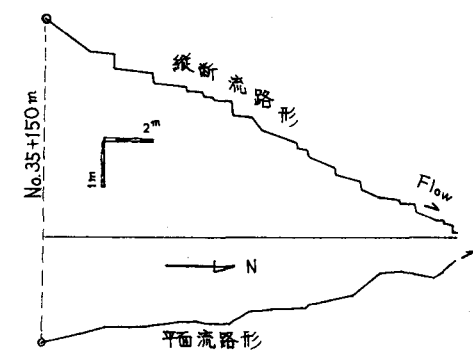
ここで、河道勾配に近いのは階段勾配でなく、流路勾配である。これには、落差勾配の考慮の有無が対応すると考えられる。すなわち、流路勾配に比べて階段勾配が上流部で減少しているのは、上流部流路における落差割合の増大を意味しているものと考えられる。

表 2 段差、落差 測定結果

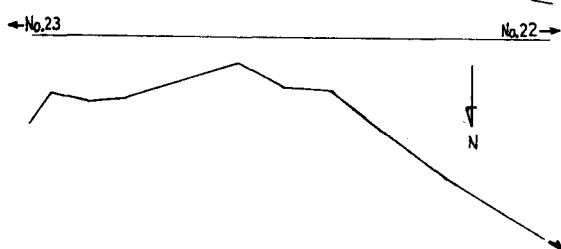
(a) (ものさしで測定)

No.	距離	段長	段	段差	区間
35+150	0	2.08	12	4.77	25
35	150	1.25	16	3.39	20
34	250	2	10	2.79	20
33	350	1.67	12	1.71	20
30	410	2	10	3.22	20
29	430	2	10	4.22	20
28	450	2	10	3.52	21
26	490	2.86	7	1.31	20
24	530	5.75	4	0.68	23
9	690	7	3	0.48	21
7	730	10	4	0.46	40
5	750	6.67	3	0.53	20
4	810	12.5	4	0.49	50

(1) 上流部



(2) 中流部



(3) 下流部

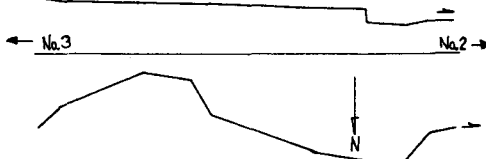


図-5 流路形状

(b)

(トバース測量)

No.	距離	段長	段数	段差	落差	区間
35+150	0	1.33	14	3.19	4.37	19
34	250	1.59	8	2.78	0.40	13
23	550	1.19	33	2.69	0.36	39
3	830	16.51	3	1.13	0.34	50

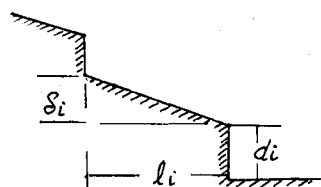


図-6 階段部

h_i : 落差 (m)

d_i : 段差 (m)

l_i : 段の長さ (m)

$$\text{落差勾配} ; S_h = \frac{\sum h_i}{\sum l_i}$$

$$\text{段差勾配} ; S_g = \frac{\sum d_i}{\sum l_i}$$

$$\text{流路勾配} ; S_i = S_h + S_g$$

2) そこで、縦断勾配を分析してみると、下流部では段差勾配の割合が大きい図-7のような関係がみられる。落差よりも段差が卓越した状態はさらに上流側まで続き、ある点で段差勾配がピークをもつと以後は減少していき、ついに落差勾配だけで流路勾配を成立させていくものと考えられる。すなわち、定性として、上流部では、階段が落差と段差の同一的な状況として存在するようになるものとみられる。図示すれば、図-8のような変化をもつものと考えられる。

3) また、段差の大きさは、図-9に各測点近傍における1階段当りの平均段差を算出してみると、上流部から下流部まで、ほぼ一様な状況とみられる。したがって、流路の勾配変化に影響するのは階段の長さの大小であると考えられる。

4) 1階段当りの平均階段長を図-10に示した。

ここで、上流側 600m 付近から下流への曲線式は、

$$l = -0.97 \exp(0.0042x)$$

l : 階段長 (m)

x : No.35+150m 点から下流への距離 (m)

図-10において、上流側、600~800m 間の段の長さの曲線式との不整合は、図-4において勾配変化が小さくなったことと対応し、また、本流域の地形形状にもよるものと考えられる。

4. あとがき

図-5のような、上流部から、中流部、さらに下流部へという流路形状の実態は図-8のような階段変化の状況に模式化された。

最急勾配点、1における流路から下って徐々に落差が減少していく過程である。このとき、段差は下流点までほぼ一様である。

段の長さは上流から指数関数的に伸びていく。逆に階段数は減少していき、階段でみられる流路勾配は地形図によって求められる勾配より小さいが同じ傾向をもつ。

流路の縦断勾配は図-7のように段差勾配と落差勾配とは互いに補関係がみられた。

以上、溪川の階段の存在とその性状を明らかにすることができた。なお、調査にあたっては、本学、高橋梧技術指導員はじめ学生諸氏の御協力をいただいた。ここに記して謝意を表するものである。

参考文献 1) 野瀬隆治, 新河川学, 地人書館, 1959

2) 本間仁, 河川工学, コロナ社, 1958

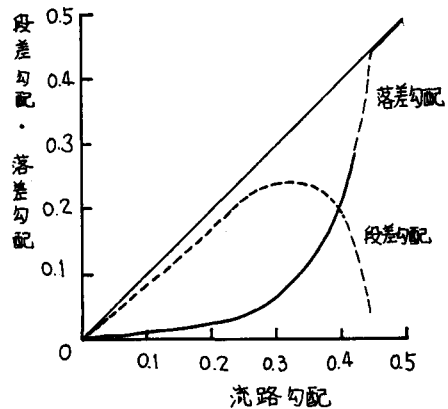


図-7 流路の縦断勾配

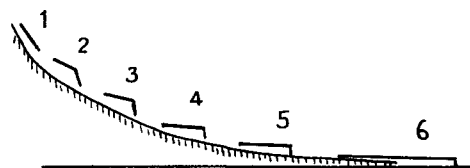


図-8 階段の変化

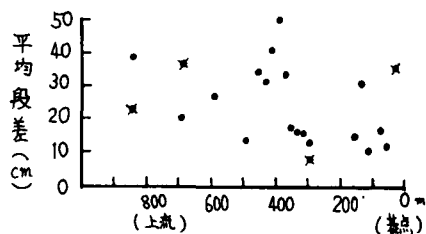


図-9 流路上の平均段差
(※は水準測量による)

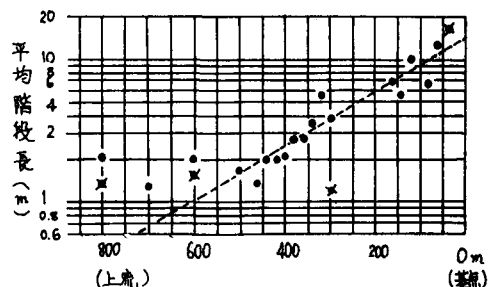


図-10 流路上の平均階段長
(※は水準測量による)