

名古屋大学工学部 正員 西畑勇夫
同 学生員 山口温朗
同 学生員 手島和文

1. まえがき 水源山地における土砂生産に関する研究には大きく2つの立場があると考えられる。ひとつは山地崩壊自体の発生機構を解明しようとする研究であり、今ひとつは山地崩壊が流域地形発達的主要原因であるという観点¹⁾から、流域全体としての土砂生産・流出の状況を地形的観点から把握しようとする研究である。そしてこの2つの研究が相まってはじめて土砂災害防止のための合理的な砂防計画が確立されることはいうまでもない。

筆者らは水源山地において生産された供給土砂の移動に関する土砂流出の際のタイムラグ（貯留効果）の存在が認められるとともに、同一流域内においても支川により土砂生産・流出状況の相違があることを見出した。²⁾ この相違が地形の上にどのような形で表現されているのかを明らかにするのは興味ある課題である。地質学で用いられる地形発達というタイムスケールの長期にわたる概念が山地における土砂流出という問題と如何に関わり、いかにについて考察するための基礎資料とする意味で以下のことを試みたので報告する。

2. 対象流域の概要 (Fig-1) 本文では天竜川左支川、小渋川流域を対象とした。流域面積 295 km²、流路延長 32 km、流域平均高 1420 m、流域勾配 1/3.1 の急峻な地形で、南アルプスが褶曲山脈であるため全体的に断層が多く、岩は圧砕されている。鹿嶋川、青木川に沿って中央構造線が走り、東側（外帯）には石灰岩、砂岩、粘板岩、片岩類が分布し、西側（内帯）は領家帯の变成岩、花崗岩である。降雨量は年 1500 ~ 2000 mm 程度で比較的小さい。

3. 河川次数解析に基づく河道縦断面形状

土砂流出状況の異なる4支川を比較検討するために地理院発行の 1/50000 地形図により Strahler 方式で水系を記入した。次数解析結果は Table-1 に示した。この Strahler 方式の ordering を行なうと次の Horton の経

験則が成立するといわれいる。

河道数則 $\ln N_u = A - BU$ ① 分岐比 $e^B = N_u / N_{u+1}$ ②
河道長則 $\ln L_u = C - DU$ ③ 河道長比 $e^D = L_u / L_{u+1}$ ④
河道勾配則 $\ln S_u = E - FU$ ⑤ 河道勾配比 $e^F = \frac{Y_u / L_u}{Y_{u+1} / L_{u+1}}$ ⑥
(A, B, C, D, E, F は各々の流域に固有の定数である。)

一方 YANG³⁾ は平衡状態にある河川では各次数ごとの落差は全1の次数に割って一定（等落差則）であると述べている。即ち④より $e^D \cdot e^F = Y_u / Y_{u+1} = 1.0$ ⑦
以上の Horton 則をもとにして、河道縦断面形状について考察することにする。③⑤よりu次の平均落差は、 $Y_u = e^{(CF) - (D+F)U}$ ⑧ 1 次谷の先端から m 次谷の末端までの落差 Z_m と水平距離 X_m は、

$Z_m = \sum_{u=1}^m Y_u = e^{CF} \sum_{u=1}^m e^{-(D+F)U}$ ⑨ $X_m = \sum_{u=1}^m L_u = e^{CF} \sum_{u=1}^m e^{-DU}$ ⑩
もし水系が平衡状態に達しているならば、④の関係を用いて⑨⑩は $Y'_u = e^{CF}$ ⑪ $Z'_m = m e^{CF}$ ⑫ となる。

Fig-2 に、地形図より求めた各次数ごとの平均値と実測縦断面形状(A)として実線、⑨⑩式による Horton 則に基づく理論縦断面形状(B)を破線、⑪⑫式による平衡縦断面形状(C)を一点鎖線を示している。この(A)(B)の差異は Horton 則の適合性の程度を示し、(A)(C)の差異は河川流域の成熟度を表現していることになる。もし等落差則が理論的にも妥当なことが証明されれば、今後の地形発達による河道縦断面形状の予測に有用なデータを提供することになると思われる。さう Fig-2 によれば小渋川と流部が他の支川と比較して著しく様相が異なっていることが指摘できる。しかしこの YANG の考え方のプロセスには、平衡状態の仮定や落差し次数との関連に疑問点があり、平衡状態をどのように規定するかは今後に残された大きな課題である。

4. 起伏量による地形解析 土砂の生産・流出の重要なインデックスといわれ、地形を簡潔に表現している起伏量を取り上げてみた。起伏量にはいくつかの定義があるが、ここでは1辺1 km の方眼内に含まれる最高点を中心として、半径1 km の円を描き円周上の

最低点との高度差をもって起伏量とした。1/50,000地形図から求めた小渋川流域の起伏量図をFig-3にメッシュ・マップで示す。

さらに各支川ごとに、1km方眼メッシュの最高点高度と起伏量との関係を示したのがFig-4にある。多田文男¹⁾は山頂高度と起伏量との関係により山地の削剝過程を表わすことができると述べ、横軸に山頂高度、縦軸に起伏量をとって、ある山地の削剝度をあらわすことを考えた。Fig-4からわかるように小渋川上流部ではわずかに右上りの分布が得られ、最高点高度が高ければ起伏量も大きく、水源部が高山性荒廃地であり大規模崩壊が多いことに対応している。一方中央構造線に沿った鹿塩川・青木川では最高点高度の増加に伴って起伏量が必ずしも大きな値をとっておらず、これらの支川では断層線や破砕帯という地質条件が特に問題と考えられる。実際鹿塩川では地すべり性崩壊が多数みられる。前節で述べたように河道縦断面形状から小渋川上流部において今後河床変動の度合いが大きいことが示されたが、起伏量の点からみても、小渋川上流部が他と比較してとりわけ大きく(Fig-3参照)、下方侵食が山地の低くなり方よりも大きい傾向が見出されたことは興味ある点であり、供給土砂の輸送路である河道の変動と土砂生産の場である山腹地形状態との関係を考える上で参考になるものと考えられる。

ら、あとがき 従来から、山地崩壊や山地の侵食と地形・地質要素との関係に関する研究は数多く行われてきている。これらの多くは地形要素を定量的に表現し、山崩れとの関連性を主として相関手法に基づき考察を加えたものであった。山地崩壊と地形要素との間の確立された定説もないのが現状である。

従って山地崩壊・土砂輸送プロセスを地形発達過程という概念の中イマワリ内的視点から如何に記述するがということが将来のテーマである。

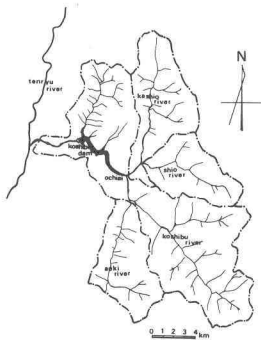


FIG. 1

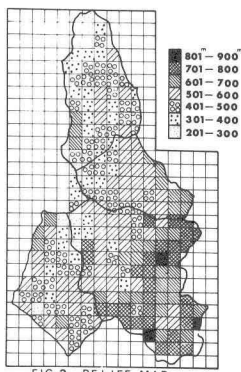


FIG. 3 RELIEF MAP

Table-1 各支川の性質

支川	流域面積 Km ²	最高水数	分岐比 e ^b	河延長比 e ^c	河道勾配比 e ^d	e ^d × e ^f
小渋川上流部	90.6	5	3.12	0.587	1.47	1.16
青木川	44.7	3	6.16	0.312	2.55	0.746
塩川	36.6	4	3.55	0.569	1.81	1.03
鹿塩川	55.2	4	3.39	0.480	2.08	0.498

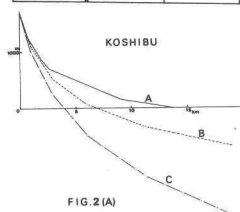


FIG. 2(A)

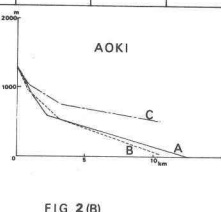


FIG. 2(B)

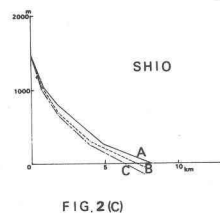


FIG. 2(C)

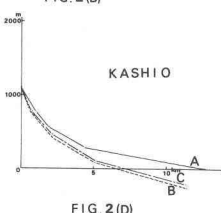


FIG. 2(D)

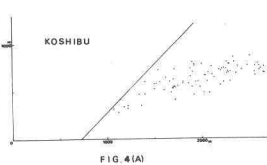


FIG. 4(A)

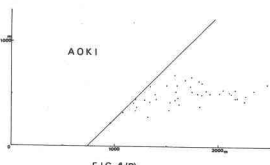


FIG. 4(B)

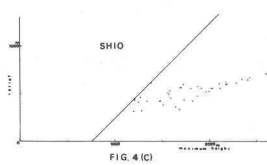


FIG. 4(C)

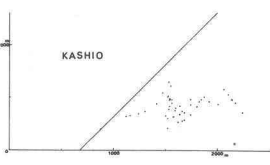


FIG. 4(D)

参考文献

- 1) 村野義郎：山地における砂石の生産に関する研究 土木研究所報告 No. 114 昭37. 2
- 2) 西畑勇夫 山口温朗：天竜川上流域の土砂流出について 昭和48年度中部支部研究発表会講演概要集
- 3) CHIH TED YANG: Potential Energy and Stream Morphology w. R. R Vol. 7, No. 2 1971. 4
- 4) 多田文男：山頂の高度と起伏量との関係並に之より見たる山地の削剝度に就いて 地理評 10 昭4. 11