

26 山地河川におけるバンクエロージョンと河岸崩壊

九州大学農学部 ○森下菜穂美 丸谷知己 笠井美青
宮崎大学 伊藤哲

はじめに

河岸の側方侵食の研究は、矩形水路については、沖積河川の蛇行の基礎研究として (Wolman, 1959, Leopold, 1973)、V字形水路については、河岸崩壊と河岸植生への影響を解明するため (Lohnes & Handy, 1968, Simon, 1995, Abernethy & Rutherford, 1998) に行われてきた。なかでも Simon は、河岸の安定性 (bank stability) を定量的に評価する手法を検討した。これらの研究により、河岸侵食には、河川の流速、水深、河床勾配、粗度係数、湾曲、河幅などが関係していることが指摘されている。とくに Begin (1981) は、河道の湾曲および河幅と侵食量との関係に着目している。しかし、山地河川では、平野の河川に比べ、河床勾配が位置によって大きく変化するので、河床勾配の河岸侵食への影響を検討することも必要である。本研究では、山地河川において河岸侵食に影響を与える地形要因を明らかにすることを目的とし、河道の湾曲の強度と侵食量との関係、および河床勾配と侵食量との関係を調べた。

調査地および調査方法

調査は、九州山地の中央部に位置する、宮崎県椎葉村、一ツ瀬川源流の大藪川で行った (図1)。大藪川は、年間降水量が 3500mm に達する多雨地帯である。一方、冬期には、一日の最低気温が零下を記録することも珍しくない。調査区間は大藪川上流部の約 600 m の区間である。この区間は、厚さ約 1 m のアカホヤが堆積しており、河岸の土質は均一である。そのアカホヤの露出した河岸 9 か所において、河岸侵食量を計測した。河岸侵食量の計測には、長さ約 20cm、直径約 3 mm の竹串にペンキで着色を施したエロージョンピン (Stott, 1997, Wolman, 1959) を用いた。計測期間は 1997 年 6 月 14 日から 1998 年 9 月 16 日までで、この間 7 回、エロージョンピンの露出長を計測し、この河岸の後退量を侵食量とした。本研究ではそのうち、冬期の凍結融解作用によるもの (Lawler, 1986) を除いた、流水の作用による侵食量のみを取り上げた。河岸侵食量の計測区間では、河川測量を行い、また、侵食量の計測地点では、河道の横断形の測量を行った。これらの測量結果を用いて、河幅、湾曲角度、河床勾配を求めた。

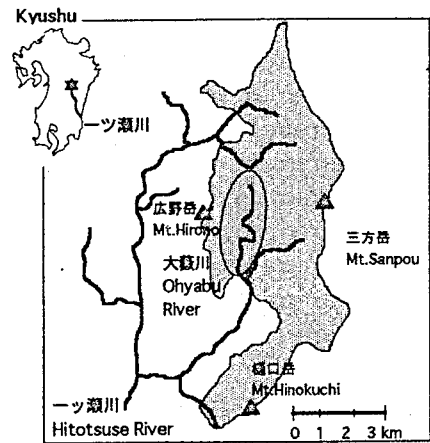


図1 調査対象地

結果および考察

Begin は運動方程式より、河道の湾曲部を弧の長さが L のおうぎ形とみなすと (図2)、河道の湾曲部外側の河岸にかかる力は、以下のように表せることを発見した。

$$\frac{F}{A} = C_u \times C_\alpha \times \frac{\sqrt{2(1 - \cos \theta)}}{\theta} \rho U^2$$

F : バンクにかかる力 A : 力のかかる面積
 C_u : 無次元係数 ρ : 水密度
 W : 河幅 θ : 湾曲角度
 R : 曲率半径 D : 定数 $\tan \alpha$: 動摩擦係数

$$C_\alpha = \frac{\left(1 + \frac{W}{2R}\right)^{-D \tan \alpha}}{\frac{R}{W} + \frac{1}{2}}$$

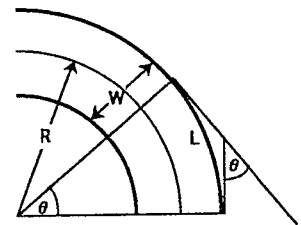


図2 河道の湾曲部模型

単位長さ ($L = 1$) の河岸にかかる力について考えると、 $L = R \times \theta$ より、 $R = 1 / \theta$ となり、湾曲係数は、河幅 W と湾曲角度 θ によって変化する関数

$$C_\alpha = \frac{\left(1 + \frac{W\theta}{2}\right)^{-D \tan \alpha}}{\frac{1}{W\theta} + \frac{1}{2}}$$

と表せる。Begin は、沖積河川において、河岸侵食量が湾曲係数に比例して増加するという結果を得ている(図3)。

大藪川上流部における、湾曲係数と侵食量との関係を図4に示す。横軸は、上式から得られた湾曲係数、縦軸は侵食量である。湾曲係数と侵食量との間には、とくに相関はみられない。河床勾配と侵食量との関係については、横軸に河床勾配、縦軸に侵食量をとると、図5のようになった。これより、大藪川では、侵食量は、河床勾配の増大に伴って増加することがわかった。Begin の研究の結果、沖積河川における侵食量には、湾曲係数、すなわち河幅と湾曲角度の影響が大きいことが示された。しかし本研究により、山地河川では河床勾配がより影響を与えることがわかった。

上流部に位置する山地河川では、河幅は位置によってもほとんど変化しないが、河床勾配は大きく変化する一方、下流の平野を流れる河川では、その逆で、河床勾配がほぼ一定であるのに対して、河幅が大きく変化する。このように、河川の上流から下流に下っていく過程で、より大きく変化する地形要因が、河床勾配から、河幅や湾曲角度へと変わっていき、そのため河岸侵食量に影響する要因は、河床勾配から河幅および湾曲角度へと変わっていくと考えられる。

after Z.B.Begin
1981, J.Geo.No.89,497-504

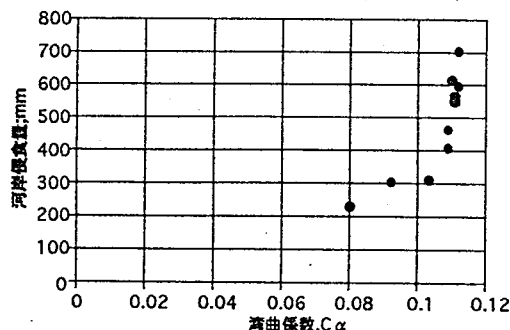


図3 湾曲係数と河岸侵食量

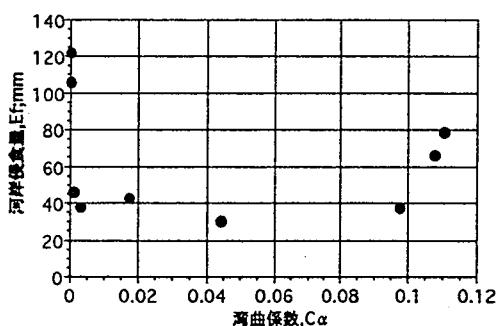


図4 湾曲係数と河岸侵食量(大藪川)

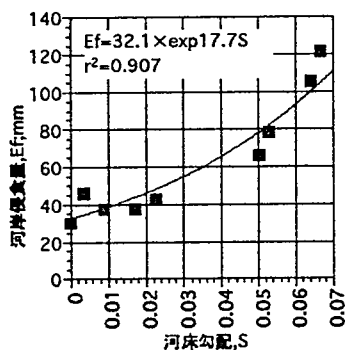


図5 河床勾配と侵食量(大藪川)

本研究は、日産科学振興財団第23回総合研究および文部省科学研究費基盤研究(B)(2)(09460071)の一部を利用して行った。

参考文献

- 1) Abernethy, B. and Rutherford, I.D. (1998) ;Where along a river's length will vegetation most effectively stabilise stream banks?, *Geomorphology*, 23;55-75
- 2) Begin, Z.B. (1981) :Stream curvature and bank erosion:A model based on the momentum equation, *Journal Of Geology*, 89;497-504
- 3) Leopold, L.B., and T.Maddock JR. (1953) :The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications, *U.S.Geol.Surv.Prof.Pap*, 252
- 4) Lohnes, R.A. and Handy, R.L. (1968) :Slope angles in friable Loess, *The Journal Of Geology*, vol.76;247-258
- 5) Simon, A. (1995) :Adjustment and recovery of unstable alluvial channels:Identification and approaches for engineering management, *Earth Surface Processes And Landforms*, 20;611-628
- 6) Stott, T. (1997) :A comparison of stream bank erosion processes on forested and moorland streams in the Balquhider catchments, Central Scotland, *Earth Surface Processes And Landforms*, 20;383-399
- 7) Wolman, M.G. (1959) :Factors influencing erosion of a cohesive river bank, *American Journal of Science*, vol.257;204-216
- 7) 矢田奈々恵 (1997) :洪水による河岸侵食に伴う樹木の傾斜変化, 九州大学卒業論文