

不連続な土砂供給に伴う河道内土砂の波状移動

(株)シン技術コンサル 水工部 ○宮崎 知与
 北海道建設部砂防災課 榎林 基弘
 北海道大学大学院農学研究科 山田 孝・丸谷 知己

1. はじめに

土砂災害対策とくに水系を対象とする砂防計画では、山地から流出する土砂量を予測することが主要課題の一つである。山地河川での土砂流出は、河床堆積土砂だけでなく、河岸斜面崩壊・支川からの土砂流出など、位置的に『不連続な土砂供給』に起因していることから(眞板ら,1999)、非平衡状態であることが多く(吉川,1985)、流出土砂量の予測は非常に困難である。地形学や水理実験では、『不連続な土砂供給』が下流に影響する現象を、Sediment pulse(またはSediment wave)と表現している(例えばLisle *et al.*,2001)。Sediment pulseを調べることにより、土砂供給パターン、流域構造(支川合流パターン)及び河道条件(河幅、河床勾配)の違いから、『不連続な土砂供給』の本川土砂流出に対する影響が明らかとなり、洪水による流出土砂量予測に利用できる。そこで、本研究は、1出水の『不連続な土砂供給』をSediment pulseと捉え、流域スケールでSediment pulse堆積曲線の特性について考察した。

2. 研究対象地

研究対象地は、北海道南部函館市管内に位置する2河川である(図-1)。土砂移動は、1998年9月台風5号によって発生し、南茅部支所では、1時間に70mmを越える強雨(尾札部71.0mm、南茅部73.0mm)が観測された。24時間雨量(9月15日22時~16日21時)は、尾札部290.5mm、南茅部305.0mmを記録し、観測史上最大の降雨となった(1966年観測開始:南茅部)。また、河口部に堆積した流出土砂は、尾札部川、著保内川でそれぞれ、7,000m³、6,900m³と見積もられる(函館土木現業所,2003a;2003b)。

3. 調査方法

河床勾配が8~10°(土石流堆積開始点)から下流区間を対象とし、縦断的に100mおきの土砂供給量と河道内堆積土砂量を調査した。ここでの土砂供給とは、①土石流(源頭部)、②河岸斜面崩壊、③支川土砂流出、④河床(河岸)浸食を指し、本川を主体と考えた場合の土砂生産・流出(sediment generation)を意味している。本研究では、河道内堆積土砂量の周期性及び土砂供給源との関連性を分析するために、尾札部川と著保内川を対象として自己相関・相互相関解析を行った。著保内川については、治山ダム・堰の配置による影響がない下流2000m区間のデータを使用して解析することとする。

4. 調査結果

尾札部川における河道内堆積土砂量(Y1)の自己相関係数は(図-2)、位置的ずれδ(m)の増加に対して減少しており、δが300~400mで0の相関となっている。よって、尾札部川の河道内堆積土砂量は、ほとんど周期性が見られないことがわかる。一方、著保内川における河道内堆積土砂量(Y1)の自己相関係数は(図-3)、δ(m)の増加に対して周期性を示し、河道内堆積土砂量が周期的に変動していることを示唆する。その波長は、600~700mとなっている(表-2)。

周期性が低い尾札部川は、露岩が卓越しており(土砂移動前の河床がほぼ固定床)、河岸斜面崩壊など側方からの土砂供給に対して、単独のsediment pulseの伝播(堆積曲線)が確認できる。一方、周期性のある堆積曲線が観測される著保内川においては、河床浸食による土砂供給の割合が高く、単独のsediment pulseとしては確認できない。また、供給土砂量自体

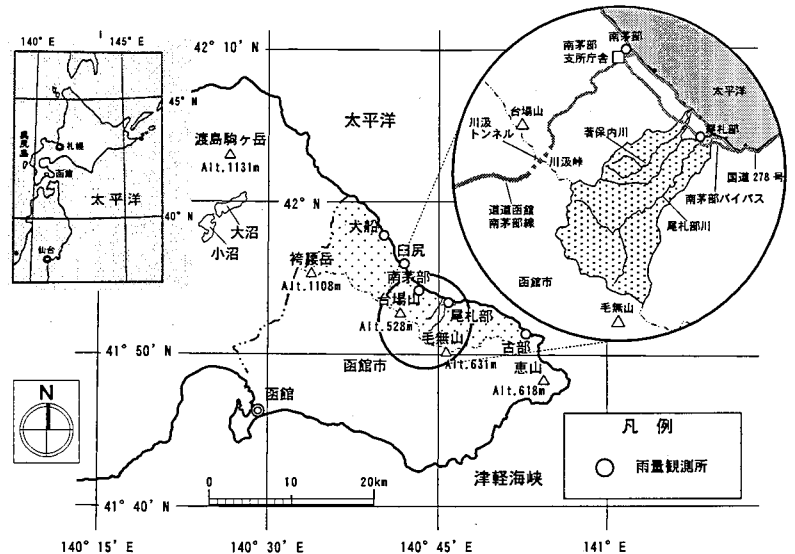


図-1 位置図

表-1 対象流域概要

対象河川名	流域面積 A(km ²)	流路延長 L(km)	流域形状 係数 A/L ²	Horton- Strahlerの 水流次数 S _o	水流密度 D _o (l/km)	流域平均勾 配(起伏比) I	地質条件	砂防・治山施設
著保内川	2.68	4.02	0.17	3	3.7	0.14	新第三紀石英斑岩、石英安山岩(1990~1997)、質プロピライト	治山ダム9基、取水堰1基(1990)
尾札部川	10.38	6.8	0.22	4	3.6	0.09	新第三紀石英斑岩、石英安山岩、質プロピライト	—

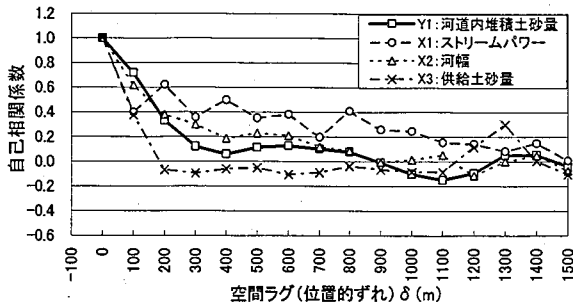


図-2 河道内堆積土砂量自己相関 (尾札部川)

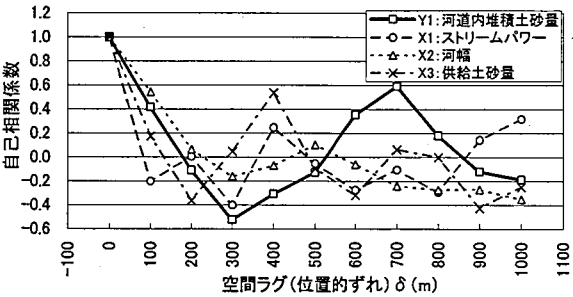


図-3 河道内堆積土砂量自己相関 (著保内川)

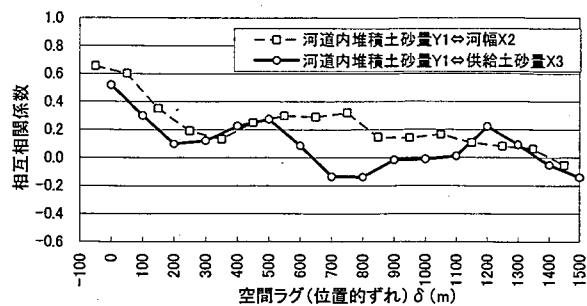


図-4 河道内堆積土砂量・供給土砂量相互相関 (尾札部川)

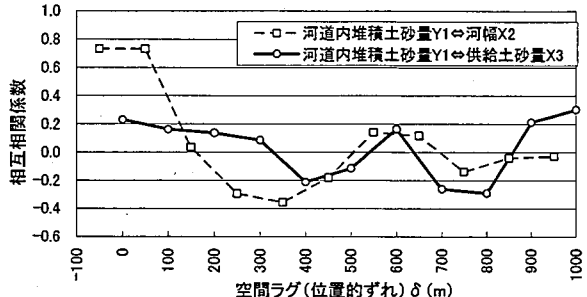


図-5 河道内堆積土砂量・供給土砂量相互相関 (著保内川)

表-2 自己相関・相互相関解析結果のまとめ

河川名	土砂供給パターン	自己相関係数が示す波長 λ (m)		相互相関係数 (Y1:X3) が比較的高い空間ラグ (位置的ずれ) δ (m)		
		河道内堆積土砂量 (Y1)	供給土砂量 (X3)			
尾札部川	①土石流(源頭部) ②河岸斜面崩壊 ③支川土砂流出	-	-	0~100	400~500	1200~1300
著保内川	④河床(河岸)浸食	600~700	300~400	0~300	600	900~1000

に周期性 (波長 300~400m, 図-4) が発生しており、土砂供給パターンの違いにより、土砂移動の周期性の発現形態が変化することが窺える。そこで、周期的土砂移動の発生要因として、土砂供給地点を起点とした Sediment pulse の下流への伝播 (移動、分散) を把握するため、河道内堆積土砂量と供給土砂量との相互相関関係について調べる。

算出結果は図-4、図-5 に示すとおりである。相互相関係数の比較的高い値を示す δ (m) を河川ごとに列挙すると表-2 に示すとおりである。尾札部川においては、δ が 0~100m のとき、相互相関係数が 0.52~0.30 と比較的高い値を示し、河道内堆積土砂量には供給土砂量と位相の一致した成分がみられる。同様に、δ が 400~500m、1200~1300m のとき、相互相関係数はそれぞれ、0.23~0.27、0.22~0.09 と正の相関がみられる。これらは、個別の土砂供給に対してそれぞれ、土砂堆積のピークに対応したずれであると考えられる。このように、尾札部川においては、土砂供給地点を起点として一定の位相ずれ (土砂移動距離) をもった移動成分があることが窺える。著保内川においては、δ が 0~300m のとき、相互相関係数が 0.23~0.09 となっており、尾札部川の δ=0~100m の場合と比較して低い正の相関となっている。これは、著保内川における河道内堆積土砂量は、土砂供給に対して位相が 100~300m、または 600m ずれた土砂堆積成分を多く含んでいるためと考えられる。また、位相が一致している成分の多くは、現地の状況から判断して、尾札部川のような土砂供給地点付近の土砂堆積ピークではなく、河道拡幅部の同一横断面内において、浸食と堆積 (土砂供給源はさらに上流の河床浸食) が発生するケースなどを示すと思われる。位相ずれを発生させる要因としては、土砂輸送能力に見合った土砂供給 (特に河床浸食) の場合、ある一定距離流下した後に堆積が発生することがあげられる。著保内川においては、土砂供給源が異なる複数の Sediment pulse が重なった結果、周期性のある堆積曲線が形成されている。

参考文献

- 北海道函館土木現業所 (2003a) : 函館土木現業所管内土石流発生実態調査委託 (尾札部川), pp.96.
 北海道函館土木現業所 (2003b) : 函館土木現業所管内土石流発生実態調査委託 (著保内川), pp.85.
 Lisle T.E., Cui Y., Parker G., Pizzuto J.E., Dodd A.M. (2001) : The dominance of dispersion in the evolution of bed material waves in gravel-bed rivers, Earth Surface Processes and Landforms, 26, p.1409~1420.
 眞板秀二・丸谷知己・笠井美青・黒木幹男・清水 収・宮崎敏孝 (1999) : 河川水系における土砂輸送の不連続性に関する一考察, 平成 11 年砂防学会研究発表会概要集, p60~61.
 吉川秀夫 (1985) : 流砂の水理学, 丸善株式会社, pp.148.