

谷底平野を流下する河川の河幅に関する研究

中央大学大学院 学生会員 久保 雄生
中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 目的

近年、山地河川において水害の発生が増加している。特に、丘陵に囲まれた谷底平野では、流域を大規模な豪雨により氾濫流が谷底平野全体に広がって流下し、大きな被害が発生している(1998年の余笹川水害, 2003年の厚別川の水害等)。余笹川流域では、1998年8月に記録的な豪雨が発生し、余笹川上流の那須観測所では約6日で1254mm、1日最大雨量640mm/日の降雨が記録された。また、河道の流下能力を大きく超える洪水流量であったため、河道の側方が侵食し、氾濫流によって農地内に新しい流路が形成されるなど、河幅が大きく変化した。本研究は余笹川を対象とし、洪水前・洪水直後・災害復旧工事後の河幅と水深を検討することによって、谷底平野を流下する河川の河幅について考察を行った。

2. 河幅・水深の求め方

本研究は、余笹川と那珂川との合流点(0km)から約14.5kmの区間を調査対象範囲とした。本研究では対象区間の河幅・水深を100mごとに以下のようにして求めた。洪水前は栃木県が作成した平面図(1969年度作成)に示された水面幅と等高線、1993年撮影の航空写真を参考にして河幅を求めた。水深は、不明であった。洪水直後は、1998年8月洪水の左右岸の洪水痕跡から河幅を算出した。水深は痕跡水位と平均河床高の差で求めた。災害復旧工事後は、栃木県が製作した横断形状図(1998年度測量)と計画水位から水面幅を算出し、河幅とした。水深は計画水位と計画河床高の差で求めた。図-1、図-2に洪水前・洪水直後・災害復旧工事後の河幅、水深の縦断方向変化を示す。災害復旧工事により河道幅は災害前の約1.5倍に改修されている。

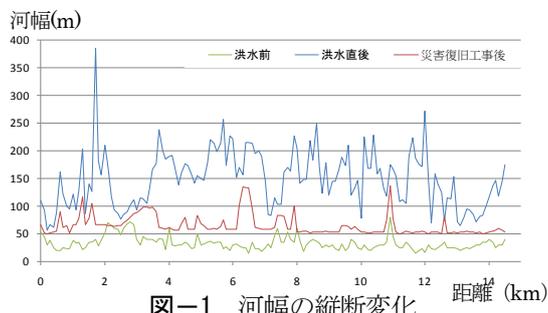


図-1 河幅の縦断変化

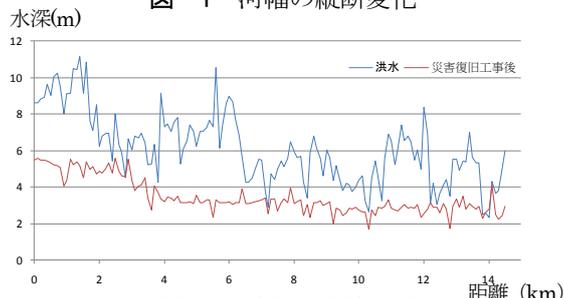


図-2 水深の縦断変化

3. 検討方法

沖積河川における安定的な河道を示す、河幅の式(1)・水深の式(2)を用いて検討を行った¹⁾。

$$B/d_r = 4.25 \left(Q/\sqrt{gI d_r^5} \right)^{0.40} \quad (1) \quad h/d_r = 0.13 \left(Q/\sqrt{gI d_r^5} \right)^{0.38} \quad (2)$$

B:河幅, h:水深, Q:河道形成流量, I:勾配, d_r:河床材料の代表粒径である。

今回の検討では、対象区間を区間①0km~3.6km(那珂川合流点~黒川合流点)、区間②3.6km~10.3km(黒川合流点~棒川合流点)、区間③10.3km~14.5km(棒川合流点~)に分けて検討を行った。検討で用いた流量は、栃木県が算出した流量である。すなわち、洪水前の流量は不等流計算によって求めた堤防満杯流量であり、洪水直後の流量は1998年8月の実績洪水時の流域内及び近傍の各雨量観測所データを基に貯留関数法によって求めた流量である、災害復旧工事後の流量は計画流量である。詳細は文献3)を参照されたい。代表粒径は河川環境管理財団河川環境総合研究所によって2000年に測られた河床表層の粒度分布のd₆₀とした²⁾。洪水直後・災害復旧工事後の勾配には各断面のエネルギー勾配(図-3)を求めこれを用いた。洪水前の勾配は、エネルギー勾配を算出できなかったため各区間の平均河床勾配を用いた。表-1に使用した諸量を示す。

キーワード 谷底平野, 河幅, 余笹川

連絡先 〒112-8511 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学研究開発機構 TEL03-3817-1611

4. 検討結果

区間ごとに洪水前・洪水直後・災害復旧工事後で分けた無次元流量と無次元河幅、無次元水深の関係を図-4~6に示す。洪水前の無次元流量は、勾配を各区間の平均河床勾配としたため、各区間で一定値となっている。洪水前の無次元河幅が洪水直後・災害復旧後の無次元河幅よりも下にプロットされているのは、段丘崖や丘陵に挟まれた河幅が狭く水理的にはエネルギー勾配が大きくなると考えられる地点でも一定の勾配を用いているためと思われる。洪水直後の河幅は洪水前・災害復旧工事後に比べ大きく拡幅しているが、無次元河幅は区間①・区間③において、ほとんどが式(1)よりも小さな値を示した。これは区間①・区間③の河道は谷幅が狭い区間が多く、洪水時にも河幅が広がらなかったためと考えられる。逆に区間②では式(1)よりも比較的大きな値を示した。これは、区間②は谷幅が広いため洪水流が河道から谷底平野にあふれ、複断面河道のように流れたためと考えられる。改修後の河幅は、洪水直後の河幅に比べ狭く、無次元河幅も式(1)よりも下に位置している。しかし、災害復旧工事により護岸が整備され、蛇行部においては湾曲が緩和されているため、1998年8月洪水時に発生した河道の側方侵食や新しい流路の形成などは防ぐことができると思われる。

無次元水深はどの区間、時期においても式(2)よりも大きな値となっている。これは、河幅が式(1)よりも小さい分だけ無次元水深の値が大きくなったと考えられる。

5. 今後の展望

今回の検討では、谷底平野を流下している余笹川を対象に、福岡の河幅・水深の式を用いて無次元河幅・無次元水深の関係について縦断的に検討を行った。その結果、無次元河幅・無次元水深は縦断的な地形場の変化による違いが見られた。

福岡の式は、河道形成流量で決まる河幅について論じており、谷底平野を流れる河川では、河幅が地形の影響を受け制限される。河幅が地形で決まる場所では、その福岡の式は、河幅を決める手法とはなりえないが、流量・水深・勾配・河床材料との関係で縦断的にどのような関係をとるのか、又は、とればよいのかについて今後は河道の安定性から議論していく予定である。

謝辞

栃木県より各種の資料の提供をいただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 福岡捷二：温暖化に対する河川の適応技術のあり方—治水と環境の調和した多自然川づくりの普遍化に向けて、土木学会論文集, F, Vol.66 No.4, pp.471-489, 2010.10
- 2) (財)河川環境管理財団河川環境総合研究所：大規模災害復旧工事後の河道・環境特性の変化- 余笹川の事例-, 2009.9
- 3) 栃木県：一級河川那珂川水系余笹川災害復旧事業計画書（一定災）, 1999

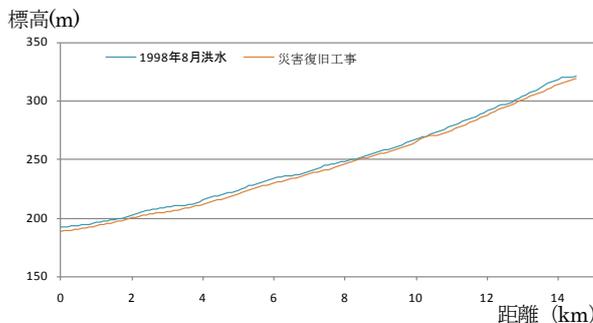


図-3 エネルギー水頭の縦断変化

表-1 検討に用いた諸量^{2), 3)}

	区間	流量 (m³/s)	代表粒径 (mm)	河床勾配
洪水前	①	1200	100	1/155
	②	400	230	1/120
	③	400	170	1/100
洪水直後	①	2720	100	-
	②	1740	230	-
	③	1720	170	-
災害復旧工事後	①	1400	100	1/155~1/220
	②	670	230	1/120~1/110
	③	560	170	1/80~1/90

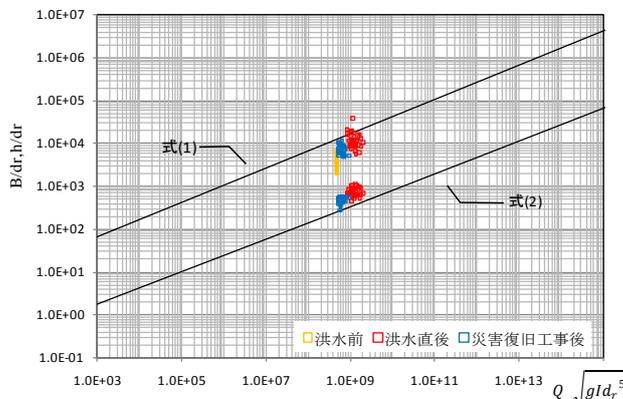


図-4 区間①の無次元流量と無次元河幅、無次元水深の関係

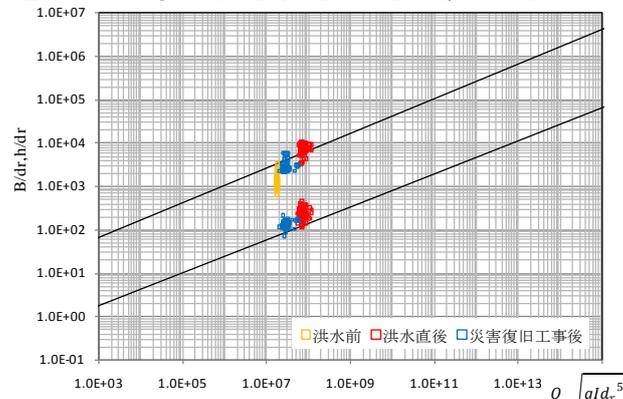


図-5 区間①の無次元流量と無次元河幅、無次元水深の関係

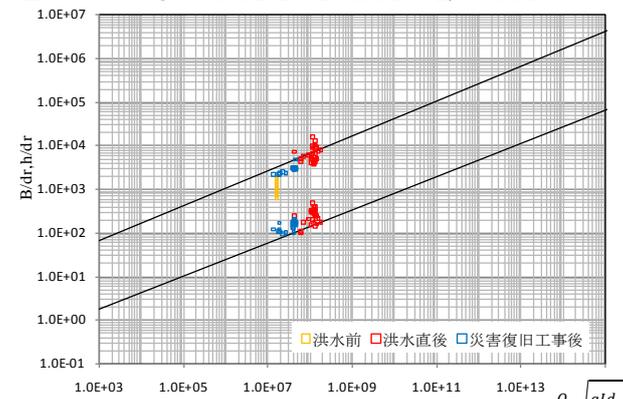


図-6 区間①の無次元流量と無次元河幅、無次元水深の関係