

北川における砂州の地形変化と 植生域変化に関する検討

RESEARCH ON THE CHANGE OF TOPOGRAPHICAL FEATURES AND VEGETATED REGION ON FLOODPLAIN IN KITA RIVER

杉尾 哲¹・渡邊訓甫²
Satoru SUGIO・Kunitoshi WATANABE

¹正会員 工博 宮崎大学教授 工学部土木環境工学科 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

²正会員 工博 佐賀大学教授 理工学部都市工学科 (〒840-8502 佐賀市本庄町1)

This paper describes the relation among the flood, topographical features and the vegetated region on the floodplain at Honmura in the Kita River. The past changes in topographical features and the vegetated region were measured from the aerial photographs. The grain sizes of the gravels were investigated at the several points on the floodplain. As a result, the followings have been understood. 1) Gravels piled up due to the flood in 1997, fine sand mixing clay piled up during 1983-1997 and gravels piled up due to the flood in 1982 are accumulated in the vicinity of the 11.7 km section. 2) Gravels on the bare ground of floodplain moved for the flood of 2,000 m³/s in discharge. However, the large scale movement of bed materials did not occur for the flood of 3,500 m³/s in discharge if the floodplain was covered by the thick vegetation. 3) The forest zone in the river bend had the effect that the topographical feature of floodplain was stabilized. 4) The state that the herbaceous vegetation covered the whole area of the floodplain, recovered from the state of the bare ground when the condition of 1,600 m³/s or less in discharge continued for two and half years. 5) The state with thick vegetation recovered when the condition of 1,800 m³/s or less in discharge continued for five years.

Key Words : Floodplain, topographical features, vegetated region, grain size of gravel
aerial photographs, restoration of vegetation.

1. まえがき

河川植生は、生態系に重要な役割を果たしているが、出水時の土砂の流送にも影響するから、その繁茂と破壊の状態の把握は河川管理上で重要な課題の一つである¹⁾。北川では、1997年9月の台風19号によって激甚な被害が発生し、河川激甚災害対策特別緊急事業(以下、激特事業という)に採択された。この事業においては、計画流量を安全に流下させるために、築堤や流れの障害となる箇所、樹林の伐採、高水敷の掘削などが実施された²⁾。しかし、その実施規模が大きいので、河川形態や生態系に及ぼす影響などを把握し、その影響を最小限にとどめることが重要であることから、事業の実施中から、長期的な視点でモニタリングが行われている。

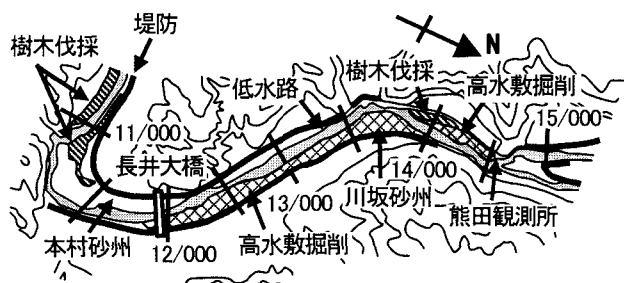
これまでのモニタリングによると、物理環境および植生については、2001年10月の流量1,593m³/sの出水と2003年5月の流量1,910m³/sの出水によって、伐採箇所や高水敷掘削箇所、砂州の地形変化および砂州上の植生破

壊³⁾が観測されている。これらの現象は、比較的小さな流量規模の出水で発生しているが、これが河川改修後の初期段階にあるためであるかどうかを評価するには、この河川において、物理環境と植生の変化がもともとどのように繰り返されてきたのかを、定量的に把握することが必要となる。

そこで、本論文では、激特事業によって掘削されなかった12km地点付近の本村砂州を対象として、砂州の物理環境と植生の変化を出水規模との関係で評価することを目的として、種々の現地調査や資料調査、聞き取り調査を行って、過去の出水に伴う砂州の地形変化と砂州上の植生域の変化について検討を行った。

2. 研究対象砂州と流況

北川は、宮崎県の北部を流れる一級水系五ヶ瀬川的一次支川で、流域面積587km²、流路延長50.9kmである。北川の激特事業では、五ヶ瀬川との合流地点から15.5km地点までの区間で、河川環境に配慮した河川改修が実施さ



図－1 北川の概略平面図

れた⁴⁾。本研究においては、研究対象砂州として、激特事業では掘削対象箇所にならなかった12km地点付近の本村地区右岸側に位置する砂州を選定し、特に12.2～11.6km区間を重点調査の対象区間と選定した。この概略の位置を図－1に示している。

(1) 本村地区の河道特性

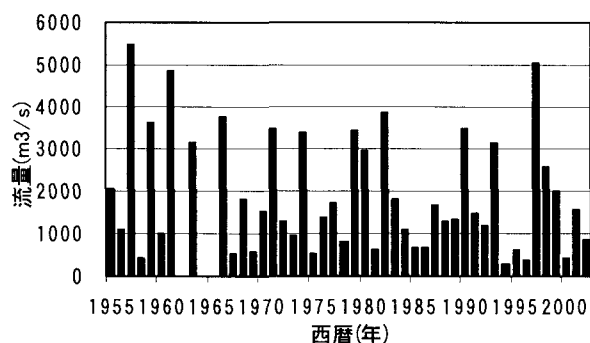
研究対象とした本村地区の河道は、平均的な縦断勾配が約1/800で、河道幅が12km付近の220mから11.3km付近の湾曲部での430mに徐々に拡大している。河床材料は、中央粒径が30～40mmの砂礫であり、セグメント分類⁵⁾ではセグメント2-1に区分されている²⁾。

(2) 本村砂州の植生

12.2～11.7km区間の植生は、1997年9月の流量5,067 m³/sの出水で破壊されていたが、その後、次第に回復した。激特事業で掘削された川坂砂州にはアレチハナガサなどの外来植生が進入したが³⁾、本村砂州においては、もともとこの砂州に生育していた植生が回復した。2002年の調査では、区間全面に草本類と木本類が密生する状況となり、木本類はノイバラ、エノキ、ジャヤナギなどが、草本類はツルヨシ、イタドリ、カワラヨモギなどの群落が分布している⁶⁾。

(3) 流量

北川の流量は、熊田観測所で観測されている。1955～2002年の48年間（欠測の3年間を含む）の年最大流量を



図－2 年最大流量の変化

表－1 最近の1,000m³/s以上の出水

年	発生日	流量(m ³ /s)	水位(m)
1993	7月27日	1,994	5.98
	7月30日	1,305	5.00
	8月10日	3,166	6.76
	9月4日	3,116	6.73
1997	9月16日	5,067	9.84
1998	5月16日	1,033	5.06
	10月17日	2,579	8.00
1999	7月27日	2,023	6.31
	9月15日	1,078	4.74
	9月24日	1,381	5.30
2001	10月16日	1,593	4.84
2003	5月31日	1,910*	5.53

* 2003年の流量は暫定値

図－2に示した。この期間の平均年最大流量は1,900 m³/sである。次に、最近の1993年以降について1,000m³/s以上の流量が流れた出水の流量と熊田地点の水位を整理したものを表－1に示している。1998年10月以降、2,000m³/sを大きく上まわるような出水は生じていない。

4. 航空写真による経年変化

(1) 砂州域の変化

水際線の形状の経年変化を、調査地点付近を撮影した航空写真を基に調査した。使用した航空写真は、1967年9月～2003年7月の期間の12枚（モノクロ4枚、カラー8枚）である。図－3に水際線の形状を示している。厳密には撮影時ごとに水位が異なると考えられるため、水際線の形状も変わると思われるが、概略の地形の変化の傾向を知ることができる。

右岸側には大きな砂州が発達して低水路は左岸に寄り、湾曲部では砂州の消長によって低水路流路が経年的に大きく変動している。

右岸砂州の上流端は、1976～1987年の期間に12.1km地点まで後退していたが、1996年以降は前進と後退を繰り返した後、2000年以降は前進した状態で安定している。

1975年における11.8～11.4km区間の右岸砂州の減少は、すでに1967年に開始されていた低水路拡大のための掘削に伴うものである。1987年には砂州は再び低水路側へ拡大しており、1996年以降、ほぼ掘削以前の状態に戻っている。

11.6～11.3km区間の左岸側は、1982年まで低水路が形成されていたが、1987年には低水路が河道中央部に移動したことに伴って旧低水路が閉塞して砂州が形成されている。その後、この左岸砂州も徐々に拡大し固定化しつつある。

(2) 右岸砂礫堆前縁線位置の変化

右岸砂州上に形成された新たな砂礫堆の前縁線は、1987年までは明確ではなかった。しかし、1996年2月で

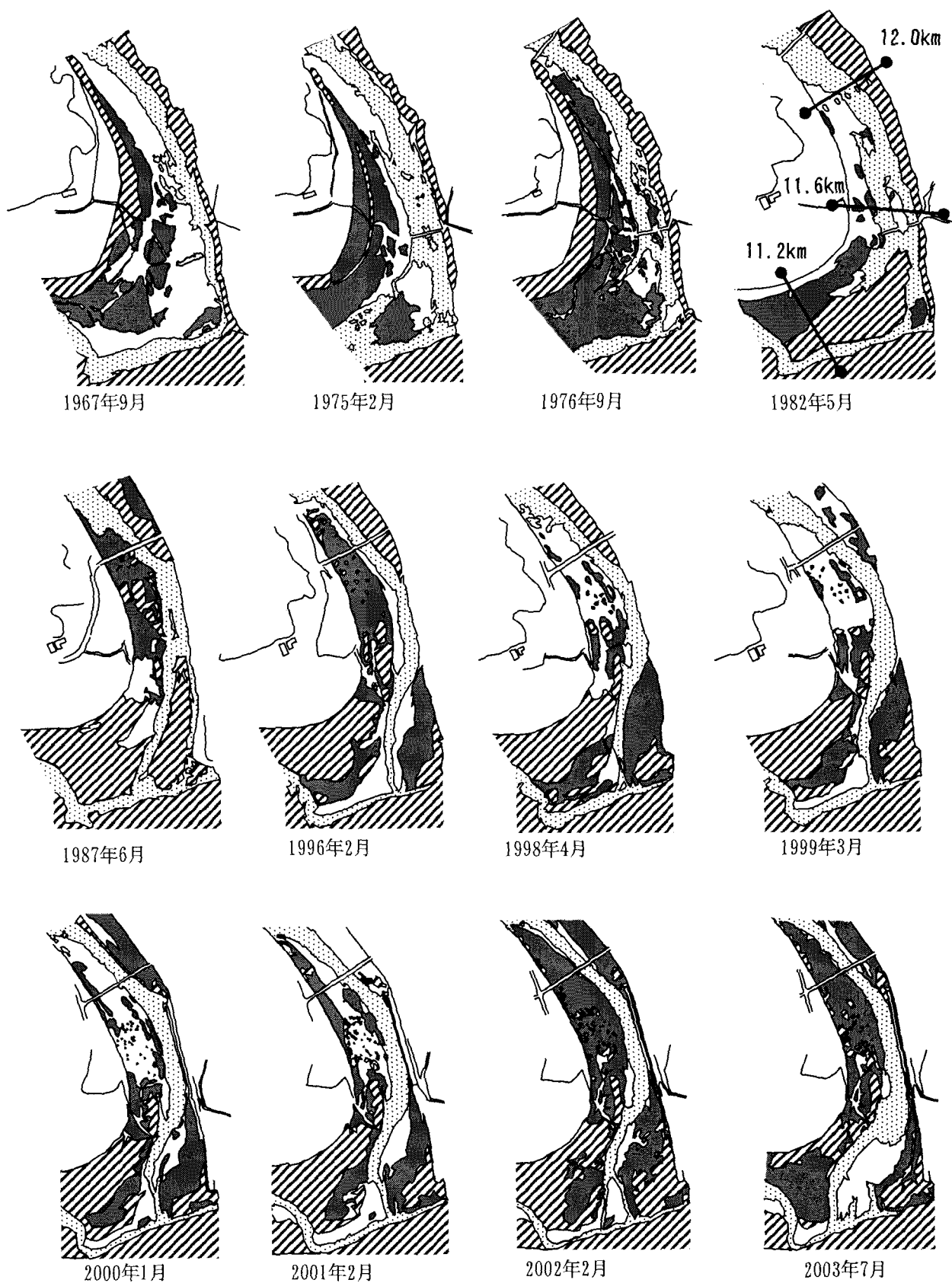


図-3 砂州上の植生域の変化



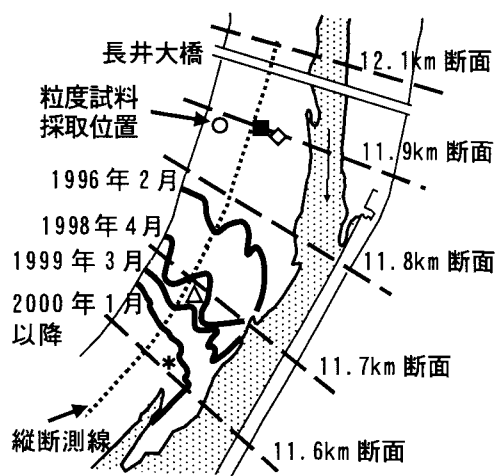


図-4 前縁線的位置

11.8km断面のすぐ下流に明瞭に形成されているのが確認された。その後の前縁線的位置を図-4に示している。2000年1月までは、出水のたびに前縁線が前進したが、それ以降は前進していない。この理由には、最近大きな出水を受けていないことや砂礫堆下流部の湾曲部樹林帯の影響を受けていることなどが考えられる。

(3) 植生域の変化

次に、河道内の植生域の変化を調査した。航空写真からは、植生群落の種の判別は難しいため、草本類と木本類の2種類に判別した。

河道内の判別結果を図-3に併せて示している。これによると、11.6km地点を境に、下流部は恒常的に植生で覆われているが、上流部では1967年や1975年、1982年、1998～2001年には砂州の多くが裸地になっていて、1987年や1996年、2002～2003年には植生が回復していた。このうち、1982年の裸地の一部は、12km地点の橋脚建設や1974年から開始された右岸築堤などの建設工事に伴うものが含まれている。しかし、これを除いても、この砂州においては、11.6km地点より上流で植生破壊と植生回復が頻繁に繰り返されていることが分かる。

5. 現地調査の結果

(1) 砂州標高の変化

図-5は、横断測量の結果より、11.8km地点の横断形状を、断面内の植生分布域と併せて示したものである。1996年11月と1997年11月の断面形状を比較すると、右岸表小段肩から40～70mの位置の砂州標高が約1.5m上昇しており、多量の砂礫が堆積したことが分かる。図-4の前縁線の前進からも明らかのように、1997年9月の大出水による砂礫堆の発達を示すものである。

この断面には、右岸堤防側と水際部にツルヨシ群落が分布していて、その部分の地表は完全に被覆されている。一方、砂州中央部は、イタドリが部分的に覆っていてジャナナギも点在するが、砂礫が露出している。砂州標高は、ツルヨシ群落の分布域では1997年以降にほぼ固定

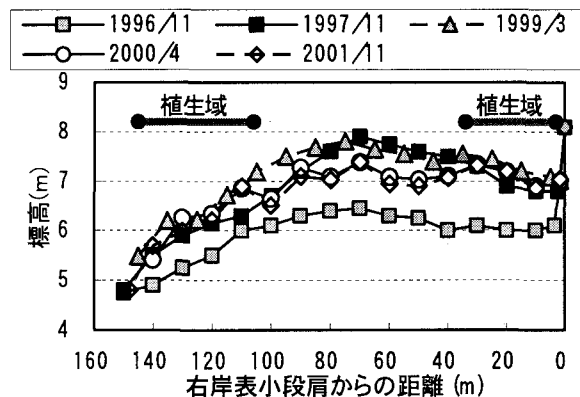


図-5 11.8km地点の横断形状の変化

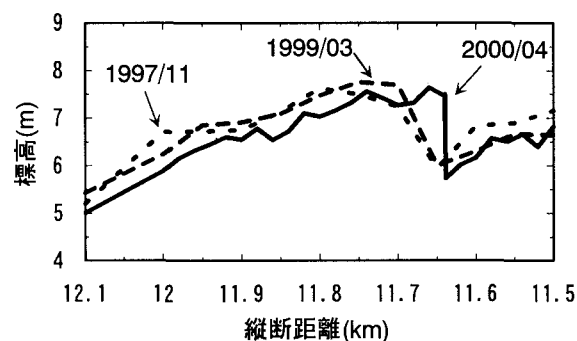


図-6 本村砂州の縦断形状の変化

あるいは上昇しているのに対して、砂州中央部では1999年3月～2000年4月の期間に約0.5m程度低下している。

図-6は、右岸表小段肩から50mの位置における砂州標高の縦断図を示したもので、1997年と1999年は縦断方向に50mピッチで、2000年は10mピッチで測量した結果である⁷⁾。砂礫堆背面標高は1997年9月の洪水後と1999年3月の間に大差がないが、クレスト付近での堆砂と砂礫堆前面の前進がみられる。2000年4月には背面標高が約40cm低下しており、クレストも11.64kmまで前進している。砂州上に形成された砂礫堆は1997年以降も小出水によって背面の砂礫が流送されて徐々に前進し、図-4のような前縁線の移動を示したことが分かる。

(2) 粒度特性

a) 平面分布

前項に示したように、砂州上のツルヨシ群落の分布域と裸地で砂礫の移動形態が異なるので、11.9km地点と11.7km地点付近で5種類の植被状態の地点を選定して粒度分布を調査した。

試料の採取は1999年11月に行った。その粒度分布を図-7に、それぞれの採取地点を図-4に示している。11.9km地点の砂州中央部の裸地と植被率の低い植被地(以下、半裸地という)では両地点とも粒径の大きい砂礫が多い。右岸寄りのツルヨシ群落が分布する植被地では、中央粒径で裸地の1/4程度の小さい粒径になっている。11.7km地点直下流の砂礫堆のクレスト部の裸地では、

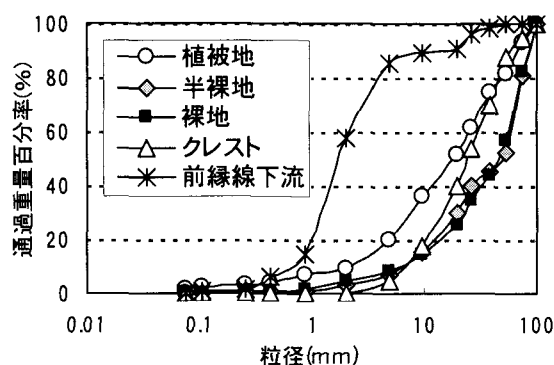


図-7 砂州上の粒度分布 (1999年11月)

11.9km地点の裸地と植被地の中間の粒径であるが、11.6km地点の前縁線下流部の植被地では、これら4地点と粒径が全く異なり、10mm以下の細粒土が多い。この図から、裸地と半裸地では粗粒化が起り、植被地では細粒化する傾向にあることが分かる。また、砂礫堆前縁線の下流部では細粒土が捕捉されており、その上を砂礫堆が前進して礫層を形成していくことになる。

b) 鉛直分布

砂州には過去の出水で移動した砂礫が層状に堆積しているものと思われる。この堆積状況を確認するために、砂州の11.9～11.6km区間の5断面において、2002年3月28日に宮崎県延岡土木事務所に掘削を依頼して砂礫層内の砂礫を採取し、砂礫の粒径を測定した。

測定した砂礫のうち、11.7km地点の粒度分布を図-8に示す。試料は20cmごとの深さで採取した。その結果、表層だけが粗粒化して粒径が大きくなり、深さ約1mと約2m位置に粘土混じりの細砂が分布していて、それぞれの上下に中央粒径が30～40mmのほぼ同じ粒径の砂礫が堆積していた。

深さ約1mと約2m位置の粘性土については、11.8～11.4km区間の砂州が1975～1982年の期間には右岸側に後退していたことや、掘削箇所の当時の河床標高は、1974年の横断面図から5mであったこと、さらに11.8km地点で1996年と2001年の標高の差が約1mであることを考慮すると、深さ2m位置の粘土混じり細砂が1975～

1982年の期間に低水路に堆積した河床材料であると考えられる。また砂州は、1987年までに拡大しているが、1982～1987年の期間の大きな出水が1982年8月の流量3,850m³/sの出水しかないことから、1982年8月の出水で発生したものとする。したがって、深さ1～2m位置の砂礫が1982年8月の出水で堆積したもので、深さ1m位置の粘土混じり細砂がその後の1997年までの間に堆積したもので、さらにその上の地表面までの砂礫が1997年9月の出水で堆積したものであると判断される。

6. 検討

植生域の変化について、1997年からモニタリングを行っているので、まず、この時期の現象を検証する。

11.7km地点よりも上流においては、1999年3月に裸地が最も拡大していたが、2002年2月には草本類を中心とした植生で全域が覆われている。この期間においては、1999年7月に流量2,023m³/sの出水が発生して砂礫が移動した後は、2001年10月に流量1,593m³/sの出水が発生している。したがって、年最大流量が1,600m³/s程度以下の状態が2年半継続すると、裸地の状態から草本類で砂州全域を覆う状態まで植生が回復することが分かる。

この結果を基に、北川での出水と砂州の地形変化および砂州上の植生域の変化との関係について考察する。

砂州の地形変化については、11.8～11.4km区間の右岸砂州域の拡大、砂礫堆の発達・前進および11.6～11.3km区間の左岸側の砂州形成が顕著である。11.8～11.4km区間の右岸砂州は、1967年に開始されていた低水路拡大のために掘削されたが、1982年8月の出水で拡大した。この砂州域の拡大は、1982年5月に11.5km地点より上流で裸地の状態であったために、多量の砂礫が移動して発生したと考える。その一方で、1979年10月に流量3,400m³/sの出水が発生しているが、砂州の上流端が後退したもの12km地点より下流で砂州域に大きな変化はない。1976年9月に砂州の大部分がすでに草本類で覆われており、その後も出水の流量が1,700m³/s以下であるから、1979年には植生が成長して密生していたために出水時に砂礫の移動が制限されたと推定される。したがって、1979年と1982年の砂州拡大の相違は植被の違いによるも

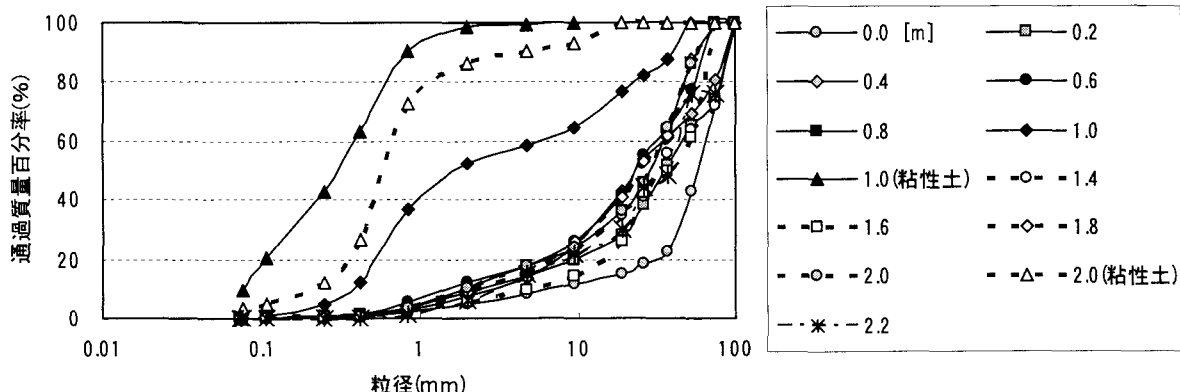


図-8 11.7km地点の粒度分布

のであると考える。さらに、1997年の出水後の裸地状態においても、図-4、5に示したように1999年3月と2000年4月の間に砂礫堆が前進して砂州標高が低下しており、砂礫が移動したことが分かる。この期間の大きな出水は1999年7月の流量 $2,023\text{m}^3/\text{s}$ の出水である。以上の結果から、植生が密生した状態で流量 $3,500\text{m}^3/\text{s}$ 級の出水が発生しても、砂州の規模を大きく変化させるほどの多量の砂礫の移動は起こらないが、裸地の部分では流量 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ の出水で砂州標高を変化させる程度に砂礫が移動するものと考えられる。

11.6~11.3km区間の左岸側の堆積も1982年8月の出水で起こったと推定される。その後も徐々に拡大していたが、2003年5月の流量 $1,910\text{m}^3/\text{s}$ の出水によって大きく変化した。この湾曲部の右岸側の樹林帯は、洪水阻害要因となることから激特事業で低水路側が伐採の対象となっており、2003年1~3月に11.0~11.2km区間が伐採された。この樹林帯が1976年と1982年の間に形成された以降は、湾曲部右岸側の地形が安定していたのに対し、それ以前は大きく変化している。このことは、湾曲部右岸側の樹林帯が、この付近の地形を安定させる効果を持っていたことを示している。今後の湾曲部右岸側の地形変化を注意深く監視する必要がある。

植生域の変化については、1999~2002年と同様の植生回復が1983~1987年の期間にみられる。1982年8月の出水で12.2~11.4km区間に多量の砂礫が堆積しているの、その直後は裸地の状態であったと推定されるが、1987年6月には草本類と木本類が密生するまでに回復している。1982年9月~1987年6月の約5年間の出水を調べると、流量が $1,808\text{m}^3/\text{s}$ 以下である。このことから、流量が $1,800\text{m}^3/\text{s}$ 程度以下の状態が5年間継続すると、裸地の状態から草本類と木本類が密生する状態まで植生が回復することが分かる。

1987年以後も、1989年まで流量が $1,600\text{m}^3/\text{s}$ 程度以下の状態が継続しているので、植生は十分に密生したと推定されるが、1996年2月は木本類が消失して草本類を中心とした植生に戻っている。したがって、1989年と1996年2月の間に大規模な植生破壊が生じたことになる。この期間には1990年と1993年に流量 $3,200\sim 3,500\text{m}^3/\text{s}$ の出水が発生している。したがって、草本類と木本類が十分に密生した状態であっても、流量 $3,500\text{m}^3/\text{s}$ 級の出水が発生すると、木本類が消失する大規模な植生破壊が発生することが分かる。このことを踏まえると、1967年の裸地状態はその前年の流量 $3,740\text{m}^3/\text{s}$ の出水で発生し、1975年の裸地状態もその前年の流量 $3,360\text{m}^3/\text{s}$ の出水で発生したものと判断される。

7. まとめ

以上のように、本村砂州を対象として、種々の現地調査や資料調査、聞き取り調査を行って、北川における出水と砂州の地形変化および砂州上の植生域の変化の関

係について検討を行った。その結果をまとめると以下のようである。

- 1) 11.7km地点においては、深さ2mの位置に1975~1982年の期間に河床に堆積した粘土混じり細砂が分布し、深さ1~2m位置に1982年8月の出水で堆積した砂礫、深さ1m位置にその後の1997年までの間に堆積した粘土混じり細砂、さらにその上の地表面までの層に1997年9月の出水で堆積した砂礫が分布している。
- 2) 砂州が裸地状態であると、流量 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ の出水で砂州標高が変化する程度に砂礫が移動する。
- 3) 植生が密生した状態であると、流量 $3,500\text{m}^3/\text{s}$ 級の出水が発生しても砂州の規模を大きく変化させるほどの多量の砂礫の移動は起こらないが、木本類が消失する大規模な植生破壊が発生する。
- 4) 湾曲部の樹林帯は、この付近の砂州地形を安定させる効果を持っていた。
- 5) 年最大流量 $1,600\text{m}^3/\text{s}$ 程度以下の状態が2年半継続すると、裸地の状態から草本類で砂州全域を覆う状態まで植生が回復する。
- 6) 年最大流量 $1,800\text{m}^3/\text{s}$ 程度以下の状態が5年間継続すると、裸地の状態から草本類と木本類が密生する状態まで植生が回復する。

以上によって、北川において砂州の地形変化と植生域の変化が過去どのように繰り返されてきたのかを、定量的に把握することができた。今後は、流れの解析による理論的な裏付けを行うとともに、激特事業によって変形を受けた砂州のモニタリングを継続するなど、物理環境と植生の変化について検討する予定である。

謝辞：本研究は、北川における河川生態学術研究会の総合的な調査研究の一部として実施したものである。資料については国土交通省国土技術政策総合研究所および延岡河川国道事務所、宮崎県土木部から提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 砂田憲吾ら：河川管理のための植生の調査方法，河川整備基金事業，52p.，(財)河川環境管理財団，1996。
- 2) 九州地方建設局・宮崎県・(財)リバーフロント整備センター：五ヶ瀬川水系北川 北川「川づくり」検討報告書，1999。
- 3) 杉尾哲，渡邊訓甫，田上篤志：植生の回復過程にある砂州での洪水による草本植生破壊の検討，水工学論文集，第47巻，pp.1003-1008，2003。
- 4) 池内幸司：北川激特事業における良好な河川環境の保全・復元を目指した川づくり，河川と自然環境，理工図書，pp.67-72，2000。
- 5) 山本晃一：沖積河川学 堆積環境の視点から，山海堂，pp.35-42，1994。
- 6) 久野敦史，杉尾哲：北川長井地区における砂州内植生と砂州地形変化に関する研究，宮崎大学工学部紀要，第30号，pp.207-212，2001。
- 7) 西畠康裕，渡邊訓甫，杉尾哲：砂州と植生を有する湾曲部の流況特性について，土木学会第56回年次学術講演会講演概要集，II-113，pp.226-227，2001。

(2003.9.30受付)