

床固工のスリット化にともなう 水生動物生息環境の変化

CHANGE OF THE AQUATIC ANIMAL HABITAT
BY SLITTING WORK OF GROUNDSEL

梶原誠¹・加地弘一²・大浜秀規³・星野雄一⁴・砂田憲吾⁵・大石哲⁶
Makoto KAJIHARA, Koichi KAJI, Hideki OOHAMA, Yuichi HOSHINO
Kengo SUNADA and Satoru OISHI

¹正会員 山梨大学大学院医学工学総合教育部土木環境工学専攻 (〒400-8510 山梨県甲府市武田4-4-37)

²非会員 山梨県農政部水産技術センター (〒400-0121 山梨県甲斐市牛久497)

³非会員 山梨県農政部水産技術センター (〒400-0121 山梨県甲斐市牛久497)

⁴非会員 山梨県峡南地域振興局市川建設部 (〒409-3606 山梨県西八代郡市川三郷町高田111-1)

⁵正会員 工博 山梨大学大学院医学工学総合研究部教授 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

⁶正会員 博(工) 山梨大学大学院医学工学総合研究部助教授 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

A natural deficit part on a groundsel was found at the Oyanagawa river that is a branch of the Fuji river in Yamanashi Prefecture, Japan. It was observed that the deficit part was used as a transportation route for aquatic animals as well as that the groundsel still remained the disaster prevention function. Therefore, the local government of Yamanashi Prefecture decided to conduct slitting works of groundsel at the same river tentatively. After the slitting work, habitat for aquatic animals has changed by river bed variation and sediment transport. The follow-up investigation on the change is carried out from August 2003. This paper reports these results of the investigation in order to develop a rational basic examination method for similar river works.

Key Words : Aquatic animal , habitat , Slitting work , groundsel

1. はじめに

河川における自然環境保全を進めるためには、防災機能を確保しつつ、水生生物の生息環境を改善するという視点が不可欠である¹⁾。富士川支川大柳川では偶然にも河川横断構造物に生じた欠損部が水生生物の移動経路になり、ある程度の土砂移動はしていたが既設護岸工基礎部の異常洗掘などは生じていないため防災機能を保っている状況が観察された。山梨県はこの点に注目し、同河川で試験的に河川横断構造物をスリット化することになった。スリット化にともなう河床変動や土砂移動による水生生物生息環境の変化についての追跡調査が平成15年8月より実施されている。図-1に示すとおり調査箇所は調査区間(スリット施工箇所)と対照区間(スリット前の調査区間と同様の環境)を設定し、この2つの区間でスリット施工前後における変化を物理的環境、理科学

的環境、生物的環境について調査が行なわれた。今後、スリット化の有効性や設計手法を確立していくために定量的評価を行なう必要がある。そこで本報告では、水生生物生息環境のキーポイントを表わす項目を検討し、物理的河川環境の変化における調査結果を整理した。

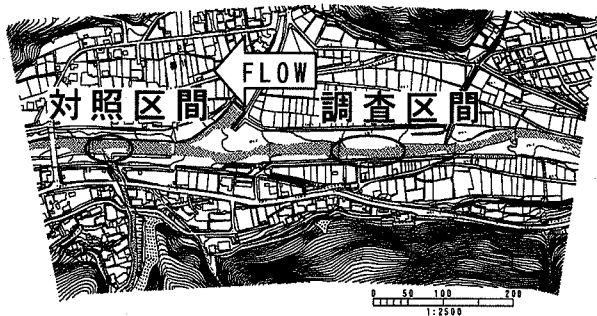


図-1 調査位置平面図

2. スリット化の目的

大柳川においては明治16年より流出土砂抑制の目的で砂防ダム、床固工および帯工等の河川横断構造物が多数設置されてきた。そのために水面の連続性が失われ、河床勾配緩和とともに河床の均一・平坦化が生じ、水生生物の生息環境が失われつつあった。しかし、平成12年河川法改正や近年の環境に関する国民の関心の高まりにより河川横断構造物に魚道が設置され、水生生物移動障害は解消されつつある。だが、これまでの魚道設置では失われた河床勾配緩和による瀬・淵構造の喪失・河床材料の小粒化・河床平坦化などの生息環境の悪化は改善することができない^{2) 3)}。

よって常時流量時のみ河床勾配を河川横断構造物設置以前に近づけることができ、高水時流量を安全に流下させることが可能なスリット化による生物移動経路の確保の試みを行なった。この時、横断面としては依然として、床固工を存置させているため高水時における土砂捕捉の効果も期待している。

また、土砂を安定的に下流側へ供給することにより、流域総合土砂管理の観点からも歓迎されることでもある。
(図-2)

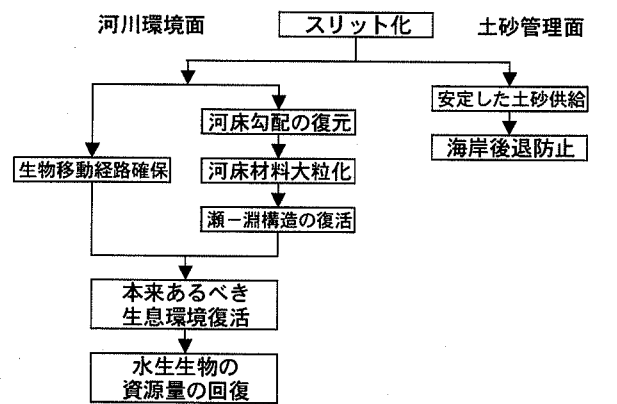


図-2 スリット化にともなう変化のフロー

3. 追跡調査と現時点までの調査結果

(1) 追跡調査方法について

スリット化にともなう河床変動や土砂移動が新たに水生生物生息環境（もともとの河川の姿）への復元をもたらすのか系統的な調査をした報告が少ないため、追跡調査を平成15年8月より実施し検証を行なっている。このとき、調査区間をスリット施工区間とし、スリット施工による河川環境への影響の比較を行なうために調査区間と同様な地形をしている区間を対照区間として設定した。
(写真-1・2)

この2つの区間でスリット施工における変化を表-1の

項目に関して調査を行なっている。

表-1 調査項目と内容

調査項目	調査内容
物理的環境	流路形状調査 河床変動調査 浮石、沈石調査 河床材料調査
理科学的環境	水質調査 常時、高水時流量調査
生物的環境	水生生物調査（底生動物・魚類）

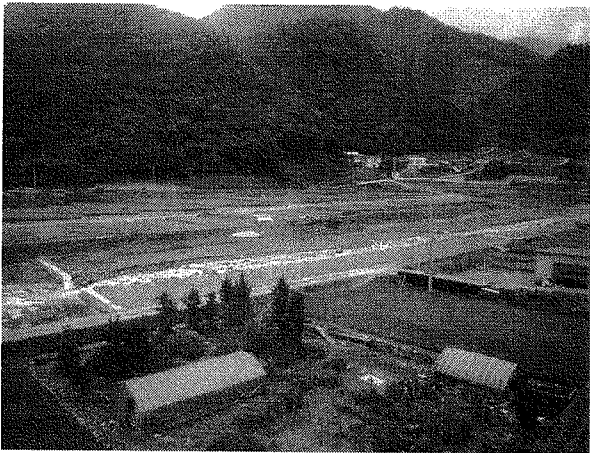


写真-1 調査区間全景

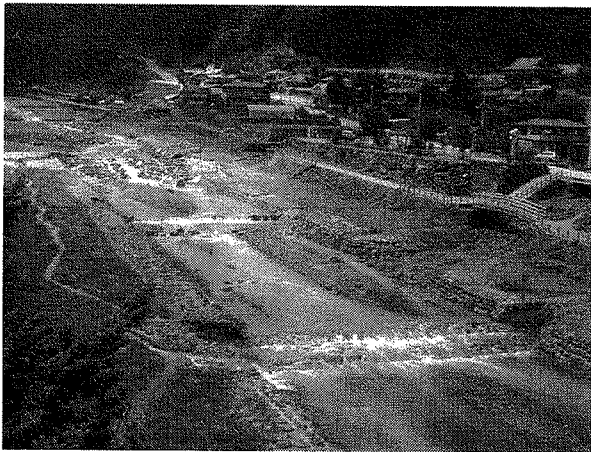


写真-2 対照区間全景

(2) 調査結果について

調査区間においてはスリット施工前とスリット施工後では大きな変化が見られた。河川環境を大きく変化させる要因としては降雨による出水であるが、特に施工直後の平成15年8月8日に山梨県に再接近した台風10号による出水によって、河川環境が著しい変化を示した。そのときの総降雨量は、気象庁八町山観測所のデータによれば2日間で311mmであった。また、このときの最大降雨ピーク前後それぞれ2時間を含む合計5時間における降雨累積は104mmであった。その後については、降雨による出水の影響を受けているが、河川環境の大きな変化は生じて

いない。(表-2)

また、スリット施工をしていない対照区間においては、大きな変動は見られなかった。(表-3)

表-2 調査区間調査結果

調査日時	スリット施工前 (図-3)	スリット施工後 (図-4)
	2002. 10. 24	2005. 7. 22
流路形状	左岸よりの平坦な直線流路	蛇行流路を含む複数の流路
河床勾配	1/55 (一様)	低水敷 1/55 低々水路1/35
流れ状況	水深の変化小	水深の変化大
淵状況	上流帯工直下S型淵	S型淵点在
河床材料	小粒径砂礫	多様な粒径 粒度大型化
浮石・沈石	10個・40個	115個・396個
調査時流量	1.15m ³ /s	0.38m ³ /s

表-3 対照区間調査結果

調査日時	スリット施工前 (図-5)	スリット施工後 (図-6)
	2003. 1. 6	2005. 7. 22
流路形状	低水路全面を流れる平坦な流路	変化なし
河床勾配	1/60 (一様)	変化なし
流れ状況	水深の変化小	変化なし
淵状況	上流帯工直下S型淵	変化なし
河床材料	小粒径砂礫	変化なし
浮石・沈石	10個・79個	24個・117個
調査時流量	0.60m ³ /s	0.38m ³ /s

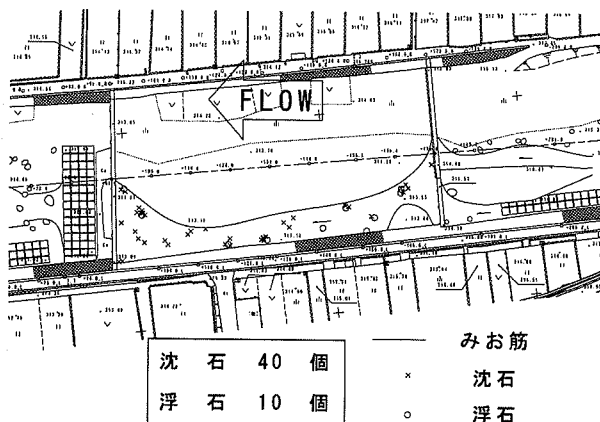


図-3 調査区間平面図 (スリット施工前2002. 10. 24)

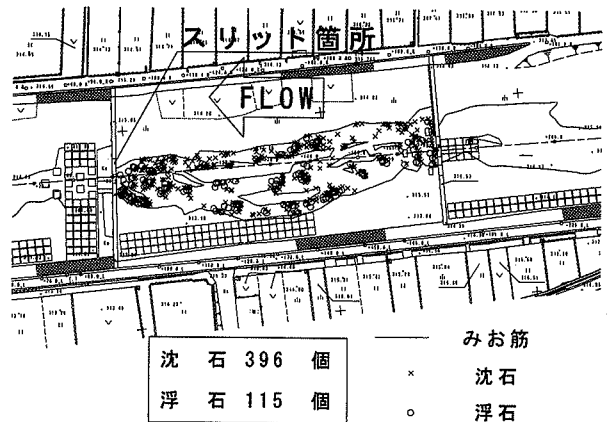


図-4 調査区間平面図 (スリット施工後2005. 7. 22)

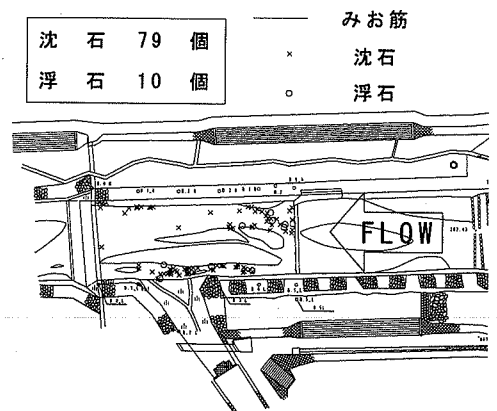


図-5 対照区間平面図 (スリット施工前2003. 1. 6)

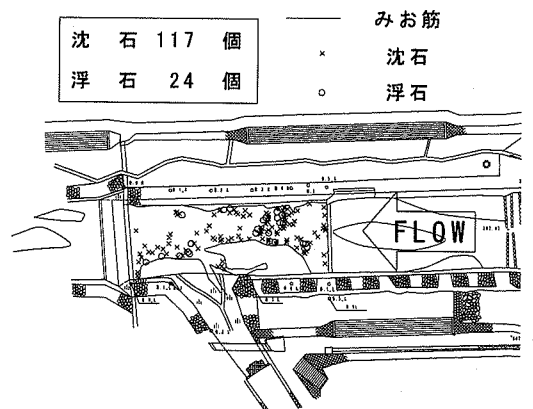


図-6 対照区間平面図 (スリット施工後2005. 7. 22)

a) 流路形状

調査区間ではスリットを既設護岸構造物に影響の少ない河川中央に設定したため、施工直後は上下流のスリット間を結ぶ直線的な流路が形成された。しかし、出水の影響により図-4に示すように流路は旧流路への流れもつくり、短い区間ながら流路の蛇行が出現した。表-4にスリット施工前後の流路形状の変化を河岸水際線延長比で示す。このとき、調査時流量の影響を考慮するために、スリット施工前調査時流量とスリット施工後調査時流量の比を用いて比較すると、およそ3倍以上の変化が現れた。しかし、対照区間では表-5に示すように調査区間と

比較すると変化は約2倍未満であった。

表-4 調査区間河岸水際線延長比

	スリット施工前 2002. 10. 24	スリット施工後 2005. 7. 22	
	河岸水際線延長比	河岸水際線 延長比	流量を考慮した河岸水際線 延長比
右岸	1. 12	1. 03	3. 1
左岸	1. 08	1. 07	3. 2

表-5 対照区間河岸水際線延長比

	スリット施工前 2003. 1. 6	スリット施工後 2005. 7. 22	
	河岸水際線延長比	河岸水際線 延長比	流量を考慮した河岸水際線 延長比
右岸	1. 04	1. 10	1. 7
左岸	1. 01	1. 18	1. 9

b) 河床勾配

調査区間はスリット化により低々水路平均河床勾配はおおむね1/35程度で安定しており、図-7に示すようにスリット施工後の出水で変化が生じた後は、大きな変化が生じていない。特にスリット施工部上流20m区間では大きな変化は生じておらず河床は安定していると推測される。これは、写真-3に示すようにスリット化により出現した礫がアーチ状になり安定しているためと推測される。しかし、対照区間では図-8に示すように調査区間と比較すると変化は生じていない。



写真-3 スリット部を下流から望む

c) 流れ状況

調査区間では図-9に示すようにスリット施工前は水深分布に変化がなく様な流れを示していた。スリット施工後は多様な水深分布が生じている。これは、スリットにより細粒河床材料の流出、礫の出現により河床が変化したためと推測される。しかし、対照区間では図-10に示すように水深に変化がなく一定で様な流れを示している。

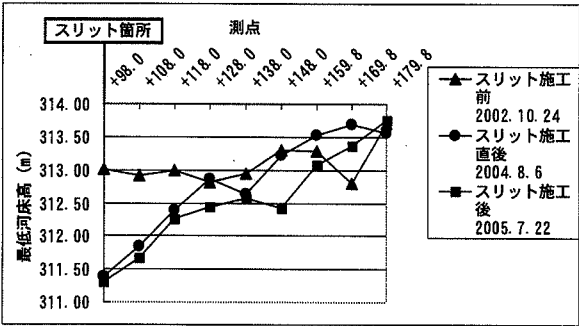


図-7 調査区間最低河床縦断面図

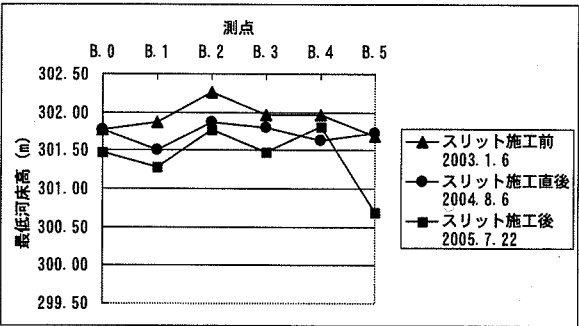


図-8 対照区間最低河床縦断面図

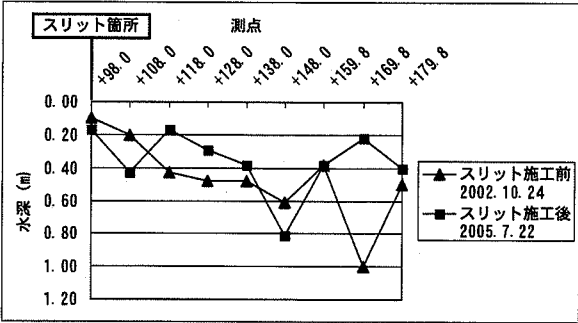


図-9 調査区間水深分布図

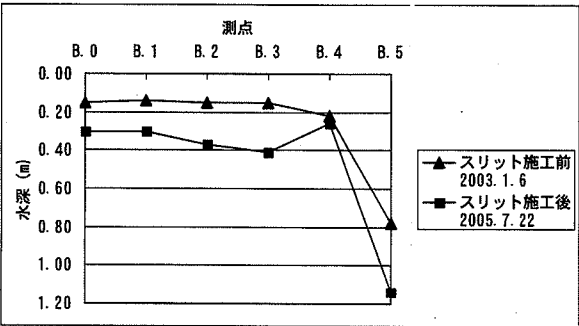


図-10 対照区間水深分布図

d) 淵状況

調査区間ではスリット施工前後において淵状況に大きな変化が生じた。スリット施工前は、調査区間の最上流に設置されている帯工（+179.8）下流にS型淵が存在していた。スリット施工後は、上流帯工下流のS型淵は喪

失したが、スリットによる細粒河床材料の流出、礫の出現によりステップ&プール（S型淵）が25箇所発生した。

表-6に調査区間におけるスリット施工前後の淵状況の変化を示す。このとき、調査時流量の影響を考慮した流量比により比較を行なうとスリット施工後はスリット施工前のおよそ3.0倍の変化が現れた。

しかし、対照区間では対照区間では淵の個数の変化はなく、表-7に示すように調査区間と比較すると変化は約2.3倍程度であった。

表-6 調査区間淵状況

	スリット施工前 2002. 10. 24	スリット施工後 2005. 7. 22
淵の数	1箇所	25箇所
淵全体体積	34. 0m³	33. 5m³
流量を考慮したスリット施工前の体積に 対するスリット施工後の体積比		2. 98

表-7 対照区間淵状況

	スリット施工前 2003. 1. 6	スリット施工後 2005. 7. 22
淵の数	1箇所	1箇所
淵全体体積	21. 0m³	30. 8m³
流量を考慮したスリット施工前の体積に 対するスリット施工後の体積比		2. 31

e) 河床材料

調査区間では写真-4に示すようにスリット施工前は河川横断構造物の影響で1～3cmの小粒径の河床材料が大半を占めていた。スリット施工後はスリットによる細粒河床材料の流出、礫の出現により写真-5に示すように河床材料の大粒化が生じた。写真-5は写真-4と同一地点を別時期に撮影したものである。



写真-4 河床材料状況（スリット施工前2003. 2. 5）

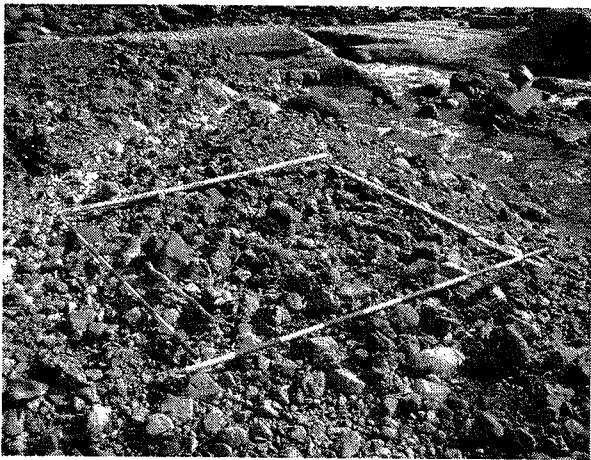


写真-5 河床材料状況（スリット施工後2005. 1. 17）

また、スリット施工後に容積サンプリング方法による河床材料調査を実施している。調査区間、対照区間ともに区間内3地点を設定して調査を実施している。

図-11～14に示すように調査区間では経年変化による河床材料に大きな変化は生じていない。しかし、対照区間では河床材料の小粒径化が生じている部分もある。

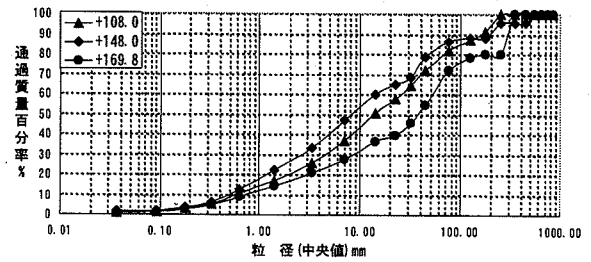


図-11 調査区間加積曲線（スリット施工後2005. 1. 17）

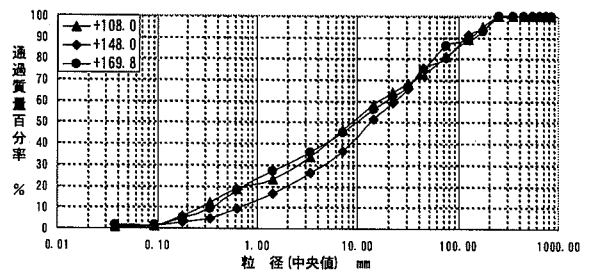


図-12 調査区間加積曲線（スリット施工後2006. 1. 28）

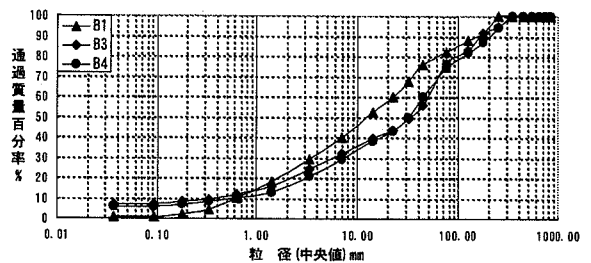


図-13 対照区間加積曲線（スリット施工後2005. 1. 17）

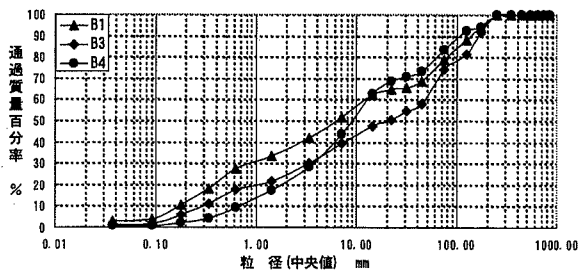


図-14 対照区間加積曲線（スリット施工後2006.1.28）

f) 浮石・沈石

ここでは、カジカの生息環境の一要因である浮石・沈石調査を実施した。なぜなら、大柳川にはカジカが生息していることが確認されており、また、カジカは放流による影響が少ない魚類であり、調査対象として最適であると推測されるからである。調査対象となる浮石・沈石のサイズは石長径30cm以上として、礫下空間10cm×10cm以上の石を浮石と定義した⁴⁾⁵⁾。調査方法は各区間における流路内の浮石・沈石の個数、位置を計測した。

表-8に調査区間におけるスリット施工前後の浮石・沈石の個数の変化を示す。このとき、調査時流量の影響を考慮した流量比により比較を行なうとスリット施工後はスリット施工前の浮石でおよそ26.0倍、沈石でおよそ23.0倍の変化が現れた。また、表-9に示す対照区間におけるスリット施工前後の浮石・沈石の個数の変化と比較するとスリット化を施工した調査区間に浮石・沈石の増加が見られた。

表-8 調査区間浮石・沈石

	浮石数	沈石数
スリット施工前 2002.10.24	10個	40個
スリット施工後 2005.7.22	115個	396個
流量を考慮したスリット施工前の個数に対するスリット施工後の個数比	26.3	22.7

表-9 対照区間浮石・沈石

	浮石数	沈石数
スリット施工前 2003.1.6	10個	79個
スリット施工後 2005.7.22	24個	117個
流量を考慮したスリット施工前の個数に対するスリット施工後の個数比	10.5	6.5

4. まとめ

大柳川における調査結果よりスリット化における物理

的な河川環境へ及ぼす影響として次があげられる。

- ①蛇行流路の創出によって、流路形状が多様化する。
- ②細粒河床材料の流出、礫の出現により水深が多様化する。
- ③細粒河床材料の流出、礫の出現により河床材料の大粒化が生じる。
- ④河床材料の大粒化、浮石の増加による礫下空間が生じる。

現在この物理的環境調査と平行して生物的環境の調査も行なわれており、調査結果ではカジカの個体数が増加していると報告を受けている。

このように物理的環境変化と生物的環境変化の間には相互関係があることが見出され、スリット化は生物や土砂の移動経路だけではなく、水生生物生息環境改善に貢献し得ることが明らかになりつつある。

現時点ではスリットの目的の一つとしてあげた河川環境面の改善については一定の成功をおさめていると考えられる。しかし、土砂管理面においては防災上での安全性の確認がされていないため、床固工の土砂捕捉効果が認められているかシミュレーション等により確認していく必要がある。

今後の河川環境整備は、費用対効果が高く、また各河川の特徴を活かさなければならない。さらに、施工後も河川状況の変化に応じた適応管理をしていく必要がある。この解決方法の一つとして河川横断構造物のスリット化が有効であることが明らかになりつつあるため、今後防災面での安全性の確認ができれば、他河川へスリット化を適用していき、スリット化の有効性を確認していく必要がある。

謝辞：本論文は山梨大学高度化プログラム（水生生物にやさしい河川環境づくりの推進 代表：砂田憲吾・大浜秀規）の支援を受けた。ここに記して感謝の意を表わします。

参考文献

- 1) 砂田憲吾・川村和也：生息魚種の多様性を支える河道物理特性に関する研究，水工学論文集第48巻，2004年
- 2) 大浜秀規：多自然研究No. 91 (2003-4)，(財)リバーフロント整備センター，2003年
- 3) 梶原誠・加地弘一他：山梨県における河川環境への取り組み～大柳川の事例～，全国魚道実践会議2004in岐阜論文集，2004年
- 4) 加地弘一：日本海に流入する竹野川における両側回遊型カジカの生息環境と初期生活史，東京水産大学修士論文，1998年
- 5) 水産庁中央水産研究所内水面利用部：カジカ，淡水魚類生息条件データ集，2001年

(2006.4.6受付)