

庄川新川開削区間の河床変動調査報告

Report on a Survey of Riverbed Fluctuations in the New Excavated Part of the Sho River

久保田勝¹・石川俊之²・大角一浩³

Masaru KUBOTA, Toshiyuki ISHIKAWA, Kazuhiro OOKADO

1 法人会員 国土交通省 北陸地方整備局 富山工事事務所 所長 (〒930-8537 富山県富山市石金 3-2-37)

2 法人会員 国土交通省 北陸地方整備局 富山工事事務所 調査第1課長 (同上)

3 法人会員 国土交通省 北陸地方整備局 富山工事事務所 河川計画係長 (同上)

This report presents an outline of new river course excavation work completed in 1912 at the mouth of the Sho River and the results of a study of the present state of the river course based on measured riverbed fluctuation data and the results of sounding performed by acoustic exploration. In the low water channel of the excavated part of the Sho River, groynes (wooden mattresses) installed at that time have reduced lateral erosion so that the longitudinal riverbed fluctuation (riverbed decline) is dominant. But in recent years, a tendency for the riverbed to stop declining can be seen. This is considered to be valuable evidence that the river course has stabilized in response to the flow regime that has appeared during the approximately 90 years since the new river course was excavated. The report also reveals that our ancestors had superior river technology capabilities as shown by the fact that the groynes constructed using wooden mattresses are still functioning adequately. The report also presents the results of soundings performed by acoustic exploration before and after a flood in July 2002 to introduce the state of efforts to more accurately clarify riverbed fluctuations (stability of a river course).

Key Word: wooden mattress, river mouth separation work, newly excavated river, Sho River, revetment, river

1. はじめに

庄川は、その源を岐阜県大野郡庄川村烏帽子岳に発し、岐阜県、富山県の急峻な山間部を流下した後、砺波平野に出て日本海に注ぐ、幹線流路延長115km、流域面積1,190 km²の一級河川である。

庄川流域では流域面積の93%を山地が占めているが、これらの山地流域は荒廃が目立ち、特に西側の白山側斜面が甚だしい。そのため多量の崩壊土砂が発生し、流水によって下流に押し出され、河谷を抜け出た後に扇状地を形成している。

直轄管理区間である河口～26.0k区間は、上記扇状地区間に該当しているが、河床勾配が急で勾配変化点にあたるため、出水毎に上流からの土砂流出や流路変遷を繰り返しており、過去に多くの洪水被害を受けている。国による直轄改修事業は明治16年(1883年)に着手し、明治33年(1900年)には川幅の固定と堤防の拡築、河状の整正を主とした改良工事を施行した。特に河口部は小矢

部川と合流して海に注いでいたが、洪水被害の軽減、小矢部川の港口の閉塞防止を目的として河口分離工事が実施され、大正元年(1912年)に竣工をみた。この際、流路保護のため左右岸高水敷に多数の水制(木工沈床)が埋設され、強固に河岸防護が図られた。

本研究は、竣工より90年を経た庄川河口分離工事の治水効果等について河床変動履歴、河床変動調査結果等を用いて考察したものである。

H10.5 撮影

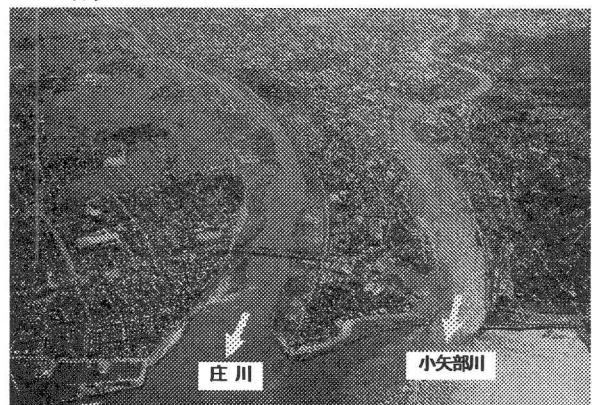
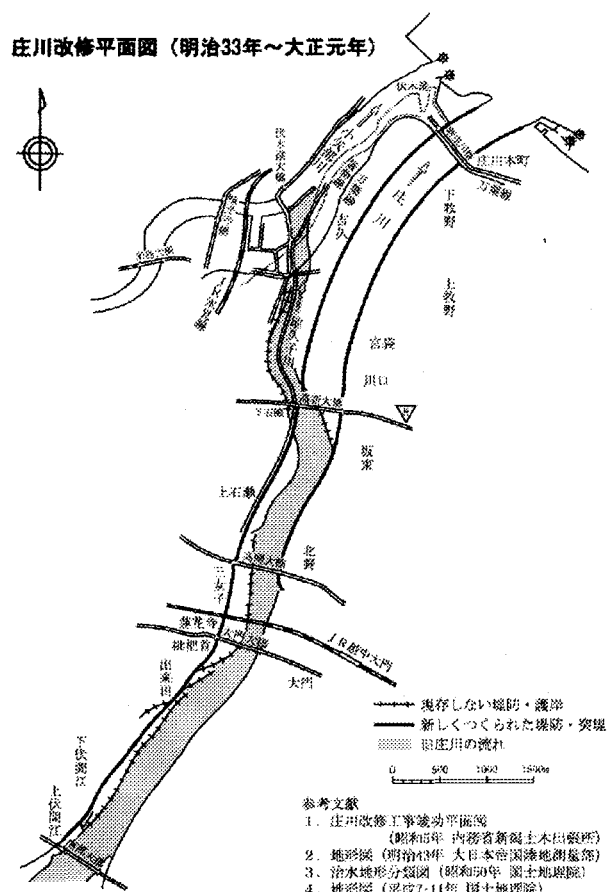
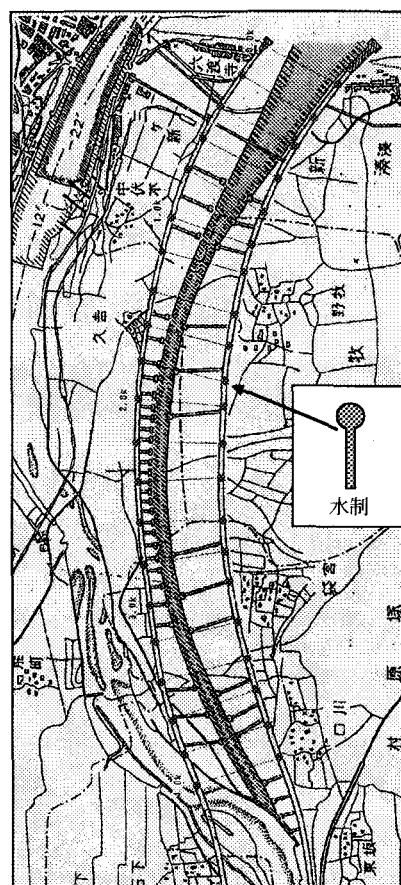


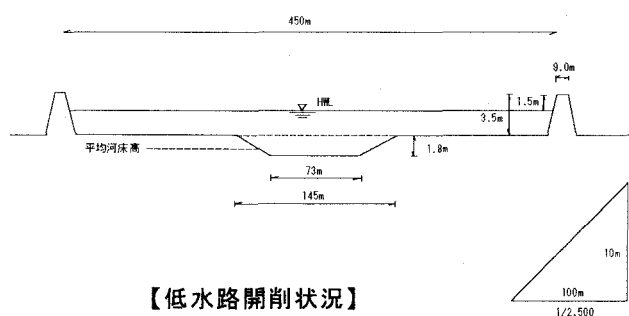
写真-1 現在の庄川河口部の状況



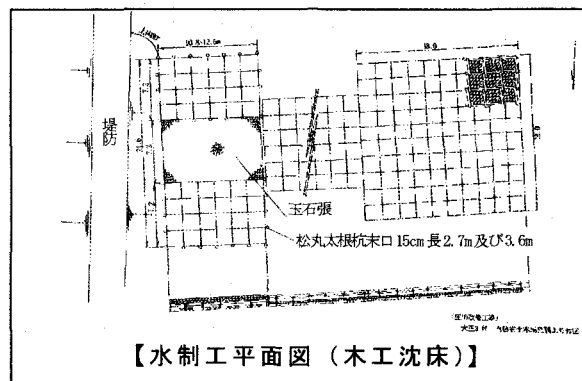
【改修前後の庄川河口部の法線形比較】



【新川開削部と水制工の設置状況】



【低水路開削狀況】



【水制工平面図（木工沈床）】

図-1 新川開削工事概要

2. 河口分離工事について¹⁾

(1) 改修前の庄川河口部の状況

庄川河口部は、元々現在の河口から4km上流付近より西側へ向きを変え、小矢部川河口に合流していた。旧河道部より上流の川幅が400~450mあるのに対し、旧河道部は約150mと狭く、流下能力は1,400m³/s程度しかなかったため、洪水時水位がせきあげられ破堤・越水による浸水被害を繰り返していた。また、河口の伏木港は出水毎に土砂が堆積し、港口閉塞が発生していた。

(2) 河口分離工事について

庄川の洪水として代表的な洪水として明治29年8月の夏期出水が挙げられる。この出水では二塚村地先（現在の河口から7k～8k左岸側）で堤防が決壊し、高岡市内全域が甚大な浸水被害を受けた。この被害を契機に内務省の直轄工事として改修工事が着手された。この改修の特徴を以下に示す。

- 射水郡大門町（現在の河口より 4km 付近）より下流に放水路を開削することとした。計画高水流量は当時における既往最大洪水であった明治 29 年 8 月出水の最大流量（約 3,600m³/s）とした。
- 改修川幅は 250 間（450m）として左右岸に新堤を築造

- 改修川幅は250間(450m)として左右岸に新堤を築造

した。堤防法線は河口より 2km 地点付近を頂点として左岸側に緩やかに湾曲させた。新川開削部には上幅 80 間 (145m)、下幅 40 間 (73m)、深さは計画低水位以下 6 尺 (1.80m) の低水路を開削し、複断面形状とした。また、河口部の低水路は河積を確保する事を目的として、河口に向けて広がる形状とした。

- 新川開削部においては、低水路河岸の安定及び航路の維持を図るため、天端高を低水位程度とした水制工が設置された。水制工は木工沈床により施工され、堤防と 80° の角度で上流に向け洪水時の流れを河道中央に向けるよう配慮されている。水制取付け部は柴工沈床上に石張りが施工され、頭部・幹部には木工沈床が施工された。

3. 河口分離工事の効果検証

(1) 河口部河道特性

庄川河口部は新川開削区間とこれより上流区間の境界付近 (河口より 4km 付近) で河床材料、河床勾配が急変する。

新川開削区間 (0k~4k) の河床勾配は Level であり、代表粒径は 0.3mm 程度の砂河道となっている。一方、新川開削部より上流は、河床勾配 1/500~1/350 となり、代表粒径は 30mm~50mm の砂利河道となっている。

(2) 河口分離工事以降の洪水履歴

河口部分離工事以降の主要な洪水としては昭和 9 年 7 月出水がある。同出水は最大流量約 3,300 m^3/s (小牧ダム放流量) を記録し、浅井村 (現在の河口から 7k~8k 上流右岸付近) の堤防が決壊し、死者 20 名を含む大きな被害を出した。また戦後は、昭和 51 年 9 月洪水が最も規模が大きく、最大流量は大門地点で 2,646 m^3/s である。同出水時には破堤による浸水被害等は生じていない。なお、庄川における平均年最大流量は近 10 ヶ年で 778 m^3/s (大門地点、H2~H12 評価) となっている。

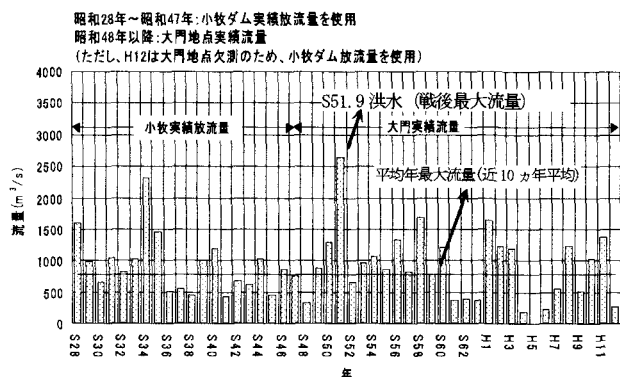


図-4 庄川年最大流量

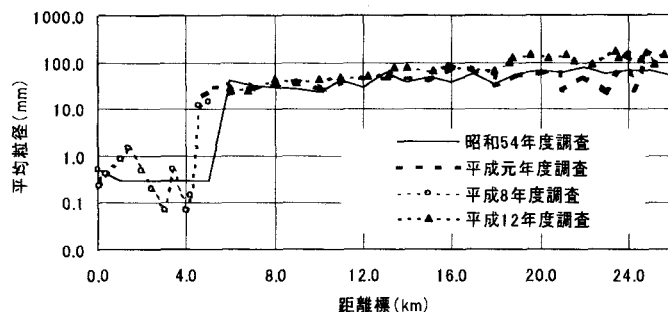


図-2 庄川河床材料縦断面図

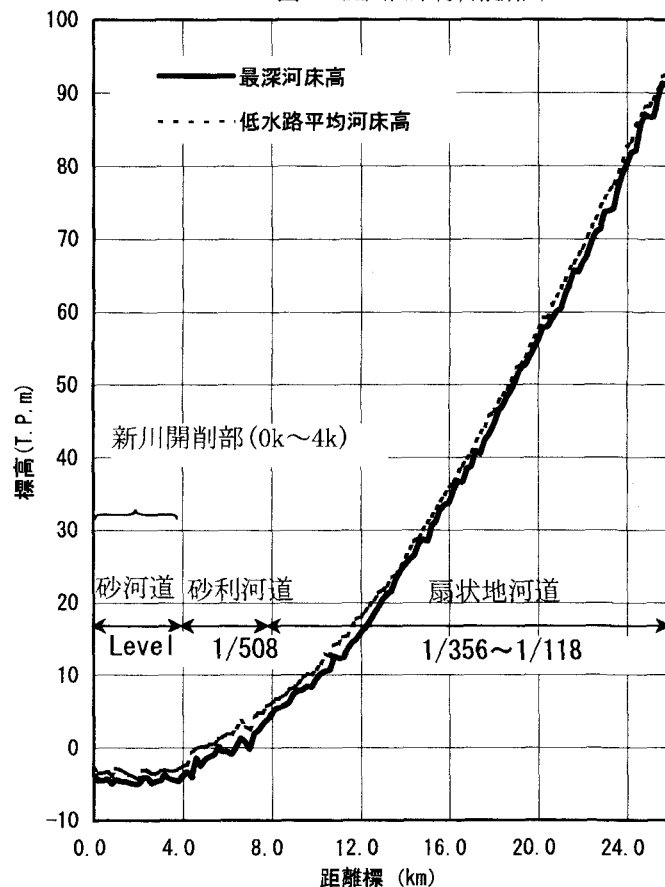


図-3 庄川河床高縦断面図

(3) 工事実施後の新川開削部河道経年変化

河口分離工事以降の新川開削区間の低水路河岸位置を経年的に重ね合わせた平面図を図-5 に示す。これによると 1.0k 付近で一部低水路が広がっているが、この付近は図-1 からわかる通り、水制の配置が疎になっている。しかし全体としてみると、河口分離工事以降、低水路幅に大きな変化は認められない。これは工事実施時に設置された水制工が非常に長期間に亘り河岸維持効果を発揮していることを示している。

次に、低水路平均河床高経年変化を図-6 及び図-7 に示す。また、図-8 には S51.9 洪水前後の HWL 以下の河積変化図を示した。これらより、下流部の河床高は新川開削以降、徐々に低下していることがわかる。特に、戦後最大出水であった S51.9 洪水時 (大門 $Q_p=2,646\text{m}^3/\text{s}$) には最大 1m 程度河床が低下し、新川開削工事実施以降、最も河床が低下した。これは、水制により河岸が維持されたことにより河床が低下したものと考えられる。その後、現在に至るまで大きな出水は生起しておらず、河床は徐々に上昇している。

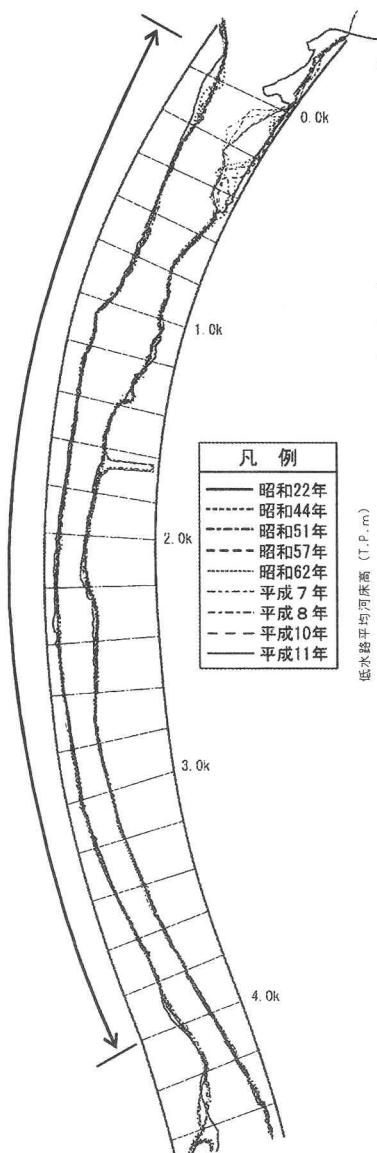


図-5 低水路河岸経年変化

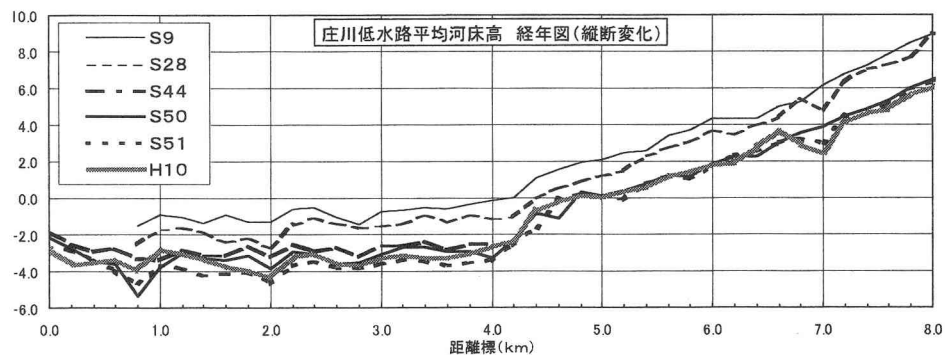


図-6 低水路平均河床高縦断面図(0k~8k)

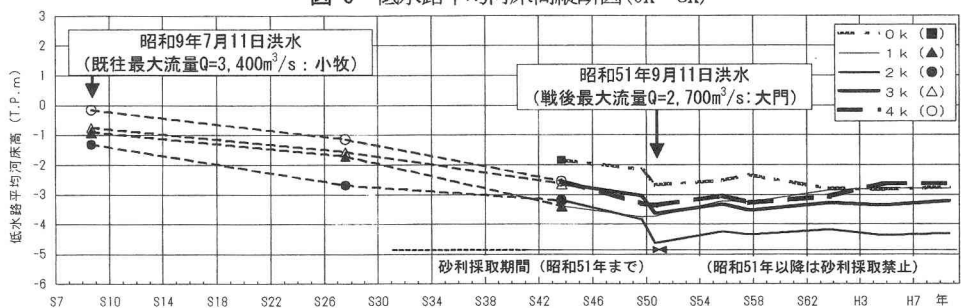


図-7 庄川下流部低水路平均河床高経年変化図(0k~4k)

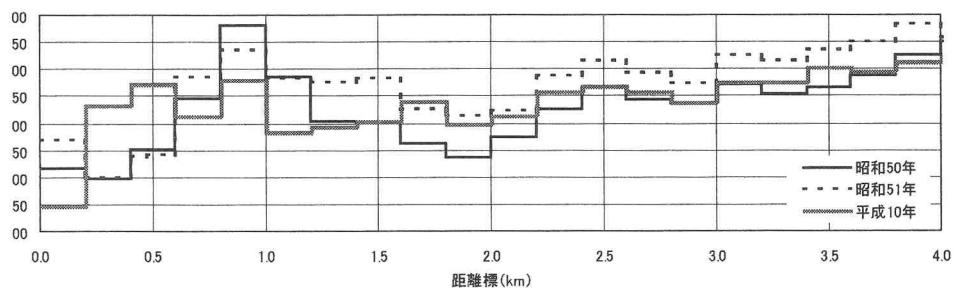
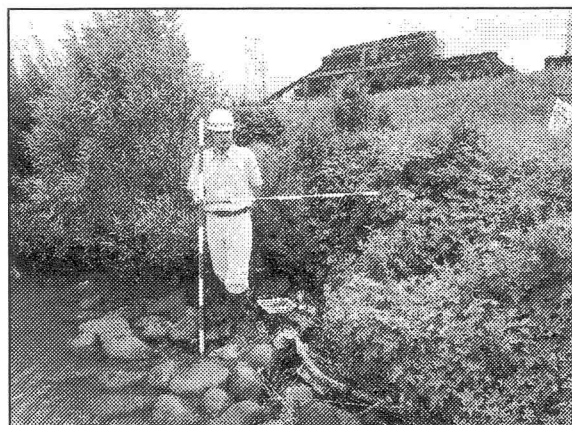


図-8 庄川下流部のHWL以下河積縦断面図(0k~4k)

以上のように、庄川河口部では新川開削時に設置された水制により規定された低水路幅に対応した河床が形成されており、完成後90年を経た現在、洪水流量に対応した変動幅はあるものの、ほぼ安定状態となっていると考えられる。

(4) 新川開削区間の現状について

写真-2に現在の新川開削部及び水制工の現状について示す。水制工先端部は一部欠損している箇所も見受けられるが、河床の低下に伴い、水制先端が屈撓性を示して垂れ下がり、法面を覆うような状態となっている。その結果、木工沈床内部の詰石が捨石的な役目を果たしており、河岸を防護している。また、木工沈床上には柳などの植生も繁茂しており、詰石内土砂の吸出しを防いでいるとともに、小魚や植生に富む良好な河川環境を保全・創出している²⁾。



木工沈床の先端が欠損し、捨石状となり河岸が保護されている。

写真-2 現在の水制工の状態

(5) 洪水時河床変動の現地観測結果

(a) 音響探査による低水路深淺調査について

新川開削部における出水前後の面的な河床変動状況を把握するため、音響探査装置及びDGPSを用いて深淺測量調査を実施した。調査は平成14年7月10日に生じた台風6号の通過に伴う洪水を対象とした。同洪水は大門地点ピーク流量1,251m³/sであり、平均年最大流量規模を上回る出水であった。調査の仕様を表-1に示す。

表-1 新川開削部深淺測量調査仕様

項目	摘要		備考
調査日程	出水前	平成13年11月8日～9日	出水は平成14年7月10日に生起
	出水後	平成14年7月15日～16日	
調査箇所	河口部0k～4k		新川開削部
調査手法	深度測定：音響探査装置（ナローマルチビーム）による。 位置情報：DGPSによる。		

観測結果より低水路深淺図を図-9に示す。同図をみると出水後には全体的に河床高が上昇しており、堆積傾向にある事が見て取れる。

一方、深掘れ部の位置に着目すると、水制工が密集して設置されている箇所と深掘れ部の位置が概ね対応していることがわかる。これは連続的に配置された水制工が洪水流を制御し、流れを低水路に集中させている事を示唆している。

(b) 河床低下センサーによる調査

洪水時における深淺開削部の河床変動状況を把握するため、河床低下センサーによる現地観測を実施した。河床低下センサーは、センサー部を必要個数組み合わせ、河床に埋め込み、洪水時の洗掘深に応じてセンサーが浮上する際に発信する微弱電波により、洗掘深を把握するものである³⁾。

センサー設置箇所は、低水路法線形より洗掘部となると考えられる低水路左岸寄りに配置した。

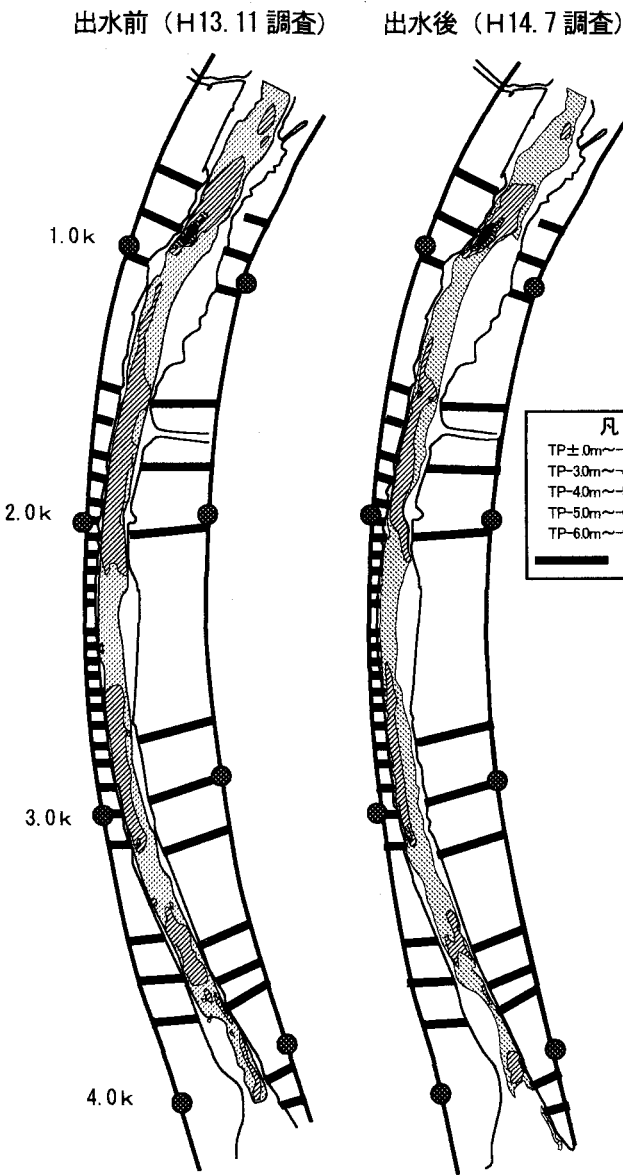


図-9 出水前後の低水路河床高の状況
(音響探査による深淺測量結果)

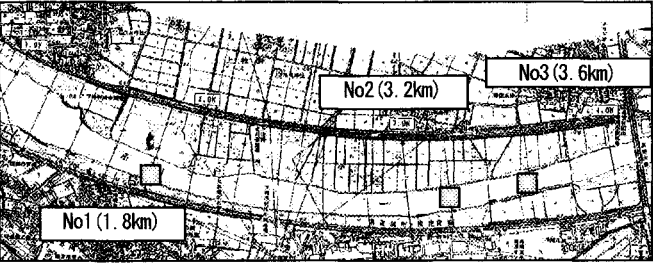


図-10 河床低下センサー設置箇所平面図

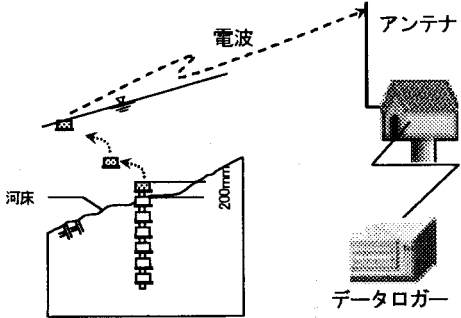


図-11 河床低下センサー原理概念図

前述した平成14年7月10日洪水時にセンサーの流出が確認された。結果を表-2に示す。洗掘深は20～60cm (センサー1～3個分) となっている。

表-2 河床低下量観測結果

センサー	河床低下量
No1 (1.8k)	60cm (センサー3個分)
No2 (3.2k)	40cm (センサー2個分)
No3 (3.6k)	20cm (センサー1個分)

また、洪水終了後に計測されたセンサー設置位置の定期横断測量結果とセンサー設置高の関係図を図-12に示すが、洪水終了後にセンサー上に30～60cm程度の堆積が

生じている事がわかる。

前述した洪水前後の音響探査結果も考慮すると、新川開削部河床では平均年最大流量規模の出水で一旦洗掘され、その後減水期の掃流力の低下に伴って再び埋め戻されているものと考えられる。

なお、現在洪水時の河床変動状況をより詳細に把握すべく、0.6km 地点低水路に音響探査装置を常設し、観測を行っているところである (図-13)。

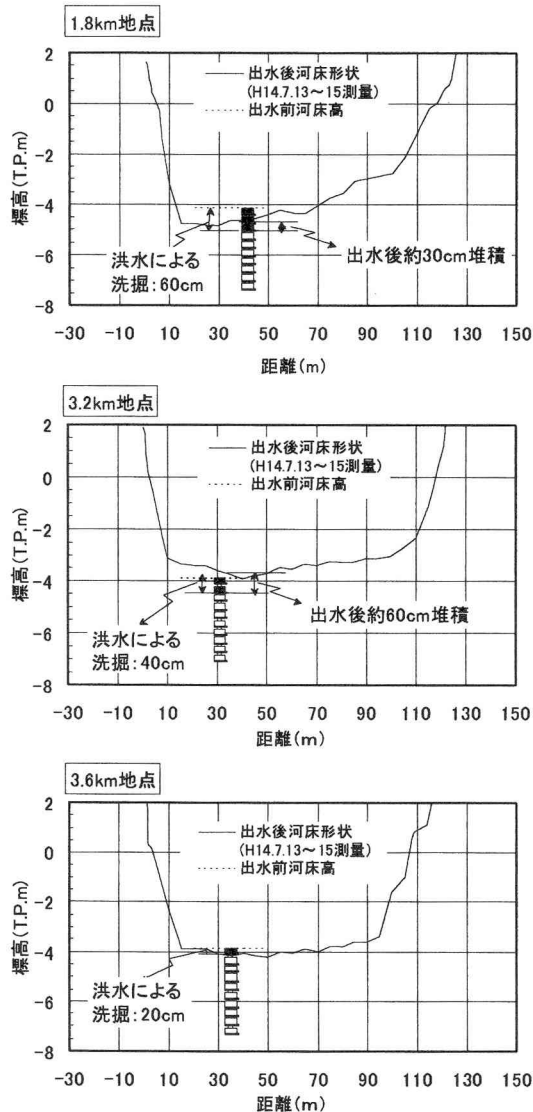


図-12 河床低下センサー流出状況と洪水後河床形状

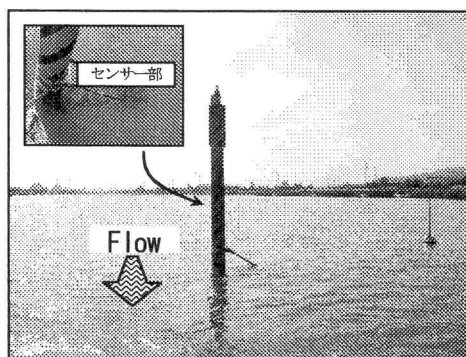


図-13 音響探査装置設置状況
(0.6km 地点に常設し、現在観測中)

4. 結論

本研究により得られた知見を以下に列挙する。

- 河口分離工事後、新川開削部では水制工により低水路河岸が固定されているため、低水路に流れが集められた結果、徐々に河床が低下した。戦後最大出水であった S51.9 洪水時には最大 1m 程度低下し、河積が増大したが、その後は徐々にもとに戻りつつある。以上を勘案すると、現在河道は安定状態に至っているものと考えられる。
- 水制工が連続的に配置されている箇所と深掘れ箇所は概ね対応していることから、水制工が低水路に流れを集めている事が示された。
- 河床低下センサー、音響探査による河床変動調査結果より、新川開削部では小規模の出水時には一旦洗掘された後、洪水減水時に堆積が生じているものと考えられる。
- 水制工先端は河床低下に伴い欠損している箇所も見受けられるが、木工沈床内部の詰石が捨石状に河岸を防護している。また、水制工上には柳などの植生が繁茂しており、詰石内土砂の吸出しを防いでいるとともに、小魚や植生に富む良好な河川環境を創出している。

以上、本研究では庄川河口部分離工事の効果について検証した。

従来、治水安全度の向上が重要な課題であり、コンクリート護岸や河道の直線化が進められたが、その結果、自然環境を損ねるとともに、人々を川から遠ざける等の傾向も生じている。この反省から、現在では治水対策に加え河川環境についても積極的に保全していくことが重要な課題となっている。このような中で、自然豊かな姿を見せている庄川河口部が 90 年前に人工的に開削された河道であり、連続的に配置された水制工が治水効果にとどまらず、豊かな自然環境の創出・保全にも効果を発揮していることは今後の河川改修にあたり技術的に参考とする点が多いと考えられる。

参考文献

- 1) 建設省北陸地方建設局 富山工事事務所：富山工事事務所 60 年誌
- 2) 白井勝二、福岡捷二：利根川における護岸・水制の変遷とその今日的役割、水工学論文集、第 46 巻、P505～510、2002
- 3) 中平喜伸、伊東和弘、高島和夫、笹原克夫、海原荘一、南哲行、安本寿人：洗掘センサーによる姫川での出水時の河床変動、砂防学会誌、Vol. 53, No. 5, p. 26～30、2001

(2003. 4. 11 受付)