

# 高梁川と小田川の合流点付け替えの効果

## EFFECT OF RELOCATION OF CONFLUENCE SITE OF THE TAKAHASHI RIVER AND THE ODA RIVER

前野詩朗

Shiro MAENO

正会員 工博 岡山大学助教授 環境学研究科社会基盤環境学専攻 (〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1)

The rising backwater, which occurs due to the confluence of the Takahashi River and the Oda River, makes the water level rather higher during flood in the upstream of those rivers. The higher water level endangers embankments of those rivers. One of the possible means to reduce the water level is to relocate the present confluence site with the Oda River to the downstream site of the Takahashi River. This study aims to investigate the effect of the relocation of the confluence site using two-dimensional flow analysis. Numerical results under present river course condition were compared with the measured water level, and the effectiveness of the proposed analytical model was confirmed. It is also shown that the relocation of the confluence site has an effect to reduce the water levels of rivers considerably.

**Key Words :** flood flow analysis, relocation of confluence site, the Takahashi River, the Oda River

### 1. はじめに

岡山県西部を流れる高梁川は、現在、倉敷市津津（図-1 の高梁川 13.0 km 付近）において小田川と合流し、倉敷平野を貫流して水島灘に注いでいる。しかし、洪水時には、12.0 km 付近の狭窄部による背水の影響に加えて、小田川との合流点付近における水位上昇に伴う背水の影響により、両河川とも水位が上昇する。その影響は、高梁川においては 16.0 km 付近まで、小田川においては 4.0 km 付近まで及び、高梁川と小田川に挟まれた図-1 中の 1 点鎖線の領域が浸水想定区域となっている。とくに、小田川の堤防は、洪水時に長期間に渡って水位の高い状態が続くと基盤漏水(ガマ)が発生するなど、極めて危険な状態となる。したがって、洪水時における小田川の水位を低下させることは、河川管理上重要な課題となっている。

現在の合流地点下流部の狭窄部 12.0 km 付近では、両岸が山付きで左岸側に県道もあるため、河道拡幅に困難を伴うことを考慮すると、現況の合流部を改良して洪水時の水位を低下させることは困難であることが容易に推察される。現実的な案として、合流地点を現在の 13.0 km 付近から、柳井原貯水池を経由して 9.0 km 付近に付け替えることが考えられる。本研究では、平成 16 年 10 月 20 日に発生した洪水を対象として数値シミュレーションを行うことにより、



図-1 高梁川、小田川合流部の概要

現河道における洪水予測モデルを構築するとともに、小田川の合流地点を柳井原貯水池経由として 9.0 km 付近で高梁川に合流させる河道を想定した場合について数値シミュレーションを行い、小田川の合流部を付け替えた場合の水位低減効果について数値

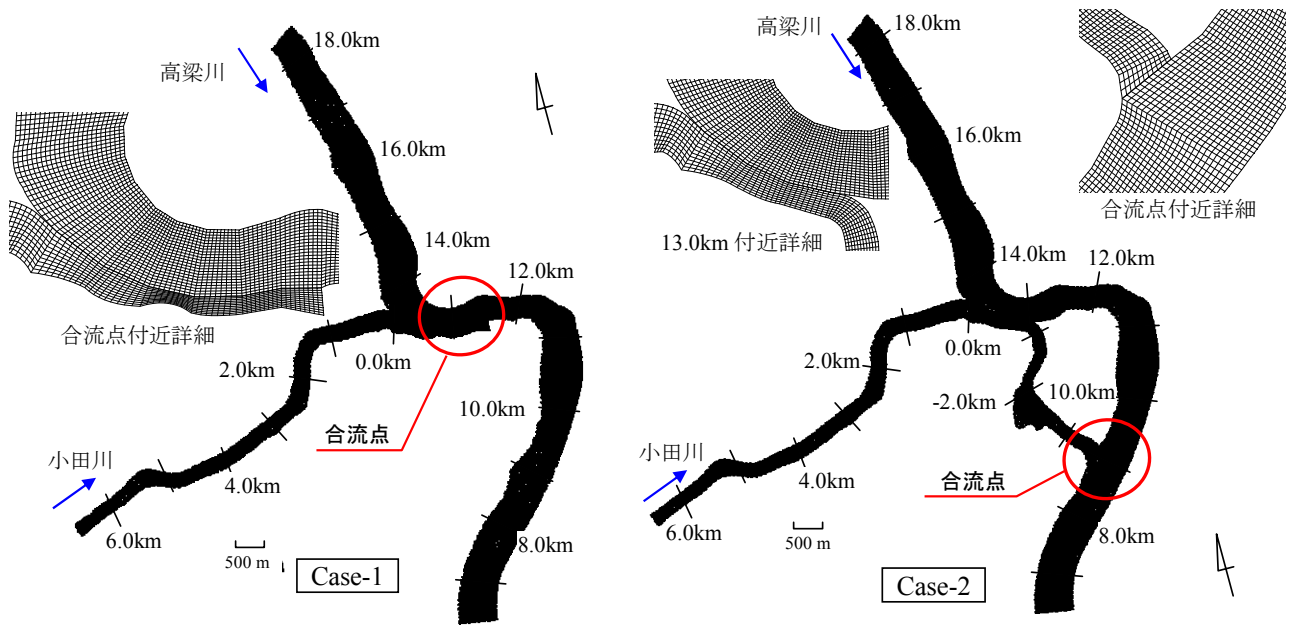


図-2 メッシュ図

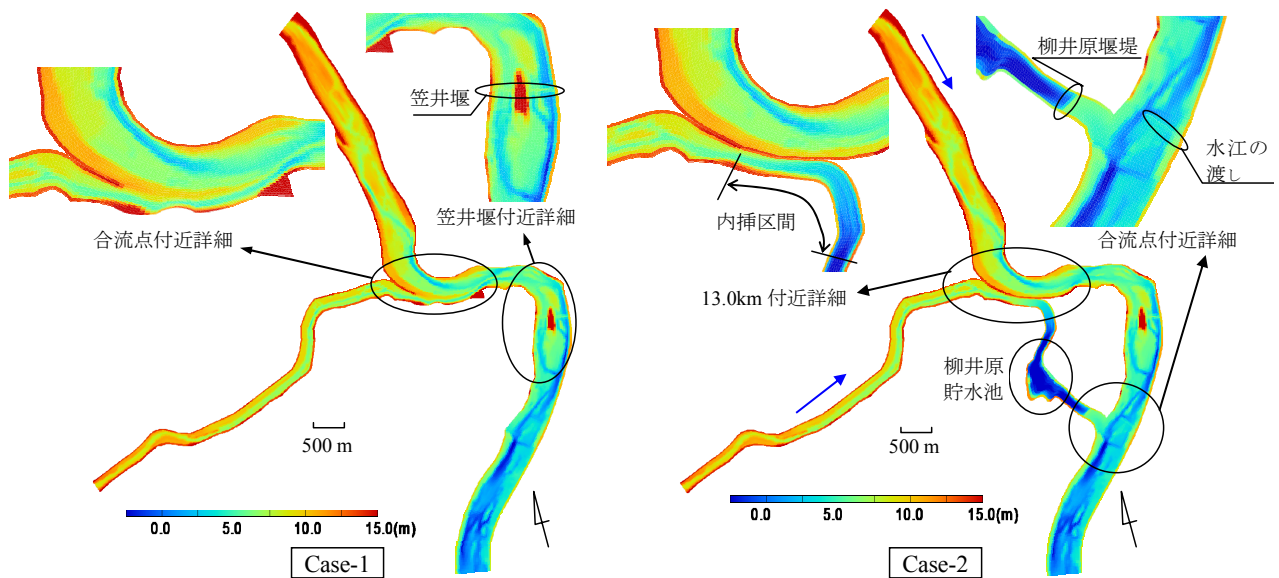


図-3 河床高

実験的に検討を行うものである。

## 2. 解析モデルの概要と解析条件

本研究では、小田川との合流点付近において2種類の河道ケースを考えた。具体的には、高梁川 13.0 km 付近で高梁川と小田川が合流する現況を Case-1 とし、高梁川と小田川の合流点である 13.0 km 付近を背割堤で分割し、柳井原貯水池を経由して 9.0 km 付近で合流させる場合を Case-2 とした。解析モデルとしては、長田<sup>1)</sup>の平面2次元の一般曲線座標系を用いたモデルをもとに、前野ら<sup>2)</sup>、渡辺ら<sup>3)</sup>が旭川を対象として植生の倒伏なども考慮できるように発

展させ、モデルの再現性が検証されている手法を適用した。

### (1) 解析メッシュ及び河道条件

図-2は、解析メッシュ図を示している。Case-1では、高梁川の節点数は25(横断方向)×474(縦断方向)、小田川は12(横断方向)×315(縦断方向)としている。また、Case-2における高梁川の解析メッシュはCase-1と同じであり、小田川の節点数は12(横断方向)×412(流下方向)としている。なお、メッシュの大きさは15~20 m程度である。

つぎに、高梁川と小田川の河床高図を図-3に示す。なお、高梁川においては平成13年の測量データを、

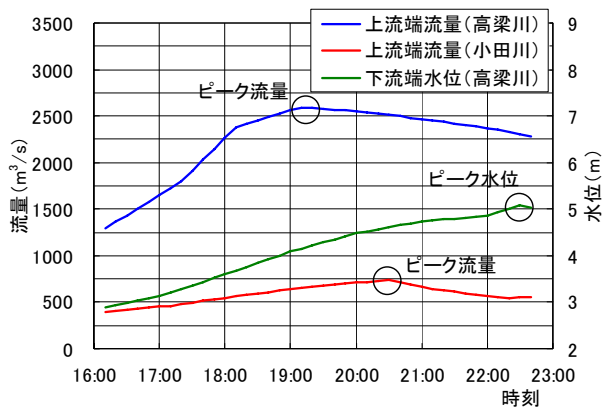


図-4 上下流端の条件（平成 16 年 10 月 20 日）

小田川においては平成 15 年の測量データを用いた。高梁川 14.0 km 付近の大きな蛇行部では、左岸側の滞筋部が深く掘れ、また、一方で砂州の比高が高くなり、複断面化が顕著に起きている場所も存在している。主な横断工作物としては、図-3 に示す笠井堰（高梁川 10.8 km 付近）、水江の渡し（高梁川 9.0 km 付近）、柳井原堰堤（小田川-3.0 km 付近、Case-2 のみ）がある。なお、Case-2 において、現在（Case-1）の河道と異なる区間（小田川-0.2 km～-1.2 km 区間）以外は、現在の河床高データを与えた。そして-0.2 km の河床高から-1.2 km の河床高に、すり付けるようにその区間の河床高を内挿した。この区間における河道は、高水敷は設けず、低水路のみの単断面河道を仮定した。なお、小田川-2.0 km 周辺で河床高が非常に低くなっているのは、この場所は現在柳井原貯水池があるからである。

紙面の都合上図には掲載していないが、前野ら<sup>2)</sup>の研究を参考にして、平成 13 年国勢調査による植生図をもとに、メッシュごとに植生の分類や、群落高さや密度を与えた。河道内の広範囲にわたって植生が発達しており、河道内の樹林化が顕著になっていることが確認できた。また、Case-2 の小田川 0.0～-1.2 km 区間においては、低水路を掘削する際に植生も除去されることが予想されるので、植生はないもの仮定した。

## (2) 計算条件

本研究では、平成 16 年 10 月 20 日前後に来襲した台風 23 号による出水を対象として解析を行った。図-4 は、本洪水における実測値を示している。高梁川上流端における流量がピークに達してから、約 3 時間後に高梁川下流端における水位がピークに達しているのがわかる。本解析では、図-4 の流量と水位をそれぞれ上下流端の条件とし、図に示す 17 時以降の時間帯（合計約 5 時間半）について計算を行った。

本研究では、前野ら<sup>2)</sup>と同様に粗度係数を低水路は 0.028、高水敷は 0.026 とした。また、計算時間間

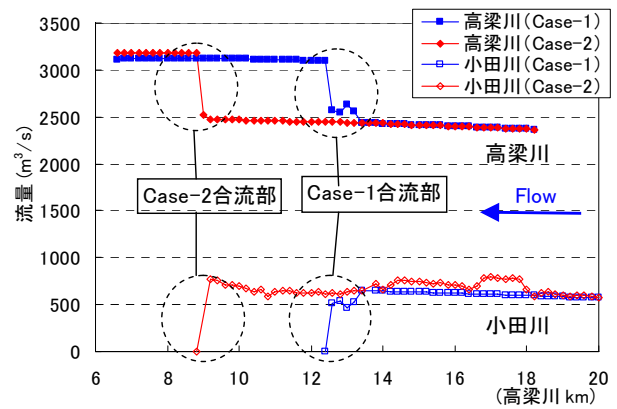


図-5 流量の連続性

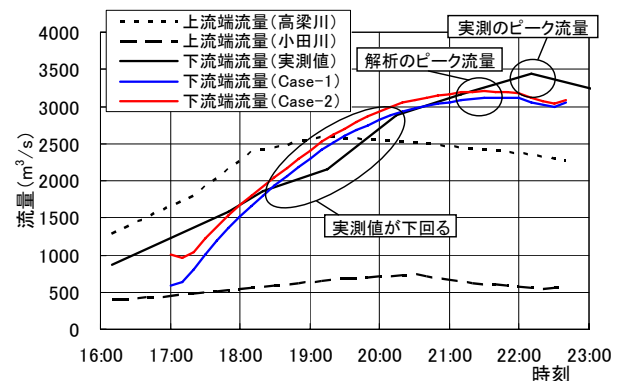


図-6 下流端の解析流量

隔は 0.05 (s)とした。さらに、河床の平均粒径を 0.05 (m)として河床変動を考慮した解析を行った。

なお、高梁川 16.0 km 付近に流入する右支川新本川に関しては、流量観測データがなかったため、両ケースともに流入量を考慮していない。また、Case-1 においては柳井原貯水池からの流入はないものとしている。

## 3. 解析結果

### (1) 流量の連続性

図-5 は、解析対象区間の下流端にある観測所（船穂）でピーク流量を観測したとき（2004 年 10 月 20 日 22 時頃）における、解析結果より得られた流下方向の流量変化を示している。青色が Case-1、赤色が Case-2 の流量変化を表している。図をみると、Case-1 は約 13.0 km 付近で、Case-2 は約 9.0 km 付近で、小田川の流量が高梁川に加わり、合流している様子が確認できる。また、本解析ではハイドログラフによる流量条件を与えているので、流下方向に流量が変化しているものの、両ケースともに合流部での流量の連続性が保たれていることが認められた。

しかし、船穂流量観測所でのピーク流量の実測値は 3447.6 m³/s であるのに対し、本解析におけるピーク流量は約 3200 m³/s であることから、約 250 m³/s の

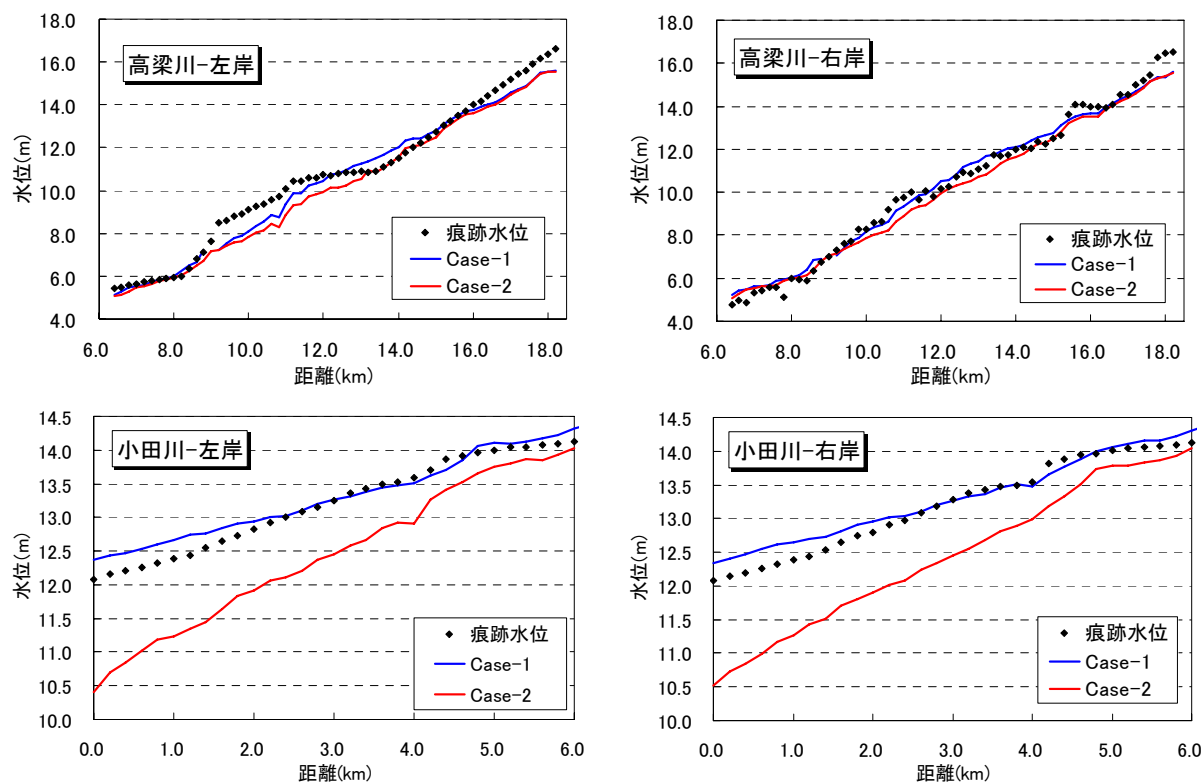


図-7 痕跡水位との比較

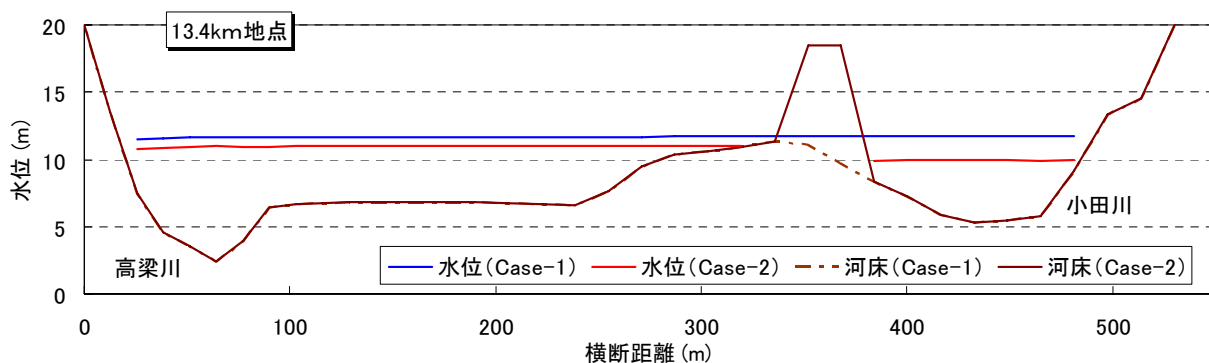


図-8 水位の変化 (13.4km 地点, 横断面図)

誤差がある。この原因については本節の最後で述べる。

つぎに、図-6 は解析により得られた下流端における流量の時間経過を示している。Case-1 (図中、青色実線) の流量と、Case-2 (図中、赤色実線) の流量は、Case-1 の方がやや小さくなるが、ほぼ同様な傾向を示すことがわかる。これは、Case-2 の場合は Case-1 と比べて、洪水流がスムーズに流下するため、流量の時間的な推移が早くなったためであると考えられる。また、船穂流量観測所によるデータ (図中、黒色実線) と比較すると、19 時～20 時の間で解析による流量の方が大きくなっており、解析流量がピークに達する時間は実測におけるピーク流量に達する

時間よりも、約 1 時間早いことがわかる。

以上のように、本モデルによる解析では、合流による流量の連続性は保たれるものの、下流端におけるピーク流量やその発生時刻が実測値を十分に再現できなかった。これは、高粱川 17.0 km 周辺で高粱川に流入する新本川の影響、小田川に流入するいくつかの小支川からの流入の影響、さらには洪水時の対象区間流域における降水量の影響などを考慮に入れていないことなどが主な原因であると考えられる。

## (2) 水位

図-7 は、対象洪水による痕跡水位と解析水位を比



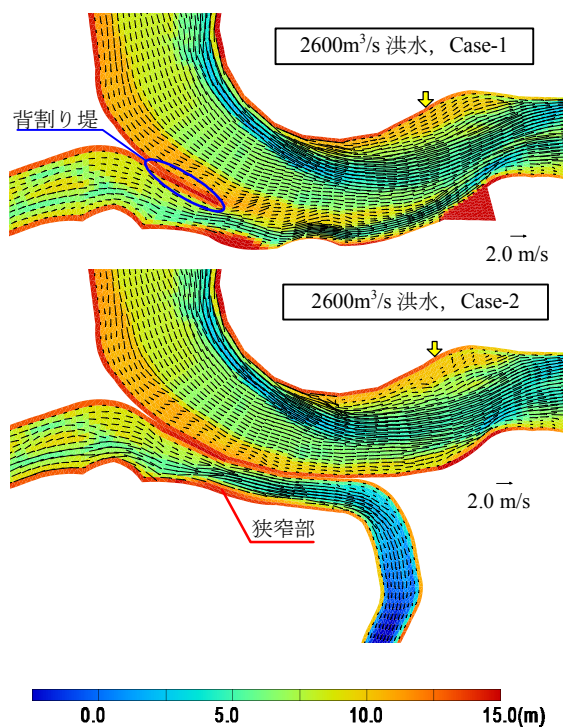


図-9 河床高-流速ベクトル図（高梁川 13.0 km 付近）

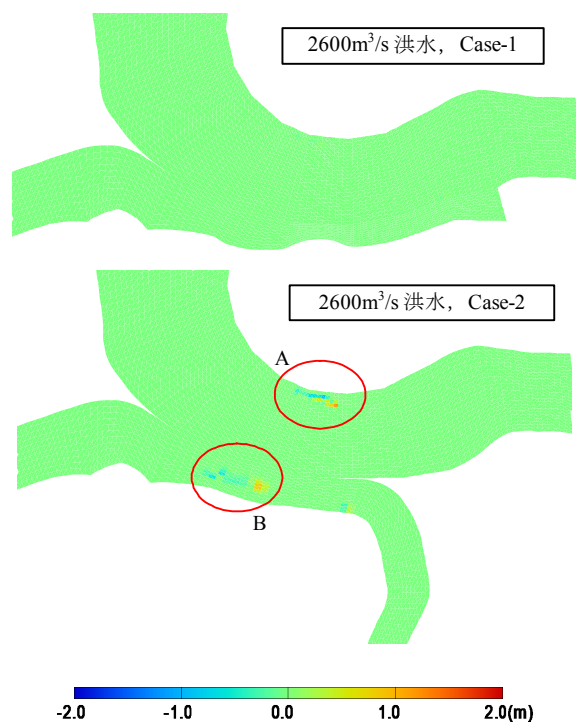


図-11 河床変動図（高梁川 13.0 km 付近）

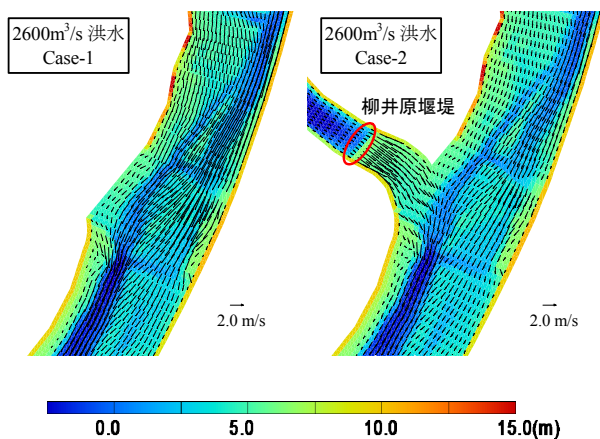


図-10 河床高-流速ベクトル図（高梁川 9.0 km 付近）

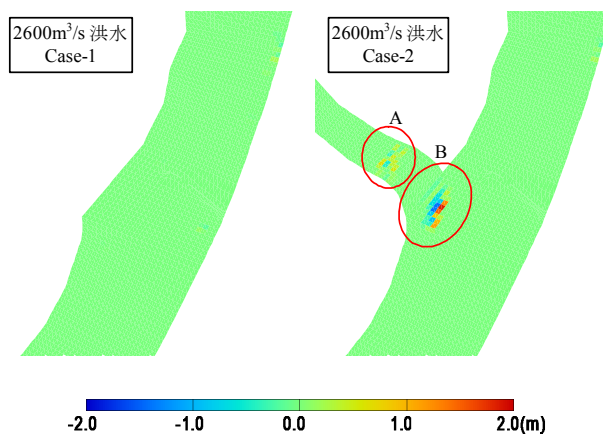


図-12 河床変動図（高梁川 9.0 km 付近）

較したものである。Case-1 の解析水位（青線）と痕跡水位より、以下のことがわかる。

高梁川の左岸（図-7，左上）を見ると，9.0 km～11.0 km では痕跡水位が解析水位より高くなっており，逆に 13.0 km～15.0 km では痕跡水位の方が解析水位を下回っていることがわかる。9.0 km～11.0 km においては，笠井堰（11.0 km）から水江の渡し（9.2 km 付近ある高さ 1m 程度のコンクリート製の横断道路）の間であり，解析では水江の渡しによる局所的な構造物による抵抗の影響がうまく表現できていなかったことが考えられる。一方，13.0 km～15.0 km は小田川と合流する箇所であり，解析においては合流による背水効果がやや大きく見積もられている。

つぎに，高梁川の右岸（図-7，右上）に関して，解析から得られる水位は，痕跡水位とほぼ同様の値をとり，良好な結果を得ているといえる。16.0 km 周辺より上流側では痕跡水位の方がやや高い値をとっている。これは，右岸 15.8 km 周辺で右岸側から流入する新本川による影響があると考えられる。

小田川の左右岸（図-7，左下と右下）については，解析結果は痕跡水位の示す結果を良好に再現している。解析水位は左右岸ともに同様の水面形となっており，この傾向は痕跡水位も同様である。0.0 km～2.0 km 付近までの間で，解析水位は痕跡水位よりもやや大きく見積もっているが，両者の差は最大で約 0.3 m である。

つぎに、図-7 の Case-2 (赤線) をみると、Case-1 の結果と比較して大きく水位が低下していることがわかる。高梁川では 9.0 km から 16.0 km の間で水位が低下している。とくに、小田川における水位低下が顕著であり、約 1.5 m の水位低下が確認された。また、図-8 は高梁川 13.4 km 地点の水面形の横断面図を示している。この図からも、Case-2 の高梁川、小田川の水位はかなり低下し、合流部付け替えの効果が十分にあることが認められる。

### (3) 流況

図-9 は、高梁川 13.0 km 周辺の河床高-流速ベクトルを示している。Case-1 では、背割堤より下流側で、小田川の流水が高梁川へと注いでいる現象が確認できる。また、Case-1 においては、高梁川左岸際が冠水している(図-9, 黄色矢印部)のに対して、Case-2 は冠水していない(図-9, 黄色矢印部)。これは、Case-1 では右岸側からの小田川の流れが合流することにより、高梁川の主流線がやや左岸側に移動するため高梁川の左岸際まで流れが存在するのに対し、Case-2 ではこの箇所では小田川と合流しないために高梁川の主流線が右岸側に寄ったためと考えられる。

図-10 は、高梁川の 9.0 km 周辺における河床高-流速ベクトル図を示している。合流部での大きな乱れは見られず、スムーズに合流していることが確認された。この箇所の高梁川の滞筋が右岸側に寄っているため、合流の影響が左岸まで達しなかったと考えられる。ただし、合流の影響は少なからずあるようで、高梁川の主流線は Case-1 よりも Case-2 の方がやや左岸側に向いていることなどが認められたが、解析対象とした洪水規模では、この箇所に合流部を付替えたとしても、流下能力に問題はなく危険も少ないと判断される。

### (4) 河床変動

13.0 km 周辺の高梁川における河床変動(図-11, A 箇所)に関して、Case-1 は小田川と合流することにより、せき上げ効果が大きくなり、河床変動が殆ど生じなかったと考えられるが、Case-2 については主流線が滞筋上に集中し、河床変動が生じたと考えられる。

小田川を見ると、右岸の河床が高くなっており、この場所が狭窄部となっている(図-9 参照)。Case-1 では高梁川と合流するために、小田川左岸側へ逃げ道があったが、Case-2 では河積が小さくなり、局所的に流速が大きな場所となるために河床変動が生じたと考えられる(図-11, B 箇所)。このような局所的に流速が大きくなる箇所は、治水上の面であり

好ましくないため、Case-2 の計画を実行する際は、流下能力を確保するために、この狭窄部を削る必要があると考えられる。

つぎに、9.0 km 周辺の小田川の河床変動(図-12, A 箇所)に関しては、柳井原堰堤(図-10 参照)の影響で河床変動が生じているものと考えられる。また、9km 周辺での小田川との合流部の河床変動(図-12, B 箇所)についてみると、小田川から柳井原堰堤直下流の速い流れが、高梁川の流れにほぼ直角にぶつかることにより、急激に流速が変化し、河床変動が生じたものと考えられる。したがって、治水面を考慮すると、この箇所では背割り堤や導流堤などを設置することにより、両河川を穏やかに合流させることが好ましいと考えられる。

## 5. まとめ

本論文は、高梁川小田川合流付近を対象として既往の平面二次元数値解析モデルを適用し、モデルの妥当性の検証を行うとともに、小田川合流部の付け替えによる効果について検討を行った。その結果、設定した解析モデルの妥当性を確認するとともに、小田川との合流部を下流側に付け替えることで、高梁川、小田川両河川ともに水位の低下が認められ、効果は十分にあることがわかった。しかし、合流部の付け替えによる主流線の変化の影響などにより、局所的な河床変動も予測されるため、背割堤の施工箇所や合流部には導流堤などを設けるなどして洪水流をスムーズに流下させる必要があることも示された。

**謝辞：**本研究の遂行にあたっては、解析やデータ整理の際に岡山大学大学院生藤塚佳晃氏(現(株)建設技術研究所)に協力して頂いた。また、国土交通省岡山河川事務所より洪水痕跡などの貴重な資料を提供して頂いた。以上、ここに記して感謝の意を表する次第である。

### 参考文献

- 1) 長田信寿:一般座標系を用いた平面 2 次元非定常流れの数値解析, 水理公式集 例題プログラム集 平成 13 年度版, 例題 2-8, 2001.
- 2) 前野詩朗, 渡辺 敏, 藤塚佳晃:簡易に得られる植生特性値を考慮した数値解析モデルの精度向上の提案, 土木学会論文集, No.803/II-73, pp.91-104, 2005.
- 3) 渡辺 敏, 前野詩朗, 藤塚佳晃, 宮崎貢, 眞田淳二:旭川における礫河原再生と樹林化抑制に関する現地試験による検証, 水工学論文集, 第 50 巻, 2006.

(2006. 9. 30 受付)