

# 兵庫県安室川における河川環境改善に向けた 順応的河川管理手法に関する研究

Study of the adaptive river management for the nature restoration  
in Yasumuro River of Hyogo Prefecture

瀧健太郎<sup>1</sup>・渡部秀之<sup>2</sup>・関基<sup>3</sup>・中西宣敬<sup>3</sup>・堀江史生<sup>4</sup>・浜野直樹<sup>5</sup>

Kentaro TAKI, Hideyuki WATANABE, Motoi SEKI, Noritaka NAKANISHI, Fumio HORIE, Naoki HAMANO

<sup>1</sup>正会員 工修 滋賀県土木交通部河港課 (〒520-8577 滋賀県大津市京町4-1-1)

<sup>2</sup>正会員 工修 国土交通省国土交通大学校建設部 (〒187-8520 東京都小平市喜平町2-2-1)

<sup>3</sup>正会員 工修 財団法人リバーフロント整備センター (〒102-0082 東京都千代田区一番町8)

<sup>4</sup>非会員 工修 八千代エン지니어リング株式会社 (〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12)

<sup>5</sup>正会員 兵庫県東播磨県民局県土整備部明石土木事務所 (〒673-0883 兵庫県明石市中崎1-7-8)

This paper briefly reports on the experience of Yasumuro River in Hyogo prefecture and the one of the river's adaptive management process for the restoration of the sound ecosystem. This challenging is conducted in fiscal 2006 according to the Yasumuro River Restoration Plan, featuring the rare freshwater algal species '*Thorea okadae*' as a symbol.

Firstly, this study gave the required physical conditions for the sound and sustainable environments of the small rivers. Secondly, a two-dimensional unsteady flow analysis model taking into consideration the lodging process of tall herbaceous plants was constructed to get the hydraulic quantities. Also, river channel shapes for keeping the good environment were determined by using the calculation results obtained from the numerical analysis model and test operation was undertaken.

After the test operation, expected transitions were monitored in most instances.

**Key Words :** Yasumuro River, nature restoration, adaptive management process, *Thorea Okadae*, horizontal two-dimensional unsteady flow analysis, test operation

## 1. 研究の背景

兵庫県西部(赤穂郡上郡町)を流れる二級河川千種川支流安室川は、流域面積65km<sup>2</sup>、流路延長17kmの典型的な中小河川である(図-1)。安室川では、営農形態の変化、土地利用の高度化等に対応するため、1980年代前後に、河道拡幅、多目的ダム建設、農業用井堰の改築等の水害対策と水資源開発が進められた。その結果、安室川は大きく改変され、瀬・淵、たまり、湧水の減少、砂州の陸域化、セイタカアワダチソウなどの陸生侵略的外来植物の侵入など、次第に河川環境の劣化が進んだ。

このような中、劣化した河川環境の再生を目指し、絶滅危惧藻類チスジノリ(*Thorea okadae*)をシンボルとした安室川自然再生計画が2004年10月に策定された。同計画では、(1)人工的な河床攪乱と、(2)流れの多様性(瀬・淵、湧水、たまり)を有する河道の再生、が重点施策に位置づけられている<sup>1)</sup>。

現在、安室川自然再生計画に基づき様々な施策が展開

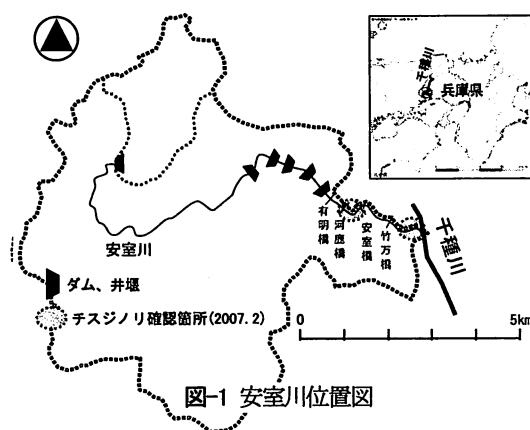


図-1 安室川位置図

されており、2005年度には農業用井堰群の連続転倒によるフラッシュ放流や人力による河床攪乱(通称「川を耕す」施策)を実験的に実施し、その効果が実証されたため継続実施が決定された<sup>2)3)</sup>。また、2006年度には、河道形状を修正し河川環境を修復するための調査、設計、試験施工を実施しており、本稿ではその概要を報告する。

## 2. 河川環境改善の方針及び設計条件の設定

### (1) 検討方針

本研究では、河道形状の修正にあたり、河川環境が劣化する以前(1960年代)の状態を参考に、安室川の持つ自然の営力(ダイナミズム)によって、以下の①及び②の状態が、持続的に更新・維持されることを目標とした。

- ①瀬・淵、たまり、湧水がある状態
- ②砂州の陸域化及び外来植物の侵入がない状態

ここでは、自然のリズムに合わせて河川環境は時々刻々と変化し続けつつ、一つの現象が不可逆的に進行しない状態(動的平衡状態)を目指すこととした。

また調査区間として、砂州の陸域化、侵略的外来植物の侵入、流路の固定化等が顕著な中流部約700m(河鹿橋から安室橋までの間)を選定した(写真-1)。

### (2) 河道設計に用いる基準値の設定

#### a) 砂州形成、瀬・淵の維持条件

中規模河床波に関する既往研究<sup>4)5)</sup>によると、上流側から適度な土砂供給があれば、平均年最大流量(80m<sup>3</sup>/s)時の川幅水深比 $B/H_L$ が10~30を超え、かつ無次元掃流力 $\tau_b$ が0.06~0.10を超えると、直線河道においても交互砂州等の中規模河床波が形成されること、さらに数年に一度の洪水で主要な河床材料が掃流され、砂州が移動しながら維持されることなどが示唆されている。

本研究では、このような交互砂州等の中規模河床波が形成されることによって瀬・淵が形成されると仮定し、以下に示す交互砂州の形成・維持条件を基準値とした。

$$B/H_L > 10 \quad \text{かつ} \quad \tau_b > 0.06$$

#### b) 水辺植生の維持条件

調査区間周辺での植物の分布範囲(平水位からの比高)を図-3示す。平水位+1.0m以上でセイタカアワダチソウ・クズ等の陸生植物の侵入が確認できる(図-2右側)。セイタカアワダチソウは侵略的外来植物で安室川固有の植物相に悪影響を及ぼす可能性が高い。また、速い流れの水辺に生育するツルヨシは平水位+1.0m以下に分布し、緩やかな流れの水辺に生育するミゾソバやヤナギタデなどの群落は平水位+0.5m以下で確認できる(図-2左側)。緩やかな流れの水辺周辺には、タコノアシ、カワジシャ、ゴキヅルなどの希少植物も確認されている。これらを踏まえ、良好な植物相の成立条件を次のように設定した。

- ・セイタカアワダチソウの根・地下茎から駆除し再侵入を防ぐため、セイタカアワダチソウが分布し始める比高(平水位+1.0m)から0.3mの余裕をみて、計画砂州高(比高)を平水位+0.7m以下とする。
- ・緩やかな流れの水辺に生育する植物の再生を試みる箇所では、計画砂州高(比高)を平水位+0.5m以下とする。

#### c) 治水安全度の条件

調査区間では、砂州の陸域化が進行し部分的に流下能

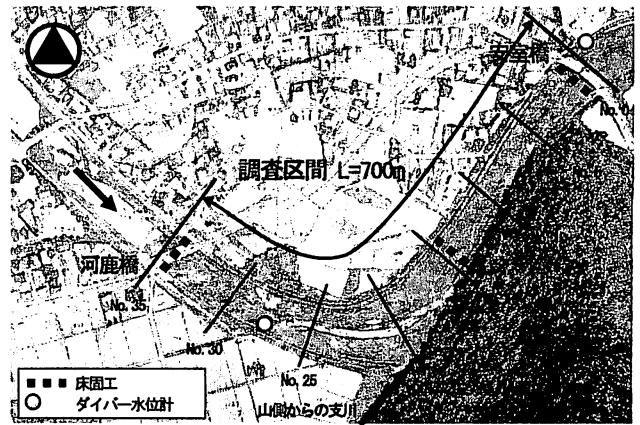


写真-1 調査区間(河鹿橋～安室橋：千種川合流から約3.0km)

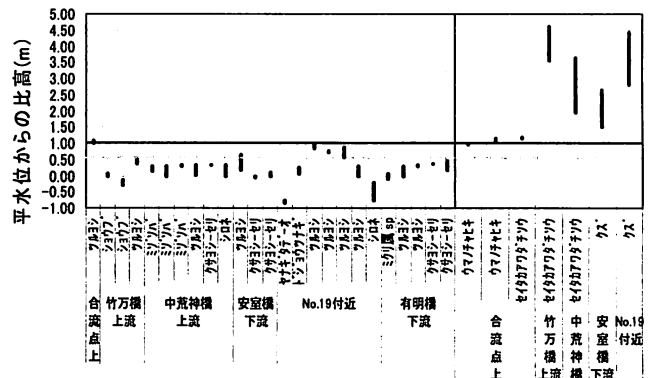


図-2 調査区間周辺における植物の分布範囲(2004年調査)

力が不足していた。安室川は改修済みであり、計画高水流量470m<sup>3</sup>/sに見合う河積の確保は河川管理の前提条件である。そのため、流下能力が不足する部分については、必要な河積が確保できるよう、砂州高の上限を設定する。

## 3. 河道計画に用いる解析モデルの構築

### (1) モデルの構成

瀬・淵、たまり、河道内の植生、礫河原などの河道内要素は、面的な広がりを持ち、時々刻々と形態が遷移する。そこで、流水が河道形態に与える影響を評価できるよう、平面二次元非定常流解析を用いて水理諸量(水深・流速・摩擦速度等)の変化を表現することとした。

また、瀬・淵、たまりなどの河道微地形の遷移は、高水計画相当の大きな流量だけではなく、平水時の流量から平均年最大流量程度の流水の影響を受けると考えられる。安室川には、ツルヨシなどの高茎草本類が繁茂しており、この程度の流量条件では、これらの植生抵抗が流れに大きく関係する。

服部ら<sup>7)</sup>は、植生(ヨシ)の倒伏状態に応じた抗力を評価し透過係数を与える手法を提案している。また宮崎ら<sup>8)</sup>は準二次元不等流計算にこの手法を適用し良好な再現性を得ている。そこで本研究では、浅水流方程式を基本とした解析モデルを採用し、植生抵抗項には、服部らが提案した透過係数を与え、次のように定式化した。

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial \xi} + v \frac{\partial u}{\partial \eta} \\ = -g \frac{\partial H}{\partial \xi} - \frac{gn^2}{h^{3/4}} u \sqrt{u^2 + v^2} \\ + 2 \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \varepsilon \frac{\partial u}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \varepsilon \frac{\partial u}{\partial \eta} \right) - \frac{g}{k^2} u \sqrt{u^2 + v^2} \end{aligned} \quad (1a)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial \xi} + v \frac{\partial v}{\partial \eta} \\ = -g \frac{\partial H}{\partial \eta} - \frac{gn^2}{h^{3/4}} v \sqrt{u^2 + v^2} \\ + \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \varepsilon \frac{\partial v}{\partial \xi} \right) + 2 \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \varepsilon \frac{\partial v}{\partial \eta} \right) - \frac{g}{k^2} v \sqrt{u^2 + v^2} \end{aligned} \quad (1b)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u \frac{\partial (uh)}{\partial \xi} + \frac{\partial (vh)}{\partial \eta} = 0 \quad (1c)$$

$$k = \left( \frac{g \cdot \rho \cdot (u^2 + v^2)}{N \cdot F_D} \right)^{0.5} \quad (1d)$$

$$\begin{aligned} F_D = \frac{1}{2} \rho \left( C_D + C_{DL} \frac{A_l}{2ld} \right) d (u^2 + v^2) \cos^2 \theta \\ + \frac{1}{2} \rho \cdot C_{SL} \frac{A_l (u^2 + v^2)}{l \cos \theta} \end{aligned} \quad (1e)$$

$\xi$ : 流下方向座標軸,  $\eta$ : 横断方向座標軸,  
 $u$ : 流下方向の水深平均流速(m/s),  
 $v$ : 横断方向の水深平均流速(m/s),  
 $t$ : 計算時間(s),  $h$ : 水深(m),  $H$ : 水位(m),  
 $g$ : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>),  $n$ : 河床の粗度係数(m/s<sup>1/3</sup>),  
 $\varepsilon$ : 水平渦動粘性係数(0.37u),  
 $k$ : 透過係数,  $\rho$ : 水の密度(kg/m<sup>3</sup>),  
 $N$ : 単位面積あたりの本数(本/m<sup>2</sup>),  
 $A_l$ : 植生一本あたりの葉の総面積(m<sup>2</sup>/本),  
 $l$ : 茎の長さ(m),  $d$ : 茎の直径(m),  $\theta$ : 倒伏角度,  
 $C_D$ : 茎の抗力係数,  $C_{DL}$ : 葉の抗力係数,  
 $C_{SL}$ : 葉の摩擦抵抗係数.

## (2) メッシュ分割

メッシュ分割は一般座標系で, 流下方向には2m間隔で分割した. 横断方向に分割する際には, 平水時の水際線で流路と陸上部とを区分し, 流路内を7分割(概ね2m間隔), 陸上部では左右岸ともに9分割(0.1m~4m)とした(図-3). また, 横断測量(20m間隔, 2006年6月実施)を実施し, 各メッシュの地盤高を与えた.

## (3) 植生抵抗のモデル化

### a) 植生分類

調査区間ではツルヨシ群落(90%程度)している.

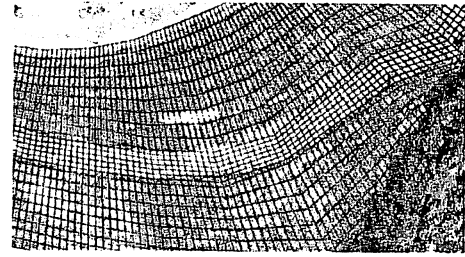


図-3 メッシュ分割

表-1 植物群落の構成とモデル上の分類

植物群落の構成	モデル上の分類
ツルヨシ単独で疎生	ツルヨシ(疎)
ツルヨシ単独で密生	
ツルヨシ(疎)+カナムグラ	
ツルヨシ(疎)+セイタカアワダチソウ	ツルヨシ(密)
セイタカアワダチソウ+カナムグラ	
ヨモギ+カナムグラ	

表-2 透過係数の算定パラメータ

		適用区分	
		ツルヨシ(密)	ツルヨシ(疎)
茎の長さ(m)	$l$	群落ごとに設定	
茎の直径(m)	$d$	0.006	0.006
単位面積あたり本数(本/m <sup>2</sup> )	$N$	95	50
1本あたりの葉の総面積(m <sup>2</sup> /本)	$A_l$	0.096	0.070
茎の抗力係数	$C_D$	1.000	
葉の抗力係数	$C_{DL}$	0.095	
葉の摩擦抵抗係数	$C_{SL}$	0.015	

表-1に示すようにツルヨシの生育状態に応じて, 被度が50%以下の群落をツルヨシ(疎), 50%以上の群落をツルヨシ(密)として二つの植生分類に分け, 透過係数を設定した. ツルヨシが疎な状態でも, カナムグラのようなツル性草本と混生する場合には倒伏しにくくなるため, ツルヨシ(密)と同様に扱うこととした. セイタカアワダチソウやヨモギは, ツルヨシと同程度の強い流水抵抗を持つため, ツルヨシ(密)と同様の扱いとした.

なお, ツルヨシに比べ背が低く柔らかな水際植物であるヤナギタデ・ミゾソバ等の群落も一部に見られたが, 分布範囲も限られており, 今回の解析では植生抵抗を評価せず, 裸地として取り扱った.

### b) 植生の抗力

抗力 $F_D$ に関するパラメータ諸量を表-2に示す. ツルヨシの茎の長さ $l$ , 茎の直径 $d$ , 単位面積あたりの本数 $N$ , 1本あたりの葉の総面積 $A_l$ については, 疎密の分類区分を代表する群落を対象に, コドラート調査(1m×1m, 11箇所)を実施し, 得られたデータの平均値を与えた. 茎の抗力係数 $C_D$ , 葉の抗力係数 $C_{DL}$ , 葉の摩擦抵抗係数 $C_{SL}$ は, 服部ら<sup>1)</sup>の実験結果に基づく値を採用した.

### c) 倒伏条件

河道計画マニュアル<sup>9)</sup>を参照し, 平均流速から算定した摩擦速度と高茎草本類の倒伏状態(直立・たわみ・倒伏)との関係を用いて倒伏条件を与えた(表-3). また,

一旦たわみ状態になった場合は直立状態に、或いは、倒伏状態になった場合はたわみ状態に戻らないと仮定した。

#### d) 倒伏角度

2006年7月19日洪水後(11日後)の現地調査では、最大倒伏高は直立高の約20%であった。また、倒伏開始の摩擦速度が12cm/sであるため(表-3)、たわみ状態での倒伏角度 $\theta$ を便宜的に(2)式の二次関数で与えた(図-4)。

$$\theta = \left( \frac{\pi}{2} - \sin^{-1} 0.2 \right) \cdot (u^* - 0.12)^2 \quad (2)$$

#### e) 河床の粗度係数

河床材料調査(2006年6月実施)の結果から、河道計画マニュアル<sup>10)</sup>の推奨値を採用した(表-4)。

#### (4) 解析モデル検証

2006年7月19日洪水(既往4位, 110m<sup>3</sup>/s)の再現計算を実施した。図-5に示すように、実測値(ダイバー水位計)が良好に再現された。なお再現計算にあたり、上流端境界条件(洪水波形)及び下流端境界条件(水位)は、フラッシュ放流実験(2005年9月)の波形を再現するために浜野ら<sup>2)</sup>が開発した準二次元解析モデルによる計算値を用いた。ただし、河道断面と粗度係数は、横断測量及び河床材料調査(2006年6月)に基づきモデルを更新した。

### 4. 結果と考察

#### (1) 河道設計と試験施工の概要

2. で設定した設計条件を用いて、目標とする河川環境(①瀬・淵, たまり, 湧水がある状態, ②砂州の陸域化及び外来植物の侵入がない状態)を実現するため、河道の設計と試験施工を実施した(図-6)。以下に詳述する。

#### (2) 現況流路の改変による瀬・淵の再生

河道形状の修正により、砂州形成, 瀬・淵の維持条件を満足するかどうか、浜野ら<sup>2)</sup>の準二次元解析モデルを用いて検証した。

現況河道でも川幅水深比 $B/H_L$ は条件を満足していたため、河道形状の修正により十分な無次元掃流力 $\tau_*$ を得ることが課題となった。ただし、治水上の制約から、橋梁基礎の保護などを目的に点在する床固工(写真-1)の保持、計画高水流量を満足する河積の確保が求められた。このため、実現可能な修正パターンを設定する場合、床固工間を計画河床以下での掘削が基本となる。

このような制約のもと、いくつかの修正パターンで試行錯誤したが、どのパターンでも床固工間の貯留効果が大きくなり、返って水面勾配を低下させる結果となってしまう、十分な無次元掃流力 $\tau_*$ を得られなかった(表-5)。

しかしその一方で、現況河道では、2006年の出水期を経て砂州、瀬・淵が成長するなど、良好な河相の遷移が見られていた(写真-2)。この遷移には、以下の諸理由が

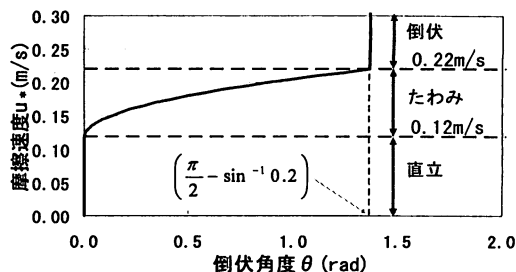


図-4 摩擦速度と倒伏角度との関係

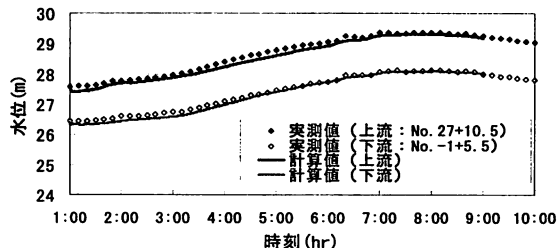


図-5 再現計算の結果

表-3 植生の倒伏条件

状態	摩擦速度 $u^*$ の範囲(cm/s)
直立状態	$u^* \leq 12$
たわみ状態	$12 < u^* \leq 22$
倒伏状態	$22 < u^*$

表-4 粗度係数

区分	粗度係数
流路内	0.029 - 0.034
陸上	0.020

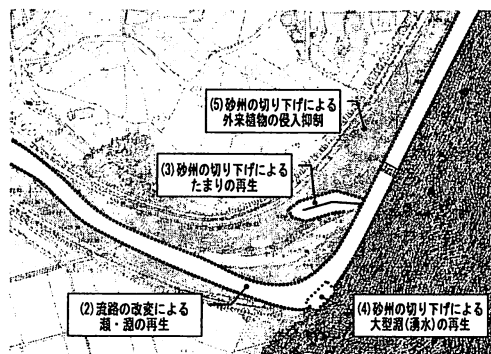


図-6 試験施工位置図

表-5 河道修正パターンの検証結果

断面図	現況	ケース①	ケース②
	改修直後(1976) 現況(2008)	改修直後(1976) 現況(2008) 改修ケース①	改修直後(1976) 現況(2008) 改修ケース②
平均水面勾配(上流~下流)	1/500 (1/310~1/800)	1/3200 (1/420~1/20000)	1/3200 (1/1400~1/20000)
$\tau_*$	0.022	0.007 (-0.015)	0.016 (-0.006)
河道全体	0.011	0.018 (+0.007)	0.036 (+0.025)
河床部のみ	0.105	0.026 (-0.079)	0.032 (-0.073)
左岸砂州上			
$B/H_L$	35	35	33 (-2)

考えられる。

- ・調査区間の上流側(有明橋~河鹿橋)において 2006 年

3月に実施された砂州の切り下げ工事(流下能力の確保が目的)により、植生で被覆されていた砂州が裸地状態となり、一時的に土砂移動が活発化した。

- ・2006年は既往4位の出水(ピーク流量 110m<sup>3</sup>/s)をはじめ、前年の最大流量(約 40m<sup>3</sup>/s)を超える出水が6回以上発生するなど、攪乱頻度が増加した。
- ・河床材料の細粒化が進み、河床が変動しやすくなった。

しかし、どの要因も河相遷移の原因として確認されたわけではなく十分な検証が必要である。また2006年9月には、調査区間でチスジノリ(シャントランシア期の胞子体)の生育が新たに確認された。

このように、現状で良好な遷移が進んでいる状況を踏まえ、2007年度には現況流路の直接改変を避け、遷移の進行をモニタリングし、さらに要因分析を重ねたうえで、その後の段階的・順応的な改変を検討することとした。

### (3) 砂州の切り下げによるたまりの再生

二次元解析に基づいて、洪水時の摩擦速度(植生抵抗+底面摩擦)が相対的に小さいNo.16~No.20左岸(湾曲部内岸側)にたまりを設置することとした。また、たまりは下流部で本川に接続した。敷高はT.P.24.6m(直下流の床固工天端高)とし、床固工の背水により常時の湛水を確保した。横断形状は、底幅を約1.0m程度確保し、法勾配は極力緩く(平均1:2.5)することで、緩やかな水陸移行帯を広く確保した(図-7)。

次に、たまり形状の持続性を確認するため、試験施工後しばらく経過し、周辺に高茎草本類が再繁茂した場合を想定して、二次元解析により洪水時にたまりの河床面に作用する摩擦速度を確認した。その結果、2006年7月19日洪水時(110m<sup>3</sup>/s)では、たまりの河床面に作用する最大摩擦速度は0.06m/sとの結果が得られ、大洪水時にも攪乱されにくいことが確認できた。また、周辺の高茎草本群落が洪水時に流下する細粒分を捕捉し、たまりへの堆積をある程度抑制すると想定され、たまりの形状は比較的長く維持される可能性が高いことが確認できた。

このような検証作業を経て、2007年3月に試験施工を実施した。試験施工後、2007年6月にはたまり周辺にミゾソバ、ヤナギタデなどの目標としていた水際生育が確認され、順調な経過をたどっている(写真-4)。

### (4) 砂州の切り下げによる大型淵(湧水)の再生

地元でのヒアリング結果をもとに、かつて湧水が豊富に湧き出していた大型淵を再現した。位置はNo.20右岸山付部付近で、形状は深さ2m、幅2m、法勾配1:2.0、延長約15mとした(図-8)。また、昭和40年代にはこの大型淵は本川の一部であったため、大型淵を取り込むように本川流路を付け替え、かつての形態を再現することも選択肢として考えられたが、「試験施工では現況流路の改変は行わない」との方針を踏まえ、今回の試験施工では流路の付け替えは見送り、部分的な掘削のみとした。



写真-2 河道の変遷 (瀬・淵の成長)



図-7 たまりの施工断面 (イメージ図)

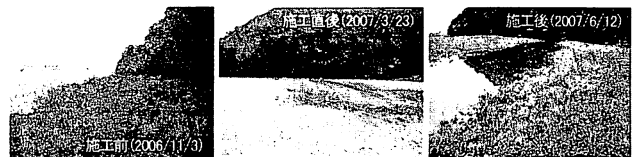


写真-3 たまりの状況 (施工前・施工直後・施工後)



図-8 大型淵の施工断面 (イメージ図)



写真-4 大型淵 (施行前・施工直後・施工後)

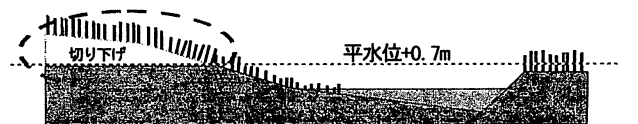


図-9 砂州切り下げ施工断面 (イメージ図)



写真-5 砂州切り下げ (施工前・施工直後・施工後)

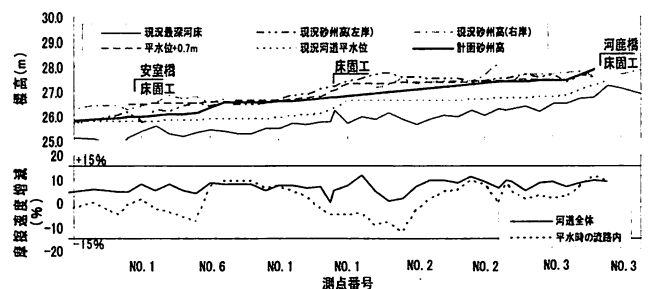


図-10 砂州の切り下げ高と摩擦速度の変化

ここでも、地形の持続性を確認するため、試験施工後しばらく経過し、周辺に高茎草本類が再繁茂した場合を想定して、二次元解析により洪水時に大型淵の河床面に作用する摩擦速度を確認した。その結果、2006年7月19

日洪水時(110m<sup>3</sup>/s)では、大型淵の河床面に作用する最大摩擦速度は0.02m/sとの結果が得られ、大洪水時にも攪乱されにくいことが確認された。また、周辺の高茎草本群落により、大型淵への堆積をある程度抑制すると予測でき、たまりの形状は比較的長く維持される可能性が高いことを確認できた。

このような検証作業を経て、2007年3月に試験施工を実施した。施工直後から2007年6月時点までは大型淵で湧水が確認された(写真-4)。しかし同年9月には、大型淵に直接流入する山側支川(写真-1)からの土砂流入により、大型淵が埋没してしまった。山側支川の土砂流入は設計時には考慮していなかった。このような埋没を回避するには、山側支川を付け替えておく必要がある。また今後、本川の付け替えにより、大型淵が本川の一部になる場合には、水制工などで流れを集中させるなど、本川の流れを利用した埋没回避の方策を検討する必要がある。

#### (5) 砂州の切り下げによる外来植物の進入抑制

2. で定めた「水辺植生の維持条件」及び「治水安全度の条件」を満たす計画砂州高を設定した(図-9, 10)。

次に、河道形状の持続性を確認するため、準二次元解析により、平均年最大流量(80m<sup>3</sup>/s)時の各断面の平均摩擦速度を算定し縦断的に比較した結果、平均摩擦速度の増減は±15%以下であった。全国109水系の統計結果では、この平均摩擦速度の増減が±15%以下の場合、流路の不可逆的な改変は起こりにくいことが示唆されており<sup>1)</sup>、また当該区間は、蛇行パターンの変化が少ない湾曲部であることなどから、年間を通じて現況河道が維持される見込みが高いと判断した。

試験施工は2007年3月に実施した。試験施工後、2007年9月には砂州上には、セイタカアワダチソウの再侵入は見られず、流路内でも瀬・淵が移動・成長を続けるなど良好な遷移が続いている(写真-5)。

## 5. 結論

本研究では、兵庫県安室川における河川環境の保全・再生を目的とした順応的な河川管理プロセス(管理基準の設定、解析・検証、設計、試験施工など)を示した。

今回の試験施工は、河積拡大という点で治水と目的が一致しているため、河川環境整備の予算確保が困難な中でも、流下能力維持・向上のための土砂撤去工事として予算を確保することができた。すなわち、治水と環境を統合的に考えることで、治水目的の予算執行でも、環境改善が可能であることを実証できたと言える。この方法は、環境整備・自然再生のための予算確保に苦しむ全国の中小河川でも応用可能と考えられる。

また試験施工では、チスジノリ生育箇所、貴重植生の生息箇所、砂州上に点在する窪地(たまり)の保護など、通常の土砂撤去工事に比べて非常に繊細な対応が必要で

あり、かなりの手間を要した。今回は幸いにも施工業者の理解と努力を得て、仕様よりも小型の重機が持ち込まれ丁寧な施工がなされた。ただし、綿密な施工計画がなく試行錯誤を繰り返しながらの非効率な施工であった。

したがって、今後の施工にあたっては、安室川で進行する遷移をモニタリングし、次の段階の施工にフィードバックするとともに、重機の仕様、搬入経路や掘削順など、河川環境の保全と整備の立場に立った施工計画の策定手法を確立することが望まれる。

謝辞：本稿は、兵庫県西播磨県民局より財団法人リバーフロント整備センターが2006年度に受託した業務(千種川水系安室川 安室川自然再生計画検討業務(その5))を通じて得られた成果の一部をまとめたものです。

また本研究は、安室川自然再生計画検討の指導により進められました。特に、河道設計プロセス全般については神戸大学大学院道奥康治教授に、河道内植生のモデル化については株式会社里と水辺の研究所浅見佳世氏(兵庫県立大学客員准教授兼任)にご指導を賜りました。皆様に心からの感謝を捧げます。

#### 参考文献

- 1) 兵庫県西播磨県民局：安室川自然再生計画，2004.10
- 2) 浜野直樹・渡部秀之・瀧健太郎・眞間修一・関基：安室川における既設堰・ダム利用によるフラッシュ放流実験と自然再生の効果検証，河川技術論文集，第12巻，pp.259-264，2006.6
- 3) 東山真也・瀧健太郎・杉野伸義・横山正・三橋弘宗・上郡中学校科学部員：上郡中学校科学部員による安室川の淡水産紅藻チスジノリ(*Thorea okadae*)を復活させる試み，人と自然N0.17，pp.73-78，2007.2
- 4) 村本嘉雄・藤田裕一郎：中規模河床形態の分類と形成条件，第22回水理講演会論文集，pp.375-382，1978.
- 5) 黒木幹男・岸力：中規模河川形態の領域区分に関する理論的研究，土木学会論文報告集，第342号，pp.87-96，1984.
- 6) 社団法人土木学会：水理公式集平成11年版，丸善(株)，pp.184-185，1999.
- 7) 服部敦，瀬崎智之，近藤和仁，藤田光一：ヨシ群落上流れに関する大型水路実験と抵抗則の検討，土木学会第55会年次学術講演会講演概要集第2部，pp.616-617，2000.9
- 8) 宮崎誠，本田信二，川瀬宏文，栗村直彦，鬼頭政徳：洪水時のヨシ群落の力学的特性を考慮した河道水理検討手法に関する考察，河川技術論文集 pp.79-84，2003.6
- 9) 財団法人国土技術研究センター編：河道計画検討の手引き，山海堂，pp.116-118，2002.2.
- 10) 国土交通省河川局，美しい山河を守る災害復旧基本方針，pp.参考I-4，2006.6
- 11) 財団法人国土技術研究センター編：河道計画検討の手引き，山海堂，pp.153-154，2002.2

(2008.4.3受付)