

# 河床変動解析技術の現状と課題 ～全体の傾向～

---

河道WG:

名古屋大学 尾花 まき子

東京大学 知花 武佳

九州工業大学 重枝 未玲

国土技術政策総合研究所 福濱方哉

パシフィックコンサルタンツ(株) 本多 信二



# 河道論文と河床変動解析技術との関連

・河川環境の評価

・河道への流入土砂の量と質の境界条件 or 予測

・河川構造物の取り扱い

・流送土砂の量と質の予測  
・流れと河床の量と質の予測



# 河道論文と河床変動解析技術との関連



・河道への流入土砂の量と質の境界条件 or 予測

- ・全国初となる安倍川流砂系における総合的な土砂管理の取り組み(水谷ら)
- ・水田排水による河川濁度上昇に関する現地研究(石川ら)
- ・岩露出河川の土砂流出特性に関する流域模型を用いた実験的研究(長谷川ら)



# 河道論文と河床変動解析技術との関連

- ・河床材料の空隙率および交換層厚変化を考慮した河床変動モデルの開発(石神ら)
- ・現地河川への適用を考慮した空隙率の変化を反映した河床変動計算(岩見ら)
- ・石礫の輪郭形状に着目した河床間隙の評価と移動床現象に関する考察(田代ら)
- ・木曾川大規模深掘れにおける渦構造と深掘れ拡大要因の推定(岩見ら)
- ・固定砂州の掘削による中小洪水営力を用いた樹林化抑制と水衝部対策について(清水ら)
- ・砂礫州切り下げ後の長期植生動態解析に基づく樹林化抑制効果の確率論的検討(八木澤ら)
- ・流路の固定化が進行した河道における効率的な旧流路回復手法に関する検討(山口ら)
- ・河道幅が漸縮する湾曲部における流水流路幅の経年変動に関する研究(早川ら)
- ・二瀬ダム下流の粗粒化河道におけるダム還元土砂の動態評価(竹澤ら)
- ・全国一級水系における河道容積の年平均変化率について(舩屋ら)
- ・河道に造成されたワンドの形状が土砂堆積に及ぼす影響(浅井ら)
- ・中小河川の土砂堆積軽減に向けた効率的維持管理手法に関する一提案(長田ら)
- ・実河川における流木観測データを用いた流れの空間構造と流木流下機構の検討(赤堀ら)
- ・中小河川における河川環境に配慮した河道設計支援ツールの開発(大石ら)

礫形状・空隙率

深掘れ

樹林化対策

流路変動

土砂動態

- ・流送土砂の量と質の予測
- ・流れと河床の量と質の予測

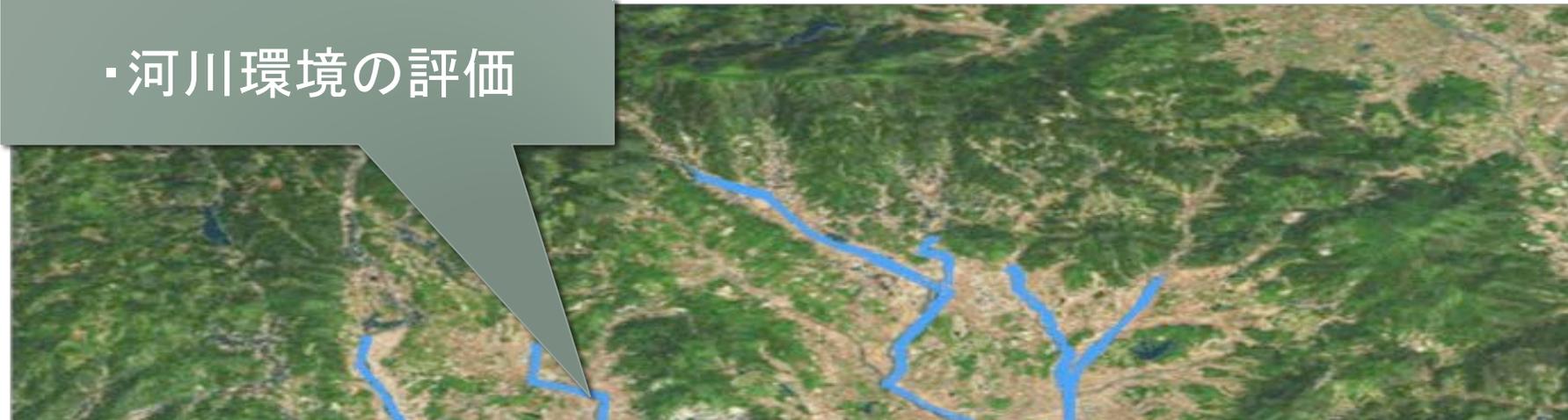


# 河道論文と河床変動解析技術との関連

- ・「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の機能維持確保のための技術検討(丸山ら)
- ・「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の巨石に代わる二次製品の開発(工藤ら)
- ・黒部川の既設縦工群を活かした低水路交互砂州河道の是正に関する研究(加藤ら)
- ・河床材料の粒度組成と落差工の有無が土砂動態に及ぼす影響  
—御勅使川と大武川を例として—(Linら)
- ・ネットによる軟岩侵食抑制工法の開発と実河川における効果検証(六浦ら)
- ・市民普請による間伐材水制導入と川づくりへの意識向上効果(林ら)
- ・吉野川河口域における護岸構造と潮間帯生物の分布に関する研究と研究成果を活かした護岸構造の提案(神野ら)



# 河道論文と河床変動解析技術との関連



・河川環境の評価

- ・河川水辺の国勢調査と緑の国勢調査を活用した流域環境管理の基礎的検討  
一鳥類の生息適地評価をもとに一(前田ら)
- ・ダム建設および魚道設置が生息魚類に与える長期的影響の評価(林田ら)
- ・菊池川において氾濫原依存魚種保全を目的に造成された伏流水流入ワンドの有効性評価(皆川ら)
- ・アンカーアイスが結氷河川の物質循環に与える影響(鈴木ら)
- ・植生砂州における洪水後脱窒ポテンシャルの定量化の試み(尾花ら)
- ・統計手法による河道内植生消長シミュレーションモデルの構築(岩見ら)
- ・新たな空間指標「群落クラスタ」を用いた植生動態の再現・予測手法の開発(田頭ら)



# 学から見た河道論文の傾向

---

河道WG:九州工業大学 大学院工学研究院 重枝 未玲

# 河床変動解析の現状 ~数値モデル~

- **流れと河床変動の一体解析**を行うことで、実河川を対象に、**河床の変動量**、**質の変化**を再現できるようになっている。
- **【砂礫河川】**: ①平野の交換層モデル, ②流径別の芦田・道上の流砂量式から河床の変動量と質の変化を再現. ただし, 遮蔽効果, 交換層厚や空隙率の取り扱いについては要検討.
  - 二瀬ダム下流の粗粒化河道におけるダム還元土砂の動態評価(竹澤ら)
  - 河床材料の空隙率および交換層厚変化を考慮した河床変動モデルの開発(石神ら)
  - 現地河川への適用を考慮した空隙率の変化を反映した河床変動計算(石見ら)
  - 中小河川の土砂堆積軽減に向けた効率的維持管理手法に関する一提案(長田ら)
- **【石礫河川】**: ①大きな石の遮蔽効果を考慮した離脱量, ②凹凸のある河床の粒子の停止割合から堆積量, ③流砂の収支から河床の変動量と質の変化を再現.
  - 黒部川の既設縦工群を活かした低水路交互砂州河道の是正に関する研究(加藤ら)

# 河床変動解析の現状 ~解析や検証に必要なデータ~

- 長期的な河道の土砂収支や河道容積の年平均変化率に関するデータが整理されている → 数値モデルの検証.
  - 全国一級水系における河道容積の年平均変化率について(舩屋ら)
- 河床変動解析の境界条件となる土砂流出に関する実験データが整理されている → 土砂流出モデルの検証 → 降雨外力から河床変動解析の境界条件の設定
  - 岩露出河川の土砂流出特性に関する流域模型を用いた実験的研究(長谷川ら)
- 他のPSでは、浮遊砂の計測方法や河道の堆積土砂の由来を推定できるような計測方法も開発されつつある → 流砂の境界条件の設定
  - 音波減衰スペクトル計によるSS測定に用いる等価球形散乱体モデルの提案(古川ら)
  - 蛍光X線分析を利用した河川土砂礫のマクロ的な分布特性に関する基礎的検討(手計ら)

# 河床変動解析の課題

- 【砂礫河川】と【石礫河川】での土砂流送を**統一的**に取り扱えるモデルはない。技術的なネックは？
- **遮蔽効果**（粒径別に抵抗を評価）、**交換層厚**（凹凸で異なる河床材料の流送されやすさの確率密度関数）、**空隙率**（細粒分→粗粒分の充填）の設定については、改良が必要である。十分でない理由は？
- **降雨外力が変化**することが予測されており、**土砂生産、土砂流出が変化**する可能性がある。**降雨外力の変化による河道への流入土砂の変化は予測可能か？**
- **短期間の出水**に対して、**河床の変動量と質の変化の再現性**はある。この量と質の変化を積み上げれば、**長期的な量と質の変化**も再現できると考えられるが、その再現性はどの程度か？その際、モデルパラメータは、異なる規模の出水に対しても同じなのか？

# 官から見た河道論文の傾向

---

河道WG: 国土技術政策総合研究所 河川研究部 福濱方哉

- ・ 対象 : 「河道の一般課題」として投稿のあった31編。
- ・ 論文の題目からキーワードを拾った。
- ・ 論文について、下記を整理。

対象河川: 直轄 ・ 補助 ・ 全般 ・ 不特定

著者 : 国交省・都道府県職員(国総研・土研を含む)を含むか否か。

手法 : モニタリング、計算・分析、実験、その他

事業へのインプット: 計画、設計、施工、管理

着目内容: 土砂動態、河床材料、河床変動、局所洗掘、砂州管理  
植生、動物、構造物、その他(水質、流木堆積、内水氾濫)

- 全国発となる安倍川における総合的な土砂管理の取り組み
- 統計手法による河道内植生消長シミュレーションモデルの構築
- 固定砂州の掘削による中小洪水営力を用いた樹林化抑制と水衝部対策について
- 吉野川河口汽水域における護岸構造と潮間帯生物の分布に関する研究と研究成果を活かした護岸構造の提案
- 流路の固定化が進行した河道における効率的な旧流路回復手法に関する検討
- 河川水辺の国勢調査と緑の国勢調査を活用した流域環境管理の基礎的検討－鳥類の生息適地評価をもとに－
- 実河川における流木観測データを用いた流れの空間構造と流木流下機構の検討
- ネットによる軟岩浸食抑制工法の開発と実河川における効果検証
- 二瀬ダム下流の粗粒化河道におけるダム還元土砂の動態評価
- 砂礫州切り下げ後の長期植生動態解析に基づく樹林化抑制効果の確率論的検討
- 河床材料の空隙率および交換層厚変化を考慮した河床変動モデルの開発
- 木曾川大規模深掘れにおける渦構造と深掘れ拡大要因の推定
- 現地河川への適用を考慮した空隙率の変化を反映した河床変動計算
- ダム建設および魚道設置が生息魚類に与える長期的影響の評価
- 中小河川における河川環境に配慮した河道設計支援ツールの開発
- 市民普請による間伐材水制導入と川づくりへの意識向上効果
- 水田排水による河川濁度上昇に関する現地研究
- アンカーアイスが結氷河川の物質循環に与える影響
- 岩露出河川の土砂流出特性に関する流域模型を用いた実験的研究
- 河床材料の粒度組成と落差工の有無が土砂動態に及ぼす影響－御勅使川と大武川を例として－
- 河道に造成されたワンドの形状が土砂堆積に及ぼす影響
- 「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の巨石に代わる二次製品の開発
- 中小河川の土砂堆積軽減に向けた効率的維持管理手法に関する一提案
- 河道幅が漸縮する湾曲部における流水路幅の経年変動に関する研究
- 河川津波発生時の弾力的な樋門操作による内水氾濫抑止対策に関する検討
- 全国一級水系における河道容積の年平均変化率について
- 黒部川の既設縦工群を活かした低水路交互砂州河道の是正に関する研究
- 新たな空間指標「群落クラスタ」を用いた植生動態の再現・予測手法の開発
- 石礫の輪郭形状に着目した河床間隙の評価と移動床現象に関する考察
- 植生砂州における洪水後脱窒ポテンシャルの定量化の試み
- 菊池川において氾濫原依存魚種保全を目的に造成された伏流水流入ワンドの有効性評価

	河道 一般課題 31件		対象河川		著者		手法			河川の計画・設計・施工・管理				対象要素						
		対象河川	官・公	モニタ	解析・計算	物理実験	計画	設計	施工	管理	土砂動態	河床材料	河床変動	局所洗掘	砂州管理	植生	動物	構造物	その他	
1	安倍川、総合的な土砂管理	直轄	安倍川	○				○			○									
2	統計手法、河道内植生消長シミュレーション	直轄	佐波川	—		○		△	△		△					○				
3	固定砂州の掘削、樹林化抑制と水衝部対策	直轄	渡瀬川	○		○			○		○				○					
4	吉野川河口汽水域、護岸構造、潮間帯生物	直轄	吉野川	—	生物○	○			○								護岸構造			
5	流路の固定化、河道における効率的な流路回復	直轄	札内川	○	○	○					○				○					
6	水辺の国勢調査、緑の国勢調査、鳥類生息適地評価	全体		○		○					○						鳥類			
7	実河川における流木観測データ、流れの空間構造	直轄	尻別川等	○	○	○					○							流木堆積		
8	ネットによる軟岩侵食抑制工法、実河川効果検証	直轄	豊平川	○							○		○							
9	二瀬ダム下流、粗流化河道、還元土砂	直轄	荒川	○		○					○		○							
10	砂礫州切り下げ後の長期植生動態解析、樹林化抑制	直轄	荒川	—		○					○			○	○					
11	河床材料の空隙率、交換層厚変化、河床変動モデル	—	—	○		○	○	△	△		○									
12	木曽川大規模深掘れ、渦構造と拡大要因	直轄	木曽川	○		○					○			○						
13	現地河川への適用、空隙率の変化を反映した河床変動計算	—	—	—		○		△	△		○									
14	ダム建設および魚道設置が生息魚類に与える影響	直轄	後志利別川	○	○	○					○						魚類	○		
15	中小河川における河川環境、河道設計支援	中小河川	—	○		○			○				○		○	○				
16	市民普請、間伐材水制導入、川づくり意識調査	補助	西郷川	○						○							魚類			
17	水田排水による河川濁度上昇、現地研究	直轄	鳴瀬川等	—		○					○							水質		
18	アンカーアイスが結氷河川の物質循環に与える影響	直轄	湧別川	○	○	○					○							水質		
19	岩露出河川の土砂流出特性に関する実験的研究	補助	杉野川	—			○				○									
20	河床材料の粒度組成、落差工、土砂動態への影響	補助	御勅使川等	—	○		○				○	○						○		
21	河道に造成されたワンドの形状、土砂堆積影響	直轄	利根・荒・多摩	—	○				○		○									
22	「巨石付き盛り土砂州を用いた河岸防護工」の二次製品	直轄	—	○	○					○			○	○						
23	中小河川の土砂堆積の軽減にむけた維持管理	補助	桑野川	○		○					○			○						
24	河道幅が漸縮する湾曲部、流水流路幅の経年変動	直轄	釧路川	—	○		○				○		○							
25	河川津波発生時の弾力的な樋門操作、内水氾濫抑止	直轄	新釧路川	○		○					○							内水氾濫		
26	全国一級水系における河道容積の年平均変化率	全体	—	○		○					○	○								
27	黒部川の既設縦工群、低水路交互砂州是正	直轄	黒部川	○		○					○			○						
28	空間指標「群落クラスタ」を用いた植生動態予測	—	—	○		○			○		○				○					
29	石礫の輪郭形状、河床間隙の評価と移動床現象	補助	仁柿川等	—	○	○			○		○	○								
30	植生砂州における洪水後脱窒ポテンシャル	直轄	庄内川	—	○	○					○							水質		
31	菊池川、氾濫原依存魚種保全を目的にワンド評価	直轄	菊池川	—	○	○					○						魚類			
		20		18	12	23	5	5	9	2	23	10	3	6	2	4	4	5	3	5

## 「河道の一般課題」として投稿のあった31論文中

- ① 直轄河川を対象にしたものが20、補助河川対象が5、その他6  
→直轄河川は測量結果等、データが豊富であり、基礎データ・検証データを提供できている。
- ② 国・県職員が著者に入っている論文は18件  
→60%(多くの)の論文で、現場職員が考察している。現場職員の経験・技術がとりあげられている。
- ③ 「計算・分析」を行っているものが、23件。うちモニタリング結果も得ているもの7件  
→ かつての「実験」が主流だったころから、「計算・分析」に関する検討に移っている。
- ④ 「モニタリング」を行っているものが、12件。  
→ 現場での生(1次)データの収集は必要。
- ⑤ 「管理」系に分類されるものが、23。  
(「計算手法」のように「管理」にも「設計」等マルチに使えるものを含む)  
→「河道管理」の重要性が高まっている。
- ⑥ 「土砂」に関する論文が約25、「植物・動物」に関する論文が物が9、「水質」が2  
(複数選択含む)  
→「河道」と「土砂」は一体不可分。「河道」と「環境」の視点も重要

# 民から見た河道論文の傾向

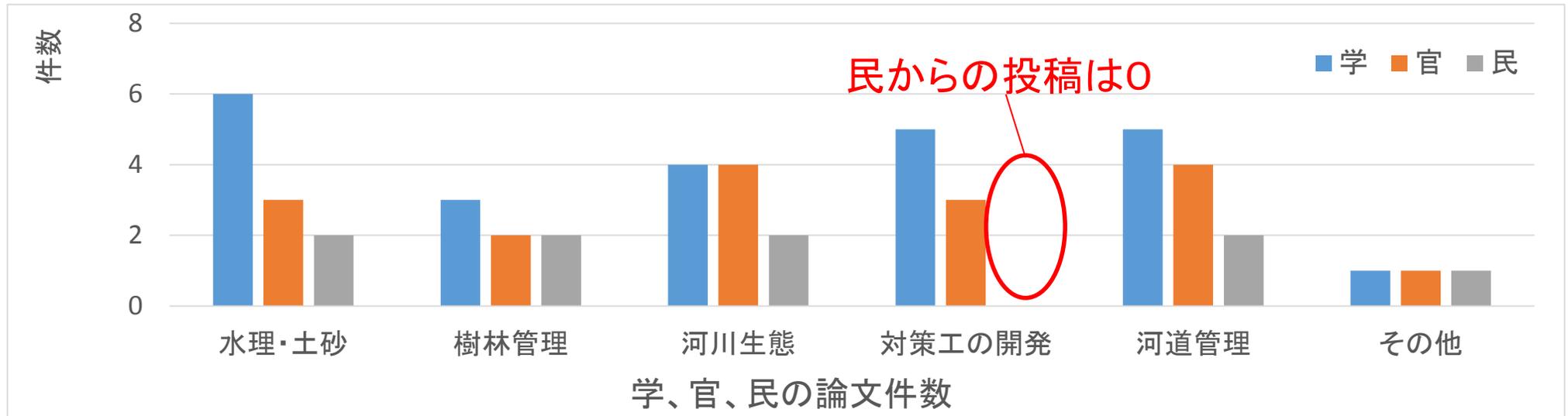
---

河道WG: パシフィックコンサルタンツ(株)

本多 信二

# (1)河道に関する学、官、民での論文の発表状況の概況

- ・民からの発表件数が少ない(対策工の開発等、本来は民が得意な部分のはず...)
- ・連携も官学は比較的多いが、民の連携は少ない



連携先	水理、土砂	樹林管理	河川生態	対策工の開発	河道管理	その他
学、官	1			3	2	
学、民	1	1				1
官、民						
学、官、民		1	2		2	

## (2)今年度の論文発表状況：水理・土砂（土砂動態や河道水理、河床変動解析）

### ◆発表状況

- ・今後の土砂管理に向けた予測評価技術の開発等、**学術性の高い論文が多く、学を主体**に発表（民としては、学と連携して現地の現象把握及び現地への適用を想定した論文を発表）

### ◆民の視点からの課題

- ・予測評価技術については**民も社内R&Dの成果等を出していく事も必要**
- ・一方、開発されている技術を**実務の中で何処まで取り込み、活用していくか**は民として重要な視点
- ・更に**活用結果などを論文としてフィードバック**し、河川技術の一般化等への役割も必要

### ◆水理・土砂（土砂動態や河道水理と河床変動解析）に関する論文一覧

**官**：全国初となる安倍川流砂系における総合的な土砂管理の取り組み

**学**：二瀬ダム下流の粗粒化河道におけるダム還元土砂の動態評価

**官、学**：河床材料の空隙率および交換層厚変化を考慮した河床変動モデルの開発

**民、官**：木曾川大規模深掘れにおける渦構造と深掘れ拡大要因の推定

**民、学**：現地河川への適用を考慮した空隙率の変化を反映した河床変動計算

**学**：岩露出河川の土砂流出特性に関する流域模型を用いた実験的研究

**学**：河道に造成されたワンドの形状が土砂堆積に及ぼす影響

**学**：石礫の輪郭形状に着目した河床間隙の評価と移動床現象に関する考察

## (2)今年度の論文の発表状況：樹木管理、河川生態

- ◆発表状況：比較的**官、学、民**で**バランス**が取れており、民も連名で論文を発表
- ◆民の視点からの課題：河川環境については地域への説明もよく行われており、**実務ではこれらの技術を分かりやすく伝える事**も必要

### ◆樹林管理に関する論文一覧

- 民、学**：統計手法による河道内植生消長シミュレーションモデルの構築
- 官、学、民**：固定砂州の掘削による中小洪水営力を用いた樹林化抑制と水衝部対策について
- 学**：砂礫州切り下げ後の長期植生動態解析に基づく樹林化抑制効果の確率論的検討
- 官**：新たな空間指標「群落クラスタ」を用いた植生動態の再現・予測手法の開発

### ◆河川生態に関する論文一覧

- 官**：河川水辺の国勢調査と緑の国勢調査を活用した流域環境管理の基礎的検討－鳥類の生息適地評価をもとに－
- 官**：中小河川における河川環境に配慮した河道設計支援ツールの開発
- 官、学、民**：水田排水による河川濁度上昇に関する現地研究
- 官、学、民**：アンカーアイスが結氷河川の物質循環に与える影響
- 学**：植生砂州における洪水後脱窒ポテンシャルの定量化の試み
- 学**：菊池川において氾濫原依存魚種保全を目的に造成された伏流水流入ワンドの有効性評価

## (2)今年度の論文の発表状況:対策工、河道管理

◆発表状況:本来、民が得意な分野では逆に官学連名の論文が多く、民からの情報発信が少ない(論文には民の名が無くとも、実際は業務で行っている部分もあると思われる)

◆民の視点からの課題:

河道管理方策の効果に関する論文が発表されており、この様なテーマを含めて民はもっと発表出来るのではないか?(どの情報が有用か逡巡して発表出来ていないということもありそう)

### ◆対策工の開発に関する論文一覧

学:吉野川河口汽水域における護岸構造と潮間帯生物の分布に関する研究と研究成果を活かした護岸構造の提案

学:市民普請による間伐材水制導入と川づくりへの意識向上効果

官、学:ネットによる軟岩侵食抑制工法の開発と実河川における効果検証

官、学:「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の巨石に代わる二次製品の開発

官、学:黒部川の既設縦工群を活かした低水路交互砂州河道の是正に関する研究

### ◆河道管理に関する知見に関する論文一覧

学:河床材料の粒度組成と落差工の有無が土砂動態に及ぼす影響 —御勅使川と大武川を例として—

官、学:河道幅が漸縮する湾曲部における流水流路幅の経年変動に関する研究

官、学:中小河川の土砂堆積軽減に向けた効率的維持管理手法に関する一提案

官、学、民:実河川における流木観測データを用いた流れの空間構造と流木流下機構の検討

官、学、民:流路の固定化が進行した河道における効率的な旧流路回復手法に関する検討

### (3)これからの河道研究に求められている民からの視点と方法

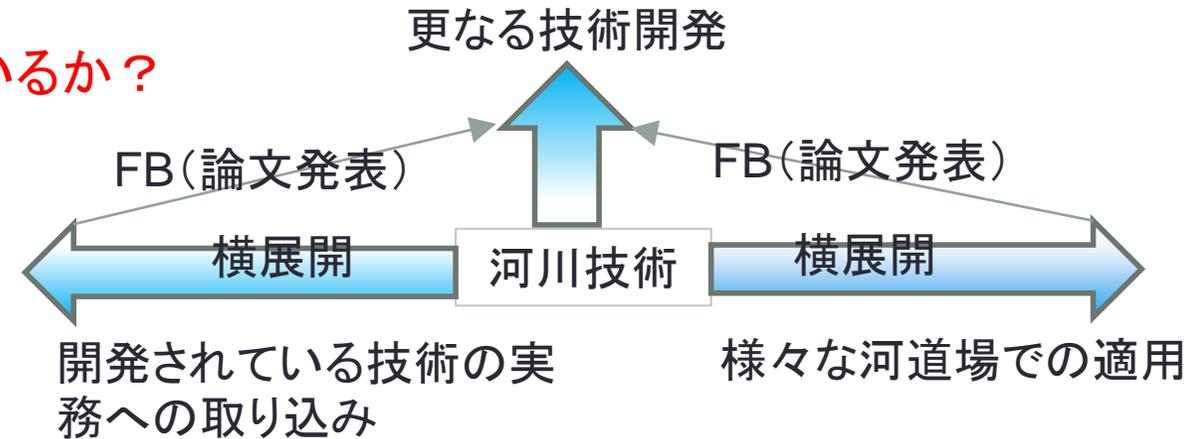
(「河道」に関わる様々な研究者の研究を民の立場から「つなぐ」ために必要なこと)

#### 1) ユーザーとしての視点

- ・研究開発された技術、知見を**実務に活かしているか?**
- ・河川技術の発展に寄与しているか?  
(結果を**論文としてフィードバックしているか?**)
- ・地域へ分かり易く伝えられているか?

#### 2) 技術開発者としての視点

- ・**官、学と連携**した自発的な技術開発



### ◆今後民が行うべき方法と行う上での課題

### 民の立場からの技術開発イメージ

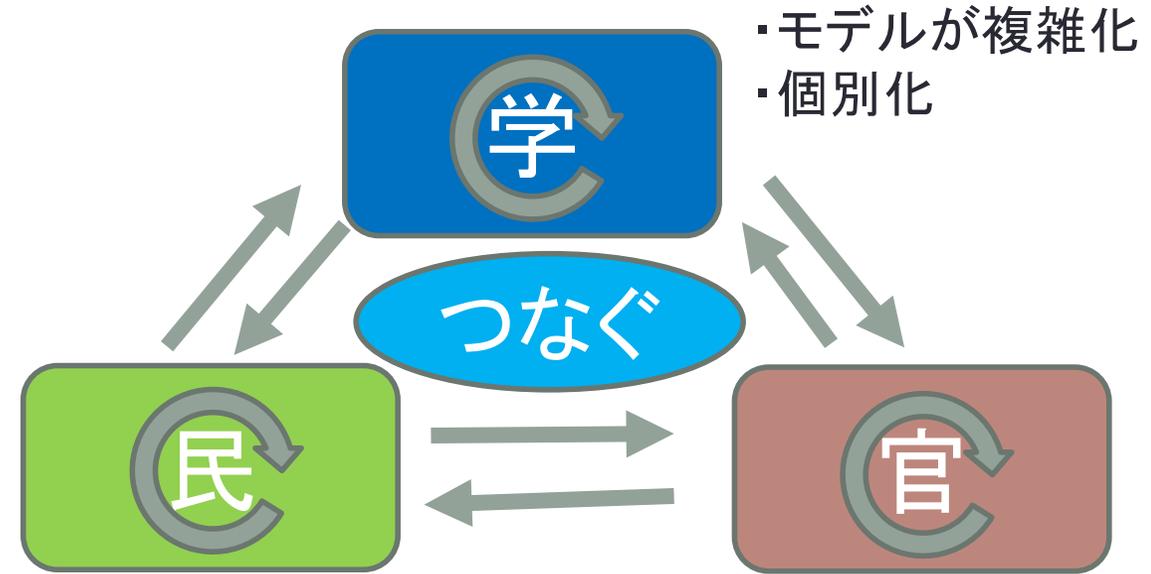
	ユーザーとしてのアプローチ	技術開発者としてのアプローチ
方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開発されている技術の実務への取り込み</li> <li>・得られた知見などの様々な河道場での適用</li> <li>・現場での効果検証結果の発表</li> <li>・分かり易く伝える技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予測評価技術など、民も社内R&amp;Dの成果等を出していく事</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開発中の河川技術で一般化していく為に求められている知見の整理が必要</li> <li>・現在開発中の技術を実務の中で何処まで取り込み、活用していくか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・官、学、民で連携する為にはどうするか? (仕組み、人の配置、開発費、テーマ)</li> </ul>

# 全体討議：議論のポイント

## 学の視点

- 【砂礫河川】と【石礫河川】での土砂流送を**統一的**に取り扱えるモデルはない。技術的なネックは？
- **遮蔽効果**（粒径別に抵抗を評価）、**交換層厚**（凹凸で異なる河床材料の流送されやすさの確率密度関数）、**空隙率**（細粒分→粗粒分の充填)の設定については、改良が必要。十分でない理由は？
- **短期間の出水**に対して、**河床の変動量と質の変化の再現性は？**さらに、**長期的な量と質の変化の再現性はどの程度か？**その際、モデルパラメータは、異なる規模の出水に対しても同じなのか？

## 官・民の視点



- 新しい技術を積極的に取り入れる必要性
- 実務の成果を発信していく必要性
- **官学民の【つなぎ(協働)】が必要！**
  - なにが足りないか？
  - どういう工夫が必要か？