

1. 北九州市 ^{むらさきがわ} 紫川の生態系に
配慮した河川改修
- 河岸覆土の形状検討について -

生態系グループ
研究員白尾豪宏
(現 株式会社エコー)

財団法人 リバーフロント整備センター

発表の論点

1. 紫川の概要
2. 生態系に配慮した河川改修の概要

本発表の強調点

3. 河岸覆土による水際の保全
 - . 覆土形状検討のアプローチ
 - . 河岸覆土の検討
 - . 覆土箇所の土砂変動の検討

財団法人 リバーフロント整備センター

1. 紫川の概要

北九州市のシンボル河川 紫川 (むらさきがわ)



- 幹川流路延長 22.4km
- 流域面積 113.0km²
- 河川管理者 下流2kmと中流の一部が北九州市、その他は福岡県
- 事業対象区間 下流2km ほぼ直線状の掘り込み河道

現在の紫川の景観と水辺のにぎわい

財団法人リバーフロント整備センター

紫川マイタウン・マイリバー整備事業

河川事業関係例規集

マイタウン・マイリバー整備事業の概要について
(昭和63年4月河川局治水課都市河川室)

目的
都市の中心市街地及びその周辺において、河川改修が急務であり、またその周辺の市街化の状況等から見て、河川改修と沿川地域における市街地の面的整備等とが一体的に実施されることが必要かつ効果的と考えられる河川について、**河川事業と沿川の市街地整備に関する事業とを一体的に実施し、双方の事業の円滑な推進と良好な水辺空間の創出を図り、安全で潤いのある優れた都市域の形成に資する。**



都市局、河川局、道路局、住宅局の連名。

事業名	事業期間	総事業費	H20末事業費	進捗率
紫川マイタウン・マイリバー整備事業区間	S62～H25	350億円	約315億円	約90%

事業は終盤を迎えていた(河道掘削を残すのみ)。

財団法人リバーフロント整備センター

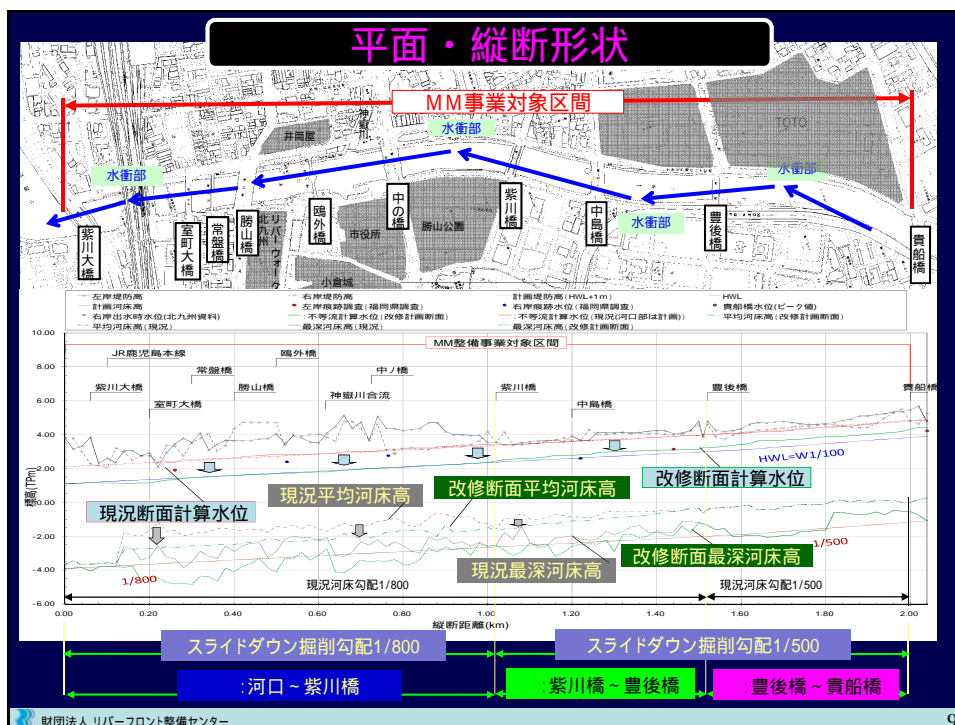
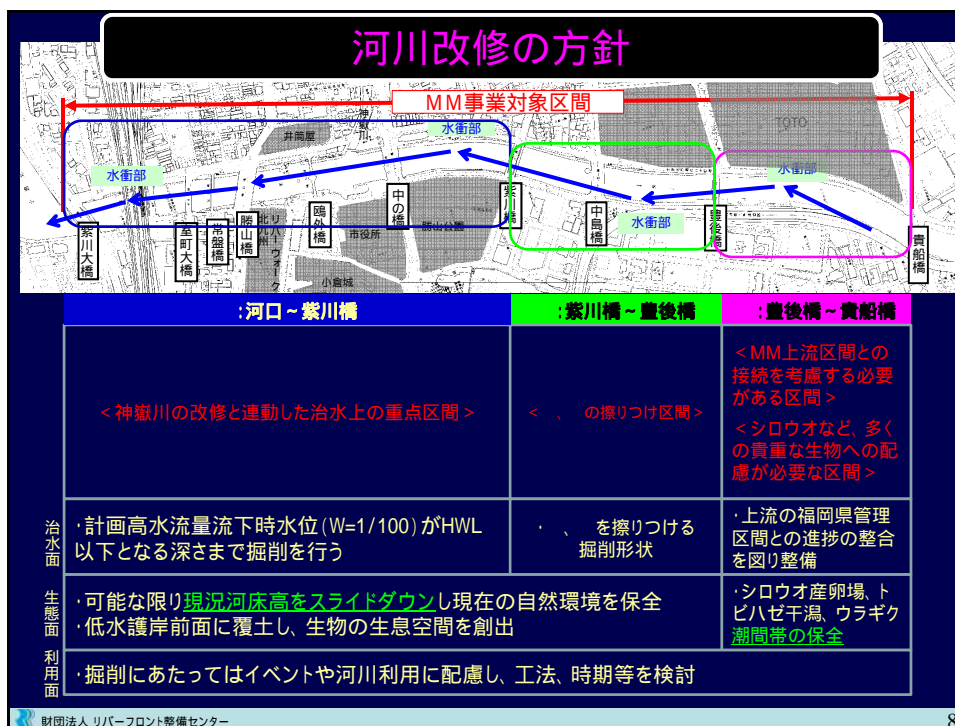
紫川(MM整備区間)河道掘削検討会 による検討経緯

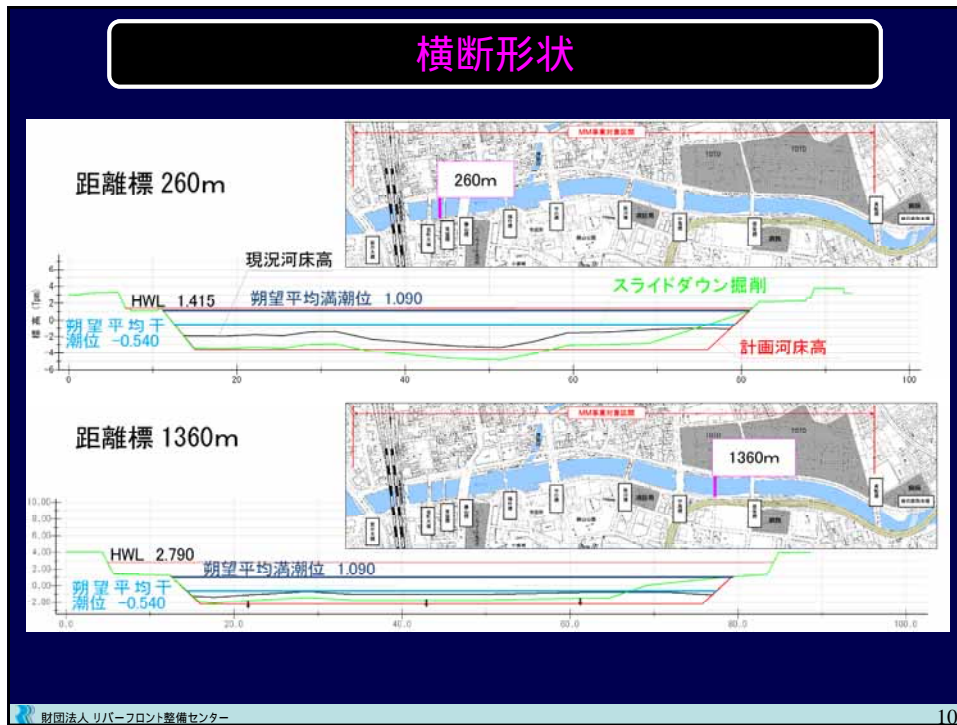
検討会委員				
氏名* 専門等	所属			
伊藤 解子 都市計画	北九州市立大学 教授	↓ →	第1回 検討会 (H21.3)	 ・現況整理、既計画の課題整理 ・河道形状に対する意見
上田 直子 海洋生態	北九州市立大学 准教授		第2回 検討会 (H21.12)	
小野 勇一 環境	九州大学 名誉教授 座長		↓ ←	
島谷 幸宏 河川工学	九州大学 教授	・スライドダウン掘削、河岸覆土 ・観測史上最大洪水発生 ・氾濫解析からの流量検証 ・痕跡水位からの粗度検証 ・覆土形状に対する意見		
橋本 潤 市民代表 環境保護	(財)タカミヤマリバー環境保護財団 事務局長	↓	・覆土形状検討、模型作製 ・断面形状の修正	
松井 誠一 水生生物	元九州大学 教授	↓	・覆土形状に対する意見 ・断面形状の修正	
諸藤 見代子 市民代表 環境学習	北九州市環境ミュージアム現館長 水環境館環境学習アドバイザー	「紫川(MM整備区間)河道掘削計画書」 「同上 河岸覆土実施計画書」とりまとめ (H22.10)		

財団法人 リバーフロント整備センター 6

2. 生態系に配慮した河川改修の概要

財団法人 リバーフロント整備センター 7





3. 河岸覆土による水際の保全

財団法人 リバーフロント整備センター 11







覆土形状検討の アプローチ 重要種の生息環境の整理

紫川 (MM区間) の底生動物 (主に干潟周辺のカニ類・蟹類種) と生息環境の関係

分類	和名	貴重性	生息環境										備考				
			干潟(干潟後)の堆積物	砂泥干潟	泥干潟(干潟後)	ワンド	水路内	種間表面	干潟	干潟	浸水流入	堤岸上					
ヨシ干潟の利用種	カニ	ハマガニ	準準絶														
	カニ	ユビアカベンタイガニ	準準絶														
	カニ	クロベンタイガニ	準準絶														
	カニ	アシハラガニ	準準絶														
	カニ	ハクセンシオマサキ	準準絶														
	カニ	ヒメアシハラガニ	準準絶														
	カニ	マモコシガニ	準準絶														
	カニ	チゴガニ	準準絶														
	カニ	アリアケモドキ	準絶														
	カニ	ムツハリアケガニ	準準絶														
砂泥干潟の利用種	カニ	ヤマトオサガニ	準絶														
	カニ	トビハゼ	準絶														
	カニ	マサゴハゼ	準絶														
	カニ	ヒライソガニ	準絶														
泥干潟の利用種	カニ	アラアケガニ	準絶														
	カニ	イソガニ	準絶														
	カニ	フタバタカクガニ	準絶														
	カニ	ヒロクサカクガニ	準絶														
岩礁の利用種	カニ	ヘナタリガニ	準絶														
	カニ	フトヘナタリ	準準絶														
	カニ	クワイロカクガニ	準準絶														
	カニ	イシマキガニ	準絶														
	カニ	カワサシオウガニ	準準絶														
	カニ	ウミニナ	準準絶														
	カニ	ウミゴマンボ	準準絶														
	カニ	ヒナマサキガニ	準準絶														
	カニ	エビ	準準絶														

財団法人リバーフロント整備センター

覆土形状検討のアプローチ 泥干潟を例に挙げた指標種の設定

ねらい	指標種の生態等	画像
汽水域の泥干潟の創出。	<p>トビハゼ 福岡県絶滅危惧IB類 環境省準絶滅危惧</p> <p>泥干潟に生息し、皮膚呼吸が発達している。 江戸川河口では、シルト(粒径74μm以下)約50%、含水率40%ほど、泥が20cm以上の厚さで堆積している場所に多く生息</p> <p>紫川の人工干潟においては、小型個体も確認されており、繁殖の可能性もある。</p>	  
生息環境	その他の生息が期待される主な底生動物(近傍の確認種)	画像
泥干潟	ヤマトオサガニ 泥の干潟に斜め横の巣穴を掘りシルト、泥分の多い箇所に生息	
泥干潟	アリアケモドキ 福岡県絶滅危惧種 汽水域の泥底の石や堆積物の下に隠れていることが多く、泥干潟でも少し岸よりの若干比高が高い場所で生息	
泥干潟	ムツハリアケガニ 福岡県準絶滅危惧種 河口部の泥底で、干潮時にもひたひたと水が残っているような泥地や潮下帯の泥底に生息	

財団法人リバーフロント整備センター

覆土形状検討のアプローチ リファレンスサイトの観察

- トビハゼは干潟の隅の特に粒径が細かい場所に集中
- 出水時に剥離流が発生し、細粒分が堆積すると考えられる水制工下流の水裏部などが、場の形成・維持に重要
- トビハゼ: 国RDB準絶滅危惧
県RDB絶滅危惧IB類

【河岸の比高と植生の関係】

- 現状では干出頻度が低過ぎるため、活動期における干潟の生物の利用時間が短い。
- 地盤高を若干高くする必要がある。(現在TP-0.1 ~ -0.3 m)

- 干潟水際に生育するウラギクの生育比高帯は期望平均満潮位+10cm、-50cm
- 干潟の上下流にある凸部分の河床材料は大きい(人工?)

- 人工干潟と本川の境界にマウンドがあり(人工?)大きな粒径からなっている。
- マウンドの効果として、干潟内の流速低減効果により細粒分の堆積が助長される。

14

覆土形状検討のアプローチ リファレンスサイトからの形状設定

設置位置: 人工干潟の設置位置同様、河川流水の水裏部

縦断延長: 人工干潟の平均延長38m同様に、縦断延長30 ~ 40m程度

横断幅員: 人工干潟の横断幅員の8.5 ~ 14.9m、平均11.5mを踏まえ、各横断の断面積状況と照らし合わせ、5 ~ 10m程度

水制工: 人工干潟の上下流端にある平均年最大流量時にも水没しない(不等流計算結果)敷高(TP+1.7m)の水制工(蛇籠工)の形状を踏襲し、同程度(高水敷+0.6m)の敷高で、死水域が確保可能な水制工を設置

平坦部敷高: 植生繁茂高や現況の人工干潟が低すぎる点、トビハゼの確認された敷高を踏まえ、**期望平均満潮位程度(TP+1.09m)→ヨシ干潟、平均干潮位+0.2m(TP+0.5m)→砂泥干潟、平均干潮位(TP+0.3m)→泥干潟の3パターンで設定。**

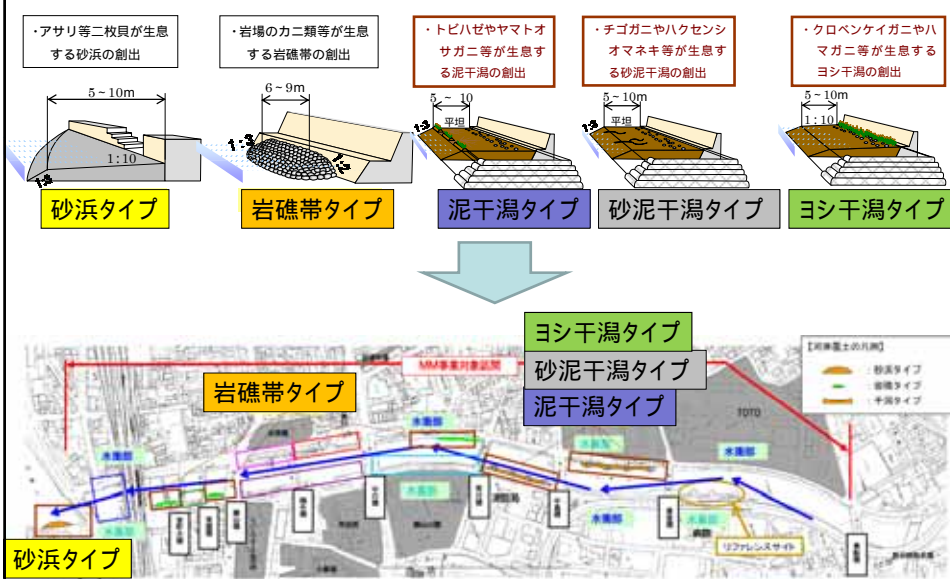
豊後橋上流 人工干潟における死水域イメージ (H20.9.30画像)

15

覆土形状検討のアプローチ 河岸覆土の設置方針

1. 設置箇所: 治水や利用状況への影響を考慮し場所を設定
2. 片岸の設置: 流下断面阻害を抑え、連続した面積を確保
3. 多様な形状: 過去に存在した砂浜や干潟、岩礁帯を設定
4. 水あたり: 水裏部は掘削土砂を利用した砂浜や干潟、水衝部は流速に対応可能な岩礁帯を検討
5. 形状の概略: 砂浜、干潟の法面勾配は、維持や生物に配慮して平出部分を平坦～1/10勾配とし、常時水中部分は1/3勾配を基本。岩礁帯は、立体的な場の利用が想定されるため、1/3勾配
6. 試験施工: 出水に伴う形状変化や指標種の定着有無が重要である干潟を対象に、モニタリングを通じた順応的な施工を行う目的で先行的に試験施工を実施

河岸覆土の検討 覆土の形状案と配置計画



.河岸覆土の検討 泥干潟を例に挙げた詳細形状案

開口部からの潮の出入りにより自然に生じるクリーク

5 ~ 10 m (実施設計時に設定)

覆土は平坦部とし、勾配を付けない。自然に生じる不等沈下や、出水時の営力等により表面に生じる凹凸を期待する。

転石をランダムに配置し礫裏の生息場を創出

30 m

平均干潮位TP+0.3m

上流側 水制(円筒形蛇カゴ)中詰め材 割栗石(100~150mm)

2 m

捨て石によるマウンド設置
・波の低減
・細粒分の堆積促進
・満潮時の成魚の休息場

リファレンスサイトの円筒蛇カゴによる水制

流向

平坦部

・トビハゼの定着(営巣)に必要な泥厚の確保 下流部河岸近傍の河床材料の撤きだし、捨て石によるマウンドと上流側水制の設置により細粒分の堆積を助長

・泥干潟の生息種の活動基盤に重要な比高の設定 平均干潮位に設定し、自然に生じる不等沈下等による凹凸の創出を期待

・泥干潟の生息種が利用しうるマイクロハビタットを確保 マウンドに開口部を設けて自然な網状の水路を創出、岸際に捨て石を設置

水制を割栗石(100~150mm)とした場合

財団法人リバーフロント整備センター 18

.覆土箇所の土砂変動の検討 堆積侵食予測

覆土予定箇所における堆積土砂の実態

右岸

左岸

流心

D_{60} は粗礫 約20mm

A 集団

B 集団

紫川橋直下 流心部の粒径加積曲線

この曲線に近似

セグメント2における平均年最大流量時の河床材料の運動形態
山本浩一(2004)構造沖積河川学

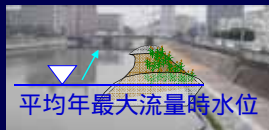
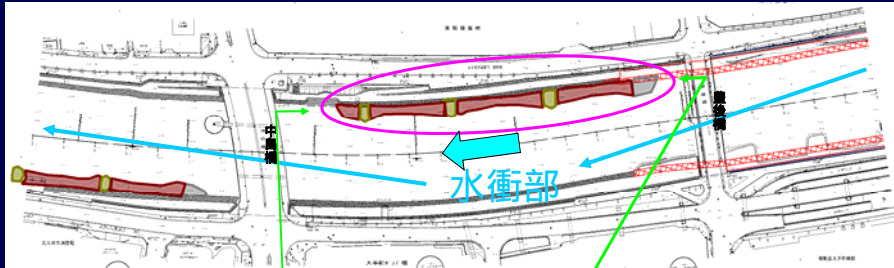
左右岸の底質は細粒分が多く含まれる。
→ 河岸近傍で細粒分堆積

流心部粒径の運動形態は、平均年最大流量時に、A 集団は掃流砂、B 集団は浮遊砂として運動、A 集団は D_{60} = 約20mmであることからより大きな出水では掃流。
→ 平均年最大流量時に侵食

財団法人リバーフロント整備センター 19

覆土箇所の土砂変動の検討 侵食の予防策

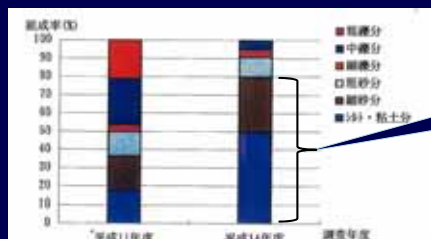
干潟の覆土材、表面への撒きだし材の流亡対策



設置を水裏部とする。
干潟上流部に捨石や蛇カゴのマウンドを形成し覆土箇所に生じる流体力を抑制する。
マウンドの高さを平均年最大流量時水位より高くする。
底部からの洗屈を防ぐため、基礎部の覆土材は捨石や流心部由来の材、表面は河岸部由来とする。

覆土箇所の土砂変動の検討 リファレンスサイトの現状把握

リファレンスサイト(人工干潟)における堆積土砂の実態



豊後橋上流左岸 人工干潟(トビハセ生息地)における粒度組成の比較
出典: H15年度紫川(下流域)生態系調査報告書

細砂分、シルト・粘土分
の大幅な増加

細粒分の堆積傾向



H14年10月

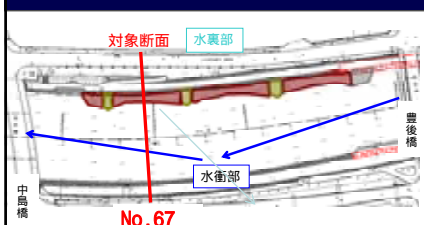


H20年3月

覆土箇所の土砂変動の検討 堆積土砂の粒径

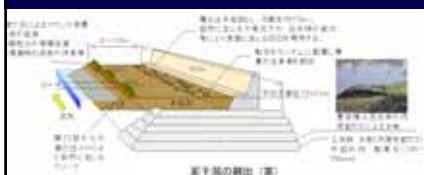
[河岸部へ土砂が堆積し、それが成長を続ける条件]

- ・沈降速度 ω の河床材料が浮遊しうる条件は $u^*/\omega = 1$ 程度
- ・水面近くまで舞い上がるのは $u^*/\omega = 2-3$ 程度
- ・濃度が水深方向にほぼ一様となるワッシュロード的運動形態を持つのは $u^*/\omega = 15-20$ 程度



・摩擦速度 $u^* = (g \cdot H \cdot l_e)^{1/2}$
 H, l_e , 不等流計算書より読み取り
 $= 13.398 \text{ cm/s}$

・沈降速度 $\omega = 2/3 (\sigma/\rho - 1) g d + 36v^2/d^2)^{1/2} - 6v/d$
 (Rubeyの式)
 ・ d : 粒径を粒径の分類基準より当てはめて、河岸部の高さまで舞い上がる粒径を算出



- ・粗砂 : u^*/ω は1.29-1.83
- ・中砂 : u^*/ω は1.83-2.60
- ・細砂 : u^*/ω は2.60-3.72
- ・微細砂 : u^*/ω は3.72-5.46
- ・粗粒シルト : u^*/ω は5.46-8.48
- ・中粒シルト : u^*/ω は8.48-15.01
- ・細粒シルト : u^*/ω は15.01-37.87

中砂(0.5 ~ 0.25mm)より細かい粒径の堆積が考えられた

覆土箇所の土砂変動の検討 堆積土砂の範囲

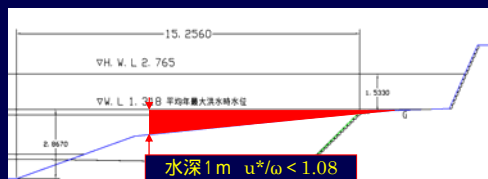
- ・前段の検討で、洪水時に水面近くまで舞い上がる中砂(粒径0.5mm)を対象に、浮遊から掃流に移行する水深を u^*/ω の値より検討。
- ・浮遊判定は以下に従った。

掃流砂卓越領域	$u^*/\omega < 1.08$
掃流・浮遊の混在領域	$1.08 < u^*/\omega < 1.67$
浮遊砂卓越領域	$1.67 < u^*/\omega$

出典: 洪水減衰期における細粒土砂の堆積可能時間による河床掘削形状の評価 (独)土木研究所 河川生態チーム 交流研究員 藤原正季

- ・中砂の限界摩擦速度 $U_{*c} = 0.0065 d^{11/32}$: $U_{*c}^2 = 8.41 d^{11/32}$ (岩垣の式)より
- ・中砂の沈降速度 $\omega = 2/3 (\sigma/\rho - 1) g d + 36v^2/d^2)^{1/2} - 6v/d$ (Rubeyの式)より

u^*/ω が1.08未滿となる水深は1m ($u^*/\omega = 1.0799$)であり、1m以浅で中砂以下の土砂堆積が生じる結果となった



ま と め 河岸覆土の検討で重要と思われること

治水、環境保全のバランス

↓ ↓
河床掘削 河岸覆土
↓ ↓
河積増大 ↔ 河積減少
トレードオフ → どのように折り合いをつけるのか？

治水安全度の確保

- ・ 覆土が流亡しても計画流量の流下阻害とならない土量
- ・ " 支障を来さない低水護岸の根入れの確保

生育・生息種に合わせたハビタットの創出

選好環境(閾値)を踏まえた形状

- ・ 呼吸や水分条件等に関わる比高帯
- ・ 食性や隠れ場所、産卵場所等に関わる粒径

維持可能な形状

水理特性を踏まえた形状 → 今後の大きな課題

- ・ 出水時の安定性、破壊後の自己修復性
- ・ 潮汐、土砂供給、植生遷移等をにらんだ形状

財団法人リバーフロント整備センター 24

謝辞

- ・ 本研究は、「紫川(MM区間)河道掘削検討会」を通じ、潮間帯の生物への配慮事項等についてご指導いただいた、九州大学名誉教授 小野勇一先生、河道計画や河岸の覆土等について度々の押し掛けにも快くご指導いただいた、九州大学教授 島谷幸宏先生に大変お世話になりました。まことにありがとうございました。
- ・ 本稿の作成に快く応じていただき、データを提供していただいた、北九州市建設局 下水道河川部 計画課の藤丸正司部長(当時)、田中文彦部長(当時)、田口裕一郎課長、船越英明係長、中嶋貴宏さま(当時)、麻生利彦さま、まことにありがとうございました。
- ・ 調査・解析等の急な相談等にも快く協力いただいた株式会社 建設技術研究所の石飛さまには多大なる協力を賜りました。
- ・ また、私とともにさまざまな調査・検討について共に悩み、作業した河道計画担当の 河川・海岸グループ 秋山和也研究員、企画部 関基研究員(共に現八千代エンジニアリング株式会社)、深い見識とするどい洞察で担当者全員を導いていただいた管理技術者の丸岡昇専務理事にはひとかたならぬお世話になりました。ここに深く感謝いたします。

財団法人リバーフロント整備センター 25