

R3 一般財団法人国土技術研究センター研究開発助成
第20002号

実測データを考慮した山地と河川・沿岸域 の広域土砂動態・地形変化モデルの構築 に関する研究

群馬大学大学院理工学府 環境創生部門
准教授 鵜崎 賢一

20=15+5 min.

1

Contents

1. 緒論：研究背景・目的
2. 現地観測：広域深浅測量・採泥調査－山国川・中津干潟
3. 数値計算：
河川と沿岸域の土砂動態・地形変化モデル WDM-POM
＋河川の土砂量算定モデル gRSM
4. 現地観測・数値計算：河川の流量・土砂量算定手法の高精度化－利根川・五料橋
5. 数値計算：流域土砂流出モデル－吾妻川流域
6. 地域シンポジウム「中津アカデミア」
7. 結論
8. 今後の予定

2

1. 緒論：研究背景・目的

地球温暖化→気象変化→地盤・河川災害の多発，海岸侵食の加速化

→ソフト・ハード対策の充実，ハード対策の問題点：時間・資金・用地

→ダム・堰の容量再確保，海岸線回復 →「排砂」

→「排砂」の課題点：

①中流域の河床上昇による氾濫の助長抑制

②海岸線回復の定量的予測

③質的管理による漁業被害抑制 ～黒部川連携排砂

→事前の「排砂シミュレーション」による検討 ～吉井・佐藤（2010）

→「排砂シミュレーション」の問題点：定量的精度の低さ

→鶴崎ら（2021）～現地観測と数値計算による河川・海岸の土砂量算定・地形変化予測手法の確立
「潮汐と風波を考慮した泥と砂による広域土砂動態・地形変化モデル：WDM-POM」
「実測データと簡易モデルによる河川の土砂量算定モデル：gRSM」

3

【広域土砂動態の重要性】

→対象フィールド①：大分県山国川と中津干潟 ～防災・産業振興と環境問題
アサリを中心とした中津干潟の漁獲量急減と干潟の侵食・泥質化

☞ 耶馬溪ダム・平成大堰，中津港の拡張事業の影響？

2012・17・20九州豪雨災害，工・農・上水取水の可動堰，ダイハツの輸出拠点

→侵食・泥質化の実態把握と予測・対策 ～砂と泥の生産・輸送，侵食・堆積機構

→SPR-WDMPOM（Sediment Production and River sediment transport with WDM-POM）：
流域土砂流出モデル + 河川の土砂量算定モデル：gRSM
+ 沿岸域の広域土砂動態・地形変化モデル：WDM-POM

現地データを取り込んだ定量的精度のある広域土砂動態予測

→ダム・堰の容量再確保，河床低下対策，侵食・泥質化対策

→河川管理・干潟の保全・水産業回復

+ 対象フィールド②：利根川上中流域：利根川八斗島水位観測所埋没問題への現地適用

→地域シンポジウム「中津アカデミア」（NPO法人「水辺に遊ぶ会」主催）の継続開催
地域市民と行政一体による現状把握と対策検討・遂行 →地域再生策の一環

4

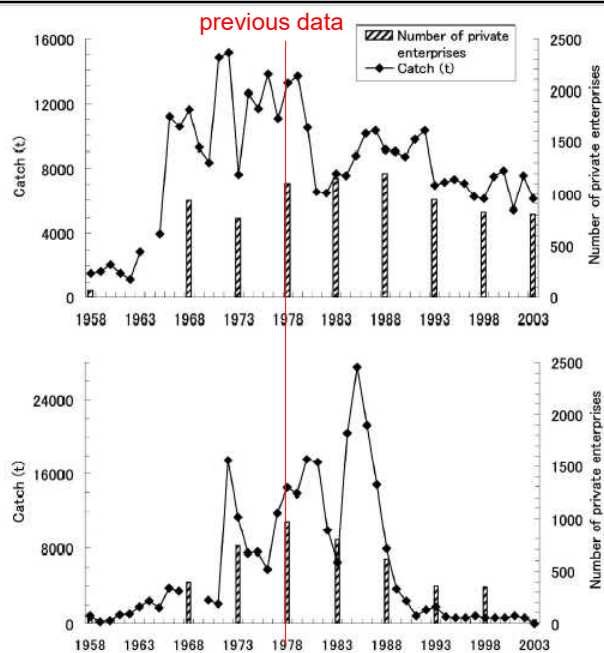
中津干潟(大分県)
Nakatsu Intertidal flat in Oita Pref.



5

松川ら (2008)
日本水産学会誌

盤洲干潟・千葉
Banzu / Chiba



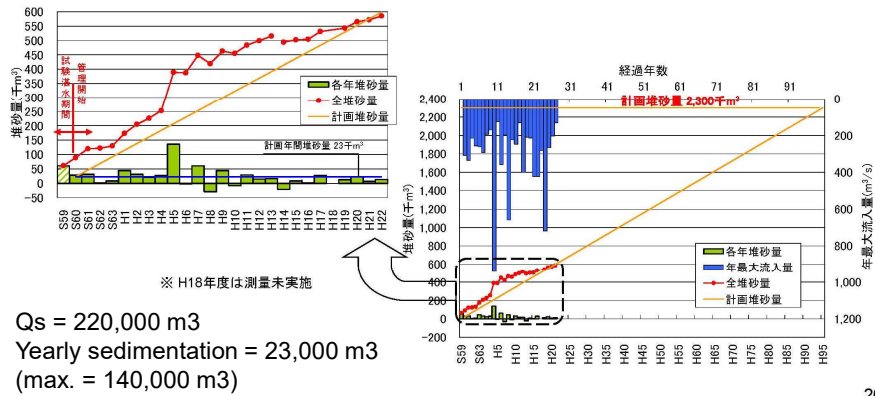
中津干潟・大分
Nakatsu / Oita

Fig. 1 Annual catches of Manila clam and the number of private enterprises harvesting the clam in Futtsu and Kisarazu areas, Chiba prefecture (top) and in Buzen area, Oita prefecture (bottom) from 1958 to 2003.

6

堆砂状況 Sedimentation of Yabakei Dam

- ダム完成年S60～平成22年までの堆砂量は58万m³（26年経過で堆砂率25%）
- 平成5年の出水で大きく堆砂が進行
- 現時点では堆砂の進行はほぼ計画通り



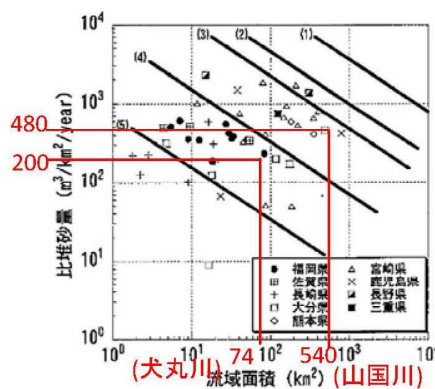
26

国土交通省・耶馬溪ダム資料より引用

7

芦田・奥村(1974): $Q_s = KA^{-0.7}$ K: 流出係数, A: 流域面積

⇒ $f(Q)$: 流量に依存した形へ!



流域面積と比堆砂量との関係 (県別)
(実線は芦田・奥村(1974)による成果)

山国川堆砂量 = 480×540
= 約 26 万 m³/年

耶馬溪ダム堆砂量 = 約 2.3 万 m³/年

山国川からの推定流出土砂量
= 26 万 - 2 万
= 約 24 万 m³/年

犬丸川堆砂量 = 200×74
= 約 1 万 m³/年

資料: 「橋本晴行・永野博之(2008): 九州におけるダム堆砂の実態と土砂流出特性, 第4回土砂災害に関するシンポジウム論文集」

Traditional estimation method of sediment discharge from rivers.

8

天竜川の総合土砂管理計画

Sand removal plan from Sakuma Dam to rivermouth.

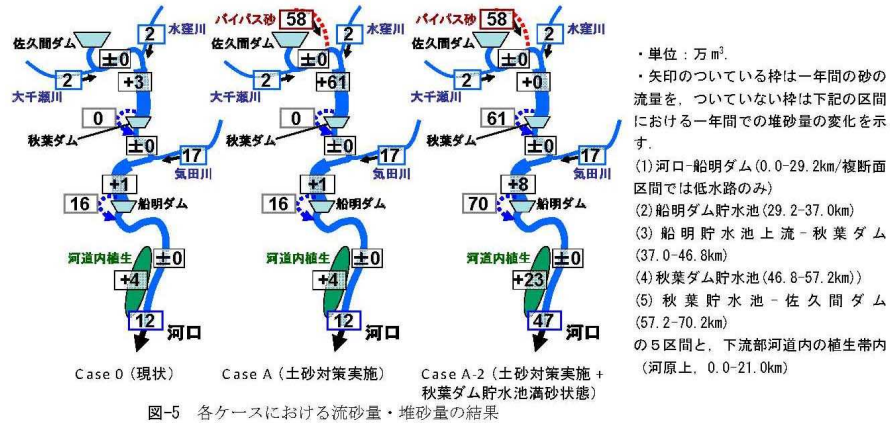


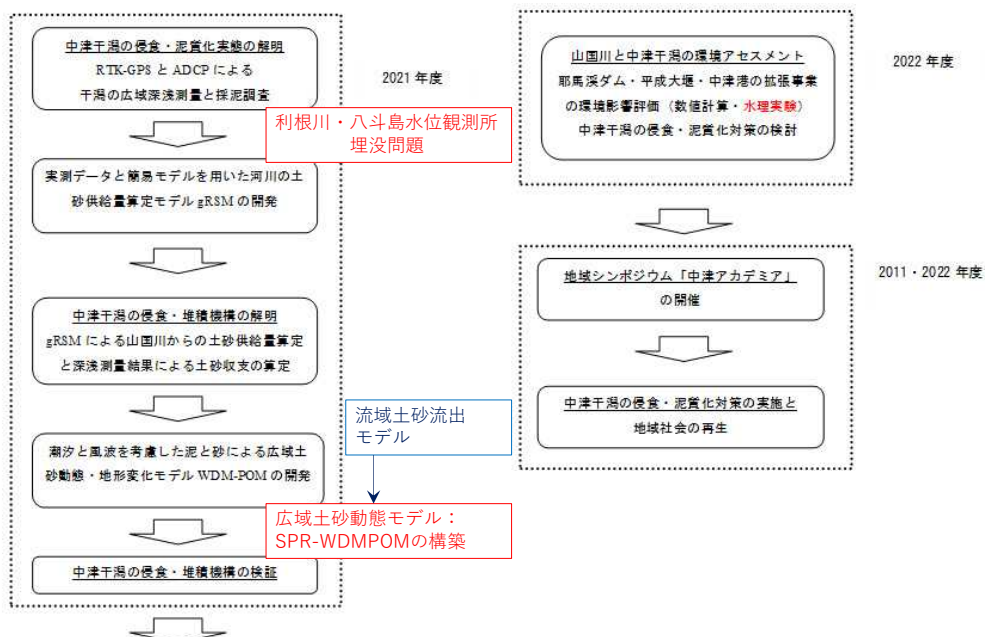
図-5 各ケースにおける流砂量・堆砂量の結果

吉井・佐藤 (2010)

一次元不等流方程式 + 芦田・道上式 (掃流砂) + 汀線変化モデル
 1-dimensional non-uniform flow and the Ashida-Michiue formula.

9

研究のFlow Chart



10

■山国川と中津干潟の広域深浅測量・採泥調査

✓広域深浅測量

・小型ボート観測・・・汀線から岸沖1km範囲の浅海部を、沿岸方向に500m間隔で岸沖方向14測線

⇒RTK-GPSによる踏査観測

・漁船での観測・・・岸沖1km～3kmの沖合い部を、岸沖方向に500m間隔で沿岸方向4測線

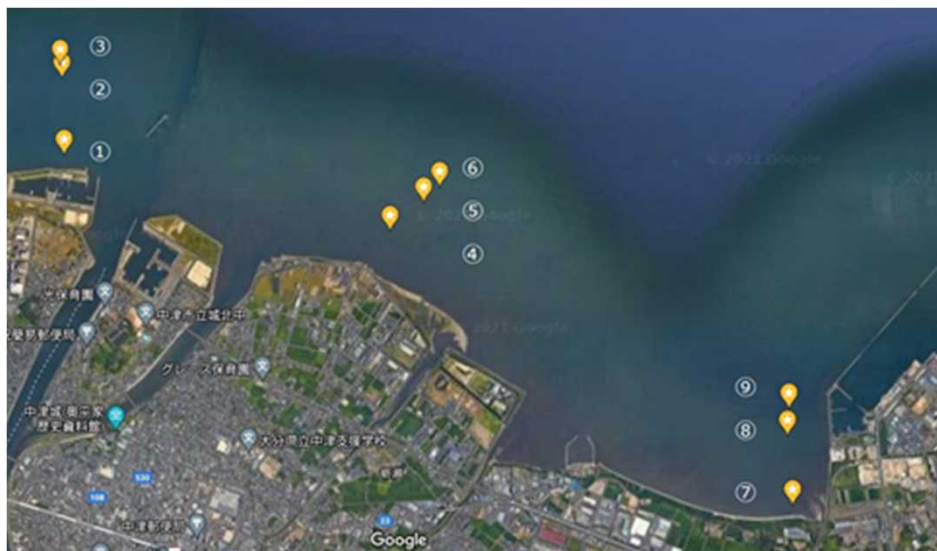
✓採泥調査



観測線(2014年5月30, 31日)

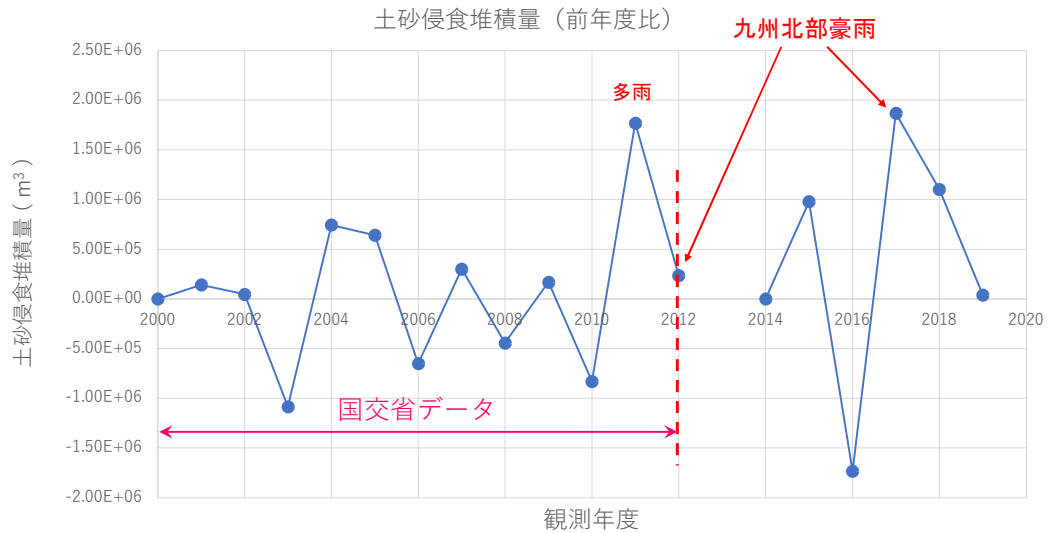


観測機材(ADCPとRTK-GPS)



採泥地点

【観測結果①】



13

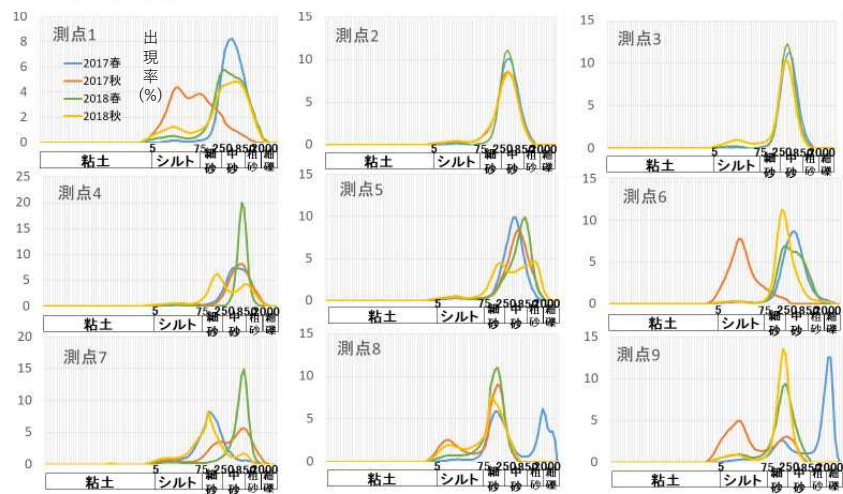
【観測結果②】

出水による沖合いの堆泥



図-5 中津干潟

各測点の粒径分布（表層採泥）



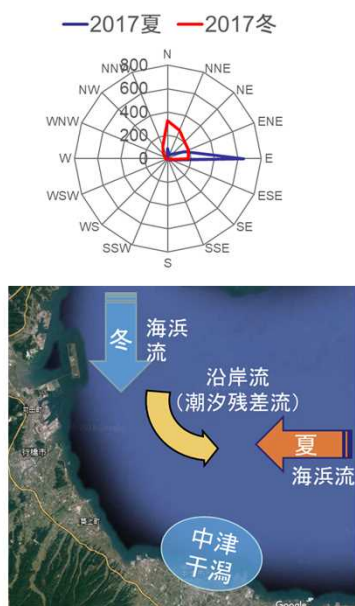
14

降雨・流量データ表

		Total Precipitation (mm)		Maximum River Discharges (m³/s)	Total River Discharges (m³)	
2017	July	484.5	943.5	2259.0	64220.8	
	Aug	174.5				
	Sept	284.5				
2018	July	422.5	845.0	2301.9	64499.6	
	Aug	9.5				
	Sept	413.0				
		Number of Precipitation > 20 mm/h	Total Precipitation > 20 mm/h (mm)	Total Precipitation (mm)	Ratio of Precipitation > 20 mm/h (%)	Maximum Precipitation Strength (mm/h)
2017	July	6	184.0	484.5	38.0	48.0
	Aug	2	57.0	174.5	32.7	40.0
	Sept	1	33.0	284.5	11.6	46.5
2018	July	3	73.0	422.5	17.3	36.0
	Aug	0	0.0	9.5	0.0	2.5
	Sept	0	0.0	413.0	0.0	22.5

15

苅田 波向き(0.4m～)



○ 泥質化測点

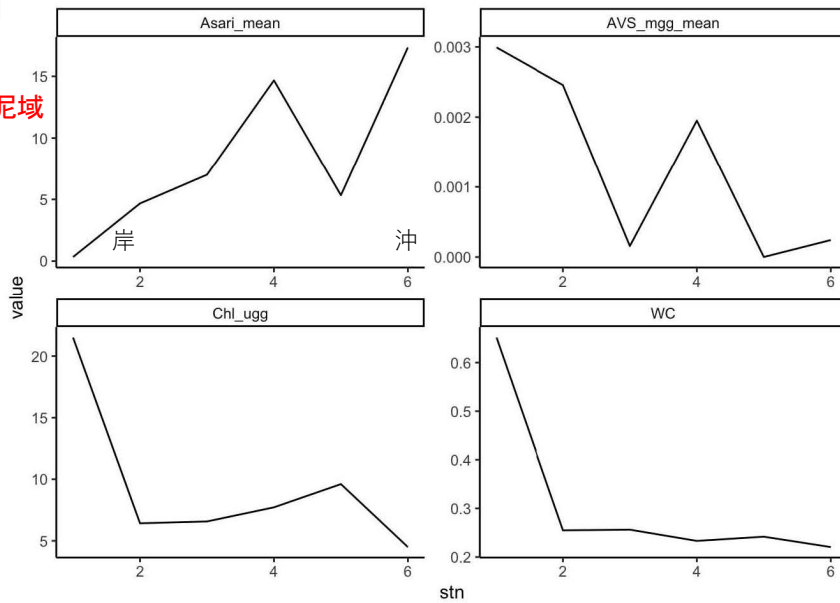


泥水の流出パターンの推定
～沖合いの堆泥域

16

【観測結果③】
測線 6

～汀線際の堆泥域



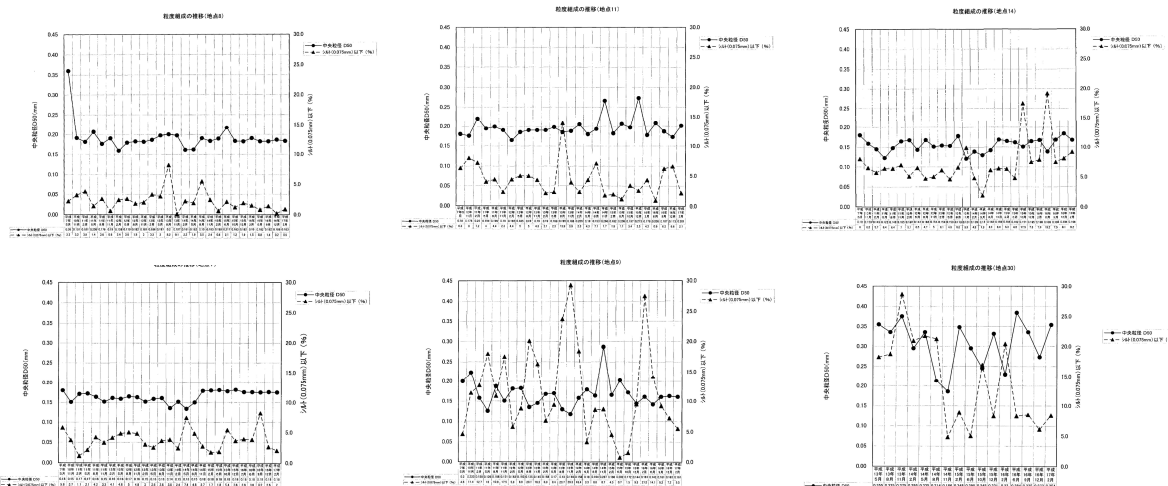
測線6における底質特性の岸沖分布(九州大学・熊本県立大学提供, 2021.6)
: 出水前観測

17

東側

汀線近傍の定常的な堆泥傾向

中津港



西側

自見川河口

沖側

大新田地区の年間粒度分布変化 (2003, 中津土木報告書)

岸側

18

Interlude

□出水時：

- ・ 大規模出水 → 東向きに沖合堆泥
 - ・ 小規模出水 → 細砂の供給
- 降雨強度の相違？

□平常時：

- ・ 汀線近傍に通年的な堆泥域
- 齋田ら（2017）：上げ潮に伴う再懸濁・再凝集・再沈降過程による汀線近傍の堆泥機構？
- Winterwerp Model ?, 乱れの評価？

19

■簡易モデルと実測データによる河川の土砂供給量算定モデル：gRSM (Gunma university River Sediment discharge Model)

【掃流砂量】

- ・ 流量データ Q
 - ↓
 - ・ 断面形状を考慮したManning式
 - ↓
 - ・ 反復解法 → 水深 h → 断面平均流速 v_m → 底面剪断応力 τ_0 → 無次元掃流力 τ_*
 - ↓
 - ・ 芦田・道上式 → 掃流砂量 ← ADCPによる実測データによる q_b 補正 (Rennie et al., 2002)
- ADCPによる実測データによる τ_0 補正

【浮遊砂量】

- ・ 流量データ Q
 - ↓
- ・ LQ 式 → 浮遊砂量

20

■利根川・五料橋における観測手法

1. 横断面観測
= 曳航観測 ～ADCP + River Boatを橋に沿って移動
2. 定点観測 = ADCP + River Boatを各測点に固定係留
➡Bottom Track Speed
3. 採水 (Vandorn)
⇒浮遊砂濃度
4. 底質採取 (Ekman Berge)
⇒掃流砂粒径

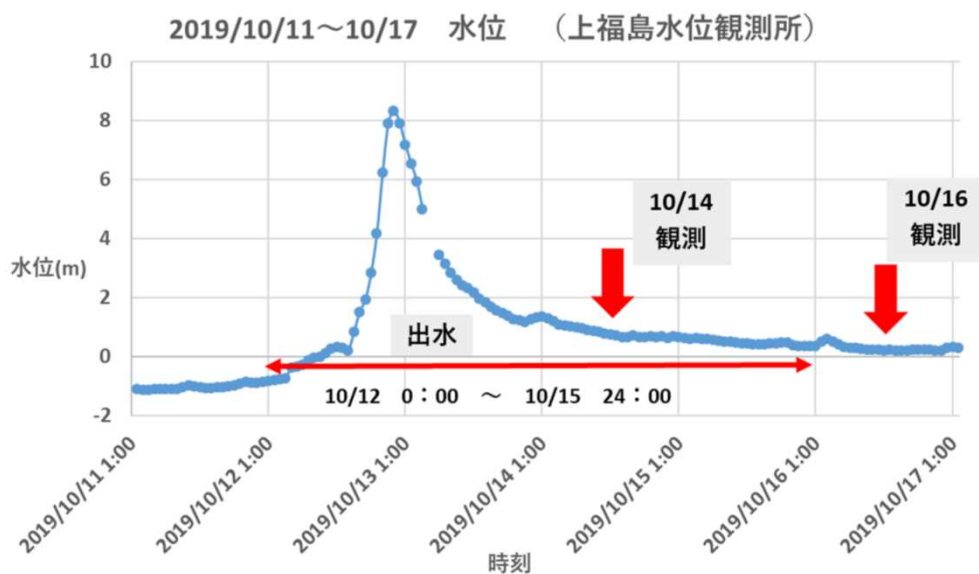


五料橋空撮と観測断面位置

21

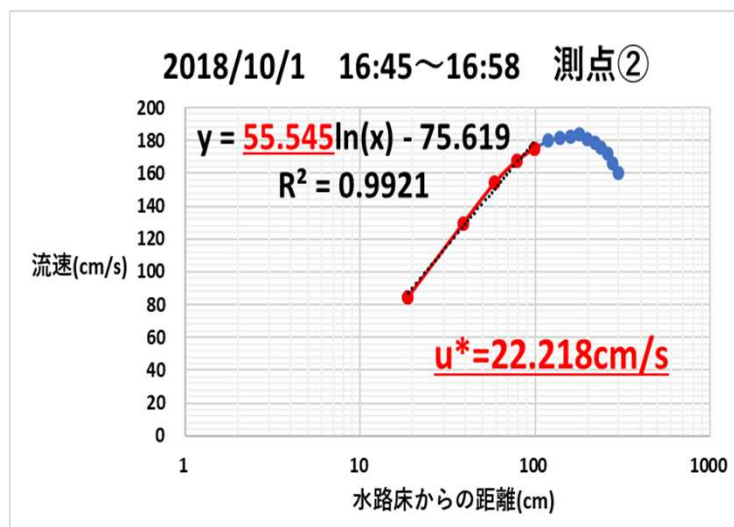


22



23

■ 掃流砂量：底面剪断応力 τ_0 の算定



流速の対数分布則

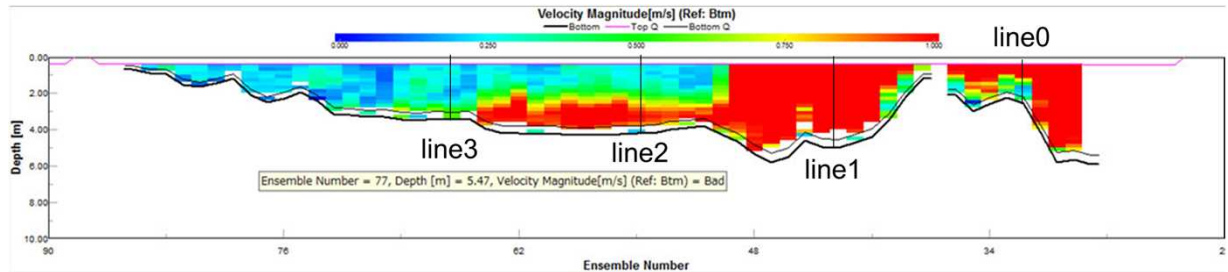
$$u = \frac{u_*}{k} \ln z + C \quad \dots \text{profile法}$$

(カルマン定数： $k = 0.4$)

24

左岸

右岸



H26年6月の出水時における横断流速分布（五料橋）

流速分布による底面剪断応力の算定手法の変更： $\tau_0 = \frac{1}{2} \rho f v_b^2$, $f = \frac{8gn^2}{\sqrt{R}}$

25

■ 掃流砂量の実測値

掃流砂量(単位幅)： $q_b = v_s \cdot h_s \cdot c_s$

→ $v_s \sim$ ADCPのBottom Track Speed (Rennie et al., 2002)

v_s ：河床移動速度
 h_s ：移動層厚
 c_s ：掃流砂層土砂濃度

$h_s \cdot c_s$ を江頭の式から算出

$$h_s \cdot C_s = d \cdot \frac{1}{\cos \theta} \cdot \frac{1}{\tan \varphi_s / (1 + \alpha) - \tan \theta} \cdot \tau_*$$

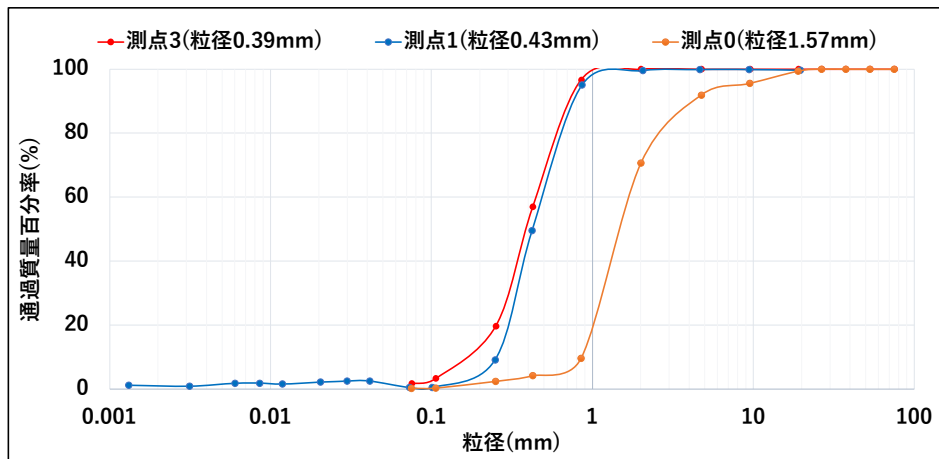
$$\tau_* = \frac{u_*^2}{(\sigma/\rho - 1)gd}$$

d : 砂の粒径
 θ : 河床勾配
 φ_s : 砂の内部摩擦角
 α : 動的水圧と静的水圧の比
 τ_* : 無次元掃流力
 u_* : 摩擦速度
 σ : 砂の密度
 ρ : 水の密度
 g : 重力加速度

26

観測結果

粒径加積曲線



※測点1：塚崎の研究(2014)より

27

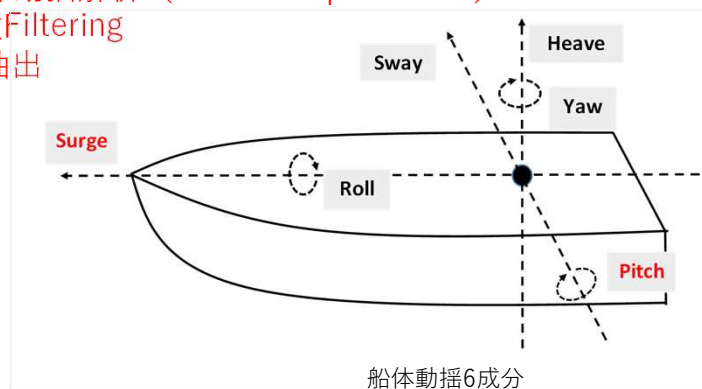
Bottom Track Speed測定における問題点

- ・通常，RTK-GPSを用いて船体移動を算定
 ➔RTK-GPS = 高価 +
 船体動揺による影響を精査可能？

➔動画解析によるRiver Boatの船体動揺解析 (Motion Capture Soft)

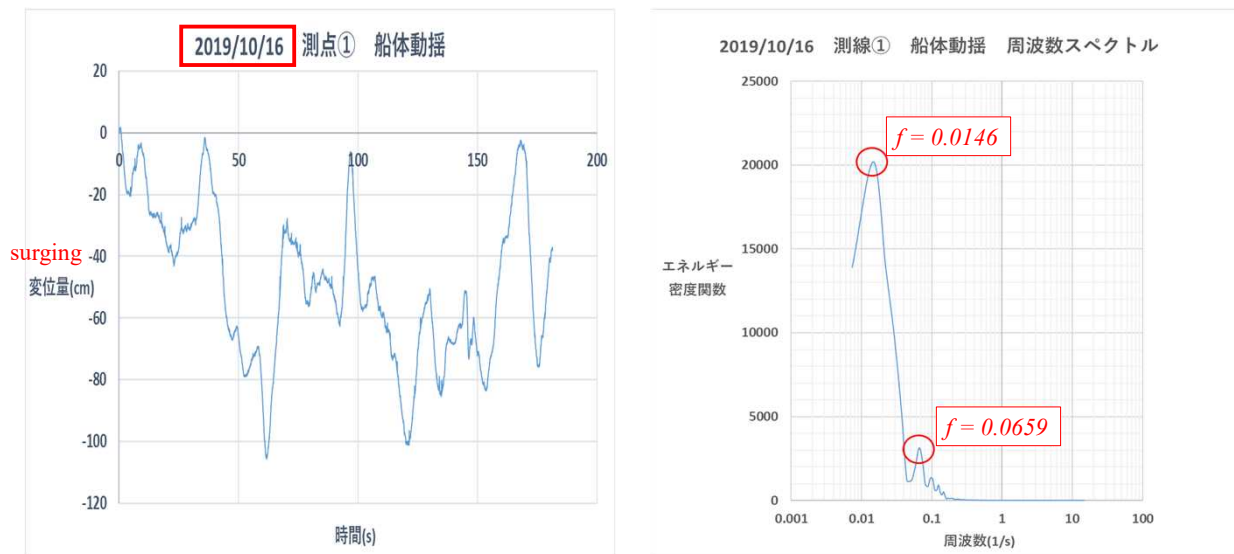
- ➔Bottom Track Speedの周波数Filtering
- ➔純粋な掃流砂層移動速度 v_s を抽出

cf. 岡田ら (2009) :
 ADCPとMEMS傾斜計での動揺解析～短周期



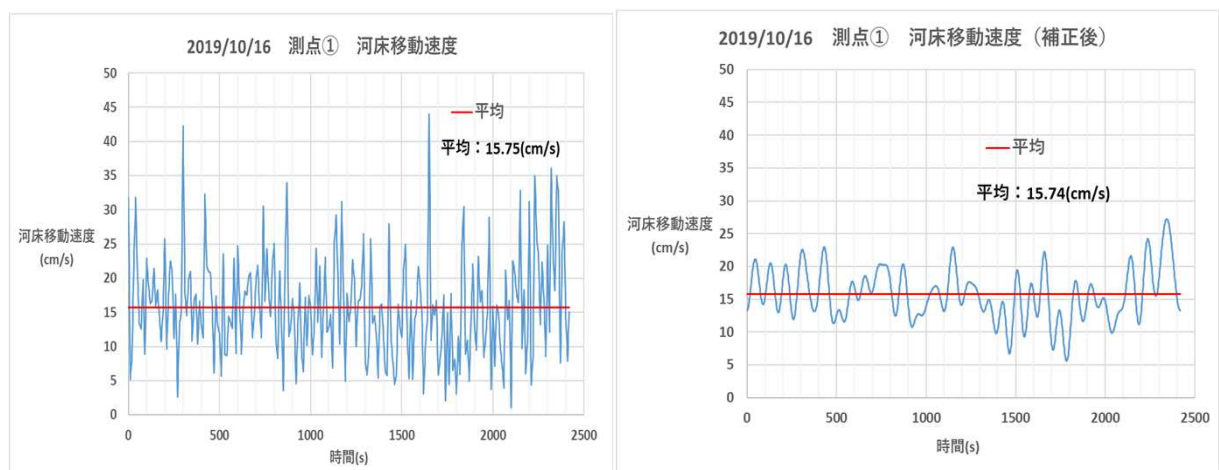
28

【観測結果】 船体動揺の解析結果①：surging ~motion capture soft：Move-Tr/2D



29

■河床移動速度の解析



！各時間の値は変化したが、このケースは平均値はほぼ一致。

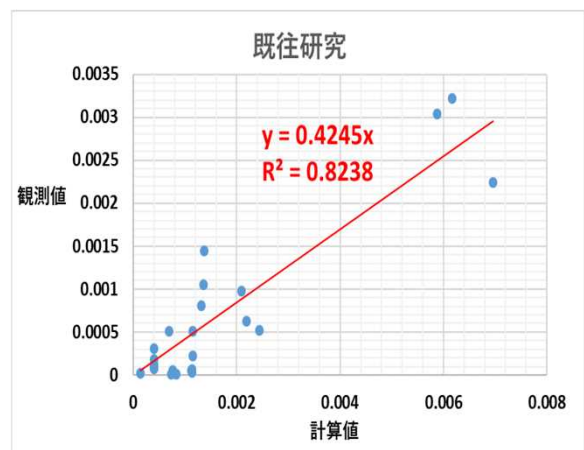
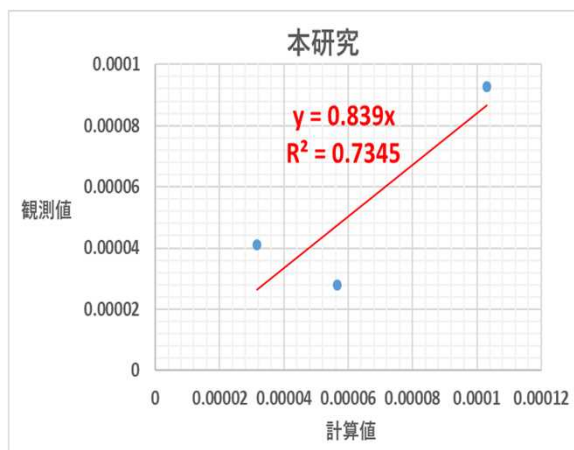
30

周波数解析結果：surging

	卓越周期 (s)		
	8/20 測線①	10/14 測線②	10/16 測線①
河床移動速度	161.03	292.4	302.11
	117.1	64.1	142.25
	37.88	—	80.65
	4.15	—	—
底面流速	645.16	292.4	606.06
	171.82	204.92	302.11
	117.1	81.97	58.82
	—	58.48	—
船体動揺	39.01	19.5	68.27
	4.4	—	15.17
	0.98	—	—

31

□観測値と計算値の比較（単位幅掃流砂量）



8/20 0:00 ~ 8/21 24:00 : 掃流砂量 $q_s = 6.7 \times 10^2 \text{ (m}^3\text{)}$
 10/12 0:00 ~ 10/15 24:00 : 掃流砂量 $q_s = 4.8 \times 10^3 \text{ (m}^3\text{)}$

32

□浮遊砂量Suspended Load Rate – LQ式

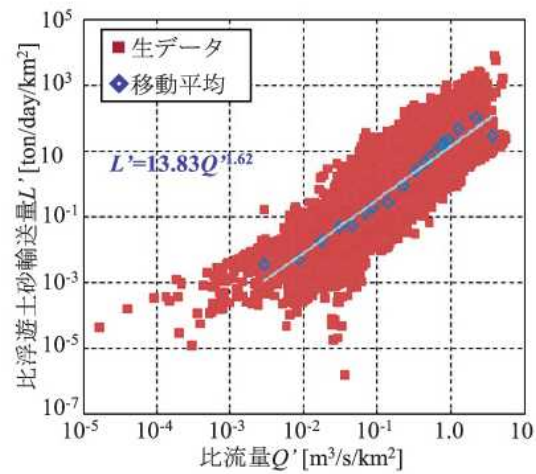


図-3 全データに対する L' と Q' の相関関係

二瓶ら（2013）：日本全国の河川でのCQグラフ

33

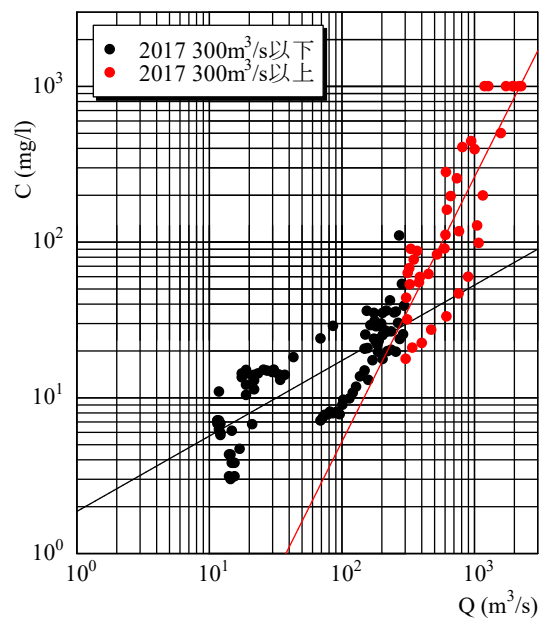
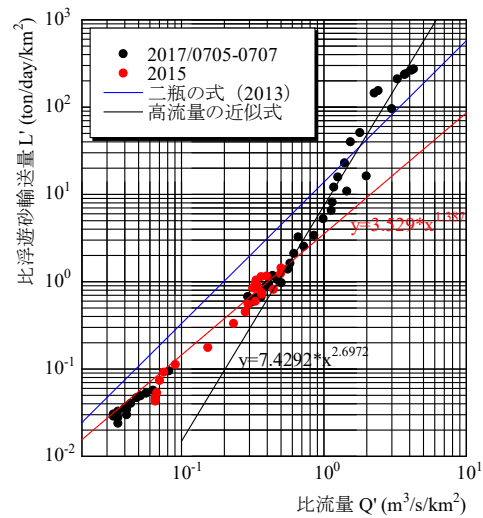


図-14 C-Qグラフ(山国川・下唐原, 2017)

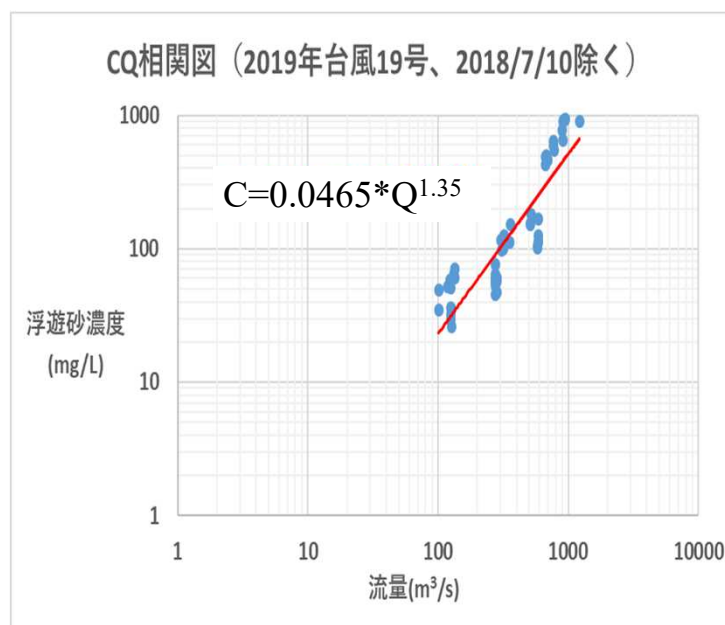
34

浮遊砂量の算定: $q_s = QC$



出水時のLQグラフ (山国川・下唐原)

35



利根川・五料橋におけるLQ式 (CQ式)

36

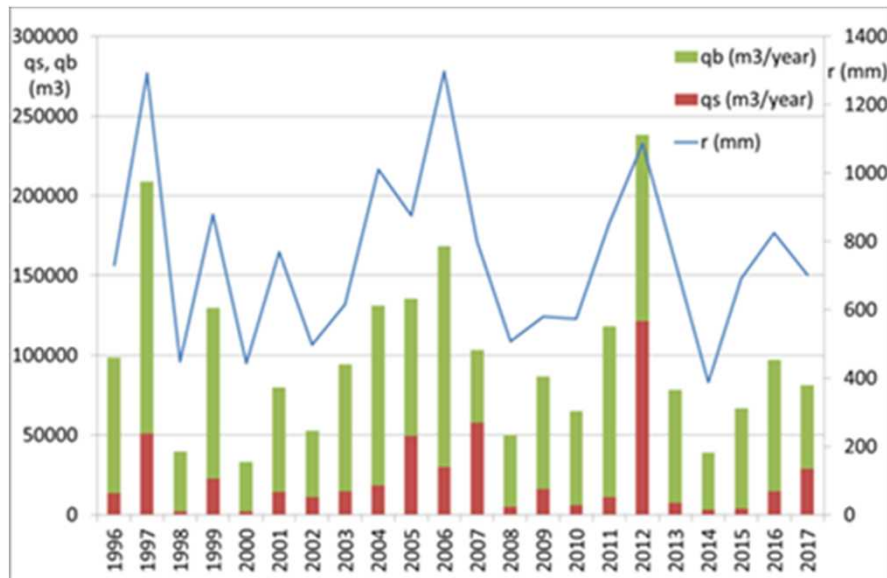


図-19 山国川からの土砂供給量と降水量の関係

37

■利根川八斗島水位流量観測所の水位標埋没問題

…利根川と烏川・神流川の合流点にある明治16年からの観測所、カスリーン台風の流量実測、平成23年のT1112, 13によって左岸水位標が埋没

【流量・土砂量観測】

- ・坂東大橋：中大・東大（・新潟大），国交省
 - ・五料橋（合流点上流・利根川本川）：群大
- ➡差分で烏川・神流川の流量・土砂量算定

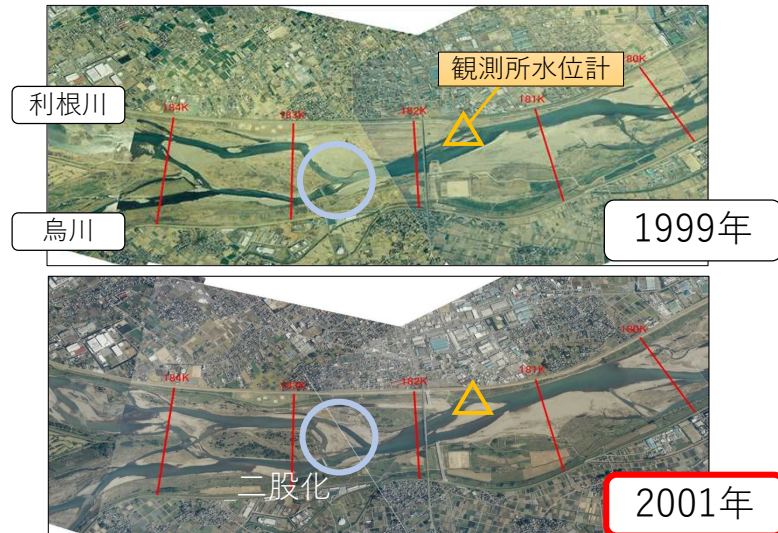


八斗島周辺部（Google Mapより引用）

➡実測データと簡易モデルを用いた河川の土砂量算定モデル：gRSM（Gunma university River Sediment transport Model）の構築

38

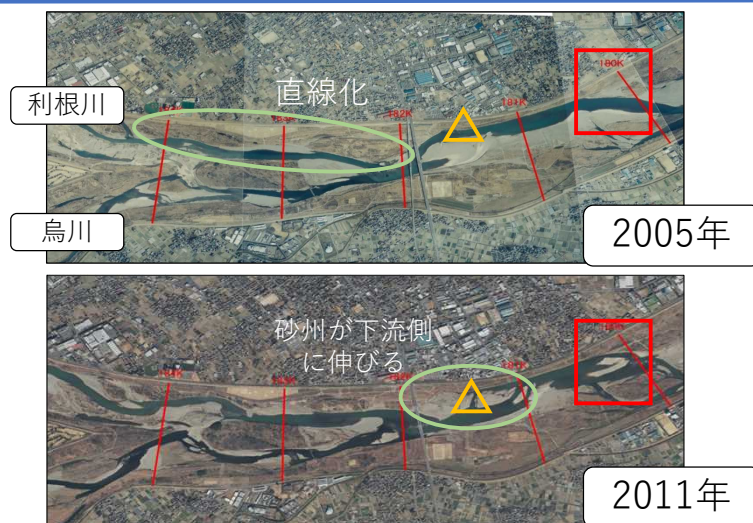
①埋没の経緯



・ 1999年以前に砂州の挙動は見られない ・ **2001年**から砂州の挙動が見られる

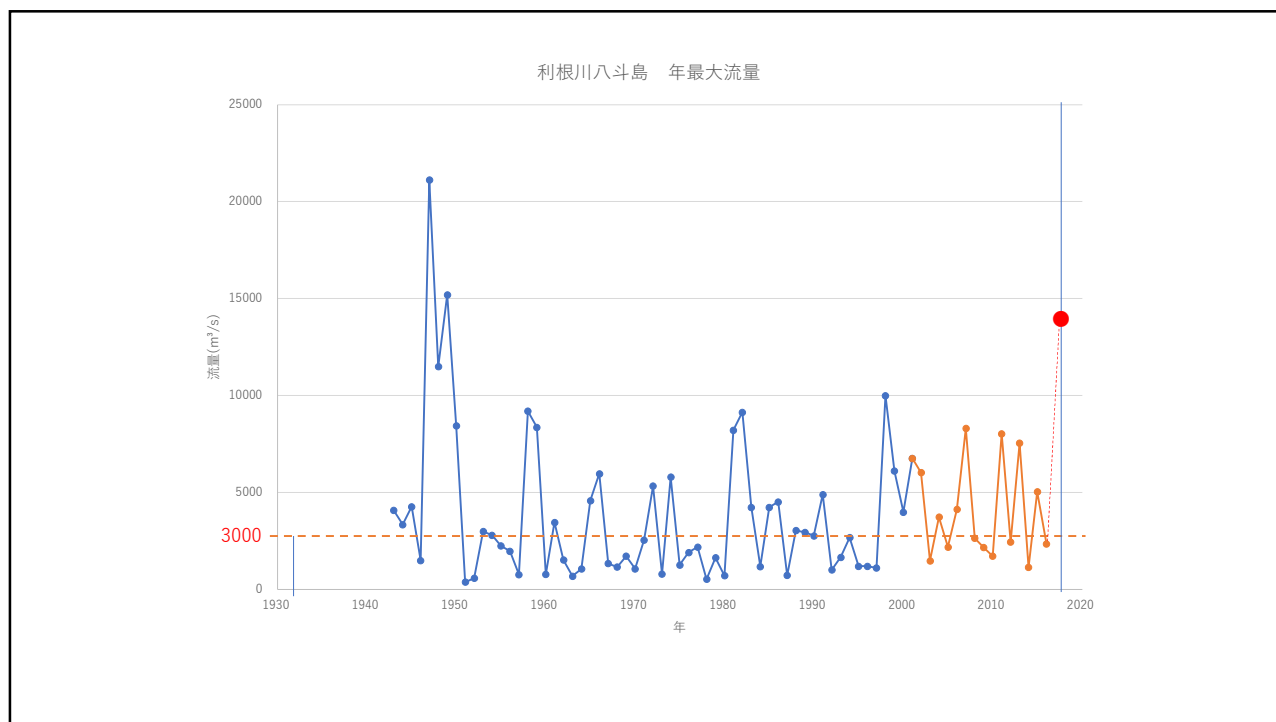
39

①埋没の経緯



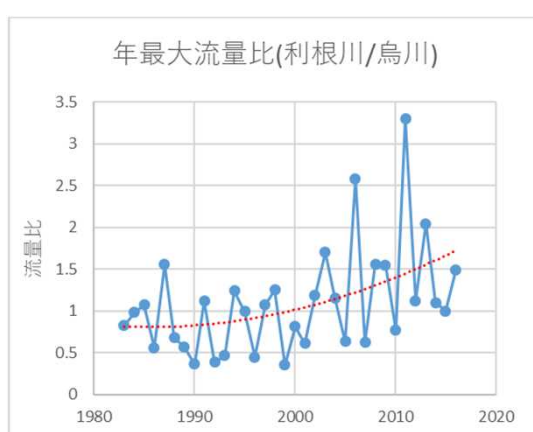
・ 埋没原因：**2001年**からの砂州の挙動の経年変化によるものと考察

40



41

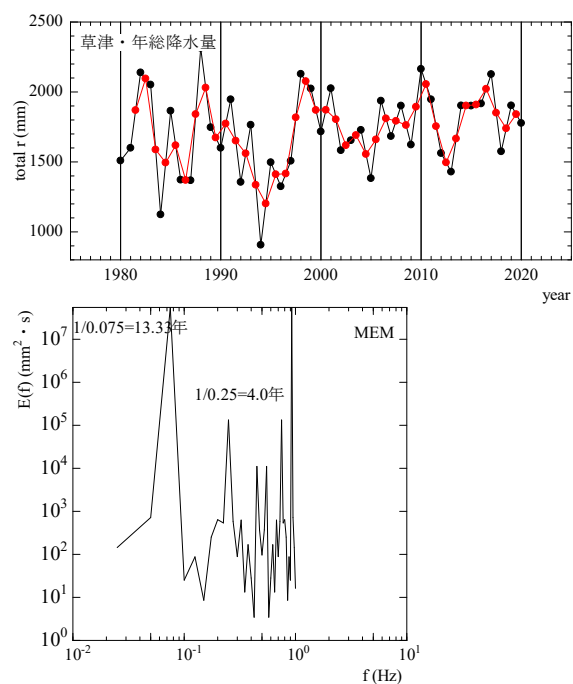
②年最大流量比(利根川/烏川)



年	上福島 最大値	烏川 最大値
1983	2298.66	2792.68
1984	918.79	938.76
1985	2161.40	2021.63
1986	1739.20	3100.20
1987	579.04	372.22
1988	1500.42	2194.96
1989	1264.72	2233.95
1990	887.22	2442.56
1991	2534.08	2266.59
1992	282.97	735.70
1993	620.12	1333.29
1994	2354.38	1900.62
1995	682.21	687.03
1996	402.46	902.54
1997	500.60	466.09
1998	5419.82	4323.42
1999	1701.92	4860.34
2000	1858.52	2280.49
2001	3320.10	5434.06
2002	3614.92	3050.61
2003	928.21	544.92
2004	2000.83	1728.09
2005	845.10	1332.76
2006	2970.67	1150.78
2007	3192.18	5116.12
2008	1603.04	1028.16
2009	1664.48	645.69
2010	1664.48	645.69
2011	1664.48	645.69
2012	1664.48	645.69
2013	1664.48	645.69
2014	1664.48	645.69
2015	1664.48	645.69
2016	1664.48	645.69
2017	1664.48	645.69
2018	1664.48	645.69
2019	1664.48	645.69
2020	1664.48	645.69

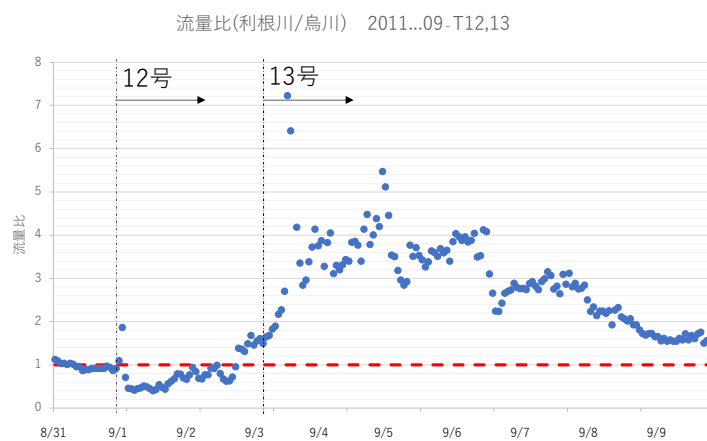
- ・流量比は2000年付近で増加。
→航空写真の砂州の動き始めた時期と一致している。

42



43

平成23年 台風12,13号時の流量比(利根川/烏川)



台風13号 2001年以降に見られる流量比
台風12号 烏川流量 > 利根川流量

44

2017年出水による中津干潟の泥質化についての再現計算

WDM-POM

45

■山国川と中津干潟の土砂動態についての数値計算

潮汐と風波を考慮した泥と砂による広域土砂動態・海浜変形モデル
WDM-POM: Uchiyama (2005), 鵜崎ら (2007, 2018)

表-2 計算条件

		大領域	小領域	
メッシュ数	nx	146	216	
	ny	131	114	
メッシュサイズ	dx	450	55.66	m
	dy	550	45.34	m
時間刻み	dti	1.0	0.1	s
	dte	0.1	0.01	s
計算領域		流れ		
Run 1	大領域	潮流		
Run 2	小領域	潮流		
Run 3	小領域	潮流	海浜流	

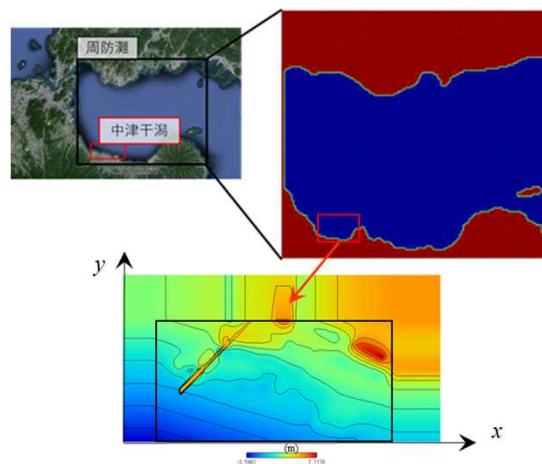


図-6 計算領域

46

WDM-POM: Wet and Drying Morphodynamic POM

潮汐と風波を考慮した泥と砂による広域土砂動態・海浜変形モデル
Uchiyama (2005), 鵜崎ら (2007, 2018)

■潮流+吹送流: POM=Princeton Ocean Model
=NS方程式+連続式

■風波: Energy平衡方程式
→海浜流: Radiation Stress Model

■泥の輸送: 移流拡散方程式, 底面境界条件: Krone/Partheniades Model,
沈降速度: Burban Model

■砂の輸送: Bailard Model

■地形変化: 土砂収支式

■河川からの土砂供給Model: gRSM

■干出・冠水Scheme, □極浅海域における拡張対数則

47

$$\begin{aligned} i &= \rho s' g (1 - \lambda) q \\ &= \rho C_f \frac{\varepsilon_B}{\tan \phi} \left[u(t) |u(t)|^2 - \frac{\tan \beta}{\tan \phi} |u(t)|^3 \right] \\ &\quad + \rho C_f \frac{\varepsilon_s}{w_0} \left[u(t) |u(t)|^3 - \frac{\varepsilon_s}{w_0} \tan \beta |u(t)|^5 \right] \end{aligned} \quad (2.2.25)$$

Bailardモデル

48

$$\frac{\partial(v_x S)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y S)}{\partial y} + \frac{\partial(v_\theta S)}{\partial \theta} = -\varepsilon_b S \quad (5.4.15)$$

ここで、 S は波の方向スペクトル、 (x, y) は水平座標、 θ は x 軸から反時計回りに測った波向角、 ε_b はエネルギー減衰係数であり、特性速度 (v_x, v_y, v_θ) は

$$(v_x, v_y, v_\theta) = \left\{ \begin{array}{l} C_g \cos \theta, C_g \sin \theta, \\ \frac{C_g}{C} \left(\sin \theta \frac{\partial C}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial C}{\partial y} \right) \end{array} \right\} \quad (5.4.16)$$

＋回折項

49

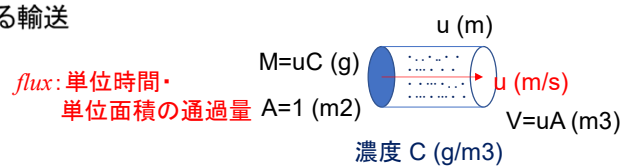
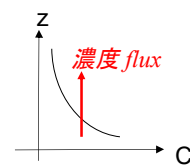
移流拡散方程式 = 濃度fluxの収支式

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} &\rightarrow \frac{\partial(uC)}{\partial x} \\ &= \frac{\partial}{\partial x} \left((D_x + K_x) \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left((D_y + K_y) \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left((D_z + K_z) \frac{\partial C}{\partial z} \right) \end{aligned}$$

D : 分子拡散係数, K : 乱流拡散係数

$w = w - w_g$: 沈降速度

- ・(分子)拡散現象 = 濃度勾配による変化
- ・乱流拡散 = 流れ場の乱れによる濃度変化
- ・移流 = 平均流速による輸送



50

泥の沈降速度モデル: Burban *et al.* (1990) の実験式

$$W_s = \alpha (CG)^\beta \quad \sim \text{凝集性土砂 cohesive sediment}$$

$$G = \rho K_M \left[\left(\frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right]^{1/2}$$

砂の沈降速度式: Rubey の実験式 (1933) cf. Stokes の法則

$$\frac{w_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36v^2}{sgd^3}} \quad (4.6)$$

ただし, v : 水の動粘性係数 ($\approx 0.01 \text{ cm}^2/\text{s}$)

s : 砂粒の水中比重 (砂の標準値 1.65)

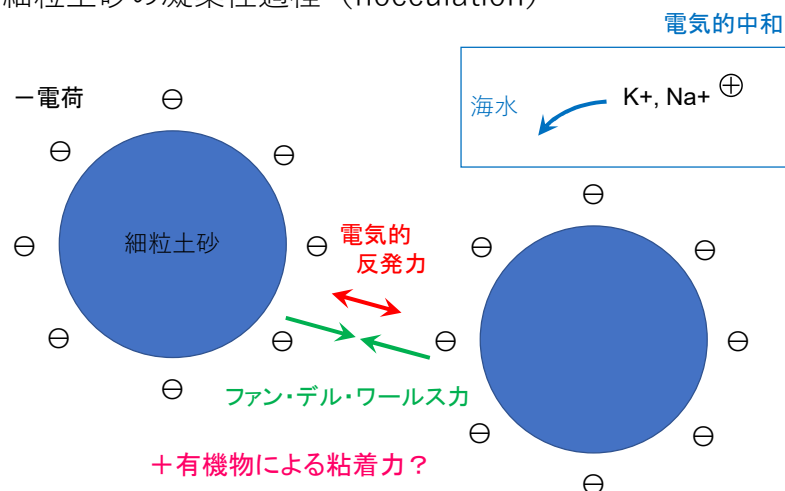
d : 砂粒の粒径 (cm)

g : 重力加速度 (980 cm/s^2)

51

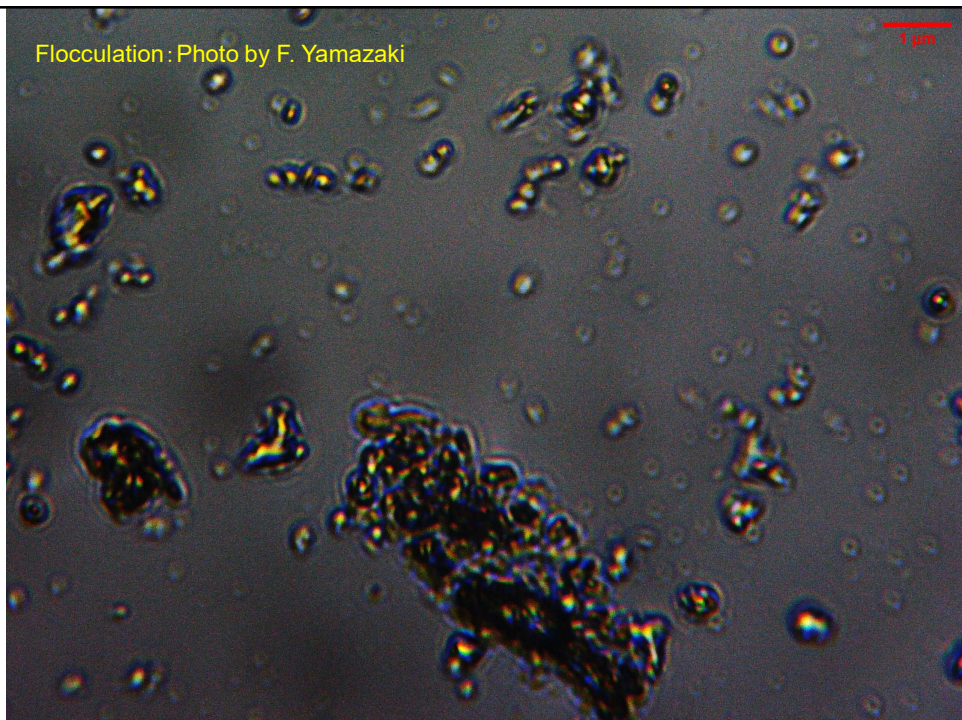
凝集性土砂 cohesive sediments

➡ 細粒土砂の凝集性過程 (flocculation)



52

Flocculation : Photo by F. Yamazaki



53

Winterwerp, 2002

$$w_{s,r} = \frac{(\rho_s - \rho_w)gD^2}{18\mu}. \quad (5)$$

$$w_{s,r} = \frac{\alpha}{18\beta} \frac{(\rho_s - \rho_w)g}{\mu} D_p^{3-\eta} \frac{D^{n_f-1}}{1 + 0.15Re_p^{0.687}}, \quad (4)$$

$$w_s = w_{s,r} \frac{(1 - \phi_*)(1 - \phi_p)}{1 + 2.5\phi}, \quad (6)$$

$$\phi = \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_f - \rho_w} \right) \frac{c}{\rho_s} = \frac{c}{\rho_s} \left[\frac{D}{D_p} \right]^{3-\eta_f} = f_s N D^3$$

$w_{s,r}$ は Stokes 式から求められる粒子単体での沈降速度, $\phi = (\rho_s - \rho_w) / (\rho_f - \rho_w) c / \rho_s$, $\phi_* = \min(1, \phi)$, $\phi_p = c / \rho_s$: いずれも体積濃度, ρ_s, ρ_w, ρ_f : 粒子密度, 水の密度, フロックの密度, μ : 分子粘性係数, D : フロック径.

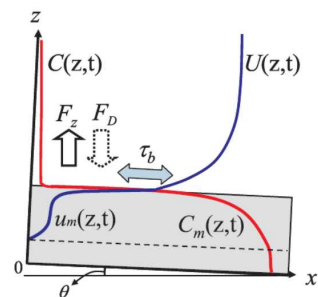


図-4 底泥界面近傍での密度（濃度）分布と輸送過程

54

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\left(u_i - \delta_{i3} \frac{(1 - \phi_*) (1 - \phi_p)}{(1 + 2.5\phi)} w_{s,r} \right) N \right) \\
& - \frac{\partial}{\partial x_i} \left((D_s + F_T) \frac{\partial N}{\partial x_i} \right) \\
& = -k'_A (1 - \phi_*) G D^3 N^2 \\
& \quad + k_B G^{q+1} (D - D_p)^p D^{2q} N + E_{b,N}, \quad (15)
\end{aligned}$$

in which the parameters k'_A and k_B are defined as follows (e.g. Winterwerp, 1998),

$$\begin{aligned}
k'_A &= \frac{3}{2} e_c \pi e_d \quad \text{and} \\
k_B &= a e_b D_p^{-p} \left(\frac{\mu}{F_y} \right)^q,
\end{aligned}$$

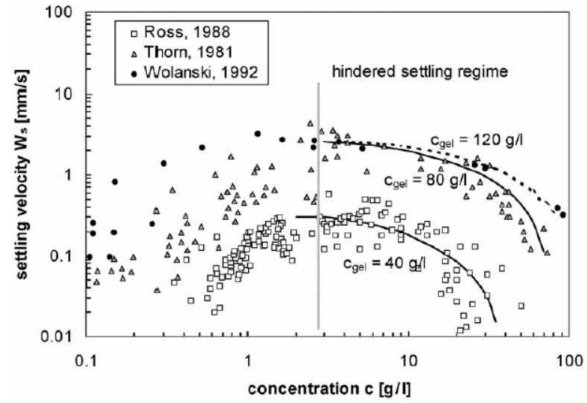
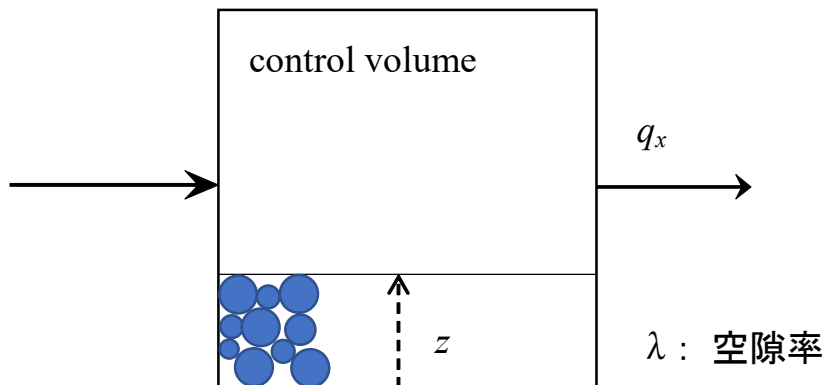


Fig. 1. Hindered settling: comparison of Eq. (6) with data from literature.

$$\text{土砂収支式: } \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1 - \lambda} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) = 0$$



□gRSMによる河川境界条件の設定

・流量

➡河口断面の各メッシュにおける一定流速

・浮遊泥

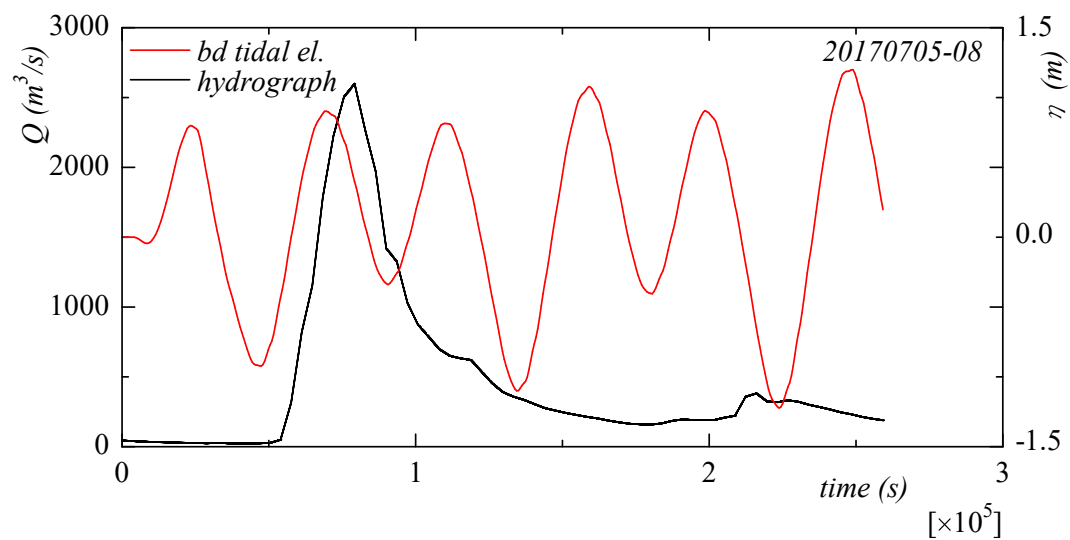
国土交通省流量データ： $Q(t)$ ➡gRSM ➡浮遊砂量・掃流砂量

➡（浮遊砂量・掃流砂量）×含泥率 ➡河川境界における浮遊泥濃度
※干潟の底質分析結果

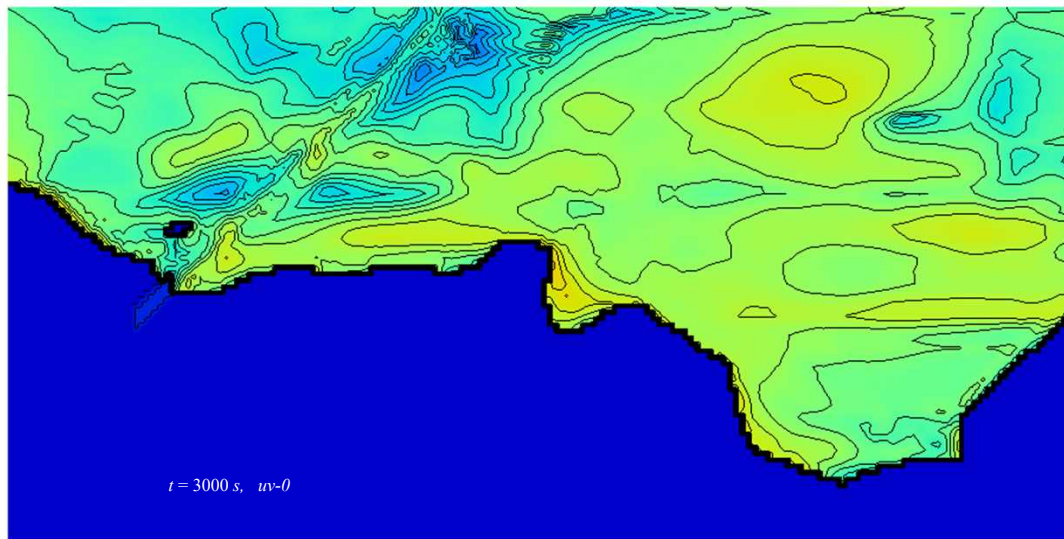
・浮遊砂・掃流砂（未対応）

➡gRSMによる浮遊砂量－泥輸送量，掃流砂量 ➡Bailard式の C_f ， ε_b ， ε_s の同定

57

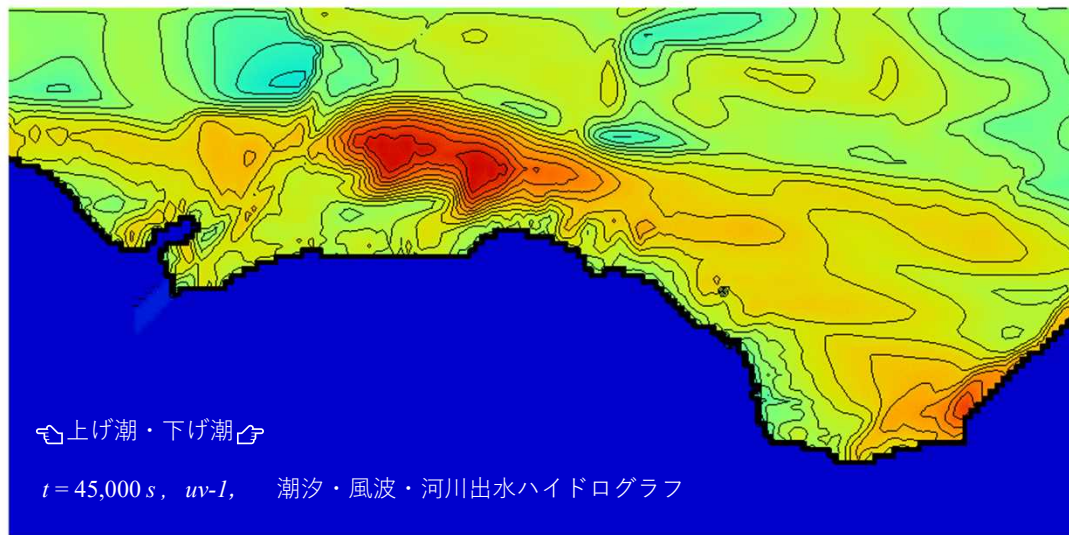


58



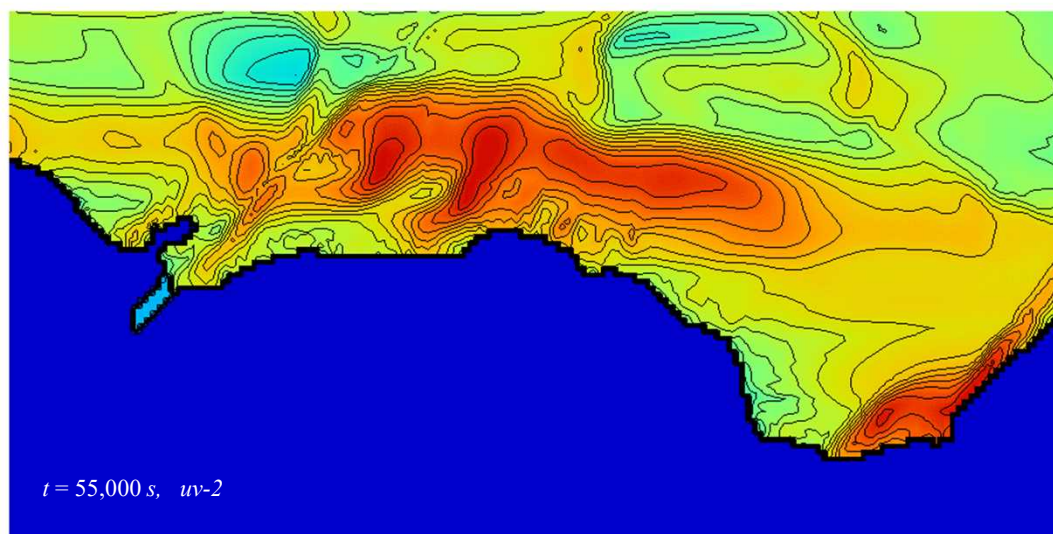
-20 2.5 $\log(C)$

59

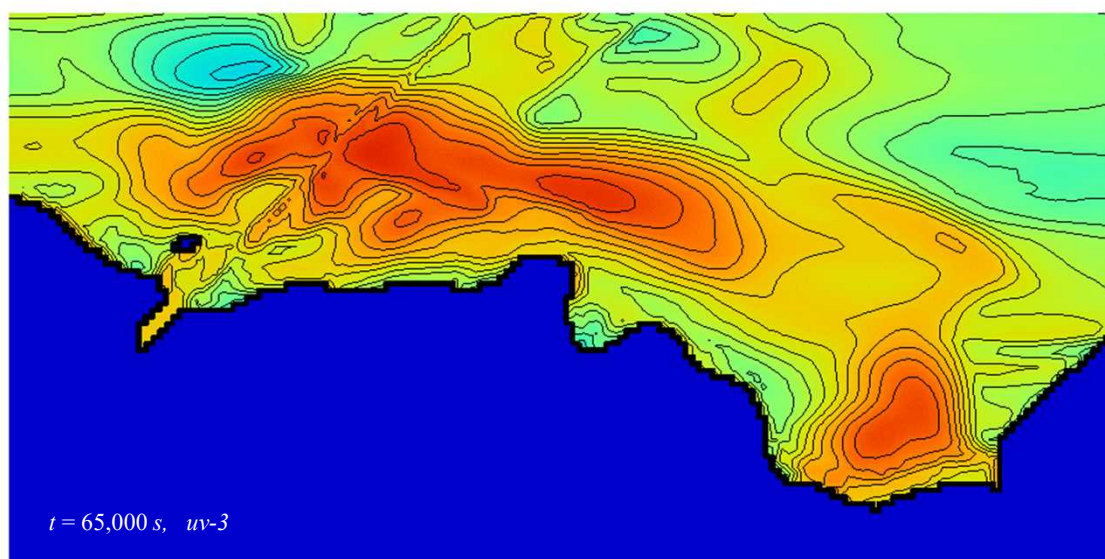


-20 2.5 $\log(C)$

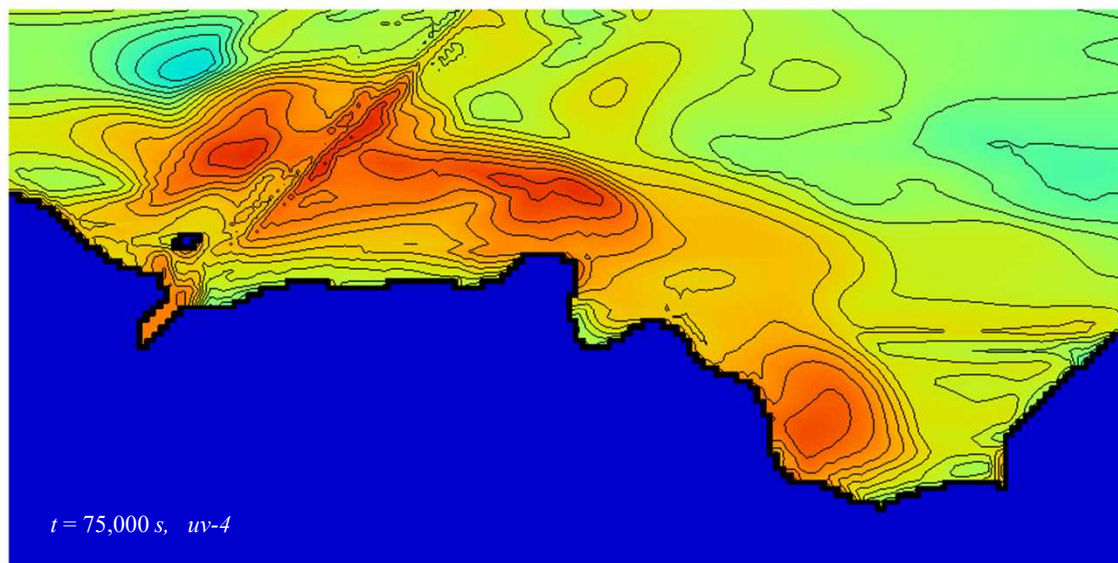
60



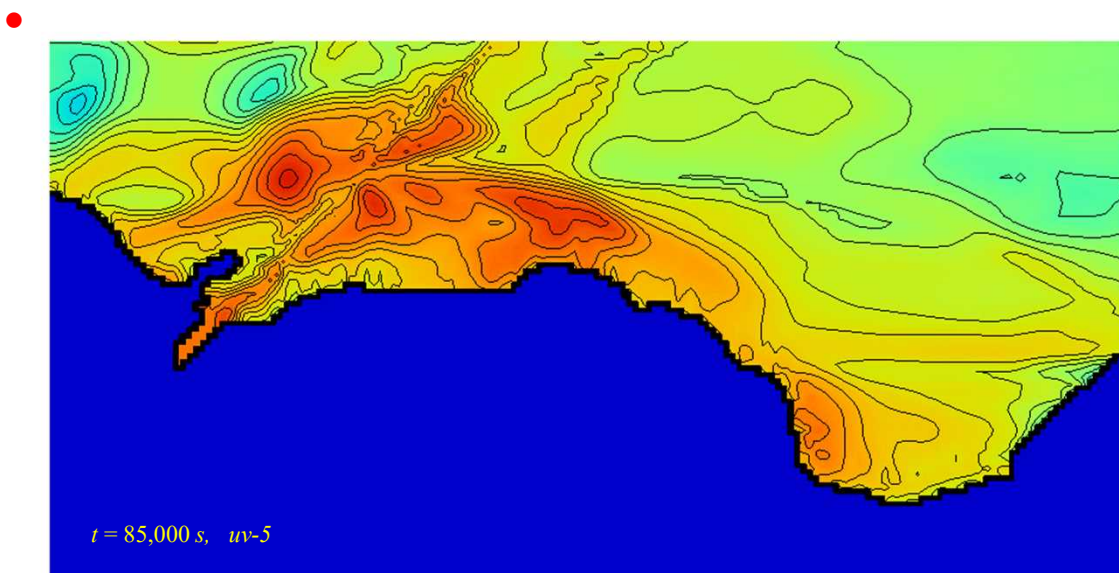
61



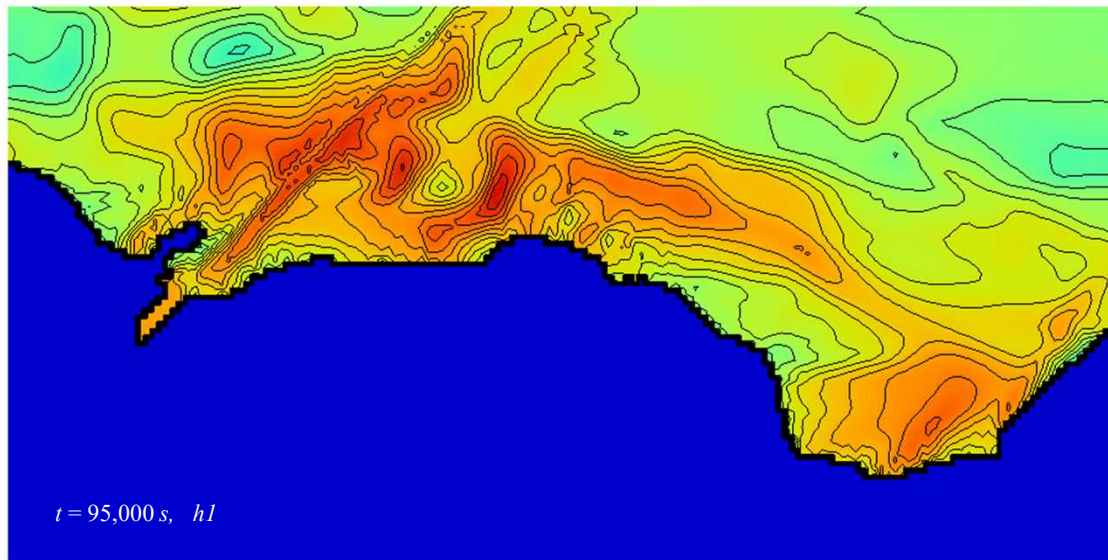
62



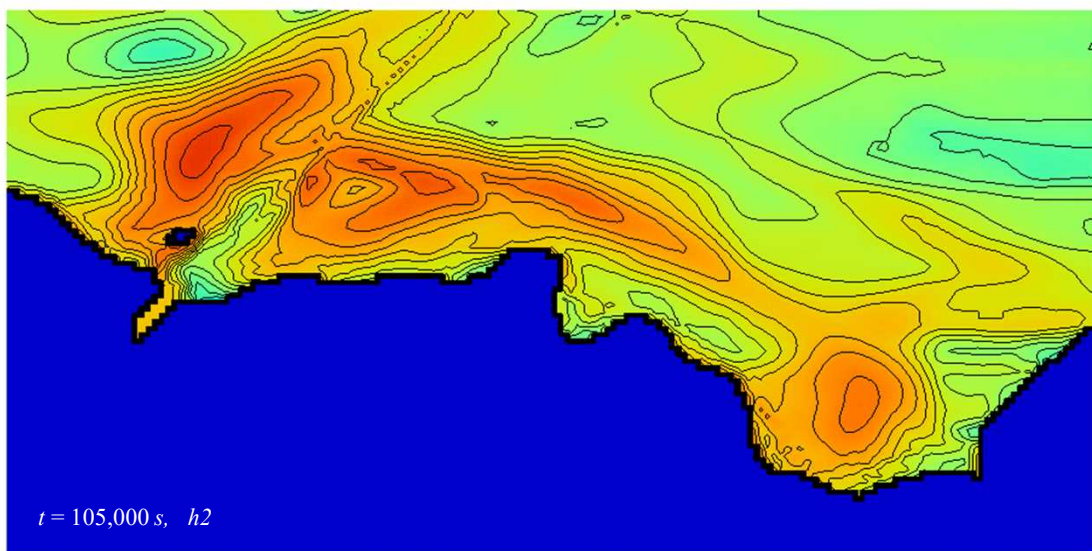
63



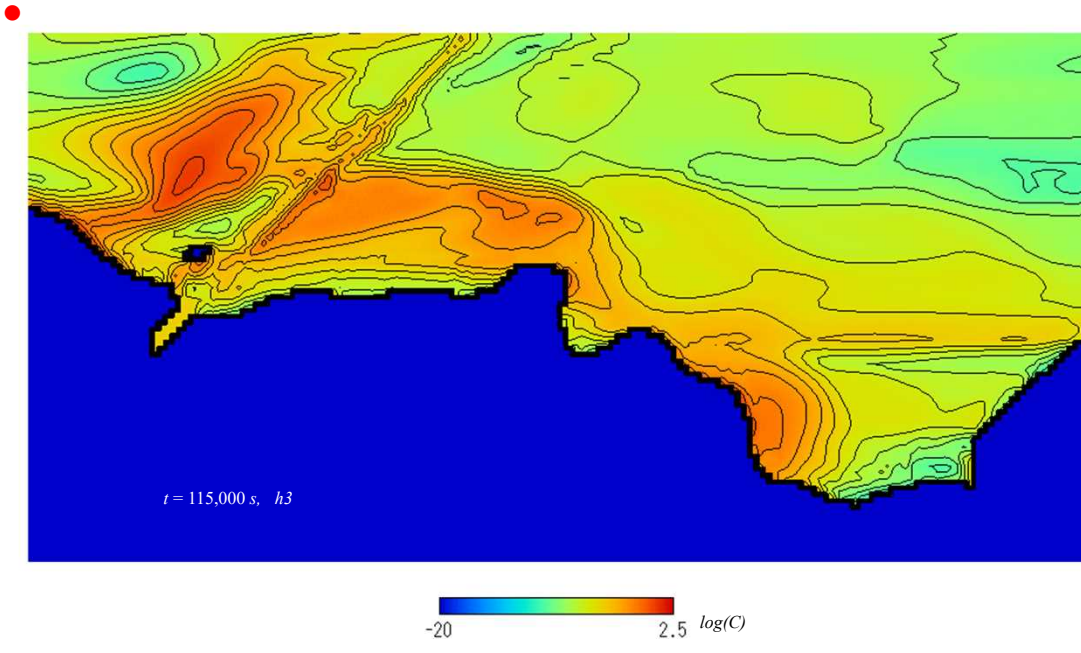
64



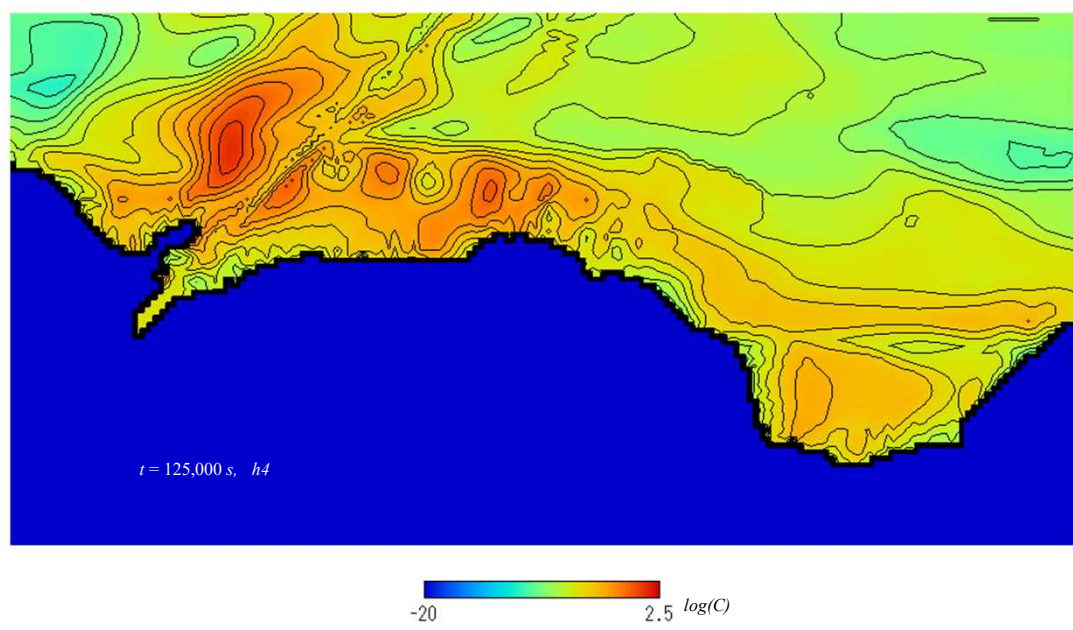
65



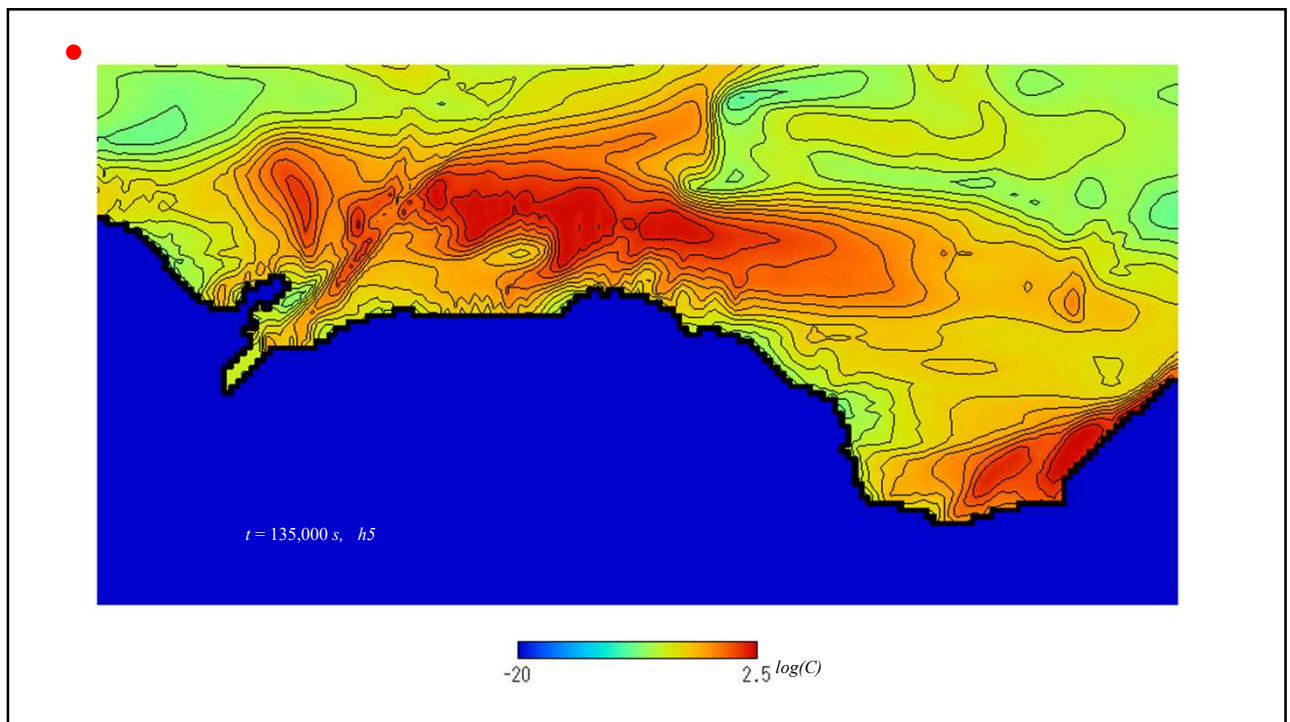
66



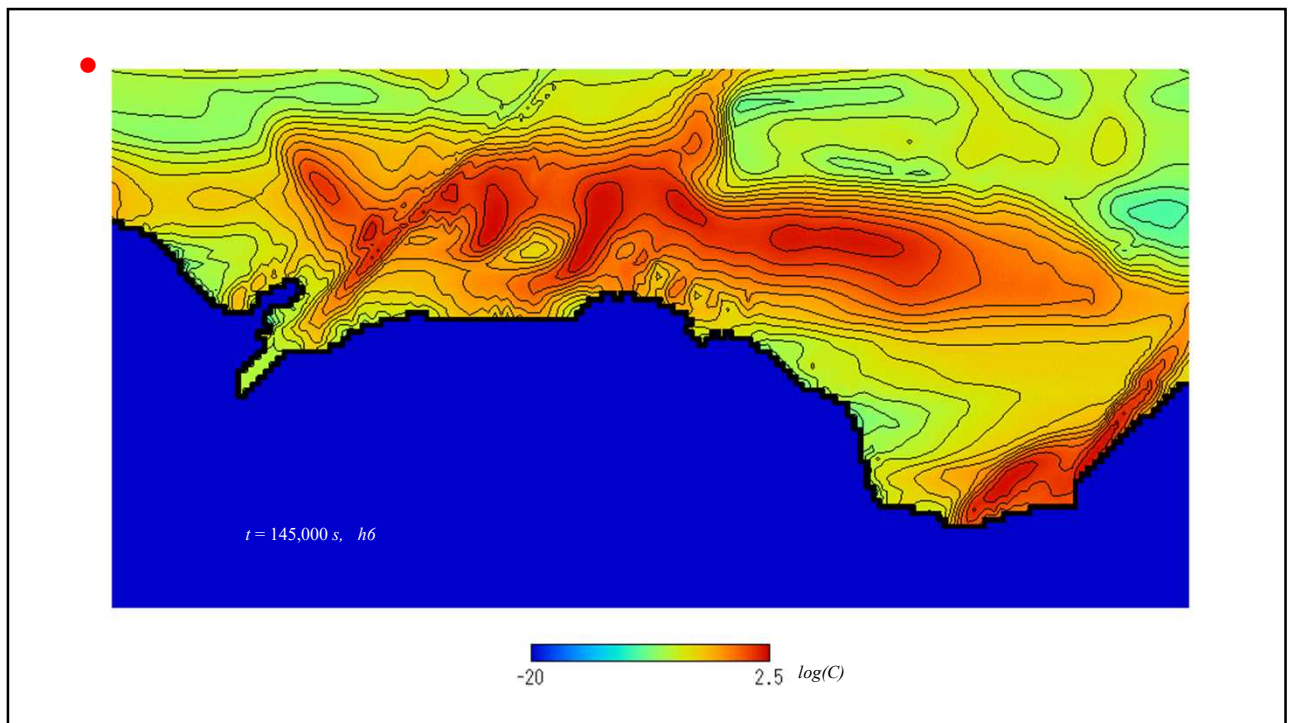
67



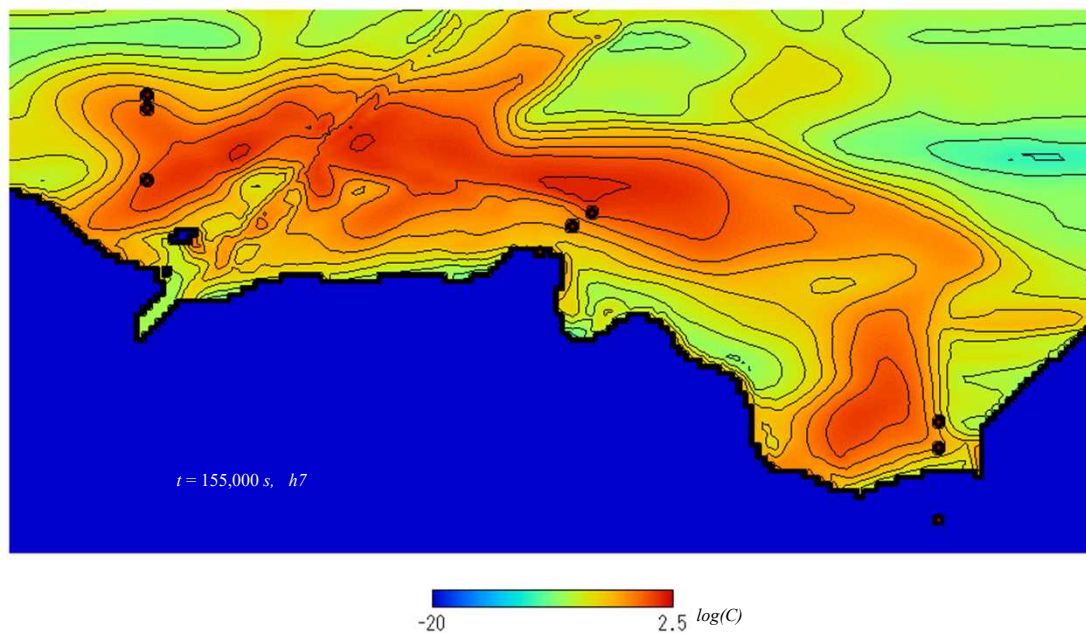
68



69



70



71

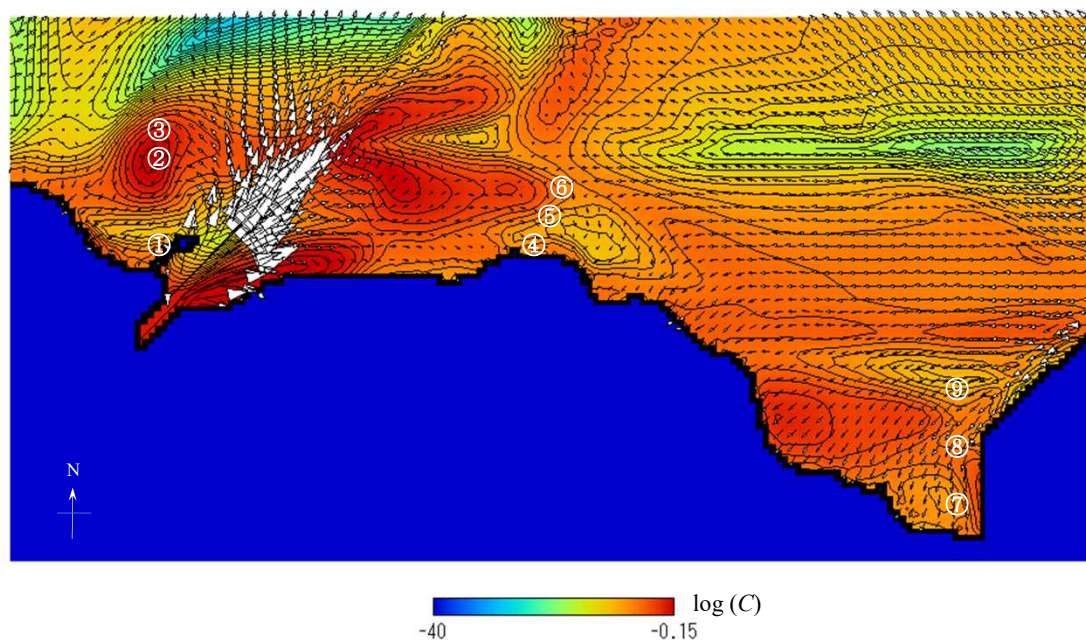


図-5 浮遊泥濃度の空間分布 (Run 4, $t = 30,000 \text{ s}$)

72

Some of Obtained Conclusions

1. 2000年以降の中津干潟の長期的傾向としては、顕著な侵食・堆積は認められないが、近年では堆積・侵食の振幅が増大傾向にある。
2. 2017年の九州北部豪雨災害に伴う出水では、翌春までの顕著な泥質化が認められた。18年も比較的出水しているが、細砂が流出した傾向が認められる。
3. 降雨データ解析によれば、17・18年の顕著な差異は、年最大降雨強度であり、40 mm/h以上の強い雨が降ると泥が流出することが示唆された。
4. 数値計算の結果、観測結果をもとにした仮説の通り、泥水は出水と潮汐残差流によって沖向き・東向きに流出し、一定流量計算ではほぼ1日、ハイドログラフを用いれば2～3日で観測結果を再現する。
5. 冬季は北西風による海浜流が加わり、より東向きの土砂輸送が強化される。出水はないものの、干潟の泥や砂が中津港に向かって流出する。

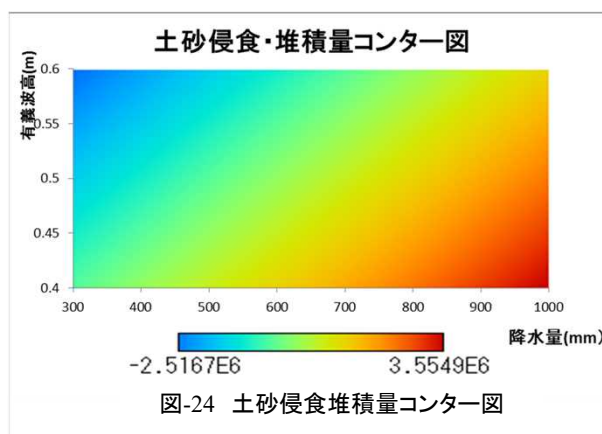
！ 通年的な汀線近傍の堆泥機構の解明、泥の生産機構の解明と将来予測・対策検討

73

■山国川・中津干潟の侵食・堆積機構の解明－多変量解析

重回帰式

$$\Delta V = a_0 + a_1 r + a_2 H_{1/3}$$



目的変数: 土砂侵食・堆積量 ΔV $\Delta V = 5.51 \times 10^3 r - 1.11 \times 10^7 H_{1/3} + 2.46 \times 10^6$
 説明変数: 降水量 r ・有義波高 $H_{1/3}$

74

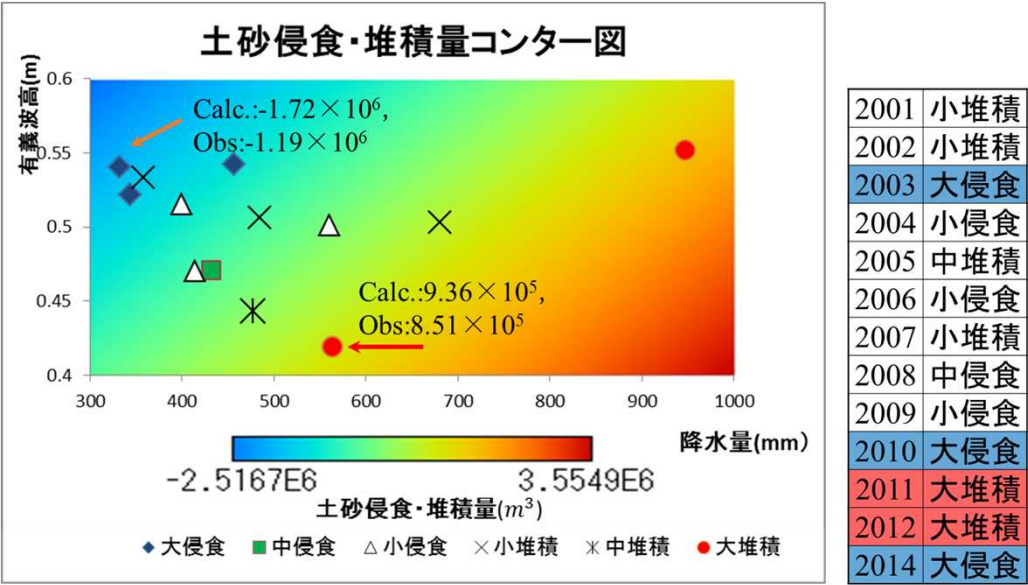


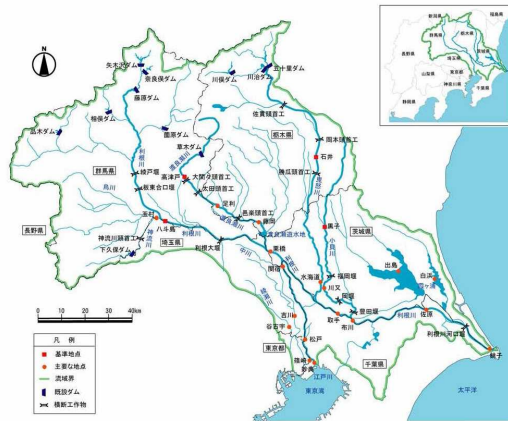
図-25 土砂侵食堆積量コンター図

75

5. 数値計算：流域土砂流出モデル（構築中）

76

5. 数値計算：流域土砂流出モデル（構築中）



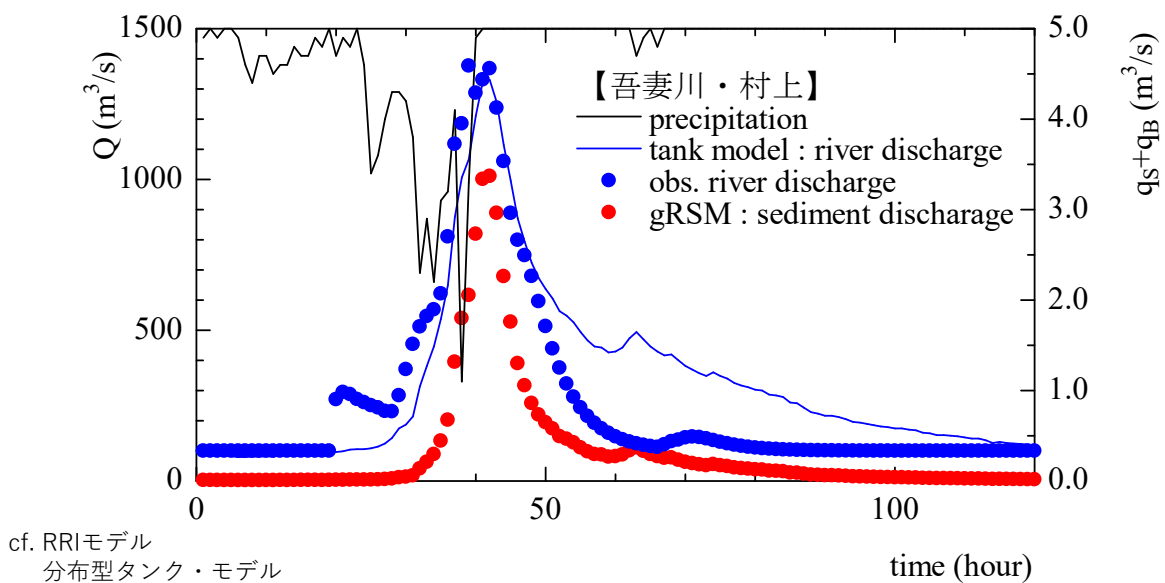
国土交通省資料より引用



群馬県資料より引用

77

■流域土砂流出モデル（構築中）



78

6. 地域シンポジウム「中津アカデミア」



79



R2開催時の全景

プログラム

受付開始 (9:00) みるさとのかみゆき自然「中津干潟と水辺」で、多くの研究者や大学生が日夜働いている
開 会 (9:30) ことあることはご存知ですか? この日は、研究者や学生の研究成果を市民の知見と共有しようとする試み
あいさつ (9:35) です。第一線の研究者と意見交換する貴重な機会になります。市民の知見はもたらす。これからの未来
を築くこととする中津市の皆さんにもぜひ参加していただきたいと思います。大学生や市民の知見をたっ
りきくことができます。生き物や環境に関心のある方たちにとって貴重な機会となることを期待します。

午前の部 (9:45~12:20)
研究発表
『生き物と環境』 みるさとのかみゆき自然「中津干潟と水辺」で、多くの研究者や大学生が日夜働いている
『中津の生物研究 隠された水生生物の力 (仮題)』 川井 田 俊 (鳥取大学 エシカル研究センター 助教)
『子どもたちと行ったアカシメのワークショップ (仮題)』 新井由紀子 (大分大学 教育学部 准教授)
水産大学校学生による研究発表 (中津出身の学生の発表もあるよ!)
日本文科大学学生による研究発表 (大学生ってなんの研究もしてるのかわかるかも!)
群馬大学学生による研究発表 (2020年5月に、中津からのアクセス大歓迎です!)
この他に中津市の高校生による発表もあるかも。お楽しみに!
表 彰 式 (11:45~12:20) 中津の海の結コンテスト入賞者発表・表彰・記念撮影
851 曲の応募の中から選ばれました!

午後の部 (13:30~15:30)
シンポジウム
シンポジウム 「こみと生きもの」 川・海・湖・沼と生き物と生物多様性の関係について (仮題)
司会 日本文科大学教授 池田 義人 氏
[飯沼川のかみゆきについて (調査報告)] 水産大学校 助教 山守 巧 氏
[飯沼川の生物多様性・環境の現状から (川・生物)] 水産大学校 助教 南條 隆志 氏
[ヨシ原など自然と生物多様性の関係から (川・生物)] 鳥取大学 助教 川井田 俊 氏
[多自然型利用と川・湖・沼について (川・生物)] 日本文科大学 准教授 中西 孝賢 氏
[川と海の環境の現状から (海・生物)] 群馬大学 准教授 磯崎 賢一 氏
[砂浜の生きものと海洋ごみについて (海・生物)] 水産大学校 教授 須田 有輔 氏
[希少生物の保護と環境の改善の現状から (生物)] 日本文科大学 名誉教授 杉浦 義雄 氏
[化境ごみなどの現状から (環境教育)] 大分大学 准教授 新井由紀子 氏

意見・質問の受付 YouTube ライブを使用して録画配信を行う予定です。YouTube ライブにはチャット機能があり
ますので、書き込みの中で注目すべきものには返信もさせていただきます。リアルタイムで質疑
応答いたします。

YouTube ライブへのアクセスは
水辺に遊ぶ会 **検索**

MAP

水辺に遊ぶ会の HP から、ライブ配信のページに
リンクをつなぎますので、是非ご利用ください。
ライブ配信は YouTube ライブを利用しています。
YouTube ライブにはチャット機能があります
ので質問などにも書き込みができます。司会者が
気になる質問や意見をピックアップしてシンポジウ
ムの中で取り上げたいと思います。参加お待ち!

お問合せ先 NPO法人 水辺に遊ぶ会
E-mail: info@mizubeniasobukai.org
TEL 0979-77-4396 (土日祭日休)

当日連絡先 HP 090-7385-4386・090-1199-6190
このチラシは、福徳環境ジャパン/日本環境株式会社/株式会社により
作成されました。

80

7. 主な結論

- ①対象フィールドとする山国川・中津干潟において、**2017年九州北部豪雨災害による出水による顕著な泥質化**が認められた。泥質化は翌春には解消された。
- ②2018年も降雨量・総流量はほぼ同等であったが、細砂の供給があった。17、18年の顕著な相違は年最大降雨強度であり、これが山地・河川からの流出土砂の粒径を決めている可能性が示唆された。
- ③申請者らが開発している**WDM-POMとgRSM**によって、**17年出水による泥質化を定性的に再現**することができた。現在、定量的な検証を行っている。
- ④**タンク・モデルとgRSM**によって**利根川上流吾妻川流域において流域土砂流出計算**を行った。現在、分布型化して河道モデルと連携し、現地観測データによるモデルの妥当性検証を行っている。
- ⑤**地域シンポジウム「中津アカデミア」に4回目の参加を行い、2学生の発表と申請者はパネル・ディスカッションのパネラーとして議論**を行った。相変わらず地域住民の多数の参加があり、山国川と中津干潟に対する注目度の高さが伺えた。

81

8. 今後の予定

- ①流域土砂流出モデルの分布型化➡利根川上流域，山国川上流域全域
- ②**河道モデルの構築** ...分布型流域土砂流出モデルの河道モデル
- ③現地観測データによるモデルの妥当性検証
- ④WDM-POMとの連結による**SPR-WDMPOMの構築**
- ⑤山国川・中津干潟への現地適用と現地観測データによる妥当性検証
- ⑥**耶馬溪ダム・平成大堰の排砂による中津干潟の泥質化抑制対策の検討**
- ⑦利根川上流域への現地適用による**八斗島周辺部河床変動計算における上流端境界条件の検討**

82

