

旭川における砂州の樹林化機構と 礫河原再生の現地試験

岡山大学大学院環境学研究科
前野詩朗

基礎水理シンポジウム
平成21年12月21日

1

30年前との景観比較

現状河川の課題

1980

2002

景観：木が増えた、石ころが見えなくなった
治水：木が増えて、流れ難くなった
親水：鬱蒼として、人が遊びに行かなくなった
生態：日本の古来の川らしい生態系が失われている

2



カワラナデシコ

カワラハハコ



3

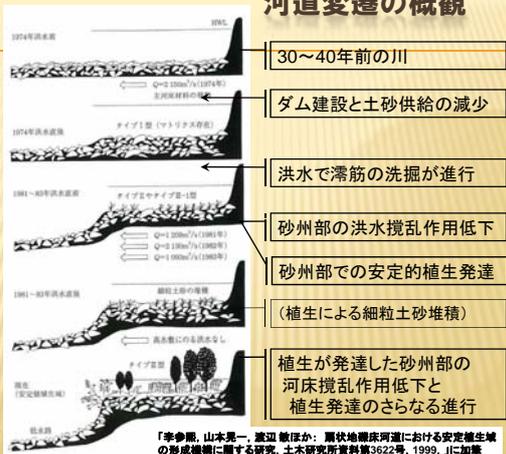
構成

1. 河道変遷概要
2. ヤナギ林の拡大機構とその抑制技術
3. 礫河原の再生の現地試験



4

河道変遷の概観



調査地の位置と概要



河道変遷概要

6

調査河川の概要



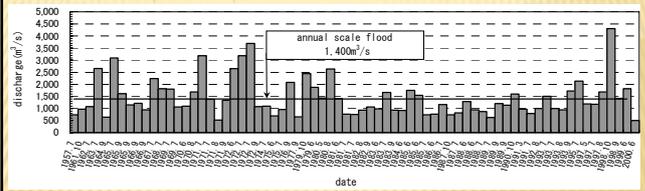
- ・平均河床勾配 1/670
- ・平均年最大流量 1,400 m³/s
- ・川幅 300m程度
- ・河床材料d_R 40~70mm

河道変遷概要

7

Table 1 Main floods of Asahi River

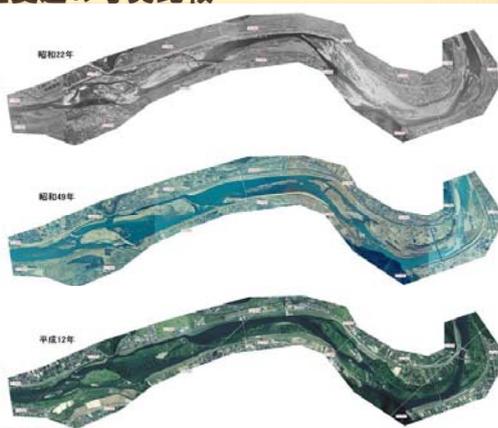
旭川における過去の主な洪水



ranking	date	discharge (m ³ /s)	cause
1	1934. 9.21	6,000	typhoon
2	1945. 9.18	4,800	typhoon
3	1998.10.18	4,405	typhoon
4	1972. 7.12	3,700	seasonal rain front
5	1971. 7. 1	3,180	seasonal rain front

8

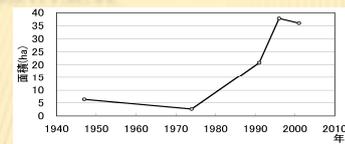
河道変遷の写真比較



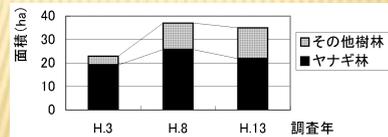
河道変遷概要

9

樹林面積の変化



1950年代以降における樹林面積の変化



近年における樹林面積の変化

10

植生変化 (ヤナギ林)

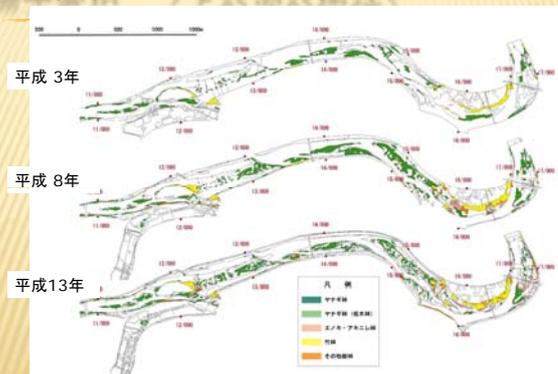


※ ヤナギ林は、昭和50年代以降に急激に増大

河道変遷概要

11

植生変化 (その他の樹林)

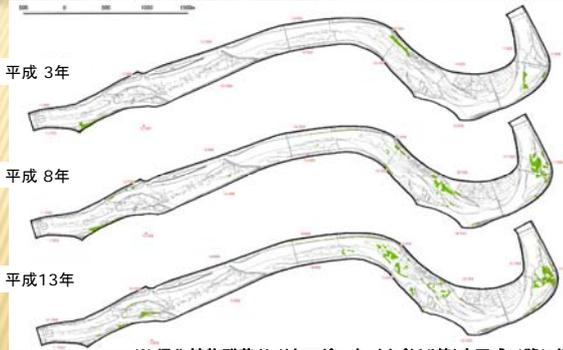


※ その他の樹林(竹林, エノキ林等)は、平成以降に増大

河道変遷概要

12

植生変化（帰化植物）

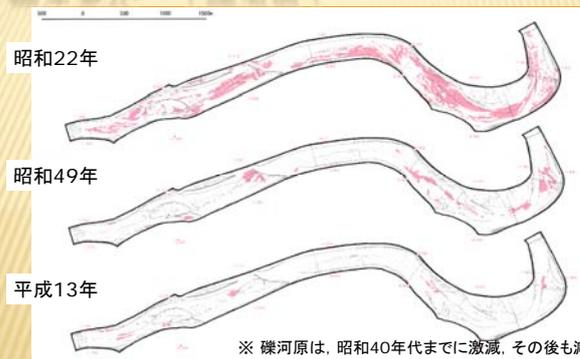


※ 帰化植物群落(セイカアワダチソウ, オオバコ等)も平成以降に増大。最近の変化

河道変遷概要

13

植生変化（礫河原）



※ 礫河原は、昭和40年代までに激減、その後も減少
昭和22年 66.4 ha → 平成13年 5.2 ha

河道変遷概要

14

複断面化の進行



- 滞筋河床の低下（無次元掃流力約2～4割増加）
- 砂州河床の上昇（ " 約2～4割減少）

河道変遷概要

15

「河道変遷概要」 まとめ

- ・旭川の河相は、樹林化等によって大きく変化した。
- ・河相の変化は、近年の治水事業等に伴う河道特性量の変化によって、急速かつ一方向的に進んだ。
- ・そのような状況は、現在の河道の物理システムを変えない限り改善されないと考えられる。

河道変遷概要

16

ヤナギ林の拡大機構とその抑制技術

- 1) ヤナギが定着する立地の条件
- 2) ヤナギの定着と砂州の安定の共役関係
- 3) 洪水によるヤナギ林の破壊
- 4) ヤナギの再成長
- 5) ヤナギの定着箇所
- 6) ヤナギ林拡大機構のまとめ
- 7) 管理技術

ヤナギ林の拡大機構とその抑制技術

17

ヤナギが定着する立地の条件



アカメヤナギ
 ① ② ③ ④ ⑤
 ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
 ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

湿潤プランター
: 毎日水やり, 水位一定

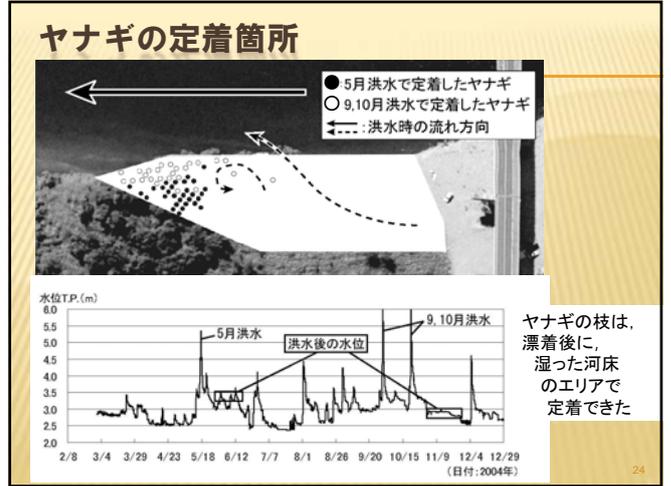
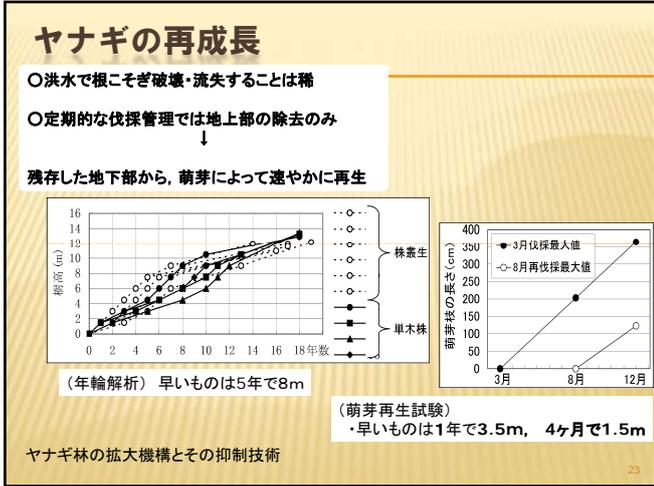
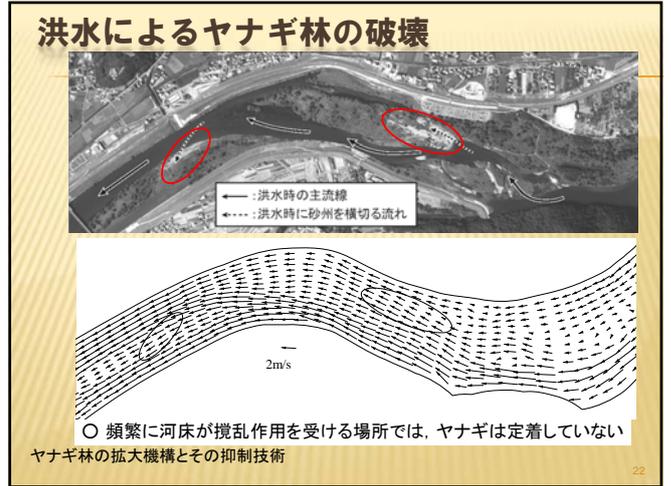
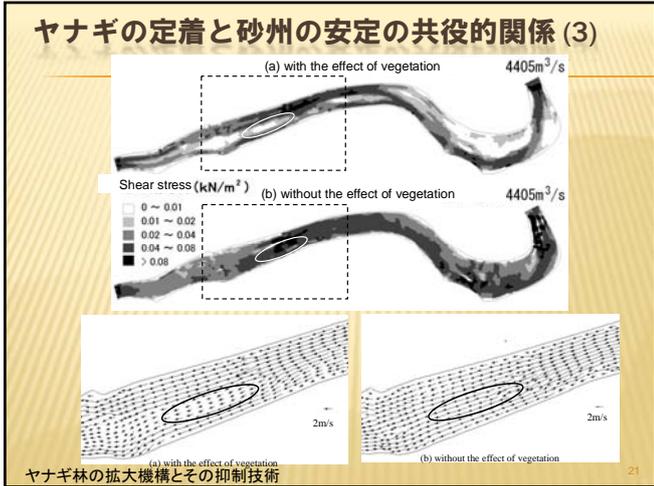
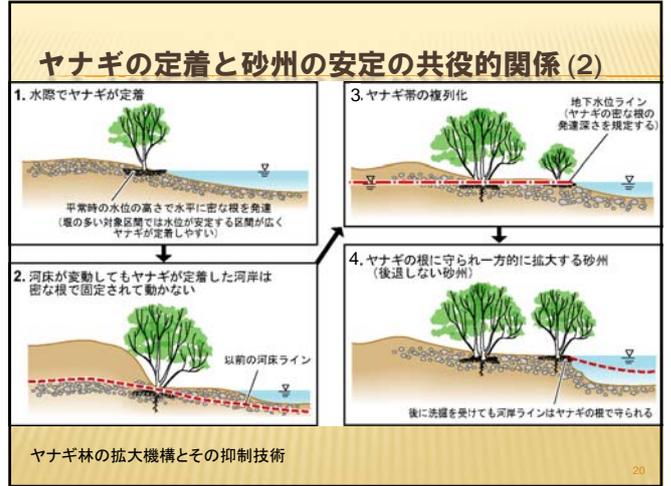
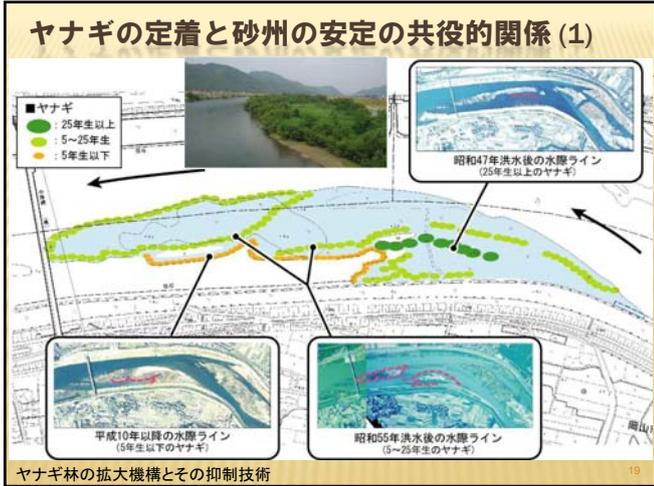
乾燥プランター
: 降雨のみ

○ 湿った河床に流れ着いたものだけが定着する
 ・水辺で湿った河床に根を発達させ、葉を展開させることが出来たもの

- × 乾燥した場所では定着できない
- × 一時的に湿った河床で成長しても、その後の乾燥で枯死する

ヤナギ林の拡大機構とその抑制技術

18



ヤナギ林拡大機構のまとめ

- 1) ヤナギは湿った場所で定着する。一時的に成長しても、その後の乾燥で枯れる。
- 2) 攪乱の大きな場所では、ヤナギは定着できない。また、ヤナギ林の発達は、河床の安定に寄与する。
- 3) ヤナギは、地上部が破壊されても、残った地下部で再生する。
- 4) ヤナギ林の分布は、洪水の流れを支配する。



ヤナギ林の拡大機構とその抑制技術

25

ヤナギ林の管理技術の提案

- 1) ヤナギの枝は、洪水時の死水域に漂着する。
⇒ 特に水際部では、死水域を形成させない整備を行う。
- 2) ヤナギは湿った場所で定着する。一時的に成長しても、その後の乾燥で枯れる。
⇒ ダムの放流調整や、堰の可動化整備による「水位操作」で、ヤナギの漂着河床を乾燥させる。
- 3) 攪乱の大きな場所では、ヤナギは定着できない。また、ヤナギ林の発達は、河床の安定に寄与する。
⇒ 水制工の設置等により、河床変動を部分的に回復させる。
- 4) ヤナギは、地上部が破壊されても、残った地下部で再生する。
⇒ 地上部の伐採管理は一時的効果。抜根など対策必要。
- 5) ヤナギ林の分布は死水域となり、洪水の流れを支配する。
⇒ 洪水流の一時貯留、放水路への分流促し、安定生態域の保護、ヤナギ林の水制工、など

ヤナギ林の拡大機構とその抑制技術

26

礫河原再生の現地試験

- 1) 現地試験の概要
- 2) 大原試験区の課題
- 3) 祇園試験区の計画
- 4) 持続的礫河原整備の基本コンセプトとその達成状況
- 5) 滞筋部の変化
- 6) 目標とする攪乱頻度
- 7) セクションのまとめ

礫河原の維持機構

27

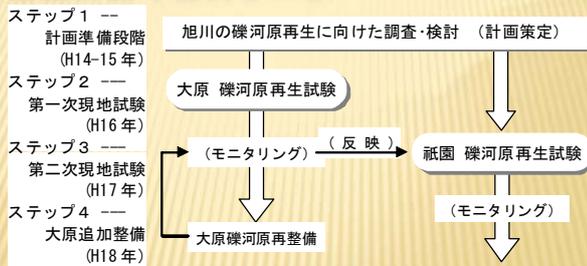
持続的礫河原の基本コンセプト

- i) 漂着させない
..... 植物の繁殖体(枝や種子)が漂着する死水域をつくらない。
- ii) 活着させない
..... 河床表層の細粒土砂を掃流除去する。
- iii) 定着させない
..... 河床変動によって、植生を消失させる。

礫河原の維持機構

28

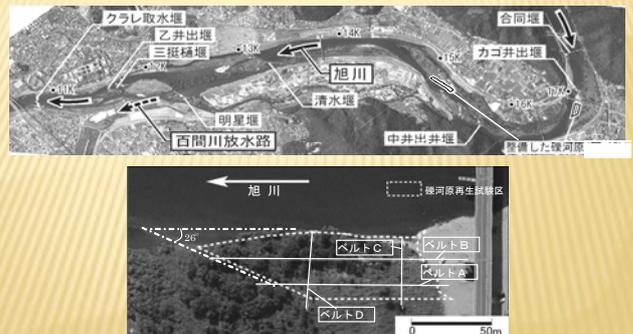
現地試験スケジュール



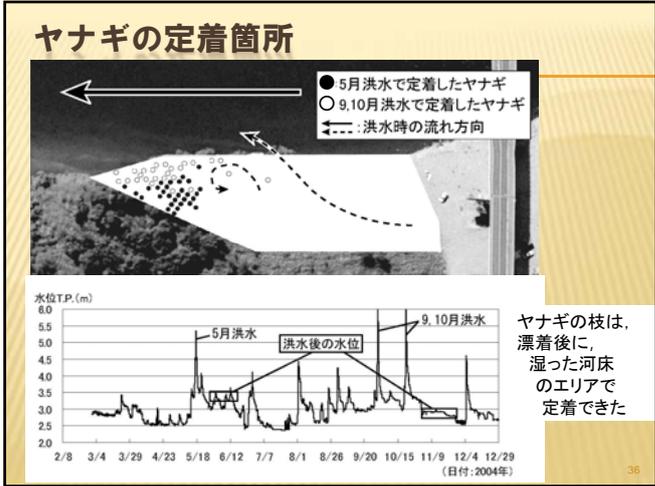
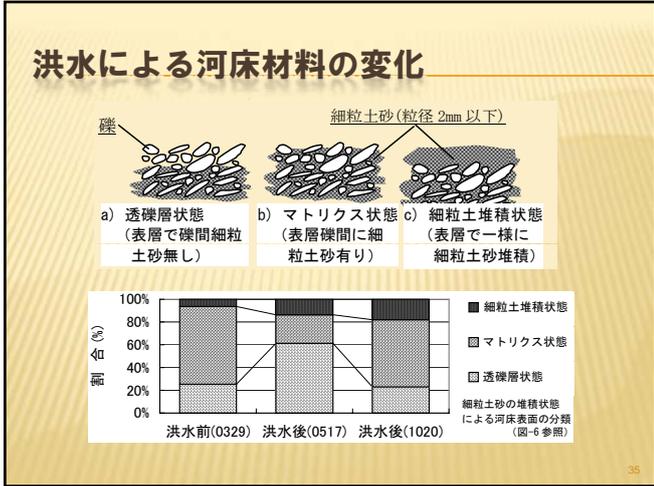
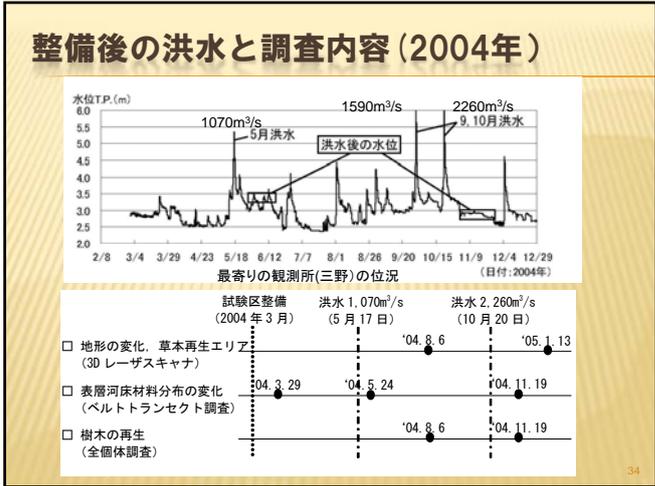
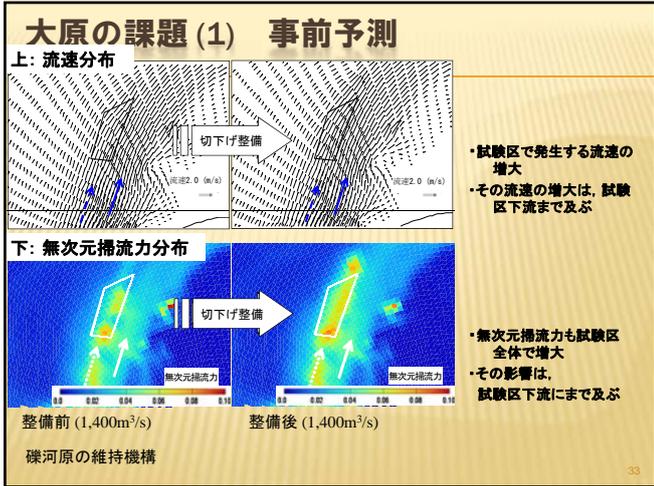
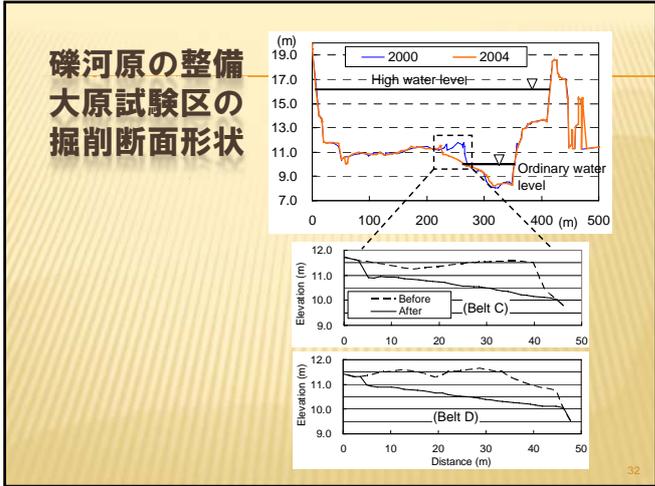
礫河原の維持機構

29

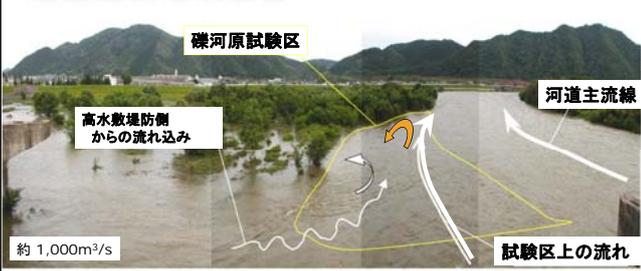
礫河原の整備 (大原試験区)



30



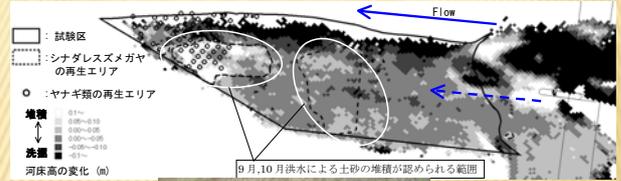
洪水時の流況写真



礫河原の維持機構

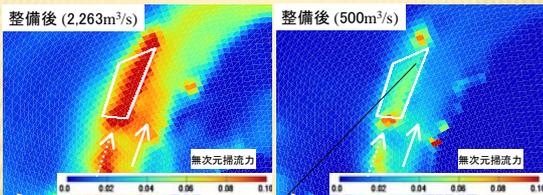
37

シナダレスズメガヤの再生



38

事後の再現予測



- ・ 試験区域下流で相対的に無次元掃流力が小さくなる (切り下げた砂州がちょうど冠水する程度の流量時)

礫河原の維持機構

39

その後の洪水と追加の整備

2005年9月(980m³/s),
2006年7月(2830m³/s)



シナダレスズメガヤの倒伏状況(2006年7月撮影)
2~3年生のシナダレスズメガヤが緑の河床保護工となり河床攪乱を妨げた。

図-6 大原試験区の航空写真(2006年8月撮影)

エリア①でシナダレスズメガヤとツルヨシが優先し、ヤナギも確認されていた。この植生を除去しエリア②では、発達していたシナダレスズメガヤ群落の除去を行い、さらにエリア①の下流端から、エリア②にかけて素掘り水路を開削した。さらにこの水路を設けることで、エリア③及び④のシナダレスズメガヤ群落からの種子供給を抑える効果も期待している。

40

持続的礫河原の基本コンセプト

大原地区では下記の自発的に礫河原を維持するためのコンセプトを満足させるのは難しい。

- 漂着させない
..... 植物の繁殖体(枝や種子)が漂着する死水域をつくらない。
- 活着させない
..... 河床表層の細粒土砂を掃流除去する。
- 定着させない
..... 河床変動によって、植生を消失させる。

礫河原の維持機構

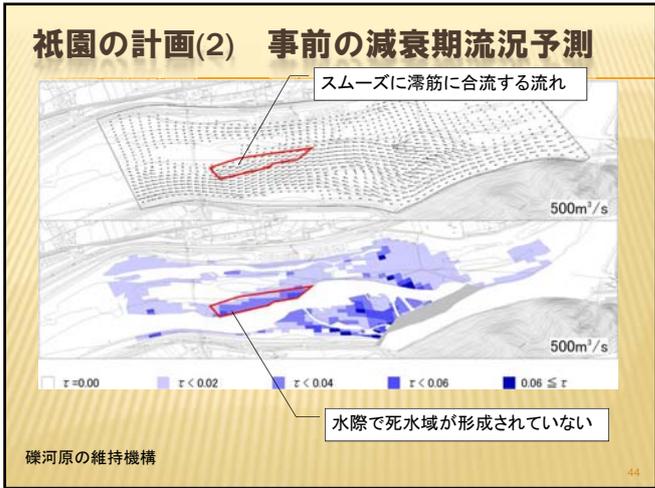
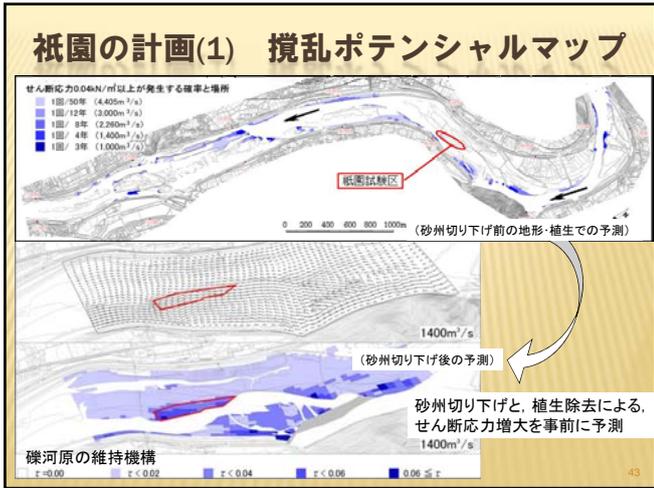
41

礫河原の整備 (祇園試験区)



礫河原の維持機構

42



I) 漂着させない 達成

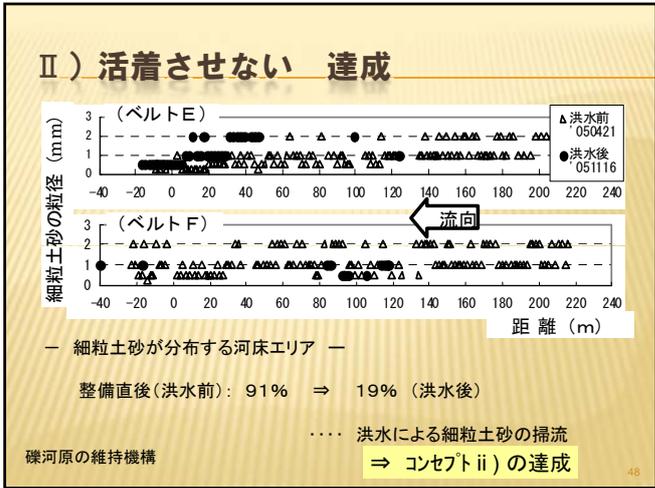
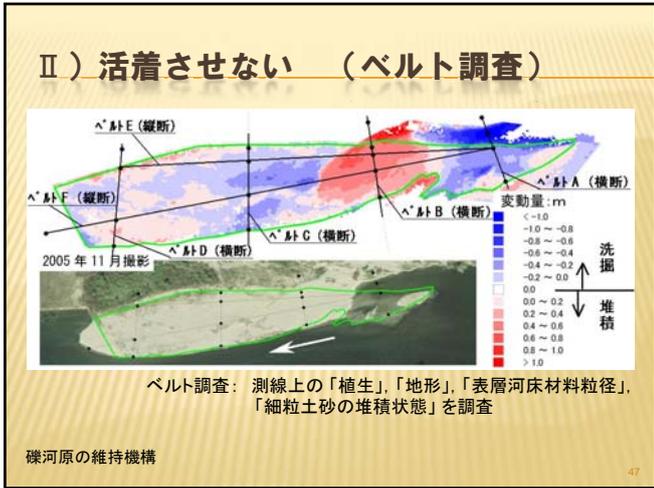
i) 漂着させない
..... 植物の繁殖体(枝や種子)が漂着する死水域をつくらない。 ⇒ 達成

ii) 活着させない
..... 河床表層の細粒土砂を掃流除去する。

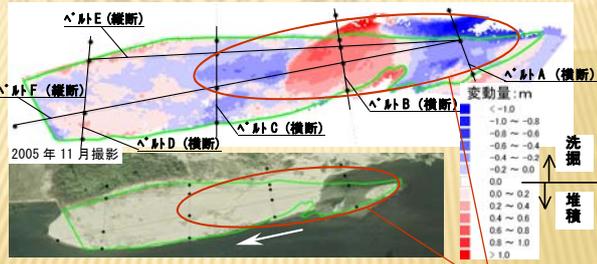
iii) 定着させない
..... 河床変動によって、植生を消失させる。

礫河原の維持機構

45



Ⅲ) 定着させない 達成(1)



植生を定着させない河床変動の回復を予感させる。
 (砂州の切り下げが河床変動の引き金になった可能性)

礫河原の維持機構

Ⅲ) 定着させない 達成(2)



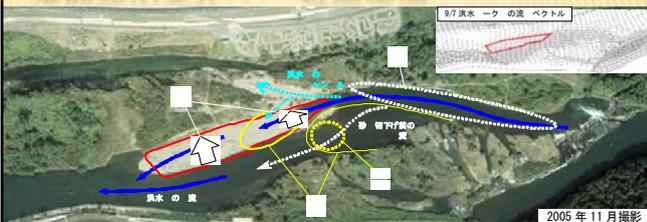
コンセプトiii)の達成



礫河原の維持機構

河床変動による植生の消失

滞筋部の変化(1) 祇園平面



- ① 砂州の切り下げによる、狭窄部の高速流の解消と有効流下断面の増大
- ② ①により、試験区上流の河岸洗掘が促進し、試験区への土砂供給が起こった。
- ③ ①と、②の土砂供給が伴って、低水路内で新たな砂州形成が始まった。
- ④ 事前のアーマー化した河床の細粒化が進行中。

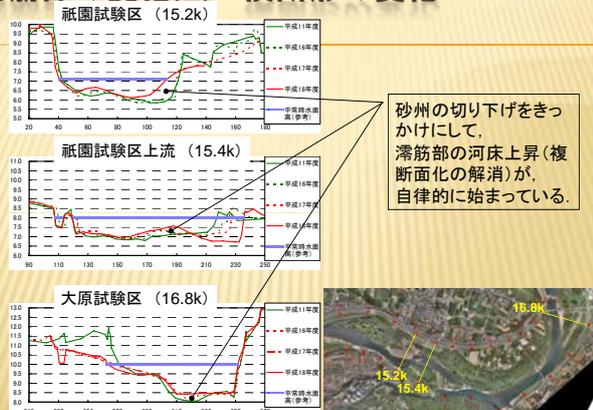
礫河原の維持機構

2006年洪水の攪乱効果



- ① 産卵場となりうる河床
- ② 砂州が下流に伸びた
- ③ 礫河原が広範囲に形成
- ④ 河岸侵食

滞筋部の変化(2) 横断形の変化



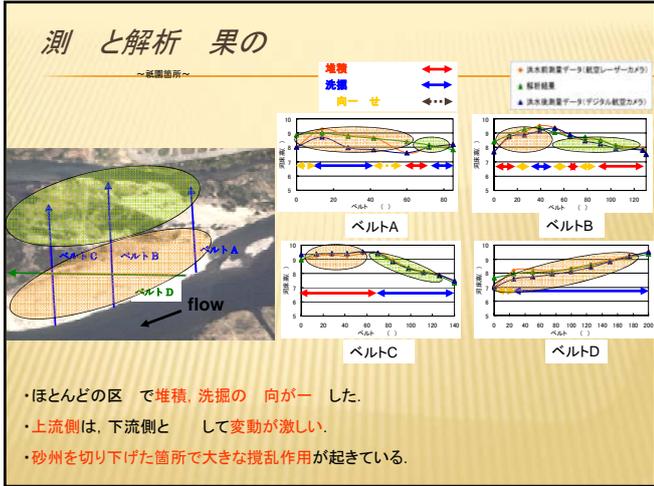
礫河原の維持機構

解析条件

祇園
 対象洪水
 日時:2006年7月19日
 流量:2825(m³/s)
 上流端流量:ハイドログラフ
 下流端水位:対象洪水の痕跡水位、過去の痕跡水位より推定



植生・河床データ
 航空レーザーカメラ (2006年2月撮影)
 デジタル航空写真 (2007年撮影)



現地試験結果のまとめ

- ・自立的礫河原を再生させるには, 河床を攪乱するせん断応力を確保する必要があるため, あらかじめ平面2次元解析で予測して, 礫河原を再生する箇所を ぶことが有効でる.
- ・植物の漂着を予防するために洪水減 期の礫河原が 度冠する程度の流量で死水域の発生の有無を予測しておくことが必要でる.
- ・河床攪乱は, 1回/1~2年の流量での頻度で河床攪乱が起これ , 植生の定着が抑制できる可能性が高くなる.
- ・砂州の切り下げにより, 滞筋部の 掘れ解消が自立的に始まる可能性が 有る.
- ・景観の回復や親水 用を増加させることができる. また, 親水 用により礫河原を維持することもできる.