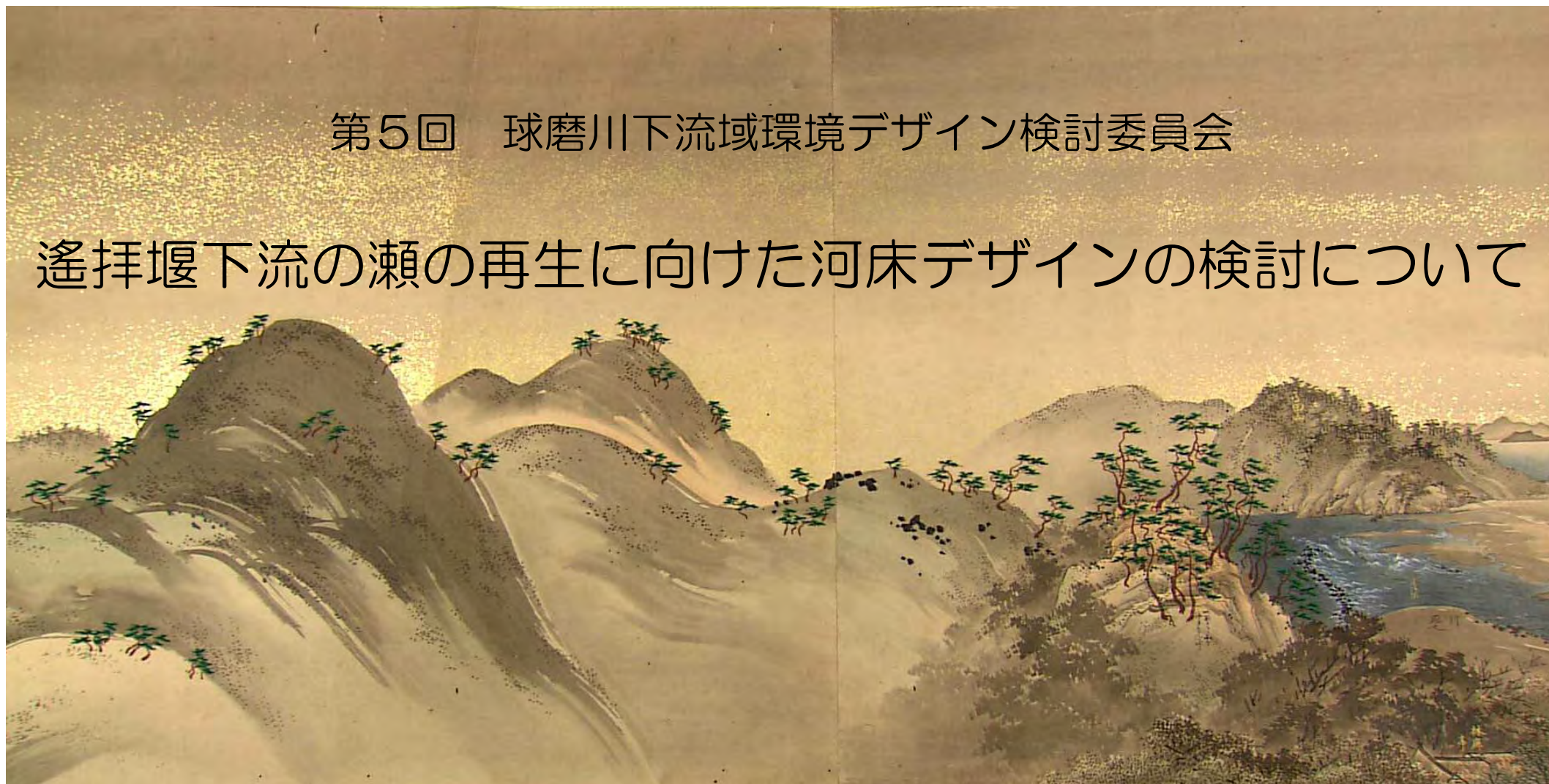


第5回 球磨川下流域環境デザイン検討委員会

遙拝堰下流の瀬の再生に向けた河床デザインの検討について



「領内名勝図巻」 寛政5年(1793年) 矢野良勝

平成26年1月15日

八代河川国道事務所

【 目 次 】

1. 瀬の再生の基本方針	1
2. 遙拝堰の変遷	2
3. デザインコンセプト	14
4. 試験施工の状況	33

1. 瀬の再生の基本方針

第4回の検討委員会で了承された6項目の河床デザインの基本方針およびそれに対応し、本委員会で議題とする内容について、以下に示す。

1. 加藤清正由来の旧遙拝堰（八の字堰）の形状を基本とする。
⇒八の字堰の構造について、古文書、研究書等を元に、考え方、構造、施工方法、材料等について抽出し、できるだけ旧遙拝堰（八の字堰）の形状の復元に努める。
2. アユの生息環境に配慮する。
⇒河床整備するにあたって、アユの生息に必要な環境条件を整理するとともに、エサ場環境の拡大、継続的な産卵場を確保する。
3. アユ以外の生物にも配慮する。
⇒アユ以外で球磨川の指標種と位置付けられる、ウナギに対しては多孔質な構造、ヨシノボリ属に対しては礫河床、モクズガニに対しては餌環境と回遊性の向上等を確保する。
4. 現代の自然景観に調和させるようなデザインとする。
⇒球磨川の現在の自然景観の調和すべく、出来る限り球磨川の自然素材を活用する。
5. 空間利用が促進されるようなデザインとする。
⇒水辺空間の利用といった観点から、左右岸からの近づきやすさを向上させる。
旧遙拝堰（八の字堰）の形状と復元した経緯を含め、歴史・文化の学習の場として次世代に引き継ぐための啓発を実施する。
6. 近代の河川技術（水理的な根拠）より詳細な構造を模索する。
⇒上記1～5の基本方針を考慮するとともに、洪水時に流出しにくい構造とする。

2. 遙拝堰の変遷

(1) 加藤清正と遙拝堰

遙拝堰は、加藤清正が肥後に入国して着手した事業の中でも、晩年に近い慶長13年（1608）頃に造られた。

八の字型は、急流である球磨川の力を斜めの堰で減殺し、長い堰体で流れを南北に分け、さらに、流れの先に設けた樋口で水を広大な八代平野の田畑に取り込む仕組みとなっていた。清正逝去直後の覚書とされている

『手島文書』には

“殿太守様（清正）ニハ水ヲ憎マス大切ニ致シ粗略に仕まじくも嗜候へと常の御諭遊ばされ候、千里の堤も蟻の一穴とかや”

と記されている。遙拝堰以前に着手された渡鹿堰や鵜ノ瀬堰、白石堰といった斜め堰も、水流に相對せず、その流れをいなしつつ制御した点で、「水ヲ憎マス」と言う清正の治水に対する姿勢を基本に造ったことがうかがえる。



加藤清正像（本妙寺蔵）

時代	年代	河川事業
安土桃山	天正16年（1588）	・加藤清正、肥後の国に入国 治水・かんがい・干拓事業に着手（渡鹿堰、石塘堰等）
江戸	慶長9年（1604）	・御船川に川田堰（上島堰）を構築
江戸	慶長10年（1605）	・寺田井手
江戸	慶長12年（1607）	・鵜ノ瀬堰
江戸	慶長13年（1608）	・ 遙拝堰 、萩原堤防
江戸	慶長14年（1609）	・太田井手
江戸	慶長年間 （1596～1614）	・六間石樋、若宮堰、大井樋、小井樋、辺場ノ前井手、築地堰 ・寺田井樋、寺田井手、赤星堰、横田井手、仮屋井手、白石堰、庄堰 ・遙拝井樋、前川堰
江戸	慶長16年（1611）	・病没

出典：『九州地方の古地理に関する調査 古の文化と豊かな自然』（平成14年3月、国土交通省九州地方整備局、国土交通省国土地理院）

『肥後藩農業水利 一肥後藩農業水利施設の歴史的研究一』（昭和45年12月、本多彰男）

2. 遙拝堰の変遷

(2) 絵図、写真等による遙拝堰（八の字堰）の形状

その1 遙拝堰 『領内名勝図巻 第十巻 求麻川筋（1793年：寛政5年）』

加藤清正が造った遙拝堰に最も近い姿は、旧熊本藩主細川家が所蔵している文物『領内名勝図巻』に描かれたものと考えられる。

作者の矢野良勝は、細川時代の肥後藩のお抱え絵師であり、雪舟の技法に習い、大胆な筆使いながら細い部分も極めて写実的に描く作風であった伝えられている。

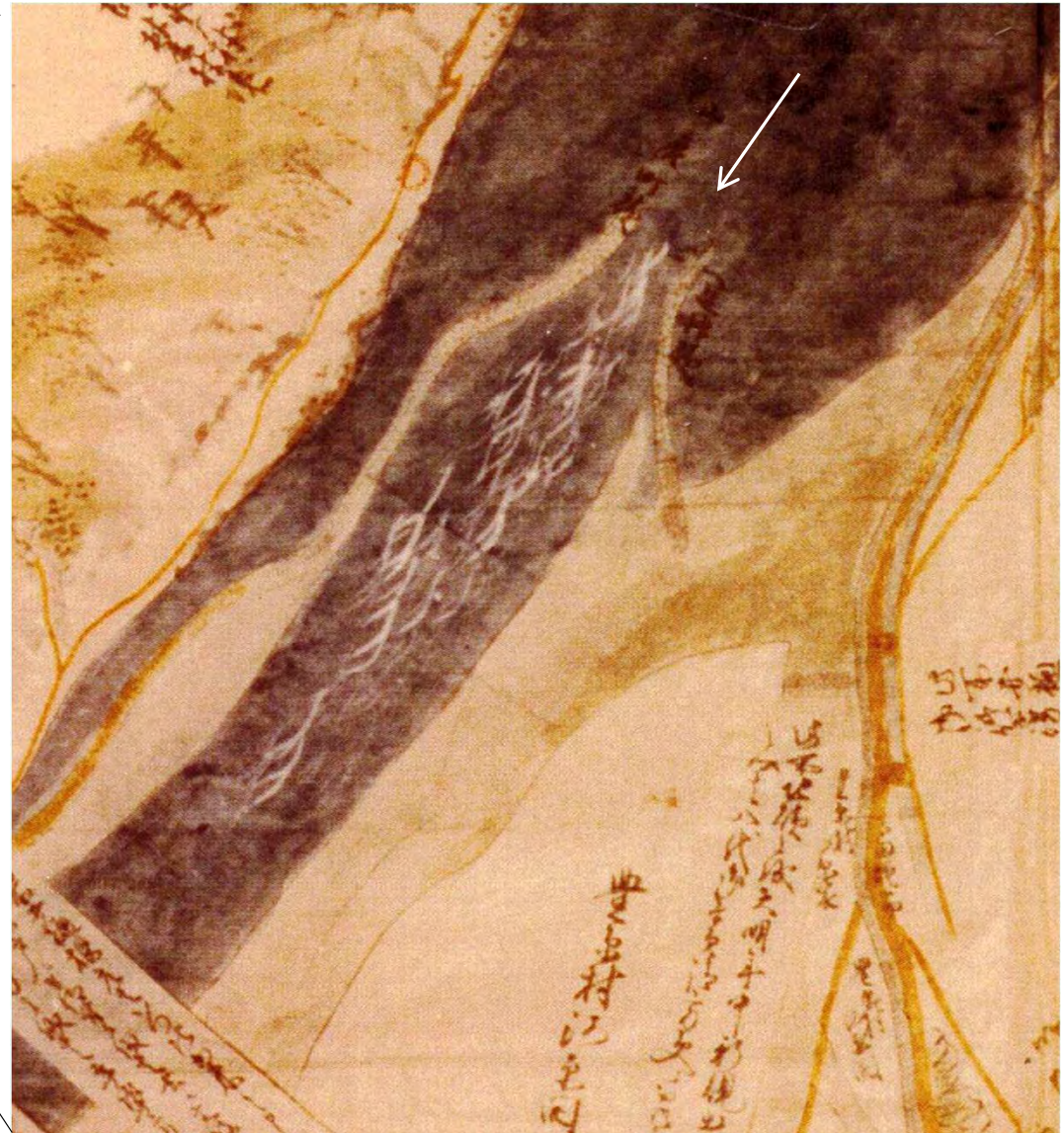
この遙拝堰は、画中の墨書から、右岸側から堰を見た風景であると推察される。



2. 遙拝堰の変遷

その2 遙拝堰 『球磨川絵図（1836年：天保7年）』

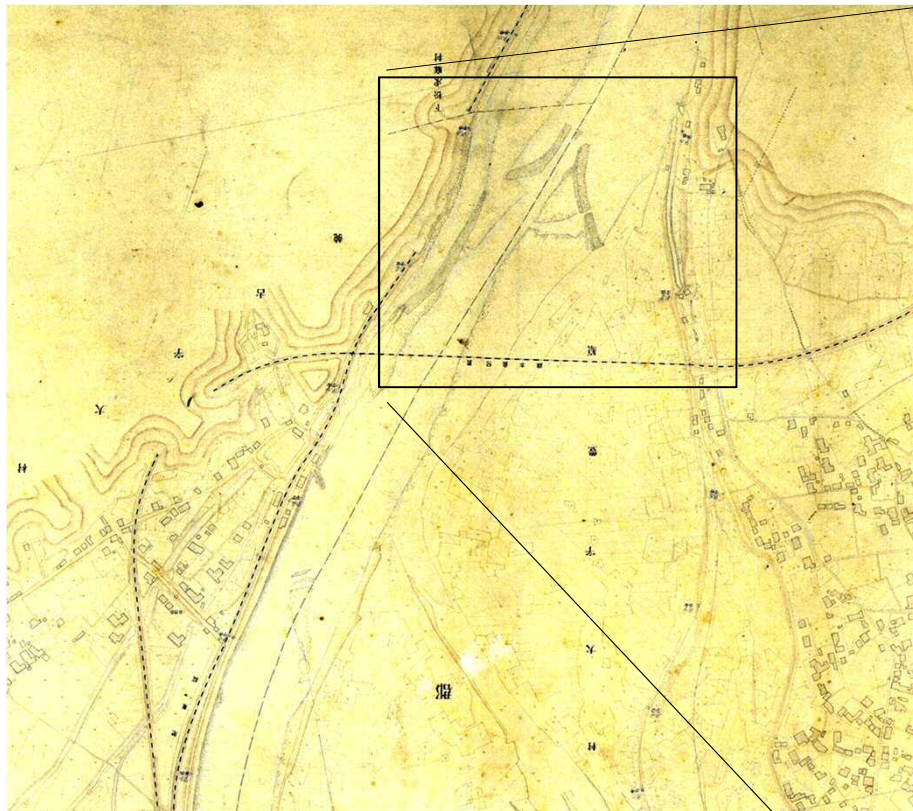
八代城主松井督之の時代に描かれた、球磨川絵図の遙拝堰である。流頭の開いた堰の間を流れ下る水が白い線で描かれている。



2. 遙拝堰の変遷

その3 遙拝堰 『球磨川測量図（1933年：昭和8年）』

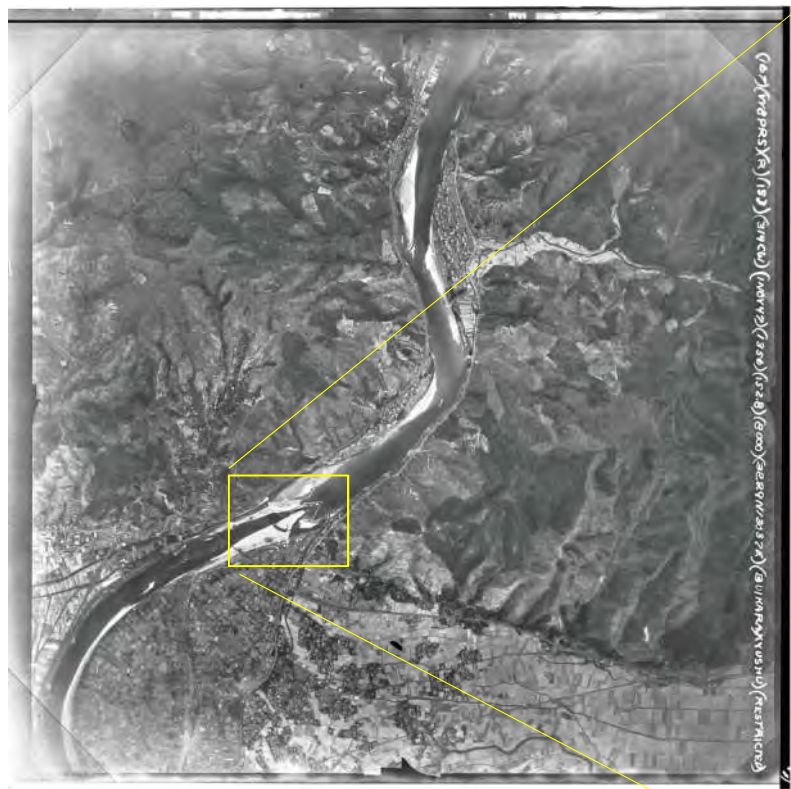
昭和8年の球磨川測量図面上の遙拝堰である。2本に分かれた堰の流頭にも、小規模な構造物があるが、全体の形は天保年間の球磨川絵図の遙拝堰、また、後年撮影された航空写真の堰の形にも極めて類似しており、コンクリートの八の字堰に改変される前の姿を正確に伝えている。



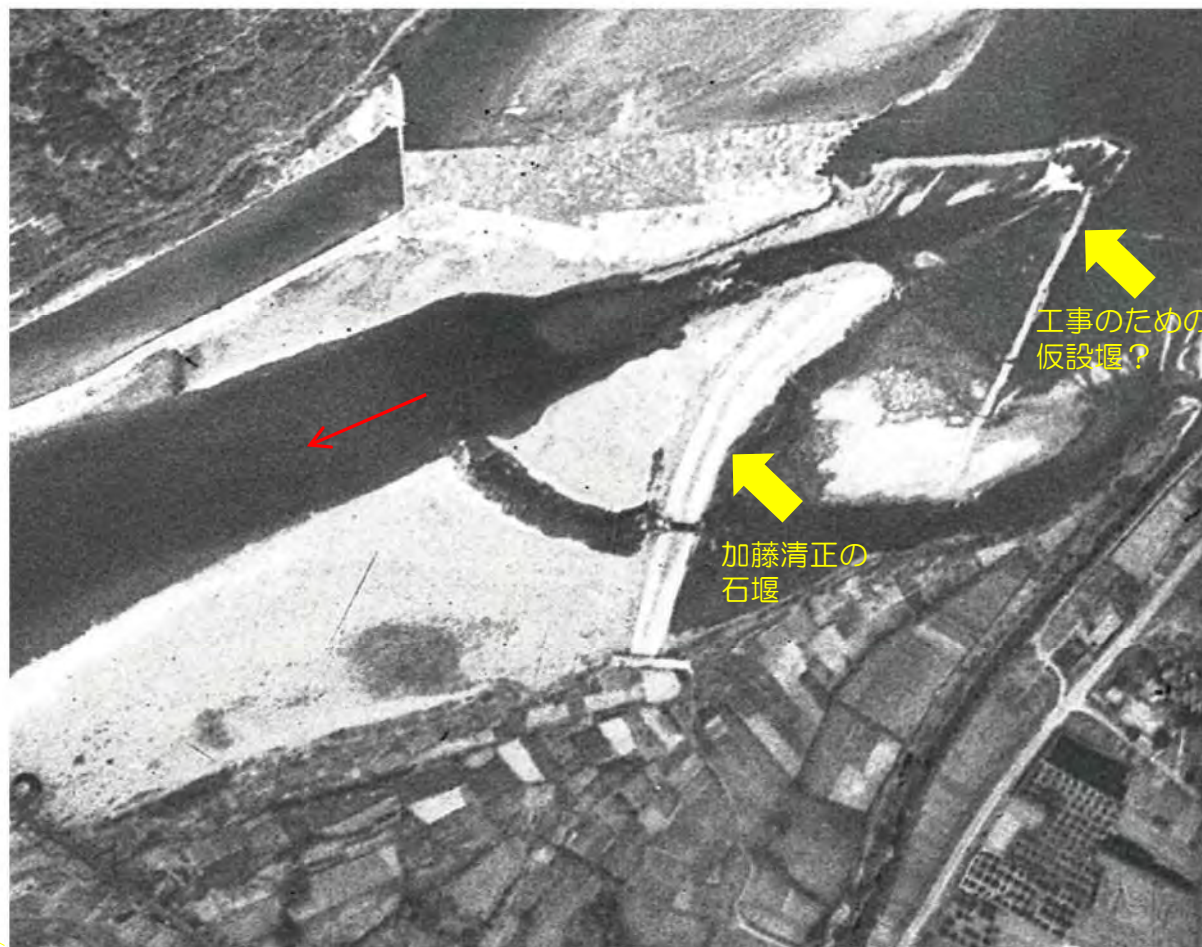
2. 遙拝堰の変遷

その4 遙拝堰 『航空写真（1947年：昭和22年）』

昭和22年に撮影された遙拝堰。改修の時期は不明であるが、石堰からコンクリート堰へ改変された後の写真と思われる。1970年（昭和45年）に農学博士の本多彰男が著した『肥後藩農業水利史』に記述された遙拝堰の姿は、この写真の頃のものではないかと推察される。



（国土地理院所蔵）



“石堰の平面形は、幅400mの川の中に八字形に構築されている。石堰の長さは、宮地側は約350m、高田側300m。両石堰の間は舟や筏の通路として30～40mあけ、増水時は堰の上を水が越す仕組みである。また、宮地側には石堰につづき用水取り入れ口の堤防が250mあるので、総延長実に900mにおよぶ雄大なものである。” 『肥後藩農業水利史』（昭和45年）より

2. 遙拝堰の変遷

その5 現在の遙拝堰

遙拝堰は、昭和43年に可動堰に改築された。建武年間（1300年代）、遙拝堰の起源となる杭瀬を造った内河氏より堰の総鎮守として建立された遙拝神社では、境内の堰を見下ろせる一角に、この事業を記念して建てられた石碑と八の字堰の姿を刻んだモニュメントを見ることができる。

改築後の遙拝堰は、平水時は兩岸側の魚道と土砂吐、洪水時は洪水吐ゲートからの放流となっている。遙拝堰下流では、出水時には流速7.0m/sにも達すると想定され、河床低下の要因の一つとなっている。



遙拝神社(豊葦原神社)境内の石碑

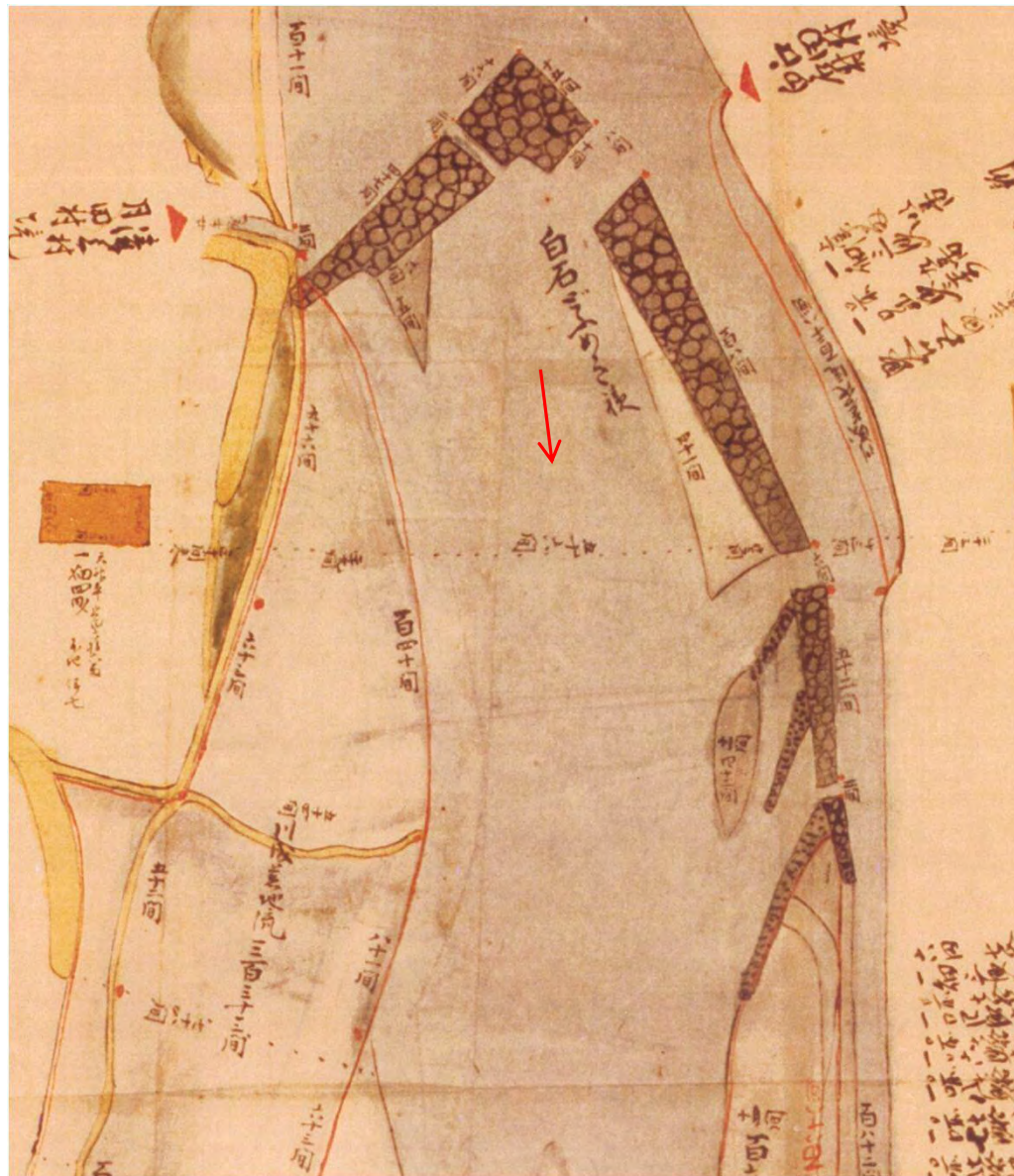


2. 遙拝堰の変遷

(3) 加藤清正による他の斜め堰の諸元

その1 白石堰 『菊池川全図（1855年：安政2年）』

“堰の長さは菊池川右岸に16間(約30m)と47間(約90m)を川に逆う形で2つ並べ、その間に魚道を1カ所つけている。(中略)八字の長辺の形になるように第2堰が108間(約205m)の長さ、第3堰が長さ52間(約99m)の石堰、第4堰に約20間(約38m)の石堰を設け、各々の堰の間は舟運道と余水吐にあてている。その第4堰から182間(345m)の所に井樋を設けて梅林牟田(註：旧内田郷4村の一部)への養水取入口としている。堰幅は中心の石堰が10間(約19m)である。堰の高さは3.5mといわれている。堰体は表面は花高岩(花崗岩)または凝灰岩の切り石で、その下は二和土(砂と粘土を混合したもの)か三和土(砂と粘土と石灰を混合したもの)で固められている。これらの八字型堰の構造は球磨川の遙拝堰で行われており、また堰の凝固方法の二和土や三和土方法は緑川の鵜の瀬堰でもみられる方法である。2カ所の余水吐は白川の渡鹿堰等でみられる工法である。”



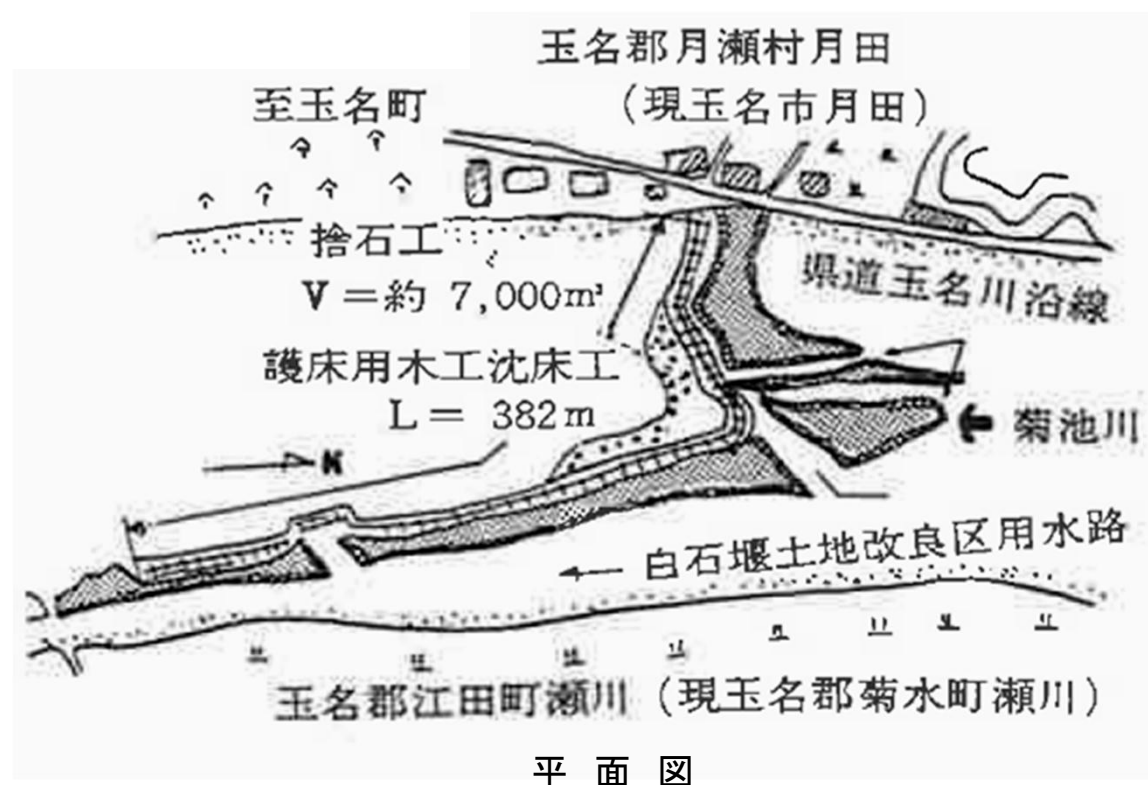
『土木史 加藤清正の土木と治水(その六)』
(平成3年12月発行『月刊建設』より抜粋)

(熊本県立図書館所蔵、安政2年(1855))

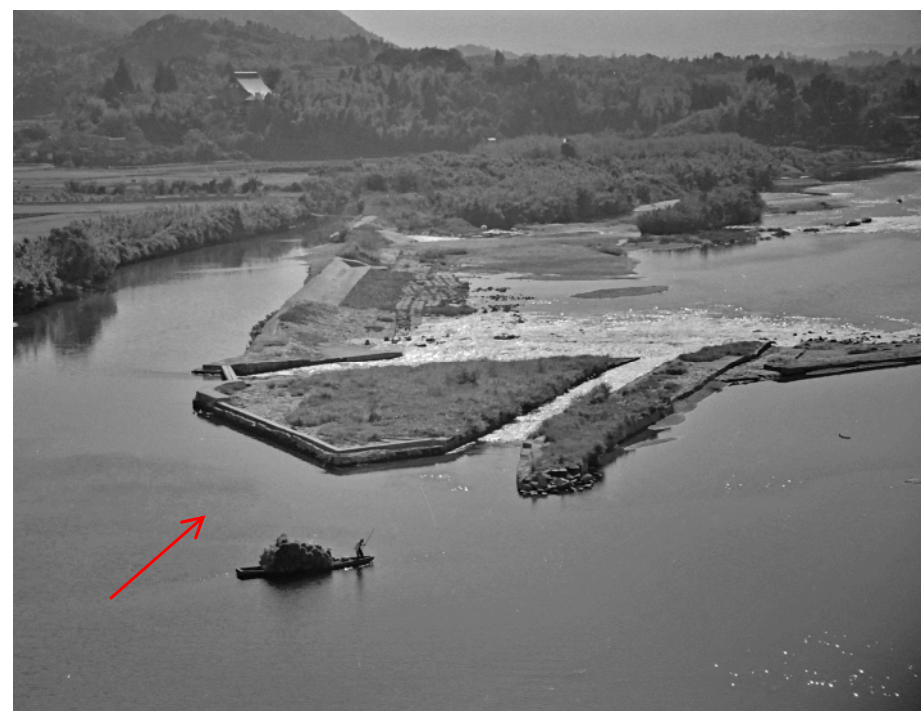
2. 遙拝堰の変遷

その2 白石堰 『肥後藩農業水利史（1970年：昭和45年）』

清正の造った斜め堰は、水流を和らげる治水上の役割と同時に、水をかんがいに利用することも重要な目的であった。堰の左岸側約600m下流には取入井樋を設け、暗渠の水路を経て、菊池川左岸側の梅林牟田110町余りをうるおしていた。



平面図
(『肥後藩農業水利史』(昭和45年)より
「熊本県玉名平野土地改良事務所横田雅次技師原図」)



昭和36年12月撮影
(写真提供: 熊本日日新聞)

2. 遙拝堰の変遷

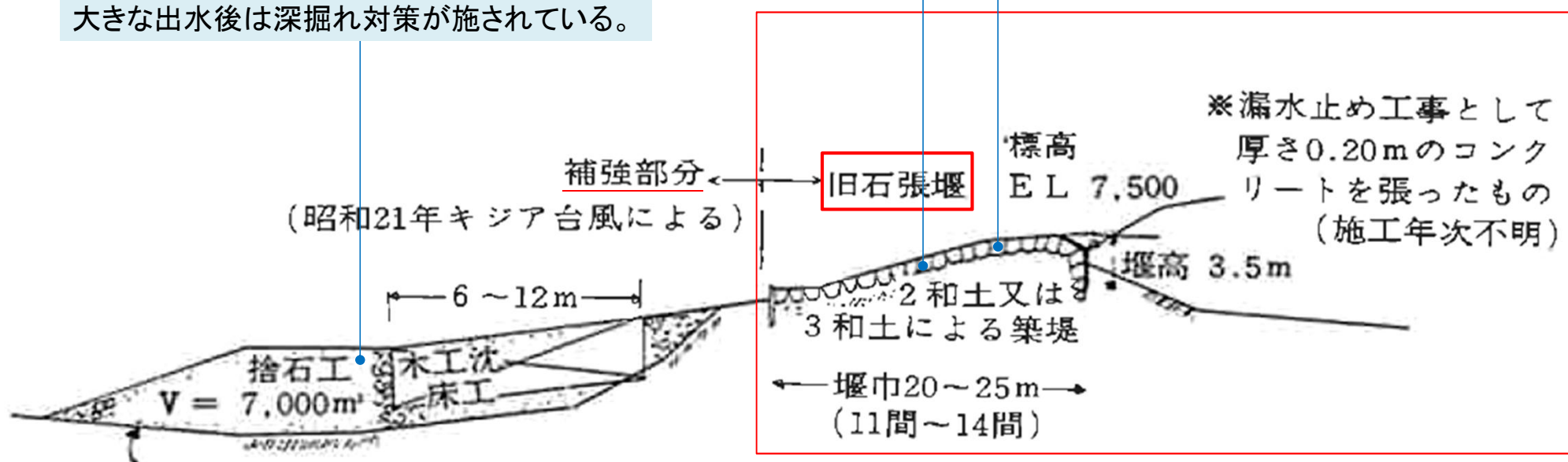
同じく、「玉名平野土地改良事務所横田雅次技師原図」の堤体標準断面図には、旧来の石張り部分の白石堰の構造も記されている。

堤体の表面の切り石の下は、二和土（砂と粘土を混ぜたもの）又は三和土（砂、粘土、石灰を混ぜたもの）が盛られ、その幅は11間～14間（20m～25m）とされている。

断面図から想定すると、石の大きさは1m～1.3m程度と考えられる。

概ね1:5～1:7程度の勾配

大きな出水後は深掘れ対策が施されている。



昭和26年災害により堰体下流が大きく洗堀されたため木工沈床工と捨石工により補強した。

断面図

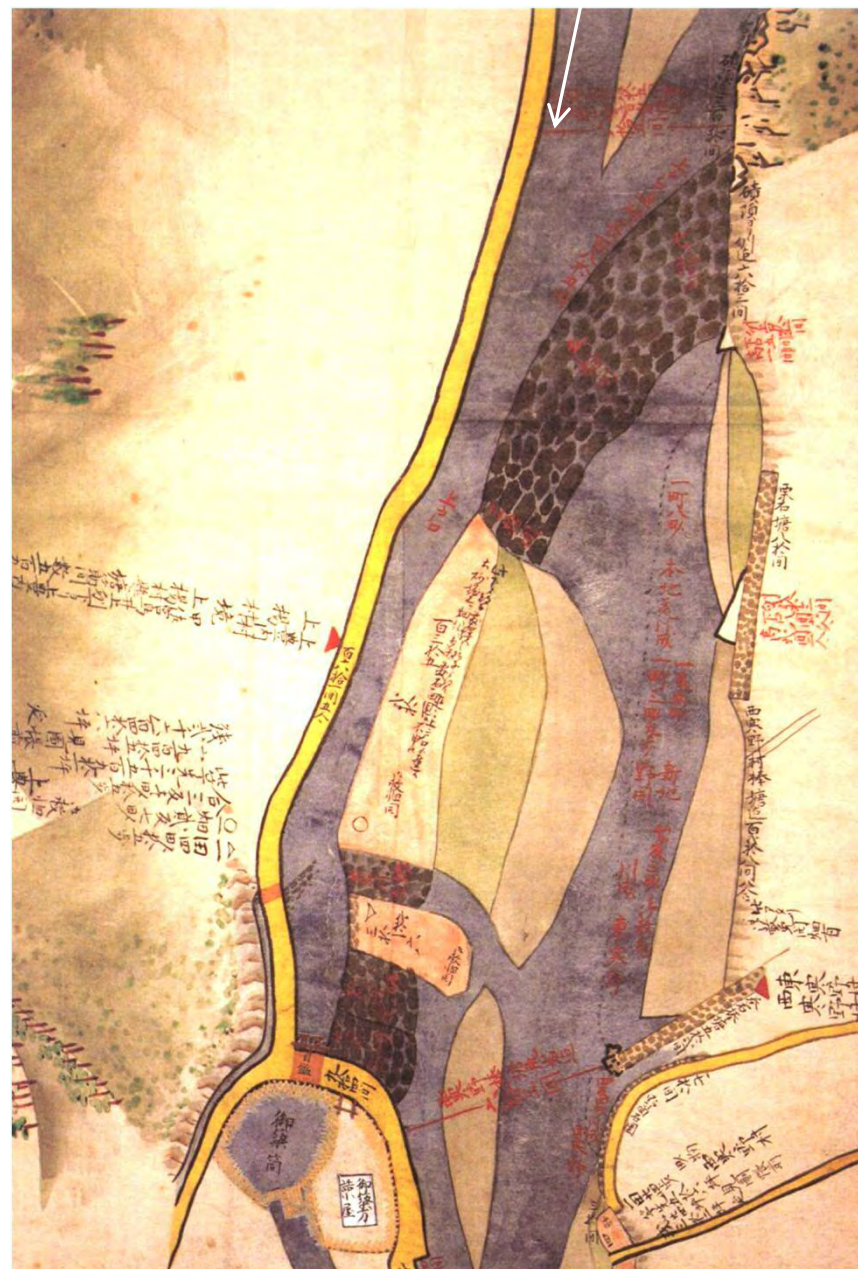
(『肥後藩農業水利史』(昭和45年)より「熊本県玉名平野土地改良事務所横田雅次技師原図」)

2. 遙拝堰の変遷

その3 鵜ノ瀬堰 『緑川図』

“堰の構造は、堰の上下に敷石を並べて堰体を強化し、左岸から右岸へ「イ」字形に形どった堰を築造したと伝えているが、江戸時代の「緑川図」(熊本県立図書館蔵)では、左岸から右岸にかけて、川とほぼ40度の角度をもって右岸下流に中洲を挟んで2ヶ所に設置されている。堰の長さは364間(約660m)、幅47間(約85m)、堰の上下水底深く畳みこんだ石は長さ2間(約3.6m)、幅1間の巨石が使用されているといわれている(『明治以前日本土木史』)。また本田彰男氏の調査(『肥後藩農業水利史』)では、10人もち以上の巨石を敷きこみ、敷石間には手頃な石、または二和土か三和土が埋めてあり、下流に向かって傾斜し47間(約85m)ほど敷き堰体を強化しているもので、じっくりと磐石の工事を施行していて、清正の真面目さがあらわれている、と報告されている。(中略)さきの聞覚書にも「すみ石などの置方と縄張りの時、やり方のいかん何遍も何遍も据方をやり直したり、また自分で手を下しておんなはったぞ」と語るほどで、清正が陣頭指揮をとるとともに、自らも工事したのである。また本田氏の報告では敷石に二和土(砂と粘土を混合したもの)や三和土(砂と粘土と石灰を混合したもの)が漆喰(しつくい)が施されているといわれているが、これも清正が土木工事に採用した方法であつたろう。『相川文書』(普請奉行飯田覚兵衛家臣)には「時と場所次第に依って、漆喰之施も御座候が、これ出来上り候后ハ甚見事成様二相見申候」を記しているので、鵜ノ瀬堰工事でも採用したのであろう。こうして造成した堰は、その後、天文4年(1739)まで数度の災害にも崩れなかった。”

『土木史 加藤清正の土木と治水(その四)』
(平成3年10月発行『月刊建設』より抜粋)



(熊本県立図書館所蔵、制作年不明)

2. 遙拝堰の変遷

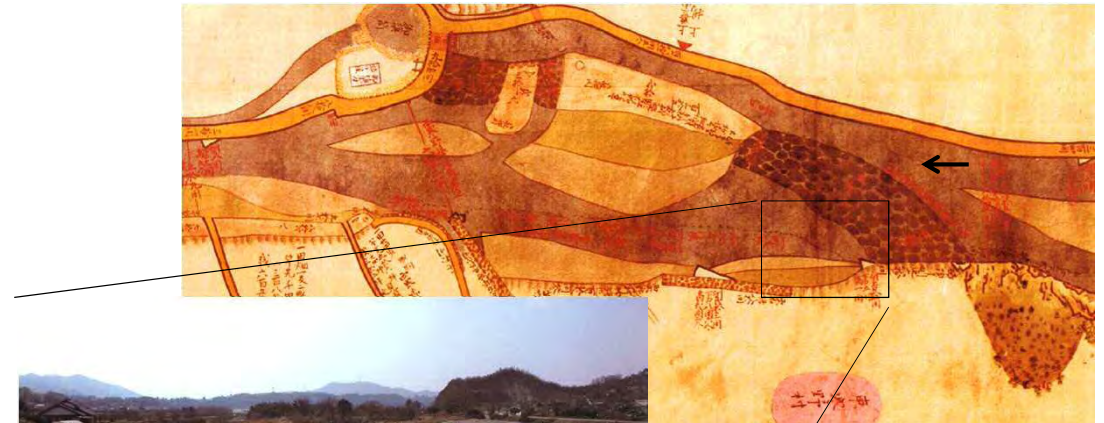
その4 鵜ノ瀬堰 『鵜ノ瀬堰上揚往還遺跡』

甲佐町が平成16年に実施した鵜ノ瀬堰の文化調査では、左岸の堰取り付け部分（東寒野地区）の南北幅15m、東西幅120m、合計1,800m²が発掘され、このうち原位置を留めていると思われる南北幅7～12m、東西幅約100mが出土した。この調査によって、当時の石の組み方、使用した石材、石敷きの下の土層の構造等が明らかとなった。

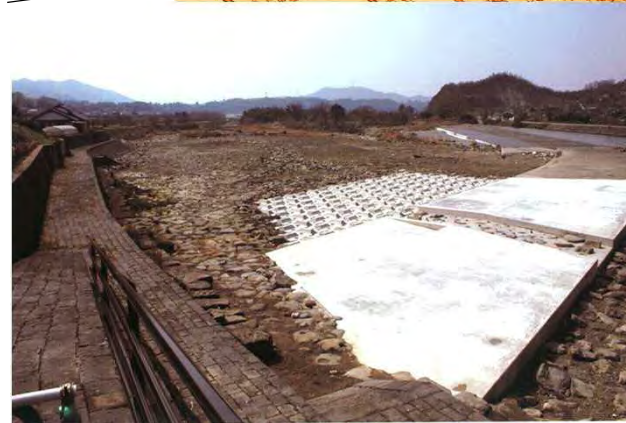
“石敷きは、流水やそれに伴い流れてくる土砂等でそのほとんどの石の角が取れ丸くなっていたが、凝灰岩の割り石を中心に約0.4～1.0mのものを、それぞれ石をかみ合わせるように出土した。また、それぞれの石は、川の水が石の扁平な部分に垂直にあたり水の力で石を外してしまわぬよう、基本的には鋭角の部分を上流に向け水を切るように配置されていた。”

“石積みは、上流側では径0.15～0.3mの玉石を用いた野面積みを基本にしているが、上流から12m付近から様相が異なり、40m付近にかけては0.2～0.3mの凝灰岩の割り石が乱雑に積み上げられる。さらに40m付近から67m付近までは、径0.3～0.7mの割り石が一部布積み状に積み上げられ、さらに上部に0.2～0.3mの礫が積み上げられていた。上流から67m付近からは、0.7～0.8mの凝灰岩の割り石が用いられ、中でも径1.0mを超える巨大な割り石が用いられている。90m付近以降はほぼ石積みの形を成しておらず、増水等により壊され修復されなかったものとみられる。”

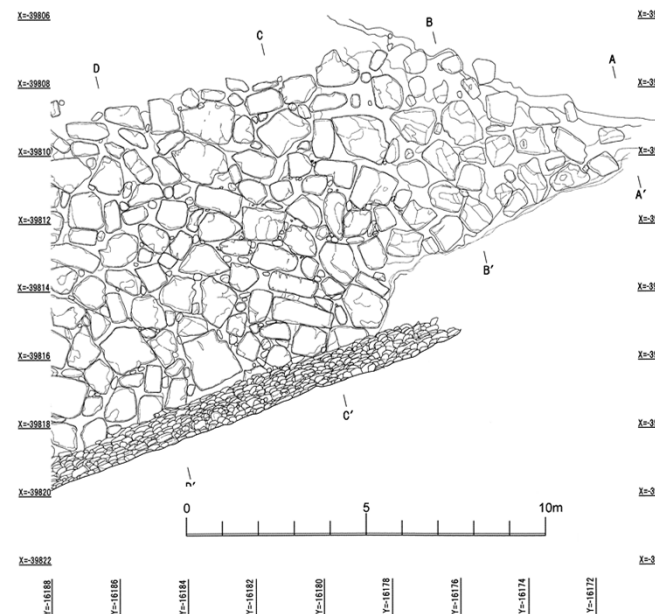
『鵜ノ瀬堰上揚往還遺跡』（平成24年3月）より抜粋



緑川図(拡大)



現在の鵜ノ瀬堰



石敷き平面図

2. 遙拝堰の変遷

(4) 古文書、研究書等から見る加藤清正由来の堰の諸元

加藤清正が手掛け斜め堰について、その諸元等を下表に示す。

	遙拝堰	白石堰	鵜ノ瀬堰
平面形状	- 上流に頭を向けた八の字型 - 流頭が通船用に開いている	- 堰高：3.5m 5つの部分から成る八の字型	- 左岸から右岸にかけて40度の角度の斜め堰 - 右岸下流の中洲を挟んだ2つの部分から成る
堰の構造※	- 堤長 宮地側(右岸側)約350m 高田側(左岸側)300m - 船通し幅 30~40m	- 中心部： 16間(約29m)×15間(約27m)、幅10間(約18m) - 右岸側：47間(約85m) - 左岸上流側：108間(約195m) - 左岸下流側：52間(約94m) - 左岸最下流：20間(約36m)	- 堰長 364間(約655m) - 堰幅 47間(約85m)
石の種類等※	—	- 表面は花崗岩、凝灰岩の切り石 - 凝固法として、二和土(砂と粘土の混合)、三和土(砂、粘土、石灰の混合)	- 凝灰岩、安山岩、石灰岩および近隣の石窯の取り壊しで出た廃材を使用 - 基本的には加工しやすい凝灰岩を多様(二和土、三和土を下流に向って傾斜するよう47間(約85m)ほど敷き、堰体を強化)
石の大きさ※	—	(横断面からみると1.0m程度)	- 堤体には、幅1間の巨石を使用 - 敷石には、約0.4~1.0mの割り石を使用 - 深掘れ対策として1間以上の巨石を敷きこみ、敷石間には手頃な石や和土を使用

3. デザインコンセプト

(1) 河床のデザインの考え方（案）

1) 加藤清正由来の旧遙拝堰（八の字堰）の形状等

【加藤清正が施工したかつての遙拝堰】

- おそらく石組みで作られた、細く湾曲した小さい八の字であったと考えられる。
- 流頭の舟通しから水が流下する構造となっており、これが瀬を形成していたと考えられる。
- 使用した材料、構造等についての文献は見つかっていない。
- 昭和43年まで存在していた八の字堰は、写真は残されているものの、昭和20年台前半にコンクリート堰に改築され、形状・構造が変更されており、加藤清正由来の遺構としては参考とならない。
- 加藤清正が手掛けた斜め堰である白石堰や鵜ノ瀬堰の調査資料に、使用した材料、石組みの構造等が示されており、参照可能である。

【河床デザインの方向性】

◎形状：昭和8年の測量図面の形状を基本とした八の字

◎石材：遙拝堰・・・不明

白石堰・・・花崗岩、凝灰岩

鵜ノ瀬堰・・・基本的に2種類の凝灰岩を使用。その他、安山岩、石灰岩、近隣の石窯から出た廃材を使用

◎構造：遙拝堰・・・不明

白石堰・・・1m程度の巨石を使用（横断図からの推定）

鵜ノ瀬堰・・・堰体：幅1間の巨石を使用。0.4～1.0m程度の石で敷石。

護床：1間の巨石を敷き込み、その間を手頃な石や二和土、三和土で埋める

※）二和土（たたき）・・・砂・粘土を混合したもの

三和土（たたき）・・・砂・粘土・石灰を混合したもの

3. デザインコンセプト

2) 河床のデザインにおける目指す瀬の姿

- ・旧遙拝堰は、流頭部の船通しからの流れによって瀬が形成されていたと考えられる。
- ・昭和40年代に始まった本格的な河川改修や、昭和50年代から盛んに行われた砂利採取、出水等の影響により河床が低下し、球磨川堰における漁協のすくい上げ尾数は、昭和60年代に入ると大幅に落ち込んだ。
- ・このため、写真で良好な瀬があることが確認でき、かつ、アユのすくい上げ尾数が大幅に減少する以前の昭和50年代を、瀬の再生目標年代と設定した。

【目指す瀬の姿】

⇒昭和50年代の瀬の再生に努める。

(昭和50年代の瀬の面積の再現値約20,000m²程度を目指す)



瀬の再生範囲

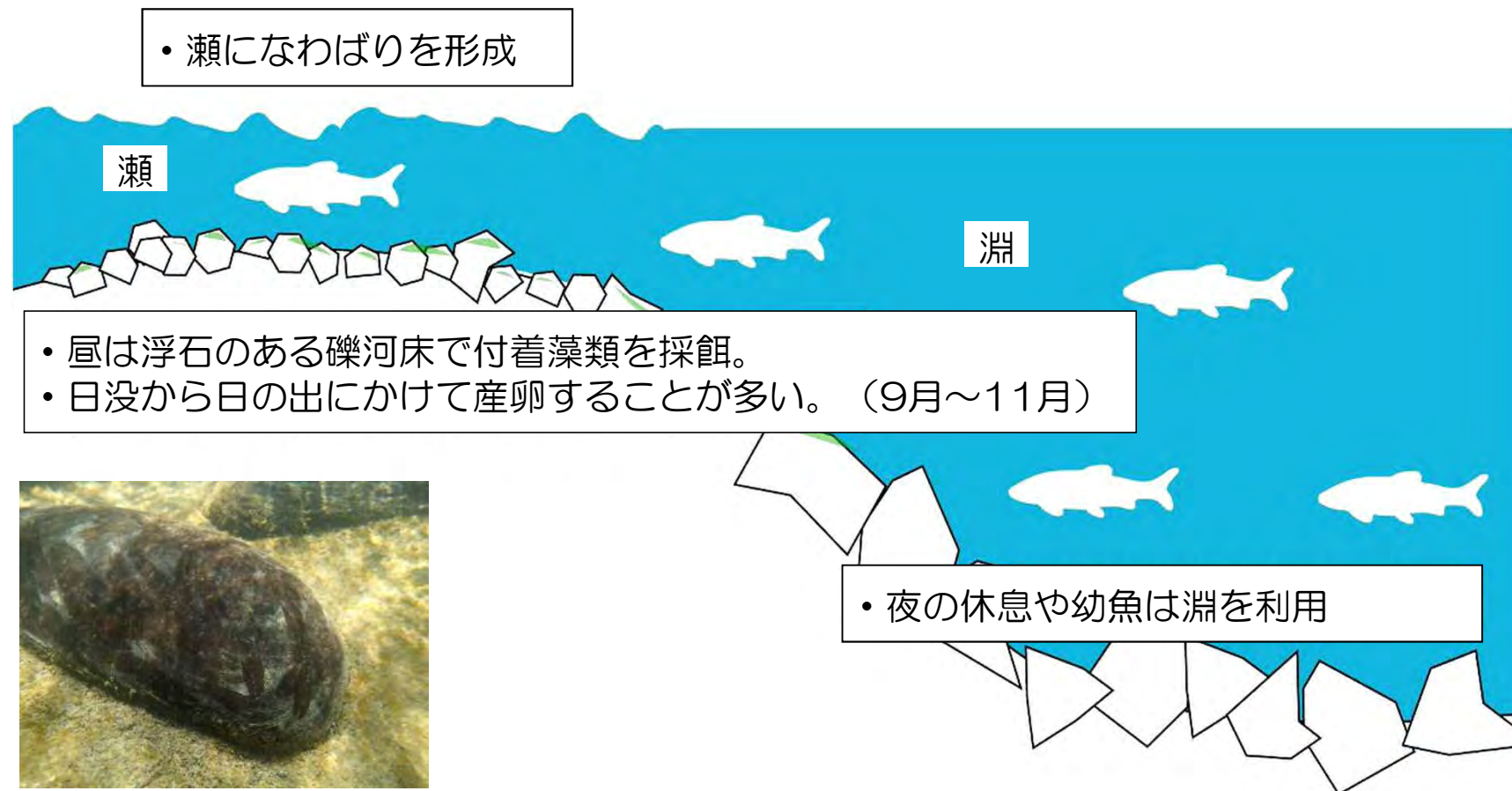
3. デザインコンセプト

(2) アユ等の生息環境への配慮

1) アユの生息環境

アユの生息に適した水深は、概ね0.3m以上であり、採餌に適しているのは0.3～1.0mと考えられる。また、流速は0.5m/s以上、河床材料は礫を好む。

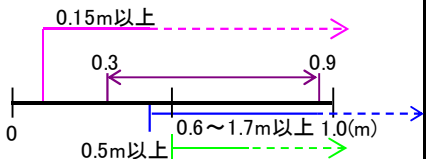
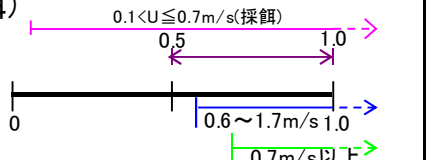
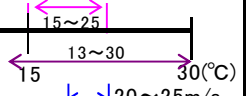
瀬では、礫に付着した藻類を食み、なわばりを形成する。夜間は瀬の近くの淵等で休息することが多い。



試験施工箇所のみ跡

3. デザインコンセプト

■アユの生息に適した条件

	値	出典
水深	・0.15m以上 ・0.3～0.9m(採餌) ・0.4m以上 ・0.5m以上 	文献② 文献⑤ 文献① 文献⑥
流速	・$0.1 < U \leq 0.7 \text{ m/s}$ (採餌) ・0.5～1.0m/s ・0.6～1.7m/s ・0.7m/s以上 	文献⑤ 文献① 文献⑥ 文献⑥
SS	・1.4mg/L以下 ・0.97mg/L(平均値) 1.4mg/L以下	文献④ 文献⑧
水温	・15～25℃ ・13～30℃(生育可能水温) ・20～25℃(最も活発な採餌水温) 	文献① 文献⑧ 文献⑨
DO	・7mg/L以上 ・10.35mg/L(平均値) 7mg/L以上	文献④ 文献⑧
BOD	・2mg/L以下 ・0.55mg/L(平均値) 2mg/L以下	文献④ 文献⑧
COD	・0.68mg/L(平均値) ・2mg/L以下 2mg/L以下	文献⑧ 文献⑨
pH	・6.7～7.5 ・7.52(平均値) 6.7～7.52以内	文献④ 文献⑧
河床勾配	0.0017(平均値)	文献⑧
河床材料	・石、岩盤	文献① 文献⑦ 文献⑧
産卵密度	・6.68個/cm ² (平均値)	文献⑦

【参考文献】

- 文献①：「IMIF入門」 リバーフロント整備センター（1999）
 文献②：「環境が河川生物および漁業に及ぼす影響を判断するための判断基準と事例」(社)日本水産資源保護協会(1994)
 文献③：「ダム等河川工作物設置による漁業への影響調査」 水産庁（1986）
 文献④：「水産用水基準」 日本水産資源保護協会（2005）
 文献⑤：「筑後川」上流におけるアユを指標種とした流量増加によるインパクト・レスポンスの検討」山口ら（2004） リバーフロント研究所報告第15号
 文献⑥：「土佐のアユ 資源問題を考える」 谷口ら（1989） 高知県内水面漁業協同組合連合会
 文献⑦：「ここまでわかったアユの本」 高橋ら（2006） 築地書館株式会社
 文献⑧：「アユの産卵床と物理環境に関する研究」 大塚ら（2006）
 文献⑨：「水産生物適水温図」 （社）日本水産資源保護協会（1980）

3. デザインコンセプト

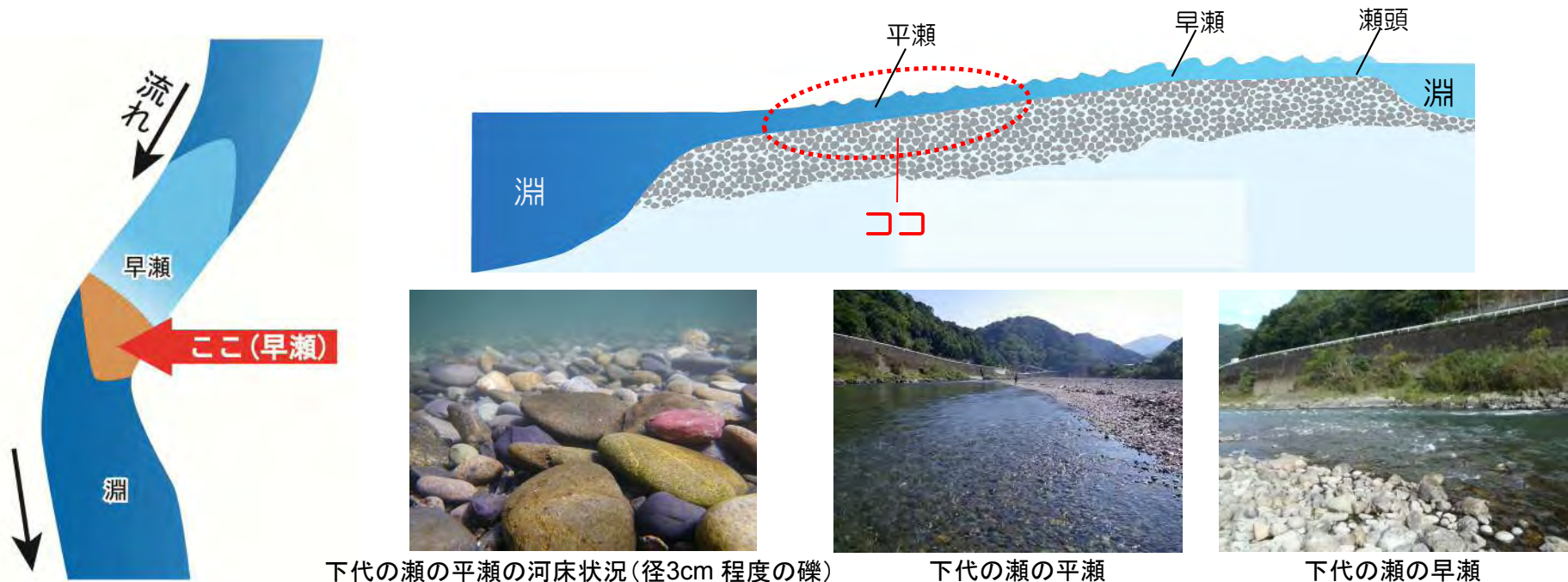
2) アユの産卵環境

アユの自然繁殖が見られる川では、夏に川の上流域から中流域で成長したアユは、秋に川の下流域に降って産卵を行う。この頃のアユを「落ちアユ」と言う。

アユの産卵場所は、以下の条件の場所と考えられる。

- 川の下流域の、主に淵に流れ込む手前の早瀬
- 水深は約10～60cm
- 流速は約60～120cm/sで、白い波が立つ程度
- 径が約5mm～3cmのきれいな礫が「浮き石状態」となっている
- 礫に泥や藻類が付いていない
- 孵化後、5日程度で海へ到達しないと生存率が下がる

【アユの産卵に適した環境】

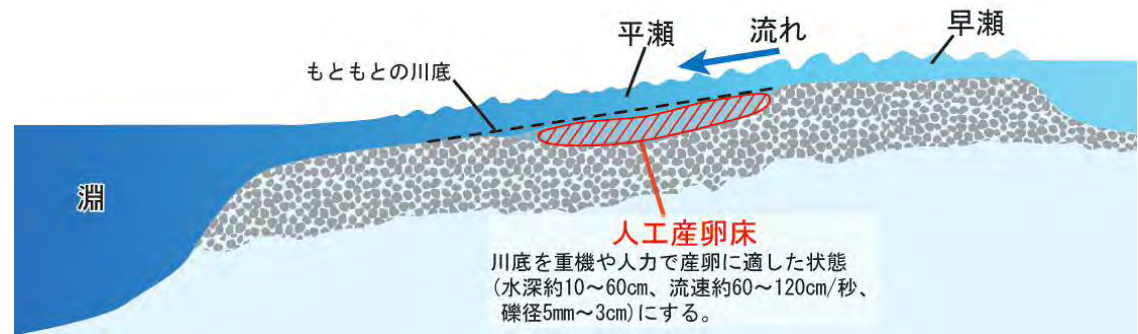


3. デザインコンセプト

3) 瀬付け（人工的な産卵場の造成）

球磨川では、瀬付けによる人工的な産卵場の造成が行われており、新遙拝堰上流の瀬においても瀬付けが実施されている。

産卵場には前述のとおり、流れに加えて浮石の状態を保つことが重要である。自然のままで浮き石の環境を形成することは、その時の流況や出水頻度等に起因すると考えられ、継続的な産卵場の形成には、瀬付けによる環境創出が必要になると考えられる。



■ 人工的な産卵場に効果的な場所

- ① 親魚が集まったり休息したりする淵に流れ込む平瀬
- ② 水深約10~60cm、流速約60cm/s、礫径3cm程度

■ 河床耕うん

- ① 川底をさらい、礫間の泥や藻類を洗い流す
- ② 上流から下流に行い、再堆積しないようにする。

【人工産卵床（瀬付け）の事例】



大瀬川(五ヶ瀬川水系)の瀬付け



球磨川(下代の瀬)の瀬付けと確認された産卵状況



3. デザインコンセプト

4) アユ以外の生物への配慮

アユが生息できる環境（瀬・淵が形成）では、アユ以外の魚類等の生物の生息も効果が期待できる。

右表に示す着色した魚類等は、瀬や礫河床を好む種であり、このうち、回遊性のウナギ・ヨシノボリ属・モクズガニは、アユだけでなく多様な環境の指標として、着目する種とする。



ウナギ

河川の中・下流域や河口域にいるが、ときには川の上流域、沿岸域にも生息する。日中は石垣や土手の穴、底泥の中に潜み、夜間に活発に摂餌活動をする。



トウヨシノボリ

主に河川の中流域の平瀬に生息する。昼間は流心に出て活動し、夜間は岸辺で休む。孵化した仔魚はただちに海に下って数カ月を過ごし、全長15～20mm程度に成長し、河川を遡上してくる。



モクズガニ

河川の上流域から河口域まで生息している。また、海にすみつくものもある。孵化してから4～5年目に性的に成熟する。河口域で交尾を行ない、受精卵を持った雌は河口から沖合に出て産卵する。

河川水辺の国勢調査等での確認種一覧

		生活型	0K～6K	6K～9K	9K～20K
1	スナヤツメ	淡水性		●	
2	ウナギ	回遊性	●	●	
3	コイ	淡水性	●	●	●
4	ゲンゴロウブナ	淡水性	●		●
5	ギンブナ	淡水性	●	●	●
6	ヤリタナゴ	淡水性	●	●	●
7	イチモンジタナゴ	淡水性	●	●	●
8	タイリクバラタナゴ	外来種		●	
9	ハス	外来種	●	●	●
10	オイカワ	淡水性	●	●	●
11	カワムツ	淡水性	●	●	●
12	タカハヤ	淡水性		●	●
13	ウグイ	淡水性	●	●	●
14	モツゴ	淡水性	●	●	●
15	ビワヒガイ	淡水性	●		●
16	ゼゼラ	淡水性	●	●	●
17	カマツカ	淡水性	●	●	●
18	ニゴイ	淡水性	●	●	●
19	イトモロコ	淡水性	●	●	●
20	スゴモロコ	淡水性	●	●	●
21	ドジョウ	淡水性			●
22	ヤマトシマドジョウ	淡水性			●
23	ギギ	淡水性	●	●	●
24	ナマズ	淡水性		●	●
25	アユ	回遊性	●	●	●
26	シラウオ	回遊性	●		
27	ヤマメ	回遊性	●		
28	カダヤシ	外来種	●		
29	ブルーギル	外来種	●	●	●
30	オオクチバス	外来種	●	●	●
31	シロウオ	回遊性	●		
32	イドミズハゼ	回遊性	●		
33	ミミズハゼ	回遊性	●		
34	カワアナゴ	回遊性	●		
35	ドンコ	淡水性	●	●	●
36	ビリンゴ	回遊性	●		
37	ウロハゼ	回遊性	●		
38	ゴクラクハゼ	回遊性	●	●	
39	シマヨシノボリ	回遊性		●	●
40	オオヨシノボリ	回遊性	●	●	
41	トウヨシノボリ	回遊性	●	●	●
42	ヌマチチブ	回遊性	●	●	
43	チチブ	回遊性	●		
44	モクズガニ	回遊性	●	●	●
距離別確認種数			37	30	28

アユ及びアユの生息環境と類似する種

3. デザインコンセプト

5) ウナギ・ヨシノボリ属・モクズガニへの配慮

●ウナギ

ウナギは、礫の間等を好むことから、多孔質な環境を創出することが重要となる。そのため、河床のデザインにあたっては、石積み中空石積みにするなど多孔質な構造とする。



うなぎの特性を活用したうなぎ塚漁。
この塚のような多孔質な空間を創出する。

●ヨシノボリ

トウヨシノボリ等は、平瀬の礫河床などを生息場とする。

河床デザインの予備施工（H21）実施後、平瀬の礫河床ではヨシノボリ類が多数確認されていることから、アユの生息環境を形成することで、ヨシノボリ類も生息できる環境が形成されと考えられる。

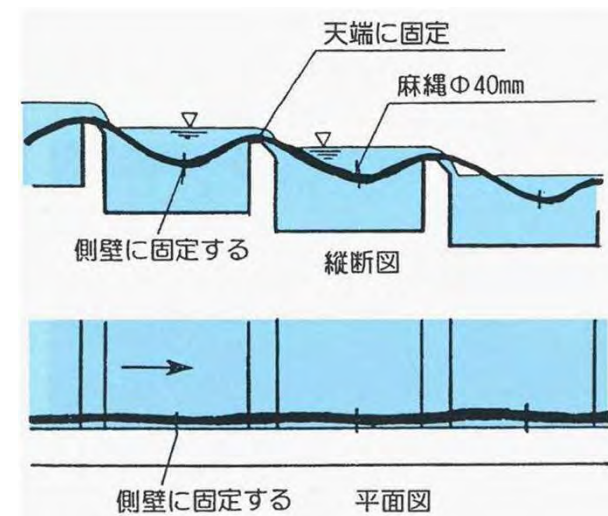


試験施工箇所の瀬で
確認されたヨシノボリ類

●モクズガニ

アユの生息環境が形成されることで藻類も増加すると考えられ、藻類を採餌するモクズガニの餌環境も改善されと考えられる。

回遊性の向上としては、階段式魚道内にロープを用いた補助経路を設ける等が挙げられる。水中等で没するため、流水で振動しないよう魚道の側面にしっかり固定する必要がある。

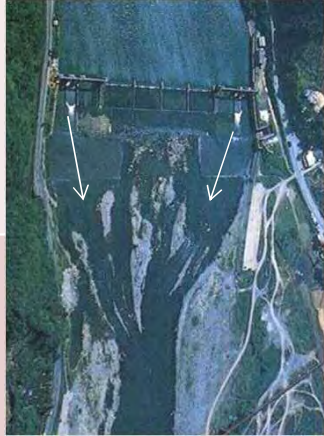


ロープ等の補助経路

『魚類のそ上降下環境改善上のワンポイントアドバイス』（2001年3月、魚のすみやすい川づくり研究会編著）

3. デザインコンセプト

(3) 河床整正のデザイン

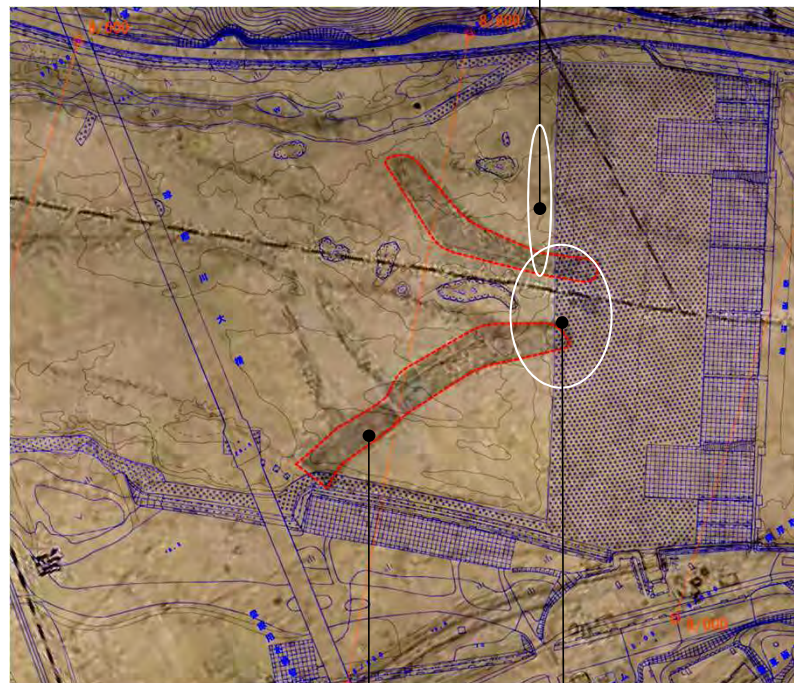
項 目	デザインへの反映	理 由	
基本形状	流れに対して比較的鋭角で緩やかに逆アーチに湾曲した形状	天保の絵図と昭和8年の測量図は極めて類似しており、当時の姿を再現していると考えられ、この形状を踏襲する。	
細部形状	現在の遙拝堰の両岸からの流れに適応した水通しの設置	昭和50年代の瀬は、現在の遙拝堰の両岸からの流れで形成されていたため。	
構造	石積み構造	旧遙拝堰の絵図や昭和8年測量図からの推定。 加藤清正由来の白石堰・鵜ノ瀬堰の構造を参照。	
洗掘・深掘れ等への対応	構造体の上下流には巨石の敷石	加藤清正由来の白石堰・鵜ノ瀬堰の構造を参照。	
	左岸護岸部の深掘れ箇所へは護岸形状の見直しと水制工等に対応	現状で深掘れが顕著に進行しているため。	

3. デザインコンセプト

1) 河床整正のデザイン（形状と位置）

- ・河床デザインの形状は、加藤清正由来の形状にもっとも近いと考えられる昭和8年の形状を参照する。
- ・当時のままの位置では、現存の産卵床を改変する恐れがあり、現在の遙拝堰の護床ブロックに食い込む形となる。
- ・現存の産卵床を改変しない程度に下流側に移動した位置とする。

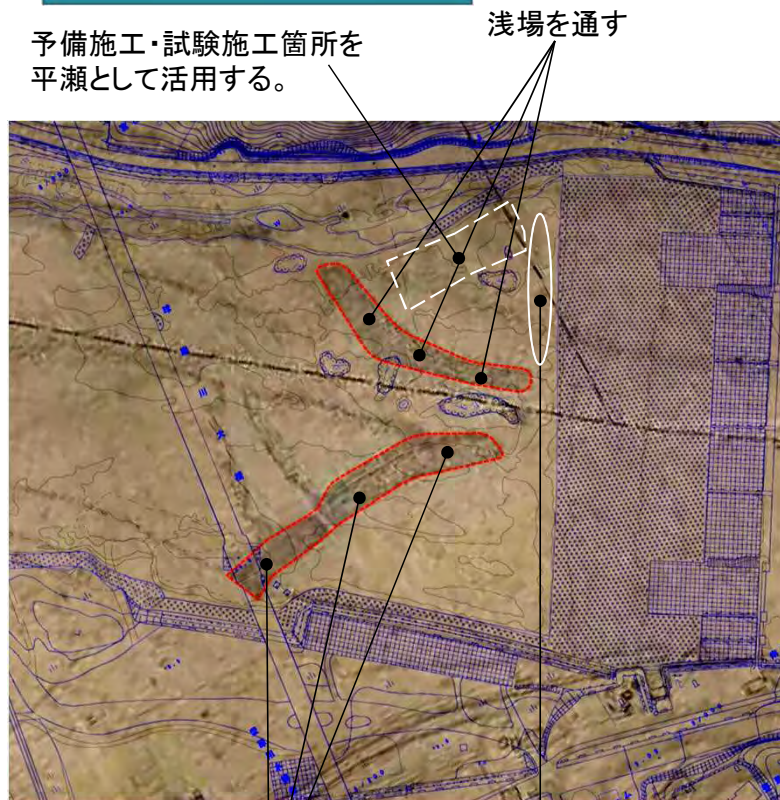
昭和8年との重ね合わせ



一部深掘れ箇所にあたる

現在の遙拝堰の護床ブロックに食い込む

配置案



3. デザインコンセプト

2) 河床整正のデザイン（構造・材料等）

- かつての遙拝堰について構造や使用された石材等については資料・文献は確認できない。
- 加藤清正由来の他の堰（白石堰、鵜ノ瀬堰）には、構造や材料に関する資料・文献があり、遙拝堰も同様に建設された可能性はある。

■流出しないための必要な大きさを有する巨石を使用し、群体（連結）構造とする。

河床整正後、安定的に瀬・淵を形成させるためには、流れを創出する箇所については、出水等で流出しないことが必須条件となる。

- 遙拝堰下流は出水時は流速7m/sに達することが想定されることから、単体で置いた場合は巨石であっても流出する恐れが大きいため、巨石を「組む」状態にした群体構造とする。
- 群体構造であっても、流れを受ける面は安定計算結果より3t以上の巨石※を配置する必要がある。
- 大きさ・重量等が不足する場合は、10～20cm程度の石をコンクリートで固め約2m四方の塊とした、球磨川アユストーンを用いる。

■白石堰・鵜ノ瀬堰の構造及び材料を、今回の河床デザインの参考とする。

- 白石堰では1m程度、鵜ノ瀬堰では1.8m程度の巨石が使用されていたが、球磨川では、それ以上の大きさの巨石による石組構造とする必要がある。
- 白石堰・鵜ノ瀬堰の上下流側には敷石等によって構造の安定や深掘れ防止が図られていたと考えられることから、河床デザインの上下流側には流されにくい構造とするために敷石等の対策を施す。

■現在の球磨川の自然景観になじむ材料を使用する。

- 遙拝堰下流には、下流部であるが1m前後の巨石も点在していることから、材料に巨石を使用する。可能な限り、球磨川流域の石材を活用することが、現在の自然景観になじむと考えられることから、主に球磨川の河川改修等で得られた石を用いることとする。

※「護岸の力学設計法」における安定性の照査、及び射流時における安定性の照査結果

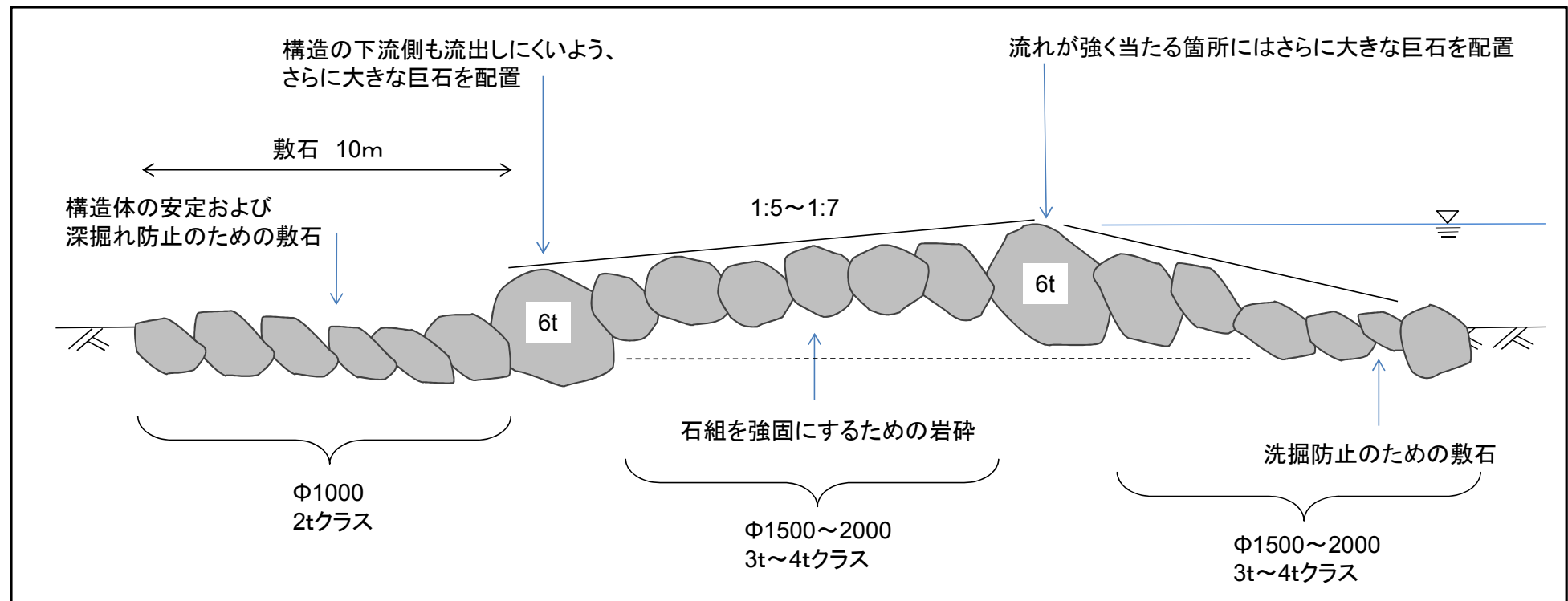
3. デザインコンセプト

河床デザインの構造は、旧遙拝堰（ハの字堰）の絵図や昭和8年の測量図、白石堰・鵜ノ瀬堰の構造を参照し、下図に示す形状とする。

- 巨石による石組、内部には岩砕等によって群体構造とし、一体として強固なものとする。
- 上下流側には、構造体の安定、洗掘・深掘れ防止のために敷石を施す。
- 大きさ・重量が必要な場合は、球磨川アユストーンを活用する。



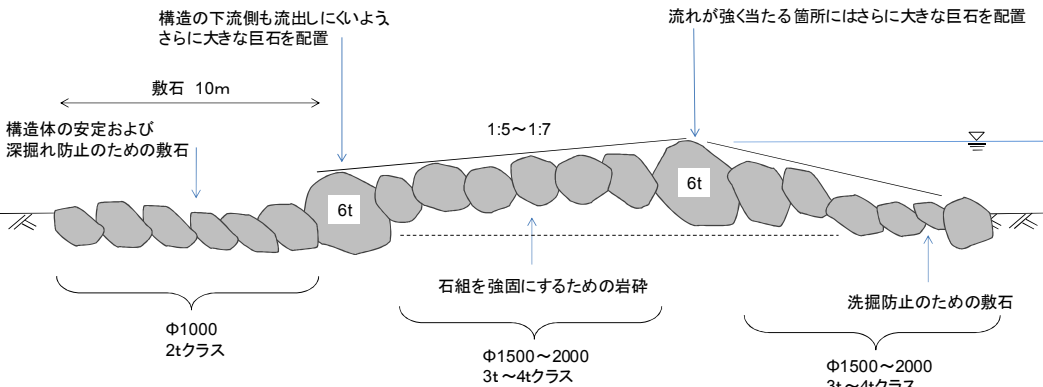
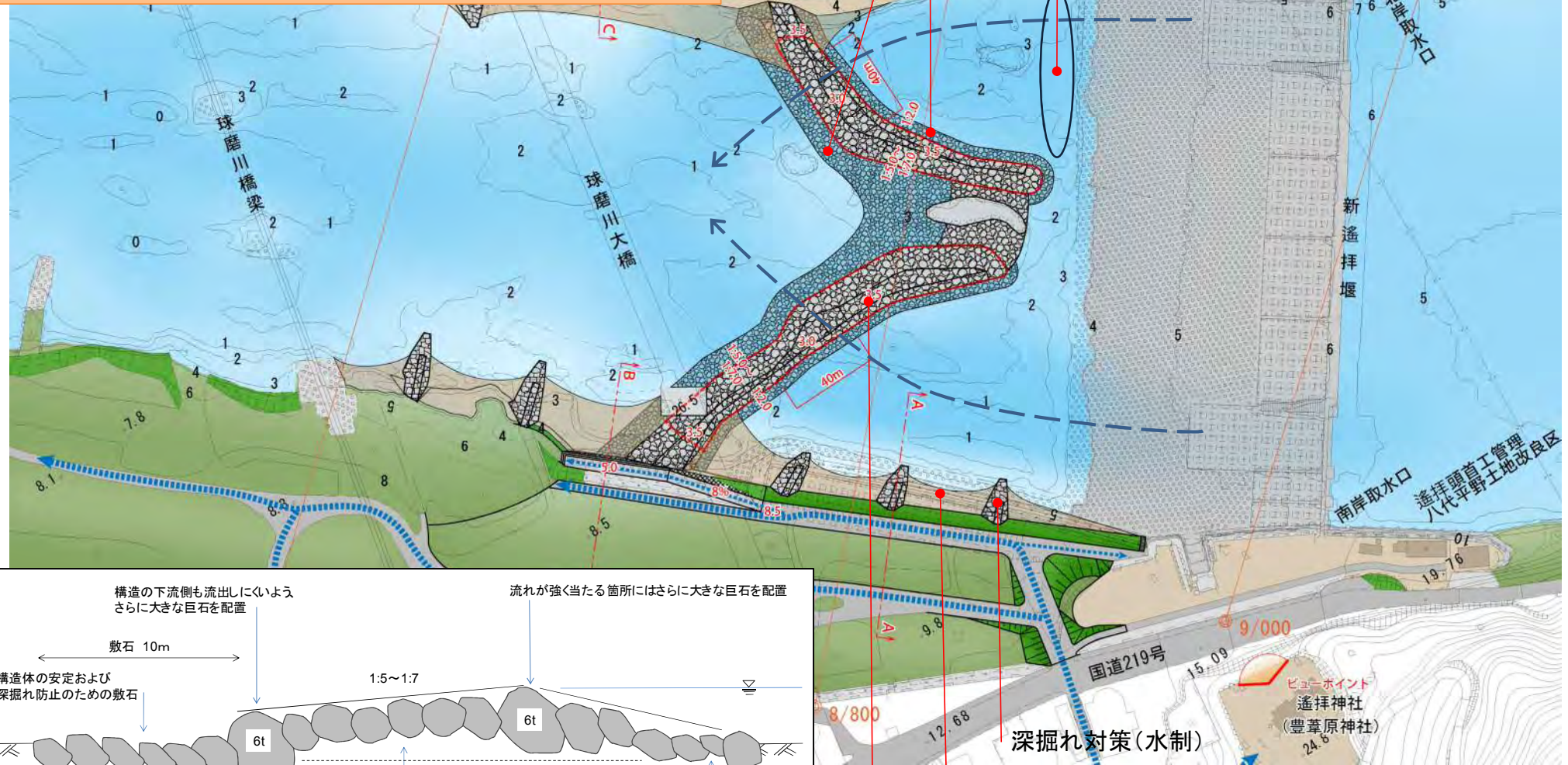
球磨川アユストーン(4t)の基本形状



3. デザインコンセプト

【河床デザインの方向性】

- ◎昭和8年の測量図を基本とした八の字形状
- ◎巨石を使用した流出しにくい群体構造
- ◎構造安定性および洗掘・深掘れ防止のための敷石
- ◎平常時の両岸側からの放流に配慮した水通し部
- ◎左岸側の護岸形状を改善

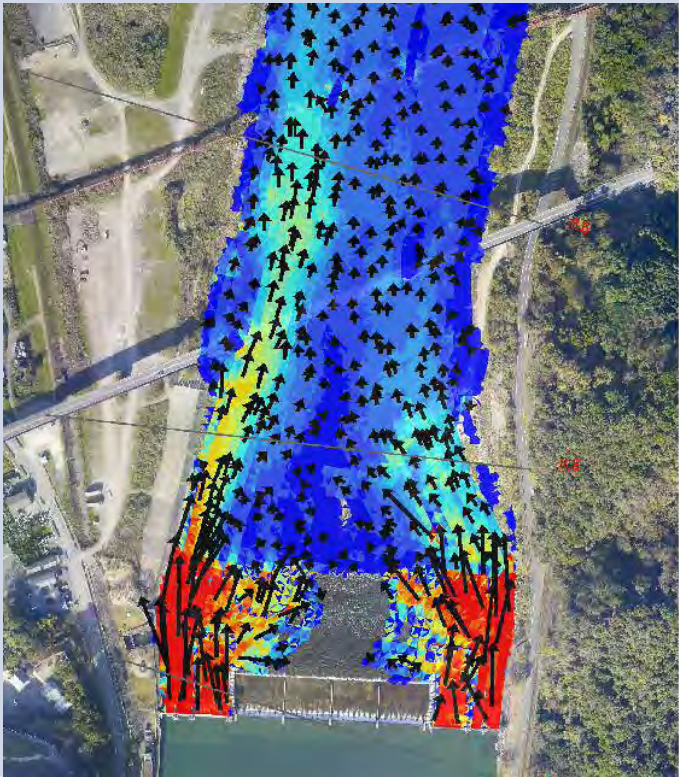
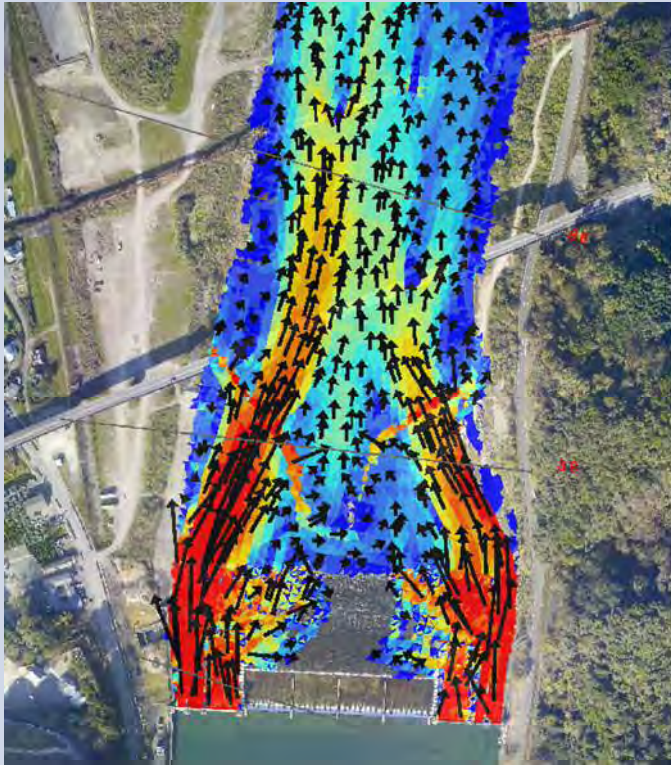


上流側に鋭角に突出、緩やかな逆アーチ状(昭和8年測量図参照)

3. デザインコンセプト

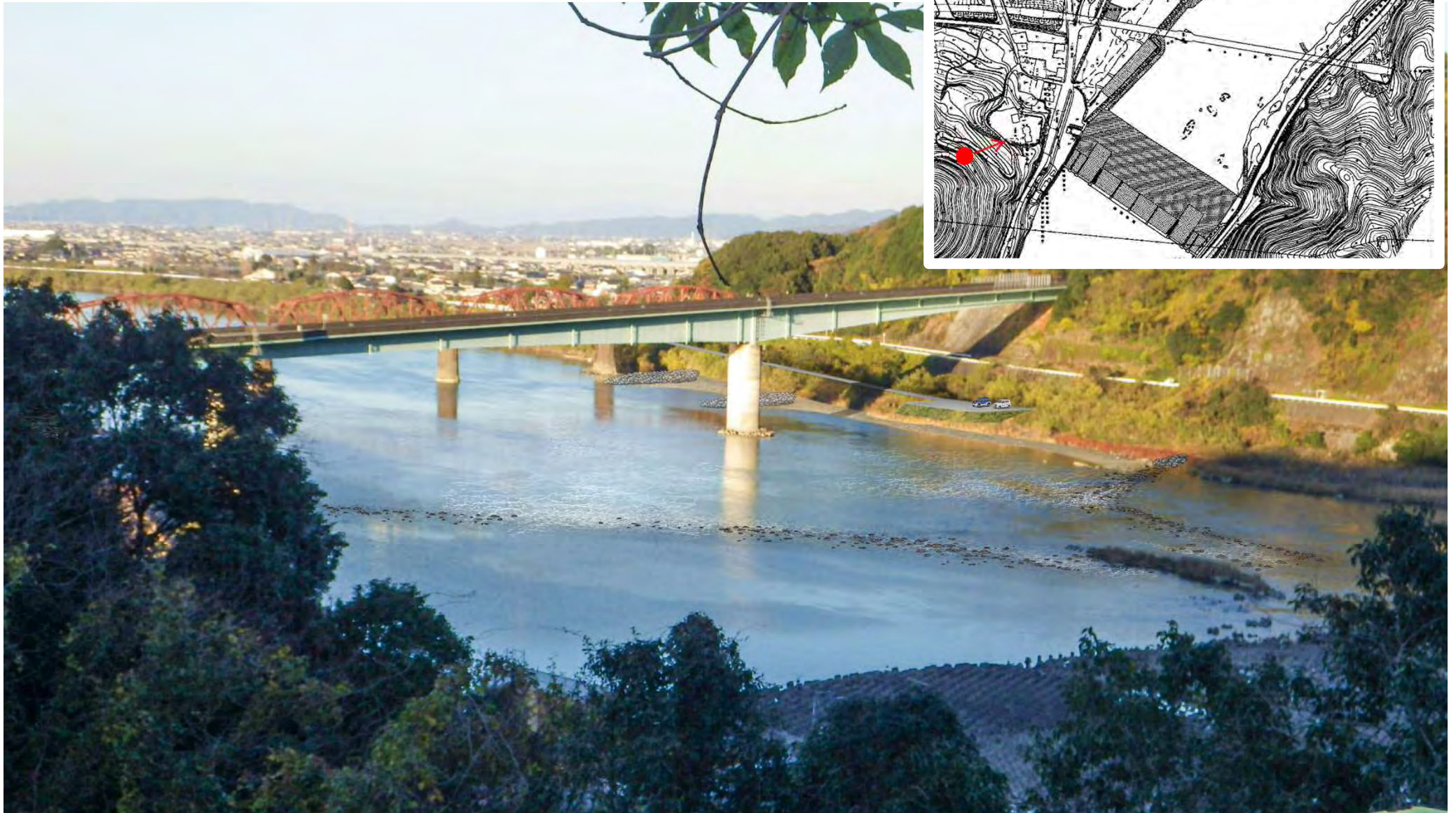
3) 流況の予測結果

アユの生息に適した水深は0.3m以上であり、また、流速0.5m/s以上の流れを好むことから、平水時の流速を予測し、アユの生息に適した環境の抽出を行った。

	現 状	八の字の河床デザイン
		
概 況	現状では遙拝堰両岸側からの流れによってのみ、流速が生じており、護床ブロックの段差によって流れが急激に減少する。	八の字の河床デザインにより、水面高が上昇することで、遙拝堰からの流れが連続的に下流側につながっており、流速の生じる範囲は現状よりも大きく増加すると予想される。
水深0.3m以上 かつ 流速0.5m/s 以上の面積※	4,000m ²	21,000m ²

3. デザインコンセプト

4) イメージパース



新たな河床デザイン(CG)

3. デザインコンセプト



3. デザインコンセプト

(4) 利活用に向けた周辺整備等

1) ビューポイント

河床デザインの最も良いビューポイントは、左岸護岸付近と考えられる。

全景を見ることができるビューポイントとしては、遙拝神社（豊葦原神社）が挙げられる。



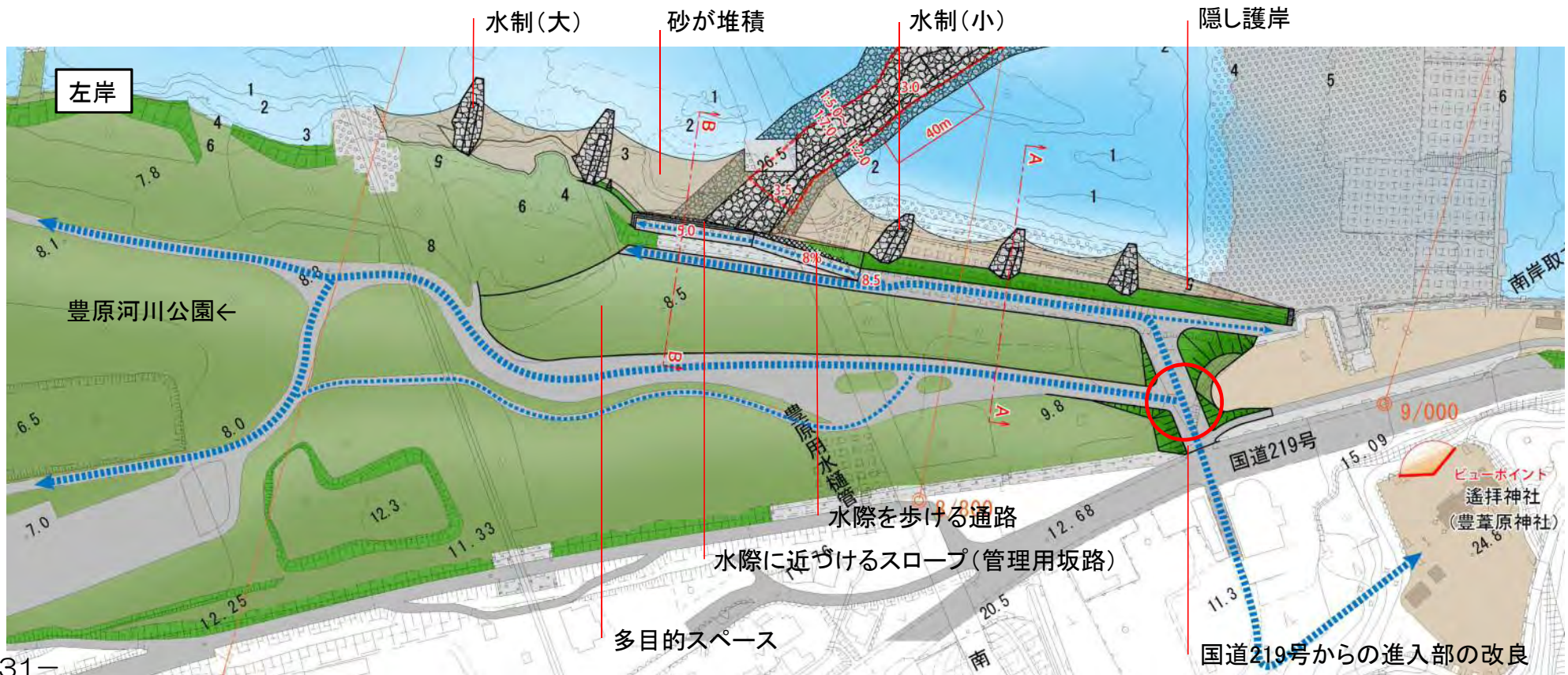
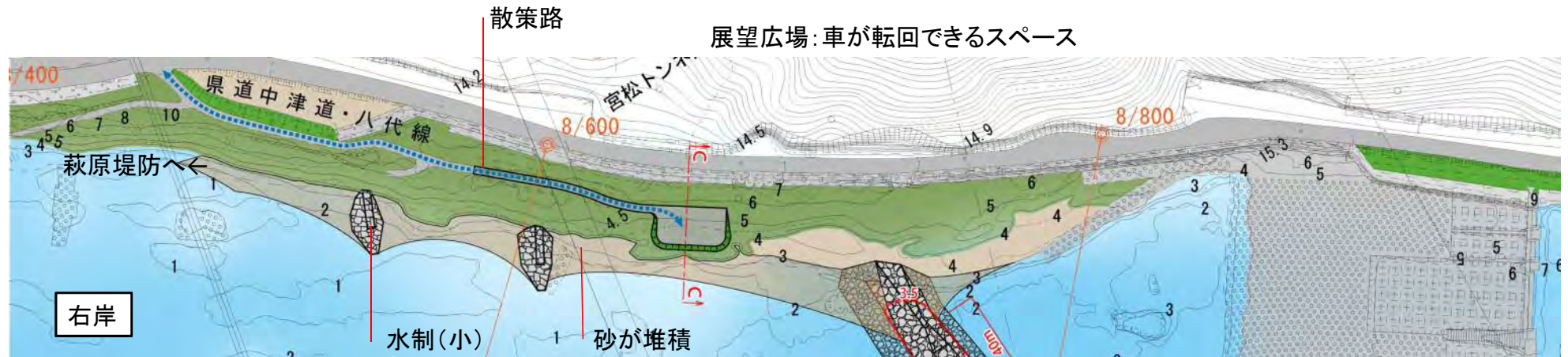
遙拝神社上方からの眺め



遙拝神社(豊葦原神社)

3. デザインコンセプト

2) 広場整備及び導線計画



3. デザインコンセプト

3) 啓発サインのイメージ

- ・河床デザインのビューポイントになる場所に設置
- ・河床デザインの目的と八の字になった経緯を紹介
- ・自然再生の取り組みと遙拝堰下流の重要性を説明

遙拝堰下流河床デザインと自然再生の取り組み

遙拝堰下流河床デザインの目的

文案検討中

旧遙拝堰(八の字堰)の形を
取り入れた河床デザイン



文案検討中



旧遙拝堰(八の字堰)

文案検討中

河床デザインのコンセプト

文案検討中

自然再生の取り組み

文案検討中



4. 試験施工の状況

＜H20年度予備施工＞

洪水等による変化は許容しつつ、
魚類の多様な生息環境を創出する
ために、多様な流れを再生する。

（巨石1 t程度、砂礫の河砂利、
袋詰め根固め等を施工）

＜H23年度試験施工＞

洪水に流出しないことを主目的に
河床整正を実施

（根固ブロック4 t、玉石を中間
部に設置）

＜H25年度試験施工＞

上流で発生した玉石を活用して制作した「球磨川
アユストーン」を設置して、洪水前後の状況、下
流側の瀬の形成状況等確認する。

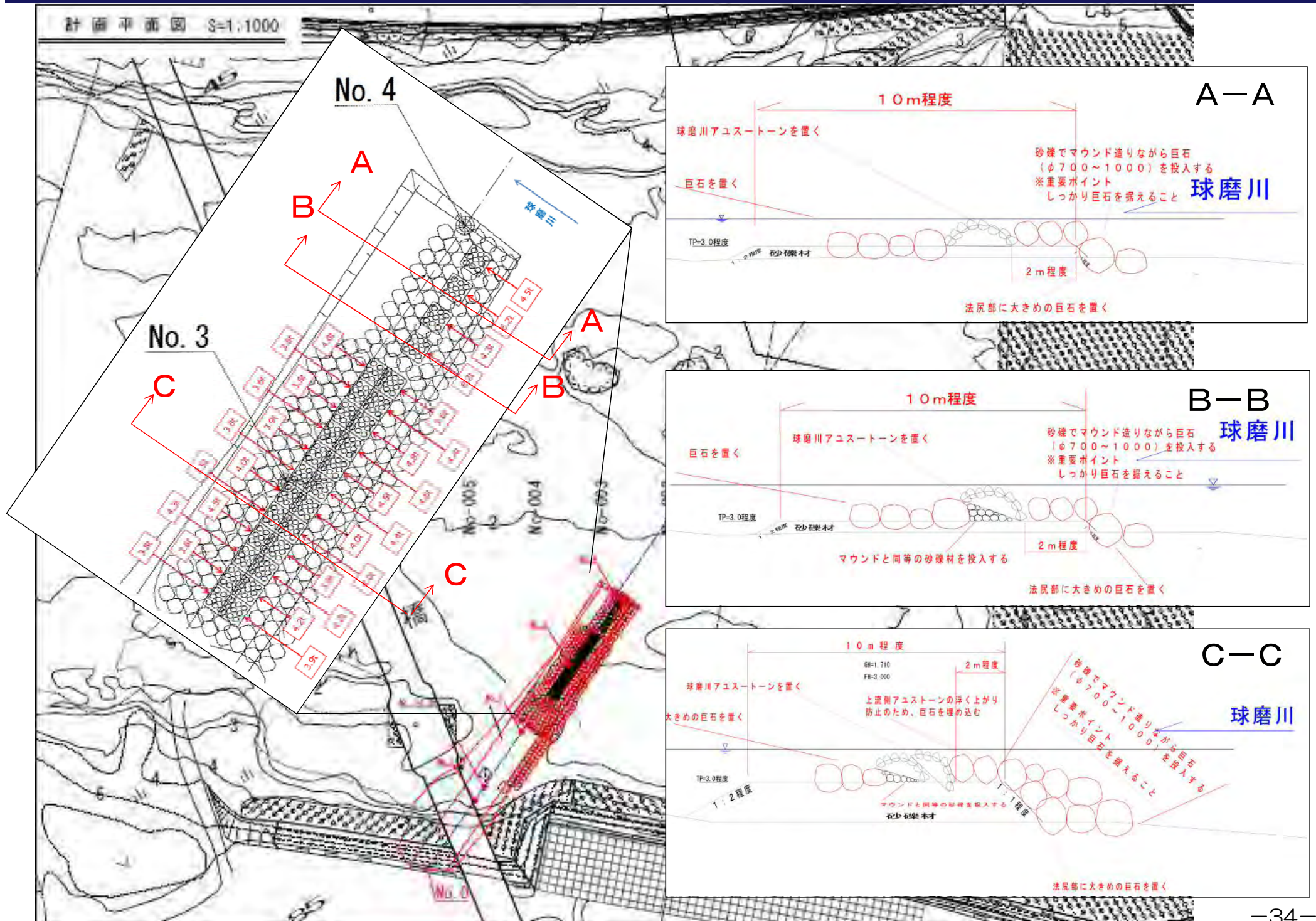
○土砂	:	約900m ³
○土砂（玉石）	:	約1300m ³
○巨石（φ700～1000）	:	約240m ³
○アユストーン（4 t～8 t）	:	28個

球磨川



球磨川アユストーン

4. 試験施工の状況



4. 試験施工の状況

○ 完了状況

○ : 施工箇所

