

6.1.2 底質(水底の泥土)

6.1.2.1 環境調査の手順

底質に係る環境調査の手順を図 6.1.2-1 に示す。

底質の環境調査にあたっては、対象事業の概要等の事業特性を踏まえて、文献その他の資料により地域の自然的状況（水質、底質、気象及び水象の状況）を把握した。これらの整理した内容に基づき、調査、予測及び評価の手法を選定した。次に、予測に必要となる情報（水質、底質、気象及び水象の状況）を文献その他の資料及び現地調査により収集し、大橋川改修事業に伴う底質の変化を予測した。予測の結果、環境保全措置が必要と判断される場合には、その内容を検討し、環境影響の回避・低減の視点から評価を行った。

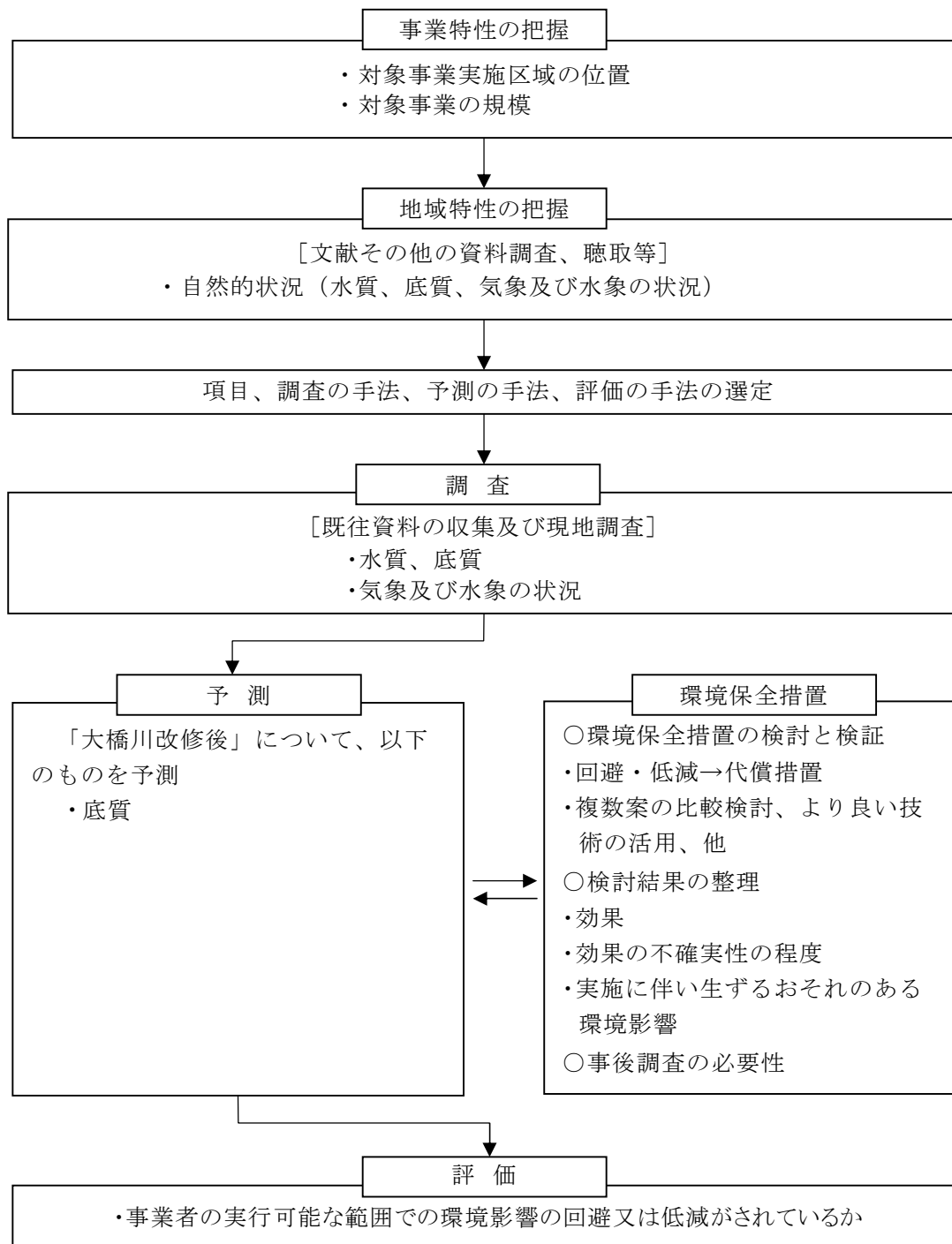


図 6.1.2-1 底質の環境調査の手順

6.1.2.2 調査結果の概要

(1) 調査の手法

1) 調査すべき情報

a) 底質

底質は、流量や水温の影響を受けることから、水底の泥土の状況について調査した。

ア) 強熱減量、化学的酸素要求量、総窒素、総リン

イ) 硫化物、酸化還元電位

ウ) 粒度組成

エ) 堆積厚

オ) 含水比

b) 気象及び水象の状況

「6.1.1.2 調査結果の概要 (1) 調査の手法 1) 調査すべき情報 c) 気象及び水象の状況」と同様とした。

c) 水質

「6.1.1.2 調査結果の概要 (1) 調査の手法 1) 調査すべき情報 a) 水質」と同様とした。

なお、環境要素と各水質調査項目との関係を表 6.1.2-1 に示す。

表 6.1.2-1 環境要素と各水質調査項目との関係

調査項目 \ 環境要素 (予測項目)		塩分	水温	富栄養化	溶存酸素	水の濁り 土砂による	水底の 泥土	水利用の 状況	地下水の 状況	調査の必要性
水質	塩分	○	○	○	○	○	○	○	○	塩分、水温、溶存酸素量は、それぞれ対象とする環境要素を直接示す指標であるため測定する。化学的酸素要求量、クロロフィル a、溶存酸素は植物プランクトンの生産活動の結果として増減し、植物プランクトンの消長を間接的に把握する指標であるため、測定する。 窒素化合物、リン化合物は富栄養化の状況を直接示す指標であるため測定する。 浮遊物質量と濁度は、水の濁りの状況を直接示す指標であるため測定する。 粒度組成は水の濁りの程度、継続時間に影響する指標であるため測定する。
	水温	○	○	○	○	○	○	○	○	
	化学的酸素要求量*			○	○					
	窒素化合物*			○	○					
	リン化合物*			○	○					
	クロロフィルa			○	○					
	溶存酸素量(DO)			○	○					
	浮遊物質量(SS)			○	○	○	○			
	濁度			○	○	○	○			
	粒度組成					○	○			
底質	粒度組成						○			粒径の細かい底質の堆積状況を示す指標として底泥堆積厚及び粒度組成、底質に含まれる有機物を示す指標として強熱減量、化学的酸素要求量、栄養塩量を示す指標として総窒素及び総リン、硫化物量を示す指標として硫化物、酸化還元状態を示す指標として酸化還元電位を測定する。また、底質からの溶出負荷量を把握するために、窒素化合物及びリン化合物の溶出量、酸素消費量を測定する。 硫化物は嫌気状態で水域に硫化水素などの形態で溶出し、酸素が供給されると速やかに反応し溶存酸素を消費する。そのため硫化物量が多いと有機物による分解以上に底層の溶存酸素が消費され、溶存酸素に影響を及ぼす。 河床掘削する区間では、新たな河床が露出するため、掘削箇所で大橋川改修後の底質の状態を把握するため、露出河床を調査する。
	堆積厚						○			
	含水比						○			
	強熱減量			○			○			
	化学的酸素要求量*			○			○			
	総窒素(T-N)			○			○			
	総リン(T-P)			○			○			
	窒素化合物*溶出量			○						
	リン化合物*溶出量			○						
	酸素消費量			○	○					
	硫化物				○		○			
	酸化還元電位				○		○			
	露出河床						○			
水利用	水利用の状況							○	○	水利用の状況は、対象とする環境要素を直接示す指標であるため調査する。地下水の状況は、水利用への影響を及ぼす可能性がある指標であるため調査する。
	地下水の状況							○	○	
気象	気温	○	○	○	○	○	○	○	○	宍道湖・中海の水質は、気象及び水象の影響を受けて変化しており、水質への影響を把握するための項目として測定する。また、数値シミュレーションモデルを用いて予測する場合の境界条件及び外力条件を設定するために、気象では気温、風速、湿度、雲量、日射量及び降水量、水象では水位、流量が必要となる。
	風速	○	○	○	○	○	○	○	○	
	湿度	○	○	○	○	○	○	○	○	
	雲量	○	○	○	○	○	○	○	○	
	日射量	○	○	○	○	○	○	○	○	
	降水量	○	○	○	○	○	○	○	○	
水象	流量	○	○	○	○	○	○	○	○	
	水位	○	○	○	○	○	○	○	○	
プランクトン	植物プランクトン			○	○					数値シミュレーションモデルを用いて予測する場合の条件を設定するために、プランクトンは必要となる。

※化学的酸素要求量：COD

※窒素化合物：総窒素(T-N)、アンモニウム態窒素(NH₄-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)※リン化合物：総リン(T-P)、オルトリン酸態リン(PO₄-P)

2) 調査の基本的な手法

「6.1.1.2 調査結果の概要 (1)調査の手法 2) 調査の基本的な手法」と同様とした。

3) 調査地域・調査地点

底質の調査地域は、宍道湖、大橋川、中海、境水道及び美保湾とした。

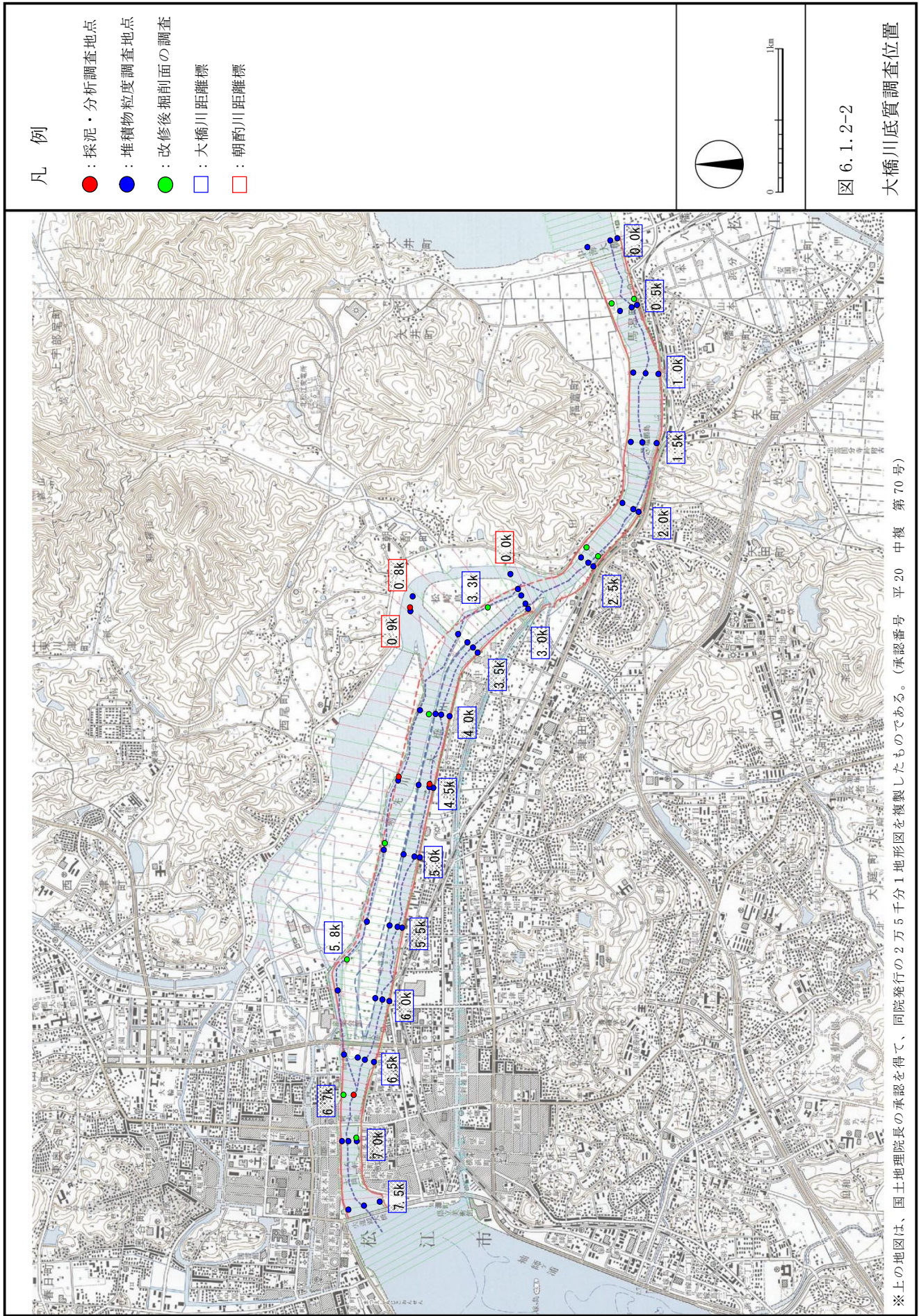
採泥・分析調査の調査地点は、「6.1.1.2 調査結果の概要 (1)調査の手法 2) 調査の基本的な手法」と同様とした。

大橋川採泥・分析調査の調査地点は、大橋川水底堆積物の状況を適切かつ効果的に把握できる地点とした。調査地点を図 6.1.2-2 に示す。

大橋川改修後掘削面調査の調査地点は、大橋川改修後の掘削面の底質の状況を適切かつ効果的に把握できる地点とした。調査地点を図 6.1.2-2 に示す。

4) 調査期間等

「6.1.1.2 調査結果の概要 (1)調査の手法 2) 調査の基本的な手法」と同様とした。



※上の地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号 平20 中複 第70号)

(2) 調査結果

1) 採泥・分析調査

採泥・分析調査の結果は、「6.1.1.2 調査結果の概要 (2) 調査結果 2) 底質 (水底の泥土)」に示すとおりである。

2) メッシュ調査

メッシュ調査の結果は、「6.1.1.2 調査結果の概要 (2) 調査結果 2) 底質 (水底の泥土)」に示すとおりである。

3) 大橋川採泥・分析調査

現況河床の粒度組成の調査結果を基に粒径別質量割合を整理した結果は図 6.1.2-3 に示すとおりである。

大橋川、剣先川及び朝酌川の底質は、粒径が 2mm 以下となる砂やシルトが大部分を占め、粒径が 2mm を超える礫分(細礫分)の占める割合が 30%以上となる地点はない。礫分の割合が 10%以上となる地点は、大橋川 1.5k(中央), 2.0k(中央), 3.0k(中央), 4.0k(左右岸)及び 5.0k(右岸)である。また、粒径の細かいシルト分(粘土分: 粒径 0.005mm 以下を含む)の割合が 50%以上となる地点は、大橋川 7.0k(左右岸), 5.5k(中央・左岸), 5.0k(左岸), 4.5k(左右岸), 3.5k(右岸), 2.5k(中央), 2.0k(左岸), 1.0k(左右岸), 0.5k(中央・右岸), 0.0k(左岸), 剣先川 6.0k 及び朝酌川の各地点である。



図 6.1.2-3 大橋川現況河床の底質の粒径別質量割合

4) 大橋川改修後掘削面（露出河床）の底質調査

改修掘削面の粒度組成調査結果は、図 6.1.2-4 に示すとおりである。なお、同図は同地点もしくは近傍地点の現況河床の粒度組成調査結果も併記している。

剣先川 6.5k～4.0k 及び 2.5k の掘削面の河床材料は、現況河床と比較してシルト分の割合が大きい。大橋川 7.0k 及び剣先川 3.5k の掘削面の河床材料は、現況河床と比較してシルト分の割合が小さい。

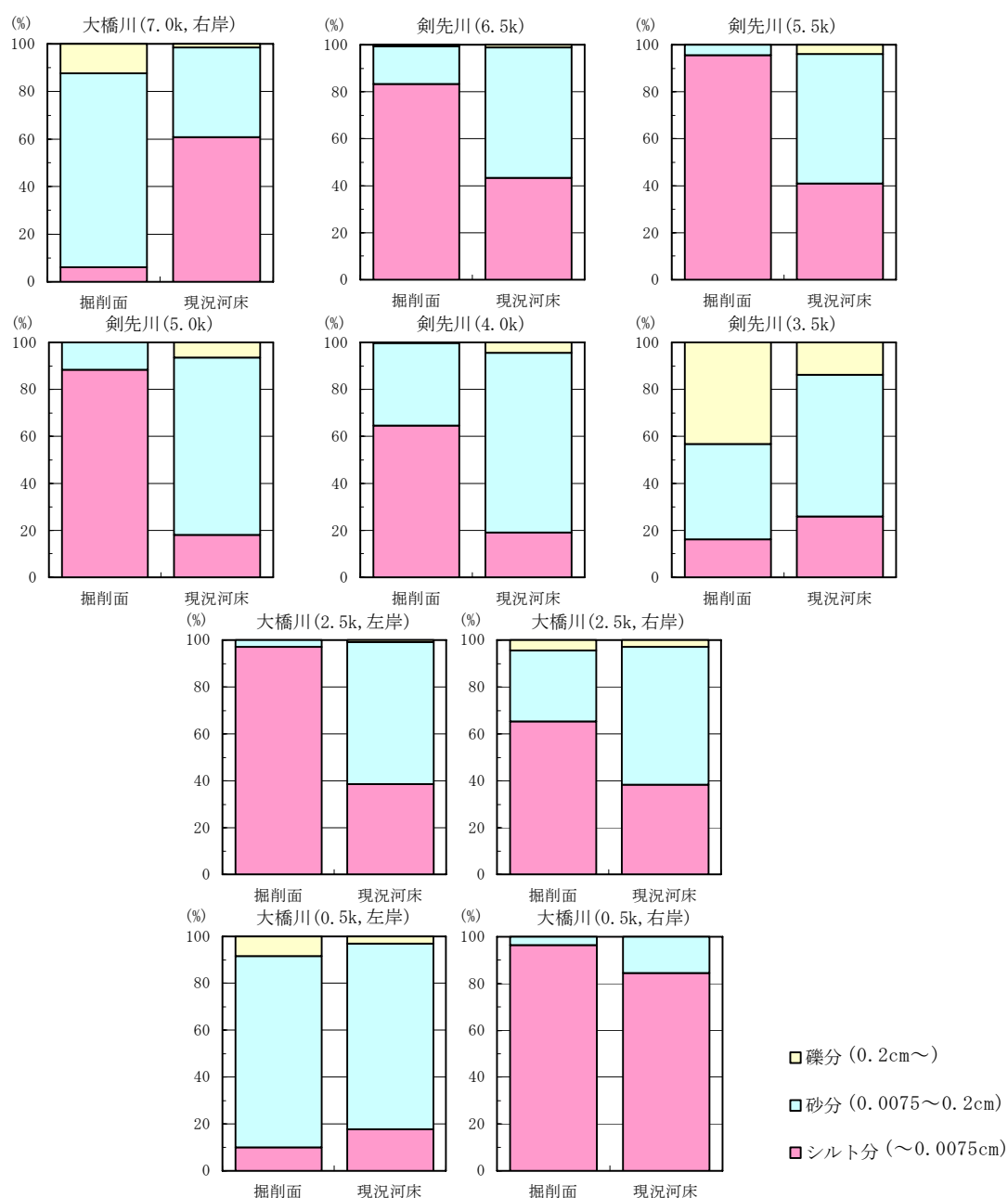


図 6.1.2-4 大橋川現況河床及び改修後掘削面の底質の粒径別質量割合

6.1.2.3 予測の結果

(1) 予測の手法

平面 2 次元多層水質予測モデルによる流速から算定される摩擦速度と表 6.1.2-2 に示す底質の移動限界摩擦速度を比較することで、細かい粒径の土砂が堆積する可能性を予測する。なお、移動限界摩擦速度の算定における粒径は、シルトの上限値 ($d=0.0074\text{cm}$) とした。

表 6.1.2-2 底質の移動限界摩擦速度の算定方法

手 法	基本的考え方	算定式	参考文献
岩垣公式に基づく手法 (岩垣公式)	移動限界摩擦速度の式として岩垣公式を適応し、河床上のシルトの移動限界摩擦速度を算定する。	$U_{*c}^2=8.41 \cdot d^{11/32}$	水理公式集[平成 11 年版]p. 158
シールズ [*] の式に基づく手法 (シールズ [*] の式)	限界掃流力の式としてシールズ [*] の式を適応し、河床上の土砂が移動をはじめる無次元化した限界掃流力を実験結果を参考に 0.05 として、底泥の移動限界摩擦速度を算定する。	$\tau_c=U_{*c}^2/(\sigma/\rho-1) \cdot g \cdot d=0.05$ $U_{*c}^2=0.05 \cdot (\sigma/\rho-1)/g \cdot d$	水理公式集[平成 11 年版]p. 158
室内実験	湖内の 6 箇所では採泥した底泥を用いて、水路実験から移動限界摩擦速度、底面流速を推定	—	

※変数説明

τ_c : 限界掃流力, U_{*c} : 限界摩擦速度, σ : 土粒子の密度, ρ : 水の密度, g : 重力加速度,

d : 土粒子の粒径, ω : 沈降速度, ν : 動粘性係数

(2) 予測の結果

1) 大橋川内

表 6. 1. 2-2 に示した各手法に基づき算定した移動限界摩擦速度は、表 6. 1. 2-3 に示すとおりである。一方、洪水時及び高潮時における宍道湖 No. 3 (湖心)、大橋川各断面及び中海湖心の摩擦速度の最大値は図 6. 1. 2-5 及び図 6. 1. 2-6 に示すとおりである。なお、各手法の内、移動限界摩擦速度が最大となる岩垣公式の値を同図に併記する。また、参考に流速で表現すると図 6. 1. 2-8 及び図 6. 1. 2-9 のとおりである。

洪水時、高潮時における流速から算定される大橋川内の摩擦速度は、3. 5k 左岸を除き移動限界摩擦速度を上回ることから、洪水時、高潮時において大橋川内に細かい粒径の土砂が堆積し続けることはないと考えられる。

3. 5k 左岸では、洪水時 (H9. 7) において摩擦速度が移動限界摩擦速度 (岩垣公式) を下回るため、細かい粒径の土砂が堆積する可能性がある。ただし、大橋川は上下流で大橋川より流速 (摩擦速度) の小さい宍道湖と中海に接続しており、大橋川に堆積するような土砂は概ね宍道湖及び中海で沈降・堆積し、大橋川に沈降・堆積する土砂は少ないと考えられる。

表 6. 1. 2-3 移動限界摩擦速度

算定手法	移動限界 摩擦速度	移動限界 流速
岩垣公式	1. 25 (cm/s)	0. 23 (m/s)
シールズの式	0. 78 (cm/s)	0. 14 (m/s)
室内実験	1. 23 (cm/s)	0. 23 (m/s)

【洪水時(H9.7)最大摩擦速度】

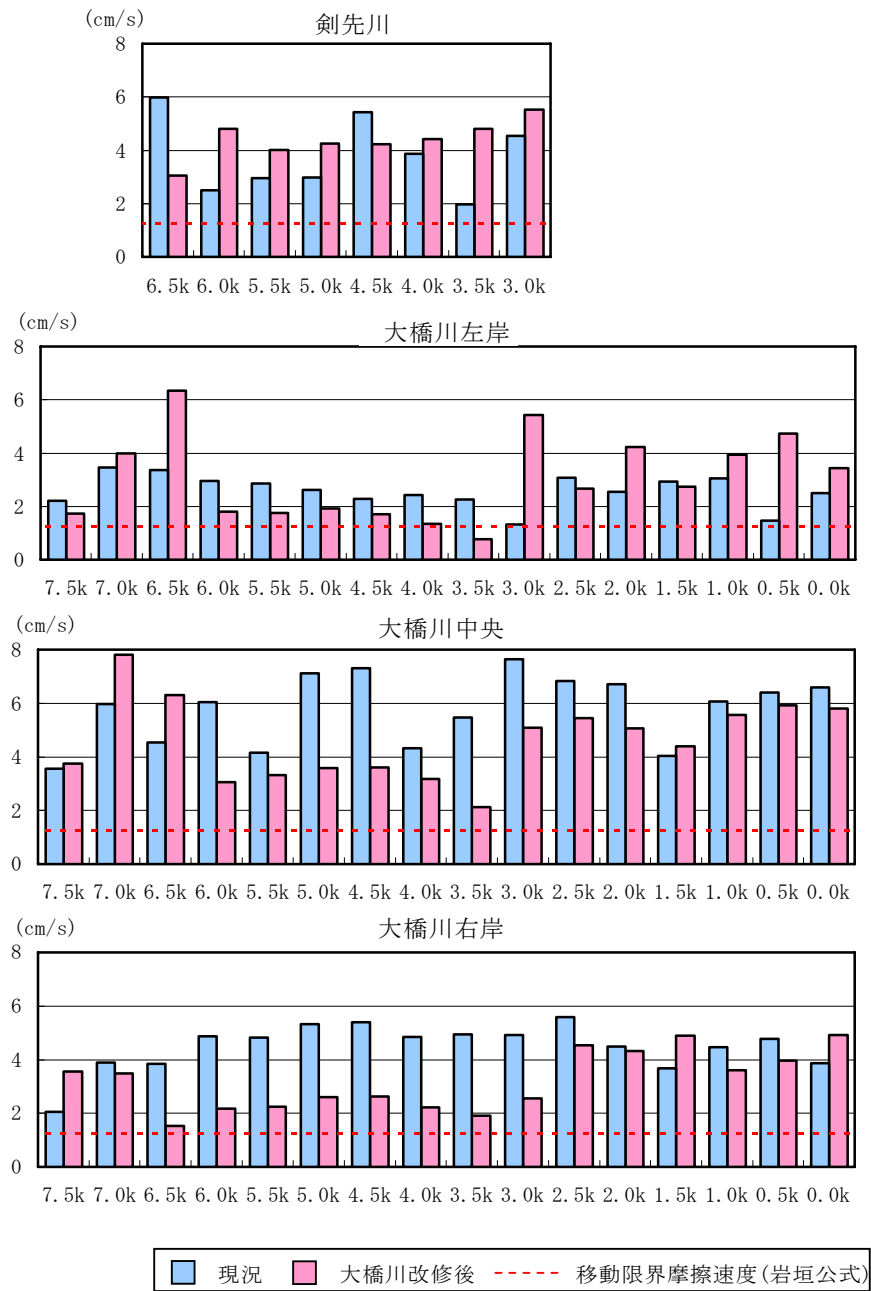


図 6.1.2-5 現況及び大橋川改修後の大橋川内摩擦速度【洪水時(H9.7)】

【高潮時 (H14. 9) 最大摩擦速度】

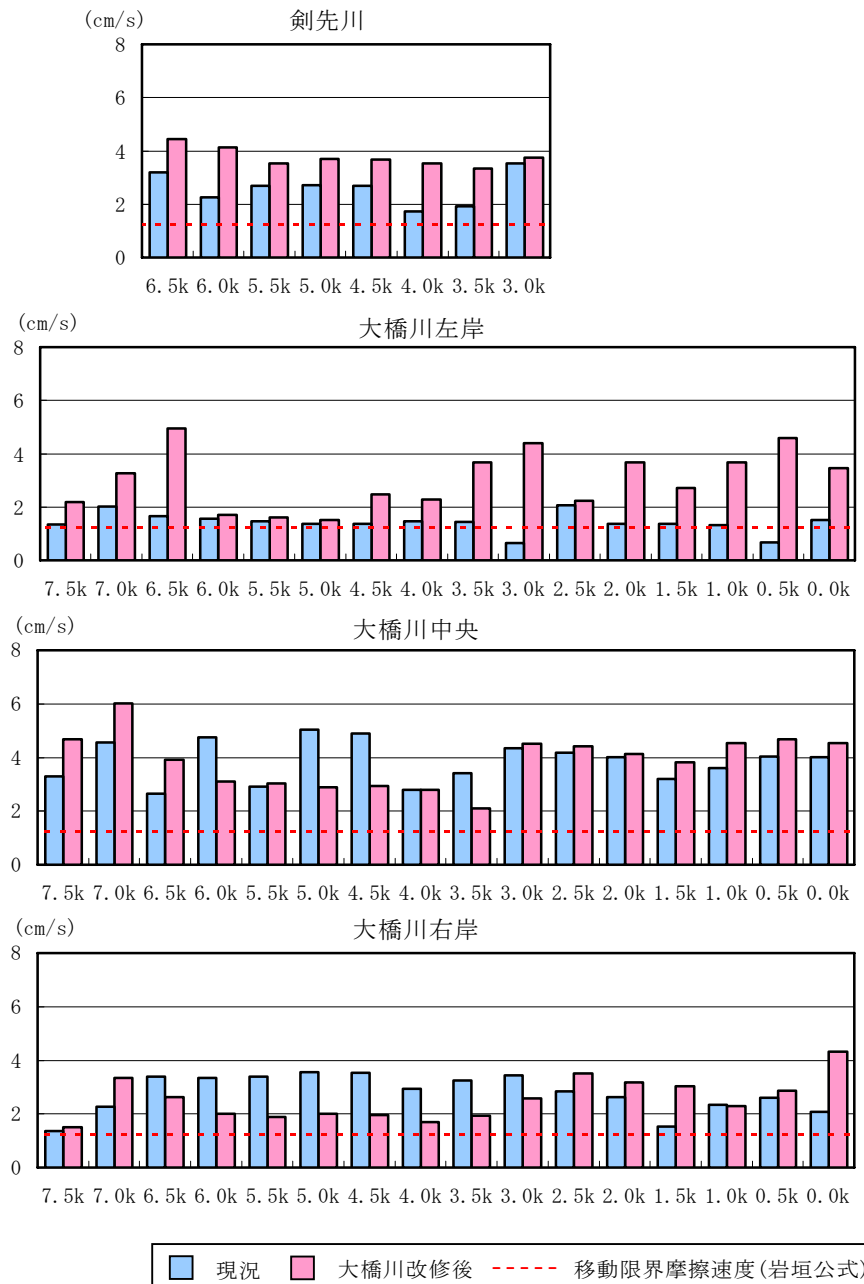


図 6.1.2-6 現況及び大橋川改修後の大橋川内摩擦速度【高潮時 (H14. 9)】

【渇水時 (H6. 7～9) 1 潮汐最大値の期間平均摩擦速度】

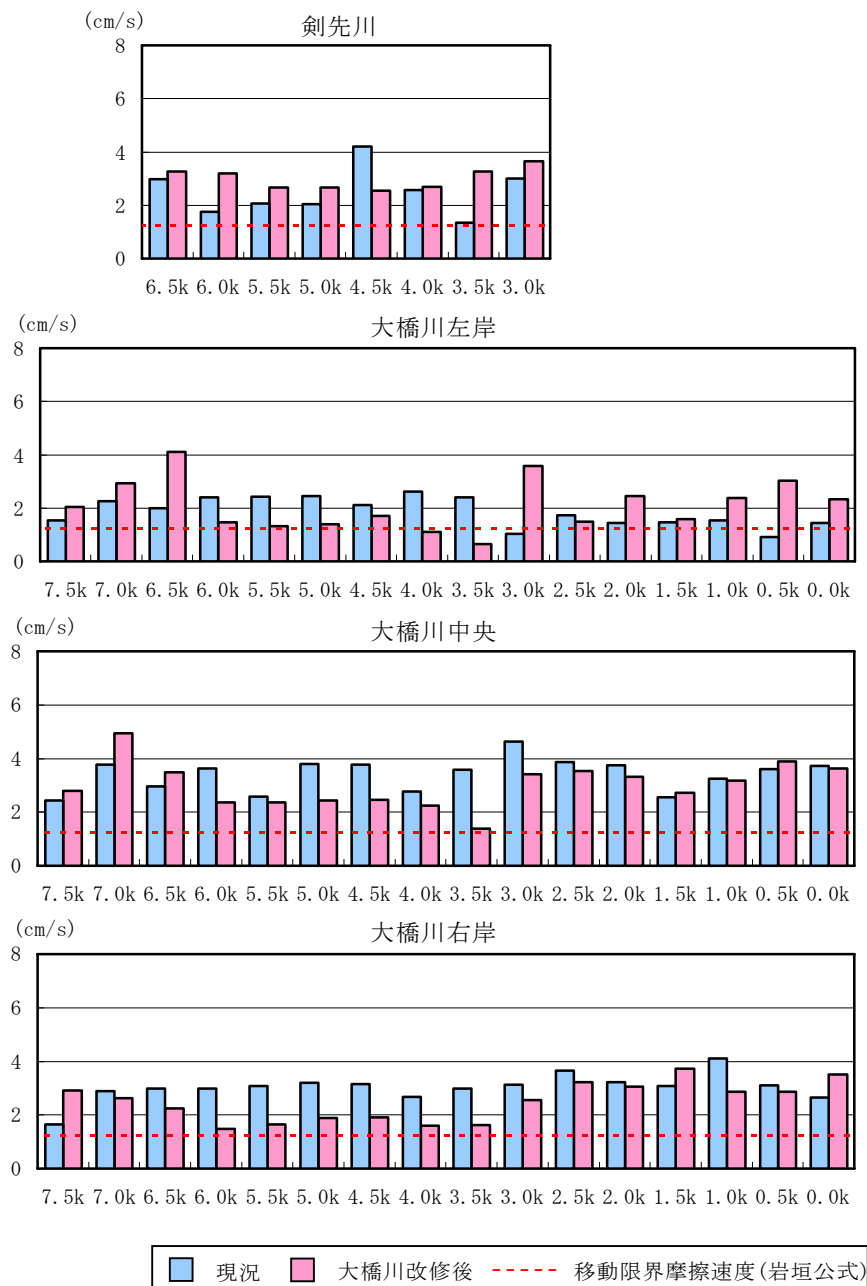


図 6. 1. 2-7 現況及び大橋川改修後の大橋川内摩擦速度【渇水時 (H6. 7-9)】

【洪水時(H9.7)最大流速】

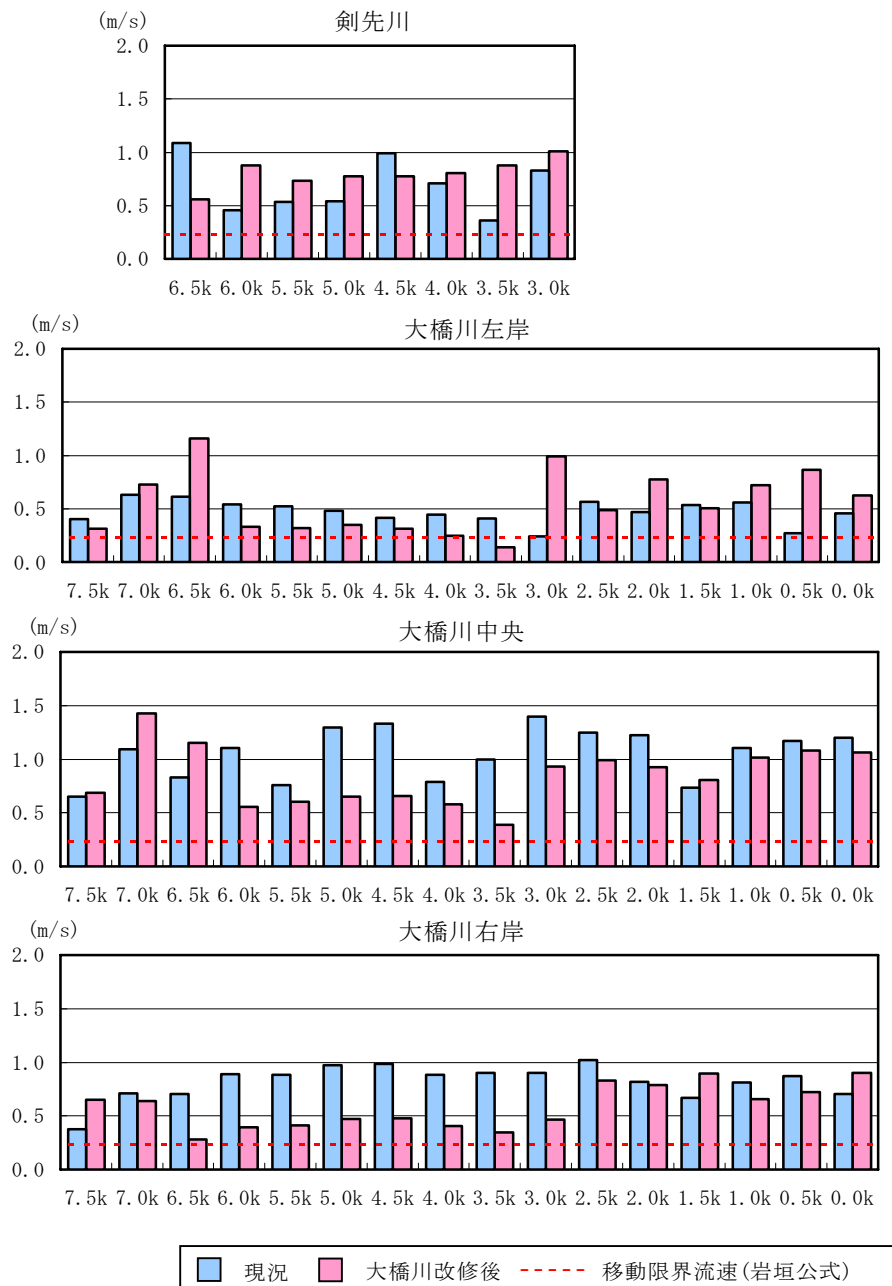


図 6.1.2-8 現況及び大橋川改修後の大橋川内流速【洪水時(H9.7)】

【高潮時(H14.9)最大流速】

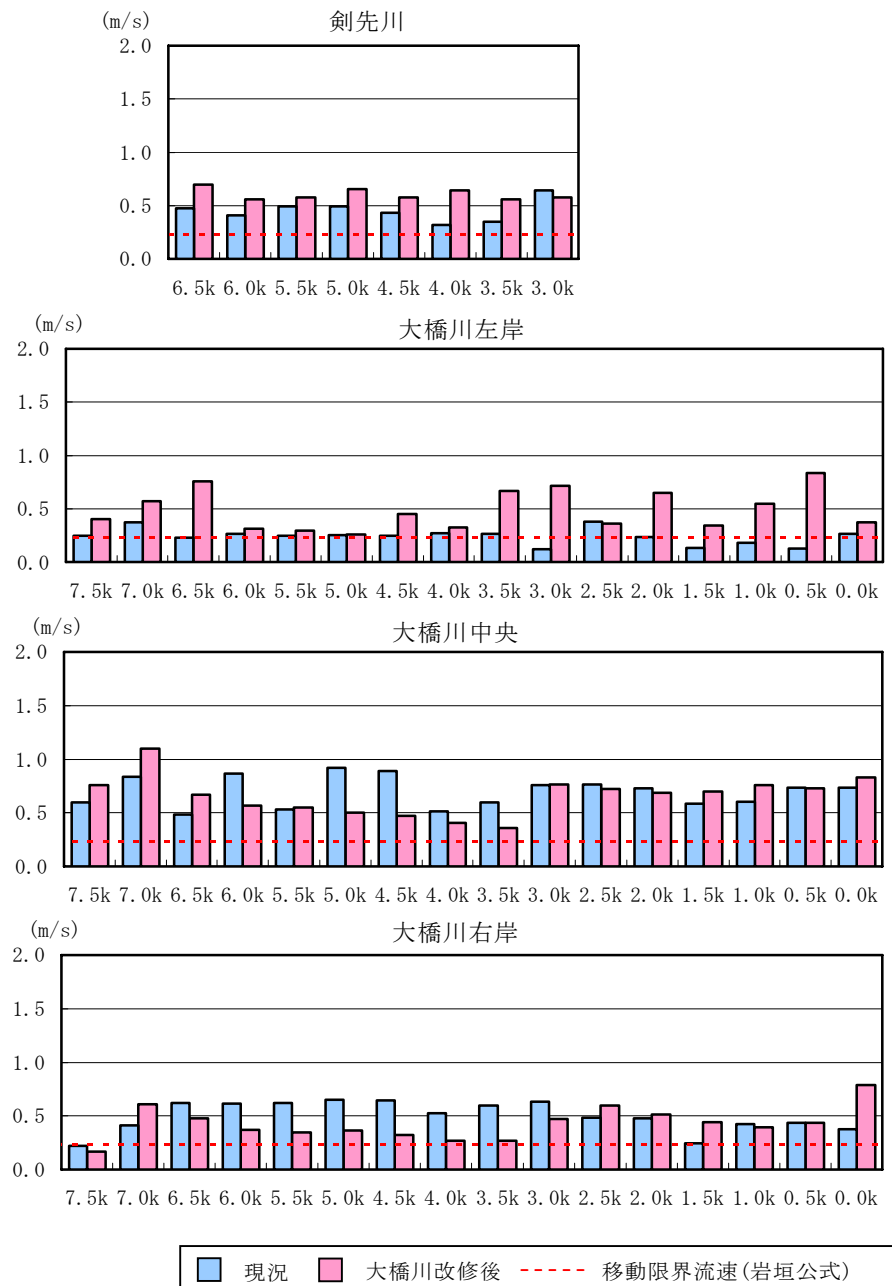


図 6.1.2-9 現況及び大橋川改修後の大橋川内流速【高潮時(H14.9)】

【渇水時 (H6. 7-9) 最大流速】

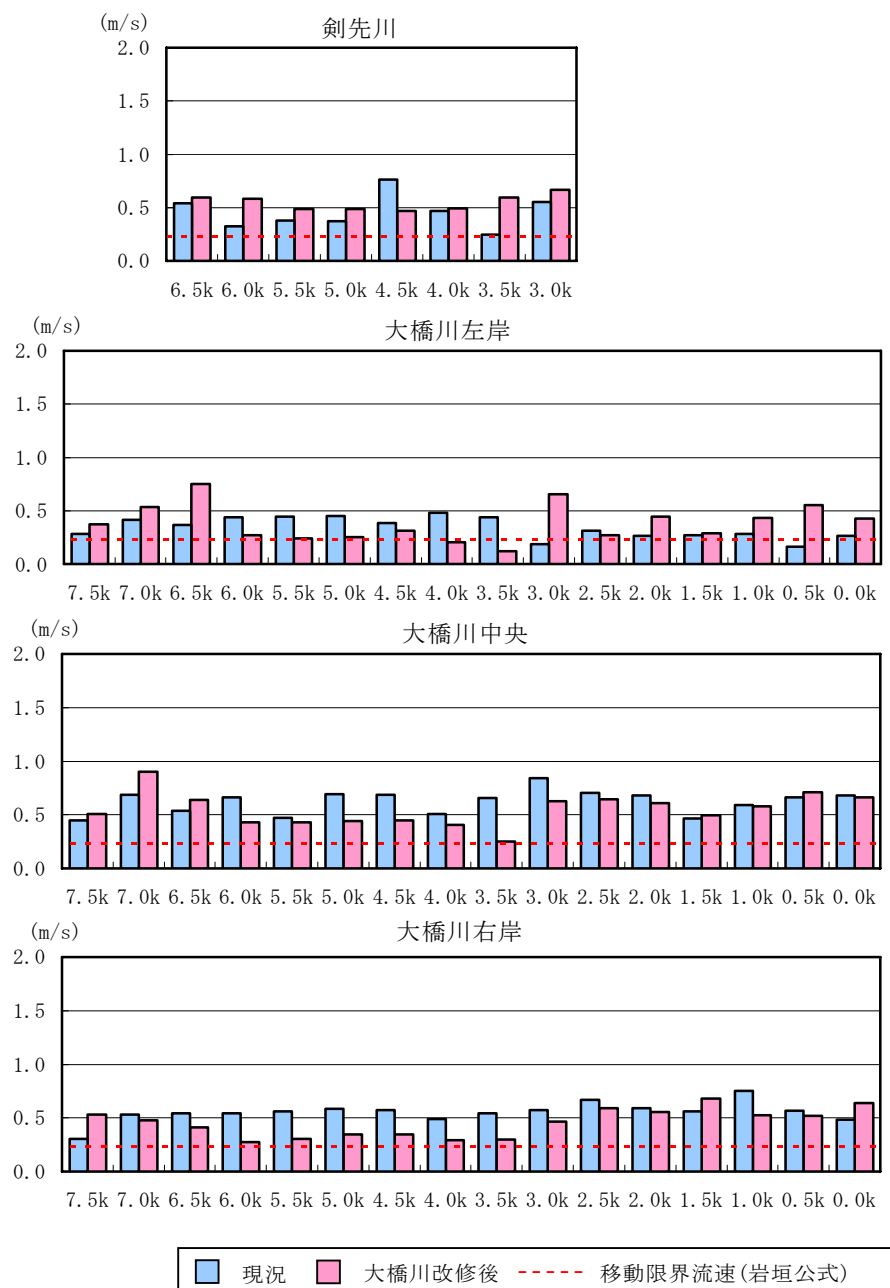


図 6. 1. 2-10 現況及び大橋川改修後の大橋川内流速【渇水時 (H6. 7-9)】

2) 湖内（大橋川以外）

予測地点における現況、バックグラウンド後及び大橋川改修後の年最大及び年平均の流速は図 6.1.2-11～図 6.1.2-13 に示すとおりである。

宍道湖 No.1 及び大橋川河口を除く各地点ともにバックグラウンド後に対して大橋川改修後で大きな変化はみられない。

宍道湖 No.1 は、現況、バックグラウンド後に対して大橋川改修後の流速が大きくなる。または大橋川河口では、H6 の最大値がバックグラウンド後に対して大橋川改修後の流速が大きくなる。

湖内各地点において、大橋川改修事業により年最大値及び年平均値は大きく変化しないことから、大橋川改修事業による湖内底質の変化は小さいと考えられる。

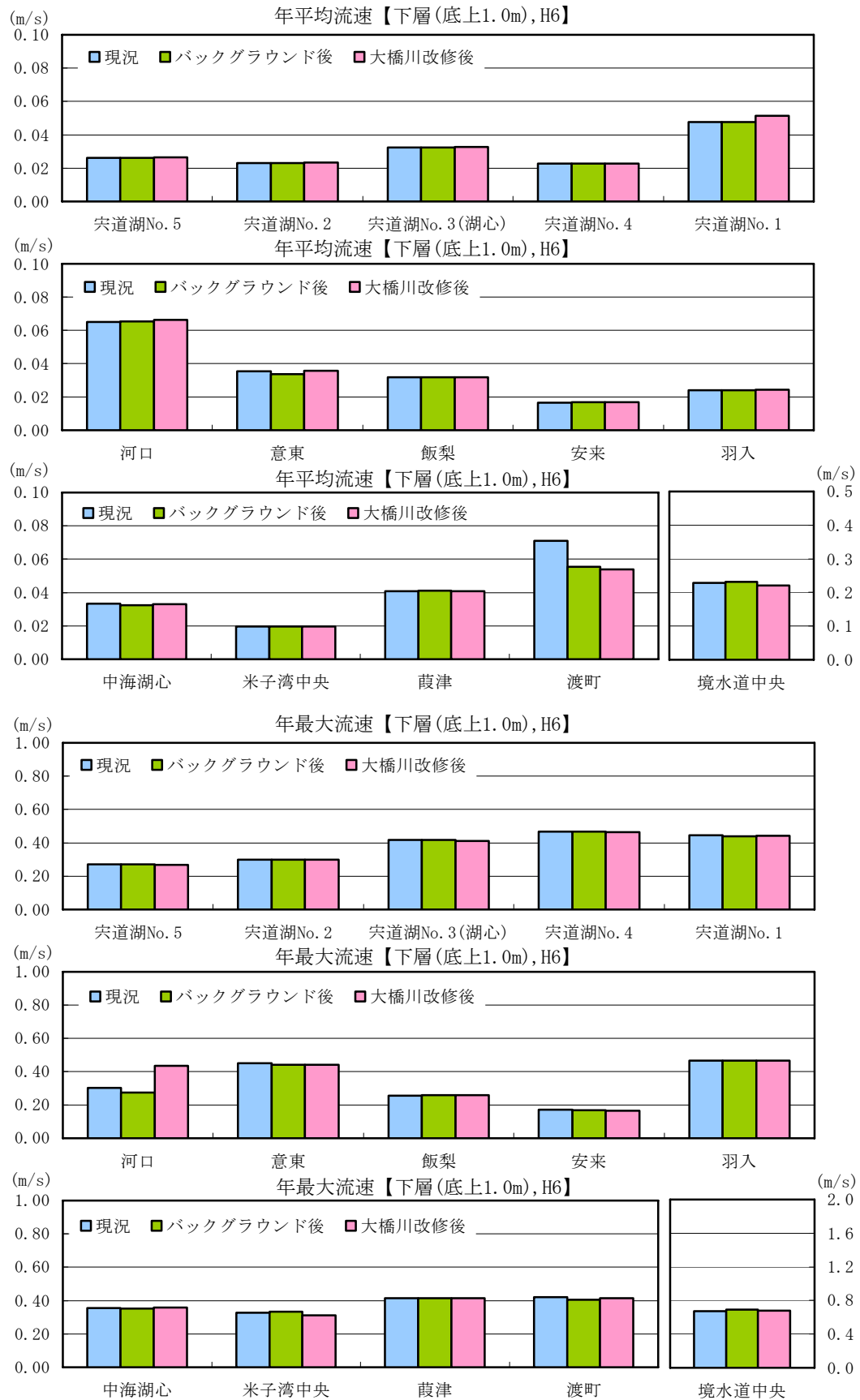


図 6. 1. 2-11 現況及び大橋川改修後の湖内流速【H6】

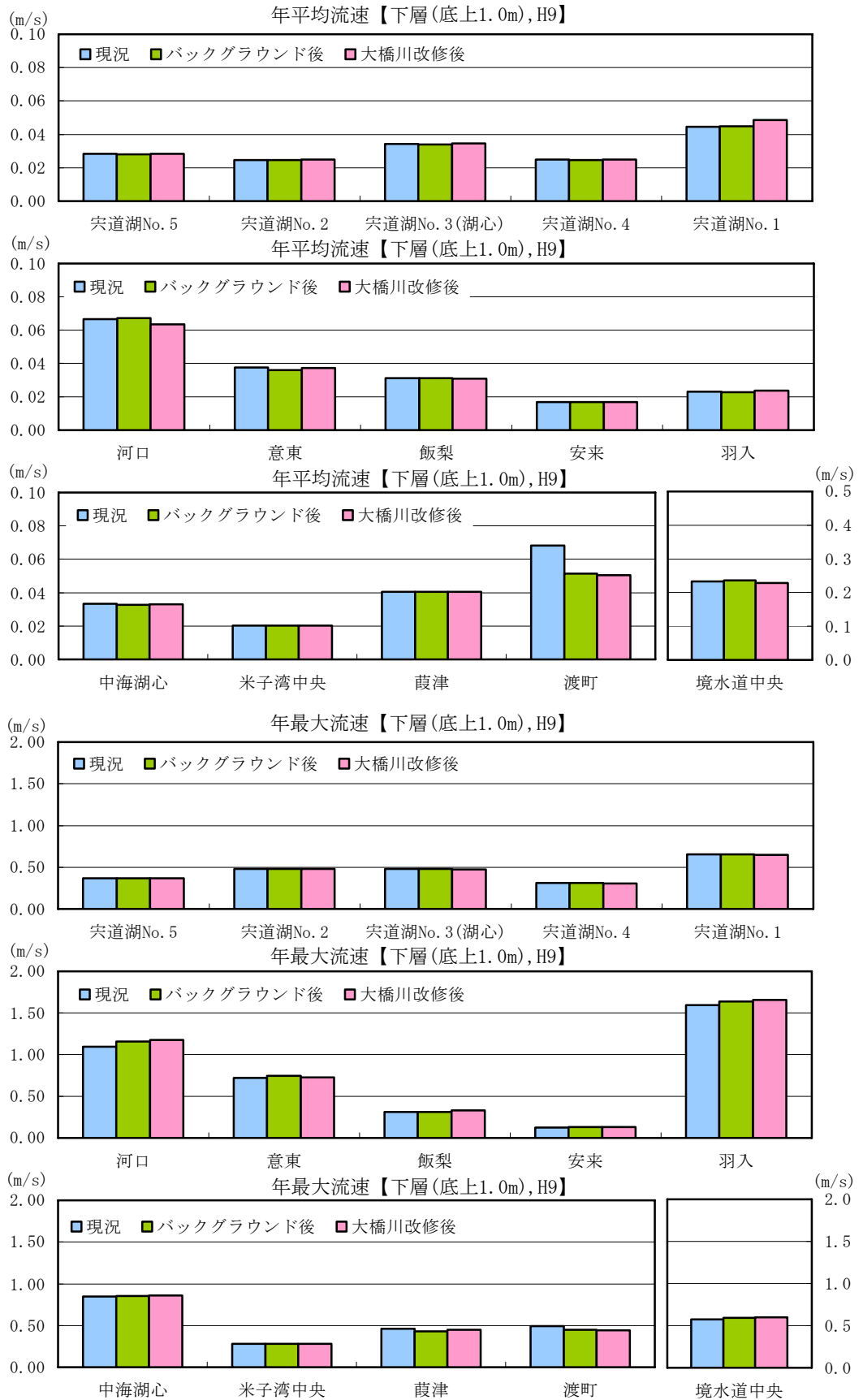


図 6. 1. 2-12 現況及び大橋川改修後の湖内流速【H9】

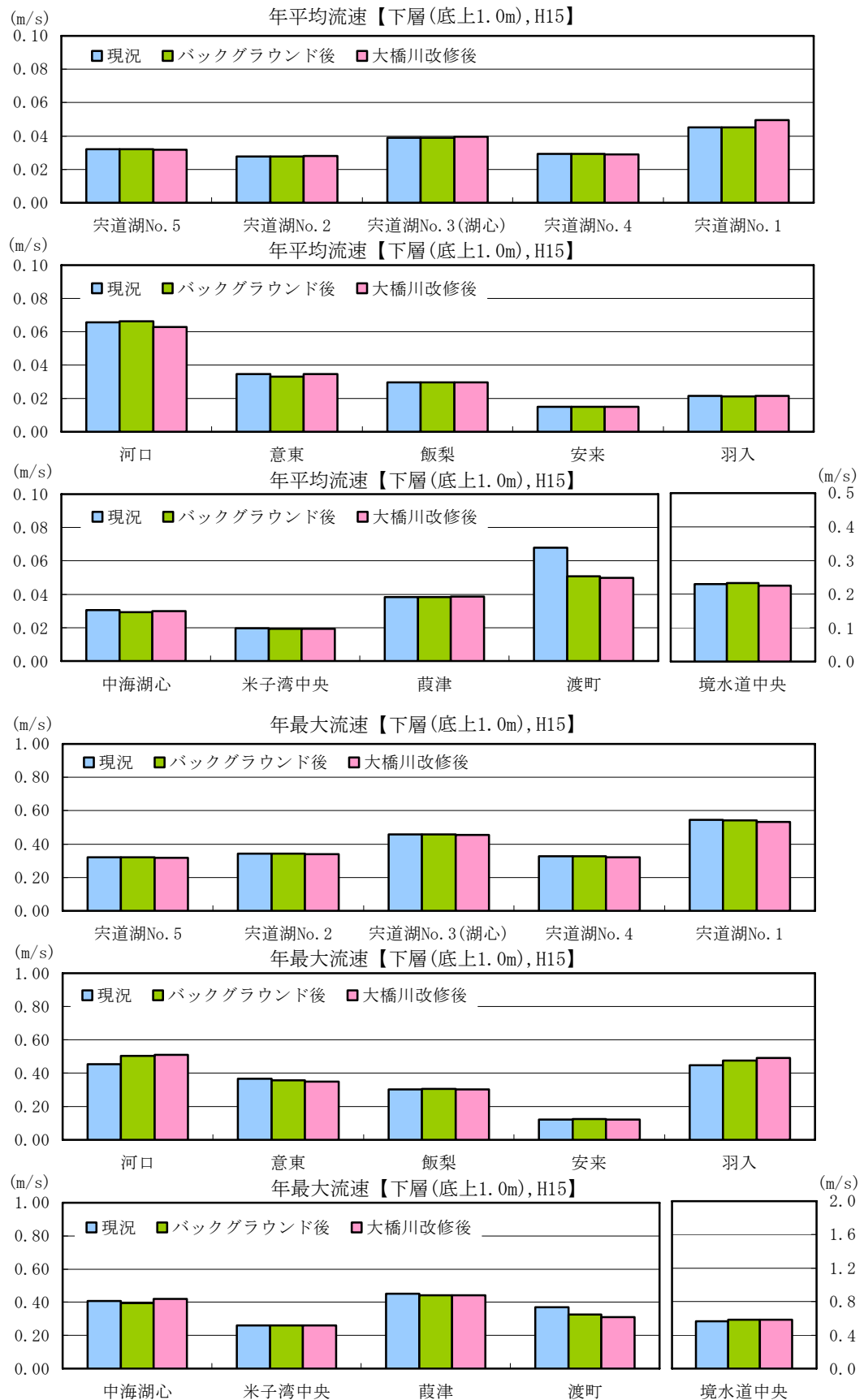


図 6.1.2-13 現況及び大橋川改修後の湖内流速【H15】

6.1.2.4 環境保全措置の検討

(1) 環境保全措置の検討項目

予測対象とした底質は、水底の泥土である。

予測結果より、底質について、影響は小さいと判断されることから、環境保全措置の検討を行う項目としない。

表 6.1.2-4 環境保全措置の検討項目

項目	予測結果の概要	環境保全措置の検討
		大橋川改修後
水底の泥土	大橋川改修事業による流動の変化や大橋川改修事業による河床の掘削(大橋川のみ)は、水底の泥土(粒度組成)に影響を及ぼす可能性があり、また大橋川改修事業による水質(富栄養化項目、溶存酸素)の変化は、水底の泥土(性状)に影響を及ぼす可能性がある。 宍道湖及び中海では、大橋川改修事業による流速の変化は小さいと予測されることから、大橋川改修事業による水底の泥土(粒度組成)の変化は小さいと考えられる。 また、宍道湖及び中海では、富栄養化項目の変化は小さく、富栄養化現象による湖底への有機物の供給の変化は小さいと考えられるため、水底の泥土(性状)の変化は小さいと考えられる。 大橋川改修事業による掘削面の粒度組成は現地調査結果から現況河床と比較して、同程度もしくはシルトの占める割合が大きくなる傾向にあるが、洪水時及び高潮時において、大橋川の大部分の地点で摩擦速度が細かい粒径の土砂の移動限界摩擦速度を上回ると予測されることから、大橋川改修後においてシルトの占める割合は減少すると考えられる。また、同理由により大橋川内に細かい粒径の土砂が堆積し続ける可能性は小さいと考えられる。 また、大橋川改修事業により大橋川内の溶存酸素の変化は小さいと予測されることから、底層の低酸素化による水底の泥土(性状)の変化は小さいと考えられる。	—

注) —：影響が小さいと判断されるため、環境保全措置の検討は行わない。

6.1.2.5 事後調査

底質に係る事後調査は、環境保全措置を講じないことから実施しない。

6.1.2.6 評価の結果

底質については、大橋川改修後の水底の泥土について調査、予測を実施し、その結果を踏まえ、環境保全措置の検討を行い、底質の影響を低減することとした。これにより、底質に係る環境影響は事業者の実行可能な範囲内でできる限り低減されていると判断する。