

## 検討の目的

- ◆排砂および通砂時の海域の土砂動態把握の一環として、排砂時に流下した土砂による海面での濁り拡散範囲を推定する。

## 検討概要

### 【検討ステップー1】濁り拡散状況の写真撮影

ヘリ、ドローンによる航空写真撮影を実施。

（衛星写真による拡散範囲推定は、雲の影響で明瞭な写真確認ができず未実施。）

（ねらい）

- ・視認できる濁りの拡散範囲を把握する。

（成果）

- ・ヘリ空撮写真により濁りの様相を把握
- ・ドローン空撮写真により濁りの拡散面積の推定

⇒P2、P3

（衛星写真が取得できれば拡散範囲を定量的に把握することも可能）

### 【検討ステップー2】シミュレーションによる再現計算

従来の排砂予測に使用する海域計算モデル（現行モデル）に加え、地形データ等を更新した改良モデルを使用して再現計算を実施。

（ねらい）

- ・シミュレーションでの再現性を検証する。

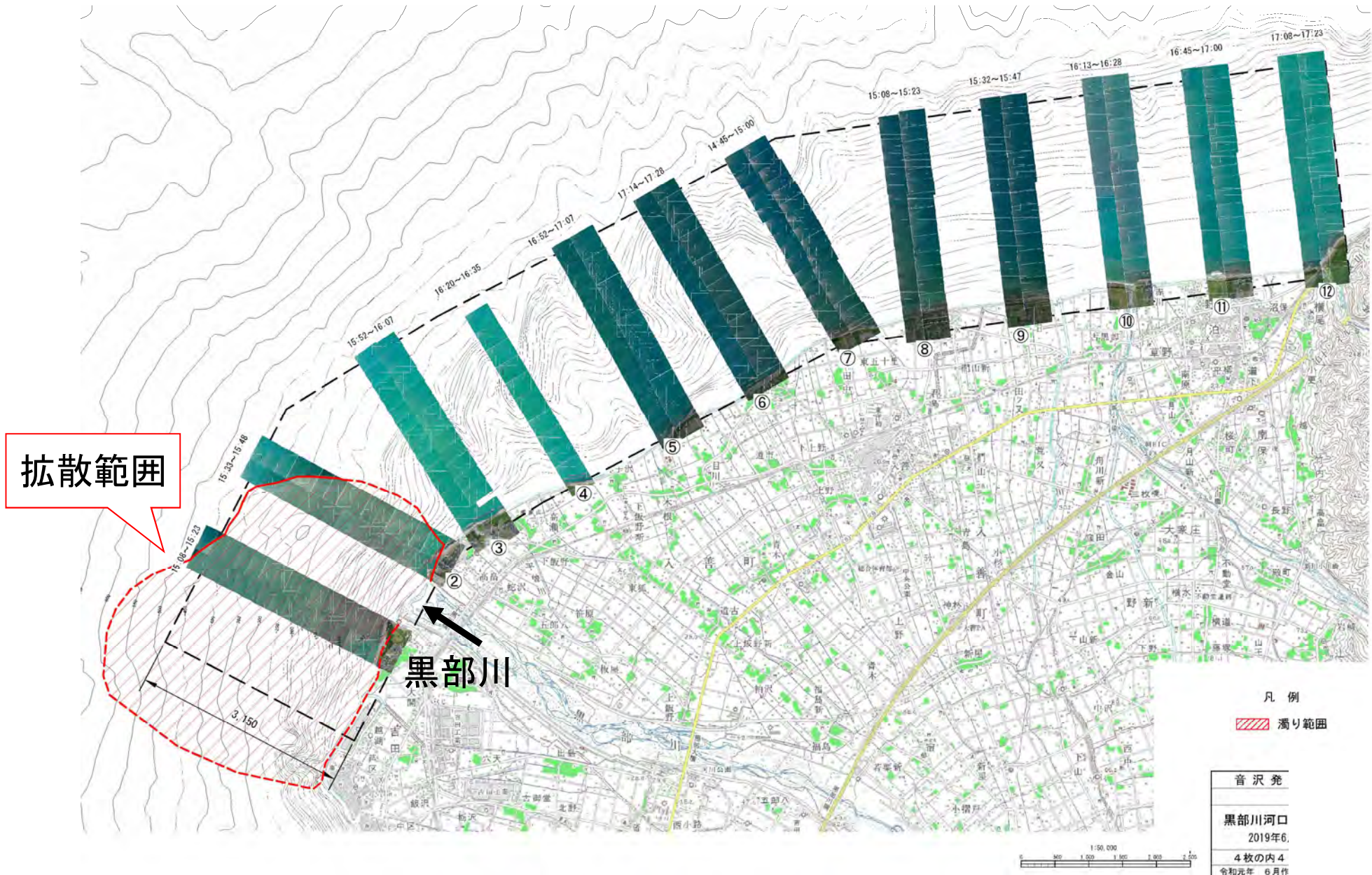
（成果）

- ・現行モデル、改良モデルともに質観測結果との比較から一定の再現性は確認できた、改良余地あり。

⇒P4、P5

○排砂時(6/18 15:00頃撮影)：宇奈月ダム排砂後の措置中のドローン空撮写真（撮影した中で最後のタイミングで拡散範囲が最も広い）

○拡散範囲の推定：下記の垂直写真+斜め写真から拡散範囲を推定。沖合約3km、範囲は約15km<sup>2</sup>で拡散。

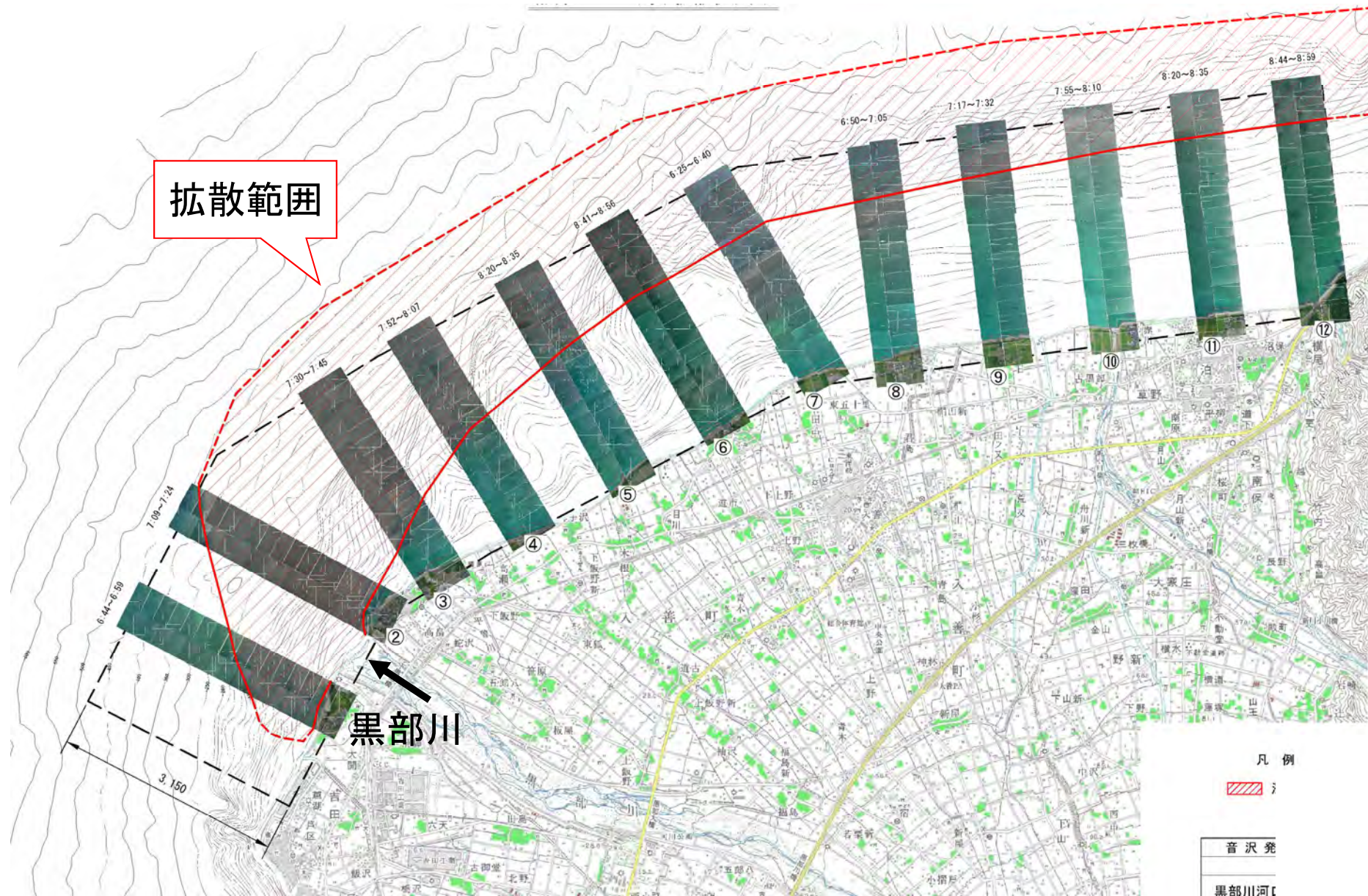


拡散範囲

黒部川



- 通砂時(7/1 8:00頃撮影)：宇奈月ダム自然流下中のドローン空撮写真（撮影した中で最後のタイミングで拡散範囲が最も広い）
- 拡散範囲の推定：下記の垂直写真+斜め写真から拡散範囲を推定。沖合約4km、範囲は約40km<sup>2</sup>に拡散。





シミュレーションによる再現計算

現行モデルの概要

- ・排砂計画時のSS値の予測に使用しており、現行の使用目的においては一定の再現性を確認している。（図-1参照）

現行モデルの課題と改良ポイント※

- ・地形データの更新  
⇒モデル作成時の地形データを使用しているため、至近のデータに更新  
現行：棚の海の基本図のデータ（海上保安庁、2000年3月刊行）  
改良：「日本海における大規模地震に関する調査検討会」で作成されたデータ（国交省、2014）
- ・高度な理論式の採用  
⇒現行モデル作成時からの計算機の能力向上を考慮して乱流モデル等を高度化
- ・水温、塩分等の初期、境界条件に観測値を採用  
⇒現行モデルは計画時の予測が目的であるため夏季平均値を採用。  
改良モデルでは再現計算を目的として観測値を採用。

※改良ポイントの詳細は参考資料に記載

再現性検証の

排砂時、通砂時の水質観測値のうち、図-2に示す地点のSS値（濁度から換算）の経時的な変化、鉛直分布の再現性を確認する。

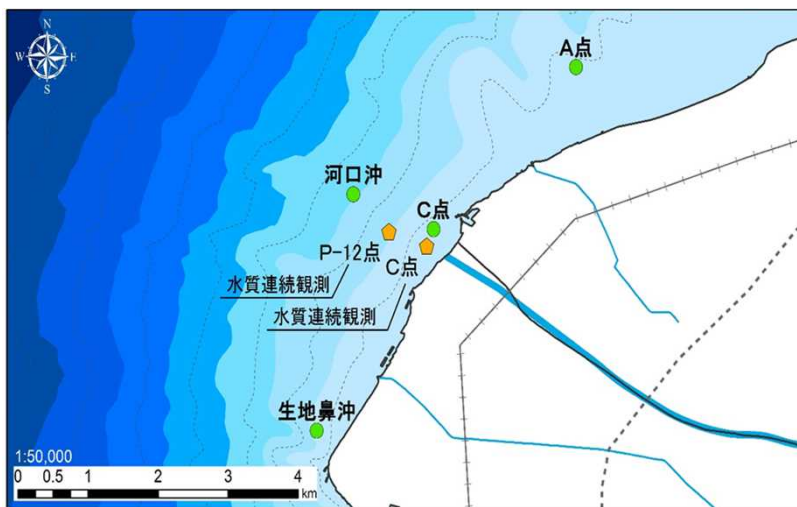


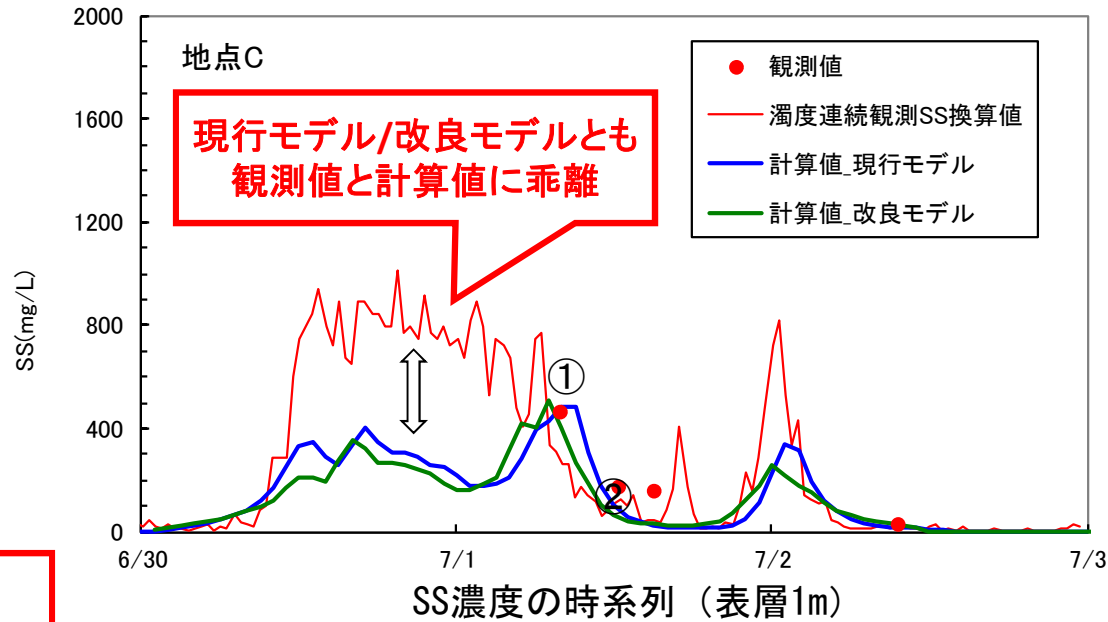
図-2 再現計算に使用する水質観測位置図

(単位：mg/l、上段は実績値、下段（）は予測値)

		海 域	
		C点	A点
平成27年度	排砂	1,700 (1,300~2,300)	13 (80~140)
	通砂	760 (300~950)	11 (20~60)
平成28年度	排砂	未実施 (510~670)	未実施 (50~60)
	通砂	未実施 (190~300)	未実施 (20~30)
平成29年度	排砂	82 (2,000~5,700)	16 (130~380)
	通砂	60 (640~2,900)	11 (50~210)
平成30年度	排砂	未実施 (260~570)	未実施 (20~50)
	通砂	未実施 (100~250)	未実施 (10~30)
令和元年度	排砂	未実施 (2,100~5,000)	未実施 (210~510)
	通砂	未実施 (800~1,600)	未実施 (110~210)
令和2年度	排砂	未実施 (330~450)	未実施 (50~60)
	通砂	未実施 (250~410)	未実施 (40~60)
令和3年度	排砂	5,100 (4,200~8,900)	27 (360~770)
	通砂	4,300 (1,700~3,600)	20 (190~410)
令和4年度	排砂	未実施 (670~770)	未実施 (70~80)
	通砂	未実施 (390~550)	未実施 (50~70)
令和5年度	排砂	120 (3,200~5,400)	6 (320~540)
	通砂	57 (970~1,900)	5 (130~250)
令和6年度	排砂	460 (530~800)	7 (60~80)
	通砂	263 (370~460)	4 (50~60)
令和7年度	排砂	(1,800~2,900)	(210~320)
	通砂	(750~1,300)	(100~160)
令和8年度	排砂	(580~630)	(70~80)
	通砂	(410~490)	(50~60)

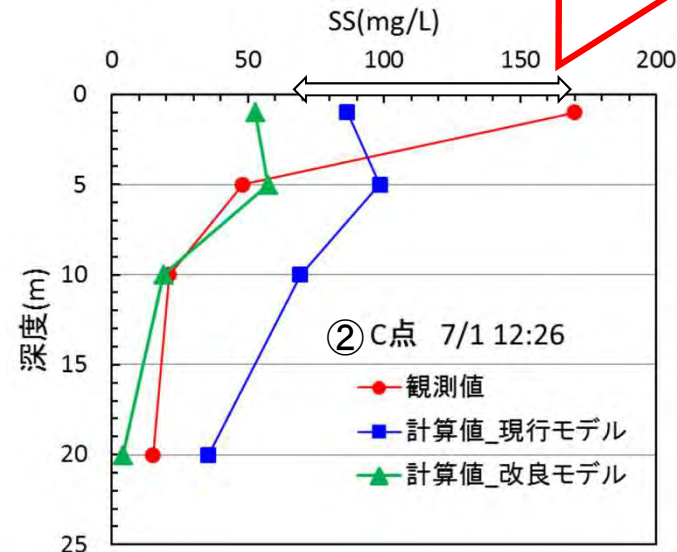
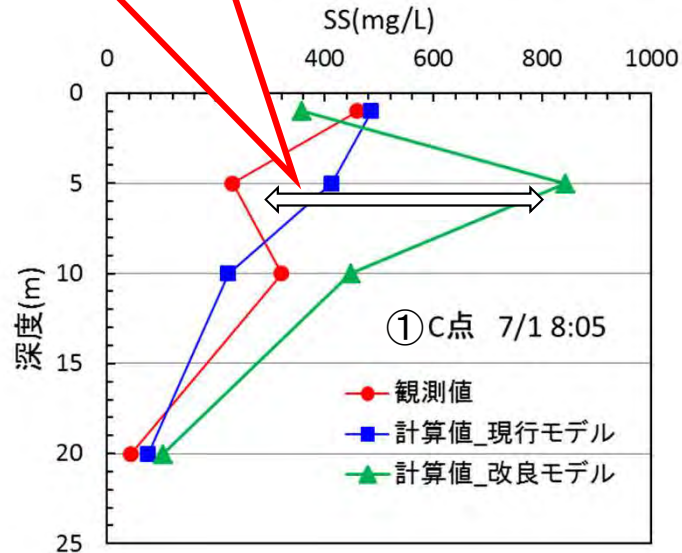
図-1 計画時のSS値の予測（資料-1 P.5抜粋）

【再現計算結果抜粋】C点（連続観測あり）～通砂時～



改良モデル  
観測値と計算値に乖離

表層で現行モデル/改良モデルとも観測値と計算値に乖離



SS濃度の鉛直分布

**まとめ****【検討. 1】濁り拡散状況の写真撮影**

課題:ドローンでは飛行高度の限界があり広範の垂直写真は撮影不可であるため、空白の区間が多い。

今後の検討:衛星写真の取得による排砂時の拡散範囲全域を含む写真を取得し推定精度の向上を図る。

**【検討. 2】シミュレーションによる再現計算**

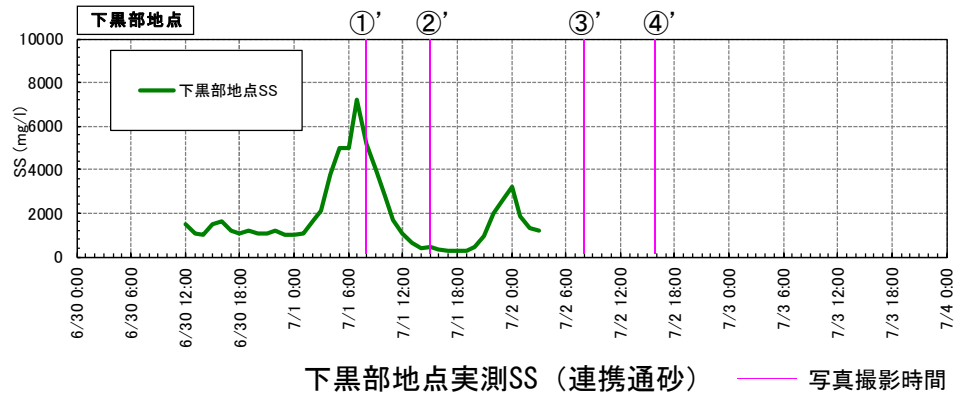
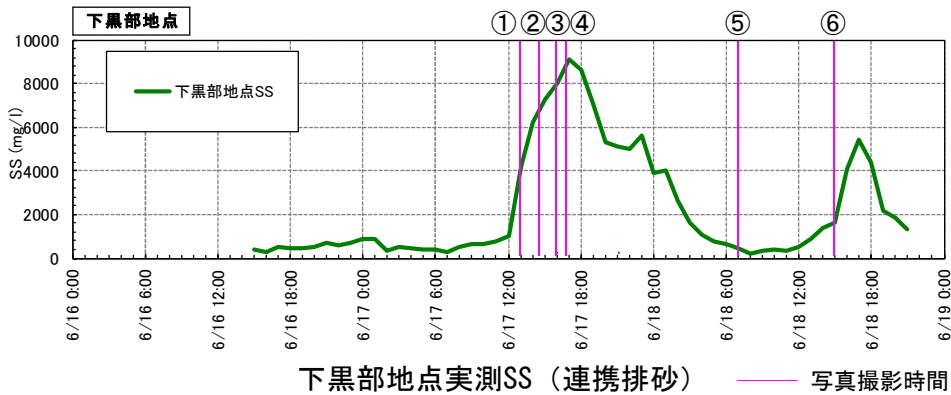
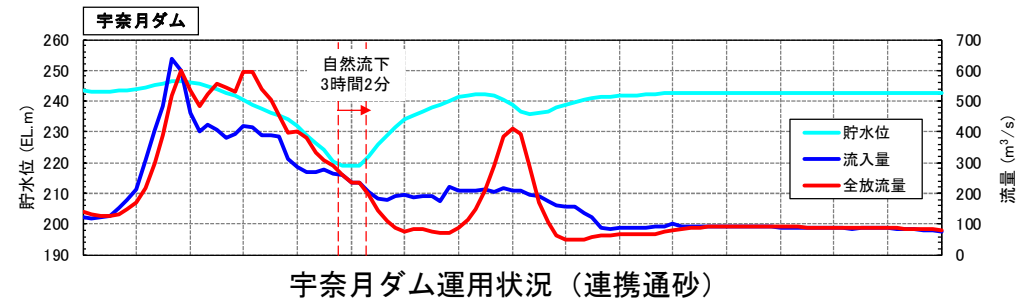
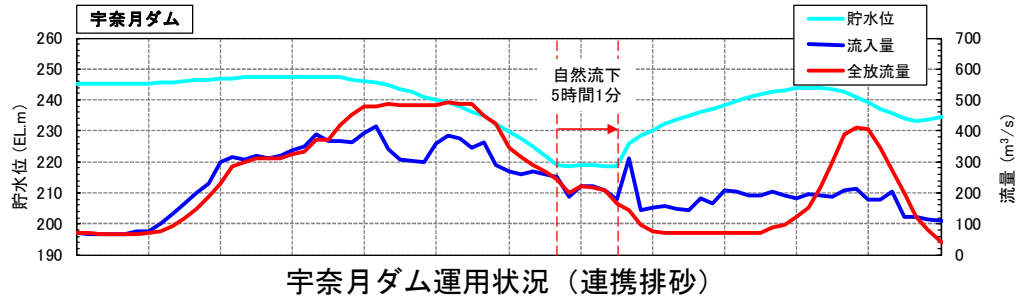
課題:SS濃度について、表層、深度方向ともにそれぞれのモデルで乖離が見られ、改善の余地がある。

今後の検討:精度向上には流速分布等の検証データの拡充が有効であるため、検証データの拡充を図り精度向上の検討を継続する。

## 参考資料

**【検討1】：濁り拡散状況の写真撮影**

令和元年度連携排砂および通砂において下記のタイミングで写真撮影を実施した。



表層SSの比較時間（連携排砂）

表層SSの比較時間（連携通砂）

	写真撮影時間	撮影	再現計算出力時間
①	2019/6/17 12:40	ヘリ	2019/6/17 13:00
	2019/6/17 13:20	ヘリ	
②	2019/6/17 14:20	ヘリ	2019/6/17 14:00
③	2019/6/17 16:00頃	ドローン	2019/6/17 16:00
④	2019/6/17 16:40	ヘリ	2019/6/17 17:00
⑤	2019/6/18 7:00頃	ドローン	2019/6/18 7:00
⑥	2019/6/18 15:00頃	ドローン	2019/6/18 15:00

	写真撮影時間	撮影	再現計算出力時間
①'	2019/7/1 7:31	ドローン	2019/7/1 8:00
	2019/7/1 8:00頃	ドローン	
②'	2019/7/1 15:00頃	ドローン	2019/7/1 15:00
③'	2019/7/2 8:00頃	ドローン	2019/7/2 8:00
④'	2019/7/2 16:00頃	ドローン	2019/7/2 16:00



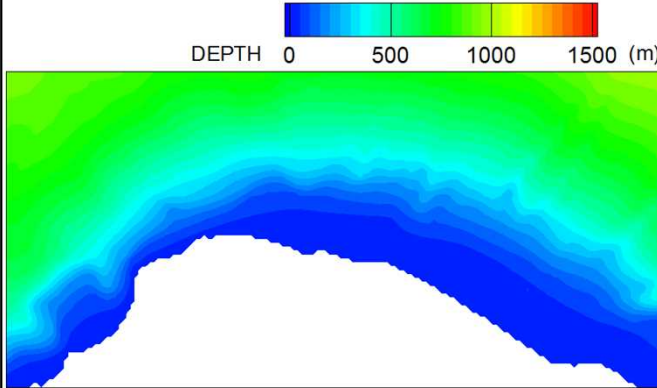
**【検討. 2】：シミュレーションによる再現計算**

◆海域再現計算条件

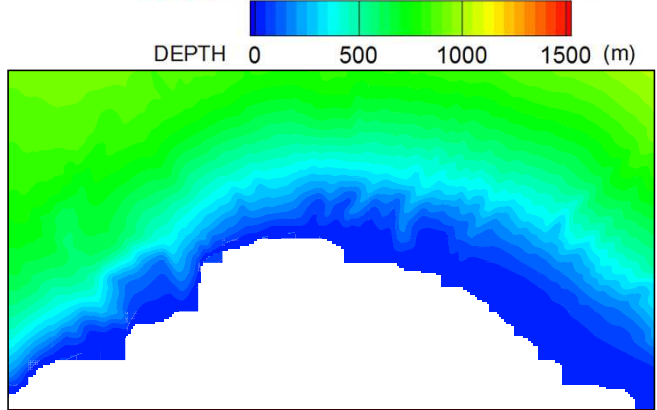
令和元年度連携排砂および通砂の海域再現計算は、準3次元解析モデルを用いて下表の計算条件で実施した。

■地形データおよび数値計算モデル

現行モデル

項目		設定内容
地形データ		棚の海の基本図のデータ (海上保安庁、2000年3月刊行) 
解析モデル		準3次元解析モデル
計算領域		黒部川沿岸付近 28.5km × 13.8km
計算メッシュサイズ	平面方向	150m
	鉛直方向	17層(レベル座標)
水平渦動粘性・拡散係数		SGSモデル
鉛直渦動粘性・拡散係数		Richardson数関数モデル(0次関数モデル)
沈降速度		代表粒径0.005mm: $6.00 \times 10^{-4}$ m/s 代表粒径0.015mm: $2.53 \times 10^{-3}$ m/s 代表粒径 0.11mm: $6.94 \times 10^{-3}$ m/s 代表粒径 0.25mm: $2.99 \times 10^{-2}$ m/s

改良モデル (赤文字が変更箇所)

項目		設定内容
地形データ		「日本海における大規模地震に関する調査検討会」で作成されたデータ(国交省、2014) 
解析モデル		準3次元解析モデル
計算領域		黒部川沿岸付近 27km × 14km
計算メッシュサイズ	平面方向	200m
	鉛直方向	14層(σ座標)
水平渦動粘性・拡散係数		SGSモデル(高精度スキーマ)
鉛直渦動粘性・拡散係数		Mellow&Yamada乱流モデル(2方程式モデル)
沈降速度		代表粒径0.005mm: $3.30 \times 10^{-5}$ m/s 代表粒径0.015mm: $1.69 \times 10^{-3}$ m/s 代表粒径 0.11mm: $3.75 \times 10^{-2}$ m/s 代表粒径 0.25mm: $2.43 \times 10^{-1}$ m/s

■計算条件

現行モデル

項目		設定内容
初期条件	水温	夏季平均水温
	塩分	夏季平均塩分
	SS	0mg/L
境界条件	潮位	地点P-12観測データ(日平均流向・流速)を再現できるように調整
	水温	夏季平均水温
	塩分	夏季平均塩分
	SS	0mg/L
河川からの流入条件	流量	ダム運用実績より算出した河川流量
	水温	下黒部橋観測データ ※不足分はアメダス魚津気温観測データと下黒部橋水温観測データとの相関関係式により補間
	SS	下黒部橋観測データ
気象条件	海上風	下新川海岸田中海象観測所データ
	晴天日射量	富山気象台観測データ
	雲量	
	接水気温	
	相対湿度	

改良モデル（赤文字が変更箇所）

項目		設定内容
初期条件	水温	R01環境調査結果の観測値(地点C、A、および河口沖)平均値及び平成17年富山湾共同調査結果(第9管区海上保安本部)より設定
	塩分	R01環境調査結果の観測値(地点C、A、および河口沖)平均値及び平成17年富山湾共同調査結果(第9管区海上保安本部)より設定
	SS	0mg/L
境界条件	潮位	地点P-12観測データ(日平均流向・流速)を再現できるように調整
	水温	R01環境調査結果の観測値(地点C、A、および河口沖)平均値及び平成17年富山湾共同調査結果(第9管区海上保安本部)より設定
	塩分	R01環境調査結果の観測値(地点C、A、および河口沖)平均値及び平成17年富山湾共同調査結果(第9管区海上保安本部)より設定
	SS	0mg/L
河川からの流入条件	流量	ダム運用実績より算出した河川流量
	水温	下黒部橋観測データ ※不足分はアメダス魚津気温観測データと下黒部橋水温観測データとの相関関係式により補間
	SS	下黒部橋観測データ
気象条件	海上風	下新川海岸田中海象観測所データ
	晴天日射量	富山気象台観測データ
	雲量	
	接水気温	
	相対湿度	