

第2回保倉川放水路環境調査検討委員会

地元懸念事項に関する現地調査状況、
現況再現モデルの構築状況

令和5年12月8日
北陸地方整備局 高田河川国道事務所

1. 地元懸念事項について

- 放水路整備に伴う環境への影響に関する調査と検討は、地元から挙げられている懸念事項に該当する項目への対応は特に注力し、放水路整備前の実態把握、及び整備後の環境影響予測、保全措置等の各種調査、検討に取り組んでいる。

平成19年度(関川水系河川整備計画 原案に対する意見)から、現在まで、ご意見をいただいている主な地元懸念事項は、下記のとおり。

- ①開削による海風の影響
- ②開削による飛来塩分の影響、放水路からの飛来塩分の発生
- ③開削による周辺地下水の低下
- ④海水の浸入による地下水への影響
- ⑤放水路内の水質(海水で満たされることによる不安)
- ⑥海域への影響(土砂濁り等)
- ⑦放水路への津波遡上

2. 地元懸念事項に対する調査

- 保倉川放水路整備における懸念事項への対応を中心として、今後必要となる現地調査の全体計画は下記のとおりとしている。

調査内容		調査目的	これまで	現在	工事前まで	工事中	工事後
環境影響評価のための調査 (大気・水環境・動植物等)		放水路整備による環境への影響のおそれがあるため、現状把握を目的とした現地調査	R元～継続観測			モニタリング実施	
			現地調査結果	環境影響の予測	環境保全措置の選定	環境影響の検討・評価	環境レポート
懸念事項対応	風向風速	開削による海風による影響のおそれがあるため	R元～継続観測		調査範囲広げて調査		モニタリング実施
	飛来塩分	開削による海風による影響のおそれがあるため	R元～継続観測		調査範囲広げて調査		モニタリング実施
	地下水	放水路整備による地下水の低下や塩水浸透のおそれがあるため	R元～継続観測		調査範囲広げて調査		モニタリング実施
	水質	放水路内に満たされる海水により水質悪化のおそれ	R元～継続観測		継続観測		モニタリング実施
現状把握 (事業計画・工事に向けた調査)	河川水位	放水路整備前の河川状況把握	R元～継続観測		継続観測		(管理用観測)
	地形測量	放水路整備計画のための基礎資料取得	R3年度～		施設設計、まちづくりに必要な地図取得		—
	地質調査	放水路整備計画のための基礎資料取得 土壌、廃棄物等の調査	R元～継続調査		施設設計に必要な地質データ取得 土壌状況把握		—

3. 地元懸念事項に対する環境調査状況

■ 地元懸念事項に対し、以下のとおり調査を実施しており、今後も継続して必要な調査を行っていく。

懸念事項(調査目的)	調査項目	調査状況	今後の予定
①開削による海風の影 響	・ 風向・風速 観測	・ H25年度より調査開始 ・ R1～5年度に本格的に調査を行い、現在、 風向風速17地点で実施	・ 調査を継続し、データ蓄 積を行う
②開削による飛来塩分 の影響、放水路から の飛来塩分の発生	・ 飛来塩分 観測 ・ 飛沫発生状況の確認、他事例 収集	・ H25年度より調査開始、R1～5年度に本格的 に調査を行い、現在、飛来塩分18地点で 実施 ・ R4年度に飛沫発生状況を定点カメラで観測	・ 調査を継続し、データ蓄 積を行う ・ 台風等な強風発生時の飛 来塩分増加量を把握するた め、調査を予定
③開削による周辺地下 水の低下	・ 地下水 観測 ・ 地下水動態の把握	・ H27年2月より地下水位、電気伝導率、水温 の観測を開始。R1～以降本格的に調査を行 い、調査地点を追加し、現在は計31地点で 実施 ・ R4.11-12月、R5年6月に、地下水・河川水 等の水質の一斉調査を実施	・ 調査を継続し、データ蓄 積を行う。 ・ 分析結果をとりまとめ、 対象地域における地下水の 基礎資料とする
④海水の浸入による地 下水への影響	・ 地下水 観測 ・ 新堀川周辺での塩水浸透実績 観測	・ H27年2月より地下水位、電気伝導率、水温 の観測を開始。R1～以降本格的に調査を行 い、調査地点を追加し、現在は計31地点で 実施 ・ R3年11月より保倉川放水路の類似環境とし て新堀川及び近傍井戸で上記項目を観測	・ 調査を継続し、データ蓄 積を行う
⑤放水路内の水質（海 水で満たされること による不安） ⑥海域への影響（土砂 濁り等）	・ 洪水時の水質実態把握観測 ・ 通常時の水質調査	・ 洪水時の水質実態観測は、令和元年10月出 水時(台風第19号)においては観測体制を検 討・構築中であり、データ取得が出来なかつ た。現在は観測体制を構築しているものの、 令和2年以降現在まで洪水が発生しておらず、 出水時観測データが取得できていない状況 ・ 河川の水質調査（通常時の濁り確認）	・ 今後、構築している観測体 制のもと、出水時の観測デー タ取得を行うとともに、小規 模な洪水も対象としてデー タ取得を行い、観測データの 蓄積を図っていく。

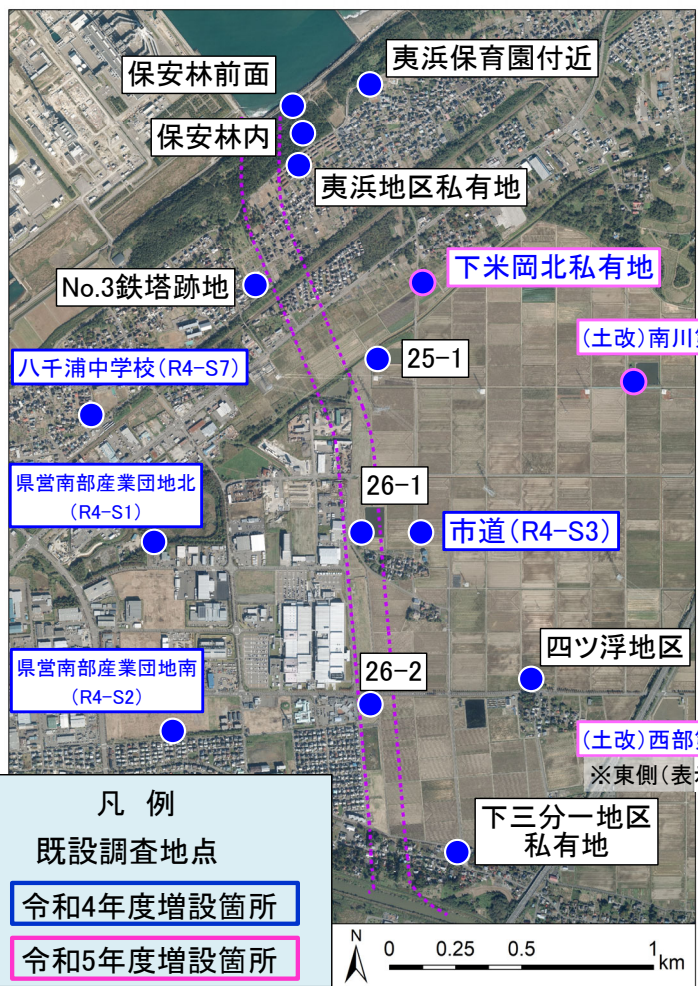
■ 風向風速現地観測は、平成26年1月より開始し、表のとおり地点数を増やしながら、下記位置図の地点で年間を通して毎日毎時間観測を行っている。

表 調査地点の調査状況

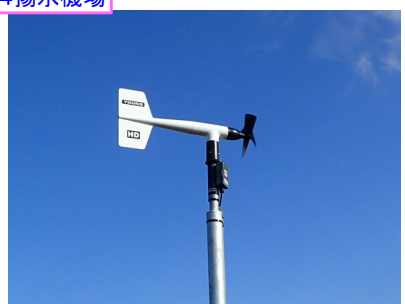
調査地点名	調査期間	調査項目	
		風向風速	飛来塩分
保安林前面	R元年12月～	●	●
保安林内	R元年12月～	●	●
夷浜地区私有地	R元年12月～	●	●
No.3鉄塔跡地	R元年11月～	●	●
夷浜保育園付近	R元年11月～	●	●
25-1	H26年1月～	●	●
26-1	R元年12月～	●	●
26-2	H27年2月～	●	●
下三分一地区私有地	R元年12月～	●	●
四ツ浮地区	R元年12月～	●	●
新堀川	H26年1月～R3年5月		△
関川右岸1.4k	H26年1月～		●
県営南部産業団地北(R4-S1)	R5年3月～	●	●
県営南部産業団地南(R4-S2)	R5年3月～	●	●
市道(R4-S3)	R5年3月～	●	●
八千浦中学校(R4-S7)	R5年3月～	●	●
下米岡北私有地	R5年10月～	●	●
南川第4揚水機場	R5年10月～	●	●
西部第3揚水機場	R5年10月～	●	●

●:観測継続中 △:観測終了 青文字:前回委員会以降追加観測所

地域における冬季の季節風(海風)の実態把握、及び放水路整備による風環境の変化を予測するための基礎データの取得を目的として、概略ルート付近において測定機器を設置、調査を継続している。



風向風速計設置状況



風向風速計センサー設置状況



風向風速計点検状況

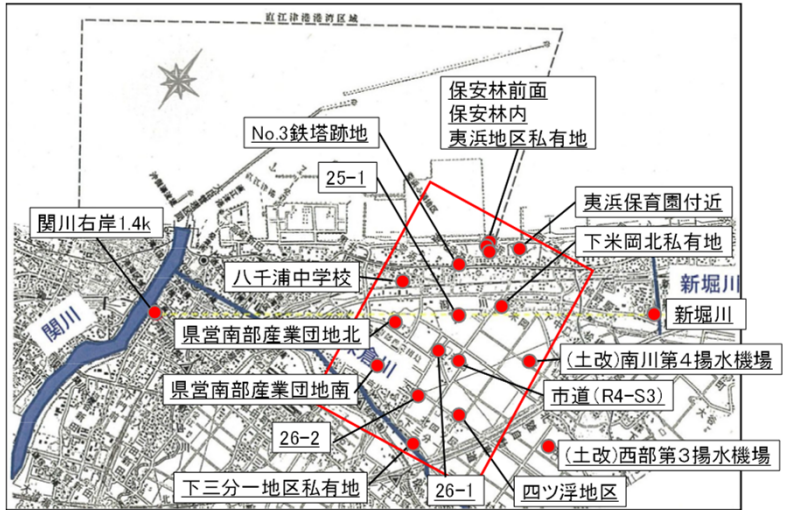


図 調査地点位置図

※赤枠は右図(詳細図)の範囲を示す

凡 例

- 既設調査地点
- 令和4年度増設箇所
- 令和5年度増設箇所

図 調査地点位置図(詳細)

3-2. 地元懸念事項に対する環境調査 ②開削による飛来塩分の影響

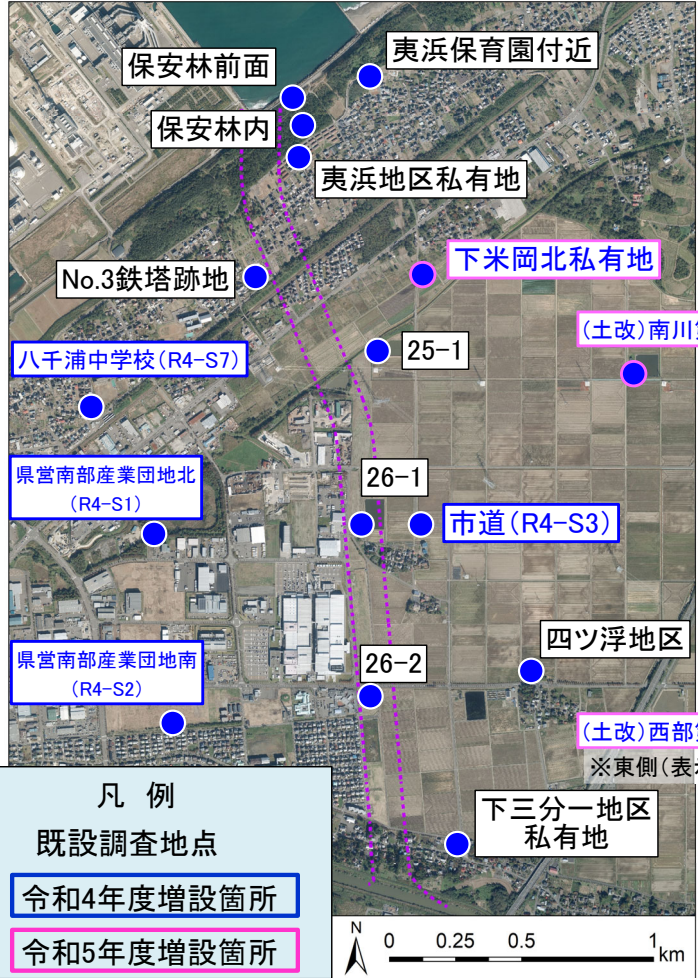
■ 飛来塩分現地観測は、平成26年1月より開始し、表のとおり地点数を増やししながら、下記位置図の地点で1ヶ月単位で飛来塩分量の観測を行っている。

表 調査地点の調査状況

調査地点名	調査期間	調査項目	
		風向風速	飛来塩分
保安林前面	R元年12月～	●	●
保安林内	R元年12月～	●	●
夷浜地区私有地	R元年12月～	●	●
No.3鉄塔跡地	R元年11月～	●	●
夷浜保育園付近	R元年11月～	●	●
25-1	H26年1月～	●	●
26-1	R元年12月～	●	●
26-2	H27年2月～	●	●
下三分一地区私有地	R元年12月～	●	●
四ツ浮地区	R元年12月～	●	●
新堀川	H26年1月～R3年5月		△
関川右岸1.4k	H26年1月～		●
県営南部産業団地北(R4-S1)	R5年3月～	●	●
県営南部産業団地南(R4-S2)	R5年3月～	●	●
市道(R4-S3)	R5年3月～	●	●
八千浦中学校(R4-S7)	R5年3月～	●	●
下米岡北私有地	R5年10月～	●	●
南川第4揚水機場	R5年10月～	●	●
西部第3揚水機場	R5年10月～	●	●

●:観測継続中 △:観測終了 青文字:前回委員会以降追加観測所

地域における冬季の飛来塩分の実態把握、及び放水路整備による飛来塩分の変化を予測するための基礎データの取得を目的として、概略ルート付近において測定機器を設置、調査を継続している。



土研式タンク法設置状況



飛来塩分捕集器(土研式タンク法)設置状況



飛来塩分捕集器点検状況

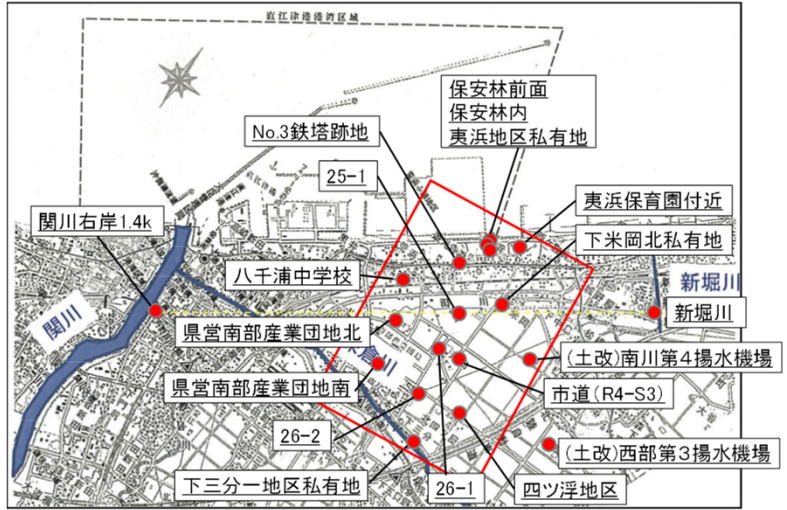


図 調査地点位置図

※赤枠は右図(詳細図)の範囲を示す

凡 例

- 既設調査地点
- 令和4年度増設箇所
- 令和5年度増設箇所

図 調査地点位置図(詳細)

3-3. 地元懸念事項に対する環境調査 ③開削による周辺地下水の低下

■ 地下水調査は、平成27年2月より開始し、現在は下表のとおり計31箇所、地下水位、電気伝導率、水温について、年間を通して毎日毎時間観測を行っている。

表 地下水調査地点一覧

地点名	観測開始	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	備考
25-1	H28. 3		○	○	○	○	○	○	○	○	
26-1	H27. 2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
26-2	H27. 2	○	○	○	○						H30. 2観測終了 (BV1-9に移設)
BV1-1	R2. 1						○	○	○	○	
BV1-2	R2. 1						○	○	○	○	
BV1-3	R1. 12					○	○	○	○	○	
BV1-4	R1. 11					○	○	○	○	○	
BV1-5	R1. 10					○	○	○	○	○	
BV1-6	R1. 12					○	○	○	○	○	
BV1-7	R1. 12					○	○	○	○	○	
BV1-8-1	R1. 11					○	○	○			R3. 11観測終了
BV1-8-2	R1. 11					○	○	○			R3. 8観測終了
BV1-9	R1. 12					○	○	○	○	○	
BV1-11	R1. 12					○	○	○	○	○	
BV1-12	R1. 12					○	○	○	○	○	
R3-1	R4. 1								○	○	
R3-2	R4. 1								○	○	
R3-4	R4. 1								○	○	
R3-6	R4. 4								○	○	
R3-8	R4. 7								○	○	
R3-11	R5. 3									○	R4年度追加箇所
R3-12	R5. 3									○	"
R3-13	R5. 3									○	"
R3-14	R5. 3									○	"
R3-15	R5. 3									○	"
R3-16	R5. 3									○	"
R3-17	R5. 3									○	"
R3-18	R5. 3									○	"
R3-19	R5. 3									○	"
R3-20	R5. 3									○	"
R4-6	R5. 11									○	R5年度追加箇所
R4-7	R5. 11									○	"
R4-8	R5. 11									○	"
R4-9	R5. 11									○	"
計		2	3	3	3	12	14	14	17	31	

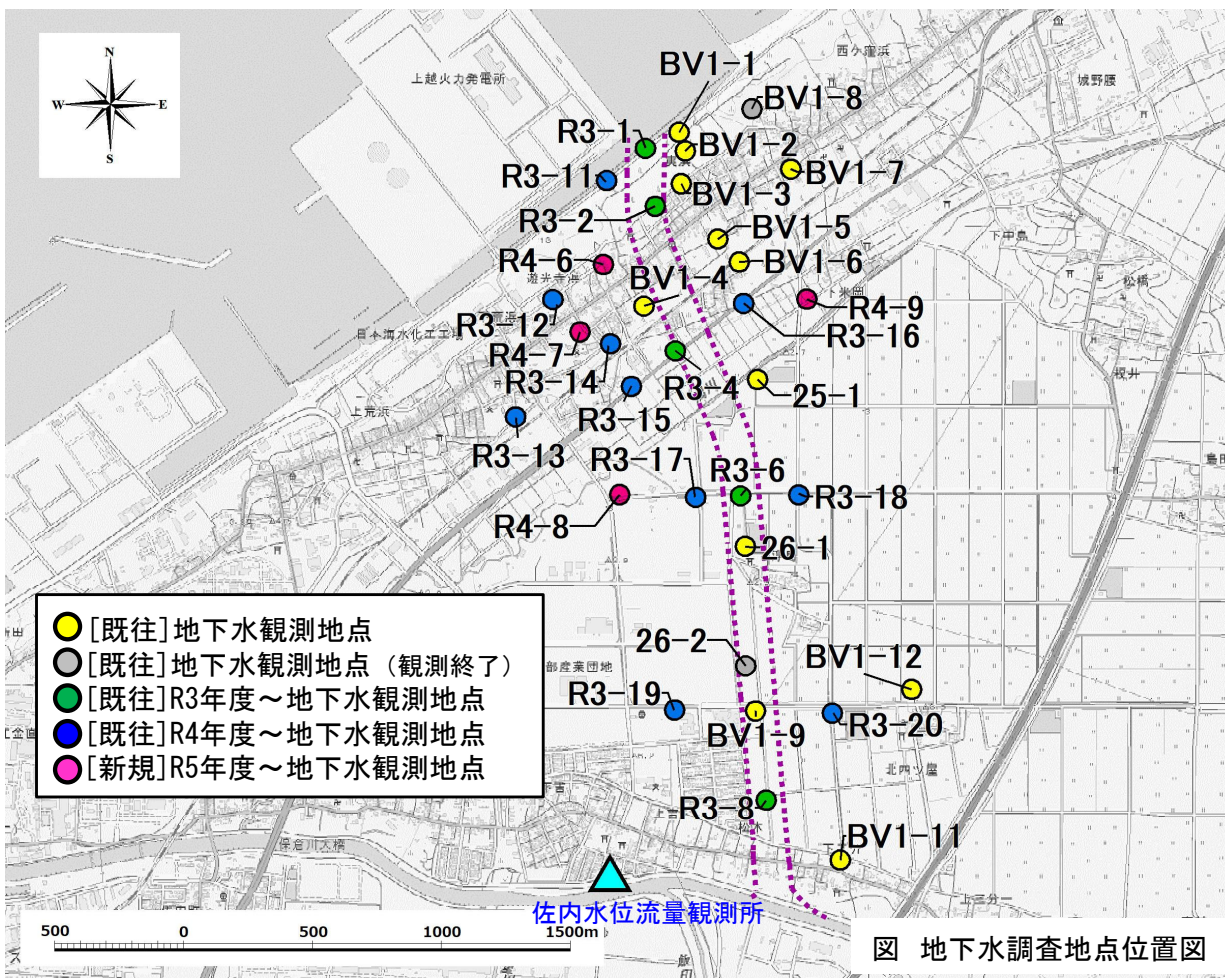


図 地下水調査地点位置図

3-3. 地元懸念事項に対する環境調査 ④海水の浸入による地下水への影響 (類似河川 新堀川)

- 保倉川放水路と類似する環境（人工的に開削、矢板護岸）を有する新堀川において、地下水への塩水浸透の実態把握のため、令和3年11月より、新堀川に近接する地下水の水位と電気伝導度を連続観測している。
- これまでの観測結果では、新堀川の塩水遡上が地下水に浸透している実態は確認されていない。また、観測結果は地下水モデルの再現性の検証に用いている。
- より詳細な塩水浸透把握のため、観測箇所を追加し（左右岸3箇所、計6箇所）、令和5年11月から観測を開始。

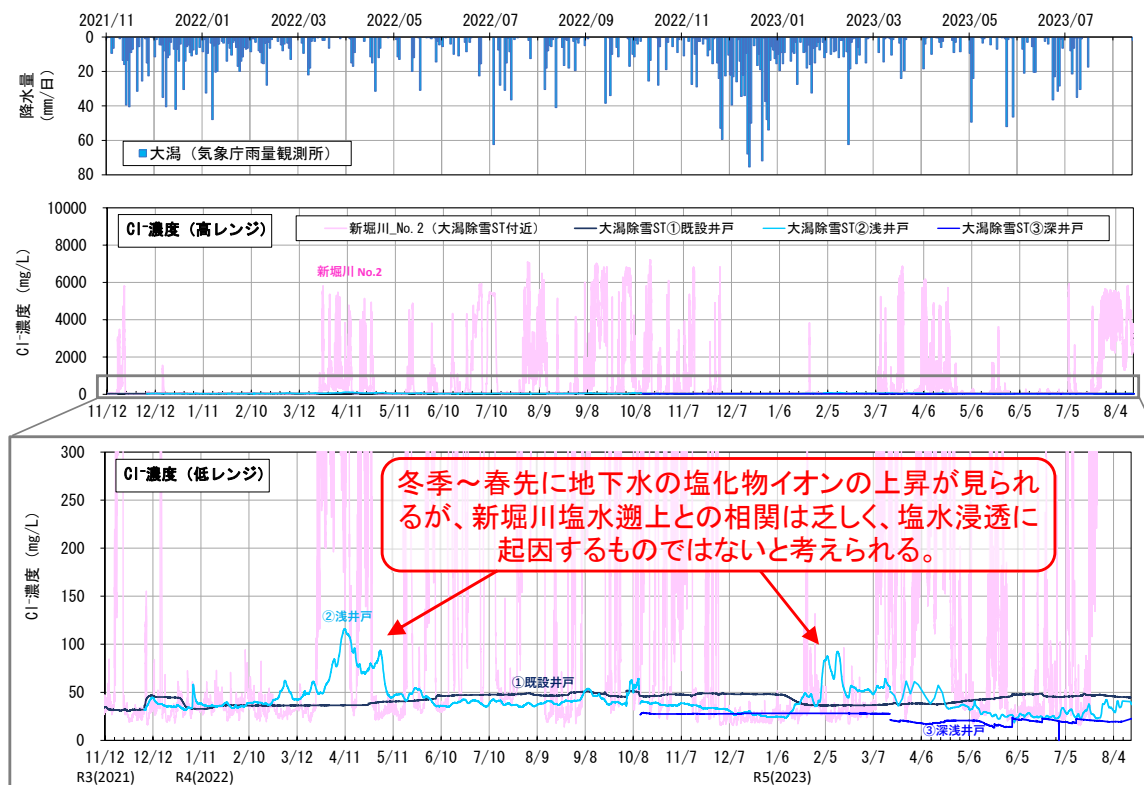


図 新堀川及び周辺井戸における塩化物イオン濃度の連続観測データ

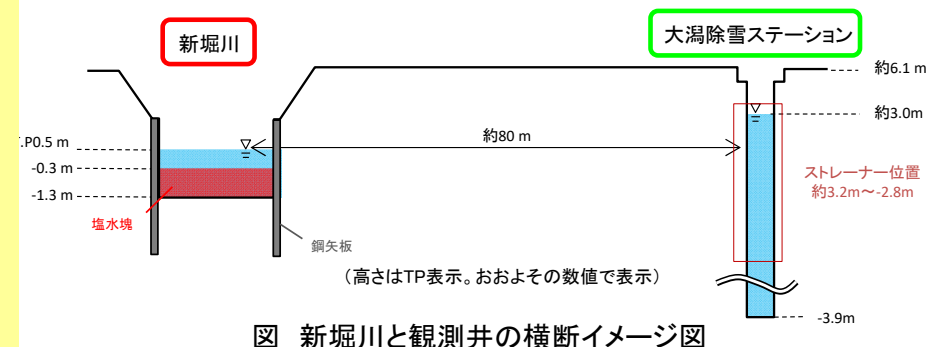


図 新堀川と観測井の横断イメージ図



図 新堀川の塩水遡上および周辺地下水の塩水浸透の連続観測地点

■ 水質調査（河川）

平常時：公共用水域調査地点を基本に、表のとおり独自地点を設け、毎月水質調査（濁度、富栄養化に係る事項、溶存酸素量の状況、塩素イオン濃度等）を実施している。

出水時：三分一橋、古城橋、春日山橋 の3箇所を実施

（出水時調査は、令和元年10月出水時（台風第19号）においては出水時水質観測体制を検討・構築中であり、観測データ取得が出来なかった。現在は観測体制を構築しているものの、令和2年以降現在までの間で関川・保倉川で洪水が発生しておらず、出水時観測データが取得できていない状況であるため、今後、構築している観測体制のもと、出水時の観測データ取得を行うとともに、小規模の洪水についてもデータ取得を行い、観測データの蓄積を図っていく。）

■ 水質調査（海域）

平常時：31地点で 4回／年 調査、 出水後：64地点で 1回／出水後 調査（今後観測予定）

調査項目	調査地点
濁度又は浮遊物質量	[保倉川] 古城橋、三分一橋 [関川] 春日山橋 [潟川等] 八千浦橋、松橋橋、新堀川、下米岡排水路、榎井排水路、南川用水路 平常時：上記9地点 出水時：三分一橋、古城橋、春日山橋 [海域] 平常時31地点、出水後64地点
富栄養化に係る事項	[保倉川]、[関川]、[潟川等] 平常時9地点、出水時3地点 [海域] 4地点（夷浜及びその沖合、関川河口部及びその沖合）
溶存酸素量の状況	[保倉川]、[関川]、[潟川等] 平常時9地点、出水時3地点 [海域] 31地点
塩素イオン濃度	[保倉川]、[関川]、[潟川等] 平常時9地点、出水時3地点 [海域] 平常時31地点、出水後64地点 連続観測：三分一橋、古城橋

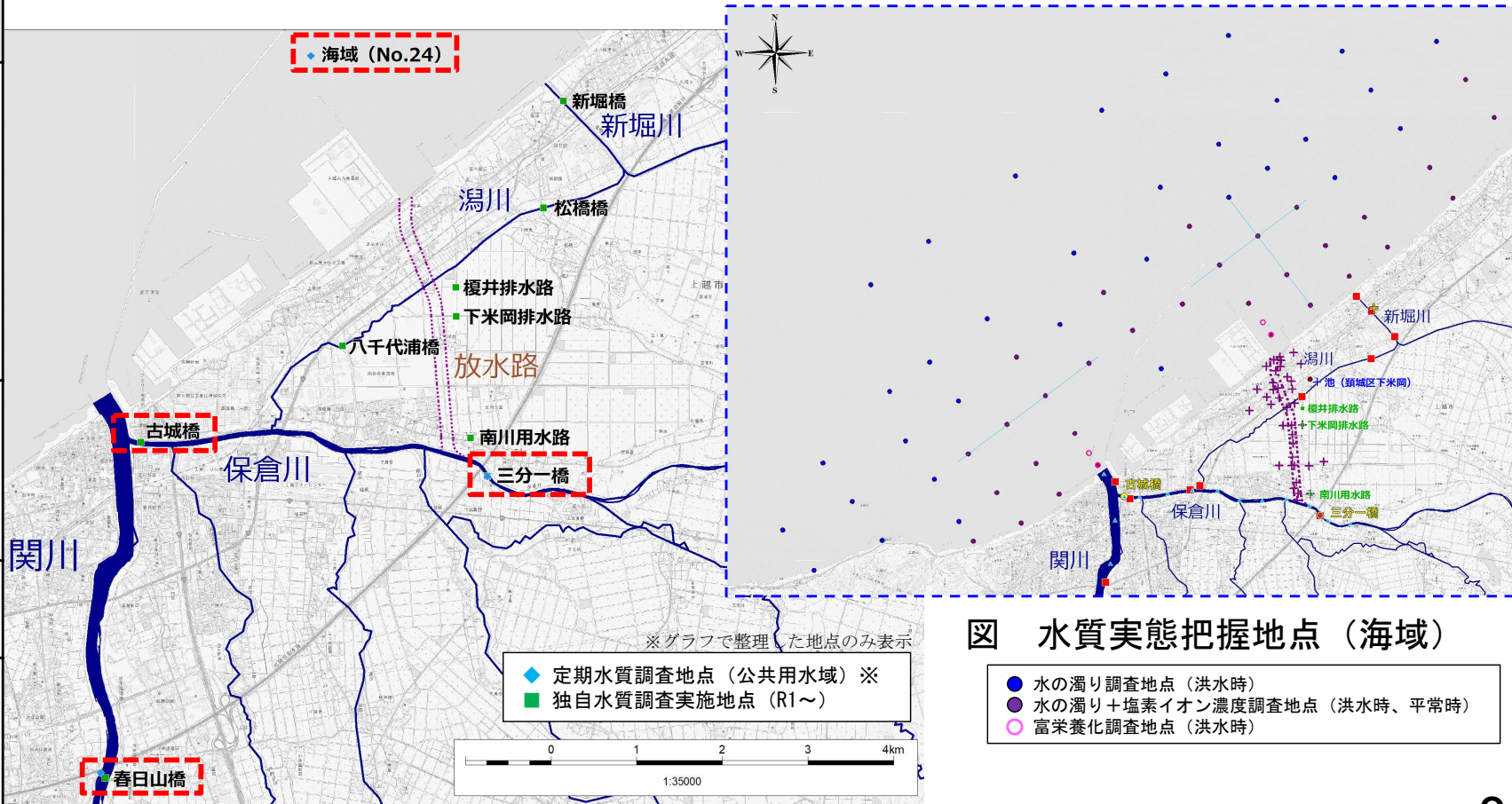


図 水質実態把握地点（河川）

図 水質実態把握地点（海域）

4. 地元懸念事項に対する予測評価（取組状況）

- 放水路整備後の環境影響に関する地元懸念事項に対し、下記により放水路整備後の状況をシミュレーションにより予測を実施。
- 予測手法・条件、再現性について、以下のとおり実施

懸念事項(目的)	予測手法・条件
①開削による海風の影響	予測モデル：3次元風況解析モデル 再現性確認：現地観測データ 予測：放水路完成後
②開削による飛来塩分の影響、 放水路からの飛来塩分の発生	同上
③開削による周辺地下水の低下	予測モデル：3次元地下水モデル（地質調査結果より） 再現性確認：現地観測データ 予測：放水路完成後
④海水の浸入による地下水への影響	同上
⑤放水路内の水質（海水で満たされることによる不安）	水質予測モデル：鉛直2次元水質予測モデル（富栄養化・貧酸素化） 再現性確認：保倉川下流部水質調査結果 予測：放水路完成後
⑥海域への影響（土砂濁り等）	海域予測モデル：多層位モデル（予定） ※予測の実施に当たっては、計算条件の詳細等について、関係機関に確認のうえ、実施予定 ※洪水時の水質実態把握観測を今後実施予定（R2年度以降洪水の発生なし）
（参考） ⑦放水路への津波遡上	予測モデル：平面2次元津波モデル 再現性確認：津波浸水想定図 予測：放水路完成後

4. 地元懸念事項に対する予測評価（予測条件）

■ 懸念事項に対する放水路整備による環境の現況再現予測条件は、下記の通り設定している。

放水路整備前（現況再現条件）

項目	出典、データ年次等
地形	LPデータ、5mDEMデータ（H27測量・発行）を使用
地質	放水路近傍はR3調査、対象範囲全域はR1調査による想定地質構造によりモデル化（地下水）
地表面	構造物は上越火力発電所、市道夷浜環状線を考慮 防風林、地表面種別（海面、砂地裸地、植栽地、田園集落地）は航空写真、現地踏査により分類し、それぞれキャノピーモデル、粗度で設定
放水路河道	なし
施設	なし

4-1. 環境影響項目の検討状況 ①開削による海風の影響、②開削による飛来塩分の影響

- ①開削による海風の影響、②開削による飛来塩分の影響に対する予測モデル構築を行う。下記モデルを作成して、風・飛来塩分の予測計算を実施する。
- モデル、手順、条件は下記のとおり。

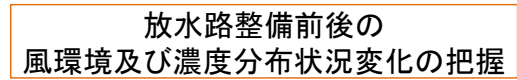
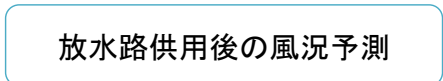
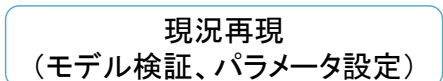
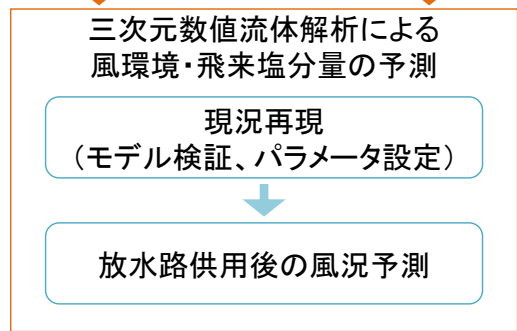
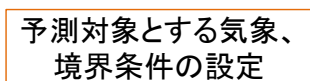
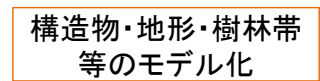
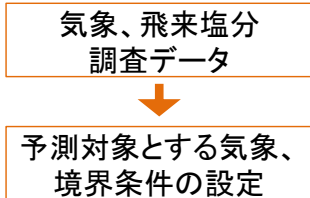
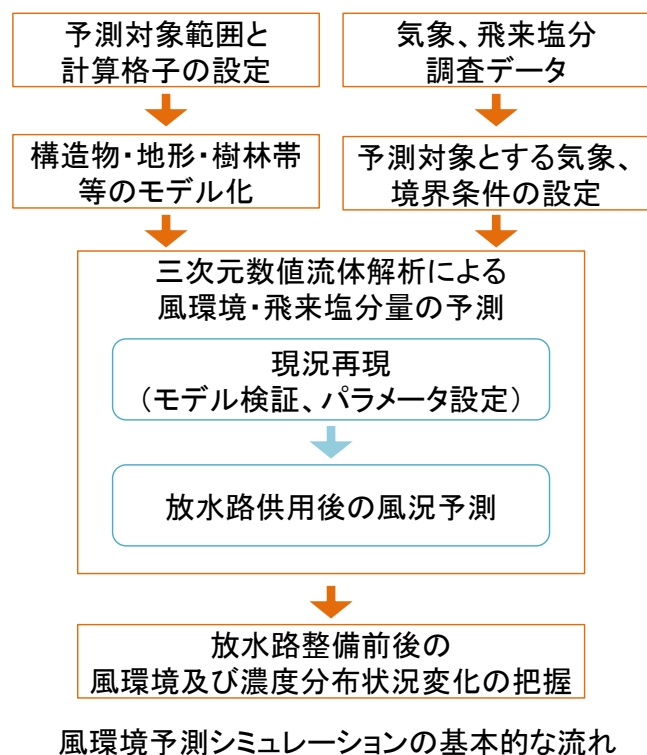
- モデル、手順、条件は下記のとおり。

- 三次元風況解析モデル(k-εモデル)により平均風速の予測(定常計算)を行い、環境が悪化する範囲を抽出する。
- 予測対象範囲は、概略ルート全川を対象とし、上越火力発電所の敷地を通過してくる海風を把握できる範囲。
- 現況地形は測量データ、既存の樹林帯(防風林)は航空写真及び現地踏査結果を参考に位置を設定し、モデル化を行った。
- 地表面については、地表面種別(防風林以外に、海面、砂地裸地、植栽地、田園集落地に分類)に応じた粗度を与えて、地表面摩擦の影響を考慮した。

- 予測対象範囲は、概略ルート全川を対象とし、上越火力発電所の敷地を通過してくる海風を把握できる範囲。

- 現況地形は測量データ、既存の樹林帯(防風林)は航空写真及び現地踏査結果を参考に位置を設定し、モデル化を行った。

- 地表面については、地表面種別(防風林以外に、海面、砂地裸地、植栽地、田園集落地に分類)に応じた粗度を与えて、地表面摩擦の影響を考慮した。



風環境予測シミュレーションの基本的な流れ

■ 予測解析

放水路整備後の風環境予測解析(三次元)を実施

【対象風向】冬季に卓越する海風・6風向(北～西南西)

【評価高さ】地上1.5m(人や農地への影響を考慮)

地上6.0m(2階建て家屋屋根程度の高さを想定)

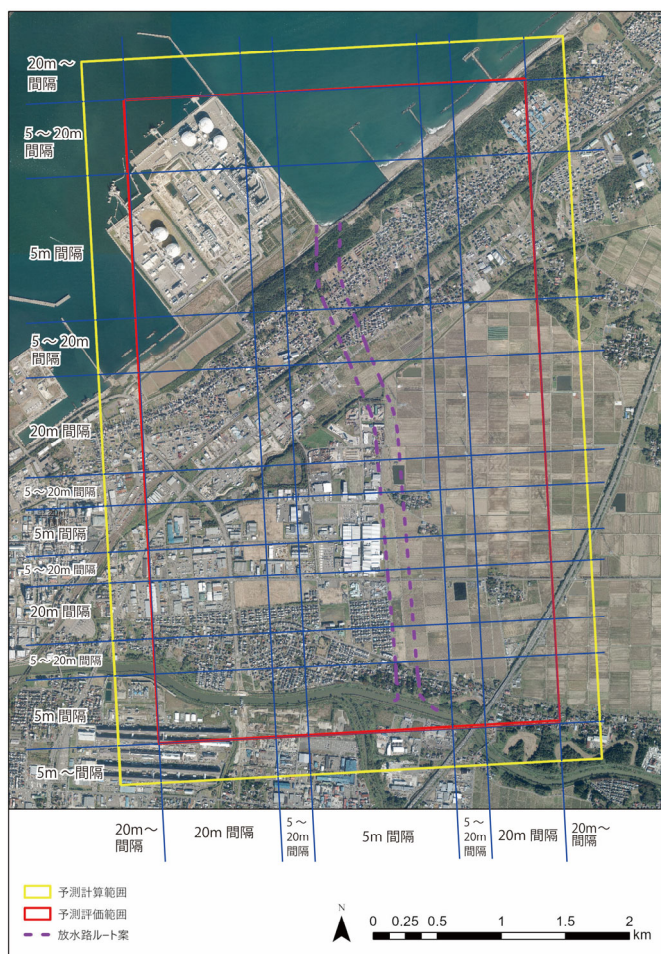


図 予測対象範囲と格子分割図

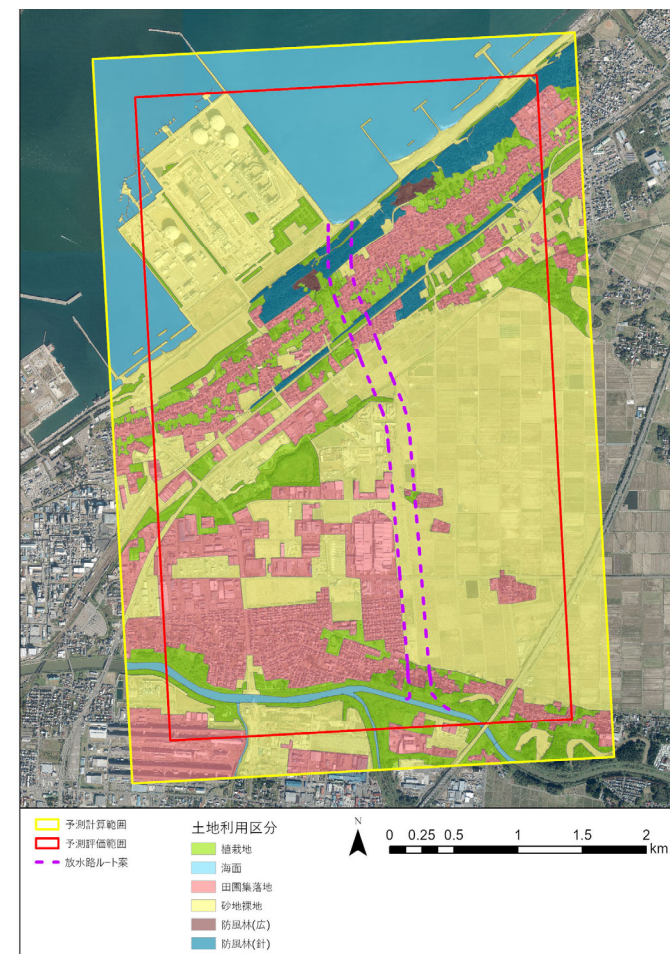
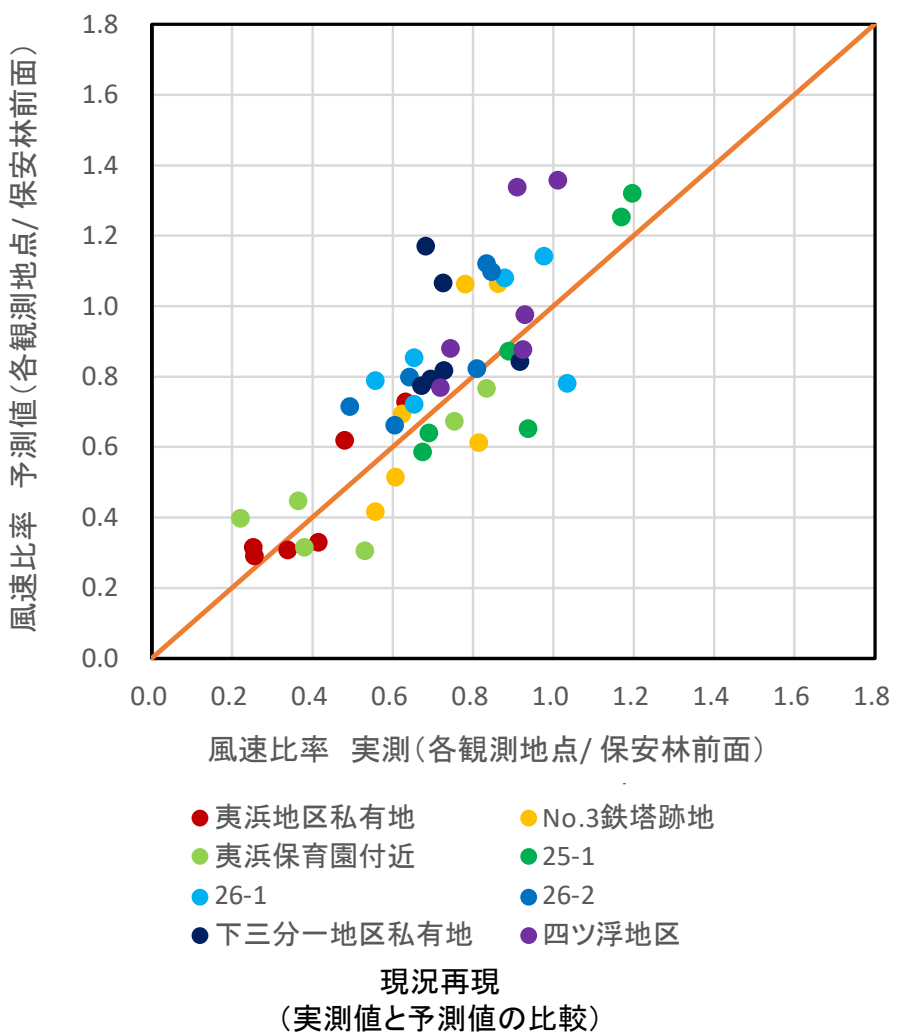


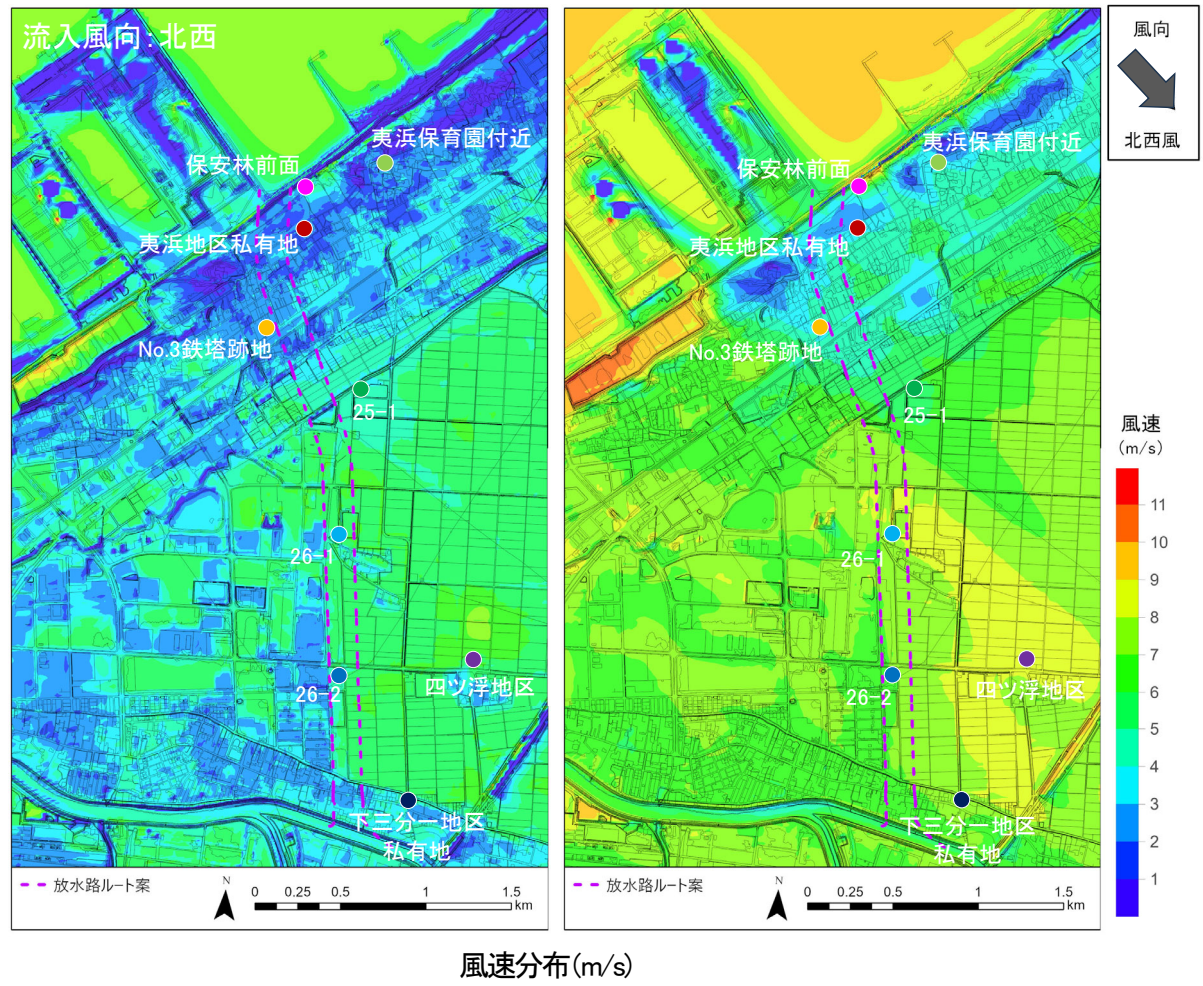
図 地表面種別と既設防風林位置図

①開削による海風の影響予測（現況再現）
■ 冬季の風について、現況地形での風環境予測シミュレーションを行ったところ、観測値に対して再現性が得られた。

現況再現状況



○現況再現例(放水路整備前・北西風 左:地上1.5m、右:地上6.0m)



※流入風速を10mの高さで10m/sと設定した際の風速を示す

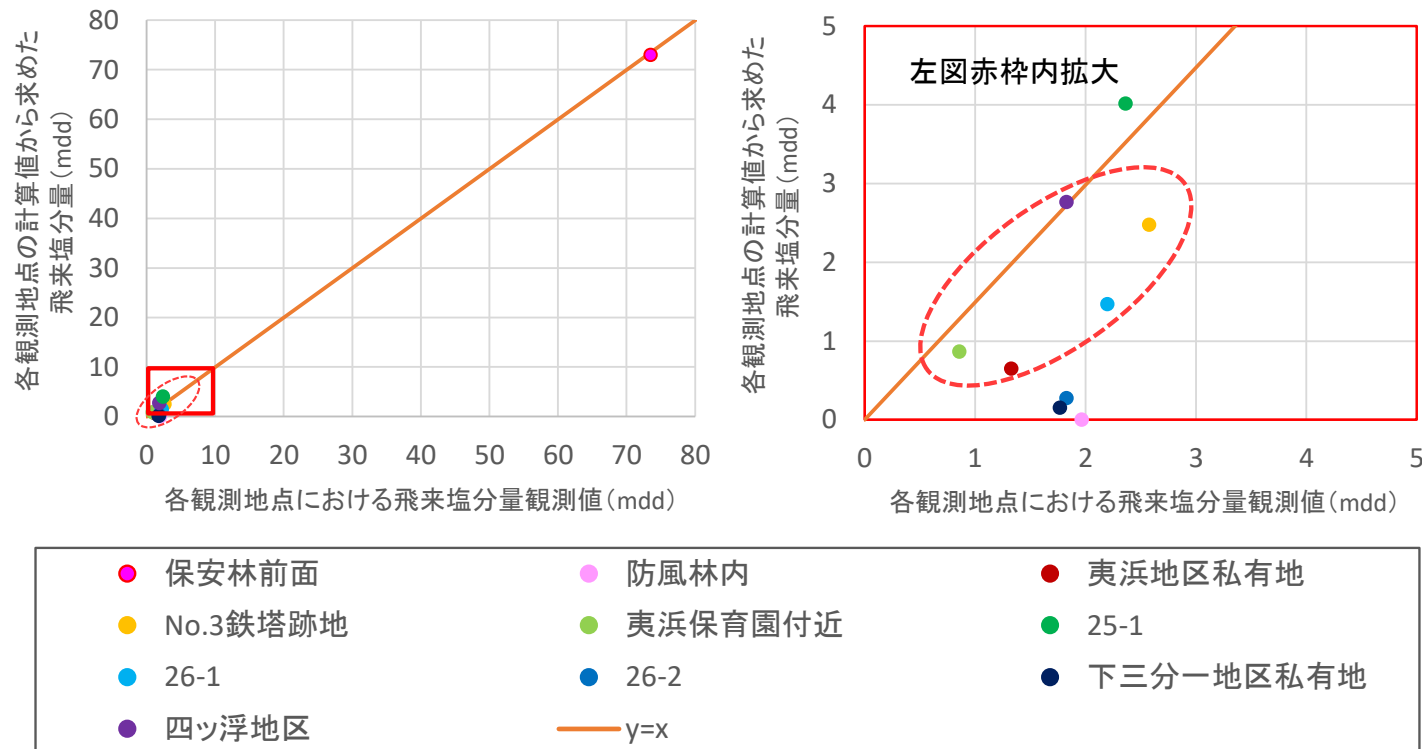
4-2. 環境影響項目の検討状況 ②開削による飛来塩分の影響

②開削による飛来塩分の影響予測（現況再現）

- 冬季の風で拡散される飛来塩分について、現況地形での飛来塩分予測シミュレーションを行ったところ、バラツキが見られたものの、概ねの再現性を確認した。

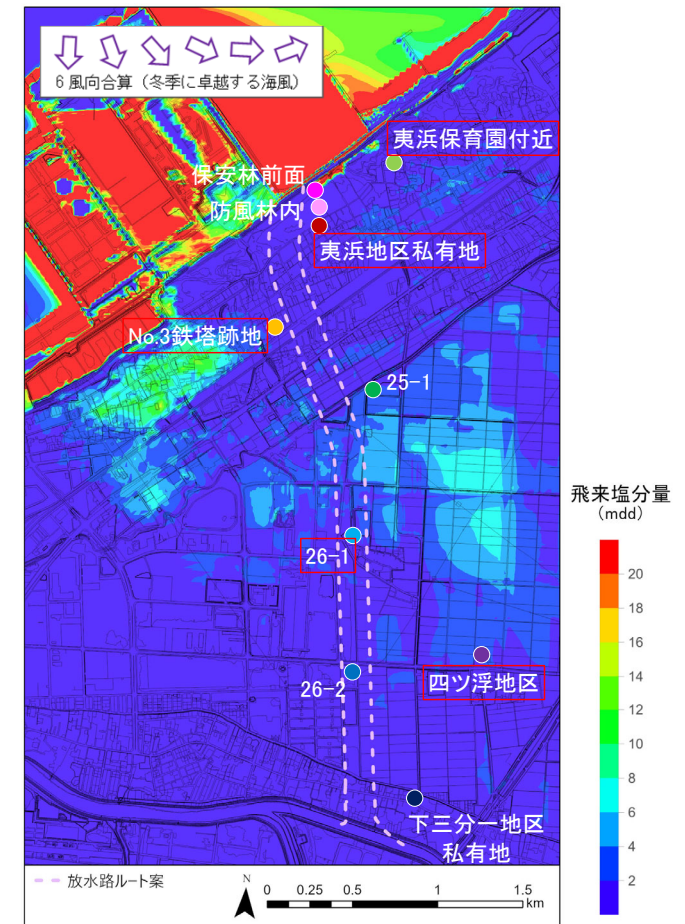
現況再現状況

- 一部の観測地点で予測値と実測値にバラツキが見られたものの、放水路周辺の「No.3鉄塔跡地」、「26-1」、「夷浜地区私有地」等は予測値と実測値の誤差が小さい結果を得られた。



現況再現(実測値と予測値の比較)

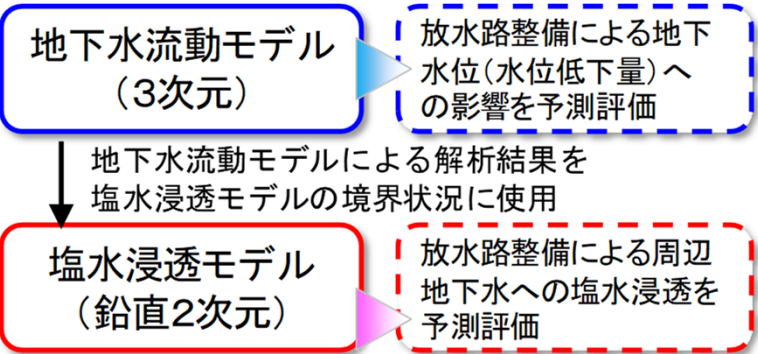
○現況再現例(放水路整備前 地上1.5m)



飛来塩分量(mdd)

- ③開削による周辺地下水の低下、④海水の浸入による地下水への影響に対する予測モデル構築を行う。下記モデルを作成して、地下水変化と塩水浸透の予測計算を実施する。
- モデルは、地下水流動と塩水浸透を解析可能な3次元モデルとした。
最新の地質調査結果等を基に、地形・地質構造モデルを構築し、放水路河道条件、地下水利用実態調査結果等を反映した。

既往モデル



現モデル

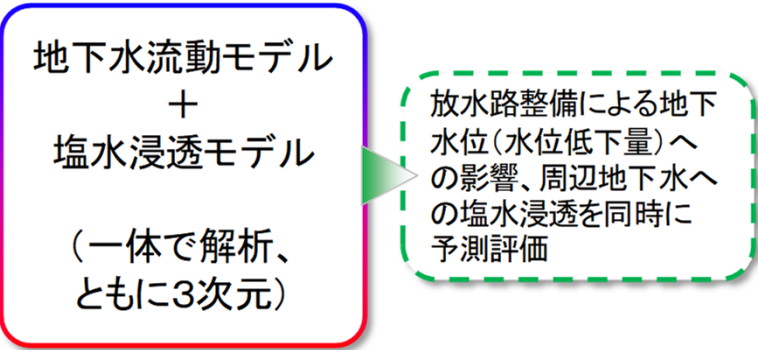


図 地下水モデルの改良

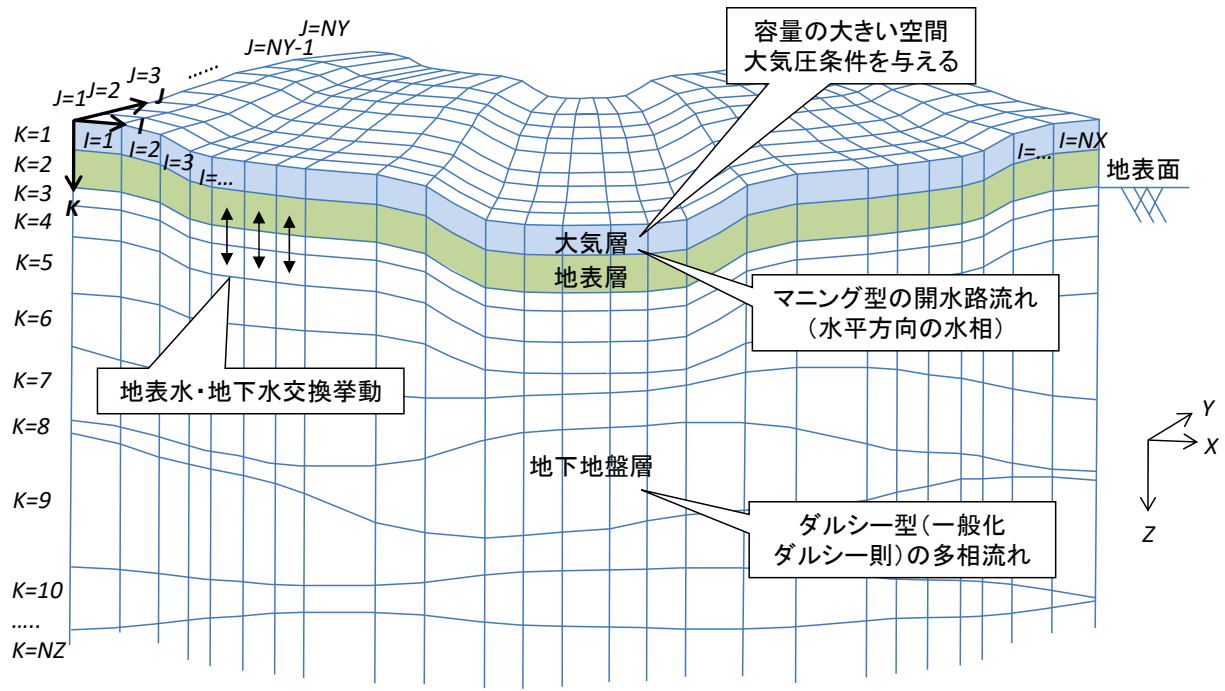


図 3次元格子モデルの概念図

■モデル構築条件は次のとおり設定

- 地質調査結果、現場透水試験結果、土地利用状況等を踏まえて地質層序および各地質の透水係数を設定し、対象領域の状況を反映した地形および地質構造モデルを構築した。

表 水田涵養、地下水揚水のモデル化

水田涵養	「県営頸城南川土地改良事業計画書 新潟県」に基づく水田減水深計画値(17mm/日、かんがい期:5月1日～8月18日)を土地利用状況を踏まえて設定した。
地下水揚水	上越市に届け出られている20m以浅の浅井戸のうち、飲料用、工業用、消雪用の井戸を対象にモデル化した。飲料用、工業用は確認された実績取水量の平均値を周年一定、消雪用は消雪用揚水量と積雪深の関係から、各月の実績積雪深を基に、揚水量を設定した。

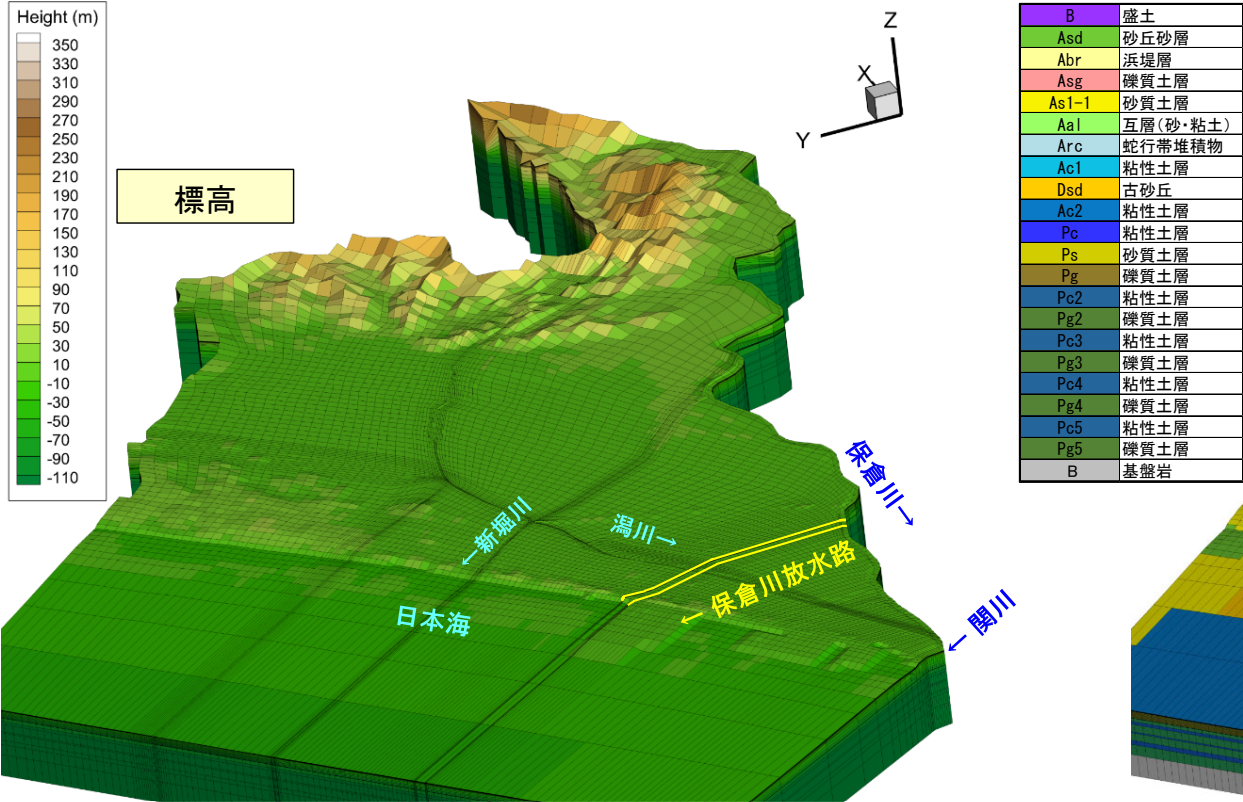


表 地質層序および透水係数の設定

No	地層	区分	透水係数 (m/s)	備考
1	B	盛土	1.00E-05	既往業務のコア判定より、砂質土の一般的な値「透水性と土質区分」(地盤調査の方法と解説、地盤工学会)を採用
2	Asd	砂丘砂層	2.20E-05	現場透水試験結果
3	Abr	浜堤層	1.56E-05	現場透水試験結果
4	Asg	礫質土層	1.88E-05	現場透水試験結果
5	As1-1	砂質土層	1.05E-05	現場透水試験結果
6	Aa1	互層(砂・粘土)	5.55E-06	現場透水試験結果
7	Arc	蛇行帯堆積物	5.55E-06	Arcは古保倉川由来の堆積物であることから、同様なAa1層の透水係数を採用
8	Ac1	粘性土層	1.32E-08	現場透水試験結果
9	Dsd	古砂丘	2.20E-06	既往現地踏査により、切土法面は自立しており細粒分を含んでいることが確認されていることから、Asd(新砂丘)の1オーダー低い値を設定
10	Ac2	粘性土層	1.32E-08	既往の土質試験結果から粒度や液性・塑性、地盤材料の工学的分類は概ね同様な傾向を示すため、Ac1層の透水係数を採用
11	Pc	粘性土層	1.32E-08	
12	Ps	砂質土層	1.05E-05	粘性土層はAc1、砂質土・礫質土層はAs1-1の透水係数を採用
13	Pg	礫質土層	1.05E-05	
14	Pc2	粘性土層	1.00E-09	「上越地区地下水検討業務報告書(H7.3)」を基に設定
15	Pg2	礫質土層	5.90E-04	「日本の地下水」を基に設定
16	Pc3	粘性土層	1.00E-09	「上越地区地下水検討業務報告書(H7.3)」を基に設定
17	Pg3	礫質土層	3.60E-04	「日本の地下水」を基に設定
18	Pc4	粘性土層	1.00E-09	「上越地区地下水検討業務報告書(H7.3)」を基に設定
19	Pg4	礫質土層	2.95E-04	「日本の地下水」を基に設定
20	Pc5	粘性土層	1.00E-09	「上越地区地下水検討業務報告書(H7.3)」を基に設定
21	Pg5	礫質土層	2.95E-04	G4層と同値を採用
22	B	基盤岩	1.00E-10	不透水境界条件を設定

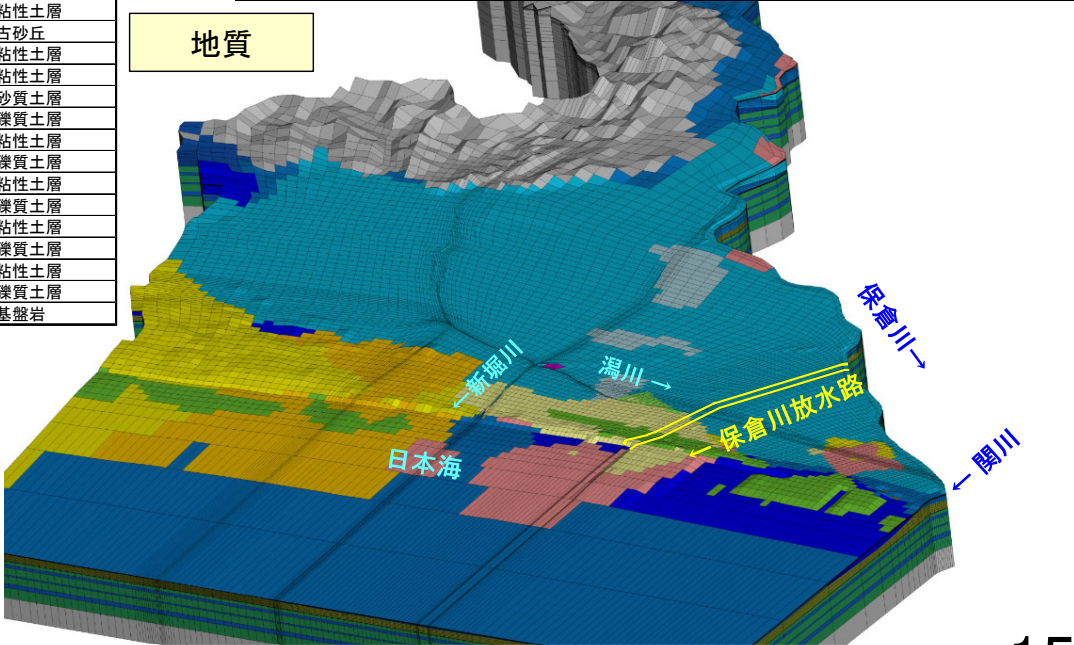
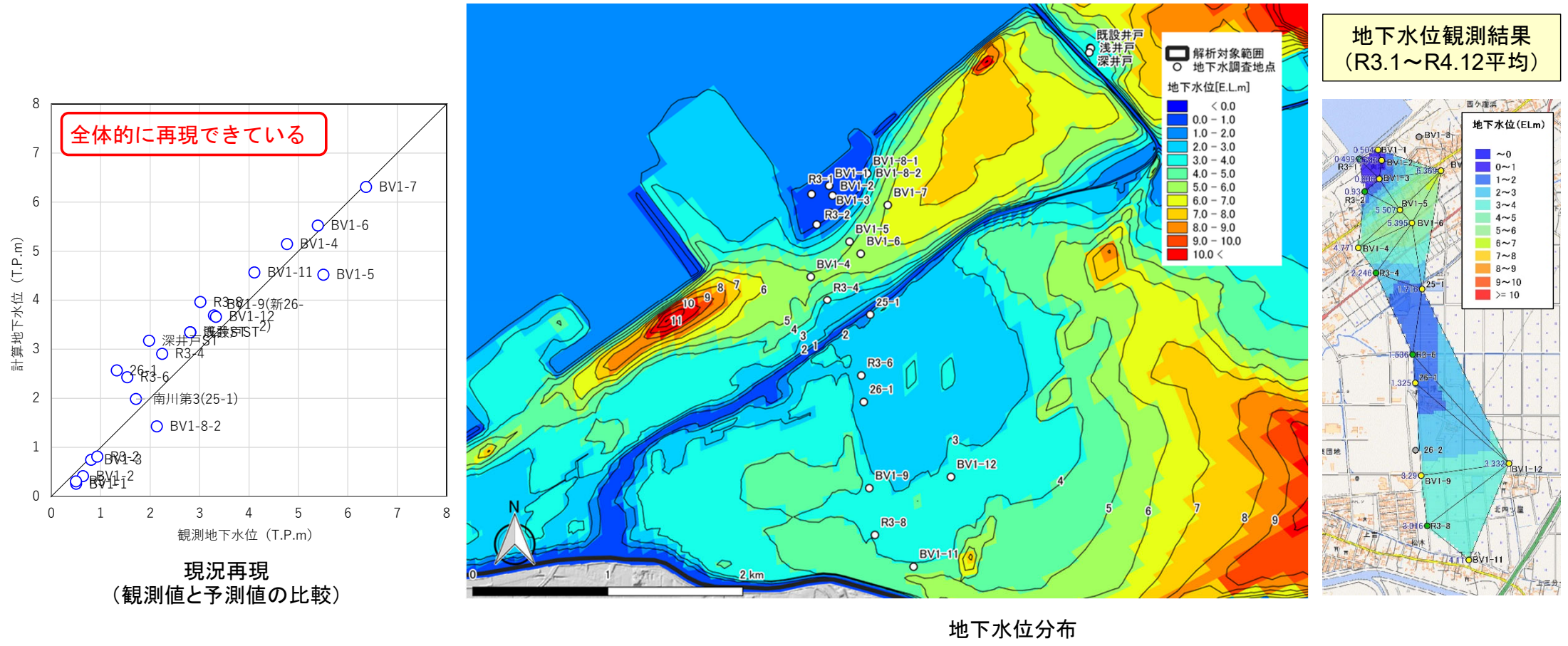


図 地形・地質構造モデル 鳥瞰図

③開削による周辺地下水の低下予測（現況再現）

- 現況再現計算を行い、モデルの妥当性を検証した。
- 再現計算結果（定常解析）は、放水路周辺の砂丘部から低地部における地下水位の分布傾向、砂丘部内の複雑な地下水位の分布傾向を概ね捉えており、再現性が得られた。

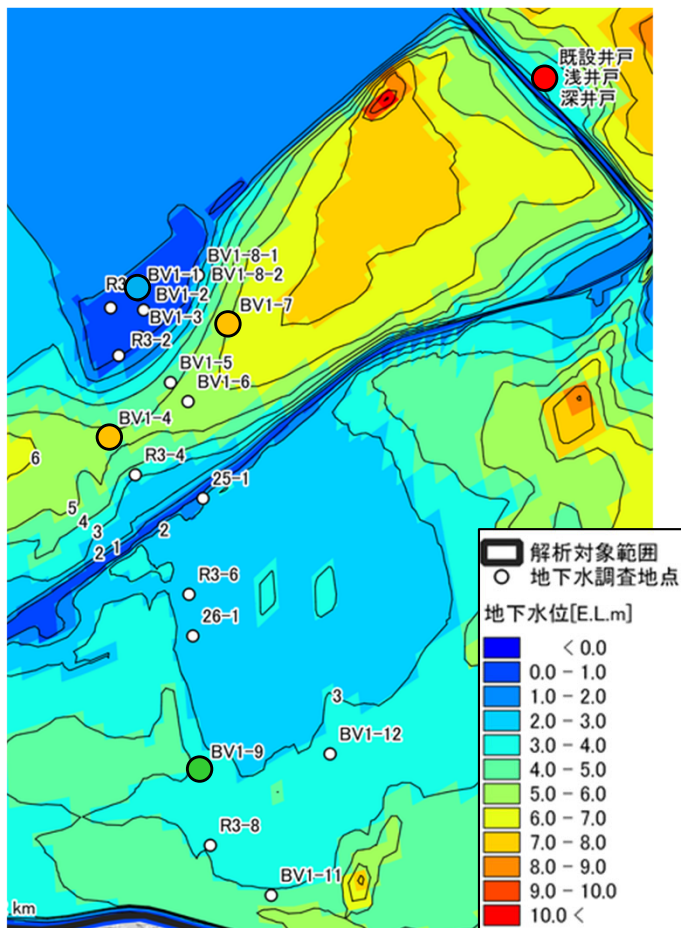
〇現況再現例（放水路整備前、左：再現計算結果（定常解析）、右：観測結果）



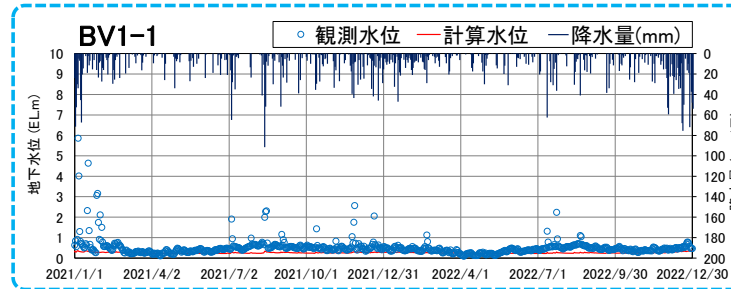
左：地下水位再現計算結果は、降雨等の気象条件等について年間平均値を一定で設定し、定常状態の地下水位を解析した結果である。右：地下水位観測結果は、R3.1～R4.12の地下水位を平均した結果である。

- 再現計算結果（非定常解析）は、季節変化の傾向は捉えており、地下水位の再現性が得られている。
- 新堀川の塩水浸透に関わる塩化物イオン濃度は、概ね一致している。

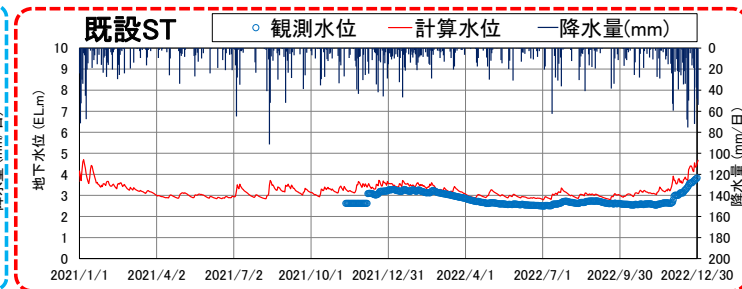
- 新堀川の塩水浸透に関わる塩化物イオン濃度は、概ね一致している。



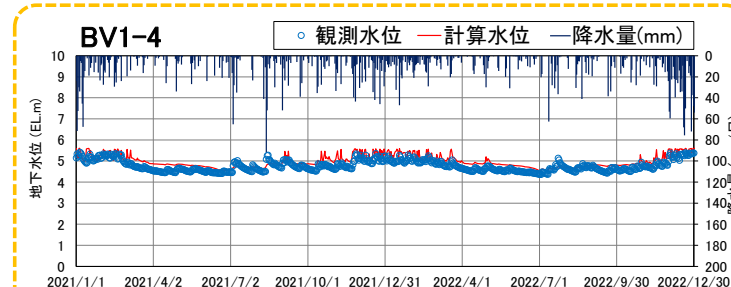
砂丘部(海域近く)



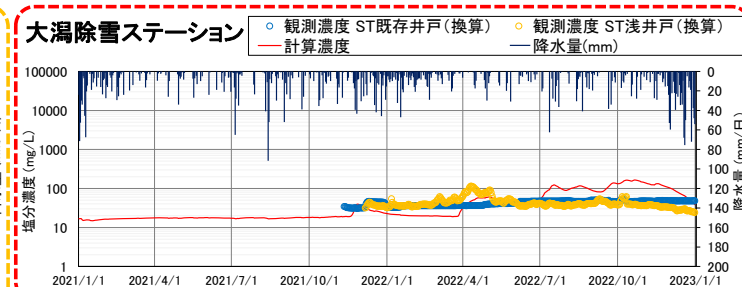
新堀川周辺(地下水位)



砂丘部(中央付近)

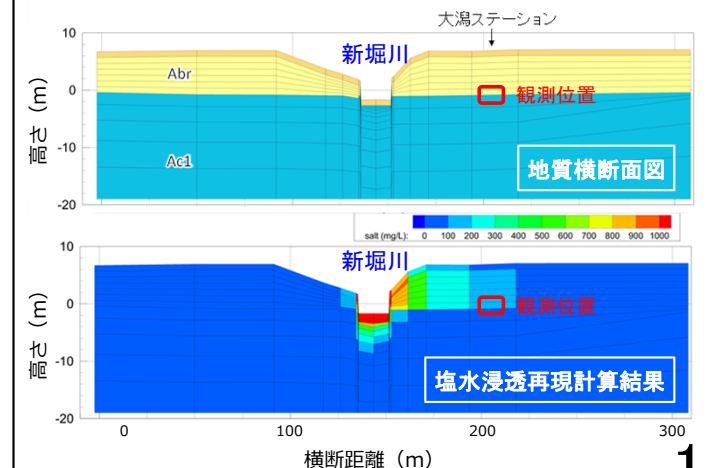


新堀川周辺(塩水浸透)

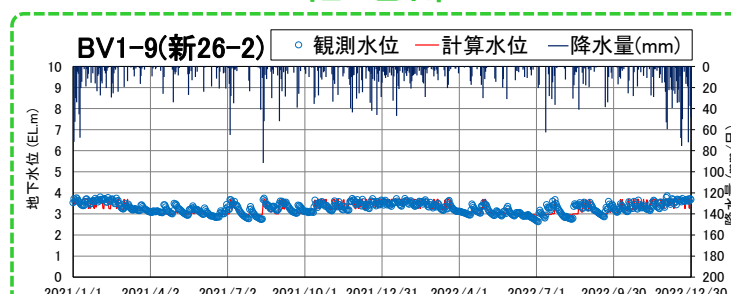


【新堀川沿いの塩水浸透の観測】

- ・大湫除雪ステーションは、新堀川の右岸約80mにあり、標高-約1m付近の地下水を観測している。



低地部



4-4. 環境影響項目の検討状況 ⑤放水路内の水質

■ ⑤放水路内の水質への影響について予測モデル構築を行う。下記モデルを作成して、放水路整備による放水路内の水質変化予測計算を実施する。モデル、手順、条件は下記のとおり。

- 対象区間では塩水遡上が生じ、塩分成層が形成されるため鉛直二次元モデルを適用し、①流動現象を再現する流動モデル(TITech-WARM(CIP-Soroban法))と、②水質を再現する生態系モデル(低次生態系モデル)をカップリングしたモデルを採用した。

【① TITech-WARM(CIP-Soroban法) の特徴】

- ・高精度数値解法であるConstrained Interpolation Profile(CIP)法と自由な格子配置を可能(「算盤」の「珠」のように計算格子点を鉛直方向に自由に移動させることができる)とするSoroban格子法を組み合わせたCIP-Soroban法を用いる。
- ・格子点を動的かつ選択的に集中できるSoroban格子法の特長により、潮位による自由水面の変動を精度良く捉えることができ、塩分成層界面の解像度が高い。

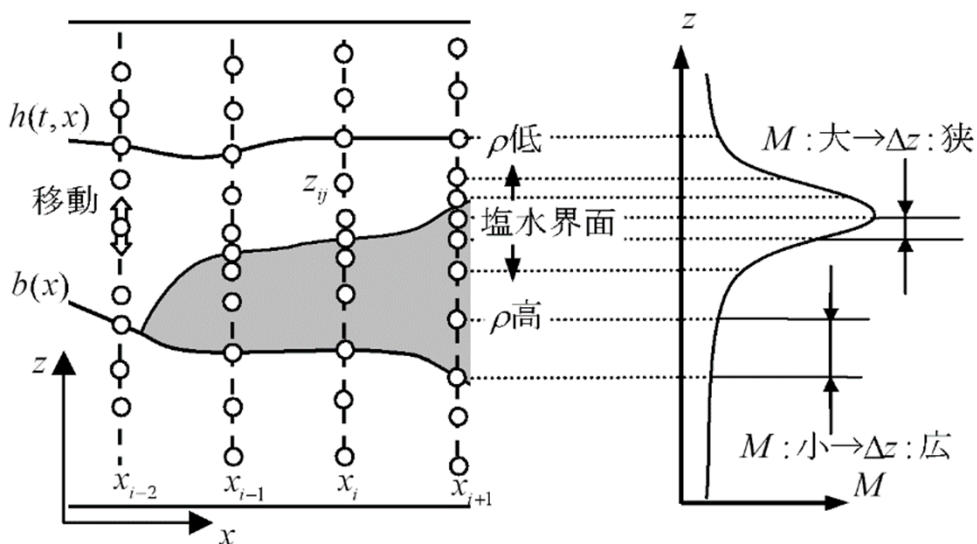


図 流動モデルにおけるSoroban格子

【②生態系モデル(低次生態系モデル)の特徴】

- ・滞留性の高い環境において懸念される富栄養化や貧酸素化といった現象を取り扱うため、動物・植物プランクトンと栄養塩類を構成要素とし、食物連鎖に基づく構成要素間の相互作用と生物学的生成項を考慮している。

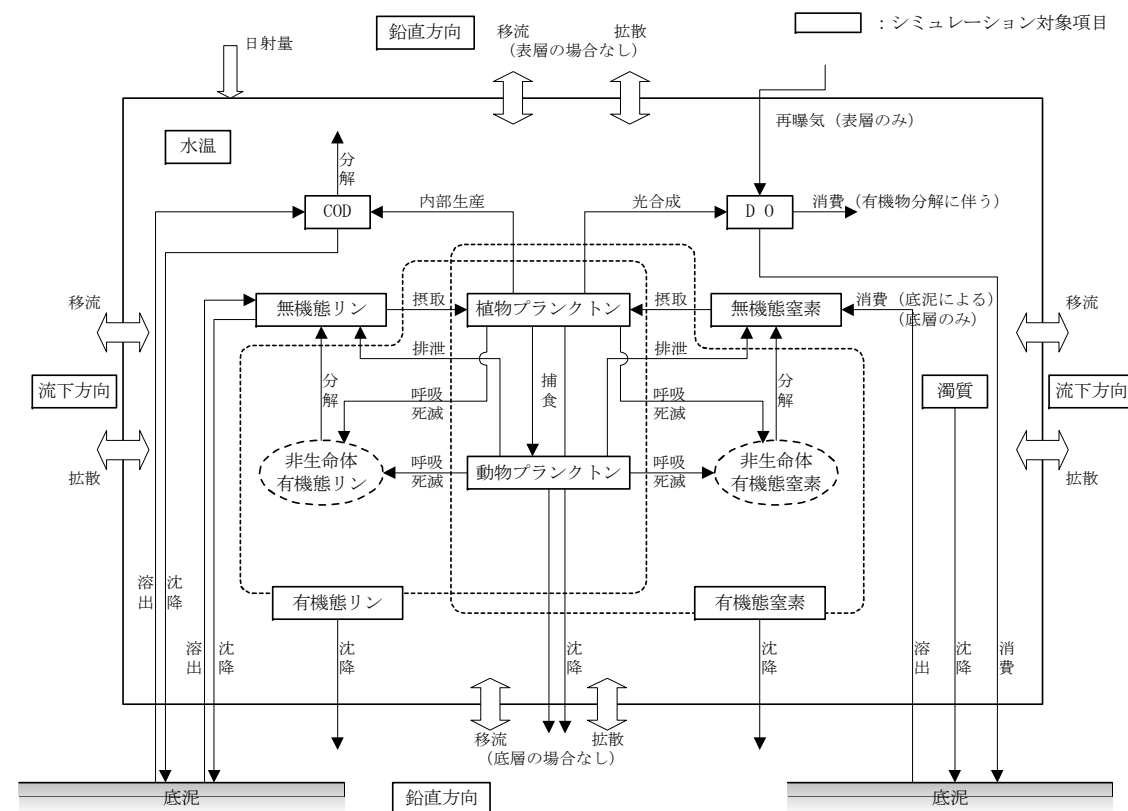


図 生態系モデル(低次生態系モデル)の概念図

4-4. 環境影響項目の検討状況 ⑤放水路内の水質

■モデル構築条件は次のとおり設定

【保倉川本川】

- モデルの検証及び保倉川放水路整備後の保倉川の水質保倉川の水質予測を行うため、保倉川本川をモデル化した。
- 対象範囲は5.8kmから河口まで、関川0.45kmから河口-0.3kmまでの河道、周辺海域の東西約4.0kmとした。
- 河道データは最新の測量成果(令和4年度・令和3年度・平成29年度)を使用した。

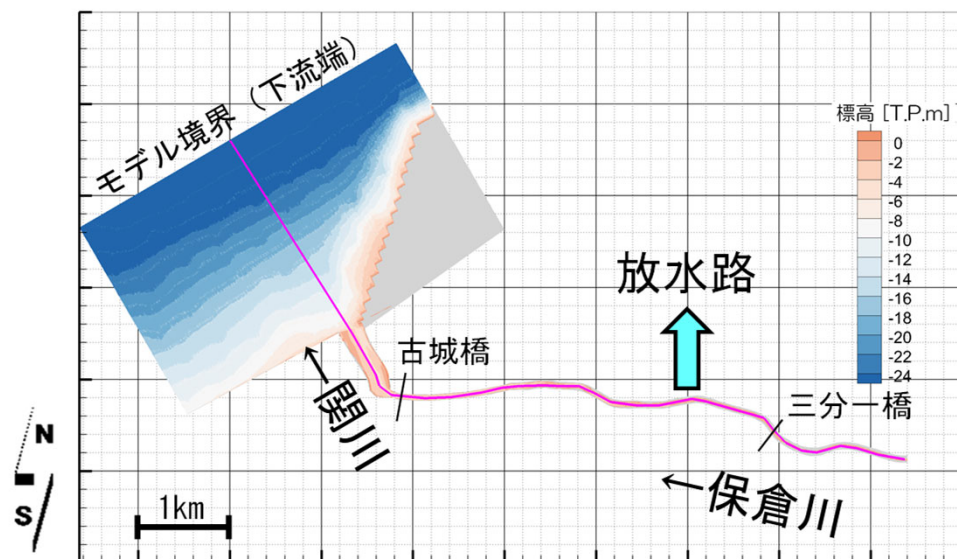


図 保倉川本川モデルの3次元地形と主流線位置

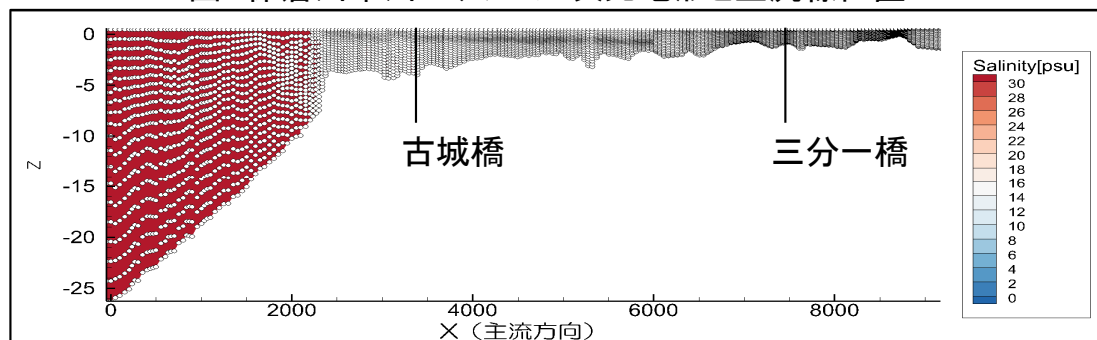


図 保倉川本川の鉛直二次元モデル(格子点配置)

【保倉川放水路】

- 放水路ルート及びその海域を対象に河道形状設定し、鉛直二次元モデルを作成した。
- 放水路は気候変動に対応した計画流量900m³/s規模の河道形状とした。

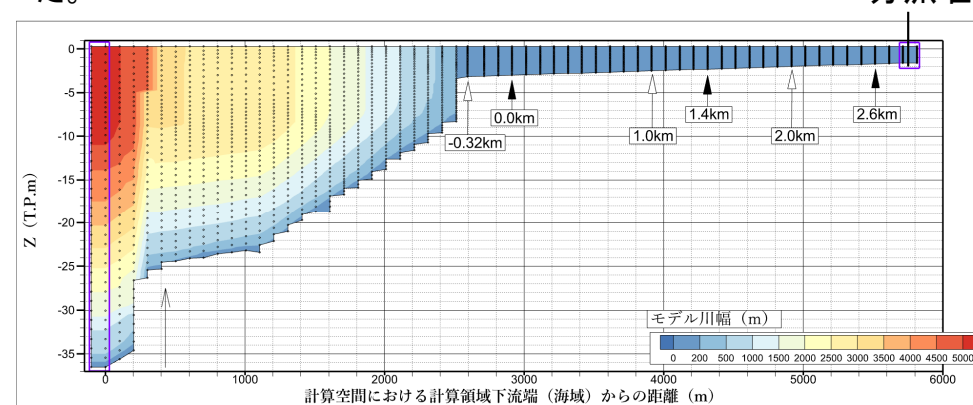


図 保倉川放水路の鉛直二次元モデル(川幅の鉛直縦断面図)

【鉛直二次元モデルについて】

- 水域内の流動や水質を予測するために使用されるモデルは様々であるが、放水路及び保倉川本川の水質予測解析には鉛直二次元モデルを適用した。
- 鉛直二次元モデルは水域を縦断・鉛直方向に分割し、流動・水質の縦断・鉛直分布を計算できるモデルであり、横断方向には一様とみなしている(右図)。
- 放水路及び本川の川幅は広く、横断方向の流動は一様と考えられる。一方で、対象区間では潮の満ち引きによる海水の遡上が生じるため、鉛直方向に詳細に計算する必要があり、鉛直二次元モデルが適当である。

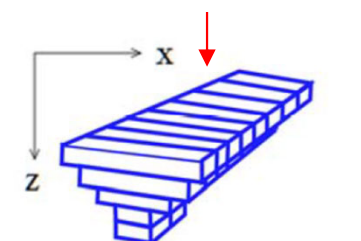
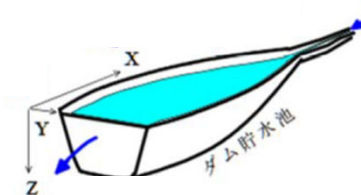


図 鉛直二次元モデルのイメージ(ダム貯水池の例)

4-4. 環境影響項目の検討状況 ⑤放水路内の水質

- 保倉川本川において、再現計算を実施した（平成30年8月水質調査結果）。
- 再現計算の結果、塩水くさび位置、クロロフィルa濃度、溶存酸素濃度（D0）についても概ね再現性が得られた。

【再現計算結果の評価】

- ・ 予測計算結果による塩水くさびの先端は保倉川4kp前後にあり、調査結果で得られている塩水くさびの先端位置が再現されている。
- ・ クロロフィルa濃度は、塩水くさびの先端位置付近の増加と、塩水と淡水の境界に沿って下流に広がる様子が計算でも再現されている。
- ・ 溶存酸素濃度（D0）は、底層部において2～3mg/l程度の低酸素状態が塩水くさび先端から河口に掛けて広がる様子が再現されている。

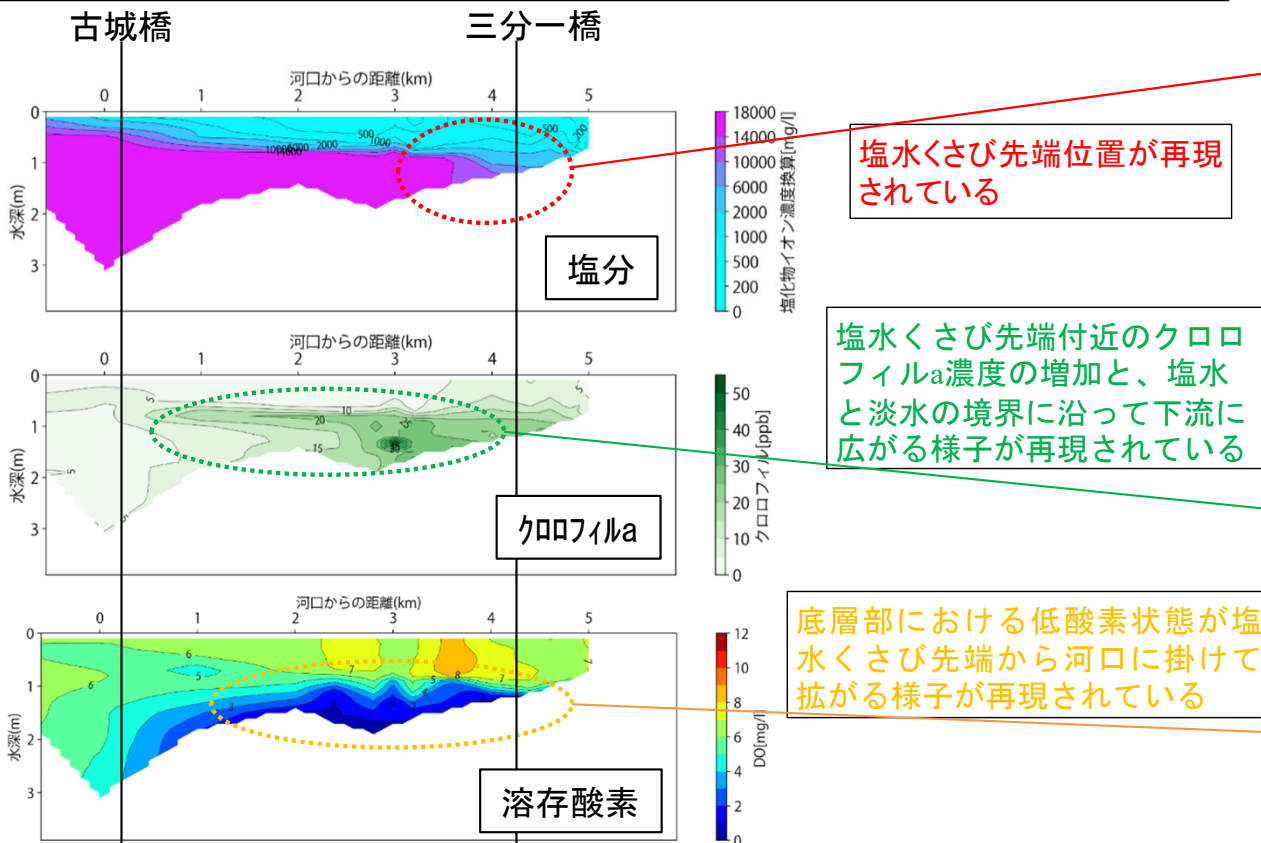


図 塩水遡上及び水質調査結果（平成30年8月8日9:25～11:00）

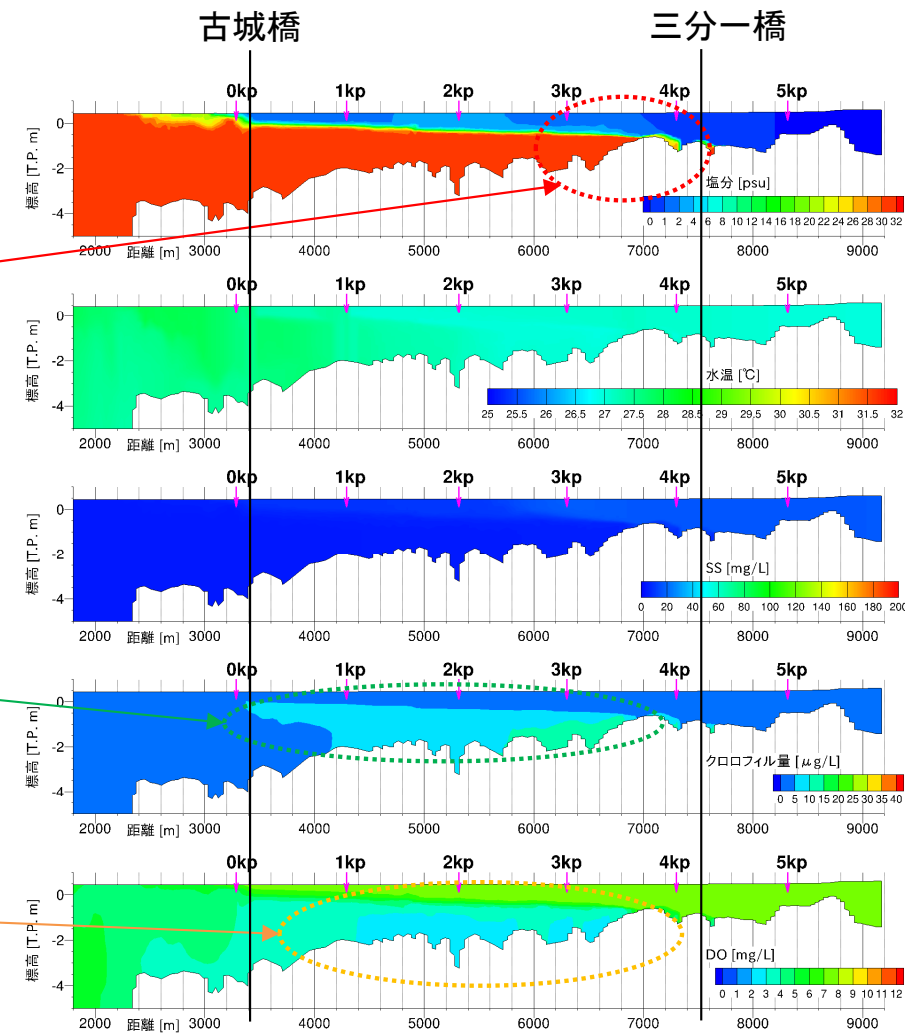


図 保倉川本川予測計算結果：（平成30年8月8日9:00）20