

下水処理場の段階的機能回復と放射性物質対策

国総研 下水道研究部

土研 材料資源研究グループ



津波の衝撃で破壊したポンプ棟
(仙台市南蒲生浄化センター)

本日の発表内容

I. 下水処理場の段階的機能回復

「被災した下水処理場における段階的復旧の水質改善への効果を評価した」

(土木研究所)

II. 下水処理場における放射性物質対策

「放射能問題の現状と国の取り組み」

(国土技術政策総合研究所)

下水道施設災害の概要

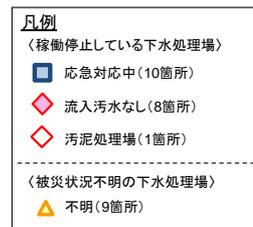
■ 震災により被災した下水処理場は120箇所

□ 平成23年3月16日時点で稼働停止していた下水処理場は48箇所

■ 被災ポンプ場は112箇所

■ 管きよの被害も液状化等により広範囲に及ぶ

下水道施設の復旧状況(23年5月13日時点)
(国土交通省提供資料)



■ 現時点の状況

□ 稼働停止の下水処理場は11箇所

□ 応急対応の下水処理場は12箇所

下水道施設の復旧状況(24年3月1日時点)
(国土交通省提供資料)

被災状況の特徴

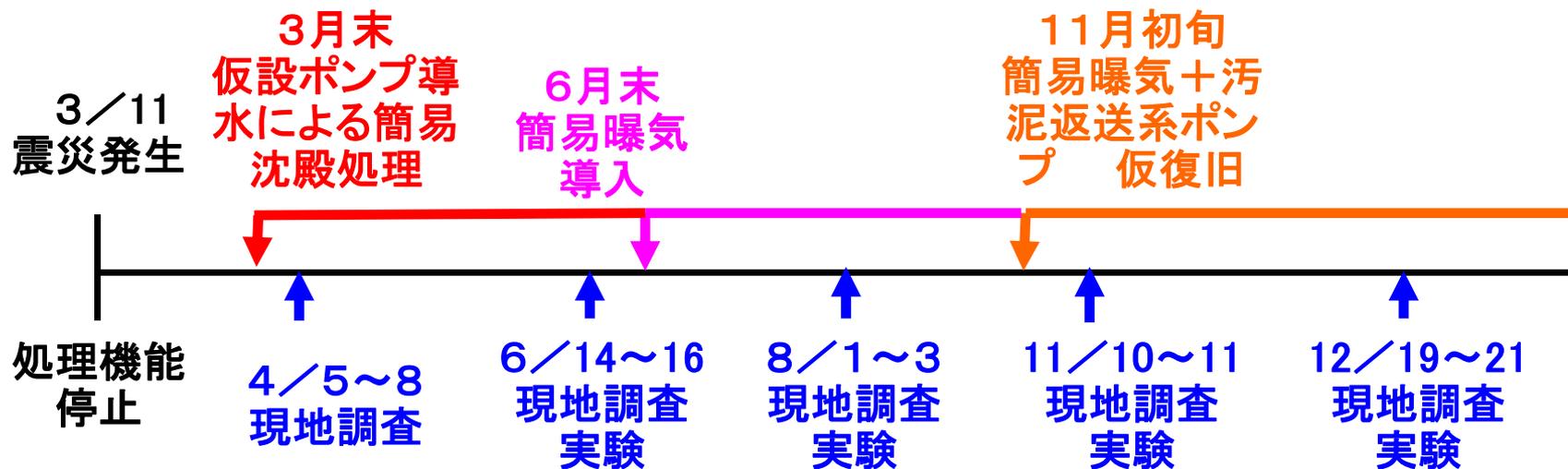
- 津波により、沿岸部に位置する下水処理場が壊滅的被害
- 本格的な復旧のためには、長期間を要する
- 沿岸部の津波被災地以外の処理区域からは、水道復旧等に伴って汚水が流入
- 下水の収集や適切な処理が行われないことから、汚水の溢水や簡易処理放流などが発生



“放流先への影響を少なくするため、段階的機能回復による放流水質の改善効果の評価が必要”

段階的復旧の状況

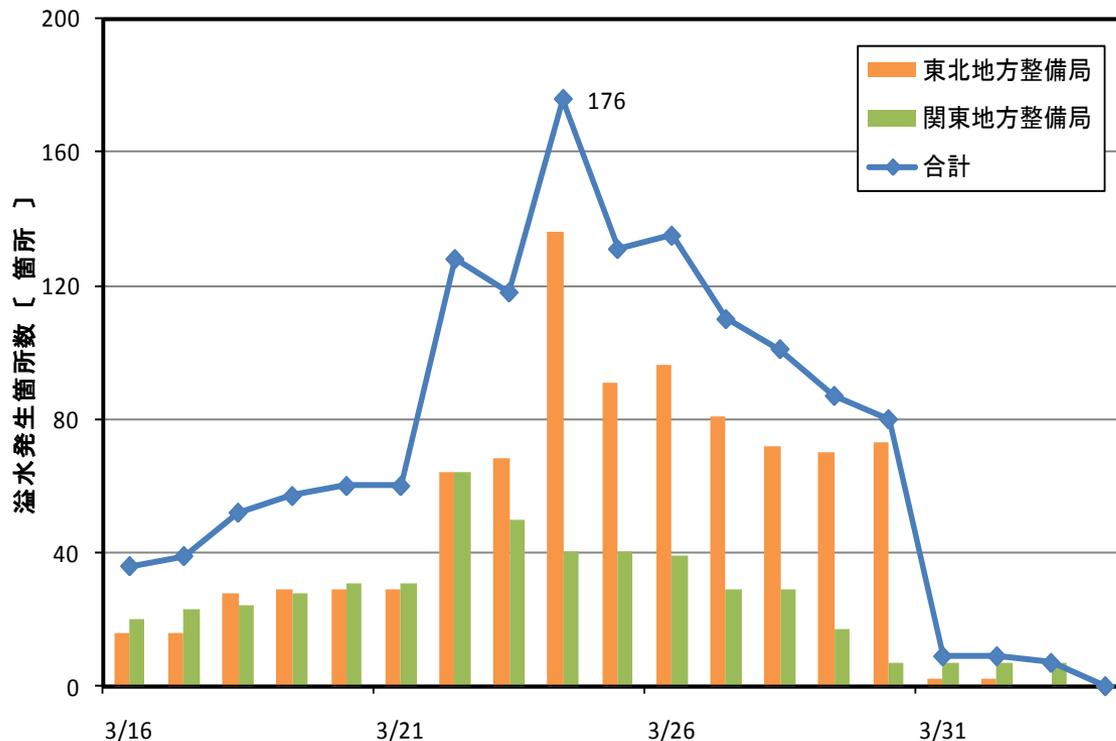
仙塩浄化センターにおける水処理施設 の復旧工程の概略と現地調査日



- 現地の状況確認
- 塩素消毒効果の評価と向上策の検討
- 処理水質向上策の検討と評価
- 放流先の水質状況の把握

現地調査1の結果 ① 溢水の発生

- 他のインフラの復旧で溢水発生が顕在化
 - 水道の復旧 → 生活排水による下水量の増加
 - ガスの復旧 → 入浴排水により下水量はさらに増加



図： 管渠、マンホール等からの溢水箇所の推移
(国土交通省提供資料をもとに作成)

表： 仙台市及び塩竈市の断水戸数の推移

	被災時	3月28日
仙台市	20.7万戸	3.3万戸
塩竈市	2.6万戸	382戸

出典：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被害状況及び対応について(第31報)

厚生労働省記者発表資料

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000016sar-img/2r98520000016sc8.pdf>

① 溢水への対応

- ❑ 現場では下流人孔や処理施設への導水など懸命の応急対応 → 4月以降は溢水箇所は激減
- ❑ 大型仮設ポンプなどにより、処理場への送水が復旧し、溢水は解消



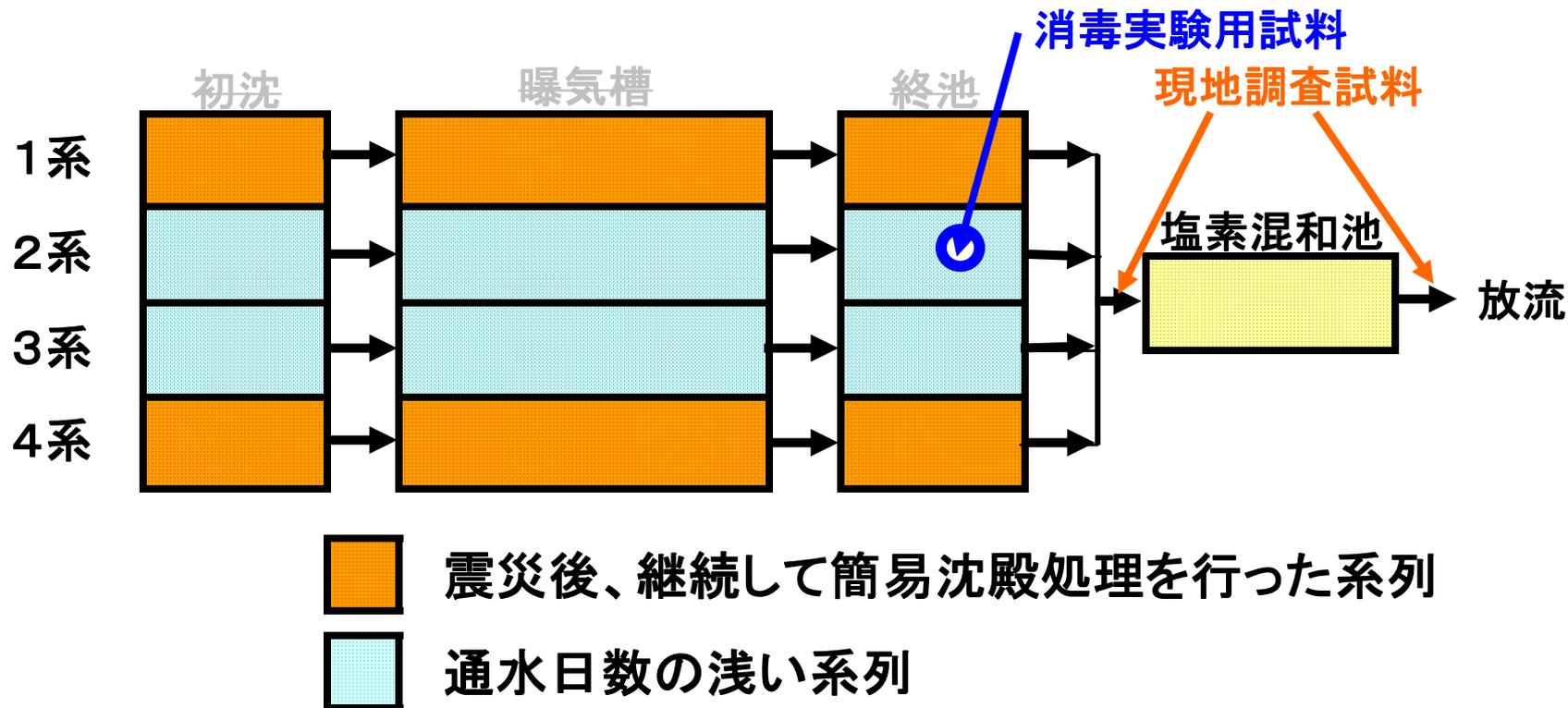
流入渠からの仮設ポンプによる汚水くみ上げ
(宮城県石巻東部浄化センター)



国交省排水ポンプ車による下水の排水
(宮城県仙塩浄化センター)

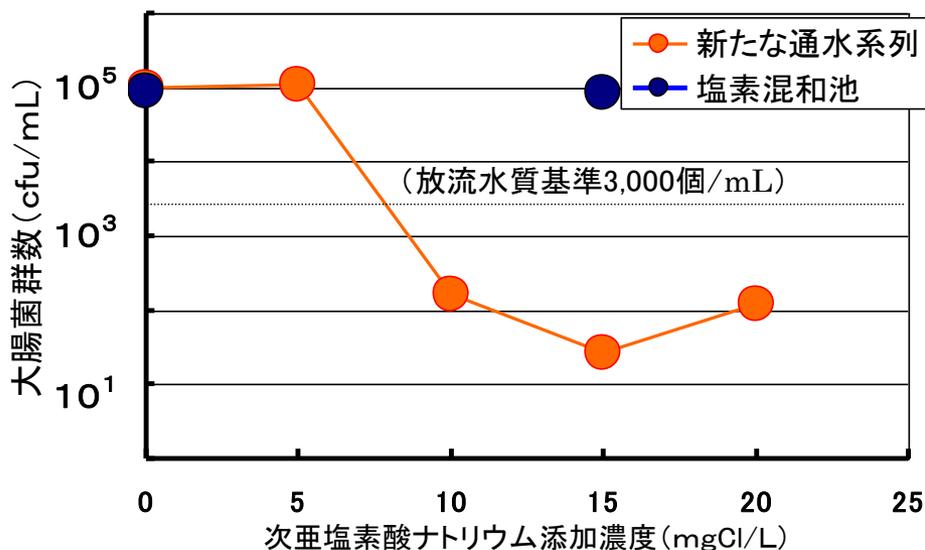
現地調査・実験2の結果（仙塩浄化センター）

■ 沈殿簡易処理水などの塩素消毒効果の評価と向上策の検討

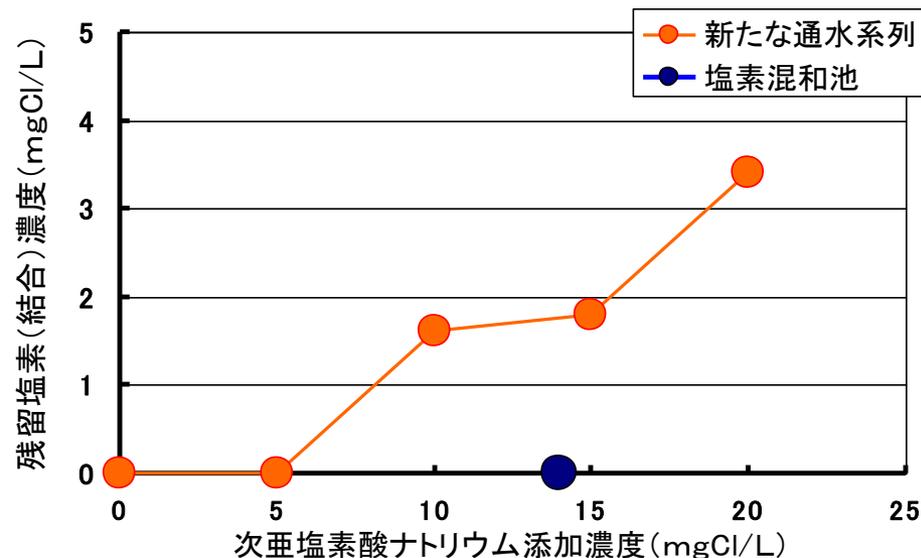


簡易沈殿処理

① 沈殿簡易処理水などの塩素消毒効果



次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度と大腸菌群数の関係



次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度と残留塩素濃度の関係

- 塩素混和池では、残留塩素が検出されず、大腸菌群の不活化効果は確認できなかった
- 新たに通水を開始した系列の下水では、次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度を10mgCl/Lとすることで、放流水質基準値以下となった

② 消毒効果向上のための対策を検討

- 沈殿処理に利用しているエアレーションタンクおよび沈殿池には、**汚泥が堆積**
- 沈殿汚泥からの還元性物質による消毒剤の消費が、消毒効果に影響していると考えられたため、各系列に堆積している**汚泥の引き抜き処理**を早急を実施する必要があると判断

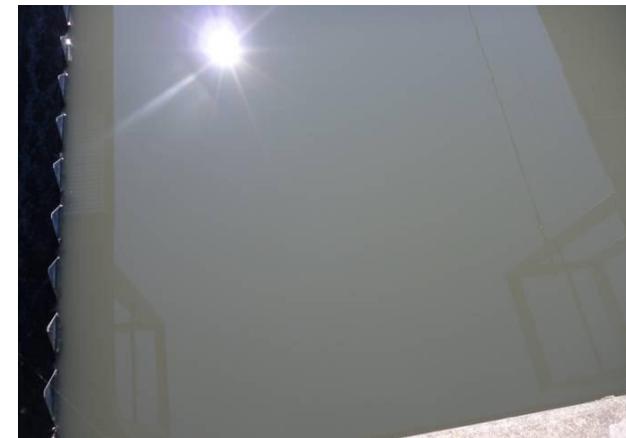
→ **県への情報提供**

各最終沈殿池の水質状況 (6/16)

試料 / 項目	DO (mg/L)	ORP(mV)	濁度
新通水系列(表層)	1.0	-129	60
新通水系列(下層)	0.1	-134	65
汚泥堆積系列(表層)	1.2	-203	66
汚泥堆積系列(下層)	0.4	-183	990以上



最終沈殿池の状況(汚泥堆積池)



最終沈殿池の状況(採水池)

③ 放流先の水質状況

放流先の水質状況 (6/15-16)

試料 \ 項目	DO (mg/L)	ORP (mV)	塩分濃度 (%)
塩釜港側(表層)	0.8	7	2.6
塩釜港側(下層)	0.2	-97	2.7
放流口	5.7	-98	0.3
仙台港側(表層)	1.6	-12	2.4
仙台港側(下層)	0.6	-56	2.8

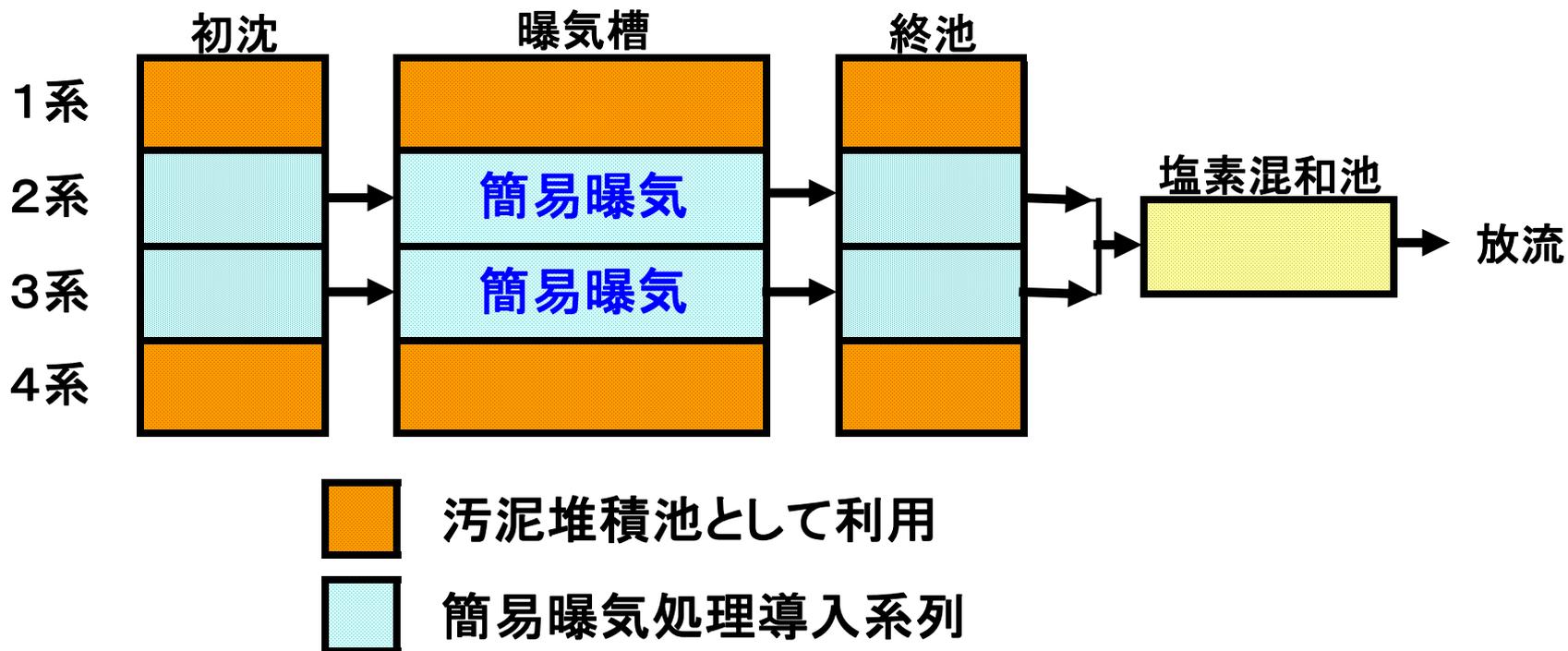
- 特に下層のDOレベルは低く、還元状態も高い
- 海水交換によるDOの供給以上にDOの消費が大きいいため下水負荷の削減が望まれる



放流先の水質調査地点

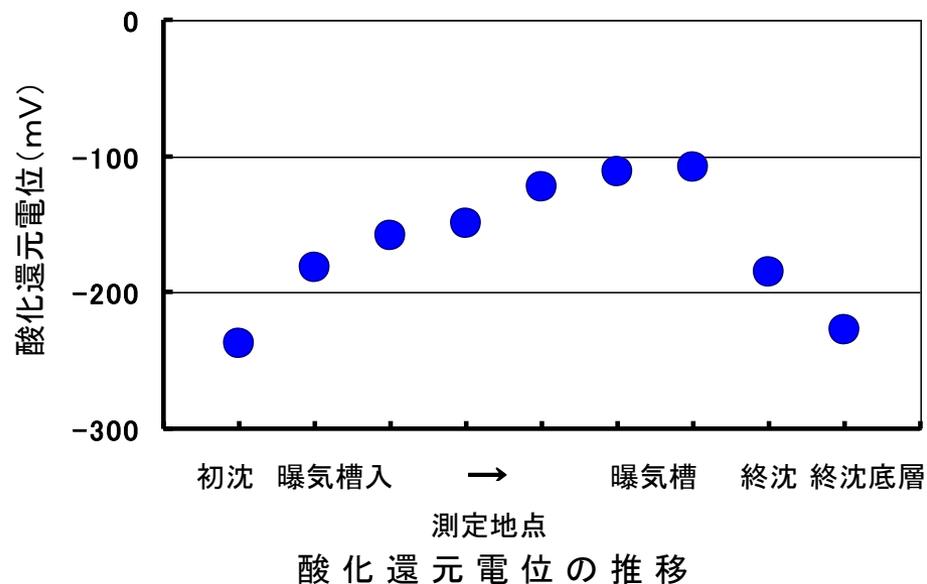
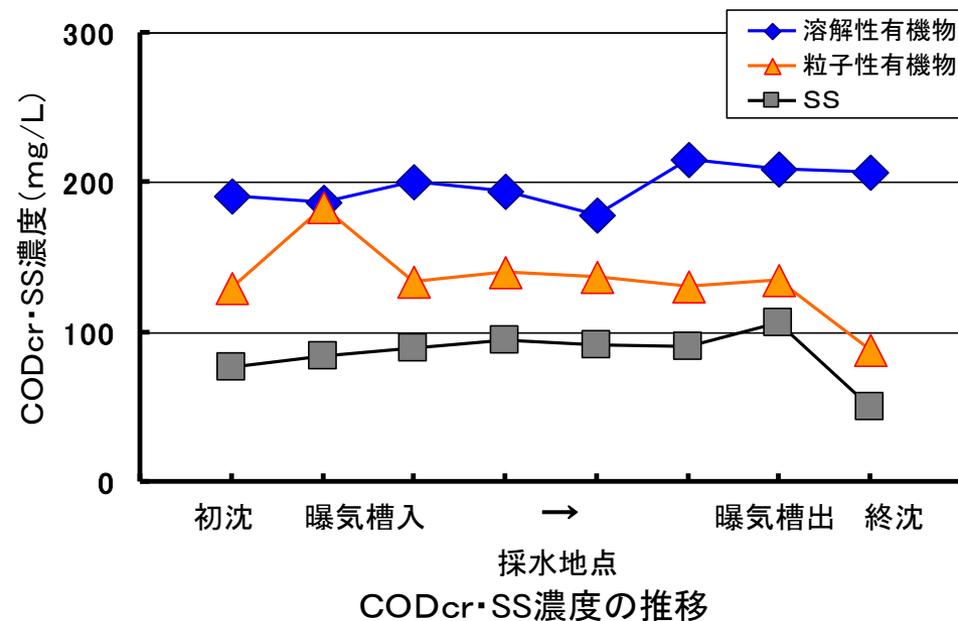
現地調査・実験3の結果（仙塩浄化センター）

■簡易曝気の水質調査および消毒効果の評価と向上策の検討



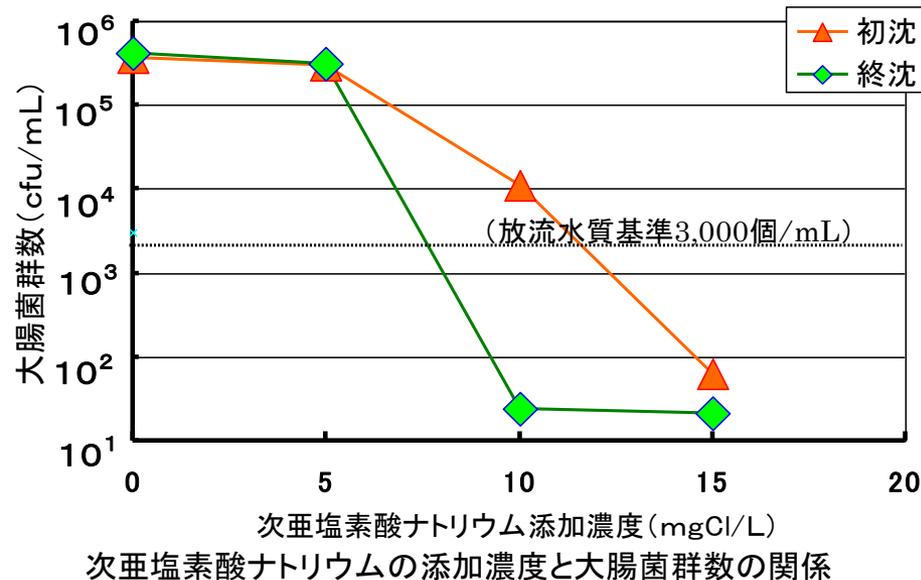
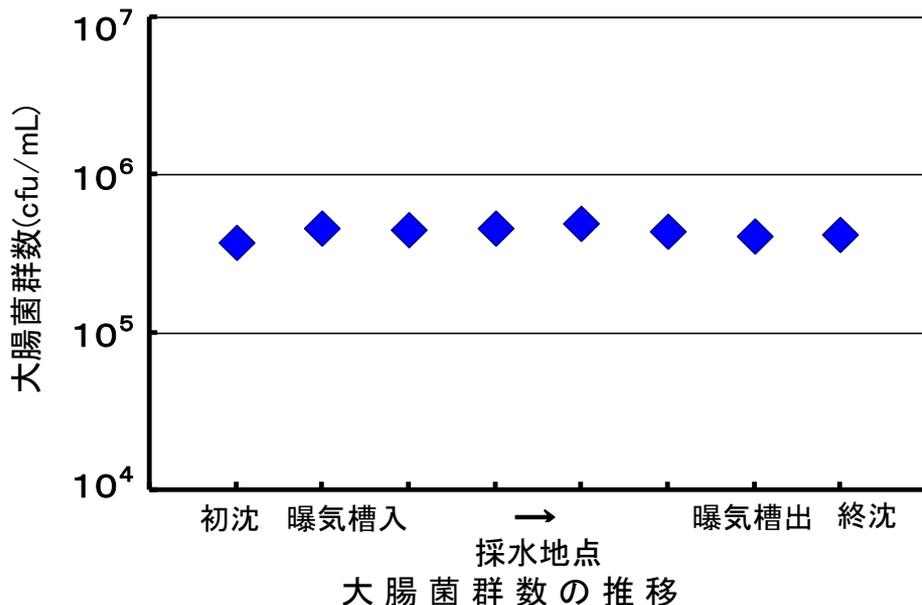
簡易曝気処理

① 簡易曝気の水質調査



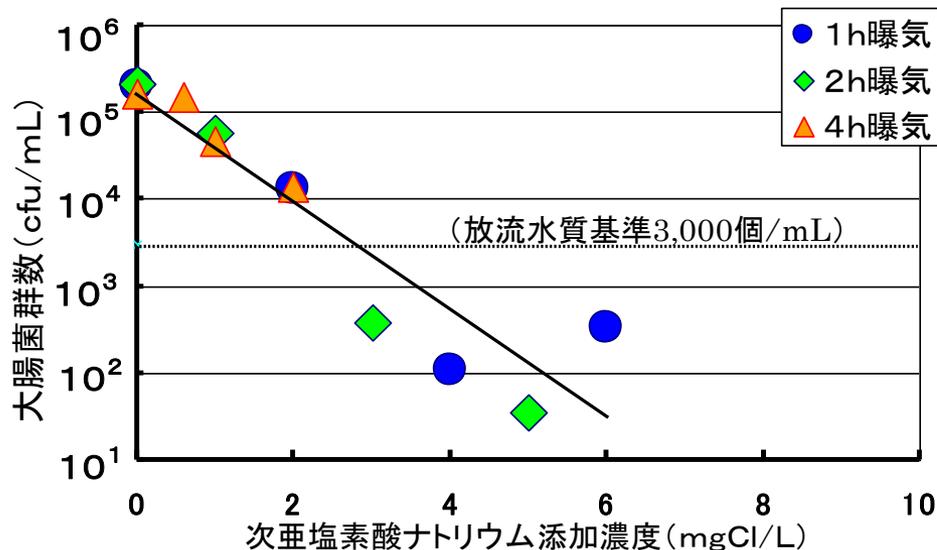
- 流下過程において溶解性有機物濃度に変化がないが、曝気槽内で還元状態の若干の改善が見られ、終沈後にSSおよび粒子性有機物が低下

② 簡易曝気の水質調査と消毒実験



- 大腸菌群は、流下過程で濃度変化はなく、除去効果は見られない
- 次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度を10mgCl/Lとすることで、終沈越流水で放流水質基準値以下となり、沈殿処理のみの場合よりも消毒効果が向上

③ 消毒効果向上策のための検討



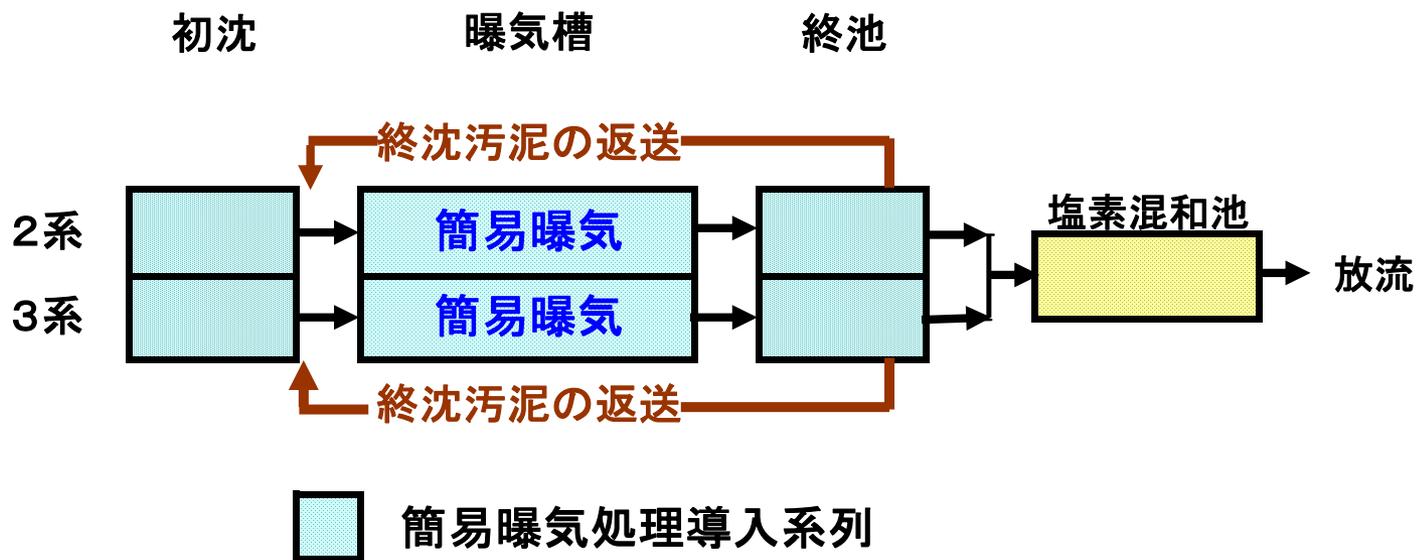
次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度と大腸菌群数の関係

- 活性汚泥の生成途上を想定し、低MLSS濃度(500mg/L)、短時間(1~4h曝気混合)の処理実験を実施

- 有機物濃度の減少効果の期待とともに次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度を低減できる
- 現状での簡易曝気に加え、返送汚泥系の改善により活性汚泥等を生成させる必要がある

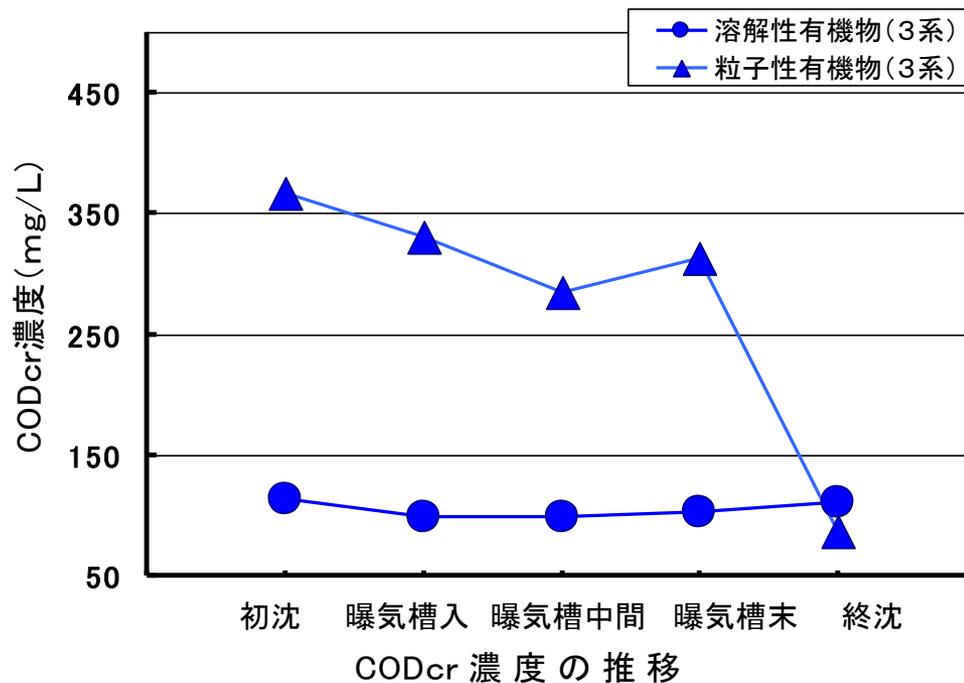
現地調査・実験4の結果 (仙塩浄化センター)

■ 簡易曝気＋汚泥返送系ポンプの仮復旧における水質調査と消毒効果の評価



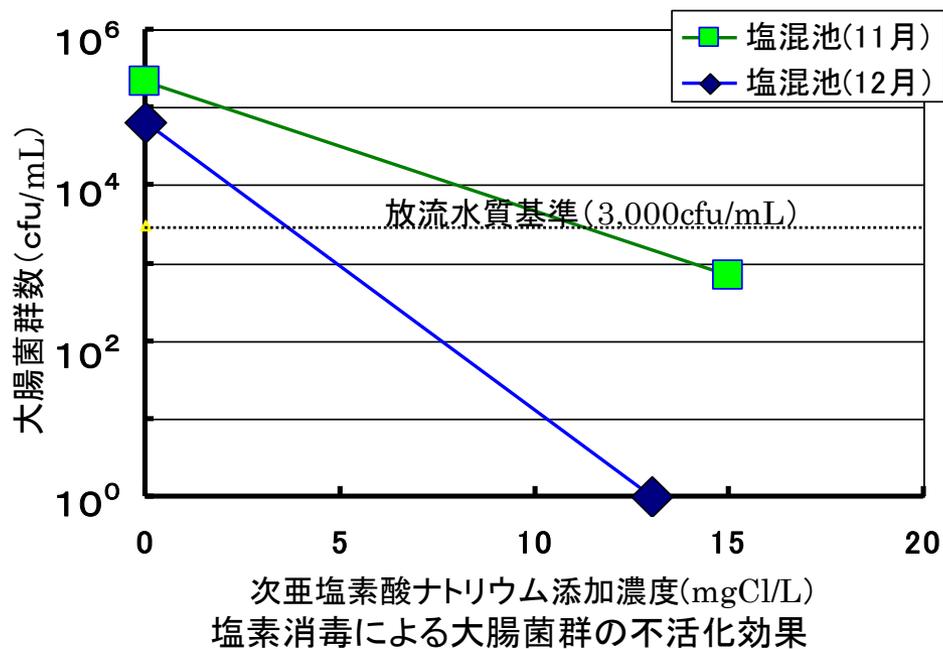
簡易曝気処理＋汚泥返送系ポンプ仮復旧

① 簡易曝気＋汚泥返送系ポンプの仮復旧における水質調査



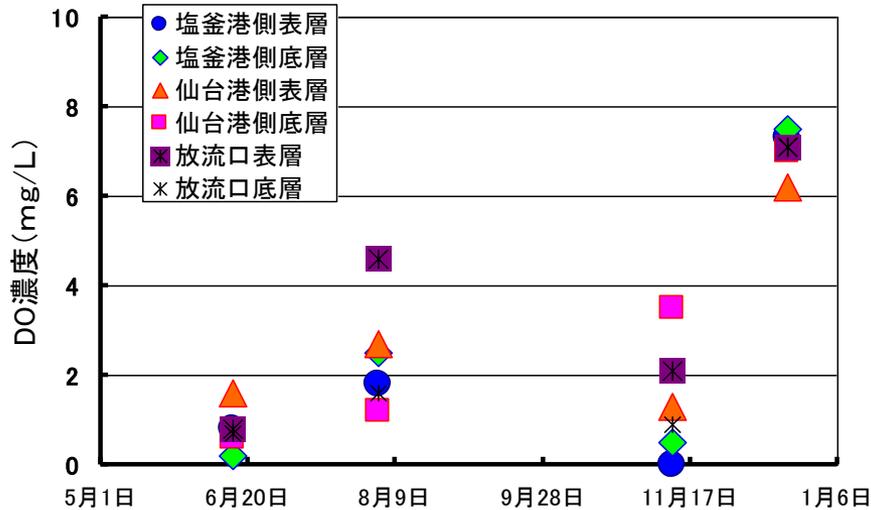
- 流下過程において溶解性有機物濃度に若干の低減効果が見られ、終沈後に粒子性有機物が低下

② 簡易曝気＋汚泥返送系ポンプの仮復旧における消毒効果

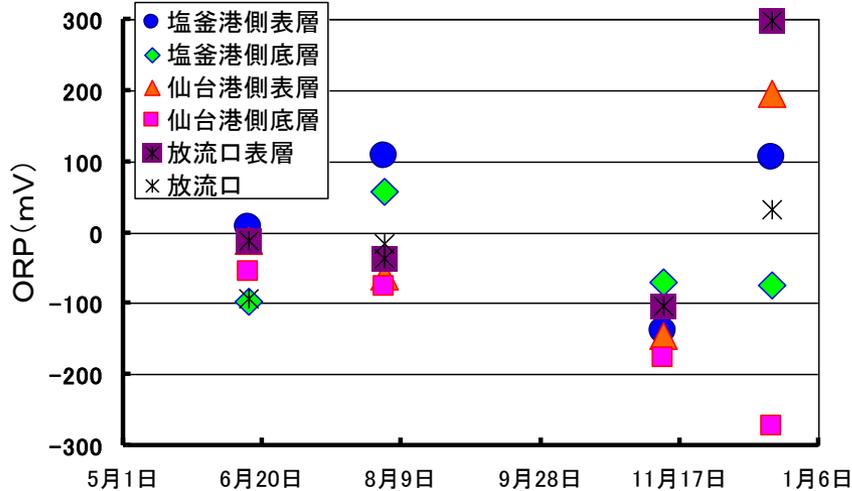


- 汚泥返送系ポンプ稼動直後の11月に比較して、12月では塩素消毒による大腸菌群の不活化効果が向上

③ 放流先の水質状況



放流先水域のDOの推移



放流先水域のORPの推移



放流先の水質調査地点

- 6月には海水交換によるDOの供給以上にDOの消費が大きかったが、12月には改善が見られた
- 全体的にORPも還元状態から酸化状態へ移行している

段階的機能回復による放流水質の改善効果の評価

機能回復策	評価結果
簡易沈殿処理	堆積汚泥の引き抜き管理が重要
簡易沈殿処理＋簡易曝気	沈殿処理よりも消毒効果が向上
簡易沈殿処理＋簡易曝気 ＋汚泥の返送 ※	汚泥返送系の仮復旧により、さらに消毒効果が向上
簡易沈殿処理＋曝気＋ 汚泥の返送 ※※	有機物濃度の減少および消毒剤 添加濃度の低減

※ 堆積汚泥の腐敗防止等を目的

※※ 活性汚泥の生成を目的

まとめ （下水処理場の段階的機能回復）

- 衛生面・水質面の情報を市民や利水者に迅速に伝達する体制の構築が必要
- 消毒剤、自家発燃料などユーティリティの全般的な欠乏、広域停電などへの対策の検討
- 応急対応後は、簡易処理の長期化による影響に注意が必要
 - 確実な消毒の徹底や簡易処理のレベルアップ
 - 放流先の監視、モニタリングの実施

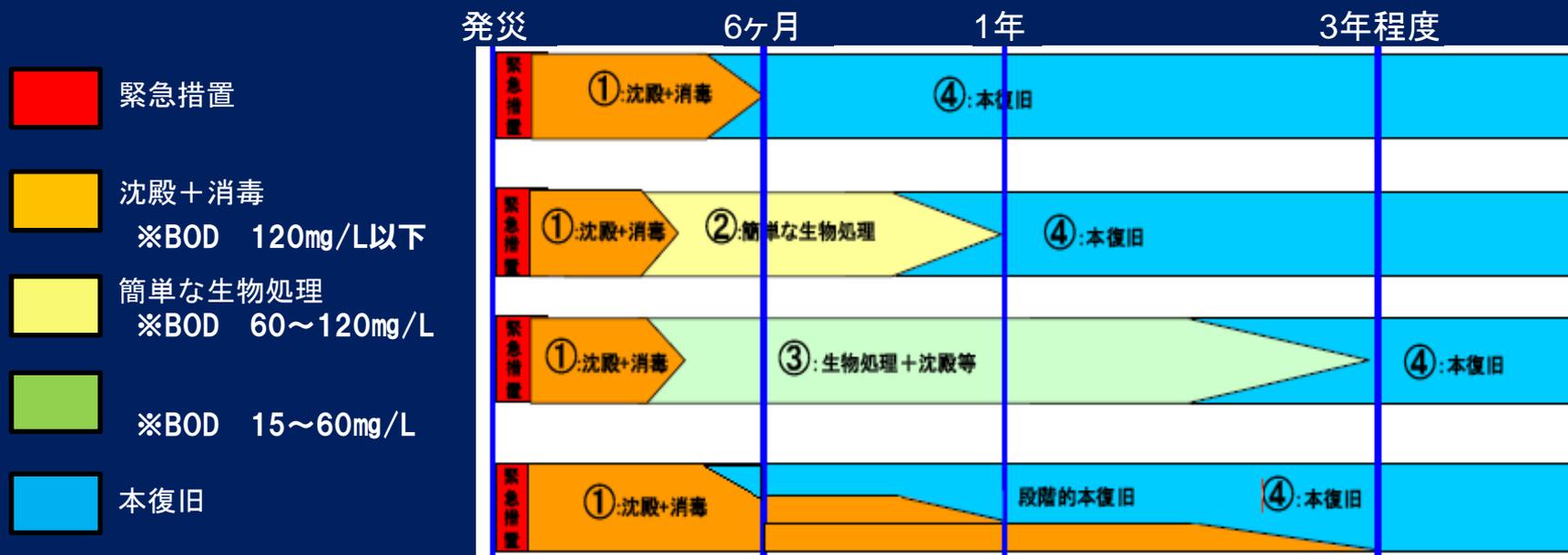
深刻な被害を受けた下水処理場の復旧対策

1. 緊急対応

汚水排除機能の確保と衛生学的安全性の確保

2. 処理機能の段階的復旧

下水道地震津波対策技術検討委員会(第2回)における二次提言



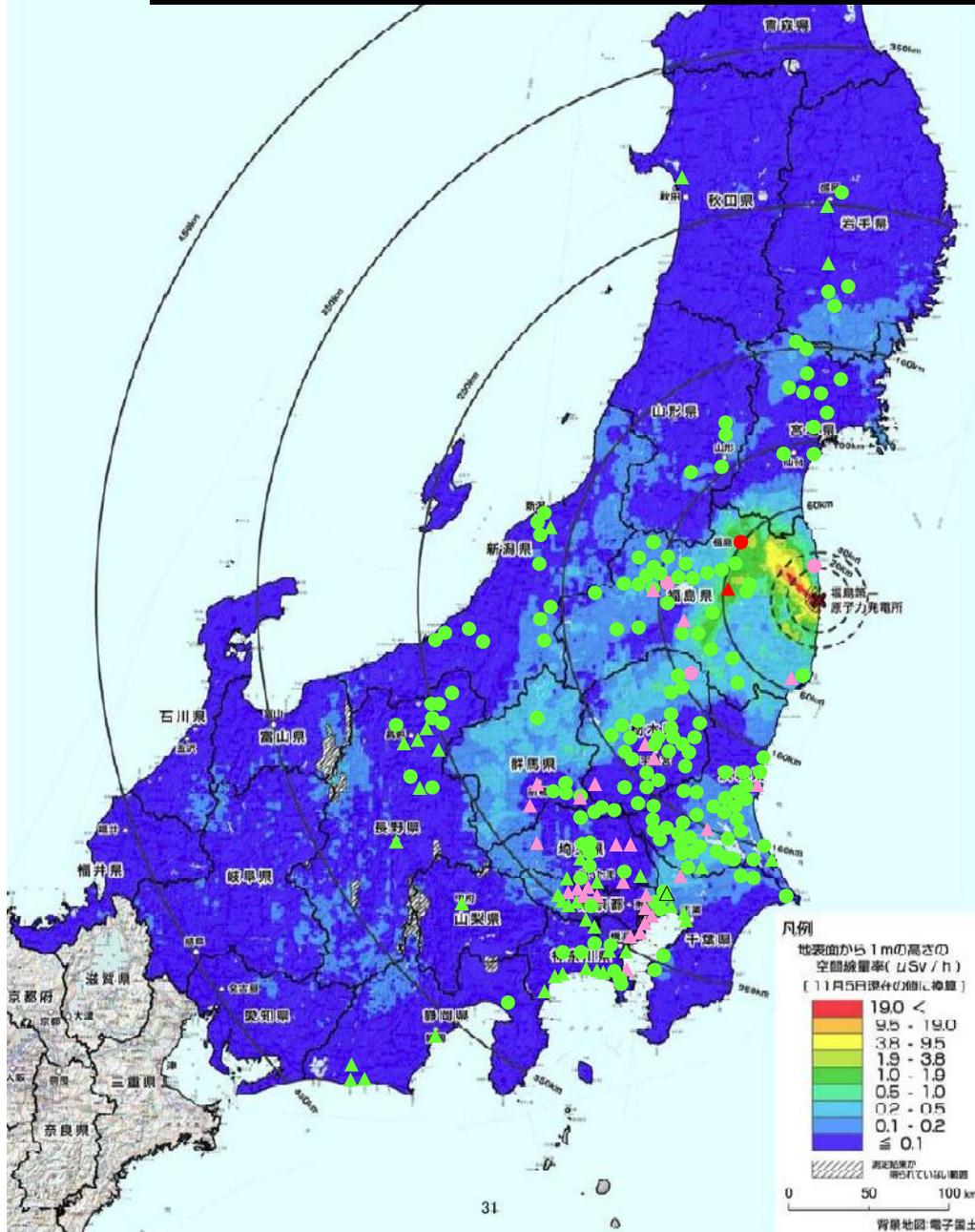
本復旧までの概ねの期間と段階的な機能回復の考え方が示された

より具体的なガイドラインを「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」において作成中

福島第一原発事故に伴う下水汚泥の放射能汚染

16都県、284施設で100Bq/kg以上
(8000Bq/kg超 35 施設、
うち2施設は100,000Bq/kg
超)

保管中の汚泥量 97,000ton
(平成24年2月 時点)



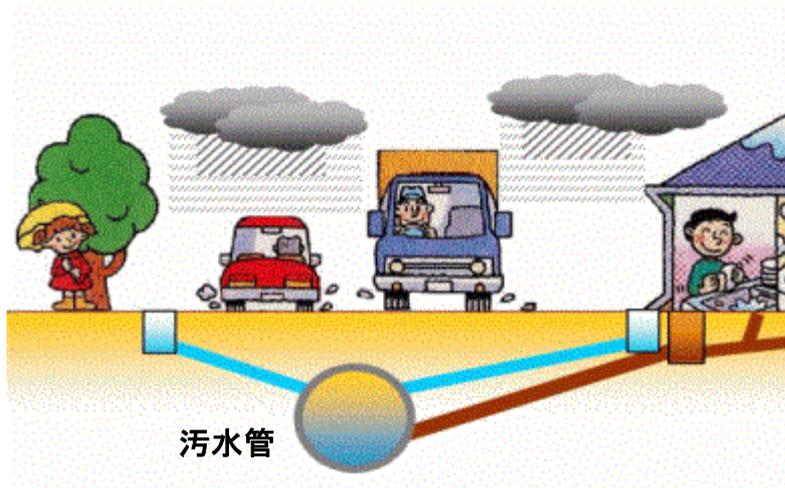
放射能汚泥の課題

- ◇保管及び処分の方法
有効利用できない下水汚泥の
保管及び処分方法検討
- ◇安全性確保
作業者の安全性
処分地周辺への影響

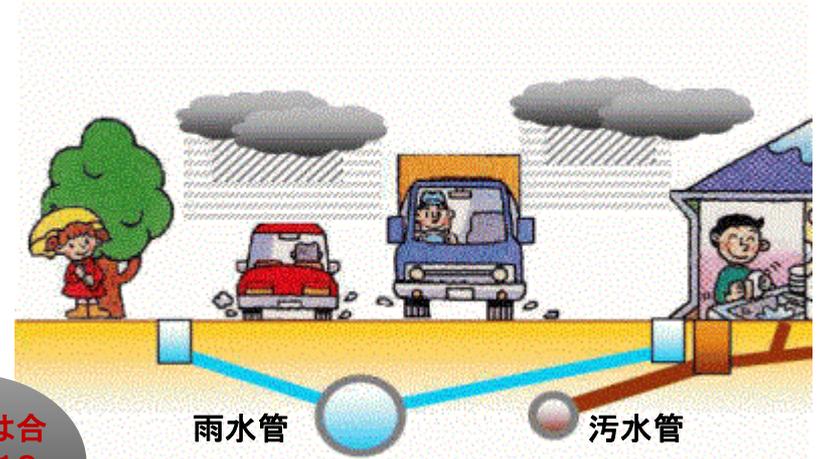
下水道における放射性物質対
策に関する検討会において検討
(平成23年11月に中間とりまとめを公表)

下水道への放射性物質の移動の原因

～排除方式の違いが影響～



合流式下水道



分流式下水道

日常生活に伴う排出は少ない

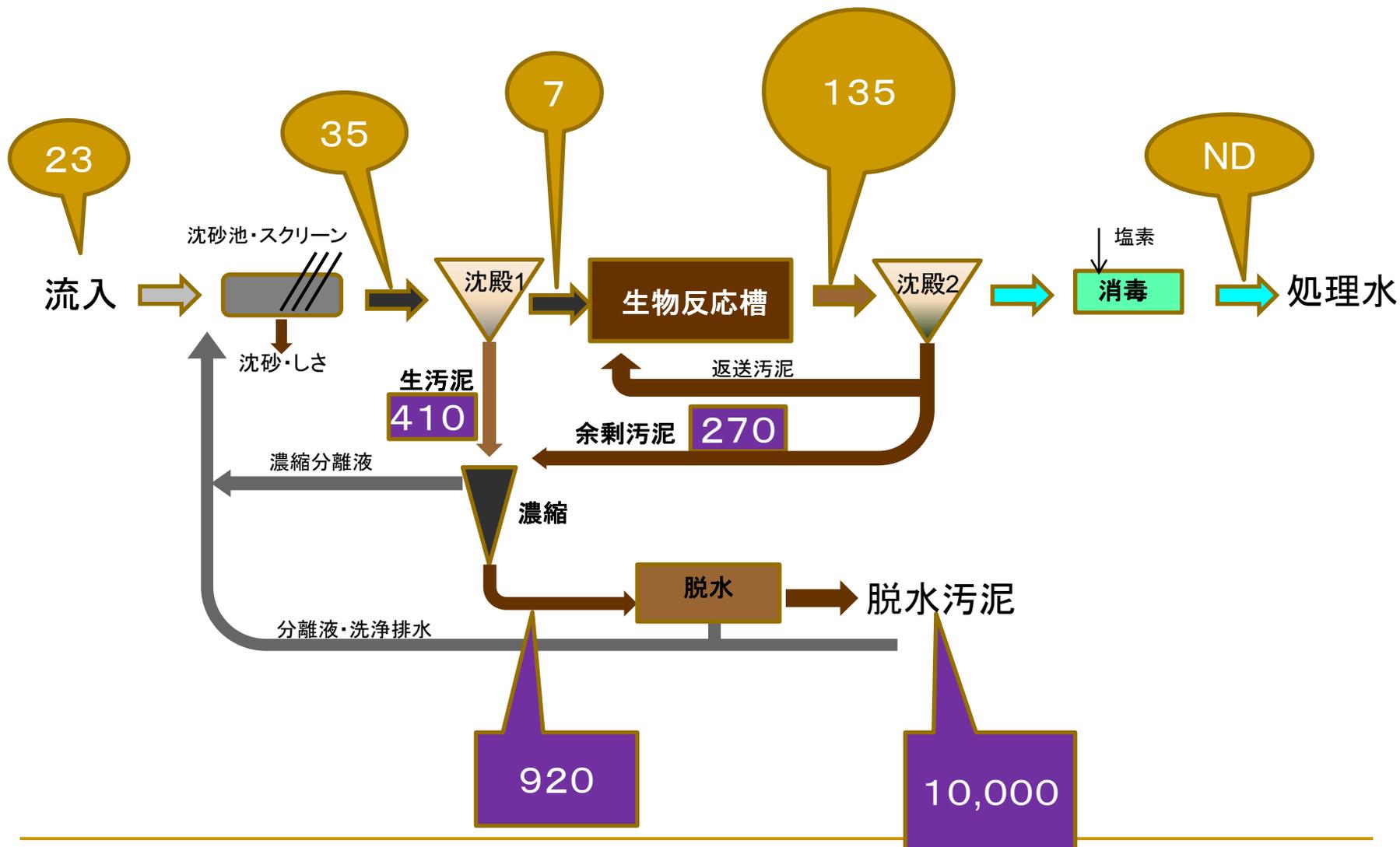
合流式下水道では降水に伴って、屋根や路面に降り積もった放射性物質が洗い流されて下水道に排出される

接続まずの堆積物は要注意

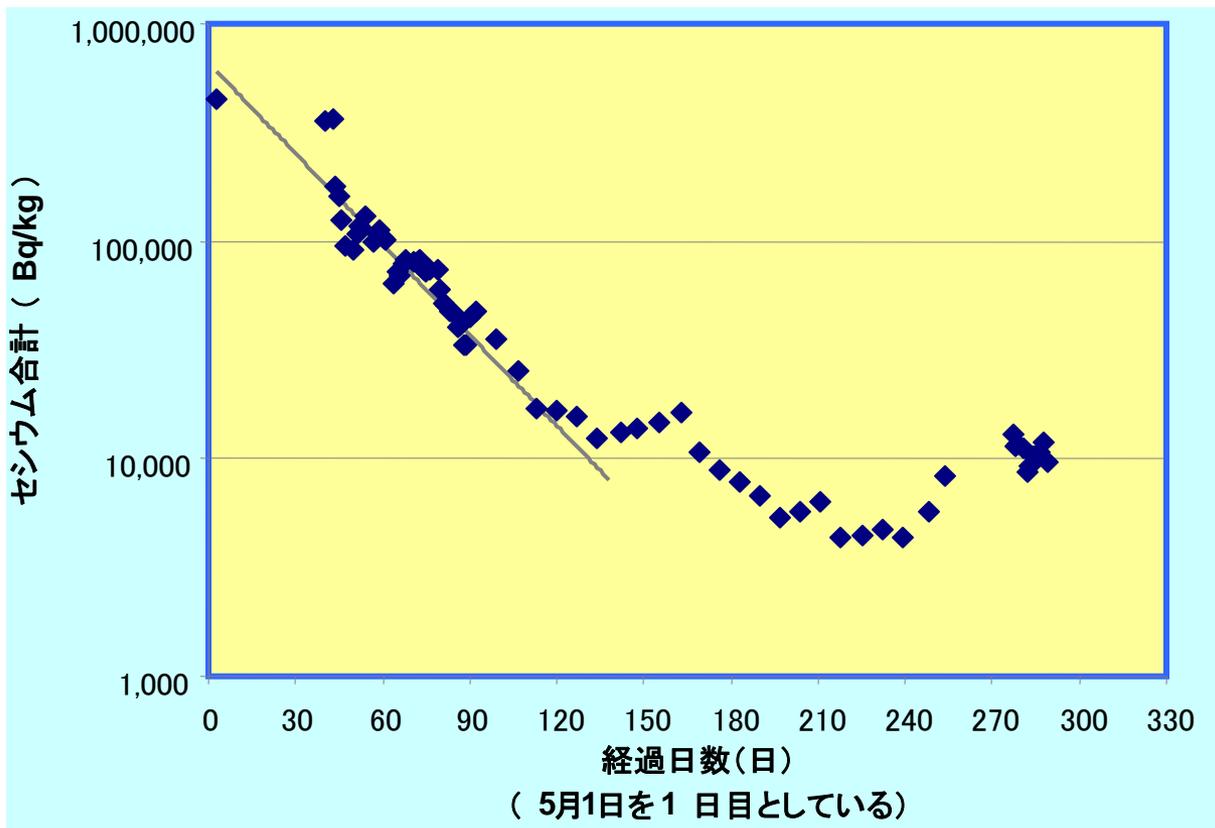
下水道の管渠内での堆積は少ない

降雨直後は晴天時の30倍の濃度で流入

下水処理場における放射性物質の除去と汚泥への濃縮の例(濃度Bq/kg)



A合流式下水道終末処理場の脱水汚泥中の ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計量推移



市街地の除染作業に伴う増加や
低レベル汚染の長期化
が予想される

放射能汚泥の処分対策と国総研の取組

国の基準と安全性対策

～8000Bq/kg超の汚泥は国が処置する(当面は自治体が保管)

～8000Bq/kg以下の汚泥のうち有効利用が困難なものは管理型埋立

課題

保管場所ならびに埋立処分場の確保

管理の確実な実施

課題の解決に向けた国及び国総研の取組

下水汚泥の埋立に関する安全性の確認＝様々な条件下での溶出特性を調査
埋立手法および管理手法に関するガイドライン

下水汚泥の除染技術の検討＝有効利用の早期再開、保管管理汚泥量の削減

ご清聴ありがとうございました

被災地の一日も早い復旧・復興を祈念いたします