

# 手稲沈砂洗浄センター 洗砂性状改善調査

## 1. 目的

手稲沈砂洗浄センターでは、沈砂を洗浄処理し、発生した洗砂は有効利用している。しかし、現在水再生プラザ由来の洗砂は臭気が強く、強熱減量が高いため、有効利用が困難な状況である。そのため、今回は沈砂を2度洗いし、臭気及び強熱減量等の分析を行い、洗砂の有効利用が可能な性状まで改善できるか調査を行った。

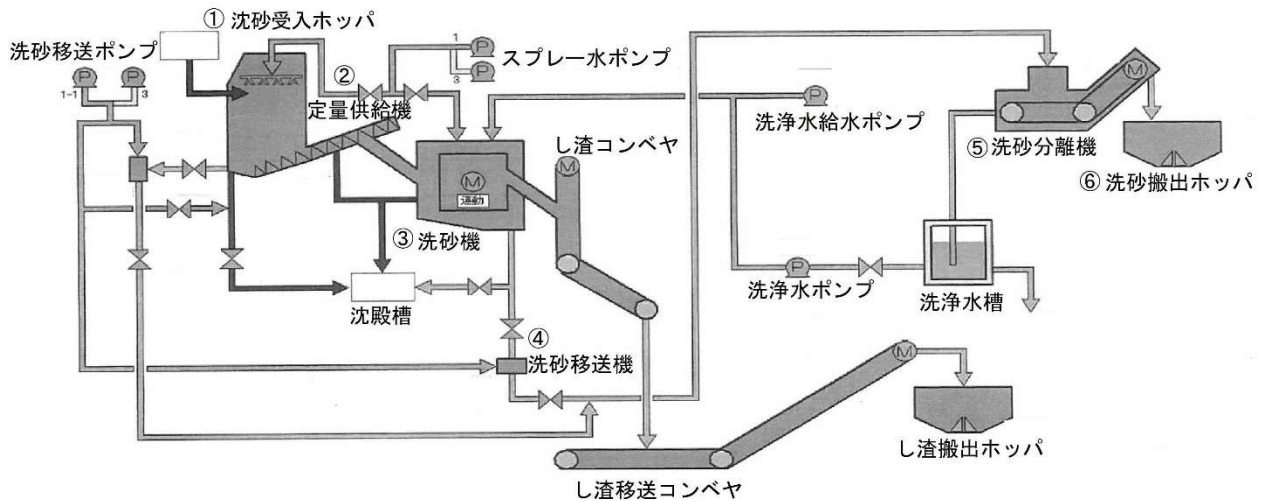
## 2. 沈砂洗浄センターの処理状況

本施設には洗浄設備が2系列あり、1系は水再生プラザ及びポンプ場、2系は管路清掃及び融雪施設等から発生する沈砂の洗浄と分離を行い、洗砂とし渣に分別し搬出している。本調査は性状（臭気及び強熱減量）が悪く処理が困難な1系設備（以下「プラザ系」とする）を対象とした。

### 1系設備（プラザ系）

- ・ 沈砂受入ホoppa：貯留量 30 m<sup>3</sup>
- ・ 定量供給機：2条式スクリーコンベヤ 4 m<sup>3</sup>/h
- ・ 洗砂機：ドラム回転式（処理能力 4 m<sup>3</sup>/h）スクリーン目幅 8 mm
- ・ 洗砂分離機：洗浄槽付トラフコンベヤ（処理能力 6 m<sup>3</sup>/h）
- ・ 洗砂搬出ホoppa：貯留量 10 m<sup>3</sup>
- ・ 受入対象施設：水再生プラザ及びポンプ場

1系設備のフローを図-1に示した。



洗浄フロー

①沈砂受入ホoppa→②定量供給機→③洗砂機→④洗砂移送機→⑤洗砂分離機→⑥洗砂搬出ホoppa

図-1 沈砂洗浄センター1系設備フロー図

### 3. 調査内容

#### 1) 実施方法

- ①プラザ系の沈砂を洗砂機にて洗浄した後、洗砂分離機にて水と洗砂を分離し、搬出ホoppaへ貯留した。(通常洗浄)
- ②貯留した搬出ホoppa内の洗砂を場内運搬にて受入ホoppaへ戻し、再度洗浄した。(2度洗い)  
※受入沈砂・通常洗浄後洗砂及び2度洗い後洗砂が混合しないようにするため、ホoppa及び洗砂機の清掃も併せて行った。
- ③通常洗浄との比較を行うため、受入沈砂・通常洗浄後の洗砂・2度洗い後の洗砂及び洗浄水水質について分析を行った。
- ④2度洗い後の洗砂に次亜塩素酸ナトリウム(原液有効塩素濃度 12%)を添加し、大腸菌群数・COD・強熱減量及び臭気について薬品添加における低減効果を調査した。試験はテーブルテストにて行い、有効塩素濃度 0.024%の水溶液(水 1000mL+次亜塩 2mL)に5分間程洗砂を漬け置きし、分析を行った。  
※細菌に有効な次亜塩素酸ナトリウムの濃度は、一般的には 0.01 から 0.1%とされているが(表-1による)、実機で考えた場合の機械設備への腐食等影響も考慮し、0.024%とした。

表-1 濃度と作用時間

微生物	次亜塩素酸ナトリウム		消毒用エタノール
	濃度	作用時間	
一般細菌・酵母	0.01~0.1%	20秒~10分	10秒~1分
糸状真菌	0.01~0.1%	10~30分	2~10分
結核菌	0.1~2%	10~30分	20分
細菌芽胞	1%	3時間	(無効)
ウイルス	0.02~0.1%	1~30分	1~30分
B型肝炎ウイルス	0.1~2%	20分~1時間	(効果あり)

#### 2) 分析項目

分析項目を表-2に示した。

表-2 分析項目

	大腸菌群数	含水率	溶解性COD	COD	強熱減量	粒径分布	粒径別強熱減量
受入沈砂	○	○		○	○	○	○
通常洗浄後洗砂	○	○		○	○	○	○
2度洗い後洗砂	○	○		○	○	○	○
次亜塩添加後洗砂	○	○		○	○		
洗浄前処理水	○		○				
通常洗浄後洗浄水	○		○				
2度洗い後洗浄水	○		○				

○ : 分析項目

各項目の測定方法は以下のとおりとした。なお、①～③、⑤及び⑦は下水試験方法 2012 年版、④は環境省による底質調査方法 2012 年版、⑥は JIS Z8815 に準拠した。

①大腸菌群数：デソキシコール酸塩寒天培地法

第 6 編 第 4 章 第 2 節

②含水率：重量法（乾燥温度：105～110℃ 加熱乾燥時間：2 時間）

第 5 編 第 1 章 第 6 節

③溶解性 COD：100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素要求量（COD<sub>Mn</sub>）

第 2 編 第 1 章 第 22 節

④COD：過マンガン酸カリウムによる酸素消費量（COD<sub>sed</sub>）

⑤強熱減量：重量法（強熱温度：600℃）

第 5 編 第 1 章 第 8 節

⑥粒径分布：目開き 5 段階（乾式）

⑦粒径別強熱減量：粒径分布で得られた各粒径の試料を重量法で測定（強熱温度：600℃）

第 5 編 第 1 章 第 8 節

### 3) 臭気測定

受入沈砂・通常洗浄後洗砂・2 度洗い後洗砂及び次亜塩添加後洗砂の臭気を測定し、比較を行った。

測定方法①：簡易嗅覚測定（調査員 1 名が実際に嗅いで比較を行った）

測定方法②：簡易機器測定（測定器にて測定し比較を行った）

使用機器 TANITA ES-100

この測定機器による臭気の感知は、以下のようにヒトの感覚と対応しているとされている。（取扱説明書より）

測定レベル 0～3：臭気をほとんど感じない

測定レベル 4～6：臭気を感じる

測定レベル 7～10：非常に強い臭気を感じる

検知方式：半導体ガスセンサ方式

臭気測定は他の臭気と混ざらず、風の影響がない屋内で行った。また、本調査では嗅覚測定・機器測定共に臭気指数や物質濃度を求めないことから、それぞれ簡易嗅覚測定及び簡易機器測定とし、2 種類の測定を行うことで嗅覚と機器の整合性がとれているかの確認も併せて行った。

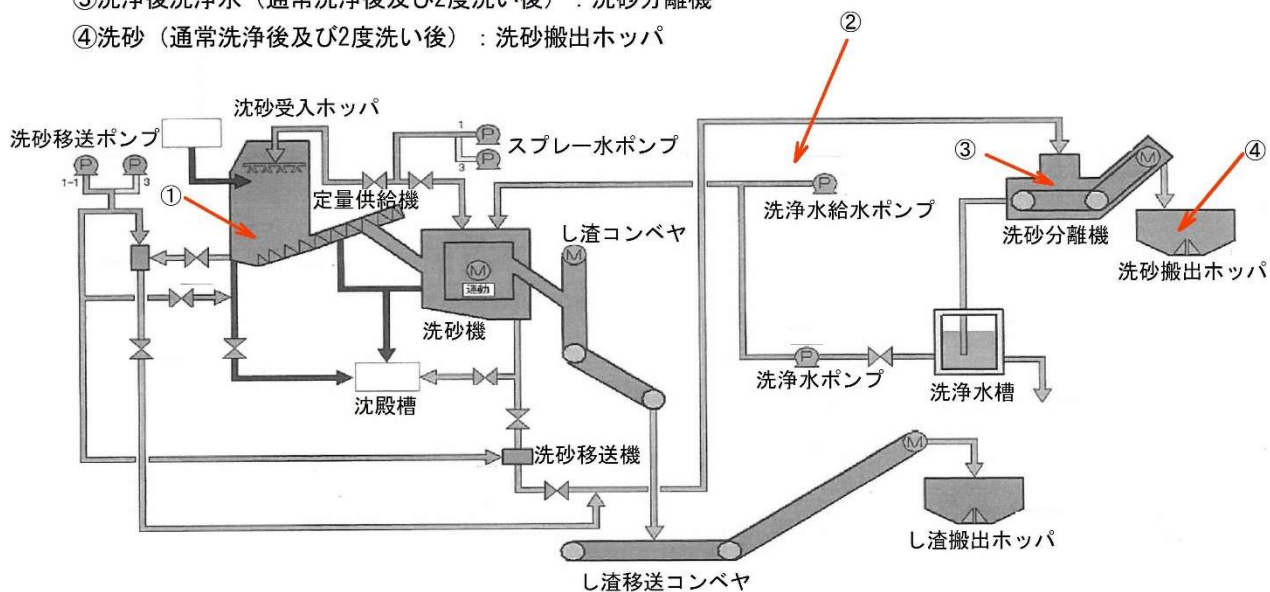
### 4) 外観

受入沈砂の無機分及び有機分の量、通常洗浄後及び 2 度洗い後の洗砂に含まれる種子類等有機分の割合を目視にて評価し、比較を行った。

### 5) 各サンプル採取場所

分析を行うにあたり、受入沈砂・通常洗浄後洗砂・2 度洗い後洗砂・洗浄前処理水及び洗浄後洗浄水のサンプルを採取し、採取場所は図－2 のとおりとした。

- ①受入沈砂：沈砂受入ホツパ
- ②洗浄前処理水：洗浄水給水ポンプ吸込側ヘツダー管
- ③洗浄後洗浄水（通常洗浄後及び2度洗い後）：洗砂分離機
- ④洗砂（通常洗浄後及び2度洗い後）：洗砂搬出ホツパ



図ー2 検体採取場所

#### 4. 調査期間及び試験日

令和2年1月22日から令和2年3月12日までの期間に搬入された沈砂を用いて調査を行った。1月23日から2月13日までは沈砂の発生量が多い水再生プラザの沈砂、2月19日から3月11日は混合沈砂とし、計8回調査を行った。

##### 1) 前半の調査日及び受入対象施設

- ・ 令和2年1月23日（通常洗浄及び2度洗い） 豊平川水再生プラザ
- ・ 令和2年1月30日（通常洗浄及び2度洗い） 厚別水再生プラザ
- ・ 令和2年2月6日（通常洗浄及び2度洗い） 新川水再生プラザ
- ・ 令和2年2月13日（通常洗浄及び2度洗い） 創成川水再生プラザ

##### 2) 後半の調査日及び全施設（水再生プラザ及びポンプ場）

- ・ 令和2年2月19日（通常洗浄） 2月20日（2度洗い） 混合沈砂Ⅰ
- ・ 令和2年2月26日（通常洗浄） 2月27日（2度洗い） 混合沈砂Ⅱ
- ・ 令和2年3月4日（通常洗浄） 3月5日（2度洗い） 混合沈砂Ⅲ
- ・ 令和2年3月11日（通常洗浄） 3月12日（2度洗い） 混合沈砂Ⅳ

## 5. 結果及び考察

### 1) 受入沈砂量・洗砂量及びし渣量

表－3には沈砂の各処理段階における洗砂等の発生量を示した。

表－3 沈砂・洗砂及びし渣量

	受入沈砂量	通常洗浄後 洗砂量	2度洗い後 洗砂量	通常洗浄後 し渣量	2度洗い後 し渣量
豊平川水再生プラザ	6.5 t	0.7 t	0.2 t	0.4 t	0 t
厚別水再生プラザ	5.4 t	0.7 t	0.3 t	0.5 t	0 t
新川水再生プラザ	7.7 t	0.9 t	0.3 t	0.8 t	0 t
創成川水再生プラザ	2.8 t	0.7 t	0.5 t	0.4 t	0 t
混合沈砂Ⅰ	20.0 t	3.0 t	2.7 t	2.0 t	0 t
混合沈砂Ⅱ	23.8 t	5.0 t	3.9 t	2.0 t	0 t
混合沈砂Ⅲ	60.0 t	※1 6.0 t	5.5 t	2.0 t	0 t
混合沈砂Ⅳ	48.5 t	※2 7.6 t	7.3 t	5.3 t	0 t

受入沈砂には砂及び小石等の無機分、種子類及び排泄物等の有機分、木片・ごみ及び汚水が含まれており、沈砂を洗浄することにより、洗砂とし渣に分別される。表－3の豊平川水再生プラザを例にとると、6.5 tの沈砂量に対し0.7 t分は洗砂、0.4 t分がし渣であり、残りの5.4 tは汚水及び浮遊物であると考えられる。その他の施設及び混合沈砂ⅠからⅣについても同様の傾向が見られた。

通常洗浄後と2度洗い後を比較すると、し渣については通常洗浄にて分別されているため、全調査とも2度洗いによる発生量は0 tであった。洗砂については、全てにおいて2度洗い後に減少する傾向が見られ、特にプラザ別の調査では顕著だった。2度洗いした際の洗砂機からの砂分の流出及び、洗砂分離機からの越流が原因と考えられる。

なお、各量の計測については、次のとおりである。

沈砂量及び洗砂量：トラックスケール

し渣量：運転前と運転後のし渣ホップの重量差

また、混合沈砂Ⅲ及びⅣについては、受入沈砂量及び通常洗浄後洗砂量が多かったため通常搬出し、残りを2度洗いの沈砂量とした。2度洗いに用いた沈砂量は以下のとおりである。

※1 混合沈砂Ⅲ 通常洗浄後洗砂量：22.6 t 通常搬出量：16.6 t  
2度洗い対象洗砂量：22.6 t - 16.6 t = 6.0 t

※2 混合沈砂Ⅳ 通常洗浄後洗砂量：24.0 t 通常搬出量 16.4 t  
2度洗い対象洗砂量：24.0 t - 16.4 t = 7.6 t

## 2) 大腸菌群数

表-4には洗浄前後の洗浄に用いた水中の大腸菌群数、表-5には洗浄による砂付着大腸菌群数の変化を示した。

表-4 大腸菌群数 処理水及び洗浄水の分析比較

	洗浄前処理水	通常洗浄後洗浄水	2度洗い後洗浄水
豊平川水再生プラザ	62 個/cm <sup>3</sup>	3,900 個/cm <sup>3</sup>	86 個/cm <sup>3</sup>
厚別水再生プラザ	68 個/cm <sup>3</sup>	5,300 個/cm <sup>3</sup>	180 個/cm <sup>3</sup>
新川水再生プラザ	18 個/cm <sup>3</sup>	280 個/cm <sup>3</sup>	10 個/cm <sup>3</sup>
創成川水再生プラザ	2 個/cm <sup>3</sup>	4,700 個/cm <sup>3</sup>	8 個/cm <sup>3</sup>
混合沈砂 I	19 個/cm <sup>3</sup>	65,000 個/cm <sup>3</sup>	250 個/cm <sup>3</sup>
混合沈砂 II	19 個/cm <sup>3</sup>	37,000 個/cm <sup>3</sup>	490 個/cm <sup>3</sup>
混合沈砂 III	74 個/cm <sup>3</sup>	8,900 個/cm <sup>3</sup>	400 個/cm <sup>3</sup>
混合沈砂 IV	不検出	48,000 個/cm <sup>3</sup>	580 個/cm <sup>3</sup>

表-4の結果によると、通常洗浄後洗浄水は排泄物を多く含む沈砂の洗浄によって発生していることから、1 cm<sup>3</sup>に含まれている大腸菌の数が洗浄前処理水に比べ多くなっていた。特に混合沈砂 I・II・IVについては数値が高く排泄物を多く含んだ沈砂であったと考えられる。また、2度洗い後洗浄水については、洗浄前処理水よりも大腸菌の数が増えているため、通常洗浄だけでは全ての大腸菌が取り除けないことが分かった。

1月23日試験時（豊平川水再生プラザ）の通常洗浄後洗浄水を写真-1、2度洗い後洗浄水を写真-2に示した。



写真-1 通常洗浄後洗浄水



写真-2 2度洗い後洗浄水

表－5 大腸菌群数 沈砂及び洗砂の分析比較

	受入沈砂	通常洗浄後洗砂	2度洗い後洗砂	次亜塩添加後洗砂
豊平川水再生プラザ	4,000,000 個/g	18,000 個/g	13,000 個/g	1,900 個/g
厚別水再生プラザ	1,600,000 個/g	81,000 個/g	44,000 個/g	280 個/g
新川水再生プラザ	39,000 個/g	2,800 個/g	2,300 個/g	220 個/g
創成川水再生プラザ	4,900,000 個/g	240,000 個/g	26,000 個/g	22,000 個/g
混合沈砂Ⅰ	1,200,000 個/g	18,000 個/g	2,000 個/g	760 個/g
混合沈砂Ⅱ	1,100,000 個/g	11,000 個/g	7,800 個/g	1,100 個/g
混合沈砂Ⅲ	270,000 個/g	26,000 個/g	720 個/g	80 個/g
混合沈砂Ⅳ	400,000 個/g	40,000 個/g	310 個/g	250 個/g

表－5の結果によると、沈砂及び洗砂各1gに含まれる通常洗浄後と2度洗い後の洗砂の大腸菌群数を比較すると、2度洗い後洗砂の大腸菌群数は通常洗浄後洗砂の大腸菌群数に比べ全て減少傾向にあった。また、2度洗い後洗砂に次亜塩素酸ナトリウムの添加を行った際は2度洗い後洗砂より大腸菌の低減が確認され、2度洗い及び薬品添加によって、より大きな低減効果が得られることが分かった。

### 3) 含水率

表－6には沈砂及び洗砂の含水率測定結果を示した。

表－6 含水率 沈砂及び洗砂の分析比較

	受入沈砂	通常洗浄後洗砂	2度洗い後洗砂	次亜塩添加後洗砂
豊平川水再生プラザ	77.5%	30.4%	33.1%	36.1%
厚別水再生プラザ	76.0%	62.7%	31.8%	36.8%
新川水再生プラザ	77.8%	36.0%	45.1%	49.0%
創成川水再生プラザ	49.7%	28.0%	36.5%	39.4%
混合沈砂Ⅰ	48.8%	16.1%	22.8%	27.0%
混合沈砂Ⅱ	63.7%	33.0%	21.3%	22.9%
混合沈砂Ⅲ	48.1%	11.4%	19.4%	17.8%
混合沈砂Ⅳ	41.6%	20.0%	15.9%	18.3%

表－6の結果によると、受入沈砂の含水率については40%前半から70%後半となり、施設により数値のバラつきはあるが、水分を多く含んだ沈砂であった。また、後に示す強熱減量（表－9）に比例し、種子類等有機分が多く、また、有機分そのものが水分を含む性質であるためか、沈砂及び洗砂の強熱減量が高いほど含水率も高くなる傾向であることが分かった。

#### 4) 溶解性 COD 及び COD

表－7には処理前後の水中のCOD、表－8には処理前後の砂のCODの変化を示した。

表－7 溶解性 COD 処理水及び洗浄水の分析比較

	洗浄前処理水	通常洗浄後洗浄水	2度洗い後洗浄水
豊平川水再生プラザ	9.5mg/L	66mg/L	12mg/L
厚別水再生プラザ	9.1mg/L	93mg/L	17mg/L
新川水再生プラザ	10mg/L	68mg/L	14mg/L
創成川水再生プラザ	11mg/L	69mg/L	15mg/L
混合沈砂Ⅰ	12mg/L	52mg/L	26mg/L
混合沈砂Ⅱ	9.4mg/L	110mg/L	11mg/L
混合沈砂Ⅲ	11mg/L	27mg/L	17mg/L
混合沈砂Ⅳ	7.4mg/L	27mg/L	17mg/L

処理水及び各洗浄水の水質の比較を行うため、溶解性CODの分析を行った。表－7がその結果である。

通常洗浄後洗浄水は有機分を多く含んでいる沈砂を洗浄しているため、溶解性CODの数値が高くなるが、洗浄前処理水と2度洗い後洗浄水を比較すると、2度洗い後洗浄水の数値は洗浄前処理水より高く、通常洗浄では砂に付着している全ての有機分が取り切れていないことが分かった。

表－8 COD 沈砂及び洗砂の分析比較

	受入沈砂	通常洗浄後洗砂	2度洗い後洗砂	次亜塩添加後洗砂
豊平川水再生プラザ	150mg/g	15mg/g	15mg/g	13mg/g
厚別水再生プラザ	220mg/g	85mg/g	27mg/g	26mg/g
新川水再生プラザ	210mg/g	19mg/g	36mg/g	35mg/g
創成川水再生プラザ	66mg/g	12mg/g	25mg/g	24mg/g
混合沈砂Ⅰ	38mg/g	14mg/g	9.6mg/g	9.5mg/g
混合沈砂Ⅱ	100mg/g	16mg/g	4.9mg/g	5.3mg/g
混合沈砂Ⅲ	43mg/g	1.8mg/g	2.6mg/g	2.4mg/g
混合沈砂Ⅳ	31mg/g	2.9mg/g	2.7mg/g	2.7mg/g

沈砂及び各洗砂そのものに付着している汚れについて比較を行うため、CODの分析を行った。

表－8がその結果である。

受入沈砂のCODについては、強熱減量の数値(表－9)が高い沈砂ほどCODの割合が多くなっていた。沈砂を洗浄することにより洗砂機及び洗砂分離機にて有機分が取り除かれるため、通常洗浄後洗砂のCODは受入沈砂より低くなっていた。しかし、通常洗浄後と2度洗い後の洗砂を比較すると、新川・創成及び混合沈砂Ⅲのように増加してしまっているものもあった。また、次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂においても、顕著な変化は見られず、2度洗い及び薬品添加を行ってもCODの低減の効果は得られなかった。



## 5) 強熱減量

表－9には沈砂及び洗砂の強熱減量測定結果を示した。

表－9 強熱減量 沈砂及び洗砂の分析比較

	受入沈砂	通常洗浄後洗砂	2度洗い後洗砂	次亜塩添加後洗砂
豊平川水再生プラザ	48.3%	8.1%	11.2%	11.7%
厚別水再生プラザ	66.9%	52.6%	16.2%	19.0%
新川水再生プラザ	69.8%	14.8%	33.6%	31.9%
創成川水再生プラザ	23.1%	7.5%	23.7%	27.7%
混合沈砂Ⅰ	13.4%	9.0%	6.3%	7.1%
混合沈砂Ⅱ	31.8%	14.0%	4.6%	4.5%
混合沈砂Ⅲ	15.3%	1.8%	2.7%	2.7%
混合沈砂Ⅳ	13.5%	3.5%	3.0%	3.6%

プラザ別沈砂の通常洗浄後と2度洗い後の強熱減量を比較すると、2度洗いしても強熱減量は低減されず悪化傾向となってしまった。原因としては、受入沈砂自体の強熱減量が高かったこともあるが、種子類等の有機分は既設の洗砂機の目幅では取り除くことが難しいと考えられる。また、調査に必要な量を確保できず、処理量が少なく定格以下で運転したためか、洗砂分離機で砂分が巻き上がり、洗浄水と共に越流トラフから流出してしまったことも原因の一つとして考えられる。

混合沈砂については、プラザ別沈砂と違い処理量が多く洗砂分離機での砂分の巻き上がりが少なかったためか、2度洗いによりおおむね強熱減量を低減することができていた。また混合沈砂Ⅲはポンプ場からの受入、混合沈砂Ⅳは融雪の影響があり、それぞれ無機分の割合が多く受入沈砂自体の強熱減量も低い結果となった。

次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂については、プラザ別沈砂及び混合沈砂の関係なく強熱減量の低減とはならず、薬品添加の効果は得られなかった。

## 6) 粒径分布（累積度数）及び粒径別強熱減量

粒径分布及び粒径別強熱減量については図－3から図－10、表－10から表－33に示した。

累積度数の曲線を見ると、洗浄前に対して洗浄後の方が左側（小粒径側）に移動している傾向にあった。これは、洗浄前の沈砂に大粒径のものが含まれていたが、洗浄によりそれらがし渣として除かれ、小粒径の砂が主体となったためと考えられる。

洗砂については、通常洗浄に対して2度洗いの方が平均径（50%累積度数の場合の粒径）が小さくなる場合と、大きくなる場合が見られた。2度洗いによって平均径が小さくなった場合は、通常洗浄後の洗砂から洗浄によって、有機分を含む大粒径部分が除かれたことが原因として考えられる。また、反対に平均径が大きくなった場合は、洗浄の際に機械の構造上砂の巻き上がりが生じて、小粒径部分が除かれたことが原因として考えられる。

洗砂の粒径別強熱減量については、プラザ別はふるい目2.8mm以上、混合は4mm以上の数値が高い傾向であったため、この範囲に種子類等有機分が多く含まれていたと考えられる。

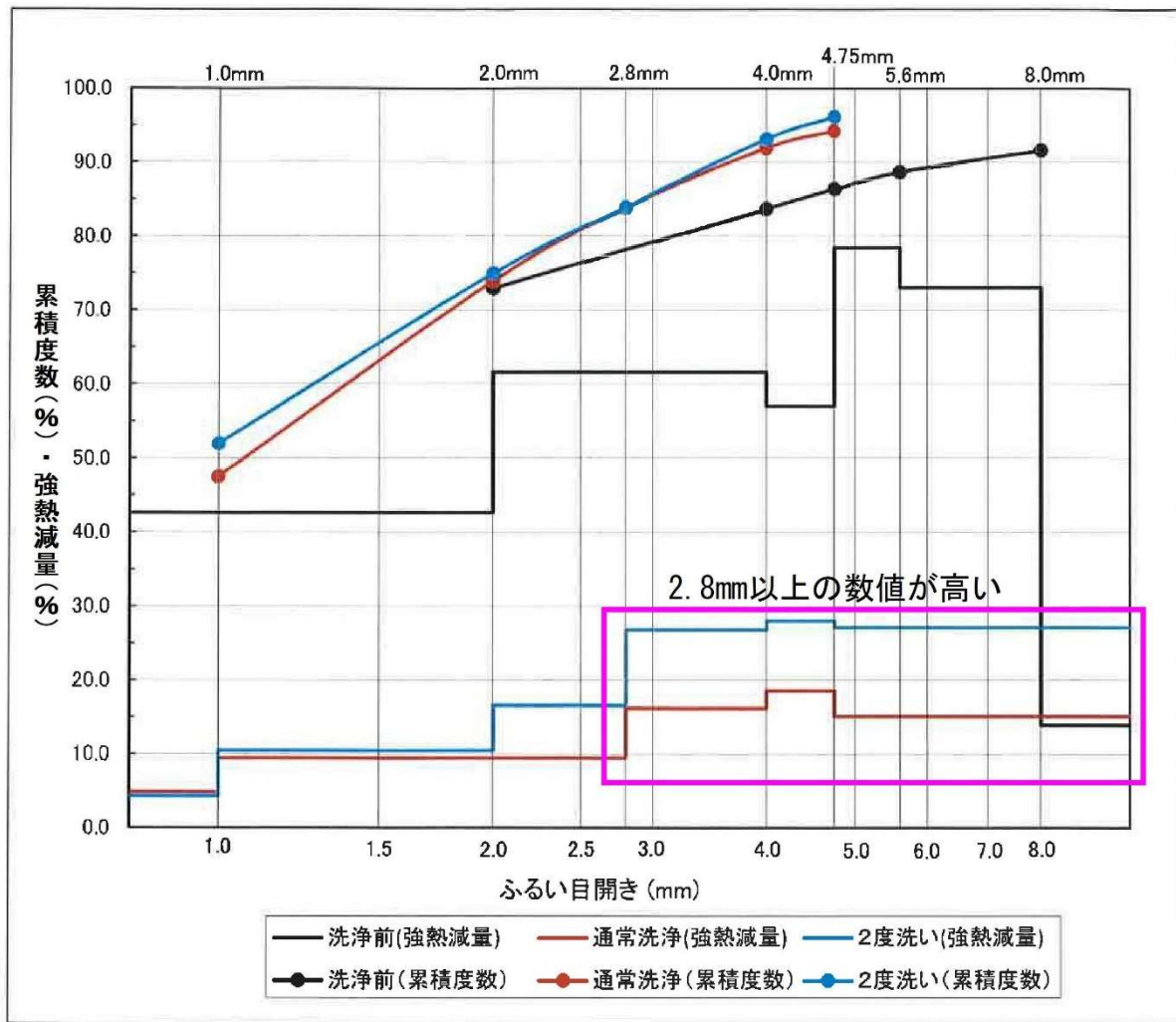


図-3 豊平川水再生プラザ受入沈砂 粒径分布

表-10 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	72.92%	-	83.64%	86.34%	88.59%	91.57%
通常洗浄	47.51%	73.84%	83.76%	91.86%	94.17%	-	-
2度洗い	51.99%	74.91%	83.91%	93.08%	96.08%	-	-

表-11 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	42.6%	61.6%	57.0%	78.4%	73.0%	13.9%

表-12 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	4.9%	9.5%	9.5%	16.2%	18.6%	15.1%
2度洗い	4.3%	10.5%	16.6%	26.8%	28.0%	27.1%

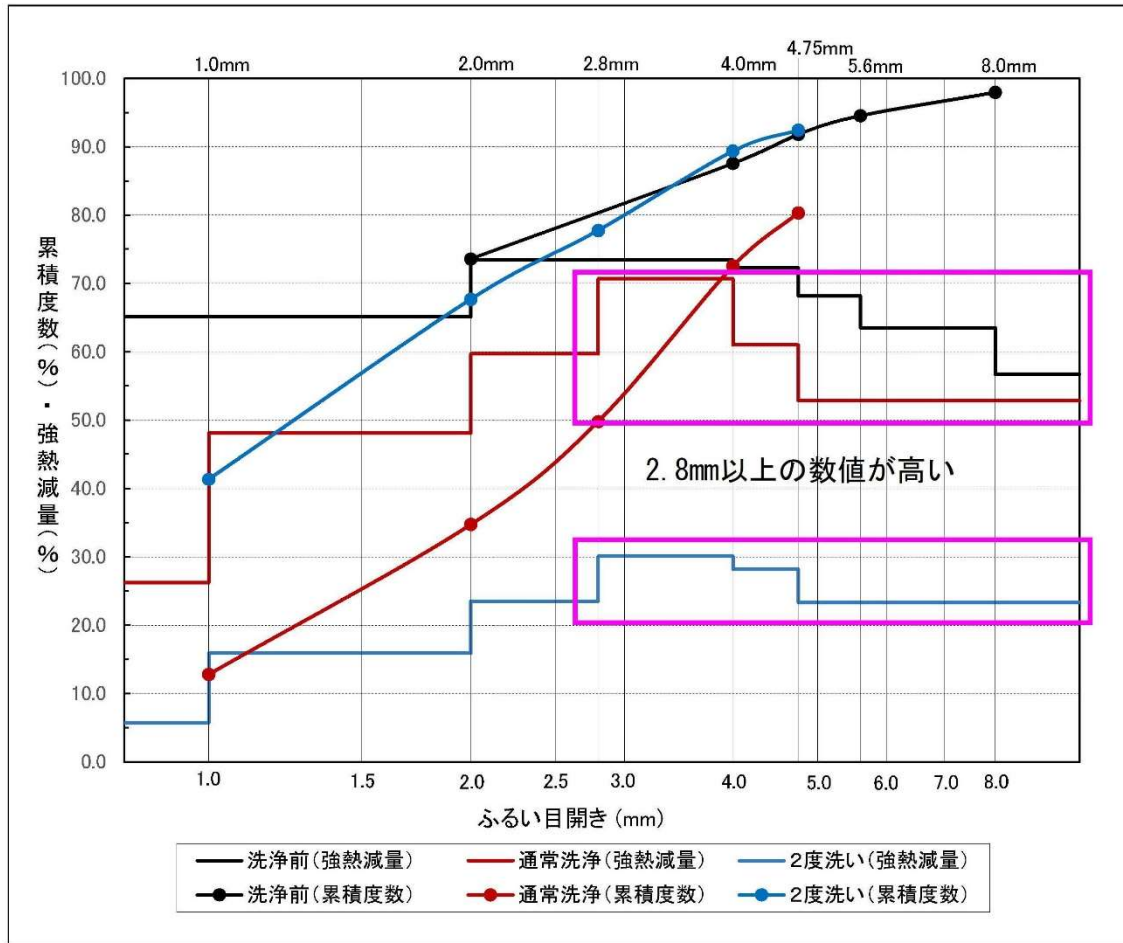


図-4 厚別水再生プラザ受入沈砂 粒径分布

表-13 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	73.59%	-	87.57%	91.80%	94.54%	97.94%
通常洗浄	12.80%	34.72%	49.78%	72.56%	80.29%	-	-
2度洗い	41.34%	67.69%	77.75%	89.38%	92.43%	-	-

表-14 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	65.1%	73.4%	72.3%	68.2%	63.5%	56.7%

表-15 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	26.2%	48.1%	59.7%	70.7%	61.0%	52.8%
2度洗い	5.7%	15.9%	23.5%	30.1%	28.2%	23.3%

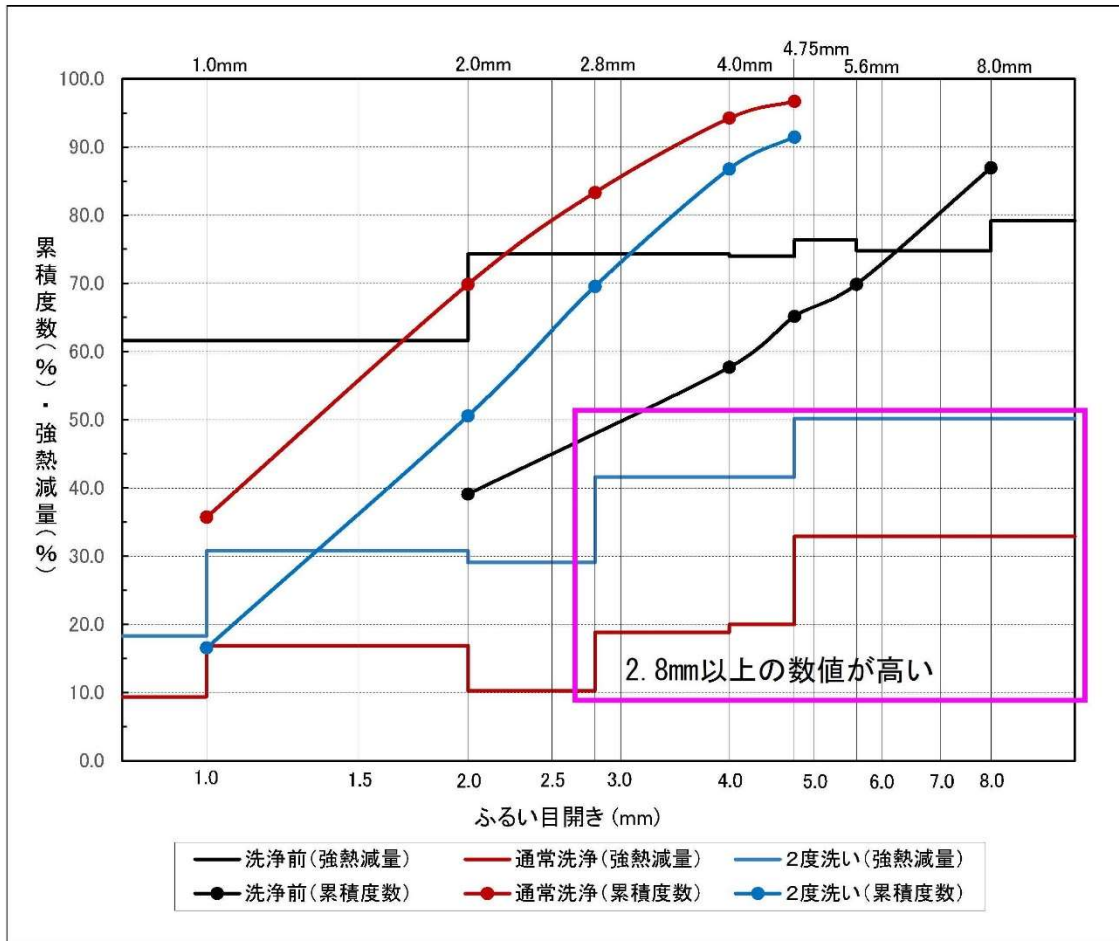


図-5 新川水再生プラザ受入沈砂 粒径分布

表-16 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	39.12%	-	57.70%	65.16%	69.88%	86.96%
通常洗浄	35.71%	69.88%	83.32%	94.24%	96.71%	-	-
2度洗い	16.54%	50.58%	69.55%	86.82%	91.49%	-	-

表-17 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	61.6%	74.3%	74.0%	76.4%	74.8%	79.2%

表-18 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	9.4%	16.9%	10.3%	18.8%	20.0%	32.9%
2度洗い	18.3%	30.8%	29.1%	41.6%	41.6%	50.2%

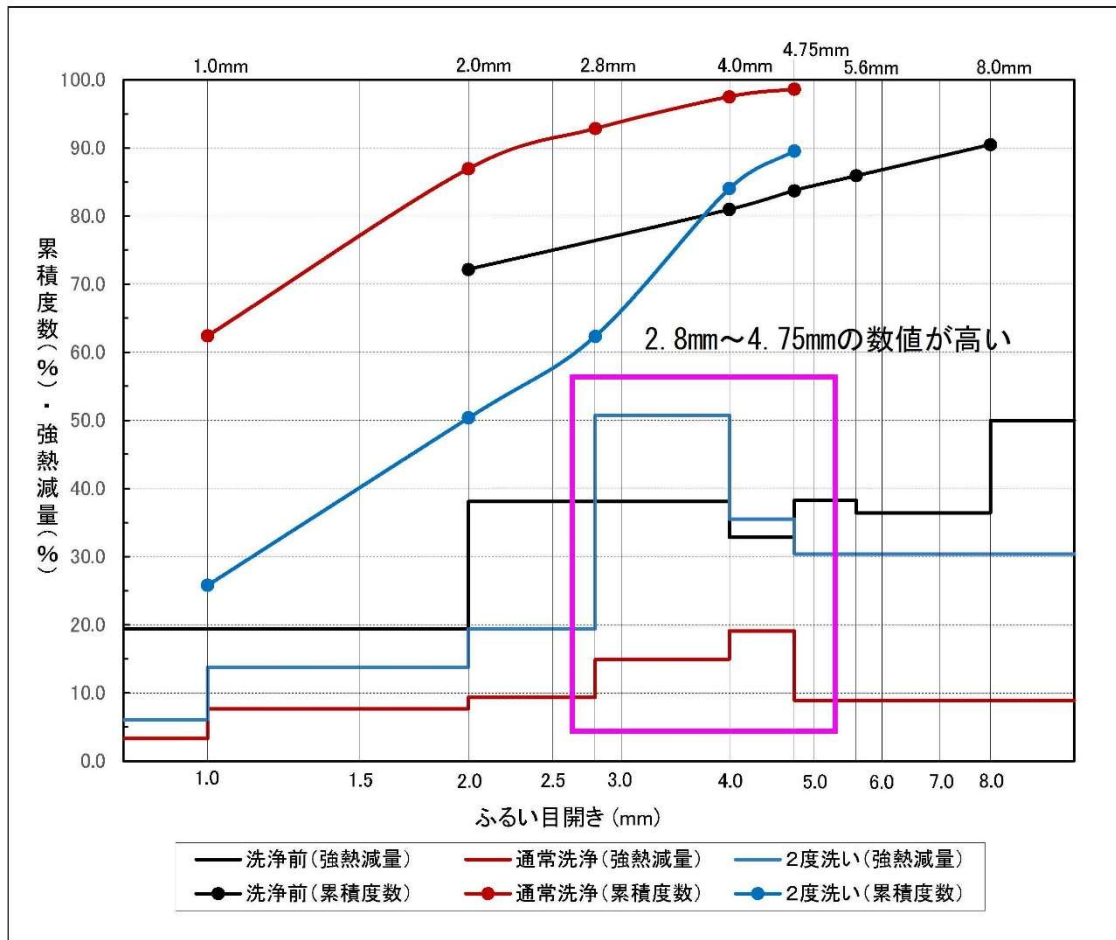


図-6 創成川水再生プラザ受入沈砂 粒径分布

表-19 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	72.19%	-	80.99%	83.75%	85.93%	90.49%
通常洗浄	62.43%	86.97%	92.86%	97.55%	98.64%	-	-
2度洗い	25.79%	50.37%	62.33%	84.05%	89.54%	-	-

表-20 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	19.4%	38.1%	32.9%	38.3%	36.4%	50.0%

表-21 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	3.3%	7.7%	9.4%	14.9%	19.1%	8.9%
2度洗い	6.0%	13.8%	19.4%	50.8%	35.5%	30.4%

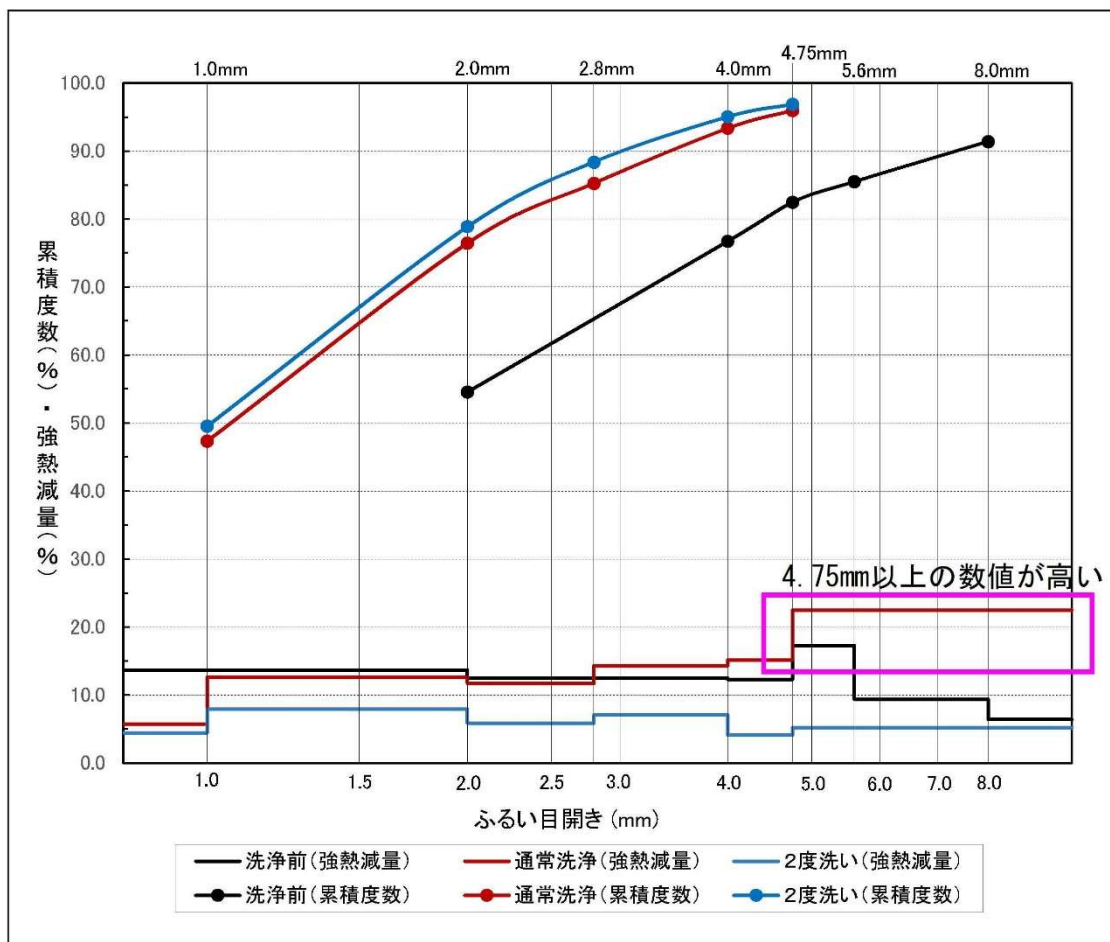


図-7 混合沈砂 I 粒径分布

表-22 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	54.55%	-	76.74%	82.48%	85.51%	91.40%
通常洗浄	47.32%	76.45%	85.25%	93.36%	95.98%	-	-
2度洗い	49.54%	78.88%	88.37%	95.05%	96.88%	-	-

表-23 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	13.7%	12.5%	12.3%	17.3%	9.4%	6.4%

表-24 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	5.7%	12.6%	11.7%	14.3%	15.1%	22.5%
2度洗い	4.4%	7.9%	5.8%	7.1%	4.1%	5.2%

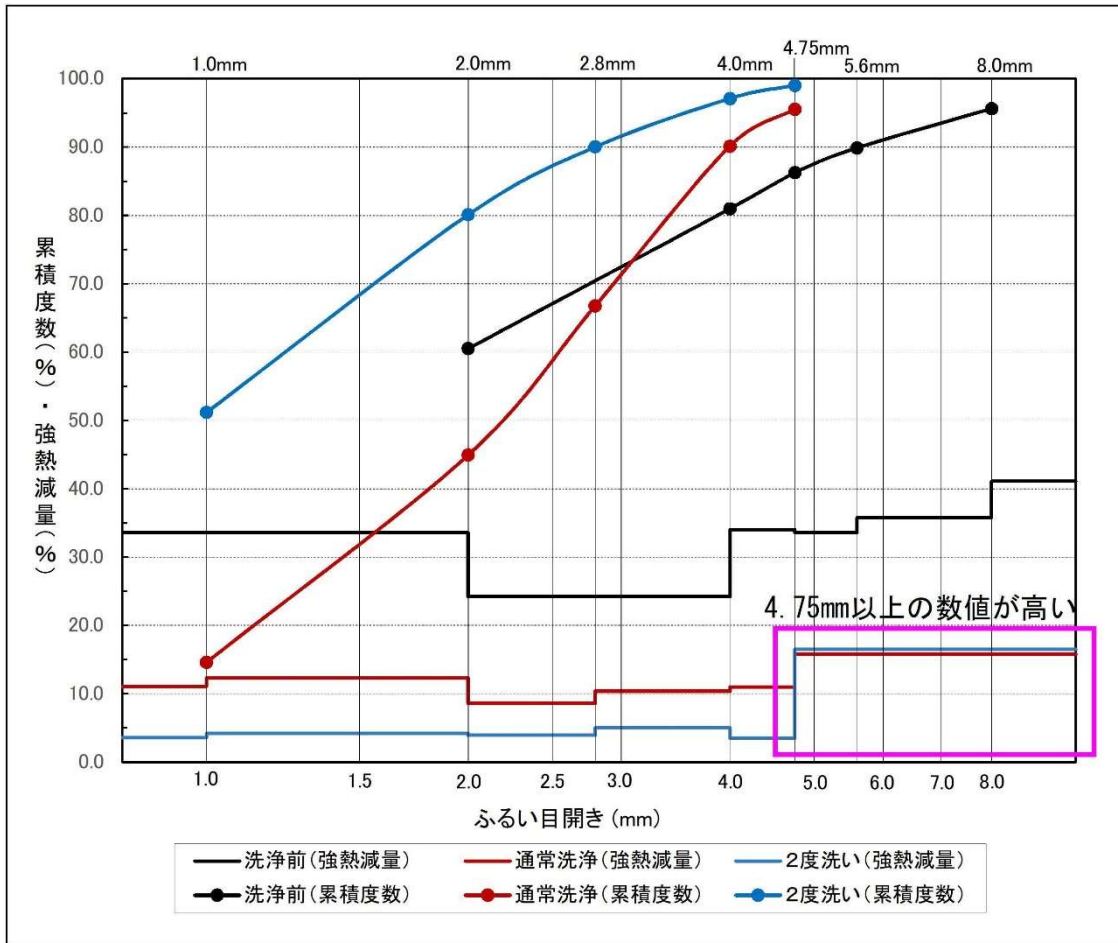


図-8 混合沈砂Ⅱ 粒径分布

表-25 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	60.50%	-	80.97%	86.24%	89.86%	95.62%
通常洗浄	14.59%	44.94%	66.76%	90.13%	95.54%	-	-
2度洗い	51.16%	80.09%	90.01%	97.09%	99.01%	-	-

表-26 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	33.6%	24.2%	34.0%	33.6%	35.8%	41.1%

表-27 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	11.1%	12.3%	8.6%	10.4%	11.0%	15.8%
2度洗い	3.6%	4.2%	3.9%	5.0%	3.5%	16.5%

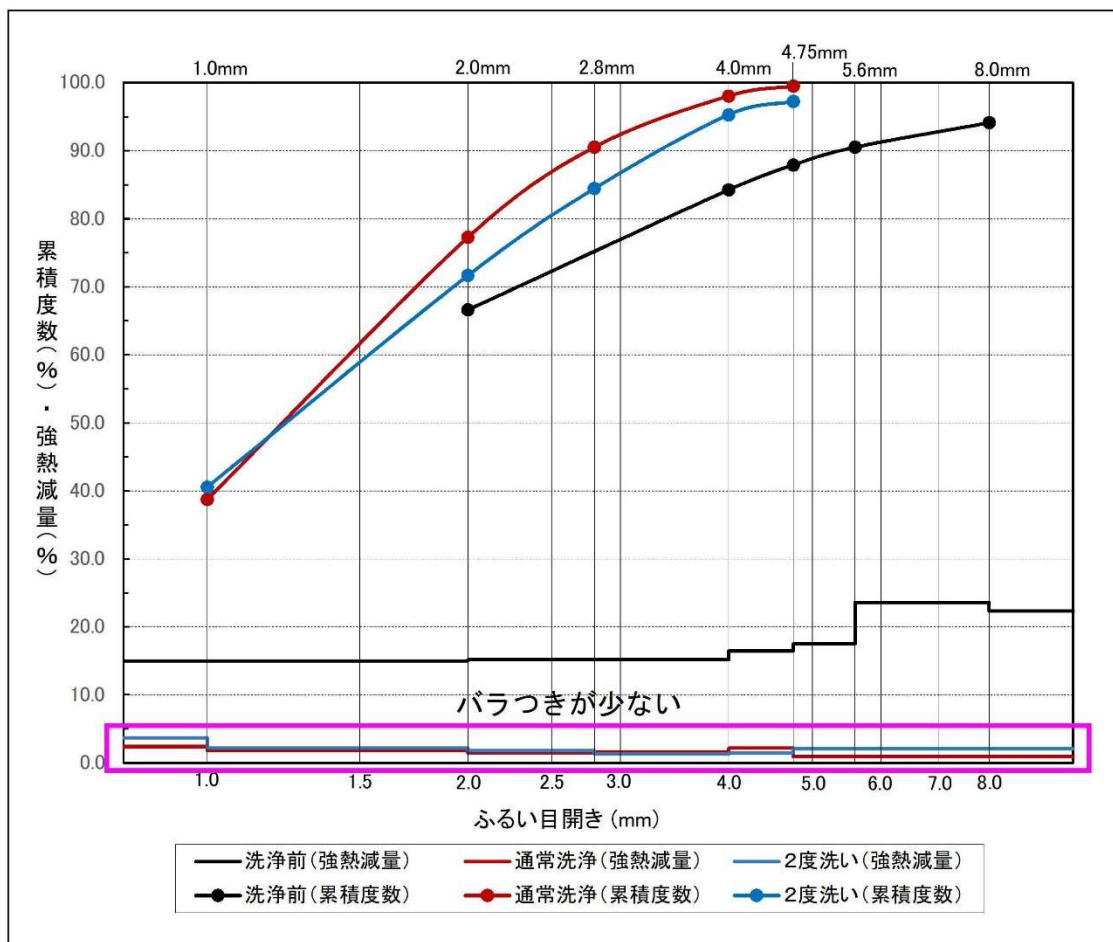


図-9 混合沈砂Ⅲ 粒径分布

表-28 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	66.61%	-	84.24%	87.91%	90.51%	94.11%
通常洗浄	38.74%	77.27%	90.53%	98.04%	99.51%	-	-
2度洗い	40.57%	71.65%	84.45%	95.29%	97.26%	-	-

表-29 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	15.0%	15.2%	16.5%	17.5%	23.6%	22.3%

表-30 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	2.4%	1.8%	1.5%	1.6%	2.2%	0.9%
2度洗い	3.7%	2.2%	1.8%	1.3%	1.4%	2.1%



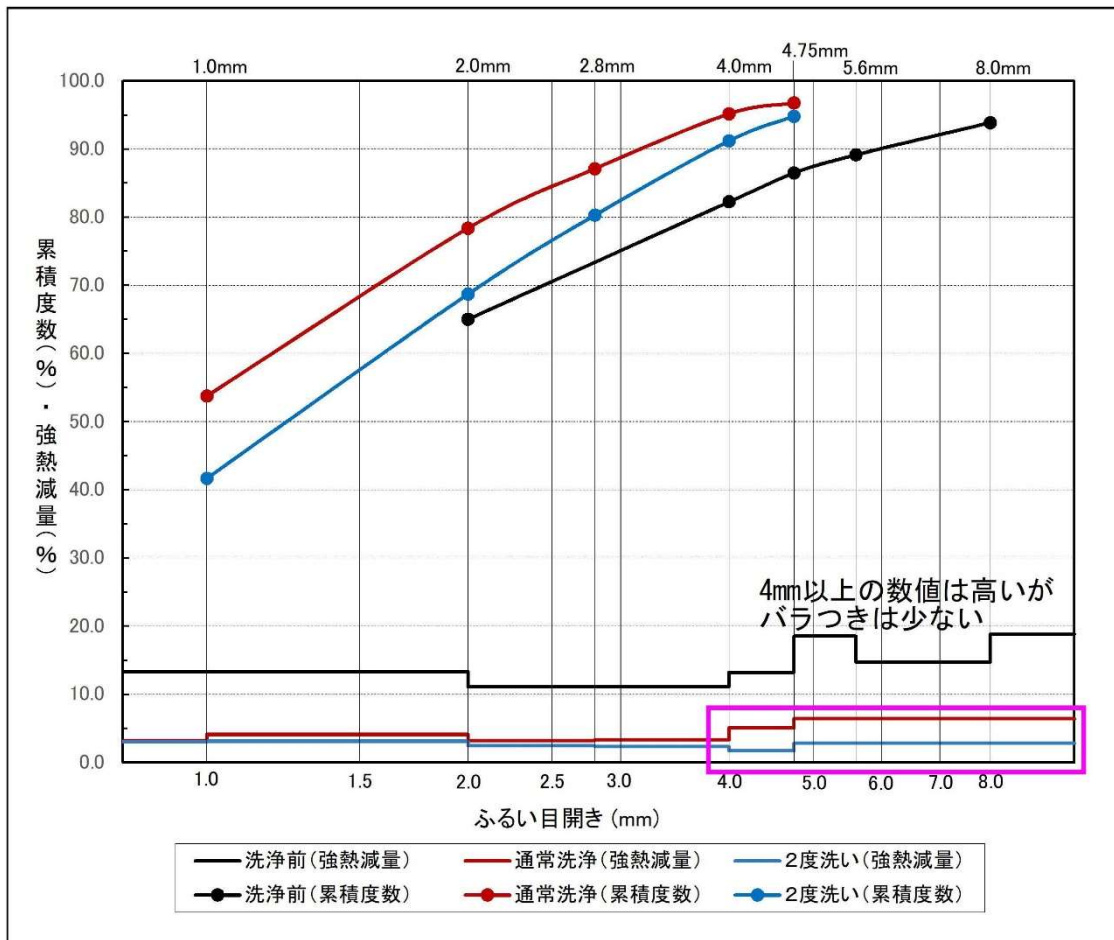


図-10 混合沈砂Ⅳ 粒径分布

表-31 累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
洗浄前	-	65.01%	-	82.24%	86.47%	89.13%	93.86%
通常洗浄	53.76%	78.37%	87.09%	95.16%	96.74%	-	-
2度洗い	41.68%	68.70%	80.27%	91.19%	94.81%	-	-

表-32 受入沈砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~2.00	2.00~4.00	4.00~4.75	4.75~5.60	5.60~8.00	8.00~
洗浄前	13.3%	11.1%	13.2%	18.5%	14.7%	18.8%

表-33 洗砂-粒径別強熱減量

ふるい目 (mm)	~1.00	1.00~2.00	2.00~2.80	2.80~4.00	4.00~4.75	4.75~
通常洗浄	3.2%	4.1%	3.2%	3.3%	5.1%	6.4%
2度洗い	3.0%	3.1%	2.4%	2.3%	1.7%	2.8%

## 7) 臭気測定

簡易嗅覚測定及び簡易機器測定の結果を表-34に示した。

表-34 臭気測定結果

	受入沈砂	通常洗浄後洗砂	2度洗い後洗砂	次亜塩添加後洗砂
豊平川水再生プラザ	糞便臭 レベル：3	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
厚別水再生プラザ	強い糞便臭 レベル：8	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
新川水再生プラザ	糞便臭 レベル：5	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
創成川水再生プラザ	糞便臭 レベル：4	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
混合沈砂Ⅰ	糞便臭 レベル：4	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
混合沈砂Ⅱ	強い糞便臭 レベル：7	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
混合沈砂Ⅲ	糞便臭 レベル：4	臭気有り レベル：0	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0
混合沈砂Ⅳ	多少の糞便臭 レベル：2	多少の臭気有り レベル：0	ほぼ臭気無し レベル：0	臭気無し レベル：0

※レベル：簡易測定器の臭気レベル

まず受入沈砂の臭気については、プラザ別及び混合沈砂Ⅲまでは無機分の少ない冬場の沈砂のため、どれも強い臭気（糞便臭）であり、簡易測定器の測定結果も4から8と臭気を感じるレベルであった。しかし、融雪の影響があり無機分の割合が多かった混合沈砂Ⅳについては、他の沈砂に比べ臭気（多少の糞便臭）も弱く測定レベル2と低い結果となった。

次に通常洗浄後洗砂の臭気については、沈砂のような糞便臭はなくなり簡易測定器の臭気レベルは0であったが、簡易嗅覚測定結果としては、簡易測定器では感知できない臭気（下水臭）が残ってしまっていた。

2度洗い後洗砂の臭気については、無臭とまではいかなかったが、すべてにおいて通常洗浄後より臭気は低減された。このことから2度洗いが臭気低減に効果があると考えられる。簡易測定器の臭気レベルは、通常洗浄後洗砂の時点で0だったため、それよりも臭気が低減されている2度洗い後洗砂については同様のレベル0、もしくは反応を示していない結果であった。

最後に次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂の臭気については、プラザ別及び混合沈砂Ⅲまでの臭気を完全に取り除くことはできなかったが、2度洗い後より臭気は低減された。このことから薬品添加が臭気低減に効果があると考えられる。

今回の調査結果による臭気の強さは、次のとおりとなった。

受入沈砂＞通常洗浄後洗砂＞2度洗い後洗砂＞次亜塩添加後洗砂

## 8) 外観

受入沈砂・通常洗浄後及び2度洗い後洗砂の外観を写真-3から写真-26に示した。

受入沈砂の性状については、冬期間（1月～2月）はやはり無機分の流入が少ないため写真-3や写真-6のように砂分が少なく、3月の融雪時期になると写真-21や写真-24のように比較的砂分が多い沈砂であった。2度洗い後の洗砂については、通常洗浄では取り切れなかった泥のような成分がなくなり、強熱減量悪化の原因となった種子類の残留を除けば、2度洗いによる改善効果は得られた。



写真-3 受入沈砂（豊平）



写真-6 受入沈砂（厚別）



写真-4 通常洗浄後洗砂（豊平）



写真-7 通常洗浄後洗砂（厚別）



写真-5 2度洗い後洗砂（豊平）



写真-8 2度洗い後洗砂（厚別）



写真-9 受入沈砂（新川）



写真-12 受入沈砂（創成）



写真-10 通常洗浄後洗砂（新川）



写真-13 通常洗浄後洗砂（創成）



写真-11 2度洗い後洗砂（新川）



写真-14 2度洗い後洗砂（創成）



写真-15 受入沈砂（混合Ⅰ）



写真-18 受入沈砂（混合Ⅱ）



写真-16 通常洗浄後洗砂（混合Ⅰ）



写真-19 通常洗浄後洗砂（混合Ⅱ）



写真-17 2度洗い後洗砂（混合Ⅰ）



写真-20 2度洗い後洗砂（混合Ⅱ）



写真-21 受入沈砂（混合Ⅲ）



写真-24 受入沈砂（混合Ⅳ）



写真-22 通常洗浄後洗砂（混合Ⅲ）



写真-25 通常洗浄後洗砂（混合Ⅳ）



写真-23 2度洗い後洗砂（混合Ⅲ）



写真-26 2度洗い後洗砂（混合Ⅳ）

以上1) から8) の項目に関する調査を行い、2度洗いが性状の改善にある程度効果があることが分かったものの、有効利用が可能な性状には達しなかった。そのため、今後も季節ごとの沈砂・洗砂性状の把握、臭気及び強熱減量の低減に関する調査を行い、洗砂を有効利用が可能な性状まで改善していくことが必要と考えられる。

## 6. まとめ

本調査は、洗砂性状を有効利用可能なものへ改善することを目的として、沈砂を2度洗いし、臭気及び強熱減量等の分析を行った。調査結果をまとめると以下のとおりとなる。

### 1) 大腸菌群数

調査前半（プラザ別）及び後半（混合）全てにおいて、2度洗い後及び次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂の大腸菌群数は、通常洗浄後洗砂の大腸菌群数に比べ減少傾向にあった。従って、2度洗い及び薬品添加は、大腸菌群数の低減に効果があるのではないかと考えられた。

### 2) COD

通常洗浄後と2度洗い後の洗浄水のCODを、洗浄前処理水と比較すると、2度洗い後の洗浄水でも処理水より高い値を示し、通常洗浄だけでは沈砂中の有機分を除去しきれていないことが分かった。また、砂のCODでは沈砂に対して、通常洗浄、2度洗いと値が低下する傾向が見られた。しかし、通常洗浄後と2度洗い後の洗砂を比較したが、CODが低減されず増加してしまっているものもあることから、2度洗いによるCODの低減効果は得られなかった。

### 3) 強熱減量

調査前半（プラザ別）及び後半（混合）で2度洗いによる結果には差異があり、処理量が少なく過剰な砂分の流出があったプラザ別沈砂は、強熱減量の低減効果は見られなかった。しかし、通常通りの沈砂処理量であり、プラザ別沈砂より比較的無機分が多かった混合沈砂では、おおむね強熱減量が低減されていた。よって、混合沈砂については2度洗いによる低減効果が得られたと考えられる。

### 4) 臭気

調査前半（プラザ別）及び後半（混合）全てにおいて、2度洗い後及び次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂の臭気は、通常洗浄後洗砂の臭気に比べ減少傾向にあった。従って、2度洗い及び薬品添加は、臭気の高減に効果があるのではないかと考えられる。

### 5) 外観

調査前半（プラザ別）及び後半（混合）全てにおいて、2度洗い後洗砂の外観は、通常洗浄後洗砂の外観に比べ、多少残留していた泥のような成分が取り切れており、2度洗いによる改善効果が得られた。

### 7) 今後の調査について

本調査では、2度洗いによる性状の改善効果はある程度得られたものの、有効利用が可能な性状には達しなかった。そのため、今後も季節ごとの沈砂・洗砂性状の把握、臭気及び強熱減量の低減に関する調査を行い、洗砂を有効利用可能な性状まで改善することを目的とし、調査を続けていくこととする。