

手稲沈砂洗浄センター 洗砂性状改善調査（Ⅱ）

1. はじめに

手稲沈砂センターで発生した水再生プラザ由来の洗砂性状が悪いことから、令和元年度に沈砂を2度洗いし臭気及び強熱減量等の分析を行い、有効利用可能な性状まで改善されるか調査を行ったが、改善効果はある程度得られたものの有効利用可能な性状には達しなかった。

そのため令和2年度は、各施設から搬出される沈砂の性状把握、沈砂洗浄センターから発生する洗砂の性状評価をし、有効利用が可能と考えられる洗砂の性状の目標値を設定した上で、沈砂を2度洗いし、洗砂の性状が改善できるか再度調査を行うこととした。

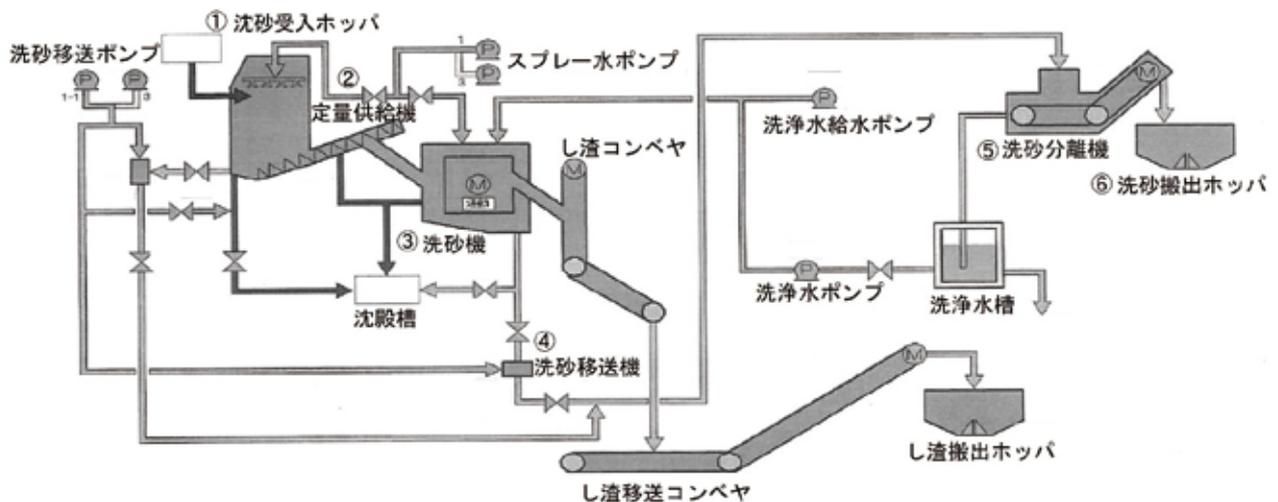
2. 沈砂洗浄センター設備概要

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。

1) 1系設備（プラザ系）

- ・ 沈砂受入ホッパ：貯留量30m³
- ・ 定量供給機：2条式スクリュウコンベヤ 4 m³/h
- ・ 洗砂機：ドラム回転式（処理能力4 m³/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 m³/h）
- ・ 洗砂搬出ホッパ：貯留量10m³
- ・ 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

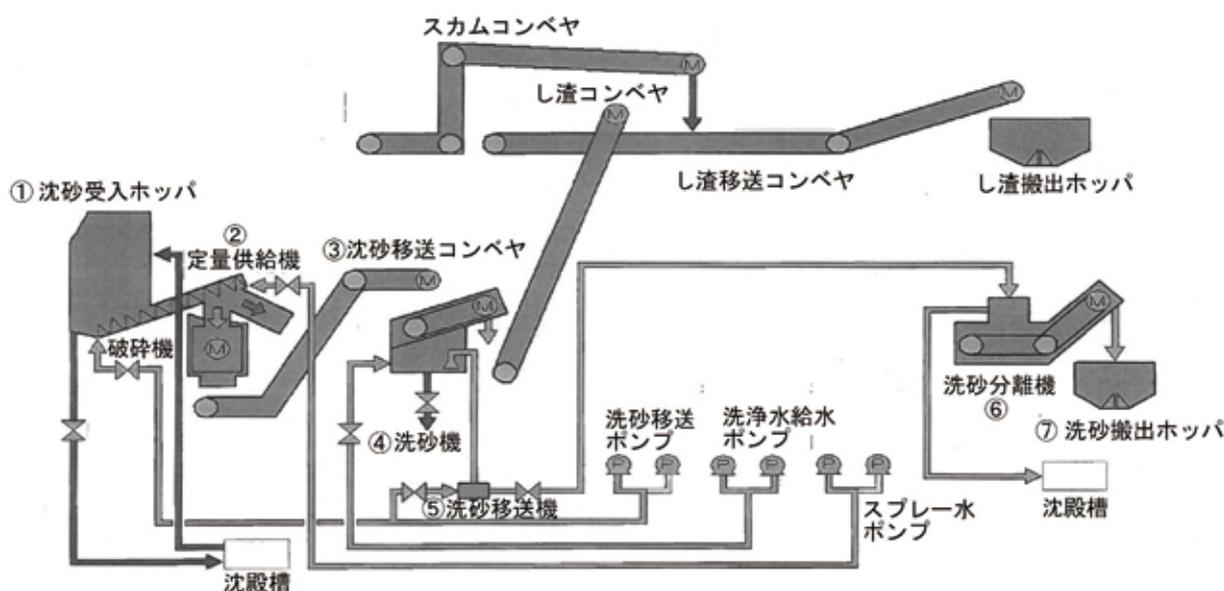
①沈砂受入ホッパ→②定量供給機→③洗砂機→④洗砂移送機→⑤洗砂分離機→⑥洗砂搬出ホッパ

図-1 沈砂洗浄センター1系設備フロー図

2) 2系設備 (管路系)

- ・ 沈砂受入ホッパ：貯留量30m³
- ・ 定量供給機：2条式スクリュウコンベヤ 4 m³/h
- ・ 洗砂機：気水混合噴射型単一レーキ式除塵機 (処理能力 4 m³/h) スクリーン目幅20mm
- ・ 洗砂分離機：洗淨槽付トラフコンベヤ (処理能力 6 m³/h)
- ・ 洗砂搬出ホッパ：貯留量10m³
- ・ 受入対象施設：管路清掃、管路保全、施設保全及び雪対策

2系設備のフローを図-2に示した。



洗浄フロー

①沈砂受入ホッパ→②定量供給機→③沈砂移送コンベヤ→④洗砂機→⑤洗砂移送機→⑥洗砂分離機→⑦洗砂搬出ホッパ

図-2 沈砂洗浄センター2系設備フロー図

3. 沈砂性状調査

3.1 調査内容及び目的

水再生プラザ・ポンプ場・管路清掃等から搬出された沈砂の臭気・強熱減量等分析及び外観の性状を把握するため、検体を採取し調査を行った。

1) 臭気測定

受入沈砂の臭気を測定し、評価した。

測定方法①：簡易嗅覚測定 (調査員1名が実際に嗅いで評価した)

測定方法②：簡易機器測定 (測定器にて測定し評価した)

使用機器 ニオイセンサ XP-329ⅢR (新コスモス電機)

測定レベル：0～2000

臭気指数：0～50

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。

2) 分析項目及び回数

分析項目及び回数を表-1に示した。

表-1 分析項目及び回数

対象施設	分析項目・回数	分析内容	洗浄設備
豊平川水再生プラザ	項目A：4回 項目B：4回	項目Aは以下のとおりとした ・臭気 ・強熱減量 ・含水率 ・外観 項目Bは以下のとおりとした ・臭気 ・強熱減量 ・含水率 ・粒径分布 ・粒径別強熱減量 ・外観	1系
厚別水再生プラザ	項目A：3回 項目B：3回		
新川水再生プラザ	項目A：3回 項目B：3回		
創成川水再生プラザ	項目A：3回 項目B：3回		
伏古川水再生プラザ	項目A：2回 項目B：4回		
茨戸水再生プラザ	項目A：4回		
手稲水再生プラザ	項目A：4回		
拓北水再生プラザ	項目A：1回		
東部水再生プラザ	項目A：1回		
茨戸中部中継ポンプ場	項目A：4回 項目B：4回		
手稲中継ポンプ場	項目A：1回 項目B：4回		
茨戸西部中継ポンプ場	項目A：4回		
茨戸東部中継ポンプ場	項目A：3回		
米里中継ポンプ場	項目A：1回		
伏古川雨水ポンプ場	項目A：1回		
東雁来雨水ポンプ場	項目A：1回		
野津幌川雨水ポンプ場	項目A：1回		
厚別川雨水ポンプ場	項目A：1回		
管路清掃	項目A：1回 項目B：3回	2系	
雪対策	項目B：2回		

※項目Bは、沈砂の発生量が多い水再生プラザ・ポンプ場、管路清掃及び雪対策とした。

臭気及び外観を除く各項目の測定方法は以下のとおりとした。なお、①、②及び④は下水試験方法2012年版、③はJIS Z8815：1994に準拠した。

①強熱減量：重量法（強熱温度：600℃）

第5編 第1章 第8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粒径分布：目開き5段階（乾式）

④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) 外観

受入沈砂の無機分及び有機分の割合を目視にて確認し、評価した。

4) 検体採取場所

分析を行うにあたり、1系及び2系受入沈砂の検体を採取し、採取場所は図-1・2の沈砂受入ホッパとした。

3.2 調査期間及び検体採取日

令和2年7月21日から令和3年3月18日までの期間に搬入された沈砂を用いて調査を行った。

※令和2年12月下旬から令和3年3月中旬にかけて、気温上昇による融雪及び前日の降雨等の影響があった沈砂については「融」及び「雨」とした。

3.3 結果及び考察

1) 豊平川水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-2、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-3、表-3・4とし、外観を写真-1～8に示した。

表-2 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
7月21日（晴）B	1100	28	糞便臭	18.8%	53.3%
8月4日（雨）B	938	24	糞便臭	24.4%	58.2%
10月13日（雨）A	921	24	糞便臭	23.7%	55.7%
10月29日（晴）A	1258	32	強い糞便臭	38.6%	66.3%
12月25日（雨）A	1242	32	強い糞便臭	45.9%	74.2%
1月13日（晴）A	1415	36	強い糞便臭	66.8%	81.0%
3月12日（晴）B	1241	32	強い糞便臭	23.7%	54.9%
3月15日（融）B	1283	33	強い糞便臭	22.0%	53.9%

※A：項目A B：項目B 以下全て同様とした。

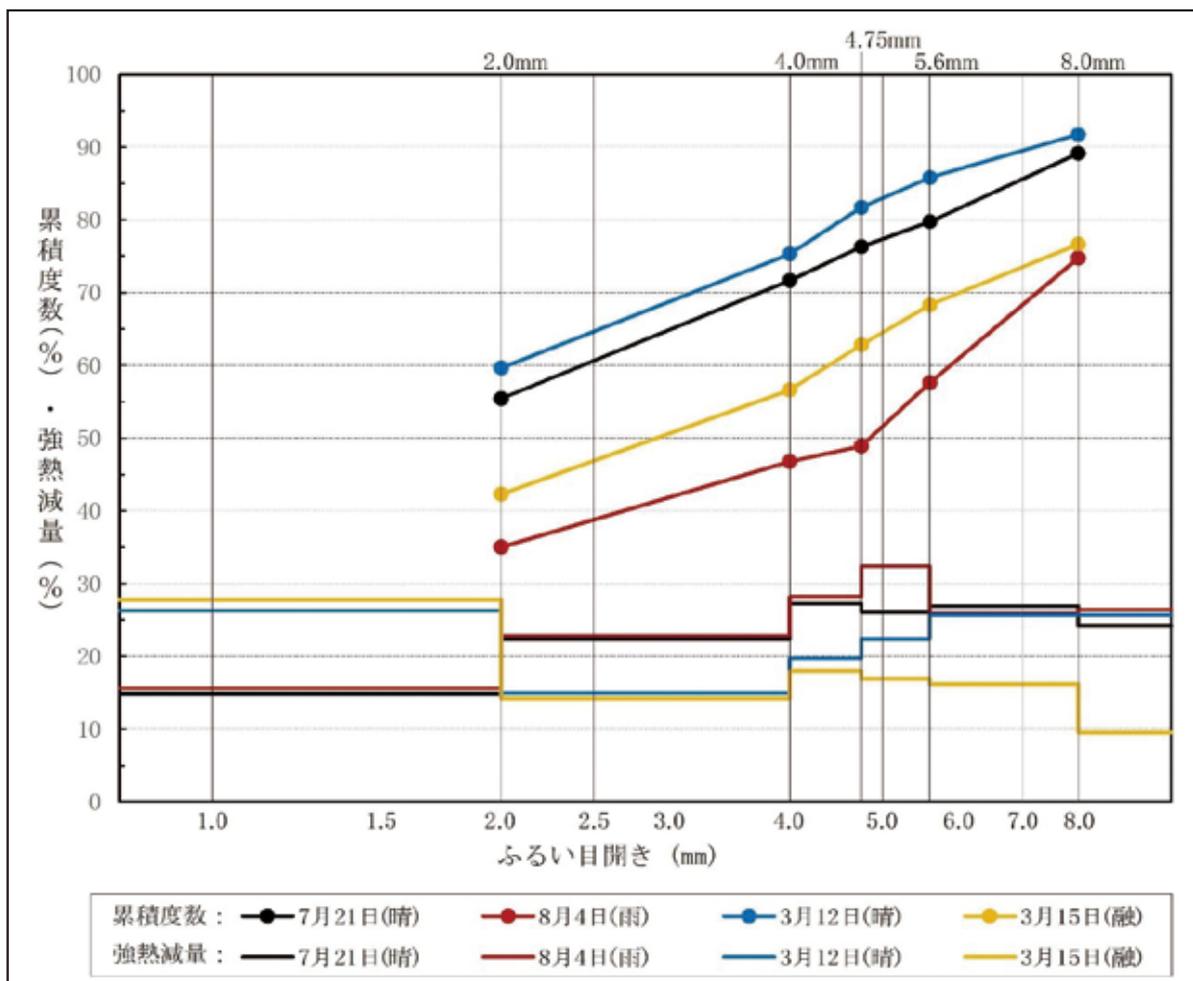


図-3 豊平川水再生プラザ 受入沈砂粒径分布

表-3 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
7月21日	55.43%	71.67%	76.29%	79.72%	89.14%
8月4日	35.02%	46.78%	48.88%	57.60%	74.76%
3月12日	59.63%	75.29%	81.72%	85.80%	91.74%
3月15日	42.29%	56.62%	62.82%	68.32%	76.65%

表-4 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~
7月21日	14.8%	22.4%	27.3%	26.1%	26.9%	24.2%
8月4日	15.6%	22.8%	28.2%	32.4%	25.9%	26.4%
3月12日	26.3%	14.9%	19.7%	22.4%	25.7%	25.7%
3月15日	27.8%	14.2%	18.0%	16.9%	16.2%	9.5%



写真-1 豊平川WTP 7/21 (晴)



写真-2 豊平川WTP 8/4 (雨)



写真-3 豊平川WTP 10/13 (雨)



写真-4 豊平川WTP 10/29 (晴)



写真-5 豊平川WTP 12/25 (雨)



写真-6 豊平川WTP 1/13 (晴)



写真-7 豊平川WTP 3/12 (晴)



写真-8 豊平川WTP 3/15 (融)

※WTP：水再生プラザ（以下同様）

夏季である7月21日（写真－1）及び8月4日（写真－2）、降雨の影響を受けた10月13日（写真－3）、多少の融雪の影響を受けた3月12日（写真－7）及び3月15日（写真－8）については、糞便も含むが比較的多くの砂分を含んだ沈砂であったため、強熱減量は10%台後半から20%台前半であった。しかし、冬季である12月25日（写真－5）及び1月13日（写真－6）においては、砂分が少なく糞便及び種子類を多く含んだ沈砂であったため、強熱減量は夏季や融雪時より高かった。

含水率については全てにおいて50%以上となり、有機分そのものが水分を含む性質であるためか、強熱減量が高い（糞便の割合が多い）ほど含水率も高くなる傾向であった。

臭気としては糞便を多く含んだ沈砂であったため、糞便臭及び強い糞便臭となり、臭気指数は24から36となった。

粒径については、平均径（50%累積度数の場合の粒径）が晴天時（7月21日及び3月12日）は小さく、外部からの流入があった雨天時（8月4日）は大きくなる傾向が見られた。融雪の影響があった3月15日については雨天時と類似した結果となった。

2) 厚別水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表－5、粒径分布及び粒径別強熱減量を図－4、表－6・7とし、外観を写真－9～14に示した。

表－5 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
7月21日（晴）A	1791	45	強い糞便臭	25.7%	49.8%
9月29日（晴）B	2000以上	50以上	強い糞便臭	24.5%	43.8%
11月2日（晴）A	1441	37	強い糞便臭	54.2%	64.5%
12月15日（晴）B	2000以上	50以上	強い糞便臭	59.3%	75.8%
12月25日（雨）A	2000以上	50以上	強い糞便臭	64.3%	75.0%
2月17日（雨）B	1190	30	強い糞便臭	12.0%	34.0%

夏季である7月21日（写真－9）、降雨の影響を受けた2月17日（写真－14）の沈砂については、糞便のほかに砂分も含まれており、強熱減量は10%台前半から20%台半ばであった。しかし、その他については糞便を多く含んだ沈砂であったため、強熱減量は50%以上であった。

臭気においては強い糞便臭となり、12月15日（写真－12）及び12月25日（写真－13）については臭気指数が50以上であった。

含水率については11月2日から12月25日にかけては50%以上であり、豊平川水再生プラザと同様に、強熱減量が高い（糞便の割合が多い）沈砂ほど含水率も高くなる傾向であった。

粒径別強熱減量については、晴天時（9月29日及び12月15日）は2mmから4mm、雨天時（2月17日）は4.75mmから5.6mmの数値が高く、有機分の含まれる範囲が天候により多少異なっていた。

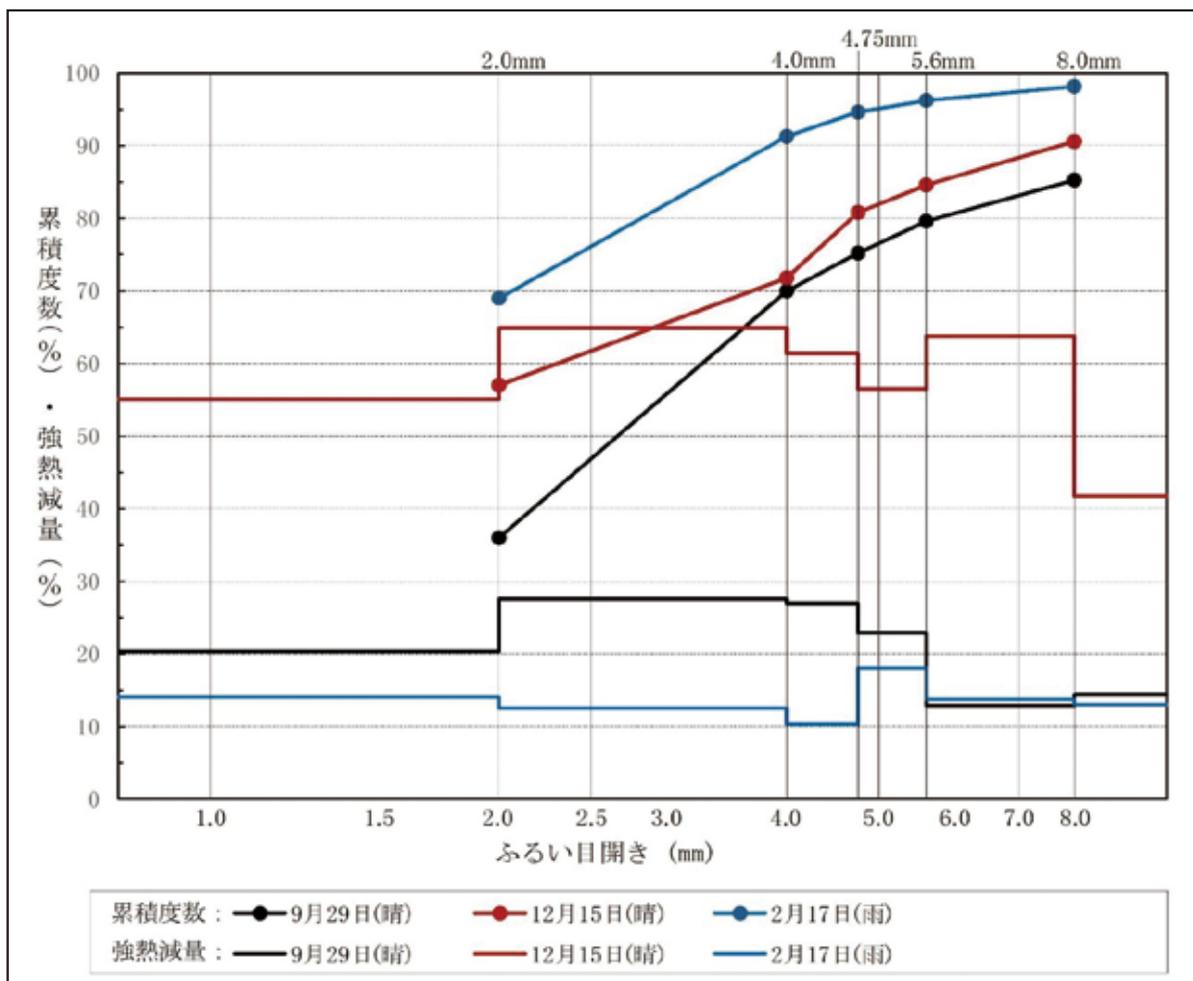


図-4 厚別水再生プラザ 受入沈砂粒径分布

表-6 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
9月29日	35.98%	70.00%	75.22%	79.61%	85.26%
12月15日	57.03%	71.81%	80.82%	84.60%	90.62%
2月17日	69.01%	91.29%	94.63%	96.24%	98.15%

表-7 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~
9月29日	20.3%	27.6%	27.0%	22.9%	12.9%	14.4%
12月15日	55.1%	64.9%	61.4%	56.5%	63.8%	41.7%
2月17日	14.1%	12.5%	10.3%	18.1%	13.7%	13.0%



写真-9 厚別WTP 7/21 (晴)



写真-10 厚別WTP 9/29 (晴)



写真-11 厚別WTP 11/2 (晴)



写真-12 厚別WTP 12/15 (晴)



写真-13 厚別WTP 12/25 (雨)



写真-14 厚別WTP 2/17 (雨)

3) 新川水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-8、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-5、表-9・10とし、外観を写真-15~20に示した。

表-8 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月3日(晴) B	1449	37	強い糞便臭	34.2%	52.9%
10月1日(晴) A	2000以上	50以上	強い糞便臭	34.4%	70.1%
10月29日(晴) A	1478	37	強い糞便臭	54.2%	78.4%
1月18日(晴) B	2000以上	50以上	強い糞便臭	51.6%	68.9%
2月16日(雨) B	1557	39	強い糞便臭	39.9%	70.0%
3月8日(融) A	1136	29	強い糞便臭	25.0%	58.0%

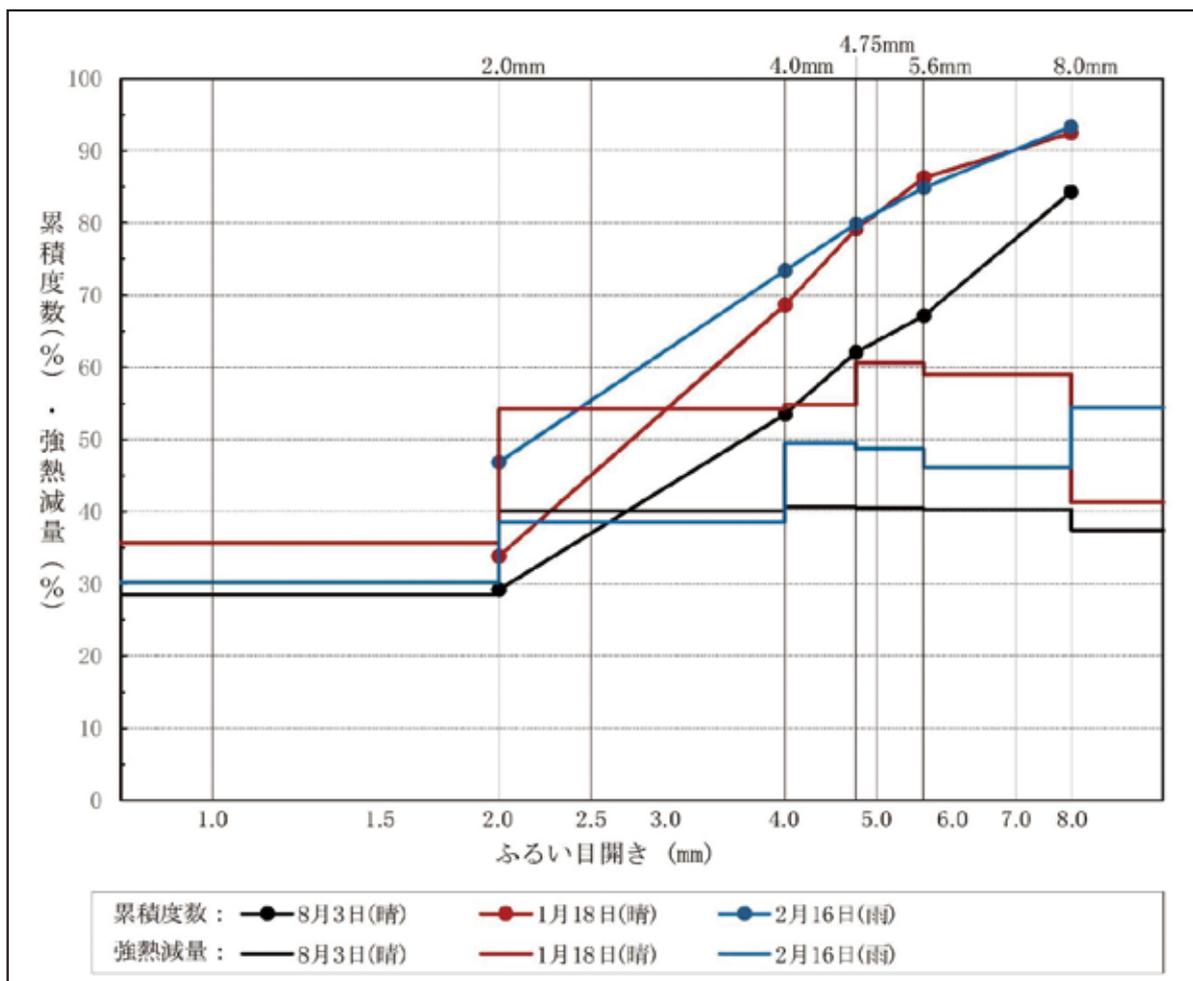


図-5 新川水再生プラザ 受入沈砂粒径分布

表-9 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
8月3日	29.19%	53.50%	62.08%	67.13%	84.31%
1月18日	33.82%	68.67%	79.19%	86.25%	92.45%
2月16日	46.82%	73.42%	79.88%	84.89%	93.33%

表-10 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~
8月3日	28.5%	40.1%	40.7%	40.5%	40.3%	37.4%
1月18日	35.7%	54.2%	54.8%	60.6%	59.0%	41.3%
2月16日	30.2%	38.6%	49.5%	48.7%	46.1%	54.4%



写真-15 新川WTP 8/3 (晴)



写真-16 新川WTP 10/1 (晴)



写真-17 新川WTP 10/29 (晴)



写真-18 新川WTP 1/18 (晴)



写真-19 新川WTP 2/16 (雨)



写真-20 新川WTP 3/8 (融)

沈砂に含まれる有機分としては、豊平川水再生プラザ及び厚別水再生プラザと同様に、糞便を多く含んでいたが、合わせてトウモロコシ及び種子類の有機分も含まれている沈砂であった。強熱減量については30%半ばから50%半ばであったが、3月8日(写真-20)においては砂分も多く含まれており、強熱減量が25%と他と比較すると低く、多少の融雪の影響があったと思われる。

臭気については、糞便を多く含んだ沈砂であったため強い糞便臭となり、臭気指数においては、融雪の影響があった3月8日を除き30以上であった。

含水率については50%以上となり、季節及び天候問わず、水分(有機分)を多く含んだ沈砂であった。

粒径別強熱減量については、晴天時(8月3日及び1月18日)は4mmから8mm、雨天時(2月16日)は4mm以上の数値が高く、厚別水再生プラザと同様に有機分の含まれる範囲が天候により多少異なっていた。

4) 創成川水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-11、外観を写真-21～26とし、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-6、表-12・13に示した。

表-11 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月11日(晴) B	597	15	糞便臭	13.9%	32.3%
9月17日(雨) B	320	8	下水臭	5.5%	26.2%
10月6日(雨) A	1116	28	強い下水臭	18.8%	36.9%
10月29日(晴) B	1478	37	強い糞便臭	23.3%	45.2%
12月25日(雨) A	742	19	下水臭	7.8%	19.3%
3月4日(晴) A	865	22	糞便臭	15.8%	36.0%



写真-21 創成川WTP 8/11 (晴)



写真-22 創成川WTP 9/17 (雨)



写真-23 創成川WTP 10/6 (雨)



写真-24 創成川WTP 10/29 (晴)



写真-25 創成川WTP 12/25 (雨)



写真-26 創成川WTP 3/4 (晴)

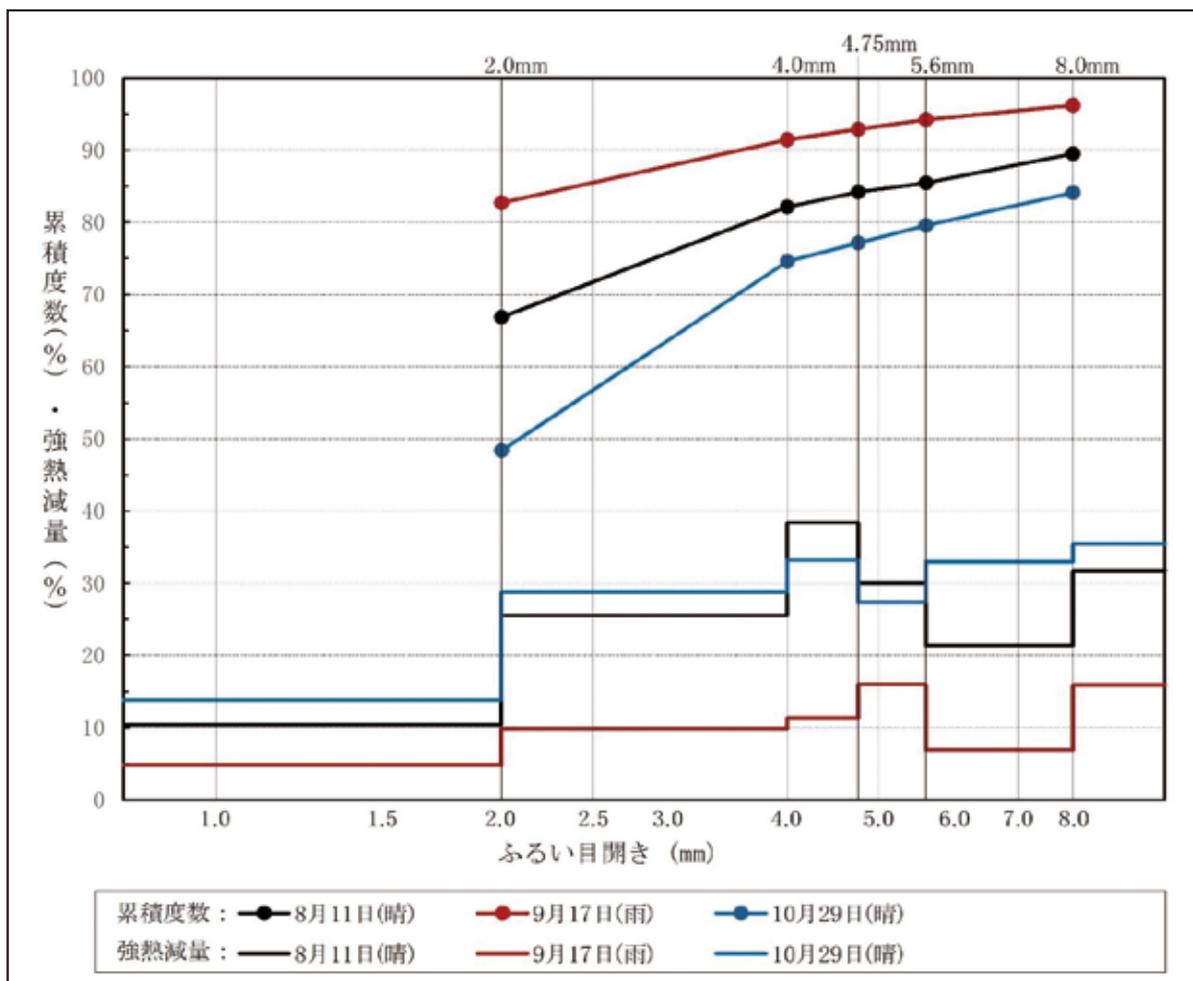


図-6 創成川水再生プラザ 受入沈砂粒径分布

表-12 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
8月11日	66.83%	82.16%	84.19%	85.43%	89.47%
9月17日	82.69%	91.43%	92.89%	94.23%	96.19%
10月29日	48.39%	74.56%	77.18%	79.56%	84.13%

表-13 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~
8月11日	10.4%	25.5%	38.4%	30.0%	21.4%	31.7%
9月17日	4.8%	9.9%	11.3%	16.0%	6.9%	15.9%
10月29日	13.8%	28.8%	33.2%	27.4%	33.0%	35.5%

季節又は天候により臭気に差があり、10月6日及び29日の受入沈砂は他と比較し強い臭気であったが、夏季及びその他雨天時の臭気はそれほど強くなく臭気指数も低かった。また、臭気の種類としては糞便臭（晴天時）と下水臭（雨天時）に分かれる傾向にあった。

強熱減量については、降雨の影響を受け砂分の割合が多かった9月17日（写真-22）及び12月25日（写真-25）の沈砂においては10%を下回っていた。有機分としては、糞便及び種子類の他に、布や紙などの繊維質も含まれている沈砂であった。

5) 伏古川水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-14、外観を写真-27～32とし、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-7、表-15・16に示した。

表-14 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月31日(雨) B	794	20	下水臭	9.4%	25.2%
10月5日(雨) A	872	22	堆肥臭	11.2%	36.7%
11月20日(晴) B	691	18	下水臭	5.7%	18.8%
12月25日(雨) A	607	16	下水臭	7.4%	24.6%
2月12日(晴) B	1577	40	強い糞便臭	47.0%	67.4%
3月15日(融) B	1466	37	強い糞便臭	22.6%	46.5%



写真-27 伏古川WTP 8/31 (雨)



写真-28 伏古川WTP 10/5 (雨)



写真-29 伏古川WTP 11/20 (晴)



写真-30 伏古川WTP 12/25 (雨)



写真-31 伏古川WTP 2/12 (晴)



写真-32 伏古川WTP 3/15 (融)

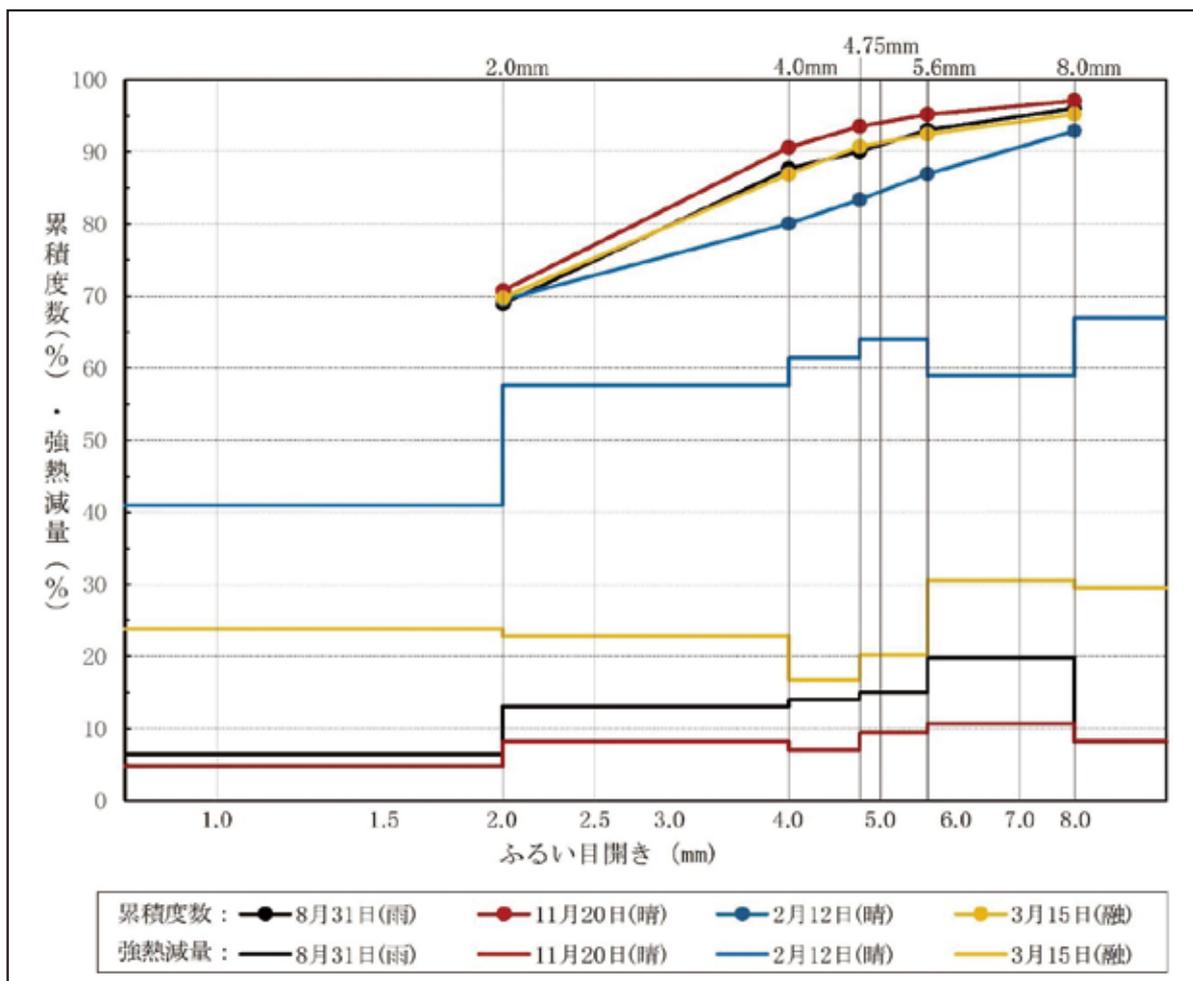


図-7 伏古川水再生プラザ 受入沈砂粒径分布

表-15 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
8月31日	68.90%	87.68%	90.06%	93.05%	96.07%
11月20日	70.77%	90.62%	93.54%	95.22%	97.10%
2月12日	69.51%	80.10%	83.39%	86.96%	92.92%
3月15日	69.78%	86.90%	90.74%	92.45%	95.23%

表-16 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~
8月31日	6.5%	13.1%	14.0%	15.0%	19.8%	8.2%
11月20日	4.8%	8.2%	7.0%	9.4%	10.7%	8.3%
2月12日	41.0%	57.6%	61.4%	64.0%	59.0%	67.0%
3月15日	23.8%	22.8%	16.7%	20.2%	30.6%	29.5%

8月31日から12月25日までの臭気指数については20前後であったが、冬季で砂分の割合が少なかった2月12日及び3月15日の沈砂においては40近くあった。3月中旬は融雪期でもあるが、融雪の影響を受けなかったと考えられる。沈砂の有機分については、夏季から秋季（写真-27～30）にかけては種子類・布・枝及び枯葉などが含まれており、冬季及び融雪期（写真-31・32）については糞便が多く含まれていた。強熱減量については、糞便を多く含んだ沈砂ほど高くなる傾向が見られた。

粒径については、ふるい目2mmでは大きな差は見られなかったが、4mmから8mmと大きくなるにつれて、外部からの流入があった場合（8月31日及び3月15日）と無かった場合（2月12日）で多少の開きが見られた。

6) 茨戸水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-17、外観を写真-33～36に示した。

表-17 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月4日（晴）A	724	19	下水臭	18.7%	46.1%
10月16日（晴）A	520	13	糞便臭	11.0%	33.2%
12月11日（雨）A	628	16	下水臭	18.0%	48.0%
2月8日（雨）A	985	25	堆肥臭	26.1%	47.3%



写真-33 茨戸WTP 8/4（晴）



写真-34 茨戸WTP 10/16（晴）



写真-35 茨戸WTP 12/11（雨）



写真-36 茨戸WTP 2/8（雨）

季節及び天候に関係なく砂分を多く含んだ沈砂であり、有機分としては8月4日（写真－33）及び12月11日（写真－35）は、種子類・布及び枯葉などが主となり、10月16日（写真－34）は少量の糞便を含み、2月8日（写真－36）は、糞便・種子類及び布などを含んでおり、強熱減量は11.0%から26.1%であった。臭気指数については25以下となり、他のプラザと比較すると低い数値であった。

7) 手稲水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表－18、外観を写真－37～40に示した。

表－18 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
7月22日（晴）A	785	20	糞便臭	33.8%	64.7%
8月5日（雨）A	1444	37	強い堆肥臭	39.4%	57.3%
11月2日（晴）A	824	21	糞便臭	42.0%	60.1%
2月16日（雨）A	714	18	糞便臭	37.8%	50.5%



写真－37 手稲WTP 7/22（晴）



写真－38 手稲WTP 8/5（雨）



写真－39 手稲WTP 11/2（晴）



写真－40 手稲WTP 2/16（雨）

沈砂の有機分については、季節及び天候問わず糞便・種子類・枯葉及び草等を含んだ沈砂であり、比較的砂分は多かったものの、強熱減量は30%前半から40%前半であった。臭気としては糞便臭が主であったが、種子類・枯葉及び草等をより多く含んでいた8月5日（写真－38）においては強い堆肥臭となった。

8) 拓北水再生プラザ、東部水再生プラザ

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-19、外観を写真-41・42に示した。

表-19 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
拓北水再生プラザ 9月3日(晴) A	1348	34	強い堆肥臭	47.0%	61.5%
東部水再生プラザ 8月11日(晴) A	1239	31	強い堆肥臭	39.9%	59.9%



写真-41 拓北WTP 9/3 (晴)



写真-42 東部WTP 8/11 (晴)

性状としては、拓北水再生プラザ(写真-41)、東部水再生プラザ(写真-42)共に糞便及び種子類を多く含んでおり、比較的砂分が多かった割には強熱減量が高く、また臭気指数としても30以上となり、両プラザとも強い堆肥臭であった。

9) 茨戸中部中継ポンプ場

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-20、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-8、表-21・22とし、外観を写真-43~50に示した。

表-20 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
7月22日(晴) B	590	15	下水臭	14.1%	36.5%
8月4日(晴) A	985	25	下水臭	19.5%	44.4%
8月31日(雨) B	412	11	下水臭	7.2%	22.5%
10月27日(雨) A	985	25	下水臭	34.5%	56.2%
12月4日(晴) A	782	20	糞便臭	12.8%	36.3%
12月28日(雨) A	890	23	下水臭	14.2%	37.9%
1月26日(晴) B	2000以上	50以上	強い糞便臭	43.0%	59.2%
3月8日(融) B	1197	30	強い糞便臭	23.0%	45.2%

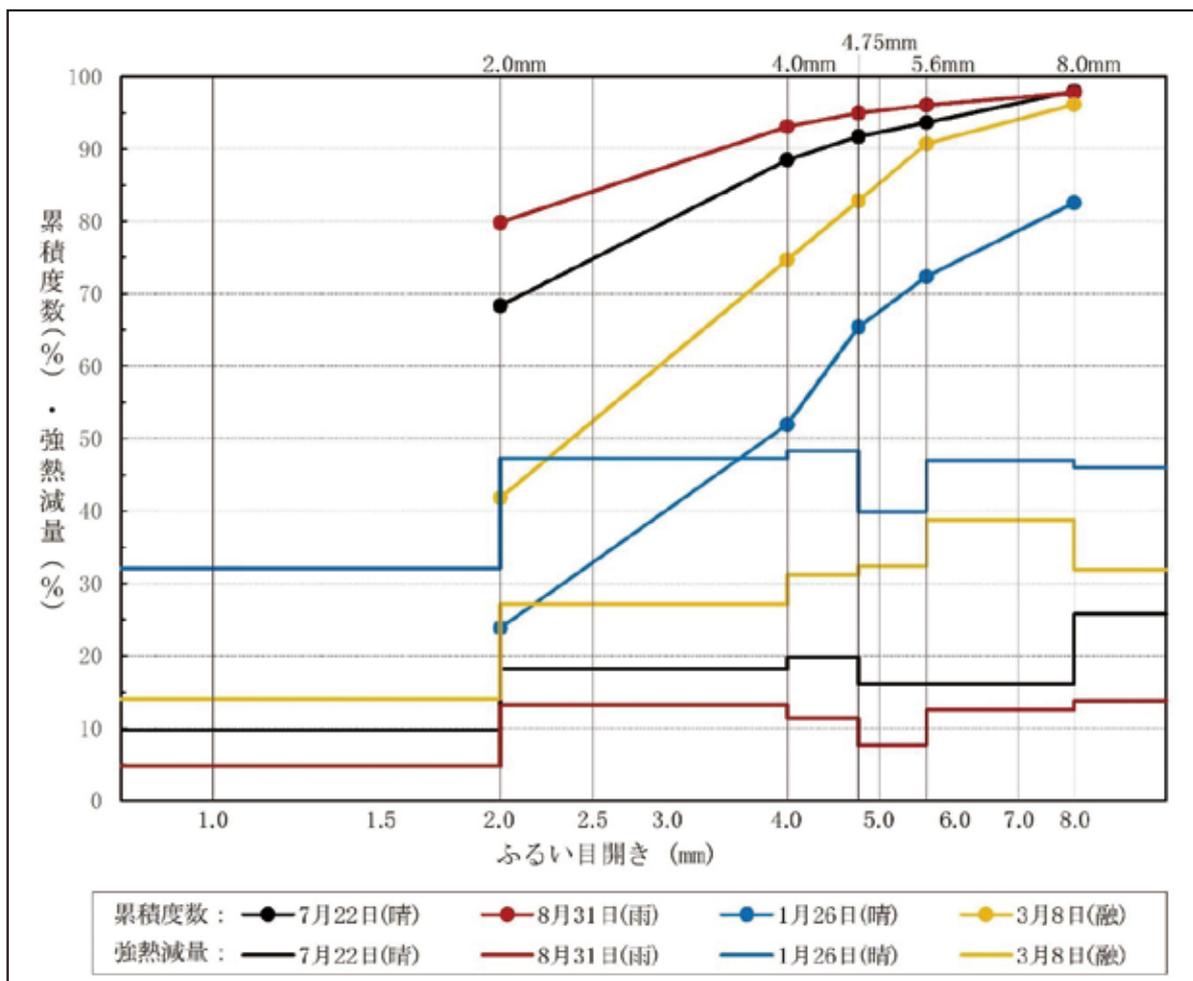


図-8 茨戸中部中継ポンプ場 受入沈砂粒径分布

表-21 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
7月22日	68.36%	88.52%	91.74%	93.66%	98.01%
8月31日	79.88%	93.09%	94.97%	96.06%	97.80%
1月26日	23.86%	51.94%	65.41%	72.38%	82.57%
3月8日	41.84%	74.72%	82.85%	90.74%	96.14%

表-22 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~
7月22日	9.7%	18.2%	19.8%	16.1%	16.1%	25.8%
8月31日	4.8%	13.2%	11.4%	7.6%	12.5%	13.8%
1月26日	32.1%	47.3%	48.3%	39.9%	47.0%	46.0%
3月8日	14.0%	27.2%	31.2%	32.4%	38.8%	31.9%



写真-43 茨戸中部中継 7/22 (晴)



写真-44 茨戸中部中継 8/4 (晴)



写真-45 茨戸中部中継 8/31 (雨)



写真-46 茨戸中部中継 10/27 (雨)



写真-47 茨戸中部中継 12/4 (晴)



写真-48 茨戸中部中継 12/28 (雨)



写真-49 茨戸中部中継 1/26 (晴)



写真-50 茨戸中部中継 3/8 (融)

8月31日(写真-45)は降雨の影響もあり砂分を多く含んだ沈砂であったため、臭気指数及び強熱減量共に他と比較し低かったが、同じく降雨の影響を受けた10月27日(写真-46)については、枯葉・枝及び糞便を多く含んでおり、強熱減量が30%台であった。また、1月26日(写

真-49) 及び3月8日 (写真-50) においては糞便に加え種子類も多く含まれており、特に1月26日においては臭気指数50以上、強熱減量は43%となり非常に高い数値であった。

10) 手稲中継ポンプ場

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-23、外観を写真-51～55とし、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-9、表-24・25に示した。

表-23 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月17日 (晴) B	666	17	下水臭	12.0%	28.7%
8月31日 (雨) B	162	5	弱い下水臭	3.8%	21.2%
11月5日 (晴) A	519	13	糞便臭	13.9%	29.6%
1月12日 (晴) B	811	21	下水臭	24.8%	41.8%
3月15日 (融) B	586	15	下水臭	54.2%	67.8%



写真-51 手稲中継 8/17 (晴)



写真-52 手稲中継 8/31 (雨)



写真-53 手稲中継 11/5 (晴)



写真-54 手稲中継 1/12 (晴)



写真-55 手稲中継 3/15 (晴)

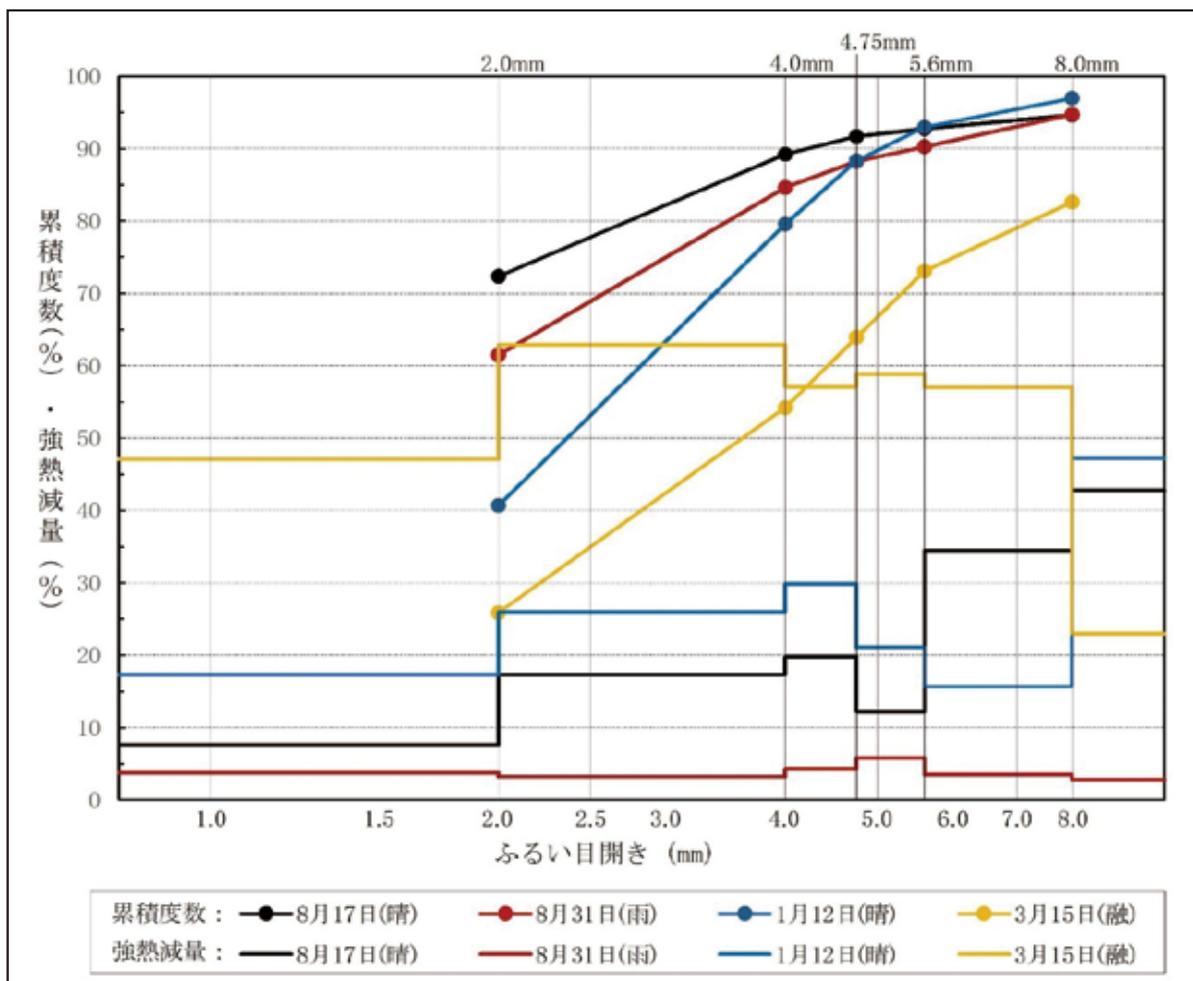


図-9 手稻中継ポンプ場 受入沈砂粒径分布

表-24 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
8月17日	72.36%	89.22%	91.70%	92.75%	94.66%
8月31日	61.46%	84.62%	88.25%	90.25%	94.71%
1月12日	40.69%	79.58%	88.31%	92.99%	96.95%
3月15日	25.86%	54.21%	63.93%	73.09%	82.63%

表-25 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~
8月17日	7.6%	17.3%	19.8%	12.2%	34.5%	42.8%
8月31日	3.8%	3.2%	4.3%	5.8%	3.5%	2.8%
1月12日	17.3%	26.0%	29.9%	21.1%	15.7%	47.2%
3月15日	47.1%	62.9%	57.1%	58.8%	57.0%	23.0%

沈砂に含まれていた有機分としては季節により違いがあり、8月17日（写真-51）は布・枯葉及び草、11月5日（写真-53）は枯葉・少量の種子類及び糞便、1月12日（写真-54）及び3月15日（写真-55）は種子類を多く含んでいた。降雨の影響があった8月31日（写真-52）については有機分の割合が非常に少なかった。臭気としては、糞便をあまり含まない沈砂であったことから下水臭が主であり、臭気指数は5から21となった。

11) 茨戸西部中継ポンプ場

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-26、外観を写真-56～59に示した。

表-26 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
9月3日（晴）A	550	14	下水臭	4.8%	15.4%
11月10日（雨）A	811	21	糞便臭	19.4%	40.7%
2月16日（雨）A	985	25	糞便臭	6.0%	23.2%
3月12日（融）A	746	19	糞便臭	22.5%	45.6%



写真-56 茨戸西部中継 9/3（晴）



写真-57 茨戸西部中継 11/10（雨）



写真-58 茨戸西部中継 2/16（雨）



写真-59 茨戸西部中継 3/12（融）

季節及び天候に関係なく砂分を比較的多く含んだ沈砂であり、特に9月3日（写真-56）は晴天時であったが非常に多くの砂分を含んでいたため、強熱減量は4.8%であった。臭気としては砂分を多く含んでいた9月3日が下水臭、多少の糞便を含んでいた11月10日（写真-57）、2月16日（写真-58）、3月12日（写真-59）については糞便臭となった。

12) 茨戸東部中継ポンプ場、米里中継ポンプ場

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-27、外観を写真-60～63に示した。

表-27 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
茨戸東部中継ポンプ場 8月31日(雨) A	530	14	下水臭	9.7%	31.9%
茨戸東部中継ポンプ場 10月12日(晴) A	581	15	糞便臭	8.7%	25.8%
茨戸東部中継ポンプ場 2月5日(晴) A	684	18	糞便臭	37.2%	64.4%
米里中継ポンプ場 10月9日(晴) A	489	13	堆肥臭	8.4%	27.0%



写真-60 茨戸東部中継 8/31 (雨)



写真-61 茨戸東部中継 10/12 (晴)



写真-62 茨戸東部中継 2/5 (晴)



写真-63 米里中継 10/9 (晴)

茨戸東部中継ポンプ場の沈砂としては、2月5日(写真-62)は糞便及び種子類を多く含んでいたため、強熱減量は30%台であったが、8月31日(写真-60)及び10月12日(写真-61)は砂分が多かったため、強熱減量及び臭気指数は2月5日と比較し低かった。

米里中継ポンプ場は、砂分・泥・糞便及び種子類が混合した沈砂であり(写真-63)、堆肥臭はしたものの砂分の割合が多い沈砂であった。

13) 雨水ポンプ場

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-28、外観を写真-64～67に示した。

表-28 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
伏古川雨水ポンプ場 7月21日(晴) A	590	15	下水臭	13.6%	42.8%
東雁来雨水ポンプ場 2月5日(晴) A	203	6	下水臭	6.8%	22.2%
野津幌川雨水ポンプ場 8月31日(雨) A	162	5	下水臭	6.5%	23.2%
厚別川雨水ポンプ場 10月16日(晴) A	106	3	下水臭	3.3%	10.9%



写真-64 伏古川雨水 7/21 (晴)



写真-65 東雁来雨水 2/5 (晴)



写真-66 野津幌川雨水 8/31 (雨)



写真-67 厚別川雨水 10/16 (晴)

雨水ポンプ場については、砂分が非常に多く、伏古川雨水(写真-64)は少量の枯葉及び草等が含まれていたものの、糞便及び種子類を含まない沈砂であった。強熱減量においても、砂分を多く含んでいたことから15%以下となり、含水率については強熱減量に比例した結果となった。臭気については糞便を含まなかったことから弱い下水臭となり、臭気指数は15以下であった。

14) 管路清掃

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-29、外観を写真-68～71とし、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-10、表-30・31に示した。

表-29 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月3日(晴) A	223	6	下水臭	2.4%	18.6%
10月13日(雨) B	480	12	下水臭	2.3%	13.4%
12月17日(晴) B	211	6	下水臭	4.1%	27.6%
3月10日(晴) B	1180	30	糞便臭	7.5%	41.9%



写真-68 管路清掃 8/3 (晴)



写真-69 管路清掃 10/13 (雨)



写真-70 管路清掃 12/17 (晴)



写真-71 管路清掃 3/10 (晴)

管路清掃の沈砂性状としては、8月3日(写真-68)、10月13日(写真-69)及び12月17日(写真-70)は、種子類等の有機分をほとんど含んでおらず、無機分(砂、砂利及び小石)の割合が非常に多く、3月10日(写真-71)においては砂分に加え、少量の糞便を含んでいた沈砂であった。

強熱減量及び含水率については、3月10日は糞便の影響もあり強熱減量は7.5%、含水率は41.9%となり他と比較し高かった。臭気については、3月10日は糞便を含んでいたことから糞便臭となり臭気指数は30となったものの、その他については下水臭となり、臭気指数は10前後と低い数値となった。

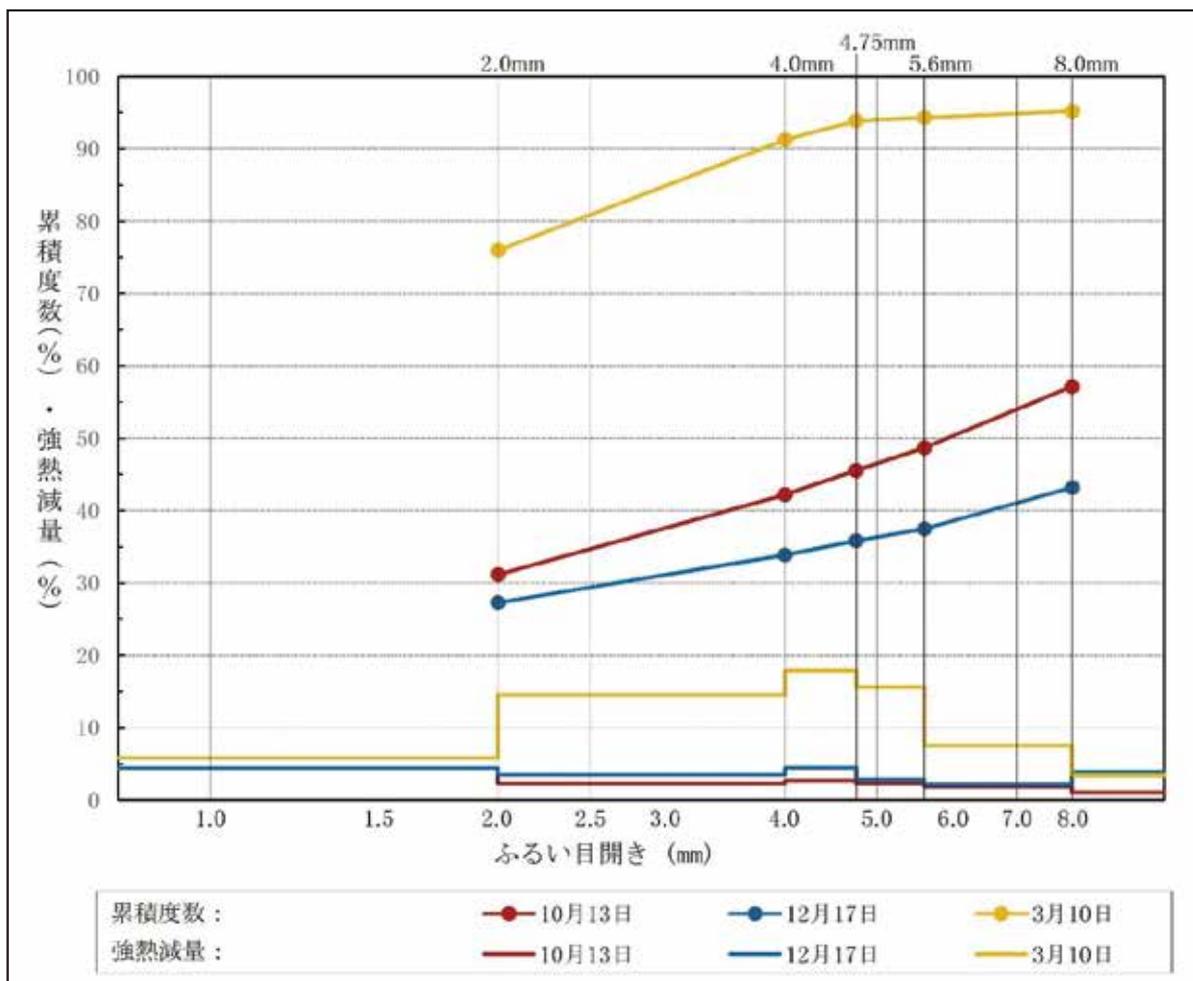


図-10 管路清掃 受入沈砂粒径分布

表-30 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
10月13日	31.18%	42.22%	45.54%	48.68%	57.17%
12月17日	27.30%	33.89%	35.85%	37.48%	43.19%
3月10日	75.97%	91.27%	93.90%	94.30%	95.23%

表-31 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~
10月13日	4.4%	2.3%	2.7%	2.2%	1.8%	1.1%
12月17日	4.4%	3.5%	4.5%	2.8%	2.1%	3.9%
3月10日	5.8%	14.6%	17.9%	15.6%	7.5%	3.4%

15) 雪対策

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-32、粒径分布及び粒径別強熱減量を図-11、表-33・34とし、外観を写真-72・73に示した。

表-32 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
厚別融雪槽 9月9日(晴) B	396	10	下水臭	3.4%	13.9%
伏古川融雪管 3月18日(晴) B	368	10	下水臭	3.3%	19.7%

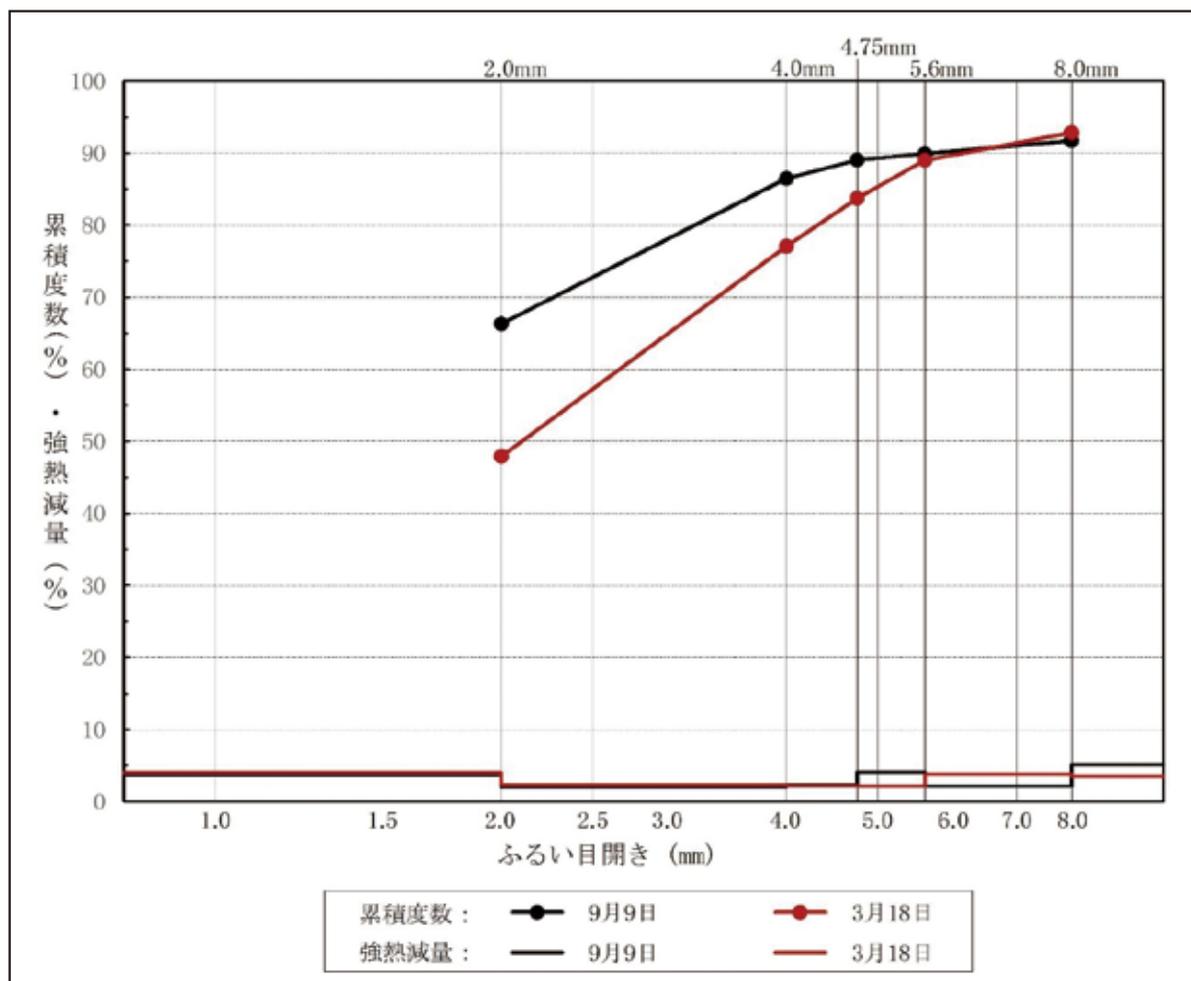


図-11 雪対策 受入沈砂粒径分布

表-33 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	2.00	4.00	4.75	5.60	8.00
9月9日(厚)	66.27%	86.47%	89.08%	89.90%	91.72%
3月18日(伏)	47.91%	77.06%	83.75%	89.02%	92.85%

表-34 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~
9月9日(厚)	3.7%	2.0%	2.3%	4.1%	2.1%	5.1%
3月18日(伏)	4.0%	2.3%	2.2%	2.1%	3.8%	3.5%



写真-72 厚別融雪槽 9/9 (晴)



写真-73 伏古川融雪管 3/18 (晴)

厚別融雪槽 (写真-72)、伏古川融雪管 (写真-73) 共に砂分の割合が非常に多く、糞便及び種子類等の有機分がほとんど含まれていなかったため、強熱減量は4%以下、含水率は20%以下となった。

臭気については、有機分をほとんど含まない沈砂であったことから、多少の下水臭がした程度であり臭気指数は10となった。

3.4 まとめ

水再生プラザの沈砂に含まれていた有機分としては、糞便・種子類・布・枯葉及び草等であり、沈砂の発生量が多い水再生プラザ (豊平・厚別・新川等) ほど種子類が多く強熱減量が高い傾向であった。しかし、融雪及び降雨の影響があった沈砂については砂分を多く含んでおり、強熱減量は晴天時や冬季と比較すると低かった。臭気としては糞便を多く含んだ沈砂は糞便臭、枯葉及び草等を多く含んだ沈砂は下水臭となり、有機分の割合が多い沈砂 (主に冬季) ほど臭気が強くなる傾向であった。

ポンプ場については、中継ポンプ場と雨水ポンプ場で性状は異なり、中継ポンプ場はプラザと類似しており、砂分を多く含んでいたが、糞便・種子類及び枯葉等を含んだ沈砂であった。雨水ポンプ場は糞便及び種子類の割合が非常に少なく、砂分を多く含んでいたため、強熱減量及び臭気指数は中継ポンプ場と比較すると低い数値となった。

管路清掃については、無機分 (主に砂利や小石) の割合が非常に多く、種子類等有機分がほとんど含まれていなかったため、水再生プラザや中継ポンプ場と比較し強熱減量及び臭気指数は低い数値となった。

雪対策 (厚別融雪槽・伏古川融雪管) については、雨水ポンプ場及び管路清掃と性状は類似しており、砂分が多く有機分が少ない沈砂であった。そのため、強熱減量及び臭気指数は低い数値となった。

4. 洗砂性状調査

4.1 調査内容及び目的

沈砂洗浄センターより搬出される管路系 (2系) の洗砂は、無機分が多く臭気が弱いため有効利用ができているが、プラザ系 (1系) の洗砂は、有機分が多く臭気が強いため有効利用できていない状況である。そのため、年間を通して臭気・強熱減量等分析及び外観について調査し、プラザ系及び管路系洗砂の性状比較を行った。

1) 臭気測定

測定方法及び評価については、3. 沈砂性状調査、3.1 調査内容及び目的、1) 臭気測定と同様とした。

2) 分析項目

項目A：洗砂搬出時 項目B：各季節ごとに1回以上

※分析項目（項目A・B）及び測定内容については、3. 沈砂性状調査、3.1 調査内容及び目的、2) 分析項目及び回数と同様とした。

3) 外観

搬出洗砂の無機分及び有機分の割合を目視にて確認し、評価した。

4) 検体採取場所

分析を行うにあたり、1系及び2系搬出洗砂の検体を採取し、採取場所は図-1・2の洗砂搬出ホッパとした。

5) 目標値

目標値は、有効利用可能な2系設備（管路系）の性状をもとに下記のとおりとした。

臭気指数10以下かつ強熱減量4%未満 ※搬出基準は強熱減量8%未満

4.2 調査期間

令和2年7月22日から令和3年3月24日までの期間に搬出された洗砂を用いて調査を行った。

また、時期を夏季（7月・8月）、秋季（9月～11月）、冬季（12月～2月）、融雪期（3月）とし、それぞれの洗砂性状について評価した。

※沈砂の処理量が多く、同日2台以上の搬出があった場合も1台ずつ分析を行った。また、沈砂処理日当日の天候が晴であっても、前日の降雨の影響を受けていた沈砂を処理した場合は「雨」とした。

4.3 結果及び考察

1) プラザ系洗砂（夏季）

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-35・36、外観を写真-74～77に示した。

表-35 プラザ系洗砂（7月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
7月22日（晴）	487	13	下水臭	5.1%	31.0%

表-36 プラザ系洗砂（8月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月5日（晴）	349	10	下水臭	5.4%	37.0%
8月7日（晴）	464	12	下水臭	5.5%	30.1%
8月17日（雨）1台目	372	10	下水臭	4.5%	27.3%
8月17日（晴）2台目	320	8	下水臭	4.9%	29.8%
8月17日（晴）3台目	584	15	下水臭	5.2%	30.1%
8月19日（晴）1台目	478	12	下水臭	5.4%	14.7%
8月19日（晴）2台目	674	17	下水臭	7.6%	16.8%
8月21日（晴）1台目	442	12	下水臭	7.8%	18.0%
8月21日（晴）2台目	396	10	下水臭	7.5%	17.7%
8月25日（晴）1台目	429	11	下水臭	3.8%	10.7%
8月25日（晴）2台目	608	16	下水臭	7.1%	24.3%
8月28日（晴）	572	15	下水臭	4.5%	20.3%
8月31日（雨）1台目	162	5	下水臭	3.0%	13.1%
8月31日（雨）2台目	282	8	下水臭	4.6%	24.5%
8月31日（雨）3台目	378	10	下水臭	4.7%	25.1%

※写真は1台目を①、2台目を②とした。



写真-74 プラザ系洗砂① 8/17（雨）



写真-75 プラザ系洗砂② 8/19（晴）



写真-76 プラザ系洗砂② 8/21（晴）



写真-77 プラザ系洗砂① 8/31（雨）

8月19日2台目(写真-75)及び8月21日2台目(写真-76)については、種子類を多く含んでいたため強熱減量が7%台と高かったが、降雨の影響を受け砂分を多く含んだ沈砂の洗浄で発生した、8月17日1台目(写真-74)及び8月31日(写真-77)の洗砂は5%以下であった。臭気指数については、種子類を多く含み強熱減量が高かった洗砂は臭気指数が高く、降雨の影響を受け砂分を多く含んでいた洗砂は臭気指数が低い傾向であり、臭気の強弱はあったものの全て下水臭となった。

夏季の洗砂としては、全てにおいて搬出基準は満たせていたものの、目標値以内であったのは8月31日(雨)1台目のみであった。

2) プラザ系洗砂(秋季)

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-37~39、外観を写真-78~83に示した。

表-37 プラザ系洗砂(9月)分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
9月3日(晴)1台目	358	10	下水臭	5.7%	23.3%
9月3日(晴)2台目	300	8	下水臭	5.4%	21.7%
9月4日(晴)1台目	425	11	下水臭	5.8%	17.4%
9月4日(晴)2台目	302	8	下水臭	6.3%	19.2%
9月7日(晴)	485	13	下水臭	7.4%	23.8%
9月8日(晴)	257	7	下水臭	5.6%	27.1%
9月9日(晴)	304	8	下水臭	5.8%	32.2%
9月10日(晴)1台目	302	8	下水臭	6.3%	34.4%
9月10日(晴)2台目	309	8	下水臭	6.3%	34.4%
9月10日(晴)3台目	314	8	下水臭	6.3%	34.4%
9月11日(晴)	206	6	下水臭	6.2%	28.4%
9月15日(晴)	147	4	下水臭	6.6%	24.4%
9月16日(晴)	272	7	下水臭	7.0%	26.2%
9月17日(晴)	416	11	下水臭	4.9%	23.7%
9月18日(晴)1台目	503	13	下水臭	5.6%	22.5%
9月18日(晴)2台目	485	13	下水臭	5.6%	22.5%
9月23日(晴)	115	3	下水臭	7.1%	24.5%
9月24日(晴)1台目	464	12	下水臭	4.8%	14.3%
9月24日(晴)2台目	431	11	下水臭	4.7%	18.7%
9月25日(晴)	317	8	下水臭	5.1%	20.8%
9月30日(晴)	718	18	下水臭	7.3%	26.2%

表-38 プラザ系洗砂（10月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
10月5日（晴）1台目	532	14	下水臭	4.8%	21.9%
10月5日（晴）2台目	585	15	下水臭	5.0%	22.1%
10月6日（雨）1台目	554	14	下水臭	3.6%	24.9%
10月6日（雨）2台目	496	13	下水臭	3.6%	24.9%
10月13日（雨）	589	15	下水臭	3.4%	23.6%
10月14日（晴）1台目	522	14	下水臭	4.9%	19.8%
10月14日（晴）2台目	536	14	下水臭	4.8%	20.4%
10月20日（晴）1台目	532	14	下水臭	4.2%	20.7%
10月20日（晴）2台目	541	14	下水臭	5.0%	22.0%
10月26日（晴）1台目	953	24	下水臭	5.2%	24.8%
10月26日（晴）2台目	945	24	下水臭	5.2%	24.8%
10月28日（晴）	617	16	下水臭	4.8%	20.6%
10月29日（晴）	597	15	下水臭	4.8%	20.6%
10月30日（雨）	576	15	下水臭	4.0%	21.5%

表-39 プラザ系洗砂（11月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
11月5日（晴）	756	19	下水臭	4.3%	23.9%
11月6日（晴）1台目	691	18	下水臭	5.2%	25.2%
11月6日（晴）2台目	667	17	下水臭	5.2%	25.2%
11月10日（晴）	583	15	下水臭	5.1%	24.8%
11月12日（晴）	564	15	下水臭	4.5%	26.2%
11月13日（晴）1台目	535	14	下水臭	4.2%	24.5%
11月13日（晴）2台目	521	14	下水臭	4.2%	24.5%
11月17日（晴）	685	18	下水臭	4.7%	23.7%
11月19日（雨）	365	10	下水臭	4.7%	23.7%
11月20日（雨）1台目	533	14	下水臭	4.7%	25.3%
11月20日（雨）2台目	632	15	下水臭	4.6%	24.1%
11月24日（晴）1台目	689	18	下水臭	5.1%	24.7%
11月24日（晴）2台目	589	15	下水臭	5.1%	24.7%
11月27日（晴）	651	17	下水臭	5.2%	26.1%



写真-78 プラザ系洗砂 9/7 (晴)



写真-79 プラザ系洗砂 9/15 (晴)



写真-80 プラザ系洗砂① 10/6 (雨)



写真-81 プラザ系洗砂 10/13 (雨)



写真-82 プラザ系洗砂 11/10 (晴)



写真-83 プラザ系洗砂 11/20 (雨)

9月は降雨の影響を受けた洗砂はなかったが、砂分を多く含んでいたため、臭気指数は平均9.3、強熱減量においては平均6.0%であった。特に9月8日から9月15日(写真-79)の洗砂については、厚別融雪槽沈砂の処理で発生したため、種子類がほとんど含まれておらず、臭気指数も4~8と低い数値であった。

10月及び11月の洗砂性状はほとんど類似しており、臭気指数の平均としては10月が15.8、11月は15.6となり、強熱減量の平均については、10月が4.5%、11月は4.8%であった。また、降雨の影響を受けた10月6日(写真-80)及び10月13日(写真-81)については、強熱減量が3%台となり、非常に多くの砂分を含んだ洗砂であった。

秋季の洗砂としては、夏季と同様に搬出基準を超えたものはなかったが、目標値以内のものもなかった。

3) プラザ系洗砂 (冬季)

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-40~42、外観を写真-84・85に示した。

表-40 プラザ系洗砂 (12月) 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
12月4日 (晴)	505	13	下水臭	4.5%	27.0%
12月11日 (晴)	635	16	下水臭	5.1%	27.7%
12月28日 (晴)	569	15	下水臭	6.0%	29.2%
12月30日 (晴)	785	20	糞便臭	6.5%	26.5%

表-41 プラザ系洗砂 (1月) 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
1月14日 (晴)	749	19	糞便臭	6.5%	31.4%

表-42 プラザ系洗砂 (2月) 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
2月22日 (晴)	623	16	糞便臭	6.9%	29.0%

※1月28日、2月3日・9日・16日も処理及び搬出を行っているが、沈砂2度洗い調査の対象としているため、結果及び考察を5. 沈砂2度洗い調査とした。



写真-84 プラザ系洗砂 12/28 (晴)



写真-85 プラザ系洗砂 2/22 (晴)

12月4日の洗砂については、種子類が少なく砂分を多く含んでいたため、臭気指数及び強熱減量は他の洗砂と比較し低かったが、12月11日から2月22日(写真-84・85)にかけては、種子類等有機分の割合が多く、強熱減量は12月11日を除き6%台と高かった。

臭気については、夏季及び秋季までは下水臭であり臭気指数は低かったが、12月30日からは糞便臭となり、臭気指数も16~20と高い数値を示した。冬季は夏季や秋季と異なり、降雨の影響がなく、無機分の割合が少ない沈砂が多かったため、洗砂性状が悪くなってしまったと考えられる。

冬季の洗砂としては、夏季及び秋季と同様に搬出基準を超えたものはなかったが、目標値以内のものもなかった。

4) プラザ系洗砂 (融雪期)

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-43、外観を写真-86～89に示した。

表-43 プラザ系洗砂 (3月) 分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
3月3日 (晴)	759	19	糞便臭	6.0%	28.9%
3月5日 (晴) 1台目	689	18	下水臭	4.9%	28.7%
3月5日 (晴) 2台目	758	19	下水臭	4.9%	28.7%
3月8日 (晴)	784	20	堆肥臭	13.3%	31.1%
3月12日 (晴)	741	19	下水臭	8.4%	18.2%
3月18日 (融)	672	17	下水臭	6.3%	22.3%



写真-86 プラザ系洗砂① 3/5 (晴)



写真-87 プラザ系洗砂 3/8 (晴)



写真-88 プラザ系洗砂 3/12 (晴)



写真-89 プラザ系洗砂 3/18 (融)

3月5日 (写真-86) の洗砂については、砂分を多く含んでいたため、強熱減量は5%以下であったが、3月8日 (写真-87) は魚の混入、3月12日 (写真-88) はトウモロコシ等の種子類が多く (滑り止め砂の混入も確認) 強熱減量は8%以上と搬出基準を超えてしまった。臭気指数の平均としては18.7となり、他の季節と比較して高く3月8日においては堆肥臭であった。

融雪期の洗砂性状としても目標値以内のものはなかった。

5) 管路系洗砂（夏季～融雪期）

臭気レベル・臭気指数・嗅覚・強熱減量及び含水率の分析結果を表-44～49、外観を写真-90～95に示した。

表-44 管路系洗砂（8月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
8月4日（晴）	231	6	下水臭	3.2%	23.4%
8月7日（晴）	272	7	下水臭	3.4%	14.3%
8月20日（晴）	175	5	下水臭	3.3%	13.2%
8月25日（晴）	304	8	下水臭	3.4%	12.9%
8月27日（晴）	320	8	下水臭	3.5%	15.1%
8月31日（雨）	328	9	下水臭	2.8%	10.2%

表-45 管路系洗砂（9月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
9月7日（晴）	158	4	下水臭	3.2%	12.9%
9月9日（晴）	249	8	下水臭	3.3%	14.6%
9月16日（晴）	92	3	下水臭	3.2%	12.3%
9月25日（晴）	285	8	下水臭	3.0%	13.6%
9月29日（晴）	172	5	下水臭	3.1%	12.9%

表-46 管路系洗砂（10月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
10月15日（晴）	226	6	下水臭	2.6%	14.8%
10月26日（晴）	386	10	下水臭	3.6%	13.0%
10月29日（晴）	350	9	下水臭	2.8%	12.9%

表-47 管路系洗砂（11月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
11月24日（晴）	589	15	下水臭	3.2%	13.4%
11月27日（晴）	447	12	下水臭	3.5%	13.1%

表-48 管路系洗砂（1月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
1月29日（晴）	337	9	下水臭	2.9%	12.9%

表-49 管路系洗砂（3月）分析結果

	臭気レベル	臭気指数	嗅覚	強熱減量	含水率
3月18日（晴）	366	10	下水臭	3.8%	12.7%
3月22日（晴）	369	10	下水臭	3.2%	12.0%
3月23日（晴）1台目	389	10	下水臭	3.6%	12.8%
3月23日（晴）2台目	396	10	下水臭	3.7%	12.7%



写真-90 管路系洗砂 8/4（晴）



写真-91 管路系洗砂 9/29（晴）



写真-92 管路系洗砂 10/26（晴）



写真-93 管路系洗砂 11/27（晴）



写真-94 管路系洗砂 1/29（晴）



写真-95 管路系洗砂① 3/23（晴）

管路系洗砂は季節に関係なく砂分を多く含んでおり、種子類が非常に少なかったため強熱減量は2.6%～3.8%と低く、臭気指数は11月を除いて10以下となり弱めの下水臭であった。この結果から年間を通して良好な性状であり、ほとんどが目標値以内となった。

6) 粒径分布 (累積度数) 及び粒径別強熱減量

プラザ系、管路系洗砂の粒径分布及び粒径別強熱減量を図-12~14、表-50~55に示した。

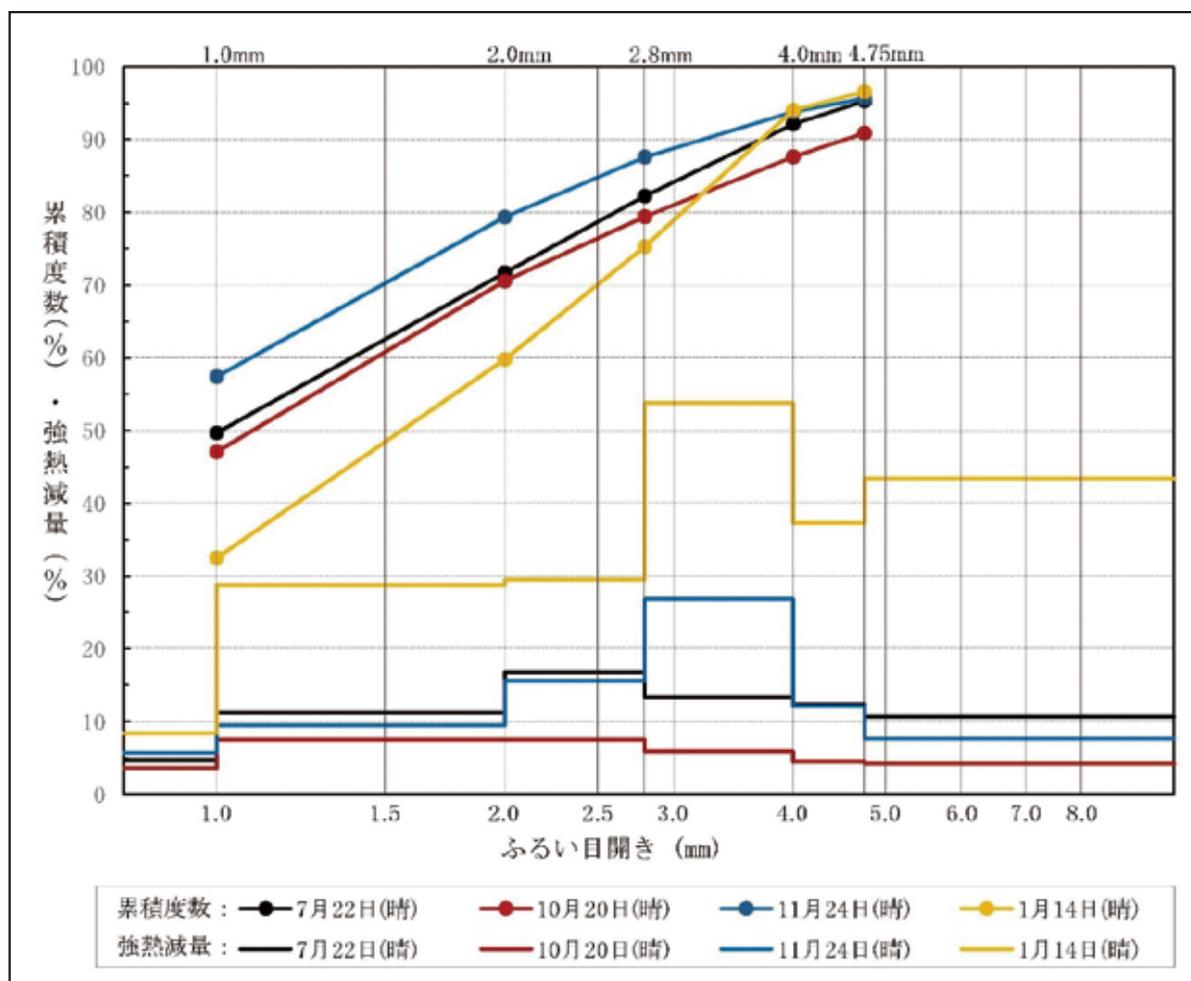


図-12 プラザ系洗砂粒径分布 (晴)

表-50 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75
7月22日	49.69%	71.70%	82.21%	92.14%	95.32%
10月20日	47.08%	70.54%	79.41%	87.66%	90.90%
11月24日	57.41%	79.33%	87.62%	93.81%	95.69%
1月14日	32.46%	59.77%	75.28%	94.03%	96.58%

表-51 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~
7月21日	4.7%	11.2%	16.7%	13.3%	12.4%	10.7%
8月4日	3.6%	7.5%	7.5%	5.9%	4.5%	4.2%
3月12日	5.7%	9.5%	15.6%	26.8%	12.1%	7.7%
3月15日	8.4%	28.7%	29.5%	53.8%	37.3%	43.4%

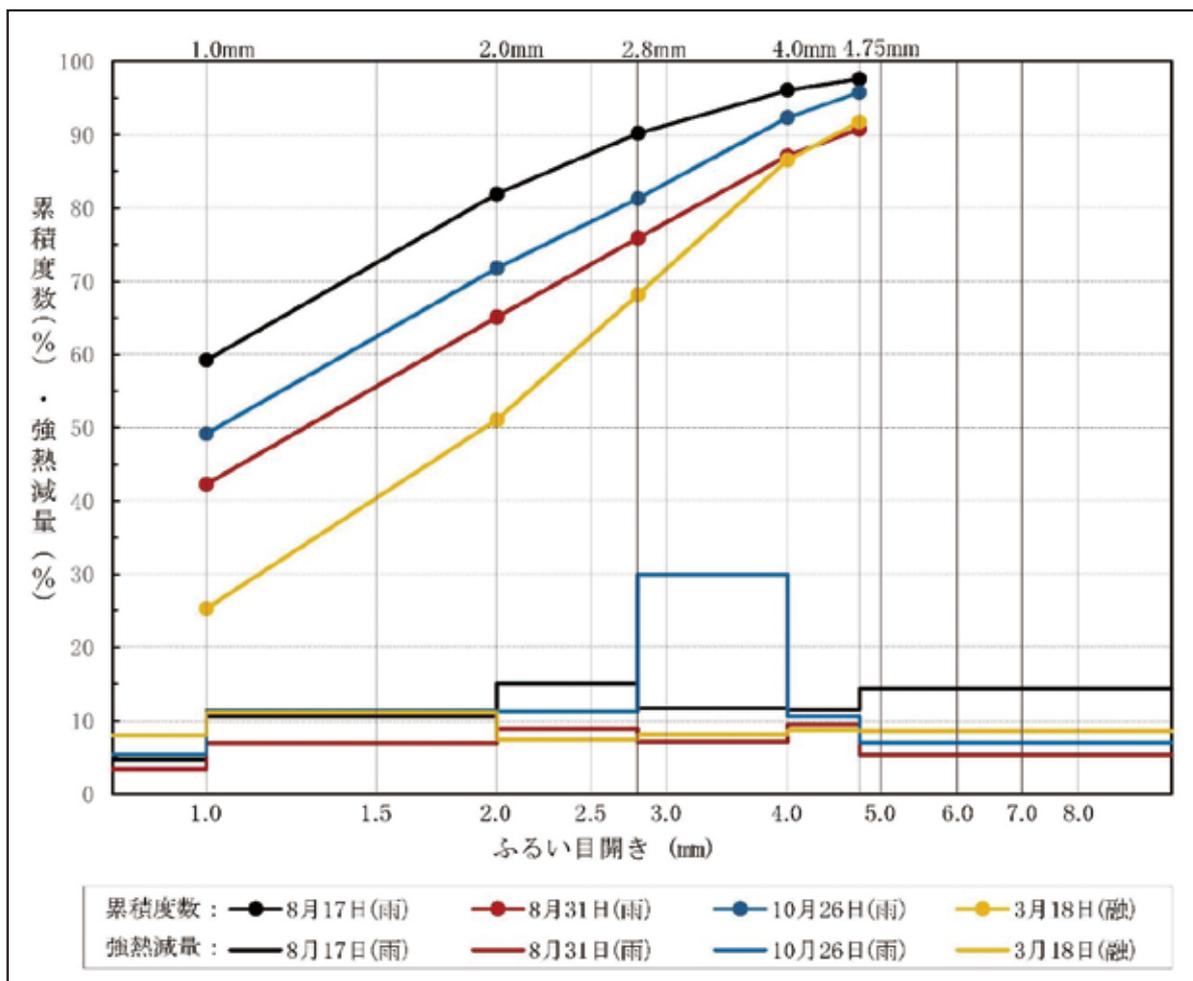


図-13 プラザ系洗砂粒径分布 (雨・融雪)

表-52 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75
8月17日	59.21%	81.91%	90.24%	96.09%	97.60%
8月31日	42.28%	65.07%	75.90%	87.12%	90.77%
10月26日	49.17%	71.79%	81.29%	92.36%	95.80%
3月18日	25.30%	51.07%	68.17%	86.55%	91.76%

表-53 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~
8月17日	4.7%	10.6%	15.0%	11.7%	11.5%	14.4%
8月31日	3.3%	6.9%	8.9%	7.1%	9.5%	5.3%
10月26日	5.4%	11.4%	11.2%	30.0%	10.6%	7.0%
3月18日	8.0%	11.1%	7.4%	8.1%	8.7%	8.6%

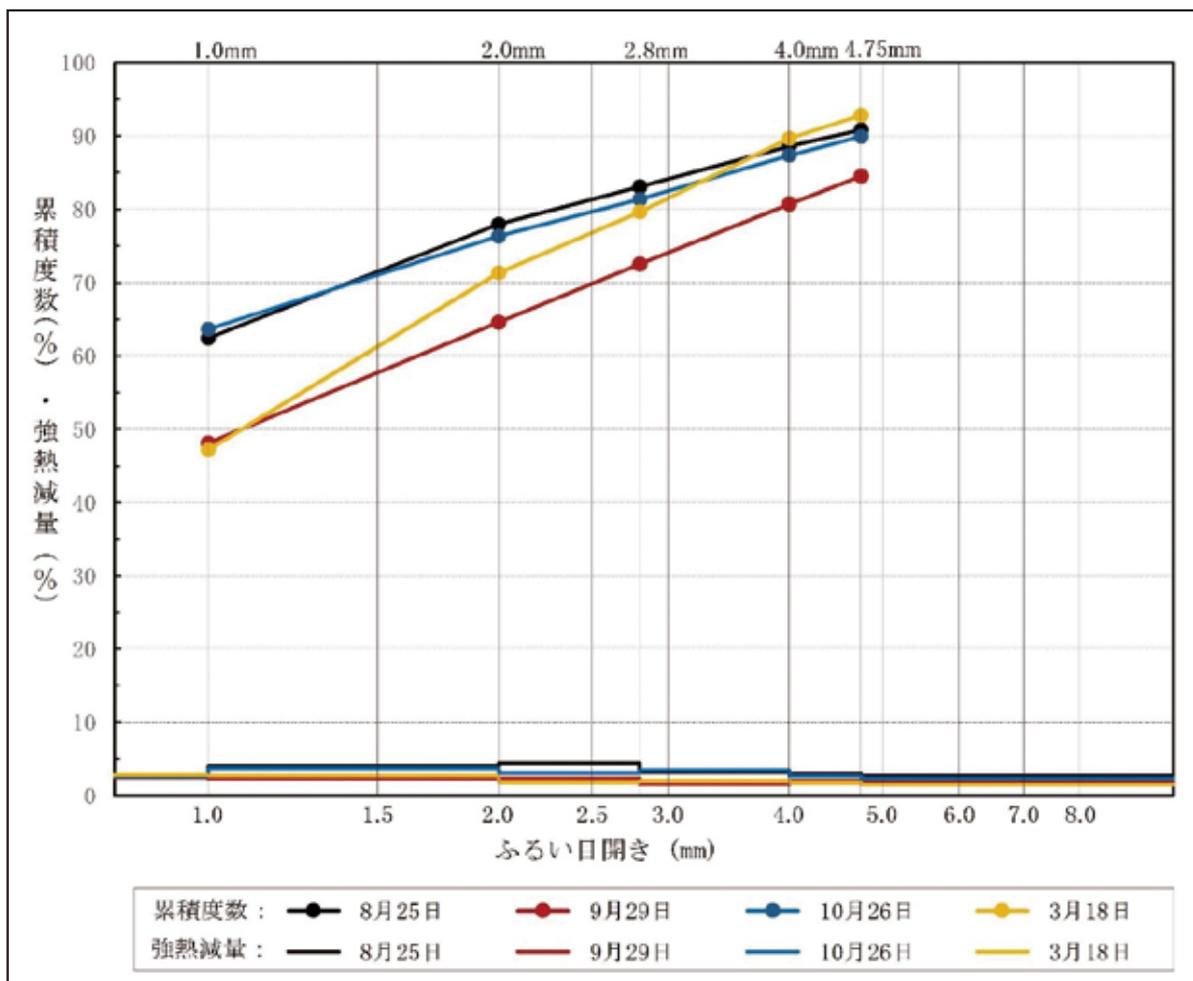


図-14 管路系洗砂粒径分布

表-54 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75
8月25日	62.43%	77.96%	83.10%	88.63%	90.88%
9月29日	48.11%	64.56%	72.50%	80.72%	84.55%
10月26日	63.63%	76.34%	81.38%	87.37%	89.95%
3月18日	47.22%	71.31%	79.64%	89.70%	92.82%

表-55 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~
8月25日	2.6%	4.0%	4.4%	3.2%	2.9%	2.7%
9月29日	2.5%	2.3%	2.3%	1.6%	2.0%	1.8%
10月26日	2.6%	3.8%	3.1%	3.5%	2.7%	2.3%
3月18日	2.8%	2.7%	1.9%	2.0%	1.8%	1.5%

7) 臭気指数及び強熱減量の分布

プラザ系・管路系洗砂（7～3月）の臭気指数及び強熱減量の分布を図-15に示した。

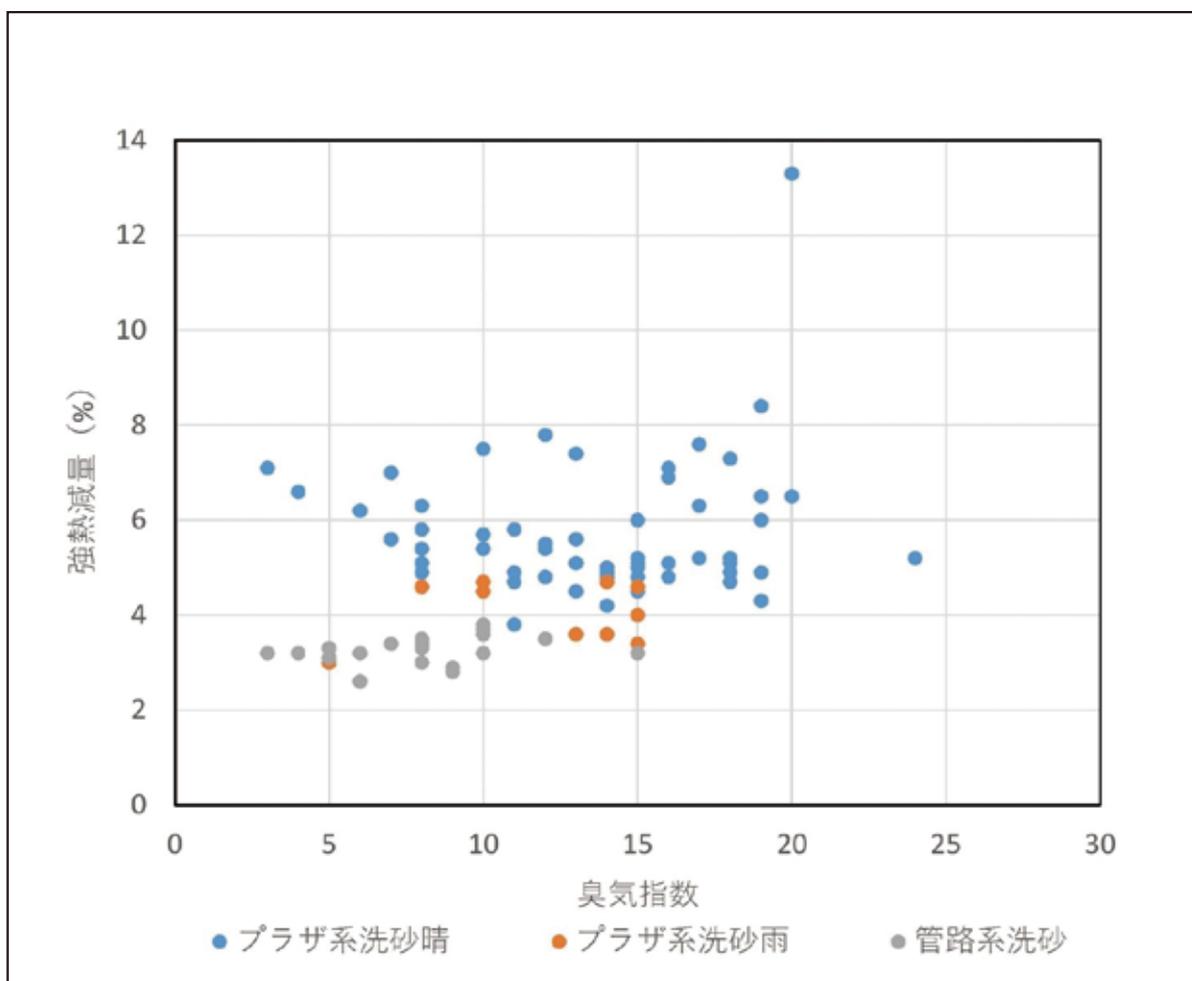


図-15 臭気指数及び強熱減量分布

図-15の結果によると、プラザ系洗砂（晴）は性状のばらつきはあったものの、プラザ系洗砂（雨）及び管路系洗砂はある程度のまとまりがあり、また、管路系洗砂の性状は良くほとんどが臭気指数10以下かつ強熱減量4%未満の範囲内にあった。

4.4 まとめ

プラザ系洗砂及び管路系洗砂を比較すると、管路系洗砂は年間を通して非常に多くの砂分を含んでいたため、強熱減量及び臭気指数は低かった。プラザ系洗砂は夏季及び雨天時については砂分が多く性状は良かったものの、秋季後半から融雪期前半にかけては有機分の多い沈砂を処理したため、種子類が多く強熱減量及び臭気指数については高い数値となった。

5. 沈砂2度洗い調査

5.1 調査内容及び目的

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。そのため前回に引き続き、沈砂を2度洗いし、細かな臭気測定を加えた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。

1) 実施方法

- ①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。
- 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。
- 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 2 mL）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%と言われているが（表-56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-56 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-57に示した。

表-57 分析項目

	大腸菌群数	含水率	溶解性COD	COD	BOD	SS	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、⑤～⑦及び⑨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、⑧はJIS Z8815：1994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_{Mn}）

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_{sed}）

⑤BOD：生物化学的酸素要求量

第2編 第1章 第21節

⑥SS：ガラス繊維ろ紙法

第2編 第1章 第12節

⑦強熱減量：重量法（強熱温度：600℃）

第5編 第1章 第8節

⑧粒径分布：目開き5段階（乾式）

⑨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

※含水率・強熱減量・粒径分布及び粒径別強熱減量の測定方法については、**3. 沈砂性状調査及び4. 洗砂性状調査**と同様とした。

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。なお、測定方法については、**3. 沈砂性状調査、3.1 調査内容及び目的、1) 臭気測定**と同様とした。

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、洗浄前処理水及び洗浄後洗浄水の汚れ度合いを目視にて評価し、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-16のとおりとした。

6) 目標値（沈砂2度洗い後）

目標値は、有効利用可能な2系設備（管路系）の性状をもとに下記のとおりとした。
臭気指数10以下かつ強熱減量4%未満 ※搬出基準は強熱減量8%未満

- ①受入沈砂：沈砂受入ホッパ
- ②洗浄前処理水：洗浄水給水ポンプ吸込側ヘッダー管
- 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）：洗砂搬出ホッパ

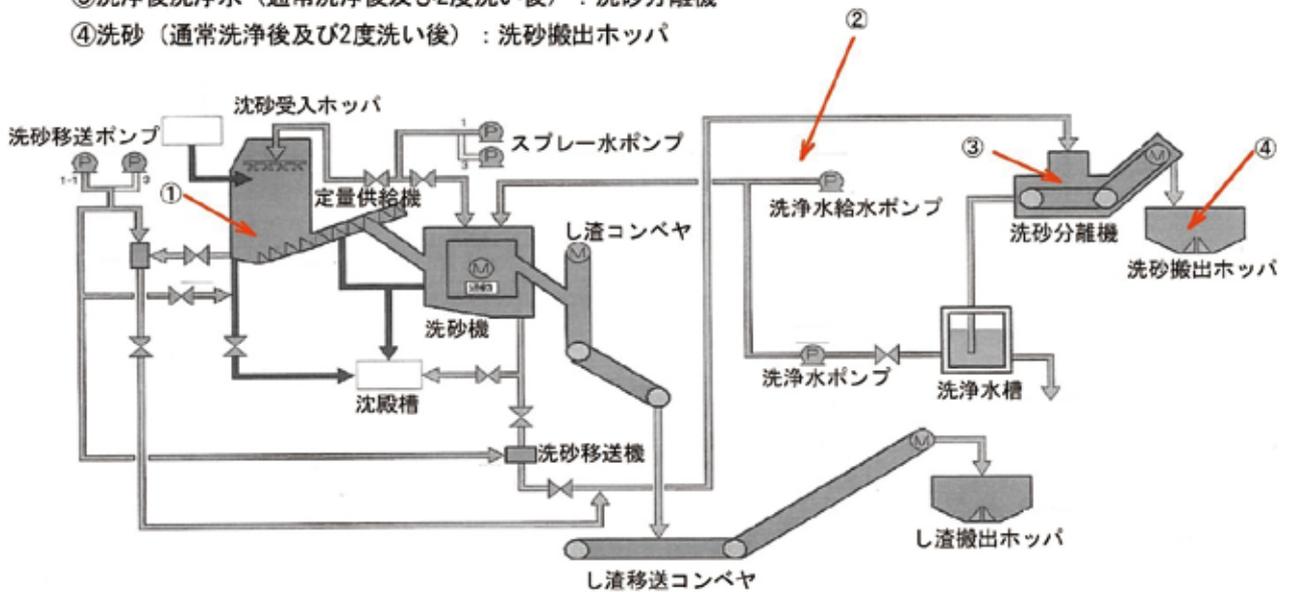


図-16 検体採取場所

5.2 調査期間及び試験日

令和3年1月27日から令和3年2月17日までの期間に搬入された、水再生プラザ及びポンプ場の沈砂（混合沈砂）を用いて、計4回調査を行った。

1) 調査日

- ・ 令和3年1月27日（通常洗浄） 1月28日（2度洗い） 混合沈砂Ⅰ
- ・ 令和3年2月3日（通常洗浄） 2月4日（2度洗い） 混合沈砂Ⅱ
- ・ 令和3年2月9日（通常洗浄） 2月10日（2度洗い） 混合沈砂Ⅲ
- ・ 令和3年2月16日（通常洗浄） 2月17日（2度洗い） 混合沈砂Ⅳ

5.3 結果及び考察

1) 受入沈砂量・洗砂量及びし渣量

表-58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-58 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
混合沈砂Ⅰ	46.9 t	※1 6.0 t	5.0 t	6.8 t	0.2 t
混合沈砂Ⅱ	21.1 t	2.8 t	2.4 t	3.2 t	0.4 t
混合沈砂Ⅲ	29.6 t	10.3 t	7.9 t	2.9 t	0.1 t
混合沈砂Ⅳ	42.6 t	※2 6.2 t	5.4 t	10.3 t	0.3 t

受入沈砂には砂及び小石等の無機分、種子類及び糞便等の有機分、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-58の混合沈砂Ⅱを例に

とると、21.1 t の沈砂量に対し2.8 t 分は洗砂、3.2 t 分がし渣であり、残りの15.1 t は污水及び浮遊物であると考えられる。混合沈砂Ⅰ・Ⅲ及びⅣについても同様の傾向が見られた。

通常洗浄後と2度洗い後と比較すると、し渣については通常洗浄にて分離されているが、2度洗い後も0.1～0.4 t（発生率1.3～16.7%）程度発生していたため、沈砂性状により発生率は異なるが、通常洗浄ではし渣が全て取り切れていないことが分かった。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ており、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Ⅰ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Ⅰ 処理前洗砂量：2.5 t 通常洗浄後洗砂量：8.6 t 通常搬出量：5.1 t

2度洗い対象洗砂量：2.5 t + 8.6 t - 5.1 = 6.0 t

※2 混合沈砂Ⅳ 通常洗浄後洗砂量：10.4 t 通常搬出量4.2 t

2度洗い対象洗砂量：10.4 t - 4.2 t = 6.2 t

2) 大腸菌群数

表-59には洗浄前後の水中の大腸菌群数、表-60には洗浄による砂付着大腸菌群数の変化を示した。

表-59 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
混合沈砂Ⅰ	不検出	57個/cm ³	160個/cm ³
混合沈砂Ⅱ	42個/cm ³	1,800個/cm ³	31個/cm ³
混合沈砂Ⅲ	24個/cm ³	6,200個/cm ³	52個/cm ³
混合沈砂Ⅳ	6個/cm ³	3,500個/cm ³	83個/cm ³

表-59の結果によると、通常洗浄後洗浄水は糞便等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 cm³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。また、2度洗い後洗浄水については、混合沈砂Ⅱを除き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。

表-60 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
混合沈砂Ⅰ	400,000個/g	20,000個/g	51,000個/g	30個/g
混合沈砂Ⅱ	1,600,000個/g	3,200個/g	1,100個/g	20個/g
混合沈砂Ⅲ	36,000個/g	2,100個/g	3,500個/g	610個/g
混合沈砂Ⅳ	150,000個/g	20,000個/g	770個/g	590個/g

表-60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、混合沈砂Ⅰ及びⅢは増加傾向、Ⅱ及びⅣは減少傾向にありばらつきが見られた。しかし、受入沈砂と洗砂（通常洗浄後及び2度洗い後）を比較すると、洗砂の大腸菌群数が全て減少傾向にあったため、洗浄そのものによる低減効果はあったと言える。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、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-61には沈砂及び洗砂の含水率測定結果を示した。

表-61 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
混合沈砂Ⅰ	53.0%	37.3%	24.8%	27.6%
混合沈砂Ⅱ	59.2%	52.2%	35.2%	33.5%
混合沈砂Ⅲ	46.6%	26.3%	29.0%	28.0%
混合沈砂Ⅳ	70.8%	49.8%	32.9%	34.8%

表-61の結果によると、受入沈砂の含水率については40%後半から70%前半となり、数値のばらつきはあったものの、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-66）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-62には処理前後の水中のCOD、表-63には処理前後の砂のCODの変化を示した。

表-62 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
混合沈砂Ⅰ	8.7mg/L	120mg/L	31mg/L
混合沈砂Ⅱ	8.1mg/L	79mg/L	30mg/L
混合沈砂Ⅲ	8.4mg/L	67mg/L	22mg/L
混合沈砂Ⅳ	9.1mg/L	160mg/L	18mg/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-62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-63 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
混合沈砂Ⅰ	46mg/g	26mg/g	12mg/g	11mg/g
混合沈砂Ⅱ	62mg/g	36mg/g	19mg/g	19mg/g
混合沈砂Ⅲ	31mg/g	8.5mg/g	9.9mg/g	8.4mg/g
混合沈砂Ⅳ	92mg/g	31mg/g	22mg/g	19mg/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の分析をした。乾燥砂1g当りで比較した結果を表-63に示した。

受入沈砂のCODについては、強熱減量の数値（表-66）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。また、通常洗浄後と2度洗い後の洗砂を比較すると、混合沈砂Ⅲのみ多少の増加はあったが、その他は全て減少傾向となり、2度洗いによる低減の効果は確認された。次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂においては、顕著な変化は見られず、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) BOD

表-64には処理前後における水中のBODの変化を示した。

表-64 BOD 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
混合沈砂Ⅰ	1.3mg/L	1,500mg/L	260mg/L
混合沈砂Ⅱ	3.1mg/L	600mg/L	150mg/L
混合沈砂Ⅲ	2.8mg/L	620mg/L	150mg/L
混合沈砂Ⅳ	2.3mg/L	2,000mg/L	96mg/L

処理水及び各洗浄水の水質の比較を行うため、BODの分析を行った。表-64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（表-62）と同様にBODの数値も高くなった。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。

6) SS

表-65には洗浄前処理水及び洗浄後洗浄水のSSの変化を示した。

表-65 SS 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
混合沈砂Ⅰ	<10mg/L	2,000mg/L	430mg/L
混合沈砂Ⅱ	<10mg/L	1,300mg/L	340mg/L
混合沈砂Ⅲ	<10mg/L	1,600mg/L	340mg/L
混合沈砂Ⅳ	<10mg/L	2,700mg/L	290mg/L

処理水及び各洗浄水の水中に含まれる浮遊物量及び微粒物質の比較を行うため、SSの分析を行った。表-65がその結果である。

洗浄前処理水と洗浄水（通常洗浄及び2度洗い）を比較すると、洗浄水は有機物を多く含んでいる沈砂を洗浄しているため、全てにおいて処理水よりも数値が高くなっていった。通常洗浄後洗浄水と2度洗い後洗浄水との比較では、2度洗い後洗浄水は通常洗浄後洗浄水より数値は低くなっていったものの、洗浄前処理水の<10mg/Lよりは高いことが分かった。

7) 強熱減量

表-66には沈砂及び洗砂の強熱減量測定結果を示した。

表-66 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
混合沈砂Ⅰ	17.3%	19.8%	8.4%	9.5%
混合沈砂Ⅱ	30.3%	29.8%	12.7%	14.3%
混合沈砂Ⅲ	14.7%	6.3%	8.4%	7.8%
混合沈砂Ⅳ	43.0%	22.0%	19.1%	20.8%

受入沈砂と通常洗浄後洗砂の強熱減量を比較すると、後の10)外観に示した様に、洗浄により大半の糞便等有機分は処理できていたものの、種子類等有機分の残留が多く、強熱減量が高い数値となってしまった。混合沈砂Ⅲについては比較的砂分を多く含んだ沈砂であったため、通常洗浄後の強熱減量は、混合沈砂Ⅰ・Ⅱ及びⅣと比較すると低い数値となった。

通常洗浄後洗砂と2度洗い後洗砂との比較では、混合沈砂Ⅲのみ2度洗い後の数値が高くなってしまっていたが、その他については全て減少傾向にあり、目標値以内とはならなかったが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。

次亜塩素酸ナトリウム添加後の洗砂については、前年度調査と同様に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。

8) 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-17~20、表-67~78に示した。

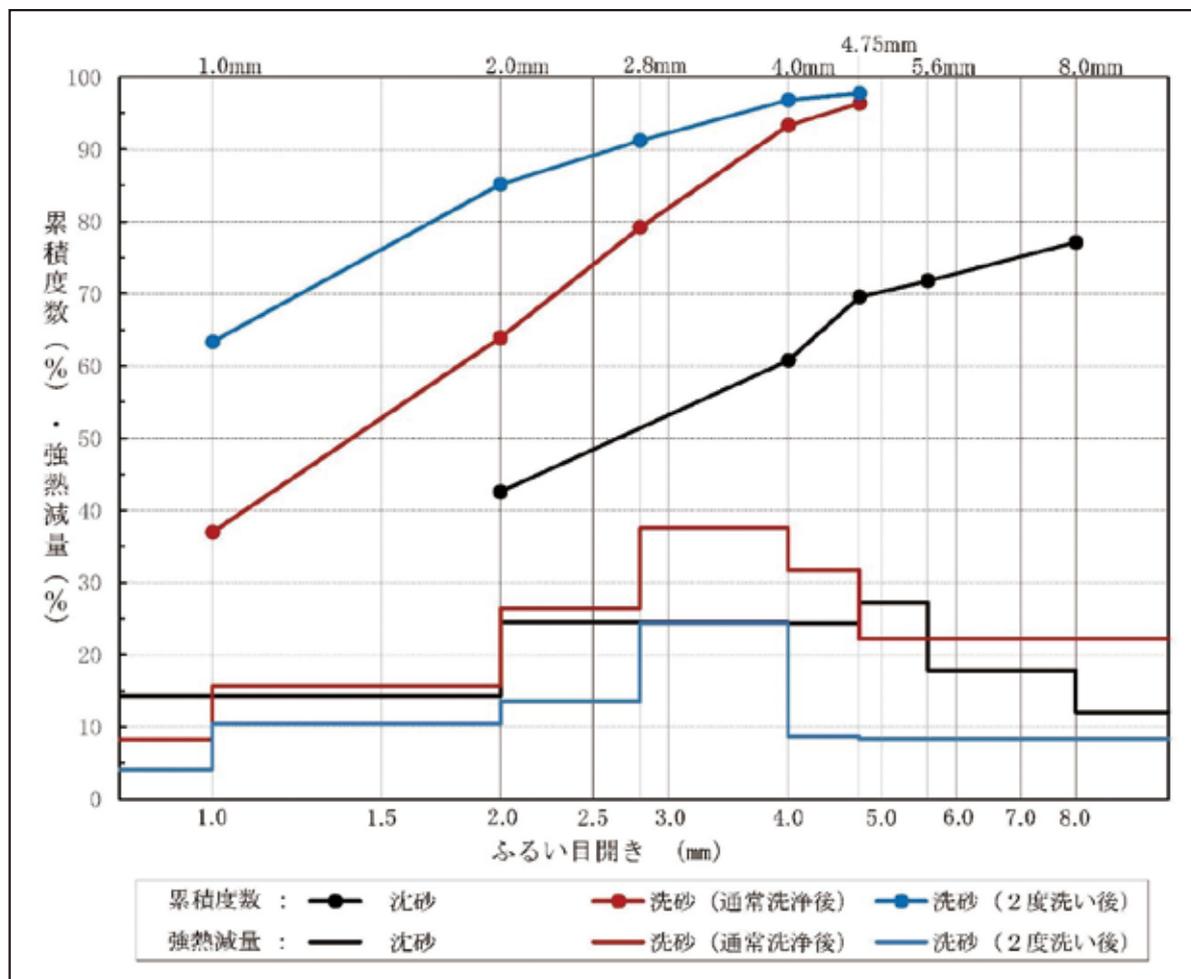


図-17 混合沈砂 I 粒径分布

表-67 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
沈砂	-	42.58%	-	60.74%	69.56%	71.80%	77.14%
通常洗浄後	36.97%	63.91%	79.19%	93.33%	96.40%	-	-
2度洗い後	63.33%	85.18%	91.24%	96.83%	97.76%	-	-

表-68 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~
沈砂	14.2%	24.5%	24.4%	27.2%	17.8%	12.0%

表-69 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~
通常洗浄後	8.2%	15.7%	26.4%	37.6%	31.8%	22.2%
2度洗い後	4.1%	10.4%	13.5%	24.4%	8.6%	8.3%

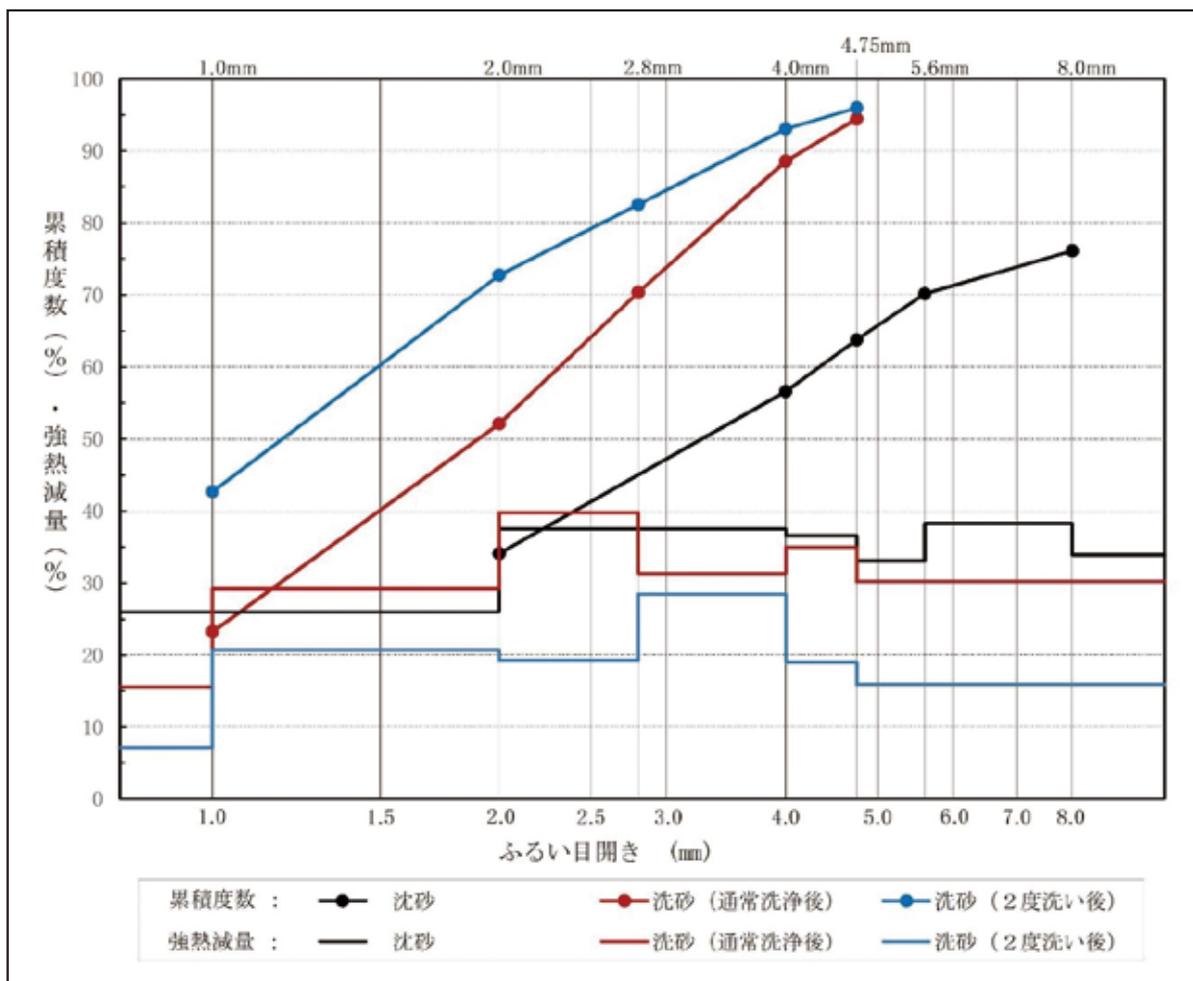


図-18 混合沈砂Ⅱ 粒径分布

表-70 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
沈砂	-	34.07%	-	56.61%	63.74%	70.14%	76.13%
通常洗浄後	23.23%	52.10%	70.34%	88.56%	94.44%	-	-
2度洗い後	42.69%	72.72%	82.56%	93.05%	95.94%	-	-

表-71 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~
沈砂	26.0%	37.5%	36.6%	33.1%	38.3%	33.9%

表-72 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~
通常洗浄後	15.5%	29.2%	39.8%	31.3%	35.0%	30.2%
2度洗い後	7.1%	20.7%	19.2%	28.5%	19.0%	15.9%

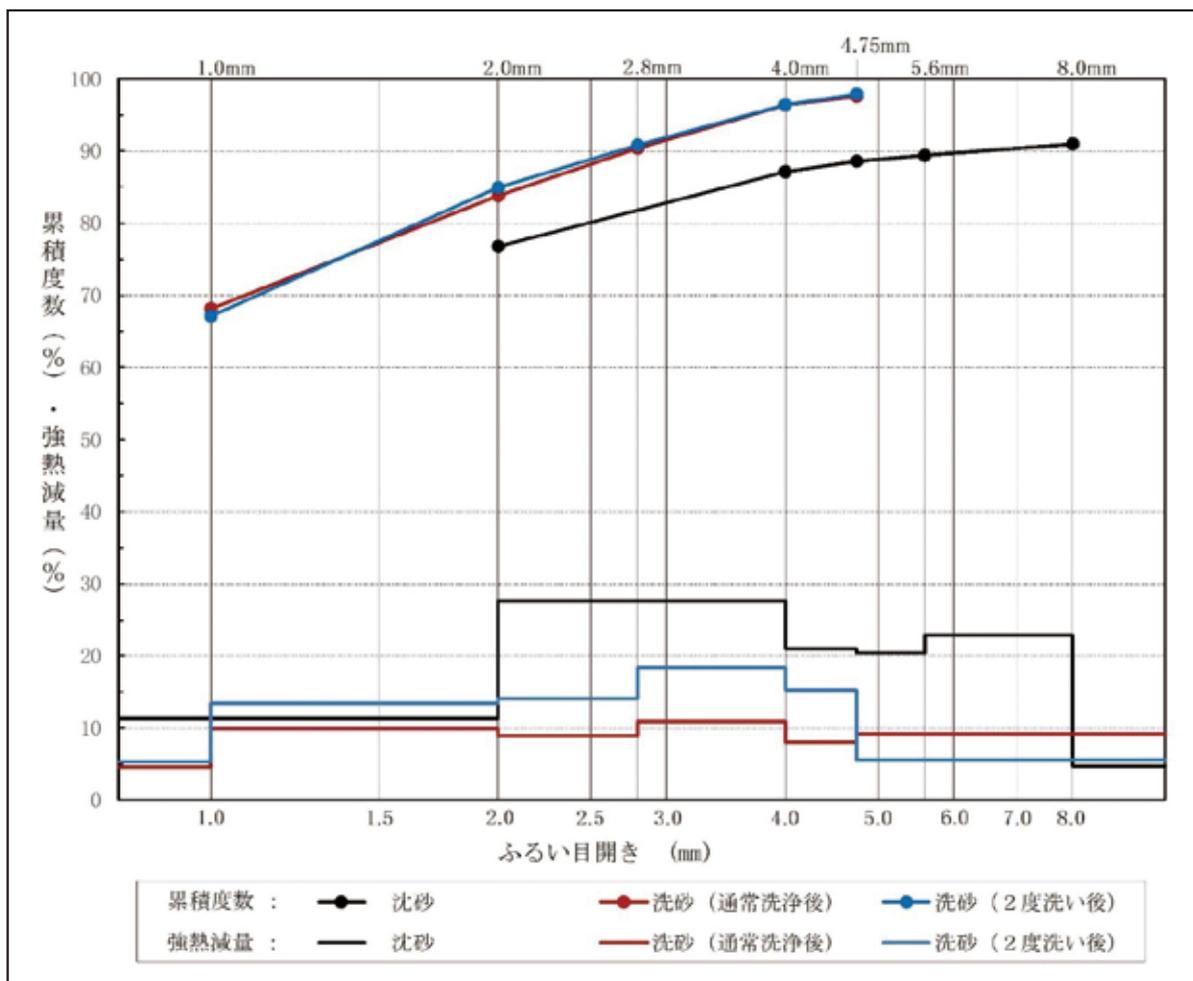


図-19 混合沈砂Ⅲ 粒径分布

表-73 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
沈砂	-	76.80%	-	87.11%	88.60%	89.38%	91.00%
通常洗浄後	68.13%	83.83%	90.38%	96.40%	97.59%	-	-
2度洗い後	67.14%	84.95%	90.81%	96.42%	97.89%	-	-

表-74 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~
沈砂	11.3%	27.6%	21.0%	20.4%	22.9%	4.7%

表-75 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~
通常洗浄後	4.6%	9.9%	8.9%	10.9%	8.0%	9.2%
2度洗い後	5.3%	13.4%	14.1%	18.4%	15.2%	5.6%

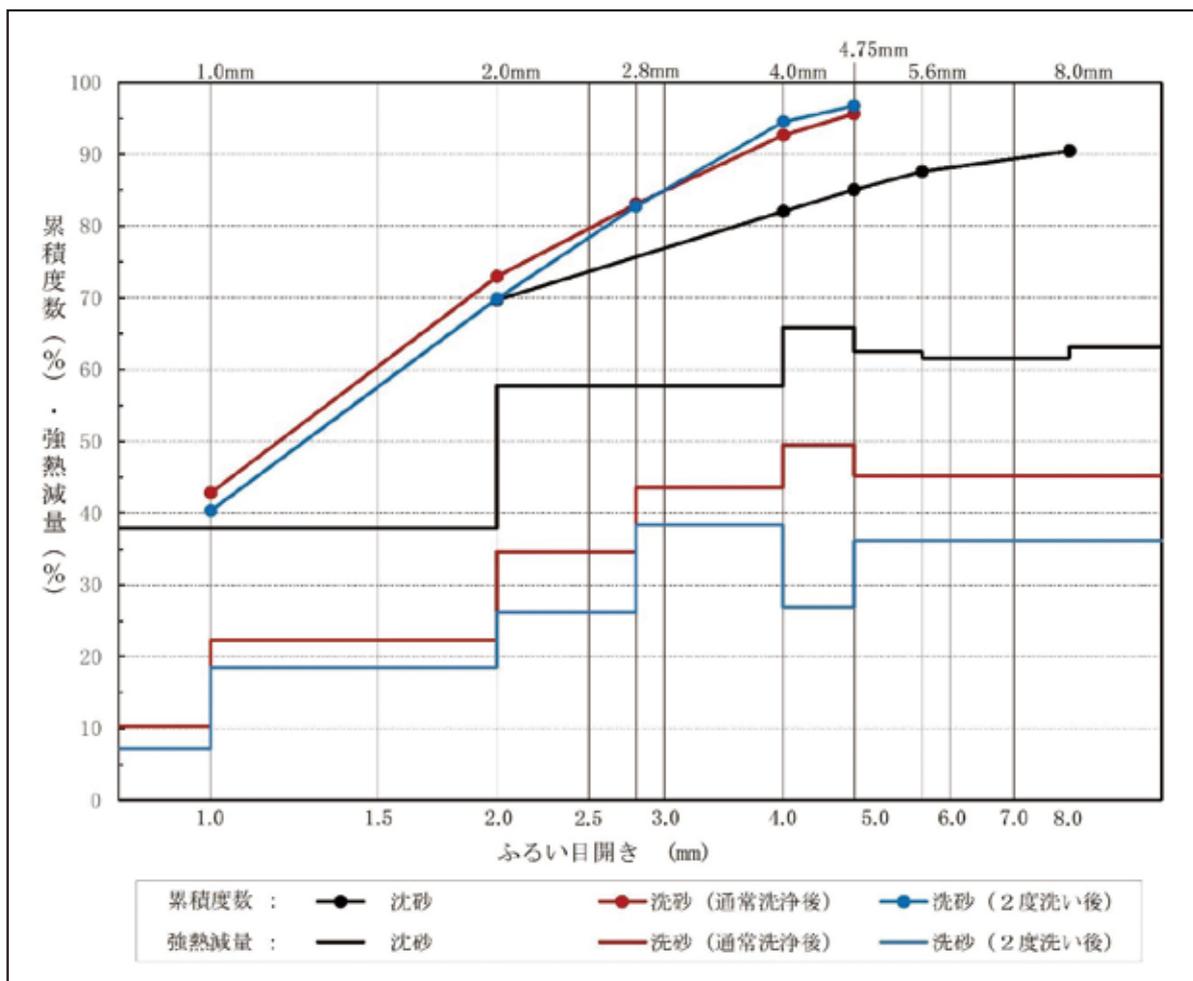


図-20 混合沈砂Ⅳ 粒径分布

表-76 篩下累積度数

ふるい目 (mm)	1.00	2.00	2.80	4.00	4.75	5.60	8.00
沈砂	-	69.70%	-	82.02%	85.07%	87.62%	90.47%
通常洗浄後	42.85%	72.96%	83.08%	92.65%	95.65%	-	-
2度洗い後	40.33%	69.87%	82.76%	94.52%	96.76%	-	-

表-77 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~
沈砂	37.9%	57.7%	65.9%	62.5%	61.6%	63.1%

表-78 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~
通常洗浄後	10.3%	22.3%	34.6%	43.6%	49.5%	45.2%
2度洗い後	7.2%	18.5%	26.2%	38.4%	26.9%	36.1%

累積度数の曲線を見ると、沈砂に対して洗砂の方が左側（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）が小さくなった場合が多く、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。

洗砂の粒径別強熱減量については、通常洗浄後は2mmから4.75mm、2度洗い後は2.8mmから4mm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。

9) 臭気測定

簡易嗅覚測定及び簡易機器測定の結果を表-79に示した。

表-79 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
混合沈砂Ⅰ	強い糞便臭 レベル：1107 指数：28	強い下水臭 レベル：939 指数：24	下水臭 レベル：485 指数：13	弱い下水臭 レベル：390 指数：9
混合沈砂Ⅱ	強い糞便臭 レベル：925 指数：24	強い下水臭 レベル：1096 指数：28	下水臭 レベル：578 指数：15	下水臭 レベル：450 指数：12
混合沈砂Ⅲ	糞便臭 レベル：603 指数：16	下水臭 レベル：606 指数：16	下水臭 レベル：448 指数：12	弱い下水臭 レベル：273 指数：7
混合沈砂Ⅳ	強い糞便臭 レベル：1226 指数：31	強い下水臭 レベル：825 指数：21	下水臭 レベル：589 指数：15	下水臭 レベル：580 指数：15

まず受入沈砂の臭気については、混合Ⅰ・Ⅱ及びⅣは糞便及び種子類を多く含んでいたため、どれも強い糞便臭であり、臭気指数は24～31と高かった。しかし、比較的砂分が多かった混合Ⅲについては糞便臭となり、臭気指数は16と沈砂としては低い数値であった。

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ったが、下水臭及び強い下水臭が残ってしまい臭気指数についても16～28となり、混合Ⅱにおいては沈砂より臭気指数が高くなってしまった。

2度洗い後洗砂の臭気については、下水臭は残ってしまったが、全てにおいて通常洗浄後より臭気は低減された。強熱減量と同様に目標値以内とはならなかったが、2度洗いが臭気低減に効果があることが分かった。

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、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ことが分かった。

10) 外観

処理水・洗浄水・沈砂及び洗砂の外観を写真-96から写真-119に示した。

受入沈砂については冬季性状のため、写真-99や写真-105のように砂分が少なく有機分を多く含んでいたことから、通常洗浄後洗砂は種子類の残留が多く砂に付着している有機分が取り切れていない状態であった。しかし2度洗い後の洗砂については、通常洗浄後洗砂と比較し種子類の割合が減り（多少の種子類は残留していた）、砂に付着していた有機分も取り切れていたため2度洗いによる改善効果は得られた。

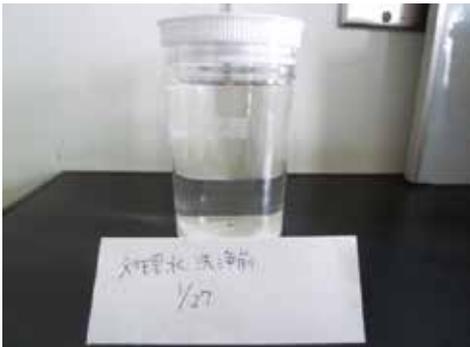


写真-96 洗浄前処理水 (混合 I)



写真-99 受入沈砂 (混合 I)

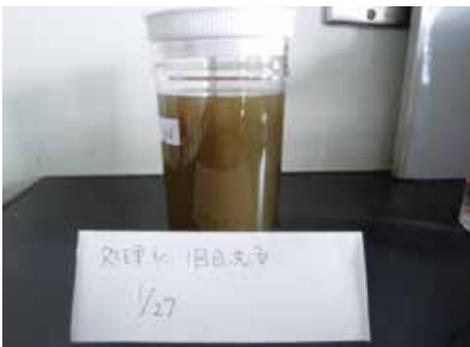


写真-97 通常洗浄後洗浄水 (混合 I)



写真-100 通常洗浄後洗砂 (混合 I)

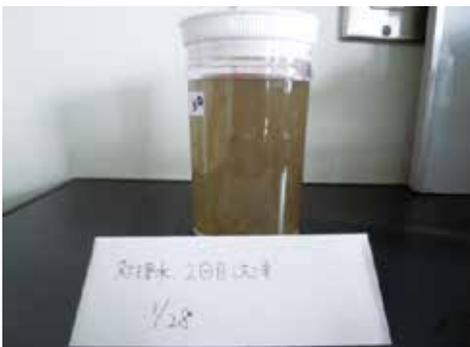


写真-98 2度洗い後洗砂 (混合 I)



写真-101 2度洗い後洗砂 (混合 I)



写真-102 洗浄前処理水 (混合Ⅱ)



写真-105 受入沈砂 (混合Ⅱ)

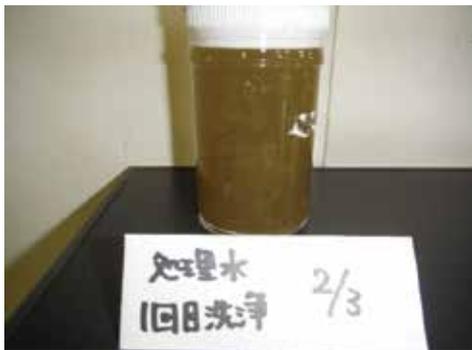


写真-103 通常洗浄後洗浄水 (混合Ⅱ)



写真-106 通常洗浄後洗砂 (混合Ⅱ)

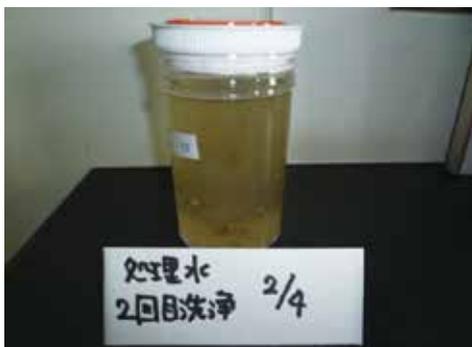


写真-104 2度洗い後洗浄水 (混合Ⅱ)



写真-107 2度洗い後洗砂 (混合Ⅱ)

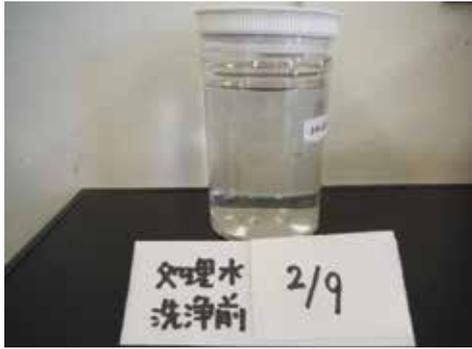


写真-108 洗浄前処理水 (混合Ⅲ)



写真-111 受入沈砂 (混合Ⅲ)



写真-109 通常洗浄後洗浄水 (混合Ⅲ)



写真-112 通常洗浄後洗砂 (混合Ⅲ)

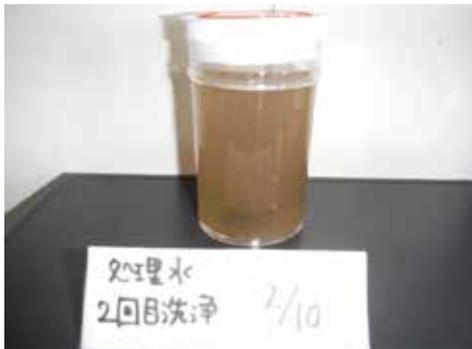


写真-110 2度洗い後洗浄水 (混合Ⅲ)



写真-113 2度洗い後洗砂 (混合Ⅲ)

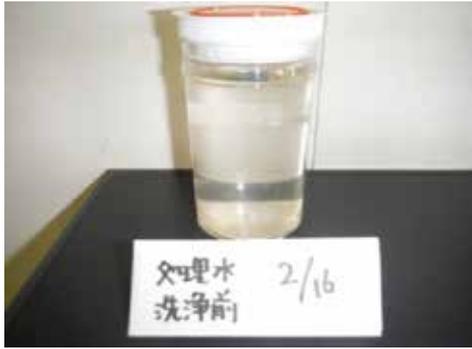


写真-114 洗浄前処理水 (混合Ⅳ)



写真-117 受入沈砂 (混合Ⅳ)

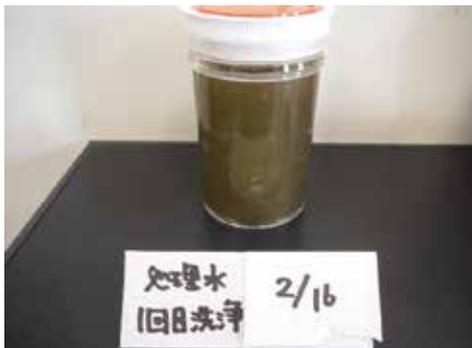


写真-115 通常洗浄後洗浄水 (混合Ⅳ)



写真-118 通常洗浄後洗砂 (混合Ⅳ)

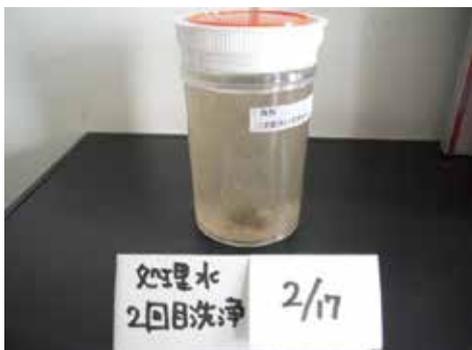


写真-116 2度洗い後洗浄水 (混合Ⅳ)



写真-119 2度洗い後洗砂 (混合Ⅳ)

5.4 まとめ

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、沈砂を2度洗いし調査を行った。結果、強熱減量・COD・臭気及び外観において低減及び改善効果は得られたものの、有効利用が可能な性状には達しなかった。

6. 総括

本調査の結果を総括すると以下のとおりとなる。

1) 沈砂性状調査

- ・水再生プラザの沈砂には糞便、種子類、布及び枯葉などの有機分が含まれていた。
- ・沈砂の発生量が多い水再生プラザほど種子類が多く、強熱減量が高い傾向が見られた。
- ・融雪及び降雨の影響を受けた沈砂は、砂分が多く有機分が少なかったため、強熱減量及び臭気指数は晴天時と比較し低い傾向であった。
- ・沈砂の臭気は、糞便を多く含んだ沈砂は糞便臭、枯葉や草を多く含んだ沈砂は下水臭となり、有機分を多く含んでいた沈砂ほど臭気が強くなる傾向であった。
- ・中継ポンプ場の沈砂性状は水再生プラザと類似しており、砂分を多く含んでいたが糞便、種子類及び枯葉等を含んだ沈砂であった。
- ・雨水ポンプ場の沈砂性状は管路清掃及び雪対策と類似しており、有機分が非常に少なく砂分を多く含んだ沈砂であった。
- ・管路清掃の沈砂は、砂利や小石を多く含んでおり有機分がほとんど含まれていなかったため、強熱減量及び臭気指数は低い傾向であった。
- ・雪対策の沈砂は、砂分が非常に多く有機分がほとんど含まれていなかったため、強熱減量及び臭気指数は低い傾向であった。

2) 洗砂性状調査

- ・プラザ系洗砂の性状は季節及び天候により異なり、夏季及び雨天時は晴天時や冬季と比較すると有機分が少なく、強熱減量及び臭気指数は低い傾向であった。
- ・管路系洗砂は、年間を通して砂分が多く有機分が少なかったため、強熱減量及び臭気指数は低い傾向であった。
- ・プラザ系洗砂で目標値以内（臭気指数及び強熱減量）であったのは、8月31日（雨）1台のみであった。
- ・管路系洗砂は11月（24・27日）以外は全て目標値以内であった。

3) 沈砂2度洗い調査

- ・通常洗浄後より2度洗い後の方が洗砂量が減少していたため、再度洗浄したことにより砂分及び有機分が洗砂機や洗砂分離機から流出したと考えられる。
- ・通常洗浄と2度洗いを比較し、2度洗いにより低減効果が確認されたものは、臭気及び外観であった。
- ・通常洗浄と2度洗いを比較し、2度洗いによりおおむね低減効果が確認されたものは、COD及び強熱減量であった。
- ・沈砂の2度洗いにより上記の低減効果は確認されたものの、有効利用が可能と考えられる目標値の性状まで改善することはできなかった。



写真-120 プラザ系洗砂 7/22 (晴)

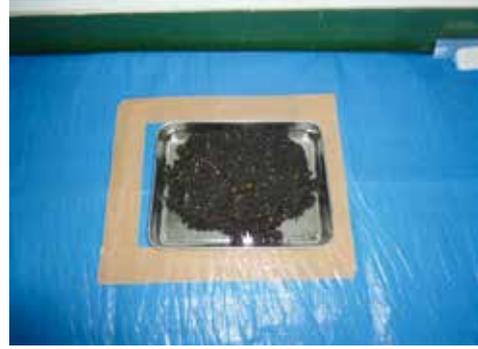


写真-121 プラザ系洗砂 8/5 (晴)



写真-122 プラザ系洗砂 8/7 (晴)



写真-123 プラザ系洗砂② 8/17 (晴)



写真-124 プラザ系洗砂③ 8/17 (晴)



写真-125 プラザ系洗砂① 8/19 (晴)



写真-126 プラザ系洗砂① 8/21 (晴)



写真-127 プラザ系洗砂① 8/25 (晴)



写真-128 プラザ系洗砂② 8/25 (晴)



写真-129 プラザ系洗砂 8/28 (晴)



写真-130 プラザ系洗砂② 8/31 (雨)



写真-131 プラザ系洗砂③ 8/31 (雨)



写真-132 プラザ系洗砂① 9/3 (晴)



写真-133 プラザ系洗砂② 9/3 (晴)



写真-134 プラザ系洗砂① 9/4 (晴)



写真-135 プラザ系洗砂② 9/4 (晴)



写真-136 プラザ系洗砂 9/8 (晴)



写真-137 プラザ系洗砂 9/9 (晴)



写真-138 プラザ系洗砂① 9/10 (晴)



写真-139 プラザ系洗砂② 9/10 (晴)



写真-140 プラザ系洗砂③ 9/10 (晴)



写真-141 プラザ系洗砂 9/11 (晴)



写真-142 プラザ系洗砂 9/16 (晴)



写真-143 プラザ系洗砂 9/17 (晴)



写真-144 プラザ系洗砂① 9/18 (晴)



写真-145 プラザ系洗砂② 9/18 (晴)



写真-146 プラザ系洗砂 9/23 (晴)



写真-147 プラザ系洗砂① 9/24 (晴)



写真-148 プラザ系洗砂② 9/24 (晴)



写真-149 プラザ系洗砂 9/25 (晴)



写真-150 プラザ系洗砂 9/30 (晴)



写真-151 プラザ系洗砂① 10/5 (晴)



写真-152 プラザ系洗砂② 10/5 (晴)



写真-153 プラザ系洗砂② 10/6 (雨)



写真-154 プラザ系洗砂① 10/14 (晴)



写真-155 プラザ系洗砂② 10/14 (晴)



写真-156 プラザ系洗砂① 10/20 (晴)



写真-157 プラザ系洗砂② 10/20 (晴)



写真-158 プラザ系洗砂① 10/26 (晴)



写真-159 プラザ系洗砂② 10/26 (晴)



写真-160 プラザ系洗砂 10/28 (晴)



写真-161 プラザ系洗砂 10/29 (晴)



写真-162 プラザ系洗砂 10/30 (雨)



写真-163 プラザ系洗砂 11/5 (晴)



写真-164 プラザ系洗砂① 11/6 (晴)



写真-165 プラザ系洗砂② 11/6 (晴)



写真-166 プラザ系洗砂 11/12 (晴)



写真-167 プラザ系洗砂① 11/13 (晴)



写真-168 プラザ系洗砂② 11/13 (晴)



写真-169 プラザ系洗砂 11/17 (晴)



写真-170 プラザ系洗砂 11/19 (雨)



写真-171 プラザ系洗砂② 11/20 (雨)



写真-172 プラザ系洗砂① 11/24 (晴)



写真-173 プラザ系洗砂② 11/24 (晴)



写真-174 プラザ系洗砂 11/27 (晴)



写真-175 プラザ系洗砂 12/4 (晴)



写真-176 プラザ系洗砂 12/11 (晴)



写真-177 プラザ系洗砂 12/30 (晴)



写真-178 プラザ系洗砂 1/14 (晴)



写真-179 プラザ系洗砂 3/3 (晴)



写真-180 プラザ系洗砂② 3/5 (晴)



写真-181 管路系洗砂 8/7 (晴)



写真-182 管路系洗砂 8/20 (晴)



写真-183 管路系洗砂 8/25 (晴)



写真-184 管路系洗砂 8/27 (晴)



写真-185 管路系洗砂 8/31 (雨)



写真-186 管路系洗砂 9/7 (晴)



写真-187 管路系洗砂 9/9 (晴)



写真-188 管路系洗砂 9/16 (晴)



写真-189 管路系洗砂 9/25 (晴)



写真-190 管路系洗砂 10/25 (晴)



写真-191 管路系洗砂 10/29 (晴)



写真-192 管路系洗砂 11/24 (晴)



写真-193 管路系洗砂 3/18 (晴)



写真-194 管路系洗砂 3/22 (晴)



写真-195 管路系洗砂② 3/23 (晴)