

6-1-2 利用者数

図6-4の は男子トイレの利用者総数、 は男子トイレブース利用者数、 は女子トイレ利用者総数を把握するための利用者カウンターである。

計測結果を表6-4、6-5、6-6に示す。ただし、カウンターの液晶画面が読み取れない日や異常値等については、前後の一週間から一日あたりの平均増加人数を算出し、それを加算することで数値の補完および修正をおこなった。

期間中の総利用者数は62,182人にも上り、1日あたりの利用者数が最も多い日は、7月31日の土曜日で男女合わせて2,303人であった。また、1日あたりの利用者数が1,000人を超える日は、7月に10日間、8月に12日間あり、利用者が多い時期は7月21日～8月15日の26日間で1日あたりの平均利用者数は1,349人である。

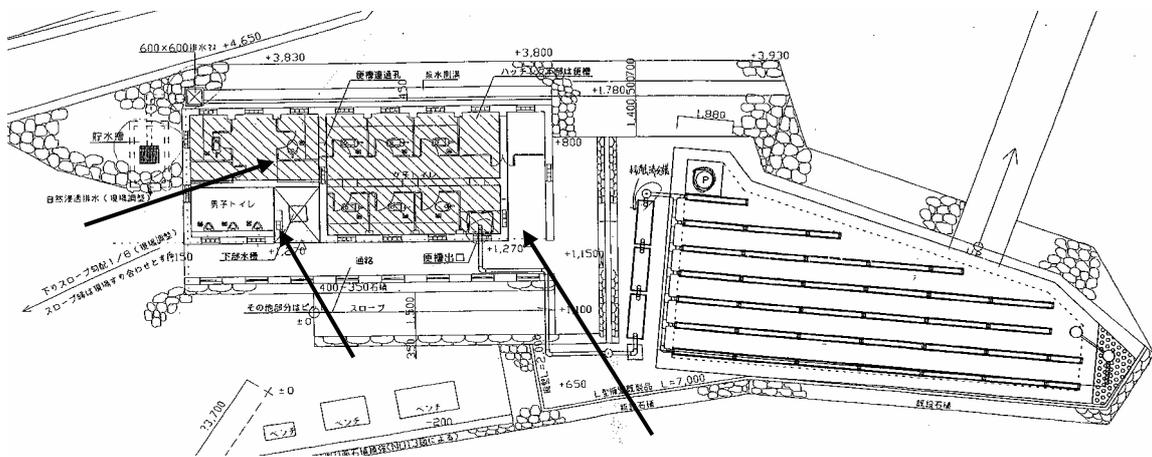


図6-4 利用者カウンター設置位置図

表6-4 利用者数（7月5日～10月4日の（92日間）のデータを基に作成）

		7月	8月	9月	10月	合計
最高利用者数 （人/日）	男性	1,273	930	546	481	-
	（男性大）	（474）	（277）	（145）	（141）	-
	女性	1,030	717	391	367	-
	総利用者数	2,303	1,647	937	848	-
平均利用者数 （人/日）	男性	434	509	207	273	-
	（男性大）	（139）	（129）	（49）	（69）	-
	女性	350	395	155	265	-
	合計	784	904	362	538	-
延べ人数（人）	男性	11,730	15,769	6,210	1,090	34,799
	（男性大）	（3,743）	（3,993）	（1,477）	（274）	（9,487）
	女性	9,441	12,246	4,637	1,059	27,383
	合計	21,171	28,015	10,847	2,149	62,182

表6-5 利用者数（日毎）

	7月				8月			
	男性1	男性2	女性	合計	男性1	男性2	女性	合計
1日	-	-	-	-	706	213	553	1259
2日	-	-	-	-	701	150	542	1243
3日	-	-	-	-	661	163	446	1107
4日	-	-	-	-	661	163	446	1107
5日	319	202	319	638	551	87	413	964
6日	141	43	83	224	929	277	717	1646
7日	114	20	61	175	930	227	717	1647
8日	208	43	195	403	775	190	717	1492
9日	291	57	244	535	438	110	360	798
10日	251	57	211	462	781	170	575	1356
11日	114	24	105	219	656	141	583	1239
12日	107	77	71	178	810	245	583	1393
13日	107	77	71	178	588	226	368	956
14日	142	50	179	321	504	119	410	914
15日	177	66	179	356	775	188	670	1445
16日	123	88	106	229	189	75	111	300
17日	210	59	146	356	64	19	38	102
18日	135	24	51	186	322	47	247	569
19日	51	21	51	102	500	132	445	945
20日	51	21	51	102	500	132	445	945
21日	700	216	573	1273	375	106	392	767
22日	574	122	450	1024	375	106	392	767
23日	1141	403	788	1929	375	106	392	767
24日	1141	429	788	1929	375	106	74	449
25日	625	180	788	1413	375	106	264	639
26日	737	250	529	1266	375	106	298	673
27日	765	140	85	850	699	132	469	1168
28日	523	141	744	1267	395	80	318	713
29日	676	161	744	1420	158	27	119	277
30日	1034	298	799	1833	113	22	71	184
31日	1273	474	1030	2303	113	22	71	184
合計	11730	3743	9441	21171	15769	3993	12246	28015
平均	434	139	350	784	509	129	395	904
最高	1273	474	1030	2303	930	277	717	1647

網掛け部分は、土日・祝日

表6-6 利用者数（日毎）

	9月				10月			
	男性1	男性2	女性	合計	男性1	男性2	女性	合計
1日	95	21	57	152	481	141	367	848
2日	286	47	213	499	351	63	242	593
3日	116	85	264	380	129	35	225	354
4日	116	55	75	191	129	35	225	354
5日	116	72	75	191	-	-	-	-
6日	91	40	61	152	-	-	-	-
7日	87	27	34	121	-	-	-	-
8日	205	29	183	388	-	-	-	-
9日	116	44	67	183	-	-	-	-
10日	395	69	260	655	-	-	-	-
11日	248	44	213	461	-	-	-	-
12日	165	38	94	259	-	-	-	-
13日	61	13	18	79	-	-	-	-
14日	213	36	172	385	-	-	-	-
15日	181	33	108	289	-	-	-	-
16日	39	10	29	68	-	-	-	-
17日	472	68	376	848	-	-	-	-
18日	546	145	391	937	-	-	-	-
19日	456	80	283	739	-	-	-	-
20日	114	8	89	203	-	-	-	-
21日	51	13	22	73	-	-	-	-
22日	175	49	195	370	-	-	-	-
23日	390	72	195	585	-	-	-	-
24日	363	83	245	608	-	-	-	-
25日	437	107	362	799	-	-	-	-
26日	147	24	90	237	-	-	-	-
27日	182	26	159	341	-	-	-	-
28日	48	94	27	75	-	-	-	-
29日	21	9	7	28	-	-	-	-
30日	278	36	273	551	-	-	-	-
31日	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	6210	1477	4637	10847	1090	274	1059	2149
平均	207	49	155	362	273	69	265	434
最高	546	145	391	937	481	141	367	593

網掛け部分は、土日・祝日

調査期間におけるトイレ利用者の男女の比率は、男子が女子よりもやや多い傾向を示した。調査を開始した7月初旬から中旬までは、1週間の男子、女子の人数はそれぞれ1,000人前後であった。7月中旬からは4,000(人/週)前後となり、8月初旬にはピークを迎え5,000人前後を示した。その後は徐々に減少する傾向を示し、8月中旬に4,000人前後、8月下旬2,000人前後を示した。9月に入ると1,000人前後、9月下旬に1,500人前後を示した。

このように夏休みシーズンの大きなピークと秋の小さなピークに分かれる特徴が確認された。調査期間内の累積利用者数は男子34,799人、女子27,383人、合計62,182人であった。

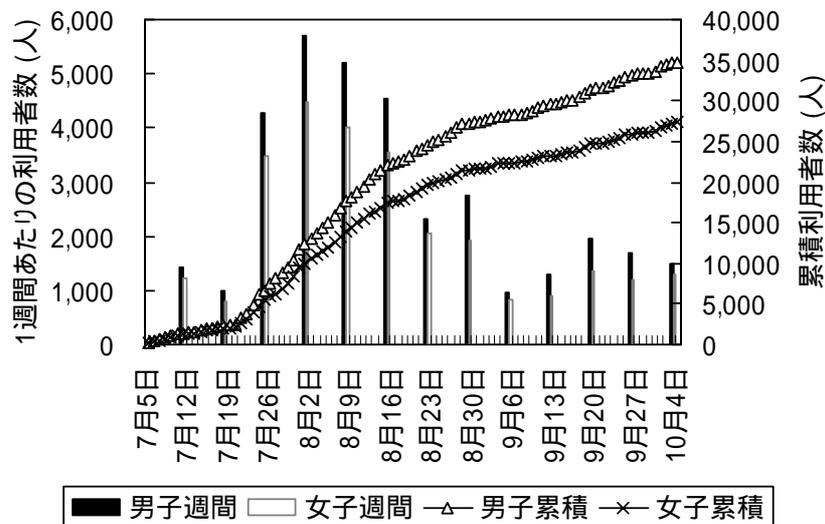


図6-5 トイレ利用者数の推移

6 - 1 - 3 水量・電力量

初期水量と補充水量、電力量に関する試験結果を表6 - 7に示す。

初期に投入した水は10m³であることが、工事竣工検査調書により確認できた。初期水の投入は、一の越山荘建物の地下にある予備貯水槽より揚水ポンプにて水をくみ上げ、男子トイレの和洋大便器間にある便槽点検ハッチより注水する方式で実施された。なお、水量の確認は、女子トイレ荷物置場下の便槽点検ハッチ内から見える便槽壁に示された注水ラインによって行った。

土壌処理部の表層部から流入する雨水量は把握できていないが、試験期間中に人為的な補充はなかった。

本トイレに必要な電力は、土壌処理水をポンプ槽から下部水槽に移送するためのポンプを稼働させるためのものである。電力容量は0.15kWであり、試験期間中はとくに問題なく稼働したことが確認された。

表6-7 水量・電力量

分類項目	実証項目	実証試験結果
水量	初期水量	10m ³
	補充水量	0m ³
電力量	電力容量 (kW)	(揚水ポンプ) 100V、1相2極、容量0.15kW 吐出口径32mm、容量127L/min、揚程3m

6 - 1 - 4 酵素使用量および費用

酵素使用量およびその費用を表6 - 8に示す。

また、本装置においてはランニングコストとして必要な経費は酵素代のみのため、ここでは酵素代をもってランニングコストとする。

1便器あたりに消化酵素1袋と消臭酵素1袋、そして水をバケツ内で混ぜ合わせて便器から投入した。8月は利用者が多かったため、通常の1.5倍の酵素が使用された。

1つの便器に1度に使用する酵素の費用は833円で、試験期間中に使用した総量は17.28kgで30,000円だった。

表6-8 酵素消費量および費用

投入日		7月31日	8月31日	9月30日	10月25日	計	
消化・ 消臭酵素 投入量 (kg)	便槽(男)	0.96	1.44	0.96	0.96	4.32	
		80g/袋×2 400g/袋×2	80g/袋×3 400g/袋×3	80g/袋×2 400g/袋×2	80g/袋×2 400g/袋×2		
	便槽(女)	2.88	4.32	2.88	2.88	12.96	
		80g/袋×6 400g/袋×6	80g/袋×9 400g/袋×9	80g/袋×6 400g/袋×6	80g/袋×6 400g/袋×6		
	計(kg)		3.84	5.76	3.84	3.84	17.28
	費用(円)		6,667	10,000	6,667	6,667	30,000

6 - 1 - 5 稼働条件・状況のまとめ

稼働条件・状況の試験結果のまとめを以下に示す。

< 気温・降水量 >

平成16年7月から10月までの一ノ越の最高気温は8月の22.6、最低気温は9月の2.2 だった。トイレ使用期間中に0 以下になることはなかったため、装置への影響はほとんどないと考えられる。ただし、閉山時の越冬試験期間中は、室温が - 10 を下回ることもあった。また、トイレ所在地から西北西に3.2km、標高2,300mの位置にある天狗平の降水量データによると1日の降水量が100mmを超える日が9月5日と30日の2度あった。装置の土壤処理部分は雨水の影響を受けやすいので、処理性能とあわせて検討する必要がある。

< 利用者数 >

1日あたりの利用者数が1,000人を超える日は、7月に10日間、8月に12日間あり、最も多かったのは7月31日(土)で2,303人を記録した。また、平常時における1日あたりの平均利用者数は425人、集中時は7月17日～8月15日の30日間で平均利用者数は1,194人であった。本装置の処理能力は平常時1,000人/日、1,500人/日で設計されているため、とくに集中時においては設計時に設定した能力に比較的近い負荷がかかったと考えられる。

< 水・電力 >

装置の稼働に必要な水量は、トイレ供用開始時まで投入した10m³でトイレ建設時に投入されている。試験期間中に人為的な補充は必要なかった。ただし、前述のとおり土壤処理部への雨水の流入については考慮しなければならない。また、本技術のし尿処理には基本的に電力を必要としないが、一ノ越公衆トイレにおいては処理規模が大きいため安定的に処理水を循環させることを目的に、土壤処理水を下部水槽へ移送する部分にのみ電動ポンプ(0.15kW)が設置されている。ポンプへの電力供給はバッテリー経由の太陽光発電を使用しており、試験期間をとおしてポンプは滞りなく稼働していたことが確認されている。

< 消化・消臭酵素 >

消化・消臭酵素使用量および費用については、メンテナンスマニュアルどおり1回/月の頻度で投入された。8月には利用者が多かったため、通常の1.5倍の酵素が投入された。今後は、酵素による消化・消臭効果を科学的に検証することが望まれる。

表6-9 性能表示と試験結果の比較表

No.	性能表示項目・数値		試験結果
1	適正稼働が可能な気温	0 以上	2.2 以上（使用期間） （最低-10（越冬試験期間））
2	処理能力	平常時 1,000 人/日 集中時 1,500 人/日	平常時 425人/日 集中時 1,194人/日
3	水	初期水のみ	初期水のみ
4	電力	ポンプ 0.15kW	滞りなく稼働
5	酵素	1回/月	1回/月

6 - 2 維持管理性能

6 - 2 - 1 日常維持管理

一の越山荘が日常管理チェックシートをもとに調査した結果を表6 - 10に示す。

日常的な維持管理内容は非常に簡単であるため、処理装置に関しては特に問題はなかったが、掃除の作業性を向上させる上で一部指摘があった。

表6-10 日常維持管理結果

	実証試験結果
実施期間	平成16年年7月5日～10月5日（実施頻度：毎日）
実施者	組織名 一の越山荘 担当者 佐伯光昭
作業人数	1人
作業時間	平均 0.33時間
作業内容	便器をブラシにて清掃 足踏みポンプの作動チェック 1回/月の頻度で各便器に酵素を投入する。 （マニュアルでは、酵素投入後に便槽メンテナンスハッチ等から、棒で便槽底部から混ぜると酵素の効きが良くなるとあるが、本試験においては実施していない。）
作業性	出入り口の開口部が大きく、しかも排水溝がないため、風雨の強い時は外部より容易に雨が吹き込み、床が水浸しになる。 泥などで床が汚れた場合でも、容易に水で洗い流すことが出来ない。

6 - 2 - 2 専門維持管理

専門維持管理は、(社)富山県浄化槽協会が実施した。実施日、実施者、作業人数・時間、内容、および作業性を表6 - 1 1 に示す。また、専門管理の際にチェックした雨水調整槽・ポンプ槽及び下部水槽水深の推移を参考データとして図6 - 6、表6 - 1 2 に示す。

表6-11 専門維持管理結果

	実証試験結果		
実施日	第1回	7月 6日 (火)	人数： 3人 所要時間 9:00-10:30
	第2回	7月26日 (月)	人数： 2人 所要時間 14:40-16:50
	第3回	8月 2日 (月)	人数： 2人 所要時間 11:00-13:10
	第4回	8月 9日 (月)	人数： 2人 所要時間 11:00-13:00
	第5回	8月16日 (月)	人数： 2人 所要時間 11:00-13:00
	第6回	9月 6日 (月)	人数： 2人 所要時間 12:00-14:20
	第7回	10月 4日 (月)	人数： 3人 所要時間 13:00-14:40
実施者	組織名 (社)富山県浄化槽協会 担当者 川井、小沢、江本 (小沢は第1回と第7回のみ)		
作業人数	平均 2.3人		
作業時間	平均 2時間12分		
作業内容	便器の汚れ、破損等の確認、流水状況の確認 足踏みポンプの作動状況の確認 (全11ヶ所) 便槽内の水位、スカム及び汚泥の堆積状況 (男子便槽、女子便槽) 便槽内フィルターの状況 汚水升 (便槽出口、接消3室出口) の水流、水位 接触消化槽 (1室から3室) の水流、水位 地下貯水槽、ポンプ槽、下部水槽の水位 送水ポンプの故障、フロートスイッチの作動状況の確認 送水ポンプの電気設備の点検 地下貯水槽、下部水槽の水質測定及び色・臭気の確認 気温、水温の測定 その他、装置全体の稼働状況の確認		

作業性	<p>便槽内フィルターについて</p> <p>マンホールを開けると約30～40cm下にフィルター上部があり、腹這い状態でマンホール内に頭を少し入れた状態での作業となるので、転落及び酸欠・硫化水素中毒の事故が起きないように注意を要する。</p> <p>また、フィルターの長さは約1m強、上部はVP-100で固定され、便槽出口のT字ジョイントに接続されているが持ち手等がないため、脱着時に便槽内に落とす恐れがあるので、落下防止策が必要である。便槽内フィルターが付いている写真があることが望ましい。</p> <p>土壤処理槽内の短絡流の確認について</p> <p>一の越は、土壤処理槽内に7本のトレンチが埋設されているが、すべてのトレンチに汚水の流水があるか、目詰りしているトレンチはないか、土壤処理装置全体がきちんと働いているかを確認するため、上端部や中間部等の一定間隔毎に点検口（採水口）を設けて土壤槽全体を把握する。</p> <p>マンホールの開閉について</p> <p>トイレ室内に男子便槽、女子便槽1、女子便槽2、便槽出口及び下部水槽の5ヶ所のマンホールが設置され、通常はネジで固定し、登山者が容易に開閉できない様になっているが、点検時に開閉する際に、ネジ部やマンホール枠の隙間に靴底に付着してきたと思われる砂利が開閉作業に支障をきたすので、入口付近にマットを設けて、室内になるべく砂利が入らない様にする必要がある。</p>
-----	--

[参考]

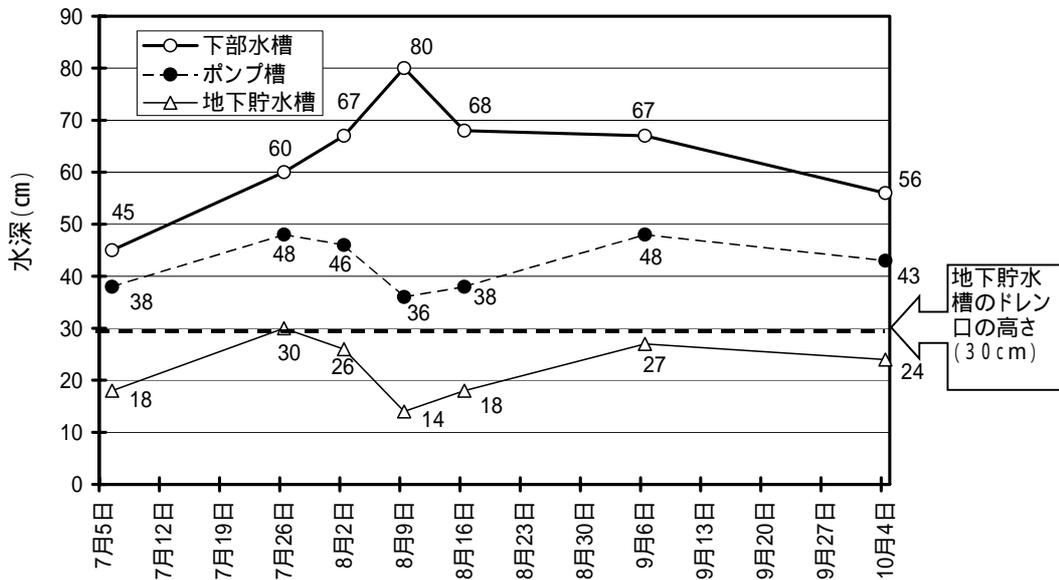


図6-6 地下貯水槽・ポンプ槽及び下部水槽水深の推移

表6-12 地下貯水槽・ポンプ槽及び下部水槽水深の推移

	7月6日	7月26日	8月2日	8月9日	8月16日	9月6日	10月4日
下部水槽	45	60	67	80	68	67	56
ポンプ槽	38	48	46	36	38	48	43
地下貯水槽	18	30	26	14	18	27	24

- ・ ポンプ槽は、土壌処理槽内にあり水深は連動する。両槽の水面は、GLからはほぼ同じ高さであり、ポンプ槽の底面が20cm低いため、水深差として現れている。
- ・ 地下貯水槽の底面から30cmの位置にドレン口があり、ここから雨水浸透マスへ排水される。7月26日及び9月6日の調査日において雨水浸透マスへの排水が確認されている。これは、前日もしくは数日前に雨が降ったため、処理槽内へ雨水の流入によるものである。
- ・ 7月27日から8月15日までは、トイレの利用者が多く、し尿の流入量が多いにもかかわらず地下貯水槽とポンプ槽の水位が減少しているのは、この期間は晴れの日が多かったため、土壌処理槽からの蒸発量が多いためと考えられる。
- ・ 下部水槽に入る水はポンプ槽から送水される処理水で、ここから足踏ポンプによって吸い揚げられ洗浄水となる。8月9日の水位が高いのは、直前にポンプ槽から送水があったためである。

6 - 2 - 3 開山・閉山対応

開山および閉山に必要な作業の内容、作業性等に係る試験については、例年実施している一の越山荘の協力を得て実施した。表6 - 13 に試験結果を示す。

表6-13 開山・閉山対応に係る試験結果

項目	実証試験結果	
	開山対応	閉山対応
実施日	7月1日(木)	10月25日(月)
実施者	組織名 一の越山荘 担当者 佐伯 光昭	組織名 一の越山荘 担当者 佐伯 光昭
作業人数	3人	3人
作業時間	2時間	2時間
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・防雪戸取り外す。 ・ソーラーシステムを起動する。 ・水槽の下部の氷にお湯をかけて溶かし、洗浄水の取入れを可能にする。 ・水抜き弁4ヶ所を閉じる。 ・足踏みポンプが洗浄水を吸い上げることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水抜き弁4ヶ所のバルブを開け、洗浄水を配管より抜く ・ソーラーシステム停止させる ・防雪戸をはめる
作業性	<p>毎年開山時は水槽内の下部の水が融解しきれず、凍結したままになっており、洗浄水の取り入れが出来ない。そのためお湯をかけて溶かしている。この作業が煩雑なため、氷の融解しやすい水槽上部に洗浄水の取り入れ口があれば開山時の作業性が向上する。</p>	<p>開口部が多くあるので、すべてに防雪戸をはめるのに労力を要する。なるべく少なければ、作業性が向上する。</p>

6 - 2 - 4 発生物の搬出及び処理・処分

試験期間中に搬出及び処理・処分は実施していないが、蓄積した汚泥の性状については分析を実施した。分析結果は、「6-5-1(3)汚泥蓄積状況および分析結果」に示す。

6 - 2 - 5 トラブル対応

トラブル内容及び対応結果を表6 - 14に示す。

表6-14 トラブル対応の結果

	実証試験結果	
発生日	平成16年7月1日	平成16年9月6日
対応担当者	組織名 一の越山荘 担当者 佐伯 光昭	組織名 (社)富山県浄化槽協会 担当者 川井 幸範、江本 隆雄
対応日	平成16年7月1日	平成16年9月7日
修復日	平成16年7月1日	平成16年9月7日
作業人数 (時間)	1人(1時間)	2人(0.5時間)
発見理由	開山時の下部水槽のチェックにより発見(毎年、開山時に起こる現象)	第6回実証試験の調査日で施設状況を確認したため
発生時の状況	便器へ洗浄水を流すための、下部水槽からの水の取り込み口が凍結したままであるため、洗浄水を流すことが出来ない	接触消化槽から土壌処理槽への点検升のフタが無くなっていた
対処方法	電動ポンプを用いて、下部水槽から水をくみ上げた後、氷にお湯をかけ、溶かし、洗浄水の取り込み口を開放する	応急処置として木の板を数枚合せてフタをした
発生原因	洗浄水の取り込み口が下部水槽の下部にあるため、7月になっても凍結した槽内水が融解しきれず、氷が取り込み口を閉塞しているため	強風
作業性	取り込み口の位置が氷の融解しやすい水槽上部にあれば作業性が向上する。	今回、強風で飛ばされたフタは正方形(1辺の長さが約33cm)のプラスチック製のもので軽いため、飛ばされたと思われるので、今後、違う材質の重いものに替えるか、重しを乗せる等の強風対策を講じる必要がある。

6 - 2 - 6 維持管理マニュアルの信頼性

日常維持管理を実施した一の越山荘、専門維持管理を実施した(社)富山県浄化槽協会にそれぞれアンケートを実施し、維持管理マニュアルの信頼性を確認した。表6 - 1 5 に実証結果を示す。

表6-15 維持管理マニュアルの信頼性

項目	実証結果	
	日常維持管理	専門維持管理
読みやすさ	<input type="radio"/> とてもよい <input type="radio"/> よい <input checked="" type="radio"/> ふつう <input type="radio"/> あまりよくない <input type="radio"/> よくない <input type="radio"/> その他()	<input type="radio"/> とてもよい <input type="radio"/> よい <input checked="" type="radio"/> ふつう <input type="radio"/> あまりよくない <input type="radio"/> よくない <input type="radio"/> その他()
理解しやすさ	<input type="radio"/> とてもよい <input type="radio"/> よい <input checked="" type="radio"/> ふつう <input type="radio"/> あまりよくない <input type="radio"/> よくない <input type="radio"/> その他()	<input type="radio"/> とてもよい <input type="radio"/> よい <input checked="" type="radio"/> ふつう <input type="radio"/> あまりよくない <input type="radio"/> よくない <input type="radio"/> その他()
正確性	<input type="radio"/> とてもよい <input type="radio"/> よい <input checked="" type="radio"/> ふつう <input type="radio"/> あまりよくない <input type="radio"/> よくない <input type="radio"/> その他()	<input type="radio"/> とてもよい <input type="radio"/> よい <input checked="" type="radio"/> ふつう <input type="radio"/> あまりよくない <input type="radio"/> よくない <input type="radio"/> その他()
情報量	<input type="radio"/> とても多い <input type="radio"/> 多い <input checked="" type="radio"/> 適当 <input type="radio"/> 少ない <input type="radio"/> とても少ない <input type="radio"/> その他()	<input type="radio"/> とても多い <input type="radio"/> 多い <input type="radio"/> 適当 <input type="radio"/> 少ない <input checked="" type="radio"/> とても少ない <input type="radio"/> その他()
信頼性	<p>維持管理方法については竣工時に、メーカー担当者より、直接説明を受けた。(メンテナンス作業については単純であり、複雑な点はないため、実際に必要な作業を見たほうが、理解しやすい。)</p>	<p>維持管理マニュアルにも各装置の簡単な構造図があればわかりやすい。</p>

6 - 2 - 7 維持管理性能のまとめ

以下に維持管理性能のまとめを示す。

< 日常及び専門維持管理 >

日常的な維持管理については特に問題はなかった。ただし、酵素を便器から投入した後便槽底部をかき混ぜる作業に関しては効率的にできるような工夫が必要である。

専門的な維持管理には、重いマンホールの開閉作業などがあることや、転落・酸欠事故を防止するためにも、最低2人は必要である。ただし、作業時間は、便器の汚れや足踏みポンプの作動状況チェックなど日常管理と重複する部分を省略すれば、1～1.5時間程度で実施できると思われる。装置稼働上の大きな問題はないが、点検の作業性を向上させるための装置の改善は必要である。例えば、便槽内フィルターの脱着に必要な持ち手がないこと、マンホール枠の隙間に入り込んだ泥や砂利が開閉作業に支障をきたすことなどが課題としてあげられる。泥や砂利は、入口付近に砂取りマット等を置くことで対策できると考えられる。また、今後も安定的に長期間稼働するには土壌処理層の定期点検が必要となる。そのためには、土壌処理装置が適切に働いているかどうかを確認できるような点検口の設置や点検方法を検討することが望ましい。

< 開山・閉山対応 >

開山・閉山対応に係る作業性は、建物の開口部が多いため防雪戸をはめるのに労力を要することがあげられた。

< 汚泥等の搬出 >

汚泥等の搬出作業は必要なかったが、将来的には汚泥等の引抜きが想定される。これについては、汚泥の蓄積状況を踏まえたメンテナンス対策が必要である。

< トラブル対応 >

装置としては越冬上の致命的トラブルはないが、下部水槽の水の凍結が指摘されたため、開山時にスムーズに洗浄水が得られるような配慮が求められる。なお、越冬時ではないが、強風により屋外の点検柵のフタが飛ばされることがあった。山岳地という特殊な自然環境下であることを考慮して、強風対策も十分配慮しなければならない。

< マニュアルの信頼性 >

最後に維持管理マニュアルについては、日常維持管理は単純で複雑な作業がないため、マニュアルも必要だが現場指導が効果的であると判断された。ただし、専門維持管理については分かりやすく図示してほしいとの要望があった。また、マニュアルに施設の概要、正常・異常等の判断基準、トラブルの対処方法、簡易水質測定の方法等も記載してあれば、

作業内容の一部を専門家から日常維持管理者に移行できるため、作業の効率化を図ることができる。

6-3 室内環境

6-3-1 室温・湿度

自動計測タイプの温湿度センサーを男子トイレの梁部分（図6-7参照）に設置し、室温・湿度を計測した。結果を表6-16に示す。また、室内温度グラフを図6-8、湿度グラフを図6-9に示す。

表6-16 室温・湿度

	7月		8月		9月		10月	
	室温	湿度	室温	湿度	室温	湿度	室温	湿度
最高室温・湿度	16.2	99.0	17.5	91.0	13.7	82.0	11.5	78.0
最低室温・湿度	5.7	18.0	6.1	1.0	3.4	1.0	5.0	1.0
平均室温・湿度	11.5	81.4	11.8	59.1	9.0	63.6	7.4	54.5

7/5～10/5（93日間）のデータを基に作成

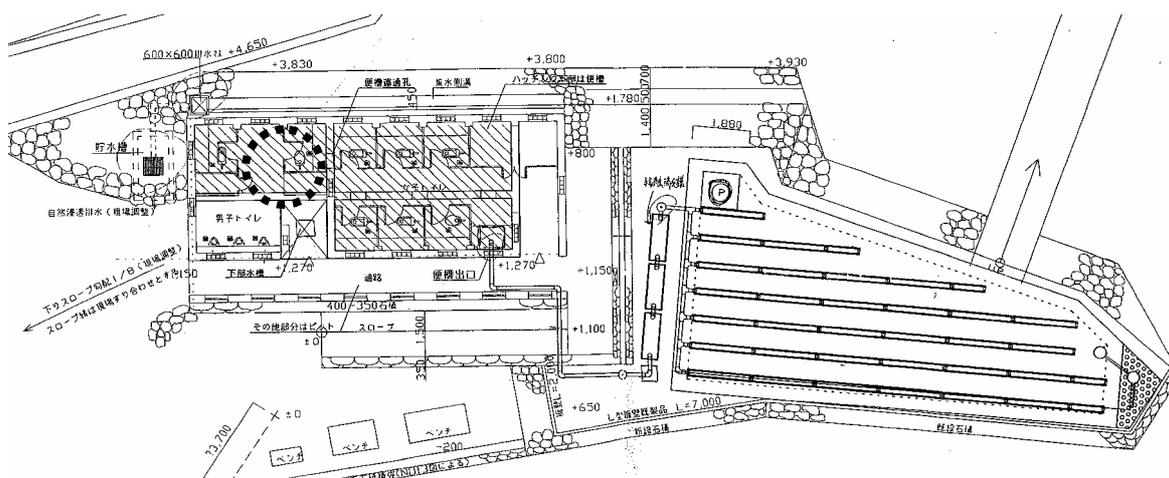


図6-7 温湿度センサーの設置位置



温湿度センサーの設置場所



温湿度センサーの拡大写真

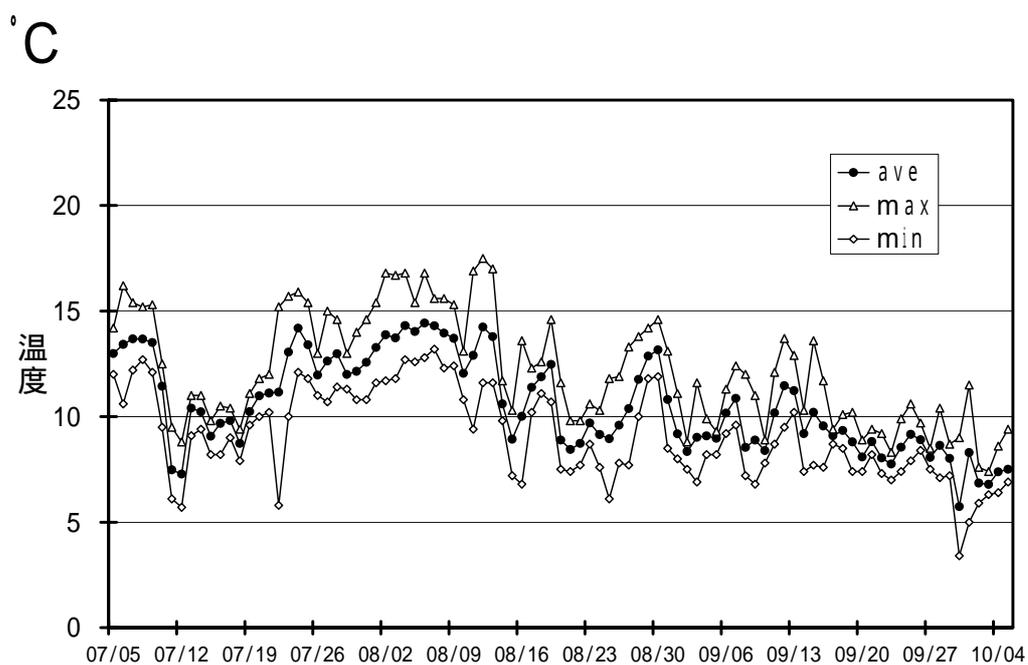


図6-8 室内温度グラフ

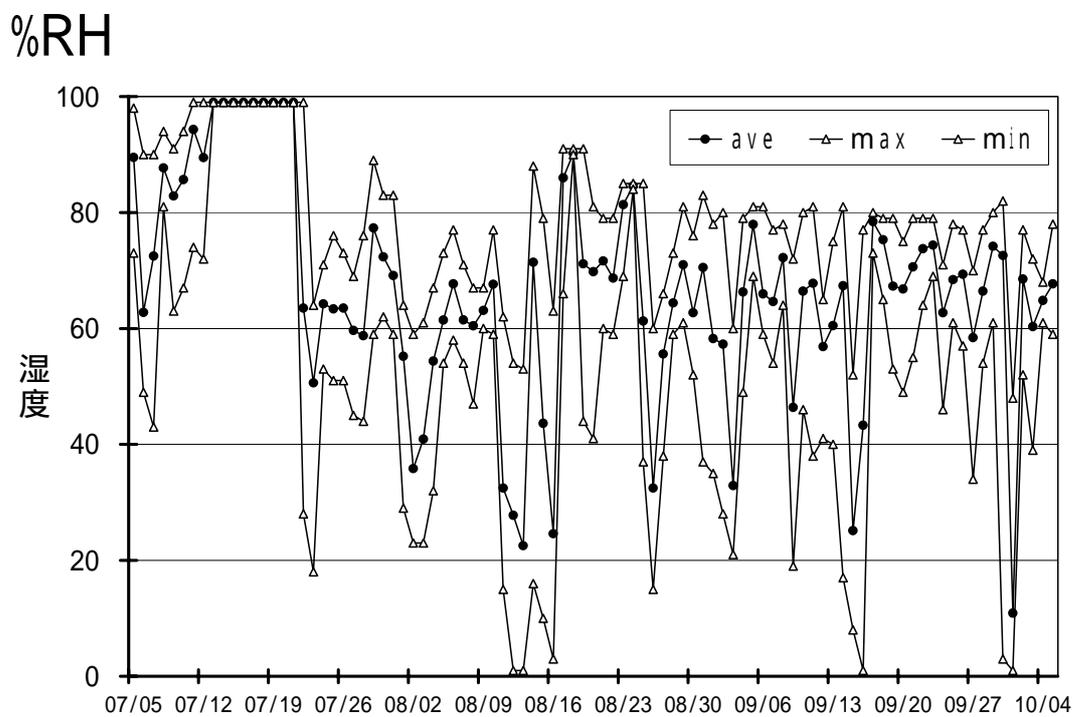


図6-9 湿度グラフ

使用期間中における最高室温は17.5 で、最低室温は3.4 、平均は10.6 だった。一方、湿度は最高が99.0%で、最低は1%、平均は66.6%となった。

湿度については、7月11日から22日まで湿度が99.0%になっているが、10日からの降雨と濃霧がトイレブース内に入り、センサー部が結露し、乾燥するまで数日間要したためと思われる。気温25 程度あれば、1~2日で回復するが、一ノ越のような気温が低い場所では、回復までに相当日数がかかると考えられる。一方、湿度が1%という数値は同じ日の富士山データ（气象台アメダスより）も低い湿度が計測（表6 - 17）されているので、高山地帯は乾燥状態であったと推測される。

表6-17 一ノ越と富士山の湿度の比較表

湿度(%)		8月12日	8月13日	9月15日	9月16日	10月1日	10月2日
最低	一ノ越	1	1	8	1	3	1
	富士山	-	-	3	2	7	4
平均	一ノ越	28	23	25	43	73	11
	富士山	11	11	8	9	65	9

6-3-2 許容範囲

利用者にアンケートを実施し、室内環境の快適性・装置の操作性に関する許容範囲の把握を行った。表6-18、6-19に結果を示す。

調査実施日：全6回（1回目：7月26日、2回目：8月2日、3回目：8月9日、
4回目：8月16日、5回目：9月6日、6回目：10月4日）

調査者：(社)富山県浄化槽協会

回答者数：52人（男性16人、女性36人）

表6-18 アンケート回答者の属性

	10代	20代	30代	40代	50代	60代以上	計
計	7	6	5	8	13	13	52
女性	7	4	2	4	13	6	36
男性	0	2	3	4	0	7	16
(大便器)		(1)		(1)		(2)	(4)

1. トイレブース内のおいしさはどうでしたか？ 人数(%)

許容範囲内である	どちらとも言えない	不快である	計
36 (69.2)	9 (17.3)	7 (13.5)	52

2. トイレブース内の明るさはどうでしたか？ 人数(%)

許容範囲内である	どちらとも言えない	暗い	計
39 (75.0)	9 (17.3)	4 (7.7)	52

3. 洗浄水の色やにごりはどうでしたか？ 人数(%)

許容範囲内である	どちらとも言えない	不快である	計
39 (75.0)	10 (19.2)	3 (5.8)	52

4. 足踏みペダルの使い勝手はどうでしたか？ 人数(%)

許容範囲内である	どちらとも言えない	改善すべきである	計
25 (48.1)	12 (23.1)	15 (28.8)	52

表6-19 フリーアンサー

No.	性別	年代	使用便器	内容
1	女	30	大	ペダルの踏み方の説明が必要。
2	女	50	大	生理用品やビニールが置いてある。
3	女	50	大	紙を流そうと水をたくさん使う。
4	女	50	大	山の上で使い心地まあまあであった
5	女	50	大	少し体重をかけないと作動しにくい。大変清潔に保たれ使用にあたって安心して利用でき嬉しく思います。山でこんなに綺麗なトイレは初めてです。維持して下さる皆様に感謝します。
6	女	50	大	とても快適。自然にやさしく、かつ気持ちよく使用できるこのようなWCが普及するといいですね。
7	男	20	大	快適です。明るい。
8	女	10	大	臭かった。雄山のトイレより良かった。
9	女	10	大	ペダルが重い。
10	女	40	大	綺麗だった。
11	女	40	大	ペダルが堅い。綺麗ですばらしい。
12	女	40	大	水で流していないトイレがあった。
13	男	60	大	ペダルが堅い。
14	女	20	大	ペダルが重い感じがする。
15	女	60	大	重い、もう少し出てほしい。
16	男	30	小	ペダルが重い。
17	女	50	大	少し重い。
18	男	40	小	臭い中でペダルが踏めない。洗浄水の出が悪い。手洗水がほしい。
19	男	60	小	きれいなにおい、明るさ適当、ペダル重すぎる。清掃も行き届き快適です。
20	男	30	小	臭すぎる。
21	男	60	大	特になし。良いと思います。
22	女	60	大	もう少し軽く、水量が多い方が良い。
23	女	50	大	水の出が悪い。
24	男	30	小	足踏みペダルが大変。

6-3-3 室内環境のまとめ

以下に、室内環境のまとめを示す。

<室温・湿度>

人の快適な温湿度帯は、一般的に18～25℃、40～60%といわれている。一ノ越公衆トイレはトイレの入口に扉がない半開放式の建物で採光部も小さく、太陽光による影響を受けにくいいため、外気温と室温は図6-10のグラフが示すとおり、ほぼ同じ変化を示した。

トイレ内の最高温度17.5℃、最低温度3.4℃、平均温度10.6℃と低めではあるが、利用者のほとんどは登山の服装をしているため、室内温湿度に関しては特に問題ないと思われる。利用者からも室温・湿度に関する意見はでていない。

<利用者アンケート>

利用者へのアンケートの結果は、においについて許容範囲内と回答した人は約70%、トイレブースの明るさを許容範囲内と回答した人は75%、洗浄水の色やにごりの状態を許容範囲内と回答した人は75%であったことから、快適性についてはほとんどが許容範囲内にあるとの回答だった。ただし、足踏みペダルの使い勝手を改善すべきと回答した人は28.8%であったため、改善もしくは、ペダルの踏み方についての注意書きを掲示する必要があると考えられる。

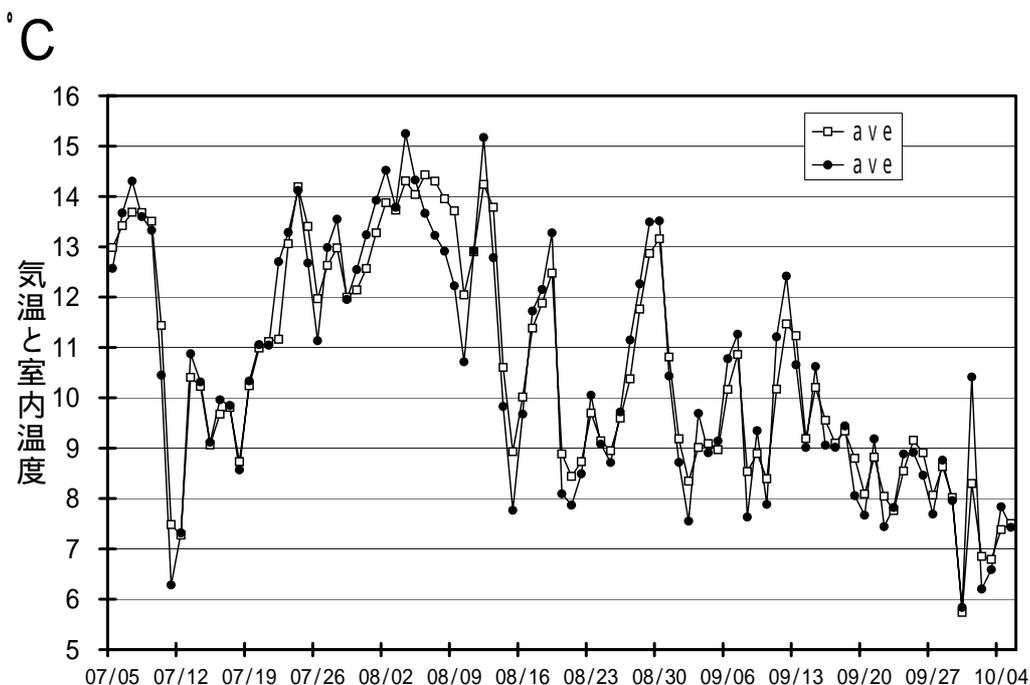


図6-10 気温と室内温度グラフ (が気温、 が室温)

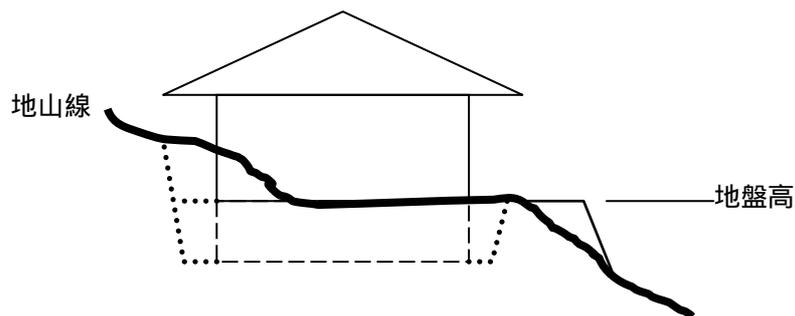
6 - 4 周辺環境への影響

6 - 4 - 1 土地改変状況

工事資料をもとにトイレ整備にともなう土地改変の程度を表6 - 20に示す。

表6-20 土地改変状況

実証項目	結果
設置面積	建屋部分 71.0m ² (w5,920×d12,000mm) 土壌処理部分 81.3m ² 接触消化槽部分 2.6m ² (w1,550×d550mm×3基) その他 0.8m ² (L7,600×100mm) 合計 155.7m ²
地形変更	建屋部分の地山を掘削・根切り・埋戻し、土壌処理部分を盛土
伐採	なし
土工量	切土157m ³ 、根切り220m ³ 、埋戻し178m ³ 、盛土81m ³



- 切土・・・地盤高より高い位置にある土砂を掘削する作業
- 根切り・・・地盤高より低い位置にある土砂を掘削する作業
- 埋戻し・・・根切りを行った箇所を土砂で再度埋める作業
- 盛土・・・土砂のない箇所に土砂を盛り上げる作業

図6-11 土地改変の作業の内容

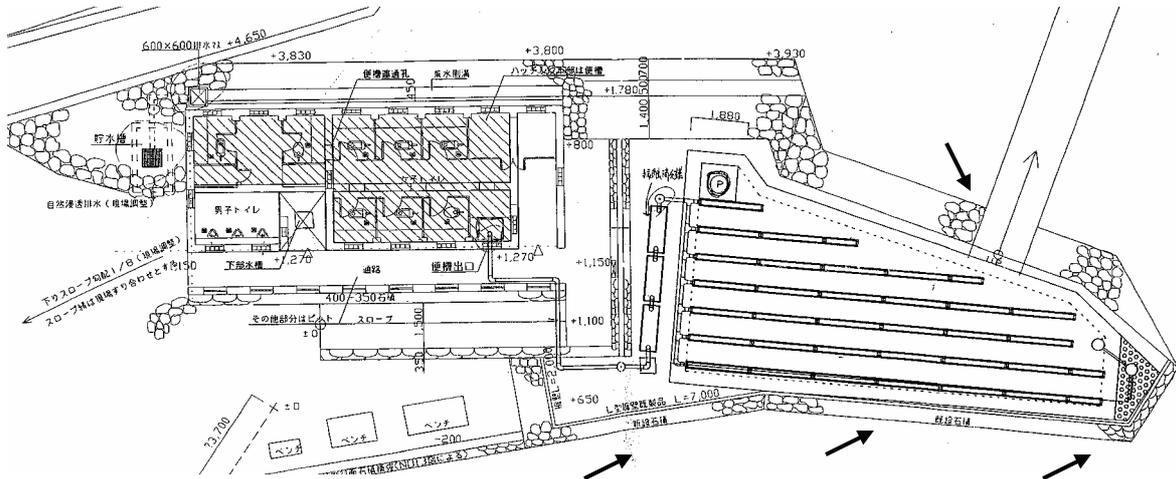


建築前の写真（一ノ越園地：休憩施設として利用）

6-4-2 周辺土壌への影響

(1) 試料採取場所

土壌試料の採取場所は以下の4地点とした。



- ：接触消化槽への流入升の下、
- ：土壌処理槽中間点の下、
- 雨水の浸透部の下
- ：土壌処理槽の上（比較対照のための試料）

図 6-12 土壌試料の採取場所

(2) 試料分析結果

測定を行った Cl^- 、 NO_3^- -Nはいずれも検出限界以下であった。地下貯水槽から雨水浸透マスへの流出管の高さと遮水シートの上端の位置との関係から、ほとんどが雨水浸透マスへ流出したものと考えられ、の位置で Cl^- 、 NO_3^- -Nが検出されることが予測された。しかし、施設の周辺地盤は礫が多い構造であるため、水分が速やかに浸透していき、下流側であるの位置と浸透部との水平距離がやや離れていたため、採取位置には浸透水が到達していないか、雨によって流出したものと考えられる。一方、仮に遮水シートからの越流が起こっていたとしてもこれまで示した状況と同様に Cl^- 、 NO_3^- -Nは検出することが困難であったと考えられる。このような状況から、今回の調査における土壌試料の分析からは周辺土壌への影響を確認することはできなかった。

6 - 4 - 3 周辺環境への影響のまとめ

以下に、周辺環境への影響についてまとめる。

<土地改変>

土壌処理方式は土壌処理装置の設置に比較的大きなスペースが必要となるが、今回の設置場所は57頁の写真から分かるとおり、もともと休憩目的として利用されていた園地を活用した工事であったため、植生等への影響は大きくないと考えられる。ただし、土地改変によって地盤が緩んでいることも考えられるため、埋め戻しや盛り土をした部分は地盤沈下に注意する必要がある。

<周辺土壌>

試験計画では図6 - 13に示す考え方で土壌試料を採取することとしていたが、現場に十分な掘削スペースがなかったため、土壌への影響がありそうな場所を新たに設定して実施した。雨水とともに周辺土壌を分析した結果はいずれも検出限界以下であった。ただし、公衆トイレ設置場所は岩陵地帯であるため雨水による希釈効果が大きく、仮にし尿の影響があったとしても検出することは容易でない。周辺土壌の調査にあたっては、試料採取場所をよく考慮しなければならない。周辺への影響を配慮するのであれば、雨水浸透マスで得られる水について調査することが望ましい。

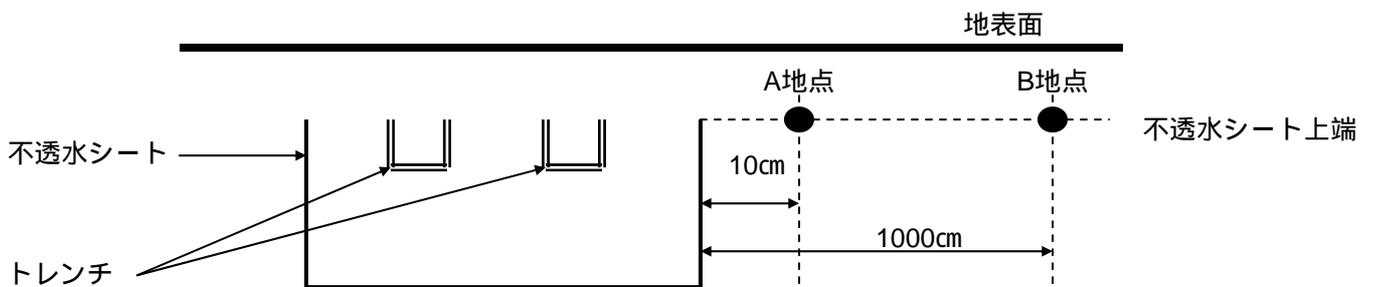


図6-13 土壌が不透水シートで囲まれている場合の採取場所例

6 - 5 処理性能

6 - 5 - 1 試料分析結果

(1) 現地測定項目および簡易測定水質項目の試験結果

1) トイレ室温及び水温

各温度センサーの温度変化を図6 - 14に示す。なお、各部位の温度センサーは測定データ記憶容量の関係上、2004年7月26日に新たな温度センサーと交換し、2004年10月4日まで測定・記録を継続した。また、2004年6月24日には、便槽出口(外)の弁の工事を実施したこと、その影響とみられるデータの異常値は除外した。なお、便槽出口(内)は2004年7月26日からのデータである。

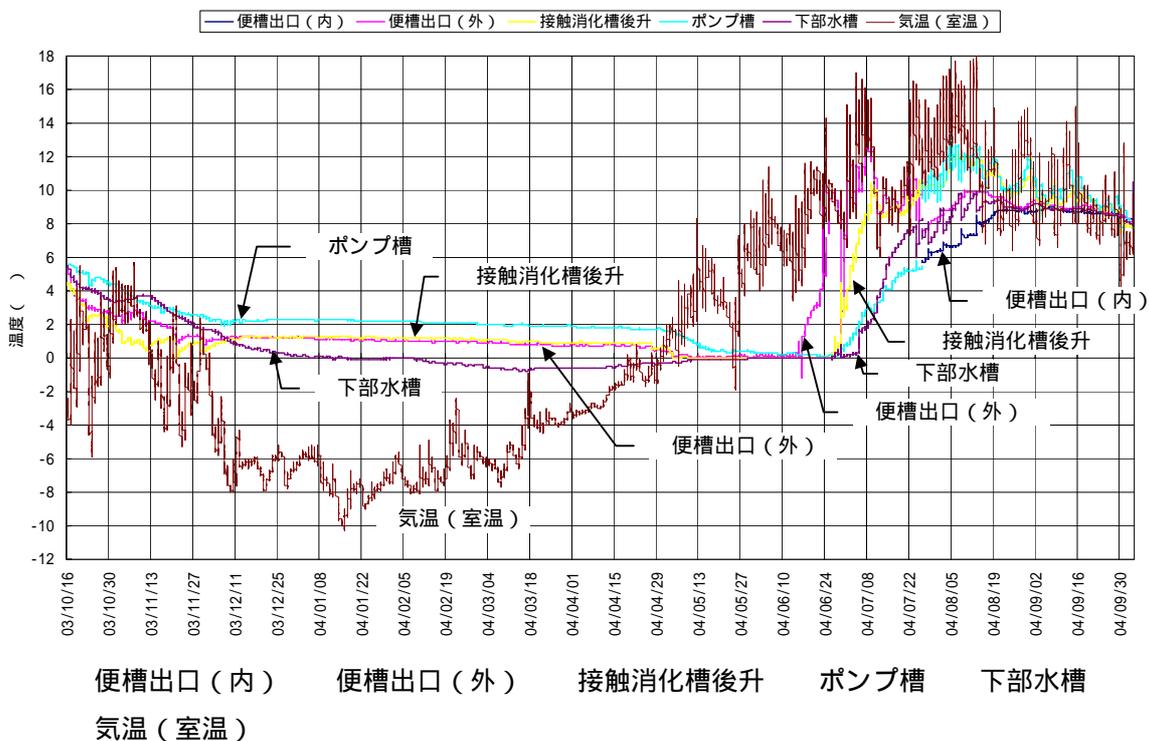


図 6-14 温度センサー設置箇所の温度変化

室温については、冬期には日中でも氷点下を示し、-10 を下回ることもあった。夏期には15 を超えることが多々認められたが18 を超えることはなかった。

建屋内が-10 まで低下した冬季において、便槽内の水温は0 付近を示した。接触消化槽およびポンプ槽の水温、気温が零下を示した期間においても1~2 の範囲で推移したが、5月以降室温がプラス側に転じたのとは逆に0 に低下した。これは積雪がある期間はその保温効果によって1~2 に維持されていたが、雪解け水の影響によって水温が低下したものと考えられる。一方、建屋内の下部水槽、便槽は室内ではあるものの気温の低下とともに水温はマイナスとなり、表面が凍結していたことが明らかとなった。

なお、夏場における平均室温は7月9.9、8月10.1 を示し、日によっては平均14 まで上昇した場合もあるが、水温は10 程度までの上昇に留まった。

一方、湿度は大きく変動し、降雨等の影響が著しかった。

2) 色および臭気

便槽出口および接触消化槽3室出口の水は茶色で、強いし尿臭が感じられた。下部水槽は8月初旬まで無色・透明であったが、その後、色がつきはじめ、8月中旬には弱いし尿臭が感じられはじめた。

表 6-21 試料の色および臭気

	便槽出口		接触消化槽3出口		下部水槽	
	色	臭気	色	臭気	色	臭気
7月7日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	透明	無
7月26日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	透明	無
8月2日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	透明	無
8月9日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	極薄茶	無
8月16日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	極薄茶	微し尿臭
9月6日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	薄茶	弱し尿臭
10月4日	茶	し尿臭	茶	し尿臭	薄茶	弱し尿臭

3) 透視度

透視度は水の透明感を表す指標である。

便槽出口および接触消化槽3室出口の透視度は3cm 程度で著しい濁りがある。これに対し、下部水槽の透視度は8月2日まで1m 以上を示した。しかし、その後急激な低下を示し、8月16日以降は20cm 以下に減少し10月初旬には10cm 以下となり、濁りの進行が顕著であった。

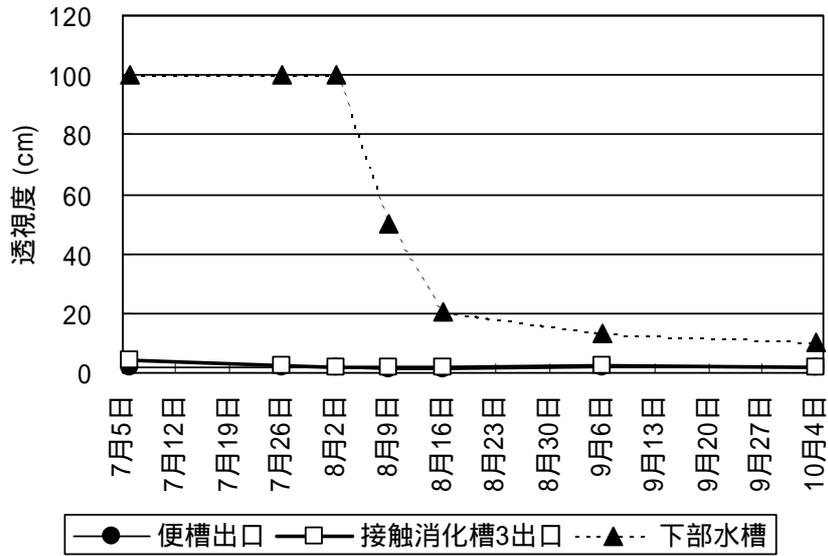


図 6-15 透視度の推移

4) DO

水中に存在する酸素濃度を示す DO は、便槽出口および接触消化槽第 3 室出口の流出水では、調査期間中ほとんど検出されない状態が続いたことから、腐敗性の有機物が多く含まれていることを示している。一方、下部水槽の流出水の DO は、調査開始時に 12mg/L と高い値を示したが、日数の経過に伴い低下する傾向を示し、8 月 9 日には 1mg/L 以下まで低下し、その後は測定した 3 ヲ所ともに 1mg/L 以下で推移した。

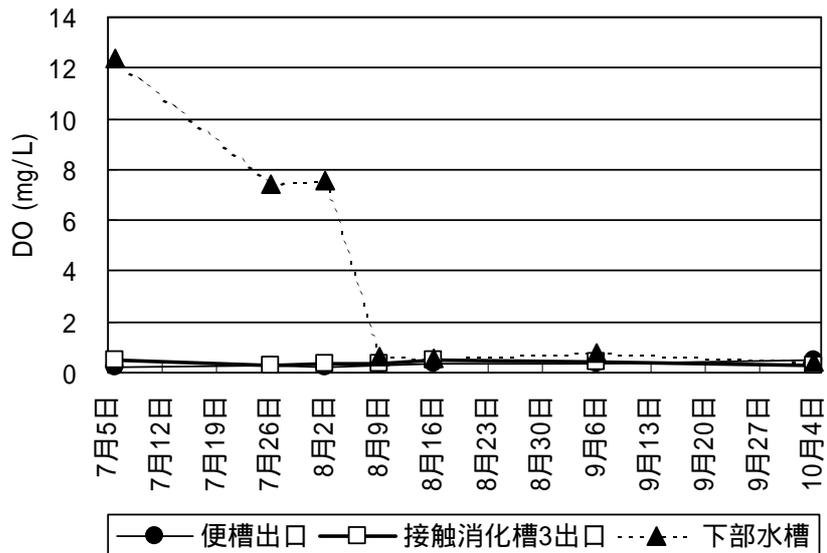


図 6-16 DO の推移

下部水槽の水は土壌処理槽を通過した後、ポンプアップされて洗浄水に用いられるまで貯留されるものである。8月初旬に著しく低下したことは、DO がほとんど検出されない接触消化槽第 3 室の流出水が土壌処理槽を通過する際に供給される酸素が足りない状況であったものといえる。これは先に示した利用者数の増加に対応したものであり、有機物が十分に除去されていない結果と考えられる。

DO の消失は雨水調整槽、ポンプ槽、下部水槽の順に進行し、流れ過程における酸素の溶解はあるものの、有機物が残存していることから静置している間に DO が消費されたものと考えられる。

5) ORP

ORP は水の酸化還元電位を示したものであり、その水がより好氣的傾向になればプラス側に変化し、嫌氣的（腐敗）傾向になればマイナス側に变化する。

便槽出口と接触消化槽 3 室出口の ORP はいずれも - 350mV 程度で推移し、日数の経過に伴って徐々に低下する傾向を示し、腐敗が進行しているものと考えられる。下部水槽の ORP は7月初めの約 + 300mV から DO が消失する時期に + 100mV 前後まで低下した。DO が消失した後の DO の変化では読み取れないが、ORP は急激に低下する傾向を示し 9 月以降は - 100mV、10 月には - 300mV にまで低下し、接触消化槽 3 室出口の ORP に近づく傾向を示し、腐敗が進行しているものと考えられた。

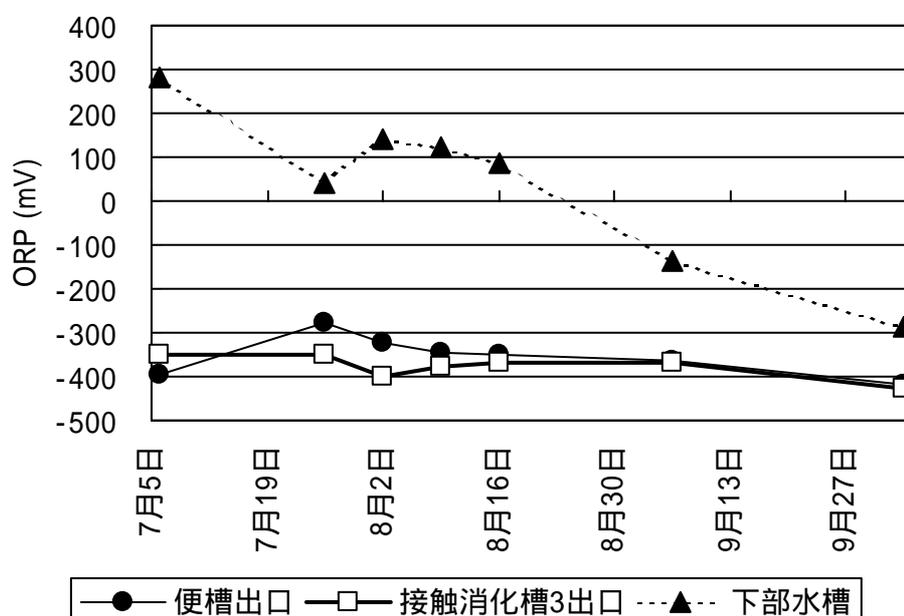


図 6-17 ORP の推移

6) 各態の窒素

し尿中に含まれるN成分は加水分解を受け NH_4^+ -Nに変化する。その後、条件によっては酸化され NO_2^- -N、 NO_3^- -Nに変化するが、本試験期間中に酸化態窒素はほとんど検出されなかった。

便槽出口および接触消化槽3室出口の NH_4^+ -Nは、8月初旬まで急激に増加する傾向を示し累積トイレ利用者数に対応した変化が確認された。その後は一旦急激に低下し、再び増加する傾向を示した。一方、下部水槽の NH_4^+ -Nは8月初旬までほとんど検出されなかったが、その後は徐々に増加する傾向を示した。下部水槽の水が足踏みポンプによって洗浄水として用いられることから、相当希釈されることになるが、 NH_4^+ -Nの濃度および増加した傾向は、一般的な浄化槽における数値と比べ大きいことから、希釈倍率は小さいと考えられる。

なお、便槽出口および接触消化槽3室出口の NH_4^+ -Nが8月初旬から急激に低下したのは、8月初旬のトイレ利用者数のピークによる希釈の影響と考えられるが、トイレ内が水浸しになった時期もあったことから風雨による影響で点検口から雨水が浸入した可能性も考えられる。

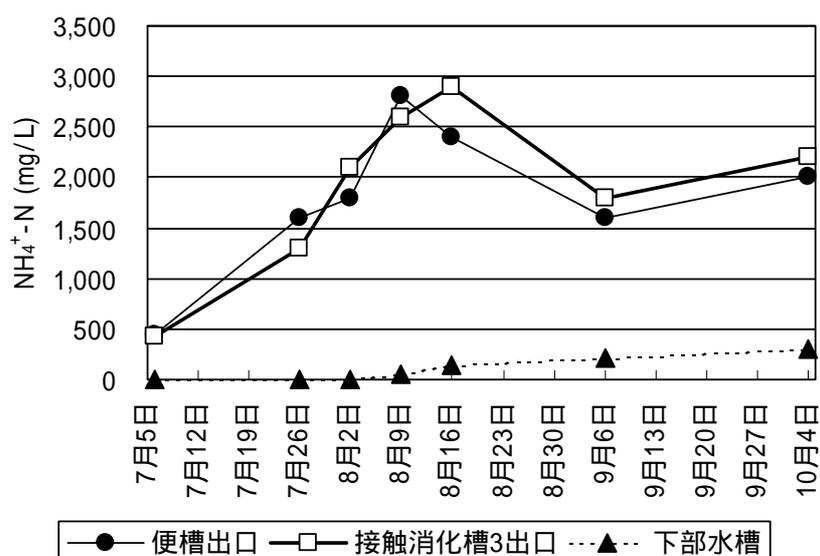


図 6-18 NH_4^+ -Nの推移

7) 雨水調整槽からの浸透水の水質

雨水調整槽からの流出配管にバケツを設置し、浸透水となる水が7月26日および9月6日に採取された。7月26日の水は、透視度が100cm以上と透明感が高く、DOおよびORPの値から好気状態であることが確認された。ただし、 NH_4^+ -Nが検出されたことおよびCl⁻が比較的高い値を示した。

9月6日には、透視度が著しく低下し、DOおよびORPが極端に低下していた。また、 NH_4^+

-NおよびCl⁻の濃度が上昇し、薄茶色を呈し、し尿臭が認められたことは、浸透水に土壤槽内水が混入しているものと考えられた。

表 6-22 浸透水の水質の変化

	水温	pH	DO mg/L	ORP mV	透視度 cm	NH ₄ ⁺ -N mg/L
7月 26日	14	7.8	7.0	51	>100	5
9月 6日	11	8.7	0.8	-239	11	240
	NO ₂ ⁻ -N mg/L	NO ₃ ⁻ -N mg/L	Cl ⁻ mg/L	色	臭気	
7月 26日	0.04	ND	231	透明	無	
9月 6日	ND	ND	280	薄茶	弱し尿臭	

(2) 採取試料の水質分析結果

1) pH

便槽出口および接触消化槽3室出口の pH は、調査期間における数値および変化はほとんど同一であった。7月初旬 pH8 程度であったが、利用者数のピーク時に pH9 近くとなり、その後は低下する傾向を示し、9月以降は pH8 以下を示した。

下部水槽はこれとは相反する変化を示した。これが洗浄水として影響し槽内の滞留時間を経て影響しているものと考えられた。

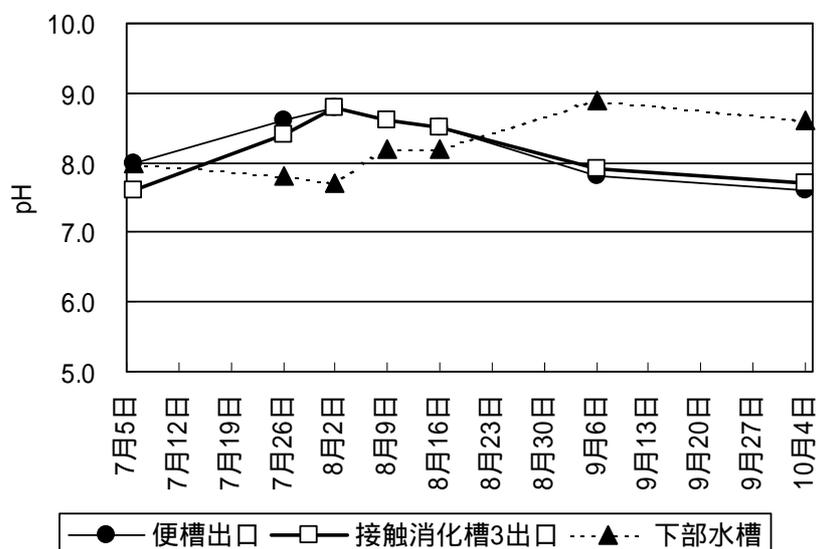


図 6-19 pH の推移

2) SS

SSの経日変化は先に示したNH₄⁺-Nおよび後述するCl⁻と類似の変化を示した。

便槽出口および接触消化槽 3 室出口の SS は 100mg/L 前後の変化であり、大きな固形物は認められず比較的低濃度の範囲であることが確認された。これは便槽出口流出管に設置された便槽内フィルターの効果と考えられた。すなわち、固形物の流出がおさえられているのはフィルターによるろ過効果およびフィルター部の抵抗によるピーク流量への緩衝作用さらに足踏みポンプによる水量が少ない洗浄であるための影響と考えられる。

下部水槽については、透視度の低下と相反して SS が増加する傾向を示し、濁りが増してきたことを裏付けている。しかし、その SS は最大でも 30mg/L 以下を示し、大きな固形物は認められずコロイド状態で低濃度であることが確認された。

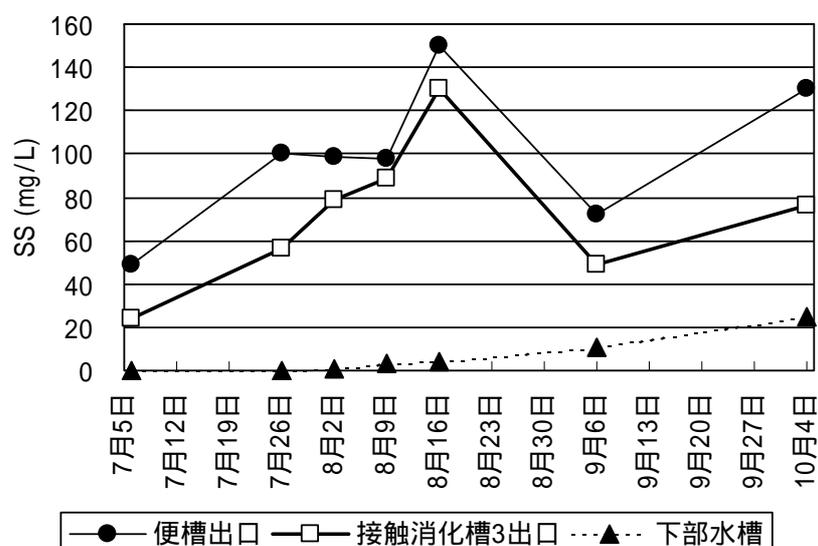


図 6-20 SS の推移

3) BOD

便槽出口および接触消化槽 3 室出口の BOD は、調査開始時には 1,000mg/L 程度であったが、日数の経過に伴い 8 月初旬に 3,000mg/L 程度、9 月初旬以降は 5,000mg/L 程度まで増加した。先に示した SS 濃度が低いことから大部分が溶解性成分であるものと推察される。

下部水槽は 8 月初旬まで 20mg/L 以下で極めて低濃度であったが、10 月初旬には 100mg/L 近くまで増加し、これまでに示した透視度、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、色、臭気および SS の推移と比べ影響が生じるまでの期間が遅れる傾向が示された。

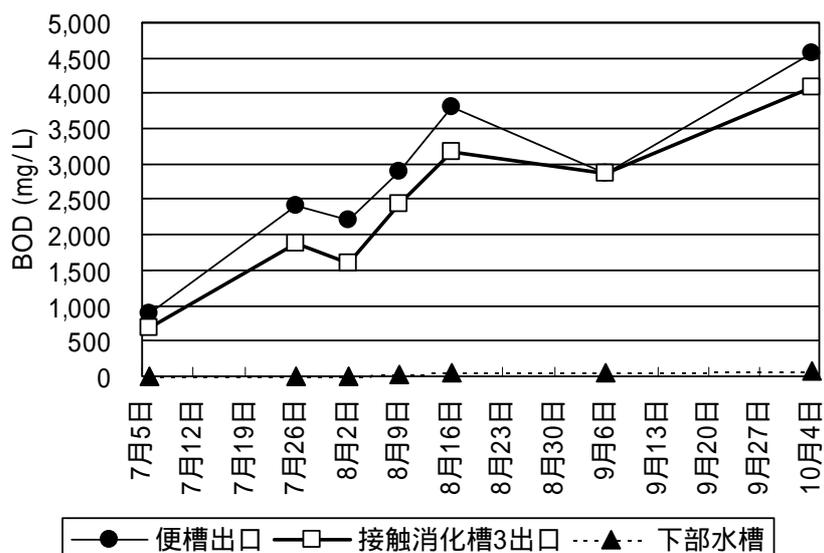


図 6-21 BOD の推移

4) TOC

便槽出口および接触消化槽 3 室出口の TOC は、調査開始時には 500mg/L 程度であったが、日数の経過に伴い 8 月初旬に 1,000mg/L 程度、8 月中旬に 1,500mg/L 程度まで増加した。9 月初旬には $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ の推移と同様に低下し、10 月初旬には 1,800mg/L 程度まで増加した。便槽出口と接触消化槽 3 室出口とに大きな差は認められず、接触消化槽 1 室から 3 室までの除去率は小さいことが明らかとなった。その要因としては SS が低濃度であることから SS 除去に伴う低下がないこと、および接触消化槽内の水温が 10 程度であることから、微生物反応による消化は容易ではなく、土壌槽へ移行するための若干の SS 除去および可溶化が生じる槽と考えられる。

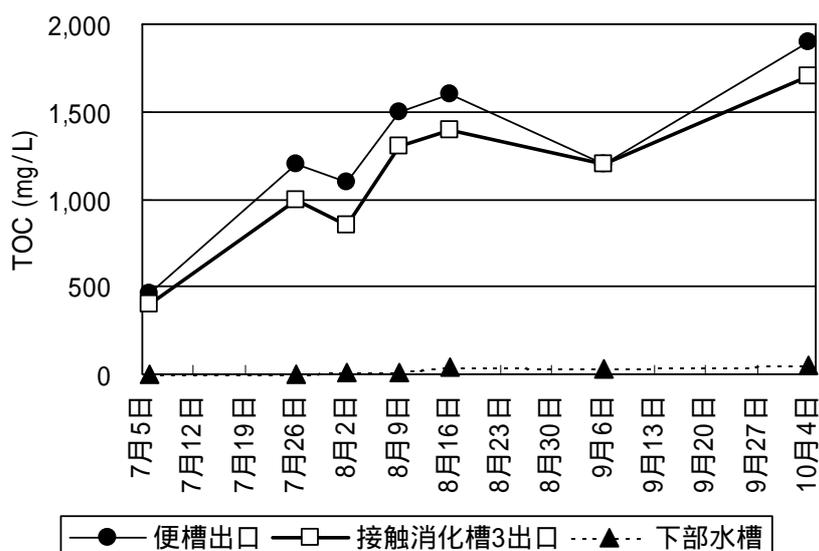


図 6-22 TOC の推移

下部水槽の TOC は 8 月上旬まではほとんど検出されなかったが、8 月中旬以降においては 50mg/L 以下の範囲で徐々に上昇する傾向を示した。

5) Cl⁻

調査を開始した 7 月初旬から 8 月初旬まで、便槽出口および接触消化槽 3 室出口の Cl⁻ は、急激な増加を示したが、その後は 8 月中旬まで横ばい傾向を示し、9 月初旬には急激に減少した。し尿中に含まれる Cl⁻ は一般に 5,500mg/L 程度といわれており、下部水槽の水を足踏みポンプを用いて洗浄するため希釈されることになるが、8 月初旬までのように増加するのが本来の特性といえる。これに対し、8 月中旬以降の推移は、異常に希釈された影響と考えられる。特に、8 月 31 日および 9 月 5 日には大量の降雨が記録されており、9 月 6 日の調査時は接触硝化槽の点検口が吹き飛ばされて無くなっていたことから、雨水の混入の影響が大きいと考えられる。

一方、下部水槽の Cl⁻ は 7 月下旬まではほとんど検出されなかったが、その後は徐々に増加し、接触硝化槽からの水に置き換わる傾向が示された。

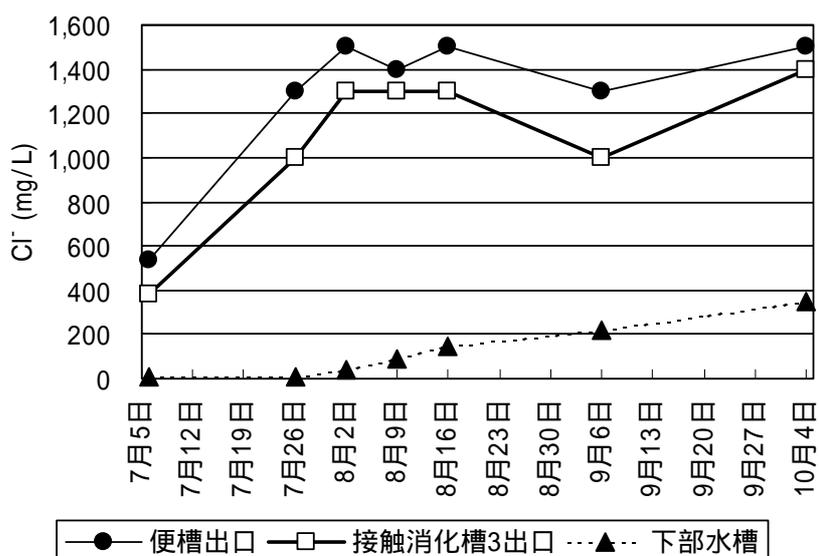


図 6-23 Cl⁻の推移

6) 大腸菌群

下部水槽について、調査ごとに大腸菌群の測定を行ったが、調査期間中においては検出されなかった。最終の調査である 10 月 4 日においては、便槽出口、接触硝化槽 3 室出口、雨水調整槽についても測定を行ったところ、それぞれから大腸菌群数は 2.2×10^4 、 1.3×10^3 、 1.3×10^3 (個/mL) 検出された。雨水調整槽でも検出されたことは、雨水調整槽から浸透まですへ移行し、浸透されるおそれがあることが示唆された。

表 6-23 大腸菌群の推移

	便槽出口	接触消化槽 3	雨水調整槽	下部水槽
7月 6日				ND
7月 26日				ND
8月 2日				ND
8月 9日				ND
8月 16日				ND
9月 6日				ND
10月 4日	2.2×10^4	1.3×10^3	1.3×10^3	ND

(3) 汚泥蓄積状況および分析結果

1) 汚泥の蓄積状況

調査開始当初のスカムは微量であった。ただし、男子便槽のスカムは凍結していたことが確認された。各室のスカムは日数の経過に伴い増加し、数cmの厚みを有するようになり、前面に広がる傾向を示した。その性状は主にトイレトペーパーと糞塊が混在した状態であり、ほとんど生に近い状態であった。

表 6-24 汚泥蓄積状況

男子便槽	堆積汚泥厚	スカム厚	スカムの範囲	女子便槽 (北側)	堆積汚泥厚	スカム厚	スカムの範囲
7月 6日	3以下	1	6割(凍結)	7月 6日	2~3	1	5割
7月 26日	3以下	微量	4割	7月 26日	3以下	1	9割
8月 2日	2~3	2~3	10割	8月 2日	4~5	3~4	10割
8月 9日	3~4	2~3	10割	8月 9日	1~2	2~3	10割
8月 16日	2~3	2~3	10割	8月 16日	3~4	3~4	10割
9月 6日	2~3	2~3	10割	9月 6日	2~3	3~4	10割
10月 4日	3~4	2~3	9割	10月 4日	1~2	3~4	10割
女子便槽 (南側)	堆積汚泥厚	スカム厚	スカムの範囲	便槽出口	堆積汚泥厚	スカム厚	スカムの範囲
7月 6日	4~5	1~2	7割	7月 6日	2~3	微量	10割
7月 26日	3以下	1~2	8割	7月 26日	3以下	1~2	9割
8月 2日	5~6	3~4	10割	8月 2日	3~4	2~3	9割
8月 9日	1~2	2~3	10割	8月 9日	2~3	2~3	8割
8月 16日	2~3	2~3	9割	8月 16日	2~3	2~3	8割
9月 6日	1~2	2~3	10割	9月 6日	2~3	2~3	10割
10月 4日	5~6	3~4	10割	10月 4日	4~5	3~4	8割

単位：cm

堆積汚泥も数 cm の範囲で推移した。通常、利用者数の増加に伴い増加するが、途中において減少した場合には、流出したか、スカム化したかを検討する必要がある。本施設の場合には、洗浄水量が少ないことから後段へ流出するよりはスカム化の影響の方が大きいと考えられる。

なお、汚泥の可溶化を促進するための酵素剤は、便器または点検口から投入することになるが、酵素剤とスカムおよび汚泥との混合については、容易に行える状況ではなかった。

2) 汚泥の性状分析結果

本調査期間においては、汚泥を系外に搬出する必要性が生じなかったため、調査開始時と調査終了時の蓄積した汚泥を採取し、分析を行った。

堆積汚泥を分析したことから一般的な収集し尿に比べて高濃度である。実際に搬出する際には、中間にある水も含んで希釈されることから低濃度になる。VSS/SS の比率が調査開始時に比べ、終了時に高くなる傾向を示したのは未分解の汚泥の増加であり、男子便槽の汚泥より女子便槽の方が大きいのはトイレトペーパーの比率が高い影響と考えられる。

一方、Cl⁻は 1,500mg/L程度と、一般の収集し尿よりも低濃度を示したのは汲み取り便所とは異なり、足踏みポンプによる希釈の影響といえる。

表 6-25 汚泥の性状分析結果

	TS mg/L	VS mg/L	SS mg/L	VSS mg/L	VSS/SS × 100 %	BOD mg/L	COD mg/L
7月 6日 男子便槽	45,000	31,700	33,900	24,400	72.0	19,600	16,340
7月 6日 女子便槽	42,700	32,600	30,800	24,200	78.6	22,800	13,480
10月 4日 男子便槽	68,300	48,900	63,800	47,000	73.7	24,200	22,500
10月 4日 女子便槽	44,400	34,300	37,600	29,700	79.0	19,800	16,400
	Kje-N mg/L	NH ₄ ⁺ -N mg/L	アルカリ 度 mg/L	Cl ⁻ mg/L	TOC mg/L	T-P mg/L	pH
7月 6日 男子便槽	4,880	2,320	8,640	1,440	20,100	1,100	7.18
7月 6日 女子便槽	4,590	2,170	5,760	820	21,200	560	6.80
10月 4日 男子便槽	6,230	2,690	11,600	1,640	23,200	1,340	7.82
10月 4日 女子便槽	5,210	2,260	9,200	1,640	18,700	700	6.80

6 - 5 - 2 処理性能のまとめ

調査期間において 61,334 人が利用した本施設に関する処理性能について得られた知見は以下のとおりである。

便槽兼消化槽

便槽下部に設けられた便槽兼消化槽には日数の経過に伴いスカムおよび堆積汚泥が徐々に増加する傾向を示したが、汚泥の搬出が必要なところまでの蓄積には至らなかった。便槽出口から接触消化槽への水の SS 濃度は 100mg/L 前後で推移し、極めて低濃度であった。これに対し、BOD は 1,000～4,000mg/L、TOC は 500～2,000mg/L と SS に比べて高い濃度を示したことから、大部分が溶解性の有機物であると考えられる。このことは便槽出口部分に設けられたフィルターによる効果と考えられた。

接触消化槽

接触消化槽の機能を判断するため、便槽出口と接触消化槽 3 室流出水を比較した。SS、TOC、CI は接触消化槽の方がやや低い値を示したが、ほとんど変化は認められなかった。生物分解を受けない CI も低濃度化していたことは、雨水等による希釈作用が働いていたことも推察される。接触消化槽の上部空間からの浸水は微量であり、むしろ土壤浸透槽からのトレンチを介した逆流が懸念された。

便槽および接触消化槽の流出水にはいずれも DO はほとんど検出されず、ORP が還元状態のまま推移したことから槽内が嫌気性状態に維持されていたことが確認された。また、亜硝酸、硝酸が検出されず、アンモニアが増加する傾向を示したことから、し尿が槽内において加水分解を受け、流出したことが確認された。

土壤処理槽

土壤処理槽の機能を確認するために接触消化槽 3 室流出水と洗浄水（循環水）に用いられる下部水槽の水質を比較した。下部水槽の水質は、調査開始当初は極めて清澄で透視度 1m 以上、無色、無臭、好気性状態で良好であったが、日数の経過に伴い水質が悪化する傾向を示した。調査終了時点における洗浄水の TOC および BOD はそれぞれ 50mg/L および 100mg/L 程度に上昇する傾向を示した。一方、下部水槽の CI は接触消化槽の 1/5 から 1/4 を示し、雨水により 4 倍から 5 倍に希釈されていることが確認されたが、TOC および BOD は 1/40 から 1/30 に減少していることから、希釈以上に有機物の分解が進んでいることが確認された。

地下貯水槽および雨水浸透ます

利用者数が過大になった場合や降雨によって雨水が浸透してきた場合には、雨水浸透ま

すへ流出することになる。その際、地下貯水槽の水位上昇に伴い、過剰な分が流出するが、雨水のみではなく、槽内水もあわせて流出することが本調査において確認された。流出する際は極めて希釈されるとはいえ、処理過程における水が系外へ流出することを考慮する必要がある。

6 - 6 試験結果の全体的まとめ

一ノ越公衆トイレ（富山県中新川郡立山町芦峯寺）に設置された、し尿処理装置（土壌処理方式）の実証試験を行った。一ノ越公衆トイレは標高 2,700m に位置し、11 月から 6 月までは冬期閉鎖される過酷な自然環境であり、越冬を考慮し、実証期間は平成 15 年 10 月 15 日から平成 16 年 10 月 5 日まで行われた。

< 気温、水温、湿度 >

冬季間において建屋内の気温は - 10℃ まで低下し、便槽内の水温は 0℃ 付近を示した。気温が零下を示した期間においても、接触消化槽およびポンプ槽の水温は、1~2℃ の範囲で推移したが、5 月以降室温がプラス側に転じたのとは逆に 0℃ まで低下した。これは積雪がある期間はその保温効果によって 1~2℃ に維持されていたが、雪解け水の影響によって水温が低下したものと考えられる。一方、建屋内の下部水槽、便槽は室内ではあるが気温の低下とともに水温はマイナスとなり、表面が凍結していたことが明らかとなった。なお、夏場における平均室温は 7 月 9.9℃、8 月 10.1℃ を示し、日によっては平均 14℃ まで上昇した場合もあるが、水温は 10℃ 程度までの上昇に留まった。湿度は大きく変動し、降雨等の影響が著しかった。

< 利用者数および利用者の使用感 >

本実証施設の処理能力は、平常時 1,000 人/日、利用集中時 1,500 人/日と示されていた。実証期間において利用者カウンターを設置した調査日数 92 日間の累積利用者数が 62,182 人、平常時における 1 日あたりの平均利用者数は 425 人で、集中時は 7 月 17 日~8 月 15 日の 30 日間で平均利用者数は 1,194 人であった。実証期間中、1,000 人/日を超過し 1,500 人/日未満の日数は 16 日間、1,500 人/日を超過した日数は 6 日間、最大利用人数は 2,303 人/日であった。したがって、設計時に設定された能力に比較的近い負荷がかかった施設であり、その間の利用集中時においても大きなトラブルは発生していない。

利用者へのアンケートの結果は、においについて不快と回答した人は 13.5%、トイレブースの明るさを暗いと回答した人は 7.7%、洗浄水の色やにごりの状態を不快と回答した人は 5.8%であったことから、快適性は問題ないと考えられる。ただし、足踏みペダルの使い勝手を改善すべきと回答した人は 28.8%であったため、改善の必要性があると考えられる。

< 維持管理性 >

日常管理には特に大きな不都合はなかった。専門的な維持管理は、1 回当たり 2 人で 2 時間程度を要し、実務面から考えても最低 2 人は必要である。ただし、装置稼働上の大きな問題はないが、点検の作業性を向上させるために、マンホール、点検口の位置の検討、便槽内フィルターの脱着に必要な持ち手の付加、入口付近に砂取りマット等の設置等が必要

と考えられた。

さらに、土壌処理装置が適切に働いているかどうかを確認できるように、各トレンチの分岐点、途中配管等に点検口の設置が必要と考えられた。その点検方法についても検討することが望ましい。

開山・閉山対応に係る作業性は、建築物的には開口部が多いため、防雪戸をはめるのに労力を要することがあげられた。また、下部水槽の凍結が指摘されたため、開山時における確な対応が求められる。

発生物の搬出作業は必要なかったが、将来的には汚泥等の引抜きが想定される。これについては、汚泥の蓄積状況を踏まえたメンテナンス対策が必要である。

本装置は機械的要素が少ないためトラブルも少なかったが、維持管理に関する現地指導とマニュアルの図示化、判断基準の明確化、トラブルの対処方法等を実際に指示する方がより効果的と考えられた。

< 処理性能 >

便槽兼消化槽

便槽出口から接触消化槽への水のSS濃度は100mg/L前後で推移し極めて低濃度であった。これに対し、BODは1,000~4,000mg/L、TOCは500~2,000mg/LとSSに比べて高い濃度を示したことから、固液分離機能および可溶化は良好であると判断された。

接触消化槽

便槽出口と接触消化槽3室流出水を比較した結果、SS、TOC、Cl⁻は接触消化槽の方がやや低い値を示した。生物分解を受けないCl⁻も低濃度化していたことは、雨水等による希釈作用が働いていたことが推察される。接触消化槽の上部空間からの浸水は微量であり、むしろ土壌浸透槽からのトレンチを介した逆流が懸念された。これらを考慮した場合、本槽の処理への寄与は極めて小さいことが示唆された。

土壌処理槽

土壌処理槽の機能を確認するために接触消化槽3室流出水と洗浄水(循環水)に用いられる下部水槽の水質を比較した。循環水の水質は、調査開始当初は極めて清澄で透視度1m以上、無色、無臭、好気性状態で良好であったが、日数の経過に伴い水質が悪化する傾向を示した。調査終了時点における洗浄水のTOCおよびBODはそれぞれ50mg/Lおよび100mg/L程度に上昇する傾向を示した。一方、循環水のCl⁻は接触消化槽の1/5から1/4を示し、雨水により4倍から5倍に希釈されていることが確認されたが、TOCおよびBODは1/40から1/30に減少していることから、希釈以上に有機物の分解が進んでいることが確認された。

地下貯水槽および雨水浸透ます

利用者数が過大になった場合や降雨によって雨水が浸透してきた場合には、雨水浸透ますへ流出することが確認された。その際、雨水のみではなく、槽内水もあわせて流出する

ことが確認され、極めて希釈されるとはいえ、処理過程における水が系外へ流出することを考慮する必要がある。地下貯水槽の容量に余裕をもたせ、蒸発散量が多いときには土壌表層部に散水するなど対策についても検討することが必要である。

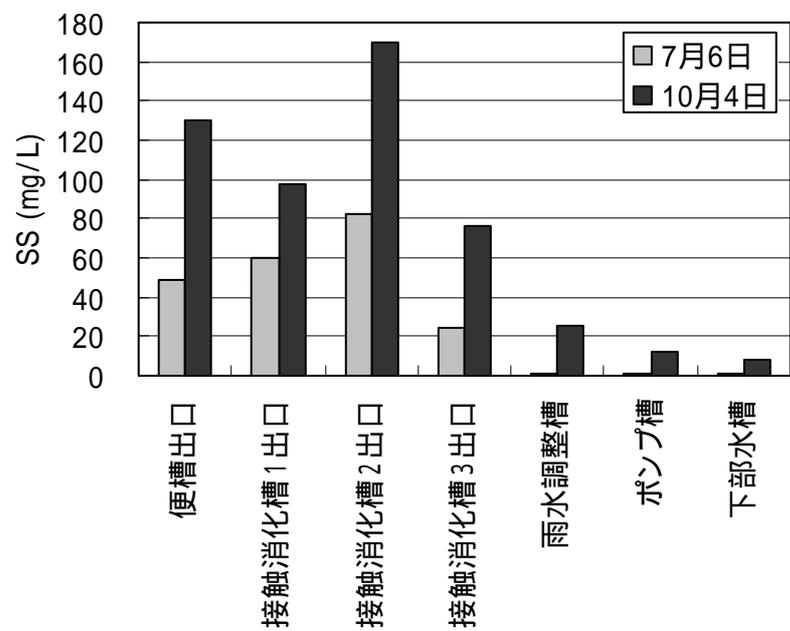
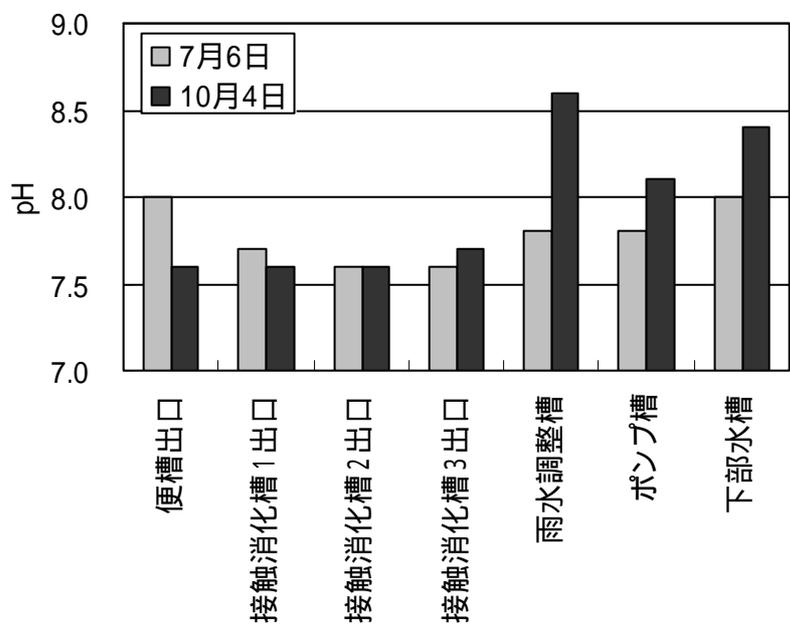
< 建築上の配慮 >

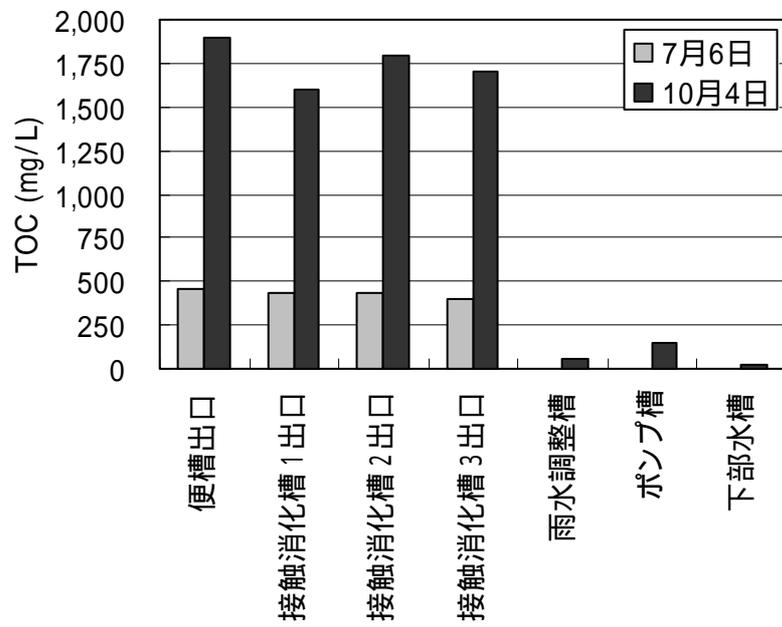
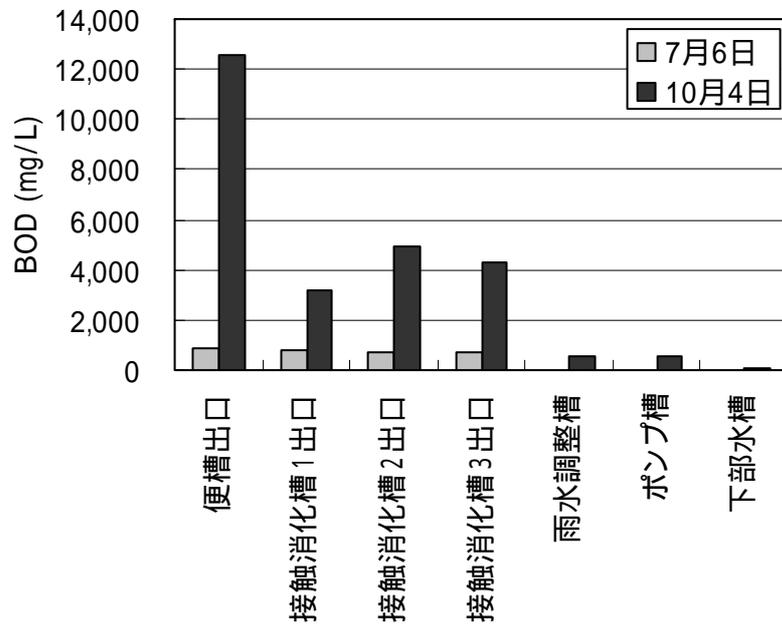
山岳地という特殊な自然環境に対応した建設が必要といえる。建屋については、利便性、開山・閉山への対応、維持管理性等を考慮する必要がある。

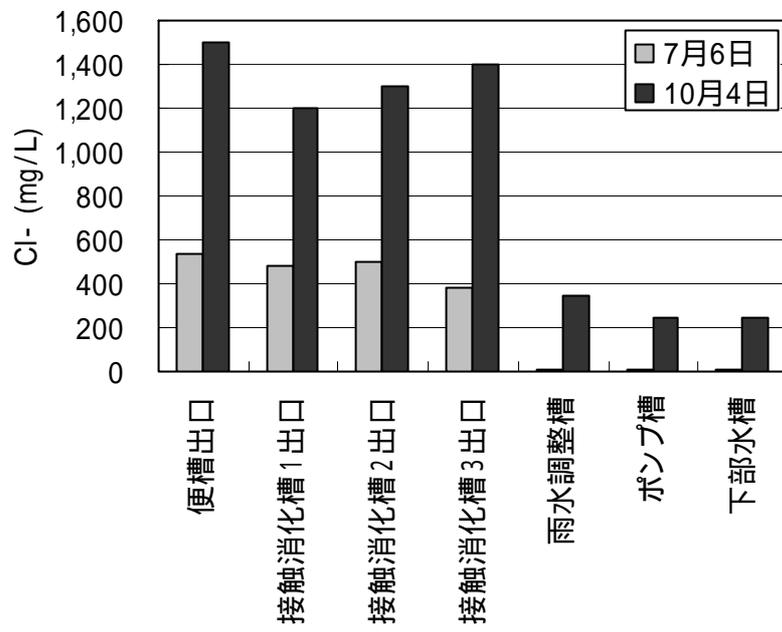
建屋の地下部に設置された便槽が凍結したことから、それを考慮した保温対策が必要と考えられた。

処理槽部については、点検口が少なく処理機能を判断する手段が少ない。比較的広い面積を必要とする土壌処理部、特にトレンチへの均等移流の確保が確認できなければならない。土工事において確実に施工された場合であっても、土砂崩れ、凍結、積雪過重によって、内部設備の変形、破損が生じることも配慮しておくことが必要である。

参考：各単位装置の水質の変化







7. 本装置導入に向けた留意点

7-1 設置条件に関する留意点

7-1-1 自然条件からの留意点

本装置の処理原理は、土壤微生物の代謝作用等を利用して汚水を浄化する方式である。導入にあたっては、土壤浸透層を設置するための広い設置面積が必要であること、土壤の物性によって処理機能が異なることなどに留意する必要がある。このため、特定の土壤を搬入することも多く、客土として搬入した土壤が周辺の植生等に影響を与えないような配慮をする必要がある。

設置場所の気象条件、とくに、冬季間の水温低下は微生物活動にとって厳しい条件となる。装置の大半は地下埋設構造となるため保温効果も期待できるが、維持管理の便のため操作盤などが地上部に設置される場合には、凍結、結露、強風による破損防止策などに充分配慮する必要がある。

今回のモデル実証試験において、冬季閉山時に処理機能は低下するとしても負荷の流入がないため長時間をかけて処理は進行するものと考えられた。しかし、冬季閉山時の過酷な気象条件を考慮して、凍結深度以下に施工する、保温対策を講ずるなどの配慮も必要とされる。

トレンチの水平を確保すること、トレンチおよび雨水浸透ますへの流入量や水質の確認および調整が可能な点検口の設置や点検方法を検討することが必要である。

降水により、土壤処理槽内に大量の雨水が浸透した場合、土壤処理水が雨水浸透ますを経由して槽外に流出することが懸念される。これを防ぐための方法を検討する必要がある。

- 例
- : 排水溝もしくは遮水擁壁を設置し、周囲から土壤処理槽への雨水の流入を防ぐ。
 - : 遮水シートの高さを考慮しながら、地下貯水槽と雨水浸透ますを連結するパイプの高さを高くし、地下貯水槽の貯水量を増やす。
 - : 雨水浸透ますは浸透構造でなく、流入した雨水を一時的に貯留させるプールのような構造とする。等
 - : ~ の対応を行っても、貯留した雨水と処理水の混合水はいずれ満水となり、行き場を失う。このため積極的にトレンチ表面からの蒸発散を促し、水位を下げる必要があるが、その方法としては集水管から下部水槽にポンプアップする処理水を分岐し、一部をトレンチへと再度流入させる方法等が考えられる。

なお、設置位置については地下水位との距離、飲用水源からの水平距離を十分に確保するなどの配慮が必要である。

7-1-2 社会条件からの留意点

本装置は、非放流タイプのし尿処理装置であるため、建築基準法の汲み取り便所としての基準に適合しなければならない。また、一定の利用回数または期間が経過した段階で汚泥の搬出が必要になるため、廃棄物の処理および清掃に関する法律の規定にも留意し、蓄積汚泥の引き抜き方

法や搬送手段、処理・処分方法、清掃業者等についても検討しておく必要がある。

山岳地は土日祝日を中心に利用者が集中する傾向にあるため、計画時に現地調査を行い、できるだけ正確にトイレ整備後の利用者数および利用変動を予測する必要がある。それをもとに、処理装置の構造や容量の設計を行い、過大・過少設備とならないよう配慮する必要がある。

利用者アンケートの結果からは、多くの利用者の満足を得られていたことから、快適なトイレ空間の維持や処理による負荷の軽減につながることにに関して、利用者の協力を得られるような方策を検討することが効果的といえる。

7-1-3 インフラ整備条件からの留意点（水・電気の確保、搬送手段等）

本装置は、商用電力や水を必要としないため、多くの地域で採用が可能と考えられる。しかし、施工時に、地盤の掘削、コンクリート打設などを伴うため、資材や重機の搬入を可能とする機動力を必要とする。搬入路の有無によって資材の搬入、施工に要する費用、日数、人員数を左右する。同様に、竣工後の仮設資材や建設廃材の搬出にあたっては、機動力の確保に配慮が必要である。また、定期的な部品交換や保守作業の際の資機材の搬送対策についても検討しておく事が必要であろう。

なお、本装置は大きな反応槽を擁しているため、供用開始時の張り水を事前に貯留するなど、仮設による用水の確保などを検討しておく必要がある。用水の確保は、供用開始後も清掃後の水張り、塩類蓄積対策としても検討しておく必要がある。

7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点

本装置の導入にあたっては、利用者数の変動（過負荷）対策および土壌の目詰まり対策がもっとも重要な設計因子となる。導入時に、使用土壌を用いた浸透試験により散水負荷を決定するのが望ましい。また、トレンチへの均等散水が処理機能を大きく左右するので、トレンチが全面にわたって有効に機能していることを把握するため、接触消化槽処理水の流れが確認できる装置構造とすることが必要である。そのためには、設計段階から不等沈下等を考慮した装置の構造および配置の検討、土壌層（トレンチ部）への移流量の調整または部分的使用ができる構造とすることが必要である。さらに、地下貯水槽の水位上昇に伴う雨水浸透ますへの流出に対しては、地下貯水槽の容量を考慮し、流出水を直接トレンチへ誘導して蒸発水量を増加させる配管設備が有効と考えられる。

冬期間は、地下埋設部に水を貯留したまま越冬するため、積雪が少なく斜面に面した部位を中心に凍結対策が必要である。

維持管理については、日常管理に加えて、定期的な専門技術管理が必要となる。蓄積汚泥の清掃にあたっては装置を適正に運転する上で、専門的技術管理者、清掃技術者を確保（選任、委託）することが望ましい。また、事故や故障の発生時に備え、日常管理者、設置者、技術管理者、メーカー間の連絡体制を明確にしておくことが必要である。水張りは蓄積汚泥の引き抜き作業終了後、あるいは塩類蓄積時の用水としても必要となる。今回の実証試験では、これらの管理作業の頻度については調査期間の関係で確認されていないので、今後、調査を継続することが望ましい。

8. 課題と期待

モデル実証試験により、本装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、周辺環境への影響、処理性能を確認したところ、「すでに適用可能な段階にあり、有用な環境技術」である可能性は高いが、改善すべき課題も少なくないことが明らかになった。試験期間中に平常負荷のほかピーク負荷も経験し、いずれも大きなトラブルなく稼動することができた。アンケート調査の結果でも、本装置の運転状況は利用者の方の満足を得ており、一部設備を改良（足踏みポンプなど）すれば、山岳トイレとして必要な機能を備えた環境技術といえる。

ただし、今回のモデル実証試験、メーカーの提供資料からは、蓄積汚泥の搬出頻度、土壌層の目詰まり進行速度および目詰まり対策、塩類蓄積の影響等については、試験期間の制約から十分把握することはできなかった。実際の運用にあたっては、必ず必要とされる維持管理作業であり、今後の運用において確認することが必要といえる。

なお、現時点でメーカーが用意しているメンテナンスマニュアルでは専門管理に関する情報が不十分な箇所があるため、日常管理者が専門管理者と連携して対応することは困難と思われる。具体的な管理内容を詳述した日常管理者用のマニュアルやチェックシート、専門管理者向けの管理要領、状況判断、対処法等を記したマニュアルを整備することが望ましい。そうすることで、専門管理頻度を最小限にすることが可能になり効率的な管理ができると考えられる。

さらに、維持管理体制の確立、技術者の支援、資機材の開発等、メーカー、行政、設置者等、関係者が機能的に動ける連絡体制を確立しておくことが重要な課題といえる。

こうした多くの課題を抱えながらも、本装置に対する期待も大きい。電気、水、搬送手段に大きな制約のある山岳地において、それらの確保が絶対必要条件でない本装置が、現場に持ち込む資機材による環境影響をきっちり抑制し、ピーク変動にも耐えて適正処理できることになれば、山岳関係者の多くに光明を与えることができると思われる。そのためには、現場にあった設計と装置のプランニングはもとより、施工管理と完成後の維持管理に最大限の注意を払う必要があると思われる。

[参考資料] 処理性能に関する主な実証項目

主な実証項目	解 説
pH	酸性、アルカリ性の度合いを示す指標です。pHが7のときに中性で、7より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示します。一般にし尿は、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示します。
BOD：生物化学的酸素消費量 (mg/L)	水の処理状態を示す代表的な水質項目の一つです。水中に含まれる有機物質等が、微生物により分解される際に消費される酸素量を表します。生物分解が可能な有機物量が多く、水が汚れてくるとBOD値は高くなります。一般に収集し尿1Lにつき約13,000mgのBODを含んでいます。
TOC：有機体炭素 (mg/L)	有機物中の炭素量を表します。有機物量が多く、水が汚れてくるとTOC値が高くなります。BODの分析には5日間かかりますが、TOCは分析装置により短時間で分析できます。
SS：浮遊物質 (mg/L)	水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が2mm以下の固形物量を表します。BODとともに重要な項目で、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなります。処理によりSSが除去されるとBODも低くなります。一般に収集し尿は1Lにつき約18,000mgのSSを含んでいます。
TS：蒸発残留物 (mg/L)	水を加熱して水分を蒸発・乾燥させた時に残留する物質で、総固形物量を表します。水中の固形物量が多いとTS値が高くなります。
IL (VS)：強熱減量 (mg/L)	蒸発残留物を高温で灰化したときに揮散する物質を表します。主に有機物質が揮散するので、有機物量が多くなるとIL (VS) 値が高くなります。
大腸菌群 (個/mL)	大腸菌およびそれによく似た性質を持つ細菌の総称です。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているため、大腸菌群が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性を意味します。一般に収集し尿1mL中には100万個以上の大腸菌群が存在します。
CL ⁻ ：塩化物イオン (mg/L)	水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンが除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定することができます。一般に収集し尿1Lにつき約3,800mgの塩化物イオンを含んでいます。
EC：電気伝導率 (S/m)	水溶液が電流を伝える能力を表します。水に溶けているイオン総量を示す指標、または塩類蓄積の指標となります。純水では電気伝導率はほぼ0に低い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなります。