

6. 実証試験結果

6-1 稼働条件・状況

6-1-1 気温

気温は、一ノ越公衆トイレ（2,700m）の軒下に自動計測タイプの温湿度センサーを設置して記録した気温データを標高補正※して算出した。結果を図6-1、表6-1に示す。気温範囲は4.5℃～15.9℃で、平均気温は9.8℃であった。

※ 試験場所と一ノ越公衆トイレの標高差は300mのため、標高補正は-1.65℃であった。

$$1.65^{\circ}\text{C} = 300\text{m (標高差)} \times 0.55^{\circ}\text{C}/100\text{m}$$

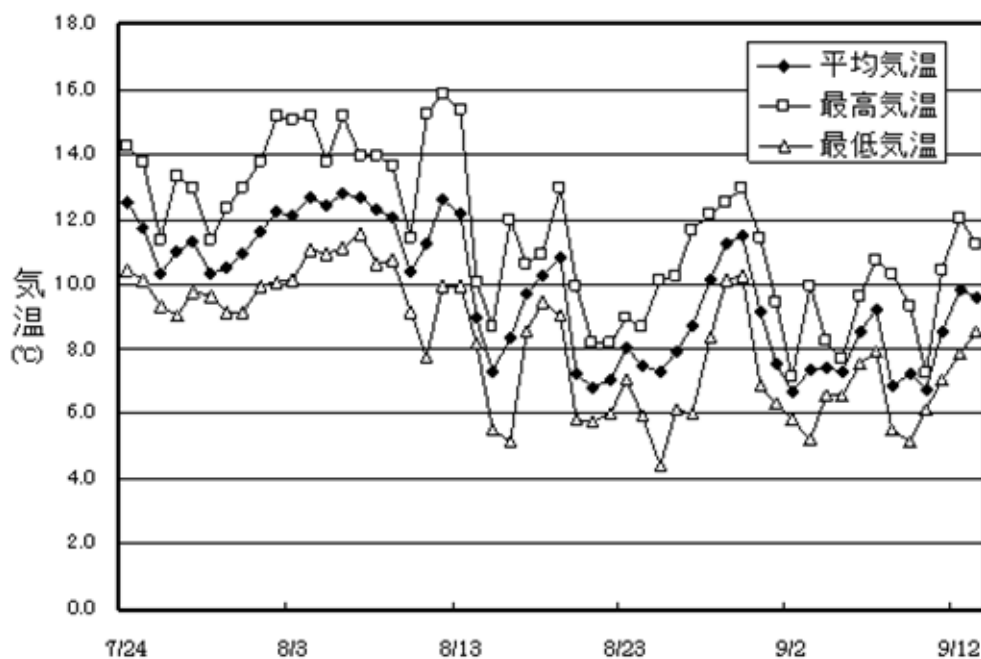


図6-1 気温グラフ

表6-1 最高・最低・平均気温(2004)

	7月	8月	9月
平均気温(°C)	11.1	10.2	7.9
最高気温(°C)	14.3	15.9	12.1
最低気温(°C)	9.1	4.5	5.2

6-1-2 利用者数

トイレ利用者数および累積人数のグラフを図6-2に示す。また、1日毎の計測結果を表6-2に示す。

試験期間中の総利用者数は2,168人であった。8月9日（8月第2月曜日）の前後で累積利用者数の傾きが大きく異なっており、傾きの大きな8月9日までの期間が実質の集中時であると考えられる。8月9日までの総利用者数は1,238人、平均利用者数は73人/日、最高利用者は136人/日であった。8月10日以降の閉山までの利用者数は平均27人/日であった。設置された装置の処理能力は平常時において80人回/日であるため、8月9日までの調査結果は通常の使用条件における処理性能を示していると考えられる。一方、8月10日以降の調査結果は利用者数が少ない場合の挙動を示すと考えられる。

7月24日に、利用者数が100人を超えたため、午後3時ごろトイレの鍵をかけ使用を一時制限した。この時点におけるオガクズの水分が多めの状態であったことも確認された。翌7月25日は、朝より使用を再開したが、再び利用者が100人を超えたため、使用を制限した。しかし、それ以降は、利用者数のピークが過ぎ、オガクズの状態も回復したため、制限することはなかった。

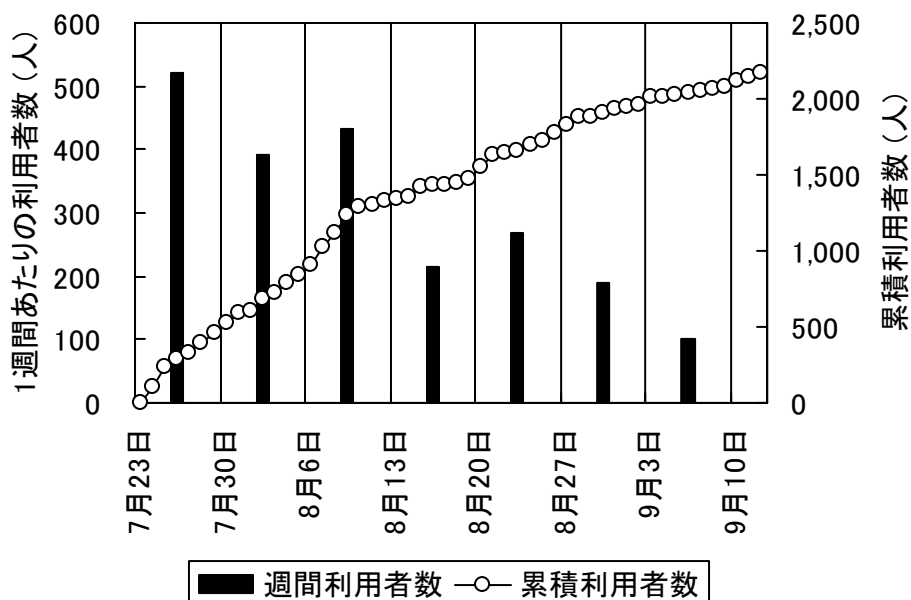


図6-2 トイレ利用者数の推移

表6-2 利用者数(日毎)

	2004 年		
	7 月	8 月	9 月
1 日		9	20
2 日		82	11
3 日		39	55
4 日		59	0
5 日		60	10
6 日		65	10
7 日		109	13
8 日		102	23
9 日		115	9
10 日		50	35
11 日		16	33
12 日		20	20
13 日		20	
14 日		15	
15 日		66	
16 日		4	
17 日		2	
18 日		10	
19 日		34	
20 日		83	
21 日		68	
22 日		21	
23 日		12	
24 日	100	43	
25 日	136	20	
26 日	50	59	
27 日	42	45	
28 日	70	50	
29 日	60	6	
30 日	63	32	
31 日	77	15	
合計	598	1331	239
平均	75	43	20
最高	136	115	55

※網掛け部分は土日・祝日

6-1-3 電力量

図6-3に電力量計の値の変化を示す。消費電力量を測定した7月27日から9月13日における総電力量は325kWh、1日当たりの最高値は13.9kWh/日、最低値は1.2kWh/日で、平均値は6.6kWh/日であった。利用者一人あたりの消費電力量は約0.17kWhであった(7月27日から9月13日の総利用者数：1,882人)。また、試験期間中の総消費燃料量(軽油)は約400Lで、利用者一人あたりの消費燃料量は0.21Lであった。そして、軽油単価が86円/L(平成17年4月1日時点)だったため、総燃料は34,400円、利用者一人あたりは18.06円であった。

また、本試験場所に燃料を運ぶためにはヘリコプターが必要になる。ここでのヘリコプター輸送費は1tあたり12~13万円であるため、400Lでは4.8~5.2万円となった。これを、前述の18.06円に上乗せすると、一人あたりの費用は43.6~45.7円になる。

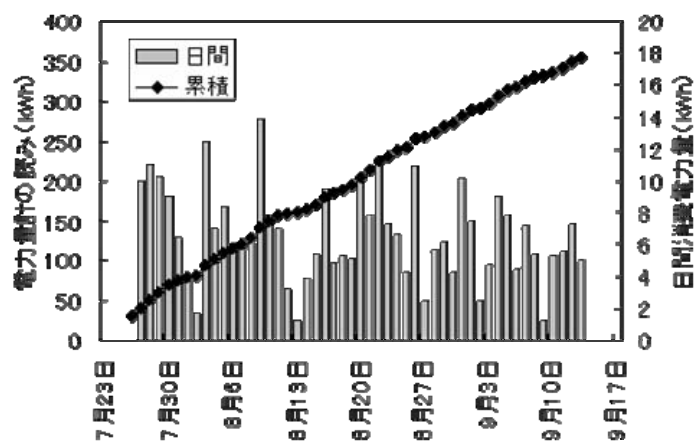


図6-3 消費電力量グラフ

6-1-4 オガクズ使用量および費用

利用開始時に攪拌槽にオガクズを0.5m³投入し試験を開始した。利用集中期間の7月26日の段階で利用者の増加に伴って、オガクズの含水率が上がり、臭気を発生した。そのため、オガクズの補充・交換について検討したが、一時的に利用を中止することでオガクズの状態が改善されたことから、交換までにはいかなかった。試験期間中におけるオガクズ使用量と費用を表6-3に示す。

表6-3 オガクズ使用量および費用

分類項目	実証項目	実証試験結果
資材	オガクズ	使用量 0.5m ³ コスト 0円 立山山麓森林組合の加工工場よりオガクズを無償で譲り受け、リサイクル利用している。 (オガクズの通常価格：1300円/m ³)

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。また、性能表示値との比較表を表 6-4 に示す。

<気温>

トイレ試用期間中の気温は 4.5~15.9℃で、本装置が適切に稼働する範囲内 (-20~30℃) であったことが確認された。

<利用者数>

本装置の利用集中時における設計人数は 100 人回/日で、平常時は 80 人回/日である。利用期間中の総利用者数は、2,168 人で、平均利用者数は 42 人/日であった。試験結果中に 100 人/日を超えた日は 5 日間あり、このうち、装置の負荷条件を適切な範囲に保つため 2 日間はトイレの使用を一時制限した。7 月 24 日~8 月 9 日が最も利用者が集中し、この期間の総利用者数は 1,238 人、1 日当たりの最高利用者数は 136 人/日、平均利用者数は 73 人/日であった。また、8 月 10 日以降の平均利用者数は 27 人/日であった。結果として集中時の利用負荷は 7 月 24 日~8 月 9 日の数値を用いることで比較的設計値に近い負荷条件とすることができる。

一方、平常時は設計値に比べ全体的に低い値が記録されたため低負荷状態であったことが確認された。

<電力量>

消費電力量を測定した 7 月 27 日から 9 月 13 日における総電力量は 325kWh、1 日当たりの最高値は 13.9kWh/日、最低値は 1.2 kWh/日で、平均値は 6.6 kWh/日であった。性能表示値の約 6kWh/日を上回る結果となった。

また、試験期間中の総消費燃料量（軽油）は約 400L で、利用者一人あたりの消費燃料量は 0.21L で利用者一人あたりの燃料費は 18.06 円であった。

<オガクズ使用量および費用>

稼働スタート時に、0.5 m³のオガクズを投入したが、それ以外に追加補充・交換の必要性は生じなかった。また、本装置に用いるオガクズは、立山山麓森林組合の加工工場から発生するものを活用しているため、無償であった。

表6-4 性能表示値と試験結果

	実証項目	性能表示値	試験結果
1	適正稼働気温	-20~30℃	4.5~15.9℃
2	処理能力	平常時 80 人回/日 集中時 100 人回/日	平常時 27 人回/日 集中時 73 人回/日
3	消費電力	5.952kWh/日	1.2~13.9kWh/日 (平均 6.6 kWh/日)
4	オガクズ使用量	0.5 m ³	0.5 m ³

6-2 維持管理性能

6-2-1 日常維持管理

日常維持管理に係る試験は、管理を行っている大汝休憩所の協力を得て実施した。その結果を表6-5に示す。

表6-5 日常維持管理結果

項目	内容
実施期間	平成16年7月14日～平成17年7月29日 (実施頻度：毎日朝夕2回)
実施者	組織名 大汝休憩所管理人 担当者 本多幸男
作業人数	1人
作業時間	平均30分
作業内容	小用便器は軽く水を掛け、ティッシュで拭き取る。 大用便器は、ウェットティッシュにより拭き取る。 床についてもウェットティッシュや雑巾で拭き取りを実施。 発電機の点検。
作業性	水が利用できないということで、日常の掃除については拭き取りを中心におこなった。試験期間中、トイレはきれいに使用されて拭き取りによる清掃で十分であった。

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行った。本装置の専門維持管理は、マニュアルでは2~3回程度/年であるが、ここでは作業性を把握するため、試料採取にあわせ週に1回の頻度で実施した。実施日、実施者、作業人数・時間、内容および作業性を表6-6に示す。

表6-6 専門維持管理結果

		実証試験結果		
実施日	第1回	平成16年7月27日(火)	人数：2人	所要時間：10:00-10:45
	第2回	平成16年8月2日(月)	人数：2人	所要時間：13:10-14:00
	第3回	平成16年8月9日(月)	人数：2人	所要時間：14:30-15:10
	第4回	平成16年8月16日(月)	人数：2人	所要時間：14:00-14:55
	第5回	平成16年9月7日(火)	人数：2人	所要時間：13:00-14:00
	第6回	平成16年7月14日(火)	人数：2人	所要時間：13:00-13:50
実施者	組織名 (社)富山県浄化槽協会 担当者 川井、江本			
作業人数	2人			
作業時間	平均50分			
作業内容	オガクズの状態の確認(色、量、乾燥状態) モーターの運転状態(運転音、振動) スクリューの確認(回転状況、破損・変形の有無) ヒーターの稼働状況(槽内が暖かい) 排気ファンの運転状態(ファンの運転の有無、排気の確認) 配電盤の確認(リレーの稼働状況、ヒューズの確認、コンセント部の腐食等) 槽内の確認(水が浮いていないか、異物がないか) その他、装置全体の確認			
作業性	狭い機械室内にオガクズ、トイレットペーパー等が置いてあるので点検作業がしにくい、今後、オガクズ、トイレットペーパー等の保管場所の確保について検討が必要。			



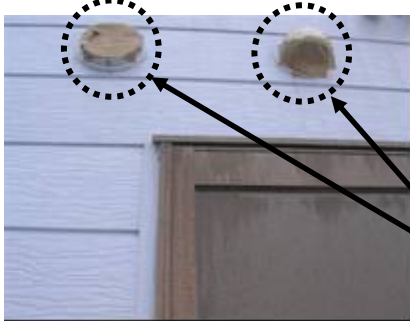
6-2-3 開山・閉山対応

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、大汝休憩所、立山サンダーバード、タカハシキカンの協力を得て実施した。表6-7、表6-8に試験結果を示す。

表6-7 開山対応に係る試験結果

項目	開山対応
実施日	平成17年7月14日(木)
実施者	大汝休憩所管理人 本多幸男 (株)タカハシキカン 松沢秀俊 (立山サンダーバード 伊藤敬一、他1名)
作業人数	4人
作業時間	3時間
作業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「雪囲い」の取外し ・ 発電機の始動確認 ・ 電気系統の始動確認 ・ スクリューの回転について確認 ・ 換気ファンの始動確認
作業性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木製の「雪囲い」の重量が大変重いため、その作業は困難であった。 ・ オガクズの付着による換気ファンの詰まりが確認された。稼動期間中に蓄積したものと考えられる。掃除がしづらい構造であった。 ・ 越冬中にソーラーパネルが破損した。 ・ 越冬中に、トイレ壁面の板(パネル)が雪圧により内側にへこんでしまったことが開山時に確認された。今後、設置する板の方向等の改善が求められる。
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>破損したソーラーパネル</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>オガクズが詰まった換気ファン</p> </div> </div>

表6-8 閉山対応に係る試験結果

項目	閉山対応
実施日	平成16年9月13日(火)
実施者	大汝休憩所管理人 本多幸男 (株)タカハシキカン (立山サンダーバード 伊藤敬一 他1名)
作業人数	4人
作業時間	4時間
作業内容	<p>①内部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機械室の隙間防ぐ(エンジン小屋の排気口) ・ 機械室内の電源きり ・ ストックされているエンジンオイルの整理・整頓 ・ トイレトペーパー整理(防水) <p>②外部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 木製雪囲い取り付け(3カ所、入り口、硝子窓、機械室扉) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>雪囲い設置前</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>雪囲い設置後</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 換気ファンにカバーを取り付け <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px; border: 1px solid black; padding: 5px;">換気ファンカバー</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 軽油ドラム缶の固定 (重い石をおく、ロープで縛る) <p>③設備等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ オガクズは攪拌槽に残した状態で特別な措置は施していない。
作業性	現地の積雪量等から勘案し、雪囲いを重厚なものとしたため作業は容易でなかった。また、雨や雪等が機械室や室内への吹き込むのを防ぐため、穴を防いでいく作業にも時間を費やした。

6-2-4 発生物の搬出及び処理・処分

試験期間中にオガクズを交換することはなかった。オガクズの交換が必要になった場合、使用済みオガクズは山麓へ搬出して一般廃棄物として処分する予定である。

6-2-5 トラブル対応

試験期間中に装置の性能や機能上のトラブルは発生しなかった。

一方、実証機関が槽内温度計測を目的としてオガクズ攪拌槽に設置した温度センサーの固定用針金が攪拌用スクリーに巻き込み、ヒューズがとんだためスクリーが停止したことが確認された(8月7日)。本件については、関係者によって素早く適切に処置されたため、翌日中に修復された。その際の緊急対応内容を表6-9に示す。

なお、オガクズによる換気ファンの詰まりは、移動する前の開山対応の際に発見できたためトラブルにはならなかったが、それを取り除くための作業性の悪さが指摘された。

表6-9 緊急対応内容

	実証試験結果
内容	攪拌用スクリーの運転停止
発生場所	オガクズ槽内
発生日	平成16年8月7日
対応担当者	組織名：(株)タカハシキカン（立山サンダーバード 伊藤敬一）
対応日	平成16年8月8日
対処方法	オガクズ槽内から破断したセンサー部及び針金の取り出しとヒューズ交換
復旧作業に要した時間	約3時間
発生時の状況	「押しボタンスイッチ」を押しても攪拌用スクリーが回転しなかった
発生原因	攪拌用スクリーによる温度測定器の固定用針金の巻き込みによりヒューズがとんでしまった。
作業性	異物除去後にオガクズを戻す必要があり、保管場所が必要であった。

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大汝休憩所、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6-10に実証結果を示す。

表6-10 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	① とてもよい ② よい ③ ふつう ④ あまりよくない ⑤ よくない ⑥ その他（ ）	① とてもよい ② よい ③ ふつう ④ あまりよくない ⑤ よくない ⑥ その他（ ）
理解しやすさ	① とてもよい ② よい ③ ふつう ④ あまりよくない ⑤ よくない ⑥ その他（ ）	① とてもよい ② よい ③ ふつう ④ あまりよくない ⑤ よくない ⑥ その他（ ）
正確性	① とてもよい ② よい ③ ふつう ④ あまりよくない ⑤ よくない ⑥ その他（ ）	① とてもよい ② よい ③ ふつう ④ あまりよくない ⑤ よくない ⑥ その他（ ）
情報量	① とても多い ② 多い ③ 適当 ④ 少ない ⑤ とても少ない ⑥ その他（ ）	① とても多い ② 多い ③ 適当 ④ 少ない ⑤ とても少ない ⑥ その他（ ）
信頼性	マニュアルの項目が詳細ではなく、細かい状況に応じた対応策等を載せてほしい。	山岳地等のインフラが整備されていない地域では、発電機やバッテリー等の機械・電氣的な部分は重要なチェック項目であるため、詳しい説明をマニュアルに載せてほしい。また、オガクズの状態だけではなく、本トイレに設置されている機械設備ごとの専門マニュアルが必要と思われる。

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。

<日常および専門維持管理>

日常的な維持管理の主な内容は、便器と床の清掃、発電機の点検であった。本処理装置は処理槽における固液バランスを保つことが重要であることから、便器等の清掃水を処理槽に投入することは望ましくない。そのため、便器の汚れは水がないためウェットティッシュで拭き取る必要があった。

一方、専門的な維持管理の主な作業は、オガクズの状況確認、モーターやファン、ヒーター等の稼働状況の確認で、1回当たり2人で50分程度を要する内容であった。狭い機械室内にオガクズやトイレトペーパーを収納していたため、点検の作業がしづらいことが指摘された。

<閉山・開山対応>

今回の試験場所は、5m程度の積雪が想定されるため、閉山の際には給排気口の隙間を防ぐ作業に加え、トイレの入り口とガラス窓、そして機械室の扉に木製の雪囲いを取り付けた。軽油が入っているドラム缶の固定も行った。雪囲いは相当な重量があるため作業が大変で、閉山作業は4人で4時間もの時間を要した。

開山時は、雪囲いを取り外すことがメインの作業となり、3時間を要した。なお、雪囲いを徹底したにもかかわらず、トイレ外壁の変形が確認され、保護しなかったソーラーパネルは損傷していたことが確認された。

また、オガクズによる換気ファンの詰まりが確認されたため、それを取り除く作業を実施した。かなりのオガクズが蓄積していたことと、掃除がしづらい構造であったことから、作業性の悪さが指摘された。

<使用済みオガクズの搬出および処理・処分>

試験期間中に、オガクズを補充・交換する必要性は生じなかった。搬出する場合、引き抜きや輸送を効率的かつ衛生的に実施することが望まれる。また、山麓に輸送した後に適切に処理・処分するための受け入れ先についても事前に調整しておくことが必要となる。

<トラブル対応>

試験期間中にトラブルは発生しなかった。一方で試験のための計測器が原因で装置が停止することがあった。関係者による対応も素早く適切に処置されたため、同日中には修復され、大事には至らなかった。ただし、オガクズ攪拌から異物を除去する際に、一時的にオガクズを槽外に取り出すことが必要となるため、それを保管する場所や作業場の衛生面

の配慮が必要になると考えられる。また、誤って処理槽に異物を落としたりした場合には、攪拌スイッチを押さないようにするための掲示をすることが望ましい。

閉山・開山対応の項に記述した換気ファンの詰まりは、長期間放置すると処理性能の低下やトラブル発生の要因となるため、定期的に掃除することが必要と考えられる。

<作業頻度>

実証申請者からは、日常清掃は1日に複数回、専門維持管理は1年に2～3回程度とのことであったが、試験期間中に実施したのは、日常維持管理は毎日の朝夕2日、専門維持管理は試験の都合上、毎週1回の計6回実施した。

また、1回当たりの作業時間は日常管理が1人で30分、専門管理が2人で50分であった。維持管理の結果を総合すると、①オガクズの補充・交換の必要性がなかった、②トラブルは発生しなかったことから、日常管理は朝・夕のチェックが妥当といえる一方、専門管理は6回も必要なかったといえる。開山・閉山時の専門管理で十分対応できたと思われる。

6-3 室内環境

6-3-1 室温・湿度

測定結果を表6-11に示す。また、室内温度グラフを図6-5、湿度グラフを図6-6に示す。

使用期間中における最高室温は8月11日と12日の35.4℃で、最低室温は9月3日の3.8℃だった。一方、湿度は最高が8月24日の99%で、最低は8月12日と13日の1%であった。

表6-11 月別トイレ室内温度・湿度

		7月	8月	9月
室温(℃)	平均	16.6	14.7	9.7
	最高	29.7	35.4	26.1
	最低	8.1	4.1	3.8
湿度(%)	平均	62.3	60.5	75.2
	最高	88.0	99.0	99.0
	最低	29.0	1.0	25.0

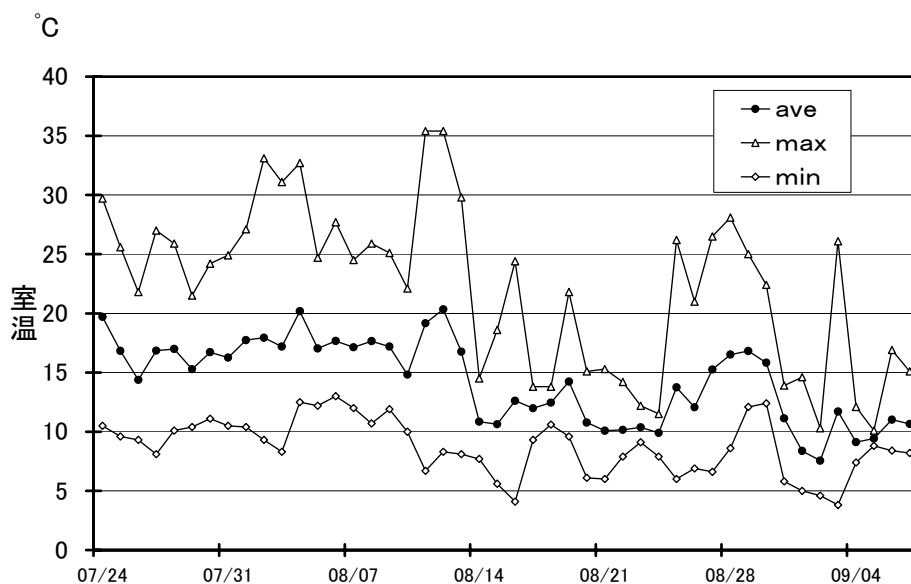


図6-5 室内温度

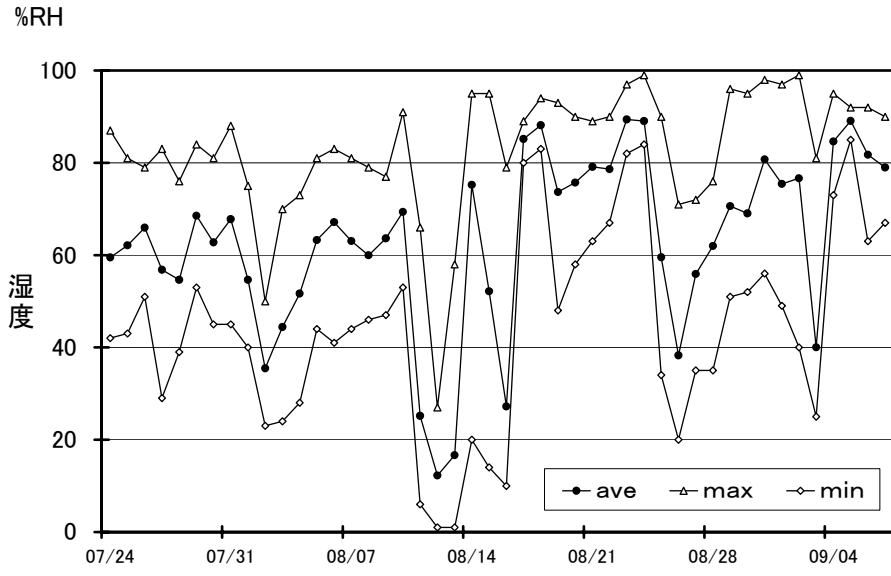


图6-6 室内湿度

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。以下に結果を示す。

■調査実施日：全4回（1回目：7月27日、2回目：8月2日、3回目：8月9日、4回目：9月7日）

■調査者：(社)富山県浄化槽協会

■回答者数：総数51人(女性28人、男性23人(大便器使用4人))

	10代	20代	30代	40代	50代	60代以上	計
計	6	8	8	8	12	9	51
女性	3	2	6	5	9	3	28
男性	3	6	2	3	3	6	23
(大便器)		(2)		(1)	(1)		(4)

1. トイレブース内のおいはどうでしたか？ 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
45 (88.2)	6 (11.8)	0	51

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
46 (90.2)	5 (9.8)	0	51

3. 便槽の中でし尿攪拌用に装置が動いていることについてどうでしたか？ 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
31 (63.3)	16 (32.7)	2 (4.1)	49

4. 使用後に押すボタンの操作性はどうでしたか？ 人数(%)

許容範囲内である	どちらとも言えない	操作しにくい	計
36 (75.0)	8 (16.7)	4 (8.3)	48

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>

使用期間中における最高室温は 35.4℃、最低室温は 3.8℃、平均気温は 14.3℃で、零下になることもなかった。平均気温と平均室温を比べると、4.5℃、室温が高い結果が得られた。ただ、最低気温は室温の方が低い温度を記録した。

一方で、湿度は最高が 99%で、最低が 1%、平均は 63.1%だった。一般的に室内湿度は 30~60%ぐらいが好ましいと言われており、平均湿度が若干上回っているが、利用者アンケート結果においても、室温と湿度に関する意見は出ていないことから、特に大きな問題はないと考えられる。

表6-12 気温と室温の比較

		7月	8月	9月
平均	気温	11.1	10.2	7.9
	室温	16.6	14.7	9.7
最高	気温	14.3	15.9	12.1
	室温	29.7	35.4	26.1
最低	気温	9.1	4.5	5.2
	室温	8.1	4.1	3.8

<許容範囲>

許容範囲についてのアンケート調査結果は、51人の回答があり、回答者の性別をみると男性 28人、女性 23人であった。質問項目の「トイレブース内において」、「トイレブース内の明るさ」については、85%以上が「許容範囲である」と回答したことから、トイレの快適性については、十分許容範囲であったと思われる。

また、「便槽の中でし尿攪拌用に装置が動いていること」については 63.3%、「使用後に押すボタンの操作性」については 75%の回答者が許容範囲と回答した。否定的意見ではないものの「どちらとも言えない」という回答がそれぞれ 32.7%、16.7%あった。

6-4 周辺環境への影響

6-4-1 土地改変状況

表6-13 土地改変状況

実証項目	結果
設置面積	0.0027ha (うち本体面積 0.0010ha)
土地所有者	国有林
地形変更	設置箇所の一部を平坦にする
伐採	なし
土木量	なし

建設前の写真



建設後の写真



6-4-2 周辺環境への影響のまとめ

土地改変状況調査においては、設置箇所の一部を平坦にした以外、伐採等はほとんどないため、周辺に対する影響はきわめて軽微であったと思われる。

6-5 処理性能

6-5-1 試料分析結果

(1) 槽内混合物の温度測定結果

槽内混合物の温度を測定するため、攪拌槽内に温度センサーを設置し、温度を連続測定した。利用集中時にあたる実証期間第 1 週における槽内混合物の温度の推移を図 6-7 に示す。

槽内混合物の温度は 20℃～50℃の間で推移しており、1 日の中で大きな変動が認められる。槽内には、ヒーター12 本がスクリーンの外側へ均等に設置してあり、55℃以上になるとヒーターが OFF になる設定であった。また、攪拌は、1 日 50 回 2 分間ずつ稼動する自動運転となっており、加えて利用者が攪拌ボタンを押す毎に稼動する設定となっている。温度の低下幅は著しく大きいのは、センサー位置が槽内混合物の表面付近であり、ヒーター加熱時における温度上昇とヒーターオフ時における外気の影響による温度低下をくり返したものと考えられる。ファンは便器側が吸引し連続的に稼動しており、排気口に向けて移動していることから、外部の気温の影響が大きかったものと考えられる。なお、槽内混合物の表面付近の温度が頻繁に 50℃近くまで上昇していることから、槽内混合物の中心部分はさらに高い温度を示していたと推測される。

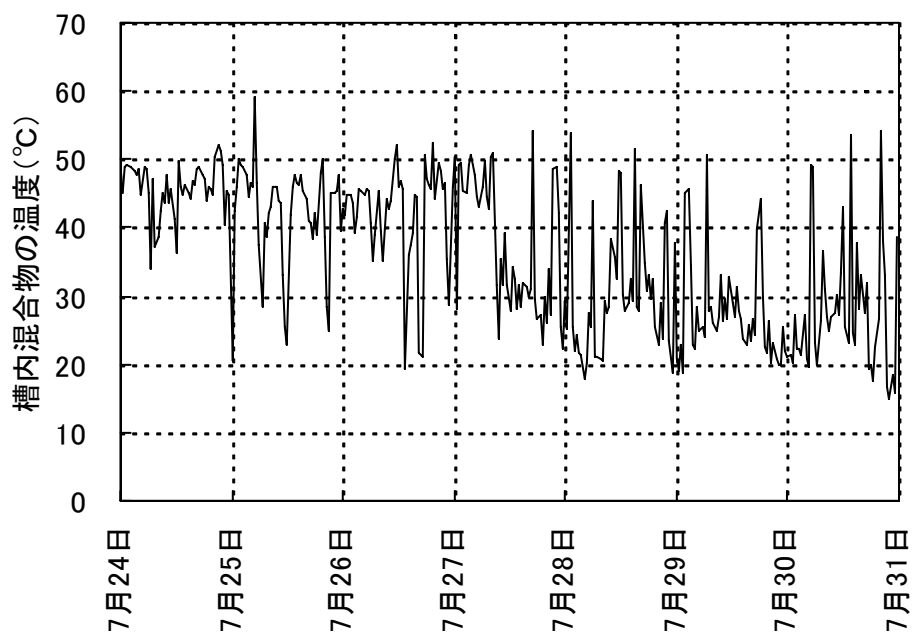


図6-7 槽内混合物の温度の推移

(2) 現場測定結果

表6-14に排気口およびトイレ室内のガス濃度、表6-15に槽内混合物の攪拌状態および臭気センサーの値、表6-16に色および臭気をそれぞれ示す。

表6-14 排気口およびトイレ室内のガス濃度

	排気口			トイレ室内
	アンモニア ppm	硫化水素 ppm	二酸化炭素 ppm	アンモニア ppm
7月27日	140	ND	700	0.5
8月2日	230	ND	800	ND
8月9日	360	ND	600	2.0
8月16日	220	ND	450	0.5
9月7日	60	ND	500	0.5
7月14日	3	ND	350	ND

排気口におけるアンモニアガス濃度は8月9日の調査日まで上昇していき、その後低下する傾向が認められた。8月9日までの期間は利用集中時であったため、アンモニアの揮散量が増加したと考えられる。その後の期間においては利用者数の減少に伴い、アンモニアの揮散量は徐々に低下していったと考えられる。風向きによっては、この排出された高濃度のアンモニアガスによるトイレ待ちの人への影響（不快感）が懸念される。一方、トイレ室内におけるアンモニアガス濃度は、8月9日においてやや上昇したものの、排気口の濃度と比較して著しく低く維持されていた。

硫化水素ガスについては調査期間中に検出されることはなかった。二酸化炭素濃度は、利用者の集中時にはやや増加する傾向が認められ、オガクズ内において、生物処理が進行していたものと推測される。

表6-15 槽内混合物の攪拌状態および臭気センサーの値

	攪拌状態	トイレ室内	攪拌槽内	
			攪拌停止中	攪拌中
7月27日	良好	54	110	133
8月2日	良好	58	210	334
8月9日	良好	65	222	342
8月16日	良好	55	219	349
9月7日	良好	62	112	194
7月14日	良好	7	19	239

槽内のオガクズの攪拌状態は試験期間を通して良好であった。

閉山までの期間中において、トイレ室内の臭気センサー値はほぼ一定値であった。一方、

攪拌槽内の値は8月9日および8月16日にピークを示し、特に、オガクズの攪拌中においてセンサー値が高い値を示した。

越冬後の調査では、トイレ室内および攪拌停止中の槽内については低い値であったが、オガクズを攪拌することによって測定値が大幅に上昇したことから、攪拌に伴い槽内部で発生した臭気成分が排出されることが確認された。

表6-16 槽内混合物の攪拌状態、色および臭気

	色	臭気
7月27日	茶	アンモニア臭
8月2日	茶	オガクズ臭
8月9日	茶	アンモニア臭
8月16日	茶	アンモニア臭
9月7日	茶	アンモニア臭
7月14日	茶	オガクズ臭

槽内のオガクズの色および臭気については、期間中に大きな変化は認められなかった。

(3) オガクズの性状分析結果

1) 含水率

図6-8にオガクズの含水率の推移を示す。中央部と末端部のオガクズの含水率はやや異なり、末端部のほうが低い値を示す傾向が認められた。便器からの落ち口に近い中央部から末端部まで均一な性状とはなっていないことが示された。

使用開始直後は含水率の著しい上昇が認められるが、その後、8月9日までは50%前後でほぼ一定値を保った。設計どおりの使用条件であれば、オガクズ内の水分量が運転上支障のない量に保たれることが示された。8月9日以降は、ヒーター加熱による水分蒸発が流入するし尿中の水分量を上回ったため含水率が低下していき、閉山時には30%前後を示した。

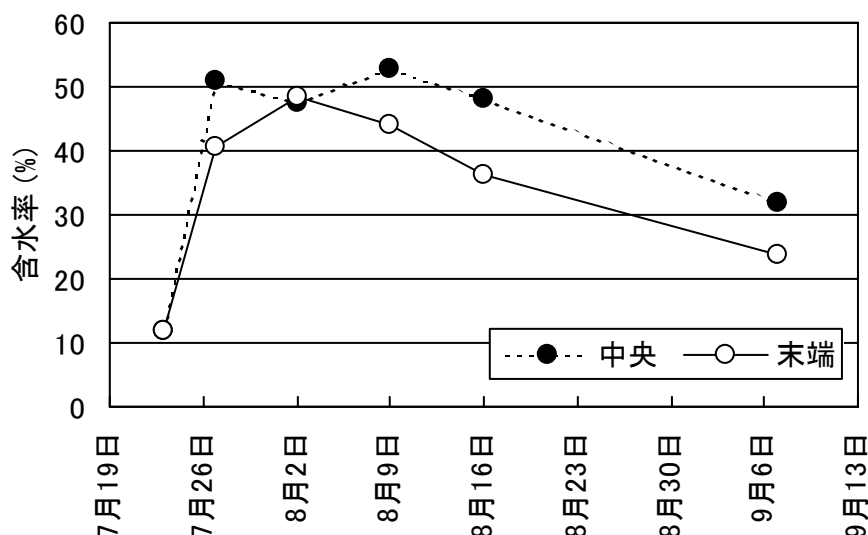


図6-8 含水率の推移

2) 強熱減量

図6-9に強熱減量の推移を、図6-10に強熱減量と利用者数の相関をそれぞれ示す。中央部、末端部ともに値が徐々に低下していく傾向が認められた。し尿及びトイレトペーパー中に含まれる無機物がオガクズ内に蓄積することによって強熱減量の低下が引き起こされることから、中央部におけるし尿等の蓄積量が末端部よりも多く、箇所によって性状が異なることから、使用開始当初の強熱減量は98.5%であったが、日数の経過に伴い低下し閉山時に92.5%を示した。

利用者数との相関図において、強熱減量の値は直線的に低下しており、高い相関が認められたことから、利用者数の増加に伴う無機物の蓄積が確認された。

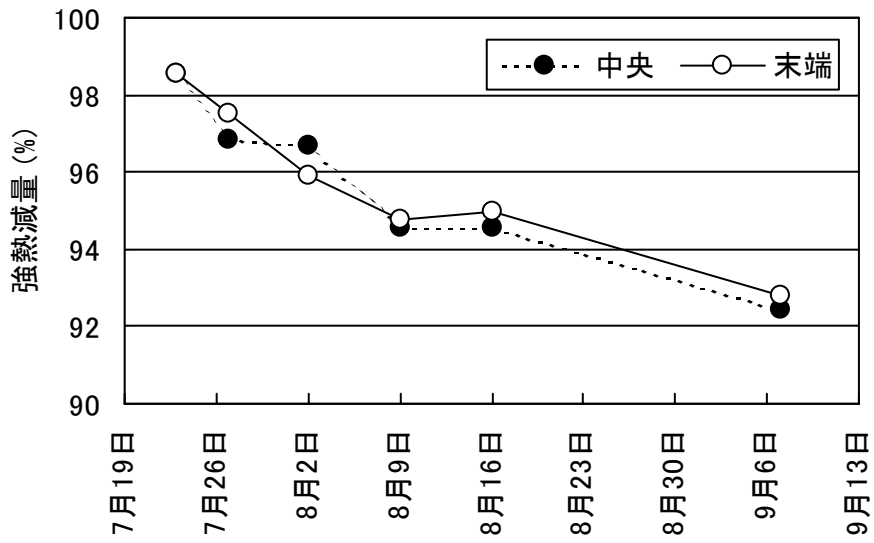


図6-9 強熱減量の推移

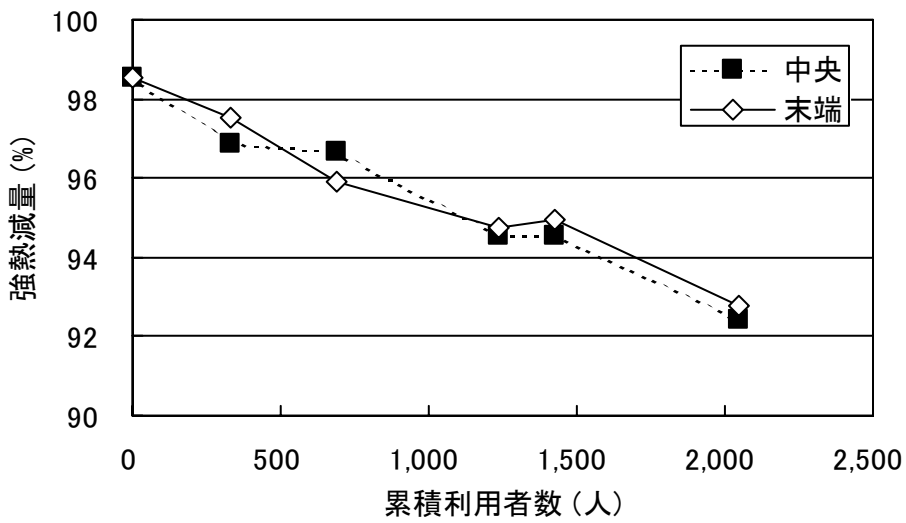


図6-10 強熱減量と利用者数の相関

3) 単位体積重量

図6-11にオガクズの単位体積重量の推移を示す。

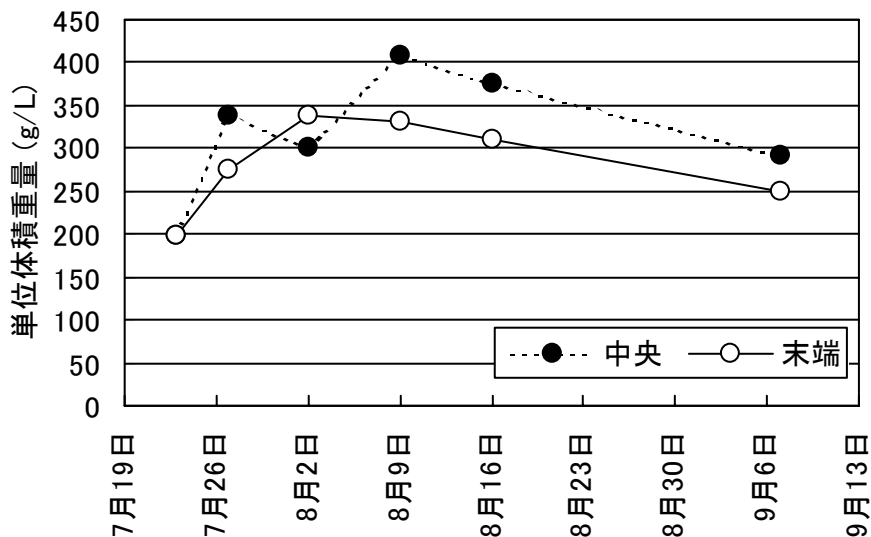


図6-11 単位体積重量の推移

単位体積重量の推移は含水率の推移と近似しており、この変化は水分量の増減に由来すると考えられる。そこで、測定時に採取した 100mL のオガクズ中に含まれる固形分と水分の重量を算出し、その推移を図6-12に示す。

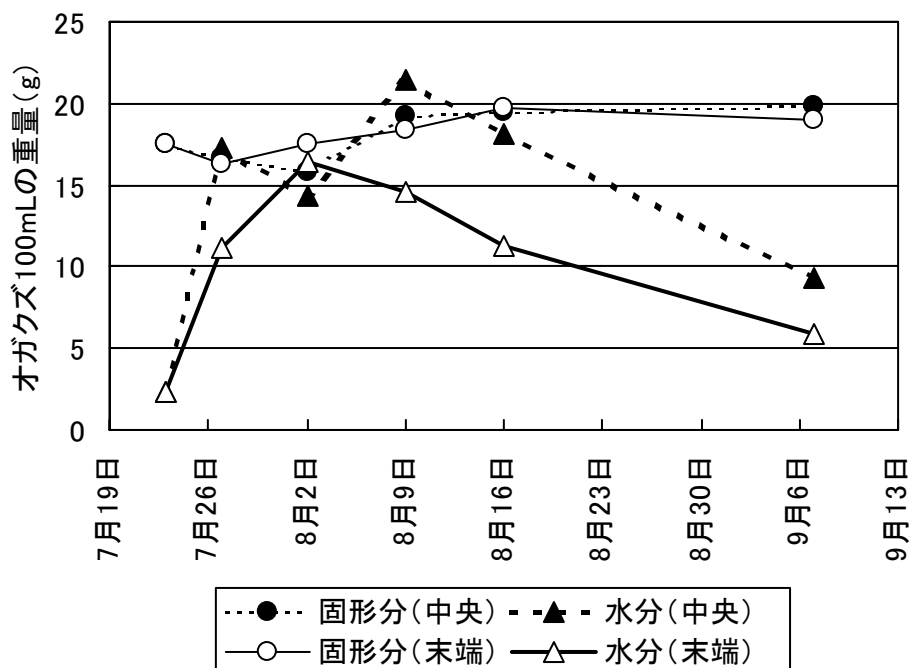


図6-12 オガクズ 100mL 中の固形分及び水分の重量

水分量の減少に対し、固形分重量が 20g/100mL 前後で安定したのは、塩類の蓄積、圧密性の上昇によるものと考えられる。

4) C/N 比

未使用オガクズおよび 1 シーズン終了時のオガクズの C/N 比を表 6-17 に示す。供用開始時は 120 であったが、閉山時には中央部 40、末端部 34 まで低下した。使用開始時のオガクズには炭素が高い割合で含まれていたが、流入するし尿は窒素含有率が高く、C/N 比が低いため、これらが蓄積することによって槽内のオガクズの C/N 比が低下したと考えられる。また、流入した有機物は分解し、窒素はアンモニアとして揮散すると推測されるが、アンモニアの揮散よりも有機物の分解の方が多く起こるため C/N 比が低下したと考えられる。

表6-17 オガクズの C/N 比

	炭素含有量 %	水素含有量 %	窒素含有量 %	C/N 比
未使用オガクズ	49	6.1	0.4	120
9月7日 中央	40	5.3	1.0	40
9月7日 末端	38	4.9	1.1	34

(4) 溶出液の水質分析結果

1) BOD および溶解性 BOD

BOD および溶解性 BOD の推移を図 6-13~図 6-17 に示す。なお、図 6-13 中の棒グラフは調査開始からの 1 週間ごとのトイレ利用者数の推移を表しており、数字はそれぞれの人数を表している。

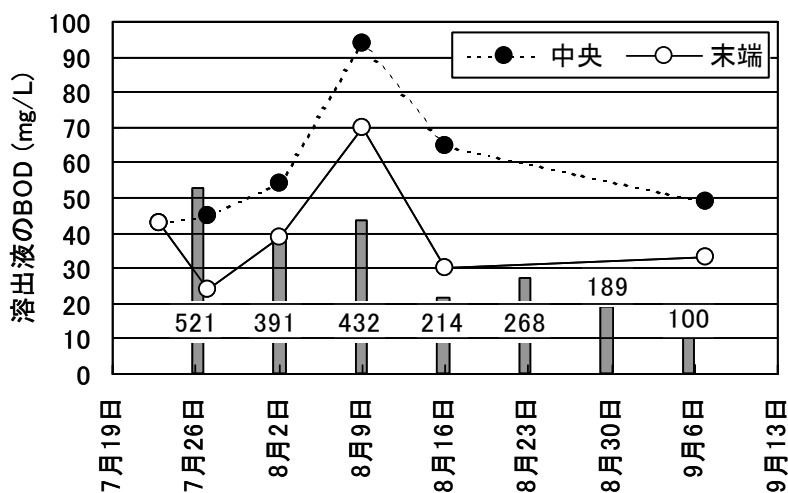


図6-13 BOD の推移

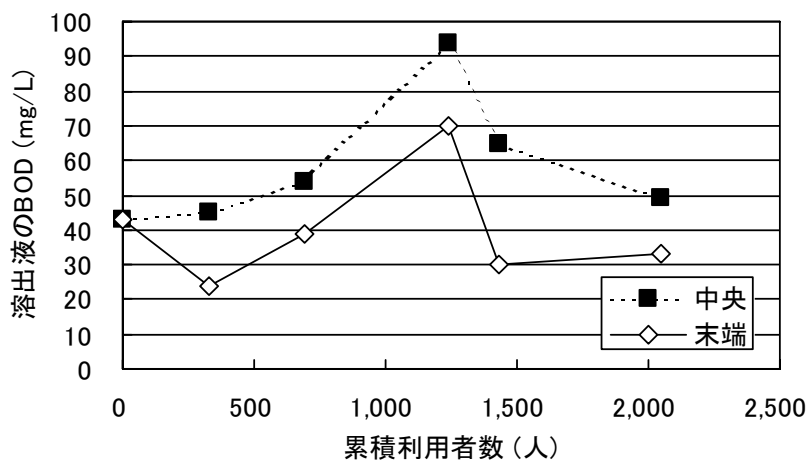


図6-14 BOD と利用者数の相関

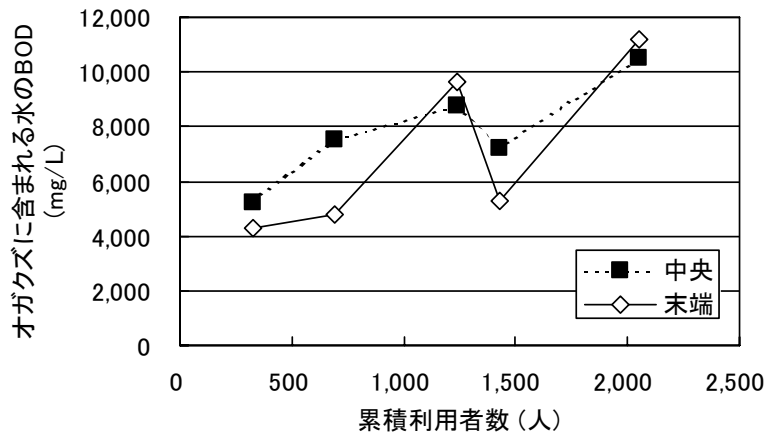


図6-15 オガクズに含まれる水のBOD

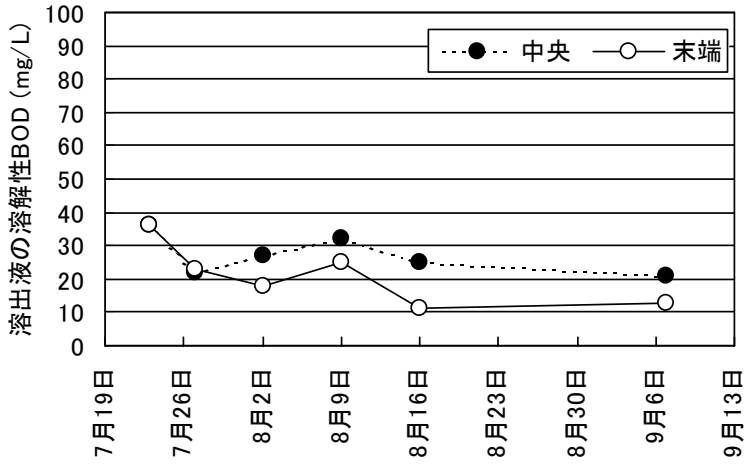


図6-16 溶解性BODの推移

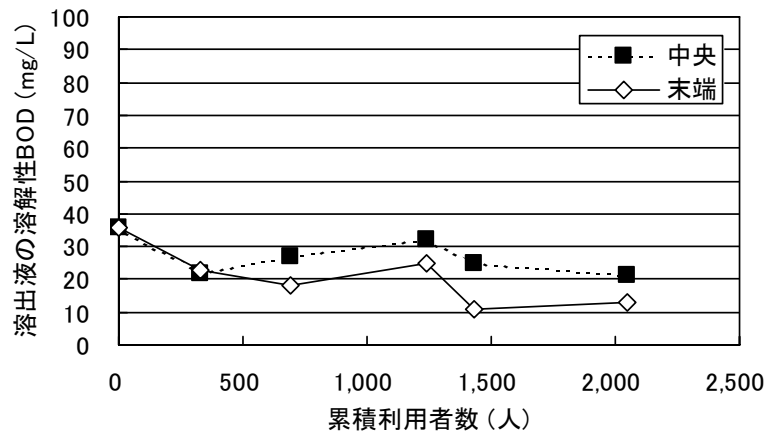


図6-17 溶解性BODと利用者数の相関

BOD は、中央部と末端部で差が認められ、試験期間を通して中央部のほうが高い値を示す傾向が認められた。中央部、末端部ともに 8 月 9 日までの期間で値が上昇していき、その後低下する傾向が認められた。累積利用者数との相関図から、8 月 9 日までは短期間で多くの人を使用しており、その間、BOD 成分が蓄積していることが分かる。一方、8 月 9 日から閉山までの期間においては累積利用者数の伸びが小さく、溶出液の BOD は低下している。多くの利用者が短期間に集中すると有機物がオガクズ内に蓄積していき、逆に利用者数が減少すると蓄積した有機物が分解することが明らかになった。設置された装置の処理能力は 80 人回/日と示されており、8 月 9 日までの期間はこれと同等の使用条件であったため、仕様どおりの負荷条件であれば有機物が徐々に蓄積することが明らかになった。

オガクズに含まれる水の BOD は緩やかに上昇する傾向が認められるが、累積利用者数 1,400 人以降は値が急激に上昇している。これは水分の蒸発に伴う濃縮によると考えられる。

BOD 成分の蓄積と分解のバランスは流入負荷の変動に大きく影響される事が明らかとなり、このことから、装置の所期の性能を発揮するためには流入負荷の変動対策、特に過負荷対策が非常に重要であることが分かった。

溶解性 BOD も BOD と同様に利用者数の多い 8 月 9 日までは値が上昇し、その後低下する傾向が認められたが、値の変動幅は小さかった。特に、BOD がピークを示す 8 月 9 日においては全体の BOD に占める溶解性 BOD の割合が小さく、微生物によって取り込まれやすい溶解性の有機物が優先的に分解されていると考えられる。このことから、有機物の分解が進行していたことが確認された。

2) COD および溶解性 COD

COD および溶解性 COD の推移を図 6-18~図 6-19 に示す。

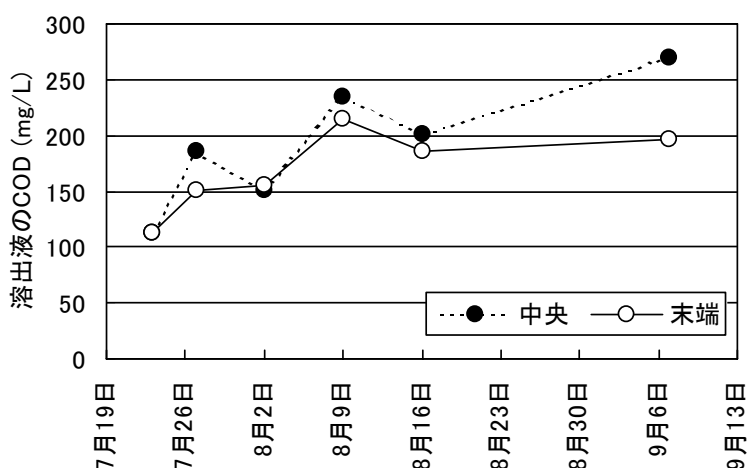


図6-18 CODの推移

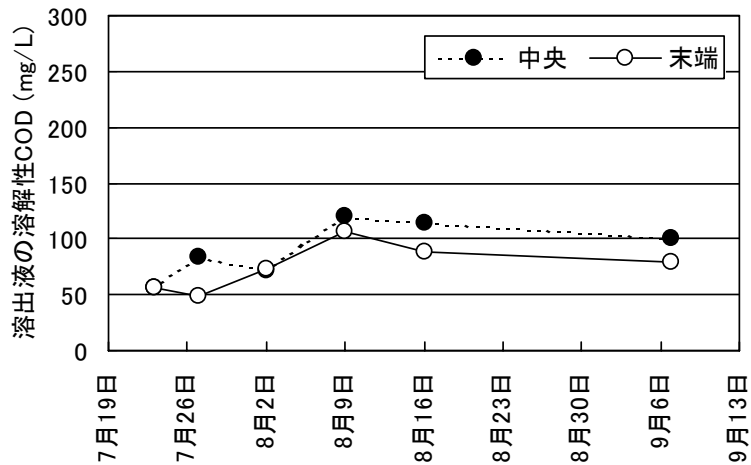


図6-19 溶解性 COD の推移

COD は 8 月 9 日までは緩やかに上昇したが、その後はほぼ横這いとなった。試験期間の後半における BOD の低下から、生物分解性の高い有機物の分解が明らかになったが、COD の推移には顕著な結果が表れなかった。溶解性 COD については試験期間の後半において緩やかに低下する傾向が認められ、有機物の分解が確認された。生物分解されにくい有機物は蓄積していくため、値の低下が緩やかになったと考えられる。

COD の挙動は、以下に示す TOC の挙動と同様であるため、詳細な解析については TOC について行う。

3) TOC および溶解性 TOC

TOC および溶解性 TOC の推移を図 6-20～図 6-24 に示す。図 6-20 中の棒グラフは調査開始からの 1 週間ごとのトイレ利用者数の推移を表している。

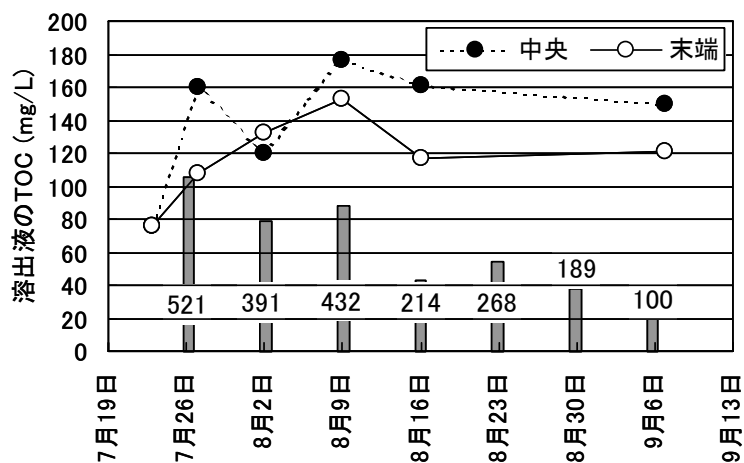


図6-20 TOC の推移

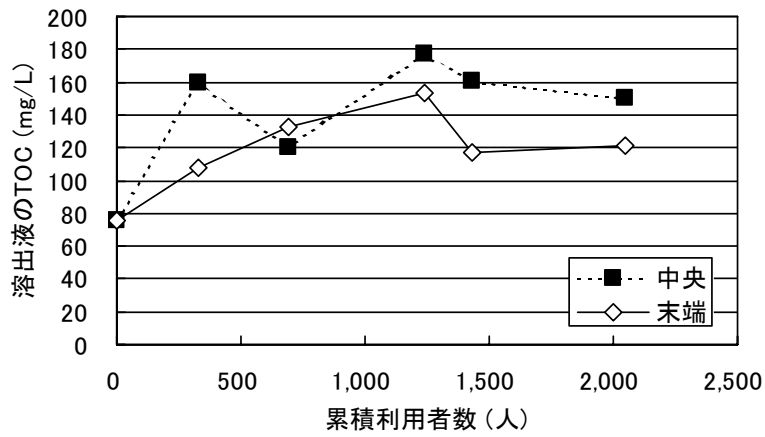


図6-21 TOCと利用者数の相関

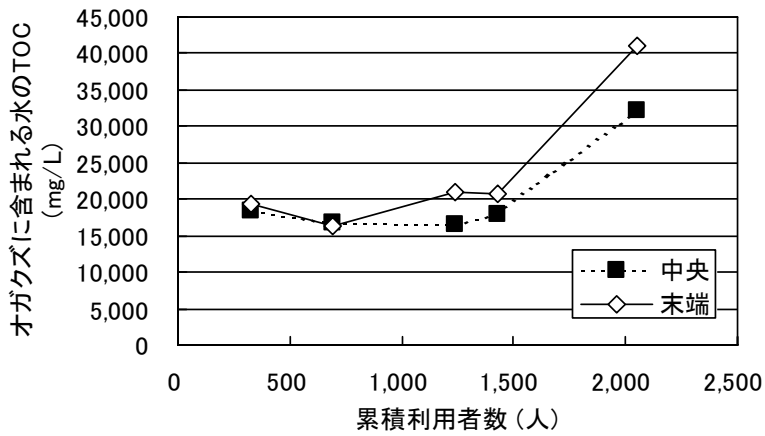


図6-22 オガクズに含まれる水の TOC

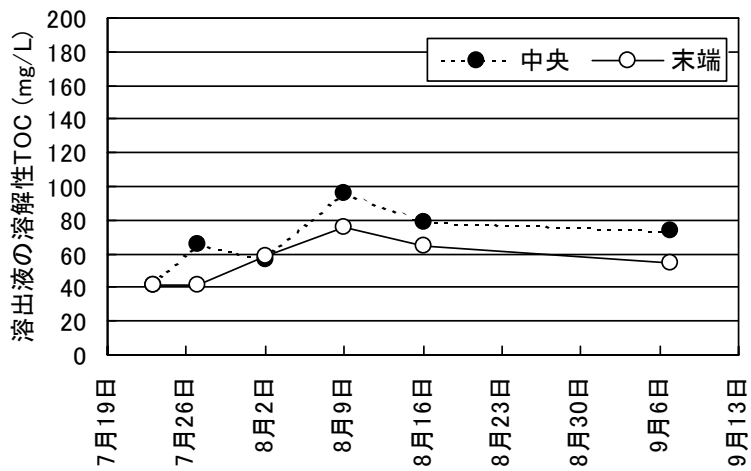


図6-23 溶解性 TOC の推移

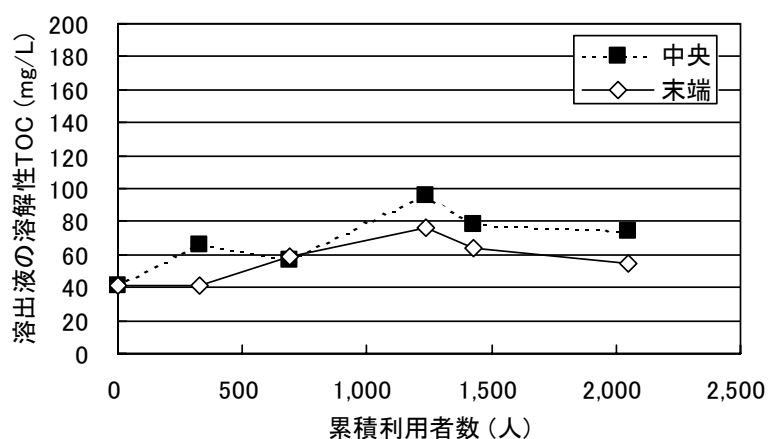


図6-24 溶解性 TOC と利用者数の相関

TOC は、8 月 9 日まで上昇していき、その後ほぼ横這いとなり、COD と同様の推移を示した。

BOD については試験終了時において試験開始時と同程度まで低下したが、TOC においてはそのような現象は認められなかった。易分解性有機物は分解するが、難分解性有機物が蓄積するためと考えられる。

オガクズに含まれる水の TOC の値は試験期間の後半で急激に上昇している。これは水分の蒸発に伴う濃縮が原因と考えられる。

4) BOD と TOC の相関

図 6-25 に BOD と TOC の比(BOD/TOC)の推移を示す。中央部、末端部とも 7 月 26 日から 8 月 9 日にかけて値が上昇していき、その後低下している。使用量の多い 8 月 9 日までの期間においては有機物の蓄積が多く、その後易分解性有機物が分解したために BOD の比が減少したものと考えられる。

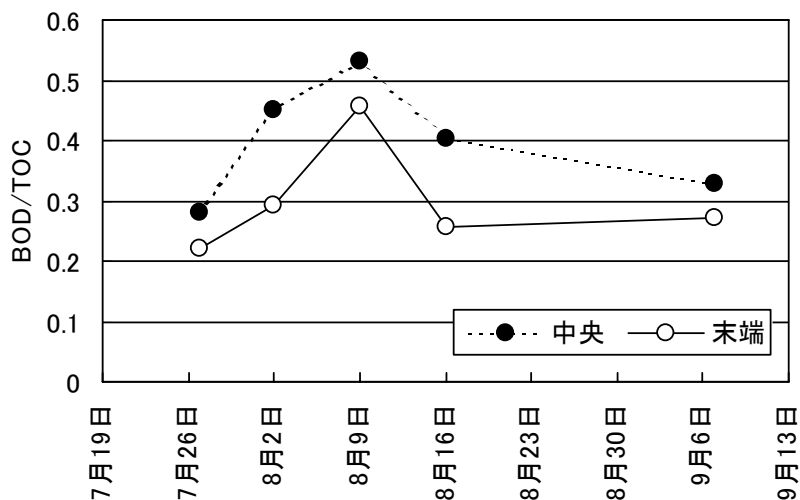


図6-25 BODとTOCの比

5) 各態の窒素

窒素化合物の濃度の推移を図 6-26～6-31 に示す。

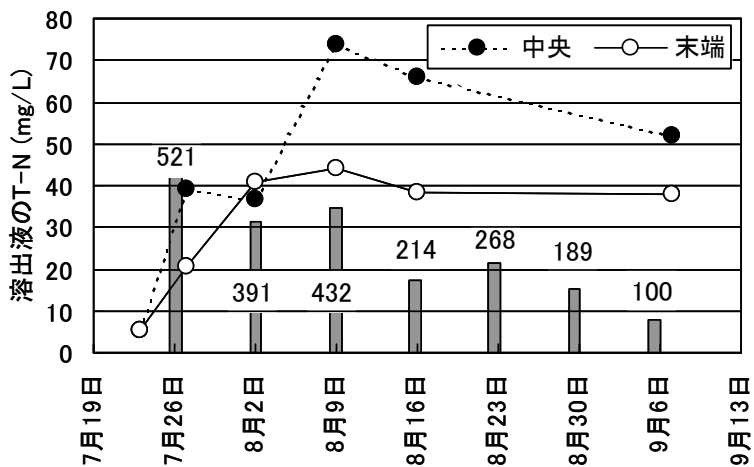


図6-26 T-Nの推移

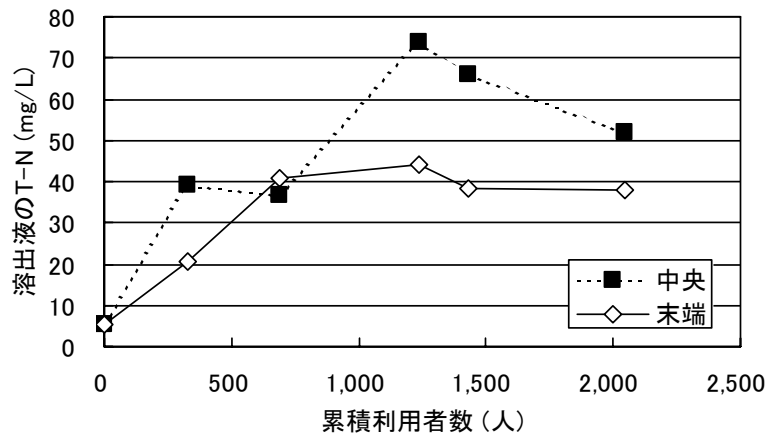


図6-27 T-Nと利用者数の相関

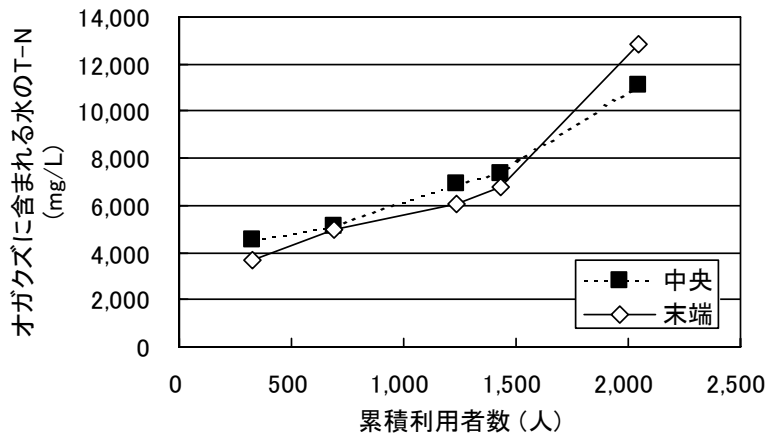


図6-28 オガクズに含まれる水分中のT-N

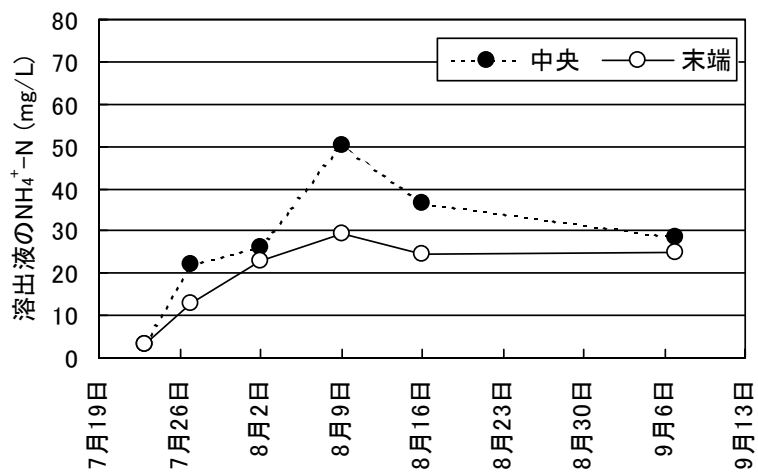


図6-29 NH₄⁺-Nの推移

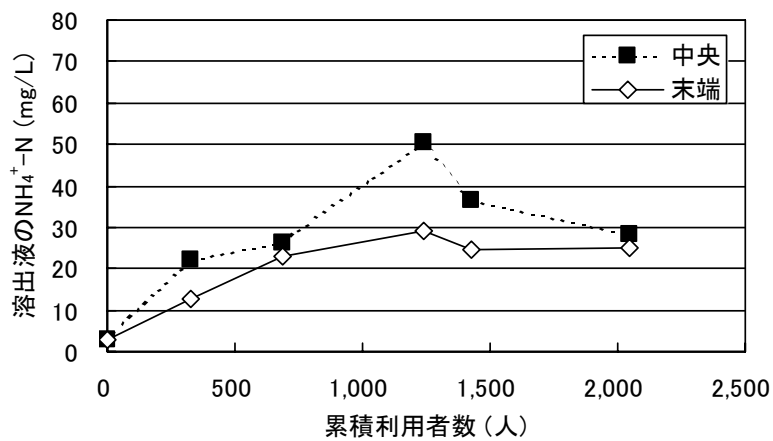


図6-30 NH₄⁺-Nと利用者数の相関

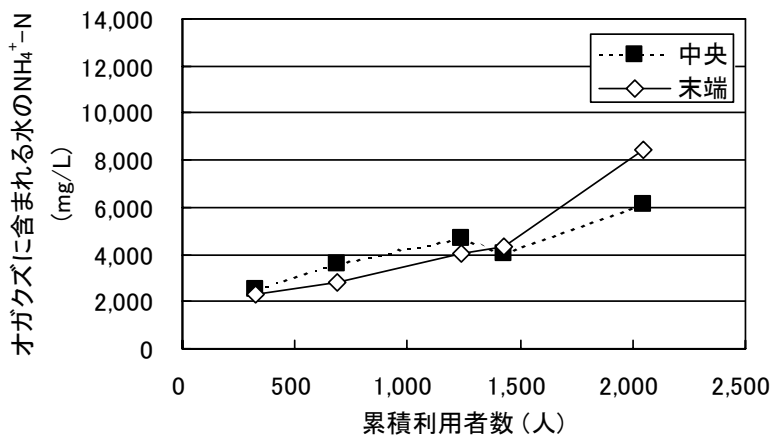


図6-31 オガクズに含まれる水分中のNH₄⁺-N

NO₂⁻-NおよびNO₃⁻-Nについては、調査期間を通してほとんど検出されず、T-Nの大部分を有機性窒素とアンモニア性窒素が占めていた。NO₂⁻-NおよびNO₃⁻-Nが検出されなかったことから、槽内において硝化反応が進行していないことが示された。

T-NとNH₄⁺-Nはほぼ同様の推移を示しており、利用者数の多い試験期間の前半に値が上昇していき、利用者数が減少した試験期間の後半には値が低下する傾向が認められた。硝化・脱窒反応による窒素除去は進行していないと考えられるため、ここでの窒素濃度の低下はアンモニアガスの揮散によるものと考えられる。オガクズに含まれる水のT-NおよびNH₄⁺-N濃度は試験期間の後半で上昇しており、水分蒸発に伴う濃縮が起こったと考えられる。

6) pH およびアルカリ度

図6-32、図6-33にpH、アルカリ度の推移を示す。

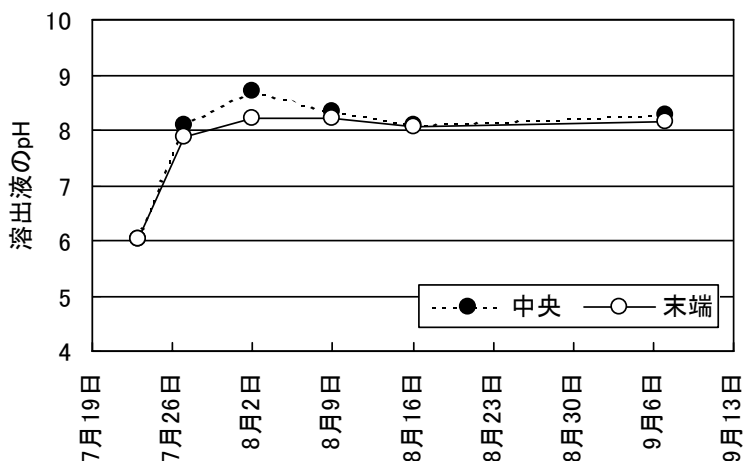


図6-32 pHの推移

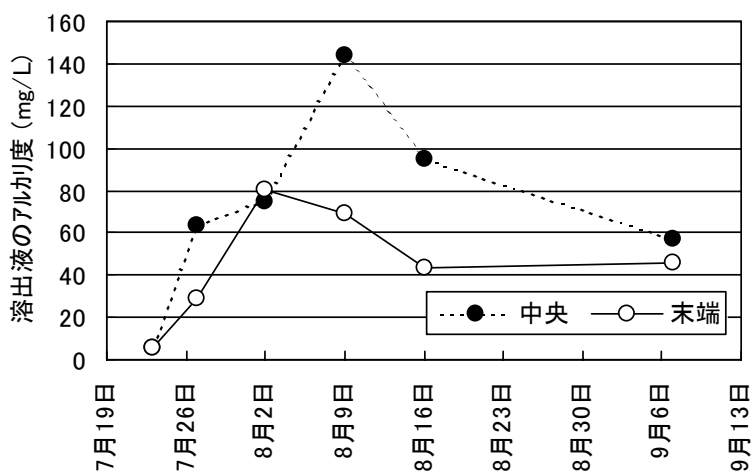


図6-33 アルカリ度の推移

pHはトイレの使用開始以降は弱アルカリ性を示しており、オガクズに蓄積したアンモニアの影響と考えられる。

アルカリ度は、8月9日まで上昇していき、その後低下する傾向が認められた。これは、先に示した $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と同様の推移であり、オガクズへのアンモニアの蓄積と除去がアルカリ度に表れている。

アルカリ度は大きな変動を示しているが、pHが大きく変動することはなかった。

7) T-P及び $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$

T-Pおよび $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の推移を図6-34、6-35に示す。

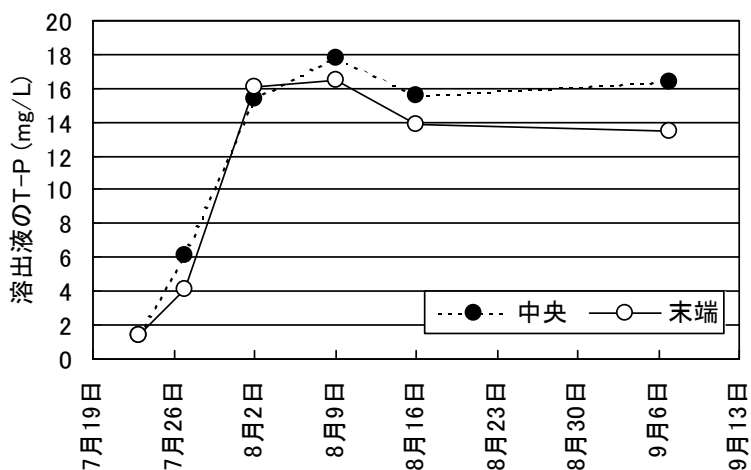


図6-34 T-Pの推移

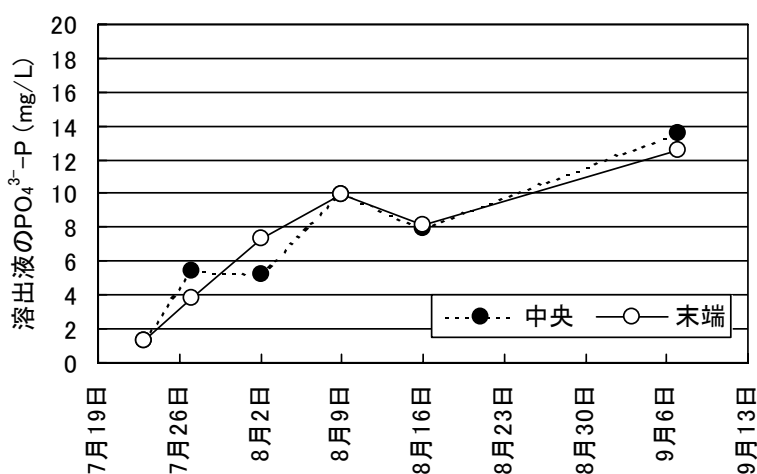


図6-35 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の推移

T-Pは8月9日までは上昇し、その後はほぼ横這いとなった。一方、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ は試験期間を通して緩やかに上昇していく傾向が認められた。コンポスト処理方式においてはリンの除去経路がないため流入したリンはすべて槽内に蓄積していくと考えられる。溶出試験においてオガクズと溶出液を分離する際、固形化したリン化合物がオガクズ側に多く残留した結果、溶出液のT-Pの値が横這い状態になったものと考えられる。実際の蓄積量はトイレの累積利用者数と同様の推移を示すと推測される。

8) 電気伝導率、Cl⁻および蒸発残留物

図6-36～図6-40に電気伝導率、塩化物イオンおよび蒸発残留物の推移を示す。

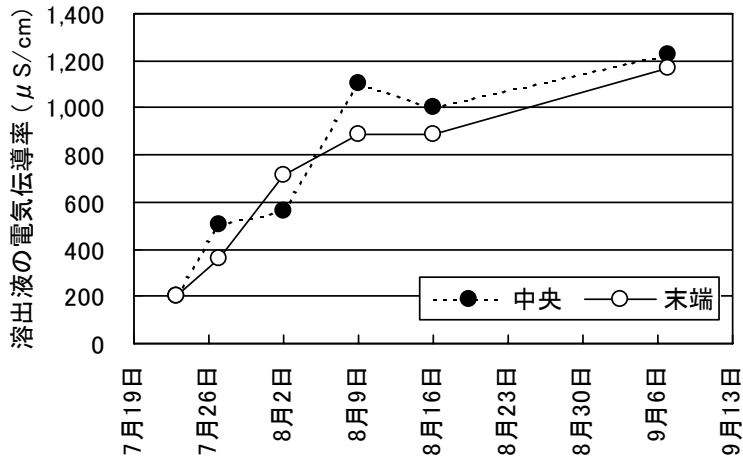


図6-36 電気伝導率の推移

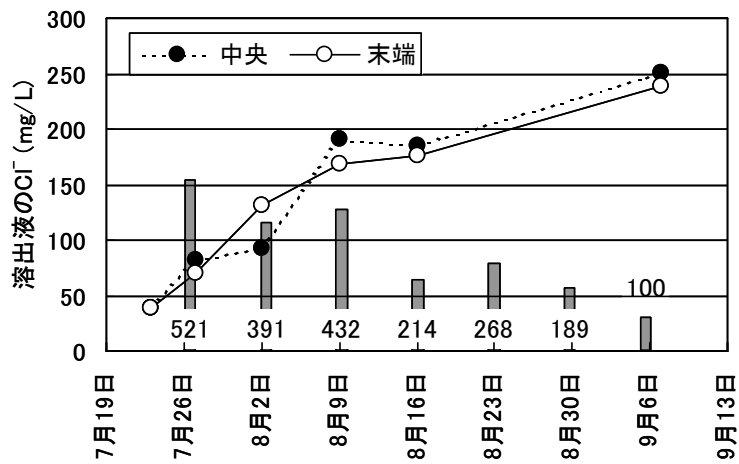


図6-37 Cl⁻の推移

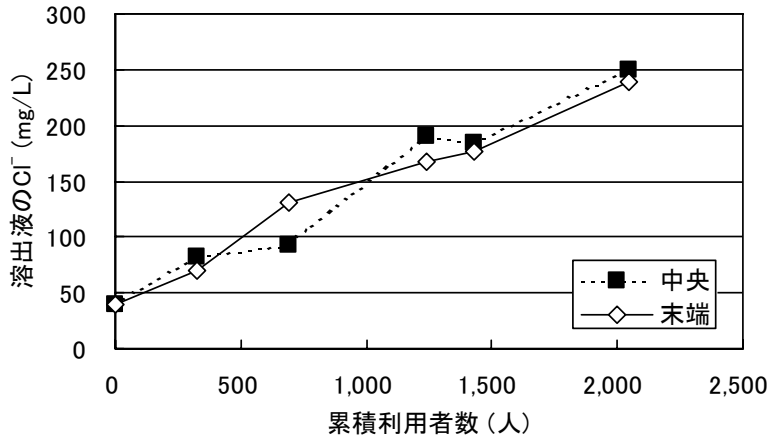


図6-38 Cl⁻と利用者数の相関

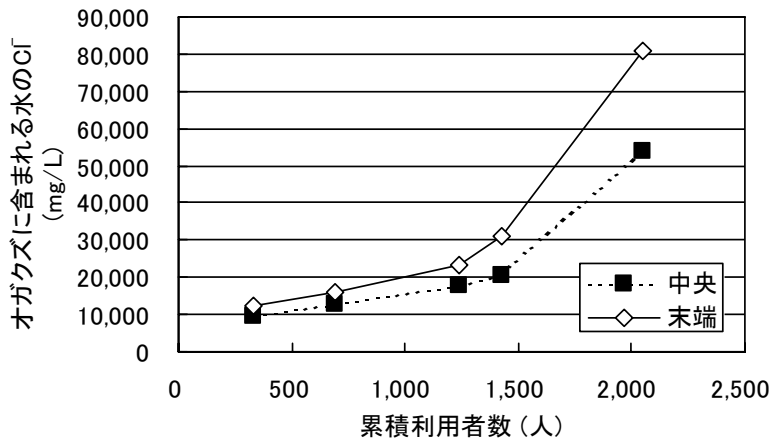


図6-39 オガクズに含まれる水分中のCl⁻

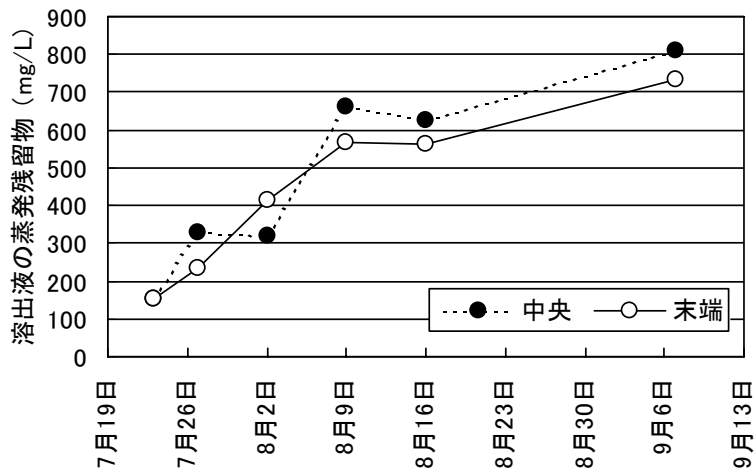


図6-40 蒸発残留物の推移

電気伝導率、塩化物イオン、蒸発残留物はいずれも同様の推移を示しており、試験期間を通して上昇していく傾向が認められた。CIと累積利用者数の相関図において、濃度が直線的に上昇していることから、利用者数と非常に高い相関があり、利用者数の増加に伴ってオガクズ内にCIが蓄積することが明らかになった。また、オガクズに含まれる水のCI濃度は試験期間の後半において著しく上昇しており、試験終了時には 80,000mg/L程度を示している。これは、水分の蒸発によって蓄積したCIがさらに濃縮されたためと考えられる。使用後のオガクズをコンポストとして利用する場合、塩害を引き起こす危険性があるため、使用には注意を要する。

9) SS

図6-41にSSの推移を示す。SSは時間の経過とともに徐々に上昇する傾向が認められた。ここで検出されたSSは目開き75 μ mの篩を通過した粒径の小さな固形物である。し尿中に含まれる固形物の蓄積、有機物の分解に伴う無機化に伴ってSSの増加が生じたものと考えられるが、槽内混合物の攪拌を繰り返すことによって、オガクズの一部が粉碎され、粒径の小さな固形物が増加する等の影響もその一因と考えられる。

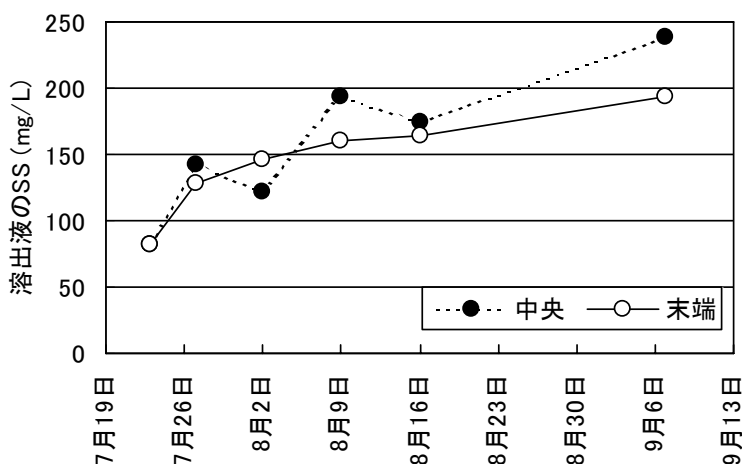


図6-41 SSの推移

10) 大腸菌群

大腸菌群は8月16日に槽中央部から採取した検体について 2.2×10^2 個/mL検出されたが、他の検体については検出限界以下であった。検出されたものについては、し尿が流入した直後に採取した影響と考えられる。流入負荷が減少したその後の調査においては、大腸菌群は検出されなかったことから、ヒーターによる加熱によって殺菌されたものと考えられる。

(5) 閉山時と越冬後の分析結果の比較

表6-18に閉山時と越冬後のそれぞれの分析結果を示す。測定項目によってばらつきが認められるものの、越冬前後で測定値に大きな差が認められなかったため、越冬期間において槽内混合物の性状は変化しなかったものと考えられる。

表6-18 閉山時と越冬後の試料分析結果の比較

槽内混合物	含水率 %		強熱減量 %		単位体積重量 g/L						
	中央	末端	中央	末端	中央	末端					
	閉山時	31.9	23.9	92.4	92.8	292	249				
越冬後	32.9	22.7	92.5	92.9	297	264					
溶出液	BOD mg/L		溶解性 BOD mg/L		COD mg/L		溶解性 COD mg/L		TOC mg/L		
	中央	末端	中央	末端	中央	末端	中央	末端	中央	末端	
	閉山時	49	33	21	13	270.1	197.0	101.0	79.0	149.8	121.1
	越冬後	59	26	37	20	217.9	169.4	127.1	86.9	186.8	144.5
	溶解性 TOC mg/L		T-N mg/L		NH ₄ ⁺ -N mg/L		T-P mg/L		PO ₄ ³⁻ -P mg/L		
	中央	末端	中央	末端	中央	末端	中央	末端	中央	末端	
	閉山時	73.8	54.9	51.8	37.9	28.4	24.9	16.4	13.5	13.5	12.6
	越冬後	101.0	63.5	56.0	41.7	28.8	28.3	20.1	16.7	16.3	14.6
	電気伝導率 μS/cm		Cl ⁻ mg/L		蒸発残留物 mg/L		pH		SS mg/L		
	中央	末端	中央	末端	中央	末端	中央	末端	中央	末端	
閉山時	1229	1170	250.2	239.4	812	732	8.3	8.2	238	194	
越冬後	1337	1280	266.6	270.8	908	804	8.0	8.2	182	168	
アルカリ度 mg/L		大腸菌群 個/mL									
中央	末端	中央	末端								
閉山時	56.9	46.0	ND	ND							
越冬後	54.7	51.8	ND	ND							

6-5-2 処理性能のまとめ

調査期間において 2,168 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。

①水分蒸発

槽内混合物の表面付近の温度が 50℃近くまで上昇していたことから、中心部分の温度はさらに上昇していたと推測される。これは、し尿に含まれる水分を蒸発させる上で良好な条件であり、ヒーターが有効に働いていた。その結果、オガクズの含水率は利用集中期において 50%前後を維持し、80 人回/日程度の利用条件においては、適正な水分状態に保たれることが確認された。

②臭気、ガスの発生

排気口から排出されるアンモニアガス濃度は利用集中期においてピークに達し、その後低下した。排出されるアンモニアガスは高濃度であることから、トイレ待ちの人への影響（不快感）が懸念される。一方、トイレ室内におけるアンモニアガス濃度は、利用集中期においてはやや上昇したものの、排気口の濃度と比較して著しく低く維持されることが示された。

③有機物の分解

80 人回/日程度の利用者数であった利用集中期には溶出液の BOD の上昇が認められ、仕様どおりの負荷条件であれば有機物が徐々に蓄積することが明らかになった。しかし、利用者数が減少する時期には、蓄積した有機物が分解することが明らかになった。BOD と同様に COD、TOC についても利用集中期においては溶出液の濃度が上昇したが、その後大幅な低下は認められずほぼ横這いとなった。生物分解しやすい有機物は分解され、難分解性有機物は徐々に蓄積する傾向が示された。

④オガクズの性状の変化

オガクズへの窒素およびリンの蓄積が認められ、使用済みオガクズの肥料効果が期待できる。T-Nについては蓄積量の一部がアンモニアとして揮散する傾向が認められたが、T-Pは流入量すべてが槽内に蓄積すると推測される。一方で、溶出液の電気伝導率、Cl⁻、蒸発残留物が著しく増加していることから、オガクズ内に塩類が蓄積していくことが明らかになった。オガクズに含まれる水の塩類濃度は非常に高く、使用後のオガクズを肥料として利用するには、塩害に対する注意が必要である。

⑤越冬

閉山時と越冬後の槽内混合物の性状には大きな変化は認められず、本試験において行った閉山対応の作業によって、越冬期間中、オガクズの性状を維持できることが明らかになった。

6-6 試験結果の全体的まとめ

標高 3,000m に位置する大汝休憩所に、し尿処理装置(コンポスト処理方式)を設置し、実証試験を実施した。試験期間は、平成 16 年 7 月 24 日～平成 17 年 7 月 14 日までの 356 日間で、このうち越冬期間は、試験期間全体の約 8 割を占めており、厳しい自然環境の下での試験となった。試験結果の全体的まとめを以下に示す。

<気温>

トイレ利用期間中の気温は 4.5～15.9℃で、本装置が適切に稼動する範囲内(-20～30℃)であったことが確認された。

<利用者数>

本装置の設計人数は、利用集中時 100 人回/日で、平常時は 80 人回/日である。利用期間中の総利用者数は、2,168 人で、最高利用者数は 136 人/日、平均利用者数は 42 人/日であった。試験期間中に 100 人/日を超えた日は 5 日間あり、このうち、装置の負荷条件を適切な範囲に保つため 2 日間はトイレの使用を一時制限した。利用者が集中した期間は 7 月 24 日～8 月 9 日で、平均利用者数は 73 人であった。この期間においては、集中時の設計条件に比較的近い負荷をかけられたことが確認された。一方、平常時は設計値に比べ全体的に低い値が記録されたため低負荷状態であったことが確認された。

この調査結果から、①利用集中時の設計人数を超えた日にトイレ使用を一時制限したこと、②平常時は常に設計人数以下の使用頻度であったことから、トラブルが発生しなかったと推察される。

<消費電力量およびオガクズ使用量>

消費電力量を測定した 7 月 27 日から 9 月 13 日における総電力量は 325kWh、1 日当たりの最高値は 13.9kWh/日、最低値は 1.2 kWh/日で、平均値は 6.6 kWh/日であった。性能表示値の約 6kWh/日を上回る結果となった。

また、消費電力量は利用者数の増減に比例して変動することが確認された。試験期間中に消費した燃料(軽油)の量は約 400L(86 円/L)で 34,400 円となった。性能表示では、16,200 円/月であるため、同期間および同単価に換算したとしても約 23,700 円(86 円×5.4L/日×51 日)であることから、ランニングコストは試験結果の方が上回ったことが確認された。稼動スタート時に、0.5 m³のオガクズを投入したが、それ以外に追加補充・交換の必要性は生じなかった。

なお、燃料 400L の運搬費として約 50,000 円(120,000 円/t)を加算する必要がある。

<維持管理性能>

日常的な維持管理は、1 回当たり 1 人で 30 分程度を要し、専門的な維持管理は、1 回当たり 2 人で 50 分程度を要する内容であった。基本的に困難な作業はなかったが、原則として水を使用できないことによる便器の清掃性の問題や点検の作業スペースが狭いことについての指摘があった。試験の都合上、専門的な維持管理は週 1 回の頻度で実施したが、作業内容から判断すると開山および閉山時のみでも対応可能と考えられる。

開山・閉山対応に係る作業性は、処理装置に直接関わることではないが、木製の雪囲いが相当な重量であるため作業が大変であり、雪囲いを徹底したにもかかわらずトイレ外壁の変形が確認された。また、換気ファン内がオガクズにより目詰まりし、それを取り除く作業がやりづらい構造であった。

オガクズを補充・交換する必要性は生じなかったが、今後、山麓に搬出する必要性が生じた際に、適切に処理・処分するための受け入れ先を事前に調整しておくことが必要となる。

試験期間中にトラブルは発生しなかった。ただし、調査中に得られた知見から、オガクズ攪拌混合槽から異物を除去する際には、一時的にオガクズを槽外に取り出すことが必要となり、それを保管する場所や作業場の衛生面の配慮が必要になると考えられる。なお、利用者が誤って処理槽に異物を落とした場合には、攪拌スイッチを押さないようにするための緊急停止装置や警告掲示が必要と考えられる。

<室内環境>

使用期間中における最高室温は 35.4℃、最低室温は 3.8℃、平均室温は 14.3℃で、零下になることはなかった。一方で、湿度は最高が 99%で、最低が 1%、平均は 63.1%であった。一般的に室内湿度は 30~60%ぐらいが好ましいと言われており、平均湿度が若干上回っているが、利用者アンケート結果では、室温と湿度に関する意見は出ていなかった。温湿度については問題を発生する状況は生じなかった。

また、「トイレブース内のおいしさ」、「トイレブース内の明るさ」については、85%以上が「許容範囲である」と回答したことから、トイレの快適性については、十分許容範囲であったと思われる。一方、「便槽の中で攪拌用に装置が動いていること」や「使用後に押すボタンの操作性」については、「不快」と回答する人はほとんどいなかったが、「どちらとも言えない」と回答した人が、前者で 32.7%、後方で 16.7%あったことから、快適性を向上させる余地はあると考えられる。

<周辺環境への影響>

土地改変状況調査においては、設置箇所の一部を平坦にした以外、土地改変はないため、周辺に対する影響の有無は確認されなかった。

<処理性能>

ヒーターによってオガクズの温度が高温に達していたため、オガクズの含水率は利用集中期において50%前後に維持された。80人回/日程度の利用条件においては、適当な水分状態に保持されたのは水の蒸発によるものであるが、同時に高濃度のアンモニアガスが排出されることから、トイレ待ちの人への影響が懸念された。一方、トイレ室内におけるアンモニアガス濃度は、利用集中期においてはやや上昇したものの、排気口の濃度と比較して著しく低く維持された。

80人回/日程度の負荷条件では有機物が徐々に蓄積することが明らかになった。しかし、利用者数が減少する時期には、蓄積した有機物の分解が認められた。BOD、COD、TOCの推移から、生物分解しやすい有機物は分解されるが、難分解性有機物については蓄積することが明らかになった。

オガクズへの窒素およびリンの蓄積が認められ、使用済みオガクズの中に肥効成分は含まれていることは認められるが、塩類が高濃度に含まれるなど、肥料としての利用価値については明らかではない。

越冬の前後で槽内混合物の性状はほとんど変化せず、開山後は機械類の点検・調整を行った後はすぐに使用することができた。

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 自然条件および社会条件からの留意点

本装置は水を必要としないため、山岳地の中でも水が豊富でない地域にとっては有効な技術の一つと考えられる。ただし、オガクズ攪拌槽の保温ヒーターや攪拌のための電力が必要となる。気温が低い場合やオガクズ槽内の含水率が高い場合には、保温ヒーターの稼動に要する電力量は多くなり、使用回数の増加に伴って攪拌に要する電力量が多くなる。そのため、本装置を導入する場合は、これら電力を供給するための自家発電機等の整備や燃料の確保が必要になる。装置の規模によって異なるが、設置に要する面積は比較的小さいため、土地改変は少なくて済むと考えられる。積雪がある場所や風が強い場所の場合は、雪や雨が排気口を通じてオガクズ槽に入り込んで、開閉山時にトイレの設置や撤去作業に困難をきたしたり、処理効率を低下させることがある。そのため、排気口の位置や構造を工夫が必要である。

また、風雪に対処するため、アンカー等でトイレを固定する作業も発生することが考えられる。

7-1-2 インフラ整備条件からの留意点

本装置は水洗方式ではないことから、洗浄水に使用する水を必要とせず、汚水等の排水も発生しない。そのため、インフラとしての上下水道設備を必要としないばかりか、自然条件としての水の確保や排水のための設備も必要としない。このことから、本装置は社会インフラの確保が難しい山域での採用が可能と考えられるが、最大のネックは消費電力量が比較的多い点である。

本実証試験において用いた電力は、商用電力がないため自家発電を用いた。自家発電で対応する場合のコストと輸送手段を考慮する必要がある。ソーラーや風力などの自然エネルギーからの電力を期待する場合でも、自然条件を検討することはもちろん、設置のための輸送手段やバッテリーの交換などメンテナンス体制と、それにかかるコストについてもあらかじめ綿密な事前の把握が前提となる。

トイレを設置し、メンテナンスを行う上で、道路をあてにできない山岳地では、ヘリコプターやブルドーザーなどの輸送手段に頼ることを念頭におく必要がある。

7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点

本装置の処理能力を設定する際には、負荷変動を考慮し、必要に応じて水分負荷を軽減するような仕組みを検討することが望ましい。また、攪拌槽内の水分蒸発と排気を促進するための換気ファンは、オガクズで目詰まりすることが想定されるため、それを取り除く作業が容易に実施できるような構造とし、定期的に維持管理することが求められる。

本装置は、利用に伴ってオガクズの補充・交換作業が必要になるため、使用済みのオガクズを廃棄物として処分する場合は、引き抜きや輸送を効率的、衛生的に行うと同時に、受け入れ先や処理・処分方法について事前に調整しておくことが必要となる。また、機械室内は、オガクズの補充・交換作業がスムーズに行えるよう設計することが求められる。攪拌槽から取り出したオガクズには栄養塩等が蓄積されているため、土壌改良材等としての利用には注意が必要である。なお、本試験では、近傍でオガクズを入手することができたが、地域特性によっては定常的な入手が困難な場合も想定されるため、購入、運搬コスト等にも配慮する必要がある。

通常運転においては、攪拌槽に異物が混入した場合、スイッチを押さないようにする工夫が求められることや、異物を除去する際は一時的にオガクズを槽外に取り出すことが必要となるため、それを保管する場所や作業上の衛生的配慮が必要である。

越冬に関しては、設置する場所や自然条件にもよるが、積雪が想定される場合はソーラーパネルの破損、トイレ壁面の損傷が懸念されるため、カバーの設置、積雪加重に対する保護の方法を検討することが必要である。

維持管理マニュアルは、付帯する機械設備ごとに細かい状況に応じた対応策を掲載することが望まれる。とくに、日常管理者と専門管理者が連携して対応できるようなマニュアルを整備することで、専門的管理の頻度を最小限にすることができ、効率的な管理が可能と考えられる。

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」である可能性は高く、社会インフラが十分でない山岳地のような厳しい条件下で、一定の快適性を確保したトイレ整備の一手段となりうるといえる。その理由に、①排水が出ない、②周辺への環境影響はきわめて軽微、③利用者の満足が高い、といったことがあげられる。しかし、以下に示すように、改善すべき課題もあることが明らかになった。

なお、今回は短期の調査であったことから、長期的観点に立った①木質資材の投入・搬出頻度や再利用の可能性、②長期的な性能評価データなどについては十分把握できていない。今後の課題といえる。

[施工性と構造]

施工性の観点から、本装置は工場生産されたパッケージタイプであるため、搬送は空輸に頼らざるを得ないが、設置に要する作業は他の方式に比べ比較的容易といえる。

構造に関して、試験期間中には平常負荷のほかピーク負荷も経験した。平常負荷の期間中は、大きなトラブルはなく稼動することができた。利用集中時の一時貯留機能の付加など、構造的な改良が求められる。また、処理性能を維持する上で、温湿度管理を効率的に行う工夫も必要となる。

[処理機能]

利用集中期には有機物の流入量が分解量を上回り、槽内に蓄積して増加するものの、集中期を過ぎると分解量が流入量を上回り減少に転じたことから、良好な処理機能が発揮されていた。本試験では、利用者カウンターに応じて利用制限を実施したことで、順調に維持できたため、本装置導入の際には、このようなカウンターを設置することが望ましいと考えられる。また、本装置は処理に比較的多くの電力を消費するが、温度センサーと連動したヒーター作動の設定や時間設定による間欠運転などを検討することで、省エネルギー化が期待できる。今後は、科学的根拠に基づいた処理能力の算定方式を確立することで、全体として、よりコンパクトな装置となることが望まれる。

槽内のオガクズ中には、リンおよび塩類の蓄積が認められたことから、使用後のオガクズを利用する際の障害となることもあるため、その扱いには注意が必要となる。また、排気口から排出されるアンモニアは、利用集中期に高濃度となるため、周辺環境への影響を考慮し、利用者が不快とならないよう、排気口の位置に配慮する必要がある。

[トラブル対応]

オガクズ攪拌槽への異物混入した場合の利用者および管理者の対応方法を明確にし、対処の作業性を改善すること、また、換気ファン内の掃除・点検作業性を改善することで、現場対応がスムーズに実施できるようになると考えられる。

[維持管理性]

維持管理性に関しては、日常管理者と専門管理者が連携して運営できるよう、具体的な管理内容を記載したチェックシートや専門管理者向けの維持管理要領書、および状況判断、対処方法等を記したマニュアルを充実させることが望まれる。そうすることで、専門的管理の頻度を最小限にすることができ、効率的な管理が可能と考えられる。

また、今後、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である。

処理性能に関する主な実証項目の解説

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。
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。
電気伝導率 (μ S/cm)	水溶液の電流を伝える能力の指標で電気伝導度、導電率、電導率ともいいます。電気伝導率を測ることにより、水中に溶解している物質の量を短時間で推定できます。
全窒素 (mg/L)	アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素および有機性窒素など各種形態の窒素の総量を表します。
C/N比	土壌中の腐植その他の有機物に含まれている炭素量と窒素量の比をいい、有機物の分解の程度を表す指標として用いられます。C/N比の高い有機物が土壌に与えられると、土壌微生物はその分解に必要とする窒素を有機物以外の土壌中から吸収してしまうため、作物は窒素不足の状態となります。
TS：蒸発残留物 (mg/L) (および含水率)	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。水中の固形物量および塩類が多いとTS値が高くなります。
VS (IL)：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VS (IL) 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ので、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。

主な実証項目	解 説
NH ₄ -N: アンモニア性窒素 (mg/L)	アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表します。アンモニアは、蛋白質のような有機窒素化合物が分解して生成します。
NO ₂ -N: 亜硝酸性窒素 (mg/L)	亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表します。亜硝酸は、主にし尿および下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成します。
NO ₃ -N: 硝酸性窒素 (mg/L)	硝酸イオンの形で存在する窒素量を表します。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物です。
アルカリ度 (mg/L)	水中に含まれている炭酸水素塩、炭酸塩または水酸化物などのアルカリ分を、炭酸カルシウムの濃度で表したものです。污水处理においては生物化学的硝化や凝集沈殿等の処理効果を左右する重要な因子で、反応上不足する場合は測定値に基づき必要なアルカリ分を添加することがあります。
NH ₃ : アンモニア (ppm)	特有の刺激臭を有する無色のガスです。粘膜に対し強い刺激作用があり、高濃度のNH ₃ に曝露すると、鼻や喉の刺激、せき、呼吸困難、嘔吐などを起こします。気中濃度が約5ppmで不快臭を感じ、約50ppmで強い不快感、約100ppmで目や鼻に刺激を感じます。
H ₂ S: 硫化水素 (ppm)	腐敗卵が発するような臭気を有する無色のガスです。し尿処理施設、下水道の終末処理場、浄化槽、汚濁した河川等が発生源となります。
溶解性物質 (mg/L)	水をろ紙でろ過してSSを除去し、ろ液を加熱して水分を蒸発・乾燥させた時に残る物質を溶解性物質といいます。これまでに示した実証項目のうち、例えば溶解性BODの場合、ろ液について分析したBOD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。
COD: (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を化学的に酸化する時に消費される酸化剤の量を酸素量に換算して表したものです。

主な実証項目	解 説
T-P：全リン（mg/L）	各種のリン化合物に含まれるリンの総量を表します。
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。
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は除去されないため、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。

※（ ）内は単位