

企 業 名 : 株式会社 ヤマト

研究代表者 : 社会環境工学科
教授 田中 恒夫

研究テーマ : 「温浴施設における安全性及び
省エネルギーの最適化シス
テムの開発」

開発結果報告書 (省エネ)

実施内容 (開発の実績)

※申請内容と対応させて、開発の経過及びその実施内容について、図面、図表又は写真等も含めて詳細に記載すること。

1. 開発フロー図

1-1. 概要

ボイラー燃料消費量削減を目的として、温浴施設の既存の設備に新たに下図1の朱記部設備を導入した。これら設備の導入により、流量や温度のデータが収集できるようになり、温度調節が可能になると考えられる。

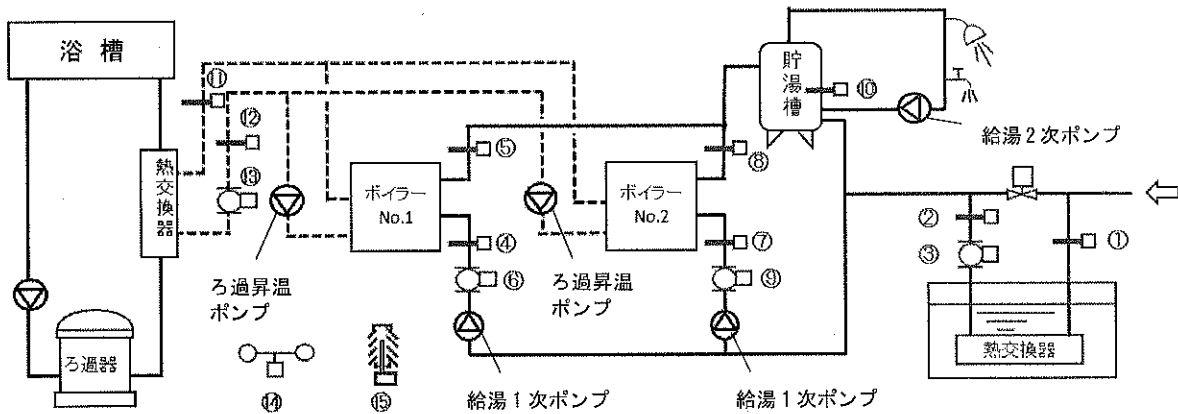


図1. 設備概要

※朱記部・・・導入設備

図1の設備を導入することによって下記の制御変更を行った。

表1. 制御変更

番号	制御	設備導入前	設備導入後
①	貯湯槽の温度制御	設定値+給湯1次ポンプ2台運転	設定値+給湯1次ポンプ台数制御
②	ろ過昇温ポンプ制御	設定値+ろ過昇温ポンプ2台運転	設定値+ろ過昇温ポンプ台数制御
③	排湯回収設備	なし	熱交換器の設置

① 貯湯槽及び給湯1次ポンプ (2台) の制御

【既存】

給湯1次ポンプ (2台) は設備稼働中は常に運転しており、貯湯槽とボイラーの間を循環。温度制御はボイラーの温度制御機能のみで制御していた。(図1参照)

【改修後】

給湯1次ポンプは貯湯槽温度状況により運転台数制御を行う。

停止 (0%)、1台運転 (50%)、2台運転 (100%) の制御となる。給湯1次ポンプが停止しても、給湯2次ポンプが運転しており、給湯は維持される。給湯ピーク負荷 (蛇口、シャワー) は短時間で増減するが、貯湯槽の大きな容量 (7000L) が瞬時負荷変動を吸収する。

② 浴槽昇温用のろ過昇温ポンプ（2台）の制御

【既存】

浴槽ろ過昇温ポンプ（2台）は設備稼働中は常に運転しており、温度制御はボイラーの温度制御機能のみで制御していた。（図1を参照）

【改修後】

1台目ろ過昇温ポンプはベースとして設備稼働中は常に運転させる。2台目ろ過昇温ポンプは送水温度により運転停止制御を行う。（50%、100%の2段階）

③ 排湯熱回収設備

実験開始前はなかったもので、新たに設置。

1-2. 設置センサと目的

表1における制御を行うために、図1において導入したセンサの目的と役割を下表2に示す。

表2. センサの役割と目的

系統	記号	センサ	目的
排湯熱回収	①	熱回収熱交換器入口温度センサ	温泉排湯槽(温泉水槽オーバーフロー水)回収熱量の算出 排湯槽に設けた熱交換器の入口温度、出口温度の差温と負荷流量から回収熱量(MJ)を算出する
	②	熱回収熱交換器出口温度センサ	
	③	熱回収熱交換器流量計	
給湯No.1	④	ボイラーNo. 1入口温度センサ	ボイラーNo. 1の給湯負荷量算出 ボイラーNo. 1の入口温度、出口温度の差温と負荷流量から給湯熱量(MJ)を算出する
	⑤	ボイラーNo. 1出口温度センサ	
	⑥	ボイラーNo. 1給湯流量	
給湯No.2	⑦	ボイラーNo. 2入口温度センサ	ボイラーNo. 2の給湯負荷量算出 ボイラーNo. 2の入口温度、出口温度の差温と負荷流量から給湯熱量(MJ)を算出する
	⑧	ボイラーNo. 2出口温度センサ	
	⑨	ボイラーNo. 2給湯流量	
貯湯槽	⑩	貯湯槽センサ	既存のサーモスタットからセンサ・調節計に交換
ろ過昇温	⑪	浴槽熱交換器入口温度センサ	ろ過(浴槽)昇温熱量(浴槽放熱負荷量)の算出 浴槽昇温用熱交換器の入口温度、出口温度の差温と負荷流量から回収熱量(MJ)を算出する
	⑫	浴槽熱交換器出口温度センサ	
	⑬	浴槽熱交換器給水流量	
外気条件	⑭	風速センサ	特に冬季の外乱要素の風速、外気温度の計測を行う
	⑮	外気温度センサ	

※記号は図1. 設備概要参照

1-3. 設置ハイブリットシステム

今回は、複数の省エネルギーシステムの組合せを検討している。

①排湯熱回収

排湯槽熱回収用熱交換器の設置は、今まで源泉槽からオーバーフローで捨てていた熱を回収出来ることで、大きな省エネ結果が期待できる。

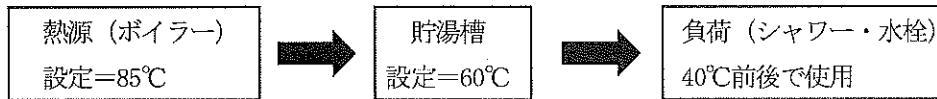
②ボイラー運転システム

現状運転制御のデメリットとして、ボイラーは、バーナーのON/OFFの時点で一定時間の排気が必要である。この排気中はボイラー缶体を冷やす効果がある。排気(プリバージ、ポストバージ)は安全上必須の動作である。この現象の対策として、高燃焼/低燃焼の容量制御を低燃焼側に固定することで、バーナーのON/OFF回数を削減することを目的に、強制低燃焼指令を行う。(ただし、低燃焼でも負荷条件を保持することを確認する)

③温度制御の目標値（設定値）の見直し

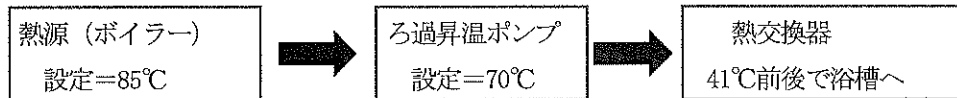
実験施設には様々な温度制御が組み合わされているが、それぞれの組み合わせにおける目標値を見直し、省エネになる温度設定を模索する。（安全率の見直し）

・給湯設備（シャワー、水栓など）



実際の使用と約 20°C の差があり、差温 5°C 程度まで下げて、負荷への影響を確認。

・浴槽設備（男/女、屋内/露天等）



実際の使用時の温度と約 30°C の温度差があり、差温 10°C 程度まで下げて、負荷への影響を確認。
ただし、厳冬期の間は、浴槽の設定変更は控える。

2. 計測により判明した負荷傾向（主要測定項目について）

①給湯負荷と浴槽昇温負荷の比率について

計測した熱量データを見ると、給湯負荷 40%：ろ過昇温負荷：60%程度である。

②浴槽昇温負荷は外気温度の影響が大きい

入館者数は給湯・昇温に影響を及ぼすが、外気温度は主に浴槽昇温に影響を与える。

③曜日による負荷の変動（入館者数の変動）

ウィークデーの負荷は低めで推移し、土曜日に上昇し日曜日・祝祭日がピークであると考えられた。

④入館者数

施設側の都合で入館者数の情報は得られなかったが、給湯補給水量が入館者数に比例していると考えられた。

3. 試験にあたっての仮説

当初、温浴施設の負荷傾向は給湯 60%、浴槽昇温 40%くらいと予想していたが、浴槽の数が多く、数種類の露天風呂があることから、給湯 40%、浴槽昇温 60%と比率が逆転する。

4. 試験スケジュール

厳冬期であることから、浴槽昇温についてのテストは春～夏に行う。よって厳冬期は給湯条件の試験を実施した。各条件でデータ取りは 1 週間行った。

①給湯温度

現状の 60°C 設定から段階的に 50°C、45°C と変更して設備の稼働状況を計測する。ただし、営業時間中に実験を行うため、異常が生じた場合は、復旧するものとした。

②強制低燃焼指令

実験条件がもっとも厳しい、貯湯槽 45°C 設定のときに、低燃焼指令を実施し、貯湯槽温度 45°C が維持できるか確認する。

5. 実験結果

各条件で一週間データ取りを行った。初めにコントロール実験として、実験設備導入前の状態で試験を行った。ガス使用量は平日では使用量が400[m³]程度であり、日曜日に450[m³]程度に増加した。このデータを基準として、データ取りを行った。期間は1月4日～2月7日までである。

5-1. 標準データ (control)

実験条件を変更していくので、基準となるデータを取得した。(図2)

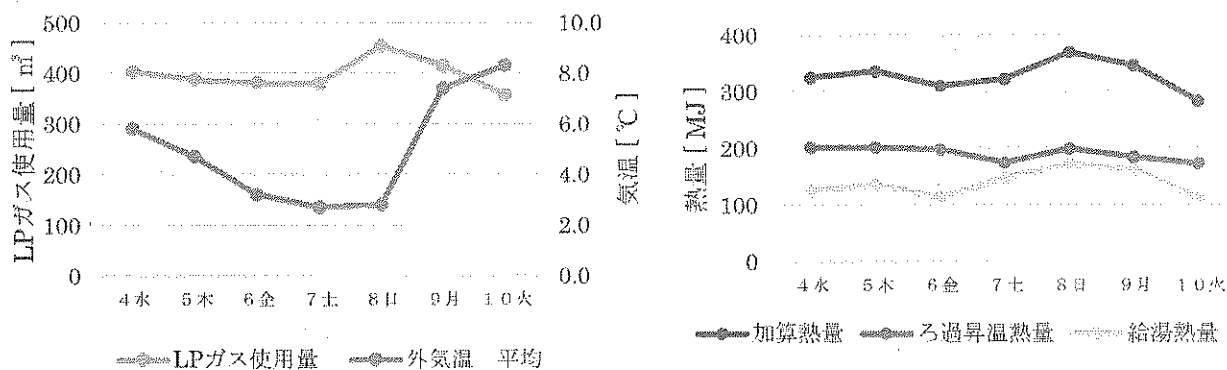


図2. 基準データ (control)

5-2. 排湯熱回収のみ

排湯熱回収のみ行った一週間のデータを示す。外気温が低く来館者数が多いと思われる15日(日)に多くLPガスが消費されていることが確認できた。加算熱量(給湯熱量+ろ過昇温熱量)は270~360MJ/日で推移している。

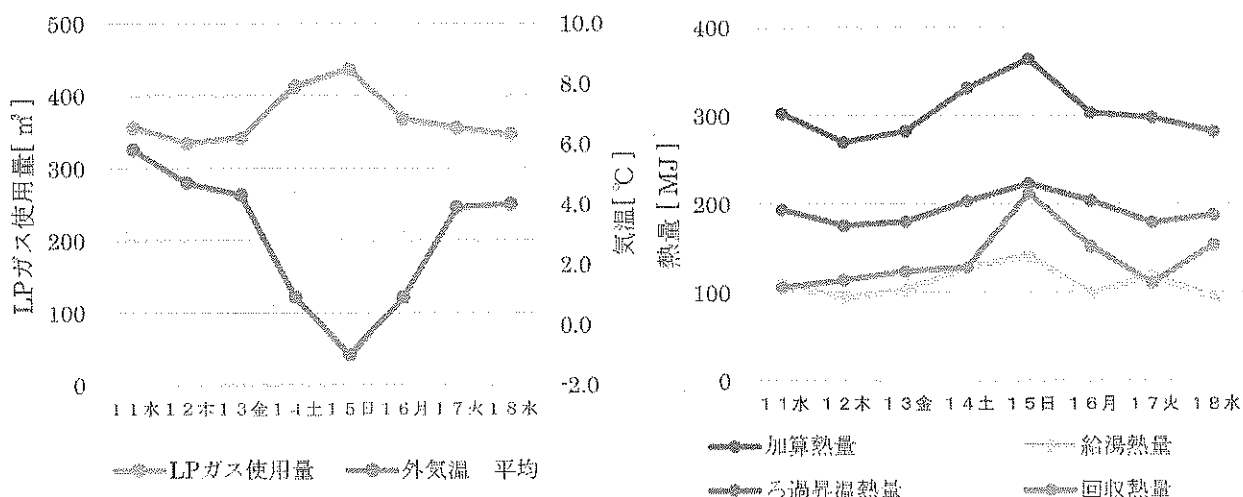


図3. 排湯熱回収+貯湯槽温度60°C設定時のデータ

5-3. 排湯熱回収+貯湯槽温度50°C設定

排湯熱回収に加え、貯湯槽の設定温度を50°Cにした一週間のデータを示す。(図4) LPガスの使用量は来館者数が多いと予想される日曜日においても平日と同程度の消費量だった。

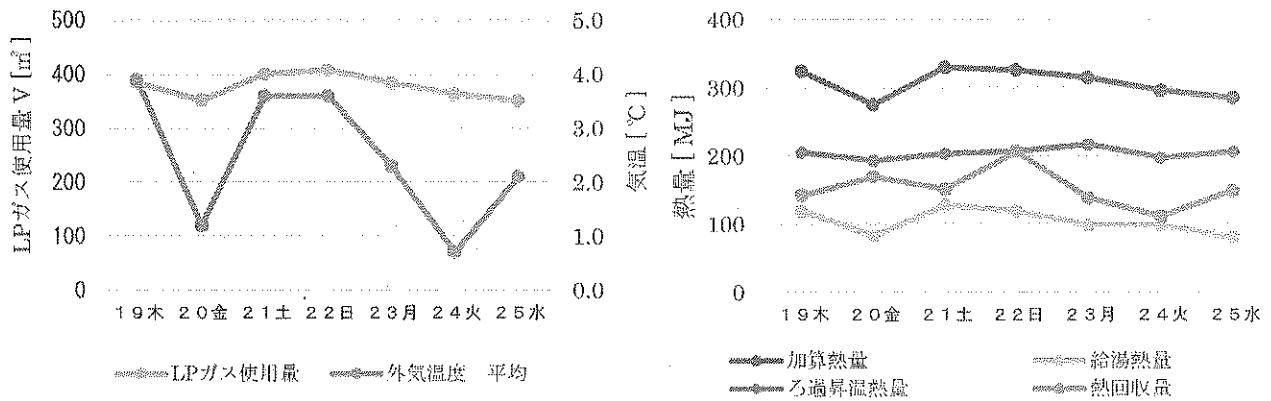


図 4. 排湯熱回収+貯湯槽温度 50°C設定時のデータ

5-4. 排湯熱量+貯湯槽温度 45°C設定

さらに貯湯槽温度を 45°Cとした一週間のデータを示す。(図 5) LP ガスの使用量は 400 m³より少なくなった。加算熱量は①・②の条件の時とあまり変化はなかった。

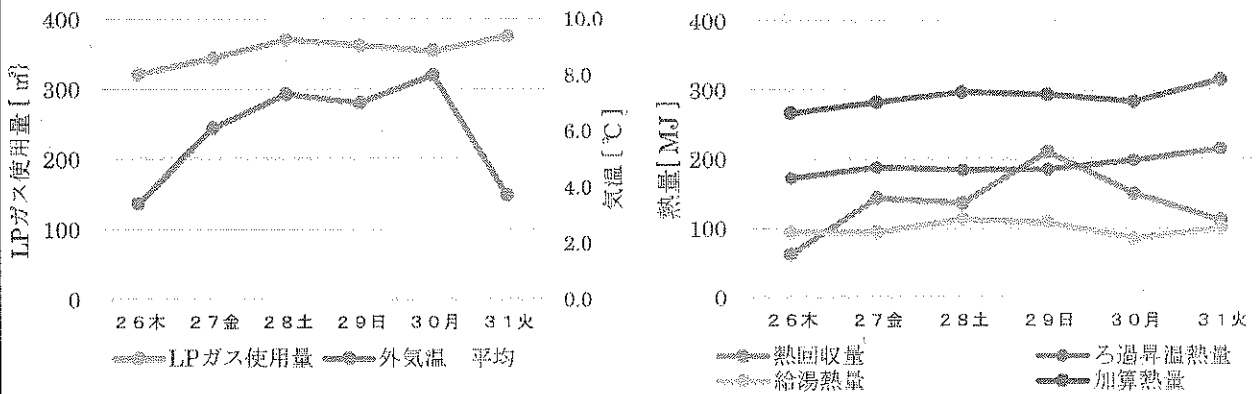


図 5. 排湯熱回収+貯湯槽温度 45°C設定時のデータ

5-5. 排湯熱量+貯湯槽温度 45°C設定+ボイラー低燃焼

最後に排熱回収をし、貯湯槽温度を 45°Cとし、低燃焼状態とした一週間のデータを示す。(図 6)

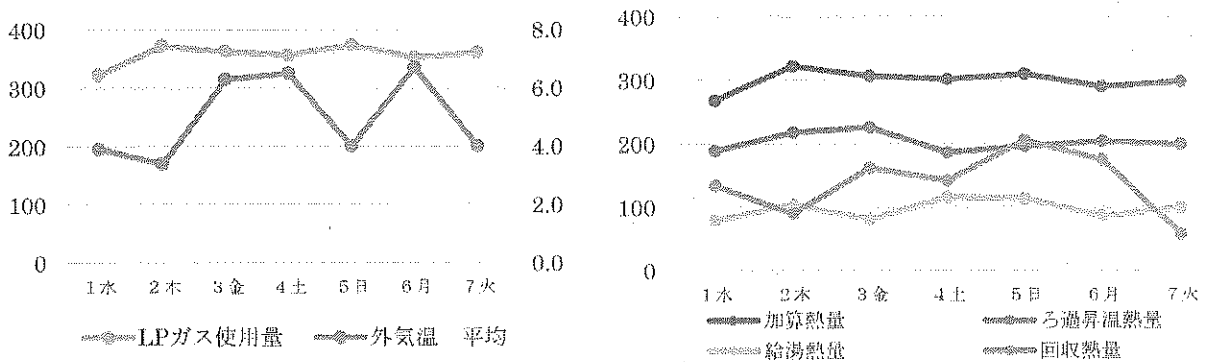


図 6. 排湯熱回収+貯湯槽温度 45°C+ボイラー低燃焼設定時のデータ

5-6. 実験まとめ

5-1～5-5 までのデータより各項目の1週間ごとの平均値を表3にまとめた。

表3. 各条件におけるデータまとめ

測定事項	改修前の状況 (control)	排湯熱回収 給湯60℃	排熱回収 給湯50℃	排湯熱回収 給湯45℃	排湯熱回収 給湯45℃ 強制低燃焼
平均外気温度	5.0℃	2.9℃(-2.1℃)	2.2℃(-2.8℃)	5.9℃(+0.9℃)	5.0℃(±0.0℃)
LPG流量	396m ³ /日	369m ³ /日(93.1%)	377m ³ /日(95.2%)	354m ³ /日(89.4%)	356m ³ /日(90.0%)
ろ過昇温熱量	190.3MJ/日	193.4MJ/日(101.6%)	204.1MJ/日(107.3%)	190.3MJ/日(100.0%)	202.6MJ/日(106.5%)
給湯熱量	137.7MJ/日	110.6MJ/日(80.0%)	103.1MJ/日(74.8%)	99.0MJ/日(71.8%)	97.0MJ/日(70.4%)
給湯熱量比	42%	37%	29%	34%	32%

※ () 内の数値は control と比較した数値

表3から確認できたことをまとめる。

① 排熱回収

給湯エネルギーのおおよそ20%が排熱回収によりまかなわれた。ただし、源泉は安定的にオーバーフローしているわけではなく、浴槽清掃後の浴槽補給などにより、長時間オーバーフローが止まることが有り、総給湯熱量の約20%が排熱回収によりまかなわれていた。オーバーフロー停止時間を削減できれば、さらに回収熱量を増やすことが可能である。

② 給湯温度設定変更

給湯45℃と設定し、給湯温度を10℃下げること、約5%の給湯エネルギーの削減となった。さらに給湯45℃設定温度をさらに5℃下げること、約3%の給湯エネルギーの削減となった。したがって給湯基準値から8%の削減となった。設定温度を下げる場合、塩素消毒の運用方法変更が必要となる。(保健所指導事項)

③ 強制低燃焼(給湯設定温度:45℃にて)

低燃焼による削減効果は1.4%となり、排熱回収、給湯45℃、強制低燃焼の総合削減率では約30%(給湯のみ)となった。

④ 来館者数との比較

入館者数が増えると考えられる日曜日には給湯補給水量の増加との間に相関関係があることが確認できた。

6. 今後の課題

5項で記載のとおり、②～③の項目を実施することで、給湯側で30%弱のエネルギー削減効果が確認できた。しかし、厳冬期であり浴槽の設定温度に手を付けられない状況としては給湯のみのだが、省エネになるための条件の傾向を掴むデータを取得できた。引き続き、浴槽昇温側の試験を実施し、総合的な省エネルギー結果を追求する予定である。

浴槽設備(男/女、屋内/露天等)の省エネについては

浴槽温度41℃維持が前提であるが、ろ過昇温ポンプと熱交換器の温度差 $\Delta t = 29^\circ\text{C}$ から $\Delta t = 15^\circ\text{C}$ 程度まで下げて状況変化を確認し、最終的には $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ でも省エネできるか検証を行っていく考えである。

開発結果報告書 (安全)

実施内容 (開発の実績)

※申請内容と対応させて、開発の経過及びその実施内容について、図面、図表又は写真等も含めて詳細に記載すること。

1. 昨年度の共同研究進捗

1-1. 概要

オートロールフィルターろ過器の開発にあたり、昨年度までに通水流量 150 [L/min] におけるフィルターろ過器における除濁性能は旧来の砂ろ過器と同程度であることが確認された。また実験期間内の水質検査では、レジオネラ属菌は検出されず安全性も確認できた。今年度は昨年度課題として出たオートロールフィルターろ過器の①処理流量の向上、②フィルター交換時におけるフィルターのしわを作らない構造を検討する必要がある。今年度は特に処理流量の向上に重点を置いた実験を行った。

1-2. フィールド実験設置設備及びシステム

実験設備は昨年度使用したシステムを用いた。既存のオートロールフィルターろ過器に改造を施し、設置した。(図 1) 試験を実施した循環式浴槽の仕様は表 1 の通りである。試験は図 2 に示す通り、既存砂ろ過器に流入する浴槽水 (循環水) の一部をバイパスしてフィールド試験装置に流入させ、ろ過処理した水を再び既存浴槽循環系に返送するシステムを構築した。

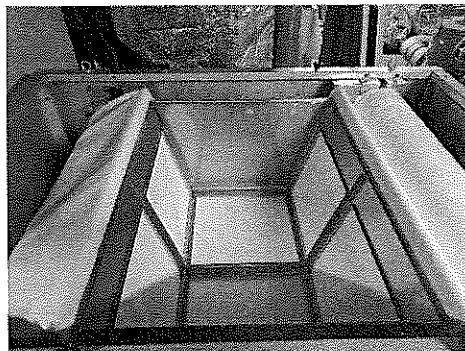
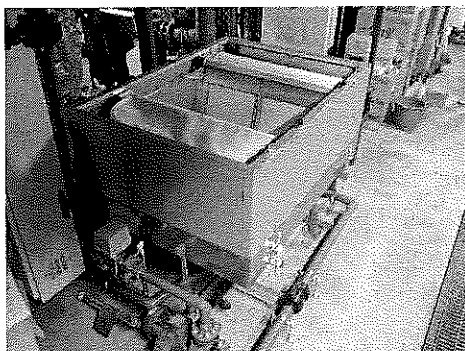


図 1. 新型オートロールフィルターろ過器

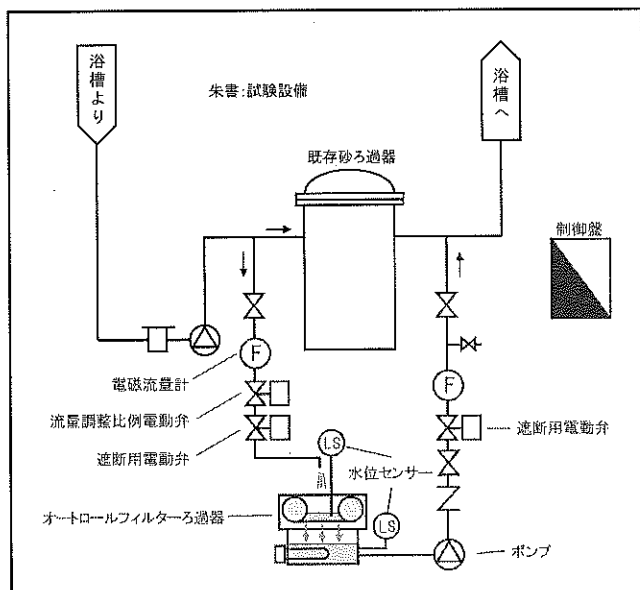


図 2. 試験システム

表 1. 試験を実施する循環式浴槽仕様

系統名	アトラクション系統 (ジェット浴槽)
ろ過方式	砂ろ過方式
浴槽容量	8.3m ³
循環流量	16.6m ³ /h (= 277L/min)

2. 新型オートロールフィルターろ過器の性能確認

2-1. 概要

昨年度のオートロールフィルターろ過器は 150 [L/min] の浴槽水を処理した。今年度は商品化を目指して、浴槽水全量を処理するために、ろ過面積を増やした。昨年度のフィルターろ過器よりも処理能力が向上したことを確認する実験を行う。

2-2. オートロールフィルターろ過器改造

処理できる流量を増やすために、オートロールフィルターろ過器の構造の検討を行った。昨年度までは下図 3 に示すように底面のみでろ過を行っていたものを、今年度は底面に加え側面でも浴槽水をろ過できる構造にした。この構造で処理面積は約 2.0 倍になった。

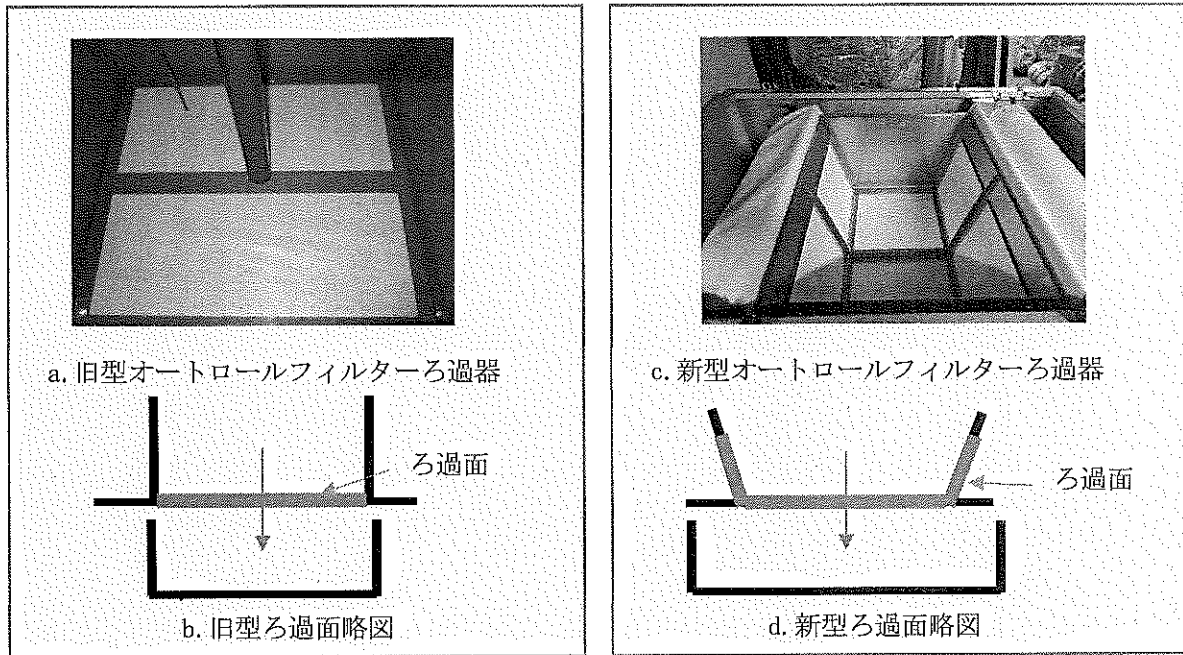


図 3. オートロールフィルターろ過器改造

※ (3-a)、(3-b) 旧型オートロールフィルターろ過器
(3-c)、(3-d) 新型オートロールフィルターろ過器

まず、装置改造によりフィルターの使用面積が増えたため、ろ布上の水位の変動を確認する実験を行った。実験条件は表 2 に示す。

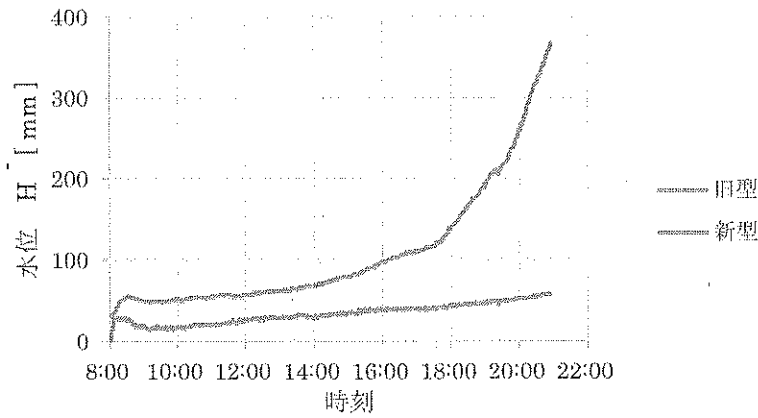
表 2. ろ布上水位変化確認実験条件

	通水流量 [L/min]	使用フィルター	ろ過面積 [m ²]	通水時間
旧型オートロールフィルターろ過器	150	FT-3200S	0.408	8 : 00~21 : 00
新型オートロールフィルターろ過器			0.835	

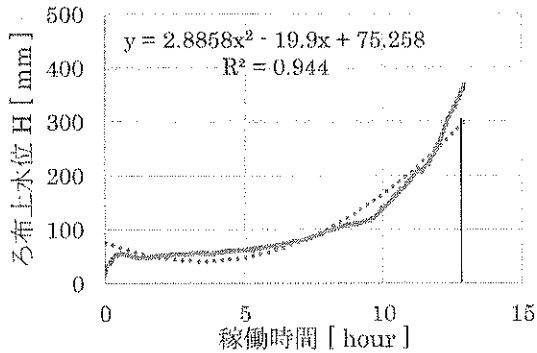
2-3. ろ過実験結果

改造を行ったオートロールフィルターろ過器に通水流量 150[L/min] で営業時間中 (8 : 00~21 : 00) 稼働させた。その時のろ布上の水位の変化を昨年度の旧型オートロールフィルターろ過器と比較した。得られたオートロールフィルターろ過器のろ布上の水位の変化は図 4 に示す。水位を確認する実験では新型オートロールフィルターろ過器の方が水位の上昇が穏やかである。したがって、ろ過面積の増加に伴い、処理能力

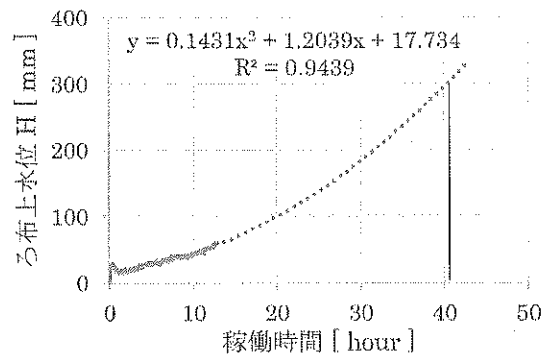
が向上したと考えられる。また、実験では水位が 300 [mm]になるとフィルターを巻き取る制御を行いたいため、水位 300 [mm]になる時間を最小 2 乗法により求められた 2 次の多項式をフィッティングさせ求めた。その結果、旧型のオートロールフィルターろ過器より、新型オートロールフィルターろ過器の方が、水位 300 [mm]に達するのに 3.1 倍時間がかかることが予想された。



(a). 水位上昇比較



(b). 2 次多項式フィッティング
(旧型オートロールフィルターろ過器)



(c). 2 次多項式フィッティング
(新型オートロールフィルターろ過器)

図 4. 水位上昇の時系列データ

3. フィルターの検討

3-1. 概要

装置商品化を目指す上で、フィルターの使用量（ランニングコスト）は重要な要素となる。そこで、通気度が高いフィルターを使用し、フィルターの交換頻度が少なくなるかどうか水位の上昇の仕方を確認した。

3-2. フィルターの選定

昨年度のフィルター選定の実験から、FT-3200S よりも通気性が高いフィルターである TN-2100 も使用した。TN-2100 と FT-3200S とのフィールド実験での使用による除濁性能と、水位の変化を確認する実験を行った。除濁性能評価はフィルターろ過器からと、砂ろ過器からも採水し濁度を分析し比較した。実験条件は下表 3 に示す。

表 3. 実験条件

	通水流量 [L/min]	期間	通水時間
FT-3200S	150	1/21~1/26	8 : 00~24 : 00
TN-2100		1/28~2/2	

3-3. フィルター選定実験結果

FT-3200S と TN-2100 の水位の変化は図 5 に示す。水位の上昇は 2 つのフィルターの間で同程度であることが確認された。また、水質についても、2 種類のフィルターは共に砂ろ過器と同程度の除濁性能、有機物量を表す過マンガン酸カリウム消費量についても砂ろ過器と同程度の処理能力があることが確認できた。

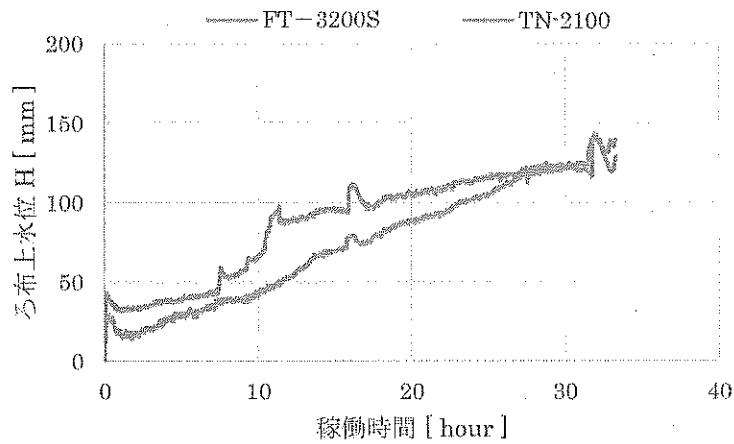


図 5. ろ布上水位の変化

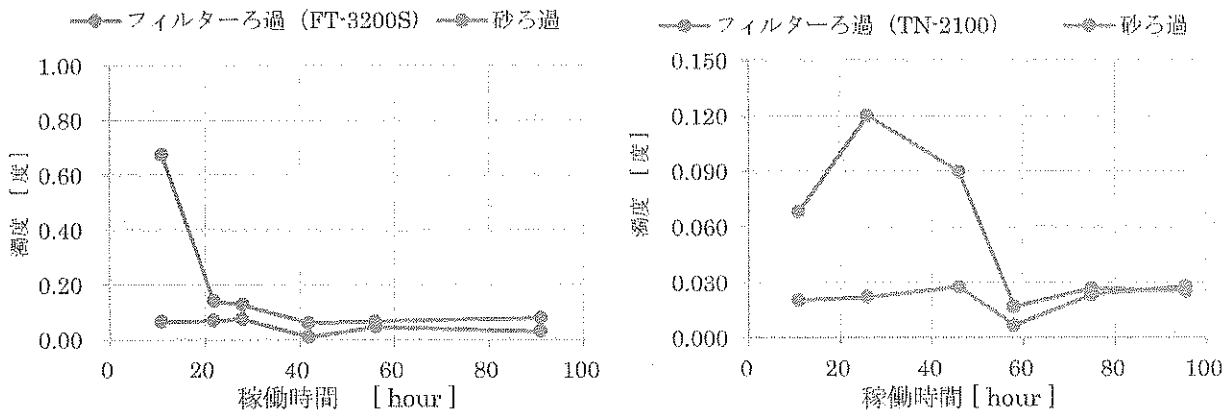


図 6. 濁度の推移

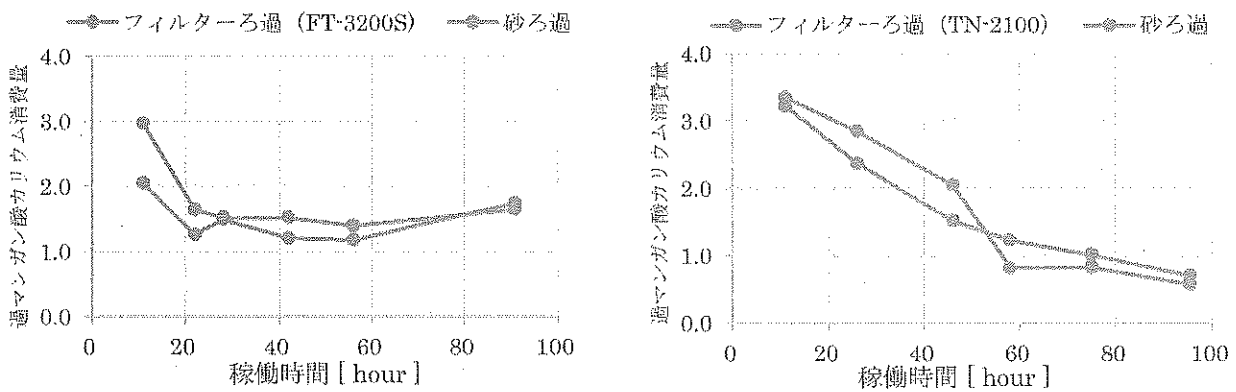


図 7. 過マンガン酸カリウム消費量の推移

図 5、6、7 のグラフから FT-3200S と TN-2100 の間ではろ布上の水かさの上昇の仕方や除濁性能は同程度だった。FT-3200S と TN-2100 では単価は TN-2100 の方が高価であるが、FT-3200S に比べて、フィルターの寿命が格段に延びるのであれば、コスト面で有意性があると考えたが、試験の結果、TN-2100 にランニングコスト改善効果は期待できないため、浴槽水全量をろ過する実験ではコスト面を考え FT-3200S を採用した。

4. 全量循環実験

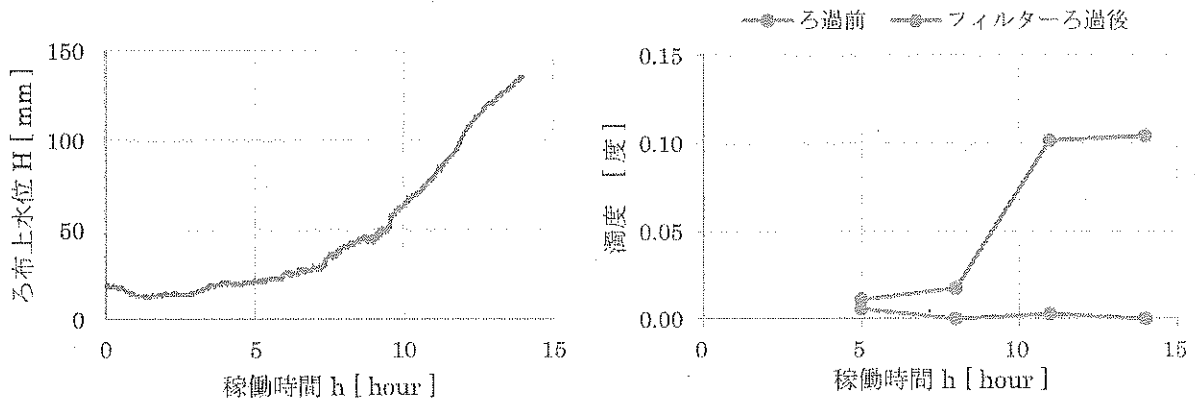
4-1. 概要

今年度の目標である浴槽水を全量循環させる実験を行った。

4-2. 実験条件

実験系統の全循環量を処理する実験を行った。実験系統は表 1 に示す通りである。通水期間は一日であり、14 時間通水した。その時のろ布上の水位の変化及び、濁度の推移を図 8 に示す。

水位については時間が経過するにつれて目詰まりを起こし、水位が上昇した。(図 8-a) しかし、ろ過前水を処理しきれずにオートロールフィルターろ過器から溢れることはなかった。また、濁度についても全流量処理でもオートロールフィルターろ過器は安定した処理が行えることが確認できた。(図 8-b)



(a). ろ布上水位の変化

(b). 濁度の時間変化

図 8. 全流量処理実験結果

5. 衛生上の安全性

今回の開発期間において、オートロールフィルターろ過器フィールド試験装置は208[h]（16時間/日の稼働で約13日間）のろ過運転を行い、その期間内にオートロールフィルターろ過器処理水のレジオネラ属菌検査を16回実施した。結果は全て不検出であり、オートロールフィルターろ過器の衛生面での安全性についても確認できた。

6. 今後の課題

・装置の改良

ろ布の巻取りの際、ろ布がろ布抑え部材に引っかかり、巻取りがスムーズに行われなかったことがあった（図9）。これは前述1-2.において、浴槽水を立体的な処理面で処理を行うために、オートロールフィルターろ過器の構造が複雑になり、ろ布を支持する部材の増加によって、ろ布移動の際の抵抗が大きくなってしまったためと考えられる。この状態で長期的な稼働を継続していくと、ろ布抑え部材の破損やろ布の破れを起こす可能性があり、装置構造の改良が必要である。

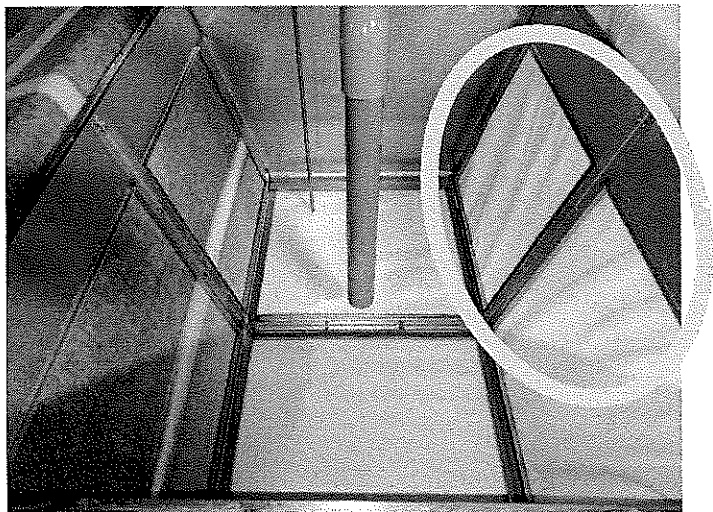
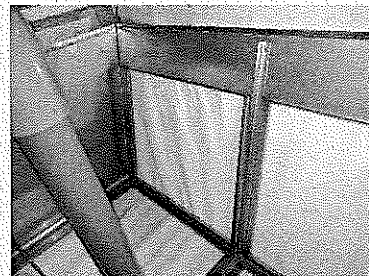


図9.ろ布交換状況



また、実験中に水漏れを確認した。（図10）この漏水はろ布にしわが寄ることに起因するものでないため、装置の構造上の問題であると考えられる。この2点は装置改良が必要である。

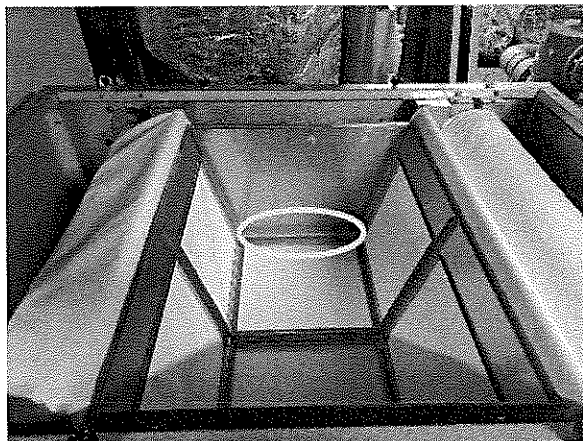


図10.漏水箇所

7. 商品化に向けて

7-1. フィルターの殺菌処理概要

昨年度の研究で、旧型オートロールフィルターろ過器では通水線速度 22.1[m/h]で処理を行った。市場での競争力をつけるために、通水線速度を 40~45 [m/h]に向上させる必要があった。通水線速度 5~8.5 [m/h]の急速ろ過方式よりも速度の速い高速ろ過を目指す。目標とするろ過速度 45[m/h]である。前橋工科大学側には高速ろ過をオートロールフィルターろ過器で高速ろ過を行う際の殺菌処理方法のひとつとして、フィルターに殺菌剤を含浸させるろ過を行う方法を検討して頂いた。

7-2. 実験方法

FT-3200S のフィルターを使用し、下表 4.5 に示す薬剤（塩素系殺菌剤、過炭酸ナトリウム殺菌剤）をフィルターに含浸させ、下図 11 に示す装置でろ過実験を行った。殺菌力の指標として、原水とろ過後の水とで大腸菌群・一般細菌のコロニー数をカウントした。

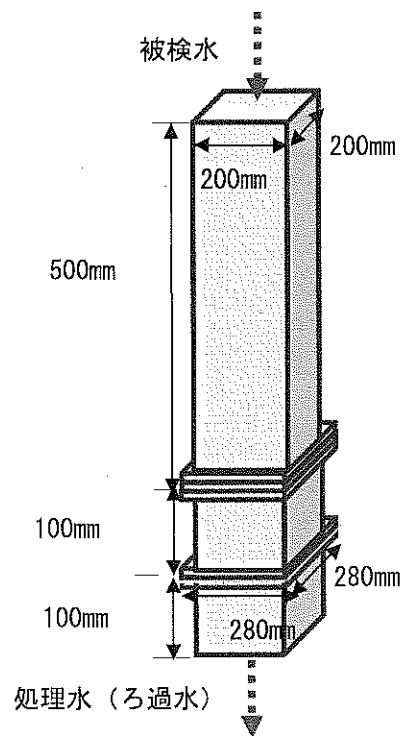


図 11. ろ過装置

表 4. 塩素系殺菌剤

種類	有効塩素
液体殺菌剤 A	6%
粉末殺菌剤 B	70%

表 5. 過炭酸ナトリウム殺菌剤

種 類	過炭酸ナトリウム
粉末殺菌剤 C	-
粉末殺菌剤 D	100%

それぞれの薬剤をフィルターに含浸させ、ろ過実験を行った。

7-3. ろ過実験結果

7-3-1. ろ布枚数の決定

液体の塩素系殺菌剤 100mL を含浸させたろ布の枚数 (1~3 枚) を変化させて実験を行った。その結果を表 6、7 に示す。原水の細菌コロニー数は 30 以上であったが、処理水のコロニー数は何れの条件でもゼロとなった。ろ布 1 枚でも殺菌可能であることがわかった。

表 6. 殺菌剤 A100cc 使用時のコロニー数

	①	②	平均
原 水	46	30	38
ろ布 1 枚使用時の処理水	0	0	0
ろ布 2 枚使用時の処理水	0	0	0
ろ布 3 枚使用時の処理水	0	0	0

表 7. 殺菌剤 B 使用時のコロニー数

	①	②	③	平均
原 水	93	20	10	41
8.57g 使用時の処理水	0	0	0	0
17.1g 使用時の処理水	0	0	0	0

7-3-2. 液体殺菌剤と粉末殺菌剤

殺菌における液体塩素と粉末塩素の効果の相違について検討した。液体塩素と粉末塩素は、有効塩素が同じになるようにろ布に付着させた。装置へのろ布の装着数は 1 枚とした。ろ過実験の結果を表 4 に示す。原水のコロニー数は 10^{93} であったが、処理水のコロニー数は何れの条件でもゼロであった。液体塩素と粉末塩素の殺菌効果は同じであった。連続ろ過に用いる殺菌剤としては、実際にはロールフィルターで用いるためハンドリングの良い液体塩素の方が適していると考えられる。

7-3-3 塩素系殺菌剤と過炭酸系殺菌剤

過炭酸ナトリウムの粉末殺菌剤 D を水に溶かし (液体塩素濃度と同じ 6%) 液体殺菌剤として用いて、

ろ布枚数を1~3の範囲で変化させて実験を行った。表8より、処理水のコロニー数はいずれも0となり、塩素系殺菌剤と同様の効果が得られた。過炭酸ナトリウムは、取り扱いが比較的容易なことから、ろ過殺菌剤として適していると考えられる。

表8.殺菌剤D使用時のコロニー数

	①	②	平均
原水	55	9	32
ろ布1枚使用時の処理水	0	0	0
ろ布2枚使用時の処理水	0	0	0
ろ布3枚使用時の処理水	0	0	0

表9.殺菌剤D希釈時のコロニー数

	①	②	平均
原水	75	69	72
3%時の処理水	7	8	8
1%時の処理水	24	12	18
0.6%時の処理水	21	58	40
0.06%時の処理水	51	27	39
0.006%時の処理水	50	59	55
0.0006%時の処理水	45	45	45

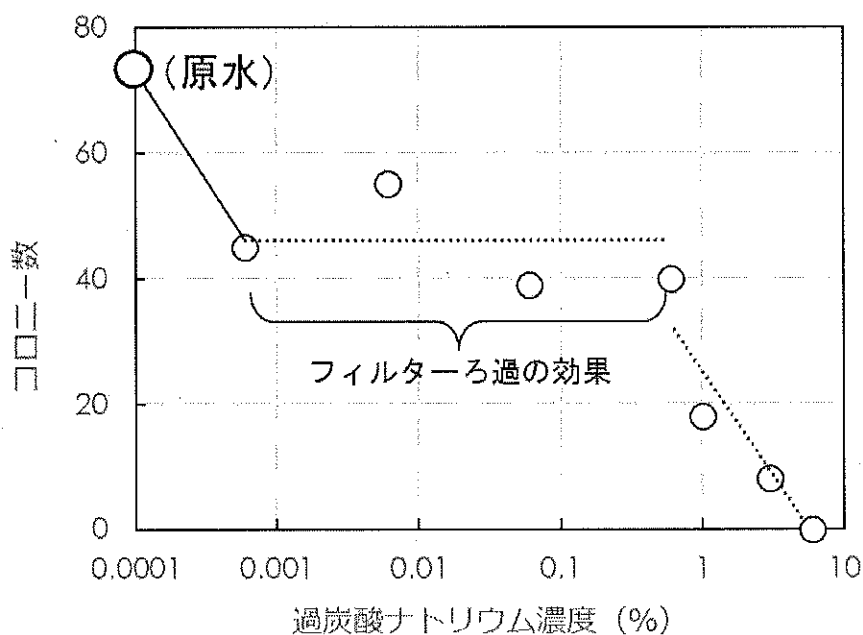


図12.過炭酸ナトリウム濃度とコロニー数の関係

7-3-4. 過炭酸ナトリウム濃度とコロニー数の関係

過炭酸ナトリウムの殺菌剤Dを表6のように0.0006~3%の範囲で変化させて実験を行った。原水のコロニー数は平均72であったが、0.0006%~0.6%希釈した間のコロニー数は39~55で前後する結果となり、原水よりもコロニー数は減少したが差はあまり無かった。1%希釈時のコロニー数は18、3%希釈時のコロニー数は8となった。

表9の結果を図12に示す。過炭酸ナトリウム濃度が0.0006~0.6%の範囲では、コロニー数は原水のそれより少ないもののあまり変化しなかった。この範囲の濃度では細菌への影響は極めて小さく、ろ過による細菌数の減少と考えられる。過炭酸ナトリウム濃度が1%以上になると、コロニー数は顕著に減少し始め、6%にときはゼロになった。フィルターのみでも大腸菌は除去できるが、十分に殺菌する場合には3~6%程度の殺菌剤を併用する必要がある。

また、今後はレジオネラ菌に対してもフィルターや過炭酸ナトリウムが有効かを調べる必要がある。これに関しては、今後の課題である。

8 まとめ

フィルターろ過の細菌除去性能と殺菌剤併用効果について実験的に検討した。本研究より得られた知見は以下のとおりである。

1. フィルターろ過により、浮遊性物質に加え細菌も除去できることがわかった。ただし、細菌の除去

率は50%程度と限定的であった。

2. 細菌除去率の向上を目的として、フィルターに殺菌剤を含浸させてろ過することを新たに提案した。

3. 液体・粉末塩素系殺菌剤と液体・粉末過炭酸ナトリウム系殺菌剤の4種類を用意してろ過実験を行

った。殺菌剤含浸フィルターの装着枚数を1~3の範囲で変化させた実験を行ったところ、1枚でも十分に殺菌できることがわかった。また、過炭酸系殺菌剤の方が安全で、液体殺菌剤の方が扱いやすかった。

4. フィルターろ過のみでも大腸菌などの細菌は除去できるが、十分に殺菌する場合には3~6%程度の殺菌剤（過炭酸ナトリウム6%溶液）を併用する必要がある。