

図-4.10 ろ過水トレーサー数と再凝集剤注入率(高水温、複層)

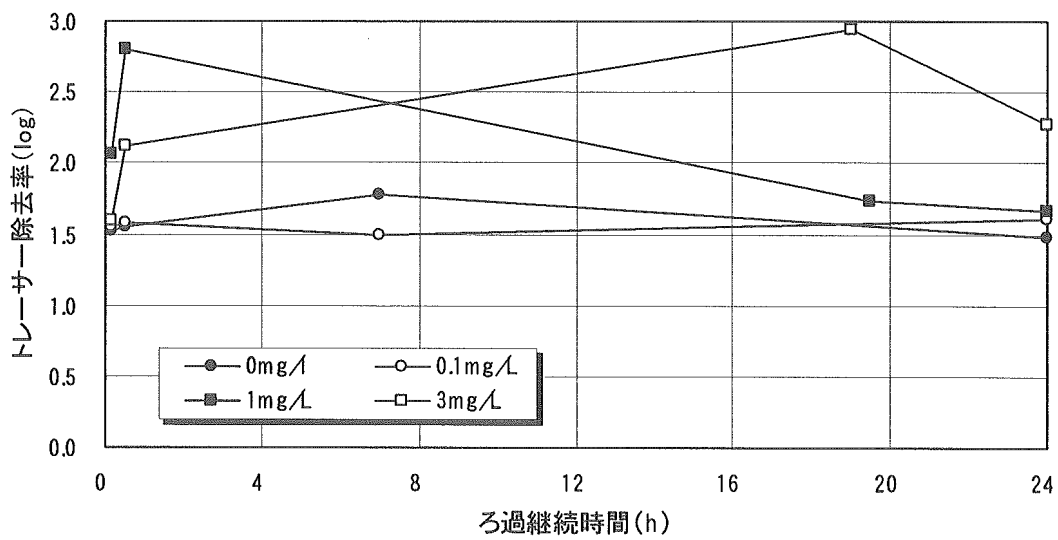


図-4.11 トレーサー除去率と再凝集剤注入率(高水温、複層)

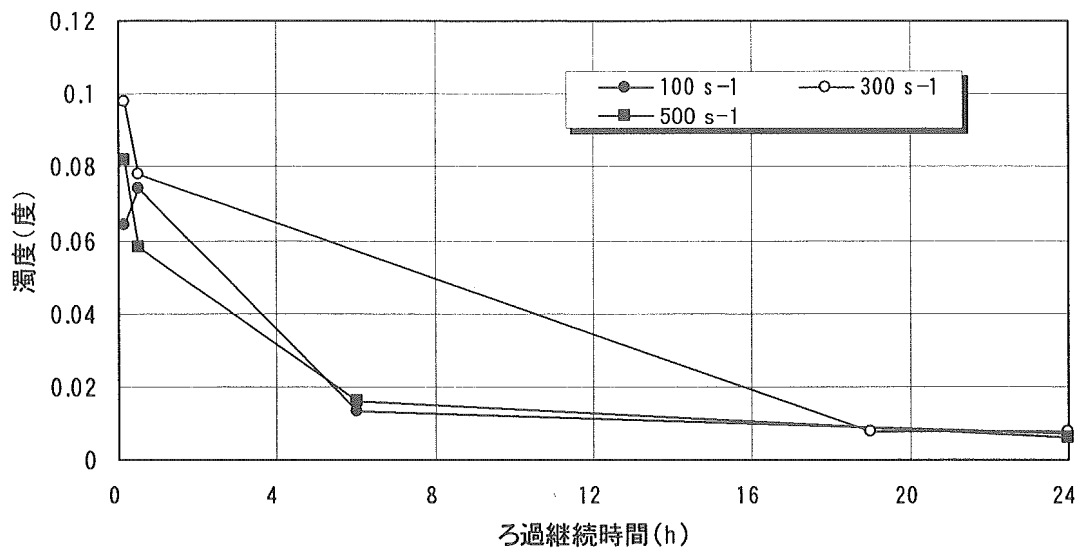


図-4.12 ろ過水濁度と攪拌強度(高水温、複層)

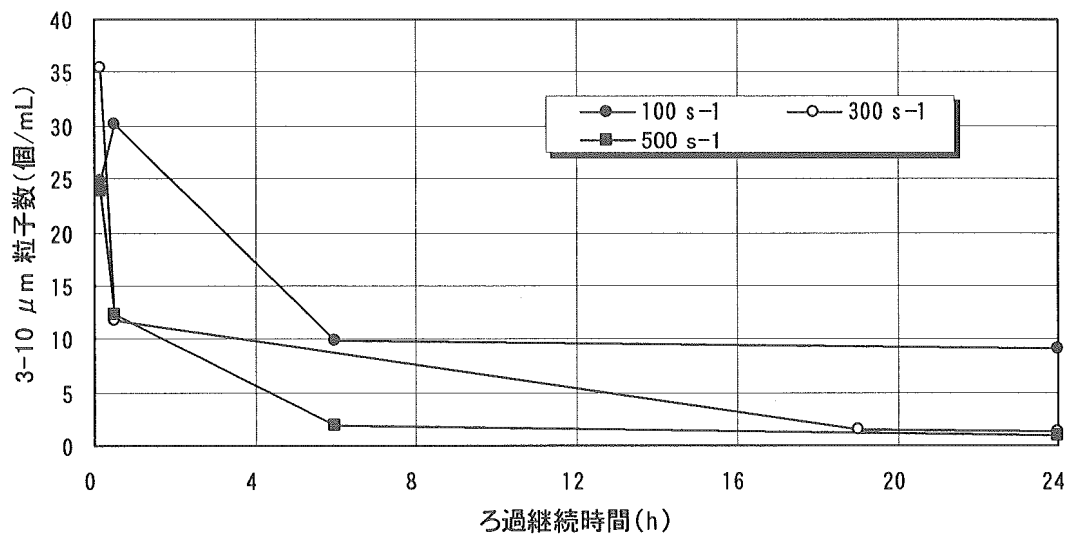


図-4.13 ろ過水粒子数と攪拌強度(高水温、複層)

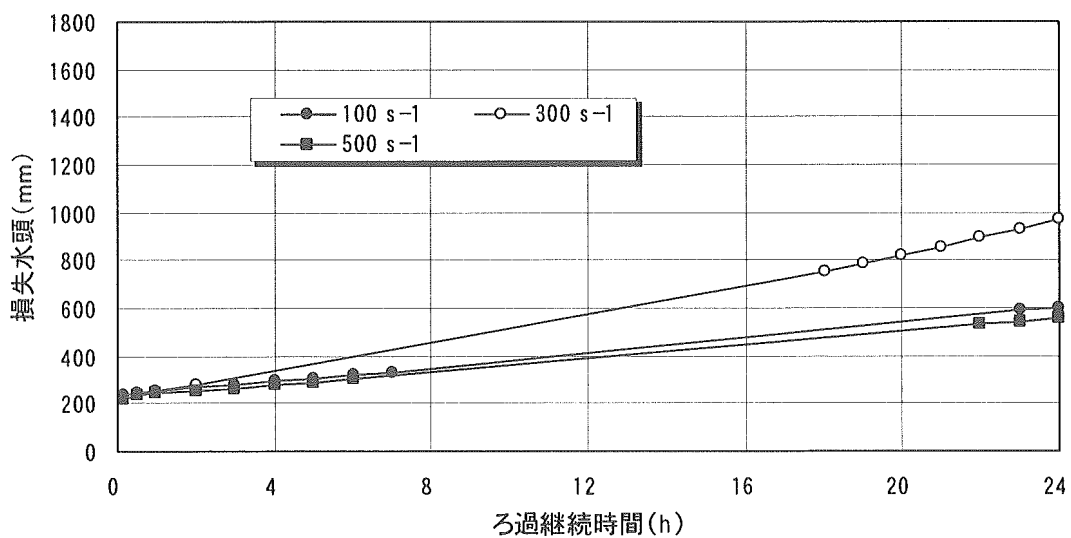


図-4.14 損失水頭と攪拌強度(高水温、複層)

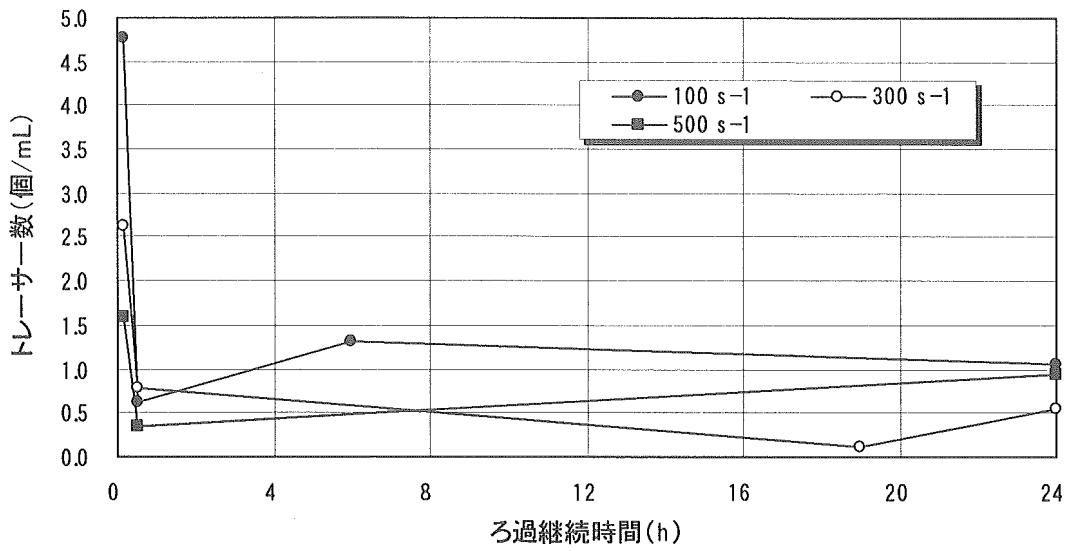


図-4.15 トレーサー数と攪拌強度(高水温、複層)

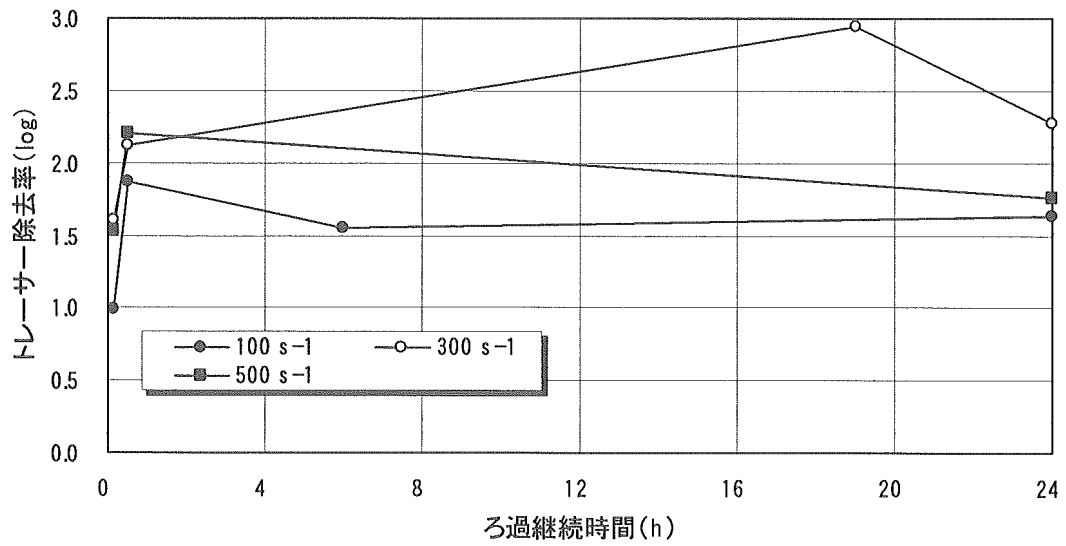


図-4.16 トレーサー除去率と攪拌強度(高水温、複層)

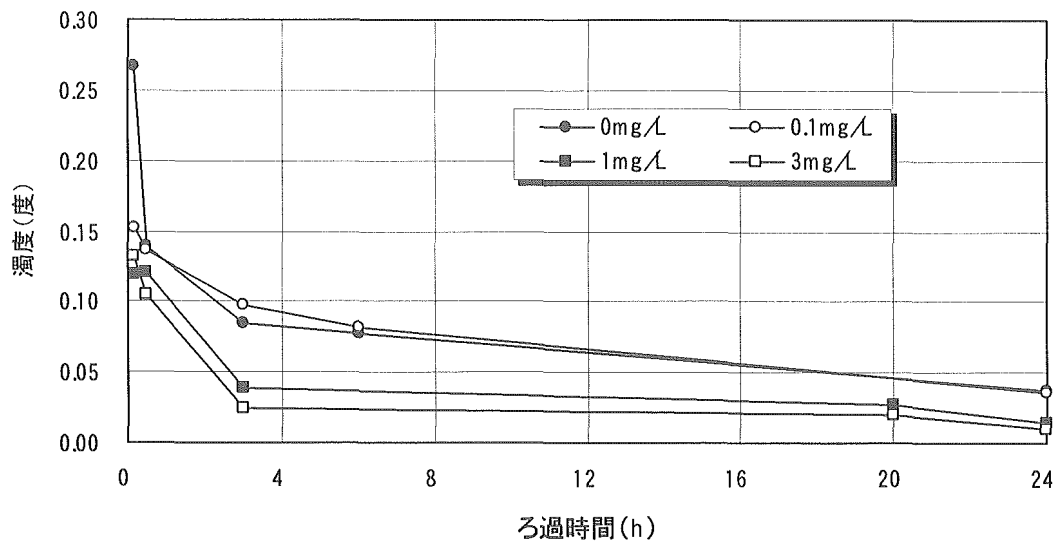


図-4.17 ろ過水濁度と再凝集剤注入率(低水温、単層)

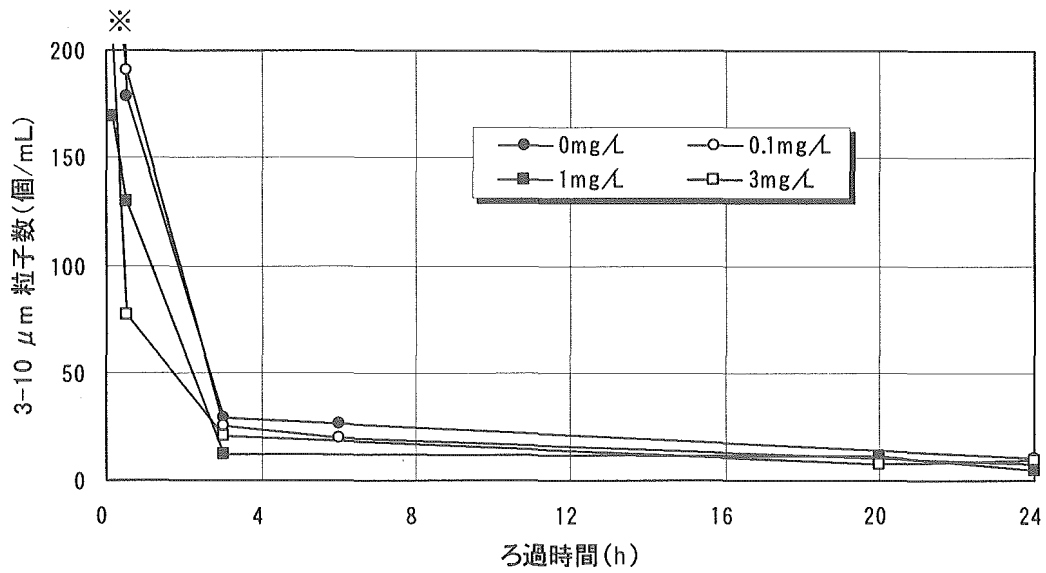


図-4.18 ろ過水粒子数と再凝集剤注入率(低水温、単層)

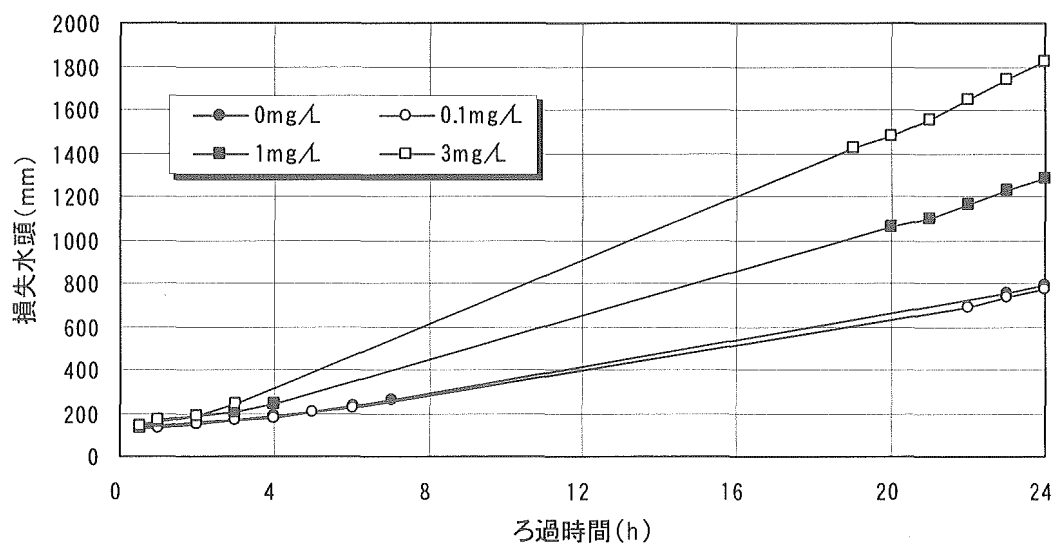


図-4.19 損失水頭と再凝集剤注入率(低水温、単層)

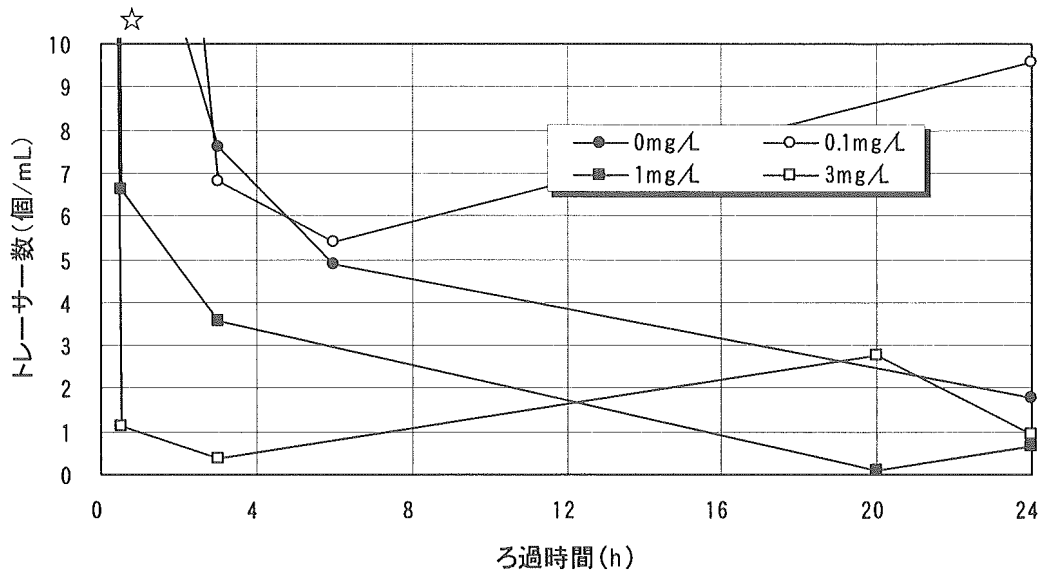


図-4.20 ろ過水トレーサー数と再凝集剤注入率(低水温、単層)

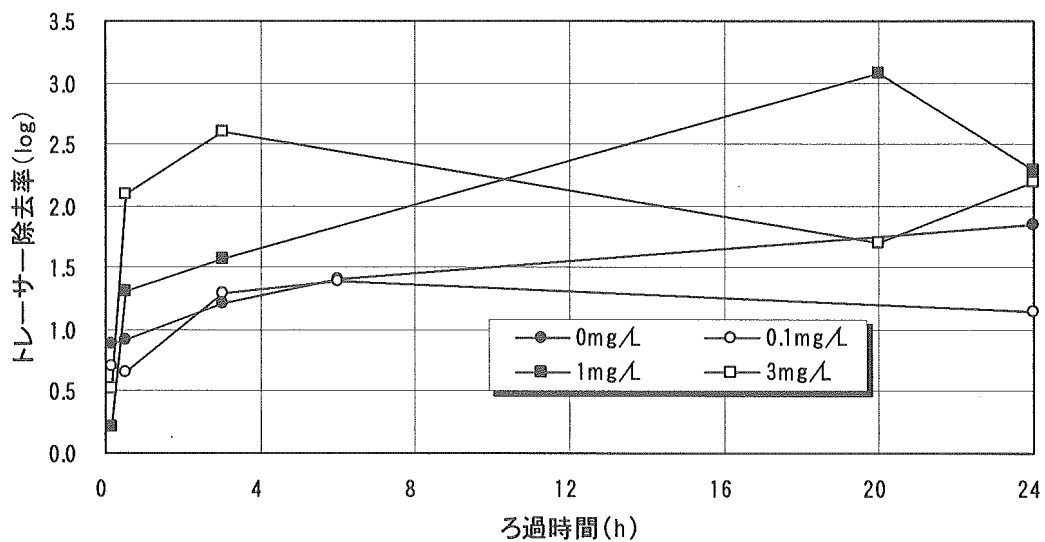


図-4.21 トレーサー除去率と再凝集剤注入率(低水温、単層)

※3-10 μm 粒子数 (個/mL)

再凝集剤注入率	ろ過時間	
	0.17 h	0.5 h
0 mg/L	485.4	178.6
0.1 mg/L	250.1	190.8
1 mg/L	169.1	129.3
3 mg/L	211.3	77.3

☆トレーサー数 (個/mL)

再凝集剤注入率	ろ過時間	
	0.17 h	0.5 h
0 mg/L	16.4	15.3
0.1 mg/L	26.5	29.6
1 mg/L	80.5	6.6
3 mg/L	42.2	1.14

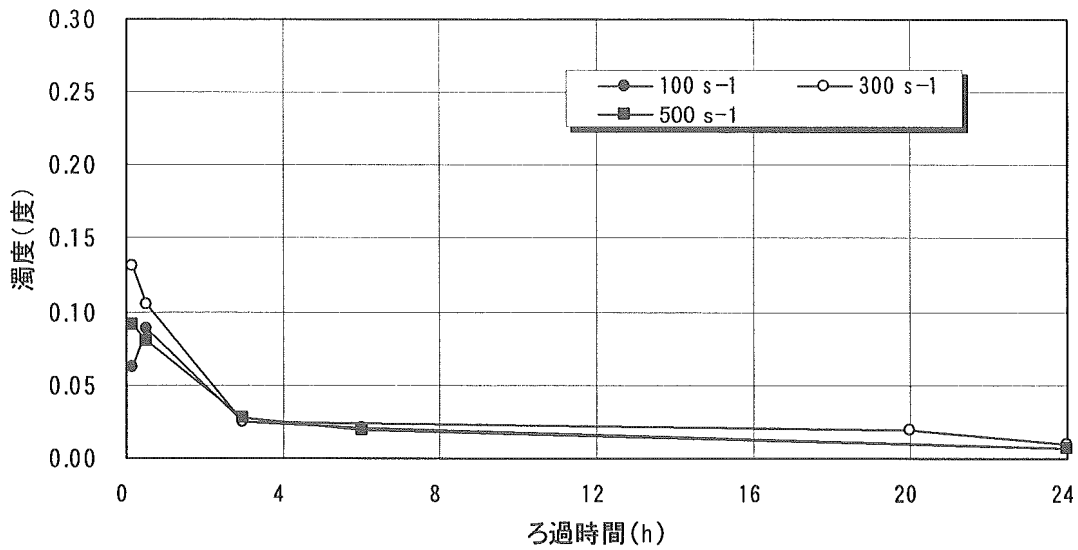


図-4.22 ろ過水濁度と攪拌強度(低水温、単層)

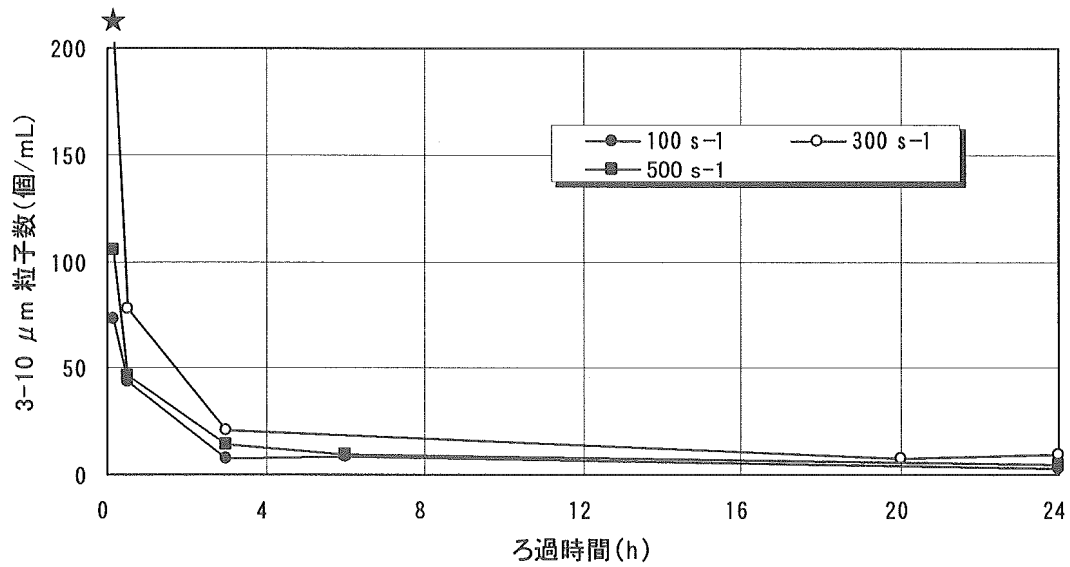


図-4.23 ろ過水粒子数と攪拌強度(低水温、単層)

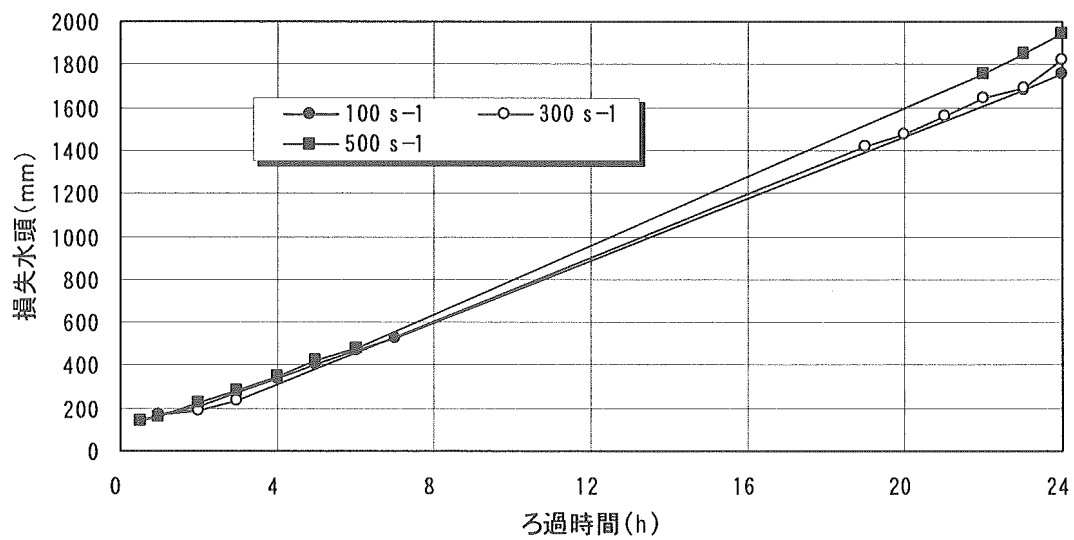


図-4.24 損失水頭と攪拌強度(低水温、単層)

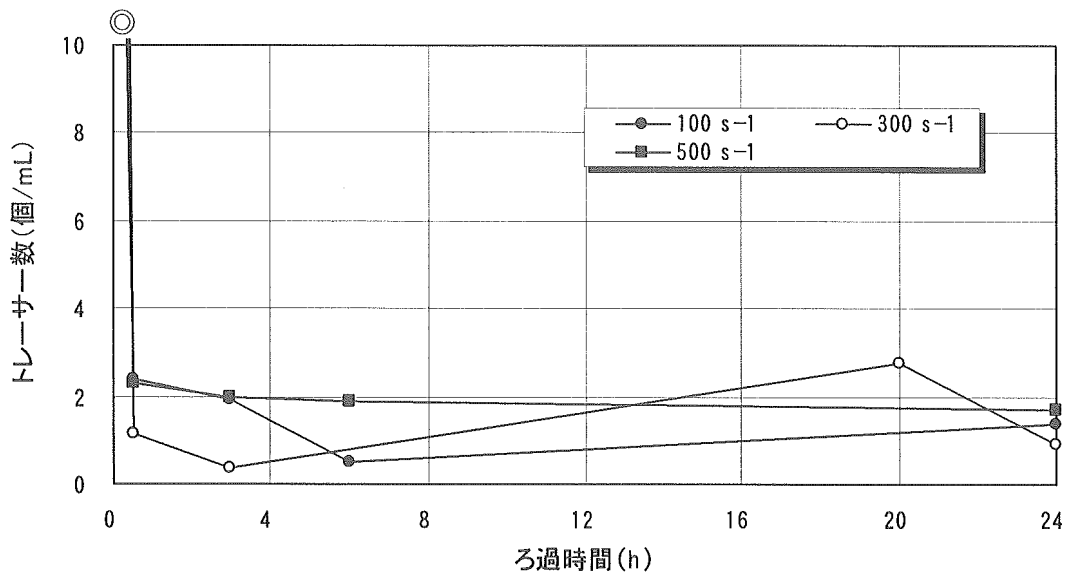


図-4.25 トレーサー数と攪拌強度(低水温、単層)

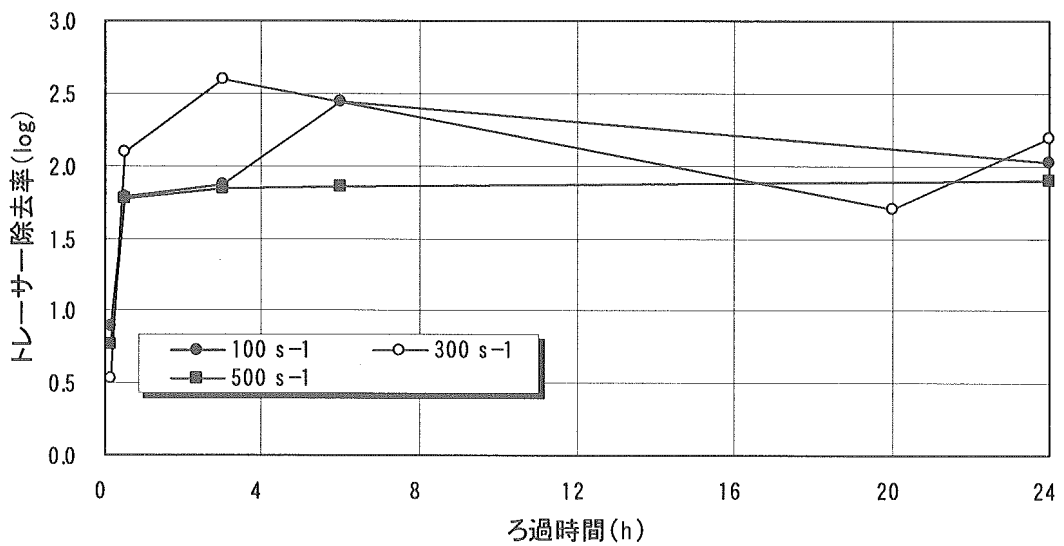


図-4.26 トレーサー除去率と攪拌強度(低水温、単層)

★3・10 μm 粒子数 (個/mL)

攪拌強度	ろ過時間	
	0.17 h	0.5 h
100 s ⁻¹	72.9	43.2
300 s ⁻¹	211.3	77.3
500 s ⁻¹	105.3	46.7

◎トレーサー数 (個/mL)

再凝集剤注入率	ろ過時間	
	0.17 h	0.5 h
100 s ⁻¹	18.9	2.4
300 s ⁻¹	42.2	1.1
500 s ⁻¹	23.2	2.3

2) 逆洗水への凝集剤添加 [図-4.27~4.48]

ろ過開始直後の粒子の初期流出に注目し、逆洗水に添加した凝集剤によるろ材被覆の効果を検証した。高水温期における結果は、単層、複層とも、粒子数及びトレーサー数について初期流出の抑制効果が顕著に現れた。

特に、複層では初期流出のピークが全く現れず、ろ過継続後と同等の数値がろ過開始直後から維持された。

しかしながら、濁度で見た場合には、初期流出時間を短縮し、その後のろ過水濁度の改善効果は認められるものの、ピークをカットしてしまうまでには至らなかった。

低水温期の実験では、凝集剤添加量の削減と添加時間の短縮を目的として、比較検討を行った。その結果、凝集剤添加量については、逆洗用水への添加率を 10 mg/L から 2 mg/L に減少させても、流出抑制効果を維持させることができた。また、添加時間については、逆洗時間の前半だけの添加は効果がないが、後半への添加では、添加率 5 mg/L の場合は逆洗終了直前 2 分間の添加で、添加率 2 mg/L の場合は逆洗終了前 5 分間の添加で十分な効果が認められた。

凝集剤を添加することにより、ろ過開始直後のろ過水へのアルミニウムの漏出が懸念されたが、ろ過水中のアルミニウム濃度は凝集剤添加の有無で差は認められなかった。

表-4.9 凝集剤添加逆洗とろ過水アルミニウム濃度の関係

	注入率 (mg/L)	注入時間	アルミニウム濃度 (mg/L)			
			原水	沈澱処理水	ろ過処理水 5 分後	ろ過処理水 30 分後
Run L-5	なし	—	0.58	0.42	0.05	0.04
	10.0	10 分			0.08	0.03
Run L-6	なし	—		0.35	0.08	0.04
	5.0	10 分			0.11	0.05
Run L-7	なし	—		0.43	0.06	
	3.0	10 分			0.07	0.06
Run L-8	なし	—		0.29	0.08	0.09
	2.0	10 分			0.11	0.08
Run L-9	なし	—		0.40	0.07	0.08
	1.0	10 分			0.07	0.06
Run L-10	なし	—	0.20	0.39	0.06	0.04
	2.0	後半 5 分			0.07	0.04
Run L-11	なし	—		0.42	0.07	0.06
	2.0	終了前 2 分			0.05	0.06
Run L-12	なし	—		0.39	0.07	0.06
	2.0	終了前 1 分			0.08	0.07

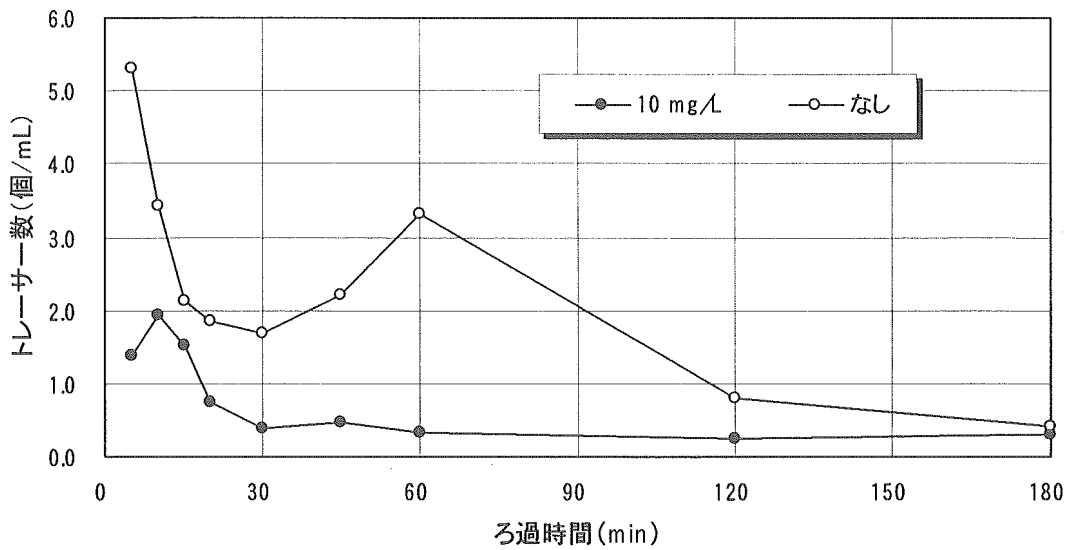


図-4.27 ろ過水トレーサー数の経時変化(高水温、複層)

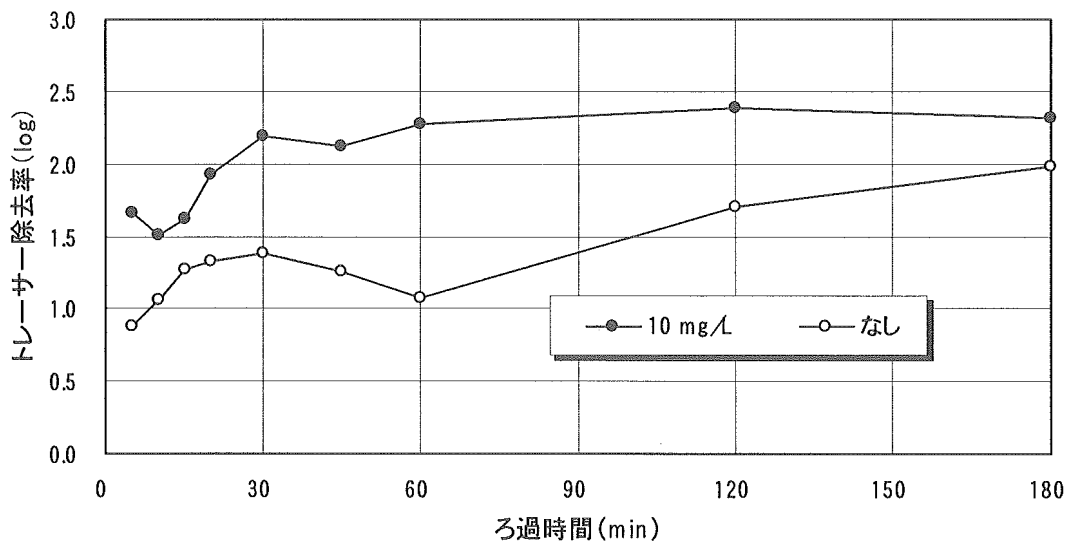


図-4.28 トレーサー除去率の経時変化(高水温、複層)

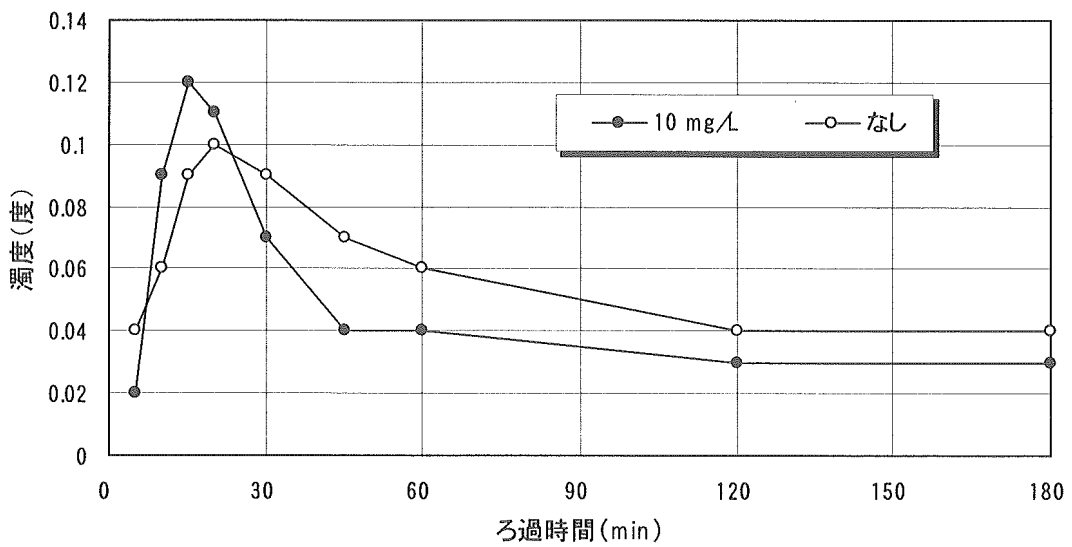


図-4.29 ろ過水濁度の経時変化(高水温、複層)

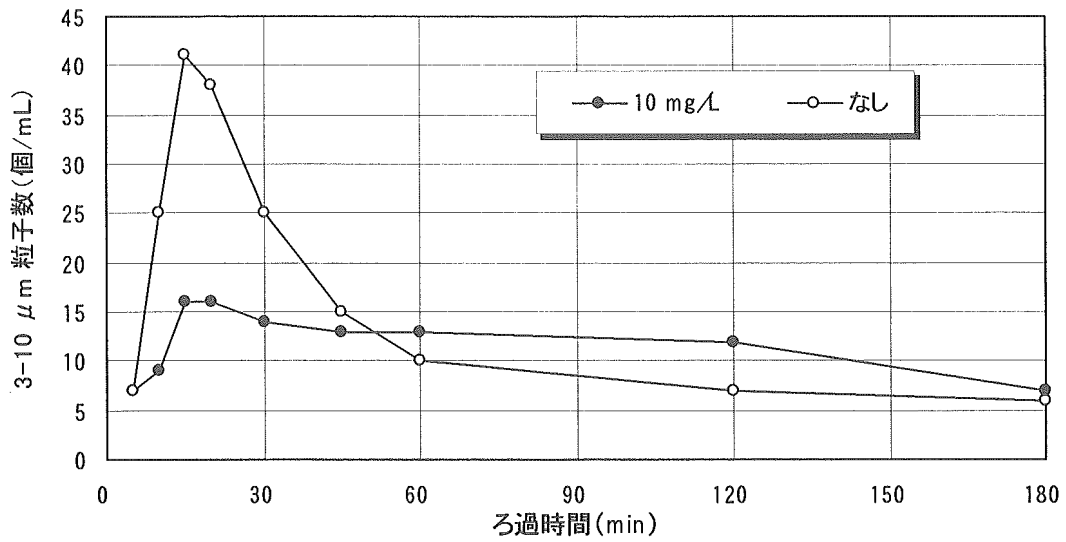


図-4.30 ろ過水粒子数の経時変化(高水温、複層)

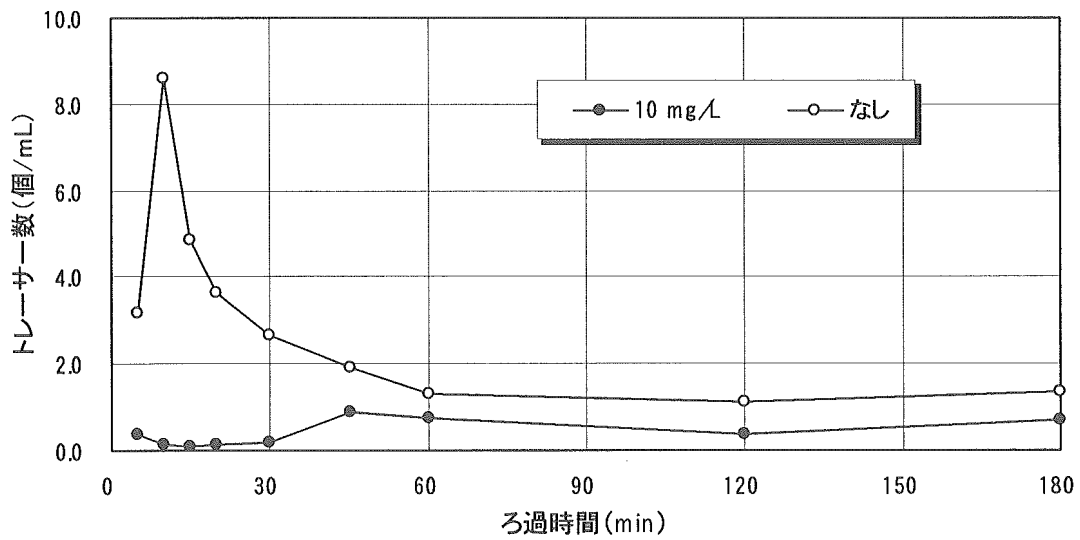


図-4.31 ろ過水トレーサー数の経時変化(高水温、単層)

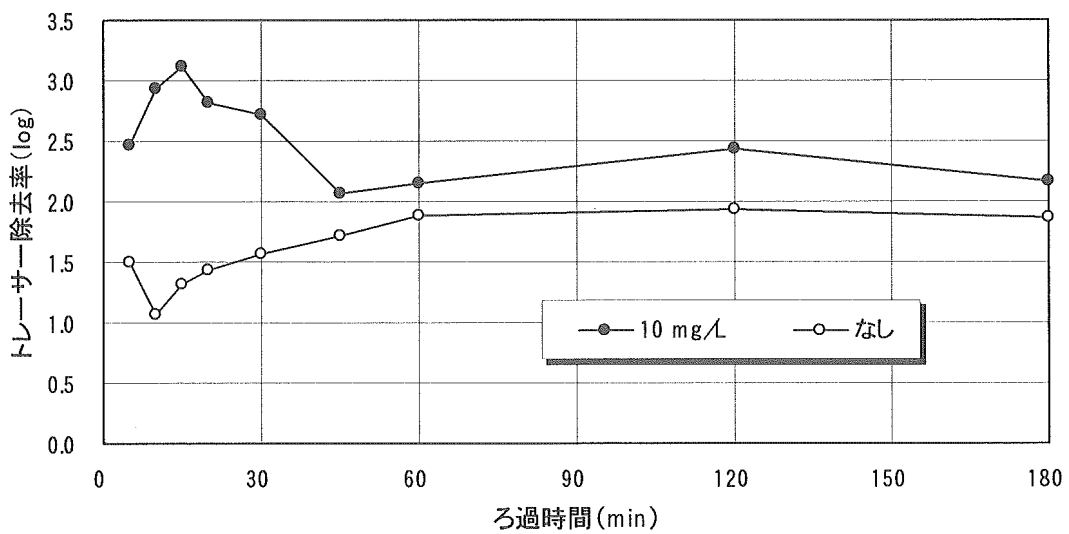


図-4.32 トレーサー除去率の経時変化(高水温、単層)

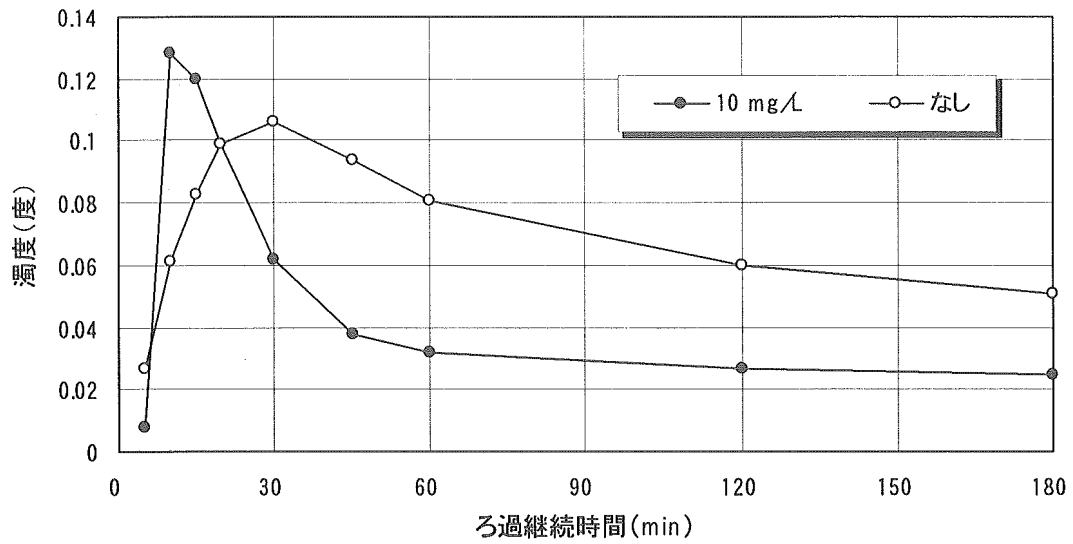


図-4.33 ろ過水濁度の経時変化(高水温、単層)

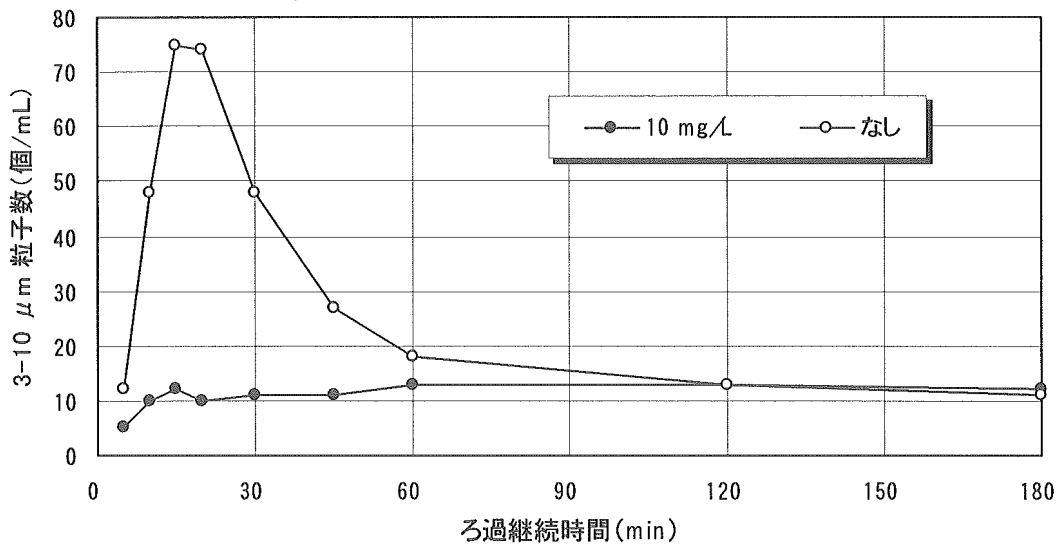


図-4.34 ろ過水粒子数の経時変化(高水温、単層)

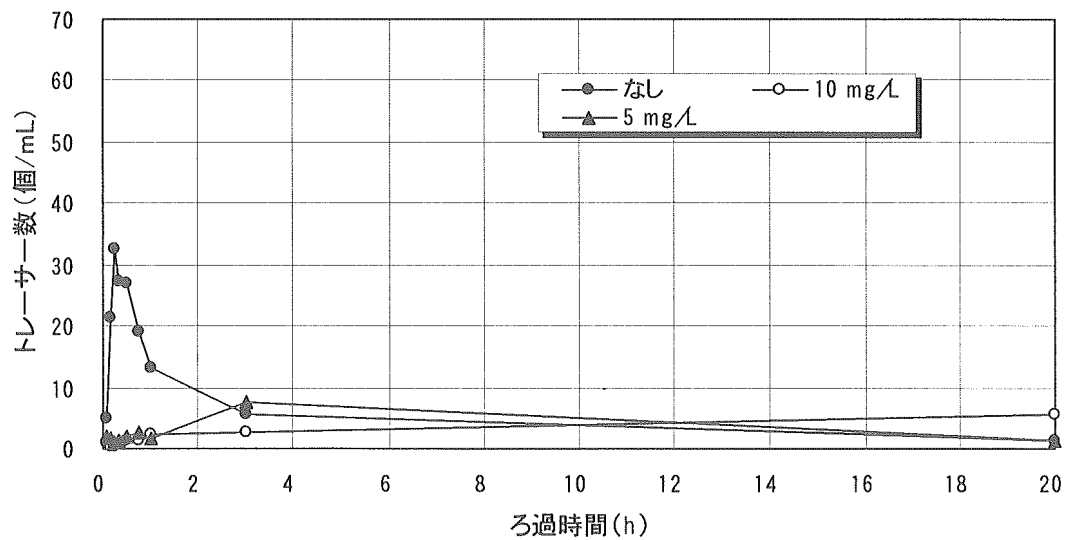


図-4.35 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加率(低水温、単層)

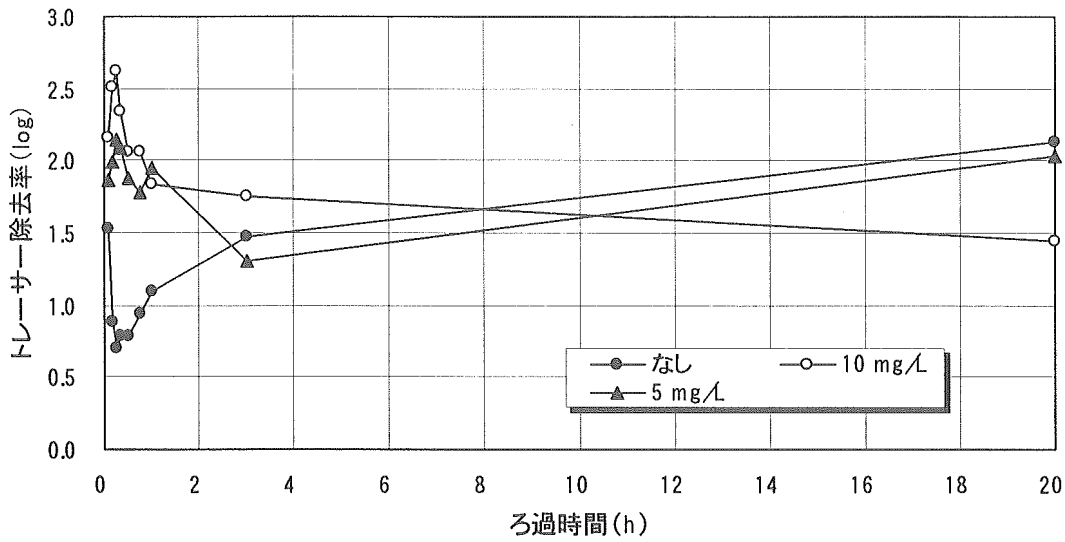


図-4.36 トレーサー除去率と凝集剤添加率(低水温、単層)

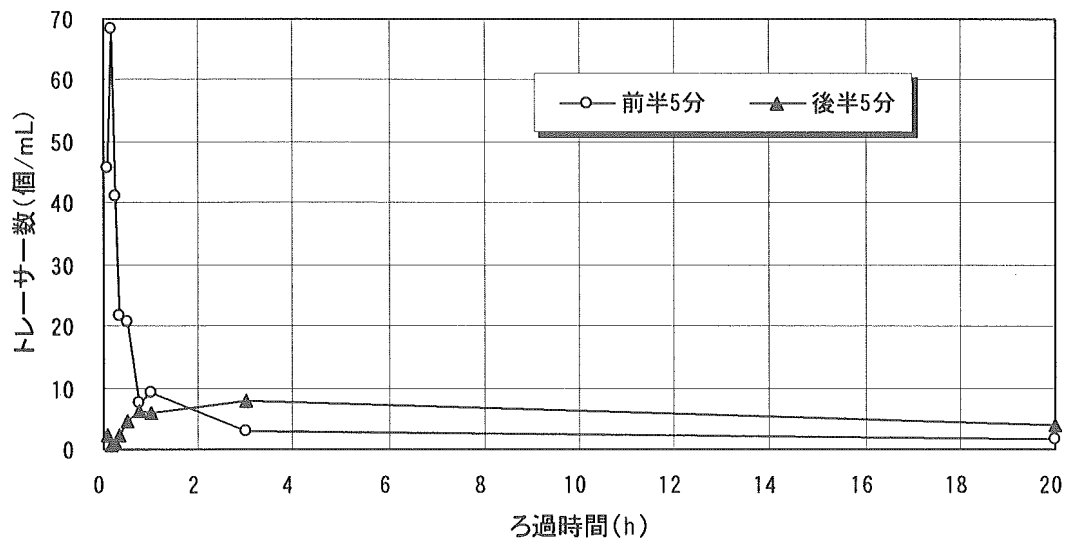


図-4.37 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加のタイミング(低水温、単層)

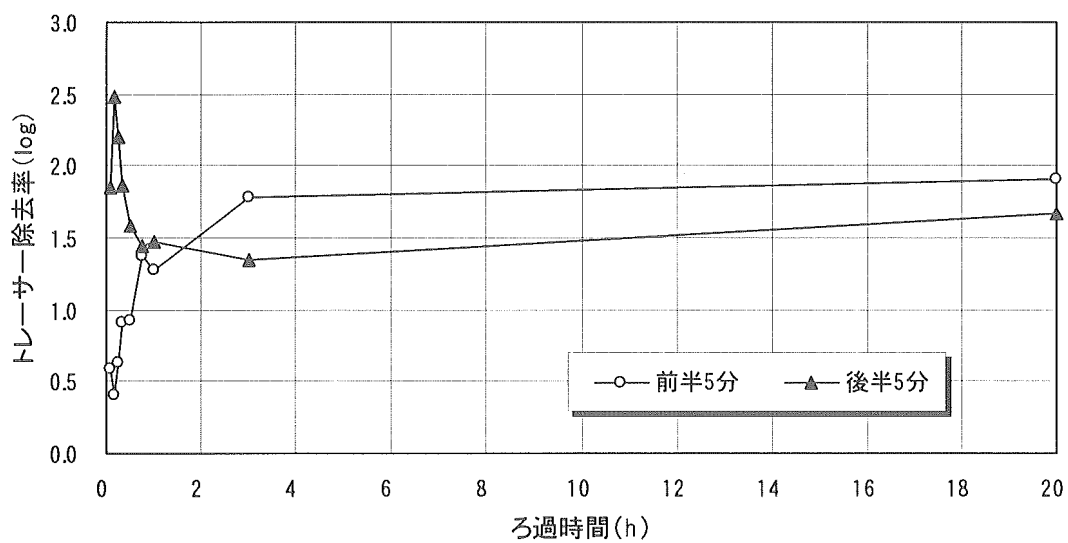


図-4.38 トレーサー除去率と凝集剤添加のタイミング(低水温、単層)

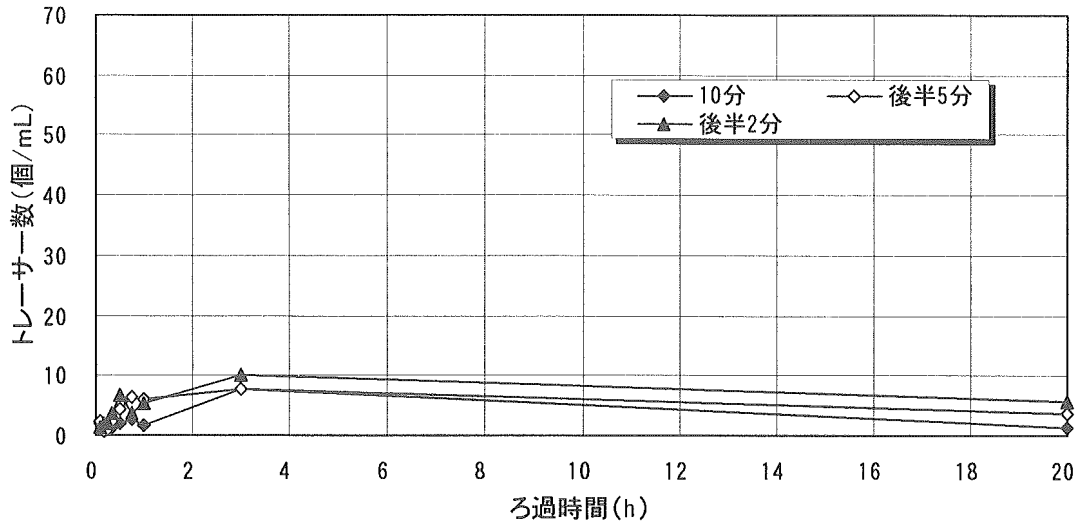


図-4.39 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加時間(低水温、単層)

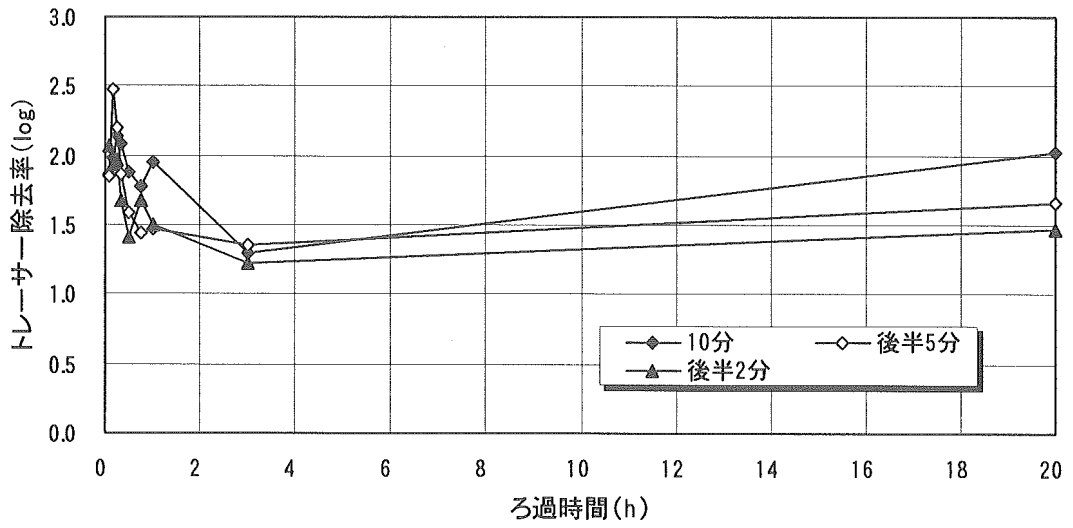


図-4.40 トレーサー除去率と凝集剤添加時間(低水温、単層)

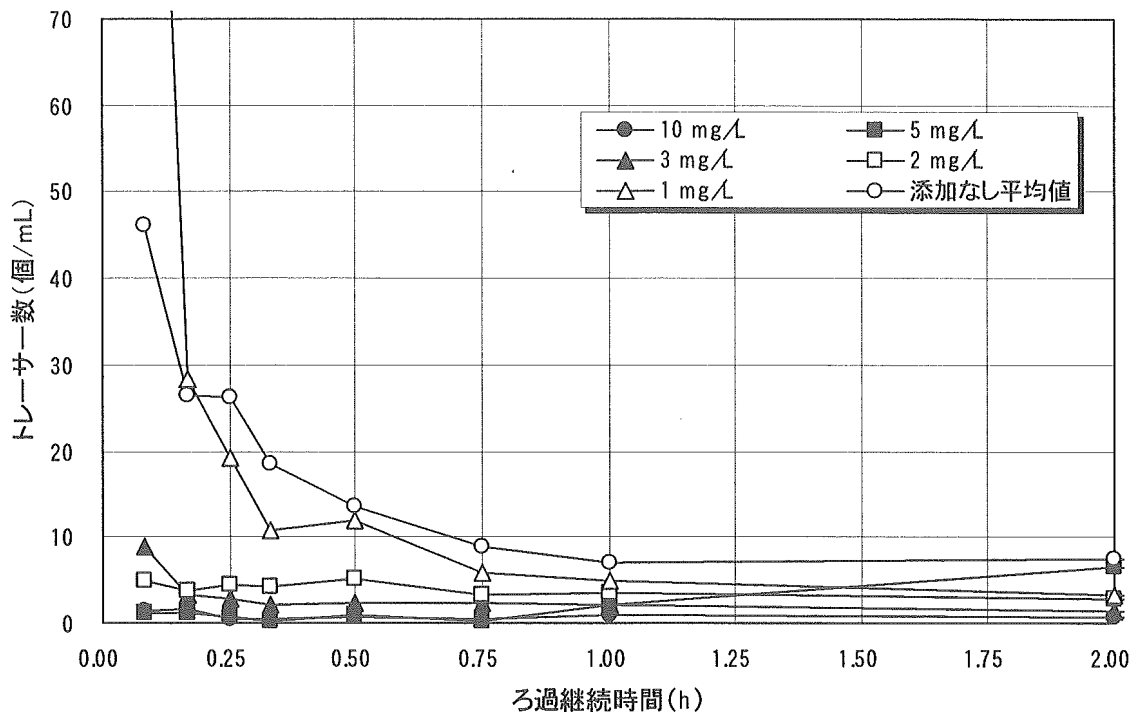


図-4.41 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加率(低水温2、単層、初期流出)

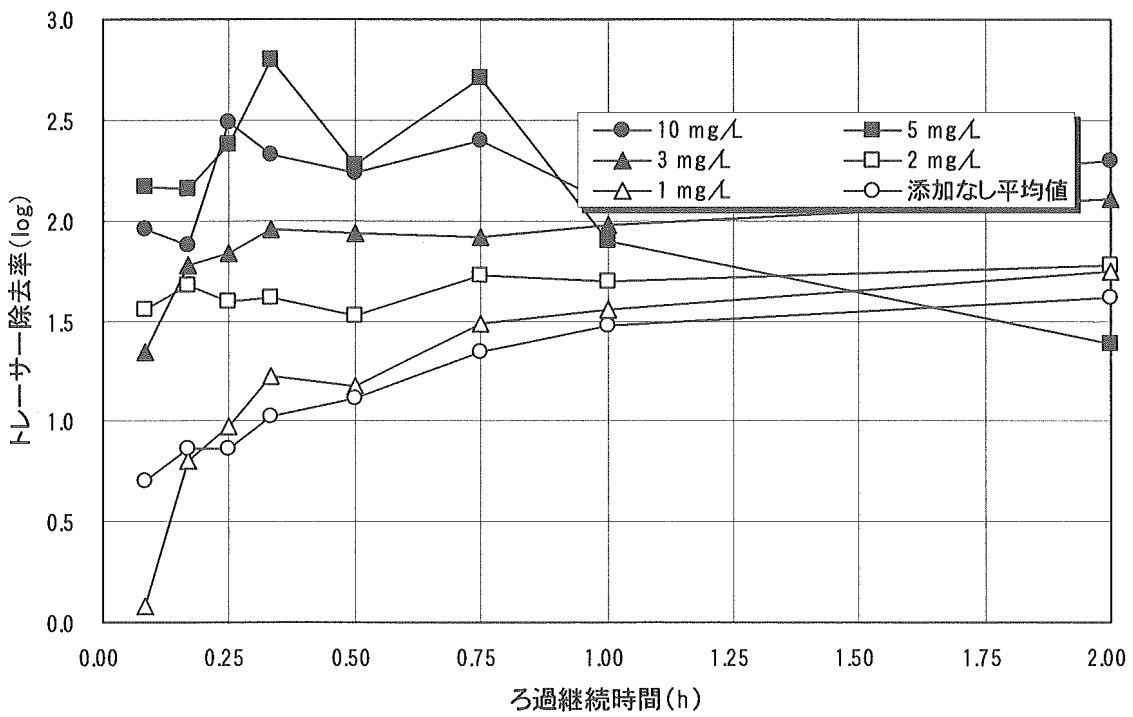


図-4.42 トレーサー除去率(log)と凝集剤添加率(低水温2、単層、初期流出)

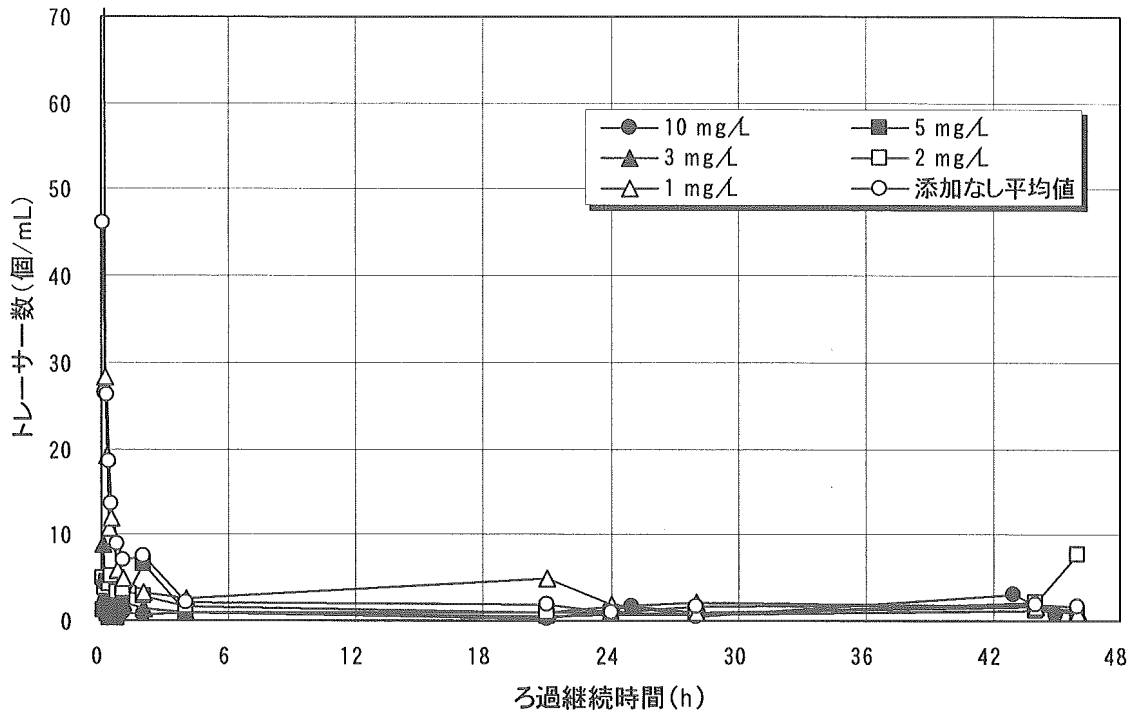


図-4.43 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加率(低水温2、単層、長時間)

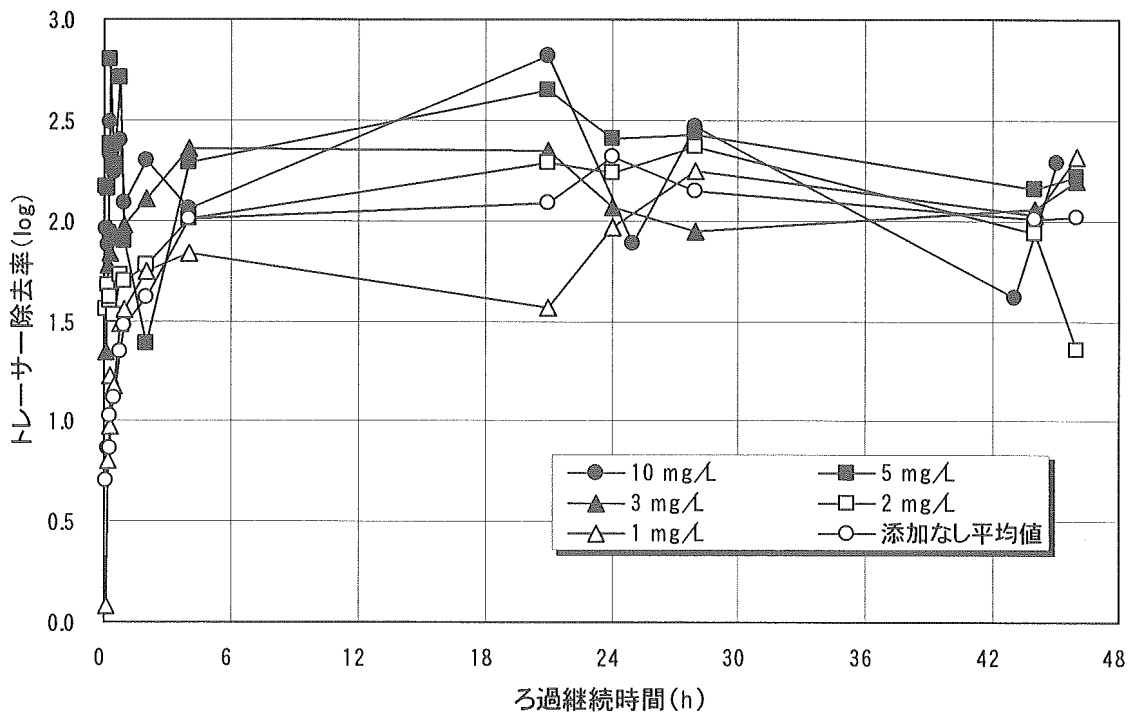


図-4.44 トレーサー除去率(log)と凝集剤添加率(低水温2、単層、長時間)

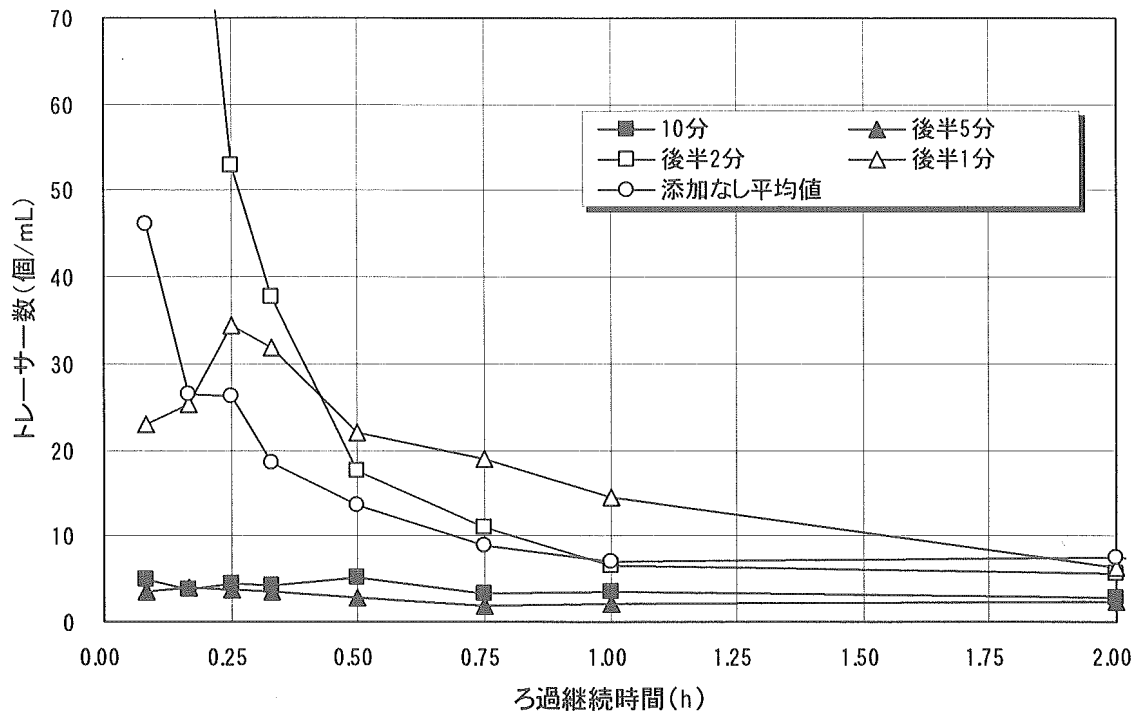


図-4.45 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加時間(低水温2、単層、初期流出)

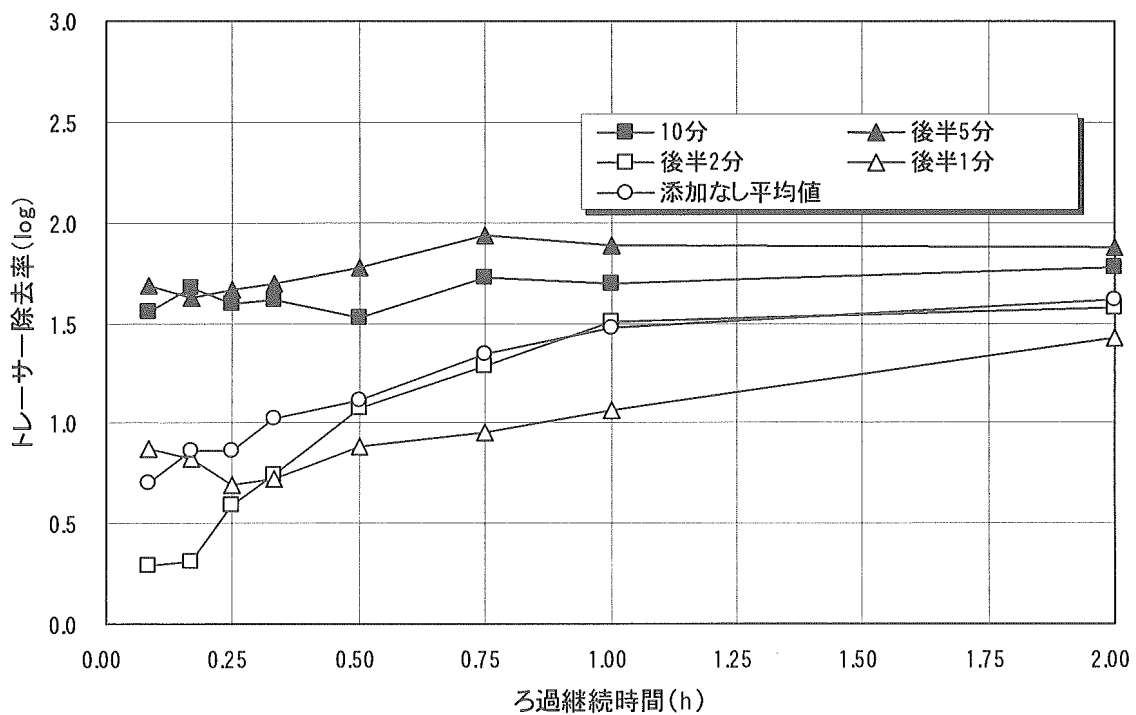


図-4.46 トレーサー除去率(log)と凝集剤添加時間(低水温2、単層、初期流出)

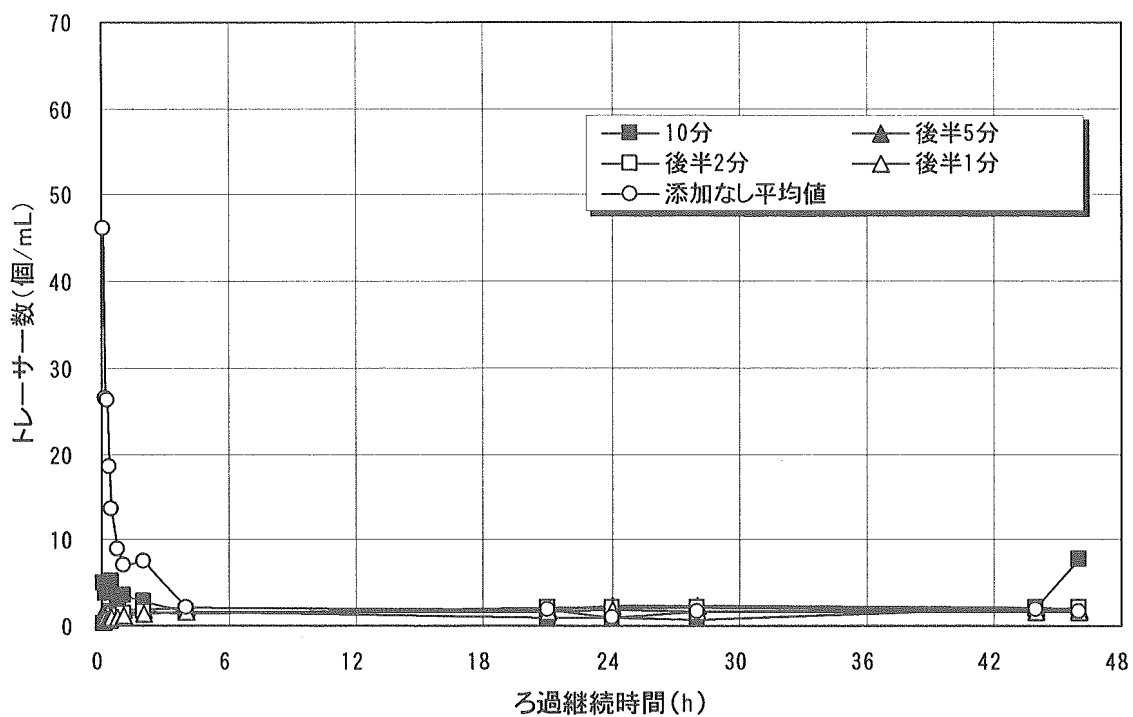


図-4.47 ろ過水トレーサー数と凝集剤添加率(低水温2、単層、長時間)

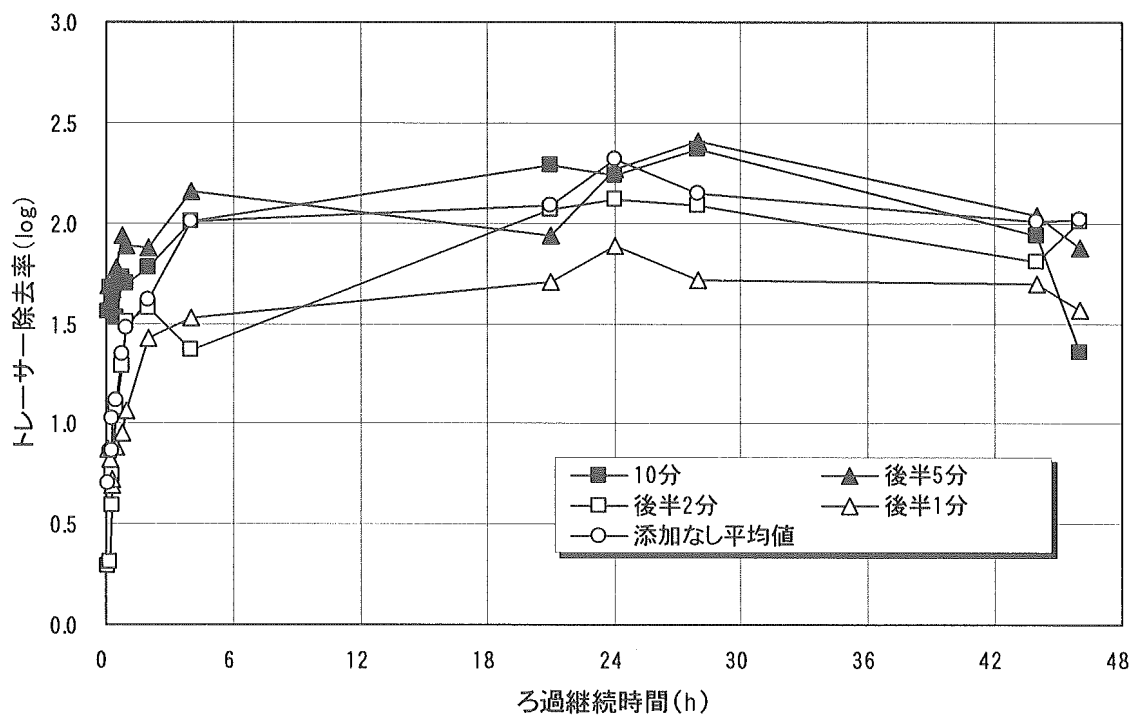


図-4.48 トレーサー除去率(log)と凝集剤添加率(低水温2、単層、長時間)

5. まとめ

本研究により、以下のことが明らかとなった。

5. 1 凝集沈澱工程における運転管理技術について

(1) 塩化第二鉄、高分子凝集剤の効果

- ・本実験により、今後利用が進むであろう高分子凝集剤と塩化第二鉄の併用が、凝集沈澱、ろ過処理性の改善に有効であることが確認された。特にその効果は、一般的に処理性が低下する低水温期において明確であった。また、本実験原水では、PACと比較して塩化第二鉄の方が、トレーサー粒子に対する凝集沈澱、ろ過処理性が高くなることが分かった。

(2) 凝集操作条件の影響

- ・凝集沈澱処理工程において、凝集剤注入率を増加させることで濁度、粒子数（3～10 μm）、トレーサー数の処理性は向上する。トレーサー除去率で見ると、通常注入率の1.2倍の凝集剤注入率で0.3 log₁₀程度、2倍では0.7 log₁₀程度、除去性が向上した。
- ・低水温期においては、高水温期と比較して凝集剤注入率の増加による効果は相対的に小さい。従って、後段の急速ろ過工程における処理性も加えて評価を行い、最終の浄水処理水質を管理する上で適切な運転管理計画を検討する必要があると考えられる。
- ・凝集剤注入率の増加が急速ろ過池の損失水頭に与える影響は、特に認められなかった。

5. 2 急速ろ過工程における運転管理技術について

(1) ろ層構成の比較

高速ろ過時、2層ろ過に対する3層ろ過の粒子漏出抑制効果が示唆された。

(2) ろ剤の凝集剤被覆の効果

- ・未ろ水に凝集剤を1 mg/L以上添加することで、濁度および粒子数の処理性改善効果が認められた。その効果は凝集剤注入率が高いほど大きく、24時間後のろ過水濁度では再凝集を行わない場合と比較して、80%以上の低減効果が認められた。
- ・この時の損失水頭を見ると、再凝集剤注入率3 mg/Lの場合、24時間後には単層で1600 mmに達していたのに対し、複層ではろ速が大きいにもかかわらず1000 mm程度にとどまっており、再凝集処理を行う場合には、複層ろ層がろ過池の効率的な運用面で有利であることが示された。
- ・再凝集槽における攪拌強度は、ろ過処理性に明確な差を与えなかった。
- ・逆洗水に添加した凝集剤によるろ材被覆により、単層、複層とも、粒子数及びトレーサー数について初期流出の抑制効果が顕著に認められた。
- ・逆洗水への凝集剤添加量については、逆洗用水への添加量を10 mg/Lから5 mg/Lに減少させても、流出抑制効果を維持させることができた。また、添加時間については、逆洗時間の前半だけの添加は効果がないが、後半への添加では、添加率5 mg/Lで逆洗終了直前2分間の添加で、十分な効果が認められた。
- ・凝集剤を添加することにより、ろ過開始直後のろ過水へのアルミニウムの漏出が懸念されたが、ろ過水中のアルミニウム濃度は凝集剤添加の有無で差は認められなかった。

第2編

紫外線による原虫類の不活化に関する文献調査

紫外線による原虫類の不活化に関する文献調査

1. はじめに

現在、浅井戸や湧水、伏流水を水源とし、塩素消毒のみによる浄水方式の水道事業体においては、クリプトスポリジウムの汚染のおそれがあると判断された場合、クリプトスポリジウムの暫定対策指針により、急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等のろ過施設を導入しなければならない。厚生労働省による調査では、平成16年3月末現在、水道原水のクリプトスポリジウムによる汚染の恐れのある施設は4,811施設あり、そのうち対策済みの施設は2,751と57%に過ぎない状況にある。

水道における感染性微生物に対する浄水方式としては、急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過が導入されており、消毒方式として塩素処理、オゾン処理、二酸化塩素処理等が実用化されている。また耐塩素性の感染性微生物に対しては、浄水処理として膜ろ過等のろ過方式が、消毒方式としてはオゾン処理が用いられている。しかし近年水道において紫外線(UV)を用いた消毒方法への関心が高まっている。これはUVが、塩素やオゾン処理のような消毒副生成物を生成することなく、耐塩素性の微生物に対しても不活化の効果があることが認められてきたからである。

アメリカ環境保護局(US-EPA)においては、2003年6月に「紫外線消毒ガイダンスマニュアル」のドラフトが提案されている。US-EPAでは、飲料水の微生物汚染の規制を強化するため、長期第2段階表流水浄水処理強化規則(LT2ESWTR)を策定中である。これは水源のクリプトスポリジウム濃度に基づき、一部の水道事業体に対して浄水処理の強化を求めるものである。UV消毒は、水道施設がこれらの対策を実施していくうえで必要な方法のひとつと考えられている。アメリカでは、クリプトスポリジウムの不活化にUV処理が有効であるとの判断により、20箇所以上の浄水場で実施施設を用いた実験が行われて、現在では30以上の施設において実施を前提とした試験運転が行われている。

我国においてもこの感染性微生物対策研究委員会をはじめ、*e-Water*プロジェクトの第2研究グループや、日本水道協会において紫外線照射によるクリプトスポリジウム対策についての調査が行われている。日本水道協会および水道技術研究センターでは、ともに紫外線消毒のガイドラインを作成中である。

本研究では、海外における紫外線による原虫類の不活化に関する文献調査を実施し、実施施設におけるUVの使用状況、UV装置の建設コストや維持管理コスト、UVによる微生物の不活化等に関する情報を整理した。平成16年度に収集・調査した文献は24編であるが、本報告書では、平成14年度～平成16年度に収集した計74編の文献について抄録をまとめた。