

大腸菌の塩素抵抗性が0.02程度であることを考慮すると、Methylobacterium の種の中には大腸菌の500倍から1000倍の塩素抵抗性を持っている菌があることが判明した。

C-4-3 滞留の長期化に対応し、水の回転数を管理する方策、これに伴う対策指針、指導監督指針について

C-4-3-1 これまでの経緯

厚生労働科学研究「貯水槽水道における水の滞留や不適切な管理による水質の悪化とその対策に関する研究」においては、平成23年度の研究においては、この問題に対する地方自治体の担当者の問題意識を把握するため、東京都福祉保健局の協力をいただき、34か所の保健所の担当職員に対するアンケート調査を行った。その結果、行政サイドでの問題意識は高く、個別には可能な限りの指導が行われていると評価された。また、当面は全体的に対処するのは難しいとの認識が多く、効果的な対処方法が見いだせないのが現状とされた。従って、適切で簡易な指導方法が提起されれば、自治体での統一的な対応が行われる可能性が高いことが示唆された。

平成24年度においては、装置に新たな機能を付与することにより、問題の改善を図ることを目途として「装置の改善に関する研究」を行い、貯水槽に付加する装置に関する概括的研究を行った。そこでは、次の3つの改善手段ごとに、考えられる装置の類型を整理し、比較評価を行った。

C-4-3-2 平成25年度は、前2年に続き、具体的装置を踏まえた規制のあり方について検討することとし、研究会の中に小委員会を設置した。

小委員会は、滞留時間調整と塩素濃度管理に関し関連設備を開発している多くの企業の中から、代表的なものを選び、各1社、計2社に対し、ヒアリングを行い、規制の追加を行うことの妥当性を検討した。

① 水位コントロール

水位コントローラーのメーカーは数多くあるが、A社は貯水槽に特化した仕様となっており、貯水管理がワンタッチで簡単に設定・操作できる点から選定した。

② 塩素濃度低下改善

塩素濃度の管理方法として、塩素注入装置がありそのメーカーは多数あるが消毒塩素の保管管理や補充・交換が必要となる。一方塩素発生装置はその手間を省くことができ、水槽の維持管理を一層促進させることができるものと考え塩素発生装置のメーカーのB社を選定した。

平成25年度のヒアリングを行うにあたって、規制を行う際の論点を次の点に整理し、これを基にヒアリングを行った。

- (1) 価格がそれほど高くないこと。例えば5万円以下であることが望ましいこと
- (2) 装置の効果が安定的であり、そのことがデータで保証されていること
- (3) 装置がJIS規格等で決まっていること
- (4) 既にある程度使用されていること
- (5) 検査員が容易に判定できること
- (6) 装置が容易に購入できること
- (7) 保守点検が容易であること

3-4-3-3 25年度の研究の結果及び評価について

小委員会でヒアリングを行ったのは、水位のコントロール、塩素の注入の2つの類型による2社であった。その評価論点に基づく評価は以下のとおりである。

なお、現状の多くの施設で使われているボールタップ方式の効果、あるいは限界などについても今後比較検討を行う必要がある。

- (1) 現在までのところ、2社の装置は、まだ十分普及に至っておらず、そのため、据え付け費用も含めるといずれも100万円に近い額となっている。従って、ただちに、すべての施設に関しその設置を義務付けるのは負担が大きく、難しいと考えられる。しかし、恒常的に、水位の安定を図ったり、塩素の濃度を維持していくためには、このような装置を設置する意味はあり、水の使用量の変動の大きなところ、水の利用量の大きなところでは、これを設置する意味はあるのではないかと考えられる。
- (2) 2社の商品は、ある程度の施設にすでに納入されており、その効果については、おおむね安定的であると考えられるが、さらにそのデータを整理していく必要があると思われる。
- (3) 2社の商品は、現時点では、JIS等の規格が決められていないが、規制対象とする段階では、効果の安定性を確保するため、なんらかの規格が定められることが望まれる。

(4) 2社の商品はいずれも、現状では、貯水槽の多くで広く使用されるには至っていない。従って、規制をかけるためには、まだ十分な広がりがあるとは言えず、引き続き検討していく必要がある。

(5) 2社の商品は、いずれも「検査員が容易に判定できること」、「装置が容易に購入できること」、「保守点検が容易であること」の要件を満たしていると考えられる。

C-4-3-4 結論及び課題

以上の結果、装置を用いた水の滞留の長期化の改善策については、直ちに規制へ結び付けることは、難しく、引き続き検討を進めるべきである。

しかし、大型の貯水槽、学校や、公共施設等使用量の変動が大きい施設、病院や老人関係施設等比較的体力の弱い者の施設については、適切な滞留防止策、塩素の維持方策等を講ずることが望ましく、その際、今回評価した水位コントロール装置、塩素発生装置等の採用も考えられる。

このため、例えば、ランキング表示制度等推奨表示制度等においては、今後、これを評価項目に加えること等により、その普及を促進していくことも期待される。

E 3年間の研究の結論

平成23年度から25年度にわたる本研究では、まず実プラントでの調査及び実験プラントを用いて、貯水槽水道の長期滞留の実態を把握した。その結果長期滞留の実態

が明らかになった。

ビル建設時における一人当たりの使用水量（平均値）は、設計の基礎としている便覧記載の使用量（60～100L /人・日）に近い値であったが、その後節水が進み現在の実態とは約 20L /人・日の差があることが判明した。また、既存ビルにおいても平均使用水量（飲用+雑用）は約 50L /人・日で、便覧と比較すると、使用水量が 3 割から 5 割少なくなっている。実状を踏まえ容量が過大とならないよう設計する必要がある、これまで施設整備の参考とされていた基準の改定が必要であることが明らかになった。

また、貯水槽水の長期滞留によって、残留塩素が減少すること、また塩素減少に伴って細菌が増殖すること、とりわけ塩素抵抗性の強い従属栄養細菌の増殖の実態が明らかになった。また従属栄養細菌のなかには、病人や高齢者などの易感染者に対してリスクを増大させる恐れがあるものがあることを示唆した。その中には大腸菌と比べて塩素抵抗性が 500 倍から 1000 倍に及ぶものがあり、これらの菌を不活化するために塩素量を増加させることは現実的ではないことが分かった。また同時にこれらの菌は残留塩素濃度が一定程度存在すれば菌の増殖が抑えられることも分かった。またこれらの菌は大腸菌と比べると増殖速度は遅いため、これらの菌を「完全に不活化しなくても、増殖を抑えた供給によってリスクを低減することができる」と考えた。

したがって、滞留時間の長期化を防ぎ適切なコントロールすることや残留塩素の減少への対策を講ずることが現実的な政策であるとの結論を得た。塩素コントロールに関しては特に小規模の施設では塩素の管理

が問題となるが、もともと水中に含まれる塩素イオンを活用して消毒用の塩素を発生させる技術が開発されていることも分かった。このような現場での現実的な技術レベルの課題にも応えられるような設備の活用を図ることが望ましい。

しかしながら現時点で 100 万基を超える貯水槽の設備、装置を改善することによって適切な管理システムを構築することは、相当額の費用が必要となる。新たな設備は特に易感染者のいる施設を対象に重点的に整備すべきである。

これらを踏まえ、現実的に対応が可能な方法を考え、行政としてどのように指導していくべきかの、指針について取りまとめた。

F,G 特記すべきものなし

Ⅱ. 分担研究報告書

貯水槽水道における水の滞留の長期化や不適切な管理による水質悪化とその対策に関する
研究（従属栄養細菌の菌種同定と病原性に関する文献調査）

研究分担者 古畑勝則 麻布大学教授

研究要旨

貯水槽水道における水の滞留に伴って、増加した従属栄養細菌について、菌種を同定し、病原性に関する文献調査を実施した。その結果、高齢者など易感染者に対して感染リスクを引き起こすものがあることを示唆した。

A 研究目的

貯水槽水から分離された従属栄養細菌の種類を知るために分離株について遺伝子学的検査を行い、種を決定した。また、分離株の塩素抵抗性と水道水中での消長について検討した。さらに、分離株の病原性を判断する資料として分離株に関する臨床分離例を検索した。

方法

菌種の同定は、分離株の塩基配列（約 500 bp）を決定し、データベースにより各菌株との相同性から菌種を推定した。また、これら分離株について遊離残留塩素による CT 値を測定し、塩素抵抗性を検討した。同時に、分離株の培養菌体を滅菌水道水に入れ、その後の消長を調査した。さらに、決定できた菌種をキーワードとして臨床分離例に関する文献を検索した。

結果

1. 菌種の同定

2012 年度に実施した分離株 30 株の遺伝子検査結果を表 1 にまとめた。データベースの情報が乏しく、種まで決定できた株は、半数の 14 株に過ぎず、残りの 14 株は属レベルでの同定となった。なお、2 株はデータベースに全く該当する配列がなく、同定不能であった。分離株のほとんどは桿菌で、集落の色調が黄色の *Sphingomonas* spp. や赤色の *Methylobacterium* spp. が比較的多く同定された。これらの結果を試料ごとにみると、夏季および冬季に調査した同一の設置タンク水では、あまり菌種の共通性は認められなかった。また、夏季に調査した設置タンク水とつなぎ目などのタンク付着物においても同様に明確な共通性はみられなかった。

2013 年度に実施した分離株 30 株の同定結果を表 2 にまとめた。上段には東京都における分離株の同定結果を試料別に示した。No.0002 の試料では 6 株同定したが、4 株が *Sphingomonas* spp. で、2 株が

Methylobacterium spp.であった。また、No.0013 の試料でも 6 株同定したが、*Methylobacterium* spp. が 2 株のほかは、*Mycobacterium* sp.、*Nevskia* sp.、*Novosphingobium* sp.、*Sphingomonas* sp. がそれぞれ 1 株ずつであり、この試料の方が種構成は多様性に富んでいた。下段の 18 株は京都府で分離された菌株の同定結果を示した。*Acinetobacter* sp.と *Azospirillum* sp. が各 3 株、*Blastomonas* sp.と *Sphingomonas* sp. が各 2 株であり、そのほか、*Agrococcus* sp.、*Bacillus* sp.、*Brachybacterium* sp.、*Curtobacterium* sp.、*Enhydrobacter* sp.、*Mycobacterium* sp.、*Pantoea* sp.、*Quadrisphaera* sp. が各 1 株であった。京都分離株の方が分離菌種の数が多かったが、地域別の顕著な差は認められなかった。

2. 分離株の塩素抵抗性と水道水中での消長

2012年度に分離同定された菌株についての塩素抵抗性について検討した。その結果を表3に示したが、いずれの株も塩素抵抗性が強く、大腸菌と比較すると、1株を除き、10倍から1,000倍のCT値を示した。なかでも最も強い抵抗性を示した株は、*Methylobacterium oryzae* で 99.9%殺菌時のCT値は18.3 mg・min/l であった。また、これら分離株の水道水中での消長は、No.12 のグラム陽性球菌以外は、滅菌水道水中で良好に増殖した。なかでも、No.20 の *Acinetobacter calcoaceticus* は、1,000個/ml の初期接種菌数が4日目には2,400,000個/ml にまで増殖した。すなわち、これらの細菌は、消毒効果がある状態でも殺菌されず、塩素が消失した場合には容易に増殖するこ

とが推察された。

3. 文献検索

同定できた菌種に関する臨床分離例の文献検索では、*Methylobacterium radiotolerans*、*Acinetobacter calcoaceticus*、*Brevundimonas vesicularis*、*Staphylococcus hominis* に関する臨床分離例にヒットしたが、いずれの菌種においても基礎疾患を有する患者からの分離報告が多く、これらの菌種は共通して日和見感染症の原因菌になり得る可能性が示唆された。

まとめ

貯水槽水から分離された菌株は、*Sphingomonas* spp.や *Methylobacterium* spp. などのグラム陰性ブドウ糖非発酵性桿菌が多く、文献調査の結果から、これらの分離株は日和見感染症の原因菌になり得る可能性が示唆された。

表 1 水道水から分離された従属栄養細菌の同定結果(東京都内)

No.	菌 株	菌 種	相同率(%)
1	A-1	<i>Sphingobium</i> sp.	100
2	A-3	<i>Methylobacterium populi</i>	99.8
3	A-6	<i>Pseudomonas putida</i>	100
4	A-123	<i>Mucilaginibacter rigui</i>	98.8
5	A-124	<i>Sphingomonas</i> sp.	100
6	A-5	<i>Pseudomonas</i> sp.	99.1
7	A-125	UN*	
8	A-162	<i>Mycobacterium</i> sp.	99.8
9	A-121	<i>Sphingomonas</i> sp.	97.7
10	A-160	<i>Rathayibacter</i> sp.	99.4
11	給 25-1	<i>Sphingobium</i> sp.	100
12	給 25-7	<i>Staphylococcus hominis</i>	100
13	給 25-8	<i>Methyloversatilis</i> sp.	100
14	給 25-11	<i>Bradyrhizabium</i> sp.	100
15	B-56-1	<i>Brevundimonas</i> sp.	100
16	B-56-2	<i>Sphingomonas</i> sp.	99.8
17	B-56-8	<i>Methylobacterium radiotolerans</i>	100
18	B-56-9	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	100
19	B-56-11	<i>Methylobacterium oryzae</i>	99.5
20	B-60-2	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	100
21	B-60-3	<i>Brevundimonas aurantiaca</i>	100
22	B-60-4	<i>Methylobacterium aquaticum</i>	99.3
23	B-60-6	<i>Sphingomonas hankookensis</i>	99.3
24	60-1	<i>Sphingomonas hankookensis</i>	99.5
25	P-1	<i>Pseudomonas jessenii / moraviensis</i>	99.8
26	P-2	<i>Brevundimonas vesicularis</i>	100
27	P-3	<i>Sphingobium</i> sp.	99.5
28	P-4	UN*	
29	P-6	<i>Reyranella</i> sp.	100
30	B-56-5	<i>Sphingomonas</i> sp.	100

*: 同定不能

表 2 水道水から分離された従属栄養細菌の同定結果(東京都内および京都府内)

No.	菌 株	菌 種	相同性(%)
1	0002-1	<i>Methylobacterium radiotolerans</i>	100
31	0002-2	<i>Methylobacterium aquaticum</i>	99
2	0002-3	<i>Sphingomonas</i> sp.	100
3	0002-4	<i>Sphingomonas</i> sp.	100
32	0002-7	<i>Sphingomonas</i> sp.	100
33	0002-11	<i>Sphingomonas</i> sp.	98
4	0013-1	<i>Sphingomonas insulae</i>	99
34	0013-6	<i>Novosphingobium</i> sp.	99
5	0013-7	<i>Methylobacterium</i> sp.	100
6	0013-11	<i>Nevskia</i> sp.	99
7	0013-12	<i>Mycobacterium</i> sp.	99
35	0013-13	<i>Methylobacterium</i> sp.	100
8	1552	<i>Enhydrobacter aerosaccus</i>	99
9	1554	<i>Curtobacterium citreum</i>	100
10	1555	<i>Agrococcus terreus</i>	100
11	189	<i>Acinetobacter</i> sp.	99
12	1165	<i>Acinetobacter oleivorans</i>	100
13	1166	<i>Pantoea ananatis</i>	99
14	1167	<i>Azospirillum</i> sp.	99
15	1168	<i>Acinetobacter oleivorans</i>	100
16	1169	<i>Sphingomonas echinoides</i>	100
19	1172	<i>Bacillus subtilis</i>	100
21	1190	<i>Brachybacterium</i> sp.	99
22	1191	<i>Blastomonas natatoria</i>	100
23	1192	<i>Mycobacterium</i> sp.	100
24	1193	<i>Sphingomonas</i> sp.	100
25	1227	<i>Azospirillum</i> sp.	99
26	1228	<i>Quadrisphaera</i> sp.	99
27	1229	<i>Azospirillum</i> sp.	99
30	1232	<i>Blastomonas natatoria</i>	100

上段:東京都分離株 下段:京都府分離株

表 3 水道水から分離された従属栄養細菌の塩素抵抗性と水道水中での消長

検体 番号	菌 種	塩素抵抗性(CT 値)	滅菌水道水中での 増殖 (25°C)
		殺菌率 99.9% (mg・min/l)	初期接種菌数 --- 4 日 目菌数 (CFU/ml)
2	<i>Methylobacterium populi</i>	3.84	○ 1,000 --- 270,000
3	<i>Pseudomonas putida</i>	2.16	○ 1,000 --- 830,000
4	<i>Mucilaginibacter rigui</i>	0.04	○ 1,000 --- 30,000
12	<i>Staphylococcus hominis</i>	0.17	×
17	<i>Methylobacterium radiotolerans</i>	0.72	○ 1,000 --- 250,000
18	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	0.66	○ 1,000 --- 870,000
19	<i>Methylobacterium oryzae</i>	18.3	○ 1,000 --- 400,000
20	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	0.23	○ 1,000 --- 2,400,000
21	<i>Brevundimonas aurantica</i>	0.27	○ 1,000 --- 13,000 (1 日目) その後減少
22	<i>Methylobacterium aquaticum</i>	9.68	○ 1,000 --- 400,000
23	<i>Sphingomonas hankookensis</i>	0.13	○ 1,000 --- 11,000 (1 日目) その後減少
24	<i>Sphingomonas hankookensis</i>	0.1	○ 1,000 --- 520,000
25	<i>Pseudomonas jessenii/morariensis</i>	0.22	○ 1,000 --- 100,000
26	<i>Brerundimonas resicularis</i>	0.3	○ 1,000 --- 63,000
参考	<i>Escherichia coli</i> (大腸菌)	0.02	×
	<i>Shigella dysenteriae</i> (赤痢菌)	<0.05	

×: 増殖せず

Ⅱ. 分担研究報告書

貯水槽水道における水の滞留の長期化や不適切な管理による水質悪化とその対策に関する研究（滞留の長期化に対応し、水の回転数を管理する方策、これに伴う対策指針、指導監督指針の研究）

研究分担者 奥村明雄 一般社団法人全国給水衛生検査協会会長

研究要旨

東京都特別区所管と東京都福祉保健局所管の計34の保健所の担当者を対象に貯水槽の水の滞留による水質悪化の問題に対する行政サイドの意識及び対応状況について、アンケート調査を行った。また装置の改善による対応策について検討し行政サイドの指導のあり方について研究した

A 研究目的

貯水槽の水の滞留による水質悪化の問題に対する行政サイドの意識及び対応状況について把握するとともに装置の改善による対応策について検討し、行政サイドの指導のありかたについて研究する。

（倫理面への配慮）特になし

C・D 研究結果・考察

C-1 アンケートについて

1 アンケート実施時期

平成23年11月～12月

2 実施方法

別紙アンケート表を東京都監視センターから、対象保健所に送付していただき、とりまとめを行っていただいたものである。

3 結果

(1) 回答を得たのは、34保健所中26保健所で、回答率は、76.5%であった。

(2) 問1は、「貯水槽の水の滞留による水質悪化の問題について実態を調査し、把握しているか」についてである。

① この結果は、「調査し、把握している」が35%（9保健所）で、

B 研究方法

東京都特別区所管の保健所23か所、東京都福祉保健局所管の6保健所（うち、1保健所の4出張所）、市所管保健所2の合計34の保健所の担当者を対象に貯水槽の水の滞留による水質悪化の問題に対する行政サイドの意識及び対応状況について、アンケート調査を行った。

装置の改善については、滞留時間や塩素濃度のコントロールについて、代表研究者と分担研究者（奥村）のほか東京都福祉局、（一社）全国給水衛生検査協会からの専門家による小委員会を設置し検討した。

「調査していない」が62%(16保健所)、回答なしが4%(1保健所)であった。新しい問題であるにもかかわらず、ある程度の期間が問題意識を持って対応していることが分かり、興味深い。

- ② 「調査している」と回答したところは、いずれも一斉検査時、立ち入り検査時に「水の使用量調査」、「回転数」の把握を行っている。
- ③ 「調査していない」「回答なし」と回答したところでも、「ある程度は行っている」、「回転数の低い場合は指導している」、「苦情相談のあった場合は調査している」、「異常があれば調査している」等の自由記載があり、かなりの保健所で問題意識を持っていることがうかがえた。

(3) 問2は、「何らかの指導をしているか」どうかの問いである。

- ① この結果は、「始めている」が54%(14保健所)、「始めていない」が42%(11保健所)「回答なし」が4%(1保健所)であった。半数を超える保健所が問題意識を持ち、何らかの指導を行っているとの結果となった。問い1の「実態を調査し、把握している」より大きな割合となっているが、全体の調査、把握に先行して、必要に応じ、個別に対応を行っていることが読み取れる。

- ② 「始めている」の回答した機関では、「適正な回転数になるよう要領の見直し」、「水位を下げての使用」、「水位制御装置の設置」、「必要に応じ、給水停止、清掃、水質検査の実施」、「有効容量を減少させる対策」、「直結給水化」等の指導が行われている。

- ③ 「始めていない」、「回答なし」の機関でも、個別的には、「適切な管理の指導」、「水位の調整」、「直結給水への移行」等の指導が行われている。

(4) 問3では、「滞留による水質悪化に係る認識」、「どのように対処しようとしているのか」について尋ねている。

- ① その結果、水の滞留は、「残留塩素の減少につながり、問題がある」とする意見がある反面、「残留塩素があれば、とりあえずは問題ない」とする意見もある。又、「問題は認識しているが、効果的に対処する手段を見いだせていない」、「職員数の少なさに比べ、貯水槽の数が多い」との声もある。

E 結論

- (1) 全体的に、行政サイドでの問題意識は高く、個別には、可能な限りの指導が行われていると評価できる。
- (2) しかし、当面は、全体的に対処するのはむずかしいとの認識が多く、効果的な対処方法が見いだせていないのが現状と考えられる。

- (3) 従って、適切で、簡易な指導方法が提起されれば、自治体での統一的な対応が行われる可能性が高い

C-2 装置の改善について

1 これまでの経緯

厚生労働科学研究「貯水槽水道における水の滞留や不適切な管理による水質の悪化とその対策に関する研究」においては、平成23年度の研究においては、この問題に対する地方自治体の担当者の問題意識を把握するため、東京都福祉保健局の協力をいただき、34か所の保健所の担当職員に対するアンケート調査を行った。その結果、行政サイドでの問題意識は高く、個別には可能な限りの指導が行われていると評価された。また、当面は全体的に対処するのは難しいとの認識が多く、効果的な対処方法が見いだせないのが現状とされた。従って、適切で簡易な指導方法が提起されれば、自治体での統一的な対応が行われる可能性が高いことが示唆された。

平成24年度においては、装置に新たな機能を付与することにより、問題の改善を図ることを目途として「装置の改善に関する研究」を行い、貯水槽に付加する装置に関する概括的研究を行った。ここでは、次の3つの改善手段ごとに、考えられる装置の類型を整理し、比較評価を行った。その結果は、以下のとおりである。

- (1) 滞留時間の改善策
- (2) 塩素濃度低下の改善策
- (3) 水温上昇の改善策

2 平成25年度研究の考え方

平成25年度は、これに続き、具体的装置を踏まえた規制のあり方について検討することとし研究委員会の中に、代表研究者と分担研究者（奥村）のほか東京都福祉局、(一社)全国給水衛生検査協会からの専門家による小委員会を設置し検討した。

小委員会は、滞留時間調整や残留塩素濃度コントロールに関する設備を開発している多数の企業の中から、貯水槽水道に適応できる設備を開発している代表的な2社を選び、アリングを行い、規制の追加を行うことの妥当性を検討した。ヒアリング結果の概要は、以下のとおりである。

平成25年度のアリングを行うにあたって、規制を行う際の論点を次の点に整理し、これを基にヒアリングを行った。

- (1) 価格がそれほど高くないこと
例えば5万円以下であることが望ましいこと
- (2) 装置の効果が安定的であり、そのことがデータで保証されていること
- (3) 装置がJIS規格等で決まっていること
- (4) 既にある程度使用されていること
- (5) 検査員が容易に判定できること
- (6) 装置が容易に購入できること
- (7) 保守点検が容易であること

3 平成25年度の研究の結果及び評価について

小委員会でヒアリングを行ったのは、水位のコントロール、塩素発生装置の2つのタイプによる2社であった。その評価論点に基づく評価は以下のとおりである。

なお、現状の多くの施設で使われているボールタップ方式の効果、あるいは限界などについても今後比較検討を行う必要がある。

- (1) 現在までのところ、2社の装置は、まだ十分普及に至っておらず、そのため、据え付け費用も含めるといずれも100万円に近い額となっている。従って、ただちに、すべての施設に関しその設置を義務付けるのは負担が大きく、難しいと考えられる。しかし、恒常的に、水位の安定を図ったり、塩素の濃度を維持していくためには、このような装置を設置する意味はあり、水の使用量の変動の大きなところ、水の利用量の大きなところでは、これを設置する意味はあるのではないかと考えられる。
- (2) 2社の商品は、ある程度の施設にすでに納入されており、その効果については、おおむね安定的であると考えられるが、さらにそのデータを整理していく必要があると思われる。
- (3) 2社の商品は、現時点では、JIS等の規格が決められていないが、規制対象とする段階では、効果の安定性を確保するため、なんらかの規格が定められることが望まれる。

(4) 2社の商品はいずれも、現状では、貯水槽の多くで広く使用されるには至っていない。従って、規制をかけるためには、まだ十分な広がりがあるとは言えず、引き続き検討していく必要がある。

(5) 2社の商品は、いずれも「検査員が容易に判定できること」、「装置が容易に購入できること」、「保守点検が容易であること」の要件を満たしていると考えられる。

4 結論及び課題

以上の結果、装置を用いた水の滞留の長期化の改善策については、直ちに規制へ結び付けることは、難しく、引き続き検討を進めるべきである。

しかし、大型の貯水槽、学校や、公共施設等使用量の変動が大きい施設、病院や老人関係施設等比較的体力の弱い者の施設については、適切な滞留防止策、塩素の維持方策等を講ずることが望ましく、その際、今回評価した水位コントロール装置、塩素発生装置等の採用も考えられる。

このため、例えば、ランキング表示制度等推奨表示制度等においては、今後、これを評価項目に加えること等により、その普及を促進していくことも期待される。

5 具体的改善策

1) 目的・課題

貯水槽の滞留時間が長期化することによって水質が悪化し、衛生上の問題を引き起こすことが懸念されている。本項で

は、水質悪化を抑制するため貯水槽に付加する装置として改善策を検討し、その可能性について評価する。

貯水の滞留によって塩素濃度が低下することから、滞留時間を改善する方法、塩素濃度低下を改善する方法、また水温が高温なほど菌類の繁殖速度が速いことから水温上昇を改善する方法について検討する。

2) 改善手段

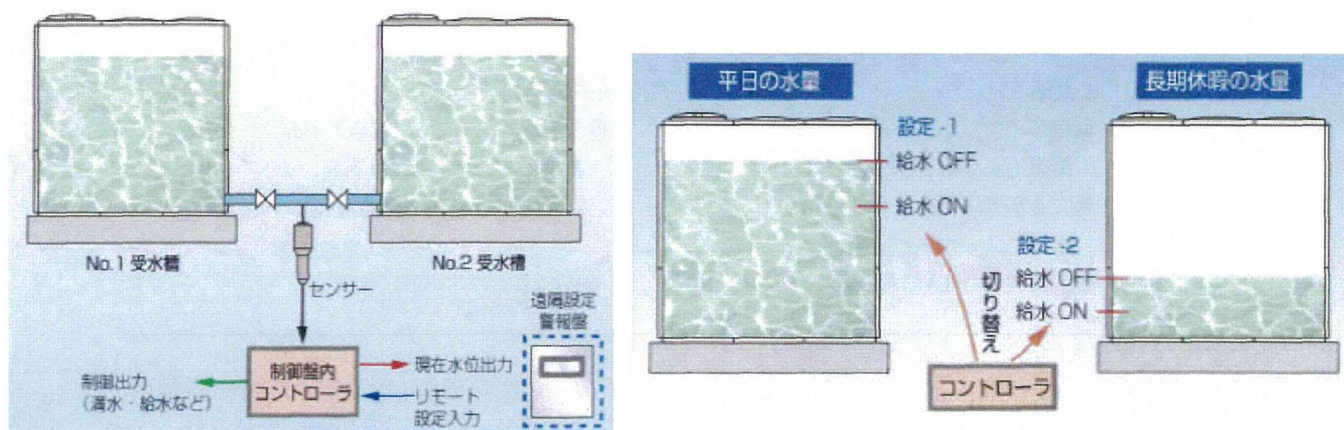
(1) 滞留時間の改善策

貯水槽内の滞留時間を短くする方策として、貯水槽水位コントローラー(水位制御装置)を設置する方法が考えら

れる。

貯水槽水道の用途によっては、その使用水量が季節変動や月次・週変動するケースが考えられその需要に応じた水位設定し、使用量に対応した貯水槽水位で運転することができるようになる。

水位コントローラーは水位センサーと制御ユニットで構成されており、使用水量に応じて都度制御ユニットで水位の設定・変更が可能である。例として下図のように、平日は使用水量が多くフルで貯水し、長期休暇時は使用水量が少なく水位を下げて貯水するように運転することができる。



注意点としては、水位を低く設定して貯水すると本来液相部分が気相部となることから槽内部品に錆が発生する可能性があり、防錆対策を合わせて実施する必要がある。標準仕様では、気相部を溢水口より 150mm 下を境界としており(公共建築工事標準仕様書)、より広範囲を気相部として設計する必要がある。

(2) 塩素濃度低下の改善策

貯水滞留による塩素濃度低下を防ぐ方策として、塩素発生装置を設置する方法が考えられる。

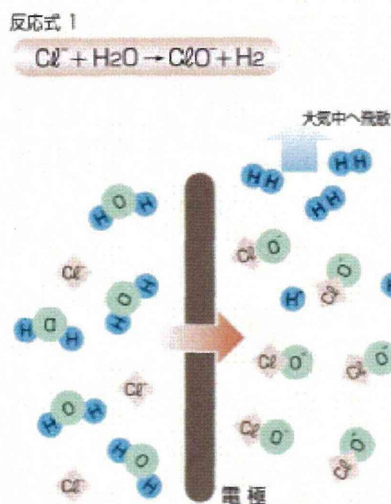
直接塩素を発生あるいは注入することで、残留塩素濃度を適正に管理する。①塩素発生装置は水槽内に設置し、塩素濃度の低下に応じて運転させることができる。②塩素注入は薬液注入装置

を設置し、塩素濃度の低下に応じて水槽内または配管に塩素注入することができる。

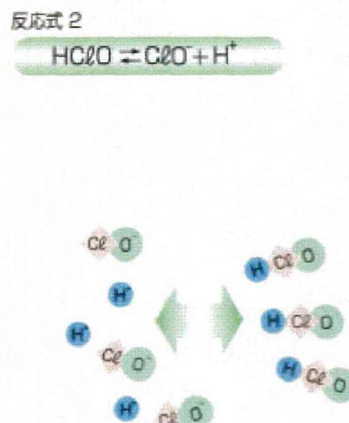
②の薬液注入は従来からある手段であるが、①の発生装置は下図のように水中の塩素イオンを電解することで有

効塩素に変化させて消毒効果を発現する方法である。

①の塩素発生装置は電解部本体と制御盤から構成され、塩素濃度管理タイプのものやタイマーによる制御タイプのものがある。



- 〈反応 1〉
- 塩素イオン (Cl⁻) が電解により水 (H₂O) と反応。
 - 次亜塩素酸イオン (ClO⁻) と水素ガス (H₂) を生成。
 - 水素ガス (H₂) は泡となり大気中へ飛散。



- 〈反応 2〉
- 次亜塩素酸イオン (ClO⁻) と水素イオン (H⁺) が反応し、次亜塩素酸 (HClO) を生成。
 - 発生する水素ガスは微量ですので、安全性が確認されています。

注意点としては、水槽内へ薬注および塩素発生装置設置の場合、貯水槽内の塩素濃度を均質化するために槽内循環装置 (配管とラインポンプ) が付属品として必要となる。

(3) 水温上昇の改善策

貯水槽内の水温上昇を抑制する方策として、①遮熱効果を有する塗料で塗装する (屋外設置の場合)、②発泡材などを取り付けた保温パネルを使用するなどの方法が考えらる。

①の遮熱塗料は、塗料の中に断熱材や熱交換材などが混ぜ込んであり、太陽熱を反射・放熱あるいはエネルギー放出を行うことによって水温上昇を低減するものである。②は従来からの工法であるが、発泡材などを貼付・吹付によって保温効果を発現するものである。

3) 各案の比較

改善案	メリット/デメリット	効果	コスト		維持管理・メンテ性	備考
			イニシャル	ランニング		
水位コントローラ	使用量に応じて水槽容量制御をワンタッチで変更・設定できる。 水槽内の防錆対策が必要。 初期機器費用がかかる。	○	△	◎	定期点検程度	
塩素発生装置	直接的に塩素濃度を制御できる。 塩素濃度の監視が必要。 初期に機器費用がかかり、機器の維持管理が必要。	◎	○	○	定期的に電極の清掃が必要	
塩素注入装置	直接的に塩素濃度を制御できる。 塩素濃度の監視が必要。 ランニング費用がかかり、機器の維持管理が必要。	◎	○	△	薬液の補充・機器の維持管理が必要	
遮熱塗料	長期間メンテナンスフリーで水温上昇を抑えることができる。 直接的な水質の改善にはならない。	△	○	◎	定期点検程度	
保温仕様		△	△	◎	定期点検程度	

(参考)

○ 水位コントローラ (A社)

- 水位制御ユニット (レベッタ) は、水位センサーにより、水槽の水位を連続的に検出、その信号をコントローラに送信、コントローラは、現在水位をデジタルで表示、あらかじめ設定された水位と比較演算し、各水位状態 (満水、減水、渴水) を示すもの。
- 一般的に受水槽の水位制御ユニットは、電極とフローとなしスイッチの組み合わせで行われる。
この会社のユニットは、これに代わ

るものとして開発。

- ① 現在の水位がコントローラに表示
 - ② 各水位 (満水等) が簡単に可変できる。(電極の場合は、電極の切断、伸長が必要)
 - ③ 給水水位は、2個の設定が可能。
外付けスイッチで切り替えが可能
 - ④ 水位の遠隔での監視が可能
- 一般的な電極制御の受水槽では、電極のカットや配線工事などかなりの手間がかかる。その上で、設置後の動作確認や水位の変更等は簡単ではない。

- ・ 2種類の給水ONOFF設定ができるので、学校やイベントホールなど給水量が極端に変化する設備において滞留による水質劣化を防止することができる。
(価格がそれほど高くないこと)
- ・ 受水槽コントローラと水位センサーの組み合わせ。両者を合わせると据え付け工事も含めて60～70万円はかかる。
(装置の効能が安定的で、そのことがデータ保証されていること)
1991年発売以来、約400セットを販売。大きなクレームもなく、装置の効能は安定している。短時間で推移の増減を1400回繰り返し、各機能(満水、減水等)が正常に動作することを確認したデータあり。
- ・ (装置がJIS規格等により決まっていること)
特になし(一般的な装置も同様)
(既にある程度使用されていること)
- ・ 1991年発売以来、約400セットが現在も使用。(ただし、現状では、ほとんどが一般的な電極制御方式)
(検査員が容易に判定できること)
- ・ コントローラ表面に現在水位、ランプ(満水、減水、渴水(空転防止))が配置。容易に判定が可能。
(装置が容易に購入できること)
- ・ 常時在庫品であり、2～3日で出荷可能。
(保守点検が容易であること)
現在のフロートなしスイッチと電極組み合わせで水を抜いて入れる方法があるが、確認に時間を要するため、

竣工検査以外で実施することは稀。

水位制御ユニットの場合は、1cm単位で各レベルを設定できる現在の推移に近い値をそれぞれの水位(満水、減水等)を設定変更、少しの水を抜くことで簡単に確認が可能。

(経過措置)

既設設備に納める場合は、次の工事が必要。かなりの費用がかかる。新規設備の場合は、既設設備に比べるとハードルは低い。

- ① 水位センサーを取り付けるタッピング
- ② コントローラを組み込んだ制御盤
- ③ 電事弁等の配線工事

○ 水電解消毒装置 (B社)

- ・ もともと水の中にある塩素イオンを活用し、水電解を行うため、塩素、ジアをもってくる必要がないのがポイント。注入は30秒ほどで可能。まだ、普及していないので、普及が進めば価格は下がっていくのではないかと。
- ・ 小学校などは、休みがあり、使用量に変動が大きい。また、災害時の避難場所としての役割もあり、そのような観点から「塩素の常時確保」が求められる。
- ・ また、配水地、山間部、離島等「ジアを運ぶのに手間がかかる」ところにニーズがある。
(価格がそれほど高くないこと)
- ・ 100万円程度である。なお、据え付

け工事費は、これに上乗せ。12～13万円なので、100万円超の価格となる。

自動的に水を電解するので、薬品が入らない。

通常の装置には、このような仕組みはついていない。

販売件数は年間20台程度。まだ普及は進んでいない。

(効能が安定的で、このことがデータで保証されていること)

公共施設の高置タンクを用いて、タンク容量と装置の塩素発生能力を変えて、水電解装置の塩素発生能力と短期内の残留塩素濃度の関係を確認した。

(既にある程度使用されていること)

- ・ 納入実績表 平成6年から平成24年の間に、164か所納入実績がある。

小学校、サッカー場、テニス公園、大学キャンパス、水道局(排水地)が多く、大規模な施設が多いと思われる。

(検査員が容易に判定できること)

- ・ 残塩チェッカーにより、塩素発生量は容易に判定できる

(容易に購入できること)

- ・ 即納ないし60日の間で可能。

(保守点検が容易であること)

- ・ ユーザーはメンテフリー、年1回のメーカー点検を希望。5年～8年に1回程度、電極の更新を計画

貯水槽水道の管理に関する自治体アンケートについて

特別区所管保健所	23	回答16/23	69.6%
東京都福祉保健局所管保健所 6保健所(内1保健所:4出張所)		回答 8/9	88.9%
市所管保健所	2	回答 2/2	100%
合計		26/34	76.5%

(問1)貯水槽(容量に関わらず)の水の滞留による水質悪化の問題について、保健所として実態を調査し、把握していますか。			
1 調査して、把握している	9(34.6%)	特別区所管保健所2、福祉保健局所管保健所6、市所管保健所1	
2 調査していない	16(61.5%)	特別区所管保健所14、福祉保健局所管保健所1、市所管保健所1	
回答なし	1(3.8%)	福祉保健局所管保健所1	

1の回答について	特別区所管	特定建築物等の一斉検査時、貯水槽水道等の苦情対応等の際に貯水槽の回転数、給水末端栓での遊離残留塩素濃度の測定等 ※貯水槽を持つ施設の極々一部での実施ではあるが・・・
	特別区所管	建築物衛生法に基づく立入検査時、水の使用量の調査及び残留塩素の測定を行っている。また、専用水道施設については、毎月水の使用量及び残留塩素の測定結果について報告を受けている。簡易専用水道については登録検査機関の通報制度を継続している。小規模給水施設に関して、希望する施設に対する立入調査時に、残留塩素の測定を行っている。
	局所管	特定建築物では、立入検査時に残留塩素濃度を測定するとともに、貯水槽の水の回転数を毎回調査している。その他、簡易専用水道、特定小規模貯水槽水道等の立入検査時に、残留塩素濃度を測定し、残留塩素濃度が基準値を下回る場合等は、原因追求の中で、貯水槽内の水の回転数等を調査している。*問2に同じ。
	局所管	特定建築物のみが対象となるが、使用水量を把握して、受水槽の回数を算出している。同時に残留塩素を測定し、簡易的ではあるが水質の状態を把握している。
	局所管	・水道法、都貯水槽条例に基づき、立入検査・調査を実施 ・貯水槽の外観・構造検査、貯水槽内部点検、設備管理状況 ・末端給水栓の簡易水質検査(臭気、味、色、濁度、色度、残留塩素) ・帳簿書類確認(清掃、定期点検、水質検査、外観検査、残留塩素測定)
	局所管	滞留水を目的としての体系だった調査は行っていないが、通常の立入検査や定期報告等により、概ねの状況は把握している。
	局所管	・水道法、東京都条例に基づく立入検査・立入調査を定期的実施。 ・上記検査(調査)時に給水末端における残留塩素濃度測定等を実施。 ・上記検査(調査)時に貯水槽清掃記録、水質検査結果等を確認。
	局所管	ビル管や専用水道等の通常の立入検査時に把握
2の回答について	市所管	特定建築物について、立入検査時に1日当たり使用水量から受水槽回転数を把握している。専用水道について、水道月報の月間使用水量から受水槽回転数を把握している。また、旅館・興行場等の環境衛生営業施設については、施設監視指導時に、残留塩素濃度等を確認し、濃度が著しく低い場合には原因究明し、滞留によるもの場合は指導を行っている。簡易専用水道については、水道法第32条の2の登録機関より、塩素未検出施設の通報があった場合に調査を実施している。また、貯水槽水道利用者からの水質悪化等の相談を受けた際に
	特別区所管	積極的な調査は行っていないが苦情相談等で保健所に調査の要請があった場合は調査を行っている。調査内容は残留塩素の確認、使用水量及び受水槽の回転数の調査、末端での水の状況等である。
	特別区所管	相談等により個別事例については把握している。
	特別区所管	特定建築物の貯水槽については特定建築物立ち入り時に検査・指導を実施しており、実態を把握している。
	局所管	各施設の衛生管理については、各法令や都条例に基づき、立入検査(特定建築物、専用水道)の実施や報告書の提出(簡易専用水道、小規模貯水槽水道等)により、ある程度把握しています。ただし『滞留による水質悪化』という点に関しては、貯水槽の規模等により対応が異なります。立入検査を行う施設については、設備検査で実際に貯水槽の状況を確認するので、残留塩素濃度や回転数(滞留の有無)の確認も行い、回転数が低い場合には指導も行います。その他の施設については、貯水槽の回転数、残留塩素の状況は一切不明です。また水質悪化に関連する調査は特に行っていません。*問2も同じ。
市所管	個々の施設について、立入検査、苦情相談などで残留塩素低下等の異常があれば、当該施設の状況を調査する。	
回答なしについて	局所管	統一的な調査は行っていないが、個別の立入検査等において、残留塩素濃度や貯水槽の回転数等を確認している。

(問2)この問題に関し、何らかの指導を始めておられますか。		
1 始めている	14(53.8%)	特別区所管保健所7、福祉保健局所管保健所6、市所管保健所1
2 始めていない	11(42.3%)	特別区所管保健所9、福祉保健局所管保健所1、市所管保健所1
回答なし	1(3.8%)	福祉保健局所管保健所1
1の回答について	特別区所管	貯水槽の回転数が適正な回転数になるよう容量の見直し等
	特別区所管	水の使用量低下により、残留塩素が低下している施設については、適切な容量への貯水槽の更新、水位を下げての使用、水位制御装置の設置、水をしばらく流してからの飲用開始、直結給水の助言を行っている。
	特別区所管	貯水槽水位の調整及び直結給水化を指導している。
	特別区所管	施設から貯水槽の水の停滞が原因と思われる相談時には『有効容量を減少させる対策を施す』等、助言・指導を行っている。また、検査機関からの通報に対して現場確認を行い、必要に応じた指導を行っている。
	特別区所管	区報やホームページで案内し、貯水槽経由の家庭の水を保健所窓口にて持参してもらい、残留塩素、色度、濁度について簡易測定をし、結果に応じた指導、助言をしている。
	特別区所管	・新築物件について「目黒区建築物の衛生的環境確保に関する指導要綱」により設計時において貯水槽容量の適正化を指導及び直結化の推奨 ・既設のものについては貯水槽の水位を下げる(有効容量の適正化)等の対策により水の回転数をあげるよう指導。また、貯水槽を設けない
	特別区所管	特定建築物の立入検査の際に、滞留水による水質悪化について説明し、適切な管理を行うよう、注意指導している。
	局所管	残留塩素が基準値ぎりぎりの場合は、有効容量を減らす等の指導を行っている。
	局所管	・使用人数に対する一日の使用量を確認し、滞留による末端残留塩素の低下があれば、貯水容量を少なくするなどの指導助言を行っている。 ・学校などで未使用期間(夏休み等)がある場合には、使用直前の清掃実施などを助言している。
	局所管	簡易専用水道等の調査時に滞留水等、問題が認められた場合、個別に原因調査及び改善に向けた指導を行っている。
	局所管	・水の滞留による水質悪化の問題が生じていることが確認された場合は、状況に応じ、給水停止、貯水槽清掃、水質検査の実施等について施設所有者・管理者に指導・助言を行う。 ・根本的解決として貯水槽有効容量の変更や増圧直結等への切り替え等について助言を行う場合もある。
局所管	問1で問題が明らかな場合、その都度指導	
市所管	特定建築物と専用水道については、施設設計時に図面の審査を行うので、その際に受水槽等が適正な容量等、適切な構造となるよう指導を行っている。また、立入検査等で、受水槽回転数の著しい低下や死水構造等が発見された場合は、改善指導を行っている。	
2の回答について	特別区所管	全体的な指導は行っていないが、問1にあったような相談事例においては、受水槽の水位の調整など、水の停滞対策を指導している。
特別区所管	相談等により個別事例について指導している。	
回答なしについて	局所管	・相談があれば、直結給水方式への変更等を助言。 ・小規模貯水槽水道の衛生管理の普及啓発において、都水道局の直結給水関係リーフレットも使用している。