

201330003A

厚生労働科学研究費補助金
健康安全・危機管理対策総合研究事業

平成 25 年度 総括・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

研究代表者 早川哲夫

平成 26(2014)年 3 月

目 次

- I. 総括研究報告書
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 ……………3
早川哲夫

- II. 分担研究報告書
 - 1. 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 …………… 11
(従属栄養細菌の菌種同定と病原性に関する調査研究)
古畑勝則

 - 2. 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) …………… 17
奥村明雄

- III. 研究報告書
 - 1. 貯水槽の衛生管理と細菌学的検討、特に従属栄養細菌の存在状況について …… 25
一般財団法人 東京顕微鏡院 伊藤 武

I. 総括研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）

総括研究報告書

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

研究代表者 早川哲夫 麻布大学教授

研究要旨 最終年度（3年目）は従属栄養細菌の実態について、さらに調査個所を拡大し、研究を継続するとともに、滞留時間の調整や残留塩素濃度の制御をはじめとする装置の改善による滞留の改善方法について研究し、これまでの成果を踏まえ、行政による指導のための考え方についてまとめた。

研究分担者

古畑 勝則 麻布大学 生命・環境科学部
教授

奥村明雄 一般社団法人全国給水衛生検査
協会会長

B 研究方法

研究は3人の研究者のもとに日本給水タ
ンク工業会、全国給水衛生検査協会、東京
都衛生局、東京都水道局からの専門家によ
る委員会を設けて研究する。

A 研究目的

貯水槽内の水が滞留する事例が増加して
いる。これは、残留塩素減少の原因となり、
貯水槽水中に存在する細菌や原虫などの増
加を引き起こす。貯水槽管理については、
半日分程度の滞留を前提にしていたため、
これまで長期滞留に伴う細菌増殖が問題を
引き起こすリスクについては考慮されてこ
なかつた。本研究では、実プラントでの調
査やモデル貯水槽を用いて、長期滞留に伴
うリスクの実態とメカニズムを明らかにす
るとともに、貯水槽の設備、装置の改善に
よる適切な管理システムの構築を研究し、
行政としてどのように指導していくべきか
の指針策定を行おうとするものである。

研究の基本的考え方

この研究の問題意識は以下のとおりである。

（1）人口の高齢化や社会環境の変化に伴
い、水の使用量が減少し、貯水槽内の水の
実際の滞留が計画時と比べ増加する傾向が
あるか否かについて検討すること

（2）水の滞留により、高齢者等弱者に影
響を与える可能性のある微生物が増加する
ことがあるか否かについて検討すること。
これにより、健康上の問題が生ずるのでは
ないかについて検討すること

（3）上記の検討を踏まえ、健康上の問題
の発生を防止する観点から、貯水槽内の水
量を調整し、滞留時間の増加を抑制する方
策、特に簡便で、行政的に対応可能な方策

があるかどうかについて検討すること
(倫理面への配慮) 特になし

C 研究結果

C-1 平成 25 年度の研究概要

平成 25 年度は、全国的に実プラント調査を行うことにより、従属栄養細菌実態と本菌による易感染者に対するリスクを評価した。また装置の改善による滞留の改善方法について検討した。最終的にこれまでにえられた成果に基づき、行政による指導のための指針策定に関する研究を行った。

貯水槽水道はそのすべてが適切に管理されているわけではなく、一定規模以上のもののみが水道法で管理が義務付けられているだけである。その検査は年に 1 回行えばよく、検査内容には、滞留時間は含まれてはいない。滞留時間が長くなった場合には、塩素を追加添加することによって対処している例があるが、塩素に対して耐性のある細菌の不活化は困難である。現在の管理者の意識向上策を継続するとともに、費用負担をできる限り少なくし、技術レベルの現状も踏まえながら、装置の改善を行い、滞留を改善するため、衛生行政担当者が利用できる指導の在り方を取りまとめた。

C-2 東京および京都における水の滞留の長期化の実態と細菌増殖の実態について 実態調査結果

東京においては(一財)東京顕微鏡院が実施した。

東京における調査結果は以下のとおりである。

実施設の貯水槽の衛生管理状況と従属栄

養細菌の存在状況

(1) 貯水槽水の回転数と従属栄養細菌(表 8)

貯水槽に長期間水が滞留することにより従属栄養細菌数が増加することが想定されたが、回転数が 1 未満であっても従属栄養細菌数は 12 件中 10 件が 10 個以下であって、回転数が低い場合でも特にこれらの細菌数が高いとは云えないが、傾向としては回転数が高い場合は菌数が少ない傾向であった。

(2) 残留塩素濃度と従属栄養細菌(表 9)

対象とした貯水槽水の残留塩素濃度は 8 件が 0.1mg/l、32 件が 0.2mg/l、63 件が 0.3mg/l、7 件が 0.4mg/l であった。残留塩素濃度が高い 0.4mg/l の場合 7 例中 1 例は従属栄養細菌数が 12,000 個/ml であったが、他の 6 例は 100 個以下/ml であったし、残留塩素が 0.1~0.2mg/l の 40 例中 13 例は従属栄養細菌数が 101 個以上/ml の高い菌数であった。

(3) 調査時の水温と従属栄養細菌

調査時の水温が低い場合は概して従属栄養細菌数が低い傾向が伺えられた。ただし、水温が高い 26-30℃であっても低い菌数も認められた。(表 10)

その他貯水槽の建築年次、有効容量、清掃日と従属栄養細菌についても調査したが、特に関連性は認めなかった。

京都においては(社)京都微生物研究所が平成 25 年 9 月 30 日~10 月 26 日に 30 施設を対象に実施した。

滞留時間は 0.4 日から 0.6 日が標準とされているが、0.6 日以下の滞留時間であるものはわずか 2 施設に過ぎず(高齢者施設 1 施

設と大学1施設) そのほかの28施設は滞留時間が長期化(または不明)していた。

また細菌試験の結果ではすべての施設で、一般細菌および大腸菌は検出されなかったが、従属栄養細菌については大学施設のすべて(4施設)、学校施設では6施設のうち2施設、共同住宅15、興行所1、事務所3については19施設すべてで従属栄養細菌が検出されていることが分かった。(最大は1ml中10000 cfuであった)

C-4-2 従属栄養細菌の菌種同定と病原性について

平成24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調査した。

いずれの株も塩素抵抗性が強く、No.12以外はグラム陰性菌であり、滅菌水道水中でも良好に増殖した。

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、塩素が消失した状態では容易に増殖することが推察された。

C-3 従属栄養細菌の水道水中での消長と塩素抵抗性

検体番号	菌種	塩素抵抗性		滅菌水道水中での増殖
		99.9%	mg・min/l	初期菌数 --- 4日目菌数 (CFU/ml)
2	Methylobacterium populi		3.84	1,000 --- 270,000
3	Pseudomonas putida		2.16	1,000 --- 830,000
4	Mucilaginibacter rigui		0.04	1,000 --- 30,000
12	Staphylococcus hominis		0.17	×
17	Methylobacterium radiotolerans		0.72	1,000 --- 250,000
18	Acinetobacter calcoaceticus		0.66	1,000 --- 870,000
19	Methylobacterium oryzae		18.3	1,000 --- 400,000
20	Acinetobacter calcoaceticus		0.23	1,000 --- 2,400,000
21	Brevundimonas aurantica		0.27	1,000 --- 13,000 (1日目) その後減少
22	Methylobacterium aquaticum		9.68	1,000 --- 400,000
23	Sphingomonas hankookensis		0.13	1,000 --- 11,000 (1日目) その後減少
24	Sphingomonas hankookensis		0.1	1,000 --- 520,000
25	Pseudomonas jessenii/morariensis		0.22	1,000 --- 100,000
26	Brerundimonas resicularis		0.3	1,000 --- 63,000

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 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

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-5 平成 25 年度は、前 2 年に続き、具体的な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 J I S 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

D 今年度の研究の結果に及び評価について

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きなところ、水の利用量の大ききなところでは、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。

E 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-1 全体の結論

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に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、考え方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

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明らかにした。

A 研究目的

平成 25 年度は東京都と京都府において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

24 年度と同様、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、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

分離株 30 株の同定結果を表 1 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は多かったが、地域別の顕著な差は認められなかった。

2. 文献検索

同定できた菌種に関する臨床分離例はほとんどなく、昨年同様、*Methylobacterium radiotolerans*、*Acinetobacter calcoaceticus*、

Brevundimonas vesicularis に関する臨床分離例に限られた。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。分離地域による菌種の顕著な傾向は認められなかった。

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

2. 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

貯水槽水道の滞留時間を調整し、残留塩素濃度をコントロールすることにより、貯水槽水中の細菌増殖により健康リスクを抑えるための方策を検討するとともに、行政による貯水槽水道設置者に対する指導のための考え方についてまとめた。

A 研究目的

貯水槽水道の滞留時間を調整し、残留塩素濃度をコントロールすることにより、貯水槽水中の細菌増殖により健康リスクを抑えるための方策を検討するとともに、行政による貯水槽水道設置者に対する指導指針の在りかたについて研究する。

B 研究方法

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。

（倫理面への配慮）

C 研究結果

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。

2 平成25年度研究の考え方

平成25年度は、24年度に続き、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、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。小委員会では、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。

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。

ヒアリング結果の概要は、以下に示すとおりである。

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 平成25年度の研究の結果に及び評価について

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きところ、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。

D, E 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。

(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、湯水<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ー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。かなりな費用がかかる。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)

- ・ 100万円程度と思われる。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。

自動的に水電解するので、薬品入らない。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回のメーカ点検を希望。5年～8年に1回程度、電極の更新を計画