

検体番号	検査日	施設	一般生菌数	大腸菌(定性)	従属栄養細菌	水温	気温	残留塩素	貯水槽の回転数
TW0011	3月6日	飲食店	0	-	19	10.6	13	0.2	-
TW0012	3月6日	飲食店	1	-	41	15.8	21	0.2	-
TW0013	3月6日	飲食店	1	-	54	11.9	18.3	0.2	-
TW0014	3月7日	飲食店	0	-	0	9.3	12	0.3	-
TW0015	3月7日	飲食店	5	-	9	10.6	16	0.3	1
TW0016	3月7日	飲食店	0	-	132	10.8	16	0.3	3.63
TW0017	3月7日	飲食店	0	-	7	11.3	16	0.3	4.83
TW0018	3月7日	飲食店	0	-	131	10.1	13	0.3	1.62
TW0019	3月7日	飲食店	0	-	2	9	14	0.3	1.5
TW0020	3月9日	飲食店	0	-	10	9.6	9.1	0.3	0.9
TW0021	3月9日	飲食店	4.2×10	-	6500	9.2	8.6	0.2	1.11
TW0022	3月9日	飲食店	4	-	66	10.1	8.9	0.2	1
TW0023	3月9日	飲食店	0	-	31	8.7	7.3	0.2	0.88
TW0024	3月9日	飲食店	0	-	4600	8	6	0.3	0.87
TW0025	3月14日	飲食店	0	-	30	11.4	11.6	0.2	1.1

検体番号	検査日	施設	一般生菌数	大腸菌(定性)	従属栄養細菌	水温	気温	残留塩素	貯水槽の回転数
TW0026	3月14日	飲食店	0	-	0	8.8	10.1	0.3	0.87
TW0027	3月17日	飲食店	0	-		9.3	11.7	0.2	
TW0028	3月17日	飲食店	0	-		9.7	13.2	0.3	
TW0029	3月17日	学校	0	-		10.9	9	0.3	
TW0030	3月19日	飲食店	1	-		10.7	10.9	0.3	
TW0031	3月19日	飲食店	1	-		9.8	12.3	0.3	
TW0032	3月19日	飲食店	0	-		9.1	8.7	0.3	
TW0033									
TW0034									
TW0035									
TW0036									
TW0037									
TW0038									
TW0039									
TW0040									

TW0041									
TW0042									
TW0043									
TW0044									

4 結果・考察・今後の方向

1 東京都貯水槽水道調査

(1) ビル建設時の設計水量

設計水量の平均値は 68.5 ± 15.9 L/人・日、飲用と雑用の割合は 30:70~40:60 であった。設計水量はビルの規模に関係無く、60L/人・日もしくは 80L/人・日を想定しているビルが 14 件(70%)であった。

(2) 飲用系受水槽の回転数

回転数は一日の平均使用水量を受水槽の有効容量で除して算出した。平均値は 1.3 ± 1.1 回/日であった。東京都では、給水設備の設計時に回転数を 1.7~2.5 回/日とするように指導しているが、これを下回る 1.5 回/日未満のビルが 124 件(73%)であった。

(3) 使用水量及び飲用と雑用の使用割合

使用用途別の使用水量の平均値等は以下のとおりである。延べ床面積は平均で 32,086 m²、在籍人数は平均で 1,363 人であった。

①使用水量(飲用+雑用)

「手洗い・洗面、トイレ洗浄、散水、加湿、その他(清掃・修景等)」に使用される水量の平均値は 50.0 ± 22.2 L/人・日で、50 L/人・日未満のビルが半数以上であった(図 2)。

②飲用系の使用水量

「手洗い・洗面、散水、加湿、その他」に使用される水量は、平均値で 12.6 ± 6.5 L/人・日であり、10 L/人・日未満のビルが半数近くあった。

③雑用系の使用水量

「トイレ洗浄(一部、散水を含む)」に使用される水量は平均で 33.6 ± 14.0 L/人・日であった。

④飲用と雑用の使用割合

飲用と雑用の使用水量が把握可能な 20 件のビルにおいて、飲用と雑用の割合は 47:53 ~11:89 であり、平均は 21:79 であった。便覧では、飲用系は 30~40%、雑用系は 60~70% となっているが、実際には飲用系の割合が 20%程度であった。

・考察

(1) ビルの建設時において、一人当たりの使用水量は平均 68.5 ± 15.9 L/人・日で設計されていた。この値は便覧記載の 60~100 L/人・日に近い値であり、厨房や冷却塔を除く使用水量の実態 50.0 ± 22.2 L/人・日とは約 20 L/人・日の差がある。したがって、建設時の設計

水量を現状よりも少ない算定としなければ、竣工後に受水槽の容量が過大となることが明確になった。

(2) 飲用系受水槽の回転数は、調査したビルの約 7 割で 1.5 回/日を下回っており、受水槽の容量が過大となっていた。十分な残留塩素を確保し、衛生的で安全な水を供給するためには、有効容量を減少させる等の対応が必要である。

(3) 使用水量(飲用+雑用)の平均値は 50.0 ± 22.2 L/人・日、50 L/人・日未満のビルは 56 件(59%)だった。便覧記載の 60~100 L/人・日と比較すると、使用される水量が非常に少なくなっている。また、飲用系の割合も約 20%に減少していた。

(4) 東京都では、平成 15 年度にも同様の調査を実施しているが、今回の調査でも飲料水の使用水量が減少していることが明確になった。使用水量の実態は設計値を下回っており、適正な容量の受水槽を設置することで、水槽内の停滞水を低減させ、末端水栓において残留塩素濃度を確保することができるものと考えている。

(5) 今回の調査は、事務所用途のみを対象としたものであるため、ホテル、映画館などの状況は不明である。また、集合住宅など貯水槽水道の大部分を占める用途についての実態は、本法による検査対象となっていないため、検針データ等の解析からでしか把握することが出来ない。適正な貯水槽設置と衛生的な有効容量を維持するためには、今後、集合住宅における 1 世帯あるいは居住者 1 人あたりの水道使用量の実態調査が、不可欠と思われる。

2 貯水槽水道の管理に関する自治体アンケート

アンケート調査を踏まえた当面のまとめ

- (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。

3 従属栄養細菌に関する文献調査

これらの文献から、残留塩素が存在する水道水中において、グラム陽性菌では *Micrococcus* spp. や *Staphylococcus* spp.、*Mycobacterium* spp. など、グラム陰性菌では、*Sphingomonas* spp. (*Blastomonas* spp.、*Erythromonas* spp.)、*Methylobacterium* spp.、

Pseudomonas spp. など多種類の従属栄養細菌が生息していることが明らかになった。

これらの菌種は、貧栄養細菌が多いことから、水道水中での増殖は可能であると考えられる。したがって、水道水の滞留などにより残留塩素が消失した場合には、これらの従属栄養細菌が増殖する可能性が考えられた。

4 貯水槽水道中での従属細菌に関する基礎調査

貯水槽に水道水が滞留することにより飲料水に汚染している従属栄養細菌が増殖するリスクが推察されているが、使用されている貯水槽での実態調査がないことからモデル実験と実地調査を行った。特に従属栄養細菌の汚染菌量と滞留時間や残留塩素濃度などとの関わりについて調査した。

1. モデル実験における従属栄養細菌の汚染菌量は 10cfu/10ml 以下であり、経日的に検討したが、従属栄養細菌の増殖は認められなかった。ただし、実験が 1 月の冬季であったことから、水温が 10℃前後であり、長期間の観察でも菌の増殖が認められなかったと推察される。今後は気温の高い夏季や秋季での検討が必要であろう。

2. 実地調査では貯水槽 31 件中 29 件 (93.5%) から従属栄養細菌が検出され、本菌は飲料水に広く汚染していると判断された。ただし、汚染菌量は 86.2% が 100cfu/10ml 以下の少数菌であった。

実地調査も冬季であったことから気温の高い夏季での調査が必要である。また、調査対象が飲食店に偏っており、今後は集合住宅や感染症に抵抗性の低い高齢者施設、病院などを対象とすべきである。

3. 貯水槽の一日の回転数と従属栄養細菌数とは明確な成績が得られていないので、さらに調査数を増やして検討すべきであろう。

4. 検出された従属栄養細菌はグラム陰性の桿菌が 65%、グラム陽性桿菌が 29%、少数のグラム陽性球菌で、グラム陰性球菌は検出されなかった。これらの菌については生化学的性状試験を実施したが、生物活性が低く分類することができなかった。今後は 16S r DNA 塩基配列などの遺伝子による菌属や菌種の解析が必要である

5. 検出された従属栄養細菌の各種温度条件での増殖態度や塩素抵抗性についての詳細な実験が従属栄養細菌のリスク評価の基礎的資料の提供となろう。

5 今後の研究の方向

平成 24 年度は、貯水槽中の滞留時間が長期化することに伴う水質悪化によって引き起こされる衛生上の問題点について、実プラントを対象に調査し、研究する。特に、貯水槽中に存在する、従属栄養細菌の実態について調査するとともに、易感染者に対するリスク増大について研究する。平成 25 年度は装置の改善による滞留の改善方法、行政による指導指針

の策定に関する研究を行う。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。最後に、現在の管理者の意識を前提に、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指針の案を策定する。

