

遊泳用プール水の水質調査—平成 15 年度—

有賀孝成^{*}, 川本厚子^{*}, 押田裕子^{*}, 岡本寛^{*}, 岩谷美枝^{**},
楠くみ子^{**}, 石上武^{**}, 安田和男^{***}

Survey of Water Quality Associated with Swimming Pool Water (2003.4-2004.3)

Takanari ARIGA^{*}, Atsuko KAWAMOTO^{*}, Hiroko OSHIDA^{*}, Yutaka OKAMOTO^{*}, Mie IWAYA^{**},
Kumiko KUSUNOKI^{**}, Takeshi ISHIKAMI^{**} and Kazuo YASUDA^{***}

Keywords: 遊泳用プール swimming pool, 採暖槽 warmth bath, 過マンガン酸カリウム消費量 potassium permanganate consumed, 全有機炭素 total organic carbon, 濁度 turbidity, 遊離残留塩素 free chlorine, レジオネラ属菌 *Legionella* species, 大腸菌群 coliforms, 一般細菌 standard plate count

緒言

遊泳用プールは幼児から高齢者まで幅広い人々が生活に密着した身近な施設の一つとして利用している。そして、競技用ばかりでなく健康を維持、増進するために、あるいはレジャーを目的とする等、その利用形態も多様化している。このように、不特定多数の人々が様々な目的で利用するプールは利用者にとって快適であると同時に衛生学的な安全性が確保されている必要がある。プール水の水質は水処理装置の性能や管理技術の向上等により徐々に改善されてはいるが、水質基準で不適合となるプールも毎年見られる。

平成 15 年の東京都における咽頭結膜熱（プール熱）の患者数は例年の 2 倍を超え、平成 16 年は更にこれを上回る状況にある¹⁾。一方、水を循環ろ過しながら使用している公衆浴場の浴槽水からはレジオネラ属菌が検出されており、これに起因する症例も報告されている²⁾。

東京都は平成 16 年 3 月、プール等取締条例の一部を改正し、新たにレジオネラ属菌の基準を定めると共に、今まで規制の対象外となっていた 50 m³ 未満の貯水槽にも水質基準を適用することとした³⁾。また、50 m³ 以上の貯水槽を有する施設（許可プール）を対象とする定期的な監視指導と併せて、施設管理者に対するプールの衛生管理に関する講習会の開催や日常の相談業務を通して、プール水に起因する疾病発生の防止に努めている。

本報では平成 15 年度に実施した許可プールの一斉監視指導の一環として行った水質調査の成績についてその概要を報告する。

調査方法

1. 調査対象及び期間

東京都多摩地区に立地する許可プールを調査対象とした。調査は平成 15 年 7 月 22 日～8 月 2 日の間（夏期）及び平成 16 年 2 月 3 日～15 日の間（冬期）の 2 回実施した。夏期調査では屋内プール 141 施設の 167 プールと 57 施設の採暖槽 66 件及び屋外プール 69 施設の 117 プールを対象とした。また、冬期調査では屋内プール 137 施設、165 プールを対象とした。

2. 試料

試料は貯水槽の容量にかかわらず施設内のすべてのプール及び採暖槽から採水した。容量が 50 m³ 以上のプールは対角線上の 2 箇所のコーナーから採水した。また、採暖槽や幼児用プール等、小規模なものは中央付近の 1 箇所から採水した。

3. 測定項目及び方法

1) プール水の pH 値（比色法）、濁度（粒子数計測法）、過マンガン酸カリウム消費量（KMnO₄消費量、酸性法）、塩素イオン（モール法）、遊離残留塩素（DPD 法）の測定、大腸菌群（LB-BGLB 法）及び一般細菌（標準寒天培地法）試験は上水試験方法に従った⁴⁾。また、レジオネラ属菌（ろ過濃縮法）は試料 1 L を用い、レジオネラ症防止指針に従って検査した^{5,6)}。

2) 全有機炭素（TOC）は試料 10 mL に 2 mol/L 塩酸 0.075 mL を加え、高純度空気を 100～150 mL/min の流量で 10

* 東京都健康安全研究センター多摩支所理化学研究科 190-0023 東京都立川市柴崎町 3-16-25

* Tama Branch Laboratory, Tokyo Metropolitan Institute of Public Health
3-16-25, Shibasaki-cho, Tachikawa, Tokyo 190-0023 Japan

** 東京都健康安全研究センター多摩支所微生物研究科

*** 東京都健康安全研究センター食品化学部

分間曝気した後、全炭素 (TC) を測定した。

3) 空気中の二酸化炭素は CO・CO₂ インジケーター (CMCD-10p 型, ガステック), 照度は LUX メーター (ANA-F9 型, 東京光電) を用いて水質試料の採水地点付近の 2 箇所で測定した。

4. 装置

- 1) 濁度計: MILPA-TM 型 (ミクニ器械)
- 2) TOC 分析装置: TOC-500 型 (島津製作所), ASI-502 型自動試料注入装置 (島津製作所)

結果及び考察

1. 施設の概要

屋内プールは夏期 141 施設, 冬期 137 施設を調査した。このうち約 4 割の 57 施設では採暖槽が設けられていた。男女別に, あるいはマッサージプール, プロワージェットバス等と称して 2 槽の採暖槽を有する施設も 9 施設あった。また, 22 施設では複数のプールがあり, 17 施設ではサブプールや幼児用の小プール等, 2 槽を備えていた。その他, 流水プール, 飛び込み用や歩行用プール等, 3~4 槽を備えた施設も 5 施設あった。経営形態別では私営のスイミングスクール等が約 60 % , 都や市町の経営するものが 20 % , 幼稚園, 大学等の学校関係が 10 % 等であった。なお, 採暖槽は遊泳者が冷えた身体を暖める等, 遊泳用プールとはその目的が異なり, 水質にも明らかな相違が見られたため本報では遊泳用プールと採暖槽とを区分して考察することとした。

開設期間が夏期に限定される屋外プールは 69 施設を調査した。このうち約 70 % は国や市町が地域の住民を対象に運営するものであり, 5 % は私営の大規模施設であった。その他では企業の福利厚生施設及び国や都の各種施設内に併設されたものがそれぞれ 10 % 等であった。幼児用プール等, 2 槽のプールを備えたところが 16 施設, 更に, 流水プール, スライダープール等を加えた 3 槽以上の施設が 13 施設あった。また, 採暖槽を備える施設も少数あったが本報では除外した。

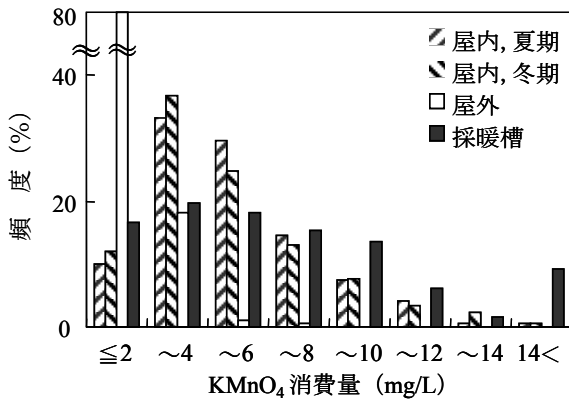
2. 室内環境の測定結果

室内環境測定及び水質試験の成績を表 1 に示した。それぞれの検査項目について都条例の基準値に照らしながら, 主に中央値を用いて比較検討した。

屋内プールの室温は夏期では 29.5 , 冬期では 28.3 であった。また, プール水の水温は夏期 30.5 , 冬期 30.2 であった。室温及び水温は共に夏期がやや高い程度であり, 夏期と冬期の値に大きな違いはなかった。採暖槽の室温は 30.0 であり, 屋内プールの室温とほとんど同じであった。また, 水温は 37.4 とプール水より 7 程度高い値であった。屋外プールの水温は 24.6 であり屋内プールに比較して 6 程度低い値であった。

表 1. 室内環境測定及び水質試験の成績

検査項目	試料数	最小値 ~ 最大値	中央値
室 温 (°C)			
屋 内 (夏期)	160	23.0 ~ 37.2	29.5
屋 内 (冬期)	164	19.3 ~ 38.5	28.3
採暖槽 (夏期)	61	24.3 ~ 37.4	30.0
水 温 (°C)			
屋 内 (夏期)	322	26.0 ~ 33.5	30.5
屋 内 (冬期)	316	22.0 ~ 35.2	30.2
屋 外 (夏期)	211	20.0 ~ 30.8	24.6
採暖槽 (夏期)	66	30.8 ~ 40.5	37.4
照 度 (lx)			
屋 内 (夏期)	299	42 ~ 10,100	420
屋 内 (冬期)	307	30 ~ 12,800	540
採暖槽 (夏期)	55	43 ~ 3,600	380
二酸化炭素 (%)			
屋 内 (夏期)	310	0.033 ~ 0.330	0.070
屋 内 (冬期)	306	0.030 ~ 0.214	0.057
採暖槽 (夏期)	54	0.039 ~ 0.135	0.071
pH 値			
屋 内 (夏期)	322	5.8 ~ 8.2	7.5
屋 内 (冬期)	316	6.0 ~ 8.1	7.5
屋 外 (夏期)	211	6.6 ~ 8.4	7.5
採暖槽 (夏期)	66	6.9 ~ 8.4	7.7
濁 度 (度)			
屋 内 (夏期)	322	<0.01 ~ 1.69	0.12
屋 内 (冬期)	316	<0.01 ~ 0.69	0.07
屋 外 (夏期)	211	<0.01 ~ 1.38	0.09
採暖槽 (夏期)	66	<0.01 ~ 0.56	0.14
KMnO ₄ 消費量 (mg/L)			
屋 内 (夏期)	322	0.4 ~ 16.2	4.4
屋 内 (冬期)	316	0.5 ~ 16.3	4.2
屋 外 (夏期)	211	0.1 ~ 7.1	1.2
採暖槽 (夏期)	66	0.9 ~ 18.2	5.6
TOC (mg/L)			
屋 内 (夏期)	162	1.1 ~ 33.1	4.1
屋 内 (冬期)	316	1.0 ~ 29.3	3.4
屋 外 (夏期)	118	0.7 ~ 14.3	2.2
採暖槽 (夏期)	62	0.9 ~ 18.4	4.4
塩素イオン (mg/L)			
屋 内 (夏期)	322	2.8 ~ 595	113
屋 内 (冬期)	316	7.1 ~ 564	103
屋 外 (夏期)	211	1.4 ~ 235	44.0
採暖槽 (夏期)	66	4.2 ~ 1,024	36.1
遊離残留塩素 (mg/L)			
屋 内 (夏期)	322	<0.1 ~ 2.5	0.8
屋 内 (冬期)	316	0.2 ~ 3.0	1.0
屋 外 (夏期)	211	<0.1 ~ 3.0	0.8
採暖槽 (夏期)	66	<0.1 ~ 2.5	1.0

図 1. KMnO₄消費量の分布

屋内プールの室内で照度が基準値（100 lx 以上）に満たない施設が夏期では採暖槽を含めて 9/141 施設（6.4 %）、冬期では 6/137 施設（4.4 %）あり、最も低いものはそれぞれ 42 及び 30 lx であった。また、二酸化炭素が基準値（0.15 % 以下）を超えた施設が夏期に 2 施設、冬期に 1 施設あり、最大値は 0.330 % であった。

3. 水質試験成績

1) pH 値

屋内プールの夏期、冬期及び屋外プールは共に 7.5 であり、いずれも同じ値であった。採暖槽は 7.7 であり、プール水よりやや高かった。プール水及び採暖槽共に水質基準（5.8～8.6）を超えるものはなかった。

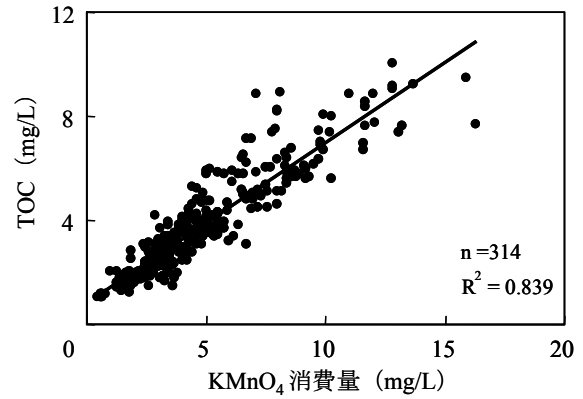
2) 濁度

厚生労働省はプール水の水質基準（2 度以下）の他に、施設基準の中で循環ろ過装置の出口における濁度を 0.5 度以下（0.1 度以下が望ましい）とする基準値を示している⁷⁾。今回の調査では各群共に 0.5 度以下が 96 % 以上を占め、ほとんどがろ過装置出口の基準値を満たしていた。0.1 度以下の割合は夏期屋内プール 42 %、冬期屋内プール 60 %、屋外プール 55 %、採暖槽 34 % であった。また、1.0 度以上は夏期屋内プールで 1.36 及び 1.69 度の 2 件、屋外プールで 1.38 度の 1 件だけであり、水質基準を超えるものはなかった。このことから、プール水及び採暖槽共に懸濁物質は十分に除去されていると考えられた。

3) KMnO₄消費量

屋内プールの夏期は 4.4 mg/L、冬期は 4.2 mg/L であり、夏期と冬期で大きな違いはなかった。基準値（12 mg/L 以下）を超えた件数は夏期 4/322 件（1.2 %）、冬期 9/316 件（2.8 %）であった。屋外プールは 0.1～7.1 mg/L（中央値 1.2 mg/L）であり、屋内プールに比較して最高値、中央値とも低かった。また、2.0 mg/L 以下が 80 % を占め、基準値を超えるものはなかった。一方、採暖槽の中央値は 5.6 mg/L であり、屋内プールより高く、基準値を超えた件数も 7/66 件（10.6 %）とプール水に比較して高率であった。

KMnO₄消費量の分布を図 1 に示した。屋内プールで KMnO₄消費量が 8 mg/L を超える比較的高い値を示したプールが夏期では 24/167 プール（14.4 %）、冬期では 27/165

図 2. KMnO₄消費量と TOC との相関関係

プール（16.4 %）あった。このうち 12 プール（7.2 %）は夏期、冬期共に 8 mg/L 以上であった。プール水の KMnO₄消費量は遊泳者数や遊泳者一人当たりの補給水量に大きく依存している⁸⁾。これら KMnO₄消費量の高かった施設では日常の水質管理に改善の余地があると考えられた。

4) TOC

屋内プールの夏期は 4.1 mg/L、冬期では 3.4 mg/L であった。このうち、夏期及び冬期でそれぞれ、33.1 mg/L 及び 29.3 mg/L の最大値を示したプールは同じプールであった。これらの成績を除くと夏期の最高値は 16.2 mg/L、冬期では 10.1 mg/L であった。また、屋外プールの中央値は 2.2 mg/L、採暖槽では 4.4 mg/L であった。各群の中央値は高い順に採暖槽、屋内プールの夏期、冬期、そして、屋外プールの順であり、KMnO₄消費量と類似した傾向であった。そこで、冬期屋内プールの検査成績を基に KMnO₄消費量、TOC 及び濁度について相互の関係を調べた。なお、ここでは TOC が異常に高い値を示した前述の成績は除外した。その結果、KMnO₄消費量と TOC との間には高い相関関係（ $n=314$, $R^2=0.839$, $p<0.01$ ）が認められ、TOC $0.62 \times$ KMnO₄消費量の関係にあった（図 2）。しかし、KMnO₄消費量と濁度との間（ $n=316$, $R^2=0.052$ ）及び TOC と濁度との間（ $n=314$, $R^2=0.033$ ）には相関関係が認められなかった。このことから、KMnO₄消費量の多くは溶解性の有機物が占めており、濁度で示される不溶性有機物の寄与率は極めて少ないと考えられた。

5) 塩素イオン

屋内プールでは夏期と冬期に大きな差はなく、中央値はそれぞれ 113 mg/L 及び 103 mg/L であった。これに対して、屋外プールでは 44.0 mg/L、採暖槽では 36.1 mg/L であり、屋内プールに比較して低いレベルであった。塩素イオンの分布を図 3 に示した。最も検出頻度が高かった濃度範囲を見ると、採暖槽では 25 mg/L 未満、屋外プールは 25～50 mg/L であったが、屋内プールでは夏期、冬期ともに 100～200 mg/L であった。塩素イオンは消毒のために投入される塩素剤が細菌や有機物等を酸化することで生成される。そして、ろ過装置で除去されることなく補給水により希釈されながらプール水に残存している。著者らの調査では塩素イオン濃度は塩素剤の投入量と補給水量に依存し

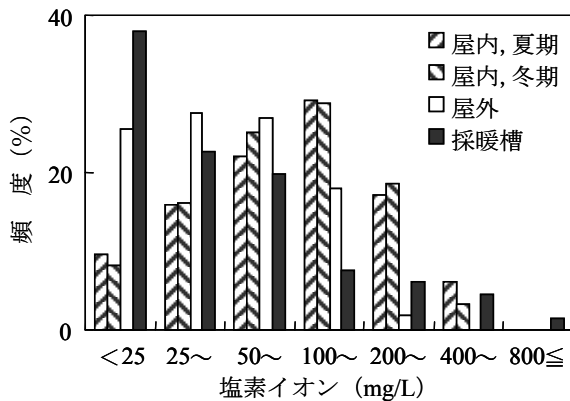


図3. 塩素イオンの分布

ており、換水後の初期段階では経過日数に比例して直線的に増加する傾向がある。屋内プールでの全換水の頻度は1年に1~2回の施設が多い。また、今回の夏期調査は屋外プールの多くが開設されて1~2週間程度経過した後に実施したものである。このため、屋外プールは屋内プールに比較して塩素剤の累積投入量が少なく、塩素イオンの蓄積量も少なかったものと考えられた。一方、採暖槽は屋外プールに比較して低く、換水後の日数は屋外プールより更に短いものと推察された。しかし、採暖槽の KMnO_4 消費量は屋外プールに比較して際だって高い値であった。そこで、採暖槽について塩素イオンと KMnO_4 消費量との関係を調べた。

塩素イオンが中央値の36.1 mg/Lより低い33件の KMnO_4 消費量は0.9~9.6 mg/L(中央値2.9 mg/L)であった。これに対して、塩素イオンが中央値より高い33件の KMnO_4 消費量は2.2~18.2 mg/L(中央値8.8 mg/L)であり、中央値で約3倍高い値であった。また、塩素イオンが100 mg/L以上であった13件の KMnO_4 消費量は更に高く2.2~18.2 mg/L(中央値14.0 mg/L)であり、このうち7件は基準値の12 mg/Lを超えていた。このように、採暖槽では塩素イオン濃度、すなわち、換水後の日数に応じて KMnO_4 消費量も高くなる傾向が見られた。採暖槽はプールに比較して容量が小さいために利用者一人当たりの水量が少ない。このため、プール水と同等の水質を維持するためにはより多くの補給水もしくは過剰能力が必要である。しかし、多くの施設で有機物の負荷量がこの処理能力を超えているため、換水の頻度を高めることでこれに対応していることが推察された。 KMnO_4 消費量の高い採暖槽では更に換水の頻度を高くする必要があると考えられた。

6) 遊離残留塩素

遊離残留塩素の検出状況を表2に示した。屋内プールで基準値(0.4 mg/L以上)に満たないものが夏期では12/322件(3.7%)、冬期では15/316件(4.7%)あった。また、屋外プールでは19/211件(9.0%)、採暖槽では6/66件(9.1%)であった。屋外プールは屋内プールに比較して0.4 mg/L未満の割合が高かった。これは屋外プールでは水面が外気に接し、直接日光に晒されるために、屋内プールに比較して遊離残留塩素が揮散しやすく、紫外線による分

解も受けやすいためと考えられた。

7) 一般細菌及び大腸菌群

遊離残留塩素の濃度別に一般細菌、大腸菌群及びレジオネラ属菌の検出状況を表2に示した。一般細菌が2 CFU/mL以上検出されたプール水は44.3~49.8%であり、プール水の各群で大きな差はなかった。最大検出菌数は夏期屋内プールで2,700 CFU/mLであった。採暖槽はプール水より検出率が高く57.6%であった。そして、10,000 CFU/mLを超えたものが3件あり、最大検出菌数も25,000 CFU/mLとプール水より1桁高い菌数が検出された。次に、遊離残留塩素の濃度別に見ると、遊離残留塩素が基準値の0.4 mg/L未満の群ではプール水及び採暖槽を合わせた全体で31/52件(59.6%)と高い割合で検出された。しかし、遊離残留塩素が基準値以上の群でも404/863件(46.8%)から検出された。これを基準値(200 CFU/mL以下)を超えたものについて見ると、遊離残留塩素が0.4 mg/L未満の群では8/52件(15.4%)であったのに対して、0.4 mg/L以上の群では14/863件(1.6%)であり、基準値を超えて検出された割合は遊離残留塩素が基準値未満の群で高かった。

大腸菌群の検出率は屋内プールの夏期11/322件(3.4%)、冬期2/316件(0.6%)、屋外プール5/211件(2.4%)であった。また、採暖槽ではプール水より高く6/66件(9.1%)であった。遊離残留塩素の濃度別では遊離残留塩素が0.4 mg/L未満の群では5/52件(9.6%)であったのに対して、0.4 mg/L以上の群では19/863件(2.2%)であり、遊離残留塩素が0.4 mg/L未満の群で検出率が高かった。

8) レジオネラ属菌

レジオネラ属菌は夏期屋内プール59件及び採暖槽66件を調査した。夏期屋内プールでは2 CFU/100mL以上検出されたものは1件もなかった。一方、採暖槽では23/66件(34.8%)から検出された。100 CFU/100mL以上が2件あり、菌数はそれぞれ、150及び1,100 CFU/100mLであった。遊離残留塩素の濃度別の検出率は0.4 mg/L未満では1/6件(16.7%)、0.4 mg/L以上では22/60件(36.7%)であった。遊離残留塩素濃度とレジオネラ属菌の検出率との間には一般細菌や大腸菌群のような明確な関係は認められなかった。そこで、レジオネラ属菌の検出状況と塩素イオンとの関係を調べた。

レジオネラ属菌が2 CFU/100mL以上検出された23件の塩素イオンは4.2~723 mg/L(中央値51.0 mg/L)であった。これに対して、レジオネラ属菌が検出されなかった43件では7.0~1,024 mg/L(中央値26.9 mg/L)であった。また、レジオネラ属菌、大腸菌群及び一般細菌のいずれも検出されなかった18件の塩素イオンは9.9~146 mg/L(中央値17.7 mg/L)と更に低い値であった。これらのことから、レジオネラ属菌の検出されなかった施設の多くは換水を頻に行っていることが推察された。しかし一方で、塩素イオンが25.0 mg/L以下の25件について見ると、一般

表 2. 遊離残留塩素と細菌の検出状況

検査項目	遊離残留塩素 (mg/L)					計
	<0.1	0.1~0.3	0.4~1.0	1.1~1.9	2.0≦	
遊離残留塩素						
屋内プール (夏期)	2 *	10	239	52	19	322
屋内プール (冬期)	0	15	208	63	30	316
屋外プール (夏期)	5	14	120	36	36	211
採暖槽 (屋内夏期)	3	3	35	12	13	66
一般細菌 (2 CFU/mL≦)						
屋内プール (夏期)	2 (100)**	7 (70.0)	119 (49.8)	19 (36.5)	5 (26.3)	152 (47.2)
屋内プール (冬期)	0	8 (53.3)	95 (45.7)	26 (41.3)	11 (36.7)	140 (44.3)
屋外プール (夏期)	3 (60.0)	7 (50.0)	63 (52.5)	15 (41.7)	17 (47.2)	105 (49.8)
採暖槽 (屋内夏期)	2 (66.7)	2 (66.7)	26 (74.3)	5 (41.7)	3 (23.1)	38 (57.6)
大腸菌群 (陽性/50mL)						
屋内プール (夏期)	1 (50.0)	1 (10.0)	5 (2.1)	4 (7.7)	0	11 (3.4)
屋内プール (冬期)	0	1 (6.6)	1 (0.5)	0	0	2 (0.6)
屋外プール (夏期)	0	1 (7.1)	3 (2.5)	0	1 (2.8)	5 (2.4)
採暖槽 (屋内夏期)	1 (33.3)	0	4 (11.4)	1 (8.3)	0	6 (9.1)
レジオネラ属菌 (2 CFU/100mL≦)						
屋内プール (夏期)***	0	0	0	0	0	0
屋内プール (冬期)	— ****	—	—	—	—	—
屋外プール (夏期)	—	—	—	—	—	—
採暖槽 (屋内夏期)	1 (33.3)	0	16 (45.7)	4 (33.3)	2 (15.4)	23 (34.8)

* 検出件数

** 検出件数, () 内は試料数に対する検出件数の割合 (%)

*** 屋内プール (夏期) のレジオネラ属菌試験は59試料について実施した

**** 未調査

細菌が半数以上の 14 件から検出されており, 大腸菌群及びレジオネラ属菌もそれぞれ 4 件から検出された。したがって, 単に換水の頻度を高めるだけでは不十分であり, 換水時には配管やろ過器の洗浄, 消毒等を確実に行うことが重要であると考えられた。

4. 水質基準で不適合となったプール及び採暖槽

東京都はプール等取締条例の一部改正により平成 16 年度から 50 m³ 未満の小プールや採暖槽等も水質基準を適用することとなった。また, 新たに, 温水を利用する場合にはレジオネラ属菌が「検出されないこと」とする基準を定めた。なお, ここでいう「検出されない」とは 10 CFU/100mL 未満のことである。今回の調査は条例が施行される前に実施したものであるが, この水質基準をすべてのプール及び採暖槽に適用して考察した。また, 容積が 50 m³ 以上のプールでは 2 箇所から採水し, それぞれの試料について試験を行っている。試料の双方または一方でも水質基準を満たさない項目があるものは水質基準不適合となる。

不適合となったプール数は合わせて 56/449 件 (12.5 %) であり, 屋内プールの不適合率は夏期が 22/167 件 (13.2 %), 冬期が 17/165 件 (10.3 %) であった。屋外プールの不適合率は屋内プールよりやや高く 17/117 件 (14.5 %) であった。これを検査項目別に見ると, 遊離残

留塩素の不適合率が最も高く, 29/449 件 (6.5 %) であった。屋内プールでは 5 % 前後であったが, 屋外プールでは 10.3 % と高かった。次に不適合率の高い項目は大腸菌群で, プール全体では 17 件 (3.8 %), そして, 一般細菌が 12 件 (2.7 %), KMnO₄ 消費量の 7 件 (1.6 %) の順であった。

採暖槽はプール水に比較して不適合率が高く 29/66 件 (43.9 %) であった。項目別ではレジオネラ属菌によるものが特に高く, 17 件 (25.8 %) であった。また, KMnO₄ 消費量及び一般細菌の不適合がそれぞれ 7 件 (10.6 %), 遊離残留塩素及び大腸菌群もそれぞれ 6 件 (9.1 %) であった。

5. 不適合項目相互の関係

夏期屋内プールと採暖槽の成績を基に不適合となった項目について相互の関係を調べた。不適合となったプールはいずれも 50 m³ 以上であり, 2 地点から採水し, 検査を行っている。一般細菌及び大腸菌群で不適合となったプールはそれぞれ, 6 及び 10 プールであった。このうち 2 地点とも不適合となったプールはそれぞれ 1 プールだけであった。そこで, 一般細菌について 2 地点の成績を比較したところ, 2 地点とも不適合となったプールではそれぞれ, 1,800 及び 2,700 CFU/mL であったが, その他のプールは 32 と 440 CFU/mL あるいは 6 と 1,000 CFU/mL であり, いずれも 1

表 3. 水質基準の項目別不適合数

検査項目	屋内プール		屋外プール	採暖槽
	夏期 (n=167)	冬期 (n=165)	夏期 (n=117)	屋内夏期 (n=66)
pH値	0	0	0	0
濁度	0	0	0	0
KMnO ₄ 消費量	2 (1.2)*	5 (3.0)	0	7 (10.6)
遊離残留塩素	8 (4.8)	9 (5.5)	12 (10.3)	6 (9.1)
一般細菌	6 (3.6)	2 (1.2)	4 (3.4)	7 (10.6)
大腸菌群	10 (6.0)	2 (1.2)	5 (4.3)	6 (9.1)
レジオネラ属菌	0 **	— ***	—	17 (25.8)
不適合数	22 (13.2)	17 (10.3)	17 (14.5)	29 (43.9)

* 不適合数, () 内は検査数に対する不適合数の割合 (%)

** 屋内プール (夏期) のレジオネラ属菌試験は59試料について実施した

*** 未調査

桁以上の差があった。このように、一般細菌及び大腸菌群は2地点の成績が一致しないプールが多かった。これに対して、KMnO₄消費量で不適合となった2プール及び遊離残留塩素の不適合8プール中4プールはいずれも両地点共に不適合であった。また、pH、濁度、塩素イオンについても2地点の成績に大きな違いはなかった。これらのことから、溶解性の有機物がその主体であるKMnO₄消費量や水に溶解している遊離残留塩素、塩素イオン等はプール水に比較的一様に分布しているが、一般細菌や大腸菌群の分布は必ずしも一様ではなく、遊泳者が持ち込むなどした不溶性の有機物と共に不均一に漂っていると考えられた。

一般細菌と大腸菌群の両方またはいずれかが不適合となったプールが14プールあった。このうち、遊離残留塩素が不適合であった8プールと重なったものは2プールのみであり、KMnO₄消費量が不適合であった2プールとは重複しなかった。また、採暖槽においても一般細菌または大腸菌群による不適合が10件あったが、このうち、遊離残留塩素の不適合6件と重なったものは3件、KMnO₄消費量の不適合7件と重なったものは1件のみであった。また、レジオネラ属菌の不適合17件と重なったものは3件であった。このように、一般細菌または大腸菌群の不適合とKMnO₄消費量や遊離残留塩素、あるいはレジオネラ属菌の不適合とは必ずしも一致しなかった。このことから、プール水及び採暖槽の衛生管理は濁度、KMnO₄消費量、あるいは遊離残留塩素の基準値を満足するだけでは不十分であると考えられた。

採暖槽の室内環境や循環ろ過方式は公衆浴場や浴槽水と類似点が多い。桶らは公衆浴場の浴槽水を調査し、レジオネラ属菌の検出率が23.8~38.9%であったことを報告している⁶⁾。今回の調査で採暖槽からのレジオネラ属菌の検出率は34.8%であり浴槽水と同じ程度であった。採暖槽を衛生的に保つためには浴槽水と同様に全換水の頻度を高めると共に、換水時には配管やろ過器の洗浄、消毒を確実にすることや常に室内の床や壁面等、施設全体を清潔に保つことが重要であると考えられた。一方、塩素剤による消毒は細菌との一定の接触時間が必要である。連続する汚染や

突発的な高濃度の汚染に対して常時不検出とすることは極めて困難であることを認識する必要がある。また、プール水や採暖槽に対する主たる汚染源は遊泳者自身であることを含めて、遊泳者の公衆衛生に対する意識、或いはマナーの向上を図ることがプールの衛生的安全性を確保する上で重要であると考えられた。

まとめ

東京都多摩地区に立地する遊泳用許可プールを対象として水質調査(夏期及び冬期)を実施し、次の結果を得た。

1) 水質基準で不適合となったプール数は屋内プールの夏期では22/167件(13.2%)、冬期では17/165件(10.3%)、屋外プールでは17/117件(14.5%)であった。検査項目別では遊離残留塩素による不適合が29/449件(6.5%)と最も高く、特に屋外プールで12/117件(10.3%)と高かった。次は大腸菌群の17/449件(3.8%)で夏期屋内プールが高く10/167件(6.0%)であった。

2) 夏期屋内プールの採暖槽では29/66件(43.9%)が不適合であった。レジオネラ属菌による不適合が特に高く17/66件(25.8%)、次いで、KMnO₄消費量と一般細菌がそれぞれ7件(10.6%)、遊離残留塩素と大腸菌群がそれぞれ6件(9.1%)であった。

3) KMnO₄消費量や遊離残留塩素は1つのプールの2地点の成績に大きな違いはなかったが、一般細菌及び大腸菌群の不適合は2地点で一致しないプールが多かった。また、一般細菌または大腸菌群の不適合とKMnO₄消費量や遊離残留塩素、あるいはレジオネラ属菌の不適合と一致したものは少数であった。

4) 採暖槽を衛生的に保つためには全換水の頻度を高める必要があり、併せて、配管や濾過器の洗浄を確実にすることや室内の床や壁面等、施設全体を清潔に保つことが重要であると考えられた。

本調査は東京都健康局地域保健部環境衛生課並びに都保健所生活衛生課と協同で実施したものである。

文 献

- 1) 東京都健康安全研究センター:感染症発生動向調査事業報告書,平成16年7月.
- 2) 国立感染症研究所,厚生労働省健康局結核感染症課:病原微生物検出情報, **24**, 27-33, 2003.
- 3) プール等取締条例,昭和50年東京都条例第2号,平成16年3月改正.
- 4) 日本水道協会:上水試験方法,2001,日本水道協会.
- 5) 厚生省生活衛生局企画課監修:新版レジオネラ症防止指針,財団法人ビル管理教育センター,平成11年.
- 6) 楠くみ子,岩谷美枝,石上武,他:東京研安研七年报, **53**, 14-19, 2002.
- 7) 遊泳用プールの衛生基準について:厚生労働省健康局長通知第774号,平成13年7月.
- 8) 有賀孝成,川本厚子,押田裕子,他:東京研安研七年报, **54**, 283-289, 2003.