

学校プールの水質状態についての一考察

佐 伯 重 幸

I 緒 言

学校プールの普及率と、児童生徒の水死率との関係は、プール普及率の高い県では水死率が低く、プール普及率の低い県では水死率が極めて高く、学校プールの増設によって児童生徒水死者の減少が期待できるといわれている。

また、最近、各種環境汚染が増大するにつれて、海岸、河川等の天然水泳場の汚染もすすみ、水泳を楽しむ場が縮小されつつある現在、学校プールの利用価値は極めて高い。

更に、一億総スポーツを目指す社会体育振興の一翼として、地域住民を対象にした学校プールの開放が促進される傾向にある。

これらのことから、今後、学校プールの普及率は一段と高まり、学校体育のみならず、社会体育の場として、体育の振興に寄与することが期待される。

プール使用によって体育的効果をあげるためには、実技指導による泳力養成とともに、プールの保健管理についての認識と、環境管理の整備を行なうことが大切である。

今回は、二つのプール、すなわち循環ろ過、消毒能力とも正常で体育主任によって管理されているプールと、循環ろ過能力は正常であるが、消毒器が故障しており、常時水泳部員によって管理されているプールについて、文部省保健体育審議会答申「学校プール管理基準」に準拠して水質状態を検査し、実態把握と環境管理整備上の具体的資料を得ることをねらいとして以下の調査を試みた。

II 調 査 方 法

調査は、N校プールで行なわれた大学生水泳実習期間中の昭和46年7月14日～18日の5日間、および昭和46年8月2日～7日（8月5日は台風のため中止）に、F校プールで行なわれた長崎市教育委員会主催親子水泳教室期間中の3日間について行なった。

第1表に示すように、N校プールは循環ろ過は正常、消毒器故障のため、ハイクロン錠投入によって消毒が行なわれた。環境管理は常時水泳部員が行ない、調査期間中も同様であった。

F校プールは循環ろ過、消毒能力とも正常で、体育主任が環境管理にあたった。

採水回数は、F校プールは入泳が9時～12時であったので、遊泳開始10分前と遊泳終了直後の2回、N校プールは入泳が10時～12時、13時～15時であったので、午前遊泳開始30分前と午前遊泳終了直後および午後遊泳終了直後の3回である。

採水は残留塩素測定のア点中層で行なった。

検査項目は、文部省保健体育審議会答申「水泳プールの管理基準」（以下文部省基準）に示された透明度、残留塩素、過マンガン酸カリウム消費量、一般細菌数、大腸菌群および参考のために加えた濁度、アンモニア性窒素である。

文部省基準に準拠した項目の検査方法は割愛する。

濁度の測定は、カオリンの懸濁液の濃度を基準とする透視比濁法³⁾によった。

第1表 検査成績, 入泳状況および管理状況

			検査成績								一般細菌数	大腸菌群(陽性管数)
			天候	水温(℃)	遊離残留塩素 (PPm)				過マンガン酸カリウム消費量(PPm)			
					A		B					
		表面	中層	表面	中層							
F 校 プ ール	8月2日 (1日目)	1	晴	32.0	0.4	0.6	0.1	0.15	6.67	2	0	
		2	晴	33.0	0.05	0.05	0.05	0.05	7.62	1	0	
	8月6日 (4日目)	1	曇	26.5	0.05 以下	0.05 以下	0.05	0.05	6.99	850	0	
		2	曇	27.3	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	6.03	21	0	
	8月7日 (5日目)	1	小雨	26.0	0.1	0.05	0.2	0.1	5.72	24	0	
		2	曇	26.5	0.1	0.1	0.2	0.2	6.32	14	0	
N 校 プ ール	7月14日 (1日目)	1	快晴	29.5	0	0	0	0	9.48	3,760	1	
		2	快晴	29.8	0	0	0	0	6.99	640	4	
		3	快晴	30.1	0.05	0.05	0.05	0.05	5.08	20	1	
	7月15日 (2日目)	1	晴	30.2	0.15	0.15	0.15	0.15	6.03	55	0	
		2	快晴	31.2	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	6.99	640	2	
		3	快晴	32.2	0.05	0.05	0.05	0.05	6.32	82	0	
	7月16日 (3日目)	1	快晴	30.4	0.05	0.05	0.05	0.05	3.81	63	0	
		2	快晴	31.4	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	5.08	133	0	
		3	快晴	32.8	0.05	0.05	0.05	0.05	4.76	62	0	
	7月17日 (4日目)	1	快晴	31.5	0	0	0	0	6.99	9,300	0	
		2	晴	32.1	0	0	0	0	4.45	19,000	2	
		3	薄曇	31.2	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	5.40	66	0	
	7月18日 (5日目)	1	雨	28.8	0.6	0.7	0.8	0.7	4.13	0	0	
		2	曇	28.3	0.2	0.2	0.2	0.2	5.40	18	0	
		3	晴	28.7	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	5.40	15	0	
文部省基準			遊離残留塩素は0.4PPm以上、1.0PPm以下であることが望ましく、すべての測定点で常時0.2PPm以上でなければならない。					12PPm以下とする。	集落数は1ml中200をこえてはならない。	10mlずつ5本培養し、その陽性管数は2本以下とする。		
備考			(1) 濁度は全測定時に1度以下であったので省略した。 (2) アンモニア性窒素(定性)は検出されなかったので省略した。 (3) 0.05PPm~10.0PPm測定範囲の残留塩素計を使用したので、0.05PPmの呈色は「10.0以上」と表示した。 (4) 測定時の表示は次による。 1~午前遊泳開始前 2~午前遊泳終了後									

入 泳 状 況			管 理 状 況					
入 泳 人 員			入泳 方法	入泳 時間	ハイ ク ハ ン 錠 投 入 状 況 (1錠 20g)	循 環 ろ 過 機 の 性 能	循 環 ろ 過 機 の 作 動 状 況	換水
指導者	学習者	保護者						
5	83	若干の泳者あるも実数は不明。	消毒槽で洗浄して入泳。	9時～12時	1日目遊泳開始前に20錠投入。	<ul style="list-style-type: none"> 循環ろ過能力正常、消毒器故障。 消毒はハイクロン投入による。 	<ul style="list-style-type: none"> 操作は水泳部員。 1日目10時30分から始動し、4日目夕まで継続作動。 4日目夕から5日目11時まで停止。 	<ul style="list-style-type: none"> 4日目終了後約10分の1量換水。 4日目終了後約3分の1量換水。
5	76							
5	68							
5	50	シャワーで洗浄して入泳。	10時～12時・13時～15時〔実習終了後水泳部員練習〕	<ul style="list-style-type: none"> 5・2・3・5日目の前夜に40錠投入。 5日目以外は午前遊泳終了後20錠投入。 25錠投入。 	<ul style="list-style-type: none"> 操作は水泳部員。 1日目10時30分から始動し、4日目夕まで継続作動。 4日目夕から5日目11時まで停止。 	<ul style="list-style-type: none"> 4日目終了後約10分の1量換水。 4日目終了後約3分の1量換水。 		
5	41							
5	35							
2	28							
2	28							

（錠数は水泳部員の報告による）

m以下の呈色は「0.05以下」と表示した。第2表では10 P P m以上

3～午後遊泳終了後

アンモニア性窒素の測定は、チルマンの変法による定性試験³⁾によった。

なお、採水各回の天候、水温についても測定調査した。

Ⅲ 調査結果および考察

両校プールの検査成績、入泳状況、管理状況および検査項目の文部省基準を第1表に示した。

(1) 透明度および濁度

両校プールとも、全測定時に濁度1度以下で、文部省基準が示す底部の白線観察は容易にでき、良好な透明度が保持された。

(2) 過マンガン酸カリウム消費量

過マンガン酸カリウム消費量は、両校プールとも全測定時に文部省基準以内で、F校プールは5.72～7.62 P P mの範囲にあって、平均6.56 P P m、N校プールは3.8～9.48 P P mの範囲、平均5.62 P P mである。これは水道法による水道水の許容量(10 P P m以下)をも下回った。

(3) 残留塩素

5分後の比色定量で結合残留塩素の呈色を調べたが、遊離残留塩素の呈色と等しく、結合残留塩素は全測定時とも認められなかった。

両校プールとも、対角線上の2点で、表面および中層の水について測定したが、0.4 P P m以上であることが望ましく、全ての測定点で常時0.2 P P m以上とする文部省基準に適合したのは、N校プール5日目午前遊泳開始前のみであった。これは、前夜循環ろ過機を停止して、ハイクロン錠を投入したことによって0.6~0.8 P P mの残留塩素が保持されたものである。

次に高い残留塩素が測定されたのは、F校プール1日目午前遊泳開始前のA点の0.4~0.6 P P mであるが、これは消毒器を作動させながらハイクロン錠が投入されていたことによると考えられる。

上記以外の測定時は、文部省基準以下の低濃度であったが、特にN校プールは、15回測定したうち、0.05 P P mかそれ以下が13回あった。

ハイクロン錠の標準使用量は、4 m²当り1錠の割合で行なうこと²⁾とされていることからすれば、450 m²のN校プールでは、112錠の投入が必要になるが、管理にあたった水泳部員の言では、ハイクロン錠を投入すると眼が痛いので泳ぎにくく、普段も少量の投入にとどめているとのことで、調査期間中も前夜40~50錠の投入が3回、投入無しが2回であり、また、5日間とも午前遊泳終了後、ハイクロン錠が投入されたが、20~25錠の投入にとどまったので、一般的に低濃度となったと考えられる。

(4) 一般細菌数

F校プールは、4日目午前遊泳開始前の測定で、一般細菌数が850であったが、前日は台風で遊泳が中止され、循環ろ過機の作動がなく、当日、採水約20分前からの循環ろ過、消毒の始動では、台風による一般細菌汚染を清浄するに至らなかったと考えられる。

他の測定時は、一般細菌数24が最多で、文部省基準に十分に適合した。このことから、台風の影響がなければ、一般細菌数は水泳教室期間中、良好な状態を保持し得たと推察される。

N校プールの残留塩素0.7 P P mが保持された5日目午前遊泳開始前、およびF校プールの残留塩素が0.6 P P mであった1日目午前遊泳開始前の一般細菌数は、0と2で、通例として0.4 P P m以上の遊離残留塩素が保持されれば、一般細菌数はほとんど0に近い²⁾といわれることと一致する。

N校プールの前夜ハイクロン錠を投入せずに循環ろ過のみ継続作動させた4日目午前遊泳開始前の一般細菌数が9,300であるのに対して、前夜ハイクロン40~50錠を投入し、循環ろ過を継続して作動させた2日目および3日目の午前遊泳開始前の一般細菌数が、それぞれ55, 63であることは、塩素消毒の有効性を如実に示している。

N校プールでは、1日目を除いて、他の測定日は、午前遊泳開始前よりも午前遊泳終了後が一般細菌数が増加しており、午前遊泳開始前後にハイクロン錠投入が必要であることを示している。

N校プールでは、5日間とも、午前遊泳終了後より、午後遊泳終了後の一般細菌数が少なく、しかも文部省基準以内である。これは午前遊泳終了後20~25錠のハイクロン投入によるもので、残留塩素は低濃度にとどまるが、20~25錠のハイクロン投入でも、濃厚汚染でない場合は一般細菌数を文部省基準以内にとどめることは一応可能であると考えられる。

(5) 大腸菌群

大腸菌群は定性法によって10mlずつ5本培養し、その陽性管数を調べたが、F校プールは全測定時とも陰性であった。

N校プールの場合、陽性管が検出されたのは、1日目午後遊泳開始後を除いて、一般細菌数が文部省基準を越えたときで、一般細菌数の増加と大腸菌群検出とは密接な関連がみられる。なお、1日目午後遊泳終了後の測定で陽性管1本が検出されたが、同日午前遊泳終了後の測定では陽性管4本が検出されており、このような大腸菌の濃厚汚染の場合は、午前遊泳終了後のハイクロン20~25錠の投入程度では、大腸菌を完全に死滅させ、洗浄なプールとすることは不可能であると考えられる。

N校プールで、大腸菌群が検出されなかったのは、前夜ハイクロン錠が投入されたときであった。また、2日目、4日目の午前遊泳開始前の測定では、大腸菌群が検出されず、両日の午前遊泳終了後、それぞれ2本の陽性管が検出されたことは、一般細菌数の場合と同様、午前遊泳開始前後にハイクロン錠投入が必要であると考えられる。

(6) アンモニア性窒素

アンモニア性窒素の測定は、チルマンの変法による定性試験³⁾によって行なったが、両校プールとも、全測定時に検出されなかった。

(7) 消毒槽

F校に付設されている消毒槽の検査成績を第2表に示す。

第2表 消毒槽検査成績

		天 候	水 温 (C)	残留塩素 (PPm)	過マンガン 酸カリ ウム消費 量(PPm)	一般細 菌数	大腸菌群 (陽性管 数)	濁 度	換 水 消 毒
8月2日 (1日目)	1	晴	26.0	10.0以上	3.81	0	0	0度	当日水道水を給水。ハイクロン投入。
	2	遊泳中に放水されたため測定できなかった。							
8月6日 (4日目)	1	曇	25.5	10.0以上	10.48	16	0	1度に近い	前々日の溜水を使用。ハイクロン投入。
	2	曇	26.1	10.0以上	22.13	0	0	1度	
8月7日 (5日目)	1	小 雨	25.5	10.0以上	5.72	1	0	0度	当日水道水を給水。ハイクロン投入。
	2	曇	26.0	10.0以上	8.89	0	0	1度に近い	

注：残留塩素，アンモニア性窒素，測定時の表示は、第1表備考による。

濁度は、当日、遊泳前に換水された1日目と5日目の午前遊泳前は、水道水使用のため0度、入泳者通過後は1度に近い濁り方であった。

上限10PPm， 下限0.05PPmの残留塩素計を使用したか、全測定時に10PPmをこえ、実数値の測定はできなかった。

消毒槽は50PPm以上の残留塩素中に下半身を浸して消毒するのがよい²⁾とされているが、遊泳終了後の測定でも10PPmを遙かに越える呈色であったので、十分に消毒の役目を果たしたと推察される。

大腸菌群は全て陰性、一般細菌数は0か0に近かった。

前々日の溜水が使われた4日目の過マンガン酸カリウム消費量は、遊泳開始前が10.48 P P m、遊泳終了後が22.13 P P mであったことから、消毒槽水の再度の使用は避けるべきであろう。

IV 総 括

二つのプール、すなわち消毒槽を付設し、循環ろ過、消毒とも正常なF校プールで開設された親子水泳教室期間中、3日間計6回の測定、および循環ろ過は正常であるが、消毒器故障のN校プールで行なわれた水泳実習期間中、5日間計15回の測定を行ない、文部省保健体育審議会答申「水泳プールの管理基準」に準拠して、その水質状態を調査検討した。両校プールの水質状態の概要は次の通りである。

F校プール；残留塩素は文部省基準より一般的に低濃度であったが、台風による汚染とみられる一般細菌数の増加例以外は、透明度、濁度、アンモニア性窒素、過マンガン酸カリウム消費量、一般細菌数、大腸菌群とも文部省基準以内で、一応良好な水質状態が保持された。これは消毒槽使用の効果と、体育主任の適切な環境管理が大きな要因であると考えられる。

N校プール；水泳部員が環境管理にあたり、消毒はハイクロン錠投入によってなされた。透明度、濁度、アンモニア性窒素、過マンガン酸カリウム消費量は文部省基準以内であったが、残留塩素の低濃度が目立ち、一般細菌数、大腸菌群とも文部省基準以内であったのは、5日間のうち2日間であった。

検査の概要は次の通りである。

(1) 0.4 P P m以上の遊離残留塩素が保持されれば、一般細菌数は0に近く、大腸菌群は陰性となるのが通例であるとされているが、今回の検査でも同様の結果を得た。

(2) 循環ろ過、消毒とも正常で、消毒槽を通過して入泳させるプールの場合は、遊離残留塩素が0.05 P P mであっても、一般細菌数、大腸菌群とも文部省基準以内であり、消毒槽の有効性は高い。

(3) 循環ろ過正常のプールで、ハイクロン錠投入によってのみ消毒する場合は、理論的根拠にもとづき、プールの実態にあった投入計画を立てて実践しなければ、良好な水質状態の保持は困難であると考えられる。

(4) 文部省基準では、残留塩素、透明度を日常検査項目とし、残留塩素はプール使用中1時間に1回以上測定することとなっているが、今回の検査結果からも、残留塩素はプールの衛生管理のバロメーターであるといえる。

最後に本研究のための検査に終始協力してくれた、本学部保健体育科学生、寺田万里子、石田知子の両君に謝意を表します。

文 献

- 1) 川畑愛義：「改稿学校環境衛生」，第一出版，昭和39年。
- 2) 小瀬洋喜他：「新水泳場管理学」，東山書房，昭和46年。
- 3) 日本水道協会：「上水試験方法」，日本水道協会，1965年版。