

都市公園の水質保全

山口大学工学部教授 中 西

弘*

1. まえがき

歴史に名高い全国の有名な神社、仏閣、お城、あるいは有名な公園には、決まって池や堀、または噴水が配置されており、水辺の美しい風景を構成している。水が風景美の重要な構成要素であることは万人の認めるところである。ところが不思議なことにその水の殆どが淀み、濁りの著しいことは奇妙といえば奇妙である。特に由緒ある庭園の池水の汚れには、気になってしかたがない。長い歴史の重みは、池水にも停滞と堆積を与え、長年のヘドロの蓄積と富栄養化の進行をもたらしている。

都市公園や庭園には池、川や噴水はつきものであるが、しかしその水には清澄なものは少なく、水質の保全が重要な関心事になってきた。このような意味もあって、[都市公園の水質保全]という表題で原稿の執筆を依頼されたが、さてその水質はというと、意外とその科学的なデータは乏しいのである。本報告は、池の浄化に関する当九州環境管理協会調査の2、3の資料の提供を受けて、改めて「都市公園の水質保全について」考えてみたものである。

2. 公園池の概況とその水質特性

ここに示す池の概況と水質特性は、福岡市

の大濠公園と海の中道海浜公園、勝盛公園(飯塚市)、および江津湖(熊本市)の例である。表1は、そのまとめである。

即ち、公園の池は、大濠公園と勝盛公園が代表的なものであり、海の中道海浜公園は動物公園という性格をもっている。また、江津湖は加勢川河川の湧水帯に築堤された人造湖であり、スケールの大きい市民の憩いの場である。これ等の公園池に共通していえることは、水深が0.5~1.5m程度の非常に浅いということである。また、池の水の滞留時間は、江津湖を除いて30~200日といった非常に長いものであり、水の交換が悪いということである。これ等の池の中で特に汚れているのは、動物公園としての海の中道海浜公園の「動物の森の池」である。勝盛公園の池は有機物と窒素、リンともに濃度が高いが、大濠公園の池は、有機物(COD)の汚れが目立っている。また、江津湖は有機物の濃度は低いが、栄養塩類、特に窒素の濃度が高いのが特徴的である。流入汚濁負荷のデータのあるのは、大濠公園、上江津湖と動物の森の池とであるが、やはり水質濃度は容積負荷や表面積負荷との関係が大きく、容積負荷や表面積負荷の極端に大きい動物の森の池の水質はよくない。また、窒素やリン負荷のほぼ等しい大濠公園と上江津湖の窒素やリンの水質もほぼ等しい。

*当協会常任理事

表2は、わが国的主要なダム、湖沼、内湾、内海の富栄養化の諸元であるが、表2と比較してみれば、表1に示すこれ等の公園の池の汚れの程度は、最も汚れている〔動物の森の池〕でも表面積負荷量や容積負荷量ではそれ程大きくはないが、水質では何れの公園の池でも最も汚れているランクにあることがわかる。

なお、公園の池の水質は、最小限として環境基準に定められている“環境保全”の水質（表3）を遵守することが要求される。

3. 公園の池の浄化対策

公園池の浄化は、その水質の改善と底泥の改善にある。底泥の改善には、そこから溶出する汚濁物質の量を減少させて水質の改善に役立てることと、堆積した底泥自体を除去することにより、池の容積を回復させることも含まれている。

池の水質の改善は、基本的には1) 池への流入負荷量の削減、2) 池への浄化用水の導入、3) 取り出し排除と入れ替え、4) 池水の直接浄化処理、5) 池水の循環処理、6) 底泥の浚渫と封じ込めの方法がある。何れの方法が効果的であるかはその池の条件によるが、それぞれの項目と手順をまとめると、表4のようになる。その方法につき、汚濁機構解析を基にした汚濁改善効果の予測と費用効果分析を行い、最も効果的な対策方法を決定する手順がとられる。

大濠公園では、浄化用水としての海水、地下水と雨水の導入、池水の凝集沈殿による循環処理、および底泥の封じ込めが提案され、底泥の封じ込めが実施された。

勝盛公園では、池水の浄化処理として水生

植物（夏季にホテイアオイ、冬季にオランダガラシ）の繁殖、収穫ゾーンの設定と曝気・噴水、および池水の循環処理として疎間接触曝気施設の設置が提案されている。

海の中道海浜公園では、動物の森池の再生に浄化用水の導入、および池水の循環処理が検討された。浄化用水の導入には地下水の利用が、池水の循環処理には凝集沈殿と砂ろ過および凝集・ろ過汚泥の処分が提案されている。

上江津湖では、環境保全事業として、自然生態系を損なわない配慮のもとでの、底泥の浚渫が提案されている。

4. むすび

名所、社寺や公園の形成には、水辺の水環境としての池の存在がかかせない。しかし多くの場合、その池の水はお世辞にも美しいとは言えない。この公園美の形成のためには、池の水質保全が是非必要なことである。当九州環境管理協会で行った2、3の公園池の水質調査と水質改善対策の提案について紹介した。池の浄化はそれ程簡単なものではなく、多額の経費も必要とする。しかし、これは今日的な重要な課題であり、その実現に向かって努力を重ねていかねばならない。

著者略歴

氏名：Hiroshi Nakanishi
学歴：京都大学農学部農芸化学科 昭和31年3月卒業 工学博士
職歴：山口大学工学部教授
土木工学衛生工学講座（昭和43年3月より現職）
京都大学工学部衛生工学教室勤務（昭和36.4～43.3）助手、助教授
賞：日本水道協会有効賞（昭和42年）
日本水処理連盟水賞（昭和57年）

表1. 公園池の諸元と水質特性

1. 池の諸元と水質特性

	大濠公園	勝盛公園	上江津湖	下江津湖	動物の森池
容 量 m^3	350,000	10,000	163,000	700,000	23,400
面 積 m^2	210,000	12,200	136,000	350,000	37,650
平均水深 m	1.67	0.82	1.2	2.0	0.62
滞留時間 日	150	33	0.3	1.2	42
pH	8.1-9.8	9.2	8.4		
透視度 cm			15.0		
濁 度 mg/l	13-49	35	19.5		
S S mg/l	14-57	32	35		
B O D mg/l			0-8.4	1.9	
C O D mg/l	15-32	23.4	11.2	0-8.8	2.4
T-N mg/l	1.33-8.79	3.05	2.55	2.47-3.86	3.13
T-P mg/l	0.04-0.24	0.11	0.22	0.11-0.50	0.18
底泥堆積深 m		0.22		1.288	

2. 汚濁負荷量

	大濠公園	上江津湖	動物の森の池
流入負荷量			
B O D kg/日		4.923	
C O D kg/日		2.957	
T-N kg/日	2.60	1.149	
T-P kg/日	0.36	0.164	
表面積負荷			
B O D g/ m^2 /日		0.0362(13.21)	
C O D g/ m^2 /日		0.0217(7.92)	
T-N g/ m^2 /日	0.0124(4.53)	0.0085(3.10)	
T-P g/ m^2 /日	0.0017(0.62)	0.0012(0.44)	0.0110(4.02)
容積負荷			
B O D g/ m^3 /日		0.0302(11.02)	
C O D g/ m^3 /日		0.0181(6.60)	
T-N g/ m^3 /日	0.0074(2.70)	0.0070(2.56)	
T-P g/ m^3 /日	0.0010(0.37)	0.0010(0.37)	0.0177(6.46)

() : g/ m^2 /年, g/ m^3 /年の換算値

表2. わが国の主要ダム、湖沼、内湾の窒素・リン関係諸元

	閉鎖性水系諸元					流入負荷量								実測水質 (g/m ³)		流入水交換			
	流域面積 ($10^4 m^2$)	容 積 ($10^6 m^3$)	表面積 ($10^6 m^2$)	平均水深 (m)	流入水量 ($10^9 m^3/\text{年}$)	流入負荷量 (kg/日)		流域合計の流入負荷量 (kg/ $m^2\cdot\text{年}$)		容積負荷量 (g/ $m^3\cdot\text{年}$)	表面積負荷量 (g/ $m^2\cdot\text{年}$)	流入水質 (g/m ³)		窒 素 リン	窒 素 リン	滞留日数 (日)	交換回数 (回/年)		
						窒 素	リ ン	窒 素	リ ン			窒 素 リン	窒 素 リン						
発電ダム群 (60ダム群平均)	0.832	63.755	2.303	20.09	1353.7	発生負荷	発生負荷	発生負荷	発生負荷	64.48	8.02	195.89	22.188	0.3037	0.0378	0.545	0.0687	1.52	(1.9-3847) (17.2) *
琵琶湖 (全城) (琵琶湖南端)	3848	27500	673.8	41	4900	13000	1100	1234	104.4	0.1725	0.0146	7.042	0.5959	0.9684	0.0819	0.29	0.010	2000	0.187
霞ヶ浦	2169	800	167.7	4.0	1400	11600	1250	1959	210.4	5.311	0.5703	25.247	2.721	3.050	0.3259	0.92	0.080	200	1.75
瀬 訪 湖	531	64	13	4.6	600	3385	613	2327	421.4	20.591	3.7295	95.040	17.211	2.059	0.3729	1.48	0.072	47	10.0
中島・穴道湖	2068	368	178.2	5.0	2514	6795	686	1199	121.1	2.857	0.2885	13.918	1.405	0.9488	0.0958	0.575	0.062	121 (*67) *	3.0 (*5.44)
児島 湖	514	11.3	9.0	1.6	440	3199	495	2265	351.4	103.03	15.9990	129.37	20.075	2.6460	0.4106	1.68	0.250	16	33.3
印 豊 湖	515	27.7	11.55	1.7	632	4957	536	3516	380.2	65.318	7.0628	156.65	16.939	2.8630	0.3096	1.75	0.130	16	22.8
手 賀 道	163	5.6	6.5	0.86	188	4558	702	9754	1570.0	284.05	45.7420	547.72	88.162	8.4610	1.363	5.9	0.720	10.9	33.6
網 沼 平 均				7.8				3416	472.3	60.857	9.2590	124.256	18.680	2.9708	0.4125	0.951	0.167	324	12.95
東 京 港	8300	54000	1400	38.6	15330	342300	41000	15053	1803.0	2.314	0.2772	89.243	10.689	8.15	0.975	1.000	0.100	1286	0.284
伊勢 湾	20659	46000	1738	20.0	41245	206700	27500	3652	485.9	1.640	0.2182	43.409	5.775	1.83	0.243	0.620	0.06	407	0.897
横 戸 内 海	42919	830000	22000	37.7	74460	493000	4193	418.4	0.245	0.0245	8.179	0.8163	2.42	0.241	0.265	0.026	3693	0.102	
内海・内湾平均				32.1				7633	902.4	1.400	0.1733	46.944	5.7601	4.13	0.486	0.628	0.044	1795	0.428
備 考					(*全容積) (*全表面積)	統括流速率22.4% (統括流速率)(平均)	統括流速率16.9% (統括流速率)(平均)	*	*	(*全容積) (*全表面積)	(*全容積) (*全表面積)	全窒素(リソ)流入負荷量 全表面積	全窒素(リソ)流入負荷量 全表面積	全窒素(リソ)流入負荷量 全表面積	*	(*全容積) (*全表面積)	全海水注入量 全表面積	全海水注入量 全表面積	

表3. 環境保全に関する環境基準

pH	(S S)	C O D	T - N	T - P
6.0~8.5	<15mg/l	< 8 mg/l	< 1 mg/l	< 0.1mg/l

表4. 池の浄化方法

1) 流入負荷量の削減

発生源別の流入負荷量の把握、削減必要量の検討と決定、削減方法の検討（人為的な汚濁源としての生活排水、工業排水、農業排水、底泥からの溶出の削減可能量と削減方法、および流入回避（迂回）の方法の検討）、削減効果と費用の検討、削減方法の決定

2) 池への浄化用水の導入（連続式）

浄化水源の調査、浄化用水の導入の効果と費用の検討、決定

3) 池水の取り出しと入れ替え（回分式）

浄化用水の導入と共にあるが、一度に池の汚水を全部排除する。

効果と費用の検討、決定

4) 池水の浄化処理

a. 曝気・循環等により、池を好気性に保ち、良好な環境にすると同時に底泥からのリンの溶出を防ぐ

b. 水生植物（ホテイアオイ、オランダガラシ等）を繁殖させ、栄養塩類を吸収させた後、収穫する。

c. 凝集剤の添加、凝集沈殿、池中の浮遊物質、プランクトンやリンの沈殿除去、沈殿汚泥の回収が必要

各方法の効果と費用の検討、決定

5) 池水の循環処理

池の水を取り出して浄化処理した後、浄化水を池に戻す。

凝集沈殿、ろ過、生物処理（活性汚泥法、生物膜法、生物脱窒、脱リン法、等）、土壤処理
各方法の効果と費用の検討、決定

6) 底泥の無害化と浚渫

封じ込め、埋立て、浚渫、浚渫土の処分

各方法の効果と費用の検討、決定

著書：「瀬戸内海」（大日本図書）

「瀬戸内海の自然と環境」（瀬戸内海環境保全協会）

「瀬戸内海の環境」（恒星社厚生閣）

「衛生工学」（彰国社）

「環境工学概論」（培風館）

「水環境工学」（技報堂）

「用水の除鉄、除マンガン処理」（産業用水調査会）

研究：水域の富栄養化に関する研究、下水処理

等

委員：中央公害対策審議会専門委員

瀬戸内海環境保全審議会委員

山口県公害対策審議会水質部会長

山口県都市計画地方審議会委員

山口県国土利用地方審議会委員

宇部市、防府市、徳山市、新南陽市、公害対策審議会委員

山口市、小野田市都市計画審議会委員

等