

京都大学工学部 正会員 山田 春美
正会員 宗宮 功

1. はじめに

京阪神地域の飲料用水水源として重要な働きをしている琵琶湖南湖の水質は昭和30年代中頃より昭和48年にかけて徐々に悪化傾向を示し、富栄養化した状態に達している。ここではほぼ一々年にわたる琵琶湖南湖の調査及び実験をもとに、この南湖における富栄養化がTHM生成にどのような影響をおよぼすか、生成特性を水質特性と関連づけて解析を行った。

2. 実験方法

- 1) 試料 - 図-1に示す琵琶湖南湖11地点の水質0.8mより採取した試料を東洋3紙Na5Cでろ過したろ液。採水期は昭和54年10月～昭和55年10月。
- 2) 分析項目 - Chl.a , T-COD_r , S-COD_r , T-N , Org-N , $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, T-P , pH , SS , 溶解性有機塩素化合物。
- 3) 塩素処理 - 塩素濃度 25, 5.0 mg/L , $\text{pH} 7 \pm 0.2$, 密閉, 遮光, 20°C , 24時間接触。
- 4) THMの測定 - 亜硫酸ソーダで脱塩素, ECDによるヘッドスペース法。
- 5) GC条件 - 島津製GC-4CM-ECD, 充填剤 20% $\text{Si/ConcD}200$, Chromosorb W, AW-DMCS, カラム温度 80°C , 検出器温度 150°C 。

3. 実験結果

表-1は11地点における5.54.12.7～5.55.10.22までの10回の分析結果の平均水質を示す。南湖は平均深度4mの浅い湖であり、流動の主流は北より南へ向うものである。各水質項目の分布状況を見ても北から南へ行くに従って水質値が高くなっていくものが多い。ところが伊佐々川河口No.6地点は、尿処理排水等の流入の影響を受ける区域で $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 pH は南湖の平均の2倍に近い値を示し、 T-P 、 Chl.a も南湖の最高値を示した。赤野井湾No.8地点も汚濁が著しい場所で、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は121 $\mu\text{g/L}$ と南湖内で一番高く、他の項目も南湖内の位置から考えられるより高い値を示している。なお、この地点はNo.6地点と同様、湾内が浅く風による影響を受けやすい所である。浜大津港3地点は大阪市街地からの負荷の影響を受ける区域であり、また京都市上水道源である疏水への流出口である。

このように南湖内でも汚濁状況、藻類生成状況に差があることから、以下のような南湖の特徴的水質を示す5地点でのTHM生成特性について実験的検討を加えた。1つは北湖よりの流入で南湖内とは異なる水質組成を示す琵琶湖大橋、2つは南湖流出点である瀬田川、3つは疏水流出口のある浜大津港、4つは人混み汚染の著しい伊佐々川河口、5つは赤野井湾である。表-2は各月における5ないし11地点のTHM生成平均値を示す。THMは2月に21.9 $\mu\text{g/L}$ と最低値を示し、4月に少し高めになり、7月43.6 $\mu\text{g/L}$ と2月の2倍に近い値を示し、秋には再び低くなっていく。表-3は各地点での年平均値を示す。北湖水流入地点で

表-3 THM生成平均値

地点	地名	THM mg/L
1	瀬田川	20.1 ± 8.4
3	浜大津港	28.1 ± 7.0
6	伊佐々川河口	32.8 ± 10.8
8	赤野井湾	34.1 ± 12.9
11	琵琶湖大橋	25.3 ± 4.3

表-2 THM生成の月別平均値

採水日	THM mg/L	n=5	n=11
5.54.12.7	25.0 ± 2.7	24.6 ± 2.2	
12.20	23.6 ± 2.9	23.2 ± 2.3	
5.55.2.20	21.9 ± 1.8	22.0 ± 2.2	
4.21	29.1 ± 5.5	26.8 ± 4.7	
5.23	40.8 ± 8.3	39.8 ± 6.6	
6.23	38.1 ± 5.0		
7.21	43.6 ± 10.8		
9.24	22.4 ± 2.9		
10.22	27.1 ± 4.7		

25.3 $\mu\text{g/L}$ のTHM生成が

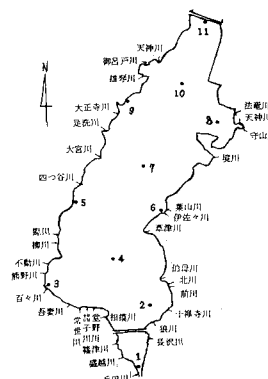


図-1 琵琶湖南湖 採水地点

表-1 琵琶湖南湖の平均水質 (5.54.12.7～5.55.10.22)

地点	地名	pH	SS mg/L	Chl.a mg/L	T-COD _r mg/L	S-COD _r mg/L	T-N mg/L	Org-N mg/L	NH ₃ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	T-P mg/L
1	瀬田川	8.1	4.6	13.2	7.34	5.07	756	641	28	87	41
2	赤野井湾	8.1	4.4	13.6	7.62	5.27	587	449	26	71	43
3	浜大津港	8.2	3.4	12.4	6.30	4.70	616	526	25	67	36
4	琵琶湖大橋			4.1	14.7	6.37	4.75	692	527	18	79
5	伊佐々川河口	8.1	3.7	11.7	6.07	3.89	622	489	16	75	37
6	伊佐々川河口	8.2	8.0	22.8	7.61	4.59	751	596	42	112	66
7	比叡山麓赤野井	8.2	4.3	10.3	5.92	4.10	438	353	9	77	37
8	赤野井湾	8.2	6.3	17.8	6.56	4.61	592	441	31	121	51
9	磯部	8.2	3.8	10.8	4.58	3.61	510	416	10	85	43
10	琵琶湖大橋	8.2	3.5	12.3	5.72	3.92	539	419	14	105	32
11	琵琶湖大橋	8.2	2.8	10.2	5.43	3.51	366	286	9	80	29
	平均	8.2	4.4	13.6	6.27	3.66	588	468	21	87	41

あるのに対し南湖系出口の瀬田川ではそれより4.8μg/L高い値を示している。人為汚染の著しい伊佐ヶ川河口、赤野井湾のTHMは各々32.8μg/L、34.1μg/Lと、ともに高い値を示している。

次にTHM生成量に対する各水質項目の相関係数を全期間を対象としてもめた。その相関係数を表-4に示す。有機性汚濁もしくは有機物量指標であるCOD_{Cr}系の指標に関してはあまり相関がみられない。Chl.a, pHに関して他より相関係数は高いもののそれぞれ0.531、0.542とそれ自身の値は高いといえない。

ところで昭和54年は冷夏であり、9月に入り一時的に異常に藻類の増殖をみたり、近年にない水道での着臭をみたりしたが、この異常状態とも思われる9、10月分を除いてChl.aとTHM生成との間で相関係数をもとめると0.727となりこの範囲では相関があるといえよう。そこで他の水質項目についてもこの期間に限って相関係数をもとめてみたところ、pHについては0.623と高い相関を示した。図2、3はTHM生成量とChl.a, THM生成量とpHの関係を示す。

水域の富栄養化とは、水域での栄養塩が増加して一次生産性が高まる現象とみられ、生産の基礎となる光合成の直接の担い手であるクロロフィル量は生産力のよい指標であり、またpHは藻類活動の結果である。THMとChl.a, THMとpHの間で相関があるということは、THMが藻類の活動とより関係が深いものであることを示している。

つぎに各地点別に種々の水質項目とTHMの相関について検討を加えた。相関係数を表-5に示す。また図4に5地点におけるTHMの季節変化とChl.aの季節変化を示す。赤野井湾、赤野井湾地点ではTHMとChl.a, T-P, T-N, K₂e-Nが相関がある傾向を示す。一方、伊佐ヶ川河口ではChl.a, P-COD_{Cr}, T-COD_{Cr}が相関が高いが、Chl.aと相関があると考えられるT-P, T-N, K₂e-Nなどについては0.332~0.604と相関が低い。ただしこの地点は屎処理場放流水の影響を強くうけることから、T-N, T-Pについては屎処理水起因のものも含まれていると考えられ、必ずの結果としよう。

THMおよびChl.aの季節変化のパターンは浜大津港と琵琶湖大橋地点が類似の傾向を示すが、他の地点ではChl.aは各々異なった様相を示し、今後藻類の種や量とTHM生成量との関係について検討が不可欠であろう。

4. おわりに

以上から、藻類増殖が活発である春から夏にかけてTHM生成量は増加し、しかも汚濁負荷が著しく、水深が浅いところではChl.aも高く、THM生成量も高いことがわかった。このことは、汚濁負荷に伴う富栄養化による藻類の活動、それに伴うTHM生成量の増大が考えられ、今後詳細に定量化する必要がある。なお、本研究を実施するにあたり、当時院生の熊谷孝二、当時4年生の森正幸、現院生の小野芳朗、野沢英見氏の御協力、御援助を頂きました。

ここに深く感謝の意を表します。

表-5 THM生成量と水質項目の相関係数

地点	Chl.a	T-COD _{Cr}	S-COD _{Cr}	P-COD _{Cr}	T-N	K ₂ e-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	OM-N	TP	P-P	pH
1 瀬田川	-0.206	-0.035	0.199	-0.073	0.185	0.326	0.000	-0.574	0.278	-0.378	-0.536	0.585
3 浜大津港	0.110	-0.044	-0.217	0.126	-0.052	0.026	-0.340	-0.157	0.060	-0.031	-0.478	0.500
6 伊佐ヶ川河口	0.744	0.646	-0.014	0.801	0.332	0.404	0.042	-0.020	0.450	0.396	0.106	0.576
8 赤野井湾	0.668	-0.163	-0.280	-0.139	0.744	0.669	0.045	0.226	0.574	0.681	0.574	0.672
11 琵琶湖大橋	0.032	0.264	0.355	0.165	-0.036	0.091	-0.543	0.045	0.097	0.623	-0.212	0.687

表-4 THM生成量と水質項目の相関係数

水質項目	54.12.7~55.7.21	54.12.7~55.10
Chl.a	0.727	0.531
T-N	0.405	0.403
OM-N	0.453	0.434
T-COD _{Cr}	0.314	0.181
S-COD _{Cr}	0.031	0.095
P-COD _{Cr}	0.354	0.207
pH	0.823	0.542

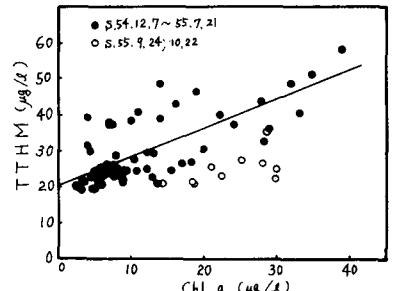


図-2 THMとChl.a

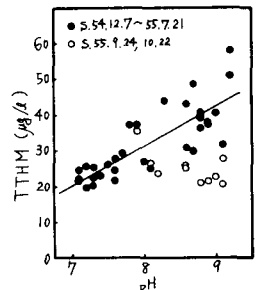


図-3 THMとpH

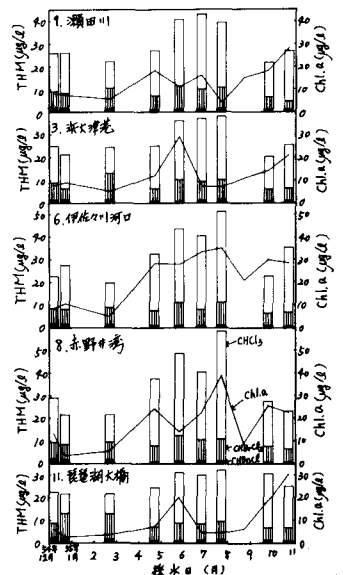


図-4 THMとChl.aの季節変化