

京都大学工学部 学生員 野沢英児
京都大学工学部 正 員 宗宮 功
京都大学工学部 正 員 山田春美

1はじめに THM前駆物質として藻類あるいは藻類代謝生成物が報告されて以来、藻類の純粋培養下におけるTHM生成能に関する研究が行なわれている。しかし、自然水系にその結果をそのままあてはめることは難しい。本研究では、K市水道原水について3ヶ月にわたる調査を進め、藻類量、藻類の成長等がTHM生成におよぼす影響を考察した。

2実験方法 試料はK浄水場取水口表層水。採水は昭和56年9月2日～11月30日までの1～3日おきの37回。塩素処理は試料原水および0.45μmブランフィルター濾水、pH7.0±0.2に調整、投入塩素量2.9～3.1mg/l、水温20℃、接触時間24時間。THMはアスコルビン酸で脱塩素後、ヘッドスペース法。試料原水、濾水から生成するTHMをそれぞれT-THM、S-THM、T-THMとS-THMの差をP-THM。GC条件は島津GC-4CM-ECD、充填剤20%Silicone DC 550 Chromosorb W AW-DMCS、カラム温度100℃、検出器温度150℃。その他の水質項目は残留塩素、SS、STOC、蛍光強度、pH、水温、NH₄-N、TO、藻類についてはK市水質試験所データ。

3実験結果および考察 1)THM生成パターン 表1にTHMと水質項目の相関係数を示す。これより、THM生成量とpH、水温、消費塩素量とは $r=0.6\sim0.7$ 程度の相関を持つが、その他の水質項目との相関はあまり高くなかった。S-TOCについては、S-CHCl₃、S-THMとの相関係数がそれぞれ $r=0.310$ 、 $r=0.340$ であり、同一水系においても、藻類の成長等による質的变化によって、THM生成量に変化することが明らかとなった。THM前駆物質の指標になるとされる蛍光強度 $^{330}_{430}$ 、Chl. aの代替指標として2の蛍光強度 $^{436}_{660}$ とも、THM生成量との相関はほとんどなかった。しかし、蛍光強度 $^{330}_{430}$ については、それがピークとなる13回のうち11回でS-CHCl₃生成量もピークとなり、蛍光強度 $^{330}_{430}$ が何らかのベースを差し引いたS-THM生成能に関する指標となり得ることを示した。

表1 THMと水質項目の相関

	T-CHCl ₃	T-BrTHM	T-THM	S-CHCl ₃	S-BrTHM	S-THM	P-CHCl ₃	P-BrTHM	P-THM
S-TOC	0.334	0.395	0.372	0.310	0.340	0.340	0.152	0.069	0.136
蛍光強度 $^{330}_{430}$	-0.191	-0.106	-0.174	-0.097	-0.066	-0.091	-0.263	-0.075	-0.216
蛍光強度 $^{436}_{660}$	0.324	-0.012	0.232	0.343	0.060	0.261	0.038	-0.158	-0.033
SS	-0.115	-0.324	-0.188	0.046	-0.143	-0.019	-0.401	-0.359	-0.422
pH	0.625	0.382	0.602	0.690	0.314	0.598	0.051	0.095	0.073
水温	0.725	0.307	0.630	0.760	0.288	0.639	0.065	-0.002	0.047
T-消費塩素量	0.790	0.538	0.750	0.786	0.549	0.750	0.168	-0.104	0.080
S-消費塩素量	0.609	0.503	0.606	0.646	0.549	0.651	0.036	-0.176	-0.041

図1、図2にT-CHCl₃生成量とS-CHCl₃生成量の関係およびT-BrTHM生成量とS-BrTHM生成量の関係を示す。これより、T-CHCl₃生成量のうち約80%が溶解性の前駆物質から生成し、浮遊性の前駆物質からの生成量は約20%であることが明らかとなった。また、S-BrTHM生成量はT-BrTHM生成量より大きくなる場合があることがわかった。その機構については明らかではないが、この結果は塩素処理後の中塩素処理ではBrTHM生成量をあまり抑制できないという報告とも一致する。

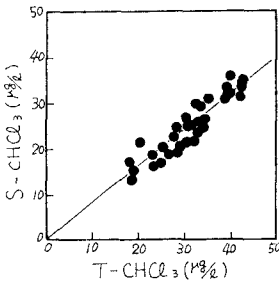


図1 T-CHCl₃とS-CHCl₃の関係

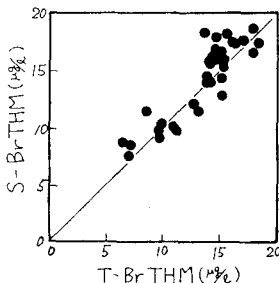


図2 T-BrTHMとS-BrTHMの関係

2)藻類のTHM生成におよぼす影響 藻類量については個数計数値を体積変換¹⁾したものをを用いた。表2にTHMと藻類量、TOCの相関係数を示す。珪藻類はTHM生成量と負の相関を持つ傾向にあった。緑藻類はTHM生成量と正の相関を持ち、特にCHCl₃生成量ではT-CHCl₃で $r=0.630$ 、S-CHCl₃で $r=0.660$ であり、表1のTHM前駆物質の指標とされているS-TOC、蛍光強度等²⁾に比べ、よい相関を示した。また、TOはS-CHCl₃生成量との相関係数 $r=0.746$ など、THM生成量とかなり高い相関を示した。これは臭気を感じずる状態下で存在する有機物質がTHM前駆物質となり得るためと考えられる。

図3はS-THM、緑藻類の時系列データの変動を3点移動平均法によって平滑化させたデータをもとに、見かけの変化速度 $dx_i/dt = (x_{i+1} - x_{i-1})/2$ (i日目の変量 x を x_i とした場合)を示したものである。9月中旬から10月中旬にかけての緑藻類が安定して優占をしめた期間において、S-THMと緑藻類の変化パターンがかなり一致することがわかる。緑藻類代謝生成物がS-THM生成に何らかの影響をおよぼすためと思われる。

表2 THMと藻類、TOの相関

	T-CHCl ₃	T-BrTHM	T-THM	S-CHCl ₃	S-BrTHM	S-THM	P-CHCl ₃	P-BrTHM	P-THM
珪藻類	-0.428	-0.306	-0.411	-0.430	-0.304	-0.412	-0.080	0.042	-0.042
緑藻類	0.630	0.253	0.513	0.660	0.198	0.536	0.057	0.086	0.074
藍藻類	0.480	0.209	0.419	0.582	0.264	0.504	-0.141	-0.155	-0.159
TO	0.694	0.371	0.627	0.746	0.361	0.655	0.017	-0.033	0.000

図4は藻類の成長状態別にS-TOCとS-CHCl₃-Cの関係をプロットしたものである。I期は藍藻類減少・緑藻類増加、II期は緑藻類優占、III期は緑藻類減少・珪藻類増加、IV期は珪藻類優占という状態である。全体としては、S-CHCl₃-C/S-TOCで表わされるTHM生成能は0.07%~0.2%程度であり、藻類細胞外生成物の生成能の範囲²⁾にある。しかし、S-TOCがほとんど変わらないにもかかわらず、I期・II期に比べてIII期・IV期は、S-CHCl₃-Cが約3.0%から約2.0%と%となり、緑藻類優占状態に比べて珪藻類優占状態ではCHCl₃生成能が低くなること²⁾が明らかとなった。図5にモルベースのS-THM生成比率の平均値を示す。I期のS-BrTHM生成比率約33%に比べIV期のS-BrTHM生成比率は約41%と高くなる。この理由としては、臭素イオン濃度そのものが高くなったとも考えられるが、それ以外、珪藻類優占状態によってCHCl₃生成能が低下したため、優先的に生成するBr-THMの生成比率を相対的に高めたとも考えられる。

4 おわりに 以上、自然水系における藻類量、藻類の成長等がTHM生成におよぼす影響について考察し、緑藻類優占状態が珪藻類優占状態に比べてTHM生成能が高いなどの知見を得た。今後は、春の珪藻類の増加、夏の藍藻類の急増・優占状態も含めた通年的な調査が必要である。

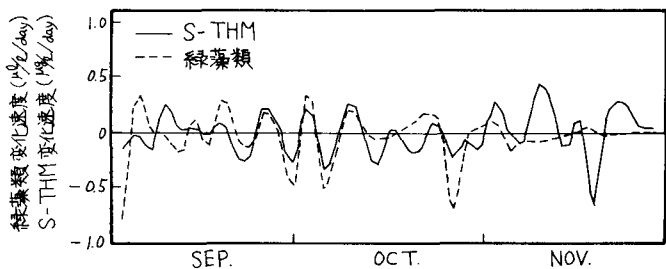


図3 S-THM・緑藻類変化速度の経日変化

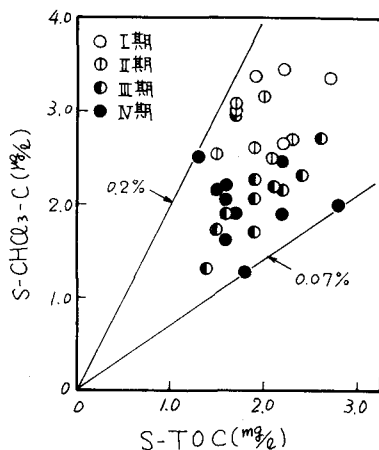


図4 S-TOCとS-CHCl₃-Cの関係

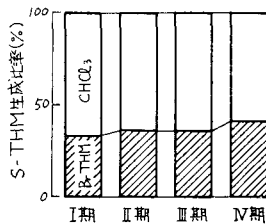


図5 S-THM生成比率の変化

参考文献

- 1) 赤野寿子ほか, "プランクトンの体積について" 琵琶湖生物調査報告書第1報 (1973. 11)
- 2) Robert C. Hoehn, et al., "Algae as Sources of Trihalomethane Precursors" J. AWWA, Vol. 72, No. 6, p344~350 (1980. 6)