

図9 藍藻類由来の難分解性溶存有機物 (Recalcitrant-DOM) の分画分布. AHS: フミン物質、HoN: 疎水性中性物質、HiA: 親水性酸、BaS: 塩基物質、HiN: 親水性中性物質.

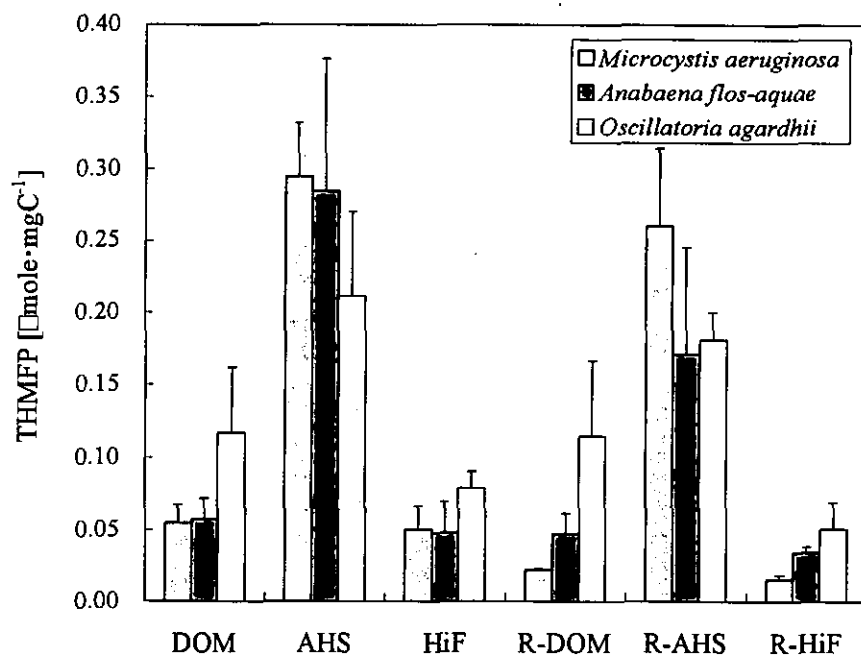


図 10 藍藻類由来溶存有機物 (DOM)、フミン物質 (AHS)、親水性画分 (HiF) および難分解性 DOM (R-DOM)、フミン物質 (R-AHS)、親水性画分 (R-HiF) のトリハロメタン生成能 (THMFPP). HiF = 親水性酸 + 塩基物質 + 親水性中性物質.

藍藻類由来 DOM の平均 THMFP は 0.055–0.095  $\mu\text{mol}\cdot\text{mgC}^{-1}$ 、フミン物質の平均 THMFP は 0.223–0.295  $\mu\text{mol}\cdot\text{mgC}^{-1}$ 、親水性画分の平均 THMFP は 0.048–0.084  $\mu\text{mol}\cdot\text{mgC}^{-1}$ であった。藍藻類由来フミン物質の THMFP は DOM および親水性画分の THMFP よりも遥かに大きな値を示した。しかしながら、藍藻類由来 DOM の THMFP はほぼ親水性画分の THMFP に匹敵しており、これはフミン物質の THMFP が大きくても藍藻類由来 DOM 中でフミン物質の占める割合が極めて低いため、藍藻類由来 DOM の THMFP としては親水性画分、すなわち親水性 DOM の影響が卓越することが明らかとなった。

THMFP は藍藻類の種によってを変化する傾向を示した。*O. agardhii* 由来 DOM および親水性画分の THMFP は、*M. aeruginosa* や *A. flos-aquae* 由来 DOM および親水性画分の THMFP よりも顕著に大きな値を呈した。一方、フミン物質については、*O. agardhii* 由来フミン物質の THMFP は他の藍藻類のフミン物質に比較して小さな値となった。

長期間生分解試験の藍藻類由来 DOM の THMFP に及ぼす影響は、藍藻類の種によって異なっていた。*O. agardhii* 由来 DOM の場合、生分解前後での DOM、フミン物質、親水性画分 THMFP の顕著な変化は認められなかった。一方、*M. aeruginosa* と *A. flos-aquae* 由来 DOM については、生分解によって、DOM、フミン物質、親水性画分の THMFP が著しく減少した。*M. aeruginosa* 由来 DOM では特に DOM と親水性画分の THMFP が減少した。*A. flos-aquae* 由来 DOM ではフミン物質の THMFP が相当

に低下した。

#### D. 結論

霞ヶ浦湖水および流入河川水ではフミン物質と親水性酸が優占していた。河川水よりも湖水で親水性酸の存在比は高かった。湖水と河川水で DOM の分解性を比較検討したところ、湖水は非常に難分解性であることが明らかとなった。湖水 DOM の平均分解率は 9.6%、河川水 DOM の平均分解率 30.7%よりも顕著に低かった。湖水と河川水ともに、難分解性 DOM としては有機酸画分（フミン物質+親水性酸）が優占していた。湖水では親水性酸がフミン物質よりも多かったが、河川水ではフミン物質と親水性酸の割合は生分解後にほぼ同じになった。

霞ヶ浦湖心における DOM、フミン物質、親水性酸および難分解性 DOM、フミン物質、親水性酸の 2001 年における動態を評価した。湖水 DOM の分解率は春と秋に高く親水性酸の分解率と連動していた。フミン物質は年間を通して極めて難分解性であった。

霞ヶ浦 6 地点すべてにおいて、親水性画分の THMFP はフミン物質の THMFP よりも顕著に大きかった。DOM、フミン物質、親水性画分の THMFP は河川流入地点から湖尻への湖水流下過程において減少する傾向を示した。

霞ヶ浦を水源とする浄水処理場の処理プロセスフロー（生物膜処理→凝集沈殿→砂ろ過→活性炭吸着）において、フミン物質の存在比が低下し親水性酸等の親水性 DOM の存在比が増大する傾向が確認された。DOM は主に凝集沈殿により除去さ

れ、生物膜処理、砂ろ過、活性炭吸着では減少しなかった。

藍藻類 (*Microcystis aeruginosa*、*Anabaena flos-aquae*、*Oscillatoria agardhii*) 由来 DOM のほとんどは親水性 DOM であった。また、同じラン藻類でも種によって DOM 分画分布は顕著に異なった。*M. aeruginosa* や *A. flos-aquae* 由来 DOM では親水性酸が、*O. agardhii* 由来 DOM では塩基物質の存在比が顕著に高かった。藍藻類由来 DOM の分解率も種によって異なっていた。*M. aeruginosa* や *A. flos-aquae* 由来 DOM は 40%~50% 分解率であったが *O. agardhii* 由来 DOM は 90% 以上分解した。*M. aeruginosa* や *A. flos-aquae* 由来の難分解性 DOM としては親水性酸が優占していた。

藍藻類由来フミン物質の THMFP は藍藻類由来 DOM や親水性画分のそれよりも遥かに高い値を示した。しかし、藍藻類由来 DOM と親水性画分の THMFP はほぼ同じ値であり、藍藻類由来 DOM の THMFP は親水性画分、すなわち親水性 DOM によって規定されると示唆された。長期間生分解は藻類由来 DOM の THMFP を抑制した。*M. aeruginosa* と *A. flos-aquae* 由来 DOM、フミン物質、親水性画分の THMFP は、生分解後に、明らかに低下する傾向を示した。

#### E. 参考文献

Rook J. J. (1977) Chlorination reactions of fulvic acids in natural waters. *Environ. Sci. Technol.* 11, 478-482.

Tardiff R. G. (1977) Health effects of

organics; risk and hazard assessment of ingested chloroform. *J. Am. Water Works Assoc.* 69, 658-661.

Krasner S. W., Scilimenti M. J. and Means E. G. (1994) Quality degradation: implications for DBP formation. *J. Am. Water Works Assoc.* 86, 34-47.

環境庁 (1994) 浄水操作によって生じる有害物質の抑制に関する調査報告書. 26-36.

Malcolm R. L., Aiken G. R., Bowles E. C. and Malcolm J. D. (1989) Isolation of fulvic and humic acids from the Suwannee River. In *Humic Substances in the Suwannee River, Georgia: Interactions, Properties, and Proposed Structures*, eds. R. C. Averett, J. A. Leenheer, D. M. McKnight and K. A. Thorn, pp. 23-35. Open-File Report 87-557 US Geological Survey, Denver.

Watanabe M. W. and Nozaki H. (1994) NIES-Collection, List of Strains: microalgae and protozoa, 4th ed., Natl. Inst. Environ. Stud., F-60-'93/NIES.

Perdue E. M. and Gjessing E. T. (1990) Introduction. In *Organic Acids in Aquatic Ecosystems*, eds. E. M. Perdue and E. T. Gjessing, pp. 1-3, Wiley, Chichester.

Thurman E. M. (1985) *Organic Geochemistry of Natural Waters*. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Pub., Dordrecht, The Netherlands.

Wetzel R. G. (1983) *Limnology*, 2nd ed.

- Saunders, Philadelphia.
- Thurman E. M. and Malcolm R. L. (1981) Preparative isolation of aquatic humic substances. *Environ. Sci. Technol.* 15, 463-466.
- Leenheer J. A. (1981) Comprehensive approach to preparative isolation and fractionation of dissolved organic carbon from natural waters and wastewaters. *Environ. Sci. Technol.* 15, 578-587.
- Japan Water Supply Association (JWSA) (1993) *Standard Methods for the Examination of Drinking Water.*
- Marker A. F. H., Crowther C. A. and Gunn R. J. M. (1980) Methanol and acetone as solvents for estimating chlorophyll a and phaeopigments by spectrophotometry. *Arch. Hydrobiol. Beith. Ergebn. Limnol.* 14, 52-69.
- F. 健康危険情報  
なし。
- G. 研究発表
1. 論文発表
- 今井章雄(2002). 湖沼における難分解性有機物の蓄積. *海洋と生物*. 24; 203-208.
- Imai, A. et al. (2003). Trihalomethanes formation potential of dissolved organic matter in a shallow eutrophic lake. *Water Research*. 37, 4284-4294.
- 今井章雄 (2003). 湖沼において漸増する難分解性溶存有機物の特性と影響. *かんぎきょう*. 92, 4-10.
- 今井章雄(2003). 湖沼トレンドモニタリングでみる難分解性有機物の特性と動態. *地球環境研究センターニュース*. 14, 11-14.
- 八馬正幸, 福島武彦, 尾崎則篤, 今井章雄, 松重一夫(2003). 光分解・生物分解による水中溶存有機物の変質とそのEEMへの影響. *水環境学会誌*. 26, 507-514.
- 金庸桓, 李淳和, 今井章雄, 松重一夫(2003). 雲門湖水中の溶存有機物の特性. *水環境学会誌*. 26, 861-867.
- Choi, S., Imai, A., Matsushige, K., Nagai, T., Kim, Y.H. and Kim, B. (2003). Photoalteration in biodegradability and chemical composition of algae-derived dissolved organic matter. *Korean J. Limnol.* 36, 235-241.
- Choi, S., Ueki, M., Imai, A., Kim, B. and Kawabata, Z. (2004). Photoalteration of dissolved organic matter (DOM) released from *Microcystis aeruginosa* in different growth phases: DOM-fraction distribution and biodegradability. *Arch. Hydrobiol.* 159, 271-286.

今井章雄(2004). 水環境におけるフミン物質の特徴と役割. *水環境学会誌*. 27, 76-81.

国土交通省都市・地域整備局下水道部,  
(社)日本下水道協会共催, 国土交通  
省都市・地域整備局下水道部長室,  
2003. 7. 9.

## 2. 学会発表

Imai, A., Matsushige, K., Choi, K. and Fukushima, T. (2002). Characterization of dissolved organic matter in shallow eutrophic Lake Kasumigaura. ASLO 2002 Summer Meeting: Interdisciplinary Linkages in Aquatic Sciences and Beyond, Victoria, Canada, June 10-14.

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定も含む。)

1. 特許取得  
なし。
2. 実用新案登録  
なし。
3. その他  
なし。

濱田洋平, 今井章雄, 松重一夫 (2003). 霞ヶ浦湖水中の溶存有機物の安定同位体比. 日本陸水学会第68回大会, 岡山市, 9月.

篠原梓, 今井章雄, 松重一夫 (2004). 霞ヶ浦湖水中の糖類組成の評価. 第38回日本水環境学会年会, 札幌市, 3月.

## 3. 招待講演

今井章雄 (2003). 「湖沼における新たな問題: 難分解性溶存有機物～霞ヶ浦を例として～」 滋賀県琵琶湖研究所主催、第21回琵琶湖研究シンポジウム「湖沼の溶存有機物を考える」, 大津市, 平成15年1月21日.

今井章雄(2003). 「霞ヶ浦における難分解性溶存有機物の発生源原因と影響評価」 下水道政策研究セミナー.

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
今井章雄	湖沼における難分解性有機物の蓄積	海洋と生物	24(3)	203-208	2002
Imai, A., Matsushige, K. and Nagai, T.	Trihalomethane formation potential of dissolved organic matter in a shallow eutrophic lake	Water Research	37	4284-4294	2003
今井章雄	湖沼において漸増する難分解性溶存有機物の特性と影響	かんぎきょう	92(7)	4-10	2003
今井章雄	湖沼トレンドモニタリングでみる難分解性有機物の特性と動態	地球環境研究センターニュース	14(7)	11-14	2003
八馬正幸, 福島武彦, 尾崎則篤, 今井章雄, 松重一夫	光分解・生物分解による水中溶存有機物の変質とそのEEMへの影響.	水環境学会誌	26(8)	507-514	2003
Choi, S., Imai, A., Matsushige, K., Nagai, T., Kim, Y. H. and Kim, B.	Photoalteration in biodegradability and chemical compositions of algae-derived dissolved organic matter	Korean J. Lim.	36(3)	235-241	2003
金庸桓, 李淳和, 今井章雄, 松重一夫	雲門湖水中の溶存有機物の特性	水環境学会誌	26(12)	861-867	2003

Choi, S., Ueki, M., Imai, A., Kim, B. and Kawabata, Z.	Photoalteration of dissolved organic matter (DOM) released from Microcystis aeruginosa in different growth phases: DOM-fraction distribution and biodegradability”	Arch. Hydrobiol.	159(2)	271-286	2004
今井章雄	水環境におけるフミ ン物質の特徴と役割	水環境学会 誌	27(2)	76-81	2004



20031370

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、  
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。