

湖沼・河川における泡沫スカムの形成原因物質の検討

宮崎大学工学部 学生員 内田千暁
 宮崎大学工学部 正会員 鈴木祥広

1. はじめに

河川や湖沼のよどみの水面に黄褐色のスカム状の泡沫(泡沫スカム)が漂っている現象をよく見かける。また、浄水場においても同様の泡沫スカムが発生し、泡沫への微量汚染物質の濃縮や景観などの点から問題となっている¹⁾。これまでの研究において、湖沼や河川で発する泡沫の発生要因物質として、植物由来の多糖類であることが示唆されている²⁾。しかしながら、水環境における泡沫スカムの形成に関する研究は極めて少なく、原因物質や形成メカニズムは、現在においてもほとんど解明されていない。一方、河川水を曝気することによって、水面上に泡沫が発生し、その紫外外部吸光度が高く、茶褐色を呈した泡沫消泡水として回収された³⁾。そこで、予備的実験として、この泡沫消泡水について、三次元蛍光スペクトルを解析した結果、フルボ酸様の溶存有機物の示す三次元蛍光スペクトルのピークと類似していた⁴⁾。フルボ酸とは腐植物質の一種であり、アルカリによって抽出される溶存有機物で、酸性(pH1)にしても沈殿しない画分である。腐植物質は土壌や水中に広く存在し、高分子で難分解性の有機物であり、特徴の一つとして界面活性能を持っているとされる⁵⁾。そこで本研究では、河川水の泡沫スカムの形成原因物質(泡立ちの成分)として、フルボ酸に着目し、フルボ酸の泡沫発生能力を検討し、泡沫スカムの形成とフルボ酸との関係を検討することを目的とした。

2. 実験方法

2.1 フルボ酸の抽出方法

(1) 土壌由来のフルボ酸

湿試料 100g と 0.1N の NaOH 溶液 1L を 1 分間混合させ、24 時間静置させた。その後、3000rpm で 20 分間遠心分離を行い、pH1 以下に調節し、濾過を行なったものを土壌由来のフルボ酸とした。今回用いた試料は、湖沼底泥 1 試料、森林土壌 3 試料、腐葉土 2 試料の計 6 試料とした。

(2) 河川水由来のフルボ酸

大淀川で採取した河川水を濾過し、pH2 に調節を行なったものを XAD-8 樹脂カラム(10mL 充填)に通水させた。その後、約 1 ベッド容量の 0.01M の HCl 溶液を通水し、続いて約 3 ベッド容量の 0.1M の NaOH 溶液を通水して吸着した有機物(フミン酸、フルボ酸)を溶出した。採取した溶出液を pH1 以下に調整し、濾過したものを河川水由来のフルボ酸とした。

2.2 泡沫発生実験

河川水にフルボ酸が溶出した場合を想定し、人工河川水とフルボ酸を混合したものを模擬河川水の原水とした。泡沫発生装置(図-1)にて分散気泡を送気して原水を曝気して水面上に泡沫を発生させ、発生した泡沫を吸引・回収した。回収した泡沫消泡水の容量を測定し、曝気後の試水を処理水とした。原水、処理水および泡沫消泡水について、全有機炭素計(TOC-5000、島津製作所)で TOC 濃度を想定した。また、島津分光蛍光光度計(RF-5300PC、島津製作所)で各試水の三次元蛍光スペクトルを解析した。

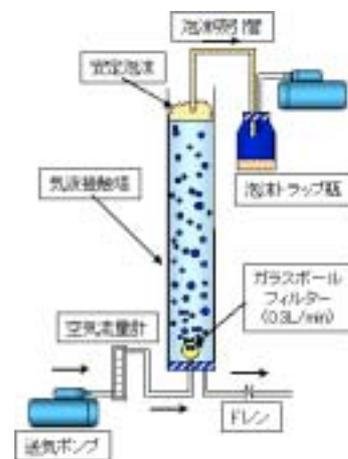


図-1 泡沫発生装置

キーワード：泡沫スカム，微量汚染物質，フルボ酸，泡沫生成能力

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1，TEL.0985-58-7339，FAX.0985-58-7344

3. 結果と考察

3.1 土壌由来の各種フルボ酸による泡沫発生能力の比較

土壌抽出の各種フルボ酸を用いた場合における泡沫量を図-2 に示す。模擬河川水のフルボ酸濃度は、20mg-C/L、pH2 の一定とした。フルボ酸の濃度を有機物として一定にした場合においても、抽出した土壌の種類によって泡沫の発生量が大きく異なった。また、原水、処理水および泡沫消泡水の TOC 濃度を比較すると、泡沫消泡水の TOC 濃度が約 1.5 倍高く、泡沫として抽出したフルボ酸の一部が濃縮されたことがわかった。泡沫としてフルボ酸が除去されたため、処理水の TOC 濃度は原水と比較して低くなった。

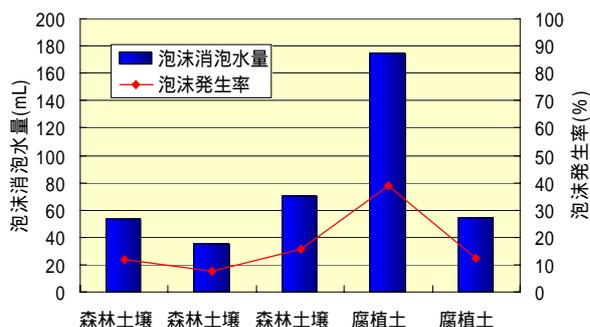


図-2 土壌由来の各種フルボ酸を用いた泡沫量

3.2 河川水由来のフルボ酸による泡沫発生能力

河川水から分離精製したフルボ酸 (5mg-C/L) を用いた場合における泡沫量は、約 30mL であり、土壌抽出の各種フルボ酸と同等の泡沫発生能力を示した。河川水と土壌起源のフルボ酸の分子構造と特徴は異なることが報告されているが⁵⁾、いずれのフルボ酸も界面活性を有し、泡沫を発生させることがわかった。また、原水、処理水および泡沫消泡水の TOC 濃度を比較すると、泡沫消泡水の TOC 濃度が約 2 倍高く、土壌由来のフルボ酸と同様に、泡沫として抽出したフルボ酸の一部が濃縮されたことがわかった。有機物の物質収支から見積もると、河川由来の全フルボ酸の約 26% が泡沫生成に寄与したと考えられる。

3.3 フルボ酸の三次元蛍光スペクトルの比較

それぞれの原水の三次元蛍光スペクトルを比較したところ、河川水由来と腐葉土由来のフルボ酸を用いた試料が示すピークが類似しており、湖沼底泥由来と森林土壌由来のものから類似したピークが得られた (図-3)。それぞれ原水、処理水、泡沫消泡水のスペクトルの形状は同様であった。また、励起波長 Ex.330nm、蛍光波長 Em.440nm 付近のピークはフルボ酸特有のピークと一致していた。

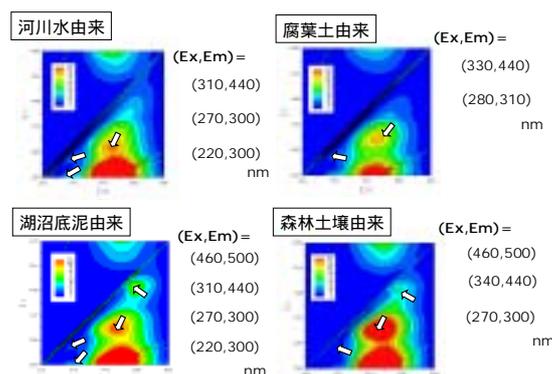


図-3 三次元蛍光スペクトルの比較

4. まとめ

- (1) 土壌と河川水のいずれの試料から抽出したフルボ酸についても、泡沫生成能力を有する。
- (2) フルボ酸の泡沫生成能力すなわち泡沫発生量は、抽出土壌の種類によって大きく異なる。
- (3) フルボ酸界面活性を有し泡沫を形成するフルボ酸は、抽出される全フルボ酸の約 40% であることが示唆された。
- (4) 三次元蛍光スペクトルは抽出土壌の種類によって異なるが、共通してフルボ酸特有のピークを持つ。

以上のことから、水環境で形成される泡沫スカムの発生には、フルボ酸が起因していることが強く示唆された。

参考文献

- 1) 食品・化学物質安全総合研究事業: 水道水におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの濃縮機構等に関する研究
- 2) 小山次郎, 渡辺牧子: 中禅寺湖の湖水中糖類の起源-アワ発生に関連して-, 水質汚濁研究, 12, (6), pp.353 ~ 357 (1989).
- 3) 安藤康弘: 疎水性物質の分散気泡への濃縮現象を利用した微量汚染物質の除去に関する基礎的研究
- 4) 長尾誠也, 鈴木康弘, 中口譲, 妹尾宗明, 平木敬三: 三元分光蛍光光度計による天然水腐植物質の蛍光特性の直接測定法, BUNSEKI KAGAKU, 46, (5), pp.335 ~ 342 (1997).
- 5) 筒木潔: フミン物質 (腐植物質) の生成機構とその性質, 水環境学会誌, 18, (4), pp.252 ~ 256, (1995).