

Ⅶ－36

有機物利用による水質汚濁及び富栄養化現象の再現

日本大学大学院 学生員 ○渡邊 豊

日本大学 正会員 佐藤 洋一

日本大学 正会員 中村 玄正

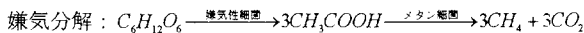
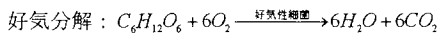
1.はじめに

河川や湖沼等の水質汚濁や富栄養化は、汚水に含まれる有機物の流入により引き起こされる。現在、その負荷源は、各家庭の生活排水が主である。次世代へ向けた豊かな水環境を創造するためには、水域への有機物の流入から引き起こされる水質汚濁及び富栄養化現象を身近なものとして啓発、認識を図ることが必要であると考えられる。

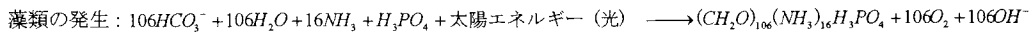
本研究は、有機物を利用し、水質汚濁及び富栄養化現象を再現するモデル実験を行い、水質変化の概略を把握・検討する。また、本実験が明確で簡易なことから、水環境教育の一つとして提案することを目的とする。

2.水質汚濁及び富栄養化現象

一般に、水中に混入した有機物は細菌の働きにより分解される。この分解は次式で示される。



嫌気分解は、有機物が多量に混入すると行われ、DOの減少が著しく、濁りや異臭が発生する。これが第1段階の水質汚濁現象であり、日数が経過すると水の悪化がさらに進行し、藻類の発生・増殖がみられ、第2段階の富栄養化現象に至る。藻類の発生は次式で示される。



3.実験方法 図-1に実験検体概略を示す。

実験検体は、ディスポカップに蒸留水を1000ml入れ、有機物として蛋白質の代表である豆腐をディスポカップに混入したものとした。混入質量は0.0g, 0.04g, 0.1g, 0.4g, 1.0g, 4.0gで、6系列とした。設置は、直射日光

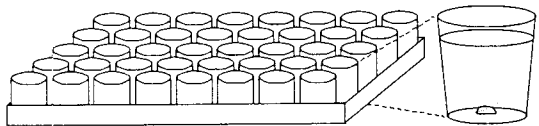


図-1 実験検体概略(1系列)

の当たらない静置保持できる室内とした。実験期間是有機物混入から70日間で、水質分析は1日おきに行った。室温などにより実験検体の水が蒸発する分については、蒸留水を静かに補充し、実験検体容量を1000mlの一定を保った。

4.結果及び考察 系列ごとの実験検体がある程度の幅を持つ変化のため、結果に若干のばらつきがみられた。

4.1外観・臭い 有機物の混入後、濁りと異臭による水質汚濁現象、藻類発生・増殖による富栄養化現象がみられた。

①濁り 0.0g系列での濁りは確認できなかった。0.04g系列では、水は白く濁らず46日目の藻類発生、その後の増殖により62日目に薄緑に濁った。他の系列で、水が白く濁り始めたのは、0.1g系列で36日目、0.4g系列で4日目、1.0g系列及び4.0g系列で2日目だった。以上より濁りは、有機物の混入質量に概ね比例すると考えられる。

②異臭 0.0g系列及び0.04g系列で異臭は確認されず、他の系列では、0.1g系列で40日目、0.4g系列で16日目、1.0g系列で4日目、4.0g系列においては2日目で異臭が確認できた。以上より異臭発生は、有機物の混入質量に概ね比例すると考えられる。この異臭は、混入した有機物の腐敗によるものと考えられる。

③藻類 0.0g系列では藻類の発生はなかった。微量でも藻類が発生したのは、0.04g系列で46日目、0.1g系列で36日目、0.4g系列で24日目、1.0g系列で26日目、4.0g系列で30日目であった。以上より藻類発生は、有機物の混入質量に比例しないと考えられる。すなわち、藻類発生には水域内の栄養塩等の環境が関係していると考えられる。

4.2透視度 図-2に透視度経日変化を示す。

透視度は、有機物の混入質量が多い系列ほど透視度が100cmを下回るまでの日数が早く、またある程度まで透視度が低下する速度が速い結果が得られた。特に4.0g系列は2日目に透視度25cmと低下が著しかった。これに対し、0.0g系列は全期間、0.04g系列は54日目まで、透視度は100cm以上と高い結果が得られた。透視度の低下は、細菌の増殖による水が白く濁ること、藻類発生・増殖による水が緑に濁ることが要因と考えられる。

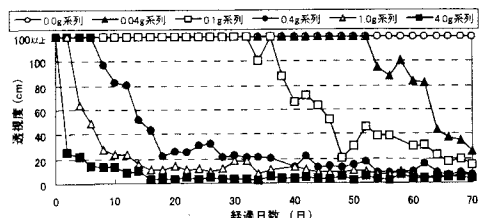


図-2 透視度経日変化

4.3 DO 図-3にDO濃度経日変化を示す。

0.0g 系列, 0.04g 系列及び 0.1g 系列は, 実験全期間において DO 濃度は高い値で推移していた。0.4g 系列, 1.0g 系列及び 4.0g 系列は, 4 日目までに急激な DO 濃度の低下がみられた。これは, 有機物の好気分解に伴う細菌の酸素消費と考えられる。その後, 概ね DO 濃度の上昇傾向がみられた。これは, 細菌による有機物の分解が活発でなくなったと共に, 藻類発生・増殖や光合成による酸素供給によるものと考えられる。

4.4 BOD 図-4にBOD濃度経日変化を示す。

有機物の混入質量が多い系列ほど BOD 濃度の高い結果が得られた。0.0g 系列及び 0.04g 系列は実験全期間において 1.0mg/l 前後で推移していたのに対し, 4.0g 系列では 36 日目に最大値 260.0mg/l と非常に高い値となった。藻類発生・増殖後, 各系列で BOD 濃度の低下傾向が若干みられた。これは, 細菌により有機物が $\text{NH}_4^+\text{-N}$ に分解され, その $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が藻類に摂取され, 元の有機物質量が減少したためと考えられる。

4.5 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 図-5に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度経日変化を示す。

全系列で, 6 日目までの $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は低かった。ここで一般に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は, 細菌が有機物を分解することで形成する。したがって, 6 日目までは細菌が有機物を分解するに至らなかったと考えられる。6 日目以降, 有機物の混入質量が多い系列ほど $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は高くなった。特に 4.0g 系列で急激な $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の上昇がみられた。その後, 各系列での藻類発生を折り返しに $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は低下傾向がみられた。これは藻類が栄養として $\text{NH}_4^+\text{-N}$ を摂取したためと考えられる。この $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の低下傾向は, 1.0g 系列及び 4.0g 系列において顕著にみられた。

4.6 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 図-6に $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度経日変化を示す。

有機物の混入質量が多い系列ほど $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度の高い結果が得られた。0.4g 系列, 1.0g 系列及び 4.0g 系列で 10 日目前後に急激な $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度の上昇がみられた。これは, 有機物に含まれる有機態リンが分解したためと考えられる。藻類発生・増殖後, 0.4g 系列, 1.0g 系列及び 4.0g 系列で $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度の低下傾向がみられた。これは $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と同様に, 藻類が栄養として $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ を摂取したためと考えられる。

4.7 クロロフィル a 図-7にクロロフィル a 濃度経日変化を示す。

有機物の混入質量が多い系列ほどクロロフィル a 濃度の高い結果が得られた。特に 4.0g 系列は 68 日目に最大値 7.0mg/l と非常に高い値となった。これは, 細菌が有機物を藻類にとっての栄養である $\text{NH}_4^+\text{-N}$ へ分解するため, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度が高い系列ほど藻類の増殖も大きくなったと考えられる。50 日目以降, 0.1g 系列, 0.4g 系列及び 1.0g 系列でクロロフィル a 濃度は概ね横ばいで推移していた。これは, 藻類の栄養である $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度や $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度が 50 日目以降において, 低い値で推移していることから, 藻類の増殖がみられなくなったと考えられる。

5.まとめ 有機物利用による水質汚濁及び富栄養化現象を再現するモデル実験により, 以下の結果が得られた。

(1)水への有機物の混入がないと, その水はいつまでも澄明である。(2)水質汚濁及び富栄養化現象が引き起こされるまでの水質経日変化は, 有機物の混入質量と概ね比例傾向にあると考えられる。(3)水質汚濁及び富栄養化現象を, 閉鎖性水域(コップ)と水と有機物(豆腐)を利用し, 長期間置くことで, 明確で簡易なモデル実験ができた。よって, このモデル実験を水環境教育の一つとして提案できると考えられる。

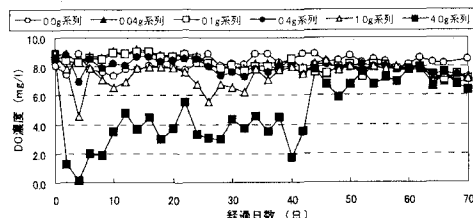


図-3 DO 濃度経日変化

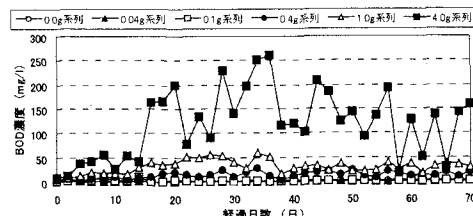


図-4 BOD 濃度経日変化

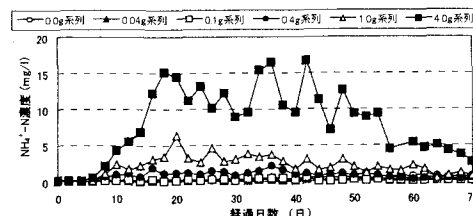


図-5 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度経日変化

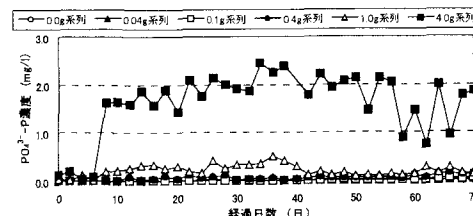


図-6 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度経日変化

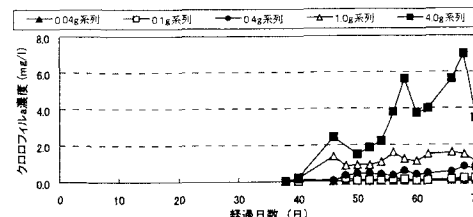


図-7 クロロフィル a 濃度経日変化