

水槽模型試験による地球温暖化に伴う湖沼水質への影響に関する基礎的調査

五洋建設 正会員 ○木賀田 賢太 茨城大学 正会員 小峯 秀雄
 茨城大学 フェロー会員 安原 一哉 茨城大学 正会員 村上 哲
 茨城大学 学生会員 及川 照靖

1. はじめに

近年、CO₂濃度の増加に伴い、地球的規模で気温が上昇している（図-1 参照）¹⁾。水域環境への影響として、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次報告書第2作業部会報告書では、地球温暖化に伴い、多くの地域で河川や湖沼の水温が上昇する点について指摘している²⁾。特に水深の浅い湖沼では、気温上昇の影響を受けやすく、水温上昇に伴い、湖底では有機物分解が活発になり、底泥間隙水中から高濃度の栄養塩が湖水中に溶出することが懸念される。

本研究では、公園池から採取した底泥を用い、水温上昇を模擬した水槽模型試験を実施することにより、温暖化が進行した際の湖沼の水温上昇および、底泥の有機物含有量が湖沼水質へ与える影響について調査を行った。

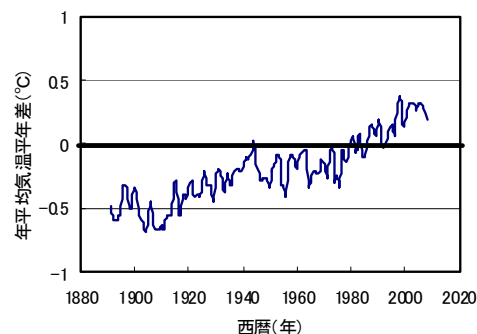


図-1 世界の年平均気温の年差

2. 公園池の水質

本研究では茨城県日立市内に位置し、既往の研究³⁾より全リン、全窒素濃度が生活環境の保全に関する環境基準（C 類型・V 類型）の基準値（全リン：0.1mg/L、全窒素：1.0mg/L）を超過している公園池 A、公園池 M および、公園池 K の3ヶ所の公園池を研究対象とした。写真-1～写真-3 に各公園池の様子を示す。



写真-1 公園池 A



写真-2 公園池 M



写真-3 公園池 K

表-1 各公園池底泥の基本性状（2009/03/26 採取）

	底泥 A	底泥 M	底泥 K
土粒子密度 ρ_s	2.559 g/cm ³	2.475 g/cm ³	2.745 g/cm ³
含水比 w	231.1%	277.5%	57.9%
液性限界 w_L	132%	77.2%	N.P.
塑性限界 w_P	84.9%	57.2%	N.P.
強熱減量	9.3%	18.03%	5.9%

採取した底泥の基本性状を調査するため、土の含水比試験、土粒子の密度試験、土の液性限界・塑性限界試験および土の強熱減量試験を行った（表-1 参照）。試験方法はそれぞれ、JIS A 1203、JIS A 1202、JIS A 1205 および JIS A 1226 に準拠した方法で実施した。底泥 K は砂質土であり、保水性が低いため、液性限界、塑性限界はともに N.P. となった。

3. 実環境および水温上昇を模擬した水槽模型試験

3.1 試験条件および方法

小型水槽（ジェックス製、寸法：200×130×285mm、有効容量：約3.8L）を用い、実環境を模擬した水槽試験を実施した（表-2 参照）。研究対象の各公園池にて水深および底泥層厚を測定し、縮尺 1/2 にて、

小型水槽内に模擬公園池を作製した。試験条件は、浸漬試験同様、水温 20、25、30、35 および 40℃の試験条件にて実施し、試験開始後 0、5 および 20 日目に 1000μL ピペットを用い、各水槽より上澄み液を所定量採水し、多目的迅速水質分析計（HACH 社製、DR2010）により全リン、全窒素濃度、浮遊物質（SS）を測定した。

表-2 水槽試験の試験条件

	公園池 A	公園池 M	公園池 K
設定水温 (°C)	20, 25, 30, 35, 40		
水深 (mm)	120	140	105
底泥層厚 (mm)	50	65	25

キーワード 地球温暖化、底泥、富栄養化、栄養塩、吸着バリア材

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

なお、全リン濃度、全窒素濃度、浮遊物質の分析方法はそれぞれ、過硫酸分解 PhosVer3 法、TNT 過硫酸塩分解法および、光分析法により測定を行った。20℃の試験ケースは、20℃に設定された恒温実験室に静置し、他試験ケースについては、IC オートヒーター（トラスティ 65W、ジェックス製）、40℃の試験ケースについては、温調器（デルサーモ、三商）を使用し、温度制御を行った。写真-4 および写真-5 に小型水槽の概要、水槽模型試験の概要をそれぞれ示す。

3.2 水槽模型試験の試験結果および考察

図-2 に水槽模型試験における設定温度および栄養塩最大溶出量の関係をそれぞれ示す。本研究では、栄養塩溶出量をそれぞれの試験ケースで測定された最大栄養塩濃度に直上水および底泥の容積を乗じたものを溶出量とした。公園池 A、公園池 M については、前述の浸漬試験結果と同様、設定温度が高まるにしたがい、全リン、全窒素最大溶出量が上昇傾向を示すことが確認された。

図-3 に水槽模型試験における設定温度と最大浮遊物質量の関係を示す。公園池 A および公園池 M の試験ケースについては、設定水温の上昇に伴って最大浮遊物質量も増加傾向を示すことが確認された。以上の試験結果より、水温の上昇に伴い、湖水の栄養塩濃度が上昇し、結果的に浮遊物質が増加することによって湖沼水質の悪化が生じる可能性が示唆された。

4. 水温上昇および底泥の有機物含有量が湖沼水質へ及ぼす影響

図-4 に底泥を用いた土の強熱減量および水槽模型試験（30,35℃）における栄養塩最大濃度の関係を示す。全リン最大濃度と底泥の強熱減量には正の相関がみられ、底泥の有機物含有量が多い程、全リン濃度が増加することが確認された。また、生活環境の保全に関する環境基準（0.1mg/L）に着目した際、強熱減量が約 9.7%以上の底泥である場合、基準値を超過する可能性があると推察される。

5. 結論

本研究より得られた知見を以下に記す。

- 1) 地球温暖化による湖沼の水温上昇により、湖沼底泥から溶出する全リンおよび全窒素濃度が増加し、浮遊物質が増加することが確認され、湖沼水質の悪化が生じる可能性が示唆された。
- 2) 湖沼の水温が上昇し、35℃を上回った場合、強熱減量が約 9.7%以上の底泥が堆積している湖沼においては、生活環境の保全に関する環境基準（0.1mg/L）を超過する可能性が示唆された。

参考文献 1) 気象庁：気象統計情報，世界の年平均気温データバンク，http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_wld.html（2009/05/18 閲覧）。
2) IPCC 気候変化 2007：影響，適応および脆弱性，政策決定者向け要約，p.3，2007. 3) 井田直人，小峯秀雄，安原一哉，村上哲：カラム試験を用いた溶融スラグの吸着特性調査，土木学会 62 回年次学術講演会，pp.801-802，2007。

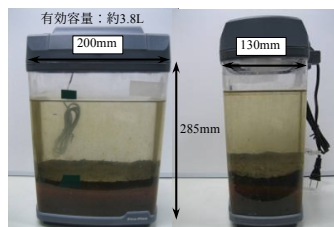


写真-4 小型水槽の概要

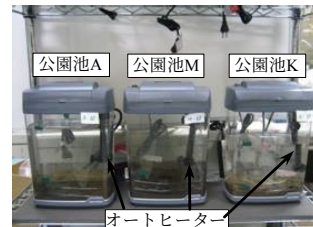
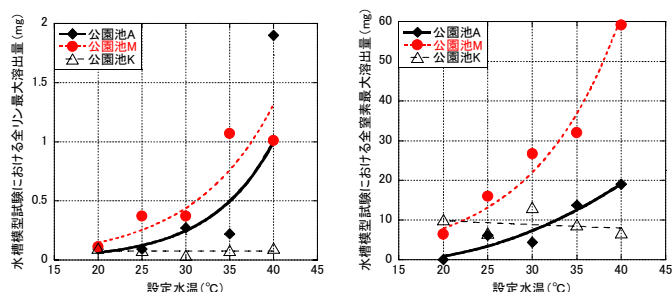


写真-5 水槽模型試験の概要



a) 全リン最大溶出量

b) 全窒素最大溶出量

図-2 設定温度および栄養塩最大溶出量の関係

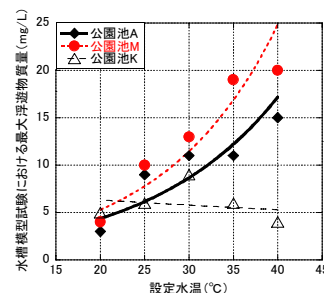
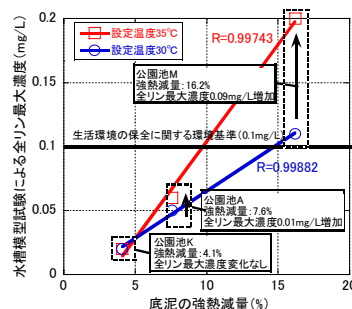
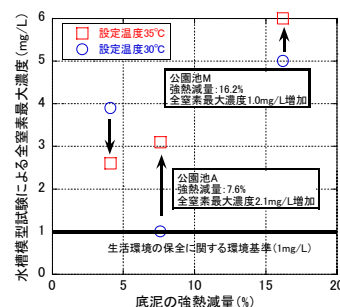


図-3 水槽模型試験における設定

水温と最大浮遊物質量の関係



a) 全リン最大濃度



b) 全窒素最大濃度

図-4 底泥の強熱減量および水槽模型試験（30,35℃）における栄養塩最大濃度の関係