

府中湖におけるジェット・ストリーマーによる水質改善（第3報）

Improvement of Water Quality in Fuchu Lake through Use of Jet Streamer(3)

佐藤 敏幸 土取 みゆき 蓮井 和男 長尾 義彦
Toshiyuki SATO Miyuki TSUCHITORI Kazuo HASUI Yoshihiko NAGAO

要 旨

2008年度以降、水底に設置した流動促進装置から発生する噴流で系内の水を流動・混合させる機器（ジェット・ストリーマー）を用いたダム湖（府中湖：香川県）の水質改善調査を行っている。

ジェット・ストリーマーを2010年5月から約8ヶ月間稼働させたところ、上下層の水温均一化など水質攪拌効果は確認できたものの、底質の改善は確認できなかった。また、強熱減量とCOD, T-N, T-P及び硫化物濃度について相関を調査したところ、概ね良い相関が確認できた。

降雨量が少ない時期に、ジェット・ストリーマーによる底質からの栄養塩の溶出抑制効果が高くなる可能性が示唆されたが、原因は確認できなかった。

キーワード：水質浄化 水温成層 溶存酸素 底質 栄養塩

I はじめに

県下で2番目の規模の貯水池である府中湖は、工業用水の確保を図るため、綾川流域に設置されたダム湖である。（概況は、表1のとおり。）

当センターでは、この府中湖において、2008年度以降、表層水とオゾンを含む空気を底層に送り込み、噴射することによって、底層水と表層水の混合を促進し、貯水池内を好気性に保ち、水質の悪化を抑制する方法について、実証試験を行ってきた。

2008年度及び2009年度は水質への直接的効果を中心に調査し、上下層の水温均一化などの効果が確認されたものの、明らかな水温成層の破壊や下層の貧酸素状態の解消等を確認するには至らなかった^{1) 2)}。2010年度は、底質の状態を中心に調査を行った。

II 水質浄化機器の概要

1 水質浄化機器の原理

駆動水ポンプ、オゾン発生装置、コンプレッサー等から構成されるジェット・ストリーマーは、水温が高く、溶存酸素が豊富な表層水を底層まで送水し、オゾンを含む圧縮空気とともに吐き出すことにより発生する噴流で、周辺の水を流動・混合し、水域全体を循環させ、底層を好气的状態に保ち、水質悪化を抑制することを目的に設計されている³⁾。（詳細な構成図：香川県環境保健研究センター所報第7号、P36の図1を参照。）

2 水質浄化機器の構成・処理能力

図1の地点①及び地点②に、表2のとおり水質浄化機器を設置した。

表1 府中湖の概況

所在地	香川県坂出市府中町
流入河川	綾川水系綾川
堤高	27.5m
堤長	400m
総貯水量	8,500千m ³
有効貯水量	8,000千m ³
満水面積	121ha
流域面積	122.7km ²
平均水深	7.0m

表2 ジェット・ストリーマーの設置状況

①地点	装置	ジェット・ストリーマー MJS-150 型
	動水量	95,000m ³ /日
	設置姿勢	鉛直上向き吐出
	設置水深	約18m
②地点	装置	ジェット・ストリーマー MJS-150 型
	動水量	95,000m ³ /日
	設置姿勢	吐出方向仰角30度
	設置水深	約14m

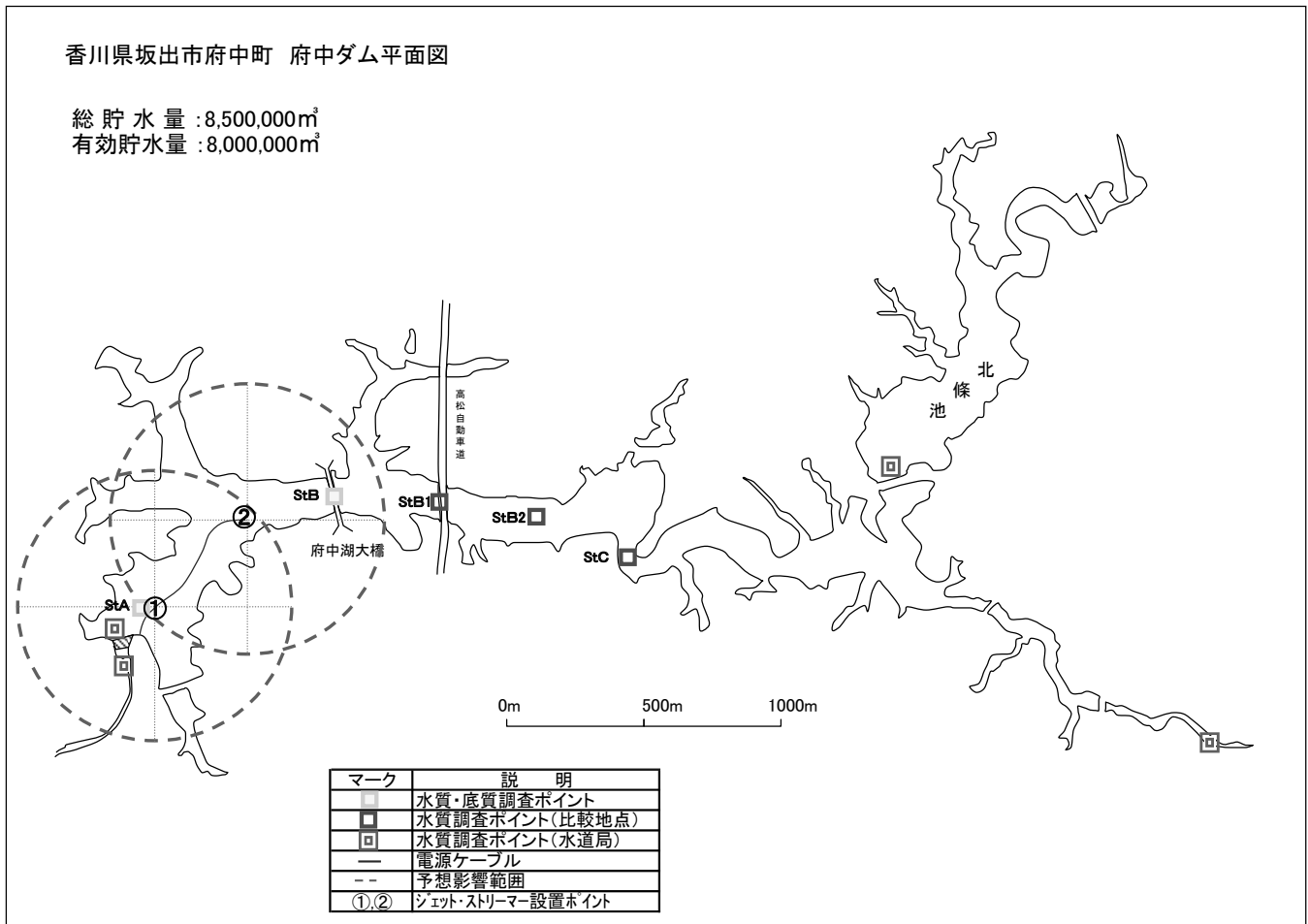


図1 機器設置場所, 調査地点

Ⅲ 水域の概況

府中湖の各調査地点の水深は、満水時で StA が 16m, StB が 15m, StB1, StB2 が 14m, StC が 12m であり、下流部から上流部へ向かうに従って徐々に水深が浅くなっている。

Ⅳ 調査方法

1 調査スケジュール

ジェット・ストリーマーを、2010年5月26日から2011年1月24日までの連続稼働させ、その間の府中湖の状態について調査した。

2 調査地点

調査地点を図1に示す。

3 調査項目等

調査項目等は、以下のとおりである。

(1) 現地調査

調査頻度：1回/月

調査地点：StA, StB, StB1, StB2, StC の 2m 水深毎

調査項目：透明度, 水深, 水温, DO, pH, EC, 濁度

(2) 水質調査

調査頻度：1回/月

調査地点：StA (上層, 下層), StC (上層, 中層)

調査項目：COD, 溶解性 COD, SS, T-N, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, T-P, PO₄-P, クロロフィル a

(3) 生物調査

調査頻度：1回/月

調査地点：StA (上層, 下層)

調査項目：優占種の属別個体数

(4) 底質調査

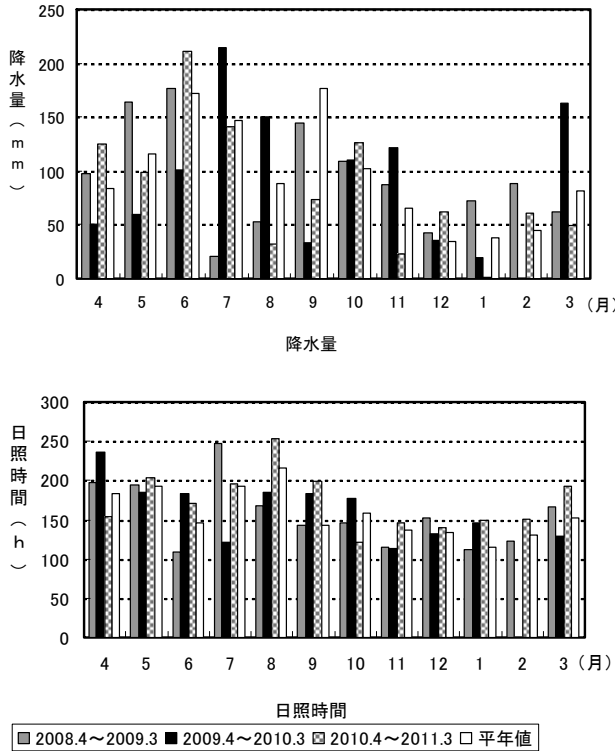
調査頻度：隔月 (奇数月)

調査地点：StA, StB

調査項目：色・臭気, 含水率, 強熱減量, 硫化物, COD, T-N, T-P, ORP (底質は、エクマンバージ採泥器にて採泥)

V 気象状況

図2に府中湖周辺の滝宮地域気象観測所における2008年度から2010年度の降水量及び日照時間を示す。全ての年度で年間降水量及び年間日照時間は、ほぼ平年どおりである。しかし、月別では渇水の発生時期が年度によって変化するなど、年度間差が大きい。



(注) 2009年2月は、資料不足値であるので記載していない。

図2 調査地点周辺の降水量・日照時間
(滝宮観測局)(気象庁資料より作成)

VI 結果及び考察

1 現地調査結果(水温, 溶存酸素量)

StAにおける水深毎の水温と溶存酸素量の分布を図3に示す。府中湖において機器稼働による水温成層の出現防止効果は、十分ではなく、発生期間を短縮する効果にとどまっていると考えられ、2008年度、2009年度の調査においても、その傾向が確認された。この水温成層の出現に伴って、2010年度5月から9月にかけて下層では溶存酸素量が1mg/L以下という、極端な貧酸素状態が発生しており、貧酸素状態に発生に伴う栄養塩の溶出が、夏季の水質の悪化を促進していると考えられる。

また、StBにおける水温成層の出現状況、溶存酸素量は、StAとほぼ同様であった。

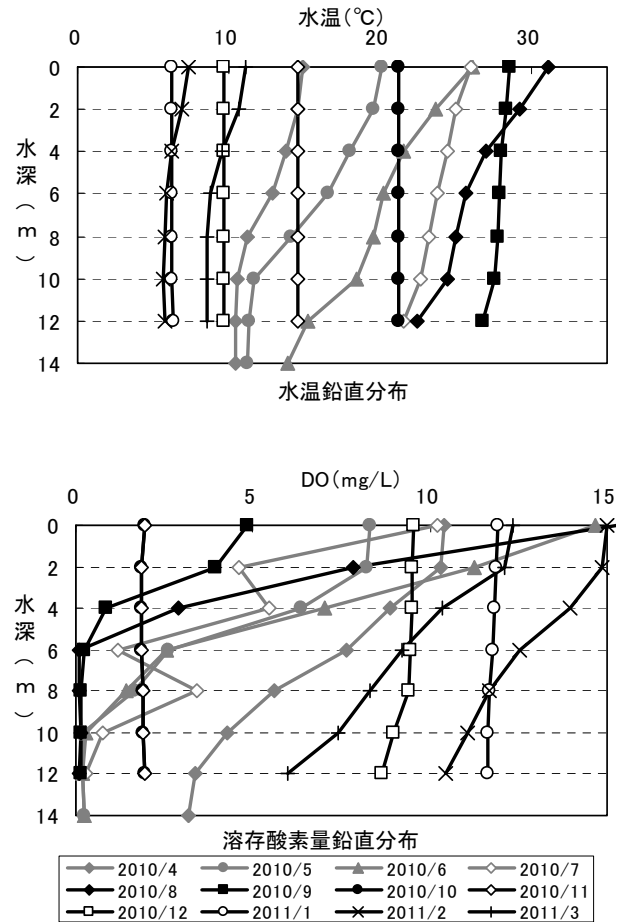


図3 StAの水温・溶存酸素量鉛直分布

2 水質調査結果

StAのCOD, T-N, T-Pの経月変化を図4に示す。

上層のCODが夏季に大きく上昇しているが、同時期に、クロロフィルaも大きく上昇していることから、系内の豊富な栄養塩を使って、植物プランクトンが増殖していると考えられる。

また、夏場は下層のT-N, T-Pが高くなる。これは、溶存酸素量の低下により、底質からの溶出が促進されるためである。

なお、7月、8月に下層のT-N, T-Pが通常ほど上昇していないが、これは降水量の少ない時期に起きる傾向にある。同様の現象が2009年6月、9月にも観測できる。これによれば、ジェット・ストリーマーは、比較的降雨量の少ない時期に、より効果的に下層に酸素を供給することができるという仮説が立てられる。また、同時期の下層におけるNH₄⁺の低下、NO₃⁻の上昇等、仮説を支持する現象が確認できるが、水温成層の消滅や溶存酸素量の上昇等の現象は確認できていない。

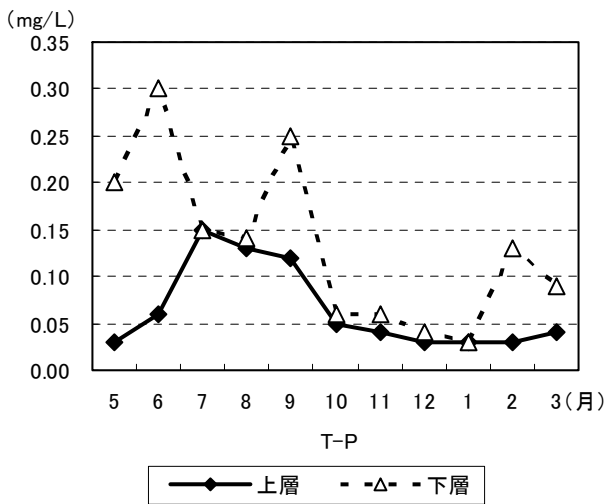
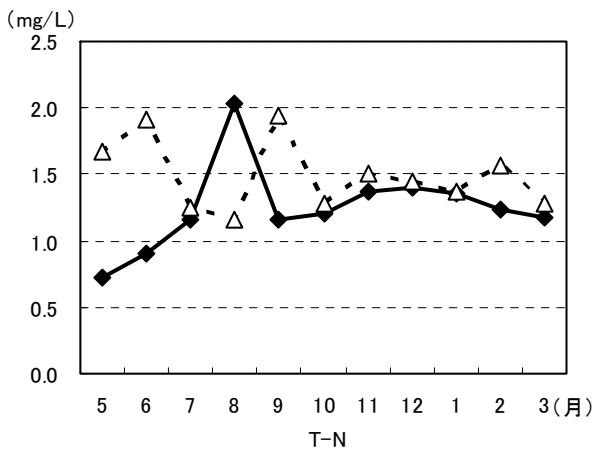
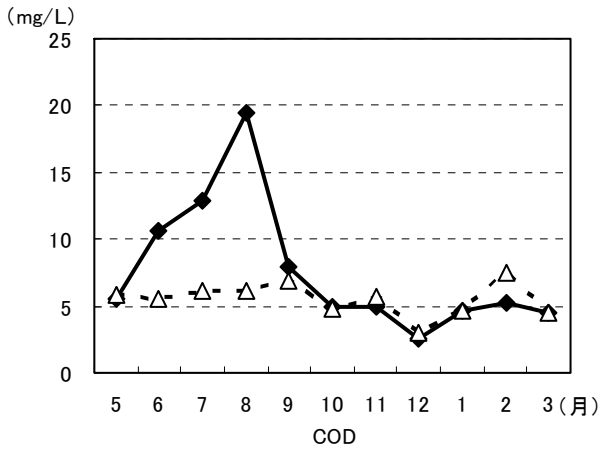


図4 StAのCOD, T-N, T-Pの経月変化

3 生物調査結果 (植物プランクトンの優占種)

StAの優占種を表3に示す。7月、8月、9月に上層で藍藻が優占した。また、10月以降は、全層で珪藻が優先した。

表3 StAの優占種の経月変化

2010年5月	上層	緑藻	Oocystis.spp
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
6月	上層	緑藻	Oocystis.spp
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
7月	上層	藍藻	Microcystis.spp
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
8月	上層	藍藻	Anabaena.spp
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
9月	上層	藍藻	Phormidium.Sp
	下層	藍藻	Phormidium.Sp
10月	上層	珪藻	Cyclotellaグループ
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
11月	上層	珪藻	Cyclotellaグループ
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
12月	上層	珪藻	Cyclotellaグループ
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
2011年1月	上層	珪藻	Cyclotellaグループ
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
2月	上層	珪藻	Cyclotellaグループ
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ
3月	上層	珪藻	Cyclotellaグループ
	下層	珪藻	Cyclotellaグループ

4 底質調査結果

底質の酸化還元電位は一年を通して、ほぼ-200mVであり、貧酸素を原因とする還元状態にある。(図5)

底質の隔月毎の強熱減量, COD, T-N, T-Pの変化を図6に示す。季節により変化はしているものの、明らかな改善は確認できなかった。

底質の変化を確認する際に、分析が容易な強熱減量でその他の分析項目の傾向が把握できれば、より簡易に底質の状況を知ることができることから、強熱減量とその他の項目について相関を確認したところ、おおむね良好な相関関係が確認できた。(図7)

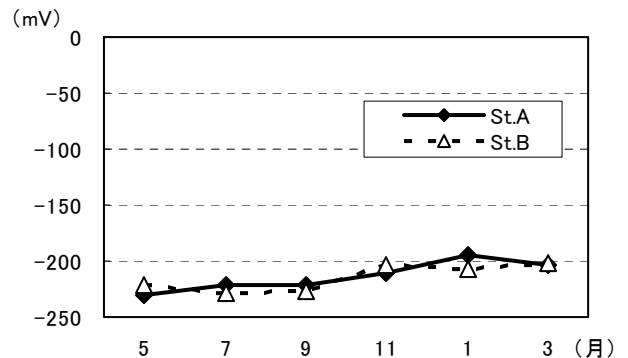


図5 StAの酸化還元電位の経月変化

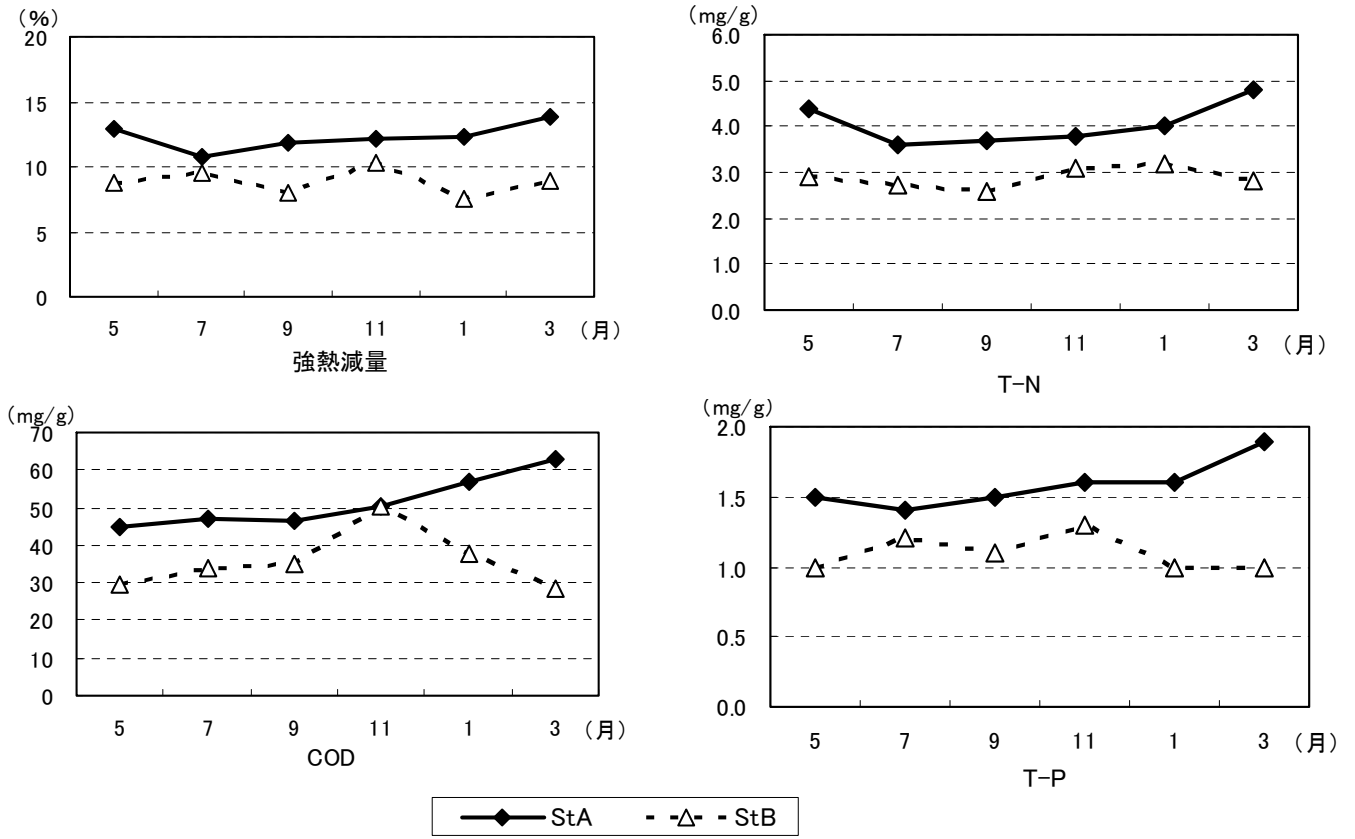


図6 StAの強熱減量, COD, T-N, T-Pの経月変化

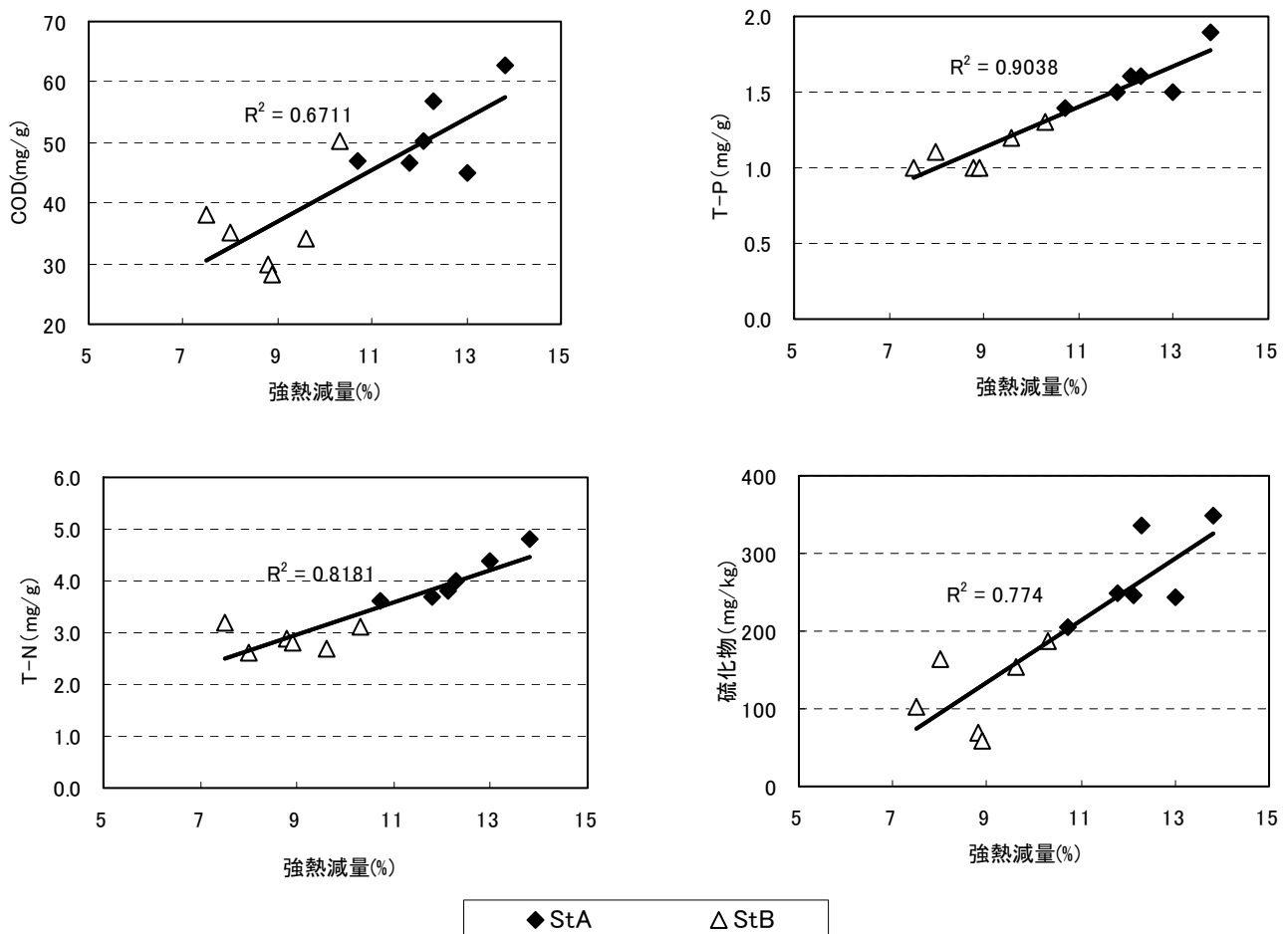


図7 StA, StBの強熱減量とCOD, T-N, T-P, 硫化物の関係

Ⅶ まとめ

前年度と同様にジェット・ストリーマーによる鉛直方向の攪拌効果が確認できた。しかし、今年度、詳細に調査を行った底質には、明らかな改善は確認できなかった。

また、下層のT-N, T-P等のデータから降雨量が少ない時期に、底質からの溶出抑制効果が高くなる可能性が示唆された。この原因としては、次の2点が考えられるが、現時点では判断できない。

- ・ 日照時間が長いため、水面付近で植物プランクトンによる光合成が盛んに行われ、ジェット・ストリーマーにより下層に供給される上層水に含まれる酸素が豊富であった。
- ・ 水が滞留している系において、ジェット・ストリーマーによる上下層の混合効果が高くなった。

なお、底質の強熱減量とCOD, T-N, T-P及び硫化物は、概ね良い相関を示すため、分析が簡易な強熱減量のみを測定しても、底質のおおまかな状態が把握できることが分かった。

謝辞 本報告の取りまとめに当たり、水質の分析を行っていただいた香川県営水道事務所の皆様に深く感謝申し上げます。

文献

- 1) 冠野禎男, 土取みゆき: 府中湖におけるジェット・ストリーマーによる水質改善, 香川県環境保健研究センター所報, **8**, 25-32, (2009)
- 2) 佐藤敏幸, 土取みゆき, 蓮井和男, 長尾義彦, 冠野禎男: 府中湖におけるジェット・ストリーマーによる水質改善(第2報), 香川県環境保健研究センター所報, **9**, 37-43, (2010)
- 3) 笹田康子, 千原正照, 小蓑幸代, 岡井隆: 豊稔池におけるジェット・ストリーマーによる水質改善, 香川県環境保健研究センター所報, **7**, 35-42, (2008)

Abstract

From fiscal year 2008, we investigated improvements in water quality in a dammed lake (Fuchu Lake, Kagawa Prefecture) through use of a Jet Streamer, a device placed at the bottom of the lake and used to unsettle and mix the water through use of a jet stream.

The device was operated for eight months, starting in May of 2010 and, we could verify water stirring effects, such as the equalization of water temperature in the upper and lower layers of the water, but the improvements in bottom material's quality could not be verified. When we investigated the correlation between ignition loss and COD, T-N, T-P and sulfide concentration, we found a high degree of correlation.

Our findings suggest that, during times of low rainfall, there is the high possibility of an inhibitory effect of the elution of nutrient salt from bottom material by the jet streamer, but we could not verify the cause of this.