

富士五湖の溶存態 COD の経年変化

吉澤 一家

Trends in the Concentration of Dissolved COD in Fuji five Lakes

Kazuya YOSHIKAWA

キーワード：富士五湖 溶存態 COD 経年変化

公共用水域に係る水質環境基準の達成率は、下水道普及などによる生活排水対策の充実とともに、河川においては向上してきている。その一方で閉鎖性水域の COD の値は顕著な改善の傾向が見られない。

山梨県においても代表的な湖沼である富士五湖での環境基準達成率は低い状態が続いており、1997 年から 2007 年間の達成率は、本栖湖(AA)が 0%、河口湖が 27%、精進湖が 36%、山中湖が 55%であり、西湖(A)のみが 100%の達成率となっている。

こうした状況を改善するためには、COD の負荷原因を明らかにすることが重要と考えられ、そのためには存在形態別に解析する必要があると考え、各湖沼の COD 分析を行ったので報告する。

調査方法

1. 富士五湖の概要

調査対象とした富士五湖各湖沼の滞留時間などを Table 1 に示した¹⁾。本栖湖と西湖は最大水深がため滞留時間も 2 年以上あるが、他の湖沼は最大それぞれ約 120m、約 70m と深く、湖容量も大きい

Table 1 Retention time, average concentration of TN and TP in Fuji five lakes

Lake	Ret.Time(y)	TN/TP	TP(mg/L)
Motosu	7.9	67.9	0.003
Sai	2.3	36.6	0.006
Kawaguchi	0.37	26.9	0.010
Yamanaka	0.52	12.1	0.011
Shoji	0.11	17.2	0.014

TN: total nitrogen, TP: total phosphorus

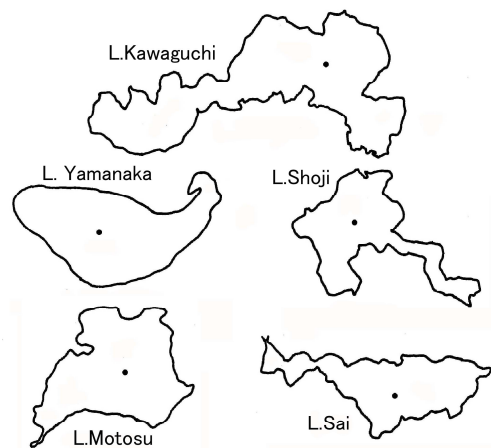


Fig.1 Sampling site in each lake

水深が 15m 程度と浅く、滞留時間も短い。表中には調査期間中の全りん濃度(TP)の算術平均値と、同じく全窒素濃度(TN)の算術平均値を用いて算出した TN/TP 比を示した。山中湖以外はりん制限の状態にあると考えられた。

2. 調査期間と調査場所

1997 年 4 月から 2007 年 3 月の間、毎月 1 回、各湖沼の湖心部において表層水を採取した (Fig.1)。

4. 分析方法

採取試料を冷蔵して持ち帰り、COD を硫酸酸性 KMnO₄ 分解法を用いて分析した。溶存態 COD は孔径 0.45 μm のメンブレンフィルター (Millipore HAWP45) にてろ過した試料を用いて測定した。また全りん濃度、全窒素濃度及びクロロフィル a 濃度の測定値は、同一日の採取試料を用いて分析を行っている公共用水域の測定結果²⁾を用いた。

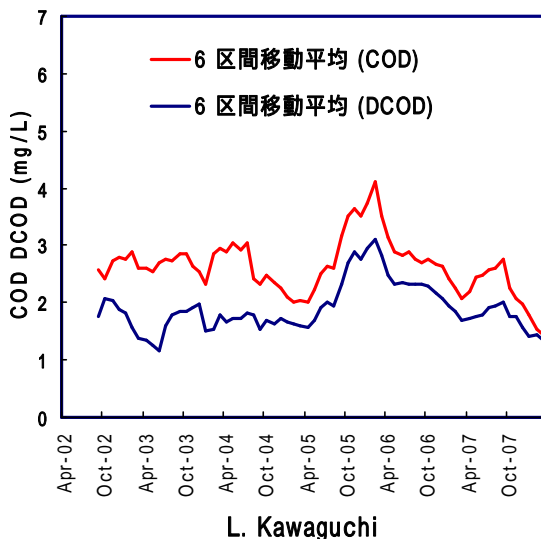
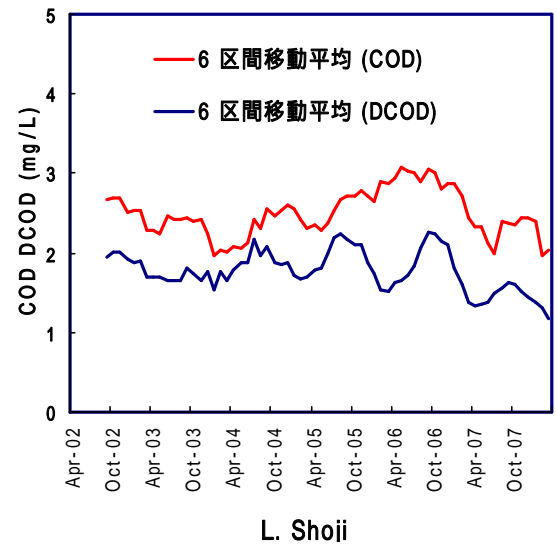
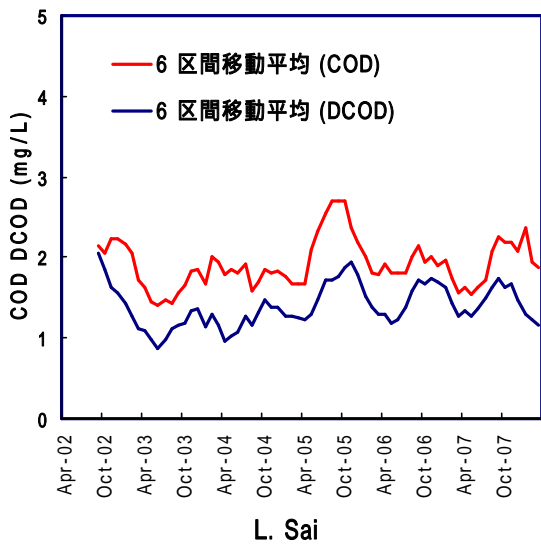
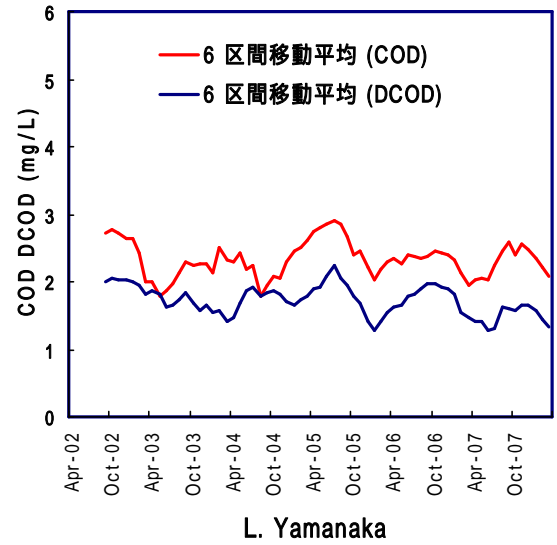
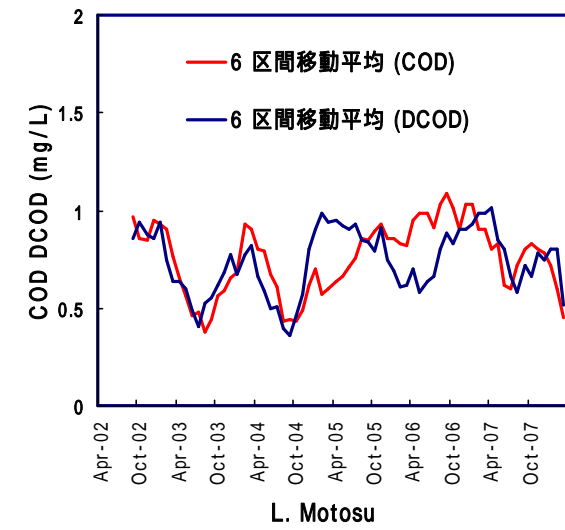


Fig.2 Changes of the concentration of COD and dissolved COD (DCOD) in Fuji five lakes. Red line: moving average of COD for 6 month Blue line: moving average of dissolved COD for 6 month

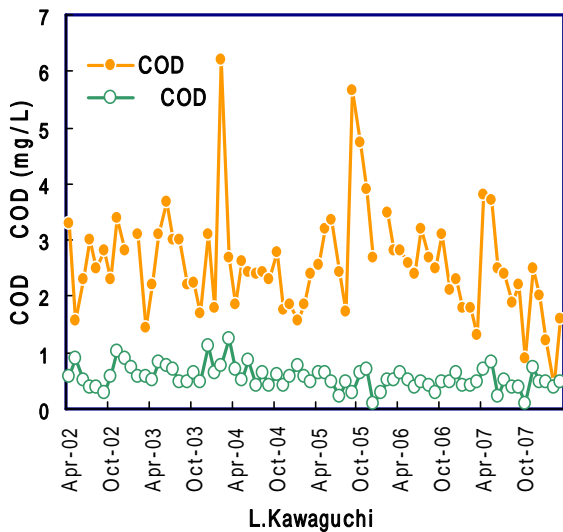
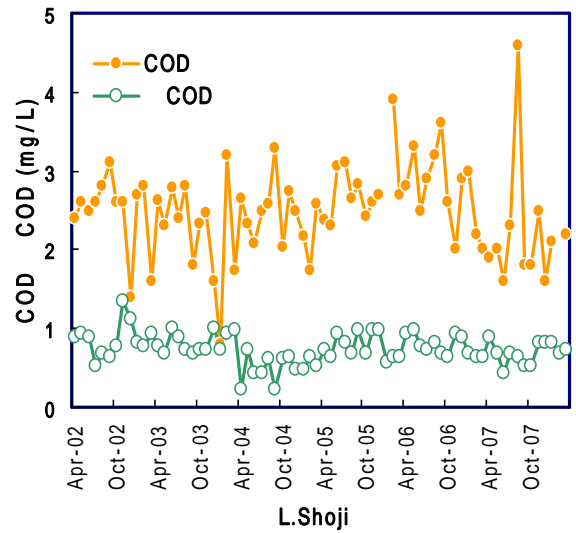
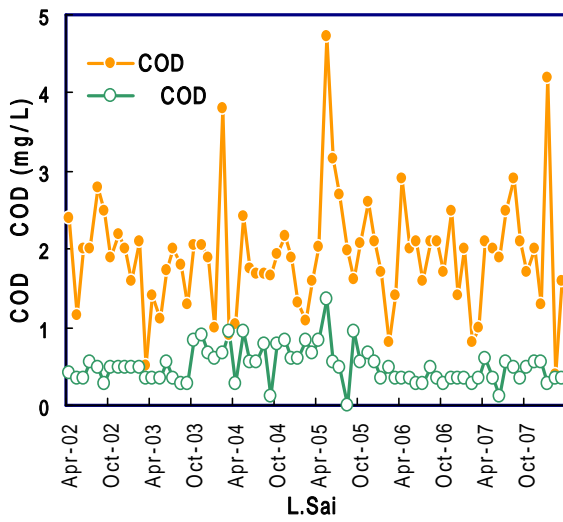
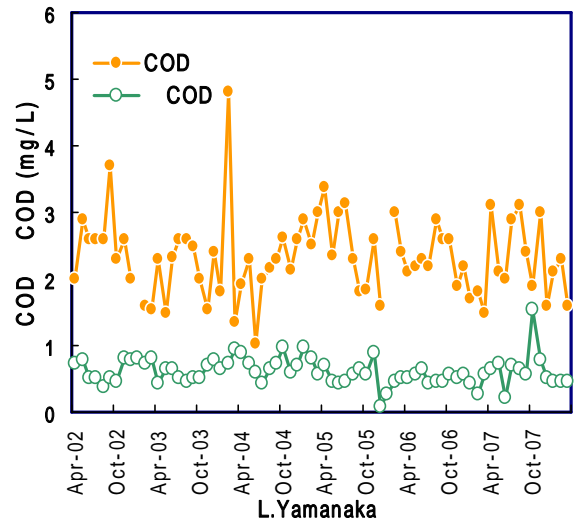
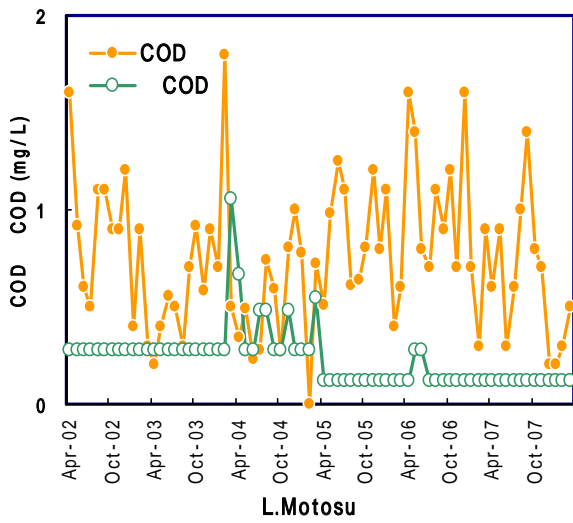


Fig.3 Changes of the concentration of COD and COD derived from phytoplankton production (COD) in Fuji five lakes.

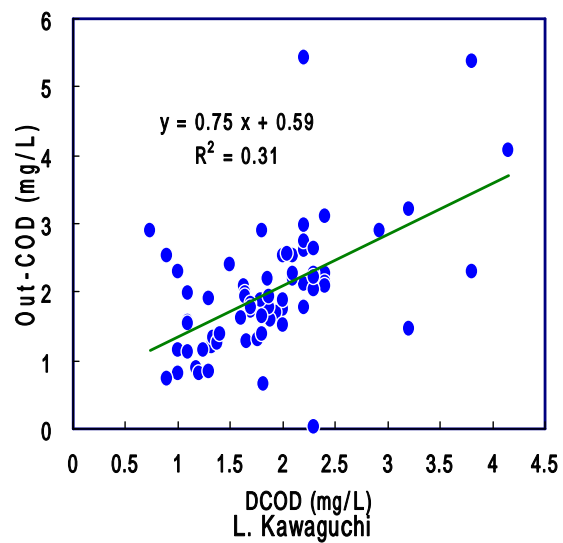
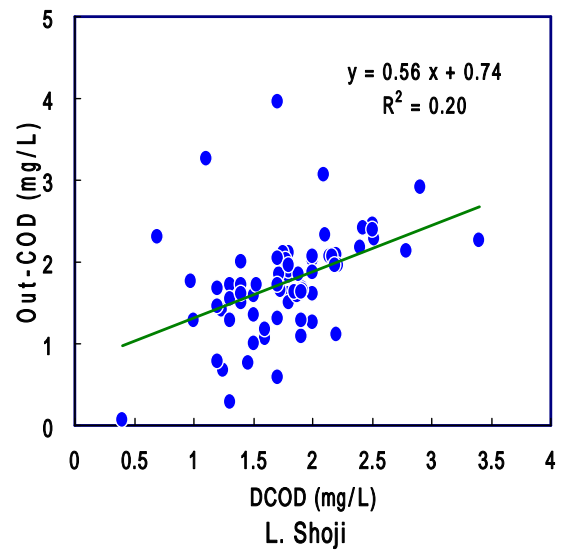
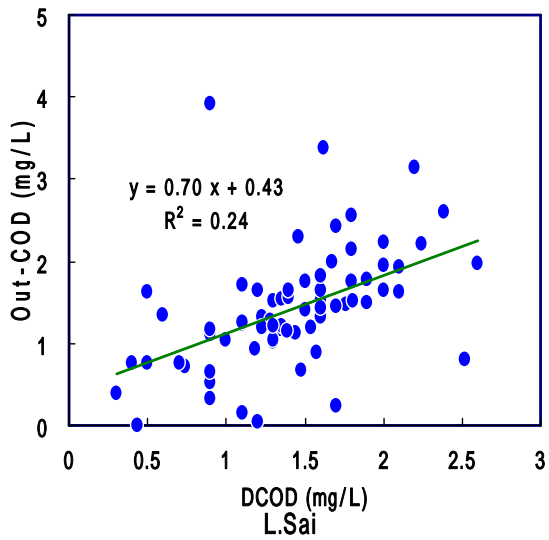
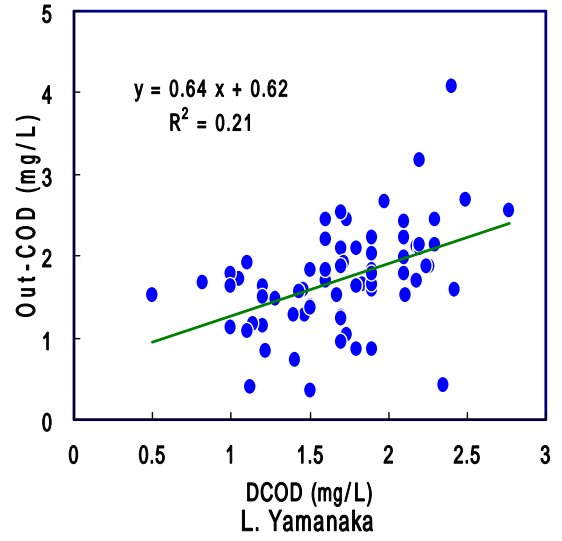
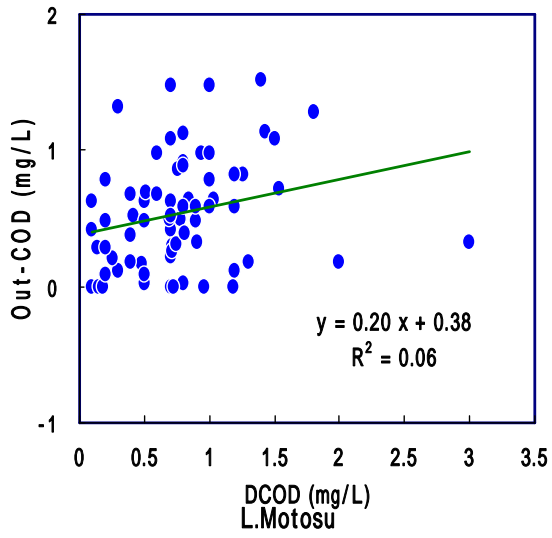


Fig.4 Relationship in dissolved COD (DCOD) and COD from catchment area (out-COD)

結果と考察

1. 溶存態 COD(DCOD)の経年変化

Fig.2 に各湖沼の COD 及び溶存態 COD (DCOD) の経年変化を 6 ヶ月移動平均値で示した。本栖湖では逆転する測定月が見られたが、芦田³⁾によれば COD 4(mg/L)以下の低濃度では測定誤差は 20%にもなるとされ、COD が 1(mg/L)程度ではバラツキの影響が大きくなったためと考えられた。顕著な季節変化は見られなかったが、西湖では冬季に低い値を示した。経年変化も顕著な変動は見られなかったが、河口湖では 2006 年以降、濃度減少の傾向があった。

またいずれの湖沼でも、COD に占める DCOD の割合が 70～80%と高く、特に本栖湖ではほとんどが溶存態 COD であることが明らかとなった。早川らは琵琶湖での有機物の 5～8 割が溶存態であるとし⁴⁾、大谷らは赤城大沼、榛名湖での DCOD は 90%程度であると報告しており⁵⁾、これらと同様の結果が得られた。

2. 内部生産量の推定

内部生産による COD の寄与を知るために、福島らの方法⁶⁾により内部生産 COD (COD) を算出した。これは湖沼の全りん濃度を用いて算出するもので、滞留時間により異なる係数を用いる。本栖湖と西湖は滞留時間が 1 年を超えるため 式を、他の湖沼は 式を用いた。

$$\text{COD}=27.5\text{XTP}^{0.789} \dots$$

$$\text{COD}=21.3\text{XTP}^{0.789} \dots$$

ただし本栖湖については TP の測定値が定量下限値 0.003(mg/L)未満の測定月が多く、COD の算出に際しては 0.001(mg/L)と仮定して用いたため、過大に算出している可能性がある。各湖沼の COD を Fig.3 に示したが、COD の寄与率はいずれの湖沼でも低く、次の序列に従い 25～30%程度の値であった。

河口湖<山中湖<西湖<精進湖<(本栖湖)
矢島らは尾瀬沼、赤城大沼、榛名湖で COD の寄与率は 20～30%に過ぎないとしており⁷⁾、本調査も同様の結果であった。

3. DCOD と外来性 COD(Out-COD)の相関関係

COD 値から COD を差引いた値は、外来性の COD (Out-COD)と考えられ、富士五湖では 70～75%を占めていると考えられた。先に得られた DCOD が

70～80%を占めるという結果と併せると、外来性 COD の多くは DCOD と考えられた。両者の相関関係を Fig.4 に示したが、本栖湖を除けば危険率 1%で有意に相関が認められた。降水時に懸濁態として流入する COD 負荷のみならず、溶存態の COD 負荷が流入していることが明らかとなり、今後イオン交換樹脂を用いた分画法などを用いて、その成分を明らかにする必要があると考えられた。

まとめ

富士五湖の COD の負荷原因を明らかにすることを目的として、存在形態別に解析を行った。その結果次の諸点が明らかとなった。

1. 全湖沼で、COD に占める DCOD の割合が 70～80%と高く、特に本栖湖ではほとんどが溶存態 COD であることが明らかとなった。
2. 内部生産 COD の寄与率はいずれの湖沼でも低く、25～30%程度の値であり、その値は次に示した順に高くなっていった。
河口湖<山中湖<西湖<精進湖<(本栖湖)
3. 外来性 COD の多くは溶存態 COD と考えられた。

引用文献

- 1) 山梨県環境局：富士五湖の水質測定 21 年報告書(1993)
- 2) 山梨県：公共用水域及び地下水の水質測定結果(2002～2007)
- 3) 芦田賢一：海水の COD 分析時の問題点．水処理技術，33，33-38
- 4) 早川和秀，高橋幹夫：琵琶湖北湖における溶存態有機物の動態と COD 増加をとりまく現状．琵琶湖研究所報，19，42-49 (2001)
- 5) 大谷仁己：山岳湖沼における COD．群馬県衛生環境研究所年報，38，31-35 (2006)
- 6) 福島武彦ら：湖沼水質の簡易な予測モデル．水質汚濁研究，9，775-785 (1986)
- 7) 矢島久美子，島田好孝：山岳湖沼の COD について．群馬県衛生環境研究所年報，34，83-91 (2009)