

琵琶湖南湖赤野井湾周辺における水質の長期変化について

佐貫典子・中村忠貴・一瀬諭・若林徹哉・
藤原直樹¹⁾・岡本高弘²⁾・津田泰三・原良平

要 約

琵琶湖南湖に所在する赤野井湾周辺の水質の現況について、これまでの水質調査結果のうち主要項目(透明度・SS・クロロフィル-a・COD・全窒素・全りん・塩素イオン)についてとりまとめたので報告する。1979年以降のデータから、赤野井湾は南湖の中でも、有機物による汚濁や栄養塩の濃度が高い富栄養化傾向を示す状態が依然継続していることがわかった。しかし、今回約10年間のデータを検討したところ項目・季節により水質の傾向が変化しており、南湖における水草の繁茂や赤野井湾の植物プランクトンの季節変動および種類の変化との関係が深いことが示唆された。以上のことから栄養塩や有機物の形態別の変動についてあわせて検討するとともに、このような水質変動の要因を分析するために今後も継続してモニタリングを行っていく必要があると考えられる。

1. はじめに

1.1 背 景

赤野井湾(杉江港沖)は、琵琶湖南湖の北東部に位置する内湾で、面積は約1.4km²、水深1.5～2.0mであり、湾口部の消波堤(1986年3月建設)により閉鎖性の強い水域となっている。このため、赤野井湾は、集水域の河川から流入する栄養塩が湾内で滞留するためアオコの発生など琵琶湖の他の水域と比較して富栄養化している。

これらの状況を受けて、赤野井湾集水域では、1997年に策定された「琵琶湖水質保全対策行動計画」の一環として、下水道事業をはじめとする発生源対策や、農地や市街地などの非特定汚染源対策、底泥の除去などの各種対策が進められている。また、この集水域では「NPO法人びわこ豊穰の郷」などによる住民活動も活発に行われている。

また1994年から赤野井湾における底泥の浚渫や覆砂が始まり、1998年からは浚渫のみが行われ

2004年で終了している。

1.2 水質調査継続の意義

以上のように、赤野井湾では各種対策の効果、住民活動の成果として、その水質が注目されていることから、当センターでは、閉鎖性が強く富栄養化が進んだこの水域の水質変動を把握するため、現在月2回の水質調査を継続して実施している。このうち、結果については1994年度までのデータについて、栄養塩濃度の長期変動、窒素に関する粒子態と溶存態の関係、湾内の粒子態に対する土壌粒子の影響について山中(1991)が報告している。この中で、塩素イオン濃度を除いて、1979～1989年度の間に大きな差がなかったが、1990年を境にすべての項目で上昇したことがわかっている。今回、その後10年間のデータの主要項目の変化についてとりまとめたので報告する。

1) 現県湖東地域振興局環境農政環境課 2) 前県琵琶湖環境部廃棄物対策課

2. 調査方法

調査地点は、図1に示すとおり、琵琶湖南湖の杉江沖(st.1)、新杉江港沖(st.2)、雄琴沖中央(st.3)の3点である。これらの地点の特徴を上げると、st.1は消波堤が設置された「赤野井湾」内の中央部で、流入河川水からの負荷や湾内の滞留による内部生産の影響を強く受け、st.2は、消波堤の外側であるが赤野井湾の水質の影響を受ける。一方、st.3は湖央部に位置し北湖からの湖水の影響が大きい。なお、1985年度に消波堤ができたことで湾内の湖水滞留が懸念されたことから湾内のst.1と比較するため、1989年度からst.2の調査を開始した。調査項目は、透明度や水温等、現場測定項目と、COD、T-N、T-P等一般項目であり、3地点の表層水を原則毎月2回定点で調査、採水し、分析を行った。分析方法は、滋賀県公共用水域・地下水水質測定計画に基づいて行った。

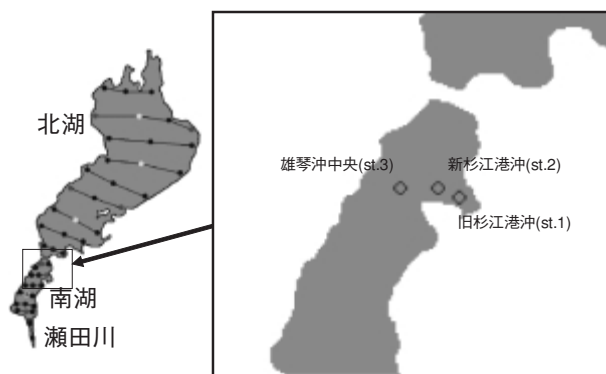


図1 水質調査地点

3. 調査結果

現在とほぼ同じ調査頻度となった1979年度以降の26年間の調査結果について検討した。なお、st.3結果については国の調査結果を示した。

3.1.1 透明度

透明度の経年変動を図2に示す。顕著な渇水であった1994年度頃を境として、それまで悪化傾向が見られた雄琴沖中央(st.3)では改善傾向に転じ、杉江沖st.1と新杉江港沖st.2も悪化傾向に歯止めがかかっていると見られる。

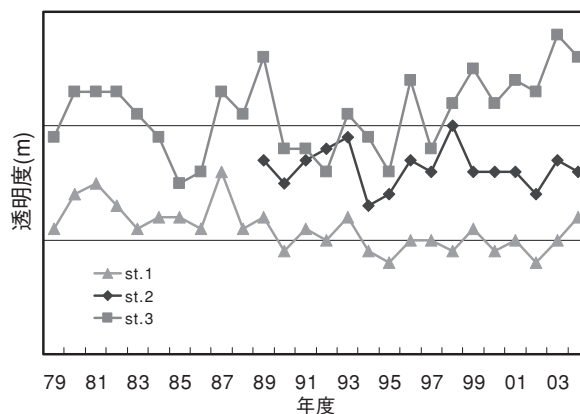


図2 透明度の経年変動(表層平均値)

3.1.2 SS

SS濃度の経年変化をみると、st.3は透明度と連動して、1990年代後半に減少傾向に転じているが、st.1、st.2では引き続いて上昇あるいは横ばい傾向となっている。なお1994年度と2000年度に高い値を示しているが、その原因として1994年度は-123cmまで琵琶湖の水位が低下した年で、渇水が長期間継続し赤野井湾が滞留状態となり、栄養塩類の上昇によってプランクトン等が増加したことによるものと考えられる。「渇水時水質報告書」(1996) また2000年度は図5に示すとおり、1月に見られる100mg/l前後の値によるものと考えられるが、採水時に顕著な濁りが確認されたことや、周辺の他の地点や1週間後の調査で10mg/l前後に低下していることから、一時的なものと考えられた。

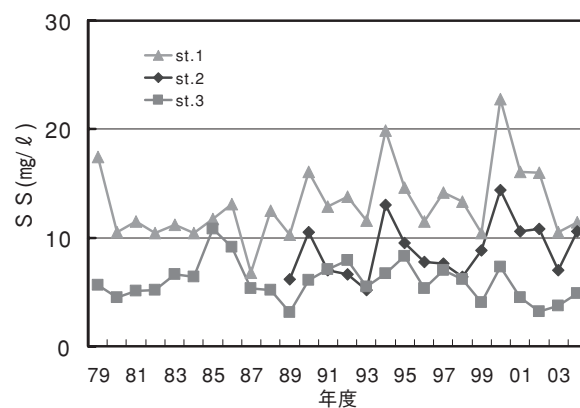


図3 SS濃度の経年変動(表層平均値)

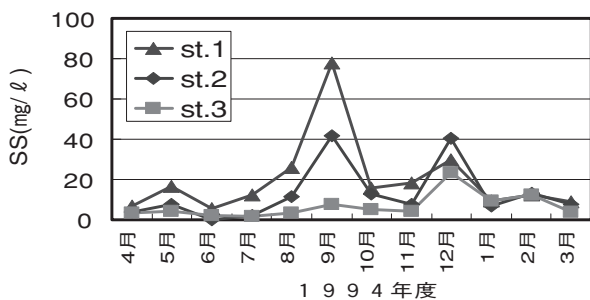


図4 1994年度のSS濃度の経月変動

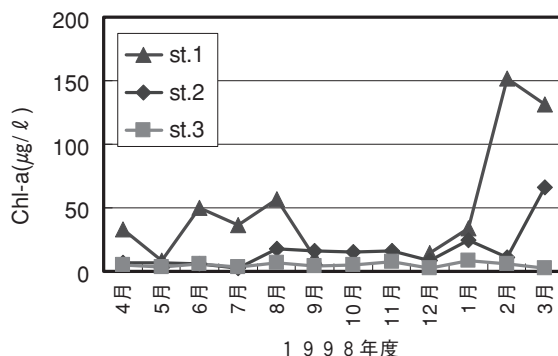


図7 1998年度のクロロフィル-a濃度の経月変動

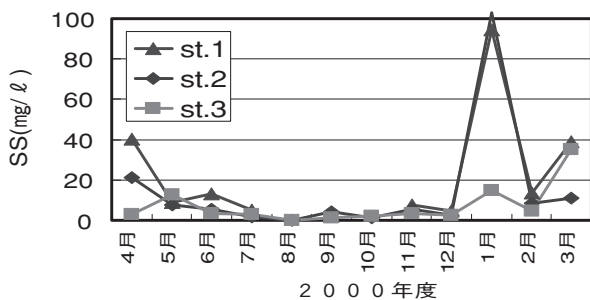


図5 2000年度のSS濃度の経月変動

Stephanodiscus sp. が大增殖しており、これによって100 $\mu\text{g}/\ell$ を上回る値を示した。これが年平均値を上昇させた原因と考えられた。(図7)

3.1.4 COD

CODの経年変動を図8に示す。増加がみられた1990年代前半以降、st.1とst.3は横ばい傾向にあるが、st.2は引き続き上昇傾向を示している。なお、上昇が顕著であった1994年度は前述したように、湾内の滞留によるプランクトン生産の増加したことによる影響が考えられる。

3.1.3 クロロフィル-a

クロロフィル-aはst.3では1992年度以降、減少傾向を示している。一方st.1とst.2では値の変動が大きいが、st.1では1994年度以降やや減少し、st.2では特にそのような傾向は見られていない。st.1では、近年増殖する植物プランクトンの種類、時期が大きく変化してきており、植物プランクトンの現存量の変動が水質を左右する要因となっているものと考えられる。

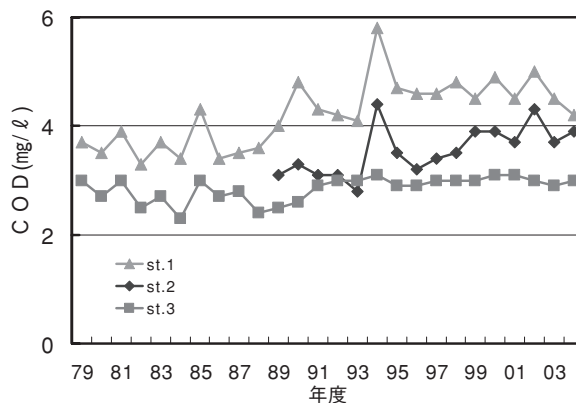


図8 COD濃度の経年変化

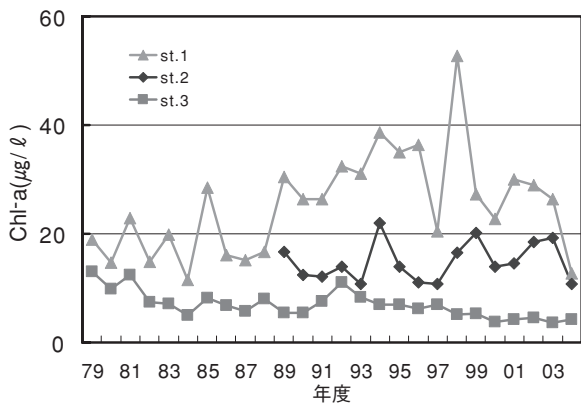


図6 クロロフィル-a濃度の経年変化

3.1.5 全窒素 (T-N)

全窒素濃度については、st.1は1998年度までは上昇傾向にあるが、それ以降増減が大きく、特に明確な傾向は見られていない(図9)。一方、st.2ではやや上昇傾向にあるが、st.3では減少傾向が見られ、地点による傾向の違いが大きい。

特に、1998年度の2、3月には、珪藻の

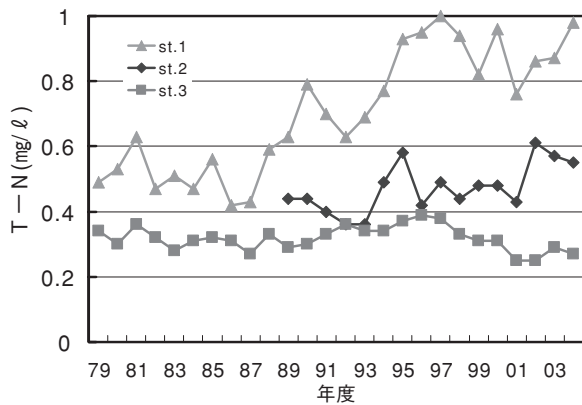


図9 T-N濃度の経年変化

3.1.6 全りん (T-P)

全りん濃度についても、st.1は1994年頃まで上昇傾向が見られるが、それ以降は横這い傾向にある(図10)。st.2とst.3については、全窒素と同様にst.2は上昇傾向が、st.3は減少傾向が見られる。

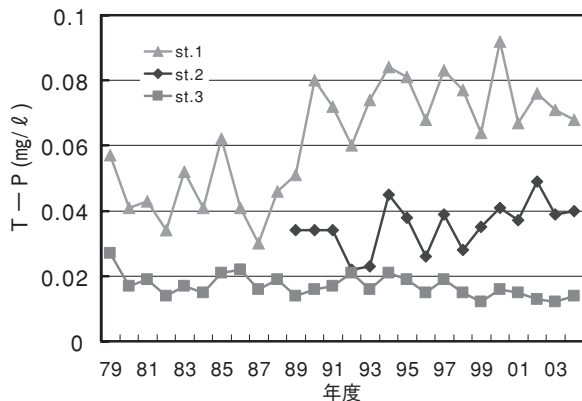


図10 T-P濃度の経年変化

3.1.7 塩素イオン濃度 (Cl⁻)

塩化物イオン濃度については、全地点とも経年的に増加している。特にst.1では、1994年度に年平均値が12~13mg/lから17mg/lまで上昇し、以降その状態が継続している。この上昇の程度はst.1 > st.2 > st.3の順で強く、st.3は他の地点ほど上昇は見られず、1994年度以前から連続的に濃度が推移している。塩化物イオンは内部生産の影響を受けず、河川・降雨からの流入・下流への流出および水分の蒸発等の物質収支の上に濃度が成り立っているものと考えられるが、1994年度以降この物質収支に何らかの変化が生じたか、あるいは

物質収支自体に変化がないまま1994年度に塩化物イオン濃度が急激に上昇した影響が残存し続けているのかを調査していく必要があるものと考えられる。

次に、st.1およびst.2の塩素イオン濃度の経月変動を見ると、st.3よりも変動が大きいが季節的な特徴は見られない。これは、年間を通じて赤野井湾の塩化物濃度を大きく増減させる要因があることが考えられるが、その要因としては、赤野井湾の深度が1.5~2.0mと浅いために、湯水による蒸発や大雨による希釈に伴う濃度変化を受けやすいことが考えられる。

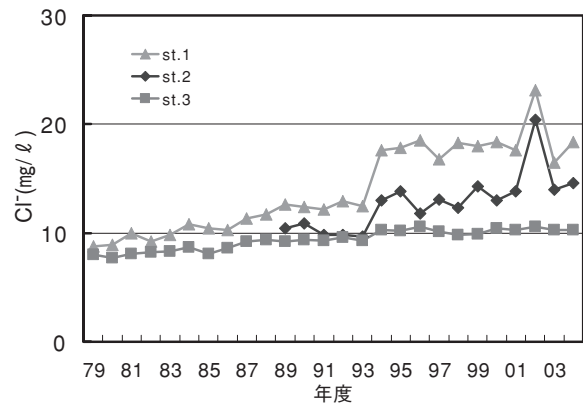


図11 Cl⁻濃度の経年変化

3.2 季節変動

1990年から2004年までのst.1、st.2の月2回の当センターでの水質調査結果を5年毎に夏季(7~9月)と冬季(1~3月)の平均値として示し

表1 st.1における季節変動表

st.1		1990~1994	1995~1999	2000~2004
透明度 (m)	夏季	0.9	1.1	1.1
	冬季	1.2	0.9	0.7
SS (mg/l)	夏季	17.2	11.5	7.4
	冬季	12.4	14.4	23.6
COD (mg/l)	夏季	6.0	5.0	4.5
	冬季	3.2	4.3	4.6
T-N (mg/l)	夏季	0.83	0.90	0.83
	冬季	0.76	1.01	1.08
T-P (mg/l)	夏季	0.092	0.072	0.058
	冬季	0.051	0.073	0.087
クロロフィルa (μg/l)	夏季	48.4	28.4	16.8
	冬季	13.3	41.1	33.2
塩素イオン (mg/l)	夏季	12.7	17.0	19.2
	冬季	14.8	18.5	18.6

表2 st.2における季節変動表

st.2		1990～1994	1995～1999	2000～2004
透明度 (m)	夏季	1.5	2.0	1.9
	冬季	1.8	1.2	1.2
SS (mg/l)	夏季	9.3	4.5	3.1
	冬季	9.6	13.8	27.4
COD (mg/l)	夏季	4.5	3.7	4.0
	冬季	2.5	3.3	4.3
T-N (mg/l)	夏季	0.49	0.43	0.46
	冬季	0.47	0.58	0.82
T-P (mg/l)	夏季	0.045	0.031	0.031
	冬季	0.021	0.037	0.062
クロロフィルa (μg/l)	夏季	24.8	11.9	10.7
	冬季	6.9	20.3	24.5
塩素イオン (mg/l)	夏季	11.9	13.3	16.4
	冬季	10.7	12.9	16.3

た。(表1、2)

SS、COD、クロロフィル-a、T-P、T-Nに関して夏季は減少傾向、冬季は増加傾向が見られ、透明度はその逆の傾向を示している。夏季に見られる傾向については、st.1において水草が繁茂してきていること、1990年代に多く発生したアオコが、最近では2000年に4回発生して以来ほとんど発生していないこと、近年冬季(1～3月)における珪藻類の増殖が頻発していること等が影響しているものと考えられる。

それらを検討するためには流入河川からの負荷量変動、水位変動などのデータと併せて考察していくことが必要であると思われる。

4. まとめ

(1) 赤野井湾では、依然として琵琶湖において特に富栄養化が進行した水域であり、st.2をはじめとする南湖の定点の水質に影響を及ぼすことから、継続してモニタリング調査を実施することが必要であることがわかった。

(2) 赤野井湾内では1990年代前半に一般項目や生活環境項目はすべて悪化傾向にあったが、この10年では透明度は上昇し、SS、クロロフィル-a、全りんでは減少するなど、やや改善傾向が見られた。一方、全窒素は横ばい、CODは悪化傾向にあることがわかった。

(3) 現在の環境基準点でもあるst.2では、項目によってはst.1の水質に近づいていることから、悪化傾向にあることがわかった。

(4) 当水域では、河口部に近いことから河川の流入の影響を受けやすく、また、消波堤の影響で閉鎖的な環境になりやすいなど、大きく水質が変動する要因があることから、水質変動が見られる場合は頻度をあげて調査を行う必要がある。

(5) 今後、植物プランクトンの調査結果や栄養塩や有機物の形態別調査結果についてあわせて検討していく必要があるものと考えられる。

引用文献

- 山中直(1991):琵琶湖内閉鎖性水域(赤野井湾)水質調査. 滋賀県立衛生環境センター所報, 26, 62-69.
- 山中直, 藤原直樹, 一瀬論, 若林徹哉(1996):赤野井湾水質調査(第2報). 滋賀県立衛生環境センター所報, 31, 72-78.
- 一瀬論, 若林徹哉, 藤原直樹, 水嶋清嗣, 伊藤貢(2001):琵琶湖における植物プランクトン現存量の変遷について-1978~2000-. 滋賀県立衛生環境センター所報, 36, 29-35.
- 滋賀県立衛生環境センター(1996):平成6年度湖水時琵琶湖水質詳細調査調査報告書(1994).
- 滋賀県琵琶湖研究所(2002):湖内現象を考慮したノンポイント負荷削減対策の検討. プロジェクト研究報告書, 01-A01.