

短報— 1

1999年7月に霞ヶ浦で発生した濁水について

岩崎 順・外岡健夫

The muddy water occurred in Lake Kasumigaura in July, 1999

Jun IWASAKI and Takeo TONOOKA

1. はじめに

1999年7月上旬に霞ヶ浦町漁業協同組合から、霞ヶ浦の土浦入から湖中央にかけて褐色～白褐色の濁水が発生しており、ワカサギ漁に対する影響を危惧しているとの報告を受け、7月7日に目視観測及び水質調査を行い、7月14日には濁水に関する聞き取り調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 調査方法

1999年7月7日に内水面水産試験場調査船「おとり」(総排水量4.67t)を用いて目視観測を行った。同時に、霞ヶ浦の土浦入から湖中央にかけて6定点を設け(図1)、水質調査を行った。



図1 霞ヶ浦濁水調査時の水色分布(1999年7月7日)

一般水質分析は、定期湖沼観測と同様に、常法により行った。溶存有機炭素(DOC)の分析はTOCメーター(島津製作所製)により、酢酸の分析はキャピラリー電気泳動システム(横河アナリティカルシステムズ製)により行った。濁度の測定は分光光度計(島津

製作所製)により行った。また、クロロフィルa濃度の測定は比色法(Strickland & Parsons 1968)により、フェオ色素濃度の測定はLorenzen(1967)により行った。

1999年7月14日に霞ヶ浦町漁業協同組合において濁水に関する聞き取り調査を行った。聞き取り相手は、霞ヶ浦町有河在住の正組合員S氏(農業・漁業の兼業)である。

3. 調査結果

(1) 目視観測

目視観測は、7月7日午後1時から午後3時にかけて調査船上で行った。天候は晴れ(雲量3)、風向・風力はNNE・2~3であった。霞ヶ浦町の志戸崎から美浦村の馬掛に至るラインより西側(土浦入)の湖面の水色は、緑褐色の湖水と褐色～白褐色の濁水とのまだら模様になっていた。湖水と濁水との境は、潮目としてはっきり認識された。また、ラインより東側(湖中央部)では、沖合域が濁っているのに対し沿岸域では比較的澄んでいた。濁水の色は、霞ヶ浦町の牛渡付近の褐色から歩崎付近の白褐色へと漸進的に変化した。高浜入(大井戸~高崎)には、濁水の徴候は全く認められなかった(図1)。

霞ヶ浦でこのような濁水事例が発生したのは、1966年及び1998年に続いて3度目である(霞ヶ浦町漁業協同組合私信)。

(2) 水質調査

定点を、St.2 (歩崎(内))・St.3 (不動堂(内))・St.5 (沖宿)の濁水内側域グループ(以下InGという)とSt.1 (歩崎(外))・St.4 (不動堂(外))・St.6 (三又)の濁水外側域グループ(以下OutGという)に分けると、DOC(溶存有機炭素)・酢酸・濁度・SS(全懸濁物)・VSS(有機性懸濁物)・NO₂-N(亜硝酸態窒素)・NO₃-N(硝酸態窒素)・NH₄-N(アンモニア態窒素)・PO₄-P(リン酸態リン)はInGで大きく、OutGで小さかった(表1)。それに対し、DO(溶存酸素)・T-COD(全COD)・Cl⁻(塩素イオン)・Chl.a(クロロフィルa)はInGで小さく、OutGで大きかった(表1)。

(3) 聞き取り調査(S氏の談)

7月上旬から聞き取り調査当日の7月14日にかけて土浦入全体が青(=緑)色の湖水と褐色の濁水とのまだら模様となっていた。しかし、この期間の濁水に起因する魚類斃死や魚類への着臭は認められなかった。

濁水の原因は、短期的には浚渫船によるヘドロ巻き上げや流域河川からの土砂流入が考えられるが、長期的には生活排水や農地・畜産排水の流入に起因する藻類の大量発生と枯死及びそれらの流去を妨げる潮止め水門の閉鎖に起因する富栄養化の進行が考えられる。

特に、レンコン栽培での多量の肥料使用(1反歩あたりN・P・K肥料400kg)の影響が大きい。現在(7月14日)はワカサギ漁解禁前の時期であり、ワカサギの群れが濁水を忌避して土浦入から移動し不漁になるのが心配である。

4. 考察

目視観測・水質調査時(7月7日)の歩崎沖には、土浦入由来の褐色~白褐色水塊・湖央部の緑褐色水塊・高浜入由来の緑色水塊の3水塊が認められ、特に北北東の風(NNE、4~6m/sec)により田伏から歩崎にかけて沿岸伝いに西向きに流された緑色水塊と土浦入を西から東へ流れている褐色~白褐色水塊とが出会い、両者の間に強い潮目を形成していたと推察され

表1 霞ヶ浦濁水調査結果(1999年7月7日)

項目\定点	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	
	歩崎(外)	歩崎(内)	不動堂(内)	不動堂(外)	沖宿	三又	
気象	BC	BC	BC	BC	BC	BC	
	NNE, 2-3	NNE, 2-3	NNE, 2-3	NNE, 2-3	NNE, 2-3	NNE, 2-3	
水質	水温(°C)	23.8	24.1	24.2	24.2	24.6	23.9
	DO(mg/l)	9.2	7.6	7.7	9.0	8.1	8.8
	DO(%)	149.42	124.03	125.87	147.13	133.28	143.15
	T-COD(mg/l)	6.0	5.5	5.3	5.9	5.4	6.7
	DOC(mgC/l)	6.9	8.1	8.4	6.8	7.5	6.8
	酢酸(ugC/l)	1.7	4.9	5.7	1.5	4.1	1.5
	濁度(A750nm)	0.066	0.094	0.092	0.064	0.129	0.054
	SS(mg/l)	27.2	43.2	42.4	25.6	57.2	21.6
	VSS(mg/l)	24.3	38.0	37.5	22.7	49.4	19.7
	Cl ⁻ (mg/l)	45.7	36.5	37.8	40.7	35.7	43.4
	NO ₂ -N(ug/l)	37	51	51	35	56	44
NO ₃ -N(ug/l)	101	302	307	72	318	76	
NH ₄ -N(ug/l)	48	85	65	44	57	32	
PO ₄ -P(ug/l)	25	26	27	24	27	24	
植物	Chl.a(ug/l)	63.01	29.88	29.03	48.47	33.84	36.61
	Chl.a(%)	73.73	71.09	74.39	88.86	82.73	100.00

VSS(%) = (VSS/SS)*100
 89.2 88.0 88.4 88.8 86.4 91.2

る(図1)。他方、褐色～白褐色水塊と緑褐色水塊とは徐々に変化していたことから、両者はよく混合して潮目が形成されなかったと推察される(図1)。

今回の聞き取りで得た情報は、それ以前(7月2日)に霞ヶ浦町で開催されたトロール漁業現地座談会で得た情報と大差がなく、特に過去の濁水出現状況については具体的な事例を把握することができなかった。これは、S氏が濁水に関心をもったのが最近のことであること、漁業を自宅の前浜沖で行っているにすぎないことに起因すると考えられる。

目視観測・水質調査時の湖面の水色は歩崎で白褐色、牛渡で褐色、沖宿で濃い褐色となっており、桜川河口に近づくほど濁水の水色が濃くなっていたこと、DOC・酢酸・VSSなどの有機物やNO₂-N・NO₃-N・NH₄-N・PO₄-Pなどの栄養塩類がInGで大きく、逆にT-CODやChl.aなどの植物プランクトンの指標がInGで小さかったこと、そして高浜入で濁水の徴候が全く見られなかったことから、今回の霞ヶ浦の濁水は桜川由来の水塊であることが推察される。

事実、1999年6月下旬のまとまった降雨時に、明野町中根の国松上大島堰下で桜川に合流する支流の観音川の水が黒褐色をして桜川に注いでいたとの報告もある(桜川漁業協同組合私信)。

桜川における流量とSS(全懸濁物)負荷量との関係は、茨城県土木部で調査されている。

1993年度(51回)の流量(X: m³/sec)とSS負荷量(Y: g/sec)との関係は

$$Y = 6.2029 \cdot X^{1.5709} \quad (r = 0.8901) \quad \dots\dots\dots(1)$$

となっており(図2)、流量が10m³/secと仮定すると、SS負荷量は230g/secとなる。この流量が1999年7月1日から7月5日までの5日間維持されたとすると、土浦入には約100tのSSが供給されたことになる。これが、表層0.1mの厚さで土浦入(約50km²)全体に拡散されると、表層のSSは20mg/l増加することになる。7月の土浦入(木原～沖宿)表層のSS濃度は通常20～25mg/lの範囲にあるから(外岡他1999)、濁水域(InG)のSS濃度は40～45mg/lとなることが予想さ

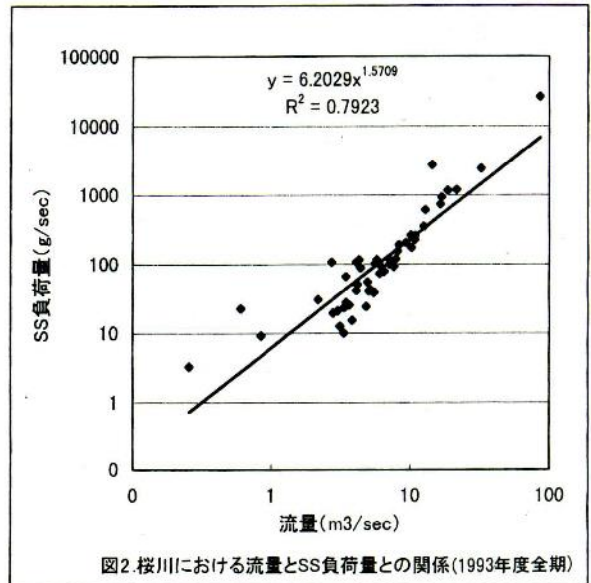


図2. 桜川における流量とSS負荷量との関係(1993年度全期)

れ、これは今回の水質調査の結果と概ね一致している。日本国内の湖沼では濁水現象の事例は少ないが、今回の霞ヶ浦のSS濃度は、流域の森林伐採によるシルト分の流入に悩まされているフィリピン・ラグナ湖のそれに匹敵するものである(沖野1993)。

以上から、霞ヶ浦で発生した濁水の原因が桜川由来の多量の土砂(シルト・粘土分)を含んだ河川水であることは十分に考えられる。また粘土分は、植物プランクトンと凝集し強沈作用を起こすことが知られており(Avnimelech et al.)、その後の霞ヶ浦におけるクロロフィルa濃度の顕著な減少(外岡他2000)の要因になっているものと考えられる。

5. 文献

- Avnimelech Y., B. W. Troeger and L. W. Reed
(1982): Mutual flocculation of algae and clay: Evidence and implications. *Science*, 216, 63-65.
- Lorenzen C. J. (1967): Determination of chloro-phyll and pheo-pigments: spectro-photometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.
- 沖野外輝夫(1993): フィリピン、ラグナ湖の陸水学的現況と汽水湖研究の課題. *LAGUNA* (汽水域研究), 1, 71-81.

Strickland J. D. H. and T. R. Parsons (1968):A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No.167, 311pp.

外岡健夫・石川弘毅・岩崎 順・久保田次郎(1999)
：1998年度霞ヶ浦北浦環境調査結果. 茨城県内水面

水産試験場調査研究報告, 35, 92-98.

外岡健夫・堀 直・岩崎 順・久保田次郎(2000):
1999年度霞ヶ浦北浦環境調査結果. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 36, 47-67.