

クロロフィル a から見た神戸川・  
神西湖・大社湾の環境について

— 理論的考察 —

2013年4月20日

北海道大学名誉教授

松 永 勝 彦

## クロロフィルaの数値 (調査日: H25.1.23、H25.2.6)

- ・一般的な海は $1\mu\text{g}/\text{l}$
- ・差海海岸から大社湾は $15\sim 85\mu\text{g}/\text{l}$



# クロロフィル a から見た神戸川、神西湖、 大社湾の環境について

北海道大学名誉教授  
松永勝彦

## はじめに

クロロフィル a (以後、Chl.-a) は緑色植物に含有されており、光合成に不可欠な色素の一つであるため、植物プランクトンから樹木の葉にも含有されている。一般に流れのある河川には、浮遊プランクトンがほとんど存在しないことから、浮遊プランクトン由来の Chl.-a は存在しないと言われているが、岩などから剥離した着床プランクトン由来の Chl.-a が存在する。その濃度は一般に上流では  $1 \mu\text{g/l}$  以下、下流でも数  $\mu\text{g/l}$  程度である。

一方、ダム、湖、水田、閉鎖系湾など、水が滞留しやすい環境下においては、人為的汚染がなくても浮遊性プランクトンは増殖し、Chl.-a 濃度は高まるのが一般的傾向である。工場などから窒素、リンを含む廃水が湖や海に放流されると、富栄養化して浮遊プランクトン（植物プランクトン）が異常増殖し、水の華（藍藻類の時はアオコ）や赤潮が発生する。昨今、工場廃水の法的基準が厳しくなり、今日では、工場廃水というより未処理の家庭雑廃水などが富栄養化に大きく関与している。

## 神戸川

来島ダムに流入する前の頓原川中流の Chl.-a 濃度は約  $7 \mu\text{g/l}$  であり、来島ダム取水口付近ではすでに水が滞留しているため、Chl.-a 濃度は約  $18 \mu\text{g/l}$  と高い値を示している。志津見ダム下流の Chl.-a 濃度は  $35 \mu\text{g/l}$  とさらに高濃度になっている。来島ダム、志津見ダム、その下流へ行くほど高い数値となる理由は水の滞留が志津見ダムによりさらに長くなったためと推定される。下流の神戸堰では  $10 \mu\text{g/l}$  に低下しているが、何本かの支流の流入によって希釈されたと推定される。採水は 2013 年 2 月 6 日に行った。

## 神西湖

神戸川から十間川、保知石川を通して神西湖に水が流入しているが、馬木堰取水口付近での Chl.-a 濃度は  $20 \mu\text{g/l}$ 、中流部で  $28 \mu\text{g/l}$  で、保知石川との合流点で約  $17 \mu\text{g/l}$  の濃度で湖に流入している。

一方、湖での Chl.-a はほぼ  $100 \mu\text{g/l}$  と極めて高濃度である。湖水は差海川を通して海に流出しているが、その河川中の濃度は約  $71 \mu\text{g/l}$  であり、異常に高い値である。採水は 2013 年 1 月 23 日に行った。

## 大社湾

神西湖から追石鼻にかけて、岸から  $20\text{m} \sim 1\text{km}$  に渡り約 20 点で表層水を採水したが、Chl.-a は  $13 \sim 70 \mu\text{g/l}$  と極めて高濃度であった。採水は 2013 年 1 月 23 日、2013 年 2 月 6 日に行った。

## 考察

北海道噴火湾では、3 月下旬から 4 月初旬にかけて（年により時期は変動する）植物プランクトンが増殖する、いわゆるスプリングブルームという現象がみられる。冬期間に鉛直混合により、底層の高濃度の窒素、リン、ケイ素などが有光層に供給される。春になり水温が上昇し、対流が止み、太陽光度が強まるとブルームが生じるのである。この現象は何百、何千前から毎年起こっていた自然現象である。有効層の栄養素が消費されるため、数週間でブルームは終わる。魚類は冬期間にだらだらと産卵するが、丁度このブルーム時に孵化した稚魚は豊富な餌で生存できる。このブルームから外れて孵化した稚魚の多くは餌不足で死に至る。魚はいつブルームが起こるかをわからないから、だらだらと長期に亘り産卵するものと思われ、神秘的な自然現象である。

このブルーム時の Chl.-a 濃度は  $15 \mu\text{g/l}$  程度で、終わると  $1 \mu\text{g/l}$  程度にもどる。ブルームと比較しても来島ダム湖の  $18 \mu\text{g/l}$  はかなり高濃度といえるし、ダム湖には年中栄養素が供給されているから、水温が高まる春からさらに Chl.-a 濃度は高まるだろう。

ダム湖には枯葉はむろん家庭雑排水も流入しており、夏期には水温躍層が発達するため、底層の酸素は有機物の分解に消費され、無酸素状態になり（島根県専門委員会配布資料）、硫化水素が発生し、湖底はヘドロ化する。

一般に、淡水湖でのプランクトンの異常増殖種は藍藻類のアオコによるのが多い。有毒アオコの代表格はマイクロシステス・ビリデス、マイクロシステス・ヴェゼンベルギー、マイクロシステス・エルギノーサーなど、他にアナベラ属などがある。

川魚漁師にとって、アユは貴重な収入源であるが、ダム湖からアオコが流出すると、アユが死滅するか、死ななくても臭くて食することができなくなる。さらに、ダム起源のヘドロが河底に堆積していると、アユなどの生き物を死に至らしめる有毒な硫化水素が発生している可能性も否定できない。また、豪雨時にダム湖のヘドロを流出させると、魚のエラにヘドロが詰まり、死に至るし、大

量の無酸素のヘドロにより、アユなどの生き物の生存は困難になる。現在、多くのアユの稚魚を放流しているが、その効果はほとんどないのも上記理由によるものであろう。

また、秋に孵化したアユの稚魚は、降海後、河口付近、水深1 m程度の範囲で生育し、海産動物プランクトンを餌としている。その理由は餌が豊富であることや外敵が少ないからである。

神戸川、大社湾では、本来の生態系がくずれているから、アユの自然産卵床に適した砂利の産卵場が残されているのか。また、流入水量が激減している神戸川の河口付近で、海産動物プランクトンが十分に生育できるのか疑問である。

神西湖で特記すべきことは、湖に流入する十間川の水量が減少した後、約50年間で水深が4~5 mから1.5 mまで浅くなったことである。一般に堆積速度が速い湖でも、堆積速度は1 cm/yで、圧密を考慮したら1 cm/yよりもかなり遅くなる。しかし、神西湖では平均約5~7 cm/yと極めて速い堆積速度で、湖は埋まっている。この理由として、十間川の水無川化などによる流入量の減少により、プランクトンが異常に増殖すること、保知石川などからの家庭雑排水の流入も要因となり、急速なヘドロ化が進んでいるものと思われる。その根拠として、湖のChl.-aが冬でも約100 µg/lと極めて高濃度であるからである。春~秋にはさらに生産力が高まるため、家庭雑排水が年中流入している春~夏期の湖のChl.-a濃度は数100 µg/lあるいはそれ以上に高まるものと思われる。

現在、シジミは湖の岸近くでしか獲れないようであるが、湖には塩分躍層が存在しており、湖の中央部ではヘドロ化が進み、無酸素並びに硫化水素の発生のため、シジミなどのベントスの生存は困難になっているように思われる。

一般に、毒性プランクトンは魚類には毒性を示し、貝には無毒と言われているが、すべての貝にあてはまることではない。例えば、ヘテロカプサ sp.はカキやアコヤ貝を、カレニア sp.はアワビ（貝ではないが）を死に至らしめる。また、赤潮の一種、プロロセントラム・デンタータムは魚介類に無毒と言われているが、函館湾でこの種の赤潮が発生した折、海底土中に生息している無数のホッキ貝が砂浜に逃避した。1 kmもの岸辺の砂浜がびっしりこの貝で埋まった。つまり、一般論では魚介類に無毒と言われている赤潮種でも、ホッキ貝には有毒であったことを意味している。逃避したこの貝を漁師が海にもどしていたが、効果はなく、この貝の漁獲量は5年間ほど激減した。

貝は有毒赤潮の毒を体内に濃縮するが、貝はその毒で死なないと言われている。しかしながら、それは一般論であって、貝には毒性はないと言われている赤潮種でも、函館湾のホッキ貝のように、ある種の貝には毒性を示す可能性は否定できない。

一般に、人為的汚染のない冬の海のChl.-a濃度は1 µg/l以下である。大社

湾でも同様と考えられる。しかしながら、差海川河口から追石鼻にかけての沿岸海域の Chl.-a 濃度は  $1.8 \sim 7.4 \mu\text{g/l}$  と極めて高く、その起源は陸にあると考えざるをえない。

神戸川の下流、約 4 km は治水事業により、この 20 年で川幅が 2～3 倍の約 150 m～200 m になったため、流速が遅くなり、河川水の滞留時間が長くなっているのではないかと考えられる。このため、アオコが発生し、ヘドロが形成されていることも考えられる。

かつて、神戸川河口付近の海（汽水域）にはアミエビなどもたくさん生存しており、植物プランクトンや動物プランクトンも豊富に存在していたと考えられる。40～50 年前までは差海、外園海岸では、ハマグリ（コタマガイ）、キス、シラス、イワシなどが大量に獲れており、また大社湾周辺では、イワシやブリをはじめ多種の魚が獲れたが、現在ではほぼ壊滅の状態のようだ。また、岩場ではワカメなどの海藻類、アワビやサザエも採れたが、それらも激減している。

陸から毒性を有するプランクトンやダムのヘドロが海に流出すれば、ハマグリはその毒性で死に至るかもしれないし、遊泳する魚類は沿岸から逃避するであろう。また、ワカメなどの海藻の葉に、微細粒子が着床すると光合成が妨げられ、枯死する。さらに、後述するように、岩や岩盤が石灰藻に覆われると海藻は半永久的に生育できなくなる。

魚類が逃避する例として、かつてのえりも岬では樹木が伐採され、えりも砂漠と言われ、微細な粘土鉱物が強風や雨で海に運ばれた。そのため、魚類はそこから逃避したため、漁獲量は激減した。また、粘土鉱物がコンブの葉に着床したため、コンブは枯死した。枯死した他の例として、青函トンネル工事の折、粘土鉱物を含む濁水が海に流れ、コンブの葉に着床したためコンブが枯死したこともある。

海藻が生育できない石灰藻に覆われた岩や岩盤が、日本全国では 1000 km にも広がっている。私はこの現象を海の砂漠化と名づけた。

その要因は、ウニがコンブの芽を食べたからだと言われ、ウニを除去するため多額の税金が使われてきた。小学生でも少し説明すれば、おかしいと思うことを、何の目的かは不明であるが、延々と言い続けていては、日本の明るい未来は開けない。

砂漠化の要因は、森林で形成された腐植物質が海に流れなくなったためである。昭和 40 年後半から廉価な外材が輸入されたため、スギ、ヒノキの針葉樹林の森が放置されたため、腐植土が形成されなくなった。そのため、雨水の保水力もなくなり、水無川や水量の激減した河川になったから、海に流れる腐植物質が激減したためである。

## 結論

河川水が滞留する来島ダムを建設し、その湖水の大部分を本流の神戸川でなく、分水嶺を超えて他流域である江の川に流していること、及び流域面積の少ない志津見ダムにおいて、更に水を滞留させていることが神戸川、神西湖、大社湾の生態系を狂わせてしまった大きな要因と考えられる。

河川水は、滞留することなく流れているのが本来の姿であるが、人為的に本来の姿を変えることにより、世界でさまざまな問題が生じていることから明らかである。

来島ダムの上流はブナの原生林もあり山林面積も多く雨量も多いので、かつては栄養豊かな水を川や海に供給していたはずである。従って、神戸川、神西湖、大社湾は森の恩恵を受けて、魚介類が豊富な河川、湖、海だったし、海の砂漠化も生じなかった。

神戸川が黒い河川に変貌したこと、神西湖の水質、底質が悪化したこと、大社湾で赤潮が発生するようになったこと、川、湖、湾で漁獲量が減少したこと、これらの要因は神戸川の水を江の川に分水されたこと、河川水が来島ダムで滞留したこと、志津見ダムへの流入量が来島ダムでの分水により本来あるべき流入量が半分以下になっていること、神西湖への流入水量が減少したことによるものが大きな要因と考えられる。これらを解決する手段は河川、湖を本来の姿にもどすこと、即ち、来島ダムからの分水を廃止して河川水を神戸川、神西湖にもどすことではないだろうか。

そうすれば、早ければその年あるいは1年後には、魚介類のエサとなる動植物プランクトンが60年前の状態に戻るので、海に魚が戻ってくることは明らかである

将来、志津見ダムに土砂が堆積すれば貯水量の減少により、ダム湖水の滞留時間が短くなることから、ダムへの流入量を減らしてもアオコの発生する確率が小さくなる。従って、ダム湖上流地点から清流、排砂バイパスを造り、志津見ダムの神戸川下流に流すことにより、河川、湖、海を昔の生態系に戻すことが可能になるものと思われる。