

# いんば沼

《第32号》



佐倉市土浮地先を彩る残照 (提供：飯塚 秀保氏、船橋市本町在住)

## \*\*\*\*\*Contents

》》》 いんば沼…

- 水質改善対策の検討 …………… 平間 幸雄
- ナガエツルノゲイトウの脅威 ……… 根本 明夫
- 温暖化の影響…………… 本橋 敬之助

\*\*\*\*\*Contents

財団法人 印旛沼環境基金

<http://www.i-kouiki.com/imbanuma.htm>

# いんば沼

## —水質改善 対策の検討—

平間 幸雄(千葉県環境研究センター)

### 1 はじめに

いんば沼では、昭和40年代以降、富栄養化の進行と相まって、植物プランクトンの大量発生による透明度の低下や、景観の悪化、ひいては沈水植物などの水生植物が生育できなくなり、生態系が単純化するといった問題が生じています。また、水道用水としての使用では、臭気物質を作り出す植物プランクトンの発生により、高度処理が必要となって浄水コストが高くなるなどの課題も生じています。

このようなことから、ここでは、いんば沼の水質改善対策の方向性を明らかにするため、水質シミュレーションモデルによる試算結果などに基づいて、有効と考えられる対策について検討した結果を紹介します。

### 2 沼の水質形成機構

湖沼の水の汚れを表す指標としては、COD（化学的酸素要求量）がよく使われています。これは、水中の有機物量を、薬品で酸化分解する時に消費される酸素の量で表すものです。このCODを有機物量の指標とすれば、沼内のCODは、外部から流入したCODと植物プランクトンの増殖により沼の内部で作られたCODの合計とみなせます。植物プランクトンは、沼の生態系の底辺に位置し、不可欠な存在ですが、多すぎると様々な不都合を生じます。

その植物プランクトンの増殖量は、窒素、りんなどの利用可能な栄養塩類の濃度、日射量、水温、そして滞留時間によって規定されると考えられます。これらのうち、人為的にある程度、コントロール可能な因子は、栄養塩濃度と滞留時間です。

いんば沼においては、無機態のりん濃度は年間を通じて低いレベルにあり、植物プランクトンの増殖を支配する制限栄養塩になっている時期が多いと考えられます。しかしながら、それほど高濃度でないとはいえ、水中に残存している時もある。その時の気象条件によっては、さらに植物プランクトンの増殖を促進させる可能性もあるため、気象条件にかかわらず良好な水質を維持するには、沼内の無機態りん濃度をさらに下げる必要があります。また、無機態の窒素は、冬期を中心に過剰に存在する時期が多いものの、夏期にはほとんど消失している年もあり、この時には、

窒素が植物プランクトン増殖の制限栄養塩になっていると考えられます<sup>1) 2)</sup>。

いんば沼や手賀沼のように、沼内における水の滞留時間が比較的短い湖沼の場合は、流入水量を増やして滞留時間をより短くし、植物プランクトンの増殖量を減らすことができると考えられます。これは、植物プランクトンが沼の中で十分に増殖しないうちに水を沼の外に出してしまおうという考え方です。過去のデータをみると、降水量が少ない時には沼の中の植物プランクトンが多く、逆に降水量が多い時には植物プランクトンが少ないという傾向があり、この対策の有効性を示唆しています。人工的に流入水量を増やす対策、いわゆる導水は、すでに手賀沼で行われ、その水質改善効果が認められています。ただし、その効果の大きさは、滞留時間をどの程度まで短縮できるかにかかっており、供給可能な導水量と沼の貯水量によって変わってきます。

いんば沼とその流域の水質形成機構については、印旛沼流域水循環健全化会議（以下、「健全化会議」と略します）のウェブサイトにもまとめが掲載されていますので<sup>3)</sup>、以下に述べる検討結果をより良く理解する上でも、ご参照いただければと思います。

### 3 水質改善対策の検討

#### (1) 流入負荷量削減の効果

既存モデルによる試算結果を整理した結果、いんば沼の水質改善に有効な対策は、流入汚濁負荷量の削減であり、浚渫や導水などの沼内対策は、あまり有効ではないと推定されました<sup>4)</sup>。このことから、流入負荷削減対策の水質改善効果をより詳細に評価するため、様々な対策を行った場合の沼内水質を計算しました<sup>5)</sup>。その結果、下水道整備・接続の促進〔生活雑排水未処理人口の排水をすべて流域下水道に取り込んだ場合；下水道普及率91.5%〕+小規模通常型合併処理浄化槽を高度処理型合併処理浄化槽へ転換+畑地からの窒素負荷量50%削減（健全化会議の「農地系みためし行動」の成果の普及を想定した）の対策を行った場合でも、西いんば沼のCOD年平均値は8.1⇒6.3mg/ℓ、全窒素2.9⇒1.9mg/ℓ、全りん0.110⇒0.088mg/ℓとなり、下述の長期目標であるCOD年平均値5mg/ℓには達しません。

いんば沼の水環境保全の長期的な目標については健全化会議において検討が行われ、幾つかの評価指標が示されていますが、CODについては、年平均値5mg/ℓが提案されています。この値を目標として、達成に必要な対策量を求めると、上述の現時点で考えられる対策を最大限行った場合に加え、さらに産業系および面源のCOD、りん負荷量を35%削減する必要があると試算されました。

#### (2) 沼内対策の効果

前述のとおり、既存モデルによる試算結果を整理した結果、いんば沼の水質改善に有効な対策は流入汚濁負荷量の



削減であり、浚渫や導水などの沼内対策はあまり有効ではないと推定されましたが、その後、健全化会議内の組織である印旛沼水質改善技術検討会において、浚渫や導水の他に、植生再生なども対策メニューに加え、沼内対策を中心に水質改善効果が検討されています。

植生再生については、1988年（昭和63年）と同様の植生分布を想定して試算を行った結果、沼内のCOD年平均値は、上水道取水口下で現状9.2mg/lに対して1988年植生時8.2mg/l、北いんば沼中央で8.9⇒6.4mg/lとなって、かなりの改善が期待されます<sup>6)</sup>。

導水については、酒直機場から常時（平水時）15m<sup>3</sup>/sec揚水し、大和田機場から排出した場合、沼内のCOD年平均値は、上水道取水口下で現状7.5mg/lに対して導水時7.3mg/l、北いんば沼中央で7.6⇒7.7mg/lと試算されています（植生再生、浚渫の場合とは、試算の条件が多少異なります）。手賀沼では、北千葉導水事業により、水質が大きく改善されましたが、この試算では、水質改善はほとんど期待できないという結果になっています。その理由は、いんば沼のCOD濃度が、導水が無い場合の手賀沼のCOD濃度より低く、かつ、貯水量に対する導水量の比率が手賀沼より小さいため、希釈効果が小さく、滞留時間の短縮もあまり期待できないことに加え、利根川の窒素・りん濃度がいんば沼と同程度であることによると考えられます<sup>7)</sup>。

浚渫については、西いんば沼の底泥中りん濃度が高い場所で浚渫を行い、溶出速度係数が北いんば沼と同じになったと想定した試算が行われています。その結果、沼内のCOD年平均値は、上水道取水口下で現状9.2mg/lに対して浚渫後8.7mg/l、北いんば沼中央で8.9⇒8.2mg/lとなっています。そのために必要な浚渫量は約130万m<sup>3</sup>と見積もられ、他の湖沼での平均的な既往事業量5.5万m<sup>3</sup>/年で23年間を要することから、西沼全体で浚渫を行うことは非現実的であり、植生帯整備のための盛土材としての利用や航路維持のための浚渫にとどめるべきとしています<sup>7)</sup>。

これらの試算結果を踏まえ、健全化計画（長期計画）および第1期行動計画（案）においては、実際に行う沼内対策としては、植生再生のみを採用し、流域対策と組み合わせた場合の対策量を設定しています。

## 4 まとめと今後の課題

いんば沼の水質改善に有効な対策は、流入汚濁負荷量の削減であると考えられ、導水や浚渫の沼内対策は、あまり有効ではないと推定されますが、流入汚濁負荷削減による水質改善も容易ではなく、沼内のCOD年平均値を5mg/lにするためには、2005年度の実績負荷量を基準とした場合、COD・窒素・りんの流入負荷量を同時に40～45%程度削減する必要があると推定され、生活排水対策以外の面源負荷等の削減対策も必要になると試算されました。

今後の水質改善対策については、以下のことが考えられ

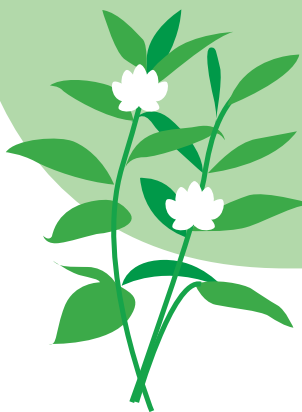
ます。

- ① 生活排水対策は、実施可能な対策として引き続き重要ですが、それだけでは限界があり、面源負荷の削減が必要となります。具体的には、畑地での施肥量削減による窒素負荷削減、市街地からの降雨に伴うCOD、りん負荷削減対策として、雨水浸透施設の設置、雨水調整池の活用などが考えられます。
- ② りん負荷量については、産業系（特定事業場）の比率も高いため、個々の事業場についてのより詳細な検討が必要です。生活排水対策の一つとして、りん除去型合併処理浄化槽の普及も考えられます。
- ③ 沈水植物など、水生植物の復活は、生態系の観点から重要ですが、同じ栄養塩濃度であっても、水草が存在する場合には、存在しない場合より水の濁りが少ないなど、水質改善において果たす役割も注目されています<sup>8)</sup>。このような、自然の浄化機能の活用も、水質改善には欠かせないと思われれます。

最後に、すでに述べましたように、沼の水質は、人為的な汚濁だけではなく、気象条件など自然的な要因にも支配されますので、対策の効果が必ずしもすぐに現れるわけではありません。そのため、実行可能な対策を着実に積み重ねて、気象条件に左右されずに良好な水質を維持できるような素地を目指すことが望まれます。

### 【文献】

- 1) 平間幸雄・小倉久子・飯村 晃：印旛沼・手賀沼に関する情報の整理と解析（1）印旛沼の最近の水質、千葉県環境研究センター年報第6号（平成18年度）（2008）
- 2) 平間幸雄：印旛沼の最近の水質（2）、千葉県環境研究センター年報（平成20年度）（2010）
- 3) 印旛沼流域水循環健全化会議：印旛沼水質形成機構、いんばぬま情報広場、  
[http://inba-numa.com/html/file/kaigi/inba\\_suisitukeiseikikou.pdf](http://inba-numa.com/html/file/kaigi/inba_suisitukeiseikikou.pdf)
- 4) 平間幸雄：印旛沼の水質浄化対策の効果に関する検討、千葉県環境研究センター年報第3号（平成15年度）（2005）
- 5) 平間幸雄：水質シミュレーションモデルによる印旛沼の水質改善対策の検討、千葉県環境研究センター年報第7号（平成19年度）（2009）
- 6) 千葉県：第13回印旛沼水質改善技術検討会資料（2009年2月27日）（2009）
- 7) 千葉県：印旛沼水質改善技術検討会第1回水質改善工法検討ワーキング資料（平成22年12月15日）（2010）
- 8) 国土交通省河川局河川環境課：自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集（案）（平成22年3月）（2010）



# いんば沼

## —ナガエツルノゲイトウの脅威—



根本 明夫（佐倉印旛沼ネットワークの会）

### 》》》ナガエツルノゲイトウと法律

ナガエツルノゲイトウ（写真）は、ヒユ科に属する南米原産の湿地性多年草です。生命力は著しく強く、茎は中空で（4mmにも達する）盛んに分岐して節から根を下ろし、地表を這うように0.5～1mの長さに生育します。特に、河川や湖沼では岸辺から水面を這うようにして沖に向かい、舌状に伸びてマット状の群落を形成します。そして6月～9月には葉腋に細かい柄を出し、先端に直径1.5cmほどのシロツメクサの花に似た球形の白い花をつけます。

夏の暑い日、その小さく可憐な白い花をみて、大方の人は、恐らく手にしてみたいという衝動に駆られるかもしれません。しかし、この花、否、この植物そのものは、自由勝手に手にすることはできないのです。手にすれば法律に触れることとなります。

ナガエツルノゲイトウは（種名が長いので、以下、ナガエと略称します）、すでに本誌の第27号で本橋敬之助氏が紹介しているように、政府が平成17年6月に“特定外来生物”の飼育、栽培、保管などについての規制や防御等を行い、生態系の多様性や、人の生命および身体、また農林水産業への被害を防止することを目的として施行した法律「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（通称は、外来生物法）で指定された97種類（平成20年現在）の特定外来生物の中の1種ですが、これらは、ただ単に指定されたというだけの単純な代物ではありません。ある意味では、私たちにとって非常に厄介で、恐ろしくもある生物たちで、それらの取り扱いには法律で

- ① 飼育、栽培、保管および運搬（第4条）
- ② 輸入（第7条）
- ③ 譲渡、引渡し、販売もしくは頒布（第8条）
- ④ 野外に放つ、植えるおよび播く（第9条）

の事項が厳しく規制され、これに違反した場合には懲役や多額の罰金が科せられることになっています。

### 》》》いんば沼でのナガエツルの発見

ナガエが日本で初めて確認されたのは平成元年に兵庫県尼崎市で採集された時と言われていますが、現在は淀川や北河内等の関西でも広く繁茂し、ごく普通にみられるようです。しかし、国内での最大級の繁茂地は、いんば沼および流入河川の周辺域となっています。恐らく、いんば沼で

は、当初、観賞用の水草としてペットショップでナガエを購入した人が、何気なく、後述するいんば沼の流入河川に捨ててしまったことに端を発し、そして今日に至ったものと思われます。

いずれにしても、いんば沼でのナガエは、昭和22年からいんば沼で精力的に水草調査を行っていた印西市（元印旛村）の故笠井貞夫氏が平成2年7月22日、いんば沼流入河川の一つである鹿島川の河口部（竜神橋付近）で未知なる植物を発見、そしてその同定を平成3年11月、元千葉県立中央博物館の大場達之氏に依頼し、その結果、ナガエであると確認されたのが始まりです。そしてこの確認を受け、笠井氏は、平成6年6月に鹿島川におけるナガエの生育（繁茂）地点と生育（繁茂）面積の調査を行い、その結果、鹿島橋から鹿島川河口の約2.5kmの間に15か所の生育場所と、それらの総繁茂面積が約690㎡に相当することを確認しました。そして、さらに翌平成7年6月の調査では鹿島川で18か所、総面積はその前の調査年に比べ2倍近くの1,200㎡までに拡大していることと、新たに佐倉市臼井田および土浮と、印西市師戸と瀬戸の地先の計4か所、総面積250㎡の繁茂域を確認しました。

しかし、その後の状況については、残念ながら、関連機関等による調査がほとんどなく、知り得ることができませんが、地元の方々の話によると、鹿島川河口域はもとより、西いんば沼の岸辺および流入河川等で驚異的に拡大し、危惧を感じていたようです。

このような状況もあって、いんば沼を拠点にして活動している「佐倉印旛沼ネットワークの会」は、平成17年にいんば沼のオニビシ調査と合わせてナガエの分布調査に取り掛かりましたが、平成18年からは、幸いにも、その調査に対して財団法人印旛沼環境基金から助成金を受ける機会を得て、今日まで継続しております。

### 》》》いんば沼および周辺域におけるナガエツルの分布状況

ナガエの本格的な分布調査は、平成18年の現場踏査（予備調査）を踏まえ、平成19年から始まり、今日に至っていますが、調査の対象域は沼、流入河川、捷水路、低地排水路（物木、一本松、舟戸、その他）の水域とそれら周辺域に亘っています。そしてそれぞれの調査域では、ナガエの生育（繁茂）場所を便宜上、水上（主に水面上、湿地に



繁茂)、陸上(主に地面上に繁茂)、抽水植物内(主にヨシ、マコモなどの群落内に混在して繁茂)、水陸(水面と陸上にまたがって繁茂)の4つに区分し、さらにそれぞれの中で生育している箇所の繁茂面積を繁茂状況に応じてレーザー距離計、歩測、目測などによって計測しました。

表1は、調査対象域別における年別ナガエ繁茂面積のトップ5と全調査域における総繁茂面積を示していますが、結果をみると、先ず同じ調査域であったとしても、その順位と面積が年ごとに目まぐるしく変わっていることに気づくと思います。例えば、西沼は平成19年に13,474㎡で1位でしたが、20年は72%減少し、順位は3位、21年は順位が同じですが、面積は増加、そして22年は面積が減少していますが、順位は2位です。河川の鹿島川は平成19年に7,281㎡で2位でしたが、平成20年はトップ5から外れています。しかし、21年は2,900㎡で4位に返り咲き、さらに22年は面積も増え、順位は3位でした。また桑納川は19年に4,708㎡で3位でしたが、20年は32%減少し、順位が4位、そして21年および22年はともに5位ですが、面積は年々減少しています。一方、低地排水路の舟戸は、面積が19年に2,728㎡で5位でしたが、20年には2倍強に増え、順位は2位、さらに21年は19年の2.7倍に拡大して、順位は1位となっています。しかし、22年はランク5から外れています。これに対して、一本松低地排水路は順位が調査年で入れ替わりますが、面積は、確実に増加傾向を示しています。

このように、同じ調査域での繁茂面積が年ごとに変化を示す理由については、その年の天候の影響によるものではなく、関連機関等によるナガエの除去事業に負うところが大きいといえます。事実、平成20年3～4月には千葉県が鹿島川と高崎川で約7,000㎡、5～11月には西沼と北沼で13,000㎡にわたって除去、また印旛沼土地改良区は平成22年3月に舟戸低地排水路で大掛かりな除去を行い、それらの効果は、表1の結果に明確に表れています。しかし、反面、これらの除去は、必ずしもナガエの恒久的消滅をもたらすものではなく、かなり一過性であるといえる一方、むしろナガエの生育・分布域の更なる拡大をもたらす悪影響が大きく懸念されます。

ナガエの生命力は異常ともいえ、その生育分布の拡大は河川の大水等による群落からの切り離しのみならず、細かな茎切片があちこちに漂流し、定着した場所を問わずに生育し、群落を形成、また長期間の乾燥にも耐え得るというナガエの生理的特性によって水辺から陸地に這い上がって生育、さらには人が除去して引き揚げた陸地で繁茂している状況を私たちの調査でも多く確認しています。このことは、沼および流入河川に限ってみられる話ではありません。例えば、ナガエが繁茂している西印旛沼の水を農業用水として利用している師戸川流域の水田1,000枚余りについてナガエの生育状況を調査した結果では(平成22年実施)、半数以上の水田でその生育が観察されております。

印旛沼および周辺域でのナガエの繁茂による影響は水田のみならず、現実には多岐にわたっております。ナガエに

よって覆いつくされた在来種は、太陽光が遮られ瞬く間に消滅します。群落が水面を覆うと、酸素欠乏や水中への光量不足を生み出し、沈水植物は育つことができません。冬期に枯れて腐ると水質の悪化や富栄養化を招きます。また、漂流したナガエが水路を埋め尽くし、揚水ポンプ場の機能を麻痺させます。実際、ここ数年、大和田機場や低地排水路の揚水機場ではナガエがスクリーンやごみ除去柵を埋め尽くし、その除去に大変苦勞されているとのこと。

平成22年の暮れ、筆者は佐倉市西志津地区の小さな浅い水路でナガエを見つけました。近くの住民がどこからか持ち込んで投棄したものと思われるのですが、このようなことがあちこちで起こるとナガエは蔓延するばかりです。外来生物による被害予防として、“入れない”、“捨てない”、“広げない”の3原則は、私たちが遵守しなければならない責務です。



表1 調査域別のナガエツルノゲイトウ繁茂面積トップ5

調査年	平成19	平成20	平成21	平成22
繁茂面積 1位	西沼 13,474	一本松 5,802	舟戸 7,466	一本松 6,834
2位	鹿島川 7,281	舟戸 5,760	一本松 6,751	西沼 5,136
3位	桑納川 4,708	西沼 3,747	西沼 5,844	鹿島川 3,237
4位	一本松 3,324	桑納川 3,223	鹿島川 2,900	物木 2,081
5位	舟戸 2,728	物木 1,933	桑納川 2,685	桑納川 2,062
全調査域 面積	37,110	27,536	33,591	26,957

備考：①表の下段の数字：繁茂面積(単位：㎡)

#### 【謝辞】

本稿の執筆にあたり、種々ご指導をいただいた財団法人印旛沼環境基金の本橋敬之助博士に謝意を表します。

# いんば沼

## — 温暖化の影響 —

本橋 敬之助 (農学博士)

財団法人印旛沼環境基金

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) は、平成19年(2007)11月に第4次評価報告書〔第1作業部会(自然科学的根拠)、第2作業部会(影響・適応・脆弱性)、第3作業部会(緩和策)の報告をとりまとめた総合報告書〕を公表した。

これによると、地球温暖化の現状について、地球の平均気温は、過去100年間に0.74℃上昇し、しかもその原因は人為起源の温室効果ガスの増加に基づく結果と断定した。また、世界の将来の温度上昇については、平均で21世紀末(2090年から2099年)には、1980年から1990年に比べ1.1～6.4℃と予測している。因みに、日本の過去100年間における平均気温は、気象庁の発表では、世界平均に比べ約1.4倍高い1.07℃の増加であったと報告している。

ともあれ、今後、世界の諸国は温暖化防止のため、挙って温室効果ガス(温暖化をもたらす二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、対流圏オゾン、フロンなど)を排出させないあるいは削減するように積極的に努力を重ねていくと思われる。しかしながら、一方では現状において温暖化が加速的に進んでいること、またその主因が人間活動にあると断定されていることを考え合わせると、今後とも、地球規模での温暖化は避けがたいことと思われる。

ところで、IPCCが予測する将来の世界の気温が過去に比べて1.1～6.4℃高いということは、一体、どのような状態であろうか?これについては、誰しもが昨年(平成22年)、体験した暑～い、暑～い、夏を思い起こすことで十分に理解される(肌で感じた)はずである。佐倉アメダスの気象統計では、昨年の印旛沼周辺における気温は、月平均で6月(平均:22.4℃)は最近10年間(平成12～21年)の平均に比べ1.1℃、7月(27.2℃)が2.2℃、8月(28.5℃)が2.6℃、9月(23.8℃)が1.3℃、10月(17.4℃)は0.5℃高かった。そして、このことが原因となり流域住民のほとんどは夜ごと寝苦しさを強いられ、睡眠不足で体調を崩すなど、また主婦たちは朝餉、夕餉に一品を彩る農産物の不足と高騰に辟易したに違いない。このように気温が過去に比べて数度上昇しただけで私たちの生活は思いがけないところでいろいろな影響を直接受けるのである。

では、私たちを取り巻く自然環境は、どうであろうか?ここでは、いんば沼を眺めてみる。

先ず、昨年(平成22年)のいんば沼における夏の水温をみると(水質の環境基準点である上水道取水口下)、6月は(平均水温21.5℃)、前述したように、平均気温は高

かったにもかかわらず、最近10年間(平成12～21年)の平均水温との比較では2.3℃低かった。しかし、7月(29.3℃)は2.7℃、8月(30.5℃)は1.9℃、9月(27.7℃)は2.0℃、そして10月(21.5℃)は2.4℃と、それぞれで最近10年間の平均よりも高い水温を示していたが、これらの水温の上昇が具体的にいんば沼の水環境や、水利用、さらには水生生物(動植物)たちにどのような影響を及ぼしたのかについては、実例を挙げるまでに至らない。ただ、著者の目視にすぎないが、昨年の夏のいんば沼におけるアオコの発生とその規模は、最近では類をみないほど生々しい様相を呈していた。また、釣り人の話では、水温が高かったため魚の餌の食いが非常に悪く、大きな釣果は望めなかったという。恐らく、これらの事態は、温暖化がいんば沼にもたらす影響の一つと見なすことができよう。

このような現状に鑑み、将来、温暖化に伴ういんば沼の水温上昇が水環境や、生態系などにどのような影響をもたらすであろうかについて二、三推考してみる。

### 》》》 アオコの慢性的発生……………

いんば沼の水の色の特徴を春夏秋冬のそれぞれでみると、年月によって異なるものの、大まかには、春は水中できらきらと光るような薄緑色、夏は水面にべっとりペンキを擦り付けたような濃緑色、秋は醤油を水で薄めたような薄褐色、そして冬は黒ずんだ褐色を呈している。これらの四季折々に呈する水の色は、決してそれぞれの季節における空の色を写したものではない。それらは、沼の水温の変化に応じて発生した藻類(植物プランクトン)それ自身、すなわち水温が緩む春季は緑藻(主にセネデスムス *spp.*、ミクラクチヌウム *spp.* など)、高い水温が続く夏季は藍藻(主にミクロキステス・エルギノーザ、フォルミディウム *spp.* など)、水温が下がり始める秋季は藍藻(主にフォルミディウム *spp.*)と珪藻(主にメロシラグラヌラータ)の混合種、そして水温が最も低くなる冬季は珪藻(主にタラシオシラ-5および-10)と、それぞれの季節で優占して出現する藻類の細胞が映し出した色彩である。しかし、将来、いんば沼の水温が温暖化によって季節による温度変化がなくなり、しかも1年を通して高い水温が一様に維持されるとするならば、現在のような水色による沼の季節感は消失してしまうかもしれない。そして沼に出現する藻類は、現在の多様な組成から極めて単純な種に移り、沼の水色も濃緑色一遍になるにちがいない。要するにアオコ<sup>注</sup>と称され、いんば沼の夏季において優占的に出現する藍藻類のミクロキステスのみの世界になってしまうかも知れないのである。

注)：夏季、湖沼の水面で濃緑色を呈する水色を比喻するものであって、その色彩現象を引き起こす藻類の種名を言い表しているものではないが、ここでは、いんば沼の夏季に優占する藍藻類のミクロキステス(厳密には *Microcystis aeruginosa*)を指す。



アオコは、今では全国の湖沼における夏の風物詩と化し、驚くに値しない現象である。そしてそれに関する情報などは、巷に溢れ出ているので詳細は避けるが、この言葉が市民権を得るきっかけとなったのは、今から20年ほど前、初めて読売新聞（平成3年12月2日）で「オーストラリアのダーリング川で120kmにわたってアオコが発生し、この川で泳いだりした人々に吹き出物ができたり、目に障害や胃腸炎の被害……」、同紙（平成4年7月28日）「国立がんセンターの藤木博士がラットを使った実験でアオコが作る有害物質のマイクロチスチンは肝臓癌の促進物質……」、また朝日新聞（平成5年10月8日）は「川崎市多摩区にある浄水場から配給される水道水に環境基準のないアオコが混じる……」などの記事が報じられてからである。

このようにアオコは、当初、人の健康を蝕む有害性の強い藻類（植物プランクトン）として恐れられていたが、最近では、湖沼の水質悪化を招く原因とか、景観を損なうとか、浄水過程で障害をもたらすとか、何となく社会的な厄介者程度にしか取り扱われない存在になっている。もちろん、このことは、これでまったく事実である。しかし、一方では、アオコの発生が湖沼における生態系の多様性を根本から覆す、いわば湖沼を死に至らしめるような影響を孕んでいることは軽視されているように思える。

## 》》》 低酸素水の形成とその影響………

アオコは細胞内にガス胞を有し、水の中を自由に上下できる生理的特徴を持った植物プランクトンの仲間であり、太陽の陽射しが注ぐ日中は活発な光合成によって酸素を水中に放出する。もちろん、この光合成には窒素や、りんなどの栄養塩類が必須であるが、これら物質は、少なくともいんば沼では有り余るほど溶存し、また底泥中には計り知れない量が蓄積されている。特に、後者については、条件が整えさえすれば、アオコがいつでも利用（吸収）し易い形態で栄養塩類を水中に溶出することが可能である。このことからしても、温暖化に伴ういんば沼のアオコの発生は日光が射す限り持続可能（？）といえる。しかし、反面、これにもまして、アオコの持続的発生と表裏をなす問題が深刻な事態を招くに至ることは、ほとんど知られていないのが現状である。

### 1. 低酸素（酸欠）にもがく魚たち

アオコは、すでに述べたように、日中は、確かに光合成によって水中の酸素濃度を高めるが、夜間は異化作用（呼吸）によってアオコ自らが水中の酸素を消費する。その結果、水中では低酸素状態（酸欠）を招き、生きものたちはもがき苦しむ修羅場を演じる羽目になる。

かつて著者らは低酸素濃度に関連して、いんば沼に隣接する手賀沼で行った真夏の調査で0.75 m以浅の表層では光合成によって酸素濃度が最大で12mg/l以上の過飽和状態を呈するが、それ以深では、深度による濃度差はなく、ほとんど一様の分布を示しているという結果を得ている。

しかし、濃度そのものは時間とともに変化し、特に夜中から朝に（02～06時）掛けては、上下層一様に3mg/l以下まで減少する。恐らく、このような水中での酸素の挙動は水深の浅いいんば沼でも、手賀沼と同様、容易にみられる現象といえる。

低酸素濃度、いわゆる酸欠状態における生きものたち、特に魚たちについては、生け簀や養殖業を営む業者の話を知ると、酸素濃度が5mg/l以下になれば僅か10分間が勝負だといいい、実際、高密度の養殖池では5分間で魚が水面全体を白い腹で覆い、全滅する時があるという。そして魚の中でもナマズ、ウナギ、ワカサギなどは酸欠に頗る弱い種であるという。これに対し、コイやフナは、酸欠に比較的強いというが、その生存には当然のことながら、限りがあるという。

と、するならば、結局のところ、希薄な酸素の水中で嬉々として生活できるのは、汚れきったドブ川や排水路でよく見られるゆらゆらと踊り続けているイトミミズと、それに混じって生活しているユスリカのみにはすぎないといえる。

## 2. 底泥から溶出し続ける窒素とりん

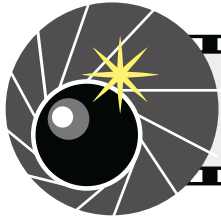
いんば沼では条件が整えば、アオコの慢性的な発生を支える栄養塩類が底泥から無限に溶出すると前述したが、その条件とは何かというと、底泥の直上水中の酸素濃度の状態（多寡）を指している。要するに、りんは底泥の直上水が酸素のある状態（好気条件）ならば、溶出しないが、酸素が減少し、無酸素の状態（嫌気条件）に近づくに従って溶出量および速度はともに大きくなることが知られている。

一方、窒素の溶出については、りんでみられるような溶出挙動とは異なり、ただ単純に底泥中の間隙水と直上水における酸素の濃度差に基づく拡散によって生じる。しかし、溶出する窒素の形態は、直上水中の好気度で異なり、もし直上水が好気条件ならば、主として硝酸の形態、また直上水が嫌気条件ならば、主としてアンモニアの形態として溶出する。

このように、いんば沼では、温暖化によるアオコの発生が慢性化すればするほど、下層水は低・無酸素となり、底泥からの栄養塩類の溶出を促し、そしてそのことが、またアオコの発生を助長し、持続させることになる。

## 》》》 おわりに………

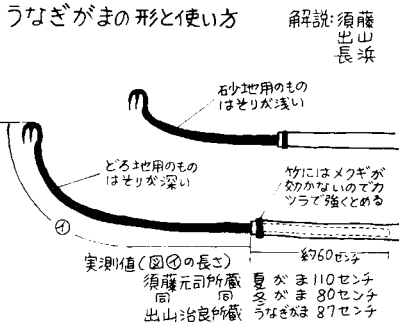
温暖化によって慢性的なアオコの発生と、その表裏の問題をなす低酸素水の形成のため、いんば沼が死の可能性に富んでいることを推敲してきたが、これは、決してScience Fiction的な話ではなく、Non-Fiction的な側面を多分に持つ話であると理解されたのではないかと思われる。問題は、このような状況が何時の期に起こるであろうか、…である。しかし、願わくは、このStoryは、まったく笑止なこととして終わって欲しい……！！



# いんば沼

— 漁具を撮る —

## 《うなぎ鎌》



(出典: 芦原 修二著「川魚図志」)



【画: 故・央倉左門(成田市)】

うなぎ鎌は、うなぎのような形をした草を刈る農具ではない。かつていんば沼では、冬期(12月から2月頃まで)にうなぎを捕るために使われた歴とした漁具であり、構造としては、上図にみるように、3m位の竹棒の先端に鋭利な引っかけがある鉄製のウナギ鎌を固定してある。しかし、今や、この漁具によるうなぎ捕りは久しい以前の話にすぎない。

佐倉市臼井田に住む石井幸一さん(84歳)の話によると、昭和20~23年頃、復員し、仕事をもてなかつたいんば沼周辺の人たちの多くは、このうなぎ鎌で捕ったうなぎのお陰で生計を立てることができたという。漁場は鹿島川の河川水が影響する水域であり、好漁の時には大振り、小振りのうなぎを含めて1貫目(3.75kg)程度を揚げることができたという。

## 編集後記

平成22年11月29日のとある新聞の夕刊に「虫供養 小さな命に祈り一ごめんね…生きたいんでしょうけどー」という見出しの記事があった。

福島県の山間の15世帯しかない早戸地区では、毎年11月10日、人々はご詠歌を詠いながら甲いの鉦を鳴らし、花を手向け、虫供養をしているという。この小さな素朴な儀式について、村民は、「作物に網をかけても青虫が付くので、一、二回は消毒(農薬散布)を行い、虫さんをあれ(殺傷)しているものだから…」と、続き「ごめんねって供養してあげないとね。虫も生きものだから生きたいんでしょうけれど」と話している。

ここで突然話題を変えるが、私が悪ガキであった頃、何の因果があつてか、“みみず”をみると、ついつい仲間と一緒に小水を引っかけ、大人たちに、「悪ガキども! 罰が当たってチンポコが曲がってしまうぞ!」と窘められたものである。しかし、当時、何故、そのような怒られたのか不思議でたまらなかつた。

その後、ずいぶん歳を重ねてから、梅原 猛さんの「森の思想」が人類を救う」という著書の題に魅せられて、一読したが、その中には頻りに「山川草木悉皆成仏」という仏教用語でくる。要するに、この言葉の意味するところは、おぼつかないが「動物たちも植物たちも山も川も人間と同じ霊(命)を持っている。たまたま、この世でそれぞれの姿になって現れたにすぎず、本来は、それら生きとし生きるものすべてが平等である。それが故に、無理矢理な殺傷や破壊は、決してすべきでない」と理解している。そして、先に述べた、虫供養の話は、まさに仏教の「山川草木……」の思想に則った儀式であり、また“みみず”に小水の話は、その思想に則った戒めではなからうかと思う。

最近、新聞記事の中でとかく目を引くのは、子殺し、親殺しである。これは、虫殺しの沙汰どころではない。

今、私たちは生きるため、何か心の中に大事な拠り所や掟を忘れてるように思えてならない。要は、「山川草木…」の心である。朝、昼、夕の日常の挨拶とともに、心の中で、「山川草木…」の言葉を心静かに唱えてみては、……と思う。

(k.moto 記)

編集: 財団法人 印 旛 沼 環 境 基 金

発行: 平成23年5月31日

〒285-8533 千葉県佐倉市宮小路町12番地

TEL: 043-485-0397 FAX: 043-486-5116