



# 愛研技術通信

## 愛研詳報、第31巻、第1号

### 犬山市東部にある 農業用ため池「大洞池」の水質

大屋 渡・久保 敦・石神 昇

#### 1. はじめに

犬山市東部の丘陵地域には「ため池」が多い。この地域周辺でも近年急激な住宅開発が進んだものの、山麓部では、まだ昔ながらの里山風景が残っており、その一角に「大洞池」がある。池の周辺は森や林に囲まれ、土壌流出水や細流による流入の他に、直接降雨により涵養される堰堤部水深4m程度の半渓谷的な農業用ため池である。

本調査の直接的な目的は、ため池の水質形成にどのような支配要因が働いているかを知りたいという単純な興味と、もう一つの間接的な目的は、市民でも実施可能な簡易な測定によっても興味深い結果が得られないか、すなわち市民科学の普及についての可能性を検討することにある。

なお、本報告は、日本陸水学会東海支部会第12回研究発表会(2010年2月20-21日、瑞浪市)において発表したものである。

#### 2. 調査方法

本調査では、ため池の水質形成への影響因子として、降雨等の気象条件との関係を炭素及び窒素に注目して分析を行った。これら諸元素の動態は、降雨の表面流出によって流出する懸濁物質や、いっぽう地表面を浸透した中間流出や基底流出によって流出する溶存物質(DOCやNO<sub>3</sub>-N)も、降雨量や降雨強度の季節変化が重要な因子になると考えられる。

ため池の水質測定は、森林や林から流出した直後の流出水と池中の水質変化の両面を把握できる地点として、小規模な堤で堰き止められている流出部付近で行った。そこでは週1回の頻度での定点モニタリングを1年強に亘って行い、現在も継続している。

水質モニタリングは、校正機能を有する中では極力安価なpH・ECメーターを用いて現地測定するとともに、化学分析用試料は50mlポリエチレンビンに入れて本社に持ち帰り、燃焼法による全有機炭素濃度(TOC)とUV吸光度法による全窒素濃度(T-N)を、通常業務の検体と同様に測定した(なお、pHデータについては、溶質が希薄な水の測定では検出部が劣化していくことが後に推定されたため、本調査では採用しなかった。)。また、前半の半年間を除き、後半には透明度の観測も加えた。

降雨は、「大洞池」近くの個人宅で行い、ガラス容器等に雨を直接受け、降雨イベント終了後に採水した。

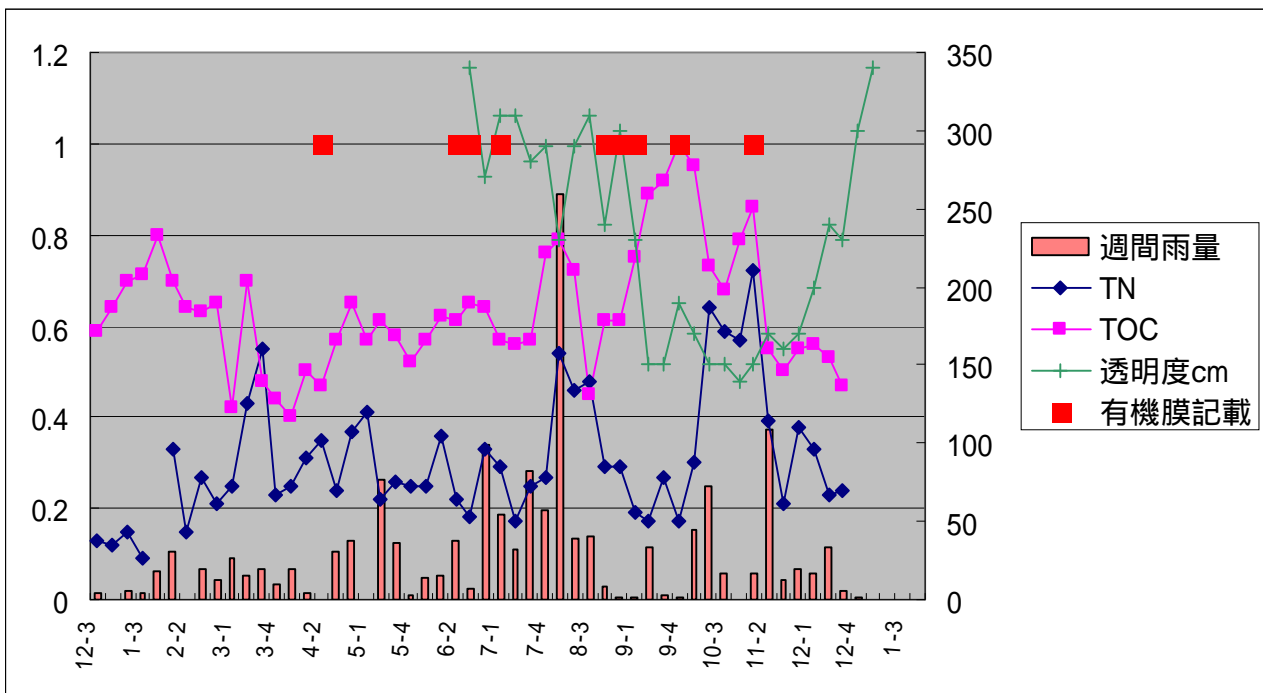


図 犬山市東部にある農業用ため池「大洞池」の水質及び降雨量の季節変化

### 3. 調査結果

#### 1. 観測結果の概要

観測はじめの12月から2月までは、水は比較的澄んでおり、放水量も水位も中くらいで変動は乏しかったものの、3月から8月前半ぐらいまで降水量とともに放水量が比較的多くなり、水位も高くなった。8月中旬からは降水量と放水量も急激に減り、9月中旬から10月の水位は8月初めの最高水位から1m程度低下し、水も停滞した。この水位の低下と水の停滞に伴うように、透明度の低下が起こったが、水位の低下は11月には回復しはじめ、透明度は12月から1月にかけて急速に回復し、おおよそ最初の状態に戻った。また主に6月から10月にかけて、水面には有機膜がしばしば生成した(図)。

#### 2. ため池水質の季節変化

電機伝導率(EC)は比較的なだらかに変化し、1月を最小として水位低下が始まった8月下旬から9月上旬をピークに再び1月に向けて下がった。T-Nは3月、8月、10月から11月にかけての3回のピークを生じた以外は比較的低い範囲で変動した。TOCは通常はT-Nとどちらかと言えば逆相関するようが見えたが、T-Nの3回のピークには追随した。なお、降雨による攪乱時を除き、水面の有機膜の生成が著しいとTOCが高くなる傾向があった。pHは降水量に応じて低下したが、記述したとおりメーターの信頼性の問題から変化方向の把握しかなかった。

今後は、さらに本調査を継続して、特に透明度が変化する時期にあったと思われる何らかのイベントの内容や、こうした測定値の変動要因、そして簡易測定を利用したモニタリングの可能性等について、さらに深めていきたいと考えている。

## 総 説

### 我が国の水資源事情と今後の課題(2)

#### - 世界の水問題 -

田中 庸央

#### 3. 世界の水問題

原油高が世界経済を揺さぶった20世紀末の1995年、セラゲルディン元世界銀行副総裁は「20世紀の紛争は石油を巡るものであったが、21世紀は水を巡るものになるだろう」と警告した。水問題は、まさに21世紀の中心的課題の一つである。

治水は、古今東西、為政者の要諦。深刻化する水不足は、複数の国家をまたいで流れる「国際河川」での開発や取水を巡る紛争を引き起こす。今でも、人口急増、過度の都市化、灌漑農業による大量の水消費などが、事態を深刻化させている。例えば、ガンジス川流域のインドとバングラディッシュ、チグリス-ユーフラテス川流域のトルコ、シリア、イラク、ナイル川流域のエジプト、エチオピア、アラブ海をめぐり旧ソ連諸国やアフガニスタン、イランなど水問題をめぐり紛争の火種は各地に存在している。島国である我が国には国際河川は存在しない。しかし、海外に食料や工業製品の多くを依存する我が国にとって、世界の水問題は決して他人事ではないはずである。

地球上の年降水総量は577千km<sup>3</sup>/年、陸上に降る年降水総量は119千km<sup>3</sup>/年とされ、そのうち72千km<sup>3</sup>/年が蒸発散により失われ、残りの47千km<sup>3</sup>/年が表流水(45千km<sup>3</sup>/年)として大部分が流出し、地下水として流出するのはごく僅かである。しかし、この天の恵み「雨」は、決して世界の人々に平等に降り注がれている訳ではない。

陸域の年降水量の世界平均は810mm程度。1000mmを超えるのは赤道を中心に、中央アフリカ、南アジア、東南アジアから日本にかけての地域、南アメリカのブラジルとその周辺、北アメリカの大西洋岸などに限られている。一方、年降水量が世界平均の半分に満たない400mm以下の地域は、北アフリカから中東、ユーラシア大陸の中央からシベリアにかけての地域、北アメリカの西部と北部、オーストラリアなどに幅広く分布している。また降水量は、年間にわたって平均的に降るのではなく、月別変動の大きい地域と少ない地域がある。因みに我が国は、世界でも有数の多雨地帯であるモンスーンアジアの東端に位置し、年降水量は世界平均の約2倍の1,690mm(昭和51年から平成17年までの30年間平均)と比較的降水量の多い国である。

このように、水は地域的に大きく偏在する資源である。加えて、近年の世界人口の増加、発展途上国における経済発展、気候変動などにより、世界には水が多すぎる問題(Too Much Water)と、水が少なすぎる問題(Too Little Water)のふたつの問題が並存している。すなわち、世界の水問題には、水不足や水質汚染、洪水被害の増大など、水に関して深刻な状況におかれている人々が少なくないのである。

WHOなどによると、2000年現在、世界人口の約2割に相当する約12億人が安全な飲み水が利用できない状態におかれている。安全な飲み水が利用できない人口を地域的に見ると、アジアが64%、アフリカが27%、合計で91%と、世界人口の約75%近くが集中するこれら2つの地域でほとんどを占めている。国連の推計によると、今世紀前半の世界人口は、2025年時点で79億人程度に達し、2000年時点に比べて18億人程度増加すると予測されている。このうち、アジアは11億人、アフリカは5億人を占め、これら二つの地域において人口が急増する。このことから、この両地域の発展途上国において、食料増産や経済発展により水需要が増大し、世界の中で最も水不足が深刻な地域となる可能性が高いことが指摘されている。

UNESCO(2003)によると、世界の水使用量は、1995年現在で約3兆7,500億m<sup>3</sup>/年となっている。このうち、農業用水が約7割近くを占め、工業用水が約2割、生活用水が約1割である。地域別にみると、アジアでの使用量が最も多く、続いて北米、ヨーロッパの順となっている。また、これを1人あたり水使用量で見ると、北米の使用量が最も多く、続いてオーストラリア・オセアニア、ヨーロッパとなっている。1人あたり生活用水使用量で見ても同様であり、人口の割合が比較的多い先進国で、水が多く使用されている。

世界における水使用量の伸びをみると、1995年現在の水使用量は1950年の約3倍となっており、同期間における人口の伸び2倍強より高くなっている。特に生活用水の使用量の伸びは約7倍と急増している。さらに、2025年の予測水使用量は

1995年の1.4倍、生活用水については1.8倍になると報告されている。

世界各地の1人1日あたりの生活用水使用量を見ると(図4) アメリカを筆頭に、オーストラリア、イタリア、日本、メキシコと続き、モザンビーク、ルワンダ、ウガンダ、エチオピア、ハイチ、カンボジアなどでは、1人あたりの最低必要水量である50リットルですら満たすことができない。世界では11億人の人が水源から1km以上離れたところで生活しており、そのほとんどが、使用できる水の量が1日5リットル未満であるという。アメリカと比較すると、実に100倍近くの開きがある。

水需給に関する逼迫の程度(=水ストレス)を評価する指標として、「人口1人あたりの最大利用可能水資源量」と「年利用量/河川水等の潜在的年利用可能量」がよく用いられる。前者については、農業、工業、エネルギー及び環境に要する水資源量は年間1人あたり1,700m<sup>3</sup>とされ、利用可能な水の量が1,700m<sup>3</sup>を下回る場合は「水ストレス下にある」状態、1,000m<sup>3</sup>を下回る場合は「水不足」の状態、500m<sup>3</sup>を下回る場合は「絶対的な水不足」の状態を表すとされている。人間開発報告書2006年版によると、今日、43ヶ国の約7億人が水ストレスを感じる生活をしており、中東地域は1人当たりの利用可能な水の量の年間平均が約1,200m<sup>3</sup>と世界で最も水ストレスの高い地域である。また、サハラ以南アフリカ地域の人口の4分の1近くが水ストレス下にある国で生活しており、その割合は上昇傾向にある。一方、後者については、少しデータが古いものの『世界の淡水資源についての総括的アセスメント』(国連報告、1997)では、水ストレスを「使用量÷河川水等の量」で定義し、指標は0から1の値を取り、1に近いほど最大利用可能な水資源量をほぼ使い切り、高い水ストレス下にある状態を示している。その結果、(1)世界人口の約8%の人々が、河川水等のかなり多くの量がすでに使われている地域(指標値>0.4)に住み水不足に陥っている。また、(2)世界人口の約4分の1の人々は、河川水等の量に対する使用量の割合が比較的高い地域(0.2 指標値 0.4)に住んでいることから、将来水不足の状態に入る可能性が高いとされている。

世界各国の1人当たりの水使用量は、経済成長につれて増える傾向にある。事実、1人あたりの国内総生産額と生活用水や工業用水の使用量には、強い正の相関関係がある(国土交通省、2004)。また、世界の年間穀物消費量は、1961~1999年のほぼ40年間に、約8億トンから約18億トンへと約2.3倍に増大し、同時期の人口の増加割合をやや上回った。これは取りも直さず、灌漑面積の増加や施肥、品種改良などによる農業生産性の向上により単位収量を大きくすることで、人口の伸びを上回って増加したことにある。今は発展途上国の単位収量はまだ低いレベルにあるから、今後も施肥量や灌漑面積を増やすなどの努力を続ければ収量をさらに大きくできる可能性があるだろう。しかし、世界気象機構の予測によれば、2025年の水需要量は1995年に比べて全体で約1340km<sup>3</sup>/年(38%)増加する。このうち、アジアの増加量が全体の68%に相当する約910km<sup>3</sup>と大きい。

まさしく21世紀は、人口増、水需要量、穀物消費量という3つの問題をどう克服するかが問われる時代になるであろう。この3つの問題は、互いに対立し、せめぎあうトリレンマの状態にあると言ってよい。この3つの問題を克服することが、21世紀の最大の課題であるに違いない。

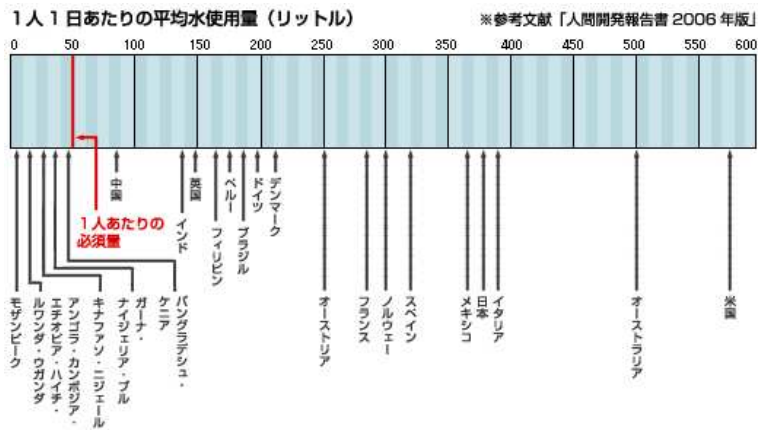


図4 世界各国における一人一日あたりの平均水使用量 (人間開発報告書、2006)

**BOX 6**

**コップ一杯の水**

日本全体で約6,500億m<sup>3</sup>/年の降水量があり、1人あたりにすると約5,000m<sup>3</sup>/年である。そのうち、35%が蒸発散により大気に還り、水資源として最大限利用可能な水量は、年間平均4,200億m<sup>3</sup>(約3,300m<sup>3</sup>/人・年)と推計される。しかし、狭い国土の中に急峻な山地を抱え、海までの流路が短い日本では、その水量のほとんどが使われることなく地下に浸透したり、海に流出したりしている。実際、わが国の年間の水使用量は合計で約835億m<sup>3</sup>と、最大利用可能な4,200億m<sup>3</sup>の2割以下となっている。

水使用量のうち、生活用水として利用しているのは、162億m<sup>3</sup>/年、この生活用水には、一般家庭の飲料水、調理、風呂、掃除、水洗トイレ、散水などに用いる「家庭用水」と、飲食店、デパート、ホテルなどの営業用水、事業所用水、公園の噴水や公衆トイレなどに用いる「都市活動用水」とに分類される。生活用水の半分以上、4分の3くらいが都市活動用水だとすると、家庭用水はおよそ40億m<sup>3</sup>/年。そして家庭用水のうち、飲食、調理用として私たちの喉を潤してくれるのは、そのうちのわずか23%である(東京都水道局調べ)。それ以外はトイレや風呂、洗濯などといった用途に使われている。つまり、私たちの喉を潤している水は、9億立方メートル/年と推計され、年間の降水量6,500億m<sup>3</sup>/年から数えると、実にわずか0.14%の割合である。コップ1杯の水を得るのに200リットルの降水量が必要な計算になる。

こう考えていくと、水はやはり非常に貴重なものであると、改めて思わざるを得ない。

## 新入社員自己紹介

### 技術部 原田 祥行

初めまして。今年入社した原田祥行です。

新入社員と言うことで簡単な自己紹介をしたいと思います。生年月日は1986年1月12日、愛知県尾張旭市で生まれました。小学校、中学校、高校、大学と地元で過ごし就職先も愛研に決まり今後も長く地元に残ることになりそうです。学生生活の部活動はテニス、陸上、弓道と行ってきました。大学時代に1年間弓道部に在籍し、初段を取るまでになりましたが、アルバイトとの兼ね合いにより2年目からはアルバイトに専念しました。

アルバイトとしては、2005年の3月から9月まで開催された愛知万博で開催前の内覧会から閉会までの約7ヶ月間に渡り万博スタッフとしてグッズの販売などを行っていました。

万博のアルバイトのスタッフの中には何カ国語もペラペラと平気で喋ってしまう方が居たり、南太平洋の国から来ている方が居たり、東京からわざわざ新幹線で通われている万博マニアの方が居たりと毎日とても刺激的で楽しかったのを覚えています。万博会場も夏休み以降は人がどんどん増えてレジに1時間2時間と人が並び商品の品出しや、発注、売上の報告とかなり忙しい毎日でした。私の働いていた店はグローバルループ上のグローバルコモン1の辺りといってもよく分からないと思いますが、トヨタ館のあった辺りでワゴン販売を行いポップコーンやアイス、グッズの販売をしていたのですが、見覚えはあるでしょうか??

敷地面積的には3畳ほどのカートが2台のみでしたが、1日の売上は多い時で400万円を超えていて札束を抱えてドキドキしながらお金を預けに行ったのを覚えています。閉会式の日にはとても寂しくてスタッフのみんなとワイワイと最後まで騒いでいました。この万博での7ヶ月間はいい出会いがたくさんあり、またここで経験した激務は今後仕事をする上でのいい経験になると思います。

大学院では、愛研の業務である環境分析に近い研究を行ってきました。1年目は環境ホルモン物質であるパラベン類について河川水中の動態調査、2年目は愛知医大と共同で高リスク医薬品の人体暴露に関する研究を行いました。自分にとって大学院で学んだ経験を生かせる職種に付くことができ、現在とても満足して充実した社会人生活を満喫しています。会社での研修は色々事情があり、短いものになってしまいましたがそこで色々な社員の方に触れ優しい先輩ばかりでとても楽しく研修を行うことが出来ました。また、同期の社員が居ないことを知り少し残念に思いましたが、研修を終えてみて思った以上に若い方が多いことを知り安心しました。

私は今年入社して、VOCとPCBという業務を2つ任されることになり緊張と不安を抱えています、が新入社員と言って甘えている時間は無いようですので、すぐに自立し上司に迷惑を掛けることにならないように努力していきたいと思いますので、これからよろしくお願ひします

### 編集後記

寒い、暖房がほしいぐらい。本州の上空に寒気団が張り出しているためらしい。そろそろ田植えが始まる時期です。冷夏にならなければいいのですが心配です。ここに愛研技術通信第46号をお届けします。

来る5月22-23日にわたって、「矢田・庄内川をきれいにする会」と協働で、矢田・庄内川の水質調査を行います。これまで水環境は、BODとかCODなどの水質だけで評価することが多かったのですが、それには限界があるということで、「きれいにする会」からの提案もあり、五感を取り入れた身近な水環境である河川について、新たな水環境指標性を測る“ものさし”を検討しようという試みです。この調査結果については、いずれこの通信で報告ができるものと思っています。乞うご期待！（2010.5.12.編集子）

株式会社 愛 研

(<http://www.ai-ken.co.jp>)



本社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749