



トピックス

研究現場をレポート！「面源」汚濁負荷をとらえる

2009年6月29日、西日本に停滞する梅雨前線の影響で雨が降り続くなか、水田脇の水路に一人の研究員がいる。大久保研究員だ。降雨の影響をとらえるため、雨に打たれながら自動採水機の設定変更を行っている。・・・

冒頭のシーンは、大久保研究員がすすめる「面源負荷とその削減対策に関する政策課題研究」の現地調査の様子です。今回のトピックスでは、面源汚濁負荷の研究現場をレポートします。

その前に、タイトルにもある聞き慣れない言葉、「面源」とは、一体何なのでしょう？「面源」の反対は「点源」です。「点源」とは汚濁物質の発生源が特定できる場所を言います。例えば、工場や家庭です。一方、「面源」とは「非特定汚染源」とも言われ、汚濁物質の発生源が特定しにくい場所を言います。例えば、農地、市街地や森林です。

琵琶湖は、これらの「面源」に囲まれています。このことから、琵琶湖の水質への「面源」負荷の影響は少なくないと考えられますが、定量的な把握が十分されておらず、また琵琶湖の水質への影響も明らかになっていません。そのため、センターでは、河川での面源汚濁負荷量や琵琶湖湖内での影響の把握、またこれらの対策に向けた研究をすすめています。

それでは、河川の現地調査に出発です。調査日は2009年6月30日、雲が広がり、時々、雨がぱらつく天気です。

09:30 調査機器を車に積み込み出発。



2005年度以降、原則、毎週1回調査に向かいます。

10:35 山中の険しい道をとおり、高島市朽木の安曇川上流部に到着。ナラ枯れの水質への影響を調べる予備調査のため、4地点に立ち寄り採水します。



11:20 安曇川中流部に到着。森林からの負荷をとらえるための調査地点です。左の写真が自動採水機。水質の細かな変化をとらえるため、設定した時間毎に自動で採水します。

通常は12時間毎に採水しますが、昨日の降雨時に現地を訪れ設定変更したため、3時間毎に採水されています。



採水済みのポリびんを回収し、空のポリびんをセットします。また、水中に設置している水位計・電気伝導度計・濁度計の掃除も行います。



11:40 ナラ枯れ予備調査のため2地点で採水します。

12:45 湖西道路で一路北へ。比良山の麓に到着。ここでもナラ枯れ予備調査のため2地点で採水します。



13:25 次は琵琶湖大橋を渡り、守山南部揚水機場に到着。農業用水の水質変化をとらえるために、ここでも自動採水を行います。

13:40 冒頭でご紹介した水路に到着。降雨の影響で流量が増えています。昨日、1時間毎の採水に設定変更したため丸一日分(24本)のポリびんを回収します。



13:50 少し離れた刈り取り後の麦畑に到着。ここでも、先ほどと同様に24本のポリびんを回収します。



14:20 野洲川下流部に到着。かなり増水しています。ここでも、ポリびんの回収と採水機の設定を行います。

15:00 その後、日野川で測定機器の清掃を実施。さらに草津市に行き、市街地を流れる水路の機器を確認します。

センターへの帰路の途中、大久保研究員に、この研究で何が一番大変なのかを聞いてみました。答えは「どれだけ調査をしても十分なデータが取れたとは言えないこと。」場所ごとの地質、植生、雨の降り方、水田の水管理の方法など様々な要因の影響を受けるのが面源汚濁負荷の特徴です。「面源汚濁負荷の代表的な値を決めることさえ難しい。けれども、可能な限り緻密にデータを取り、人がコントロールできる部分に重点を置いた対策を検討したい。」と大久保研究員は語ります。

16:40 センターに到着。回収した約80本のポリびんを処理室に運び込み、本日の調査は終了です。

さて、こうした現地調査を通じて得られた多くのサンプルを分析・解析し、何が分かってきたのでしょうか。・・・

1 面源とは

森林、農地、市街地など特定の排水口からではなく面的に広がる不特定な場所から汚濁物質が流出してくる場合、これらの発生源を「面源」と呼んでいます。一方、生活排水や工場排水など特定の排水口から汚濁物質が流出してくる場合、それらの発生源を「点源」と呼んでいます。面源からは、主に降雨に伴って窒素やリンなどの湖沼の富栄養化を引き起こす物質が流出してきます。このような面源からの汚濁物質の流出を「面源負荷」と呼んでいます。水田の場合は、雨が降らなくても余剰の農業用水の流出（農業排水）に伴って汚濁物質が流出してきます。

2 面源から流出する汚濁物質の把握状況

琵琶湖の富栄養化防止対策の進め方を検討するためには、生活排水、工場排水等の点源負荷と森林、農地等の面源負荷のそれぞれの発生源別負荷量を定量的に把握し、どこから来るものが多いのかをまず把握する必要があります。そして、量的に多く、対策実施による負荷削減効果が大きい発生源に対して重点的に対策が実施されます。しかし、面源負荷については、量的な把握が難しく、琵琶湖に流入する負荷量自体よくわかっていないのが現状です。各種面源の単位面積当たりの負荷量（負荷量原単位）については、調査方法、調査場所、調査時期等によって大きく異なることが、これまでの調査からわかっています。

このような背景から、当センターでも各地で面源負荷量調査や河川負荷量調査を行い琵琶湖へ流入する負荷量の算定値の精度を上げようと努力しています。負荷量調査は、①森林河川（安曇川中流部）、②水田排水路（守山、近江八幡、長浜）、③休耕田排水路（守山）、④都市排水路（草津駅付近）、⑤野洲川、⑥日野川、⑦白鳥川（農地河川）などで実施しています。

水質調査結果の例として、安曇川、野洲川、日野川におけるリン酸態リン

（水に溶けているリン）の2008年4～11月の変化を図1に示しました。リンは琵琶湖の植物プランクトンが増殖するために必要な物質で、湖沼の富栄養化の主な原因になっています。流域の99%が森林となっている安曇川中流ではリン濃度は低く、野洲川、日野川では濃度が高くなっています。日野川でリン濃度が高いのは、生活排水と農業排水の両者が影響していると考えています。降雨時にリン濃度が高くなっていますが、これは河川の底泥や農地土壌からリン酸態リンが供給されたためではないかと考えています。水田排水路の調

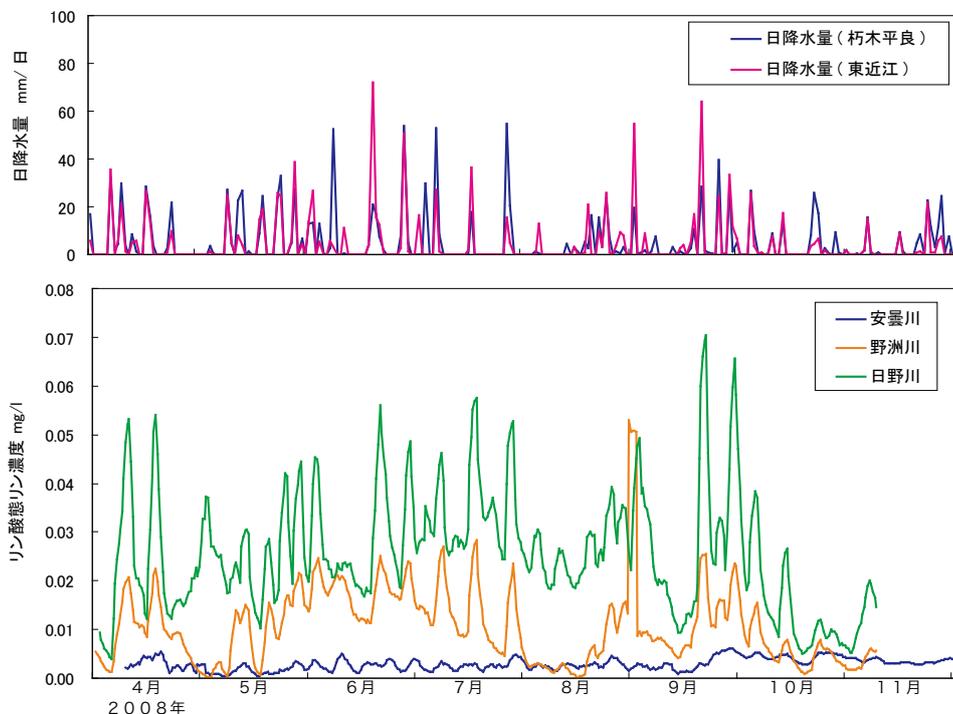


図1 安曇川、野洲川、日野川のリン酸態リンの詳細変化（2008年）
（水質は12時間間隔で測定した。この図では5回の測定値の移動平均を示した。参考に日降水量を上部に示した。）

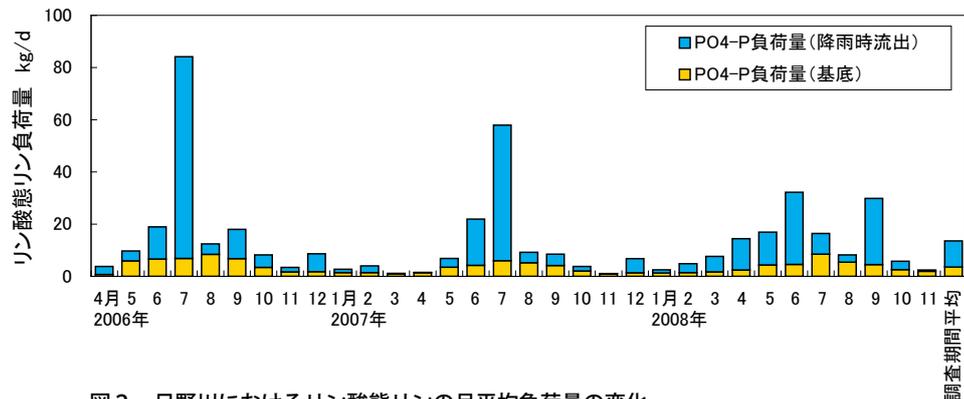


図2 日野川におけるリン酸態リンの月平均負荷量の変化
（各月における降雨時流出負荷量とそれ以外の基底負荷量との内訳を棒グラフに示した。）

査では、降雨時に粒子態のリンだけでなくリン酸態リンが多く流出してることが確認されました。一方、都市排水路では降雨初期にリン濃度が一時高くなるものの、すぐに濃度は低下し、単位面積当たりのリン負荷量を比較すると都市より農地の方が大きいことがわかりました。

リン酸態リンについて日野川で降雨時に流出してくる負荷量とそれ以外の負荷量（基底負荷量）に分けて計算した結果を図2に示しました。リン酸態リンは7割程度が降雨時に流出しており、琵琶湖へのリンの負荷量を求める場合は、降雨時に流入する負荷量の評価が重要であることがわかりました。

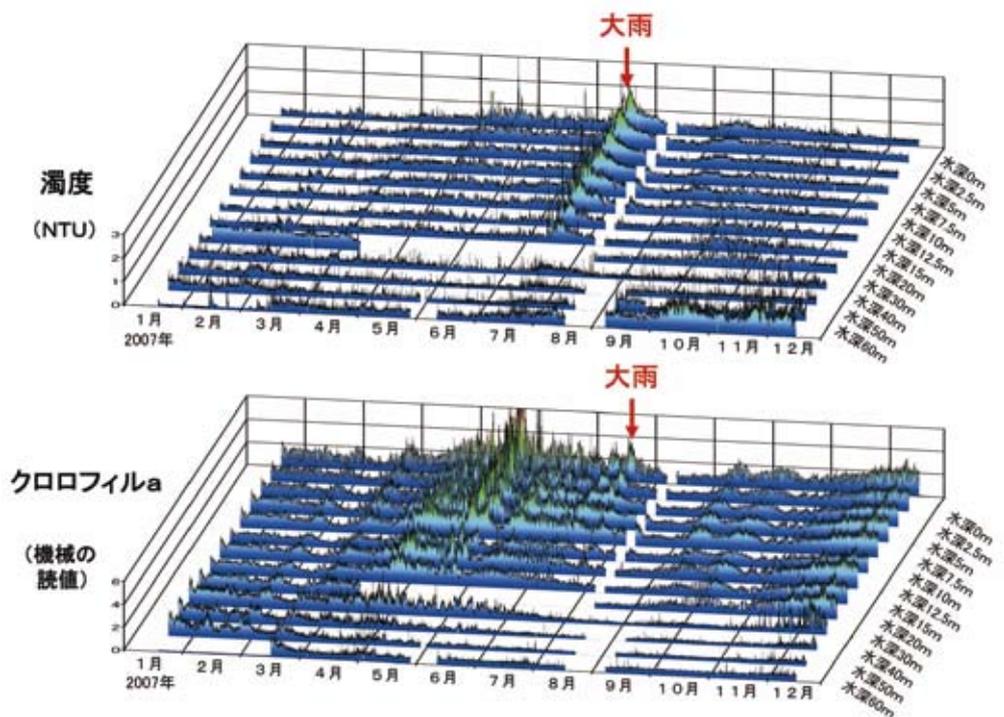


図3 琵琶湖北湖南比良沖における濁度とクロロフィルaの変化（2007年）

3 面源から流出した汚濁物質は琵琶湖水質にどのような影響を及ぼしているか？

では、降雨時に琵琶湖に流出したリンなどの栄養物質は、琵琶湖の水質や植物プランクトンにどのような影響を及ぼしているのでしょうか？その影響を琵琶湖北湖の南比良沖と野洲川河口沖で調べてみました。その結果、夏季に200～300mm程度の大雨が降った時には、南比良沖まで濁水が流れていき、濁度が上層（水深20m以浅）で高くなることがわかりました（図3）。しかし、水に溶けている溶存態の窒素やリン濃度はほとんど上がりませんでした。また、植物プランクトンの現存量の指標であるクロロフィルaの値も降雨後に高くなっていませんでした。言い換えると、降雨時に琵琶湖に流入した栄養物質によって植物プランクトンが増殖して現存量が多くなるという仮説を支持するデータは、今のところ得られていません。

さらに、農業濁水が琵琶湖水質に与える影響についても2008年に調査しましたが、南比良沖やエリの先端部（1km程度沖合）では濁度の上昇がはっきり見られず、農業濁水は沿岸部に貼り付いて徐々に沈殿していくのではないかと考えられました。ただ、日野川河口付近では若干濁度の上昇がみられたので、今後は、河口部や沿岸近くで農業濁水の水質や底質への影響調査が必要です。

4 今後の面源負荷研究・対策の方向性

これまでの調査結果を踏まえて、今後の面源負荷に関する

研究および対策として何が大事かを考えてみました。異論もあると思いますが私の考えは次の通りです。

- ①窒素・リン負荷量を農地と市街地で比較した場合、農地の方が市街地より大きいので、農地での対策が大事です。有機物負荷量についても同様のことが言えます。
- ②市街地については、窒素やリンなどの栄養物質よりも、自動車排ガス等の燃焼起源の化学物質、塗料起源の化学物質、タイヤの摩耗物などの人工化学物質の生態系への影響調査・評価が大事ではないかと思います。また、農地についても、河川や琵琶湖に流出した農薬の生態系への影響調査・評価が大事です。
- ③農業濁水については、琵琶湖沿岸部や河口部での底質や生物への影響把握調査が必要です。
- ④森林については、基本的に琵琶湖の水質保全にとってプラスの役割を持っており、その保全と持続的管理のための技術的・社会経済的手法の検討が必要です。
- ⑤琵琶湖集水域全体でみた場合、窒素、リンの降雨時負荷量は基底負荷量よりも大きくなりますが、降雨時負荷量をコントロールすることは現実的に困難です。これまでの点源対策によって琵琶湖の富栄養化は抑制される傾向にあります。そのため、面源負荷対策については、発生源対策を中心に、削減が可能なところで着実な対策を実施していくことが大事です。無理に降雨時負荷を削減する必要はなく、費用対効果を重視した対策の実施が大事です。

総合解析部門 大久保 卓也

びわ湖 視点 論 点

グリーンニューディール政策と環境

21世紀は環境の時代と言われています。今までは、経済活動と環境との間には先進国と発展途上国との南北問題もあり、議論は行われてきたものの環境に対して大きな進展は得られていませんでした。昨年来、100年に一度の不況を契機に、米国を始めグリーンニューディール政策が各国で発表、実行されることになり、その実行に伴って地球にとって好ましい環境変化を期待する人も多くなっています。そこで、グリーンニューディール政策が地球温暖化問題以外に「大気・水環境」に与える影響について期待も含めて考えてみることにします。

我が国では、昭和43年に大気汚染防止法を制定し、環境基準を定めるとともに工場からの煤煙排出や自動車排出ガスの規制が開始されました。この結果、固定発生源である煤煙からの排出については一定の成果が得られましたが、移動発生源である自動車排ガスについては、急激な自動車の普及によって改善が見られないため、平成4年に大気汚染防止法の改正により自動車排ガスに係る許容限度を設定することに加えて、「自動車NOx法（自動車から排出される窒素酸化物の特定地域における総量の削減に関する特別措置法）」を制定し規制を行ってきました。さらに、環境基準の達成と浮遊物質「PM」による健康被害が危惧されることから平成13年には、自動車NOx法が「自動車NOx・PM法」と改正され、現在では一般局だけでなく自動車排ガス局についてもほぼ環境基準を達成するに至っています。

しかし、ここにきて我が国における光化学オキシダントの濃度上昇が問題となってきました。光化学オキシダントの原因物質である窒素酸化物と揮発性有機物濃度が減少傾向を示しているにもかかわらず、環境基準（0.06ppm）を超過する時間数が増加し、光化学スモッグ注意報の発令（0.12ppm以上）数がここ数年増加してきており、今まで発令していなかった地域にも拡大している状況となりました。

これらの原因を把握するため、我々も含め東アジアを含めた大気数値シミュレーションが行われ、大陸からの大気の流れも原因の一つであることが確認されています。中国における窒素酸化物の排出量は「Global Emission Inventory Activity (GEIA)」によると1980年から2003年までで3.8倍に増加、揮発性有機物は2.5倍に増加しており、これらが、大陸で発生したオキシダントとともに春季の移動性高気圧がもたらす

緩やかな西風により飛来して我が国に影響を与えているのです。また、その寄与率は10%から20%程度であると推定されています。

我が国における窒素酸化物の排出量は自動車等の輸送に伴う寄与率が2000年で54%程度と推定され、中国の2003年における自動車等の輸送に伴う窒素酸化物および揮発性有機物の排出量全体に占める寄与率は、それぞれ25%、33%と推定されています。中国においては急激な自動車の普及が進展していますが、今後、我が国や中国を含めた東アジア全体において、グリーンニューディール政策が進展し、自動車の燃費向上、電気自動車の普及によりどの程度削減されるかが期待されます。

そこで、グリーンニューディール政策の進展による大気環境に与える影響を考えると注目すべき点が二つあります。排出量取引とバイオマス利用です。排出量取引では現行の制度においては規制の厳しい先進国だけの対策ですが、一定の窒素酸化物等の排出減が期待されます。一方、バイオマス利用では、逆に汚染物質が増加する危惧があります。交通安全環境研究所の研究によると、軽油単独に比べ、バイオディーゼル混合率の増加とともに窒素酸化物の排出量は増加し、100%では規制値を超えました。また、粒子状物質については触媒装置の装着により低下できるものの、酸化力の弱い触媒装置では、光化学オキシダントの原因物質とされるホルムアルデヒドやアセトアルデヒド濃度が大きく増加したと報告しています。

とは言うものの、グリーンニューディール政策では、自然エネルギーへの転換が大きな柱であり、絶対量として排出量が減少し、大気環境への負荷が低減されることが期待されます。さらに、グリーンニューディール政策が順調に進展したときは、大気環境だけでなく琵琶湖の水環境へも好影響が期待されます。それは湖沼への酸性雨対策だけでなく、ノンポイントソースとしての降雨による窒素負荷削減といった形で現れると推定されます。

100年に一度の不況と原油高が「グリーンニューディール政策」を生み、今まで南北問題で進展してこなかった「地球温暖化問題」を解決に向かわせるだけでなく、個別法だけでは解決できなかった大気・水環境を好転させる大きな一歩となることを期待しつつ、このことが「取らぬ狸の皮算用」でなければよいと思うのは筆者一人ではないと思います。

環境監視部門 園正



■ 編集・発行

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
Lake Biwa Environmental Research Institute

〒520-0022 滋賀県大津市柳が崎 5-34 TEL: 077-526-4800 / FAX: 077-526-4803 / E-mail: info@lberi.jp / URL: http://www.lberi.jp

センターニュースのバックナンバーは下記のアドレスからご覧いただけます。

<http://www.lberi.jp/root/jp/31kankou/bkjindex.htm>