

センター通信

No.18

2020年12月 冬



三冬の風景（西の湖の枯葦）

琵琶湖の深呼吸と湖底の酸素

おおつ環境フォーラム

2019年に続き2020年冬も琵琶湖の全層循環が観測されなかった。琵琶湖は400万年の歴史を持つ世界で唯一無二の生態系をなす古代湖で、そのめぐみは近畿圏約1,450万人の水道水源として社会経済活動をささえている。また水産業や観光の場などにもなっている。その琵琶湖に、地球温暖化の影響が顕現化し始めている。このような現況から、9月26日、「琵琶湖の全層循環と湖底の酸素」について滋賀県琵琶湖環境科学研究センター環境監視部門主任専門員の岡本高弘氏に講演いただいた。本稿では、琵琶湖北湖今津沖深層部の状況について、講演内容の抜粋を中心に氏の監修を得て紹介する。

琵琶湖深層部の水質を決める要因

湖の表層の水質は、流入河川水や降雨、湖上の風、植物プランクトンの光合成などによって決まるが、深層部は対流による表層水との混合による場所が大きい。特に琵琶湖北湖今津沖のような深層部は、相当な強風でも攪拌が及ばないため、水質は対流に依存する。

図1右図は2018年度の北湖今津沖中央C点(図2)の深さ別の水温である。春から夏に表層が暖められ、秋から冬に冷やされる。冷やされるにつれ均一な水温のところが増えてゆく。温度が均一ということは、この深さまで対流・混合が起こり水質も均一化していることを示している。図1左図の紫プロットは右図の2月の拡大図で、温度が均一な部分すなわち対流が起こっている部分が60mあまりにとどまっていることを示している。前年度2018年2月(同図黒プロット)は最深部まで対流し全層にわたり水が入れ替わり、全層循環が起きたことを示している。これを「琵琶湖の深呼吸」とも呼んでいる。2017年度以前は毎年全層循環が見られたが、2018年度、2019年度と続けて確認できなかった。

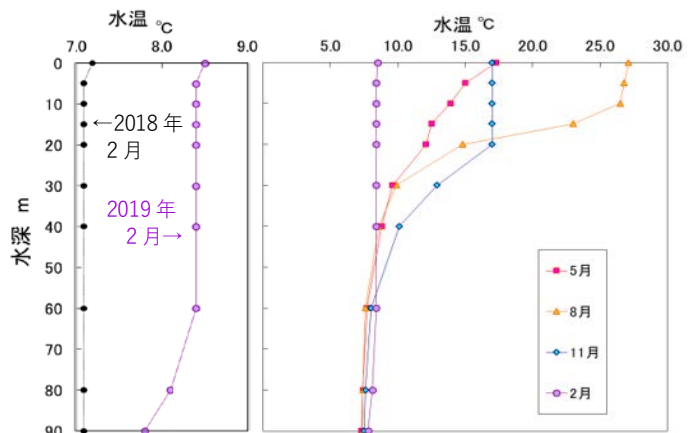


図1 北湖今津沖中央(C点)の深さ別の水温
左図2018年と2019年の2月水温拡大図 右図2018年度季節変動

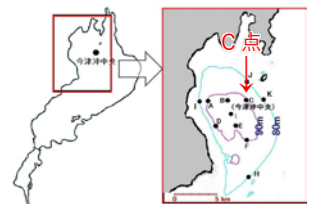


図2 今津沖第一湖盆調査地点

深層部の水質

深層域まで循環しなかったことで、深層域の水質はどうなるのか。琵琶湖における物質循環を図3に示す。表層では、河川や雨などから栄養塩、酸素、二酸化炭素などが流入し、または溶け込み、植物プランクトンはこれらを吸収し、光合成により酸素を産生する。植物プランクトンは動物プランクトン、さらには魚等に捕食され、それぞれ一部が沈降し細菌によって分解される。注目すべきは、表層で

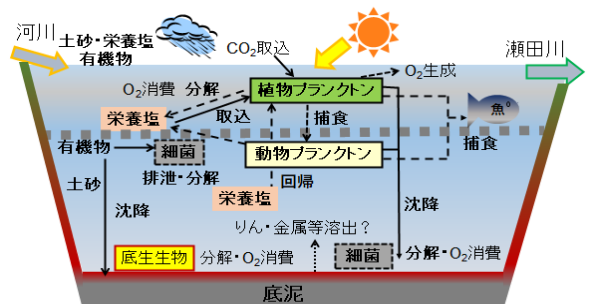


図3 琵琶湖における物質循環の模式図

は酸素が大气から溶け込むか、流入ないし植物プランクトン等による光合成により産生されるのに対し、光が届かない深層域ではそれがなく、加えてプランクトンや魚などの死骸や排泄物、有機物の分解時に酸素が消費されることである。対流によって表層水が底層に流入しない限り酸素は減っていく一方である。底層の溶存酸素濃度は、図4に示すように例年は春から秋にかけて徐々に低下し、対流域が底層に届く冬に回復するが、2018年度は底層に届かなかったため十分に回復せず、さらに、2019年度は溶存酸素濃度が低い状況から始まり9月前に早くも最低レベルになったことを示している。酸素濃度の低さもさることながら、重要なのは貧酸素状態が長期にわたって持続したことである。2019年度も全層循環が起こらなかったため、2020年度も、9月30日の水質調査で、図2の7地点すべてで2mg/L以下、うち5地点で0.5mg/L未満となり、観測史上初の深刻な状況となっている。図5は今津沖中央における湖底直上1mおよび水深80m、60mの溶存酸素濃度の年度最低値の推移で、2019年度は水深60mで過去最低を記録したことを示している。2020年度は、水深90m水域の湖底直上1mに加えて水深80mの水域でも9月に貧酸素状態になり、イサザやヨコエビなど底生生物にとって生息できない環境になっている。

酸素濃度低下に伴って、底層の水質の悪化も懸念されたが、図6に窒素、りん、マンガン各濃度の経月変化を示したように、前2者に大きな変化はなかった。一方、マンガンは2019年度冬に高い値を示している。底泥に固定されていたマンガンが、貧酸素状態が続いたことにより、溶出量が多くなった可能性がある。

地球温暖化の影響

表層水が深湖底層まで届かない現象は、表層水が夏に高温となり秋冬に十分冷されない状況で生じるが、温暖化が進めばこのような現象が高頻度で発生する可能性がある。かつて「温暖化がこのまま進めば2030年代に全層循環が発現しないことが起こりうる」とのシミュレーション結果が報告されたことがあるが、現実にははるかに早く2度も発現した。温暖化による琵琶湖への影響は、予想以上に早く現れ始めている。2019年度は全層循環未達成と底層溶存酸素濃度の低下範囲は琵琶湖全体から見ると限定的であるため、直ちに水産資源や飲料水等に影響を与えることはなかったが、状況を注視しなければならない。他にも、無機態窒素が下層から表層に回帰する期間が短くなり、表層の全窒素が低下し、一方で高水温等によるアオコの長期化をはじめとした植物プランクトンの種組成の変化が見られるなど、地球温暖化の影響が顕現化し始めている。

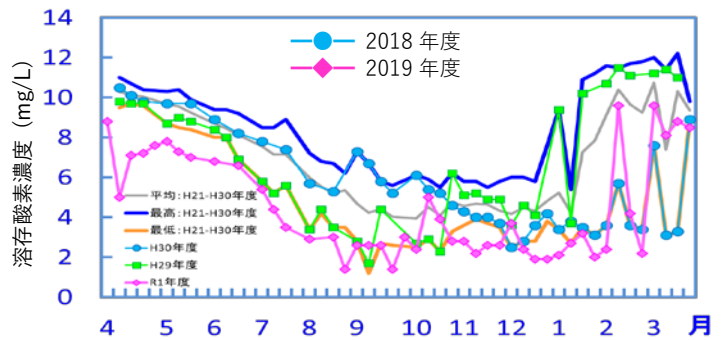


図4 今津沖中央の湖底直上1mにおける溶存酸素濃度の経月変化

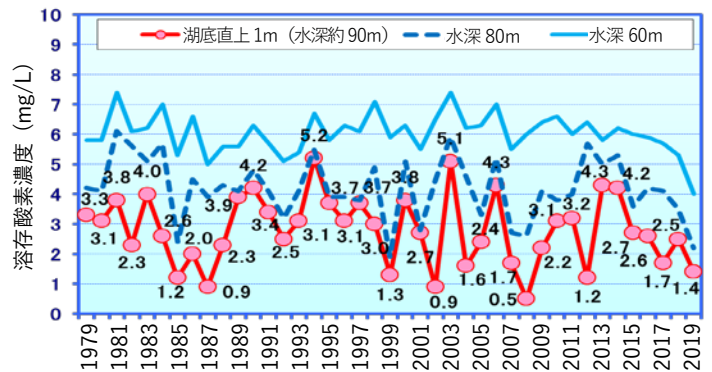


図5 今津沖中央深層の溶存酸素濃度年度最低値の変動

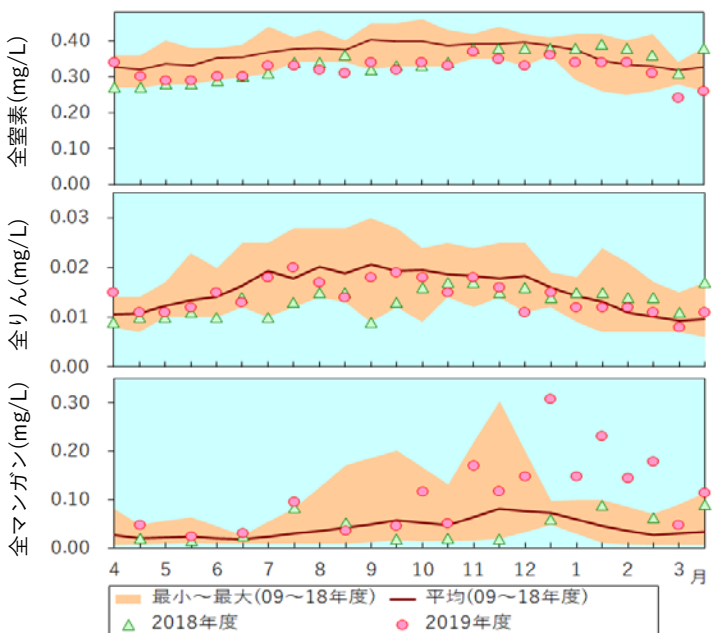


図6 2019年度底層水質経月変化

※ 当記事中の図は、岡本高弘氏が講演の中で用いられたスライドをもとにして、一部を掲載用に加工しています。

大津市へのグリーンスローモビリティ導入検討

石谷 誠男

おおつ環境フォーラム

家庭からの二酸化炭素排出総量の約4分の1を自家用車が占める。この削減策として乗用車電動化を前号で紹介したが、自家用車に頼る限り排出量削減には限界がある。加えて高齢化にともない、自家用車利用困難者が増加する一方で、地域の公共交通は採算悪化や運転手不足で貧弱になりつつある。自家用車に頼らずに済む社会が必要となり、新しい公共交通やコンパクトシティ化などが検討されている。

この課題に関し、我々は、ラストワンマイルの公共交通の課題解決と脱炭素社会確立を同時に実現する手段としてのグリーンスローモビリティに着目し、大津市内への導入可能性を調査した。

グリーンスローモビリティ (GSM) とは

GSM は、自転車並みの低速で走る電動の小さな公共交通で、国土交通省や環境省が推進し、一部地域で導入が始まっている。

図1に様々なGSMを示す。中でも小型、軽タイプのゴルフカート型は、オープンな構造なので運転手と乗客や乗客同士、乗客と歩行者などのコミュニケーションが弾む「乗って楽しい公共交通」となっている。また、普通自動車免許で運転でき、地域住民でも運転に従事できる。福祉面でのお出かけ支援、地域の賑わい創出、観光客の満足度向上等の多様な副次的効果も期待できる。このような特徴から地方公共団体の交通・まちづくり・福祉等の部局や交通事業者、商工会、福祉関係者、観光事業者等、様々な関係者が導入を検討している。



図1 グリーンスローモビリティの例

出典 国土交通省総合政策局環境政策課多田氏の2019/11/1講演資料

グリーンスローモビリティ先行事例調査

大津市への導入を検討するため、すでに導入している事例を調査した。

- ・京都府和束町：観光用に茶畑を定時運行。収益を町民向け運行に。
- ・三重県東員町：丘陵地の団地と最寄り駅を結ぶ。福祉予算の位置付け。
- ・大阪府河内長野市：大型団地内の交通弱者向けに関西大学の協力のもと商業施設と連携して地域住民主体で運行。電柱をバス停に見立て、AIを活用したデマンド運行を行う。
- ・広島県福山市：道路狭隘の鞆の浦で観光と住民の足を兼ねた定額タクシーとしてタクシー会社が運営。
- ・島根県松江市：社会福祉法人が、福祉施設や商業施設と高台にある団地3か所を結ぶ。広告収入に工夫。

大津市でのGSMの導入可能性

大津市は、次世代の公共交通として自動運転バス、MaaS、デマンドタクシー等を実証実験中である。また、自治会レベルでは、自治会費からの補填を前提としたデマンドタクシーを自主運行している例や、住民による自家用車を用いたボランティア送迎を組織している例もある。しかし、デマンドタクシーは運営資金の補助が前提となる点で、ボランティア送迎は継続性の点で課題が残る。また、大津市の住宅地、特に瀬田川以西は琵琶湖に迫る山地の麓に多い。湖岸と並行して点在する鉄道駅や公共施設と住宅地を結ぶバス路線は地形的に収益力が弱く、自動運転バスやMaaSはラストワンマイルの点で決定打とは言い難い。

先行する事例の調査から、大津市のような狭隘な坂道の多い住宅地を網羅する公共交通として、環境にも交通弱者にも優しい、かつ、運営費が比較的少額で済むGSMが最適と考える。具体的な導入提案ができるよう手を挙げていただいた自治会と協同で検討を進めている。



図2 河内長野市南花台のGSM
出典 同市ホームページ



図3 鞆の浦の狭隘路を走るGSM

※ 当記事は、2020年7月18日開催のおおつ市民環境塾「エコな移動で温暖化対策」の一部を再構成したものです。

□ 当センター主催一般参加イベントの報告 ～10月18日

2020年9月5日(土)
自然家族事業 川の日2
「大石川探検」



2020年9月13日(日)
自然家族事業 里山の日2
「里山の樹木調べと名札付け」



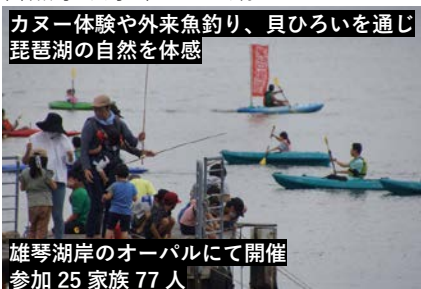
2020年9月19日(土)
自然家族事業 川の日1
「大宮川の生きものと水質調べ」



2020年9月26日(土)
おおつ市民環境塾 講座4
「琵琶湖の全層循環と湖底の酸素」



2020年10月3日(土)
自然家族事業 びわ湖の日2



2020年10月18日(日)
自然家族事業 里の日2



□ イベント参加者募集 1月～3月

COVID-19 感染の状況により内容変更・中止することがあります

大津市地球温暖化防止活動推進センターでは下記イベントの参加者を募集しています。
参加ご希望の方は「希望講座名」「郵便番号」「住所」「参加者全員の氏名(ふりがな)」「日中に
連絡のとれる電話番号」を書いて、開催の10日前までに当センターにお申し込みください。

☎ 077-526-7545 Fax 077-526-7581 ✉ (右のQRコードが使えます) info@otsu.ondanka.net



1月16日(土) 14:00～16:00 おおつ市民環境塾 ～地球温暖化と防災～



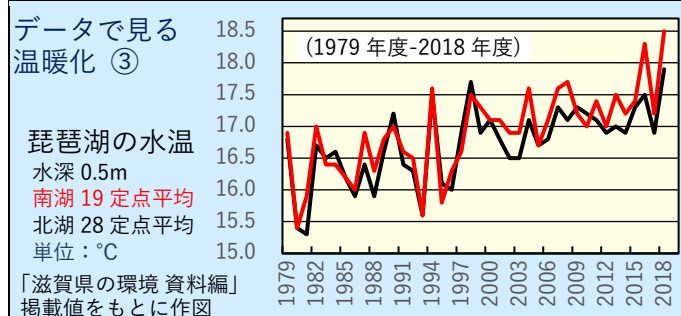
- ① 近年の異常気象により猛暑や台風・豪雨が相次いでいます。いつ発生するかわからない災害に備えるため、防災について考えてみましょう。
 - ② 災害対応例として、家庭の蓄電を中心にEVと省エネについて学びます。
- 講師：①大津市総務部危機・防災対策課、②おおつ環境フォーラム
会場：明日都浜大津 5F ふれあいプラザ中会議室

1月30日(土) 14:00～16:10 リモート講演会 地球温暖化 NOW! ～迫りくる気候危機と社会の大転換～



地球温暖化の未来予測や、温暖化による様々な影響、温暖化への対策をテーマに、脱炭素社会に向けて私たちは何ができるのかについて具体的に解説していただきます。講演はつくばからの中継で実施します。

講師：国立環境研究所地球環境研究センター 副センター長 江守 正多 氏
ビューイング会場：明日都浜大津 4F ホール、またはオンライン参加



発行
大津市地球温暖化防止活動推進センター
(特定非営利活動法人 おおつ環境フォーラム)
520-0047 大津市浜大津 4-1-1 明日都浜大津 4F
Tel : 077-526-7545 Fax : 077-526-7581
E-mail : info@otsu.ondanka.net
HP : https://otsu.ondanka.net/
編集責任：西山 克己