

びわ湖の環境問題

～びわ湖は生活を映す鏡であり、地球環境を見通す窓である～

沖山翔太 相本和希 永福大暉 奥村大樹 西藤史城
佐野浩士郎 田中耕大 徳田裕人 服部匡恭

1. 目的

「気候変動問題」「地球環境問題」は近年よく耳にする言葉である。世界中で様々な環境問題が生じており、重要な課題であることは言うまでもない。例えば、人間の生活を豊かにするための経済産業活動により温室効果ガスが増加し、地球温暖化はここ数十年で過去に例をみない速さで進行している。そして、気温上昇がもたらす地球環境や人間への影響は、干ばつや洪水等の異常気象に伴う災害、海面上昇、新興感染症の増加、メンタルヘルスの低下など多岐に渡る。2100年には地球全体の平均気温が2.7度上昇し、海水面が1m以上上昇すると言われており、日本でも1～2千万の人が住むところを奪われる¹⁾との報告もある。また、人の健康を考える時には、生態系の健康も踏まえて包括的に考える必要があり、地球全体の「健康」として多様な要素のバランスをとっていく姿勢が求められている²⁾。

以上の背景を踏まえて、私たちは地元の身近なびわ湖の環境に着目し、まずは現状を知るところから取り組みを始めた。そして、びわ湖の環境は現在どのような状態か、どのような保全のための課題が生じているか等、びわ湖の環境問題を整理し、課題を人々に知ってもらうことを本実習の主たる目的とし、啓発活動の一環として学内発表に臨んだ。

2. 対象と方法

本実習は以下の日程で行った。まず、びわ湖の環境問題とヒトの健康課題との関連について考え、その上でびわ湖の現状を把握するために滋賀県庁を訪問、聞き取り調査を実施した。その後、指導医の佐々木先生からいただいたOne Health²⁾等のアドバイスを参考に行政の視点からびわ湖の環境問題を整理し、文献調査を実施した。その後、漁師さんへの聞き取り調査も実施し、得られた視点も交えて整理し直した。さらに、我々が取り組める範囲で、湖岸の清掃活動や水質環境調査を実施した。

表1：実際の活動の日程と内容

日時	内容
5/18	びわ湖の環境問題とヒトの健康課題との関連を話し合った。
6/7	【実地調査】滋賀県庁を訪問し、琵琶湖政策 MLGs* 推進担当理事の三和伸彦氏にびわ湖の環境に関するお話を伺った。
6/27	【実地調査】こうせい駅前診療所を訪問し、佐々木先生に現在までに得た情報を共有し、実習の要点や発表に向けての指導を受けた。
7/1	びわ湖の日
7/4～5	【調査】行政の視点からびわ湖の環境問題を整理し、文献調査を実施した。
7/6	【実地調査】あやめ荘を訪問し、漁師の松沢松治氏に現場からみたびわ湖の環境問題に関するお話を伺った。湖魚料理を頂き、湖岸を散策した。
7/11～15	【調査】漁師の視点も交えてびわ湖の環境問題を整理し直した。 【実践】湖岸の清掃活動を行い、湖北～湖南の水質環境調査(COD)を実施した。

* MLGs: Mother Lake Goals

3. 結果と考察

【びわ湖の環境問題とヒトの健康課題】

びわ湖の環境問題が及ぼす健康課題や疾患を大きく3つに分け、仮説を立てた。1つ目は、水域の大腸菌や原虫数と疾患、マイクロプラスチックと生物濃縮が及ぼす健康課題、湖の異臭やびわ湖虫（ユスリカ）が人々に与える精神衛生上の問題など、びわ湖の水環境に関連するものである。2つ目は、びわ湖のどのような環境下で蚊が多く発生し、マラリアやデング熱などの新興感染症の発生・流行地と成り得るか、マッピング分析を実施するといった、温暖化に関連するものである。3つ目は、SDGs（Sustainable Development Goals）を取り入れた産業のあり方や健康増進活動など、技術革新や産業に関連するものである。

【これまでのびわ湖環境の概要】

1961年頃までは豊かな漁場環境が広がっていたが、高度経済成長における人口の増加、合成洗剤の普及、生活・工業・農業排水の増加などにより、窒素やリンなどの過剰な栄養塩類がびわ湖に流入し、急速に水質が悪化した。この富栄養化は、人為的かつ急速に進んだ点が大きな問題であり、窒素やリンを栄養源とする植物プランクトンの急激に増殖することで生態系のバランスが崩れ、赤潮の発生をもたらした。赤潮では、窒素やリンを栄養源とするウログレナと呼ばれるプランクトンが増加し、溶存酸素が欠乏することで水の腐敗や魚の窒息、悪臭等の衛生上の障害が起こる³⁾。この状況を危惧した地域住民は、1970年頃から大津の主婦層を中心として、リンを含む合成洗剤の使用をやめ、天然油脂を主原料とする粉石鹼を積極的に使用するようになった。これが石けん運動の始まりである⁴⁾。この運動は、1980年に行われた、合成洗剤の使用・販売の禁止、工場・事業場の排水規制、生活排水や農業排水の削減指導等、窒素やリンを総合的に法的規制する「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例（富栄養化防止条例）」の制定に繋がった⁵⁾。また、この条例が施行された7月1日は「びわ湖の日」とされ、一斉清掃をはじめとした、環境の保全についての理解と認識を深める活動が現在でも行われている¹¹⁾。

【滋賀県庁の聞き取り調査】

琵琶湖政策・MLGs推進担当の三和伸彦氏、琵琶湖環境部琵琶湖保全再生課の藤原直樹氏にびわ湖の現状と政策に関するお話を伺った。三和氏や藤原氏のお話から、現在のびわ湖環境が及ぼすヒトへの健康課題に関する知見は少なく、科学的根拠に乏しかった。そのため、今回の実習では、メンバー間で考えたヒトの健康課題の仮説については一旦保留とし、まずはびわ湖を知ることから取り組み、広くびわ湖の環境問題に焦点を当てることとした。以下、現在のびわ湖の水環境に注目し、政策やMLGsについて述べる。

1. 水環境の変化

- 1) びわ湖の水質について（表2）、透明度、全窒素、全リンは長期的に改善が認められる。しかし、CODは改善がみられず、北湖、南湖ともに環境基準値1.0mg/Lを超えている。
- 2) 河川の水質は、下水道の整備や排水の規制等の対策により全体的に改善傾向にある。窒素やリンといった有機塩類の流入量は低減している⁶⁾。
- 3) 赤潮は、1979年頃の発生日数は約16日であったが、2010年以降は0日となっている⁶⁾。

表2：びわ湖の水質

	北湖		南湖	
	1979年	2020年	1979年	2020年
透明度 (m)	4.5	5.7↗	1.8	2.2↗
全窒素 (mg/L)	0.28	0.20↘	0.4	0.28↘
全リン (mg/L)	0.012	0.008↘	0.035	0.020↘
COD (mg/L)	2.4	2.4→	3.4	3.2→

- 4) 水草は、南湖において増加が著しく、夏になると湖底の約9割(45km²)を水草が覆う状況となる。このため、湖流の停滞、湖底の泥化の進行、溶存酸素濃度の低下など、自然環境や生態系に深刻な影響を与えている。また、漁業や船舶航行の障害、腐敗に伴う悪臭の発生など、生活環境にも悪影響を及ぼしている⁶⁾。
- 5) 漁獲量は顕著に減少し、フナ、ホンモロコ、ビワマス、セタシジミなどの在来魚が減少の一途をたどっている⁶⁾⁷⁾。
- 6) ヨシ群落は、1955年代に約260haあったが、干拓、埋め立て等により1991年には約173haまで減少した。失われたヨシを再生させるために、積極的に維持管理や植栽による造成を行い、2018年に約262haまで回復した⁶⁾。
- 7) 水域のマイクロプラスチック量は、2016年に北湖で水1m³あたり平均0.57個、南湖で水1m³あたり平均2.6個であった⁸⁾。

2. 政策について

高度経済成長に伴い、生活・工業・農業排水などにより過剰な栄養塩がびわ湖に流入し、水質の悪化とともに赤湖が発生した。現在は、行政の取り組みや下水処理の技術向上もあり、びわ湖に流れ込む栄養塩が減少して水質の改善が認められている。しかし、水質の改善とともに流入する栄養が少なくなればそれを栄養とする生物もいなくなるように、琵琶湖では在来種が減少し、生物多様性は失われつつあるのが現状である。この「循環が悪く、バランスは良くない」を解決するためには、びわ湖を中心に人々の暮らしや湖沼がつながり、物質が流れるシステムとしてびわ湖を捉え、その全体を保全・再生していく姿勢が重要である。県庁の総合的な取り組みは、生活・生態系・産業それぞれの立場で折り合いをつけ、びわ湖をバランスの取れた環境に整えることを目指している。マザーレイク計画²¹⁾はその取り組みの1つであり、びわ湖を窒素やリンの存在量(ストック)とそれらが循環する移入流量(フロー)を評価している。また、水質や漁獲量などを個別に捉えるのではなく、それぞれがどのように影響しあっているかを総合的に把握しようとする。びわ湖全体を一体のシステムとして捉え、システムとして健全かを評価し、かつてのびわ湖の生態系が持っていた多様な機能を回復させようと試みている。

3. MLGsを通して

びわ湖を通してSDGsを具体的なアクションまで落とし込む、あるいはびわ湖に対するアクションから自分たちの行動がSDGsに繋がっていることを認識する仕組みがMLGsである。MLGsでは13個のゴールが設定されており、この目標に向けて行動することで、びわ湖は暮らしを映す鏡であり、びわ湖は地球環境を見通す窓であるということを実感できる¹⁰⁾。

【漁師さんの聞き取り調査】

約 60 年間漁師としてびわ湖と共に生きてきた松沢松治氏よりお話を伺った。以下、松沢氏が知るびわ湖環境の昔と今、改善のための意見、そして、松沢氏のびわ湖に対する思いなどを述べる。

1. びわ湖の昔と今

1961 年頃のびわ湖は綺麗だった。大変多くの魚や貝類がいるのが当たり前で、湖底は多くの砂で所々ねじれ藻が見られ、キレイな砂浜が広がっていた。水深 3m 程度は底まで見える透明度で、飲み水としても飲めた。ヨシ帯、内湖、堀、川が多くあった。しかし、1980 年頃からシジミが激減し、赤潮が発生するようになった。1993 年には、びわ湖全体を使って一年を過ごしていた在来魚が、びわ湖大橋を超えて南湖に入らなくなり、またこの頃よりブラックバスやブルーギル等の外来魚が増えて南湖は漁ができなくなった。びわ湖の固有種は徐々に北へ行く様になり、2003 年には、びわ湖の漁師は生計が立てられなくなった。

2. 松沢氏が考える原因（シジミ、在来魚の減少）

シジミや在来魚の減少の原因と考えられることを記す。1973 年頃から農地改革やびわ湖総合開発における骨材の需要により砂の浚渫等が行われたこと、埋め立てにより内湖が失われたこと、1975 年頃から湖周道路が舗装されてヨシ帯が減少したこと、排水路となった川に捨てられたゴミや、農業濁水がびわ湖に流れ込んだことが挙げられた。さらに近年では、外来魚の増加により生態系のバランスが崩れ、在来魚の減少に拍車をかけている。

びわ湖岸の砂の浚渫によってシジミは生息域を奪われ、リンを吸収するヨシの減少、汚水の流入による水質の悪化により、在来魚にとって生息しにくく、また外来魚や湖底の藻にとって生息・繁殖のしやすい環境になったと松沢氏は考える。

3. 松沢氏の思い「私は、今のびわ湖が当たり前のびわ湖になるのが怖いです」

以前は青かったびわ湖は、現在では茶色がかって見え、一旦濁ると澄まなくなっている。このまま水質の悪化が進行すれば、中国の湖のように茶色になるかもしれないと松沢氏は話され、びわ湖のさらなる水質悪化を危惧している。これを止めるために、水質と生態系の変化をもたらし根本的な原因に対して行動を取るべきだと考える。すなわち、減少した砂を取り戻すための砂地の造成や湖底耕耘などの湖底環境改善によりシジミの生息地を増やしたり、農業濁水の流入を防ぐために、内湖が担っていた農業排水を濾過するシステムの構築、たとえば減反した田んぼにレンゲソウを植えて、農業排水を一度そこへ流して浄化するといった方法や、そもそも農薬を使わないといった取り組みで水質悪化を防いだりすることを挙げられていた。

また、高度経済成長とともにびわ湖と生活の結びつきが弱くなる中で、人々の間で水資源としてのびわ湖の認知が薄れ、びわ湖の魚を食べなくなったことで、消費者がおらず、経営が成り立たず、かつ漁獲量も減少して漁師の後継者がいなくなることも危惧されていた。松沢氏は現在、NPO 法人家棟川流域観光船¹²⁾ ¹³⁾、びわ湖の清掃、湖魚料理、あやめ浜まつり、ヨシ植えといった活動を行い、人々にそれらを体験してもらうことでびわ湖に関心を持ってもらい、自然の偉大さと共に生きることで、みんなで一緒にびわ湖を守らなければならないと語る。

【化学的酸素要求量（COD）】

実際に①～⑥の地点でCODを計測した（図1）。CODは数値が高いほど水中に存在する有機物の量が多いことを意味し、有機物による水質汚濁の程度を表す。結果を図2に示す。

滋賀県庁のデータで示されていた通り、北湖から南湖へ移動するにつれて水質の悪化が認められた。③⑤を比較すると、同じマイアミ水域（野洲市菖蒲）でも、採取する水深や周囲の障害物環境の違いで水質が異なることが分かった。水質調査の際には、水深、場所、天候の違い等を考慮し、様々な環境下で測定する必要がある。

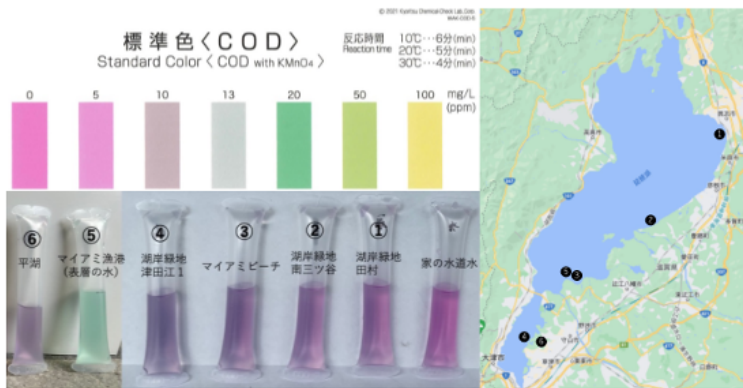


図1：水の採取場所とCOD測定

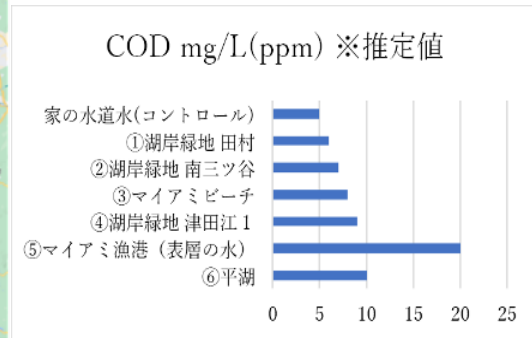


図2：COD測定結果

【清掃活動】

MLGsの実践例として、マイアミビーチにて清掃活動を行った。全域にわたり、波打ち際にゴミが散乱していた（図3）。種類としては、主にペットボトル容器や漁具から生じたとされるプラスチックごみであったが、中にはインスタント食品の容器や詰め替え用パックなどの生活ゴミが含まれていた。

私たちは、持参した袋がたった2、3メートルの範囲のゴミを回収しただけで一杯になったことに衝撃を覚えた（図4）。今後、びわこの日（7/1）¹¹⁾の清掃活動をはじめとして、目の前の小さなことからでもアクションを起こしていくことが必要だ。そして、そのためにはまず、今回のように環境問題の現状について知ると言うことが重要だ。



図3：マイアミビーチに散乱するゴミ



図4：清掃活動の様子

【発表会でいただいた質問への回答】

Q. 今でも下水の問題はあると思うのですが、行政施策としての下水対策はどうなっていますか？

A. 滋賀県の下水処理場としては、大津市処理場、湖西浄化センター、高島浄化センター、東北部浄化センター、湖南中部浄化センターなどがあり¹⁴⁾、周辺自治体の下水処理を担っている¹⁴⁾。下水処理場では沈殿・生物反応槽・濾過などの工程を経て処理され、汚泥は濃縮後焼却され灰となる^{16) 17)}。滋賀県の下水道普及率は令和元年度で91.1%であり、全国7位である¹⁸⁾。

4. 結論

私たちは、びわ湖の環境問題に注目し、その現状と保全のための課題を整理した。本学の学生に、びわ湖の現状と保全のための課題をまず知ってもらい、さらに地球環境問題への向き合い方を一緒に考える契機とするべく、私たちが感じたことを追体験してもらおう形で発表を行い、詳細な活動内容を加えて、本報告書を作成した。

本実習で、私たちは県庁職員さんや漁師さんのお話を通して、立場の違いでびわ湖の環境問題に対する捉え方が大きく異なることを学んだ。お互いの権利を大切にしながら折り合いをつけ、びわ湖の環境をより良くするにはどうすればいいのか、解決に至るその時まで考え続けていかなければならない。複雑な問題に向き合う際には、それを取り巻く全体を捉えて、生活・産業・生態系それぞれの立場を尊重し、バランスを取る One Health の視点を持つことが求められる。そして、自然豊かなびわ湖を後世へ引き継ぐために、まずは「小さくても身近なこと」からアクションを起こすことが大切であると考えている。

5. 謝辞

今回の実習及び報告書の作成にあたり、多くの方々に多大なるご協力を賜りました。ご指導いただいた「こうせい駅前診療所」所長の佐々木隆史先生、調査に快く応じてくださった滋賀県琵琶湖政策 MLGs 推進担当の三和伸彦理事、県琵琶湖環境部琵琶湖保全再生課の藤原直樹様、びわ湖の環境と水と地域の環境を守る会代表であり漁師の松沢松治様、資料を提供していただいた琵琶湖環境科学研究センターの佐藤祐一様に心より御礼申し上げます。そして、実習の様子を暖かく見守り、最後まで丁寧にご指導、ご助言して下さった衛生学部門の北原照代先生、辻村裕次先生に深く感謝いたします。

6. 参考文献

- 1) Ocean Sci., 17, 181–186, 2021, <https://doi.org/10.5194/os-17-181-2021>
- 2) One Health, <https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/4546.html>
- 3) <https://www.lberi.jp/investigate/plankton/planktoninfo>
- 4) <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/22029.pdf>
- 5) 滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例
https://www.pref.shiga.lg.jp/site/jourei/reiki_int/reiki_honbun/k001RG00001109.html
- 6) びわ湖なう, <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/5269522.pdf>, p7-21
- 7) 漁獲高, https://www.shigaken-gikai.jp/voices/GikaiDoc/attach/Nittei/Nt13555_01.pdf
- 8) <https://www.biwako.info/biwako/402/>
- 9) マザーレイク計画 21, <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kankyoshizen/biwako/11350.html>
- 10) Mother Lake Goals, <https://mlgs.shiga.jp>
http://mlgs.shiga.jp/wp-content/uploads/2021/06/MotherLakeGoals_Agenda_20210701.pdf
- 11) びわこの日, <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kankyoshizen/biwako/11316.html>
- 12) https://www.kyodoshiga.jp/file_box/files/member/file_1252_8e37ba870f2fa9e700b938fdee31d844.pdf
- 13) https://www.keibun.co.jp/saveimg/kakehashi/0000000193/pdf_sub_3423_20160426102451.pdf
- 14) <https://www-1.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/know/summary/problem/problem-shikumi.html>
- 15) <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/43375.pdf>
- 16) <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kendoseibi/suido/13353.html>
- 17) <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/43307.pdf>
- 18) <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/5211376.pdf>