

湖沼とその流域*

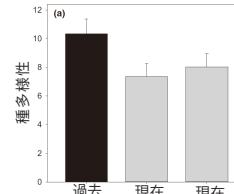
影響の要因

高い気温及び降雨の偏在化（出水と渇水）は、湖沼とその流域の水質や生物の生息環境等に顕著な影響を及ぼす。



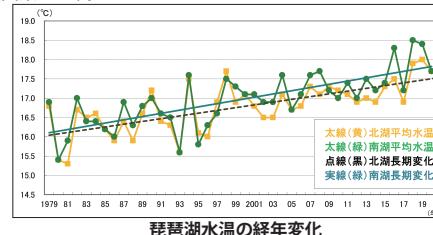
現在の状況と将来予測

現在、湖沼やその流域で水温が上昇している。また湖沼での貧酸素化、川の瀬切れ、流域での湧水の減少といった問題が生じている。淡水生物の多様性も減少しており、特に冷水性の種の減少が著しい。



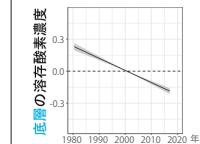
日本の45湖沼における在来淡水魚類の(a)種多様性および(b)機能的多様性の変化
出典:Matsuizaki, S.S. et al(2016)を一部改変

湖沼の水温は、近畿の8割、東北・関東・中部・四国・九州の概ね4～6割の湖沼で、夏季に有意な上昇傾向がみられる（環境省2020b）。北海道も気温上昇が予測されており、今後の水温上昇が懸念される。琵琶湖では、100年間で年平均気温が約1.4℃上昇（彦根気象台2022）したのに対し、水温は40年間で約1.5℃上昇している（滋賀県2023）。



琵琶湖水温の経年変化
出典:滋賀県総合企画部CO₂ネットゼロ推進課提供(2023)

上記のように高水温が進行すると、①水生生物の酸素消費量（呼吸量）が増え、②更に大気からの酸素の溶込みが少くなり、酸素が湖底まで届きにくく貧酸素の問題が生じる。実際、世界規模で湖沼の貧酸素化が進行している事が分かっている。



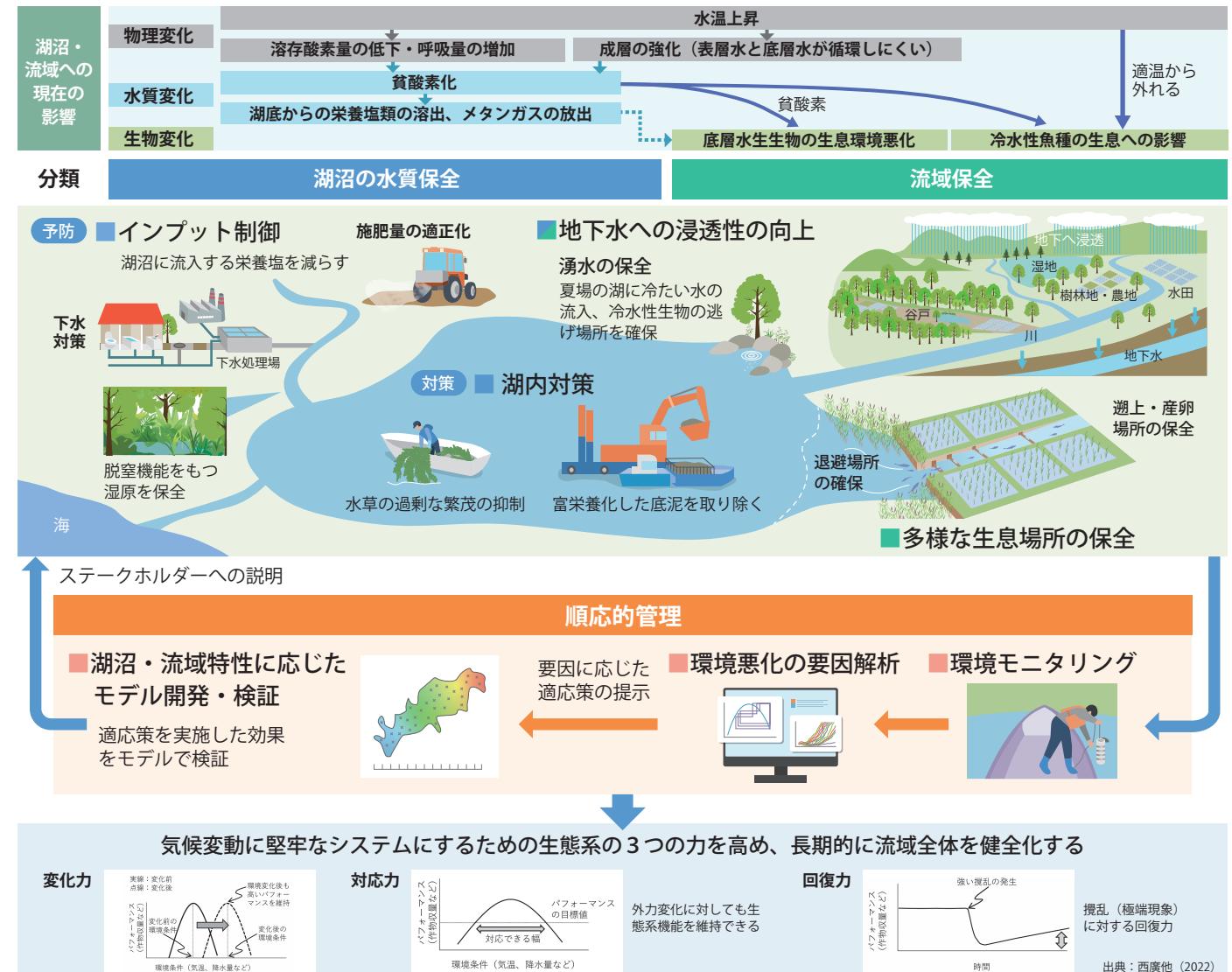
1980年以降の湖沼底層の溶存酸素濃度の減少傾向(縦軸はモデル推定値の平均値)
出典:Jane SF et al(2021)、松崎(2021)

将来、更なる気温の上昇に伴う水温上昇により、水質悪化（溶存酸素量低下、底層の低酸素化、富栄養化等）、水生生物への影響（夏場の水温が冷水性魚類の適温外となる等）が一層懸念される。

水環境・水資源分野 | 水環境

適応策

湖沼でも溶存酸素濃度の環境基準が定められ、湖沼水質保全計画でも今後の気候変動適応への必要性が記載されている。各湖沼の特徴（大型／小型、深い／浅い等）や、周辺環境（水資源利用、社会・経済活動）も踏まえ、長期的に流域全体を健全化し気候変動に堅牢なシステムにしていく事が必要とされている。



湖沼とその流域

分類

湖沼の水質保全

短期～長期対策

流域保全

長期対策

順応的管理 短期～長期対策

方法

各湖沼の現状（問題発生の有無）を把握し、問題が生じている場合はその原因や湖沼タイプ（浅い湖 / 深い湖）等を踏まえ対策を検討する。

【予防：インプット制御】

流域からの栄養塩や有机物の流入を少しでも減らすことで、湖底近くの酸素消費速度を抑制し、貧酸素化の進行速度を遅らせることができる。また湖内の光合成を阻害する濁り成分の流入を減らすこと、湖底での光合成活性を高め、溶存酸素量を増やす。（以上高津 参照 2023年2月8日）特定汚染源（下水等）と非特定汚染源（農地等）の両方からの外部負荷の低減を図ることが挙げられる。また流域内に湿地を増やし保全することで、その微生物の脱窒^{*}の働きにより水質改善を図る。

* 脱窒：微生物の活動により硝酸イオンなどの窒素化合物が還元され、窒素ガスとして大気中に放出される作用（松崎 2020）。

【対策：湖内対策】

具体的な対策として①内部負荷の削減（湖水の浄化等）、②湖水の混合促進・底層への酸素等の直接供給、③生態系機能を活用した水質浄化、④水草の過剰な繁茂の抑制、⑤浚渫（富栄養化した底泥を取り除く）や伏砂（底泥表層に砂をまく）がある（環境省 2020b）。2016年3月には底層溶存酸素量（生活環境項目）と、沿岸透明度（地域環境目標）の指標が新たに設定され、影響評価や適応策に関する手引きやガイドライン（環境省水・大気環境局水環境課 2021）も発行されている。

【地下水への浸透性の向上】

長期対策

近年の都市化等に伴い雨が土壤に浸み込みにくくなり、結果として地下水の湧水量は減りつつある。夏季に豊富な地下水が湖沼に流入するようにし、底層水が滞留しにくく、貧酸素化しにくい環境を作る必要がある。（以上高津 2022 より引用）印旛沼・流域では雨水の地下浸透が重要となる台地や斜面を中心に、緑地や農地など浸透機能を有する場所をできるだけ保全するとともに、市街地開発における雨水浸透・貯留施設の設置普及を推進している（印旛沼流域水循環健全化会議 2022）。

【気候変動に堅牢なシステムにするための生態系の3つの力を高め、長期的に流域全体を健全化する】

気象の極端化や、その影響予測の不確実性等に対し、変化力・対応力・回復力を高める事で対応する「適応力向上型アプローチ」が提案されている（西廣他 2022）。湖沼やその流域においても、回復力が高い状態（湧水など多様な生息環境の存在、良好な水質環境等）や、対応力が高いシステム（生物多様性が維持され生態系機能（極端な気象現象への頑健性等）が高まる）となる事で、気候変動に対しても堅牢となる。

適応策の進め方

【気候変動を考慮した考え方・準備・計画】「湖沼の水質保全」「流域保全」「順応的管理」一体となって、上記に示したような適切な対策を検討する。更に長期的な視点で、湖沼も含む流域全体で水質や水資源（地下水への浸透、湧水の維持等）、生物の生息環境の保全を進めていく事が、流域全体を健全化し気候変動に堅牢なシステムの構築へと繋がる。

【参考文献】印旛沼流域水循環健全化会議(2022)「印旛沼流域水循環健全化計画 第3期行動計画」<https://www.pref.chiba.lg.jp/kakan/press/2021/documents/action1.pdf>, 環境省(2020a)「気候変動影響評価報告書(詳細)」<https://www.env.go.jp/press/files/jp/115262.pdf>, 環境省(2020b)「湖沼の底層溶存酸素量及び沿岸透明度に関する水質保全対策の手引き【詳細版】」<https://www.env.go.jp/content/900544873.pdf>, 環境省水・大気環境局水環境課(2021a)「気候変動による湖沼の水環境に係る将来予測・影響評価検討 調査報告書」https://www.env.go.jp/water/kosyou/syousaiban1_kikouhendou_kosyoukankyou%20_yosokueikyou_houkokusyo.pdf, 環境省水・大気環境局水環境課(2021b)「【本編】気候変動による湖沼の水環境への影響評価・適応策検討に係る手引き」<https://www.env.go.jp/content/900542176.pdf>, 環境省水・大気環境局水環境課(2021c)「【資料編3】湖沼における水環境の変化への対応事例」<https://www.env.go.jp/content/900544194.pdf>, 高津文人(2022)「温暖化で湖沼の溶存酸素が減って水生生物に影響するってほんとうですか？」(ココが知りたい地球温暖化 気候変動適応偏Q14) https://adaptation-platform.nies.go.jp/climate_change_adapt/qa/14.html, 淡水魚保全のための検討会(2016)「二次的自然を主な生息環境とする淡水魚保全のための提言 みんなでもり、つくり、ささえて、恵みを得るへと淡水魚がにぎわう豊かな環境」<https://www.env.go.jp/content/900506142.pdf>, 永田俊ら編(2012)「温暖化の湖沼学」京都大学学術出版会, 西田一也他(2020)「湖魚の産卵場としての琵琶湖沿岸の水田地帯:その現状とモニタリング手法の開発」http://www.airies.or.jp/attach.php/6a6f75726e616c5f6368696b79756b616e6b796f5f32352d316a706e/save/0/0/25_1%2C2-07.pdf, 西廣淳他(2022)「気候変動適応策としての「適応力向上型アプローチ」」<https://doi.org/10.18960/hozen.2201>, 松崎慎一郎(2020)「湿地による農業生産と水質のトレードオフの緩和」<https://www.cger.nies.go.jp/cgernews/202001/349006.html>, 松崎慎一郎(2021)「水温上昇と水質悪化により湖沼の溶存酸素量が減少—世界393湖沼の長期観測データからの警鐘—」<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20210602/20210602.html>, Jane SF et al(2021)「Widespread deoxygenation of temperate lakes」<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03550-y>, Matsuzaki, S.S. et al(2016)「Invasion of exotic piscivores causes losses of functional diversity and functionally unique species in Japanese lakes」<https://doi.org/10.1111/fwb.12774>