

ダム貯水池の高度不飽和脂肪酸供給に対する環境要因の影響

九州大学大学院 環境社会部門

藤林 恵

ダム貯水池の高度不飽和脂肪酸供給に対する環境要因の影響

九州大学大学院環境社会部門 藤林恵

1. 背景と目的

エイコサペンタエン酸 (EPA) やドコサヘキサエン酸 (DHA) などの高度不飽和脂肪酸は様々な動物にとって不可欠な栄養素である。動物は、高度不飽和脂肪酸を自ら合成できない、あるいは必要量を自身の合成ではまかなえないため、餌から獲得する必要があるとされている。高度不飽和脂肪酸の主要な生産者は珪藻や渦鞭毛藻類などの藻類であり、動物は直接、間接的に藻類が合成した高度不飽和脂肪酸を餌から取り入れている。餌源に EPA や DHA などの高度不飽和脂肪酸が十分に含まれると水生動物の生産性や生残率が改善すること¹⁾、種の多様性が増加すること^{2,3)}が報告されている。そのため、健全な生態系を維持・管理する上で、高度不飽和脂肪酸の供給量が指標として活用できるものと期待される。しかしながら、高度不飽和脂肪酸の生産に対する環境要因の影響については不明な点が多く残されている。

植物プランクトンなどの生産者が生産した高度不飽和脂肪酸は食物連鎖を介して高次の動物に移行する。食物網の基盤となる藻類中の高度不飽和脂肪酸含有率が高いと、高次の動物中の高度不飽和脂肪酸含有率も高まることから、魚類の脂肪酸組成を指標とした高度不飽和脂肪酸供給のモニタリングが提案されている⁴⁾。国内 31 の湖沼やダム貯水池でワカサギの脂肪酸組成を比較したところ、大分県大山ダムで採取されたワカサギの EPA 含有率が特異的に高かった (未発表)。すなわち、大山ダムは EPA 生産が高い貯水池であると考えられ、大山ダムで EPA 生産が高くなる要因を明らかにすることができれば、EPA 供給を高めるための新しい湖沼管理の具体的な手法開発につながると期待される。

そこで、本研究ではまず、佐賀県北山ダム、熊本県竜門ダムを比較対象としながら、大山ダムに生息するワカサギの EPA 含有率が高いことに再現性が見られるか検討した。そして、植物プランクトン組成や水質と EPA 生産との関係を解析し、どのような環境下で EPA 生産が高まるのか考察した。とくに、EPA の主要な生産者が珪藻であることに着目し、珪藻分布の実態や、珪藻の増殖に不可欠なシリカ濃度について調べた。

2. 方法

佐賀県北山ダム、熊本県竜門ダム、大分県大山ダムを調査対象地として、2023 年 6 月、10 月から 2024 年 1 月、3 月に月 1 回のサンプリング調査を行った。各調査において、多波長励起蛍光光度計にて珪藻 Chl-a の鉛直分布を調べた。また、表層水を採取し、ガラスフィルター (GFF: 粒子保持能: 0.7 μm) でろ過し、ろ紙上の湖沼懸濁物質を脂肪酸組成分析に供試した。また、0.45 μm でろ過した湖水を栄養塩ならびに微量元素分析に供試した。加えて、表層水試料の藻類組成を調べた。また、釣りによってワカサギを採取し、腹部の筋肉を

脂肪酸組成分析に供試した。脂質の抽出および脂肪酸の誘導体化は凍結乾燥した検体に対して、One-step method⁵⁾を用いた。全脂肪酸に対する EPA の重量割合を EPA 含有率とした。以上の調査を実施したが、天候不良、観測機器の不調、ワカサギ釣果の有無により、すべての調査項目が揃った 2023 年 10 月に限られた。

3. 結果と考察

多波長励起蛍光光度計で観測した各ダム貯水池の 10 月および 11 月における水温と珪藻 Chl-a の鉛直分布を図 1 に示す。大山ダムでは 10 月に表層の水温が少し低くなっている点を除いて全層でほぼ同等の水温を示しており、よく混合されている状態であることが伺えた。竜門ダムは水深約 2 m あたりに小さな水温躍層が観測された。北山ダムでは 10 月と 11 月で躍層の位置が異なっていた。珪藻 Chl-a は、北山ダムと竜門ダムでは、ある水深でピークを示したのに対して、大山ダムでは明瞭なピークは見られず、全層にわたってほぼ同等の濃度で珪藻 Chl-a が分布していた。鉛直方向によく混合されているためと考えられた。

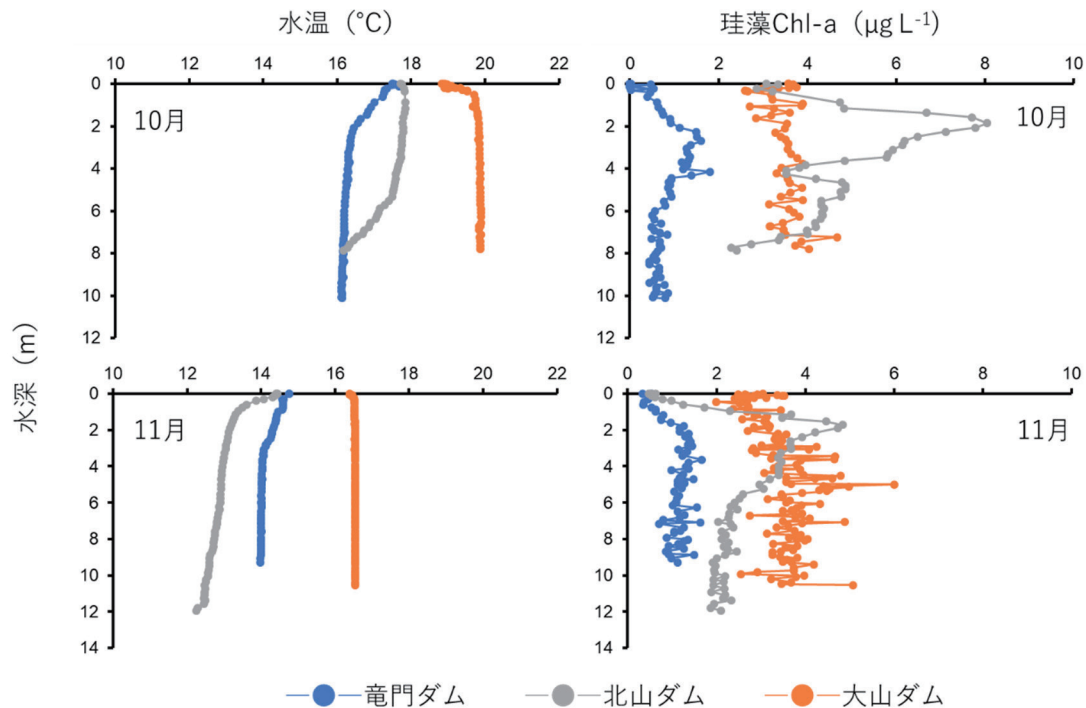


図 1 調査対象ダム貯水池の 10 月、11 月における水温および珪藻 Chl-a の鉛直分布

各ダム貯水池の表層水中の珪藻体積を図 2 に示す。各ダム貯水池ともに 10 月から 11 月にかけて細胞体積が大きく増加した。また、各月とも大山ダムで珪藻体積がもっとも大きかった。各ダム貯水池ともに大型の珪藻である *Aulacoseira* 属が優占していた。ところで、多波長励起蛍光光度計による珪藻 Chl-a の観測結果では、10 月と 11 月の表層水に大きな濃度差は見られなかった (図 1)。

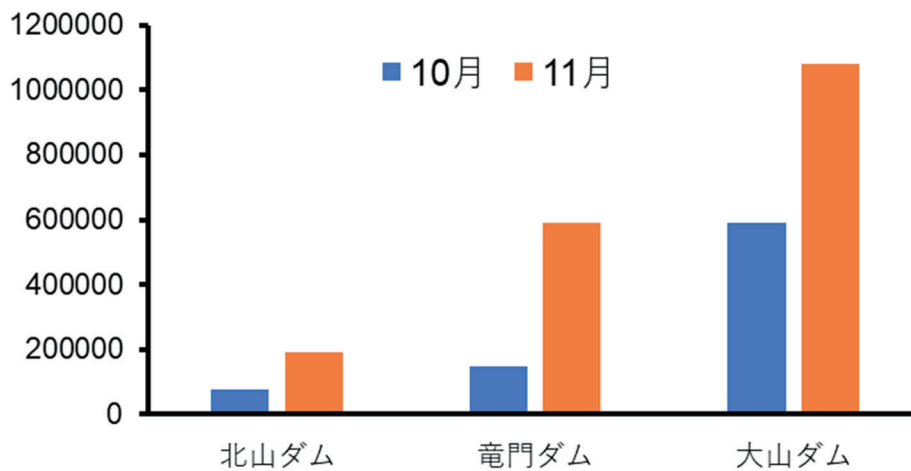


図2 調査対象ダム貯水池の10月、11月における表層水中の珪藻体積

各ダム貯水池の10月、11月における懸濁物質およびワカサギのEPA含有率を図3に示す。各月とも懸濁物質、ワカサギともに大山ダムでEPA含有率がもっとも高かった。既往の調査においても大山ダムではワカサギのEPA含有率が高く、本調査によって再現性が得られた。ワカサギのEPA含有率は餌の影響を受けるため、ワカサギの餌である動物プランクトンや、その餌である植物プランクトン中のEPA含有率が高いものと推察される。EPAの主要な生産者である珪藻の体積が大山ダムでもっとも大きかったことから、大山ダムでは珪藻が増殖しやすく、その結果高次の動物にEPAが豊富に供給されていると推察される。ただし、大山ダムで優占していた珪藻類は大型の種類であった。大型の珪藻は動物プランクトンからは摂食されにくいことが知られている。EPA供給の実態について理解するためには、珪藻からワカサギに続く食物連鎖について今後検討する必要があると考えられる。

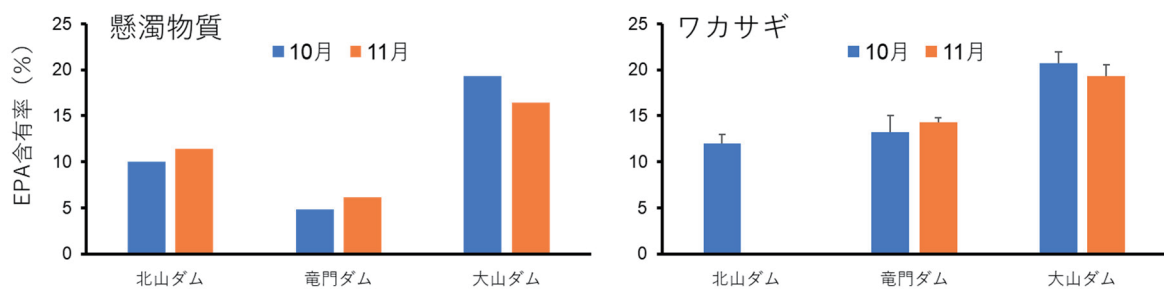


図3 各ダム貯水池で採取した懸濁物質及びワカサギのEPA含有率
(エラーバーは標準偏差を示す)

調査対象とした各ダム貯水池の水質とワカサギの EPA 含有率との関係を解析した結果、溶存態ケイ素濃度とワカサギ EPA 含有率との間に正の関係が見られた。サンプルサイズが小さいため今後のデータの蓄積が必要であるが、溶存態ケイ素は EPA の生産者である珪藻の増殖に不可欠な元素である。溶存態ケイ素濃度が高まることで珪藻の増殖が促進され、その結果として EPA の生産が高まった可能性が示唆された。ただし、本研究結果では珪藻の細胞体積と EPA 含有量との間に明瞭な関係は見られなかった。珪藻種間、あるいは種内で EPA 生産が異なる可能性を示している。

4. まとめ

九州地方の3つのダム貯水池を対象としてワカサギ中の EPA 含有率を調べた。その結果、大山ダムでもっとも高く、既往の報告の再現性が得られた。このことから、大山ダムの生産者は他のダム貯水池や湖沼と比較して高 EPA 含有率を示す特徴があることが示された。

ワカサギの EPA 含有率と溶存態ケイ素との間に正の相関が見られたことから、溶存態ケイ素が主要な EPA 生産者である珪藻の増殖を促進し、食物連鎖を介して EPA がワカサギに移行していると考えられた。ただし、大山ダムで優占する珪藻は食物連鎖に乗りにくい大型の種類であったことから、今後は食物網を明らかにし、EPA の移動経路を特定することが重要である。また、本研究では対象としたダム貯水池が3つに限られており、データ数の制約が課題となった。調査対象地を増やし、より精度の高い解析を進めていく必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、一般社団法人九州地方計画協会に助成をいただきましたこと、ここに記し感謝の意を表します。大山ダムでの調査では三苦章さまに、微量元素類の分析では丸尾知佳子さまに多大なご協力をいただきました。心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Winder et al. The land-sea interface: A source of high-quality phytoplankton to support secondary production. *Limnology and Oceanography* 62, S258–S271, 2017.
- 2) Fujibayashi et al. Effect of sedimentary organic matter on species richness of deposit feeders in enclosed bay ecosystems: Insight from fatty acid nutritional indicators. *Marine Environmental Research* 149, 1–6, 2019.
- 3) 長田祐輝, 藤林恵, 丸尾知佳子, 高橋真司, 田中伸幸, 西村修, 水田生態系における底質の必須脂肪酸組成と出現底生動物科数の関係. *水環境学会誌* 43, 17–23, 2020.
- 4) Megumu Fujibayashi, Mayumi Nitta, Sota Aomori, Takashi Sakamaki, Kunihiro Okano, Hideki Sugiyama, Naoyuki Miyata, Exploring the use of fish as indicators of eicosapentaenoic and docosahexaenoic supply in lake ecosystems. *Oecologia* 202, 743–755, 2023.
- 5) Abdulkadir S, Tsuchiya M., One-step method for quantitative and qualitative analysis of fatty acids in marine animal samples. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 354(1):1–8, 2008.