

超微小珪藻によるエイコサペンタエン酸の供給量の評価

九州大学大学院工学研究院 環境社会部門

藤林 恵

超微小珪藻によるエイコサペンタエン酸の供給量の評価

九州大学大学院工学研究院環境社会部門 藤林恵

1. 背景と目的

高度不飽和脂肪酸であるエイコサペンタエン酸（EPA）は様々な動物にとって欠かせない栄養素である。動物は自身で EPA を合成できない、あるいは要求量を自身の合成でまかなうことができないため、餌から EPA を取り入れる必要がある。EPA 含有率（脂肪酸に対する EPA の重量割合）の高い餌を食べることで生残率、成長率、再生産率が高まること多くの水生動物で観測されている（Winder et al. 2017）。また、内湾においては底泥中の高度不飽和脂肪酸含有率と堆積物食者種数との間に有意な正の相関が検出されている（Fujibayashi et al. 2019）。EPA 含有率の高い餌が利用可能なダム貯水池において、水生動物の生産性や多様性が高まると期待される。

EPA の主要な生産者は珪藻であり、珪藻が合成した EPA が食物連鎖を介して水生動物に利用されている。すなわち、水生動物中の EPA は餌に由来し、水生動物と潜在餌源の EPA 含有率との間には正の相関が検出されている（Fujibayashi et al. 2023）。ところで、大分県大山ダムで採取されるワカサギの EPA 含有率は国内の湖沼・ダム貯水池の中で相対的に高いことが報告されており（藤林, 2024）、大山ダムでは EPA 含有率の高い生産者が生態系を支えていると考えられる。ところが、大山ダムで優占する珪藻は食物網に組み込まれにくい大型珪藻の *Aulacoseira* 属であった（藤林, 2024）。*Aulacoseira* 属を効率的に摂食可能な動物プランクトン、あるいは未知の EPA 供給者が存在する可能性が示唆された。

近年、動物プランクトンが摂食しやすいサイズである数 μm 程度の超微小珪藻が湖水に多数含まれていることが琵琶湖で報告された（根来ら, 2023）。通常の顕微鏡観察では超微小珪藻は見落とされやすく、これまでその存在や分布が示されることは少なかったが、琵琶湖での発見は超微小珪藻が広く分布している可能性を示している。本研究では、大山ダムにおいて超微細珪藻の存在と季節変化、さらにはその水圏食物網に対する EPA 供給の実態を明らかにすることを目的とした。なお、超微小珪藻は数 μm 程度のサイズを想定しているが、多くの種が刺毛を有していることから、本研究では 10 μm メッシュのプランクトンネットを通過したものを超微小珪藻として取り扱った。

2. 方法

2024 年 7 月から 11 月まで月に 1 回大山ダムで採水を行った（8 月を除く）。そして、採水した一部の湖水を現地でメッシュサイズ 10 μm のプランクトンネットですろ過した。さらに、湖水およびろ過湖水をそれぞれガラスフィルター GFF（粒子保持能:0.7 μm ）ですろ過し、ポータブル冷凍庫で保存し、実験室に持ち帰り、脂肪酸分析に供試した。9 月から 11 月に採取した試料については炭素・窒素安定同位体比分析にも供試した。また、比較のため

め佐賀県北山ダムにおいて7月から9月、熊本県竜門ダムにおいて7月および9月に同様の調査を実施した。

11月の調査では、釣りによってワカサギを採取した。胃内容物を調べるため、5個体を対象として5%ホルマリン溶液内に保存した。それ以外の個体はポータブル冷凍庫に保管し、実験室へ運搬した。各試料を炭素・窒素安定同位体比分析に供試した。

3. 結果と考察

3.1 超微小珪藻由来の EPA 含有量・含有率の経月変化

懸濁物質におけるろ過なしの試料（全画分）および10 μm メッシュのプランクトンネットを通過した試料（微小画分）の EPA 含有率を図1に示す。ダム貯水池、採取月にかかわらず、微小画分の懸濁物質中の EPA 含有率は全体画分よりも小さかった。超微小珪藻の EPA 含有率は大型の珪藻よりも小さいことが示唆された。あるいは、微小画分では相対的に細菌類のバイオマスが多いと想定されるが、細菌には EPA が含まれていないため、微小画分の EPA 含有率が相対的に小さくなったと考えられた。

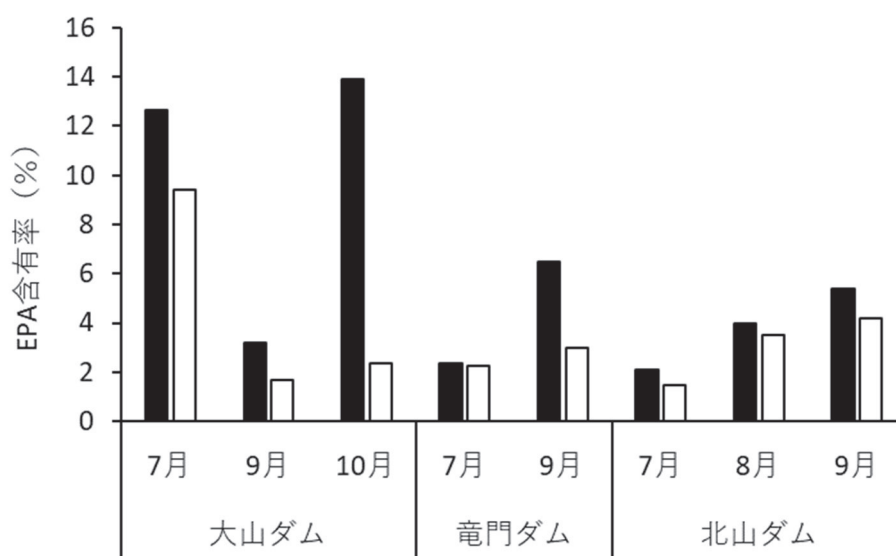


図1 各ダム貯水池で採取した懸濁物質の EPA 含有率（■：全画分，□：<10 μm ）

懸濁物質中の EPA 含有量はダム貯水池、採取月間で大きく異なり、1.7~275.1 $\mu\text{g L}^{-1}$ の範囲に分布した。微小画分の EPA 含有量は大山ダムでは採取月によらず小さく、全体の5~20%程度であったが、竜門ダム7月および北山ダム7月、8月では微小画分の占める割合が70~100%と大きく、微小画分が主要な EPA 供給源であることが示された。

大山ダムで11月に採水した水試料に含まれる珪藻のうち、超微小珪藻と判定された種は *Thalassiosiraceae* のみであり、全珪藻の体積のうち0.01~0.06%に相当した。上述の通り大山ダムの微小画分の EPA 含有量は全画分の5~20%程度であることから、超微小珪藻は体積当たりの EPA 供給量が普通のサイズの珪藻と比較して極めて大きい可能性が考え

られた。ただし、本実験では前処理で十分な沈降時間を確保した上で、検鏡試料を濃縮したが、それでも超微小珪藻の大部分が沈降せず、上澄みとして流出してしまった可能性がある。また、顕微鏡観察からは微小なため見落としの可能性も想定されるため、超微小珪藻の存在量を過小評価してしまっている点については留意する必要がある。

3.2 食物網解析

11月の大山ダムで採取された各試料中の炭素・窒素安定同位体比を図2に示す。動物の炭素・窒素安定同位体比は同化した餌源の炭素・窒素安定同位体比と比較してそれぞれ1‰, 3‰程度高くなることが知られている。そのため動物の炭素・窒素安定同位体比から同化した餌源の炭素・窒素安定同位体比が推定可能であり、潜在餌源間の炭素・窒素安定同位体比が異なれば、同化している餌源を特定することが可能である。懸濁物質の炭素安定同位体比は画分によらず同等の値を示していたが、窒素安定同位体比は全画分の窒素安定同位体比が微小画分よりも3‰程度高かった。ワカサギの胃内容物は主に動物プランクトンであり、植物プランクトンは胃内から検出されなかった。そのため、植物プランクトン→動物プランクトン→ワカサギという食物連鎖を想定すると、ワカサギの窒素安定同位体比が8‰程度であることから植物プランクトンの窒素安定同位体比は2‰程度と推察される。懸濁物質（主に植物プランクトン）の微小画分、全体画分の窒素安定同位体比がそれぞれ4‰, 1‰程度であったことを考慮すると、超微小珪藻および大型珪藻の双方が食物連鎖の基盤としての役割を果たしていると考えられる。超微小珪藻の存在量が大型珪藻と比較してごくわずかであることを踏まえると、超微小珪藻は選択的に餌として利用されていると考えられる。

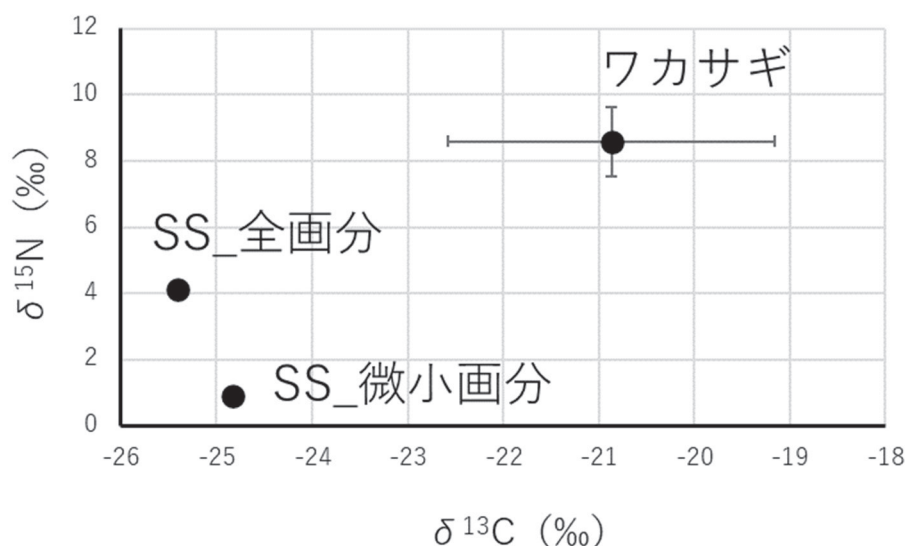


図2 大山ダムで採取したワカサギおよび懸濁物質（SS）の炭素・窒素安定同位体比

4. 結論と今後の展望

ダム貯水池を対象として 10 μm メッシュのプランクトンネットを通過する画分に含まれる珪藻を超微小珪藻と定義し、その分布の実態と食物網における EPA 供給源としての寄与を調べた。超微小珪藻による EPA 含有率・含有量は調査対象・期間においては、採取月による傾向は見られなかったが、ダム貯水池によって異なり、竜門ダム、北山ダムでは 70~100% と大きかったのに対して、大山ダムでは 5~20% と小さかった。

大山ダムにおいて、超微小珪藻は存在量としては相対的に極めて少ない（珪藻群集総体積の 0.01~0.06%）ことが示された。それにもかかわらず、窒素安定同位体比の結果から餌源として寄与し、食物網を支えていることが示唆された。

大山ダムで採取されたワカサギの EPA 含有率は他の湖沼やダム貯水池で採取されたワカサギと比較して高い。大山ダム以外の湖沼・ダム貯水池においても超微小珪藻の食物網への寄与を調べ、比較していくことで超微小珪藻の EPA 供給者としての役割が明らかになると期待される。

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。三苦章さま、大山ダム管理事務所には大山ダムでの魚類採集や採水にご協力をいただきました。また、炭素・窒素安定同位体比分析では九州大学准教授仙田量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

- 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.
- Fujibayashi et al. Exploring the use of fish as indicators of eicosapentaenoic and docosahexaenoic supply in lake ecosystems. *Oecologia* 202, 743–755, 2023.
- 藤林, 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, 一般社団法人九州地方計画協会令和 5 年度公益支援事業報告書, 2024.
- 根来ら, 琵琶湖南湖で多産する円盤型珪藻, 水処理生物学会誌別巻, 43, 70, 2023.
- Winder et al. The land-sea interface: A source of high-quality phytoplankton to support secondary production. *Limnology and Oceanography* 62, S258–S271, 2017.