

ワカサギを用いたダム貯水池の高度不飽和脂肪酸供給の実態評価

九州大学大学院 環境社会部門

藤林 恵

ワカサギを用いたダム貯水池の高度不飽和脂肪酸供給の実態評価

九州大学大学院環境社会部門 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) やドコサヘキサエン酸 (DHA) はヒトを含む様々な動物の生存に欠くことのできない栄養素である。しかし、動物には合成能が備わっていない、あるいは自身の合成能では要求量をまかなえないために、動物は餌からこれらの脂肪酸を取り入れる必要がある。EPA や DHA の主な生産者は水圏生態系に出現する珪藻や渦鞭毛藻類であり、これらの藻類が合成した EPA や DHA を食物連鎖によって直接的あるいは間接的に体内に取り込んでいる。ヒトに対する主要な EPA や DHA の供給源は海産物であるが、世界的な人口増加と漁獲量の減少により、ヒトに対する EPA や DHA の供給量不足が問題となり始めている (Salem and Eggersdorfer 2015)。

他方、生態系においても、様々な水生動物において餌の高度不飽和脂肪酸含有率 (全脂肪酸に対する高度不飽和脂肪酸の重量割合) が小さいと、成長速度、生残率、再生産が低下することが示されている (Winder et al. 2017)。また、堆積物食者の餌である底泥の高度不飽和脂肪酸含有率が低いと、出現する堆積物食者の種数が減少することも報告されており (Fujibayashi et al. 2019)、餌の高度不飽和脂肪酸含有率の低下は生態系の不健全化を引きこす可能性がある。温暖化によって、高水温に適応し高度不飽和脂肪酸を合成しない藍藻の優占下が引き起こされると予想されており、今後 EPA・DHA の供給不足は新しい環境問題として顕在化する恐れがある。

そのような状況の中で、本研究ではこれまで EPA や DHA 生産の場としては注目されてこなかったダム貯水池に着目した。ダム貯水池においても、珪藻や渦鞭毛藻類などの藻類によって EPA や DHA が合成されている。ダム貯水池が EPA や DHA 生産・供給の場としての機能を有していることが明らかになれば、それは新しいダム貯水池の生態系機能と位置付けられるとともに、供給不足が問題となっている EPA・DHA 生産増大や健全な餌環境の実現を見据えた新しいダム貯水池管理の在り方の提言へとつながる。

そのためには、EPA や DHA 供給の実態をモニタリングする手法の開発が必要である。動物の脂肪酸組成が、同化した餌の脂肪酸組成を反映していることから、動物の脂肪酸組成を指標とすることで生息場における潜在餌源の EPA や DHA 含有率をモニタリングできると期待される。そこで、本研究では九州地方北部のダム貯水池を対象として、魚類のワカサギによって各ダム貯水池における潜在餌源の EPA および DHA 含有率の実態を明らかにするとともに、一次生産者が EPA や DHA 供給に与える影響について明らかにすることを目的とした。

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、2022年10月から12月にかけて月に1回各ダム貯水池で調査を行った。各ダム貯水池において、釣りによってワカサギを5~15個体採取した。ワカサギは脂肪酸測定用と胃内容物分析用に分けた。脂肪酸分析用のワカサギは体長および湿重量を測定後速やかに冷凍した。胃内容物分析用のワカサギは採取直後に5%中性ホルマリン溶液で固定した。また、表層で採水し、懸濁物質中の脂肪酸分析と植物プランクトン相分析に供試した。脂肪酸分析のために、ガラスフィルター（GFF、粒子保持能：0.7 μm）でろ過し、ガラスフィルターを冷凍庫で保存した。植物プランクトン相を調べるために、表層水のサブサンプルを1%中性ホルマリンで固定した。また、プランクトンネット（100 μm メッシュ）を底質直上50 cmから表層までを鉛直引きすることで動物プランクトンを採取した。採取した動物プランクトンは5%中性ホルマリンで固定した。さらに、多波長励起蛍光光度計を用いて珪藻由来 Chl-a と水温の鉛直分布を調べた。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、Abdulkadir and Tsuchiya (2008) の方法で行った。なお、ワカサギは臀鰭付近の筋肉を分析に供試した。

3. 結果と考察

各ダム貯水池で採取されたワカサギ中の EPA および DHA 含有率を図1に、懸濁物質中の EPA および DHA 含有率を図2に示す。ワカサギの EPA 含有率はおよそ10~20%であり、大山ダムで高い傾向が認められた。懸濁物質中の EPA 含有率も大山ダムで高い傾向にあった。また、懸濁物質とワカサギの EPA 含有率との間には有意な正の相関が認められた（図3）。食物連鎖の基盤をなす主に植物プランクトンによって構成される懸濁物質の脂肪酸が食物連鎖を介して捕食者のワカサギに伝達していると考えられた。このことから、ワカサギの EPA 含有率を指標とすることで各ダム貯水池の EPA 供給の実態を推測できると考えられた。

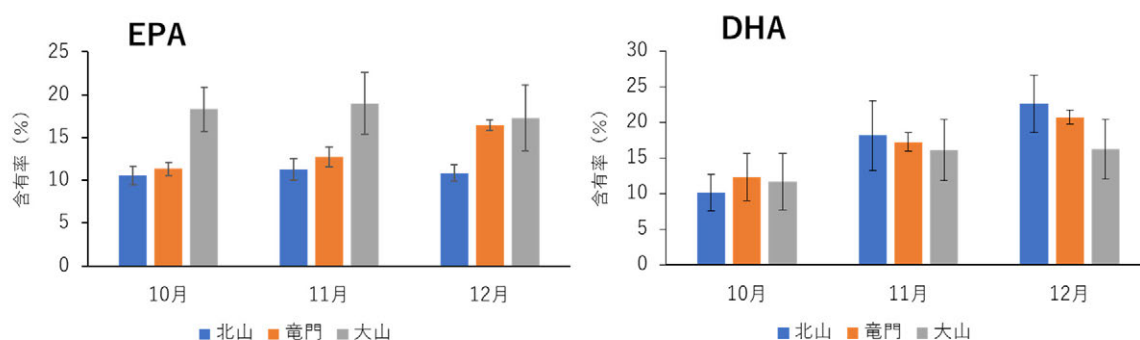


図1 ワカサギ中の EPA および DHA 含有率（エラーバーは標準偏差をあらわす）

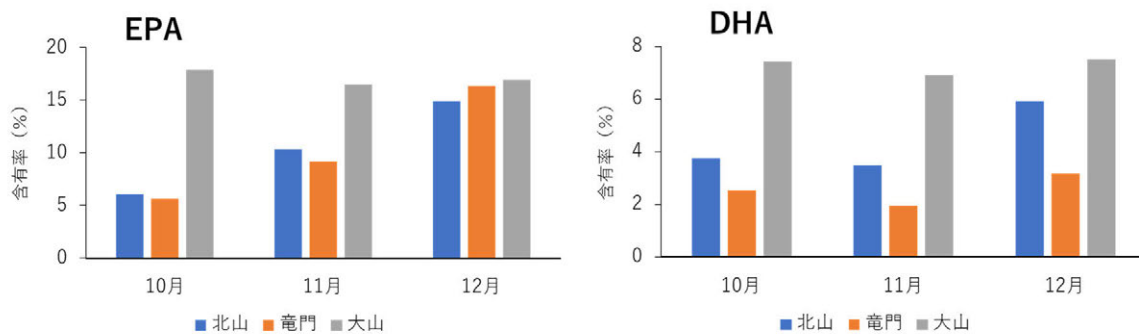


図2 懸濁物質中の EPA および DHA 含有率 (エラーバーは標準偏差をあらわす)

ワカサギの DHA 含有率は 10~20% に分布し、各ダム貯水池ともに同等の含有率を示した。懸濁物質の DHA 含有率においても、EPA 同様に大山ダムで高い傾向が認められた (図 2)。しかしながら、懸濁物質とワカサギの DHA 含有率との間には EPA で見られたような有意な正の相関は検出されなかった (図 4)。DHA は他の脂肪酸と比較して選択的に同化・蓄積されやすいこと、また一部の動物では体内で合成が可能であることが知られており (Tocher 2003; Kainz et al. 2004)、EPA と比較して潜在餌源の影響が弱まった可能性がある。ワカサギの脂肪酸同化の実態は、DHA 合成能については不明であり、今後の検討課題である。

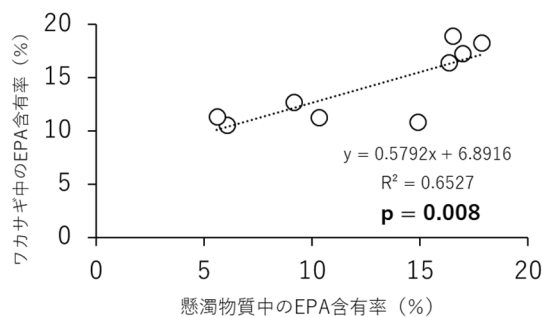


図3 懸濁物質とワカサギの EPA 含有率の関係

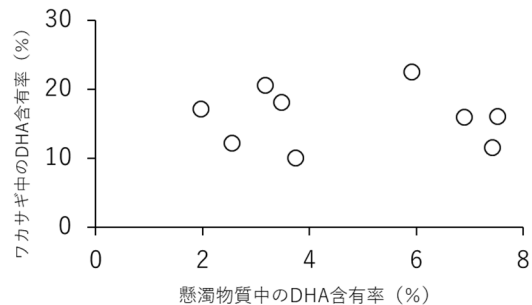


図4 懸濁物質とワカサギの DHA 含有率の関係

各ダム貯水池ともに調査期間中珪藻が優占していた。珪藻は EPA を生産する藻類であることから、珪藻の優占率が高いダム貯水池で EPA 含有率が高くなると推察される。実際、珪藻の細胞優占率と懸濁物質中の EPA 含有率との間には有意な正の相関が認められた ($r = 0.83$, $p < 0.01$)。大山ダムでワカサギの EPA 含有率が高かったのは、大山ダムにおいて珪藻が優占化しやすいためであると推察され、今後どのような環境条件が珪藻の優占化を促しているのか調べていくことが必要である。

ワカサギの胃内からは、水中ではワムシ類が優占しているにもかかわらず、カイアシ類やミジンコ類などの大型の動物プランクトンが占める割合が大きく、ワカサギが大型の動物プランクトンを選択的に捕食していることが示された。動物プランクトンの捕食を通して、

懸濁物質の EPA 含有率がワカサギに反映されていたと考えられる。

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 および DHA の含有率を調べた。さらに、ダム貯水池の食物連鎖の起点となる懸濁物質中の EPA および DHA 含有率も調べ、ワカサギとの関係を解析した。その結果、EPA ではワカサギと懸濁物質中に有意な正の相関が検出された。胃内容物の結果から、ワカサギは大型の動物プランクトンを選択的に捕食していることが明らかとなったことから、懸濁物質の主要な構成要素である植物プランクトンの脂肪酸組成が、動物プランクトンを介してワカサギに伝達されたと考えられた。しかし、DHA では有意な関係は見られなかった。

今回の調査では懸濁物質、ワカサギともに EPA 含有率は大山ダムで最も高かった。EPA の主要な生産者である珪藻の優占化の度合いが最も大きかったためであると考えられた。ダム貯水池の EPA 生産を高めるための管理手法の考案に向けて、環境要因と珪藻優占化さらには EPA 含有率との関係を明らかにすることが求められる。

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。大山ダムでの調査で多大なるご支援をいただきました三苦章さまに御礼申し上げます。

参考文献

- 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.
- 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.
- Kainz et al. Essential fatty acids in the planktonic food web and their ecological role for higher trophic levels. *Limnology and Oceanography* 49(5):1784-1793, 2004.
- Salem, N., Eggersdorfer, M. Is the World Supply of Omega-3 Fatty Acids Adequate for Optimal Human Nutrition? *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 18, 147-154, 2015.
- Tocher DR. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev Fish Sci* 11(2):107-184, 2003.
- Winder et al. The land-sea interface: A source of high-quality phytoplankton to support secondary production. *Limnology and Oceanography* 62, S258-S271, 2017.