

ヨシ抽出液でイシガイを救え！！



実施担当者 清風中学校・高等学校
教諭 池永 明史

1 研究背景

2018年に日本を襲った台風21号の影響により、清風高校生物部が保護をしているニッポンバラタナゴの保護池に山土が流入し、渦鞭毛藻類をはじめとする植物プランクトンが増えすぎた。その影響で2018年から2021年にかけてニッポンバラタナゴが托卵するイシガイの鰓に詰まり窒息することで個体数が激減する問題が生じた(Fig. 1)。そこで、水質浄化(田畑 et al. 1996)⁽¹⁾やアレロパシー効果、そのほかにも魚の隠れ家等様々な効果をもたらすヨシを植栽した。その結果、2022年頃には徐々にプランクトン層が安定し、イシガイの個体数が回復し始めた(Fig. 1)。

しかしながら、過去6年間にわたる同保護池内でイシガイの殻長を調べてみると、2023年度以降、30.0mmから45.0mmの殻長しか持たない固体が多数を占めるようになり、同保護池でイシガイの成長の停滞が見受けられた(Fig. 1)。シロヒレタビラやアブラボテ、ヤリタナゴ、イタセンパラは、殻長40.0mm以下の小さい貝を産卵に利用しないとされている。またイタセンパラの場合、托卵するイシガイの殻長は45.0mmから69.0mmを選択するとされている。ニッポンバラタナゴが托卵するのに十分な大きさを備えたイシガイを増やすために、殻長の成長を促す要因を特定する必要がある。イシガイ目は珪藻を餌資源としており(根岸 2008)⁽²⁾、実際に同保護池に生息するイシガイも珪藻を餌資源としていることが有力視されている(加納 et al. 2002)⁽³⁾。また、イシガイの餌資源となる珪藻の増殖にはケイ素が必要である(Lewin 1962)⁽⁴⁾。これらのことから、過去2年間の保護池での溶存態ケイ素(以下DSiと表記)と珪藻の個体数の変化を調査すると、珪藻の個体数が3月を境に減少に転じるとともにDSiが1月から6月にかけて0mg/Lから5mg/Lと、非常に低い位置で推移していることが判明した(Fig. 2)。一般的に、珪藻は低水温で増殖するため、通常であれば3月時点で減少に転じるはずはない。また、イシガイは4月から7月にかけて成長することが知られている。これらのことから、我々は1月から6月にかけて同保護池内でDSiが不足していたことにより、珪藻の個体数が減少し、さらには珪藻を餌資源とするイシガイの殻長の停滞したのではないかと推測した。



Pic. 1 冬場刈り取った枯死ヨシ

そこで、同保護池の周辺には、他の植物に比べてシリカを多く含有するヨシに着目した。しかしながら、冬場枯死したヨシはそのまま放置されており(Pic. 1)、翌年の新芽や水質に悪影響を

及ぼしていたため、その再利用が必要であった。そのため我々は、ヨシに含まれているシリカを用いることでイシガイの殻長の成長を促進することができるのではないかと考えるに至った。

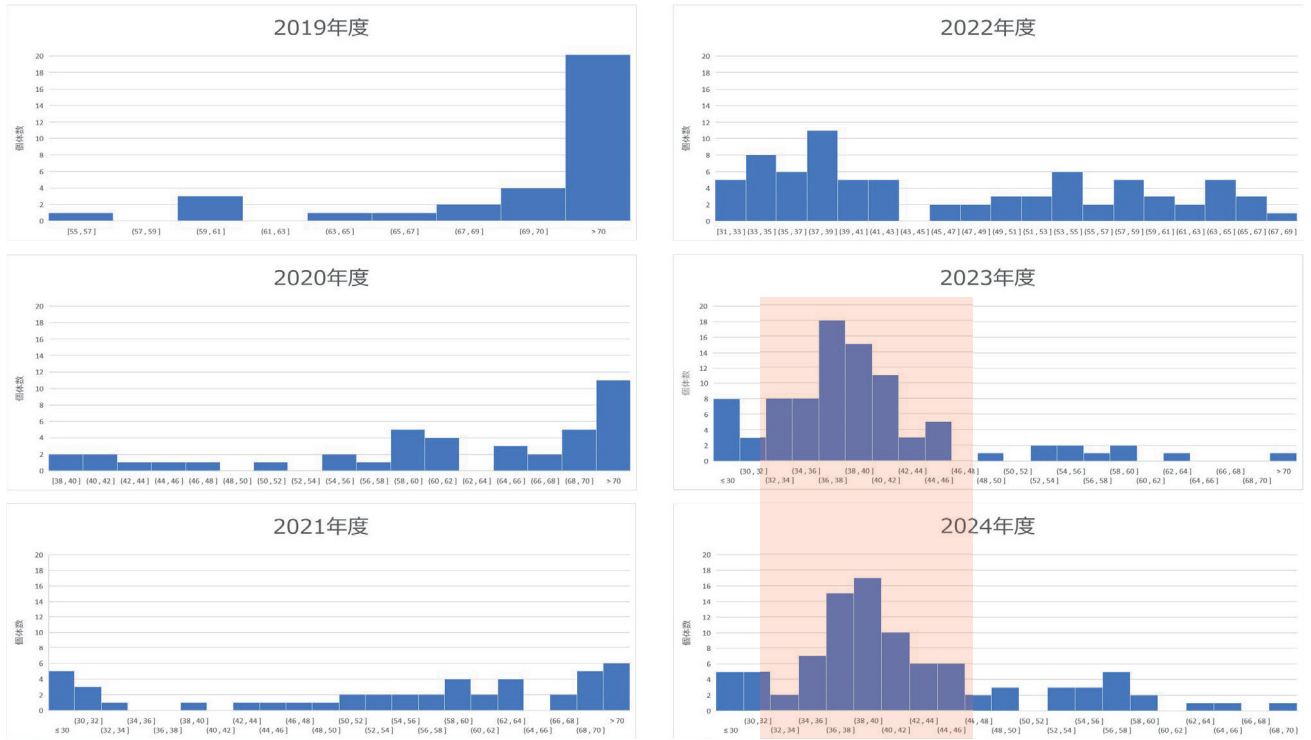


Fig. 1 6年間の殻長別個体数
 ※保護池 (10×10m²) を 20 分間で採取した二枚貝の個体数

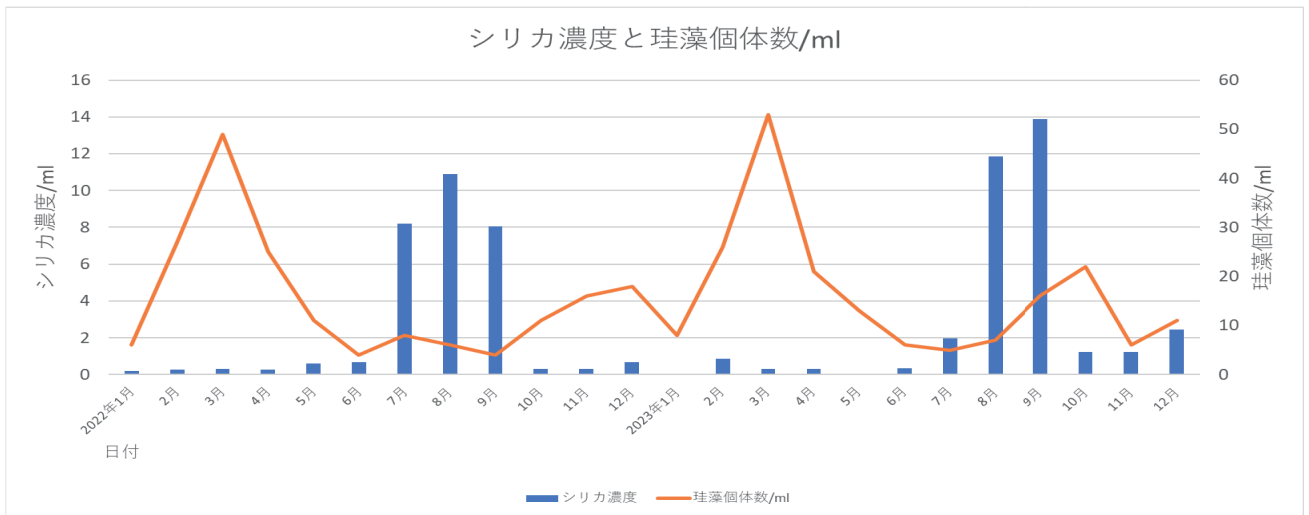


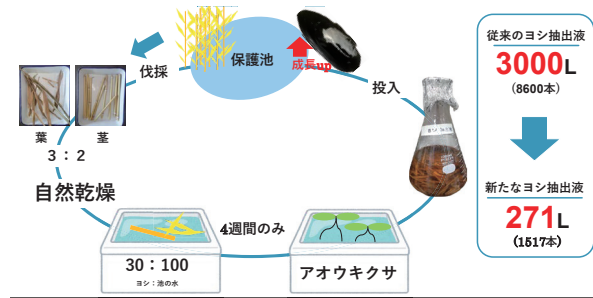
Fig. 2 2023 年度の保護池のデータ

2 研究目的・意義

本研究の目的は、ヨシが含有するシリカを用いて、イシガイの成長を促進できるかどうかを明らかにすることにある。そのため、次のような手順で実験を行った。まず実験では、池の水に投入した枯死ヨシから DSi が溶出することを明らかにする。実験では、ヨシ抽出液で珪藻を培養ができるかどうか検証し、またヨシ抽出液で培養した珪藻を添加し、イシガイが成長するか検証する。

3 実験

ヨシ抽出液作製時の使用部位を再検討した。2024 年度は茎のみを使用していたが、本研究では茎に加えて葉および穂を用い、オートクレーブ処理後に栄養塩濃度を比較した。実験Ⅱ：実験Ⅰにより葉を加えたため、DSi 以外の栄養塩が増加してしまっ



てそこで栄養塩吸着材として自然由来の保護池で完結できるヨシ炭とアオウキクサを検討した。ヨシ炭は、回収したヨシを炭化させ、アオウキクサは保護池で自生するのを回収した。まず、吸着能力を比較した後、吸着機能と期間を確認した。保護池においてヨシ抽出液の機能を確認してきたが、その効果を保全活動にとどめず、より広く社会に応用できないかと考えた。そこで本研究では、海水性二枚貝養殖に着目し、環境負荷が比較的低く人工種苗の需要が高まっているアサリを対象とした。アサリ養殖では、種苗の餌となる珪藻培養において技術面およびコスト面の課題があるため、ヨシ抽出液を DSi 供給材として応用できないかを検討した。実験Ⅲ：まずアサリの種苗の餌となる海水性珪藻の培養が可能か実験を行った。また、DSi 供給材に似たゼオライトボールを抽出させたものを利用して比較し 1 週間ほどインキュベータ内で培養を行った。実験Ⅳ：次にヨシ抽出液由来の珪藻を餌としてアサリの成長が確認できるか飼育実験を行った。実験室で行えるようアップウェリング法を用いて自作し、人工海水のもと飼育を行った。また、2 週間ほど飼育し成長の変化を見た。

(結果・考察) ヨシの穂は種の有無によって DSi 濃度に大きな差が見られ、回収時期や個体差の影響が大きかった。また、種は DSi 以外の栄養塩を多く含むため、穂の使用は除外した。葉は穂

(種有) より DSi 濃度は低いものの、他栄養塩が少ないため追加することとした。ヨシ一本当たりの葉：茎の重量比はほぼ一定であり、検証の結果、最適な割合は 3 : 2 であると判断した。実験Ⅱ：ヨシ炭は 5 日以内に DSi を過剰に吸着したため不適と判断した。一方、アオウキクサは約 4 週間で硝酸態窒素およびアンモニウム態窒素をほぼ吸着しきった。DSi も徐々に低下したが、リン酸が残存したため、処理期間は約 4 週間が最適であると判断した。実験Ⅲ：ヨシ抽出液はゼオライトボールとほぼ同等の珪藻増殖効果を示した。初期増殖速度はやや遅かったが、最終的な細胞密度は同程度に達した。実験Ⅳ：適切なコントロール設定が困難であったため、山口県漁業公社の飼育データと比較した。結果、死亡率はやや高かったものの、成長速度は同程度であった。

(結論及び今後の展望) 本研究により、ヨシ抽出液を保護活動において現実的に投入可能な量まで削減できることが示された。実際に 2024 年度より試験的な投入を開始し、2025 年度には殻長の大きいイシガイ個体数の増加が確認されている。また、ニッポンバラタナゴの個体数も本年度夏には約 3 万匹規模に達していると推測される。さらに、アサリ養殖においても既存の DSi 供給材と同等の効果が確認された。現在、山口県栽培漁業公社では 3 日間隔で 70 トン規模の珪藻培養が行われており、低コストかつ簡便な餌生産技術が求められている。ヨシという身近な植物資源を活用した本手法は、水産養殖分野における餌資源の安定供給手段として高い可能性を有する。一方で、海水性珪藻の長期安定培養には課題が残り、今後は培養系の改良が必要である。本研究は、淡水域における絶滅危惧種保護から海水性二枚貝養殖への応用可能性を示した点で意義があり、生態系保全と水産資源の持続的生産の両立に貢献し得ると考えられる。

4 まとめ

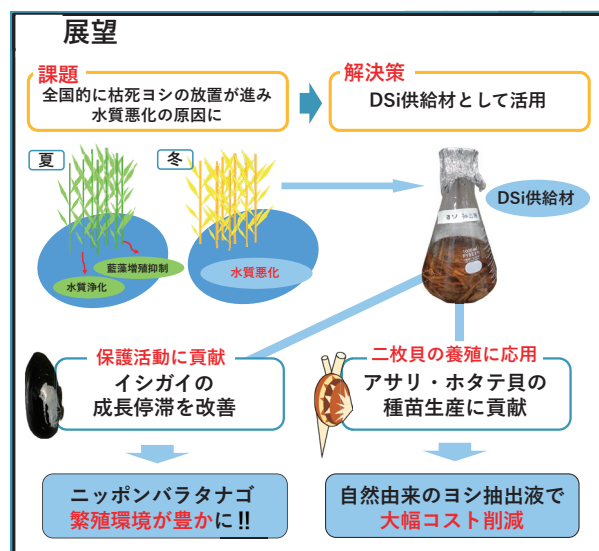
本研究では、絶滅危惧種ニッポンバラタナゴの繁殖環境を改善することを目的に、DSi を効率的に供給できるヨシ抽出液の最適な作製条件を再検討した。その結果、葉と茎を 3 : 2 の割合で使用し、ヨシと池水の混合比を 30 : 100 とする条件が最適であることが明らかになった。この条件では DSi 濃度を高く保ちつつ、NO₃⁻や PO₄³⁻などの栄養塩の過剰供給を抑制できた。また、アオウキクサをヨシ抽出液に浮かべることで、DSi 以外の栄養塩 (特に NO₃⁻や NH₄⁺) をさらに低減できることが確認された。研究で使用した枯死ヨシは、難分解性炭素を多く含むため、抽出後も形状

を保ったまま、表面付近に存在するシリカを効率的に溶出させることが可能であった。また、4週間という短期間で抽出と回収を行うことにより、使用したヨシを放置せずに適切に管理できる。全国的には枯死ヨシが放置されることが多く、それが窒素やリンの流出による水質悪化につながっていることを考えると、本手法は環境負荷の低減と資源の有効活用の両立に資するものである。

今後は、このヨシ抽出液を小規模に作製し、実際に保護池へ添加して、栄養塩濃度やプランクトン群集の変化を観察することで、実践的な応用を検証していく予定である。特に、DSi濃度が高いほど珪藻の細胞密度が増加することが報告されており、ヨシ抽出液によるDSi供給が珪藻の増殖に与える影響を、DSi濃度を段階的に調整した実験によって定量的に評価したいと考えている。

ヨシは夏季においては水質浄化作用や藍藻の増殖抑制に寄与し、冬季には枯死体を用いてDSi供給源となるという、多機能な植物である。実際に保護池では、ヨシを植栽したことで水質が改善され、プランクトン群集の安定化やイシガイの生息環境の維持にもつながっている。このような自然の循環機能を活かすことは、ニッポンバラタナゴの繁殖環境の維持においても有効であり、本研究の知見は保全活動のさらなる推進に大きく寄与するものと考えられる。さらに、本抽出液を用いて海水性珪藻キートセロス培養し、その珪藻を餌としてアサリの種苗を飼育したところ、良好な成長が確認された。現在、アサリの天然種苗は親貝の減少や採取量の変動により供給が不安定であり、人工種苗に関しても高コスト・低安定性が課題となっている。実際、山口県栽培漁業公社では3日間隔で70トン分の珪藻を培養しており、種苗の大量生産には低コストかつ容易な餌生産技術が求められている。その点、ヨシという身近な植物資源を活用し、安価にDSiを供給して珪藻を培養する技術は、将来的に水産養殖分野における餌資源の安定供給手段として高い可能性を有している。

それでも、本研究は、ヨシ抽出液を用いたDSi供給技術によって、淡水域における絶滅危惧種の保護から、海水性二枚貝の養殖にまで広がる応用可能性を示した点で大きな意義がある。本技術は、生態系保全と水産資源の持続的生産という二つの社会課題の解決に資する手段として、今後のさらなる研究と現場実装が期待される。



5 謝 辞

本研究の指導をしてくださった熊谷道夫先生（立命館大学）、池永明史先生、水谷誠先生（清風高等学校）、飯田慧土さん（清風高校卒業生）方々にお礼申し上げます。また、あさりの種苗飼育において指導してくださった山口県栽培漁業公社の谷村利克先生、県立水産技術センターの宮原一隆先生にお礼申し上げます。また本研究は、公益財団法人中谷財団による科学教育振興の助成を受けて実施いたしました。ここに深く感謝の意を表します。

6 参考文献

- (1) 田畑真佐子, 加藤聡子, 川村晶, 鈴木潤三, & 鈴木静夫. 1996. ヨシ植栽水路における河川水中の窒素・リンの除去効果. 水環境学会誌, 19(4), 331-338.
- (2) 根岸淳二郎, 萱場祐一, 塚原幸治, 三輪芳明. 2008. イシガイ目二枚貝の生態学的研究: 現状と今後の課題. 日本生態学会誌. 58 : 37-50.
- (3) 加納義彦, 森田倫行, 中西崇之, 竹内剛志, 河野丈斗志, 高野良昭. 2002. ドブガイの繁殖生態について—ニッポンバラタナゴの保護と環境保全.
- (4) Lewin, J.C. 1962.: Physiology and Biochemistry of Algae (R.A.Lewin ed.), Academia Press, 445-455, New York.