

1. 特殊成分の組成・ゲノム解析・連鎖型マリンガーデンシステムの構築

-海藻由来機能性素材の創出と効果的に回収できるマリンガーデンシステムの開発研究-

北海道大学大学院水産科学研究院 ○安井 肇, 足立伸次, 栗原秀幸, 水田浩之, 木村暢夫, 松本世津子, 宮下和夫, 細川雅史, 嵯峨直恆, 板橋 豊

北海道立工業技術センター 吉野博之, 青木 央, 中野紀彦, 松村一弘, 村田政隆, 清水健志, 宮崎俊一
共和コンクリート工業 (株) 長谷川伸弘, 川越 力, (株) 鉄組潜水工業所 谷 敬志,

(有) アイジャード 谷口陽一郎, (有) 菅原海洋開発工業 菅原俊光, マルキチ食品 (株) 金子 宏,

(有) バイオクリエイト 中山一郎, (株) かまだ商店 石田征史, (株) 松永商店 松永清男,

(株) 梶原昆布店 梶原健司, (株) 及能 及能尚之, 協商事 (株) 脇裕輝,

(株) 富士海洋土木 須田新輔, (有) リ丁能戸水産 能戸守, 南かやべ漁業協同組合 鎌田光夫,

えさん漁業協同組合 高谷成基, 銭亀沢漁業協同組合 宮川廣明, 戸井漁業協同組合 田中勝博,

函館市漁業協同組合 橋 忠克

研究の背景

これまで我々は、函館近郊特産種であるガゴメ（褐藻トロロコンブ属）について、ライフサイクル操作等の開発研究（図1）に取り組み、高分子粘性多糖類の成分分析、陸上培養での成分回収方法の検討、海中培養での含有量変化、生態解明に努め、機能性および生産技術に関する研究を行ってきた。ガゴメに含まれる各種フコイダン（粘性多糖類：抗腫瘍・抗肥満・抗炎症・免疫賦活）など豊富な機能性成分は生長段階で含有量が変化し、栽培方法によってフコイダン量が約2倍になること、考案した複数の栽培法が資源増幅に有効であることなどを示した（図2, 3, 11）。

その結果、これら情報に伴い多くのガゴメ関連商品が開発されて（図4）、地域産業の活性化が認められ、全国的にガゴメの価値について認識が著しく上昇し、大きな新産業に発展する兆しをみせている。しかし、良質種苗の安定供給や短期間で多収量を栽培する技術の確立など、研究課題は残されている。

さらに、第2、第3のガゴメとなる海藻資源の探索やそれら特殊成分の素材開発、遺伝情報、生成メカニズム解明、ローエミッション回収、利活用等が期待されている。道南エリアには他の大形海藻類やアワビ、ウニ、ナマコ、マグロなどの高級魚介類など多様で複合的に利用可能な水産資源があり、新たな産業創出のための素材は多い。

また、海藻の低分子成分で、フコキサンチン（海藻油：抗肥満）など水産有効成分の分子栄養学的な機能解析・分子育種について顕著な知見と技術の蓄積が有る。これらが新しい分子メカニズムに基づく抗肥満作用を示すことを最近明らかにした。オゴノリ類からは、プロスタグランジン（PG）（脂肪酸：ホルモン類似・生体調整）合成の第1段階に関わるアラキドン酸遊離酵素（ガラクトリパーゼ）を精製、基質特性を解明している。これらを有効活用し産業化するためには、それぞれの有用生物の効率的かつ安定的生産できるシステムの確立を行う必要がある。



図1



図2



図3



図4

研究の目的

道南海域に生育する幾多の海藻のうち、マツモはフコキサンチンを高濃度に産生し、他にも雑藻で未利用のアナメ、ウガノモク、アカモク、カヤモノリ、オゴノリと近縁種ツルシラモ（プロスタグランジン生成）などが有望な材料と考えられる。それら機能性成分に関して、未知の組成、生成メカニズム、生理活性、栄養機能性、分子レベルでの疾病予防特性、遺伝子情報を明らかにする。また、有効成分の安全かつ効率的な抽出法の開発とバイオテクノロジー技術を用いたローエミッション型生産技術の確立を図る。

道南で、粘性多糖類、フコキサンチン、プロスタグランジンなど機能性成分を高濃度に含有する大量生産法または効果的に回収できる海中と陸上の栽培法を開発、実用化する。更に上記海藻にアワビ等動物を含めた連鎖栽培法を確立し、未利用砂浜域・港周辺の静穏海域で、短期栽培・成分抽出・新製品化・教育・観光など、多目的に利用可能な連鎖型マリンガーデンシステム（特殊成分海藻の生命情報よりなる栽培・種苗育成の統合システム）を開発する。

A) フコキサンチン等の低分子機能性素材の開発

ワカメなどに含まれるキサントフィルの一種（フコキサンチン）が、モデル動物の内臓脂肪（白色脂肪）中に脱共役タンパク質（UCP1）を発現させ、これにより脂肪を分解して体熱として発散させることを初めて見いだした。また、同時に、フコキサンチンは、肝臓内でのDHAの合成系を活性化させることも発見した。一方、こうした作用は、これまで研究例が多いカロテノイド（ β -カロテンやアスタキサンチン）には認められない。

フコキサンチンのように極性基を4個以上有するキサントフィルは主として褐藻類に広く存在するが、その含量、季節変動、種差などについては不明な点が多い（図5）。数種の食用海藻を対象とし、フコキサンチンあるいはフコステロール（コレステロール低下作用を有する）含量に関する予備的検討を行う（図5, 6）。これまではワカメ中のフコキサンチン含量が高かったが、道南地域は海藻の宝庫であり、フコキサンチンあるいはフコステロールの有用資源としての新たな海藻を見出せる可能性は高い。本研究では、こうした検索成果に基づき、新たなメタボリックシンドロームの予防（図7）に効果的な海藻資源を見出し、素材開発に必要な諸技術を提供したい。

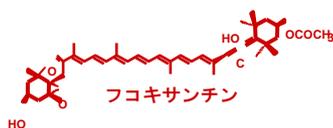


図5



図6



図7

B) 特殊成分を増幅・回収する連鎖型マリンガーデンシステムの開発

本プロジェクトでは、上述の道南エリアに生育する有用生物を連鎖的に生産および高度利用する高収益型の生物生産システム（連鎖型マリンガーデンシステム）を確立することで、より一層の産業振興を目指すことを計画した。具体的計画としては、1) ガゴメ良質種苗の安定供給と超ガゴメ（フコイダン・フコキサンチン高濃度含有藻体）の大量栽培技術の確立、2) その他有用海藻（第2, 第3のガゴメ）の検索と効率的栽培技術の確立、3) 未利用養殖海藻を用いたアワビ、ウニ、ナマコなどの養殖（種苗生産）、を当面の目標とした（図8-11）。

ガゴメを含むこれら有用生物の多くは冷水性であることから、年間を通して冷海水を利用できることが望まれる。現在、北大七飯淡水実験所において、サケマス類の飼育に用いた排水（年間水温約10度で一定）を冷却水として、超ガゴメの種苗生産が可能か否かを検討している。通常、ガゴメはマコンブとは異なり、種苗から1年以内に商品サイズにすることは一部の海域を除いて困難である。このことから、良質な人工種苗の安定供給のため、ガゴメ種苗の生育適正条件や育種の可能性を検討中である（図9）。これと平行して、その他の海藻についても生育条件を検討中で、これまでに、ツルシラモおよびアナアオサは年間を通して培養可能であることを確認した。加えて、魚類の飼育水を用いた海藻培養も可能か否かを検討

中である。

自然エネルギーを利用した有用生物の種苗生産は、年間を通して可能であることと生産コストが抑えられることから大変有望であり、海中での大量栽培とAに述べた機能性成分の探索結果を総合し、持続的で高収益な連鎖型マリンガーデンシステムに発展させたいと考えている（図12）。



図8

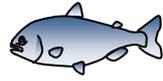


図9



図10

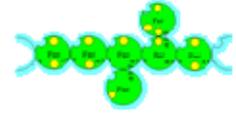


図11

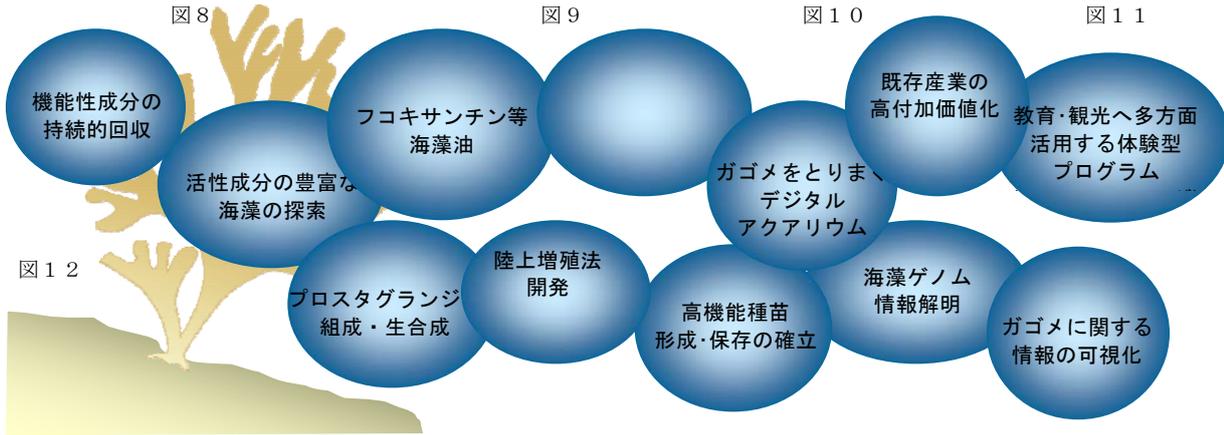


図12