

# 私立大学研究ブランディング事業 成果報告書

|        |  |       |      |      |       |
|--------|--|-------|------|------|-------|
| 学校法人番号 | 361002   | 学校法人名 | 村崎学園 |      |       |
| 大学名    | 徳島文理大学   |       |      |      |       |
| 事業名    | 藻類成長因子を用いた海藻栽培技術イノベーション  |       |      |      |       |
| 申請タイプ  | タイプ A  | 支援期間  | 3年   | 収容定員 | 5760人 |
| 参画組織   | 薬学部・香川薬学部・理工学部・総合政策学部・人間生活学部・生薬研究所   |       |      |      |       |
| 事業概要   | <p>徳島・香川の両県は、古くからアオサノリやスジ青ノリなどの海藻養殖が盛んな地域である。本事業では、本学が独自に開発した「緑藻類成長因子サルーシンを用いた革新的海藻種苗生産技術」を核とする安定栽培技術を確立し、海藻養殖産業の復興と活性化を目指す。大学発ブランド海藻の生産・通年陸上養殖システムの開発・伝統的な沿岸網養殖への応用・新たな藻類成長因子の探索とその活用等を通じて、地域水産業の発展に貢献する。</p> |       |      |      |       |
| 事業目的   | <p>本事業の目的は、徳島文理大学が所在する徳島県や香川県の主幹産業である海藻養殖業から抽出された課題に対して、本学の基礎研究から集約された知見、技術、ノウハウを結びつけ、薬学・環境科学・生物(理工)学・栄養学・総合政策科学を専門とする学部学科が協働することで具体的な解決策を提案すると共に、地域を支える人材の育成へと繋がる活動として発展させることである。</p>                         |       |      |      |       |

# 私立大学研究ブランディング事業 成果報告書

|        |  |       |      |
|--------|--|-------|------|
| 学校法人番号 | 361002   | 学校法人名 | 村崎学園 |
| 大学名    | 徳島文理大学   |       |      |
| 事業名    | 藻類成長因子を用いた海藻栽培技術イノベーション  |       |      |
| 事業成果   | <p>本研究事業報告書は、令和元(平成 31)年度までの 3 年間、文科省私立大学研究ブランディング事業補助金の支援のもとで実施された研究成果からなる。本学の独自技術として開発されたアオサノリの種苗培養技術・陸上養殖技術を核にして、地域(徳島・香川の両県)の養殖水産業の活性化への貢献、大学ブランドの向上(受験生・地域住民から「サイエンスマインドを持つ学生を育てる大学」「研究活動によって地域の産業を支える大学」「地域に欠かせない大学」などの認知)を目指した全学あげての事業である。この目標を達成するため、下記の4つの研究事業1~4を柱に、学長のリーダーシップのもと全学的な研究活動(薬・香川薬・理工・総合政策・人間生活の各学部、生薬研究所)として実施してきた。</p> <p>1. <u>アオサノリなどの緑藻の効率的で安定的な通年陸上栽培システムの開発</u><br/> (1) <u>実プラント陸上養殖試験の実施</u><br/> 平成 29 年度は、10 月末~5 月中旬にわたり、貯水量 1 t の半円型水槽中において、アオサノリの陸上栽培の可能性について検討するため養殖を実施した。別途、サルーン添加によって培養室にて作成した人工種苗 20 g を用い、平均水温 20℃以下での陸上栽培を実施することにより、アオサノリの陸上養殖に世界で初めて成功した。</p> <p>平成 30 年度は、平成 29 年度の陸上養殖実験から明らかになった改善すべき課題の解決、及び 2.5-20 t の大型簡易養殖槽中での実証実験を検討した。独自に設計した 2.5-20 t の大型簡易養殖槽中において、室内培養時における遊走子(1 mL 溶液)から収穫時におけるアオサノリの収量が湿重量で 20±5 kg 得られること、汲み上げ海水の水温が 20℃以下の時期は、リプル攪拌法で数倍の成長が期待できることを確認した。また、光量と水温が上昇する 4 月から 5 月の期間において、遮光して光量を 50%に減ずることにより、安定した陸上養殖と収穫アオサノリの質の向上が期待できることが分かった。</p> <p>令和元年度は、アオサノリ種苗の量産化に必要な、無機塩類の効果に基づく培養条件を検討した。アンモニア性および硝酸性窒素と共に、鉄やマンガン及び微量のコバルトがアオサノリ葉状体の形成に重要であること、特に遊走子から葉状体への成長には鉄、マンガン、コバルトの 3 種のミネラルが必須であり、色落ちの対策には鉄の添加が有効であることが明らかになった。</p> |       |      |
|        |    |       |      |
|        | <p><b>図 アオサノリ陸上養殖技術</b><br/> A: サルーン添加条件による無菌培養にて作成した 1~2 mm の葉状体を陸上養殖槽へと移行できるサイズ(葉長 5~10 mm)の種苗へと一挙に培養する方法<br/> B: 大型結型円形養殖槽(2.5 ~ 20 t サイズ)でのアオサノリ陸上養殖<br/> C: 陸上養殖技術で生育・収穫したアオサノリ</p>   |       |      |

**(2) ドラッグデリバリー技術を生かした海藻栽培用肥料のデバイスの開発**

陸上養殖システムにおいて、海水中の栄養塩濃度の低下による海藻の「色落ち」を防止するため、医薬品の徐放性製剤技術を応用した海藻栽培用肥料を考案した。循環水槽中で栄養塩濃度を一定の濃度に維持するための徐放性製剤(アンモニウム塩の粉末を基材Bで練合し、素材Aで被覆した)は、流水力学モデル装置(容積1L)中、水温15~20℃、約4日間、海藻養殖に適した窒素濃度域を維持することができ、容積62L水槽中でも長期的に至適塩濃度の調整が可能になった。

**2. 種付け網を用いた沿岸養殖(従来法)への応用**

従来型の養殖網へのアオサノリの種付けの効率を促進するため、サルーシンの活用を検討した。その結果、陸上養殖用の株は種網への着生率が悪く、有菌条件下では発芽にバラツキが生じた。現在、着生率の高い有性生殖株を選定し、種網用の株として培養中である。種網の作成に成功した際は、那賀川(徳島県阿南市)を利用して養殖を予定している。また、網の材質によって着生率に違いがあり、白色のものが良好な結果を与えることが分かった。一方、理工学部ナノ物質工学科梶山教授らが開発した夜間の青色パルス光照射による促成栽培の技術を緑藻類へ適用するため、屋外に設置したアオサノリの栽培容器で青色パルス光の夜間照射実験を行い、成長促進の効果を確認した。

**3. 新たな藻類成長因子の探索研究**

絶滅危惧一種に指定されている紅藻類アサクサノリ的一种で、徳島に自生するオオバグリーン(徳島の原種)を採取し、その葉状体形成を促す成長因子を本学の化学物・天然物ライブラリーから探索した。その結果、アサクサノリと同属別種のスサビノリに対して成熟活性をもつ既知化合物A(ラセミ体)の類縁体群に活性があることを見いだした。不斉合成で調製した両鏡像体を詳細に検討した結果、化合物AのS-体のみにも成熟活性があることが明らかになった。さらに光学活性な化合物A誘導体R-H-16(S-体)が、オオバグリーンに対して、細胞の成熟を促し、単胞子の放出後、葉状体を形成することを確認した。また、化合物Aの側鎖上にアミド基を有する新たな誘導体R-H-28(S-体)が低濃度でコントロール群よりも単胞子(葉状体へと成長する胞子)形成率を高め、16株中11株に目的の葉状体が形成されることを確認した。

**4. 藻類の栄養価など付加価値の拡大と流通・宣伝戦略の確立(ブランディング戦略)****(1) 藻類の栄養価など付加価値の拡大**

1) マウスにおける糖負荷試験において、高脂肪食餌を摂食したアオサノリ処理群は対照群と比較して、血糖値が約30%低下し、皮下脂肪、内臓脂肪、褐色脂肪の重量低下が認められた。

2) アオサノリ水抽出物が実験動物の糖負荷後の血糖値の上昇を有意に抑制した。

3) アオサノリおよびスジアオノリが、動脈硬化やインスリン抵抗性を引き起こす血中の中性脂肪や遊離脂肪酸の増加を抑制することを、高脂肪食摂食MT欠損マウスを用いて確認した。さらに、アオサノリおよびスジアオノリには、脂肪滴蓄積やストレス誘導性細胞死に対し抑制効果を示したことから、抑制成分の存在が示唆された。

4) ヒトによるアオサノリ摂取試験(5カ月間、30名、ランダムに摂取群/非摂取群の2群)を実施した。その結果、摂取群の拡張期血圧が対照群に比べ有意に低下し、収縮期血圧についても対照群で上昇したのに対し、摂取群では低下する傾向にあった。また、血糖値指標であるHbA1cは大きく低下し、それに連動した血糖値指標のグリコアルブミンも有意に低下した。

**(2) 流通・宣伝戦略の確立**

1) 平成30年度から2年間で、研究発表会3回、シンポジウム2回を実施した。特に、第2回シンポジウムでは、徳島新聞のイベント広告、各新聞社にプレスリリースを行ったことで、多数の地域の方に本事業を周知できた。その結果、漁協等水産関係者からの問い合わせがあるなど、漁協、養殖業者をはじめ一般参加者が多く、当日、学外から50名の出席者があった。その他、陸上養殖関連の会社から、協同研究の申し入れなどもあった。

講演、研究発表も招待講演:7回、学外研究発表:12題、論文発表:1件と活発に広報活動を行った。さらに、毎年事業報告書を刊行し、関係各位に配布することで、本事業の研究成果を広く周知することに努めた。

2) 「大学ブランド・イメージ調査の調査報告書(日経BPコンサルティング刊)によれば、平成30年と平成28年で比較した場合、徳島文理大学のブランド・イメージは、「研究施設が充実」で6.5

ポイント増、「地域産業に貢献」で4ポイント増、「社会・文化に貢献」で0.6ポイント増となっており、本ブランディング事業は大学ブランドの向上に効果があったと思われる。

#### 研究ブランディング事業補助金の使用状況

H29年度:補助金3600万円と大学経費1800万円を合わせ、化合物ライブラリーの構築に必要なスパイラル型タンデム質量分析器システムを購入した。その他、本事業推進のために必要な実験器具・消耗品、調査のための出張費用など、約1900万円の一部に充当した。平成30年度:補助金を、本事業推進費用など総額約1700万円に充当した。令和元(平成31)年度:補助金を、本事業推進費用など総額約2,021万円に充当し、繰り越し分は次年度以降の事業費に充てることにした。また、研究設備として、質量分析計(6,057万円)を文部科学省の1/2直接補助及び自己資金にて購入した。

3年間の研究活動において得られた知見・技術の中から、令和2年度以降もアオサノリ及びアサクサノリ陸上養殖の実用化研究と本研究の周辺課題の解決に資する基礎・応用研究を、大学独自の研究活動として継続する。なお、継続事業実施体制としては、本事業を統括(企画、推進、管理運営)する「事業実施委員会」に代わり、学長を委員長とし、副学長、学部長並びにその他の委員から成る「全学研究委員会」が教育研究課の支援を受けて担当することにする。また、外部評価委員会は廃止し、学内のみで自己点検・評価を実施する。

#### 1. アオサノリの実養殖試験

##### (1) 令和2年度の目標・実施計画

徳島県水産振興課および研究課の支援を得て、新たに簡易試験養殖槽を浅川栽培漁業センターに設置し、令和元年11月から試験を開始した。計6機の養殖槽を用いて形状や海水の注入量を最適化することにより、水槽1機あたり年間0.5~1tのアオサノリの収穫を目指す。その養殖過程で必要となる海水量、ランニングコストを算出し、養殖槽のハウス型およびオープン型を利用して、異物混入物の有無およびその種類を特定する。

成果の波及効果:陸上養殖における年間生産量を算出することは、大学発ベンチャーの設立に向けても、協力企業等にビジネスプランを提案するうえでも不可欠な要素である。一方で、近年、食品の安全性評価は著しく厳しくなっており、養殖した海藻中の異物混入の有無およびその種類を特定することは、海藻を加工・販売する食品製造業者にとって大きな付加価値になる。また、無制限な異物混入(ゴミ,プラスチック,釣針,テグス,甲殻類,その他の海藻など)のリスクを伴う天然養殖との差別化にも繋がる。

##### (2) 令和3年度の目標・実施計画

牟岐町水産資源栽培センター(徳島県海部郡牟岐町)の敷地と海水くみ上げ装置等を借用し、漁業組合の協力の下、アオサノリ陸上養殖の実用化に向けてプラントレベルの実証実験を実施する。その成果を基に文理大学発アオサノリ陸上養殖ベンチャーの設立準備に着手する。

#### 2. アオサノリ高温耐性株の選定とその養殖試験

目標・実施計画:藻類成長因子サルーシンを用いたアオサノリ種苗生産技術を利用して、現在、西日本各地(三重,徳島,高知,鹿児島,沖縄)に自生しているアオサノリ株を既に培養保存している。これらの培養株の中から、特に平均海水温の高い地域(鹿児島,沖縄)の種株を25℃以上の条件で選抜育種し、高温耐性株を選定する。

成果の波及効果:現在の陸上養殖試験は、海藻の安定生産のため、海水温が20℃以下となる10月下旬~5月中旬に限定している。20℃以上では葉体の分解が生じるため、通年養殖を行うためには、低水温地下水をくみ上げて利用する必要がある。もし25℃以上でも分解しない高温耐性株を選定することができれば、表面海水を利用して簡便に通年養殖できる可能性が高い。

#### 3. アサクサノリの成熟誘導物質の探索とその活性評価

目標・実施計画:これまでのブランディング事業の成果として、本学の化合物ライブラリーの中から、既にその候補となる化合物(群)を選定したが、今後それらの候補化合物の効果について再現性を含めて再評価し、かつアサクサノリの成熟誘導に有効な新規物質を見出す。

成果の波及効果:既に、選定した候補化合物(群)を利用して成熟誘導させたアサクサノリの単孢子から葉状体へ培養することにも成功している。その再現性が確認できれば、本学オリジナルのアサクサノリ成熟誘導物質として物質/用法特許も取得でき、この技術を核にしてアサクサノリ陸上養殖技術の開発を目指す。アサクサノリは板のりの原料となることから、食品会社や水産加工業とのマッチングもその後に期待できる。また、現在、アサクサノリは絶滅危惧一種指定藻類であるため、国内外問わず、その養殖技術の開発は学術的なインパクトも大きい。

今後の事業成果の活用・展開