

## 課題名：新規有用微細藻類を利用する事業化に向けた分析と調査

実施機関 バイオックス化学工業（株）

連携機関 国立大学法人 茨城大学農学部、(株)アキタ

### ➤ はじめに

微細藻類が貢献する産業分野は、農林水産・環境保全、工業・エネルギー、医療・健康など多岐に渡る。その特徴として、少量の栄養素を含むミネラル水で生育し、光合成によって有用有機物を生産でき、細胞そのものがバイオ燃料、健康補助食品及び家畜飼料等の原料となる菌株が存在することが挙げられる。

これら微細藻類の高い光合成能を活かした有用物質の生産ならびにバイオ産業分野の創成は、従来の大豆・トウモロコシ等のバイオマス原料で問題となっている食料生産との競合を克服し、二酸化炭素削減への貢献及び石油に替る多用途資源の可能性から地球に優しい産業として注目されている。又、微細藻類の有効活用は資源の少ない我が国におけるバイオマスの有効利用とそれら産業を通じた雇用創出の観点からも重要な課題である。

以上の観点から、現在保有している有望な新規微細藻類を使用し、地域に新たな藻産業の雇用を創出することを念頭に、事業化へ向けた分析と調査を目的とした。

### ➤ 事業化可能性調査の実施体制

本課題を実施する体制を以下の図に示した。

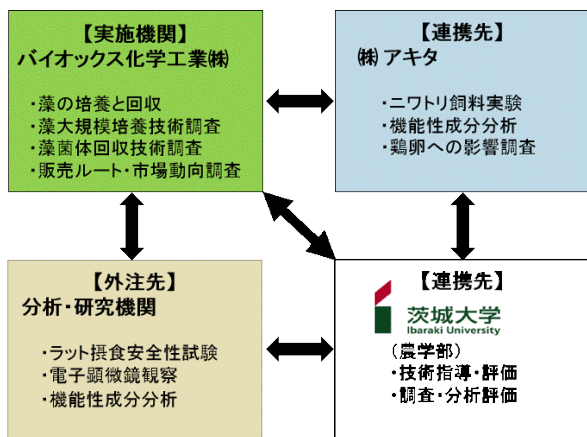


Fig.1 事業実施体制

### ➤ 事業化可能性調査の取組

事業代表者は近年、広島天然水で培養が可能な新規微細藻株細胞の取得に成功した。本事業では、この有用微細藻類を用いた産業化のために上記体制のもと、主に次の事項に取り組んだ。

- 1) 屋外大規模培養と藻回収技術の調査開発
- 2) 有用成分の分析
- 3) 藻類飼料としての可能性調査

### 4) 産業化に向けた動向調査

#### ➤ 事業化可能性調査の成果と課題

##### 1) 屋外大規模培養と藻回収技術の調査開発

広島天然水に必要最低限の栄養源を添加した培養液の組み合わせを検討した結果、新規微細藻株細胞を1.5～10t規模で培養することに成功した。

この培養条件下では、夏期のみならず冬期でも大規模培養が可能であり（生産量：藻乾燥重量 約100g／1t培養液／日）、年間を通じて安定した藻細胞の供給が見込まれた。但し、平成27年夏期の猛暑の際は、雑種アオコが発生するケースもあり、今後、培地組成や培養方法に若干の工夫が必要であろう。

一方、培養液からの藻回収に関しては、従来は主に遠心分離や減圧濃縮等により行われているが、培養が大規模になるにつれ、手間やコストがかかる。そこで本事業では、フィルター濾過と凝集剤添加による方法を検証した。その結果、安価な凝集剤を培養液にごく少量〔0.5%（w/v）程度〕添加するだけで、効率良く藻菌体を培養液と分離して回収することに成功した。凝集剤の単価は約400円/kg（材料単価としては、約0.2円/L培養液）であり、本事業では、6t培養液/日の処理が可能であった。こうして得られた微細藻細胞は、スプレードライヤーにより乾燥粉末化して、藻飼料の実証実験に使用した。本事業では、凝集剤を一部含んだ藻乾燥粉末を飼料分析や安全性試験（次項で記述）に供し良好な結果を得たが、藻製品としては今後最終的に微細藻のみを分離・回収・濃縮する方法を開発できることが望ましい。

##### 2) 有用成分の分析

###### 2)-1 バイオ燃料の蓄積

前述した大規模培養から（凝集剤は添加せずに）新規微細藻菌体液を一部とってエバポレーターにより濃縮しこれを油誘導培地に懸濁し約6日培養した後、細胞内に蓄積されたバイオ燃料成分を分析した。その結果、炭素数16～18を主成分とする中性脂肪（TAG）の顕著な蓄積が認められた。この蓄積量（細胞切断面当たり80%以上）は、現在までに知られている微細藻類の中でもトップクラスであることが明らかとなった。TAGは、バイオ燃料のみならず後述する飼料や食品等の成分として利用価値もあり、今後油誘導の更なる効率化とあわせて検証してゆく。

2) - 2 その他有用成分の分析

表1に示した通り、必須脂肪酸であるα-リノレン酸、γ-リノレン酸及びリノール酸の蓄積が認められた。これら成分が鶏卵に移行されれば、それを食した人間の体内で必須脂肪酸であるアラキドン酸を合成する原料となる可能性がある。これらの必須脂肪酸は、人間の体内で合成できない為、鶏卵を介して人間の体内への取り入れを考えた場合に有効であると考えられる。又、オレイン酸やパルミチン酸が、それぞれ25%、35%と高含量であることも、当新規微細藻株の特徴である。これら脂肪酸は飼料のみならず別用途の可能性が考えられ、ビタミンAを安定化させ、シワを抑え皮脂の過剰分泌抑制、動脈硬化の予防等の効果が期待できる。

表1 市販のクロレラ藻との主な成分比較

項目	単位	新規微細藻	クロレラ	備考
水分	%	4.9	4.9	
粗タンパク質	%	19.4	56.3	
粗脂肪	%	4.9	4.4	
粗繊維	%	6.2	1.8	
粗灰分	%	9.8	7.1	
粗脂肪内に含まれる主な脂肪酸組成				
パルミチン酸	%	34.7	14.6	飽和脂肪酸
オレイン酸	%	25.1	18.2	不飽和脂肪酸
リノール酸	%	6.6	11.2	不飽和脂肪酸
γ-リノレン酸	%	0.7	0	不飽和脂肪酸
α-リノレン酸	%	12.0	15.9	不飽和脂肪酸

※クロレラの成分値は、日本標準飼料成分表(2009年版)を引用

当新規微細藻株は特殊条件下で培養した場合、通常培養に比べより多くの油脂等を蓄積する事が分かっている。又、通常培養と比べ異なる脂肪酸組成も考えられるので今後は、更に種々の培養条件下での分析が必要である。今回は基礎成分や脂肪酸組成を中心に分析を行ったが用途拡大の可能性から、その他の脂肪酸組成、ビタミンミネラル類及びアミノ酸類等の分析を行う必要がある。

3) 藻類飼料としての可能性調査

3) - 1 藻乾燥粉末のラット試験による安全性評価

前述した大規模培養より育成させ、凝集剤を添加・無添加して回収した微細藻の乾燥粉末飼料(あるいは食品)としての安全性について「単回経口投与毒性試験」と「遺伝子突然変異誘発性の有無を調べる復帰突然変異試験」を実施して評価した。先ず前者の単回経口投与毒性試験では、ラットに当新規微細藻株の乾燥粉末を投与したことによる死亡発現は認められず、順調に体重増加し毒性は認められなかった。次に復帰突然変異試験についても遺伝子突然変異誘発性は認められず、両試験ともに良好な結果が得られた。今後は更なる安全性の担保と用途拡大のため、今回実施した試験の他、致死感受性、催奇形性及びアレルギー性試験等を行う予定である。

3) - 2 鶏の接触試験による飼料としての可能性

前述した安全性評価に並行して、当新規微細藻株の粉末を用いた鶏の摂食試験や当該藻の機能性の調査を行い鶏卵や鶏肉質への影響、鶏糞の用途可能性及び飼育環境の改善性等の調査を現在も継続して行っている。今後は用途拡大等の観点から養鶏卵への調査に止まらず、その他家畜や養殖魚等の飼料としての可能性を調査する予定である。

4) 産業化に向けた動向調査

以上本事業による成果を踏まえ、微細藻類による有用物質生産を利用した産業化を視野に入れた場合の参考として他の藻類研究・事業等の比較を表2に示した。

表2 他の藻類研究・事業等の比較

微細藻類	企業・大学等	生産物	備考
ドナリエラ	日建総本社	クロスタニン	サプリメント
スピルリナ	スピルリナ研究所	タンパク質	サプリメント
シュードコリスシステス	デンソー 慶応義塾大	軽油	窒素欠乏培養
クロレラ	DIC	デンブリン等	窒素欠乏培養
ボトリオコッカス	IHI 神戸大	石油系炭化水素	覆本藻
ボトリオコッカス	DIC 筑波大 デンソー	石油系炭化水素	
ユーグレナ	JX ユーグレナ	中性脂肪	
ヘマトコッカス	アスタキサンチン工業会	アスタキサンチン	サプリメント
ソラリス株	電源開発 東京農大	中性脂肪	海洋性藻
オーランチオキトリウム	筑波大	スクワレン	

➤ 今後の取組の方向性

先述の通り本事業で使用した微細藻は、飼料としての可能性の他、有用成分を有する食品添加剤、健康補助食品、化粧品等としての可能性も考えられる。一方、有用燃料成分が藻菌体中に多く蓄積されるため、バイオ燃料としての利用価値が高く、市場性は十分に期待できる。更に広島市の天然水を培地に使用することで、年間を通じた屋外大規模培養が可能であることも魅力的である。今後、培養・回収・抽出技術の更なる開発や、詳細な調査分析を行う事で、付加価値物質の利用を一層見極める事ができよう。そして安全で安定的な供給を伴う出口産物の商品化に向け、今後益々の期待が高まると考えられる。

【お問い合わせ】

実施機関名称：バイオックス化学工業(株)  
 担当者： 代表取締役 佐々木大作  
 TEL： 082-279-8768  
 e-mail： info@bioxi-ci.com