

2010.03.17

アオコから『緑の原油』の抽出に成功 — 常温かつ乾燥・粉砕不要で高収率抽出が可能に —

NEDO の産業技術研究助成事業の一環として、電力中央研究所・エネルギー技術研究所の神田英輝主任研究員は、液化ジメチルエーテル(DME)^(注1)を用いて、藻類(アオコ)^(注2)から『緑の原油』^(注3)を常温・高収率で抽出する方法を開発することに成功しました。

この方法は、液化 DME が水にも油にも混ざる性質を利用したもので、アオコから常温で脱水と油分抽出を同時に行えるため、従来の方法に比べて、脱水・乾燥に必要なエネルギーを大幅に低減できるだけでなく、抽出のための有機溶剤が不要となるため、低コストで環境に優しい油分抽出システムを実現できる可能性があります。

この成果は、2010年3月26日～29日に開催される社団法人日本化学会第90春季年会(近畿大学 本部キャンパス)で発表されます。



図1 アオコを採取した京都市広沢池(2009年7月16日撮影)

(注1) 液化ジメチルエーテル(DME: 化学式 CH_3OCH_3)は、最もシンプルな形のエーテル。他のエーテル類と異なり、過酸化物を作らず、無毒で、温室効果やオゾン層破壊の問題がなく、環境調和性に優れる溶剤。中華人民共和国では、石炭から合成される気体・液体両用の安価な人造燃料として利用が進んでいる。日本国内でも、スプレー缶の噴射剤に用いられ、安全性が確認されている。DMEの標準沸点は -25°C であり、今回の検討では $20^\circ\text{C}\cdot 0.5\text{MPa}$ で液化したDMEを用いた。

(注2) 藻類は、 CO_2 の固定能力が高く、食物と競合しないバイオ燃料源になりうるという利点がある。一方、藻の一種であるアオコは富栄養化が進んだ湖沼等において生じ、漁業の障害、取水源としての不適合、生態系の破壊といった問題をもたらすことがあるため、これらの有効活用が期待されている。

(注3)『緑の原油』とは、微細藻類の細胞の中の油分を総称したものであり、石油代替燃料として使用する試みが広がっている。

■ 概要 ■

これまで電力中央研究所は、わが国のエネルギーセキュリティ強化の観点から、高含水率の石炭(褐炭や亜瀝青炭)を脱水し、発熱量を向上させて使いやすくする技術として、液化ジメチルエーテル(DME)を用いる水分抽出技術を開発してきました^{*}。この方法は、液化 DME の吸水性を利用して常温で脱水する技術であり、従来の方法に比べて、脱水・乾燥処理に必要なエネルギーを大幅に低減できる可能性があります。

(※詳細は電中研ニュース No.445 「液化ジメチルエーテル(DME)を用いた脱水技術を開発」を参照

URL : <http://criepi.denken.or.jp/research/news/pdf/den445.pdf>)

今般、この DME 利用技術を、多量の水分を含む微細藻類からの有機物(油分)の抽出に応用し、既存技術における複雑な工程を簡素化するとともに、大幅な省エネルギー化を図れることを明らかにしました。

1. 背景

大きさが数マイクロメートルの植物プランクトンは微細藻類と呼ばれています。その光合成能力(二酸化炭素の吸収能力)は高く、単位面積あたりでは、トウモロコシの 100 倍以上になります。微細藻類には重油や軽油などの『緑の原油』を合成する種類もあり、その温暖化ガス吸収効率の高さとともに、近年食物と競合しないバイオ燃料源としても注目されています。

しかし微細藻類は水中で光合成するので多量の水を含み、この水分が微細藻類から『緑の原油』を取り出す際の大きな障害になっています。



図2 アオコの採取(ゴミを取り除く様子)

2. 研究成果概要および本成果の意義

従来の方法では、微細藻類を圧搾や遠心分離等の機械処理により、泥状の状態まで脱水します。しかしこの状態でも水分は 90%も残ります。また、残りの 10%に含まれる細胞壁などは、『緑の原油』としては用いることができません。泥状の微細藻類は、その後、天日干しや高温加熱によって乾燥され、粉状となります。このとき、粉状の微細藻類は細胞壁で覆われているため、油分を抽出するためには、細胞壁を酸や粉砕によって破壊しなければならず、ヘキサン、アセトン、クロロホルム等の有機溶剤が用いられます。さらに最終的には、抽出液に含まれるこれら多量の有機溶剤を蒸発させて除去する必要があります。

つまり、光合成によって作られた『緑の原油』(=エネルギー)を取り出すのに、乾燥、細胞壁の破壊、有毒な溶剤の使用と除去といった、複雑な工程と、それに伴う多くのエネルギーが必要になるという問題がありました。このため、従来の微細藻類に関する研究は、こうした抽出工程を前提として、遺伝子操作や品種改良などによる、特殊な藻の生産を中心に行われてきました。

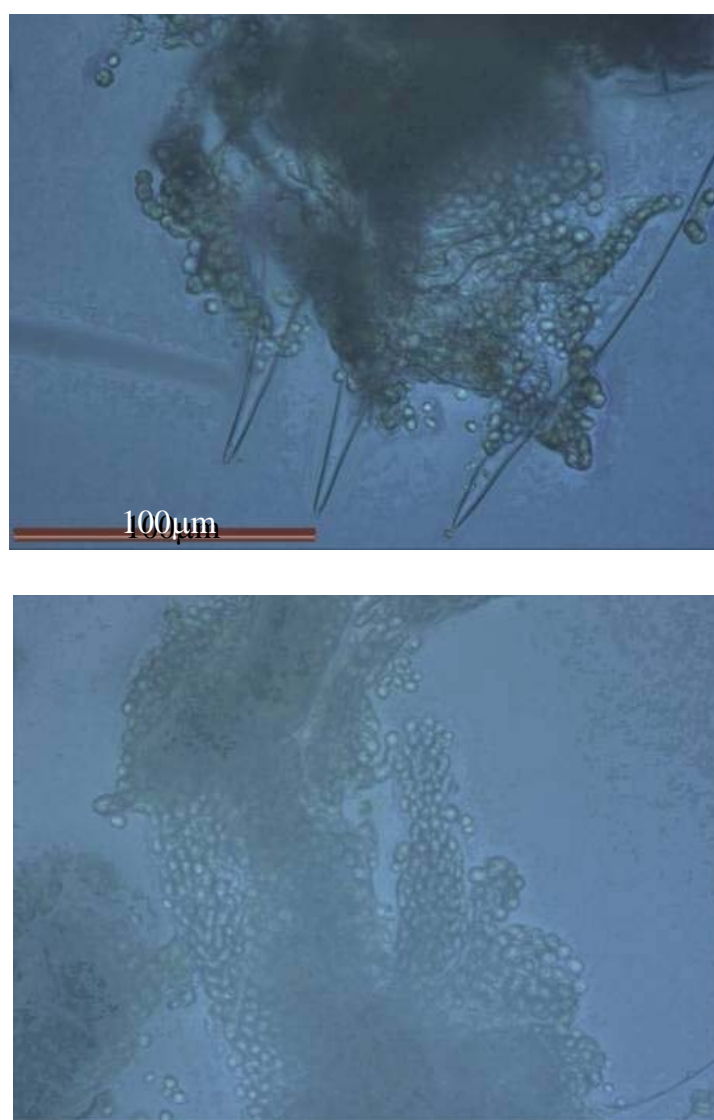


図 3 実験に用いたアオコの光学顕微鏡写真

そこで電力中央研究所では、自然界に存在する藻を用いることが可能で、かつ乾燥以降の工程を簡略化でき、省エネルギー性・環境調和性に優れた、『緑の原油』を取り出す方法として、液化ジメチルエーテル(DME)を溶剤に用いる方法を開発するための基礎研究を行ってきました。

DME はエーテル類の一種ですが、過酸化物を作らず、無毒で、温室効果やオゾン層破壊の問題がなく、環境調和性に優れた溶剤です。DMEの標準沸点は -25°C ですが、 $20^{\circ}\text{C}\cdot 0.5\text{MPa}$ で液化したDMEは油との親和性が高いうえ、水と部分混合する特徴を有します。このため、液化DMEを溶剤に用いると、微細藻類の細胞壁があっても、DME分子が拡散し、その細胞内で油分と強く結合します。そして、油分と結合したDME分子は再び、微細藻類の細胞の外へ出て行きます。つまり、多量の水分を含む微細藻類であっても、効率良く『緑の原油』を取り出すことができると考えました。



図4 アオコを充填したカラム



図5 カラムにDMEを下から上に流した様子
(下半分の濃い部分がアオコ。上半分の黄緑色の液体が、緑の原油を抽出したDME)

この仮説を実証するため、京都市の広沢池で採取した天然のアオコ(Microcystis 属を主とする多くの微細藻類が混在)を用いた試験を実施しました。その結果、予め遠心分離で水分91.0%に粗脱水した試料6.65gに、 $20^{\circ}\text{C}\cdot 0.5\text{MPa}$ の液化DMEを $10\text{cm}^3/\text{min}$ の速度で11分供給したところ、水分4.12gと、『緑の原油』0.24g(乾燥重量の40.1%に相当)を抽出することに成功しました。抽出した『緑の原油』を分析したところ、分子量は200~400、発熱量が $10,950\text{cal/g}$ でした。これに対して、従来の方法では、アオコの乾燥重量の0.60%しか抽出できませんでした。つまり、DMEを用いた方法により、従来法に比べ60倍以上の『緑の原油』を抽出できたことから、液化DMEは、極めて優れた抽出能力を持った抽出剤であることが明らかになりました。

なお、この方法では、抽出の最終工程で、液化 DME と『緑の原油』を分離する必要がありますが、液化 DME は、常温で 0.5MPa から減圧していくと蒸発するため、減圧工程のみで気体として容易に回収できます。さらに回収した DME は、再度液化することで、抽出剤として再利用することもできます。

また、50℃程度の熱があれば、これをDMEの気化熱として吸収することで、大気圧下でより効率よくDMEを蒸発させることが可能となります。このため、現状工場などから環境へ放出されている50℃程度の廃熱を利用し、『緑の原油』を取り出すことが可能になれば、溶剤回収の省エネルギー化の面でも、従来技術より格段に優れたシステムを構築できる可能性があります。

事業名：2009年度 産業技術研究助成事業

常温・省エネルギーで液化DMEを抽剤として循環利用する藻からの油の抽出技術の開発
事業期間：2年間



図6 常温で得られた緑の原油

3. 今後の展望

この技術を実用化するには、さまざまな藻を用いた基礎実験や、『緑の原油』をDME内で濃縮する技術の開発が必要になります。このため、早期の実用化を目指し、更に試験を重ね、本手法の改善を行う予定です。また、今後は企業等とも協力し、現状の基礎実験装置レベルから、スケールアップを行っていくことも検討しています。

4. 研究者(神田英輝主任研究員)の略歴

1995年 京都大学工学部化学工学科卒業

2000年 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻博士課程修了

2000年 財団法人電力中央研究所エネルギー化学部研究員

2000年 財団法人電力中央研究所エネルギー化学部主任研究員

2004年～ 財団法人電力中央研究所エネルギー技術研究所主任研究員

5. お問い合わせ先

(本プレス発表の内容についての問い合わせ先)

財団法人 電力中央研究所 (CRIEPI) エネルギー技術研究所 主任研究員 神田英輝

TEL 046-856-2121 FAX 046-856-3346

E-mail kanda@criepi.denken.or.jp

財団法人 電力中央研究所 (CRIEPI) 広報グループ 渡辺 准、林田 正輝

TEL:03-3201-6601 FAX:03-3287-2863

E-mail: hitoshi@criepi.denken.or.jp

E-mail: hayasida@criepi.denken.or.jp

(NEDO 制度内容についての一般的な問い合わせ先)

NEDO 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ 鍵屋、松崎、千田

TEL 044-520-5174 FAX 044-520-5178

個別事業 HP: [産業技術研究助成事業\(若手研究 Grant\)](#)

<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/index.html>

(その他 NEDO 事業についての一般的な問合せ先)

NEDO 広報室 萬木(ゆるぎ)、田窪

TEL 044-520-5151