

- 781–8.
- Bock, C., Luo, W., Kusber, W. H., Hegewald, E., Pažoutová, M., Krienitz, L. 2013. Classification of crucigenoid algae: phylogenetic position of the reinstated genus *Lemmermannia*, *Tetrastrum* spp. *Crucigenia tetrapedia*, and *C. lauterbornii* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta). *J. Phycol.* 49: 329–39.
- Bock, C., Pröschold, T., Krienitz, L. 2010. Two new *Dictyosphaerium*-morphotype lineages of the Chlorellaceae (Trebouxiophyceae): *Heynigia* gen. nov. and *Hindakia* gen. nov. *Eur. J. Phycol.* 45: 267–77.
- Brandt, K. 1881. Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. *Arch. Anat. Physiol.* 1881: 570–4.
- Heeg, J. S., Wolf, M. 2015. ITS2 and 18S rDNA sequence-structure phylogeny of *Chlorella* and allies (Chlorophyta, Trebouxiophyceae, Chlorellaceae). *Plant Gene* 4: 20–8.
- Hoshina, R. 2014. DNA analyses of a private collection of microbial green algae contribute to a better understanding of microbial diversity. *BMC Research Notes* 7: 592.
- Hoshina, R., Fujiwara, Y. 2013. Molecular characterization of *Chlorella* cultures of the National Institute for Environmental Studies culture collection with description of *Micractinium inermum* sp. nov., *Didymogenes sphaerica* sp. nov., and *Didymogenes soliella* sp. nov. (Chlorellaceae, Trebouxiophyceae). *Phycol. Res.* 61: 124–32.
- Huss, V. A. R., Frank, C., Hartmann, E. C. et al. 1999. Biochemical taxonomy and molecular phylogeny of the genus *Chlorella* sensu lato (Chlorophyta) *J. Phycol.* 35: 587–98.
- Krienitz, L., Hegewald, E. H., Hepperle, D., Huss, V. A. R., Rohrs, T., Wolf, M. 2004. Phylogenetic relationship of *Chlorella* and *Parachlorella* gen. nov. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Phycologia* 43: 529–42.
- Luo, W., Pflugmacher, S., Pröschold, T., Walz, N. and Krienitz, L. 2006. Genotype versus phenotype variability in *Chlorella* and *Micractinium* (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Protist* 157: 315–33.
- Luo, W., Pröschold, T., Bock, C. and Krienitz, L. 2010. Generic concept in *Chlorella*-related coccoid green algae (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Plant Biol.* 12: 545–53.
- Müller, T., Philippi, N., Dandekar, T., Schultz, J. and Wolf, M. 2007. Distinguishing species. *RNA* 13: 1469–72.
- Shihira, I. and Krauss, R. W. 1965. *Chlorella*. Physiology and taxonomy of forty-one isolates. University of Maryland, Maryland.
- Silva, P. C. 1999. Proposal to conserve the name *Chlorella* against *Zoochlorella* (Chlorophyceae). *Taxon* 48: 135–6.

(長浜バイオ大学バイオサイエンス学部)

文献データベースから見た微細藻類バイオマス研究の動向 大田修平

2017年3月25日午後、日本藻類学会高知大会の一般講演が無事に終了し、引き続きワークショップIIが開催された。このワークショップは1日目の講義編と2日目の実習編から成る。講義編では、トレボウクシア藻類を研究材料とした生態、分類、カルチャーコレクション、バイオマス利用に関する研究動向が紹介された。講義編で解説した藻類バイオマス研究に関する内容は既に和文としてまとめているので、ご興味ある方は参照されたい(大田・河野 2015, 大田・河野 2017)。今回の講義の導入部では、藻類バイオマスの国内外の研究動向について紹介した。

トムソン・ロイター社により提供されている Web of Science は、オンラインの学術データベースの総合プラットフォームである。PubMed, ScienceDirect や Google Scholar などと併用して論文検索に使用されている方も多かもしれない。Web of Science は自然科学, 社会科学, 人文科学の全分野における主要論文誌の情報がカバーされており、文献調査に関する分析ツールが充実している。また、Web of Science のデータベースのひとつである InCites Journal Citation Reports は、インパクトファクターの計算に使われているおなじみのリソースである。

国内外の学術の動向を知りたい場合、当該分野の出版論文数がひとつの指標となる。特許案件の研究では論文公表が控えられるが、特許申請と論文執筆は並行的に進められていることも多い。特許案件の研究でも公知後、論文は出版されることが多く、当該分野の論文の報告数は研究動向の重要な指標である。今回、藻類バイオマスの研究動向を分析するため

に、Web of Science のリソースを利用し、検索クエリを組み合わせて動向分析した。Web of Science を使ったクエリ検索では Web of Science™ Core Collection より、例えば、「algae fuel」等のトピック検索を行った。クエリワードが複数ある場合は OR 検索を行った。以降の本文中で「・」は OR を示す。今回の分析では最小レコード件数(しきい値)は2報/年としてカウントした。国・地域別の分析では、上位10レコードを抽出した。分析結果はテキストデータに保存して、エクセルに再度読み込み、データの編集を行いグラフ化した。本稿の図1Aと図2は2017年3月、それ以外は2017年5月に調査したものを示している。

藻類バイオマスの研究では「燃料」「原料」「食料」がキーワードとして真っ先に思い浮かぶ。そこでこれらについての論文出版動向を年代別に調べたのが図1Aである。藻類燃料、藻類原料・食料ともに徐々に論文が増えているのではなく、ある年を境にして、急に論文が増えていた。特に藻類原料・食料は出版数の増加傾向が顕著であり、1990年で41報であったものが、翌年には198報まで増加し、一気に5倍近くまで跳ね上がっている。藻類原料・食料に関しては1985年～1989年、藻類燃料に関しては1985年～2006年以前に出版された論文についてさらに詳しく調査した結果、当該期間の論文は38報あり、被引用数の2017年までの合計は1050件、平均被引用件数は27.63件/報であった。一方、藻類燃料に関しては1985年～2006年以前を調査したところ、当該期間の論文は15報あり、被引用数の合計は2017年までの合計は117件、平均被引用件数は7.8件/報であった。

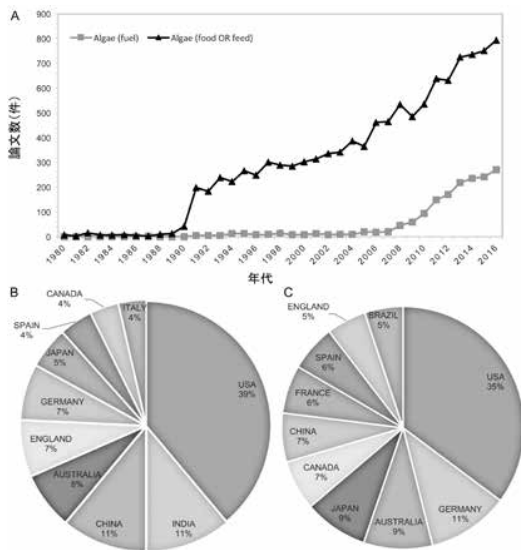


図1. キーワード Algae (fuel) と Algae (food・feed) に関する文献調査

A. 論文出版数の年代別動向を示したグラフ。縦軸は1980年から2016年の間に出版された論文数を示す。B. Algae (fuel) に関する論文の国別動向を示したグラフ。C. Algae (food・feed) に関する論文の国別動向を示したグラフ。

InCites™ Essential Science Indicators™ は学術論文の出版数と被引用数のデータにもとづき、研究業績に関する統計情報と動向データを集積したデータベースである。本データベースをもとに生物・生化学分野の上位1%にランクされる、つまり十分な引用が行われたと判定される関連論文が2報あり、いずれも Chisti 博士によるもので、それぞれ、被引用件数は3428件 (Chisti 2007), 829件 (Chisti 2008)であった。藻類燃料の動向は2007年以前から盛り上がりを見せはじめ、Chisti 博士の論文を境に一気に開花したと見ることが出来る。国別の動向分析も行った。1985年から2016年に報告された藻類燃料、藻類原料・食料に関する論文がどの国から出版されているかを調べると、米国がトップで共に30%台であった(図1B, C)。燃料に関して見ると、2, 3位はインドと中国が占めているのに対し、原料・食料に関してはドイツとオーストラリアであった。

藻類燃料および藻類原料・食料に関して出版された論文数を分類群別にグラフ化したのが図2である。今回のワークショップはトレボウクシア藻類をテーマにしているため、代表的なトレボウクシア藻類であるクロレラ (*Chlorella*) の研究動向に焦点を当てた。クロレラは食経験があり、オイル生産能とバイオマス生産能のバランスが優れているため、古くから藻類の高度利用に関して注目されている藻類群のひとつである。実際にチェコ共和国では屋外バイオリアクターで培養したクロレラを牛舎にポンプアップし、他の飼料とともにそのまま牛に給餌するほか、その尿尿をバイオガスステーション

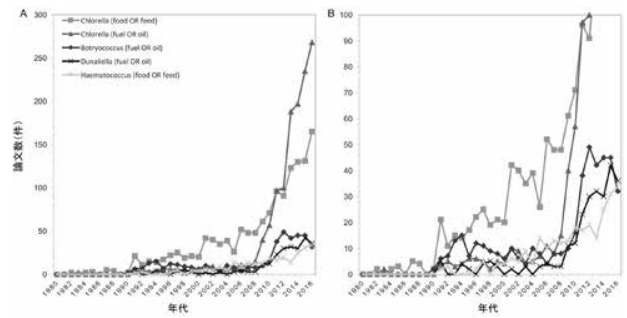


図2. 藻類バイオ研究における分類群別研究動向。A. Algae (fuel) と Algae (food・feed) に関する文献を分類群毎にまとめたグラフ。(B) グラフAの縦軸を拡大して、クロレラ以外の変動を見やすくしたグラフ。

ンに供給してメタン発酵させるシステムが稼働している(松田ら2014)。トレボウクシア藻類以外に、オイルまたはカロテノイド生産藻類として商業利用されている代表的な藻類であるボトリオコッカス (*Botryococcus braunii*) とドナリエラ (*Dunaliella salina*)、ヘマトコッカス (*Haematococcus lacstris*) を調べた。クロレラに関する燃料研究の報告数は2008年で15報/年であったが、2016年では268報/年と8年で約18倍に増加していた。この増加傾向は2008年以降の藻類全体の研究動向とほぼ一致していた。一方、クロレラに関する原料・燃料に関する研究報告数は燃料ほどの伸びは見られないものも、1990年頃から徐々に続けられている。2000年代に入ると報告数の大きな伸びが見られ、2015年以降でも、右肩上がりの論文出版数を見せている。ボトリオコッカス、ドナリエラ、ヘマトコッカスに関する論文は、1990年ごろから報告され、2010年代から急に増え始めた。最近では30~40報/年で推移している。この文献調査から、藻類バイオマス関連の研究では想像以上にクロレラの文献数が多いという印象を受けた。クロレラに関するゲノム情報も整備されており (Branc *et al.* 2010, Ota *et al.* 2016), 今後もバイオマス関連の研究が加速するものと期待される。

本稿では Web of Science を利用して藻類バイオの研究動向を調べた結果を紹介した。研究は論文数や被引用件数だけでは評価できない部分もある。ただし、論文数や被引用件数などの客観的指標で評価されているのもまた事実であり、実際に上述の Essential Science Indicators™ は研究者や研究機関の評価のためのデータベースとして使われている。

本稿で紹介した内容はワークショップ講義編のイントロダクションの部分を文章化したものであり、正式な文献調査やテキストマイニングではないこともお断りしておく。近年、テキストマイニング技術は生物学分野でもラージスケールの情報収集と知識の発見を可能にしており (Baker *et al.* 2016, Larsson *et al.* 2017), 将来的にはより詳細な研究動向分析が可能になるだろう。今回のような Web of Science を利用した調査は講義の導入部分で使用するための世界的研究動向や自分の研究の位置づけを調べる目的として、研究動向を手軽に

分析できるという点では便利であると考えている。

引用文献

- Baker, S., Silins, I., Guo, Y., Ali, I., Högberg, J., Stenius, U. & Korhonen, A. 2016. Automatic semantic classification of scientific literature according to the hallmarks of cancer. *Bioinformatics* 32: 432–440.
- Blanc, G., Duncan, G., Agarkova, I., *et al.* 2010. The *Chlorella variabilis* NC64A genome reveals adaptation to photosymbiosis, coevolution with viruses, and cryptic sex. *Plant Cell* 22: 2943–2955.
- Chisti, Y., 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.* 25: 294–306.
- Chisti, Y., 2008. Biodiesel from microalgae beats bioethanol. *Trends Biotechnol.* 26: 126–131.
- Ota, S., Oshima, K., Yamazaki, T., *et al.* 2016. Highly efficient lipid production in the green alga *Parachlorella kessleri*: draft genome and transcriptome endorsed by whole-cell 3D ultrastructure. *Biotechnol. Biofuels* 9: 13.
- 大田修平・河野重行 2015. 藻類バイオと電顕3D. *Plant Morphol* 27: 3–7.
- 大田修平・河野重行 2017. 藻類バイオマス評価: クロレラの物質生産能を電顕3Dとゲノムで解析する. *生物工学会誌* 95: 194–198.
- Larsson, K., Baker, S., Silins, I., *et al.* (2017) Text mining for improved exposure assessment. *PLoS One* 12: e0173132.
- 松田尚大・竹下毅・大田修平ら 2014. 微細藻類への重イオンビーム照射によるバイオ燃料増産株の作出. *生物工学会誌* 92: 602–606.

(国立環境研究所)

2017年度藻類談話会のお知らせ

「藻類談話会」は藻類を研究材料とする幅広い分野の研究者の集まりで、西日本を中心に講演会や研究交流を行っています。これまでの談話会の講演内容は、藻類談話会ホームページ (<http://www.research.kobe-u.ac.jp/rcis-kurcis/danwakai/index.html>) でご覧いただけます。今年度は以下の講演を企画しています。ふるってご参加くださいますようご案内申し上げます。

日時: 2017年11月11日(土) 13:00-17:00

場所: 京都大学大学院人間・環境学研究科棟 地階 B23 大講義室 (京都市左京区吉田二本松町)

研究報告 (敬称略)

井阪若菜, 三村徹郎 (神戸大院・理): 汽水産緑藻 *Ulva compressa* の Na⁺ に依存した成長とリン酸の取り込みについて

武藤清明, 宮下英明 (京大院・人環): 日本産両生類の卵に共生する単細胞緑藻の多様性

講演 (敬称略)

渡邊裕基 (神戸大・内海域): 日本産紅藻アマノリ属藻類2種の光合成に対する環境要因の影響

伊福健太郎 (京大院・生命): 実用珪藻 *Chaetoceros* 属の新しい応用利用に向けた基盤技術の開発

神谷充伸 (福井県大・海洋生物資源): 海藻の生存戦略 ～生活環, 生殖, 生体防御～

参加費: 300円。談話会終了後、会場近辺で懇親会を行います (会費: 一般4,000円, 学生2,000円)。談話会および懇親会の参加希望者は11月1日(水)までに電子メールかファックスで下記の宛先へお申し込みください (当日参加も可)。詳細につきましては、申し込まれた方に後日ご連絡いたします。

会場への交通: 京都市営バス 31系統, 65系統, 201系統, 206系統「京大正門前」下車, 徒歩約5分。京阪電車「出町柳」駅から東へ徒歩約20分。交通アクセス・キャンパスマップ (<http://www.h.kyoto-u.ac.jp/access>) にも掲載されています。

参加申込み・問い合わせ先

京都大学大学院人間・環境学研究科 幡野恭子

〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

FAX: 075-753-2957 e-mail: sourui_danwakai@yahoo.co.jp