



生スピルリナの研究開発とタベルモ事業の挑戦

(株式会社ちとせ研究所) 尾張 智美

はじめに

タベルモは、微生物の研究を長年手がけてきた(株)ちとせ研究所が開発し、(株)タベルモが販売している生で食べられる微細藻類製品である(図1a)。日常的に微細藻類を食べる文化が普及することを願い、食べる藻=タベルモと命名された。

タベルモは静岡県掛川市で培養された国産スピルリナである。熱を加えることなくスピルリナを生かしたまま雑菌を殺菌洗浄し、急速冷凍を行った製品であり、その他の原料や添加物を一切含まない。タベルモは栄養価が高く、味や匂いがいいことが特徴であり、他の食材や料理と合わせて身体の栄養状態を底上げすることができる。

(株)ちとせ研究所と(株)タベルモは、ちとせバイオエボリューション(ホールディング会社)傘下のグループ会社である。タベルモ事業は両社が連携して取り組む「食材として微細藻類を食べる」という新しい概念を提案し、その概念を実現するため生スピルリナの培養・製品化技術を確認し、社会に埋め込むことで、その概念と技術を残すことを目指している。本稿ではタベルモ事業の取り組みを紹介する。

スピルリナとは

スピルリナは、藍藻門(シアノバクテリア門)に属す。通常複数の細胞がトリコームと呼ばれる糸状体を形成し、螺旋構造(スパイラル構造)を成している¹⁾。熱帯や亜熱帯地方の重炭酸塩を多く含むアルカリ性湖沼・汽水域に分布しており、その地域では古くからスピルリナを食べる文化が報告されている²⁾。

現在、一般的に商業利用されている「スピルリナ」は、*Arthrospira*属に分類される*A. platensis*および*A. maxima*の2種の藍藻を指す。*Arthrospira*属と形状の似た*Spirulina*属に分類される藍藻は別に存在するが³⁾、これらは商業的に利用されていない。混乱を避けるために、本稿で「スピルリナ」といった場合、商業化された*Arthrospira*属の種を指すものとする。



図1. タベルモの製品とブランドイメージ。(a) 1袋50 g. 税抜280円。製品は濃い青緑色をしている。成人が1日に野菜から摂取すべき栄養成分が、タベルモ1袋から摂ることができる。(b) タベルモのブランドイメージ(リーフレット表紙)。

一般的に、スピルリナはタンパク質50–70%、炭水化物15–25%、脂質6–13%、核酸4.2–6%、ミネラル2.2–4.8%から構成される。消化率は83–90%と他の微細藻類に比べ非常に高い⁴⁾。スピルリナの栄養成分はバランスが良く、国連機関や世界保健機関(WHO)から高く評価されており²⁾、スーパーフードの王様ともいわれている。また動物へのスピルリナ給餌試験から、抗がん作用、抗ウイルス作用、重金属による障害の緩和、抗酸化作用、免疫向上などの効用が報告されている⁵⁾。

既存のスピルリナ製品の市場と問題点

世界におけるスピルリナの総生産量は、2005年には3000トン程度⁶⁾、2011年時には5500トン程度、2013年には10,000トン程度であると見積もられており⁷⁾、短期間に急増している。また国内においても、スピルリナ製品は100億円規模の市場へ成長すると見込まれている⁸⁾。

現在販売されているスピルリナ製品の大半は、乾燥品を原料とした製品である⁹⁾。乾燥品は、製造の加熱乾燥工程における細胞の破壊、およびそれに伴う各種成分の変性が原因で、不快な匂いと味が発生してしまう。乾燥スピルリナは湖沼に自生するアオコ様の臭気とコンブやノリ様のえぐみをもつため、食材として利用することが難しい。そのため既存のスピルリナ製品は栄養補助を目的とする健康食品として認知されていて、普段の食事に用いられる食材としては使われていない。



生スピルリナの製品開発

既存の乾燥スピルリナ製品の不快な匂いと味は、加熱もしくは乾燥工程に起因する。一方、培養後殺菌洗浄した生きたスピルリナは、味や匂いがないことが実験段階で確認されていた。これらの知見に基づき、生スピルリナの製品化を試みた。製造にあたっては、(株)ちとせ研究所とビューテック(株)が共同で研究を行っている。

生スピルリナの製品化における課題は、安全性の確保である。現在の食品衛生法に基づく食品の規格基準に、加熱・乾燥工程を経ずに食用として製品化された微細藻類製品が批准すべき基準は存在しない。そのため、十分な食品安全性を保証する、食中毒菌などの微生物生菌数についての自主基準を設けることとした。冷凍食品の規格基準を基に、培養環境や製造工程の汚染指標として、アルカリ耐性・耐塩性・低温耐性の高い腸球菌数を加えるなどの独自の自社基準を設定した(表1)¹⁰⁾。この自社基準は国の定めた無加熱摂取冷凍食品の基準などと比較すると、はるかに厳格な基準となった。

試作の段階では、自社基準を上回る一般生菌が検出されたため、各製造工程に対して衛生管理の検討を重ねることとした。ここではスピルリナの培養工程について行った実験を示す。商業生産でスピルリナの培養に用いられているZarrouk培地¹¹⁾で培養したスピルリナでは自社基準を満たさなかった。そこでスピルリナ本来の特徴である好アルカリ性、高塩濃度耐性に着目し、培地を炭酸ナトリウムでpH 10以上に調整し、塩化ナトリウムを

5 g/Lにするなどを改良した独自のNML培地を開発した。その結果、スピルリナの増殖速度の維持と、雑菌抑制を両立した培養環境を作り出すことに成功した(図2)¹⁰⁾。培養工程の他、培養池から工場への培養液の移送、藻体の回収、クリーンルームでの殺菌・洗浄・充填・冷凍の各工程についても検討を行い、自社基準を満たす生スピルリナが完成した。

こうして開発された生スピルリナ製品の最大の利点は不快な匂いや味がなく、その他にも、加熱や乾燥による栄養成分の変性・失活を防げる利点などをあげることができる。事実、生スピルリナ中のビタミン類、植物性色素、ミネラル、不飽和脂肪酸含有量は、他社乾燥スピルリナ製品中(複数製品の平均値)のそれらと比較して、それぞれ1.4, 1.4, 1.2, 2.5倍である。

タベルモの販売戦略

既存の「健康食品」としてのスピルリナのイメージを払拭し、「食材」としての高品質の生スピルリナを広く効果的に認知させるために、従来とは異なるブランドイメージを確立する必要がある。そこで生スピルリナを「タベルモ」としてブランド展開するため(株)タベルモを設立した。微生物の研究を経験にもつ(株)ちとせ研究所を中心に人材を集め、学術的な文献収集からマーケティングまで(株)タベルモで行っている。タベルモは今までにない新たな食品であるため、はじめにテスト販売の中で謳い文句やサービスを試行することで、販売戦略の知見を得ることとした。そこからタベルモの購買意欲の高いターゲット層を導き出し、このターゲット層に好まれるブランディングを行っていった(図1b)。

タベルモの認知度を上げるためには、幅広い層にアピールできるイベントに出展すると同時に、食に対して意識の高い人が集まるイベントへの出展¹²⁾もしている。また、タベルモの紹介を挟んだ健康セミナーを開催することで、消費者の食に対する意識を高める取組みと、タベルモの認知度の上昇を目指している。別の方法としては、ジュースショップなどの導入店舗のメニューに、「タベルモ」や「生スピルリナ」を掲載してもらうことでそこを利用する一般客への認知度を上げることも狙っている。

地道な販売活動の結果、工場の本稼働を始めた2015年より現在まで、累計50万袋の生産を行った。また、82店舗にタベルモを導入していただき、テレビや新聞などのメディアには66本取り上げられている(2017年1月31日現在)。

タベルモ事業の展開

タベルモが社会により浸透するように、現在も製造側、

表1. タベルモの衛生基準

	一般生菌数	大腸菌群	腸球菌	大腸菌
自社基準	10万以下/g	陰性	陰性	陰性
無加熱摂取冷凍食品規格基準	100万以下/g	陰性	—	—

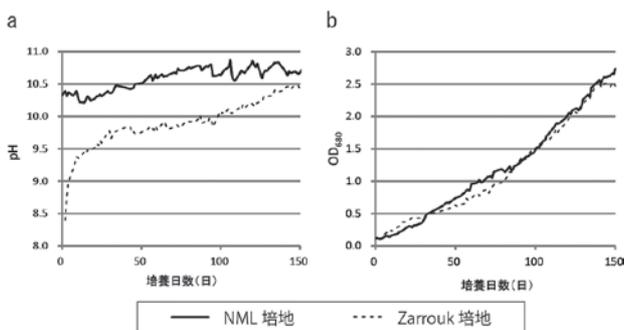


図2. Zarrouk培地とNML培地におけるpHの変化と増殖曲線。(a) 培養日数とpHの変化。(b) 培養日数と藻体量的変化。



販売側ともに研究開発を継続している。

タベルモの販売価格を下げるため、さまざまな製造コスト削減の検討を行っている。一例として、スピルリナの育種をあげる。不均衡進化論¹³⁾に基づく(株)ちとせ研究所のもつ独自の変異剤による育種法は、高増殖性や環境耐性などの特徴を微生物に付与することができる。この育種法で得られた菌株を用いることで、製造工程の効率化や生産性を上昇することができる。スピルリナに変異剤を用いて培養した結果、さまざまな特徴を有する株が獲得されている。たとえば、形態が野生株と異なる株(図3)は、製造工程における藻体の回収や藻体の洗浄の効率化が期待される。

また認知度を上げる新たな手段として、消費者の目に触れやすく、馴染みやすい商品の開発を行っている。一例として、2016年10月より販売を開始した「タベルモフローズンデザート(ヨーグルト味)」をあげる(図4)。スピルリナは乳酸菌の増殖を促すため、両者を組み合わせて摂取すると整腸作用に効果的であるという報告¹⁴⁾

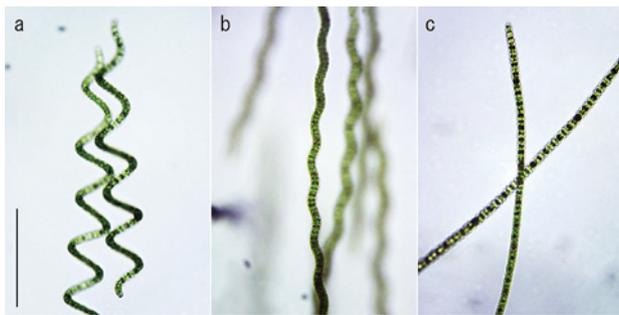


図3. 不均衡変異導入法により得られたスピルリナの育種株。(a) コントロール株(野生株)。(b) 育種株。螺旋構造が弛緩している。(c) 育種株。螺旋構造が見られず、直線状になっている。Bar: 100 μm.



図4. タベルモフローズンデザート。1個120 ml。税抜400円。商品は濃い青緑色をしている。タベルモが25 g入っている。

に基づき、「腸をプチリセットするデザート」をコンセプトに商品開発を行った。現在タベルモフローズンデザートは通信販売のみであるが、今後百貨店やスーパーで販売する予定である。

今後のタベルモ事業の取組みは、タベルモ公式WEBサイトや、公式Facebook、公式Instagramから窺い知ることができるので、併せてご覧いただければ幸いです。

おわりに

ちとせグループは、千年後まで残る概念、技術、事業を築くために設立され、現在8社が所属している。各社が微生物や藻類、植物などの生き物と真正面から向き合い、それらを活かしたバイオ技術により、農業・医療・食品・化学・エネルギーなどの領域に新たな価値を生み出すため奮闘している。

その中でタベルモは、コンセプト作りから研究、製品化、販売までちとせグループが一貫して推し進めてきた、初めての一般向け製品である。「食材として微細藻類を食べる」という新しい概念に賛同していただける、タベルモ応援者が一人でも増えることを切に願いながら、我々は今後もタベルモ事業に挑戦し続ける。

文 献

- 1) Linda, E. G. *et al.*: *Algae* (2nd edition), Pearson PLC (2008).
- 2) Henrikson, R.: *Earth food spirulina*, Ronore Enterprises Inc. (1989).
- 3) Komarek, J. *et al.*: *Preslia*, **86**, 295 (2014).
- 4) Hoseini, S. M. *et al.*: *Mini Rev. Med. Chem.*, **13**, 1231 (2013).
- 5) Holman, B. W. B. *et al.*: *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, **97**, 615 (2013).
- 6) Spolaore, P. *et al.*: *J. Biosci. Bioeng.*, **101**, 87 (2006).
- 7) Belay, A. *et al.*: *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology*, Second Edition, p. 339, Wiley-Blackwell (2013).
- 8) 健康産業新聞 (2016年9月7日)
- 9) Al-Dhabi, N. A. and Valan Arasu, M.: *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, **2016**, 13 (2016).
- 10) 佐々木俊弥:2015年度農芸化学会大会講演要旨集, p. 52 (2015).
- 11) Zarrouk, C.: Ph.D. thesis of University of Paris (1966).
- 12) ちとせバイオエポリユーション, プレスリリース: <http://www.chitose-bio.com/jp/news/406/> (2016/9/15)
- 13) Furusawa, M. *et al.*: *Genetica*, **102**, 333 (1998).
- 14) Parada, Jose L. *et al.*: *Int. J. Food Microbiol.*, **45**, 225 (1998).