

特集「未来の食卓」を企画して

特集担当編集委員 真杉 隆志、井上 誠寿、河島 陸泰

未来の食卓はどのようなものであろうか、持続可能な食料供給、環境保護、健康志向の高まりなど、課題に対応する新しい食品技術から生み出された食品が並ぶ食卓が思い描かれる。今回の特集「未来の食卓」では、新しい食品の一部として取り入れられる昆虫食、代替肉、培養肉、3D プリンター食に関連する最新情報をご紹介します。食品製造のため粉体技術は単位操作、生産システムの課題に対応するなど密接な関係を持っており、未来の食卓に対しても粉体技術が大きく貢献することであろう。今回のテーマ未来の食卓で紹介する、昆虫食、代替食、培養肉、3D プリンター食について簡単に解説してみたい。

昆虫食は、将来的に持続可能な食料供給減として注目されている。2050年には世界の人口が97億人に達すると予測されている。現在の農業や畜産では人口増に対し需要を満たすことが難しく、持続可能な形で供給するため新たなタンパク質が必要とされている。解決策として注目されているのが昆虫食、中でもコオロギには100 gあたり25 gのタンパク質が含まれており牛肉100 gあたり21 gと比較しても豊富なことがわかる。また、生産には少ない資源しか必要でなく環境にも影響が少ない。食糧供給が難しくなっても昆虫は短時間で大量に生産できるため食料供給の安定化に貢献する可能性もある。抵抗感もあることは事実だが、技術の進歩により味、食感が改善され受け入れられるであろう。

代替肉は動物性の肉に代わる新しいタンパク質源として注目されている。家畜を育て食肉を得るまでには30か月もの時間がかかり、温室効果ガスの排出、水や土地など多くの環境負荷がかかっている。一方動物細胞を使い実験室で肉を育てる培養肉は、動物を食肉処理するなどの必要がなく倫理面からも支持を受けているようである。生産コストが高く普及するにはコスト削減の課題がある。植物由来の代替肉は、大豆、エンドウ豆、小麦など植物性たんぱく質を原料として作られたまるで肉のような食材を示す。健康志向の高まり、家畜肉の環境負荷、人口増加に対する食料不足の対応、として大きな意味を持っている。

3D プリンター技術を利用してペースト状にした食材をノズルから射出し立体的に造形し調理することが3D プリンター食である。高齢者など嚥下しやすく栄養価をニーズに合わせ食品を提供できる。新しい形状デザインで創造的な料理の提供、廃棄予定だった食材などを使用できるなど環境面でも利点がある。大きな特長として複雑な形状を持つ食品を簡単に作れ、栄養管理が容易なことなどが注目されていて医薬現場などで役立つ可能性がある。

「学生がのめり込み、新規事業者を虜にする、昆虫食の魅力」を執筆いただいたサイエンスライター、科学コミュニケーターの堀川晃菜氏は、編集者、科学コミュニケーターというご経験からご自身のネットワークを活用し昆虫食を研究する団体、教育現場などに取材し対応いただいた。昆虫料理研究家の内山氏への取材に基づいた昆虫食の魅力、普及させるための活動、岩手の高校でのカメムシをおいしく食べるアイデア、徳島県の高校では、コオロギパウダー入りのかぼちゃコロケを給食メニューにしたこと、京都では小学生がカブトムシの糞をパウダー状にして餅に練りこみ、あられの開発など学生の食育体験、また粉体技術が活用できる場面も紹介されている。筆者自らの食レポ「6種類の餌で育てた食用コオロギの食べ比べ」初めて食べる味、でも懐かしい味とある。最後のセクションに登場した山形の金属加工メーカーのコオロギ養殖の新規事業など多くの昆虫食に関連する活動事例を紹介いただいた。

「昆虫の食利用 — どの種が家畜化に適しているか —」を執筆いただいた **NPO法人食用昆虫科学研究会の水野壮氏**からは、古くからある昆虫利用の歴史、なぜ昆虫を食品として利用するかなどをはじめ食利用に適し養殖が進む昆虫類を紹介していただいた。昆虫を食品利用する背景は、他の執筆者と共通で、食品安全保障、地球環境問題の観点で推奨してきた。豊富なたんぱく質で高い栄養価、飼育の際の温室効果ガスの排出量が少ない、水の消費が少ない、広大な土地が不要など環境低負荷であると述べられている。養殖昆虫として注目を浴びている種はいくつかあるようだが、高密度で養殖、おとなしく鈍重、管理が容易などの共通点があると示されている。実際に数種の昆虫を取り上げていただき食品としての活用、飼育に適しているか、特定のえさを必要とする昆虫には人工飼料の代替などが述べられており非常に興味を持つことができた。今後品種改良など加えられ抵抗感の改善が必要と感じた。

日本大学の五十部誠一郎氏には、「コオロギパウダーを用いた代替肉素材の開発」と題して畜肉の代替タンパク質素材を得るために昆虫タンパク質（コオロギ）を大豆タンパク質に添加する2軸エクストルーダーによる調製方法技術を紹介いただいた。粉体状、ペースト状の原料を混練し熱をかけ加圧することで成型、加工する食品加工機械のエクストルーダーは幅広く使用されている。海外では、畜肉は生産時の環境負荷が大きいことから、畜肉以外のたんぱく質利用の動きがあり数種類の昆虫が食用と認められ生産が始まったようである。国内においても昆虫食を扱っているスタートアップがあるが、千葉県で事業展開している企業と取り組んでいるコオロギタンパク質による代替肉の開発の様子が示されている。嗜好性の高い肉様素材の開発のためエクストルーダーを用いた加工技術、運転操作、温度設定など繊維性の構造を見ながら肉的な食感を得るための調製の様子が見てわかる内容となっている。

「培養肉（細胞性食肉）は地球を救う — 迫りくる食糧危機の救済と豊かな食の実現 —」を執筆いただいた**東京女子医科大学の赤桐里美氏、高橋宏信氏、清水達也氏**からは、微細藻類、細胞シートを活用した培養肉作成技術を紹介いただいた。さまざまな要因で食糧危機を迎えることになった際のタンパク質供給の一つとして取り上げられる培養肉。再生医療の技術を用い採取した細胞に栄養素を与え生産された食品を示す。細胞性食肉の製作には高額なコストを必要とするが、培養液の割合が高いようである。その中で、従来穀類とウシ胎児血清を用いる代替品として微細藻類に着目しクロレラを選定したと述べられている。また、「温度応答性培養皿」というような細胞が接着しにくいシートの発明など、再生医療や組織工学の技術を駆使して細胞性食肉の開発に取り組んでいる。SF 世界のような各家庭に普及する日を楽しみに待ちたい。

山形大学ソフト&ウェットマター工学研究室 SWEL の古川英光氏、小川純氏、臼井昭子氏、鳥羽慶氏、貝沼友紀氏、赤地利幸氏、アジットコースラ氏、勢井洋史氏からは、「未来の食卓を変革する3D フードプリンターと長期保存の技術」と題し急速に注目を集めている3D フードプリンター技術を紹介いただいた。3D プリンターで造形品を作成すること自体に驚いたがその技術を食品に応用することはさらに驚かされた。メディアなどで紹介もされているので3D プリンター食の存在は一般的に知られている。ペースト状の食材を押し出し積層する技術を進化させレーザーを照射し造形と加熱が同時に行えるレーザーカット、硬いもの（クッキー、せんべい）などの造形を容易にした AISO-1の紹介など新しい技術に触れている。さまざまな食材を3D プリンターで調理するさらなる可能性、時間の経過で変わる触感を可能にした4D プリンティングなど、今後の技術進化が楽しみである。