

(公財)農学会・日本農学アカデミー・(公社)大日本農会共同主催

公開シンポジウム

講演要旨

食の未来　ータンパク質食品ー

2023 年 4 月 23 日(日)　13 時 00 分～17 時 25 分

後援：東京大学大学院農学生命科学研究科
ワールドウォッチジャパン

■プログラム

総合司会：		(公財) 農学会常務理事	堤 伸浩
13:00～13:05	開会挨拶	(公財) 農学会会長	丹下 健
13:05～13:20	シンポジウムの趣旨説明	(公財) 農学会理事	林 良博
13:20～14:00	代替タンパク質の技術開発動向と未来	インテグリカルチャー株式会社	佐藤佳寿子
14:00～14:40	循環型タンパク質としての食用コオロギについて	株式会社グリラス	渡邊 崇人
14:40～14:55	——休憩 15 分——		
14:55～15:35	大豆ミートと大豆利用の現状と課題(展望)	不二製油グループ本社(株)未来創造研究所	佐本 将彦
15:35～16:15	新規タンパク質食品の受容について	宮城大学食産業学群	石川 伸一
16:15～16:20	——休憩 5 分——		
16:20～17:20	総合討論	司会進行 (公財) 農学会理事	阿部 啓子
17:20～17:25	閉会挨拶	日本農学アカデミー会長	生源寺 眞一

講演要旨 目次

はじめに	2
(公財)農学会会長 丹下 健	
趣旨説明	3
(公財)農学会理事、(公社)大日本農会理事 林 良博	
代替タンパク質の技術開発動向と未来	4
インテグリカルチャー株式会社 佐藤 佳寿子	
循環型タンパク質としての食用コオロギについて	6
株式会社グリラス 渡邊 崇人	
大豆ミートと大豆利用の現状と課題(展望)	8
不二製油グループ本社(株)未来創造研究所 佐本 将彦	
新規タンパク質食品の受容について	10
宮城大学食産業学群 石川 伸一	
講演者プロフィール	12

はじめに

大雨や干ばつなどの異常気象が世界各地で頻発し、気候変動が顕在化してきており、その原因となっている地球温暖化を産業革命前に比べて 1.5℃以内に抑えることが国際的な目標となっています。現在の気温は、産業革命前に比べてすでに 1℃上昇しており、このままの経済活動が継続すると今世紀末には 4℃上昇すると予測されています。地球温暖化が進むと、大雨や異常高温、干ばつなどの異常気象の発生頻度が著しく高まると予測されており、農業生産環境に多大な影響を与えることになります。現在の穀倉地帯での生産量が、将来的にも維持できるのかも危惧されています。1.5℃目標の実現のためには今世紀半ばでの温室効果ガス排出実質ゼロの達成が必要とされています。

2022 年の気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の報告では、温室効果ガス排出の 22%が農業や森林伐採などの土地利用変化に伴う排出とされています。世界人口は 2022 年に 80 億人に達し、今世紀後半には 100 億人に達すると予想されています。人口増加に伴う食料増産は、温室効果ガスの排出を増加させることになります。農地拡大のための森林伐採は、二酸化炭素吸収源の減少をもたらす、温室効果ガス排出実質ゼロの実現をよりいっそう困難にします。

食料生産は、人類生存の基盤であり、欠くことのできないものです。食品は、植物由来に加え、植物を飼料として育てられた動物由来など様々です。食は生存や成長の栄養源を摂取するためだけのものではなく、楽しみであり、文化でもあります。温室効果ガス排出を削減するために、食料生産をどのように変えないといけないのか、気候変動が進んでしまったら生産される食料の量と種類はどのように変わってしまうのかなど、温室効果ガス排出削減対策や気候変動の進展は、我々の食を大きく変えてしまう可能性があります。

今回のシンポジウムでは、日本農学アカデミーに加え、公益社団法人大日本農会にも主催者に加わっていただきました。食品の中でもタンパク質食品である肉類は、その生産過程での温室効果ガス排出が多い食品とされています。そこでタンパク質食品を通して食の未来を見ることで、持続可能な社会に向けた食の在り方を考える機会とすることを目的として本シンポジウムを企画いたしました。ご参加いただいた皆様にとって有意義な時間となりますことを願っております。

最後になりますが、ご多忙のなか、ご講演をお引受け頂きました登壇者の皆様に深く感謝いたします。

公益財団法人農学会
会長 丹下 健

趣 旨 説 明

林 良博

(公財)農学会理事 ・ (公社)大日本農会理事

今後、世界人口の増加などによる食料需給の不安定化や気候変動、動物福祉、肥満防止など環境面、社会面、健康面からの諸要因により、現在、畜産物に大きく依存している食用タンパク質をめぐる状況に変化が生じつつあります。そこで公益社団法人大日本農会は昨年来、現在の食用タンパク質の需要実態、種類ごとの課題を整理し、今後の見通し等を展望するため、食用タンパク質研究会を設置し検討を行ってきましたが、今回、公益財団法人農学会および日本農学アカデミーと共同で公開シンポジウム「食の未来—タンパク質食品—」を開催する運びとなり、関係者の皆さまに心より御礼申し上げます。

タンパク質食品の現状と将来の課題を検討するにあたって、まず確認しなければならないことは、畜産物・畜産業との関係です。SDGsの観点から、畜産物の飼料消費の問題、牛など反芻動物のゲップや糞尿からの温室効果ガス発生問題等が広く指摘されてきました。これについては日本においても改善されるべき点多々ありますが、食肉・乳製品を含めた現在の日本の食生活は、健康面からもバランスが取れているものとして世界的に評価されており、いたずらに食用タンパク質を畜産と対立的なものとして捉えることは、畜産関係者に無用な不安感を与え、畜産の重要な役割を無視するものですので、慎重に論議する必要があります。

しかし一方で、日本における水や土地の利用面での制約、感染症の問題、動物質の過剰摂取による健康問題など、代替タンパク質の早期開発・導入は喫緊の課題と考えられます。また現在、ロシアによるウクライナ侵攻や世界的インフレ等による輸入飼料価格の高騰が続いており、こうした厳しい世界情勢は今後も続く予想されています。そのため自給飼料の拡大、耕畜連携などの努力は、従来にも増して傾注していく必要があります。

今回のシンポジウムでは、日本の伝統的な大豆タンパクの現状と課題、循環型タンパク質として注目されつつある昆虫食(コオロギ)、また培養肉など代替タンパク質の技術開発の動向と将来、さらに新規タンパク質食品に対する消費者の受容について、各専門家による最新の情報を交えてお話し頂きます。

代替タンパク質の技術開発動向と未来

佐藤 佳寿子

インテグリカルチャー株式会社

1. タンパク質とは

人間の体の約 20%がタンパク質から成り立っている。タンパク質の原料はアミノ酸であり、人間はタンパク質を摂取しアミノ酸に分解し、それらを生命活動に必要なタンパク質に再合成している。人体を構成するアミノ酸には 20 種類あり、それらのうち 9 種類必須アミノ酸と呼ばれており、生体内で生産することができない。すなわちタンパク質とは生命を維持するために、外部から食品として摂取することが必須となる成分である。

2. 代替タンパク質が注目される背景

2020 年に 77 億人である世界人口は 2050 年には 97 億人に達する見込みであり、人口増加に伴ってタンパク質危機が懸念される中で代替タンパク質が注目されている。代替タンパク質とは植物由来、昆虫由来といった動物性由来以外の原料を用いて生産されているタンパク質のことをさす。

代替タンパク質が注目される背景として環境負荷および食料供給があげられる。例えば世界の家畜生産から排出される温室効果ガスの割合は、全世界の温室効果ガス排出量の約 14.5% を占めており非常に大きな環境負荷となっている。これは牛や豚、鶏などの畜産物の生産に伴うメタンや二酸化炭素などのガス排出によるものである。今後 2050 年までに世界全体の温室効果ガス排出量の約 18%まで増加すると予測されている。

食料供給の面から考えると畜肉 1 kgの生産に必要な穀物量はトウモロコシ換算で牛肉 11kg、豚肉 6kg、鶏肉 4kgとなっている。現状の生産量を増加させるためには、広大な農地と単位面積当たりの収量の増加が必須となるが、気候変動の影響により今後、農地の拡大や収量の増加をすることは難しいと考えられている。またこのように大量の飼料を必要とする畜産は穀物不足の一因ともなる。

このような背景を受けて代替タンパク質の需要は大きく増加しており 2035 年には世界のタンパク質需要のうち少なくとも 10%、多い場合には 22%が代替タンパク質になると見込まれている。

3. 代替タンパク質の具体例

代替タンパク質は①植物由来、②培養技術利用、③昆虫由来、④微生物利用の 4 つに大きく分類することができる。それぞれの技術により代替可能な製品が異なっているがこれらについてみていく。

① 植物由来

肉代替、乳製品代替の両者の生産が可能となるのが植物由来の特徴である。一般的には大豆由来ものが多くなっている。代替肉は日本国内でもスーパー等でも目にすることが多くなってきた。欧米においては健康志向、動物福祉、環境保全といった側面から需要は大きく伸びている。また既存技術からの転用にて生産が可能であることから参入障壁が低くなっており、多くの企業が植物由来代替肉の販売を行っている。乳製品代替として豆乳があげられる。近年

では豆乳だけではなくアーモンドミルク、オーツミルクといった多様な原料を用いた乳製品代替品が市場に出てきており、注目されている。

② 培養技術利用

本来は動物等から得られる産物（家畜肉、魚肉等）を、家畜や魚から細胞を採取し培養技術を用いて増加させることで生産を行う方法は細胞農業と呼ばれている。日本国内では 2023 年 2 月に岸田首相が「細胞農業」の産業育成に乗り出す考えを示した。細胞農業を用いて生産された肉は、既存の家畜肉の細胞を増殖させたものであるため同様の味や食感等を保つことが可能になるのではないかと期待されている。一方で培養技術というこれまで食品に用いられることのなかった生産方法を用いるため安全性、消費者受容性に関しては深い議論が必要である。2023 年 4 月現在、培養肉が販売され一般消費者が口にすることができるのはシンガポールのみとなっている。

③ 昆虫由来

日本でもイナゴの食習慣がある地域があるように昆虫を食用として利用している国々は多くあるが地域が特定されるなどの面があった。しかし近年では環境負荷が低いことから代替タンパク質として注目をされており、2021 年には乾燥イエロー・ミールワーム（チャイロコメノゴミムシダマシの幼虫）が昆虫として初めて EU の新規食品として承認された。昆虫に関しては乾燥させパウダー化することでプロテインバー、クッキー、パスタといった加工食品として販売されているものが大半である。消費者受容性という観点から議論に上がることは少なくないが、販売される製品種類が広がることで市場の拡大の可能性はある。

④ 微生物由来

藻類といった微生物を利用したタンパク質でありクロレラ、スピルリナやミドリムシとして有名なユーグレナがあげられる。また我々が食す機会が多い海苔も藻類由来である。藻類という点で市場のニーズが限定的になるという特徴はあるものの生産性の向上による価格低下や新たな健康効果の発見等により需要が拡大していく可能性はある。

4. まとめ

我々が生きていく上で必須であるタンパク質において、新たな技術や原料を用いた製品が開発されつつある。環境保全や人口増加による食料供給といった様々な要因にて、これらを用いた食品を好むと好まざるとにかかわらず、近い将来、食すことになる可能性は非常に高くなっている。生産者、行政が一体となり消費者へ適切な情報開示を行い、代替タンパク質に関しての需要性を高めていくことが今後は必要となってくるであろう。

循環型タンパク質としての食用コオロギについて

渡邊 崇人

株式会社グリラス

1. はじめに

最近になり、昆虫食、特に食用コオロギについての情報を見かけることも多くなってきたのではないかと思います。環境負荷の低い新たなタンパク質資源として注目されているためであるが、まだまだ詳細についてご存じない方も多いのではないだろうか。本講演では、なぜ昆虫食が注目されるようになってきたのかという基本的なところから、新たな循環型タンパク質源として社会実装を進めている内容について、報告・紹介する。

2. なぜ最近昆虫食が注目されているのか？

様々な社会構造に関わる問題・課題が浮き彫りになって久しいが、昨年から今年にかけてほど、普通に生活をする上でそれを実感することもなかったのではないだろうか。特に、あっという間に様々な食料品の価格が高騰していくのは、「食」に関わる問題を否が応にも意識することになったと推測する。このように、社会情勢や地球環境の変化により、今まで通りの食料調達は難しくなっており、今後もこの傾向は続くと考えられる。また、地球全体で見ると急速に人口が増加しており、2050年には約100億人に達すると予想されており、食料特にタンパク質の増産は喫緊の課題である。このような状況の中、2013年に国連食糧農業機関(FAO)は新たなタンパク質資源として昆虫を活用する可能性に言及し、報告書「Edible Insects」を発表した。この報告書では、昆虫は地球環境や人々の健康・生活に積極的に貢献しているもののまだ未活用な部分が多く残されており、未利用なタンパク質源として有望であるとされている。特に重要な点として、既存の畜産によるタンパク質供給に対して昆虫によるタンパク質生産を比較すると、飼料変換効率や水資源の必要量、温室効果ガスの排出量の観点で優れており、環境に優しい持続可能なタンパク質源となりうることが挙げられている。以上の観点から、現在タンパク質資源としての昆虫食が世界中で注目されてきている。

3. 昆虫食を取り巻く状況

新たな資源として注目される前から昆虫は食用として人類に利用されてきた。現在、世界中で約130の国や地域で2,000種に及ぶ昆虫種が数億人に食べられており、違和感を持たずに食用として利用されている。東南アジア圏では一般的な食材であり、コオロギ・バッタやスズメバチの幼虫など、さまざまな昆虫が食用として親しまれている。屋台でも普通に昆虫食が販売されており、スナック感覚で楽しまれている。タイでは養殖も盛んであり、世界に先駆けて国のサポートも受けながら食用昆虫の養殖に取り組んでいる。また、メキシコではバッタやイナゴがタコスやトルティーヤの具材として一般的であるし、アフリカではシロアリやイモムシ類等の多種多様な昆虫が常食されている。我が国においては、明治時代以前には昆虫食は一般的であったものの、現在では群馬県、長野県、岐阜県等の一部地域で食文化として現存するのみとなっている。同じように西洋食が主流になった国や地域では昆虫食が衰退している状態である。しかしながら、2013年のFAOの報告書により大きく状況が変化し、2013年前後から世界中で昆虫ベンチャーが創業され、新たなビジネスとしても注目さ

れている。地球上には 100 万種とも言われるほど多くの昆虫種が存在するが、産業として注目されている昆虫種は限られている。それらの昆虫が持つ特性としては、①飼育が容易である、②発育が早い、③サイズが比較的大きい、④雑食であるの 4 点が挙げられる。このような特性を持つ昆虫として、食用としてはコオロギ類やミールワーム類が、産業用としてはアメリカミズアブが挙げられ、マーケットの大きな割合を占めている。食用としては、欧州食品安全機関(EFSA)が食用昆虫を新規食品として EU 内で認可し、大きな話題となっている。これまでに認可された昆虫としては、ミールワーム類2種とコオロギ類2種であるが、これからさらに大きく拡大していくものと推測される。

4. 循環型タンパク質としての食用コオロギ

食用コオロギを持続可能な産業としていくために、研究開発が重要である。これまでに自動コオロギ飼育技術の開発、品種改良による高効率化、機能性の解析、食品残渣での飼育技術の確立の 4 点に重点を置いて研究を進めてきた。産業化への最初のステップとして開発は、高効率な飼育技術による低コストなコオロギ生産であると考え、そこで、極力人件費を抑えた飼育方法として、自動でのコオロギ飼育技術の確立を試みている。また、コオロギ自体も畜産により適した系統へと改良していくために、ゲノム編集技術を活用した品種改良も進めている。研究開発の中で持続可能な生産に最も重要となるのは、食品残渣を飼料として活用する循環型の生産体制を構築するための研究である。単なる飼育技術の開発だけでなく、食品残渣等の未利用資源からのコオロギ生産を核とした循環型でのコオロギ生産プロセスの全体設計を進めている。食用コオロギを持続可能なタンパク質生産とするためにも、食品や農業残渣を用いた飼育技術は大変重要であり、年間で何百万トンも排出される小麦や大豆、イモ類などの残渣を活用して動物性タンパク質を生産する技術は、食品残渣の問題を解決する一つの方法としても重要である。そのために食品残渣を主原料とする飼料開発を行ってきたが、これまでに使用してきた既存の配合飼料と比較して遜色無いような生育効率の配合比率を見出すことが最も重要な点である。企業から提供された小麦フスマや米ぬかなどの食品残渣をベースに有効な残渣の配合を検討してきたが、最近になって既存飼料とほぼ同等かそれ以上の生育効率となる配合比率を明らかにすることができ、特許出願を行なった。現在、株式会社グリラスでコオロギに与えている飼料は 100%食品残渣由来となっており、循環型食品としての道筋が見えてきたところである。

5. 食用コオロギの社会実装に向けて

昆虫食である食用コオロギを社会へ浸透させるためには、コオロギを原料とした一般食品が世の中に流通させることが重要である。そのために、実際に事業を推進する企業体が必要であると考え、徳島大学発ベンチャー企業として株式会社グリラスを 2019 年 5 月に創業した。これまでに、(株)グリラスではコオロギ粉末やエキスを外部企業に販売することや、コオロギ粉末を使用した自社商品の開発・販売を進めることで社会実装を行ってきた。社会実装に向けた最も大きな課題が、消費者における心理的なハードル・抵抗感である。最近も、SNS 等により様々なネガティブな情報が飛び交い、1種の炎上状態となったことが記憶に新しい方も居られると思う。まだまだ超えなければならない壁も多いが、食品残渣を活用したコオロギ生産によって実現される、環境負荷の低い循環型の動物性タンパク質生産体制は、食料問題への解決策の一つとして大変重要であると考えている。開発中の技術を核として、循環型の食用コオロギ産業を大きなものにするべく事業を推進していきたい。

大豆ミートと大豆利用の現状と課題（展望）

佐本 将彦

不二製油グループ本社株式会社 未来創造研究所

茨城大学 農学部 客員教授

1. 将来のプロテインクライシスへの懸念

プロテインクライシスという言葉がある。3つの栄養素の補給を考えた場合、将来の人口増加に伴い、供給不安を最も感じるのは炭水化物、脂質よりもタンパク質との指摘がある。肉類の大量供給は、より大きな飼料作物の供給へと需要増幅が必要とされるなど、タンパク質の増産効率が作物自体より低く、急速な需要増加へのレスポンスに対応できないと想定されたからだろう。半世紀前に弊社の創業者は、このような観点から、大豆に含まれるタンパク質を利用した普及食の開発への強い思いがあつて、社員にも語っていた。半世紀前の話であるものの、近年では畜肉増産における懸念点として、飼料の増産と関連した森林開拓や反芻動物の呼気に含まれるメタンガスの排出など、環境に大きな負荷がかかることが世界的に強く指摘されるようになってきた。

2. 大豆タンパク質の栄養健康機能および供給性

なぜ「大豆が地球を救う」というようなフレーズがあるのか？その理由としてタンパク質栄養に優れている点とタンパク質の生産性が高いことであると考えられる。ドイツの学者が「畑の肉」と言ったほど、大豆タンパク質はアミノ酸バランスが良く、1985 提唱のアミノ酸スコアは 100 である。また、生産性の高さでは、子実の 30～40%がタンパク質である稀な高タンパク質蓄積作物であり、世界の生産量は主要穀物のトウモロコシ、小麦、米につづく約 3 億トンの生産量に達する。栄養価の高いタンパク質供給量は莫大であるものの、この 9 割近くが油糧種子として先ず大豆油が抽出され、脱脂大豆はほとんどが飼料用として利用されており、肉類を供給するために使用される。先に述べたようにアミノ酸バランスが良いために、家畜の成長において飼料効率が高く重宝がられる。しかし、肉類のタンパク質を食すための飼料タンパク質の量は数倍から数十倍を必要とするため、変換効率は低い。飼料としてではなく、食用として利用されればタンパク質の利用効率は高いと言えるが、食用として供給される大豆の割合は全世界の大豆生産量の約 3%にすぎないというのが現状である。食用としての消費が世界で伸びていないことには、理由がある。たぶん嗜好性や食文化や食経験から生じる違和感と対峙したときに、選択する根拠がなかったからだろう。しかしながら創業者は、大豆タンパク質利用食品の開発について熱心に推進してきた。

創業者のもう一つの課題として、タンパク質としての栄養補給という観点だけでなく、食品の 3 次機能の生体調節機能において、つまり健康維持という点でも大豆タンパク質はどうであるかという課題があった。大豆タンパク質栄養研究会を立ち上げ、今では財団として大豆タンパク質に関する研究助成を行っている。多くの研究からエビデンスが得られ、生活習慣病予防などの健康維持の観点から効果が証明されている。ただし、これらの効果を求めるには、10g 以上／日の大豆タンパク質の摂取が望ましいと考えられている。現状の消費量では、日本の一人当たりの一日の平均摂取量は 5.9 g とされ、マメ科タンパク質全体も近年増加しておらず、健康維持の観点からは留意しておくべきではないと思われる。

3. 大豆タンパク質を利用した食品素材の開発

創業者の開発推進のもと、大豆タンパク質を利用した食品の可能性を追求するため、これまでに

開発してきた代表的な2つの素材をご紹介しますと、大豆油をとった後の脱脂大豆を原料にタンパク質を抽出・分離・濃縮・乾燥する工程をたどる分離大豆たん白(SPI)がある。また、脱脂大豆や SPI を原料にしてエクストルーダーという装置によって、高温高压せん断の後に常圧に放出して膨化組織を形成する組織状たん白(TVP)がある。これらは、大豆タンパク質のユニークな特性が生かされて食品に利用される。SPI は加熱によるゲル化特性が生かされ、品質の維持で各種食品への原材料の一つとして、一定の評価を受けている。SPI はタンパク質純度が 90%程度あるため、タンパク質補給目的の商品にも利用される。TVP は、肉と混合され、保水性や保形性など、肉と混ぜて使用する肉代替素材としてご使用いただいている。一般社団法人日本植物蛋白食品協会調べを基に推察すると、国内の消費でSPIは過去8年間で約7%の伸び、TVPは約35%の伸びである。

4. 大豆タンパク質を主体とした普及食品への挑戦

消費が伸びている SPI や TVP は、歴史が長く、食品の主体素材というよりは、機能性を発揮する添加素材である。一方、生活に必要な不可欠な豆腐などの大豆の伝統食品の消費量は伸びておらず、大豆タンパク質の摂取機会の増加は見込めない。その中で、「気候変動から地球を守りたい。もし全人類が肉食中心の食生活をすれば、地球は三つでもたりない」とスタンフォード大学の生物名誉教授のブラウン氏がポリシーとして語ったように、肉とそっくりなプラント・ベース・フード(PBF)が登場した。動物性素材を全く使用しない肉代替、乳代替、卵代替、魚介類代替のコンセプト商品がこのプラント・ベース・フード(PBF)と言う名もとに次々に上市され、豆類のタンパク質や小麦タンパク質などを原料に使用したハンバーガーパティやチキンナゲットなど、肉そのものに近い味と食感を提供できる技術が登場した。これらは大豆を含めたマメ科のタンパク質の加熱によって誘導される組織化の特性が生かされており、これらタンパク質が主体となる食品素材で、大豆の伝統食品とは異なる食べ方が考案されており、摂取機会が言わば新カテゴリーの域にある。

日本にもこのコンセプトは波及しており、弊社でも、新たな市場として参入すべく、このコンセプトに沿った商品開発が行われている。肉代替では、これまで肉と混合してご使用いただいている TVP をそのまま代替肉としてお使いいただける素材を開発し、また、乳代替や卵代替として USS と呼んでいる分画豆乳を開発して、新カテゴリー領域に挑戦している。

5. 「また、食べたい」 のために

このような PBF の展開において、ただ、しかたなく、美味しくないと食べる感覚は、受け入れられない。地球を救うという概念や動機付けはあっても、また食べたい、これなら週に2, 3回食べても良い等、食の選択肢として豊かさを感じていただける PBF を目指すならば、味の物足りなさや穀物由来のフレーバーの存在など、根本的課題がある。この対応について、動物性エキスを使用せずに植物性の油脂とタンパク質を組み合わせで調製する PBF 用の風味づくりの調味素材を開発し、ミラコアという事業をスタートしている。「ガイアの夜明け」の番組にて放映された植物性のとんこつ風ラーメンは、満足度も上がってきたと感じていただけた例であると考えられる。このような風味のギャップが小さくなるような大豆たん白主体食品が、これから上市されていくと考えられる。

6. 今後への期待

栄養価や健康機能および生産効率にすぐれた大豆タンパク質の摂取機会を増やすために、新しい食べ方、特に肉食や加工乳メニューに適応した品質を持つ食品素材は必要と考えられる。新しい大豆加工食品において、おいしく、シンプルな加工やロスを少なくするため、タンパク質組成とその含量にまで考慮した原料大豆の適性選択もその課題の一つと考えている。今後、さらに試行錯誤によって新カテゴリーメニューに登場する PBF のブラッシュアップが期待される。

新規タンパク質食品の受容について

石川 伸一

宮城大学食産業学群

1. フードテックの勃興

食産業の分野に第4次産業革命とよばれるサイバーフィジカルシステムを基にした製造業の革命が起こっているとされる。新しい食の技術は、「フードテック(Food Tech)」と総称され、さまざまな最先端テクノロジーを食の分野に活用することとされる。具体的には、代替タンパク質(培養肉など)の生産、3D フードプリンター、ロボティクスや AI・IoT の活用、さらに個人に最適化した個別化食の提供などである。フードテックが担う領域は、食材の生産(アグリテック)から消費までのフードシステム、さらにヒトの生体内の代謝(ヘルステック)を含む幅広い分野に及んでいる。

2. フードテックの背景

フードテックが注目される背景として、年々増え続ける世界の人口問題がある。人口増加に伴って食料需要が増し、なかでもタンパク質不足(いわゆるプロテインクライシス)が危惧されている。従来の畜産は持続可能な生産が難しく、拡大すれば温室効果ガスの排出が増加する可能性がある。また、畜産と並び大きなタンパク質供給源である水産物は、多くの魚種で資源の枯渇が懸念されている。こうした状況のなかでも、食料生産の持続可能性を実現し、世界の人々の需要は満たしていかなければならず、その解決策のひとつとして期待されているのがフードテックである。フードテックはほかにもヴィーガンやベジタリアン、あるいは宗教上の規律によって食べるものが制限されている人への対応策や、食の生産現場における課題や飲食店の人手不足などの解決策にもなり得ると考えられている。さらに、3D フードプリンターなどによって、栄養面、機能面、嗜好面が反映された個別化食が提供される可能性も検討されている。フードテックの「新規食品」の例を以下の表 1 に示す。

表 1. フードテックによる「新規食品」の例

タイプ	代替肉・魚介類		代替乳・卵製品		昆虫食	藻類利用食	3Dプリント食品
	植物由来	培養細胞由来	植物由来	培養細胞由来			
内容	大豆、エンドウ豆、緑豆など豆類の植物性原料などを用いて、畜肉の風味や食感を再現した加工食品	牛、豚、鶏、サーモン、ブリ、エビなどから採取した細胞を大量培養し、整形して得られたもの	植物性原料のみを使い、乳製品、卵製品の代替品として作られた加工食品(豆乳、アーモンドミルクなど)	発酵技術を用いて、乳・卵成分を生産したものや、細胞を用いて人工的に卵・乳を生産したもの	コオロギ、ミルワーム、バッタなどの昆虫を原料として作られた加工食品	クロレラ、ユーグレナ、スピルリナなどの微細藻類を大量培養し、代替タンパク質源としたもの	3Dフードプリンターによって、食材を積層したり、レーザー加熱調理をすることで、食品を立体的に造形したもの

3. フードテックの課題

フードテックの社会実装にあたり、その科学・技術の発展が前提にあるが、フードテックによる新規食品が消費者に受け入れられるかという受容性の課題が大きく立ちはだかっている。たとえば、

車や携帯電話など他分野のテクノロジーは、新しいものが比較的受け入れられやすい傾向にあるが、食のテクノロジーの受容は、食べる人の心理、思想、文化、価値観などの影響が一般的に大きい。

4. 文明開化期に肉食はどのように受容されたのか

日本人が、「新規食品」に遭遇した歴史的な例のひとつは、明治期の文明開化の際に、人々の間で牛肉を使った「牛鍋」が大流行した時である。東京地域で牛鍋ブームの舞台となった牛店が最初にできたのは横浜開港の3年後、1862年のことである。もともと居酒屋であった店が牛鍋を始めたといわれている。開業当時の牛店は、文明開化の象徴といった華やかなイメージはなく、むしろ暗く、怪しげな雰囲気であったという。それまで牛は農耕や運搬などに利用されていたため、その肉を食べるということには、人々の強い忌避感が存在していたとされる。

牛鍋は、牡丹鍋、紅葉鍋といった江戸時代の料理を元にしつつ、味付け、煮方、焼き方は客の注文に合わせて調理された。従来あった調理法にそれまでなかった食材である牛肉を具として取り入れることで、料理に新規性を取り入れつつ、一方で、食の保守性、すなわち食文化という連続性は維持された。西洋風な料理の代表として当時意識されていたにもかかわらず、牛を使うということ以外、それまでの日本にあった料理法を踏襲していたに過ぎないという指摘がなされている。

5. おわりに

現在、フードテックによる「新規食品」がたくさん登場し、「それらの食品を消費者が実際に食べるのか食べないのか」という消費の分野に大きな関心が集まっているように思える。食の歴史をひも解けば、新しい食のテクノロジーの登場の歴史であり、その受容と拒絶の繰り返しの歴史でもある。電子レンジは、発売当初の1970年代、消費者から強い否定的な意見を言われたこともあったが、今では一家に一台当たり前にある調理家電として受け入れられている製品がある一方で、遺伝子組換え作物のように登場から時代を経た現代においても未だに拒否感を示す割合の人が多い食テクノロジーも存在する。さらに、その受容性は、食品やテクノロジーの種類だけでなく、国や地域などが築いてきた食文化の影響や、個人個人の価値観などによって大きく変動する。「新規食品」の消費者受容を考える上で、自然科学の分野だけではなく、社会科学・人文科学などの知見から網羅的に考えることで、食の受容性に関する要因や法則性などを明らかにしていきたいと考えている。

講演者プロフィール

敬称略・講演順

【佐藤 佳寿子（さとう かずこ）】

東京都出身、東北大学大学院工学研究科有機合成化学修士課程修了、凸版印刷、産業革新機構スピンアウトベンチャーキャピタルを経て2020年より三井物産戦略研究所にて食・農関連の研究に従事。その後2022年より現職。「畑の肉で作ったツナ缶が水産業を救う。漁獲量減少と需要増に対応」(週刊エコノミスト2021年11月1日号 取材協力)、「<ゲノム編集食品>(後編) 食卓にのせる判断基準は？」(中日新聞2021年12月12日、取材協力)

【渡邊 崇人（わたなべ たかひと）】

1984年徳島県生まれ。2013年徳島大学大学院博士後期課程修了後、徳島大学農工商連携センター・特任助教等を経て、2022年から徳島大学バイオイノベーション研究所・講師。基礎から応用までコオロギ研究を行いつつ、コオロギを社会の役に立てるべく2019年に(株)グリラスを起業、代表取締役CEO/CTO。2021年9月よりフードテック官民協議会・サーキュラーフード推進ワーキングチームを立ち上げ、循環型で生産された食品の浸透に取り組む。

【佐本 将彦（さもと まさひこ）】

1984年佐賀大学大学院修士課程修了、不二製油株式会社 入社。2000年京都大学にて博士(農学)取得。2012～2017年大豆蛋白開発室長、未来創造研究所副所長、つくば研究開発センター長。2018年 京都大学大学院農学研究科農学専攻 特任教授。2021年より現職。専門は食品・タンパク質化学。(※現在の研究テーマ:大豆素材の分離・分画・加工による新たな大豆素材の研究開発) 受賞歴:2008年日本食品科学工学会論文賞受賞(大豆たん白質由来の低分子ペプチドを開発する研究)、通産省主催-第6回ものづくり日本大賞経済産業大臣賞受賞(豆乳の分画研究から実現した豆乳クリーム「濃久里夢」)、平成4年度飯島藤十郎食品技術賞受賞(プラントベースフードの基盤技術:大豆分離・分画技術(USS 製法)の開発)。著書に大豆のすべて(サイエンスフォーラム)、ダイズのヘルシーテクノロジー(光琳)、機能性ペプチドの最新応用技術(シーエムシー)など。

【石川 伸一（いしかわ しんいち）】

1996年東北大学農学部卒業。1998年同大大学院農学研究科博士課程前期修了。2002年博士(農学)。2005年日本学術振興会海外特別研究員(カナダゲルフ大学客員研究員)、2007年 北里大学獣医学部講師などを経て、2017年から現職。著書に『「食」の未来で何が起きているのか〜「フードテック」のすごい世界』(青春出版社)、『料理と科学のおいしい出会い(化学同人)』、『「食」の進化史〜培養肉・昆虫食・3D フードプリンタ』(光文社)など

講演内容や要旨に関して、記事等で公表する場合は、必ず事前に
(公財)農学会事務局にご相談の上、許可を得てください。

☎ 03-5842-2210 ✉ zaidan@nougakkai.or.jp