

日本の食料安全保障

—食料問題解決の糸口となり得る Food Tech とは—

株式会社スマートアグリ・リレーションズ社長執行役員
齊 藤 三 希 子

《構成》

はじめに

I 日本を取り巻く食料事情

II 解決の糸口となり得る Food Tech

III 持続可能な食料システムへの転換 おわりに

はじめに

農林水産省は、2023年度中を目途に“農政の憲法”とされる「食料・農業・農村基本法」を見直し、食料安全保障や一次産業の成長産業化の強化を図る予定としている。

農政の憲法が見直されるのは、実に四半世紀ぶりである。「食料・農業・農村施策」の新たな展開方向をとりまとめるとされており、期待されている。

見直しの背景の一つは、ワーストシナリオで“2030年にグローバル食料争奪時代の到来”が現実味を帯びてきていることだ。

本稿では、日本の食料事情を取り巻く状況・見通しを概観し、世界の食料問題解決の糸口になり得る Food Tech について、社会動向や技術について概説したうえで、持続可能な食料システムへの転換について解説する。

I 日本を取り巻く食料事情

昨今、新型コロナウイルス（COVID-19）の感染拡大や、ロシアのウクライナ侵攻の影響により、小麦や大豆などの穀物価格が世界的に高騰し、日本の食卓も大きな影響を受けている。

これまで日本では食料安全保障に関してそ

こまで深刻な危機感は見られず、食料自給率の低さを懸念する声はあったものの「海外から輸入すれば良い」という考えが主流であった。

しかし、食料安全保障における地政学的リスクが顕在化されたことにより、平素から不測時における食料供給確保の具体的な方策の検討が喫緊の課題となっている。

1 日本の食料事情

日本は農産物や農業資材・飼料の輸入依存度が高く、畜産物など一部の食品に関しては9割近くを輸入に依存している。

一方、戦後、国内の農業生産基盤（農地、農業人口）の脆弱化は著しく、潜在的に食料安全保障リスクが拡大している状態である。これまで、食料安全保障に大きな影響を与えるのは、主に気候変動や人口爆発、自然災害、新興国の経済成長と捉えられており、地政学リスクに関しては、さほど注視されてこなかった。また、これまで食料安全保障は経済力で担保できると考えられてきたことより、食料安全保障に関してはさほど重要視されてこなかったのが現状である。

しかし、昨今のパンデミック、軍事的紛争などにより、経済力では食料安全保障は担保できないことが明白となった。不測時における食料の安定的な供給に対するリスクが顕在化したことで、日本も、ようやく食料安全保障政策強化に向けて「食料・農業・農村基本法」が見直される運びとなった。

(1) 日本の食料自給率

ア 日本の食料自給率

日本の食料自給率（令和4年度）は、カロリーベースの食料自給率で38%¹となっており、長らく低水準の減少傾向が継続している。日本は、純輸入額では世界第2位の食料輸入国であり、食料は海外に依存している。食料自給率は諸外国と比較して低く、先進国中最低の水準である。

食料自給率は、国内の食料供給に対する食料の国内生産の割合を示す指標であり、食料の安定供給を目指し、維持向上を図る必要がある。

農林水産省は、令和12年度までにカロリーベースの食料自給率を45%まで高めることを目標としているが、食料自給率はこれまで長期的に低下傾向が続いており、国内の農業生産基盤が衰退する中、目標の達成はおろか、それを維持することも容易ではない。

イ 国内生産率（輸入依存率）

品目別の自給率は、米が98%、野菜が75%、魚介類が53%、果実が30%、大豆が26%、小麦が17%となっており、米以外については輸入に大きく依存せざるを得ない状況となっている。

畜産物に関しては、使用される飼料が国内産かどうか、すなわち飼料自給率を反映すると、自給率は牛肉が9%、豚肉が6%、鶏肉が8%となり、1割にも満たない数値となる。鶏卵も同様であり、ほとんどが国内生産とされているものの、鶏のエサとなるトウモロコ

シ等の飼料は輸入に依存しており、飼料自給率も考慮した鶏卵の自給率は12%程度となる。

また、野菜の自給率は比較的高いものの、実態はその種苗の90%は外国産のものであり、国内産の種苗に限定すると、野菜の自給率は8%程度になる²と指摘されている。

食料自給を考える上では、食料生産に必要なとなるエネルギーという観点も重要となるが、エネルギー自給率についても10%前後を推移している状況であり、食料自給率以上に輸入に依存している。

これらのように、“実際の食料自給率”の現状は、私たちが目にする食料自給率の数値よりも危機的な状況にある。国内生産量が多く自給率が75%の野菜ですら、種苗や資材等の9割は海外に依存しており、実質の自給率は8%未満³である。

日本が輸入している農産物のうち、輸入穀物と油糧種子と同等の農作物を生産するために必要な海外の農地面積は、日本国内の農地面積の2.1倍（913万ha）に相当する。

2021年度の日本の温室効果ガス（Greenhouse Gas 以下「GHG」という。）排出量は11.7億t、そのうち、農林水産分野の排出量割合は約4%前後⁴と少ないが、これは海外のエネルギー、農業資源（資材、土地）、水に依存しているためである。実際、日本のフードマイレージ⁵は世界第1位⁶となっており、地球環境に大きな負荷を与えている。

¹ 農林水産省「令和4年度食料自給率について」〈https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/attach/pdf/012-5.pdf〉

² 鈴木宣弘『農業消滅』（平凡社新書）平凡社（2021）

³ 農林水産省「別冊 生産資材シナリオ」（令和5年1月）〈<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/ampo/attach/pdf/simulate-5.pdf>〉

⁴ 農林水産省「農林水産分野における地球温暖化に対する取組」（2023年9月）〈<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/attach/pdf/index-24.pdf>〉

⁵ 食料品の輸送におけるCO₂排出量を考えるうえで目安にできる指標

⁶ 中田哲也「食料の総輸入量・距離（フード・マイレージ）とその環境に及ぼす負荷に関する考察」[農林水産政策研究 No. 5, 2003] 〈https://www.maff.go.jp/primaff/kanko/review/attach/pdf/040325_pr11_03.pdf〉

ウ 食糧の潜在生産能力

農林水産省は、2015年に公表した「食料・農業・農村基本計画」において、「食料自給力」という新しい概念を打ち出した。食料自給力は食料自給率（日本の食料供給に対する国内生産の割合）とは異なり、日本の農林水産業が有する潜在生産能力をフルに活用することにより得られる食料の供給可能熱量を試算した指標である。

不測時の食料安全保障に役立てるため、食料自給力指標が導入された。食料自給力指標を見ると、“国内生産のみによるいも類中心の作付け”であれば、供給可能熱量を必要エネルギー量が上回っており、不測時でも十分に食料供給が可能のように見える。しかし、この試算は、生産転換に要する期間が考慮されておらず、農地や肥料、化石燃料が十分に確保できていることが前提条件となっており、現実的ではない。

なお、現実に近い“国内生産のみによる米・小麦中心の作付け”の場合、供給可能熱量は必要なエネルギー量には届かない。

国連食糧農業機関（FAO）の定義によると、食料安全保障とは、「全ての人々が、いかなる時にも、活動的で健康的な生活に必要な食生活上のニーズと嗜好を満たすために、十分に安全かつ栄養ある食料を、物理的にも経済的にも入手可能」な状態のことである。

食料自給力指標のように、必要エネルギーの約7割をいも類から賄うことで食料安全保障を担保することは、FAOの定義に合致しているとは到底思えない。

(2) 農業生産基盤の変化

食生活の変化や高齢化に伴い、日本における米の消費量は、1962年をピークに減少傾向となっている。ピーク時には1人あたり年間118kgの米を消費していたが、2021年には半分以下の51.5kg⁷となっている。国内需要の減少に伴い、2022年の主食用米等生産量は675万tと、ピーク時（1967年1,445万t）の半分以下⁸となった。

農地面積は1965年と比較して約7割（約435万ha）まで減少⁹し、2015年に耕作放棄地は東京都の面積の2倍以上となる約42万haまで拡大している。

また、我が国農業を支える基幹的農業従事者は減少傾向にあり、1960年以降減少傾向、2020年時点で136.6万人と、2000年からの20年間で半減し、平均年齢は67.9歳となっている¹⁰。

(3) 日本のFood Access能力

日本国内の農産物生産能力が低下する中、頼みの綱とも言える海外からの輸入も昨今では容易ではなくなっている。

ロシアのウクライナ侵攻により、小麦の生産地である両国から各国への輸入は見込めなくなり、その結果、日本の主な取引先国である、米国、カナダ、オーストラリアに対する小麦の需要が急増し、小麦の争奪戦に日本も巻き込まれている。

加えて、国際的な日本の経済競争力の低下や昨今の円安の影響により、輸入における日本の「購買力」が縮小していることや、食料輸入を増加させている中国やASEAN諸国に“買い負け”する状況が加速している。

⁷ 農林水産省「令和3年度食料需給表」（令和4年度8月）

⁸ 農林水産省 食料・農業・農村政策審議会食糧部会（令和3年11月19日）

⁹ 農林水産省「知ってる？日本の食料事情2022」（令和4年12月）〈https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/attach/pdf/panful-13.pdf〉

¹⁰ 同上

中国の経済発展の結果、中国内で食文化の多様化が進み、穀物を含む食料品の輸入が急拡大している。食料輸入品を運搬するコンテナ船は、小規模輸入国である日本への航路を通過しない、または以前より値上げした海上運賃を設定し始めている。

海外勢との食料争奪戦は、食料だけに留まらず、農業生産資材（食料を作るための肥料や飼料、食料の元となる種子など）にまで及んでいる。日本は飼料や肥料の海外依存度も高いうえに、ロシアや中国の輸出制限により、調達難易度が一層増している。現状のままでは、国内での食糧不足や食料価格の上昇が深刻化しかねない。

2 世界の食料事情

(1) 人口増加・経済振興の影響

2050年に世界人口は100億人に達すると推計されている。国連食糧農業機関（FAO）は、世界的な人口爆発や新興国の経済成長により食料需要が急拡大するため、この100億人を養うためには、世界の食料需要量は2050年に2010年比1.7倍、食肉需要は2007年比で1.8倍になると予測している。

また、FAOによると、世界の農業従事者人口は全体的に減少傾向にあり、2000年には10億人であったが、2019年に9億人に減少している。世界の食料需要に反して、農業を営む人の数は少なくなっている。

(2) 気候変動・地政学リスク

世界のGHG排出量の23%が農林業から排出されており、現行の食料生産システムそのものが気候変動を加速させる要因となっている¹¹。

世界の食料生産量および食肉需要に対応すべく、従来の食肉生産システムを拡大することは、GHG排出量の面だけではなく、土地や水利用、飼料生産の面からも難しい。世界の穀物収穫量32億tのうち、37%は人間が直接食品として摂取しているものの、46%は飼料として消費されている。人間が摂取する食肉という形では、わずか7%しかカロリーを摂取できていない。

近い将来世界的なタンパク質不足に陥る可能性が高い状況である。牛肉1kgの生産に必要な穀物の量はとうもろこし換算で11kg、同じく豚肉では6kg、鶏肉では4kg¹²に及ぶ。

FAOの調査結果によると、農林水産業からのGHG排出量は、ここ50年で約2倍となっており、削減策を講じなければ2050年までに30%上昇すると報告¹³されている。

食肉供給が追い付かないだけではなく、食肉生産には膨大なエネルギーおよび大量の水、穀物が必要であり、食肉生産が環境に与える負荷は計り知れない。

(3) 諸外国の食料安全保障

他の諸外国は、食料安全保障を経済安全保障の一環として捉えている。食料安全保障に関する国家計画や施策に特徴のある、スイス、オランダ、イギリス、イスラエル、シンガポール、の5カ国について、以下に概説する。

ア スイス

スイスは、食料安全保障を国の政策の中核に位置づけ、エネルギー・社会インフラを含む総合安全保障の観点から食料安保戦略が検討されており、海外輸入策の多様化と国内生産の強化に注力している。民間企業を巻き込み、官民連携のもと食料だけでなく、エネル

¹¹ 農林水産省「気候変動への対応等の環境政策の推進」（令和2年6月）〈https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r1/r1_h/trend/part1/pdf/c2_7_00.pdf〉

¹² 前掲注9

¹³ FAO, “Agriculture’s greenhouse gas emissions on the rise, warns UN agency”, *UN News*, April 11, 2014.

ギー、医療などを併せた総合安全保障の体制を構築している。

民間企業に対しては、食料、物資の備蓄を義務付けるべく優遇措置を用意しており、輸入業者に対して一定量の備蓄を義務付ける「義務的責任備蓄」制度、および企業による「任意的責任備蓄」制度が整備されている。また、海外輸入策の多様化によるリスク分散だけではなく、国内生産を強化し、長期的な施策としている。

また、税・金利面などの優遇制度を導入することにより、民間企業を巻き込んだ備蓄体制を構築している。加えて、緊急時における食料確保のための意思決定支援システム「DSS-ESSA¹⁴」を導入して、農業生産と食料供給を最適化するシミュレーションを実施し、食料安全保障戦略を策定している。最近では、細胞農業（Ⅱ（3）ア参照）に関しても取り組み始めている。

イ オランダ

オランダは、国民1人当たりの農地面積が小さいことより、資本・労働集約型の施設園芸や酪農・畜産による高収益部門の生産に特化している。ドイツやフランスなどへの輸出を軸とし、農産物輸出額はアメリカに次ぐ世界第2位である。最近では、細胞農業や精密発酵（Ⅱ（3）イ参照）などの先端 Food Tech にも積極的に取り組んでいる。

ウ イギリス

イギリスは、Brexit をきっかけに、EU と異なる独自路線の構築・国家的な食料戦略の策定を実施し、Brexit 後の新たな農業政策では、農家などの食料生産者が補助金なしで経済的に持続可能な経営状態を実現すること、国内生産を強化することを目指している。

国内生産の成功こそが不確実な世界において国家の強靱性^{じんせい}をもたらすものとし、生産目標と地域活性化目標を支援するため、2030年までに英国のあらゆる地域の農業食品産業において、高い水準の技能教育に加え、給与、雇用、生産性の向上を確保することを目指している。

また、Brexit 後の新しい市場アクセスや自由貿易協定（FTA）を活用し、より多くの英国の食品・飲料企業、特に中小企業を支援している。2030年までに年間輸出額1兆ポンドを達成するという輸出戦略の目標も掲げている。

エ イスラエル

イスラエルは国土の大半が乾燥地帯であるが、点滴灌漑^{かんがい}と呼ばれる独自技術の開発などにより、食料自給率は9割を超えている。政府主導で農業技術の輸出に取り組んでおり、輸出を奨励することで、農業技術向上のインセンティブとすると同時に、輸出先の国々との相互依存関係を深めることで食料安全保障につなげることを狙っている。

また、イスラエルもスイス同様、食料安全保障を国の中枢政策に位置付け、官や民間企業と連携した備蓄体制を構築している。首相直轄組織が食料安全保障を担当しており、民間企業や地方自治体への指揮系統を整備している。

オ シンガポール

シンガポールの食料自給率は10%未満と日本よりも低く、食料安全保障強化のための戦略「30 by 30」¹⁵を設定し、2019年に食料自給率を2030年までに栄養ベースで30%へ向上するとの目標を発表した。

植物工場や陸上養殖施設、細胞農業などの

¹⁴ https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/pdf_archive/2018_01_f_2358.pdf

¹⁵ 食料の約9割を輸入に依存するシンガポールは、2030年までに栄養ベースでの食料自給率を30%へと引き上げる目標「30×30」を設定<<https://www.ourfoodfuture.gov.sg/30by30/>>

新規食品 (Novel Food) にも注力しており、海外企業誘致も積極的に行っている。実際、2020 年には培養肉食品の販売を世界で初めて承認した。最近では、水耕栽培装置を垂直方向に積み重ねて野菜などを生産する方法である垂直農法技術を海外に輸出することも始めている。

3 『食料・農業・農村基本法』の見直し

不測時における食料の安定的な供給に対するリスクが顕在化し、ようやく食料安全保障政策強化に向けて「食料・農業・農村基本法」が見直される運びとなった。

2023 年 5 月末に、農林水産大臣の諮問機関である食料・農業・農村政策審議会の「中間とりまとめ」が公表され、8 月より「不測時における食料安全保障に関する検討会」が開催されている。

また、スイスの『輸入の途絶等の不測時における食料供給に関する政府の意思決定支援システム「DSS-ESSA」』を参考として、食料供給シミュレーションの実施も検討されている。

しかし、現在の食料安全保障政策では、有事の際の食料供給に備えるには不足している観点がある。不足している 3 つの観点を以下に概説する。

(1) 不足している観点

ア 農業資源 (農地、資材) の維持・確保

上述の通り、日本の耕作面積は減少の一途を辿っている。食料自給力指標では、「再生利用可能な荒廃農地面積 9.0 万 ha を活用」することを前提としてシミュレーションされているが、一度耕作放棄地になった場合、農作物が栽培できる状態に戻すには約 5 年かかる。有事の際に、突然農作物を栽培することは不可能である。

また、農作物の栽培に必要な窒素・リン酸などの農業資材は 9 割近くを輸入に依存して

いる。有事の際に食用の農作物を栽培できる状態としておくためには、平時のときから農地と窒素・リンなどの農業資材を確保しておくことが不可欠である。

そのためには、農地資源確保のため用途や機能によって土地を区分するゾーニングや、窒素・リン酸の確保をどうするかを含めて検討する必要がある。

イ 輸出戦略と合わせた食料安全保障

いまや、日本の食文化や豊かな農水産物は、世界からも注目を集め、輸出産業としても拡大している。平常時は輸出用の農作物を栽培して外貨を稼ぎ、有事の際には国内の食料供給に回す。食料安全保障戦略は、これらの機会を上手く捉え、農業資源の維持・確保、および輸出を見据えた新産業創出戦略と合わせた、総合的な食料安全保障戦略を策定する必要がある。

ウ 先端テクノロジーの活用

「中間とりまとめ」や検討会では、スマート農業の推進は強調されているが、ゲノム編集食品や細胞農業に関しては言及されていない。ゲノム編集食品や細胞農業は、資源が乏しく、種苗や肥料なども海外に 9 割依存している日本において、少ない資源で日本の食料需要を満たせる可能性がある。また、環境負荷の低減への寄与も期待されている。

上述の通り、諸外国では食料安全保障政策の一環として、積極的に細胞農業やゲノム編集技術の導入を推進している。日本は世界に先駆けてゲノム編集食品の技術開発に取り組んできた。その技術を活用し、輸出戦略を検討すべきである。

(2) 日本の食料安全保障のために必要な政策

日本は、食糧用小麦の需要量の 2、3 月分、政府備蓄米 100 万 t、飼料穀物 100 万 t の農産物備蓄を行っている。一方、需要量は 798 万 t (R 元年)、生産量は 776 万 t (R 2 年)

と、生産量が需要量を下回っている状況であり、不足分は海外輸入で賄っている。

当たり前のことだが、農産物は有事になったからといって急には栽培できない。農地や肥料などの農業資材や農業従事者が必要である。前述のとおり、農地は、一度耕作放棄地になり荒廃してしまうと、農作物が栽培できる状態に戻すには、約5年かかると言われている。

日本の食料安全保障施策は、①国内農業生産の拡大、②安定的な輸入先の確保、③備蓄の3つの柱で構成されている。しかし、農業生産基盤が確保されていなければ、国内農業生産の拡大ができない。農業生産基盤の脆弱化が著しいからこそ、既存の食料安全保障の3つの柱に、「農業資源の確保」を追加することが重要である。

食料安全保障のためには、農地、農業従事者などの農業資源について、輸入先国の分散化や備蓄だけではなく、自国で食料の安定的な供給を確保できるよう、平時から維持・拡大を図る必要がある。

(3) 農地の維持・確保政策案

米の需要量が低下の一途を辿る中、大豆や麦などへの転作も思うように進まず、耕作放棄地の拡大は歯止めが掛からない状況である。このままでは、有事の際の食料供給に必須の農地・農業従事者は維持できなくなる。

このような状況の中、生産過剰となった米の生産量を調整し、米の価格安定化を図るため、1971年から2018年に至る約50年の間、米の作付面積を削減する減反政策が実施されてきた。減反政策廃止後も米の生産量の抑止につながるような政策を実施している。

一方、気候変動や新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大、ロシアのウクライナ

侵攻などの影響もあり、小麦や大豆などの穀物価格が高騰したことより、世界的には米の需要が増加している。USDA（米国農務省）のレポート¹⁶によると、2021年の世界の米消費量は2019年比で4.5%の増加となっている。日本は世界的な潮流から逆行した農業政策をとり続けている。

ア お米の可能性

農地の維持・保全策のひとつとして、今こそ「米」の価値を見直すべきである。約3,000年前、縄文時代後期には大陸から伝わっていたとされる稲作、米は、日本の高温多湿な気候に適しており、日本全国で安定して収穫できることより、備蓄食料として最適である。

また、注目すべきは米の栄養価である。米と言えば炭水化物のイメージが強いが、タンパク質も含まれており、肉食が一般化するまでは日本人にとって貴重なタンパク供給源であった。含有量は100g当たり2.5gと多くはないものの、近年の研究によって健康に寄与する効果も解明されつつあり、再評価が進んでいる。

何より重要なのが、米は「日本の食料自給の要」だということである。米は国内自給率ほぼ100%を維持しているが、米の消費量が減少を続ければ、休耕地が増えることも懸念される。米を食生活の中心に据えることが、日本の食料安定性を支える有効な手段となり得る。

世界的に米の需要が伸びているのは、小麦や大豆などの穀物価格が高騰していることだけが要因ではない。米は、従来のように白米として食べるだけではなく、小麦やミルク、大麦の代替にもなる。健康志向の高まりにより、グルテンフリーな食生活が関心を高めたことも、小麦の代替となる米への注目が集まった理由の1つである。

¹⁶ USDA, *World Agricultural Supply and Demand Estimates*, November 9, 2022

さらに、米糠^{ぬか}は、抗酸化作用のあるビタミン類や有害ミネラルの排出をすすめるフィチン酸、食物繊維などのすぐれた栄養成分をたくさん含んでいる。米糠には免疫力活性化効果もあり、健康食品やスキンケア化粧品などさまざまなヘルスケア製品に配合が可能な「米糠発酵抽出物」も開発されている。

米糠にはまだ発見されていない成分が多数あり、プラスチックやエタノールなど化石燃料削減、抗ウイルス剤など、新たな製品や新薬を開発できる可能性がある。米の可能性は無限に広がっている。

お米には、食料安全保障だけではなく、日本の新産業を創出する可能性が秘められている。米を活用した新産業創出戦略は、輸出を見据えた新規産業戦略と食料安全保障戦略策定の一石二鳥になるのではないだろうか。

II 解決の糸口となり得る Food Tech

1 グローバル動向

私たちが生きていくうえで必要不可欠な“食”。上述の通り、気候変動や地政学リスクの増加、世界的な人口増加、新興国の経済発展など、グローバルな食料サプライチェーンの混乱を背景に世界的に食の持続可能性が危ぶまれている。

これらのグローバル課題を解決する糸口をなり得るものとして、“Food”と“Technology”を融合させた Food Tech が世界的に注目を集めている。

(1) スマート農業

ロボットやAI、IoTといった先端技術を活用し、人手に頼っていた農作業を自動化・効率化するスマート農業は、農林水産省でも、スマート農業の社会実装に向けたプロジェクトを全国各地で展開するなど、国を挙げて推進している。中でも期待されているのが農業用ドローンだ。具体的な活用例としては、遠

隔操縦による農薬・肥料散布や、カメラを搭載しての生育状況のセンシングなどが挙げられる。

一方で、ロボットトラクターやIoTやAIを駆使したデータ活用による効率化は、狭い国土では効果が限定的である。スマート農業の成功は、いかに農業生産を集約化・大規模化できるかがカギとなる。

(2) 陸上養殖

人手不足は農業分野だけでなく、水産資源を担う漁業・養殖の分野でも深刻だ。かつては「漁業大国」と呼ばれた日本だが、近年では生産量が激減している。もちろん、海洋環境の変化や地政学的リスクの高まり、海洋汚染、消費者の魚離れといった要因もあるが、主要な担い手である地域漁村では過疎化・高齢化が著しく、危機的な状況と言える。

こうした課題解決に向けて、注目を集めているのが陸上養殖だ。陸上に設けた養殖プラントで、効率的・計画的に魚介類を育てるもので、水産庁も後押ししており、水産事業者だけでなく、水処理事業者などの異業種、ベンチャー企業や研究機関、商社など多様な分野から参入の動きが見られる。

陸上養殖のメリットは、労働環境の改善や人手不足の解消にとどまらない。管理が行き届くため生産効率が高い、トレーサビリティが確保できる、餌の残骸などで海洋を汚染しない、場所を選ばず消費地近くでの生産が可能といった、多くのメリットが考えられる。世界的には、マイクロプラスチックなどによる海洋汚染が懸念される中で、管理された水槽で安全に飼育されるというメリットが重視されている。

(3) 代替タンパク質

食料の安定供給に関するキーワードの1つに「タンパク質クライシス」がある。人口に

対するタンパク質の需給バランスが崩れることを意味しており、2050年には到来する可能性が高いとされている。

主要なタンパク源である食肉を得るには、家畜だけでなく飼料となる穀物を育てる必要があり、広大な土地や肥料などの資源が必要となるため、容易には増産できないという事情があり、食料の中でも特にタンパク質が取り沙汰されている。

タンパク質クライシスは、食の欧米化により肉の消費量が高まる日本にとっても深刻な課題であり、新たなタンパク源を生み出すFood Techが期待されている。代替タンパク質の生産方法を以下に概説する。

ア 細胞農業

代替タンパク質の製造技術として、バイオテクノロジーを活用し、牛や豚など家畜の細胞を組織培養することで得られる細胞農業が注目されている。家畜を飼育・屠殺することなく得られるため持続可能性が高く、感染症などのリスクも回避可能となる。設備投資によって生産効率を高め、大量生産が可能になるというメリットもある。

また、大豆など植物由来の代替肉と異なり、肉そのものの細胞を用いているので、栄養価などは従来の食肉と変わらないが、従来の畜産と比較して、GHG排出量を80%、土地使用量を99%、水使用量を96%削減できることが強みである。

まだ割高感があるが、今後、市場への普及に伴い大規模生産が可能になれば、より購入しやすい価格になることが期待できる。培養肉が一般の食卓に並ぶ日は、そう遠くない。

イ 精密発酵

最近では、単に生物資源を使用した素材・原料に切り替えるのではなく、生物多様性や自然環境に影響を与えない生物資源へ切り替えられている。ここ数年の微細藻類や微生物を活用した微生物発酵など、バイオテクノロ

ジー技術革新により、微生物のバイオマスそのものを原料とすることが可能となり、それらを利用した技術開発が進んでいる。

例えば、代替タンパク質の生産方法は、細胞培養だけではなく、菌類由来のマイコプロテインも普及している。マイコプロテインは、大豆ではなく菌糸体を活用した代替植物肉または代替水産物である。食感や口当たりなどのテクスチャを再現するため、3Dプリンターを活用し、マイコプロテインの代替タンパク質が製造されている。

実際に、あるFood TechスタートアップがCO₂と微生物を活用して生成した単細胞タンパク質は、すでに一部の国での販売許可を得ている。

いずれの技術もスケール化には課題があるが、あらゆる産業において生産方法が変わり、既存の産業構造やサプライチェーン、プレーヤーが劇的に変化する転換期を迎えているなか、持続可能な原材料の調達や製品開発に資する要素と言える。

(4) ゲノム編集食品

食料安全保障政策のひとつとして重要となるのが、ゲノム編集食品である。今後、スマート農業は、普及拡大とともに大規模化やIoTなどデジタル技術による自動化・効率化が進むことが予測されるが、気候変動や地政学リスクへの対策としては、効果が表れるまでに時間を要する。しかし、ゲノム編集は、より少ない資源で、より多くのものを作ることができる。

日本では、2019年10月よりゲノム編集で狙った遺伝子を壊して特定の機能をなくした食品は、届出のみで販売できるようになり、安全性審査は不要となった。

京都大学発スタートアップのリージョナルフィッシュは、トラフグの養殖にゲノム編集技術を活用することにより、1尾から取れる

可食部を2倍、生育期間を1/2にし、生産コストを1/4に低減することに成功した。2021年から既に市販されている。

ゲノム編集魚と水耕栽培とを融合させたアクアポニクスなど、他のテクノロジーと融合させることで、食の持続可能性を高めていく一助となると考えられる。

Food Techが広げる食の可能性は、幅広い業種業態の事業者にビジネスチャンスをもたらすと同時に、食の持続可能性という社会課題の解決への貢献の機会も与えている。バイオ資源とバイオテクノロジーは、少資源国であり、資源の海外輸入依存度が高い日本にとって、国内で賄うことが可能となる革新的な技術である。

Ⅲ 持続可能な食料システムへの転換

これまでGHG排出源とみなされてきた農業がもつGHG排出量削減策として、「カーボンファーミング（炭素貯留農業）」というアプローチが注目されている。農業や林業などの土地利用によるGHG排出量は、全排出量のうち約23%に相当するとされている。そのため、これまでの農業はGHGの排出源としてみなされていた。特に、森林から農地等への用地転換による排出量の増加が、GHG排出の最大の要因となっている。

カーボンファーミングは、農地などの土壌中に炭素を貯留させる農業生産方法である。これまで農業はGHGの排出源とみなされていたが、特に炭素についてはこのカーボンファーミングにより、農業が炭素抑制源となることが期待されている。

名古屋大学発のスタートアップ「TOWING」は、環境に配慮した人工土壌「高機能ソイル」を開発した。「高機能ソイル」は、植物の炭等のバイオ炭（多孔体）に微生物を付加し、有機質肥料を混ぜ合わせて適切な状態で管理してつくられる微生物の培養技術である。

高機能ソイル技術を活用すると、通常、良質な土壌づくりにかかる3～5年の期間をわずか1か月に短縮可能となる。同社は、高機能ソイル技術を活用した高機能バイオ炭を、農業で使用できるよう製造した人工土壌「宙炭」を開発・販売している。

また、宙炭を施用することによるカーボンファーミングにも取り組んでいる。宙炭の製造には、農作物の副産物であるもみ殻や、枝・葉を利用するため、宙炭施用により、約10a（1反あたり）で約1tのCO₂を削減することが可能と試算している。

持続可能な食料システムへの転換に向けて、今後はFood Techだけではなく、土壌を修復・改善しながら自然環境の回復に繋げる環境再生型農業への転換にも取り組む必要がある。

おわりに

食料安全保障は経済安全保障の一環である。しかし、日本は他の諸外国とは違い、経済安全保障の一環として捉えられていない。

2022年は、気候変動やCOVID-19の感染拡大、ロシアのウクライナ侵攻に加えて、パキスタンの大洪水による影響で、米の収穫量も減少した。年々、食料安全保障への危機感が増している。さらに、昨今では北朝鮮危機や台湾有事など、日本周辺で軍事的な紛争が生じる可能性が出てきている。

皆さんもパスタやうどん、パンなどの身近な食品の価格が高騰していることにより、食料危機を肌で感じているのではないだろうか。

有事の際にサプライチェーンが分断された場合、復旧までに1年では終わらない可能性がある。食料の大半を海外に依存している日本にとって、サプライチェーンの断絶などの有事の際に備えておく必要があり、食料安全保障戦略の高度化が不可欠である。

国連世界食糧計画(WFP)によると、2023年に3億4500万人が高いレベルの食料不安

に直面し、深刻な飢餓に苦しむことになる
と推定している。これは、2020年の2倍以上で、
新型コロナウイルス感染症流行以前と比較す
ると、2億人の増加となっている¹⁷。毎日不
自由なく食べられることは、決して当たり前の
ことではなくなっている。

このグローバルな食料危機に対して、今後、
私たちの食卓を守るためには、日本としてど

う対応していくべきか。

まずは、我々消費者が食料安全保障に対し
て興味・関心を持ち、Food Techなどの先進
技術に関して、その安全性や信頼性なども含
めてしっかりと見定めながら、受け入れてい
くという姿勢が、日本の食生活の未来を支え
る第一歩となるのではないだろうか。

【参考文献】本文及び脚注に掲げたもののほか、以下のものを参考とした。

- ・平澤明彦、「世界の情勢変化と日本の食料安全保障：パンデミックとウクライナ紛争を踏まえて」『農
林金融 76 (6)』農林中金総合研究所 編 (2023.6)
- ・山下一仁、「食料・農業・農村基本法の適正な見直し 食料・農業・農村政策審議会基本法検証部会「中
間とりまとめ」の問題点 (1) 食料・農業編及び (3) 食料安全保障編」『ポリシー・ディスカッション・
ペーパー』(独) 経済産業研究所 (2023.7)

¹⁷ WFP 「世界的な食糧危機」 <<https://ja.wfp.org/global-hunger-crisis>>