昆虫食ビジネスの動きと島根での取組の可能性について

個人研究　農業部門　吾郷秀雄

I. はじめに

最近、世界的に昆虫食への関心が高まりつつある。我が国でもテレビや雑誌等で昆虫食が取り上げられ、首都圏だけでなく地方でも食用昆虫の自動販売機が設置されるなど販売が拡大している。

その端緒は2013年に国連食糧農業機関（FAO）が発表した報告書による[1)]。世界人口の増大による深刻な食糧不足と温室効果ガス排出の環境へのダメージを懸念して、SDGｓ（持続可能な開発目標）にも貢献する昆虫食を推奨したことが理由である。

国内メディアでは22年2月にNHKの[サイエンスZERO]で「“昆虫食”の時代がキタ！ヘルシー＆タンパク質豊富な大注目食材！世界を救う昆虫の底力！」と題して、昆虫食の魅力や普及状況が放映された。また同年2月にはBSS山陰放送でも、「コオロギが食糧不足から救う？品切れ続出の“昆虫食”商品がひそかなブーム・山陰でも新商品開発」として放映された。

このように国際的に昆虫食がブームとなっているため、その背景や全国での取組状況、さらに島根県内での昆虫食ビジネスの可能性について考察する。

II. 昆虫食ブームの概要

1. 昆虫食ブームの背景

〇国連食糧農業機関の報告書

昆虫食ブームのきっかけは、2013年に国連食糧農業機関が出した報告書である。世界人口が22年に80億人だったものが30年には90億人を超え、深刻な食糧不足が懸念されることと、生産効率のみを重視した従来方式の家畜生産では環境負荷が大きくなり、地球の自然循環機能が破綻するおそれがあることを指摘した[1)]。

人口増加による食糧不足が懸念されている一方、世界的には家庭やスーパー、飲食店などで、食べ残しや売れ残り、賞味期限が切れるなどの理由から、大量の食品廃棄が発生している。我が国の食品ロスは約612万トン/年、食品ロスを含む食品廃棄物は約2,531万トン/年[2)]、世界の食品ロスは約13億トン/年で、これは世界の食糧生産量の約3分の1にも当たるという[3)]。

つまり、大量の食品が食べられずに廃棄されている状況が続けば多くの食料を無駄にしているだけではなく、将来の人口増加による食糧危機にも適切に対応できず、廃棄にあたるコスト増加や環境の悪化にも繋がるため、世界規模で食品ロスを削減する取組と、捨てられるはずだった食品を新たな技術を用いて新しい食料として循環させる、いわゆる「**サーキュラーフード**」（循環型食品）のシステム化が緊急の課題と指摘している。

その対応として、生産力の向上だけでなく環境負荷や食品ロス問題を同時に解決していく1つの方法として、牛・豚・鶏などに代わる重要な動物性タンパク源の「**昆**

虫」を提示した[1)]。

昆虫が環境に優しい理由は、例えば体重 1 kg増加に必要な餌量は牛約 10 kg、豚約 6 kg、鶏約 3 kgに対し、コオロギは約 1.7 kgと牛に対して約 6 分の 1 と少なく、さらに必要水量、飼育スペース、温室効果ガスの発生量も非常に少ないことにある。（下図参照）

BSS 山陰放送：コオロギが食糧不足から救う？品切れ続出の「昆虫食」商品がひそかなブーム　山陰でも新商品開発　2022.02.26

〇国内の関係機関の動き

国内でも昆虫食は SDGs に貢献する“環境に優しいタンパク源”として注目され、現在、内閣府が主導する大型研究プログラム「ムーンショット型研究開発制度」のテーマの 1 つである。これは従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する国の大型研究プログラムであり、その目標５：「食と農分野」には「50 年までに、微生物や昆虫等の生物機能をフル活用し、食料のムダを無くし、健康・環境に配慮した完全資源循環型の食料生産システムを開発する」こととしている[4)]。

また 20 年度に農水省と民間企業が共同で「フードテック官民協議会」を設立し、①大豆ミート食品など植物由来の代替タンパク質、②昆虫食・昆虫飼料、③細胞培養食品の開発や、食品産業の自動化・省力化を実現するロードマップを策定中である。この中の昆虫ビジネスワーキングチームは 22 年 7 月、コオロギを食用、飼料用として生産する際に生産者が守るべき管理手法を定めたガイドライン案を公表した。

2. 世界の昆虫食の動き

(1) 安全な昆虫食の普及

国連食糧農業機関によれば、世界では既に約 20 億人が日常的に昆虫を食べている[1)]。食事の中で、家畜や魚介類などと並ぶ選択肢の 1 つとして日常的に昆虫を食べるようになる日が近づく中、その安全性の議論も始まっている。

世界に先駆けた取り組みを行っている EU（欧州連合）では 18 年、新規食品（ノベルフード）」に関する EU 規則が施行され、栄養価の高さや環境負荷の低さなどから新たな食糧として昆虫が新規食品として規定された。新しい食品として認められたのはトノサマバッタ、ヨーロッパイエコオロギ、ミールワーム等である。このように昆虫は、EU 全域で食品として流通が可能となり、市場の拡大に期待がかかっている[5)]。

日本では昆虫の食品認定が遅れていたが、前述のように安全性についてのルール作りの整備が始まっている。安全性の高い昆虫の繁殖のために、「どのような施設で作るのか、どのようなエサを使うのか、作業する人への健康被害はないのか、あるいは逃げ出さないか、逃げ出した場合の生態的なリスクはどんなものなのか、などを踏まえて、日本に合ったルール整備が、非常に重要になってくる」と東京農工大学の鈴木丈詞准教授は指摘する。

(2) 世界の昆虫食の状況

伝統的にアジア、アフリカ、ラテンアメリカの一部で昆虫は主食であり、アフリカの一部地域ではイモムシが貴重なタンパク源である。東南アジアの一部では、アリの卵がご馳走としてふるまわれる。

欧州の昆虫食市場は前述のように 18 年の EU 規則施行後、にわかに活気を帯びてきている。従来は、主に大豆を用いた植物由来の代替肉が注目を浴び、市場が急拡大して来たが、18 年から、大豆以外の代替肉として「昆虫」がメディアを沸かせることとなった。「欧州の代替肉は昆虫である」という記事もある[5)]。

タイやラオスなどのアジアの国々でも、主としてコオロギの繁殖が積極的に行われているが、東南アジアに生息する「**サゴワーム**」という幼虫の繁殖も盛んである。

サゴワームは正式名称をヤシオオオサゾウムシといい、成虫は 22～35mm になる甲虫であり、その幼虫を食べる。キャッサバ芋をベースとした餌を使用し、約 2 kg の餌で、約 35 日後には約 1 kgのゾウムシの幼虫が収獲できるという。1 匹当たりの重さは 8～10g である。

幼虫はカブト虫の幼虫を少し短くして太くした感じで、頭は小さい。強力な顎を持っており、ヤシの繊維を食いちぎる。幼虫は市場などで「串焼き」にして食され、風味豊かで香ばしく味は非常に美味だという[6)]。(下写真参照)。

サゴワームの生育過程と食べ方の事例（ウキペディア）

幼虫　　繭　　さなぎ　　成虫

左写真・NPO 法人食用昆虫科学研究会代表・佐伯真二郎氏

(3) 昆虫食ビジネス市場の今後の動向

〇世界市場は 25 年には 1,000 億円規模[6)]

（株）日本能率協会総合研究所によると、世界の昆虫食市場は 20 年度に約 70 億円だったものが 25 年度には約 1,000 億円となる見込みとし、昆虫食市場の概況を次のように説明している。

・ 昆虫食は生産時の環境負荷が少ないことから、環境意識の高い欧米を中心に注目を集めている。
・ 伝統的な昆虫食に加え、昆虫の原型をとどめず消費者の抵抗感が少ない加工された新製品の開発、販売が進む。
・ EU では前述のように 18 年に食品としての承認を受けて市場の拡大が予想され、食用昆虫の養殖に注力する企業が増加し、価格の低下、昆虫食の更なる普及が見込まれる。

〇国内の昆虫食ビジネスの動向 [7)]

・国内の急成長する昆虫食ビジネス、昆虫ベンチャーは、先見性のある一部の投資家から注目を集めている。食用コオロギ国内生産量 No.1 のグリラス（徳島大学発のベンチャー企業）が約 2.9 億円、カイコ由来タンパク質を用いた経口ワクチンの開発を行う KAICO（九州大学発のベンチャー企業）が 2.6 億円の資金調達を実現した。
・昆虫食ビジネスは SDGs に貢献するため社会的意義が高く、世界中から資金が集まりやすい傾向だと言える。クラウドファンディングを利用した資金調達も盛んになっている。
・その他、「コオロギ餃子」「昆虫食で非常食」「昆虫食カフェ」など、昆虫食を手がける個人事業、ベンチャー企業などがクラウドファンディングを活用し、資金調達に成功している。

なお日本では食用昆虫を「**プチジビエ**」、昆虫食繁殖ビジネスを「**手のひら畜産**」と呼ぶ人もいる。

3. 国内での昆虫食の動き

(1) 従来の昆虫食

国内ではイナゴやカイコ、あるいはザザムシなど、地域によって昆虫を食べる食文化があって、昔から昆虫が食べられていた。イナゴの佃煮は、日本料理の代表的な昆虫食だった。

特に有名なのが、今でも昆虫が普通に食用にされている長野県である。地元の人の話だと、市場で販売されているだけでなく、海辺の人が潮干狩りをする感じで、自分で採ることもあるという。

長野が誇る食文化、ザザムシの佃煮。写真：佐伯真二郎氏

(2) 出雲の忘れられた昆虫食

〇秋のイナゴ（えなんご）の佃煮

稲刈り時期にイナゴが稲に付くため、それを捕って佃煮にして食べられた。イナゴは朝早い時間帯は羽根が露で濡れて飛べないため、その時間帯に手つかみで捕獲され、短い竹筒に付けた布袋に入れられた。

イナゴを袋に入れたまま熱湯に浸すと糞をするので、乾かしてから焙烙で炒る。そして食べにくい羽根や足のギザギザ部分を取り除き、醤油と砂糖を少々入れた鍋で煮詰めて、甘辛い味のイナゴの佃煮の出来上がりである。その後、農薬による消毒が始まり、イナゴの数も少なくなった。

現在でも出雲市内のスーパーにはイナゴの佃煮が販売されており、根強いニーズがあるという。加工は県内業者であるが、イナゴは輸入品である。

〇冬のカミキリムシの幼虫

冬場にはカミキリムシの幼虫が食されていた。カミキリムシの幼虫は、薪づくりの際に割られた木から獲られ、食べられていた。しかし今では 80 歳代の高齢者だけが覚えている冬の味覚である。

ネット情報によると、「カミキリムシの幼虫は、昆虫食業界では最もおいしい昆虫であり、昆虫界のマグロのトロと言われるほど親しまれていたが、現在では入手も難しくなっている」としている。

(3)現在の昆虫食の動き

無印良品のコオロギせんべいは売り切れが続出し有名になった。首都圏だけでなく地方都市にも昆虫食の自動販売機が設置されるなどブームになっている。さらに、たくさんの加工品が開発されて、昆虫食は今やプロテインやスムージー、昆虫パウダーを利用したパンやカレーにまで進化している。

現在の国内の昆虫食ビジネスの中心はコオロギである。その他はイナゴやサゴワームなども実験レベルで飼育されている。

ここでは日本で販売されている昆虫食を簡単に紹介する[7)]。

〇【Ellie】SILKFOOD（シルクフード）エリー株式会社

「オランダせんべい」で知られる山形県の酒田米菓と、食用蚕パウダー入りSILKFOOD チップスを開発。カイコプロテインを配合したオリジナルスムージーで、グリーンではタンパク質 5g と 1 食分の野菜、フルーツでは 1 日分のフルーツが摂取できる。

〇【無印良品】コオロギせんべい・コオロギチョコ

コオロギせんべいとコオロギチョコ　無印良品公式 HP

コオロギパウダー入りせんべいは、無印良品と徳島大学発ベンチャーのグリラスとの共同開発商品。エビせんべいのような香ばしい風味が特長である。

〇【はまる食品】昆虫食自動販売機商品

はまる食品公式 HP

昆虫食自動販売機ではサソリなど一般的に食用にならないと思われる昆虫も含めて、世界中の様々な昆虫が販売されている。

(4) サゴワーム [8)]

国内のサゴワームの幼虫の市販品は現在、タイからの冷凍輸入品で、価格は 100g 当たり 2,500 円程度と非常に高い。加工品も下写真のように、タイからの輸入品で 10g が約 1,500 円と極めて高い。（下写真：左は容器、右は中身の加工品）

〇牛肉よりも高タンパク・高エネルギーのサゴワーム

サゴワーム乾燥品と牛肉 100g あたりの主要な栄養素について比較すると、次表のようになる。

	サゴワーム（100gあたり）[*4]	牛肉（肩ロース100gあたり）[*5]
エネルギー [kcal]	591	258
タンパク質 [g]	27	17.8
脂質 [g]	48	20.8

サゴワームはエネルギー、タンパク質、脂質のいずれも牛肉より非常に多く、かなり栄養がぎっしり詰まった食材といえる。食用昆虫の中でも特に、鉄分が豊富である。鉄分以外のミネラル成分も多く含まれているので、サプリメントに劣らない優秀な食品と言える。このように栄養価が高いが、飽和脂肪酸も多いため、食べ過ぎには注意が必要である。

(5) 食用昆虫の生産者と課題

国内のコオロギ生産者は企業だけでなく、大学発ベンチャーなども入ってきており、約 10 社が生産を行っている。コオロギ繁殖の餌には、食用に適さない野菜の端材などの食品廃棄物が活用されることから、SDG s の観点からも効果的である。

新規に参入する企業もあるため価格は下がってきているが、大きな課題は温度調整である。冬場（10 月～5 月）の加温だけでなく、夏場の 35 度以上の高温時の冷房も必要になってくる。

Ⅲ. 島根県内でのサゴワーム繁殖ビジネス

1．島根県内でのサゴワームの繁殖の可能性

〇出雲の日系ブラジル人支援事業とサゴワーム飼育試験

筆者は 3 年前から日系ブラジル人の農業支援を行ってきた。彼らの農地確保が難しかったことから、耕作放棄地の所有者にお願いして、現在では出雲市内で約 3ha の農地を確保している[9)]。

そこではブラジル野菜などを栽培しているが、特に面積が大きいのがキャッサバ芋である。3 年目の今年は栽培方法にも慣れて生産量が約 10 トンにもなる計画であるため、今度は販売先の確保が大きな課題となっている。

対策の 1 つとしてキャッサバ芋を活用した焼酎づくりを提案し、出雲の酒造会社にお願いしたところ、22 年度は試験的に 200 kgの芋で醸造してもらえることになった。

前述の 22 年 2 月の NHK[サイエンス ZERO]「“昆虫食”の時代がキタ！」を見ていたところ、世界の昆虫食が放映された。サソリなどのゲテモノ食もあったが、その中で東南アジアで飼育されているサゴワームの繁殖ビジネスは非常に魅力的であった。味はおいしいと紹介され、餌はキャッサバだという。

〇サゴワーム繁殖試験への取組

- キャッサバの利用可能性が出たため、サゴワームについてネットで情報を調べ、NPO 法人・食用昆虫科学研究会に問い合わせで情報を収集した。その結果、飼育は数人の研究者によってされているが、国内での繁殖事例はないことが分かった。理由は多分、餌となるキャッサバ芋が手に入りにくいためだと推測している。
- この虫はヤシを食べる外来種の害虫で、既に 1975 年頃に沖縄県で最初に確認され、1997 年から西日本各地の太平洋側で分布を広げた。これらの地域では街路樹などに植栽されたカナリーヤシ（フェニックス）への食害が多く報告されている。10 年代には太平洋側を中心としてヤシの被害が拡大したが、現在では大きな問題となっていない。
- この虫の飼育について法律上の制約があると考え、環境省及び農水省に問い合わせた。その結果、サゴワームは外来生物でヤシを枯らす害虫として駆除されているため輸入は禁止されている。しかし既に国内に生息している虫は「環境省特別外来生物に指定がない」し、「農水省の植物防疫法上も、飼育しても問題ない」ということを確認した。しかし、駆除している害虫であるため飼育・養殖に当たっては、「養殖施設からの分散防止に注意が必要である」ことも分かった。
- 飼育できる可能性が高まったため、親虫探しを始めた。22 年の 3 月頃から 10 か所以上の専門機関や大学に相談した結果、一つの大学から、地域連携事業としてトラップによる捕獲協力の話があったが、結果的に捕獲はできなかった。しかし、同年 9 月に入り、近畿地方の機関から突然捕獲の連絡があり、親虫数匹を確保できた。それから、飼育試験を開始している。

2. 現在までの繁殖試験結果

サゴワームの餌となるキャッサバは、出雲市内で日系ブラジル人が大規模に栽培をしているため、大量確保が可能である。しかし食用部分は割高になるため、食用にできない皮などの活用を試験的に実施している。

〇現在までの試験で確認できたこと

- 生キャッサバは毒性があるためか幼虫の成長が非常に遅く餌として使えない。
- キャッサバ皮の乾燥餌では、良い効果が出ているため、これが餌の本命と考えている。乾燥により水分量が何%になれば毒性がなくなり、餌として使用可能かについては、東京の大学に研究をお願いしている。
- ヌカの使用は発酵熱が出るため、注意が必要である。
- 試験ではキャッサバ皮だけでなく、サツマイモの切れ端やサトウキビなども餌として活用できないか実験中である。サトウキビは皮を剥いでから与えなければいけないため、剥ぐために手間がかかる。
- 飼育試験では 9 月中旬から 11 月中旬までの 2 か月（60 日）間で、体重が約 7g となった。10 月から温度が下がったため生育期間は長くなった。

Ⅳ. 考察

サゴワームの繁殖について、将来的な繁殖ビジネスの可能性と現在までの飼育試験結果についての考察は、次のとおりである。

1. サゴワーム繁殖ビジネスについて

(1) 餌と繁殖方法

- 餌は食用として使えないキャッサバ皮を乾燥させて使用するため、日系ブラジル人により事業化が可能である。キャッサバ皮は無料であるため、「乾燥・粉砕費と年間を通した保管費」は必要であるが、「**安く餌の確保が可能**」と考えている。
- 9 月から開始した試験方法は、①餌の準備：乾燥キャッサバ皮や糠を入れてよく混ぜ水を入れる、②そこにヤシ殻ハスクと親虫を入れて産卵を促す。なお親虫は 2 週間程度の間隔で最大 5 回連続して産卵する。
- 産卵した後の飼育管理は、大きくなるまで待つだけであるため、ほとんど手間がかからない。時々、水分量のチェックは必要である。
- 繁殖期間は、東南アジアでは気温が高いため 35 日間程度と言われているが、国内では温度が低い冬場は成長速度が遅くなり飼育期間が長くなる。
- 繁殖場所はスペース的には廃校などが考えられるが、出雲は温度が低いため 10 月から 5 月までの 8 か月間の加温が必要である。加温が不可欠であることを考えると、「**安く加温ができる場所**」の確保が最も重要だと考えられるため、例えばバイオマス発電所の排熱や温泉の排熱水などの利用が可能な場所を探す必要がある。
- 飼育容器はコオロギでは 50 ㎝程度の高さの衣装ケースが使われているが、サゴワームの場合は、東南アジアでは直径 50 ㎝のタライを 5 段重ねで飼育されており、コオロギ繁殖よりスペースが少なくて済む特徴がある。

(2) 繁殖ビジネスの方法

- 繁殖方法は次の 2 つが考えられる。①**加温なしの方法**：加温なしのビニールハウスを活用して年間 3 回から 4 回繁殖する方法と、②本格的な**工場方式による繁殖**：加温した施設により年間 6 回から 7 回繁殖する方法。
- 前者の①加温なしの方法は、暖かい期間に限定してビニールハウスを使う方法で、幼虫の販売状況を見ながら小規模に出雲市内で実施することが可能である。
- 後者の②本格的な工場方式による方法は、昆虫繁殖に興味がある会社が加温設備を備えた工場を建設して大規模に繁殖を行う方法である。

2. 販売先のターゲットについて

- タイからの冷凍輸入品は幼虫 1 匹（8～10g）当たりの価格が 250 円と非常に高いため、国内生産ではこの半額に近い安い価格にする必要がある。
- それでも価格が高くなるため、出雲市内での販売先は高級の焼き鳥屋や焼き肉屋、食品加工会社などが考えられる。
- 大規模繁殖の販売先は、スポーツ選手、あるいは美肌効果など特定の部門をターゲットにしたサプリメントなどの可能性があると考えられる。また幼虫の姿をそのままにした販売では、購入者が嫌がる可能性が高いため、原形を留めないように加工して販売するのが良いと思われる。

V. おわりに

昆虫食は国連 FAO が推奨するように世界の食料不足に貢献すると同時に、SDGs にも寄与することから世界の時流に乗った活動と考えられる。EU では既に昆虫食が食料として認められ昆虫ビジネスが急拡大していることから、日本でも近く認められ本ビジネスが拡大する可能性が高いと考えられる。

サゴワームの昆虫ビジネスは出雲の日系ブラジル人が栽培しているキャッサバを使用でき彼らの雇用支援にもなる社会貢献活動であることから、世界的な食用昆虫ビジネスの時流に遅れないように、出雲でも積極的に「**飼育最適化の試験研究**」を進めていきたいと考えている。

引用文献

1) 国連食糧農業機関（FAO）「昆虫の食糧保障、暮らし そして環境への貢献」、2013 年
https://www.fao.org/3/i3264it/i3264it.pdf

2) 環境省「我が国の食品廃棄物等及び食品ロスの発生量の推計値（平成 30 年度）の公表について」、2018

3) 農林水産省「食品ロスの現状を知る」、2022 年 3 月

4) 内閣府「ムーンショット目標５：「食と農」」2020 年
https://www.affrc.maff.go.jp/docs/moonshot/moonshot.html

5) 未来コトハジメ：欧州で本格化する「代替肉」は昆虫！　900 万人の欧州人の舌をとらえる、2021.04.27　https://project.nikkeibp.co.jp/mirakoto/atcl/food/h_vol62/

6) （株）日本能率協会総合研究所「世界の昆虫食市場 2025 年に 1,000 億円規模に」2020 年

http://search01.jmar.co.jp/static/mdbds/user/pdf/release_20201221.pdf
7) 昆虫ベンチャーが地球を救う！？世界の昆虫食はどこまで進化する？
SaaSLOG　2022/06/27　https://kigyolog.com/article.php?id=1646 サゴワームの味を実際に
8) 食べて確かめてみた！昆虫食の食レポ　2021 年 4 月 6 日
https://wow-bugs.com/sagoworm-report/
9)吾郷秀雄「日系ブラジル人の農業を副業とした定住支援について」:島根県技術士会、令和 2 年度研究報告、2020 年