

昆虫の栄養価と嗜好性の検討

西岡 ゆかり^{*1} 高山 昌子^{*2} 新野 弘美^{*3} 横山 誠^{*4}

Consideration of the Nutritional Value and Palatability of Insects

Yukari Nishioka^{*1} Masako Takayama^{*2}
Hiromi Shinno^{*3} Makoto Yokoyama^{*4}

Abstract

Since the 2013 FAO report on the usefulness of insects as foodstuffs, the insect business has become active in various countries of the world. We thought the breeding of insects to be possible for an elderly person with low physical strength in comparison with raising domestic animals such as cows. We also thought the culture of insects might lead to the foundation and regional activation of job opportunities for the socially vulnerable.

Therefore, we performed ingredient nourishment analysis on three kinds of insects to examine their usefulness.

Additionally, we made two kinds of cake using locusts and performed a sensory test.

As a result of the ingredient nourishment analysis, we found that protein, zinc, and copper were present in rich amounts.

The sensory test items were: taste, smell, texture, aftertaste, appearance, and a global assessment. All items in the sensory evaluation scored higher than average.

As a result of this investigation, it was suggested that insects were promising as foodstuffs.

In addition, the possibility that the culture of insects could lead to the employment of the socially vulnerable was shown.

* 1 にしおか ゆかり：大阪国際大学人間科学部准教授〈2020. 9. 18 受理〉

* 2 たかやま まさこ：大阪国際大学人間科学部講師

* 3 しんの ひろみ：帝塚山学院大学人間科学部食物栄養学科講師

* 4 よこやま まこと：大阪国際大学経営経済学部准教授

キーワード

昆虫、栄養価、嗜好性、地域活性化、就労支援

1. はじめに

2013年に国際連合食糧農業機関（以下FAOと略す）が5年ぶりに発表した報告によって、近年昆虫ビジネスが活発化している。この報告内容は、現在の世界的な人口増加と、温暖化などの地球環境の変化が継続すれば、30年後にはタンパク質供給源となる家畜の飼育が困難となり、その代替となるタンパク質供給源が必要となる事から、代替となる物を検討したところ昆虫が有望であるという内容である。また、家畜飼育には大量の水と餌として与えるトウモロコシやダイズなどの穀物、広い場所が必要となるだけでなく、メタンガスや二酸化炭素などの地球温暖化ガスの排出という問題点があげられており、それに対して昆虫の飼育では、飼料や水の必要量が少ない事や、地球温暖化ガスの排出量が少ない事、飼育に必要な土地が少なくて済むなどのメリットがあげられ、地球環境にかかる負荷を考えると、家畜の飼育よりも昆虫飼育の方が好ましく、未来の食材として有望である事が報告されている。食用昆虫の利用方法としては、基本食料としてサプリメントや非常時における栄養失調の対策として用いられている栄養強化混合飲料（FBFs）の原料として利用されることも検討すべきであると記されている（FAO,2013）。

穀物に関しても地球温暖化の影響を受けており、農研機構農業環境変動研究センター（農研機構）は温暖化の進行で世界の穀物収量の伸びは鈍化するという報告を行っている。報告の中で、家畜の飼料によく使われているトウモロコシやダイズは、今世紀末までの気温上昇が1.8℃未満でも収量増加が停滞し始める事が示されており、FAOの報告を支持する結果といえる（Toshichika Iizumi,2017）。

FAOの報告以降、欧米では昆虫料理のレストランや、養殖産業が活発になり、ヨーロッパ（EU）では2015年11月に承認された「ノヴェルフードに関する規制」が2018年1月1日から施行された（REGULATION（EU）2015/2283,2015）。ノヴェルフードとは、「新しくまだ一般に馴染みのない食品」を指し、海藻を使った食品や昆虫が含まれる。それに伴って、EU加盟国で共通した制度が導入されるなど、協会や連盟が創設され、スーパーで販売されている昆虫スナックがすぐに完売するなど、昆虫が食材であるという認識が形成され、ビジネスが益々活発化しているといえる（朝日新聞GLOBE+）。

我が国においても、すでに火星居住を想定した宇宙食にカイコの利用の検討が行われ（片山ら、2006）、地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所が、未利用バイオマスを使ったアメリカミズアブの養殖技術の開発を行った（平康ら、2017）。アメリカミズアブに関しては、ラオスでキノボリウオの飼料として、果物残渣を用いた養殖の研究や（Vonguichith. Bら、2020）（Bounsong V.ら、2020）、チュニジアでは有機食品廃棄物を飼料としてアメリカミズアブの養殖を行う会社が雇用の促進を行うなど、昆虫の有用性が耳目を集め、2019年にBUGS GROOVEは昆虫食市場の各分野で実績がある企業・サービスをピックアップしてマッピングした「昆虫カオスマップ2019」を作成・公開するなど、世

界では昆虫ビジネスが活発になっている (BUGS GROOVE 2019)。

この様に、タンパク質供給源やバイオマス利用としての開発が進んでいる昆虫であるが、用途の多くが現在家畜の飼料や養殖魚の飼料として用いられている魚粉の代替として考えられている。しかし人間の食用としての養殖も FAO の報告以降増加しており (オオニシ, 2017), 我が国でも徳島大学の三戸・渡辺氏がクラウドファンディングを立ち上げ、フタホシコオロギの養殖を研究するなど、昆虫養殖の裾野が広がっている (academist 2016)。また、昆虫の栄養成分については、これまで自然採取した昆虫に関する報告が中心であったが、近年、養殖を行っている企業が自社製品の栄養成分分析が行われる様になった。現在食用に養殖されている昆虫は、ヨーロッパイエコオロギとフタホシコオロギであるが、養殖が容易な昆虫の栄養価に興味を持った。

昆虫をタンパク質供給源として利用するためには食物新奇性恐怖への対応、すなわち「食材として認知される事」と、栄養量の確保、すなわち「ある程度の量を食べることが出来る事」が必要であると考えた。昆虫は1個体の重量が軽いため、タンパク質の供給源とするためには相当量の昆虫が必要となる事は明らかである。従って必要な量を安定して得るためには、自然採取ではなく養殖が必要となる。昆虫養殖の場合、飼育に際して牛や豚のような家畜に比べ、体力や手間が必要ではないと考えられる事から、昆虫飼育は、種類を選べば低体力者でも可能であり、高齢者や障がい者の様な社会的弱者の就業の一助となり、耕作放棄地などを利用する事により、地域活性化に繋がるのではないかと考えた。

そこで、タンパク質供給源としての昆虫の可能性を検討するため、コオロギ以外の入手しやすい2種類の昆虫について、人が食用として利用している食材を与えて衛生的な環境で飼育した物と、自然採取したイナゴの栄養成分の分析を実施し、栄養価を明らかにすること、次に、その昆虫を加えた試料を作成し嗜好調査を行い、昆虫の食材化と地域活性化の可能性について検討を行う事とした。

2. 方法

2.1 試料の調製と栄養成分分析

栄養成分分析を行った昆虫は、日本人にはなじみのあるイナゴ、熱帯魚や爬虫類などのペット用に販売されている、ゴミムシダマシの幼虫 (以下ミルワームと称す) とアルゼンチンフォレストコックローチ (以下デュビアと称す) の3種類である。

イナゴは長野県で自然採取され、茹でて冷凍されたものを購入し、ミルワームとデュビアは生き餌として販売されているものを購入した。

ミルワームとデュビアについてはペット用に飼育されたものであるため、食用にすることを想定し、ミルワームは製菓・製パン用の小麦ふすま・人参・小松菜を与えて約1ヶ月飼育した。デュビアには牧草ペレットと人参・小松菜を与えて、ミルワーム同様約1ヶ月飼育した。ミルワームに比べ水分を必要とするので、野菜の給与回数を増やして対応した。飼育は室温 25℃ に設定した衛生的な環境で行った。

栄養成分分析用試料とするため、イナゴは解凍して乾燥し、ミルワーム・デュビアは、

それぞれ一旦低温に暴露させ休眠状態にした物を茹でてから乾燥させて粉碎した。

ミルワームについては蛹になると栄養成分が変化する可能性を考慮し、蛹化前の幼虫のみを用いた。

試料の乾燥は実験器具用の乾燥機を用い、温度設定 60℃で 48 時間乾燥させた後、ブレンダーで粉碎し栄養成分分析用試料とした。

栄養成分分析は、株式会社日本食品機能研究所に依頼した。

2.2 嗜好調査（官能検査）

昆虫が食材として認知されるか否かについて、イナゴを用いて試料を作成し官能検査を行った。評価は、調査用紙を用いて「味・香り・食感・後味・外観・総合評価」の 6 項目について、「悪い・やや悪い・普通・やや良い・良い」の 5 段階評価（1～5 点）で行った。また、一部半構造化インタビュー（以下インタビューと称す）を行った。

試料は基本のクッキー生地 に 10% のイナゴ粉末を加えて焼成したクッキーと、乾燥させたイナゴを形のままアーモンドやクルミ等のナッツと合わせたキャラメリゼ風の 2 種類である。

対象者は、本学主催の 2018 年度防災フェスタ参加者および 2018 年・2019 年枚方ハーフマラソン参加者 480 名である。本学主催の防災フェスタは 2014 年から継続して行われているが、2020 年は COVID-19 感染予防対策として実施されなかった。

嗜好調査はイベント参加者の自由意思によるもので、強制はしていない。

2.3 地域活性化の可能性の検討

大阪府内で障がい者の就労支援活動を行っている NPO の中で、昆虫の飼育が行える環境を有する団体を調べ、可能性検討のための意見交換を行った。

3. 結果と考察

3.1 昆虫飼育上の問題点

飼育した 2 種類の昆虫を図 1, 2, 3 に示した。図 1 はデュビア成虫のオス、図 2 はデュビア成虫のメス、図 3 はミルワームである。ミルワームについては、幼虫から成虫までの成長過程で、外観から雌雄を判別する事は困難であった。今回飼育した昆虫は、滑らかな面を登ることが出来ないため、定期的に手入れをすることで、高さ 30cm 程度のプラスチック容器で飼育が可能である。また飛翔することも出来ないので管理は行いやすいといえる。

まず、ミルワームは床材と餌として小麦ふすまを用いたが、糞と幼虫をふるい分ける際に、ふるいの目が大きいと小さな幼虫を取り残すことになる点は工夫を要するといえる。また、飼育密度が高ければ蛹化が遅れること、雑食性が強いいため、餌が不足した場合や、蛹化前になると共食いが起こりやすいことが分かった。幼虫と成虫を蛹と同じ場所で飼育すると、自由に動くことが出来ない蛹が捕食されてしまうことがある事や、正常に羽化出来なかった個体も、外骨格が硬化するまでは捕食対象となる事が認められた。

昆虫の栄養価と嗜好性の検討

この事から、ミルワームを飼育する場合は、幼虫・蛹・成虫と、成長段階毎に分けて飼育することが望ましいといえる。

デュビアには共食いは認められなかったが、成虫の場合、転倒し上下逆さまになると起き上がる事が出来ず死に至るケースが多く認められた。そのため飼育容器には転倒しないような工夫が必要であると言える。また、ゴキブリの習性として、密集することを好むので、シェルターのような物を飼育容器に入れておくと、環境ストレスが軽減できると考える。デュビアはミルワームよりも水を必要とするが、水入れなどに水を入れて設置すると、小さな個体は溺死することがあるため、野菜で水分を摂らせた方が良いことが分かった。

今回ミルワームとデュビアの飼育を行った結果、ミルワームは、繁殖スピードは速いが共食いの問題があること、デュビアは共食いしないが、繁殖可能になるまで時間がかかることや、飼育容器内での転倒を減らす工夫が必要であることが分かった。

しかし、この2種類の昆虫は、飼育が簡単で扱いやすいため、低体力者でも十分に対応出来る事が示唆された。



図1 デュビア成虫 (オス)



図2 デュビア成虫 (メス)



図3 ミルワーム (幼虫)

3.2 栄養成分分析結果

試料の栄養成分分析の結果を表1に示した。表には栄養価を比較するために、乾燥した食品である煮干し、アミノ酸バランスの良い鶏卵（生）、主菜としてよく利用される牛モモ肉（生）の100gあたりの栄養成分を加えた。昆虫3種類は、乾燥重量100gに対する栄養成分を示した。

イナゴとデュビアはタンパク質含有量が煮干しよりも多いことが分かった。また、デュビアとミルワームは脂質含有量が多く、特にミルワームは、n-6系多価不飽和脂肪酸の含有量が煮干しの約92倍の含有量であることが分かった。必須脂肪酸であるリノール酸は、n-6系多価不飽和脂肪酸の代表的な脂肪酸といえ、血中コレステロール濃度を低下させる作用が期待されている。イナゴとデュビアも、主菜として利用される牛モモ肉の1回使用量100gよりも多くのn-6系多価不飽和脂肪酸を含んでいることがわかった。

また、カルシウム・鉄・亜鉛・銅等のタンパク質合成や貧血予防、成長に必要なミネラルである鉄・亜鉛・銅についても、昆虫の含有量が高いことが明らかとなった。

今回、試料の昆虫は乾燥させた物を用いたため、水分を含んだ鶏卵や牛肉と単純に比較は出来ないといえるが、一般的な食品では摂取しにくいミネラルを豊富に含有していることから、食材としての昆虫の有用性を示す結果が得られたと考える。また、昆虫の栄養的な特長を活かして、サプリメントなどの健康食品としての利用展開への可能性を示していると考えられる。

表1 栄養成分分析結果*

成分	イナゴ	デュビア	ミルワーム	煮干し**	鶏卵（生）**	牛モモ肉**
エネルギー (kcal)	405	461	529	332	156	209
タンパク質 (g)	76.0	75.0	54.6	64.5	12.4	19.5
脂質 (g)	7.4	17.8	31.4	6.2	10.7	13.3
炭水化物 (g)	8.6	0.2	7.0	0.3	0.4	0.4
n-6系多価不飽和脂肪酸 (g)	1.17	2.37	9.17	0.10	1.38	0.54
カルシウム (mg)	108	95	42	2200	51	4
鉄 (mg)	8.4	4.8	5.6	18.0	1.4	4.5
亜鉛 (mg)	14.8	22.9	11.8	7.2	1.2	0.08
銅 (mg)	3.80	1.46	1.94	0.39	0.02	0.12
水分 (g)	5.4	2.5	3.0	15.7	76.9	65.8

* 栄養成分分析は日本食品機能研究所が実施

** 鶏卵・牛モモ肉は生の状態、栄養成分値は日本食品成分表に準拠

3.3 嗜好調査（官能検査）

本学主催の「防災フェスタ」および枚方体育協会主催の「新春走ろう会 枚方ハーフマ

昆虫の栄養価と嗜好性の検討

ラソン」参加者 480 名を対象に、昆虫食経験の有無・昆虫食に対するイメージ、イナゴを用いた試料の官能検査、昆虫の食べ方に関する調査を行った。

昆虫食経験の有無についての回答を図 4 に示した。我が国には食文化の一つとして、少なくなったとはいえ昆虫食が継承されているため、調査開始の段階では若者よりも高齢者の方に食経験者が多いと予測していた。しかし、調査結果では 20 歳代を除き年代が高くなるにつれて減少していることが分かった。高齢者にとって昆虫は、食べるものがないときに選択するもので、食べるものが豊富な時はあえて選択する必要はないという感覚であり、10 代・10 代以下の経験値が高い原因として、防災フェスタや枚方ハーフマラソンなどのイベントに参加し昆虫食を体験し、昆虫食に興味を持ち、今回の嗜好調査に参加した可能性が考えられる。また、30 代・40 代については、官能調査用紙の自由記述欄に「将来重要なことだから」「食糧難には有効」などの意見があり、インタビューでも昆虫食の話題に関心を持つ人が多く、昆虫食に積極的に関わろうとする意欲が高い事が要因ではないかと推測する。

また表 2 に、自由記述欄に記載があった 186 件の内容を、味に関する評価・外観に関する評価・将来性についての 3 項目に分類したものを示した。味に関する記述が 68% と多く、概ね好評価であった。外観に関する評価の代表的な記述は「昆虫の姿形が分からない方が良い」という意見に集約できると推測できる。外観に対する評価は、食物新奇性恐怖が影響していることを示唆しているといえる。将来性に関する評価からは、昆虫を食用とする可能性を理解することが、食物新奇性恐怖の軽減の一助になる可能性が示唆された。昆虫の食材化を進めるためには、食物新奇性恐怖への対処と、栄養成分を含めた昆虫の有用性に関する情報提供や、実際に試食できる機会を提供することが必要であるといえる。

年代別昆虫食経験

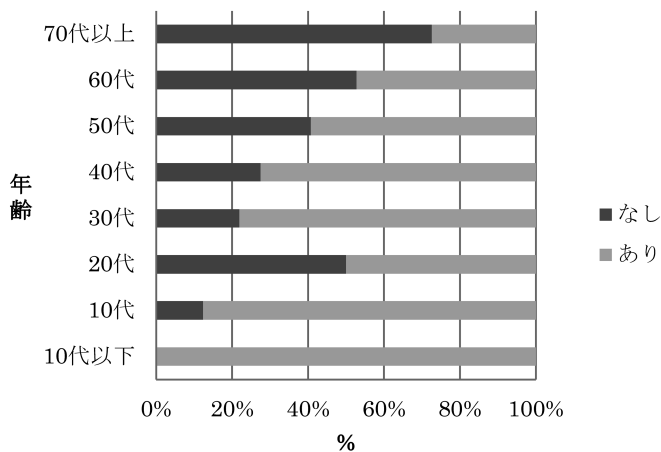


図 4 昆虫食経験の有無

表2 自由記載内容

n=186

味に関する評価	外観に関する評価	将来性について
<ul style="list-style-type: none"> ・ 美味しかった ・ とても美味しかった ・ 予想に反して美味しかった ・ 本日の味は最高だった ・ 年々美味しく感じる ・ 昔食べたものより味がして美味しかった ・ 美味しかったが進んで食べる気はしない ・ 違う種類も食べてみたい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昆虫だと分からなければ食べられる ・ どれも美味しく食べたが、姿を見ると喉が締まる ・ 見た目が大丈夫ならいける ・ 虫が見えなければもっと食べられる ・ 初めて食べたが、食べられた事に驚いている ・ 見た目と食感が違って美味しかった ・ 不気味 ・ 目が合うと食べにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 食糧難の時代が近い将来来るといわれている。昆虫食には期待しています ・ 将来の食糧事情から昆虫食は重要です。もっと色々開発して下さい ・ 食の問題に色々解決になる ・ 食糧難の味方
n=126 (68%)	n=54 (29%)	n=4 (1.6%)

クッキーの官能検査結果と、提供した試料の写真を図5・図6に示した。味・食感・後味・外観・総合評価は、いずれも4点以上の良い評価が得られたといえる。クッキーには粉末にしたイナゴを使ったため、昆虫の形がないことから喫食に対する抵抗感が減少したと考えられる。なおについては、乾燥粉末にしたイナゴは干しエビに似たにおいを感じることがあるので、一部の対象者にはクッキーのにおいとしてはミスマッチであると捉えられた可能性が考えられる。インタビューでも、「一般的なクッキーと変わらない」という意見や、「虫が入っていると思えない」「PR方法によって売れる」などの意見が得られた。イナゴを粉末にして使用したため、昆虫に対する食物新奇性恐怖の軽減につながったと推測できる。



図5 官能検査試料（クッキー）

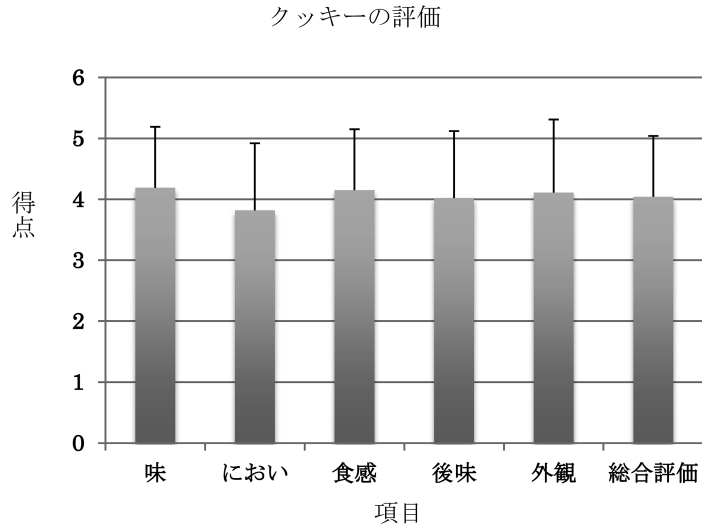


図6 クッキーの評価

次にキャラメリゼの官能検査結果と、提供した試料の写真を図7・図8に示した。キャラメリゼは、乾燥したイナゴの足と羽を取り除いた物と、アーモンド・クルミ・カシューナッツをキャラメルで絡めて作成した。外観以外の項目は「普通」よりもやや高い評価が得られた。外観の評価が他の項目よりも低くなったのは、イナゴの姿が確認できるためであると考えられる。自由記述の中にも「目が合うと食べにくい」という記述があり、インタビューでは「虫と目が合うと怖い」「目が合うと食べにくい」という意見に続いて、「でも食べてみたら美味しかった」という意見が多く得られた。



図7 官能検査試料（キャラメリゼ）

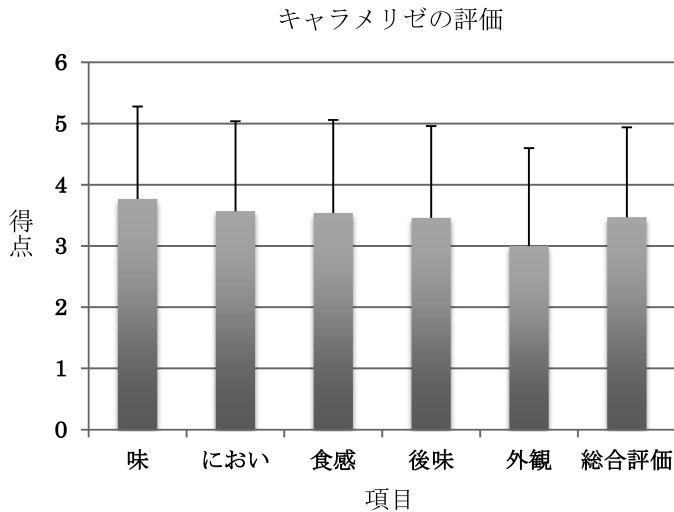


図8 キャラメリゼの評価

4. まとめ

昆虫は将来のタンパク質供給源として有望視されており、世界的に昆虫ビジネスが活発になり、養殖に取り組む企業や団体も増加している。今回、人の食用とすることを想定し、ミルワームとデュビアの飼育を行った結果、これらの昆虫の飼育は低体力者でも対応が可能であることが明らかとなり、高齢者や障がい者など、いわゆる社会的弱者の就業機会創出につながる可能性が示唆された。また、養殖のためには場所や飼料が必要となるが、耕作放棄地やバイオマスを利用するなど、地域の活性化に繋げる事ができると考え、障害者の就業支援を行っている一部のNPOと打ち合わせを進めている。

昆虫の栄養成分分析の結果、タンパク質やn-6系多価不飽和脂肪酸が豊富に含まれているだけでなく、亜鉛や銅など、成長に必要なミネラル成分を多く含むことが明らかとなり、食材としての有用性を示唆する結果が得られた。

昆虫が実際に食材として受け入れられるか否かについて、イナゴを用いてクッキーとキャラメリゼの2種類の試料についてイベント参加者に官能検査を実施した。イナゴを粉末にして加えたクッキーは、におい以外は「良い」という評価が得られた。イナゴを姿のまま用いたキャラメリゼの評価は、外観が「普通」、外観以外の項目は「普通」よりやや高い評価となった。これは、昆虫に対する食物新奇性恐怖が影響していると推察できる。対象者の中で、イベントなどで繰り返し昆虫を試食している人の中には、インタビューで「もっと色々な種類を食べてみたい」と答える人もおり、昆虫を食べるといった経験を重ねることで、昆虫を食べることに対する抵抗感が低減し、昆虫を食材として認識出来るようになるのではないかと考えられる。官能検査およびインタビューで得られた結果から、昆虫は栄養価や飼育の容易さ、環境負荷などの点から将来の食材として有望であるが、食材と

認知されるためには、食物新奇性恐怖への対処が必要であることが示唆された。

今回、官能検査に用いた昆虫はイナゴだけであったが、今後は養殖が容易なミルワームや、食材として受け入れる事に強い抵抗があると考えられるデュビアを使って官能検査を行うと共に、抵抗感なく食べることが出来る料理の検討を行いたい。

5. 謝辞

本研究の昆虫の栄養成分分析および地域活性化の可能性の検討については、大阪国際大学・大阪国際大学短期大学部 特別研究費（2019年度，No.7）を用いて実施した。特別研究費を授与頂いたことに深謝すると共に、調査に協力頂いた皆様にこの場を借りて深謝を表す。

引用文献

- ・ Africa Quest.com：食品廃棄物から昆虫養殖
<https://afri-quest.com/archives/22148>（2020年8月閲覧）
- ・ 新井哲夫，東野秀子：昆虫と食文化，山口県立大学学術情報 第2号（大学院論集）2009年3月：106-123
- ・ 朝日新聞 GLOBE +：コオロギ養殖
<https://globe.asahi.com/article/12611838>（2020年8月閲覧）
- ・ Bounsong Vongulchith, Shinsuke Morioka, Tsuyoshi Sugita, Nakjalia Phousavanh, Norkeo Photsanghah, Phonaphet Chanthasone, Phantsamone Pommachan & Satoshi Nakamura: Evolution of the efficacy of aquaculture feeds for the Climbing perch *Anabas testudinens* replacement of fishmeal by black soldierfly *Hermetia illucens* Prepupae, *Fisheries Science* 86, 145-151（2020）
- ・ BUGS GROOVE: 昆虫食カオスマップ 2019
<https://bugsgroove.com/articles/2>（2020年5月閲覧）
- ・ Caparros Megido, R., Sablon, L., Geuens, M., Brostaux, Y., Alabi, T., Blecker, C., Drugmand, D., Haubruge, É. and Francis, F.(2013), Edible Insects Acceptance by Belgian Consumers: Promising Attitude for Entomophagy Development. *Journal of Sensory Studies*. doi: 10.1111/joss.12077
- ・ Edible insects Future prospects for food and feed security: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2013
- ・ 平康博章，瀬山智博，和智仲是，吉田弦，笠井浩司，藤谷泰裕：アメリカミズアブ幼虫による処理に適した食品廃棄物，大阪府立環境水研報（4）2017
<https://www.affrc.maff.go.jp/docs/attach/pdf/10topics-9.pdf>（2020年9月閲覧）
- ・ 学術系クラウドファンディングサイト「academist（アカデミスト）」：フタホシコオロギの養殖
<https://academist-cf.com/projects/24?lang=ja>（2020年9月閲覧）
- ・ 飯泉仁之直，西森基貴，金元植：気候変動により将来の世員の穀物の収穫量の伸びは鈍化する，農業環境変動研究センター 2017年の成果情報
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/niaes/2017/niaes17_s06.html（2020年9月閲覧）
- ・ 片山直美，山下雅道，和田秀徳，三橋淳，宇宙農業サロン：火星居住のための昆虫を考慮した宇宙食の構想，*Biological Sciences in Space*, Vol.20 No.2（2006）：48-56
- ・ オオニシ タクヤ：動物性タンパク質源である昆虫食のエネルギー的可能性，*KEIO SFC JOURNAL*

Vol.17 No.1, (2017) : 186-207

- REGULATION (EU) 2015/2283 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 November 2015: on novel foods, amending Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council and repealing Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council and Commission Regulation (EC) No 1852/2001
- Satoshi Nakamura, Ryoko T. Ichiki, Masami Shimoda & Shinsuke Morioka: Small-scale rearing of black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera:Stratiomyidae), in the laboratory: low-cost and tear-round rearing, *Applied Entomology and Zoology* 51, 161-166 (2016)
- Toshichika Iizumi, Jun Furuya, Zhihang Shen, Wousik Kim, Masashi Okada, Shinichiro Fujimori, Tomoko Hasagawa & Motoki Nishimori: Responses of crop yield growth to global temperature and Socioeconomic changes, *SCIENTIFIC REPORTS*, www.nature.com/scientificreports 10 August 2017 (2019年12月閲覧)
- Vongvichith B, Morioka S et al. (2020) *Fisheries Science*, 86: 145-151
<https://doi.org/10.1007/s12562-019-01381-5> (2020年8月閲覧)