

昆虫食材の嗜好性改善に関する研究

Improvement of Palatability for the Foodstuff Made from Insects

大野 正博¹⁾ 池見 綾香¹⁾ 井上 光夏¹⁾
OHNO Masahiro¹⁾, IKEMI Ayaka¹⁾, INOUE Mika¹⁾

要旨

世界的な人口爆発、食糧危機、環境問題に対する対策の一つとして食用昆虫の利用が挙げられる。しかし、昆虫食材は特有な風味を持つことが多く、昆虫食が一般化するためには障壁がある。そこで、昆虫食材が持つ嗜好的な特徴を明らかにすることを目的として分析を行った。バッタ類およびコオロギ類の粉末について味とにおいを調べたところ、昆虫の種類によって特徴に違いがみられた。さらに、昆虫粉末を利用したクッキーを作製する際にフレーバーを添加することで嗜好性を高めることを試みた。その結果、各種フレーバーを添加することでクッキーの嗜好性評価を高めることが可能であった。

キーワード：昆虫、バッタ、コオロギ、味、におい

The utilization of edible insects is one of the strategies against the global population explosion, food crisis and environmental problems. However, insect foods often have a distinct flavor, and it constricts the generalization of insect foods. Therefore an analysis was conducted with the aim of clarifying the palatable characteristics of insect foodstuffs. When the taste and smell of locust and cricket powders were examined, the characteristics differed depending on the type of insect. Furthermore, we tried to enhance the palatability by adding a certain flavor when making a cookie using insect powder. As a result, it was possible to enhance the palatability evaluation of cookies by adding various flavors.

Key words : insect, locust, cricket, taste, smell

序論

日本国内の人口は減少傾向にあるが、地球規模では人口は増加傾向にあり、2030年の人口は90億人に達すると予想される。人口増加に伴い食糧問題は今後さらに拡大していくと予想され、世界的に中流層の人口が増加することにより動物性食材、特にタンパク質の需要が増えてきている。現在の畜産食品消

費状況を維持したまま人口が増大すれば、飼育家畜を何億頭も増やす必要が生じ、過放牧による環境汚染や森林衰退につながる恐れがある。加えて、ウシ等の反芻動物から大気中に排出される大量のメタンガスは二酸化炭素に比べて単位質量あたり23倍の温室効果があるとされる。すなわち、人口爆発による食糧危機に加えて、地球温暖化等の環境問題に対す

1) 山口県立大学看護栄養学部栄養学科

る対策も人類全体の喫緊の課題である。

そのような中、2013年、国際連合食糧農業機関（FAO）は食料や飼料としての昆虫利用が全世界に広まり食料問題の解決の一助となる可能性を示した¹⁾。昆虫はタンパク質や脂肪、微量栄養素を多く含んでおり栄養価が高いことから、非常に有望な食材である¹⁾。食用昆虫の飼育では飼料の変換効率が高く、時間当たりの生産量が多い上に、環境に与える負荷が小さい¹⁾。また、地球上に存在する昆虫の種類は著しく多く、資源量として豊富であること、繁殖力が旺盛なこと、昆虫の餌が人の食料と競合しにくいこと、変温動物でエネルギー効率が高いことの4つを優秀な食材の理由としている²⁾。

しかし先進国では昆虫食は一般的ではなく、日本人においても昆虫を食材として認識している人は少ない。日本のある地域では古くからイナゴやハチノコを使用した食文化が存在するが、現時点で身近な食材であるとは言い難い。昆虫を食べるにあたって見た目の抵抗感があることや特有の風味を持つ等、昆虫食が一般化するためには障壁がある。昆虫を食べる習慣のない人々が持つ嫌悪感を払拭することは非常に難しいと言われている³⁾。また、昆虫を食生活の一部にするためには昆虫食が美味しく多様なものでなければならないとされている¹⁾。これらのことから、今後の昆虫の食べ方としてペースト状や粉末状にすることで昆虫としての形状をなくした状態がよいとされており、すでに日本では複数種類の昆虫粉末が市販されている。具体的な調理例としてパン、ケーキや肉団子の材料などが挙げられている²⁾。しかし、やわらかい食感であるパンやケーキに添加した場合、嗜好性が低下するため不向きであるとも指摘されている³⁾。

今後、昆虫を食材として一般に普及させていくためには、昆虫に含まれる成分および調理特性を十分に把握し適した条件で加工する必要がある。昆虫粉末を用いておいしく多様な料理を作るには基礎的な情報が不足している。しかし、昆虫食材に関する先行研究は非常に少なく、既知のことも少ないのが現状である。昆虫粉末、昆虫ペーストを添加するのに向いている料理品目とその嗜好性について考察している研究は存在するが、昆虫粉末そのものの嗜好性についてはいまだ明らかになっていない部分が多い。

そこで本研究ではバッタ、ヨーロッパイエコオロギ、フタホシコオロギ、カイコの4種の昆虫粉末が

持つ味とにおいに焦点を当て、それぞれの粉末がどのような味・においの特徴を持ち、昆虫食材間でどのような違いがあるのかを明らかにすることを目的として分析を行った。さらに本研究では、バッタ食材に焦点を当て、料理に用いた場合の嗜好性について調べることにした。パンやケーキ等の軟らかい食感のものは不向きである³⁾ということから、クッキーにバッタ粉末を添加することで風味のよいクッキーを作製できるのではないかと考え、バッタ粉末を添加したクッキーを作製し嗜好性を調べた。加えて、バッタ粉末を利用してクッキーを作製する際に各種フレーバーを添加することで嗜好性を高めることができると期待し、実際に試作と評価を行った。

材料と方法

1. 昆虫粉末

合同会社TAKEOから購入した昆虫粉末を使用した。昆虫粉末の原産国はタイであった。粉末の種類はバッタ、ヨーロッパイエコオロギ、フタホシコオロギ、カイコの4種とした。保管は4℃で行った。

2. 干しエビ粉末

株式会社丸久生産流通センター製の干しエビを粉碎機（大阪ケミカル株式会社,OML-1）で15秒間粉碎し、粉末状にしたものを干しエビ粉末として使用した。

3. 昆虫粉末水抽出液の調製

各種昆虫粉末と干しエビ粉末をそれぞれ10gずつビーカーに量りとり、蒸留水200mLを加え攪拌した。次いで、ビーカーごと超音波槽に入れ、時々攪拌しながら2分間超音波処理を行った。その後、沸騰水の中にビーカーを移し、水温を80~90℃の間に保ちながら10分間湯煎した。ガーゼを用いて懸濁液をろ過し、このろ液を水抽出液とした。

4. 味覚センサによる味の分析

味認識装置（（株）インテリジェントセンサーテクノロジー,TS-5000Z-YG）を用いて昆虫粉末水抽出液の分析を行った。測定は1試料につき4回ずつ行った。

5. においの分析

におい識別装置（アルファー・モス・ジャパン（株）、フラッシュGCノーズ HERACLES II）を用いて分析を行った。ヘッドスペース法により香気成分を採取し、1試料につき4回ずつ測定した。ブランク試料として蒸留水を用いることとし、分析データをもとに主成分分析を行い、試料間での類似性を2次元グラフにマッピングし比較した。

6. クッキーの作製

6.1. バッタ粉末入りクッキー生地の調製

無塩バターを電子レンジ600Wで20秒加熱した後、表1の材料をホームベーカリー（Panasonic製、SD-BMT1000）に入れ、「こね」のモードで7分間混ぜた。一旦側面についた生地をへらで落とし、さらに7分間混ぜた。混捏した生地を4mmの厚さに圧延し、直径45mmの円形に型抜きした。生地の焼成はオーブンレンジ（Panasonic製、NE-BS1200 Bistro）のクッキーモードで行った。

表1 クッキーの材料及び材料

食材名	使用量
薄力粉	210g
グラニュー糖	90g
水	45g
ベーキング粉末	6g
無塩バター	45g
バター粉末 (合同会社 TAKEO)	44g

6.2. 添加フレーバーの検討

フレーバーは株式会社マルゴコーポレーション製の各種製品を使用し、以下の11種類のフレーバーを使用した。

- ①ストロベリーエッセンス
- ②アーモンドエッセンス
- ③レモンオイル
- ④ストロベリーオイル
- ⑤コーヒーオイル
- ⑥チョコレートフレーバー
- ⑦ミルクオイル

⑧ジンジャーオイル

⑨バニラオイル

⑩バターオイル

⑪シナモンオイル

7. 官能評価

ストロベリーオイル、コーヒーオイル、バニラオイル、ジンジャーオイルの4種類のフレーバーを各々のクッキーに添加し、フレーバーが添加されていないバター粉末入りクッキー（以下標準クッキーとする）と味およびにおいについて比較し、フレーバーを添加することの効果について官能評価を行った。パネルは山口県立大学栄養学科4年生の女性23名とした。

8. アンケート調査

昆虫について、食べることにに対する抵抗の有無、昆虫を食べたことがあるかの有無、昆虫を食べる機会があれば食べるかの3点についてアンケート調査を行った。

結果および考察

1. 味の分析結果

味の分析では、評価に用いる味覚項目を苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味、苦味、渋味、旨味コクの7項目とした。基本五味のうち甘味と酸味が含まれていないが、甘味は分析せず、酸味は検出されたもののヒトの味覚では感知できない程度であったため評価項目に含めないこととした。

各種試料の味分析結果について、表2および図1に示す。

表2 昆虫粉末4種と干しエビ粉末の分析結果（味覚センサによる味強度の検出）

サンプル名	周回数	酸味	苦味雑味	渋味刺激	旨味	塩味	苦味	渋味	旨味コク
バッタ	1	-35.51	5.88	5.56	12.78	-0.91	0.88	1.37	2.83
カイコ	1	-38.74	4.42	0.57	12.02	2.02	-0.63	0.05	13.31
ヨーロッパイエコオロギ	1	-38.35	5.38	-0.56	14.43	0.55	-0.14	0.32	2.12
フタホシコオロギ	1	-35.18	4.88	-0.28	12.86	-1.29	-0.14	0.24	1.71
干しエビ	1	-45.84	3.08	-2.12	15.57	12.88	-0.92	-0.02	4.62
バッタ	2	-35.51	5.88	5.56	12.78	-0.91	0.88	1.37	2.83
カイコ	2	-38.02	4.35	1.81	11.92	2.02	-0.88	0.15	11.73
ヨーロッパイエコオロギ	2	-37.71	5.24	0.07	14.36	0.55	-0.29	0.34	2.09
フタホシコオロギ	2	-34.99	4.73	0.26	12.83	-1.32	-0.21	0.27	1.87
干しエビ	2	-43.25	3.27	-1.72	15.7	12.65	-0.76	0.05	4.19
バッタ	3	-35.51	5.88	5.56	12.78	-0.91	0.88	1.37	2.83
カイコ	3	-35.88	4.4	1.92	12.11	1.98	-0.73	0.14	11.21
ヨーロッパイエコオロギ	3	-37.13	5.25	0.07	14.49	0.5	-0.18	0.37	2.16
フタホシコオロギ	3	-34.89	4.71	0.19	12.9	-1.35	-0.11	0.24	1.92
干しエビ	3	-39.85	3.37	-1.8	15.84	12.5	-0.59	0.01	3.87
バッタ	4	-35.51	5.88	5.56	12.78	-0.91	0.88	1.37	2.83
カイコ	4	-34.95	4.37	1.7	12.29	1.96	-0.64	0.06	9.37
ヨーロッパイエコオロギ	4	-37.55	5.3	0	14.39	0.51	-0.07	0.3	2.22
フタホシコオロギ	4	-35.39	4.66	0.08	12.95	-1.38	-0.02	0.2	2.03
干しエビ	4	-39.57	3.46	-1.82	15.75	12.45	-0.46	-0.06	3.73

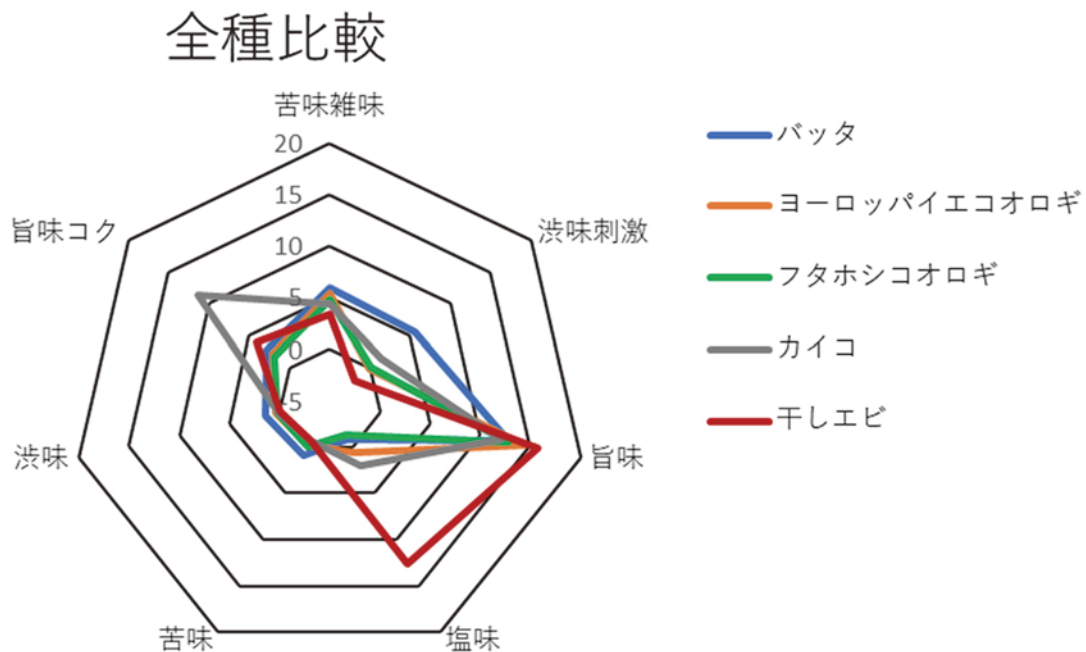


図1 昆虫4種および干しエビの味分析比較図

バッタは他の全ての昆虫粉末よりも苦味、渋味、渋味刺激の味強度が1.0以上高値であった。カイコは他の全ての昆虫粉末よりも旨味コクの味強度が1.0以上高値であった。ヨーロッパエコオロギは他のすべての昆虫粉末よりも旨味の味強度が1.0以上高値であった。

また、味覚センサと官能評価の相関についての先行研究によると、味覚センサの応答値は人の主観的な味の強さの評価と同じくその呈味物質の濃度の対数に比例して増加することが確認されている⁴⁾。このことから、バッタの持つ苦味、渋味、渋味刺激、カイコの持つ旨味コク、ヨーロッパエコオロギの持つ旨味は数値的にも高値であり、人の味覚としても他と比較して強く感じられる特徴だといえる。

本研究では、昆虫食材との比較のために甲殻類であるエビを原料として製造された干しエビも分析した。干しエビ粉末を含めた5種で比較すると、干しエビ粉末の旨味の味強度が昆虫粉末4種と比べて1.0以上高値であることが分かった。

エビは好きな魚介類ベスト10において2位にランクインしていることや⁵⁾、ヒトは生まれたときからアミノ酸の味に慣れ親しんでいるとされていることから⁶⁾、エビに比較的多く含まれる旨味成分、すなわちアミノ酸が味の好ましさに関係している可能性があると考えられる。

旨味、塩味、旨味コクの3項目において、フタホシコオロギよりもヨーロッパエコオロギのほうが高値となった。そのうち、旨味と塩味では1.0以上の差があった。旨味コクにおいては差が1.0未満であったことから、数値的な差はあるもののヒトが味覚で認識できるほどの差はないと考えられる。

以上のように、味強度に差がある項目が存在することから、同じコオロギでも味の特徴には差があることが示唆された。しかし、ヨーロッパエコオロギとフタホシコオロギではグラフ全体の形が近似しており、味のバランスが似ていると考えられる。

バッタと干しエビを比較すると、全ての項目で味強度に1.0以上差があった。苦味雑味、渋味刺激、苦味、渋味においてはバッタのほうが高値であり、旨味、塩味、旨味コクにおいては干しエビのほうが高値であった。また、干しエビの塩味の値がバッタと大きく離れているが、これは干しエビの加工原材料に食塩が使用されていたためだと考えられる。

2. においの分析結果

昆虫粉末4種と干しエビ粉末に共通して検出された物質は複数あり、代表的な物質はメタンチオール（メチルメルカプタン）、ヨードメタン（ヨウ化メチル）、メチルイソプロピルケトン、バレラルデヒドであった。

メタンチオール（メチルメルカプタン）は特にカイコで多く検出された。腐ったたまねぎや腐った卵のようなにおいを持つとされる物質である。メタンチオールは比較的好ましくないにおいを持つ物質であることから、昆虫粉末が持つ不快なおいの一因になっている可能性があると考えられた。

ヨードメタンはバッタで最も多く検出され、次いでヨーロッパエコオロギ、カイコ、フタホシコオロギの順で多く検出された。バッタとヨーロッパエコオロギ、カイコとフタホシコオロギはそれぞれ値が近く、バッタとヨーロッパエコオロギのほうがおよそ1.6倍多く検出された。干しエビからも検出されたが、昆虫粉末4種と比較すると微量であった。

メチルイソプロピルケトンはヨーロッパエコオロギで最も多く検出され、次いでフタホシコオロギ、バッタ、カイコ、干しエビの順で多く検出された。特異臭を持つとされているため⁷⁾、昆虫粉末がもつ独特なおいの一因になっている可能性が示唆された。

バレラルデヒドはヨーロッパエコオロギで最も多く検出され、次いでバッタ、フタホシコオロギ、カイコ、干しエビの順であった。干しエビは昆虫粉末4種と比較して検出された量が少なかった。バレラルデヒドは、果物、穀類、豆類等の様々な食品に香気成分として天然に存在するほか、酒類、茶葉、乳製品等の加工食品にも成分として一般に含まれており、発酵、加熱などにより生成することが知られている⁸⁾。このことから、昆虫にはじめからバレラルデヒドが存在している可能性と、昆虫を粉末状に加工する過程の加熱によって生成された可能性の2つが考えられる。

においの特徴をマッピングした2次元グラフ（図2）から、バッタ、ヨーロッパエコオロギ、フタホシコオロギの3種は比較的類似したにおいを持っていることが明らかになった。カイコと干しエビは、どちらも他の4種と比較した場合ににおいの特徴に差が大きかった。

バッタと干しエビを比較すると、似ているとは言い難い結果であった。また、ヨーロッパイエコオロギとフタホシコオロギのどちらもグラフ上での距離が最も近いのはバッタであり、コオロギ2種の特徴

が似ているとは言い難い結果であった。ただし、4種の昆虫粉末と干しエビ粉末の5種をまとめて比較すると、ヨーロッパイエコオロギとフタホシコオロギは比較的近いおいを持っているといえる。

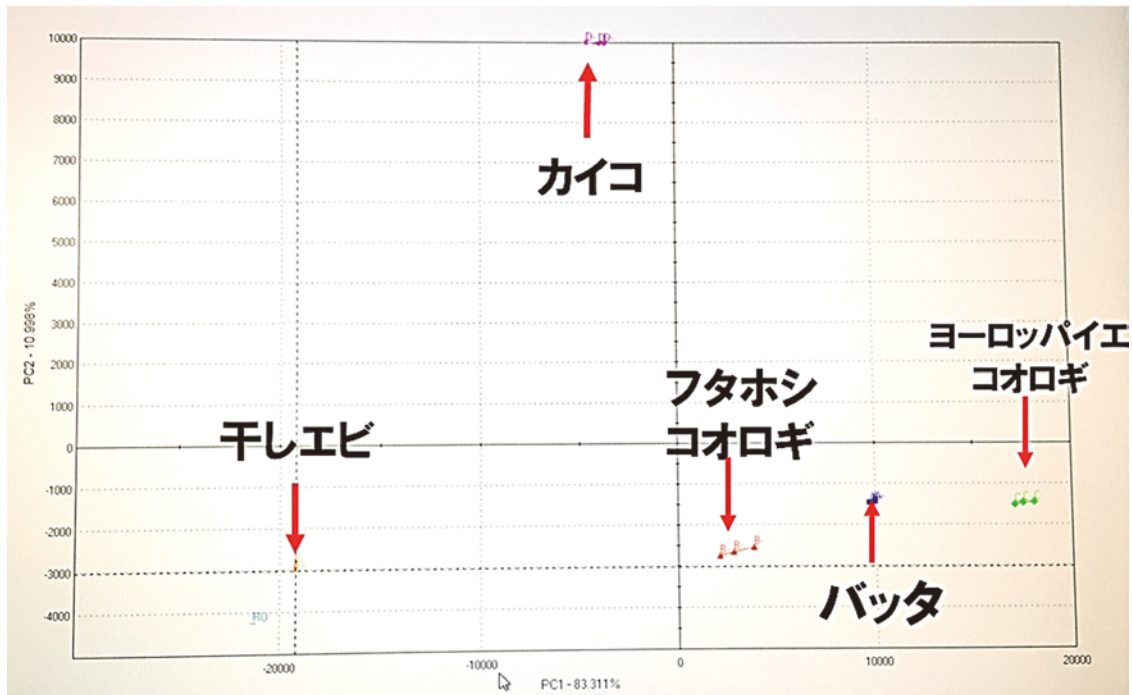


図2 におい成分の検出結果を基に作成した2次元マッピング

試料間の類似性を2次元グラフにマッピングした。座標間の距離が近いほどにおいの特性が類似している可能性が高いことを示す。

3. バッタ粉末添加クッキーの調製

バッタ粉末3.6%のクッキーは焼成後に香ばしい香りが感じられた。バッタの風味も感じられたが味への影響は強くなかった。しかし、バッタ粉末13%のクッキーではクッキーの色は濃い茶色を呈し、味は苦味が強く、バッタ特有の風味により不快感が強かった。フレーバーを添加しない状態でも不快感なく食べることができるのは10%のクッキーだったため、バッタ粉末が10%含まれる場合を標準クッキーとした。

4. クッキーに添加するフレーバーの種類を検討

エッセンスタイプのフレーバーを添加した場合、クッキー生地を焼成するとフレーバーの風味が飛散していた。フレーバータイプを添加した場合、エッセンスタイプ程風味は飛散していなかったもの多

少風味が弱いと感じた。そのため、180℃以上でも風味が残りやすいオイルタイプのフレーバーを選択した。さらに、オイルタイプのフレーバーの中でも、複数種類のフレーバーを候補として使用し、試作を繰り返した。バッタの特有の風味と合うもの、なおかつ風味がかき消されるような効果を持つフレーバーとしてストロベリーオイル、コーヒーオイル、ジンジャーオイル、バニラオイルの4種類を選定し、官能評価に用いることとした。

5. クッキーに添加するフレーバーの量の検討

フレーバーによって焼成後に残存する風味の強さに大きな差があったことから、それぞれのフレーバー添加の最適量を検討した。

ストロベリーオイルについてはクッキーの生地に添加して焼成した場合、少量でもおいがしっかり

残存していた。予備試験として官能評価を行ったところ、しっかりストロベリーの風味を感じることができる量は1.5gと判断し、添加量を1.5gとした。

コーヒーオイルについてもストロベリーオイルと同様に、少量の添加でもしっかりとコーヒーの香りを感じることができた。そのため、添加量を1.5gとした。

ジンジャーオイルについては、ストロベリーオイルやコーヒーオイルよりもさらに少量でもしっかりと風味が残存した。そのため添加量を0.5gとした。

バニラオイルはバッタの風味をかき消す効果が低く、しっかりバニラの風味を感じるためには多めの量を添加する必要がある。そのため、ストロベリーオイルやコーヒーオイルの2倍量である3.0gを添加することとした。

6. バッタ粉末およびフレーバーを添加したクッキーの官能評価

標準クッキーに対する評価は図3のとおり「おいしい」と「おいしくない」に二分化する傾向があった。おいしいと感じた理由には、「香ばしかった」や「いりこのような風味だった」という内容があった。また、「おいしくない」と感じた理由には「虫の羽や足が混ざっていた」、「苦味がある」という内容があった。風味そのものの影響だけでなく、虫の羽や足が外観されたことによる視覚情報も評価に影響があったと推測される。しかしながら、バッタを食べる経験が初めてのパネリストがほとんどだったものの、バッタ本来の味がどのような味であるのかイメージできず、そのためか「想像したよりもおいしかった」という評価が散見された。以上のように、パネリストの先入観が評価にかなり影響していたと考える。

ストロベリーオイルを添加した試験区では、図4に示したように、95%のパネリストが標準クッキーよりも「においが軽減された、おいしい」と回答したが、5%の危険率で有意ににおいが軽減されたといえる。ストロベリーの風味がバッタの風味をかき消したと考える。

また、ストロベリーオイルを添加した試験区では、図5のように、約83%のパネリストが標準クッキーよりも味が「軽減された・やや軽減された」と評価したが、5%の危険率で有意に味がよくなったといえる。「やや軽減されていない・どちらかという

おいしくない」と評価したパネリストは、ストロベリーの風味自体をあまり好んでいないのかもしれない。

コーヒーオイルを添加した試験区では、図6に示すように、86%のパネリストが標準クッキーよりもにおいが軽減されたと評価したが、5%の危険率で有意に軽減されたといえる。コーヒーの香ばしい風味がバッタのにおいをかき消したのが理由の一つであると考えられる。

また、コーヒーオイルを添加した試験区では、図7に示すように、約65%のパネリストが標準クッキーよりも味が「軽減された・やや軽減された」と評価したが、5%の危険率で有意に味の評価が高くなったといえる。コーヒーフレーバーの持つ苦味がバッタの風味をかき消したからだと考える。

バニラオイル添加試験区では、図8に示したとおり、約83%のパネリストが標準クッキーよりもにおいが「軽減された・やや軽減された」と回答したが、5%の危険率で有意ににおいが軽減されたといえる。「添加されている風味がバニラフレーバーであることが感じられずバッタの香りが軽減されていなかった」という意見もあった。

また、バニラオイル添加試験区では、図9のように、約78%のパネリストが標準クッキーよりも味が「軽減された・やや軽減された」と回答したが、5%の危険率で有意に味の評価が高くなったといえる。「バニラの甘い風味がバッタの味をかき消し、バッタをあまり感じさせなかった」という意見から、バッタの風味を低減させることで格段に食べやすさが高まると推測する。

ジンジャーオイル添加試験区では、図10に示したように、約70%のパネリストが標準クッキーよりもにおいが「軽減された・やや軽減された」と回答したが、5%の危険率で有意ににおいが軽減されたといえる。「ジンジャーフレーバーのスパイシーな強い香りがバッタのにおいがかき消えていたことで好ましくなった」という意見があった。

また、ジンジャーオイル添加試験区では、図11のように、約48%のパネリストが標準クッキーよりも味が「軽減された・やや軽減された」と回答したが、有意な差はみられなかった。パネリスト間でのジンジャーの風味に対する好みが顕著にあらわれた。「軽減された・やや軽減された」と評価したパネリストの割合は半分以下であり、ジンジャーのフレー

バーを添加することはあまり望ましくないといえる結果となった。広範に好まれるフレーバーを添加すること、さらにバターの風味との相性が重要と考えられる。

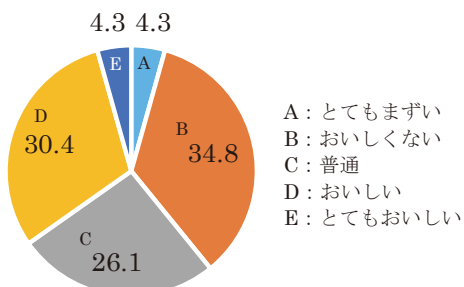


図3 標準クッキーの評価 (%)

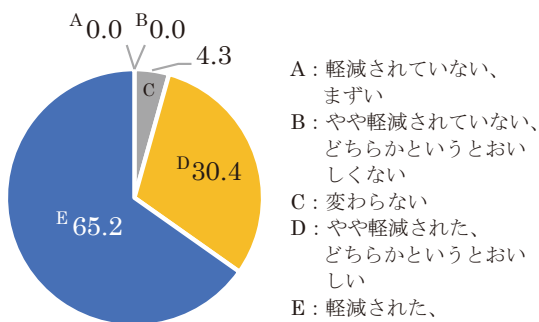


図4 ストロベリーオイルを添加した試験区
 における評価 (%)

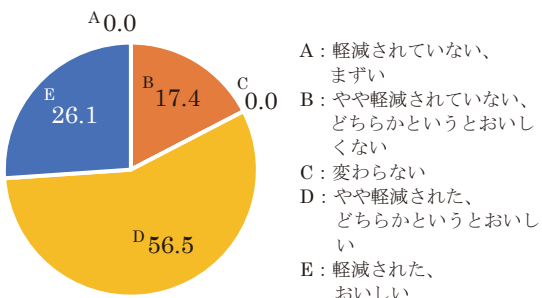


図5 ストロベリーオイルを添加した試験区
 の味の評価 (%)

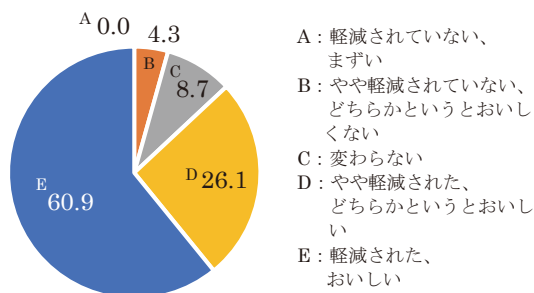


図6 コーヒーオイルを添加した試験区
 における評価 (%)

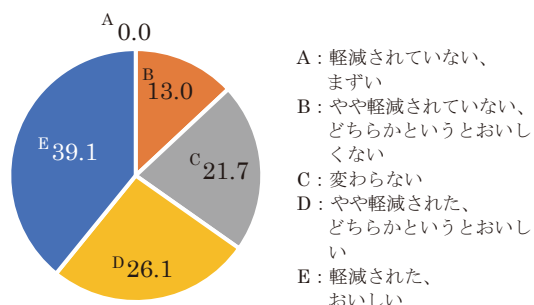


図7 コーヒーオイルを添加した試験区
 の味の評価 (%)

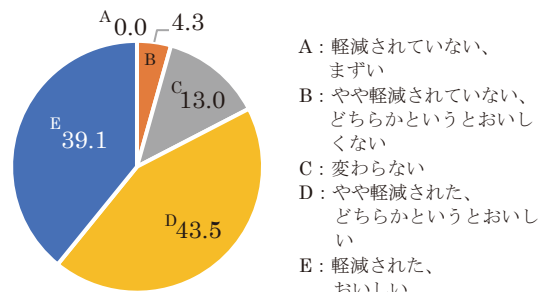


図8 バニラオイルを添加した試験区
 における評価 (%)

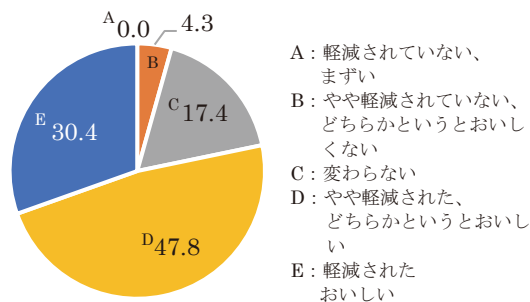


図9 バニラオイルを添加した試験区
 の味の評価 (%)

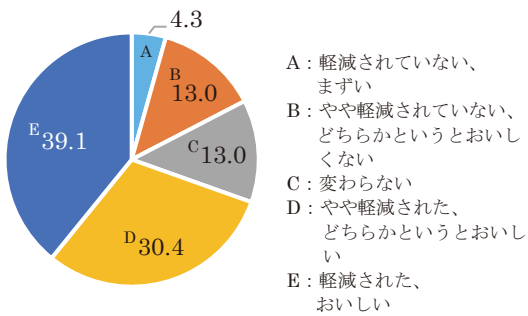


図10 ジンジャーオイルを添加した試験区のおいしさの評価 (%)

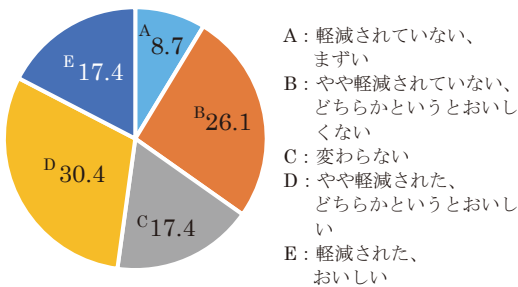


図11 ジンジャーオイルを添加した試験区の味の評価 (%)

7. アンケート調査

「昆虫を食べることについて抵抗性があるか」という質問に対する回答として、図12のとおり91%が「はい」と回答した。その理由として、「普段食べることがない」、「虫が苦手だから」、「汚いイメージがある」というコメントがあった。

「昆虫を食べたことがあるか」という質問に対する回答として、図13のように、87%が「いいえ」と回答した。

「昆虫を食べる機会があれば食べるか」という質問において、「昆虫の形がある場合」という付加条件では図14のとおり69.6%が「いいえ」と回答した。昆虫を食べ物と認識していたパネリストは少なく、昆虫を食べることに対する抵抗を強く示していた。一方、「昆虫の形がない場合」という付加条件下では、図15のとおり52.2%が「はい」と回答した。昆虫の形がなくなっていることで視覚的情報から由来する抵抗感が生じにくくなるからではないかと考える。

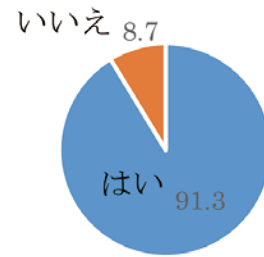


図12 昆虫を食べることへの抵抗性 (%)

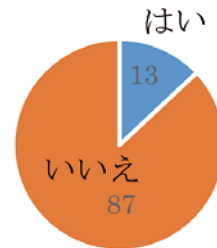


図13 昆虫を食べた経験があるか (%)

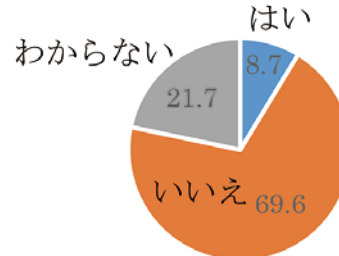


図14 昆虫を食べる機会があれば食べるか (昆虫の形がある場合) (%)

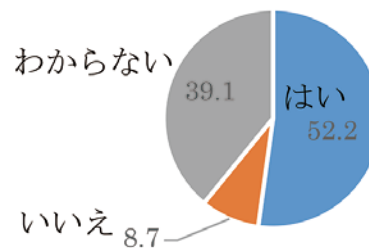


図15 昆虫を食べる機会があれば食べるか (昆虫の形がない場合) (%)

引用文献

- 1) 国際連合食糧農業機関, 昆虫の食糧保障、暮らしそして環境への貢献, 2014.
- 2) 三橋淳, 世界昆虫大全, (株)八坂書房, 2008年11月25日初版第1刷発行.
- 3) 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, p106-123, 2009.
- 4) 高橋克嘉, 杉本未奈子, 柚木崎千鶴子, 官能評価と味覚センサーの相関, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告No.58, p49-52, 2013.
- 5) 農林水産省, 「日本人の味覚と嗜好」, 表3 好きな魚介類ベスト10, <https://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/culture/mikaku.html>, 2020年1月6日閲覧.
- 6) 木村毅, アミノ酸の味, 味の素株式会社中央研究所基盤研究所.
- 7) 厚生労働省, 職場の安全サイト, <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/563-80-4.html>, 2020年1月6日閲覧.
- 8) 食品安全委員会添加物専門調査会, 添加物評価書 バレルアルデヒド, 2008年.