

日本の昆虫加工食品を対象とした環境影響評価 Environmental impact assessment of insect food

久保田 耕介¹⁾ 松居 佑典²⁾ 伊坪 徳宏¹⁾

1)東京都市大学 2)株式会社BugMo

Kosuke Kubota¹⁾ Yusuke Matsui²⁾ Norihiro Itsubo¹⁾

1)Tokyo City University 2)BugMo,inc.



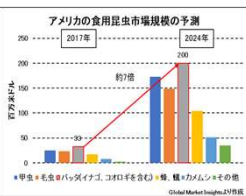
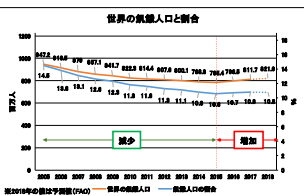
伊坪研究室HP

1 社会背景

Food Security and Nutrition In The Worldの報告書によると世界の飢餓人口は2015年を境に再び増加傾向になっている。気候変動の影響による極端な気象現象が原因の一つになっており、食糧システムの転換が必要であると指摘されている。

2013年にFAO (FAO : Food and Agriculture Organization) がまとめた報告書 (Edible insects-Future prospects for food and feed security) によると家畜ほど水を使用せずに養殖できることやBSEや鳥インフルエンザといった感染症のリスクが低いことなどの理由から食糧問題の解決に昆虫を利用することを提案している。

アメリカの食用昆虫市場規模の予測では2017年~2024年までバタ(イナゴ、コオロギ)だけを見て約7倍に成長するとされている。fazerが販売するコオロギパンやBugs Farmの販売するコオロギうどんなどで様々な食品で利用され始めている。



2 研究背景

昆虫生産に関する既存研究

文献名	公開年	著者	概要
Life cycle assessment of cricket farming in north-eastern Thailand	2017年	A. ハロランら	タイ北東部におけるフタホシコオロギおよびヨーロッパエコロギ生産の既存生産システムと同じ地域におけるプロライナー生産と比較を行った。
Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using <i>Hermetia illucens</i>	2016年	R.Salomoneら	アメリカミズアブの幼虫を利用して生ごみ10トンから300kgの乾燥幼虫と346kgの肥料を生産する際の評価を行った。
Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans - A Life Cycle Assessment	2012年	Dennis G. A. B. Ooninx	ミールワーム生産にともなう温室効果ガス、エネルギー利用、および土地利用が定量化し、従来の動物性たんぱく質源(牛乳、豚、鶏、牛)と比較を行った。

食用昆虫生産の既存の研究では農場での収穫までになっており、収穫後の乾燥、粉末化は評価に含まれていないことが分かった。また、日本では昆虫食に関連する評価事例は少なく、飼育、加工を含めて一次データで評価した評価結果はなかった。

3 研究目的

- ①コオロギパウダーの環境影響評価を行い、既存の家畜との比較を行うことで従来の家畜に代わる動物性のタンパク質として有効であるかについて考察を行う。
- ②コオロギパウダーを用いた昆虫加工食品の環境影響評価を行う。

4 研究方法

<評価概要>

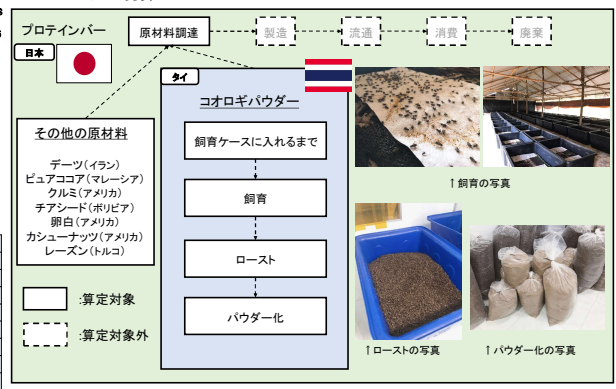
評価対象	コオロギパウダー	コオロギパウダーを利用したプロテインバー
比較対象	豚、鶏、牛	
機能単位	重量1kg	1本の重量(22g)
使用ソフト	SimaPro8 データベース:Ecoinvent3	
算定方法	LCI(活動量×原単位) GHG排出量=Σ(LCI×特性化係数) × 重量またはタンパク質の係数 農業用土地占有=Σ(LCI×特性化係数) × 重量またはタンパク質の係数 水資源消費=Σ(LCI×特性化係数) × 重量またはタンパク質の係数	
影響評価手法	気候変動(ReCiPe)、農業用土地占有(ReCiPe)、水資源消費(失野)	
使用データ	株式会社BugMoより頂いた一次データ	

<水消費量のインベントリ分析方法>

THE GREEN, BLUE AND GREY WATER FOOTPRINT OF CROPS AND DERIVED CROP PRODUCTS VOLUME 1: MAIN REPORT
Table 4. Global average water footprint of primary crops and derived crop products, Period 1980-2005

Product description	Green	Blue	Grey
Wheat flour	1262	347	210
Wheat bread	1262	347	210
Oryza paddy	1262	347	210
Wheat pellets	1423	392	239
Wheat, whole	1904	569	350
Wheat gluten	2026	795	476
Rice paddy	1148	341	197
Rice, husked (brown)	1489	443	242
Rice, broken	1732	509	278
Rice bran	1609	335	209
Rice bran oil	1237	454	249
Soybean	1213	70	131
Soybean oil	1850	110	160

<システム境界>



<各家畜の可食部及びタンパク質>

可食部	係数(重量)	タンパク質	係数(タンパク質)
牛	39%	2.54	13.392
豚	51%	1.96	10.320
鶏	57%	1.75	9.234
コオロギ	100%	1.00	1.449

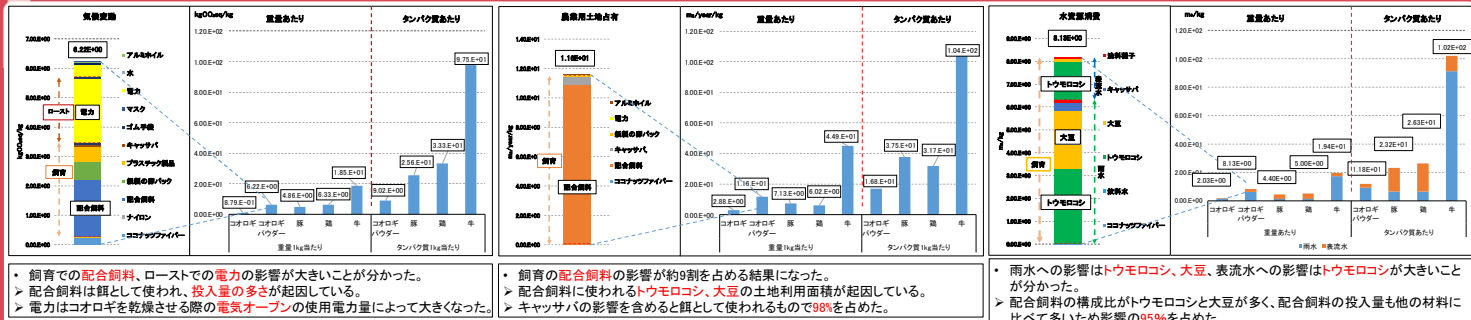
※全国食肉事業協同組合連合会
※Lawrie's meat science

<水の特性化係数>

国	特性化係数	
	降水	表流水
アメリカ	1.2	3.8
中国	1.2	3.2
ブラジル	0.8	1.5
タイ	0.7	1.3

国	特性化係数	
	降水	表流水
アメリカ	1.2	3.8
タイ	0.7	1.3
イラン	3.1	8.8
トルコ	1.7	4
インド	0.8	1.4
マレーシア	0.4	0.8
オーストラリア	1.8	5.8

5 結果



飼育での配合飼料、ローストでの電力の影響が大きいことが分かった。
配合飼料は餌として使われ、投入量の多さが起因している。
電力はコオロギを乾燥させる際の電気オーブンの使用電力によって大きくなった。

飼育の配合飼料の影響が約9割を占める結果になった。
配合飼料に使われるトウモロコシ、大豆の土地利用面積が起因している。
キャッサバの影響を含めると餌として使われるもので98%を占めた。

雨水への影響はトウモロコシ、大豆、表流水への影響はトウモロコシが大きいことが分かった。
配合飼料の構成比がトウモロコシと大豆が多く、配合飼料の投入量も他の材料に比べて多いため影響の95%を占めた。

気候変動ではカシューナッツ、クルミの影響が大きいことが分かった。
カシューナッツは毒成分除去のための焼き入れに使用熱が起因している。
クルミは収穫後、外皮の除去、乾燥の工程があり、その際に電力を多く使うため大きくなった。

農業用土地占有ではピュアココアの影響が大きいことが分かった。
農業用土地占有ではピュアココアの影が大きいことが分かった。
原料となるカカオの木が陰樹であるため、育てる際に他の樹木が必要であり、土地使用面積が大きくなる。
1株からの収穫量がそれほど多くないため、影響が大きくなったと考えられる。

水資源消費では雨水、表流水ともにドイツ、クルミの影響が大きいことがわかった。
ドイツはイラン産が使われており、水の少ない地域であるため影響が大きいことがわかった。
クルミはアメリカ産が使われており、雨水、表流水ともに水使用量が多く、アメリカの特性化係数も大きいため影響が大きくなった。

6 まとめ・結論

- コオロギパウダーの生産について気候変動、農業用土地占有、水資源消費の3つの視点から環境影響評価を実施した。
- 主流の使われ方であるパウダーの状態では鶏、豚より影響は大きく、タンパク質あたりでは他の家畜より影響が小さいことが確認できた。
 - 低い環境影響で多くのタンパク質を付与することができる。
 - コオロギパウダーは動物性のタンパク質源として有効であると分かった。
- プロテインバーの評価ではコオロギパウダーの影響は他の材料に比べてそれほど大きくないことが分かった。
 - 一食品は食べやすさや味を重視するためパウダーの投入量が全体的に少なかった。そのため、コオロギパウダーの影響は小さかった。また、材料を得るまでの工程が多いものほど影響が大きい傾向があった。

課題と限界

- 課題
 - 輸送方法や積載率の情報が不十分であったため輸送の影響が考慮することができなかった。
 - プロテインバーの評価は原材料のみの評価になってしまった。
 - 栄養面の指標としてタンパク質を用いているが、カロリーや脂肪酸などほかの観点でも比較を検討する必要がある。
- 限界
 - タンパク質の値は品種や餌、飼育環境によって変わることが考えられるがそれらは考慮できなかった。
 - 投入物のあてはめが完全とは言えないため過大評価、過小評価している可能性がある。
 - コオロギの糞尿や呼吸で発生した二酸化炭素などの直接排出による影響は考慮できていない。