

昆虫と食文化

Insects and food culture

新井哲夫 Arai Tetsuo
 1 東野秀子 Azuno Hideko

I はじめに

昆虫は、人類の誕生から最近に至るまで貴重な蛋白源として、栄養供給源としての重要な位置を占めてきた。カイコ以外のほとんどの昆虫は、自然個体群からの供給であることも一因ではあるが、作物の増産による食糧の安定供給と畜産の振興に伴う家畜からの蛋白源供給によって、昆虫への依存度が低下し、需要が激減した。昆虫を普通に食さなくなって以来、昆虫を食する行為が野蛮であるかのような誤解とともに、「ゲテモノ」としての謂れなき偏見によって、ますます人々の口から遠い存在になりつつある。しかし地球温暖化による氷河の後退や海水面の上昇、気候変動や局所的異常気象による旱魃や洪水、生活空間の拡大に伴う自然生態系の破壊、自然環境の砂漠化や大都市の都市砂漠化、人口の激増に伴う食糧不足と生活環境の劣化、世界総人口の2割近くが栄養失調を呈し、かつ1%近い餓死者の存在などから、バランスのとれた高蛋白質栄養源としての昆虫を見直す機運が、一部とはいうものの高まりつつある。

そもそも昆虫は、いつ頃出現したのであろうか。我々ホモ=サピエンス=サピエンス *Homo sapiens sapiens* の直接の祖先が出現した約10万年前はもちろん、霊長類の祖先が誕生したおよそ7000万年前よりずっと前に、現生昆虫の全ての目がすでに出揃っていた。昆虫

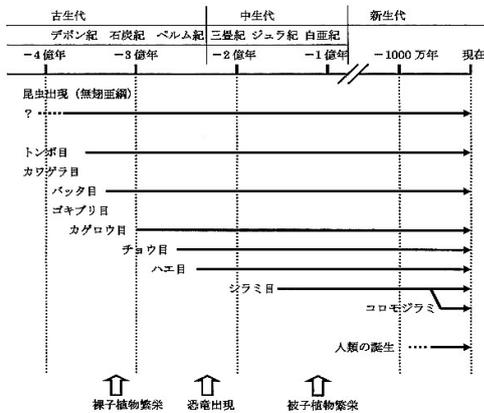


図1 昆虫と人類の出現

の祖先は、今から4億年近く前に出現したと考えられており、およそ600万年の人類の歴史とは比較しがたい(図1)。とはいうものの、ヒトと昆虫の出会いは、どのようなものであったのであろうか。昆虫はおそらく餌の一部や纏わり付く不愉快な存在として、また単に周りを取り巻く環境の一部としての存在であったであろう。人間に寄生するシラミは、不潔な環境下では厄介ものであるが、シラミの仲間や人間に寄生するアタマジラミやコロモジラミなどの塩基配列を調べることによって、人類の進化の過程や人類がいつごろ衣服を身にまとったのかなどが推測できることを考えると、シラミの存在も何となく神々しく感じるのは、我々だけではないであろう。

昆虫は、その誕生以来数億年にわたって常に繁栄し続けてきた。このように長く、どの時代においても常に多くの種数と個体数を維持して繁栄している生物は昆虫のほかに見当たらず、地球生態系の中でも重要な位置を占め続けている。昆虫類繁栄の原因の第一は翅を持ったことであり、第二の原因は形態的及び機能的な分化が進化の早い時期に短期間で進行したことである(新井, 1991, 1995)。昆虫はイモムシ状から多足類状に進化し、現在の昆虫に進化してきたと考えられており、もともとは翅を持っていなかった。誕生以来一度も翅を持ったことのない昆虫は、シミやイシノミ(無翅亜綱)のように現在でも生息し続けている。昆虫が翅を持ったのは、今から約3億数千万年前の石炭紀の初め頃と考えられており、現在のトンボ(有翅亜綱・旧翅群)のような形態と機能を持った翅であった(図2)。石炭紀の中頃、ゴキブリ目やバッタ目(新翅

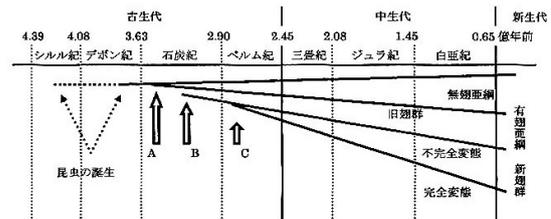


図2 昆虫の進化の段階

A:翅獲得(トンボ様) B:新翅群(折りたたみ様) C:完全変態群

山口県立大学大学院健康福祉学研究所

1 現在山口県下関市

群)などの翅を折りたたむことのできる不完全変態の昆虫が出現した。およそ2億7千万年前のペルム(二畳)紀の初めには、完全変態の昆虫が出現し、現生の目のほとんどが出揃っていたと考えられている。早い時期における形態的・機能的な分化の進行は、昆虫が地球上のさまざまな環境に適応し、多様な生活様式を取り込むうえで非常に有利に作用し、常に繁栄し続ける主要因となったと考えられている。昆虫が翅を獲得したことは、移動分散能力の増大によって生息空間が広がり、かつ天敵からの逃避において有効であった。また翅の折りたたみや、前翅の下にたたみこむことによって、より狭い空間での生息が可能になったと考えられる。次に昆虫は外骨格であることから、体の巨大化に規制がかかることによって大きくなれなかった。しかし体が小さいことは、食物の確保や天敵からの逃避を容易にするという利点があり、狭い空間にも潜り込め、天敵からの逃避や不適な環境変化への素早い適応に有利であった。体の大きさを規制する硬い外骨格は、水分の蒸散を防ぎ、耐水性を増し、内臓器官を保護し、外敵から身を守るのに効果的である。丈夫な胸部や脚の発達は、飛んだり跳ねる素早い行動を可能にし、敏捷な移動や天敵からの逃避に有利に作用している。また1世代の完結に要する時間が短いことも、個体数の増加や適応放散における種分化の速度に有利に働くと考えられる。以上のように昆虫の繁栄には多くの要因が関与している。

昆虫は、海洋を除くあらゆる地球環境に生息しており、種類数及び個体数が最も多く、人間の生活に最も身近で関係の深い生物の一つである。また栄養面でも良質の動物性タンパク質に富んでおり、つい最近まで食糧としての重要な位置を占めていた。現在でもさまざまな昆虫が世界各地で食されており、食糧や薬、珍味として重宝がられている。中国の「薬食同源」に基づく薬膳や、東南アジアにおけるおやつや惣菜として、日本での珍味やお土産として、またオーストラリアやニューギニアなどにおけるアボリジニーなどの貴重な栄養源として、昆虫が食されている。ヒトが人間になり、文化を开花させた後、昆虫を食糧資源の対象としてのみではなく、時には神の象徴として国家の安寧を、時には鳴く虫の豊かな表情から花鳥風月を愛でる心のよりどころとした。自然環境を保全するということは、単に生物や自然環境を守るだけではなく、人間の文化、すなわち人間の存在そのものに直接関わる自然環境の保全であるといえる。人間が人間らしく生きるには、自然生態系を構成する一員としての節度と謙虚さを

もって、自然からの恩恵を大切に守り育てる思想と行動が不可欠の要素になると考える。

本論文では、人類の生活と密接に関わってきた昆虫を食糧としてとらえ、実際に食材として使用した料理を試作し、料理に対するアンケート調査を解析し、それらを加味して昆虫と食文化について考察した。

II 昆虫食

世界の多くの国々で、さまざまな昆虫が食されている(表1)。バッタ目やハチ目、カメムシ目、コウチュウ目、チョウ目など、身近な昆虫から珍しい昆虫まで、およそ500種類が食されるといわれている(梅谷ら、

表1 世界における食用昆虫(梅谷ら、1998を改変)

	ア ジ ア	ア フ リ カ	北 米	南 米	欧 州	オ セ ア ニ ア	日 本
バッタ目	イナゴ・バッタ コオロギ・ケラ						
ゴキブリ目							
ハチ目	ミツバチ・クマバチ スズメバチ・ジガバチ ツムギアリ・ミツアリ						
カメムシ目	セミ タガメ・カメムシ						
コウチュウ目	コガネムシ カミキリムシ ゾウムシ・フンチュウ ガムシ・ゲンゴロウ						
チョウ目	カイコ・ボクトウガ ヤマユガ・スズメガ						
カワガラ目							
トビケラ目							
トンボ目							
シロアリ目							
ハエ目							

1998)。特にアジア地域やアフリカでは多くの種類の昆虫が食されており、大規模な市場や小さな市場、露天などで、エビやニワトリなどとともに入ナゴやコオロギ、タガメ、ガムシなどが料理の素材として生きたまま売られており、屋台では料理されて店頭で売られている。日本では、限られた地域で珍味として販売されている程度であり、アメリカやヨーロッパでも種類数は少なく、食糧としての需要度は低い。メキシコにおける食する昆虫の種類数は多く、300種類ともいわれている(三橋、1997)。

世界で食される昆虫を種類別に見ると、最も食用として利用されているのが、イナゴを含むバッタの仲間である(図3)。日本や中国、インド、東南アジア、ニューギニア、アラビア半島、アフリカ中部、マダガスカル、ヨーロッパ、北米~中米にかけて広く食されている。

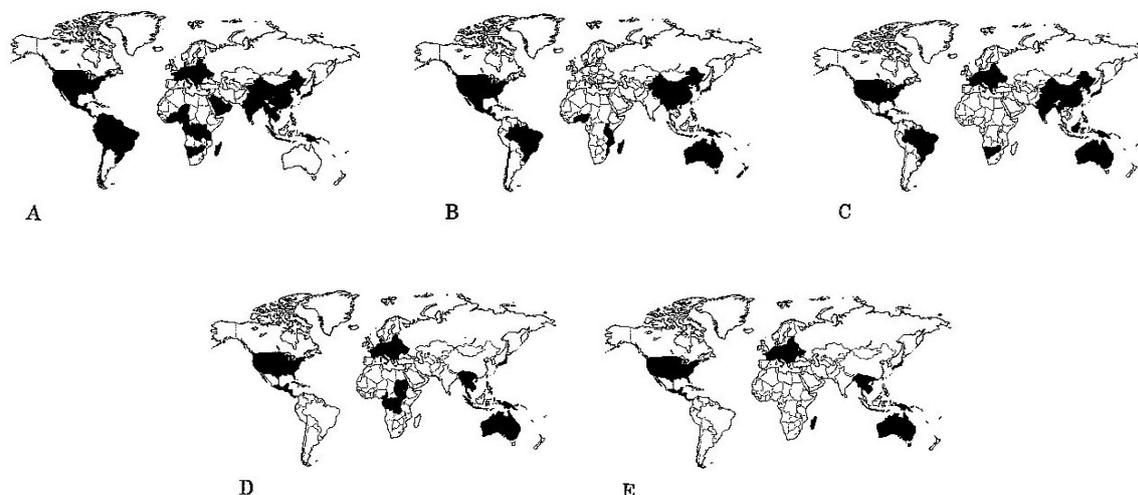


図3 世界の食用昆虫の分布 (三橋、1992 を改変)

A: バッタの仲間 B: チョウ類 C: アリ・ハチの仲間 D: カミキリムシの仲間 E: セミの仲間

バッタ類に次いで多いのはチョウ類の幼虫で、日本、中国、オセアニア、ニューギニア、アフリカの一部、マダガスカル、北米～中米、南米のブラジルやチリなどである。三番目はハチ・アリの仲間、日本、中国、インド、東南アジア、オセアニア、ニューギニア、アフリカの一部、アメリカ合衆国、メキシコ以外の中米、南米のブラジル、ヨーロッパで食されている。次いでカミキリムシの仲間、東南アジアやオーストラリア、ニューギニア、北米～中米、アフリカ中部、ヨーロッパで食されている。五番目はセミの仲間であるが、食される地域は限定的で、日本、東南アジア、オーストラリア、ニューギニア、メキシコ以外の北米から中米、マダガスカル、ヨーロッパなどである。このように世界各地で昆虫は食されており、多種多様な料理の食材として、また多種多様な食べ方で食されている。

1 昆虫食の地域性

(1) 中国

約3000年前の周の時代において、セミやハチ、アリなどが食料として利用されていた。中国の食文化は、「薬食同源」の考え方に基いて形成されており、食物は、空腹感をしのぐだけでなく、健康の基本であるという考え方である。明代(1368～1644)におけるバッタの被害は大きく、バッタの捕獲に伴う食用への奨励によって食されるようになった。雲南省を中心とした中国南部内陸部では、現在でも100種類以上の昆虫が日常的に食されている(梅谷、1997)。江南一帯から華北地域ではカイコの蛹が食されており、現在で

も北京や河北省の多くのレストランで注文できる。日本においても中国人経営の中華料理店のメニューに載っており、中国からの直輸入の店もある。ただ日本のカイコの蛹より大きく、*Bombyx mori*ではないように思える。

(2) 東南アジア

古くからいろいろな昆虫が食されているが、中でもタイやベトナムは昆虫食の盛んな国であった。国土の大部分が熱帯サバナ気候に属し、気温の年較差は小さく、自然環境が豊かであったことが昆虫食が盛んになった要因の一つであろうと考えられる。しかし経済成長が著しい1980年代後半以降、食生活の変化とともに昆虫食の需要が減少し、現在では限られた地域や嗜好品の感覚で食されることが多い。インドは、広い国土と多くの人口を要し、多民族国家であるが、昆虫食は盛んではなく、菜食中心か又はニワトリや魚を動物性の食料として採用している。スリランカではほとんど食されることはなく、イスラム圏での昆虫食の知識や経験はほとんどないに等しい。おそらく民族の歴史的背景や宗教観などによる相違が、昆虫食への対応に影響しているものと考えられる。

(3) オセアニア

オーストラリアでは、先住民のアボリジニーが昆虫を食しており、ボクトウガやコウモリガ、ヤガなどの幼虫は貴重な蛋白源である。一部観光化され、ガの幼虫のスープの缶詰が販売されている。オセアニアの島々の多くが熱帯又は亜熱帯に属しており、多くの昆虫が生息している。しかし昆虫食の資料がなく、それ

程食されてはいなかったようで、かつてハワイやニュージーランドで食されていたという記録が残っている程度である(三橋, 1997)。

(4) アメリカ(北米・中米・南米)

北米・中南米ともに古くから昆虫が食されている。北米におけるイヌイットやアメリカ先住民のインディアンにも昆虫食の歴史はあるが、種類は限られている。中南米の多くが熱帯・亜熱帯に属しており、昆虫の種類や個体数が多いことから、昆虫を食糧にするには適した環境といえる。特にメキシコでは多くの昆虫が食されており、現在でも大衆料理店や高級レストランにおいて昆虫料理が出されており、テキーラの材料であるリュウゼツランの害虫であるボクトウガの一種やアリの幼虫などが食材に使われている。

(5) ヨーロッパ

昆虫食の最も少ない地域で、昆虫そのものが少ないことや、大型の哺乳動物が食材として身近にある事がその原因と考えられる。古代において、バッタやセミ、カミキリムシの幼虫を食していたという記録が残っている程度である。

(6) アフリカ

アフリカ中部～南部において昆虫を積極的に摂取しており、消費量も多い地域である。広大な面積に多くの民族が生活しており、自然環境が地域によって大きく変化するため、食される昆虫も多種多様である。最もポピュラーなものがシロアリで、生食や軽く炒めたり、乾燥品を使って料理に使用している。またヤママユガの一種の幼虫の腸管の中身を抜いて乾燥や燻製にしたり、缶詰に加工して料理に利用している。

2 日本の昆虫食

(1) 昆虫食の歴史

人類の歴史におけるヒトから人間への飛躍は、狩猟採集生活から農耕牧畜を中心とする生活形態に移行した約1万年前と考えられている。なぜ農耕牧畜が始められたかについての論争はあるが、この点に関しては別の機会に譲る。人類史のほとんどを占める狩猟採集の時代において、食糧として果実や草・葉とともに昆虫も貴重な蛋白源として、当然含まれていたであろう。体の大きな哺乳類であるヒトにおいて、植物を中心とするものもあれば雑食性のものも存在したであろうが、昆虫を主食にすることはなかったと考えられる。しかしながら、主要なメニューの一つであったことは想像に難くない。人類が農耕を始めたことによって、ある種の昆虫が栽培作物に対して害虫化し、作物保護

の上から、また大量に捕獲できることから、農耕牧畜が始まる前から当然のように食していた昆虫を、食用に利用するのは至極当然の成り行きであったであろう。その後さまざまな技術の開発とともに文明が花開き、食物を食する行為が単に腹を満たすことから、食を楽しむという文化をもたらした。

古代における昆虫食に関する記録は多くないが、今から3500年～2500年前の古代ギリシャ・ローマ時代において、バッタやセミ、カミキリムシなどが盛んに食されていたことが知られている。日本においても、稲作の伝播とともに稲の害虫であるイナゴの仲間を、害虫防除と栄養補給の一石二鳥の目的で食用に利用したと想像するのは、それ程困難ではない。またハチの子や蜂蜜なども、野外から収穫していたであろう。3世紀頃に伝播したとされる養蚕は、6世紀頃の飛鳥時代には広く普及していたことから、おそらくカイコを食していたと推測される。稲作や養蚕が日本全土に広がるにつれてイナゴ食やカイコ食も広がり、近年まで続いたと考えられる。しかし最近50年間の食糧の豊かさは目を見張るものがあり、日本人の生活習慣も大きく変化し、特に食生活における欧米化によって、日本人の味覚や嗜好が変化し始めており、結果として料理方法にも影響を及ぼし、それにもなって食材も変化してきている。昆虫食の衰退は、食生活の変化のみではなく、農業の衰退や農薬使用の問題、環境変化に伴う昆虫相の激変や個体数の減少なども原因であると考えられる。また人間を取り巻く自然環境の変動に伴って、昆虫に対する対応も大きく変化してきている。昆虫と身近に接することのできる自然環境の劣化や昆虫との接触機会の減少がそれに拍車をかけていることから、人間が自然生態系の一員であるという認識を自覚する機会がますます減少することが懸念される。

(2) 地域性

日本で広く食されている昆虫は、カイコやイナゴ、ハチ、カミキリムシなどである。そのほか、コガネムシやゲンゴロウ、ガムシ、セミ、トンボ、蝶類の幼虫などが食されている。カイコの蛹は佃煮や油で揚げて食され、イナゴの成虫や幼虫は佃煮が最もポピュラーで、火で炙って食することもある。ハチの成虫は油で揚げたり佃煮として、幼虫や蛹は甘露煮や塩焼きにして食されており、カミキリムシの幼虫や成虫は主に焼いて食されてきた。セミなども羽化直前や成虫を油で揚げて食し、トビケラの幼虫(ザザムシ)は佃煮として、ヘビトンボの幼虫を乾燥させたマゴタロウムシは、子供の疳の虫の薬として利用されている。昭和30年代

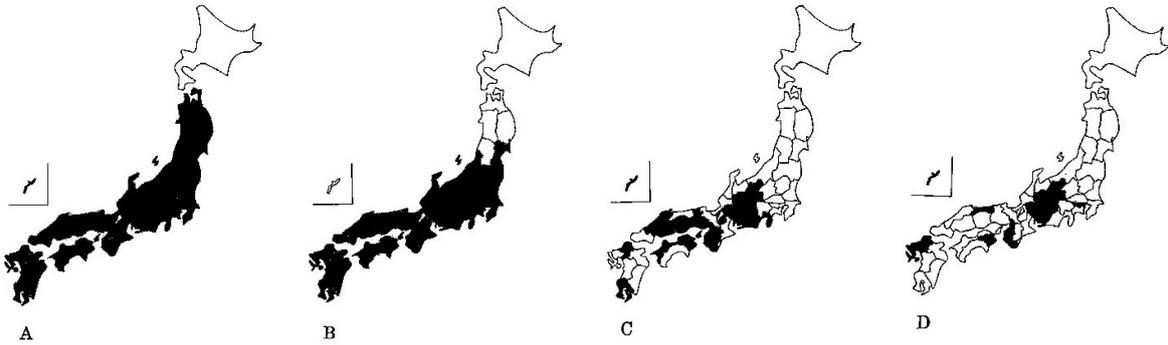


図4 日本の食用昆虫の分布 (「聞き書き 日本食生活全集」、1985 を改変)
 A: イナゴ B: カイコ C: 蜂の子 D: ザザムシ・ヤナギムシなど

において、食材としての干しイナゴが東京の食料品店で販売されていたことから、つい最近まで庶民の食材として、昆虫が身近な存在であったことがうかがえる(田中, 1997)。

次に昆虫の食用分布図であるが、イナゴの食用地域は青森県以南から沖縄にかけてのほぼ日本全土にわたっており、カイコの食用地域は宮城・福島・新潟各県以南から鹿児島県までで、養蚕地域とほぼ一致している(図4)。ハチの子は中部地方から近畿の一部、中国・四国北部及び九州の一部で食されている。ザザムシやヤナギムシなどは、中部地方・北九州・近畿地方の一部などで食されている。このほかカミキリムシやコオロギ、カワゲラ・ヘビトンボ・トンボなどの数種類が食用・薬用に利用されている(表2)。中部地方、特に長野県での利用昆虫の種類数が多く、用途も多様である。信州は周りを山に囲まれた山国であり、冬には雪によって外界と途絶するという地理的条件もあいまって、外部からの蛋白源の補給が困難であることから、近年まで昆虫が蛋白源の補給という意味で重要な位置を占めていたと考えられる。

3 昆虫食の利点

(1) なぜ昆虫か

先にも述べたように昆虫は、その誕生から現在に至るまで常に繁栄し続けており、海洋を除く地球上のあらゆる環境に適応して分布を広げ、現在の地球上において最も多くの種類数と個体数を擁している。昆虫は人類の出現のはるか以前に誕生しており、多種多様な種類と膨大な個体数を擁し、人類の進化の過程で最も身近な存在になったことから、人類の食糧の一部を構成することは当然であったと考えられる。狩猟採集の時代における哺乳動物の捕獲は非常に困難であり、常に獲物が得られる保証はなかったであろう。そのこと

からも簡単に捕獲できる昆虫の存在意義は大きかったであろう。また蛋白源としての昆虫の重要性は、近年まで変らなかったと考えられる。

昆虫を食糧とする利点と利用するうえでの困難な点の克服策について考えてみる。①まず昆虫は、以下に述べるように栄養豊富であり、人間に必要な栄養素のほとんどを持っている。しかしながら、昆虫100gと大豆200gのカロリーがほぼ同程度という結果からも、昆虫食が高カロリーになりがちで、栄養過多になる可能性もあり、バランスの取れた摂取を心がけなければならない。②昆虫の体は小さく、それゆえ今日大繁栄しているわけであるが、昆虫の生存に必要な栄養素が小さな体の一個体に蓄えられることから、昆虫から得られるバランスの取れた栄養摂取は、他の動物と比較して効率的である。しかし体が小さいため、多くの個体を摂取する必要がある。③身近で採集でき、かつ比較的容易に採集できる。しかし商品化を目的としての自然個体群からの多数の個体数の確保は困難で、人工的大量飼育が必要である。④食糧になるまでの時間は、他の動物に比較すると格段に短く、増殖効率も高く、人為的リサイクルが可能であることなど、有利な点が

表2 日本における食用昆虫(野村、1946 を改変)

		北海道・東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
バッタ目	イナゴ	■	■	■	■	■	■	■
	コオロギ	■	■	■	■	■	■	■
	カマキリ	■	■	■	■	■	■	■
	ケラ	■	■	■	■	■	■	■
ハチ目	ハチ(主に幼虫)	■	■	■	■	■	■	■
	アリ	■	■	■	■	■	■	■
カメムシ目	セミ	■	■	■	■	■	■	■
	クダマ(主に卵)	■	■	■	■	■	■	■
コウチュウ目	カミキリムシ	■	■	■	■	■	■	■
	ガムシ	■	■	■	■	■	■	■
チョウ目	カイコ	■	■	■	■	■	■	■
	ニカメイチュウ	■	■	■	■	■	■	■
	マツケムシ	■	■	■	■	■	■	■

表3 主な昆虫の栄養分析値
(三橋、1992：田中、1984：香川、2006を改変)

成分 昆虫	水分 g	エネルギー Kcal	炭水化物 g	タンパク質 g	脂質 g	Ca mg	VA μg	灰分 g	繊維 g
イナゴ (インドシナ)	68.9	-	微量	8.3	1.0	5.0	-	1.2	-
イナゴ (日本・乾燥)	11.78	-	-	68.1	4.1	-	-	4.4	-
トノサマバッタ (乾物)	-	-	6.4	61.1	10.1	400	-	-	4.9
カイコ (繭)	60.7	207	-	23.1	14.2	-	-	1.5	-
ミツバチ (老熟幼虫)	77.0	-	0.41	15.4	3.71	-	27-36	3.02	-

表4 昆虫と食用乾燥肉のタンパク質と脂肪含有量
(乾燥重量に対する%) (三橋、1997：香川、2006を改変)

	タンパク質	脂肪
ヤマユガの一種 <i>Cirina forda</i>	62.31	12.49
ヤマユガの一種 <i>Imbrasia epimethea</i>	64.5	9.11
セセリチョウの一種 <i>Aegiale hesperiaris</i>	30.9	58.6
ボクトウガの一種 <i>Cossus redtenbachi</i>	30.2	56.8
シロアリの一種 <i>Macrotermes subhyalinus</i>	38.42	46.1
ヤシオサゾウムシの一種 <i>Rhynchophorus phoenicis</i>	20.34	41.73
イナゴ	68.1	4.0
サバクトビバッタ	51.5	10.7
ビーフ (乾燥)	81.1	14.9
ポーク (乾燥)	23.01	75.14
チキン (乾燥)	73.21	23.21

多くある。またバイオテクノロジーの進歩により、人工飼育がかなり容易になった。しかし、人工飼料作成の低コスト化や簡便な飼育方法の開発が不可欠で、現状でのコストに見合った企業化は難しい。⑤昆虫の姿に対する歴史的嫌悪感の払拭は非常に難しいが、昆虫の有効成分のみを抽出するなどの細胞培養技術の開発によって、大量生産が可能となり、嫌悪感を克服できると考える。しかし現状ではコストが高いため、低コスト化が不可欠の要素であろう。

昆虫以外のいわゆる「ムシ」としてまとめられているものの中にも食糧として食されているものがある。ミミズやサソリ、タランチュラ、カタツムリなどである。ミミズは、釣り餌にも使うが食用にも使われており、湯で茹でてサラダや炒め物として食されている。また乾燥ミミズは、解熱剤として使用されている。サソリは毒をもっているが、刺されて体内に入ることによって毒の効力が発揮されるもので、口から入れると薬になるといわれるほどで、薬膳の食材としても使用されている。大型のクモであるタランチュラは、生食か素揚げに塩をふって食する。カタツムリ *Helix pomatia*, *H. aspersa* は、エスカルゴとしてフランス料理の食材としてよく知られている。このほか、日本人の食卓ではあまりお目にかからない食材として、カエルやヘビ、ワニ、トカゲ、センザンコウ、カブトエビなど、世界各地にはさまざまな食材がある。貴重な種は保護しなければならないが、食用に適した生物の家畜化は、今後の重要な課題になると考える。

(2) 栄養価

肉や魚などにはタンパク質が多く含まれており、牛乳や卵にはタンパク質のほかに脂肪やミネラル、野菜にはビタミンやミネラル、米や小麦には炭水化物などの栄養分が多く含まれている。7~8週間で市場に出せるブロイラーは、タンパク質の生産効率が最も高い

といわれているが、昆虫に含まれるタンパク質も非常に多い(表3)。脂肪の含有量においても我々が口にする肉類や牛乳、卵などと比較しても勝るとも劣らない(表4)。昆虫自身はコレステロールを合成する力がなく、消化やビタミンDの合成に欠かすことのできないコレステロールを、体内に共生している微生物や植物に含まれる脂肪を使って確保している。このことから昆虫は、コレステロール値の低い健康食品であるといえる。また昆虫にはビタミンやミネラルも豊富に含まれており、食植性昆虫は植物からそれらを摂取し、食肉性昆虫は捕食動物からそれらを得ており、この点から見ても栄養的に非常に有望な食糧資源であるといえる。

昆虫は、食糧以外にも薬としての効果も認められている。16世紀後半、中国において著された「本草綱目」に生薬としての昆虫の記載がある。日本においても昆虫を使った薬が出回っている。例えば、ヘビトンボの幼虫を乾燥させたマゴタロウムシは、子供の疳の虫、シナゴキブリは血行改善作用、ハンミョウの粉はおどきの濃み出しや利尿、躁鬱病、知覚麻痺、性病などに効くといわれており、通称アカトンボは、喉の腫れや咳止め、解熱、喘息、ジフテリア、百日咳などに使われている。薬酒の原料としては、スズメバチやアリ、ゴミムシダマシが使われており、スズメバチの焼酎付けは、高血圧や前立腺肥大の人に効果があるとされている。そのほか冬虫夏草という昆虫を栄養として生じたキノコ(子のう菌類・麦角菌科)の類も妙薬として知られている。冬虫夏草は、呼吸器系の病気や精力増進に効果があり、貧血、鎮痛、解熱からガンにまで薬効があるとされている。しかしながらこれらの薬効については、現在のところ医学的根拠に乏しく、伝承薬の域を出ないのが現状である。

「知らず知らずのうちに昆虫を食している」と言わ

れば、「まさかそんなこと」と反論があるであろう。しかしながら貯穀害虫であるノシメダラメイガやコクヌストモドキなどの卵や幼虫, スパイスなどに混じったコナダニ類などは, 気づかずに食物と一緒に食してしまっているケースである。これらの自然界の無害の昆虫類を食しても, 食物そのものに異常がない限り, 栄養にこそなれなんら問題はなく, 気に病む必要はない。またみかんや柿の実にカイガラムシがついている場合がある。カイガラムシは, 熟した果実から果汁を吸うため, 付着した果実は甘いということも経験的に知っており, 昆虫に対して必ずしも嫌悪感のみではなく身近な存在としての意識が潜在的にあるのではないだろうか。これらのことから, 今後の食糧事情や健康面の改善において, 昆虫に対する考え方の転換が必要になってくるであろう。

(3) 栄養素

①タンパク質

昆虫のタンパク質含有量は高く, バッタ類では乾燥重量の50%以上, イナゴでは68%を占めている(表4)。昆虫のタンパク質に含まれるアミノ酸には, ロイシン, イソロイシン, リジン, スレオニンが多く含まれており, メチオニン, ヒスチジン, トリプトファンなどは少ない。リジンやスレオニンは, 小麦や米, トウモロコシ, キャッサバなどの植物に少ないことから, これらを主食とする地域における昆虫食は, 不足するアミノ酸を摂取するうえで効果的である。

②脂肪

昆虫の脂肪中には, オレイン酸, リノール酸, リノレン酸などの不飽和脂肪酸が多く含まれており, アラキドン酸, イコサペンタエン酸, ドコサヘキサエン酸などを含む種も多い(表5)。昆虫のコレステロール値が低く, 低コレステロール食品への利用において, 非常に有効であると考えられる。

③ビタミン

ビタミンA(レチノール), ビタミンB₁(チアミン), ビタミンB₂(リボフラビン), ビタミンDを含有しているものが多く, 人間にとって必要と考えられるビタミン類のほとんどを含んでいる(表6)。カイコの蛹は, ビタミンAを多く含み, バッタはビタミンB₂, ミツバチの未成熟幼虫はビタミンAやビタミンDに富んでおり, ミツバチ幼虫のビタミンAは, 卵黄の2倍近くを含有しているといわれている。

④ミネラル

乾燥重量の数%にも満たないが, その中でリンが多く含まれている(表7)。イナゴの分析では, カリウム,

表5 昆虫と食品の全脂肪中の脂肪酸割合(総脂肪酸100gあたりの脂肪酸g)(三橋, 1997:香川, 2006を改変)

	飽和脂肪酸				一価不飽和脂肪酸		多価不飽和脂肪酸		
	ラウリン酸	ミリスチン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	パルミトリン酸	オレイン酸	リノレン酸	リノレン酸	アラキドン酸
ヤマメユガの一種 <i>Imbrasia erthi</i>	0.5	1.0	22.0	0.4	22.0	2.0	20.0	11.0	38.0
ヤマメユガの一種 <i>Usta torpsichore</i>	0.2	2.3	27.4	0.1	27.4	1.7	27.2	2.8	7.8
ヤシオサゾウムシの一種 <i>R. phoenicis</i>	0.1	2.5	36.0	0.3	38.0	30.0	26.0	2.0	0.6
シロアリの一種 <i>M. subhyalinus</i>	0.1	0.9	33.0	1.4	33.0	9.5	43.1	3.0	0.4
イナゴの佃煮	0.1	0.4	8.0	10.0	0.9	19.9	14.1	43.9	0
ハチの子の佃煮	1.8	3.8	25.3	6.2	3.3	36.5	13.5	7.7	0.1
卵									
卵黄	0	0.4	25.3	8.7	2.2	42.4	16.9	0.5	1.8
卵白	-	0.6	22.5	7.5	3.5	39.6	12.7	0.2	8.5
牛乳	3.3	10.9	30.0	12.0	1.5	23.0	2.7	0.4	0.2

表6 食用昆虫のビタミン含有量(mg, μg / 100g)(三橋, 1997:香川, 2006を改変)

	VA	B ₁	B ₂	ナシアシン	B ₆	葉酸	パントテン酸	B ₁₂
	μg	mg	mg	mg	mg	μg	mg	μg
ヤマメユガの一種 <i>Nudaurelia oyemensis</i>	3.0	0.15	3.2	9.4	0.05	2	0.008	1.4
ヤマメユガの一種 <i>Imbrasia truncata</i>	3.1	0.27	5.1	10.9	0.037	3.7	0.01	2.5
ヤマメユガの一種 <i>I. wpmimethes</i>	4.4	0.17	4.0	11.0	0.063	6.3	0.007	1.5
シロアリの一種 <i>Macrotermes subhyalinus</i>	-	0.13	1.14	4.59	-	-	-	-
ヤシオサゾウムシの一種 <i>Rhynchophorus phoenicis</i>	-	2.24	2.24	3.0	-	-	-	-

表7 食用昆虫のミネラル含有量(mg / 100g)(三橋, 1997:香川, 2006を改変)

	Ca	Mn	Fe	P	S	Mg	Cu
サバクトビバッタ							
♂	37	1	36	56	32	-	-
♀	17	1	27	44	32	-	-
シロアリ <i>Macrotermes subhyalinus</i>	40	-	7.5	438	-	417	13.6
ヤマメユガの一種 <i>Imbrasia erthi</i>	50	-	2.0	546	-	231	1.4
ヤマメユガの一種 <i>Usta torpsichore</i>	355	-	35	695	-	54	1.4
ヤシオサゾウムシの一種 <i>Rhynchophorus phoenicis</i>	186	-	13	314	-	30	1.4

ナトリウム, シリカ, アルミニウム, 鉄, カルシウム, マグネシウム, マンガン, チタン, 銅, 硫黄などが検出されており, 人間に必要なミネラルのほとんどが含まれている。

⑤炭水化物

昆虫には炭水化物がほとんど含まれていない(表3)。炭水化物は, 昆虫の外皮を構成するキチンに多く含まれており, キチンは人間には消化できない。

Ⅲ イナゴの食品利用 —家庭料理への応用—

日本で佃煮などに供されるバッタは、イナゴと称されており、分類学的には、節足動物門・昆虫綱・直翅目・バッタ科・イナゴ属に分類されている。イナゴ属は、世界で39種類が知られており、東アジア～東南アジア、インド、アフリカ、ニューギニア、ハワイに分布している（市川ら、2006）。日本に分布するイナゴ属は、コイナゴ *Oxya hyla intricata*、チョウセンイナゴ *O. sinuosa*、ニンポウイナゴ *O. nipponensis*、タイワンハネナガイナゴ *O. chinensis*、ハネナガイナゴ *O. japonica*、コバネイナゴ *O. yezoensis*、サイゴクイナゴ *O. occidentalis*、リクチュウイナゴ *O. rikuchuenensis*、タイワンコバネイナゴ *O. podisma*、オガサワライナゴ *O. ogasawarenensis* の10種類とされており、北海道から九州・南西諸島、小笠原諸島に分布している。このうち食用にはコバネイナゴが多く用いられるが、ハネナガイナゴが混在することもある。

コバネイナゴは、北海道から九州（現在四国ではまれ）にかけて分布し、九州南部では標高500m以上に生息している。ハネナガイナゴは、東北（秋田県・岩手県以南）から九州・南西諸島（奄美大島以北）に分布している。前者の形態的特長は、体長♂16～33mm、♀18～40mmで、翅は後膝を超えないが、環境によって長翅型が発現し、翅型は地理的に変異する。後者は、体長（翅端まで）♂17～34mm、♀21～40mmで、前翅は腹部末端・後翅を越える。体色は、両種とも褐色型・緑色型・紅色型と変化する。変異は大きい。両種の生息環境は似かよっており、水田及びその周辺や湿地性の草地に多く生息する。コバネイナゴは、山地の湿地や林縁にも生息する。両種ともにイネ科植物を食害する。農薬散布によって一時激減したが、その後の農薬の使用制限により1990年代以降生息数の回復が著しい。両種とも年1化で、8～11月頃に成虫が出現する。熱帯におけるハネナガイナゴは年2～3化しており、おそらく別種と考えられる（市川ら、2006）。なおテレビのニュースや新聞で報道されるアフリカにおけるバッタの大発生は、多くの場合サバクトビバッタ *Schistocerca gregaria* である。日本列島での大発生はトノサマバッタ *Locusta migratoria* によるもので、記録の残る1717年以降、何度か大発生しており、1880年～1885年の北海道における大発生は、甚大な被害をもたらしたと記録されている。最近では1986年の鹿児島県種子島北西の馬毛島における大発生が記憶に新しく、1980年の無人島化や翌年の大火災による

ススキの繁茂が原因ではないかと推測されている。ただ馬毛島における大発生は、カビの発生によって1年で収束した。イナゴも時に大発生するが、トノサマバッタやトビバッタの仲間のような移動に適した群生相に変化することはない。

日本における食用イナゴの最大産地は仙台平野で、過去の1シーズンの出荷量は100トンに達しており、1975年頃において50トンの出荷が1箇所で行なわれたという（三橋、1992）。現在の日本では、珍味としての佃煮として消費されることが多い。東南アジアなどでは、バッタ類のほか、コオロギやタガメ、ガムシ、カイコの蛹、タケノメイガ *Chilo fuscidentalis*、*Omphisa fuscidentalis* の幼虫などが食されており、油で揚げて甘辛く味付けしたおかずやスナック菓子のようなおやつとして消費されている。食用への利用度は地域によって異なり、ラオスでは日常的に食されているが、ベトナムでは現在は日常的な食材ではない。しかしホーチミン市のレストランで、ココヤシ害虫のゾウムシの幼虫バター炒めが（バターの香ばしさとココヤシミルクのクリーミーとの絶妙な味）、牛肉の串焼きの数倍の値段でメニューに掲載されていた。タイにおいてもさまざまな料理法があり、油炒め（27%）が最もポピュラーで、次いで焼く（20%）、油揚げ（13%）、スープ（9%）、蒸す（7%）、生（サラダ）（5%）などがある（野中、2005）。屋台でも油炒めの料理が多く売られているが、他の食材の屋台数からすると限られており、全屋台数の1%未満ではないだろうか。東南アジアの国々が経済発展を遂げるとともに、昆虫食への依存度は低下している。イスラム圏のインドネシアでは、もともと昆虫食に対する嗜好性は低く、昆虫は鳥などのペットの餌として販売されている。日本でも、イナゴの佃煮が地方のお土産として販売されているが、日常的に食卓に上ることはほとんどない。しかしイナゴは、古来より食用として重用され、かつ栄

表8 イナゴの栄養分析（100gあたり）
（日本栄養士会調査）

熱量	278	Kcal
タンパク質	64.2	g
脂質	2.4	g
Ca	78	mg
リン	630	mg
鉄	4.2	mg
ビタミンA	920	IU
ビタミンB ₁	0.24	mg
ビタミンB ₂	5.5	mg
ビタミンC	20	mg

養価が高いことから(表8), 家庭料理の食材として, また将来の蛋白源としての利用を検討することは重要であると考えられることから, いくつかの料理で実際に使用して, その可能性について検討した。

1 共通事項

(1) 材料

材料は, コバネイナゴの製品化されたものを使用した(イナゴ製造元S社)。このコバネイナゴは, 日本の無農薬稲田にて採集され, 前処理され, 高温処理の後に冷凍保存されたものである。前処理とは, 採集したイナゴを一晩絶食させて腸内容物を排出させることで, この処理によって腸内残渣物による硬さや苦味が無くなり, イナゴ本来の味が損なわれない。高温処理は, 前処理されたイナゴを沸騰した湯の中で3~4分煮沸することである。高温処理後急速冷凍して商品用に包装され, 出荷される。

(2) 材料調製方法

イナゴペースト: 冷凍イナゴを冷蔵庫で自然解凍する。解凍後水道水で洗浄し, 水切りする。十分に水切りされたイナゴを, 180℃で予熱した油で約4分間キツネ色になる程度に揚げる。約1時間程度自然冷却した後, ミル粉碎器で約2分間間歇粉碎してペースト状にする。

イナゴ粉末: 冷凍イナゴを冷蔵庫で自然解凍する。解凍後水道水で洗浄し, 水切りする。予熱したオーブンにて90℃, 60分間焼成する。庫内で自然冷却後, ミル粉碎器で約2分間粉碎する。加熱時間は, 試行錯誤の結果60分が最適と判断して決定した。

(3) 使用器具

使用器具は, 以下の通りである。

電子発酵器(SK-10, 大正電機), ミル粉碎器(PHILIPS会社, HL-2053), オープンレンジ(リンナイ会社, ガス高速レンジコンベックRCK-10N), 捏ね機(レディースミキサー KN-200, 大正電機), 温度計(棒状温度計, 発酵器内スタンド温度計), 湿度計, 製麺器(泉家庭めん器UD-10型, 泉精器製麺所), 上皿デジタルはかり(デジタルはかり1144), ステンパウンド型(175mm×80mm×H60mm), めん棒, スケッパー, 山羊刷家, パンマット, シンペル(発酵カゴシンペル 楕円200mm×160mm×H65mm, 丸型190mm×H75mm), 鉄板(270mm×320mm), 煉瓦2個(100mm×210mm×H30mm)。

(4) 官能検査

食品材料としてイナゴを添加した場合と無添加の場

合の嗜好について, 4種類8品目で, それぞれ3回の官能検査を実施した。甘味, 塩味, 食感, 香り・臭いの4項目及び嗜好の総合評価の計5項目について行った。できる限り幅広く調査するため, 3回の対象者はそれぞれ異なっており, 職業による相違の可能性も考えて調査した(表9)。アンケート用紙作成において, 「消費者の食品需要における味覚の官能評価のミクロ経済学的研究:平成12~14年度化学研究成果報告」を

表9 官能評価に用いた料理、利用場面、イナゴ添加量及び調査対象者及び調査対象者数

料理名	ミートローフ	ワインナーロール	ミッシュブロット	乾パン
項目	イナローフ	イナロールパン	イナブロット	イナ乾パン
喫食利用場面	主菜(肉料理)	主食(食卓パン) ソフトパン	主食(食卓パン) 硬焼きパン	非常食・備蓄用 主食・スナック
イナゴ添加量	11%	10%	10%	10%
調査対象者	大学生 34名 一般市民 4名	看護師・医師 16名 大学生 7名		大学生 29名 大学教員 7名

基に作成した(図5)。

なお官能検査実施において, 以下の事項に特に配慮した。①官能検査の条件設定及び検査の安全性のため,

アンケート

パンをご試食してみたいかがありましたか? 1つだけO印をつけてください。

Q1. ワインナーロールパンについて

1) 味はいかがでしたか?

1、とてもおいしかった 2、おいしかった 3、ふつう
4、あまりおいしくなかった 5、おいしくなかった。

2) 甘さについて

1、強すぎる 2、ちょうどよい 3、足りない 4、わからない

3) 塩味について

1、強すぎる 2、ちょうどよい 3、足りない 4、わからない

4) 食感について

1、良い 2、普通 3、悪い 4、わからない

5) 香り、臭いについて

1、良い 2、普通 3、悪い 4、わからない

あまりおいしくない、おいしくないと答えた方、その理由をお聞かせください。
()

Q2. 乾パンについて

1) 味はいかがでしたか?

1、とてもおいしかった 2、おいしかった 3、ふつう
4、あまりおいしくなかった 5、おいしくなかった。

2) 甘さについて

1、強すぎる 2、ちょうどよい 3、足りない 4、わからない

3) 塩味について

1、強すぎる 2、ちょうどよい 3、足りない 4、わからない

4) 食感について

1、良い 2、普通 3、悪い 4、わからない

5) 香り、臭いについて

1、良い 2、普通 3、悪い 4、わからない

あまりおいしくない、おいしくないと答えた方、その理由をお聞かせください。
()

差し支えない範囲でお答えください。

・社会人 ・大学生 ・高校生 ・中学生 ・その他()
現在のお住まいは ・山口市内 ・その他()
性別 ・男性 ・女性

ありがとうございました。いただいたご意見を参考に研究活動に役立てていきたいと思っております。今後ともよろしくお願いたします。

この結果は研究目的意外には使用しません。

図5 アンケート用紙

試作品による予備実験・予備調査を実施した。②試作品をラップ包装し、密封容器で1週間冷蔵保存し、試食に際して異常のないことを確認した。③対象者に対する事前説明において、調査の趣旨、内容、個人情報保護の厳守、異常発生時における対処法及び医療施設の確保などについて説明し、了解を得た。上記のように、危機管理、倫理的配慮及び安全保障を第一として実施するように努めた。

2 肉料理

調理品目はミートローフで、イナゴを添加したもの

表10 ミートローフとイナローフの材料と分量

材料	ミートローフ	イナローフ
牛ひき肉	300g	300g
玉ねぎ	100	100
にんじん	100	100
ピーマン	80	80
生パン粉	50	50
卵(1/2個)	20	20
塩	小1/2	小1/2
酒	小1	小1
ケチャップ	大1+1/2	大1+1/2
ウスターソース	小1	小1
胡椒	少々	少々
ナツメグ	適量	適量
イナゴ	0	75 (イナゴ含有量11%)
揚げ油	0	適量

はイナローフとした。

(1) 材料

材料及び分量は、表10に示したようにイナゴ以外は同一材料を使用した。イナゴ使用量は75g(含有量11%)とし、調理はできる限り同一条件とした。

(2) 調製方法

ミートローフ：①玉ねぎ、にんじん、ピーマンをみじん切りにする。②牛ひき肉と①の野菜及び生パン粉、卵、調味料を混合して練りあげる。③バターを塗布し

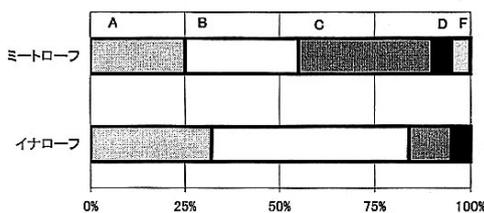


図6 ミートローフとイナローフの全体評価

A: とてもおいしかった B: おいしかった C: 普通 D: あまりおいしくなかった E: おいしくなかった F: 無回答

たパウンド型に入れ成型する。予熱したオーブンにて焼成する。焼成時間は、200℃で16分、その後170℃で10分焼成する。

イナローフ：材料の混合まではミートローフと同様である。材料の混合時にペースト状イナゴを混合し、練りあげる。その後の工程はミートローフと同様である。

(3) 結果

全体評価における「とてもおいしかった」「おいしかった」が、ミートローフでは55%、イナローフでは84%となり、イナローフの評価が高かった(図6)。

表11 ミートローフとイナローフの甘さ、塩味、食感、香り・臭いに対する調査結果

		ミートローフ	イナローフ
甘	強すぎる	0%	0%
	ちょうど良い	75	73
	足りない	15	11
	わからない	5	16
	無回答	5	0
塩	強すぎる	25%	13%
	ちょうど良い	40	84
	足りない	30	3
	わからない	0	0
	無回答	5	0
味	良い	25%	37%
	普通	45	52
	悪い	25	11
	わからない	0	0
	無回答	5	0
食感	良い	25%	37%
	普通	50	52
	悪い	15	0
	わからない	5	8
	無回答	5	3
香り・臭い	良い	25%	37%
	普通	50	52
	悪い	15	0
	わからない	5	8
	無回答	5	3

塩味では、ミートローフでは「ちょうどよい」が40%、「足りない」が30%であったが、イナローフでは「ちょうどよい」が84%で、イナローフにおける塩味の程度が適当であったと考えられた(表11)。甘さ、香り・臭い、食感における両者間の差は、見られなかった。

(4) 考察

イナゴペーストの添加以外は、材料、工程及び焼成過程における相違点がないことから、イナゴペースト添加の有無によって味が変化したと考えられる。イナゴペースト作成過程において油でカリッとするまで揚げたことによる香ばしさと、タンパク質やビタミンなどの増加によってコクが出たことによると考えられる(表12)。塩味において、イナローフではちょうどよく、ミートローフで不足気味という評価は、塩分量がほぼ

同程度であることから微量のミネラルが味覚に微妙に影響していると考えられる。またイナローフにおけるタンパク質, カルシウム, 鉄, リン, ビタミンB₂がミ-

表 12 ミートローフとイナローフの栄養比較

	ミートローフ	イナローフ
熱量 (Kcal)	98	119
タンパク質 (g)	6.8	11.6
脂質 (g)	5.0	5.4
Ca (mg)	9	15
鉄 (mg)	0.8	1.1
リン (mg)	68	114
レチノール当量 (μg)	80	93
ビタミン B ₁ (mg)	0.03	0.05
ビタミン B ₂ (mg)	0.07	0.48
ビタミン C (mg)	3	4
食塩相当量 (g)	0.5	0.5

トローフより増加したことにより (表12), 全体評価における「美味しかった」という評価につながったと考えられる。

3 パン料理

調理品目はウインナーロールとミッシュブロート (ドイツ硬焼きパン) で, イナゴを添加したものはそ

表 13 ウインナーローフとイナロールの材料と分量

材料	ウインナーロール	イナロール
強力粉	200g	200g
ドライイースト	4	4
砂糖	14	14
塩	3	3
スキムミルク	10	10
ショートニング	14	14
カレー粉	3	3
水	126	126
玉ねぎ	少量	少量
ウインナー	40	40
マヨネーズ	少量	少量
パセリ	少量	少量
盛り卵	少量	少量
イナゴ	0	45 (イナゴ含有量 10%)
揚げ油	0	適量

れぞれイナロール及びイナブロートとした。

(1) 材料

材料及び分量は, 表13, 14に示したようにイナゴ以外は同一材料を使用した。イナロールにおけるイナゴ使用量は45g (含有量10%), イナブロートでは75g (含有量10%)とし, それぞれの調製はできる限り同一条件とした。

(2) 調製方法

表 14 ミッシュブロートとイナブロートの材料と分量

材料	ミッシュブロート	イナブロート
強力粉	210g	210g
ライ麦粉 (細びき)	90	90
ドライイースト	3	3
砂糖	10	10
塩	6	6
水	180	180
フレッシュサワー	30	30
ライ麦粉	25g	
ドライイースト	0.8g	
水	50g	
レーズン	100	100
クルミ	25	25
イナゴ	0	75 (イナゴ含有量 10%)
揚げ油	0	適量

表 15 官能評価に用いた料理の調製法及び工程 (水温は 5 ~ 9 月で設定)

製法及び工程	ミートローフ イナローフ	ウインナーロール イナロール	ミッシュブロート イナブロート	乾パン イナ乾パン
仕込み水温度 (°C)	-	18	14	10
捏ね上げ温度 (°C)	-	30	28	30
ニーディング (分)	-	20	15	10
一次発酵温度 (°C)	-	32	32	-
一次発酵時間 (分)	-	40	60	-
ベンチタイム (分)	-	15	10	-
仕上げ発酵温度 (°C)	-	34	32	40
仕上げ発酵湿度 (%)	-	70	70	80 以上
仕上げ発酵時間 (分)	-	20	40	40
焼成温度 (°C)	200°C 16分 170°C 10分	175°C 12分	180°C 25分 170°C 30分	160°C 10分 140°C 20分
焼成時間 (分)			蒸気焼成	

ウインナーロール: ①材料を製捏器のポットに入れて捏ねる。水とショートニングは徐々に混入する。ニーディング時間は20分で, 捏ね上げた生地温度は30°Cにする。②一次発酵は, 製捏器内で40分とする。③ガス抜き, 分割, 丸め直し後にベンチタイムを室温で15分とする。④成型後の仕上げ発酵は, 発酵器庫内32°Cで約20分とする。⑤トッピングし, 成型後に焼成する。175°Cで12分焼成する (表15)。

イナロール: ニーディング終了5分前にイナゴペー

ストを混入する以外は, ウインナーロールの調製方法と同様である。
ミッシュブロート: ①前日にフレッシュサワーを調製し, 冷蔵庫内で発酵させ, 保存する。②材料を製捏器のポットに入れて捏ねる。水とフレッシュサワーは徐々に混入する。ニーディング時間は15分で, 捏ね上げた生地温度は28°Cにする。③一次発酵は, 製捏器内で60分とする。④ガス抜き, 分割, 丸め直し後にベンチタイムを室温で10分とする。⑤成型後の仕上げ発酵

は、発酵器庫内32℃で約40分とする。⑥庫内に鉄板と煉瓦を2個入れ250℃に予熱後、100ccの水を煉瓦に振りかけ、蒸気焼成し、180℃で25分焼成する。その後170℃で30分焼成する(表15)。

イナブロート：ミッシュブロートにおける④において、イナゴペーストを混入する以外は、同様の調製方法である。

(3) 結果

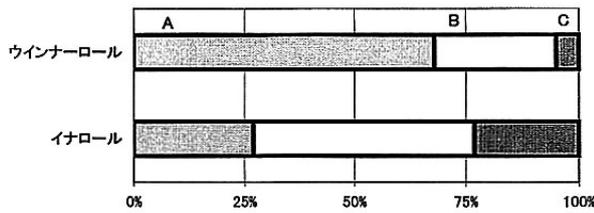


図7 ウイナーロールとイナロールの全体評価
記号の説明は図6と同じ

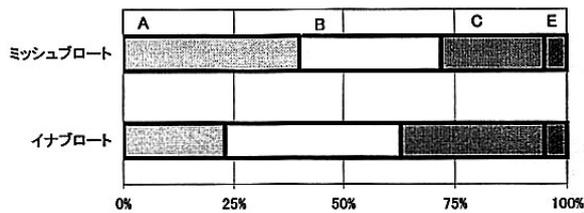


図8 ミッシュブロートとイナブロートの全体評価
記号の説明は図6と同じ

ロールパンにおける全体評価で、「とてもおいしかった」「おいしかった」が、ウイナーロールでは95%、イナロールでは77%で(図7)、ミッシュブロートでは72%、イナブロートでは63%となり(図8)、どちらのパンにおいてもイナゴペーストを添加したパンで若干低くなった。甘さ、塩味における評価は同程度であったが、香り・臭い、食感においてイナゴペースト添加パンで若干評価が低くなった(表16, 17)。

(4) 考察

ロールパンにおける全体評価は、若干ウイナーロールの方が高い評価であったが、イナゴペーストが添加されてもそれ程評価は下がらなかったことから、同程度の味であると考えられる。おそらく香り・臭いと食感における差が、全体評価における差となったのではないだろうか。香り・臭いや食感における差の原因としては、ウイナーロールはソフトパンであるため、イナゴが添加されたことによる食感の変化が原因であると考えられる。素揚げしたイナゴの添加は、パン特有の香りを抑制したことも一因であるかもしれない。ロールパンで見られた差は、ミッシュブロートと

イナブロートでは見られなかった。おそらくライ麦粉(粗引き、細引き)を用い、クルミやレーズンを混入させ、サワー種にライ麦粉を混入させたことや硬パンであることなどが、ロールパンほどの差が出なかった原因ではないかと考えられる。

ミッシュブロートとイナブロートにおいて「美味しくない」という評価が5%あった。最近の日本人の好みがソフトなパンを志向することから、硬めのパンを

表16 ウイナーロールとイナロールの甘さ、塩味、食感、香り・臭いに対する調査結果

		ウイナーロール	イナロール	
甘	強すぎる	0%	0%	
	ちょうど良い	100	95	
	足りない	0	0	
さ	わからない	0	5	
	無回答	0	0	
	強すぎる	0%	5%	
塩	ちょうど良い	100	90	
	足りない	0	0	
	わからない	0	5	
味	無回答	0	0	
	食	良い	50%	14%
		普通	50	63
悪い		0	18	
感	わからない	0	5	
	無回答	0	0	
	香	良い	45%	14%
普通		50	77	
悪い		0	0	
臭	わからない	5	9	
	無回答	0	0	

表17 ミッシュブロートとイナブロートの甘さ、塩味、食感、香り・臭いに対する調査結果

		ミッシュブロート	イナブロート
甘	強すぎる	0%	0%
	ちょうど良い	91	82
	足りない	9	18
さ	わからない	0	0
	無回答	0	0
	塩	強すぎる	5%
ちょうど良い		86	77
足りない		9	14
味	わからない	0	0
	無回答	0	0
	食	良い	41%
普通		50	68
悪い		9	9
感	わからない	0	5
	無回答	0	0
	香	良い	36%
普通		64	73
悪い		0	0
臭	わからない	0	9
	無回答	0	0

表 18 ウィンナーロールとイナロールの栄養比較

	ウィンナーロール	イナロール
熱量 (Kcal)	153	171
タンパク質 (g)	4.9	8.5
脂質 (g)	5.0	5.3
Ca (mg)	18	22
鉄 (mg)	0.4	0.6
リン (mg)	45	80
レチノール当量 (μg)	0	15
ビタミン B ₁ (mg)	0.09	0.10
ビタミン B ₂ (mg)	0.07	0.37
ビタミン C (mg)	2	3
食塩相当量 (g)	0.5	0.5

表 19 ミッシュブROOTとイナブROOTの栄養比較

	ミッシュブROOT	イナブROOT
熱量 (Kcal)	164	186
タンパク質 (g)	4.2	8.7
脂質 (g)	2.2	2.6
Ca (mg)	15	21
鉄 (mg)	0.6	0.9
リン (mg)	50	94
レチノール当量 (μg)	0	19
ビタミン B ₁ (mg)	0.05	0.07
ビタミン B ₂ (mg)	0.02	0.41
ビタミン C (mg)	0	1
食塩相当量 (g)	0.6	0.6

表 20 乾パンとイナ乾パンの材料と分量

材料	乾パン	イナ乾パン
強力粉	280g	230g
薄力粉	120	96
ドライイースト	8	8
砂糖	40	40
塩	6	6
スキムミルク	40	40
バター (有塩)	40	40
天然麦芽粉末 (モルト)	2	2
黒ゴマ	4	4
水	200	200
イナゴ	0	74 (イナゴ含有量 10%)

嫌う嗜好が「美味しくない」という評価に含まれていると考えられる。栄養的に見ると、イナゴの添加によってタンパク質、リン、ビタミンB₂が増加しており、イナゴ添加の効果が示唆される (表18, 19)。

4 非常食用乾パン

調理品目は乾パンで、イナゴを添加したものはイナ乾パンとした。

(1) 材料

材料及び分量は、表20に示したようにイナゴ以外は

同一材料を使用した。イナ乾パンにおけるイナゴ使用量は74g (含有量10%) とし、調製はできる限り同一条件とした。

(2) 調製方法

乾パン：①材料を製捏器のポットに入れて捏ねる。水とバターは徐々に混入する。ニーディング時間は10分で、捏ね上げた生地温度は30~32℃にする。②捏ね上げた後、生地を4~5分割し、家庭用製麺器で圧延を繰り返し、縦横約3cm×2cm、厚さ3~4mmに切断する。成型後にピケする。③仕上げ発酵は、発酵器庫内40℃で30~40分とし、湿度保持のために発酵器内に焼く50ccの湯を設置し、湿度80%以上を保つ。④水塗り刷毛後に焼成する。焼成時間は、160℃で10分焼成し、その後温度を140℃で20分焼成する (表15)。

イナ乾パン：材料及びイナゴ粉末 (ペーストではない) を製捏器のポットに入れて捏ねる。水とバターは徐々に混入する。ニーディング時間は10分で、捏ね上げた生地温度は30℃にする。その他は、乾パンの調製方法と同様である。

(3) 結果

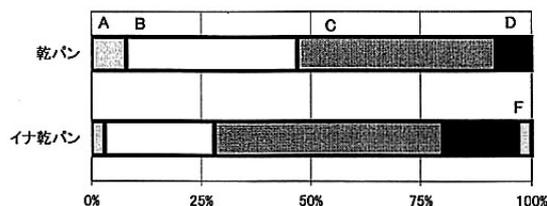


図 9 乾パンとイナ乾パンの全体評価
記号の説明は図6と同じ

全体評価における「とてもおいしかった」「おいしかった」が、乾パンでは47%、イナ乾パンでは28%で、「あまりおいしくないが」それぞれ8%と17%で、乾パンの方が美味しいという評価であった (図9)。甘さ、塩味、食感における両者間の差は、ほとんど見られなかった (表21)。しかし香り・臭いが「悪い」という評価は、乾パンでは0%であったが、イナ乾パンでは17%と高かった。調整において、保存食としての乾パンという性質から、水分含量を50%にとどめたが、そのわりにはおむね美味しく食せることがわかった。

(4) 考察

全体評価において、乾パンの方がイナ乾パンより美味しいという評価であった。甘さ、塩味や食感でほとんど差がないことから、この相違は、香り・臭いによるものと考えられる。乾パンにおける香り・臭いが「悪い」という評価が0%であるのに対し、イナ乾パンで

表 21 乾パンとイナ乾パンの甘さ、塩味、食感、香り・臭いに対する調査結果

		乾パン	イナ乾パン
甘	強すぎる	3%	0%
	ちょうど良い	78	63
	足りない	19	28
	わからない	0	6
	無回答	0	3
塩味	強すぎる	6%	22%
	ちょうど良い	94	72
	足りない	0	3
	わからない	0	3
	無回答	0	0
食感	良い	31%	25%
	普通	60	61
	悪い	3	11
	わからない	3	3
	無回答	3	0
香り・臭い	良い	25%	14%
	普通	75	58
	悪い	0	17
	わからない	0	8
	無回答	0	3

表 22 乾パンとイナ乾パンの栄養比較

	乾パン	イナ乾パン
熱量 (Kcal)	216	210
タンパク質 (g)	5.7	9.7
脂質 (g)	5.3	5.3
Ca (mg)	51	55
鉄 (mg)	0.5	0.7
リン (mg)	68	108
レチノール当量 (μg)	27	47
ビタミンB ₁ (mg)	0.13	0.13
ビタミンB ₂ (mg)	0.08	0.49
ビタミンC (mg)	0	1
食塩相当量 (g)	0.7	0.7

は17%になっており、油で揚げたペースト状のイナゴではなく、乾燥焼成したイナゴ粉末の使用による生臭さがその原因ではないかと考えられる。イナゴ粉末を利用する場合、何らかの香り付けや使用方法を考慮することが必要であろう。また乾パンは、保存食を前提としていることから、甘さや塩辛さを抑え、連食を前提とした淡白な味付けが重要である。全体評価において、「普通」の占める割合が50%程度を占めることは、このことを裏づけている。イナゴ添加によって、栄養的にもタンパク質、リン、ビタミンB₂が増加しており、食品としてのイナゴ添付の効果が示された(表22)。

5 まとめ

4種類8品目の料理における相違はイナゴペースト

又はイナゴ粉末の添加の有無のみであり、それ以外はほとんど同じ内容・方法・条件で調理した。イナゴを添加しない料理と添加した料理の比較において、栄養的側面を加味しながら官能検査の結果を解析し、食品利用への可能性について検討した。

(1) ミートローフにおいて、イナゴを添加した方が美味しいと評価された。カリッと揚げたイナゴの香ばしさとイナゴの添加によるタンパク質や脂肪の増加によって味にコクが出たことが主な原因ではないかと考えられる。

(2) ロールパンでは、イナゴの添加による香り・臭いと食感において無添加に若干劣ると評価された。おそらくイナゴを添加することによって、ロールパンのソフト感が若干阻害されたことが原因ではないかと考えられる。

ライ麦を使用したミッシュブロートは、ソフトなロールパンと異なりパン目のつまった硬くてずっしりした硬パンであることから、イナゴの添加による違和感がないことから、イナゴ無添加の場合とほぼ同じ評価が得られたものと考えられる。

(3) 乾パンは保存食としての機能を重視することから、ミートローフやロールパンの場合とはやや異なる目的で作成された。イナゴが添加されたイナ乾パンにおいて、香り・臭いが若干悪いという評価であった。イナ乾パンの作成において、イナゴをペースト状に処理せず、乾燥焼成後に粉末にしたイナゴを用いたことが主な原因ではあると考えられる。ペースト状のイナゴを使用すれば、無添加の場合と変わらない評価が得られたのではないだろうか。

(4) イナゴの添加によって、タンパク質やカルシウム、リン、ビタミンB₂などが増加することで、栄養強化されている。昆虫のタンパク質には、米やトウモロコシには少ないリジンやスレオニンが含まれており、カルシウムや鉄などのミネラルも強化されることから、イナゴの添加によって一層バランスの取れた食品作りが可能になると考える。

(5) 昆虫の脂肪には、リノール酸やリノレン酸、パルミトオレイン酸などの不飽和脂肪酸が比較的多く含まれており、コレステロール含量が低いという特徴がある(三橋, 1997)。イナゴの脂肪含有量は昆虫の中では少ない。しかしイナゴ以外の昆虫には多く含まれており、現代人の健康向上における昆虫の食品利用への開発は重要である。

(6) 栄養的には有望であるが、料理品目によってイナゴ利用の適不適があるため、実際にイナゴを利用す

るうえで工夫が求められる。また添加量も、料理に利用する際に工夫しなければならない要素であろう。(7) やわらかい食感であるソフトパンやプリン、ゼリー、マシュマロ、ケーキ類などには不向きであるが、ハンバーグやミートボール、スコッチエッグ、ミンチカツ、肉じゃが、餃子などには適すると考える。

(8) イナゴは、ウインナーやフランクフルト、ポロニアなどのソーセージ類に適しているのではないかと考えられる。他の香辛料とともに添加することによって、香り・臭いや食感、また栄養的にも適していると考える。

(9) 料理へのイナゴの添加を知る前と知った後で、試食参加者の反応が異なった。知る前は「美味しい」という評価であったが、知った後の驚愕と嫌悪の反応は、人間の観念や既成概念がいかに保守的であるかが窺えた。昆虫を食べることへの嫌悪感が強いことから、そのような嫌悪感を排除することを最も考慮しなければならない事項であると考え。最近20~30年の生活環境の激変によって、現代人の生物への反応を含めて環境への反応が異なってきた。現代人は、地球上に誕生して以来常に繁栄し続けており、現在最も繁栄し、これからも繁栄し続けるであろう昆虫を、気持ちが悪く、汚く、不可解なムシであると位置づけつつある。我々の食生活の選択肢の幅を広げるには、このような固定概念の排除を第一歩として、既成概念からの脱却による価値観の転換を図らなければならない。

IV 食を考える

「食は文化」である。食に関する研究は、地球環境問題・人口問題・飢餓と貧困などが深刻化するに従い急速に進展している。地球温暖化が主要な要因であるとする気候変動に関する報道は、日夜テレビや新聞を賑わしている。また地球環境問題に対する関心は高く、国際的な取り組みが不可欠とされ、何らかの合意を得ようという努力が根気強く積み重ねられている。しかしながら、先進諸国と新興国・発展途上国との対応には大きな差があることから、その進捗は遅々としている。人口増加・飢餓の問題やそれにとまなう貧困化に対する対応は、先進諸国と新興国・発展途上国の間の認識が地球環境問題とは比較にならないほど隔たっていることもあって、解決しなければならない重要問題であるとされながらも、ほとんど手をつけられていない状況といっても過言ではない。食糧が有り余って廃棄する国もあれば、いっぽうでは餓死者が生じる状態の地域もある。食糧のバイオ燃料への転用を計る国も

ある。また国連機構において、特に欧米主導による食糧増産計画の一環であるトウモロコシや小麦の増産研究施設の廃続などは、世界の国々の食糧事情に対する認識のずれを如実に示しているといえよう。食が「腹を満たすだけのものではない」という発想は、豊かな食糧事情の国々ゆえの文化であって、食べるものがなくて栄養失調や餓死する状態を呈する地域の人々にとって、「食」は「文化」ではなく、まさに「命をつなぐ糧」そのものである。日本を含む先進諸国において「食」を考えると、この格差の大きさを自覚し、現在でもこの地球上で餓死する人々がいることをはっきりと認識しなくてはならない。そして何らかの行動を起こすことが、「学ぶこと・学んだこと」の意義であると考え。

日本人の食に対する考え方は、近年著しく変化してきている。食物に対しても、食材に対しても、また食材の利用法に関しても、1960年代を境にした変化は、地球上の南北問題と対比できるほどの格差があるように思える。江戸時代はもとより明治時代においても、庶民は白米を口にすることはほとんど無かった。昭和における日華事変や太平洋戦争の時期は、主食としての米はおろか芋にも不自由する時代であった。戦後の数年間、進駐軍による脱脂粉乳などの拠出食糧によって多くの子供たちは生きながらえることができた。これは、今からほんの50~60年前のことである。朝鮮戦争から昭和中期以降の日本経済の急激な発展によって、巷に物が溢れ、飽食の時代といわれるほどの豊かな食料が食卓を賑わせた。供給者も消費者も、安いことが第一であり、供給者にとっては「食わさんがための食」であり、消費者にとっては「食わんがための食」であったように思える。白米を口にできなかった時代や芋にも不自由した時代の慎ましやかな「食」と、食糧が有り余るほどの時代における食わさんがため・食わんがための「食」とで、はたしてどちらが「食は文化」の「食」であろうか。最近の中国からの輸入食品薬物汚染によって、「安い」から「安全」へと方向転換するかに見えたが、その直後のUSA発の経済不況と先行き不安は、再び「安い」食品への回帰へと再転換される懸念を見せている。USAやイギリス、フランスなどの先進諸国は、基本的には農業国であり、食糧自給率を100%近く又はそれ以上保った上で産業と文化を維持し、いっそうの発展に取り組んでいる。農業をベースにした国には底力があり、不況からの回復も早い。日本の国力増強には、農業や水産業などの一次産業の比重の拡大や製造業の発展が不可欠の要素と

なるであろう。加えて資源を持たない国にとって、人材育成すなわち教育の充実が非常に重要な要素になると考える。日本の食糧自給率の問題や安全で安い食料の確保ならびに高度な教育の充実は、「食は文化」といえる時代をもたらすのではないかと考える。

食は、腹を満たすのが第一義ではあるが、そのみが目的ではない。豊かな食の大本は、作ることや食べることを「楽しむこと」であり、「楽しませ和ませる」ことである。現在の我々の「食」は、はたして「楽しみ和んで」食していると言えるだろうか。個々人がばらばらに食事をするのは、核家族から個（孤）家族に変貌したといわれる現在において普通の現象となり、「一家団欒」という言葉が死語になりつつある。食事中にもかかわらずテレビに釘付けであることも、一般的な現象となつてすでに久しい。最近では、食事中はもとより睡眠中も携帯電話を離せないという現象が見られており、使っているつもりが反対に使われていることに気づかないことも、「食」に対すると同様の現象かもしれない。また特別な事例かもしれないが、朝食をとらずに学校に来る生徒が増加していることへの対応策として、「学校で朝食を提供」し、「母親が学校で準備をする」というものである。これらは、「食は文化」であることから遠く隔たった、単に「食」は「食する」のみという一例ではないだろうか。食は、食材の準備に始まり、食事のあと始末後の余韻で終わる。食は、食べることが目的ではあるが、「いつ」、「誰と」、「何を」、「何処で」、「どのように」食するかが大切な要素となる。食を通して、食卓という小宇宙に身を委ねて如何に過ごすかが、豊かな世界観や人生観、人間性の醸成につながるものと考えられる。「一期一会」という使い古された言葉は、まさに「小宇宙での出会い」にふさわしい感覚である。

食に関わる栄養学関係の教育機関において、「食育」をテーマとして語られる機会が多くなってきている。先に述べた学校での朝食の提供などは、まさに食育なるものの発想からの実施であろう。しかし今から50～60年前には、それは親の役目であり、家庭における躰の一環であった。学校教育は教員の範疇であり、家庭教育は親の役目であった時代には、学校教育の中で「食育」を実施するという発想は出てこない。どこまで学校教育は踏み込めばよいのか、また踏み込むべきなのであるか。そこまで踏み込まなければならないというのが、現状分析の結果でもある。大学においても、現状はなんら変わらない。このような混沌とした状況は、学校教育と家庭教育の境があいまいになってきて

いることも原因の一つであろう。また小学校から大学にいたる学校教育において、社会のニーズに応えることを第一に据えていることも原因の一つであると考えられる。教育の目的の一つとして、「人間が人間らしく生きることのできる社会の構築と運営に、積極的に参画できる人材を養成する」ことがあげられる。「何をどのように学び」「何ができるようになったか」、そして実際に「何をするか」というように、教養をベースにした行動力を身につけ、自分自身で判断できる人格を備えた人材の育成が、大学における教育の基本であると考えている。そのためには、良質でレベルの高い教養教育が実施されなければならない、それに基づいた実践力の養成が不可欠である。これが教養教育（リベラルアーツ Liberal arts）であり、キャリア教育であると考えている。教育に携わるものとして、大学教育が単に資格の取得を目的とするものではないことを、肝に銘じることが肝要と考える。

V おわりに

我々が牛や豚、鳥などの肉類を食材として利用する際、用途別に加工され、パックされたものを購入する。そのままの姿で店頭にならぶことは、まずない。生きたニワトリを購入し、絞めて毛を塗り、調理することもしない。魚類も切り分けられてラップで包まれているか、捌いてもらうかするため、魚を一から料理することはほとんどない。生前の姿とは異なった肉の塊として、店頭にならべられていることから、何の抵抗も持たずにそれを購入して調理する。野菜ですら、土のついた野菜が店頭にならぶのは珍しい。このような時代に、生きていた姿のままの昆虫が、食材として店頭にならんだとすれば、当然ながらそっぽを向かれるであろう。しかし農村や漁村では、飼育していたニワトリを一から料理して食し、魚を捌いて食材とするのは、極めて普通のことで、できない・しない方が不可解なことである。中国では、生きたカエルやヘビやカブトエビなどが店頭で販売されており、ブラジルやアルゼンチンでは、羊や牛や豚を殺し、内臓を取り出し、皮を剥いだ姿のまま焼いて食する。遊牧民の間では、食する羊をゲストに見せて血抜き作業をし、全身の焼き上がりを見せた後に切り分け、卓に盛って食する。ニワトリやガチョウ、七面鳥なども、頭を除いた姿焼きで販売されており、そのまま食卓に上るのは、世界各地で見られる食事風景である。ヨーロッパでも、牛や豚の生の半身を店頭におろ下げ、燻製やハムにした腿を目の前で切り分けて販売することも普通に見られ

る光景である。かわいそうだとか気持ちが悪いといった感情ではなく、家畜を食材として扱うことが常識の社会では至極当然のことでもある。また遊牧民の間では、生きることの尊さを目の当たりにすることから、神への感謝とともに客への最高のもてなしをするための行為でもある。それぞれの地域における習慣であり、これも食文化といえる。

10数年前に中国にコオロギやバッタの調査及び採集に行ったことである。新疆ウイグル自治区の中国とカザフスタンとの国境近くにおいて、前日友好を深めた友人達が、数キロはなれた町外れの砂漠との切れ目で待ち受けおり、町を出る我々旅人と杯を交わすという、何とも大時代的ではあるが感動的な別れがあった。日本でも江戸末期から明治にかけて、西下する友人を品川あたりまで見送るといった風景がみられたことから、これが食によって得られる「一期一会」の豊かな余韻ではなかったかと考えている。昭和20年～30年代においても、遊びに来た友人や親戚の人たちを最寄りの駅まで送っていたことを思い出す。日本人の食や食材に対する感覚（センス）は、最近異なってきたのかもしれない。このことから、日本において昆虫が食材として再び抵抗無く受け入れられるまでには、かなりの道のりを必要とするようである。

昆虫の用途は、人間の食糧としてはもちろんのこと、は虫類や両生類や肉食魚などのペットの餌や養殖魚の餌、釣り餌などへの利用も盛んになってきている。またショウジョウバエは、20世紀初めのT.H.Morganによる遺伝の実験に使用され、遺伝学の発展に寄与し、今日においてもさまざまな研究における実験材料として世界各地で使用されている。世代間のサイクルが早いことや狭いスペースで大量に飼育でき、飼育が簡単で、人工飼料による大量飼育や累代飼育が可能なことなど、実験動物としての条件をほとんど備えていることから、利用度は今後ますます増加するであろう。また昆虫の遺伝子を植物に導入して耐性強化作物に形質転換させる実験も進んでおり、実用化の段階にまで達している。1962年のレイチェルカーソン Rachel Carson による「Silent Spring (沈黙の春)」出版以来、農薬による環境汚染や人体への悪影響や農薬開発に関わるコストの高騰などによって、生物による防除が注目を集め、天敵や受粉に使用する生物農薬として開発されてきた。しかしハウス内などの特殊な環境での効果は大きいですが、開放空間での効果が限定されることから、持続的防除効果は期待できない。カイコは食用のほか、伝統的な用途として絹を糸や布などに利用して

いる。最近では、化粧品や食品の添加剤、人工皮膚形成などの医療目的の材料として注目され、液状、粉状、膜状などのさまざまな形状で活用されている。また昆虫や多足類などの節足動物の動きに注目し、筋肉や脚の動きの解析などからロボットの機能開発にも応用されている。ペット産業への昆虫の参入は、最近特に盛んである。国内でのそれらの昆虫の増殖も、多くの問題を抱えながらも将来発展するであろう。ペットショップやデパートにおいて販売される昆虫、特に熱帯に生息するカブトムシやクワガタの仲間は、最も人気のある昆虫として常に話題をにぎわしている。しかし熱帯産のクワガタやカブトムシの自然界への脱出によって、温帯の種が生息する生態系に混乱が生じることが懸念されている。外国産生物の輸入緩和によって、海外から多くの生物が日本国内に流入している。ワニやヘビ、カミツキガメ、肉食魚などの危険動物の飼育放棄による遺棄事件が、どちらかというユーザーモラルな捕獲作戦としてニュースで取り上げられることがある。その他ブラックバスやブルーギル、タイワンザル、アライグマなどの侵入生物の例が、ニュースとして報じられた。琵琶湖のブラックバスについては、釣り人と漁業者との論争が一時期話題になり、和歌山県でのタイワンザルの駆除における生物学者や環境生態学者と世論との論争は、つい最近の出来事である。人体に危険を及ぼす生物の遺棄はもちろんであるが、たとえ危険がなくとも、侵入生物の自然生態系に及ぼす影響は予測が不可能であり、測り知れない影響を与える可能性がある。安易な生物の導入、例えば他河川や他支流のイワナやアユの放流ですら、本来は実施すべきではないと考えている。これらの点を考えると、自然教育のあり方から再考しなければならないのではないだろうか。

昆虫は、身近に生息しており、個体数も多く、多くの種類がさまざまな環境に生息していることから、環境教育における教材としても効果的である（松下・新井, 2003; 新井・松下, 2006）。また環境指標動物としての昆虫の存在も忘れることはできない。我々の生息する住環境はもとより、それを取り巻く自然環境の変動をいち早く察知し、如何に破綻部分を修復し、保全するかの対応を図れねばならない。地球上の生物のほとんどが我々にとって未知であることから、自然生態系の保全を第一とした人間の生活空間を構築してゆかねばならない。限られた地球の資源と自然生態系の脆いバランスの中で、共生とは何か、人間は生物とどのように共生し、どうすれば共生できるかを、真剣

に考え、対応してゆかなければならない。

VI 引用文献

- 新井哲夫 1991 「生物学講義 I」 196pp 杉山書店
新井哲夫編 1995 「生物と環境」 189pp 学術図書出版社
新井哲夫・松下吏亜 2006 小学校・中学校・高等学校における環境教育 山口県立大学大学院論集 8:55-65
香川芳子 2006 「五訂増補食品成分表 2007」 女子栄養大学出版部
松下吏亜・新井哲夫 2003 環境問題と環境教育に関する一考察 芦屋大学論叢 38:1-38
三橋淳 1992 「世界の食用昆虫」 古今書院
三橋淳 1997 「虫を食べる人びと」 平凡社
日本直翅類学会編集(市川顕彦・伊藤ふくお・加納康嗣・河合正人・永富修・村井貴史) 2006 「バッタ・コオロギ・キリギリス大図鑑」 北海道大学出版会

687pp

- 野村健一 1946 「文化と昆虫」 日本出版社
野中健一 2005 「民族昆虫学」 東京大学出版会
農山漁村文化協会 1985~1992 「聞き書き 日本食生活全集」
Rachel Carson 1962 “Silent Spring” 「生と死の妙薬」 文芸出版社
田中誠 1984 「昆虫の食文化-世界の食虫習俗をさぐる」 アニマ
梅谷献二 1997 昆虫産業-地上最大の未利用資源の活用- 農林水産省技術報告協会
梅谷献二 2000 虫を食べるはなし第9回 農業共済新聞
梅谷献二・栗林茂治・松香光夫 1998 「亜細亜昆虫資源-資源化と生産物利用」 国際農林水産センター
安松・山崎・内田・野村 1972 「応用昆虫学」 朝倉書店