

## スズメバチ幼虫のタンパク質構成アミノ酸分析

片桐充昭・友竹浩之・奥山涼子

Amino Acids Analysis of Wasp Larva Protein

Mitsuaki KATAGIRI, Hiroyuki TOMOTAKE and Ryoko OKUYAMA

**要旨：**伊那地域（長野県上伊那郡，下伊那郡等）では食文化の一つとして，昆虫食の習慣がある。本研究では，食材としてのスズメバチ幼虫の栄養学的特性を明らかにすることを目的とした。

今回用いた試料はクロスズメバチおよびキロスズメバチの2種の幼虫および蛹であった。スズメバチ幼虫のタンパク質含量はクロスズメバチ 15.1g/100g，およびキロスズメバチ 22.7g/100gで，肉類，魚介類に匹敵する含有量であった。

タンパク質構成アミノ酸を分析するため，6N塩酸加水分解法でタンパク質を分解し，アミノ酸自動分析装置で，個々のアミノ酸量を求めた。アミノ酸スコアは1985 (FAO/WHO/UNU) (2～5歳) パタンおよび1973 (FAO/WHO) パタンによって求めた。1985 (FAO/WHO/UNU) (2～5歳) パタンによると，クロスズメバチおよびキロスズメバチの幼虫は共にアミノ酸スコアが100であり，良質な動物性タンパク質であることを確認できた。

**Key words：**スズメバチ (wasp), 幼虫 (larva), アミノ酸組成 (amino acid composition)

### 序 論

スズメバチは世界中で61種，日本では16種が知られている<sup>1)</sup>。このうち，中部地方で食用にされているのは，スズメバチ属でオオスズメバチ，キロスズメバチ，そしてクロスズメバチ属では，クロスズメバチ，シダクロスズメバチが主である。また，アシナガバチ属ではフタモンアシナガバチなどが食用にされることが多い。ハチは不完全変態昆虫に分類され，食用とされている昆虫ライフステージは幼虫および蛹の段階である。日本でハチの子として食されているクロスズメバチは膜翅目スズメバチ科に属する小型のハチで，体長は16mm程度である。その他，アシナガバチ類，キロスズメバチ，オオスズメバチも食用とされている。

スズメバチ幼虫を食材とした料理は，長野県，岐阜県，愛知県を中心とした中部地方の山間部で，郷土食として，または，珍味として賞味されている。特に長野県では，岐阜県，愛知県と接する南部（南信）地域や，上田市，佐久市などの東部（東信）地域で古くから食材として用いられてきた。これらの地域で食用とされるスズメバチ幼虫は大型スズメバチ及び，クロスズメバチが中心である。また，アシナガバチの仲間の幼虫，蛹，クロスズメバチの成虫を食べることもある。食べ方は幼虫，蛹を巣（穴）から取り出し，そのまま生で食べることもあるが，一般的には，加熱調理して食べる。

スズメバチ幼虫の収穫は9月から10月が多く，市場取引量も多い<sup>2)</sup>。ちょうどこの時期には，各地の村祭りが行われ来客の接待や，

酒席の珍味として賞味されている。スズメバチ幼虫の市場流通はkg単位で行われ、巣盤のまま冷蔵5℃、上向き状態で幼虫の鮮度を保ち、蛹の発育を抑制しつつ出荷流通させる。1巣の重さは、種・天候・餌量・時季によって異なるが、1～数kgとなり、1巣当りの幼虫数も数千匹を数える程になると言われている。

「聞き書き・長野の食事」(農村漁村文化協会刊)など<sup>3-4)</sup>によれば、スズメバチ幼虫を砂糖、しょうゆで味付けし、汁がなくなるまで炒り煮し、これを用いて「ハチの子飯」を作ることが多かったようである。料理方法を整理すると、「煮付けと混ぜご飯」、「油炒め(しょうゆ、砂糖味)」、「空煎り(しょうゆ、塩味)」、「生食」、「練り味噌材料」などがあげられる。缶詰としては大和煮風の調味が主体であり、ハチの種としては上記の他、ミツバチ養蜂において、不要になる雄蜂の幼虫を使うこともある。

スズメバチの幼虫は古くから、タンパク質源としての栄養学的価値が経験的に認められており、その性質も獣鳥肉類に勝るとも劣らない、良質タンパク質とされている。

本実験の目的は、昆虫食材成分分析の技法の確立に一視点を置き、さらにスズメバチ幼虫の含有タンパク質の性状およびアミノ酸組成の特徴を明らかにすることである。

## 実験方法

### 1. 試料

今回、分析対象としたのはクロスズメバチおよびキロスズメバチの2種である。実験に用いた試料(クロスズメバチおよびキロスズメバチ)は当地(長野県上伊那郡・下伊那郡)で採取したものをを用いた。

#### ① クロスズメバチ (*Vespa lewisi*)

営巣場所は、閉鎖的な、適度な湿度のある比較的乾燥した場所で、大部分が温度の安定した土中である。巣盤数は8～12層、ハニカ

ム構造をもった育房数は8,000～12,000房となり、適期の収穫時であれば、ハチの子の収穫は数kgに及び量的に食資源としての価値が高い。

#### ② キロスズメバチ (*Vespa simillima*)

営巣場所は建物の軒下や、木の枝などの開放的な場所や家屋の天井裏、床下、あるいは樹木の樹洞などの閉鎖的な場所など、さまざまである。巣は大きなものでは、直径70cm以上にもなり、巣盤数は5～10層程度、育房数は5,000～10,000房位である。ハチの子の個体重量が、クロスズメバチより大きいので、一巣当りの収量も適期であれば多い。この種は、人に対する攻撃性が強いので、収穫には万全の注意が不可欠である。

## 2. 収穫後のスズメバチ幼虫の処理と

### 分析試料採取

採取した試料を沸騰水中で間接加熱を5分間行い、放冷後、凍結乾燥した。また、この乾燥物を乳鉢で粉末化し、分析試料とした。クロスズメバチの幼虫は個体重量が小さいことを考慮し、不純物を除いた後、採取試料が全体を代表するようにするため、円錐四分法によって必要量を採取した。

### 3. 水分量の測定

凍結乾燥法(12時間)により、恒量を求め水分量を算出した。

### 4. タンパク質含量

タンパク質の定量はケルダール法によって全窒素量を求め、タンパク質換算係数を乗じて求めた<sup>5)</sup>。すなわち、試料0.2gを分解フラスコに入れ、分解促進剤(硫酸カリウム：硫酸銅：二酸化チタン=30:1:1)5gおよび濃硫酸10mlを加えて、200℃1時間、400℃2時間加熱した。有機物を分解すると同時に、タンパク質および有機窒素化合物中の窒素をアンモニア化するまで加熱した。フラスコの内溶液が透明になり、青色になってから30分間加熱を続け、分解を完了させた。次いで蒸留水で100mlをfill upし、その25mlをとり、強

アルカリ下で、加熱蒸留して留出するアンモニアを3%ホウ酸溶液中に補足し、硫酸標準液で滴定した。得られた窒素量に6.25を乗じてタンパク質量とした。

## 5. アミノ酸組成分析

### 1) アミノ酸測定用試料溶液の調製<sup>5)</sup>

タンパク質は構成する20種ほどのアミノ酸がペプチド結合によって鎖状に結合したものであることから、これを分析するにはペプチド鎖を酸で加水分解し、アミノ酸を個々に遊離状態にする必要がある。しかし、試料中の全アミノ酸を1回の加水分解で定量的に個々のアミノ酸混合物にする方法は開発されていない。また、加水分解時間によって各アミノ酸の遊離量と分解損失の程度が異なることも知られている。そこで、本分析では6N塩酸加水分解法と過ギ酸酸化法によってタンパク質の加水分解を行った。

#### ① 6N塩酸加水分解

20mg (タンパク質として3mg相当) の試料を加水分解用試験管にとり、0.02%β-メルカプトエタノール含有の6N塩酸溶液を10ml加えた。アスピレーターによる減圧下で脱気および加水分解用試験管の上部をガスバーナーで加熱融封した。110℃22時間の加水分解終了後、試験管を開封し、ロータリーエバポレーターにより塩酸を除去、乾固した。これを正確に10mlの0.02N塩酸に溶解し、さらに0.45μmのフィルターで濾過した後、アミノ酸自動分析計用試料溶液とした。

#### ② 過ギ酸酸化法

タンパク質中のシスチンおよびメチオニンは塩酸による加水分解では破壊され定量性が劣るので、これを防ぐため本法を用いた。試料20mgを加水分解用試験管にとり、過ギ酸2mlを加え、一夜氷水中に放置し、シスチンをシステイン酸、メチオニンをメチオニンスルホンにして、酸による破壊を防止した。反応後未分解の過ギ酸を分解するため、臭化水素酸0.3mlを加え、ロータリーエバポレーター

で蒸発乾固した。これに、6N塩酸10mlを加え、6N塩酸加水分解法に準じて操作し、アミノ酸分析用試料を得た。

### 2) アミノ酸組成分析

タンパク質分解アミノ酸分析試料は0.02N塩酸に溶解し、日立製作所(株)製L-8500アミノ酸自動分析装置により分析した。緩衝液はL-8500型用標準分析法用緩衝液組成に準拠した。使用緩衝液は市販試薬(pH-1, pH-2, pH-3, pH-4および流路洗浄用のpH-RG)を用いた。ニンヒドリン試薬は和光純薬工業(株)製L-8500用を使用した。標準アミノ酸混合試料は標準アミノ酸18成分を混合したアンプル、Amino acid calibration mixture (味の素(株)社製)から2mlを採り、0.02N塩酸で希釈して全量を25mlにした。

## 結果および考察

本研究ではスズメバチ類の幼虫のタンパク質およびアミノ酸に視点を置き、分析法の確立とタンパク質量およびアミノ酸組織分析を試み、その結果を得た。

### 1. 水分およびタンパク質含量

今回実験に供したスズメバチ幼虫の水分およびタンパク質量は表1のとおりであった。生体タンパク質含有率はクロスズメバチ15.1%、キイロスズメバチ22.1%だった。過去の文献によれば、ミツバチの幼虫や蛹ではタンパク

表1 スズメバチ幼虫の水分およびタンパク質含量

	ク ロ ス ズ メ バ チ	キ イ ロ ス ズ メ バ チ
水分含量 (%)	67.3	58.2
湿重量/個 (g)	0.33	0.94
乾燥重量/個 (g)	0.11	0.39
タンパク質含量 (生体) (%)	15.1	22.7
タンパク質含量 (乾燥粉末) (%)	46.2	54.3
タンパク質/個 (mg)	50.4	213.2

質は生体量15.4~18.2%，脂肪2.3~3.7%，グリコーゲン0.41~0.75%，灰分2.17~3.02%，水分70.2~77.0%，ビタミンとしてはAとDが多いといわれている<sup>6)</sup>。また，五訂食品成分表による牛肉などの値とも，差は認められず，食生活におけるタンパク質源としての価値が確認できた。

## 2. アミノ酸組成

6 N塩酸加水分解法による標準アミノ酸分析チャートを図1に示した。ハチの子の含有タンパク質の構成アミノ酸組成成分は，6 N塩酸加水分解法のみでは，メチオニン，シスチンについての正確な分析値が得られないと考えられた。そこでこれらのアミノ酸については，過ギ酸酸化法を併用した。図2，3は標準物質としてシスチン酸およびメチオニンスルホンをチャート上に示したものである。同方法によるクロスズメバチおよびキロスズメバチ幼虫の分析チャートから求めたアミノ酸組成を表2に示した。クロスズメバチ幼

虫のタンパク質中にはグルタミン酸含有量が最も高く，全アミノ酸の14.9%を占め，次いで，プロリンの11.2%であった。また，少ないものではシスチンの1.0%であった。

これらの分析値はクロスズメバチおよびキロスズメバチ幼虫のアミノ酸組成を求めたものであり，他の試料と比較し，特徴を明らかにすることは難しいが，グルタミン酸組成

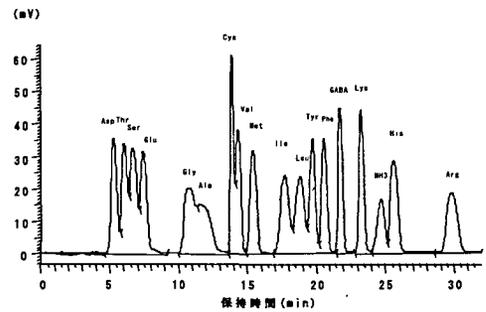


図1 全アミノ酸分析チャート(標準品)

表2 スズメバチ幼虫のアミノ酸組成  
%(W/W)

	クロスズメバチ	キロスズメバチ
Asp	9.0	8.1
Thr	4.2	4.3
Ser	4.1	4.0
Glu	15.0	14.2
Gly	5.8	6.8
Ala	5.2	5.7
Cys	1.0	1.2
Val	5.5	6.1
Met	1.8	1.6
Ile	4.6	4.7
Leu	7.6	7.6
Tyr	6.5	5.0
Phe	3.9	3.7
Lys	6.4	7.1
His	3.0	2.9
Arg	5.0	5.6
Pro	11.2	11.2

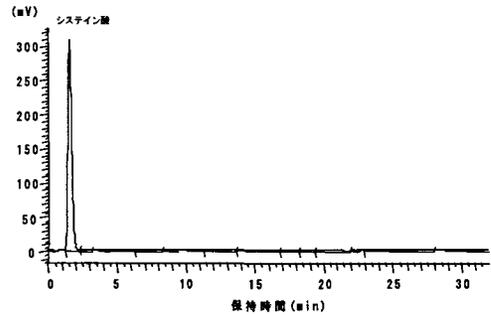


図2 シスチン酸分析チャート(標準品)

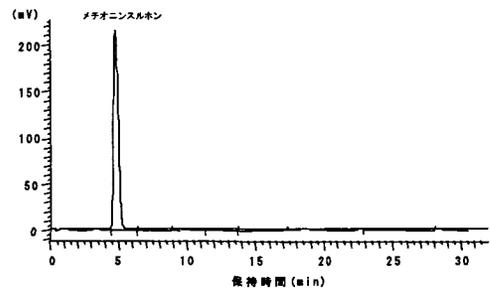


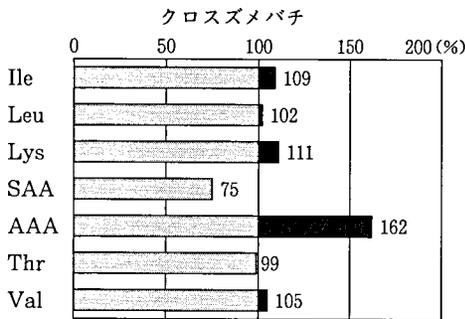
図3 メチオニンスルホン分析チャート(標準品)

比率がクロスズメバチ14.9%, キイロスズメバチ13.9%と高率であった。次いでプロリン11.2%, 11.0%が高い値であった。

タンパク質の栄養学的評価法の一つであるアミノ酸スコアを図4-7に示した。

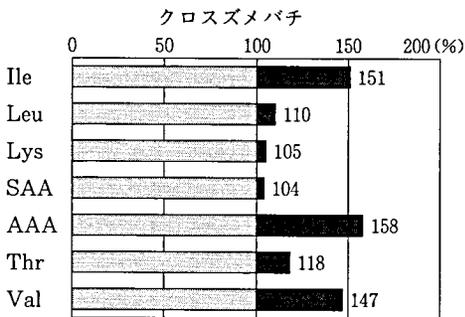
ズメバチ幼虫の全窒素1g当りのアミノ酸組成値(%)を用い、スコア算定方法は試料の各必須アミノ酸含有量(mg/gN)をそれぞれ1985年(2~5歳)と1973年のアミノ酸評定パタンの各アミノ酸(mg/gN)の値で割って%で表示した。なお厚生労働省は食品成分の規定基準などにおいて1985年のパタンを用いている。

1973年パタンによるクロスズメバチ幼虫のアミノ酸スコアは、第一制限アミノ酸である



SAA (含硫アミノ酸): Met+Cys  
AAA (芳香族アミノ酸): Tyr+Phe

図4 1973FAO/WHOパターンによるアミノ酸価



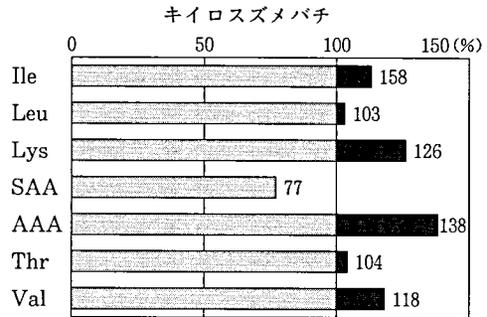
SAA (含硫アミノ酸): Met+Cys  
AAA (芳香族アミノ酸): Tyr+Phe

図5 1985FAO/WHO/UNAパターン(2~5歳)によるアミノ酸価

含硫アミノ酸のアミノ酸価が最低値であることから75となった。なお、その他の対象アミノ酸値は99~162の間にあり、いずれも良質のタンパク質であることを示している。

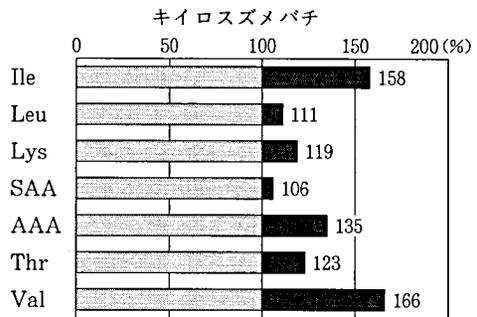
1985年パタンを基準にした値ではアミノ酸スコアは100となった。算出値は含硫アミノ酸の104が最低値でその他のアミノ酸値は芳香族アミノ酸の158までの間にあった。

キイロスズメバチ幼虫において、1973年パタンを基準にしてアミノ酸スコアを求めると、クロスズメバチ同様、含硫アミノ酸が第一制限アミノ酸となり、77を示した。その他のアミノ酸値は103~138の間になった。1985年パタンによる、アミノ酸スコアは、含硫アミノ酸の104が最低値であった。その結果、アミノ酸スコアは100であった。他のアミノ酸の



SAA (含硫アミノ酸): Met+Cys  
AAA (芳香族アミノ酸): Tyr+Phe

図6 1973FAO/WHOパターンによるアミノ酸価



SAA (含硫アミノ酸): Met+Cys  
AAA (芳香族アミノ酸): Tyr+Phe

図7 1985FAO/WHO/UNAパターン(2~5歳)によるアミノ酸価

スコア計算値は105～158の間にあり、肉類等、動物性タンパク質と変わらない良質のタンパク質としてのアミノ酸組成であることが明らかになった。

育ち盛りのスズメバチ幼虫はタンパク質、炭水化物、脂質、ビタミン、ミネラルなどを自然状態では川魚、カエル（クロスズメバチの蜂追いに使う）や他の昆虫、魚介類など動物を肉団子にしたもの、花の蜜や樹液などの糖、ミネラルなどを含有するものを親蜂から得ている。野中ではスズメバチ幼虫のタンパク質含有率は、タンパク質と脂肪の含有比率、幼虫と成虫、働き蜂か雄蜂か女王蜂で、体分量に変化がみられると推論している<sup>7)</sup>。

また、食用昆虫のアミノ酸組成については、田崎のイナゴについての資料があり、これによると、リジン、ヒスチジンが多く、シスチン、チロシン、トリプトファンが少ないとしている<sup>8)</sup>。しかし、昆虫としての種、食性、生育ステージが異なるので、単純に比較することはできない。今後の課題としたい。

今後、他種の食用昆虫とのタンパク質構成アミノ酸の比較およびスズメバチ幼虫のタンパク質およびペプチド類の化学的および生理的特性に注目して研究を進める予定である。

## 文 献

- 1) 松浦誠：スズメバチは何故刺すか，北海道大学図書館刊行会，北海道，1995，p.7.
- 2) 松浦誠：スズメバチを食べる，北海道大学図書館刊行会，北海道，2002，p.83.
- 3) 「日本の食生活全集 長野」編集委員会代表 向山稚重：聞き書・長野の食事，農山漁村文化協会，東京，1986，p.163.
- 4) 前掲，スズメバチを食べる，p.53.
- 5) 新食品分析法編集委員会：新食品法，光琳，東京，1996，p.493.
- 6) 三橋淳：地域資源活用・食品加工総覧第12巻，農山漁村文化協会，東京，2003，p.282.
- 7) 前掲，スズメバチを食べる，p.148.
- 8) 前掲，地域資源活用・食品加工総覧第12巻，p.265.