

# 食糞性昆虫の栄養価

山下伸夫・大泰司 誠

(東北農業試験場)

Nutritive Value of Dung Feeding Insects

Nobuo YAMASHITA and Makoto OHTAISHI

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

## 1 はじめに

全世界で150万種を越えるとされる昆虫の中には、飼料利用等の目的で栄養分析がなされ、カイコ、イナゴ等のように良質の蛋白を多く含むことが明らかにされているものがあるが<sup>3)</sup>、大部分の昆虫の栄養価は不明のままである。昆虫には畜産経営で多量に出される家畜糞を餌として増殖可能なものがあるが、これらの種の栄養価に関する研究はイエバエを除くとほとんど行われていない。本研究では、牛糞を利用して大量飼育が可能なハエ類と食糞性コガネムシ(以下、フン虫と称する)の栄養分析を行い、家畜飼料としての価値と実用性を明らかにすることを目的とした。昆虫の遊離アミノ酸分析については東北農業試験場畜産部渡辺彰氏に指導いただいた。厚く御礼申し上げる。

なお、この研究は、農林水産技術会議事務局の新需要創出計画の一環として行ったものである。

## 2 試験方法

### (1) 供試昆虫

試験には飼育法が確立されている3種の食糞性昆虫、イエバエ (*Musca domestica*)、ノイエバエ (*Musca hervei*) 及びフン虫ガゼラエンマコガネ (*Digitonthophagus gazella*) を、放牧牛糞を餌として飼育して得た蛹について行った。

### (2) 栄養分析法

イエバエ、ノイエバエ及びガゼラエンマコガネの一般成分分析では、水分は常圧加熱乾燥法、粗蛋白はケルダール法を用い、粗脂肪はジエチルエーテル抽出法、粗繊維は濾過法、粗灰分は直接灰化法で分析し、可溶無窒素物は全体より上記の各成分の合計を差し引いて求めた。蛋白構成アミノ酸はノイエバエとガゼラエンマコガネの蛹を塩酸で加水分解しアミノ酸自動分析法等を用いて分析を行った。なお、メチオニンとシスチンについては塩酸加水分解の前に過ギ酸酸化処理を行った。トリプトファンは高速液体クロマトグラフ法で分析を行った。また、ガゼラエンマコガネについては遊離アミノ酸を高速液体クロマトグラフ法で分析した。

### (3) 牛糞から虫体への変換効率

ノイエバエとガゼラエンマコガネにおいて、適正飼育条件(30℃, 16時間明8時間暗)における、供試糞重と生産された虫体重を求め、牛糞の虫体への変換効率を求めた。

## 3 試験結果及び考察

### (1) 一般成分分析

3種の蛹の一般成分分析の結果を表1に示す。水分含有

率は、ガゼラエンマコガネでは87.6%と放牧牛糞と同様に高かったが、ノイエバエとイエバエでは約70%と比較的低かった。蛋白含有率はハエ類では生体重の20%程度であり、ガゼラエンマコガネでは8.9%と比較的低かったが、乾物当たりの含有率では、ハエ類で52.3~66.1%であったのに対しガゼラエンマコガネでは71.8%と最も高くなった。脂肪含有率は3種において生体重の2.0~4.1%(乾物重では9.9~16.1%)であった。灰分含有率は、イエバエとガゼラエンマコガネで生体重の2%以下(乾物重では約5%)であったが、ノイエバエでは9.5%(同28.5%)と特異的に高かった。イエバエでは餌として、放牧牛糞のほかにマウスの人工飼料でも飼育したが、それぞれの飼育虫に成分組成上の差は見られなかった。これら3種の食糞性昆虫は、乾重比較では、蛋白含量が高いとされる大豆粕に劣らず高蛋白と考えられた。

表1 3種の昆虫の蛹(生体)の一般成分含有率(%)

| 成分%         | ノイエバエ          | イエバエ<br>人工飼料飼育 | イエバエ<br>牛糞飼育 | ガゼラエン<br>マコガネ | 放牧牛糞*<br>(6~8月) | 大豆粕**      |
|-------------|----------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|------------|
| 水分          | 66.7           | 70.5           | 69.9         | 87.6          | 87.1            | 11.7       |
| 粗蛋白質        | 17.4(52.3) *** | 19.5(66.1)     | 19.8(65.8)   | 8.9(71.8)     | 2.0(15.7)       | 46.1(48.0) |
| 粗脂肪         | 3.3(9.9)       | 4.1(13.9)      | 3.9(13.0)    | 2.0(16.1)     | 0.7(5.7)        |            |
| 粗灰分         | 9.5(28.5)      | 1.7(5.8)       | 1.6(5.3)     | 0.6(4.8)      | 2.1(16.4)       |            |
| 粗繊維         | 1.7(5.1)       | 4.2(14.2)      | 4.8(15.9)    | 0.4(3.2)      | -               |            |
| 可溶性<br>無窒素物 | 1.4(4.2)       | 0.0(0.0)       | 0.0(0.0)     | 0.5(4.0)      | -               |            |

注. \*: 山下・早川(1991)

\*\* : 農林省農林水産技術会議事務局編(1987)<sup>4)</sup>

\*\*\* : カッコ内の数値は乾物中の含有率(%)を示す。

### (2) アミノ酸分析

#### 1) 蛋白構成アミノ酸

ノイエバエ、ガゼラエンマコガネの蛋白構成アミノ酸の分析結果を表2に示す。構成アミノ酸は、両者で類似しており、特にグルタミン酸、アスパラギン酸、チロシン、リジン、ロイシン含有率が乾物重の3%以上で比較的高く、イエバエのアミノ酸組成と同ようであった<sup>5)</sup>。これらのアミノ酸は牛肉や鶏肉でも特に多く含まれ<sup>1)</sup>、昆虫とこれらの家畜のアミノ酸組成は類似していた。このことからこれらの昆虫の蛋白飼料としての価値は高いものと考えられた。また大豆粕の構成アミノ酸組成とも良く似ていたが、昆虫ではアルギニンとリジンは大豆粕と同程度、メチオニンは2倍~3倍程度多かった。

#### 2) 遊離アミノ酸

ガゼラエンマコガネの遊離アミノ酸組成を表3に示す。昆虫においては、構成アミノ酸に比べ遊離アミノ酸の分析例は極めて少なく、今回の分析結果は貴重な例といえる。

表2 3種の昆虫の蛹(生体)の蛋白構成アミノ酸含有率(%)

| アミノ酸%    | ノイエバエ         | イエバエ  | ガゼラエンマコガネ  | 大豆粕**      |
|----------|---------------|-------|------------|------------|
| アルギニン    | 1.04(3.14)*** | (3.7) | 0.30(2.42) | 3.36(3.81) |
| リジン      | 1.27(3.81)    | (3.8) | 0.45(3.63) | 2.91(3.30) |
| ヒスチジン    | 0.56(1.68)    | (2.0) | 0.20(1.61) | 1.19(1.35) |
| フェニルアラニン | 0.97(2.91)    | (3.0) | 0.28(2.26) | 2.28(2.58) |
| チロシン     | 1.30(3.90)    | (2.1) | 0.73(5.88) | 1.52(1.72) |
| ロイシン     | 1.12(3.36)    | (3.4) | 0.42(3.39) | 3.38(3.83) |
| イソロイシン   | 0.73(2.19)    | (2.4) | 0.28(2.26) | 2.05(2.32) |
| メチオニン    | 0.58(1.74)    | (1.6) | 0.12(0.97) | 0.52(0.59) |
| バリン      | 0.85(2.55)    | (2.7) | 0.35(2.82) | 2.07(2.34) |
| アラニン     | 0.73(2.19)    | (2.5) | 0.22(1.77) |            |
| グリシン     | 0.77(2.31)    | (2.4) | 0.30(2.42) | 1.94(2.20) |
| プロリン     | 0.63(1.89)    | (2.3) | 0.45(3.63) |            |
| グルタミン酸   | 2.09(6.27)    | (7.2) | 1.12(9.03) |            |
| セリン      | 0.63(1.89)    | (1.9) | 0.26(2.10) | 2.19(2.48) |
| スレオニン    | 0.73(2.19)    |       | 0.33(2.66) | 1.74(1.97) |
| アスパラギン酸  | 1.73(5.19)    | (5.3) | 0.48(3.87) |            |
| トリプトファン  | 0.26(0.78)    |       | 0.21(1.69) | 0.64(0.72) |
| シスチン     | 0.16(0.48)    |       | 0.07(0.56) | 0.70(0.79) |

注. \*: Teotia・Miller (1974)<sup>5)</sup>  
 \*\*: 農林省農林水産技術会議事務局編 (1987)<sup>4)</sup>  
 \*\*\*: カッコ内の数値は乾物中の含有率(%)を示す。

表3 ガゼラエンマコガネの蛹(生体)の遊離アミノ酸含有量(mg/生体100g)

| 遊離アミノ酸   | ガゼラエンマコガネ | 牛(胸最長筋) |
|----------|-----------|---------|
| アルギニン    | 31.8      | 11.7    |
| リジン      | 56.6      | 8.5     |
| ヒスチジン    | 6.0       | 8.6     |
| フェニルアラニン | 2.2       | 9.3     |
| チロシン     | 8.7       | 8.6     |
| ロイシン     | 3.8       | 15.6    |
| イソロイシン   | 3.2       | 18.8    |
| メチオニン    | 1.8       | 3.2     |
| バリン      | 5.0       | 8.8     |
| アラニン     | 5.0       | 59.9    |
| グリシン     | 6.9       | 5.1     |
| プロリン     | 13.6      | 4.2     |
| グルタミン酸   | 7.6       | 23.6    |
| セリン      | 2.1       | 9.2     |
| スレオニン    | 8.4       | 7.9     |
| アスパラギン酸  | 0.4       | 6.2     |
| グルタミン    | 14.5      | 134.1   |
| アルパラギン   | 2.2       | 5.1     |

ガゼラエンマコガネでは、鶏の必須アミノ酸であるリジン、アルギニンが特に多く、グルタミン、プロリンがこれらに続き、牛の筋肉における遊離アミノ酸組成と大きく異なることが明らかになった<sup>6)</sup>。遊離アミノ酸は蛋白構成アミノ酸に比べると量的には微量であった。

(3) 牛糞の虫体への変換効率

表4 牛糞の虫体への変換効率

| 種類        | 供試糞(乾重)   | 初期密度  | 残さ糞重   | 虫体重                       | 変換率            |
|-----------|-----------|-------|--------|---------------------------|----------------|
| ノイエバエ     | 牛糞 20.2 g | 250卵  | 18.7 g | 蛹 0.72 g                  | 3.5%           |
| イエバエ*     | 鶏糞 23.0 g | 約300卵 | 17.4 g | 蛹 1.68 g                  | 7.3%           |
| ガゼラエンマコガネ | 牛糞 15.8 g | 成虫1対  | 6.9 g  | 成虫 0.52 g**<br>(蛹 1.45 g) | 3.3%<br>(9.2%) |

注. \*: 蔵元・遠藤(1989)<sup>2)</sup>  
 \*\*: 11個体での合計。蛹の平均乾燥体重0.13gで蛹の虫体重を試算すると1.45gになる。

ノイエバエとガゼラエンマコガネの変換効率を表4に示す。ノイエバエでは3.5%であり、イエバエによる鶏糞の変換効率7.3%<sup>2)</sup>と比較すると小さかった。ガゼラエンマコガネでは成虫では3.3%で低い値であったが、蛹換算では9.2%と高い値を示した。

家畜の中でも鶏は本研究で供試した食糞性昆虫3種の蛹を好んで食べる。これらの3種の構成アミノ酸組成も鶏肉とのそれに類似し、必須のものも多い。プロイラー用飼料に加える魚粉の代わりにイエバエ蛹粉末を与えた試験では育成率、増体重、飼料要求率において魚粉と変わらぬ好成績が得られており<sup>2)</sup>、昆虫の利用性は高いとしている。実際の利用では昆虫の大量増殖が不可欠である。餌は家畜糞を使うためコストは抑えられるとしても、昆虫の生産環境を最適にするための温度や照明の制御<sup>7)</sup>などにかかる施設費やランニングコストの負担は大きいであろう。実用に向けては、昆虫の飼料利用の有効性をより明らかにすると共に、飼育コストを下げる必要がある。

4 まとめ

3種の食糞性昆虫、イエバエ (*Musca domestica*)、ノイエバエ (*Musca hervei*) 及びトフン虫、ガゼラエンマコガネ (*Digitonthophagus gazella*) は高蛋白で、蛋白構成アミノ酸組成では、グルタミン酸、アスパラギン酸、チロシン、リジン、ロイシンに富み、牛や鶏等のそれと類似していた。ガゼラエンマコガネにおいて遊離アミノ酸は、アルギニンが特に多く、グルタミン、プロリンがこれらに続いた。

引用文献

- 1) 科学技術庁資源調査会. 1980. 品質成分表. 第一出版. 200p.
- 2) 蔵本博久, 遠藤国雄. 1989. 昆虫による鶏糞処理並びに虫体の飼料化試験. 茨城県養鶏試験場研究報告 23: 69-73.
- 3) 三橋 淳. 1984. 世界の食用昆虫. 古今書院. 270p.
- 4) 農林省農林水産技術会議事務局編. 1987. 日本飼養標準肉用牛(1987年版). 中央畜産会. 153p.
- 5) Teotia, J.S.; Miller, B.F. 1974. Nutritive content of house fly pupae and manure residue. Br. Poult. Sci. 15:177-182.
- 6) 渡辺 彰, 滝本勇治, 西村宏一, 常石英作. 1989. 肥育牛の各種筋肉間における熟成後の遊離アミノ酸およびタウリン含量の差異. 日本畜産学会報 60:303-305.
- 7) 山下伸夫, 早川博文. 1991. 放牧牛の凍結糞を与えたガゼラエンマコガネ *Onthophagus gazella* の増殖. 衛生動物 42: 245-248.