クロヤマアリの死体認識因子：オレイン酸の起源について

秋野 順治¹⁾・山岡 亮平

京都工芸繊維大学繊維学部応用生物学科

Origin of Oleic Acid, Corpse Recognition Signal in the Ant, *Formica japonica* MOTSCHILSKY (Hymenoptera: Formicidae). Toshiharu AKINO²⁾ and Ryohei YAMAOKA (Department of Applied Biology, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Kyoto 606, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **40**: 265-271 (1996)

Oleic acid levels on the body surface of ant corpses of *Formica japonica* increase 48 h after death. Live workers also carry the ant corpses 48 h after death. In contrast, triglycerides in the hemolymph decrease drastically during the 48 h after death. The constituent fatty acids of the triglycerides are linoleic acid, oleic acid, stearic acid, palmitoleic acid, and palmitic acid, which are also found in the free fatty acids in the hemolymph of the ant corpse. The mass spectrum suggests that the major compounds of the triglycerides are triolein and dioleoyl palmitin. Large amounts of the oleic acid are stored in the triglycerides. When a worker ant was irradiated with microwaves soon after death, the free fatty acids on the cuticle did not increase much and the triglycerides in the hemolymph did not decrease. However, the amount of triglycerides on the cuticle was more than that on a corpse that was not irradiated. These results suggest that the oleic acid serves as a corpse recognition signal and is generated by enzymatic hydrolysis of triglyceride, with the enzyme activated after death.

Key words: corpse recognition, *Formica japonica*, oleic acid

緒 言

社会性昆虫では巣内環境を衛生的に保つための行動(衛生行動)が発達しており、幼虫・蛹の脱皮殻をはじめとする異物は働きアリによって速やかに巣外に搬出される(WILSON, 1975)。フタフシアリ亜科の *Pheidole* や *Solenopsis*, *Oecophylla* では同巢仲間の死体(corpse)を食する習性が広く観察されているが、他のアリやハチでは異物同様に巣外に捨て去られることが多い(LUBBOCK, 1984; MOSER, 1963; HÖLDOBLER and WILSON, 1990)。働きアリによる異物の搬出行動(衛生行動)を引き起こす至近的な要因の一つとして、対象物の動きという物理的要因の関与が示唆されるが、直接的には化学因子が作用している(BLUM, 1970)。昆虫死骸に含まれる化学成分としては、長鎖脂肪酸や短鎖脂肪酸、脂肪酸エステル、アミン、インドール、メルカプタンなどが挙げられるが、これらの成分のうちオレイン酸のみが働きアリによる死体の搬出行動を誘起する(BLUM, 1970)。

著者らは、アリ類において死体認識因子として作用するオレイン酸が、生きた働きアリの体表面からはほとんど検出されないが、死後 48 時間以上経過した死体の体表面からは検出されること、死後 48 時間以上経過した死体に対する搬出行動がより顕著に認められることを確認した。このようなオレイン酸の消長やその起源に関してはほとんど明らかにされていない。本研究では、働きアリの体内に含まれるトリグリセリドがオレイン酸の前駆体である可能性について着目し、死後の時間経過に伴う死体体表面および体内のトリグリセリドと遊離脂肪酸の量的変化について調べた。

材料および方法

昆虫：京都工芸繊維大学構内にあるクロヤマアリ *Formica japonica* MOTSCHILSKY の野外巣 3 巣から、それぞれ働きアリ約 150 個体、女王アリ 1~2 個体を採集し、研究室内で室温・自然採光下で飼育した。飼育には、人工巣〔石膏を固めて作った人工巣板(200×160×20 mm)

1) 現在 蚕糸・昆虫農業技術研究所

2) Present address: National Institute of Sericultural and Entomological Science, MAFF, Ohwashi 1-2, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

1995 年 5 月 29 日受領 (Received 29 May 1995)

1996 年 5 月 24 日登載決定 (Accepted 24 May 1996)

を敷き詰めたプラスチックケース (200×160×40 mm) と餌場用のプラスチックケース (350×260×40 mm) をビニル製チューブ (長さ 200 mm) で連結したもの] を用いた。餌として、50% ハチミツ水溶液 (v/v) とミミズや

ショウジョウバエの死骸を与えた。

抽出・分画: 死体の抽出物に対する働きアリの反応を調べるために、-80°C で凍死させた後 48 時間経過したクロヤマアリ働きアリ 50 個体を 5 ml のヘキサンに 5 分間浸漬して死体体表成分を得た。体表成分抽出後の死体は、磨砕して 5 ml のエーテルで抽出し、綿ろ過を行い死体体内成分を得た。

また、死体体表成分および体内成分の経時的变化を調べるために、クロヤマアリ 5 個体を一群として -80°C で凍死させた後、6 群を室温に戻して各群ごとに 0, 12, 24, 48, 72, 96 時間室温下に静置した。別途に、二群のクロヤマアリに対して凍死直後に市販の電子レンジで 1 分間電子線を照射し、その後それぞれを 48 時間あるいは 72 時間室温下に静置した。その後各群の個体ごとに 100 μ l のヘキサンに 5 分間浸漬して死体体表成分を抽出し、さらにエーテル中で磨砕して死体体内成分を抽出した。

体表成分および体内成分のそれぞれをシリカゲル薄層板 (MERCK KIESEL-GEL GF254) 上に 30% エーテル/ヘキサンで展開し、炭化水素 (HC) 画分とトリグリセリ

第 1 表 死後の経過時間による死体搬出率への影響

死後の経過時間 (hr) ^b	搬出率 (%) ^a		
	観察時間 (min) ^c		
	10	30	60
0	0.0±0.0	2.0±4.3	10.0±7.1
12	10.0±7.1	14.0±8.3	16.0±11.2
24	24.0±8.3	30.0±7.1	36.0±8.4
48	50.0±11.0	72.0±14.8	82.0±14.8
96	62.0±14.2	78.0±18.1	94.0±8.3

巣内にいれた働きアリ死体は、各人工巣ごとにすべて同巣個体の死体を用いた。

^a 1 回の実験につき三つの人工巣を対象として 10 個体の死体を巣内にいれ、巣外に運び出される死体数を記録した。実験は 5 回繰り返し行い、各回ごとの死体搬出率の平均と標準誤差値を求めた (平均±標準誤差)。

^b 80°C で凍死させたクロヤマアリ働きア리를、人工巣にいれるまでに室温下に置き続けた時間。

^c 死体を巣内にいれてから、巣外に運び出された働きアリ数を観察するまでの時間。

第 2 表 死後 48 時間の死体から分画した各成分が働きアリの搬出行動に及ぼす影響

検定試料 ^a	搬出率 (%) ^b		
	観察時間 (min) ^c		
	10	30	60
死体体表成分			
死体体表成分 A	28.0±10.9	78.0±7.4	84.0±9.5
炭化水素成分 B	16.0±5.1	24.0±8.4	48.0±18.0
ステロールエステル成分 C	15.6±5.2	19.5±5.3	33.0±9.1
トリグリセリド成分 D	18.0±4.4	28.0±13.0	42.0±23.5
遊離脂肪酸成分 E	48.0±8.8	80.0±0.0	98.0±4.3
ステロール成分 F	20.0±0.0	36.0±8.7	54.0±18.0
死体体内成分			
死体体内成分 A	28.0±4.3	56.0±8.1	86.0±11.3
炭化水素成分 B	12.0±4.3	14.0±4.4	42.0±20.7
ステロールエステル成分 C	14.0±3.1	18.0±7.5	46.0±16.5
トリグリセリド成分 D	20.0±4.5	34.0±11.2	50.0±18.7
遊離脂肪酸成分 E	54.0±8.3	76.0±8.7	92.0±10.0
ステロール成分 F	18.0±4.3	34.0±8.3	46.0±16.6

^a 検定試料はそれぞれ死後 48 時間経過した死体 1 個体分 (1 CE) に相当する量を直径 5 mm のろ紙片 (ダミー) に塗付した。A は、死体をヘキサンに 5 分間浸漬して得たヘキサン抽出物 (死体体表成分) と、その後のエーテル磨砕抽出物 (死体体内成分)。B~F は、A を薄層クロマトグラフ法で分画したもので、それぞれの R_f 値が、標準化合物として同薄層上に展開したスクアレン (R_f 値 0.84) と同じものを炭化水素成分、コレステロールステアレート (0.77) と同じものをステロールエステル成分、トリオレイン (0.41) と同じものをトリグリセリド成分、オレイン酸 (0.14) と同じものを遊離脂肪酸成分、 β -シトステロール (0.16) と同じものをステロール成分とした。ステロール成分およびステロールエステル成分については、さらに薄層板に硫酸噴霧後加熱した際の発色を確認した。

^b すべての試料につき、1 検定試料につき 2 枚のダミーを同時に人工巣内にいれ、体表成分・体内成分の別に運び出される各ダミーの割合 (平均±標準誤差) を求めた。1 回の実験につき三つの人工巣を対象とし、合計 5 回繰り返し実験を行った。

^c ダミーを巣内にいれてから、巣外に運び出されたダミー数を観察するまでの時間。

第1図 クロヤマアリ働きアリ死体の体表成分および体内成分中に含まれる単純脂質量の個体間比較(A)と死後の経時変化(B)。Aでは死後48時間経過した死体について、Bでは死後0, 24, 48, 96時間経過した死体について、それぞれ個体ごとに分析した結果を示した。各分析には1アリ死体等量を用いた。standard (1)は、炭化水素(スクアレン, 1), ステロールエステル(コレステロールステアレート, 2), 脂肪酸メチル(オレイン酸メチル, 3), トリグリセリド(トリオレイン, 4), 脂肪酸(オレイン酸, 5), ステロール(コレステロール, 6); standard (2)はトリオレイン; standard (3)はオレイン酸メチルとオレイン酸を含む。“I”は体内成分, “S”は体表成分を示し, a~fはそれぞれ働きアリ個体を示す。

ド(TG)画分, 遊離脂肪酸(FFA)画分, ステロール(S)画分に分画した。

誘導体化: トリグリセリド画分および遊離脂肪酸画分に対して, それぞれの構成脂肪酸をGCおよびGC/MSで分析するために, 塩酸メタノール法によるメチルエステル誘導体化を行った。

また, それぞれに含まれる不飽和脂肪酸の不飽和結合位置を推定するため, 試料の誘導体化を行った(BIERT-LEONHARDT et al., 1980; FRANCIS and VELAND, 1981)。

生物検定法: クロヤマアリの人工巢内に検定試料を置き, 一定時間経過した後に巢外に運び出された試料数を計測した。検定試料としては, (1) 死後0, 12, 24, 48, 96

時間経過したクロヤマアリの死体、(2) 死体の抽出物を 1 アリ死体等量 (Corpse Equivalent: CE) 塗布したろ紙片 (直径 5 mm)、(3) 市販の化合物 [トリグリセリド (トリオレイン), 遊離脂肪酸 (オレイン酸, リノール酸, パルミチン酸)] を、死後 96 時間経過した死体 1 個体が体表面に有するオレイン酸量およびトリグリセリド量と同量塗布したろ紙片 (直径 5 mm) を用いた。(1) については、3~4 個体の死体を同時に人工巣内にいれて検定を行った。また、(2)・(3) については、1 試料につきろ紙片 2 枚に塗布し、各種試料を塗布したろ紙片を同時に人工巣内に入れた。それぞれ、10 分、30 分、60 分後に運び出された検定試料数を計数した。

分析：ガスクロマトグラフ (GC) 分析は Shimadzu GC-14A で行った。トリグリセリド成分の分析には UATR-30M (内径 0.25 mm, 長さ 30 m, 膜厚 0.25 μ m, FRONTIER LAB) を用い、カラムオープンには 200°C に 1 分間維持した後に 350°C まで毎分 20°C で昇温させた。注入部温度・検出部温度は、それぞれ 300°C, 360°C に設定した。メチルエステル誘導体の分析には CBJ-WAX (内径 0.25 mm, 長さ 25 m, 膜厚 0.25 μ m, J & W SCIENTIFIC) を用いた。カラムオープンには、80°C で 1 分間維持した後に 240°C まで毎分 16°C で昇温させた。注入部温度・検出部温度はそれぞれ 200°C, 250°C に設定した。検出は水素炎イオン化検出器によって行った。

定量分析時には、5 個体から得たトリグリセリド画分には 1 μ g のトリパルミチンを内部標準として加えてそのうち 1 CE を GC で分析して、クロマトグラム上でのピーク面積から各種トリグリセリド量を定量した。また、5 個体から得た遊離脂肪酸画分には 1 μ g のパルミチン酸を内部標準として加えた後にメチルエステル誘導体を行い、誘導体化合物 0.1 CE を GC 分析に供して定量を行った。

ガスクロマトグラフ/マスキロマトグラフ分析 (GC/MS) は、Shimadzu GC/MS QP-1000EX で行った。メチルエステル誘導体については CBJ-WAX を用いて GC 分析と同条件で分析を行い、EI- および CI-マススペクトルを測定した。トリグリセリド成分については直接試料導入法によってその EI- および CI-マススペクトルを測定した。DMS 誘導体は、無極性カラム CBP1-M25-025 (0.25 mm I.D., 長さ 25 m, 膜厚 0.25 μ m) を用いて分析を行い、EI-マススペクトルを測定した。分析時にはカラムオープンを 80°C に 1 分間維持した後 300°C まで毎分 20°C で昇温させた。

結 果

1. 死後の経過時間と搬出率

死後 0, 12, 24, 48, 96 時間経過した働きアリの死体のうち死後 48 時間以上経過した死体は 10 分以内にその 50% 以上が巣外に搬出された (第 1 表)。死後 24 時間経過した死体は、60 分後にその 36% が巣外に搬出された。また、死後 0 時間および 12 時間経過した死体は、60 分後にはそれぞれ 10% および 16% が搬出された。

2. 死体認識因子

死後 48 時間経過した働きアリの死体体表成分、および体内成分を塗布したろ紙片に対する搬出率を検定した結果、60 分後にはそれぞれ 84%, 86% が巣外に搬出された (第 2 表)。また、体表成分・体内成分を分画して得た各 5 画分に対する 30 分後の搬出率を調べると、遊離脂肪酸画分に対する搬出率が他の画分に対する搬出率よりも高く、体表成分や体内成分に対する場合と同程度の搬出率を示した。巣内に導入したろ紙片は塗布した画分に関わらず、60 分後にはそのおよそ半数が巣外に搬出された。

市販化合物のオレイン酸を 1 CE 塗布したろ紙片に対しては、60 分後にはその 90% 以上が巣外に搬出されたが、他の遊離脂肪酸 (リノール酸, パルミチン酸) を塗付したろ紙片に対しては、60 分後の搬出率はおおよそ 50% であった。トリオレインを 1 CE 塗布したろ紙片に対する 60 分後の搬出率はおおよそ 50% であった。

第 2 図 クロヤマアリ働きアリ個体の体表および体内成分に含まれるトリグリセリドおよび遊離脂肪酸量の経時変化。死後 0, 24, 48, 72, 96 時間経過した死体 5 個体から得たトリグリセリド、および遊離脂肪酸の 0.5 アリ等量を、それぞれガスクロマトグラフ分析に供し、内部標準法によって定量した。遊離脂肪酸については、誘導体化処理後に分析を行った。STG: 体表トリグリセリド, SFA: 体表遊離脂肪酸, ITG: 体内トリグリセリド, IFA: 体内遊離脂肪酸。

第3図 電子線照射が死体体表成分中の遊離脂肪酸 (I) およびトリグリセリド (II) 量の経時変化に及ぼす影響。
(a) 電磁波未処理区 (対照区), (b) 電磁波処理区 (実験区). P: パルミチン酸, S: ステアリン酸, O: オレイン酸, Li: リノール酸, Ln: リノレン酸, A, B: トリグリセリド成分.

3. 死体の体表・体内成分の経時変化

死後 0～96 時間経過した働きアリの死体体表・体内各成分を TLC で分析した結果 (第 1 図), 体表成分中のステロールエステル類, およびトリグリセリド, 遊離脂肪酸類には死後の時間経過に伴う増量が認められた。体内成分中のステロールエステル類は死後 24 時間後に増量が認められる一方で, 同成分中のステロール類は死後 24 時間後に減量が認められた。体内成分中の遊離脂肪酸類は死後 48 時間後に増量が認められた (第 1 図 B)。

死後 0～96 時間後の複数個体間でそれぞれの体表成分および体内成分を比較したところ, そのいずれにおいても各成分量には個体ごとに多少のばらつきが認められた (第 1 図 A)。

体表および体内成分に含まれるトリグリセリドと遊離脂肪酸類の経時変化を内部標準法定量的に GC 分析し

た結果, 体内のトリグリセリド成分 (ITG) は死後 24 時間から 72 時間にかけて約 $7.4 \mu\text{g}$ から約 $2.0 \mu\text{g}$ に減少した (第 2 図)。体表のトリグリセリド成分 (STG) は, 生体 (死後 0 時間) では約 3 ng , 死後 72 時間経過した死体では 1 個体当たり約 $1.3 \mu\text{g}$ 検出された。生体 (死後 0 時間) 1 個体当たりの体表遊離脂肪酸成分 (SFA) は約 30 ng , 体内遊離脂肪酸成分 (IFA) は約 100 ng 検出された。死後 24 時間経過した死体では, 1 個体当たりの SFA・IFA 含有量はそれぞれ $50\sim 100 \text{ ng}$ であったのに対して, 死後 72 時間経過した死体からはそれぞれ $6\sim 7 \mu\text{g}$ 含有されていた。

4. トリグリセリド・遊離脂肪酸類の分析

GC/MS 分析の結果, 働きアリ死体から得た遊離脂肪酸とトリグリセリドの構成脂肪酸について, それぞれのメチルエステル誘導体化合物の保持時間と EI-マススペク

トルは合致していた。そのそれぞれは、市販のパルミチン酸、およびステアリン酸、オレイン酸、リノール酸をメチルエステル誘導体化したものと、それぞれの保持時間、EI-マススペクトルが合致した。生体の体内トリグリセリド構成脂肪酸組成に占める割合は、オレイン酸が約 60% と最も高く、ついでパルミチン酸が約 20% を占めていた。一方、死後 48 時間経過した死体の体表遊離脂肪酸組成の約 80% はオレイン酸が占めており、残りの約 15% をパルミチン酸が占めていた。

働きアリ死体由来のメチルエステル誘導体化物については、さらに DMDS 誘導体化して GC/MS 分析に供したところ、 $C_{16:1}$ および $C_{18:1}$ の不飽和脂肪酸誘導体のそれぞれにおいて、 m/z 173 に強度の高い特徴的なフラグメントイオン ($[C_{10}H_{21}S]^+$) が確認された。 $C_{16:1}$ および $C_{18:1}$ の不飽和脂肪酸メチルエステル DMDS 誘導体においては、それぞれ m/z 217 ($[C_{11}H_{21}O_2S]^+$)、 m/z 245 ($[C_{13}H_{25}O_2S]^+$) に強度の高いフラグメントイオンが検出された。

トリグリセリドを直接試料導入法で測定した結果、 m/z 257, 283, 577, 603, 859, 885 に特徴的なフラグメントイオンが確認された。また、CI-マススペクトルでは、 m/z 850 と 856 に強度の高いイオンが認められた。ガスクロマトグラフ分析の結果、死体由来のトリグリセリド成分は総量の 95% 以上を 2 本のピークが占めていた。また、市販のトリパルミチン、およびトリオレイン、トリステアリンとのクロマトグラムにおいて、一方のピークは市販のトリオレインの保持時間と一致した。他方のピークは、トリパルミチンとトリステアリンの間に溶出した。

5. 電子線照射の影響

凍死直後に電子線照射処理をした場合の死後 72 時間の体内トリグリセリド含有量は、電子線照射未処理区の 2.1×10^4 ng/ant に対して、 $1 \sim 2 \times 10^5$ ng/ant とおよそ 5~10 倍の値を示した。電子線照射未処理区の死後 48 時間後の死体体表成分中にはトリグリセリドが検出されないが、電子線処理区では約 200~300 ng/ant のトリグリセリドが検出された (第 3 図)。さらに死後 72 時間後では、電子線未処理区で約 $1 \sim 2$ μ g/ant 検出されるのに対して電子線処理区では約 50~70 μ g/ant 検出された。一方、電子線未処理区の死後 72 時間経過した死体体内のトリグリセリド含有量は約 30 μ g/ant であるのに対し、電子線処理区では約 60 μ g/ant であった。

体表の遊離脂肪酸類は、生体で約 30 ng/ant であるのに対して、電子線照射未処理区で死後 48 時間後にオレ

イン酸の含有量が約 2~3 ng/ant と著しく増加したが、電子線照射処理区ではオレイン酸の増加率は低く、死後 72 時間経過した死体からは約 10~20 ng/ant 検出された (第 3 図)。一方、死後 72 時間後の死体体内の遊離脂肪酸類含有量は、電子線照射処理区でおよそ 200 ng/ant であるのに対して、電子線照射未処理区ではおよそ 3 μ g/ant であった。

考 察

クロヤマアリの死体搬出行動と死体体表面に含まれる成分との関連性について検討した結果、働きアリによる死後 48 時間以上経過した同巣仲間の死体の巣外への搬出行動が顕著に認められること、および死後 48 時間以上経過した死体の体表面ではトリグリセリドや遊離脂肪酸類の含有量が著しく増加することが明らかになった。死体体表面に含まれるこれらの成分のうち、遊離脂肪酸成分が働きアリによる搬出行動を解発することを確認した。また、死体体表面から抽出した遊離脂肪酸成分はその大半をオレイン酸が占めており、それと等量の市販のオレイン酸によって働きアリの搬出行動が解発されることから、オレイン酸はクロヤマアリの死体認識シグナルとして作用していることが明らかになった。これは、オレイン酸はアリ類の死体認識シグナルであるという BLUM (1970) らの報告と合致している。

オレイン酸を始めとする遊離脂肪酸類は、死体の体表面および体内において、死後の時間経過にしたがって増加することを示したが、この変化は体内のトリグリセリド含有量の減少と対応していた。さらに、トリグリセリドの構成脂肪酸の組成が、死後に増加する遊離脂肪酸の組成と合致していることから、個体の死後に生じる遊離脂肪酸類はトリグリセリドの分解物であると考えられる。さらに、電子線を照射することで (1) 体内トリグリセリド量減少の低下、(2) 死後の時間経過に伴う体表トリグリセリド量の増加促進、(3) 体内・体表の遊離脂肪酸量の増加傾向の低下が認められた。このことから、トリグリセリドの分解反応すなわち遊離脂肪酸の生成反応が酵素反応である可能性が示唆される。体表における遊離脂肪酸量の増加は働きアリの死後にのみ認められることから、分解反応に携わる酵素は働きアリの生存中は不活性化されており、その死後に活性化されるものと考えられる。電子線照射を行った場合、死体体表面の遊離脂肪酸は増量せずトリグリセリドが増量した原因として、トリグリセリドの分解反応が低下したために未分解状態のトリグリセリド成分が浸出してきたことが考えられる。

死後に生じる遊離脂肪酸の供給源と推定される体内トリグリセリドを GC/MS 分析に供した結果、主に 2 種類のトリグリセリド；トリオレインとジオレイルパルミチンから構成されることが示唆された。直接試料導入で得たマススペクトルにおいて、最高質量部に認められる m/z 859 と 885 はそれぞれの分子イオンであると推定した。 m/z 885, 603, 283 のフラグメントイオンは市販トリオレインのマススペクトルにも同様に認められること、一方の成分はガスクロマトグラム上の保持時間が一致することから、トリオレインであると考えられる。他方、 m/z 859 はトリオレインの分子量より 26 マス少なく、これはオレイン酸とパルミチン酸の分子量の差に一致することから、ジオレイルパルミチンの分子イオンであると推定した。クロヤマアリの体内トリグリセリドは、その構成脂肪酸として多量のオレイン酸を含んでいることから、トリグリセリドの分解反応により、死体認識因子であるオレイン酸を供給することは十分可能である。

本研究では、同巣仲間に対して死体搬出行動を解発する刺激因子のオレイン酸が、個体の死後に酵素反応に基づくトリグリセリドの分解反応によって生じることを示唆したが、死後に起こる酵素反応による情報化学物質の生成については、今後さらなる検討が必要である。

摘 要

クロヤマアリ *Formica japonica* では同巣仲間の死体を巣外へ運び出す行動が認められるが、このような搬出行動は、死体体表面に含まれるオレイン酸によって引き起こされ、死後 48 時間以上経過した死体に対して顕著に認められた。オレイン酸は、生きた働きアリの体表面および体液中には殆ど含まれないが、その含有量は死後の時

間経過に伴って変化し、死後 48 時間で急激に増加した。一方、体液中に含まれるトリグリセリドの含有量は、死後 48 時間で急激に減少し、その構成脂肪酸はオレイン酸であった。また、死亡直後に電子線を照射した場合には、体液中および体表面におけるオレイン酸の増加、および体液中のトリグリセリドの減少のいずれも認められない。これらの結果から、クロヤマアリの死体認識シグナルとして作用するオレイン酸は、働きアリの死後、体液中に含まれるトリグリセリドの酵素的加水分解反応によって生じるものと考えられる。

引 用 文 献

- BIERT-LEONHARDT, B.A., E.D. DEVILBISS and J.R. PLIMMER (1980) Location of double-bond position in long chain aldehydes and acetates by mass spectral analysis of epoxiside derivatives. *J. Chrom. Sci.* **18**: 364-367.
- BLUM, M. (1970) The chemical basis of insect sociality. In: *Chemicals Controlling Insect Behavior*. (M. BEROZA ed.), New York: Academic Press, pp. 61-94.
- FRANCIS, G.W. and K. VELAND (1981) Alkylthiolation for the determination of double bond positions in linear akenes. *J. Chromatogr.* **219**: 379-384.
- HÖLDOBLER, B. and E.O. WILSON (1990) *The Ants*. Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, 733 p.
- LUBBOCK, J. (1984) *Ants, Bees, and Wasps: A Record of Observations on the Habits of the Social Hymenoptera*, New York: D. Appleton, 448 p.
- MOSER, J.C. (1963) Contents and structures of *Atta texana* nests in summer. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **56**: 286-291.
- WILSON, B. (1975) *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, x+697 p.