

韓國產 밤나무혹벌의 變態에 따른 脂肪酸에 關한 研究

李 敬 魯

(建國大·文理大·生物學科)

A Study on the Fatty Acids during Metamorphosis of Chestnut Gall Wasp

LEE, Kyung Ro

(Dept. of Biology, Kon Kuk University)

(1965. 7. 20, 接受)

SUMMARY

Fatty acid components of the Chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* YASUMATSU) were analyzed by the method of gas chromatography at various developmental stages.

1. The fatty acids identified at each stage are as follows: Larva stage: acetic acid, benzoic acid and capric acid. Prepupa stage: acetic acid, benzoic acid and capric acid. Pupa stage: acetic acid, benzoic acid and capric acid.
2. Through the development of the wasp, there were large amount of acetic acid.

緒 論

밤나무혹벌은 밤나무의 被害枝에 蟲癭(gall)을 形成하고 그 속에서 發生과 變態가 되기 때문에 防除에 藥劑浸入의 불가능으로 여러가지 문제점이 있다.

昆蟲 중에는 蟲癭을 形成하는 종류가 있는데 어떤 자국에 의하여 蟲癭이 만들어지는가 하는 問題는 흥미 있는 일이다.

밤나무의 蟲癭은 幼蟲期の 唾液 및 排泄物에 의하여 形成되는 것 같다고 했는데 (白神, 1948), 어떤 機構에 따라 排泄物의 最終產物이 蟲癭形成에 關係를 가지며, 또 物質代謝의 中間過程과 最終代謝產物의 成分, 形成時期도 問題가 된다. 따라서 變態에 따른 器官形成과 蟲癭形成이 檢討되려면 物質代謝의 中間過程과 最終產物의 成分이 究明되어야 한다.

밤나무혹벌에 關한 研究는 天敵을 이용한 防除 연구가 있고, 韓國產에는 分類生態學的 研究 (朴, 1964)와 李(1964; 1965)의 變態期에 따른 아미노酸 研究와 呼吸能에 關한 研究가 있다.

本研究는 위의 觀點에 따라 發生段階別 脂肪酸의 分布相 變化와 器官形成에 關係되는 營養물질간의 物質代謝

中間過程 그리고 蟲癭形成物質인 代謝最終產物의 機構를 檢討코저 幼蟲·前蛹·蛹을 材料로 gas chromatography 法을 이용하여 調査된 結果를 報告한다.

材料 및 方法

本研究에 사용한 材料는 建國大學校 構內에 生하는 밤나무의 혹(蟲癭)이 달린 被害枝를 採集하여 本敎室에서 飼育한 ($26 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서) 밤나무혹벌 (*Dryocosmus kuriphilus* YASUMATSU)의 終齡幼蟲·生蛹·蛹이다.

試料는 各 段階別로 3g씩 秤量하여 一次操作으로 甯子脂肪抽出器에서 5時間 steam extraction 시킨후 separate funnel을 사용하여 ether soluble로 12時間 放置하고 恒溫水槽內에서 ether evaporation 시켜 整製된 나머지 sample을 gas chromatography 用으로 사용하였다.

二次操作에 使用된 分析器는 Beckmann G.C.—II type 이며 carrier gas는 Helium gas로서 速度는 2,500 m lb/I min. 이었으며, column은 U. con—750이 이용되었다.

電壓은 250 m ampere 에, 220°C 에서 加熱되었고 Recorder의 chart paper 速度는 10 cm/10 min.로 調節되었으며 記錄曲線은 differential type에 sample 注入法은

L.G.C.로 0.005 ml 가 注入 分析되었다.

本實驗에 使用된 standard 는 acetic acid, acetone, acrylic acid, benzoic acid, butyric acid, capric acid, fomic acid, furfuryl, isovaleric acid, lactic acid, linoleic acid, myristic acid, palmitic acid, propionaldehyde, propionic acid, valeric acid 등 16 種이다. Recorder 의 chart paper 에 나타난 記錄曲線은 differential type 으로 표시되고 peak area 의 內容은 $m = \int_{t_1}^{t_2} Fc dt$ 로 설명된다. 蟲癭의 植物組織 檢査는 temporary preparation 으로 glycerin water 를 사용하여 檢鏡하였다.

結 果

밤나무혹벌의 幼蟲 · 前蛹 · 蛹을 試料로 gas chromatography 法을 이용하여 分析된 脂肪酸과 未知物은 table 1 과 같이 나타난 chromatogram 은 Fig. 1 (larva stage), Fig. 2 (prepupa stage), Fig. 3 (pupa stage)와 같이 表示된다.

- 1) 幼蟲期에서는 脂肪酸 acetic acid, benzoic acid, capric acid 와 未知物 3 種 등 6 種이 分析되었다.
- 2) 前蛹期에서는 脂肪酸 acetic acid, benzoic acid, capric acid 와 未知物 4 種이 分析되었다.
- 3) 蛹期에서는 脂肪酸 acetic acid, benzoic acid, capric acid 와 未知物 4 種 등 7 種이 分析 檢出되었다.

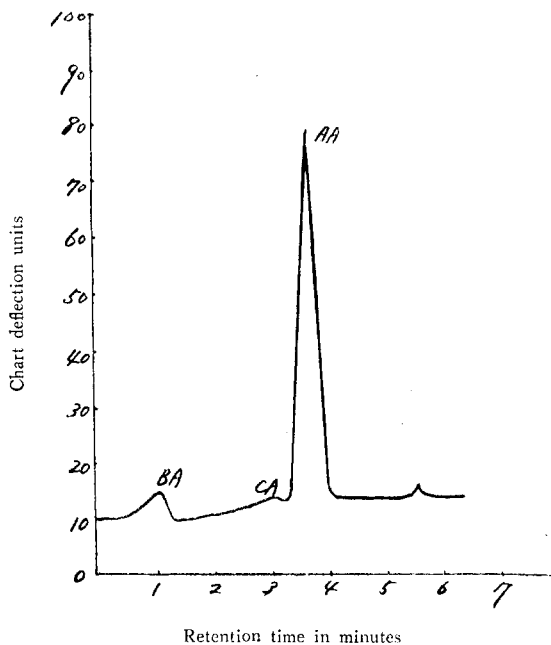


Fig. 1. Curve of a gas chromatographic analysis as traced by the recorder. (larva stage)
AA: acetic acid, BA: benzoic acid, CA: capric acid.

Table 1. Fatty acids in developmental stages *Dryocosmus kuriphilus*.

Fatty acids/Stage	Larva	Prepupa	Pupa
Acetic acid	+	+	+
Benzoic acid	+	+	+
Capric acid	+ -	+	+
Total	3	3	3
Unknown	3	4	4

+ : present - : absent + - : trace

4) 全 發生段階를 통하여 볼 때 acetic acid 가 가장 높은 濃度를 보인다.

考 察

韓國産 밤나무혹벌의 發生時期에 따른 脂肪酸의 分析은 table 1 과 같이 7 種(未知物 4 種 포함)이 檢出되었고 나타난 chromatogram 은 Fig. 1, 2, 3 과 같이 表示된다.

本實驗에서 分析된 脂肪酸은 特異한데 未同定된 未知物과 그 밖의 實驗方法의 內容에 의하면 밤나무혹벌과 다른 昆蟲類들이 가지는 必須脂肪酸을 포함하고 있는 것 같다.

Sridhara (1965)은 *Bombyx mori* 에서 palmitic acid, oleic acid, stearic acid, linolenic acid, linoleic acid, myristic acid lauric acid 등을 分析하고 oleic acid 는 變態하는 등

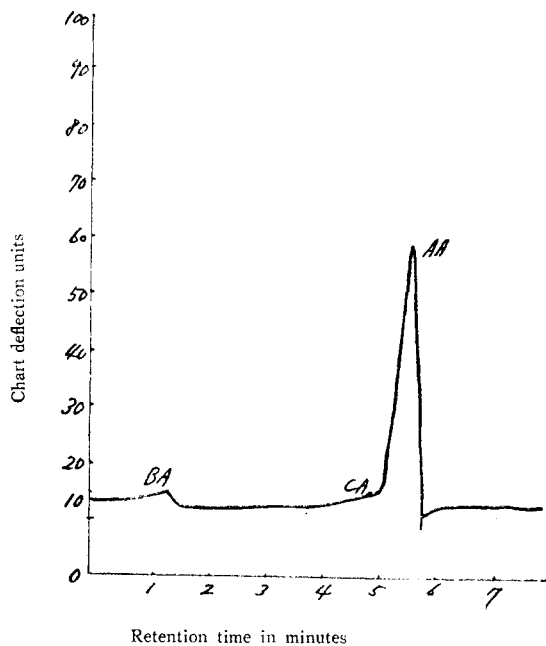


Fig. 2. Curve of a gas chromatographic analysis as traced by the recorder (prepupa stage).
AA: acetic acid, BA: benzoic acid, CA: capric acid.

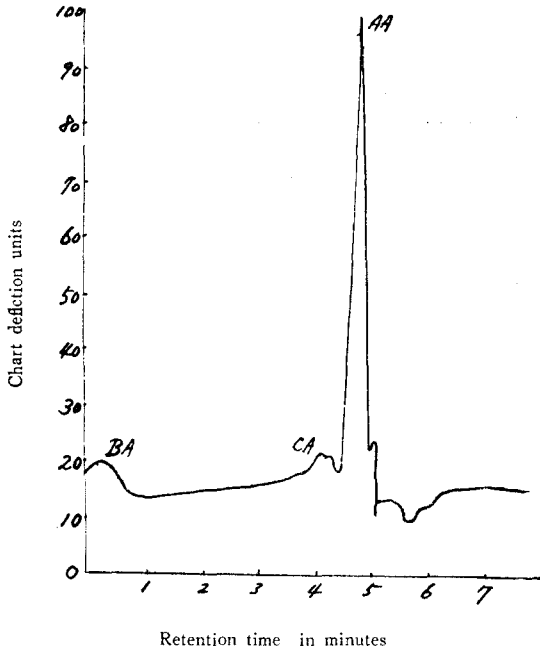


Fig. 3. Curve of a gas chromatographic analysis as traced by the recorder (pupa stage).
AA: acetic acid, BA: benzoic acid, CA: capric acid.

안 saturated fatty acid 가 감소함에 따라 增加한다고 했는데 昆蟲類도 發生段階에 따라 다른 영양물질과 같이 增減이 나타나므로 밤나무혹벌도 脂肪酸의 分布에 特異한 變異를 보이는것 같다.

Collin (1933)은 *Pachymeris* 에서 Albrecht (1961)는 *Calliphora*, *Tenebrio*, *Schistocerca*, *Aphis* 등에서 lipid 와 fatty acid 의 總量을 測定하였는데 3% 内外이었고 幼蟲器官에서는 haemolymph 에 포함된 fat 가 가장 높은 濃度를 나타내었다.

밤나무혹벌에서 16種의 아미노酸과 7種(未知物 4種 포함)의 脂肪酸이 分析되었는데 (李, 1964) 變態期에 따른 呼吸能의 研究 (李, 1965)에서 지적된 바와 같이 發生이 進行됨에 따라 幼蟲器官의 解消(histolysis)와 成蟲器官의 新生(histogenesis)은 特異한 酸素消費量의 曲線을 나타내고 있다.

이러한 사실을 發生에 따른 蛋白質, 脂質, 炭水化物の 物質代謝와 蟲癭形成에 관계되는 最終生産物의 中間代謝過程 등이 呼吸能과 밀접한 關係를 가지고 있는 것 같이 생각된다.

變態段階에 따른 아미노酸, 脂肪酸의 分析結果가 發生段階別 酸素消費量과 相關關係를 表示하는 것은 呼吸基質로 쓰이는 物質의 dehydrogenase activity 와 respiratory activity 가 一致함을 의미한다.

Levenbook (1950 a)는 *gastrophilus* 에서 脂肪酸은 137 mg%가 포함되어 있고 發生에 따라 脂肪體의 autolysis 는 alkali 보다 酸性에서 促進되며, 蛹期의 幼蟲器官 解消는 acidosis 라고 報告했는데 밤나무혹벌의 生體 pH는 幼蟲期에서 6.9 前蛹期에서 5.8. 蛹期에서 6.9 이었으며 分析된 脂肪酸中 acetic acid 가 全 stage 를 통하여 높은 濃度를 나타내고 있음은 脂肪酸의 酸化分解와 acetyl co-enzyme A 의 生成이 關係가 있는것 같다.

Ludwig and Rothstein (1949)에 依하면 昆蟲이 脫皮와 蛹化가 시작하면 昆蟲體의 reducing value 는 增加하고 幼蟲期에서 前蛹期에 이르면 炭水化物 脂肪은 減少한다고 報告했는데 炭水化物的 減少가 脂肪보다 빠른것은 呼吸과 關係되며 또 나머지는 아미노酸과 더불어 脂肪으로 轉換될 수 있기 때문에 李(1965)의 呼吸能에서 考察된 바와 같이 生體內 酸化還元의 基本要因인 酸素消費量은 脂肪, 炭水化物, 아미노酸의 감소와 一致되는것 같다.

밤나무혹벌의 아미노酸 脂肪酸의 特徵的 pattern 은 終齡幼蟲에서 增加를 보이고 蛹化 初期에 輕微한 減少가 계속 되었다가 다시 增加하는데 幼蟲期에는 攝食이 왕성하여 脫皮와 幼蟲器官形成에 쓰이므로 높은 酸化를 나타내고 前蛹·蛹期에는 그 生理的 活性和 알맞은 呼吸能을 보이는 것이라고 생각된다.

Vanderzant et al. (1957), Uberoi (1956; 1960) 등은 *Pectinophora* 와 *Corcyra* 를 材料로 脂肪酸의 代謝中 脫皮와 蛹化에 關한 報告에서 linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid 등이 正常發生과 脫皮·蛹化에 必須脂肪酸으로 필요하고 특히 linoleic acid 는 發生에 必須라 하였다. 또 Sridhara (1965)는 *Bombyx mori* 에서 palmitic acid, oleic acid, steric acid, linolenic acid, linoleic acid 등이 相對的으로 全體 消費량을 볼 때 36, 23, 18, 13, 11% 順으로 감소한다고 報告하여 linoleic acid 의 중요성을 설명하고 있다. 밤나무혹벌에서는 檢出되지 않았는데 unsaturated fatty acid 이기 때문에 分析되지 않은것 같다.

Dadd (1960; 1964)에 依하면 모든 昆蟲類는 高等動物과 같이 蛋白質 脂質 炭水化物 外에 비하면 無機鹽類를 필요로 하며 특히 昆蟲飼育의 media 에는 水溶性인 thiamin, riboflavin niacin, pyridoxine, pantothenic acid, folic acid, biotin, choline 등이 포함되어야 하고, 効果의 인 成長을 위해서는 aminobenzoic acid, inositol 등의 脂質이 있어야 한다고 報告했다.

本實驗에서도 benzoic acid 가 分析 檢出되었고 幼蟲期の 攝食이 밤나무의 蟲癭속에서 이루어지는 것으로 보아 蟲癭의 芳香性和 相互關係가 있는것 같다.

Friedler and Smith (1954)는 *Locusta* 의 aromatic hydrocarbon metabolism 에서 benzoic acid 와 glycine 이 hippuric acid 를 形成하여 排泄한다고 報告하였으며 Casida (1955; 1961) 역시 C^{14} -benzoic acid 로서 label 시킨 결과 glycine 과 benzoic acid 가 acyl 誘導體인 hippuric acid 를 形成한다고 報告하였다.

밤나무혹벌에서도 이미 아미노 식초산인 glycine 이 높은 濃度로 分析되었고 benzoic acid 가 分析된 것은 위 機構와 같이 두 內容物이 作用하여 acyl 誘導體인 hippuric acid 를 生成하고 他 排泄物과 같이 排出하면 蟲癭形成에 자극이 되어 植物組織에 異常發育을 가져오는 것 같이 생각된다.

Hippuric acid 의 生成은 幼蟲期의 呼吸能 測定 (李, 1965)과 蟲癭으로 形成된 植物組織의 觀察로서 理解되는데 蟲癭內壁는 많은 脂層이 둘러 쌓여 있고 宿主植物體와는 通導管細胞가 연결되어 드문 드문 一種의 canal 을 만들고 相互 內容物이 流通하도록 되어있어 이 管狀組織에 의하여 植物의 汁液이 昆蟲에 傳하여지고 昆蟲의 唾液·排泄物이 流通하여 蟲癭形成의 原因이 만들어 지는 것으로 생각된다.

高等動物에서 分析된 脂肪酸은 대개 安定하나(Markely, 1964) coenzyme A 와 결합하여 thioester 로 되면 반응성이 커지고 分解의 첫 단계인 acyl-co A dehydrogenase 에 의하여 中間生産物인 acyl-adenylate 로 되어 分解되어 가는데 밤나무혹벌에서 acyl-adenylate 의 誘導體인 glycine 과 thioester 인 acetic acid 가 分析된 것은 이들이 變態中에 중요한 呼吸基質로 사용되는 것이 생각된다.

Chino et al. (1965)는 *Hyalophora cecropia* 에서 炭水化物和 脂肪酸의 interconversion 을 報告했는데 終齡幼蟲에서 特徵的 pattern 이 增加하고 蛹化하면서 減少하는데 炭水化物類인 glycogen, trehalose 는 脂肪酸으로 conversion 되나 그 反對方向은 어려운 것 같다고 하였다.

本實驗은 脂肪酸만 分析하였으므로 곤란하나 아미노酸, 脂肪酸, 炭水化物 간에는 reverse process 가 있을 것으로 생각되며 앞으로 炭水化物 酵素의 實驗에서 해명될 것이다.

摘 要

本研究는 韓國產 밤나무혹벌의 發生段階에 따른 脂肪酸의 分布相 變化와 器管形成에 關係하는 物質代謝의 中間過程 最終生産物의 機構를 檢討코자 gas chromatography 法을 이용하여 調査하였다. 調査된 結果는 幼蟲期에서 脂肪酸 6種(未能物 3種 포함), 前蛹期에서 7種(未知物 4種 포함), 蛹期에서 7種(未知物 4種 포함)이

分析 檢出되고 發生이 進行됨에 따라 增加·減少·增加의 段階別 差異를 보인다.

Acetic acid 는 全 變生段階를 통하여 보면 높은 濃度를 나타낸다.

Benzoic acid 는 아미노酸 glycine 과 같이 hippuric acid 를 形成하여 蟲癭形成을 자극하는 것 같다.

文 獻

Albrecht, G., 1961. Chemical composition of some insect fats. *Z. vergl. Physiol.* 44, 487—508.
 朴世旭, 1963. 밤나무혹벌 天敵에 關한 研究. 농림. 산림국, 보호 1. 1—13.
 Casida, J.E., 1955. *Biochem. J.* 59, 216.
 Casida, J.E., 1961. An unusual sterol from house flies. *J. Ins. Phy.* 7, 32—45.
 Chino, Harou and Lawrence Gilbert I., 1965. Studies on the interconversion of carbohydrate and fatty acid in *Hyalophora cecropia*. *J. Ins. Phy.* II, 287—296.
 Collin, G., 1933. Fatty acids from fat body, larva of *pachymerus*(coleoptera). *Biochem. J.* 27, 1373—1374.
 Dadd, R.H., 1964. A study of carbohydrate and lipid nutrition in the was moth, *Galleria mellonella* (L) using partially synthetic diets.
 Dadd, R.H., 1960. The nutritional requirements of locusts 1. Development of synthetic diets and lipid requirements. *J. Ins. Phy.* 4, 319—348.
 Dadd, R.H., 1960. The nutritional requirements of locusts V. Observation on essential fatty acids, chlorophyll, nutritional salt mixtures, and the protein or amino acid components of synthetic diets. *J. Ins. Phy.* 6, 126—146.
 Friedler, L., and J.N., Smith, 1954. *Biochem. J.* 57, 396.
 Levenbook, L., 1950. A composition of blood, *Gastrophilus*(Diptera) larvae. *Biochem. J.* 47, 386—346.
 Ludwig, D. and F. Rothstein, 1949. Carbohydrate and fat content in metamorphosis, Japanese beetle. *Physiol. Zool.* 22, 380—317.
 李敬魯, 1964. 韓國產 밤나무혹벌의 變態에 따른 아미노酸에 관한 研究. 建國學術研究院誌 6, 279—287.
 李敬魯, 1965. 韓國產 밤나무혹벌의 變態에 따른 呼吸能에 관한 研究. 建國學術研究院誌 7, (인쇄중).
 Markley, K.S., 1964. Fatty acids [—], John wiley & sons, New York.
 Sridhara., 1965. Lipid composition of silkworm *Baombyx mori* L. *J. Ins. Phy.* 11, 449—462.
 白神虎雄, 1948. 栗の蟲癭に關する調査. 岡山縣 農試研報 1 : 15.
 Uberoi, N.K., 1956. Fatty acids and lipid metabolism of rice moth *Corcyra*. *J. Zool. Soc. India* 8, 85—90.
 Uberoi, N.K., 1960. Nutritional requirements of the larvae of the rice moth, *Corcyra cephalonica*. Basic food requirements. *Indian J. Ent.* 22, 265—271.
 Vanderzant, E.S., Dundappa Kerur and Raymond Reiser, 1957. The role of dietary acids in the development of the pink bollworm. *Jour. Econ. Ent.* 50, 606—608.