

講演要旨

Pheophorbide a에 의한 光過敏症成立에
있어서의 脂質過酸化의 役割

木村 修一

東北大學 農學部 營養化學研究室

The Role of Lipid Peroxidation on the Development of
Photosensitive Syndrome by Pheophorbide a

Shuichi Kimura

Laboratory of Nutrition, Chemistry,
Tohoku University

(Received Aug. 14, 1985)

1977年 봄 東京을 中心으로 하여 23名의 光過敏性皮膚炎患者가 發生하여 東京女子醫大, 東京都衛生局等이 疫學調査를 한 結果 chlorophyll의 分解産物인 pheophorbide a에 起因하는 것으로 判明되었다.

Pheophorbide는 chlorophyll의 分解 生成物의 하나로 chlorophyll이 存在하는 것에는 chlorophyllase의 作用에 의해 어디에서나 生成될 수 있는 可能性이 있으며, 特히 chlorophyll濃縮物을 製造할 때는 chlrella等 그 製造에 있어서 充分한 注意가 要望된다.

Chlorophyll 分解物의 光過敏症을 일으키는 原因物質로 注目된 것은 오래전 일로 면양이나 소等 家畜類에서 觀察되었으며, Clare는 乾燥 干草飼料로 飼育한 흰쥐에서 볼 수 있는 光過敏作用(光力學作用)은 pheophorbide a와 pyropheophorbide a라고 報告하고 있다. 日本에서 이 chlorophyll 分解物의 毒性이 처음으로 注目받게 된 것은 四面이 바다인 環境때문에 海産物이 問題였다.

1899년 竹中等은 北海道 奥尻島의 漁民은 浮腫을 수반한 심한 皮膚病에 걸려 있으며, 이것은 전복漁業에 從事하고 있을 때만 發症된다고 報告하고 있으며, 그 症狀는 裸體인 경우에 심하여 火傷을 입은 것 같으며, 그것은 마치 전복에 의한 電氣속크 같은 것이었다고 한다. 古賀는 長崎縣 壹岐島에서도 똑같은 症狀가 發見되었으며, 이것도 同一한 種類의 病으로 그 原因으로는 전복 內臟의 大量 攝取로 인한 一種의 食

中毒에 의한 것이라고 하였다.

또한, 이 皮膚炎은 日光에 쬐인 面에 限해 생기며 衣服으로 가린 곳과 가리지 않은 곳 하고는 큰 差異가 있다고 한다.

한편, 東北地方에서는 오래전부터 漁民들 사이에 傳해 오는 말로 「봄이 되면 전복內臟은 毒素을 保有하게 되고 그것을 먹은 고양이는 귀가 떨어진다」는 말이 있다. 또한, 고양이 뿐 아니라 漁民들도 봄 전복을 먹고 皮膚炎을 일으켰다는 예도 記錄되어 있다. 따라서, 어떤 種類의 藻類가 毒素을 품고 있어 이것을 攝取한 전복 內臟에 이 毒素이 蓄積되는 것이 아닌지 의심을 품고 있었다.

橋本와 堤等은 이러한 事實을 根據로 하여 전복의 毒性物에 對하여 科學적으로 檢討하여 이와 같은 食中毒은 典型的인 光過敏症임을 確認하고, 전복 중에 含有된 原因物質은 pyropheophorbide a임을 처음으로 밝혔다. 그 후 山田, 中村等은 김치와 같이 조금으로 담긴 채소에서 光過敏症 原因物質을 抽出하여 이것을 pheophorbide a로 推定하였으나 그 후 pyropheophorbide a로 確證되었다. 이것의 흰쥐에 對한 作用으로는 10mg/100g 體重以上을 經口投與하거나, 5mg/100g 體重以上을 腹腔內投與하면 흰쥐를 致死하는 強力한 光過敏 原因物質임이 밝혀졌다.

이와 같이 pheophorbide에 의한 光過敏作用에 對하여는 오랫동안 研究되어 왔으나 光過敏症 成立

機構에 대하여는 거의 밝혀지지 않고 있었다. 著者는 이점에 興味를 갖게 되어 研究를 繼續하여 온 結晶 脂質—특히 生體膜脂質—의 過酸化가 光過敏症 成立에 重要한 原因이라는 것을 明白히 할 수 있게 되었다.

I. Pheophorbide의 生成과 分布

Pheophorbide는 chlorophyll에서 Mg와 phytyl基가 除去된 分解生成物을 말하며, 예를 들면 chlorophyll a에서는 pheophorbide a가 生成된다(Fig. 1).

Chlorophyll a를 묽은 酸으로 處理하면 Mg은 쉽게 除去되어 pheophytin a가 되고, 더 강한 酸으로 處理하면 非酵素的으로 Mg와 phytyl基가 同時에 除去되어 pheophorbide a가 生成된다. 한편, phytyl基를 除去하는데 關與하는 chlorophyllase는 植物에 널리 分布되어 있으며, chloroplast중에 存在한다. chlorophyllase의 性質에 대하여는 많은 研究者에 依해 調査되어 있으며, 興味있는 事實은 이 酵素는 다른 酵素와는 달리 아세톤이나 알코올等 有機溶媒에 依해 活性化된다는 點이다. 피크로스等도 鹽酸中 chlorophyllase의 作用에 依해 Mg가 除去되어 pheopho-

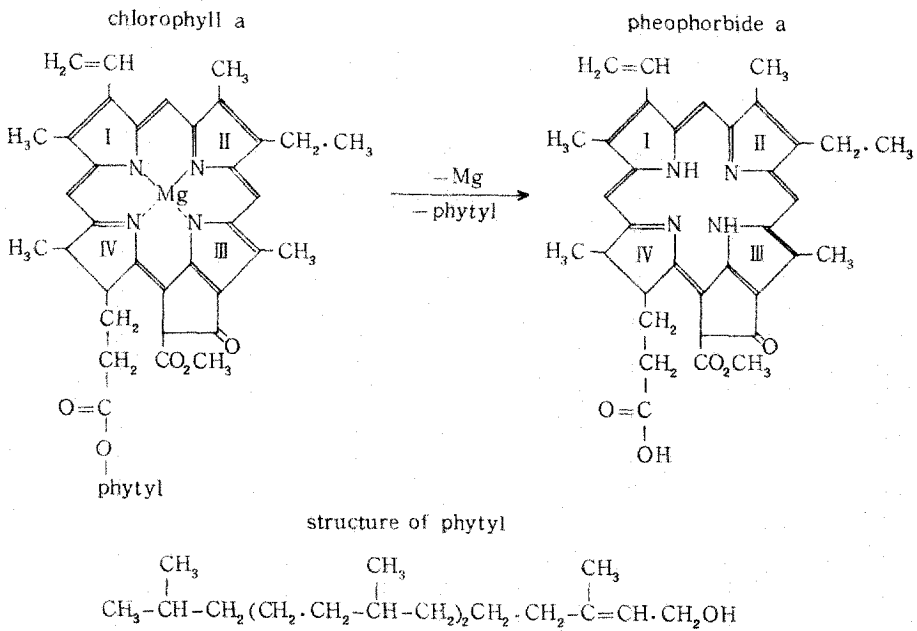


Fig. 1. Structure of Pheophorbide a

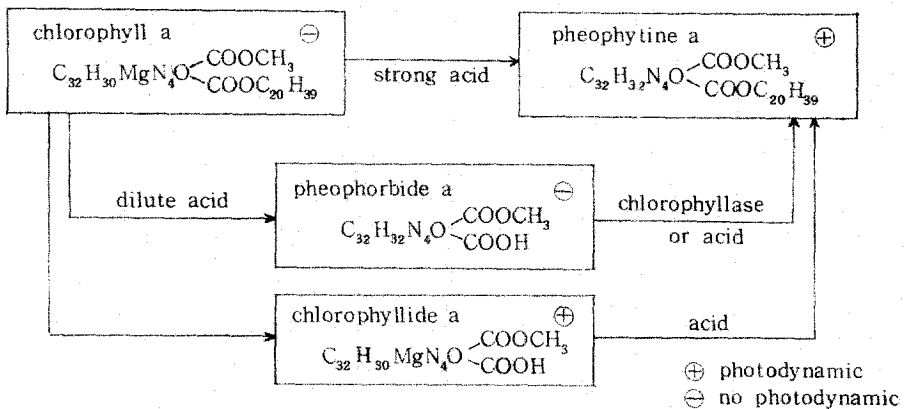


Fig. 2. Pathway of the Formation of Pheophorbide a from Chlorophyll a

rbide가 생성된다고 보고하고 있는 것으로 보아 채소 김치 등에서도 chlorophyllase은 phytol 基의 除去와 乳酸發酵에 의한 pH의 低下로 인한 Mg의 除去등에 作用하고 있을 것으로 생각되어진다.

現在 chlorophyll에서 pheophorbide가 生成되는 過程은 Fig. 2와 같이 생각되어진다.

II. 흰쥐에 의한 光過敏症 成立條件의 檢討

慢性 및 急性 光過敏症成立 條件을 實驗的으로 檢討하면 다음과 같다.

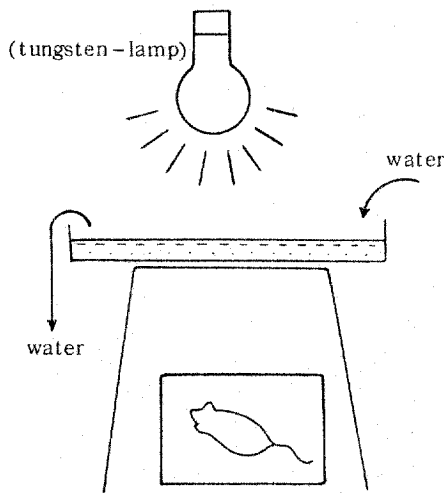


Fig. 3. Apparatus for Irradiation

Wistar系 흰쥐에 pheophorbide a를 含有한 食餌를 meal-feeding法으로 攝食시킨 後 Fig. 3과 같은 照射裝置를 使用하여 25,000룩스의 可視光線을 每日 8時間 照射하였다. 이러한 條件下에서 皮膚症의 發症 條件을 檢討한 結果, pheophorbide a 50mg/100g diet 食餌를 自由攝取시켰을 때는 約 7日後 귀 上部에 壞死가 發生되며 繼續되면 귀가 떨어져 나가는 것을 觀察할 수 있다. 또한, 背部에도 潰瘍性 皮膚炎이 發生한다. 이것을 組織學的으로 觀察하면 典型的인 光過敏皮膚症을 알 수 있다.

山田等은 김치에서 抽出한 pyropheophorbide를 使用한 實驗에서 體重 100g當 10mg 以上을 投與하였을 때는 4時間以內에 死亡하고, 30~40mg 投與하였을 때는 1時間以內에 死亡하는 것으로 觀察되는 것으로 보아 食餌로 攝取한 pheophorbide는 比較的 잘 吸收되는 것으로 생각된다.

이와 같이 投與量이 많으면 急性光過敏症을 일으

켜 實驗動物이 死亡한다는 事實은 橋本, 田村等도 報告하고 있다.

腹腔內에 pheophorbide를 注射한 後 光照射를 하면 흰쥐는 속크死와 같이 死亡한다. Pheophorbide의 投與量, 照射時期 및 時間等을 檢討한 結果 흰쥐 1마리當 5mg을 腹腔內에 注射한 後 10,000룩스로 5~6時間 照射하면 속크死를 한다. 이때 光照射를 하지 않으면 아무런 變化도 일어나지 않으며, 또한 pheophorbide를 投與하지 않을 때도 아무런 變化도 일어나지 않는 것으로 보아 死亡原因은 急性光線過敏症임을 알 수 있다. 한편, 흰쥐以外의 動物에 있어서도 單位重量當 換算하면 거의 같은 投與量으로 急性光過敏症에 의해 死亡한다(Table 1). 그러나 같은 條件下일지라도 pheophorbide를 投與하고 6時間 後에 光照射를 하면 속크死와 같은 갑작스러운 死亡이 일어나지 않는 것으로 보아 pheophorbide는 比較的 빨리 代謝되는 것으로 생각된다.

Table 1. Appearance of Hypersensitivity in Different Species (3 Males and 3 Females)

| Species | Survival time (h) |
|----------------|-------------------|
| dd-Mouse | 2-3 |
| C57BL/6j Mouse | 2-3 |
| Mastomys | 3-4 |
| Hamster | 3-4 |
| Rat | 5-6 |

Light : 10,000 lx; temperature : 25°C ± 1; amount of pheophorbide a : 1mg/30g body weight.

III. 急性光過敏症에 의한 속크死의 發生機構

急性光過敏症에 의한 흰쥐의 갑작스러운 死亡이 어떤 機構에 의해 發生하는지를 생각하면 다음과 같다.

Pheophorbide를 注射한 後 光을 照射하였을 때의 生理狀態의 變化를 보면 pheophorbide를 注射한 흰쥐에 光照射를 하면 比較的 빠른 時間內에 體溫이 떨어지고, 呼吸數가 低下된다(Fig. 4, 5).

한편, 腦波에는 異常이 없지만 必電測을 보면 가끔 속크死의 原因이 되는 高칼륨血症과 비슷한 現象이 나타난다(Fig. 6). 이러한 事實은 血清電解質의 檢討에 의해서도 確認되었다(Table II).

칼륨은 細胞內에 一般的으로 많이 分布되어 있기 때문에 血清칼륨의 急激한 上昇은 細胞의 破壞가 빨리 進行되고 있는 것으로 생각되어 組織學的 檢討를 한 結果 pheophorbide를 腹腔內에 注射를 한 後 光照射

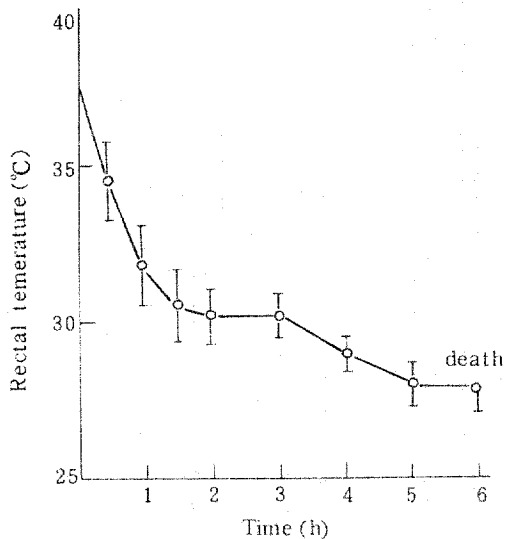


Fig. 4. Changes of Body Temperature on the Hy-persensitive Rats
Symbols indicate the geometrical mean and S.D. of three rats.

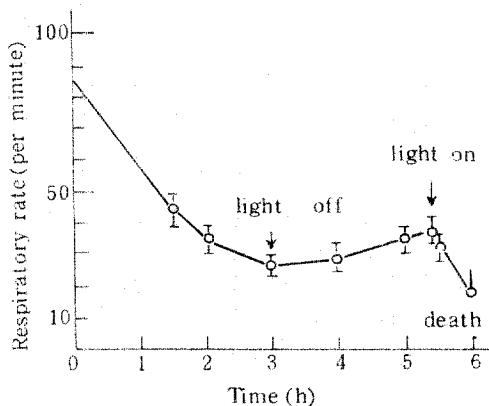
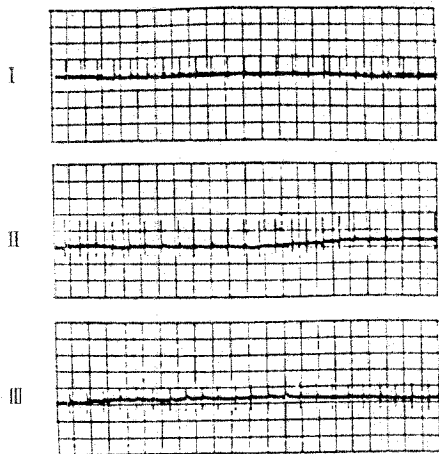
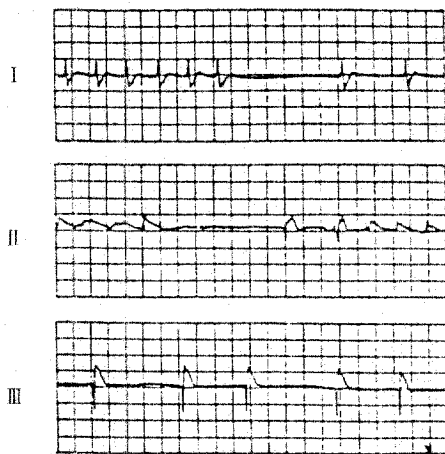


Fig. 5. Changes of Respiratory Rate symbols indicate the geometrical mean and S.D. of three rats.



Electrocardiograms of normal rat

I: the first lead, II: the second lead, III: the third lead, voltage: 1mV, velocity: 25mm/s



Electrocardiograms of acute photo-hypersensitized rat

I: the first lead, II: the second lead, III: the third lead, voltage: 1mV, velocity: 25mm/s

Fig. 6. Electrocardiograms of Experimental Animals

Table II. Quantitative Analysis of Serum Electrolytes

| | Na | K | Cl | Ca | P | Mg |
|---------|-----------------------|----------|--------|----------|----------|---------|
| Control | 136±8.3 ^{a)} | 5.3±0.22 | 102±15 | 9.9±0.97 | 7.9±0.9 | 3.7±0.3 |
| Sample | 133±6.3 | 6.9±0.24 | 100±13 | 9.7±0.93 | 11.6±0.5 | 3.4±0.4 |

Na, K, Cl: meq/l, Ca, P, Mg/dl, ^{a)} mean±S.D.(5 rats).

를 한 원위에서는 特히 脾臟에 顯著한 變化가 있었으며, 赤血球의 貪食像 등이 觀察되었다. 한편, 血液에 있어서는 심한 溶血現象이 觀察되었다. 따라서, pheophorbide의 光力學作用은 現象 일으키며 溶血에 의해 血球內 칼륨은 血清으로 流出되어 高칼륨血症을 가져와 속크死에 이르는 것으로 推定된다.

急性光過敏症成立은 溶血에 크게 關連된다는 것을 알았기 때문에 赤血球를 使用하여 *in vitro*에서 實驗한 結果 Table III과 같이 *in vitro*에서와 같이 赤血球는 pheophorbide가 存在할 때만 光照射에 의해 溶血現象을 일으킨다는 것이 確認되었다. 즉, pheophorbide의 光力學作用은 *in vitro*系에서도 알 수 있다. Pheophorbide의 이 光學作用이 赤血球膜에 어떤 變化를 일으키는지를 알아보기 爲하여 赤血球膜을 調整하여 pheophorbide 存在下에서 光照射하여 膜의 變化를 檢討한 結果 Table IV와 같이 pheophorbide 存在下에서 光을 照射하였을 때 膜에서는 過酸化脂質이 生成되어 TBA값이 顯著하게 上昇하는 것을 알 수 있었다. 그러나, 光照射 또는 pheophorbide중 어느 하나라도 결여되면 TBA값은 上昇되지 않았으며, 이것은 赤血球의 溶血現象때의 條件과 잘 一致되고 있었다. 그래서 赤血球膜脂質을 抽出하여 그 脂肪酸組成을 檢討한 結果는 Table V와 같이 pheophorbide 存在下에서 光照射된 膜脂質에 있어서는 아라키돈酸等 高度不飽和脂肪酸 減少가 顯著하였다. 이것은 pheophorbide의 光力學作用에 의해 活性酸素가 生成되어 脂質 過酸化反應을 일으킨 것으로 생각된다.

어떤 種類의 活性酸素가 關與하고 있는 것인지를 檢討하기 위하여 一重項酸素의 quencher인 histidine, dimethylfuran 등을 添加하였을 때 溶血이 抑制된다는 結果로부터 活性酸素로는 一重項酸素인 것으로 推定된다(Fig. 7). 또한, free radical scavengers 이면서 一重項酸素의 quenchers인 α -tocopherol의 添加하였을 때 效果가 있었다. 即, Table V에서와 같이 α -tocopherol을 添加한 實驗系에서는 아라키돈酸에는 큰 變化가 없었다. 한편, CoQ에 있어서는 α -tocopherol와 같이 光力學作用에 의해 膜障害를 保護하는 效果를 나타냈으며, 溶血試驗系에서도 pantethine, α -tocopherol 및 Vitamin B₂-butyrate는 保護作用이 있었다(Table VI). 이러한 實驗結果로부터 膜脂質-특히, 赤血球膜-의 過酸化反應이 光線過敏症成立의 重要な 要因으로 作用하며, 過酸化反應의 誘發은 pheophorbide의 光力學作用에 의해서 生成된 活性酸素에 起因한다는 것이 確實하다.

Table III. Quantity of Hemoglobin in Supernatant Fluid under the Different Experimental Conditions

| Conditions | Hb |
|-------------------------------|-----------|
| P. P. + DMSO + blood + $h\nu$ | 6.5 g/dl |
| DMSO + blood + $h\nu$ | 0.69 g/dl |
| blood + $h\nu$ | 0.32 g/dl |
| P. P. + DMSO + blood + | 0.70 g/dl |
| DMSO + blood + | 0.29 g/dl |
| blood + | 0.28 g/dl |

P. P.: Pheophorbide 5mg/0.5ml DMSO,
Blood: 15 ml
 $h\nu$: 10,000lx, 5 h photo-irradiation.

Table IV. TBA Values of Membrane Lipids in Various

| Conditions | TBA values |
|--------------------|------------|
| M | 0.53 |
| M + $h\nu$ | 0.56 |
| M + P. P. | 0.57 |
| M + P. P. + $h\nu$ | 4.86 |

M: Red blood cell membrane.
P. P.: Pheophorbide.
 $h\nu$: 10,000lx, 5h photo-irradiation.

Table V. Effects of V.E. and CoQ on Fatty Acids Composition of Total Lipids in Red Blood Cell Membrane

| F. A. | (1) | (2) | (3) | (4) |
|-------|------|------|------|------|
| 14:0 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.6 |
| 16:0 | 33.6 | 34.8 | 33.4 | 45.2 |
| 16:1 | 2.9 | 2.6 | 2.8 | 7.0 |
| 18:0 | 15.0 | 17.5 | 17.9 | 13.2 |
| 18:1 | 14.1 | 14.2 | 14.1 | 15.7 |
| 18:2 | 10.0 | 9.4 | 9.1 | 9.4 |
| 20:4 | 21.6 | 19.7 | 20.9 | 8.2 |
| 22:4 | 1.1 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 22:5 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | - |
| 22:6 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | - |

- (1): Membrane^{a)}
- (2): Membrane + P. P.^{b)} + $h\nu$ + V.E.^{c)}
- (3): Membrane + P. P. + $h\nu$ + CoQ^{d)}
- (4): Membrane + P. P. + $h\nu$ ^{e)}

a) 5g, b) 5mg, c) 4mg, d) 4mg, e) 10,000lx, 5h photo-irradiation.

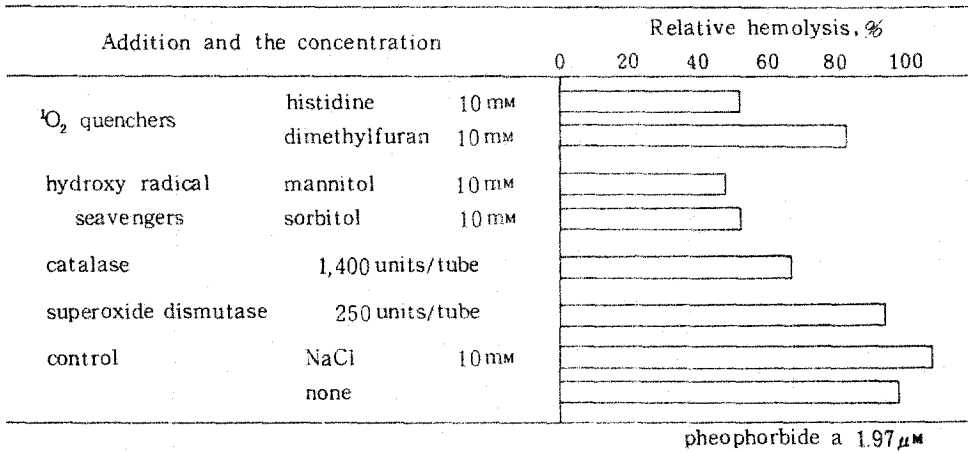


Fig. 7. Effect of ¹O₂ Quenchers, Hydroxy Radical Scavengers, Catalase and SOD on Pheophorbide a-Photosensitized Hemolysis

Table VI. Effect of Vitamins on Pheophorbide photosensitized Hemolysis

| Addition | Relative hemolysis (%) |
|---|------------------------|
| Control solvent (DMSO) | 4.2 |
| Pheophorbide a | 100.0 |
| Pheophorbide a + pantethine | 13.7 |
| Pheophorbide a + α-tocopherol | 10.9 |
| Pheophorbide a + B ₂ -butyrate | 64.7 |

Blood from rats, 1ml; pheophorbide a, 50 μg; pantethine, 100 μg; α-tocopherol, 100 μg; vitamin B₂-butyrate, 100 μg.

All experimental systems were irradiated with 10,000 lx for 2h.

IV. 培養心筋細胞에 對한 pheophorbide의 光力學作用

以上과 같이 pheophorbide에 의한 光過敏症은 動物個體레벨에서 생기지만 그 主原因은 活性酸素에 의한 生體膜의 脂質過酸化에 由來되는 것으로 推定되었으며, 이것을 證明할 수 있는 結果로는 *in vitro*에서 赤血球를 사용한 溶血과 TBA 값 등의 測定으로 얻을 수 있었다. 또한, α-tocopherol 과 CoQ는 pheophorbide의 光力學作用에 의한 障害를 保護할 수 있는 可能性을 나타내고 있었다.

앞의 實驗들은 急性光過敏症成立에 重要한 關係를 暗示하고 있으며, 赤血球에 對한 影響을 主로 取扱하였으나, 赤血球 以外의 組織 細胞에도 影響을 미

칠 것이 當然하다. 特히, 興味있는 事實은 心臟에 對한 障害이다. Pheophorbide에 의한 원치의 急性光過敏症成立時의 心電圖 變化가 主로 溶血에 의한 高 칼륨血症에 起因한다 하더라도 組織臟器에 直接 作用하고 있을 可能性이 있다. 또한, 皮膚에서의 光線過敏症의 發症은 分明히 皮膚組織에 直接作用하는 것으로 생각되며, 따라서 細胞에 對한 作用을 알 必要가 있었다. 이러한 觀點에서 培養心筋細胞(胎胚)에 對한 影響을 檢討하게 되었으며, 이것은 極微量의 光過敏症原因物質을 bioassay하는데도 도움이 될 수 있다고 생각되었다.

心筋細胞는 沙리培地中에서도 beating(拍動)하는 性質이 있기 때문에 beating하고 있는 培養心筋細胞에 pheophorbide存在下에서 光照射하여 그 影響을 檢討하여 보았다. 培地中에 pheophorbide만을 添加하거나 光照射만을 하였을 때는 培養細胞는 全然 影響을 받지 않았으나 pheophorbide를 添加하고 光照射하였을 때는 短時間內에 beating이 멈추게 되고 그 後 繼續 光照射하면 細胞가 쉽게 死亡하는 것을 確認할 수 있었다. 即, 培地中에 pheophorbide를 1.03 × 10⁻⁸M 添加한 後 10,000룩스로 光照射하면 培養心筋細胞는 2時間안에 拍動을 멈추게 되어 感受性이 매우 높다는 것을 알 수 있었으며, 이때 TBA 값은 크게 增加되어 있었다.

本 實驗에서는 極微量의 試料로도 光力學作用이 觀察되므로 光力學作用 物質이나 保護 物質을 screening하는데 매우 有用한 方法임을 알 수 있다. 이와같은 結果로 赤血球 以外의 臟器組織에서도 細胞가 障害를 받을 可能性이 있다는 것이 明白하게 되었다.

Table VII. Photodynamic Action of Pheophorbide a against Cultured Myocardial Cells and Protective Effect of Vitamins

| Addition | Percent of beating cells after irradiation | TBA values $\mu\text{g}/\text{mg}$ protein | Relative TBA values |
|--|--|--|---------------------|
| Control | 100 | 0.125 | — |
| Pheophorbide a + irradiation | 0 | 0.706 | 100 |
| Pheophorbide a + irradiation + pantethine | 50- 55 | 0.230 | 35 |
| Pheophorbide a + irradiation + CoA | 95-100 | 0.201 | 13 |
| Pheophorbide a + irradiation + α -Toc | 80- 85 | 0.253 | 22 |
| Pheophorbide a + irradiation + B_2 -butyrate | 25- 30 | 0.620 | 85 |

Pheophorbide a, $1.03 \times 10^{-8} \text{M}$; α -tocopherol, $100 \mu\text{g}/\text{ml}$; coenzyme A, $100 \mu\text{g}/\text{ml}$; vitamin B_2 -butyrate, $100 \mu\text{g}/\text{ml}$; irradiation, $10,000 \text{lx}$ for 2h.

光力學作用에 의한 溶血이 一重項酸素 quencher나 free radical scavenger에 의해 어느 程度 抑制된다는 것을 알았기 때문에 培養心筋細胞系를 利用하여 實際 chlorella나 菜소김치에서 實際로 얻은 chlorophyll 分解物에 對하여 光力學作用의 確認과 保護因子에 對해서 檢討한 結果는 Table VI과 같다.

α -tocopherol과 pantethine, B_2 -butyrate 등의 비타민은 培養心筋細胞의 beating을 pheophorbide에 의한 法線過敏作用으로부터 保護한다는 것을 알 수 있었다. 특히, coenzyme A의 有效性은 매우 興味있는 事實이다 (Table VII).

V. Pheophorbide에 의한 光力學作用의 機構

Pheophorbide에 의한 光過敏症成立에 對한 赤血球의 溶血이나 赤血球膜脂質의 變化等的 *in vitro* 實驗에서 α -tocopherol과 CoQ_{10} 등이 保護作用을 갖고 있다는 알 수 있었으며, 또한 培養心筋細胞에 對한 實驗에서도 같은 抗氧化作用 物質의 保護效果가 있는 것으로 보아 光力學作用은 活性酸素의 生成에 起因하는 것으로 생각된다. 또한, 筆者들은 *in vitro* 에서 뿐만 아니라 *in vitro* 에서도 比較的 大量의 아스코르빈酸이나 판토텐酸은 保護 效果가 있다는 것을 確認하였다.

活性酸素의 分子種을 決定하기 위하여 다음 3가지 方法으로 檢討하였다.

첫째는 活性酸素를 特異하게 不活性化하는 試藥 即 一重項酸素($^1\text{O}_2$)의 quencher인 histidine과 dimethylfuran, hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$) scavengers인 mannitol과 sorbitol, 過酸化水素를 處理하는 catalase와 superoxide를 處理하는 superoxide dismutase 등을 赤血球의 溶血反應系에 添加하고 pheophorbide

의 光力學作用에 對한 保護作用을 관찰하여 活性酸素種을 檢討하였으며, 그 結果 이 反應에는 一重項酸素와 히드록시라디칼 및 過酸化水素가 關與하고 있음을 알 수 있었다. 一般적으로 生體系에서는 二次적으로 다른 活性酸素種도 生成되기 때문에 最初의 活性酸素種을 捕할 目的으로 둘째번 實驗을 實施하였다.

즉, 生體膜 모델인 lecithin, cholesterol 및 liposome를 使用하여 pheophorbide에 의한 cholesterol의 光酸化生成物을 檢索하였다. Cholesterol이 一重項酸素에 의해 酸化될 때는 5位置에서 酸化되고, 라디칼自動酸化가 일어날 때는 7位置에서 酸化되어 各 各 5-OOH cholesterol과 7- α - 또는 7- β -OOH-cholesterol이 生成된다는 것이 알려져 있으며 (Fig. 9) 그 結果를 Fig. 10에 나타내었다. 이 結果로부터 5-OOH기를 生成된다는 것을 알 수 있었다.

또한, 이 系에 一重項酸素의 quencher인 β -caro-

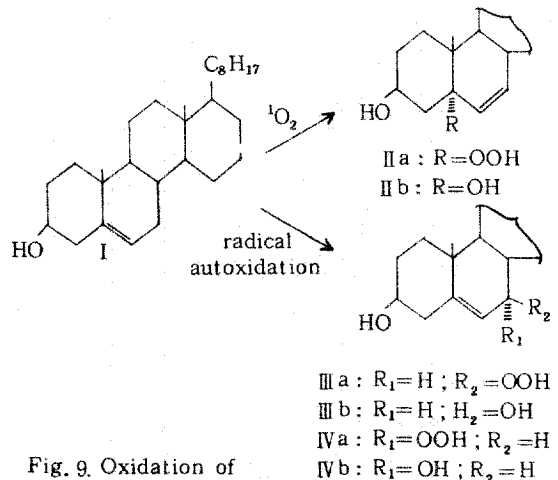


Fig. 9. Oxidation of Cholesterol

tene 을 加하였을 때 酸化가 阻止되는 것으로부터 pheophorbide a에 의한 光力學作用은 一重項酸素의 生成에 起因한다는 것이 明白하게 되었다. 한편, Fig. 11과 Fig. 12는 liposome 中の cholesterol과 脂肪酸의 酸化速

度를 比較 檢討한 結果를 나타낸 것으로 cholesterol과 올레酸의 分解速度는 거의 같았으나 리놀레酸은 올레酸의 約 2倍로 나타났다. cholesterol의 光照射에 의한 減少함에 따라 主로 5-OH cholesterol이 相

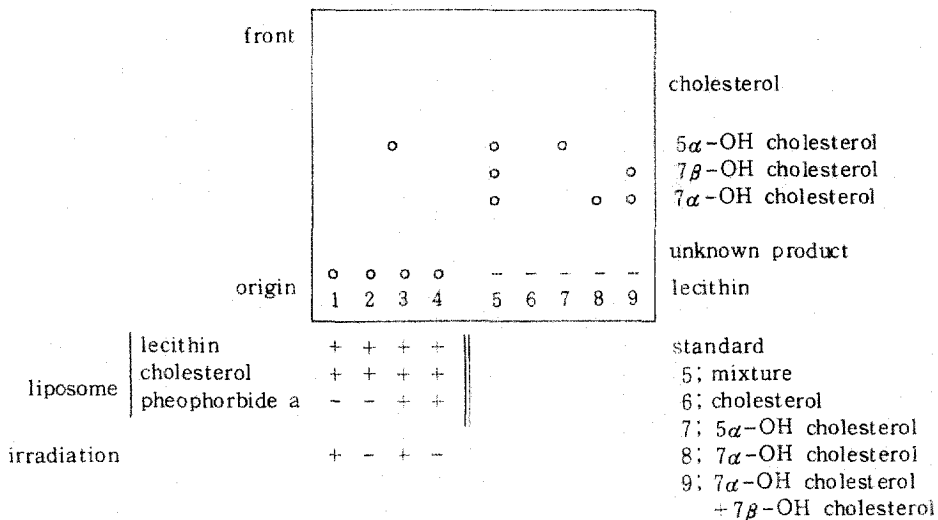


Fig. 10. Detection of Liposomal Cholesterols Photooxidized by Pheophorbide a

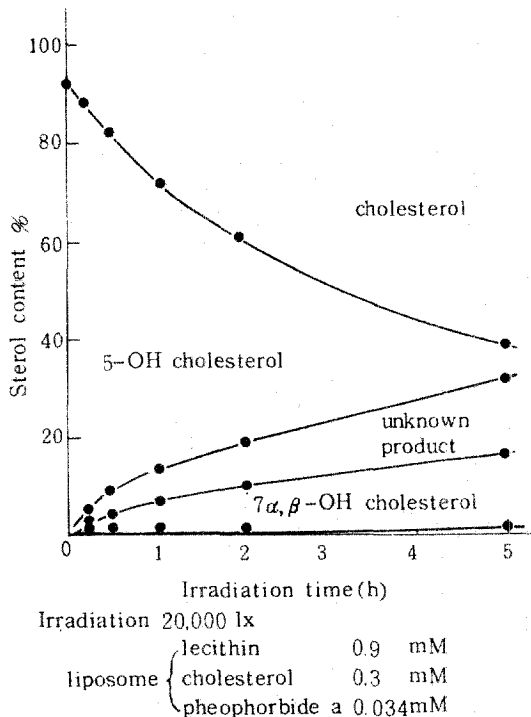


Fig. 11. Degradation of Liposomal Cholesterol Photooxidized by Pheophorbide a

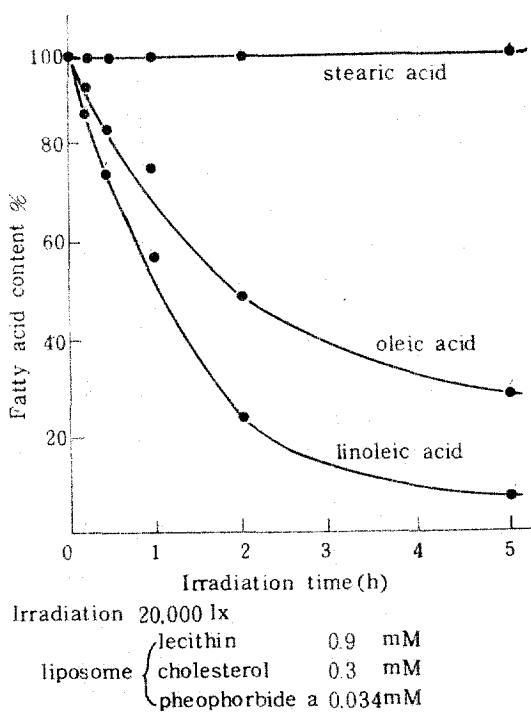


Fig. 12. Degradation of Liposomal Lecithin-fatty Acid Photooxidized by Pheophorbide a

補적으로 增加되는 것으로 보아 活性酸素의 分子種은 一重項酸素임을 알 수 있다. 生體膜 脂質成分中에 하나인 cholesterol이 比較的 強한 酸化를 받고 있다는 사실은 매우 興味있는 結果라고 할 수 있다.

著者 등은 最近 셋째 方法으로 一重項酸素에 由來하는 近赤外部의 發光스펙트럼을 檢討한 結果 1.27 μ m에서 $^1g(O) \rightarrow ^2\Sigma g(O)$ 의 遷移에 따른 銳敏한 피이크를 檢出함으로써 一重項酸素임을 確認할 수 있었다.

以上은 主로 pheophorbide에 의한 光過敏症發症의 機構에 關한 研究內容들이었다.

著者들은 現在 pheophorbide가 porphyrine 誘導體임에 着眼하여 암에 對한 phototherapy의 應用에 對하여 研究를 進行하고 있으며, 약간의 知見도 얻고 있다. 即, 이 物質이 암組織에 蓄積되는 性質을 利用하여 레이저光線照射에 의한 암組織의 除去를 試圖하고 있으며, 應用 可能性도 充分히 있는 것으로 생각된다.

마지막으로 1985年度 春季韓國油化學會 特別 講演에 招請해 주신 韓國油化學會長 李容億 博士를 비롯하여 會員 여러분께 깊은 感謝를 드립니다.

文 獻

1. 木村修: フェオホーバ이드, 自然界にお 起原との光力學作用醫學のめゆみ **112**(13) 878-885(1980).
2. 木村修: 食品由來有害成分の毒性發現と條件によ 修分布藥學雜誌, **104**(5) 423-439(1984).
3. Shuichi KIMURA et al: The role of lipid peroxidation on the development of photosensitive syndrom by pheophorbide a "Lipid peroxides in Biology and Medicine, Academic press.