
 報 文

鉄板焼き調理用油脂の諸性質に対する大豆レシチンの影響

Effects of Soybean Lecithin on the Various Properties of Oil for Pan-frying

(その1) 油面の波立ち, 油脂の変質, タンパク質系食品の熱凝着および泡立ち

(part 1) Waving Motion of Oil Surface, Deterioration of Oil, Heat Adhesion of Protein Food and Foaming Tendency

湯 木 悦 二*
(Etsuji Yuki)

Effects of commercial soybean lecithin (SPC) on the various properties of oil used for pan-frying were tested. SPC was added to a corn oil in the range of 0.25~3.0%. These oils were tested using an apparatus designed as a model of pan-frying. SPC markedly influenced the changes in various properties of oil during pan-frying. The following results were obtained.

1. Waving motion of oil surface: When corn oil was heated over 180°C in a state of thin film, unevenness of the oil surface occurred. That is, Concavo-Convex was formed on the surface of the oil. This phenomenon was described as "waving motion of oil surface", and was effectively prevented by the addition of SPC.

2. Deterioration of oil: When SPC was added to corn oil in the range of 0.5~1.0%, thermal oxidative deterioration measured by peroxide or total carbonyl values was effectively prevented. However, the presence of SPC over 1% caused a great increase of browning in heated oil.

3. Heat adhesion of protein food: When corn oil was heated over 160°C at the state of thin film, heat adhesion of chicken meat to the pan surface occurred. But this phenomenon was effectively prevented by the addition of SPC.

4. Foaming tendency: When SPC was added to corn oil over 1%, a remarkable foaming was observed during the cooking of chicken meat.

序

鉄板またはフライパンに油を薄く引いて肉, 魚, 野菜, ギョーザ生地などを加熱する鉄板焼き調理 (Pan-frying) においては, 調理中の油脂の変質を始めとして, 油滴の飛散, 食品材料への油脂の浸透およびタンパク質系食品の鉄板への熱凝着など多くの問題点が存在する。著者はこれらの諸問題を検討する目的で再現性の良い鉄板焼き調理試験装置を考案し, 先に食品材料を用いない場合の

油脂の変質について報告した¹⁾。

鉄板焼き調理を行うとき, 油滴が飛散して衣服や部屋などを汚すことが一つの問題点であり, わが国でも“はねない油”としてH社から鉄板焼き調理用油脂が発売されている。この種の油脂には大豆レシチンなどのリン脂質が添加されていることが一般的に知られている^{2,3)}。著者は, 鉄板焼き用油脂として, 通常の植物油に市販大豆レシチンを添加したとき油滴の飛散防止以外にどのような影響があるかという点に興味を持ち, 鉄板焼き調理試験装置¹⁾を用いて種々の試験を行った。その結果, 市

* 山陽女子短期大学

鉄板焼き調理用油脂の諸性質に対する大豆レシチンの影響

販大豆レシチンの添加が鉄板焼き調理用油脂としての諸性質に著しい影響を与えることが認められた。それらのうち今回は、油面の波立ち、油脂の変質、タンパク質系食品の熱凝着および泡立ちについて報告する。

実験方法

1. 実験に使用した油脂、大豆レシチンおよび食品材料

1) 油脂

味の素(株)から提供されたコーンサラダ油で、クエン酸 20 ppm およびシリコン油 2 ppm が添加されており、その性状は次のとおりである。酸価 (AV): 0.08, ヨウ素価 (IV): 126.3, 過酸化価 (POV): 1.20 meq/kg, 色調: Lovibond 133.5 mm cell R 1.3 Y 11.5, AOM 安定度: 14.8 hr

2) 大豆レシチン (SPC)

味の素(株)から提供された市販品で、その性状は、味の素(株)の分析結果によれば次のとおりである。

リン脂質含量: 64.14~64.74%, リン脂質組成: ホスファチジルコリン (PC) 37.7%, リゾホスファチジルコリン (LPC) 0.7%, ホスファチジルエタノールアミン (PE) 39.3%, ホスファチジルイノシトール (PI) 4.8%。

3) 食品材料

タンパク質系食品の熱凝着の試験には、鶏ささみ肉を約 1 cm 立方の大きさに切断したものを使用した。また泡立ち試験には、鶏ささみ肉を縦 2 cm, 横 4 cm, 厚さ 1 cm に切断したものを 4 個ずつ使用した。この肉片 4 個分の重量は 40~45 g であった。

2. 鉄板焼き調理に類似の加熱方法

前報¹⁾の鉄板焼き調理試験装置を用い、実験操作はすべて前報の方法に準じて行った。

3. ステンレス・スチール製フライパンの洗浄方法

実験に使用した後のステンレス・スチール製フライパ

ン (直径 14.5 cm) (以下、ステンレス・パンと略称する) は、1% NaOH 水溶液中にて約 10 分間煮沸した後水洗し、次に中性洗剤を用いて洗浄した後再び水洗する。その後乾燥して使用する。すなわち、各種の実験は、常にステンレス・スチールの新しい表面を露出した状態で行われた。

4. 試料油の調製

コーンサラダ油に、SPC を 0.25, 0.50, 1.0, 2.0 および 3.0% になるように加えて加熱溶解した。そのときの試料油の性状を Table 1 に示す。

5. 実験操作

1) 油面の波立ちの試験

ステンレス・パンを所定の温度に加熱し、試料油 3 ± 0.03 g を加えてステンレス・スチール製へらですばやく油を全面に拡げる。このときの油層の厚さは、温度を 200°C として計算すると 0.23 mm となる。そのまま加熱を続けると、ステンレス・パンの温度が 180°C 以上の場合には、油面は一様な平滑状態を示さず、波立ってくる。すなわち、油面に凹凸が生じるようになる。このような現象を仮に、“油面の波立ち”と表現した。

油をステンレス・パンの全面に拡げてから 2 分後に油面の状態を観察し、油面に凹凸がなければ 0 とし、凹凸があれば凹部の面積を目測して、パンの表面積に対する百分率で示した。

2) 油脂の着色および変質の試験

ステンレス・パンの温度を、180 または 200°C に加熱し、試料油 3 ± 0.03 g を加えて直ちにへらで油を全面に拡げる。30 秒ごとにへらで油面をならしながら、温度が 180°C のときは 5 分間、200°C のときは 3 分間加熱した後ステンレス・パンをぬれぶきん上に移して急冷する。これらの加熱油について、着色および変質度合を測定する。

3) タンパク質系食品の熱凝着の試験

ステンレス・パンを所定の温度に加熱し、試料油 3 ±

Table 1. Properties of corn oil added with SPC*

	SPC added (%)					
	0	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0
AV	0.08	0.39	0.51	0.73	1.14	1.67
Color ($E_{1\%}^{420\text{nm}}$)**	—	—	0.002	0.004	0.007	0.001
Viscosity (cSt)***	24.11	24.17	24.23	24.38	24.65	24.94
Surface tension (dyne/cm)****	41.2	41.2	41.6	41.3	41.3	41.4

* Commercial soybean lecithin

** Optical density was measured by HITACHI Spectrophotometer Model 100-10 using *n*-hexane as a solvent.

*** Viscosity was measured by Ubbelohde Viscosimeter at 50°C.

**** Surface tension was measured by Du Nouy's surface tension apparatus at 60°C.

0.03g 加えて直ちにへらで油を全面に拡げる。2分後再び油面をへらでならし、直ちにステンレス・パン上に鶏ささみ肉の小片(約1cm 立方) 2~3個を置き、へらで熱凝着の有無を調べた。熱凝着のないものを-, 僅かに熱凝着のあるものを+, 明らかに熱凝着のあるものを+とした。

4) 泡立ちの試験

ステンレス・パンの温度を200°Cに加熱し、試料油5±0.05gを加え、へらですばやく油をパンの全面に拡げる。2分間そのまま放置した後、再びへらで油面をならし、鶏ささみ肉(2×4×1cm) 4個をパンの中央部に置く。2分間加熱を続けた後、泡立ちの状態をカラー写真に撮影した。その時、肉の下のパンの表面温度は150~160°Cまで低下した。

5. 油脂の着色および変質度合の測定と分析方法

油脂の着色度合は、420nmにおける吸光度($E_{1\%}^{420nm}$)により、また、油脂の変質度合はAV, POVおよび総カルボニル価(CV)などにより比較した。

AV, IV, POV, ロビボンド比色計による色調およびAOM安定度などは日本油化学協会編、基準油脂分析試験法⁴⁾により、また、CVはHenickら⁵⁾の方法により測定した。吸光度は、*n*-ヘキサンを溶剤として日立100-10型分光光度計を用いて測定し、粘度はウッペーデ粘度計により50°Cで測定した。表面張力は日本油試験機工業(株)製デュヌイ氏表面張力測定器を用いて60°Cで測定した。

結果と考察

1) 油面の波立ち

ステンレス・パンの温度を160, 180, 200および220°Cに加熱し、コーン油及びSPCを添加した試料油について加熱した時の油面の波立ち状態を比較した。その結果をTable 2に示す。

ステンレス・パンの温度が160°Cの時は油面は平滑であり、油面の波成ちは起こらない。温度が180°Cになると、コーン油のみでは油面の波成ちが起こり、油面に凹凸が生じた。凹部の面積は目測で約30%であった。一方、SPC 0.25~2.0%添加の試料油の場合は油面は平滑であった。しかし、SPC 3%添加の試料油ではかえって約10%の凹部が認められた。このような油面の波成ち現象はステンレス・パンの温度が高くなる程起こりやすくなり、コーン油のみでは200°Cのとき約50%, 220°Cのとき約70%の凹部が認められた。ところが、200°C以上の高温の場合でもSPCの添加により波成ち現象は著しく抑制された。この波成ち現象抑制効果はSPC 0.25~1.0%において顕著であり、SPC濃度が更に高く

Table 2. Effect of SPC on the waving motion of oil surface heated in a state of thin film*

	Temperature (°C)			
	160	180	200	220
Corn oil	0	30	50	70**
+ SPC 0.25 %	0	0	20	50
+ SPC 0.5 %	0	0	20	50
+ SPC 1.0 %	0	0	10	20
+ SPC 2.0 %	0	0	20	50
+ SPC 3.0 %	0	10	30	50

* Each oil sample (3±0.03g) was poured in the stainless-steel pans (inside diameter 14.5cm) and spreaded immediately by using a spatula to cover all surface of the pans. After 2 min. heating, the waving motion of oil surface was observed.

** The area of concavity in comparison with that of the pan was measured with the naked eye and shown in percent.

なるとその効果は減少した。

このような現象の起因について、SPCの添加による油脂の粘性や表面張力の変化などが考えられるが、Table 1に示すように、SPCを3%添加しても粘性や表面張力の変化は非常に小さい。著者は、油脂と鉄板の間の密着性の差も一つの因子と考えている。この点については、熱凝着の項で更に説明する。また、このような現象が、実際の鉄板焼き調理においてどのような影響があるか不明であるが、一つの興味ある現象と考えられる。

2) 油脂の着色および変質

コーン油およびSPCを添加した試料油について、加熱した油脂の着色および変質度合を比較した結果をFig. 1, 2に示す。

Fig. 1に示すように、SPCを添加することにより油脂が著しく着色しやすくなる傾向が認められ、1%以上になると肉眼でも明らかな褐色が観察された。富岡ら⁶⁾はPCの加熱による褐変について検討し、まずPCの脂肪酸部分が熱酸化を受けて不飽和カルボニル基を生成し、PCのホスホリルコリン基の触媒作用によりアルドール縮合して褐変物質が生成されることを報告している。

Fig. 2に示すように、SPCの添加により油脂のAVは高くなる。これは、油脂が変質したためではなく、SPC自身の酸性のためである。このことは、Table 1により明らかである。もし、食品材料などからの水分が存在すれば、SPCが油脂の加水分解を助長して更にAVが高くなることが推定される。また、油脂の熱酸化的変質度合を示すPOVおよびCVを見ると、SPCの添加により油脂の変質が抑制されており、0.5~1.0%の添加で明らかな効果が認められた。このことに関連して、

鉄板焼き調理用油脂の諸性質に対する大豆レシチンの影響

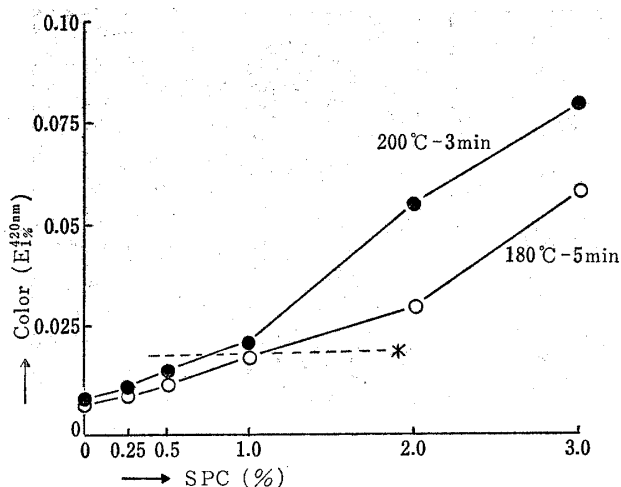


Fig. 1 Effect of SPC on the changes in the color ($E_{1\%}^{420nm}$) of oils heated in a state of thin film**

* Browning level obviously observed with naked eyes.

** Each oil sample (3 ± 0.03 g) was poured in the heated pans and spreaded immediately by using a spatula to cover all surface of the pans. After heating for 5 min. at 180°C and for 3 min. at 200°C , the pans were cooled on wet cloth and the heated oil was analyzed.

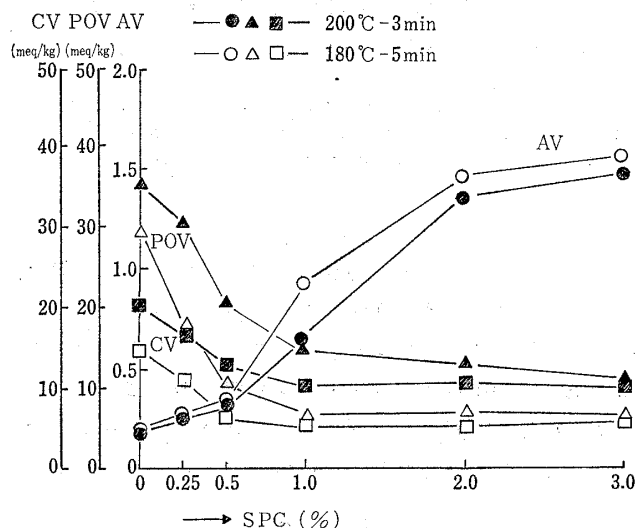


Fig. 2 Effect of SPC on the changes of acid, peroxide and total carbonyl values of oils heated in a state of thin film*

* The same as shown in Fig. 1.

著者ら⁷⁾は豚脂に SPC を添加することにより、熱酸化によるトコフェロールの損失が著しく抑制され、また豚脂の CV の増加も抑制されることを報告している。

3) タンパク質系食品の熱凝着

コーン油および SPC を添加した試料油について、ス

Table 3. Effect of SPC on the heat adhesion of protein food to the pan surface heated in a state of thin film*

	Temperature ($^\circ\text{C}$)				
	160	180	200	220	240
Corn oil	±	+	+	+	+
+ SPC 0.25 %	—	—	—	±	±
+ SPC 0.5 %	—	—	—	±	±
+ SPC 1.0 %	—	—	—	—	±
+ SPC 2.0 %	—	—	—	—	—
+ SPC 3.0 %	—	—	—	—	—

But, — No adhesion, ± Slight adhesion, + Adhesion.

* The same as shown in Table 2.

テンレス・パンの温度を 160, 180, 200, 220 および 240°C に加熱して熱凝着試験を行った結果を Table 3 に示す。

コーン油の場合には、 160°C という比較的低い温度においても微かではあるが熱凝着する傾向が見られ、 180°C 以上になると明らかな熱凝着が認められた。一方、コーン油に SPC を添加すると、顕著な熱凝着の抑制効果が認められ、 200°C までの温度では 0.25% の添加で熱凝着は完全に防止された。 220°C 以上の温度でも熱凝着の度合は弱く、 220°C では 1% の添加で、また 240°C では 2% の添加で、熱凝着は完全に防止された。

タンパク質系食品の熱凝着における SPC の効果は次のように考えられる。通常の状態（特別に高温での空焼きをしない状態）では、フライパンなどの鉄板の表面には微量の水分が吸着されていると考えられる。水は極性の強い物質であるため、極性の弱い油脂と鉄板の表面との接触が不十分となり、両者の密着性が弱くなる。この状態で鉄板焼き調理を行うと、 200°C 程度まで鉄板の温度を上昇させたとしても、水分の除去は完全ではないと考えられ、水分を多量に含んだ生肉などが鉄板上に置かれると、極性の弱い油脂をはねのけて生肉などが直接鉄板に接して熱凝着することになる。もし、鉄板を十分に空焼きし、鉄板に吸着している水分を完全に除去した後調理すれば熱凝着は防止できるものと考えられる。一方、油脂中に SPC などの極性物質が存在すると、鉄板の表面に微量の水分が存在しても、油脂中の極性物質により油脂中に取り込まれ、鉄板の表面と油脂の接触が十分になり密着性が強くなって熱凝着が防止されるものと考えられる。

4) 泡立ちについて

コーン油および SPC を添加した試料油について、ステンレス・パンの温度を 200°C に加熱し、鶏ささみ肉を調理したときの泡立ちの状態を Fig. 3 に示す。

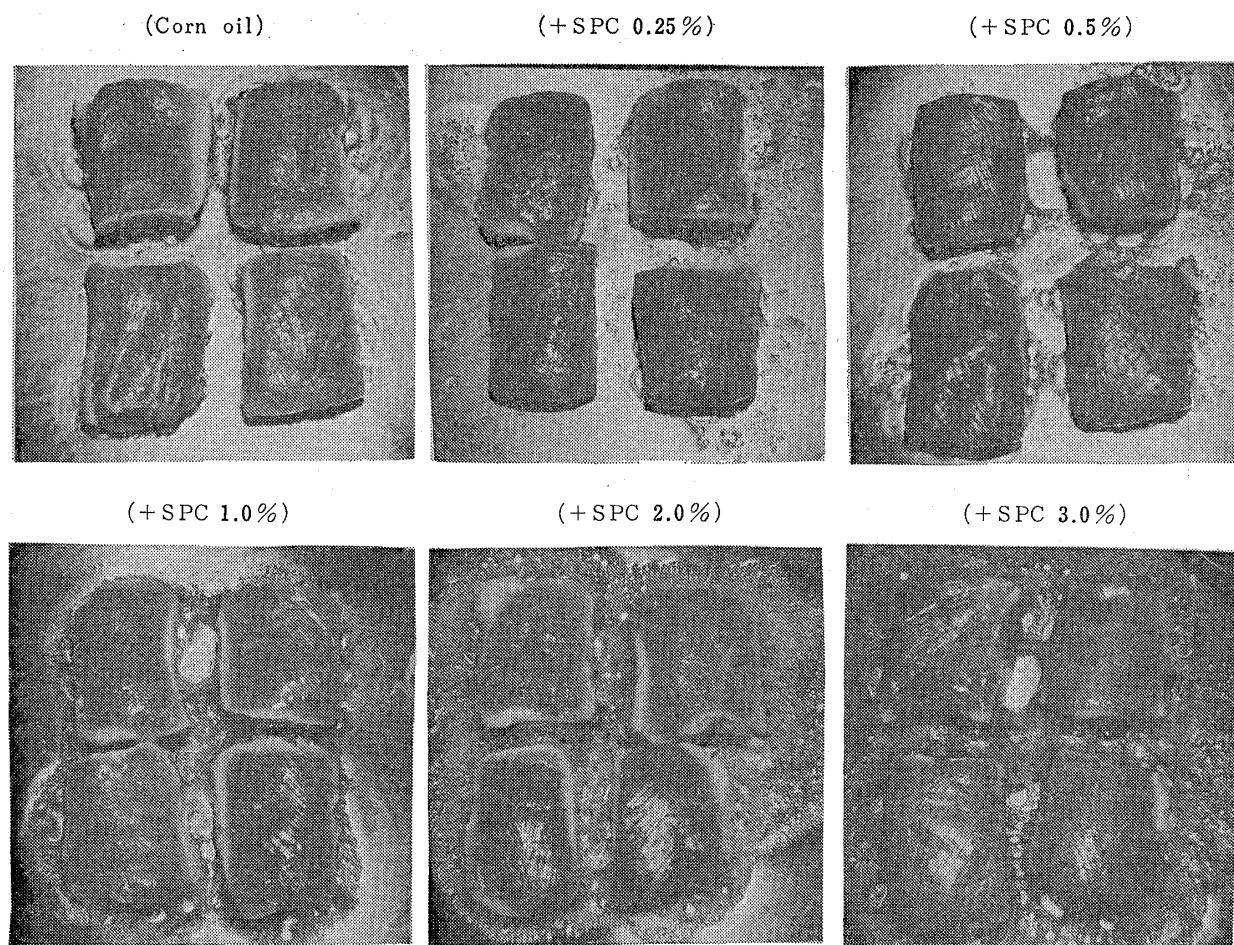


Fig. 3 Effect of SPC on the changes of forming tendency in the oils heated with chicken meat in a state of thin film.*

* Each oil sample (5 ± 0.05 g) was poured in the heated pans at 200°C and spreaded immediately by using a spatula to cover all surface of the pans. Four pieces of chicken meat ($4 \times 2 \times 1$ cm) were put in the center of the pans. After 2 min. heating, a color photograph was taken to show the state of forming.

SPC の添加量が 0.5% までは目立った泡立ち傾向は認められない。しかし、添加量が 1% 以上になると明らかに泡立つようになり、2%, 3% と添加量が増すにつれて泡立ちが激しくなった。

太田ら⁸⁾は、揚げ物を行うときの泡立ちに対するリン脂質の影響について報告している。揚げ物をするときころもに鶏卵を使用すると著しく泡立つ傾向が認められそのとき、油中にリン含量が増加することから、泡立ちの原因が鶏卵に含まれるリン脂質であることを認めている。また、揚げ油に 1~2% の市販大豆レシチンを添加すると著しく泡立つことを認めている。そして、リン脂質を添加しても油脂の粘性や表面張力がほとんど変化せず、これらの物理的性質から泡立ちへの関与を説明する事は難しいと述べている。

本報における、SPC を添加した油脂を鉄板焼き調理に使用したときの泡立ちの原因は、揚げ物の泡立ちと同

じ理由によるものと考えられる。すなわち、リン脂質は、同じ分子内に親水基と親油基をもつ界面活性剤であり、揚げ物や鉄板焼き調理を行うとき食品材料から発生する水蒸気を、油脂中に存在するリン脂質の親水基が包み込むようにして配列することにより、水蒸気の泡を安定化させることが泡立ちを起こす原因と考えられる。

要 約

コーン油に、SPC を 0.25~3.0% の範囲で添加し、鉄板焼き調理試験装置を用いて、油面の波立ち、油脂の着色および変質、タンパク質系食品の熱凝着および泡立ちなどに対する SPC の影響を試験した。その結果、次のことが認められた。

1. 油脂を薄膜状で 180°C 以上に加熱した時に起こる油面の波立ち現象が、SPC の添加により効果的に抑制された。

鉄板焼き調理用油脂の諸性質に対する大豆レシチンの影響

2. 油脂に SPC を添加すると、加熱により著しく着色し易くなる傾向が認められ、添加量が 1% 以上になると、肉眼でも明らかな褐色が観察された。また、POV および CV で示される熱酸化の変質は、SPC 0.5~1.0 % の添加で効果的に防止された。

3. 油脂を薄膜状で加熱したときに起こるタンパク質系食品の熱凝着現象が、SPC の添加で効果的に抑制された。

4. 油脂に SPC を 1% 以上添加すると、鉄板焼き調理を行うとき著しく泡立つことが認められた。

本研究の実施に当たり、試料等のご提供をいただいた味の素(株)中央研究所および粘度、表面張力などの測定を担当された広島県食品工業技術センター守本京三研究員に厚くお礼申し上げます。

本研究の概要は、昭和 62 年度日本調理科学会総会において、発表した。

文 献

- 1) 湯木悦二：調理科学，**22**，63 (1989)
- 2) 鈴鹿 明：調理科学，**12**，37 (1979)
- 3) 太田静行：「叢論 “食べものと加工”」p.260~272, (株)食品資材研究会 (1986)
- 4) 日本油化学協会編：基準油脂分析試験法，2.4.1-71, 2.4.5.1-71, 2.4.12-71, 2.3.1.1b-71, 2.4.28.1-81
- 5) Henick, A. S., Benca, M. F. and Mitchell, J. H.: *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **31**, 88 (1954)
- 6) 富岡文枝, 金田尚志：油化学，**27**，298 (1978)
- 7) 湯木悦二, 守本京三, 石川行弘：油化学，**29**，764 (1980)
- 8) 太田静行, 宇田川 健, 井本雅志, 日下兵爾：油化学，**27**，298 (1978)

(平成 2 年 12 月 27 日受理)