

不飽和脂肪酸の金属附加化合物 (第2報)

水銀化法による不飽和脂肪酸エステルの微量分析

野田 万次郎・平山 修

MANJIRO NODA and OSAMU HIRAYAMA : Metallic Addition Compounds of Unsaturated Fatty Acids. II. Microanalysis of Unsaturated Fatty Acid Esters by Mercuriation Method

油脂成分としての脂肪酸及びその誘導体の微量分離確認法としてペーパークロマトグラフィーは近年次第に重要性を増しつつあつて、既にこの分野におけるペーパークロマトグラフィーの種々の応用は二、三の研究者によつて発表されている。⁽¹⁻⁶⁾併し油脂の成分脂肪酸は例外を除き高級酸だけから成り立っているため、水に対する溶解性は實際上皆無で、従つて一般の有機化合物の分離に用いられている様な濾紙の吸着水を固定液相とする普通のペーパー・パーティション・クロマトグラフィーではその一般的な相互分離を期することは至難であつた。この点に脂質のペーパークロマトグラフィーの進展が後れていた原因が存するのであるが、この難点は濾紙の吸着水の代りに極性の小さい溶媒を固定液相とし、之と混合しない極性の大きな溶媒を移動液相として展開する所謂逆相クロマトグラフィーの適用によつて除去出来ることが其後明白となり、最近に至り相ついでこの逆相法による高級脂肪酸及びその誘導体の有力なペーパークロマトグラフ分離法が発表されている。⁽⁷⁻¹⁴⁾

^(8, 9, 10)著者等はさきに石油炭化水素を固定液相とし、メタノール系溶媒を移動液相とする高級脂肪酸の逆相クロマトグラフィーを考案し、天然油脂の脂肪酸成分の分析にも之を応用したが、本報に於てはこの方法の分離性と鋭敏性を更に向上せしめるため、不飽和脂肪酸エステルの醋酸第二水銀附加化合物がデフェニールカルバゾン (phenylazoformic acid phenylhydrazide) によつて極めて鋭敏な呈色反応を示す性質を利用し、この附加化合物を逆相クロマトグラフィーで分離し、以て不飽和酸の微量分析に資せんと試みた。

次に本法を実際に天然油脂の成分脂肪酸の定性分析に応用したところ好結果を得た。又本ペーパークロマトグラフィーの定量化への第一歩として、これら不飽和酸メチルエステルの醋酸水銀附加化合物とデフェニールカルバゾンとから生成せられる有色錯化合物の吸収スペクトルを測定し、スペクトロフォトメトリーによる微量定量分析の可能性を発見した。

本報に於ては以上の諸点に関する実験結果を記している。

実 験

1. 試料脂肪酸メチルエステル

9-デセン酸, 9-ドデセン酸, 9-テトラデセン酸, 9-ヘキサデセン酸の4種の不飽和酸は牛酪脂

より分別蒸溜法並びに分別結晶法によつて単離したが、それ以外はすべて前報⁽¹⁵⁾と同一の不飽和脂肪酸を使用し、之を常法によつてメチルエステルとした。

2. 醋酸第二水銀の附加

標準 R_F 値測定のための試料醋酸水銀附加化合物は前報と全く同一の方法で調製した。併しペーパークロマトグラフィーのみを目的とする場合は、同調製法よりも遙かに簡単な方法で試料溶液を調製することが出来る。

即ち不飽和脂肪酸メチルエステルに理論量より 20% 過剰の醋酸第二水銀及び無水メタノール(醋酸第二水銀 1g に対し 1-2cc の割合で添加)を加え、約 30 分間 80° で還流加熱後、冷却、之にエーテル又はベンゾールを加えて稀釈し、次に多量の水を注入してよく振盪した後静置する。分層した上部の有機溶媒層をそのまま試料溶液としてペーパークロマトグラフィーで分析する。

後記天然油脂の成分脂肪酸分析の際の水銀化はすべてこの簡易調製法によつたが、その結果は極めて良好であつた。

3. ペーパークロマトグラフィー

(a) 濾紙 “東洋濾紙 No. 2”, 60×60 cm を 2.5×60 cm 又は 4×60 cm の濾紙片に切り、之に後記の如き前処理を施したのち試料の展開を行つた。尙原線は濾紙片の一端より 8 cm, 展開溶媒槽上端より 2.5 cm の所に引いて使用している。

(b) 溶媒 固定溶媒としてテトラリン又は石油炭化水素(沸点, 140-170°)を使用した。固定溶媒としてテトラリンを用いた場合は移動溶媒として 90% (v/v) メタノール—醋酸—テトラリン (30:1:3), 又はヂエチレン・グリコール—醋酸—テトラリン (60:20:11) を使用した。又固定溶媒として石油炭化水素を用いた場合はメタノール—醋酸—石油炭化水素(沸点, 140-170°) (30:1:7) を移動溶媒として使用した。尙移動溶媒は使用に先立ち 20° の恒温器中で一昼夜放置しておく必要がある。

(c) 発色液 0.2% デフェニールカルバゾン—アルコール溶液。

(d) 操作 濾紙片を固定溶媒(使用展開溶媒に応じてテトラリン又は石油炭化水素の何れかを選択する。)に浸漬後之を取出し、別の乾燥濾紙の間に挟んで軽く圧え、余分の溶媒を除去する。次にこの濾紙片の原線上に試料のエーテル又はベンゾール溶液を滴下する。滴下量は試料 10-300 μ g を含む溶液 0.0005-0.003 cc 程度が最適である。滴下後は直に、予め 20° に於て展開溶媒蒸気を密閉飽和せしめた硝子シリンダー中で、上記展開溶媒により下降法で展開する。展開温度は 20° である。尙上記の如く固定溶媒浸漬後シリンダー中で展開をはじめると、なるべく手早く操作する必要がある。又濾紙片上で原線より約 40 cm 展開するに要する時間は 90% メタノール—醋酸—テトラリン溶媒系(略号, MAT), 又はメタノール—醋酸—石油炭化水素溶媒系(略号, MAP) で 8-10 時間, デエチレン・グリコール—醋酸—テトラリン溶媒系(略号, DAT) で約 70 時間であつた。展開後は濾紙片をシリンダーから取出し、之を暗所に於て室温で一晩放置乾燥するか、又は 80° で 30 分乾燥する。尙 DAT 系で展開した場合は展開濾紙を一度水洗してヂエチレン・グリコールを流出せしめたのち乾燥する。乾燥後デフェニールカルバゾン溶液を噴霧すると醋酸水銀附加化合物は紫乃至青紫色の色斑となつて現出する。発色後更にその上より 0.05N

硝酸-アルコール溶液を重ねて噴霧すると色斑は遙に明白となり結果がよい。この色斑は長時間日光線に曝すと徐々に褪色する。

(e) R_F 値と相互分離性

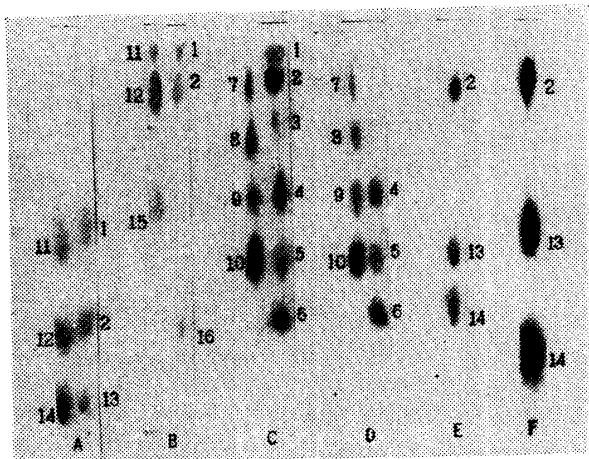
19種の不飽和脂肪酸メチルエステルの醋酸水銀附加化合物の各純粋物につき上記の方法で種々の溶媒系を用いて測定した R_F 値は第1表の如くである。又第1図は之らの混合物を分離した

第1表 不飽和脂肪酸メチルエステル醋酸第二水銀附加化合物の R_F 値^a

脂 肪 酸	溶 媒 系		
	90%メタノール—醋酸— テトラリン	ジエチレン・グリコール —醋酸—テトラリン	メタノール—醋酸— 石油炭化水素
9-デセン酸	0.67	0.88	0.85
10-ウンデセン酸	0.59	0.71	0.81
2-ドデセン酸	0.57	0.66	0.85
9-ドデセン酸	0.56	0.65	0.84
2-テトラデセン酸	0.43	0.47	0.81
9-テトラデセン酸	0.42	0.46	0.80
2-ヘキサデセン酸	0.29	0.30	0.74
9-ヘキサデセン酸	0.27	0.29	0.74
2-オクタデセン酸	0.17	0.21	0.62
オレイン酸	0.17	0.20	0.62
エライジン酸	0.19	0.21	0.65
エルシン酸	0.07	0.10	0.40
ブラシジン酸	0.08	0.10	0.41
リノール酸	0.57	0.62	0.82
リノレン酸	0.78	0.87	0.81
β -エレオステアリン酸	0.77	0.86	0.81
ステアロール酸	0.75	0.84	0.82
ベヘノール酸	0.50	0.64	0.77
リシノレイン酸	0.64	0.53	0.81

^a 下降法, 展開温度, 20°C.

ペーパークロマトグラムの数例を示したものであるが, 写真の如く相互分離能が優秀で, 呈色感度も良好であつて充分実用に堪えうるものと思われる。尚上昇法も上記とほぼ同様の操作で実施可能であつて, 特に MAT 溶媒系が分離成績優秀である。第2図は上昇法によるペーパークロマトグラムの一例である。



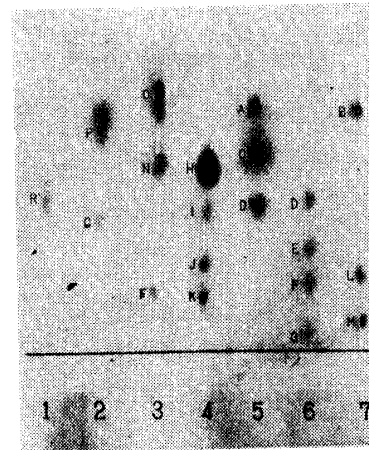
第1図 不飽和脂肪酸メチルエステル醋酸第二水銀附加化合物のペーパークロマトグラム（下降法，温度20°C.）

溶媒系：A，メタノール—醋酸—石油炭化水素；
B—E，90%メタノール—醋酸—テトラリン；
F，ジエチレン・グリコール—醋酸—テトラリン。

色斑：1，エルシン酸；2，オレイン酸；3，9-ヘキサデセン酸；4，9-テトラデセン酸；5，9-ドデセン酸；6，9-デセン酸；7，2-オクタデセン酸；8，2-ヘキサデセン酸；9，2-テトラデセン酸；10，2-ドデセン酸；11，ブラシゲン酸；12，エライゲン酸；13，リノール酸；14，リノレン酸；15，ベヘノール酸；16，ステアロール酸。

4. 油脂の脂肪酸組成分析への応用

本ペーパークロマトグラフィーを天然油脂の成分不飽和酸の分析に応用した場合，どの程度まで分離確認出来るかを調査するため，二，三の油脂を用いて本法による脂肪酸の分析を行つた。試料油脂としてはオリーブ油（香川県産），大豆油（米国産），亜麻仁油（米国産），牛酪脂（京都府産）の4種の油脂を用いた。之らの油脂各10gを試料とし，常法により鹼化して混合脂肪酸をとり，次に之をメチルエステルとした後，この混合エステルを電気加熱装置を具えた精溜管を用いて減圧分溜し，数個の溜分に大別した。これら原料油脂の性状，並びにメチルエステルの溜出温度範囲と溜分数（残渣も便宜上1溜分として溜分数中に包含する）は第2表の如くである。各溜分は夫々物理，化学的諸数値を測定したのち，前記簡易水銀化法によつて醋酸水銀附加物とし，各々ペーパークロマトグラフィーによつて分析した。各溜分の水銀化合物のペーパークロマトグラムを比較してみると，高い沸点の溜分になる程次第に高級不飽和酸の色斑が現出し，逆に低級不飽和酸の色斑が消失してゆくことが認められ，沸点差による溜分の脂肪酸内容の変遷が明瞭に看取される。第1図Dのクロマトグラムはその一例で，上記牛酪脂よりえられた混合メチル



第2図 不飽和脂肪酸メチルエステル醋酸第二水銀附加化合物のペーパークロマトグラム（上昇法，温度30°C.）

溶媒系：90%メタノール—醋酸—テトラリン。
色斑：A，9-デセン酸；B，10-ウンデセン酸；
C，9-ドデセン酸；D，9-テトラデセン酸；E，
9-ヘキサデセン酸；F，オレイン酸；G，エル
シン酸；H，2-ドデセン酸；I，2-テトラデセ
ン酸；J，2-ヘキサデセン酸；K，2-オクタデセ
ン酸；L，エライゲン酸；M，ブラシゲン酸；
N，リノール酸；O，リノレン酸；P，ステアロ
ール酸；Q，ベヘノール酸；R，リシノレイン酸。

第2表 試料油脂とその成分脂肪酸のメチルエステルの分溜

試料油脂				メチルエステル		
名 稱	酸 價	鹼化價	沃 素 價 (ウイイス法)	溜 出 温 度 °C. mm.	溜分數	
オリーブ油	3.7	195.2	81.3	136—180	3	4
大豆油	1.8	194.6	134.0	129—184	2	5
亞麻仁油	1.1	193.9	178.6	131—169	2	4
牛 酪 脂	0.4	225.1	39.3	{31—50 {43—173	24 2	8

エステルの一低沸点溜分の水銀化合物に、2-モノエチレン酸メチルエステルのそれを対照として並べて展開させたものである。

以上のクロマトグラフ分析は各試料共 MAT, DAT, MAP の3溶媒系

について夫々行い、これらのクロマトグラム上の色斑を、対照として展開させた水銀附加化合物の純粋物の色斑と比較し、又原メチルエステル溜分の物理、化学的諸数値をも参照することによつて、色斑として現れた脂肪酸エステルの確認を行つた。第3表は以上の如き方法で分離確認された各油脂の成分不飽和酸の一覧であつて、検出色斑の R_F 値は MAT 溶媒系に於ける測定平均値を記載した。

上記検出不飽和脂肪酸のうち、オリーブ油のテトラデセン酸、亞麻仁油のヘキサデセン酸は従来の文献にその存在の報告なく、本分析によつてはじめて発見されたものである。尙又上記 R_F 値を見ても明かな様に、混在している飽和酸はこれら不飽和酸化合物の色斑の R_F 値、及びそれらの相互分離性に全く影響を与えない。

5. 吸収スペクトル

このペーパークロマトグラフィーを更に定量的

な応用にまで拡大せしめるための一つの試みとして、上記醋酸水銀附加化合物のデフェニールカルバジン有色錯塩の比色定量を確立せんとし、先ずこの物質の吸収スペクトルを測定してみた。

即ち各醋酸水銀附加化合物の純粋物を少量のベンゾールに溶解し、次に過剰のデフェニールカルバジンのベンゾール溶液を添加、発色せしめ、更にベンゾールを加えて同附加化合物としての濃度が 2×10^{-5} M になるように稀釈した。この際のデフェニールカルバジンの量は附加化合物

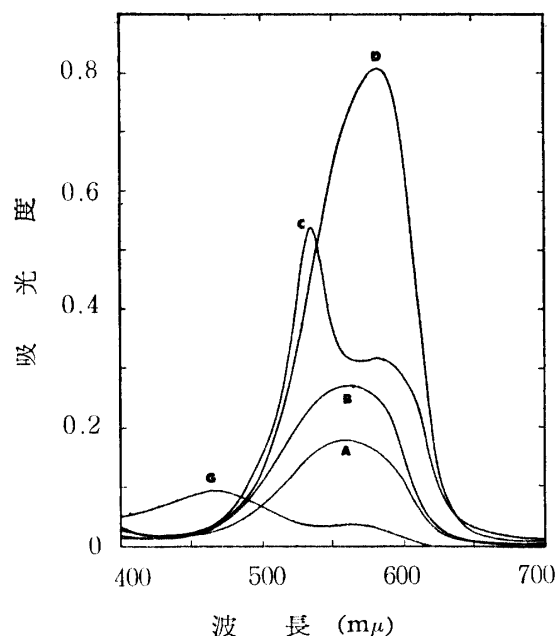
第3表 検出不飽和脂肪酸とその色斑の R_F 値^a

検 出 不 飽 和 酸	オリーブ油	大豆油	亞麻仁油	牛 酪 脂
デ セ ン 酸	.....	.....	.....	0.67
ド デ セ ン 酸	.....	.....	.....	0.56
テトラデセン酸	0.40	.....	.....	0.41
ヘキサデセン酸	0.28	0.28	0.27	0.27
オ レ イ ン 酸	0.17	0.18	0.17	0.17
リ ノ ール 酸	0.57	0.56	0.57	0.58 ^b
リ ノ レ ン 酸	.....	0.76	0.78	0.76 ^b
C ₂₀₋₂₂ 不飽和酸	.....	0.08	.....	0.07

^a 下降法。展開温度、20°C。溶媒系：90%メタノール—醋酸—テトラリン。太字 R_F 値の検出脂肪酸は主不飽和酸成分としてペーパークロマトグラム上で多量に検出されるもの。

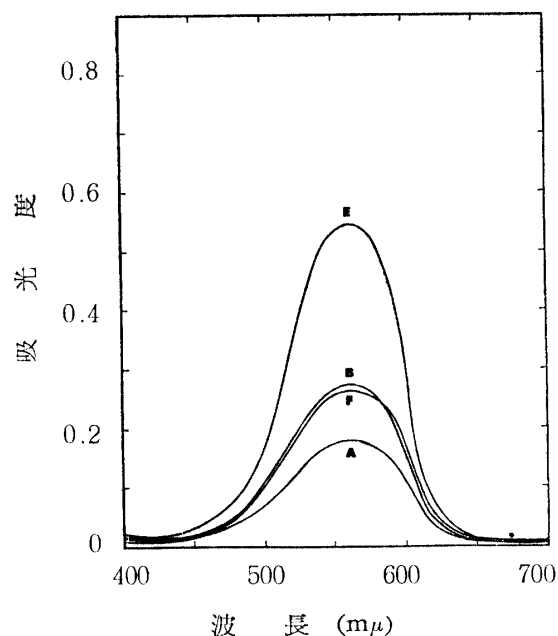
^b 何れもその構造未確定のため、単にオクタデカジエン酸又はオクタデカトリエン酸として夫々確認している。特に後者はその量少く痕跡としてペーパー上で検出された。

中の水銀 1g 分子に対しデフェニールカルバゾン 2 モルの割合とした。発色してから10分後にベックマン DU型スペクトロフォトメーター（液層 1cm）を用いて400—800 $m\mu$ の波長範囲で吸光度 (Absorbance) を測定し、各々の吸収スペクトルを求めた。これら物質の吸収スペクトルの数



第3図 不飽和脂肪酸メチルエステル醋酸第二水銀附加化合物のデフェニールカルバゾン錯塩及びデフェニールカルバゾンの吸収スペクトル

溶媒：ベンゼール。濃度：醋酸水銀附加化合物， $2 \times 10^{-5} M$ ；デフェニールカルバゾン， $10^{-3} M$ 。
 吸収曲線：A，オレイン酸；B，エライジン酸；C，リノール酸；D，リノレン酸；G，デフェニールカルバゾン。



第4図 モノエチレン酸及びモノアセチレン酸メチルエステル醋酸第二水銀附加化合物のデフェニールカルバゾン錯塩の吸収スペクトル

溶媒：ベンゼール。濃度： $2 \times 10^{-5} M$ 。吸収曲線：A，オレイン酸；B，エライジン酸；E，ステアロール酸；F，リシノレイン酸。

例を第3，第4図に図示したが，図示された各脂肪酸メチルエステル水銀化合物のデフェニールカルバゾン錯塩の最大吸収を示す波長は次の如くである。オレイン酸，560 $m\mu$ ；エライジン酸，560 $m\mu$ ；リノール酸，535 $m\mu$ ；リノレン酸，582 $m\mu$ ；ステアロール酸，560 $m\mu$ ；リシノレイン酸，560 $m\mu$ 。尙デフェニールカルバゾン自体の吸収極大は 465 $m\mu$ にあり，しかもその吸収はその水銀錯塩に比べて遙に微弱であるから，同錯塩の吸収極大附近の波長に於ては，過剰のデフェニールカルバゾンが錯塩の吸光度に及ぼす影響は實際上ないとみても差支ないと思われる。又上記の如く不飽和結合1個の酸の誘導体は同一波長の点に吸収極大が存在するが，不飽和結合数の増加によつて吸収極大の波長が変化することが認められる。しかも各々の吸収極大に於ける吸光度の値は，同一濃度 ($2 \times 10^{-5} M$) に於てリノール酸メチルの誘導体はモノエチレン酸メチル（オレイン酸メチルは例外）のその約2倍，リノレン酸メチルの誘導体は同じく約3倍を示した。

尙本錯化合物の呈色は比較的長時間と共に変化しやすく、ことに長時間光線にあてたまま放置すると次第に褪色してゆくの、スペクトル測定の際も特にこれらの点に留意して実験を行つた。

考 察

上記の実験で明かなように、本ペーパークロマトグラフィーはその鋭敏性と分離性とに於て従来のものより遙かに勝れた結果を示し、脂肪酸の微量分析法として価値をもつていことが分つた。特にモノエチレン酸の分離定性には本法は最適であると思われる。使用溶媒系のうち MAT 系は不飽和酸の分離に利用して最も一般的な好結果を得る。殊に油脂中のモノエチレン酸の大部分のものはこの溶媒系で完全に相互分離される。併し DAT 系はジエチレン酸、トリエチレン酸の分離に有効であり、又 MAP 系は C₁₈ 以上の高級モノエチレン酸の相互分離に卓越しているの、これらの溶媒系による分析も併行して実施すると、より完全な結果が得られる。尙展開溶媒中の醋酸の含有量を多くしてゆくと明瞭な色斑を与えやすくなるのでこの点は好都合であるが、逆に R_F 値が大きくなるため相互分離性が次第に劣化する欠点がある。従つて最適醋酸含有量は一定の範囲に自ら限定されている。

次に原脂肪酸の構造と R_F 値との関係については次の如き関連性が認められる。

(1) 同一不飽和度の酸では脂肪酸鎖が長くなるに従つて R_F 値は減少する。この点は一般逆相クロマトグラフィーの場合と同様である。

(2) 同一炭素数の不飽和酸では、その不飽和結合の数、種類、位置或いは置換基の有無等によつて、本ペーパークロマトグラフィー特有の一定の系列をもつていように思われる。例えば MAT 溶媒系では R_F 値に関して次の如き系列がえられた。

シス-モノエチレン酸 < トランス-モノエチレン酸 < ジエチレン酸 < オキシモノエチレン酸 < モノアセチレン酸 < 共軛トリエチレン酸 < 非共軛トリエチレン酸。

他の溶媒系に於ても之と類似の系列がえられる。

(3) 異性体間の R_F 値の差は概して僅少である。例えば 2-モノエチレン酸と 9-モノエチレン酸、或はリノレン酸とエレオステアリン酸の如き位置異性体間、又シス-, トランス-異性の如き幾何異性体間の R_F 値の差は一般に微少であつた。

本法による天然油脂の成分不飽和酸分析の結果はまた本法が油脂の脂肪酸の分離検出に有効に実用され得ることを示している。殊に未発見の微量成分不飽和酸がこの方法で確認された事実は、本法が特に微量成分脂肪酸の検出に勝れていることを証明している。この際試料中に混在している他の成分飽和酸はエステルとして醋酸水銀附加化合物を生成せず、従つてデフェニールカルバゾンによつて発色もしないし、又不飽和酸誘導体の色斑の R_F 値にも影響を及ぼさないの、この点は不飽和酸の分析に特に好都合である。又本法は脂肪酸のメチルエステルを出発物質としているので、メチルエステルの分溜によつて予備的に分別した各溜分を鹼化することなく直ちに水銀化、ついでペーパークロマトグラフ分析が出来、この点でも油脂の脂肪酸分析に適している。尙試料油脂の量は、単にペーパークロマトグラフ分析だけが目的の場合は 10 g よりも遙に少量で充分である。

デフェニールカルバゾン錯化合物の吸収スペクトルをみると、各化合物は夫々特有の吸収帯を有している。この事はデフェニールカルバゾン-水銀錯塩形成に当つて水銀が脂肪酸鎖から切断されて同錯塩を形成することを意味するのではなくて、水銀が脂肪酸鎖に附加したままでデフェニールカルバゾン錯化合物をつくり、各脂肪酸エステル独特の有色デフェニールカルバゾン-水銀錯塩を生成したことを意味するものと考えられる。従つて又この結果より、本ペーパークロマトグラフ法による不飽和酸の分離、確認と共に、本法の微量定量分析的応用も同錯化合物を利用するスペクトロフォトメトリーによつて可能となるものと信ぜられる。但しその場合、前述の如くこの物質の発色後の呈色強度の変化については充分考慮すべきは勿論である。

以上の如く本ペーパークロマトグラフィーは不飽和高級脂肪酸エステルの微量分離、確認法として勝れており、実用的にも簡易で性能がよいため、油脂の成分不飽和酸分析に有効に応用することが出来、又定量的な取扱も将来可能になるものと考えられる。

要 約

1. 不飽和脂肪酸メチルエステルの醋酸第二水銀附加化合物がデフェニールカルバゾンによつて鋭敏に発色する反応を利用し、之を逆相ペーパークロマトグラフィーによつて分離確認せんと試みた。19種の不飽和脂肪酸メチルエステルの醋酸水銀附加化合物につきその R_F 値を測定した。

2. 二、三の天然油脂の成分不飽和酸の分離確認に本ペーパークロマトグラフィーを応用して好結果を得た。此の分析に於てオリーブ油にテトラデセン酸を、又亜麻仁油にヘキサデセン酸を新に発見した。

3. 不飽和酸メチルエステルの醋酸水銀附加化合物とデフェニールカルバゾンとからえられる有色錯化合物の吸収スペクトルを測定し、スペクトロフォトメトリーを利用する本ペーパークロマトグラフィーの定量化の可能性を検討した。

4. 本ペーパークロマトグラフィーはその感度と分離能の点に於て特に優秀であり、油脂の不飽和脂肪酸の微量分析法として広汎な実用性を有する方法と考えられる。

本研究に当り御懇篤なる御指導を賜つた京大農学部井上教授に対し、又試料油脂入手に御配慮を賜つた東亜ペイント株式会社大阪工場有坂課長並びに同村田寛氏、及び本学農学部小松教授に対し深甚の謝意を表す。

文 献

- (1) 井上吉之, 野田万次郎: 農化, **23**, 294, 368 (1950); **24**, 291, 295 (1951); **25**, 161 (1951); **25**, 496 (1952).
- (2) 井上吉之, 野田万次郎, 羽室康正: 農化, **25**, 491 (1952).
- (3) H. P. KAUFMANN: *Fette u. Seifen*, **52**, 331, 713 (1950).
- (4) H. P. KAUFMANN u. J. BUDWIG: *Fette u. Seifen*, **52**, 555 (1950); **53**, 69, 253, 390 (1951); **54**, 7, 156, 348 (1952).
- (5) H. P. KAUFMANN, J. BUDWIG u. E. DUDDEK: *Fette u. Seifen*, **53**, 285 (1951).
- (6) H. P. KAUFMANN, J. BUDWIG u. C. W. SCHMIDT: *Fette u. Seifen*, **53**, 408 (1951); **54**,

- 10, 73 (1952) **55**, 85 (1953).
- (7) J. BOLDINGH : *Experientia*, **4**, 270 (1948).
- (8) 井上吉之, 野田万次郎 : 油脂化学協会誌, **1**, 136 (1952).
- (9) 井上吉之, 野田万次郎 : 農化, **26**, 634 (1952) ; **27**, 50 (1953).
- (10) 平山修, 野田万次郎 : 西京大学学術報告, 農學, **5**, 73 (1953).
- (11) R. G. BAKER : *Biochem. J.*, **54**, xxxix (1953).
- (12) H. P. KAUFMANN u. W. H. NITSCH : *Fette • Seifen • Anstrichmittel*, **56**, 154 (1954).
- (13) R. WEGMANN, P. F. CECCALDI u. J. BIEZ : *Fette • Seifen • Anstrichmittel*, **56**, 159 (1954).
- (14) F. MICHEEL u. H. SCHWEPPE : *Angew. Chem.*, **66**, 136 (1954).
- (15) 平山修, 野田万次郎 : 西京大学学術報告, 農學, **6**, 83, (1954).

Summary

The applications of the paper chromatography and spectrophotometry using mercuria-
tion method to the microanalyses of unsaturated fatty acid esters have been examined.