

10 米ヌカ食用油に関する研究 (第2報)

アルミナカラムによる着色区分の分離

北海道立衛生研究所 (所長 中村 豊)
福 士 敏 雄

緒 言

米ヌカ原油は濃緑褐色を呈し、その脱色法に関する研究はかなり多い^{1)~6)}。現在主として行なわれているのは、有機酸または無機酸と白土を併用するもので、シユウ酸、磷酸、硫酸などによる酸処理と活性白土との組合せによつて条件さえよければ相当脱色効果がある。この場合にクロロフィルを主とする緑色は比較的簡単に吸着、分解されて脱色されるが黄~赤系の色は原料ヌカの品質、脱色条件の相異によつて色の濃淡に影響をあたえやすく、完全な脱色は困難である。現在市販されている米ヌカ食用油も大豆油、ナタネ油と比べて若干色が濃く⁷⁾、その色はこれ以上白土によつては除去できない。この米ヌカ食用油に残存している着色物については殆んど報告がない。一方 Linteris⁸⁾ は各種原油の精製損失量の推定にアルミナカラムを用いる方法を提唱したが、白土脱色米ヌカ油を試料としてこの方法をおこなうとその有色物の一部はアルミナカラムに吸着されることがわかつた。また最近食用油の精製にアルミナの使用が試みられており、Pons, Kuck⁹⁾ 10) は着色した棉実油の脱色に活性アルミナをケーソー土と同様に使用して効果を認めているが、著者が米ヌカ油に対しておこなつた結果では全く効果がなかつた。これとは別に Crossley¹¹⁾ は落花生油、大豆油、ナタネ油等を石油エーテルに溶解し、活性アルミナのカラムを通して得られる油は保存性が向上し、かつ色も改善されることを確認し中間規模の実験を試みている。米ヌカ油の精製脱色にこのアルミナカラム法の適用が可能かどうかの予備実験をかねて、まず着色区分の分離をおこなつたのでその結果を報告する。

実 験

1 白土脱色油の着色区分の分離およびその着色度分配比率

(1) 試 料

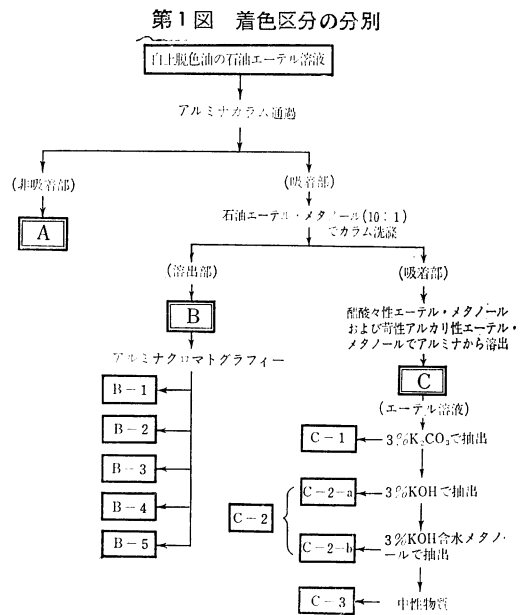
北光製油株式会社において米ヌカからヘキサン抽出し、脱ガム、脱酸および脱ロウした脱ロウ油(濃緑褐色、酸価0.78)をもちい、脱色は実験室でおこなつた。すなわち脱ロウ油に対し0.1%のシユウ酸を10%水溶液として加え、攪拌しながら95°Cに30分加熱した後油層をとり、つづいて活性白土(水沢N-3)8%添加し110°Cで30分減圧

下に加熱し、酸価1.2の白土脱色油を調製して実験に供した。

(2) 実験方法

1 着色区分の分離法

Crossley¹¹⁾ らの精製法に準じて着色物質をアルミナカラムに吸着させ、これから溶媒溶出により二つの着色区分を分離した。その過程を簡単に図示すると、第1図(実験II, IIIにおける分別過程も併記)のとおりである。



使用したアルミナは和光純薬のもので、水洗により微細粒を流し去り、乾燥後400°Cで4時間活性化した。溶媒はすべて常法によつて精製し、石油エーテルはB.p. 40~60°Cのものをもちいた。

2 吸収スペクトルおよび着色度の測定

可視部、紫外部の吸収スペクトルはn-ヘキサンを溶媒とし島津ベックマンDU型分光光度計を使用した。着色度の測定はA. K. A 光電比色計によりフィルターS 45の吸光度から $E_{1cm}^{1\%} \times 100$ をもつてしめた。

(3) 実験結果

1 着色区分の分離経過

活性アルミナ80gを石油エーテルにけん濁させ33×350mmの活栓付ガラス管に充てんしてカラムを作る。次に試

料油 40g を 80ml の石油エーテルに溶解してカラムを通過させると有色物質の大部分が吸着され、溶液は無色に近い状態で流出する。引きつづき石油エーテル約 150ml で洗じようすると吸着されない油溶液は完全に流出する。この際に有色物質はカラムの上部と中央部に黄色の幅ひろい吸着帯を作る。上部のものは殆んど移動しないが中央のものはゆつくり降下し、やがて停止して石油エーテルによつても降下しない。この初めの流出液から溶媒を減圧溜去すると無色に近いグリセリン様の油をうる。これを A 区分とした。

次いでカラムに石油エーテル・メタノール (10 : 1) 混液を通すと約 250ml で上部に色のうすい吸着帯を残して他の着色部分が流出する。このものから溶媒を溜去すると橙赤色の油状物がえられ、この着色区分を B 区分とした。

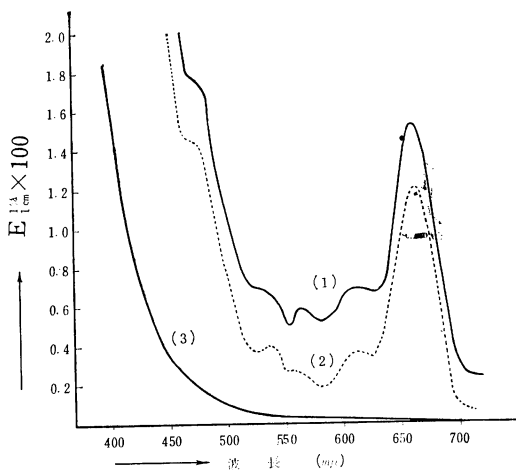
石油エーテル・メタノールで溶出されずカラムに残留するものを C 区分とした。C 区分はアルミナに対する吸着性が大きく、中性の各種溶媒によつては溶出されないのでアルミナをとり出し醋酸酸性メタノール・エーテル (2 : 5) 混液をもつて繰返し抽出したが、1.5l を使用してもなお完全に溶出されずに吸着残存する部分がある。これは水酸化ナトリウムを含むアルカリ性エーテル・メタノール (5 : 5) で黄色を呈して溶出して来るから黄色を認めなくなる迄繰返し抽出することによりほぼ完全にアルミナから溶離させることができた。なおアルカリ性溶媒抽出では時間が長くなると加水分解などを起す恐れがあるので抽出毎に直ちに 0.2 N 塩酸で注意して微酸性とし、水を加えてエーテル層に転溶させておく。この様にアルミナからはじめに醋酸酸性で抽出し、残部をアルカリ性で抽出し、両者を合しエーテル溶液を充分水洗して洗液が中性となつたならば無水硝酸で脱水、エーテルを減圧溜去して C 区分の試料とした。

2 吸収スペクトルおよび着色分配比率

脱ロウ油、同じくそのシユウ酸処理油および白土脱色油の可視線吸収スペクトルは第 2 図であつて、シユウ酸処理によりある程度色が淡くなり、更に白土処理によつてクロフィルの吸収は完全に消失し、黄～赤系の色も非常に少なくなつてスペクトルは極大を示さない曲線となるが、短波長側に強い吸収がある。第 3 図は脱ロウ油、白土脱色油および A 区分の紫外線吸収スペクトルで、前 2 者は共に 315, 291, 230m μ に吸収極大を有し、金子および土屋¹² の報告したオリザノール (フェルラ酸エステル)^{13,14} を多量に含有している。この場合に脱色油の 315m μ における吸収が若干低いことからオリザノールは活性白土によつてその一部が吸着除去されるものと考えられる。しかし白土脱色によつて 281m μ に新しい極大が現われた。アルミナカラムによつてえられた極めて淡色の A 区分にはオリザノールは全く含まれず、281m μ の吸収はそのまま A 区分に認められ、このものについては不明であるが直接に色とは無関係

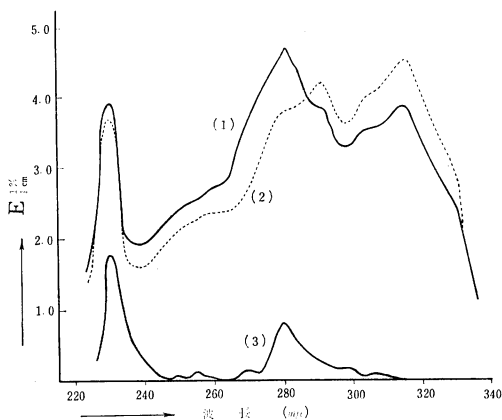
のものと考えられる。以上の結果からアルミナに吸着される着色区分は紫外部に相当の吸収をもつことがわかつた。

第 2 図 脱ロウ油、同シユウ酸処理油および白土脱色油の可視線吸収スペクトル



(1) 脱ロウ油 (2) シユウ酸処理油 (3) 白土脱色油

第 3 図 脱ロウ油、白土脱色油および A 区分の紫外線吸収スペクトル



(1) 白土脱色油 (2) 脱ロウ油 (3) A 区分

第 1 表はカラムによつて大きく分けられた A, B および C の 3 区分についてそれらの着色度と含量比から算出した着色分配比率である。すなわち着色物は B, C 両区分に集約され、特に着色の 76.5% は B 区分に由来している。C 区の含量は 3.4% と少ないが着色比率は 15% 程度をしめ

第 1 表 アルミナカラムによる脱色油の分別区分とその着色分配比率

区分	形 状	含 量 (%)	色 度	a × b	着色分配比 (%)
		a	b		
A	無色～極淡色・油	84.1	0.044	3.70	8.2
B	橙赤色・油	12.5	2.746	34.33	76.5
C	橙赤色・粘稠固体	3.4	2.021	6.87	15.3

していた。

次にこの両区分について更にいくつかのフラクション分別を行なった。

II C 区分の分別

(1) 試料

実験 I においてアルミナから抽出された C 区分で、粘稠性固体、橙赤色～淡褐色を呈する。

(2) 分別方法

弱活性化したアルミナによるクロマトグラフィーを試みたが明確な分離がえられず、ただ遊離脂肪酸および 2 種のフェノール性物質の存在を認めたので、この区分はエーテル溶液からアルカリ性溶媒で抽出分別した。

(3) 実験結果

1 分別経過

C 区分のエーテル溶液を 3%炭酸カリウム水溶液と共に数回振とうして酸性物質を水層に集め、水層部分は 0.2N 塩酸をもつて微酸性としエーテルを加えて振とうし、酸性物質を再びエーテルに移行させ、充分水洗のち芒硝で脱水、 N_2 気流中でエーテルを減圧溜去すると淡黄白色の軟固体をうる。これをフラクション C-1 とした。次にこの酸性物質を除いたエーテル溶液に 3%水酸化カリウム水溶液を加えて振とうすると、フェノール性物質が黄色となつて水層に抽出される。アルカリ水層が黄色を呈しなくなる迄数回繰返す。この水層部分は抽出毎に直ちに微酸性としてエーテルで抽出し、集めたエーテル層は水洗、脱水、エーテル溜去して濃橙赤色粘稠固体をえた。これを C-2-a とする。エーテル溶液には未だ $315m\mu$ に吸収極大を有するフェノール性物質が残存するため、引きつづきこれに同量のメタノールを加え、更に少量の 3%水酸化カリウム液を加えると 2 層に分離し、下層の含水メタノール層にフェノール性物質が再び黄色となつて抽出されてくる。同様操作を繰返す、以下 C-2-a と同様にして濃橙赤色、粘稠固体のフェノール物質を分離し、C-2-b とした。最後にエーテル溶液中に残留する部分は水洗しエーテルを溜去して淡赤褐色、油状の中性物質をえた。これをフラクション C-3 とした。

2 各フラクションの分析結果

実験 I における A, B 両区分はいずれも酸価 0 であつたので遊離脂肪酸は C 区分に存在することが推定されていたが、フラクション C-1 は酸価 192 をしめし遊離脂肪酸である。C-2-a および C-2-b は共にオリザノールと考えられ色度は両者全く同じであつた。これらのフラクションについて着色比率を求めると第 2 表のとおりで、C 区分の着色の大部分は C-2 (a, b 混合) に原因し、白土脱色油に対する着色比率は 12~13% をしめていた。C-1 は淡色であり、中性物質 C-3 は濃色であるが含量が少ないので共に着色原因としての比率は大きくない。

第 4 図の C-2-a, C-2-b の紫外線吸収スペクトルを見

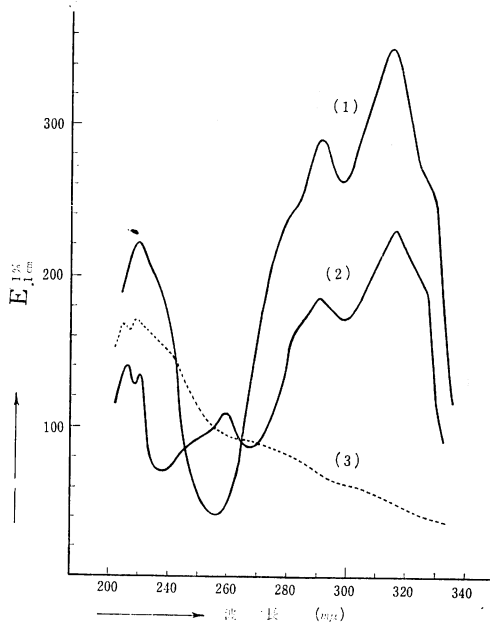
第 2 表 C 区分別フラクションとその着色分配比率

フラクション	形状	含量(%)		色度 _b	a × b	着色分配比(%)
		C 区に脱色油	対し a に対し			
C-1	淡黄白色軟固体	23.5	0.8	0.637	14.97	7.4 (1.1)
C-2 (a, b)	濃橙赤色・固体	70.6	2.4	2.353	166.12	82.2 (12.6)
C-3	淡褐色・油	5.9	0.2	3.581	21.13	10.4 (1.6)

() 内は脱色試料油に対する着色分配比率をしめす。

ると、C-2-a は典型的なオリザノールの曲線をしめし、オリザノールの $315m\mu$ における比吸光係数 ($E_{1cm}^{1\%}=358.9$)¹⁵⁾ から計算すると純度 97.6% と推定され、アセトン・メタノールから結晶させると灰白色粉末性結晶となり、溶解すると着色する。C-2-b は特有の吸収極大のほか $260m\mu$ および $226m\mu$ 付近にも極大を有し、結晶させると同様に灰白色の粉末性結晶となるがこの場合は母液がやや濃色であつた。これにはオリザノール以外の不純物の混入も考えられ、特に $260m\mu$ の吸収はトコフェロールの酸化によるトコフェロール-p-キノンによるものかあるいはオリザノールの酸化等によるものか検討を要する。しかしいずれにしてもこのフェノール性区分が着色の一原因となつている。

第 4 図 C-2, B 区酸化酸の紫外線吸収スペクトル



(1) C-2-a (2) C-2-b (3) B 区酸化酸

III B 区分の分別

(1) 試料

前記した橙赤色、油状の B 区分。

(2) 分別方法

アルミナによるクロマトグラフィーで分別した。カラム

は 120°C で 4 時間活性化したアルミナ 100g を使用し、実験 I と同様にして調製した。

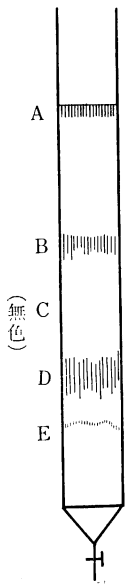
(3) 実験結果

1 分別経過

試料 5g を石油エーテル 10ml に溶解してカラムに注加し、液面がカラム上端まで達したならば石油エーテル 100ml を通すと 2 本の黄色着色帯を形成して吸着される。

i) まず石油エーテル・エーテル (5:1) で展開すると下方の着色帯は 3 本に分かれ、一つは動かないが他の二つはゆつくり降下し第 5 図の様なクロマトグラムをしめす。更に同溶媒を約 300ml 流すことにより非常に幅のせまいバンド E が流出する。これから溶媒を溜去してフラクション B-1 とした。

第 5 図 B 区分のクロマトグラム



ii) 溶媒を石油エーテル・エーテル (1:1) にかえ約 200ml でバンド D が降下流出する。それを B-2 とした。

iii) 着色した B-2 が流出後、更に同じ溶媒をもつて展開を続けると引続き油状物を含む無色の流出液がえられ、約 300ml で完全に流出し終る。このフラクションを B-3 とした。

iv) この際バンド A は上端から約 1cm さがり、バンド B は長さ約 4cm にひろがつて認められる。展開溶媒を石油エーテル・エーテル・メタノール (10:10:1) として 300~350ml 使用するとバンド A および B は分離せずに流出される。これを B-4 とした。

v) 最後にエーテル・メタノール (10:1) 150ml を流して残留吸着物を溶出させ、B-5 とした。

2 各フラクションの分析結果

B 区分を 5 個のフラクションに大別したが B-4 は明らかに 2 種の物質の混合物である。これらの含量、形状は第

3 表のとおりで、比較的含量が多くかつ濃色のものは B-2 および B-4 で、B-3 は量が多いけれども非常に淡色の油である。各フラクションについて N₂ 気流中でケン化をおこなうと、いずれも不ケン化物を含有し、不ケン化物の分離は良好でなかつた。第 4 表は不ケン化物と混合脂肪酸に分けて色を観察した結果であつて、不ケン化物では B-2、B-5 が濃く、他は淡黄~黄色であつた。B-1 不ケン化物は沃素価 252 でかなり高く、スクワレンが含まれていると考えられる。B-4 不ケン化物はロウ臭があり、ケン化時間の増大と共に若干減少することから主としてロウであると思われる。また不ケン化物中のトコフェロールを Emmerie-Engel 法で測定すると B-1 を除き他の不ケン化物に含まれており、B-3、4、5 の不ケン化物にはそれぞれ 7.54%、3.24%、5.73% 含まれていた。この様にトコフェロールの分離も明確でなかつた。これらの不ケン化物の中には B-2、5 におけるごとく濃色のものも存在したが脱色試料油に対する含量が微量であるから別に実験する予定である。

第 3 表 B 区フラクションの形状および含量

フラクション	形 状	含 量	
		B 区分に 対し (%)	脱色油に 対し (%)
B-1	黄色・粘稠	1.5	0.19
B-2	濃橙色・油状	21.7	2.71
B-3	淡黄色・油状	21.6	2.70
B-4	濃橙色・油状(低温白濁)	52.5	6.56
B-5	橙色白濁・軟固体	2.7	0.34

第 4 表 B 区フラクションの不ケン化物含量、形状ならびに混合脂肪酸の観察結果

フラクション	不 ケ ン 化 物		混 合 脂 肪 酸	
	含量 (%)	形 状	酸化酸 の有無	脂肪酸の色
B-1	13.60	黄色・油状	-	僅かに淡黄色
B-2	5.21	黄褐色・粘稠固体	+	濃橙色
B-3	1.22	黄色・油状	-	淡黄色
B-4	4.00	淡黄白色・固体	+	やや濃橙色
B-5	5.11	橙色・油状	+	橙色

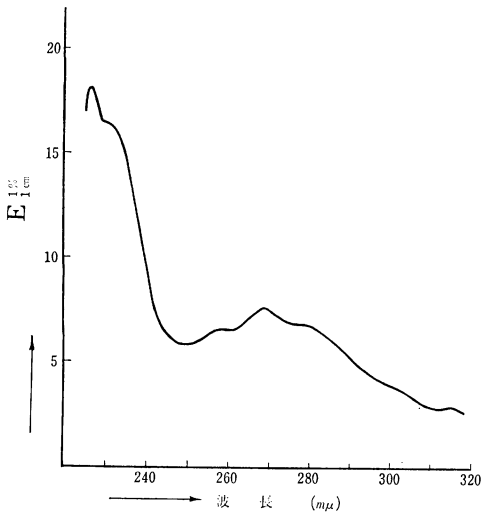
これに対して混合脂肪酸は量的に多く、B-1、B-3 以外はいずれも色が濃く、ケン化前の色の大部分は脂肪酸区分にあることが認められた。

混合脂肪酸をやや大量の石油エーテルに溶解し 1 夜放置して石油エーテル不溶性のいわゆる酸化酸を沈降分離すると、B-2、4、5 のフラクションに含有されており濃褐色を呈していた。B 区分全体の酸化酸含量は 0.79% である。酸化酸を除いた脂肪酸には未だかなり色が残っており、特に濃色の B-2 および B-4 は脂肪酸も強く着色している。以上の結果から B 区分の色は主として微量の濃色の酸化酸

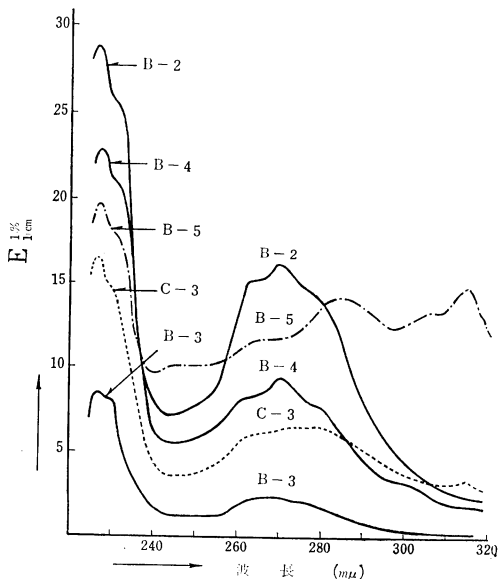
および脂肪酸の色そのものに原因すると考えられる。

次にB区分の紫外線吸収スペクトル（第6図）を見ると一般に吸収はA区分に比べて非常に強く、226m μ に極大があり、更に260~280m μ にわたって見られる吸収については258, 268, 279m μ に吸収極大が認められたので共役トリエン酸の存在を推定した。第7図はB区フラクションおよびC-3についてのスペクトルであるが、B-5以外はどれも近似した形をしめし、中性物質C-3はこの曲線から見てB区フラクションの系列に入るものと思われる。また226m μ , 230m μ 付近および260~280m μ の吸収の強さは各フラクションに差があり、おおむね着色度の大きな程吸収も強いという関係が見られる。一方260~280m μ の間の極大が263, 270, 280m μ にあつて第6図の区分の場合より

第6図 B区分の紫外線吸収スペクトル



第7図 B区フラクションおよびC-3の紫外線吸収スペクトル



若干長波長側に移動しているが、これはフラクション分別操作中に一部異性化したためではないかと想像した。なお酸化酸のスペクトル（溶媒、エタノール）は第4図に掲げたとおり226m μ , 230m μ 以外には特に極大が見られなかった。

考 察

一般の植物油の脱色には着色度に応じ1~3%,多くても5%以内の白土使用量で目的を達するが、米ヌカ油では特に吸着力の強い白土を8~10%使用してもまだかなり色が残り、これ以上白土の量を増加しても効果はない。この白土処理で除かれずに製品の色に影響をおよぼしている着色物質は単一のものではなく、いろいろの物質に原因している。例えば米ヌカ油に特有のオリザノール類も一部の着色原因となり、極く微量ではあるが濃色の不ケン化物も認められ、また混合脂肪酸からは石油エーテル不溶性の赤褐色の酸化酸が分離された。しかし最も大きな原因は主としていくつかの種類の着色したグリセリドを含むためであると考えられる。これらを構成している着色脂肪酸の本体については未だ調査されていないが、この着色区分は紫外部に強い吸収が見られ、226m μ , 230m μ 付近に吸収極大を有し、また260~280m μ にわたる吸収からは共役トリエン酸を含むことが推定される。230m μ 付近の吸収は一般に食用油を加熱しても増加し、同時に着色してくる。この実験においてはこれらの波長における吸収の強さと色の濃度との間に密接な関係があると想像された。秋谷ら¹⁰⁾の実験によると米ヌカ油は加熱によつてこの吸収が増大しやすい傾向にあり、かつ200°Cで6時間加熱すると232m μ に極大が認められることから共役酸の生成を推測している。しかしBフラクションの吸収スペクトルでは共役ジエン酸による233m μ の極大は226m μ の吸収が大きいため230m μ の極大との区別が明らかではない。しかしこの付近の吸収が極端に大きいことから不飽和結合にかなりの変化をうけていることが明らかである。これらのことを米ヌカ油の原料面から考察すると、他の一般植物油原料と全く異なり油分の存在部位が玄米表面の極く薄いヌカ層に限られているため、玄米貯蔵中において酸素、湿度などの影響を非常に受けやすいものと考えられ、摩擦などによる軽度の損傷をうけた様な場合はなお更である。そのために米ヌカ油は玄米の状態ですでに一部脂肪酸の酸化、共役化、カルボニル基の生成、軽度の重合など複雑な変化を起し、更に着色してくるのではないかと考えられる。このことは原料ヌカの相異によつて得られる脱色油の色度に差があり、また230m μ 付近の吸収の強さに著しい違いがあることから推測される。

この実験は分離された着色物のおよその推定に主眼をおいたので着色物のそれぞれについて実験、同定を行なわなかった。しかしアルミナカラムを通過させることにより着

色物質の大部分を吸着除去できることがわかった。アルミナカラム法を米ヌカ油の脱色に応用できるかどうかは今後の問題であるが、この実験結果から考察すると、着色度の76.5%をしめるB区分の収量は12.5%にも達し、特に濃色のフラクションB-2およびB-4のみを分離除去できたとしてもその量は約9.5%である。このものは米ヌカ油がやや淡色であるという原因ではあるが、特にその他の品質に悪影響を及ぼしていないから、これを除去して淡色に精製することは経済的に甚だ不利であろう。一方この方法で精製された油は色に関する限り無色に近い程淡色となるが酸化されやすい傾向にあつた。これはトコフェロールなどの抗酸化成分までが除かれてしまうためである。同時にオリザノールも除かれるが、これはアルミナに対する吸着性が強く、簡単に溶剤で溶出させることができないのでアルミナカラムを再生して繰返し使用する場合の大きな障害となる。以上の理由から、あらかじめオリザノールを除去する方法や簡単なカラムの再生方法、更に分離された着色油の利用法などが解決されなければCrossleyらのアルミナカラムによる精製法を工業的に米ヌカ油に適用させることは困難であろう。

結 論

市販の米ヌカ食用油はほかの食用油に比べて若干濃色であるが、この着色物は白土による脱色ではこれ以上除かない。しかし油を石油エーテル (bp 40~60°C) に溶解し、活性アルミナカラムで処理すると着色物の大部分が吸着除去される。この着色区分について実験した結果、オリザノールや着色不ケン化物も着色の一因であるが、主として226 m μ 、230 m μ 付近および260~280 m μ の間に強い紫外線吸収をもつ着色グリセリドの存在によるもので、着色脂肪酸および酸化酸を含み、共役酸の存在を推定した。

アルミナカラムを工業的規模の米ヌカ油脱色に応用することは、精製油収量の減少、抗酸化性の低下およびアルミナ再生の困難などの点から、実施はむずかしいと考えられる。

終りに臨み御助言、御校閲を頂いた当研究所の中根正行食品科学部長、森量夫特別研究員ならびに実験の一部を援助された女鹿晃道、佐藤芳枝両氏、また心よく試料を御恵与下さった北光製油株式会社辻野喜郎氏に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 上野, 浅野: 工化, 48, 76 (1945).
- 2) 桜井: 工化, 52, 193 (1949).
- 3) 土屋, 大久保: 東工試, 53, 433 (1958).
- 4) 田中: 栄養と養糧, 10, 243 (1958).
- 5) 川合: 米糠油連盟報, 2, 7 (1950).
- 6) 井上, 野口: 油化学, 11, 162 (1962).

- 7) 福士: 本誌, 13, 149 (1962).
- 8) L. Linteris, and E. Handschumaker: J. Am. Oil Chemists' Soc. 27, 260 (1950).
- 9) W. A. Pons, Jr., J. C. Kuck, V. L. Frampton, L. Vernon: J. Am. Oil Chemists' Soc. 38, 104 (1961).
- 10) J. C. Kuck, W. A. Pons, Jr., V. L. Frampton: J. Am. Oil Chemists' Soc. 39, 84 (1962).
- 11) A. Crossley, A. C. Davies, J. H. Pierce: J. Am. Oil Chemists' Soc. 39, 165 (1962).
- 12) 金子, 土屋: 工化, 57, 526 (1954).
- 13) 土屋, 加藤, 遠藤: 東工試, 51, 359 (1956).
- 14) 土屋, 加藤: 東工試, 53, 230 (1958).
- 15) 土屋, 金子, 大久保: 東工試, 52, 1 (1957).
- 16) 秋谷, 石井, 酒井, 荒井: 栄養と食糧, 14, 27 (1962).

Studies on the Edible Rice Bran Oils (Part 2) Separation of Colored Sections by Alumina Column

Toshio Fukushi

(Hokkaido Institute of Public Health)

The colored matters contained in commercial refined rice bran oils are no more removed by the usual earth-bleaching process.

However, when the oil, in light petroleum ether solution, was treated on a column of activated alumina, the greater part of these colored matters were adsorbed on alumina and were separated.

The matters that have an important effect on the color deepness of separated light brown sections consisted of several kinds of colored glycerides, which contained the colored fatty acids and oxidized acids as a part of each constituent and were detected in the refined oil at the rate of 9.5% approximately. Existence of conjugated di- and trienoic acid in these deep colored glycerides was suggested from the ultraviolet absorption spectra of them. And from this work, it was thought that the treatment by alumina column may be unsuitable for the industrial bleaching of rice bran oil, because the revivification of alumina column adsorbing oryzanol was exceedingly troublesome, the products refined by alumina column were inclined to have less stability for oxidation than conventional oils, and the refining loss was much considerably.