

原 著

β -カロテン添加食用油の過酸化抑制効果に関する研究 (3) 光過酸化と加熱過酸化の比較

高木茂明*¹ 三宅妙子*¹

要 約

β -カロテンを添加した食用油の光過酸化と180℃加熱過酸化の挙動を比較しながら β -カロテンの抗酸化作用について考察した。光過酸化においては、POV及びTBA値から不飽和脂肪酸が典型的な過酸化と解裂反応を起こしていることが明瞭であるのに対し、180℃加熱においてはPOVの上昇がほとんど認められないにもかかわらずTBA値は急速に上昇した。これに伴って添加した β -カロテンは急激に褪色し、光過酸化と顕著な相異を示した。 β -カロテンの加熱時における経時的な消長をHPLCにより追跡すると、 β -カロテンピーク面積の急速な減少が見られ、そのすぐ後に小さい非極性の誘導体ピークが1つ現れた。この時粘度の上昇は認められなかった。光過酸化と加熱過酸化との間でこれらの相異を生じる原因として、ヒドロパーオキシドの寿命が光の場合に比べて180℃加熱時に極端に短いことが考えられ、POV、TBA値の経時的変動の相異はこれにより説明できる。 β -カロテンの褪色はTBA値の上昇と同調しているのでヒドロパーオキシドの酸化的解裂に β -カロテンが関わっていることが推定できた。

はじめに

これまで、 β -カロテンを市販食用油に添加すると油の光過酸化を抑制し、その効果は β -カロテン濃度に依存していることを明らかにした^{1,2)}。しかし、180℃付近の加熱において β -カロテンは過酸化抑制効果を示してはいるもののその褪色速度が光過酸化のときの100倍以上と異常に速いことが認められた。この現象は β -カロテンの共役ポリエン発色団が加熱食用油中で急速に消滅していることを示しており、食用油の酸化劣敗に及ぼす光と熱エネルギーの異なる作用機構を現しているものとも考えられる。そこで、本報告では β -カロテン添加食用油の光過酸化と加熱酸化が起こる間の β -カロテンの挙動を調べることにより油脂の光と熱による各劣化現象を比較すると共に、 β -カロテン添加油の有用性について検討した。

材料及び方法

1 試料油

コーン油；AJINOMOTO ピュアオイル，コーン胚芽100%
ナタネ油；AJINOMOTO ピュアライトオイル，菜種種子100%

レッドパーム油；CAROTINO Premium，マレーシア産食用パーム油 100%

2 試薬類

β -カロテン；和光純薬 99%，その他の試薬は市販特級を使用した。

3 POV 測定法

日本油化学協会編「基準油脂分析試験法³⁾」に準じて行った。試料油0.5 g~2 gを200ml 共栓ガラスコに精秤し、10mlのクロロフォルムと15mlの水酢酸を加えて混合溶解し、KI飽和溶液1 mlを加えて激しく振り混ぜた後0.01NN_aS₂O₃によって滴定した。

4 TBA 値測定法

Sidwellらの方法⁴⁾に準じて行った。小ビーカーに試料油2 gを精秤し、10mlのベンゼンに溶かしTBA試薬4 mlを加えて分液漏斗中で激しく2分間振り混ぜ放置する。水層を試験管に取り100 で30分間加熱発色させ、530nmで吸光度を測定した。

5 β -カロテン定量

試験油0.2gを精秤し、ヘキサンに溶かして一定容とし453nmの吸光度を測定する。 β -カロ

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床栄養学科
(連絡先)高木茂明 701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

テン濃度は $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ in hexane=2592 を用いて求めた。

6 カロテノイドの HPLC 分析

β -カロテン及びその誘導体の量的変動を HPLC により調べた。試験油 1 ~ 2 g を精秤し、少量のベンゼンを加えて溶かし、1 N アルコール性 KOH を加えて加熱鹸化した。反応混合物からシリカゲルカラムを用いた吸着クロマトによってカロテノイドを分離しヘキサン溶液として HPLC に供した。日立 L-6000 型 HPLC に Capcell Pack C 18-5 μ , 46mm ϕ \times 250mm L カラムを付け、アセトニトリル：イソプロパノール (75 : 25 v/v) の isocratic elution を行った。溶出速度は 1 ml/min 検出波長は 450nm (β -カロテン) を主とし、誘導体検出のため 380 又は 300nm も用いた。

7 光照射

試験油はコーン油とナタネ油に β -カロテンを添加したもので β -カロテン濃度は表 1 に示す。 β -カロテン試験油は C-1 と R-1 を先ず調製した。コーン試験油 C-1 においては、 β -カロテン 190mg を秤取り石油エーテル：エーテル (1 : 1 v/v) を加えて溶解し、コーン油 300g に加えて均一な溶液とした後、溶媒を減圧留去した。ナタネ試験油 R-1 においては β -カロテン 183.3mg を秤取り C-1 と同様に調製した。なお、C-2, C-3 は C-1 を各油で希釈したものであり、各試験油の β -カロテンの濃度は調製後 2.5 の方法に従って測定した。

8 加熱実験法

試験油はコーン油 (HC) とナタネ油 (HR) 共に 2.7 の光照射実験と同じ方法によって調製したが、 β -カロテン濃度が異なる。その他にレッドパーム油を試験油に加えた (表 2)。180 の Heating block (Torika, Dry block bath, MG-2) 中で硬質試験管に入れた試料油 7g を加熱し、経時的に採取して分析に供した。

9 粘度測定法

加熱試験油は加熱前後の粘度を測定した。各試験油 10g を毛細管式粘度計 (キャノンフェスケ型) に入れ、40 の湯浴中に 30min 放置加熱した後、標線間の流下時間を測定した。粘度は下式で求めた。

粘度 (mpa/s) = $k \times t$ 但し、 k は粘度計の固有係数； t は流下時間 (sec)。

結果と考察

1 油脂の光過酸化と加熱過酸化における β -カロテンの抑制効果と挙動

β -カロテン濃度の異なる試料油に太陽光照射して経時的に POV, TBA 値及び β -カロテン量を測定した結果を表 3, 4, 5 にそれぞれ示し、このうち β -カロテン濃度の最も高い C-1 及び R-1 の結果を図 1 と図 2 に示した。コーン油とナタネ油の光酸化に関するこれらの抗酸化性結果はすでに一部報告しており^{1,2)}、その光抗酸化性は β -カロテン濃度に依存することを明らかにして来ている。

表 1 光照射試験油の β -カロテン濃度

食用油	No.	β -カロテン濃度 (mg / 100 g oil)
コーン油	C-1	53.5
	2	26.3
	3	13.1
	4	0
ナタネ油	R-1	50.6
	2	25.3
	3	12.7
	4	0

表 2 加熱試験油の β -カロテン濃度

食用油	No.	β -カロテン濃度
コーン油	HC-1	43.2 (mg / 100 g oil)
	-2	0
ナタネ油	HR-1	41.0
	-2	0
レッドパーム油	P-1	55.4

一方,180 加熱処理した試験油の各測定値の経時的な変化を表 6, 7, 8 に示し,HC-1 及びHR-1 の結果をまとめてそれぞれ図 3, 4 に示した.図 1, 2 と図 3, 4 を比較して大きく相違している点が 3 つある.1 つは加熱時におけるPOVが光過酸化と比べて非常に小さく 1/10以下になっており,経時的上昇がほとんど見られない.それにもかかわらず TBA 値は光過酸化と同程度の値を示した.また,加熱過酸化において TBA 値の誘導期がほとんど無いことも光過酸化との目立つ 2 つ目の相違点である.第 3 の相違点としてはβ-カロテンの褪色速度がきわめて大きいことが挙げられる.

これらの相違を生じる原因としては次のことが考えられる.まず,POVが小さい点は脂肪酸(FA)ヒドロパーオキシド(R-OOH)存在量が少ないことを表

している.このとき TBA 値が高値を示していることから,加熱初期に形成されたヒドロパーオキシドは生成後速やかに分解されて TBA 陽性物質に変化すると考えられる.このことは油脂の加熱酸敗には温度因子が強く影響していることを示すものである.一方,β-カロテンが加熱時に急速に褪色していくことについて幾つかの原因が考えられる.すなわち①FA-パーオキシラジカルによるβ-カロテンへのラジカル転移とプロトン結合によるポリエン発色団の消滅,②不飽和FAの加熱重合にβ-カロテンがモノマーとして関与,③ヒドロパーオキシドが分解して低級アルデヒドを形成する反応にβ-カロテンが関与するなどである.

2 加熱におけるβ-カロテンの褪色挙動

これらの考えられる要因をふまえて加熱時における

表 3 β-カロテン添加試験油の光照射による POV (meq/100g oil) の経時変化

光照射時間 (day)	試験油							
	C-1	C-2	C-3	C-4	R-1	R-2	R-3	R-4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6.4	11.9	24.6	31.9	7.9	9.6	22.6	26.8
15	13.0	34.4	58.0	61.1	26.4	41.4	52.8	48.7
22	35.3	62.4	96.0	128.0	31.2	50.5	82.9	94.9
29	81.6	87.9	132.6	170.0	50.7	73.0	77.3	97.1
36	74.5	128.1	132.2	177.5	86.7	77.8	97.0	97.0
43	113.8	109.9	121.0	179.3	92.7	84.6	95.2	99.6

C-1 ~ 3 は β-カロテン添加コーン油; C-4 は β-カロテン無添加対照油 (表 1 参照). R-1 ~ 3 は β-カロテン添加なたね油; R-4 は無添加対照油 (表 1 参照).

表 4 β-カロテン添加試験油の光照射による TBA 値 (Abs530/kg oil) の経時化

光照射時間 (day)	試験油							
	C-1	C-2	C-3	C-4	R-1	R-2	R-3	R-4
0	*69.0	*45.1	*35.8	39.3	*95.3	*39.9	*30.8	27.3
8	57.0	50.9	59.6	157.0	50.8	45.5	64.3	91.2
15	110.4	135.5	228.9	410.7	205.0	409.2	595.2	1458.4
22	156.2	207.2	314.9	780.4	385.0	558.5	1579.9	1647.8
29	206.9	304.2	602.7	1050.2	360.8	1652.2	1573.5	1698.1
36	282.5	479.0	743.9	1060.0	1437.3	1685.1	1771.0	1648.9
43	271.0	746.1	1180.8	1051.5	1563.8	1605.9	1641.8	1586.8

C-1 ~ 3 は β-カロテン添加コーン油; C-4 は β-カロテン無添加対照油(表 1 参照). R-1 ~ 4 はなたね油試料である.

* 0 日の値が高いのは試料油中のカロテノイドの吸光度が影響しているためである.

表 5 β-カロテン添加試験油の光照射によるカロテン量 (mg/100g oil) 減少の経時変化

光照射時間 (day)	試験油					
	C-1	C-2	C-3	R-1	R-2	R-3
0	52.1	26.1	13.1	49.4	23.2	11.6
8	52.2	28.3	14.0	47.0	23.8	11.4
15	51.3	25.0	11.3	44.0	19.6	7.3
22	50.3	22.9	10.0	41.6	13.3	3.2
29	45.6	15.7	6.2	28.3	4.3	2.5
36	36.9	6.4	1.1	6.8	1.2	1.2
43	18.8	1.8	2.8	3.7	3.0	3.2

C-1 ~ 3 は β-カロテン添加コーン油; R-1 ~ 3 は β-カロテン添加なたね油 (表-1 参照).

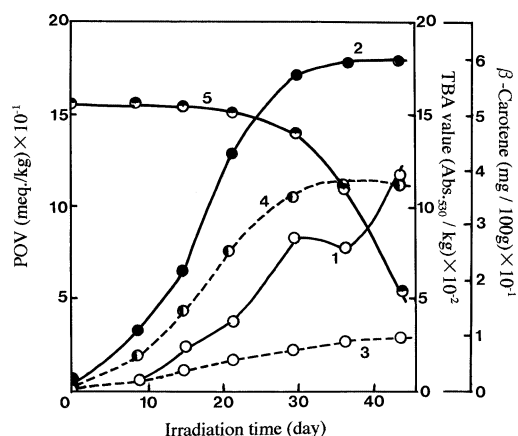


図1 Time course of POV, TBA value and β -carotene concentration in a β -carotene added corn oil irradiated by sun light.
Curve 1 (○-○), POV of C-1 (52 mg % β -carotene) ; 2 (●-●), POV of C-4 (no carotene) ; 3 (○-○), TBA value of C-1 (52 mg % β -carotene) ; 4 (●-●), TBA value of C-4 (no carotene) ; 5 (●-●), β -carotene concentration.

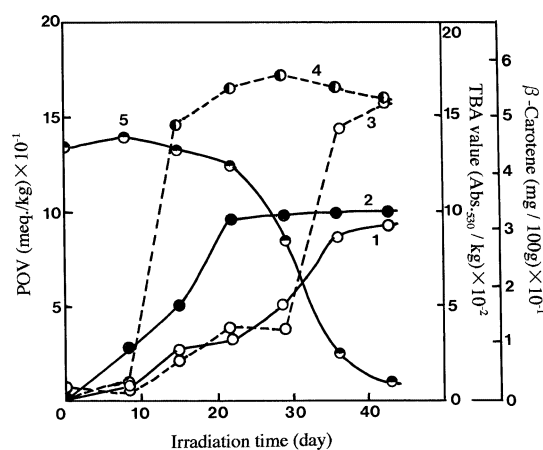


図2 Time course of POV, TBA value and β -carotene concentration in a β -carotene added rapeseed oil (Canola) irradiated by sun light.
Curve 1 (○-○), POV of R-1 (47 mg % β -carotene) ; 2 (●-●), POV of R-4 (no carotene) ; 3 (○-○), TBA value of R-1 (47 mg % β -carotene) ; 4 (●-●), TBA value of R-4 (no carotene) ; 5 (●-●), β -carotene concentration.

表6 β -カロテン添加試験油の180 加熱による POV (meq/100g) の経時変化

加熱時間 (hr)	試験油				
	HC-1	HC-2	HR-1	HR-2	P-1
0	2.4	4.0	1.2	3.2	1.8
0.5	5.6	4.0	2.4	6.3	-
1.0	3.5	4.5	1.8	7.5	1.1
1.5	4.8	5.9	2.9	7.5	-
2.0	6.1	6.4	3.5	8.6	1.1
3.0	6.2	6.9	7.6	7.8	1.1
4.0	7.1	6.9	6.2	8.8	1.3
5.0	5.7	7.6	7.5	9.1	1.5
6.0	5.9	7.8	8.5	8.6	1.5
8.0	7.8	-	10.7	-	1.5

HC-1は β -カロテン添加コーン油；HC-2は無添加対照油（表2参照）。

HR-1は β -カロテン添加なたね油；HR-2は無添加対照油（表2参照）。

P-1はレッドパーム油

表7 β-カロテン添加試験油の180 加熱による TBA 値 (Abs530/kg) の経時化

加熱時間 (hr)	試験油				
	HC-1	HC-2	HR-1	HR-2	P-1
0	14.2	71.1	9.8	63.9	20.5
0.5	96.2	167.8	402.8	1549.0	-
1.0	139.5	310.7	891.7	1577.0	39.3
1.5	257.4	452.8	1022.0	1599.2	-
2.0	509.5	876.9	1258.3	1626.1	47.7
3.0	623.2	1064.5	1567.3	1627.3	47.0
4.0	661.6	1201.7	1602.6	1641.6	58.8
5.0	741.3	1201.8	1621.4	1662.1	44.0
6.0	831.5	1220.3	1638.2	1666.0	51.5
8.0	910.6	-	1647.0	-	53.3

HC-1 は β-カロテン添加コーン油; HC-2 は無添加対照油(表 2 参照).
 HR-1 は β-カロテン添加ナタネ油; HR-2 は無添加対照油(表 2 参照).
 P-1 はレッドパーム油.

表 8 β-カロテン添加試験油の180 加熱におけるβ-カロテン量 (mg/100goil) の経時変化

加熱時間 (hr)	試験油		
	HC-1	HR-1	P-1
0.0	43.2	40.3	51.6
0.5	28.5	24.3	-
1.0	18.5	19.7	20.2
1.5	12.1	13.4	-
2.0	8.2	7.4	9.6
3.0	4.2	4.1	4.8
4.0	3.7	3.0	6.7
5.0	3.4	3.6	2.4
6.0	5.9	6.0	-
8.0	6.8	7.4	5.3

HC-1 は β-カロテン添加コーン油; HR-1 は β-カロテン添加ナタネ油
 P-1 はレッドパーム油.

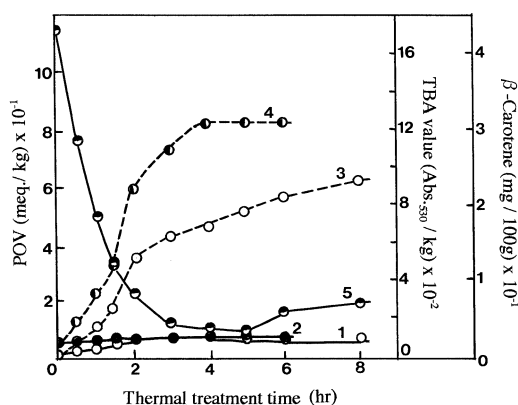


図 3 Time course of POV, TBA value and β-carotene concentration in a β-carotene added corn oil under thermal treatment at 180 (HC).

Curve 1 (○-○), POV of HC-1 (43 mg % β-carotene); 2 (●-●), POV of HC-2 (no carotene); 3 (○--○), TBA value of HC-1 (43 mg % β-carotene); 4 (●--●), TBA value of HC-2 (no carotene); 5 (●-●), β-carotene concentration of HC-1.

β-カロテンの経時的消失におけるクロマトグラムパターンの変動を HPLC により調べた。ナタネ油に添加されたβ-カロテンは180 加熱に伴ってクロマトグラム上のピーク面積(保持時間(Rt)=9.33min)が急速に小さくなっていく(図5)。加熱30分後からβ-カロテンのピークに附随するように遅れてピークが出現

した(Rt=9.91)。この誘導体のピーク面積はβ-カロテンのピークが急激に減少すると対照的に経時的に少しずつ増大している。このときに、β-カロテンピークより Rt が小さいピーク群の加熱時における経時変化はあまり認められなかった。また、β-カロテンピークに対する誘導体ピークの面積比は30分

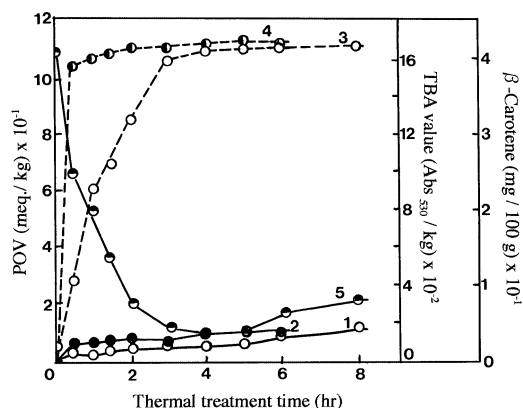


図4 Time course of POV, TBA value and β -carotene concentration in a β -carotene added rapeseed oil under thermal treatment at 180 °C (HR).
 Curve 1 (○-○), POV of HR-1 (41 mg % β -carotene) ; 2 (●-●), POV of HR-2 (no carotene) ; 3 (○-○), TBA value of HR-1 (41 mg % β -carotene) ; 4 (●-●), TBA value of HR-2 (no carotene) ; 5 (●-●), β -carotene concentration of HR-1.

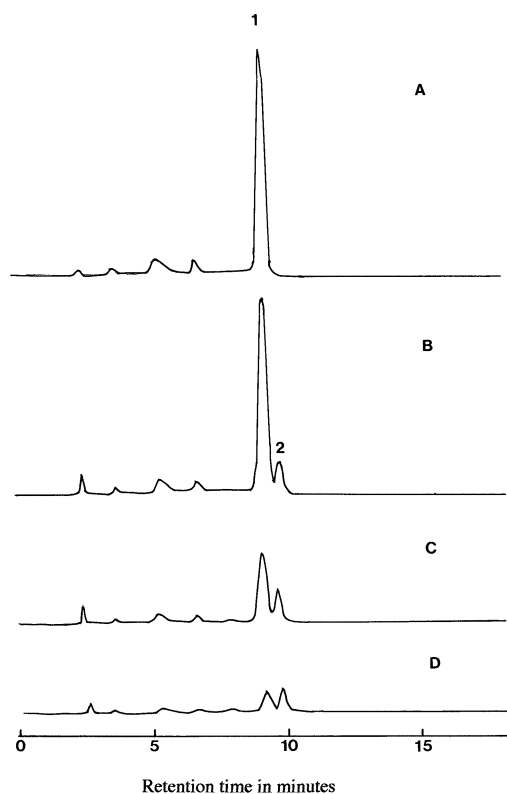


図5 Time course of HPLC pattern of β -carotene added in rapeseed oil at 180 °C thermal treatment.
 Time of thermal treatment; chromatogram A, 0 hr ; B, 1.5 hr ; C, 3 hr, D, 6 hr. Peak 1, β -carotene ; 2, an unknown product at thermal treatment.

加熱の0.03から, 2 hr 後には0.26, 6 hr 後には0.68 になっており, β -カロテンは急激に褪色していくけれどもポリエン発色団の消滅以外にどのような反応生成物が生じたのかは不明である。しかし, 誘導体が非極性で弱い Abs_{450} を示していることから, 部分的に共役ポリエンが切れた構造が考えられる。

3 β -カロテン添加油の加熱による粘度変化

次に, β -カロテン分子がもし不飽和 FA と加熱重合した場合には粘度が上昇することを想定し, β -カロテン添加コーン油, ナタネ油及びレッドパーム油の加熱による粘度の変化を測定した。対照として無添加油を加熱したもの及び非加熱油(加熱0時間)

の粘度測定を行った。β-カロテン無添加油はコーン油、ナタネ油共に5 hr 加熱のとき非加熱油の粘度とほとんど同じであった。また、β-カロテンを55mg%も含むレッドパーム油もほとんど粘度変化が認められなかった。一方、β-カロテン添加油を加熱した場合大きな粘度上昇が見られた。しかし、この現象はカロテン添加時に使用した溶媒のみを加えたときにも同様に起こることが認められるため、食油中に僅かに残った溶媒が180℃ 加熱によって油脂となんらかの反応を起こしたために粘度上昇が起こったものと考えられる。今回技術的に完全な溶媒留去が出来なかったために、β-カロテン添加油の加熱による粘度上昇があるか否かについては明らかでない。しかしながら、β-カロテン無添加油及びレッドパーム油の粘度は加熱によってほとんど上昇しないという結果からはβ-カロテンが不飽和FAと重合して加熱粘度上昇に関わっているとは考え難い。したがって、今回の実験で見られる加熱時におけるβ-カロテンの褪色は不飽和FAと重合したために生じたものではないと考えられる。

4 β-カロテン褪色機構について

このような結果から考察すると、前記の原因③のヒドロパーオキシドの分解反応にβ-カロテンが関与している可能性は高い。油脂加熱においてPOVの経時的上昇がほとんど見られないにもかかわらずTBA値は急激に上昇している。このことは加熱初期に生成したヒドロパーオキシドが素早く分解してTBA反応生成物であるアルデヒドに変化していることを意味している。同時期にβ-カロテンの急激な褪色が認められることから(図3&4)、β-カロテンがヒドロパーオキシドの分解反応に関与するかまたは生成した低級アルデヒド酸による褪色反応が推測できる。光過酸化においてはβ-カロテンの褪色は誘導期にゆっくりと進行し、TBA値上昇時に急激に進行する(図1&2)。このことは加熱時におけるβ-カロテン褪色と機構的に一致するものと考えられる。β-カロテンのラジカル捕捉機構についてKennedyら⁵⁾は不飽和脂肪酸パーオキシラジカルがβ-カロテンのイオン環に結合する形でβ-カロテンをラジカルに変える経路を提示している。生成した共役ラジカルから電子の放出が出来ないと遂にはβ-カロテンは壊れ

る。この時β-カロテンラジカルがどのように変化していくかについてリノール酸メチルを用いた報告⁶⁾で6種類の反応経路が示唆されている。しかし、β-カロテンの褪色とそれら反応機構との関連については論議されていない。

β-カロテンの抗酸化能はフリーラジカルの消去が主であると考えられ、フェノール系の抗酸化剤と同様に不飽和脂肪酸パーオキシラジカルから電子を受けとって共役二重結合のラジカル共鳴によって安定化し、不飽和脂肪酸を含むラジカル連鎖反応を起こし難くする。その共役二重結合系が何故TBA値上昇時に急激に消失していくかは不明である。Warnerら⁷⁾はダイズ油に加えたβ-カロテンの効果を光(25℃)と加熱(190℃)とで比較して、加熱の場合にその褪色速度の非常に速いことを見ている。しかし、この場合β-カロテン濃度は2mg%と極めて小さい。一般に、β-カロテン濃度が低い場合には油脂による酸素吸収速度が増大することが知られており、これはβ-カロテンが酸化前駆体として作用するからであると考えられている^{8,9)}。しかし、我々はその10倍以上のβ-カロテン濃度を用いて検討した結果明らかに濃度依存的抗酸化性を示し²⁾、10mg%以上の濃度では常に抗酸化性を油脂に与えていた。β-カロテンは加熱時においても抗酸化剤として働いているようであるが、光過酸化に対する効果がより顕著である。ヒドロパーオキシドの分解反応時におけるβ-カロテンの関与の仕方について報告は見当たらないが、β-カロテンの加熱時におけるHPLCピーク面積の急速な減少と非極性誘導体ピークの出現から推察して、その共役二重結合系の単純な消失の可能性が高い。

今後、加熱時における油脂の種類、温度及びカロテン濃度等の条件が油脂の過酸化抑制にどのように影響するかを詳細に検討することは必要と思われる。しかし、本研究においてみられるようにβ-カロテン存在下では明らかに過酸化の抑制がみられ、低級アルデヒドなどの酸敗生成物の発生も少ないのでレッドパーム油などカロテン含有食用油の加熱加工油としての使用は有用であろうと考える。

本研究に協力して頂いた浦上昌及び武市亜希子の両氏に感謝します。

文 献

- 1) 高木茂明, 松本義信, 三宅妙子: 食用油の光又は加熱過酸化に対するβ-カロテンの抗酸化性について. 川崎医療福祉学会誌, 10(2), 335-340, 2000.
- 2) 高木茂明, 三宅妙子, 松本義信: 食用油の光過酸化抑制に対するβ-カロテン濃度の影響. 川崎医療福祉学会誌, 11(2), 325-330, 2001.

- 3) 日本油化学協会編；基準油脂分析試験法 2 . 4 . 12 . 71 , 1971 .
- 4) Sidwell CG, Salwin H, Benca M and Mitchel JH: The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. *J Am Oil Chem Soc*, **31** , 603-606 , 1954 .
- 5) Kennedy TA and Liebler DC : Peroxy radical scavenging by β -carotene in lipid bilayers : Effect of oxygen partial pressure . *J Biol Chem*, **267** , 4658-4663 , 1992 .
- 6) Tsuchihashi H, Kigoshi M, Iwatsuki M and Niki E : Action of β -carotene as antioxidant against lipid antioxidant against lipid peroxidation. *Arch Biochem Biophys*, **323** , 137-147 , 1995 .
- 7) Warner K and Frankel EN: Effects of β -carotene on light stability of soybean oil . *J Am Oil Chem Soc*, **64** , 213-218 , 1987 .
- 8) Terao J, Yamauchi R, Murakami H and Matsushita S : Inhibitory effect of tocopherols and β -carotene on singlet oxygen-initiated photooxidation of methyl linoleate and soybean oil . *J Food Process Preserv*, **4** , 79-93 , 1980 .
- 9) Haila H and Heinonen M : Action of β -carotene on unpurified rapeseed oil during light storage . *Food Sci Technol*, **27** , 573-577 , 1994 .

(平成14年11月8日受理)

A Study on the Antioxidant Activity of β -Carotene added to some Edible Oils (3) A Comparison of Per-oxidation Effects between Light Irradiation and Thermal Treatment

Shigeaki TAKAGI and Taeko MIYAKE

(Accepted Nov. 8, 2002)

Key words : β -CAROTENE, EDIBLE OIL, ANTIOXIDANT, THERMAL
PEROXIDATION

Abstract

The antioxidant properties of some edible oils mixed with β -carotene were studied with both light and thermal treatments . Per-oxidation (POV) and thiobarbituric values (TBAV) showed that light treatment caused the typical oxidative degradation of unsaturated fatty acids . On the other hand, POV hardly increased for eight hours with thermal per-oxidation at 180 °C, while TBAV increased rapidly and was accompanied by the rapid fading of β -carotene. Further analysis by HPLC revealed that β -carotene quantities (peak area) decreased rapidly and was accompanied by the appearance of a small peak with slightly longer retention time. The viscosity of the oil did not rise under these conditions. The fact that the life span of the fatty acid hydroperoxide is much shorter with thermal treatment than with light irradiation, may explain the differences in the time courses of POV and TBAV with these treatments. Since the degradation of β -carotene was accompanied by a simultaneous increase in TBAV, it can be deduced that β -carotene degradation is closely associated with the oxidative degradation of hydroperoxide.

Correspondence to : Shigeaki TAKAGI

Department of Clinical Nutrition, Faculty of Medical Professions,
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, JAPAN
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.12, No.2, 2002 357-364)