

고등어 脂質의 酸化安定성에 관한 研究

金 仁 洙 · 朴 榮 浩
釜山水產大學 食品工學科

Studies on the Oxidative Stabilities of Mackerel Lipids

In-Soo KIM and Yeung-Ho PARK

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Namgu, Pusan, 608 Korea

In order to elucidate the oxidative stabilities of mackerel lipids, lipids were extracted from ordinary muscle, dark muscle, skin (including subcutaneous adipose tissue) and viscera, and then stored at 30°C. The changes of lipids were examined periodically by measuring peroxide value (POV), thiobarbituric acid (TBA), weighing method, acid value (AV) and iodine value (IV). Fatty acid composition of lipids was analyzed by GLC. The results obtained are summarized as follows:

The velocity of lipid oxidation during the storage was differ from the extracting part of the sample. It was faster in skin, viscera, dark muscle and ordinary muscle in the order. Ratio of polar lipid fractions in total lipids was ranged from 5 to 15%, and the highest result was observed in dark muscle.

Main fatty acids of the lipids were $C_{16:0}$ acid (22.0~25.9%), $C_{18:1}$ acid (22.3~26.7%) and $C_{22:6}$ acid (9.6~13.4%), and $C_{22:6}$ acid content (%) was the highest in lipid from dark muscle, and the lowest in lipid from skin. Monoenoic acid content (%) was higher in the non-polar lipid than in the polar lipid, on the contrary, polyenoic acid content (%) was higher in the polar lipid than in the non-polar lipid. Polyunsaturated fatty acids of the lipids, $C_{20:5}$ acid and $C_{22:6}$ acid, decreased predominantly with oxidation during storage, while saturated acids, $C_{14:0}$ acid and $C_{16:0}$ acid, increased predominantly. The polar lipid fractions were oxidized much faster than the non-polar lipid fractions.

緒 論

多獲性赤色肉魚類는 일반적으로 脂質含量이 높고, 또한 高度不飽和脂肪酸을 많이 함유하기 때문에 酸化로 인한 맛, 냄새 및 색깔 등의 劣化를 일으키기 쉬워 가공 및 저장상의 문제점의 하나가 되고 있다. 魚肉中の 脂質의 酸化는 여러가지 요인에 의하여 영향을 받아 복잡하게 진행되므로, 그 酸化過程을 충분히 해명하고 밝히는 것은 이들 魚肉의 脂質變化를 방지하는 方法을 강구하는데 있어서 극히 중요한 자

료가 된다.

고등어, 정어리 및 전갱이 등의 多獲性赤色肉魚類의 脂質에 대한 연구로는 Ueda(1967), Yamada 등(1975) 및 Toyomizu 등(1976)이 전갱이 脂質의 脂肪酸組成에 대하여 보고하였고, Ueda(1971, 1972, 1977)는 전갱이 脂質을 中性脂質과 複合脂質로 分劃하고, 그 脂肪酸組成의 變動과 그 變動에 미치는 인자에 대하여 보고하였다. 또 Tashiro 등(1981-a, 1981-b, 1983-a, 1983-b)은 전갱이의 總脂質 및 複合脂質의 季節的 變動과 전갱이를 普通肉, 血合肉,

表皮, 肝臟 및 內臟 등의 5부위로 나누어 各 脂質의 性狀의 차이에 대하여 보고하였다. Tsukuda(1976)는 정어리 脂質을 表皮脂質, 普通肉脂質 및 血合肉脂質 등으로 나누어 그 性狀 및 組成에 대하여 보고하였는데, 表皮脂質이 가장 酸化되기 쉽고, 普通肉脂質은 비교적 안정하다고 하였다. 또한 Ke 등(1977)은 냉동 저장한 고등어의 脂質에 대하여, Yamada(1979)는 정어리에서 抽出한 조직별 脂質에 대한 연구에서도 이와 비슷한 결과를 보고하였다. 이러한 원인에 대하여는 表皮脂質에 있어서의 抗酸化性物質의 存在를 생각할 수 있으나 여기에 대하여는 아직 해명된 것이 없다. 본 연구는 우리나라에서 많이 어획, 이용되고 있는 고등어를 試料로 하여 그 脂質의 酸化安定성을 밝히기 위하여 魚體를 表皮(皮下脂肪層 포함), 普通肉, 血合肉 및 內臟 등의 4부위와 總魚體(頭部, 尾部, 지느러미, 뼈 등을 除去)에서 脂質을 抽出하여 일정한 온도에 저장하여 두고 過酸化物價, TBA 價, 酸價, 요오드價, 중량변화 및 脂肪酸 組成 등의 變化를 조사하여 그 酸化安定성을 검토하였다.

材料 및 方法

1. 試料魚

본 실험에 사용한 고등어(*Scomber japonicus*)는 1983년 5월 16일 부산 공동어시장에서 선도 양호한 것을 구입하였으며, 試料魚의 平均 體長은 35 cm, 平均 體重은 420 g이었다.

2. 一般成分의 分析

水分, 粗蛋白質, 粗脂肪 및 粗灰分 등은 常法으로 측정하였고, 揮發性鹽基窒素(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit 를 사용하는 미량확산법(日本厚生省, 1960)으로 정량하였다.

3. 試料油의 採取

試料魚를 表皮, 普通肉, 血合肉 및 內臟 등의 4부위로 나누어 脂質을 抽出하였으며, 또한 總魚體에서 脂質을 抽出하여 對照區 試料油로 하였다. 脂質의 抽出은 Folch 등(1957)의 方法에 따라 행하였다. 얻어진 試料油를 5g씩 精秤하여 30°C의 항온기에 저장하여 두고 經時的으로 變化를 측정하였다.

4. 試料油의 分劃

試料油를 chloroform 으로 희석하여 정제 활성화한 silicic acid(100 mesh)를 14 cm 높이로 glass column(2×40 cm)에 충전하고 試料油의 50배 용량의 chloroform 을 흘려(2.0 ml/min) 非極性脂質을 용출시키고, 이어 250배 용량의 methanol 를 흘려(1.0 ml/min) 極性脂質을 용출시켰다.

5. 脂質의 性狀測定

抽出한 脂質의 酸價 및 요오드價는 日本 基準油脂 分析試驗法(1977)으로, 過酸化物價는 AOAC 法(1980)으로, TBA 價는 Tarladgis 등(1960)의 수증기 증류법으로 측정하였으며, beaker (φ 45 mm)에 試料油 5g을 精秤하여 30°C 항온기에 넣어두고 그 중량변화를 조사하였다. 중량변화의 유도기간은 Olcott 등(1958)의 方法에 따라 중량변화율이 0.5% 미만의 기간으로 하였다.

6. 脂肪酸組成的 分析

BF₃-CH₃OH 法에 의해 脂質을 methylation 하여 GLC 로 分析하였다. GLC 의 分析條件은 Table 1과 같으며, 脂肪酸의 동정은 標準脂肪酸의 retention time 과의 비교 및 脂肪酸의 이중결합수와 retention time 과의 상관 그래프를 이용하였다. 標準脂肪酸으로는 myristic acid, palmitic acid 및 behenic acid 와 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid 및 eicosapentaenoic acid 등의 methyl ester 를 사용하였다.

Table 1. Operating conditions for GLC

Gas chromatograph	Shimadzu GC-4BPTF
Column	3.0m×3.0 mm i. d., glass column
Packing	15% DEGS on 60-80 mesh Chromosorb W
Carrier gas	16 ml/min, nitrogen
Column temperature	195°C
Chart speed	5 mm/min
Injector temperature	250°C
Detector temperature	FID at 250°C

結果 및 考察

1. 試料魚의 一般成分

試料 고등어의 一般成分은 Table 2와 같으며, 脂

質含量은 3.4%, 水分含量은 71.4% 였다.

Table 2. Chemical composition of raw mackerel

Moisture (%)	71.40
Crude protein (%)	22.76
Crude fat (%)	3.42
Crude ash (%)	1.78
VBN (mg/100 g)	17.00
pH	5.35

2. 試料油의 性狀

각 부위별 脂質含量 및 極性脂質과 非極性脂質의 비율은 Table 3에, 저장실험에 사용한 試料油의 性狀은 Table 4에 각각 나타내었다.

脂質含量은 表皮脂質이 31.58% 로 가장 높았고, 普通肉脂質이 3.54% 로 가장 낮았으며, 非極性脂質 및 極性脂質의 비율은 表皮脂質의 極性脂質 비율이 5.35% 로 가장 낮았고, 血合肉의 極性脂質 비율이 15.46% 로 가장 높았다.

酸價는 表皮脂質이 7.1로서 가장 낮았고, 內臟脂質이 42.3으로 가장 높았으며, 요오드價는 表皮脂質이 107로 가장 낮았고, 血合肉脂質이 126으로 가장 높았다. 過酸化物價는 普通肉脂質이 4.2로 가장 낮았고, 表皮脂質이 14.8로 가장 높았으며, TBA 價는 普通肉脂質이 4.3으로 가장 낮았고, 表皮脂質이

Table 3. Lipid contents of the various tissues of mackerel (% , wet basis)

Tissue	Total lipids	Non-polar lipids	Polar lipids
Ordinary muscle	3.54	3.16(89.25)	0.38(10.75)
Dark muscle	9.96	8.42(84.54)	1.54(15.46)
Skin	31.58	29.89(94.65)	1.69 (5.35)
Viscera	5.94	5.37(90.43)	0.57 (9.57)
Total	8.57	7.55(88.06)	1.02(11.94)

Table 4. Chemical properties of the lipids extracted from various tissues of mackerel

Extracted part	Acid value	Iodine value	Peroxide value	TBA value
Ordinary muscle	7.3	117.2	4.2	4.3
Dark muscle	10.6	125.6	7.6	7.3
Skin*	7.1	107.1	14.8	8.2
Viscera	42.3	121.4	10.1	14.8
Total lipid	11.7	123.2	9.2	7.8

*: Including subcutaneous adipose tissue

14.8로 가장 높았다. 內臟脂質에서의 酸價 및 TBA 價가 가장 높았던 것으로 보아 內臟脂質은 內臟에 함유되어 있는 脂質分解酵素 및 기타 요인들의 작용을 많이 받는 것으로 추정된다.

3. 試料油의 酸化安定性

각 부위별로 抽出한 試料油를 5g씩 취하여 30°C 의 항온기에 넣어 두고 酸價, 過酸化物價, TBA 價, 요오드價, 중량변화 및 脂肪酸 組成 등의 변화를 經時的으로 측정하였는데 그 結果는 다음과 같다.

(1) 過酸化物價, TBA 價 및 中량의 變化

저장 중 過酸化物價의 變化는 Fig. 1과 같이 表皮脂質, 內臟脂質, 總脂質, 血合肉脂質, 普通肉脂質의 순으로 酸化가 進行되었으며, 表皮脂質에 있어서는 저장 15일경에 최고값을 나타내었고, 普通肉脂質의 경우는 저장 40일경에 최고값을 나타내었다.

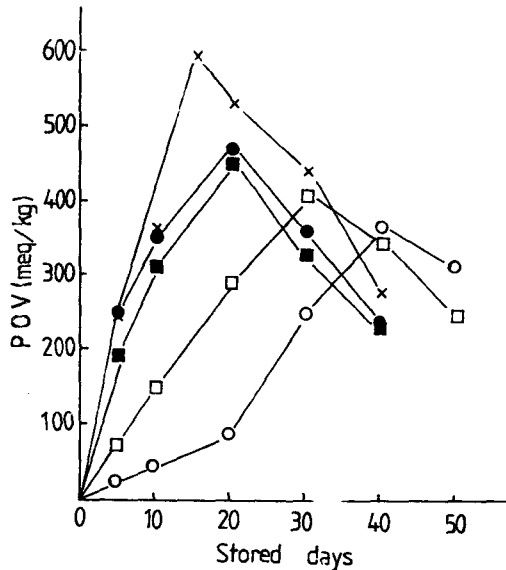


Fig. 1. Changes in POV of the lipids extracted from various tissues of mackerel during storage at 30°C

- : Lipid from ordinary muscle
- : Lipid from dark muscle
- ×: Lipid from skin(including subcutaneous fats)
- : Lipid from viscera
- : Total lipid

저장 중의 TBA 價의 變化를 Fig. 2에 나타내었는데, 過酸化物價와 마찬가지로 表皮脂質, 內臟脂質, 總脂質, 血合肉脂質, 普通肉脂質의 순으로 酸化가

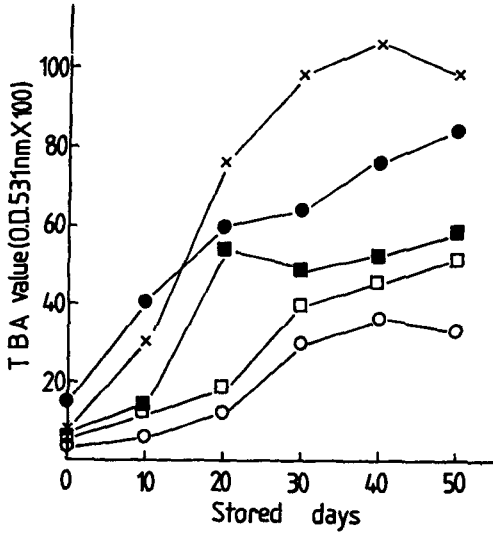


Fig. 2. Changes in TBA value of the lipids extracted from various tissues of mackerel during storage at 30°C

- : Lipid from ordinary muscle
- : Lipid from dark muscle
- ×: Lipid from skin (including subcutaneous fats)
- : Lipid from viscera
- : Total lipid

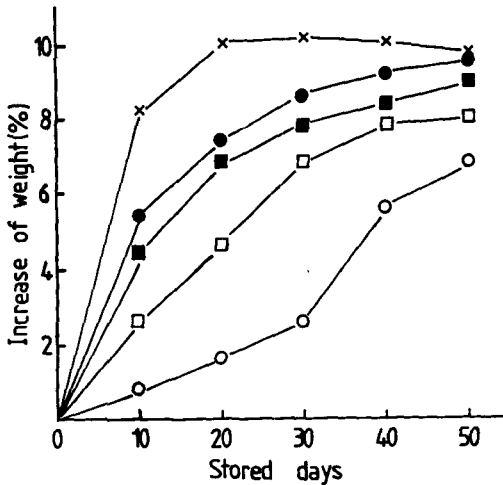


Fig. 3. Weight increasing of the lipids extracted from various tissues of mackerel during storage at 30°C

- : Lipid from ordinary muscle
- : Lipid from dark muscle
- ×: Lipid from skin (including subcutaneous fats)
- : Lipid from viscera
- : Total lipid

진행되었으며, 表皮脂質은 저장 40일 후부터 감소하는 경향을 보였다.

중량변화의 測定結果는 Fig. 3과 같으며, 表皮脂質, 內臟脂質 및 總脂質에서는 유도기간이 나타나지 않았고 酸化가 급격하게 진행되었다. 즉, 중량증가는 거의 직선적이며 최종적으로 중량증가율이 10% 내외에 달하여 정지하였다. 血合肉脂質과 普通肉脂質은 완만하게 중량이 증가하였는데, 특히 普通肉脂質에서는 약 5일간의 유도기간을 나타내고 있다.

이상의 結果는 Yamada(1979)가 정어리의 각 부위별 脂質의 酸化에 대한 보고와 비슷한 경향을 나타내고 있으며, 普通肉脂質의 특이성이 명확하게 되었다. Sugii 등(1968)은 普通肉脂質이 안정한 것은 어떤 抗酸化性物質을 함유하기 때문이라고 추측하고 tocopherol의 存在를 지적하였다.

(2) 酸價 및 요오드價의 變化

저장 중 酸價의 變化는 Fig. 4에 요오드價의 變化는 Fig. 5에 각각 나타내었다.

酸價는 저장동안 각 부위 모두 증가하였으며, 內

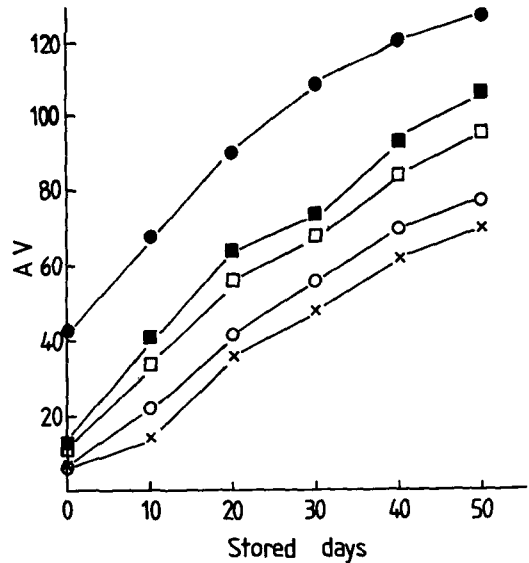


Fig. 4. Changes in AV of the lipids extracted from various tissues of mackerel during storage at 30°C

- : Lipid from ordinary muscle
- : Lipid from dark muscle
- ×: Lipid from skin (including subcutaneous fats)
- : Lipid from viscera
- : Total lipid

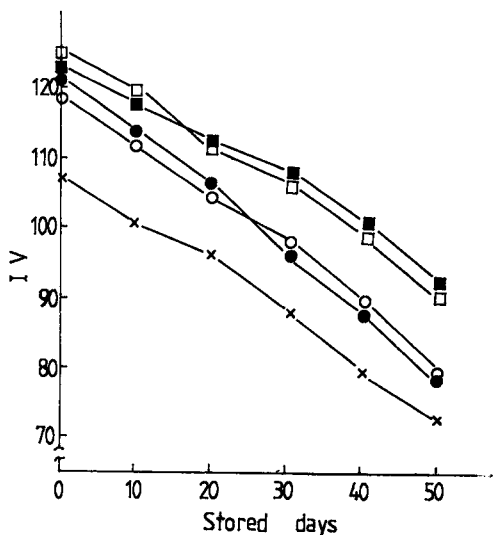


Fig. 5. Changes in IV of the lipids extracted from various tissues of mackerel during storage at 30°C

- : Lipid from ordinary muscle
- : Lipid from dark muscle
- ×: Lipid from skin (including subcutaneous fats)
- : Lipid from viscera
- : Total lipid

臟脂質이 다른 부위에 비해 그 증가가 컸다. 요오드價는 저장동안 각 부위 모두 감소하는 경향을 나타내었다.

(3) 脂肪酸組成의 變化

試料 고등어의 각 부위별 脂質과 非極性脂質 및 極性脂質의 脂肪酸 組成을 Table 5, 6, 7에 나타내었다. 脂肪酸 組成比의 分布는 C_{14:0} 酸이 4.61~6.84%, C_{16:0} 酸이 21.98~25.86%, C_{16:1} 酸이 4.44~8.64%, C_{18:0} 酸이 5.64~9.98%, C_{18:1} 酸이 22.26~26.67%, C_{20:5} 酸이 8.22~9.82%, C_{22:6} 酸이 9.57~13.40%였다. Polyene 酸의 비율은 表皮脂質이 25.90%로 가장 낮았고, 血合肉脂質이 32.72%로 가장 높았으며, polyene 酸의 대부분은 C_{20:5} 酸 및 C_{22:6} 酸였으며, 酸化의 지표로 삼는 高度不飽和酸의 하나인 C_{22:6} 酸의 비율은 表皮脂質이 9.57%로 가장 낮았고, 다른 부위 脂質들은 12% 내외였다.

非極性脂質 및 極性脂質의 脂肪酸 組成比를 보면, 非極性脂質은 極性脂質에 비하여 polyene 酸의 비율이 낮았고, monoene 酸 비율이 높았다. 非極性脂質의 polyene 酸 비율은 24.06~26.85%였으나 極性脂

Table 5. Fatty acid composition of the lipids extracted from various tissues of mackerel (%)

Fatty acid	Ordinary muscle	Dark muscle	Skin*	Viscera	Total
14:0	4.61	4.85	6.84	5.91	5.91
16:0	22.30	21.98	23.95	25.86	23.48
16:1	8.64	5.57	5.69	4.44	5.05
16:2	1.23	1.19	1.51	1.96	1.79
18:0	5.68	9.98	5.64	8.36	6.22
18:1	26.12	22.81	26.67	22.26	22.42
18:2	1.13	1.36	1.36	1.70	1.45
18:3	0.62	0.59	0.58	0.51	0.94
18:4)					
20:1)	3.71	1.95	4.11	2.84	3.16
20:4	2.18	3.65	2.01	3.97	2.73
20:5	8.22	9.82	9.10	8.89	8.29
22:1	1.39	0.14	1.20	0.19	0.91
22:5	1.82	2.71	1.77	0.68	4.70
22:6	12.35	13.40	9.57	12.43	12.95
Saturate	32.59	36.81	36.43	40.13	35.61
Monoene	36.15	28.52	33.56	26.89	28.38
Polyene	27.55	32.72	25.90	30.14	32.85

18:4 and 20:1 are not calculated in subtotal percentage.

*: Including subcutaneous fats.

Table 6. Fatty acid composition of the non-polar lipids extracted from various tissues of mackerel (%)

Fatty acid	Ordinary muscle	Dark muscle	Skin*	Viscera	Total
14:0	5.68	5.92	7.65	5.05	6.51
16:0	23.43	23.97	24.70	23.66	24.38
16:1	11.37	7.68	7.46	9.39	9.99
16:2	1.27	1.64	2.54	2.21	1.70
18:0	5.06	5.57	4.35	4.89	5.27
18:1	25.26	25.00	26.07	25.46	23.69
18:2	1.18	1.34	1.28	1.39	1.38
18:3	0.87	0.73	0.91	0.69	0.90
18:4)					
20:1)	3.64	3.81	4.30	5.50	3.23
20:4	2.16	2.30	2.11	2.76	2.48
20:5	7.70	7.56	7.56	6.81	7.30
22:1	1.06	1.20	1.41	0.85	0.82
22:5	1.71	1.81	1.51	1.28	1.68
22:6	9.61	11.47	8.15	10.06	10.67
Saturate	34.17	35.46	36.70	33.60	36.16
Monoene	37.69	33.88	34.94	35.70	34.50
Polyene	24.50	26.85	24.06	25.20	26.11

18:4 and 20:1 are not calculated in subtotal percentage.

*: Including subcutaneous fats.

Table 7. Fatty acid composition of the polar lipids extracted from various tissues of mackerel (%)

Fatty acid	Ordinary muscle	Dark muscle	Skin*	Viscera	Total
14:0	3.73	3.59	4.87	3.92	3.43
16:0	30.03	23.32	23.83	24.98	20.77
16:1	2.15	4.64	5.05	4.32	3.50
16:2	1.16	1.74	1.82	2.51	1.37
18:0	9.39	7.53	5.48	6.98	10.68
18:1	13.25	11.15	16.98	11.27	11.91
18:2	1.26	1.76	1.60	1.93	1.39
18:3	0.71	0.87	1.13	0.69	0.82
18:4)	1.13	1.61	3.41	1.55	1.94
20:1)					
20:4	4.66	5.97	2.71	5.66	3.98
20:5	11.57	11.39	11.34	10.80	12.53
22:1	0.29	0.39	0.43	0.26	0.40
22:5	1.79	2.29	2.03	1.88	2.17
22:6	18.88	23.75	19.32	23.25	25.11
Saturate	43.15	34.44	34.18	35.88	34.88
Monoene	15.69	16.18	22.46	15.85	15.81
Polyene	40.03	47.77	39.95	46.72	47.37

18:4 and 20:1 are not calculated in subtotal percentage.

*: Including subcutaneous fats.

質은 39.95~47.77%였으며, C_{20:5} 酸 및 C_{22:6} 酸의 비율이 非極性脂質보다 현저히 높았다. Monoene 酸 비율은 非極性脂質이 33.88~37.69%였으나 極性脂質이 15.69~22.46%였으며, 非極性脂質의 C_{16:1} 酸(7.46~11.37%) 및 C_{18:1} 酸(23.69~26.07%) 비율이 極性脂質의 C_{16:1} 酸(2.15~5.05%) 및 C_{18:1} 酸(11.15~16.98%)보다 훨씬 높았다.

고등어 筋肉脂質의 脂肪酸 組成에 대해서 Ke 등(1977)은 요오드價 145의 試料油로 monoene 酸이 43.0%, polyene 酸이 25.5%이고, polyene 酸으로는 C_{20:5} 酸이 6.3%, C_{22:6} 酸이 9.9%를 차지한다고 하였다. Yamada(1976)가 23마리의 고등어를 개체별로 조사한 결과에서는 C_{20:5} 酸이 4.4~9.8%, C_{22:6} 酸이 10.5~19.0%였으며, 이들 脂質을 分劃하여 조사한 결과에서는 非極性脂質의 경우 C_{20:5} 酸이 4.2~9.7%, C_{22:6} 酸이 8.4~16.3%였으며 極性脂質의 경우 C_{20:5} 酸이 5.0~8.9%, C_{22:6} 酸이 31.5~37.6%였다고 하였다. 이와 같이 脂肪酸 組成은 同一 魚種에 있어서도 變動을 나타내는데, 그 원인으로 Haya-shi 등(1977)은 사료 plankton의 영향이 크다고 기술하였으며, Yamada(1976)는 동일 해역에서 어획한 고등어에서도 脂質含量的의 증가에 따라 C_{22:6} 酸 등

의 脂肪酸이 감소하는 것을 알았으며, 脂肪酸 組成比의 變動은 脂質含量이 많은 영향을 미치고 계절적인 영향도 크다고 하였다.

각 부위에서 抽出한 脂質을 30°C에 50일 저장한 후의 脂肪酸 組成을 Table 8에 이들의 非極性脂質

Table 8. Fatty acid composition of the lipids extracted from various tissues of mackerel stored 50 days at 30°C (%)

Fatty acid	Ordinary muscle	Dark muscle	Skin*	Viscera	Total
14:0	7.57	8.91	10.58	10.80	11.01
16:0	30.21	31.37	34.79	36.03	34.09
16:1	9.15	7.67	8.13	6.95	6.47
16:2	0.98	1.06	1.59	1.67	1.42
18:0	6.81	11.15	7.16	11.29	9.38
18:1	27.80	26.88	28.30	23.69	25.81
18:2	0.99	0.73	0.59	1.38	1.10
18:3	0.29	0.26	0.26	0.24	0.63
18:4)	4.34	2.52	4.54	2.52	2.95
20:1)					
20:4	1.15	1.12	0.74	1.10	1.10
20:5	3.06	2.57	0.14	1.02	1.20
22:1	2.01	0.67	2.09	1.56	1.10
22:5	1.35	1.47	0.11	0.31	0.89
22:6	4.29	3.62	0.53	1.44	2.85
Saturate	44.59	51.43	52.98	58.12	54.48
Monoene	38.96	35.22	38.52	32.20	33.38
Polyene	12.11	10.83	3.96	7.16	9.19

18:4 and 20:1 are not calculated in subtotal percentage.

*: Including subcutaneous fats.

및 極性脂質의 脂肪酸 組成을 Table 9, 10에 나타내었다.

不飽和脂肪酸의 현저한 감소, 즉 高度不飽和酸인 C_{20:5} 酸 및 C_{22:6} 酸이 감소하였고, 飽和酸 및 monoene 酸이 증가하였다. 飽和酸으로는 C_{14:0} 酸 C_{16:0} 酸 및 C_{18:0} 酸이 증가하였으며, monoene 酸으로는 C_{16:1} 酸 및 C_{18:1} 酸이 증가하였다. 非極性脂質 및 極性脂質의 脂肪酸 組成의 변화 양상은 Table 8의 全脂質의 경우와 유사하나, 極性脂質의 不飽和脂肪酸의 감소가 非極性脂質보다 현저하였고, 부위별로는 表皮脂質이 普通肉脂質보다 不飽和脂肪酸의 감소가 컸다.

表皮脂質의 脂肪酸 組成은 다른 부위 脂質의 脂肪酸 組成과 비교하여 高度不飽和脂肪酸의 含量이 낮음에도 불구하고 酸化되기 쉬운 것으로 보아 각 부위 脂質에 있어서의 酸化促進物質 및 酸化抑制物質

Table 9. Fatty acid composition of the non-polar lipids extracted from various tissues of mackerel stored 50 days at 30°C (%)

Fatty acid	Ordinary muscle	Dark muscle	Skin*	Viscera	Total
14:0	7.77	8.59	11.72	9.16	9.38
16:0	28.96	33.47	33.74	32.97	31.17
16:1	11.95	8.61	7.29	11.81	11.32
16:2	0.84	1.09	1.57	1.40	0.79
18:0	6.41	7.64	6.57	6.67	9.19
18:1	28.68	27.47	29.71	27.48	25.13
18:2	0.78	0.78	0.88	1.40	0.54
18:3	0.43	0.48	0.54	0.55	0.59
18:4) 20:1)	5.19	2.26	4.14	2.05	2.92
20:4	0.97	1.30	0.85	1.17	1.49
20:5	2.20	1.67	0.16	1.26	1.78
22:1	1.35	1.92	1.85	0.93	1.39
22:5	1.01	1.10	0.26	0.57	0.96
22:6	3.46	3.62	0.72	2.58	3.35
Saturate	43.14	49.70	57.03	48.80	49.74
Monoene	41.98	38.00	38.85	40.22	37.84
Polyene	9.69	10.04	4.98	8.93	9.50

18:4 and 20:1 are not calculated in subtotal percentage.

*: Including subcutaneous fats.

Table 10. Fatty acid composition of the polar lipids extracted from various tissues of mackerel stored 50 days at 30°C (%)

Fatty acid	Ordinary muscle	Dark muscle	Skin*	Viscera	Total
14:0	6.72	8.02	10.70	11.28	9.40
16:0	40.49	39.18	38.42	38.99	36.42
16:1	3.75	7.43	7.61	8.50	5.40
16:2	1.19	1.12	1.14	1.29	1.08
18:0	14.53	13.67	9.43	12.08	20.10
18:1	22.06	18.03	21.45	17.13	16.30
18:2	0.83	1.68	1.45	1.43	0.81
18:3	0.66	0.56	0.41	0.56	0.28
18:4) 20:1)	1.47	1.56	4.36	2.09	2.14
20:4	1.09	1.64	1.16	1.19	0.88
20:5	2.66	1.71	0.76	1.29	1.70
22:1	0.82	0.52	1.77	0.95	0.56
22:5	0.60	1.12	0.50	0.58	0.87
22:6	3.13	3.76	0.84	2.64	4.06
Saturate	61.74	60.87	58.55	62.35	65.92
Monoene	26.63	25.98	30.83	26.58	22.26
Polyene	10.16	11.59	6.26	8.98	9.68

18:4 and 20:1 are not calculated in subtotal percentage.

*: Including subcutaneous fats.

의 存在를 생각할 수 있다. 즉 Ke 등(1977)은 고등어 表皮脂質에는 酸化를 促進하는 미지의 물질이 存在하며, 魚肉中에는 抗酸化性物質로서 tocopherol이 함유되어 있다고 보고 하였으며, Olcott 등(1958)은 合成油 및 魚油에서 분리한 磷脂質에 대한 실험에서 磷脂質은 단독으로는 抗酸化력이 없지만 다른 抗酸化物質의 存在下에서 상승 효과를 나타낸다고 하였다. Lee 등(1981)은 크릴脂質의 抗酸化성은 中性脂質 劃分に 함유되어 있는 α-tocopherol과 磷脂質의 상승 작용에 의한다고 보고하였다. 부위별에 따라 脂質의 酸化가 다른 것은 많은 요인이 관여한다고 생각되지만 그 상세한 것은 다시 검토할 만한 흥미 있는 일이다. 어떠한 表皮脂質의 酸化를 抑制하는 것이 品質維持上 重要하다고 생각된다.

要 約

고등어 脂質의 酸化安定성을 밝히기 위하여 魚體를 表皮, 普通肉, 血合肉 및 內臟의 4부위와 總魚體에서 脂質을 抽出하여, 30°C에 저장하여 두고 酸價, 過酸化物質價, TBA價, 요오드價, 중량변화 및 脂肪酸 組成 등의 변화를 經時的으로 조사하여 酸化安定성을 검토하였는데, 그 結果는 다음과 같다.

1. 저장 중 脂質의 過酸化物質價, TBA價의 변화 및 중량변화등으로 보아 酸化速度는 表皮脂質, 內臟脂質, 總脂質, 血合肉脂質, 普通肉脂質의 순으로 빨랐다.

2. 각 부위의 極性脂質과 非極性脂質의 비율은 血合肉脂質의 極性脂質이 15.46%로 가장 많았고, 表皮脂質의 極性脂質이 5.35%로 가장 적었다.

3. 全脂質의 脂肪酸 組成은 각 부위 모두 C_{16:0} 酸, C_{18:1} 酸 및 C_{22:6} 酸이 많았으며, 高度不飽和酸인 C_{22:6} 酸은 血合肉脂質이 가장 많았고 表皮脂質이 가장 적었다.

4. 極性脂質과 非極性脂質의 脂肪酸 組成에 있어서 C_{16:1} 酸 및 C_{18:1} 酸의 monoene 酸은 極性脂質이 非極性脂質에 비하여 낮았으며, C_{20:5} 酸 및 C_{22:6} 酸의 polyene 酸은 極性脂質이 非極性脂質보다 높았다.

5. 저장 중 脂肪酸 組成의 변화는 polyene 酸 특히, C_{20:5} 酸 및 C_{22:6} 酸이 현저한 감소를 보였으며, C_{14:0} 酸 및 C_{16:0} 酸의 飽和酸의 증가가 두드러졌고 polyene 酸의 감소는 極性脂質이 非極性脂質보다 감소 속도가 빨랐다.

文 獻

- A. O. A. C. 1980. Official Method of Analysis. 13th ed., Assoc. of offic. Agr. Chemists, Washington, D.C. p.440.
- Folch, J., I. Ascoli, M. Lees, J.A. Meath and F.N. Lebaron. 1951. Preparation of lipid extracts from brain tissue. *J. Biol. Chem.* 191, 833-841.
- 藤野安彦. 1980. 生物化學實驗法 (9). 脂質分析法入門. 學會出版センター, pp.68-70.
- 日本油化學協會編. 1977. 基準油脂分析試驗法. 朝倉書店.
- Ke, P. J., R.G. Ackman, B.A. Linke and D.M. Nash. 1977. Differential lipid oxidation in various parts of frozen mackerel. *J. Fd. Technol.* 12, 37-47.
- Lee, J.H., K. Fujimoto and T. Kaneda. 1981. Antioxygenic and peroxide decomposition properties of antarctic krill lipids. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 47(7), 881-888.
- Shibata, N. and T. Kinumaki. 1977. Effect of various factors on the rancidity of oil mixed with fish meat. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 91 (1), 1.
- Shibata, N. 1980. The rancidity of oil sardine during cold storage. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 102(10), 51-59.
- Tadashi, U. 1967. Fatty acid composition of oils from 33 species of marine fish. *J. Simo-noseki Univ. of Fish.* 16(1), 1-10.
- Tadashi, U. 1976. Changes in the fatty acid composition of mackerel lipid and probably related factors. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42(4), 479-489.
- Tadashi, U. 1977. Variation in the fatty acid composition of fish lipids and their relations to some numerical factors. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 92(8), 23-27.
- Tarladgis, B.G., B.M. Watts and M.J. Younathan. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Am. Oil Chemists Soc.* 37(1), 44.
- Tashiro, I., I. Shingo and H. Tsutuki. 1981. Seasonal variation of total lipids of horse mackerel. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 28(6), 309-317.
- Tashiro, I., I. Shingo and H. Tsutuki. 1981. Seasonal variation of compound lipids of horse mackerel. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 28(9), 482-490.
- Tashiro, I., I. Shingo and H. Tsutuki. 1983. Positional difference of total lipids and neutral lipids in horse mackerel. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 30(2), 79-87.
- Tashiro, I., I. Shingo and H. Tsutuki. 1983. Positional difference of compound lipids in horse mackerel. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 30(4), 235-244.
- Toyomizu, M., T. Nakamura and T. Shono. 1976. Fatty acid composition of lipid from horse mackerel muscle. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42(1), 101-108.
- Tsukuda, N. 1980. Lipids in dark meat fish of abundant catch. Problems in utilization and processing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 27(4), 210-219.
- Tsukuda, N. 1980. Oxidative stabilities in sardine lipids and the effect of antioxidants on frozen sardine. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 27(8), 388-392.
- Ueda, T. 1976. Changes in the fatty acid composition of mackerel lipid and probably related factors. I. Influence of the season, body length and lipid content. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42(4), 479-484.
- Ueda, T. 1976. Changes in the fatty acid composition of mackerel lipid and probably related factors. II. Influence of the lipid content on the fatty acid composition. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42(4), 485-489.
- Yamada, J. 1979. Lipid oxidation in various tissues of sardine. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 99(10), 23-29.