

Antioxidative function of herbs and spices in a lipid oxidation

— Antioxidative effect of rosemary on fish oil and fish meat,
and the influence of rosemary on the rat liver administered with oxidized fish oil —

Keiko Yoshioka

*Department of Biological Sciences, Institute of Preventive and Medicinal Dietetics, Nakamura-Gakuen University
(Received April 27, 2012)*

Abstract

Herbs and spices have special characteristics as to the addition of flavor, taste and color to food and as well palatability and preservation. In addition, some of them have been used for traditional drugs in Chinese medicine and herbal medicine because of their potential for physiological and pharmacological functions. One of food deterioration is lipid oxidation and unsaturated fatty acid is easily oxidized to peroxide lipids, so that rosemary is often in use for the cooking and processing of fish meat and meat. I here considered the antioxidative effect of rosemary extract in fish oil and fish meat, and the influence of the rat liver administered with oxidized oil on a lipid oxidation. The oxidation of fish oil with rosemary at the level of 0.02% or 1.0% of rosemary extract was suppressed about 50% of full oxidation in comparison to the original fish oil. Furthermore, peroxide value (PV) of the liver lipid in rats administered with rosemary extract was declined. These results show that rosemary can prevent the lipid oxidation in the liver. It is expected that rosemary would be useful for the Chinese medicinal diet and in the combination of food-stuff with antioxidative effect.

脂質酸化における香草・香辛料の抗酸化機能

— ローズマリー抽出物添加の魚油および魚肉における抗酸化性と
酸化魚油投与ラット肝臓への影響 —

吉岡 慶子

中村学園大学 薬膳科学研究所 生体応答部門

(2012年4月27日受理)

キーワード

香草・香辛料、ローズマリー（迷迭香）、酸化安定性、抗酸化性、食肉、魚油、不飽和脂肪酸

要 旨

香草・香辛料は特有の風味を有し、食品に香り、味、色を付与して、嗜好性、食品の保存機能を高め、一方、生理的・薬理的機能から、生薬、中薬、漢方薬や茶飲料として利用されてきたものが多い。食品の品質劣化の一つに脂質酸化があり、不飽和脂肪酸は容易に酸化されて過酸化脂質となり易い。魚肉および畜肉の調理・加工によく用いられるローズマリー（迷迭香）の抗酸化性について、魚油および魚肉における酸化安定性と酸化魚油投

与ラットの肝脂質への影響を脂質酸化の観点から考察する。ローズマリー抽出物添加魚油の酸化安定性は無添加に対し、0.02%、1.0%添加で酸化が抑えられた。また、魚肉の加熱調理では脂質の酸化が1/2量に抑えられ、ローズマリーの抗酸化効果が認められた。さらに、ローズマリー抽出物をラットに投与すると、肝脂質の過酸化物価(PV)は低下し、脂肪酸組成の変化は群間では大差はなかったが、不飽和脂肪酸代謝に影響を及ぼしたことが示唆された。ローズマリーの使用は、その抽出物および新鮮ローズマリーともに、魚油や魚肉への添加により脂質酸化が抑制されたことから、薬膳食においても、食

材の組み合わせによって、抗酸化効果を付加できることが期待される。

香草・香辛料と抗酸化機能

人類は古来より、香草・香辛料（スパイスおよびハーブ）を使用し、肉や魚介類を香草で包むと風味の劣化や腐敗を抑えられることが知られ、一方では、香草・香辛料は五感を刺激して食欲を増進させ、また、生体の代謝調節の機能も有している。香辛料の植物学的分類によれば、その種類は500種を超えといわれ、国や地域の違い、民族、風習、宗教にかかわる固有のものを含めるとその数倍にもなり、香辛料は主として香辛系香辛料（スパイス）と香草系香辛料（ハーブ）からなる¹。エジプトでは紀元前2800年ごろハッカなど多くのハーブが医療に使われたと記されている。西洋ではヒポクラテスがハーブ医学を体系化、東洋では中国の漢方医学、インドのアーユルヴェーダ医学などで多くの香辛料が薬として利用され、数千年を経た今日まで受け継がれている。

ローズマリー (*Rosmarinus officinalis L.*) は、シソ科に属し、日本では、和名：まんねんろうとも言われ、香草・香辛料と分類され、ハーブとして一般に用いられている。中国では、薬用植物として、生薬名：迷迭香（めいてつこう）と呼ばれ、お茶として飲用されることも多い。主な含有成分は、カルノシン酸、カルノソール、ロスマノール、エピロスマノール、イソロスマノールなどが単離、構造解析され、高い抗酸化活性を発現すると報告されている²。また、これらの有効成分の生体調節機能による効果的な知見が多くみられる³⁻⁶。ローズマリーの有効成分であるロスマリン酸は、抗酸化性を有し、このため、記憶力の向上や老化を防止するハーブとして利用されてきた経緯がある。また、血液循環を促す作用があるとされ、メディカルハーブとしても知られている。イギリス薬局方、また、ドイツでは、保健省が定めた薬用植物の規格であるコミュッションEモノグラフ記載の薬用ハーブとされている。消化機能促進作用、抗酸化作用、血行促進作用などを有し、それらの改善に利用されている。

これらの抗酸化作用は、社会的には生活習慣病や老化予防のキーワードでもあり、活性酸素はいくつかの生体物質と反応しやすく、特に脂質やタンパク質、遺伝子などと反応すると生活習慣病に結びつくことになる。なかでも、脂質との反応で生じる過酸化脂質は、動脈硬化を促進し、生活習慣病の一原因ともなっている。また、食品の脂肪や脂質の酸化を抑制するために、BHA, BHT, α -トコフェロールといった抗酸化剤が広く使われている。ローズマリーやセージなどのシソ科植物、タデ科、キク科は強い抗酸化性があることが知られ、ハーブとして供

給されている⁷。Nakataniらはフェノールグループと共に6種のジテルペン複合体を抽出し、それらの構造を確定し、ローズマリーがその濃度が増加するに応じて増加する高い抗酸化活性を持っていることを報告している^{2,8,9}。

一方、魚油（カツオやマグロの眼窩油）に多く含まれているイコサペンタエン酸（EPA）やドコサヘキサエン酸（DHA）などの多価不飽和脂肪酸は、今日、それらの有利な生理学的機能のために様々な食品に添加されている。また、多くの研究者たちはEPAやDHAを豊富に含む魚油を摂取することは中性脂肪の血清脂質レベルを低下させることを示している¹⁰⁻¹³。しかしながら、これらの脂肪酸は酸化されやすく、多くの二重鎖のために不安定であることも知られている^{14,15}。加えて、脂質酸化第一生成物であるヒドロペルオキシドもまた、毒性であることが認識されている^{16,17}。魚油の酸化安定性やEPAやDHAに関する脂肪酸組成に関する報告はあるが^{18,19}、酸化魚油のラット生体内の影響についての研究はほとんどみられない^{14,20-22}。

そこで、食品の品質劣化の原因の一つに脂質の酸化があり、とくに、不飽和脂肪酸は容易に酸化されて過酸化脂質を生じるとされている。香草・香辛料の食品保存機能の中で、抗酸化機能を有し、その生体調節機能に着目した。魚肉および畜肉の調理・加工によく用いられるローズマリー（迷迭香）の抗酸化性について、魚油および魚肉における酸化安定性と酸化魚油投与ラットの肝脂質への影響を考察する。

魚油の脂質過酸化物について、魚油の酸化の第一生成物であるヒドロペルオキシド量を定量した。これは酸化度のインデックスとして有用であった。空気中の自然酸化や空気と共に加熱することにより引き起こされるマグロ眼窩油（魚油）のヒドロペルオキシド量における変化を調べた。特有な抗酸化効果を持つジテルペン複合体の一つであるカルノソールを含むローズマリー抽出物を魚油に添加し、混合脂質が酸化された時のローズマリーの抗酸化効果および酸化魚油をラットに投与し、ラットの肝脂質に対する食餌中のローズマリーの抗酸化効果について¹⁴。また、香草・香辛料、ローズマリーの魚肉および魚肉の加熱調理における抗酸化性について²³、さらに、豚肉の冷蔵、冷凍貯蔵肉および牛肉とその製品における抗酸化効果について述べる。

ローズマリー抽出物添加魚油の酸化安定性 魚油の酸化安定性について

魚油が過酸化脂質を生じやすい点に着目し、油脂の酸化で生じる第一生成物であるヒドロペルオキシド量を測定し、それを酸化度の指標とした。魚油（マグロ眼窩油）の酸化安定性について、その自動酸化および熱酸化

Table 1. Changes in Peroxide Values and the Composition of Main Fatty Acids of the Fish Oil Heated at 100°C.

Storage (min)	100 °C			
	0	30	60	120
Peroxide value (meq/kg)	0.7 ± 0.2	19.0 ± 4.8	35.0 ± 5.9**	124.0 ± 21.5**
Fatty acid composition (%)				
C _{14:0}	2.2 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.3 ± 0.1*	2.3 ± 0.0*
C _{16:0}	13.8 ± 0.6	14.4 ± 0.4	14.5 ± 0.6	14.8 ± 0.4*
C _{18:0}	2.6 ± 0.2	2.5 ± 0.1	2.6 ± 0.1	2.6 ± 0.1
C _{18:1 (n-9)}	23.9 ± 0.7	21.0 ± 0.8	20.2 ± 1.7	21.3 ± 1.0
C _{18:2 (n-6)}	1.1 ± 0.0	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
C _{20:4 (n-6)}	2.6 ± 0.1	2.8 ± 0.2	2.7 ± 0.3	2.8 ± 0.2
C _{20:5 (n-3)}	6.8 ± 0.1	7.3 ± 0.2	7.2 ± 0.3	7.1 ± 0.2
C _{22:6 (n-3)}	27.5 ± 2.0	23.5 ± 3.0	24.7 ± 2.3	24.9 ± 0.8

Values are means ± SD of triplicate determinations.

Significantly different from non-heated fish oil at 0 storage; *, p < 0.05, **, p < 0.01.

によるヒドロペルオキシド量と脂肪酸組成の変化を調べた。また、特有の抗酸化に対して有効成分を持つジテルペン化合物の一つであるカルノソールを含むローズマリー抽出物を魚油に添加し、混合脂質におけるローズマリー抗酸化性¹⁴について述べている。

魚油（マグロ眼窩油）の酸化試験について、マグロ眼窩油（以下、魚油とする）は、(株) 共和テクノスにて抗酸化剤を除き、PV1以下に調整したものを使用した。酸化度は Triphenyl phosphine 還元法（TP法）²⁴におけるヒドロペルオキシド量は、操作中生成されるTPOと消費されるTPOの量をHPLCで測定して算出した。魚油は、40種類近くの脂肪酸で構成されているが、脂肪酸組成の変化については、各脂肪酸をCG-MSで分析同定し、その主な脂肪酸はMyristic acid、Palmitic、Linoleic acid、Oleic acid、Stearic acid、EPA、DHAであった。各貯蔵温度と貯蔵期間における魚油の酸化度の変化について、各温度におけるPVは、-30℃ではほとんど変化せず、4℃では、28日目、20℃では14日目、40℃では5日目に最大値を示した。各温度における最大PV値の脂肪酸組成を示している。DHA量は他の脂肪酸に比べほとんど減少しなかった。加熱試験では、酸化度は100℃で時間経過とともに増加した。脂肪酸組成は顕著に変化しなかったけれどもDHAで60分、120分でそれぞれ12%、15%の減少が見られた。その結果、魚油における変化は貯蔵温度と加熱によって増加し、魚油の酸化安定性は温度に依存し、低いと緩慢に、高いと急速に進行し、加熱によって加速した (Table 1.)¹⁴。

魚油へのローズマリー添加の影響

Nakataniら^{8,9}Houlihanら^{25,26}はローズマリーのメタノール抽出区分からジペンテル化合物（ロスマリジフェノー

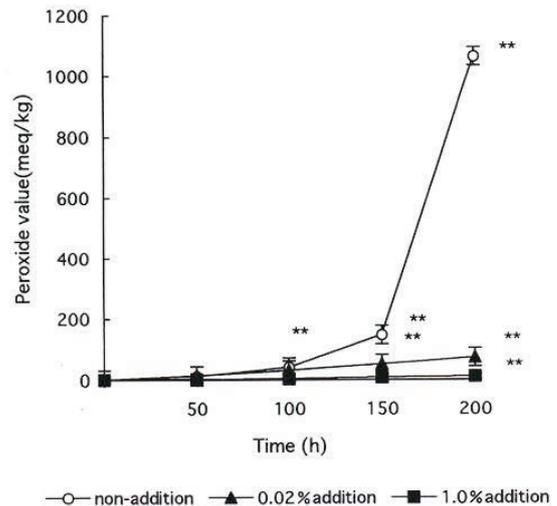


Fig. 1. Autooxidation of the Fish Oil without or with Addition of Rosemary Extract. Values are means ± SD of triplicate determinations. Significantly different from fish oil with nonaddition of rosemary; **, p < 0.01.

ル、ロスマリキノン)を単離し、ラードに0.02%濃度添加した場合、そのPVは同濃度のBHTを添加した値にほぼ近かったと報告している。さらに、魚油や魚肉、牛肉の加熱肉において、Wadaら²⁷は*a Model Fish Oil and Meat System*、また、Wongら²⁸は、*a Model Meat System*におけるローズマリーの抗酸化効果を指摘している。

ローズマリー添加による酸化魚油に対する抗酸化性について、ローズマリーを魚油に0.02および1.0%添加し、無添加の魚油と比較し、その酸化度をした (Fig.1)¹⁴。150時間（6日間）経過では無添加のPV147.0に対し、0.02%添加ではPV52.0、1.0%添加ではPV9.0と変化した。さらに200時間（8日間）では無添加がPV1064.0と急速に変

化したのに対し、0.02%添加ではPV73.0、1.0%添加ではPV11.0と緩やかに酸化した。8日間酸化させた魚油の酸化度を無添加のもの比べると、0.02%の添加で酸化は約1/15に抑えられ、1.0%添加においては約1/100と酸化の阻止が顕著にみられた。このことはローズマリーの抗酸化性によると考えられた。また、脂肪酸組成の変化は、EPAは0.02%ローズマリー添加の7.4%、1.0%添加の8.1%に比べ、無添加では3.7%とEPAの若干の減少がみられた。DHAでは0.02%添加の24.1%、1.0%添加の25.4%に比べ、無添加では7.3%と顕著な減少がみられた。このことから、ローズマリー添加により酸化度だけでなく、不飽和脂肪酸のうち特にDHAにおける酸化が抑制されたことが示唆された。

以上のことから、魚油の酸化度は温度が低いと緩慢に、高いと急速に進行し、加熱によって加速された。また、酸化魚油のローズマリー添加試験から、0.02%添加でもかなり酸化が抑制され、さらに1.0%添加では、酸化が顕著に阻止されてローズマリーの抗酸化性が認められた。すなわち、ローズマリーは、ごく少量で、食品に添加すると不快な臭いを消し、風味や香りをつけるので、日常の調理に利用することは、脂質酸化が抑えられ、多くの利点があると考えられた。

酸化油投与ラットの肝臓におけるローズマリー添加の効果

ラットの酸化魚油投与試験

調整した酸化油をラットに経口投与し、ラット肝脂質への影響およびローズマリーの抗酸化効果について検討

した¹⁴。18匹のWistar系雄ラット（4週齢）を3群に分け、AIN-93G dietを基本飼料とし、大豆油量7.0%を5.0%に調整して与えて飼育した。Group I：魚油PV1、Group II：酸化油PV460、Group III：酸化油PV460+ローズマリー（抽出物を飼料の1%（W/W）添加）。各魚油を1ml/dayで経口投与し、28日間飼育して解剖した。肝臓は直ちに摘出し、脂質含量、酸化度、脂肪酸組成を測定した。ラット肝臓中の脂質はBligh and Dyerの方法よりの抽出し、脂質含量を測定した。さらにラット肝臓の脂質クラスの分析および肝臓中のトコフェノール量について定量した。統計処理は、各測定値は分散分析後、LSD法（least-significant difference method）で有意差検定（ $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ ）を行った。

ラット肝臓の魚油投与における影響

魚油と酸化魚油のラットへの投与において、ラットの体重変化は、I、II、III群の体重変化は3群間に大きな差はみられず、いずれも順調に成長した。PV1.0のSample No.1魚油とPV460.0のSample No.2魚油の脂肪酸組成を示している。EPAはPV1.0に対し、8.3%であったが、PV460に対しては7.2%で、PV1.0 Sampleに比べれば、13%の減少であった。Sample No.1ではDHAは25.0%で、一方、Sample No.2では21.1%で、15%の減少であった。EPA、DHA含量は自動酸化により変化したけれども、その他の脂肪酸では顕著な変化は見られなかった。

ラット肝脂質の酸化度と脂肪酸組成の変化について、Table 2. に示している¹⁴。酸化度は、I群とII群を比較すると、PV460を投与のII群では10.1と高値を示し、II群

Table 2. The Degree of Oxidation and Fatty Acid Composition of Rat Liver Lipids after Administration of the Fish Oil

PV of administered oil	Group I	Group II	Group III
	PV 1.0	PV 460	PV 460 +Rosemary
Lipids content in liver (%/g)	3.54	3.86	3.65
PV of liver lipid peroxide value (meq/kg)	6.9 ± 0.0	10.1 ± 0.2**	8.3 ± 0.1**
Lipid fatty acid composition (%)			
C _{16:0}	23.3 ± 1.1	22.8 ± 1.3	23.8 ± 0.1
C _{18:0}	19.9 ± 0.4	19.3 ± 2.0	18.9 ± 0.1
C _{18:1 (n-9)}	8.9 ± 0.1	8.5 ± 2.1	6.0 ± 0.5*
C _{18:2 (n-6)}	13.6 ± 0.1	16.3 ± 2.2	15.2 ± 1.1
C _{20:4 (n-6)}	18.2 ± 0.2	13.9 ± 0.1**	19.0 ± 0.5*
C _{20:5 (n-3)}	3.2 ± 0.5	2.4 ± 0.5	2.5 ± 0.7*
C _{22:6 (n-3)}	11.4 ± 0.4	10.1 ± 1.6	13.5 ± 0.5*

Values are means ±SD of six rats in each group.

Significantly different in comparison with Group I; *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

とⅢ群を比較すると飼料にローズマリーを加えたⅢ群では低下がみられた。脂肪酸組成においては、ガスクロマトグラムによると各群のEPAのピークは低いレベルで検出された。Ⅰ群とⅡ群を比較すると、DHAはPV1の魚油を投与したⅠ群の11.4%に比べ、PV460を投与したⅡ群では10.1%と低い値を示した。同様にアラキドン酸はⅠ群の18.2%に比べ、Ⅱ群では13.9%と低い値を示した。これは酸化油を投与したことによると考えられる^{29,30}。また、Ⅱ群とⅢ群を比較するとDHAはⅡ群に比べ、飼料にローズマリーを加えたⅢ群では13.51と高い値を示した。アラキドン酸についてもⅡ群に比べ、Ⅲ群では19.0%と高い値を示した。このことは動物体内におけるローズマリーの抗酸化作用によるものと示唆された。

ラット肝臓中のトコフェロール量について、Fig. 2に示している¹⁴。ラット肝臓100gあたりの α -トコフェロールと γ -トコフェロール量の総量は、Ⅰ群62.0mg、Ⅱ群54.0mg、Ⅲ群53.0mgで、Ⅰ群と酸化油を投与したⅡ群、Ⅲ群との間に相違が見られ、Ⅱ群とⅢ群ではトコフェロールが酸化油に対して抗酸化的に作用したと考えられる。

ラット肝臓脂質クラスについて、分析データをFig. 3に示している¹⁴。ラットの肝臓脂質の主なものはPL (phospholipid)、ST (sterol)、FFA (free fatty acid)、TG (triglyceride) であるが、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ群のうちⅠとⅢ群は大きな差は認められなかったが、Ⅱ群のPLとTG量にはかなりの差が認められた。TG量について、Ⅱ群は酸化油投与により、増加したと考えられる。他方、Ⅰ群はPV1の魚油であり、Ⅲ群は酸化油投与であったが、食餌と魚油がラット肝臓脂質中のTGの蓄積に影響したと考えられる。

ラットの肝臓の脂質酸化について、投与魚油のPV460は酸化度と脂肪酸組成の変化では大きな影響はみられなかった。これは、ラット投与魚油の酸化方法として自動酸化によるもので、また、同時に肝臓の解毒作用が働い

たことも考えられる。酸化の一次生成物であるヒドロペルオキシドの生体内での吸収および解毒機構の解明、またローズマリーの抗酸化機構に関する今後の研究の進展が待たれる。

以上のことから、酸化魚油投与ラットの肝臓における酸化度と脂肪酸組成について、ローズマリー添加による大きな影響はなかったが、ローズマリー添加群の方が良好な成績を示したことは、不飽和脂肪酸の代謝系の亢進が示唆された。ローズマリーは、抗酸化剤として食肉加工品や揚げ油に多く利用され、現在、多くの食品に添加されている魚油の酸化防止にも効果があると考えられた。

食肉の加熱調理におけるローズマリーの抗酸化効果

食肉や畜肉に含まれる多価不飽和脂肪酸は、非常に酸化されやすく、加熱調理すると、さらに酸化が進むので、これに香草・香辛料を使って抑えることを検討した。一般に、酸化を防ぐ働きには、天然由来のビタミンEおよび合成の抗酸化剤があり、合成のものは安全性の面からの問題が指摘され、天然の香草・香辛料に期待がかけられている。香草・香辛料の抗酸化性が高くても、調理によってその機能が失われるとしたら、実用性がないことになる。そこで、効果的な実用的な事例について述べる。

魚油の酸化安定性について、香草・香辛料の中でも、高い抗酸化能を示すローズマリー生葉と、その抽出物モルッカ10Pについて、DPPHラジカル消去能を調べた。DPPHラジカル消去能は、新鮮ローズマリー生葉より抽出10%溶液および0.1%モルッカ10P溶液をDPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 分光測定法³¹で測定し、いずれも添加量の増加に伴いDPPH溶液の退色が顕著に見られ、ローズマリーの抗酸化効果が証明された。新鮮ローズマリー生葉はTorolox換算で16.6nmol相当量/100 μ l分析液、モルッカ10Pは12.4nmol相当量/100 μ l分析液のラ

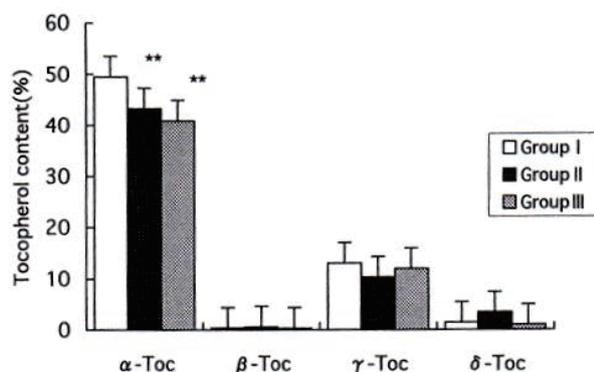


Fig. 2. The Tocopherol Content of Rat Livers after Administration of Fish Oils.

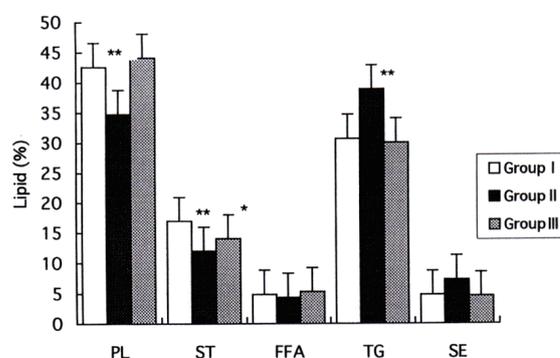


Fig. 3. The Lipid Class of Rat Liver Lipid after Administration of Fish Oil.

ジカル消去能が認められた。

常温での約8日間の自動的酸化におけるPVは、ローズマリー抽出物(モルッカ10P) 0.02%添加では無添加のものと比較すると約1/15、1.0%添加では約1/100に抑えられていた。また、100℃加熱における魚油のPVは経時的に上昇したが、ローズマリー抽出物(モルッカ10P) 0.02%添加では、無添加に比べ約1/2、1.0%添加では約1/3に上昇が抑えられていた。無添加では加熱後にエイコサペンタエン酸やドコサヘキサエン酸の減少がみられたが、ローズマリー添加魚油の脂肪酸はほとんど変化がなく、酸化は抑制された。脂肪酸組成では、ローズマリー抽出物添加により、不飽和脂肪酸のうち特にDHAで減少が抑えられていた。

魚肉および畜肉の調理における酸化度については、サバの生肉、素焼き、ローズマリー添加焼きの試料から各5.0g採取し、Folchらの方法によりChloroform: Methanol混液で抽出し、脂質含量を測定した。抽出した脂質のPVを、TP還元法で算出した。生肉のPVが2.8 (meq/kg)であるのに対し、素焼きでは21.8 (meq/kg)、ローズマリー焼きでは12.5 (meq/kg)であった。焼き操作を行うと魚肉の脂質酸化は進行するが、ローズマリーを添加することによって、脂質酸化が約1/2に抑えられた (Fig.4,

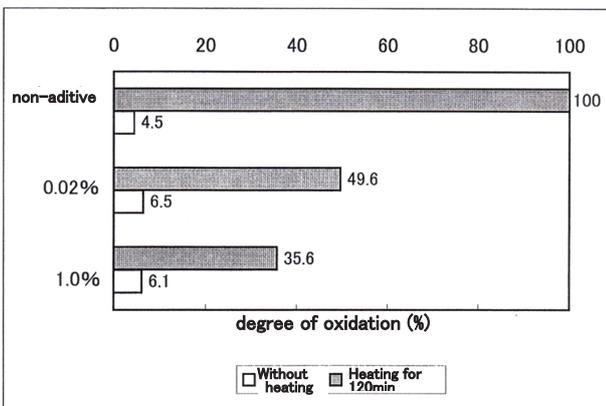


Fig. 4. Oxidation of fish oil without or with addition of rosemary extract by heating

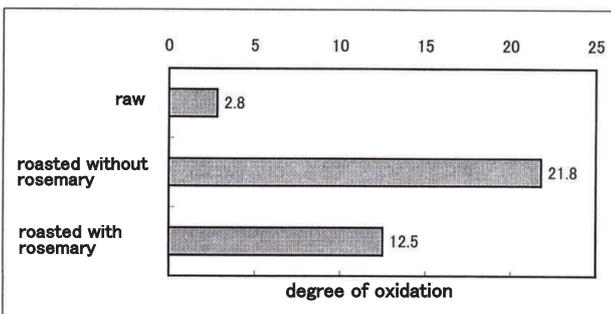


Fig. 5. Lipid oxidation of pacific mackerel meat by roasting

Fig.5²³)。また、Tironiは冷蔵サーモンの脂質とタンパク質の変化について、ローズマリー抽出物添加は肉色と脂質酸化に有効であった³²。Afosoはテラピアのフィレの前処理にローズマリー抽出物を添加することによって、脂質酸化が防止できたと報告している³³。

末野ら³⁴は豚ひき肉に香辛料を添加して脂質酸化に対する実験を行った。7日間冷蔵した豚ひき肉の酸化度を測定し、ジンジャー、セージ、ローズマリー、クローブを用いると、よく酸化を抑制した。また、豚ひき肉を6か月間冷凍貯蔵した時、対照は脂肪の酸化曲線がかなり上昇したが、ローズマリー、セージ、ナツメグ、パプリカはよく酸化を抑えた。Lindsey³⁵は豚肉パテの生および凍結肉、加熱肉についてもローズマリー抽出物添加は酸化安定性があった。また、Lowderは混合脂質配合の牛肉パテ製品の不飽和脂肪酸にもローズマリー抽出物は効果的に使用されていた³⁶。

以上のことから、ローズマリーは、その抽出物および新鮮ローズマリー生葉ともに、魚油や魚肉への添加により脂質酸化が抑制され、魚肉の加熱調理におけるローズマリーの抗酸化効果が示唆された。

展 望

食品の製造、加工および貯蔵過程における食品の品質劣化の一つに脂質酸化があり、脂質酸化反応が起こりやすく、酸敗臭や毒性を生成して食品の劣化を生じ、不飽和脂肪酸が容易に酸化されて過酸化脂質となり易い。一方、生体内においては、酸化反応によって過剰に発生し、残存したフリーラジカルが、老化や生活習慣病の発症に関わるとされている。そこで、過酸化脂質の生成を阻止し、ラジカルを捕捉して生体の機能を調節する働きを持つ、香草・香辛料の使用に対して、魚肉および畜肉の調理・加工によく用いられるローズマリー(迷迭香)の抗酸化性について、魚油および魚肉における酸化安定性と酸化魚油投与ラットの肝脂質への影響について脂質酸化の観点から検討した。

日常よく使用される香草・香辛料のうち、特に、シソ科のローズマリーとセージ、また、ミント、バジル、タイム、シソなども高い抗酸化作用を持っている。また、今後、抗酸化成分を含む食材を日常的に摂取することにより、生体内における酸化ストレスによる疾病の予防に期待している。このように、香草・香辛料の使用は風味を上させるだけでなく、薬膳食においても、食材の組み合わせによって、抗酸化効果が期待できるので、その抗酸化力を多めに利用したいものである。

参考文献

1. 中谷延二：香辛料の抗酸化性、抗菌性：香辛料成分の食品機能。（岩井和夫、中谷延二編），p.69-96, 光生館，東京（1989）
2. 中谷延二：香辛料に含まれる機能成分の食品化学的研究：日本栄養・食糧学会誌，56, 6, 389-395（2003）
3. Kosaka K, Yokoi T: Carnosic acid, a component of rosemary (*Rosmarinus officinalis*L.), promotes synthesis of nerve growth factor in T98G human glioblastoma cells. *Biol Pharm Bull.* Nov; 26 (11): 1620-2（2003）
4. Takano H, Osakabe N, Sanbongi C, Yanagisawa R, Inoue K, Yasuda A, Natsume M, Baba S, Ichiishi E, Yoshikawa T: Extract of *Perilla frutescens* enriched for rosmarinic acid, a polyphenolic phytochemical, inhibits seasonal allergic rhinoconjunctivitis in humans. *Exp Biol Med* (Maywood). Mar; 229 (3):247-54（2004）
5. Martin D, Rojo AI, Salinas M, Diaz R, Gallardo G, Alam J, De Galarreta CM, Cuadrado A Regulation of home oxygenase-1 expression through the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway and the Nrf2 transcription factor in response to the antioxidant phytochemical carnosol. *J Biol Chem.* Mar 5; 279 (10): 8919-29（2004）
6. Satoh T, Kosaka K, Itoh K, Kobayashi A, Yamamoto M, Shimojo Y, Kitajima C, Cui J, Kamins J, Okamoto S, Izumi M, Shirasawa T, Lipton SA: Carnosic acid, a catechol-type electrophilic compound, protects neurons both in vitro and in vivo through activation of the Keap1/Nrf2 pathway via S-alkylation of targeted cysteines on Keap1. *J Neurochem.* Feb; 104 (4):1116-31（2008）
7. Chang, S.S., Ostric-Matijasevic, B., Hsieh, O. A.-L. & Huang, C.-L: Natural Antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.*, 42, 1102-1106（1977）
8. Nakatani, N. & Inatani, R.: A New Diterpene Lactone, Rosmadiol, from Rosemary," *Agric. Biol. Chem. J. Agr. Biol. Chem.*, 47, 353-358（1983）
9. Nakatani, N. & Inatani, R: Two antioxidative diterpenes from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and a revised structure for rosmanol. *J. Agr. Biol. Chem.*, 48, 2081-2085（1984）
10. Kobatake, Y., Kuroda, K., Junnouchi, H., Nishide, E. & Innami, S.: Differential effects of dietary eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids on lowering of triglyceride and cholesterol levels in the serum of rats on hypercholesterolemic diet. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 30, 357-372（1984）
11. Balasubramaniam, S., Simons, L. A., Chang, S. & Hickie, J. B.: Reduction in plasma cholesterol and increase in biliary cholesterol by a diet rich in n-3 fatty acids in the rat. *J. Lipid Res.*, 26, 684-689（1985）
12. Nakajima, S., Suetuna, K. & Tsuchiya, T : Nippon Suisan Gakk., 60, 635-369.（1994）
13. Suzuki, H., Tamura, M., Wada, S. & Crawford, M. A.: Comparison of docosahexaenoic acid with eicosapentaenoic acid on the lowering effect of endogenous plasma cholesterol in adult mice. *Fisheries Sci.*, 61, 525-526（1995）
14. K. Yoshioka and A. Yamada and S. Wada: Influence of rosemary extract on the oxidative stability of tuna orbital oil and on the effect *in vivo* of the oxidized oil on rat liver. *J. Oleo Sci.*, 51, 73-81（2002）
15. Hayashi, K. & Kishimura, H.: Preparation and Purification of DHA-enriched Triacylglycerols from Fish Oils by Column Chromatography. *Fisheries Sci.*, 62, 842-844（1996）
16. Saito, M., Fukui, Y., Hoshino T. & Kaneda, T.: *J. Jpn. Soi. Nutr. Food Sci.*, 31, 135-141（1978）
17. Oarada, M, & Miyazawa, A. The effect of rancid oils on lymphoid tissues. *J. Jpa Oil. Chem. Soc.*（1990）
18. Miyashita, K., Takeda, N. & Ota, T. *Fisheries Sci.*, 60, 315-318（1994）
19. Miyashita, K., Hirao, M., Nara, E. & Ota, T.: Oxidative stability of triglycerides from orbital fat of tuna and soybean oil in an emulsion. *Fisheries Sci.*, 61, 273-275（1995）
20. Paik, T. H., Hoshino, T. & Kaneda, T. *J. Jpn Oil Chem. Soc.* (J. Oleo Sci.), 27, 856-862（1976）
21. Paik, T. H., & Kaneda, T: Histopathological studies on mice administered autoxidized oils: chronic toxicity. *Journal of the Japan Oil Chemists' Society 1978a*) *J. Jpn Oil Chem. Soc.* (J. Oleo Sci.), 27, 851-855.（1978）
22. Paik, T. H., & Kaneda, T.（1978a）*J. Jpn Oil Chem. Soc.* (J. Oleo Sci.), 27, 856-862.
23. 中谷延二, 吉岡慶子, 週刊朝日編：予防医学の権威がすすめる健康食事典, スパイス・シソ科香辛料に強力な抗酸化作用, 加熱調理しても有効, 97-101, 朝日新聞社（2004）
24. T.Nakamura and H.Maeda: A Simple Assay for Lipid Hydroperoxides Based on Triphenylphosphine Oxidation and High-Performance Liquid Chromatography *Lipids*, 26, 765-768（1991）
25. Houlihan, C. M., HO, C-T & Chang, S.S : Elucidation of the chemical structure of a novel antioxidants: Rosmaridiphenol, isolated from rosemary, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61 1036-1039.（1984）
26. Houlihan, C. M., HO, C-T & Chang, S.S : The structure of Rosemariquinone. A new antioxidant isolated from *Rosmarinus Officinalis* *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62, 96-98（1985）
27. Wada, S. & Fang, X. The synergistic antioxidant effect of Rosemary extract and α -tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. *J. Food Process. Pres.*, 16, 163-274（1992）
28. Wong, J. W. Hashimoto, K. & Shibamoto, T : Antioxidant activities of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model meat system *J. Agr. Food Chem.*, 43, 2707-2712（1995）
29. Mouri, K., Ikesu, H., Esaki, T. & Igarashi, O. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 30, 307-318（1984）
30. 出口美和, 吉岡慶子, 山元寅男：魚油の腸管吸収と粘膜上皮に及ぼす影響に関する電子顕微鏡的観察. 第49回日本栄養・食糧学会大会, 岐阜, 講演要旨集 p.98.（1997）
31. 篠原和毅, 鈴木建夫, 上野川修一編：食品機能研究法, 光琳, 218-220（2000）
32. Valeria Tironi, Mabel Tomás, María Añón: Lipid and protein changes in chilled sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*): effect of previous rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*

- L.) application. *International Journal of Food Science & Technology*, 44, 6, 1254-1262 (2009)
33. M. Dasilva afonso, L.S. Santana, Effects of pretreatment with rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) in the revention of lipid oxidation in salted tilapia fillets. *Journal of Food Quality*, 31, 5, 586-595 (2008)
34. 末野紀子, 新田ゆき: 香辛料の豚ひき肉に対する抗酸化性. 調理科学, 11, 2, 55-59, (1978)
35. Lindsey Haak, Katleen Raes † and Stefaan De Smet: Effect of plant phenolics, tocopherol and ascorbic acid on oxidative stability of pork patties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89, 8, 1360-1365 (2009)
36. A.C. Lowder: Inclusion of blended lipid solution as functional ingredients to alter the fatty acid profile of beef patties. *Journal of Food Science*, (2010)