

駿河湾深層水の魚油に対する抗酸化効果

二村和視¹・平塚聖一²

魚油-タンパク質および魚油-エタノールモデル試験により、駿河湾深層水の魚油に対する抗酸化効果を検討した。その結果、魚油-タンパク質モデル試験では、駿河湾深層水(原水)区で抗酸化効果が確認できた。また、魚油-エタノールモデル試験では、7種類の水を試料として、抗酸化指数および酸化還元電位を測定した結果、駿河湾深層水(原水)と逆浸透膜処理後の濃縮水(駿河濃水)で抗酸化効果が認められた。この抗酸化指数と酸化還元電位との間には負の相関関係がみられた。これらのことから、深層水は抗酸化効果を持つことが明らかになった。

キーワード：魚油，抗酸化指数，酸化還元電位，駿河湾深層水，モデル試験

海洋深層水は、清涼飲料水、酒類などをはじめとする様々な食品に利用されており、蒲鉾での弾力増強作用や、酒、ビールなどのアルコール飲料製造時の発酵促進などの効果が知られている¹⁾。静岡県焼津市地先で取水されている海洋深層水である駿河湾深層水は、無処理の海水(以下、駿河湾深層水(原水))に加えて、4種類の処理水がある。すなわち逆浸透膜により脱塩した“駿河純水”，逆浸透膜により濃縮した“駿河濃水”，電気透析により1価イオンを濃縮した“駿河塩水”，電気透析により2価イオンを濃縮した“駿河硬水”がある。駿河湾深層水(原水)や駿河濃水は塩干品製造時の塩汁として利用されており、また深層水の利用効果として製品がしっとりとし、塩味がまろやかになることが知られているが¹⁾、定量的なデータによりその効果を実証した例は少ない。一方、畠本ら²⁾は釜あげしらすの保存試験において、駿河湾深層水で煮熟したものは保存中に黄変しにくく、その原因は脂質酸化の抑制が関与している可能性を報告したが、その作用機序を明らかにするには至っていない。そこで魚油-タンパクモデルおよび魚油-エタノール試験により駿河湾深層水の魚油に対する抗酸化作用を実験的に確かめることを目的とした。

材料および方法

魚油-タンパク質モデル試験については、マグロ魚油(過酸化価 20meq/kg)、ミルクカゼインと試験水を用い、これらを2:3:6の割合(重量比)で混合し、合計110gにしたものを実験に用いた。試験水は、対照区に3.0%NaCl水溶液(蒸留水)、試験区には397mから取水した駿河湾深層水(原水)を用いた。これらを攪拌機で均一になるまで混合し、ビニールバックに入れて密封し、5℃で72時間保存した。これらの混合物中の過酸化価およびカルボニル価を定法に従い定量した。

魚油-エタノールモデル試験は奚ら³⁾のリノール酸に対する抗酸化効果測定方法を改変して行った。駿河湾深層水(原水)、駿河濃水、駿河純水、蒸留水、焼津市上水で調整した3.0%NaCl水溶液のいずれか0.5mLに、前述のマグロ魚油約20mg、0.1mol/Lリン酸緩衝液(pH7.0)1.0mL、エタノール(99.5%)1.0mLを試験管内で混合し5区を設定した。また、対照区には蒸留水で調整した3.0%NaCl水溶液を用い、上記と同様に魚油、リン酸緩衝液、エタノールと混合した。なお、リノール酸に対して抗酸化効果⁴⁾が報告されている

2011年10月31日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績第1145号

¹⁾ 静岡県水産技術研究所開発加工科

²⁾ 静岡県水産技術研究所カツオ丸ごと食用化プロジェクトスタッフ

表1 魚油-タンパク質モデル試験における各試験区の過酸化物価およびカルボニル価の変化

項目	試験区・対照区	試験開始時	試験終了時(72時間後)
過酸化物価 (meq/kg) ^{a)}	3.0% NaCl水溶液(蒸留水)(対照区)	20.0 ± 4.5	36.2 ± 0.8 ^{b)}
	駿河湾深層水(原水)	20.3 ± 3.5	34.5 ± 1.3 ^{b)}
カルボニル価	3.0% NaCl水溶液(蒸留水)(対照区)	3.5 ± 0.2	4.6 ± 0.1
	駿河湾深層水(原水)	3.5 ± 0.1	4.5 ± 0.0

^{a)}異なる符号は有意差あり(t検定, p<0.01)

無機成分の0.12%K₂CO₃水溶液を陽性対照とした。密栓後、遮光した35℃の恒温器内で18時間反応させ、抗酸化指数を求めた。

抗酸化指数の求め方は、まずロダン鉄法³⁾を用い、反応液50μLに75%エタノール2.35mL、30%チオシアン酸アンモニウム水溶液50μLおよび20mmol/L塩化第一鉄3.5%塩酸溶液50μLを加えて混合し、3分後に500nmにおける吸光度を測定した。試料の抗酸化効果を表すため、この吸光値を下記の式に当てはめて求めた抗酸化指数を用いた。各試験区につき、5検体を測定し、その平均値を算出した。

$$\text{抗酸化指数} = 100 \times (C-T)/C$$

C: 3.0%NaCl水溶液(蒸留水)の吸光度、T: 試験区の吸光度

酸化還元電位は上記試験に用いた各水試料を銀-塩化銀電極にて求めた。なお、測定は1検体につき2回行い、平均値で表記した。

結果および考察

魚油-タンパク質モデル試験の過酸化物価およびカルボニル価を表1に示した。過酸化物価は試験開始時に20.0~20.3meq/kgであったものが、試験終了時には対照区で36.2meq/kg、試験区で34.5meq/kgとなり、駿河湾深層水(原水)を加えた試験区で有意に低い値を示した(t検定, p<0.01)。一方、カルボニル価は試験開始時から終了時まで低く、対照区と試験区で有意差はなかった。

魚油-エタノールモデル試験における各試験水の抗酸化指数および酸化還元電位を表2に示した。3.0%NaCl水溶液(水道水)の抗酸化指数は負の値を示し、魚油の酸化を促進していた。また、塩分を含まない蒸留水および駿河純水は対照区と差がなかった。一方、駿河湾深層水(原水)および駿河濃水は対照区に比べ有意に高い値(16.1, 21.6)を示し、魚油の酸化を抑制する効果がみられた。

試験水の酸化還元電位は、対照区、蒸留水、駿河純水で315~341mVであり、3.0%NaCl水溶液(水道水)では520mVと高い値を示した。また、抗酸化指数の高かった駿

表2 魚油-エタノールモデル試験における各試験区の抗酸化指数および酸化還元電位

試験区・対照区	抗酸化指数 ^{a)}	酸化還元電位 (mV)
3.0%NaCl水溶液(蒸留水)(対照区)	0.0 ± 0.0 ^{a)}	328
3.0%NaCl水溶液(水道水)	-10.9 ± 1.0 ^{b)}	520
蒸留水	1.8 ± 0.1 ^{a)}	341
駿河湾深層水(原水)	16.1 ± 0.7 ^{c)}	214
駿河濃水	21.6 ± 1.9 ^{d)}	202
駿河純水	4.5 ± 0.3 ^{ad)}	315
0.12% K ₂ CO ₃ 水溶液(陽性対照区)	16.7 ± 1.3 ^{c)}	130

^{a)}平均±標準偏差, 異なる符号は有意差あり(Fisher's PLSD, p<0.05)

河湾深層水(原水)および駿河濃水では、いずれも214mV以下の低い値となった(表2)。これら各試験水の抗酸化指数と酸化還元電位には、負の相関(Y = -0.085X+31.74, R²=0.89, p<0.01)がみられ、酸化還元電位が低い試験水ほど魚油の酸化を抑制していた。

魚油-タンパク質および魚油-エタノールの両モデル試験において、対照区に比べて駿河湾深層水(原水)区で酸化が抑制されていた(表1, 2)。また、抗酸化指数と酸化還元電位には負の相関がみられ、酸化還元電位が低い試験区ほど魚油の酸化を抑制していた。このことから駿河湾深層水(原水)および駿河濃水において、対照とした3.0%NaCl水溶液(蒸留水)よりも魚油の酸化が抑えられる理由は、酸化還元電位が低く酸化力が低いことに由来すると考えられた。

駿河湾深層水(原水)や駿河濃水の魚油に対する抗酸化効果をより明確にするため、抗酸化効果が既知であるK₂CO₃水溶液と比較したところ、K₂CO₃水溶液と同等もしくはそれ以上の抗酸化効果があり(表2)、駿河湾深層水は抗酸化剤として有効であると考えられた。さらに、天然物である駿河湾深層水は添加物表示が不要であることから他の合成および人工抗酸化剤と比べて優位であると考えられた。

これらのことから、駿河湾深層水は魚油に対する抗酸化効果を持つことが明らかになった。今後は、実際の魚肉での試験を行い、さらに定量的データを蓄積する必要があると考えられる。

本研究を行うにあたり、マグロ魚油をご提供頂いた株式会社焼津ミールに謝意を表します。

文 献

- 1) 伊藤慶明(2006): 食品への利用状況, 海洋深層水の多面的利用(伊藤慶明・高橋正征・深見公雄編), 恒星社厚生閣, 東京, 105~119.
- 2) 畷本淳司・五十嵐保正・萩原快次・平塚聖一(2003): 駿河湾深層水を使用した釜揚げしらすの冷凍保存性の向上, 静岡県水産試験場研究報告, 38, 47~52.

- 3) 奚印慈・山口敏康・佐藤實・竹内昌昭 (1998): ステビアの抗酸化性, 日本食品科学工学会誌, 45, 310 ~ 316.
- 4) 奚印慈・山口敏康・佐藤實・竹内昌昭 (1998): ステビア抽出末の抗酸化機構と無機塩の抗酸化性: 日本食品科学工学会誌, 45, 317 ~ 322.

Antioxidant activities of deep-sea water of Suruga Bay against fish oil

Kazumi Nimura and Seiichi Hiratsuka

Abstract The antioxidant activities of the deep-sea water of Suruga Bay against fish oil were determined using fish oil-protein or fish oil-ethanol model experiments. The peroxide value of deep-sea water was lower in the fish oil-protein model experiment. The antioxidant activity and oxidation-reduction potential were determined in seven experimental solutions by using the fish oil-ethanol experiment. The antioxidant activities were observed in a few experimental solutions such as deep-sea waters and “Suruga Nokusui” which is deep-sea water concentrated using a reverse osmosis filter. There was a negative correlation between the antioxidant activity and oxidation-reduction potential. The results showed that deep-sea water has antioxidant activities against the fish oil.

Key words: fish oil, antioxidant activity, oxidation-reduction potential, Suruga-Bay deep sea water, model experiment