

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 9 日現在

機関番号：85502
 研究種目：研究活動スタート支援
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23880036
 研究課題名（和文） 抗アレルギー効果をモチーフとした褐藻フロロタンニンの食品機能性研究
 研究課題名（英文） Studies on health benefits, particularly anti-allergic effects, of algal polyphenols (phlorotannins) from brown algae.
 研究代表者
 杉浦 義正（SUGIURA YOSHIMASA）
 独立行政法人 水産大学校・食品科学科
 研究者番号：60608107

研究成果の概要（和文）：アレルギーモデル動物（マウス）に対し、褐藻サガラメ由来フロロタンニン濃縮物は免疫バランスの改善によるアレルギー抑制を示した。マウス耳介浮腫試験では、サガラメ由来フロロタンニン 4 種に抗炎症性が認められた。Caco-2 細胞による腸管透過試験では、フロロタンニン（有効成分）に 5 % 程度の透過が確認された。また、サガラメ脂溶性成分の分析を行ったところ、有効成分としてフロロタンニンの 1 種 dieckol が同定され、抗アレルギー性が確認された。

サガラメ以外の褐藻類（クロメ、ツルアラメ等）の抽出物についても、動物実験や培養細胞実験により抗炎症・抗アレルギー効果が確認された。更に、褐藻以外の低利用食用海藻として紅藻イバラノリに着目し、その熱水抽出物の生理機能性を調べたところ、血液凝固抑制ならびに血中コレステロール上昇抑制作用が認められた。

研究成果の概要（英文）：The condensed phlorotannin from a brown alga *Eisenia arborea* on allergic model mouse orally administered ovalbumin (allergen) exhibited the anti-allergic effects due to the improvement of immunity balance. When the experiment of mouse ear edema was carried out, four kinds of phlorotannins exhibited anti-inflammatory effects. When the intestinal absorption of the active compound (phlorotannin) was evaluated using Caco-2 cells that are the intestinal absorption model, about 5 % of phlorotannin was permeated. And, as anti-allergic compound, a kind of phlorotannin dieckol was isolated from the lipophilic fraction of *E. arborea* extract.

About brown algae except for *E. arborea*, the extracts of *Ecklonia kurome* and *E. stolonifera* exhibited anti-allergic and anti-inflammatory effects. Moreover, a red alga *Hypnea charoides* was focused as minor edible seaweed, and the hot water extract of the seaweed exhibited anti-coagulant and hypocholesterolemic effects in rats.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2011 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：食品科学

キーワード：褐藻、アレルギー、食品機能、水産化学、生理活性

1. 研究開始当初の背景

国民の 1/3 が何らかのアレルギー症状を持つといわれており、アレルギーの治療や予防が急務である。アレルギー予防および緩和の観点から、食品科学分野でも、ポリフェノール（茶カテキン、フラボノイド等）や糖質（オリゴ糖、食物繊維）など多くの食材由来成分に抗アレルギー性が見出されている。しかし、陸上農産物に比べて水産物の報告は少なく、海藻ポリフェノール（フロロタンニン）の報告例は少ない。

報告例が少ないながらも、国内のフロロタンニン研究では、Shibata らが褐藻サガラメ由来フロロタンニンに抗アレルギー性を見出している (Shibata et al., J. Appl. Phycol., 15, 61-66, 2003.)。また、我々も褐藻サガラメに抗アレルギー性を見出し、その有効成分がフロロタンニンであること (Sugiura et al., Food Sci. Technol. Res., 13, 54-60, 2007.)、その乾燥粉末はアレルギーモデルラットに対して改善効果の可能性があること (Sugiura et al., Fish. Sci., 74, 180-186, 2008.) を確認してきた。韓国の研究では、カジメおよびツルアラメ由来フロロタンニンの抗アレルギー性に関する報告がある (Le et al., Process Biochem., 44, 168-176, 2009; Shim et al., Bioorg. Med. Chem., 17, 4734-4739, 2009.)。

しかしながら、フロロタンニンは実験動物を用いた *in vivo* 実験系で評価されていない事や食品成分として腸管吸収が評価されていない事など、科学的エビデンスが不十分であった。そこで、フロロタンニンやそれを含む褐藻類（サガラメ等）について、抗アレルギー効果を中心とした食品機能性の更なる検討が必要と考えられた。

2. 研究の目的

(1) フロロタンニンの抗アレルギー性を実験動物 (*in vivo*) で評価

食品素材として考えた場合、生体での評価も必要であり、アレルギーモデルラットでの評価 (Sugiura et al., Fish. Sci., 74, 180-186, 2008.) では有効成分の検討に至っていない。そこで、マウスやラットなどの実験動物による *in vivo* 実験系においてもフロロタンニンに効果が認められるかどうか検証した。

(2) 褐藻（サガラメ等）脂溶性画分に含まれるフロロタンニン以外の成分の抗アレルギー性評価

有機溶媒抽出物の脂溶性画分にはフロロタンニン以外に色素や脂肪酸など多様な脂質成分が含まれているが、それら成分の抗アレルギー性に関する知見は、ワカメ由来脂肪

酸やフコキサンチンに関する報告例 (Ishihara et al., Biosci. Biotechnol. Biochem., 62, 1412-1415, 1998; Sakai et al., J. Biol. Chem., 284, 28172-28179, 2009.) を除いて見受けられない。そこで、脂溶性画分中の抗アレルギー成分を単離同定し、抗アレルギー評価をした。

(3) フロロタンニンの腸管透過試験

フロロタンニンが抗アレルギー成分として生体内で有効性を発揮するかどうか考えるうえで、食品成分として摂取された場合の腸管吸収を評価する必要がある。陸上ポリフェノール（主にフラボノイド）の腸管吸収に関する報告（例えば、室田, 日本栄養・食糧学会誌, 62, 107-113, 2009.）は多いが、フロロタンニンについての知見はない。そのため、培養細胞を用いたモデル実験系で評価した。

(4) 日本沿岸部に生育する低利用食用海藻機能性評価

我々はこれまでに、褐藻サガラメの抗アレルギー性について検討を進めてきたが、日本沿岸部にはフロロタンニンを含む他の低利用食用褐藻類も生育している。そこで、サガラメ以外の国産褐藻類（クロメ、ツルアラメ等）の抗アレルギー性を評価した。また、褐藻以外の研究素材として紅藻イバラノリに着目し、機能性評価を実施した。

3. 研究の方法

(1) 試料調製および成分分析

褐藻試料の成分抽出はメタノール/クロロフォルム (M/C) 抽出による。M/C 抽出物について、フォーリン-デニス法によりポリフェノール濃度を測定し、フロロタンニン量を確認した。適宜、シリカゲルや ODS カラムなどで精製してフロロタンニン純度を高めることにより、フロロタンニン調製物を得た。また、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) などの手法により、内容成分に関する分析、有効成分の単離・同定を実施した。

(2) *in vivo* 評価系におけるフロロタンニンの抗アレルギー性確認

フロロタンニン濃縮物を試料とし、実験動物 (BALB/c マウス) に経口投与 (4.5 mg/day/mouse, 21 days) した。マウスへアレルギータンパク (卵白アルブミン) を、経口投与開始から 7 日後と 14 日後に腹腔内投与することにより免疫負荷し、アレルギーモデル動物を作成した。有効性評価については、既報 (Sugiura et al., Fish. Sci., 74, 180-186, 2008.) に従い、血液から血清を得て、含まれる免疫グロブリン (IgE, IgG1, IgG2a) 量を ELISA 法で測定し、免疫バランス (Th1/Th2 バランス) を確認した。

(3) 脂溶性画分中に含まれる抗アレルギー性の分析

M/C 抽出において、クロロフォルム画分(脂溶性画分)と水溶性画分に分配されるが、脂溶性画分の抗アレルギー性は確認されていない。フロロタンニン以外には色素や脂肪酸などの成分が含まれていることが考えられ、HPLC やシリカゲル、ODS カラムによる分画手法により成分分析ならびに分離・分画を実施した。そのうえで、RBL 細胞を用いたヒスタミン放出抑制(脱顆粒抑制)の評価や、炎症に関わる酵素群(シクロオキシゲナーゼ-2 (COX-2) やフォスホリパーゼ A₂ (PLA₂)、リポキシゲナーゼ (LOX)、ヒアルロニダーゼ (HA)) の活性阻害試験 (Kawakami et al., Prostaglandins, Leukotrienes, Essent. Fatty Acids 80, 239-245, 2009. Sugiura et al., J. Funct. Foods, 1, 387-393, 2009.) を行った。

(4) フロロタンニンの腸管吸収に関する評価

モデル実験として、ヒト結腸癌由来細胞 (Caco-2) を使用した実験を行った。Caco-2 細胞は、ある一定の培養期間を経ると小腸上皮細胞としての性質を持つ (Peterson and Mooseker, J. Cell Sci., 102, 581-600, 1992.) ようになるため、腸管吸収のモデル培養細胞として繁用されている。

既報(竹山と福島, 学苑・生活科学紀要, 806, 37-39, 2007.) に従ってトランズウェルプレート上で Caco-2 細胞を 2 週間以上増殖させた後、フロロタンニン調製物を含む培養上清に切り替えた。その上清中に含まれるフロロタンニンがどれだけ Caco-2 細胞を透過したのかを、4 時間後のプレート下液(透過液)のフロロタンニン量をフォーリン-デニス法により確認した。

(5) サガラメ以外の低利用食用海藻に関する機能性評価

褐藻類(クロメ、ツルアラメ等)の M/C 抽出物について抗アレルギー性を評価するため、上記(3)と同じく、RBL 細胞を用いたヒスタミン放出抑制試験および酵素活性阻害試験を実施した。また、紅藻イバラノリについては、熱水抽出物を用いて、トロンボエラストグラフィーによるラット血液に対する血液凝固抑制作用の計測や、Wistar 系ラットへの高コストロール食投与による血中脂質改善作用の評価を行った。

(6) マウスを用いた抗炎症効果の評価

(1) で調製したフロロタンニン濃縮物やフロロタンニン等について、ICR マウスを用いた耳介浮腫試験 (Ueda et al., Biol. Pharm. Bull., 25, 1197-1202, 2002; Yoshino et al., J. Technology and Education, 17, 57-65, 2010; Young et al., J. Invest. Dermatol., 82, 367-71, 1984.) により抗炎症効果を評価した。

起炎剤としてアラキドン酸 (AA, リポキシゲナーゼが関与)

12-O-Tetradecanoylphorbol-13-acetate (TPA, シクロオキシゲナーゼ-2 の発現) およびオキサゾロン (OXA, 遅延型アレルギー炎症の誘発) を用い、それぞれメカニズムの異なる炎症に対する効果を確認した。

4. 研究成果

(1) 動物実験によるフロロタンニン類の抗アレルギー評価

卵白アルブミン (OVA) で免疫された BALB/c マウスに、サガラメのフロロタンニン濃縮物を経口投与した。OVA 免疫して試料を投与していない群(陽性対照区)と比べると、試料を投与した試験区は、血清中の OVA 特異的抗体レベルにおいて、Th1 細胞に起因する IgG_{2a} レベルの差はみられなかった (Fig. 1C) が、Th2 細胞に起因する IgG₁ および IgE レベルの有意な低下 (P < 0.05) が確認され (Fig. 1A, B)、Th2 細胞抑制性のアレルギー抑制メカニズムが示唆された。一方、総抗体レベルは、陽性対照区に対して何れの抗体レベルも有意に低下 (P < 0.01) しており (Fig. 2)、フロロタンニンは免疫応答に対して総体的に抑制作用を示していた。

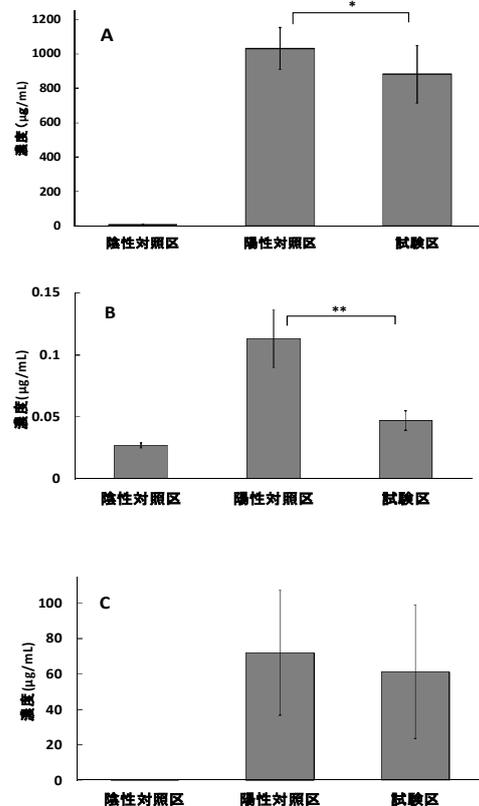


Fig. 1 マウス血清中の OVA 特異的抗体レベル

A: IgG₁, B: IgE, C: IgG_{2a}. *, P < 0.05; **, P < 0.01.

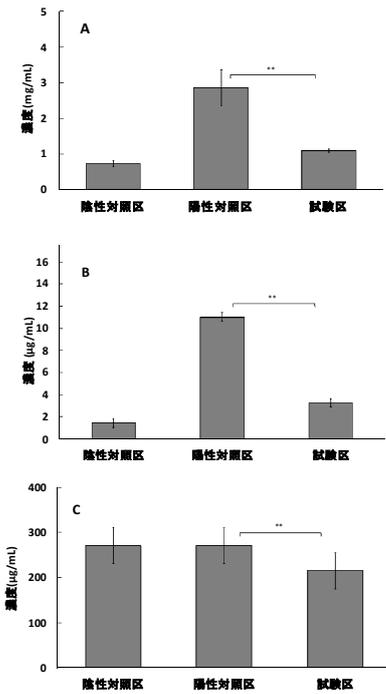


Fig. 2 マウス血清中の総抗体レベル
A: IgG₁, B: IgE, C: IgG_{2a}. **, P < 0.01.

このように、フロロタンニン免疫応答に対して、免疫バランス改善よりもむしろ抑制的に作用するため、適性摂取量等の検討が必要であるが、総じてアレルギー抑制の方向に作用することが示唆された。今後、Th1/Th2 バランスやアレルギー応答の関わるサイトカイン（インターロイキン-4 等）について、更に検討する予定（科研費（若手 B）, 平成 25~27 年）である。

また、サガラメから単離されたフロロタンニン 4 種（eckol、8,8'-bieckol、phlorofucofuroeckol (PFF)-A、PFF-B）について、マウス耳介浮腫試験により抗炎症効果を確認した。その結果、Table 1 のようになり、何れのプロロタンニンも対照の茶カテキン（エピガロカテキンガレート, EGCg）と同等の効果を示すことが判明した（論文投稿中）。

Table 1 サガラメ由来フロロタンニンによる抗炎症効果(経皮投与, n=4)

起炎剤	AA		TPA		OXA	
	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1
投与量(mg/mouse)						
eckol	34.4 ± 23.8	49.2 ± 17.5	20.4 ± 15.0	38.0 ± 5.6	44.9 ± 25.3	65.3 ± 20.7
8,8'-bieckol	39.5 ± 12.2	70.8 ± 17.5	21.3 ± 11.5	40.1 ± 18.5	38.9 ± 15.0	71.3 ± 6.8
PFF-A	43.5 ± 14.5	67.7 ± 15.4	14.8 ± 13.4	44.4 ± 20.6	37.7 ± 21.2	76.8 ± 9.5
PFF-B	47.6 ± 10.7	78.2 ± 8.5	23.1 ± 14.0	50.1 ± 11.2	35.9 ± 22.6	71.6 ± 9.4
M/C抽出物	25.9 ± 14.3	57.1 ± 6.9	26.6 ± 7.8	38.7 ± 4.6	32.5 ± 11.3	62.5 ± 11.3
EGCg	35.5 ± 27.5	58.1 ± 14.4	25.7 ± 23.9	54.4 ± 20.0	47.2 ± 25.3	75.7 ± 7.2

(2) 脂溶性画分中の抗アレルギー性成分

LOX 活性阻害試験によりスクリーニングしながら、シリカゲルカラムおよび ODS カラム分画物より、活性画分を特定した。HPLC により、その活性画分に含まれる主要成分を

単離し、質量分析や核磁気共鳴でスペクトル解析した結果、分子量 742 で、NMR より Table 2 のようなデータを得た。文献値 (Lee et al., Toxicol. Vitro, 24, 375-381, 2010.) との比較検討の結果、単離された物質は、フロロタンニンの 1 種 dieckol と同定された。

Table 2 Dieckolの¹Hおよび¹³C-NMRスペクトル (MeOH-d4)

核種	化学シフト
¹ H	5.88, 5.91, 5.94, 6.01, 6.02, 6.05, 6.09, 6.11
¹³ C	95.4, 95.8, 95.9, 96.2, 97.7, 99.4, 99.5, 99.8, 99.9, 124.6, 124.7, 124.9, 125.6, 125.7, 126.2, 126.5, 138.5, 138.7, 143.3, 143.4, 144.2, 144.3, 146.9, 147.1, 147.3, 147.4, 152.4, 154.5, 156.0, 157.8, 160.2, 161.9

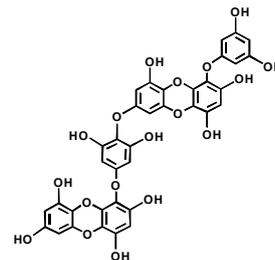


Fig. 3 dieckolの化学構造

Dieckol の抗アレルギー性について、脱顆粒抑制試験や酵素阻害試験により確認した結果、Table 3 および Fig. 4 のようになり、有効性が確認された。また、マウス耳介浮腫試験により抗炎症効果が確認された (Fig. 5) (投稿準備中)。

Table 3 dieckolによる炎症関連酵素の活性阻害(IC₅₀値(mM))

	PLA ₂	COX-2	LOX	HA
dieckol	0.59	0.16	0.58	0.23
EGCg	2.34	0.36	1.15	2.18

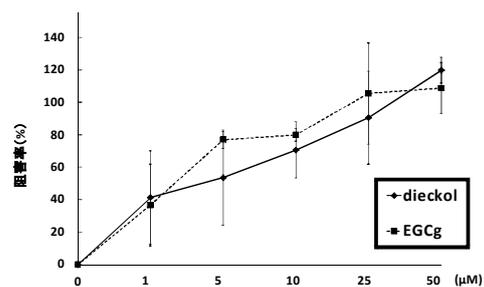


Fig. 4 dieckolによる脱顆粒抑制効果

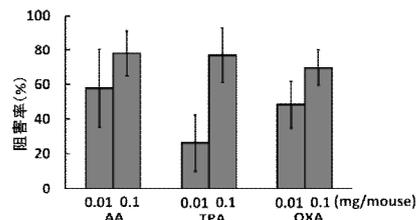


Fig. 5 dieckolによるマウス耳介浮腫に対する抗炎症効果

今回はシリカゲルカラムのアセトン溶出物から dieckol を単離したが、LC-MS による解析の結果、クロロフォルム溶出物にも疎水性度の高い物質群の存在が確認されたので、それら物質群についても更に検討を進める予定（科研費（若手 B），平成 25～27 年）である。

(3) フロロタンニンの腸管吸収

2 種のフロロタンニン (eckol, 8,8'-bieckol) について、Caco-2 細胞を用いた腸管モデル実験により、腸管透過性を評価した。トランスウェル上で Caco-2 細胞を 20 日間培養して分化させ、フロロタンニン (eckol, 8,8'-bieckol) とともに 10 μ M を含む試料溶液を投与して 4 時間後の透過を確認した。その結果、eckol で 4.7 %、8,8'-bieckol で 1.3 % の透過が認められた (Fig. 6) ので、有効成分として吸収され、生体内で抗アレルギー性を発揮する可能性が示唆された。

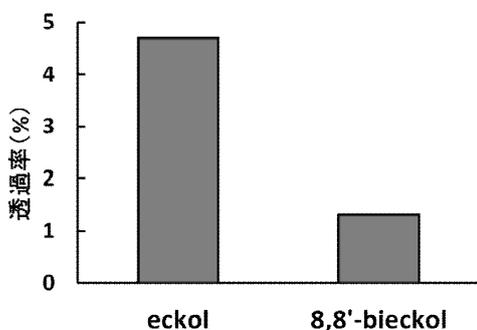


Fig. 6 Caco-2細胞による腸管モデル実験におけるフロロタンニンの透過

今後は、他のフロロタンニン (PFF-A 等) での実験や EGCg (対照) との比較検討、動物実験による吸収後の体内動態について検討を行う（科研費（若手 B），平成 25～27 年）。

(4) サガラメ以外の食用褐藻類の抗アレルギー性

脱顆粒抑制試験の結果、何れの褐藻（クロメ、ツルアラメ、ヒジキ、ヒロメ）の M/C 抽出物にも抑制効果が濃度依存的に認められ、クロメ M/C 抽出物では EGCg (対照) と同等の効果であった (Fig. 7)。また、酵素阻害試験においては、クロメとツルアラメ M/C 抽出物に阻害効果が認められた (Table 4)。

Table 4 クロメおよびツルアラメM/C抽出物による炎症関連酵素の活性阻害 (IC₅₀値 (mg/mL))

	PLA ₂	COX-2	SBL	HA
クロメM/C	1.60 ± 0.11	0.40 ± 0.20	0.03 ± 0.01	0.16 ± 0.02
ツルアラメM/C	0.96 ± 0.08	0.27 ± 0.03	0.04 ± 0.01	0.41 ± 0.01
EGCg	1.02 ± 0.05	0.16 ± 0.01	0.52 ± 0.07	1.25 ± 0.03

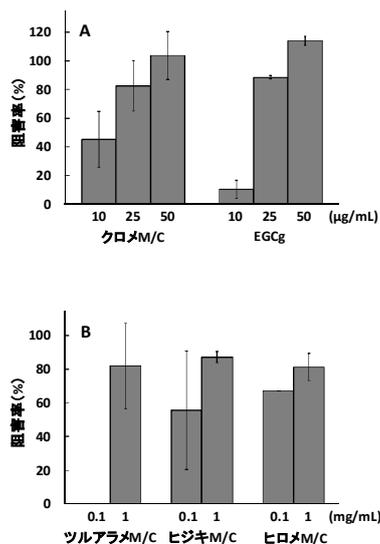


Fig. 7 各褐藻M/C抽出物とEGCg(対照)の脱顆粒抑制効果

マウス耳介浮腫試験では、上記 4 褐藻の M/C 抽出物に抗炎症効果が確認された。一方で、ツルアラメ脂溶性画分においては、AA および TPA 誘導炎症には効果が認められたものの、OXA 誘導炎症に対しては効果がみられなかったため、ツルアラメに含まれる脂溶性の抗アレルギー成分はフロロタンニンと性質が異なる可能性が示唆された。M/C 抽出物と脂溶性画分の効果の違いについては、サガラメでも同様の結果が確認された。褐藻ヒロメ M/C 抽出物にも効果は確認されたが、投与量 1 mg/mouse においても阻害率は 50 % 程度にとどまっており、他褐藻に比べると弱い傾向であった (Table 5)。更に、クロメ M/C 抽出物では、経口投与した場合でも抗炎症効果が認められた (Table 6) (ツルアラメは発表論文④、クロメは論文投稿中)。

Table 5 各褐藻抽出物による抗炎症効果(経皮投与, n=4)

起炎剤	AA		TPA		OXA	
	0.1	1	0.1	1	0.1	1
投与量 (mg/mouse)						
クロメM/C	40.5 ± 13.5	87.1 ± 9.7	56.5 ± 12.3	81.8 ± 17.1	73.4 ± 8.9	83.0 ± 11.5
ツルアラメM/C	53.1 ± 11.3	68.2 ± 10.5	40.0 ± 17.8	82.4 ± 10.8	38.4 ± 10.8	52.3 ± 8.7
阻害率 (%)						
ツルアラメ脂溶性画分	29.1 ± 6.0	63.5 ± 15.1	17.6 ± 13.8	51.9 ± 18.5	-	-
ヒジキM/C	46.8 ± 14.4	78.0 ± 23.7	58.3 ± 8.8	81.6 ± 4.9	60.7 ± 5.9	89.7 ± 10.8
ヒロメM/C	44.4 ± 21.0	49.1 ± 18.8	44.7 ± 27.0	50.5 ± 3.7	54.7 ± 22.7	52.1 ± 5.8
EGCg	48.5 ± 11.3	75.8 ± 24.3	70.1 ± 12.2	87.9 ± 9.1	78.9 ± 6.5	103.9 ± 2.8

*: 効果なし

Table 6 クロメM/C抽出物による抗炎症効果(経口投与, n=4)

起炎剤	AA		TPA		OXA	
	0.1	1	0.1	1	0.1	1
投与量 (mg/mouse)						
クロメM/C	32.2 ± 11.2	66.9 ± 16.0	45.7 ± 8.7	65.7 ± 24.4	49.3 ± 4.9	82.8 ± 7.1
阻害率 (%)						
EGCg	20.7 ± 17.9	67.8 ± 12.5	22.9 ± 14.8	49.5 ± 15.3	48.8 ± 7.1	68.9 ± 9.0

(5) 低利用食用褐藻以外の海藻類に関する食品機能性の検討 褐藻以外の低利用食用海藻のモデルとし

て紅藻イバラノリをピックアップし、その熱水抽出物について、血液凝固抑制ならびに血中脂質改善作用を確認した。その結果、物理化学的要因による血液凝固抑制効果が確認され、消化管からのコレステロール吸収抑制による血中脂質改善作用が認められた（発表論文③）。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計6件）

① R. Tanaka, Y. Sugiura and T. Matsushita, Simultaneous identification of 4-hydroxy-2-hexenal and 4-hydroxy-2-nonenal in foods by pre-column fluorogenic labeling with 1,3-cyclohexanedione and reversed-phase high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *J. Liq. Chromatogr. R. T.*, 36(7), 881-896 (2013). 査読有

② 杉浦義正, 天野秀臣. 褐藻サガラメの抗アレルギー研究について①. *海苔と海藻*, 80, 9-15 (2013). 査読無

③ Y. Sugiura, R. Tanaka, K. Hanaoka, T. Matsushita, The anticoagulant activity and hypocholesterolemic effect of a hot water extract from the red alga Ibaranori (*Hypnea charoides*). *Food Sci. Technol. Res.*, 18(5), 735-740 (2012). 査読有

④ Y. Sugiura, T. Torii, R. Tanaka and T. Matsushita, The inhibitory effect of the extract from the brown alga, *Ecklonia stolonifera*, on enzymatic activities responsible for allergic reactions and degranulation from RBL-2H3 cells. *Food Sci. Technol. Res.*, 18(3), 467-471 (2012). 査読有

⑤ R. Tanaka, K. Naiki, K. Tsuji, H. Nomata, Y. Sugiura, T. Matsushita and I. Kimura, Effect of ant-oxidative treatments on lipid oxidation in skinless fillet of Pacific saury *Cololabis saira* in frozen-storage. *J. Food Process. Pres.*, in press 2012. 査読有

⑥ R. Tanaka, S. Inoue, Y. Sugiura and T. Matsushita, Effect of capsaicin, an active ingredient of red peppers, on absorption rates of taurine, ornithine and glycine into an in situ loop of rat small intestine. *Medical and biology*, 155(10), 682-690 (2011). 査読有

〔学会発表〕（計6件）

① 杉浦義正, 田中竜介, 松下映夫. 褐藻サガ

ラメ M/C 抽出物の脂溶性画分から単離した抗アレルギー性成分, 日本農芸化学会 2013 年度大会, 仙台 (2013).

② 杉浦義正, 田中竜介, 松下映夫. 抗炎症効果を示すサガラメ由来脂溶性成分の探索, 平成 25 年度日本水産学会秋季大会, 下関 (2012).

③ 田中竜介, 今井加那子, 杉浦義正, 松下映夫. 水産物の脂質含量簡易測定法, 平成 24 年度日本水産学会春季大会, 東京 (2012).

④ 杉浦義正, 田中竜介, 松下映夫. 褐藻ツルアラメ抽出物による抗アレルギー効果, 日本農芸化学会 2012 年度大会, 京都 (2012).

⑤ 松下映夫, 杉浦義正, 田中竜介. イバラノリのラット高コレステロール血症および血液凝固系に対する作用, 第 4 回食品薬学シンポジウム, 東京 (2011).

⑥ 田中竜介, 杉浦義正, 松下映夫. 魚肉中のアルデヒド可視化簡易測定法の開発. 平成 23 年度日本水産学会秋季大会, 長崎 (2011).

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉浦 義正 (SUGIURA YOSHIMASA)

独立行政法人 水産大学校・食品科学科・講師

研究者番号：06068107

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：