

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500929

研究課題名(和文)ハーブポリフェノールの酸化的变化 酸化物の新機能と安全性の検証

研究課題名(英文)Oxidative change of structures of herb polyphenols, investigation for their new functionality and safety

研究代表者

増田 俊哉 (Masuda, Toshiya)

徳島大学・大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部・教授

研究者番号：10219339

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：最近，食品機能成分が食品中で変化し，発がん性などを示すことが社会的問題になっている。食品機能性成分の代表格・ポリフェノールもその強い抗酸化性ゆえに非常に酸化を受けやすく，食品の調理や加工過程でも容易に変化する。そのため『酸化に伴う機能の変化と生じた酸化物の機能評価』が必要となる。本研究では，食用ハーブ由来のポリフェノールを対象に，通常条件で生じる酸化物の機能を検証し，その機能を示す本体の化学構造と活性を明確にした。これにより機能性成分ポリフェノールの酸化的变化が健全な食生活に貢献する可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：Recently, it becomes a social problem that structural change of active ingredients in functional foods causes harmful effects to humans such as carcinogenicity. Polyphenols are well known food functional compounds and are very oxidizable with their strong antioxidant properties. It should be noted that polyphenols should change easily during food cooking and manufacturing. Such instability of the polyphenols requires detailed analysis of alteration of their functions and evaluation of the new functions from the oxidized them. In this study, we clarified the functionality and chemical structures of the oxidized polyphenols from edible herbs. The obtained results indicated that oxidative change of polyphenols contributed to healthy life of humans by food intake.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：Polyphenols Oxidation Food Functionality Food Safety Structure Determination

## 1. 研究開始当初の背景

二つ以上のフェノール基を有する天然由来の物質やそのエーテル体は、広義のポリフェノールといわれ、抗酸化性に代表される様々な食品保蔵機能を有することが知られている。また最近では、生体内機能も明らかにされてきており、生体内抗酸化系の活性化に基づく、細胞内のシグナリングに由来する様々な生物学的機能を有することから、医薬分野においても代替医薬品や機能性サプリメントなどへの応用に期待がされて来ている。このポリフェノールは、植物のみが生産することができ、ほとんどの植物の含有成分となっている。当然我々が食する植物性食材のなかにも含まれており、我々は、日々の食事の中でそれらを摂取する、食生活に根付いた有用食品機能性物質といえる。

ところで、ポリフェノールの抗酸化性は、真に化学的なものであり、ポリフェノールが他の生体成分よりも酸化されやすい性質に基づく。より強い抗酸化性を示す物質はより速く酸化されることで、効果的に抗酸化機能を示す。しかし、条件によっては、その酸化されやすい性質が、しばしばプロオキシダント作用といわれるような現象を示すことも知られている。食品に限ると、食品は保蔵中の酸化により栄養成分が徐々に劣化していくが、ポリフェノールが含まれている食品ではその酸化を防ぐことができる。このときポリフェノールは抗酸化性を示しながら、自身が酸化反応を受け、結果として酸化物が生じることになる。また、非常に活性の高いポリフェノールは、食品成分の酸化とは関わらず、そのもの自体が酸素によって酸化され、酸化物が生成することもある。ポリフェノールは第7の栄養素とも言われ、現在の食品科学の重要な研究対象である。しかし、これまでのポリフェノール研究において、ポリフェノールそのものの機能は調べられても、その酸化物にまで言及されることはほとんどなかった。ポリフェノール酸化物はポリフェノールとは異なる化学構造を有しており、当然機能も変わる。さらに、酸化されたポリフェノールは、徐々に食品や生体内にも蓄積していくと考えられ、ポリフェノール酸化物の機能を解明し、新しい利用性を見いだすことにより、国民の食生活のさらなる向上に資することが期待される。

## 2. 研究の目的

上記の背景およびこれまで本研究グループが従事してきたポリフェノールの化学的研究成果をもとに、機能性の高い食材として世界の食生活に用いられてきた食用ハーブ由来に含有されるいくつかのポリフェノールを取り上げ、その酸化的変化と、それに連動する有用機能性の発現について解析する。

具体的には、以下の内容について、研究を行い、目的を達成する。

### (1) ハーブポリフェノール酸化物の調製

(2) ハーブポリフェノール酸化物の機能性の検証(特に、抗酸化性や酸化劣化酵素の阻害活性を中心ターゲットにする。)

(3) 新機能を持つ酸化物の選抜と新機能発現の本体物質の分子構造の同定

(4) 酸化物の安全性の検証と安全性が危惧される物質の同定

(5) ハーブポリフェノールから機能性酸化物の生成機構の解明

## 3. 研究の方法

### (1) ハーブポリフェノールの酸化物の調製

食用ハーブに存在しうるポリフェノールとして、以下の30種のポリフェノールを入手した。[カフェ酸, (+)-カテキン, カルノシクアシッド, カルノソール, クロロゲン酸, エラグ酸, (-)-エピカテキン, 没食子酸, ゲンチジン酸, ヒドロキシチロソール, ノルジヒドログアイアレチン酸, ピセアタンノール, 没食子酸プロピル, プロトカテキユ酸, ケルセチン, レスベラトロール, ロスマリン酸, セコイソラレシレジノール, シナピン酸, シリンガ酸, タキシフォリン,  $\alpha$ -トコフェノール, フェルラ酸, ウンベリフェロン, バニリン酸, ケンフェロール,  $\gamma$ -オリザノール, エスクレチン, モリン, ケンフェロール, ルテオリン] これらのポリフェノールの50 mM エタノール溶液10 mLを、スクリュウキャップ付きバイアルに調製し、0.5 M FeCl<sub>3</sub>水溶液100  $\mu$ Lを加え、酸素を置換した後、40  $^{\circ}$ Cの恒温槽内で反応させ、原料残存が10%以下になった時点で反応を止めた。なお、最大反応時間は20日とし、その間に全く反応が進行しなかったものは、この段階で検討対象から除外した。酸化物として検討したものは22種類となった。なお、反応液は、Chelex100(2-3 g)を通して鉄イオンを除去後、溶媒を除去し、次の実験までフリーザー中に保管した。

### (2) 酸化物の新機能スクリーニング

#### チロシナーゼ阻害活性測定

チロシナーゼ阻害活性は、L-DOPAを基質とし96ウェルマイクロプレート法を用いる増田らの方法で評価した。阻害率は以下の式で計算した。 $\{[(A-B)-(C-D)]/(A-B)\} \times 100$ 。

#### リポキシゲナーゼ阻害活性測定

Gayらの測定方法の一部を変更したものを使用し、阻害率は下の式により求めた。 $\% \text{inhibition} = [(\text{コントロール実験の吸光度} - \text{サンプルの吸光度}) \times 100] / \text{コントロール実験の吸光度}$

#### 抗酸化活性測定

リノール酸エチルを基質とするmasudaらの方法を準用し、脂質の酸化度は以下の検量式から求めたethyl linoleate hydroperoxidesの濃度で表した。 $y = 436,497x + 191$  [y, concentration of the hydroperoxides (mmol L<sup>-1</sup>); x, peak area of the hydroperoxides at 234 nm].

### (3) 酸化物の安全性の評価 細胞毒性の測定

ラットの胸腺を用いる Oyama らの方法で行い、細胞毒性の初期指標となる細胞萎縮度を、蛍光プローブを用いた蛍光フローサイトメータ(CytoACE-150)で測定、計算した。

### (4) 活性本体の精製・単離、構造解析

各活性本体の酸化物を大量調製し、精製することで構造解析のための単離を行った。調製は、サンプル 500 mg をエタノール 50 mL に溶解し、500 mL のポリ中栓つきガラスボトルにいれ、0.74 M FeCl<sub>3</sub> 溶液 200 μL を加え、酸素を封入し、40 °C の恒温槽に入れた。時折内容を HPLC 分析し、原料の消失確認または 20 日間反応した。続いて反応液に酢酸エチル 50 mL を加え、飽和食塩水 50 mL で 3 回分配洗浄した。得られた酢酸エチル層を減圧下で濃縮乾固することにより酸化物を調製した。なお、必要に応じて同様のボトルを増やして、必要量を確保した。

各酸化物の精製は、高純度シリカゲル (Cosmosil 75SL-II-PREP) を用いる順相カラムクロマトグラフィーによる分画、逆相 ODS カラムを用いた分取 HPLC によるピーク物質の収集を、活性を指標に行った。

単離活性本体の化学構造の決定は、主に機器分析手法を用いた。MS スペクトルは、HR-ESI 法で、XEVO-QTOFMS により得た。NMR スペクトルは、ECS-400 または UnityPlus 500 を用い、水素核 400 または 500 MHz、炭素核 100 または 125 MHz で測定した。なお、2DNMR として COSY, NOESY, ROESY, TOCSY, HMQC, HMBC をメーカー供給のパルス系列で測定した。IR は FTIR-8400 により、薄膜法または KBr 錠剤法で測定した。なお、以上の機器分析で決定できなかった構造は、誘導反応などを行い決定した。

### (5) ハーブポリフェノールの酸化機構 (酸化物生成機構) の解明

前項で構造決定した酸化物が、どのようにして生成するか、実際の生成過程を PDA 検出 HPLC および MS 検出 HPLC による経時的分析と化学構造から予想される反応機構から推定した。

## 4. 研究成果

### (1) ロスマリン酸から酸化により生成したチロシナーゼ阻害活性物質

チロシナーゼは、チロシンを酸化して黒色物質メラニンを生合成する際の律速酵素で、通常生体では紫外線から皮膚や細胞を保護する上で重要であるが、過剰に機能するとシミやソバカスの要因となる。また、食品では、チロシンに加え他のフェノール性物質にも作用し、植物性食品の褐変やエビなどの海産食品の黒変の原因にもなる。特に食品では、色の変化は栄養価には影響しなくとも市

場価値の低下を引き起こすため、食品流通科学上、その制御は重要と考えられる。

ポリフェノール酸化物のチロシナーゼ阻害活性評価の結果、ロスマリン酸の酸化物については、酸化前のロスマリン酸と同程度のチロシナーゼ阻害活性を維持していることがわかった。ロスマリン酸酸化物は多様な酸化物の混合物であるので、その中に、ロスマリン酸よりも濃度が低くともロスマリン酸同等以上のチロシナーゼ阻害活性を示す物質が含まれている可能性が考えられた。そこで、その物質を明らかにすべく、ロスマリン酸酸化物の精製を行った。

ロスマリン酸はローズマリー、セージ、メリッサなどのシソ科のハーブに広く存在する強力な抗酸化ポリフェノールである。ロスマリン酸には、すでに抗炎症、抗変異原性、ケラチノサイトの光保護、アトピー性皮膚炎減少、アルツハイマー病の予防などの様々な機能が発見されている。各種クロマト実験により酸化物の中の活性物質の精製単離を行い、活性本体と思われる化合物を 4 種 (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4) 得ることができ、すべての化学構造を、HR-ESI-MS や 2D NMR データを元に解明に成功した。(図 1)

単離した物質のチロシナーゼ阻害活性測定し、その活性強度の指標として IC<sub>50</sub> 値を求めた。結果、化合物 Ro1 が 0.08 mM、化合物 Ro2 が 0.05 mM、化合物 Ro3 が 0.08 mM、化合物 Ro4 が 0.13 mM となった。なお、ロスマリン酸は 1.4 mM であったので、反応生成物の阻害活性はロスマリン酸より 10 倍以上強いと言える。

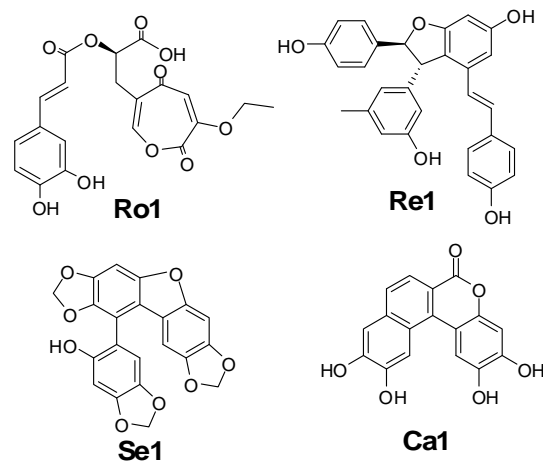


図 1 機能が強化されたポリフェノール酸化物の構造例

### (2) レスベラトロールから酸化により生成したリポキシゲナーゼ阻害活性物質

次に、ポリフェノール酸化物におけるリポキシゲナーゼ阻害活性をスクリーニングした。リポキシゲナーゼは、広く植物および動物に分布し、食品においては、不飽和脂質の酸化を促進し、その分解産物に由来する不快臭の形成をもたらす。人においては、様々な疾病の最初の応答である炎症を引き起こすと言われている。そのため、リポキシゲナー

ゼ阻害剤は、食品科学のみならず、医学的にも多くの関心を集めている。

各ポリフェノールの酸化混合物のリポキシゲナーゼ阻害活性を測定し、元のポリフェノール類と比較したところ、多くのポリフェノールにおいて、ポリフェノールが酸化することにより、元の阻害活性が減少したか、または逆に促進作用が見られるようになった。なお、酸化物に、阻害活性が見られたものとしては、ピセアタンノール、ケルセチン、レスベラトロール、ロスマリン酸があげられた。中でも、レスベラトロール酸化物については、元のレスベラトロール自体にほとんど活性がないにもかかわらず、非常に強い活性が認められた。さらにレスベラトロールは酸化に対して比較的安定で、その酸化率は非常に低いものであった。これらのことから、レスベラトロールから微量に生成する酸化化合物が非常に強いリポキシゲナーゼ阻害活性を有するのではないかと考えられた。

レスベラトロールは、ワインやその原料であるブドウの成分として着目をされているが、ナッツやベリー、果物にも含まれ、また様々なハーブ、漢方薬の材料や健康山菜として知られるイタドリにも含まれていることが最近知られるようになった。レスベラトロールはファイトアレキシンとして当初発見されたが、現在では、癌の予防、心血管や神経の保護および抗糖尿病機能も期待されている。また、最近、寿命を延ばす可能性が示唆されたことも有り、特に着目を集めている。

ところで、Pintoらは、レスベラトロールの阻害活性は、レスベラトロールがリポキシゲナーゼの作用によって変化したものによるとしている。そこで、微量に生成したレスベラトロールの酸化物の分析を LC-MS を用いて行ない、酸化物中に存在が確認されたレスベラトロールダイマー3種 (Re1, Re2, Re3) を確認した (図1)。また合成的手法により調製し、その阻害活性を測定した。レスベラトロールダイマーRe1, Re2は100から10 $\mu$ M間に濃度依存的な阻害活性を示し、そのIC<sub>50</sub>値は、それぞれ、17 $\mu$ Mと62 $\mu$ Mであることがわかった。なお、開環ダイマーであるRe3は、この条件では活性を示さないことも判明した。

### (3) セサモールの酸化物の細胞毒性

前項までの研究において、ポリフェノールの酸化変化物の中には、機能が增強された物質が存在することが確かめられた。ところで、食品にストレスを加えると、中には人の健康に不利益を与える物質の発生も当然考えられる。たとえば、焼魚の焦げ部分に、かつて強力な発がん性物質が生成することが報告されている。そこで、食品衛生の立場から、今回調製したポリフェノール酸化物の安全性を調査した。調査の方法は、胸腺細胞を用いて、その細胞に対する細胞毒性(主に初期反応である細胞萎縮度で評価)調べた。その

結果、セサモールの酸化生成物に著しい細胞毒性を認めたので、その活性本体を特定した。

セサモール(3,4-メチレンジオキシフェノール)は、ゴマ油に発見された強力な抗酸化成分として知られている。ゴマ油やゴマ種子は、古来より健康増進食材として良く利用され、その含有セサモールには、抗酸化性以外に、がん化学予防、抗変異原性、肝臓保護効果などの有用な機能が報告されている。

セサモール酸化物を細胞毒性で評価しながら、シリカゲルカラムクロマトグラフィー並びにTLCを用いて、物質の精製を行った。その結果、これまでに強い細胞毒性を有するものとしていくつかの物質を単離することができ、そのうち4種の毒性物質(Se1, Se2, Se3, Se4)の化学構造の特定に成功した。(図1)

Se1とSe2は、10 $\mu$ Mの濃度で有意に細胞に細胞萎縮を引き起こし、その機構は、アポトーシスの誘導であると考えられた。なお、四量体の作用が強い傾向にあった。二量体については、Se3は、100 $\mu$ Mにおいて約80%の細胞致死活性を示した。一方で、Se4は、それほど強い致死活性は示さなかったが、Se1, Se2の細胞萎縮活性を同様であった。セサモールが酸化的に多量化したものに細胞毒性見られたが、すべての多量体に同じく毒性が見られたわけではなく、今後は、毒性に不可欠な化学構造と、その構造を作らせないセサモール含有食品の品質管理の方法の開発も必要と考えられた。

### (4) カフェ酸の酸化物の XO 阻害活性物質

ハーブ由来ポリフェノール酸化物のキサンチンオキシダーゼ阻害活性スクリーニングによって顕著な活性が認められたカフェ酸の酸化物中の活性本体の特定を行った。なお、キサンチンオキシダーゼ阻害活性は、最近急増している痛風や高尿酸血症の軽減に關与する重要な機能である。

カフェ酸酸化物(混合物)に分子量サイズで分離できるSECを行い、得られたフラクションの中から、活性測定結果に従って、2つのフラクションを選び出し、それを、逆相カラムを用いたHPLCで分析し、また検出ピークを分取した。4種の化合物の分取に成功したが、そのうち一種(Ca1)に、顕著な阻害活性を認めた。この物質の化学構造をNMRやMS分析法を用いて推定したところ、特異なナフタレンラクトン構造を有する物質であることが推定された。また、推定化学構造は、1,2,4-メトキシベンゼンから全合成により最終的な確認を行った。

Ca1のキサンチンオキシダーゼ阻害活性は、IC<sub>50</sub>にして60nMと非常に強く、痛風の市販薬であるアロプリノールの20倍近い活性を示した。

### (5) その他

ポリフェノール酸化物の構造と他の機能

として、抗酸化性の増強効果や、ミオグロビンの酸化還元に関する機能を見だし、その機構等については現在も研究を進めている。

#### (6) 総括と展望

ポリフェノールが植物性食材由来の機能性物質として、食品の機能改善や人の健康増進の目的で期待されるようになって久しい。しかし、ポリフェノールが天然の高い反応性を有する物質であるために、応用には問題があった。本研究では、ポリフェノールの反応性に着目することにより、ポリフェノール酸化反応物(図1)に新規な機能性発現の解明を試み、チロシナーゼ、リポキシゲナーゼという酸化劣化酵素の制御能の増強に成功した。また、ポリフェノール等を含む機能性食品の安全性の問題が最近クローズアップされているが、ポリフェノールが変化することによる細胞毒性の発現可能性も示した。これらの結果は、本報告の成果と、さらに本研究から派生した関連成果として、現在のところ学術誌12報、および14回の、国際学会を含む学会にて公表している。3年という短期間であったが、当初の目的を達成したのみならず、ポリフェノールの構造と機能の変化に対して、新たに成分間反応の可能性をも示唆することができた。これらの結果は、基盤研究の成果として、我々の食生活の向上に役立つものと考えられる。本研究および関連研究で得られた数々の成果を元に、さらに研究、特に成分間反応に着目した研究を進めるべく、今年度、新たな基盤研究を計画し、申請した。残念ながら採択には至らず、最低1年間の研究プランクができることになったが、有用な生物資源であるポリフェノールを食生活の向上に役立つ試みが、国際的な競争から遅れることのないように、現在も情報収集と実験準備に鋭意努力している。

#### 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12件)

- 1) Akiko Masuda, Chizuru Takahashi, Miyuki Inai, Yukari Miura and Toshiya Masuda : Chemical Evidence for Potent Xanthine Oxidase Inhibitory Activity of *Glechoma hederacea* var. *garndis* Leaves (Kakidoushi-Cha), (査読有), *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, Vol.59, No.6, pp.570--575, 2013. DOI: **10.1021/jf404357h**
- 2) Toshiya Masuda, Yukari Miura, Miyuki Inai and Akiko Masuda : Enhancing Effect of a Cysteinyl Thiol on the Antioxidant Activity of Flavonoids and Identification of Antioxidative Thiol-Adducts of Myricetin, (査読有), *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, Vol.77, No.8, pp.1753--1758, 2013. DOI: **10.1271/bbb.130315**
- 3) 増田 晃子, 藤本 彩, 井内 智子, 高橋 千鶴, 稲井 美由紀, 三浦 ゆかり, 今井 昭二, 増田 俊哉 : 四国地域で民間利用されている健康茶の機能(第一報)ラジカル消去,  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害, キサンチンオキシダーゼ阻害活性について, (査読有), *日本食生活学会誌*, Vol.24, 11~20 頁, 2013 年. DOI: **10.2740/jisdh.24.11**
- 4) Toshiya Masuda, Miyuki Inai, Yukari Miura, Akiko Masuda and Satoshi Yamauchi : Effect of Polyphenols on Oxymyoglobin Oxidation: Prooxidant Activity of Polyphenols In Vitro and Inhibition by Amino Acids, (査読有), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.61, pp.1097--1104, 2013. DOI: **10.1021/jf304775x**
- 5) Aya Fujimoto, Miyuki Inai and Toshiya Masuda : Chemical Evidence for the Synergistic Effect of a Cysteinyl Thiol on the Antioxidant Activity of Caffeic and Dihydrocaffeic Esters, (査読有), *Food Chemistry*, Vol.138, pp.1483--1492, 2013. DOI: **10.1016/j.foodchem.2012.11.073**
- 6) 増田 晃子, 増田 俊哉 : ポリフェノールの酸化的变化, 生成物の構造とその機能, (査読無), *Foods and Food Ingredients Journal of Japan*, Vol.218, No.3, 258~265 頁, 2013 年. [http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/pages/ffij-j218\(3\)](http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/pages/ffij-j218(3))
- 7) Akiko Masuda, Aya Fujimoto and Toshiya Masuda : Curcumin: From Chemistry to Chemistry-Based Functions, (査読有), *Current Pharmaceutical Design*, Vol.19, No.11, pp.2084--2092, Mar. 2013. DOI: **10.2174/138161213805289246**
- 8) Aya Fujimoto and Toshiya Masuda : Chemical Interaction between Polyphenols and a Cysteinyl Thiol under Radical Oxidation Conditions, (査読有), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.60, No.20, pp.5142--5151, 2012. DOI: **10.1021/jf3008822**
- 9) Toshiya Masuda, Inouchi Tomoko, Aya Fujimoto, Shingai Yoshimi, Inai Miyuki, Mitsuhiro Nakamura and Shoji Imai : Radical Scavenging Activity of Spring Mountain Herbs in the Shikoku Mountain Area and Identification of Antiradical Constituents by Simple HPLC Detection and LC-MS Methods, (査読有), *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, Vol.76, No.4, pp.705--711, 2012. DOI: **10.1271/bbb.110837**
- 10) Aya Fujimoto and Toshiya Masuda : Antioxidation Mechanism of Rosmarinic Acid, Identification of an Unstable Quinone Derivative by the Addition of Odorless Thiol, (査読有), *Food Chemistry*, Vol.132, No.2, pp.901--906, 2012. DOI: **10.1016/j.foodchem.2011.11.062**
- 11) Yoshimi Shingai, Aya Fujimoto, Mitsuhiro Nakamura and Toshiya Masuda : Structure and function of the oxidation products of

polyphenols and identification of potent lipoxigenase inhibitors from Fe-catalyzed oxidation of resveratrol., (査読有), Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol.59, No.15, pp.8180--8186, 2011. DOI:

10.1021/jf202561p

- 12) 藤本 彩, 増田 俊哉 : 酸化されるポリフェノール, その安全性と機能, (査読無), New Food Industry, Vol.53, No.6, 21~27 頁, 2011 年. <http://www.newfoodindustry.com/information/cn11/cn17/pg259.html>

[学会発表](計 14 件)

- 1) 三浦 ゆかり, 本田沙理, 稲井 美由紀, 増田 俊哉 : フラボノイドとシステイン類の酸化的成分間反応物の構造と機能 - XO 阻害活性の増強, 2014 年度日本農芸化学会大会, 2014 年 3 月 28 日, 明治大(神奈川県)
- 2) Miyuki Inai, Yukari Miura, Sari Honda, Akiko Masuda, Toshiya Masuda : Effect of Polyphenols in the Presence of Cysteine on the Redox States of a Hemeprotein, Myoglobin, 17th Biennial Meeting of Society for Free Radical Research International (SFRRI2014), 2014.3.25, KICC (Kyoto).
- 3) 三浦 ゆかり, 稲井 美由紀, 増田 俊哉 : 脂質に対する各種システイン誘導体の抗酸化効果, 日本農芸化学会日本ビタミン学会中四国支部合同大会, 2013 年 9 月 6 日 県立広島大(広島県).
- 4) 三浦 ゆかり, 稲井 美由紀, 増田 俊哉 : チオールによるフラボノイドの抗酸化性増強効果-成分間反応物からの解析-, 2013 年度日本農芸化学会大会, 2013 年 3 月 25 日, 東北大(宮城県).
- 5) 増田 晃子, 井内 智子, 高橋 千鶴, 増田 俊哉 : 四国の民間健康茶の機能 ラジカル消去,  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害, キサンチンオキシダーゼ阻害活性の評価(地域食資源の探索), 日本農芸化学会中四国支部第 35 回講演会, 20 頁, 2013 年 1 月 26 日, 高知大(高知県).
- 6) 稲井 美由紀, 藤本 彩, 増田 晃子, 山内 聡, 増田 俊哉 : ミオグロビンに対するポリフェノールのプロオキシダント作用とその制御, 2012 年度日本農芸化学会中四国支部大会, 2012 年 9 月 22 日, 山口大(山口県).
- 7) 藤本 彩, 増田 晃子, 井内 智子, 稲井 美由紀, 増田 俊哉 : 四国山地産春の山菜のラジカル消去機能とその機能性成分の特定, 第 59 回日本食品科学工学会大会, 2012 年 8 月 30 日, 藤女大(北海道).
- 8) 藤本 彩, 稲井 美由紀, 増田 俊哉 : チオールによるカフェ酸, ジヒドロカフェ酸の抗酸化性増強効果-成分間反応物からの解析, 第 65 回日本酸化ストレス学会学術集会, 2012 年 6 月 7 日, 郷土文化会館(徳島県).
- 9) 藤本 彩, 増田 俊哉 : ポリフェノールとシステイン誘導体との DPPH ラジカルによる反応, 日本農芸化学会 2012 年度大会,

2012 年 3 月 23 日, 京女大(京都府).

- 10) 新開 愛美, 藤本 彩, 中村 光裕, 増田 俊哉 : ポリフェノール酸化物の機能- $\alpha$  グルコシダーゼ, キサンチンオキシダーゼ阻害能と活性物質-, 日本農芸化学会中四国支部第 32 回講演会, 2012 年 1 月 21 日, 鳥取大(鳥取県).
- 11) Aya Fujimoto, Yoshimi Shingai, Mitsuhiro Nakamura, Tomomi Maekawa, Sone Yoshiaki and Toshiya Masuda : Polyphenol Oxidation, Structure and Function of The Product I. Tyrosinase Inhibitory Oxidation Products from Rosmarinic Acid, International Conference of Food Factor 2011, TICC (Taiwan), Nov. 22, 2011.
- 12) Yoshimi Shingai, Aya Fujimoto, Mitsuhiro Nakamura and Toshiya Masuda : Polyphenol Oxidation, Structure and Function of the Product II. LC-MS Investigation of Lipoxigenase Inhibitory Products of Resveratrol Oxidation, International Conference of Food Factor 2011, TICC (Taiwan), Nov. 22, 2011.
- 13) 新開 愛美, 藤本 彩, 小山 保夫, 中村 光裕, 前川 智美, 曾根 良昭, 増田 俊哉 : ゴマ抗酸化フェノール・セサモール酸化物の構造と細胞毒性, 第 53 回天然有機化合物討論会, 2011 年 9 月 28 日, 大阪国際センター(大阪府).
- 14) 藤本 彩, 増田 俊哉 : 反応生成物解析によるロスマリン酸の抗酸化反応機構の解明, 日本農芸化学会中四国支部第 30 回講演会, 2011 年 5 月 21 日, 岡山大(岡山県).

[産業財産権]

○出願状況(計 1 件)

名称: 新規なナフトピラン化合物, 該化合物の製造方法およびその用途

発明者: 増田 俊哉

権利者: 徳島大学

種類: 特許

番号: 特願 2013 - 78939

出願年月日: 平成 25 年 4 月 4 日

国内外の別: 国内

[その他]

○研究賞受賞

1) 酸化ストレス学会優秀演題賞(2012.6)

2) 公益財団法人三木康楽会康楽賞研究の部(2012.1 および 2014.1)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

増田 俊哉 (MASUDA, Toshiya)

徳島大学・大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部・教授

研究者番号: 10219339