

## 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23年12月21日現在

機関番号：34431

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20300242

研究課題名（和文）

インドネシア産植物を用いた機能性食品は日本人の食生活に受け入れられるか？

研究課題名（英文）

Are the functional foods from Indonesian plants acceptable to Japanese dietary life ?

研究代表者

的場 輝佳 (MATOBA TERUYOSHI)

関西福祉科学大学・健康福祉学部・教授

研究者番号：10027196

研究成果の概要（和文）：

日本人の食生活に受け入れることのできるインドネシア産植物を用いた機能性食品の開発を目的に、インドネシアで食用とされているパンギノキの実を発酵させた kluwak、グネモン (melinjo) の葉、種皮、胚乳、アカタネノキの果実 gandalia について、嗜好性、機能性、保存性などを検討し、グネモンが最適と判断した。そこで、グネモンの葉、種皮、胚乳について、抗酸化性および調理への応用を検討し、グネモン胚乳およびそのエキス成分の抗酸化性を活かした食品が有望であることを見いだした。

研究成果の概要（英文）：

In order to develop the functional foods acceptable to Japanese dietary life from Indonesian plants, palatability, functionality, and preservability of kluwak, gnemon (melinjo), and gandalia were determined. Among them, gnemon is found to be the most suitable. Then, the antioxidant activity and application to cooking of the leaf, the skin, and the endosperm of gnemon were determined. In conclusion, the use of the endosperm of gnemon and its extract is found to be promising.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2009年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：調理と加工

## 1. 研究開始当初の背景

インドネシアは、赤道付近に位置する1万以上もの島々からなる国であり、約190万㎡の国土に2億人以上もの人々が生活している。主要な島として、西からスマトラ島、首都ジャカルタのあるジャワ島、カリマンタン

島、スラウェシ島などがある。また、ジャワ島の東にあるバリ島は小さな島ながらリゾート地として名高い。

熱帯に位置するインドネシアは豊かな生物資源に恵まれている。インドネシアの人々の半数以上は農業に従事しており、主食以外の作物として、さまざまな熱帯果実やゴムな



などを輸出用に栽培している(プランテーション)。しかし、輸出ベースに乗らない植物性食素材については、現地でしか知られておらず、その栄養性や機能が詳しく調べられていないものが多い。

研究代表者らは、これまで、野菜などの植物性食素材や魚などの動物性食素材の抗酸化性に関して幅広く研究を進めてきた。



また、日本国内の食素材のみならず、海外の食素材にも目を向け、インドネシア・ジャワ島の一部で利用されている kluwak に着目して研究を進めてきた。kluwak はイイギリ科パンギノキ(*Pangium edule* Reinw.)という植物の実を発酵させたものである。生の実は有毒で食することができないが、土に埋めるなどして発酵させた後に、その内部を調味料として利用する。しかし、kluwak はジャワ島の一部で利用されるのみで、広く流通しておらず、食品としての価値についてもほとんど研究が進んでいない。これに対し、申請者らは kluwak の抗酸化性と調理過程における変化について明らかにしてきた。また、インドネシアなどに分布するグネツム科グネモン(*Gnetum gnemon* L.)の果実 melinjo はデンプンに富んでいるため、現地で食用とされているが、ポリフェノールを豊富に含んでおり、研究代表者らの研究室でその機能性と食

品への応用に関する予備的研究を行っていた。

## 2. 研究の目的

これらの経過を踏まえ、本研究課題では、植物資源の宝庫であるインドネシアにおいて、現地で利用されているが広く流通していない植物性食素材の機能性を活かし、日本人の食生活に受け入れられる新規食品および調味料を開発するとともに、その調理法を提言することを目的として研究を行うこととした。

インドネシアは島国としては広い国土を有し、また、社会インフラが発達してないため、人や物の流れは大きくない。従って、その地域でしか利用されていない食用植物・植物性食素材が多く存在する。本研究では、上記の kluwak と melinjo のほか、ウルシ科アカタネノキ(*Bouea macrophylla* Griffith)の果実 gandalia を研究対象とするとともに、インドネシアで現地調査を行い、新たな食素材を発掘することとした。その上で、これらの食素材について、抗酸化性などの機能性を明らかにするとともに、これらの機能性を活かしつつ、日本人の嗜好にあった利用法を提言することを目的とした。

## 3. 研究の方法

各種インドネシア産植物性食素材の抗酸化活性について検討した結果、グネモンが適していると判断した。以下、グネモンについて行った研究について述べることとする。

### (1) 試料の調製

インドネシアから輸入したグネモンの若葉、成葉、種皮、胚乳について、生、もしくは 100℃で 10 分間加熱処理をした後、凍結乾燥粉末試料を調製した。

### (2) 抗酸化活性の測定

抗酸化活性として、DPPH ラジカル捕捉活性および水溶性・脂溶性 ORAC について測定した。

### (3) 抗酸化成分の測定

抗酸化成分として、アスコルビン酸を 2,4-ジニトロフェニルヒドラジンで誘導体化後、HPLC を用いて定量した。ポリフェノールは Folin-Ciocalteu 法により測定した。

### (4) DNA 傷害防護活性の測定

Fe<sup>2+</sup>存在下、大腸菌プラスミド DNA に過酸化水素を加えて生ずる DNA 傷害に対する防護活性を測定した。

### (5) サバ調理において生成する TBARS 量の測定

脂質の多い魚の代表として、日本ではよく食されているサバを選んだ。サバ肉にメリン

ジョ胚乳のエタノール抽出エキスを加え、100°Cで煮る調理、180°Cもしくは250°Cで焼く調理を行い、調理後のサバ肉に、チオバルビツール酸(TBA)を加えて加熱することで生成する赤色色素を定量することでTBARS量を求めた。

(6) サバ調理において生成するカルボニル量の測定

(5) と同様の調理を行い、調理後のサバ肉を密封バイアルに入れて40°Cで加熱し、ヘッドスペースガスをSPMEファイバーで捕集し、GC-MSを用いて定量した。

#### 4. 研究成果

##### (1) グネモン食用部位の抗酸化性

グネモン各部位のDPPHラジカル捕捉活性を図1に示す。加熱前の生試料では、成葉で最も多く、ついで若葉、胚乳、種皮の順であった。加熱により、若葉および成葉では減少し、胚乳ではわずかに減少、種皮ではわずかに増加した。

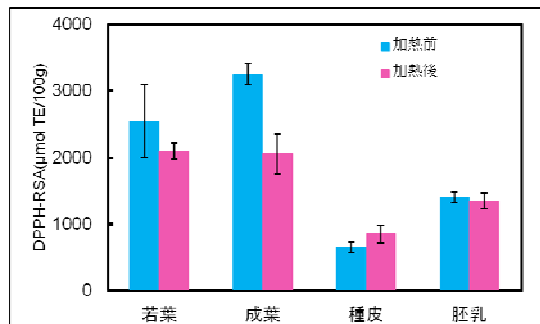


図1 グネモン各部位のDPPHラジカル捕捉活性 (DPPH-RSA) (TE: Trolox 当量)

グネモン各部位の水溶性ORACを図2に示す。加熱前の生試料では、若葉で最も多く、ついで成葉、胚乳、種皮の順であった。加熱により、若葉、成葉、および胚乳では減少し、種皮では大きく増加した。

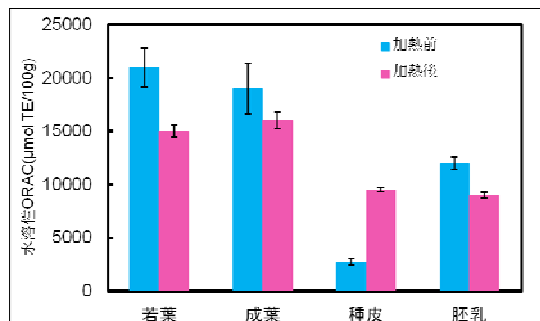


図2 グネモン各部位の水溶性ORAC (TE: Trolox 当量)

グネモン各部位の脂溶性ORACを図3に示す。加熱前の生試料では、胚乳で最も多く、

ついで成葉、若葉、種皮の順であった。加熱により、成葉および胚乳では大きく減少し、若葉、種皮ではほとんど変化しなかった。

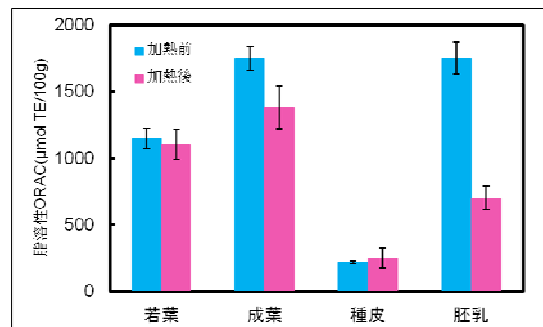


図3 グネモン各部位の脂溶性ORAC (TE: Trolox 当量)

グネモン各部位のポリフェノール量を図4に示す。加熱前の生試料では、成葉で最も多く、ついで若葉、胚乳、種皮の順であった。加熱により、若葉および成葉では減少し、胚乳ではわずかに減少、種皮ではほぼ変化しなかった。

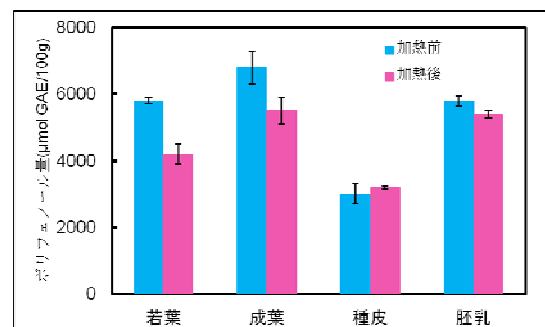


図4 グネモン各部位のポリフェノール量 (GAE: 没食子酸当量)

グネモン各部位のアスコルビン酸量を図5に示す。加熱前の生試料では、成葉で最も多く、ついで若葉、種皮、胚乳の順であった。加熱により、若葉および成葉では減少し、種皮、胚乳ではほぼ変化しなかった。

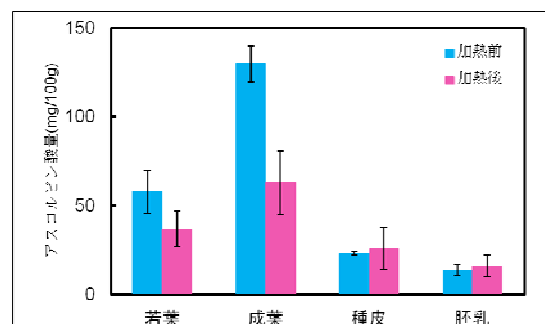


図5 グネモン各部位のアスコルビン酸量

グネモン各部位のDNA傷害防御活性を図6に示す。低濃度(2.8μg/mL)では、若葉で最も高く、ついで成葉、胚乳、種皮の順であっ

たが、高濃度(34 $\mu$ g/mL)では、胚乳、若葉、種皮、成葉の順となった。

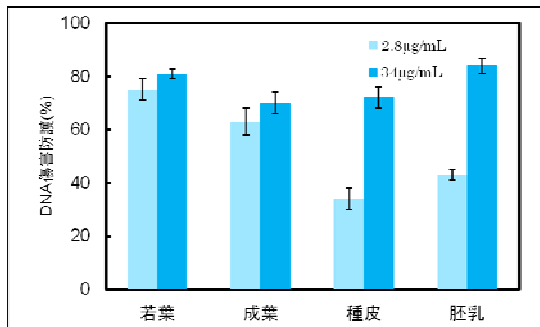


図6 グネモン各部位のDNA 傷害防御活性

以上の結果から、グネモンの食用部位はいずれも抗酸化性を有すること、若葉および成葉の抗酸化成分は熱に弱いことが明らかとなった。しかし、水溶性 ORAC と比較して脂溶性 ORAC は著しく低く、抗酸化成分のほとんどは水溶性であると考えられる。また、水溶性の抗酸化成分としてポリフェノールとアスコルビン酸が含まれていた。

抗酸化成分そのものは現地で食用とされる若葉や成葉に多く含まれていた。しかし、生の若葉や成葉は保存性や輸送性に劣る。また、現地で自然乾燥した葉では、日光や加熱により抗酸化成分が失われてしまう。従って、葉よりも胚乳を利用する方が、現実的であると考えられる。

## (2) グネモン胚乳エキスの魚調理への応用

グネモンの食品加工への応用として、グネモン胚乳エキスをを用いて、魚の加熱調理に用いたところ、次のような結果となった。グネモン胚乳エキスをサバに加え、煮る調理(100 $^{\circ}$ C)もしくは焼く調理(180 $^{\circ}$ C、250 $^{\circ}$ C)を行った際の TBARS 量の変化を図7に示す。グネモン胚乳エキスを加えることにより用量依存的に TBARS 量が減少したことから、脂質酸化が抑えられたと考えられる。

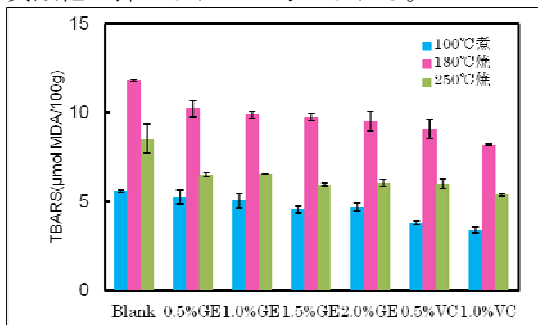


図7 サバの加熱調理において生じるTBARS 量とグネモン胚乳エキスの効果

(GE: グネモン胚乳エキス  
VC: アスコルビン酸)

次に、グネモン胚乳エキスをサバに加え、煮る調理(100 $^{\circ}$ C)もしくは焼く調理(180 $^{\circ}$ C、250 $^{\circ}$ C)を行った際に生じたカルボニル化合物量の変化を図8に示す。ネモン胚乳エキスを加えることにより用量依存的にカルボニル化合物の生成を抑制することができた。また、その効果はアスコルビン酸よりも大きかった。

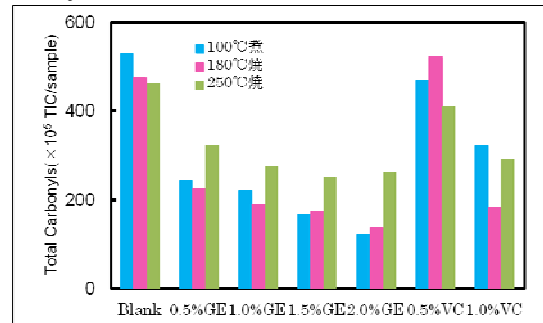


図8 サバの加熱調理において生じるカルボニル化合物量とグネモン胚乳エキスの効果

(GE: グネモン胚乳エキス  
VC: アスコルビン酸)

以上の結果から、グネモン胚乳エキスに含まれる抗酸化成分が、魚の加熱調理において脂質酸化を抑制することにより、魚臭いにおいてあるカルボニル化合物の生成を抑制することが明らかとなった。

グネモン胚乳は、弱い苦味を有するものの、特に強い風味を示さないことから、他のインドネシア産食素材と比較して、日本人の食生活に受け入れやすいと判断される。また、本研究の結果から、強い抗酸化活性を有し、魚料理においては、においの生成を抑制することから、天然調味料としての利用も期待できる。今後は、さらにグネモン胚乳の利用について、研究を進めていきたいと考えている。

## 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1件)

Martha Santoso, Yuko Naka, Clement Angkawidjaja, Tomoko Yamaguchi, Teruyoshi Matoba, Hitoshi Takamura (2010) "Antioxidant and DNA Damage Prevention Activities of the Edible Parts of *Gnetum gnetum* and Their Changes upon Heat Treatment", *Food Sci. Technol. Res.* **16**, 549-556

[学会発表] (計4件)

朝倉奈菜子、中裕子、東千浩、サントソ・マルタ、山口智子、的場輝佳、高村仁知 (2010) メリンジヨの機能性および食品への応用に関する研究、日本農芸化学会 2010 年度大会、2010 年 3 月 28 日、東京

中裕子、朝倉奈菜子、サントソ・マルタ、アンカウイジャヤ・クレメン、山口智子、的場輝佳、高村仁知 (2009) メリンジヨ可食部の機能性および調理過程における変化、日本食品科学工学会第 56 回大会、2009 年 9 月 12 日、名古屋

Martha Santoso, Chihiro Azuma, Megumi Horikawa, Natsuki Ganeko, Teruyoshi Matoba, Hitoshi Takamura (2009) The effect of Gnetum gnemon seed extract as a natural antioxidant to inhibit lipid oxidation in mackerel during cooking, Institute of Food Technologists 2009 Annual Meeting, 2009 年 6 月 8 日、Las Vegas, NV, USA

Martha Santoso, Yuko Naka, Clement Angkawidjaja, Tomoko Yamaguchi, Teruyoshi Matoba, Hitoshi Takamura (2009) Antioxidant and DNA damage protection activity of the edible parts of Gnetum gnemon and their changes during cooking process, Institute of Food Technologists 2009 Annual Meeting, 2009 年 6 月 8 日、Las Vegas, NV, USA

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.food.nara-wu.ac.jp/foodcook/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

的場 輝佳 (MATOBA TERUYOSHI)

関西福祉科学大学・健康福祉学部・教授

研究者番号：10027196

### (2)研究分担者

高村 仁知 (TAKAMURA HITOSHI)

奈良女子大学・生活環境学部・准教授

研究者番号：70202158

山口 智子 (YAMAGUCHI TOMOKO)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：70324960