

ショウガの抗酸化性についての研究

相模女子大学短期大学部食物栄養学科

松浦 智美、関根 康子、清田 マキ、金井 美恵子

ショウガの抗酸化性についての研究

相模女子大学短期大学部食物栄養学科

松浦 智美¹ 関根 康子¹ 清田 マキ² 金井 美恵子¹

A study for the antioxidative of Ginger (*Zingiber officinale*)

¹ Department of Food and Nutrition Science , Sagami Women's Junior College

² Department of Nutritional Management , Sagami Women's University (Former)

Tomomi MATSUURA¹, Yasuko SEKINE¹, Maki KIYOTA², Mieko KANAI¹

Only a few basic studies have been performed to date on the antioxidative properties of ginger. (*Zingiber officinale*) In the present study, we processed ginger roots from a commercial source into outer skin, squeezed juice, and a residue, and compared their antioxidative properties by analyzing lyophilized and pulverized preparations. Furthermore, we attempted to store ginger roots either with or without the skin peeled in a refrigeration condition at 5°C or a frozen condition at -30°C for 4 months. The squeezed juice, which had the highest antioxidative component per weight, was found to contain the largest amount of total polyphenols among the ginger root preparations tested. Meanwhile, the residue was found to exhibit the highest radical-scavenging activity despite its low weight ratio. In the storage test, both components decreased to about 1/2 after one-month storage in the skinned samples, but no major changes were noted thereafter. In contrast, when ginger roots were stored with the skin on, no decreases were observed, and the total polyphenol content slightly increased. Since there were no significant differences in monthly changes, we conjectured that storage conditions such as temperature had no appreciable effects. The results suggested that, when cooking ginger roots, using all the parts combined is effective in consuming antioxidative components, and that low-temperature storage with the skin on is effective in maintaining quality.

Key Words : antioxidative、Ginger (*Zingiber officinale*)、polyphenol、
radical-scavenging activity

はじめに

食品の機能は、人体に対する食品の作用や働きによって、一次機能（栄養面での働き）、二次機能（嗜好・食感機能）および三次機能（生体防御、体調リズムの調節、老化防止、疾病予防、疾病の回復調節など）に分類される。特に食品の生理機能を示す三次機能は、社会問題ともなっている生活習慣病対策に不可欠なもので、近年、急速に研究が進められている¹⁻⁵⁾。この三次機能を有する成分が最も多く含まれる植物性食品について、最初に研究が進められたものは「がんの抑制効果」である。米国では1990年国立がん研究所（NCI）において、植物性食品によるがん予防計画「デザイナーフーズ・プログラム」の中で、日常的に摂取する食品40種類をフーズピラミッド⁶⁾として発表している。これらの食品は食生活の改善やがんの予防に効果的であると推奨されており、本研究に用いたショウガは、その効果が最も高いとされる第一群に属している。

一方、三次機能のひとつである「抗酸化作用」は、体内に蓄積した活性酸素・フリーラジカルを無害にする働きがあるが、ショウガについての抗酸化性についてはあまり知られていない。

そこで本研究ではショウガの抗酸化特性を簡便で再現性の高い測定法として知られているDPPHラジカル捕捉活性⁷⁾およびFolin-Ciocalteu法⁸⁾にて、総ポリフェノールを測定したので報告する。

実験方法

1. 試料

試料は神奈川県内にて購入した高知県産 根ショウガ（以下ショウガと略す）を使用しておこなった。ショウガは外皮、しぼり汁、残渣（繊維質部分）に分けて冷蔵、凍結乾燥処理後の抗酸化成分を測定した。また、凍結乾燥処理後の粉末試料の抗酸化成分についても同様に検討した。

1.1 試料処理および抽出方法

a. 試料の水分測定

水分測定は常圧加熱乾燥法⁹⁾を用いておこなった。

輪切りにしたショウガを恒量に達した秤量管に入れて電子天秤にて重量測定をした後、電気乾燥器100℃で加熱乾燥および放冷を繰り返して重量測定を行い、恒量に達したところでショウガの水分量を算出した。

b. 試料調製と成分抽出

試料は、外皮のついた状態のショウガを「皮つき」、外皮を包丁で剥いた状態のものを「皮なし」とした。その可食部をさらにプラスチック製のおろし器ですりおろしてガーゼでしぼった汁を「しぼり汁」、ガーゼ内に残った繊維質部分を「残渣」に分けて検体とした。「皮なし」については、除いた外皮も検体とした。

分別した検体は個体差をなくすため、凍結乾燥機（EVELA製）で水分を除いた後、電動コーヒミル（メリタ製）にて粉碎して粉末試料とした。粉末試料の一部は保存性試験用とし、褐色のプラスチック瓶で冷蔵（5℃）、および冷凍（-30℃）にて4ヶ月間保管した。抗酸化成分の抽出は粉末試料0.05gに対して、90%メタノールを試料の100倍量（5mL）にて3回抽出した上清液を総抽出液とした。

2. 分析方法

2.1 DPPH比色法（ラジカル捕捉活性）の測定^{10,11)}

0.5mM-Trolox（3,4-Dihydro-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-2H-1-benzopyran-2-carboxylic -Acid）を標準液とした。遮光した試験管に標準液 0.2mLと0.05M-TrisHCl 緩衝液（pH7.40）0.8mLおよび0.5mM-DPPH（1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl）を1mL加え、合計2mLを検液とした。試料は標準液の代わりに各々のショウガ抽出液0.2mLを用いて、同様に処理を行った。検液はいずれも室温の暗所にて20分間の反応後、 $\lambda_{\max}$ 517nmの条件で分光光度計にて測定し、ラジカル捕捉活性（ $\mu\text{mol Trolox eq./100g}$ ）を求めた。

DPPHは生体内に存在しないラジカルであるが、比較的安定な物質であり、活性酸素と同様に他の物質と反応して酸化させる作用を持っている。この反応ではDPPHラジカル（紫色）が抗酸化成分により還元（捕捉）され、非ラジカル体（黄色）に変化したとき、抗酸化活性があると判断した。（Fig.1）

2.2 総ポリフェノール含量の測定（Folin-Ciocalteu法）

標準液は1mg/mLの没食子酸（3,4,5-トリヒドロキシ安息香酸）を用いて、最終濃度が0~0.4mg/mLになるようにエタノールで希釈し、各濃度溶液0.2mLにて7.5% NaCO₃ 0.8mLとフォーリン試薬（フェノール試薬）1mLを加えて検量線を作成した。このときの検量線の傾きは $r = 0.9928$ であった。試料は標準液の代わりに各々のショウガ抽出液0.2mLを用いて同様の測定をおこない、いずれも混和後、

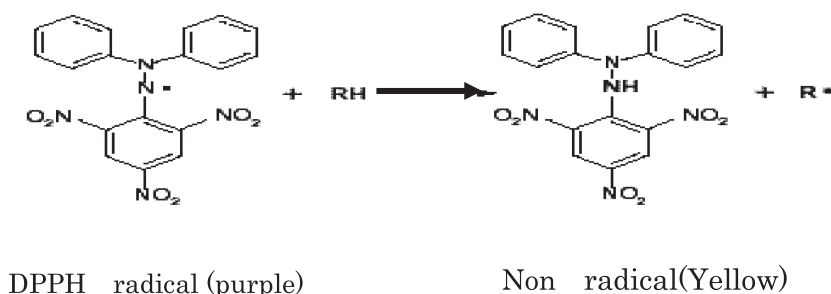


Fig.1 DPPH ラジカル捕捉活性の反応原理¹¹⁾

室温・暗所にて30分間の反応後、 $\lambda_{\max}$ 765nmの分光光度計にて測定し、検量線より総ポリフェノール含量 (mg garlic acid eq./100g) を算出した。

この反応は本来黄色のフォーリン試薬がフェノール性水酸基により還元されて青色に呈色する性質を利用する方法である。その呈色度合いを測定し、没食子酸の検量線より総ポリフェノール量として求めた。実験結果はすべて生100 gあたりで表した。

実験結果

1. 生姜の部位別重量比と水分量

Table.1は、生のショウガを部位別（皮、しほり汁および残渣）に分けたときの重量割合を示した。結果は、しほり汁が最も多く、ショウガ重量の66.0 %を占めていた。ついで外皮が21.0 %、残渣が13.0 %であった。また、ショウガの水分含量については前述の方法にて測定した結果、93 %であった。

Table.1 ショウガの部位別重量比

部位別	重量%
外 皮	21.0
しほり汁	66.0
残 渣	13.0

2. 外皮の有無および部位別のラジカル捕捉活性と総ポリフェノール含量

外皮の有無およびラジカル捕捉活性 (μ mol Trolox eq./100g) と総ポリフェノール含量 (mg garlic acid eq./100g) を部位別に測定して、わずかながら、皮つきの方が両試験法とも高い値を示

していた。部位別には、しほり汁と外皮は総ポリフェノール値の方が高く、残渣は水溶性の抗酸化成分を測定するラジカル捕捉活性の値の方が若干高い値を示していた (Fig2-1)。Fig2-2は凍結乾燥した際の抗酸化成分の相関性をみたものである。皮つき、皮なしとしほり汁のラジカル捕捉活性値は総ポリフェノールの40 %前後であり、残渣はラジカル捕捉活性値の方が約113 %と高い値を示していた。また、皮のラジカル捕捉活性値は総ポリフェノールの約62 %であった (Fig2-2)。

3. ショウガの重量比に基づく抗酸化活性

ショウガの重量比に基づく抗酸化活性を Table.2 に示した。普段、ショウガを調理する場合には、今回のように部位別に100 gずつ利用することはごく稀である。そこで、調理に使用する際の抗酸化活性を知る上で、ショウガ100gあたりのラジカル捕捉活性および総ポリフェノール含量の測定結果を部位別に算出した。重量別にみた結果は、しほり汁、皮、残渣の順であったが、実際の抗酸化活性では、ラジカル捕捉活性では調理時にほとんど使用されない残渣が高い活性を示していたのに対し、総ポリフェノール含量においては、しほり汁が高い活性を示していた。

4. 生姜の保存性試験

Fig.3はショウガの保存性の結果を示した。皮つき試料は3ヶ月間大きな変動はなかったが、皮なし試料は、ラジカル捕捉活性では当初約577 μ mol Trolox eq./100gであったものが、1ヶ月間の冷蔵および冷凍保存後には皮つきのものの約1/2の値となり、その後3ヶ月後まで大きな変化は認められなかった。

Fig 2-1

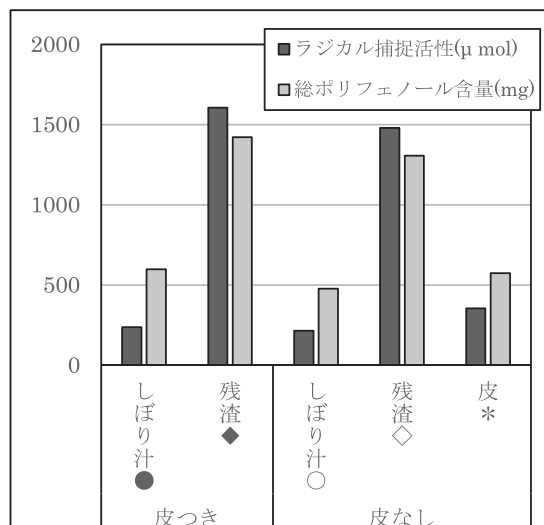


Fig 2-2

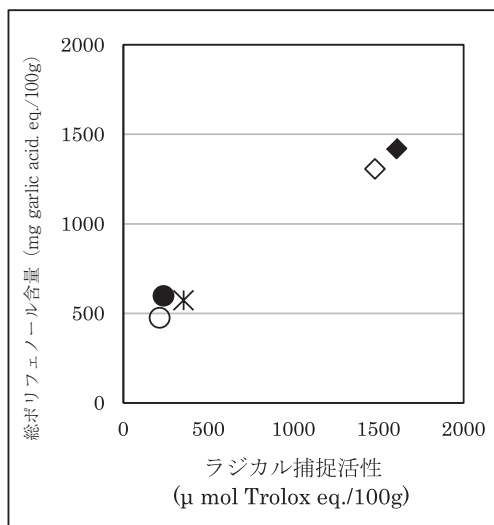


Fig.2 皮の有無および部位別のラジカル捕捉活性と総ポリフェノール含量の測定結果

●皮つきしぼり汁 ◆皮つき残渣 ○皮なししぼり汁 ◇皮なし残渣 *皮

Table.2 ショウガの重量比に基づくラジカル捕捉活性および総ポリフェノール含量

	重 量	ラジカル捕捉活性 (μmol Trolox eq./100g)	総ポリフェノール含量 (mg garlic acid eq./100g)
皮	20.8g (21%)	74 (18%)	119 (20%)
しぼり汁	64.5g (66%)	138 (35%)	307 (52%)
残渣	12.8g (13%)	189 (47%)	167 (28%)

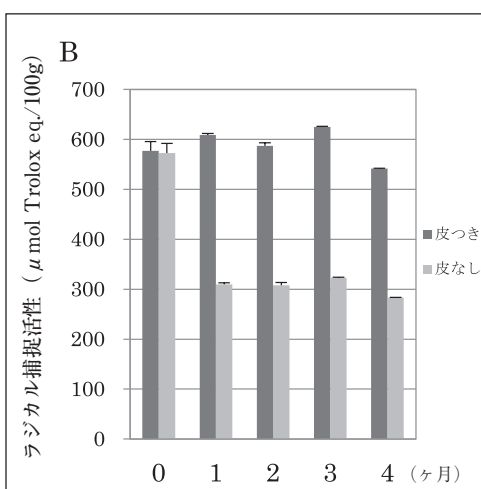
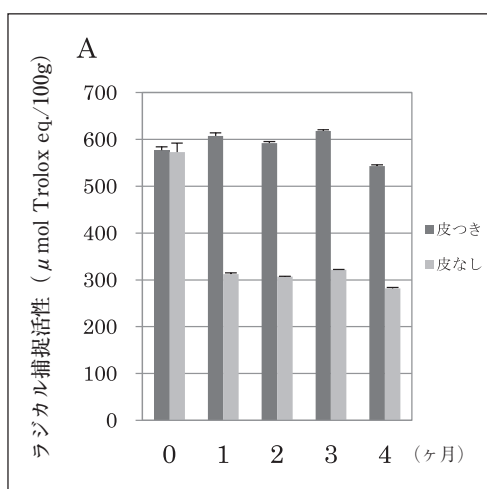


Fig.3-1 皮の有無によるラジカル捕捉活性 A冷蔵 (5°C) B冷凍 (-30°C)

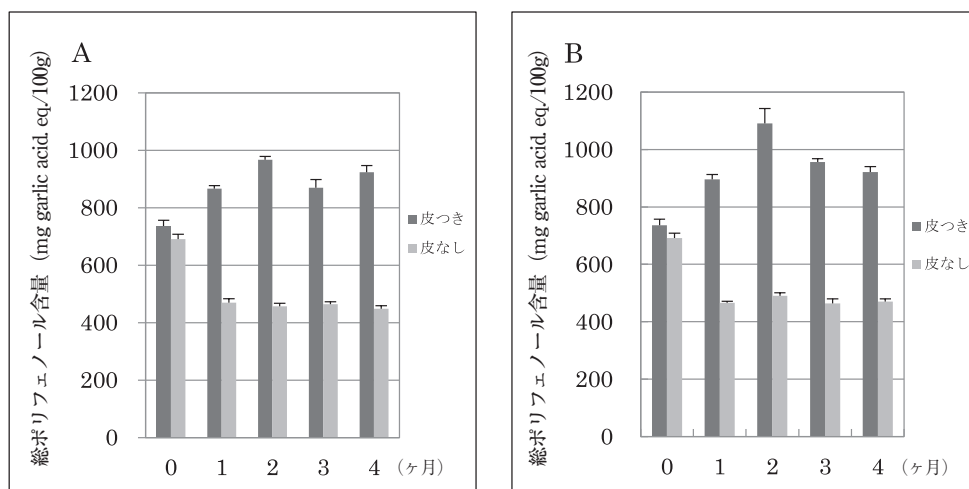


Fig.3-2 皮の有無による総ポリフェノール含量 A冷蔵（5℃） B冷凍（-30℃）

総ポリフェノール含量では、当初691mg garlic acid eq./100gであった皮つき試料は、冷蔵および冷凍することによってやや上昇傾向を示したが、皮なし試料はラジカル捕捉活性と同様の傾向であった。なお、このときの保存条件によっての影響はほとんどなく、月別の変動にも有意な差はみられなかった。

考察

ショウガは主に薬用¹²⁾や料理素材として古くから珍重されており、保存性が高いこともあって、市場には年間を通して出回っている。これまでその効能についてはさまざまな観点から研究が進められているが三次機能としての抗酸化活性についてはあまり知られていない。今回、われわれはその抗酸化活性に着目し、ショウガを部位別にわけて検討することにした。

一般に、野菜類の抗酸化成分の測定法¹³⁾としては、 β -カロテン退色法、チオバルビツール酸法（TBA法）、化学発光法、電子スピン共鳴法（ESR法）などが知られているが、これらの方法の多くは機器分析など高度な技術を必要とする。そこで、本研究では測定が簡便なDPPHラジカル捕捉活性と総ポリフェノールを測定するFolin-Ciocalteu法にて検討することとした。

まず、ショウガの水分量を測定した。日本食品標準成分表¹⁴⁾をみると葉ショウガ（新生姜）は96.3%、根ショウガは91.6%と記載されているが、今回試料として使用したショウガの水分量（93%）はこれと

近似した値であった。また、外皮、しぼり汁、残渣にわけ、生および凍結乾燥粉碎後の抗酸化特性について検討した。その際の平均重量の割合は、しぼり汁は全体の約66%、皮は約21%、残渣は約13%であった。各々の抗酸化活性値はDPPHラジカル捕捉活性では残渣が189 μ mol Trolox eq./100g（47%）、しぼり汁138 μ mol Trolox eq./100g（35%）、外皮74 μ mol Trolox eq./100g（18%）と重量比の少ない残渣の値が最も高かったが、Folin-Ciocalteu法にて測定した総ポリフェノール値は、しぼり汁307mg garlic acid eq./100g（52%）が最も高く、ついで残渣167mg garlic acid eq./100g（28%）、外皮119mg garlic acid eq./100g（20%）だった。

また、ショウガの保存試験においては、皮つきと皮なしの抗酸化活性を5℃および-30℃で4ヶ月間測定した、その結果皮つきは約4ヶ月の保存期間中、大きな変動はみられなかったものの、皮なしは1ヶ月後には当初の1/2量となり、その後は大きな変化は認められなかった。ショウガの外皮はヒトの皮膚と同様で中身を守るものである。抗酸化成分であるポリフェノール（ジンゲロール、ショウガオール）も外皮に近い部分に存在するため、皮を取り去ったもの、つまり空気に触れる面が多いほうが影響を受けやすいものと推察した^{11, 15)}。さらに皮つきのままで、冷蔵及び冷凍保存にて4ヶ月間抗酸化成分の変化に差がみられなかったということは、低温での保存性に優れていると考えた。したがって、ショウガを調理に利用する場合には残渣も含めて利用し、保存する場合には皮つきのままラップまたはビニ-

ル袋に入れて冷蔵保存することが抗酸化成分の消失を防止できると思われた。また、ショウガの抗酸化成分としてショウガオールおよびジンゲロールが知られているが、この両成分は温度の影響を受けることによりその存在割合が変化することが報告されている¹⁶⁾。今後はこれら抗酸化成分の温度による影響および変化についても検討していきたいと考える。

参考文献・参考資料

- 1) 渡邊昌. Phytochemicalの健康影響：機能栄養学の提唱, *Trace Nutrients Reserch* **25**, 23-31 (2008).
- 2) Maeda,H. Katsuki,T. Akaike,T. Yasutake,R. High Correlation between Lipid Peroxide Radical andTumor-promoter Effect: Suppression of Tumor Promotion in the Epstein-Barr Virus/ B-Lymphocyte System and Scavenging of Alkyl Peroxide Radicals by Various Vegetables Extracts, *Jpn J.Cancer Res.* **83**, 923-928 (1992).
- 3) 荒井綜一. 食品の機能－その研究の現状と未来像, 日本家政学会誌, **48** (7), 645-652 (1997).
- 4) 原田和樹. 調理科学における抗酸化能研究, 日本調理科学会誌, **46** (5), 343-346 (2013).
- 5) 末石芳巳. 食品中の抗酸化物質がもつ様々な活性ラジカル消去能の評価法の構築, 浦上財団研究報告書, **18**, 59-66 (2011).
- 6) 大澤俊彦. がん予防と食品－デザイナーズフーズからファンクショナルフーズへ, 日本食生活学会誌, **20** (1), 11-16 (2009).
- 7) 高村仁知, 山口智子, 林恵里奈, 藤本さつき, 的場輝佳. カレーの調理過程におけるラジカル捕捉活性の変化, 日本家政学会誌, **50** (11), 1127-1132 (1999).
- 8) Singleton, V.L. and Rossi, J.A, Colormetry of Total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *Am.J.Enol. Vitic.*, **16**, 144-158 (1965).
- 9) 文部科学省 科学技術・学術政策局政策課資源室監修. 日本食品標準成分表2015年版（七訂）分析マニュアル・解説. (2016). 建帛社
- 10) Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T., and Terao, J., HPLC Method for Evaluation of the free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **62** (6), 1201-1204 (1998).
- 11) 山口智子. 調理過程における野菜類の抗酸化性の評価に関する研究, 日本調理科学会, **45** (2), 88-95 (2012).
- 12) Masahiro, T., Masaho, Y., Yumi, A., Kunie, U., and Yoshihiro, K., HPLC Analysis of Gingerols and Diterpenes in Japanese Gingers, *Shoyakugaku Zasshi japanese*, **45** (4), 316-320 (1991).
- 13) 佐野浩亮, 内海英雄. 活性酸素・フリーラジカルの分析, 化学と生物, **37** (5), 328-333 (1999).
- 14) 文部科学省 科学技術・学術審議会資源調査分科会編. 日本食品標準成分表2015, (2015). 東京・全国官報販売協同組合
- 15) 岩田恵美子, 高澤奈々世, 西川和孝, 後藤昌弘. 生鮮ショウガの切断および磨砕時における色の変化, 日本食生活学会誌, **26** (2), 85-90 (2015).
- 16) 森山洋憲, 竹田匠輝. 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル, 四国地域イノベーション創出協議会 地域食品・健康分科会編, 1-9 (2010).