

## ●資料

## 品種の異なるハト麦の食物繊維, 総ポリフェノール含量について

瀬畑美穂<sup>1</sup>・菅 洋平<sup>1</sup>・牧田美希<sup>1</sup>・宮越 洋<sup>2</sup>・  
林 克彦<sup>2</sup>・真田宏夫<sup>1</sup>・江頭祐嘉合<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所  
<sup>2</sup>千葉製粉株式会社

Contents of dietary fiber and total polyphenol in nineteen varieties of Adlay (*Coix lacryma-jobi* L.var. *ma-yuen* Stapf)

Miho Sebata<sup>1</sup>, Yohei Suga<sup>1</sup>, Miki Makita<sup>1</sup>, Yo Miyakoshi<sup>2</sup>,  
Katsuhiko Hayashi<sup>2</sup>, Hiroo Sanada<sup>1</sup> and Yukari Egashira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Horticulture, Chiba University  
<sup>2</sup>Chiba Flour Milling Co., Ltd.

## Abstract

Dietary fiber and total polyphenol contents of nineteen varieties of Adlay (*Coix lacryma-jobi* L.var.*ma-yuen* Stapf) (Mato Grosso, Riogrande de sul, Hatomusume, Hatohikari, Takefu, Obanazawa, Ehime 1, Hatomugi Gunma, Hatomugi Iwate, Hatomugi Niigata, Okayama zairai, Miyagi zairai, Tokuda zairai, Mukouda zairai, Minase zairai, Nakazato zairai, Kuroishi zairai, Yabakei zairai and Akita 1) were measured. Dietary fiber contents of them were measured using the method by Proski. Total polyphenol contents of 19 varieties of Adlay were measured using Folin-Ciocalteu assay. Five varieties (Takefu, Mato grosso, Okayama zairai, Hatomugi Gunma and Tokuda zairai) contain more than 40% dietary fiber. On the other hand, Mato Grosso, Ehime 1, Riogrande de sul, Ohanazawa and Hatomugi Gunma contain much more total polyphenol than other varieties. These varieties would be useful as functional food ingredients.

**Key word** : Adlay, dietary fiber, polyphenol, varieties of Adlay, *Coix lacryma-jobi* L.var.*ma-yuen* Stapf  
キーワード : ハト麦, 食物繊維, ポリフェノール, ハト麦品種, *Coix lacryma-jobi* L.var.*ma-yuen* Stapf

**Corresponding author** : Yukari Egashira, Graduate School of Horticulture, Chiba University,  
E-mail : egashira@faculty.chiba-u.jp

ハト麦はイネ科ジズダマ属の1年生草本で、原産地である東南アジアから江戸時代中期に中国を経て日本に伝来した。1975年代の後半には水田転作作物として、各地で系統の比較検討が行われ「岡山在来」と名づけられた系統が最初に全国的に栽培された [1]。以後、各地の系統の中から栽培地域に適合した系統が選択されるとともに、国立試験研究機関の育成による新品種の開発が進められている。

ハト麦種子の構造については、総苞(殻)、内外穎、果皮(糠)、胚芽、胚乳からなり、果皮(糠)・胚芽・胚乳の部分は「穎果」、胚芽・胚乳の部分は「ヨクイニン(薏苡仁)」と呼ばれる [1]。

ハト麦の全粒粉、胚乳部及びヨクイニンは古くから漢方などの民間療法に用いられ、抗腫瘍作用 [2, 3]、抗酸化作用 [4, 5]、抗炎症作用 [4, 6]、血糖値低下作用 [7]、脂質改善作用 [7]、抗イボ作用 [8, 9] などの効果が報告されている。またハト麦はタンパク質が多く含まれ栄養価が高い点から健康食品、お茶、麺類、調味料、菓子等多くの食品に使用されている。

しかし、上記のような生理作用をもたらす物質は多くの場合合同定に至っていないものが多い。またハト麦の品種間における機能や成分の違いについての科学的な知見は少ない。故

に品種の異なるハト麦の基礎的な成分の知見を得ることは、ハト麦を加工食品として利用する、あるいは栄養学的に優良な品種を選抜する上で重要と思われる。

そこで本研究では、既存の品種のうち19品種の全粒粉(マト・グロッソ, リオグランデ, はとむすめ, はとひかり, 武生, 尾花沢, 愛媛1号, 秋田1号, ハト麦群馬, ハト麦岩手, ハト麦新潟, 岡山在来, 宮城在来, 徳田在来, 向江田在来, 皆瀬在来, 中里在来, 黒石在来, 耶馬溪)について、食品成分としての機能が明らかで注目されている食物繊維と総ポリフェノールの含量ならびにタンパク質、脂質等の一般成分の分析を行った。

## 実験方法

## 実験試料

ハト麦は、千葉製粉(株)より2008年3月に提供されたものを使用した。これらは2007年にハウス栽培されたものである。提供直後に分析に供した。国産の代表的な19品種であるマト・グロッソ, リオグランデ, はとむすめ, はとひかり, 武生, 尾花沢, 愛媛1号, 秋田1号, ハト麦群馬, ハト麦岩手, ハ

ト麦新潟, 岡山在来, 宮城在来, 徳田在来, 向江田在来, 皆瀬在来, 中里在来, 黒石在来, 耶馬溪 (計19品種) の全粒粉を用いた。試料は分析を行う直前に千葉製粉(株)で粉碎されたものを使用した。

## 試薬

試薬は, folin-ciocalteu試薬 (総ポリフェノール測定用) はSIGMA社製のものを用いた。アセトン, クロロゲン酸, エタノール等一般的な試薬は和光純薬工業(株)のものを用いた。食物繊維測定用キットも和光純薬工業(株)のものを用いた。2-Morpholinoethanesulfonic acid (MES) は, 同仁化学(株)のものを用いた。試薬のグレードは, 記載のないもの以外は全て特級を用いた。

## 分析方法

### 一般成分の定量 [10]

水分含量の測定は常圧加熱乾燥法による重量法[10]で行った。電気定温乾燥器を用い, 乾燥温度は105°Cで行った。

灰分の測定は直接灰化法による重量法 [10]で行った。電気炉を用い, 灰化温度は550°Cで行った。

粗タンパク質の測定は, ケルダール法 [10]で行った。すなわち試料に触媒と濃硫酸を加え, 試料中の窒素はアンモニアになり, 分解液中には硫酸アンモニウムとして残る。これに過剰の水酸化ナトリウムを加え蒸留し, 流出するアンモニアを一定量の硫酸標準液に吸収させ, 過剰の酸をアルカリ標準液で滴定し窒素量を算出した。マイクロ・ケルダール窒素蒸留装置を使用した。

脂質含量の測定は, 酸分解法による重量法 [10]で行った。すなわち試料を塩酸で分解したのち, エーテル・石油エーテル抽出を行い, 脂質を定量した。

### 総ポリフェノール含量の測定

抽出液の調製は次のように行った。適量の試料に70% (v/v) アセトンを加えて65°Cで20分間抽出を行った後, ろ過を行い, その後ろ液を70% (v/v) アセトンを用いてメスアップし, 得られた溶液をアセトン抽出液とした。

総ポリフェノール含量の測定にはfolin-ciocalteu法 [11]を用いた。得られたアセトン抽出液を採取し, 5倍希釈のfolin-ciocalteu試薬を加えて攪拌した。更に75g/l炭酸ナトリウム溶液を加えて攪拌し, 50°Cにて15分間インキュベートし氷冷した。その後遠心分離を行い, 上澄液を採取し760nmの吸光度を測定して求めた。尚, 標準物質にクロロゲン酸を用いて検量線を作成し, サンプルの総ポリフェノール量はクロロゲン酸当量として換算した。

### 食物繊維含量の測定

食物繊維含量測定にはプロスキー法 [12] 改変法を用いた。すなわち, 1サンプルにつきタンパク質測定用, 灰分測定用

の2つのるつぼ型ガラスフィルターに, 酸洗浄けいそう土1gを入れ, 蒸留水, 78%(v/v) エタノール, 95%(v/v) エタノールの順に1mL×2回ずつ洗浄を行ってけいそう土層を均一に形成させ, 130°Cで加熱後デシケーター内で放冷し恒量を求めた。

適量 (1g) のサンプルに50mM MES-TRIS緩衝液 (pH6.3) 40mL, 熱安定 $\alpha$ -アミラーゼ溶液0.2mLを加え沸騰浴中にて5分毎に攪拌させながら30分間反応させた。反応後蒸留水10mLを加え60°C程度になるまで室温に静置した。更にプロテアーゼ溶液0.2mL, アミログルコシダーゼ0.2mLを加え振とうさせながら60°Cにて30分間インキュベートした。得られた溶液に予め60°Cに加熱した95%エタノールを4倍量を加え, 室温で1時間静置しエタノール沈殿物を得た。

恒量を求めたるつぼ型ガラスフィルターを用いてエタノール沈殿物を吸引ろ過し, 残渣を得た。78%(v/v) エタノール, 95%(v/v) エタノール, アセトンをそれぞれ20mL×3回, 10mL×2回, 10mL×2回ずつ用いて試験管内の残留物を洗い込み, るつぼ型ガラスフィルターの中の残渣上に加えた後に105±3°Cで一晩乾燥させた。乾燥させたるつぼ型ガラスフィルターをデシケーター内で放冷し, 恒量を求めた (R1, R2)。

ここで, タンパク質測定用のるつぼ型ガラスフィルターの残渣を用いて, 粗タンパク質含量の測定を行った (P1)。測定はケルダール法を用いた。但し, 分解の際けいそう土を含む粗タンパク質測定用残渣を用いた。

もう一方の灰分測定用のるつぼ型ガラスフィルターは, 灰分測定用残渣をるつぼ型ガラスフィルターごと525±5°Cで灰化処理し, デシケーターで放冷後秤量し恒量を求めた。得られた結果とるつぼ型ガラスフィルターの恒量との差から灰分量を求めた (A1)。

得られた結果から下記の式にて食物繊維含量を求めた。

$$\text{食物繊維(\%)} = \frac{(R1 + R2) / 2 \times \{1 - (P1/R1 + A1/R2) - B\}}{(W1 + W2) / 2} \times 100$$

R1 : タンパク質用試料残渣 (g)

R2 : 灰分用試料残渣 (g)

P1 : タンパク質量 (g)

A1 : 灰分量 (g)

W1 : タンパク質用サンプル量 (g)

W2 : 灰分用サンプル量 (g)

B : ブランク値

## 結果

水分含量, 灰分含量, 総ポリフェノール含量, 粗タンパク質含量, 食物繊維含量, 脂質含量はそれぞれ5.37–8.10%, 6.39–10.72%, 0.241–0.604%, 8.42–11.78%, 24.1–43.5%, 1.59–5.06%の範囲で結果が得られた (表1)。

表1 ハトムギ成分分析値

品種名	水分(%)	灰分(%)	粗タンパク質(%)	食物繊維(%)	脂質(%)	総ポリフェノール含量(%)
マト・グロッソ	6.44	9.58	8.42	41.9	3.45	0.604
リオグランデ・ド・スル	5.80	9.58	8.64	38.6	4.22	0.540
はとむすめ	5.37	8.36	9.40	37.8	3.31	0.432
はとひかり	7.63	8.16	9.31	24.1	3.16	0.376
武生	5.88	10.72	11.78	43.5	3.11	0.400
尾花沢	5.61	8.65	8.75	37.2	2.88	0.535
愛媛1号	5.63	7.54	8.99	37.0	2.04	0.561
秋田1号	8.10	8.07	9.75	39.8	2.93	0.440
はとむぎ群馬	5.65	7.21	10.50	40.8	1.99	0.514
はとむぎ岩手	6.63	9.52	10.61	33.3	1.95	0.405
はとむぎ新潟	6.94	8.23	10.37	34.4	5.06	0.429
岡山在来	6.71	7.37	9.08	41.5	3.58	0.414
宮城在来	7.72	6.39	11.17	34.9	3.08	0.295
徳田在来	8.08	6.67	8.53	40.4	1.71	0.241
向江田在来	6.09	6.94	9.09	35.8	3.27	0.435
皆瀬在来	6.11	8.53	8.86	32.2	3.82	0.440
中里在来	6.39	7.91	8.64	36.2	1.96	0.288
黒石在来	6.12	10.37	10.05	38.7	1.59	0.358
耶馬溪在来	5.69	10.35	11.02	38.4	3.29	0.440
平均値±標準誤差	6.45±0.31	8.43±0.30	9.63±0.23	37.19±1.00	2.97±0.21	0.429±0.022

粗タンパク質に関しては品種間による差は僅差であった。

総ポリフェノール含量については、19品種の平均含量は0.429%であった。19品種のうち、マト・グロッソ、愛媛1号、リオグランデ、尾花沢、ハト麦群馬の順に含有量が多くいずれも0.5%以上であった。Folin-Ciocalteu法は総ポリフェノール含量の測定によく用いられるが、共存する還元物質と反応する為、還元性のあるビタミンCも測定してしまう。しかし、今回測定したハト麦のビタミンC含量は検出限界以下であった。

ポリフェノール含量と抗酸化性は相関関係があると報告されている。酸化は様々な疾病と密接に関わっている。ゆえに抗酸化性を有する機能性食品素材としてのハト麦の利用を考える場合は、上記の品種が適していると思われる。

食物繊維量については、19品種の平均含量は37.19%であった。19品種のうち、武生、マト・グロッソ、岡山在来、ハト麦群馬、徳田在来の順に含有量が多かった。食物繊維素材として利用する場合はこれらの品種が適していると思われる。

マト・グロッソ、ハト麦群馬はこれらの品種の中で食物繊維含量、総ポリフェノール含量ともに多く含まれている。近年、食物繊維は抗酸化剤のキャリアーとしての働きがあることが報告 [13] され、興味深い。つまり大腸において微生物によって食物中の食物繊維のマトリックスからポリフェノールなどの抗酸化剤が遊離し、抗酸化的な腸内環境をつくる可能性が示唆されている [13]。

今回、品種の異なるハト麦の栄養成分値の一部を示した。

これらの成分は栽培環境（場所、季節、日照時間、温度、湿度等）によっても変化すると思われるので環境調節工学的な視点で検討することも興味深い。一方、優良品種を選抜する場合には栄養成分値だけではなく、単位面積あたりの収穫量、耐病性、栽培のしやすさ等に関するデータも必要である。そのため今後、これらの情報を検討し、総合的に評価する必要があると思われる。

## 摘 要

19品種の全粒粉（マト・グロッソ、リオグランデ、はとむすめ、はとひかり、武生、尾花沢、愛媛1号、ハト麦群馬、ハト麦岩手、ハト麦新潟、岡山在来、宮城在来、徳田在来、向江田在来、皆瀬在来、中里在来、黒石在来、耶馬溪、秋田1号）について、食品成分としての機能性が明らかで注目されている食物繊維と総ポリフェノールの含量の分析を行った。その結果、19品種のうち、武生、マト・グロッソ、岡山在来、ハト麦群馬、徳田在来の順に食物繊維含有量が多かった。総ポリフェノール含量については、マト・グロッソ、愛媛1号、リオグランデ、尾花沢、ハト麦群馬の順に含有量が多いことを示した。

## 参考文献

[1] 千葉製粉株式会社 HP(2010)：ハト麦とは、<http://www.chiba->

- seifun.co.jp/development/adley/what.html (2010年10月1日閲覧)
- [ 2 ] Shih CK, Chiang W, Kuo ML (2004): Effects of adlay on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats, *Food Chem Toxicol.* 42(8) 1339-1347.
- [ 3 ] 八木 晟 (1989) : ハト麦の抗炎症・抗腫瘍活性. *医薬ジャーナル* 25, 545-548.
- [ 4 ] Huang DW, Kuo YH, Lin FY, Lin YL, Chiang W (2009): Effect of Adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) Testa and its phenolic components on Cu<sup>2+</sup>-treated low-density lipoprotein (LDL) oxidation and lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation in RAW 264.7 macrophages, *J. Agric. Food Chem.* 57(6) 2259-2266.
- [ 5 ] Kuo CC, Chiang W, Liu GP, Chien YL, Chang JY, Lee CK, Lo JM, Huang SL, Shih MC, Kuo YH (2002): 2, 2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical-scavenging active components from adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) hulls, *J. Agric. Food Chem.* 50 (21) 5850-5855.
- [ 6 ] Huang DW, Chung CP, Kuo YH, Lin YL, Chiang W (2009): Identification of compounds in adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) seed hull extracts that inhibit lipopolysaccharide-induced inflammation in RAW 264. 7 macrophages, *J. Agric. Food Chem.* 57 (22) 10651-10657.
- [ 7 ] Yeh PH, Chiang W, Chiang MT (2006): Effects of dehulled adlay on plasma glucose and lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats fed a diet enriched in cholesterol. *Int J Vitam Nutr Res.* 76 (5) 299-305.
- [ 8 ] 安田和正 (1983) : ハト麦のウイルス性疣贅に対する実験的臨床的研究 (第1報) ハト麦熱水抽出エキスの細胞傷害作用, *西日本皮膚科.* 45(2) 203-209.
- [ 9 ] 平野京子, 新村紀子, 安田和正 (1983) : ハト麦のウイルス性疣贅に対する実験的臨床的研究 (第3報) ハト麦外皮より作成した注射液および外用剤による臨床的治療成績, *西日本皮膚科.* 45(4) 602-608.
- [ 10 ] 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治 (1987) : 食品分析法, 柴田書店, 東京, 78-119.
- [ 11 ] Singleton VL, Rossi JA. (1965): Colori -metry of total phenolics with phospho molybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 16, 144-158.
- [ 12 ] Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I. (1988): Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study *J Assoc Off Anal Chem.* 71 (5) 1017-1023.
- [ 13 ] Saura-Calixto F (2010) Dietary Fiber as a carrier of dietary antioxidants: An Essential Physiological Function. *J. Agric. Food Chem.* (in press).

(受付 : 2010年12月27日 受理 : 2011年1月25日)