

短 報

アマランサス子実粉のパン膨化効果

三 宅 妙 子

川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床栄養学科

(平成5年11月17日受理)

Swelling Effect of Amaranthus Seed Powder Addition on White Bread

Taeko MIYAKE

*Department of Clinical Nutrition,
Faculty of Medical Professions
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-01, Japan
(Accepted Nov. 17, 1993)*

Key words : amaranthus seed powder, swelling effect, white bread

はじめに

アマランサスは、ヒユ属ヒユ科の一年生草本植物で、休耕田を利用する新作物として注目されている。既報¹⁾で我々は、子実の利用を目標とし、その代表的な2品種である *Amaranthus hypochondriacus* (和名センニンコウ) と *A. caudatus* (和名ヒモゲイトウ) を研究材料に、その栄養学的な長所を活かした調理法を模索した。その結果、めしに混入すれば粘性を、パンには膨化性を与え、また褐変し易く、約300℃でポップすることを確認した。

ただ、この膨化度は、従来の報文^{2,3)}とは異なっていた。

そこで、今回は食パンを対象にして、アマランサス子実粉による膨化効果を再検討したので、その結果を報告する。

材料および実験方法

1. 材 料

材料として①強力粉(日清製粉, カメリヤ), ②薄力粉(旭清粉, 無漂白), ③無塩バター(よつ葉乳業), ④砂糖(三井製糖, スプーン印上白糖), ⑤脱脂粉乳(雪印乳業, スキムミルク), ⑥食塩(日本たばこ産業, 塩化ナトリウム99%以上), ⑦ドライイースト(日清製粉, 顆粒スーパーカメリヤ), ⑧水(脱イオン水), ⑨アマランサス粉, ⑩市販アマランサス粉(ワショー物産: アマランサス全粒粉と中国漢方薬草薬木研究所: アマランサスの粉末) 2種を用いた。

2. アマランサス子実の粉碎

ナイロビ原産の *Amaranthus hypochondriacus* (和名センニンコウ) の種子を岡山県上房郡(じょうぼうぐん)で栽培, 収穫した子実を試料とし, 水で洗浄・30℃で乾燥後, カッター式粉碎機にかけた。これをふるい分けし, 市

販アマランサス粉の粒度分布に合わせて、100メッシュ以上30%, 60~100メッシュ60%, 50~60メッシュ10%となるように調整した全粒粉を用いた。

3. 食パンの材料配合割合

基本割合は自動ホームベーカリー（松下電器産業㈱製，SD-BT 6，消費電力630W，直捏式）の説明書に従った。すなわち，強力粉：イースト：無塩バター：砂糖：脱脂粉乳：食塩：水＝52.8：0.6：3.3：3.2：1.0：0.8：38.3であり，この製品を対照パンー1と称した。

また，強力粉の25%を薄力粉で置き換えた対照パンー2を調整した。この対照パンー2は，予備的に行った嗜好調査で対照パンー1より好まれたので，対照パンー2を基準とし，アマランサス粉添加パンを調整した。表1にアマランサス粉を添加した各種試料パンの材料配合割合を示した。アマランサス粉の添加を相殺するように同量の小麦粉を減量したが，強力粉と薄力粉の割合は，対照パンー2の配合割合である3：1に維持した。

なお，これらのパンは5回反覆して製造し，それぞれの物性を測定して，平均値を求めた。

4. 食パンの調整

食パンは，上記の自動ホームベーカリーを用い，ソフト食パンコースで焙焼した。このシステムでは生地を練り，生地のねかしの途中で自動的にイーストが投入され，本練り，一次発酵，ガス抜き，および成型発酵を経て，焼き上がりまでに5時間を要した。

なお，食パンの形態は山形であった。

5. 食パンの評価法

1) 測定用食パン

焙焼後の食パンは，一晚放冷した後，測定に用いた。

2) 体 積

食パンの体積は，菜種法⁴⁾により測定し，評価方法は重量（g数）と体積（ml数）から求めた気孔率（＝体積/重量×100⁵⁾）を採用した。

3) 断 面 積

食パン塊の中央部分で，長辺に対して平行に切り取った厚さ1.5cmのパン片を試料とした。

4) 内相および形の均整

3)の試料を写真撮影し，比較観察した。

5) 物 性⁶⁾

食パンの内相の物性を測定するために，3)に使用した食パン塊の残りの部分から，左右各2cm厚さのパン片を切り落とし，それぞれの中央部から4.0×4.0cm²の試料片を3片，計6片作り，レオメーター（不動工業㈱製，NRM-2010J-CW）により，硬さ，凝集性，および弾力性を測定した。測定は，試料台速度5 mm/sec，プランジャーの直径40mm，クリアランス5 mmで行い，解析は，専用の自動解析装置⁷⁾で行った。

6) 表皮の色⁴⁾

5)で試料として用いたパン片の上面，側面，および底面から，2.0×2.0cm²の試料片をそれぞれ4片採取し，デジタルカラーメーター（東京電色㈱製，TC-3600）で明度，赤味度，および黄味度を測定した。次にこれらの数値から，2つの試料間の距離である色差を求めた。色差は，感覚による色の差と良く対応するといわれ⁸⁾，その関係は表5の欄外に示した。

表1 試験用食パンの材料配合割合 (%)

	強力粉	薄力粉	アマランサス粉	市販アマランサス粉	イースト	バター	砂糖	脱脂粉乳	食塩	水
対照パンー1	52.8	0	0	0	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3
対照パンー2	39.6	13.2	0	0	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3
アマランサス粉3%添加パン	38.4	12.8	1.6	0	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3
アマランサス粉10%添加パン	35.6	11.9	5.3	0	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3
アマランサス粉20%添加パン	31.6	10.6	10.6	0	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3
市販粉20%添加パンー1	31.6	10.6	0	10.6	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3
市販粉20%添加パンー2	31.6	10.6	0	10.6	0.6	3.3	3.2	1.0	0.8	38.3

実験結果および考察

1. 気 孔 率

新藤ら²⁾と同様に、アマランサス粉添加によりパンは硬くなることを経験したので、対照にはソフト食パンを選んだ。

表2に示すように、アラマンサス粉3%および10%添加パンは、対照パンー2に比べ、5%の危険率で有意に気孔率が大きくなったが、アマランサス粉の添加量を20%にすると、同様の危険率で有意に小さくなった。また、市販粉20%添加パンは、後者と同様の結果を示した。

食パンの品質判定では山形食パンの場合、気孔率が500以上を良しとするが、これは、生地における優れた熱伝達に必要な最低の値である⁴⁾。アラマンサス粉3%および10%添加パンは、それを充足していたが、添加量が20%になると、450以下になり、市販粉20%添加パンも同様の結果を示した。

従来^{2,3)}の報文は、アマランサスの膨化効果に関する既述が不明瞭であったり、対照パンの小麦粉以外の材料の配合割合がアマランサス粉添加パンのそれと相違していた。そこで、アマランサスの膨化効果について再検討を行った。

またアマランサス粉は、既報で¹⁾クッキーやルウを調整した時、アマランサスの種皮に基因すると思われる、舌ざわりを不良にするザラザラ感が生じた。そこで本報では、アマランサスの子実を入手し、不純物除去を徹底した後、粉碎を行った。粒度については前述のとおりである

が、この粉を用いてルウを試作したところ、ザラザラ感⁵⁾は出現しなかった。よってこのザラザラ感⁵⁾は、市販アマランサス粉の精製が不十分であったか、あるいは添加物によるものと思われた。

膨化性は、小麦粉のたんぱく質であるグルテン含量⁹⁾や粉の粒度¹⁰⁾に関係する。小麦粉の場合、粒度は200～400メッシュであるが、アマランサス粉の粒度は100メッシュ以上が30%に過ぎず、更に粉碎を繰り返す必要があった。しかし、粉碎過程において、摩擦熱による粉そのものの高温化が起こったため、本報に用いた実験法ではこれ以上の微細化は無理であった。

また、繊維と灰分に富む小麦全粒粉を用いた場合、製パン性が低下することは周知のとおりである。

以上のことから現段階では、外皮を含むアマランサス粉のパン膨化効果は、アマランサス粉添加量10%が上限と思われた。

2. 断 面 積

食パン塊の断面積から膨化度の簡易予測の可否を確かめるため、気孔率との相関をみた。なお本報では、測定誤差を少なくするために、5の3)で述べたように広い面積を測定対象とした(図1参照)。

その結果、表2に示すように、対照パンー1、対照パンー2、アラマンサス粉3%、および10%添加パンの間には、有意差はみられなかった。これらの結果は、気孔率による評価と相違したため、断面積だけの一因子で膨化度を推測する

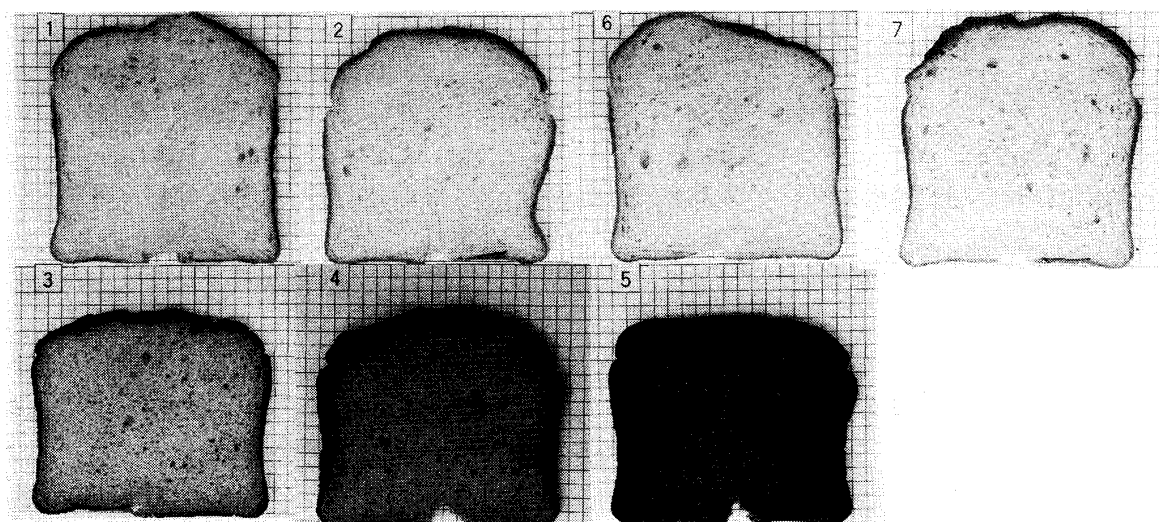
表2 試験用食パンの大きさ

	重 量 (g)	体 積 (cm ³)	気 孔 率	断面積 (cm ²)
対照パンー1	627±6	3178±73	506 ^a ±8	311 ± 7
対照パンー2	621±8	3007±74	484 ±10	306 ± 7
アラマンサス粉3%添加パン	638±13	3294±94	516 ^a ±17	318 ± 5
アラマンサス粉10%添加パン	620±9	3123±36	504 ^a ±13	303 ± 8
アラマンサス粉20%添加パン	642±16	2856±80	444 ^b ±6	272 ^b ±4
市販粉20%添加パンー1	641±10	2766±67	432 ^b ±15	261 ^b ±7
市販粉20%添加パンー2	627±10	2830±97	451 ^b ±10	267 ± 5

(注) 平均値+SD

a: 5%の危険率で有意に気孔率が大きくなった。

b: 5%の危険率で有意に気孔率または断面積が小さくなった。



写真番号 1	対照パンー 1	写真番号 2	対照パンー 2
" 6	アラマンサス粉 3 % 添加パン	" 7	アラマンサス粉 10 % 添加パン
" 3	アラマンサス粉 20 % 添加パン	" 4	市販粉 20 % 添加パンー 1
" 5	市販粉 20 % 添加パンー 2		

図 1 試食用食パンの断面

ことは不可能であることが分かった。

3. 内相および形の均整

図 1 に、食パンの内相を示した。アラマンサス粉 3 % 添加パンは、対照パンー 2 に比べ、大きな気泡が多数見られた。しかし、気泡の形は楕円形をしており、方向性もあり、外形の均整はとれていた。アラマンサス粉 10 % 添加パンは、内相に関しては、気泡の大きさ、形、方向性の点で対照パンー 2 に類似していたが、外形は、凹みの出現するものがあった。しかし、アラマンサス粉添加量が 20 % になると、全体的に気泡が小さく、その形も楕円形より円形が多くなり、多数の小泡の中に大きな気泡が点在する不均一な状態を示した。そして、気泡の方向性も不明瞭になった。更に、食パンの側面および底面に近い周辺部に膨化不十分のドウが出現した。また市販粉 20 % 添加パンは、アラマンサス粉 20 % 添加パンに比べ、更に気泡の大きさにバラツキが生じ、外形の凹みも著しくなった。

内相の良否は、グルテン膜に包まれた気泡の状態に左右される⁴⁾。よってアラマンサス粉添加に対応して小麦粉含有率が減少することは、内相および形の均整に対してマイナスの影響を及ぼすと予想されたが、10 % 添加までは対照パンー 2 に類似した膨化状態になった。このことは、

アラマンサスの効果によるものである。しかし、アラマンサス粉添加量が 20 % になると、膨化不十分のドウが出現した。

以上のことから、グルテン量の低下に対するアラマンサスの補足効果は 10 % までであるといえる。

4. 物 性

まず、市販の普通食パンとソフト食パンの内相の物性を硬さ、凝集性、および弾力性について比較し、表 3 に示した。硬さはいずれも柔らかいパン (1000 g 以下) と硬いパン (1000 g 以上) の 2 つに分かれたが、ソフト食パンの方が、全般に高い数値を示し、商品名から受けるイメージとは逆であった。しかし、凝集性は、ソフト食パンの方が低く、分割しやすい状態であることを示していた。また弾力性は、両者に差がないことから、ソフト感は凝集性に由来していることが分かった。

次に、添加量を変えた各種のアラマンサス粉添加食パンの内相の物性を比較した (表 4)。3 で述べたように、予備的に行った嗜好調査では、対照パンー 2 が対照パンー 1 より好まれたが、物性値からみた差は、硬さのみで、硬い方の対照パンー 2 が好まれたことになった。

また、前述のように、アラマンサス粉添加に

表 3 市販食パンの内相の物性

サンプル	No.	硬 さ (g)	凝集性 T.U.	弾力性 T.U.
食 パン	①	1015±141	0.71±0.03	0.99±0.01
	②	1056±138	0.77±0.07	0.99±0.01
	③	322±27	0.76±0.03	0.98±0.01
ソ フト	④	1090±73	0.59±0.03	0.95±0.02
	⑤	613±62	0.65±0.08	1.00±0.01
	⑥	1113±109	0.63±0.07	1.01±0.01

(注) 平均値±SD

表 4 試験用食パンの内相の物性

	硬 さ (g)	凝集性 T.U.	弾力性 T.U.
対照パンー 1	1366±213	0.69±0.05	0.99±0.01
対照パンー 2	1635±257	0.71±0.10	0.99±0.03
アマランサス粉 3 % 添加パン	1082±208	0.68±0.04	0.99±0.01
アマランサス粉 10 % 添加パン	1567±210	0.69±0.06	0.98±0.02
アマランサス粉 20 % 添加パン	1587±174	0.65±0.06	1.02±0.18
市販粉 20 % 添加パンー 1	1747±145	0.61±0.13	0.92±0.06
市販粉 20 % 添加パンー 2	1608±190	0.65±0.10	0.94±0.05

(注) 平均値±SD

表 5 試験用食パンの焼き色 (上面)

色 調	明 度	赤 味 度	黄 味 度	色 差
対照パンー 1	37.6	10.5	15.1	2.1
対照パンー 2	35.6	10.0	14.7	—
アマランサス粉 3 % 添加パン	37.8	9.7	15.1	2.3
アマランサス粉 10 % 添加パン	34.5	9.0	13.3	2.0
アマランサス粉 20 % 添加パン	28.2	6.8	8.9	9.9
市販粉 20 % 添加パンー 1	29.8	5.3	10.1	8.8
市販粉 20 % 添加パンー 2	30.5	8.3	10.3	7.0

色差: (単位: NBS) と感覚の差

{0.5~1.5: わずかに, 1.5~3.0: 感知せられるほどに, 3.0~6.0: めだつほどに, 6.0~12.0: 大いに}

表 6 試験用食パンの焼き色 (側面)

色 調	明 度	赤 味 度	黄 味 度	色 差
対照パンー 1	45.5	9.2	18.8	1.0
対照パンー 2	46.3	9.0	19.3	—
アマランサス粉 3 % 添加パン	45.9	9.6	19.2	0.7
アマランサス粉 10 % 添加パン	42.7	9.6	17.8	4.0
アマランサス粉 20 % 添加パン	37.5	9.5	15.4	9.6
市販粉 20 % 添加パンー 1	38.4	9.2	15.8	8.6
市販粉 20 % 添加パンー 2	39.3	9.0	16.5	7.5

表 7 試験用食パンの焼き色 (底面)

色 調	明 度	赤 味 度	黄 味 度	色 差
対照パンー 1	52.3	8.3	20.6	3.2
対照パンー 2	49.4	7.6	19.6	—
アマランサス粉 3 % 添加パン	50.2	8.7	20.4	1.6
アマランサス粉 10 % 添加パン	47.1	9.4	19.1	3.0
アマランサス粉 20 % 添加パン	42.0	9.6	17.6	7.9
市販粉 20 % 添加パンー 1	40.7	9.1	17.2	9.2
市販粉 20 % 添加パンー 2	41.7	8.3	17.4	8.0

より、食パンは官能的に硬くなる²⁾が、本報では、アマランサス粉添加量が20%までは対照パンー2に比べて柔らかく、そしてこの傾向は、粉の添加量が少ないほど顕著であった。しかし、市販粉20%添加パンー1は、逆に硬くなった。この違いについては不明である。

凝集性と弾力性は、アマランサス粉添加量が10%までは対照パンとの間に差がみられなかったが、20%になると凝集性が低くなり、更に市販粉添加のパンは弾力性も低くなり、脆く、崩れ易い傾向を示した。

以上のことから、食パンが良好な物性を維持するためには、アマランサス粉の添加量は10%までであると判断した。

5. 表皮の色

食パンの表皮の色は、外観の評価ポイントの中で体積に次いで重要である⁴⁾。表5、6、および7に、それぞれ食パンの上面、側面、および底面の焼き色を示した。

まず、上面はアマランサス粉添加により赤味度、黄味度いずれもが低下し、明度も下がった。次に側面と底面は、同様な傾向を示し、赤味度が上昇、黄味度が低下し、明度が下がった。そして全般的に、アマランサス粉添加により明度が下がる傾向を示した。しかし、その中にあってアマランサス粉3%添加パンは、上面と底面の黄味度の上昇により明度がわずかに上昇した。これらのことから、明度の上昇には、黄味度の上昇が影響していることが分かった。

次に、色差と感覚の差を比較すると、アマラ

ンサス粉20%添加パンはいずれも褐色が著しく、対照パンー2に比べ、明らかに差が生じた。しかし、アマランサス粉10%添加パンまでは、対照パンー2との差も「感知せられるほどに」となっており、褐色も許容範囲内と思われた。

また、アマランサス粉添加による焼きむら、斑点の出現などはなかったが、上述のように、表皮の褐変が著しいことから、「焼く」調理法から「蒸す」調理法への再検討が必要であると判断した。

なお、市販のアマランサス粉を使用した場合、褐変が更に著しくなったことについては不明である。

ま と め

アマランサス粉を10%混入した小麦粉パンは、混入しないパンに比べて約15%の容積増を示すという³⁾。著者らも市販のアマランサス粉を用いて試作し、高さで比較して体積増を認めたが、その程度は低く、7%に過ぎなかった¹⁾。

そこで今回は、アマランサスの子実を入手し、精製・粉碎を実験室において行い、100%純粋物を利用して実験し、気孔率を測定した。その結果、アマランサス粉添加によるパン膨化効果は、アマランサス粉3%添加で約7%の体積増、10%添加で4%増、逆にアマランサス粉20%添加では、8%減となり、余り期待できないことが分かった。

なお今回、食パンの膨化度は断面積から推測することができないことがわかった。

文 献

- 1) 今村経明, 三宅妙子, 武政睦子 (1992) アマランサス子実の成分組成とその調理上の問題点. 調理科学, **25**(3), 216—221.
- 2) 新藤由喜子, 青島郁子, 飯田文子, 満川元行 (1992) アレルギー患者が摂取可能なアマランサスパンの製造とその評価. 日本家政学会誌, **43**(1), 15—21.
- 3) 農産業振興奨励会 (1989) 昭和63年度新作物検査調査事業報告書. pp 46.
- 4) 川端晶子 (1986) 調理科学に関する基礎実験. 川端晶子編, フローチャートによる調理科学実験書, 第二版, 地人書館, 東京, pp 34—35.
- 5) 内田迪夫 (1989) パンの品質評価. 調理科学, **22**(2), 102—107.
- 6) 中里トシ子, 下坂智恵, 松井能子 (1991) ライ麦全粒粉添加食パンへのクエン酸カルシウムおよびレモン汁の改良効果. 調理科学, **24**(3), 216—221.

- 7) 理化電機工業株(1992) 自動計測 X-Y レコーダ/プロッタ (FR-801) 取扱説明書. pp 43—44.
- 8) 山崎清子(1983) 測色色差計. 山崎清子編, 調理のための調理実験, 新訂版, 同文書院, 東京, pp 193—196.
- 9) 新原立子, 針谷順子(1991) パン及び麺の性状に対する小麦粉のタンパク質および脂質の量的な影響について. 日本家政学会誌, **42**(11), 983—987.
- 10) 武田紀久子(1988) 小麦粉成分および特性がスポンジケーキの膨化に及ぼす影響(第2報) 粉の粒度の影響. 日本家政学会誌, **39**(9), 979—985.