

## 研究報告

# 北上産黒大豆「黒千石」の調理特性に関する研究（第2報） —パンへの利用—

Cooking Properties of Black Soybean Named *Kurosengoku* Produced in Kitakami District II  
— application to bread —

長坂慶子<sup>\*1</sup>, 笹田怜子<sup>\*1</sup>, 川崎雅志<sup>\*1</sup>, 千葉啓子<sup>\*1</sup>, 中塚晴夫<sup>\*2</sup>, 猿渡英之<sup>\*3</sup>, 渡辺孝男<sup>\*4</sup>  
Keiko NAGASAKA, Reiko SASADA, Masashi KAWASAKI, Keiko CHIBA,  
Haruo NAKATSUKA, Hideyuki SAWATARI and Takao WATANABE

**Keywords:** *Kurosengoku, Cooking Properties, Bread*  
黒千石, 調理特性, パン

### 1. はじめに

黒千石の利用拡大を図るため、前報<sup>1)</sup>では粒状で調理に最も利用しやすいと考えられる水煮豆を調製し、その調理特性について検討した。その結果、黒千石は他の黒大豆（光黒、黒平、丹波黒）に比べて吸水しにくく、調理中の表皮から色素の溶出が顕著で茶褐色になりやすかった。また、食べた時に硬く、水煮豆には適していないことが明らかになった。そこで、黒千石を粉末状にして利用を検討することとした。

豆を粉末状にした食品としてはきな粉<sup>2)</sup>がある。きな粉または大豆粉をパンに添加した研究として、大羽<sup>3)</sup>らは、新大豆素材を小麦粉の5%・10%添加したパンを調製し、5%添加したパンが好まれ、冷凍貯蔵による老化を抑制する効果があったことを報告している。中村<sup>4)</sup>は国内産小麦に加熱大豆粉末を5~20%添加し、10%添加が適正であること報告している。新潟県農業総合研究所食品研究センター（穀類食品科）<sup>5)</sup>は、脱皮した大豆を、蒸気加熱後に乾燥・粉砕し、これをパン生地<sup>6)</sup>に10~15%添加したものが青臭みの無いパン本来の香味を有する大豆パンを製造することができることを報告している。佐々木<sup>6)</sup>らは、大豆圧搾ミール粉末をノングルテンの米粉パンに使用し、米粉の5~20%相当分を加えることによりパンのきめと膨らみが安定し、パンの硬化が軽減されることを報告している。舘<sup>7)</sup>は、大豆を特殊加熱処理した大豆粉を用いてパンを調製し、加熱処理大豆粉は5%置換したパンの品質が小麦粉パンと比べて同程度に好まれることを報告している。島田<sup>8)</sup>らは有色大豆（青大豆、紅大豆、茶大豆、黒大豆）を加熱大豆粉にしてパンを調製し、紅大豆粉20%添加パンが最も好ましいと評価されたことを報告している。これらの研究の多くが、黄大豆を粉にしてパンの利用を報告したもので、黒大豆を利用した研究報告は少ない。そこで本研究では、黒大豆「黒千石」から黒大豆きな粉を調製し、1回の食事で摂取する量が多

く、毎日の食事で食べることができる食品としてくパンを選択し、製パン材料への利用について検討し若干の結果を得たので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料の調製方法

試料には、きな粉の原料として平成24年度収穫の黒大豆黒千石（農事組合法人北上南部）を用いた。きな粉の調製は、県内企業（有）小倉商店に委託し、黄大豆できな粉を製造する場合と同様の方法で調製した（水分含有率4.9%）。パンの原料には、強力粉（1CW（株）富澤商店、水分含有率14.3%）、グラニュー糖（（株）日新製糖）、脱脂粉乳（（株）雪印メグミルク）、ショートニング（（株）富澤商店）、塩（（株）マルニ）、ドライイースト（（株）日仏商事）を用いた。パンの基本配合割合は、強力粉（100%）に対して、グラニュー糖6.0%、脱脂粉乳5.0%、ショートニング3.8%、塩1.8%、ドライイースト1.0%、水75.0%とした<sup>9)</sup>。きな粉の添加量は強力粉の0~40%とした。ホームベーカリー（SD-BT152 National製）を用いて、食パンコース（淡色）で調製した。焼成後、室温（22℃）で1時間放置して粗熱をとった後、ビニル袋に入れて20℃で18時間保存し、試料とした。

#### 2.2 測定方法

生地<sup>10)</sup>の体積膨化率は、一次発酵に入る前の生地100gをトールビーカーに入れてフィルムで密閉し、40℃の恒温器中で30分間発酵させ、発酵前と発酵後の生地の高さを求め、発酵後の生地<sup>11)</sup>の体積を発酵前の生地<sup>12)</sup>の体積で除して算出した。試料の高さは、試料の中央部分を幅2.5cmに切り、その中央の高さを測定した。クラムの比容積は、試料を2.5cm角の立方体に切り、菜種法<sup>10)</sup>により体積を求め、重量で除して算出した。クラムの水分含有率は、試料のクラムを0.5cm角に切り、赤外線水分計

\*1 生活科学科食物栄養学専攻 \*2 宮城大学 \*3 宮城教育大学 \*4 東北文教大学

(FD-620 ケット科学研究所製)を用いて110℃15分間加熱した時の水分量を水分含有率とした。クラムの色は、色差計(SZ-Σ90(株)日本電色工業製)を用いて、白板を基準にL値、a値、b値を測定した。クラムの圧縮応力値<sup>11)</sup>は、試料を2.5cm角の立方体に切り、フドーレオメーター(株)レオテック社製)を用いて圧縮応力値を測定した。測定は直径30mmφディスク型、圧縮速度は1mm/sec、圧縮率は試料の高さの30%とした。測定に用いた試料数は24個である。官能評価は評点法<sup>12)</sup>を用いた。基本の配合割合(強力粉100%)で調製した試料のクラムを基準とし、強力粉の重量の10%、20%および30%をきな粉と置換した試料のクラムを評価した。評価項目は、クラムの色、食べた時の苦味、食べた時の弾力、食べた時の硬さ、パンとしてのおいしさの5項目である。パネルは本学生活科学科食物栄養学専攻2年生20名である。

測定は20℃で行い、測定用試料は5~8回調製した。測定値の解析はエクセル統計2015を使用し、Tukey法による多重比較検定を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 強力粉ときな粉の置換量

強力粉ときな粉の置換量を10%、20%、30%、40%の4段階としていた。焼成後の試料の全体像(上)と断面(下)を図1に示した。



図1. きな粉置換パンの全体像(上)と断面(下)  
 (左から置換量0%、10%、20%、30%、40%)

きな粉置換量40%の試料(右端)は、図1に示すように、焼成前の試料の大きさと焼成後の大きさとほぼ変わらず、ほとんど膨化しなかった。このことから、本実験

では置換量を10%、20%、30%の3段階として検討することとした。

#### 3.2 生地 の体積膨化率

強力粉の0%、10%、20%、30%をきな粉に置換した生地 の体積膨化率を図2に示した。きな粉置換量0%では、

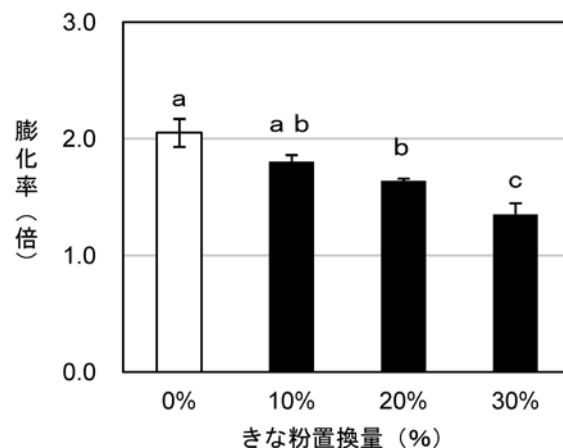


図2. きな粉置換パン生地 の体積膨化率

(図中の同じ文字は有意差がないことを示す)

元の生地 の体積の約2.1倍、10%では約1.8倍、20%では約1.6倍、30%では約1.4倍で、きな粉の置換量が増すにしたがい、生地 の体積膨化率の値は小さくなった。置換量0%に比べて置換量20%、置換量30%は、有意( $p<0.01$ )に体積膨化率は減少し、生地 が膨らまないことが明らかになった。置換量間の比較では、置換量10%と置換量20%の間には有意差は認められなかった。置換量20%と置換量30%との間では有意( $p<0.01$ )に体積膨化率は減少し、生地 が膨らまないことが明らかになった。これは、きな粉の置換量が増すと強力粉の量が減るため、グルテン形成量が少なくなり弾力性のあるグルテン膜が形成されないため、発酵中に生産される二酸化炭素ガスを保持できず<sup>13, 14)</sup>、生地 の膨化率が低くなったと考えられる。

#### 3.3 試料の高さ

強力粉の0%、10%、20%、30%をきな粉に置換したパン中央部の高さを図3に示した。

きな粉置換量0%では約18.2cm、10%では約16.8cm、20%では約13.4cm、30%では約9.6cmで、きな粉の置換量が増すにしたがい、パンの高さは低くなった。パンの高さは、生地 の体積膨化率と同様の傾向を示した。きな粉の置換量0%と置換量20%、置換量30%では、置換量が増すと有意( $p<0.01$ )に高さが減少した。置換量間の比較では、置換量10%に比べて置換量20%、置換量30%との比較では有意( $p<0.01$ )に高さは低くなり、焼成後に膨らまないことが明らかになった。

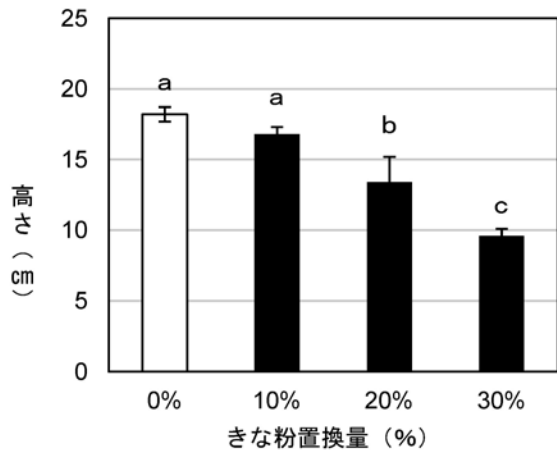


図3. きな粉置換パンの高さ

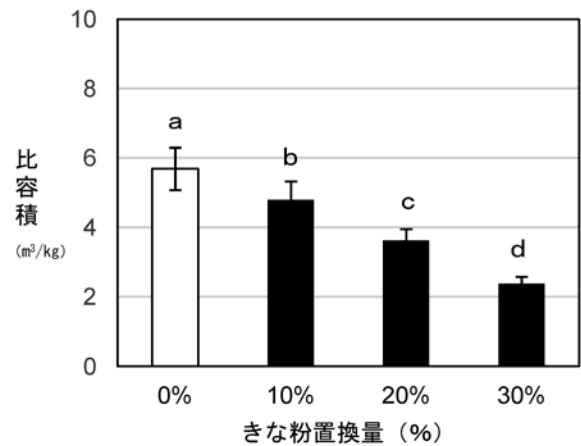


図4. きな粉置換パンのクラムの比容積

今回の実験では、強力粉の重量の10%をきな粉で置換すると、高さは置換量0%の時の約92%、20%を置換すると約74%、30%置換すると約53%にまで減少し、置換量が20%以上になるときな粉の影響が顕著となった。

生地自体積膨化率でも述べたように、きな粉置換量の増加はすなわち強力粉の量が減ることであり、グルテン形成量が少なくなる、あるいはきな粉がグルテンの形成を妨げるため、焼成後のパンの高さが低くなったと考えられる。

### 3.4 試料クラムの色調

強力粉の0%、10%、20%、30%をきな粉に置換した試料の中央部分から採取したクラムのL値、a値、b値を表1に示した。

表.1 きな粉置換パンのクラムの色調

置換量	L値	a値	b値
0%	92.67±16.04	-0.70±1.47	5.37±8.04
10%	77.88±15.67	3.38±1.46	9.11±7.48
20%	67.95±15.42	5.65±1.29	10.37±7.25
30%	56.70±10.89	6.79±1.40	10.49±6.07

(L値は明度、a値は赤度、b値は黄度を示す)

きな粉置換量が増すにしたがいL値は低くなり、クラムの色は黒くなった。a値はきな粉置換量が増すにしたがい値がわずかに増加して赤みが増した。b値もきな粉置換量が増すにしたがい値が増加して黄色みが増した。きな粉に含まれる黒千石大豆の種皮から、水溶性の色素であるアントシアニン<sup>15)</sup>が溶出して、パンのクラムが茶褐色に着色したと考えられる。

### 3.5 試料クラムの比容積

強力粉の0%、10%、20%、30%をきな粉に置換したパン中央部のクラムの比容積を図4に示した。

きな粉置換量0%では約5.7(m³/kg)、10%では約4.8(m³/kg)、20%では約3.6(m³/kg)、30%では約2.4(m³/kg)で、きな粉の置換量が増すにしたがいパンの比容積は有意(p<0.01)に低くなった。比容積は、値が高いほどパンが良く膨らんでいることを表し、製パン性が良いとされる。このことから、きな粉置換量が増すとクラムの膨らみ低くなり、製パン性が悪くなることが明らかになった。

### 3.6 試料クラムの水分含有率

強力粉の0%、10%、20%、30%をきな粉に置換した試料中央部のクラムの水分含有率を図5に示した。

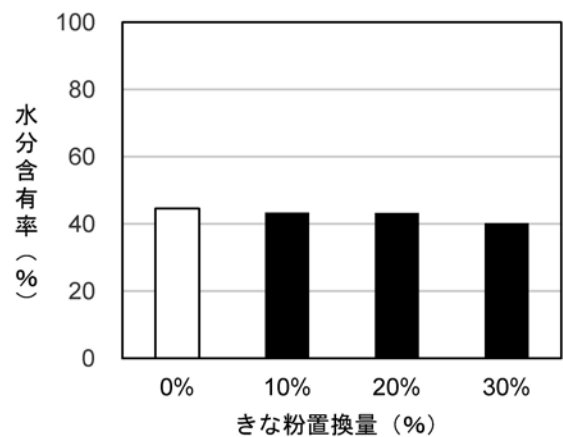


図5. きな粉置換パンの水分含有率

全試料の焼成前の水分含有率は47%としている。焼成後は、きな粉置換量0%では約44.6%、10%では約43.4%、20%では約43.3%、30%では約43.2%で、きな粉の置換量が増しても、試料間に顕著な差はなく、パンのクラムの水分含有率に有意な差は認められなかった。

一般的なパン内部の水分含量は43.5~45.1%<sup>16)</sup>とされている。きな粉置換量が増しても一般的なパンの水分含量に近い値を示した。

### 3.7 試料クラムの圧縮応力値

強力粉の0%、10%、20%、30%をきな粉に置換した試料中央部のクラムの圧縮応力値を図6に示した。

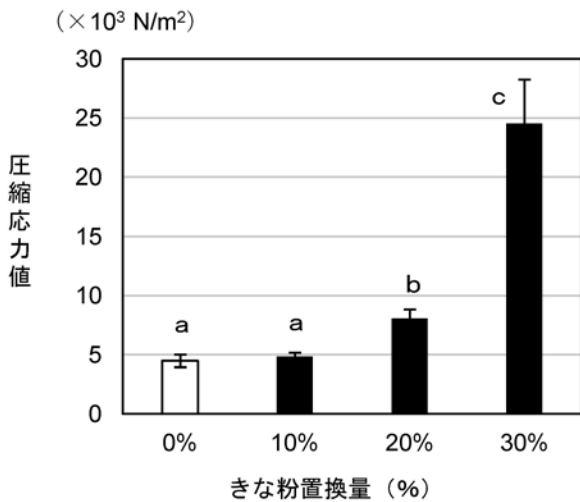


図6. きな粉置換パンの圧縮応力値

きな粉置換量0%では約4.5(×10³ N/m³)、置換量10%では約4.9(×10³ N/m³)、置換量20%では約8.1(×10³ N/m³)、置換量30%では約24.5(×10³ N/m³)であった。置換量10%の試料は置換量0%の圧縮応力値の約1.1倍、置換量20%は約1.8倍、置換量30%は約5.5倍で、きな粉の置換量が増すにしたがい、パンの圧縮応力値は高くなった。きな粉の置換量0%と置換量10%の間には有意な差は見られなかったが、置換量0%と置換量20%、置換量30%の間では有意(p<0.01)に圧縮応力値が高くなり、硬くなることがわかった。

大羽<sup>3)</sup>らは、新大豆素材を小麦粉に添加する量が増すとパンの体積が減少し、やや硬くなることを報告してい

る。館<sup>7)</sup>も、小麦粉の一部を大豆粉および加熱処理大豆粉で置換したパンは、置換量が増すにしたがい硬さの値が高くなったことを報告している。今回の実験結果も同様の結果となった。

以上述べてきた測定値の結果から、きな粉の置換量が増すにしたがい、強力粉の量が減り、グルテン形成量が減少する。そのため焼成前の生地は膨化率は低く、焼成後の膨らみは少なく、圧縮応力値が高いすなわち硬いパンになることが明らかになった。

### 3.7 試料の官能評価

パンとして食べられるきな粉置換量を明らかにするために、強力粉の10%、20%、30%をきな粉に置換した試料の官能評価の結果を図7に示した。評価する時に、置換量0%(強力粉100%)で調製した試料のクラムを基準すなわち評価値0として実施した。

色の濃淡の評価では、置換量10%は0.7、置換量20%は1.6、置換量30%は2.8で、きな粉置換量が増すにしたがい色は濃くなると評価された。各試料間に有意差(p<0.01)が認められた。

食べた時の苦味では、置換量10%は0、置換量20%は0.3、置換量30%は1.9で、きな粉置換量が30%になると「やや苦い」と評価された。置換量10%・20%と置換量30%との間に有意差(p<0.01)が認められた。

食べた時の弾力では、置換量10%は0、置換量20%は-0.3、置換量30%は-0.9で、きな粉置換量が増すにしたがい弾力が無いと評価された。きな粉置換量の違いによる評価値に有意差は認められなかった。

食べた時の硬さでは、置換量10%は0、置換量20%は-0.8、置換量30%は-2.38で、きな粉置換量が増すにしたがい食べた時に硬いと評価された。各試料間に有意差(p<0.01)が認められた。

食べた時のおいしさでは、置換量10%は1.2、置換量

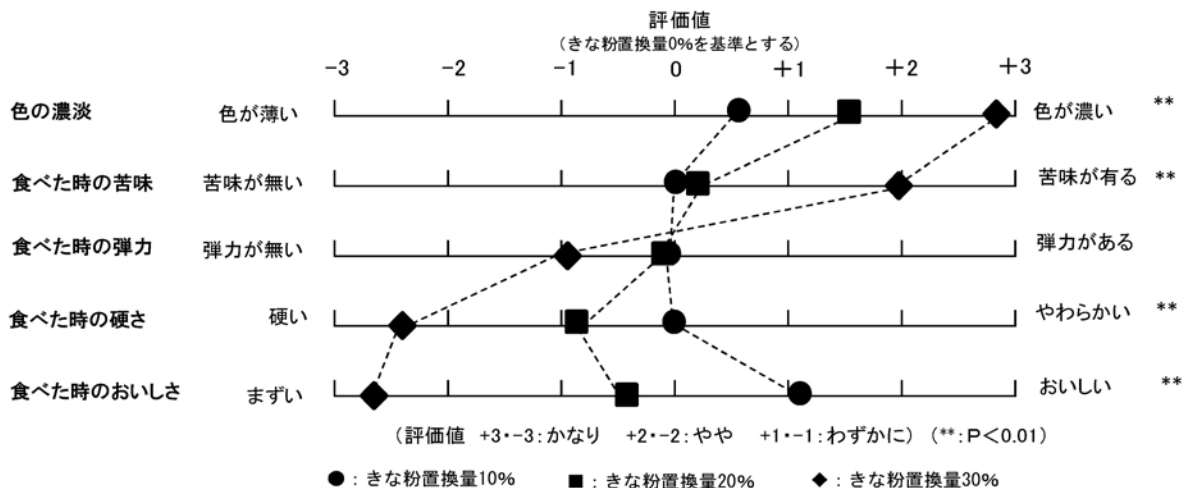


図7. きな粉置換パンの官能評価の結果

20%は-0.4、置換量 30%は-2.3 で、きな粉置換量が増すにしたがい食べた時にまずいと評価された。各試料間に有意差 ( $p<0.01$ ) が認められた。

試料の中で最もおいしいと評価されたきな粉置換量 10%の試料は、置換量 0% (強力粉 100%) の試料に比べて色はわずかにあるが、食べた時の苦味や硬さがほぼ変わらず、置換量 0% (強力粉 100%) の試料に比べてわずかにおいしいと評価される試料であった。

以上の官能評価結果から、パンの調製時に強力粉の代替材料として黒千石きな粉の使用可能量は、強力粉重量の 10%までであると考えられた。

### 3.8 試料の機器測定と官能評価の相関

パンとしておいしいと評価された試料は、どのような調理特性を有しているのか明らかにするために、各試料の機器測定値と官能評価値の相関を求めた。その中で、パンとしておいしさの評価は、比容積と食べた時の硬さとの間に高い正の相関 ( $r = 0.9995$ ) が得られ、図 8 に示した。

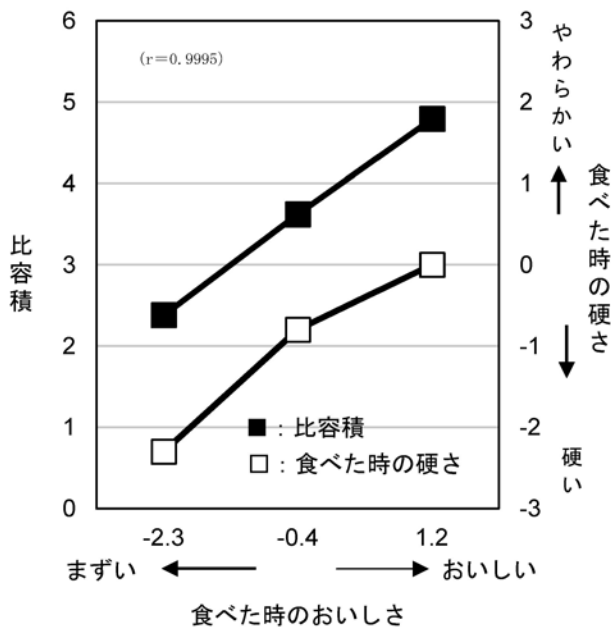


図 8. 食べた時のおいしさと比容積および食べた時の硬さの関係

パンとしておいしいと評価された試料は、比容積が高く、食べた時にやわらかいと評価されていた。一方、パンとしてまずいと評価された試料は、比容積が低く、食べた時に硬い評価されていた。

### 4. まとめ

前報<sup>1)</sup>に引き続き、黒千石の利用拡大を図るために、粉末状にして製パン材料として強力粉の 10%、20%、30%

を置換して調理特性と利用の可能性について検討し、以下の結果を得た。

1. 生地 の 体 積 膨 化 率、焼 成 後 の 試 料 の 高 さ、ク ラ ム の 比 容 積 は、き な 粉 置 換 量 が 増 す に し た が っ て 減 少 し た。
2. 試料クラムの色調は、きな粉置換量が増すにしたがいL値は低くなり、a値とb値は増加した。パンのクラムは茶褐色になった。
3. 試料クラムの水分含有率は、きな粉置換量が増すとわずかに減少した。
4. 試料クラムの圧縮応力値は、きな粉置換量が増すにしたがい値は高くなり硬くなった。
5. 官能評価では、きな粉置換量 10%の試料が食べた時にパンとしておいしいと評価された。パンの調製時に強力粉の代替材料として黒千石きな粉の使用可能量は、強力粉重量の 10%までであると考えられた。
6. 食べた時においしいと評価された試料は、試料クラムの比容積と食べた時の硬さとの間に正の相関が認められた。すなわち、食べた時においしいと評価されていた試料は、比容積の値が高く、食べた時にやわらかいと評価されていた試料であった。

### 5. 参考文献 他

- 1) 長坂慶子 笹田怜子 川崎雅志 千葉啓子 中塚晴夫 猿渡英之 渡辺孝男: 北上産黒大豆「黒千石」の調理特性に関する研究 (第 1 報) — 水煮豆への利用 — 岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集 Vol.16 pp13~17 2014 年
- 2) 山内文男 大久保一良編: 大豆の科学 p82 朝倉書店 2000 年
- 3) 大羽和子 中野淳子: 大豆素材添加食パンの製パン性、物性および食味特性 日本家政学会誌 Vol.47 pp21~27 1996 年
- 4) 中村幸一: 国内産小麦・大豆を利用した高品質パンの製造技術の開発 平成 14 年度国内産麦情報交換会要旨集 2003 年
- 5) 新潟県農業総合研究所食品研究センター 穀類食品科: 大豆入りパンの製造法 平成 14 年度新潟県農林水産業研究成果 2003 年
- 6) 佐々木恵美 今野周 鬼島直子: 大豆圧搾ミール粉末添加によるノングルテンの米粉の形質改善 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 研究成果情報 2009 年
- 7) 舘 和彦: 加熱処理大豆粉を添加したパンの品質評価 岐阜女子大学紀要 Vol.39 pp67~72 2010 年
- 8) 島田和子 時乗あかり 山田紗容 藤野加奈子 伊藤浩史 澤野悦雄 原田和樹 羽鹿牧太: 有色大豆粉を添加したパンの特徴 日本調理科学会大会研究発表

要旨集 2011 年

- 9) 松下電器産業株式会社 電化調理事業部: National ホームベーカリー(家庭用)パンの本 発行年不明
- 10) 長尾慶子 香西みどり編: 調理科学実験 p8 建帛社 2011 年
- 11) 赤羽ひろ 中浜信子: 調理科学 Vol.22 pp173~182 1989 年
- 12) 大羽和子 川端晶子: 調理科学実験 pp100~106 学建書院 2011 年
- 13) 吉野精一: パン「こつ」の科学 p7 柴田書店 2011 年
- 14) 田中康夫 松本博編: 製パンの科学(Ⅱ) 製パン材料の科学 p4 光琳 1992 年
- 15) 吉田久美: マメ種皮の色 豆類時報 No.26 pp21~27 2002 年
- 16) 田中康夫 松本博編: 製パンの科学(Ⅰ) 製パンプロセスの科学 p200 光琳 1997 年

謝辞

黒大豆「黒千石」を御提供いただいた農事組合法人北上南部様に御礼申し上げます。

付記

- ・本研究は平成 25 年度地域協働研究(教員提案型)(課題名: 北上産黒大豆「黒千石」の栄養機能性と加工食品への応用に関する研究)の成果の一部である。
- ・研究結果の一部を(一社)日本家政学会第 66 回大会(於: 北九州国際会議場)で報告した。