

北海道産ライ麦を使用したパンの性状と嗜好性

第1報 ライ麦全粒粉の配合割合がライ麦パンの性状と嗜好性に及ぼす影響

筒井 静子¹⁾・三木 貴史²⁾・義平 大樹³⁾

Quality and palatability of bread made of rye produced in Hokkaido I. Effects of the mixed rate between rye and wheat unpolished flour on quality and palatability of rye bread

Shizuko TSUTSUI¹⁾, Takashi MIKI²⁾ and Taiki YOSHIHIRA³⁾

(Accepted 16 January 2012)

緒 論

ライ麦は、小麦に比べて凍結、干ばつ、酸性土壌などの環境ストレスに強く、低温伸長性にも優れることから、ロシア、東欧、北欧を中心としたヨーロッパの亜寒帯においては、ライ麦パンの原料となる食用作物として、20世紀初頭まで重要な位置をしめていた(Bushuk 1976)。しかし、20世紀中頃における小麦品種の耐寒性の改良により、ライ麦の栽培面積は大きく減少した(星川 1996)。さらに、ライ麦の環境ストレス耐性と小麦の登熟の良さをあわせもつ(義平 2008)両者の属間雑種ライ小麦品種改良と1990年代以降はその普及により、世界的にライ麦の栽培面積の低下は進行しつつある(義平 2011)。

しかし、東欧文化圏においては、ライ麦パンやウォッカなど、ライ麦を原料とする食文化が根ざし、現在でも一定の消費量を維持している(国分 2009)。一方、日本においては、低温伸張性を生かした越冬緑肥作物としての普及が最も多く、食用作物としてのライ麦の栽培は非常に少ない(義平 2011)。そのため、一般消費者の求めるパン用ライ麦粉のほとんどは輸入ライ麦が使用されており、国産ライ麦の生産量は少ない。

また、いくつかの報告によれば、ライ麦粉は小麦粉にない栄養価と機能性を有する。Mazurら(1998)の疫学的調査によると、ライ麦粉には抗酸化作用を持つリグナンの種が小麦粉より多く含まれ、ライ麦

パンを食べる機会が多い北欧では大腸ガンの発生が少ない。また、Cooper (1985)によれば、小麦粉アレルギー患者には、ライ麦粉の配合割合の高いライ麦パンを食しても反応を示さない人も少なくない。さらに、ライ麦粉は小麦粉に比べてミネラルや繊維質が多いことから(科学技術・学術審議会資源調査分科会 2010)、生活習慣病等の予防に役立つとも考えられている。

ライ麦粉は、グルテンをほとんど形成しないため、パンを作製する際ライ麦粉の配合割合が多い場合には、組織を安定させ、酸味と芳香を与えるためサワー種が用いられる(江崎 2002)。しかし、サワー種によるライ麦パンの作製は操作が難しく日数を要するため、家庭における手作りパンにはなじみにくい。家庭でライ麦パンが手軽に作られ、消費が促進されるためには、サワー種よりも操作が簡単で時間を要さないドライイーストを使用した製法での検討が必要である。

わが国において市販されているライ麦パンは、ライ麦粉の配合割合が20%前後のものが多く、パンの性状や嗜好性の調査から日本人に好まれやすいライ麦粉の配合割合を客観的に検討した報告はほとんどみられず、道産ライ麦粉と道産小麦粉を組み合わせたライ麦パンについての調査例は皆無である。

そこで、北海道産のライ麦粉と小麦粉を使用して作製したライ麦パンの消費拡大を目指す一環として、発酵にドライイーストのみを用いた場合のライ

¹⁾ 酪農学園大学酪農学部酪農学科食物利用学研究室

Food and Culinary Science, Department of Dairy Science, Faculty of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

²⁾ 江別製粉株式会社

Ebetsu Flour Milling co, LTD, Ebetsu, Hokkaido, 067-0003, Japan

³⁾ 酪農学園大学酪農学部酪農学科飼料作物学研究室

Forage Crop, Department of Dairy Science, Faculty of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

麦パンの性状と嗜好性に及ぼすライ麦粉の配合割合の影響について検討した。

材料および方法

1. 材料および配合割合

材料の小麦粉は、江別製粉株式会社の香麦(“春よ恋”と“ホクシン”を主原料とする北海道産小麦のブレンド粉)、ライ麦粉は、江別製粉株式会社の北海道産ライ麦全粒粉を用いた。さらに、ドライイースト(日本製粉株式会社:ふっくらパンドライイースト)、ショートニング(日本製粉株式会社:ふっくらパンショートニング)、砂糖(日本甜菜製糖株式会社:上白糖)、食塩(塩事業センター:塩)、スキムミルク(北海道乳業:脱脂粉乳)、水(水道水)を使用した。

試料の配合は、ベーカーズパーセントで、粉(小麦粉+ライ麦粉)100に対し、ドライイースト1.2、ショートニング5、砂糖6、食塩2、スキムミルク2、水65.4~70.5とした。水の割合は、ファリノグラフでのミキシングテストで500 B. U.を示す吸水量を基本に実際のミキシング時の生地形成を確認しながら決定した。ライ麦粉の配合割合は、粉全体の10、20、30、40、50%として、計5種類の試料(それぞれR 10、R 20、R 30、R 40、R 50)とした。なお、原料の小麦粉およびライ麦粉の成分分析値とファリノグラフ吸水率を表1.に、R 10、R 20、R 30、R 40、R 50の配合割合と加水量を表2.に示した。

表2. ライ麦粉と小麦粉の配合割合および加水量・加水率

試料名	ライ麦		加水量 (g)	加水率 (%)
	香麦 (g)	全粒粉 (g)		
R 10	450	50	327.0	65.4
R 20	400	100	328.0	65.6
R 30	350	150	339.5	67.9
R 40	300	200	345.5	69.1
R 50	250	250	352.5	70.5

R 10、R 20、R 30、R 40、R 50はそれぞれ、粉全量に対してライ麦粉を10、20、30、40、50%と小麦粉を90、80、70、60、50%を混合した粉を示す。

2. パンの調製

配合粉500gに対し上記の配合割合の材料をそれぞれ加え、直捏法(吉野1999)によりパンを作製した。あらかじめビニール袋内で粉、ドライイースト、砂糖、食塩、スキムミルクを軽く攪拌したものと、水をミキサー(大正電気株式会社:レディースミキサーKN-200)に入れ、ゴムベラで軽く混ぜ、低速で5分間、高速で15分間混捏し、ショートニングを加えた。さらに、低速で2分間、高速で5分間混捏した後、生地を丸めてボールに入れてラップフィルムをし、28℃の恒温器内(株式会社いすゞ製作所:恒温培養器ハローひまわり)で80分間発酵させた。パンチングを行い、再び28℃で30分間一次発酵を行った。次に、生地を430gに分割し、30分間のベンチタイム後に成形し、パン型(19×8.7cm、高さ9.5cm)に入れ、38℃の恒温器内で70分間二次発酵を行った。次に、200℃のオーブン(ハーマン社:ガスビルトイン)で20分間焼成後、室温にて1時間放冷し、試料とした。

3. パン性状の測定

比容積は、重量(電子天秤)と体積(菜種法)を測定し、体積を重量で除して求めた。焼減率は、焼成前と焼成後の重量の差を、焼成前の重量で除して算出した。

図1.に試料の切断方法および測定部位を示した。水分含量は、パンクラムより厚さ10mmに切り出した中央部分1gを加熱乾燥式水分計(AND社)により測定した。パンの硬さは、厚さ20mm、縦35mm、横35mmに切り出したクラム部分を試料片とし、クリープメーター(山電:RE33005)により、直径30mmのプランジャーを用いて破断強度を測定した。測定条件は、ロードセル2kgf、アンプ倍率1倍、格納ピッチ0.01sec、測定歪率99.9%、測定速度1.0mm/secとした。また、同様の部位を用いて測色色差計(日本電色)により色を測定し、切断面をデジタルカメラで撮影して内相を比較した。外相(外観)についてもデジタルカメラで撮影して比較した。

なお、体積、重量、比容積、焼減率、水分、クラ

表1. 小麦粉とライ麦粉の成分分析値およびファリノグラフ吸水率

粉の種類	ファリノグラフ				
	水分 (%)	灰分 (%)	グルテン (%)	タンパク質 (%)	吸水率 (%)
香麦*	13.5	0.5	31.0	10.8	64
ライ麦全粒粉	12.6	1.7		9.2	

*「春よ恋」、「ホクシン」を主原料とした北海道産小麦のブレンド粉

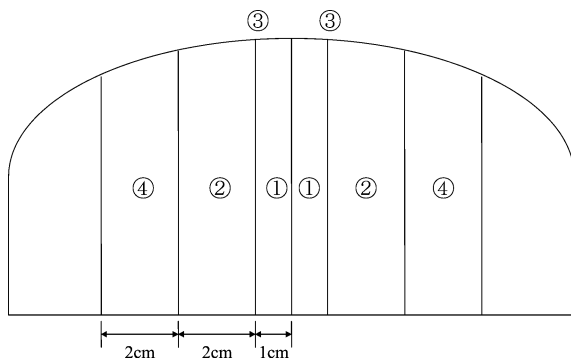


図 1. 試料の切断方法および測定部位
①水分含量, ②硬さ, ③内相, ④色

パンの官能評価

月 日

性別 男・女 年齢

1. あなたは今までにライ麦パンを食べたことがありますか？

はい いいえ

2. 5種類のパンで、あなたの好きな順に1から5の順位をつけてください。

A	B	C	D	E

*その他、感想や何か気づいたこと等あればお願いします。

付図 1. 官能評価用紙 (順位法)

ムの色については、分散分析し、Fisher の PLSD に基づき有意差検定を行った。

4. パンの老化試験

作製当日から 3 日目までのパンクラムの水分含量、硬さ(破断強度)、切断面の色の測定を行って評価した。

5. 官能評価

ライ麦パンの官能評価を順位法と SD プロファイル法(今井・安原 2005)により行った。順位法では、R 10 から R 50 の 5 種類のライ麦パンを焼成 24 時間後 1 cm にスライスし、さらに縦半分にした切断片を一旦冷凍し、官能評価に合わせて 30 分間室温で解凍させた。これらの試料を R 10, 20, 30 は 2 分間、R 40 と R 50 は 3 分間、オーブントースターでトーストし、ライ麦パンを食べたことのある人 28 名をパネラーとして官能評価を実施した(調査用紙付

パンの官能評価

月 日

性別 男・女 年齢

・断面のきめ 粗い 細かい

-2 -1 0 1 2

・香り 好ましくない 好ましい

-2 -1 0 1 2

・弾力性 ない ある

-2 -1 0 1 2

・食感 パサつく しっとり

-2 -1 0 1 2

・舌ざわり 悪い 良い

-2 -1 0 1 2

・総合評価 不味い 美味しい

-2 -1 0 1 2

*その他気が付いたこと、意見等があればご記入ください。

付図 2. 官能評価用紙 (SD プロファイル法)

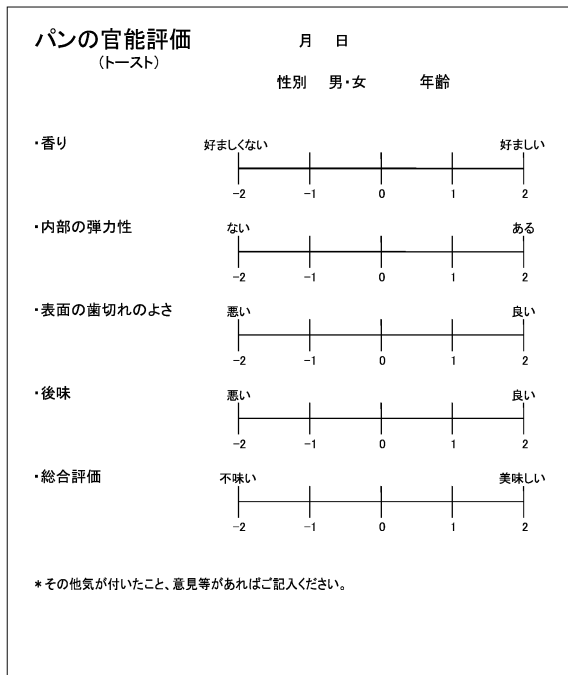
図 1)。

順位法の結果、評価の高かったと R 20 と R 30 の 2 種類を用いて、トーストしない場合とトーストした場合について SD プロファイル法による官能評価を実施した(調査用紙付図 2, 3)。パネラーは、食物利用学研究室の学生ならびに教職員 14 名とした。トーストしない場合の項目は、「断面のきめ」、「香り」、「弾力性」、「食感」、「舌ざわり」、「総合評価」の 6 項目とし、トーストした場合の項目は、「香り」、「内部の弾力性」、「表面の歯切れのよさ」、「後味」、「総合評価」の 5 項目とした。評価の基準は -2 から +2 までの 5 段階尺度で行った。解析には、統計解析業務パッケージ JUSE-Start Works/V4.0 (株式会社日本科学技術研修所)を用いた。

結 果

1. 配合割合の違いによるライ麦パンの性状

図 2 にライ麦パンの体積、重量、比容積および焼減率を、図 3 にライ麦パンの外相(外観)と断面の写真を示した。パンの体積はライ麦粉の配合割合が増加するほど小さくなり、全試料間において、水準 5% で有意な差があった。特に R 30 と R 40 の間では大きな差が認められた。最も体積の大きい R 10 が 1,888 cm³ であったのに対して、最も体積の小さ



付図3. 官能評価用紙 (SD プロファイル法, トースト)

い R 50 は 782 cm³ であり, R 10 の半分以下の値であった。これに対してパンの重量は, 体積とは逆にライ麦粉の配合割合が増加するほど大きな値を示し, R 30, 40, 50 が R 10, 20 に対して 5%水準で有意に重くなり, R 20 と R 30 の間で大きな差がみ

られた。

したがって, 比容積はライ麦粉の配合割合が増加するほど小さい値を示し, 全試料間において水準 5% で有意差が認められた。特に, R 30 と R 40 の間には, 体積の差異が反映し大きな差異がみられた。焼減率は, 体積および比容積と同様にライ麦粉の配合割合が増加するほど低下した。R 30, 40, 50 が R 10, 20 に対して 5%水準で有意に低かった。

図4にライ麦パンの内相を示した。内相は, ライ麦粉の配合割合の少ないものほど気泡の数が多く, 気泡の形は縦長で, 気泡膜は薄く伸展していた。しかし, ライ麦粉の配合割合が増加すると, 気泡膜が厚く, 気泡欠如部分もみられた。特に R 40, R 50 でこの傾向が顕著であった。

2. 水分, 硬さ, 色の変化

図5にライ麦パン作製当日と3日目の水分含量の変化を示した。作製当日におけるライ麦パンの水分含量は, ライ麦粉の配合割合の多いものほど高く, また, 3日後の水分含量の減少もライ麦粉の配合割合の多いものほど小さかった。すなわち, ライ麦粉の添加量の増加により水分が保持され, 乾燥しにくくなる傾向があるといえた。

図6に経過日数に伴うライ麦パンの硬さをクリープメーターの特性曲線で示した。パン作製当日にお

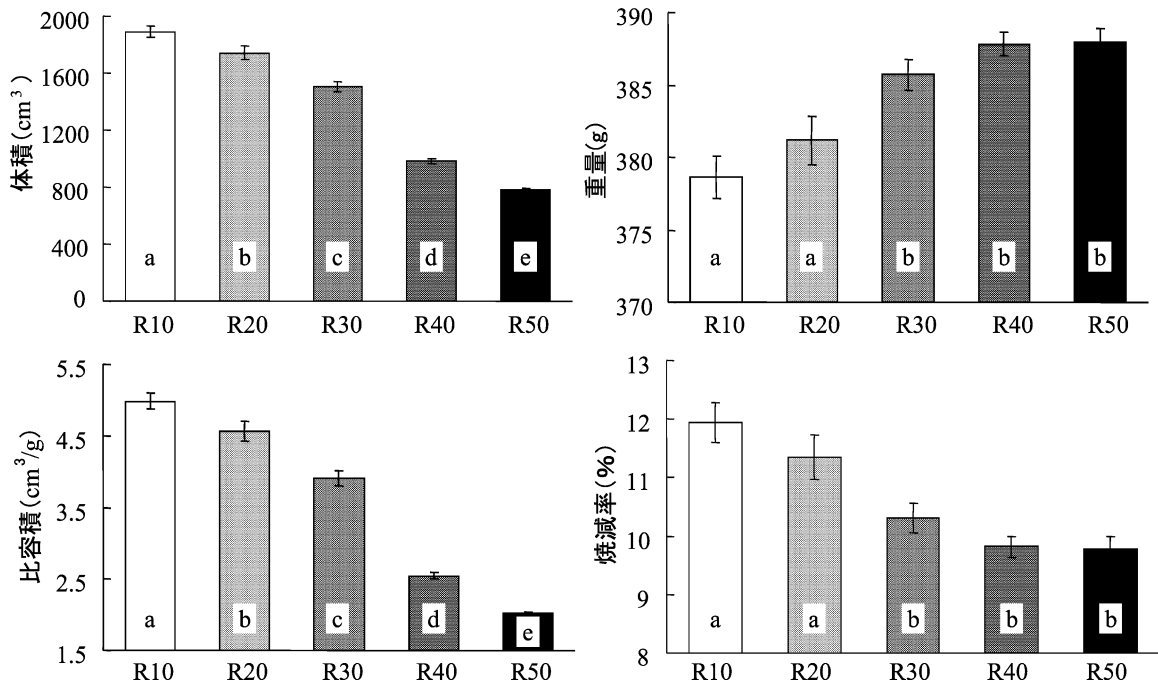


図2. ライ麦パンの体積, 重量, 比容積および焼減率

異なるアルファベットは Fisher の PLSD (5%水準) に基づき有意差のあることを示す。縦棒は標準誤差を示す。

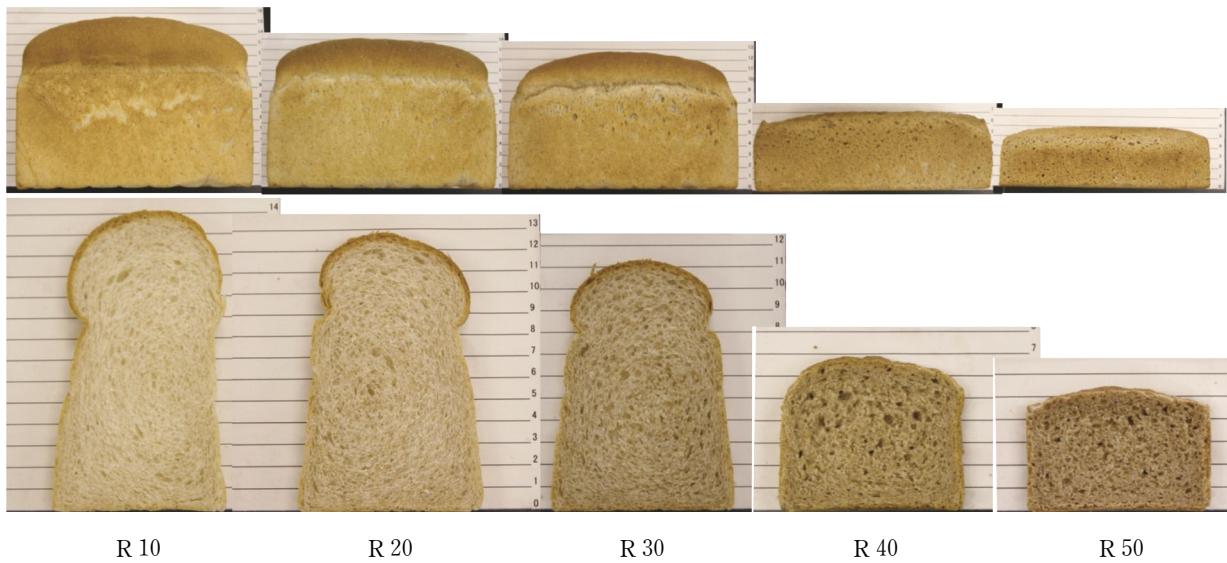


図3. ライ麦粉の添加割合の違いによるパンの外相（外観）と断面

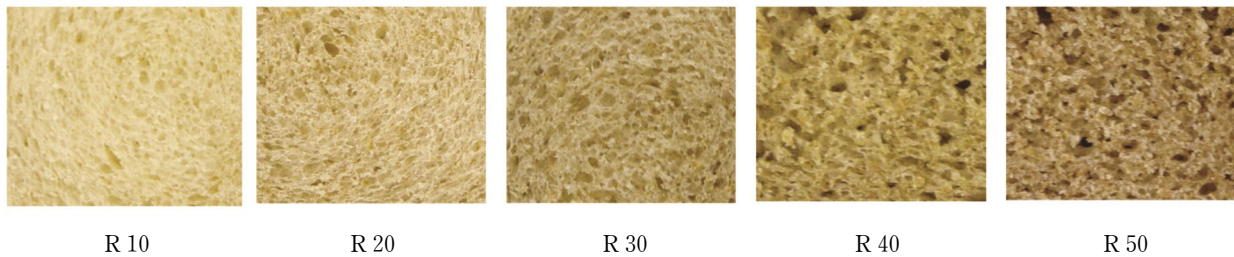


図4. ライ麦粉の添加割合の違いによるパンの内相

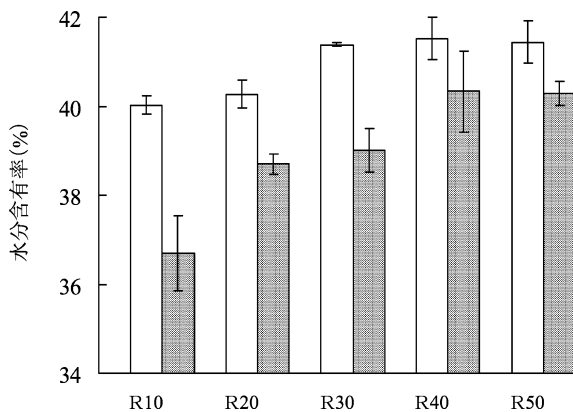


図5. ライ麦パン作製後の水分含量の変化

□, ■ はそれぞれ、作製当日、3日後のサンプルを示す。
縦棒は標準誤差を示す。

いては、歪み率50%のところで比較した荷重値が、R 10, 20, 30 が約1.2 N と小さかったのに対して、R 40 では約3倍、R 50 では約6倍の値を示し、硬くなることが分かった。また、経過日数に伴う硬さの変化を特性曲線で比較した場合、ライ麦粉の配合割合が高い R 40 と R 50 では試料を10%圧縮（歪み

率10%)した段階から大きな抵抗を受け、特性曲線が急勾配となり、荷重値も大きくなった。特に、R 50 ではこの傾向が顕著であった。この結果は、作製後日数が経過するほど、試料間の硬さの差異が拡大し、すなわち、ライ麦粉の配合割合が高いライ麦パンほど作製後の時間が経過すると、硬くなりやすいことを意味していた。

表3に経過日数に伴うライ麦パンの色の変化を示した。作製直後のライ麦パンは、ライ麦粉の配合割合が多いほど、明度(L*値)が低く、a*値およびb*値が高く、色が濃くなっていくことが認められた。経過日数に伴う試料の色の変化をみると、a*値とb*値は3日後には全試料において値が小さくなる傾向を示した。この変化はライ麦粉の配合割合の高い試料ほど大きかった。しかし、L*値は反対に日数が経過するとやや高くなる傾向を示し、その変化もライ麦粉の配合割合の高い試料ほど大きかった。

3. ライ麦パンの嗜好性

図7に順位法によるライ麦パンの嗜好性順位の合計を示した。R 30 が好きなパンの1番目に、R 20 が

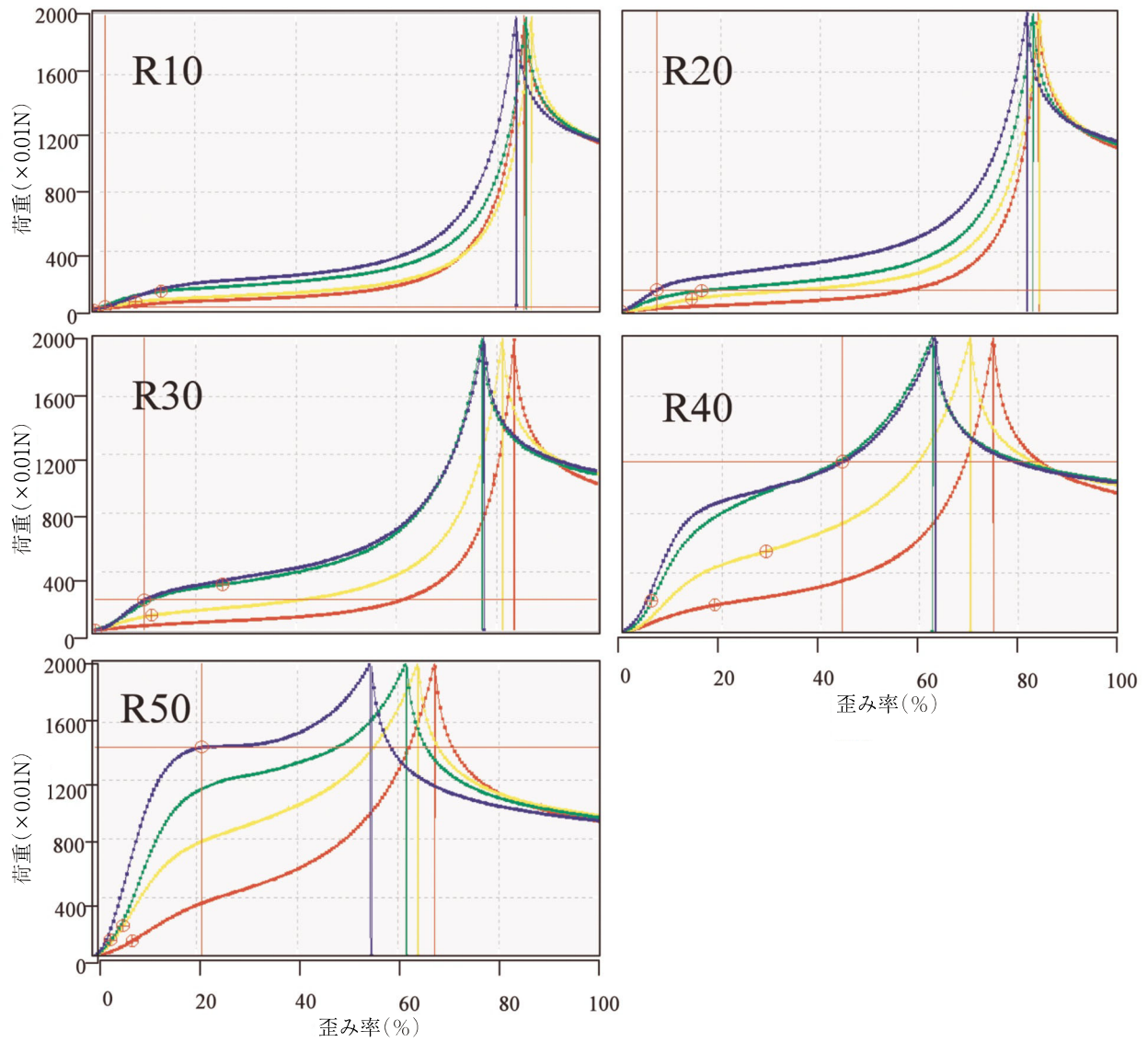


図 6. 経過日数に伴うライ麦パンの硬さ (クリープメーター値) の変化
赤, 黄, 緑, 青の特性曲線はそれぞれ, 作製当日, 1, 2, 3日後の値を示す。

表 3. 経過日数に伴うライ麦パンの色の変化

試料	L* 値		a* 値		b* 値		ΔE (色差)
	0日	3日	0日	3日	0日	3日	
R 10	66.1±0.7	66.7±1.0	2.1±0.3	2.0±0.1	12.9±0.4	11.9±0.1	1.1±0.2
R 20	61.6±0.2	61.2±0.6	4.1±0.3	3.8±0.1	14.1±0.3	12.6±0.1	1.6±0.4
R 30	55.4±0.2	56.6±0.2	5.1±0.0	4.9±0.1	13.6±0.2	13.3±0.2	1.2±0.0
R 40	50.3±0.4	52.6±0.3	7.1±0.0	6.4±0.0	15.2±0.1	14.5±0.1	2.5±0.3
R 50	46.9±0.5	48.6±0.2	7.7±0.2	7.4±0.2	15.1±0.3	13.9±0.4	2.1±0.2
LSD(0.05)	3.43	3.77	1.32	1.12	1.63	1.31	—

0, 3日はそれぞれ, 作製当日およびその3日後を示す。

各データは6反復の平均値±標準誤差を示し, LSD (0.05) は Fisher の 5%水準の最小有意差 (PLSD) を示す。

2番目となり、ついでR 10, R 40, R 50の順で好まれるという結果となった。また、R 20, R 30について、SDプロファイル法による官能評価を行った結果を図8に示した。トーストしない場合では、R 20がR 30に比べて「断面のきめ」が細かく、「香り」が好ましく、「弾力性」があり、「食感」がしっとりとして、「舌ざわり」が良いとされ、すべての項目においてR 20がR 30に対して評価が高かった。「総合評価」についてもR 20の方が美味しいと評価された。これに対して、トーストした場合には、R 30が

R 20よりも「香り」が好ましく、「内部の弾力性」があり、「後味」が良いと評価された。しかし、表面の歯切れの良さについてはR 20がR 30に対して評価が高かった。

トーストの有無を比較すると、R 20の「総合評価」はトーストすることによってわずかに低下したのに対して、R 30においては「総合評価」が向上し、R 20を上回った。

考 察

1. ライ麦パンの性状

本実験において、体積、硬さおよび色においてはR 10, 20, 30とR 40, 50の間に、重量および水分含量に関してはR 20とR 30の間で、最も大きな差異がみられた。

ライ麦粉の配合割合が増加するほど、体積および比容積は小さくなり、内相では気泡膜が厚く、気泡欠如部分がみられた。ライ麦タンパク質は小麦タンパク質と異なりグルテンが形成できず、ガスを保持する能力がないため、ライ麦パンは膨らみが劣ることが知られているが(江崎 2002)、本実験においても同様のことが確認された。

また、ライ麦粉の配合割合が増加するほど、焼減率の低い、硬く重いパンに焼き上がり、水分含量は高い傾向にあった。これには、ペントザン、でんぷん分解酵素および灰分の関与が考えられた。ペントザンとは、ペントース（5単糖）で構成される高分

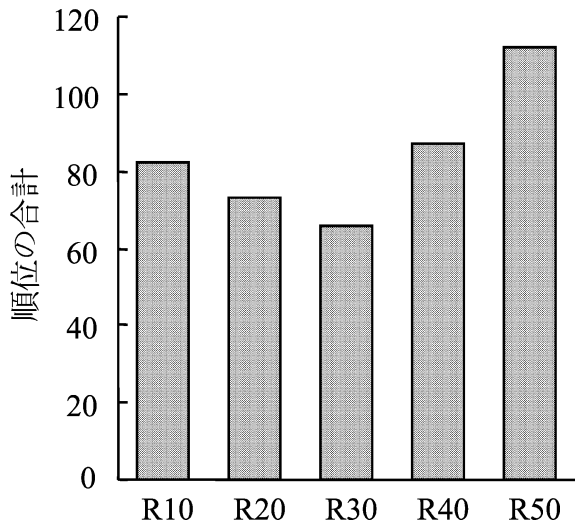


図7. ライ麦パンの嗜好性順位（順位法による官能評価結果）の合計

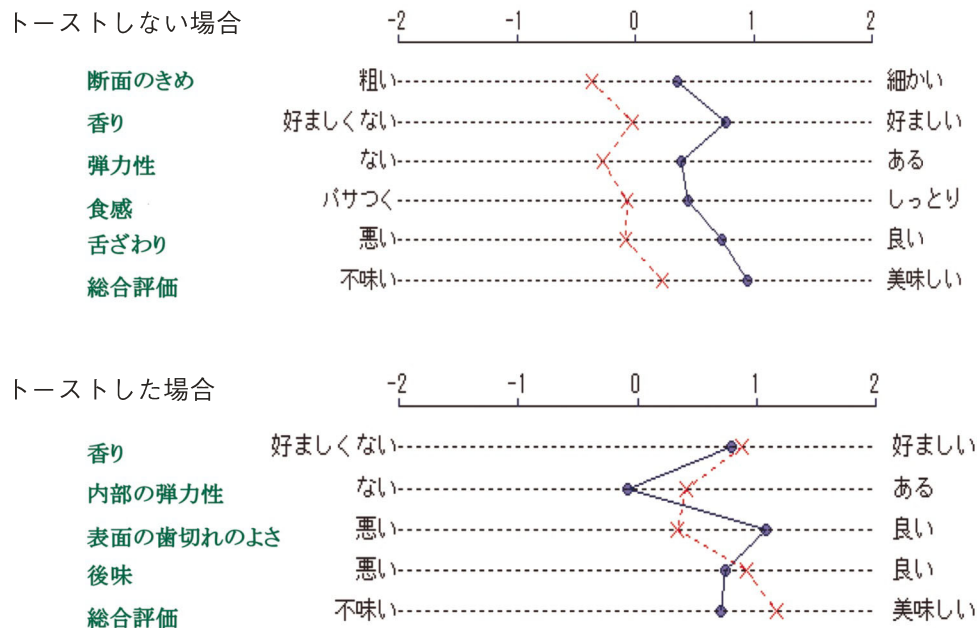


図8. 官能評価 (SDプロファイル法)

○ : R 20, × : R 30

子の炭水化物で、ライ麦粉では小麦粉に比べて約3.5倍含まれている物質である(江崎 2002)。小麦パンはグルテンを形成し、それがパンの骨格となるのに対して、ライ麦パンではこのペントザンがパンの骨格を形成することが知られており、そのペントザンのうち、30~40%の部分は水溶性で、非常に強い吸水力を持っている。また、ライ麦粉でんぷんは凝固温度が低く、でんぷんの分解酵素が働きやすい特徴を持ち、生地中に多量の水分を残すと言われている(江崎 2002)。さらに、ライ麦粉に多く含まれる灰分には、水分を多く抱え込む能力があることが知られている(石川 2001)。本実験における焼減率、重量および水分含量の結果には、これらの要因が関わっていると考えられた。硬さにおいては、発生したガスを保持できないライ麦パンの性質に加え、ペントザンの非水溶性の部分には、クラム組織を固くする働きがあるためと考えられた。

経過日数に伴う変化では、ライ麦粉の配合割合の多い試料では水分が保持されているにもかかわらず、硬化速度は速い結果となった。パンの固相が硬くなり弾力性が失われる、いわゆるパンの老化には、焼成2~3日後までにおいては、でんぷんの結晶化の影響が大きいことが知られている(田中・松本 1997)。本実験においても、パンの老化の根本原因は水分ではないことが確かめられ、硬化速度が速まったのは、クラム組織を固くするペントザン含量が多いためだと思われた。

2. ライ麦パンの嗜好性

本実験の結果では、トーストしない場合にはライ麦粉の配合割合が30%より20%が好まれたが、トーストすることによりライ麦パンの嗜好性は変化した。30%では、トーストすることによって「香り」および「弾力性」における評価が高まっており、これが20%より美味しいと評価された一因であると考えられた。一方20%では、トーストした場合に「内部の弾力性」が唯一マイナスの評価を受けており、これが嗜好性を低下させた要因になったと推察された。30%では、トーストによる加熱で、ライ麦パン内の結晶化していたでんぷんが再糊化し、焼成直後のような弾力性が回復したと考えられたが、20%では加熱による水分の蒸発のほうが強く働いたと推測され、このため「表面の歯切れのよさ」は良かったものの、「内部の弾力性」が感じられなかったためと思われた。

以上の結果より、ライ麦粉の配合割合の多いものはトーストすることで嗜好性が向上することが明らか

かとなった。

要 約

北海道産小麦粉に北海道産ライ麦全粒粉を配合して、ドライイースト添加のライ麦パンを作製した。日本人に好まれるライ麦粉の配合割合を明らかにするため、配合割合をライ麦粉が10, 20, 30, 40, 50%の5種類(R 10, 20, 30, 40, 50)とし、その配合割合がライ麦パンの性状と嗜好性に及ぼす影響を検討した。ライ麦粉の配合割合が増加するほど、ライ麦パンの体積は小さく、重量は大きくなり、したがって、比容積および焼減率は低下した。また、その内相は気泡膜が厚くなり、気泡が欠如する部分もみられた。さらに、配合割合が高いほど、水分含量は高く、日数が経過しても水分が保持される傾向があった。パンの硬さはライ麦粉の配合割合の増加に伴い硬くなり、経過日数に伴う硬化速度が速かった。パンの色は、ライ麦粉の配合割合が増加するほど、L*値が減少し、a*値およびb*値が増加した。日数の経過に伴い、全体的に色が薄くなる傾向が認められた。これらの物性の変化は共通してR 10, 20, 30とR 40, 50の間に大きな差異が認められた。順位法による官能評価はR 30>R 20>R 10>R 40>R 50の順で高かった。R 20とR 30の2種類の試料に対して、SDプロファイル法による官能評価を行った結果、トーストしない場合にはR 20が、トーストした場合にはR 30が好まれた。以上の結果より、日本人に好まれるライ麦の配合割合はトーストしない場合には20%、トーストする場合は30%であった。

謝 辞

本実験を遂行するにあたり、江別製粉株式会社の山本嘉彦部長を初め、技術職員の方々には、小麦粉、ライ麦粉とその成分分析値の提供ならびに、測定器具の借用とその使用方法を教授して頂いた。また、嗜好性の調査には、本学酪農学科の飼料作物学研究室ならびに食物利用学研究室の学生諸君にご協力頂いた。ここに記して心よりの感謝の意を表する。

引用文献

- Bushuk, W. 1976. Rye production chemistry, and technology. American Association cereal chemists Inc. 1-178.
- 今井悦子・安原安代. 2005. 健康を考えた調理科学実験. 186-209. 株式会社アイ・ケイコーポレーション. 東京.
- 江崎修. 2002. プロのためのわかりやすい製パン技

- 術, 10-107. 株式会社柴田書店, 東京.
- 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告, 2010. 日本食品標準成分表 2010.
- 川端晶子, 1986a. 2点比較法 フローチャートによる調理科学実験, 94-95. 地人書館, 東京.
- 川端晶子, 1986b. セマンティック・ディファレンシャル法 フローチャートによる調理科学実験, 106-107. 地人書館, 東京.
- 国分牧衛, 2009. ライ麦. 新編食用作物, 291-306. 養賢堂, 東京.
- 長尾精一, 1995. 小麦の保存中の変化 小麦の科学, 50. 朝倉書店, 東京.
- 星川清親, 1996. ライ麦. 新編食用作物, 277-291. 養賢堂, 東京.
- 吉野精一, 1999a. パン作りの疑問に答えるパン「こつ」の科学, 13-14. 柴田書店, 東京.
- 義平大樹, 2006. ライ麦パン用粉としての品質. ライ麦, 第2章 食用作物. 発酵と醸造IV. 東和男編, 95-101. 光琳, 東京.
- 義平大樹, 2011. 第7章エンバク, ライムギ, ライコムギ, 麦類の栽培と利用. 小柳敦史・渡邊好昭編. 日本作物学会「作物栽培大系」編集委員会監修, 212-227. 朝倉書店, 東京.

Summary

The aim of the present study was to clarify the effect of changing the proportion of wheat flour with whole rye flour from Hokkaido to produce rye bread best suited to Japanese tastes. In order to investigate the effects of changing the proportion of flour types on the bread-making quality and palatability of rye bread, five wheat-whole rye flour mixtures were prepared, with the proportion ranging from 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% (R10, R20, R30, R40, and R50). Increasing the proportion of rye flour resulted in a decrease in the volume of the rye bread and an increase in loaf weight, indicating that there was a decrease in specific volume and baking loss with an increase in rye flour addition. In addition, the thickness of the foam film increased during the bread internal phase and areas without air bubbles were observed. The moisture content also increased as the proportion of rye flour increased, which meant that the bread retained its moisture even when kept for a few days. The toughness of the bread increased with the proportion of rye flour and the length of storage. Regarding the color of the bread, the L^* value decreased and a^* and b^* values increased with increased amounts of rye flour. The bread tended to get paler over a period of a few days. These changes in the physical properties of bread all differed markedly between samples from the R10, R20, R30, R40, and R50 treatments. Organoleptic tests revealed that the highest ranked breads were $R30 > R20 > R10 > R40 > R50$. When sensory evaluations using the semantic differential method were performed on R30 and R20 samples, R20 samples were found to be more preferable when the bread was not toasted and R30 was preferable when it was toasted. The results therefore revealed that the optimal rye flour mixing rate for Japanese consumers is 20% when the bread is not toasted and 30% when it is toasted.