

第6章

新たな穀類を原料とした製菓・製パン用素材の利用技術の開発

6.1 はじめに

北海道内の製粉業者や中小規模の二次加工業者（以下、実需者）は、小麦粉や二次加工製品の需要を増加させるために、これまでにない特性を持った多様なベーカリー用素材を求めている。北海道内ではコーングリッツ¹⁾の他に、薄力²⁾～超強力小麦³⁾や高アミロース米⁴⁾などの新品種、小豆粉⁵⁾、大豆粉など特徴的な新規ベーカリー用素材が開発され、二次加工特性の評価や製品化が進められてきた。しかし、これらをブレンドした場合の二次加工特性については十分明らかになっていない。小麦粉や小麦以外の穀類粉を用いて製品を開発する際には、経験的に配合を決定するか、膨大な組み合わせの配合実験を行う必要があるため、ブレンドした場合の多面的な特性評価が求められている。

中小規模の製パン企業では、焼きたての多様な製品を提供することで他社との差別化を図る必要があるが、生地から製品までの工程を一貫して行う場合が多く、労働力と時間を要することが品目拡大の妨げとなっている。冷凍生地製パン法は作業の合理化に有効であり大手企業では独自の冷凍生地製造ノウハウにより比較的安定した品質を実現しているが、中小規模の製パン企業では設備やノウハウが不足し、品質が安定しないなど冷凍障害の発生が認められている。簡易に冷凍生地障害を抑制することが期待される生地改良素材⁶⁾については、北海道産小麦における適性が十分明らかになっていない。

以上のことから、北海道産小麦および特徴のある多様な新規製パン素材の利用を促進するためには、新規素材や冷凍生地改良効果が期待される素材をブレンドした場合の特性を把握することが必要とされている。そこで本研究では、新規ベーカリー用素材および冷凍生地改良が期待される素材の特性評価を行い、その情報を利用して実需者が抱える課題や要望に対応した新製品開発を支援する。

6.2 新規ベーカリー用素材の特性評価

背景

加工特性が十分明らかになっていない新規ベーカリー用素材について、小麦粉とブレンドした際の基礎的な特性や冷凍生地改良効果を明らかにする。

1) 特徴づけ素材の評価

(1) 目的

加工特性が十分明らかになっていない新規ベーカリー用素材について、単体および小麦粉とのブレンド粉の基礎的な特性を明らかにする。

(2) 試験方法

ア. ブレンド粉の調製

- ①小麦粉：パン用「ゆめちから」、パン用「春よ恋」、菓子用「きたほなみ」
- ②特徴づけ素材：コーングリッツ（粒度 0.50～0.25mm 以上（中粒）、0.25mm 未満（細粒））、米粉（「北瑞穂」「きらら397」「ゆめぴりか」）、そば粉（「キタワセソバ」「ほろみのり」）、小豆粉（「エリモショウズ」）、生大豆粉、大麦粉（「キラリモチ」）
- ③ブレンド粉の調製：パン用は小麦粉の5、10、20、30%、菓子用は小麦粉の20、40、60、80%を特徴づけ素材で置換

イ. 調査項目

- ①生地吸水率：マイクロウラボ⁷⁾を用いてオートドリップ法で500B.U.を示す加水率（粉水分13.5%換算）を測定。測定は3回繰り返した。
- ②熱糊化特性：ラピッドビスコアアナライザー（RVA）を用い、粉4.0gにイオン交換水25.0mLを加えて図1-1に示す運転条件⁸⁾で最高粘度、ホールディングストレングス、ブレイクダウン、最終粘度およびセットバックを測定。測定は3回繰り返した。
- ③加水ペーストの測色⁹⁾：粉21.0gにイオン交換水35.0mLを加えて加水ペーストを調製し、3枚のシャーレに14.0gずつ秤量して、加水から90秒経過後に分光測色計を用いて反射光を測色した。
- ④製パン作業性：穀類粉100gベースでノータイム法により生地を調製した。その際、ピンミキサーによる混捏の困難さから作業性を評価した。調製した生地は80gに分割し、ワンローフの食パンを2個調製した。
- ⑤パン比容積：菜種置換法により体積を測定し、重量で除して計算した。
- ⑥2バイトテクスチャー試験（TPA）：焼成翌日の食パンを厚さ15mmにスライスし、直径25mmの型でくりぬいたものを試料とした。テクスチャーアナライザーを用い、直径35mmの円筒型プローブで試料を2回圧縮し、時間-応力曲線を得た。圧縮1回目のピーク時の応力（TPA最大応力）は官能評価の「硬さ」と対応があり、圧

縮2回目の変形量を圧縮1回目の変形量で除した値（TPA 回復性）は官能評価の「弾力性」と対応がある。

- ⑦破断解析：TPA と同じ形状に調製した試料について、テクスチャーアナライザーを用い、直径5mm の円筒型プローブを試料の厚みの150%まで貫入させ、時間-荷重曲線を得た。ピーク時の荷重を破断荷重とし、ピーク時の変形量を試料の厚みで除した値を破断歪率とした。
- ⑧官能評価：クラムの風味および食感について、特徴づけ素材の特性を感じるかどうかを評価者1名が簡易的に評価した。

（3）結果および考察

ア．特徴づけ素材の配合がパン用ブレンド粉の生地吸水率に及ぼす影響

- ・パン用ブレンド粉の吸水率は、特徴づけ素材を配合することで変化した（表1-1）。コーングリッツのブレンドは吸水率を著しく低下させ、「北瑞穂」の米粉、小豆粉、大豆粉および大麦粉のブレンドは吸水率を増加させた。吸水率は製パン時の加水量に関係するため、特徴づけ素材の配合によって製品のしっとり感やソフト感に大きな影響を与えたと考えられた。

イ．特徴づけ素材の配合がパン用・菓子用ブレンド粉の熱糊化特性に及ぼす影響

- ・ホワイトソースやカスタードクリームなどのとろみに関係する、加熱糊化時の最高粘度について、次のようなことが分かった（表1-2、表1-3）。

- ①米粉は供試したいずれの品種でも最高粘度を高める。
- ②そば粉はパン用粉に配合すると最高粘度を高めるが、菓子用粉では最高粘度を低下させる。
- ③コーングリッツ（粗）、小豆粉および澱粉を含まない大豆粉は、最高粘度を低下させる。
- ④大麦粉はパン用粉に配合すると最高粘度を低下させるが、菓子用粉では最高粘度を高める。また、焼成品やゲル化食品の食感（もちもち感や歯切れのよさ）に関係する、糊液冷却後の最終粘度について、次のようなことが分かった（表1-2、表1-3）。
- ⑤高アミロース品種の「北瑞穂」の米粉、通常アミロース品種「キタワセソバ」「ほろみのり」のそば粉およびコーングリッツは最終粘度を高める。

⑥低アミロース品種の「ゆめぴりか」の米粉およびもち性品種「キラリモチ」の大麦粉は最終粘度を低下させる。

⑦小豆粉および澱粉を含まない大豆粉は最終粘度を低下させる。

- ・以上の結果から、米粉、そば粉、大麦粉、コーングリッツなど、小麦粉とアミロース含有率などの澱粉特性が異なる特徴づけ素材を用いることで、ブレンド粉の熱糊化特性を大きく改変できることが分かった。
- ・また、小豆粉および大豆粉を配合すると、熱糊化および冷却によるゲル化が起こりにくくなることから、配合割合が多くなると調理・加工上の支障が生じると考えられた。

ウ．特徴づけ素材の配合が小麦粉の色に及ぼす影響

- ・二次加工製品の色を推測するため、粉に加水したペーストの測色を行った結果、次のようなことが分かった（表1-4、表1-5）。

- ①米粉および大麦粉は、パン用粉に対しては影響が小さかったが、薄い黄色味を帯びた「きたほなみ」の菓子用粉に対して80%以上配合すると、明らかに白くなる。
- ②コーングリッツを20%以上配合すると、明らかに黄色くなる。
- ③小豆粉を5%以上配合すると、明らかに赤味が増す。
- ④大豆粉およびそば粉を20~30%以上配合するとあきらかにくすんだ色になる。
- 以上の結果から、製品に特徴的な色を付与するために必要な、特徴づけ素材の配合割合が推定できる。

エ．製パン作業性

- ①コーングリッツ（粗）、そば粉、小豆粉の置換割合が多い「ゆめちから」ブレンド粉は、ミキシング途中でボウル壁面に生地が貼りついてピンに引っかからず、ミキシングができなくなったため、途中で1度生地をかき落とす必要があった（表1-6）。
- ②大豆粉で置換した「ゆめちから」ブレンド粉は、置換割合が5%と少ない場合でもかき落としが必要であり、置換割合10%だと複数回のかき落としが必要だった。さらに、大豆粉の置換割合20%以上ではかき落としを行ってもミキシングが困難だった。ただし、大豆粉の置換割合5%でも縦型ミキサーであれば問題なくミキシングができること、大豆粉の置換割合30%でもホー

ムベーカーリーであれば正常な食パンが調製できることから（データ省略）、大豆粉の置換割合の上限は調製方法によって大きく異なる。

- ③「春よ恋」ブレンド粉についても「ゆめちから」ブレンドと概ね同様の結果だが、大豆粉や小豆粉では「ゆめちから」ブレンドよりも作業性が劣った。

以上の結果は、ブレンド粉の普及に際し、作業性の面から見た置換割合の上限として参考にできる。

オ. パン比容積

- ①各種穀粉の置換割合が 5～10%の「ゆめちから」ブレンド粉のパン比容積は、「ゆめちから」単体のパン比容積と同等か同等以上となる場合が多く、置換割合が 20%以上になるとパン比容積は低下する傾向であった（表 1-7）。ブレンド粉で「ゆめちから」単体よりもパン比容積が高くなった要因として、「ゆめちから」は生地物性が強く、弾力的であるため、グルテンを含まない各種穀粉で少量置換することで、粘弾性のバランスが改善したことが推察された。

- ②「春よ恋」ブレンド粉については、置換割合 5～10%であれば「春よ恋」単体と同程度のパン比容積であり、20%以上になると低下した。

カ. テクスチャー

- ①TPA 最大応力は各種穀粉の置換割合が高いほど大きくなり、硬くなることが明らかになった（表 1-8）。

- ②「弾力性」と関係する TPA 回復率は置換割合が高いほど小さくなる傾向があった（表 1-9）。

- ③例外として、高アミロース米「北瑞穂」については置換割合が高いほど TPA 回復率が大きくなり、弾力性が高まった。

- ④破断解析の結果は置換割合との関係が穀粉の種類によって異なり、また同じ穀粉でも置換割合の大きさと特性値の大きさが比例しない場合があった（表 1-10）。

- ⑤大豆粉の「ゆめちから」ブレンド粉は、置換割合にかかわらず「ゆめちから」単体より破断特性値が大きかった。米粉の置換割合が 5%の「ゆめちから」ブレンド粉は、「ゆめちから」単体よりも破断荷重と破断歪率が高く、もちもち感が高いと考えられた。

- ⑥そば粉、小豆粉は、置換割合を増やすことで「ゆめちから」単体より破断歪率が小さくなり、歯切れのよい食感になると考えられた。

- ⑦穀粉の種類と置換割合によって、小麦粉単体の場合よりも破断特性値が高くなったり、低くなったりすることから、ブレンドによってテクスチャーを改変できることが明らかになった。

キ. 風味の簡易評価（表 1-11）

- ①コーングリッツは、置換割合 20%以上で素材の風味が感じられた。

- ②そば粉は置換割合 10%以上で素材の風味が感じられた。

- ③小豆粉と大豆粉は置換割合 5%と少なくとも素材の風味が感じられた。

- ④米粉は置換割合に関わらず風味が感じられなかった。

- ⑤大麦粉は置換割合 30%で小麦粉以外の素材がブレンドされているような風味が感じられたが、素材を特定できるほどの強度ではなかった。

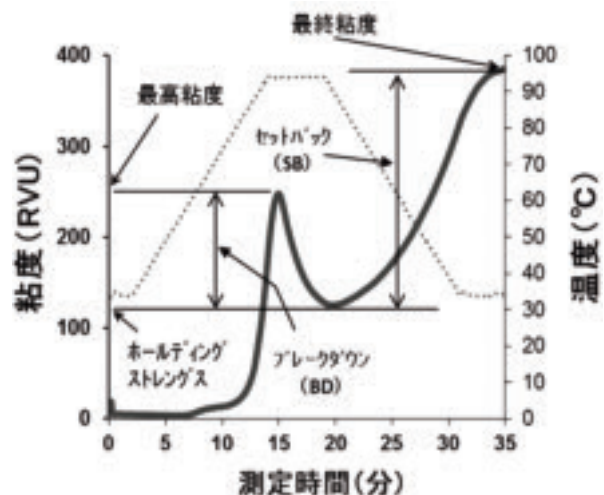


図 1-1 RVA の測定条件と特性値

表 1-1 特徴づけ素材配合がパン用ブレンド粉の生地吸水率に及ぼす影響

主材料 (小麦粉)	副材料	副材料置換率[%]				
		0	5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)		71.3	69.7	66.5	64.7
	コーングリッツ (中粒)		69.4	68.5	66.6	64.7
	米粉 (北瑞穂)		72.2	72.5	73.6	81.4
	米粉 (きらら397)		71.8	71.7	71.1	71.9
	米粉 (ゆめぴりか)		72.7	71.8	71.8	72.0
	そば粉 (キタワセソバ)	72.5	72.3	70.9	70.5	67.6
	そば粉 (ほろみのり)		71.9	72.0	70.5	67.1
	小豆粉 (エリモショウズ)		72.1	73.4	74.9	76.1
	大豆粉		71.6	72.3	73.8	73.8
	大麦粉 (キラリモチ)		73.1	73.9	74.9	78.5
春よ恋	コーングリッツ (細粒)		65.4	64.5	61.7	59.0
	コーングリッツ (中粒)		64.7	63.2	59.7	58.8
	米粉 (北瑞穂)		68.3	67.6	69.9	70.0
	米粉 (きらら397)		67.5	66.5	66.9	68.9
	米粉 (ゆめぴりか)		66.2	66.8	66.9	68.2
	そば粉 (キタワセソバ)	67.0	65.6	64.7	64.1	65.0
	そば粉 (ほろみのり)		66.0	65.8	64.8	64.1
	小豆粉 (エリモショウズ)		65.5	66.2	68.4	69.9
	大豆粉		64.6	63.9	68.7	68.7
	大麦粉 (キラリモチ)		66.3	68.6	69.7	72.4

吸水率は粉 100g に対する適加水量 mL を示す。

表 1-2 特徴づけ素材配合がパン用ブレンド粉の熱糊化特性に及ぼす影響

主材料 (小麦粉)	副材料	最高粘度 [RVU]				最終粘度 [RVU]			
		副材料配合割合 [%]				副材料配合割合 [%]			
		5	10	20	30	5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)	298	307	290	273	332	340	339	334
	コーングリッツ (中粒)	291	284	234	193	333	339	323	316
	米粉 (北瑞穂)	304	328	316	365	345	371	374	427
	米粉 (きらら397)	305	301	294	323	336	332	322	332
	米粉 (ゆめぴりか)	303	310	297	324	331	328	307	302
	そば粉 (キタワセソバ)	319	325	308	314	347	358	375	382
	そば粉 (ほろみのり)	305	318	323	351	341	354	382	412
	小豆粉 (エリモショウズ)	267	240	183	137	306	281	218	158
	大豆粉	217	177	106	72	259	218	158	129
	大麦粉 (キラリモチ)	290	253	242	212	310	274	264	231
春よ恋	コーングリッツ (細粒)	266	268	263	255	305	306	310	318
	コーングリッツ (中粒)	257	249	220	192	299	303	305	313
	米粉 (北瑞穂)	276	292	320	350	313	331	364	404
	米粉 (きらら397)	271	277	292	310	302	304	308	314
	米粉 (ゆめぴりか)	275	286	301	319	301	301	295	291
	そば粉 (キタワセソバ)	278	298	311	360	309	332	367	417
	そば粉 (ほろみのり)	281	295	313	345	315	330	366	404
	小豆粉 (エリモショウズ)	238	218	179	144	275	257	208	163
	大豆粉	188	153	109	59	227	189	157	110
	大麦粉 (キラリモチ)	254	240	211	189	273	252	223	198

表 1- 3 特徴づけ素材配合が菓子用ブレンド粉の熱糊化特性に及ぼす影響

主材料	副材料	最高粘度 [RVU]				最終粘度 [RVU]			
		副材料配合割合 [%]				副材料配合割合 [%]			
		20	40	60	80	20	40	60	80
きたほなみ	コーングリッツ (細粒)	315	259	249	265	412	379	421	515
	コーングリッツ (中粒)	270	177	110	128	424	374	377	430
	米粉 (北瑞穂)	383	411	460	542	473	514	564	644
	米粉 (きらら397)	357	355	362	388	408	369	334	333
	米粉 (ゆめぴりか)	358	363	370	403	388	328	287	284
	そば粉 (キタワセソバ)	344	343	302	250	429	471	493	505
	そば粉 (ほろみのり)	349	310	287	283	434	437	475	567
	小豆粉 (エリモショウズ)	205	116	44	10	294	147	54	17
	大豆粉	106	26	13	5	205	88	41	13
	大麦粉 (キラリモチ)	281	261	242	326	314	275	237	221

表 1- 4 特徴づけ素材の配合がパン用ブレンド粉の色に及ぼす影響

主材料	副材料	副材料配合割合[%]			
		5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)	2.7	5.2	9.1	12.5
	コーングリッツ (中粒)	2.4	3.8	7.7	10.9
	米粉 (北瑞穂)	0.1	0.4	1.0	1.8
	米粉 (きらら397)	0.1	0.3	1.0	1.7
	米粉 (ゆめぴりか)	0.2	0.2	0.8	1.6
	そば粉 (キタワセソバ)	1.2	1.8	3.3	4.3
	そば粉 (ほろみのり)	1.2	2.0	3.6	4.7
	小豆粉 (エリモショウズ)	8.5	13.5	20.9	26.5
	大豆粉	0.9	1.4	3.1	5.3
	大麦粉 (キラリモチ)	0.7	1.1	1.9	2.5

3.2-6.5: 印象レベルでは同じ色

6.5-13: 色票上で別の色

13-25: 印象レベルでも別の色

表 1- 5 特徴づけ素材の配合が菓子用ブレンド粉の色に及ぼす影響

主材料	副材料	副材料配合割合[%]			
		20	40	60	80
きたほなみ	コーングリッツ (細粒)	9.1	15.6	22.6	29.6
	コーングリッツ (中粒)	10.9	21.2	34.5	37.3
	米粉 (北瑞穂)	1.3	2.8	4.6	6.9
	米粉 (きらら397)	1.2	3.0	4.9	7.4
	米粉 (ゆめぴりか)	1.2	3.0	5.1	7.4
	そば粉 (キタワセソバ)	4.4	7.1	9.4	11.2
	そば粉 (ほろみのり)	4.7	7.7	9.9	11.8
	小豆粉 (エリモショウズ)	22.6	32.6	41.2	48.6
	大豆粉	3.5	7.9	12.0	15.2
	大麦粉 (キラリモチ)	2.2	3.9	5.2	6.5

3.2-6.5: 印象レベルでは同じ色

6.5-13: 色票上で別の色

13-25: 印象レベルでも別の色

表 1- 6 特徴づけ素材配合が作業性に及ぼす影響

主材料 (小麦粉)	副材料	副材料配合割合[%]			
		5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)				
	コーングリッツ (中粒)			△	△
	米粉 (北瑞穂)				
	米粉 (きらら397)				
	米粉 (ゆめぴりか)				
	そば粉 (キタワセソバ)		△	△	△
	そば粉 (ほろみのり)			△	△
	小豆粉 (エリモショウズ)			△	△
	大豆粉	△	×	×	×
	大麦粉 (キラリモチ)				
春よ恋	コーングリッツ (細粒)				
	コーングリッツ (中粒)				△
	米粉 (北瑞穂)				
	米粉 (きらら397)				
	米粉 (ゆめぴりか)				
	そば粉 (キタワセソバ)			△	△
	そば粉 (ほろみのり)				△
	小豆粉 (エリモショウズ)			×	×
	大豆粉	×	×	×	×
	大麦粉 (キラリモチ)				

作業性はピンミキサーによるミキシングの困難さから評価した。

△ : かき落としが1回必要、× : かき落としが複数回必要、×× : 複数回かき落とししても困難

表 1- 7 特徴づけ素材配合が比容積に及ぼす影響

		(比容積 : mL/g)				
主材料 (小麦粉)	副材料	副材料置換率[%]				
		0	5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)		3.7	3.7	3.4	3.0
	コーングリッツ (中粒)		3.8	3.8	3.3	3.1
	米粉 (北瑞穂)		4.0	3.5	3.1	3.2
	米粉 (きらら397)		4.0	3.5	3.4	3.1
	米粉 (ゆめぴりか)	3.7	4.1	3.5	3.4	3.2
	そば粉 (キタワセソバ)		4.1	3.6	3.5	2.8
	そば粉 (ほろみのり)		3.7	3.7	3.6	2.3
	小豆粉 (エリモショウズ)		3.5	3.1	3.1	2.1
	大豆粉		3.9	2.6	2.6	1.8
	大麦粉 (キラリモチ)		3.9	3.4	3.2	2.6
春よ恋	コーングリッツ (細粒)		3.8	3.7	3.1	3.0
	コーングリッツ (中粒)		3.8	3.6	3.1	3.4
	米粉 (北瑞穂)		3.5	3.9	3.4	2.9
	米粉 (きらら397)		3.8	3.6	3.2	3.0
	米粉 (ゆめぴりか)	3.8	3.7	3.5	3.1	2.9
	そば粉 (キタワセソバ)		3.8	3.7	3.4	2.7
	そば粉 (ほろみのり)		3.7	3.9	3.2	2.9
	小豆粉 (エリモショウズ)		3.4	3.1	2.2	2.0
	大豆粉		3.7	-	-	-
	大麦粉 (キラリモチ)		3.6	3.4	2.9	2.0

表 1- 8 特徴づけ素材配合が最大応力に及ぼす影響

		(最大応力 : kPa)				
主材料 (小麦粉)	副材料	副材料置換率[%]				
		0	5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)		9.0	11.6	17.7	27.3
	コーングリッツ (中粒)		8.2	11.5	14.6	20.7
	米粉 (北瑞穂)		9.4	13.0	18.2	11.7
	米粉 (きらら397)		7.5	10.5	12.2	12.7
	米粉 (ゆめぴりか)	9.9	7.4	12.2	11.1	10.7
	そば粉 (キタワセソバ)		8.2	14.0	18.7	34.9
	そば粉 (ほろみのり)		12.9	11.1	20.5	64.6
	小豆粉 (エリモショウズ)		13.7	15.0	17.1	52.6
	大豆粉		9.2	29.4	27.0	94.3
	大麦粉 (キラリモチ)		9.0	9.8	13.7	26.2
春よ恋	コーングリッツ (細粒)		13.0	13.6	27.2	39.0
	コーングリッツ (中粒)		11.8	15.9	25.3	27.5
	米粉 (北瑞穂)		15.1	11.0	14.7	23.3
	米粉 (きらら397)		15.8	12.7	16.9	18.7
	米粉 (ゆめぴりか)	12.3	12.7	11.2	13.2	20.3
	そば粉 (キタワセソバ)		15.2	14.8	17.8	37.2
	そば粉 (ほろみのり)		14.2	12.2	24.2	35.0
	小豆粉 (エリモショウズ)		17.1	20.4	76.1	80.0
	大豆粉		10.3	-	-	-
	大麦粉 (キラリモチ)		13.3	12.9	29.9	75.1

表 1-9 特徴づけ素材配合が回復率に及ぼす影響

		(回復率 : %)				
主材料 (小麦粉)	副材料	副材料置換率[%]				
		0	5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)		83	81	67	51
	コーングリッツ (中粒)		85	83	79	65
	米粉 (北瑞穂)		87	87	88	91
	米粉 (きらら397)		86	86	85	85
	米粉 (ゆめぴりか)	86	88	85	84	82
	そば粉 (キタワセソバ)		85	82	79	71
	そば粉 (ほろみのり)		85	84	80	67
	小豆粉 (エリモショウズ)		86	86	83	72
	大豆粉		88	84	80	68
	大麦粉 (キラリモチ)		86	88	82	79
春よ恋	コーングリッツ (細粒)		77	73	60	51
	コーングリッツ (中粒)		80	78	66	56
	米粉 (北瑞穂)		80	83	84	84
	米粉 (きらら397)		77	77	76	74
	米粉 (ゆめぴりか)	77	75	76	71	67
	そば粉 (キタワセソバ)		69	67	67	60
	そば粉 (ほろみのり)		72	70	65	59
	小豆粉 (エリモショウズ)		71	73	69	79
	大豆粉		74	-	-	-
	大麦粉 (キラリモチ)		74	76	72	76

表 1-10 特徴づけ素材配合が破断特性に及ぼす影響

主材料 (小麦粉)	副材料	破断荷重[N]					破断歪率[%]				
		副材料置換率[%]					副材料置換率[%]				
		0	5	10	20	30	0	5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)	0.8	1.1	0.8	1.1		69	92	69	81	
	コーングリッツ (中粒)	0.7	1.2	0.9	1.5		49	88	74	96	
	米粉 (北瑞穂)	1.4	0.9	1.0	0.8		97	86	61	82	
	米粉 (きらら397)	1.5	1.2	0.8	0.8		102	91	86	76	
	米粉 (ゆめびりか)	1.7	1.2	0.8	0.9		106	89	74	83	
	そば粉 (キタワセソバ)	1.4	0.9	0.7	1.0		98	77	73	60	
	そば粉 (ほろみのり)	1.1	0.9	1.0	1.7		85	69	72	61	
	小豆粉 (エリモショウズ)	1.0	1.0	0.9	1.3		96	77	64	57	
	大豆粉	2.1	2.2	2.4	4.3		104	79	78	81	
	大麦粉 (キラリモチ)	1.2	1.4	1.1	1.2		94	98	78	72	
春よ恋	コーングリッツ (細粒)	0.6	0.6	0.7	1.1		70	66	64	76	
	コーングリッツ (中粒)	0.7	0.7	0.7	1.0		83	70	60	79	
	米粉 (北瑞穂)	0.9	0.7	0.7	0.8		82	75	57	58	
	米粉 (きらら397)	0.9	0.7	0.8	0.7		66	59	72	63	
	米粉 (ゆめびりか)	0.8	0.7	0.8	0.8		70	96	62	60	
	そば粉 (キタワセソバ)	0.8	0.8	0.7	1.1		77	79	59	49	
	そば粉 (ほろみのり)	0.6	0.6	0.7	1.1		70	61	58	57	
	小豆粉 (エリモショウズ)	0.6	0.8	1.3	1.6		68	59	55	61	
	大豆粉	1.3	-	-	-		88	-	-	-	
	大麦粉 (キラリモチ)	0.9	0.9	1.1	1.4		62	63	65	62	

表 1- 11 特徴づけ素材配合が風味に及ぼす影響

主材料 (小麦粉)	副材料	副材料配合割合[%]			
		5	10	20	30
ゆめちから	コーングリッツ (細粒)		△	○	◎
	コーングリッツ (中粒)		△	○	◎
	米粉 (北瑞穂)				
	米粉 (きらら397)				
	米粉 (ゆめびりか)				
	そば粉 (キタワセソバ)	△	○	◎	◎
	そば粉 (ほろみのり)	△	○	◎	◎
	小豆粉 (エリモショウズ)	○	○	◎	◎
	大豆粉	○	○	◎	◎
	大麦粉 (キラリモチ)				△

△：小麦粉以外の風味を感じる

○：特徴づけ素材の風味がある

◎：特徴づけ素材の風味が強い

2) 冷凍生地改良素材の評価

(1) 目的

大豆粉とてん菜由来グリシンベタインの添加による、冷凍生地製パン法における冷凍障害抑制効果を明らかにする。

(2) 試験方法

ア．冷凍生地製パン試験

①生地改良素材：生大豆粉(RSF、対粉 1%使用)、グリシンベタイン(B、対粉 0.5%使用)。

②小麦粉：「ゆめちから」市販小麦粉 100g

③イースト：市販冷凍耐性酵母 2 種 (対粉 4%使用)

④一次発酵時間：45 分、70 分

⑤生地冷凍処理条件：急速 (60℃30 分→20℃保存)、緩慢 (20℃冷凍保存)

イ．調査項目：パン比容積、パンクラムの硬さ (焼成翌日、焼成 7 日後)、パンクラムの凝集性 (焼成翌日、焼成 7 日後)

(3) 結果および考察

ア．メーカーの異なる冷凍耐性酵母 2 種により比容積やパンテクスチャーに明確な差は認められなかった (データ省略)。RSF および B の添加により、パンの比容積は向上し、特に RSF と B の両方添加で効果が高かった (図 1-2)。パンクラムは RSF 添加処理で柔らかく (図 1-3)、焼成 7 日後の老化程度が少なかった (表 1-12)。

イ．改善効果の高い RSF と B 両添加を前提として、発酵時間を 45 分間から 70 分間に延長が可能か検討した。しかし、発酵時間の延長によりパン比容積は減少し (図 1-4)、焼成直後のクラム硬さに有意差は認められなかったものの (図 1-5)、焼成 7 日後では老化程度が多い傾向を示した (表 1-13)。発酵時間は 45 分程度が望ましいと考えられる。

ウ．生地冷凍処理条件は急速冷凍が冷凍障害の少ない手法として知られている。そこで、改善効果の高い RSF と B 両添加を前提として、緩慢冷凍が可能か検討した。冷凍生地改良素材無添加の緩慢冷凍では、パン比容積が小さくクラムが硬かったが、RSF と B 両添加の緩慢冷凍は急速冷凍処理と有意差が認められず、同等と考えられた (図 1-6、図 1-7、表 1-14)。RSF と B 両添加を前提とすれば、緩慢冷凍が可能であることが示唆された。

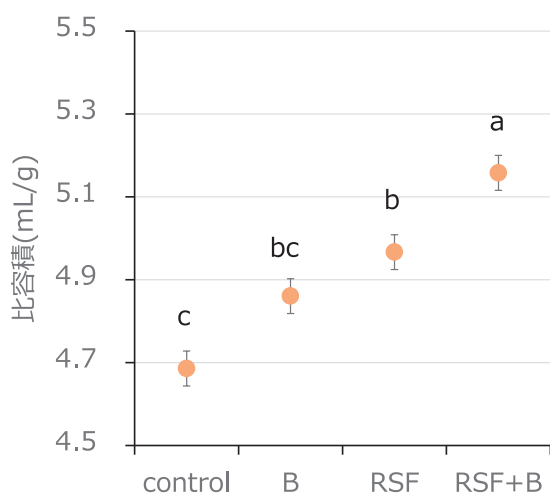


図 1-2 冷凍生地改良素材が比容積に及ぼす効果

※異なるアルファベット間では有意差 (p<0.05)

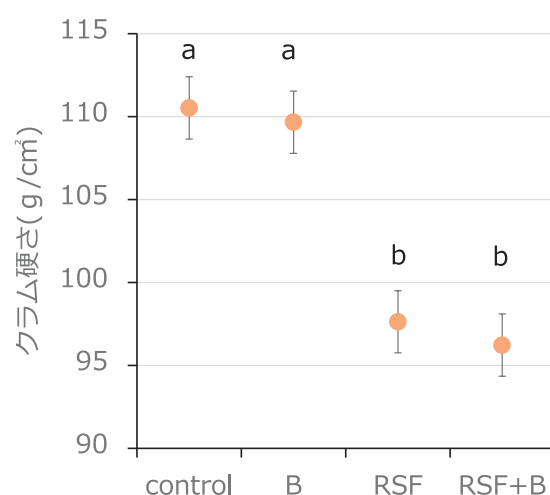


図 1-3 冷凍生地改良素材がクラム硬さに及ぼす効果

※異なるアルファベット間では有意差 (p<0.05)

表 1-12 冷凍生地改良素材がパン老化性に及ぼす効果

処理	焼成7日後クラム	
	硬さ上昇程度 (g/cm³)	凝集性低下程度
control	173 a	-0.25 c
B	176 a	-0.24 bc
RSF	154 a	-0.20 ab
RSF+B	155 a	-0.19 a

※異なるアルファベット間では有意差 (p<0.05)

硬さ上昇程度：焼成7日後と焼成翌日の差

凝集性低下程度：焼成7日後と焼成翌日の差

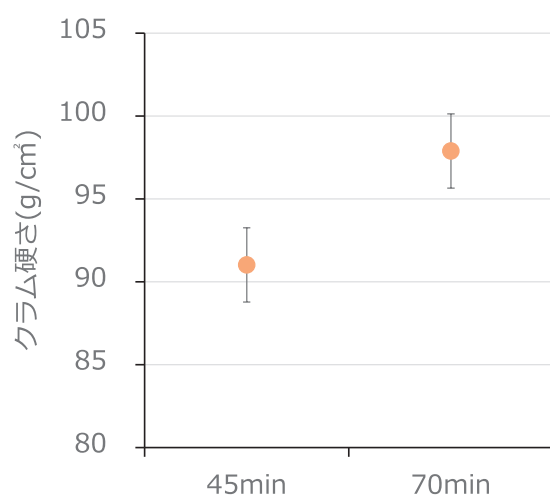


図 1-4 発酵時間が比容積に及ぼす効果

*：有意差あり (p<0.05)

表 1-13 冷凍前の発酵時間がパン老化性に及ぼす効果

発酵時間	焼成7日後クラム	
	硬さ上昇程度 (g/cm³)	凝集性低下程度
45min	156 n.s.	-0.19 **
70min	173	-0.22

**：有意差あり (p<0.05)

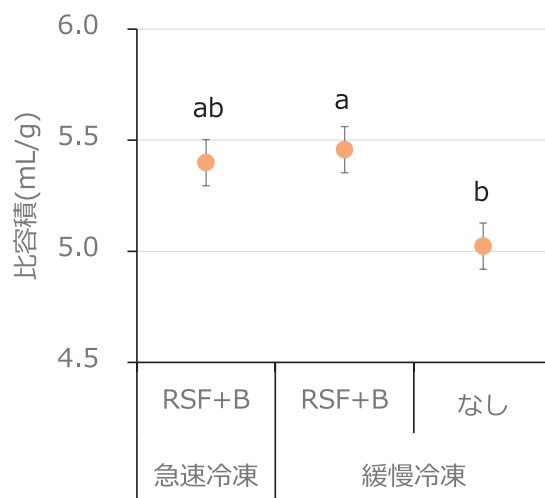


図 1-5 冷凍条件が比容積に及ぼす効果

※異なるアルファベット間では有意差 (p<0.05)

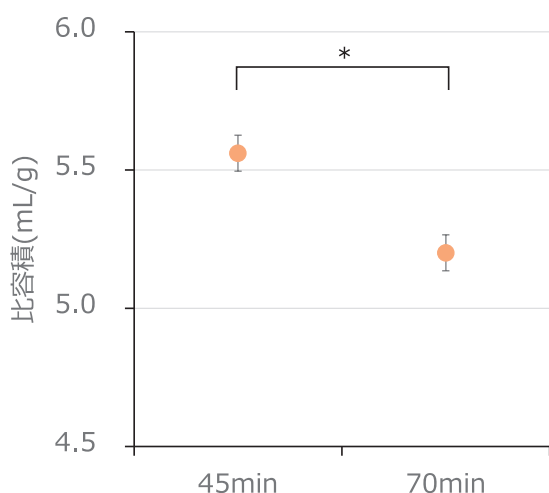


図 1-6 発酵時間がクラム硬さに及ぼす効果

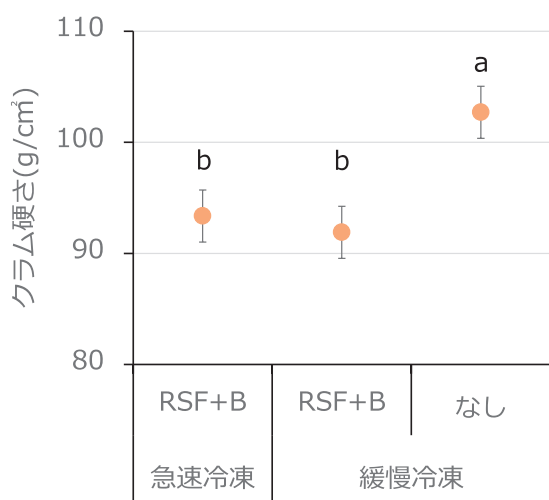


図 1-7 冷凍条件がクラム硬さに及ぼす効果

※異なるアルファベット間では有意差 (p<0.05)

表 1-14 冷凍処理条件がパン老化性に及ぼす効果

冷凍処理	添加剤	焼成7日後クラム	
		硬さ上昇程度 (g/cm³)	凝集性低下程度
急速	RSF+B	162 a	-0.20 ab
緩慢	RSF+B	162 a	-0.18 a
	なし	195 a	-0.22 b

※異なるアルファベット間では有意差 (p<0.05)

3) 特徴づけ素材ブレンド粉における冷凍生地改良素材の評価

(1) 目的

小麦粉以外の穀類粉を配合した生地について、冷凍生地製パン法における冷凍障害抑制効果を明らかにする。

(2) 試験方法

ア. 冷凍生地改良効果の評価

- ①小麦粉:「ゆめちから」(特徴づけ素材と合わせて100g)
- ②特徴づけ素材:コーングリッツ(対粉20%)、米粉(対粉10%)、生大豆粉(対粉3%)、小豆粉(対粉5%)
- ③生地改良素材:生大豆粉(対粉1%)、グリシンベタイン(対粉0.5%)
- ④生地冷凍条件:緩慢冷凍(-20℃ 14日間)
- ⑤調査項目:比容積、クラムのテクスチャー、老化性(焼成翌日のクラム硬さと6日間4℃冷蔵後の凝集性の差)

イ. 官能評価

- ①小麦粉:「ゆめちから」(特徴づけ素材と合わせて1kg)
- ②特徴づけ素材:コーングリッツ(対粉20%)、生大豆粉(対粉5%)、小豆粉(対粉5%)
- ③生地改良素材:生大豆粉(対粉1%)、グリシンベタイン(対粉0.5%)
- ④生地冷凍条件:緩慢冷凍(-20℃ 14日間)
- ⑤官能評価:食加研パネル9名、5段階評定法(-2:悪い〜0:小麦粉と同等〜+2:良い)
- ⑥調査項目:ボリューム、色つや、表皮、すだち、風味、食感、総合評価

(3) 結果および考察

ア. 冷凍生地改良効果の評価

- ・特徴づけ素材の添加有無に関わらず、改良素材添加・冷凍生地は改良素材無添加・非冷凍生地と比較してパン比容積に差が認められず、パン老化性には改善が認められた(図1-8、図1-9)。以上のことから、大豆粉・グリシンベタイン添加により、特徴づけ素材添加冷凍生地を-20℃で2週間程度保存しても大きな冷凍障害は発生しないと考えられた。

イ. 官能評価

- ・小麦粉1kgで製パン試験を実施した場合でも冷凍障害は確認されなかった。パンの官能評価では、大豆粉添加でパンの食感が良くなり、コーングリッツと小豆粉添加で風味が良いと評価される傾向にあった(図1-10)。

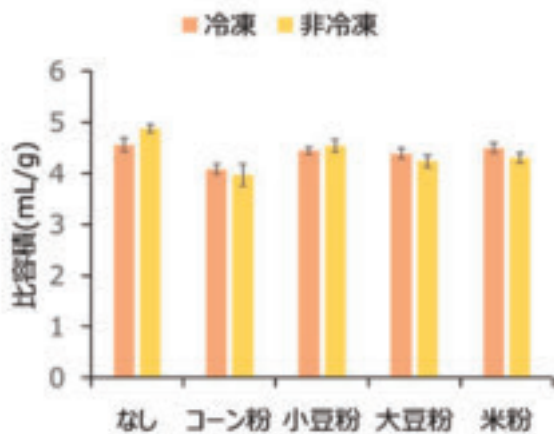


図 1-8 特徴づけ素材を添加したパンの比容積

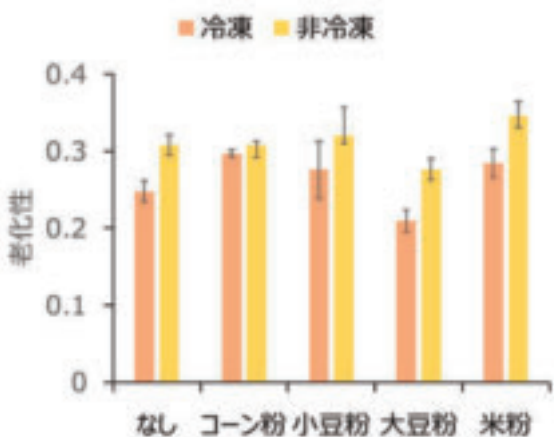


図 1-9 特徴づけ素材を添加したパンの老化性
焼成翌日のクラム硬さと 6 日間 4℃冷蔵後の凝集性の差

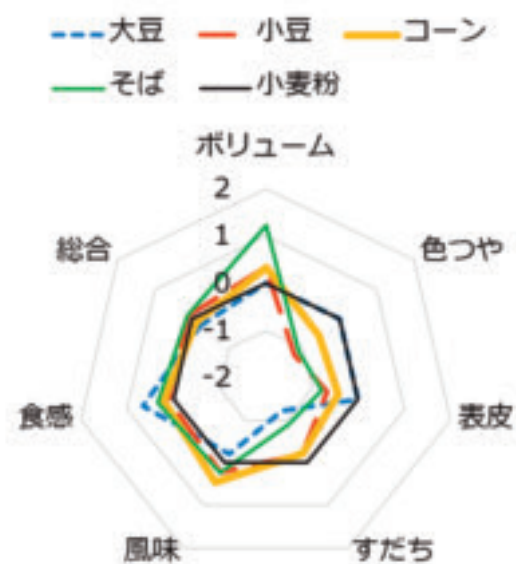


図 1-10 特徴づけ素材ブレンド粉を用いて冷凍生地製パン技術で調製したパンの官能評価（食加研）
小麦粉 100% のパンを 0 とし、-2～2 までの 5 段階評定法で評価

4) 小括

小麦粉以外の穀類粉をブレンドすることにより、色や風味に特徴が付与されるだけでなく、小麦粉の吸水性や熱糊化特性、加工適性も変化する。パンのテクスチャー変化の方向性（サクサク⇄もちもち等）はブレンドする穀類粉の種類により決定されるため、サクサク食感を得るためにコーングリッツを配合するなど、求める食感から穀類粉を選択することができる。

また、生大豆粉とグリシンベタインの併用により比容積の低下等の冷凍障害が抑制可能であり、クラムがやわらかく老化しにくくなることが明らかになった。

さらに、特徴づけ素材ブレンド粉においても生大豆粉とグリシンベタインによる冷凍生地改良効果が確認された。大豆粉は食感の評価が高く、コーングリッツや小豆粉は風味の評価が高かった。

6.3 新規ベーカリー用素材を利用した製品開発支援 背景

新規ベーカリー用素材の特性評価の結果から、実需者が開発したい二次加工製品に適する配合を選定し、実需者による試作評価を行う。さらに、試作品の評価結果のフィードバックにより配合を最適化し、製品化を支援する。

1) 特徴づけ素材ブレンド粉における冷凍生地製パン技術の実証

(1) 目的

生大豆粉とベタインを利用した冷凍生地製パン技術について実需者による試作評価を行い、中小規模ベーカリーにおける実用性を確認する。

(2) 試験方法

ア. 特徴づけ素材ブレンド粉における冷凍生地パン技術の実証

①実施機関：道内製パン企業A

②小麦粉：「ゆめちから」（特徴づけ素材と合わせて 1kg）

③特徴づけ素材：コーングリッツ（対粉 20%）、生大豆粉（対粉 5%）、小豆粉（対粉 10%）

④生地改良素材：生大豆粉（対粉 1%）、グリシンベタイン（対粉 0.5%）

⑤生地冷凍条件：緩慢冷凍（-20℃ 14 日間）

⑥調査項目：冷凍障害の有無、官能評価（社内パネル 15 人）

イ. 急速冷凍および緩慢冷凍条件における冷凍生地製パン技術の実証

①実施機関：道内製粉企業B

②小麦粉：「ゆめちから」をブレンドした市販小麦粉 1kg

③生地改良素材：生大豆粉（対粉 1%）、グリシンベタイン（対粉 0.5%）、アスコルビン酸（VC、300ppm）

④生地冷凍条件：生地玉分割重量 335g、急速冷凍（ブラストチラーにより -40°C で冷凍後、 -20°C ・14 日間）、緩慢冷凍（ -20°C ・14 日間）

⑤調査項目：製パン工程における生地の状態、製品の評価（外観、内相、香り、風味、食感、好ましさ）

（3）結果および考察

ア. 特徴づけ素材ブレンド粉における冷凍生地パン技術の実証

・いずれのブレンド粉でも冷凍障害は認められなかった。官能評価では、コーン粉と小豆粉添加で味の特徴が強い傾向を示し、大豆粉添加でももちもちを感じるパネリストが多かった（図 2-1、図 2-2）。

イ. 急速冷凍および緩慢冷凍条件における冷凍生地製パン技術の実証

・緩慢冷凍の場合、凍結時間が 120 分となり急速冷凍の 6 倍の時間を要した。解凍後は、急速冷凍・緩慢冷凍ともに冷凍障害が生じなかった（表 2-1、図 2-3）。また、急速冷凍・緩慢冷凍ともに対照のパンと比べてやわらかく、しっとり感やもちもち感が強く感じられ、好ましい食感を示した（表 2-2）。

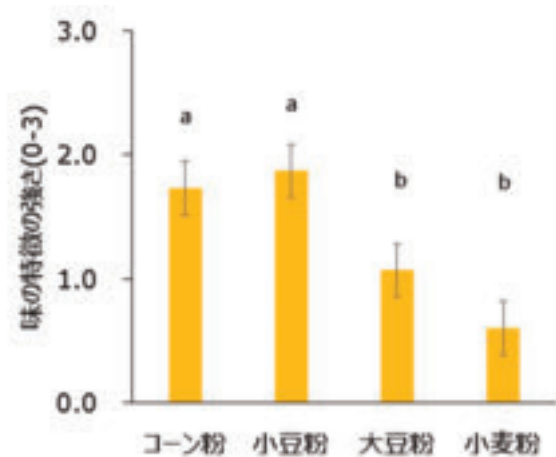


図 2-1 パンの味特徴の強さの評価（A 社）

※市販強力小麦粉をストレート法（非冷凍）で焼成したパンの味の味の特徴の強度を 0 とし、0～3 の 4 段 95%信頼区間を示す。

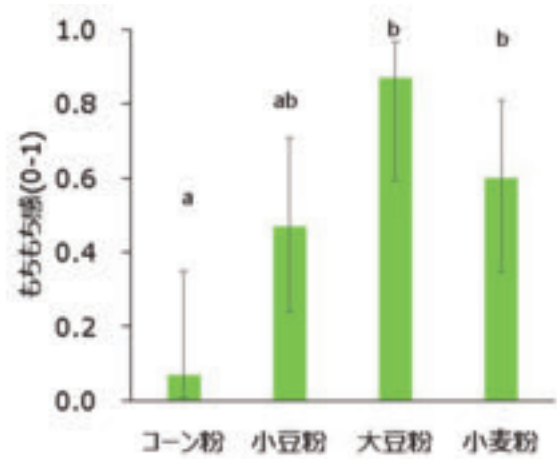


図 2-2 パンのもちもち感の評価（A 社）

※食感で特徴を感じたか（1）、感じなかったか（0）で評価した。バーの長さは平均値を示し、エラーバーは 95%信頼区間を示す。

表 2-1 冷凍生地の作業性評価（B 社）

製法	1.直捏ね (標準)	2.冷凍生地 (急速冷凍)	3.冷凍生地 (緩慢冷凍)
粉	ゆめちからブレンド強力粉 1000g		
加水量	720g	氷240g 水480g	氷240g 水480g
捏捏時間	L3M3H1 ↓ L2M3H1	L5M3H2 ↓ L2M3H2	L5M3H2 ↓ L2M3H2
捏上温度	28.4℃	19.3℃	21.6℃
捏上後の 生地状態	・生地の弾力が若干弱い	・問題なし ・生地が白い	・問題なし ・生地が白い
凍結までの 所要時間		20分	120分
解凍後の 生地状態 (冷凍障害等)		・問題なし	・問題ないが急速より生地が若干膨らんでいた
成形時の 生地状態		・ホイロでベンチをとったので結露して表面のベタつきはあった	・ホイロでベンチをとったので結露して表面のベタつきはあった ・緩慢の方が成形時、若干縮まる
ホイロ時間	60分		
焼成後の状態 (裂肌など)		・問題なし	・問題なし ・緩慢の方が若干膨らみが良い

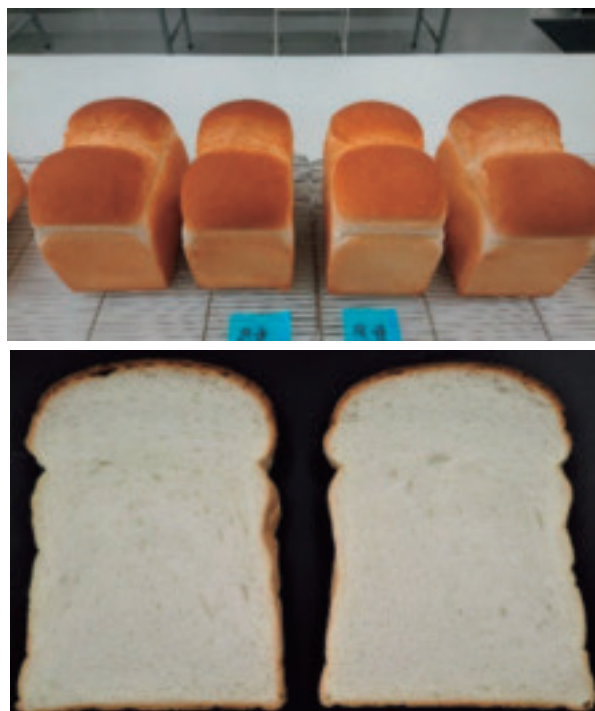


図2-3 パンの外観と内相（B社）
（上：急速冷凍生地、下：緩慢冷凍生地）

表2-2 冷凍生地製パン技術による食パンの製品評価（B社）

製法	1.直捏ね (標準)	2.冷凍生地 (急速冷凍)	3.冷凍生地 (緩慢冷凍)
外観	・窯伸びがあまり 良くなかった	・標準より膨らみ は良かった(VC の効果か?) ・冷凍障害はほと んど見られなかつ た	・標準より膨らみ は良かった(VC の効果か?) ・さらに急速より若 干膨らんだ ・冷凍障害はほと んど見られなかつ た
内相	・キメが若干粗い ・すだちも丸目 だった	・キメが細かい ・クラムが白かつ た	・キメが細かい ・クラムが白かつ た
小麦のパンの香り		・標準と差がない	・標準と差がない
小麦のパンの風味		・標準と差がない	・標準と差がない
酸化した油の におい・風味		・標準と差がない	・標準と差がない
かたさ		・標準よりやわら かい	・標準よりやわら かい
しっとり感		・標準より強い	・標準より強い
さくみ		・標準と差がない	・標準と差がない
もちもち感		・標準より強い	・標準より強い
好ましさ		・標準より良い	・標準より良い
総合コメント	・改良剤無添加な ので窯伸びはひ かえめ ・生地物性も若干 弱めだった	・大豆の風味を若 干感じる。後味も 残る ・VCだけ添加し たパンとの比較が あった方が良い	・大豆の風味を若 干感じる。後味も 残る ・VCだけ添加し たパンとの比較が あった方が良い

2) 特徴づけ素材ブレンド粉の実需者による試作実証

(1) 目的

特徴づけ素材の評価結果をもとに、実需者による菓子とパンの試作実証を行った。

(2) 試験方法

ア. コーングリッツブレンド粉による菓子の試作実証

- ・コーングリッツのブレンド特性評価の結果から、薄力粉の3割程度を置換することで特徴ある菓子が製造できることが推察されたため、道内製菓企業Cにコーングリッツおよびコーンフラワーのブレンド特性を説明し、これらを用いた菓子の試作およびコメントを依頼した。C社のアイデアにより、薄力粉の100%をコーン粉に置換したダックワーズ(図2-4)とパイ生地(図2-5)の各3パターンを試作し(表2-3、表2-4)、試作結果のコメントを得た(表2-5)。

イ. コーングリッツブレンド粉によるパンの試作実証

- ・道外の製パン企業Dにコーングリッツのブレンド特性や製パン性について説明し、コーングリッツを用いたパンの試作およびコメントを依頼した。D社のアイデアにより山型食パン等(図2-6、図2-7)を試作と試験販売を実施し、試作結果のコメントを得た。

(3) 結果および考察

ア. コーングリッツブレンド粉による菓子の試作実証

- ・ダックワーズについては、作業性の面では問題がなかったが、コーン粉と甘味、バターの風味が合わないため、塩味のあるピーナツクリームをサンドしたところ、風味が良好であった。
- ・パイ生地については、薄力粉からコーン粉に置換するだけでなく、強力粉の配合を増やしたため、粉の吸水率が増加し、加水量を調整する必要があったものの、使用に耐えうる生地となった。コーンの風味は弱いものの、塩味のある味付けによって食味は良好となった。

イ. コーングリッツブレンド粉によるパンの試作実証

- ・D社のコメント：初回の試験販売は物珍しさで手に取ってもらえるが継続的に購入してもらうためにはコーンの特徴を強く出す必要がある。特徴を強化するためにコーングリッツの配合割合を増やすとパンの膨らみが低下するが、セルラーゼ製剤等による酵素処理により改善できた(データ省略)。また、とうもろこし子実を粗砕したホミニーを圧力調理して生地に配合することで、コーンらしさを強化できた。

表 2-3 コーングリッツ使用ダックワーズの配合

材 料	試 作 1	試 作 2	試 作 3
冷凍卵白	1,000	1,000	1,000
粉糖	1,000	1,000	1,000
ケレモル	5	5	5
乾燥卵白	40	40	40
アーモンドパウダー	650	650	650
コーンフラワー	260	200	100
コーングリッツ	0	0	200

表 2-4 コーングリッツ使用パイ生地の配合

材 料	試 作 4	試 作 5	試 作 6
強力粉	380	380	430
コーンフラワー	200	150	50
コーングリッツ	0	5,025	0
食塩	10	10	10
バター	80	80	80
水	360	250	480
折り込みバター	360	360	360



図 2-4 コーングリッツ使用ダックワーズの外観と断面（C社）



図 2-5 コーングリッツ使用パイの外観（C社）

表 2-5 コーングリッツを配合した洋菓子に関する実需者コメント（C社）

項目	ダックワーズ	パイ生地
作業性	メレンゲ生地の補強のために薄力粉を使用しているが、その薄力粉を100%コーンフラワーに置き換えても生地が大きく影響はなかった。	小麦粉と違い水分を持たないので小麦粉主体のパイ生地は加水量が増えた。加水によって使用に耐えられるパイ生地になった。
風味	うっすらとコーンの風味が感じられる製品になった。	パイ生地自体はコーンの風味はほとんど感じられず「薄力粉の代替でパイ生地が出来ます」という結果でしかなかった。
その他	サンドのクリームは少し塩気の感じられるピーナッツクリームを使用したのが、相性が良い。コーン自体が洋菓子とあまり相性が良くないと感じていた。コーンにさらなる甘味が加わるのとあまりおいしく感じられない。	表面にパルメザン、コーングリッツ、黒コショウ、食塩を混ぜ合わせたものを載せて焼成したチーズスティックパイを試作した。パイなどの塩気があるものととの相性が良いのでは。



図 2-6 コーングリッツとホミニーを配合した試験販売用パン（D社）

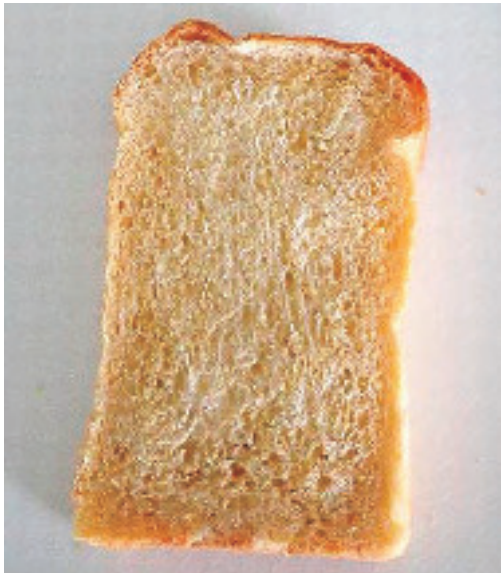


図2-7 コーングリッツとホミニーを配合した山形食パンの内相（D社）

3) コーングリッツブレンド粉の製パン性改善手法の開発

（1）目的

コーングリッツブレンド粉の生地物性評価や製パン試験、実需者による試作実証の結果から、コーングリッツは吸水性が低いため製パン時の加水量を減らす必要があり、パンがかたくなりやすいことが分かった。また、焼成後のパンに未糊化のコーングリッツが残るため、咀嚼時に粒子感があり好ましくないと指摘されることもあった。コーングリッツの製パンへの利用を拡大するためには、このようなコーングリッツの製パン性を改善する必要がある。

そこで、コーングリッツの吸水と糊化を進める前処理により製パン性改善を試みた。

（2）試験方法

ア．ブレンド粉の調製

- ・「ゆめちから」を原料とする強力小麦粉の20%を北海道産コーングリッツ（粒径0.25～0.50mm）で置換してブレンド粉を調製した。

イ．製パン試験

- ・強力小麦粉またはコーングリッツブレンド粉250gを用いて、ノータイム法で角型食パンを調製した。強力小麦粉のみを比較区、コーングリッツで20%置換したものを対照区とした。浸漬処理区では、コーングリッツと2倍量の純水を混合し4℃で16時間保存した後、20℃に復温したものを、小麦粉や副材料とともにミキシング時に投入して生地を調製した（表2-6）。熱湯処理区は浸漬処理区と同様で、コーングリッツに

2倍量の沸騰水を混合して冷却、保存、復温して用いた。熱湯処理+モルト添加区は、熱湯処理区と同様に沸騰水を混合後、モルト粉末（対粉0.25%）を混合してから冷却、保存、復温して用いた。焼成後の食パンは25℃で保管し、焼成1、2、3日後にテクスチャー測定を行った。食パンを厚さ15mmにスライスし、φ25mmの抜型でくり抜いてテクスチャー測定用の試料とした。2バイトテクスチャー試験（TPA）では試料より大きいφ35mmの治具を用いて試験速度1mm/s、歪率66.7%で2回圧縮した。破断解析では試料より直径の小さいφ5mmの治具を用いて試験速度1mm/s、歪率200%まで貫入させた。

ウ．消費者型官能評価

- ・官能評価には、製パン試験におけるコーングリッツブレンド粉のパン、熱湯処理のパン、およびコーングリッツブレンド粉のミキシング時にモルト粉末（対粉0.25%）を添加した前処理パンを供試した。焼成翌日に一口量に切り出したクラムを42名の社内一般パネルに提示しCheck-All-That-Apply（CATA法）により表面のテクスチャー、咀嚼時のテクスチャー、風味を評価した後、0（全く好きではない）～100（非常に好き）までの数値で嗜好性を評価した。

（3）結果および考察

ア．製パン試験

- ・焼成翌日のクラムの圧縮応力は比較区（小麦粉のみ）＜熱湯処理+モルト＜対照区・浸水処理の順に大きかったことから、コーングリッツの置換割合や加水量が同じ場合でも、熱湯処理とモルト添加により有意にやわらかくなることが明らかになった（図2-8）。クラムの回復率は比較区＞熱湯処理＞熱湯処理+モルト＞対照区・浸水処理の順に小さくなった（図2-9）。コーングリッツブレンド粉のパンは弾力に乏しくもろいテクスチャーを示すが、熱湯処理により小麦粉のパンに近い弾力を示すことが明らかになった。また、浸水処理区のテクスチャーは対照区と同等であることから、製パン性改善のためにはコーングリッツを吸水させるだけでなく熱を加えることが重要であることが示された。

イ．消費者型官能評価

- ・嗜好性の評点は前処理パンが有意に高かった（図2-10）。コレスポンデンス分析の結果、対照試料は「弾力がある」「もそもそ」「かぼちゃ様の風味」が特徴的で、前処理パンでは「甘み」「もちもち」「しっとり」「ふわふわ」が特

徴的であった（図 2-11）。評価用語の選択の有無によって嗜好性の評点を比較すると「甘味」「もちもち」「しっとり」「歯切れがよい」「バター風味」が選択された場合に嗜好性の評点が有意に高かった（図 2-12）。反対に「ざらざら」「もそもそ」「くちやつく」が選択されると嗜好性の評点が低かった。以上のようにコーングリッツ食パンの官能特性と嗜好性、および両者の関係性が明らかになった。

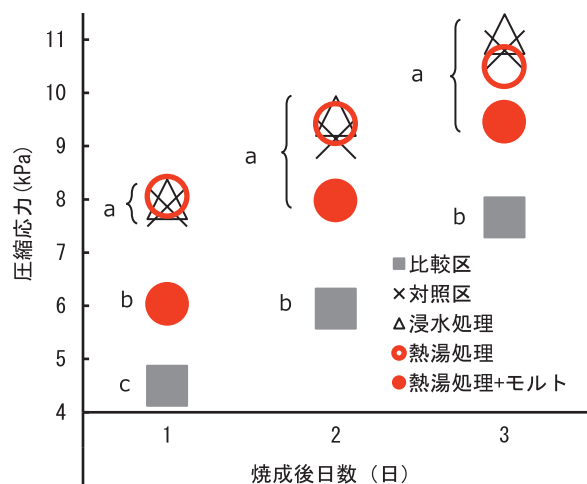


図 2-8 前処理方法の異なるコーングリッツ配合パンにおける焼成後経過日数と圧縮応力の関係

同じ経過日数で異なる英字を付した処理間で有意差あり

($p < 0.05$, Tukey 多重比較検定)

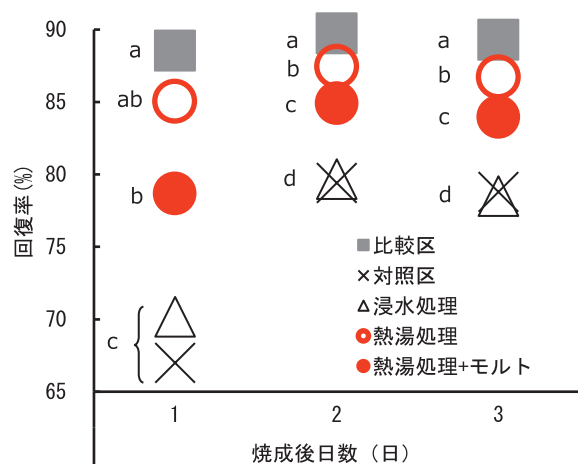


図 2-9 前処理方法の異なるコーングリッツ配合パンにおける焼成後経過日数と回復率の関係

同じ経過日数で異なる英字を付した処理間で有意差あり

($p < 0.05$, Tukey 多重比較検定)

表 2-6 コーングリッツの製パン性改善のための処理区一覧

処理区	穀類粉			加水		
	穀類粉合計	小麦粉	コーングリッツ	前処理用 純水(室温)	前処理用 沸騰水	混捏時 純水(室温)
1. 小麦粉(比較区)	100	100	-	-	-	72.5
2. 対照区	100	80	20	-	-	66.5
3. 浸水処理	100	80	20	40	-	26.5
4. 熱湯処理	100	80	20	-	40	26.5
5. 熱湯処理+モルト	100	80	20	-	40	26.5

数値は穀類粉合計を 100 とした重量を示す。比較区以外は、穀類粉合計に対して加水合計が 66.5%となるよう、前処理の方法に応じて混捏時の加水量を減じた。

太枠内は製パン前日に混合し、4℃で一晩静置した。

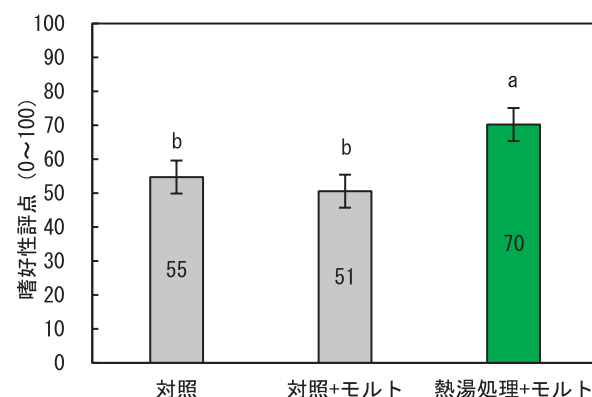


図 2-10 調製方法の異なるコーングリッツ配合食パンの嗜好性

異なる英字を付した処理間で有意差あり ($p < 0.05$, Tukey 多重比較検定) エラーバーは標準誤差を示す

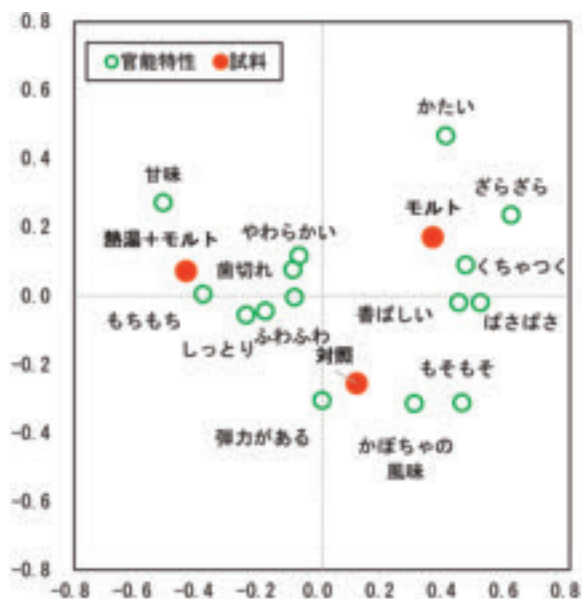


図 2-11 調製方法の異なるコーングリッツ配合食パンの相関分析

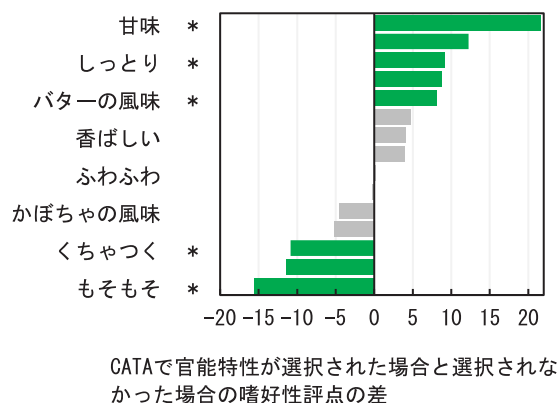


図 2-12 コーングリッツ配合食パンにおけるペナルティリフト分析

CATA 法の官能評価で各官能特性が選択された場合とされなかった場合で平均値を比較し、官能特性が選択された場合に嗜好性がどの程度上下するのかを示す。

*は官能特性の選択の有無による有意差あり ($p < 0.05$, t 検定)

4) コーヒーシルバースキンのブレンド特性把握と製品開発支援

(1) 目的

シルバースキン (以下 CSS) とは、コーヒー豆の精製・焙煎工程で剥離する薄皮のことであり、現状ではほとんど有効活用されず廃棄されている¹⁰⁾。CSS は水分が少なく焙煎過程を経ていることから微生物学的リスクが低く、コーヒー液としての食経験が長いことから、食品への利用可能性がある。しかし、CSS を配合してパンやクッキーを試作すると食感が劣ることから、これらの製品開発支援を目的として CSS と小麦粉のブレンド粉について特性評価を行った。

(2) 試験方法

ア. ブレンド粉の調製

・「アラビカ種」の CSS を超遠心粉砕機 (スクリーン径 0.5mm) で粉末化した。「ゆめちから」を原料とする市販強力小麦粉、「きたほなみ」を原料とする市販薄力小麦粉に対して 0~10% を CSS 粉末で置換した。

イ. 生地物性評価

・生地吸水率はマイクロドウラゴ (阿部 2016) を用いてオートドリップ法で 500B.U. を示す加水率 (粉水分 13.5% 換算) を測定した。熱糊化特性はラピッドビスコアナライザー (RVA) を用い、ブレンド粉 4.0g にイオン交換水 25.0mL を加えて中央農試常法 (図 1-1) で最高粘度、ホールディングストレングス、ブレイクダウン、

最終粘度およびセットバックを測定した。測定は 3 回繰り返した。

ウ. 製パン試験

・CSS 割合 0、5、10% の超強力小麦粉についてホームベーカリーで製パンし、比容積測定とクラムの 2 バイトテクスチャー試験を行った。

エ. 製菓試験

・CSS 割合 0、5、10% の薄力粉についてビスケットを調製し、焼き広がり の指標であるスプレッドファクター (直径/厚み) と破断特性を評価した。

(3) 結果および考察

ア. 生地物性評価

・CSS の配合割合を増やすほど粉の吸水率が高まった (図 2-13)。熱糊化特性は CSS の配合割合が増えるほど最終粘度と最終粘度が低下したことから、CSS 配合によって加工品が老化しにくくなることが想定された (図 2-14、図 2-15)。

イ. 製パン試験

・CSS 割合 10% のパンは比容積が小さく、クラムがかたく、回復率が低かった (図 2-16、図 2-17、図 2-18)。CSS を配合したパンはテクスチャー試験後に試料が圧着している様子が観察され、これは吸水率に合わせて加水量を増やしたことが関係していると考えられた。

ウ. 製菓試験

・CSS を含まないドウはクリーム状になったが、CSS 割合が増えるほどドウがまとまりにくく、そばろ状になった (図 2-19)。CSS 割合 10% のビスケットは焼き広がり の指標であるスプレッドファクターが小さく (図 2-20、図 2-21)、破断荷重と破断歪率が大きかった (図 2-22)。これは、CSS 配合によって吸水率が高まることでドウがかたく焼き広がり にくくなり、焼成後も厚みがあるためだと考えられた。

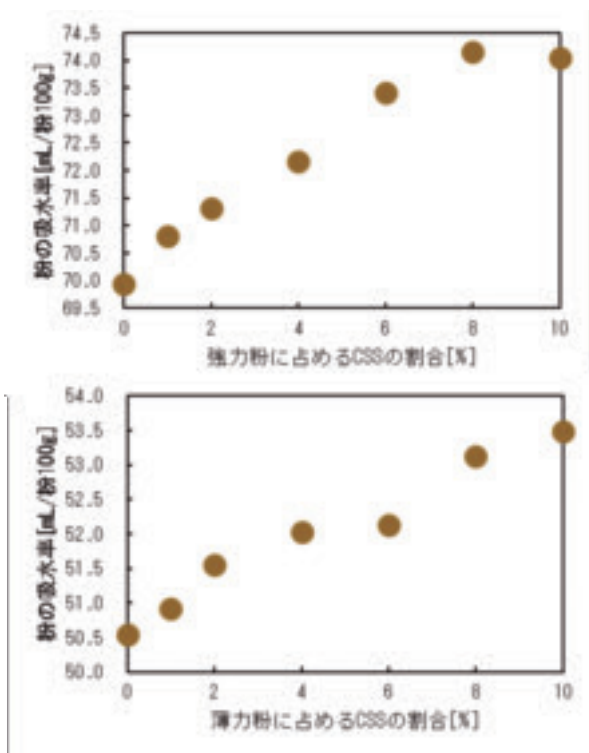


図2-13 CSS ブレンド粉の吸水率
(左：強力粉ベース、右：薄力粉ベース)

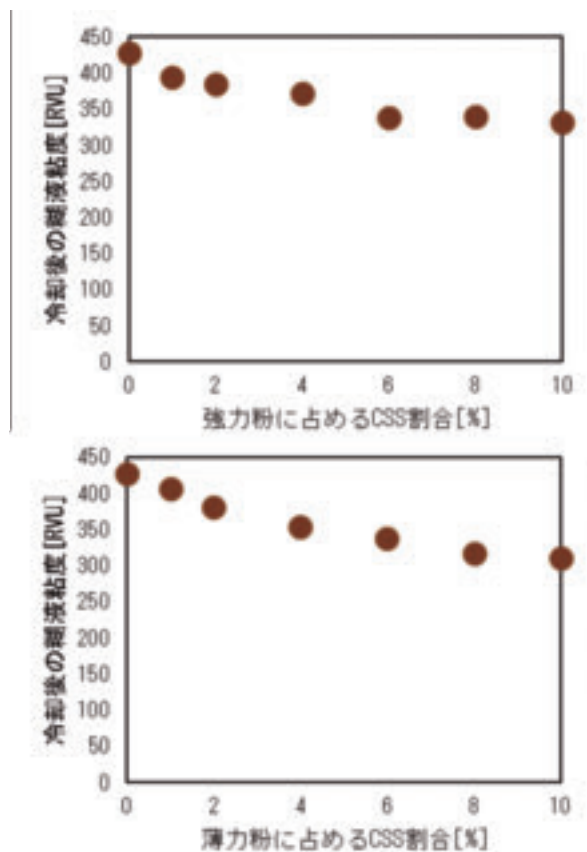


図2-15 CSS ブレンド粉の最終糊液粘度
(上：強力粉ベース、下：薄力粉ベース)

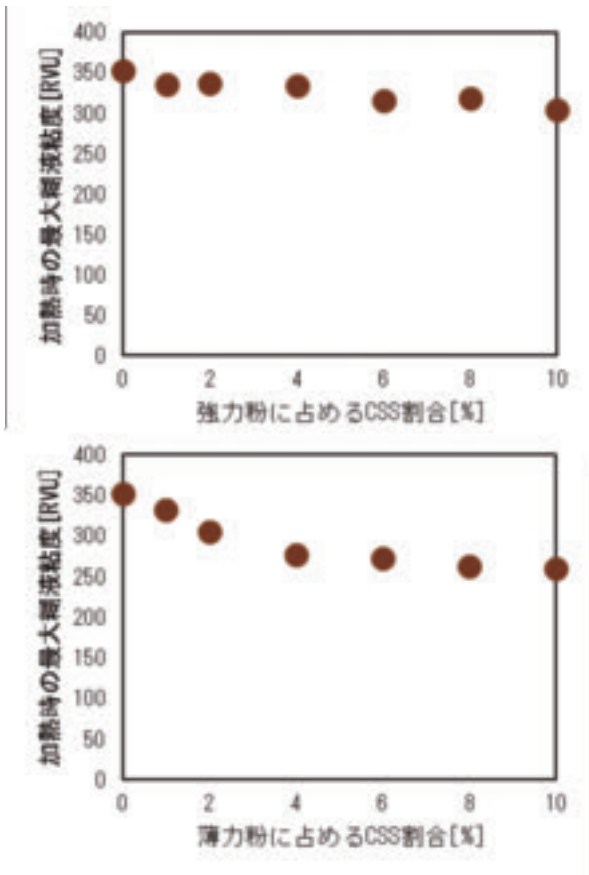


図2-14 CSS ブレンド粉の最大糊液粘度
(上：強力粉ベース、下：薄力粉ベース)



図2-16 CSS の置換割合の異なる食パンの内相

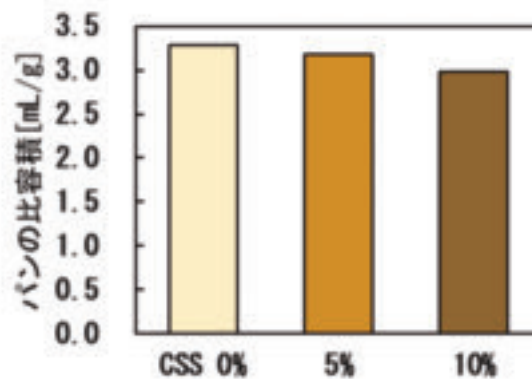


図2-17 CSS ブレンド強力粉のパン比容積

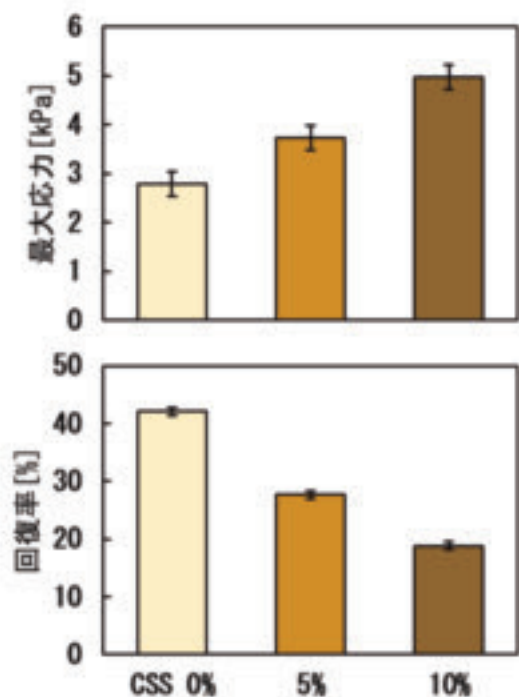


図 2-18 CSS ブレンド強力粉のパンクラムのテクスチャー特性値（左：最大応力、右：回復率）

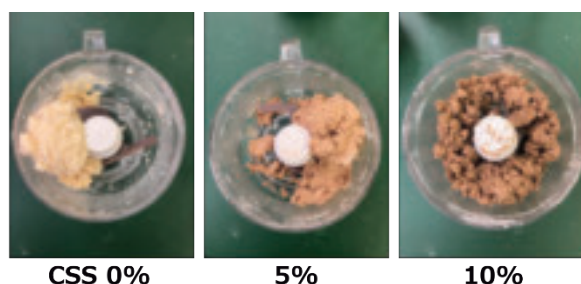


図 2-19 CSS ブレンド粉で調製したビスケットドウ

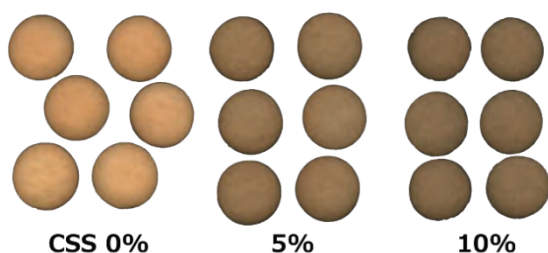


図 2-20 CSS ブレンド粉で調製したビスケットの外観

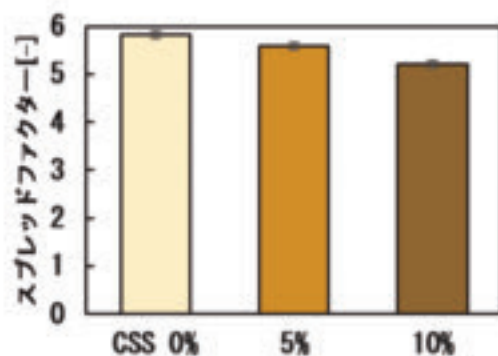


図 2-21 CSS ブレンド粉のビスケットのスプレッドファクター

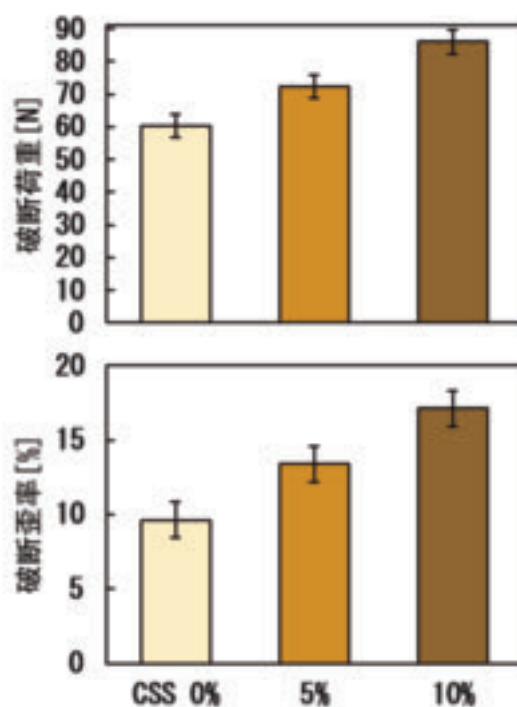


図 2-22 CSS ブレンド粉のビスケットの破断特性（上：破断荷重、下：破断歪率）

5) 小括

小規模ベーカリーを想定した実需者のラボ試験において、冷凍生地改良素材の効果が確認された。緩慢冷凍条件でも冷凍障害が生じなかったことから、急速冷凍に必要な高度な設備を持たない中小規模ベーカリーにおいても、生大豆粉とグリシンペタインの使用により生地玉冷凍が可能である。

またコーングリッツブレンド粉について複数の菓子やパンの試作実証を行った。嗜好性の高い製品を開発するためには、コーンと相性の良いフィリングを使用することや、ホミニーとフラワーなどの粒度の異なる素材を組み合わせる素材感を出すことが有効である。

小麦粉の一部をコーングリッツで置き換えて製パンするとクラムはかたくもろいテクスチャーを示す

が、コーングリッツに沸騰水やモルトを加えることにより、やわらかくもちもちしたテクスチャーに改変することができる。消費者の嗜好性やパンの種類に応じて沸騰水による前処理やモルト添加の有無を選択することができる。

CSS 割合 5%の加工品は色や風味の面では十分に特徴が出ているが、製パン性や製菓特性の面で概ね小麦粉と同程度であり、利用しやすい配合割合であると考えられる。

6.4 総括

コーングリッツ等の小麦粉以外の穀類粉についてはその使用方法や適当な配合割合が十分明らかになっておらず、二次加工業者らにとってはこのことが新しい素材を利用する際の障壁になっていたと考えられる。本研究では各種の穀類粉について、小麦粉の一部を置換する形でブレンド粉を調製し、その生地物性や製パン性、製菓特性を明らかにした。得られたデータは、小麦粉の1割程度を置き換えれば十分か、3割程度置き換えても良いのかといった配合割合決定の参考となる。また、通常は小麦粉で作られる製品をブレンド粉で製造する際、加水を増やすべきか減らすべきかといった工程の調整にも役立てることができる。また、マイクロドウラボやRVAを用いた生地物性評価は4g程度の少量の試料から迅速に結果が得られるため、6.3(4)で示したように、新たな穀類粉や粉体食素材の加工適性の推定に利用できる。本研究で蓄積したブレンド粉の加工適性データや生地物性評価技術については、技術支援として生産者や加工業者に提供可能である。

生大豆粉とグリシンベタインを用いた冷凍生地製パン技術については、北海道の超強力小麦品種「ゆめちから」の小麦粉を用いた場合にも適用できることが確認できた。通常、冷凍生地製パン技術には冷凍生地用の改良剤や急速冷凍のための高度な設備が必要とされるが、本研究では小規模ベーカリーを想定した小麦粉1kgの試作試験を行い、生地玉を-20℃の冷凍庫に入れるだけの緩慢冷凍条件であっても冷凍障害を抑制できることを確認した。市販の冷凍生地用改良剤を使用しなくても冷凍障害を抑制できることから、食品添加物を使用しない製パン業者においても導入しやすいと考えられる。また、生大豆粉とグリシンベタインの効果は冷凍障害抑制だけではなく、焼成後のパンはしっとり・もちもちとした好ましい食感を示し、老化しにくいことも明らかになった。今後は、これらの利点も含めて冷凍生地製パン技術の普及を図る。

引用文献

- 1) 柳原哲司：北海道における子実用トウモロコシの食材化研究とその製品開発、農業、1663、pp. 49-59 (2020)
- 2) 其田達也、大西志全、木内均、足利奈奈、森田耕一、林和希、神野裕信、粕谷雅志、吉村康弘、佐藤三佳子、小林聡、西村努、来嶋正朋、樋浦里志、井上哲也、鈴木孝子、相馬ちひろ、小倉玲奈、千田圭一、竹内薫、菅原彰、東岱孝司：秋まきコムギ新品種「北見95号」の育成、道総研農試集報、107、pp. 15-28 (2023)
- 3) 超強力秋まき小麦新品種「ゆめちから」の育成、北海道農業研究センター研究報告、195、pp. 1-12 (2011)
- 4) 松葉修一、清水博之、横上晴郁、黒木慎、船附稚子、池ヶ谷智仁、田村泰章：加工用途に適する高アミロース米水稻品種「北瑞穂」の育成、農研機構研究報告北海道農業研究センター、205、pp. 23-25 (2017)
- 5) 渡邊治：北海道産小豆の用途拡大に向けて～「小豆粉」の開発と利用～、グリーンテクノ情報、13、pp. 11-14 (2018)
- 6) 蓑島良一、伊藤昌也、林正和、村勢則郎、椎葉究：大豆粉・グリシンベタインによる冷凍耐性生地の品質改善と機能解析、低温生物工学会誌、62、pp. 89-94 (2016)
- 7) 阿部珠代、小宮山誠一、小林聡、西村努、神野裕信：マイクロドウラボによる小麦粉生地物性の少量・簡易評価法、日本作物学会紀事、85、pp. 435-442 (2016)
- 8) 中道浩司、阿部珠代、粕谷雅志、神野裕信：製パン品質におけるGlu-B1、Glu-B3およびWx-B1遺伝子の効果、日本作物学会紀事、87、pp. 53-60 (2018)
- 9) 辻孝子、吉田朋史、藤井清：小麦粉色相に関与する成分の解明と簡易色相選抜法の開発、愛知県農総試研報、38、pp. 1-5 (2006)
- 10) 高田修、篠倉和己：コーヒーチャフの堆肥副資材適性試験、兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告～畜産編～、41、pp. 35-38 (2005)