

第7章

冷凍穀類製品の品質保持技術の開発

7.1 はじめに

北海道は「北海道食の輸出拡大戦略(経済部食関連推進室)」を策定し、「食」政策を強力に推進している。この施策において加工食品の主要品目には中華麺や菓子類があげられている。加工食品を輸出する場合、製造・出荷から輸送を経て販売に至るには、数週間～数ヶ月という長期間を必要とするため、冷凍流通が主体となる。しかしながら、冷凍期間が長期に渡ると、乾燥・白色化(冷凍やけ)や食感の低下といった品質変化が生じるため、対応策が求められている。

中華麺は本道麺類生産の約7割を占める主力製品であるとともに、北海道遺産に登録されるなど北海道を代表する食品であり、観光資源としても欠かせない。また、近年の日本食ブームにより、アジアを始め欧米諸国においても日本製中華麺は注目されていることから、海外市場への輸出展開が試み始められている。中華麺の場合は他の麺類と異なり、特殊設備が必要なゆで麺の冷凍ではなく、生麺での冷凍状態で出荷することが可能であり、品質変化の問題がクリアできることにより多くの道内製麺企業の海外市場への参入が期待できる。

そこで、本研究では、輸出による中華麺の市場および消費拡大に向けて、冷凍した生中華麺の品質保持技術を開発するとともに、これまでの経常研究において得られた知見を活用した生菓子類への応用も検討する。

7.2 冷凍麺における品質変化の発生要因の解明背景

品温に影響する保存用冷凍庫の温度変化をモニタリングして、保存用の温度条件を設計する。さらに、設計した温度条件下に保存したときの麺の品質変化を評価する。得られたデータを集約して品質低下の要因を解析する。

1) 生中華麺の冷凍保存試験

(1) 目的

保存用冷凍庫の温度変化を継続して計測することにより、冷凍下の状況を明らかにするとともに冷凍保存した中華麺の品質を経時的に評価することにより、保存中における品質変化の発生要因を解明する。

(2) 試験方法

ア. 材料

- ・生中華麺(市販品)

イ. 保存方法

- ・生中華麺を小分けして、チャック付ポリ袋(PP製)にデータロガー(KT-255U、(株)藤田電機製作所)とともに封入し、さらにダンボールにまとめて-25℃の冷凍庫に12ヶ月保管した。なお、7ヶ月目から8ヶ月目にかけて一時的に保管場所を移動させることとなったが、それ以外の期間はすべて同じ冷凍庫にて保管した。

ウ. サンプルング

- ・購入日+0、7、14、21、30(生麺の賞味期限までは1週間おき)、以降1ヶ月ごと12ヶ月まで実施。

エ. 物性評価¹⁾

- ・冷凍品は冷凍状態のままで、解凍品は5℃で24時間解凍したものについて、クリープメーター(RE2-33005S、(株)山電)を用いて、ロードセルにカミソリ刃プランジャーをセットし、測定歪率250%、測定速度1.0mm/secにてゆで麺の破断(切断)試験を行った。ゆで直後品は、2分30秒ゆでた後、湯切りした麺について行った。ゆで10分後品は、2分30秒のゆで処理後におよそ半分量を湯中に浸漬したままにして、10分後に取りだしてから湯切りした麺について行った。

オ. 水分¹⁾

- ・アルミホイルカップにて常圧乾燥法で、生麺は135℃、1時間、ゆで麺は135℃、2時間30分にて測定した。生麺について、30日以降は解凍後の麺を用いた。

(3) 結果および考察

ア. 冷凍保存中における包装袋内は、温度は-23℃前後で一定しているものの、湿度は保存期間の経過とともに徐々に上昇し、サンプルング時には80%程度であった。このことから、包装袋内には麺が含有する水分の離水による飽和水蒸気が発生していると考えられた。(図1-1)。

イ. 保存期間の経過とともに、ゆで直後においても、ゆで10分後においても、物性値はわずかに大きくなる(硬くなる)傾向が見られるものの、いずれの期間も当初の物性値以上の値が維持されていたことから(図1-2-A、B)、冷凍保存しても食感は維持されていると考えられた。

ウ. 冷凍麺を直接ゆでた場合と解凍後にゆでた場合を比較すると、冷凍状態から直接ゆでた場合

のほうが物性値は大きくなる傾向を示した(図1-2)。

エ. 冷凍保存中に麺の水分は、2ヶ月目までは少しずつ減少していたが、3ヶ月目以降は32%程度で推移し、大きな増減は確認されなかった(図1-3)。

オ. 冷凍保存開始から8ヶ月目以降では、包装袋内の氷結晶が増大し、麺の外観、特に色については、白色化の進行が進んでいることが確認された(図1-4)。この氷結晶の増大と外観の変化は、保存期間による影響よりも、一時的な保管場所の変更により生じた温度ショックによる影響が大きく関与していると考えられた。

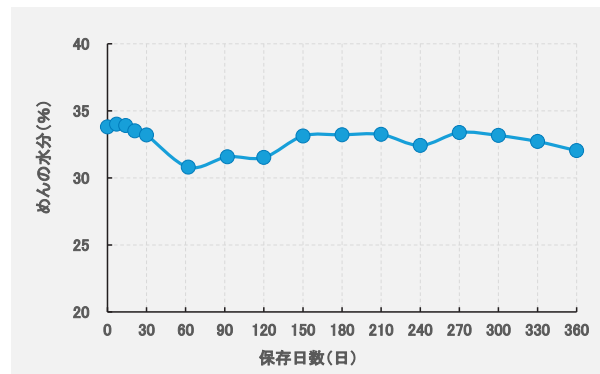


図1-3 生麺の水分の変化(30日以降は解凍麺)

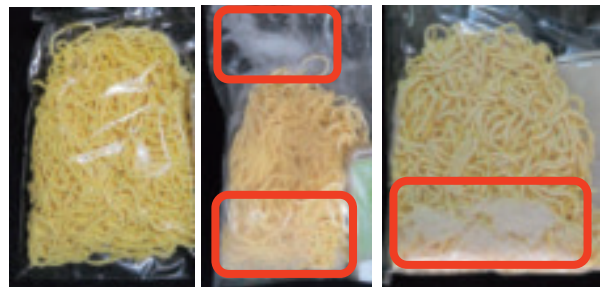


図1-4 包装状態での外観

(左:7ヶ月、中央:8ヶ月、右:12ヶ月、赤枠:氷結晶)

※7ヶ月にはほとんど見られないが、8ヶ月目以降、包装袋内に氷結晶が確認できる

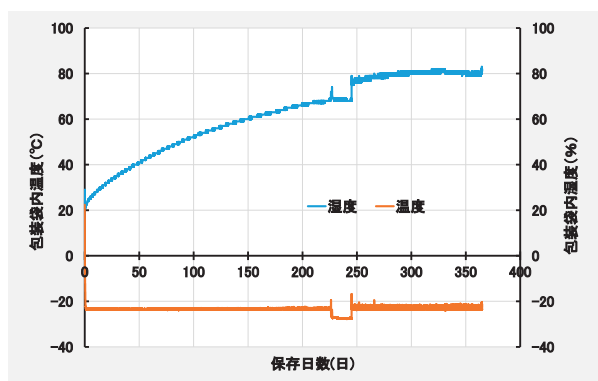


図1-1 保存期間中の包装袋内の湿度と温度の変化

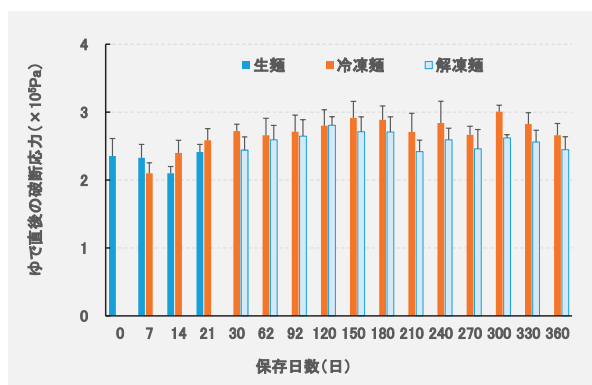


図1-2-A ゆで麺の物性値の変化(ゆで直後)

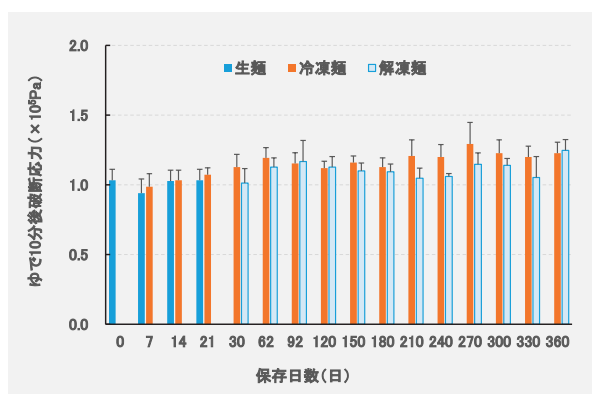


図1-2-B ゆで麺の物性値の変化(ゆで10分後)

2) 小括

品質低下の要因は、冷凍保存中の温度ショックにより包装内の状態が大きく変化し、氷結晶の発生量が増大することが要因であることを明らかにした。

7.3 冷凍麺の品質保持技術の開発

背景

品質低下が進みやすい保存条件下において、道産原料素材の活用により、品質を長く保持することが可能となる技術の開発を行う。

1) タマネギペースト有無による生中華麺の冷凍保存試験

(1) 目的

道産素材であるタマネギペースト(札幌黄)有無により試作した生中華麺を冷凍保存し、経時的に評価することにより、タマネギペースト添加の効果を解明する。

(2) 試験方法

ア. 材料

- ・協力企業にて、試作した生中華麺(タマネギペースト有・無)

イ. 保存方法

- ・生中華麺を小分けして、チャック付ポリ袋(PP製)

にデータロガーとともに封入し、さらにダンボールにまとめて冷凍庫(設定温度: -30℃、-25℃)に保管した。

ウ. サンプルング

- ・納品日の翌日+0とし、1ヶ月ごと12ヶ月まで実施。

エ. 物性評価¹⁾

- ・クリープメーター(RE2-33005S、(株)山電)を用いて、ロードセルにカミソリ刃プランジャーをセットし、測定歪率250%、測定速度1.0mm/secにてゆで麺の破断(切断)試験を行った。麺は冷凍状態のまま、2分30秒ゆでた後、湯切りした麺(直後品)について物性評価を行った。ゆで10分後品は、2分30秒のゆで処理後におよそ半分量を湯中に浸漬したままにして、10分後に取りだしてから湯切りした麺について行った。

オ. 水分¹⁾

- ・アルミホイルカップにて常圧乾燥法で、生麺(5℃で7時間解凍)及びゆで麺は135℃、2時間30分にて測定した。

カ. 官能評価²⁾

- ・対照を市販の生中華麺(協力企業で製造後未凍結のもの)とし、項目毎に対照を標準3点として5段階(1~5)で評価した。評価項目は、色調(生、ゆで)(くすんでいる(1)~あかるい(5))、なめらかさ(ざらざら(1)~つるつる(5))、かたさ(やわらかい(1)~かたい(5))、弾力性(こしがない(1)~こしがある(5))、食味(わるい(1)~よい(5))、ゆでのび(わるい(1)~よい(5))の7項目とした。パネルは、食品加工研究センター職員7-10名とした。

(3) 結果および考察

ア. タマネギペースト添加の有無に関わらず、冷凍保存中の包装袋内は、温度は冷凍庫の設定温度である-30℃前後又は-25℃前後で一定しているが、湿度は-30℃保管の場合は、徐々に下降しており、-25℃保管の場合は、徐々に上昇していた。このことから、-25℃保管では包装袋内には麺が含有する水分の離水による飽和水蒸気が発生していると考えられた(図2-1)。

イ. タマネギペースト添加の有無に関わらず、ゆで直後、ゆで10分後においても、当初の物性値が概ね維持されていた(図2-2)。

ウ. タマネギペースト添加の有無に関わらず、冷凍保存中に生麺の水分は少しずつ減少していた(図2-3)。

エ. タマネギペースト添加の有無に関わらず、-

30℃保管では1ヶ月後には包装袋内に氷結晶が発生していた(図2-4-1)。
-25℃保管では、3ヶ月後から包装袋内に氷結晶が発生していた(図2-4-3)。
-30℃保管で霜が多く発生している理由は、明らかになっていないが、使用した冷凍庫の温度制御方法や保管室の広さの違いなどが原因と推察された。

オ. 麺の外観、特に色については、タマネギペースト添加の有無にかかわらず、-30℃保管では、2ヶ月後には白色化(冷凍焼け)が確認された(図2-5-3)が、-25℃保管では、10ヶ月後に白色化(冷凍焼け)が確認された(図2-5-11)。

カ. 官能評価については、「なめらかさ」「弾力性」「食味」「ゆでのび」の項目で、-30℃保管では5ヶ月後まで(図2-6-1、5、図2-7-1~4)、-25℃保管では8ヶ月後まで(図2-6-1、8、図2-7-1~4)、対照と同等の評価であり、その期間において、タマネギペースト添加したものの評価の方が良好であることから、タマネギペーストの添加効果が認められた。

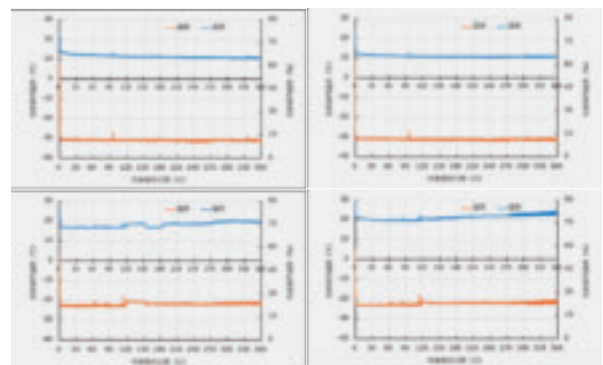


図2-1 保存期間中の包装袋内の湿度と温度の変化
(左上: タマネギペーストあり(-30℃)、右上: タマネギペーストなし(-30℃)、左下: タマネギペーストあり(-25℃)、右下: タマネギペーストなし(-25℃))

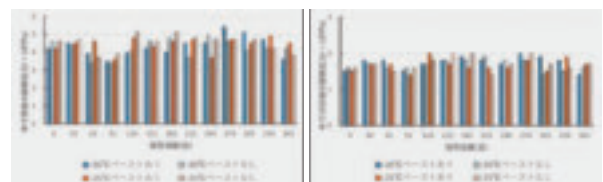


図2-2 ゆで麺の物性値の変化(左: ゆで直後、右: ゆで10分後)

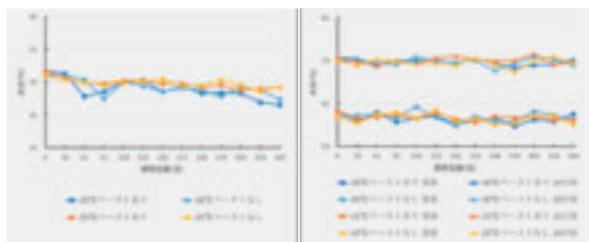


図 2-3 麺の水分変化（左：生麺、右：ゆで麺）



図 2-4-1 1 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 2-4-2 2 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 2-4-3 3 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 2-4-4 4 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）

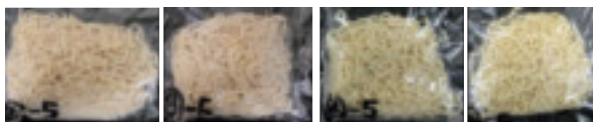


図 2-4-5 5 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 4-6 6 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 2-4-7 7 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）

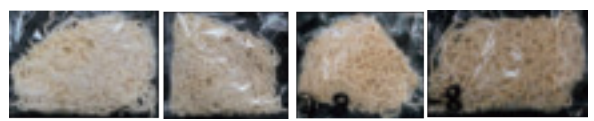


図 2-4-8 8 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）

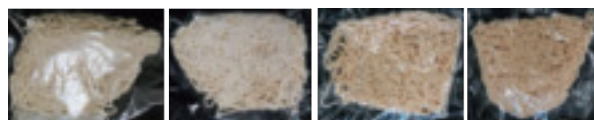


図 2-4-9 9 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）

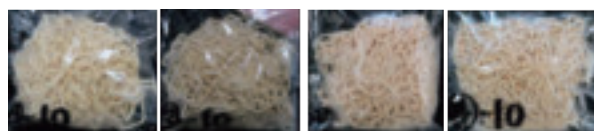


図 2-4-10 10 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）

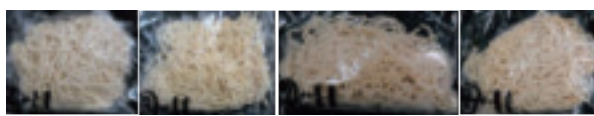


図 2-4-11 11 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 2-4-12 12 ヶ月後の包装状態での外観

（左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし）



図 2-5-1 0 日目の外観の様子
(左 ペーストあり、右 ペーストなし)



図 2-5-2 1 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

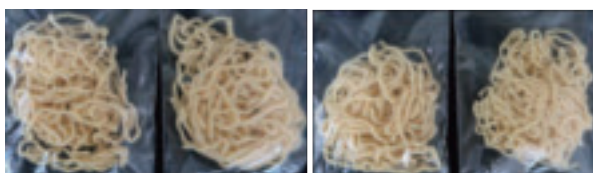


図 2-5-3 2 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

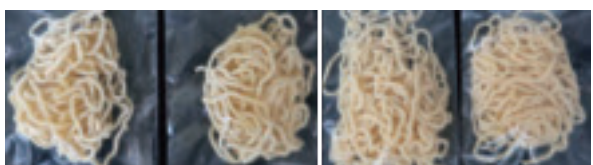


図 2-5-4 3 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)



図 2-5-5 4 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)



図 2-5-6 5 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

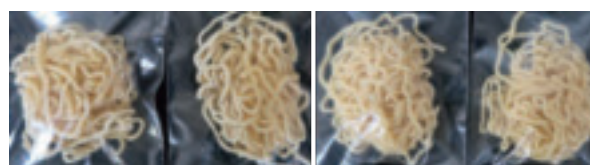


図 2-5-7 6 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)



図 2-5-8 7 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)



図 2-5-9 8 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)



図 2-5-10 9 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)
(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

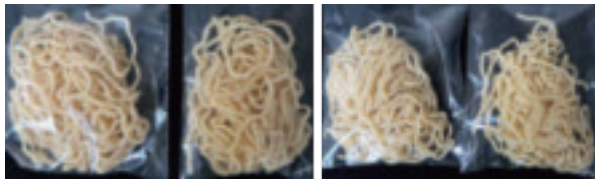


図 2-5-11 10 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)

(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

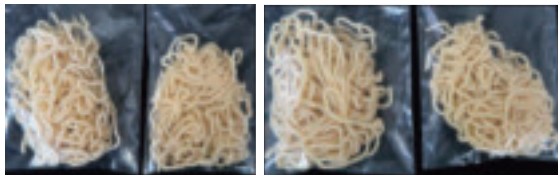


図 2-5-12 11 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)

(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

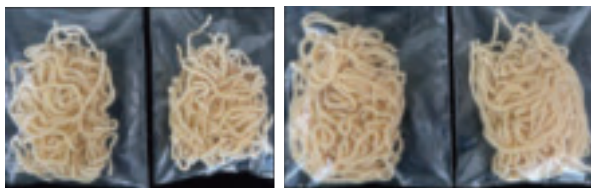


図 2-5-13 12 ヶ月後の外観の様子 (5°C、24 時間解凍後)

(左から -30°Cペーストあり、-30°Cペーストなし、-25°Cペーストあり、-25°Cペーストなし)

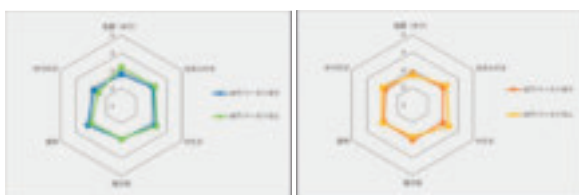


図 2-6-1 1 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)

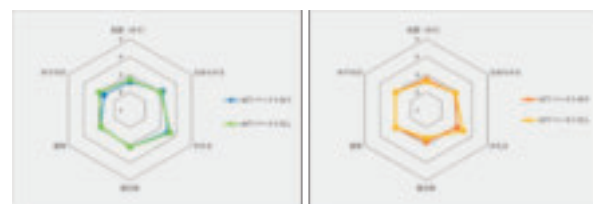


図 2-6-2 2 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)



図 2-6-3 3 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)

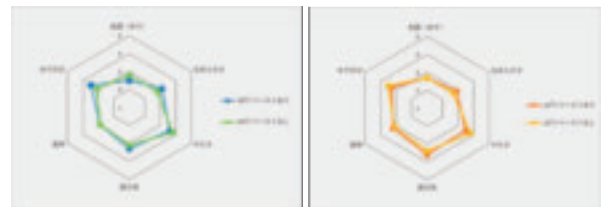


図 2-6-4 4 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)

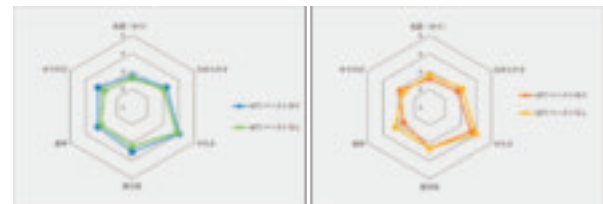


図 2-6-5 5 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)

※6 ヶ月後の官能評価は対照サンプルが入手できず、不実施

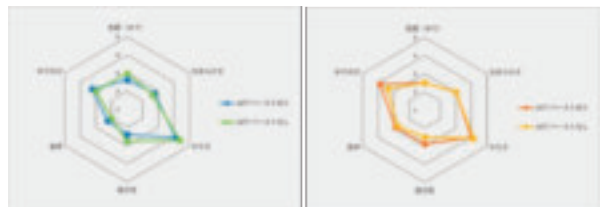


図 2-6-6 7 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)

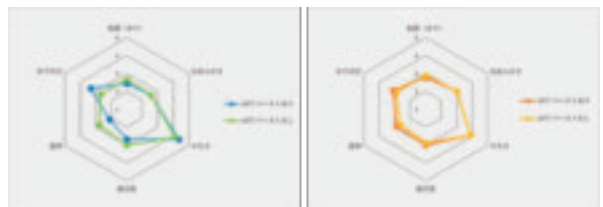


図 2-6-7 8 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)

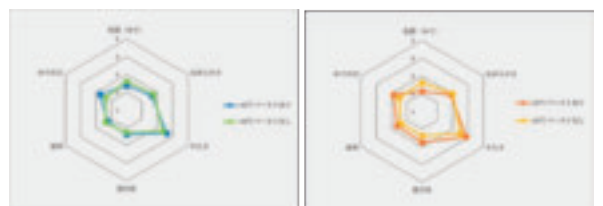


図 2-6-8 9 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C保管、右: -25°C保管)



図 2-6-9 10 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

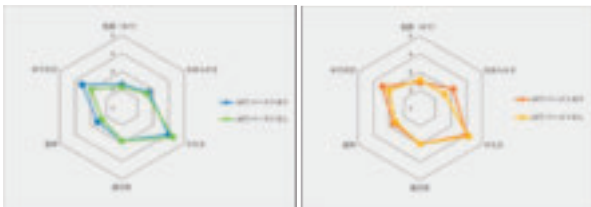


図 2-6-10 11 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

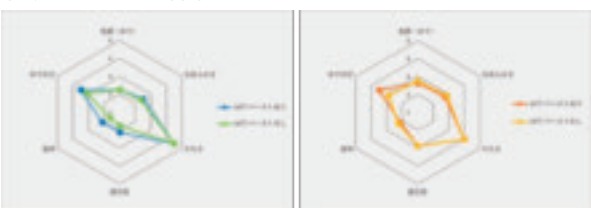


図 2-6-11 12 ヶ月後の官能評価結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

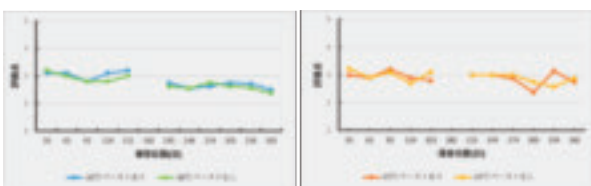


図 2-7-1 官能評価(「なめらかさ」)結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

※182 日(6 ヶ月後)の官能評価は対照サンプルが入手できず、不実施

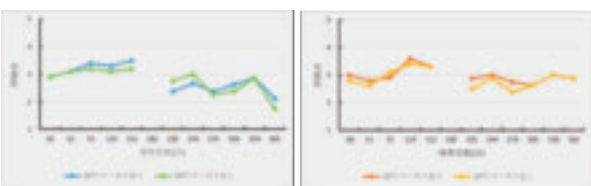


図 2-7-2 官能評価(「弾力性」)結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

※182 日(6 ヶ月後)の官能評価は対照サンプルが入手できず、不実施

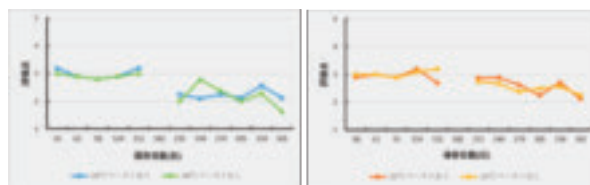


図 2-7-3 官能評価(「食味」)結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

※182 日(6 ヶ月後)の官能評価は対照サンプルが入手できず、不実施

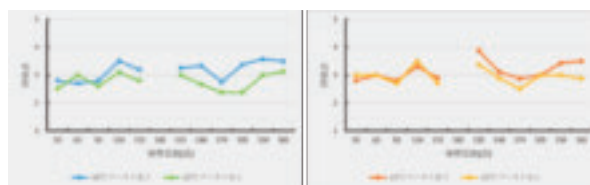


図 2-7-4 官能評価(「ゆでのび」)結果 (左: -30°C 保管、右: -25°C 保管)

※182 日(6 ヶ月後)の官能評価は対照サンプルが入手できず、不実施

2) 小括

タマネギペーストを添加した生中華麺の冷凍保存試験をした結果、官能評価における「なめらかさ」「弾力性」「食味」「ゆでのび」の項目で品質を保持する効果が確認できた。また、タマネギペーストを添加した生中華麺は、賞味期限を 3 ヶ月から 8 ヶ月に延長できる可能性が示された。

7.4 保存技術の有用性の検討

背景

生中華麺に加えて、生菓子について、協力企業と連携して保存試験を実施し、より実用性の高い品質保持技術を開発する。

1) 生中華麺における協力企業との実証試験

(1) 目的

生中華麺について協力企業と連携し、冷凍保存試験を実施することで品質保持技術の有用性を検討する。

(2) 試験方法

「2. 冷凍麺の品質保持技術の開発」で実施した道産素材の添加効果と併せて実施する

(3) 結果および考察

「2. 冷凍麺の品質保持技術の開発」に記載したとおり

2) 生菓子における協力企業との実証試験

(1) 目的

これまでの試験において得られた知見を活用し、菓子(米粉バームクーヘン)について協力企業と連携し、冷凍保存試験を実施することにより、品質保持技術の有用性を検討する。

(2) 試験方法

ア. 材料

協力企業にて、製造した米粉バームクーヘン 2 種(白米から調製したもの(以下、プレーン)、黒米から調製したもの(以下、黒米))

イ. 保存方法

焼成後の 1 ロールから調製した 14 個のうち 12 個の米粉バームクーヘンを、それぞれ台紙に載せ、ガスバリア性のある包材及び脱酸素剤を入れてシール後、専用の紙箱に入れ、ダンボールにまとめてデータロガーとともに -25°C 設定の冷凍庫に保管した。

ウ. サンプルング

製造日の翌日を+0 とし、1 ヶ月ごと 6 ヶ月まで実施。

エ. 物性評価³⁾

冷凍保存後の米粉バームクーヘンを室温で 20 時間かけて解凍したものを幅 15mm×長さ 15mm×高さ 15mm に切り出し、試験に供した。なお、台紙と接していない面を上側、台紙と接している面を下側とした。物性評価は、クリープメーター(RE2-33005S、(株)山電)を用いて、ロードセルに直径 35mm の円板プランジャーを用いて、圧縮速度 60mm/分、最大ひずみ率 66.7%でテクスチャープロファイル分析(TPA)を行い、最大応力と凝集性を算出した。また、JIS H7902 ポーラス金属の圧縮試験⁴⁾⁵⁾を参考に、TPA で得られた応力-ひずみ曲線の 20%から 30%のひずみ範囲における応力について、最小二乗法による直線回帰を行い、応力の標準誤差から推定した 95%信頼区間内のひずみ範囲をプラトー領域のひずみ範囲、当該範囲内の平均応力をプラトー応力として算出した。また、プラトー応力の 1.3 倍の応力値に達したときのひずみを緻密化開始ひずみ率として算出した。

オ. 断面の撮影

デジタルマイクロスコープ(VHX-E20、(株)キーエンス)を用いて上側と下側の断面を撮影した。

カ. 官能評価

対照を市販の米粉バームクーヘン(協力企業で製造後 10 日程度のもの)とし、保存中の米粉バームクーヘンと比較して、コメントの聞き取

りを行った。パネルは協力企業及び食品加工研究センター職員 4-5 名とした。

(3) 結果および考察

ア. 冷凍保存中のダンボール内は、温度は -25°C 前後で一定していたが、湿度は徐々に上昇し、90 日(3 ヶ月)以降は 70%前後であった(図 3-1)。

イ. 外観、特に色については、保存中ほとんど変化は確認できなかった(図 3-2-1、2)。

ウ. プレーンにおけるプラトー領域のひずみ範囲、緻密化開始ひずみ率および凝集性は、経時変化による物性値の変化及び部位差(上側と下側)に 5%水準で有意な差は、認められなかったが、プラトー応力および最大応力において保存期間で有意差が認められ、保存 4 ヶ月目で最大値を示した(表 3-1-1)。しかし、保存中における変化は一樣ではなく、4 ヶ月目のみで顕著に高値を示したことから、保存期間による影響だけでなく、保存前における調製時のバウムクーヘンのかたさが影響した可能性が否定できない。デジタルマイクロスコープ画像からは、スポンジ層の空隙が増加していく状態が観察された(図 3-3-1)。

エ. 黒米における物性測定では、経時変化による物性値の変化は認められなかったが、緻密化開始ひずみ率は、保存期間とともに減少する傾向が認められた(表 3-1-2)。緻密化開始ひずみ率は、密度の影響を受け、密度増加に伴って減少することが知られている。デジタルマイクロスコープ画像から、スポンジ層の目詰まりが進む状態が観察されたことから(図 3-3-2)、本試験における緻密化開始率の減少は、保存に伴う空隙数の減少など密度低下によるものと推察された。

オ. 官能評価の結果、プレーン、黒米ともに、保存期間が長くなるとともに、「くちどけが悪くなる」、「パサつきが気になる」と言ったコメントが見られたが、「製品として出せないレベルの劣化ではない」とのコメントが多く見られた。

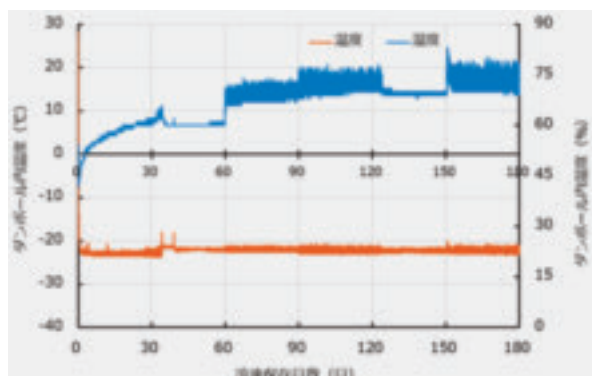


図 3-1 保存期間中のダンボール内の湿度と温度の変化

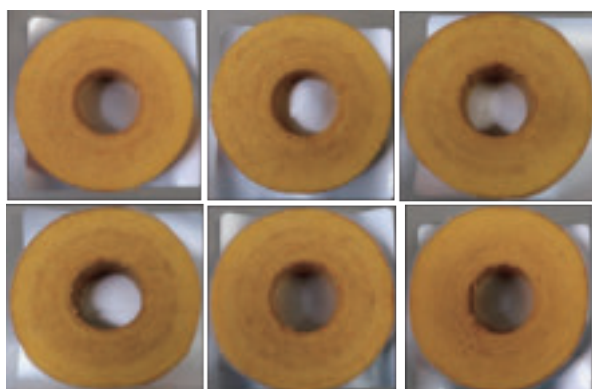


図 3-2-1 保存中の外観の様子(プレーン 室温、20 時間解凍後)

(左上：1 ヶ月、上中：2 ヶ月、右上：3 ヶ月、左下：4 ヶ月、下中 5 ヶ月、右下：6 ヶ月)

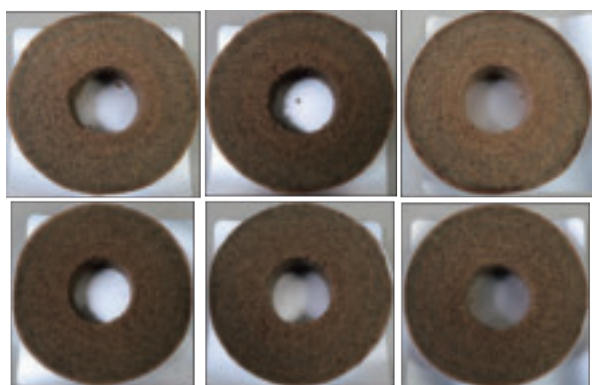


図 3-2-2 保存中の外観の様子(黒米 室温、20 時間解凍後)

(左上：1 ヶ月、上中：2 ヶ月、右上：3 ヶ月、左下：4 ヶ月、下中 5 ヶ月、右下：6 ヶ月)

表 3-1-1 保存期間による物性変化 (プレーン)

部位	保存期間 (日)	n	ブローカー値 のばすみ率 (%)	ブローカー値 のばすみ率 (%)	断面のばすみ率 のばすみ率 (%)	最大のばすみ率 のばすみ率 (%)	弾力性
上側	1	12	10.7 ± 0.5	4.5 ± 0.4	46.2 ± 0.4	2.1 ± 0.1	0.5 ± 0.0
	2	25	10.1 ± 0.8	4.9 ± 0.3	46.0 ± 0.4	2.3 ± 0.1	0.5 ± 0.0
	3	27	11.0 ± 0.4	4.2 ± 0.2	46.0 ± 0.5	1.9 ± 0.1	0.5 ± 0.0
	4	12	11.3 ± 0.6	5.2 ± 0.4	45.7 ± 0.6	2.4 ± 0.2	0.5 ± 0.0
	5	9	10.4 ± 0.6	4.7 ± 0.4	47.2 ± 0.7	2.0 ± 0.1	0.5 ± 0.0
	6	11	11.1 ± 0.6	4.5 ± 0.3	44.9 ± 1.0	2.1 ± 0.1	0.5 ± 0.0
下側	1	11	11.2 ± 0.7	4.5 ± 0.3	46.5 ± 1.0	2.3 ± 0.2	0.4 ± 0.0
	2	12	11.2 ± 0.6	4.6 ± 0.4	46.5 ± 0.9	2.3 ± 0.2	0.5 ± 0.0
	3	20	11.3 ± 0.7	4.7 ± 0.4	47.0 ± 0.6	2.1 ± 0.2	0.5 ± 0.0
	4	10	11.5 ± 0.5	4.0 ± 0.5	45.5 ± 0.2	2.9 ± 0.2	0.5 ± 0.0
	5	10	12.1 ± 0.7	4.6 ± 0.4	45.4 ± 0.7	2.2 ± 0.2	0.5 ± 0.0
	6	10	11.7 ± 0.7	4.3 ± 0.3	45.7 ± 0.8	2.0 ± 0.2	0.5 ± 0.0
平均値			0.896	0.825	0.230	0.602	0.379
標準偏差			0.340	0.304	0.354	0.077	0.166
標準偏差/標準値			0.517	0.572	0.394	0.792	0.439

表 3-1-2 保存期間による物性変化 (黒米)

部位	保存期間 (日)	n	ブローカー値 のばすみ率 (%)	ブローカー値 のばすみ率 (%)	断面のばすみ率 のばすみ率 (%)	最大のばすみ率 のばすみ率 (%)	弾力性
上側	1	10	12.1 ± 0.7	4.5 ± 0.2	50.3 ± 0.8	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	2	13	12.0 ± 0.6	4.0 ± 0.3	49.7 ± 0.7	1.6 ± 0.2	0.3 ± 0.1
	3	8	10.5 ± 0.4	3.6 ± 0.1	48.2 ± 1.0	1.4 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	4	13	11.3 ± 0.6	4.5 ± 0.1	48.8 ± 0.6	1.6 ± 0.0	0.4 ± 0.0
	5	9	11.5 ± 0.6	4.2 ± 0.1	48.5 ± 0.9	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	6	9	11.7 ± 0.6	4.3 ± 0.2	47.7 ± 0.9	1.7 ± 0.1	0.4 ± 0.0
下側	1	12	12.4 ± 0.9	4.4 ± 0.2	50.5 ± 0.8	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	2	12	11.0 ± 0.7	4.0 ± 0.2	49.7 ± 1.0	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	3	12	12.2 ± 0.6	4.2 ± 0.2	49.0 ± 0.8	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	4	12	12.0 ± 0.7	4.2 ± 0.1	49.3 ± 0.9	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	5	9	12.1 ± 0.8	4.0 ± 0.2	49.6 ± 0.7	1.5 ± 0.1	0.4 ± 0.0
	6	10	10.9 ± 0.5	4.4 ± 0.1	50.0 ± 0.9	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
平均値			0.486	0.584	0.188	0.670	0.372
標準偏差			0.730	0.638	0.348	0.778	0.002
標準偏差/標準値			0.396	0.735	0.525	0.799	0.346

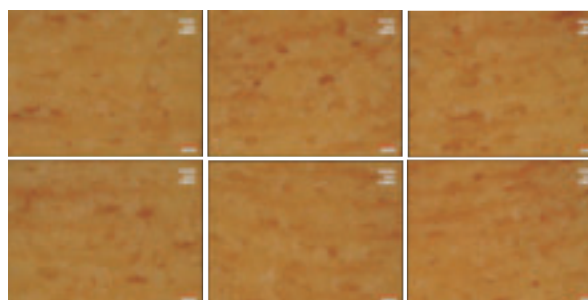


図 3-3-1 デジタルマイクロスコープによる断面の様子(プレーン 室温、20 時間解凍後)

(左上：10 日上側、上中：5 ヶ月上側、右上：6 ヶ月上側、左下：10 日下側、下中：5 ヶ月下側、右下：6 ヶ月下側)

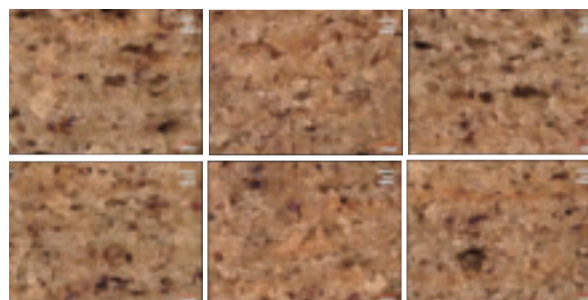


図 3-3-2 デジタルマイクロスコープによる断面の様子(黒米 室温、20 時間解凍後)

(左上：10 日上側、上中：5 ヶ月上側、右上：6 ヶ月上側、左下：10 日下側、下中：5 ヶ月下側、右下：6 ヶ月下側)

3) 小括

生中華麺については、タマネギペーストを添加し

た生中華麺の冷凍保存試験をした結果、官能評価における「なめらかさ」「弾力性」「食味」「ゆでのび」の項目で品質を保持する効果が確認できた。また、タマネギペーストを添加した生中華麺は、賞味期限を3ヶ月から8ヶ月に延長できる可能性が示された。

生菓子については、米粉を用いたバームクーヘンを冷凍保存試験した結果、物性値や画像観察の結果と官能評価の結果に関連性があり、今回用いた評価方法が品質管理に活用できる可能性が示された。また、4ヶ月程度であった賞味期限は、今回用いた評価方法を活用することで、6ヶ月程度まで品質を保持していることが確認でき、賞味期限を延長できる可能性が示された。

7.5 総括

・成果

生中華麺における冷凍保存中の品質変化の発生要因は、保存中の温度ショックにより包装内の状態が大きく変化し、氷結晶の発生量が増大することが要因であることを明らかにした。冷凍麺の品質を保持するためには、保水性が重要となり、保湿効果があるタマネギ(札幌黄)ペーストを添加することで、品質保持効果が確認できた。タマネギペーストを添加した生中華麺では、賞味期限を3ヶ月から8ヶ月に延長できる可能性を示した。

生菓子では、米粉を用いたバームクーヘンでは、今回用いた評価方法を活用することで、品質管理に活用できる可能性が示された。また、4ヶ月程度であった賞味期限は、今回用いた評価方法を活用することで、6ヶ月程度まで品質を保持していることが確認でき、賞味期限を延長できる可能性が示された。

・今後の展開

保水性を保持する成分が添加されていない生中華麺の冷凍では、2ヶ月程度とされており、タマネギペーストを添加することで保存期間の延長が期待できる。

冷凍生菓子については、これまで官能でのみ評価していた品質管理について、物性値などの客観的指標による評価を行うことにより、保存期間の延長が期待できる。

・波及効果

保存期間の延長が可能になることで、商圏の拡大や食品業界における 2/3 ルール適用による賞味期限の延長に繋がる。

引用文献

- 1) 山木一史、東孝憲、河野慎一：過熱水蒸気処理による中華麺の保存性および品質の検討、食品加工研究センター研究報告、14、pp. 11-21 (2019)
- 2) 農林水産省、食品総合研究所、小麦の品質評価法 (増刷) (1985)
- 3) 東孝憲、田中彰、山木一史：冷凍における菓子類の物性評価、食品加工研究センター研究報告、18、pp. 1-7 (2023)
- 4) 日本規格協会：ポラス金属の圧縮試験方法、JIS H7902 (2016)
- 5) ドイツ規格協会：Compression Test of Metallic Cellular Materials、DIN 50134 (2008)