

ヒアルロン酸を添加した食パンの老化抑制に関する研究

舘 和彦

愛知学泉大学 家政学部

Study on suppression of staling of bread with hyaluronic acid added

Kazuhiko Tachi

Aichi Gakusen University

キーワード：ヒアルロン酸 (hyaluronic acid)、食パン (bread)、老化 (staling)、保水性 (water retention)、物性 (physical property)

要約

焼きたてのおいしいパンも、時間の経過とともに少しずつ生地の上り感が失われ、硬くなっていく「パンの老化」が必ず起こる。本研究ではパンの老化を遅延する方法を開発することを目的とし、高い保水性を有するヒアルロン酸を添加した食パンを作成し、パンの物性、嗜好性に及ぼす影響から、老化抑制について検討を行った。その結果、ヒアルロン酸を1%添加し、標準パンよりも多い対粉100%の加水量で作成した食パンは、パンに含まれる水分が多く、きめの細かい軟らかいパンとなった。このパンを3日間保存し、物性と嗜好性を調べたところ、パンの品質の低下は少なく、嗜好的にも好まれた。これらのことから、ヒアルロン酸の有する高い保水性と粘性によって、パンの老化が抑制されたと考えられた。

I. 緒言

焼きたてのパンは、芳醇な香りを放ち、クラスト（外側）はパリッとした食感がある一方、クラム（内側）は軟らかく、しっとりしている。しかし、時間の経過とともにクラストはガムの様な食感に、また、クラムは硬く、パサパサした食感に変化し、焼きたて特有の香りも失われる。これを「パンの老化」と呼ぶ。パン製造者にとって、パンの老化を抑制することは品質面において、非常に重要である。パンの老化に関しては多くの研究がなされているが、加熱後のデンプンの構造変化が老化の主要因と考えられている。パンの老化を遅延する方法として、 α -アミラーゼ、各種糖類、乳化剤、油脂などの添加が実用化されている。

ヒアルロン酸は、D-グルクロン酸とN-アセチル-D-グルコサミンの二糖を反復基本単位とする直鎖状の酸性ムコ多糖類である（図1）¹⁾。ヒアルロン酸は線維芽細胞から作られ、細胞と細胞の間を埋め尽くしており、多量の水分を含む非常に粘り気の強い物質である。ヒアルロン酸は、主に化粧品の保湿剤として広

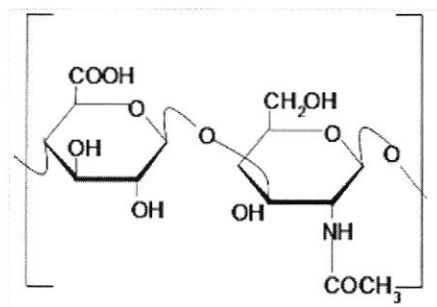


図1 ヒアルロン酸の構造

く用いられ、生体補綴材料としても盛んにその利用法が検討されている^{2~4)}。食品分野においては、既存添加物として食品への利用が認可されているが、今のところ美容や健康効果などを目的とした栄養補助食品への利用がほとんどである。しかし、食品の物性や保水性の改良を目的とした研究も行われており、プリンやゼリーの物性および官能評価に及ぼすヒアルロン酸添加の影響などが報告されている⁵⁾。本研究では、ヒアルロン酸を食パンに添加した際の品質と老化に及ぼす影響について検討した。

II. 実験方法

1. 材料

小麦粉は市販の強力粉（カメリア）を用いた。ヒアルロン酸は、キューピー製のヒアベスト J（純度 95%以上）を用い、蒸留水に溶解させてから材料に添加した。

2. パンの調製法

パンの基本的な材料配合割合は、強力粉 250g、ドライイースト 2.4g、上白糖 15g、食塩 3.8g、脱脂粉乳 5g、ショートニング 7.5g、蒸留水 162.5g（対粉 65%）とした。製パン方法は、自動ホームベーカリー（エムケー精工（株）製、HB-100）を用い、この基本材料配合で焼成されるパンを標準パンとし、ヒアルロン酸を 0.25g（対粉 0.1%）、2.5g（対粉 1.0%）を添加したパンを作製した。また、ヒアルロン酸 2.5g を蒸留水 162.5g（対粉 65%）、200g（対粉 80%）、250g（対粉 100%）に溶解させてから、添加したパンも作成した。パンはいずれも同じものを 3 個ずつ作成した。焼成後、パンは 20℃で 1 時間放冷し各種試験に供するものを 0 日目パン、ジッパー付き袋（ポリエチレン製）に入れ 3 日間保存するものを 3 日目パンとした。

3. パンの体積

パンの体積は、焼成放冷後のパンを切断せずにそのまま菜種置換法⁶⁾で測定（3 個の試料を 3 回ずつ）測定した。

4. パンの水分測定

パン中心部分の細片試料 5g を赤外線水分計（株式会社科学研究所 FD-610）を用い、水分を測定（3 個の試料を 3 回ずつ）した。

5. 物性の測定

テクスチャー測定用試料としてパンの中心部（クラム）から縦・横・高さが 20×20×20 mm を切り出し、クリープメーター（山電（株）製、RE-3305）を用いてテクスチャー測定（硬さ）を行った。測定条件はプランジャー直径 30mm の円筒型、圧縮率 60%、スピード 1mm/s とした。測定はそれぞれ 3 個のパンについて試料片を 5 個取り出し、合計 15 個の試料を用いて行った。

6. 官能検査

官能検査は、パンの中心部から切り出した試料片（縦・横・高さが 40×40×10mm）を官能試験に供した。パネラーは G 女子大学の 4 年生 20 名とした。調査項目は色、きめ、

香り、軟らかさ、しっとり感、総合評価の項目について順位法によって嗜好の評価を行った。

7) 統計解析

パンの体積、水分値、物性値は平均値±標準偏差で示し、官能評価は順位法による順位点の合計で示した。有意差検定を前者は student's t 検定で、後者はクレーマーの検定表 7) により行い、有意水準を 5%とした。

Ⅲ. 実験結果および考察

1. パンの形状と水分量

パンの体積の結果を図 1 と図 2 に示した。ヒアルロン酸の添加割合が増加するにつれて、パンの体積は大きくなった。ヒアルロン酸を 1.0% 添加したパンは、標準パンよりも約 5% 体積が大きくなり、有意差がみられた。ヒアルロン酸 1.0% 添加において、加水量を 65%、80%、100% と増加させてもパンの体積には、ほとんど違いはなかった。このことから、ヒアルロン酸の添加はパンの体積に影響を及ぼし、その際に加水量を増やしても、パンの体積には影響しないことがわかった。体積増加の要因は、ヒアルロン酸の有する高い粘性が、グルテンの粘弾性を補強し、膨化を高めたためだと推測した。

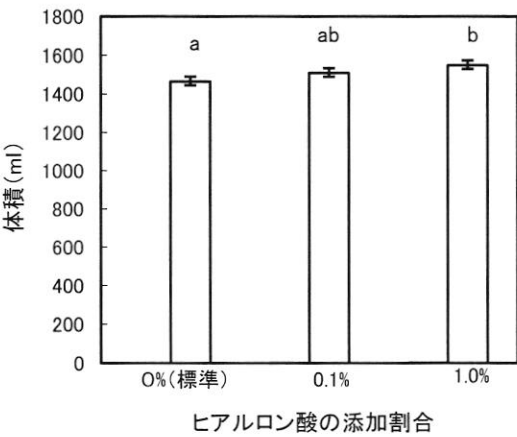


図 1 ヒアルロン酸添加量の異なるパンの体積

※平均値±標準偏差 (n = 9)

※異なる英文字間で有意差 (p<0.05) 有り

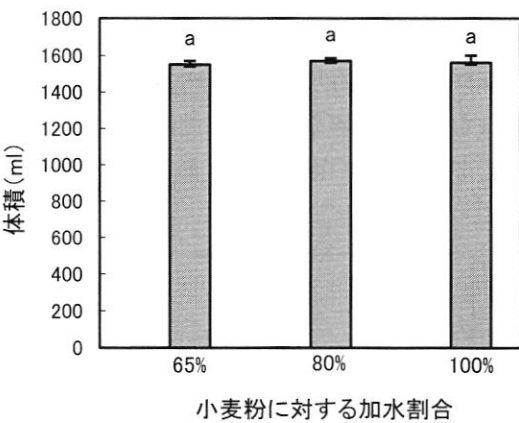


図 2 加水量の異なるヒアルロン酸 1% 添加パンの体積

※平均値±標準偏差 (n = 9)

※異なる英文字間で有意差 (p<0.05) 有り

焼成後のパンに含まれる水分量の結果を図 3 と図 4 に示した。パンの水分量は、ヒアルロン酸の添加割合が増加するにつれて高くなり、ヒアルロン酸 1% 添加時は加水量が増加するにつれて有意に高くなった。また、保存によって水分値は減少していくが、ヒアルロン酸を 1% 添加し加水量を増加させることで、その減少量は有意に小さくなった。これは、ヒアルロン酸が極めて高い保水性を有するため、焼成や保存中におけるパン生地からの水分蒸発が抑制されたためであると考えられた。

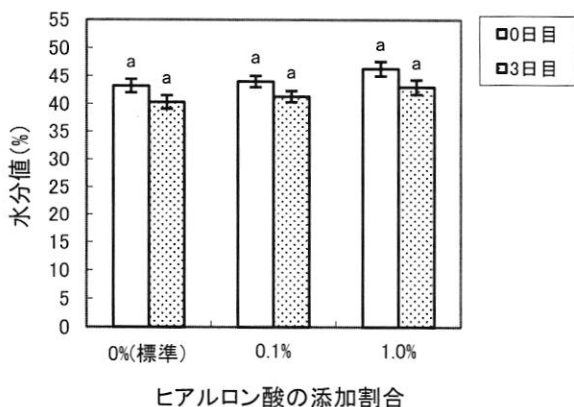


図3 ヒアルロン酸添加量の異なるパンの水分量
※平均値±標準偏差 ($n=9$)
※異なる英文字間で有意差 ($p<0.05$) 有り

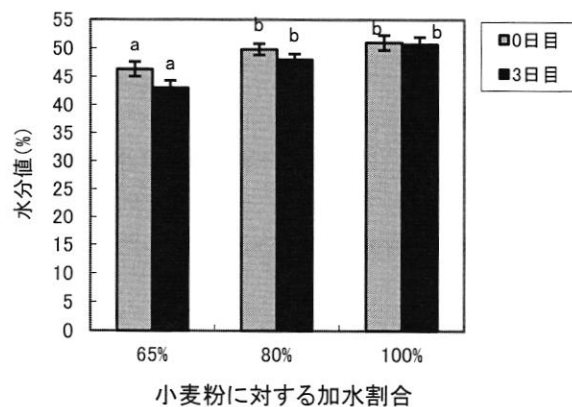


図4 加水量の異なるヒアルロン酸 1% 添加パンの水分値
※平均値±標準偏差 ($n=9$)
※異なる英文字間で有意差 ($p<0.05$) 有り

2. パンの物性

作製したパンのクラム部分の硬さを図5と図6に示した。ヒアルロン酸無添加の標準パンの硬さは0日目で $2.7 \times 10^3 \text{Pa}$ 、3日目で $6.7 \times 10^3 \text{Pa}$ 、ヒアルロン酸 1.0% 添加パンの硬さは0日目で $1.9 \times 10^3 \text{Pa}$ 、3日目で $3.2 \times 10^3 \text{Pa}$ となり、両者には有意差がみられた。ヒアルロン酸の添加割合が増加するにつれて、硬さの値は小さく、また、保存による硬さの増加も小さい結果となった。このことから、ヒアルロン酸の添加はパンを軟らかくし、保存によるパンの硬化、つまり老化を抑制することがわかった。

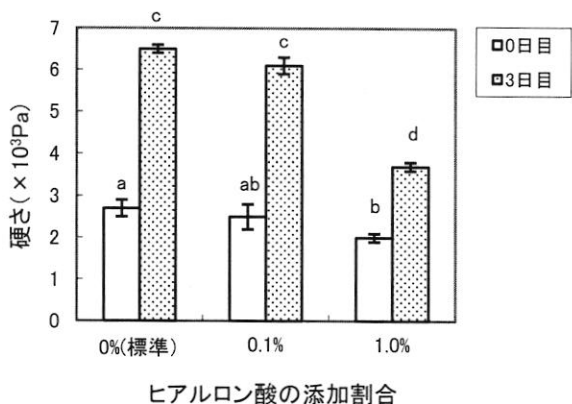


図5 ヒアルロン酸添加量の異なるパンの硬さ
※平均値±標準偏差 ($n=15$)
※異なる英文字間で有意差 ($p<0.05$) 有り

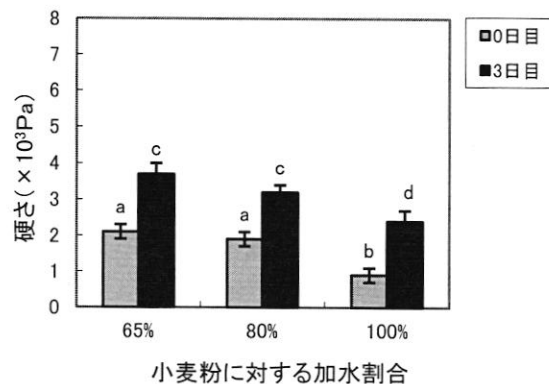


図6 加水量の異なるヒアルロン酸 1% 添加パンの硬さ
※平均値±標準偏差 ($n=15$)
※異なる英文字間で有意差 ($p<0.05$) 有り

また、ヒアルロン酸 1.0% 添加において、小麦粉に対する加水量 65% のパンの硬さは、0日目で $1.9 \times 10^3 \text{Pa}$ 、3日目で $3.2 \times 10^3 \text{Pa}$ 、加水量 100% のパンは0日目で $0.9 \times 10^3 \text{Pa}$ 、3日目で $2.6 \times 10^3 \text{Pa}$ となり、両者には有意差がみられた。加水量 65% と 80% ヒアルロン

酸を 1%添加し、さらに加水量を増加させることで、パンはさらに軟らかくなり、3 日間保存しても軟らかさは維持されることがわかった。通常の食パンでは、小麦粉に対して 65～70%前後の加水量であるが⁸⁾、ヒアルロン酸を使用すれば、高い保水性によって加水量を増やすことができ、またその際に粘性が生じる。このようにヒアルロン酸は、パンの品質改良に有効であることが示唆された。

3. 官能評価

ヒアルロン酸無添加パンとヒアルロン酸 0.1%、1.0%添加した 3 種類のパンを 3 日間保存し、女子大生 20 名をパネラーとして順位法で官能評価を行った結果を表 1 に示した。結果について、クレマーの検定表より嗜好の有意差を判定した。

「色」については、ヒアルロン酸添加パンは、内相が白く好まれたが、「香り」については好まれなかった。パンの食感に関する項目では、ヒアルロン酸の添加によって「きめ」は細かく、「軟らかさ」は軟らかい食感で、どちらも有意に好まれた。総合評価でも、ヒアルロン酸を 1%添加したパンが最も好まれる結果であった。

表 1 ヒアルロン酸添加割合の異なるパン（3 日目）の官能評価

添加割合	0%（標準）	0.1%	1.0%
評価項目			
色	46	39	35
きめ	44	44	32*
香り	33	40	47
軟らかさ	52**	39	29*
しっとり感	47	40	33
総合評価	44	39	37

* : $p < 0.05$ 有意に好まれる ** : $p < 0.05$ 有意に好まれない

ヒアルロン酸を 1%添加し、加水量を 65%、80%、100%とした 3 種類のパンについても 3 日間保存し、同様に官能評価と嗜好の有意差を判定した。その結果を表 2 に示した。

表 2 加水量の異なるヒアルロン酸 1%添加パン（3 日目）の官能評価

加水量	65%	80%	100%
評価項目			
色	46	34	40
きめ	41	35	44
香り	34	40	46
軟らかさ	55**	35	30*
しっとり感	49	40	31*
総合評価	46	39	35

* : $p < 0.05$ 有意に好まれる ** : $p < 0.05$ 有意に好まれない

「色」については加水量の違いによる影響はみられなかったが、「香り」は加水量が増えるにつれて、好まれない結果であった。しかし、パンの「軟らかさ」「しっとり感」は加水量 100%としたパンが有意に好まれ、「総合評価」でも最も好まれる結果となった。

4 まとめ

ヒアルロン酸の添加割合と加水量を変えて食パンを作成し、パンの物性、嗜好性に及ぼす影響から、ヒアルロン酸の老化抑制を検討した。以下の結果が得られた。

- 1) ヒアルロン酸を 1.0%添加したパンは、標準パンよりも約 5%体積が大きくなった。ヒアルロン酸 1.0%添加において、加水量を増加させてもパンの体積に影響はなかった。
- 2) パン生地の水分量は、ヒアルロン酸の添加割合を増加させると多くなり、ヒアルロン酸添加時は加水量を増加させると多くなった。保存による水分値の減少は、ヒアルロン酸を添加し加水量を増加させることで、有意に抑えられた。
- 3) パンのクラムの硬さは、ヒアルロン酸の添加割合を増加させると軟らかくなり、保存による硬さの増加は小さくなった。また、加水量を増加させることで、パンはさらに軟らかくなり、保存しても軟らかさは維持されることがわかった。
- 4) 官能評価では、ヒアルロン酸を 1.0%添加したものが、「きめ」「軟らかさ」の項目において有意に好まれ、「総合評価」も最も好まれた。ヒアルロン酸を 1.0%添加し、加水量を 65%、80%、100%としたパンでは、100%加水したものが、「軟らかさ」と「しっとり感」の項目において有意に好まれ、「総合評価」も最も好まれた。
- 5) 以上より、ヒアルロン酸を 1.0%添加し、加水量 100%で作成した食パンは、パン生地の水分量が多く、きめの細かい、軟らかいパンとなり、嗜好性が向上した。また、保存による老化も抑制されることがわかった。これらの効果は、ヒアルロン酸の有する高い保水性と粘性が要因であると考えられた。

5. 参考文献

- 1) 山崎太朗：ヒアルロン酸の機能と利用、食品と容器，2013 年，第 54 巻 3 号，138－142
- 2) 田中清介：高分子ヒアルロン酸の基礎と臨床、最新の進歩，メジカルビュー社，2006 年，2－14
- 3) 細川淳一：アンチエイジングの役割を果たす『サプリ』ヒアルロン酸，食の科学，2006 年，30－35
- 4) キューピー国産初の「ディジョンマスタード」（調味料）と高純度食品用ヒアルロン酸「ヒアロジュレ」などを発売：食品工業，2008 年，87－89
- 5) 松丸智美，奥村幸恵，山形知広，力武史郎，滝口靖憲，石橋源次：プリンとゼリーのテクスチャー特性および官能評価に及ぼすヒアルロン酸配合比の影響，九州女子大学紀要，第 40 巻 2 号，2003 年，1－10
- 6) 大羽和子，川端晶子：調理科学実験，学建書院，2003 年，12－13
- 7) 大羽和子，川端晶子：調理科学実験，学建書院，2003 年，98－99
- 8) 吉野精一：パン「こつ」の科学，柴田書店，1994 年，46