

キムチが有効なカルシウム源となるための最適保存条件

高橋 都望・李 承彦・冨田 圭子・大谷 貴美子・南出 隆久

The optimum storage condition of Kimchi to available source for calcium supply

TOMO TAKAHASHI, S.U.LEE, KEIKO TOMITA, KIMIKO OHTANI and TAKAHISA MINAMIDE

Abstract: There are many fermented foods in East Asian countries. Kimchi which is Korean traditional fermented vegetable food, has many functional properties such as anticancer, antibacterial, antimutagenic, etc. There are few studies on either storage condition after purchased or changes of calcium (Ca) form during storage.

The purposes of this study are to investigate the quality changes during storage period and to examine the optimum storage conditions that Kimchi can be available source for Ca supply.

Kimchi was purchased Korean Kimchi on the market. It was stored at 4°C, 20°C, 30°C up to 7 weeks. The changes of pH, acidity, organic acid content, ratio of soluble and insoluble Ca form in Kimchi were measured.

1. The pH decreased and acidity of Kimchi increased during storage at 4°C. Their optimum pH was 4.2~4.5 and acidity was 0.4~0.8 % .
2. Lactic acid content increased during storage at each temperature. Especially, it was found that lactic acid content was 2.3g/100g f.wt. for 1 week storage at 30°C.
3. Ca content of Kimchi was 28mg/100g f.wt. and 70 % of this was water soluble form. There were few changes at 4°C and 20°C. The ratio of soluble Ca increased in first storage period and decreased in the middle period. On the latter, it's ratio increased again at 30°C storage.

The optimum storage of Kimchi is a good condition at 4°C on the point of view of pH, acidity and ratio of soluble Ca.

(Accepted September 21, 2005)

1. 緒 言

キムチは韓国の伝統的な発酵野菜食品であり、最も重要な副菜の一つとして韓国人の食事に欠かせないものとなっている。キムチの材料には、白菜、大根、トウガラシ、ニンニクといった植物性食品の他にイワシ、アミの塩辛といった動物性食品を用いる場合が多く、栄養学的に見て優れた食品である。キムチの発酵には乳酸菌が主に関わっていると言われていたが、日本の代表的な乳酸発酵食品であるしば漬やすぐきと比べ、カルシウムやマグネシウムなどのミネラルやたんぱく質が豊富なのが特徴的である^{1)~4)}。

日本におけるキムチの消費量は近年増加傾向にあり、

食品需給研究センターの調査⁵⁾によると、平成16年の生産量は約38万トンで、平成元年と比較すると約5倍に伸びている。しかし、日本で製造されているキムチの多くは韓国のもとは異なり、塩漬けした白菜と調味液を混ぜただけのもので、発酵キムチの多くが韓国から輸入されている。ところが、その輸送方法や賞味期限の設定などは韓国人の嗜好性に基づくものがほとんどであり、日本人のキムチに対する嗜好性や購入後の保存方法などについての研究はほとんど行われていない⁶⁾。

そこで本研究では、キムチに多く含まれるカルシウムに着目し、市販キムチの購入後の保存に伴う品質変化を調べ、最適保存条件について検討を行った。

2. 材料および方法

1) 材料

京都市内のスーパーマーケットで市販されている韓国産キムチを用いた。

備後漬物協同組合 韓国直輸入キムチ (80g×2 ¥298)
 原材料; 白菜, 漬け原材料 (食塩, 砂糖, イワシエキス, 唐辛子, にんにく, アミ塩辛, 玉ねぎ, しょうが), 調味料 (アミノ酸)

2) 方法

試料は購入後, 封をしたまま4℃, 20℃, 30℃で保存した。4℃では7週間, 20℃, 30℃では7日間保存し, 4℃では1週間ごとの, 20℃および30℃では1日ごとの品質変化を調べた。なお, 実験の温度設定は, 4℃は冷蔵保存, 20℃は室温保存, 30℃は夏場における室温保存を想定して行い, 4℃は低温室, 20℃および30℃はインキュベーター内で保存した。品質の指標として, pH, 滴定酸度, 有機酸 (乳酸, 酢酸, クエン酸), Ca, Mgを測定した。有機酸はHPLC (SHIMADZU CTO10A カラム; ULTRON PS80H) を用いて測定し, CaおよびMgは原子吸光光度計 (HITACHI 508A) を用い, 原子吸光分析法にて測定した。pH, 滴定酸度, 水溶性Caの測定には, 凍結粉末試料5gを蒸留水45mlで抽出したものをを用い, 有機酸の測定には凍結粉末試料5gを80%エタノール45mlで抽出したものをを用いた。

また, 濃度の異なる有機酸にキムチの材料であるイワシやアミの塩辛に多く含まれると考えられる炭酸カルシウム (CaCO₃) やリン酸カルシウム (リン酸水素カルシウム二水合物; CaHPO₄ · 2H₂O)⁷⁾ を溶解し, 室温で放置後, Caの可溶化率を測定した。

3. 結果および考察

1) キムチの保存に伴うpHの変化

Fig.1に示したように, 保存に伴い各温度ともpHの低下が見られた。低下の傾向は, 各温度ともに保存初期に急激に低下し, その後はほとんど変化しなかった。

Cheighらの研究によると, 発酵したキムチの最適pHは4.2~4.5とされており^{8), 9)}, この結果から見れば, 4℃では2週間~7週間, 20℃では2日~7日, 30℃では2日~4日にかけてこの最適pHが保たれることがわかった。

2) キムチの保存に伴う滴定酸度の変化

保存に伴い各温度ともpHの低下を示す滴定酸度が増大した (Fig.2)。この傾向は, pHと同様保存初期に急激に増大し, その後は4℃, 20℃ではほとんど変化しないものの, 30℃では緩やかに増大した。

日本の代表的な発酵食品である, すぐきやしば漬の酸度はそれぞれ1.3%と1.0%であったが, Cheighらの研究

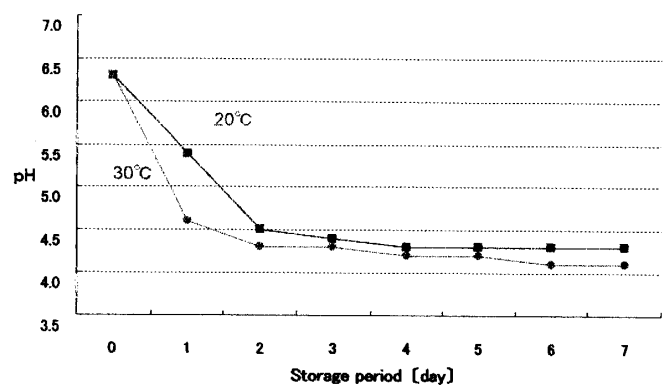
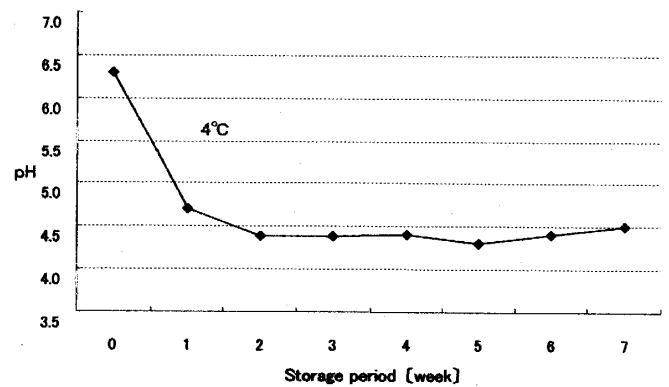


Fig. 1 Changes of pH in Kimchi at different storage temperatures

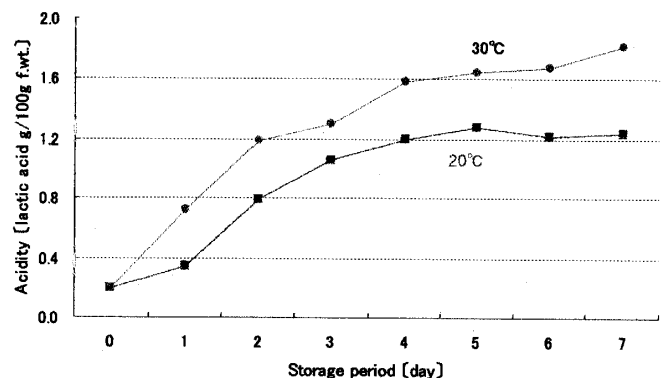
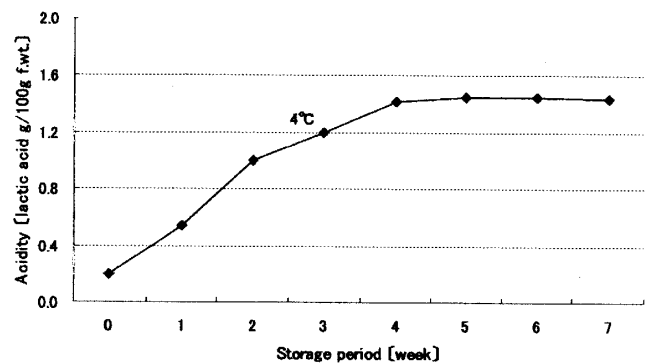


Fig. 2 Changes of acidity in Kimchi at different storage temperatures

によると、発酵したキムチの最適酸度は0.4~0.8%とされている^{8), 9)}。この結果から見れば、4℃では1週間前後、20℃では1日から2日、30℃では保存後1日でこの最適酸度になることがわかった。

3) キムチの保存に伴う有機酸の変化

キムチの主な有機酸である乳酸、酢酸、クエン酸の3種類について測定した結果をFig.3に示した。酢酸、クエン酸は各温度および保存期間において大きな差が見られなかった。乳酸は各温度とも保存に伴い増加しており、特に30℃で顕著な増加が見られた。この乳酸量は、キムチのpHを低下させるとともに、Caと結合し不溶化をも

たらすと考えられる。

4) キムチの保存に伴うCaの水溶性・不溶性比率の変化

購入時のキムチ100g当りのCa含量は約28mgであった。Fig.4に示したように、4℃及び20℃では保存に伴いCaの水溶性比率に若干の増減が見られるものの、試料間のばらつきを考慮すると大きな変化は見られなかった。一方、30℃では保存前期で減少が見られ、中期で増加し、後期に再び減少した。30℃保存後期においてCaの水溶性比率が減少したことは、保存期間中に生成された乳酸とカルシウムイオンの結合が起これ、不溶化が進んだためと考えられる。4℃、20℃においても同様の変化が見られ

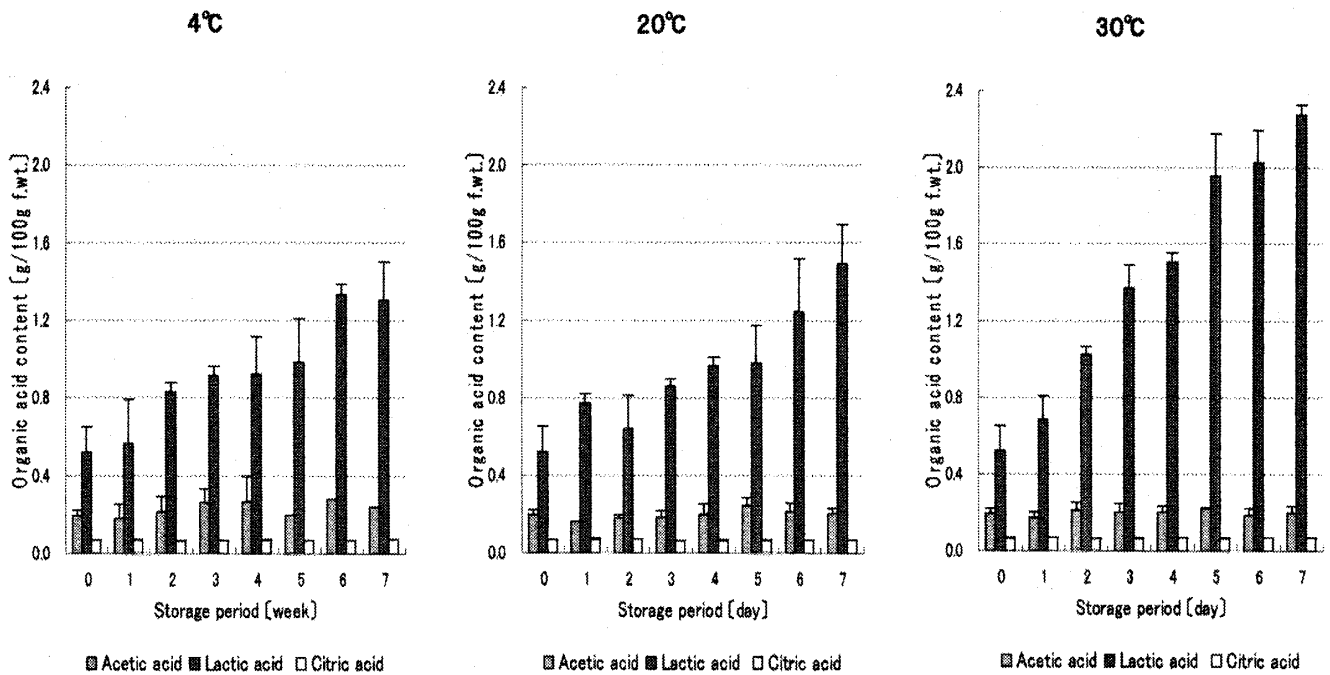


Fig. 3 Changes of organic acid content in Kimchi at different storage temperatures

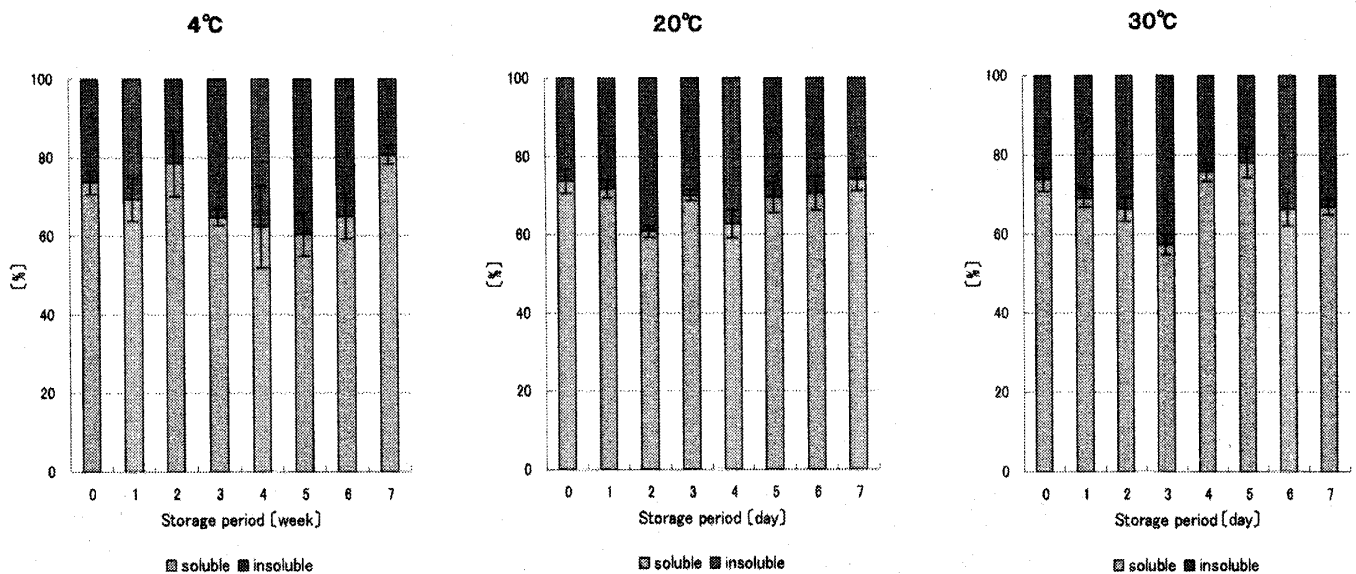


Fig. 4 Ratio of soluble and insoluble Ca in Kimchi

たことから、乳酸量の増加とCaの不溶化には関連があると考えられる。

各温度の水溶性・不溶性比率には差があるものの、いずれの温度においてもキムチ中の可溶化されたCaは60~70%であり、Ca源として有効であると考えられる。

5) Caの可溶化率に及ぼす有機酸の影響

(1) 炭酸カルシウム (CaCO_3) の可溶化率の変化

Fig.5に示したように、有機酸濃度の上昇に伴ってCaの可溶化率は上昇した。しかし、乳酸では濃度の上昇に伴い可溶化率が上昇しつづけるのに対し、酢酸およびクエン酸では2%まで上昇し、その後はほぼ一定になった。

(2) リン酸カルシウム ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の可溶化率に及ぼす有機酸の影響

Fig.6に示したように、有機酸濃度の上昇に伴ってCaの可溶化率は上昇した。可溶化率の上昇には若干の差があるものの、いずれにおいても1%まで急激に上昇し、その後は緩やかに上昇した。リン酸カルシウムは炭酸カルシウムよりも水への溶解度は高いが、炭酸イオンとリン酸イオンの価数によってこのような溶解率の差が生じた。

以上より、炭酸カルシウムおよびリン酸カルシウムは有機酸濃度が上昇するにつれ、可溶化率も上昇することが分かった。しかし、実際にキムチで行った実験では、保存期間に伴い有機酸濃度が上昇しているにもかかわらず、水溶性カルシウムは必ずしも本実験のように上昇しなかった。この理由として、カルシウムイオンとヘミセルロースやたんぱく質などの結合が起こり、カルシウムの不溶化が進んだためと考えられる。この点については更なる検討が必要である。

4. 要 約

キムチ中に多く含まれるCaに着目し、市販キムチの購入後の保存に伴う品質変化を調べ、最適保存条件について検討を行った。また、有機酸濃度とCaの可溶化率との関係を調べ、キムチ中のCaの可溶化メカニズムを考察した。

4℃保存ではpH、酸度が最適な状態で長く保たれ、この点から見ると4℃保存が品質保持に最も適していると考えられた。塩辛中に含まれると考えられる炭酸カルシウムやリン酸カルシウムの可溶化率は、有機酸濃度が上昇するにしたがって高くなったが、実際のキムチ中のCaの水溶性比率は有機酸濃度が上昇しても高くはならなかった。この理由としては、カルシウムイオンとキムチ中の何らかの物質の結合が起こり不溶化が進んだことが考えられる。いずれの保存温度においてもキムチ中のCaの60~70%は可溶化された状態であり、Ca源として有効であると考えられる。市販キムチの最適保存条件の決定のためには、Ca不溶化のメカニズムの解明はもちろんのこと、官能検査など更なる検討が必要である。

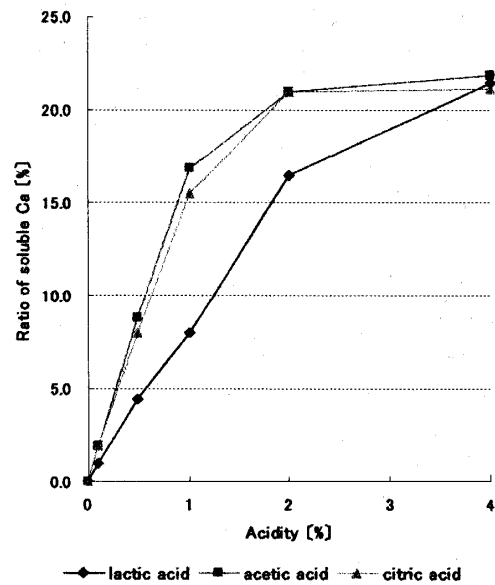


Fig. 5 Changes of soluble Ca ratio(CaCO_3) at different density of organic acid

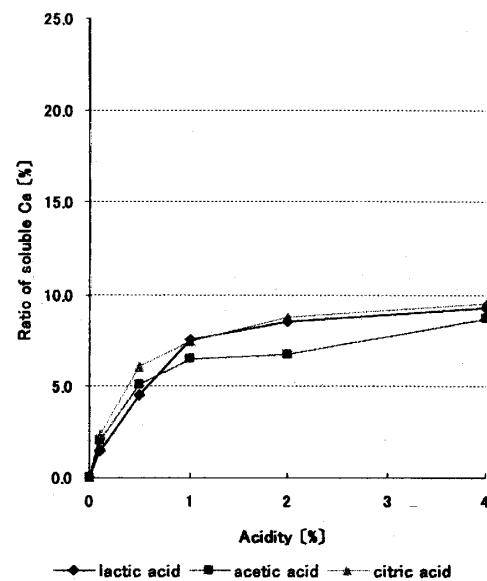


Fig. 6 Changes of soluble Ca ratio($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) at different density of organic acid

5. 参考文献

- 1) 李春子, 朴惠苑, 金貴榮: 韓国伝統料理 キムチ 海外文化弘報院 (1999)
- 2) 鄭大聲: キムチは日本の食文化に定着するか 食の科学, 279, 10-17 (2001)
- 3) 崔弘植: キムチの生理学的機能性 食の科学, 279, 18-26 (2001)
- 4) 崔弘植: キムチのダイエット効果 食の科学, 279, 27-33 (2001)
- 5) 平成15年度 食品産業総合動態基本調査 (漬物生産量)

- 全日本漬物協同組合連合会ホームページ
<http://www.tsukemono-japan.org/> (2004)
- 6) Han, J.S., Kim, S.Y., Hong, J.H., Lee, S.J., Suh, B.S., Cho, Y.S., Kim, K.S., Kim, Y.J., Choi, Y.H. and Minamide, T.: Study on Perception of Korean, Japanese and Chinese university students for Korean Kimchi. *J. of ARAHE*, 9, 94-102 (2002)
- 7) Park, Y.H., Jung, L.H. and Lee, S.S.: Physicochemical Characteristics of Toha-Jeot added Leaf Mustard Kimchi during Fermentation. *J. of ARAHE*, 10, 84-90 (2003)
- 8) Cheigh, H.S. and Park, K.Y.: Biochemical, Microbiological, and Nutritional Aspects of Kimchi (Korean Fermented Vegetable Products). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 175-203 (1994)
- 9) Park, K.Y. and Cheigh, H.S.: Kimchi, *HANDBOOK OF FOOD AND BEVERAGE FERMENTATION TECHNOLOGY*, pp.621-651 Marcel Dekker (New York) (2004)