

防腐・防カビ効果を示す物質の食肉による検証

Verification of the preservative and fungicide efficacy by using a meat

岡本 沙季 , 藤目 奈央 , 藤井 祐里 , 三木 崇良
Saki Okamoto , Nao Fujime , Yuri Fujii , Takayoshi Miki

A.研究の目的

我々の身の回りには防腐・防カビ効果のある食品や物質が数多くあり、様々な保存食に用いられている。しかし、普段その効果について深く考え、検証したことはない。そこで我々は、その効果（特に防カビ効果）について、食肉を使い、検証を行うことにした。

B.研究方法

【予備実験】

カビの繁殖を目視で確認しやすいこと、面積や体積などの条件を一定にすることが容易であること、検証物質以外の影響を極力受けないことなどの条件を満たすため、コブ製造の食品添加物・塩分不使用のハムを食肉として使用した（以下同様）。

防腐・防カビ効果があると思われた食品や物質の防カビ効果の大きさを、それぞれの物質を添加したハムにカビが生えるまでの日数、または生えたカビの量によって比較した。

i) 器具・材料

- ・ヨーグルト, 梅干し, 塩化ナトリウム, ショ糖, 生姜, 食酢, 大蒜, エタノール
…各 4g
- ・ハム…9枚
- ・蓋つきシャーレ…9個

ii) 方法

- ①ハムを1枚ずつシャーレに入れ、それぞれにヨーグルト, 梅干し, 塩化ナトリウム, ショ糖, 生姜, 食酢, 大蒜, エタノールを添加する。残りのハムは何も添加せず、対照実験とする。
- ②シャーレの蓋を閉め、20℃に設定した低温培養器の中に保存し、カビが生えるまでの日数を計測する。実験期間は1ヶ月間とする。

【実験Ⅰ】 ～目視によるカビが生えるまでの日数の計測～

予備実験において最も防カビ効果の見られた塩化ナトリウム，食酢，エタノールの防カビ効果の大きさを，目視で“カビが生えた”と確認できるまでの日数によって比較した。

i) 器具・材料

- ・塩化ナトリウム，食酢，エタノール…各 4g
- ・ハム…4 枚
- ・蓋つきシャーレ…4 個

ii) 方法

- ①ハムを 1 枚ずつシャーレに入れ，それぞれに塩化ナトリウム，食酢，エタノールを添加する。残りのハムは何も添加せず，対照実験とする。
- ②シャーレの蓋を閉め，20℃に設定した低温培養器の中に保存し，カビが生えるまでの日数を計測する。実験期間は 1 ヶ月間とする。

【実験Ⅱ】 ～カビが生えた面積の割合の測定～

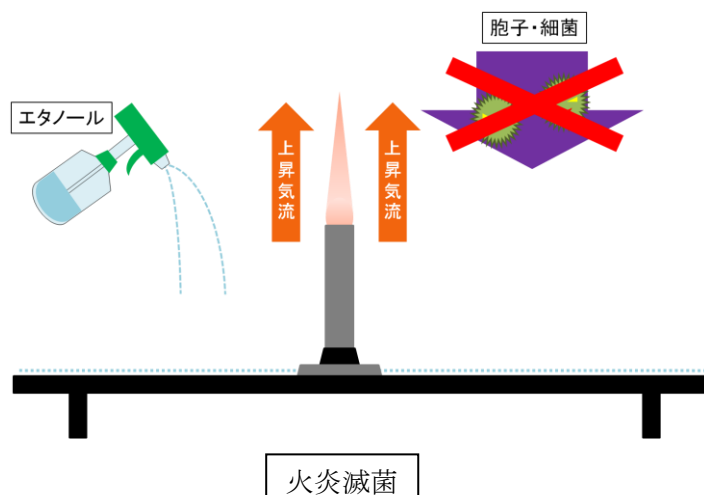
信憑性を高めるため 3 個体ずつサンプルを用意し，ハムの面積に対するカビの生えた面積の割合によって防カビ効果を比較。実験Ⅰで用いた塩化ナトリウム，食酢，エタノールに加え，比較的濃度の変化させやすいショ糖もサンプルに加えることにした。

i) 器具・材料

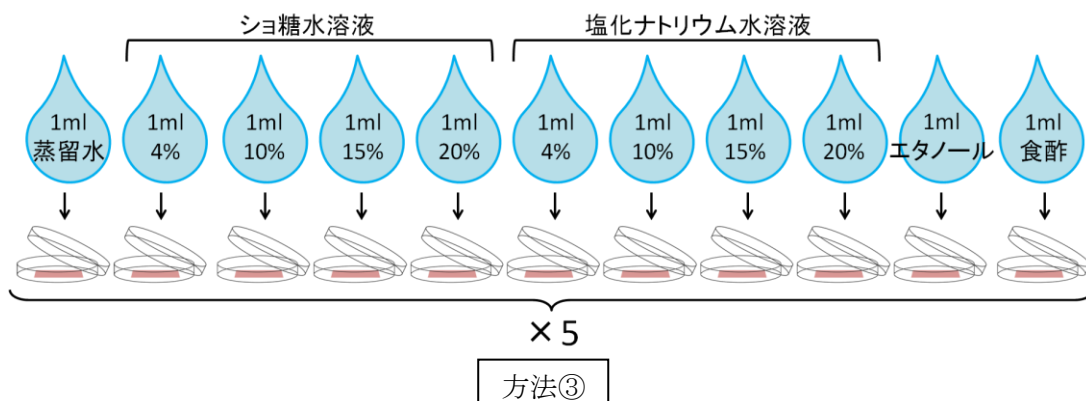
- ・蒸留水，食酢，エタノール…各 5ml
- ・塩化ナトリウム水溶液 (4% : 10% : 15% : 20%)
 - ・蒸留水…各 25ml
 - ・塩化ナトリウム…1g : 2.5g : 3.75g : 5g
- ・ショ糖水溶液 (4% : 10% : 15% : 20%)
 - ・蒸留水…各 25ml
 - ・ショ糖… (1g : 2.5g : 3.75g : 5g)
- ・ハム…11 枚×5
- ・蓋つきシャーレ…11 個×5
- ・包丁
- ・消毒用エタノール

ii) 方法

- ①1g, 2.5g, 3.75g, 5g の塩化ナトリウムとシヨ糖をそれぞれ 25ml の蒸留水に溶かし, 4%, 10%, 15%, 20%の濃度の塩化ナトリウム水溶液, シヨ糖水溶液を作る。
- ②実験場所で火炎滅菌を行い, 簡易的な無菌空間を作る。この時, 包丁やシャーレのエタノール殺菌も行う。



- ③ハムを 5cm×5cm に切断し, そのハムをシャーレに入れてそれぞれに検証物を 1ml ずつ添加して蓋を閉める。この時, 11 種類の添加物において 5 つのサンプルができる。



- ④これらのサンプルを 20°C に設定した低温培養器の中に入れて 1 週間保存する。
- ⑤1 週間後, それらの写真をパソコンに取り込み, 面積測定ソフトを用いてハムの面積に対するカビの面積の割合を測定する。この時, 5 つずつあるサンプルのうち, 割合の最も大きいものと最も小さいものを除き, 3 つのサンプルを分析に用いる。

C.得られた結果

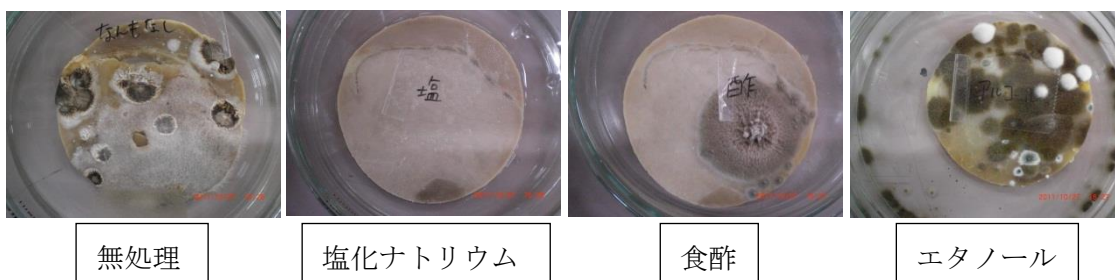
【予備実験】

8種類の物質のうち最も防カビ効果が見られたものは上から順に塩化ナトリウム，エタノール，食酢であった。

【実験 I】

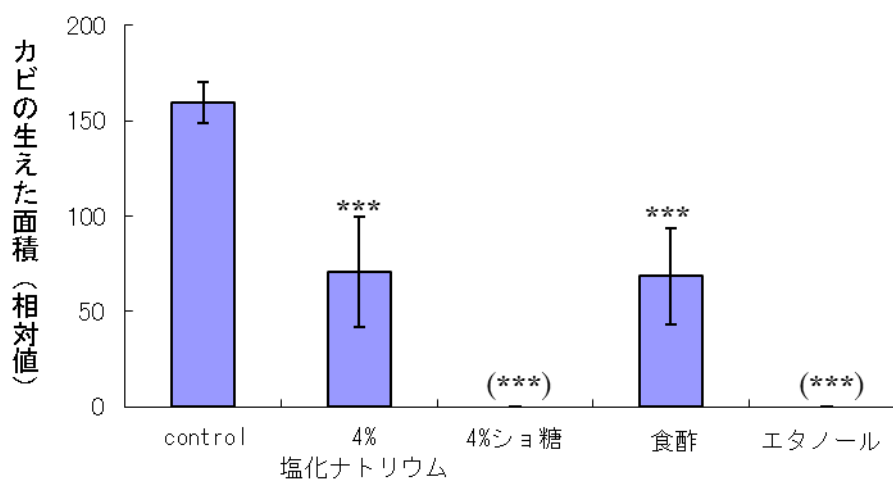
添加物	カビが生えるまでの日数
無処理	6日
食酢	9日
エタノール	11日
塩化ナトリウム	- (実験期間内にカビが生えなかった)

- ①予想通り，“塩化ナトリウム>99.7%エタノール>4%食酢”の順に防カビ効果が大きかった。
- ②塩化ナトリウムを添加したサンプルには一向にカビが生えなかった。
- ③実験を1回しか行っていないため，信憑性が低い。



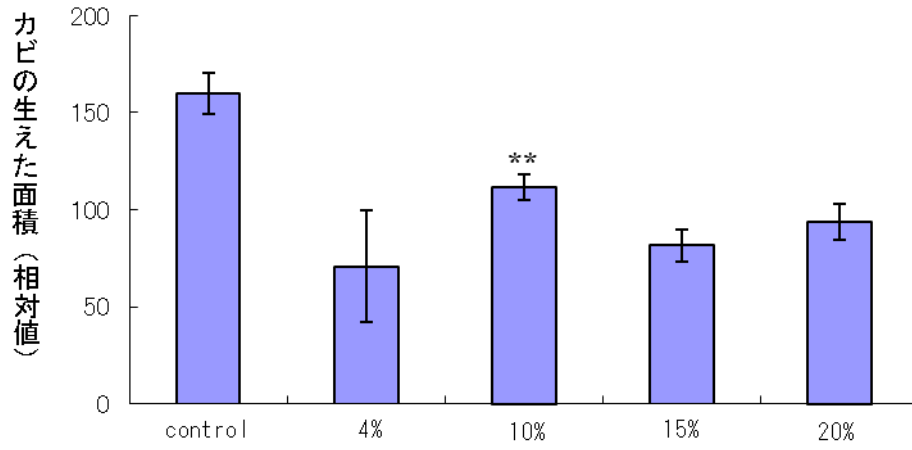
【実験 II】

各物質の防カビ効果



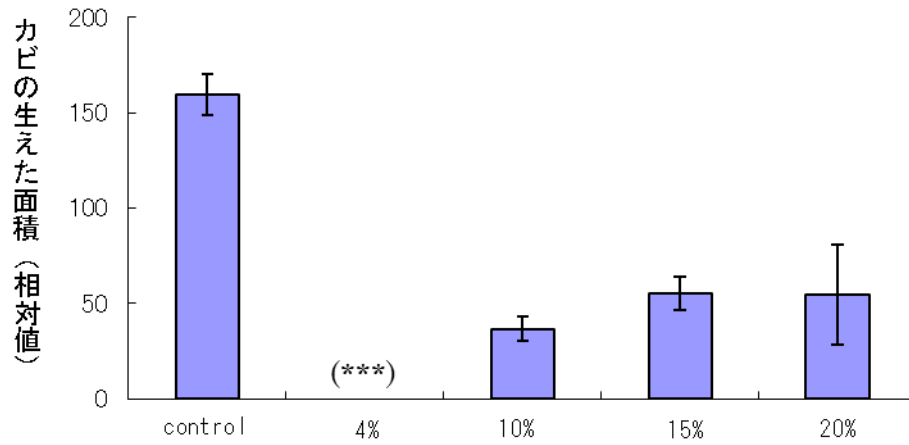
n=3, mean±S.D. One-way ANOVA **P<0.01 ***P<0.001

塩化ナトリウム濃度の違いによる防カビ効果



n=3、mean±S.D. One-way ANOVA ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$

ショ糖濃度の違いによる防カビ効果



n=3、mean±S.D. One-way ANOVA ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$

- ① どの添加物においても、control（対照実験）に比べて有意にカビの繁殖を抑制する効果が確認された。4%ショ糖，エタノールについては，実験期間の7日間ではカビの繁殖は確認されなかった。
- ② 塩化ナトリウム，ショ糖の濃度によって防カビ効果の差が顕著に表れると予想していたが，濃度間では防カビ効果の大きさに差は見られなかった（4%ショ糖を除く）。

D.考察

【実験Ⅰ】

- ① カビの細胞内よりも高い浸透圧をもつ物質に触れることで，カビ内部の水分が奪われ，細胞が機能低下を起こしたのではないかと推測される。また，ハム内部の水分も奪われているはずなので，水分不足によりカビの増殖を防いだと考えられる。
⇒濃度差による防カビ効果の大きさを比較する。
- ②少量で大きな浸透圧の得られる塩化ナトリウムをそのまま使用したために効果が大きすぎ，比較のための数値が得られない。 ⇒水に溶かして濃度を薄めて使用する。
- ③実験結果の信憑性を高める必要がある。
⇒同種のサンプルを複数用意し，その平均値によって防カビ効果の大きさを比較する。
また，指標が“目視でカビが生えたと確認できるまでの日数”と曖昧な部分があるので，より具体的な数値を出すため，指標を“ハムの面積に対するカビの生えた面積の割合”に変更する。

【実験Ⅱ】

- ① 1-エタノールは，カビの細胞膜の脂質を溶解することによってカビの細胞膜の浸透性を高め，タンパク質や核酸を変性させ，菌を瞬時に破壊することができるので，その効果によってカビの繁殖が抑制されたと推測した。
- 2-食酢は，酢酸を主成分とするために，pH値が低く，細菌などの微生物が生息しにくい環境であるため，カビの繁殖が抑制されたと推測した。
- 3-塩化ナトリウムが存在する環境は微生物の繁殖に適さないため（実験Ⅰ考察②参考），カビの繁殖を抑制したと推測した。
- 4-ショ糖は，防カビ対象物の質量の半分以上は添加しなければ防カビ効果は低く，それ以下であれば逆に，ショ糖の量が増えるほど微生物の養分が多くなり微生物の繁殖を促進してしまうと考えた。従って，大量に用いなかった今回の実験では，4%ショ糖水溶液に最も防カビ効果が見られたと推測した。

②濃度の差が最大でも 16%と小さかったため、防カビ効果に差があまり表れなかったと推測した

⇒20℃における溶解度は、塩化ナトリウムで 26.4%，ショ糖で 66.4%であるので、エタノールなど、0%～100%に近い値まで比較できるような物質を用いる。また、浸透圧に着目するため、mol 濃度の差で比較する。

E.結論

- ・エタノールはそのまま使用すれば大きな防カビ効果が得られるが、食品に用いる際、味はいただけないので実用性は低い。
- ・食酢は現在多くの家庭で防腐・防カビ用に用いられており、今回の研究でも防カビ効果があることが確認されたので、今後も安心して使用できる。
- ・塩化ナトリウムは少量が少なくても防カビ効果があるので、無人島などに漂流してしまった際に、得た肉を海水中で保存するだけでも防カビ効果が期待される。また、塩化ナトリウムをそのまま使用した場合には他の物質とは比べ物にならないほどの防カビ効果を発揮するため、保存には塩化ナトリウムが最も適していると考えられる。
- ・ショ糖は、少量を用いる場合には量を調節する必要がある。大量に用いる場合には最低でも対象食品の質量の約半分以上の量を使用する必要がある。

F.謝辞

私たちが研究を進めるにあたって多くの助言をくださった理科の先生方に深く感謝いたします。本当にありがとうございました。

G.参考文献

ウェブサイト

- ・ 固体無水物の溶解度
<http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/calcrap/apadi009.html>
- ・ 保存食 - Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%BF%9D%E5%AD%98%E9%A3%9F>
- ・ アルコールの殺菌効果
<http://micro.fhw.oka-pu.ac.jp/microbiology/sterilization/alcohol.html>
- ・ 『私の e お医者さん』 - 医療記事特集
<http://e.oisyasan.ne.jp/html/kenko137.html>
- ・ 塩と食中毒菌
http://www.geocities.jp/t_hashimotoodawara/salt6/salt6-97-10.html
- ・ 砂糖 | 知られざる砂糖の秘密 | フジ日本精糖株式会社
<http://www.fnsugar.co.jp/guide/sugar/natured.html>
- ・ folomy - 化学の広場(fchem)
<http://sci.la.coocan.jp/fchem/log/rika/14881.html>

書籍

- ・ 向後千春, 富永敦子「統計学がわかる」技術評論社 2007年