

味噌の殺菌・抗菌効果の解析

芋川 浩* 藤野真璃花**

Analysis of antibacterial effects in Miso paste

Yutaka IMOKAWA Marika FUJINO

要 旨

【緒言】日本は台風や地震など自然災害が多い。このような緊急災害時に、一般家庭にあるものを利用した応急処置法を検討開発するため、味噌の殺菌・抗菌効果に注目した。

【方法】味噌は合わせ味噌を使用した。細菌は大腸菌と表皮ブドウ球菌を用いた。殺菌・抗菌効果の解析は、ディスク拡散法で行った。細菌培養は37℃、15～18時間で行い、阻止円の大きさを測定した。

【結果】大腸菌に対して、味噌と2倍希釈味噌で42.5mm、30mmの阻止円が形成された。表皮ブドウ球菌では、味噌と2倍希釈味噌で17mm、5.5mmの阻止円が形成された。味噌と同濃度のNaCl溶液では阻止円は形成されなかった。

【考察】味噌と2倍希釈味噌は、大腸菌や表皮ブドウ球菌に対して、阻止円を形成することから、明らかな殺菌・抗菌効果があった。しかし、阻止円の中に若干の細菌が観察されることもあることから、味噌の効果は抗菌・静菌効果と考えられる。また、本抗菌・静菌効果はNaClによるものではなかった。

Key Word : 味噌、常在菌、ディスク拡散法、殺菌・抗菌効果、災害看護

I. 緒 言

日本はその位置、地形、気象などの自然的条件から、台風、豪雨、地震、火山噴火などの自然災害が多い国と言われている¹⁾。例えば、2011年の東日本大震災や2019年の台風15号や19号などによる多くの甚大な自然災害が頻繁に起こっている。このような緊急災害時には、電気・ガス・水道・通信網といった生活に必要なインフラが止まる可能性も高い上、土砂崩れや洪水などにより孤立した地域も多く発生しうる。

このような緊急災害時の際でもけがをしたり、病気になる人も多いにもかかわらず、道路の寸断などにより人々は孤立したり、大規模停電などで医療施設が機能しない場合もあり、十分な治療を受けられず、症状が悪化することもある。そこで、そのような緊急災害時においても、家庭にあるものを利用して迅速かつ適切な応急処置を施すことができれば、けがや病気の悪化を防ぐことができる可能性

もあるのではないだろうか。

先行研究においても、一般家庭にあるものとして米酢や生姜、梅干しなどの有用性が示されている²⁻⁴⁾。米酢や梅干しなどと同様に、日本の一般家庭のどこにでもある伝統的な食材の一つとして味噌がある。味噌は通常日本のどの家庭でも一つは常備しているものであり、いつでも利用できる状況にある。さらに、味噌は長期保存も可能である上、常温保存も可能な食材である。したがって、味噌は、緊急災害時等において、道路が寸断し、孤立状態となり、各種物資などの配送が滞った場合や、停電などライフラインが止まった場合などでも常温で利用できる可能性は高い食材である。そこで、味噌は、緊急災害時でも容易に利用応用できる食材として、その細菌に対する効果を解析することはプロバイオティクスの観点からも興味深く、かつ重要であると考えられる。

味噌は古くから日本人に親しまれている調味料であり、栄養豊富な大豆発酵食品としても知られてい

*福岡県立大学・看護学部・実験看護学分野
Faculty of Nursing, Fukuoka Prefectural University
**地方独立行政法人 福岡市立病院機構 福岡市立こども病院
Fukuoka Children's Hospital

連絡先: 〒825-8585 福岡県田川市伊田4395
福岡県立大学・看護学部
芋川 浩
e-mail imokawa@fukuoka-pu.ac.jp

る⁵⁾。味噌の起源は紀元前700年ごろ、古代中国の周王朝時代であると言われている。味噌はもともと「醬」と言われており、獣肉や魚肉等をつぶし、雑穀の麹と塩や酒を混ぜて100日以上熟成させた保存食であったと言われている。その後、大豆や小麦などの穀類を煮て、常温に戻し塩漬けにする「穀醬」が誕生した。この「穀醬」をペースト状にしたものが味噌の原型であると言われている。味噌の日本への伝来時期は不明であるが、飛鳥時代から奈良時代にかけて日本へ渡ってきた渡来人が伝えたものではないかと言われている⁶⁾。「醬」が書かれた最初の記録は「大宝律令」(701年)の記述の中にあり、宮内庁大膳職のもとに「醬院」という部署が置かれ、ここで「醬」を取り扱っていたとされている。その時に、日本独自の「未醬」という言葉も出てくる。中国より伝えられた「醬」を日本人は独自に改良し、平安時代に初めて「味噌」という文字が現れたと言われている。味噌は元々、寺院や貴族階級に珍重されるほどの贅沢品・貴重な食品であり、みそ汁として調理されることは少なく、栄養が豊富であることから薬やおかずとして利用されていたと言われている⁷⁾。鎌倉時代に「一汁一菜」という武士の食生活が確立し、味噌汁という形で食する方法が流行した。室町時代には裕福な庶民の間での自家醸造も始まり、江戸時代に入ると商業的に生産され、味噌が広く普及し現代の形となったと言われている⁸⁾。

味噌の原料である大豆はたんぱく質が豊富であり、発酵によってアミノ酸やビタミン類が大量に生成され、栄養価はさらに優れたものになる⁷⁻⁸⁾。現在、味噌は栄養学や医学の面から様々な研究が進められており、味噌は発がんや生活習慣病のリスクを下げる効果や老化を防止する作用もあるとの報告もある⁹⁻¹⁴⁾。また、味噌に含まれる乳酸菌はプロバイオティクスとして腸内環境を整え、免疫応答に影響を及ぼすことも分かっている¹⁵⁻¹⁷⁾。

味噌は日本人になじみ深く、どの家庭にもあるような身近なものである。また、やけどをした際に患部に味噌を塗るといいという民間療法もある¹⁸⁾。このようなことから、前述したような医療機関などが十分に機能していない緊急災害時における、適切かつ簡易的な応急処置として応用できるかどうかを検討するため、味噌の殺菌・抗菌効果について注目して解析を行った。

Ⅱ. 方 法

1. 対象細菌と寒天培地

本研究で使用した細菌は、A大学の研究室で管理・維持している大腸菌 (*Escherichia coli*) と表皮ブドウ球菌 (*Staphylococcus epidermidis*) である。この大腸菌と表皮ブドウ球菌は、研究室において、20%グリセロール保存液として-80℃で保存されている。必要時に寒天培地に塗布し、37℃の恒温器で15時間培養したものを細菌コロニーとして使用した。

寒天培地には、大腸菌に対して普通寒天培地(栄研化学(株))と、表皮ブドウ球菌に対して卵黄加マンニット食塩寒天培地(栄研化学(株))を使用した。

2. 試料

試料としての味噌は、一般家庭がスーパー等で容易に入手できる市販の合わせ味噌(フンドーキン醤油(株))を使用した。味噌の原材料としては、有機米(アメリカ産)、有機大麦、有機大豆(遺伝子組み換えでない)、食塩であるが、詳細な成分についての表示はなかった。味噌は、先行研究の実験方法に従い、味噌を2倍と10倍に滅菌水で希釈したものを作成した¹⁹⁾。ただし10倍に希釈された味噌は一般的なみそ汁と言われる濃度である。また、希釈を一切行っていないそのままの味噌も使用した。味噌を使用する際は重量を測定し、味噌の量による結果のばらつきを最小限にするよう調節した。

3. ディスク拡散法(阻止円形成)

本研究による殺菌・抗菌効果は先行研究で詳細に記述されているディスク拡散法(阻止円形成)により解析した³⁻⁴⁾。ディスク拡散法(阻止円形成)を簡単に説明すると、寒天培地に細菌を塗布し、抗菌効果を調べる対象をろ紙(直径10mm)に染み込ませ、寒天培地に静置する(図1)。次に、その寒天培地を37℃で16~18時間程度培養したのち、ろ紙の周りに形成される阻止円の大きさを測定することで、殺菌・抗菌効果を解析する方法である(図2)。ただし、抗菌効果を調べる対象の種類によっては、液量や溶液の粘性等により方法を変える場合もあるが、液量や重量等を測定し、結果を適切に判定・考察できるように配慮した。

また、阻止円形成実験の際に寒天培地に塗布する細菌は、以下のように準備した。

卵黄加マンニット食塩寒天培地及び普通寒天培地

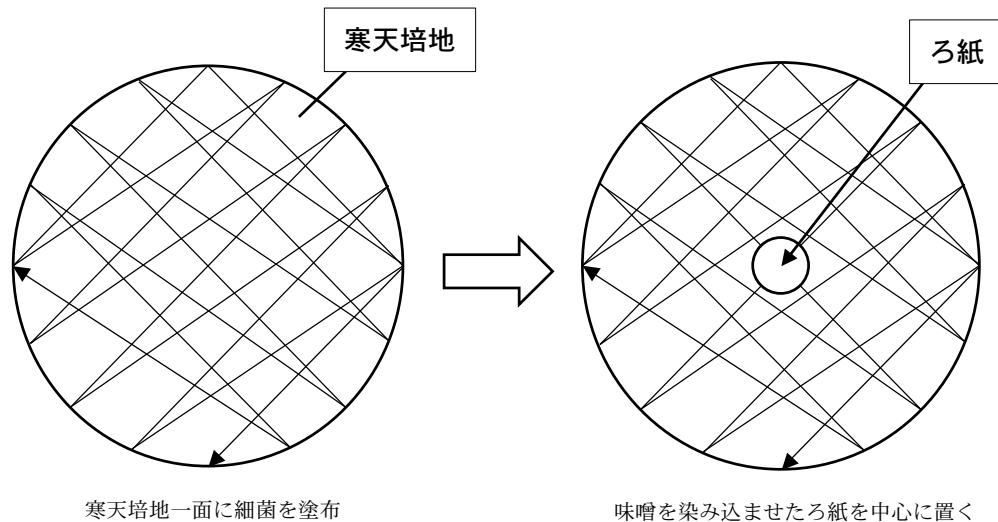


図1 細菌の塗布方法と味噌を染み込ませたろ紙の配置場所

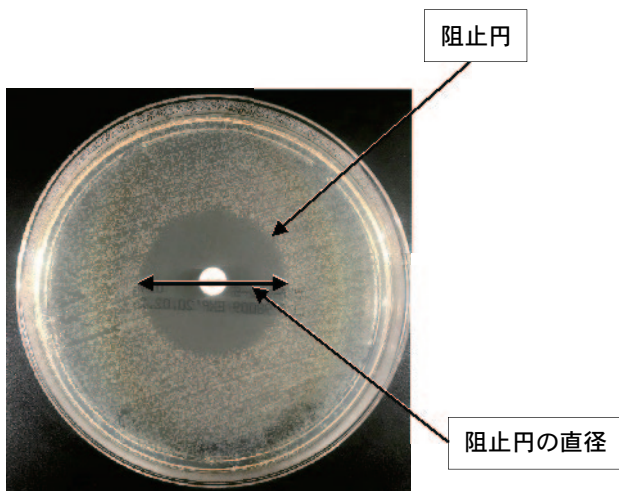


図2 阻止円の例

に培養した1mmサイズの細菌コロニーを1個とり、リン酸緩衝生理食塩水（PBS）3mlに懸濁したものをオリジナル細菌液とした。本研究ではこのオリジナル細菌液をPBSでさらに50倍に希釈した液（以下、細菌液と呼ぶ）を使用した。

次に、大腸菌と表皮ブドウ球菌のそれぞれの細菌液を、滅菌綿棒を用いて大腸菌は普通寒天培地、表皮ブドウ球菌は卵黄加マンニット食塩寒天培地の表面全体に一様に塗布した。その寒天培地の中央に味噌試料を置く。その後37℃の恒温器で15～18時間培養し、阻止円を形成させることで、味噌試料の殺菌・抗菌効果を調べた。

味噌の殺菌・抗菌効果の解析には前述した試料の濃度の味噌を使用し、2倍希釈と10倍希釈の味噌はろ紙に染み込ませたもの（以下それぞれ2×味噌ろ紙、10×味噌ろ紙という）を作成した。2倍に希釈された味噌は粘度が高ろ紙に染み込みにくかった

ため、寒天培地に直径5.5mm程度の穴をあけ、直接流しこんだものを作成した（以下、2×味噌穴と呼ぶ）。それ以外にも2倍希釈された味噌と希釈を行っていない味噌は直接寒天培地の上に置き（以下それぞれ2×味噌直接、味噌直接と呼ぶ）阻止円形成の解析を行った。

NaCl溶液の調節方法は、今回使用した味噌には100g中に10.7gの塩分が含まれていたことから、味噌の塩濃度は10.7%であるとし、10.7%の食塩水を作成し使用した（以下、単にNaClと呼ぶこととする）。味噌は希釈されていない味噌と2倍に希釈された味噌を使用した。2倍希釈された味噌、NaCl、水に関しては、味噌と同じ量（味噌0.3g）を使用するため、寒天培地に穴をあけ300μlずつをその穴に流し込み、量を調節した（以下それぞれ2×味噌300μl穴、NaCl 300μl穴、水300μl穴と呼ぶ）。

阻止円形成の正の対照実験としてカナマイシン（Km 30μg、日本ベクトン・ディッキンソン（株））を使用した。（以下、カナマイシン（Km）と呼ぶこととする。）負の対照実験として滅菌蒸留水を使用した。（以下、水と呼ぶこととする。）

本研究の阻止円形成の解析において、基本的には、同じ条件の寒天培地を2つずつ準備し、解析を同時に行った。さらに、全く同様の解析を2度行うことにより実験や研究の再現性を確認した。また、同一の阻止円でも、試料の形状により、同心円状の形状を示さない場合もあることから、最低2か所以上の最長と最短の長さを測定し、平均を取る方法で阻止円の大きさを計測した。

表1 大腸菌における味噌とカナマイシンの阻止円形成の大きさ (mm)

阻止円の大きさ(mm)	味噌 直接	2x 味噌 直接	2x 味噌穴	2x 味噌ろ紙	10x 味噌ろ紙	水	Km
1回目	43	47	35	30	0	0	30
2回目	42	30	27	30	0	0	30
平均値	42.5	38.5	31	30	0	0	30
(標準偏差)	±0.5	±8.5	±4	±0	±0	±0	±0
相対値	1.42	1.28	1.03	1	0	0	1

相対値とは、カナマイシンKmの阻止円の大きさを1とし、それに対する各阻止円の大きさを相対的に示したものであり、以下の式により算出した。

相対値 = 各阻止円の平均直径 (mm) / Kmの阻止円平均直径 (mm)

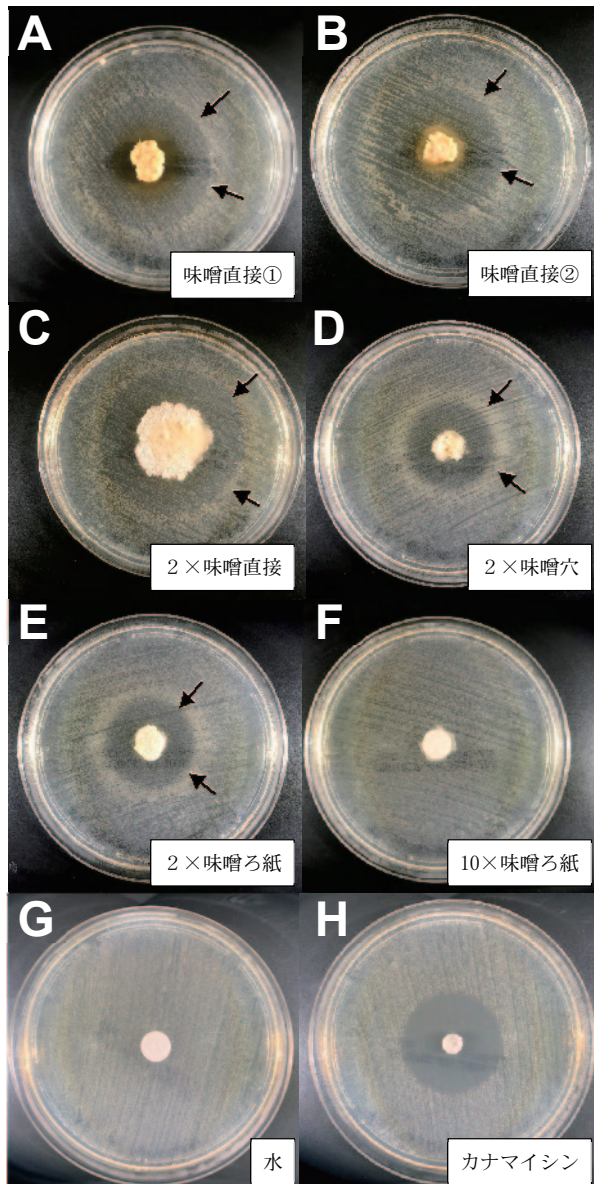


図3 大腸菌を用いた味噌の阻止円形成

4. 各阻止円に対する相対値の算出方法

この味噌による殺菌・抗菌効果の強さを相対的に解析するために、抗生物質であるカナマイシンディスク (30 μ g) の阻止円の大きさを1とし、各種味噌試料の阻止円の大きさを算出した。図表に示されている相対値とは、カナマイシンKmの阻止円の大きさを1とし、それに対する各阻止円の大きさを相対的に示したものであり、以下の式により算出した。

相対値 = 各阻止円の平均直径 (mm)
/ Kmの阻止円平均直径 (mm)

Ⅲ. 結 果

1. 味噌の殺菌・抗菌効果の解析

味噌に殺菌・抗菌効果があるかどうかを解析するため、味噌直接、2 \times 味噌直接、2 \times 味噌ろ紙、2 \times 味噌穴、10 \times 味噌ろ紙のそれぞれを、大腸菌を塗布した普通寒天培地と表皮ブドウ球菌を塗布した卵黄加マンニット食塩寒天培地に静置した。

1) 大腸菌における阻止円形成

最初に、大腸菌に対する味噌の殺菌・抗菌効果を解析した。味噌直接では平均42.5mmの阻止円が形成された(表1、図3 A-B)。さらに、2 \times 味噌直接では平均38.5mm、2 \times 味噌穴では平均31mm、2 \times 味噌ろ紙では平均30mmの阻止円が形成された(表1、図3 C-E)。しかし、10 \times 味噌ろ紙では阻止円の形成は見られなかった(図3 F)。また、カナマイシン以外で、味噌により形成されたすべての阻止円の中には、若干の細菌が観察された(図3 A-E)。

負の対照実験である滅菌蒸留水(水)では阻止円は形成されなかったが(図3 G)、正の対照実験としてのカナマイシンでは30mmの阻止円が形成された(図3 H)。

表2 表皮ブドウ球菌における味噌とカナマイシンの阻止円形成の大きさ (mm)

阻止円の大きさ(mm)	味噌 直接	2x 味噌 直接	2x 味噌穴	2x 味噌ろ紙	10x 味噌ろ紙	水	Km
1回目	18	0	11	0	0	0	12
2回目	16	0	0	0	0	0	12
平均値	17	0	5.5	0	0	0	12
(標準偏差)	±1	±0	±5.5	±0	±0	±0	±0
相対値	1.42	0	0.46	0	0	0	1

相対値とは、カナマイシンKmの阻止円の大きさを1とし、それに対する各阻止円の大きさを相対的に示したものであり、以下の式により算出した。

相対値 = 各阻止円の平均直径 (mm) / Kmの阻止円の平均直径 (mm)

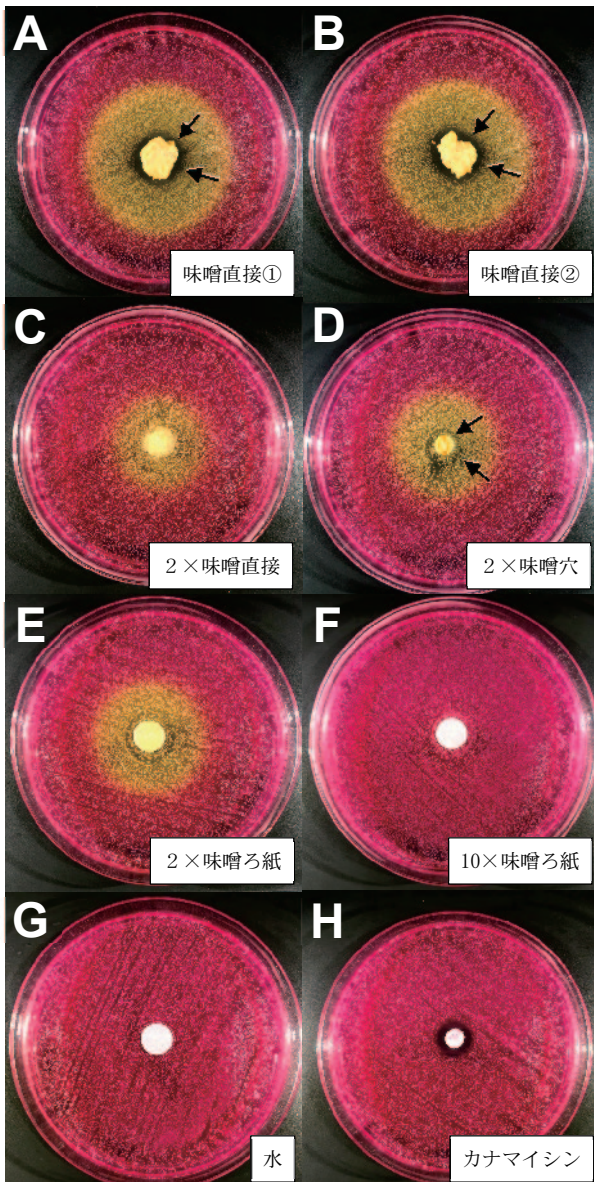


図4 表皮ブドウ球菌を用いた味噌の阻止円形成

2) 表皮ブドウ球菌における阻止円形成

次に、表皮ブドウ球菌に対する味噌の殺菌・抗菌効果を解析した。味噌直接では平均17mmの阻止円が形成された(表2、図4 A-B)。2×味噌穴では平均5.5mmの阻止円が形成され、形成された阻止円の中

に若干の細菌が観察された(表2、図4 D)。しかし、2×味噌直接、10×味噌ろ紙では阻止円は形成されなかった(図4 C, F)。2×味噌ろ紙では、阻止円様の円形のものも観察できるが、その中に細菌が多数観察されたことから、阻止円と判定しなかった(図4 E)。

負の対照実験である水では阻止円は形成されなかったが(図4 G)、正の対照実験としてのカナマイシンは12mmの阻止円が形成された(図4 H)。

図4 A-Eについて、試料のまわりが黄色くなっているのは、高濃度の味噌により、味噌のまわりが酸性になったためである。この卵黄加マンニット食塩寒天培地には、培地が酸性になると黄色くなる指示薬が入っているためである。

2. 味噌とNaClの殺菌・抗菌効果の比較

塩分は浸透圧により細胞内から細胞外へ水分を移動させる脱水作用がある²⁰⁾。塩濃度の高い環境下では細菌なども生物であるため、細菌体内の水分が奪われ生存できなくなる²¹⁾。塩分自体に強い殺菌・抗菌効果があるわけではないが、塩濃度が高ければ、細菌の周囲環境の浸透圧が上昇し、結果として細菌を死滅させる働きもありうる。味噌には塩分であるNaClが多く含まれており、本研究で使用した味噌には10.7%のNaClが含まれている²²⁾。味噌による阻止円形成が味噌に含まれるNaClによるものか、それとも味噌内の他の成分によるものかを解析するため、味噌と同じ塩濃度10.7%のNaCl溶液を作成し、両者の殺菌・抗菌効果を比較解析した。

表3 大腸菌における味噌とNaClの阻止円形成の大きさ (mm)

阻止円の大きさ(mm)	味噌 直接	2x 味噌300 μ ℓ穴	NaCl 300 μ ℓ穴	水 300 μ ℓ穴	水	Km
1回目	40	42	0	0	0	33
2回目	40	40	0	0	0	33
平均値	40	41	0	0	0	33
(標準偏差)	± 0	± 1	± 0	± 0	± 0	± 0
相対値	1.21	1.24	0	0	0	1

相対値とは、カナマイシンKmの阻止円の大きさを1とし、それに対する各阻止円の大きさを相対的に示したものであり、以下の式により算出した。

相対値 = 各阻止円の平均直径 (mm) / Kmの阻止円の平均値 (mm)

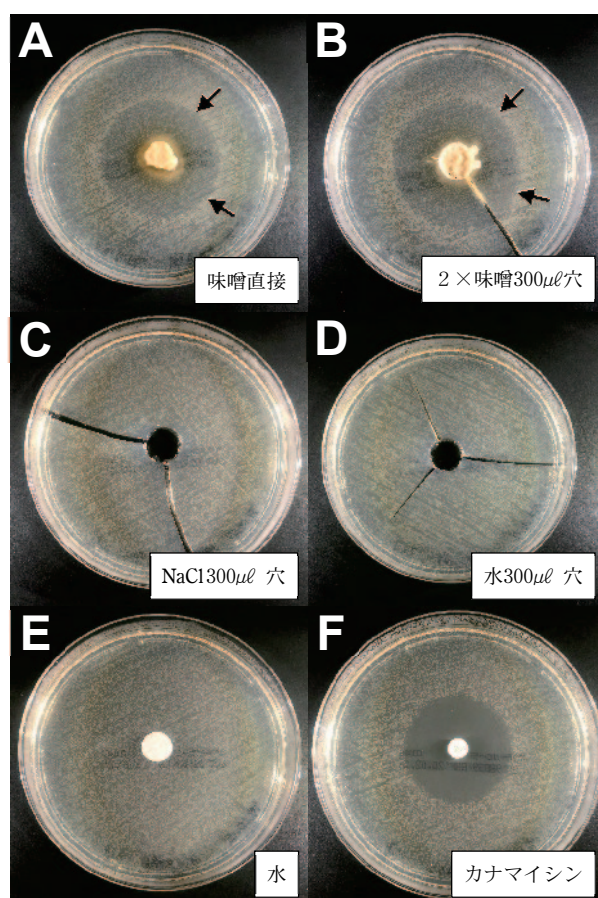


図5 味噌の塩濃度と殺菌・抗菌効果の比較解析 (大腸菌の場合)

1) 大腸菌における阻止円形成

大腸菌に対する味噌とNaClの阻止円形成能を解析した結果、味噌直接では平均40mm、2×味噌穴では平均41mmの阻止円が形成された(表3、図5 A-B)。それに対し、NaCl 300 μ ℓ穴では阻止円の形成は見られなかった(表3、図5 C)。

2×味噌300 μ ℓ穴とNaCl 300 μ ℓ穴等の実験のため寒天培地に穴をあけた際に穴に若干のひずみができ、寒天培地の恒温器培養中の乾燥のためひび割れができた。恒温器に入れた後、ひび割れはさらに大きくなる場合もあった(図5 C-D)。

負の対照実験である水および水300 μ ℓ穴では阻止円は形成されなかった(図5 D-E)、正の対照実験としてのカナマイシンでは33mmの阻止円が形成された(図5 F)。

2) 表皮ブドウ球菌における阻止円形成

表皮ブドウ球菌における味噌とNaClの阻止円形成能を解析した結果、味噌直接では平均18.5mm、2×味噌穴では平均16.25mmの阻止円が形成された(表4、図6 A-B)。阻止円の中に若干の細菌が観察できた。NaCl 300 μ ℓ穴では阻止円の形成は全く見られなかった(表4、図6 C)。

負の対照実験である水および水300 μ ℓ穴では阻止円は形成されなかった(図6 D-E)、正の対照実験

表4 表皮ブドウ球菌における味噌とNaClの阻止円形成の大きさ (mm)

阻止円の大きさ(mm)	味噌 直接	2x 味噌300 μ ℓ穴	NaCl 300 μ ℓ穴	水 300 μ ℓ穴	水	Km
1回目	19	16	0	0	0	19
2回目	18	16.5	0	0	0	19
平均値	18.5	16.25	0	0	0	19
(標準偏差)	± 0.5	± 0.25	± 0	± 0	± 0	± 0
相対値	0.97	0.86	0	0	0	1

相対値とは、カナマイシンKmの阻止円の大きさを1とし、それに対する各阻止円の大きさを相対的に示したものであり、以下の式により算出した。

相対値 = 各阻止円の平均直径 (mm) / Kmの阻止円の平均値 (mm)

験としてのカナマイシンは19mmの阻止円が形成された(図6 F)。

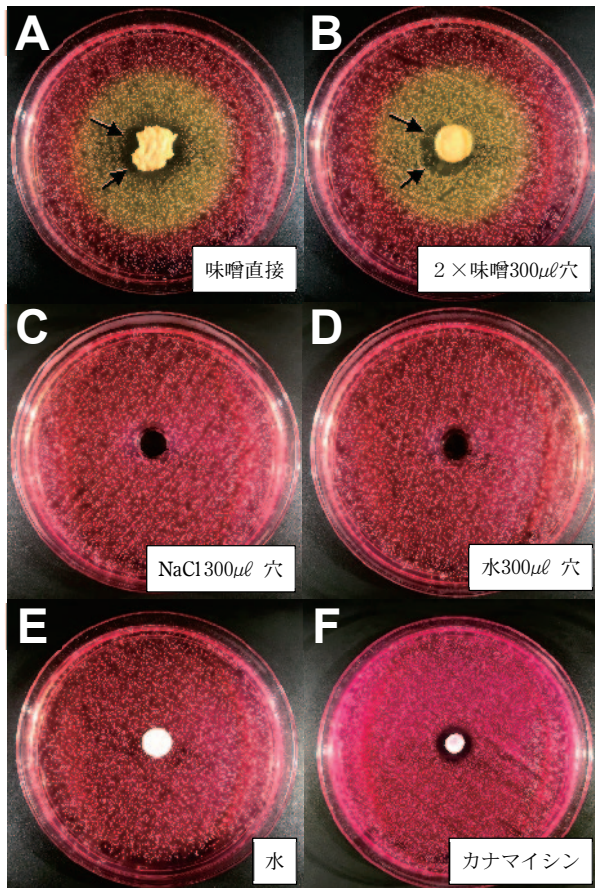


図6 味噌の塩濃度と殺菌・抗菌効果の比較解析(表皮ブドウ球菌の場合)

IV. 考 察

1. 味噌の殺菌・抗菌効果の解析

本研究では、緊急災害時の応急処置に利用できる生活用品や食料品の検索の一つとして、味噌に注目し、その殺菌・抗菌効果の解析を行った。

1) 大腸菌における阻止円形成

大腸菌を用いた味噌の阻止円形成の結果、味噌直接、2×味噌直接、2×味噌穴、2×味噌ろ紙では、それぞれ平均42.5mm、38.5mm、31mm、30mmの阻止円が形成された(表1、図3 A-E)。しかし、10×味噌ろ紙では阻止円を形成されなかった(図3 F)。これらのことから、味噌自体と2倍に希釈された味噌には大腸菌に対し明らかな殺菌・抗菌効果があることが明らかとなった。

この味噌による殺菌・抗菌効果の強さを相対的に解析するために、抗生物質であるカナマイシンディスク(30μg)の阻止円の大きさを1とし、各種味噌試料の阻止円の大きさを算出した。その結果、味噌直接は1.42、2×味噌直接は1.28、10×味噌ろ紙は0となった(表1、図7)。味噌直接と2倍希釈した味噌(3種類実施)の相対値はすべてカナマイシン30μgと同等かそれ以上の大きさとなった。このことから、味噌の大腸菌に対する殺菌・抗菌効果は、カナマイシン30μgと同程度の強さであるということが明らかとなった。ただし、阻止円の中に細菌が観察されることから、味噌の効果は大腸菌を殺すほどの殺菌効果ではなく、一定期間において大腸菌等の増殖

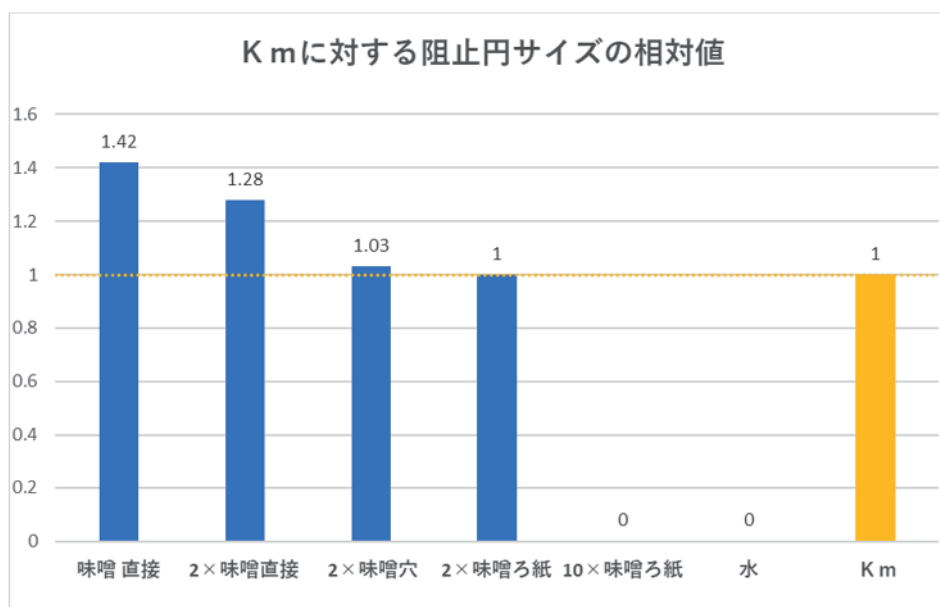


図7 味噌とカナマイシンによる阻止円の大きさの比較(大腸菌)

表1をグラフに表したものである。

を抑えるという抗菌・静菌効果ではないかと思われる。

また、味噌は寒天培地に対する面積の占有率がカナマイシンのディスク(8 mm)より大きかったため、より正確にカナマイシンの抗菌・静菌効果と比較検討するために、試料(ディスク)から細菌までの阻止円の距離を測定した。その結果、味噌直接では17 mm、2×味噌直接では12 mm、カナマイシンでは12 mmであった(図3 A, C, H)。味噌直接で使用した味噌の重さは0.5 gであり、0.5 gの味噌がカナマイシン30 μ gの約1.5倍の抗菌・静菌効果を示した。さらに、2倍に希釈した味噌でもカナマイシンと同程度の抗菌・静菌効果をもつことが分かった。これらの結果から、味噌0.5 gは大腸菌に対し、カナマイシン30 μ gと同程度以上の高い抗菌・静菌効果があることが明らかとなった。

しかし、大腸菌に対して、10×味噌ろ紙は阻止円を形成していなかった。従って、通常使用するみそ汁の濃度である10倍希釈の味噌では明らかな殺菌・抗菌効果は見られないが、希釈されていない味噌や2倍希釈された味噌など濃度が高い味噌のほうが、抗菌・静菌効果が強くなると推測される(表1、図3)。

2) 表皮ブドウ球菌における阻止円形成

表皮ブドウ球菌を用いた味噌の阻止円形成の結果、味噌直接と2×味噌穴ではそれぞれ平均17 mm、5.5

mmの阻止円を形成された(表2、図4 A-B, D)。しかし、10×味噌ろ紙では阻止円を形成していなかった(図4 F)。これらのことから、味噌自体と2倍希釈された味噌は表皮ブドウ球菌に対し明らかな殺菌・抗菌効果があることが分かった。

この味噌による殺菌・抗菌効果の強さを相対的に解析するために、抗生物質であるカナマイシン30 μ gの阻止円の大きさを1とし、各種味噌の阻止円の大きさを算出した。味噌直接と2×味噌穴の相対値はそれぞれ1.42、0.46となった(表2、図8)。味噌直接はカナマイシンの約1.5倍の大きさとなった。このことから、味噌の表皮ブドウ球菌に対する抗菌・静菌効果は、カナマイシンと同程度の強さであるということが明らかとなった。

また、大腸菌と同様に味噌の寒天培地に対する面積の占有率がカナマイシンのディスク(8 mm)より大きかったため、試料(ディスク)から細菌までの阻止円の距離を計測した。その結果、味噌直接では3 mm、2×味噌穴では2 mm、カナマイシンでは3 mmであった(図4 A-B, D, H)。味噌直接で使用した味噌の重さは0.5 gであり、0.5 gの味噌がカナマイシン30 μ gと同じ強さの抗菌・静菌効果を持つことが明らかとなった。2倍に希釈した味噌でもカナマイシンの約0.7倍の抗菌・静菌効果を持つことが分かった。これらの結果から、味噌は表皮ブドウ球菌に対し、カナマイシンと同程度の抗菌・静菌効果が

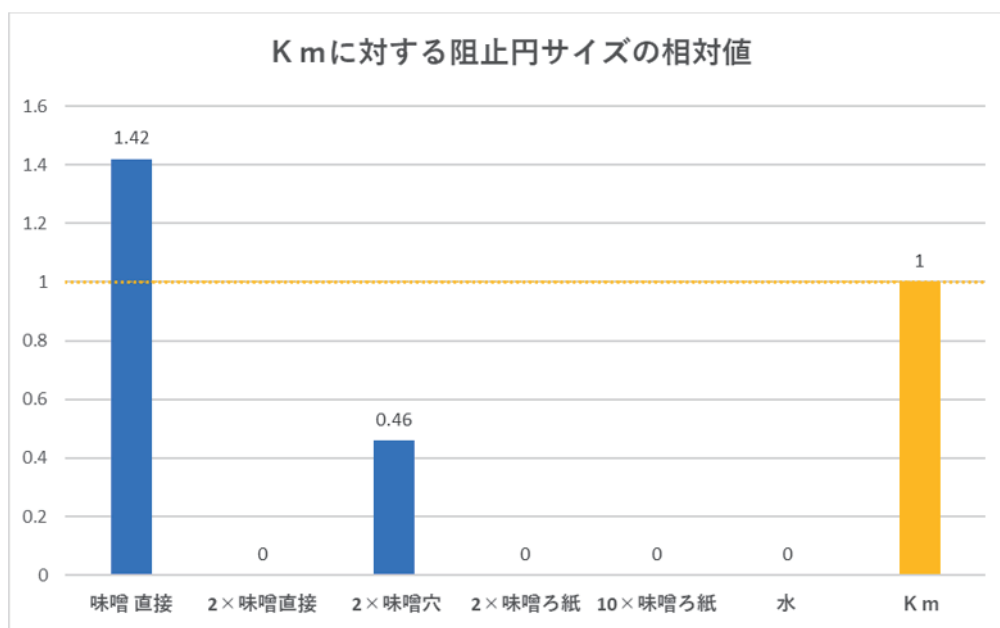


図8 味噌とカナマイシンによる阻止円の大きさの比較(表皮ブドウ球菌)

表2をグラフに表したものである。

あることを示していると思われる。

しかし、表皮ブドウ球菌に対して、10×味噌ろ紙は阻止円を形成していなかった。従って大腸菌同様に、通常使用するみそ汁の濃度である10倍希釈の味噌では明らかな殺菌・抗菌効果は見られないが、希釈されていない味噌や2倍希釈された味噌などの濃度が高い味噌のほうが、抗菌・静菌効果が強いのではないかと推測される（表2、図4）。味噌の濃度によって、抗菌・静菌効果に差が出る結果となった。そのため、今後は希釈の濃度を変え、どの程度希釈された味噌まで抗菌・静菌効果を示すのか解析する予定である。

本研究により、味噌の殺菌・抗菌効果は大腸菌に対し有意に働くことが明らかとなった。これらの結果は、窪田らの古い研究結果と類似するものである¹⁹⁾。

上記の通り、味噌は大腸菌及び表皮ブドウ球菌の双方の常在菌に対し、カナマイシンと同程度の高い抗菌・静菌効果があることが明らかとなった。

2. 味噌の塩濃度と抗菌・静菌効果の比較（大腸菌・表皮ブドウ球菌）

本研究で見られた味噌の抗菌・静菌効果が、味噌に含まれる食塩（NaCl）によるものか、味噌のほかの成分によるものかを判定するため、味噌と同じ塩濃度である10.7%のNaCl溶液を作成し、その抗菌・静菌効果を味噌と比較解析した。

その結果、大腸菌では味噌直接、2×味噌300 μ l穴はそれぞれ平均40mm、41mmの阻止円が形成されたうえ（表3、図5 A-B）、表皮ブドウ球菌では味噌直接、2×味噌300 μ l穴はそれぞれ平均18.5mm、16.25mmの阻止円を形成された（表4、図6 A-B）。それに対し、図5及び図6で示すように、大腸菌及び表皮ブドウ球菌双方においてNaClでは阻止円は形成されなかった。（表3、表4、図5、図6）。このことから、味噌と同じ塩濃度である10.7%NaClでは抗菌・静菌効果がないことが明らかとなった。この結果から、本研究で見られた味噌の抗菌・静菌効果は食塩（NaCl）によるものではなく、味噌に含まれる他の成分であることが考えられる。この場合、味噌にはプロバイオティクスである乳酸菌も含まれていることから²³⁾、味噌の抗菌・静菌効果は乳酸菌に関するものではないかと考えている。今後は、本研究で見られた味噌の抗菌・静菌効果はどの成分によるもの

なのか、乳酸菌によるプロバイオティクスを中心に解明していく予定である。また、味噌は多くの種類があることから、どの種類の味噌でも同様の抗菌・静菌効果があるかどうかについても解析する予定である。さらに、大腸菌や表皮ブドウ球菌以外の細菌についても味噌の殺菌・抗菌効果の有無の解析を進める予定である。

3. 味噌を用いた医療技術への応用

本研究により、味噌は大腸菌、表皮ブドウ球菌に対し抗菌・静菌効果を示すことが明らかとなり、希釈されていない味噌が最も高い抗菌・静菌効果を示した。0.5gの味噌は、大腸菌に対してカナマイシン30 μ gの約1.5倍、表皮ブドウ球菌に対して抗生物質カナマイシン30 μ gと同程度の抗菌・静菌効果があることが明らかとなった（表1、表2、図7、図8）。すなわち、味噌はカナマイシンと同程度以上の高い抗菌・静菌効果を持つことが明らかとなったのである。味噌は本来一般家庭で普段利用されることが多く、味噌汁のほかにも味噌を塗ったおにぎり（味噌おにぎり）は東日本の地域でよく食べられている。これは味噌を塗ることにより、栄養価を高めることはもちろん、高い抗菌・静菌効果が期待でき、食中毒などを予防するうえで効果的であるという昔の日本人の経験から来たものかもしれない。このことは先行研究での梅干し汁の高い殺菌・抗菌効果における、梅干しとおにぎりとの関係によく似ている⁴⁾。このことから、通常より濃く作られた味噌汁により口腔内をすすぐことにより、口腔内の感染予防にも応用できる可能性もありうると思われる。これは災害時における味噌の応用として、津波や洪水で汚染された泥水等を誤飲した場合に、濃いみそ汁を飲むことで、腸管出血性大腸菌O157感染症などの食中毒を予防できるほか、大腸菌が原因である下痢や便秘を予防し、腸内環境を整えることができる可能性もあると考えられる²⁴⁾。今後は、上記目的に適する味噌の濃度の解析を進める予定である。

また、常在菌である表皮ブドウ球菌は中心静脈カテーテル人工弁感染性心内膜炎、人工血管感染、VP shuntに併発する髄膜炎などの術後の人工物留置による二次感染症を引き起こすことも多く、院内の日和見感染を引き起こす原因菌としても挙げられる²⁴⁾。味噌はヨーグルトやチーズなどと同様に乳酸菌やビフィズス菌などのプロバイオティクスが多く含まれ

ている²⁵⁾。このようなプロバイオティクスは上記のような院内二次感染に様々な効果を持ち、免疫力の向上にも効果があるとも言われている²⁶⁾。さらに、整腸作用があることが分かっている。そのため、味噌やヨーグルトなどを摂取することが二次感染症を予防することに有用である可能性もあるため、味噌を積極的に摂取していくことを推奨していきたい。さらに、プロバイオティクスはモデルマウスを用いた実験からもその安全性が明らかにされており²⁷⁻²⁸⁾、副作用もなく、一般人でも安心して利用できると考えられる。

このように、味噌は常在菌に対してカナマイシンと同程度の抗菌・静菌効果を持ち、災害時の食中毒予防やプロバイオティクスとしての感染予防、整腸作用などを示すことが期待できる。今後は味噌を利用した補助的な医療技術の開発にも応用していきたいと考えている。

V. 結 論

今回、研究に使用した市販味噌の抗菌・静菌効果の結果として、味噌は抗生物質であるカナマイシンと比較できる程度に高い抗菌・静菌効果があり、希釈されていない味噌ほど効果が高いことが分かった。また、味噌による抗菌・静菌効果は味噌に含まれる食塩 (NaCl) によるものではなく、味噌自体に含まれる他の成分によるものだということが明らかになった。味噌は食中毒のリスクを抑えることや、傷口からの二次感染症、日和見感染などを抑止させることができると考えられる。さらに味噌は食べられるものであり、ヨーグルト同様プロバイオティクスの効果が見込めるため、腸内環境を整える効果も期待できる。

VI. 利益相反の開示について

利益相反なし。

文 献

- 1) 内閣府. 災害を受けやすい日本の国土
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h18/bousai2006/html/honmon/hm01010101.htm> (2019. 11. 21 アクセス)
- 2) 秋吉優希. 酢による殺菌抗菌効果の解析. 平成28年度福岡県立大学看護学部卒業論文.
- 3) 芋川浩, 有馬萌美, 水城明美. ショウガの殺菌・抗菌効果とその実用化に向けた解析. 福岡県立大学看護学研究紀要. 2019 ; 16 : 83-94.
- 4) 松尾玲菜. 黄色ブドウ球菌に対する梅干し汁の殺菌抗菌効果について. 平成28年度福岡県立大学看護学部卒業論文.
- 5) 五明紀春. 味噌の科学と食塩
<https://www.saltscience.or.jp/symposium/1-gmyou.pdf> (2019. 10. 18 アクセス)
- 6) ひかり味噌株式会社. 味噌大百科 味噌の歴史と語源
<https://www.hikarimiso.co.jp/enjoy-miso/encyclopedia/> (2019. 10. 18 アクセス)
- 7) マルコメ. 味噌の発祥と歴史 味噌のこと
<https://www.marukome.co.jp/miso/history/> (2019. 10. 18 アクセス)
- 8) みそ健康づくり委員会みその公式サイト. みその効能
<http://miso.or.jp/museum/knowledge/effect/> (2019. 10. 18 アクセス)
- 9) 厚生労働省研究班. 日本における大豆, イソフラボン, 乳がんリスクの関係
https://epi.ncc.go.jp/files/01_jphc/outcome/jphc_outcome_d_009.pdf (2019. 11. 21 アクセス)
- 10) 海老根英雄. 味噌の機能性. 日本醸造協会誌. 1990 ; 85(2) : 70-75.
- 11) 渡邊敦光. お味噌の効能. 日本醸造協会誌. 2010 ; 105(11) : 714-723.
- 12) 上岡龍一, 後藤浩一, 山内彰雄. 味噌のがん抑制効果. 日本醸造協会誌. 2005 ; 100(11) : 771-776.
- 13) 折橋穀典. 味噌の給与によるウシの脂肪肝予防効果に関する研究. 日本醸造協会誌. 2012 ; 107(1) : 19-24.
- 14) 小島正明, 落俊行, 明尾一美他. 米麹による食塩無添加大豆発酵粉末の高脂肪試料誘導肥満マウスに対する抗肥満効果. 日本栄養・食糧学会誌. 2009 ; 62(4) : 171-178.
- 15) 保井久子. 発酵乳プロバイオティクスの免疫調節機能およびウイルス感染予防作用. ミルクサイエンス. 2010 ; 59(3) : 255-263.
- 16) 三枝静江, 細井知弘. 酵母が腸管上皮細胞の免疫応答に及ぼす作用. 日本醸造協会誌. 2005 ; 100(8) : 530-537.
- 17) 芋川浩, 山口七海. ヨーグルトの抗菌効果につ

- いての解析. 平成30年度福岡県立大学看護学部卒業論文.
- 18) トヨタ記念病院. なるほど健康 やけど
<http://www.toyota-mh.jp/kenkou/yakedo.php>
(2019. 12. 11 アクセス)
- 19) 窪田護, 伊藤公雄, 望月務. 味噌と病原細菌 食品衛生面からみた菌学的安全性. 日本醸造協会雑誌. 1981 ; 76(12) : 821-856.
- 20) 春見隆文. 微生物の浸透圧ストレスと糖アルコールの生成. 日本醸造協会誌. 2010 ; 105(10) : 618-627.
- 21) 田中宗彦. 食品加工・貯蔵における塩の機能と役割. 日本海水学雑誌. 1998 ; 52(6) : 352-358.
- 22) フンドーキン醤油. 商品案内
http://www.fundokin.co.jp/sp/priducts/miso_namadume/php (2019. 12. 11 アクセス)
- 23) 福田真嗣, 大野博司. 腸管出血性大腸菌O157感染症に対するプロバイオティクスの防御効果. 腸内細菌学雑誌. 2009 ; 23(4) : 271-278.
- 24) 菊池賢. IV. 病原地別に見た院内感染と対策
2. 表皮ブドウ球菌. 日本内科学会雑誌. 2008 ; 97(11) : 2673-2677.
- 25) 瀬川修一. プロバイオティクスが産生するさまざまな生理活性物質. 生物工学会誌. 2012 ; 90(11) : 736.
- 26) 八村敏志. 乳酸菌の免疫調節機能. Japanese Journal of Acid Bacteria. 2007 ; 18(2) : 54-57.
- 27) 角将一, 永田百合子, 畑千恵他. Bacterial translocation モデルマウスを用いたプロバイオティクス菌株の安全性評価. 日本毒性学会. 2017 ; 37(1) : 188.
- 28) 厚生労働省. 「総合医療」に係る情報発信等推進事業 経口プロバイオティクス (2018)
<https://www.ejim.ncgg.go.jp/public/index.html>
(2019. 12. 03 アクセス)

受付 2020. 8. 27

採用 2020. 11. 27