

## ショウガの殺菌・抗菌効果とその実用化に向けた解析

芋川 浩\* 有馬萌美\*\* 水城明美\*\*\*

### An analysis for practical challenges of antibacterial effects in ginger plants

Yutaka IMOKAWA Moemi ARIMA Akemi MIZUKI

#### Abstract

**Purpose:** Ginger plants have long been used as preservatives or seasonings. Recently, however, researchers have been drawn to the physiologic effects of ginger on diseases such as cancer and arteriosclerosis. The specific purpose of this study was to analyze the antibacterial effect of ginger.

**Methods:** ①The disk diffusion method was applied in order to analyze the antibacterial effects of different parts of gingers. ②This analysis was conducted by applying an embrocation (extracted from ginger juice) to hairless mice.

**Results & Discussion:** ①Commercial gingers and grated live ginger were analyzed and compared in terms of their antibacterial effects; the ginger pastes formed 31mm inhibitory circles and 25–50mm inhibitory circles, respectively. The sizes of these inhibitory circles were therefore very similar to those produced by antibiotics, ampicillin and other commonly-used antibacterial agents. ②In terms of the antibacterial effects of the embrocation extracted from ginger juice, the rate of decrease in the number of bacteria was 76.9%. This rate was much higher than the rate (11.3%) recorded by the control experiment using physiological saline solution. In conclusion, the data confirmed the very high antibacterial effects of ginger.

**Key words:** Ginger, *Staphylococcus epidermidis*, hairless mouse, antibacterial effects

#### 要 旨

**目的:** ショウガは、古くから防腐剤や調味料などとして使われていた。近年では、ガンや動脈硬化などに及ぼす生理学的影響についても注目されている。このようなショウガの殺菌・抗菌効果の有無とその実用化に向けた解析を行った。

**方法:** ①ショウガの殺菌・抗菌効果を解析するため、阻止円形成法等を使用した。②ヘアレスマウスを用いて、ショウガ汁の塗擦による殺菌・抗菌効果を調べた。

**結果と考察:** ①市販のチューブ入りショウガと生のショウガすりおろしによる阻止円形成を解析したところ、それぞれ31mm、25～50mmの阻止円が形成された。この阻止円の大きさは、抗生物質であるアンピシリン等と同程度以上であり、ショウガ汁に高い殺菌・抗菌効果があることが明らかとなった。②ヘアレスマウスを用いてショウガ汁綿での塗擦効果を調べた結果、塗擦前後での細菌コロニー数の減少率は76.9%であり、対照実験としての生理的食塩水の減少率11.3%と比べて、明らかな殺菌・抗菌効果がみとめられた。

**Key words:** ショウガ、表皮ブドウ球菌、ヘアレスマウス、殺菌・抗菌効果

\*福岡県立大学・看護学部・実験看護学領域  
Faculty of Nursing, Fukuoka Prefectural University

\*\*社会医療法人財団 池友会 福岡和白病院  
Fukuoka Wajiro Hospital

\*\*\*国家公務員共済組合連合会 浜の町病院  
Hamanomachi 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・実験看護学領域  
芋川 浩  
e-mail: imokawa@fukuoka-pu.ac.jp

## I. 緒言

ショウガの歴史は古く、狩猟生活の手段として肉や魚などの生ものを食べ始めた頃から、防腐剤や調味料あるいは医薬品として使われてきたとされている<sup>1)</sup>。このようなショウガは、熱帯アジア原産のショウガ科に属する多年草であり<sup>2)</sup>、わが国には、3世紀頃、中国より伝わったことが魏志倭人伝に記されている<sup>3)</sup>。当時は「クレノハジカミ」とよばれていたと言われている<sup>1,3)</sup>。クレは当時の呉(現在の中国)、ハジカミは山椒を指し、辛味をもつことが語源とされている<sup>3)</sup>。8世紀の平安時代になると、ショウガは日本でも栽培されるようになり、日本最古の医学書「医心方」(948年頃)には「平安貴族たちが、生姜の薬効を認め、風邪薬として愛用していた」という記載もある<sup>4,5)</sup>。

ショウガには、100種類以上の芳香性揮発成分と250種類以上の刺激性辛み成分が含まれており、このような多種成分の相互作用でショウガの様々な薬効が生まれるものと言われている<sup>4)</sup>。辛み成分の主なもの、ジンゲロール、ショウガオール、ジンゲロンという成分である<sup>6,7,8)</sup>。ジンゲロールは辛み成分の中で最も多く含まれる成分であり、ショウガオールやジンゲロンもジンゲロールから生成される成分であるため最も注目されていると言われている<sup>9)</sup>。

ショウガの漢方としての治療への応用は、消化器系症状、特に吐気、乗り物酔い、妊娠悪阻(妊娠中の過度の嘔吐)への予防投与であると言われている<sup>4,8)</sup>。漢方において生のショウガは、新陳代謝機能を促進し、体内の余分な水分を排出させる目的で嘔吐、咳嗽、腸満、鼻づまりなどにも用いられている<sup>10)</sup>。一方「乾姜」(十分に乾燥させたショウガ)は腹冷痛、腰痛、下痢などに用いるとされている。一般には生のショウガは乾姜と比べて胃を丈夫にすること、吐き気止めの効果が大きく乾姜は内臓の冷えにおいて体内を温めるために用いるとされている<sup>11)</sup>。また、近年では、ガンや動脈硬化<sup>12,13)</sup>、エネルギー代謝<sup>14-18)</sup>、アレルギーなどに及ぼすショウガの生理学的影響についての報告もある<sup>3,19,20)</sup>。

例えば、ヒト乳腺ガンである乳ガン細胞において、ジンゲロールは、乳腺ガンの浸潤、乳腺ガン細胞の運動性、マトリックスメタロプロテアーゼ-2(Matrix MetalloProteinase-2, MMP-2)またはMMP-9の活性に対しての抑制力があると言われている<sup>12)</sup>。このように、ショウガ抽出成分であるジンゲロール

は乳ガン抑制機序があると言われている<sup>3)</sup>。

これらのことより、ショウガにはさまざまな効果があることがわかる。このようなさまざまな効能を看護や医療の現場に生かせないか、さらに、その中で何が看護のメディカルケアとして活かせるのかを考えたうえで、まず生姜にはどの程度の殺菌・抗菌効果があるのか、また、その程度が医療技術として使えるのかという点に注目した。さらに、生姜は、食材としても広く利用されているため、生体への生理的影響も少ないと考えられ有効活用が可能であるとも考えた。

そこで、本研究では、ショウガにあると言われている多くの効果の中で殺菌・抗菌効果に注目し、阻止円形成で解析するディスク拡散法に加え、細菌とショウガの直接接触による効果という独自の解析方法やショウガを用いた塗擦消毒法などの解析方法により多面的にショウガの殺菌・抗菌効果を解析したので報告したい。

## II. 方法

### 1. 対象細菌と寒天培地

本研究で使用した細菌は、本研究室で管理・維持している表皮ブドウ球菌(*Staphylococcus epidermidis*)である。この表皮ブドウ球菌は、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使用した。

表皮ブドウ球菌は、ブドウ球菌属の中では最もヒトに普遍的な菌種であり、皮膚表面、鼻腔などの常在菌叢であるが、病原性は非常に低い<sup>21,22)</sup>。しかし、何らかの原因で免疫力が低下し、易感染患者の方では日和見感染症を起こす原因菌となる<sup>18)</sup>。さらに、浅い褥瘡では表皮ブドウ球菌での感染を生じることが多いと言われていることから<sup>22)</sup>、本研究における殺菌・抗菌効果の研究に適すると思われ、選択した。

寒天培地は、表皮ブドウ球菌専用の卵黄加マンニット食塩寒天培地(栄研化学)を使用した。

### 2. 阻止円の形成方法

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において培養した1mmサイズの細菌コロニーを1個とり、生理的食塩水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生理的食塩水でさらに1000倍に希釈した液

(以下、細菌液と呼ぶ)を使用した<sup>23)</sup>。これで10cmシャーレに $2 \times 10^5$ 個の細菌コロニー形成が見込まれる。

次に、表皮ブドウ球菌の細菌液を、滅菌綿棒を用いて卵黄加マンニット食塩寒天培地の表面全体に一樣に塗布した。その寒天培地の中央にショウガ試料を置いて、その後37℃恒温器で15時間培養し、阻止円を形成させることで、ショウガ試料の殺菌・抗菌効果を調べた(図1)。

### 3. ショウガ

使用したショウガは、市販のチューブ入りショウガ(山忠わさび(株))、生のショウガをスーパーで購入した。

以下、チューブ入りショウガをチューブショウガと呼び、さらに、生のショウガについては、おろし器ですりおろしたものを使用した。ただし、ショウガの皮がついているものについていないものを準備した。それぞれを皮付きショウガすりおろし、皮なしショウガすりおろしと呼び、皮付きショウガすりおろしをシリンジで圧搾して得た抽出液をショウガ汁とした<sup>23)</sup>。ちなみに、おろしショウガは、すりおろしショウガのみではなく、チューブショウガ、すりおろしショウガすべての総称とする。

### 4. ショウガの殺菌・抗菌効果の解析方法

ショウガの殺菌・抗菌効果の解析として、以下の2種類の方法を使用した。

#### 1) おろしショウガ成分の殺菌・抗菌効果の解析方法

##### ① おろしショウガの阻止円形成の解析

チューブショウガ、皮付きショウガすりおろし、皮なしショウガすりおろしの殺菌・抗菌効果を解析する方法は以下のように行った。細菌液を塗布した寒天培地の中央に、各ショウガ試料を1gずつ乗せたものを準備し、培養した。

##### ② ショウガ汁をしみこませたろ紙による阻止円形成の解析

細菌液を全体に一樣に塗布した寒天培地中央にショウガ汁を十分にしみこませたろ紙を置き、阻止円の形成を調べた。対照実験として、生理的食塩水をしみこませたろ紙、アンピシリン10(日本ベクトン・ディッキンソン(株))、カナマイシン30(日本ベクトン・ディッキンソン(株))を使用した。この時使用したろ紙は直径10mmであり、アンピシリン、カナマイシンのディスクの大きさは直径6mmである。

##### ③ ショウガ汁寒天培地を用いた殺菌・抗菌効果の解析

ショウガ汁の殺菌・抗菌効果を阻止円とは別の方法によっても実施した。

ショウガ汁をしみこませた寒天培地を作成し、使用した(ショウガ汁寒天培地と呼ぶ)。その形成方法は、簡単には以下のとおりである。卵黄加マンニット食塩寒天培地に生理的食塩水、ショウガ汁をそれ

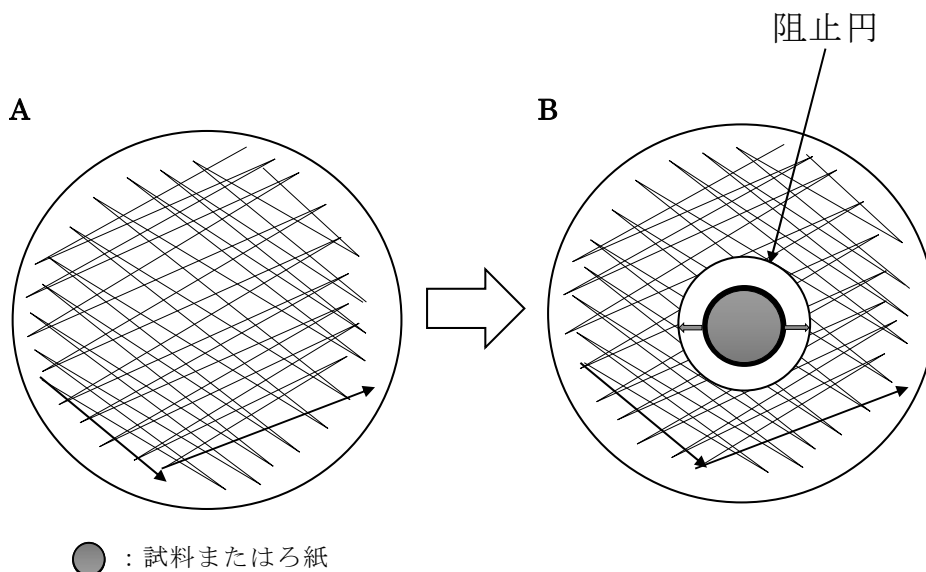


図1. 阻止円の形成方法

A; 滅菌綿棒を使用し、表皮ブドウ球菌を寒天培地への塗布した。B; 細菌を塗布した寒天培地の中央に試料を置き培養することで、阻止円の形成をみた。

⇔は阻止円の直径を示す。

ぞれ 1 ml ずつ隙間なく寒天培地全体にしみこませたものを準備した。その後、37℃恒温器で1時間乾燥させ、寒天培地の左半分のみに表皮ブドウ球菌を塗布し、培養した。対照実験として、ショウガ汁の代わりに生理的食塩水を使用し、同様に寒天培地の左半分のみに細菌を塗布した(図2)。

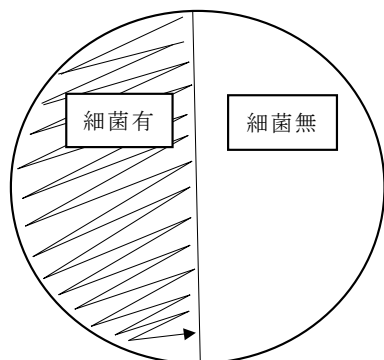


図2. ショウガ汁寒天培地を用いた殺菌・抗菌効果の解析

ショウガ汁をしみこませた寒天培地への細菌塗布方法。寒天培地の右半分のみに細菌を塗布した。

## 2) ショウガによるヘアレスマウス背部の塗擦効果の解析方法

### ① 実験動物

使用したマウスは、九動(株)から購入し、動物実験施設で維持・管理していたヘアレスマウスである(図3)。このマウスの特徴は、獣毛がないために、ヒトの皮膚の研究の代用に適した動物である<sup>24)</sup>。

また、本動物実験においては、福岡県立大学動物実験委員会に申請し、当委員会より許可されている。

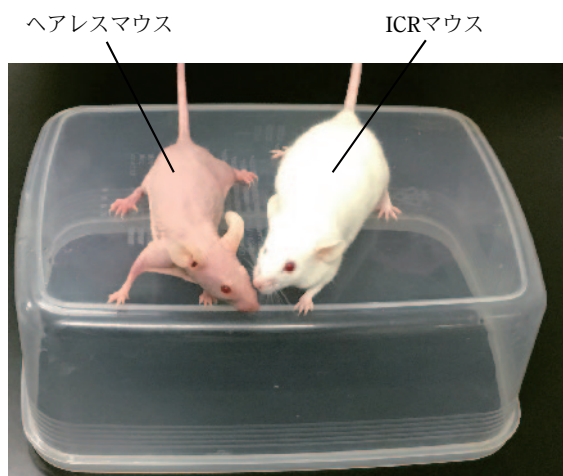


図3. ヘアレスマウスとICRマウス

左がヘアレスマウスであり、右がICRマウスである。ヘアレスマウスはICRマウスとは違い、獣毛がない。

### ② ショウガ汁の塗擦によるヘアレスマウスの背部での、殺菌・抗菌効果

塗擦消毒の方法においては、先行研究にて70%エタノール等を用いたヒトへの塗擦消毒方法を解析・発表しており<sup>25,26)</sup>、その先行研究に基づいてヘアレスマウス用に応用した塗擦消毒方法で行った<sup>27)</sup>。すなわち、先行研究においてヘアレスマウスの背面全面を使用した塗擦消毒の解析は、ヒトを使用した場合にと同等の結果が得られることがわかっており、ショウガ汁を用いた場合でも基本的にはその手法に基づき、解析を行った<sup>27)</sup>。簡単には、ショウガ汁をしみこませたショウガ汁綿や、対照実験として生理的食塩水をしみこませた生理的食塩水綿という2種類の綿を準備した。これらショウガ汁綿など2種類の綿による塗擦前後でヘアレスマウス背面の細菌数の変動を解析した。具体的には、以前の文献にもあるように<sup>27)</sup>、ヘアレスマウスの背面全面を滅菌綿棒を用いてまんべんなく、頭部から尾部に向う縦方向に6回塗擦することで表皮ブドウ球菌を採取し、採取した表皮ブドウ球菌をシャーレの右半分の寒天培地上に塗布した。その後、ショウガ汁綿(1辺3cmの正方形)でヘアレスマウスの背面全面を頭部から尾部に向う縦方向で3回塗擦消毒した。塗擦消毒後、背面表皮上のショウガ汁を乾かすため、そのまま1分置き、背面のショウガ汁を乾かした。ショウガ汁が乾いたのち、新しい滅菌綿棒を用いて前述と同じヘアレスマウス背面全面をまんべんなく、頭部から尾部に向かう縦方向で6回塗擦する。次に、塗擦消毒後のヘアレスマウスの背面全面から表皮ブドウ球菌を採取し、シャーレの左半分の寒天培地上に塗布し、37℃の恒温器に18時間培養した(図4)。この際、ヘアレスマウス背面からの細菌の回収やショウガ汁綿による塗擦消毒効果が実験者により変動しないように、細菌の回収や塗擦は本研究を通して同一人物が行い、結果の均一性や普遍性を保てるように配慮した。また、対照実験として、ショウガ汁綿の代わりに、ショウガ汁と同量の生理的食塩水をしみこませた生理的食塩水綿(1辺3cmの正方形)を用いて、ショウガ汁綿の場合と全く同様の手法で生理的食塩水による塗擦消毒効果を調べた。

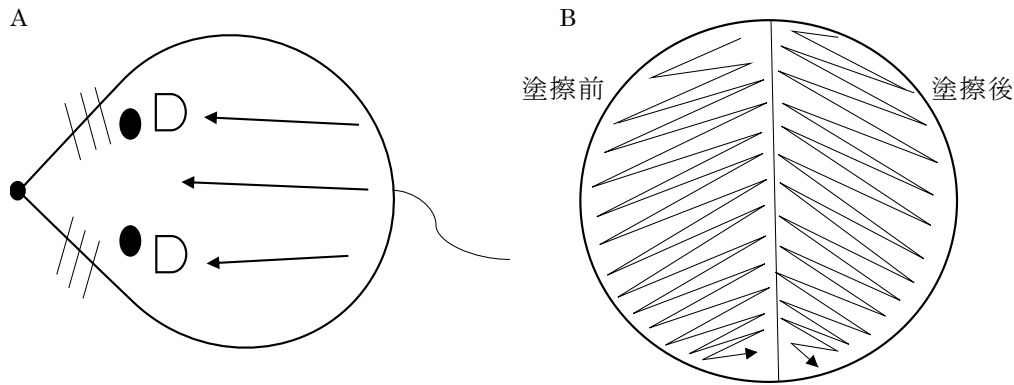


図4. ヘアレスマウスでの塗擦による殺菌・抗菌効果の解析

ヘアレスマウスでの塗擦による殺菌・抗菌効果を見たものである。A；ヘアレスマウスを用い、ショウガ汁綿での塗擦方法、B；塗擦前後でのヘアレスマウス背部の細菌の塗布方法である。

### Ⅲ. 結果

#### 1. ショウガの殺菌・抗菌効果の解析

##### 1) おろしショウガの阻止円形成

ショウガの殺菌・抗菌効果を解析するため、寒天培地にチューブショウガ、皮付きショウガすりおろし、皮なしショウガすりおろしを置き、阻止円の形成を調べた。その結果、チューブショウガ1gを寒天培地中央に乗せたものにおいては、阻止円が約31mmとなった(図5A)。チューブショウガの幅は約17mmであり、矢印で示したチューブショウガ周囲の細菌の生えていない部分は半径約7mmであった(図5A)。また、皮付きショウガすりおろし1gを乗せたものにおいても、約25~50mmの阻止円が得られた(図5B、C)。皮付きショウガすりおろしの幅は約19~21mmであり、矢印で示した皮付きショウガすりおろし周囲の細菌の生えていない部分は半径約5~20mmであった(図5B、C)。また、皮なしショウガすりおろし1gを寒天培地の中央に乗せたものにおいても、約26~28mmの阻止円が形成された(図5D)。皮なしショウガすりおろしの幅は約18~19mmであり、矢印で示した皮付きショウガすりおろし周囲の細菌の生えていない部分は約6~7mmであった(図5D)。

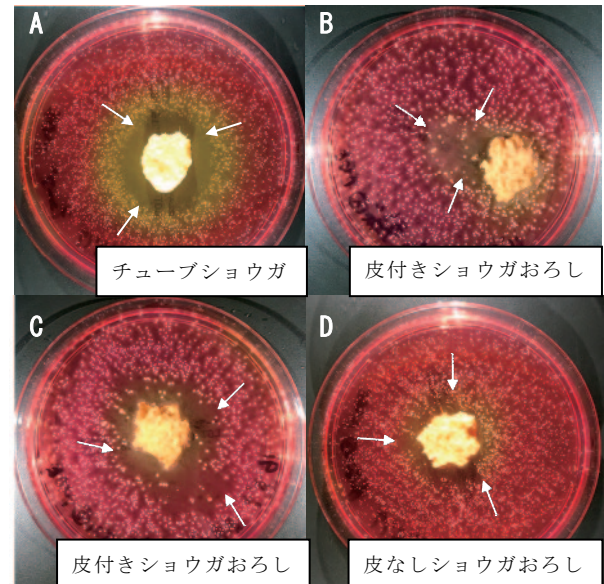


図5. おろしショウガの阻止円形成の解析

チューブショウガ・皮付きショウガおろし・皮なしショウガおろしの阻止円形成。A；チューブショウガ、B、C；皮付きショウガおろし、D；皮なしショウガおろし。また、白の矢印は阻止円部分を示している。

##### 2) ショウガ汁をしみこませたろ紙による阻止円形成の解析

すりおろしたショウガからしみ出た液性成分(ショウガ汁)の殺菌・抗菌効果を調べるため、ショウガ汁の阻止円形成を解析した。ショウガ汁をろ紙にしみこませたもの、および負の対照実験としての生理的食塩水をろ紙にしみこませたもの、正の対照実験として抗生物質であるアンピシリンやカナマイシンを浸み込ませたディスクを寒天培地中央に置き、阻止円の形成を調べた。その結果、ショウガ汁をしみこませたろ紙においては約42mm~48mmの阻止円

がえられた(図6 A)。ろ紙は直径10mmであり、矢印で示したろ紙周囲の細菌の生えていない部分は半径約7~22mm(平均18mm)であった(図6 A)。アンピシリンのディスクでも、約35mmの阻止円が形成された(図6 B)。カナマイシンのディスクでは、約13mmの阻止円が形成された(図6 C)。それぞれ、ディスクの直径は約6mmであり、アンピシリンによる阻止円の大きさは半径約14.5mmであり、カナマイシンによる阻止円の大きさは半径約3.5mmであった(図6 B、C)。負の対照実験である生理的食塩水をしみこませたろ紙には阻止円は形成されなかった(図6 D)。

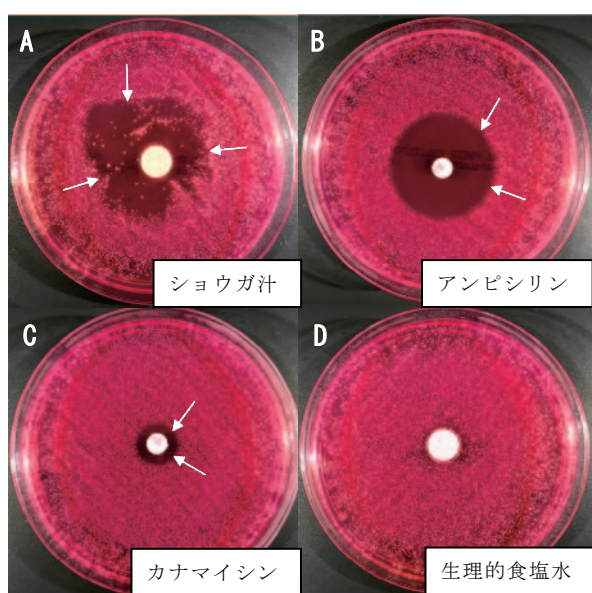


図6. ショウガ汁をしみこませたろ紙による阻止円形成の解析

ショウガ汁の阻止円形成。A; ショウガ汁、B; アンピシリン、C; カナマイシン、D; 生理的食塩水。また、白の矢印は阻止円部分を示している。

また、ショウガ汁をしみこませたろ紙での阻止円を直径45mmとし、アンピシリン、カナマイシンそれぞれの相対値を算出した(表1)。その結果、ショウガ汁の殺菌・抗菌効果はアンピシリンの約1.3倍、カナマイシンの約3.5倍に相当することが認められた。

### 3) ショウガ汁寒天培地を用いた殺菌・抗菌効果の解析

ショウガ汁の殺菌・抗菌効果をさらに解析するため、ショウガ汁あるいは、生理的食塩水をしみこませた寒天培地に細菌を塗布し培養・増殖させた。2種類の寒天培地上での細菌コロニー数を比較することで、ショウガ汁と生理的食塩水の殺菌・抗菌効果の違いを解析した。その結果、ショウガ汁寒天培地では、表皮ブドウ球菌のコロニー数は3420個であった(図7 A、図8)。それに対し、負の対照実験である生理的食塩水寒天培地では、表皮ブドウ球菌のコロニー数は9549個であった(図7 B、図8)。

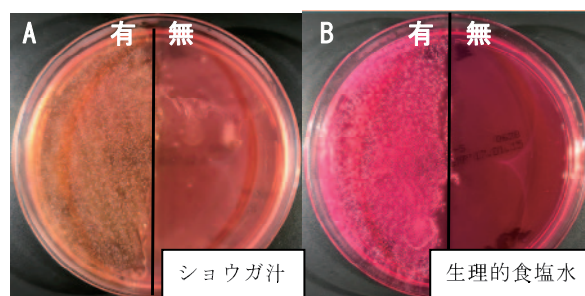


図7. ショウガ汁寒天培地での殺菌・抗菌効果の解析

ショウガ汁の殺菌・抗菌効果を阻止円以外の方法で解析した。図2で説明したように、各寒天培地上での細菌の増殖を調べるために、左半分のみに細菌を塗布した(有と表示)。また、右半分は対照実験として細菌を塗布していない(無と表示)。A; ショウガ汁寒天培地、B; 生理的食塩水寒天培地。

表1. ショウガ汁ろ紙とディスクとの阻止円の比較

	ショウガ汁	アンピシリン	カナマイシン	生理的食塩水
大きさ(mm)	45	35	13	0
相対値1	1.3	1	0.4	
相対値2	3.5	2.7	1	

相対値1: アンピシリンで形成された阻止円の直径35mmを基準値1としたときの各阻止円の相対値。{相対値=各阻止円の直径(mm)÷抗生物質の阻止円の直径(mm)}。

相対値2: カナマイシンで形成された阻止円の直径13mmを基準値1としたときの各阻止円の相対値。

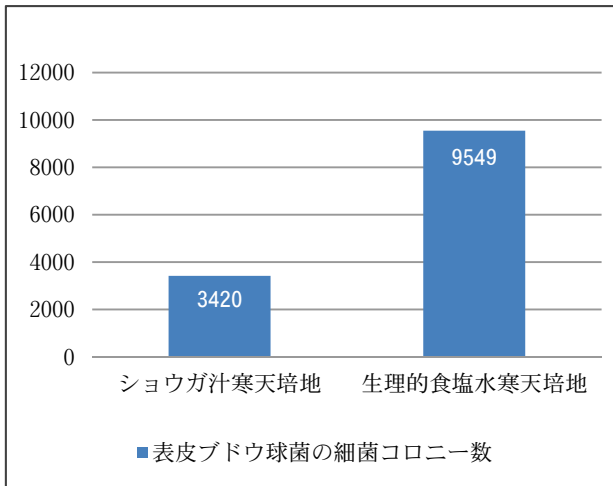


図8. ショウガ汁による表皮ブドウ球菌細菌コロニー数の比較

図7の細菌コロニー数を数えた結果をグラフに表したものである。左がショウガ汁寒天培地に表皮ブドウ球菌を塗布した細菌コロニー数、右が生理的食塩水寒天培地に塗布した細菌コロニー数。

#### 4) ショウガ汁によるヘアレスマウス背部の塗擦効果の解析

これまでの結果より、ショウガに殺菌抗菌効果があることが分かった。そのショウガの殺菌抗菌効果を実際の医療現場で実用化できるかどうかを検討するため、ヘアレスマウスを用いて、ショウガ汁を用いた塗擦消毒の効果を解析した。ショウガ汁綿、生理的食塩水綿を準備し、両綿の塗擦前後でのヘアレスマウスの背中における表皮ブドウ球菌の細菌コロニー数の変化を調べた。ショウガ汁綿での塗擦前では、ヘアレスマウス背中の表皮ブドウ球菌のコロニー数は1575個、1674個、1701個(図9 A-C、表2)

であったが、塗擦後の表皮ブドウ球菌のコロニー数は108個、720個、315個(図9 A-C、表2)と大幅に減少した。また、生理的食塩水綿での塗擦前では、ヘアレスマウス背中の表皮ブドウ球菌のコロニー数は1989個(図9 D、表2)であり、生理的食塩水綿による塗擦後の表皮ブドウ球菌のコロニー数は1764個であった(図9 D、表2)。これらの結果をグラフとして表したところ、ショウガ汁綿で塗擦後の表皮ブドウ球菌のコロニー数が生理的食塩水綿で塗擦したものと比べ明らかに低くなったことがわかった(図10)。

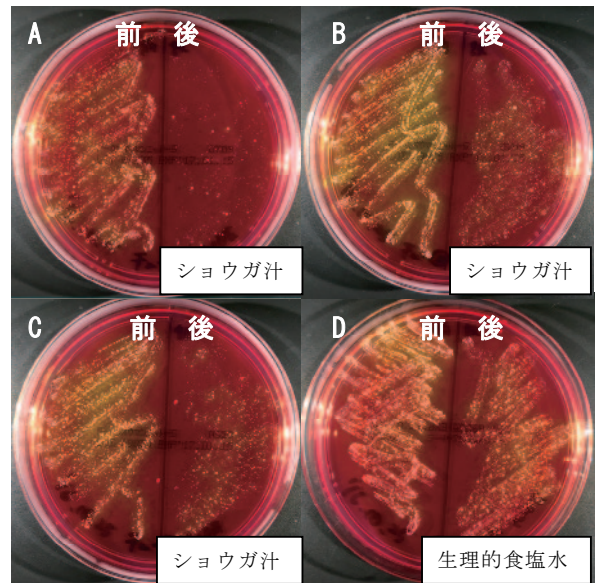


図9. ショウガ汁によるヘアレスマウス背部での塗擦効果の解析

ショウガ汁によるヘアレスマウス背部での塗擦効果のみたものである。A、B、C; ショウガ汁、D; 生理的食塩水

表2. ヘアレスマウス背部での塗擦前後の表皮ブドウ球菌の細菌コロニー数の変化

	ショウガ汁綿 ヘアレスマウス1 (図9 A)	ショウガ汁綿 ヘアレスマウス2 (図9 B)	ショウガ汁綿 ヘアレスマウス3 (図9 C)	生理的食塩水綿 ヘアレスマウス (図9 D)
塗擦前の細菌コロニー数(個)	1575個	1674個	1701個	1989個
塗擦後の細菌コロニー数(個)	108個	720個	315個	1764個
塗擦前の平均数(個)	1650個			
塗擦後の平均数(個)	381個			
減少率(%)	76.9%			11.3%

図9の細菌コロニー数を表にまとめたものである。左からショウガ汁綿での背部の塗擦前後での細菌コロニー数とその平均、対照実験として生理的食塩水も同様に行った。

また、減少率とは、生理的食塩水と比べた塗擦前後の減少率を示しており、以下の計算式を用いた。 $\{(\text{対照実験における細菌コロニー数}) - (\text{ショウガ汁における細菌コロニー数})\} \div (\text{対照実験における細菌コロニー数}) \times 100$

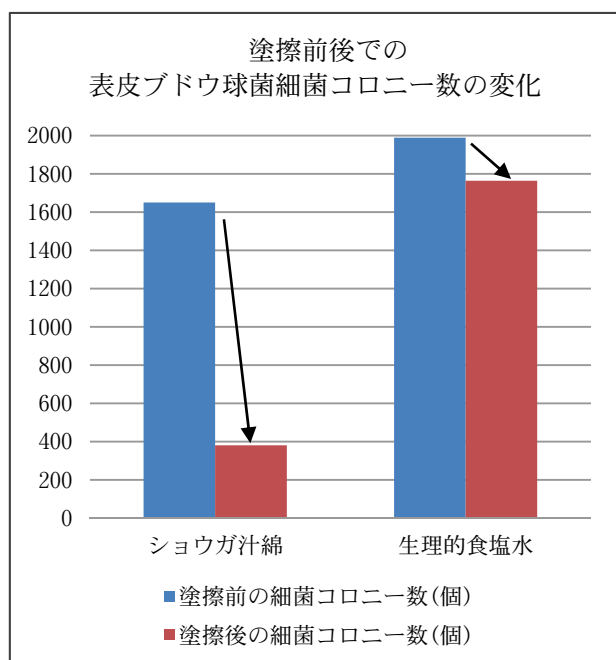


図10. ショウガ汁塗擦前後の細菌コロニー数の減少

表2の結果をグラフに表したものである。左;ショウガ汁綿で塗擦前後の細菌コロニー数。右;生理的食塩水綿で塗擦前後の細菌コロニー数。矢印は細菌コロニー数の減少を示している。

#### IV. 考 察

##### 1) おろしショウガの阻止円形成による解析

阻止円形成方法により、市販のチューブ入りショウガ、生の皮付きショウガすりおろし、生の皮なしショウガすりおろしの殺菌・抗菌効果を解析した(図5)。その結果、チューブショウガの周囲に約31mmの阻止円が形成され、皮付きショウガすりおろしにおいては、約25~50mmの阻止円、皮なしショウガすりおろしにおいては、約26~28mmの阻止円が形成された(図5 A、C、D)。これらの結果より、近年のいくつかの先行研究でも言われていたように<sup>7,8,28,29)</sup>、本研究で調べたすべてのおろしショウガにおいて殺菌・抗菌効果があることが明らかとなった。ただし、最近発表された別の先行研究では「すりおろしショウガには抗菌効果がなかった」という結果で、本研究結果とは大きく異なっていた<sup>30)</sup>。この先行研究においては、阻止円形成(ペーパーディスク拡散法)および表皮ブドウ球菌を使用したという点で本研究と類似した研究手法を用いているが、ショウガをすりおろした後、濾過フィルターを通してショウガの固形物と液体成分に分離している点が異なる。したがって、その濾過フィルターを通す過程で殺菌・抗菌効果が失われた可能性が考えられる。たとえば、

濾過フィルターへの有効成分の吸着、あるいは濾過フィルターを通すなどのタイムロスによる有効成分の失活、あるいは揮発したことが考えられる。本研究では、そのような有効成分の失活や揮発などによる殺菌・抗菌効果が失われることを危惧し、ショウガをすりおろした後は速やかに阻止円形成の解析に進んだことで有効な殺菌抗菌効果がみられたものと思われる(図5 A、C、D)。

さらに、図5の結果では、皮付きショウガすりおろしの阻止円の方が皮なしショウガすりおろしの阻止円より大きい傾向にある(図5 C、D)。これについては、ショウガの皮をむく操作が原因と考えられる。すなわち、理由の一つ目としては、ショウガの殺菌・抗菌効果に重要な成分と考えられているジンゲロール、ショウガオールなどがショウガの皮のすぐ裏側に比較的多く存在しているということから<sup>31)</sup>、皮を除くことで殺菌・抗菌効果の有効成分が皮なしショウガすりおろしで減少したためではないかと考えられる。さらに、もう一つの可能性は、ショウガの殺菌・抗菌効果に重要な成分と考えられているジンゲロール、ショウガオールなどは揮発性成分であり<sup>4,6-9)</sup>、ショウガはいびつな形である上、凹凸の多いショウガの皮をむき終わるまでに時間がかかり、少しずつではあるが有効成分が揮発し、減少したとも考えられる。今後その原因も究明したいと思っている。

また、チューブショウガの阻止円の方が、皮付きショウガすりおろしの阻止円と比べて若干小さい(図5 A、C)。これについても、もしかすると、チューブショウガにおいては皮の部分を多く取り除いており、有効成分を多く含んでいない可能性がある。ただし、チューブショウガの阻止円はとてもきれいであり、阻止円の中に細菌コロニーなどは一切見られなかった(図5 A)。この理由としては2つのことが考えられる。1点目は、チューブショウガは市販のチューブ入りおろしショウガであり、長期保存のために防腐剤などが添加されており、それによる阻止円形成が促進された可能性がある点である。ただ、その市販のチューブ入りおろしショウガの商品ラベルに表示されている成分表には明らかにわかる防腐剤の有無は確認できなかった。表示されていた原材料は、ショウガ、でんぷん、食塩、デキストリン、ソルビトール、酒精、酸味料、安定剤(キサンタンガム)、酸化防止剤(ビタミンC)、調味料(アミノ



酸)、香料、香辛料抽出物であった。この中で、ソルビトールはヒドロキシ基を多数持つ糖アルコールの一種である。さらに、安定剤としてのキサンタンガムも含有されている。これらは、食品の増粘剤としての使用が多いことから、2点目の理由として、添加物のソルビトールやキサンタンガムが、抗菌効果以外の働きとして、ショウガ汁の状態をサラサラではなく、粘性を持つようにし、すりおろしショウガ自体やろ紙上からこぼれることもなく、均一にショウガ汁がろ紙の周りに安定して広がったということが考えられる。このようなチューブショウガに対し、皮付きショウガすりおろしの阻止円は比較的大きいが、その阻止円の内部に細菌コロニーと思われるものも見られる(図5 C)。これについては今後さらに解析を進めなくてはならないが、現時点ではショウガの皮に付着している別の細菌である可能性が高いと考えている。本研究に使用する前には水などで生ショウガを十分に洗ってはいるが、いびつな形である上、皮の凹凸の凹側奥に土などが入り込んでいるが十分にとれたとは言えないかもしれないからである。さらに、阻止円内にみられる細菌コロニーは、ショウガの皮についている細菌であることからショウガの殺菌抗菌効果の有効成分に対して抵抗性があり、おろしショウガの汁とともに流れ出た別の細菌のコロニーとして阻止円の中に形成された可能性がある。

また、図5 Bでは、皮付きショウガすりおろしが中央から移動しているが、これは実験のごく初期段階において皮付きショウガすりおろしを機械的に移動させたものである。この結果から、ごく短時間でのショウガの浸み込みによっても、皮付きショウガすりおろしを乗せたところに菌が生えていないことも判明し、ショウガすりおろしに殺菌・抗菌効果があることを示している。また、先行研究により、ショウガ成分の、特に液性成分に殺菌・抗菌効果があるという結果もあるため<sup>13)</sup>、次に液性成分であるショウガ汁について解析を進めた。

## 2) ショウガ汁をしみこませたろ紙による阻止円形成の解析

阻止円形成方法により、ショウガ汁、生理的食塩水、アンピシリン、カナマイシンでの殺菌・抗菌効果を解析した(図6)。その結果、ショウガ汁の周囲に約42~48mmの阻止円が、アンピシリンやカナマイシンのディスクの周囲には、それぞれ約35mm、約

13mmの阻止円が形成された(図6 A-C)。それに対し、負の対照実験である生理的食塩水では阻止円が全く形成されなかった(図6 D)。図6 Aの阻止円の結果より、ショウガ汁には非常に高い殺菌・抗菌効果があることが明らかとなった。ただし、ショウガ汁の大きな阻止円の内部には若干の細菌コロニーが認められる。これについては今後さらに解析を進めなくてはならないが、前述したように表皮ブドウ球菌以外の細菌コロニーではないかと思われる。前項の皮付きすりおろしショウガでの考察の際にも述べているが、研究で使用したショウガ汁は皮付きすりおろしショウガからしみ出た液性部分であるが、ショウガの皮の凹凸の凹部分に付着していた細菌がショウガ汁に紛れ込んでいる可能性が一番高いと考えている。また、その細菌はショウガの有効成分に抵抗性を示す可能性があるため、表皮ブドウ球菌を用いた阻止円形成時にショウガ汁とともに寒天培地に流れしみ出たものと思われる。

次に、ショウガ汁の殺菌・抗菌効果を抗生物質であるアンピシリン、カナマイシンと比較するために、それぞれアンピシリンの約35mmの阻止円を1、カナマイシンの約13mmの阻止円を1としショウガ汁の阻止円の大きさを算出したところ、ショウガ汁ではアンピシリンの約1.3倍、カナマイシンの約3.5倍もの阻止円が形成されたことになる(表1)。したがって、ショウガ汁には抗生物質にも匹敵する高い殺菌・抗菌効果があることが明らかとなった。

このように、ショウガ汁には、アンピシリン、カナマイシンと同等以上の高い殺菌・抗菌効果があり、この効果は抗生物質の代用としても利用できるレベルであることも本研究で明らかとなった。今後は実用化も視野に入れながら、ショウガ汁の殺菌・抗菌効果と抗生物質の効果濃度との相関関係も解析していかなくてはならないと思っている。

## 3) ショウガ汁含有寒天培地を用いた殺菌・抗菌効果の解析

ショウガ汁の実用化を視野に入れながら、ショウガ汁の殺菌・抗菌効果をより詳細に解析するため、阻止円形成方法とは異なる方法を用いて解析した。すなわち、ショウガ汁や生理的食塩水をしみこませた寒天培地の上で同数の表皮ブドウ球菌を培養させ、両寒天培地上での細菌コロニー数の変化を解析することで、ショウガ汁の殺菌・抗菌効果を解析した。

その結果、生理的食塩水含有寒天培地では、細菌

コロニー数が9549個（図7 B左側、表2）にのぼったのに対し、ショウガ汁含有寒天培地では、細菌コロニー数が3420個（図7 A左側、表2）となり、ショウガ汁含有寒天培地での細菌コロニー数の大幅な減少がみられた。これは、ショウガ汁をしみこませた寒天培地では、ショウガ汁の効果により細菌が増殖しにくかったことを示しており、ショウガ汁に殺菌・抗菌効果があることが示している。さらに、このショウガ汁による殺菌・抗菌効果を生理的食塩水の場合と比較するために、細菌減少率を以下の計算式でおこなった。 $[(\text{対照実験における細菌コロニー数}) - (\text{液性成分における細菌コロニー数})] \div (\text{対照実験における細菌コロニー数}) \times 100$ 。その結果ショウガ汁寒天培地における細菌コロニー数の減少率は64.2%であった。さらに、これをグラフにしたところ、ショウガ汁寒天培地では半数以下となる大幅な細菌コロニー数の減少であったこともわかった（図8）。このショウガ汁含有寒天培地という阻止円形成と違う方法での結果によっても、ショウガ汁には高い殺菌・抗菌効果があることを明らかにできた。

これまでの結果に加え、図7や図8の結果より、ショウガ汁が存在する領域では表皮ブドウ球菌が増加しにくいことを示している。そこで、表皮常在菌であり、日和見感染の原因にもなる表皮ブドウ球菌や黄色ブドウ球菌への殺菌・抗菌としてのショウガの利用を考察したところ、本研究室で実績のあるスキนครリーム作成を応用し、スキนครリーム中の液性成分としてショウガ汁を加えることで、表皮上の上記常在菌の殺菌・抗菌効果ももつスキนครリームを作成することができるのではないかと考えている。ショウガ汁含有スキนครリームとして表皮にショウガ汁を塗布することで、ショウガ汁の表皮常在菌への殺菌・抗菌効果を長期的継続的にすることが可能となるのではないだろうか。すなわち、ショウガ汁を含有したスキนครリームを塗布することで、表皮に常在する表皮ブドウ球菌などの数を減らすことも可能となるかもしれない。たとえば、内臓などの手術後に患者の腹部表皮に付着している細菌による感染が近年問題視されている<sup>29, 32)</sup>。さらに、この状況は抗生物質の多用を生み、薬剤耐性菌を生むという結果にもなっている<sup>29, 32)</sup>。このような状況下で、ショウガ汁を含有したスキนครリームを塗布することは、抗生物質のみに頼らず、術後の表皮からの細菌感染を減らす手段として有効となる可能性が充分ある。

今後は、抗生物質を使わないでも殺菌・抗菌効果を高められるスキนครリームとして、ショウガなどのような殺菌・抗菌効果成分を含むスキนครリームなどの開発・作成も進めたいと考えている<sup>33)</sup>。

#### 4) ヘアレスマウス背面のショウガ汁による塗擦効果の解析

これまでの解析により、ショウガ汁には高い殺菌・抗菌効果があることが明らかになったため、今後の実用化の可能性を見据えた新しい試みとして医療技術への応用をめざし、ヘアレスマウスを用いたショウガ汁による塗擦消毒効果の解析をおこなった（図3-図4）。その結果、表2にあるように、ショウガ汁綿において、塗擦前の細菌コロニー数は平均で1650個であったのに対し、ショウガ汁綿による塗擦後の細菌コロニー数は平均で381個というように大幅に減少した（図9 A-C、表2）。それに対し、負の対照実験である生理的食塩水綿では、塗擦前の細菌コロニー数が1989個であったのに対して、塗擦後は1764個となり、細菌コロニー数の減少がほとんどみられなかった（図9 D、表2）。この結果より、ショウガ汁を用いた塗擦法はある種の消毒にも使えるレベルの明らかな殺菌・抗菌効果を示すことが確認できた（図9、表2）。

さらに、ショウガ汁綿での塗擦前後での細菌コロニー数の減少率を調べるため、ショウガ汁含有寒天培地での細菌コロニー数の減少率算出の際と同様の計算式を用いた。その結果、ショウガ汁綿での塗擦前後での細菌コロニー数の減少率は76.9%であり、生理的食塩水での塗擦前後の細菌コロニー数の減少率11.3%と比較して、有意な減少率が得られた（表2）。この表2をグラフにするとより明瞭化し、ショウガ汁綿での塗擦後には大幅な細菌コロニー数の減少が見られることがわかる（図10）。負の対照実験である生理的食塩水綿での塗擦による細菌減少率と比較して、ショウガ汁綿によるマウス背面での塗擦による細菌減少率がとても大きいこともわかる（図10）。この結果は70%エタノールや酢を用いた塗擦消毒を解析した結果とある程度匹敵できるものであった<sup>25-27)</sup>。したがって、ショウガ汁には明らかな殺菌・抗菌効果があり、今後さらに改善を加えることでその効果を70%エタノール塗擦消毒のような医療技術として応用できる可能性があることを示している。

本研究の結果より、ショウガ汁綿の塗擦により表皮ブドウ球菌に対する殺菌・抗菌効果が得られるこ

とが明らかになった。さらに、ショウガには抗生物質と同等以上の阻止円形成能があることから、ショウガの殺菌・抗菌効果は、抗生物質の代用としての応用ばかりではなく、手指消毒対象者への塗擦やショウガ汁入りスキンケア使用などに利用できる可能性がある。したがって、表皮ブドウ球菌等による日和見感染症の予防のほか、褥瘡や手術後の感染予防等にも活用することができる可能性があることが本研究で明らかとなった。

今後は、ショウガオールやジンゲロール、ジンゲロンなどのさまざまなショウガ抽出成分の中でも、どの成分に殺菌・抗菌効果が含まれているのかを先行研究も参考にしながら解析し、その殺菌・抗菌効果を最大限に引き出すための条件も検討し、将来の看護・医療技術に応用できるようにしたい。また、今回はショウガの原液であるショウガ汁を使用した。先行研究でもあったように濃度別に希釈したショウガ汁の殺菌・抗菌効果の解析も行い<sup>29)</sup>、濃度別の効果の変化を見ることで、薄めたショウガ汁でのうがいやショウガ入り入浴など多岐にわたる活用法の開発も期待できるのではないと思われる。

また、ショウガは食用としても利用できるため、将来的には、胃や腸内での洗浄などにも利用できないか、その際大腸菌などの腸内細菌に対してどのような反応を示すのかなどのさらなる解析を進めて行きながら、ショウガの看護技術への応用へと広げてみたい。

## V. 文 献

- 1) しょうがを食卓に… 遠藤食品株式会社. 生姜について.  
[http://www.endo-foods.co.jp/mamechisiki/shouga\\_rekisi.htm](http://www.endo-foods.co.jp/mamechisiki/shouga_rekisi.htm) (2016年11月10日アクセス)
- 2) 野口忠. 栄養・生化学辞典. 株式会社朝倉書店. p307, 2002.
- 3) 木村公喜. 生姜摂取と健康づくり. 日本経大論集2012 ; 41 (2) : 1-10.
- 4) 食品医学研究所: しょうが(生姜)の効果・効能. [第1節] ショウガは漢方薬の70%近くに入っているすぐれモノ. 2009.  
<http://syouga.h-and-w.jp/index.php?m=200907&page=2> (2016年11月24日アクセス)
- 5) 石原結實. 生姜だけで病気を治す. 廣濟堂出版. 2014 : p7.
- 6) 藤沢史子, 灘本知憲, 伏木亨. ショウガ摂取がヒト体温に及ぼす影響. 日本栄養・食糧学会誌 2005 ; 58(1) : 3-9.
- 7) Badreldin H. Ali , Gerald Blunden, Musbah O. Tanira, Abderrahim Nemmar. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. *Food Chem toxicol.* 2008 ; 46 : 409-420.
- 8) 食品医学研究所: しょうが(生姜)の効果・効能. [第51節] しょうが(生姜)の精油成分に抗菌, 抗真菌作用あり. <http://syouga.h-and-w.jp/index.php?m=201005> (2016年5月13日アクセス)
- 9) 吉田真美, 平林佐央里. ショウガ中の6-ジンゲロールの加熱調理による変化. 日本調理科学会誌 2015 ; 48(6) : 398-404.
- 10) 木村修一, 香川靖雄. 食品・栄養・食事療法事典. 産調出版. p484-485, 2006.
- 11) 難波恒雄. 和漢薬の事典. 朝倉書店. p143-144, 2002.
- 12) Hyun Sook Lee, Eun Young Seo, Nam E Kang, Woo Kyung Kim. [6]-Gingerol inhibits metastasis of MDA-MB-231 human breast cancer cells. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 2008;19:656-662.
- 13) Hyun Sook Lee. Effect of [6]-Gingerol on Inhibition of Cell Proliferation MDA-MB-231 Human Breast Cancer Cells. *Korean J Nutr*, 2005 ; 38(8) : 656-662.
- 14) 青木貴子, 黒木由希子. 生姜紅茶と紅茶のエネルギー代謝比較. 岐阜市立女子短期大学研究紀要 2014 ; 63 : 43-45.
- 15) Nammi, S., Kim, M. S., Gavande, N. S., Li, G. Q., Roufogalis, B. D. Regulation of Low-Density Lipoprotein Receptor and 3-Hydroxy-3Methylglutaryl Coenzyme A Reductase Expression by *Zingiber officinale* in the Liver of High-Fat Diet-Fed Rats, BasilD. Roufogalis, *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2010 ; 106 : 389-395.
- 16) 石見百江, 寺田澄玲, 砂原緑, 下岡理恵, 島津孝. 生姜の成分がラットのエネルギー代謝に及ぼす効果. 日本栄養・食糧学会誌 2003 ; 56(3) : 159-165.
- 17) 韓立坤, 森本千恵, 鄭毅男, 李偉, 浅見悦子,

- 奥田拓道, 斉藤雅人. 卵巣摘出ラットの脂肪蓄積に及ぼすジンゲロンの影響. *Yakugaku Zasshi*, 2008 ; 128(8) : 1195-1201.
- 18) 韓立坤, Xiao-Jie Gane, 河野志穂, 斉藤雅人, 木村善行, 奥田拓道. 生姜の抗肥満作用について. *Yakugaku Zasshi*, 2005 ; 125(2) : 213-217.
- 19) 岩田健太郎. 系統看護学講座専門分野Ⅱ成人看護学11 アレルギー膠原病感染症, 医学書院, 2012.
- 20) Ahui, M. L., Champy, P., Ramadan, A., Pham, Van, L., Araujo, L., Brou Andre, K., Diem, S., Damotte, D., Kati-Coulibaly, S., Offoumou, M., A., Thieblemont, N., and Herbelin, A. Ginger prevents Th2-mediated immune responses in a mouse model of airway inflammation. *International Immunopharmacology* 2008 ; 8 : 1626-1632.
- 21) 褥瘡と感染症—感染の制御と予防を目指した褥瘡管理—. 京都大学大学院皮膚科学 講師 立花隆夫, 教授 宮地良樹  
[http://www.kao.co.jp/pro/hospital/pdf/03/03\\_02.pdf](http://www.kao.co.jp/pro/hospital/pdf/03/03_02.pdf)  
 (2016年12月1日)
- 22) 菊池賢. IV. 病原体別にみた院内感染と対策 2. 表皮ブドウ球菌. 日内会誌 2008;97:2673-2677.
- 23) 水城明美. 生姜の殺菌・抗菌効果の解析. 福岡県立大学看護学部第10期生: 卒業研究抄録集, 2016.
- 24) 株式会社星野試験動物飼育所. Hos:HR-1 ヘアレスマウス (無毛マウス)  
<http://www.hoshino-lab-animals.co.jp/products/HR1.html> (2016年11月24日アクセス)
- 25) 芋川 浩, 小関 尚子. エタノール綿を用いた塗擦消毒効果の検討. *Expert Nurse* 2008 ; 24 : 96-99.
- 26) 芋川 浩. 表皮上の細菌数は酢による処置で大幅に減少する. 福岡県立大学看護学研究紀要 2010 ; 7 : 34-39.
- 27) Imokawa, Y., Seikoba, M., and Akiyoshi, Y. Sterilization effect of the alcoholic beverages which aimed at the disaster medical care. *Joint International Symposium on 「Regional Revitalization and Innovation for Social Contribution」 and 「e-ASIA Functional Materials and Biomass Utilization 2016」* 2016: 1-4.
- 28) Onyeagba R.A., Ugbogu O.C., Okeke C.U. and Iroakasi O. Studies on the antimicrobial effects of garlic (*Alliumsativum Linn*), ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) and lime (*Citrus aurantifolia Linn*). *African Journal of Biotechnology* 2004 ; 3(10) : 552-554.
- 29) Sebiomo A., Awofodu A.D., Awosanya A.O. Awotona F.E. and Ajayi A.J. Comparative studies of antibacterial effect of some antibiotics and ginger (*Zingiber officinale*) on two pathogenic bacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials* 2011 ; 3(1) : 18-22.
- 30) 望月達人, 河野健一, 矢野義明, 松崎勝巳. 薬味野菜による抗菌作用の相乗効果. *ELCAS Journal* 2016 ; 1 : 58-62.
- 31) ショウガのパワーを400倍に!?「ウルトラ蒸しショウガ」とは. CHINTAI情報局.  
<https://www.chintai.net/news/2014/10/09/2011/>  
 (2018年10月28日アクセス)
- 32) 田島陽介・岡部康之・立石善隆・西山晃史 尾関百合子・亀山仁史・松本壮吉・若井俊文. プロバイオティクス医療を視野に入れた ヨーグルトの抗菌効果の検討. *新潟医学会雑誌* 2015 ; 129(10) : 593-600.
- 33) 芋川 浩. 皮膚創傷治癒用組成物及び同皮膚創傷治癒用組成物の製造方法. 特許公報, 2016年4月6日.

受付 2018. 9. 3  
 採用 2019. 1. 24