

レモンとポッカレモンの殺菌・抗菌効果の比較解析

芋川 浩* 上鶴 紗也**

Comparative Analysis of antibacterial effects between freshly squeezed lemon juice and concentrated lemon juice (Pokka lemon)

Yutaka IMOKAWA Saya KAMIZURU

要 旨

【緒言】レモンには高い殺菌・抗菌効果がある。そこで、濃縮還元レモンであるポッカレモンとレモン果汁の効果について比較解析した。

【方法】ポッカレモン、レモンはスーパーで購入した。細菌は表皮ブドウ球菌と大腸菌を使用した。殺菌抗菌効果判定には、ディスク拡散法（阻止円形成法）を利用した。

【結果】表皮ブドウ球菌に対して、ポッカレモンでは 15.8 ± 2.59 mm、レモン果汁では 13.3 ± 2.05 mmの阻止円が形成された。大腸菌において、ポッカレモンでは 12.3 ± 2.86 mm、レモン果汁では 11.3 ± 2.49 mmの阻止円が形成された。

【考察】表皮ブドウ球菌に対する阻止円形成では、ポッカレモンはレモン果汁の1.19倍、抗生物質の1.26倍の殺菌・抗菌効果を示した。大腸菌に対しては、ポッカレモンはレモン果汁の1.09倍の殺菌・抗菌効果を示した。これらの結果より、ポッカレモンは表皮ブドウ球菌および大腸菌に対し高い殺菌・抗菌効果を示し、災害時の簡易的な医療処置として使用できると期待できる。

Key Word :レモン、ポッカレモン、殺菌・抗菌効果、災害看護、阻止円形成

I. 緒 言

我々の住む日本は、その地形、地質、気象などの自然条件から台風や豪雨、土砂災害、地震、津波などの多くの自然災害が発生しやすい国土である¹⁾。世界全体に占める日本の災害発生割合は、マグニチュード6以上の地震回数では20.8%、活火山数が7.0%などと非常に高い。日本の国土面積は世界の0.25%であることを考えれば、前述の比率がどれほど高いかは容易にわかるところである。近年では、毎年のように全国各地で自然災害が頻発し、甚大な被害が発生している。2016年（平成28年）に発生した熊本地震では、震度6弱以上を観測する地震が7回発生し、多数の家屋倒壊、土砂災害等により死者64名、重軽傷者約1,816名の甚大な被害が発生した²⁾。その他にも、2019年（令和元年）に発生した台風19号の豪雨で、東日本では死者90名、行方不明者9名、全

半壊棟4,008棟、住宅浸水70,341棟という極めて甚大な被害が広範囲で発生した³⁾。また、今後起こりうる大規模災害として南海トラフ巨大地震や首都直下地震などが挙げられ、対策計画も進んでいる⁴⁾。このような緊急災害時には市町村など都市機能の多くが被災するため、応急・復旧活動等に必要不可欠な交通網が広範囲にわたり寸断される上、インフラ施設の損壊及び、電気やガス、水道をはじめとするライフラインへの大きな被害も発生し得る。実際に、2011年（平成23年）に発生した東日本大震災では被災地の被害の大きさばかりではなく、災害時の支援物資の供給体制も大きな課題となっていた⁵⁾。

*福岡県立大学・看護学部
Faculty of Nursing, Fukuoka Prefectural University
**東京医科大学病院
Tokyo Medical University 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

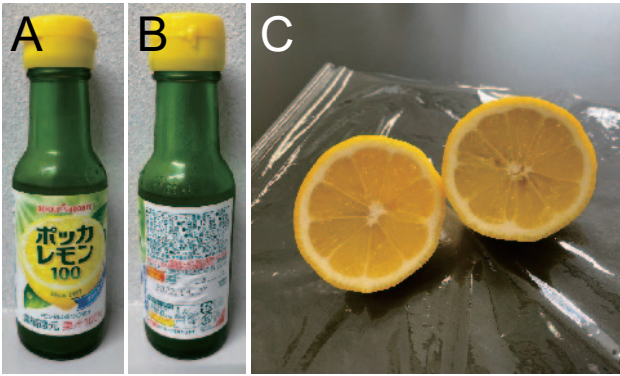


図1 実験で使用したポッカレモン (Aは表側, Bは裏側) とレモン果実 (C)

前述のような大災害時においては、停電や洪水などによる医療機関の機能不全が生じたり、土砂崩れなどにより孤立し、必要な医療機関に行けず、適切な医療が受けられない状況も容易に想定される。さらに、そのような状況下では、けが人や病人も多く生じ得る。そこで、そのような緊急災害下でも一般家庭に常時あるような日用食品等を用いて応急処置が可能となれば、創傷の悪化等を防ぎ、多くの命を救うことができると考えられる。特に、このような緊急災害時の状況下では消毒や清潔管理は極めて重要であり、そのような目的から殺菌・抗菌効果として使用可能な食品等をこれまで検索してきた。これまでに先行研究として、レモン、カボス、はちみつ、ブルーベリーなどの殺菌・抗菌効果の検証が解析されてきた⁶⁻⁹⁾。その中でもレモンやカボスなど柑橘類の殺菌・抗菌効果は顕著であった^{6, 7)}。

レモン (*Citrus limon*) の原産はインドのアッサム地方であり、地中海沿岸諸国や新大陸に伝えられ、特にイタリアでの栽培が盛んとなったと言われている¹⁰⁾。冬季に温暖で夏季に降雨の少ない地方がレモンの栽培適地であり、レモンは厳寒期でなければ四季を通じて開花・結実する。

このレモンが日本に伝わったのは1875年 (明治8年) と言われており、瀬戸内を中心に比較的温暖な土地で栽培されていた¹¹⁾。その後、大正以降になって和歌山、広島、高知、宮崎などさらに多くの温暖地で栽培されるようになったと言われている。しかし、1964年 (昭和39年) のレモンの輸入自由化によって壊滅的な打撃を受け、日本での生産は激減した。2017年 (平成29年) のレモン国内出荷量は6,422トン、輸入量は49,294トンであり、国内に流通するレモンのほとんどが外国産のレモンとなっている^{12, 13)}。レモンはスイートレモン種を除けば、酸が多く含まれるために、生果として食されることはないが、独特の香気に加え、ビタミンC、ペクチン質なども多いことから、肉や魚に绞りかけたり、清涼飲料やパイ、ケーキの香りづけなどに利用され、柑橘類の中でもっとも利用価値の高い果実の一つである^{11, 14-17)}。

ポッカレモンはレモンの輸入の自由化がされていなかった1957年 (昭和32年) 当時、ニッカレモン株式会社の創業者である谷田利景が開発したものである¹⁸⁾。谷田は当時の日本においてレモンが高価であったという背景から、「気軽に使えるレモンを」という考えのもと、合成レモンを開発し瓶詰にして発売した。ポッカレモンは収穫したレモンを搾汁・冷凍後輸入し、解凍したレモン果汁を濃縮還元したもので、製造工程の中ではビタミンCの減少を抑える効果がある交流高電界殺菌が行われている¹⁹⁾。濃縮還元とは、果実からジュースを搾汁したのち、水分を除いて濃縮し保管した濃縮原料に、再度水分を加え

る¹⁰⁾。冬季に温暖で夏季に降雨の少ない地方がレモンの栽培適地であり、レモンは厳寒期でなければ四季を通じて開花・結実する。

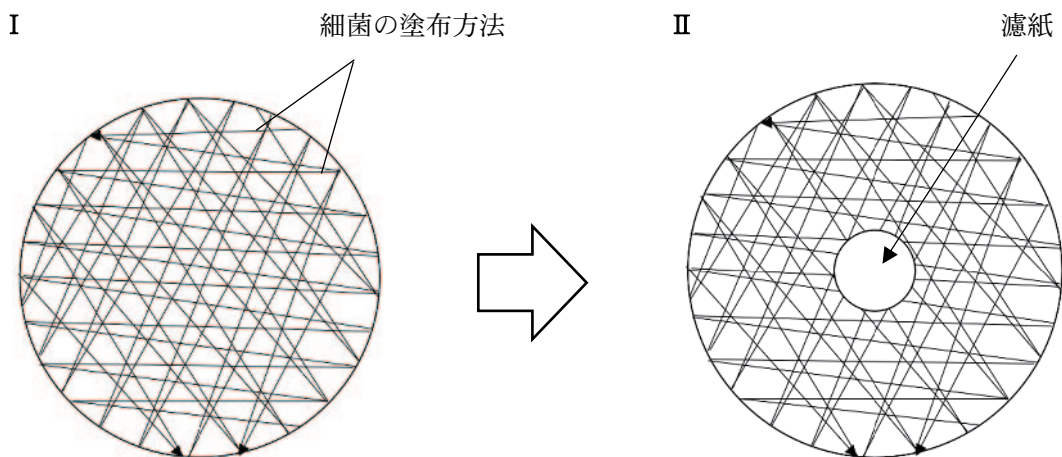


図2 細菌の塗布方法

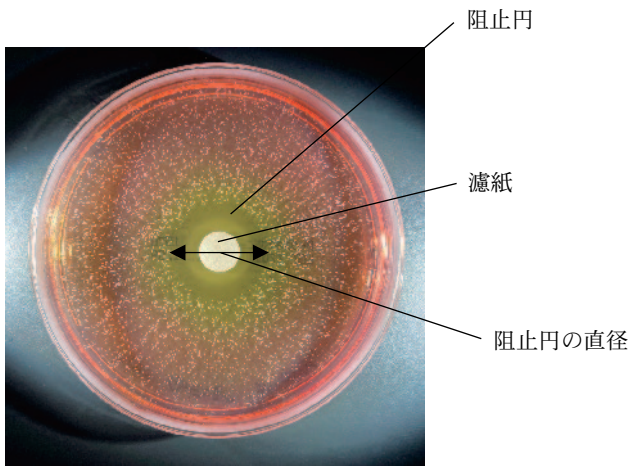


図3 阻止円の例

元の濃度に還元することである²⁰⁾。

本研究では、レモンが常時一般家庭で準備されているとは限らないことから、レモン果汁の代用として、近年消費が増加している上、各家庭で常備されていることも多いと言われているポッカレモンに注目し、災害緊急時におけるレモンの代用としての使用価値について解析を行った²¹⁻²²⁾。

II. 方法

1. 対象細菌

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*) と大腸菌 (*Escherichia coli*) を使用した。培地は、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))、大腸菌に対して普通寒天培地 (栄研化学(株)) を使用した。普通寒天培地はミュラーヒントンS粉末寒天培地 (栄研化学(株)) 38gを精製水1,000mlに溶かし、オートクレーブ後、厚さ4mmとなるように10cmシャーレに分注し固まった後、使用した。

2. 細菌の希釈

リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) 3 mlに、表皮ブドウ球菌、大腸菌のコロニーを2~3個ずつとり、ボルテックスを使って攪拌後、細菌原液とした。本研究ではこの細菌原液をPBS 3 mlでさらに50倍に希釈したもの (以後50倍希釈細菌液と呼ぶ) を作成しディスク拡散法 (阻止円形成) に使用した。

3. 試料

ポッカレモン (ポッカサッポロフード&ビバレッ

ジ(株)) 及びレモン果実は福岡県内にあるディスカウントストアで購入した (図1 A-C)。以後ポッカレモンの濃縮還元果汁のこと略して、ポッカレモンと呼ぶ。レモン果実については、70%エタノールで滅菌消毒された包丁とまな板を用い、滅菌消毒された使い捨て手袋を使用した上で、レモン果実を半分に切り (図1 C)、絞ることで生じたレモンの生汁を滅菌チューブに回収し、使用した。以後レモン生汁のことをレモン果汁と呼ぶ。

4. 阻止円の形成方法・測定方法

殺菌・抗菌効果の判定には、ディスク拡散法 (阻止円形成法) を用いた。阻止円形成とは、前述の50倍希釈細菌液を塗布した卵黄加マンニット食塩寒天培地と普通寒天培地にポッカレモンやレモン果汁など各試料等をのせ、37度の恒温機で培養し、試料等

表1 ポッカレモンによる阻止円の大きさ (表皮ブドウ球菌)

	単位 (mm)			
	ポッカレモン	レモン果汁	滅菌蒸留水	カナマイシン
1回目A	15	13	0	11
1回目B	15	10	-	-
2回目A	20	15	0	14
2回目B	13	15	-	-
平均値	15.8±2.59	13.3±2.05	0	12.5±1.5
相対値 ^{*1}	1.26	1.06	0	1

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

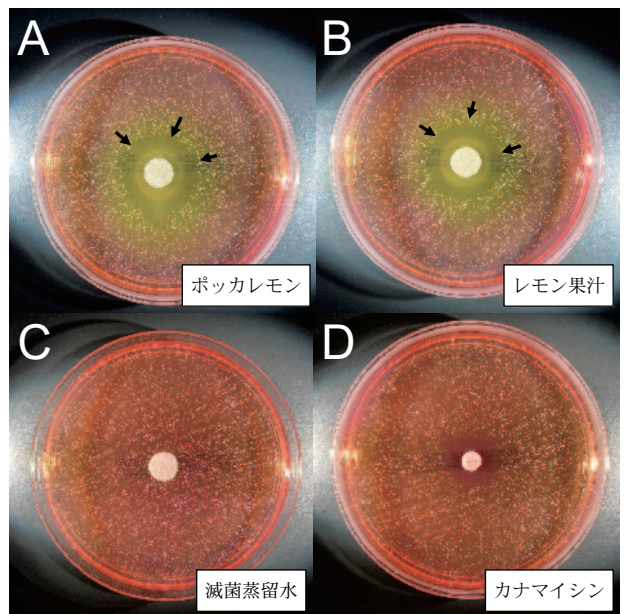


図4 ポッカレモンとレモン果汁による阻止円形成の比較 (表皮ブドウ球菌の場合)

の周囲に細菌が増殖することのない阻止円が形成されるかどうか調べる方法である(図2)²³⁾。

ポッカレモンの殺菌・抗菌効果を解析するにあたり、試料を1cm直径の濾紙に60 μ l染み込ませ、卵黄加マンニット食塩寒天培地と普通寒天培地の中央にそれぞれ置いた。また、レモン果汁との殺菌・抗菌効果を比較するために、レモン果汁をポッカレモンと同様に、60 μ l濾紙に染み込ませ卵黄加マンニット食塩寒天培地、普通寒天培地に置いた。対照実験としては、負の対照実験として滅菌蒸留水を濾紙に50 μ l浸み込ませ、寒天培地に乗せた。正の対照実験としては、行為性物質であるカナマイシン(Km)30 μ gを浸み込ませたディスク(日本ベクトン・ディッキンソン(株))を寒天培地の中心に乗せた。

細菌の培養は37度の恒温機で15~18時間で行い、阻止円の形成を見た(図3)。阻止円の大きさは、定規を用いて阻止円の直径を測り、濾紙やカナマイシンのディスクの大きさを差し引いて解析した。

Ⅲ. 結果

1. 表皮ブドウ球菌に対するポッカレモンとレモンの殺菌・抗菌効果の解析

ポッカレモンとレモンの殺菌・抗菌効果を比較解析するにあたり、ポッカレモンと同様に、新規購入したレモンを絞ったレモン果汁を使用し解析を行った。ポッカレモンでは平均15.8mmの阻止円が形成された(表1、図4A)。また、レモン果汁では平均13.3mmの阻止円が形成された(表1、図4B)。正の対照実験としてのカナマイシン(Km)では12.5mmの阻止円が形成され、負の対照実験とした滅菌蒸留水では阻止円は全く形成されなかった(表1、図4C-D)。

2. 大腸菌に対するポッカレモンの殺菌・抗菌効果の解析

ポッカレモンとレモンの殺菌・抗菌効果を比較解析するにあたり、ポッカレモンと同様に、新規購入したレモンを絞ったレモン果汁を使用し解析を行った。ポッカレモンでは平均12.3mmの阻止円が形成された(表2、図5A)。また、レモン果汁では平均11.3mmの阻止円が形成された(表2、図5B)。正の対照実験としてのカナマイシン(Km)では27.5mmの阻止円が形成され、負の対照実験とした滅菌蒸留水では阻止円は全く形成されなかった(表2、図5C-D)。

表2 ポッカレモンによる阻止円の大きさ(大腸菌)

	単位 (mm)			
	ポッカレモン	レモン果汁	滅菌蒸留水	カナマイシン
1回目A	13	7	0	29
1回目B	8	12	-	-
2回目A	12	13	0	26
2回目B	16	13	-	-
平均値	12.3 \pm 2.86	11.3 \pm 2.49	0	27.5 \pm 1.5
相対値 ^{*1}	0.45	0.41	0	1

*1 相対値=各阻止円の平均直径(mm)/Kmの阻止円の平均直径(mm)

Ⅳ. 考察

先行研究により、レモン果汁は緊急災害時の応急処置の殺菌・抗菌として利用可能なことが明らかとなっている⁶⁾。しかし、レモンは必ずしも一般家庭で常時準備されているとは言い難い。そこで、本研究では多くの家庭の冷蔵庫に常備されていることの多いポッカレモンが、レモン果汁の代用として使用可能であることを検証するために、ポッカレモンの殺菌・抗菌効果の解析を行った。その際、レモン果汁をポッカレモンと同条件で解析し、殺菌・抗菌効果の比較を行った。

1. 表皮ブドウ球菌に対するポッカレモンの殺菌・抗菌効果

ディスク拡散法を用いてポッカレモンの殺菌・抗菌効果を表皮ブドウ球菌で解析したところ、ポッカレモンでは平均15.8mmの阻止円が形成され、ポッカ

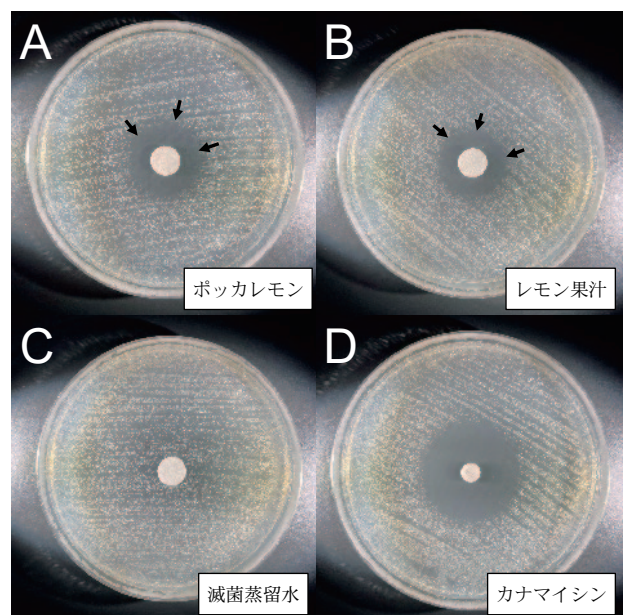


図5 ポッカレモンとレモン果汁による阻止円形成の比較(大腸菌の場合)

レモンは表皮ブドウ球菌に対して高い殺菌・抗菌効果を示すことが明らかになった(表1、図4A)。また、ポッカレモンとの比較として解析を行ったレモン果汁では平均13.3mmの阻止円が形成された(表1、図4B)。したがって、ポッカレモンはレモン果汁の1.19倍の阻止円を形成したことから、ポッカレモンの表皮ブドウ球菌に対する殺菌・抗菌効果はレモン果汁のそれと同等以上に高いことが明らかとなった(表1、図4A-B)。そこで、ポッカレモンの殺菌・抗菌効果の強さをさらに解析するため、抗生物質であるカナマイシン(Km)の阻止円の大きさと比較した。抗生物質であるカナマイシン(Km)の阻止円の大きさを1として、ポッカレモンの阻止円の大きさと比較した(表1、図6)。その結果、ポッカレモンはKmの1.26倍の大きさの阻止円を形成することから、非常に高い殺菌・抗菌効果があることがわかった。これらの結果から、ポッカレモンは表皮ブドウ球菌に対し、レモンや抗生物質と同等以上の高い殺菌・抗菌効果があり、災害緊急時の応急処置として使用できる可能性が高いと思われる。

先行研究では、レモンやカボスなどの柑橘類が有する殺菌・抗菌効果はクエン酸やビタミンCの一種であるアスコルビン酸によるものであると推測されている^{6, 24~26})。ポッカレモンはレモン果汁を濃縮還元して製造されたものであることから、この殺菌・抗菌効果は、クエン酸およびビタミンCによるものであると推測できる。ポッカレモン瓶の表面に示されている成分表示によると、ポッカレモン15mlあたり、クエン酸は950mg、ビタミンCは4mgが含まれている。一方で、レモン果汁100gでは一般的にクエン酸6.5g、ビタミンCは50mg含まれていると言われている²⁷)。そこで果汁1mlを1gとして換算すると、ポッカレモンには100mlあたり、クエン酸は6.3g、ビタミンCは26.7mgが含まれている。つまり、ポッカレモンではレモン果汁と比較してビタミンCの量は約1/2であったものの、クエン酸量はほとんど変わらないということから、本実験で得られたポッカレモンの殺菌・抗菌効果は主にクエン酸やビタミンCによるものであると考えられる。

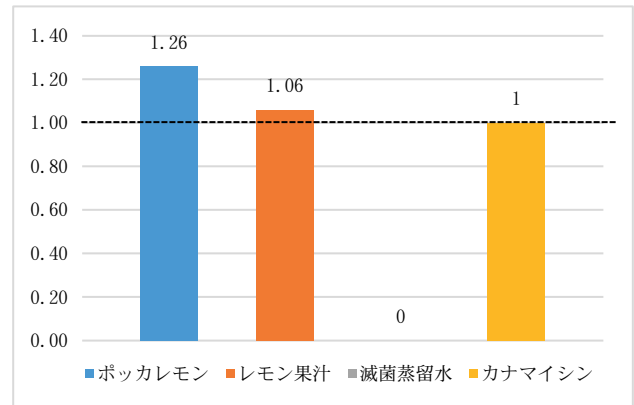


図6 ポッカレモン及びレモン果汁とカナマイシンとの阻止円の大きさの相対値(表皮ブドウ球菌の場合)

また、本研究室による未発表のデータでは、レモンのクエン酸量と同等のクエン酸水溶液を作成して実験を行った⁶⁾。その結果、レモン果汁とクエン酸溶液は同程度の殺菌・抗菌効果を示し、レモン果汁の殺菌・抗菌効果はほぼクエン酸によるものと結論付けている。したがって、ポッカレモンとレモンのクエン酸量はほぼ一致するため、ポッカレモンにおける殺菌・抗菌効果も、クエン酸によるものである可能性が高いと思われる。しかし、ビタミンCの量が少なかったポッカレモンの阻止円がレモン果汁よりも1.19倍と多少大きくなった点において、ポッカレモンに添加物が含まれている可能性があり、その成分によって殺菌・抗菌効果が示された可能性があることも考えられる。そのため、今後ポッカレモンに含まれる添加物について調査を行い、殺菌・抗菌効果に及ぼす影響についてさらに解析していく必要がある。

また、ポッカレモンはビタミンCの酸化速度が非常に早く、先行研究では開封後にキャップを閉めた状態のビタミンCの減少は、室温保管では11日で90%減少、冷蔵保管では50%減少したことが明らかとなっている²⁸⁾。実際にポッカレモンの商品ラベルには開栓後1~2週を目安に使用するよう記載されている。今回の実験では、第1回目の実験開始時にポッカレモンを開封後、冷蔵保管し、第2回目の実験を15日後に実施した。その結果、表皮ブドウ球菌と大腸菌に対するポッカレモンの阻止円の大きさに変化はみられなかった。この結果からも、ポッカレモンの殺菌・抗菌効果はビタミンCではなく、クエン酸によるものである可能性は高いと思われる。しかし、15日以上保管や常温での保管など、保管期

間・方法によって殺菌・抗菌効果に差が生じる可能性が考えられるため、今後もさらに検討していく必要はある。また、ポッカレモンは製造過程で濃縮還元・冷凍されており、その過程で成分への影響があることも予測される。しかしながら、本研究では、ポッカレモンとレモン果汁の殺菌・抗菌効果は同等以上であったことから、濃縮還元や冷凍による成分への影響はないと考えられる。

2. 大腸菌に対するポッカレモンの殺菌・抗菌効果

ディスク拡散法を用いてポッカレモンの殺菌・抗菌効果は大腸菌を用いて解析したところ、ポッカレモンでは平均12.3mmの阻止円が形成された(表2、図5 A)。この結果から、ポッカレモンは大腸菌に対しても高い殺菌・抗菌効果を示すことが明らかとなった。また、ポッカレモンとの比較として解析を行ったレモン果汁では平均11.3mmの阻止円が形成された(表2、図5 B)。ポッカレモンがレモン果汁の1.09倍の阻止円を形成したことから、大腸菌に対する殺菌・抗菌効果はレモン果汁のそれと同等以上に高いといえる(表2、図5 A-B)。そこで、ポッカレモンの殺菌・抗菌効果の強さをさらに解析するため、カナマイシン(Km)の阻止円の大きさを1として、ポッカレモンの阻止円の大きさを比較した(表2、図7)。その結果、ポッカレモンの阻止円はKmの0.45倍であり、大腸菌に対するポッカレモンの殺菌・抗菌効果は抗生物質のKmの50%程度の殺菌・抗菌効果を示すことが明らかとなった。本研究では、ポッカレモンの阻止円の大きさはKmと比較すると小さいものであったが、抗生物質であるKm30 μ gの0.45倍の阻止円を形成したことは、十分な殺菌・抗菌効果を示していると考えられる。以上の結果から、大腸菌に対するポッカレモンの殺菌・抗菌効果は、災害緊急時の応急処置として使用できると考えられる。

また、レモン果汁では絞ってから使用する必要があり手間がかかることに加え、レモン1個あたりのレモン果汁は一般的に30mlと少ない²⁹⁾。一方でポッカレモンでは開封後そのまま使用できるだけでなく、非常に安価で、家庭用のものでは定価で70ml入りのものが165円であり、120ml入りで235円、300ml入りで506円、450ml入りは550円で販売されている³⁰⁾。本研究で使用したレモンはディスカウントストアでも1個99円(30ml/個)であり、レモン果汁が約2個分

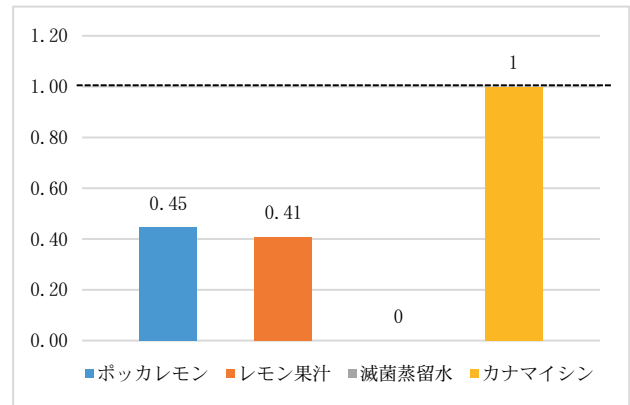


図7 ポッカレモン及びレモン果汁とカナマイシンの阻止円の大きさの相対値(大腸菌の場合)

に相当する70ml入りポッカレモン(165円)の価格と比較してみても、ポッカレモンのほうが安価である。したがって、ポッカレモンは安価にかつ容易にレモン果汁の代替品となり得ると考えられる。

3. ポッカレモンの殺菌・抗菌効果の医療への応用

これまでの結果及び考察から、ポッカレモンは表皮ブドウ球菌や大腸菌に対して生のレモン果汁よりも殺菌・抗菌効果が高く、表皮ブドウ球菌に対しては抗生物質であるKmよりも高い殺菌・抗菌効果を示すことが明らかとなった。その強さは、表皮ブドウ球菌に対する殺菌・抗菌効果では、レモン果汁の1.19倍、Kmの1.26倍であった(表1、図5 A-B)。さらに、大腸菌に対する殺菌・抗菌効果はレモン果汁の1.09倍、Kmの0.45倍(表2、図6 A-B)であった。このことから、災害が発生した緊急時において、ポッカレモンを消毒したい部位に塗布することで、エタノールの代用としての消毒ができ、創部等の感染を防ぐことができるため、簡易的な応急処置として有効であると考えられる。今後は、70%エタノールによる塗擦消毒と、ポッカレモンによる塗擦消毒の殺菌抗菌効果を比較し、実用化に向けたポッカレモンの有効性について解析を進める予定である。

また、土砂災害発生時には泥水の誤飲をする状況も予測される。そのような状況において、ポッカレモンをそのままもしくは希釈後飲用することにより、口腔内や食道の洗浄や消毒効果も期待できるのではないだろうか。さらに、飲用することで上気道感染の予防にもなると考えられる。しかし、ポッカレモンは原液で飲用するには酸味が強いいため、希釈濃度とその殺菌・抗菌効果を70%エタノールな

どと比較し、殺菌・抗菌効果の有効性をさらに解析する必要もあり、実用化に向けて今後さらに解析を進める予定である。

大規模災害発生時では、避難所や孤立した自宅ではアルコール消毒液等が不足し、衛生環境が悪化する状況も予想される。ポッカレモンは瓶詰にして販売されており保存が比較的容易であるため、感染対策として避難所での簡易的な除菌剤として代用できる可能性があると考えられる。他にも、医療用物資が不足した際、注射針刺入などの医療行為における塗擦消毒に、実際にポッカレモンが70%エタノールの代用として使用できる可能性があるかどうかをさらに検証していく予定であり、ポッカレモンと70%エタノールの殺菌・抗菌効果の詳細な比較もさらに解析していく予定である。

V. 結 論

本研究では、表皮ブドウ球菌と大腸菌に対するポッカレモンの殺菌・抗菌効果について、レモン果汁と比較しながら解析を行った。その結果、ポッカレモンは表皮ブドウ球菌および大腸菌に対して高い殺菌・抗菌効果を示して、その効果はレモンと同等以上であった。さらに、抗生物質であるカナマイシン (Km) 30 μ gと比較しても表皮ブドウ球菌では1.26倍、大腸菌では0.45倍の殺菌・抗菌効果を示すことが明らかとなった。この結果から、ポッカレモンはレモンの代用として、災害時の簡易的な殺菌抗菌の処置方法として使用できると期待している。

文 献

- 1) 内閣府. 防災のページ. 1. 災害を受けやすい日本の国土 (2021年).
<http://www.bousai.go.jp/index.html> (2021年9月29日アクセス)
- 2) 内閣府. 平成28年熊本地震概要 (2016年).
https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h28/83/special_01.html (2021年12月3日アクセス)
- 3) 国土交通省. 令和元年台風第19号による被害等 (2019年).
[11_R1T19niyoruhigai.pdf](http://www.mlit.go.jp/11_R1T19niyoruhigai.pdf) (mlit.go.jp) (2021年9月29日アクセス)
- 4) 国土交通省. 南海トラフ巨大地震対策計画 [第2版] (2019). [6kai-ref03-02.pdf](http://www.mlit.go.jp/6kai-ref03-02.pdf) (mlit.go.jp) (2021年9月29日アクセス)
- 5) 内閣府. 東日本大震災における災害応急対策の主な課題 (2021年).
www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/5/pdf/3.pdf (2021年9月29日アクセス)
- 6) 南恵美子. 柑橘系の果汁による殺菌・抗菌効果の解析. 令和元年度福岡県立大学卒業論文. 2019.
- 7) 岡本七海. カボスの殺菌・抗菌効果の解析. 令和元年度福岡県立大学卒業論文. 2019.
- 8) 芋川浩, 二松沙耶菜, 伊藤みゆき. 純粋ハチミツが必ずしも抗菌効果をもつとは限らない. 福岡県立大学看護学研究紀要 2018; 15: 25-34.
- 9) 橋詰結花. ブルーベリーの殺菌・抗菌効果についての解析. 令和元年度福岡県立大学卒業論文. 2019.
- 10) 農林水産省. スーパーで国産のレモンを見かけますが、国内の生産状況について教えてください (2021年).
<https://www.maff.go.jp/j/heyasodan/1407/01.html> (2021年10月6日アクセス)
- 11) カンキツの分類と品種. 岩政正男. 果樹全書カンキツ. 第3版 東京: 社団法人 農山漁村文化協会. 1986, 83.
- 12) 農林水産省. 特定果樹生産動態調査 (2021年).
https://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html (2021年10月6日アクセス)
- 13) 農林水産省. 農林水産物輸出入概況 (2017年).
https://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/kokusai/attach/pdf/houkoku_gaikyou-9.pdf (2021年11月26日アクセス)
- 14) 五十嵐修, 一島英治, 大賀圭治, 小林彰夫, 田島眞, 田村真八郎, 中村良. 食の百科事典. 初版 東京: 丸善株式会社. 2001.
- 15) 秋庭隆. 食材図典. 第11版 東京: 小学館. 1969.
- 16) 芦澤正和, 梶浦一郎, 平宏和, 竹内昌昭, 中井博康. 食品図鑑. 初版 東京: 女子栄養大学出版部. 1995.
- 17) 杉浦明, 宇都宮直樹, 片岡郁雄, 久保田尚浩, 米森敬三. 果実の事典. 第2版 東京: 株式会社 朝倉書店. 2009.
- 18) フード&ビバレッジ株式会社. ポッカレモンの歴史 (2021年).
<https://www.pokkasapporo-fb.jp/lemon-museum/> (2021年9月22日アクセス)
- 19) 井上孝司, 大澤直樹, 西川秀嗣. 果汁製造ライ

- ンへの交流高電界殺菌技術の実用化. 日本食品工学会誌. 2019 ; 20巻4号 : 131-136.
- 20) カゴメ株式会社. 濃縮還元野菜ジュースは栄養が少ないの? (2021年).
<https://www.kagome.co.jp/syokuiku/knowledge/honto/concentrate/> (2021年11月30日アクセス)
- 21) ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株)ニュースリリース.
 「ポッカレモン100」「キレートレモン」過去最高出荷見込み。健康意識の高まり、疲労感軽減への期待が追い風に (2021年12月14日)
https://www.pokkasapporo-fb.jp/company/news/release/20211214_02.html (2022年10月6日アクセス)
- 22) 食品産業新聞社 ニュースWEB
 コロナ下でレモン市場が2割増、シェアトップ「ポッカレモン」次の一手は供給体制強化と“追いレモン” /ポッカサッポロフード&ビバレッジ (2021年2月19日)
<https://www.ssn.co.jp/beverage/180210/> (2022年10月6日アクセス)
- 23) 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. 2019 ; 16巻 : 83-94.
- 24) 村田晃、田代秀敏、川畑京子、他. アスコルビン酸の構造と殺菌活性の相関. 2009 ; 82巻2号 : 49-52.
- 25) Hiroyuki Tomotake, Tetsurokoga, et al. Antibacterial Activity of Citrus Fruit Juices Against *Vibrio* Species. *J. Nutr. Sci. Vitamimol.* 2006, 52, 157-160.
- 26) Nitika Singh, Jyotsna Jaiswal, et al. Phytochemicals from *Citrus Limon* Juice as Potential Antibacterial Agents. *The Open Bioactive Compounds Journal* 2020, 8, 1-6.
- 27) 文部科学省. 食品成分データベース (2021年). Fooddb.mext.go.jp (2021年11月1日アクセス)
- 28) 大橋淳史. 清涼飲料水と愛媛みかんに含まれるビタミンCの含有量の定量実験を通じた酸化還元反応に関する学習. 研究論文. 2012.
- 29) フード&ビバレッジ株式会社. レモン.
<https://www.pokkasapporo-fb.jp/customer/faq/lemon.html> (2021年11月2日アクセス)
- 30) フード&ビバレッジ株式会社. 100%レモン果汁「ポッカレモン」5品の価格改定のお知らせ (2015年).
https://www.pokkasapporofb.jp/company/news/release/150713_01.html (2021年11月2日アクセス)

利益相反の有無について

本論文において、利益相反はありません。

受付 2022. 8. 26

採用 2022. 11. 19