

アロエの効能の実用化に向けた検証

2502 伊藤菜穂 2516 曾根千滉 2617 神谷祐未 2621 榎間雅乃 2634 羽根優紀

【要旨】

私たちは、昔からアロエが食用や薬用で使われることに興味・疑問を持ち、アロエのもつ効能について理解を深めるために、紫外線カット作用と抗菌作用について調べた。紫外線照射装置と強度計を用いて実験し、アロエ果汁に紫外線カット作用があることが分かった。さらに、様々な条件に対するその効果の有効性を調べた。これらの結果からアロエ入り日焼け止めクリームの実験を試みた。その他に、抗菌作用について実験し、アロエ果汁に菌類の繁殖を抑制する作用があることが分かった。

＜アロエの紫外線カット効果の検証1＞ 「アロエの紫外線をカットする部分」

目的：アロエの紫外線カット効果の真偽と、アロエのどの部分が紫外線をカットするのかを調べるために、アロエを部位ごとに分けて紫外線をカットするかどうかを調べる。

仮説：果肉がアロエの中で最も大きな比重を占めるため、紫外線をカットする成分が最も多く含まれているのではないかという予想から、果肉が紫外線をカットする。ただし、日焼け止めは紫外線をカットすることが目的として作られているので、日焼け止めほどはカットしない。

器具：スライドガラス×10 メス 紫外線照射装置(No. 115-907 4D09R02) 紫外線強度計(YK-35UV ケニス株式会社)

材料：アロエ 日焼け止め (SPF34、50) アルミホイル サボテン 純水

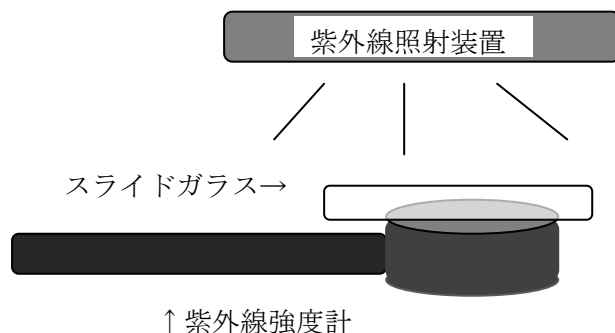
なお、液体はスライドガラスにまんべんなく塗布したので、分量は不明。以下同様とする。

方法：① 紫外線強度計の上に、何も置かない時（以後何もなし）と、スライドガラス1枚を置いたときの紫外線の線量を紫外線照射装置を用いて測る。

② スライドガラスの上に、アロエの表皮部分、果肉部分、果汁部分、サボテンの表皮部分、果肉部分、果汁部分、アルミホイル、純水（洗ビンを用いて滴下したので分量は不明。以下同様とする）、日焼け止めを置いたものをそれぞれ用意する。サボテンは、同じ多肉植物として比較する。また、果汁はどちらともスライドガラスにまんべんなく塗布する。

③ ②で用意したものの上から紫外線照射装置でそれぞれ紫外線を浴びせてその下で紫外線強度計を用いて紫外線の線量を測る。

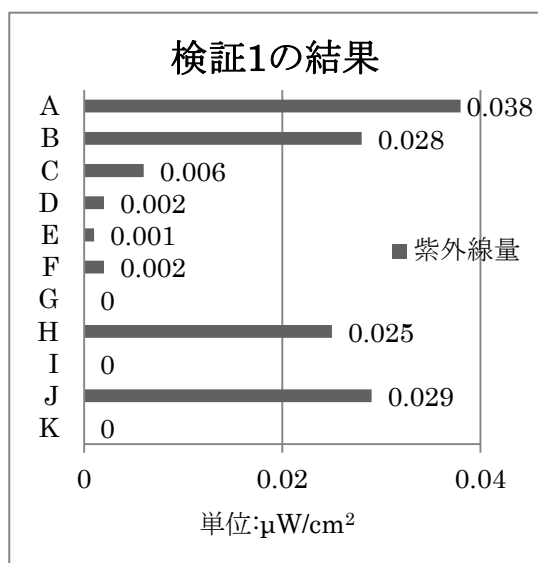
実験の様子



使用したアロエ



結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て 6.2cm この実験は 2 回行った。



検証 1 の結果	単位: $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
A. 何もなし	0.038
B. スライドガラス	0.028
C. アロエ 皮	0.006
D. アロエ 果肉	0.002
E. アロエ 果汁	0.001
F. サボテン 皮	0.002
G. サボテン 果肉	0.000
H. サボテン 果汁	0.025
I. アルミホイル	0.000
J. 純水	0.029
K. 日焼け止め (SPF34・50)	0.000

同じ多肉植物でも、アロエの果汁は純水の時と比べてほとんどの紫外線をカットしていたが、サボテンはしていない。

考察：この検証から、アロエの果汁が最も紫外線を通さなかったのので、アロエの果汁に紫外線をカットする効果があると考えた。アロエやサボテンの果肉や皮には厚さがあり、その厚みを揃えていなかったのので、紫外線をあまり通さなかったのではないかと考える。なので果肉の厚みを揃えて実験を行うと良い。したがって、アロエの果汁が紫外線を最もカットするので、日焼け止めに利用できると考えた。

<アロエの紫外線カット効果の検証 2> 「水への耐久性」

目的：アロエを日焼け止めに利用できるかどうかを調べるために、アロエの果汁の水への耐久性を調べる。

仮説：アロエの果汁は、液体なので水に流れやすい。また、それによって果汁が流れてしまうので紫外線をカットする効果を失う。

器具：紫外線照射装置 紫外線強度計 スライドガラス×6 メス

材料：アロエ果汁 日焼け止め

方法：① 紫外線強度計の上に何もなしの時、スライドガラスのみを置いた時の線量を紫外線照射装置を用いて測る。

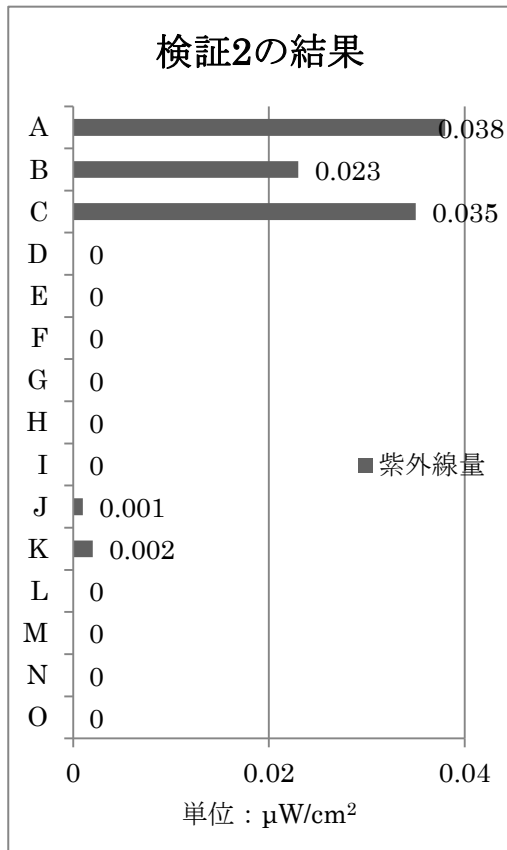
② 日焼け止めとアロエをそれぞれのスライドガラスにまんべんなく塗布し、紫外線照射装置を用いて線量を測る。

③ ②に純水を滴下して、紫外線の量を測る。

④ ③で滴下した水を流して、紫外線の線量を測る。

⑤ 水の量を増やして、③・④を繰り返す。

結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て 6.2cm この実験は 2 回行った。



検証2の結果		単位： μW/cm ²
A. 何もなし		0.038
B. スライドガラス		0.023
C. 純水のみ		0.035
D. アロエ果汁 (未乾燥)		0.000
E. アロエ果汁 (乾燥済み)		0.000
E	F. E+少量の純水	0.000
	G. Fの純水を流す	0.000
	H. E+Fより多い純水	0.000
	I. Hの純水を流す	0.000
	J. E+多量の純水	0.001
	K. Jの純水を流す	0.002
日焼け止め	L. SPF50	0.000
	M. L+純水	0.000
	N. SPF34	0.000
	O. N+純水	0.000

アロエ果汁に純粋を滴下したり流したりしても、アロエ果汁のみを塗布した時とほぼ同量の紫外線を通した。

考察：上の表より果汁は湿っているときだけでなく、乾燥していても紫外線をカットする効果があると思われる。また、アロエ果汁に多量の純水を流すと紫外線カット効果が薄まるが、ある程度純水を垂らしても紫外線をカットしているので、アロエ果汁には多少の水への耐久性があるといえる。

<アロエの紫外線カット効果の検証3> 「pHへの耐久性」

目的：アロエ果汁を日焼け止めに利用するために、日常生活において酸性・塩基性の液体・物質（洗剤、ムヒ等）に触れる場合があるので、アロエ果汁が酸性・塩基性の液体にどれだけ耐えられるかを調べる。

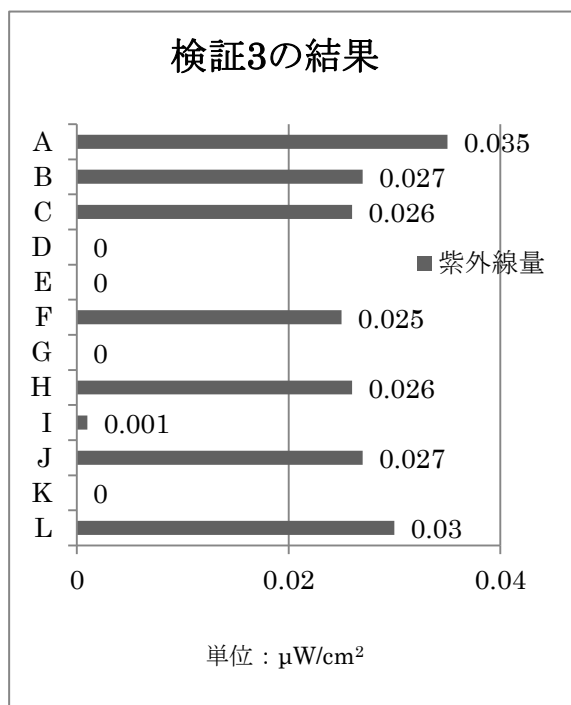
仮説：人に有害な物質が酸性に多いので、酸性の溶液には弱く、中性・塩基性には強い。

器具：スライドガラス×12 紫外線照射装置 紫外線強度計 駒込ピペット

材料：アロエ 希酢酸（弱酸 pH3.0） 希塩酸（強酸 pH1.0） 希水酸化ナトリウム（強塩基 pH11） 希アンモニア（弱塩基 pH10）（すべて 2.0mol/L、0.5ml） 純水

- 方法：① スライドガラスにアロエ果汁をまんべんなく塗布する。同じものを4つ作成する。
 ② ①に、それぞれ希酢酸、希塩酸、希水酸化ナトリウム、希アンモニアを0.50ml滴下する。
 ③ 紫外線を②に照射し、線量を測る。

結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て6.2cm この実験は2回行った。



検証3の結果	単位： μW/cm ²
A. 何もなし	0.035
B. スライドガラス	0.027
C. 純水	0.026
D. アロエ果汁	0.000
E. 果汁+希塩酸	0.000
F. 希塩酸	0.025
G. 果汁+希酢酸	0.000
H. 希酢酸	0.026
I. 果汁+希水酸化ナトリウム	0.001
J. 希水酸化ナトリウム	0.027
K. 果汁+希アンモニア	0.000
L. 希アンモニア	0.030

果汁に塩酸を加えたら白濁した。

酸性・塩基性のどの液体でも、加える前と数値に変化はなかった。

考察：上の表より、アロエ果汁の紫外線カット効果に対する pH による影響は酸性・塩基性関係なく、無いと考えられる。しかし、液体が流れ落ちてしまえば成分も流れ落ちてしまうので、その点では効果が持続するとは言えない。

<アロエの紫外線カット効果の検証4> 「熱への耐久性」

目的：アロエ果汁を日焼け止めに利用するために、アロエ果汁は、熱にさらされると紫外線をカットする効果が失われてしまうのかをアロエ果汁を熱して調べる。

仮説：アロエ果汁は通常果皮に覆われているので、直接熱にさらされることがないが、アロエ果汁を直接熱にさらすと紫外線をカットする成分が壊れて紫外線をカットする効果を失う。

器具：スライドガラス×3 ビーカー ガスバーナー 三脚 金網 駒込ピペット 温度計 紫外線照射装置 紫外線強度計

材料：アロエ果汁

方法：① アロエ果汁をビーカーの底が見えなくなる程度に入れる。

② ①をガスバーナーで沸騰するまで加熱する。

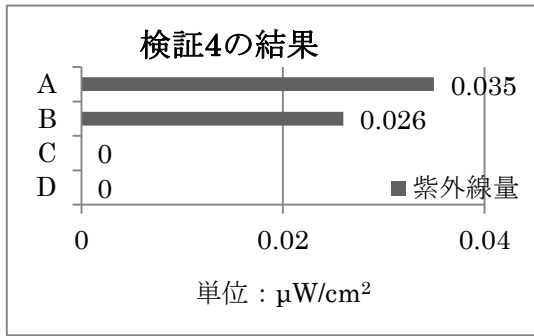
③ 加熱していないアロエ果汁と、加熱したアロエ果汁を駒込ピペットで取り、スライドガラスに滴下する。

④ 紫外線強度計の上に③を置いて、紫外線照射装置を用いて線量を測る。

結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て6.2cm この実験は2回行った。

アロエ果汁を加熱する前と加熱した後での数値の変化はみられなかった。

また、アロエ果汁を加熱したところ、80℃で蒸発したので80℃で実験は停止した。



検証4の結果	単位: μW/cm²
A. 何ものなし	0.035
B. スライドガラス	0.026
C. アロエ果汁(常温)	0.000
D. アロエ果汁(80℃)	0.000

考察：アロエ果汁を加熱しても紫外線をカットしたことから、アロエ果汁には熱への耐久性があると考えられる。しかし、30秒以上加熱すると、アロエ果汁そのものが蒸発してしまうため、意味がない。その時の温度は80℃だったので、80℃までは耐久性がある。

＜アロエの紫外線カット効果の検証5＞ 「屋外での検証」

目的：これまで屋内で行ってきた実験を、アロエ果汁を実用的なものかどうかをより正確に判断するために屋外の紫外線で実験する。

仮説：これまで屋内での実験でアロエ果汁が紫外線をカットすると考えてきたので、紫外線照射装置よりも線量が高い外の紫外線には耐えられない。

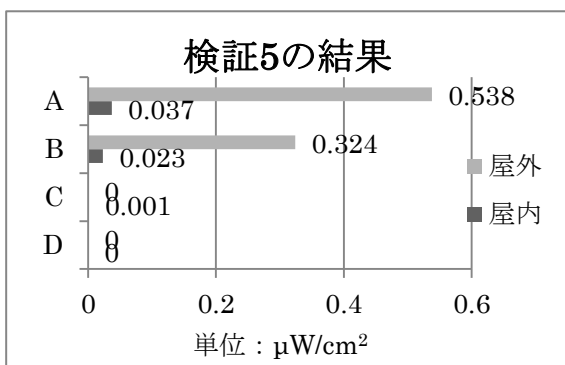
器具：スライドガラス×6 紫外線照射装置 紫外線強度計

材料：アロエ果汁 日焼け止め

方法：① 城陵広場にて、地面に紫外線強度計を設置する。

② 紫外線強度計の上に何ものなし時、スライドガラス・スライドガラスにアロエ果汁をまんべんなく塗布したもの・日焼け止めを塗布したものを置いたとき、それぞれで線量を測る。

結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て6.2cm（屋内）この実験は2回行った。



検証5の結果		単位: μW/cm²	
屋内		屋外	
何ものなし	0.037	何ものなし	0.538
スライドガラス	0.023	スライドガラス	0.324
アロエ果汁	0.001	アロエ果汁	0.000
日焼け止め	0.000	日焼け止め	0.000

屋内でも屋外でも、アロエ果汁は紫外線をカットした。

考察：屋内で照射した紫外線の量、屋外で太陽から直接照射された紫外線の量、どちらでもアロエ果汁は耐久性を示したことから、アロエ果汁は外の紫外線にもカットする。しかし、実験の都合上長時間の放置が出来なかった為、この効果は一時的なものであるとも考えられる。

＜アロエの紫外線カット効果の検証6＞ 「日焼け止め作成前の実験」

目的：アロエ果汁入りの日焼け止めを作る前に、日焼け止めの材料の中にある「二酸化チタン」と「酸化亜鉛」に、どの程度の紫外線をカットする効果があるのかを調べる。

仮説：二酸化チタンや酸化亜鉛は紫外線を散乱させるので、アロエ果汁よりも二酸化チタンや酸化亜鉛のほうが紫外線をカットする。

器具：スライドガラス×2 純水 ガスバーナー 試験管ばさみ 三脚 金網 紫外線照射装置 紫外線強度計

材料：二酸化チタン（薬匙1杯） 酸化亜鉛（薬匙1杯） 純水

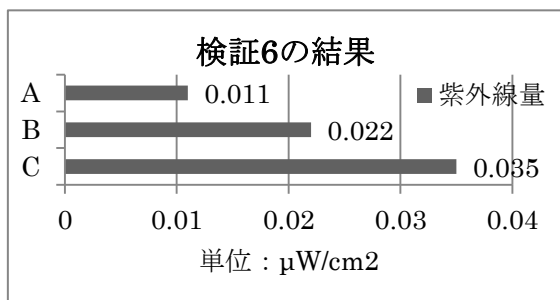
方法：① 紫外線強度計の上にスライドガラス1枚を置いたときと何もなしのときの線量を測る。

② 純水 10ml を加熱して、二酸化チタンと酸化亜鉛を薬匙で1杯ずつ取り、試験管内に入れる（日焼け止めはアロエ果汁を湯煎したものに溶かすから）。

③ ②をスライドガラス上にとり、それを紫外線強度計の上に置いて紫外線量を測る。

結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て 6.2cm

この実験は2回行った。



検証6の結果	単位：μW/cm ²
A. 何もなし	0.035
B. スライドガラス	0.022
C. 二酸化チタン+酸化亜鉛	0.011

二酸化チタンと酸化亜鉛は、アロエ果汁よりも紫外線を通す。

考察：二酸化チタンと酸化亜鉛の溶液では、アロエ果汁並みには紫外線をカットできなかった。つまりアロエ果汁を含めることで、高確率で紫外線をカットできるものと考えられる。

＜アロエの紫外線カット効果の検証7＞ 「アロエ果汁を含んだ日焼け止めの作成」

目的：本来の私たちの研究目的である、アロエの実生活への実用化をするために、アロエ果汁を含んだ日焼け止めを作成できるかを調べる。

仮説：＜アロエの紫外線カット効果の検証6＞より、アロエ果汁を含んだ日焼け止めは、紫外線をカットする。

器具：ビーカー×4 ガスコンロ 片手鍋 湯 軍手 試験管ばさみ ガラス棒 アロエ果汁（分量外）スライドガラス×5 紫外線照射装置 紫外線強度計

材料：シアバター 大さじ 1/2 ホホバオイル 小さじ 1/2 エマシルファインワックス 小さじ 1/2 アロエ果汁 10ml (α：5ml β：5ml) 二酸化チタン 小さじ 1/4 酸化亜鉛 小さじ 1/4 アロエ果汁（分量外）

方法：① シアバター、ホホバオイル、エマシルファインワックスをビーカーに入れガラス棒で混ぜる。

② アロエ果汁をαとβとして分けてビーカーに入れ、①とアロエ果汁のαとβ、3つを分けて湯煎にかける。

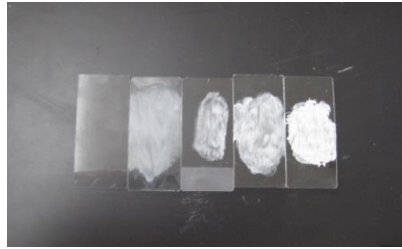
③ ①の材料が溶けたら、①にαを少しずつ加え、ガラス棒でクリーム状になるまでかき混ぜる。

- ④ βに二酸化チタンと酸化亜鉛を加えて溶き、更に③に加えて混ぜる。乳液状になる。
- ⑤ 完成した日焼け止め、アロエ果汁、スライドガラス、何も無い時で紫外線量を計測する。

方法①の材料



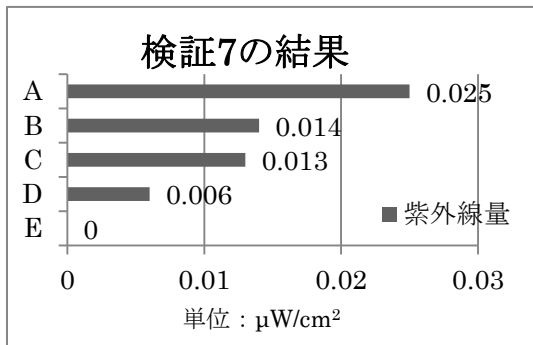
自作した日焼け止めを塗布した画像



方法②の画像



結果：紫外線照射装置と対象物との距離は全て6.2cm この実験は2回行った。



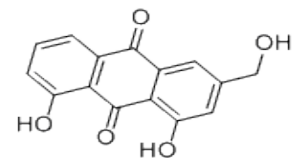
検証7の結果	単位：μW/cm ²
A. 何もなし	0.025
B. アロエ果汁入り日焼け止め	0.014
C. Bより厚く塗る	0.013
D. Cより厚く塗る	0.006
E. Dより厚く塗る	0.000

日焼け止めを一度塗布しただけでは、紫外線を完全にカットしなかった。逆に厚く塗布すれば塗布するほど、紫外線をカットする。また、実際に肌に塗布したところ、肌が白くなった。

考察：アロエ果汁を含んだ日焼け止めは、使ってみたら肌が白くなった。これはオイルによるものであると考えられる。実際に線量を計測してみると、紫外線をカットしたことはわかったが、かなり厚く塗らないとカットしないことがわかった。

<アロエ果汁が紫外線をカットする理由> アロエエモジン 構造⇒

アロエ果汁が紫外線をカットするのは、アロエエモジンが起因していると考えられる。アロエエモジンが紫外線を吸収することで、紫外線を通過させない。しかし、有限なので永続的でない。



<アロエの抗菌作用の検証1> 「手の常在菌に対して」

目的：アロエの抗菌作用の真偽と、アロエが何の菌の繁殖を抑制するのかを調べるために、手の常在菌の繁殖を抑えるのか、アロエのどの部分に作用があるのかを調べる。

仮説：アロエ果汁に紫外線カットの効果があるとわかったため、ほかの効果も果汁にあるのではないかという予想から、アロエ果汁が手の常在菌の繁殖を抑える。

器具：寒天培地×16 アンピシリン入り寒天培地×4(アンピシリンは、寒天培地に含まれている)

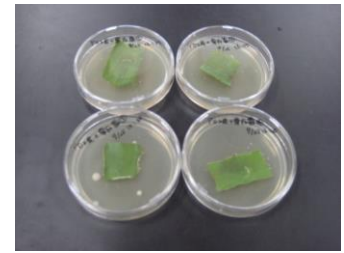
ループ メス

材料：アロエ 常在菌

方法：① アロエをメスで果皮、果肉、果汁に分ける。

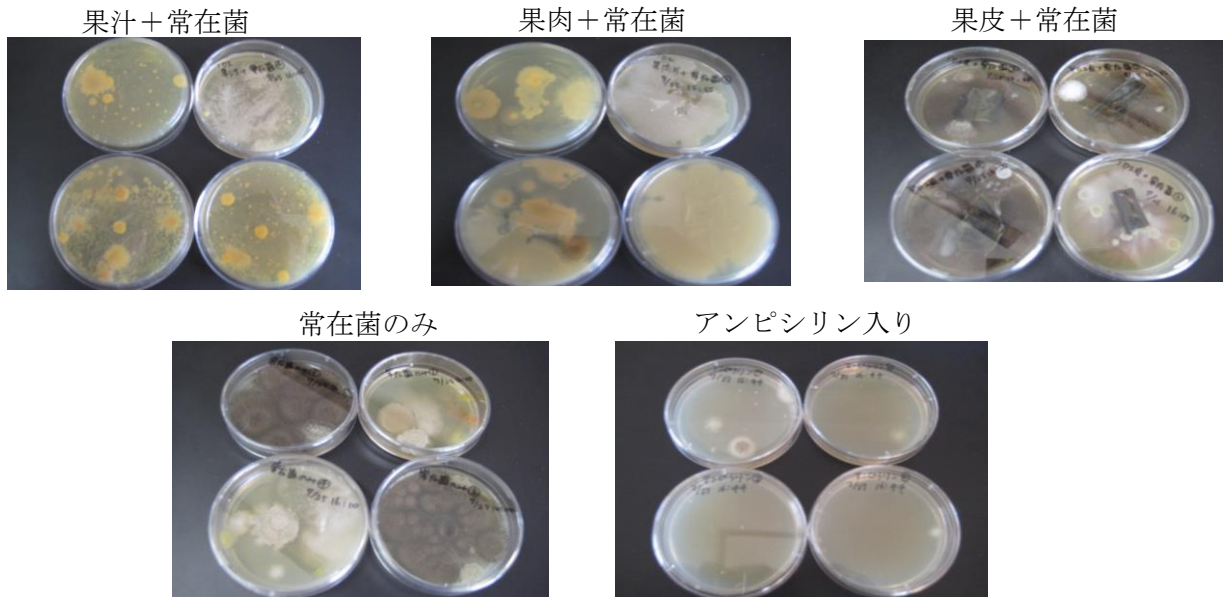
② 16個の寒天培地と4個のアンピシリン(細菌類の増殖を抑制する抗生物質)入り寒天培地に手の常在菌を塗布する。

③ 右の写真のように寒天培地に果皮、果肉を置き、アロエ果汁を
 ループで塗布する。4個の寒天培地とアンピシリン入り寒天培地は
 常在菌のみにしておく。



④ 観察する。

結果：観察 30 日目 この実験は 2 回行った。



検証 1 の結果	
アンピシリン入り	コロニーがあまり生成されなかった。
常在菌のみ	コロニーが培地全体に広がった。
アロエ果汁+常在菌	果汁の培地はコロニーの大きさが小さかった。
アロエ果肉+常在菌	果肉の培地はコロニーの大きさが大きかった。
アロエ果皮+常在菌	果皮の培地はコロニーの大きさが大きく、カビが生えた。

コロニーとは、固形培地上に生じた菌塊のことをさす。写真では白色の斑点がそれに当たる。

考察：果汁の培地はコロニーが小さかったため、常在菌の繁殖を抑制する作用をもつ。また、果肉と果汁の培地にはカビが生えなかったため、カビの繁殖を抑制する作用ももつのではないかと考えた。ただし、繁殖を抑えるだけであって、殺菌効果は見られなかった。

<アロエの抗菌作用の検証 2> 「カビ菌に対して」

目的：<アロエの抗菌作用の検証 1>より、手の常在菌の繁殖を抑制することが分かったので、他の菌はどうなのか調べるためにカビ菌を用いて調べる。

仮説：<アロエの抗菌作用の検証 1>より、アロエ果汁には、カビ菌の繁殖も抑制する作用がある。

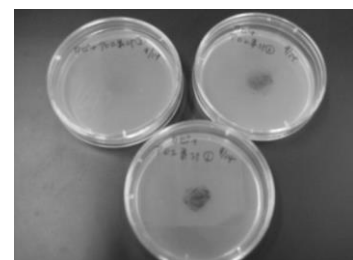
器具：寒天培地×11 ループ メス 薬匙

材料：アロエ カビ菌（黒カビ）

方法：① アロエをメスで果皮、果肉、果汁に分ける。

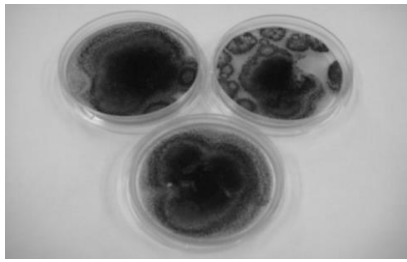
② 11 個の寒天培地にカビ菌を薬匙で塗布する。

③ 右の写真のように寒天培地に果皮、果肉を置き、アロエ果汁をループで塗布する。2 個はカビ菌のままにしておく。

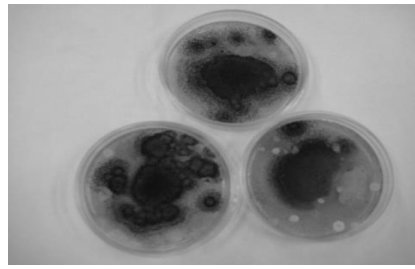


④ 観察する。

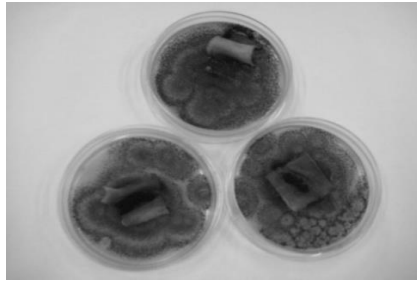
結果：観察 7 日目 この実験は 2 回行った。



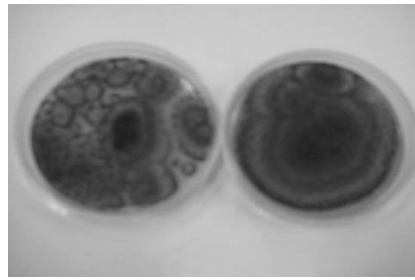
アロエ果肉+カビ菌



アロエ果汁+カビ菌



アロエ果皮+カビ菌



カビ菌のみ

検証 2 の結果	
カビのみ	全体に黒いカビが繁殖した。
アロエ果肉+カビ	カビのみとほぼ同量全体に繁殖した。
アロエ果皮+カビ	上に同じ
アロエ果汁+カビ	他の 2 つより狭域にカビが生えており、黄色くて細かいコロニーができていた。

考察：上の表より、アロエ果汁にカビ菌の繁殖を抑制する効果がある。ただし、繁殖を抑えるだけであって、殺菌効果は無い。

<アロエの抗菌作用の検証 3> 「乳酸菌に対して」

目的：<アロエの抗菌作用の検証 1.2>より、手の常在菌やカビ菌の繁殖を抑制することが分かったので、他の菌はどうか調べるために乳酸菌を用いて調べる。

仮説：<アロエの抗菌作用の検証 1.2>の実験結果より、アロエ果汁を入れたビーカーはヨーグルトができない。

器具：ビーカー×8 こまごめピペット パラフィルム メス

材料：アロエ 牛乳 ヨーグルト

方法：① アロエをメスで果汁、果肉、果皮に分ける。

② 右の写真のように各ビーカーにヨーグルト 1.0 g、牛乳 40ml を入れる。

③ ②のビーカーにアロエ果汁、果肉、果皮をそれぞれ 2.3 g、すべて 2 個ずつ作る。

④ 雑菌が入らないようにパラフィルムを被せ、インキュベーターに入れ 27℃で保管する。



⑤ 観察する。

結果：この実験は2回行った。

検証3の結果	
アロエ果汁	固まった
アロエ果肉	
アロエ果皮	
何もなし	

考察：上の表より、アロエのどの部分にも乳酸菌の繁殖を抑制する作用はない。よって、アロエ入りヨーグルトは存在する。

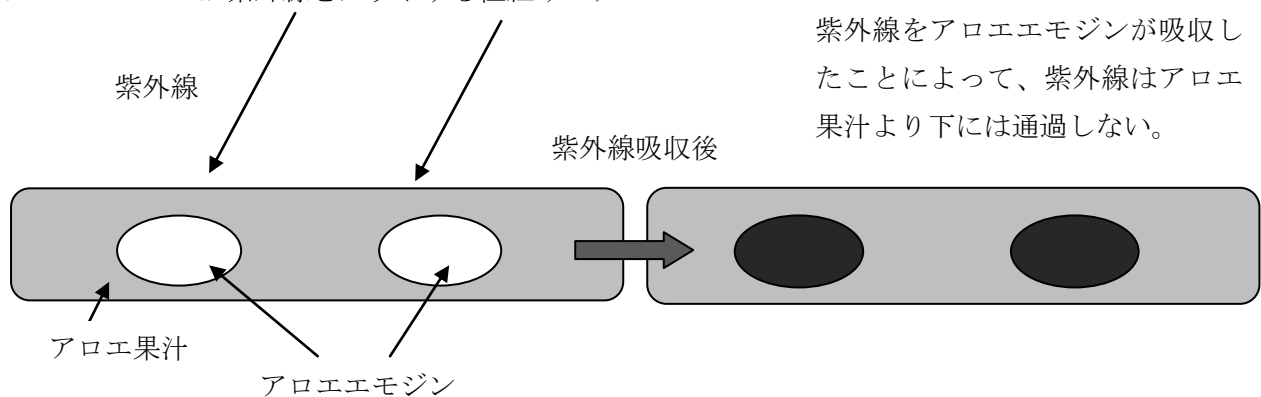
【まとめ】

＜アロエの紫外線カット効果の検証1＞より、アロエ果汁には紫外線をカットする効果があることが分かった。また、＜アロエの紫外線カット効果の検証2～5＞より、アロエ果汁は、乾燥、多少の水・熱に対する耐性があること、紫外線カット効果は物質のpHに左右されないこと、アロエ果汁は屋外での紫外線にも対応できることが分かった。さらに、実際にアロエ果汁を使った日焼け止めの作成を試み、日焼け止めとして利用できることが分かった。しかし、私たちが作成した日焼け止めは肌が白くなること、伸びが悪いこと、厚く塗らないと紫外線を十分にカットしないこともわかった。よって、実際に利用できる段階にはまだない。

アロエの抗菌作用の検証より、アロエは菌類には抗菌作用があるが、細菌類には作用がないと考えた。これを実生活に活かすとすると、どのように利用できるのかがまだはっきりとは分からない。

今後はアロエエモジンがなぜ、何のために紫外線を吸収するのか、紫外線照射装置の紫外線量の数値でどれくらい日焼けするのかを調べる。また、私たちが作成した日焼け止めは、伸びが悪く、白浮きし、さらに薄く塗ると紫外線を十分にカットできなくなるので、どうすれば改善できるかを検討する。さらにアロエの抗菌作用をどうすれば実用化できるのか、また、なぜアロエ果汁は菌類には抗菌作用があるのかをはっきりさせるため、抗菌作用が働く菌の構造の共通点を調べる。

＜アロエエモジンが紫外線をカットする仕組みモデル＞



参考文献＜アロエの抗菌作用の検証3＞：ヨーグルトの作り方 <http://www.mom-yogurt.com/make/>

＜アロエの紫外線カット効果の検証7＞：日焼け - アロエ製薬

<http://www.aloe-seiyaku.co.jp/me/me04b.html>

＜アロエの抗菌作用の検証1＞：アンピシリン 「旺文社 生物事典 五訂版」