

最強の日焼け止めを作る！

福井県立武生高等学校 探究理科 2年

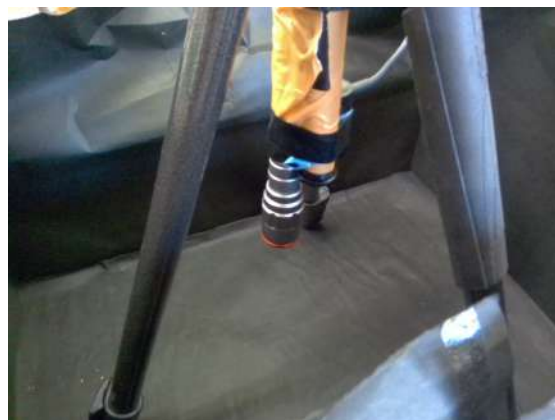
abstract

From the previous research, it was found that plants containing flavonoids are more effective in preventing UV damage. So, we decided on the research question that is "Which plants have a high resistance to harmful sunlight on UV wavelength ranges?". Then we can make the strongest sunscreen by using those plants. First, we searched for plants and their absorbance was examined using a spectrophotometer. Second, we investigate the effect of sunscreen by using plants which have high absorbance. We concluded that the strongest sunscreen can be made by using rosemary, radish and broccoli.

《目的》

含まれているフラボノイドの種類によって吸収する紫外線の波長に違いが表れ、さらにフラボノイドの含有量が多いと吸光度が高く、紫外線を防ぐ効果を表す、ということが先輩の先行研究よりわかった。そこでフラボノイドの含有量が多いと思われる植物を探し、生物に影響を与える紫外線の波長域において吸光度が高い植物を調べることにした。また、最終的な目標としてそれらの植物を用いて最強の日焼け止めを制作したいと考えた。ここでの「最強」とは生物に影響を与える紫外線の波長域において、市販の日焼け止めよりも高い吸光度を示すこととする。また今回の実験では耐久性は考慮していない。

- ・ 殺菌灯(15W、285nm)
- ・ 片刃のカミソリ
- ・ ノギス
- ・ 保護メガネ
- ・ 暗箱
- ・ 簡易反射計【懐中電灯、照度計、三脚】
(以下、簡易反射計とする)



～フラボノイドとは～

葉に蓄積されている植物色素。抗紫外線作用、抗酸化作用、抗菌作用がある。

《仮説》

紫外線をよく吸収するフラボノイドを含む植物が紫外線防止効果を持つだろう。

《実験1》

紫外線が及ぼす影響について調べる

～材料・器具～

- ・ バナナ

※人間のDNAの約50%がバナナと同じであるため、今回は人間の皮膚の代わりにバナナの皮を用いる。



～実験方法～

1. 縦約 2 cm横約 4 cmの大きさに切ったバナナの皮を 3つ用意する。
2. 簡易反射計にバナナの皮を入れ、照度計で測定する。
3. 暗室に入れ、殺菌灯の下にバナナの皮を 5時間、10時間置く。
4. 殺菌灯を当てたバナナの皮を簡易反射計に入れ、照度計で測定する。
5. 1～4の手順を 4回、日を変えて行う。
6. 合計 12個のバナナの皮の反射量の平均をとる。

～結果～

照射時間ごとのバナナの皮の見た目の変化



0時間



5時間

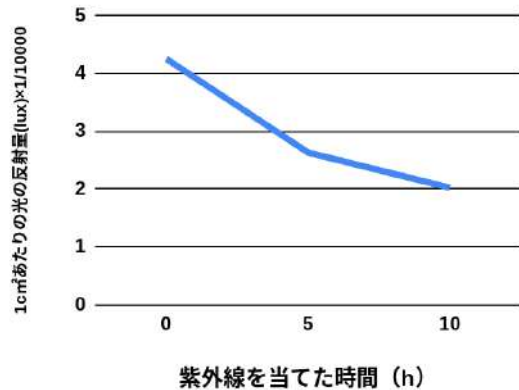


10時間

これらのバナナの皮の変化を簡易反射計を用いて定量化する。ここで、簡易反射計による定量化の仕組みについて説明する。バナナの皮は紫外線の影響で黒くなる。黒は光を吸収しやすい色であるため、黒い部分が多いほど吸収する光の量が多くなる。したがって、懐中電灯の光を当てて、光の反射量を測定することで、紫外線によってバナナの皮がどれだけ傷ついたかがわかる。そして、これらをグラフにすることで、バナナの皮の変化を数値的に表すことにした。

グラフの縦軸は1平方cmあたりの光の反射量、横軸は紫外線を当てた時間である。

紫外線が及ぼす影響



紫外線を当てた時間が長いほどバナナの皮の光の反射量が減少している。時間が経つほど、バナナの皮が紫外線を吸収して、傷ついている。

《実験2》

日焼け止めの効果を調べる

～材料・器具～

- ・バナナ
- ・保護メガネ
- ・殺菌灯(15W、285nm)
- ・片刃のカミソリ
- ・ノギス
- ・簡易反射計
- ・暗箱
- ・日焼け止め (BioreUVアクアリッチウォータリーエッセンス)
- ・メイク落とし (Bioreふくだけコットンうるおいリッチ)

～実験方法～

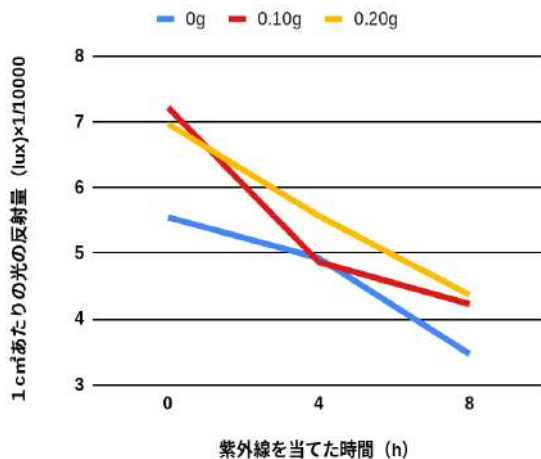
1. 縦約 2 cm横約 4 cmの大きさに切ったバナナの皮を 3つ用意する。
2. 日焼け止めを0.1g、0.2g量り取り、日焼け止めを塗らなかったバナナの皮の表面をメイク落としで拭き取る。
3. 簡易反射計にバナナの皮を入れ、照度計で測定する。
4. 2で量り取った日焼け止めをバナナの

- 皮に塗る。
5. 暗室に入れ殺菌灯の下にバナナの皮を4時間、8時間置く。
 6. 殺菌灯をあてたバナナの皮の表面をメイク落としとしてふき取る。
 7. バナナの皮を簡易反射計に入れ、照度計で測定する。
 8. 1～7の手順を3回、日を変えて行う。
 9. 合計9個のバナナの皮の反射量の平均をとる。

～結果～

グラフの縦軸は1平方cmあたりの光の反射量、横軸は紫外線を当てた時間である。

日焼け止めの効果



市販の日焼け止めを多く塗った時のほうが直接紫外線をあてる時よりも光を反射している。日焼け止めには紫外線を防ぐ効果があり、また量を多く塗ったほうが日焼け止めの効果は高い。

～考察～

紫外線は私達の皮膚に影響を及ぼし、日焼け止めには日焼け防止効果がある。

《実験3》

紫外線領域の波長で植物の吸光度を調べる

～材料・器具～

- ・試料（下記に示す）

- ・ミキサー
- ・マイクロマッシュ、専用の2ml、1.5mlのチューブ
- ・ステンレス球
- ・75%のエタノール
- ・遠心機
- ・0.22μmフィルター
- ・シェーカー
- ・マイクロキュベット
- ・日焼け止め（BioreUVアクアリッチウォータリーエッセンス）

試料

- ・ローズマリー
- ・玉ねぎの皮
- ・お茶っ葉
- ・ゆずの葉
- ・ブロッコリーの葉
- ・ブロッコリーの蕾
- ・大根の葉
- ・イシクラゲ
- ・ケルセチン

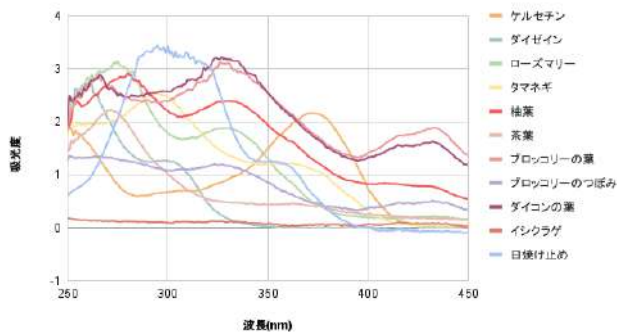
～実験方法～

1. 試料を38℃で乾燥させ、粉末状にすり潰す。
2. 10mg 秤量し、ステンレス球1つ、エタノール0.75mLを加え、3200rpmで30秒×2回攪拌し、12000rpmで5分攪拌する。
3. 上清を採取し、2をもう一度繰り返す。
4. 3の上清を0.22μmフィルターでろ過し、不純物を取り除く。
5. 試料100μLそれぞれにプライミング溶液を50μLずつ加え、室温で10分間置く。
6. アルミニウム錯体25μLをそれぞれに加え、室温で10分間置く。
7. 水酸化化合物水溶液100μLをそれぞれに加え、シェイカーで混合しながら室温で10分置く。
8. マイクロキュベットに試料を入れ、マイクロプレートリーダーの照射波長範囲を250nm～700nmに設定し、75%エタノールのベースラインを取り、試料の吸光度を測定する。

～結果～

グラフの縦軸は、吸光度、横軸は光の波長である。（吸光度は透過光量に対する入射光量の比の常用対数をとったもの）

植物の吸光度



波長域250～280nmでは赤色のグラフのローズマリー、300nm前後では黒色のグラフの日焼け止め、325～350nmでは青色と黄色のグラフのブロッコリーの葉とダイコンの葉が高い吸光度を示している。

《実験4》

吸光度の高かった植物と日焼け止めを混ぜて再び吸光度を調べる

～材料・器具～

- ・ マイクロスマッシュ、専用の2ml、1.5mlのチューブ
- ・ 遠心機
- ・ マイクロキュベット
- ・ 75%のエタノール
- ・ 日焼け止め (BioreUVアクアリッチウォータリーエッセンス)
- ・ ローズマリー
- ・ 大根の葉
- ・ ブロccoliの葉
- ・ シェーカー

～実験方法～

1. 試料を乾燥させ、乳鉢、乳棒で粉末状にすり潰す。
2. 日焼け止めをエタノールで0.001mg/mlになるように希釈し、攪拌する。その後、遠心機にかけて上澄み液を採取する。
3. 試料をエタノールで2 mg/mlになるよ

うに希釈し、攪拌する。その後、遠心機にかけて上澄み液を採取する。

4. 2、3を1：1で混ぜる。

（混ぜた種類は 下記の通り）

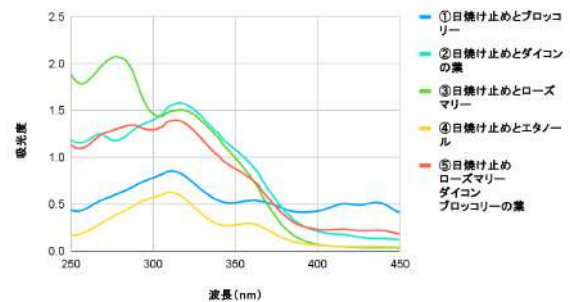
- ①日焼け止めとブロッコリーの葉
- ②日焼け止めと大根の葉
- ③日焼け止めとローズマリー
- ④日焼け止めとエタノール
- ⑤日焼け止めとローズマリーと大根とブロッコリーの葉

5. エタノールで分光光度計のベースラインを取る。

～結果～

グラフの縦軸は、吸光度、横軸は光の波長である。（吸光度は透過光量に対する入射光量の比の常用対数をとったもの）

植物と日焼け止めの混合物の吸光度



300nmより短い波長ではローズマリーの吸光度が一番高く、より光を吸収する。350nm前後ではダイコンの葉が高く、400nm以降ではブロッコリーの葉の吸光度が最も高い。

～考察～

3種類の植物と日焼け止めを混ぜたものは、すべての波長において吸光度が最も高くなると予想していたが、実際は植物を単体で日焼け止めと混ぜたときの値を下回っている。それは、植物を日焼け止めと混ぜたものと日焼け止めを1対1で配合したため、3種類の植物の含有量が相対的に減少したからだと考えられる。

《実験5》

実際に植物と日焼け止めを混ぜて、紫外線防止効果を調べる

～材料・器具～

- ・バナナ
- ・保護メガネ
- ・日焼け止め (BioreUVアクアリッチウォータリーエッセンス)
- ・メイク落とし (Bioreふくだけコットンうるおいリッチ)
- ・殺菌灯(15W、285nm)
- ・片刃のカミソリ
- ・ノギス
- ・暗箱
- ・簡易反射計
- ・ローズマリー
- ・大根の葉
- ・ブロッコリーの葉

～実験方法～

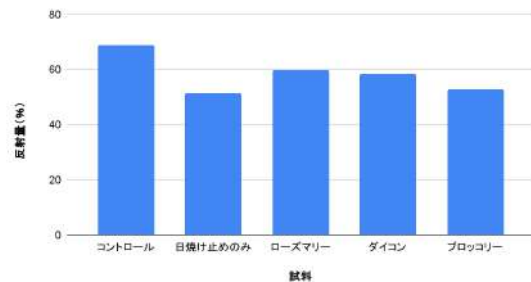
1. 粉末状の試料をエタノールで0.1g/mlになるように希釈し、攪拌する。その後、遠心機にかけて上澄み液を採取する。
2. 1と日焼け止めを1:1で合計2gになるように混ぜる。
(混ぜた種類は下記の通り)
 - ①何もなし (コントロール)
 - ②エタノールと日焼け止め
 - ③ローズマリーと日焼け止め
 - ④ダイコンと日焼け止め
 - ⑤ブロッコリーと日焼け止め
3. 縦約2cm横約4cmの大きさに切ったバナナの皮を5つ用意する。
4. ①～⑤のバナナの皮の表面をメイク落としで拭き取る。
5. 簡易反射計にバナナの皮を入れ、照度計で測定する。
6. 4のバナナの皮の上に2の①～⑤をそれぞれ塗る。
7. 殺菌灯に入れ、45分間紫外線を照射する。
8. 殺菌灯をあてたバナナの皮の表面をメイク落としでふき取る。

9. バナナの皮を簡易反射計に入れ、照度計で測定する。

～結果～

グラフは紫外線を当てる前の光の反射量を100%として、45分間当てた後の反射量を割合で表したものである。(バナナが黒くなければ反射量が高いため、紫外線の影響を受けていないということを表している。)

日焼け止めと植物の反射量



3種類の植物は日焼け止めのみの時よりも紫外線防止効果が高い。また、何も塗らなかったものが一番紫外線の影響を受けていないことがわかる。

～考察～

この実験では、植物や日焼け止めはエタノールを用いて抽出したため、エタノールが含まれている。しかし、コントロールの場合にはエタノールを塗らなかった。このことから、コントロールの反射量が他のものよりも高かったのは、エタノールの影響を受けていないからだと考えられる。

《実験6》

大腸菌を用いて紫外線の防止効果を調べる

～材料・器具～

- ・寒天培地
 - ・大腸菌
- ※先行研究において大腸菌が広く用いられており、多くのデータが入手できるため、大腸菌を実験対象とした。
- ・無菌水

- ・シャーレ (φ49mm)
- ・インキュベーター
- ・日焼け止め (BioreUVアクアリッチウォータリーエッセンス)
- ・ローズマリー
- ・大根の葉
- ・ブロッコリーの葉
- ・パラフィルム
- ・クリーンベンチ

～実験方法～

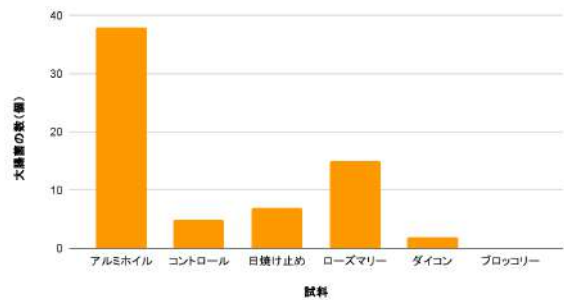
1. 培養した大腸菌のコロニーを一つと無菌水1000μlを混ぜたものを原液とする。
2. 1の原液を5000分の1に希釈する。
3. 希釈した大腸菌溶液を3000μl寒天培地に流し込む。
4. 粉末状の試料をエタノールで0.1g/mlになるように希釈し、攪拌する。その後、遠心機にかけて上澄み液を採取する。
5. 日焼け止めをエタノールで0.2g/mlになるように希釈し、攪拌する。その後、遠心機にかけて上澄み液を採取する。
6. 5の日焼け止め450μlを石英ガラスにのせる。(②) 4を300μlと5を150μl混ぜたものを石英ガラスにのせる。(③~⑤) (混ぜた種類は下記の通り)
 - ①何ものなし (コントロール)
 - ②エタノールと日焼け止め
 - ③ローズマリーと日焼け止め
 - ④ダイコンと日焼け止め
 - ⑤ブロッコリーと日焼け止め
7. 石英ガラスを3のシャーレの上ののせ、殺菌灯にいれ、15分間照射する。
8. シャーレをパラフィルムで止めて、36度のインキュベーターで三日間培養する。
9. 8のシャーレにできたコロニーを数える。

～結果～

グラフの横軸は試料、縦軸は大腸菌の数を表す。

(大腸菌は紫外線を当てることで死滅する。したがって、大腸菌の数が多ければ、紫外線の影響を受けていない)

紫外線による大腸菌の変化量



ローズマリーの紫外線防止力が高いことが分かる。しかし、ダイコンやブロッコリーでは大腸菌がほとんど見られなかった。

～考察～

実験1の、植物の吸光度を測定する実験より、今回の実験で用いた280nmの波長において、ローズマリーの値は高い。しかし、ブロッコリーとダイコンは低くなっている。したがってブロッコリーやダイコンは280nmの紫外線をあまり防ぐことができなかったため、大腸菌がほとんど見られなかったと考えられる。

《結論》

市販の日焼け止めは300nm前後の波長の光をよく吸収し、その他の波長の光はあまり吸収しない。ローズマリー、ダイコン、ブロッコリーは市販の日焼け止めが吸収しにくい波長をよく吸収する。その理由として、ローズマリーにはゲンクワニン、ブロッコリーにはケルセチン、ダイコンにはケンフェノールとケルセチンというフラボノイドが含まれている、という報告より、吸光度が高いのではないかと考える。よって、ローズマリー、ダイコン、ブロッコリーと日焼け止めを混ぜると、私達の考える最強の日焼け止めを作れると結論づける。

《今後の課題・展望》

今回の私達の実験では280nmと285nmの波長が放出される装置を用いたが、その波長で実際地上に届くのは一部であるた

め、次はより地上に届きやすい315nm～400nmの間の波長で実験する。また、三種類の植物の配合比率を変えて実験する。

《謝辞》

- ・若狭湾エネルギー研究センター生物資源研究室 高城 啓一 先生
- ・福井大学名誉教授 前田 柝夫 先生
- ・万葉の里味真野苑の皆様

《参考文献》

- ・「ポリフェノール（特にフラボノイド）について」
(JFRLニュース 1999)
- ・「皮膚細胞に対するローズマリー含むフラボノイドgenkwaninの作用」
(2003年3月14日) ～Genkwaninのコーゲンおよびセラミド合成促進効果～
- ・令和2年度 課題研究論文集 福井県立武生高等学校「フラボノイドの効果」
- ・気象庁 紫外線に関するデータ