

バナナの発光と糖度の変化の関係性

北海道札幌啓成高等学校 理数科 (2020 年入学) 1 班 今井, 大久保, 永金, 花田

We found banana are bright, and we start to turn out how relation both strength of that light and banana's sugar content. First, we preserve to ripe banana in particular condition. After that, we take a picture of this banana in the box we make inside darken, and analysis by using application "Image J". As a result, there are positive correlation both.

1. はじめに

熟したバナナは化学発光を起こす果物の1つで、ブラックライトを当てることで発光する。

先行研究により、バナナが化学発光を起こす原因は、バナナの皮にある蛍光性クロロフィル (FCC) であることが明らかにされている。バナナの皮にあるクロロフィルが分解される過程で、高エネルギー状態の FCC となる。その状態の FCC は、ブラックライトの波長に反応して発光を示す。しかし、FCC はやがて安定した別のエネルギー状態の低い物質に分解されるため、時間の経過とともに発光を示さなくなる (Simon Moser, 2009)。

私たちはこの事実に注目して、ブラックライトを当てた際のバナナの光の強さ(以下光度とする)から、1番甘いタイミングのバナナを見極めることができるのではないかと考えた。

先行研究では、すでに同じ目的で研究しているチームがあったが、画像分析や研究をする環境がうまく整っておらず糖度と光度の関係は示せなかった。

そこで本研究の目的はバナナの光度と糖度の相関関係を調べ、最終的にバナナの光度から果実の糖度を推定することが可能か調べることとした。

2. 仮説

一般的にバナナは黒い部分(シュガースポット)が出てきた時が一番おいしいと言われている。

バナナはブラックライトを当てた時、そのシュガースポットの周辺が青白く発光する。

バナナは追熟するとともに光が強くなっていき、そして追熟が進み黒くなっていくほど光が弱くなる。

したがって、光の強さと糖度が相関関係にあ

り、光が1番強い時に糖度が1番高い、と仮説を立てた。

3. 予備実験

3.1 目的

シュガースポットの周りの光と糖度の変化を見るために、予備実験を行った。

3.1 方法

- ①部屋のカーテンを閉め、可能な限り暗くした。
- ②バナナの皮にブラックライトを当て、シュガースポット周辺の光り方を観察した。
- ③ガーゼでバナナを絞り、出てきた液体をシャーレに入れた。
- ④液体の糖度を糖度計で測った。

3.2 結果

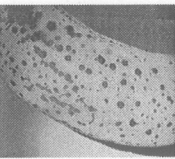
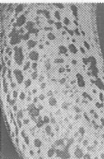
	当日	3日後	7日後	11日後
発光				
糖度	18.5	23.5	24.0	21.0

図1. 発行したバナナの様子と測定した糖度

バナナの糖度は時間経過とともに上昇して、最高値 24.0 の後、下降した。

シュガースポット周辺の光度も同様に時間経過と共に光らなくなったように観察された。

3.3 考察

バナナのシュガースポット周辺の発光が見られたが、肉眼での光量の比較が困難だった。そこで本実験では、画像を解析するソフト Image J を使用することとした。

使用したバナナが既に熟していたため、腐敗が早かった。よって未熟なバナナを実験に使うことで、時間の経過とともに光度や糖度を観察しやすくなると考えた。

また、周囲の可視光が原因で写真での発光が検出しづらかった。段ボール、可視光遮断フィルターを用いて、画像の撮影を行うこととした。
(図2)



図2：段ボールと可視光遮断フィルター
円形の穴はブラックライト用のフィルター、四角い穴はスマホ撮影用

4. 実験1

4.1 目的

未熟なバナナを材料とし、時間の経過に伴う糖度と光度の関係を調べた。

4.2 方法

熟していないバナナを気泡緩衝材で包み、室温 20℃前後になるように発泡スチロールの中で保存した。撮影と光度測定には1度に3本のバナナを使用した。撮影・測定はバナナ購入後の9日間で登校日に行った。

4.2 実験結果

表1. 実験1の結果

日付	10/ 18	/20	/21	/22	/23	/25	/26
糖度	測定 不可	21. 73	22. 07	22. 43	22. 66	21. 93	21. 66
光度(光 の強さ の順番)	7	6	4	1	3	2	5

※上から、日付、糖度、光の強い順番

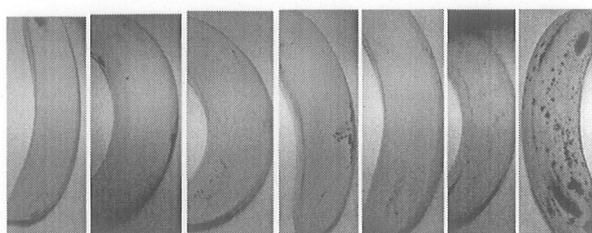


図3. 実験1で撮ったバナナの写真。(順番は表1と対応している)

糖度の範囲は約 21.7-22.6 であり追熟するとともに上昇し、下降していった。

上昇して下降するという結果は予備実験と同様の結果だったものの、予備実験ほどの光度差を示さなかった。購入直後のバナナは固すぎて糖度を測定できなかった。

シュガースポットはほとんど現れないまま糖度が下降し、腐敗してしまった。そのため予定通り光度を測定できず、目視と班員の合意で順位付けする形で光の強さを評価した。

4.3 考察

10/23~25 で光度が高いという結果は、糖度と光度の相関を示しているようにもみられる。ブラックライトを当てると全体が光っていたため、判断が難しかった。

しかし今回の実験では、ブラックライトを当てた時の全体の光り方を評価したため、正しく検討できなかった。

バナナが光るためには保存の過程で特定の環境を作る必要があるのか、それとも購入したバナナの品種などが影響しているのかなどが考えられる。しかし、原因の特定には至っていない。

5. 実験2

5.1 目的

シュガースポットの周りが光るバナナを使って、光度と糖度の関係を数値化して相関関係を調べた。

5.2 方法

5.2.1 材料

前回用いたバナナとは違う種類のバナナを13本用意して実験に使用した。種類や保存方法、経過時間など様々なバナナを道いるため、バナナは2社のものを、三房用意し、発泡スチロール内で保存するもの、直接日光に当たる状態で保存するものに分け、一週間の間で測定した。

5.2.2 imagejによる画像分析について

画像解析ソフトの Image を用いて撮った写真の高度を解析する。測定したい画像を

ソフトに読み込み、表示させる。

5.2 実験結果

5.2.1 糖度測定の結果

表 2：実験 2 の結果

1	2	3	4	5	6	7
23.3	23.8	24.0	23.4	23.1	22.8	23.6

8	9	10	11	12	13
22.9	21.8	22.0	22.1	21.8	22.0

上から識別番号、糖度

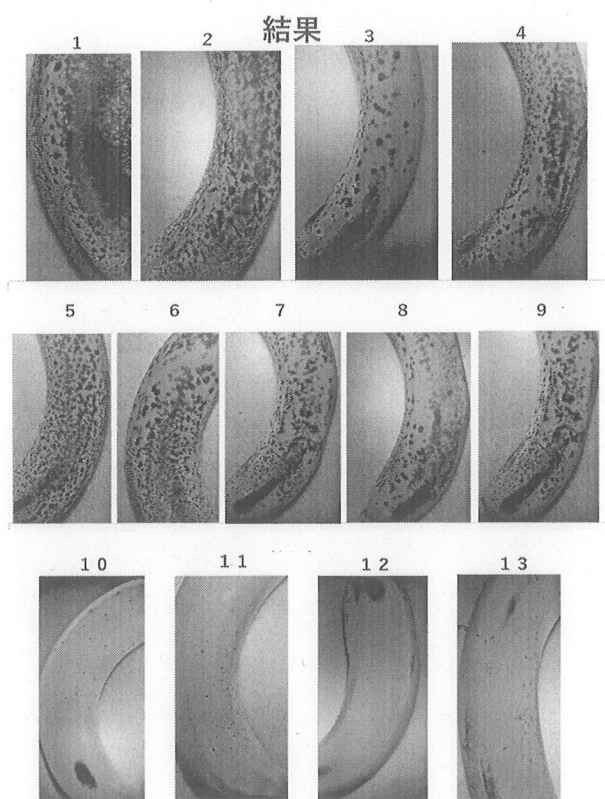


図 4：実験 2 でとったバナナの写真。1-4 が日光に当てたもの、5-9 が日光に当てたものと同種で発泡スチロールの中に入れたもの、10-13 が違う種類のもの。

糖度の範囲は 21.8-24.0。

種類の違うバナナは一方に比べてシュガースポットが少なく、糖度も小さかった。

日光を当てたバナナは発泡スチロールの中で保存したものより糖度が高かった。

5.2.2 光度測定の結果

実験 2 の結果



図 6：縦軸-糖度 横軸-
このグラフの相関係数は 0.47。

5.3 考察

シュガースポットの周りの光の面積とシュガースポットの面積の比率は、バナナの糖度と正の相関の傾向があると言える。

6. まとめと課題

- ・シュガースポットの周りがより光っているほうのバナナの糖度は有意に高かった。
- ・シュガースポットの周りの光が強い方のバナナは糖度が高い傾向があった。
- ・全体とシュガースポットの周りの光の割合が、1%を超えるバナナは糖度が高い可能性がある。
- ・計測したバナナのデータの量を増やすことでより正確な値を出す。
- ・ブラックライトに入っている可視光を 0% に近づけることでシュガースポットの周りの光を測定しやすくする。

7. 参考文献

Chem-Station 副代表, 2009/9/14, 「完熟バナナはブラックライトで青く光る」, chem-station

(<https://www.chem-station.com/blog/2009/09/post-111.html>)

Simone Moser, 2009, 「Fluorescent chlorophyll catabolites in bananas light up blue halos of cell death」, PNAS

(<https://www.pnas.org/content/106/37/15538#~:>)

信州大学繊維学部, 2009, 「ルミノール化学

発光」, 国立大学 56 工学系学部ホームページ

(https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/181012_02.php)

{元文献} 本吉谷二郎, 2006, 「化学発光（ケミルミネッセンス）のしくみ」, nature

(https://www.nature.com/collections/gjifihfcha?utm_source=yahoo_null&utm_medium=cpc&utm_campaign=J_JPN_1_KI01_IP_scirep_ge_collection_Channelopathies&yclid=YSS.)