

腐敗

3501 安藤仁太 3622 田口亮羽 3509 加藤志門 3533 古山弦

<要旨>

私たちは本研究で、腐敗が始まる条件について研究を行った。バナナを検体とし新鮮な状態と1,2週間放置後の検体のpH、におい、菌、糖度の変化について実験を行った。放置後のバナナは放置前のpHよりも放置後pHのほうが低くなり、においの数値が大きくなり、カビが発生した。これらの結果からpHの低下、においの数値の増加、カビの発生を腐敗の定義とする。それをを用いて実験をし、糖度が高い部位から腐敗することが分かった。

今回は実験を腐敗の定義を決める「実験1」と腐敗し始める部分を調べる「実験2」の二つに分けた

「実験1」

1. 目的

実験2で利用するための腐敗の定義を決める

2. 仮説

腐敗をすると

- ・pHが下がる
- ・においがきつくなる
- ・菌が増殖する。

3. 使用した器具・装置など

<pHの実験>

pH測定機、乳鉢、乳棒、メスシリンダー、ピペット、電子天秤、ビーカー、

<においの実験>

においセンサ、発泡スチロール箱、サランラップ

<菌の実験>

人工気象機、寒天培地のシャーレ、ループ、パラフィルム

<重さの実験>

電子天秤、シャーレ

4. 研究・実験の手順

<pHの実験>

3つのバナナを検体として使用する。

- ・バナナを電子天秤で5g測り、メスで切り取り、乳鉢に入れ、水道水20mlをメスシリンダーで測り、乳鉢に入れ、乳棒で大きな粒がなくなるまですり潰すし、水道水とバナナを混ぜる。

※純水ではなく水道水を使った理由は、純水のpHよりも水道水のpHの方が安定していたから。

- ・すり潰して混ざった液をピペットで約2g測り、pH測定器で計測する。
- ・買ったばかりの新鮮なものと、放置して腐敗の進んだもののpHの差を比較する。

<においの実験>

3つのバナナを検体として使用する。

- ・サランラップを敷いた発泡スチロール箱の中にバナナを入れ、ふたをして、穴をセロハンテープで塞ぎ、密閉するようにして、バナナのおいが充満するように、5分間放置する。
- ・セロハンテープでふさいでいた穴をあけて、においセンサの先端を穴に入れてにおいの数値を測定する。
- ・買ったばかりの新鮮なものと放置して腐敗が進んだもののにおいの数値の差を比較する。



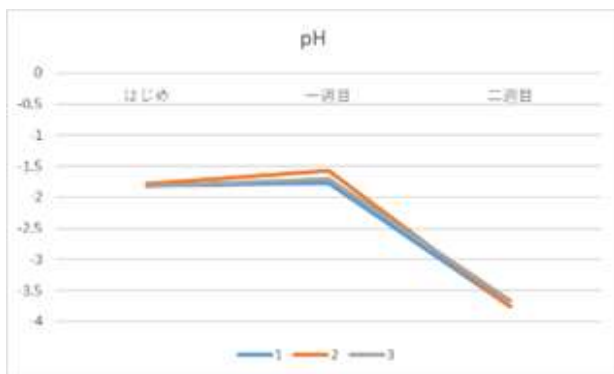
図1：においの実験で使用した発泡スチロール箱。底にサランラップを敷き、においセンサの先端が中の空気が逃げることなく入れられるように側面に直径1 cm程の穴をあけてある。

<菌の実験>

- ・ループをバナナの中に刺し、ループに付着させたバナナの果肉をシャーレの寒天培地にまんべんなく広げる。
- ・インキュベーターを使用し、温度を37.0℃に保ち、1週間、シャーレの寒天培地を放置する。
- ・買ったばかりの新鮮なバナナと、放置して腐敗が進んだバナナの寒天培地をそれぞれ比較する。

5. 結果

<pHの実験>

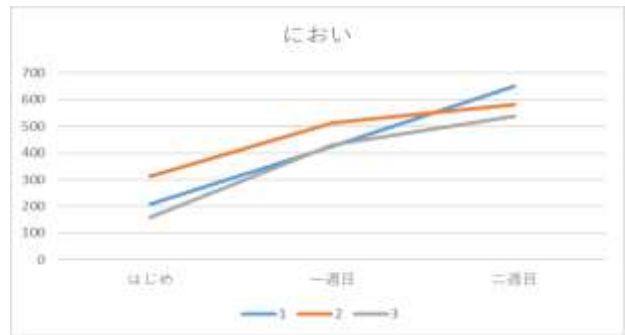


グラフ1： pHの値は、3つの検体のすべてが1週間目には少しだけ上がったが、2週間目は大幅に下がった。

(水道水のpHの値を基準の0とし、バナナをすりつぶして水道水とまぜた液のpHの値と水道

水のpHの値の差をグラフにしたものである。)

<におい>



グラフ2：3つのバナナのにおいの数値の平均値は、最初は226だったが、2週間後には589まで上がった。3つのバナナのうち、どのバナナもにおいの数値は1週目より2週目の方が大きかった。放置する時間がたてばたつほど3つのうちどのバナナも、においの数値は大きくなっていった。

(においの数値は検体のにおいを数値倍に希薄すると、においを感じなくなる普通の空気になるという数値。)

<菌の実験>



図2 (左)：インキュベーターでシャーレの寒天培地を放置する様子。

図3 (右)：インキュベーターで放置したシャーレの寒天培地にカビのコロニーができた様子。

- ・シャーレの寒天培地に発生したカビを確認することができたが、菌が発生したのを確認することはできなかった。

6. 考察

<pHの実験>

一週目ではpHの値が僅かに上がった。実験の誤差ということも考えられるが、今回の実験についてインターネットで菌について調べた際に、菌の中には高いpHを好むものと、低

いpHを好むものがあることを知った。今回何らかの菌が関係しているのであれば、一週目では高いpHを好む菌が増殖し、その影響で少しpHが上がったのではないか。

2週目ではpHの値が大幅にさがった。2週目に大幅に値が変化したため、完全に腐敗した結果としてよいのではないか。放置する時間がたてばたつほど腐敗がより進んで、pHが大きく下がるのではないか。

<においの実験>

1週目に、においの数値が増加したため、少し時間がたって腐敗が始まるとにおいの数値が大きくなるのではないか。

2週目にもにおいの数値が増加したため、放置する時間がよりたつて、腐敗がより進んでいくほどにおいの数値は大きくなるのではないか。

<菌の実験>

寒天培地にカビは発生したため、腐敗が進むと物体の中でカビがどんどん増えていくのではないか。

菌の発生は見つけることができなかつたため、バナナの腐敗が進んでも菌は発生しない。もしくは、今回の菌を検出するための方法が適していなかつたのではないか。

<腐敗の定義>

これらの実験の結果、考察より、腐敗の定義を以下の3つの変化が起こった時とすることとする。

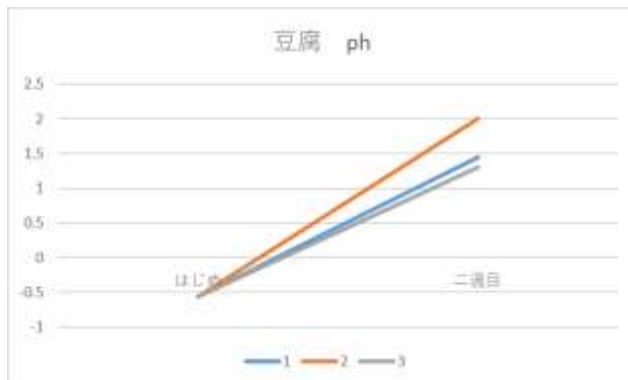
- ① pHの低下
- ② においセンサの数値の増加
- ③ カビの発生

※なお、複数個の個体をこれらの3つの条件で比較する場合には放置前の新鮮な状態と、放置後の腐敗が進んだ状態との数値の変化が大きかった方がより腐敗が進んでいることとする。

7. 追加実験・豆腐

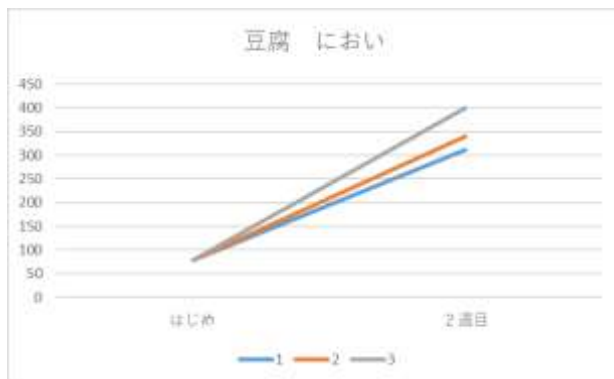
検体を豆腐に変え、pH、においの実験を同様に行った。

<pH>



グラフ4：バナナのpHは1週間目には少し増加し、2週間目には減少したが、豆腐のpHは1週目も2週目も増加し続けた。

<におい>



グラフ5：バナナと同様ににおいセンサの数値が増加した。

<考察>

<pHの実験>

グラフ1とグラフ3を比較すると、バナナと違い、放置して腐敗が進むほどpHの値が増加した。バナナは糖分を多く含み、豆腐はタンパク質を多く含むため、構成する成分が異なる。このことから腐敗の条件は検体の主成分によって異なるのではないか。

今後はバナナに絞って研究を進めることにする。

<においの実験>

バナナと同様に、放置して腐敗がすすむほ

ど、においの数値は増加した。このことから
においに関しては検体の主成分に影響せず腐
敗するにおいが強くなると言えそうであ
る。

8. 追加実験・カビ

カビによる腐敗の影響をより深く調べるためカ
ビに関する追加実験を行った。

9. 追加実験で使用したもの

腐敗したバナナから得られたカビ
新鮮なバナナ

10. 研究・実験の手順

腐敗したバナナからカビを採取し新鮮なバナナ
の一部に付けその後どう腐敗に関係するか調べ
る。

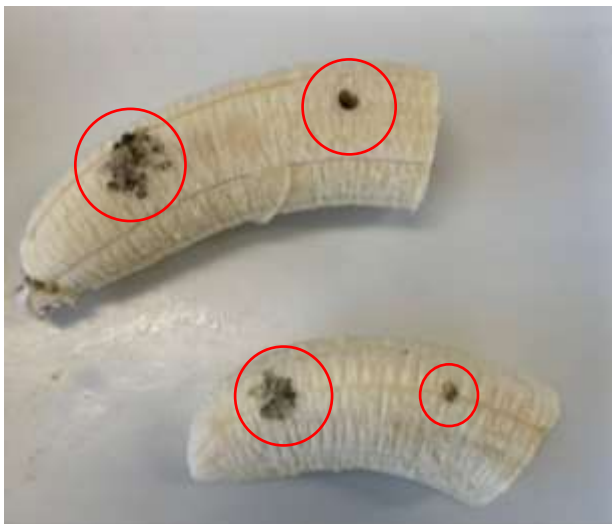


図4：赤い○で囲んだ部分にカビを添付した。
このカビは腐敗したバナナから採取したもので
あるので腐敗が広がればバナナの腐敗に関係す
るカビであることが言える。つまりバナナの腐
敗と関係のない菌によって引き起こされるもの
ではないということの裏付けとなる。

11. 結果・考察



図5：図4でカビを添付した部分を中心として腐
敗が進んでいる。

図5のようにカビをつけた部分から腐敗が広が
った。このことから腐敗がカビに影響するとい
うことがはっきりと分かった。

12. 展望

今回決めた3つの定義を用いて様々な条件下で
実験を行い腐敗が始まる部分とそうでないところ
の違いについて実験を進め「実験2」へつな
げていく。

<第二実験：「腐敗し始める部分」について>

13. 目的

腐敗が始まる部分とそうでないところの違いに
ついて調べる

14. 仮説

仮説1 細胞が破壊された部位から腐る
仮説2 糖度が高い部分から腐る

15. 仮説1に関する実験で使用したもの
ガスバーナー、顕微鏡、冷凍庫

16. 仮説1に関する研究・実験の手順

・バナナの皮をむき、果実部分の半分をガスバ

一ナーで焦げがつくまで炙る

- ・バナナを凍らせて細胞の様子を観察する。
- ・一週間放置しその様子を観察する。

17. 仮説 1 に関する結果・考察



図 6(左) : バナナの一部分を焼いた様子

図 7(右) : 二週間放置後のバナナの様子

今回の実験では、写真のように腐敗している特徴はみられたが、顕微鏡での細胞の観察技術が不足し、細胞が破壊されたことによる腐敗といいきることができなかった。

18. 仮説 2 に関する実験で使用したもの
糖度計、バナナ、「実験 1」の pH とにおいの実験で使用した器具

19. 仮説 2 に関する研究・実験の手順

- ・新鮮なバナナを根本、真ん中、先端の 3 つの部分に分けそれぞれの糖度を測る。
- ・バナナを二週間放置し部分ごとの腐敗の様子を観察する。

それぞれの部分の pH、におい、カビについて調べる。



図 8 : バナナを三つの部分に分けた。

20. 仮説 2 に関する結果・考察

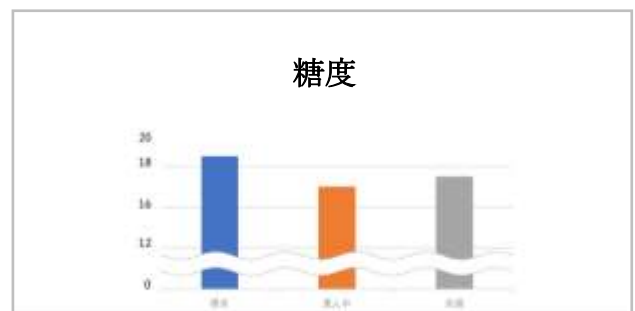
下図と写真からわかるように、根本部分は他の部分と比べ糖度が高かった。また二週間後の結果からもわかるように根本部分は他の部分と比べ腐敗が進んでいることもわかった。

このことから新鮮な状態のとき糖度が高かった部分から腐り始めるということがいえる。また新鮮な状態の時既に腐敗がはじまる部分は決まっているとも言えそうである。

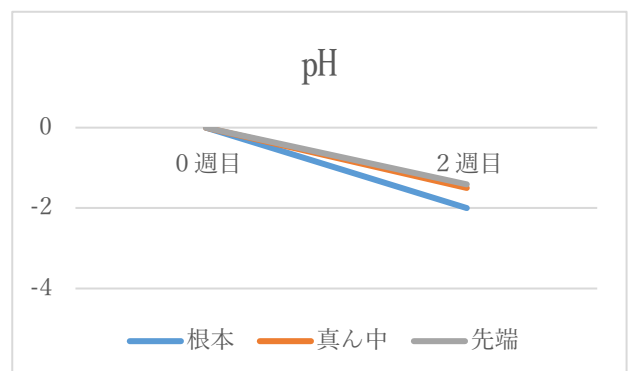


図 9(左) : 二週間放置後のバナナの様子

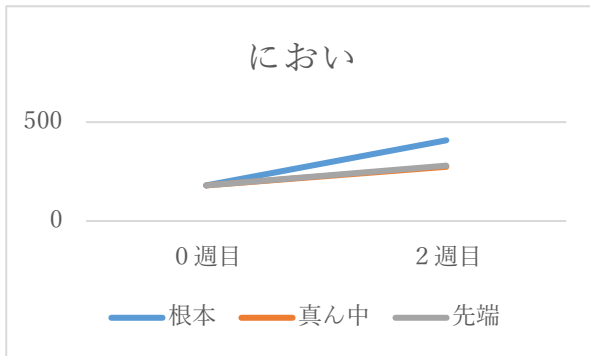
図 10(右) : 先端部分のバナナの様子(赤い○の部分にカビが見られた。)



グラフ 6 : 他の二つの部分に比べ根本部分の糖度が最も高かった。



グラフ 7 : 他の二つの部分に比べ根本部分の pH が最も下がった。



グラフ 8 : 他の二つの部分に比べ根本部分のにおい数値が最も大きくなった

21. まとめ

今回腐敗の定義を決めることからはじめた実験であったが腐敗の定義というのは一般的に決められたものはないため自分たちでつくるかたちとなった。食品全般に言えるものではないが本実験で決めた腐敗の定義(pHの低下・におい数値の増加・カビの発生)は本実験における2つ以上の比較対象を利用した上での結果としては利用できるものであると考える。

また「実験2」の仮説1に関する実験では細胞が壊れたかどうかはわからなかったが何らかの外的外傷によっても腐敗が引き起こされることが分かった。また仮説2の実験の結果から外的外傷を与えない場合でも糖度が高い部分から腐り始めることを発見できた。

22. 謝辞

本論文の作成にあたり、終始適切で熱心なご指導を頂いた生物の北村祐貴先生に深い感謝の意を表します。

23. 参考文献

焼きバナナってどんな効果がある？作り方と効果的な食べ方を紹介

<https://botanica-media.jp/4854>

加熱による細菌の損傷

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfm1994/12/2/12_79/_pdf

【バナナの意外な秘密】一番甘い部分はどこ？
黒い斑点があったほうがいい？

https://dogatch.jp/news/tbs/tbstopics_65112/detail/