

電解質を科学する ～蒸しパンについて～

熊本県立松橋高等学校 上田 克治・遠藤 涼介・藤枝 将人・上野 琢磨

1 研究の目的

電解質を含んだホットケーキミックスにステンレス電極を使って電気を流すとジュール熱が発生する。その熱を利用してできあがる蒸しパンの表面に黒い物質ができることがある。その原因と安全性を探る。

2 研究の方法

- (1) ホットケーキミックス、小麦粉と塩化ナトリウム、小麦粉と炭酸水素ナトリウム、小麦粉と牛乳、小麦粉と卵などでステンレス板を電極として、蒸しパンをつくり、黒い物質ができやすい条件を探る。
- (2) 黒い物質の生成に関わっている物質が何かを探るため、小麦粉と塩化ナトリウム、小麦粉と炭酸水素ナトリウムに交流でなく直流で電気を流し、黒色物質がどちらの極で生成するかを調べる。
- (3) ステンレスが与える影響を調べるため、ステンレス、白金及び炭素棒を用いて電気分解を行ってみる。
- (4) 蒸しパンの黒い物質が何か試薬を使って探る。
・今回使用したステンレス板は、フェライト系ステンレス SUS 430 で、主成分の鉄にクロムが 16~18% 含まれ、磁性がある。

3 研究の結果

- (1) 小麦粉と塩化ナトリウムの場合、ステンレス板の酸化が激しかった。また、ステンレス板表面の光沢が少ないほど、黒い物質が多くできた。ステンレス板表面の酸化と黒い物質は関係があることがわかった。牛乳や卵が生地に入っていると、メイラード反応（アミノ化合物+カルボニル化合物）がおこり、褐色で固くなる。黒い物質とは分けて考えた方がよい。乳化剤が入ったホットケーキミックスも黒い物質ができやすいことがわかった。
- (2) 小麦粉と塩化ナトリウムの場合、+極では緑色の物質が、-極では電極付近に固形物が出ていた。小麦粉と炭酸水素ナトリウムの場合でも、片方の極版に固形物が付着するため絶縁され、生焼けになりやすい。
- (3) ステンレス電極での塩化ナトリウム水溶液の電気分解では、+極に灰緑色の水酸化クロム $\text{Cr}(\text{OH})_3$ と水酸化鉄(III)の沈殿を確認した。炭酸水素ナトリウム水溶液の電気分解では、気泡と気体を確認した。白金電極や炭素電極を用いると、色の変化はまったくなかった。
- (4) 蒸しパンの黒い物質からは、鉄イオン(III)が検出された。黒い物質は、酸化鉄(III)が主成分と考えられる。

4 研究のまとめ

- (1) ステンレス板の酸化しやすさを防ぐためには、より光沢のある面で行う方がよい。
- (2) ステンレス板は、表示を確認しフェライト系を選び、磁石でも確認する。フェライト系ステンレス SUS 430 を選択することにより、ニッケルの毒性を避けることができる。
- (3) 鉄(III)イオンと同時にクロムイオンも溶け出している可能性がある。クロムイオンの価数は三価と六価が考えられるが、六価は有機物により、三価に変化するのでごく微量であれば必須ミネラルとなり、毒性に問題ないと考えられる。