

試料観察型熱分析装置による試験例 —PET 樹脂の熱収縮の測定—

1. はじめに

平成 28 年度に試料観察型熱分析装置として示差熱天秤 (TG-DTA: Thermogravimetry - Differential Thermal Analysis) と、示差走査熱量計 (DSC: Differential Scanning Calorimeter) が当センターへ導入されました (食品工業技術センターニュース 2016 年 12 月号をご参照ください)。これらの装置は熱分析を行いながら試料の形状を観察、撮影することが可能です。また、観察試料の任意の 2 点間の測長を行うことができます。今回はその測長機能を用いた試験例を紹介します。

2. 試験の目的：ペットボトルを使ったパッキングは可能なのか？

地震や風水害など、災害の発生時には限られた水や燃料を用いて調理を行うことが求められます。近年、耐熱性のポリ袋に食材を入れ、袋ごと鍋で煮るパッキングが水や燃料を効率的に利用する方法として注目されています。しかし、これらの耐熱性のポリ袋が入手できなかった場合や、使い切ってしまった場合に、普段から身近にあり、災害時の飲料水として配布されることも多いペットボトルで応急的に代替することは可能なのか、検証を行うことにしました。

ペットボトルに熱湯を入れると収縮変形することが知られています。これは、ペットボトルの製造方法が小さなボトルを風船のように膨らませて製造することによるものです。つまり、ガラス転移温度 (75℃付近) でポリエチレンテレフタレート (PET) 樹脂の結晶化度の低い部分の流動性が回復し、膨張させた残留応力が残っている部分がもとの状態に戻ろうとして収縮を起こします。

ペットボトルには常温充填用の飲み口が透明なタイプの容器 (図 1) と、ホット充填用の飲み口が白色の容器 (図 2) があります。ホット充填用容器は結晶化度を高める処理が行っており耐熱性が高く、収縮変形しにくいとされています。

そこで、常温充填用ペットボトルとホット充填用ペットボトルが、どのくらいの温度でどのくらい収縮するのか、また、調理のように長時間熱湯にさらされる場合に、時間によって収縮は進行するのか試験を行いました。



図 1 常温充填用ペットボトルの飲み口



図 2 ホット充填用ペットボトルの飲み口
白色であるのは熱処理によって PET の結晶化度を高めているため。

3. PET 樹脂の熱収縮の観察

常温充填用ペットボトル、ホット充填用ペットボトルから試験片を切り出し、試料観察型 DSC を用いて昇温時の熱収縮、及び一定温度で保温した時の熱収縮を観察しました。

昇温時の収縮観察では、鍋の側面や底面に軽く接触する状態を想定し、30℃から 120℃まで、毎分 5℃ずつ昇温し、観察を行いました (図 3)。常温充填用ペットボトルではガラス転移温度の 75℃付近から収縮が始まり、120℃では対角長で 30℃の約 81%まで収縮しました。ホット充填用ペットボトルでは 95℃付近から収縮が始まり、120℃では 30℃の約 90%まで収縮しました (図 4)。

高温保温時の収縮観察では、常温充填用ペットボトルでは、収縮が始まった直後の温度 (80℃)、ホット充填用ペットボトルでは熱湯に投入して調理した場合の温度 (100℃) にそれぞれ 20 分間保温して測定を行いました (図 5)。どちらのペットボトルも、保温状態では昇温時に生じるほどの大きな収縮は生じないことが分かりました。以上の結果、ホット充填用ペットボトルであれば、パッキングの温度、時間 (例：炊飯：100℃で 20 分) に耐えうる収縮変形に収まるであろうと推測されました。

4. おわりに

今回の試験はあくまでも、ペットボトルの熱収縮に関する試験になります。実際の調理では調味料や油脂などが使われるため、高温

で長時間使用した場合には PET 樹脂に何らかの影響を及ぼす可能性もあります。これらの検証についても今後順次行っていく予定です。

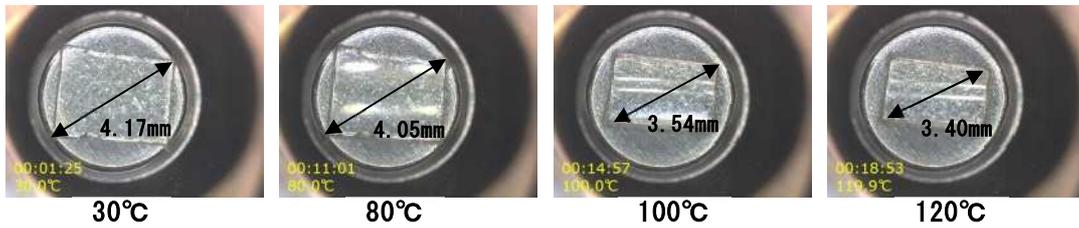


図3 常温充填用ペットボトル 昇温測定例

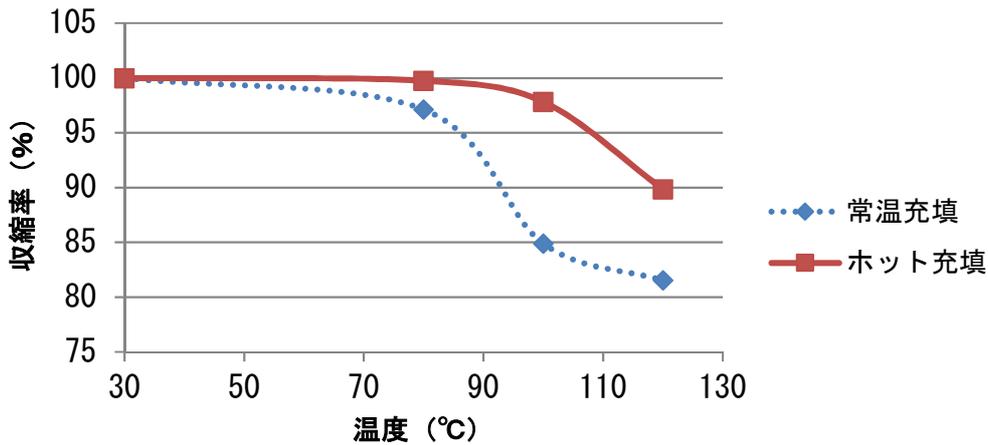


図4 ペットボトルの収縮率 (昇温測定)

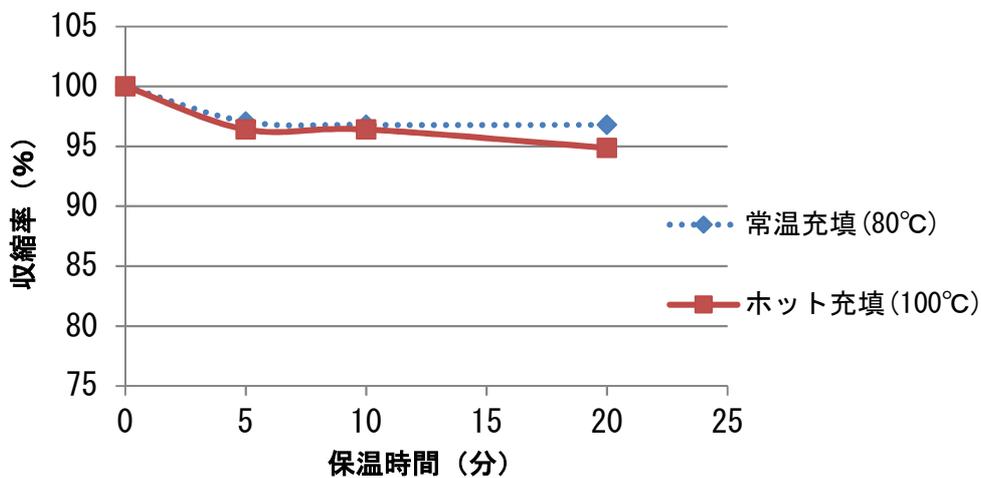


図5 ペットボトルの収縮率 (保温測定)

保蔵包装技術室：半谷朗

研究テーマ：MALDI-TOFMS を用いた酵母の迅速同定の検討

担当分野：農産加工食品