

賞味期限設定にかかる期間短縮のための 加速試験適用指標に関する研究

梶 川 純 一^{*1}

川 端 久 之^{*1}

【要 旨】

食品の賞味期限設定においては、科学的かつ合理的な根拠を適正に評価する責任が各事業者に求められている。食品の保存技術の発展から、賞味期限延長の実現が進むが、その反面、保存試験に要する試験期間が長期化するなどの課題がある。そこで本研究では、京都府内で製造販売される日本茶を対象に、保存試験期間の短縮化を図るための加速試験の実用性について検討を行った。その結果、日本茶での加速試験の適用可能性が示唆された。

1 はじめに

「賞味期限表示の設定のためのガイドライン」は2005年2月に厚生労働省及び農林水産省が策定し、2025年3月、食品ロス削減の観点と食品の安全性の確保に関する科学的知見に基づく観点から消費者庁によって20年ぶりの改正となった¹⁾。本ガイドラインにおいては、各事業者の責任の下、科学的かつ合理的な根拠を基に食品の期限設定が必要であることが引き続き明記され、改めて個々の食品の特性等を十分に考慮した期限設定が求められることとなった²⁾。

食品の期限設定においては、安全性や品質を客観的に評価するため、「微生物試験」、「理化学試験」、「官能検査」等の試験・検査が用いられている。各食品企業は、国や業界団体等が作成した個別食品にかかわる期限設定のガイドラインやHACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書³⁾等を参考に信頼性と妥当性が担保された独自の評価項目（指標）の基準を定め、これらの基準に基づいた科学的かつ合理的な期限設定に努めている。

期限設定を目的とした試験の中でも企業規模に関係なく、多くの食品企業で一般的に実施されている試験は保存試験である。これは流通や販売時の温度を考慮した任意の温度で食品を保存後、一定の期間ごとに各種試験・検査を実施し、その結果が規格値内にあることを確認するものである。一方で、近年の国際的なフードロス削減の取り組みや、包装資材、殺菌・保存技術等の発展⁴⁾により、食品の期限延長が実現され、保存試験の実施期間が長期化するなど課題が挙げられる⁵⁾。

防災食や宇宙食に代表されるような保存可能期間が5～10年と長い食品については、実際の期間、保存試験を実施することは現実的ではなく、温度や湿度等を上昇させた過酷な条件下で保存することで食品の劣化速度を速め、通常よりも短い期間で賞味期限を推定することが可能な加速試験が用いられる^{6) 7)}。しかしながら、全ての食品において加速試験が適用可能な訳ではなく、食品の種類や加工・調理、包装方法等によっても適用可否が異なる。

そこで本研究では、京都府内で製造販売される日本茶を対象に加速試験の実用性について検討を行った。

*1 応用技術課 技師

2 実験方法

2. 1 試料

京都府内産品として、府内で製造販売される煎茶、ほうじ茶、抹茶の3種類の日本茶を用いた。また加速試験には、保管・流通及び販売時の商品状態を模するため、個別包装後の商品を使用した。

2. 2 加速試験

2. 2. 1 試験条件

加速試験には、温度（25、35、45℃）及び相対湿度（70%RH）を制御した恒温恒湿槽（東京理化学器械製 KCL-2000A 及び日本医化器械製 BIOTRON NC-350）を用いた。ただし、25℃の条件下における相対湿度（70%RH）の制御には、恒温槽の内部に密閉容器を設置し、湿度調整ビーズ（シャープ製 TEKI juN、70%RH）を用いて恒温恒湿環境の制御を試みた。

2. 2. 2 評価試験及び解析方法⁷⁾

加速試験の評価試験には、京都府内茶製造小売企業協力の下、10点採点法による官能検査を採用した。官能検査の可否のボーダーラインは、8点に設定し、試料の保存開始後、初めて評価点が8点となる経過日数をその商品の設定条件下での品質保持限界日数と定めた。

加速試験の理論式の算出には、ある温度での化学反応の速度を予測する式であるアレニウスの式(1)を用いた。

$$k = A \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad \cdots(1)$$

k : 反応速度定数、 A : 頻度因子（濃度）、
 E : 活性化エネルギー、 R : 気体定数、 T : 絶対温度

ここで、食品の加速試験における反応速度定数 k は、上述の官能検査から得られた品質保持限界日数の逆数と定義した。

また実際の解析の際には、式(1)の両辺に自然対数を取り、式(2)の形へ変形させ、 $y = \ln k$ 、 $m = -\frac{E}{R}$ 、 $x = \frac{1}{T}$ 、 $b = \ln A$ のように変数を取り、 $y = mx + b$ の1次式とみなした。

$$\ln k = -\frac{E}{RT} + \ln A \quad \cdots(2)$$

なお、加速試験の解析にはExcelを用い、各試験条件下における絶対温度の逆数 $\frac{1}{T}$ とそれに対応する反応速度定数の対数 $\ln k$ をそれぞれグラフ上にプロットし、最小二乗法によって回帰直線を求めた。この回帰直線を式(2)のアレニウスプロットとみなし、任意の温度（20℃）での品質保持限界日数の理論日数の算出に用いた。

更に、得られたアレニウスプロットから煎茶、ほうじ茶、抹茶のそれぞれの活性化エネルギー E を求め、式(3)により20℃から30℃へ温度を10℃上昇させた場合の反応速度定数比 Q_{10} を算出した。

$$Q_{10} = k_{30}/k_{20} \quad \cdots(3)$$

k_{20} : 20℃での反応速度定数、 k_{30} : 30℃での反応速度定数

3 結果及び考察

3. 1 湿度調整ビーズによる恒湿制御

日本の年平均相対湿度は約70%として知られ⁸⁾、食品の保存試験や加速試験においても、多くの場合、同湿度帯へ制御可能な恒温恒湿器や人工気象器が一般的に用いられる。しかしながら、これらの機器は高額なこともあり、実際には、温度のみを制御可能な恒温器を用いて試験を実施することも少なくはない。そこで本研究では、湿度調整ビーズを用い、恒温槽内の相対湿度（70%RH）の制御を試みた。

図1に恒温槽内（25℃）に設置した相対湿度（70%RH）の制御環境を示す。本調湿ビーズの取扱説明書の使用方法に準拠して使用した場合、容器の密閉性や使用する調湿ビーズの量によっても

若干得られる性能が前後することが予想されるが、今回、少なくとも半年ほどは、目標の相対湿度（70%RH）に制御することが可能であった。

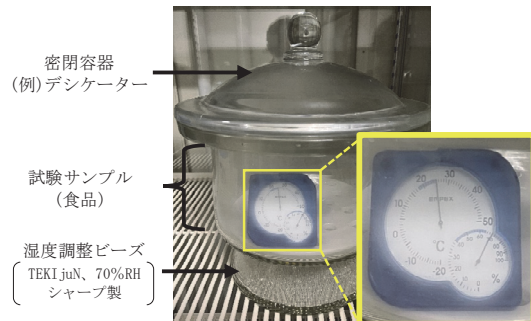


図1 湿度調整ビーズを用いた試験環境の構築

3. 2 日本茶の加速試験

3. 2. 1 通常保管温度よりも高い3温度での加速試験

京都府内産品における食品の加速試験の実用性について検討を行うため、府内で製造販売される煎茶、ほうじ茶、抹茶の3種類の日本茶を対象に、25℃、35℃及び45℃の条件下（相対湿度70%RH）で加速試験を行った。加速試験の評価試験（官能検査）の結果を図2に示す。抹茶では、温度上昇による品質劣化への影響が予想を上回り、回帰式算出のためのプロット数が少なくなったが、いずれの条件下でも良好な直線性を示した。

また、得られた回帰直線の式から、25℃、35℃及び45℃の条件下における品質保持限界日数を算出した（表1）。

表1 25℃、35℃及び45℃の条件下(相対湿度70%RH)における各種日本茶の品質保持限界日数

温度	煎茶	ほうじ茶	抹茶
25℃	137.5 日	164.2 日	102.9 日
35℃	50.9 日	57.7 日	32.7 日
45℃	18.4 日	32.1 日	9.3 日

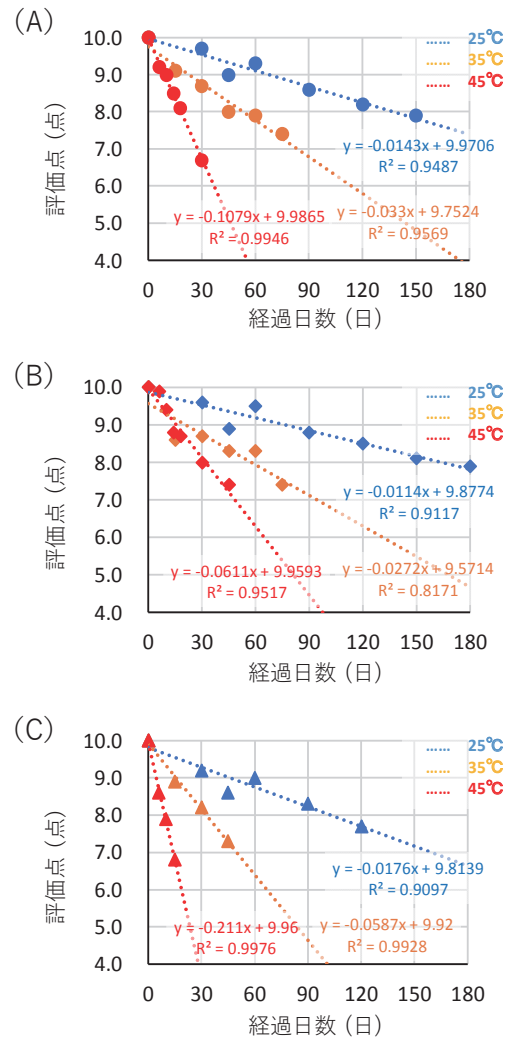


図2 加速試験における官能検査の結果

(A) 煎茶、(B) ほうじ茶、(C) 抹茶

3. 2. 2 アレニウスプロット

次に、各種日本茶における加速試験の理論式の算出のため、絶対温度の逆数 $\frac{1}{T}$ を横軸に、それに対応する反応速度定数（官能検査から得られた品質保持限界日数の逆数）の対数 $\ln k$ を縦軸にプロットしたグラフを図3に示す。図3に示すように良好な直線関係が示され、更に得られた回帰直線の式から、任意の温度（20℃）での品質保持限界日数の理論日数を算出した（表2）。

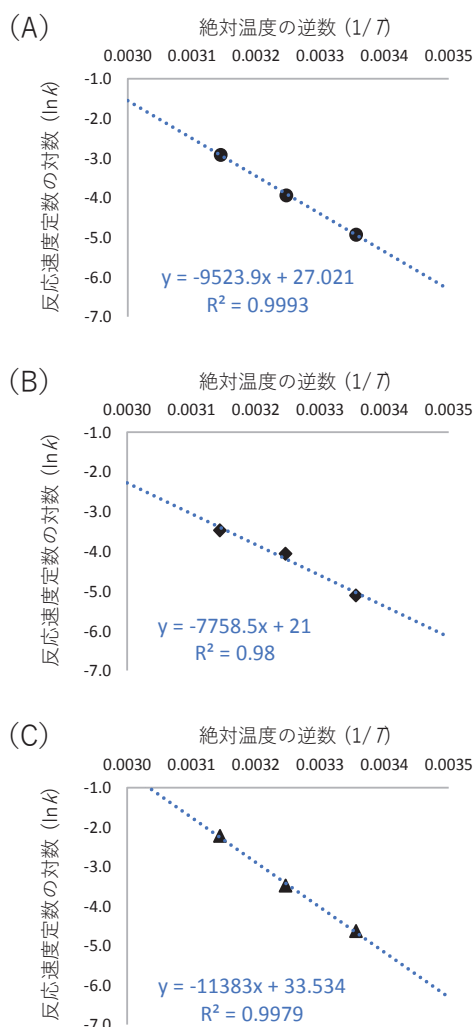


図3 アレニウスプロット
(A) 煎茶、(B) ほうじ茶、(C) 抹茶

また、表2に示すように実際に20℃で保存試験を実施して官能検査の基準を合格することができた日数との比較を行ったところ、煎茶における推定値と実測値は240.7日と240日、ほうじ茶における推定値と実測値は239.8日と240日で近似の値を示した。一方で、抹茶における推定値と実測値は203.6日と210日となり、加速試験で推定した品質保持限界日数は、実際に官能検査の基準を合格することができた日数と比べ、短い日数となった。

結果3. 2. 1の項でも記述したように、抹茶では、温度上昇による品質劣化への影響が大き

く、特に35℃や45℃の高温での官能検査の実施回数が少なくなったことや、官能検査の可否のボーダーラインを大きく下回る評価点は、精度や信頼性が低いことが予想され、これらの要因が抹茶での推定値と実測値の差に繋がったと考えられる。

表2 加速試験で推定した20℃での品質保持
限界日数と実際の保存試験結果との比較

試料名	アレニウス式からの 推定値	工場内(20℃保管) の実測値*
煎茶	240.7 日	240 日
ほうじ茶	239.8 日	240 日
抹茶	203.6 日	210 日

*官能検査の基準を合格した日数

3. 2. 3 温度上昇による品質劣化への影響

図3で示した各種日本茶の回帰直線の式から、煎茶、ほうじ茶、抹茶のそれぞれの活性化エネルギー E を算出した(表3)。また、表3に示すように20℃から30℃へ温度を10℃上昇させた場合の反応速度定数比 Q_{10} を算出したところ、煎茶は2.9、ほうじ茶は2.4、抹茶は3.6の値となり、抹茶、煎茶、ほうじ茶の順に温度上昇による品質劣化の影響を受けやすいことが明らかになった。

今回試料として使用した日本茶の製造販売メーカーにヒアリングを実施したところ、煎茶及びほうじ茶では、ガス置換包装を採用しており、一方で温度上昇による品質劣化の影響を大きく受けた抹茶は、ガス置換包装を非採用との話であった。そのため、日本茶の主な劣化要因の一つである酸化劣化の差が今回の結果にも強く影響を与えたものと考えられる。また、ほうじ茶は、事前に焙煎の工程を踏むため、温度上昇による影響を最も受け難かったと考えられる。

**表3 各種日本茶の活性化エネルギー及び
反応速度定数比**

試料名	活性化エネルギー (E)	反応速度定数比 (Q_{10})*
煎茶	79181.9	2.9
ほうじ茶	64504.2	2.4
抹茶	94638.8	3.6

*20℃から30℃へ温度を10℃上昇させた際の値

4 まとめ

本研究では、京都府内産品における食品の加速試験の実用性について検討を行うため、府内で製造販売される日本茶を対象に加速試験を実施したところ、煎茶及びほうじ茶において加速試験の実用性を確認することができた。また、抹茶においては、加速試験で推定した品質保持限界日数と実際に官能検査の基準を合格することができた日数に差が見られたが、加速試験の温度条件の変更や評価試験の検査タイミングを早めるなどの工夫により推定精度の向上が期待される。

また、他の食品での加速試験の適用可否については、今後、更に知見を深める必要がある。同一の食品であっても、包装資材や充填方法等の違いにより、異なった結果を示す可能性があるため、その商品の特性を踏まえた条件設定が重要になると考えられる。

最後に、昨今の商品開発サイクルの短さ等から、今後、ますます加速試験の重要性が高まるこ

とが期待され、本研究成果が食品の加速試験における知見の蓄積に繋がれば幸いである。

(謝辞)

本研究を行うにあたり、ご協力いただきました京都府内食品関連企業の皆様に厚く御礼申し上げます。

(参考文献)

- 1) 消費者庁食品表示課長：「食品表示基準 Q&A」の一部改正について、消食表第290号(2025)
- 2) 消費者庁：食品表示基準Q&A 別添 食品期限表示の設定のためのガイドライン(2025)
- 3) 厚生労働省ホームページ：HACCP の考え方を取り入れた衛生管理のための手引書，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000179028_00003.html
- 4) 藤原宏子：食品と開発，vol. 59，p11-13(2024)
- 5) 稲垣暢哉：食品と開発，vol. 59，p8-10(2024)
- 6) 日本災害食学会：日本災害食 認証基準 2022年改定(2022)
- 7) 朝田仁：食品賞味期限設定における食品別事例と官能評価対応ノウハウ，株式会社R&D 支援センター，p55-87(2023)
- 8) 総務省統計局：統計でみる都道府県のすがた，p12-13(2025)