

# 調布生地の物性への各種甘味料の影響

## Effect of different sweeteners on the physical properties of Chofu dough

櫻井 瞳  
Hitomi SAKURAI

**要旨：**本研究は、調布生地に含まれる甘味料の違いが物性にどのような影響を与えるのかを調べたものである。本研究で用いた甘味料は、グラニュー糖、上白糖、トレハロースの3種とした。トレハロースはグラニュー糖の一部を置き換えた。置換率は20%、50%、100%とした。焼成後1日目と3日目の生地について、各試料間の物性を比較した。グラニュー糖と上白糖間との比較では、上白糖を用いた生地の方が数日経過後であっても適度なかたさ（やわらかさ）を保ち、でんぶんの劣化抑制効果が認められた。トレハロースを用いた生地では、50%置換の生地が最も割れにくく、トレハロースの中で最もでんぶん劣化抑制効果が認められた。

色差測定によって得られた彩度では、上白糖を用いた生地が最も赤色度が強かった。一方、100%トレハロース含有の生地は最も薄い色だった。

**Abstract:** In this report, we investigated how the differences in sweeteners contained in Chofu dough affect the physical properties. The sweeteners used in this study were granulated sugar, refined sugar, and trehalose. Trehalose was replaced by a part of the granulated sugar. The replacement rate was 20%, 50%, and 100%. The physical properties between the sample of the doughs on one or three days after baking were compared. In comparison between granulated sugar and refined sugar, the dough using refined sugar maintained moderate hardness (or softness) even after several days. Thus, the inhibitory effect of starch degradation was observed in the sample of refined sugar. In trehalose-containing samples, the dough with 50%-replacement of trehalose had a most moderate hardness (or softness) and an inhibitory effect of starch deterioration.

In the color-difference measurement test, the dough using refined sugar exhibited the strongest redness. On the other hand, the dough containing 100% of trehalose was weakest color.

**キーワード：**調布生地、甘味料、トレハロース、物性、色調

**Keywords:** chofu dough, sweeteners, trehalose, physical properties, color

### 【はじめに】

調布とは求肥と呼ばれる餅を薄いカステラ生地で包んだシンプルな菓子である。そのカステラ生地为調布生地といい、鮎菓子などにも使用され、生地の厚みは使用する菓子や作り手によって2mm～10mm程度の物まで様々である。主な材料は、小麦粉、卵、砂糖である<sup>1)</sup>。

グラニュー糖や上白糖などの甘味料は菓子を作る際欠かせない材料であり、種類や使い方によって味や性質が異なる。グラニュー糖は、安定性が高くクセがない、上白糖はしっとりしていて甘みにコクがあるといわれている<sup>2)</sup>。また、低甘味度甘味料であるトレハロースはでんぶんの老化抑制効果、保水性などがあり製菓用の甘味料として注目されている<sup>3)</sup>。調布生地は、砂糖の配合割合

が高く、甘味料の種類や配合割合が生地の物性に大きな影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、甘味料としてグラニュー糖、上白糖、トレハロースを使用し、各種甘味料が調布生地の物性に与える影響について比較検討を行った。トレハロースについては菓子に使用する場合、砂糖と併用されることが多い。どら焼き、カステラ、きんつばなどの焼き物にトレハロースを使用する場合、糖全体の10%～70%置換が目安とされている<sup>3)</sup>。そのため、トレハロース100%使用の生地のほか、グラニュー糖の20%置換、50%置換の生地も調整、比較し、調布生地における最適な置換率を検討した。

## 【方法】

### 1. 材料

調布生地の材料として薄力粉（日清製粉（株）バイオレット）、卵（（株）満春）、グラニュー糖（伊藤忠精糖（株））、上白糖（三井製糖（株）スプーン印）、トレハロース（（株）林原）を使用した。

### 2. 調布生地の調製

1回に調製する調布生地の材料配合は、全卵120g、各種甘味料55g、各種甘味料50g＋水30g（以下、蜜とする）、薄力粉100g、水15gとした<sup>4)</sup>（表1）。甘味料は、グラニュー糖、上白糖、トレハロースをそれぞれ使用し、トレハロースはグラニュー糖の20%置換、50%置換、100%置換の3パターンとした。蜜は甘味料と水をよく攪拌し、沸騰させたものを室温に冷却し使用した。但しトレハロース100%の蜜は、沸騰後すぐにトレハロースが結晶化してしまったため、沸騰させた水にトレハロースを溶解したものを蜜として使用した。

生地の調製方法は、ほぐした全卵に甘味料を加え攪拌し、蜜20g、ふるった薄力粉、残りの蜜の順に加え、その都度よく攪拌し、濡れ布巾をかぶせ1時間放置後、水を加え攪拌した。180℃に設定した電気式一文字火床（（株）アラハタフードマシン）に12cmのセルクルをのせ、その中に生地を流して2分焼成後、セルクルをはずし裏返して1分30秒焼成した。4mmの生地は30g、6mmの生地は50gの生地をそれぞれ流した。焼成した生地は、冷却後ラップフィルムに包み室温で保存した。

### 3. 物性測定

試料は焼成後1日目と3日目の生地を用いて測定した。物性測定は、（株）山電製 TPU-2S（B）型レオメーターを使用した。硬さの測定は厚さ6mmの生地で行い、破断試験は6mmの生地では荷重 over となってしまったため、4mmの生地で測定した。4mmの生地は試料を2×3cmに切断し、樹脂製くさび型プランジャーを用いて破断試験を行い、プランジャーで圧縮したときに割れるかどうかを比較した。6mmの生地は試料を4×4cmに切断し、硬さを測定した。測定条件は直径20mmの樹脂製円筒形プランジャーを用い、クリアランスは30%とした。また、6mmの生地は折り曲げたときの生地の状態についての比較も行った。

### 4. 色差測定

測色色差計（NE2000－日本電色（株））を用いて、調布生地の表面の焼き色について、L\* 値、a\* 値、b\* 値を測定した。

### 5. 統計処理

統計解析には、統計ソフト Graph Pad Prism7.02を使用した。硬さの測定結果は、one-wayANOVAにより解析し、Dunnett's testにより多重比較を行った。なお、実験データは、統計学的に  $p < 0.05$  を有意と判定した。

表 1. 調布生地の配合

| 使用した甘味料 | 単位 (g)   |     |                        |                           |                |
|---------|----------|-----|------------------------|---------------------------|----------------|
|         | グラニュー糖   | 上白糖 | トレハロース<br>20%置換        | トレハロース<br>50%置換           | トレハロース<br>100% |
| 全卵      | 120      | 120 | 120                    | 120                       | 120            |
| 甘味料     | 55       | 55  | トレハロース 21<br>グラニュー糖 34 | トレハロース 52.5<br>グラニュー糖 2.5 | 55             |
| 蜜 {     | 甘味料<br>水 | 50  | グラニュー糖 50              | グラニュー糖 50                 | 50             |
|         |          | 30  | 30                     | 30                        | 30             |
| 薄力粉     | 100      | 100 | 100                    | 100                       | 100            |
| 水       | 15       | 15  | 15                     | 15                        | 15             |

## 【結果】

### 1. 調布生地の物性

4mmの生地の破断試験では、焼成後1日目のグラニュー糖、上白糖、トレハロース20%置換、50%置換の生地は少しひびが入る試料もあったが、割れにくいことが確認された。トレハロース100%の生地では大きくひびが入り、割れやすさが確認された。焼成後3日目はトレハロース100%の生地が完全に破断し、硬く割れやすことが確認された。他の生地は、少しひびが入った試料もあったが、破断されることは無かった。それぞれの生地の荷重曲線を図1に示す。トレハロース100%の生地は、最大荷重の前後に荷重値が急に下がっている部分(図1-9, 10)でひびが入り、破断されたと考えられる。ほとんど割れなかった他の生地は、最大荷重の前後で荷重値が急に下がっている部分は無く、弾力の強さが確認された。また、6mmの生地の焼成後1日目、3日目の最大荷重の測定結果を図2、図3に示す。1日目は上白糖の数値が最も高く、次いでグラニュー糖、トレハロース50%置換、トレハロース20%置換、トレハロース100%の順であり、トレハロース100%の生地が最もやわらかいという結果となった。グラニュー糖と上白糖に有意差はみられず、その他の甘味料間では有意差が認められた。3日目はグラニュー糖の数値が最も高く、次いで上白糖、トレハロース20%置換、トレハロース50%置換、トレハロース100%の順であった。グラニュー糖と上白糖、またトレハロース50%置換とトレハロース100%にはそれぞれ有意差はみられず、その他の甘味料間では有意差が認められた。しかし、トレハロース100%の生地においては、荷重 over となり測定できない硬い試料が多くあったため、生地の硬さにバラツキがあったと考えられる。

同じ甘味料の生地間においては、どの甘味料でも1日目より3日目の方が最大荷重の数値が高くなり、生地の老化が認められた。最大荷重の数値の差が最も低かったのは、トレハロース50%置換、次いで上白糖、トレハロース20%置換、トレハロース100%、グラニュー糖の順であった。このことから最も老化抑制効果があったのはトレハロース50%置換、次いで上白糖の生地であると考えられる。

また、折り曲げたときの6mmの生地を図4に示す。1日目は、トレハロース100%の生地はすぐに乾燥し、折り曲げると生地が割れた。その他の生地は、割れなかった。3日目は、トレハロース50%置換の生地のみ割れず、上白糖、トレハロース20%置換の順で大きくひびが入り、グラニュー糖とトレハロース100%は完全に折れて

しまった。

### 2. 色差測定

各種甘味料によって焼成した生地の表面の色調の測定結果について表2に示す。上白糖はL\*値が低く、他の生地と比べて焼き色が濃い、また、a\*値が高く、b\*値が低いことから特に赤みが強いことが示された。トレハロース100%の生地はa\*値、b\*値が低く、彩度が低いことが示された。

### 【まとめ・考察】

まずグラニュー糖と上白糖を比較すると、上白糖の方がでんぷんの老化抑制効果があり、時間が経っても割れにくく、弾力があった。また、焼き色も良好であった。トレハロース使用の生地においては、50%置換の生地が最も老化抑制効果があり、時間が経っても割れにくいことが確認された。しかし、50%置換の生地は焼く前の生地の粘度が低く、鉄板に流す際生地が広がってしまい作業性が悪くなると考えられる。また、焼き色も薄かった。100%の生地も粘度が低く、焼き色は50%置換と比較してさらに薄くなった。焼成直後は軟らかかったが、焼成後30分程度で乾燥し硬くなった。グラニュー糖の全量をトレハロースに置換したことで結晶化し、硬くなったと考えられる。

調布生地は、求肥などを包む際折り曲げて使用することが多いため、割れにくさも製品として重要である。実験の結果から、グラニュー糖よりも上白糖の方が割れにくく、老化抑制効果があることが示唆された。トレハロース使用の生地は、50%置換が最も割れにくく老化抑制効果があった。しかし、作業性・焼き色の良さを考慮すると、50%以下の置換が良いと考えられ30%、40%置換での検討も必要と考えられる。本研究ではグラニュー糖をトレハロースに置換して生地を調製したが、上白糖の一部をトレハロースに置き換えた生地についても検討したい。また、官能評価を行うことも検討したい。

### 【謝辞】

本論文をまとめるにあたり、多くのご指導、ご鞭撻を頂いた佐藤生一教授に心より感謝申し上げます。また、本研究を進めるにあたり、懇切丁寧なご指導を頂いた小早川和也教授、加藤美穂助教に心より感謝申し上げます。

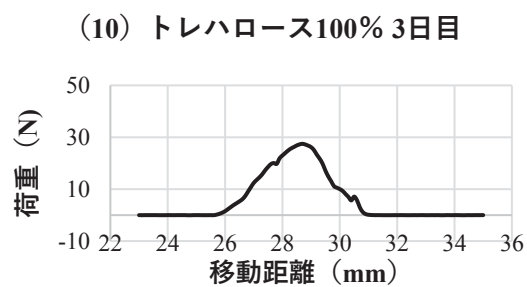
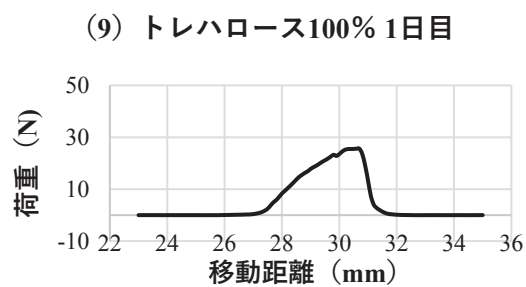
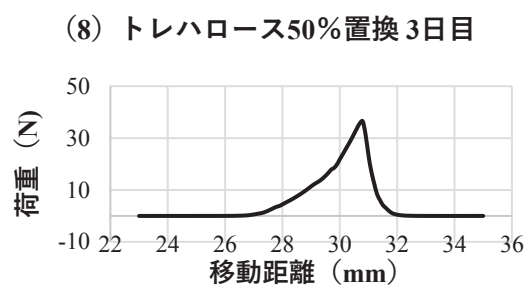
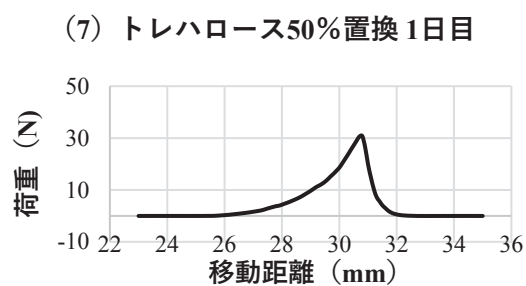
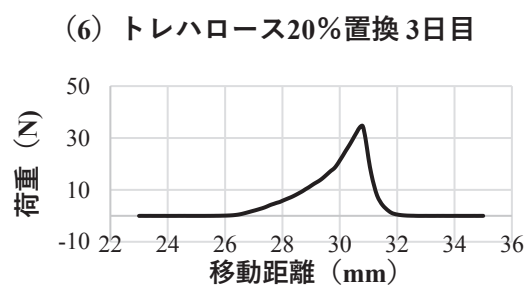
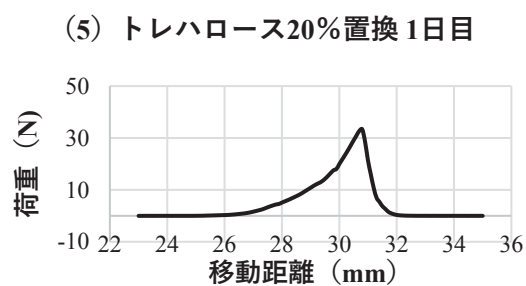
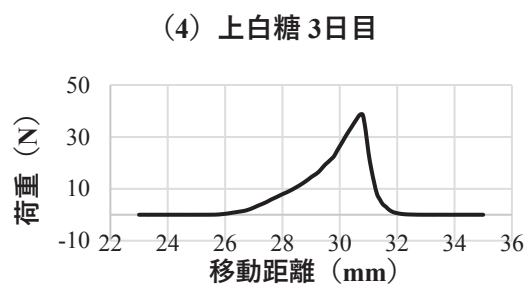
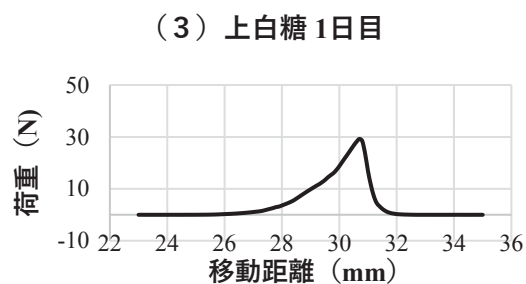
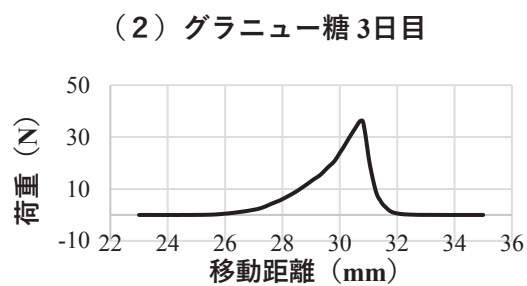
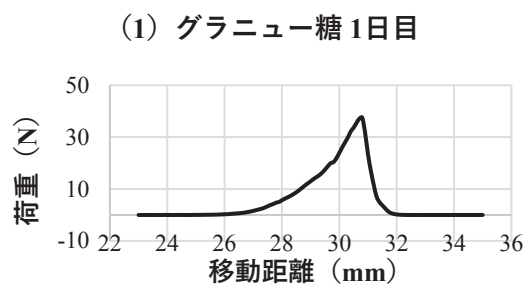


図1. 4mmの生地荷重曲線

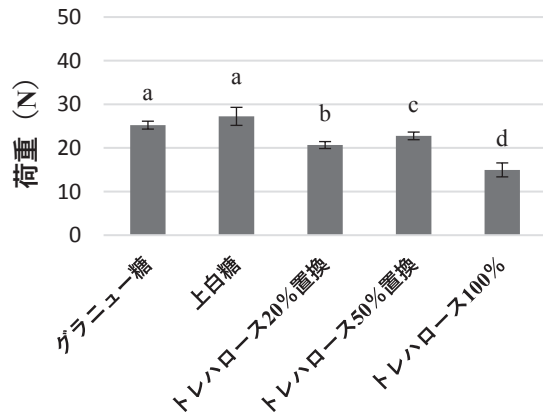


図2. 6mm（1日目）の生地の最大荷重

(異なるアルファベット間に有意差あり (p &lt; 0.05), 図中の測定値は平均値±標準偏差で表した)

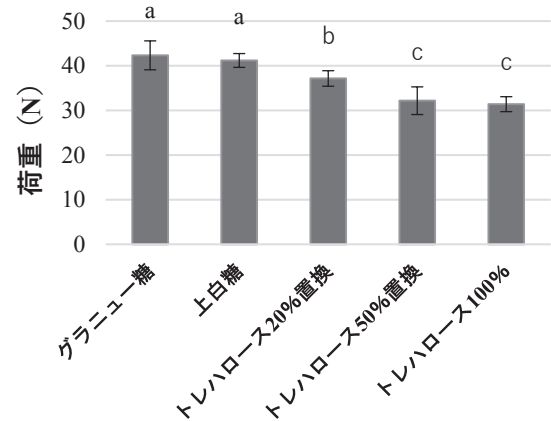


図3. 6mm（3日目）の生地の最大荷重

(異なるアルファベット間に有意差あり (p &lt; 0.05), 図中の測定値は平均値±標準偏差で表した)

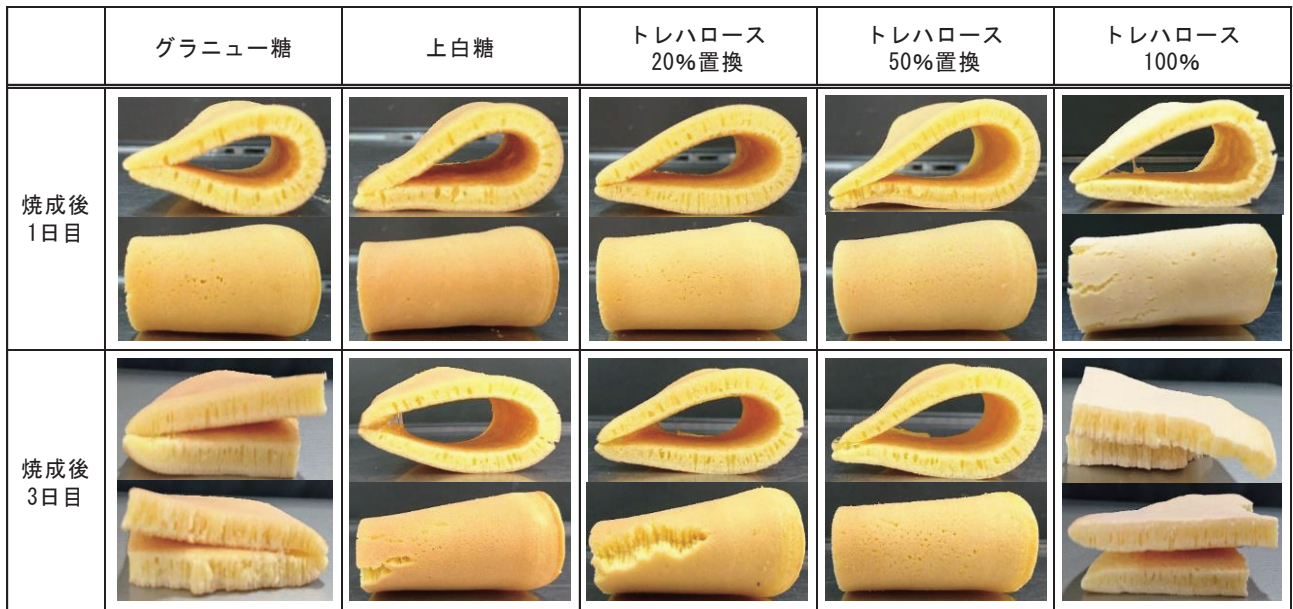


図4. 折り曲げた厚さ6mmの生地

表2. 生地の表面の色調

|         | L*値          | a*値          | b*値          |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| グラニュー糖  | 63.78 ± 0.35 | 16.01 ± 0.08 | 41.28 ± 0.60 |
| 上白糖     | 53.41 ± 1.30 | 21.29 ± 1.35 | 36.47 ± 0.39 |
| トレハ20%  | 64.73 ± 0.84 | 15.85 ± 0.70 | 42.98 ± 0.72 |
| トレハ50%  | 63.85 ± 0.55 | 16.53 ± 0.49 | 42.20 ± 0.28 |
| トレハ100% | 64.50 ± 0.42 | 12.60 ± 1.62 | 37.75 ± 1.46 |

(図中の測定値は平均値±標準偏差で表した)

#### 【参考文献】

- 1) 和菓子の季節 .com <https://wagashi-season.com/> より  
2019年11月6日検索
- 2) 河田昌子, 新版 お菓子「こつ」の科学, 5版, 株式会社柴田書店, 55-56 (2017)
- 3) TREHA Webートレハウエブー <https://treha.jp/> より  
2019年11月6日検索
- 4) 江上和子, 佐藤香代子, 菊池香理, 吉度千春, 中原裕子,  
今容子, 脇田美也子, 岩瀬文, BEST COOKING 和  
菓子入門, 初版, 主婦と生活社, 108, (2006)