

# クッキーにおける材料の影響 －砂糖・バター・卵の影響－

原 知子

滋賀短期大学 生活学科

## Effect of ingredients on cookies

－ Effect of sugar, butter and egg on the quality of cookies －

Tomoko HARA

Department of Human Life Studies, Shiga Junior College

抄録 It is examined how the properties of cookies are influenced by ingredients (sugar, butter and egg). Then, the followings are found: the diameter of the cookies are increased significantly, and they become hard and non-brittle when the amount of sugar is increased. When the amount of butter is increased, the shortness became stronger. When the amount of butter is reduced, the texture is not recognized as a cookie. From the comparison among whole egg, egg yolk, and egg white, it is expected that the hardness without shortness was largely influenced by the water content in the material. Cookies with a high spread factor were preferred in the overall evaluation of sensory evaluation. Even with the same high spread factor, the texture was completely different.

キーワード：クッキーの形状と外観，材料の影響，スプレッドファクター

### 1. はじめに

クッキーは、手近な小麦粉・砂糖・油脂・乳製品・卵・その他を原料として簡単に作れる焼き菓子の一つである。既成の方法や外観に制限がないので、様々な形にでき、夢のあるお菓子である。しかし同時に、材料の組み合わせによって味や香り、食感がさまざまに変化する。従って、嗜好に合わせてレシピを調整する際にはどういう要因を調整すべきかを理

解しておくことが有用である。焼成時の現象について様々な研究がなされているものの、多因子による大変複雑な現象であることも理解されている<sup>1)～5)</sup>。ここでは、材料によってどうシフトするかを理解するために、作業上の配合割合を変化させてその影響を調べた。すなわち、低水分小麦粉生地においてベースとなる小麦粉に、砂糖の少ないもの・多いもの、バターの少ないもの・多いもの、全

卵でなく卵黄・卵白のみを加えたものについて出来上がりがどう変化するかを外観および官能評価により把握し，検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 試料調製

#### ①材料

クッキー調製用の材料として小麦粉（日清製粉製薄力粉），砂糖（スプーン印上白糖），有塩バター（雪印製），水分調整のための牛乳は市販の成分無調整牛乳，鶏卵は市販Mサイズの新鮮卵を用いた。

シンプルな小麦粉ベースの型抜きクッキーを標準品Aとして，砂糖を減らす，

(B)・増やす(C)，バターを減らす(D)・増やす(E)，卵使用において卵黄のみ(F)・卵白のみ(G)，の7種類について実験した。分量はTable. 1に示した。レシピ上で簡単に増減が理解しやすい配合であるため，生地 of 換水値が異なる。標準Aより低値のB，Dについては牛乳により調整した。換水値の計算には

砂糖0.4，バター0.7，鶏卵0.8，牛乳1.0を用いた<sup>6)</sup>。

#### ②調整方法

クッキー生地の調整方法には大きく分けて(a)油脂と砂糖をよくまぜあわせたのちに卵を加え，これに小麦粉を加える方法と(b)小麦粉と油脂をそばろ状に混ぜ合わせたのち，砂糖，水分，卵を混合する，という方法があるが<sup>7)</sup>，本実験では，(a)法を用いた。

バターのクリーミング状態をそろえるため，A～Gに使用するバターは全量を同時にクリーミングし，各生地用に分量をはかり分けた。各生地ごとにバターに砂糖を加えてよく溶解後，溶いた鶏卵および牛乳を加え均一に攪拌し，最後に小麦粉を加え，30分間冷蔵にてねかせた。攪拌はハンドミキサーの最低速を用い，最後に加える小麦粉は550回/分の回転速度で1分間，均一に攪拌した。型抜き作業は手粉を使用せず，冷蔵後速やかに4mm厚さ，直径47mmの菊型（対面凹凸部を直径とした）にて成形した。

Table.1 Composition of the cookie models examined

(g)

	A control	B sugar x0.33	C sugar x1.5	D butter x0.25	E butter x1.5	F egg yolk only	G egg white only
Wheat flour	100	100	100	100	100	100	100
Sugar	30	10	45	30	30	30	30
Butter	40	40	40	10	60	40	40
Egg	20	20	20	20	20	20	20
Milk	—	8	—	21	—	—	—

### ③焼成条件

電子レンジオーブン（シャープRE-815，86年製）を用い，予熱後，回転天板上で180℃，25分焼成した。

## 2.2 クッキーの評価

①大きさ，厚さについては，焼成後室温に冷ましたのち，各クッキーの直径，厚さ（中心部）をノギスにて測定した。

さらに，スプレッドファクターを

$$\text{直径(mm)}/\text{厚さ(mm)}$$

で算出した。

②クッキーの硬さ，脆さ，焦げ色，総合評価に関して，試食により官能的に1～7点の評点法により評価した。硬さについては1大変軟らかい，2軟らかい，3やや軟らかい，4普通，5ややかたい，6かたい，7大変硬いの項目とした。ショートネスすなわち脆さについては1大変脆い，2脆い，3やや脆い，4普通，5ややくずれにくい，6くずれにくい，7噛みちぎる必要がある，の7項目とした。焼き色については，1白っぽすぎる，2白い，3やや白い，4普通，5ややこんがり，6こんがり，7焦げ色が強い，の項目とした。おいしさの総合評価は，1大変悪い，2悪い，3やや悪い，4普通，5やや良い，6良い，7大変良い，の7段階にて評価した。独立した21回の実験において実施した官能評価結果によった。

①，②ともに結果の有意差検定は分散分析，多重比較（TurkeyあるいはGames-

Howell）によった。

## 3. 結果および考察

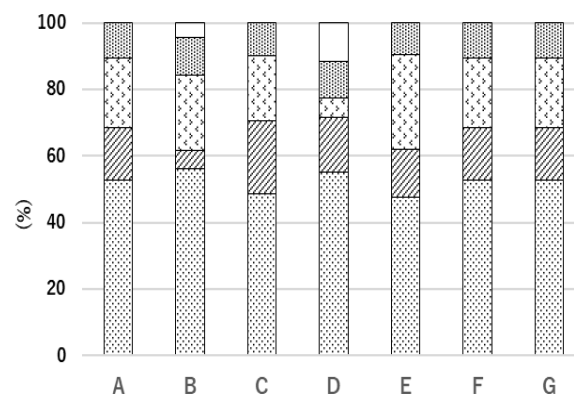


Fig.1 Percentage of material in the dough

■Wheat flour ■Sugar ■Butter ■Egg □Milk

### 3.1 クッキーの形状

Table.1に示したクッキー生地/materialにおいて，換水値はA～Gの順に56，56，62，56，70，56，56であった。B，Dは砂糖，バターを減らしたため，コントロールAのクッキーの換水値56にあわせて，牛乳によって換水値を調整した。

砂糖を減らす・増やす，バターを減らす・増やす，などを感覚的に理解しやすいことをねらいとしているため，生地全体における各材料の実質割合はFig.1に示す量である。以下の測定結果はこれらの条件で，独立した30回の焼成実験から得た。

### 3.2 焼成後の外観

焼成後の直径と厚さについて

平均値±標準偏差 をTable.2に示し

た。

Table.2 Parameter relating to appearance of the baked products

	Diameter(mm)	Thickness(mm)
A control	47.5 ± 1.4 b	6.6 ± 1.3 bc
B sugar(-)	43.0 ± 2.0 c	7.5 ± 1.2 a
C sugar(+)	49.4 ± 2.1 a	6.5 ± 1.2 bc
D butter(-)	46.3 ± 2.2 b	7.2 ± 0.8 ab
E butter(+)	48.9 ± 1.6 a	6.5 ± 1.4 bc
F egg yolk	46.9 ± 1.5 b	6.2 ± 1.4 c
G egg white	46.8 ± 2.6 b	6.7 ± 1.2 abc

Values represent mean ± standard deviation. There is a significant difference between different codes(p<0.05)

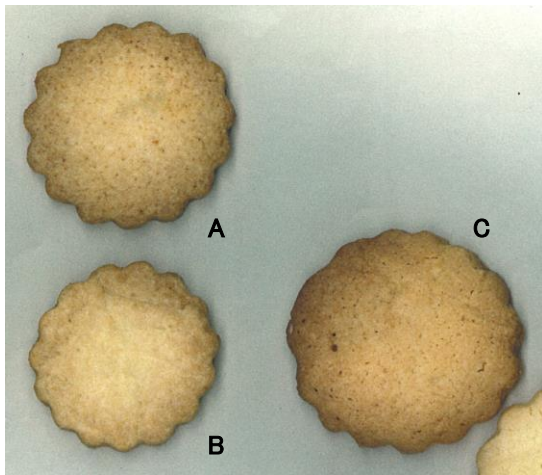


Fig.2 Picture of cookies A, B and C

出来上がりの直径および厚さについて、A～Gの7種類のクッキー間で有意差が認められた(P<0.01)。直径は、大きい順にC>E>A>F>G>D>Bとなり、Fig.2に示すように、同時に焼成したA, B, Cのクッキーの直径は目視で容易に見分けがつく程度に大きさが異なった。

コントロールAに比べ、砂糖の少ないBは焼き上がりが著しく縮み、砂糖の多いCは大きく広がり、7種類中最大で、焦げ色も強かった。バターが少ないDは丸く焼きあがらず、生地を伸ばす方向に長細くな

る傾向が認められたため、直径の計測は(短径+長径)/2

で求めた。これは小麦粉の比率が多くバターが少ないためグルテン形成が顕著に促進されたためと考えられる。バターを1.5倍量に増やしたクッキーEは換水値が高く、常温では型抜きが難しい生地で、焼成後の油じみが多かった。Cに次いで直径の広がり大きいのが、縁の厚みはやや薄い傾向にあった。砂糖量が増えると生地の直径が増大してスプレッドが大きくなる現象は、他の報告とも一致する<sup>1) 5)</sup>。

本実験ではスプレッドが大きくなる現象の機構解明には至らないが、倉賀野らによると「クッキー焼成中の生地内部変化と形状変化は、第1段階は温度が急激に上昇するにつれて、生地の水平方向への流動および垂直方向への膨張が生じる、温度が106～107℃付近でしばらく上昇抑制され、この平衡期では、水平方向への流動がほぼ停止しているが、垂直方向への膨張は継続し、その後水分損失により温度が上昇していく。第3段階は水平、垂直両方向ともに膨張は停止し、逆に縮小が起きている」<sup>8)</sup>ととらえられている。本実験でのCおよびEクッキーがこの現象の表れと考えられ、第1段階においてショ糖やバターの脂質は溶解し粘性が低くなり、水平方向への流動が生じるため、コントロールに比べて直径が増大したと考えられる。

A, F, Gでは卵以外の砂糖・バター量などは同一条件で、Table.2にも示した

が、直径に有意差がなかった。この結果からも、スプレッドへの砂糖とバターの影響が明確に確認された。

厚さについては、グルテン形成が促進されたと予測できるBとDが他に比べて有意に厚い結果となったが、個々の差は顕著ではなかった。

ビスケットなどの品質を示す一つの指標に、スプレッドファクターがある。スプレッドファクター(以下SFと略す)は

(直径mm / 厚さmm)

で表される。A～GのSFをFig3に示し

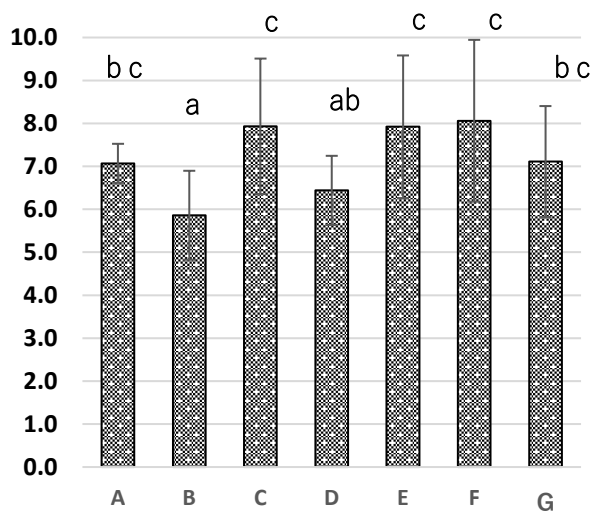


Fig.3 Spread Factor

Values represent mean  $\pm$  standard deviation. There is a significant difference between different codes ( $p < 0.05$ )

た。

B, DでSFは低値を示し、BおよびDとC, E, Fの間に有意差が認められた。低水分系のクッキーにおいては、通常グルテンネットワークは形成されないが、調整過程での過度のミキシングによってグルテンネットワーク組織が形成されると、スプレッドは小さくなる。B, Dのミキシングは激しいとは言えないが、換水

値の補正のための水分がグルテン形成促進に寄与していることも大きな要因と考えられる。Dにおいてはバター含量が少なく、脂質によるグルテン形成阻止も起こりにくかったと考えられる。

卵黄を使ったFはSFが高かった。界面活性剤の添加によりスプレッドが増加する<sup>8)</sup>という報告もあるが、SFが高いものの、本実験の結果においてはコントロールAと直径、厚さともに有意差は認められなかった。これは、卵黄タンパク質の凝固温度が低いため、早期に流動性が消失し、直径増大は起きにくかったと考えられる。界面活性剤の量が多くなるとSFが大となる傾向があるとの報告があるが<sup>9)</sup>、同報告においても卵黄のみを使用したクッキーの直径、厚さはコントロールと有意な差は示されていない。

### 3.3 官能評価による食味の評価

クッキーのおいしさは個人の嗜好にもよるが、クッキーらしさを最も象徴する食感ショートネス性、もろく崩れやすい性質である。すなわち、咀嚼により容易に多数の不規則な細片に壊れる性質が重要なテクスチャー特性である<sup>10)</sup>。

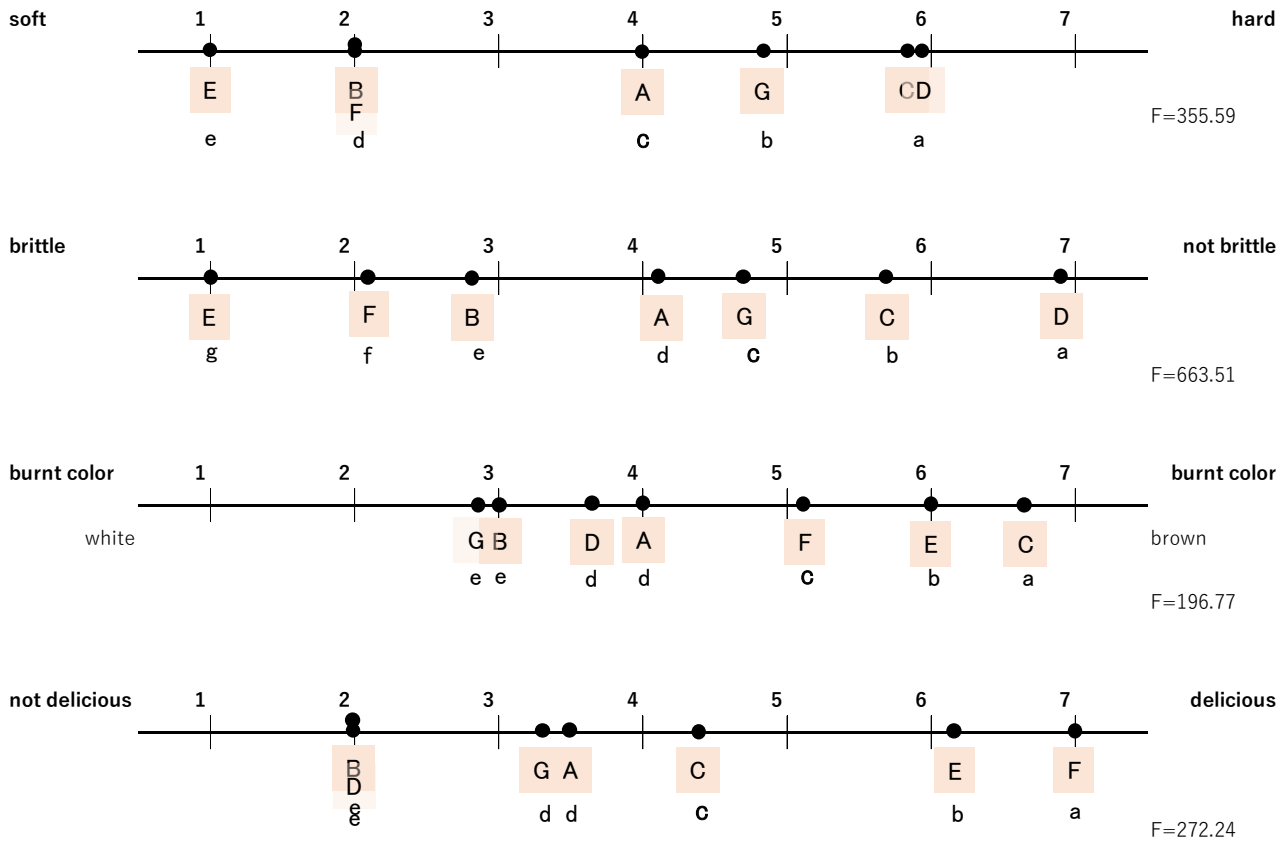
Fig.4に官能評価の結果を示した。

#### ① 硬さ

クッキーの食感の要素のうち、硬さはここでは緻密な硬さを定義しているが、クッキーDは粘弾性が強く、質の異なる硬

さであった。砂糖添加が多くなると「カリコリン」といった硬さが認められ

た。



**Fig.4 Score of cookies by sensory evaluation**

● indicates the average value of the scores. Significant difference between samples in studentized range q was shown by lowercase alphabets. There is a significant difference between different codes ( $p < 0.01$ ).

ショ糖は、グルテンの水溶化を促し、グルテン形成やでんぷんの膨潤を抑制し、生地を軟らかくして流動性を上げるため、スプレッドを大きくして膨化しやすい<sup>11)</sup>、しかし、配合量が過多になると結晶の一部が残存して、焼成後に硬い食感を生む。本実験での砂糖量は基準の1.5倍、生地全体の22%と多く、後者のような状況であったと考えられる。Cはショートネス性がなく、硬さの質は異なるものの、Dと並んで顕著に硬かった。砂糖量

の少ないBはショートネス性があるため軟らかいと評価されたが、当然甘さは感じにくい。硬さは、C、Dに次いで卵白を用いたG、次にAの順であった。コントロールAより柔らかいと感じられたものがBとF、さらに一番柔らかいと感じたものがEであった。卵に関しては、タンパク質の熱凝固、レシチンの乳化性、全卵の約75%を占める水の影響などがある。含有水分が明らかに異なり、全卵(水分75.0%)と卵白(水分88.3%)は卵黄(水分

49.6%)を用いたFに比べて硬かった。特に卵白は水分が多いため、グルテン形成が促進されやすいため硬さが大となった。このことから、硬さにとってグルテン形成の制御が重要で、低水分系ではあるが、水分の調整が大きく影響すると考えられた。

## ② 脆さ

脆さはクッキーらしさとして求められる性質であるが、油脂によりグルテン形成が阻まれるため、Eでショートネス性が大きであった。また、Bも組織構造が崩れやすかった。卵黄のみを用いたFも脆く崩れやすさがあり、ショートネス性が強いという結果となった。軟らかいと感ずるものと脆いと感ずるものが一致傾向にあった。ただ、ショートネス性は、「単に、材料配合比の影響のみではなく、各材料の持つ物理的、化学的性状例えば、小麦粉自体のグルテン含量、油脂の融点、可塑性などの影響が大きい」とも言われている<sup>11)</sup>。

グルテン形成による構造が強固となると、ショートネス性が失われる。コントロールAでは小麦粉の割合が粉100gに対して52.2%であるのに対して、Bは56.2%、Dは55.2%と多いが、Bではバター含量も多くなるためか、ショートネス性は比較的大であった。Dの食感は噛みちぎる感覚が強いため明らかに過度のグルテン形成が考えられる。バター含量が低いことに加えて、換水値調製ための水分含量が多いため、粘弾性の強い状態となったと考えられる。クッキーらしいテク

スチャーとしてショートネス性が重要であるが、Dはその意味でクッキーとしての範疇を逸脱していた。

Eは脆さが強いため顕著に軟らかく崩れやすいという特徴があり、ショートネス性が強い点でクッキーらしいテクスチャーを感じ、好まれる傾向があった。卵黄のみを使用しているFもショートネス性が強く、しっとり口どけが良く、卵黄の風味も加わり、製品としての品質評価が高かった。卵黄中の界面活性成分による作用の影響が大きいと考えられる。

卵白を用いたFは緻密な硬さがあり脆さが感じられなかった。和田らは、卵黄は6%程度の少量でも乳化剤としての働きをし、油脂と水分との乳化を促進して生地作りの作業を容易にし、焼成後はソフトでショートネスのある製品にする、と報告している<sup>12)</sup>。本実験での卵黄は10.5%であり、乳化性が発揮されていたため、評価が高かったと考えられた。

## ③ 色

一般的に砂糖は焦げ色をつけやすい性質があり、クッキーにおいてもCが一番焦げ色が強かった。高濃度のショ糖によってカラメル反応が起こっていると考えられるが、クッキーの場合、アミノ酸や還元糖も含まれるため、アミノカルボニル反応も生じていると考えるのが妥当である。いずれのクッキーも縁の部分で水分蒸発が速いためか色が濃くなる傾向にあった。Fがやや濃い目にしあがるのは卵黄自体の色も加わっていると考えられ

る。

#### ④おいしさ（総合評価）

基準Aはやや粉っぽさが感じられたため、評価点は「ふつう」よりやや低めであった。卵黄のみを使用したFが最もおいしいと評価された。次いで、バターが多いE、次にショートネス性は低いCが好まれ、SFの高いものが好まれている結果となった。Fは卵黄の濃厚さやこくが加わり、しっとり口どけもよかった。Eはバターの風味もさながら脆く崩れやすいテクスチャーがおいしさにつながったと考えられる。Cはガラス質性の硬さがあるものの、甘みが強く、香ばしかった。甘さを重視するか、テクスチャーを重視するか、くちどけや味を重視するかによって嗜好は分かれるが、明らかにSFの高いC、E、Fは好まれ、BとDについては好まれなかった。学生実験における官能評価結果は示していないが、Dは「クッキーと思えない」と表現する者が多かった。

### 3.4 材料の影響

高油脂含量の菓子では、製品の内部組織構造や骨格の補強のため、あるいは生地の展延成形などの操作を容易にするために、若干量のグルテンが必要とされる<sup>13)</sup>。クッキーにおいても、グルテンを含まないでん粉のみのドウは扱いにくく、少量のグルテンの存在がドウをつなぎ、作業性を高める<sup>14)</sup>。すなわちクッキー生地のベースとなるのは小麦粉およ

びそのタンパク質である。しかし、副材料が少なく、小麦粉の割合が多いと、グルテン含量が多くなり、グルテンの組織構造が形成されやすくなり、ショートネス性に劣る。

ショ糖の存在はグルテンの溶解性を促す傾向があり、生地調整時にショ糖が溶解していると、グルテン形成の抑制、グルテンの軟弱化を起こすと言われている<sup>10)</sup>。小麦粉100gに対して砂糖10g添加のBクッキーが意外に軟らかいのはこの証左であると言えるが、スプレッドが小さい点についてはショ糖とタンパク質の関わりのみでは説明できない。一方、ショ糖濃度が高くなるにつれショ糖が溶解状態でなく結晶として残存すると、加熱時に粘弾性が低くなり、生地を軟らかく保ち<sup>11)</sup>、スプレッドが大となりやすい。しかし、ショ糖が過多となると焼成時にも全て溶解できず、ガラス状組織形成のため、クッキーCにおけるようなショートネス性のない硬さになると推察される。配合量のみならず、グルテンの吸水やでんぷんの膨潤など、作業工程も大きく影響する。一般的にでん粉は軟らかさ、くちどけを良くするとされているが、でん粉のみでは成形しにくい。

砂糖（主成分ショ糖）は甘味を付与する、表面をつややかにする、適度な焦げ色をつける、加熱時の膨化を大きくするという作用がある。しかし、配合量によりその現れ方が異なる。官能評価結果においてクッキーBは直径が小さく、ショートネス性が高く、クッキーCは大き



く、ショートネスが低く結晶性の硬さが認められた。和田・倉賀野によると、固体であるショ糖の溶解により生地が流動性を帯びることで軟化し、焼成時に横方向への著しい膨張となり、直径が大となる。小麦粉100に対してショ糖30g添加の場合には生地調整段階で既にショ糖が完全溶解しているが、60g、90gになると未溶解のショ糖が結晶のまま残存し、ショ糖が多量の場合は低水分生地では完全溶解に要する水分量に限界があるため一部が結晶のまま残存する<sup>11)</sup>。本報告のクッキーCは小麦粉100gに対して砂糖（≡ショ糖）45gということで完全に溶解していない状態だと考えられる。

生地中の材料の相対的な割合によって砂糖を減らすと油脂の影響が大となり、ショートネスが高くなる。油脂を減らすと小麦粉のグルテン形成抑制が低下するためクッキーらしさが消失しやすく、クッキーにとってショートネス性を付与する油脂は必須材料である。本実験での生地中のバター量はD以外では約21%から28.6%、バター量を抑えたDは5.5%であった。

卵黄を使ったクッキーは評価が高く、クッキーらしい脆さ、くちどけの良さがあった。これは卵黄中の界面活性作用を持つレシチンによって油脂が均一に分散しグルテン形成の抑制が起こりやすいのではないかと推測する。

本実験では、一般的に家庭で常備されている上白糖、有塩バターを材料試料としたが、上白糖とグラニュー糖、有塩バ

ターと無塩バター、など材料の成分によって性状は変化する。これらの違いについては新たな資料が必要となるが、クッキーの基本材料に関して、本実験結果から、グルテン形成を促進する要素として小麦粉の割合が多いこと、水分、脂質量が少ないこと、過度の攪拌、などがあり、グルテン形成を抑制する要素として脂質添加、ショ糖濃度が関与することが考えられた。スプレッドに関しては、ショ糖量、脂質量の影響が大であった。

最後に、本報告の実験系は現象の把握であり、メカニズム解明には詳細な検証が必要であるが、学生実験におけるプログラムとして、商品開発のヒントとして、クッキーの大きさ、ショートネス性などの食味に対する材料の影響を体験的に理解するための教材の一つとして有用であると考えられる。

#### 4. 要約

クッキーの主要材料において、砂糖、バターの量を増加あるいは減少させる、また、全卵のかわりに卵黄または卵白のみとした場合に、クッキーの性状がどのように異なるかを調べた結果、以下のことが明らかとなった。

砂糖量、バター量が増加した時、特に砂糖量が多い場合、クッキーの直径は顕著に増大した。砂糖量を過大に増やすと、ショートネスのない硬いものとなった。

可塑性油脂であるバター量を増やすとシ

ョートネスが増大し、過少にするとクッキーらしさが損なわれた。

一方、全卵、卵黄、卵白の比較においては、ショートネス性のない硬さは、材料中の水分の影響が大であると考えられた。

また、クッキーの品質評価の指標として用いられるSFが高いクッキーは、官能評価による総合評価も高評価で好まれた。しかし、砂糖が多い、バターが多い、卵黄を用いたものは同程度にSFが高いが、それぞれの食感は異なり、必ずしもショートネス性を表すとは限らないと考えられた。

## 謝辞

本報告は神戸山手短期大学生生活学科における調理学実験において遂行されたデータによる。滋賀短期大学においては2018年度から新規開講した食品の官能評価・鑑別実験において機器の異なる条件で検証を行った。両短期大学における履修生、歴代の助手の方々に謝意を表します。

## 文献

- 1) Abboud A., and Rubenthaler G.L. and Hoseney R.C., Cereal Chem. 62, 124-129 (1985)
- 2) Doescher, L.C., Hoseney, R.C., Milliken, G.A., and Rubenthaler, G.L. Cereal Chem., 64, 163-167 (1987)
- 3) 和田淑子, 倉賀野妙子, 長谷川美幸, 家政学雑誌, 33, 313-320 (1982)

- 4) Kaldy M.S. and Rubenthaler G.L. and Hoseney R.C., Cereal Chem., 64, 302-307 (1987)
- 5) 倉賀野妙子, 日本調理科学会誌, 38, 107-113 (2005)
- 6) 島田キミエ, 家政学雑誌, 29, 163 (1957)
- 7) 和田淑子, 日本調理科学会誌, 41, 355-357 (2008)
- 8) 倉賀野妙子, 上田隆宜, 久保美華, 勝田啓子, 日本家政学会誌, 51, 41-48 (2000)
- 9) T. Kuragano, Y. Ikeda and Y., Wada, 日本調理科学会誌, 38, 21-29 (2005)
- 10) Matz, S.A. "Food Texture" The Avi Publ. Comp., Inc. p41 (1962)
- 11) 和田淑子, 倉賀野妙子, 日本調理科学会誌, 34, 366-372 (2001)
- 12) 和田淑子, 倉賀野妙子, 長谷川美幸. 家政学雑誌 34, 609-615 (1983)
- 13) 和田淑子, 調理科学, 27, 204-213 (1994)
- 14) 赤羽ひろ・和田淑子, 日本食品工業学会誌, 34, 474-480 (1987)