

王冠は薄く張ったミルクの上で刹那に輝く

益城町立木山中学校 1年 柴里 遥

1 研究の目的

母の世代は、ミルククラウンといえばはごろもフーズのCMを思い出すらしい。YouTubeで昔のCMを見せてもらったところ、液面に液体を落とせば簡単にできそうに思えるが、変化が早すぎて肉眼では本当に王冠になっているかよく分からない。条件を変えながら液体を落としたときの動画を撮影し、スロー再生をして、本当に王冠になっているのかを調べることにした。

2 研究の方法、結果と考察

(1) 予備実験

皿に牛乳を入れた後ストローの上部を指で押さえて牛乳をすくい上げ、指をずらして牛乳を滴下した。何回か試し、様子をiPadのスローモーション機能（1秒間に240コマの動画）で撮影した。動画を再生してみたところ、適当に試したにも関わらず、確かにクラウン状の形となっていることが確認できた。

(2) 液体の種類と滴下高によるクラウン形状の変化

方法 予備実験ではクラウンらしくない形のときもあったため、どのような条件でクラウン形状となるのかを何度やっても同じ結果がでるように条件を整えて観察した。

- ①皿に、牛乳を2mmの薄さとなるように入れる。
- ②カメラの三脚の中央にスポイトをセロテープで固定し、皿の底からの高さを定規で測りながら、三脚の脚の長さを調整する(図1)。
- ③スポイトをゆっくり押し、牛乳を1滴だけ滴下させ、その様子をiPadのスローモーション機能で撮影する。
- ④動画を再生し、クラウンの形状や変化を観察しノートにまとめる。
- ⑤滴下高を5cm間隔で変化させ、同じ実験を繰り返す。



図1

- ⑥水、のむヨーグルトでも同じ実験を行う。（牛乳は皿の液の深さを10mmにして再度実験）

結果と考察 皿の液の深さが10mmのときよりも2mmのときの方が整った形のクラウンになった。また、牛乳>のむヨーグルト>水の順で整ったクラウンができた。クラウンの形状も複数パターンがあることが分かり、形状を①クレーター型、②でこぼこ型、③クラウン型、④飾り付きクラウン型に分類した(図2)。水は飾りができやすいが透明で、粘性が低いいため形が不規則になりがちだった。のむヨーグルトは、クレーターの壁に厚みがあり形は崩れにくい、飾りができにくい。牛乳は適度な粘度があって、形のよいクラウンを作るのに一番適していた。

①クレーター形	②でこぼこ形	③クラウン形	④飾り付きクラウン形

図2

(3) 皿に張った液体の深さとクラウン形状の関係

方法 (2)の結果から、形が整った美しいミルククラウンを形成するには、適度な粘度を持つ牛乳が最適であるということが分かった。また、2mmの方がクラウンの形も複雑で対称性もあり整っていたことから、滴下高を40cmに固定して、液の深さを変えて実験した。

結果と考察 牛乳を皿に直接滴下したときは、落下点を中心に円状に真横に広がり、皿の上側には全く雫が跳ねなかった。円周はギザギザになっていた。皿を大きく傾けて皿上の液を極めて少なくしたとき(1mm未満(1))は外側への飛び散りが多くクラウンの高さも低くなった。傾きを小さくしたとき(1mm未満(2))は周囲に飛び散る量が減り、飛び散る方向も外

側ではなくやや内側に向きが変わりクラウンの高さも高くなった。1mmにしたときは飛び散った雫が飾りのようになり、跳ね返る方向もほぼ上向きとなった。2mmのときは雫が跳ねる方向は更に上向きとなったが、クラウン本体の高さは低くなった。10mmのときはクラウンの飾りはなくクレーターのサイズも小さくなった。

液の深さ	なし	1mm未満(1)	1mm未満(2)	1mm	2mm	10mm
クラウン形状						

液が深くなるにつれてクラウンの向きが鉛直上向きに変わってきたことから、クラウンができる原理について、次のように仮説を立てた(図3)。

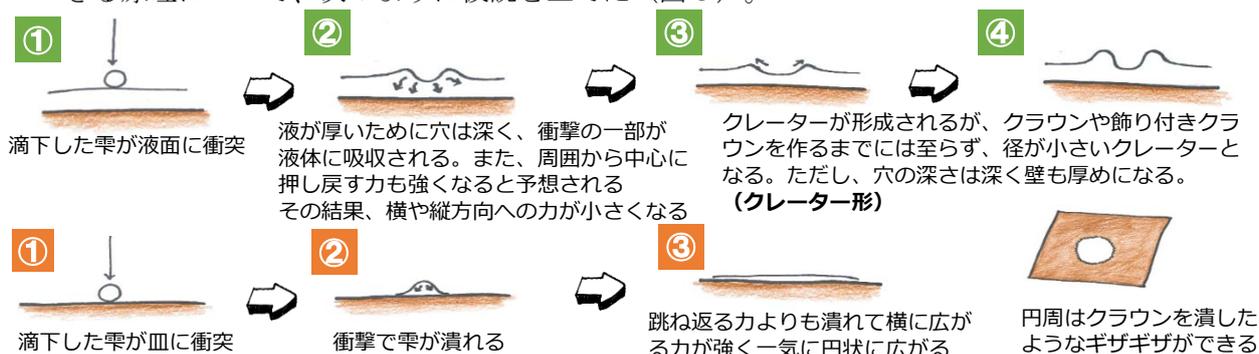


図3 クラウンができる原理(仮説)

(4) 滴下した雫と皿に張った液体がクラウンをどのように形成するのか。

仮説が正しいか調べるため次の実験を行った。

- ① まず、牛乳をさらに1mmの深さとなるように入れる。
- ② 三脚で滴下の高さを40cmに設定し、スポイトにいれる牛乳に赤絵の具で色を付ける。
- ③ 滴下を撮影し、一コマずつ切り出し変化の様子を確認する。

結果と考察 滴下した液が液面に衝突した直後、クラウンの原型となるクレーターができ、0.0042秒後にはクラウンが形成された。色は外側が白く、内側は赤の横縞模様で底に近い方が赤い。内側の底にあった赤い縞は徐々に上部へ移動し、同時にクラウンのとげから飾りのような雫が出来上がっていった。クラウンの立ち上がりピークを過ぎると今度は下降しながら外側に広がっていき、クラウンの飾り部分が落下して液面にくぼみが出来た。クラウンの周りにあった牛乳が中心に向かって流れ込んできて、赤の部分は中央に小さく見える程度になり、中心あたりから赤い柱のようなものが突き出てきた。

3 まとめ

実験から、形の整ったクラウンを作るには適度な粘度が必要で、牛乳くらいが適切であることが分かった。皿に液を張っていないと滴下した後は潰れて広がるだけで、クラウンは全くできなかった。しかし、液面は厚すぎるとかえってクラウンが小さくなり、薄すぎるとクラウンがはじけて壊れたような形になる。実験した範囲では、1mm程度、滴下する高さは40cmが適切であった。赤色に着色した液を滴下した実験により、滴下した液が皿の上の牛乳を押し出すように移動することでクラウンのベースとなるクレーターが形成され、円周部分が滑らかでなくなりとげができ、とげ部分が成長してクラウンの飾りのような形を作り上げる。クラウンの内側には滴下した液体、外側には皿に張った液体でクラウンが構成されることが分かった。滴下した液体の広がる速さは一様ではなく、クラウンの飾りの根本付近は細いため、滞留する様子が観察された。液面に衝突した雫が0.0042秒でクラウンは形成され、0.037秒後には消失した。クラウンの作成も面白かったが、クレーターになる様子が面白く月面を連想させた。クラウンを作るには牛乳が適しており、ミルククラウンと呼ぶ理由が分かった。