

水面の広さによって異なる コーヒーフレッシュの広がり

班員 小倉 大暉、日光 泰斗、林脇 宗一郎、若林 里穂
担当教員 山本 一博

キーワード：コーヒーフレッシュ、波、先行する物質、ラングミュア膜

Coffee creamer is a product made from vegetable oil and some food additives. When you drop it onto water, it spreads on the surface. We found that how large it spreads depends on the area of water surface. We also found that the spread is limited by some substance which spreads ahead of the creamer.

1 はじめに

コーヒーフレッシュとは、コーヒーの味をよりまろやかにするために用いられる食品で、その主成分は植物性油脂であり、乳脂肪は含まれない。コーヒーフレッシュを水に落とした時、落とす量と落してからの時間が一定であっても、水面の広さ(容器の大きさ)が広いほどコーヒーフレッシュは水面でより大きく広がっていた。(図1・図2)

このことに興味を持ち、水面の広さとコーヒーフレッシュの広がりとの関係を調べるとともに、その理由を明らかにするために実験を行った。



図1 200mLに落としたときの様子



図2 水槽に落としたときの様子

2 実験

【実験Ⅰ】

目的

水面の広さ(容器の大きさ)を変えた時に、水面でのコーヒーフレッシュの広がり(面積)はどのように変化するかを明らかにする。また、その関係性を調べる。

方法

水を入れた容器にビュレットを用いてコーヒーフレッシュを一滴のみ落とし、落としてから5秒後の水面でのコーヒーフレッシュの広がり(面積)を測定する。

面積の測定方法

- 1 滴下してから5秒後のコーヒーフレッシュの写真を印刷し、容器の水面とコーヒーフレッシュの広がりに合わせて切り取る。
- 2 ①で切り取ったものの質量を電子ばかりで量る。
- 3 「実際の水面の広さ：コーヒーフレッシュの広がり(面積)」の比率を用いてコーヒーフレッシュの広がり(面積)を算出する。

設定

- ・ビュレットと水面の間は10cmあける
- ・10回ずつ測定する
- ・直径の異なる4種類の容器を使う
- ・滴下してから5秒後を撮影

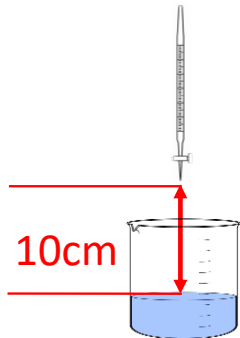


図3 実験装置の条件

表1 容器の種類と直径

種類	直径
200mLビーカー	6.3cm
シャーレ	8.8cm
鍋	22.0cm
水槽	23.8cm

結果

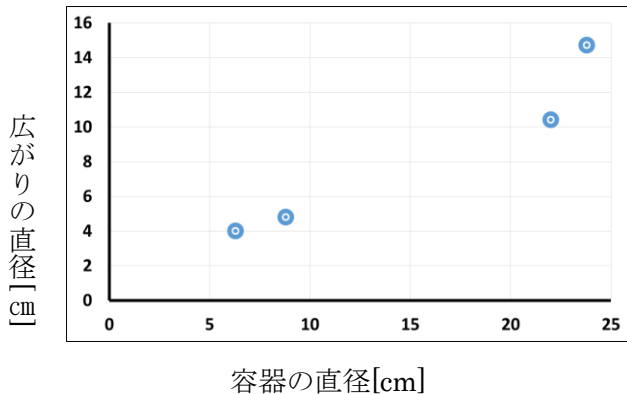


図4 実験Ⅰの結果

実験Ⅰの結果から、容器の直径とコーヒーフレッシュの広がり直径は相関があるといえる。

しかし、容器の材質の違い、水深の違いなどの問題点があげられたため、実験Ⅱを行った。

【実験Ⅱ】

目的

水深を統一し、同じ材質の容器において容器の大きさを変化させた時の水面でのコーヒーフレッシュの広がり面積の関係性を調べる。

方法

大きさの異なる5種類のビーカーに水を入れ、そこにコーヒーフレッシュを一滴のみ落とし、落としてから5秒後の広がり面積を測定する。

設定

- ・水深は3cmで統一する
- ・ビュレットと水面の間は10cmあける
- ・10回ずつ測定する
- ・直径の異なる5種類のビーカーを使う

表2 ビーカーの種類と直径

ビーカーの種類	直径
50mL	4.5cm
200mL	6.3cm
500mL	8.8cm
1000mL	11.0cm
2000mL	13.2cm

結果

水面に滴下するコーヒーフレッシュの量は一定でも、水面が広いほどコーヒーフレッシュは水面でより大きく広がった。

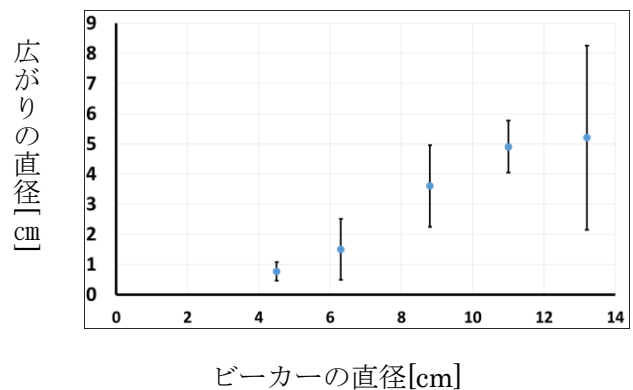
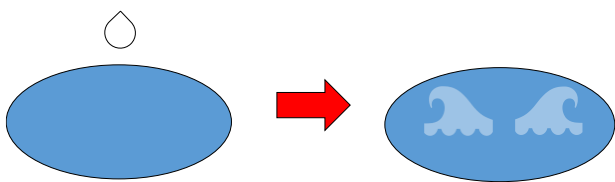


図5 実験Ⅱの結果

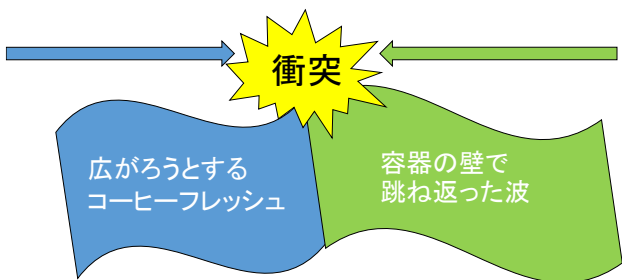
実験Ⅱの結果を受けて、仮説1及び仮説2を立て、それらを検証する実験を行った。

《仮説1》

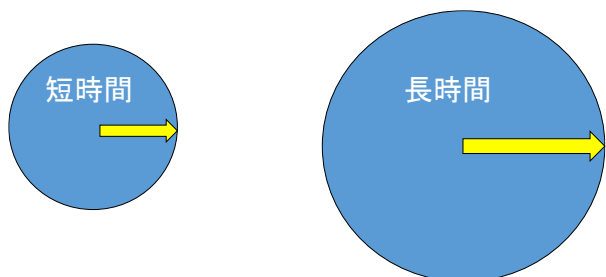
①水面に波が発生。



②容器の壁で跳ね返った波が広がる途中のコーヒーフレッシュとぶつかり、広がりが止まる。



③水面が広いほど波が容器の壁まで伝わるのに時間がかかるためコーヒーフレッシュは大きく広がる。



よって、コーヒーフレッシュの白い部分の広がりが制限されるのは、波の影響を受けているためである。

【実験Ⅲ-1】

目的

仮説1の検証

方法

ハイスピードカメラでコーヒーフレッシュが広がっている時の水面の様子を撮影する。

結果

コーヒーフレッシュの白い部分の広がりは、壁面で跳ね返った波とぶつかる前に止まった。

考察

コーヒーフレッシュの白い部分の広がりが水面の広さによって異なるのは、波の影響ではない。

《仮説2》

コーヒーフレッシュの白い部分に先行して広がる物質が存在し、その先行する物質がビーカーの壁に溜まることで白い部分の広がりが制限されている。

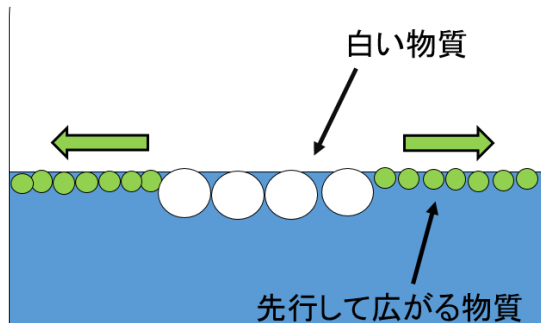


図6 仮説2の模式図

【実験Ⅲ-2】

目的

仮説2の検証

方法

水面に糸くずを浮かべ、そこにコーヒーフレッシュを滴下し、糸くずの動きを観察する。対照実験として、水を滴下する実験も行う。

滴下した時に溶媒の振動である波が発生しただけなら、糸くずは上下に振動するだけであるため、コーヒーフレッシュを滴下した場合に糸くずが外側に移動すれば、白色の広がりに先行して広がる物質が存在することになる。

結果

水面に浮かべた糸くずは、コーヒーフレッシュを滴下した場合、外側に移動した。

水を滴下した場合、糸くずは上下に動いただけだった。

考察

コーヒーフレッシュが水面に広がる時、白い部分に先行して広がる物質が存在し、白い部分の外側に溜まることで、白い部分の広がりが制限されている。

また、水で実験を行った際に糸くずが外側に移動しなかったのは、水には先行する物質が含まれていないためである。

調べていくなかで、白い部分に先行して広がる物質はラングミュア膜ではないかと考えた。

ラングミュア膜とは

親水基と疎水基の両方をもつ有機物を水面に落とすときに形成されるうすい膜のこと。

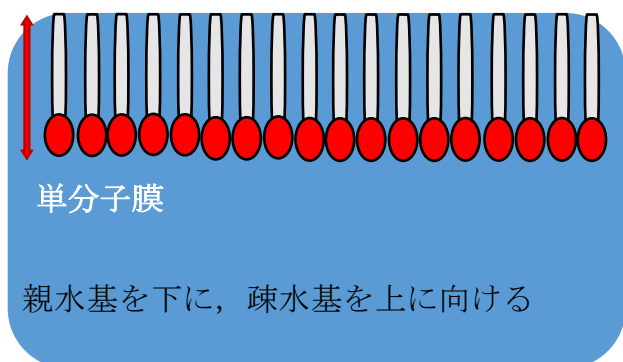


図7 ラングミュア膜の模式図

3 結論

実験Ⅲより、白い物質に先行して広がる物質が存在し水面に膜（ラングミュア膜）を形成したことが示唆される。

水面の面積が広いと、先行する物質が容器の壁面に達するまでに時間がかかるため白い部分の面積が広がる。

4 今後の展望

白い部分に先行して広がる物質が何であるのかを特定する。

5 参考文献

国立研究開発法人産業技術総合研究所

L膜とLB膜の解説.

https://staff.aist.go.jp/k.ikegami/LB_kaisetsu/LB_kaisetsu.html

(参照 2019-02-25)