

I テーマ設定の理由

卵は何故『卵型』なのだろうか……何気なく卵を見ていてふとそう思った。身近すぎて、見過ごしてしまいがちだが、卵には“食べている”だけでは発見できない性質があるような気がした。又、向田邦子さんの『卵とわたし』では、卵の不思議さに魅せられた。そこで、私は化学的・物理的な面から『卵の神秘』を追ってみようと思った。

II 研究方法

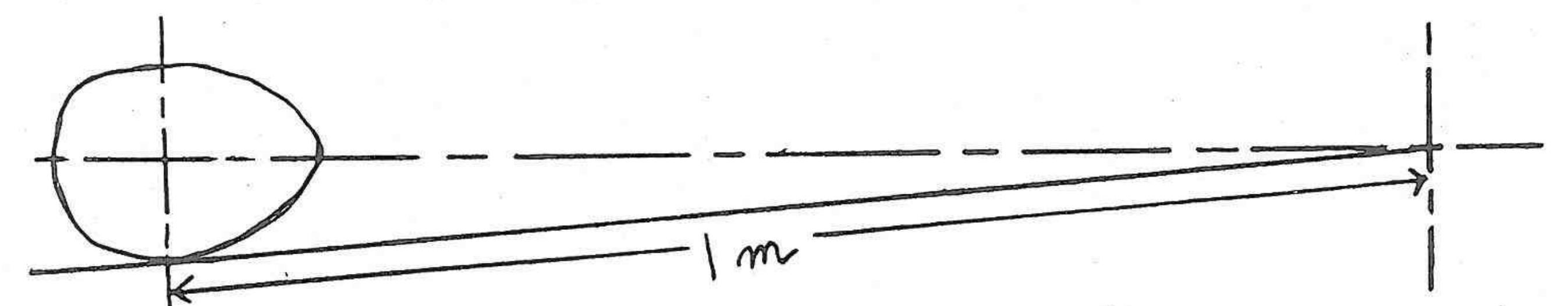
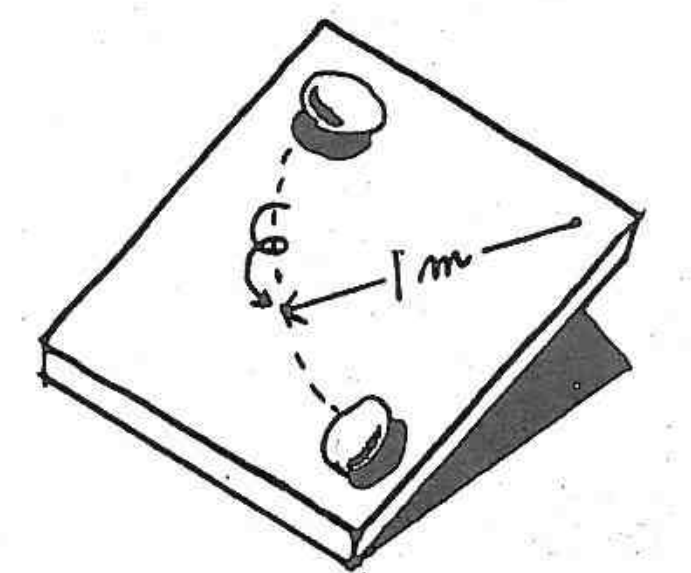
- (1) 卵はなぜ卵型なのか? ~ある仮説をもとにして~
- (2) 卵を立てる ~立ちやすい卵の条件~
- (3) 卵をまわす ~立ち上がり方を調べる~
- (4) 卵をつぶす ~縦の方向に何Kgまで耐えられるか~
- (5) 卵をゆでる ~温度、冷やし方による違い~
- (6) はだかの卵 ~卵の風船をつくる~
- (7) 卵の風船による浸透実験 ~さとう水の濃度と浸透圧~

III 研究内容

[1] 卵はなぜ『卵型』なのか?

卵はまん丸でなくて、一方が少し尖っている。これに関して、次のような仮説がある。
 (仮説) もし卵がまん丸だったら、親鳥が傾斜地に卵を産み落とすと、どこまでも転がっていくが、『卵型』をしていれば転がり出しても、途中で方向が変わって止まるだろう。
 (実験) 仮説が正しいかどうか、実験してみた。

大きな板を持ってきて、僅かに傾け、卵を転がしてみた。
 (結果) 卵は図のようにとがった方を山側にして向きを変えて止まった。道筋はだいたい弧で、その半径は約1メートルだった。卵が、このような回転運動をすることは事実だが、上の仮説があっているとはいえない。なぜなら、実際に卵が産み落とされる場所は、実験に使ったような単純な傾斜地ではないだろうし、でこぼこした所では卵の運動も複雑になるからだ。



[2] 卵を立てる

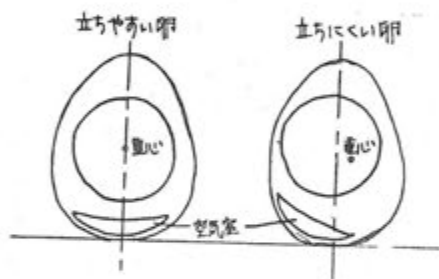
(1) 生卵を立てる

コロンブスが卵の尻を潰して立たせてみせたという有名な話があるが、これは誰でもできる。そこで卵を傷つけずに立たせてみた。

〈立て方〉新しい卵（殻の表面に小さなこぼこがありざらざらしているが、美しいつやがある）を、卵の尖った方を上にし、卵の頭が揺れない所をさぐりながらそっと手をかしている、やがて手を離しても卵は立っている。次のどのようにして立っているかを調べる為に、カーボン紙の上に卵を立ててみた。後で接触点をルーペで観察すると、尻の部分に3つ位の突起があり、その先にカーボンがついているのがわかる。

〈立ちにくい卵〉

- 空気室が卵の中心から偏っているもの
- 細長くて、殻のでこぼこの少ないもの
- 殻がすべすべして、黒ずんだもの
- 卵の重心が卵の中心近くにないもの



(2) 水の中で卵を立てる

1. 真水の中に入れる

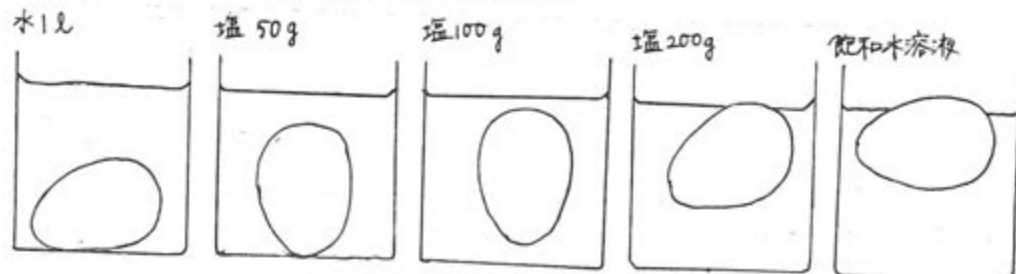
卵は水底に横になって沈む。卵が水より重いからだ。立てるには、卵の比重と水の比重（つまり1）を等しくしなければならない。

2. 塩水の中に入れる

まず比重を求める。重さ70gで60ccの卵なら比重は図より1.16となる。

塩をだんだんと濃くしていくと、卵の比重と塩水の比重が等しくなった時、卵は浮き上がり始める。浮き上がった時の姿を観察すると、尻の方が上になり、尖った方が下になっている。これは、卵の重心が卵の中心（浮力の中心）よりも尖った方に傾いていて、重い方が下になるからである。又、古くなった卵は空気室が大きくなっていて、空気室のある尻の方が軽くなっている。従って真水の中でも、軽い尻を上にして直立する。又、古い卵はうすい塩水でも浮きやすい。

〈実験結果〉水1ℓ、塩を50gずつ増やしていった。



[3] 卵をまわす

(1) 生卵とゆで卵

○ ゆで卵……コマのように立ち上がってしばらくの間、まわっている。

○ 生卵……すぐに止まる。生卵は中身がどろどろなので、速く動く部分と遅く動く部分ができ、その間に摩擦がおこり卵の回転を止めようとするからだ。

(2) まわし方

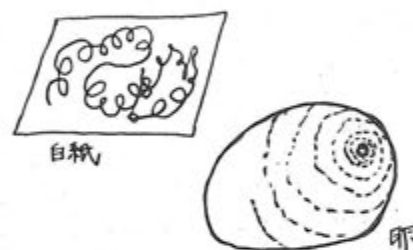
まわして立ち上がった卵は、頭と尻とどちらが上になっているか調べてみた。

結果は、塩水の中で立たせた時と逆で、頭の方が上になっていた。そのことから、卵の重心が高くなっていることが分かった。重い方が上になってまわる方が、長い時間安定してまわっているのである。

(3) 立ち上がり方

次のようにして卵の立ち上がる様子を調べた。

複写に使うカーボン紙を白い紙の上にして、その上で卵をまわす。すると、卵の殻の上に、机との接触点がずれていく様子が記録されていく。又、カーボン紙の下の白紙には、卵が立ち上がるまでの動きのあとが残る。両方とも、右図のような、引きのばしたらせんのような形だった。



[4] 卵をつぶす

日常、卵を割る時我々は横の方向に割る。それは横が、縦に比べ割れやすいからである。そこで、縦の方向にどの位強いのか調べてみた。

〈実験〉右の図のように実験の準備をする。

○ 油粘土……卵をまっすぐ立てるためでもあるし、卵に加えられた力が1カ所に集中しないようにするための工夫である。

○ 卵……正三角形の頂点になるように3個ならべる。

〈結果〉まな板のような厚い板、バケツ、水、全体で15キログラム位までであれば、卵は支えることができる。つまり、卵1個は5キログラムの重さを支えることが可能なのである。



[5] 卵をゆでる

(1) 半熟卵

〈方法〉①なべに生卵を3個入れ、卵がすっかり隠れるまで水をたっぷり入れる。

②火をつけ、十分煮たったらすぐ火からおろし、ふたをそのままにしておく。

③3分おきに1個ずつ取り出して、その度にすぐ冷水につけ、熱を冷ます。

④皮をむき、半分で切って中身を比べてみる。

〈結果〉3分後……白身は結構しっかりしていたが、黄身の方は液体と固体の割合が6対4位

で、どろどろしていた。

6分後……白身はほとんど固まっていた。黄身も液体と固体の割合が4対6位で中心部だけどろどろとしていた。

9分後……白身も黄身もかたゆで卵に近い状態だった。半分に割っても黄身は流出しなかった。

(2) 反対卵

定義……半熟卵と反対の卵、つまり白身がどろどろとしていて黄身がかたまった卵のこと。

〈参考〉右表のように白身がかたまる温度と黄身がかたまる温度に差があることを、上手に利用する。

つまり、65℃から70℃位までの間は黄身だけがかたまり、白身はどろどろなままなのである。

〈方法〉①なべに生卵を3個入れ、水をみたくす。

②なべを火にかけ、湯の温度が70℃近くになったところで火からおろす。

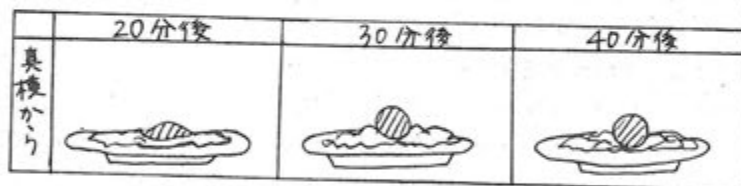
③温度を65℃から70℃の間に保つ。

④②から20分後に卵を1つ取り出して冷水中で冷やす。その後10分おきに卵を取り出して、その度に冷水につける。

〈結果〉20分後……白身はどろどろで、黄身は目玉焼きのような状態。

30分後……白身はどろどろで、黄身は、ゆで卵の半熟の状態。

40分後……白身はどろどろで、黄身は、ゆで卵の半熟とかたゆでの中間の状態。



[6] はだかの卵

(1) 殻をとかず

生卵のまま殻を取り去って見た。実験には酸を使った。

〈経過〉①料理用に作られる酢(酸度 4.2%)と生卵をガラス容器に入れ、ふたをしておく。

②酢の中では卵は浮かび、液面上に少し出る。

③酢に使った部分では殻がとけて、泡がさかんに立ち始め、殻の表面が泡で覆いつくされる。しばらくして泡は殻から離れ、液面から大気中に逃げていく。

○泡……殻の炭酸カルシウムが反応して生じた炭酸ガス

○カルシウム……酢酸カルシウムとなって酢の中にとけた。

(注意) 容器は、卵が横向きに入れられる広口のもので、直径と高さがだいたい同じでガラス製品がよい。又、速くとかそうと思えば、酸度を濃くして、何回も酢をかえてやるとよい。

〈参考〉液面上に始終、少しだけ卵が出ていた。それでは、その部分だけ、とけないのではないかと思ったが、実験を始めて10分程した時、意外なことがあった。

卵がかすかに動き始めて、次の瞬間にくりと反回転するのである。それから2分もすると、卵はまた動き始め反回転する。卵は、殻がとけ終わるまでこの回転運動を続けるので、まんべんなくとけるのである。

(2) はだかの卵

酢につけてから、約48時間後、殻はきれいにとれた。

○手ざわりはプリプリした感じで、形も大きくなっている。

○全体的に半透明で、黄身やカラザの位置もわかる。

○65gだった卵が、殻をとったにもかかわらず4g増えた。

〈考察〉卵の内圧が高くなったのは、酢の水分が卵の外側の膜を通して中にはいったからである。このように水分が膜を通して入る現象を、浸透現象という。

(3) はだかの卵を水につける

1時間程つけておくと、形も大きくなり目方は95gになった。水が中に入ったのである。これに、針で穴をあけると、内圧が高くなっているので中のものが一気にふきだしてくる。

(4) 卵の風船

はだかの卵の外側の膜は酸によって非常にじょうぶになっている。この膜に針で穴をあけ内容物をもみだす。黄身は、別のうすい膜で覆われているので、揚子でその膜を破ってやらなければならない。

中身がでると、卵のふくろになる。洗った後、空気を吹きこむと卵の風船ができて上がる。うすくて、弾力があって丈夫な風船である。これは乾くと、しわが入りうずらの卵位の大きさになる。しかし水に浮かべると、又やわらかくなり、もとの大きさにもどる。

[4] 卵の風船による浸透実験

卵のふくろは水をよく通すという性質を利用して、次のような実験をした。

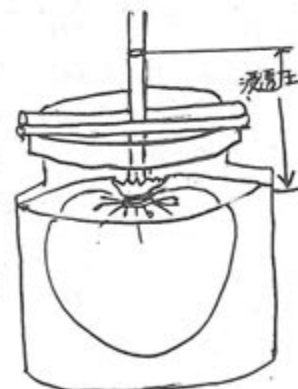
〈準備物〉卵のふくろ、スポイト、さとう水、広口ガラスびん、ストロー、ガーゼ、セロハンテープ、もめん糸

〈方法〉①卵のふくろの穴からスポイトでさとう水を入れ、ふくろをさとう水で満たす。

②ストローを穴にさしこみ、まっすぐに立て、ふくろに空気が入らないように注意しながら、もめん糸でストローをふくろに固定する。

③ふくろのまわりについたさとう水をぬれたガーゼでふきとってから、そっと水のはいったガラスびんの中に入れる。すると、ガラスびんの水がふくろの膜を通してふくろの中に入ってきて、その内圧を高め、そのためにストローの中の水面が上がっていく。

*ガラスびんの水面からストローの中の水柱の上のはしまでの高さを浸透圧という。



〈結果〉

濃度 \ 時間	30分後	1時間後
水 100g	3.0 cm	7.5 cm
水 100g 砂糖 10g	3.5 cm	9.0 cm
水 100g 砂糖 30g	6.0 cm	13.5 cm
飽和 水溶液	12.5 cm	18.5 cm

IV 結論

- ①生卵は無傷で立たせることができる。又、塩水の中でも立つ。
- ②卵をまわすと、らせんを引きのばしたような線を描いて立ち上がる。
- ③卵は縦の方向に5kgぐらいの重さを支えることができる。
- ④ゆで方・冷やし方・温度によって、白身や黄身の状態は変化する。
- ⑤殻をとかすことによって、はだかの卵をつくることができる。
- ⑥うすい膜には浸透性があることがわかった。

V 総括

実験なので、自分の目で確かめることができ、良かったと思う。卵という、日常目立たないものが、以外と面白い実験結果をもたらしてくれた。卵を割る、ゆでる……など日常茶飯事で気にとめたこともなかったが、注意してやってみると『卵の不思議さ』に驚かすにはいられなかった。結局、まとまった結論は得られなかったが、それだからこそ、卵は『神秘的』なのだった。

ところで『神秘』とはどういう意味だろうか。辞書には“理論や認識を超越した事がら”と書いてあった。実際、この研究を通して卵の不思議さは理論や認識、そして実験では理解できないものだと実感した。

VI 参考文献

「卵の実験」 伏見康治 伏見満枝