

# サワグルミ

小山浩正

## プロローグ

ガリレオ・ガリレイは16世紀のイタリアが産んだ天才物理学者。彼は「ピサの斜塔」で好奇に満ちた民衆の前にあの有名な実験を行った。そう、重さが違うふたつの鉛玉を上から落とすと、どっちが先に地面に落ちるかというヤツ。答えは簡単！同時に落ちた。ドスンという落下音とともに近代物理の夜が明けたのだ。

それから時が経つこと400年。北海道にガリレオの再来が現れた。白衣を身にまとったその男は、林業試験場の屋上に立ち、再び落下実験を始めたのだ。男の名は不明、ミスターKとでも呼んでおこう。彼は鉛の玉を左手に、そしてある物体を右手に待って、今まさに実験開始の瞬間だった。

「ふいふい、ガリレオの理論によればどちらも同じ時間で地面に到達するはずだ。どれどれ、んっ？あれ！どうしてなんだあ？全然違うぞ！」

## サワグルミのタネ

彼の実験はガリレイのそれと何が違ったのだろうか。実はミスターKが鉛の玉と一緒に落としたのはサワグルミのタネ（正確には堅果）だったのだ。

サワグルミは北海道では道南地方に分布する樹木で、溪畔林の代表的な構成種の一つである。先駆的な性質を待ち、氾濫などで上層の木が倒れて明るくなった場所で更新する。サワグルミの堅果を見てみよう（図-1）。我々が普段食べるクルミとはだいぶ異なった形をしていて、両脇に翼があるのが特徴的だ。空中を落下するときはこの両翼がプロペラのようにクルクルと回転しながら落ちて行く。そのおかげで堅果は風に飛ばされやすい。そして、このことが彼の実験がガリレイの結果と違っていった原因にも関係している。ミスターKはさらに何度も実験を繰り返したので、その結果を追いながら真相を究明してゆこう。

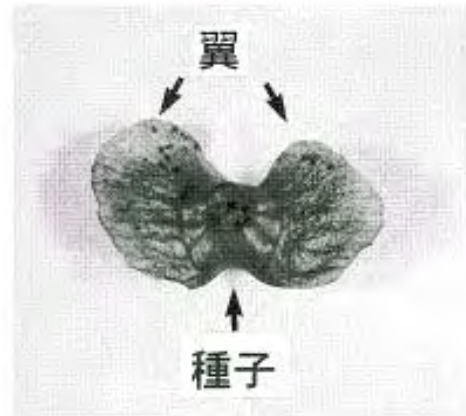


図-1 サワグルミの堅果  
種子の両脇に翼が付いている。空中では種子を中心にプロペラのように回転しながら落下する(図-2参照)

## なぜ堅果は鉛の玉よりゆっくり落ちる？

240個のサワグルミの堅果を用意して、風のない日に9mの屋上から次々と落として時間を測ると平均6.04秒で地上に到達していた。鉛の玉が0.96秒だったから、両者の落下時間には実に6倍以上も開きがある(図-2)。この結果は「重さが違って落下時間は変わらない」というガリレイの実験結果と大きく矛盾することになる。賢明な読者はもうお解りだろう。堅果についている翼がこの矛盾の鍵を握っているのだ。もし、実験が真空状態で行われたら、両者は全く同じスピードで落ちる。しかし、地球上には大気があるので落下する物体はその抵抗を必ず受ける。翼があると空気抵抗を受ける

表面が大きくなるのでその分だけ大きな浮力が生じ、ゆっくりと落ちるのだ。実験は無風の日に行われたが、もし風があったならゆっくり落ちる物体ほどより遠くまで飛ばされる。サワグルミは翼をつけることによってタネをより遠くまで散布できるように進化したと言える。サワグルミの他にも樹木には翼があるタネをつくるものが多い。人間がプロペラを発明したのはたかだか数百年前のことだが、植物はずっと昔からこの種の空中浮遊装置を開発していたのだ。なんとも驚くべきことである。

さて、ここまでは感覚的にも分かりやすいだろう。でもここからがチョットややこしくなってくる。

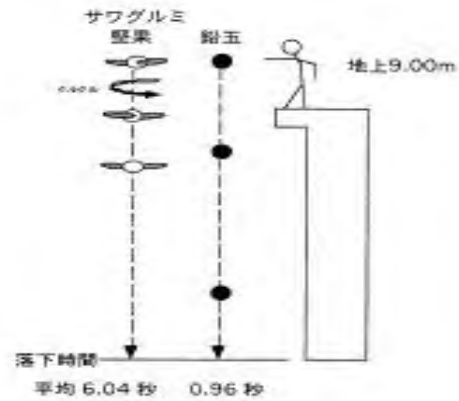


図-2 サワグルミ堅果の落下実験

### 堅果の重さと落下時間

どの堅果も確かに鉛の玉よりはゆっくり落ちたのだが、それぞれの落下時間には堅果の間でかなりバラツキがあった。遅いものでは12.02秒もかかっていたが、速いものはわずか3.07秒で落下していたのだ。これには、堅果の重さの違いが関係しているらしい。実験に使った240個の堅果の重さを頻度分布で表したのが図-3である。平均すると78.1mgだが、実際には最小30mgから最大140mgと4倍以上の開きがある。そして、堅果の重さと落下時間の関係をみたのが図-4である。ここでは緩やかな右下がりの傾向がみとめられた。つまり、堅果が大きいほど速く落下する傾向にあるのだ。

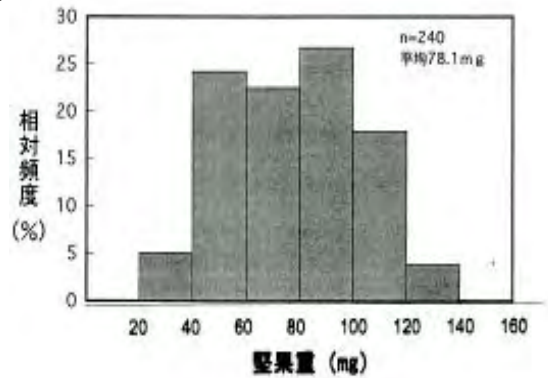


図-3 サワグルミ堅果の重量頻度分布

でもおかしいじゃないか！大きな堅果の方が面積は大きいんだから、それだけ空気抵抗は増えてよりゆっくりと落ちるはずなのに、実際には小さい方が落ちるのが遅いのはなぜだろう。

それは空中での物体の落下は重さあるいは面積だけで決まるのではなく、両者の相対的な関係によって決まっているからだ。同じ重さでも面積が違えば落下速度は違うし、逆も

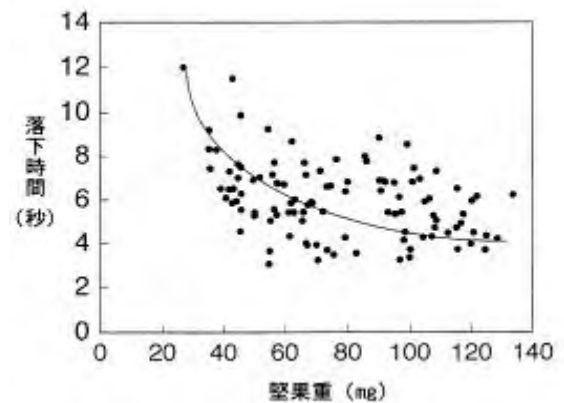


図-4 堅果重と落下時間の関係

また真なり。問題は単位面積あたりの重さなのである。つまり、重さを面積で割った値だ。この値が大きいほど堅果は速く落ちる。図 - 5 に堅果の重さによって、単位面積あたりの重量がどう変化しているか計算した結果をしめす。この関係は右上がり傾向をしめしていた。つまり、サワグルミの堅果が大きくなればなるほど、面積に対する相対的な重量は重くなってしまふ。重さの増加を帳消しにするほどには面積は増加できないのだ（物体の長さが2倍になると、体積は8倍になるが面積は4倍にしかならないのしょうがない）。そして、その分だけ浮力は小さくなるので大きな堅果ほど速く地上に落下してしまうわけだ。

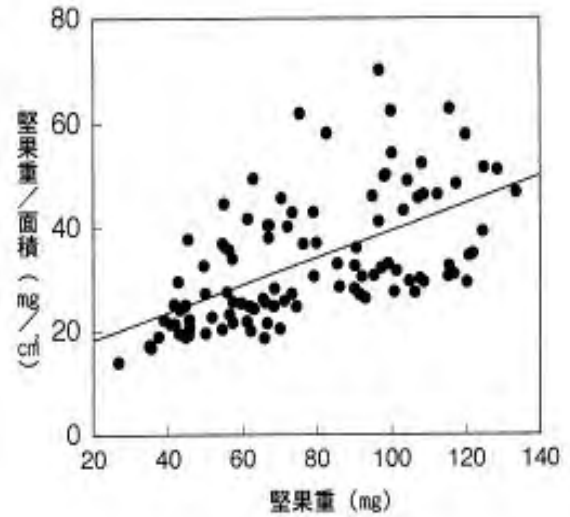


図 - 5 堅果重と単位面積あたりの重さの関係

### 堅果の重さと散布距離

このことは堅果がどこまで飛ぶかということに重大な結果をもたらすだろう。小さな堅果の方がより母樹から遠いところまで飛んでいる可能性が高い。

そこで、ある孤立した母樹を選び、その周囲に散布された堅果を距離別に3つのグループに分けて重さを測定した。すなわち、母樹の樹冠直下に落ちていたもの、樹冠の端から7m以内の範囲に落ちていたもの、そして樹冠から7m以上の所に落ちていたものである。この結果を図 - 6 にしめた。平均的な堅果重は大きい順から 樹冠下 > 7m以内 > 7m以上となっていた。やはり、小さい堅果ほど遠くに飛んでいたのだ。

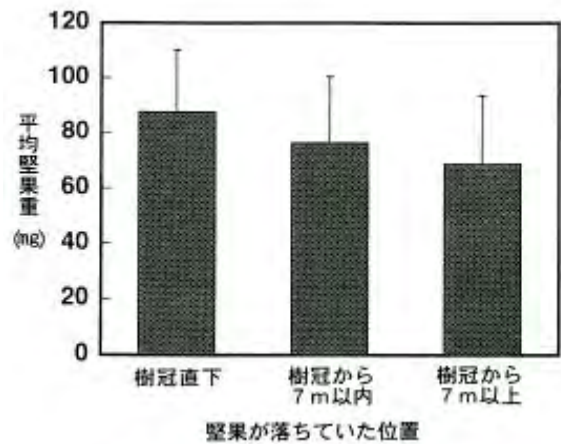


図 - 6 樹冠からの距離と平均堅果重

### タネ（堅果）の大きさはどうして決まる？

サワグルミの実生は明るい所を好むので、親木の樹冠の下では光不足になってしまう。したがって、堅果は新たに更新できる明るい場所を探さなければならない。このような立地がどこにあるか分からない場合、一般により遠くに飛ぶタネの方が目的地へ到達できる確率が高いと言われる。したがって、散布距離の長い小さな堅果の方が更新に有利になると考えられる。しかし、そうであれば全てが小さくなれば良いのに、どうしてサワグルミには重い堅果もあるのだろうか。その理由は発芽して実生が成長する段階になると、今度は逆に堅果が大きい方が有利になるからなのである。一般に大きなタネの方が栄養分がたくさん詰まっているので、実生の成長が良かったり、死亡しにくいとされている。

つまり、サワグルミにとっては、堅果が大きいと成長には良いが、あまり大きすぎると適地にたどりつけない恐れがあり、逆に小さすぎると遠くまで飛んでも元気な実生にはなれないというジレンマがあるわけだ。その妥協点が平均的な 80mg 前後の大きさなのだろう。ただし、全部がこの大きさにならずに、互いにバラツキがあることにも意味はある。ある決まった大きさのタネしか作らないとみんなだいたい同じ距離の所に落ちてしまうが、違う大きさのタネを作っておけば、遠い所から近い所までまんべんなく散布することができる。タネがある場所に集中しているよりも、バラバラになっている方が危険を分散できるので、確率的に生き残る公算は高い。図 - 3 でみた 4 倍近い堅果重のバラツキはこのためだと解釈することも可能なのだ。

このように、タネの散布という一つの現象だけでも、翼をつけるとか、どの程度の重さのタネを作ってどれくらい飛ばすかとか、植物はいろいろ合理的にやっているようだ。

### エピローグ

実験が終わってミスター K はつぶやいた。「う～む、もしガリレイ先生が鉛ではなくサワグルミのタネを使って実験していたら物理学は 100 年は遅れていただろうな（筆者注：そんなことは絶対ない）。

よ～し、今度はアインシュタインに挑戦してみるか！」

真理を求める彼の旅はまだまだ終わらない。

つづく

（道南支場）