

## 第5回航空機による学生無重力実験コンテスト（速報）

実験テーマ：微小重力下における濡れ性の違いの定性的観察

実験チーム：東京大学無重力ゼミ

（代表提案者：芳賀智亮 共同提案者：岩澤浩二郎、江川光、金田賢哉、高橋大斗、松本道生、三津澤将司）

### 1. 目的

微小重力下で水、油の二つの液体が容器材を濡らしながら互いに逆方向から流れてきたときに、接触面で二つの液体がどのような振る舞いをするかを観察し、濡れ性の違いを定性的に評価することを目的とした。

### 2. 実験方法・装置

#### [実験方法]

アクリル板に角度  $30^\circ$  のV字溝を走らせる。微小重力下で、溝の中をシリコン油、界面活性剤を混入した水が互いに逆方向からアクリル板を濡らしながら流れてくるようにして、接触させる。このときのシリコン油、水の二液の振る舞いを2台のビデオカメラにより撮影し、観察する。2 mの簡易落下塔による実験から、純水では濡れ性が小さいために溝を流れないことが分かっていたので、水に界面活性剤を混入して、濡れ性を向上させた。ただし、アクリル板を親水コーティングして、水に界面活性剤を混入しなかったものもある。また、溝の深さを 0mm（溝なし）、1mm, 2mm, 4mm と変えて、観察のしやすい映像を取得できるようにした。さらに、水は着色してあり液の振る舞いが観察しやすくなるようにした。

#### [実験装置]

実験部はアーチ型の橋のような形をしたアクリルである。具体的には、両端は円の  $1/4$  の円弧で、中央部が水平である。この橋には、橋に平行に溝が走っており、溝の角度は  $30^\circ$ 、橋の中央部の溝の長さは 30 mm または 50 mm で、溝の深さは前述の通りである。橋の両端には試料を注入すべきシャーレが取り付けてあり、この部分から試料が溝の中を移動することになる。橋自体は、直方体のアクリルのケースに入っており、微小重力下で試料が外部に漏れ出

る事はない。

記録部は、2台のビデオカメラである。橋の水平部分に対して、垂直方向、水平方向の2方向から撮影する。実験一日目は遮光しなかったことにより観察が大変しづらかったため、2日目は装置全体を遮光して、光源を安定させた。

### 3. 実験結果・考察

微小重力状態になった瞬間に、シリコン油と界面活性剤を混入した水は橋の円弧部分をそれぞれ上昇し始める。上昇の原理は、毛管現象のそれと同じである。

V字溝の先端部分は界面曲率が大きいために、空気との圧力差が大きく、濡れの速度は速い。すなわち溝の中を、溝に沿って液が移動する。溝の長さが30mmのときは、微小重力状態になってから約10秒後に二液が衝突する様子が見てとれた。二液はまず、溝の先端部分で衝突する。このとき、二液の動的接触角を比較すると、水よりもシリコン油の方が小さいため、溝の先端部分において、シリコン油が水の下に潜り込む。この潜り込みは、液の運動量によるところが大きいと考えられる。つまり、シリコン油が容器材を濡らして移動するのではなく、シリコン油と水が接触すると溝の先端部分では二液は力の平衡状態が成立して静止し、慣性により水がシリコン油の上を移動するのである。実際に、水のシリコン油に対する相対速度の大きさを液の振る舞いを比較したとき、大きいときにはシリコン油の潜り込みがより顕著に現れていた。この実験では、水との濡れ性が悪いシリコン油を用いたため、溝の先端部分で二液が静止したのだと考えてよいだろう。液同士の濡れ性の違いによりどのような変化があるかは大変興味深いところではある。

先端部から、その周辺の壁面に目を移してみよう。先端部と同様にシリコン油は水の下（壁面側）に潜り込み、静止する。まだ、シリコン油や水に濡れていない壁面（先端部から遠い壁面）についても時間がたつに従って当然濡れるから、シリコン油はあたかも水を包み込むような状態で互いの液が押し合う。水の上部（水が空気と接している部分）をシリコン油が移動する様子は見られなかったが、これは水とシリコン油の濡れ性が悪いためであろう。V字溝ではなく細い管で同様の実験をした場合、全面的にシリコン油が水を包み込んで平衡状態になる可能性は十分考えられる。

なお、今回の実験で最も観察がしやすい条件は溝の長さが30mm、深さが4mmのものであった。また、アクリルを親水コーティングしたものでは、液自体の上昇がみられなかった。

#### 4. まとめ

今回の実験の目的は、「1.目的」にも示した通り濡れ性の違いを定性的に評価することであった。実験前は、容器材との濡れ性のみしか考えていなかったため、シリコン油との濡れ性の方が水とのそれよりもよいのでシリコン油が水を押しつけて移動する、という予想を立てた。これにより、二液の容器材との濡れ性の違いを評価する材料となる、と考えたのである。実際は、当然のことではあるが液体同士の濡れ性が非常に重要な要素となっており、二液の挙動に大きな影響を与えている。しかし、容器材との濡れ性の違いが、あたかもシリコン油が水を包み込むかのような形状を与えるのであり、十分に濡れ性の違いを評価する材料となっている。この点で今回の実験は非常に有意義であったと言えるだろう。

#### 謝辞

航空機による無重力実験という大変貴重な体験をする機会を与えて下さったことに、独立法人宇宙航空研究開発機構、財団法人日本宇宙フォーラム、株式会社ダイヤモンドエアサービス、その他航空機実験に携わった関係者の皆様方には深く感謝申し上げます。また、実験提案から装置作成に至るまで、ご指導、ご協力をしていただいた、鈴木俊夫教授、池田実助手には厚くお礼申し上げます。