

水表面に衝突する液滴の可視化

近畿大学理工学部 正 員 江藤剛治
 近畿大学理工学部 正 員 竹原幸生
 近畿大学大学院 学生員 〇岸田義広

1. 目的 降雨による水中への気体輸送に関しては色々な要素が絡んでおり、そのすべての過程を解明するのは複雑かつ困難である。まずその単純なモデルとして静水面に単一の液滴を衝突させたときの様々な現象を可視化する。

2. 実験装置および方法 液滴滴下装置は管の中に液体をとどめ、2つの電磁弁の開閉時間差を利用して、管の中の液体を自重で滴下させる構造とした。市販されているメスピペットを加工し、ノズルを作成することにより滴下した液滴の量が分かるようにした。撮影には近畿大学共同利用センターで開発された高速ビデオカメラに長作動距離顕微鏡を装着して使用した。今回の実験条件として水面からノズルまでの距離を45cm、ノズル内径を1.2mm、液滴の温度および水温を11℃とした。液滴は水で希釈された白色ポスターカラーを用いた。液滴の比重は水槽の水より約0.003大きい。高速ビデオカメラのフレームレートは4,500ppsとした。

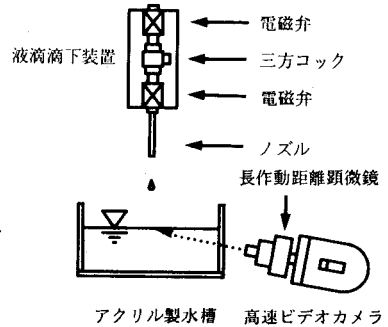


図-1 実験装置の概要

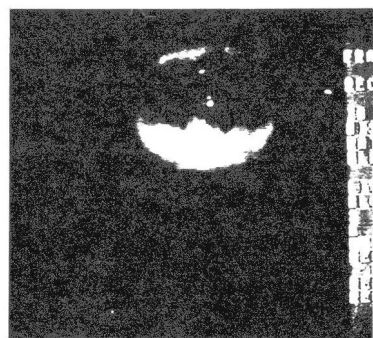
3. Water CrownとWater Columnの形成 液滴が水表面に衝突すると液滴が周りの水を跳ね上げ”Water Crown”を形成し、次にくぼみを形成する。くぼみは半球形状に拡大し、すり鉢状に形を変えながら縮小する。縮小するときにくぼみの最下部付近の水が中心に集まり押し上げられ、水表面上に柱状の”Water Column”を形成する。

以上は一般的によく知られている現象である。さらにWater Columnの上部が切り離され液滴となる。その液滴が水表面に落下したり、条件によっては、Water Crownを構成している跳ね上げられた多数の小さい液滴が水表面に落下することによって現象がより複雑なものとなる。それらにともなう水運動の内部構造や気泡の運動等を可視化するとより複雑な動きをしていることが分かる。以下ではそれらの現象の一例として、液滴が水表面に衝突してからWater Columnが出来るまでに液滴を構成している水塊がどのように変化し、水中に溶け込むかを観察する。

4. 水表面に衝突した液滴が水中へ溶け込む初期の現象 水表面に衝突した液滴が水槽中に溶け出す初期の過程を写真で示す。時刻は液滴が水表面に衝突した時を基準とした。撮影は水面より少しだけ低い位置から水平上向きに行われた。

- ・水表面に衝突した液滴は水平方向に広がりながら、半球形状のくぼみを形成する。
- ・液滴は縦方向のすじ状の模様を残しながらくぼみ底部に沈む。(写真-1(a))
- ・半球形状に広がったくぼみの最下部に下向きの突起物が現れる。(写真-1(b))
- ・半球形状のくぼみに広がっている液体は、縦方向のすじ状の模様ができかなり水に溶け込んでいる部分、ある程度溶け込んでいる部分、液体がほとんど溶け出さなくてくぼみ底部にそのまま溜まっている部分に分類される。その時、底に溜まっている液体とすじ状の模様はつながっている。(写真-1(c))
- ・半球形状のくぼみが最大となる。この瞬間より水面のくぼみの直径が急激に大きくなりくぼみは半球形状からすり鉢状に変わってゆく。

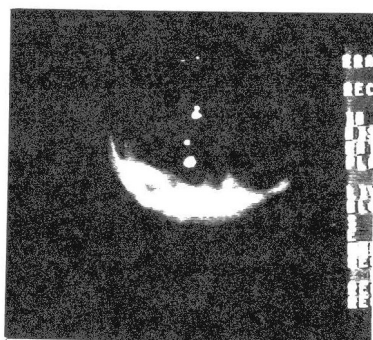
- ・くぼみがすり鉢状になるとき、波動が水面からくぼみの壁面を底に向かって伝わって行く。その波動はくぼみの底の液体部分にまで伝播する。(写真-1(d))
- ・くぼみの底に溜まった液体へ波動がたどりついたときに液体は上方に押し上げられる。(写真-1(e))
- ・くぼみの底方向への波動の伝播と底に溜まった液体の押し上げによりくぼみ壁面に圧縮が起こり、くぼみ底部周辺に角部が生じる。角部から大量の液体が溶け出しながら中心に集まり始める。(写真-1(f))
- ・角部がなお水に溶けながら上方に引っ張り上げられ尾を引き、中央で束になる。そして、水面上に突出し"Water Column"の一部となる。



(a) $T=0.003(s)$



(d) $T=0.031(s)$



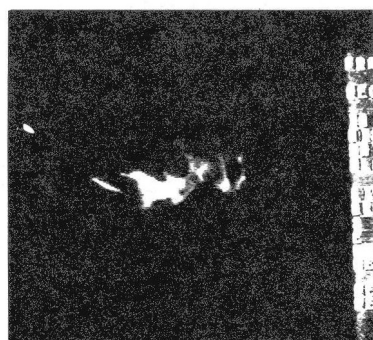
(b) $T=0.006(s)$



(e) $T=0.036(s)$



(c) $T=0.011(s)$



(f) $T=0.040(s)$

写真-1 水表面に衝突した液滴が水中に溶け出す一連の現象