

II-PS 6 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○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。液滴の平均直径は4.6mmであった。撮影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水面より少しだけ低い位置から水平上向きに行われた。今回の実験条件として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。液滴の温度および水温は11℃であった。高速ビデオカメラのフレームレートは4,500ppsとした。水面からノズルまでの距離を10cm, 45cmとし、落下距離を変化させ現象を比較した。

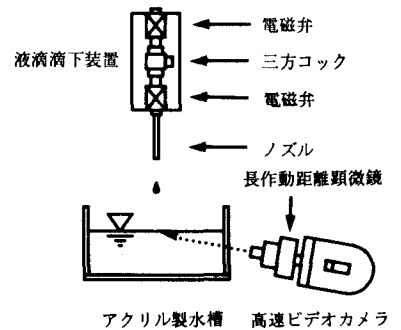
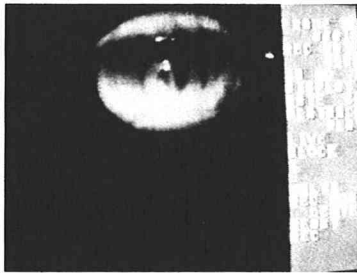


図-1 実験装置の概要

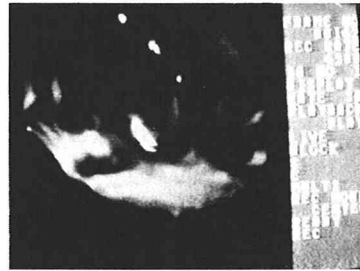
3. 水表面に衝突した液滴が水中へ溶け込む初期の現象 "Water Crown"や"Water Column"は一般的によく知られている現象である。さらにWater Columnの上部が切り離され液滴となる。その液滴が水表面に落下したり、条件によっては、Water Crownを構成している跳ね上げられた多数の小さい液滴が水表面に落下することによって現象がより複雑なものとなる。それらにともなう水運動の内部構造や気泡の運動等を可視化するとより複雑な動きをしていることが分かる。以下ではそれらの現象の一例として、液滴が水表面に衝突してからWater Columnが出来るまでに液滴を構成している水塊がどのように変化し、水中に溶け込むかを観察し、その過程を写真で示す。落下距離は45cmとした。写真の時刻は液滴が水表面に衝突した時を基準とした。

- ・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(写真-1(A))。そして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いで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。

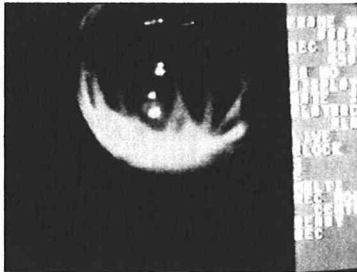
4. 落下距離の違いによる現象の違い 次に落下距離を10cm, 45cmとした場合についての違いを観察する。10cmの場合は波動がくぼみの底部に伝播するまでの初期段階では45cmの場合とほとんど変化はない。しかし、半球形状の最大くぼみの大きさは45cmの場合と比較して最大広がり幅で60%, 最大深さで56%減少している。くぼみがすり鉢状になるときに伝播する波動は45cmの時と同様にくぼみの底の液体部分にまで達する。そして45cmの場合はくぼみの溜まった液体の上方への押し上げが起こったが、10cmの場合は波動によって液体が下方に押し出されているように観察される。その押し出された液体は鉛直下方のさらに深いところに渦輪を呈しながら落下してゆく。くぼみ上方に広がった水に溶けていると考えられる部分だけが尾を引きながら水面上に突出する。（ビデオ映像を発表時に示す。）



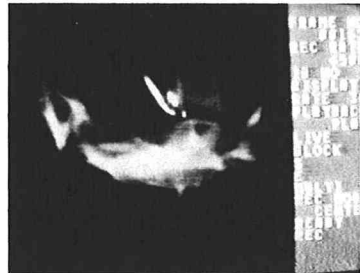
(A) $T=0.003(s)$



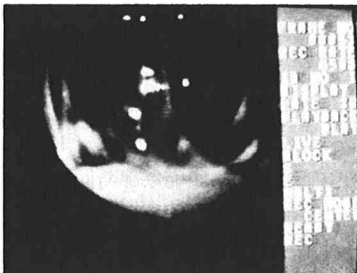
(D) $T=0.031(s)$



(B) $T=0.006(s)$



(E) $T=0.036(s)$



(C) $T=0.011(s)$



(F) $T=0.044(s)$



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