

## 1 はじめに

水は、私たちの生活に無くてはならないものだ。料理、洗濯、入浴等様々な目的で水は利用されている。しかし、水を利用するとき、大きな水音は付き物であり、特に食器等の洗い物や、公衆トイレ等では、流体音を小さく抑えることができれば、生活をより豊かにすることができるだろう。本研究では、水滴の衝突によって発生する音を解析し、その発生原因を解明することにより、流体音の緩和、または消音を目的とする。

## 2 流体音について

そもそも何故流体音が発生するのか。流体音の発生原因には、様々な要因があるが、今回着目したのは、落下する水滴が水面に着水したときに、図1の用に水面が一度王冠状の形状を作った後、図2の用に細い柱のような形に収束する[1]。その柱の先から小さな水滴が分離し、その小さな水滴が落下するとき柱の先に衝突するという現象である。この現象が起こったときに、水は「ポチャン」という独特の音が発生すると考えられている。



図1 王冠状の水面[2] 図2 分離した水滴[2]

## 3 実験

### 3.1 シミュレーション

実験前に粒子法(MPS)によるプログラムを使ってシミュレーションを行った結果、図3のようにクラウンを形成し、水は収束したあと図4のように水槽の底の傾斜のきつい方へ向かって跳ねることを確認した。こちらのシミュレーションの結果

と実際の実験結果も比較していく。

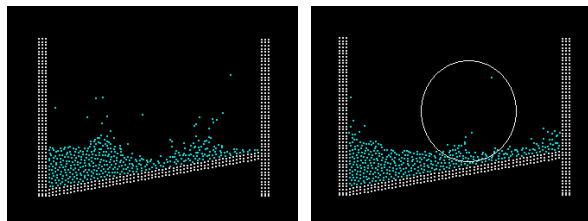


図3 クラウン形成 図4 水滴の跳ね方

### 3.2 実験内容・方法

実験装置の模式図を図5に示す。外寸 20cm×20cm×20cm、内寸 19.4cm×19.4cm×19.7cm のアクリルボックスに水をはり、スタンドに固定したスポットで水滴を落としていく。その様子をハイスピードカメラ PHANTOM1610 で撮影する。同時に、マイク H4next Handy Recorder で水滴衝突の音を録音し、メトロノーム KORG TM-50 Combo Tuner Metronome から発せられる光と音で、動画と音を同期する目印とし比較した。また、水底の形状を斜めにするこによる流体音と跳ね返る水滴の動き方の変化についても観察する。

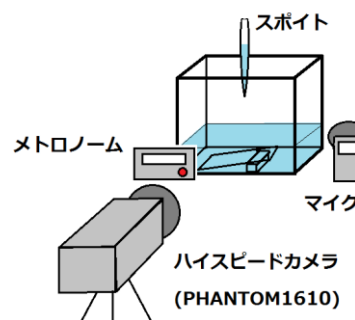


図5 実験模式図

### 3.3 実験結果

図6のように平らな水底で水滴を作った場合、水滴はほぼ真上に跳ね上がるのに対し、水底を斜めにするこ、図7のように分離した小さな水滴の軌道は水底の傾斜の大きい方へ向かって斜めに跳ね返った。

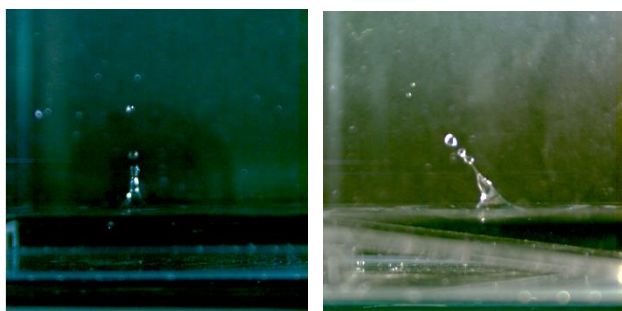


図6 平らな底

図7 傾斜のある底

また、水滴が斜めに跳ね返るには、いくつか条件があるようで、①水底の傾斜がきつい程斜めに跳ねる。②水面から水底までの距離が短い程斜めに跳ねる。主に、水滴が斜めに跳ねる現象において大きなポイントとなるのは上記のふたつの要素であるようだ。表1は水底の角度と水面から水底までの距離の関係を、実験を行いまとめたものである。×は水滴が真上に跳ね上がり、流体音も発生する。△は少し斜めに跳ね返ることもあるが、流体音が発生することも多い。○は斜め～ほぼ真横に跳ね返り、スポットから誤って連続的に落ちた水滴が衝突するなどの現象が起こらない限り、流体音は発生しなかった。

表1 水底の角度と水底までの距離の関係

		水面から水底までの距離		
		1cm	2cm	3cm
水底の角度	10°	△	×	×
	20°	△	×	×
	30°	○	△	△

流体音が発生する瞬間の音声の解析結果を図8に示す。流体音は水面と水滴が最初に衝突した時ではなく、その後の、水の柱から分離して生じた小さな水滴と水面が衝突したときに発生している。

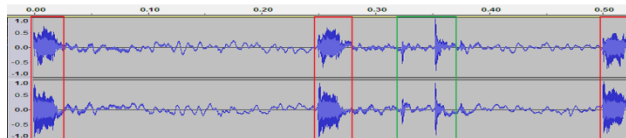


図8 流体音発生瞬間の音声ファイル

#### 4 考察

流体音は、水滴が最初に水面に衝突したときではなく、水滴が水面に衝突してできた水の柱から

分離した小さな水滴と、クラウン形成後の水面が衝突するときにおこる。更に細かく分けると、小さい流体音と大きい流体音に分かれており、小さい流体音はクラウン形成後にできる水の柱の先端が水面に着水したときに発生しており、大きい流体音は水の柱から分離してできる小さな水滴が水面に着水したときに発生している。この流体音は、跳ね返る水滴を斜め方向に逸らすことができれば、水の柱から分離する小さな水滴と、クラウン形成後の水面が衝突することがなくなるため、発生を防ぐことができる。水滴を斜め方向に逸らすには、水のある場所の水底の角度をきつくし、それと同時に水面から水底までの水深を浅くする必要がある。連続して水滴が落下する等すると、稀に流体音が発生してしまう場合もある。

#### 5 終わりに

本研究では、様々な水底の水槽に水滴を落とし、その音と水の動きを解析し比較した。この研究が今後更に深く研究されることで、将来的には公衆トイレや家庭内の流体音の緩和に繋がるだろう。今後の課題として、より流体音の消音性を高めることや、本当に音量が緩和されているか、トイレや洗い物の実際の場合での実験が必要である。

#### 参考文献

- [1]横山真男他, 物体壁面の表面性状を考慮した流れのシミュレーション, 日本流体力学会誌「ながれ」(2013), pp319-326.
- [2]渡健介他, ミルククラウン形成過程における重力加速度の影響について, 日本マイクログラフィティ応用学会誌(2006), pp46-47.
- [3]京藤敏達他, 水中の気泡が発する音, 日本流体力学会誌「ながれ」(2004), pp27-36.
- [4]越塚誠一, 粒子法 日本計算工学会(2005), pp.10-29.