

# 音の響きのよい水琴窟の研究

宇土市立鶴城中学校 2年 山口 純輝

## 1 研究の動機

「夏の涼を求めて」というタイトルで「水琴窟」の紹介がテレビであった。「獅子脅し」のことは以前から知っていたけれど、「水琴窟」については、全く知らなかった。テレビで紹介された「水琴窟」の音（亀壺の中に水滴を落として音を響かせる水琴窟の音）を聴き、この音の涼しい響きに驚いた。ただの水音なのにどうしてこんなに響くのか。水滴が落ちて出す音のメカニズムを解明し、水琴窟の音の響きの仕組みを探りながら、響きのよい水琴窟を探っていきたい。

## 2 研究の方法

- (1) 実験 1・・・水音の出る条件調べる。（液体別→水、グリセリン、エタノール、食塩水、砂糖水）  
（管の太さ→1.4mm、3.0mm、5.7mm、7.1mm）
- (2) 実験 2・・・水滴が着水する様子を調べる。（ビデオで撮影する。）
- (3) 実験 3・・・水音の仕組みを調べる。
- (4) 実験 4・・・落下する水滴により出来る空洞の形と水音の関係を調べる。
- (5) 実験 5・・・水音の出る原因が2次玉に関係するかを調べる。
- (6) 実験 6・・・1次玉と2次玉の間隔と音の出る関係を調べる。
- (7) 実験 7・・・なめらかで球状の空洞の出来る条件を調べる。
- (8) 水琴窟のつくりとその原理についての説明
- (9) 実験 8・・・水滴の水音における実験データを生かしながら、植木鉢（標準型、湯呑茶碗型、壺型）を使って水琴窟を作り、その響きのよさを比較する。
- (10) 身の周りの物を使って簡単なオリジナルな水琴窟作りに挑戦する。

## 3 研究の結果

- (1) 実験 1・・・水音の出る条件を調べる。

- ① 装置を作り、液体別（水、グリセリン、エタノール、食塩水、砂糖水）に、0～30cmの間隔で1cmごとに高さを変えてときの水音の回数を（50滴中）調べる。

| 液体名 | グリセリン | 水  | 食塩水 | 砂糖水 | エタノール |
|-----|-------|----|-----|-----|-------|
| 回数  | 20    | 39 | 38  | 36  | 24    |

液体別、水音の発生数（50滴中）

〔結果〕水、食塩水、砂糖水、エタノール、グリセリンの順に音の出る回数は多かった。液体に不純物が混じっていないほど音が出やすかった。

- ② 水滴の落とす管の太さを1.4mm、3.0mm、5.7mm、7.1mmを変えて、水音の出やすい回数を調べる。

| 管の直径 | 1.4mm | 3.0mm | 5.7mm | 7.1mm |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 回数   | 1     | 15    | 39    | 35    |

管の太さ別、水音の発生数（50滴中）

（落下させる高さは30cm）

〔結果〕3.0mm以下では水音の回数が少なく、5.7mmのとき最も水音の回数が多く、7.1mmでは減少傾向にあった。5mm～7mmが適当と思われる。

- ③ 水滴を落下させる高さを変える。

管の太さは5.7mmを使用し落下する高さを1～100cmまで1cmごとに換え、水音の回数を調べる。

〔結果〕15cm～40cmぐらいのときが水音の回数多かった。

- ④ 水滴が着水する水面の深さを変えると水音の回数はどうなるか、を調べる。

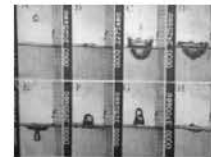
水面の深さを1cm、3cm、5cm、7cmに変えて、水滴を落とす高さを1cm～100cmに変えて

みた。

【結果】水面の深さは水滴を落とす高さが高ければ、落とす深さが深い方が水音の回数は多かった。60cm～80cmの高さのときに水音の回数は多かった。

- (2) 実験2・・・水滴の着水する様子を調べる。

水滴が着水する瞬間の様子をシャッタースピードのついた  
(1/8000秒)のビデオカメラで撮影する。



【結果】水滴が落下すると大きな窪みができる。この窪みの中に後続の小さな水滴が落下して小さな窪みを作りそれが気泡となる。大きな窪みは小さな気泡を抱えたまま上昇して、こけし状の水柱を形成する。この水柱は落下して、周りに波紋が広がる。

- (3) 実験3・・・水音の仕組みを調べる。実験2と同様な方法で撮影する。水音がするとき、着水時の水面の形はどうなっているのか調べる。

【結果】最初の大きな水滴が衝突してできた大きな窪みに、後続の小さな水滴の1～2個が衝突して出来る気泡が振動が、まさに水琴窟の音源である。気泡が出来た瞬間から800～1000Hzの音が聞こえ始め、それがこけし状の水柱に抱え込まれて、こけし状の水柱が最高点に達するまでの0.05～0.08秒程度聞こえる。

- (4) 実験4・・・落下する水滴により出来る空洞の形と水音の関係を調べる。水音の出る時と出ないときのビデオ映像の比較をする。

【結果】水音が出る時は、落下した水滴が作る空洞がなめらかな形になっている。さらに落下した水滴(1次玉)の後に小さな水滴(2次玉)が見られる。

- (5) 実験5・・・水音が出る原因が2次玉に関係するか調べる。石膏を固めて作った疑似空洞とただの平面に2次玉の代わりに直径5mmのガラス玉を落として模擬実験をしてみる。

【結果】平面に落とすより、空洞に落とした方が音が周りの壁に反響するためか、衝突音は大きく響いて聴こえた。

- (6) 実験8・・・水音の出る実験結果をもとに、植木鉢を使って水琴窟を作る。

準備物：植木鉢、たらい、水滴を落とす装置

水滴を落とす条件：5.7mmの管からの淡水の水滴、高さ40cm、水の深さ15cm

【結果】植木鉢の穴に耳を寄せて聞くと、普通の水滴より、響いた水音が1.5秒程聞くことが出来た。何もしないで聞く水音とは明らかに違う音だった。

- (7) 実験6・・・響きのいい水琴窟作りに挑戦→植木鉢の形に注目する。

①植木鉢の標準型



②湯呑茶碗型



③壺型



【結果】一応、どの植木鉢の水琴窟も音を発した。中でも湯呑茶碗型や壺型は、音の響きが複雑でよかった。植木鉢の形で響き方が違うことが分かった。湯呑茶碗型で壁が薄くて固く焼かれた物で、手でたたくとよく響く物は長く響いて、素敵な残響音が聞こえるようである。

#### 4 考 察

水滴に音が聞こえる水滴としない水滴があることが分かり驚いた。その水滴の音を水琴窟で加工すること音色を変えられることが分かり二重に驚いた。響きのよい水琴窟作りは奥が深い。