

# 自動水交換式蜃気楼の変形観察水槽の考案

大阪市立科学館、中之島科学研究所

長谷川 能三

## 概要

塩水(または砂糖水)と真水を入れた水槽を用いて蜃気楼の変形を観察することは、普及教育事業ではよく行なわれている。しかし、時間がたてば塩水と真水が次第に混ざって混合層が広がり、蜃気楼のような変形が見られなくなるため、長期にわたる展示には向かない。そこで、自動的に水が入れ替わり、混合層が広がりにくい水槽を考案した。

### 1. はじめに

大阪市立科学館では、2013年4月29日～6月30日に、ミニ展示「蜃気楼展」を行なった。この展示では、液晶モニタによる蜃気楼の画像や映像(コマ撮りから映像化したもの)の表示、大阪南港野鳥園に設置した蜃気楼観測カメラによるリアルタイム画像の表示、蜃気楼の変形観察水槽、和漢三才図会から「蜃」記載ページ、蜃気楼が描かれた絵はがき、夢見蛤デザインの皿等を展示した。



写真1. ミニ展示「蜃気楼展」

この中で、蜃気楼の変形観察水槽は、水槽の下層に濃い塩水、上層には真水を入れ、大阪南港から明石海峡大橋を写した写真を背景に置き、蜃気楼と同じように写真の明石海峡大橋付近が変形して見えるよ



写真2. 蜃気楼の変形観察水槽

うにした。このとき、下層の塩水と上層の真水がくつきり分かれていると、境界面で景色が逆さに映るが、蜃気楼らしい変形にはならない。蜃気楼のような変形を起こすためには、適度に塩水と真水を混ぜ、屈折率が徐々に変化する混合層を作る必要がある。しかし、この混合層が広すぎると蜃気楼のような変形は見えず、混合層を適度な厚みに保つ必要がある。

ところが、適度な混合層を作っても、翌日、翌々日には混合層が広がり過ぎるため、1～2日に1回は混合層の水をチューブで排出し、1～2週間に1回は水を総入れ替えする必要がある。そこで、長期展示を行なっても、このような調整や入れ替えの手間が少なくなるようなシステムを考えた。

### 2. 自動水交換システムの概要

この企画展中でも、水の総入れ替えはなるべく少なくし、ふだんは混合層の水だけを排出することで、混合層の厚みのある程度の範囲にとどめた。そこで、自動的にこの混合層の水を排出し、代わりに塩水や真水が供給されるようにすれば、蜃気楼のような変形が見られる状態を保つことができる。

そこでまず、図1のような水槽を考える。ここで、蜃気楼の変形を観察するのは、左半分のA～Bの部分だけである。左下部のBの部分に塩水を入れ、仕切り板の高さから下に、適度な厚みの混合層を作っておく。すると、次第に塩水が拡散して混合層の厚みが増したとしても、仕切り板の高さを超えた分については、塩水は比重が大きいため、右下のCの領域に流れていく(図2)。しかし、これだけでは、Cの領域に流れ込んでいった薄い塩水は、どんどん周りの真水と混ざっていつてしまう。また、この仕切り板により、混合層は仕切り板の高さより上には広がらないが、だんだん下へ広がっていき、厚みを増していく。

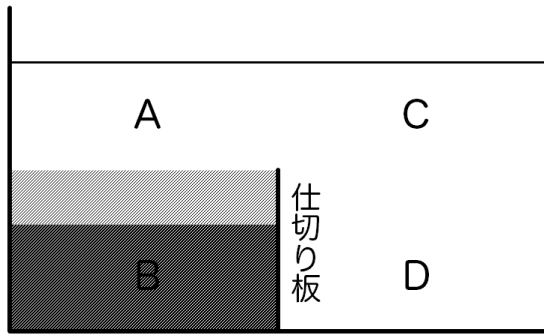


図1. 仕切りのある水槽

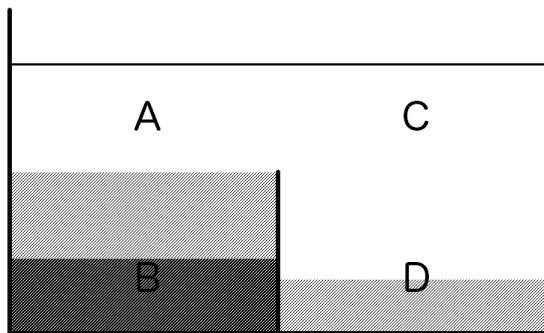
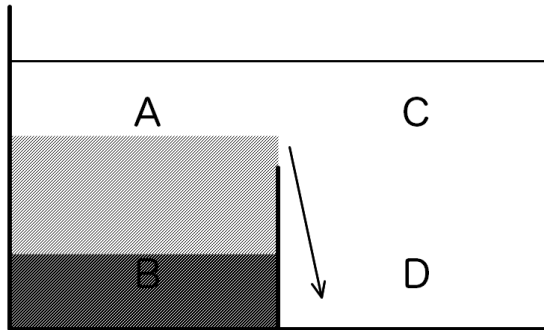


図2. 仕切りのある水槽での混合層の流れ

そこで次に、仕切り板を水面より上まで高くし、元々の仕切り板の高さと、水面近くの2ヶ所に穴をあけた場合を考える。こうしても、図2と同じように混合層上部の薄い塩水はDの領域に流れていく。また、CとDの領域の間に柔らかい膜で仕切りをつける(図3)。この仕切りを広い膜で作ることにより、領域CとDの水は、総量はそのままで、個々に左側と出入りすることができ、領域Cの真水は領域Dに流れ込んだ塩水とは混ざらない。

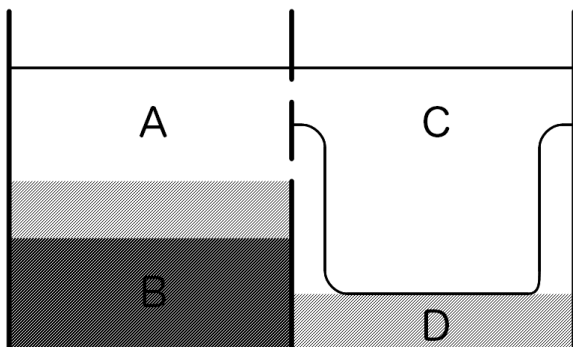


図3. 仕切り板の変更と仕切り膜の追加

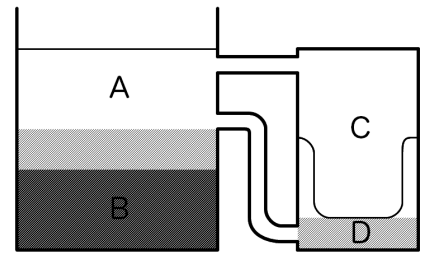


図4. 水槽の右側をタンクに変更

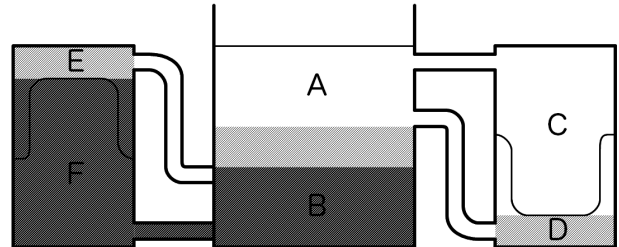


図5. 下層の塩水の交換用タンクを追加

さらに、水槽の右半分の部分の水タンクに替え、チューブを通して水が出入りするようにすると、図4のようになる。このタンクには、上部になるべくたくさんの真水、下部に残りの隙間を埋めるように塩水を入れておく。こうすることで、水槽からチューブを通して流れ出した塩水はタンクの下部に貯まり、上部の真水とは混ざらない。また、タンク下部に流れ込んだ塩水と同量の真水が、タンク上部からもう1本のチューブを通して水槽に供給される。これにより、混合層の上端面の高さは一定に保たれる。

また同様のタンクを上下逆さまにしたような形でもうひとつ取り付けることにより、下部の塩水の層に拡散して下に広がった混合層についても、図5左のタンクの上部Eの領域に移動し、タンク下部の領域Fからその分の塩水タンクが供給される。これにより、混合層の厚みを一定に保つことができる。

### 3. 自動水交換式層気楼の変形観察水槽の試作

この考えに基づき、写真3のようなタンク付きの水槽を試作した。水漏れやチューブの太さなどの問題はあがあるが、この試作した水槽の様子については、研究発表会でご覧いただく。

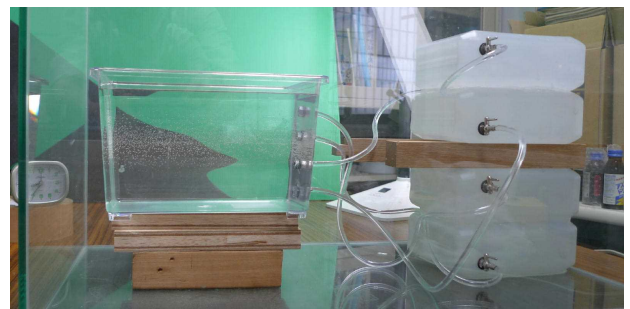


写真3. 試作した自動水交換式水槽