

教材分享：海水水族箱

——鹽度自動調節系統(一)

陳瑋麟老師

引入生物養殖對科學教育的益處甚多，因此近年學界大力推行有機種植、水耕種植及魚菜共生等多種有關生物養殖的教學活動。其中海洋生物的養殖於教學的廣度及深度比其他例子有不少優勝之處，海洋中複雜的環境參數以及極多樣的生物種類，提供豐富的教學題材及不同的可能性讓學生應用知識及技能。

海洋生態水族箱就如同一個小型海洋，首要條件當然是要模擬海水一樣的水質。海水中的化學成份複雜，各參數必須維持穩定才能好好養殖生物，這次就讓我們由最基礎的鹽度開始了解海洋生態的科學。

海水的基礎——鹽濃度

海水中含有超過90種化學物質及元素，當中包括不同的鹽，當中大部分是氯化鈉（即我們日常的食鹽）。所有天然海水的鹽濃度均非常接近，1公升海水有約35克的鹽溶於其中，絕大部份的海洋生物都需於接近這個鹽濃度的水中生活。

鹽度單位大不同

鹽度可以用不同方式來表達，其中常用例子有：

1. ppt - parts per thousand的意思，即鹽在溶液中佔千份之幾的份量。

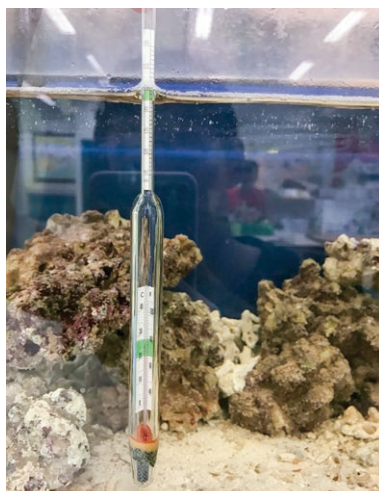
1公升水的重量 = 1,000克
 1,000克海水內約有35克的鹽
 → 天然海水鹽度約為35 ppt

2. 以比重(specific gravity)來表達，即以純水作為標準，比較鹽溶液與純水密度的差別。

天然海水的密度是淡水密度的1.022至1.023倍
 → 天然海水的比重約為1.022 - 1.023（比重不設單位）

鹽度大變身

我們為水族箱的生物製作人工海水時當然以35ppt為大前題，基本的方法就是以每1公升水中溶入35克人工海鹽為標準。混和好的人工海水必須再以測量鹽度的工具確認鹽度，才可放進我們的小型海洋當中，以下為其中兩種常見的測量工具：



- 水的密度愈高，浮力愈大，當圖中箭咀所指的標示剛好浮於水面，人工海水的鹽度約為35ppt。



- 圖中為光學鹽度計，光線通過不同濃度的液體時會有不同的折射率，通過比較折光度就能得出液體的濃度（鹽度）。

調好人工海水的鹽度加進水族箱後並非就一勞永逸，因為海水的鹽度時時刻刻也在改變當中。最大的主因是水族箱中的水會蒸發，當中只有水分子會變成水蒸氣離開水族箱，人工海水的鹽度就會一直上升。海洋生態水族箱其中一個最主要的日常維護就是要加入淡水，以補充流失的水分，避免水中的鹽度過高。每天監測鹽度是必須的，但上述的工具具有準確度欠佳或步驟繁複的問題，所以便需要一個更準確及便利的鹽度測量工具。

鹽度傳感器及數據分析介面

其中一種效能最好的鹽度測量工具是以溶液的導電率測量的傳感器，擁有高準確度及簡單的測量過程，能大大減低誤差及節省每天測量的工作量。

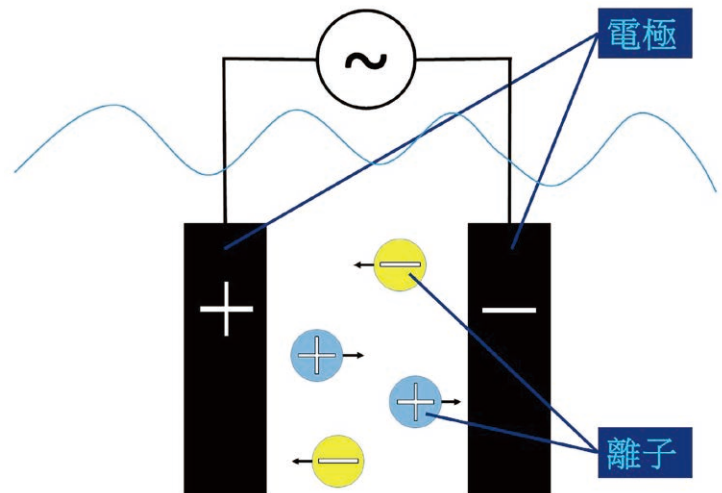
鹽度傳感器的運作原理

液體的導電能力受溶解物質的多少影響，因為液體依賴當中的離子傳導電流，所以離子愈多（即溶解物質愈多）導電能力就愈高。

以導電率測量鹽度的傳感器必須要處理兩個其他因素，溫度的影響及電解的問題。

因為熱能會增加離子的動能，從而令導電能力增加，所以同一鹽度的溶液於不同溫度下的導電率會有所不同，因此會影響鹽度傳感器的準確度。擁有溫度自動較正功能的傳感器就能代替人工計算溫度對導電率影響的步驟，省卻不少時間。

另外，當電流於溶液中流通，正離子會被吸向負電極，而負離子即會被吸向正電極，這個過程正正是溶液的電解。正負離子分別於兩個電極積聚，最終會改變溶液中的化學成份。鹽度傳感器會運用可變電極的原理避免上述的情況發生，傳感器的兩個電極會不斷對調極性，這令正負離子於不同時間會向相反的方向遷移，這就可以避免溶液被電解的問題。



- 鹽度傳感器的運作原理就是利用兩個分離的電極，當傳感器的兩個電極放進液體中，液體內的離子就會令電流通，只要量度電流的大小，就能得出該溶液的鹽濃度。



- 司的鹽度傳感器，利用溶解物質愈多液體導電率愈高的原理測量鹽度，此款更帶有溫度自動較正的功能，於不同水溫的情況下亦可有準確的讀數。

（測量原理的詳細介紹可到<https://www.vernier.com/files/manuals/sal-bta.pdf>）



- 可配合不同傳感器的連接介面，能利用藍芽與流動裝置連接。