

篇名：

各類動物水分平衡之觀察與研究

作者：

陳亭仔。私立曉明女中。高一戊班

## 壹●前言

「登！」的一聲，蒸籠裡的鱈魚蒸好了。夾起魚肉，配著甜甜的醬汁，心裡不禁納悶：「這不是海魚嗎？魚肉反而沒有鹹味。每個人每本書都告誡著：『海水不能喝！會越喝越渴！』，那一生居住在海中的魚要怎麼獲取水分呢？它們難道不會渴嗎？不會失水過多嗎？」因此興起了研究水份平衡的念頭，也因此尋找資料的過程中，一邊瀏覽一邊感受到當中的趣味（例如認識可以萎縮休眠十年以上的水熊！）。

希望完成這篇小論文能夠讓我以及看的人更有組織性地了解各類生物如何保持水分平衡、維持平衡的重要性、以及能從中找尋能更深入研究的方向。

## 貳●正文

### 一、滲透順應者

這是一種只適用於海洋動物的解決方式，方式為令體液和環境間為等滲溶液，如此一來滲透順應者便不需要主動調節體內的滲透度。然而這些動物體液中的大部分特定離子和海水不同，因此就算是滲透順應者也仍需調節體內離子的組成成份。滲透順應者通常居住於組成非常穩定的水域中，如大多數的海洋無脊椎動物和盲鰻。

### 二、滲透調節者

屬於滲透調節者的動物體液和外界不是等滲的狀態，必須主動提供能量以控制體內的滲透度。滲透調節作用所需消耗的濃度大小依滲透度差異幅度（例如鹽湖中的生物）、水份與溶質通過動物表面的難易度、離子唧筒中胞膜運輸所需做功多少而定。也因此，滲透調節者能生活在滲透順應者所不能生活的環境中，如淡水和陸地。

#### 1、海洋中水分平衡之維持

海洋是一個強力的脫水環境，濃度遠比體液高，水分經由滲透作用流失。其因應方式又粗分為海洋魚類（硬骨魚）和鮫與軟骨魚類（軟骨魚）兩種。

##### A、海洋魚類（硬骨魚）

硬骨魚類，除了盲鰻之外，水分不斷經由皮膚（尤其是是腮部上皮）流失。硬骨

魚類攝入水份的管道有兩個：一是經由食物，一是經由喝入大量海水而得。而大量喝水而隨之進來的大量鹽分則透過腮部上皮唧出(藉由一種特化的細胞主動打出鈉離子與氯離子)。排出非常少量的尿液及過多的鈣、鎂、硫酸根離子。

## B、鮫與多數軟骨魚類

此類生物與硬骨魚一樣，體液鹽類濃度遠低於海水的鹽度。鹽分會經由食物和擴散作用(尤其是腮部上皮)進入體內。「這些多餘的鹽份負擔，部分由鯊魚的腎臟排除，大多數的鹽類則由一特殊排鹽器官，稱為『直腸腺 (rectal gland)』，以分泌氯化鈉的形式或由糞便排出體外。和硬骨魚不同的是，不論其體內偏低的鹽分濃度，鯊魚並未經歷大量及持續水分的滲透流失。原因是鯊魚體液中累積高濃度的尿素，及另一種有機溶質-----氧化三甲胺 (trimethylamine oxide, TMAO); 氧化三甲胺可以保護組織中的蛋白質，免於受到尿素的破壞」。(註一) 鯊魚體液對海水反而是略微高滲，因此水份由滲透及食物進入體內。這些流入的少許水量透過腎臟，以尿液的形式排出。

## 2、淡水中水分平衡之維持

淡水動物和海水動物的處境恰好相反。淡水動物體液的滲透度遠高於環境，水分不斷經由滲透進入體內，鹽份不斷經由擴散作用流失。

### A、淡水原生動物的應變

以變形蟲及草履蟲為例，葉片狀的伸縮泡從輻射狀的管道中收集多餘的水分，然後週期性的收縮週遭細胞質而由細胞膜將水唧出。

### B、其他多數淡水動物(包括魚類)

以魚類為例，水分從食物以及體表其它部位的滲透作用進入體內，腎臟排出稀薄的尿液以排除大量過多的水分。鹽份的取得方式有兩種：一是來自食物，一是透過腮部的主動攝入。腮部中的氯細胞能主動唧入氯離子，鈉離子則隨之被動進入。

## 3、陸地上水分平衡之維持

陸地上的生物需要克服的最大的水分平衡的難題就是：乾燥。以人類來說，水分若流失 12% 就會死亡(駱駝可以抵抗兩倍的脫水狀況)。減少水分流失的適應演化的有無是是否能在陸地生存的關鍵。

## A、構造上的適應

例如陸生植物的蠟質角質層、昆蟲外骨骼的蠟質外表、蝸牛背部的殼、鱷魚的骨板、蛇的鱗片、陸生脊椎動物體表外多層角質化的死細胞等等。

## B、行爲上的適應

晝伏夜出：夜間溫度較低且空氣的相對濕度較高，可以減少水分的蒸散作用。另外還有飲水、食用含水量較高的食物、利用粒腺體進行呼吸作用產生的代謝水。

## 4、特殊情況：臨時性水塘

缺水會造成大部分的生物死亡。在旱季，肺魚爲了能夠生存下來，就鑽進河床下面蜷縮起來，並使所在洞穴充滿粘液。依靠這種方法，肺魚能在沒有食物、水和只有極少的空氣的條件下，安然度過整個夏季。但「對於一些生活在臨時性水塘及吸附在土壤水膜上的水生無脊椎動物而言，它們甚至可以在體液盡失、棲息地乾涸的情況下，以休眠狀態存活。這種顯著的演化適應稱爲『無水生活

(anhydrobiosis)』。其中最引人注意的例子是俗稱『水熊 (water bear)』的緩步動物 (tardigrades)；牠們是體型非常微小的無脊椎動物，體常小於 1 毫米。在水分充足的環境下，非常活躍，這些動物體內依重量計算，85%均爲水分；但面對乾燥時，水熊立即失水萎縮，體內水分含量可降至 2%以下，而以不活化的休眠狀態如塵土般存在。休眠期可長達 10 年以上，仍可復原。休眠期的水熊遇有充足水分時，數分鐘內便可吸水恢復行動，並開始攝食」。(註二)在無水生活時期的線蟲體內發現大量醣類分子，尤其是海藻糖（一種雙醣分子）。海藻糖由兩個葡萄糖組成，能置換與細胞膜和蛋白質結合的水分子，另外海藻糖也被用來當胞膜的抗凍保護劑。

## 三、狹鹽性動物與廣鹽性動物

大多數動物，不管是滲透順應者或滲透調節者，都無法忍受外在環境滲透度的變化，這些動物稱爲狹鹽性動物；而廣鹽性動物（包含一些滲透順應者和一些滲透調節者）則能生活在環境滲透度大幅波動的狀態。廣鹽性動物的例子有二，一是各種不同的鮭魚，一是一種原產於非洲的吳郭魚。吳郭原產於非洲，是廣爲人類食用的小型硬骨魚。它能適應從淡水到兩倍於海水鹽度的環境。鮭魚以及其他廣鹽性魚類，因爲會在海水與淡水間遷徙，其滲透調節狀況歷經引人注目的快速變化。在海洋時，鮭魚的滲透調節相似於其他海洋魚類（見第 1-A 項）；當其迴游進入淡水流域則轉變爲淡水魚類的調節方式（見第 1-B 項）。

## 參●結論

首先需要被釐清的一點是，鹽分固然和滲透度有一定重要的關係，但鹽分濃度並不代表滲透度。滲透度指的是每公升溶液中所含容質粒子的莫耳總數----以鯊魚為例，其體液鹽類濃度遠低於海水，但因鹽類、尿素、TMAO 及其它化合物的加總，體液相對於海水卻是略微高滲的。

海藻糖幫助了無水生活中的線蟲置換與細胞膜和蛋白質結合的水分子，使線蟲不會因大量缺水而死亡。這樣的特性是不是能利用在別的方面上？又鮭魚的滲透調節狀況隨週遭環境而變，當中是接收到什麼訊息而引起了什麼改變呢？

水對生物是如此的重要，維持恆定就是一件勢在必行的工作，而對應產生的適應構造和行爲是如此的神奇、精密、如此的千變萬化！

## 肆●引註資料

註一、Neil A. Cambell and Jane B. Reece。生物學。(台北市：台灣培生教育，民 94)。頁 1160。

註二、Neil A. Cambell and Jane B. Reece。生物學。(台北市：台灣培生教育，民 94)。頁 1161。

自然生態學習網。<http://nature.edu.tw/resourcecategories/displayarticle/74>。(檢索日期 97/10/12)

George B. Johnson。生物學。(台北市：英商麥格羅·希爾國際股份有限公司 台灣分公司，民 93)。頁 436-439。