

Water element

專題報導

SPECIAL REPORT

硝酸鹽的威脅？

NITRATE MENACE

文字／編輯部
攝影／王金郎

每一天在全國海水愛好者的家中，
都有水族愛好者被審訊並且宣判殺害自己心愛的魚兒。
死亡的原因是什麼？
就是“硝酸鹽”中毒！

水質當然是維持海水水族箱中魚類健康的重要因子。在最近一些頗受歡迎的水族雜誌中，有很多作者已經建議將硝酸鹽的安全標準不斷地降低，而這一連串的文章發表，使硝酸鹽越來越被認為是魚類死亡的元凶，也就是說，讓這種狀況一再發生的是水族愛好者本身的錯。

在探討這個問題之前，有一個問題必須要知道的是：到底硝酸鹽對魚類和無

脊椎動物的安全濃度在哪裡？

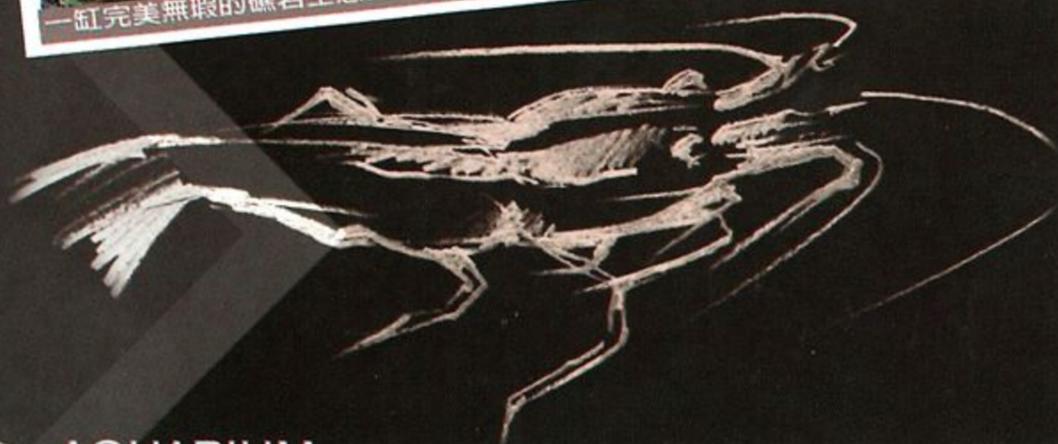
在我們做進一步探討之前，我們先要來瞭解一些用來測量硝酸鹽的專有名詞。硝酸離子是一個由一個氮原子（N）和三個氧原子（O）所組成的分子，因此化學符號就寫成了（NO₃）。硝酸鹽通常在科學研究上是用每公升有多少毫克氮元素來表示（mg/l），或者大約是多少ppm，亦即指的是硝酸氮（NO₃-N）。

另外一種測量法是用來測量每公升全部的硝酸分子重量（mg/l），這是硝酸離子（NO₃）的濃度。兩種度量法所測量的都是同樣的化合物，就像是英里和公里一樣都可以測量出相同的距離，硝酸氮（NO₃-N）的數據很容易轉換成硝酸鹽（NO₃）的數據，只要將硝酸氮（NO₃-N）的濃度×4.4就可以了。

如果要評估水族測試器所得到的結果以及任何報告的安全濃度，我們就要先瞭解目前所使用的單位是哪一種？如果不一樣，就要先轉換成相同的單位。如果隨隨便便就把一個數字稱為真實的或是正確的，而將其他的數字視為錯誤的，那麼就披露了自己對於基礎化學的不夠瞭解。在底下的本文中，我們將使用硝酸氮（NO₃-N）的濃度，而且以ppm來表示，因為水族界有不少產品也都是用科學上可接受的硝酸氮（NO₃-N）為計量單位。

● 反對硝酸鹽的主張

反對硝酸鹽的主張有哪些？國外學者雅柏特·提爾（Albert Thiel）



NITRATE MENACE

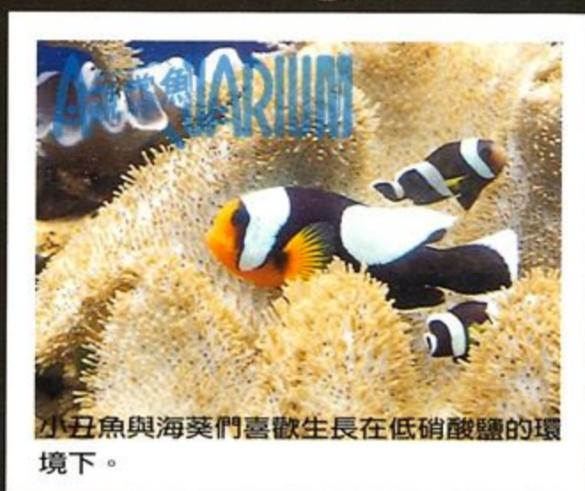


先生建議：軟體動物的最高硝酸鹽濃度是1.1mg/l的硝酸氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ），而海水魚則是3-4 mg/l。這一個建議的理論基礎是從實驗以及與其他人的會談得來的，可是卻沒有任何的資料基礎或者提供參考文獻，他在1992年的時候這麼主張：「...即使以任何形式存在的低濃度硝酸鹽都會使水質嚴重地惡化，而且也會使水族箱看起來『黃黃』的，或者水族箱裡面的微生物、魚類和無脊椎動物會覺得不自在。」

這種將硝酸鹽視為毒物的曖昧控訴，純粹要看情況而定。

同樣的，約翰·突洛克（John Tullock）先生在一系列的入門文章中也提到了硝酸鹽是個問題。在1992年出刊的「小丑魚和牠們的寄主海葵」一文中，他建議硝酸的濃度必須小於2.2mg/l硝酸氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ），並且說如果超過了這個硝酸鹽濃度，就會造成海葵「垂落」的現象。

在後來談到水質化學的文章中，約翰·突洛克先生提到了鱸科的魚類可忍受硝酸鹽濃度超過23mg/l硝酸氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）。然而「倒吊魚和神仙魚在硝酸鹽離子濃度超過40ppm的時候，通常就會拒絕進食。因此他建議了一個更合理的上限：



小丑魚與海葵們喜歡生長在低硝酸鹽的環境下。

只有海水魚的水族箱是9 mg/l 硝酸氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ），如果水族箱中有無脊椎動物則更小於2.2mg/l硝酸氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）。

約翰·歐馬雷（John O'Malley）是個經驗非常豐富的水族愛好者，他說：「升高的硝酸鹽濃度會對大多數的海水魚造成緊迫」，有一些種類的海水魚甚至無法在硝酸鹽濃度長期大於4.5 ppm 硝酸氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）的環境中生存。這一個結論似乎是以個人的觀察與經驗為基礎，缺乏任何資料或者科學上的參考來做佐證。

那麼以上這些國外學者的論點都錯了嗎？亦是亦非！

對的地方是：因為所有建議的動機都是：良好的水質是維護健康水族生命的基礎。

錯的地方是：他們所提出那麼

低的硝酸鹽中毒劑量純粹要視情況而定。

● 硝酸鹽是一種指標

水族愛好者可能會認為硝酸鹽是有毒的，這一點是可以理解的。對於大多數的海水水族愛好者而言，可以用來診斷病魚的工具並不多：整體的外觀、水質的顏色、pH值、氨、水溫、亞硝酸鹽、鹽度以及硝酸鹽。所以當一隻魚生病了，而唯一所測得到同時沒有落在「令人滿意」範圍的變因就是硝酸鹽，這個時候就很容易認為硝酸鹽是造成問題的原因。這一個邏輯推論的瑕疵是：我們常會忽略了顯微病原體的角色，許多病菌無法用肉眼觀察到，它是常駐在魚體內。此外也沒有將其他的水質變因加以考慮進去，例如：溶解在水中的有機物質，而這些有機物並沒有簡單的測試器可以檢驗出。不管怎麼說，我們並沒有任何暗示水族愛好者應該要放棄硝酸鹽測試的意思，因為整體而言，硝酸鹽依然是整體水質最好的測量工具之一。

● 公立水族館

在國外有許多海洋生物的水族館及展示中心，其內的從業人員認



NITRATE MENACE

為硝酸鹽是相當無毒的化合物，而且經常在報告中寫出硝酸鹽濃度有好幾百個 ppm。

斯波特 (Spotte) 在 1979 年的時候建議養海水魚水族箱的硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 濃度上限為 20mg/l ，而最近又將硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 濃度升高到 50mg/l 。雖然整體而言大家都同意硝酸鹽濃度越低越好，不過國外許多公立水族館似乎都同意這個上限。約翰·雪德水族館 (John G. Shedd Aquarium) 的吉姆·安德生 (Jim Anderson) 報告了他們 500,000 加侖海水系統的硝酸鹽濃度高達 70mg/l 硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$)，有許多「纖弱」的種類在這個水族館都飼養得很健康，例如：四點蝶、三間火箭、黃火箭、月光蝶以及月眉蝶。其他飼養了很久的魚種包括了藍紋神仙、黃倒吊、大帆倒吊還有紫倒吊。拖雷多動物 (Toledo Zoo) 的潔·海姆達爾 (Jay Hemdal) 引用了 10 至 40mg/l 硝酸氮

($\text{NO}_3\text{-N}$) 來飼養海水魚，這個數值相當接近 50mg/l 硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$)，或者比俄亥俄的海洋世界 (Sea World of Ohio) 的濃度要來得低一點。

有一些公立水族館由於面臨了政府限制不得排放海水，而無法進行任何換水。皮爾斯等人 (Pierce et al.) 在 1993 年報告了一個無法換水所導致的一個極端狀況：雖然他們使用了非常複雜精細的水質處理系統，硝酸鹽濃度在 EPCOT 生活海洋 (Living Sea) 的展示中還是一度高到 500mg/l 硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$)，由於出現這麼高的數據，他們安裝了一組新的脫氮系統，而硝酸鹽濃度也已經明顯地降低了。

最有趣是貞妮·戴維斯 (Jane Davis) 的觀察，她也是 EPCOT 的成員，她發現某一些倒吊魚在硝酸鹽濃度高於 160mg/l 硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 的時候會出現頭部與側線糜爛 (HELLE) 的現象。高濃度的硝酸鹽



三間火箭 (*Cheilmon rostratus*)



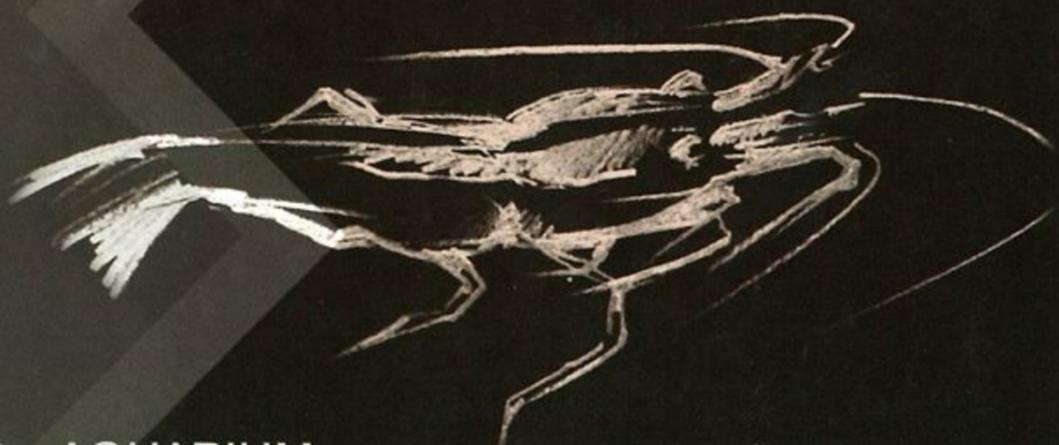
月眉蝶 (*Cheatodon lunula*)



藍紋神仙 (*Pomacanthus semicirculatus*)



黃倒吊 (*Acanthurus pyroferus*)





據說是造成頭部與側線糜爛(HELLE)的原因。然而，這些魚被人移到相同水質的室外豢養水族箱以後，就恢復健康了。

● 測試結果

那麼硝酸鹽真正的測試又如何？福瑞克與霍夫(Frake & Hoff)在1982年的時候報告了小丑魚(*Amphiprion ocellaris*)的幼魚在硝酸鹽濃度大於100 mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)的水中生活了84日，與飼養在15 mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)的小丑魚比較起來，雖然生長略為緩慢，但是全數都存活了下來。因此有人覺得熱帶魚可以適應硝酸濃度的緩慢升高，而無法忍受急遽增加。摩特海洋實驗室(Motte Marine Laboratory)的利奇·皮爾斯博士(Dr. Rich Pierce)最近完成了將近96小時的短期毒性試驗，而其結果也將在世界水族培養協會雜誌(*Journal of World Aquaculture Society*)中發表。他發現硝酸鹽的百分之五十致死率(LC50)在珍珠狗頭(*Monacanthus hispidus*)身上很低，只有500 mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)，而在蓋背雀(*Stegastes*

leucostictus)這一種很常見的珊瑚礁魚類卻身上可以高到2,400 mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)。

那麼是海葵與珊瑚等無脊椎動物對硝酸鹽又是如何呢？和大家所說的一樣，高品質的水質對這些生

物來說是很基本的，但硝酸鹽濃度必須低於1mg/l以下，似乎又太誇張了。

國外研究海水產品的研究經理表示：在他所負責督導整個海水系統中，有120對以上產卵的魚

是和海葵飼育在一起的，其內水質的硝酸鹽濃度實際上是維持在20~40mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)，即使是這麼高的硝酸鹽濃度，海葵依然安然無恙。

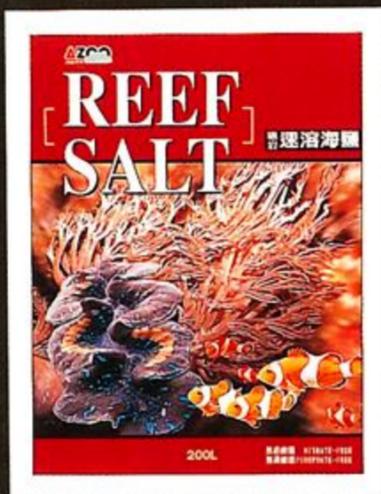
● 測試硝酸鹽的意義

如果硝酸鹽不是那麼具有毒性，那麼我們測試的意義又是什麼？其實國外海水愛好人士都同意硝酸鹽對於整體水質而言是個很有用的指標，而且必須與酸鹼值一起來測試決定是否應該換水了。如果pH值低於8.0而且硝酸鹽很高，超過200 mg/l 硝酸

氮($\text{NO}_3\text{-N}$)時，這個時候就該考慮換水了。其他無法測量得知的化合物很有可能是有危險性的過高或過低濃度。如果硝酸鹽測試的價值僅僅是為了決定是否要換水，那麼我們只要用一組硝酸鹽化除器系統就可以降低硝酸鹽濃度來解決，然而所造成低硝酸鹽濃度並無法反映出這些有害化合物的存在。

有一些水族愛好者試著將硝酸鹽濃度維持得很低，其主要目的是為了要控制藻類的生長。關於這一點，如由控制磷酸鹽來著手要容易多了；換水的時候使用不含硝酸鹽和磷酸鹽的海水鹽，例如紅十字速溶海鹽或者是SERA高級pH緩衝海水鹽，都是維持良好水質與協助控制藻類的不錯選擇。

參考了國外人士飼養海水魚、無脊椎動物時所建議的硝酸鹽濃度，您是否也對自己的海水缸充滿信心？國外對硝酸鹽濃度並不如我們想像地那麼嚴苛，甚至有國外專家提過：纖弱的珊瑚礁魚類可接受20mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)；強健的魚種可高到40 mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)，而無脊椎動物則低於10mg/l 硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)。其實對於水族愛好者來說，最好的支出節省方式是：將金錢花費在高品質的網撈魚，並且準備一個檢疫水族箱來降低疾病的危險性，因為這是造成水族箱中魚類死亡最主要原因。



含有高鈣配方的AZOO速溶海鹽是不含硝酸鹽及磷酸鹽的絕佳人工海鹽。



AZOO防藻濾材