

# 沸石粉對水質與微生物之影響

陳敏隆、吳豐成、邱英哲

水產試驗所海水繫養殖研究中心

## 前言

在養殖環境中，低濃度的亞硝酸鹽經常會使魚類的抵抗力降低，故被視為是魚類致病的根源。亞硝酸鹽對魚類所造成的危害主要是使血紅素變性，導致其攜氧能力逐漸喪失，是一種慢性中毒現象。亞硝酸濃度大約在 0.5 ppm 即可誘發此現象，一般會先使魚類某些代謝器官功能下降，導致體力衰退、精神不佳，而容易罹病 (柯, 1998)。秦 (1985) 研究指出，直接受到亞硝酸毒性或亞硝酸壓迫的魚，比較容易遭受細菌感染，其死亡率較高。根據本中心長期對養殖池環境水質所做之調查發現，發生病害之養殖池，其亞硝酸濃度常高於 0.5 ppm 以上。可見在集約養殖環境中，含氮廢物代謝累積，導致養殖後期的池水中過度累積有毒物質如亞硝酸鹽等，而衍生之病害問題相當嚴重。沸石粉長久以來被廣泛應用在水產養殖上，主要在淨化與改善養殖水體與底質 (李和劉, 1996)，但對於其詳細作用機制、效果則未有試驗證明，本研究旨在探討沸石粉對水中亞硝酸鹽之去除效果，及使用後水中微生物之變化。

## 材料與方法

沸石粉去除水中亞硝酸之效果：在 200 L 的天然海水中加入  $\text{NaNO}_2$ ，調整亞硝酸濃度為 0.5 ppm，再分別加入 0、25、50、100 ppm 之天然沸石粉，在有打氣供氧狀態下，採雙

重複進行試驗，於 1 hr、6 hrs、12 hrs、1 day、2 days、3 days、7 days、14 days 測定試水中亞硝酸濃度與含量。將試水與對氨基苯磺醯胺 (sulphanilamide) 作用，以 N-(1-萘基)乙二胺 N-(1-naphthyl)-ethylenediamine 還原，在分光光度計波長 543 nm 下定量之 (Strickland and Parsons, 1972)。

添加沸石粉對水中微生物之影響：同上述試水中於 0、1、3、7、14 天採樣，以平板稀釋法測定其總生菌數以及弧菌、硝酸菌、亞硝酸菌、腸桿菌與光合細菌等之生菌數。此外為了解上層與底層之硝化細菌數量的差異，於試驗終了，採樣試水及試水底層液進行硝酸菌之生菌數量測定。

將沸石粉實際應用在全雌性烏魚養殖上之效果：於 49 口養殖池中之 18 池定期施用沸石粉，另 31 池則無使用。烏魚養殖末期採樣池水測定亞硝酸濃度，以了解沸石粉在池水中對亞硝酸代謝消除情形。

## 結果

天然沸石粉對亞硝酸鹽去除效果如圖 1 所示。在使用沸石粉 1 小時後，亞硝酸濃度有降低之情形，但 6 小時後又再度回復，直到第 7 天才有明顯差別。至第 14 天，沸石粉添加組之亞硝酸濃度趨於 0，而未添加者仍有接近 0.1 ppm 之亞硝酸存在。

沸石粉使用後對水中微生物之影響，以總生菌數而言，添加沸石粉有助於降低水中

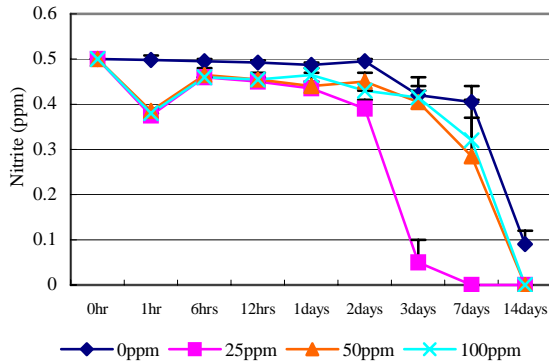


圖 1 添加不同濃度沸石粉後水中亞硝酸濃度變化

生菌數量 (圖 2)，未添加者水中總生菌數量呈緩慢增加之勢，最高為  $4.5 \times 10^3$  CFU/mL，明顯高於添加沸石粉組 (逐漸降低至  $10^2$  CFU/mL 左右)。而對弧菌生菌數量之影響 (圖 3) 與總生菌數變化相似，未添加沸石粉組之弧菌數量維持在  $5.0 \times 10^2$  CFU/mL 左右，而沸石粉添加組則呈逐漸降低之勢。此外在水中之硝酸菌與亞硝酸菌之變化情形相同 (圖 4、5)，未使用沸石粉組，水中之生菌數量呈逐漸緩慢上升之趨勢至  $10^4$  CFU/mL 左右；而沸石粉添加組，水中生菌數量於第 3 天達到高峰，隨後便迅速下降。至於腸桿菌生菌數量變化則均呈下降之趨勢 (圖 6)，但未添加組仍高於沸石粉添加組。光合細菌生菌數量變化 (圖 7)，在第一天有部分組別生菌數量增加，隨後即全呈下降趨勢，直至接近檢測無光合細菌狀態。在試驗終了後，分別測定水上層及底層懸浮液之硝酸菌數量 (圖 8)，結果各組底層懸浮液之硝酸菌數量明顯高於試水上層者，且沸石粉添加量愈多，其硝酸菌數量之差距愈大；但整體而言，以添加 25 ppm 沸石粉組底層懸浮液之硝酸菌數量最高達  $5.3 \times 10^4$  CFU/mL。

在全雌性烏魚養殖場調查沸石粉對水質的淨化效果 (圖 9)，定期使用沸石粉之養殖

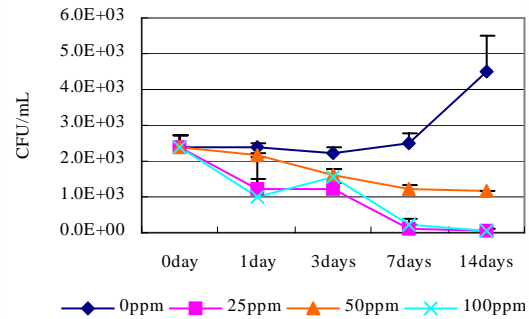


圖 2 添加不同濃度沸石粉後水中總生菌數之變化

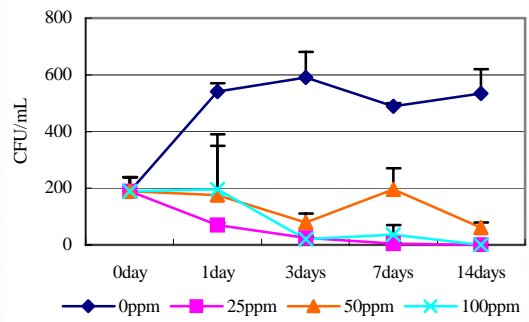


圖 3 添加不同濃度沸石粉後水中弧菌數之變化

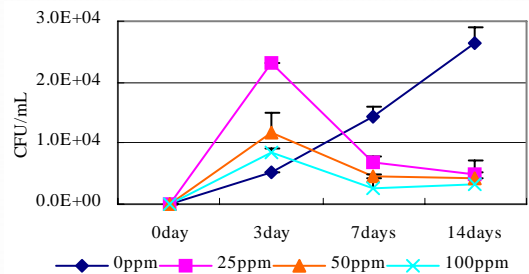


圖 4 添加不同濃度沸石粉後水體中硝酸菌數之變化

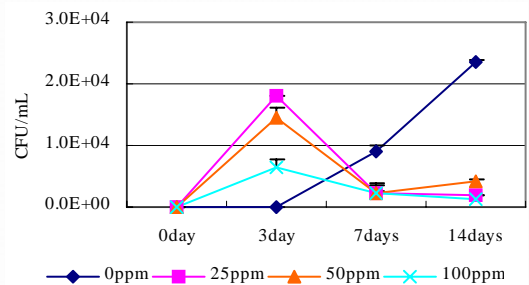


圖 5 添加不同濃度沸石粉後水體中亞硝酸菌數之變化

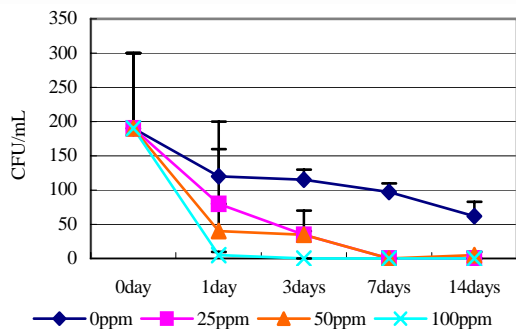


圖 6 添加不同濃度沸石粉後水中大腸桿菌數之變化

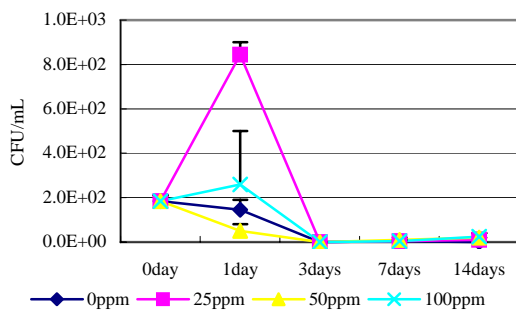


圖 7 添加不同濃度沸石粉後水中光合菌數之變化

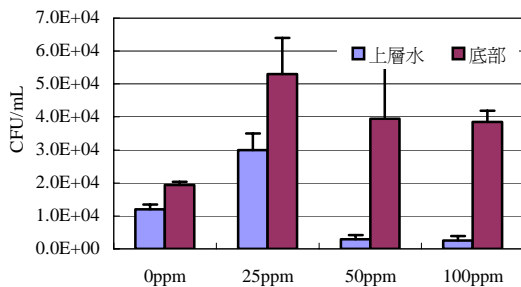


圖 8 第 28 天上層水與底部沉澱液硝酸菌數量之比較

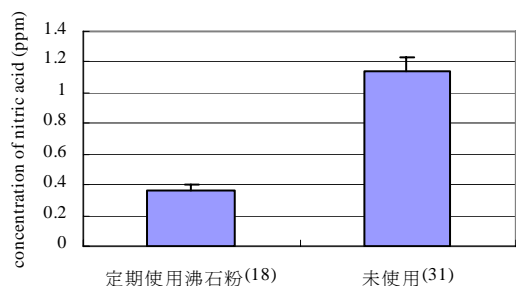


圖 9 定期使用沸石粉之烏魚養殖池與未使用者之亞硝酸含量之比較

池，在養殖後期之亞硝酸濃度為  $0.366 \pm 0.033$  ppm，而未使用者之亞硝酸濃度為  $1.139 \pm 0.095$  ppm，兩者有明顯差別存在。

## 討論

以往沸石粉被認為是種活性物質，有助於降低水中毒害物質，而由試驗結果得知，沸石粉對水質之淨化效果有二：一為降低水中異營性細菌之生菌數量，減低病原性細菌在養殖環境水中發生之機率；另一方面因其多孔性材質提供硝化細菌附著生長之基質，可增加養殖環境中之硝化細菌，加速水體自淨作用，去除含氮有毒物質。溫等 (2003) 之研究發現，利用沸石粉作為硝化細菌的生長基質，使成為生物反應器，可加強沸石粉對銨的再吸附能力。本試驗結果顯示，沸石粉對水中亞硝酸的去除速率並未與其增加量呈正比，檢測水中的硝酸菌數量，也未與去除速率有相關性存在，反而是與底層的硝酸菌數量有關。試驗結果以底層液硝酸菌含量最高之 25 ppm 沸石粉添加組去除亞硝酸之速率最快，即證實沸石粉對去除水中之亞硝酸無直接效果，而是因為沸石粉提供硝酸菌生長之基質，附著生長於沸石粉之硝酸菌才發揮其代謝亞硝酸之效果。柯 (1999ab, 2000abcd, 2002) 之研究報告中亦有相同的結論，即硝化細菌在游離或休眠狀態無硝化作用，必須附著於固體基質才能發揮其硝化作用。因此利用沸石粉作為培養硝化細菌之附著生長基質，而且重複繼代培養可提高硝化細菌之數量，加速亞硝酸之去除效率，無論在實驗室進行或養殖現場應用調查皆證實此一結果，故在養殖水質管理上，定期使用沸石粉有助於提升養殖池之自淨作用、改善水質，並預防病害之發生。