

探討臭氧應用於處理養殖用海水及養蝦排放水的可行性

謝介士·蔡雪貞·葉瑾瑜·蘇茂森

Study on the use of ozone for the treatment of aquaculture water and effluent

Chieh-Shih Hsieh, Hsueh-Jen-Tsai
Jin-Yu Yeh and Mao-Sen Su

The ozonation of seawater oxidized bromide ion to bromine. This increased the total residual oxidant 6 to 9 times higher than that of pure water. The amount of iron, manganese and ammonia nitrogen in seawater (at pH8.3) were removed by ozonation as much as 12%, 30%, and 100% respectively, after one hour of ozonation. When ozone was used to treat the effluent of shrimp pond, the suspended solids in the effluent water was removed even more. On the other hand, when the ozonation was not enough, the BOD was higher than untreated water.

Key words:Ozone, Aquaculture water and effluent.

前 言

臺灣四周環海，氣候溫和，人民勤奮，是發展淺海養殖的好地方，然而由於臺灣面積狹小，河川短促，水資源十分有限，再加上工業的迅速發展，造成水域的污染，使可利用於養殖之水資源更加缺乏，因此乃擬探討利用臭氧處理養殖用水及養蝦池排放水之可行性。首先，確定臭氧在純水及海水中的氧化能力及其處理養殖用水之效果，其次再以臭氧處理養蝦池之排放水，試驗其除了可以達到養殖放流水標準外，是否尚可加以利用，以解決本省養殖用水不足以及養殖用水被污染的困境。

材料與方法

一、探討臭氧在不同溶液中的氧化能力：

在 1 公升的三角燒瓶內，分別裝入 0.8 公升的純水、30ppt 的 NaCl 溶液、100mg/l 的 Br⁻ (KBr) 溶液及鹽度 33ppt 的海水，並分別以康民牌臭氧發生器（產生量 250mg/hr）曝氣後，再定時採樣。臭氧在 pH=2 以下，將碘化鉀 (KI) 氧化成碘 (I₂) 的量（以 Na₂S₂O₃ 滴定得之），稱之為總殘留氧化物 (Total residual oxidant, 簡稱TRO)。

二、探討養殖用海水中污染物質經臭氧處理後之去除效果：

取本分所養殖用之海水，加入定量的鐵及錳，然後，通入臭氧，經過不同時間處理後，再分析其鐵及錳的殘留量。另一是在海水中加入定量的 NH_4Cl 來調整不同的pH值（有8.3, 9.3, 10.3及11.3），再通入臭氧，經不同時間處理後，分析海水中氨氮的殘留量。

三、探討養蝦池排放水以臭氧處理的效果：

取本分所泥土底紅尾蝦養殖池排放水，通入臭氧處理後，在不同時間下，測定其排放水的水質。

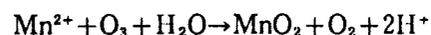
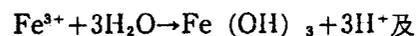
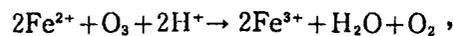
結果與討論

一、探討臭氧在不同溶液中的氧化能力：

由表 1 可知，當臭氧通入不同溶液中之後，其水溶液之氧化能力會逐漸增強。但在一定環境條件下，臭氧之溶解度有一定限量。因此，在本試驗中發現，臭氧曝氣45分鐘後會達到最高溶解量3.88 ppm；且依據Stover和Jarnis (1981)⁽¹⁾所提，在一定溫度下，臭氧在淡水中的臭氧量與其在氣體中的濃度、氣體流量、臭氧通過管路或接觸器後所剩之量有關。因此，臭氧在各種條件下於不同溶液中之溶存量，仍有待詳加探討。然而，在本試驗中，由表 1 可發現，在相同環境條件下，以相同方式處理之不同溶液，可得到不同之氧化能力；例如在100ppm的Br溶液中，其TRO值為純水中的4~6倍，在33ppt的海水中，其TRO值為純水中的6~9倍，由此可知，臭氧在不同溶液中使用，會使溶液本身產生變化，其中有些被臭氧氧化；例如水溶液中若有易分解的有機物質，則會消耗臭氧，使溶液中之TRO值降低。相反的，如在本試驗中的溴離子溶液及海水，則因臭氧將溴離子（Bromide）氧化成溴分子（Bromine），使溶液呈紅棕色，此是因有溴分子存在之故，而溴分子和氯一樣，易與其它元素結合，具漂白作用，和對其氧化能力有增強作用，Creclius (1978)⁽²⁾證實了若繼續通入臭氧，會使溴分子轉變成溴酸鹽，而使其氧化能力降低。而在本試驗中亦有相同結果，如在75分鐘後，其TRO值有降低的趨勢。至於30ppt的NaCl溶液，則因氯離子在此試驗條件下無法被氧化成氯分子，因此未能提高TRO值，但其溶液中可能仍含有溴離子，因此其TRO值依然高於純水。

二、探討養殖海水中污染物質經臭氧處理後之去除效果：

由表 2 可知，海水中之鐵通入臭氧10、20、30及60分鐘後，其鐵之去除率分別是4%、7.5%、7.7%及12%，而海水中之錳經臭氧處理10、20、30及60分鐘後，其錳之去除率，分別是12%、24%、25%及30%，由此可知，臭氧對海水中之鐵及錳的處理具有相當的效果，此乃因



等氧化反應的結果，若能將試水再加以凝集沉澱或過濾，則效果更好，依據佐野和生 (1979)⁽³⁾的報導，試水與臭氧接觸1分鐘有90%的去除率，然而其處理方法則有待繼續探討。又由表 3 得知，臭氧用來處理不同pH試水中之氨氮時，以pH8.3時最好，15分鐘就可完全去除；在pH9.3及10.3時，需60分鐘；pH11.3時，在處理60分鐘後仍尚存70%的氨氮，由此可見，pH較低時，臭氧對氨氮處理的效果較佳。

三、探討以臭氧處理養蝦池排放水之效果：

由表 4 可知，臭氧對養蝦池排放水中之懸浮固體物，具有相當的去除效果，但其BOD不穩定；例如以臭氧處理5分鐘後，其BOD值略有增加，此可能與排放水中之大分子有機物未經臭氧處理時被微生物分解較難有關；然經臭氧處理後，大分子有機物質被氧化成較易被微生物分解的小分子，因此BOD值會增加，於處理30分鐘後，均有很好的處理效果。

表1 不同溶液經臭氣曝氣不同時間後其殘留之總氧化物量 (TRO)。

Table 1 Concentration of total residual oxident (TRO as ppm chlorine) in different solution after various periods of ozonation.

曝氣時間 (min.)	純水 (ppm)	30ppt NaCl溶液 (ppm)	100ppm Br溶液 (ppm)	33ppt 海水 (ppm)
0	0	0	0	0
15	2.38	3.91	13.49	17.76
30	3.53	4.21	17.02	22.61
45	3.88	4.20	19.22	25.25
60	3.70	3.77	19.88	29.38
75	3.53	3.76	20.97	33.27
90	3.53	3.94	22.14	26.20
105	3.57	3.91	21.87	23.61

表2 臭氧對海水中鐵及錳的處理效果。

Table 2 Concentration of iron and manganese in sea-water after various periods of ozonation.

曝氣時間 (min.)	鐵 (ppm)	錳 (ppm)
0	2.60	1.68
10	2.50	1.48
20	2.41	1.28
30	2.40	1.27
60	2.29	1.17

表3 臭氧在不同pH值下對海水中氨氮的去除效果。

Table 3 Concentration of ammonia nitrogen in sea-water at different pH after various periods of ozonation.

pH	8.3	9.3	10.3	11.3
曝氣時間 (min.)				
0	2.51	1.51	1.56	1.36
15	0.01	1.35	1.20	1.24
30	0	0.90	0.80	1.12
60	0	0.01	0.02	0.95

表 4 不同飼養階段之養蝦池排放水經臭氧處理不同時間後，其水質的變化情形。

Table The water quality of effluent of different culture stage shrimp pond after various periods of ozonation.

處理時間 (min)	A		B	
	SS	BOD	SS	BOD
0	47	10.1	80	8.6
5	44	12.0	45	8.5
10	25	8.9	38	8.7
20	20	0.3	30	8.2
30	20	0.1	25	3.6

摘 要

臭氧在海水中的氧化能力，會因海水中之溴離子被氧化成溴分子而較在純水中增強 6~9 倍。若用來處理海水中之鐵、錳及氨氮，在處理 60 分鐘後，對鐵的去除率有 12%，對錳則有 30%，而對 pH = 8.3 試水中之氨氮，則可完全去除。而臭氧在養蝦池排放水的處理上，對排放水中之懸浮固體物有去除的效果，但若處理不完全，則排放水中的 BOD 會比未處理者高。

参考文献

1. Stover E. L. and R. W. Jarnis (1981). Obtaining high-level waste water disinfection with ozone. *Journal WPCF*, 53(1), 1637-1647.
2. Crecelius, E. A. (1978). The production of bromine and Bromate in seawater by ozonation. *Ozonews*, 5(11), 1 - 2 .
3. 佐野和生 (1979). 水産養殖と水. p244, 株式会社サイエソテイスト社, 東京, 日本.