

湧昇流 SOMETHING TO THINK

探討臭氧應用於處理養殖用海水及養蝦排放水的可行性

東港分所 謝介士·蔡雪貞·葉瑾瑜·蘇茂森

一、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，是否尚可再加以利用，以解決本省養殖用水不足以及養殖用水被污染的困境。

(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 3.88ppm；且依據 Stover 和 Jarnis(1981) 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) 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的去除效果：由表 2 可知，海水中之鐵通入臭氧 10、20、30 及 60 分鐘後，其鐵的去除率分別是 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)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 pH 8.3 時最好，15 分鐘就可完全去除；在 pH 9.3 及 10.3 時，需 60 分鐘；pH 11.3 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。

二、結論

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

表 1 不同溶液經臭氧曝氣不同時間後其殘留之總氧化物量 (TRO)

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

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

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。

表 3 臭氧在不同 pH 值下對海水中氨氮的去除效果 (ppm)

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

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