

海水調製二氧化氯燻蒸效能之評估

Evaluation of the fumigation efficiency of chlorine dioxide modulated by sea water

吳士豪(S. H, Wu)^{1*}, 劉明哲(M. J, Liou)¹, 盧明俊(M. C, Lu)²

¹陸軍軍官學校 化學系 mike12060117 @gmail.com

²國立中興大學 環境工程系

摘要

2021年國際間各家新冠肺炎病毒疫苗已全球開打，但自2019年席捲全球的疫災病原，卻仍以各區域演化的變種病毒，持續肆虐、引發一波波疫災；除此，極端氣候危機也在全球引發旱災、暴風雪與洪水泛濫致災，這對全球防堵疫災擴散，將造成更大考驗。

受限於地形、氣候與居住地疏密懸殊，台灣在缺水國家中排名第19位，而今，正面臨73年來最嚴重的乾旱災難，水資源匱乏恐將嚴重影響未來以肥皂洗手的水源供應，以及調製各類型消毒藥劑的用水需求，二氧化氯為美國疾管中心 (US.CDC.)公告最高等級滅菌劑 (Sterilant)，能以液態添加、噴灑與氣態燻蒸揮發執行環境淨空消毒，廣用於全球疫災防制，EP606二氧化氯為中性活化前置劑，攜帶與配置便利，亦為國家消除部隊與醫療院所機關學校所使用；本研究使用取自觀音碼頭旁的海水，與不同配比之淡水混合後，用以調製二氧化氯水溶液，並分析二氧化氯活化濃度與凝膠態的氣體釋放效能。

實驗首先將EP606二氧化氯前置A劑、B劑完成定量秤量為五組，再使用海水及自來水比例為：0:1、1:2、1:1、2:1及1:0，分別混合配置後，加入前置劑搖勻混合，利用UV光譜儀檢測各活化溶液在445nm特性波長區、調配5分鐘、10分鐘、20分鐘、30分鐘及60分鐘後的二氧化氯濃度；再分別量取海水與自來水1:0、1:2、1:1及2:1等4種不同比例二氧化氯活化溶液裝入250ml燒杯內，倒入EP606複合凝膠吸收劑，搖勻混合靜置10分鐘後，分別放入室內空間約4坪大的教師研究室內，分別於5分鐘、15分鐘、30分鐘及60分鐘時，操作美國二氧化氯氣體檢測器進行實場的燻蒸氣體濃度分析。

研究顯示：海水與自來水分別比例為：1:0、2:1、1:1、1:2及0:1溶液經過60分鐘活化後，添加海水之水溶液中二氧化氯含量皆高於單純自來水溶液，且pH值皆為7.0-7.5之中性活化區間，與自來水調製之差異度不大；顯示使用海水調製二氧化氯溶液，確實能在15分鐘後將二氧化氯濃度提升至執行滅菌等級濃度500mg/L以上，甚至活化效率為自來水調製的三倍，此與海水中高濃度離子化合物產生催化反應有關；但由濃度衰減實驗中觀察單純海水的調整濃度，三日後即衰減45%，顯示海水調製藥劑必須配製後立即使用，避免濃度產生衰減，再者，海水調製二氧化氯進行凝膠態之氣體分子燻蒸效能測試：以全海水製備之二氧化氯凝態放置室內5分鐘後，該教研室中二氧化氯氣體濃度達0.14ppm為最高，其他房間內二氧化氯氣體濃度平均為0.02~0.04ppm之間，均具備室內空間的生物氣膠與懸浮病毒去除效能，綜上，乾旱時期萬一遭逢疫災來襲時，可取用近岸海水混合自來水以不同比例，搭配EP606中性二氧化氯前置劑，快速配製環境消毒用活化溶液與室內燻蒸消毒用緩釋凝膠，有效防制疫災。

關鍵字：新冠狀病毒、室內空氣品質、二氧化氯、海水、中性活化、緩釋凝膠

Keywords: COVID-19、IAQ、Chlorine dioxide、Sea water、Neutral activation、Slow-release gel

一、前言

全球新冠肺炎疫情自2019年底迄今仍延燒全球各地，而病毒也不斷的變種，造成各國很嚴重之困擾，而除了這一波波的災情外，近年來天災不斷又以旱災最為嚴重，在極端氣候之下全球各地也引發了旱災、暴風雪及洪水氾濫成災，這對目前全球的防疫會造成很大的困擾，以台灣為例，今年初因極端氣候之影響導致台灣各地水庫嚴重缺水，目前在全球國家缺水排行榜中台灣為第19位，水資源嚴重缺乏，未來若缺水情事加劇，恐影響肥皂洗手水源之供應。

二氧化氯為美國疾管中心 (US.CDC.)公告最高等級滅菌劑，能以液態添加、噴灑與氣態燻蒸揮發執行環境淨空消毒，廣用於全球疫災防制，源自美國 911 後遭受炭疽桿菌粉末郵包攻擊時的緊急應變消毒技術，國內曾應用於 SARS 與 88 風災期間流感疫病消毒，也曾經應用在木漿漂白、圖書館黴菌除污與自來水消毒等方面都證明成效良好對水果蔬菜等表面的致病性微生物具有良好殺菌效能(USEPA.,1999)，目前二氧化氯已被世界衛生組織和聯合國糧農組織推薦做為第四代消毒劑，是屬於A1等級具有廣效性、安全和高效的消毒劑。

本研究首先以EP606中性活化二氧化氯A、B劑完成定量秤量為五組，後續以觀音碼頭旁之海水，依比例調製後，再利用UV光譜儀檢測各活化溶液在445nm特性波長區，再各時間區段之二氧化氯活化，接著再使用活化之後之二氧化氯溶液，放置室內空間並利用二氧化氯氣體偵測器檢測，在放置二氧化氯消除液體之後二氧化氯的在空氣中的氣體濃度，驗證不同比例消毒劑之二氧化氯氣體釋放效能。

二、材料及方法

(一)材料

100ml燒杯、量筒、保鮮膜、pH計、海水、自來水、UV檢測儀、二氧化氯氣體檢測器、EP606二氧化氯AB劑、二氧化氯、EP606複合凝膠吸收劑。

(二)研究方法

將二氧化氯AB劑分別置入海水與自來水分別比例為：1:0、2:1、1:1、1:2及0:1溶液經過60分鐘活化後，利用UV檢測儀波長區段為445nm，分別檢測5分鐘、10分鐘、20分鐘、30分鐘及60分鐘後的二氧化氯濃度，續以海水與自來水1:0、1:2、1:1及2:1等4種不同比例二氧化氯活化溶液裝入250ml燒杯內後，置入、EP606複合凝膠吸收劑，靜置10分鐘等待膠化後，分別放置4坪空間大小之教師研究室，操作美國二氧化氯氣體檢測器進行教師研究室於5分鐘、15分鐘、30分鐘及60分鐘的燻蒸氣體濃度分析。

三、實驗結果

(一)運用海水及自來水配置EP606二氧化氯AB劑後，在配置5分鐘後以海水和自來水2:1之比例活化率最高濃度達390mg/L，最低為全自來水溶液濃度為181mg/L，在配置10分鐘後以全海水比例配置之活化率最高濃度達550mg/L，最低仍為全自來水溶液濃度為197mg/L，後續靜置再30分鐘後全海水比例之溶

液二氧化氯活化率達1041mg/L，超過EP606二氧化氯AB劑之能此用之活化濃度，(一般使用活化濃度為1000mg/L)，而全自來水溶液之二氧化氯溶液活化率為336mg/L，顯示在活化30分鐘後，全海水與全自來水活化速率差異將近3倍，最後經過一小時，僅海水與自來水比例1:2及全自來水之二氧化氯活化率未達1000mg/L，其餘三組皆已達可以使用之活化濃度(如表1)。

(二)運用二氧化氯燻蒸法放置於教師研究室結果顯示以全海水調製之二氧化氯溶液於5分鐘時，研究室之二氧化氯氣體濃度達0.14ppm，而全自來水之二氧化氯溶液則燻蒸表現較為緩慢，經過1小時後全海水及海水自來水比例2:1之溶液濃度皆已超過滅菌濃度(如表2)，研究顯示添加海水的確能更有效率的達到除菌之效益。

時間	海水與自來水比例 2:1	海水	海水與自來水比例 1:2	海水與自來水比例 1:1	自來水
0943(5min)	390	475	357	431	181
0948(10min)	440	550	416	513	197
0958(20min)	612	943	540	735	264
1013(30min)	799	1041*	692	894	336
1043(1hr)	1223*	1184*	856	1089*	402

備考
1.單位:mg/L
2.二氧化氯液體為上午 0938 時配置完成
3.使用儀器及藥品:UV 光譜儀、A 劑 2.5g、B 劑 4.5g
4.配置溶液皆為 1000ml
5.符號*為濃度超標
6.資料時間為 110.3.24

表1

時間	海水與自來水比例 2:1	海水	海水與自來水比例 1:2	海水與自來水比例 1:1
1635(5min)	0.02-0.03	0.14*	0.04	0.03
1640(15min)	0.23*	0.09	0.06	0.04-0.05
1655(30min)	0.47*	0.65*	0.04	0.05
1735(60min)	0.13*	0.15*	0.04-0.05	0.06

備考
1.單位:ppm。
2.二氧化氯凝膠為 250ml 液體，添加分子釋放吸收劑製成。
3.研究室空間為 4 坪(長寬為 3.7m；高度為 2m)；儀器測量距離約莫為離燻蒸罐 1m。
4.燻蒸瓶於 110.3.24 日上午 1100 配置於下午 1600 完成凝膠狀態，1630 放置於各研究室內。
5.符號*為濃度超標。
6.使用儀器為美國 Gasbadge pro 二氧化氯氣體檢測器

表2

四、結論

(一)經海水調製過之二氧化氯溶液活化率皆大於全自來水溶液，另外混合海水之溶液經pH值檢測後數值皆落在中性值7.0-7.5之間，與全自來水調製而成之二氧化氯溶液差異性不大。

(二)本研究結果得知以海水與自來水調製之二氧化氯活化率差異將近3倍，此情形應為海水中離子化合物與二氧化氯離子催化有關。

(三)本實驗亦證實利用海水活化之二氧化氯液體雖活化速度快，但海水降解速率比自來水降解速率快，顯示以海水調製之方法適合需達到快速配置及消毒之場所使用。

(四)綜合上述，若遇乾旱時期水源缺乏狀態時，又遇疫情快速擴散時，各地可就近取用周邊海水並搭配EP606中性二氧化氯前置劑，進行快速配製相信可達到環境消毒與室內燻蒸消毒，有效控制防範災情擴散。