

2019年麥寮港船舶水質異常事件調查報告

張隆俊*、李珍儀、陳紫君、李翠鳳

摘要

船舶生活用水對於船員有著重要的影響，水質未達標準時，微生物滋生機率大增，進而危害船員健康。麥寮工業專用港檢疫單位於2019年5月1日起至10月31日止，針對船舶停靠麥寮工業專用港申辦船舶衛生檢查時，對於船上生活用水之溫度、pH值、餘氯及生物性檢測(adenosine triphosphate, ATP)等項目進行檢測，發現餘氯值為零。經調查後發現係港區內配水池之水源經露天管路未加壓，且長途運送及氣溫等因素，導致水源中餘氯持續揮發，至港岸加水點提供配送船舶時，水源餘氯遠低於標準。建議港埠營運單位建立港埠供水點之監測機制與檢驗頻率，以了解供水品質，並於檢測未達標準值即時應處，以維持配送船舶水源安全性，船舶方面則加強用水安全及水源清潔維護之認知。另可否比照客輪標準訂定貨輪水質檢驗規範宜再審思。

關鍵字：船舶衛生檢查、港口檢疫、船舶生活用水、水質餘氯

事件源起

依「客船飲用水衛生管理事項暨衛生檢查說明」[1]，衛生福利部疾病管制署（以下簡稱疾管署）自2017年起，推動客船飲用水管理及衛生檢查，惟貨輪多以瓶裝水作飲用水，故主要檢查瓶裝水外觀及存放環境等項目，無詳細飲用水管理與其衛生檢查機制。至於貨輪上用於食品處理、烹煮及船員梳洗等用途之生活用水，雖非供直接飲用，仍亦依檢查機制，關注其補給、儲存及供應等過程之衛生條件。

2019年5月1日起，疾管署於麥寮港進行船舶水質生物性檢測(adenosine triphosphate, ATP)先驅試驗計畫，針對申辦船舶衛生檢查、登船檢疫、及其他認為有必要或可配合執行檢測之船舶，檢測配膳室與廁所洗手台水龍頭之冷水水溫、酸鹼值（pH值）、餘氯、及生物性檢測(ATP)四項數據。

衛生福利部疾病管制署南區管制中心

通訊作者：張隆俊*

E-mail: elysium@cdc.gov.tw

投稿日期：2021年02月26日

接受日期：2021年12月27日

DOI: 10.6524/EB.202211_38(21).0001

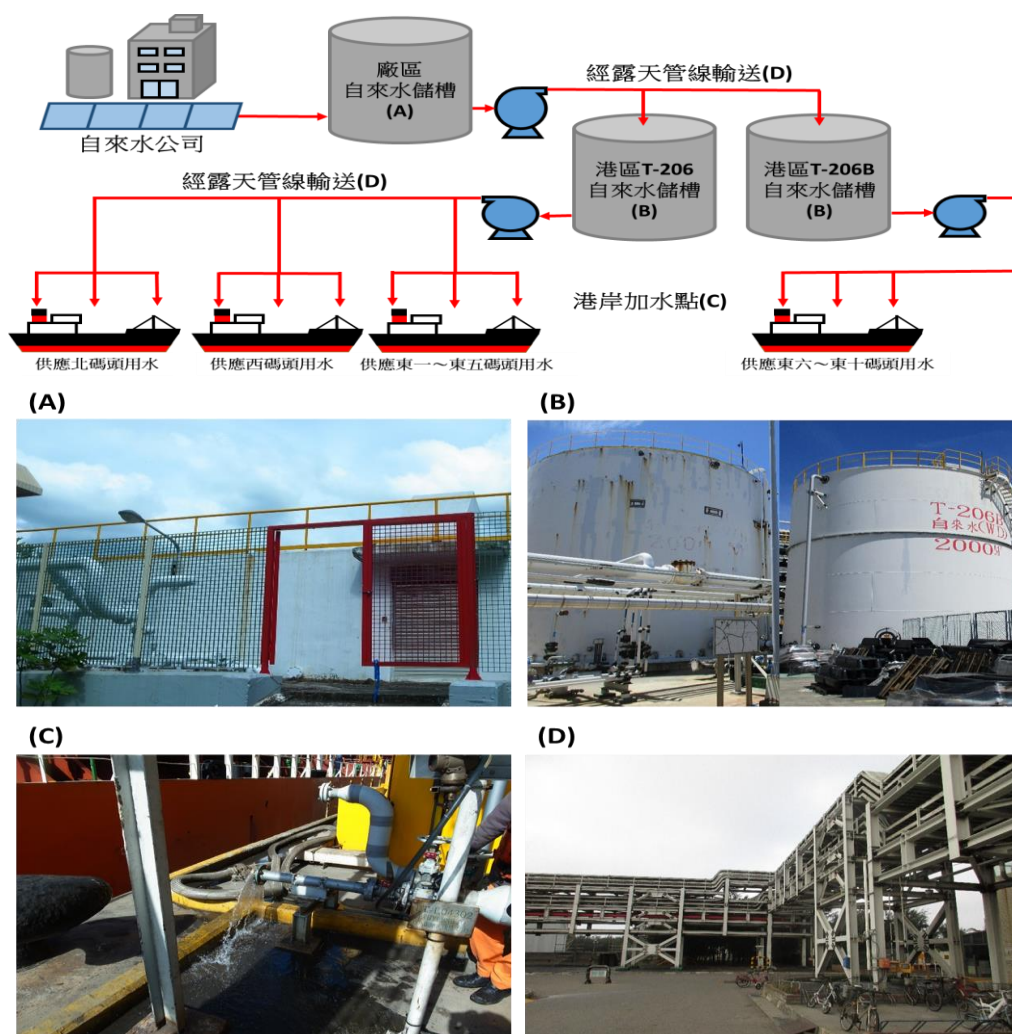
截至 2019 年 10 月 31 日共檢測 68 艘申辦船舶衛生檢查之船舶，其中 35 艘於麥寮港補給水源，水溫合格率 6% (2/35)，pH 值合格率 43% (15/35)，餘氯均不合格，生物性檢測 (ATP) 合格率 97% (34/35)。進一步追查發現水源於配送船舶前之水溫及 pH 值均正常而餘氯值未達標準，故主要針對餘氯追蹤問題來源，提出港埠供水點及船舶端之改善建議，相關收集之數據亦可供未來政策參採用。另水溫愈高、pH 值異常及餘氯不足均有造成水中病原增生之風險，已針對不合格之船舶衛教宣導，建議其採取相關水源衛生控制措施。

事件描述

一、背景介紹

(一) 麥寮港地理位置及船舶種類分析

麥寮港位於本島西海岸中央，距基隆港約 150 哩、高雄港約 80 哩，係配合六輕計畫所興建之工業專用港，水域 476 公頃、陸域 179.15 公頃，港內設有 20 座專用碼頭[2]。港內停泊均為貨輪，無客船。



圖一、麥寮港埠自來水供應及管線傳遞示意圖及現場照片：(A)廠區自來水儲槽，(B)港區自來水儲槽(T-206、T206B)，(C)港岸加水點，(D)露天未加壓管路。

(二) 麥寮港供水配置

港內提供船舶水源由雲林縣湖山水庫經台灣自來水公司雲林集水場直接配送至六輕工業園區之廠區儲槽（總體積 500 公噸），再以露天未加壓管路（長度大於 6 公里）配送至港區 T-206、T-206B 儲槽（各總體積 2,000 公噸），再經管路配送至港區各碼頭配水管，連接至各港岸加水點，提供船舶補給水源，廠區及港區內管路沿途均未外加氯（圖一）。

(三) 船舶水質檢查及標準

依「客船飲用水衛生管理事項暨衛生檢查說明」[1]，我國針對申請船舶衛生檢查之客船，原已進行 pH 值、餘氯及溫度等化學性及物理性檢驗，此次先驅計畫除比照客船，就靠泊麥寮港之貨輪檢驗該三項目外，再加入現場即時性生物性檢測(ATP)。

水溫愈高，則水中微生物之生化活性愈高，導致退伍軍人桿菌等微生物孳生，依世界衛生組織公布之「Handbook for inspection of ships and issuance of ship sanitation certificates」規定，冷水水溫應低於 25°C[3]。

另依行政院環境保護署飲用水水質標準規定[4]，水體之 pH 值應介於 6.0–8.5 間，若 pH 值低於 6.0（過酸），將腐蝕供水系統之管路，造成銅、鉛、鋅等重金屬溶出；反之，pH 值高於 8.5（過鹼），則減弱消毒效率及水中餘氯之功效[5]，且對人體皮膚、黏膜具刺激性 [6]。

水體有效餘氯係氯氣溶於水中所形成之次氯酸(HClO)或次氯酸根離子(ClO⁻)，為強氧化劑，可預防水中病原孳生，依飲用水水質標準規定，有效餘氯值應介於 0.2–1.0 mg/L[4]。

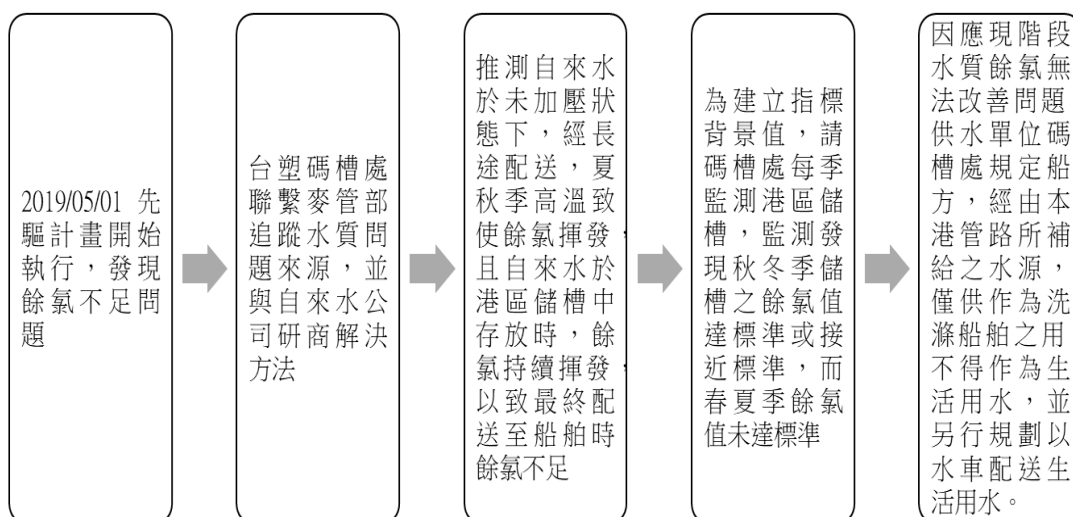
生物性檢測（ATP）採用 KIKKOMAN BIOCHEMIFA COMPANY 之 LuciPac A3 及 Lumitester PH-30 套件，透過偵測生物產生之能量，測得相對吸光值(relative light unit, RLU)，間接估算微生物含量。依使用說明，相對吸光值應低於 100，若吸光值大於 100，則表示微生物過量孳生，但此法無法確認微生物種類[7]。

二、事件調查及處置作為

檢測發現，多數受檢之麥寮港供水對象船舶，其水體溫度、pH 值及餘氯為不合格，而生物性檢測（ATP）則大部分合格，故進一步追查水體溫度、pH 值及餘氯不合格之問題來源。疾管署首先邀集水源管理相關單位之台塑關係企業麥寮管理部（以下簡稱麥管部）及台塑石化股份有限公司碼槽處（以下簡稱碼槽處），針對港埠自來水之供應及傳遞，檢測各儲水槽水質，發現廠區自來水儲槽（圖一 A）出水口，水源餘氯值為 0.5 mg/L，介於標準值區間內。而港區兩自來水儲槽（圖一 B）入水口及出水口所測得水源餘氯值則趨近於 0 mg/L，未達標準，但其水溫及 pH 值則介於標準值內。顯示水源於港岸加水點（圖一 C）在配送船舶之前，僅餘氯值未達標準，水溫及 pH 值則

達標準，推測水溫及 pH 值之變化發生於船上，而餘氯值變化則發生於陸地管路中，故僅進一步追蹤餘氯問題來源。

為探討港區配水管輸送水體之餘氯量，考量無定期水質檢驗，數據背景值尚未建立，因而碼槽處邀集麥管部及台灣自來水公司第五管理處台西營運所（以下簡稱自來水公司）研商，並至現場勘察，由於廠區與港區儲槽以離地架高露天管路連接（圖一 D），長達 6 公里，且未經加壓，故推測自來水於未加壓狀態下，經長途配送，夏秋季高溫致使餘氯揮發，且自來水於港區儲槽中存放時，餘氯持續揮發，以致最終配送至船舶時餘氯不足，又原無定期水質監測機制，故為監測氣溫對管路中水體餘氯的影響，請碼槽處每季監測港區儲槽，監測發現秋冬季儲槽之餘氯值達標準或接近標準，而春夏季餘氯值未達標準。碼槽處並規定船方於水質問題解決前此類水源僅供作為洗滌船舶用水而不得作為生活用水，並另行規劃以水車配送生活用水。疾管署並請碼槽處於確認水質問題來源後，儘速改善（圖二）。



圖二、2019 年麥寮港船舶水質異常事件調查過程流程圖。

討論與建議

貨輪上飲用水來源皆為瓶裝水，至於船上個人生活用水係由靠泊港岸進行加水作業而得，本次透過船舶檢測水質生物性檢測先驅試驗計畫，發現船舶用水餘氯值未達標準，追查推測係因管路長途配送中，又春夏季高溫[8]、運送途中未及時補充餘氯等原因造成餘氯揮發，致最終配送至船舶時餘氯不足，顯示貨輪用水之水質是值得關注的議題。

港埠供水端須依規定期檢測，自來水公司僅針對港埠外之鄰近配水池採檢，而港內加水點則由港埠主管機關負責，然而該港建置環境特殊，水體經管架管路未加壓配送，加上路徑長，輸送過程易受到管內有機物質反應或外在等因素使餘氯出現變化。

本事件發生後，自來水公司建議於港區儲槽中設置輔助加氯及餘氯監測裝置，確保配送上船之水源餘氯值可達標準。此外，港埠主管單位經濟部工業局已責成碼槽處建立自來水儲槽及港岸供水點每季監測機制與各項指標背景值，長期觀察氣溫等因素對餘氯值造成之影響。為確保廠區儲槽至港區儲槽及至港岸加水點間之水質安全，港口供水單位應定期進行輸水管路維護檢視。再者，如無法改善水儲槽配送水體中餘氯量，可規劃改採送水車配送水源，然亦須考量水車管路之衛生安全及運送途中所可能造成之汙染，宜再建立水車之定期水質監測及清潔維護機制。而船舶接收港邊供水時，也應向供水單位索取水質檢驗報告，保障自身權益及維護全體船員健康。因應現階段水質餘氯無法改善問題，供水單位碼槽處則規定船方，經由本港管路所補給之水源，僅供作為洗滌船舶之用，不得作為生活用水，並另行規劃以水車配送生活用水。疾管署並請碼槽處於確認水質問題來源後，儘速改善，並於供水時應提供水質檢驗報告予船舶。

本調查除發現餘氯不足外，因貨輪長時間日照曝曬，以及儲水槽接近高溫輪機室，使水溫不易控制，故為防止水溫升高造成微生物孳生，餘氯的維持更顯重要。另水體過酸或過鹼均可能腐蝕管路而汙染水質並減弱消毒效率，且 pH 值之調控門檻低，故建議貨輪應比照客輪做法，建立 pH 值監測及調控機制。此外，船舶衛生檢查時若檢測船上水質不符合標準，則建議港埠檢疫單位應確認船員健康，並衛教船方用水安全及供水系統清潔維護等知識。而船上水體之儲存、傳輸過程均有汙染的可能，故建議應至少一名船員清楚如何妥善處理並維護水源安全[9]。

我國針對船舶衛生檢查部分，已參照 WHO 指引訂定「船舶衛生檢查項目工作表」，其中有關船舶飲用水相關設備部分，已律定飲用水之補給、儲存及供應等過程之相關準則，然目前主要以書面審查為主，並於「客船」部分增列檢查程序[1]，至於貨輪部分僅就水溫為現場必要檢查項目，惟不論檢查客船或貨輪，檢查人員仍可就實務狀況進行檢查，並於檢查不合格時，於船舶衛生證明書上標示或核發船舶衛生管制證明書，並採取相關控制措施及矯正行動，例如船舶取水之前，要求提供港口水質報告，或針對有疑似受汙染的水質部分，可現場進行檢測或要求送行政院環境保護署許可之實驗室進一步檢驗，以確保船舶水質安全。本調查發現貨輪上水體雖生物性檢測(ATP)大部分正常，表示水源剛配送至船上時微生物無超標孳生，但貨輪航行多需數日始抵達下一港埠，而在水溫、pH 值及餘氯未達標準時，微生物孳生機率大增，嚴重威脅不易取得醫療照護的船員，故是否可比照客輪標準訂定貨輪水質檢驗規範宜再審思。

誌謝

感謝經濟部工業局麥寮工業專用港管理小組、台塑關係企業麥寮管理部、麥寮工業區專用港管理股份有限公司、台塑石化股份有限公司碼槽處、以及台灣自來水公司第五管理處台西營運所之協助，共同討論並解決麥寮港區水質品質問題。

參考文獻

1. 衛生福利部疾病管制署：客船飲用水衛生管理事項暨衛生檢查流程說明。取自：<https://www.cdc.gov.tw/Category/Page/T6DDkICw6pfxozS8UvmCRA>。
2. 麥寮工業區專用港管理股份有限公司：麥寮港簡介。取自：<http://www.mlharbor.com.tw/j2mlh/zhtw/about.do>。
3. International Health Regulations Coordination. Handbook for inspection of ships and issuance of ship sanitation certificates. 1st ed. Geneva: World Health Organization (WHO); 89.
4. 行政院環境保護署：「飲用水水質標準」。取自：<https://oaout.epa.gov.tw/law/LawContent.aspx?id=FL015512>。
5. World Health Organization (WHO). Guide to Ship Sanitation, Third Edition. 3rd ed. Geneva: World Health Organization (WHO); 37.
6. 台灣自來水公司：常見問答：最近有名的超商標榜 pH 值 9.0 的水請問飲水的 pH 值多少是對人體最好?。取自：https://www4.water.gov.tw/04_services/ser_F_con.asp?bull_id=6149。
7. KIKKOMAN BIOCHEMIFA COMPANY：Lumitester PD-30. Available at: <https://biochemifa.kikkoman.co.jp/e/products/detail/?id=11020>.
8. Relationship between chlorine decay and temperature in the drinking water. *MethodsX* 2020; 7: 101002.
9. Iolanda Grappasonni, Mario Cocchioni, Rolando Degli Angioli et al. Recommendations for assessing water quality and safety on board merchant ships. *Int Marit Health* 2013; 64, 3: 154–159.