

2017年北臺灣國際及金馬小三通海港之 客輪水質檢驗結果初探

劉明經^{1*}、黃郁家²、吳俊輝¹、曾筱筠¹、李嘉文¹、郭俊賢¹、顏哲傑¹

摘要

2017年3–8月於北臺灣國際及小三通海港執行客船水質採檢及水質文件審查，該期間總計執行12艘郵客輪之船舶衛生檢查，船舶水質採檢結果顯示pH值合格率100%，餘氯值合格率僅50%，調查各港岸自來水供水情形與其定期檢驗結果後發現，除基隆港於港岸加水點定期執行水質檢驗外，其他港埠水質檢驗報告採樣點多位於港埠外配水池，故無法確保港埠外配水池至港岸加水點間之水質安全。此外，船舶飲用水異常亦可由於船體儲水結構或輸送管線不良引起，本研究檢查結果皆已回饋船方，並通知港埠主管單位與自來水公司進行矯正措施，且獲良好改善結果。

本研究中僅基隆港郵輪具備飲用水供水系統，應依疾病管制署2017年公布之「客船飲用水衛生管理事項暨衛生檢查流程說明」實施客船完整飲用水衛生檢查與風險管理，其餘港埠因客輪規模小、航程短、不具飲用水供水系統、無水質相關文件等，且係以瓶裝水為飲用水來源，爆發大規模水媒傳染病之風險低，故現行已公布之「客船飲用水衛生管理事項暨衛生檢查流程說明」規範嚴謹，僅針對具備飲用水供水系統客輪進行規範，應屬合宜。

關鍵字：郵客輪、水質檢驗、船舶衛生檢查、檢疫、餘氯

前言

隨著國際旅遊與運輸日益蓬勃，船舶飲用水衛生安全亦為重要的公共衛生議題。船舶飲用水管理不善，為導致傳染病在船舶中傳播的原因。世界衛生組織

¹衛生福利部疾病管制署臺北區管制中心

投稿日期：2018年04月16日

²衛生福利部疾病管制署高屏區管制中心

接受日期：2018年07月23日

通訊作者：劉明經^{1*}

DOI: 10.6524/EB.201810_34(20).0001

E-mail: liugem@cdc.gov.tw

統計資料顯示[1]，1970年至2003年間曾發生於軍艦、貨輪、客輪、漁船與渡輪等船種上且被報導於科學期刊與資料庫中的傳染病事件超過100起，其中五分之一為水媒傳染性疾病(waterborne diseases)，最常見的細菌性病原菌為沙門氏桿菌(*Salmonella spp.*)，而最常見之病毒性病原為諾羅病毒(Norovirus)。

國際衛生條例 2005(International Health Regulations, IHR 2005)係於2005年第58屆世界衛生大會中正式通過，成為建構全球疾病防堵網絡的重要文件[2]。惟入境港埠為公共衛生危害跨境傳播的重要媒介，故為確保達成IHR 2005規範，世界衛生組織(World Health Organization, WHO)於2009年公布「指定港埠核心能力需求評估文件」[3]，提供各締約國據以評估指定港埠是否符合IHR 2005核心能力之要求。在核心能力評估檢查表中，即規範於指定機場港口與邊境過境點，對交通運輸工具進行例行性檢查時，需具備正確之檢驗與採檢技術之合格人員，以進行例行性水、食物、病媒控制等公共衛生風險之初步觀察、偵測與評估。我國為配合IHR 2005規範，自2007年起針對船舶進行船舶衛生檢查之檢查範圍，已由2007年以前之登船鼠跡檢查，擴展至廚房及食物儲藏情形、醫務室及藥品配置、垃圾存放及處理、飲用水衛生檢查、游泳池等區域及其管理計畫等。檢查流程分為文件審查及船上各區域現場檢查兩部分。惟2015年我國邀請外國專家對我國港埠核心能力進行評核時，外國專家認為我國執行船舶飲用水之偵測與管理部分仍有精進空間，建議衛生福利部疾病管制署(以下簡稱疾管署)於船舶飲用水檢查過程，除進行書面資料審核外，應進行現場水質採樣及檢驗。疾管署遂於2017年開始全面推動客船飲用水衛生檢查，以落實船舶飲用水衛生安全之管理。

為全面推動客船飲用水衛生檢查，疾管署於2017年公布「客船飲用水衛生管理事項暨衛生檢查流程說明」(以下簡稱客船飲用水檢查流程)[4]，將具備飲用水供水系統之客船納入檢查流程。自2017年3月起，針對北臺灣申請船舶衛生檢查之客船，無論其噸位與規模，皆於登船執行船舶衛生檢查時，同步執行飲用水相關文件之審查與船舶水質採樣與檢測作業。除使檢疫人員熟練船舶水質衛生之檢查流程與水質檢測技術，並瞭解各國際海港船舶飲用水衛生檢查之執行特性及背景值現況外，期望對我國現行客船飲用水檢查流程提出建議，以利我國持續精進船舶飲用水衛生安全之管理，且與國際接軌。

材料與方法

一、資料來源及統計

2017年3月至8月共六個月期間，於基隆港、臺北港、蘇澳港等國際港埠及金門、馬祖小三通港埠，檢疫單位於接獲船方或其代理商商申辦船舶衛生檢查時，如該等船舶為客船，則無論該等客船是否具備飲用水供水系統，皆依據疾管署客船飲用水檢查流程執行，且彙整、統計分析該等客船之檢查結果。此外，各港埠飲用水之供應情形、水質審查文件中「港埠飲用水(補給

來源) 報告」內之檢驗項目、頻率等訊息，係由各港埠檢疫人員以電話詢問相關單位方式加以確認。

二、簡易水質檢測及分析方法

檢疫人員經過統一之教育訓練後，依據客船飲用水檢查流程，當場執行客船之水質檢驗，檢驗項目為餘氯、酸鹼度 (pH 值) 兩項，檢測儀器及檢驗合格標準，說明如下：

- (一) 餘氯檢測：採用 Milwaukee MW10 Free Chlorine photometer 儀器。儀器可檢測範圍為 0.00 至 2.50 ppm，檢測原理為水樣中之游離氯和 N,N-二乙基-對-苯二胺(N, N-diethyl-p-phenylene diamine, DPD)試劑反應，使水樣產生粉紅色後以分光光度計進行判讀。儀器適用之環境為 0°C 至 50°C，當測定值落於 0.2 ppm 至 2.0 ppm 範圍內時，判定為合格。惟量測值之精準度為±0.03ppm，故本研究如 $0.17 \leq \text{餘氯值} \leq 2.03$ ，則判定該餘氯值為合格。
- (二) pH 值檢測：採用 ExStik[®] pH Meter。檢測範圍為 0 至 14，並於檢測前進行 pH 7.0、pH 4.0、pH 10.0 之三點校正。儀器適用之環境為 0°C 至 50°C，當測定值落於 6.0 至 8.5 範圍內，判定為合格。惟量測值之精準度為±0.01，故本研究如 $5.99 \leq \text{pH 值} \leq 8.51$ ，則判定該 pH 值為合格。

結果

一、共12艘次客輪，且以500噸以下、瓶裝水為飲用水水源之客輪為主

本次研究總計檢查12艘客輪，其中4.5至5.5萬噸大型郵輪2艘、1萬噸中型客輪1艘、500噸以下小型客船9艘 (表一)。客輪規模自90噸之小型客輪至5.5萬噸大型郵輪，但以500噸以下小型客輪為主。船上個人衛生之水源皆由泊靠港岸進行加水補給作業而得，惟大型郵輪可利用船上設施進行海水淡化作業，但僅供洗滌使用。飲用水水源部分，僅大型郵輪具備飲用水供水系統，其餘客船 (係指1萬噸中型客輪1艘及500噸以下客船9艘) 皆以瓶裝水作為飲用水使用。水質相關文件部分，除大型郵輪具備「飲用水安全管理計畫」、「飲用水水質分析報告」、「港埠飲用水 (補給來源) 報告」、「供水系統清潔維護計畫」等四項必要文件外，其餘客船均無具備任一文件。

表一、2017年3月至8月船舶衛生檢查之船舶現況調查結果

國際(小三通) 海港	基隆港	臺北港*	蘇澳港	金門 水頭港	馬祖 福澳港
檢查艘次數	2	0	1	5	4
船舶規模(噸)	45,000-55,000	-	8,000-12,000	150-500	90-200
船舶性質	大型郵輪	-	中型客輪	小型客輪	小型客輪
最大載客人數**	2,500	-	790	328	190
個人衛生之水源	港岸加水、海水淡化	-	港岸加水	港岸加水	港岸加水
飲用水之水源	具備飲用水供水系統	-	瓶裝水	瓶裝水	瓶裝水
審查文件***	具備	-	無	無	無

備註：*：本研究期間，臺北港無客輪申辦船舶衛生檢查。 **：最大載客人數包含旅客及工作人員。

***：為已公告客船飲用水檢查流程之審查文件，包括「飲用水安全管理計畫」、「飲用水水質分析報告」、「港埠飲用水(補給來源)報告」、「供水系統清潔維護計畫」等四項。

二、現場檢測客輪之pH值100%合格，中小型客輪餘氯值50%合格

水樣採集地點，除郵輪具備廚房設施外，其餘客輪因均無廚房設施，故改以中型客輪之簡易配膳室及金馬500噸以下小型客輪之廁所進行水質取樣，現場進行水質檢測結果，pH值皆合格，而餘氯檢測合格率原僅33%(4/12)（表二）。但因檢測儀器係以DPD分光光度計法測定，其測量精準度存在 ± 0.03 ppm之誤差，經調整後之合格率达50%(6/12)。

於基隆港現場檢驗之兩艘郵輪（編號01與02），餘氯檢測結果分別為0.7 ppm與0.19 ppm。其中針對檢測值為0.19 ppm之郵輪，為慎重起見，依客船飲用水檢查流程，另啟動第一級風險管理，詢問船員該船舶之「飲用水安全計畫」相關知能，如船方自主檢驗、消毒、設備維護等相關之問題後，評估船員已具有相關知能，故建議船方送驗水樣至合格實驗室，並於事後回報檢驗結果給檢疫單位。

至於蘇澳港中型客輪（編號03）pH值檢驗結果為7.3，餘氯值則為0.00 ppm（未檢出），故針對該客輪水艙之水源進行調查。經查該客輪當時儲水係於蘇澳港加水，且蘇澳港之港埠主管機關提供自來水公司水質檢驗報告顯示水質合格。再查輸送水體之管線水質，最後確認係港岸加水點提供之水質未達標準，故於執行相關應處及督導改善措施後，該港岸加水點之水質已符合標準，該事件之調查報告已彙整且刊登於疫情報導[5]。此外，於金門水頭港執行5艘次小型客輪（編號04至08），客輪噸位數介於100至500噸間，載客量為100至300人，水質測試之pH值均合格。餘氯值則有一艘次不合格，經通知船方改善後再測已合格。另於馬祖福澳港則執行4艘次小型客輪（編號09至12），客輪噸位數介於90至200噸間，載客量為100至200人，水質測試之pH值均合格，餘氯值則皆不合格，故請連江縣自來水廠至現場檢測及改善。

表二、2017年3月至8月客輪現場水質檢測結果統計

船舶編號	檢查港埠	採樣點	現場水質檢測	
			pH 值	餘氯值 (ppm)
01	基隆港	廚房	7.76	0.19
02	基隆港	廚房	7.70	0.70
03	蘇澳港	簡易配膳室	7.30	0.00*
04	金門	廁所洗手槽	7.20	0.03*
05	金門	廁所洗手槽	8.35	0.30
06	金門	廁所洗手槽	6.88	0.17
07	金門	廁所洗手槽	7.57	0.27
08	金門	廁所洗手槽	7.10	0.31
09	馬祖	廁所洗手槽	7.81	0.00*
10	馬祖	廁所洗手槽	7.39	0.00*
11	馬祖	廁所洗手槽	8.03	0.15*
12	馬祖	廁所洗手槽	8.46	0.00*

備註：*：餘氯值之檢測結果不合格（合格範圍為0.17 ppm–2.03 ppm）

三、最接近港岸加水點之水質檢測項目及頻率不同，且多位於港區外

因高達50%(6/12)船舶之檢測結果餘氯值不符合標準，故洽詢港埠主管機關。獲悉各港埠提供船舶之水源皆由自來水公司提供，且自來水公司亦定期進行檢驗，惟提供各港埠船舶自來水水源之最近檢驗地點多位於港埠外，且各採樣點之檢驗項目、檢驗頻率等亦不相同（表三）。

表三、各港區之水質檢驗項目、採樣點及檢測頻率

國際海港	基隆港	臺北港	蘇澳港	金門水頭港	馬祖福澳港
負責區段	第 1 區管理處*	第 12 區管理處*	第 8 區管理處*	金門縣自來水廠	連江縣自來水廠
檢驗項目	水溫、pH 值、大腸桿菌群、總菌落數、色度、餘氯、臭度、濁度	水溫、pH 值、餘氯、大腸桿菌群、總菌落數、色度、臭度、濁度	水溫、濁度、色度、臭度、總鹼度、pH 值、氮鹽、硫酸鹽、氟鹽、硝酸鹽氮、總溶解固體量、餘氯、總硬度、導電度、大腸桿菌群、總菌落數	餘氯、pH、溫度、濁度、色度、總溶解固體、總硬度、總菌落數、大腸桿菌群、氯鹽、硝酸鹽氮、總有機碳、亞硝酸鹽氮	雙週自行檢驗：餘氯、pH、濁度、總溶解固體、氨氮、錳、鋁；每季委外檢驗：pH、導電度、總硬度、總菌落數、大腸桿菌群、色度、總溶解固體、氨氮、錳、氯鹽、甲烷類**、溴酸鹽
採樣點	港區內 1 號碼頭	鄰近港區之供水戶	蘇澳淨水廠	金城供水站	福澳配水池
結果	合格	合格	合格	合格	合格
檢驗頻率	每月	每月	每季	每月	雙週、每季

備註：*：臺灣自來水公司所屬單位。

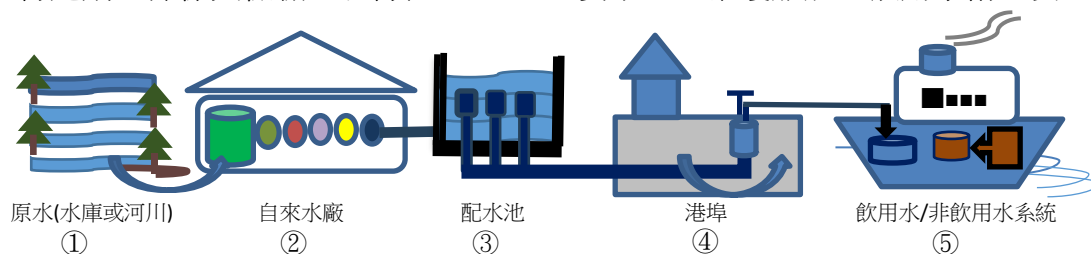
**：甲烷類包含一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷、三溴甲烷、三氯甲烷、總三鹵甲烷。

討論

由本研究期間申辦船舶衛生檢查之船舶種類可見，各港埠執行客船之船舶衛生檢查具有差異性，此可能與地理環境及國家政策發展有關。如基隆港為北臺灣首要的海運樞紐，被國家定位為郵輪母港進行建設且協助發展郵輪經濟，並於 2017 年獲得亞洲郵輪領袖平臺(Asia Cruise Leaders Network, ACLN)評選為亞洲最佳郵輪母港，顯見其郵輪母港之發展潛力及其競爭力。臺北港與蘇澳港同為基隆港之輔助港，臺北港目前有中型客輪定期往返兩岸。金門與馬祖為兩岸小三通港埠，客船噸位小、載客量少、航程短且每日皆有航班往返兩岸。本研究中，僅基隆港之大型郵輪具備飲用水供水系統，且現場水質檢驗結果與必要之水質審查資料與文件等皆符合現行客船飲用水檢查流程規範。至於蘇澳港、金門及馬祖小三通之客船類似「渡輪」性質之交通船，現場水質檢驗結果除部分不合格外，亦無相關審查文件資料。惟該等類似渡輪之客船，旅客於船上時間僅 30 分鐘至數小時不等，

且飲用水來源為瓶裝水，故發生傳染病群聚之風險相較於航程長、旅客數數千人之郵輪而言風險頗低。基此，現行客船飲用水檢查流程規範嚴謹，如僅針對具備飲用水供水系統客輪進行規範，應屬合宜，且應與渡輪性質存在之客輪有所區隔。

本研究共針對 12 艘客船進行現場水質採樣及檢驗，檢驗結果顯示 50% 客船之餘氯值不符合標準，且皆為中小型客輪。探究其水質餘氯異常原因，船舶編號 03 為中型客輪，為港岸加水點之水質異常，經港埠管理單位與自來水公司處理後完成改善[5]。編號 04 為小型客船，水質異常可能因船舶儲水結構與管線老舊所致，經通知船方改善後再測，已符合標準，惟該輪其後因過於老舊而遭船方汰換。編號 09 至 12 四艘亦為小型客船，水質異常可能係港岸加水點水質不符合標準所致，故已請連江縣自來水廠至港埠進行之港岸加水點進行檢測及改善。凡本研究不合格之檢查結果，均已即時回饋船方，或通知港埠管理單位與自來水管理單位妥處。此外，為進一步探究港岸加水點供水狀況，檢疫單位洽詢各港埠主管機關，獲知海港之船舶用水皆由港埠主管機關合約給水業者供應，水源皆由自來水公司提供，各自來水區段依現有之月、季等水質檢驗結果提供各港埠相關單位參考。惟依據自來水供應與傳遞流程（圖一），原水經由自來水廠處理過後經自來水管線輸送至各配水池，再由配水池配送至各港埠用戶端後，由港岸加水點將自來水輸送至船上。雖然自來水公司針對水質會定期採樣及檢驗，但本研究之五個港埠中，僅基隆港於港岸加水點採樣且送驗，其他港埠皆於港埠外之鄰近配水池採樣，故無法確保配水池至港岸加水點間之水質安全。此外，本研究港埠之自來水公司共有三家（臺灣自來水公司、金門縣自來水廠、連江縣自來水廠），各自來水公司依各負責區段逕行規劃採樣點、檢測頻率與檢測項目，檢測頻率可分為週、月、季或半年，檢測項目依檢測頻率而有明顯差異[6]。在 IHR 2005 建置港埠核心能力中，對於飲用水之安全管理，強調水的來源、儲存、配送、處理與控制流程中，皆需符合飲用水水質標準[7]。換言之，飲用水安全必須確保包括原水、港岸加水點及船舶終端供水之水質皆為符合飲用水標準的狀態。此外，各自來水公司受限於資源，檢驗項目亦不相同，故建議各港埠除應於港岸加水點進行定期之採樣與檢驗，以符合 IHR 2005 要求，並維護船舶之飲用水衛生安全。



圖一、港埠自來水之供應與傳遞示意圖

- ① 我國自來水之原水取自於地面水（河川或水庫水）或地下水。
- ② 於自來水廠進行加藥、混凝、沉澱、過濾、消毒。
- ③ 清水經加壓後，配送並儲存於配水池中。
- ④ 配水池之自來水經由串接至港區各碼頭之配水管，連接至各港岸加水點。
- ⑤ 港岸加水點對船舶進行飲用水補給作業，船舶以飲用水系統進行儲存與分配。船舶另可自行經由海水淡化製造非飲用水並儲存。

靠泊基隆港之大型郵輪均具飲用水供水系統，可依已公告之客船飲用水檢查流程進行完整檢查與風險評估，本研究於該港之執行經驗顯示，大型郵輪除於水質文件的管理相對完善外，對於船舶飲用水之檢驗亦較嚴謹。如依據多數郵輪公司政策，郵輪水質除每半年或一年委由船舶靠泊地之當地政府機關認證實驗室進行採樣與檢驗外，並實施自主檢驗，如採樣住艙之水體加測退伍軍人菌，每次補給飲用水時由醫務室自主進行飲用水 pH 值、餘氯、大腸桿菌群等項目檢測等。此外，雖然船上已設置自動監測系統以偵測 pH 與餘氯值，但船方仍於每月採驗船上不同地點之水樣執行抽檢。惟參考 WHO 飲用水常用檢測項目[8]，建議船舶「飲用水水質分析報告」中之檢驗項目應至少包括 pH、水溫、導電度、硬度、濁度、大腸桿菌群、總菌落數、鉛、銅、鎘、鐵、鎳、鋅、餘氯、色度等 15 項。惟本研究中，兩艘郵輪之船舶飲用水水質分析報告項目皆有缺項情形，其中一艘缺少水溫、導電度、硬度、鐵、鎳、鋅等六項檢驗，而另一艘則缺少 pH、水溫、導電度、硬度、濁度、鎘、餘氯、色度等八項檢驗。雖然目前客船飲用水檢查流程，並未強制要求船方出具之文件中需完全具備該 15 項之檢驗結果，此與 WHO 採建議方式相同，惟仍建議檢疫人員可向船方宣導船舶「飲用水水質分析報告」中之檢驗項目應包括 WHO 飲用水常用之 15 項檢測項目，或應評估目前郵輪實務與客船飲用水檢查流程之落差，必要時調整客船飲用水檢查流程，以利第一線檢疫同仁執勤且貼近國際間之實務作業規範。

由於氯具有極高的氧化能力，其在配水管中停留時可有效預防細菌滋生，因此可維持並延續消毒能力於配水管中，防止飲用水遭到污染[9]，故飲用水中餘氯的存在具有重要的水質衛生安全價值。本研究五海港進行船舶水質餘氯檢測時，為利於採樣後立刻現場檢驗，故檢測儀器使用攜帶型設備，並採 DPD 分光光度計法測定，其測量精準度存在較高之誤差，係屬當然。此外，檢測時如水樣中存在氧化劑時，將會影響水中自由餘氯與總餘氯的測定，而水樣的濁度與色度亦會嚴重干擾測定值[10]。故如依客船飲用水檢查流程，現場採樣及檢測結果不合格即應進入風險管理程序，要求船方將船上水質檢體送我國行政院環境保護署認可之環境檢測機構進行檢驗，此檢體送驗程序之行政處分可能因疾管署檢測儀器準確度、檢疫人員於操作與判讀時之誤差所致，基此，如何減少因檢疫人員個人操作或設備敏感度不佳而造成後續對船方執行此行政處分之紛爭，建議宜再審思。

誌謝

感謝基隆港、臺北港、蘇澳港等國際港埠及金門、馬祖小三通港埠之港埠主管機關，以及臺灣自來水公司第一、八、十二區管理處、金門縣自來水廠、連江縣自來水廠等提供水質相關資料並提供諮詢，以利船舶飲用水衛生檢查與港區供水品質之改善。

參考文獻

1. WHO. Sanitation on ships: Compendium of outbreaks of foodborne and waterborne disease and Legionnaires' disease associated with ships 1970-2000. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/shipsancompendium/en/.
2. WHO. International Health Regulations (2005). Available at: <http://www.who.int/ihr/publications/9789241580496/en/>.
3. WHO. International health regulations (2005) Assessment tool for core capacity requirements at designated airports, ports and ground crossings, 2009. Available at: http://www.who.int/ihr/ports_airports/PoE/en/.
4. 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: <http://www.cdc.gov.tw/info.aspx?treeid=aa2d4b06c27690e6&nowtreeid=1d9bcf59d506197d&tid=BD2A4E49725FD791>。
5. 劉明經、郭俊賢、顏哲傑: 2017年蘇澳港某客船之水質異常事件調查報告。疫情報導2018; 34(3): 49-53。
6. 台灣自來水公司第十一區管理處: 水質資訊。取自: <http://www11.water.gov.tw/ch/03news/05quality.asp>。
7. 中華民國行政院: 建置 IHR 指定港埠核心能力計畫。取自: <https://www.ey.gov.tw/Upload/RelFile/27/77674/12181625171.pdf>。
8. WHO. Guide to hygiene and sanitation in aviation, third edition, 2009. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/aviation_guide/en/.
9. 臺灣自來水公司第六區管理處: 臺灣自來水公司水質檢驗。取自: <https://www6.water.gov.tw/ch2/08integrity/07-list.asp>。
10. ALS Environmental. EPA method 330.5. Available at: http://www.caslab.com/EPA-Method-330_5/.