

「110 年度海域環境監測制度與水質分析方法驗證
研究計畫」案
成果報告書(定稿本)
(案號：110-E-33)

委託機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：財團法人中興工程顧問社

計畫主持人：朱敬平

協同主持人：許國恩

計畫期程：中華民國 110 年 2 月至 12 月

計畫經費：新臺幣 5,841,692 元整

(本報告內容及建議，純屬執行單位觀點，不代表本機關立場)

「110 年度海域環境監測制度與水質分析方法驗證研究計畫」
計畫期末報告基本資料表

委辦單位	海洋委員會海洋保育署		
執行單位	財團法人中興工程顧問社		
參與計畫人員姓名	朱敬平、鍾裕仁、許國恩、吳紗糸、吳碩傳、吳佳娟、賴致勳、楊淑娟、林淑滿、呂宛慈、蘇怡瑄、蔡欣庭		
年 度	110	計畫編號	110-E-33
研究性質	☒ 基礎研究 ☐ 應用研究 ☐ 技術發展		
研究領域	--		
計畫屬性	☐ 科技類 ☒ 非科技類		
全程期間	110 年 2 月～110 年 12 月		
本期期間	110 年 2 月～110 年 12 月		
本期經費	5,841,692 元		
摘要關鍵詞（中英文各三則） 海洋環境品質標準／Environmental Quality Standards of Marine Water 海水監測／marine water monitoring 防曬乳／sunscreen			

(本頁空白)

一、中文計畫名稱：

110 年度海域環境監測制度與水質分析方法驗證研究計畫

二、英文計畫名稱：

Evaluation of marine water monitoring system and verification of marine water analytic methods

三、計畫編號：

110-E-33

四、執行單位：

財團法人中興工程顧問社

五、計畫主持人（包括共同主持人）：

朱敬平

六、執行開始時間：

110/02/09

七、執行結束時間：

110/12/31

八、報告完成日期：

110/12/24

九、報告總頁數：

234

十、使用語文：

中文，英文

十一、報告電子檔格式：

WORD

十二、中文摘要關鍵詞：

海洋環境品質標準，海水監測，防曬乳

十三、英文摘要關鍵詞：

Environmental Quality Standards of Marine Water, marine water monitoring, sunscreen

十四、中文摘要（約三百至五百字）

本計畫彙整各國海域環境品質標準及媒體關注之海域品質議題，針對國內海域水質標準與分類，研提海域水體分類管理策略之調整方向，以及新興監測項目之優先序篩選機制。本計畫彙整國內水質檢測分析相關認證體系規定與其認證管理作為，研析海域檢測品質認證制度運作方向與實驗室查核規劃。另彙整國內外海域水質檢測方法，探討例行海域監測使用檢測方法於海水之適用性。此外，為確保現行海域監測方法於海水之適用性，本計畫規劃檢測方法驗證優先序篩選原則，並於本年度篩選出「礦物性油脂」，進行海域水質檢測方法驗證，以維護檢測方法品質，並以此作為後續建置方法驗證相關指引之參考。針對新興污染物流布調查，本計畫參考國內外相關公告檢測方法，據以建立海域水質防曬乳與有機錫檢測方法，調查防曬乳成分與有機錫於特定海域之濃度，並蒐彙國內外環境流布資訊，研提相關管理建議。

十五、英文摘要

This project consolidated the environmental quality standards of marine water among various countries and the media concerned issues to propose the strategy of the domestic marine water quality and classification management and the priority of screening mechanism of emerging monitoring. This plan summarized the information of domestic certification system regulations and certification management practices, further identifying the operation of the marine testing quality certification system and proposing the verification plan for laboratory management. Besides, the domestic and international marine water analytic methods were compiled to discuss the applicability of the analytic methods used in routine marine monitoring. In order to ensure the applicability of the current sea area monitoring methods, this plan also formulated the priority selection principle of marine water analytic methods and selected the "mineral grease" as the target item for marine water analytic methods verification, a reference for follow-up related guidelines of method verification and validation. This project also investigated the concentration of sunscreen ingredients and organotin in specific sea areas with modified analytic methods of sunscreen and organotin. Combining the trends of domestic and foreign environmental management and investigated results, this project propose suggestions on marine water management of sunscreen and organotin.



目錄

目錄.....	iii
圖目錄.....	vii
表目錄.....	ix
摘要.....	xiii
第一章 計畫背景、目標與工作項目	1-1
1.1 計畫背景	1-1
1.2 計畫目標	1-2
1.3 委辦工作項目	1-3
1.4 工作進度	1-5
第二章 蒐集水質分析方法，研提海域環境品質標準調整建議	2-1
2.1 國內海洋環境品質標準及海域監測項目	2-1
2.1.1 國內海域分類及海洋環境品質標準.....	2-1
2.1.2 國內海域環境監測項目	2-3
2.2 蒐集國外海洋環境品質標準項目與媒體關注議題，建立海洋環境品質標準 優先清單	2-5
2.2.1 國外海洋環境品質標準項目.....	2-5
2.2.2 媒體關注海域品質議題.....	2-20
2.2.3 海洋環境品質標準項目優先清單建立.....	2-27
2.3 盤點國內外相關檢測方法，研提監測項目之優先序篩選機制.....	2-38
2.3.1 國內外相關檢測方法.....	2-38
2.3.2 海域水質監測項目篩選機制.....	2-56
第三章 建立海域環境監測檢測品質制度，完備海域環境監測制度	3-1
3.1 蒐集國內有關單位水質檢測分析認證體系規定	3-1
3.2 研提海域環境監測檢測品質制度建議	3-13
3.2.1 分析實驗室/檢驗室之認證資格認定	3-13
3.2.2 海域監測作業採樣、樣品保存及檢測方法技術指引.....	3-14



3.2.3 年度海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業規劃	3-15
第四章 探討海域水質檢測方法適用性與驗證特定分析方法，確保監測數據品質	4-1
4.1 蒐彙國內海域計畫監測項目與品質標準，歸納海域水質項目及分析方法1	4-1
4.1.1 海域環境監測項目及海洋環境品質標準.....	4-1
4.1.2 海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目及分析方法.....	4-4
4.2 探討海域水質檢測方法適用性，擬定方法驗證項目篩選原則及優先序建議	4-11
4.2.1 海域水質檢測方法之適用性.....	4-11
4.2.2 海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則及優先性建議	4-13
4.3 辦理海域監測水質項目方法驗證	4-18
4.3.1 水質檢測方法驗證程序.....	4-18
4.3.2 海域水質油脂方法驗證.....	4-22
4.3.3 海域水質油脂檢測方法驗證結果.....	4-27
第五章 推動海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業	5-1
5.1 協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策	5-1
5.2 協助機關探討海域品質相關法令增修	5-14
5.2.1 海域環境分類及海洋環境品質標準增修建議.....	5-14
5.2.2 海域環境監測及監測站設置辦法增修建議.....	5-17
5.2.3 其他相關法令增修建議.....	5-18
第六章 辦理專家學者座談會或諮詢會，或相關水域之污染防治相關會議	6-1
6.1 辦理 4 場次專家學者座談會或諮詢會	6-1
第七章 辦理海域水質二苯甲酮及有機錫調查分析，掌握流布現況	7-1
7.1 辦理海域水質防曬乳二苯甲酮調查分析	7-1
7.1.1 國內外防曬乳成分管制情形.....	7-1
7.1.2 國內海域水質防曬乳二苯甲酮調查結果.....	7-8



7.1.3 海域水質二苯甲酮分析方法建置.....	7-10
7.1.4 海域水質防曬乳二苯甲酮調查結果.....	7-12
7.1.5 海域水質防曬乳管理建議.....	7-16
7.2 辦理海域水質有機錫調查分析	7-18
7.2.1 國內外有機錫管制情形與國內有機錫運作現況.....	7-18
7.2.2 國內外海域水質有機錫調查結果及對生物生態之影響.....	7-26
7.2.3 海域水質有機錫分析方法建置.....	7-37
7.2.4 海域水質有機錫調查結果與管理建議.....	7-38
第八章 結論與建議.....	8-1
8.1 結論	8-1
8.2 建議	8-4
參考文獻.....	參-1



(本頁空白)



圖目錄

圖 2.1-1 我國海域水質測站位置圖	2-25
圖 2.2-1 雲林沿海海域 pH 作圖(2014-2018 年)	2-24
圖 2.2-2 高屏溪口沿海海域 pH 作圖(2014-2018 年)	2-24
圖 2.3-1 新興監測項目之建議篩選機制	2-63
圖 3.1-1 NIEA 實驗室認證申請流程	3-3
圖 3.1-2 TAF 實驗室認證申請流程	3-9
圖 3.1-3 環保署環保標章之檢測機構(實驗室)申請檢測項目登錄認可流程	3-11
圖 3.2-1 國內實驗室認證體系類型	3-14
圖 4.2-1 驗證方法篩選流程	4-16
圖 4.3-1 方法驗證架構	4-19
圖 4.3-2 方法驗證流程圖	4-22
圖 4.3-3 油脂分析流程圖	4-29
圖 4.3-4 礦物性油脂分析流程圖	4-30
圖 4.3-5 油脂分析試驗照片	4-31
圖 4.3-6 油脂查核樣品回收率檢出範圍 (人工海水基質)	4-32
圖 4.3-7 礦物性油脂查核樣品回收率檢出範圍 (人工海水基質)	4-33
圖 4.3-8 油脂與礦物性油脂樣品保存及穩定性測試(人工海水基質)	4-34
圖 4.3-9 不同濃度油脂查核樣品之回收率(人工海水基質)	4-36
圖 4.3-10 不同濃度礦物性油脂查核樣品之回收率(人工海水基質)	4-37
圖 5.1-1 海域水質 109 年水質數據圖 (以 pH 為範例)	5-1
圖 5.1-2 宜蘭海域水質銅濃度與龜山島地區地震發生事件數之比較	5-6
圖 6.1-1 辦理專家學者諮詢視訊會議之執行作業流程圖	6-7
圖 7.1-1 防曬乳採樣位點相對位置圖	7-14
圖 7.1-2 防曬乳採樣照片	7-15
圖 7.2-1 三丁基錫與三苯基錫在環境中的分解過程	7-19





(本頁空白)

表目錄

表 1.4-1 計畫重要查核點	1-6
表 1.4-2 工作進度預定期程	1-6
表 2.1-1 國內海域環境分類及適用性質	2-1
表 2.1-2 臺灣海洋環境品質標準	2-2
表 2.1-3 臺灣沿海海域範圍與海域分類	2-3
表 2.1-4 海域水質採樣監測站數量	2-4
表 2.2-1 中國大陸海水水質標準	2-6
表 2.2-2 日本海水水質基準	2-7
表 2.2-3 美國國家推薦水質基準之水生生物基準表 (摘錄海水部分)	2-9
表 2.2-4 加州保護海洋水生生物之水質基準表	2-10
表 2.2-5 加州保護人類健康-非致癌物之水質基準表	2-10
表 2.2-6 加州保護人類健康-致癌物之水質基準表	2-11
表 2.2-7 東協海洋水質基準表	2-12
表 2.2-8 泰國海洋環境品質標準	2-12
表 2.2-9 馬來西亞海水品質標準	2-15
表 2.2-10 臺灣海洋環境品質標準與各國標準之比較	2-17
表 2.2-11 國內外海洋環境品質管制及海洋關注議題項目	2-28
表 2.2-12 國內公告列管毒性化學物質禁止運作項目	2-35
表 2.2-13 海洋環境品質標準項目優先清單 (103 項)	2-36
表 2.3-1 海域水質監測項目、檢測方法與監測頻率	2-39
表 2.3-2 海洋保育署 OCA 檢測方法與 NIEA 檢測方法對照表	2-47
表 2.3-3 美國、澳洲、日本採用之海水監測方法	2-47
表 2.3-4 國內外海域底質檢測方法比較	2-49
表 2.3-5 美國環保署 SW-846 適用底泥分析方法	2-50
表 2.3-6 日本環境省底質調查方法	2-51
表 2.3-7 CNS 海洋深層水檢測項目	2-53

表 2.3-8 CNS 海洋深層水檢測方法與環檢所檢測方法比較表	2-53
表 2.3-9 評分標準-IARC 致癌性分類	2-58
表 2.3-10 評分標準-IRIS 致癌性分類	2-58
表 2.3-11 評分標準-水環境之危害物質 (生物急毒性)	2-59
表 2.3-12 評分標準-水環境之危害物質 (生物慢毒性)	2-59
表 2.3-13 評分標準-生殖/發育毒性與基因毒性	2-61
表 2.3-14 評分標準-風險商數	2-61
表 2.3-15 評分標準-生物放大作用	2-62
表 3.1-1 行政院衛生福利部檢驗機構認證及委託認證管理之相關規定	3-6
表 4.1-1 海洋環境品質標準及海域環境監測項目彙整表	4-2
表 4.1-2 環評開發案之海域水質監測項目及頻率彙整	4-4
表 4.1-3 我國漁港類別及名稱一覽表	4-6
表 4.1-4 和平工業區環境品質監測整合計畫之海域水質監測項目及頻率彙整 ..	4-7
表 4.1-5 各縣市政府海域水質監測頻率及測站	4-8
表 4.1-6 海域監測常見誤差來源	4-11
表 4.2-1 海域監測項目之檢測方法彙整	4-12
表 4.2-2 海域環境品質項目辦理驗證評分標準-IARC 致癌性分類	4-16
表 4.2-3 海域環境品質項目辦理驗證評分標準-國內運作情形	4-17
表 4.2-4 海域環境品質項目辦理驗證評分標準-行政需求度	4-17
表 4.2-5 海域環境品質項目辦理驗證篩選評分小計	4-17
表 4.3-1 實驗室油脂分析儀器設備之校正程序	4-23
表 4.3-2 人工海水配方	4-28
表 4.3-3 不同基質之油脂查核樣品分析結果	4-32
表 4.3-4 不同基質之礦物性油脂查核樣品分析結果	4-32
表 4.3-5 不同保存期限油脂查核樣品之平均回收率(人工海水基質)	4-34
表 4.3-6 不同保存期限礦物性油脂查核樣品之平均回收率(人工海水基質)	4-34
表 4.3-7 不同萃取溶劑體積與油脂查核樣品之回收率(人工海水基質)	4-38

表 4.3-8 海水油脂驗證方法簡要資料表	4-39
表 5.1-1 100 年至 109 年臺大 ODB 資料庫衛星遙測特定海域之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據之關係性	5-3
表 5.1-2 宜蘭蘇澳沿海海域各測站 109 年至 110 年海域水質銅監測濃度	5-5
表 5.1-3 品保規劃書（北區）審查意見	5-7
表 5.1-4 品保規劃書（南區）審查意見	5-10
表 7.1-1 衛福部食藥署特定用途化妝品成分名稱及使用限制表（摘錄防曬劑部分）	7-4
表 7.1-2 墾丁音樂季及端午節期間各測站水中防曬劑成分檢測結果	7-9
表 7.1-3 恆春半島沿岸各測站防曬乳成分檢測結果	7-10
表 7.1-4 防曬乳檢測方法測試之相關品管數據	7-12
表 7.1-5 110 年度海水浴場採樣點資訊	7-16
表 7.1-6 110 年度海水浴場防曬乳檢測結果	7-16
表 7.2-1 各類有機錫化合物說明	7-18
表 7.2-2 REACH 法規附件 17 之有機錫化合物相關限制規範	7-20
表 7.2-3 各國海洋環境品質標準之有機錫限值	7-23
表 7.2-4 國內公告列管之 35 種有機錫化合物	7-23
表 7.2-5 國內公告氧化三丁錫及氫氧化三苯錫之許可用途及禁止運作事項	7-24
表 7.2-6 國內 109 年及 110 年有機錫化合物進出口總量	7-25
表 7.2-7 國內有機錫化合物運作現況	7-25
表 7.2-8 國內水體、底泥及魚體有機錫含量調查結果	7-32
表 7.2-9 運作有機錫廠商之廢水檢測結果	7-37
表 7.2-10 有機錫檢測方法建置相關品管數據	7-38



(本頁空白)





摘要

計畫名稱：110 年度海域環境監測制度與水質分析方法驗證研究計畫

計畫編號：110-E-33

計畫執行單位：財團法人中興工程顧問社

計畫主持人 (包括協同主持人)：朱敬平 (協同主持人：許國恩)

計畫期程：110 年 2 月 09 日起至 110 年 12 月 31 日止

計畫經費：5,841,692 元整

摘要

本計畫彙整各國海域環境品質標準及媒體關注之海域品質議題，針對國內海域水質標準與分類，研提海域水體分類管理策略之調整方向，以及新興監測項目之優先序篩選機制。本計畫彙整國內水質檢測分析相關認證體系規定與其認證管理作為，研析海域檢測品質認證制度運作方向與實驗室查核規劃。另彙整國內外海域水質檢測方法，探討例行海域監測使用檢測方法於海水之適用性。此外，為確保現行海域監測方法於海水之適用性，本計畫規劃檢測方法驗證優先序篩選原則，並於本年度篩選出「礦物性油脂」，進行海域水質檢測方法驗證，以維護檢測方法品質，並以此作為後續建置方法驗證相關指引之參考。針對新興污染物流布調查，本計畫參考國內外相關公告檢測方法，據以建立海域水質防曬乳與有機錫檢測方法，調查防曬乳成分與有機錫於特定海域之濃度，並蒐彙國內外環境流布資訊，研提相關管理建議。

Abstract

This project consolidated the environmental quality standards of marine water among various countries and the media concerned issues to propose the strategy of the domestic marine water quality and classification management and the priority of screening mechanism of emerging monitoring. This plan summarized the information of





domestic certification system regulations and certification management practices, further identifying the operation of the marine testing quality certification system and proposing the verification plan for laboratory management. Besides, the domestic and international marine water analytic methods were compiled to discuss the applicability of the analytic methods used in routine marine monitoring. In order to ensure the applicability of the current sea area monitoring methods, this plan formulated the priority selection principle of marine water analytic methods and selected the "mineral grease" as the target item for marine water analytic methods verification, a reference for follow-up related guidelines of method verification and validation. This project also investigated the concentration of sunscreen ingredients and organotin in specific sea areas with modified analytic methods of sunscreen and organotin. Combining the trends of domestic and foreign environmental management and investigated results, this project proposed suggestions on marine water management of sunscreen and organotin.

前言

行政院於 107 年 4 月 27 日公告海洋污染防治法中央主管機關自 107 年 4 月 28 日起變更為「海洋委員會」，依據「海域環境監測及監測站設置辦法」(91 年 11 月 13 日發布) 第 5 條規定海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之。海域水質監測目前由各級主管機關設置海域測站 (中央 105 處，地方 139 處)，進行海域水質監測部分漁港、商港及工業港亦監測港口水質。考量海污法修法後，擬要求各類港口管理單位將辦理港區海域品質監測，並因應時勢，增加海域水質監測項目，包括新興污染物、海洋基礎生產力、及其他物理量等。此外，監測標的除水體外，逐步擴及底泥、生物體等。考量海域水質監測需求增加，有建構「海域監測檢驗測定品質系統」之需求，海保署於 109 年 1 月 20 日辦理「研議海域水質監測諮詢會議」、9 月 29 日辦理「港口監測體系及檢



 海洋委員會海洋保育署 110 年度海域環境監測制度與水質分析方法驗證研究計畫
測方法座談會」，針對檢驗測定品質系統建立，徵詢各方專家學者意見。鑑此，本計畫基於相關專業建議，以「研擬方法公告流程」、「辦理海域水質檢測方法驗證」、「擴充監測項目」等方向，針對海域水質檢測品質系統規畫研提相關建議，以完備海域水質檢測品質系統。

據「海洋污染防治法(103.06.04)」第 9 條第 3 項規定「海域環境監測辦法、環境監測站設置標準及採樣分析方法，由中央主管機關定之」，由此項授權訂定之「海域環境監測及監測站設置辦法(91.11.13)」，其第 5 條規定「海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之」，爰此海保署應公告海域環境水質相關採樣分析方法，且針對執行海域水質分析之實驗室亦需有對應管理作為。因此，儘管國內多數執行海域水質檢測之檢驗機構多已取得環檢所（NIEA）或財團法人全國認證基金會（TAF）之認證並循各認證體系規範運作實驗室，仍建議主管機關研修相關管理辦法，規劃年度實驗室查核作業，以達監督管理海域水質檢測機構之效。本計畫將藉由盤點並彙整國內各認證體系與相關規範，研提機關海域水質認證體系相關建議。

原海域監測相關檢驗分析方法係依循環境保護署環境檢驗所（以下簡稱環檢所）訂定環境檢測標準方法為之，現階段過渡期亦遵循前述標準方法據以執行海域監測。海洋委員會海洋保育署自 108 年 6 月依據海洋污染防治法第 9 條第 3 項及行政程序法第 154 條第 1 項指定公告海水採樣分析方法，將化學需氧量、有機磷農藥、硒、溶氧、氫離子濃度指數及油脂等海域水質檢測專用之公告方法指定對應於部分環檢所公告方法，其中僅化學需氧量之檢測方法屬海水基質特用檢測方法，其餘方法皆未經方法驗證程序確認適用海水基質。另海域應監測項目如懸浮固體、選擇監測項目如亞硝酸鹽、人體健康相關環境基準項目如揮發性有機物等，目前雖有環檢所公告可適用海域水質之公告方法，然目前仍未經主管機關核可為指定檢測方法。為使海域監測相關行政管理基準趨於一致，建議主管機關應研擬檢測方法公告程序，以逐年公告之形式建立海域水質檢測方法清單，俾使海域水質監測之執行機構得以遵循辦理。此外，主管機關亦得透過擬定海域水質方法驗證程序，評估檢測方法於海水基質之適用性，藉由驗證結果，推動海域水質檢測方法修改，完備海域水質檢測品質系統

此外，隨著檢測技術精進與環保意識提升，環境中藥物與個人保健用品

(Pharmaceuticals Personal Care Products, PPCPs)、全氟化物、防曬乳、有機錫等「新興污染物」之流布亦備受關注。新興污染物種類多樣且濃度微量，檢出濃度介於奈克/公升(ng/L)至微克/公升($\mu\text{g/L}$)。考量近年國際間有逐步將各類新興污染物納入海域水質品質之管理趨勢，建議針對海域水質逐年進行新興污染物之調查，並參酌國外管理動態，研擬海域水質品質管制建議。

隨我國海洋事務發展願景與政策目標，海域水質品質監測實為其發展之重要基石。主管機關對現行海域品質監測之「檢驗測定品質系統」，包括檢測採樣方法公告與驗證、檢測機構查核與認證等，管理面有待因應海保署行政實務持續完備。本計畫以協助主管機關建構海域水質檢測品質系統，做為推動相關法規制度修訂與研擬監測服務採購規範之基礎，俾使海洋事務得以持續推展。

執行方法

計畫原工作內容包含工作項目(一)~(六)，於 110 年 7 月 9 日辦理第一次變更契約，增加工作項目(七)。此外，因應計畫需求，刪除工作項目(六)，並更改工作項目(五)之會議辦理方式為視訊會議，針對上述變更，已於 110 年 8 月 31 日辦理第二次契約變更。

(一) 蒐集彙整國內、外海域水質分析方法，針對海域環境監測項目、海洋環境品質標準提出建議：

1. 蒐集國外有關海洋環境品質標準項目與媒體關注議題，建立海洋環境品質標準優先清單。
2. 盤點國內外相關檢測方法，提出未來監測之優先序建議，以及海洋環境品質標準項目調整建議。

(二) 建立海域環境監測檢測品質制度，以完備海域環境監測制度：

1. 蒐集國內有關單位水質檢測分析認證體系規定，包含實驗室認證、檢測方法認證等；收集對象應至少包括行政院環境保護署環境檢驗所、經濟部水利署、行政院農業委員會等。
2. 研提海域環境監測檢測品質制度建議，包含採樣分析方法之公告程序、分析方法修正或審議、分析實驗室/檢驗室之認證、執行年度

海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業等規劃。

(三) 驗證海域環境水質特定項目分析方法，確保監測數據品質：

1. 盤點現行海域環境監測項目及海洋環境品質標準，歸納海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目及分析方法（包含適用範圍、基質干擾排除、採樣注意事項等），彙整水質分析常見之問題。
2. 依據海域水質監測實務分析結果及現行使用檢測方法規定，探討海域監測水質項目之適用性，並擬定海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則及優先性建議。
3. 依據前項篩選結果，至少辦理一項海域監測水質項目方法驗證，海域水質樣品由機關提供，廠商應提出採樣及保存注意事項，並提供樣品瓶，必要時視驗證水質項目樣品保存規定，提供樣品保存添加藥劑。
4. 前項方法驗證之水質項目及內容應經機關同意後辦理。

(四) 協助機關推動有關海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業：

1. 配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策，如法令議題、監檢測、公開資訊呈現模式等。
2. 配合機關需求，探討海域環境品質相關法令增修，如海域環境分類及海洋環境品質標準、海域環境監測及監測站設置辦法、海洋污染防治法第 3 條第 6 款排洩物質公告、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施等。

(五) 年度內以視訊會議方式辦理專家學者座談會或諮詢會 4 場次，每場次應邀集至少 5 名專家學者：

1. 針對工作內容（一）有關監測項目、品質項目議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。
2. 針對工作內容（二）有關海域環境監測品質制度議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。
3. 針對工作內容（三）有關海域水質監測分析方法適用性評估，辦理 1 場次座談會或諮詢會。
4. 針對工作內容（四）有關政策推動議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。

(六) 年度內規劃及辦理相關水域之污染防治相關會議至少 4 場次：

1. 水域之污染資訊、數據之蒐集、彙整與分析，會議架構規劃與執行。
2. 規劃會議議題及研析相關污染防治方案。
3. 其他會議相關事宜。

(七) 工作內容(一)至(六)應納入二苯甲酮及有機錫污染物，並針對前述污染物流布進行調查彙整後進行相關研究評估：

1. 調查我國海域水體二苯甲酮含量 12 次，並提出調查結果說明。
2. 調查我國海域水體有機錫含量 14 次，並提出調查結果說明。

結 果

(一) 蒐集彙整國內、外海域水質分析方法，針對海域環境監測項目、海洋環境品質標準提出建議：

1. 彙整臺灣、美國、日本、東南亞國協、中國大陸、泰國等國家海洋環境品質標準項目，包含重金屬、有機物、pH、溶氧等，共計有 100 餘項標準項目，並蒐集防曬乳、鋁離子、重金屬、塑膠微粒等媒體關注之海洋污染議題相關資訊，據以建立海洋環境品質標準項目優先清單。
2. 盤點國內與美國、澳洲、日本海域水質與底質相關檢測標準方法，包含 NIEA 公告方法、APHA Standard Method、USEPA Method、底泥訂定底質調查方法等。
3. 本計畫建立新興監測項目之篩選機制，針對新興監測項目之候選標的，篩選陸域水體、底泥背景濃度高或檢出頻率高者，再擇人體致癌性以及對水生生物毒性、生物放大作用較顯著者，考量地理因素，納入專案調查；最後依據長期監測結果，針對調查濃度較高、污染潛勢較高且濃度變化趨勢穩定者，研析納入法定監測項目與海洋環境品質標準。
4. 比對中華民國國家標準(National Standards of the Republic of China, CNS)公告之深層海水檢測方法與 NIEA 公告之檢測方法，以 pH、DO、硝酸鹽氮及重金屬 (鎂、鈣、鉀、鋁)之方法差異較大，若未來



針對特定監測項目改導入 CNS 方法，須再審慎評估，建議區分例行性海域水質監測及海域水質背景調查之需求，再研擬適當之監測內容及其對應之適用檢測方法或指引。

5. 鑑於現行海域環境分類與環境品質標準，以近岸海域水體 (Coastal water, 指三海浬內) 為管理範圍，而含外海之整體海域以海洋基礎生產力為管理目標，兩類水體之管理目的不同，據此管理依據亦應有所區隔。針對近岸海域水體，建議以在既有水質標準規範架構下，逐年檢討限值與分類方式；針對含外海之整體海域，則建議引入海洋生產力相關指標系統，作為海洋水質保護政策研擬之參考。

(二) 建立海域環境監測檢測品質制度，以完備海域環境監測制度：

1. 蒐集國內有關單位水質檢測分析認證體系規定，包含實驗室認證規範與流程、檢測方法認證等；收集對象包括行政院環境保護署環境檢驗所、經濟部水利署、行政院農業委員會、財團法人全國認證基金會、衛生福利部食品藥物管理署及行政院環境保護署環保標章等。
2. 研提海域環境監測檢測品質制度建議，包含檢測方法之公告程序、分析方法修正或審議、分析實驗室/檢驗室之認證、執行年度海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業等規劃。
3. 認證體系部分，考量國內海域水質檢測單位多已遵循既有之認證體系如 NIEA 或 TAF 與其對應規範，建議目前以認可既有認證體系，輔以計畫查核作業，落實執行監測單位管理之效。

(三) 驗證海域環境水質特定項目分析方法，確保監測數據品質：

1. 盤點國內現行海域環境監測項目及海洋環境品質標準，並歸納海域環境監測、環境影響評估開發案、各縣市政府自行辦理計畫等調查之水質項目及分析方法與海域水質分析常見之問題。
2. 依據海域水質監測實務分析結果、現行使用檢測方法規定與行政需求，探討海域監測水質項目之適用性，並擬定海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則流程。建議以 OCA 系列公告方法為優先驗證標的，逐年完成 OCA 系列公告方法驗證，後續配合行政管理需求以及國際管理趨勢，經專家學者意見評估後，驗證部分水質監測項目或新興污染物。
3. 依據前項篩選原則，優先辦理海域水質油脂檢測方法驗證。驗證方





法參照已被指定為「海水中油脂檢測方法—液相萃取重量法（OCA W502.50C）」的「水中油脂檢測方法—液相萃取重量法（NIEA W506.23B）」（環檢所公告方法）。

4. 彙整方法驗證成果，包含樣品保存期限確立、方法精密度與準確度、品質管制範圍建立等，並提出油脂檢測方法之建議修正簡表。
5. 另參考 NIEA、美國 Ora lab、澳洲 NATA 等機構之方法驗證指引，研提海域水質方法驗證原則。此外，根據 ISO 與 TAF 認證體系之定義，方法開發或方法擴充屬方法確效或確認(Validation)之範疇；而方法查證則屬方法查驗或查證(Verification)。基於上述原則，本計畫建議之驗證原則，除涉及回收率查驗，亦應用於擴充適用範圍至海域水質，可同時應用於海域水質檢測方法確效與方法查證。
6. 海域水質檢測方法適用性部分，鑒於例行性海域水質與海域水質背景調查兩種類型之計畫監測需求不同(前者多規範實驗室具備認證資格，後者強調儀器精確度與較低偵測極限之檢測方法)，建議未來應優先確立監測需求如方法偵測極限，據此探討海域水質檢測方法適用性。

(四) 協助機關推動有關海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業：

1. 配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策，如法令議題、監檢測、公開資訊呈現模式、衛星遙測之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據分析、宜蘭海域水質銅濃度偏高原因解析等。
2. 配合機關需求，探討海域環境品質相關法令增修，包含海域環境分類及海洋環境品質標準、海域環境監測及監測站設置辦法、海洋污染防治法第 3 條第 6 款排洩物質公告、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施等。
3. 配合機關需求，協助辦理「110 年度海域水質監測檢測品保規劃書(北區、南區)」與 110 年度北區與南區水質監測年報(共三季)之審查作業。
4. 製作臺灣海域生態環境報告，並彙整海域監測技術新知資訊，以利主管機關推動海域水質監測管理相關作業。



(五) 年度內以視訊方式辦理專家學者座談會或諮詢會 4 場次，每場次應邀集至少 5 名專家學者：

1. 針對工作內容 (一)、(二)、(三)、(四) 分別辦理 1 場次座談會或諮詢會。
2. 110 年度 8 月至 110 年度 11 月期間，辦理「海域環境監測品質制度議題專家諮詢會議」、「新興污染物監測議題專家諮詢會議」、「海洋環境品質標準與管制區專家諮詢會議」、「海域水質監測分析方法適用性評估專家諮詢會議」，共計 4 場專家諮詢會議。

(六) 針對下述污染物流布進行調查彙整後進行相關研究評估：

1. 彙整國內海域水質防曬乳與有機錫流布相關調查成果與國內運作情形。
2. 調查我國海域水體二苯甲酮含量，執行 110 年度 6 月與 7 月之海水浴場(共計 6 處)防曬乳含量分析(一個月 6 個分析點次，共計 12 個分析點次)。已完成海水防曬乳檢測方法建立並完成 110 年度 6 月、7 月之分析工作。針對人流較多之墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)，另於 9 月份辦理單一點次之防曬乳採樣與檢測工作。本年度 6 月與 7 月之調查結果顯示，二苯甲酮檢出濃度範圍介於 19.4 ng/L~116 ng/L，羥苯甲酮檢出濃度範圍介於 3.05 ng/L~35.0 ng/L，甲氧基肉桂酸辛酯均為未檢出。9 月針對墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)增做調查，其中檢出羥苯甲酮(21.1 ng/L)，未檢出二苯甲酮與甲氧基肉桂酸辛酯。本年度防曬乳調查濃度均低於研究已知對生物造成危害之顯著濃度範圍(以羥苯甲酮為例， LC_{50} 多大於 10 $\mu\text{g/L}$)，二苯甲酮與羥苯甲酮亦非目前市售防曬乳添加之防曬成分，因此除長期監測，建議以推動源頭減量與友善海洋標章做為未來管理策略，降低防曬成分污染海域水質之風險，並持續監測海域防曬乳成分濃度以掌握污染潛勢。
3. 調查我國海域水體有機錫含量，執行 110 年度 7 月與 9 月之海水有機錫含量分析(一個月 7 個點次，共計 14 個分析點次)。已完成海水有機錫檢測方法建立並完成 110 年度 7 月、9 月之分析工作。本計畫調查之七處沿海地區，丁基錫化合物部分，海水均未檢出單丁基錫 (Monobutyltin, MBT)、二丁基錫 (Dibutyltin, DBT)、三丁基錫 (Tributyltin, TBT)。苯基錫化合物部分，檢出單苯基錫



(Monophenyltin, MPhT)、三苯基錫 (Triphenyltin, TPhT) 及四苯基錫 (Tetraphenyltin, TePhT)，而二苯基錫 (Diphenyltin, DPhT) 則未於任一沿海地區海水中檢出。本年度調查結果顯示，丁基錫化合物檢出頻率與濃度均較苯基錫化合物低。考量國內調查目前仍於底泥、水生生物體內檢出有機錫化合物，因此本計畫建議增列底泥有機錫濃度調查，並持續監測海水與底泥有機錫，累積 2 年至 3 年以上之調查結果，並參酌國際管理管制趨勢，再行評估於海洋環境品質標準增訂有機錫化合物限值之必要性。

結 論

依據契約規定工作項目，逐項說明個別結論與具體成果。

(一) 完成國內、外海域水質分析方法與海域環境監測項目、海洋環境品質標準之彙整，並研提海域環境水體分類與環境監測項目調整建議：

1. 彙整臺灣、美國、日本、東南亞國協、中國大陸、泰國等國家 100 餘項之海洋環境品質標準，並彙整媒體關注之海洋污染議題相關資訊如防曬乳、鋁離子、海洋酸化、塑膠微粒等。
2. 彙整國內外海水及底質檢測方法，包含國內環檢所公告方法及 CNS 深層海水檢測方法，與國外 APHA Standard Method、US EPA Method、底泥訂定底質調查方法等。
3. 建立新興監測項目之篩選機制，優先篩選陸域水體、底泥背景濃度高或檢出頻率高者，另考量生物毒性因子與地理因素，遴選標的納入專案調查。參照長期監測結果，未來將針對調查濃度較高、污染潛勢較高且濃度變化趨勢穩定者，研議納入法定監測項目與海洋環境品質標準。
4. 針對近岸海域水體 (Coastal water，以三海浬內為原則) 管理，建議於既有水質標準規範架構下，逐年檢討限值與分類方式。含外海之整體海域之管理則建議引入海洋生產力相關指標系統，作為海洋水質保護政策研擬之參考。

(二) 針對海域環境監測檢測品質制度，研提海域環境監測制度架構規劃：

1. 綜整各檢測分析認證體系對應之認證規範、認證範圍及認證流程，





包含行政院環境保護署環境檢驗所、經濟部水利署、行政院農業委員會、財團法人全國認證基金會、衛生福利部食品藥物管理署及行政院環境保護署環保標章等體系。

2. 針對海域環境監測檢測品質制度，研提檢測方法之公告程序、分析方法修正或審議、分析實驗室/檢驗室認證規劃、年度海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業規劃等建議。
3. 考量國內海域水質檢測單位多已遵循既有之認證體系如 NIEA 或 TAF 與其對應規範，建議目前以認可既有認證體系，輔以計畫查核作業，落實執行監測單位管理之效。

(三) 驗證海域環境水質特定項目分析方法，確保監測數據品質：

1. 歸納海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目、分析方法與監測頻率等資訊；另彙整水質分析常見之問題，包含方法偵測極限無法合於待測物濃度極低之需求、高濃度鹽類形成之分析干擾等。
2. 依據海域水質監測實務分析結果及現行使用檢測方法規定，探討海域監測水質項目之適用性。
3. 擬定海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則，並篩選出 16 個檢測類項，依生物毒理、行政需求、國內運作現況予以評分並提出驗證優先序。根據評分結果，以揮發性有機物與氨基甲酸鹽之方法驗證較為迫切。
4. 依據前項篩選原則，辦理海域水質油脂檢測方法驗證。驗證方法參照已被指定為「海水中油脂檢測方法—液相萃取重量法（OCA W502.50C）」的「水中油脂檢測方法—液相萃取重量法（NIEA W506.23B）」（環檢所公告方法）。針對樣品保存期限確立、方法精密度與準確度等，研提檢測方法修改對照表。
5. 參考國內環檢所、美國 Oralab、澳洲 NATA 等機構之方法驗證指引，研提海域水質方法驗證原則。此外，根據 ISO 與 TAF 認證體系之定義，方法開發或方法擴充屬方法確效或確認(Validation)之範疇；而方法查證則屬方法查驗或查證(Verification)。基於上述原則，本計畫建議之驗證原則，除涉及回收率查驗，亦應用於擴充適用範圍至海域水質，可同時應用於海域水質檢測方法確效與方法查證。



(四) 協助機關推動有關海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業：

1. 配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策，包含衛星遙測之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據分析、宜蘭海域水質銅濃度偏高原因解析、「110 年度海域水質監測檢測品保規劃書(北區、南區)」與 110 年度北區與南區水質監測年報(共三季)審查作業、臺灣海域生態環境報告製作等。
2. 配合機關需求，探討海域環境品質相關法令增修，如海域環境分類及海洋環境品質標準、海域環境監測及監測站設置辦法、海洋污染防治法第 3 條第 6 款排洩物質公告、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施等。

(五) 年度內辦理專家學者座談會或諮詢會 4 場次，每場次應邀集至少 5 名專家學者：

計畫已針對「海域環境監測品質制度議題」、「新興污染物監測議題」、「海洋環境品質標準與管制區」、「海域水質監測分析方法適用性評估」各辦理 1 場專家諮詢會議，共計 4 場專家諮詢會議。

(六) 針對海域水質防曬乳與有機錫流布進行調查，研提海域水質防曬乳與有機錫管理建議：

1. 針對海域水體二苯甲酮，建立分析方法並執行 110 年度 6 月份與 7 月份之海水浴場防曬乳含量分析(一個月 6 個點次，共計 12 個分析點次)。其中二苯甲酮檢出濃度範圍介於 19.4 ng/L ~116 ng/L，羥苯甲酮檢出濃度範圍介於 3.05 ng/L ~35.0 ng/L，甲氧基肉桂酸辛酯均為未檢出。
2. 本年度調查顯示，海域水質中防曬乳濃度遠低於目前文獻已知 LC_{50} 之濃度(以羥苯甲酮為例，敏感珊瑚品種之 LC_{50} 約 10 $\mu\text{g/L}$)，因此除長期監測，建議以推動源頭減量與友善海洋標章做為未來管理策略。
3. 針對海域水體有機錫(MBT 等八個有機錫化合物)，建立分析方法並執行 110 年度 7 月份與 9 月份之海域水質有機錫含量分析(一個月 7 個點次，共計 14 個分析點次)。調查結果顯示，本計畫調查之七處沿海地區，丁基錫化合物部分，部分沿海地區海水中檢出 TeBT，MBT、DBT、TBT 則皆未檢出。苯基錫化合物部分，檢出 MPhT、

TPhT、TePhT，而 DPhT 則未於任一沿海地區海水中檢出。

4. 針對同一位點，本年度調查結果顯示，海水多未檢出丁基錫化合物，然去年調查結果顯示所有調查點位均有檢出丁基錫化合物；今年調查增列 4 個苯基錫化合物之海域水質調查，其檢出頻率與濃度均高於丁基錫化合物。又考量國內調查顯示底泥、水生生物體內仍曾檢出有機錫化合物，本計畫建議持續調查海水有機錫化合物，並增列底泥有機錫濃度調查，累積 2 年至 3 年以上之調查結果後，參酌國內海水及底泥有機錫濃度資料與國際管理管制趨勢，評估於海洋環境品質標準增訂有機錫化合物限值之必要性。

建議事項

- 一、現行海域環境分類(甲、乙、丙三類)，係考慮近岸海域水體 (coastal water，指三海裡內) 涉及許多人為活動，水質易受河川水質、陸源污染、海灘與觀光、船舶港口貨運等因素影響，故品質項目及標準需考量人體健康，以及養殖漁業、工業等利用用途；針對含外海之整體海域，則以海洋生物、基礎生產力為管理考量。兩類水體之管理目的不同，管理依據亦應有所區隔。針對近岸海域水體，建議就現有水質標準逐年檢討限值與分類方式之合理性；針對含外海之整體海域，建議引入海洋生產力相關指標系統，作為未來管理之依據。
- 二、認證體系部分，目前執行海域之監測單位多已具有 NIEA 或 TAF 之認證資格，且 NIEA 與 TAF 體系各有其查核實驗室之機制。考量目前海域水質監測之市場需求未發展至自成認證體系之規模，因此建議機關目前認可既有認證體系，輔以計畫查核之形式，作為管理海域水質監測單位之基準。
- 三、針對海域新興污染物監測，建議先盤點國際管理趨勢或陸域流布調查關注之新興污染物，再依序以環境調查濃度、檢出頻率、生物毒理等因子，篩選海域水質新興污染物監測項目，並參照逐年監測結果，研議未來相關行政資源之投入。
- 四、針對海域水質檢測方法適用性，建議應先確立水質監測目的，以監測需求如方法偵測極限為基準，進一步探討海域水質檢測方法適用性(例如



探討方法偵測極限是否合於監測需求)。例行性海域水質監測側重數據品質與年度間數據比對，其適用之檢測方法以國內公告方法為主；而海域水質背景調查旨在監測微量濃度變化，現行公告方法之方法偵測極限若不及監測需求，則有尋求較低偵測極限檢測方法之需求。

五、針對海域水質防曬乳管理，本年度調查顯示二苯甲酮與羥苯甲酮含量均在數十個 ng/L 之數量級範圍，且兩者均已非目前市售防曬乳主要添加之防曬成分，建議以源頭減量使用管理，降低防曬成分污染海域水質之風險，並持續監測海域防曬乳成分濃度以掌握污染潛勢。

六、針對海域水質有機錫化合物管理，本年度調查結果顯示，多處調查點海水未檢出丁基錫化合物(MBT、DBT、TBT、TeBT)，苯基錫化合物(MPhT、TPhT、TePhT、DPhT)檢出頻率與濃度均比丁基錫化合物濃度高。至今國內調查仍於底泥、水生生物體內檢出有機錫化合物，因此本計畫建議增列底泥有機錫濃度調查，持續監測海水與底泥有機錫，累積 2 年至 3 年以上之調查結果，並參酌國際管理管制趨勢，再行評估於海洋環境品質標準增訂有機錫化合物限值之必要性。

第一章 計畫背景、目標與工作項目

1.1 計畫背景

行政院於 107 年 4 月 27 日公告海洋污染防治法中央主管機關自 107 年 4 月 28 日起變更為「海洋委員會」，依據「海域環境監測及監測站設置辦法」(91 年 11 月 13 日發布)第 5 條規定海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之。海域水質監測目前由各級主管機關設置海域測站（中央 105 處，地方 139 處），進行海域水質監測部分漁港、商港及工業港亦監測港口水質。考量海污法修法後，擬要求各類港口管理單位將辦理港區海域品質監測，並因應時勢，增加海域水質監測項目，包括新興污染物、海洋基礎生產力、及其他物理量等。此外，監測標的除水體外，逐步擴及底泥、生物體等。考量海域水質監測需求增加，有建構「海域監測檢驗測定品質系統」之需求，海保署於 109 年 1 月 20 日辦理「研議海域水質監測諮詢會議」、9 月 29 日辦理「港口監測體系及檢測方法座談會」，針對檢驗測定品質系統建立，徵詢各方專家學者意見。鑑此，本計畫基於相關專業建議，以「研擬方法公告流程」、「辦理海域水質檢測方法驗證」、「擴充監測項目」等方向，針對海域水質檢測品質系統規畫研提相關建議，以完備海域水質檢測品質系統。

據「海洋污染防治法(103.06.04)」第 9 條第 3 項規定「海域環境監測辦法、環境監測站設置標準及採樣分析方法，由中央主管機關定之」，由此項授權訂定之「海域環境監測及監測站設置辦法(91.11.13)」，其第 5 條規定「海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之」，爰此海保署應公告海域環境水質相關採樣分析方法，且針對執行海域水質分析之實驗室亦需有對應管理作為。因此，儘管國內多數執行海域水質檢測之檢驗機構多已取得環檢所（NIEA）或財團法人全國認證基金會（TAF）之認證並循各認證體系規範運作實驗室，仍建議主管機關研修相關管理辦法，規劃年度實驗室查核作業，以達監督管理海域水質檢測機構之效。本計畫將藉由盤點並彙整國內各認證體系與相關規範，研提機關海域水質認證體系相關建議。

原海域監測相關檢驗分析方法係依循環境保護署環境檢驗所（以下簡稱環檢所）訂定環境檢測標準方法為之，現階段過渡期亦遵循前述標準方法據以執行海域監測。海洋委員會海洋保育署自 108 年 6 月依據海洋污染防治法第 9 條第 3 項及行政程序法第 154 條第 1 項指定公告海水採樣分析方法，將化學需氧量、有機磷農藥、硒、溶氧、氫離子

濃度指數及油脂等海域水質檢測專用之公告方法指定對應於部分環檢所公告方法，其中僅化學需氧量之檢測方法屬海水基質特用檢測方法，其餘方法皆未經方法驗證程序確認適用海水基質。另海域應監測項目如懸浮固體、選擇監測項目如亞硝酸鹽、人體健康相關環境基準項目如揮發性有機物等，目前雖有環檢所公告可適用海域水質之公告方法，然目前仍未經主管機關核可為指定檢測方法。為使海域監測相關行政管理基準趨於一致，建議主管機關應研擬檢測方法公告程序，以逐年公告之形式建立海域水質檢測方法清單，俾使海域水質監測之執行機構得以遵循辦理。此外，主管機關亦得透過擬定海域水質方法驗證程序，評估檢測方法於海水基質之適用性，藉由驗證結果，推動海域水質檢測方法修改，完備海域水質檢測品質系統

此外，隨著檢測技術精進與環保意識提升，環境中藥物與個人保健用品 (Pharmaceuticals Personal Care Products, PPCPs)、全氟化物、防曬乳、有機錫等「新興污染物」之流布亦備受關注。新興污染物種類多樣且濃度微量，檢出濃度介於奈克/公升 (ng/L) 至微克/公升 (µg/L)。考量近年國際間有逐步將各類新興污染物納入海域水質品質之管理趨勢，建議針對海域水質逐年進行新興污染物之調查，並參酌國外管理動態，研擬海域水質品質管制建議。

隨我國海洋事務發展願景與政策目標，海域水質品質監測實為其發展之重要基石。主管機關對現行海域品質監測之「檢驗測定品質系統」，包括檢測採樣方法公告與驗證、檢測機構查核與認證等，管理面有待因應海保署行政實務持續完備。本計畫以協助主管機關建構海域水質檢測品質系統，做為推動相關法規制度修訂與研擬監測服務採購規範之基礎，俾使海洋事務得以持續推展。

1.2 計畫目標

- (一) 彙整國內、外海域水質分析方法，協助機關檢討監測項目及品質標準。
- (二) 建立海域環境監測檢測品質制度，以完備海域環境監測制度。
- (三) 驗證特定項目之分析方法，確保監測數據品質。
- (四) 協助推動有關海洋品質、海域監測與海洋污染政策相關作業，並辦理相關專家學者座談會或諮詢會，及相關水域之污染防治相關會議。

1.3 委辦工作項目

計畫原工作內容包含工作項目(一)~(六)，於 110 年 7 月 9 日辦理第一次變更契約，增加工作項目(七)。此外，因應計畫需求，刪除工作項目(六)，並更改工作項目(五)之會議辦理方式為視訊會議，針對上述變更，已於 110 年 8 月 31 日辦理第二次契約變更。

(一) 蒐集彙整國內、外海域水質分析方法，針對海域環境監測項目、海洋環境品質標準提出建議：

1. 蒐集國外有關海洋環境品質標準項目與媒體關注議題，建立海洋環境品質標準優先清單。
2. 盤點國內外相關檢測方法，提出未來監測之優先序建議，以及海洋環境品質標準項目調整建議。

(二) 建立海域環境監測檢測品質制度，以完備海域環境監測制度：

1. 蒐集國內有關單位水質檢測分析認證體系規定，包含實驗室認證、檢測方法認證等；收集對象應至少包括行政院環境保護署環境檢驗所、經濟部水利署、行政院農業委員會等。
2. 研提海域環境監測檢測品質制度建議，包含採樣分析方法之公告程序、分析方法修正或審議、分析實驗室/檢驗室之認證、執行年度海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業等規劃。

(三) 驗證海域環境水質特定項目分析方法，確保監測數據品質：

1. 盤點現行海域環境監測項目及海洋環境品質標準，歸納海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目及分析方法（包含適用範圍、基質干擾排除、採樣注意事項等），彙整水質分析常見之問題。
2. 依據海域水質監測實務分析結果及現行使用檢測方法規定，探討海域監測水質項目之適用性，並擬定海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則及優先性建議。
3. 依據前項篩選結果，至少辦理一項海域監測水質項目方法驗證，海域水質樣品由機關提供，廠商應提出採樣及保存注意事項，並提供樣品瓶，必要時視驗證水質項目樣品保存規定，提供樣品保存添加藥劑。
4. 前項方法驗證之水質項目及內容應經機關同意後辦理。



(四) 協助機關推動有關海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業：

1. 配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策，如法令議題、監檢測、公開資訊呈現模式等。
2. 配合機關需求，探討海域環境品質相關法令增修，如海域環境分類及海洋環境品質標準、海域環境監測及監測站設置辦法、海洋污染防治法第 3 條第 6 款排洩物質公告、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施等。

(五) 年度內以視訊會議方式辦理專家學者座談會或諮詢會 4 場次，每場次應邀集至少 5 名專家學者：

1. 針對工作內容(一)有關監測項目、品質項目議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。
2. 針對工作內容(二)有關海域環境監測品質制度議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。
3. 針對工作內容(三)有關海域水質監測分析方法適用性評估，辦理 1 場次座談會或諮詢會。
4. 針對工作內容(四)有關政策推動議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。

(六) 年度內規劃及辦理相關水域之污染防治相關會議至少 4 場次：

1. 水域之污染資訊、數據之蒐集、彙整與分析，會議架構規劃與執行。
2. 規劃會議議題及研析相關污染防治方案。
3. 他會議相關事宜。

(七) 工作內容(一)至(六)應納入二苯甲酮及有機錫污染物，並針對前述污染物流布進行調查彙整後進行相關研究評估：

1. 調查我國海域水體二苯甲酮含量 12 次，並提出調查結果說明。
2. 調查我國海域水體有機錫含量 14 次，並提出調查結果說明。



1.4 工作進度

- 一、開始履約之日起 30 日內提出本計畫工作計畫書 5 份送請機關審查。
- 二、於 110 年 7 月 15 日前提出期中報告初稿 10 份送請機關審查，並應出席機關召開之審查會議作簡報說明，且於接獲機關審查會議紀錄後提送修正稿 3 份。
- 三、於 110 年 11 月 15 日前提出期末報告初稿 10 份送請機關審查，並應出席機關召開之審查會議作簡報說明，並於接獲機關修正意見後提送修正稿 3 份，俟機關審核可後提出成果報告書及相關資料，書面辦理驗收。成果報告書及相關資料需包括：
 1. 成果報告書 5 份，內含計畫成果報告基本資料表、機關計畫成果中英文摘要（簡要版）、機關委託計畫成果報告摘要（詳細版）。
 2. 光碟片 3 份，內含成果報告書全文（包含圖像資料）之 ODF 格式（未加密）電子檔與原始資料，及資訊系統執行檔（Execute Files）、原始程式碼（含 Source Codes）、系統開發操作維護等文件。

各查核點應完成之工作內容如表 1.4-1 所示，預定工作進度詳表 1.4-2 所示。計畫查核點包含工作計畫書、期中報告書與期末報告書提送。工作計畫書(初稿)於 110 年 3 月 9 日提送，於 110 年 3 月 15 日辦理工作計畫書審查，並於 110 年 4 月 8 日提送工作計畫書(修正稿)。期中報告書(初稿)於 110 年 7 月 15 日提送，於 110 年 8 月 4 日辦理期中報告書審查，並於 110 年 9 月 6 日提送期中報告書(修正稿)。期末報告書(初稿)於 110 年 11 月 12 日提送，於 110 年 12 月 2 日辦理期末報告書審查，於 110 年 12 月 14 日提送期末報告書(修正稿)，並於 110 年 12 月 24 日提送成果報告。



表 1.4-1 計畫重要查核點

階段	查核點	預定完成時間	查核點內容說明
一	工作計畫書	開始履約日起 30 日內	提送工作計畫書，內容包含本計畫工作項目之執行及規劃方向，另由貴署擇期辦理審查會議。
二	期中報告	110 年 7 月 15 日	提送期中報告初稿，內容包含截至期中階段之工作項目執行內容，另由貴署擇期辦理期中審查會議。
三	期末報告	110 年 11 月 15 日	提送所有計畫工作項目之期末報告初稿，另擇期辦理期末審查會議。
四	正式報告及相關資料	期末報告經機關審查認可後	完成計畫工項內容。

表 1.4-2 工作進度預定期程

工作內容項目	年別	110 年											
	月份	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 蒐集國內、外海域水質分析方法，針對海域環境監測項目、海洋環境品質標準提出建議													
(1) 蒐集國外有關海洋環境品質標準項目與媒體關注議題，建立海洋環境品質標準優先清單。													
(2) 盤點國內外相關檢測方法，提出未來監測之優先序建議，以及海洋環境品質標準項目調整建議。													
2. 建立海域環境監測檢測品質制度，以完備海域環境監測制度													
(1) 蒐集國內有關單位水質檢測分析認證體系規定。													
(2) 研提海域環境監測檢測品質制度建議。													
3. 驗證海域環境水質特定項目分析方法，確保監測數據品質													
(1) 盤點現行海域環境監測項目及海洋環境品質標準，歸納海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目及分析方法，彙整水質分析常見問題。													
(2) 依據海域水質監測實務分析結果及現行使用檢測方法規定，探討海域監測水質項目之適用性，並擬定海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則及優先性建議。													
(3) 至少辦理一項海域監測水質項目方法驗證（經機關同意後辦理）。													
4. 協助機關推動有關海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業													



工作內容項目	年別	110 年											
	月份	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(1) 配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策。													
(2) 配合機關需求，探討海域環境品質相關法令增修。													
5. 年度內辦理專家學者座談會或諮詢會 4 場次，每場次邀集至少 5 名專家學者													
(1) 針對工作內容項目 1 有關監測項目、品質項目議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。													
(2) 針對工作內容項目 2 有關海域環境監測品質制度議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。													
(3) 針對工作內容項目 3 有關海域水質監測分析方法適用性評估，辦理 1 場次座談會或諮詢會。													
(4) 針對工作內容項目 4 有關政策推動議題，辦理 1 場次座談會或諮詢會。													
6. 年度內規劃及辦理相關水域之污染防治相關會議至少 4 場次													
(1) 水域之污染資訊、數據之蒐集、彙整與分析，會議架構規劃與執行。													
(2) 規劃會議議題及研析相關污染防治方案。													
(3) 他會議相關事宜。													
7. 工作內容(一)至(六)應納入二苯甲酮及有機錫污染物，並針對前述污染物流布進行調查彙整後進行相關研究評估													
(1) 調查我國海域水體二苯甲酮含量 12 次，並提出調查結果說明。													
(1) 調查我國海域水體有機錫含量 14 次，並提出調查結果說明。													
8. 提送報告			▼				▼				▼	▼	
預定進度累積百分比 (%)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100	
實際進度累積百分比 (%)		15	25	35	45	55	65	75	80	90	95	100	



(本頁空白)

第二章 蒐集水質分析方法，研提海域環境品質標準調整建議

2.1 國內海洋環境品質標準及海域監測項目

2.1.1 國內海域分類及海洋環境品質標準

我國沿海水體分類與水質標準係環保署依據海洋污染防治法(107 年 4 月 27 日行政院院臺規字第 1070172574 號公告之海洋污染防治法中央主管機關原為「行政院環境保護署」自 107 年 4 月 28 日起變更為「海洋委員會」)第 8 條第 1 項規定於 90 年 12 月 26 日訂定發布「海域環境分類及海洋環境品質標準」((90)環署水字第 0081750 號令)，環保署另於 107 年 2 月 13 日為檢討海域水質單位表示方式之適宜性及精確性，經評估現行公告海域水體水質之檢測方法、技術及其方法偵測極限等，修正部分水質項目標準值單位及小數點以下位數，以強化海域水質數據精確度，並參考地面水體分類及水質標準規定，同步增訂及修正部分海域水質項目標準。依據「海域環境分類及海洋環境品質標準」國內海域環境分為甲、乙、丙三類，其適用性質如表 2.1-1 所示，各類別海域海洋環境品質標準及保護人體健康的海洋環境品質標準(適用於甲、乙、丙三類海域環境)及如表 2.1-2 所示。各類海域之海洋環境品質標準則包含氫離子濃度指數 (pH)、溶氧量 (DO)等 9 項，至於保護人體健康之海洋環境品質標準可分為重金屬(包含鎘、鉛等 10 項)、揮發性有機物(包含四氯化碳等 7 項)以及農藥(包含有機磷劑等 10 項)三大類別，而總計管制 36 項水質項目。

表 2.1-1 國內海域環境分類及適用性質

類別	適用性質
甲類	適用於一級水產用水、二級水產用水、工業用水、游泳與環境保育。
乙類	適用於二級水產用水、工業用水與環境保育。
丙類	適用於環境保育。

資料來源：環境保護署，海域環境分類及海洋環境品質標準，107 年 2 月 13 日修正。

我國沿海水區範圍依「海域環境分類及海洋環境品質標準(107 年 2 月 13 日修正)」第 8 條規定，包括以臺灣本島及澎湖群島、蘭嶼、綠島等離島，由海岸向外延伸之領海為範圍，依據海域之最佳用途，涵容能力及水質狀況，訂定台灣地區沿海海域範圍及海域分類如表 2.1-3 所示，其中甲類海域水體包含(1)鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域、(2)曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域與(3)澎湖群島海域，乙類海域水體包含(1)高屏溪口向琉球嶼延伸線至曾文溪口向西延伸線間海域與(2)王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域。



表 2.1-2 臺灣海洋環境品質標準

標準項目	海域類別	海域環境分類及海洋環境品質標準		
		甲類	乙類	丙類
海洋環境 品質標準	氫離子濃度指數 (pH)	7.5-8.5	7.5-8.5	7.0-8.5
	溶氧量 (DO)	5.0 以上	5.0 以上	2.0 以上
	生化需氧量 (BOD)	2 以下	3 以下	6 以下
	大腸桿菌群	1000 個以下	-	-
	氨氮	0.3	-	-
	總磷	0.05	-	-
	氯化物	0.01	0.01	0.02
	酚類	0.005	0.005	0.005
	礦物性油脂	2.0	2.0	-
重金屬 (保護人體健康 之海洋環境 品質標準)	鎘	5.0		
	鉛	10.0		
	六價鉻	50.0		
	砷	50.0		
	總汞	1.0		
	硒	10.0		
	銅	30.0		
	鋅	500.0		
	錳	50.0		
	銀	50.0		
	鎳	100.0		
揮發性有機物 (保護人體健康 之海洋環境 品質標準)	四氯化碳	5.0		
	1,2 二氯乙烷	10.0		
	二氯甲烷	20.0		
	甲苯	700.0		
	1,1,1-三氯乙烷	1,000.0		
	三氯乙烯	10.0		
	苯	10.0		
農藥 (保護人體健康 之海洋環境 品質標準)	有機磷劑(巴拉松、大粒松、達馬松、亞素靈、一品松、陶斯松)及氨基甲酸鹽(滅必蟲、加保扶、納乃得)之總量	100.0		
	安特靈	0.2		
	靈丹	4.0		
	毒殺芬	5.0		
	安殺番	3.0		
	飛佈達及其衍生物(Heptachlor, Heptachlor epoxide)	1.0		
	滴滴涕及其衍生物(DDT,DDD,DDE)	1.0		
	阿特靈、地特靈	3.0		
	五氯酚及其鹽類	5.0		
	除草劑(丁基拉草、巴拉刈、2、4-地)	100.0		

註：

1. 氫離子濃度指數：無單位。

2. 大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數。

3. 重金屬、揮發性有機物和農藥等項目之單位為微克/公升，其餘海洋環境品質標準項目單位為毫克/公升。

4. 未特別註明之項目其標準值以最大容許量表示。

資料來源：環境保護署，海域環境分類及海洋環境品質標準，107 年 2 月 13 日修正。



表 2.1-3 臺灣沿海海域範圍與海域分類

海域範圍	水體分類
鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域	甲
高屏溪口向琉球嶼延伸至曾文溪口向西延伸線間海域	乙
曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域	甲
王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域	乙
澎湖島海域	甲
備註：海域水體內的河川、區域排水出海口或廢水管線排放口，出口半徑二公里的範圍內的水體得列為次一級的水體。	
	

資料來源：海洋委員會海洋保育署，民國 109 年海域水質監測年報，110 年 4 月編印。

2.1.2 國內海域環境監測項目

一、水質監測範圍

臺灣四面環海，海岸線總長約 1,500 餘公里，由於陸域活動產生之污染物質，可能以河川匯流與遊憩活動等方式流入海洋環境進而影響海域水質，因此，環保署監資處自 91 年起每季針對沿海海域水質進行監測(107 年起海域監測工作調整為海洋委員會海洋保育署)，俾利隨時掌握國內海域水質狀況，進而有效管理海域水質，初期監測僅針對臺

灣本島及澎湖沿海共 97 個測站，94 年起增加金門、連江、東引等海域監測，目前計有 20 處海域共 105 測站，各區海域水質監測點位及數量如表 2.1-4 及圖 2.1-1 所示。相關監測成果展示於 iOcean 海洋保育網與環保署全國環境水質監測資訊網 (https://iocean.oca.gov.tw/OCA_OceanConservation；<https://wq.epa.gov.tw/>)。

其海域環境監測站係依「海域環境監測及監測站設置辦法(91 年 11 月 13 日發布)」第 2 條規定，應擇定於下列(1)主、次要河川入海口、(2)重要污染源流入點、(3)港灣、潟湖、(4)本法第十五條第一項所定之區域、(5)一般海域水質之背景點及(6)其他經中央主管機關指定之位置等地點設置。前述所稱之「本法第十五條第一項所定之區域」。

表 2.1-4 海域水質採樣監測站數量

採樣分區	水質採樣監測站數量			採樣分區	水質採樣監測站數量		
	甲類水體	乙類水體	總計		甲類水體	乙類水體	總計
基隆沿海海域	0	6	6	高屏溪口沿海海域	0	5	5
台北沿海海域(甲)	1	0	1	大鵬灣沿海海域	0	2	2
台北沿海海域(乙)	0	8	8	南灣核三廠沿海海域	0	6	6
桃園沿海海域	0	5	5	宜蘭蘇澳沿海海域	5	0	5
新竹香山沿海海域	0	7	7	花蓮沿海海域	8	0	8
台中港沿海海域	0	5	5	台東沿海海域	7	0	7
彰濱沿海海域	0	3	3	澎湖沿海海域	7	0	7
雲林沿海海域	8	0	8	金門沿海海域	0	3	3
東石布袋沿海海域	6	0	6	馬祖沿海海域	0	3	3
二仁溪口沿海海域	0	5	5	東引沿海海域	0	1	1
高雄港沿海海域	0	4	4				
總計					42	63	105

資料來源：海洋委員會海洋保育署，民國 109 年海域水質監測年報，110 年 4 月編印。

二、水質監測項目及頻率

依「海域環境監測及監測站設置辦法(91 年 11 月 13 日發布)」第 3 條及第 4 條規定，海域環境監測頻率以每季一次為原則，監測項目應依污染源類別或海域特性，按下列方式辦理。

(一) 應監測項目：

1. 海域水文：流速、流向、水溫。
2. 海域水質：鹽度、氫離子濃度指數(pH)、溶氧量(DO)、懸浮固體(SS)。
3. 其他經中央主管機關指定之項目。

(二) 選擇監測項目：

1. 海域水文：波高、波向、波浪週期。

2. 海域水質：水中光強度、葉綠素 a、大腸桿菌群、重金屬、營養鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、磷酸鹽、矽酸鹽)。
3. 海域生物：浮游生物(動物性浮游生物與植物性浮游生物)、底棲生物。

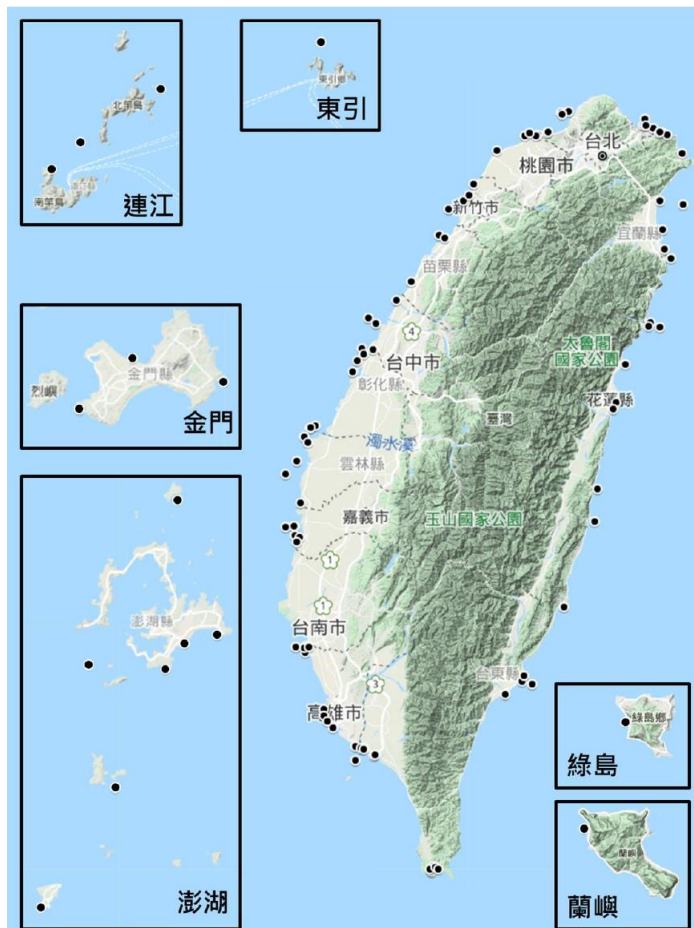


圖 2.1-1 我國海域水質測站位置圖

資料來源：海洋委員會海洋保育署，民國 109 年海域水質監測年報，110 年 4 月編印。

2.2 蒐集國外海洋環境品質標準項目與媒體關注議題，建立海洋環境品質標準優先清單

2.2.1 國外海洋環境品質標準項目

一、中國大陸

中國大陸國家環境保護局與國家海洋局依照海域的使用功能和保護目標，訂定「海水水質標準」，將海水水質分為四類：第一類適用於海洋漁業水域、海上自然保護區與珍稀瀕危海洋生物保護區；第二類適用於水產養殖區、海水浴場、人體直接接觸海水的海



上運動或娛樂區，以及與人類食用直接有關的工業用水區；第三類則適用於一般工業用水區與濱海風景旅遊區；而第四類適用於海洋港口水域與海洋開發作業區，若海域水質劣於「海水水質標準」四類海水水質則為劣四類水。各類海水水質如表 2.2-1 所示，主要規範水溫、pH、化學需氧量、生化需氧量等一般水質項目、重金屬(包含汞、鎘等 10 項)、農藥、有機污染物及放射性核種等項目，並規定海面不得出現或無明顯油膜、浮沫和其他漂浮物質，以及海水不得有令人厭惡和感到不快的色、臭、味等。

表 2.2-1 中國大陸海水水質標準

標準名稱	海水水質標準			
海域類別	第一類	第二類	第三類	第四類
海域使用功能和保護目標	適用於海洋漁業水域、海上自然保護區與珍稀瀕危海洋生物保護區	適用於水產養殖區、海水浴場、人體直接接觸海水的海上運動或娛樂區，以及與人類食用直接有關的工業用水區	適用於一般工業用水區與濱海風景旅遊區	適用於海洋港口水域與海洋開發作業區
漂浮物質	海面不得出現油膜、浮沫和其他漂浮物質			海面無明顯油膜、浮沫和其他漂浮物質
色、臭、味	海水不得有異色、異臭、異味			海水不得有令人厭惡和感到不快的色、臭、味
懸浮物質	人為增加的量 ≤ 10		人為增加的量 ≤ 100	人為增加的量 ≤ 150
大腸桿菌 $\leq$ (個/L)	10,000 供人生食的貝類養殖水質 ≤ 700			—
糞生大腸桿菌 $\leq$ (個/L)	2,000 供人生食的貝類養殖水質 ≤ 140			—
病原體	供人生食的貝類養殖水質不得含有病原體			
水溫 (°C)	人為造成的海水溫升夏季不超過當時當地 1°C，其他季節不超過 2°C		人為造成的海水溫升不超過當時當地 4°C	
pH	7.8~8.5 同時不超出該海域正常變動範圍的 0.2pH 單位		6.8~8.8 同時不超出該海域正常變動範圍的 0.5pH 單位	
溶解氧	>6	>5	>4	>3
化學需氧量(COD)	2	3	4	5
生化需氧量(BOD ₅)	1	3	4	5
無機氮(以 N 計)	0.20	0.30	0.40	0.50
非離子氮(以 N 計)	0.020			
活性磷酸鹽(以 P 計)	0.015	0.03	0.045	
汞	0.00005	0.0002	0.001	
鎘	0.001	0.005	0.010	
鉛	0.001	0.005	0.010	0.050
六價鉻	0.005	0.010	0.020	0.050
總鉻	0.05	0.10	0.20	0.50
砷	0.020	0.030	0.050	
銅	0.005	0.010	0.050	
鋅	0.020	0.050	0.10	0.50
硒	0.010	0.020	0.050	
鎳	0.005	0.010	0.020	0.050
氟化物	0.005		0.10	0.20





標準名稱	海水水質標準			
海域類別	第一類	第二類	第三類	第四類
海域使用功能和保護目標	適用於海洋漁業水域、海上自然保護區與珍稀瀕危海洋生物保護區	適用於水產養殖區、海水浴場、人體直接接觸海水的海上運動或娛樂區，以及與人類食用直接有關的工業用水區	適用於一般工業用水區與濱海風景旅遊區	適用於海洋港口水域與海洋開發作業區
硫化物(以 S 計)	0.02	0.05	0.10	0.25
揮發性酚	0.005		0.010	0.050
石油類	0.05		0.30	0.50
靈丹	0.001	0.002	0.003	0.005
滴滴涕	0.00005	0.0001		
馬拉松	0.0005	0.001		
甲基巴拉松	0.0005	0.001		
苯并(a)芘	0.0000025			
陰離子表面活性劑 (以 LAS 計)	0.03	0.10		
⁶⁰ Co (Bq/L)	0.03			
⁹⁰ Sr (Bq/L)	4			
¹⁰⁶ Ru (Bq/L)	0.2			
¹³⁴ Cs (Bq/L)	0.6			
¹³⁷ Cs (Bq/L)	0.7			

註：水溫單位為℃，pH 無單位，大腸桿菌及糞生大腸桿菌的單位為個/L，放射性核種(如 ⁶⁰Co、⁹⁰Sr、¹⁰⁶Ru、¹³⁴Cs 及 ¹³⁷Cs)單位為 Bq/L，其餘水質項目單位為 mg/L。

資料來源：中華人民共和國國家標準—海水水質標準 (GB 3097-1997)。

二、日本

日本環境省訂定「海水水質基準相關政令」(海水の水質基準に関する政令)，將海域以利用目的不同分成三類，I 類型為港灣、II 類型為休閒遊憩用海域以及 III 類型為適合海洋生態系生存之海域，並針對不同類型的海域制定其海水水質基準，如表 2.2-2 所示，主要規範分為物理、化學、重金屬、生物項目及放射線物質等類別。依據「海水水質基準相關政令(2004 年政令第 51 号)」第 3 條第 4 項規定，海水水質基準需至少每五年定期進行審查。

表 2.2-2 日本海水水質基準

分類	項目	單位	海水の水質基準に関する政令		
			I 類型 (港灣)	II 類型 (休閒遊憩 用海域)	III 類型 (適合海洋生態系 生存之海域)
物理 項目	透明度	m	>3	>3	珊瑚礁：>5 紅樹林：無管制 藻場(Lamun)：>3
	氣味	-	無臭	無臭	正常
	濁度	NTU	-	-	<5
	總懸浮物(TSS)	mg/L	80	80	珊瑚礁：20 紅樹林：80 藻場(Lamun)：20
	垃圾	-	不得檢出	不得檢出	不得檢出





分類	項目	單位	海水の水質基準に関する政令		
			I 類型 (港灣)	II 類型 (休閒遊憩 用海域)	III 類型 (適合海洋生態系 生存之海域)
	溫度	℃	正常	正常	珊瑚礁：28-30 紅樹林：28-32 藻場(Lamun)：28-30
	油膜	-	不得檢出	不得檢出	不得檢出
化學 項目	pH	-	6.5-8.5	6.5-8.5	7.0-8.5
	溶氧	mg/L	-	-	>5
	生化需氧量(BOD ₅)	mg/L	-	-	20
	氨氮	mg/L	0.3	0.3	0.3
	磷酸鹽	mg/L	-	-	0.015
	硝酸鹽氮	mg/L	-	-	0.008
	氰化物(CN)	mg/L	-	-	0.5
	硫化物 (H ₂ S)	mg/L	0.03	0.03	0.01
	多環芳香烴(PAHs)	mg/L	-	-	0.003
	碳氫化合物	mg/L	1	1	-
	酚類	mg/L	0.002	0.002	0.002
	多氯聯苯(PCB)	μg/L	0.01	0.01	0.01
	界面活性劑(以 MBAS 計)	mg/L	1	1	1
	油脂	mg/L	5	5	1
	三丁基錫(TBT)	μg/L	0.01	0.01	0.01
	殺蟲劑	mg/L	-	-	0.01
重金屬項目	汞(Hg)	mg/L	0.003	0.003	0.001
	鎘(Cd)	mg/L	0.01	0.001	0.001
	銅(Cu)	mg/L	0.05	0.05	0.008
	鉛(Pb)	mg/L	0.05	0.005	0.008
	鋅(Zn)	mg/L	0.1	0.095	0.05
	六價鉻(Cr ⁶⁺)	mg/L	-	-	0.005
	砷(As)	mg/L	-	-	0.012
	鎳(Ni)	mg/L	-	-	0.05
生物項目	總大腸桿菌	MPN/100mL	1,000	1,000	1,000
	病原體	sel/100mL	-	-	不得檢出
	浮游生物	sel/100mL	-	-	無異常
放射線物質	不明成分の物質 (組成が不明な物質)	Bq/l	-	-	4

資料來源：海水の水質基準に関する政令（2004 年政令第 51 号）。

三、美國

美國環保署提出「國家推薦水質基準—水生生物基準表」(National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table)，該表針對水生生物周圍水體所含之特定有毒物質制定相關基準(如表 2.2-3 所示，摘錄海水部分)，包含最大基準濃度及連續基準濃度，特定有毒物質濃度在此 2 種基準內不會對大多數水生生物物種造成明顯之危害風險，各州政府可依據此表及相關資料制定各州基準。水生生物基準表主要規範農藥(包含地特靈、阿特靈等殺蟲劑)、重金屬(包含汞、鎘等 9 項)、環境荷爾蒙(如壬基酚)等污染物。





表 2.2-3 美國國家推薦水質基準之水生生物基準表 (摘錄海水部分)

標準名稱	National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria	
類型	海水最大基準濃度(急性)	海水連續基準濃度(慢性)
阿特靈	0.0013	—
α -安殺番	0.000034	0.0000087
砷	0.069	0.036
β -安殺番	0.000034	0.0000087
鎘	0.033	0.0079
加保利	0.0016	—
氯丹 (可氯丹)	0.00009	0.000004
氯氣 (chlorine)	0.013	0.0075
陶斯松	0.000011	0.0000056
六價鉻	1.1	0.05
銅	0.0048	0.0031
氰化物	0.001	0.001
內吸磷 (Demeton)	—	0.0001
大利松	0.00082	0.00082
地特靈	0.00071	0.0000019
安特靈	0.000037	0.0000023
靈丹	0.00016	—
谷速松	—	0.00001
飛佈達	0.000053	0.0000036
環氧飛佈達	0.000053	0.0000036
鉛	0.14	0.0056
馬拉松	—	0.0001
汞	0.0018	0.00094
甲氧基氯 (甲氧滴滴涕)	—	0.00003
滅蟻樂	—	0.000001
鎳	0.0074	0.0082
壬基酚	0.007	0.0017
五氯酚	0.013	0.0079
pH	—	6.5-8.5
多氯聯苯 (PCBs)	—	0.00003
硒	0.29	0.071
銀	0.0019	—
硫化氫	—	0.002
毒殺芬	0.00021	0.0000002
三丁基錫 (TBT)	0.00042	0.0000074
鋅	0.09	0.081
4,4'-DDT	0.00013	0.000001

註：

1. pH 無單位，其餘水質項目單位為 mg/L。
2. 灰底標示之污染物為優先污染物質 (priority pollutant)。

資料來源：US EPA, National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table.

四、加州

為促進「加州水法典(California Water Code, CWC)」第 7 部第 13000 條(1969 年，第 482 章)中立法政策的實施，國家水資源控制委員會(State Water Board)為保護海洋水質，至少每三年進行一次海洋計畫(Water Quality Control Plan)之審查，以確保現行標準之適





宜，最近一次之修正為 2019 年 8 月 7 日公告，其管制項目依保護海洋水生生物 (如表 2.2-4 所示)、保護人類健康-非致癌物(如表 2.2-5 所示)、保護人類健康-致癌物(如表 2.2-6 所示)分別制定相關水質基準。

表 2.2-4 加州保護海洋水生生物之水質基準表

水質	單位	水質基準表		
		6 個月 中位數	每日 最大值	瞬間 最大值
砷(Arsenic)	µg/L	8	32	80
鎘(Cadmium)	µg/L	1	4	10
六價鉻(Chromium (Hexavalent))	µg/L	2	8	20
銅(Copper)	µg/L	3	12	30
鉛(Lead)	µg/L	2	8	20
汞(Mercury)	µg/L	0.04	0.16	0.4
鎳(Nickel)	µg/L	5	20	50
硒(Selenium)	µg/L	15	60	150
銀(Silver)	µg/L	0.7	2.8	7
鋅(Zinc)	µg/L	20	80	200
氰化物(Cyanide)	µg/L	1	4	10
總氯殘留量(Total Chlorine Residual)	µg/L	2	8	60
氨氮(Ammonia - nitrogen)	µg/L	600	2400	6000
急性毒性(Acute Toxicity)	TUa	N/A	0.3	N/A
慢性毒性(Chronic Toxicity)	TUc	N/A	1	N/A
酚類化合物(非氯化物) (Phenolic Compounds (non-chlorinated))	µg/L	30	120	300
氯化酚(Chlorinated Phenolics)	µg/L	1	4	10
硫丹(Endosulfan)	µg/L	0.009	0.018	0.027
安特靈(Endrin)	µg/L	0.002	0.004	0.006
六氯環己烷(HCH)	µg/L	0.004	0.008	0.012

資料來源：State Water Resources Control Board、California Environmental Protection Agency EPA, Water Quality Control Plan Ocean Waters Of California, 2019.

表 2.2-5 加州保護人類健康-非致癌物之水質基準表

水質	30 天平均限值 (µg/L)	水質	30 天平均限值 (µg/L)
丙烯醛(Acrolein)	220	4,6-二硝基-2-甲基苯酚 (4,6-dinitro-2-methylphenol)	220
銻(Antimony)	1,200	2,4-二硝基苯酚(2,4-dinitrophenol)	4
雙(2-氯乙氧基)甲烷 (bis(2-chloroethoxy) methane)	4.4	乙苯(ethylbenzene)	4,100
雙(2-氯異丙基)醚 (bis(2-chloroisopropyl) ether)	1,200	熒蒽(fluoranthene)	15
氯苯(chlorobenzene)	570	六氯環戊二烯 (hexachlorocyclopentadiene)	58
三價鉻(chromium (III))	190,000	硝基苯(nitrobenzene)	4.9
鄰苯二甲酸二正丁酯 (di-n-butyl phthalate)	3,500	鉍(thallium)	2
二氯苯(dichlorobenzenes)	5,100	甲苯(toluene)	85,000
鄰苯二甲酸二乙酯(diethyl phthalate)	33,000	三丁基錫(tributyltin)	0.0014





水質	30 天平均限值 (µg/L)	水質	30 天平均限值 (µg/L)
鄰苯二甲酸二甲酯(dimethyl phthalate)	820,000	1,1,1-三氯乙烷(1,1,1-trichloroethane)	540,000

資料來源：State Water Resources Control Board、California Environmental Protection Agency EPA,
Water Quality Control Plan Ocean Waters Of California, 2019.

表 2.2-6 加州保護人類健康-致癌物之水質基準表

水質	30 天平均限值 (µg/L)	水質	30 天平均限值 (µg/L)
丙烯腈(acrylonitrile)	0.1	1,2-二苯肼(1,2-diphenylhydrazine)	0.16
阿特靈(aldrin)	0.000022	鹵甲烷(halomethanes)	130
苯(benzene)	5.9	七氯(heptachlor)	0.00005
聯苯胺(benzidine)	0.000069	七氯環氧化物(heptachlor epoxide)	0.00002
鈹(beryllium)	0.033	六氯苯(hexachlorobenzene)	0.00021
雙(2-氯乙基)醚 (bis(2-chloroethyl) ether)	0.045	六氯丁二烯(hexachlorobutadiene)	14
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (bis(2-ethylhexyl) phthalate)	3.5	六氯乙烷(hexachloroethane)	2.5
四氯化碳(carbon tetrachloride)	0.9	異佛爾酮(isophorone)	730
氯丹(chlordane)	0.000023	N-亞硝基二甲胺(N-nitrosodimethylamine)	7.3
氯二溴甲烷(chlorodibromomethane)	8.6	N-亞硝基二-N-丙胺(N-nitrosodi-N-propylamine)	0.38
氯仿(chloroform)	130	N-亞硝基二苯胺(N-nitrosodiphenylamine)	2.5
滴滴涕(DDT)	0.00017	多環芳香烴(PAHs)	0.0088
1,4-二氯苯(1,4-dichlorobenzene)	18	多氯聯苯(PCBs)	0.000019
3,3'-二氯聯苯胺(3,3'-dichlorobenzidine)	0.0081	戴奧辛(TCDD)	3.9E-09
1,2-二氯乙烷(1,2-dichloroethane)	28	1,1,2,2-四氯乙烷(1,1,2,2-tetrachloroethane)	2.3
1,1-二氯乙烯(1,1-dichloroethylene)	0.9	四氯乙烯(tetrachloroethylene)	2
二氯溴甲烷(dichlorobromomethane)	6.2	毒殺芬(toxaphene)	0.00021
二氯甲烷(dichloromethane)	450	三氯乙烯(trichloroethylene)	27
1,3-二氯丙烯(1,3-dichloropropene)	8.9	1,1,2-三氯乙烷(1,1,2-trichloroethane)	9.4
地特靈(dieldrin)	0.00004	2,4,6-三氯苯酚(2,4,6-trichlorophenol)	0.29
2,4-二硝基甲苯(2,4-dinitrotoluene)	2.6	氯乙烯(vinyl chloride)	36

資料來源：State Water Resources Control Board、California Environmental Protection Agency EPA,
Water Quality Control Plan Ocean Waters Of California, 2019.

五、東南亞國家協會

東南亞國家協會(Association of Southeast Asian Nations, ASEAN)，以下簡稱「東協」，係由印尼、越南、寮國、汶萊、泰國、緬甸、菲律賓、柬埔寨、新加坡、馬來西亞等東南亞十國所組成之政府間國際組織，東南亞沿海海洋資源豐富，為保護海洋水質，東協與澳大利亞國際開發署(AusAID)澳大利亞海洋科學技術有限公司(AMSAT) 合作，提出東協海洋水質基準(ASEAN Marine Water Quality Criteria, AMWQC)，計 17 項管制項目，依保護海洋水生生物及保護人類健康分別制定相關水質基準(如表 2.2-7 所示)。



表 2.2-7 東協海洋水質基準表

分類	水質	單位	水質基準
保護海洋水生生物	氨氮(Ammonia - nitrogen)	µg/L	70
	鎘(Cadmium)	µg/L	10
	六價鉻(Chromium (Hexavalent))	µg/L	50
	銅(Copper)	µg/L	8
	溫度(Temperature)	°C	增加不超過最高環境溫度 2 度。
	氰化物(Cyanide)	µg/L	7
	溶氧(Dissolved oxygen)	mg/L	4
	鉛(Lead)	µg/L	8.5
	汞(Mercury)	µg/L	0.16
	硝酸鹽氮(Nitrate (NO ₃ -N))	µg/L	60
	亞硝酸鹽氮(Nitrite (NO ₂ -N))	µg/L	55
	油脂(Oil and grease)	mg/L	0.14
	總酚(Total phenol)	µg/L	120
	正磷酸鹽(Phosphate (PO ₄ ³⁻ -P))	µg/L	15 (沿海)
		µg/L	45 (河口)
保護人類健康	三丁基錫(Tributyltin)	ng/L	10
	懸浮固體總量(TSS)	-	允許比季節性平均濃度最高增加 10%。
	微生物	-	100 faecal coliform / 100mL 35 enterococci / 100mL

資料來源：Asean Marine Water Quality Management Guidelines and Monitoring Manual.

六、泰國

泰國為東南亞國家協會成員之一，該國依據東協海洋水質基準(ASEAN Marine Water Quality Criteria, AMWQC)，訂定泰國海洋水質標準，將海域區分為六類，分別為 Class I (自然資源保護區)、Class II(珊瑚礁保護區)、Class III(水產養殖區)、Class IV(休憩遊樂區)、Class V(工業或港口區)及 Class VI(沿海居住地區)，如表 2.2-8 所示。

表 2.2-8 泰國海洋環境品質標準

分類	水質	單位	東協海洋水質基準(AMWQC)	泰國海洋環境品質標準					
				Class I (自然資源保護區)	Class II (珊瑚礁保護區)	Class III (水產養殖區)	Class IV (休憩遊樂區)	Class V (工業或港口區)	Class VI (沿海居住地區)
保護海洋水生生物	氨氮 (Ammonia - nitrogen)	µg/L	70	70	70	100	70	70	70
	鎘(Cadmium)	µg/L	10	5	5	5	5	5	5
	六價鉻(Chromium (Hexavalent))	µg/L	50	50	50	50	50	50	50
	銅(Copper)	µg/L	8	8	8	8	8	8	8
	溫度(Temperature)	°C	增加不超過最高環境溫度 2 度。	增加不超過最高環境溫度 1 度。	不能改變	增加不超過最高環境溫度 1 度。	增加不超過最高環境溫度 2 度。	增加不超過最高環境溫度 2 度。	增加不超過最高環境溫度 2 度。
	氰化物(Cyanide)	µg/L	7	7	7	7	7	7	7



分類	水質	單位	東協海洋 水質基準 (AMWQC)	泰國海洋環境品質標準					
				Class I (自然資源 保護區)	Class II (珊瑚礁 保護區)	Class III (水產 養殖區)	Class IV (休憩 遊樂區)	Class V (工業或 港口區)	Class VI (沿海居住 地區)
	溶氧 (Dissolved oxygen)	mg/L	4	4	6	4	4	4	4
	鉛(Lead)	µg/L	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	汞(Mercury)	µg/L	0.16	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	硝酸鹽氮 (Nitrate (NO ₃ -N))	µg/L	60	20	20	60	60	60	60
	亞硝酸鹽氮 (Nitrite (NO ₂ -N))	µg/L	55	-	-	-	-	-	-
	油脂(Oil and grease)	mg/L	0.14	-	-	-	-	-	-
	總酚(Total phenol)	µg/L	120	30	30	30	30	30	30
	正磷酸鹽 (Phosphate (PO ₄ ³⁻ -P))	µg/L	15 (沿海)	15	15	45	15	45	45
		µg/L	45 (河口)						
	三丁基錫(Tributyltin)	µg/L	10 ng/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	懸浮固體總量(TSS)	-	允許比季節性 平均濃度最高 增加 10%。	-	-	-	-	-	-
保護 人類 健康	微生物	total coliform / 100mL	100 faecal coliform / 100mL 35 enterococci / 100mL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

資料來源：Asean Marine Water Quality Management Guidelines and Monitoring Manual.

七、馬來西亞

馬來西亞能源、科技、科學、氣候變化暨環境部制定「馬來西亞海水品質標準」(Malaysia Marine Water Quality Standards, MMWQS)，將海域區分為五類，分別為 Class 1 敏感性海洋棲地、Class 2 漁業海域 (包含海水養殖)、Class 3 工商活動及沿海居住地區放流水排放之海域、Class E 河口地區以及 Class R 休憩遊樂用海域。

(一) Class 1 敏感性海洋棲地包含政府公告及法定保護水域與特定之非政府公告水域，其中政府公告及法定保護水域包含海洋保護區、國家公園、濕地等，而特定之非政府公告水域主要包含珊瑚礁、海草、海龜等生物棲息地。為保護海洋生物棲地，Class 1 海域適用之海水品質標準最為嚴格。

(二) 針對 Class 2 漁業、海水養殖海域制定之海水品質標準，旨在保護海洋生態環境，並考量對於人類食用該區海鮮後的健康影響。

(三) Class 3 海域主要承受人為活動排放之廢水，因此該海域之生態環境可能受到破壞，而 Class 3 海水品質標準旨在保護該區海域生態環境，並促使受影響海域之海水品質提升。

(四) Class E 河口地區水質受到季節及日夜影響變化較大，因此此類海水品質標準



是根據相對不受干擾之三種河口地區水質所建立，其中 Class E1 以沿海平原為代表、Class E2 則為潟湖，而 Class E3 為具複雜支流網之河口地區。因河口地區之水質標準需要長期深入研究，故 Class E 海水水質標準為暫定之標準。

(五) Class R 為休閒遊樂用海域，其水質標準則由馬來西亞衛生部制定。

上述各海域之海水品質標準如表 2.2-9 所示，其中 Class 1~3 及 Class E 之海水品質標準是依據「馬來西亞海水品質標準」(MMWQS)，主要規範：(1)pH、水溫、溶氧等一般水質項目；(2) 汞、鎘等 9 項重金屬；(3) 多環芳香烴(PAHs)等有機物；(4) 糞生大腸桿菌等微生物；並規定各海域不得有海洋廢棄物。此外，另有一附件針對河口地區(Class E1~E3)及農業地區附近的海域，規範其水質之農藥限值，包含草脫淨等 7 項除草劑及加保利等 6 項殺蟲劑。而 Class R 海域之海水品質則依據「國家自然休閒水質標準及監測準則 (海水和淡水)」，規範 pH、水溫、總溶解固體、糞生大腸桿菌等項目。

另將臺灣海域環境品質標準項目及限值與前述各國標準限値之最小值、最大值進行比較，彙整如表 2.2-10 所示。

表 2.2-9 馬來西亞海水品質標準

標準名稱	Malaysia Marine Water Quality Standards (MMWQS)							國家自然休閒水質標準及監測準則 (海水和淡水)	
海域類別	Class 1	Class 2	Class 3	Class E1 (暫定)	Class E2 (暫定)	Class E3 (暫定)	適用於河口(Class E1~E3)及農業地區附近的海域 (附件)	Class R 初級接觸	Class R 次級接觸
溶氧	>6.0	>5.0	>3.0	>5.0	>5.0	>5.0	—	—	
TDS	—	—	—	—	—	—	—	1,000	
TSS	25.0	50.0	100.0	30.0	30.0	30.0	—	—	
磷酸根離子	0.005	0.075	0.670	0.100	0.180	0.180	—	—	
硝酸根離子	0.010	0.060	0.700	0.200	0.570	0.430	—	—	
氨	0.035	0.050	0.320	0.005	0.010	0.010	—	—	
汞	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	—	—	
鎘	0.0005	0.0020	0.0030	0.0010	0.0010	0.0010	—	—	
六價鉻	0.00014	0.01000	0.02000	0.01000	0.01000	0.01000	—	—	
銅	0.0013	0.0029	0.0080	0.0010	0.0010	0.0010	—	—	
氰化物	0.002	0.007	0.014	0.005	0.005	0.005	—	—	
鉛	0.002	0.009	0.012	0.001	0.002	0.002	—	—	
鋅	0.007	0.050	0.100	0.016	0.005	0.005	—	—	
三價砷	0.001	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001	—	—	
鋁	0.027	0.027	0.055	0.027	0.027	0.027	—	—	
三丁基錫 (TBT)	0.000001	0.000010	0.000050	0.000002	0.000002	0.000002	—	—	
多環芳香烴 (PAHs)	0.100	0.200	1.000	0.005	0.005	0.005	—	—	
總酚	0.001	0.010	0.100	0.010	0.010	0.010	—	—	
油脂	0.01	0.14	5.00	1.00	1.00	1.00	—	—	
糞生大腸桿菌 (Count/100 mL)	70	70	70	70	70	70	—	100	1,000
腸球菌 (Count/100 mL)	—						—	35	230
鈎端螺旋體類細菌	—						—	不得檢出	
藍綠藻 (Cells/mL)	—						—	15,000	15,000
溫度 (°C)	溫升不超過當地最大常溫 2°C						—	15-35	
pH	6.5-9.0						—	5.0-9.0	

標準名稱	Malaysia Marine Water Quality Standards (MMWQS)							國家自然休閒水質標準及監測準則 (海水和淡水)	
海域類別	Class 1	Class 2	Class 3	Class E1 (暫定)	Class E2 (暫定)	Class E3 (暫定)	適用於河口(Class E1~E3)及農業地區附近的海域 (附件)	Class R 初級接觸	Class R 次級接觸
海洋廢棄物	不得有海洋廢棄物						—	—	
草脫淨	—						0.01	—	
本達隆	—						5	—	
2,4-地 (2,4-D)	—						0.2	—	
2,4-地酯 (2,4-D ester)	—						0.01	—	
達有龍	—						0.0002	—	
莫多草	—						0.00002	—	
巴拉刈	—						0.0005	—	
加保利	—						0.0057	—	
陶斯松	—						0.000011	—	
二氯松	—						0.0006	—	
大滅松	—						0.001	—	
馬拉松	—						0.0005	—	
亞培松	—						0.0000004	—	

註：溫度單位為℃，pH 無單位，糞生大腸桿菌及腸球菌單位為 Count/100 mL，藍綠藻單位為 Cells/mL，其餘水質項目單位為 mg/L。

資料來源：

1. Ministry of Energy, Science, Technology, Environment & Climate Change, Department of Environment, Malaysia, Malaysia Marine Water Quality Standards (MMWQS).
2. Ministry of Health, Malaysia, Standard Kebangsaan Kualiti Air Rekreasi Semulajadi dan Garispabduan bagi Pemantauan Air Rekreasi Semulajadi (Air Marin & Air Tawar).

表 2.2-10 臺灣海洋環境品質標準與各國標準之比較

海洋環境品質標準項目	臺灣		中國		日本		美國		東協		泰國		馬來西亞		各國（左列 6 國或組織）
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	
氫離子濃度指數 (pH)	7	8.5	6.8	8.8	—	—	6.5	8.5	—	—	—	—	6.5	9	6.5~9
溶氧量 (mg/L)	2.0 以上	5.0 以上	>3	>6	—	—	—	—	4	4	4	4	>3.0	>6.0	>3
生化需氧量 (mg/L)	2 以下	6 以下	1	5	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1~20
大腸桿菌群 (CFU / 100 mL)	1000 個以下	1000 個以下	700	10000	10000	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	700~10000
氨氮 (mg/L)	0.3	0.3	—	—	0.3	—	—	—	0.07	0.07	0.07	0.1	—	—	0.07~0.3
總磷 (mg/L)	0.05	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
氰化物 (mg/L)	0.01	0.02	0.005	0.2	0.5	0.5	—	—	0.007	0.007	0.007	0.007	0.002	0.14	0.002~0.5
酚類 (mg/L)	0.005	0.005	—	—	0.002	0.002	—	—	0.12	0.12	0.03	0.03	0.001	0.1	0.002~0.12
礦物性油脂 (mg/L)	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鎘 (μg/L)	5	5	1	1	1	10	3.3	7.9	10	10	5	5	0.5	3	0.5~10
鉛 (μg/L)	10	10	1	5	5	50	5.6	140	8.5	8.5	8.5	8.5	1	12	1~140
六價鉻 (μg/L)	50	50	5	50	5	5	50	110	50	50	50	50	0.14	20	0.14~110
砷 (μg/L)	50	50	20	50	12	12	3.6	6.9	—	—	—	—	—	—	3.6~50
汞 (μg/L)	1	1	0.05	1	1	3	0.91	1.8	0.16	0.16	0.1	0.1	0.04	0.04	0.04~3
硒 (μg/L)	10	10	10	50	—	—	71	290	—	—	—	—	—	—	10~290
銅 (μg/L)	30	30	5	50	8	50	3.1	4.8	8	8	8	8	1	8	1~50
鋅 (μg/L)	500	500	20	500	50	100	81	90	—	—	—	—	5	100	5~500
錳 (μg/L)	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
銀 (μg/L)	50	50	—	—	—	—	1.9	1.9	—	—	—	—	—	—	1.9

海洋環境品質標準項目	臺灣		中國		日本		美國		東協		泰國		馬來西亞		各國（左列 6 國或組織）
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	
鎳 (μg/L)	100	100	5	50	50	50	7.4	8.2	—	—	—	—	—	—	5~50
四氯化碳 (μg/L)	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,2 二氯乙烷 (μg/L)	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二氯甲烷 (μg/L)	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
甲苯 (μg/L)	700	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1,1-三氯乙烷 (μg/L)	1000	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
三氯乙烯 (μg/L)	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
苯 (μg/L)	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
有機磷劑（巴拉松、大利松、達馬松、亞素靈、一品松、陶斯松）及氨基甲酸鹽（滅必蟲、加保扶、納乃得）之總量 (μg/L)	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
安特靈 (μg/L)	0.2	0.2	—	—	—	—	0.0023	0.037	—	—	—	—	—	—	0.0023~0.037
靈丹 (μg/L)	4	4	0.001	0.005	—	—	0.16	0.16	—	—	—	—	—	—	0.001~0.16
毒殺芬 (μg/L)	5	5	—	—	—	—	0.002	0.21	—	—	—	—	—	—	0.002~0.21
安殺番 (μg/L)	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
飛佈達及其衍生物 (Heptachlor, Heptachlor epoxide) (μg/L)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
滴滴涕及其衍生物 (DDT,DDD,DDE) (μg/L)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

海洋環境品質標準項目	臺灣		中國		日本		美國		東協		泰國		馬來西亞		各國（左列 6 國或組織）
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	
阿特靈、地特靈 (µg/L)	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
五氯酚及其鹽類 (µg/L)	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
除草劑（丁基拉草、巴拉刈、2、4-地） (µg/L)	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
油脂 (mg/L)	—	—	—	—	5	5	—	—	0.14	0.14	0.14	0.14	0.01	5	0.01~5
馬拉松 (µg/L)	—	—	0.5	1	—	—	0.1	0.1	—	—	—	—	0.5	0.5	0.1~0.5
甲基巴拉松 (µg/L)	—	—	0.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5~1
殺蟲劑 (µg/L)	—	—	—	—	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	10
2、4-地 (µg/L)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	200	200
巴拉刈 (µg/L)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5	0.5
陶斯松 (µg/L)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.011	0.011	0.011

註：

1. 美國在保護海水中生物之水質標準(National Recommended Water Quality Criteria-Aquatic Life Criteria Table)係採用海水中生物之慢性(81 µg/L)與急性(90 µg/L)門檻值，而加州保護海洋水生生物之水質基準表 6 個月中位數為 20 µg/L；瞬間最大值則為 200 µg/L。
2. 本計畫彙整。

2.2.2 媒體關注海域品質議題

近年來，全球海域因人類工商業活動蓬勃發展，除海上活動可能直接對海域造成污染，陸上活動之污染亦可能隨河川進入海洋，甚至排放至大氣的空污氣體亦可能溶於海水中，破壞原有平衡，故近年來國內外日益重視防曬乳、有機錫、離岸風電鉛離子監測、海域底質監測、海洋酸化等經由人為活動直接影響海域水質之海洋污染議題，以及重金屬污染、環境荷爾蒙、持久性有機污染物、全氟碳化合物及塑膠微粒等透過河川可能進入海洋之污染物及國際公約關注之污染物等議題。此外，海底火山噴發所產生之浮石議題亦受到關注，茲分述說明如下。茲分述說明如下。

一、經由人為活動直接影響海域水質之海洋污染議題

(一) 防曬乳

化學防曬的有效成分很多種，這些物質通常具有含羰基(carbonyl groups)共軛(conjugated)結構的芳香烴(Aromatic)分子，分子結構的不同造成其對不同波長範圍的紫外線有選擇性之吸收作用。目前市面上常見的化學防曬劑如肉桂酸鹽類(Cinnamates)、對胺基苯甲酸鹽類 (Para aminobenzoic acid)、苯甲酮類(Benzophenones)、水楊酸酯類(Salicylates)、辛環烯烷(Octylcrene)及其他具紫外線吸收效果的成分。

研究指出全球暖化為珊瑚白化主因之一，適合珊瑚生長的水溫範圍是 20~28°C，若水溫低於 18°C 或高於 30°C，將使得大多數珊瑚會排出體內的共生藻，形成白化現象，甚至逐漸死亡。美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)珊瑚礁觀測系統以衛星監測全球的海水表面溫度，並標示水溫較高可能導致珊瑚白化的海域；自 109 年 7 月中至 8 月初，臺灣南部海域表層水溫已達 NOAA 珊瑚白化警示最嚴重的紅色警報二級條件，且熱累積也罕見地向北延伸至臺灣東北部海域，於東北角、宜蘭，已發展到紅色第一級。人為污染為珊瑚白化另一主因，人類發展活動所造成的陸地與海洋污染也為珊瑚帶來很沉重的壓力，如農業殺蟲劑、工業廢水、生活污水或大家日常普遍使用的防曬用品等，這些污染物一旦進入水道與沿海生態系統，都將扼殺珊瑚與其他底棲生物、降低蟲黃藻光合作用的能力，進而減緩珊瑚的生長。根據國際珊瑚礁協會的資料顯示，每年約有 1.4 萬公噸的防曬乳流入海洋，其中所含的化學成分，可能使高達 75%的珊瑚礁受到生命威脅，為了讓人類重視海洋保育，聯合國將每年的 6 月 8 日定為「世界海洋日」。

Downs et al. (2016) 研究發現二苯甲酮-3 (benzophenone-3, BP-3) 對珊瑚動物細胞及其浮

游幼體具有明顯急毒性及基因毒性，毒性取決於光照，且因珊瑚種類而異。其效應為造成珊瑚幼體發育畸形（基因毒性），而珊瑚幼蟲暴露在 BP-3 中，四小時內纖毛運動開始減少，並從長條狀變形為露珠狀；暴露於高濃度劑量下 (228 µg/L) 則有明顯漂白的現象；若暴露於任何濃度中達八小時，則珊瑚幼蟲本身的表皮層會由透明轉為白色。該研究亦監控同一個海域的不同港灣，例如維京群島的象鼻灣 (Trunk Bay) 與坎尼灣 (Caneel Bay)，結果顯示人類活動密集度較低的坎尼灣海水幾乎檢測不到 BP-3，因此推論人類密集的海域活動會將防曬乳成分帶入海中，且其濃度可能影響珊瑚生存環境。本研究亦顯示二苯甲酮-3 對珊瑚具有多重的傷害，而且不易直接被觀察出來。這些傷害可造成珊瑚直接死亡以及新生珊瑚株補充量下降，可能導致海域珊瑚生長覆蓋率減少。為掌握流布現況，本計畫辦理海域水質二苯甲酮調查，分析結果詳見第七章。

(二) 有機錫

有機錫係指錫(Sn)與碳結合形成的有機錫化合物(Organotin Compounds, OTCs)，由錫以共價鍵鍵結有機官能基所形成，有機官能基包含烷基 (Alkyl Group) 或芳香基 (Aryl Group)，常見者如苯基 (Phenyl-)、丁基 (Butyl) 與丙基 (Propyl) 等，而官能基數則從 1 至 4 不等。有機錫是人工製造的化合物，在 1930 年首度被合成，用途廣泛，例如作為船舶和箱網之防污漆塗料、聚氯乙烯(PVC)塑膠的熱安定劑、農業用殺蟲劑或殺螺劑、木材及獸皮之防腐劑、紡織品聚合物等。有機錫化合物長期應用在工商業及農業用途，在相關產品製造、使用或廢棄過程中，有機錫可能會進入生態環境造成污染，例如海域有機錫污染主要來自船舶防污漆之溶出，而有機錫亦可能隨著農藥使用而殘留累積在農地中，並隨雨水逕流進入河川；工商業應用部分則如 PVC 製程中添加有機錫作為安定劑或防蟎抗菌之民生用品製造使用時，隨工廠或民生廢水排放流入河川。有機錫在自然環境中，可經由光、化學或微生物而降解，最終可能轉化為毒性較低之無機錫離子，如三丁基錫 (Tributyltin, TBT)在有氧環境下，經過三個月便會降解，但在厭氧土壤中則需二年以上才會降解，因此會累積在環境中。

相關研究發現，有機錫化合物若進入生物體內，可能會抑制生長、發育及引起雄化等不良影響，如二丁基錫(Dibutyltin, DBT)、TBT 可能會影響動物之免疫系統；三甲基錫、三乙基錫化合物則會干擾腦及神經系統運作方式，而齧齒類動物於懷孕期間暴露於某些有機錫中會導致新生兒先天缺陷。TBT 為一種環境荷爾蒙，會引起螺類、蝸牛等生物雌體雄化，影響物種繁殖，進而衝擊生態系；亦有研究顯示小鼠於妊娠期、哺乳期及後哺乳期暴露於 TBT 會對雌鼠性特徵發育有所影響。另三苯醋錫(Tri(phenyl)stannyl acetate, TPTA)與三苯羥錫

(Triphenyltin hydroxide, TPTH)具有致畸胎性，臺灣早年曾為解決外來物種福壽螺的危害，採用 TPTA 對福壽螺進行毒殺，雖效果顯著，然而其毒性強，嚴重衝擊農作生態系。

此外，臺灣學者亦發現在一定濃度之有機錫影響下，會使珊瑚礁群之共生藻密度降低甚至消失，導致珊瑚白化現象，亦會影響珊瑚的生殖能力，或進而導致珊瑚死亡，因此有機錫對海洋生態的威脅不容小覷。為掌握流布現況，本計畫辦理海域水質有機錫調查，分析結果詳見第七章。

(三) 離岸風電鉛離子監測

全球面對溫室氣體排放造成的氣候變遷，以及自主性能源(原油、煤礦)耗竭，各國皆積極尋求風力發電、地熱發電等替代性能源，冀能與火力發電、核能發電兩大主要發電方式併用，俾利調度能源使用。替代性能源中以風力發電發展最為迅速成熟，根據世界風能協會(Global Wind Energy Council, GWEC)發布的「2018 全球風能市場報告」，2018 年陸域及離岸風電共新增 51.3 GW (十億瓦)裝置容量，其中離岸風電新增裝置容量約為 4,496MW (百萬瓦)，佔新增裝置容量 4.5%，與歷年相比，離岸風電貢獻之裝置容量呈現穩定上升之趨勢。截至 2018 年，離岸風電裝置容量以德國、中國及英國為主。台灣能源資源多仰賴進口，若能以地理位置優勢發展替代性能源產業，除可減少對進口能源之依存度，同時可扶植國內能源相關產業，更能對全球環境變遷有所貢獻。臺灣位於季風氣候帶，根據國內風力潛能分布模擬結果，臺灣西部沿海於 80 m 高之年平均風速約達 5~6 m/s 以上；風能密度約可達到 750~850 W/m²，為臺灣發展風力發電提供有利條件；但臺灣四面環海，陸域面積受限，以離岸風電為較適合之推動方向。我國離岸風電採「先示範、次潛力、後區塊」3 階段之發展策略。行政院經濟部於 2012 年核定「千架海陸風力機」計畫，並於 2015 年 7 月 3 日，公告「離岸風力發電場址規劃作業要點」，公布 36 個離岸風機開發潛力場址。2017 年完成首批 2 部示範機組(8MW 商轉)；截至目前已完成 14 個場址的容量分配作業，預計 2025 年前有 5.7 GW 的裝置容量商轉。

海水具溫度高、鹽類濃度高等特性，使得離岸風機基樁與金屬構件腐蝕成為離岸風電應用首要面對之課題。實務上常以「陰極防蝕」、「防腐塗層法」等工法減緩離岸風機機體腐蝕速率，延長機具使用年限，「陰極防蝕」主要藉由在機具金屬表面以氧化還原電位差較大的不同金屬建構可形成保護電流的化學環境，藉由局部發生氧化還原反應，減少機具因氧化還原而腐蝕的電化學反應發生；「防腐塗層法」則以陰極防蝕搭配特殊塗層，減緩腐蝕速率，常用塗料有「環氧樹脂」及「聚氨酯」。「陰極防蝕」、「防腐塗層法」的選擇主要取決於風機架設位置與成本。

「陰極防蝕」技術依電化學反應中的陽極種類可分為「犧牲陽極法」與「外加電流法」。

「犧牲陽極法」以氧化還原電位低的金屬如鋁、鋅為陽極，機具(鋼體)表面為陰極，配合導線形成一封閉迴路，藉由迴路中形成的保護電流，降低鋼體表面與海水中其他物質進行氧化還原反應之速率，進一步達到防蝕的目的；「外加電流法」與「犧牲陽極法」之原理相似，同樣利用保護電流防蝕，惟「外加電流法」以整流器提供電子，陰極金屬僅為輔助陽極的角色。

「陰極防蝕」廣泛應用於離岸風機防蝕，而近年來則有研究開始關注防蝕過程犧牲陽極對海洋生態之衝擊，因為防蝕過程勢必有金屬溶出。相關研究顯示「外加電流法」溶解的物質是鋁合金犧牲陽極防蝕法的三百萬分之一，Mao et al. (2011)發現在海水中放置鋁合金犧牲陽極可提高貽貝消化腺體的鋁濃度最高至 1,700 mg/kg d.w. (未放置鋁合金犧牲陽極時最高至 379 mg/kg d.w.)，但隨著實驗後期海水中鋁濃度降低，無論有無放置鋁合金犧牲陽極，貽貝消化腺體的鋁濃度皆降低至 232~340 mg/kg d.w.。

鋁相對於其他砷、鎘、鉻、汞、鉛等重金屬，生物毒性低且海水中鋁的濃度變化小，目前僅馬來西亞海水品質標準有管制鋁，其他各國法規針對海水鋁濃度未有相關管制標準；此外，鋁在 pH<5 的狀態下，才可能以溶解態為系統中的優勢物種，然一般海水 pH>8，因此評估海域鋁濃度時，海域底質鋁含量可能更具指標意義。

(四) 海洋酸化

海洋酸化為探討海洋變遷之議題之一，乃因二氧化碳除為溫室氣體，亦是酸性氣體，人類活動排放至大氣中的二氧化碳，約 1/2 存留於大氣，1/4 被植物吸收，另外 1/4 到 1/3 則由海洋吸收調節。然而人類工業活動發展使大氣中二氧化碳濃度快速增加，溶於海洋的二氧化碳量亦越來越多，而水中二氧化碳會以碳酸系統的型態變化，除使海水 pH 由弱鹼性偏向中性，亦間接使水中碳酸鈣飽和度降低，對海洋生物造成巨大影響，例如珊瑚藻類無法共生、有殼類的外殼變質或破損、耐酸性生物大量生長破壞生態平衡等。

根據我國 2014 年至 2018 年海域水質監測顯示，部分測站海水 pH 值降低原因之一為工業廢水排放，相關說明簡述如下。

1. 雲林沿海海域各測站 pH 監測，皆符合海洋環境品質標準 7.5 至 8.5(如圖 2.2-1 所示)，惟「六輕沿海二」相較其他測站略顯不穩定，呈現有幅度變化之趨勢，最大值為 8.2，最小值為 7.6，平均值值為 8.0。
2. 高屏溪口沿海海域各測站 pH 監測(如圖 2.2-2 所示)，以「東港溪出海口」、「高屏溪出海口」及「高屏溪東港溪之間-1」等三個測站略顯不穩定。



- A. 東港溪出海口：最大值為 8.2，最小值為 7.2，平均值為 7.9。
- B. 高屏溪出海口：最大值為 8.2，最小值為 7.9，平均值為 8.1。
- C. 高屏溪東港溪之間-1：最大值為 8.3，最小值為 7.8，平均值為 8.1。
3. 另經查陸源排放如河川水、事業廢水，皆可能為影響沿岸海域水體 pH 值之因素(河川水 pH 值監測範圍結果多介於 7.0~8.3)。

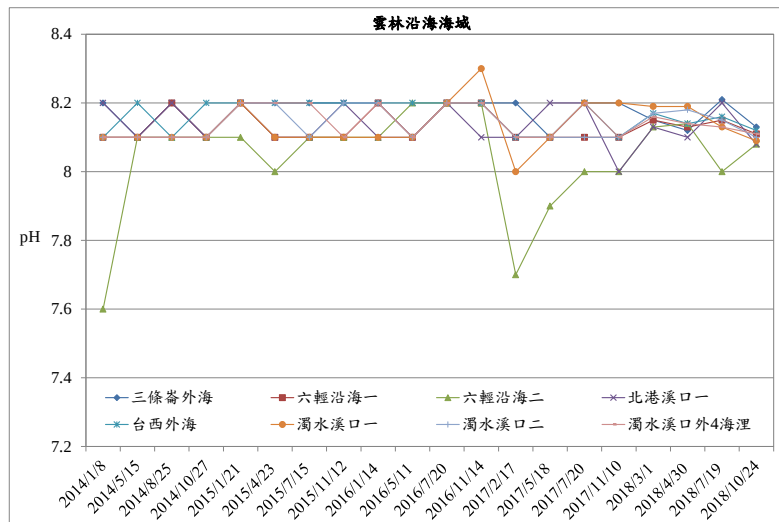


圖 2.2-1 雲林沿海海域 pH 作圖(2014-2018 年)

註：本計畫繪製。

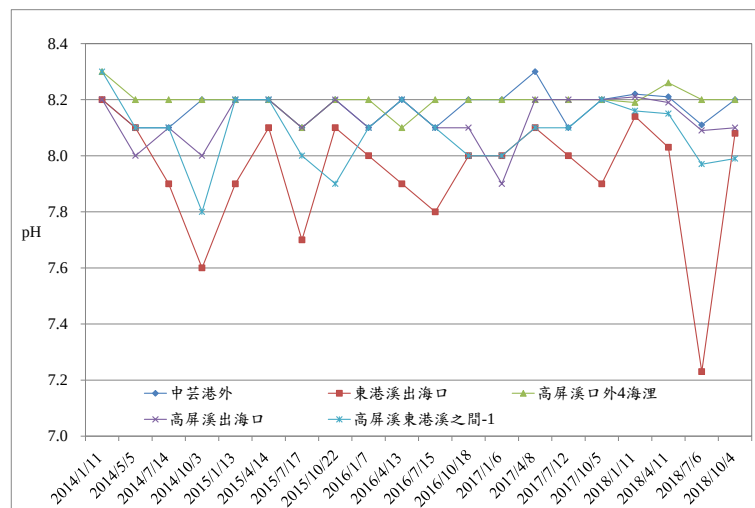


圖 2.2-2 高屏溪口沿海海域 pH 作圖(2014-2018 年)

註：本計畫繪製。

二、透過河川可能進入海洋之污染物及國際公約關注之污染物議題

國內河川既有監測項目如含氮物質及重金屬等，係屬透過河川可能進入海洋之污染物，另近年來國際公約管制或關注環境荷爾蒙、持久性有機污染物、全氟碳化合物及塑膠微粒等新興污染物，因污染物本身特性或其存在於河川等環境水體之濃度較低，不易藉由一般廢水處理程序或生物降解作用去除，故這些污染物可能經由河川進入海洋，造成污染風險。

(一) 重金屬污染

海洋重金屬天然來源可能為地殼岩石風化、火山噴發或陸地水土流失，再透過大氣或河流將重金屬帶入海洋，然人類活動會加速重金屬進入海洋之速度，如工業排放含重金屬廢水、礦業開採廢棄物、含重金屬農藥之投放、燃油或煤所釋放之廢氣等皆含有重金屬，最後亦會經大氣作用或水循環而進入海洋。常見的海洋重金屬污染元素包含汞、鎘、鉛、鋅、鉻、銅等，經過物理、化學或生物遷移可能使污染擴散，或是與無機物或有機物形成配位化合物而增加溶解度，亦可能通過食物鏈累積於高階營養生物體內，或是生物代謝後形成毒性更高之物質，例如汞被微生物代謝形成毒性極高之甲基汞。

(二) 全氟碳化合物和有機錫以外之環境荷爾蒙或持久性有機污染物

環境荷爾蒙，又稱內分泌干擾物質，其化學結構與荷爾蒙相似，故會干擾生物體內正常的內分泌作用，影響生物生長、發育或行為，目前已知有多達 70 種化學物質被列為環境荷爾蒙，包括殺蟲劑(如 DDT)、工業產品(如多氯聯苯)、塑化劑(如鄰苯二甲酸類)、金屬污染物(如甲基汞、鉛)、其他化學副產物(如戴奧辛)等，其中又以持久性有機污染物為環境荷爾蒙中影響最大之種類，「斯德哥爾摩公約」截至 108 年列管共 30 項持久性有機污染物。人類的日常生活用品，如殺蟲劑、除草劑、塑化劑、化妝品、醫藥、防火材料等，常含有環境荷爾蒙成分，可能以口服攝取或塗抹在皮膚上，再藉由進入海域活動、尿液排放、沖洗身體等途徑進入海洋環境中。環境荷爾蒙於環境中雖多為微量，但低劑量即可能使水中生物型態改變，再藉由生物累積作用，對高階營養生物造成更大影響。

(三) 全氟碳化合物

全氟碳化合物(Perfluorocarbons, PFCs)同時具有疏水性和疏脂性等特殊化學性質，並包含一個最強的化學鍵(C-F)，為表面處理的理想化學品，係自 1960 年起廣泛應用於工商業，包含上百種化合物，其中以全氟辛酸(perfluorooctanoic acid, PFOA)和全氟辛烷磺酸(perfluorooctyl sulfonate, PFOS)近年備受重視。依據美國州際技術和法規委員會(The Interstate Technology and Regulatory Council, ITRC)(2017)及 POPs 公約秘書處出版之 PFOS 及其相關化學品使用的最佳可行技術與最佳環境實踐指南(2017)研究顯示，PFOS 和 PFOA

等全氟碳化合物可能潛在之應用事業及用途包含如紡織/皮、革紙製品、金屬電鍍和蝕刻、電線製造、工業表面活性劑、樹脂、模具、塑料及半導體業微影等。

台灣目前並無全氟碳化合物製造廠商，事業使用之化學品均為進口，且多以混合物方式添加於各類化學品，依「公告列管毒性化學物質得使用用途一覽表」及附表「公告列管毒性化學物質禁止運作事項一覽表」規定，PFOS 仍可使用於半導體光阻劑和防反射塗層或化合物半導體蝕刻劑等用途，PFOA 部分則無禁限用規定，國內產業公會配合國際管理趨勢，多屬廠家已自主性淘汰含氟光阻劑；此外，全氟碳化合物亦可應用於布料等紡織品之防水、防油和抗污。當全氟碳化合物隨科技廢液進入河川或海洋環境中，會於生物體中累積，將會對高階營養生物造成更大影響。

(四) 塑膠微粒

根據美國海洋暨大氣總署塑膠微粒定義係為小於 5 mm 之塑膠顆粒，可分為初級與次級兩種來源，初級係指一開始就被製成微小顆粒的塑膠產品，常見於含有柔珠的美妝產品；次級則是未分解完全之塑膠碎片，可能來自於工業活動排放或是設於岸邊的掩埋場遭到沖刷，使塑膠微粒進入海洋。黑潮海洋文教基金會 107 年調查顯示，我國沿海 51 個檢測點都有發現塑膠微粒，每立方公尺的海水中所含塑膠微粒濃度範圍為 0.016 個到 64.12 個。塑膠微粒因具親油性，易與海中環境荷爾蒙或戴奧辛結合，塑膠微粒被海中浮游生物攝食後，因難以被消化，塑膠微粒所含之環境荷爾蒙亦會累積於食物鏈，影響生物生殖能力或生理機能。

三、浮石

火山浮石係為火山噴發後產生之碎屑岩體，主成分為二氧化矽。隨噴發岩漿化學性質不同，火山浮石亦含有微量重金屬元素如鐵、錳。火山浮石岩體佈滿氣孔，氣孔體積占岩體體積可高達 70%，因此常漂浮於水中。關於火山浮石對海域環境之影響，目前多著重於對海洋生物的影響，如可作為海洋生物附著生長及遷徙的媒介物，或海洋生物誤食浮石恐影響生態等，或是船舶引擎易捲入浮石而損壞，對漁業及經濟活動造成影響；而尚未有研究顯示火山浮石成分會溶於海水，影響海域水質。另海保署於 110 年 12 月監測綠島外海與美麗灣沙灘水質，檢測結果顯示 pH 值、溶氧、懸浮固體等水質指標均符合甲類海域水體分類標準，重金屬鎳與錳亦符合環境海域品質標準，表示海域水質未受浮石所影響。

2.2.3 海洋環境品質標準項目優先清單建立

本計畫彙整國內外海洋環境品質標準項目與海洋污染議題關注項目，總計 156 項 (如表 2.2-11 所示)，並排除我國海洋環境品質標準項目及國內已禁止運作之毒性化學物質，據以建立海洋環境品質標準項目優先清單 (共計 103 項) (如表 2.2-13 所示)。茲將優先清單建立流程說明如下：

一、綜整國內外海洋環境品質標準項目(含臺灣、中國大陸、日本、美國、加州、東南亞國家協會、泰國及馬來西亞)。

(一) 各國水質管制項目數分別為臺灣 37 項、中國大陸 35 項、日本 33 項、美國 31 項、加州 81 項、東南亞國家協會 17 項、泰國 14 項及馬來西亞 36 項。

(二) 各國或單位皆有管制的項目包括重金屬 鎘 (Cadmium)、六價鉻 (Chromium (Hexavalent))、銅 (Copper)、鉛 (Lead)、汞 (Mercury) 及一般項目的氰化物 (Cyanide) 項目等，其餘項目則依各國管制狀況而有所差異。

二、綜整海洋污染議題關注項目，包含經由人為活動直接影響海域水質之海洋污染議題、透過河川可能進入海洋之污染物及國際公約關注之污染物等議題。

(一) 經由人為活動直接影響海域水質之海洋污染議題：

1. 防曬乳：二苯甲酮-3 (benzophenone-3, BP-3)、二苯甲酮 (Benzophenone, BP) 和甲氧基肉桂酸辛酯 (Octyl methoxycinnamate) 為現今防曬化妝品中主要添加成分之一，研究顯示其對珊瑚或其他海洋生物具不良影響，建議將其納入海洋環境品質標準項目優先清單。
2. 有機錫：有機錫主要用途可作為船舶底部和漁具阻抗海洋生物附著之塗料，研究顯示有機錫使珊瑚礁群之共生藻密度降低甚至消失，導致珊瑚白化現象，亦會影響珊瑚的生殖能力，或進而導致珊瑚死亡，因此有機錫對海洋生態的威脅不容小覷，其中三丁基錫 (Tributyltin, TBT) 亦屬環境賀爾蒙，建議將其納入海洋環境品質標準項目優先清單。

(二) 透過河川可能進入海洋之污染物及國際公約關注之污染物等議題：包含國內河川既有監測項目如含氮物質及重金屬等，以及近年來國際公約管制或關注環境荷爾蒙、持久性有機污染物、全氟碳化合物及塑膠微粒等新興污染物。

1. 重金屬污染：常見海洋重金屬污染元素包含汞、鎘、鉛、鋅、鉻、銅等，其中汞、鎘、鉛、鋅及銅已屬我國海洋環境品質標準項目，另有管制六價鉻，建議



將總銻納入海洋環境品質標準項目優先清單。

2. 環境荷爾蒙：依據國際關注趨勢，我國特制定「環境荷爾蒙管理計畫」，以管理國內環境荷爾蒙物質運作情形。近年來針對河川等環境水體，環保機關持續補充調查新興污染物，其中即包含鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯等塑化劑、壬基酚、雙酚 A 等環境荷爾蒙。
3. 持久性有機污染物：持久性有機污染物(Persistent organic pollutants, POPs)因兼具高毒性、生物累積性、長距離遷移及在環境中難以分解之特性，可能藉由食物鏈危害人體，故引起世界各國重視，聯合國遂制定持久性有機污染物斯德哥爾摩公約。我國配合國際公約內容，亦已公告列管持久性有機污染物。

(1) 針對 POPs 分批次列管如下。

- 首批列管 12 種：包含阿特靈、地特靈、可氣丹、安特靈、滴滴涕、滅蟻樂、六氯苯、飛佈達、毒殺芬、多氯聯苯、戴奧辛及呋喃。
- 第 2 批列管 9 種：包含靈丹、 α -六氯環己烷、 β -六氯環己烷、十氯酮、五氯苯、六溴聯苯、六溴及七溴二苯醚、四溴及五溴二苯醚及全氟辛烷磺酸。
- 第 3 批列管 1 種：安殺番。
- 第 4 批列管 1 種：六溴環十二烷。
- 第 5 批列管 3 種：氯化萘、六氯-1,3 丁二烯、五氯酚及其鹽、酯類。
- 第 6 批列管 2 種：包含十溴二苯醚、短鏈氯化石蠟。

- (2) 其中飛佈達、滴滴涕、阿特靈、地特靈、安特靈、毒殺芬、安殺番、靈丹、五氯酚及其鹽類已為現行海域環境分類及海洋環境品質標準管制項目，建議將其餘持久性有機污染物納入海洋環境品質標準項目優先清單。

表 2.2-11 國內外海洋環境品質管制及海洋關注議題項目

分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家 協會	泰國	馬來 西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
綜合 指標	1	pH	V	V	V	V				V			
	2	溫度(Temperature)		V	V			V	V	V			
	3	溶氧(Dissolved oxygen)	V	V				V	V	V			
	4	總溶解固體(TDS)								V			
	5	懸浮固體總量(TSS)		V	V			V		V			



分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家協會	泰國	馬來西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
	6	化學需氧量(COD)		V									
	7	生化需氧量(BOD ₅)	V	V	V								
	8	油脂(Oil and Grease)	V		V					V			
	9	濁度			V								
	10	漂浮物質		V									
	11	臭味		V	V								
	12	界面活性劑		V	V								
	13	透明度			V								
	14	硫化物(以 S 計)		V	V	V							
	15	氰化物(Cyanide)	V	V	V	V	V	V	V	V			
	16	氯氣 (Chlorine)				V							
	17	總餘氯(Total Chlorine Residual)					V						
	18	總磷(Total Phosphate)	V										
	19	正磷酸鹽(Phosphate (PO ₄ ³⁻ -P))		V	V			V	V	V			
	20	總酚(Total phenol)						V	V	V			
	21	酚類化合物(非氯化物) (Phenolic Compounds (non-chlorinated))	V		V		V						
含氮物質	22	無機氮(以 N 計)		V									
	23	非離子氮(以 N 計)		V									
	24	氨氮(Ammonia - nitrogen)	V		V		V	V	V	V			
	25	硝酸鹽氮(Nitrate (NO ₃ -N))			V			V	V	V			
	26	亞硝酸鹽氮(Nitrite (NO ₂ -N))						V					
重金屬	27	砷(Arsenic)	V	V	V	V	V			V			
	28	鎘(Cadmium)	V	V	V	V	V	V	V	V		V	
	29	三價鉻 (Chromium (III))					V						
	30	六價鉻(Chromium (Hexavalent))	V	V	V	V	V	V	V	V			
	31	總鉻(Chromium)		V								V	
	32	銅(Copper)	V	V	V	V	V	V	V	V		V	
	33	鉛(Lead)	V	V	V	V	V	V	V	V		V	
	34	總汞(Mercury)	V	V	V	V	V	V	V	V		V	
	35	鎳(Nickel)	V	V	V	V	V						
	36	硒(Selenium)	V	V		V	V						
	37	銀(Silver)	V			V	V						
	38	鋅(Zinc)	V	V	V	V	V			V		V	
	39	錳(Manganese)	V										



分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家協會	泰國	馬來西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
	40	鋁(Aluminum)								V			
	41	鈹(beryllium)					V						
	42	銻(Antimony)					V						
	43	鉍(Thallium)					V						
生物性 指標	44	糞便大腸菌(Faecal coliform)		V				V		V			
	45	腸球菌(Enterococci)						V		V			
	46	大腸菌群(Total Coliform)	V	V	V				V				
	47	病原體		V	V								
	48	浮游生物			V								
	49	鉤端螺旋體類細菌								V			
	50	藍綠藻								V			
毒性 指標	51	急毒性(Acute Toxicity)					V						
	52	慢毒性(Chronic Toxicity)					V						
農藥	53	有機磷劑(巴拉松、大 利松、達馬松、亞素靈、一 品松、陶斯松)及氨基甲酸 鹽(滅必蟲、加保扶、納 乃得)之總量	V			V				V			
	54	安特靈	V				V						V
	55	靈丹(Lindane)	V	V		V							V
	56	毒殺芬(Toxaphene)	V			V	V						V
	57	安殺番	V			V							V
	58	飛佈達及其衍生物 (Heptachlor, Heptachlor epoxide)	V			V							V
	59	滴滴涕及其衍生物 (DDT,DDD,DDE)	V	V	V	V	V						V
	60	阿特靈、地特靈	V			V	V			V			V
	61	五氯酚及其鹽類	V										V
	62	除草劑 (丁基拉草、巴拉刈、 2、4-地)	V							V			
	63	馬拉松		V		V							
	64	可氣丹				V	V						V
	65	草脫淨								V			
	66	本達隆								V			
	67	達有龍								V			
	68	莫多草								V			
	69	加保利				V				V			
	70	二氯松								V			
	71	大滅松								V			

分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家 協會	泰國	馬來西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
	72	亞培松								V			
	73	甲基巴拉松		V									
	74	內吸磷 (Demeton)				V							
	75	谷速松				V							
	76	滅蟻樂				V							V
	77	殺蟲劑			V								
	78	硫丹(Endosulfan)					V						
有機 污染物	79	苯并(a)芘		V									
	80	1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobenzene)					V						
	81	3,3'-二氯聯苯胺(3,3'-Dichlorobenzidine)					V						
	82	1,2-二氯乙烷(1,2-Dichloroethane)	V				V						
	83	1,1-二氯乙烯(1,1-Dichloroethylene)					V						
	84	二氯溴甲烷 (Dichlorobromomethane)					V						
	85	二氯甲烷(Dichloromethane)	V				V						
	86	1,3-二氯丙烯(1,3-Dichloropropene)					V						
	87	2,4-二硝基甲苯(2,4-Dinitrotoluene)					V						
	88	1,2-二苯肼(1,2-Diphenylhydrazine) (1,2-二苯基聯胺)					V						
	89	鹵甲烷(Halomethanes)					V						
	90	七氯(Heptachlor)					V						
	91	七氯環氧化物(Heptachlor Epoxide)					V						
	92	六氯苯(Hexachlorobenzene)					V						V
	93	六氯丁二烯 (Hexachlorobutadiene)					V						V
	94	六氯乙烷 (Hexachloroethane)					V						
	95	異佛爾酮(Isophorone)					V						
	96	N-亞硝基二甲胺 (N-nitrosodimethylamine)					V						
	97	N-亞硝基二-N-丙胺 (N-nitrosodi-N-propylamine)					V						
	98	N-亞硝基二苯胺 (N-nitrosodiphenylamine)					V						
	99	多氯聯苯(PCBs)			V	V	V						V

分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家 協會	泰國	馬來西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
	100	戴奧辛(TCDD) (2,3,7,8-TCDD (四氯雙苯戴 奧辛))					V						V
	101	1,1,2,2-四氯乙烷 (1,1,2,2-Tetrachloroethane)					V						
	102	四氯乙烯 (Tetrachloroethylene)					V						
	103	三氯乙烯 (Trichloroethylene)	V				V						
	104	1,1,2-三氯乙烷 (1,1,2-Trichloroethane)					V						
	105	2,4,6-三氯苯酚 (2,4,6-Trichlorophenol)					V						
	106	氯乙烯(Vinyl Chloride)					V						
	107	丙烯醛(Acrolein)					V						
	108	雙(2-氯乙氧基)甲烷 (Bis(2-chloroethoxy) methane)					V						
	109	雙(2-氯異丙基)醚 (Bis(2-chloroisopropyl) ether)					V						
	110	氯苯(chlorobenzene)					V						
	111	鄰苯二甲酸二丁酯 (Di-n-butyl phthalate, DBP)					V						V
	112	二氯苯(dichlorobenzenes) (1,2-二氯苯, 1,2- dichlorobenzene)					V						V
	113	鄰苯二甲酸二乙酯 (Diethyl phthalate, DEP)					V						V
	114	鄰苯二甲酸二甲酯 (Dimethyl phthalate, DMP)					V						V
	115	4,6-二硝基-2-甲基苯酚(4,6- Dinitro-2-methylphenol)					V						
	116	2,4-二硝基苯酚 (2,4-Dinitrophenol)					V						
	117	乙苯(Ethylbenzene)					V						
	118	蒽(Anthracene)					V						
	119	六氯環戊二烯 (Hexachlorocyclopentadiene)					V						
	120	硝基苯(Nitrobenzene)					V						
	121	甲苯(Toluene)	V				V						
	122	三丁基錫(Tributyltin)			V	V	V	V	V	V			V
	123	1,1,1-三氯乙烷 (1,1,1-Trichloroethane)	V				V						
	124	二苯甲酮-3 (benzophenone-3, BP-3)									V		

分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家 協會	泰國	馬來 西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
	125	二苯甲酮 (Benzophenone, BP)									V		
	126	甲氧基肉桂酸辛酯 (Octyl methoxycinnamate)									V		
	127	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (Benzyl Butyl Phthalate, BBP)											V
	128	鄰苯二甲酸二辛酯 (Dioctyl Phthalate, DNOP)											V
	129	全氟辛酸 (Perfluorooctanoic Acid, PFOA)											V
	130	全氟辛烷磺酸 (Perfluorooctyl Sulfonate, PFOS)											V
	131	十氯酮											V
	132	五氯苯											V
	133	六溴聯苯											V
	134	六溴及七溴二苯醚											V
	135	四溴及五溴二苯醚											V
	136	六溴環十二烷 (Hexabromocyclododecane)											V
	137	氯化萘 (Chloronaphthalene)											V
	138	十溴二苯醚 (Decabromodiphenyl ether)											V
	139	短鏈氯化石蠟 (Short-chain chlorinated paraffins)											V
	140	揮發性酚		V									
	141	壬基酚				V							V
	142	五氯酚				V							
	143	石油類		V									
	144	多環芳烴(PAHs)			V		V			V			
	145	碳氫化合物			V								
	146	氯酚類(Chlorinated Phenolics)					V						
	147	六氯環己烷(HCH)					V						V
	148	丙烯腈(Acrylonitrile)					V						
	149	苯(Benzene)	V				V						
	150	聯苯胺(Benzidine)					V						
	151	雙(2-氯乙基)醚 (Bis(2-chloroethyl) ether)					V						



分類	序號	項目	國內外海洋環境品質管制項目								海洋污染議題關注項目		
			台灣	中國大陸	日本	美國	加州	東南亞 國家 協會	泰國	馬來西亞	防曬乳	重金屬 污染	環境荷爾蒙 或持久性 有機污染物
	152	鄰苯二甲酸 二(2-乙基己基)酯 (Bis(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP)					V						V
	153	四氯化碳(Carbon tetrachloride)	V				V						
	154	氯二溴甲烷 (Chlorodibromomethane)					V						
	155	氯仿(Chloroform)					V						
放射性 物質	156	放射性核種 (⁶⁰ Co、 ⁹⁰ Sr、 ¹⁰⁶ Ru、 ¹³⁴ Cs 及 ¹³⁷ Cs)		V	V								
管制數量			37	35	33	31	81	17	14	36	3	6	35

註：本計畫彙整。





三、排除我國海洋環境品質標準項目計 37 項 (包含滴滴涕及其衍生物、五氯酚及其鹽類等複合項目)，以及大利松、陶斯松、滴滴涕、阿特靈、五氯酚、巴拉刈、2,4-地、2,4-地酯等 8 項與殺蟲劑 1 項，故海洋環境品質標準項目優先清單候選物質餘 119 項。

四、依據國內管制情形予以排除調整。

(一) 動植物油、石油類：我國海洋環境品質標準項目已包含油脂，因此予以排除石油類 (1 項) 後，海洋環境品質標準項目優先清單候選物質餘 118 項。

(二) 總酚、揮發性酚：我國海洋環境品質標準項目已包含酚類，予以排除此類別項目 (2 項) 後，海洋環境品質標準項目優先清單候選物質餘 116 項。

(三) 氯酚類：我國海洋環境品質標準項目已包含五氯酚及其鹽類，予以排除此類別項目 (1 項) 後，海洋環境品質標準項目優先清單候選物質餘 115 項。

(四) 禁止運作之毒性化學物質：考量毒性化學物質污染環境或危害人體健康，「毒性及關注化學物質管理法(民國 108 年 01 月 16 日公告)」之規定已公告列管物質達 341 種，並採分類、分管理之精神，採 4 類管理，依第 8 條規範，屬第一類、第二類及第三類毒性化學物質，中央主管機關得公告限制或禁止其有關之運作，故排除表 2.2-12 已公告列管毒性化學物質禁止運作項目，海洋環境品質標準項目優先清單候選物質餘 103 項。

綜上所述，本計畫彙整國內外海洋環境品質標準項目與海洋污染議題關注項目，並排除我國海洋環境品質標準項目及國內已禁止運作之毒性化學物質，據以建立海洋環境品質標準項目優先清單，共計 103 項 (如表 2.2-13 所示)。

表 2.2-12 國內公告列管毒性化學物質禁止運作項目

列管編號	序號	化學物質中文名稱	列管編號	序號	化學物質中文名稱
1	1	多氯聯苯	19	1	靈丹
2	1	可氯丹	36	1	聯苯胺
4	1	地特靈	58	1	六氯苯
5	1	滴滴涕	91	02	八溴二苯醚
				03	五溴二苯醚
				04	四溴二苯醚
				05	2,2',4,4',5,5'-六溴二苯醚
				06	2,2',4,4',5,6'-六溴二苯醚
				07	2,2',3,3',4,5',6-七溴二苯醚
				08	2,2',3,4,4',5',6-七溴二苯醚
6	1	毒殺芬	150	1	六氯-1,3-丁二烯
7	1	五氯酚	167	1	滅蟻樂
9	1	甲基汞	168	1	十氯酮



列管編號	序號	化學物質中文名稱	列管編號	序號	化學物質中文名稱
10	1	安特靈	170	1	五氯苯
11	1	飛佈達	171	1	六溴聯苯
12	1	蟲必死	172	1	安殺番 (工業級安殺番) α -安殺番 β -安殺番 安殺番硫酸鹽
13	1	阿特靈	173	1	三 2- (氯乙基) 磷酸酯

資料來源：行政院環境保護署毒物及化學物質局，2021。<https://www.tcsb.gov.tw/cp-93-314-03487-1.html>。

表 2.2-13 海洋環境品質標準項目優先清單 (103 項)

分類	序號	項目	分類	序號	項目
綜合指標	1	溫度(Temperature)	有機污染物	53	1,2-二苯肼(1,2-Diphenylhydrazine) (1,2-二苯基聯胺)
	2	總溶解固體(TDS)		54	鹵甲烷(Halomethanes)
	3	懸浮固體總量(TSS)		55	七氯(Heptachlor)
	4	化學需氧量(COD)		56	七氯環氧化物(Heptachlor Epoxide)
	5	濁度		57	六氯乙烷(Hexachloroethane)
	6	漂浮物質		58	異佛爾酮(Isophorone)
	7	臭味		59	N-亞硝基二甲胺 (N-nitrosodimethylamine)
	8	界面活性劑		60	N-亞硝基二-N-丙胺 (N-nitrosodi-N-propylamine)
	9	透明度		61	N-亞硝基二苯胺 (N-nitrosodiphenylamine)
	10	硫化物(以 S 計)		62	戴奧辛(TCDD) (2,3,7,8-TCDD (四氯雙苯戴奧辛))
	11	氯氣 (Chlorine)		63	1,1,2,2-四氯乙烷 (1,1,2,2-Tetrachloroethane)
	12	總餘氯(Total Chlorine Residual)		64	四氯乙烯(Tetrachloroethylene)
	13	正磷酸鹽(Phosphate (PO ₄ ³⁻ -P))		65	1,1,2-三氯乙烷 (1,1,2-Trichloroethane)
含氮物質	14	無機氮(以 N 計)		66	2,4,6-三氯苯酚 (2,4,6-Trichlorophenol)
	15	非離子氮(以 N 計)		67	氯乙烯(Vinyl Chloride)
	16	硝酸鹽氮(Nitrate (NO ₃ -N))		68	丙烯醛(Acrolein)
	17	亞硝酸鹽氮(Nitrite (NO ₂ -N))		69	雙(2-氯乙氧基)甲烷 (Bis(2-chloroethoxy) methane)
重金屬	18	三價鉻 (Chromium (III))		70	雙(2-氯異丙基)醚 (Bis(2-chloroisopropyl) ether)
	19	總鉻(Chromium)		71	氯苯(chlorobenzene)
	20	鋁(Aluminum)		72	鄰苯二甲酸二丁酯 (Di-n-butyl phthalate, DBP)

分類	序號	項目	分類	序號	項目
	21	鈹(beryllium)		73	二氯苯(dichlorobenzenes) (1,2-二氯苯, 1,2-dichlorobenzene)
	22	銻(Antimony)		74	鄰苯二甲酸二乙酯 (Diethyl phthalate, DEP)
	23	鉍(Thallium)		75	鄰苯二甲酸二甲酯 (Dimethyl phthalate, DMP)
生物性指標	24	糞便大腸菌(Faecal coliform)		76	4,6-二硝基-2-甲基苯酚 (4,6-Dinitro-2-methylphenol)
	25	腸球菌(Enterococci)		77	2,4-二硝基苯酚 (2,4-Dinitrophenol)
	26	病原體		78	乙苯(Ethylbenzene)
	27	浮游生物		79	熒蒽(Fluoranthene)
	28	鉤端螺旋體類細菌		80	六氯環戊二烯 (Hexachlorocyclopentadiene)
	29	藍綠藻		81	硝基苯(Nitrobenzene)
毒性指標	30	急毒性(Acute Toxicity)		82	三丁基錫(Tributyltin)
	31	慢毒性(Chronic Toxicity)		83	二苯甲酮-3 (benzophenone-3, BP-3)
農藥	32	馬拉松		84	二苯甲酮 (Benzophenone, BP)
	33	草脫淨		85	甲氧基肉桂酸辛酯 (Octyl methoxycinnamate)
	34	本達隆		86	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (Benzyl Butyl Phthalate, BBP)
	35	達有龍		87	鄰苯二甲酸二辛酯(Dioctyl Phthalate, DNOP)
	36	莫多草		88	全氟辛酸 (Perfluorooctanoic Acid, PFOA)
	37	加保利		89	全氟辛烷磺酸 (Perfluorooctyl Sulfonate, PFOS)
	38	二氯松		90	六溴環十二烷 (Hexabromocyclododecane)
	39	大滅松		91	氯化萘 (Chloronaphthalene)
	40	亞培松		92	十溴二苯醚 (Decabromodiphenyl ether)
	41	甲基巴拉松		93	短鏈氯化石蠟 (Short-chain chlorinated paraffins)
	42	內吸磷 (Demeton)		94	壬基酚
	43	谷速松		95	多環芳烴(PAHs)
	44	殺蟲劑		96	碳氫化合物
	45	硫丹(Endosulfan)		97	六氯環己烷(HCH)
有機污染物	46	苯并(a)芘		98	丙烯腈(Acrylonitrile)
	47	1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobenzene)		99	雙(2-氯乙基)醚 (Bis(2-chloroethyl) ether)
	48	3,3'-二氯聯苯胺(3,3'-Dichlorobenzidine)		100	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (Bis(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP)
	49	1,1-二氯乙烯(1,1-Dichloroethylene)		101	氯二溴甲烷 (Chlorodibromomethane)



分類	序號	項目	分類	序號	項目
	50	二氯溴甲烷 (Dichlorobromomethane)		102	氯仿(Chloroform)
	51	1,3-二氯丙烯(1,3-Dichloropropene)	放射性物質	103	放射性核種 (⁶⁰ Co、 ⁹⁰ Sr、 ¹⁰⁶ Ru、 ¹³⁴ Cs 及 ¹³⁷ Cs)
	52	2,4-二硝基甲苯(2,4-Dinitrotoluene)			

註：本計畫彙整。

2.3 盤點國內外相關檢測方法，研提監測項目之優先序篩選機制

2.3.1 國內外相關檢測方法

一、國內海域環境監測項目及海洋環境品質標準及其分析方法

行政院於 107 年 4 月 27 日公告海洋污染防治法中央主管機關自 107 年 4 月 28 日起變更為「海洋委員會」(行政院院臺規字第 1070172574 號公告)，依據「海域環境監測及監測站設置辦法」(91 年 11 月 13 日發布)第 5 條規定海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之。原海域監測相關檢驗分析方法係依循環環境保護署環境檢驗所(以下簡稱環檢所)訂定環境檢測標準方法為之，現階段過渡期亦遵循前述標準方法據以執行海域監測，環檢所公告方法與海域監測水質檢測相關者彙整如表 2.3-1。其中正磷酸鹽、矽酸鹽等方法適用範圍有個別標註適用海域水質(如「水中正磷酸鹽之流動注入分析法-比色法」、「水中矽酸鹽檢測方法-鉬矽酸鹽比色法」等)，且公告方法會載明海水基質檢測相關資訊，包含去除干擾之建議方法、採樣注意事項等。另外，部分公告方法適用範圍均包含地面水體，依「水污染防治法」(107 年 6 月 13 日修正發布)第 2 條專用名詞定義，地面水體包含海洋，亦即前述方法適用範圍。

海洋委員會海洋保育署自 108 年 6 月依據海洋污染防治法第 9 條第 3 項及行政程序法第 154 條第 1 項指定公告海水採樣分析方法，將化學需氧量、有機磷農藥、硒、溶氧、氫離子濃度指數及油脂等 6 項海域水質檢測之公告方法(方法編號開頭：OCA)指定對應於環檢所公告方法(彙整如表 2.3-2)，其中溶氧與氫離子濃度為海域水質應監測項目，有機磷農藥及硒為「海域環境分類及海洋環境品質標準(107 年 2 月 13 日修正)」人體健康相關環境基準，化學需氧量及油脂則不屬於上述任一範疇。至於應監測項目如懸浮固體、選擇監測項目如亞硝酸鹽、人體健康相關環境基準項目如揮發性有機物等，環檢所雖有公告可適用海域水質之公告方法，然目前未被明定為指定方法。綜上所述，部分有監測需求之海域水質檢測方法適用於海水基質之通用性仍待驗證。

表 2.3-1 海域水質監測項目、檢測方法與監測頻率

序號	海域水質監測項目	標準值* ($\mu\text{g/L}$)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
1	水溫	-	每季一次	NIEA W217.51A	水溫檢測方法	放流水及水體	◎
2	pH值	甲、乙類: 7.5~8.5 (pH) 丙類: 7.0~8.5 (pH)	每季一次	NIEA W424.53A	水之氫離子濃度指數(pH 值)測定方法—電極法	飲用水、地面水體、地下水體、放流水、廢(污)水及其他水性液體	◎
3	鹽度	-	每季一次	NIEA W447.20C	水中鹽度檢測方法—導電度法	✧ 海域水質及感潮河口水，鹽度範圍為 0 psu至 42 psu ✧ 溫度範圍為-2 °C 至 35 °C	◎
4	溶氧	甲、乙類: >5 (mg/L) 丙類: >2 (mg/L)	每季一次	NIEA W455.52C	水中溶氧檢測方法—電極法	✧ 飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水 ✧ 若使用於海水或含鹽度較高的水體測定時，應進行鹽度校正	◎
				NIEA W422.53B	水中溶氧檢測方法-碘定量法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	
5	懸浮固體	-	每季一次	NIEA W210.58A	水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法—103~105°C乾燥	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、廢(污)水及 <u>海域</u>	◎
6	生化需氧量	甲類: <2 (mg/L) 乙類: <3 (mg/L) 丙類: <6 (mg/L)	-	NIEA W510.55B	水中生化需氧量檢測方法	地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	
7	化學需氧量	-	-	NIEA W514.21B	海水中化學需氧量檢測方法-重鉻酸鉀迴流法	化學需氧量濃度 20 mg/L 以下之海水樣品	
				NIEA W515.55A	水中化學需氧量檢測方法-重鉻酸鉀迴流法	氯離子濃度小於 2,000 mg/L 之飲用水水源、地面水體、地下水體、放流水及廢(污)水	
				NIEA W516.56A	含高濃度鹵離子水中化學需氧量檢測方法-重鉻酸鉀迴流法	海水與氯離子濃度 $\geq$ 2,000 mg/L 之飲用水水源、地面水體、地下水體、放流水及廢(污)水	
				NIEA W517.53B	水中化學需氧量檢測方法-密閉式重鉻酸鉀迴流法	氯離子濃度小於 2,000 mg/L，COD 值介於 10 mg/L 至 220 mg/L 之飲用水水源、地面水體、地下水體、放流水及廢(污)	

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
				NIEA W518.51C	水中化學需氧量檢測方法-自動監測設施法	(污)水處理設施進(放)流水	
8	大腸桿菌群	甲類: < 1000 (CFU/100 mL)	每年一次	NIEA E201.54B	水中大腸桿菌群檢測方法-多管發酵法	地面水體、地下水體、廢水、污水及水源水質水樣	
				NIEA E202.55B	水中大腸桿菌群檢測方法-濾膜法	地面水體、地下水體、廢水、污水、放流水及 <u>海域地面水體</u>	
				NIEA E214.00C	水中糞便性大腸桿菌群檢測方法-濾膜法	飲用水、湖泊、水庫、河川、溪流、井水、泉水、地下水、娛樂用水、 <u>海水</u> 及放流水	
				NIEA E215.52C	水中大腸桿菌群及大腸桿菌檢測方法-酵素呈色及螢光反應檢測法	地面水體、地下水體、飲用水水源水質、飲用水水質中大腸桿菌群及大腸桿菌之檢測。但 <u>不適用於廢(污)水及海水</u>	
				NIEA E234.52C	水中大腸桿菌檢測方法-改良式mTEC 培養基濾膜法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水體、廢水、污水、放流水及 <u>海域地面水體</u>	
9	酚類	0.005 (mg/L)	每年一次	NIEA W520.52A	水中酚類檢測方法-比色法	飲用水、地面水、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W521.52A	水中總酚檢測方法-分光光度計法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、放流水、地下水及廢(污)水	
				NIEA W522.51C	水中酚類化合物檢測方法-氣相層析儀／火焰離子化偵測器,電子捕捉偵測器法	放流水、地面水體、地下水體及飲用水	
				NIEA W523.50C	水中酚類檢測方法-預蒸餾／流動分析法	地面水體、地下水、放流水及 <u>海水</u>	
				NIEA W524.50C	水中酚類檢測方法-線上蒸餾／流動分析法	地面水體、地下水、放流水及 <u>海水</u>	
10	礦物性油脂	2 (mg/L)	每年一次	NIEA W505.54B	水中油脂檢測方法-索氏萃取重量法	地面水體、地下水體、廢(污)水、放流水及飲用水	
				NIEA W506.23B	液相萃取重量法	地面水體、地下水體、廢(污)水、放流水及飲用水	
				NIEA W507.51C	水中油脂檢測方法-固相萃取重量法	地面水體、地下水體、廢(污)水、放流水及飲用水	
11	氰化物	甲、乙類: 0.01 (mg/L) 丙類: 0.02 (mg/L)	每年一次	NIEA W410.54A	水中氰化物檢測方法-分光光度計法	飲用水、地面水、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W440.51C	水中氰化物檢測方法-預蒸餾後之流動注入分析比色法	飲用水、地面水、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W441.51C	流動注入分析比色法	飲用水、地面水、地下水及廢(污)水	

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年 報採用 之分析 方法
				NIEA W460.50C	水中自由氰化物檢測方法-微擴散法	飲用水、飲用水水源、地面水、地下水、放流水及廢（污）水	
				NIEA W462.50B	水中總氰化物檢測方法-分立式分析系統比色法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢（污）水	
12	鉛 鎘 銅 鋅	鉛: 10.0 鎘: 5.0 銅: 30.0 鋅: 500	每季一次	NIEA W306.55A	水中銀、鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛及鋅檢測方法—火焰式原子吸收光譜法	地面水體、放流水及廢水	◎
				NIEA W308.22B	海水中鎘、鈷、銅、鐵、錳、鎳、鉛及鋅檢測前處理方法—鉗合離子交換樹脂濃縮法	<u>海水及感潮河口水（鹽度範圍 1－40 ppt）</u>	
				NIEA W309.22A	海水中鎘、鉻、銅、鐵、鎳、鉛及鋅檢測方法—APDC螯合MIBK 萃取原子吸收光譜法	<u>海水</u>	
				NIEA W303.51A	水中金屬檢測方法—石墨爐式原子吸收光譜法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、放流水、地下水及廢(污)水	
				NIEA W311.54C	水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿原子發射光譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	
				NIEA W313.54B	水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿質譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	
13	汞	1.0	每季一次	NIEA W311.54C	水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿原子發射光譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	◎
				NIEA W313.54B	水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿質譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	
				NIEA W330.52A	水中汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、 <u>海域水質</u> 、放流水、地下水及廢(污)水	
				NIEA W331.50B	水中汞檢測方法—氧化/吹氣捕捉/冷蒸氣原子螢光光譜法	於汞濃度範圍為 0.5 至 100 ng/L 之飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、 <u>海域水質</u> 、放流水、地下水及廢(污)水	
14	葉綠素a	-	每季一次	NIEA E507.04B	水中葉綠素a檢測方法—丙酮萃取法／分光光度計分析法	地面水體	◎
				NIEA E508.00B	水中葉綠素a檢測方法—乙醇萃取法	池塘、河川、湖泊、水庫及 <u>海域</u>	

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
				NIEA E509.01C	水中葉綠素 a 檢測方法－丙酮萃取/螢光分析法	地面水體、飲用水水源水質及 <u>海域地面水體</u>	
15	氨氮	甲類: 0.3 (mg/L)	每年一次 (第一季)	NIEA W446.52C	水中氨氮檢測方法－氨選擇性電極法	ㄚ 飲用水水源、放流水及河川 ㄚ 濃度範圍為 1.0 至 1,400 mg NH ₃ —N/L。	
				NIEA W448.51B	水中氨氮檢測方法－靛酚比色法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、地下水、放流水、廢(污)水及 <u>海域</u>	◎
				NIEA W437.52C	水中氨氮之流動分析法－靛酚法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、地下水、放流水、廢(污)水及 <u>海域</u>	◎
				NIEA W457.50B	水中氨氮檢測方法－分立分析系統比色法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	
16	硝酸鹽氮	-	每年一次 (第一季)	NIEA W415.54B	水中陰離子檢測方法－離子層析法	適用於飲用水、放流水、地面水體(不包括海水)、地下水、冷卻水塔用水及廢(污)水	◎
				NIEA W419.51A	水中硝酸鹽氮檢測方法－分光光度計法	有機物及干擾性無機離子含量低之飲用水	
				NIEA W436.52C	水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮檢測方法－鎘還原流動分析法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	◎
				NIEA W452.52C	水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮檢測方法－鎘還原法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W459.50B	水中硝酸鹽氮檢測方法－分立式分析系統比色法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水(使用硫酸肼還原法無法檢測海水)、地下水、放流水及廢(污)水	
17	亞硝酸鹽氮	-	每年一次 (第一季)	NIEA W415.54B	水中陰離子檢測方法－離子層析法	適用於飲用水、放流水、地面水體(不包括海水)、地下水、冷卻水塔用水及廢(污)水	
				NIEA W418.54C	水中亞硝酸鹽氮檢測方法－比色法	適用於飲用水、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W436.52C	水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮檢測方法－鎘還原流動分析法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	◎
				NIEA W452.52C	水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮檢測方法－鎘還原法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W458.50B	水中亞硝酸鹽氮檢測方法－分立式分析系統比色	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水	

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
					法	及廢(污)水	
18	總磷	甲類: 0.05 (mg/L)	每年一次	NIEA W442.51C	水中總磷之線上UV/過氧焦硫酸消化與流動注入分析法—比色法	飲用水、飲用水水源、地面水體、 <u>海域水體</u> 、地下水、放流水及廢(污)水	
				NIEA W444.51C	水中總磷之手動消化流動注入分析法—比色法	飲用水、飲用水水源、地面水體、 <u>海域水體</u> 、地下水、放流水及廢(污)水	
19	磷酸鹽	-	每年一次 (第一季)	NIEA W415.54B	水中陰離子檢測方法—離子層析法	飲用水、放流水、地面水體(不包括海水)、地下水、冷卻水塔用水及廢(污)水	
				NIEA W427.53B	水中磷檢測方法—分光光度計／維生素丙法	地面水體、地下水、 <u>海域水質</u> 及廢(污)水	◎
				NIEA W443.51C	水中正磷酸鹽之流動注入分析法—比色法	飲用水、飲用水水源、地面水體、 <u>海域水體</u> 、地下水、放流水及廢(污)水	
20	矽酸鹽	-	每年一次 (第一季)	NIEA W450.50B	水中矽酸鹽檢測方法—鉬矽酸鹽比色法	<u>海域水質</u> 、飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、地下水及廢(污)水	
21	鉻	-	每年一次 (第一季)	NIEA W306.55A	水中銀、鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛及鋅檢測方法—火焰式原子吸收光譜法	地面水體、放流水及廢水	
				NIEA W309.22A	海水中鎘、鉻、銅、鐵、鎳、鉛及鋅檢測方法—APDC 整合 MIBK 萃取原子吸收光譜法	海水	
				NIEA W311.54C	水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿原子發射光譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	◎
				NIEA W313.54B	水中金屬及微量元素檢測方法—感應耦合電漿質譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	◎
22	六價鉻 砷 硒 錳 銀 鎳	六價鉻: 50.0 砷: 50.0 硒: 10.0 錳: 50.0 銀: 50.0 鎳: 100	-	NIEA W306.55A	水中銀、鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛及鋅檢測方法—火焰式原子吸收光譜法	地面水體、放流水及廢水	-
				NIEA W308.22B	海水中鎘、鈷、銅、鐵、錳、鎳、鉛及鋅檢測前處理方法—鉍合離子交換樹脂濃縮法	<u>海水及感潮河口水(鹽度範圍 1-40 ppt)</u>	
				NIEA W309.22A	海水中鎘、鉻、銅、鐵、鎳、鉛及鋅檢測方法—APDC整合MIBK 萃取原子吸收光譜法	<u>海水</u>	
				NIEA W303.51A	水中金屬檢測方法—石墨爐式原子吸收光譜法	飲用水水質、飲用水水源水質、地面水體、放流水、地下水及廢(污)水	

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
				NIEA W311.54C	水中金屬及微量元素檢測方法－感應耦合電漿原子發射光譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	
				NIEA W313.54B	水中金屬及微量元素檢測方法－感應耦合電漿質譜法	地面水體、廢(污)水、放流水、地下水及飲用水	
				NIEA W434.54B	水中砷檢測方法－連續流動式氫化物原子吸收光譜法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水及廢(污)水(適用0.25 至 5 µg/L 之砷濃度測定)	
23	揮發性有機物	四氯化碳: 5.0 1,2-二氯乙烷: 10.0 二氯甲烷: 20.0 甲苯: 700 1,1,1-三氯乙烷: 1000 三氯乙烯: 10.0 苯: 10.0	-	NIEA W785.56B	水中揮發性有機化合物檢測方法－吹氣捕捉／氣相層析質譜	飲用水水質、飲用水水源、地面水體、地下水、廢(污)水、放流水及製程冷卻水塔之冷卻水	-
24	有機磷劑(巴拉松、大粒松、達馬松、亞素靈、一品松、陶斯松)與氨基甲酸鹽農藥(滅必蟲、加保扶、納乃得)	100(總量)	-	NIEA W603.50B	水中殘留農藥檢測方法－液相層析／串聯式質譜儀法	地面水體、河川水、放流水、地下水、飲用水	-
				NIEA W610.52B	水中有機磷農藥檢測方法－氣相層析儀/火焰光度偵測器法	飲用水、地面水(不含海水)、地下水及放流水	
				NIEA W631.50B	水中滅必蟲、加保扶、安丹、丁基滅必蟲檢測方法－氣相層析儀／電子捕捉偵測器法	水及廢污水	
				NIEA W635.53B	水中氨基甲酸鹽類化合物檢測方法－液相層析／螢光偵測器法	飲用水、地面水體、地下水體	
				NIEA W656.53B	水中有機磷農藥檢測方法－固相萃取／氣相層析儀／火焰光度偵測器或氣磷偵測	飲用水、地面水體、地下水體及放流水	
				NIEA W801.54B	水中半揮發性有機化合物檢測方法－氣相層析質譜儀法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、及製程冷卻水塔之冷卻水	

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
25	安特靈 阿特靈、地特靈	安特靈:0.2 阿特靈:3.0 地特靈:3.0	-	NIEA W605.54B	水中有機氯農藥檢測方法—液相-液相萃取／氣相層析儀／電子捕捉偵測器法	飲用水水源、飲用水水質、地面水體、放流水及廢(污)水	-
				NIEA W801.54B	水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、及製程冷卻水塔之冷卻水	
26	毒殺芬	5.0	-	NIEA W653.51A	水中毒殺芬檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器法	放流水、地面水體、地下水及 <u>海域水質</u>	-
				NIEA W801.54B	水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、及製程冷卻水塔之冷卻水	
27	安殺番、靈丹	安殺番:3.0 靈丹:4.0	-	NIEA W605.54B	水中有機氯農藥檢測方法—液相-液相萃取／氣相層析儀／電子捕捉偵測器法	飲用水水源、飲用水水質、地面水體、放流水及廢(污)水	-
				NIEA W658.51B	水中有機氯農藥分析方法—固相萃取/氣相層析儀/電子捕捉偵測器法	飲用水水源及飲用水水質	
				NIEA W801.54B	水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、及製程冷卻水塔之冷卻水	
28	飛佈達及其衍生物	1.0	-	NIEA W603.50B	水中殘留農藥檢測方法—液相層析／串聯式質譜儀法	地面水體、河川水、放流水、地下水、飲用水	-
				NIEA W605.54B	水中有機氯農藥檢測方法—液相-液相萃取／氣相層析儀／電子捕捉偵測器法	飲用水水源、飲用水水質、地面水體、放流水及廢(污)水	
				NIEA W658.51B	水中有機氯農藥分析方法—固相萃取/氣相層析儀/電子捕捉偵測器法	飲用水水源及飲用水水質	-
				NIEA W801.54B	水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、及製程冷卻水塔之冷卻水	
29	滴滴涕及其衍生物	1.0	-	NIEA W605.54B	水中有機氯農藥檢測方法—液相-液相萃取／氣相層析儀／電子捕捉偵測器法	飲用水水源、飲用水水質、地面水體、放流水及廢(污)水	-
				NIEA W801.54B	水中半揮發性有機化合物檢測方法—氣相層析質譜儀法	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水、放流水、及製程冷卻水塔之冷卻水	-
30	五氯酚及其鹽	5.0	-	NIEA W522.51C	水中酚類化合物檢測方法—氣相層析儀／火焰離子化偵測器、電子捕捉偵測器法	放流水、地面水體、地下水體及飲用水	-

序號	海域水質監測項目	標準值* (µg/L)	監測頻率	環檢所 公告方法編號	環檢所 公告水質檢測方法	適用範圍	水質年報採用之分析方法
	類			NIEA W524.50C	水中酚類檢測方法—線上蒸餾/流動分析法	地面水體、地下水、放流水及 <u>海水</u>	
31	除草劑 (丁基拉草、巴拉刈、2、4—地)	100(總量)	-	NIEA W603.50B	水中殘留農藥檢測方法—液相層析／串聯式質譜儀法	地面水體、河川水、放流水、地下水、飲用水	-
				NIEA W641.51A	水中巴拉刈檢測方法—分光光度計法	飲用水、地表水、地下水及放流水	
				NIEA W642.51A	水中二、四-地檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器	飲用水、地面水、地下水及放流水	
				NIEA W645.51A	水中拉草及丁基拉草檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測	飲用水、地表水、地下水及放流水	
				NIEA W646.50C	水中二刈和巴拉刈檢測方法—固相萃取與高效液相層析/紫外光偵測器法	飲用水、地面水、地下水、 <u>海水</u> 及廢（污）水	
				NIEA W658.51B	水中有機氯農藥分析方法 —固相萃取/氣相層析儀/電子捕捉偵測器法	飲用水水源及飲用水水質	

資料來源：

- 1.環保署環境檢驗所網站，2021。<https://www.epa.gov.tw/niea/32A85B63C9EC18C0>。
- 2.海洋委員會海洋保育署，民國109年海域水質監測年報，110年4月編印。
- 3.海域水質監測項目：自 102 年起氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽、矽酸鹽、鉻等 6 項於每年第 1 季執行一次。
- 4.本計畫彙整。

表 2.3-2 海洋保育署 OCA 檢測方法與 NIEA 檢測方法對照表

編號	生效日期及文號	檢測方法	內容
1	中華民國 108 年 6 月 11 日海洋委員會海保字第 1080003156K 號公告	含高濃度鹵離子海水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法 (OCA W501.50C)	指定行政院環境保護署公告之「含高濃度鹵離子水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W516.56A)」為「含高濃度鹵離子海水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法 (OCA W501.50C)」。
2	中華民國 108 年 6 月 11 日海洋委員會海保字第 10800031568 號公告	海水中有機磷農藥檢測方法－固相萃取／氣相層析儀／火焰光度偵測器或氮磷偵測器法 (OCA W601.50C)	指定行政院環境保護署公告之「海水中有機磷農藥檢測方法－固相萃取／氣相層析儀／火焰光度偵測器或氮磷偵測器法 (NIEA W656.53B)」為「海水中有機磷農藥檢測方法－固相萃取／氣相層析儀／火焰光度偵測器或氮磷偵測器法 (OCA W601.50C)」。
3	中華民國 108 年 6 月 11 日海洋委員會海保字第 1080003156E 號公告	海水中硒檢測方法－批次式氫化物原子吸收光譜法 (OCA W402.50C)	指定行政院環境保護署公告之「水中硒檢測方法－批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W340.52A)」為「海水中硒檢測方法－批次式氫化物原子吸收光譜法 (OCA W402.50C)」。
4	中華民國 108 年 6 月 11 日海洋委員會海保字第 10800031562 號公告	海水中溶氧檢測方法－碘定量法 (OCA W401.50C)	指定行政院環境保護署公告之「水中溶氧檢測方法－碘定量法 (NIEA W422.53B)」為「海水中溶氧檢測方法－碘定量法 (OCA W401.50C)」。
5	中華民國 108 年 8 月 22 日海洋委員會海保字第 10800047311 號公告	海水之氫離子濃度指數 (pH 值) 測定方法－電極法 (OCA W403.50C)	指定行政院環境保護署公告之「水之氫離子濃度指數 (pH 值) 測定方法－電極法 (NIEA W424.53A)」為海水之氫離子濃度指數 (pH 值) 測定方法－電極法 (OCA W403.50C)。
6	中華民國 108 年 8 月 22 日海洋委員會海保字第 10800047301 號公告	海水中油脂檢測方法－液相萃取重量法 (OCA W502.50C)	指定行政院環境保護署公告之「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法 (NIEA W506.22B)」為「海水中油脂檢測方法－液相萃取重量法 (OCA W502.50C)」。

資料來源：海洋保育署網站，2021。 (<https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=116&parentpath=0,4,113>)

二、國內外海域水質相關檢測方法比較

歸納美國、澳洲及日本常採用之海水監測方法如表 2.3-3 所示，其中美國及澳洲之檢測方法多為目前臺灣海域監測採行適用於海水分析的環檢所方法之原參考方法。另美國環保署有少數方法特別註明適用於海水，如 Method 200.13 (Determination of Trace Elements in Marine Waters by Off-Line Chelation Preconcentration with Graphite Furnace Atomic Absorption)。此外，美國環保署制定之方法 Method 1669 係規範環境水體之微量重金屬採樣 (Sampling Ambient Water for Trace Metals at EPA Water Quality Criteria Levels)，亦可適用於海水。

表 2.3-3 美國、澳洲、日本採用之海水監測方法

監測項目	美國	澳洲	日本
水溫	APHA 2017 Standard Method 2550	-	-
pH	APHA 2017 Standard Method 4500-H+	APHA 2017 Standard Method 4500-H+, USEPA Method 150.1 (1983)	日本工業規格 JISK 0102 12.1

監測項目	美國	澳洲	日本
鹽度	APHA 2017 Standard Method 2520	APHA 2017 Standard Method 2520, Grasshoff et al. 2007, Parsons et al. 1985	-
溶氧	APHA 2017 Standard Method 4500-O	APHA 2017 Standard Method 4500-O, USEPA Method 360.1 (1983)	日本工業規格 JISK 0102 32
懸浮固體	APHA 2017 Standard Method 2540 D	APHA 2017 Standard Method 2540 D	水質污濁に係る環境基準 附表 9
生化需氧量	USEPA 405.1	APHA 2005 Standard Method 5210 B	日本工業規格 JISK 0102 21
鉛、鎘、銅、鋅	USEPA 1640 ; APHA 2017 Standard Method 3120B, 3125B	APHA 1998 Standard Method	鉛: 日本工業規格 JISK 0102 54
汞	USEPA 245.1, 245.7 ; APHA 2017 Standard Method 3112B	APHA 1998 Standard Method	水質污濁に係る環境基準 附表 3
葉綠素 a	APHA 2017 Standard Method 10200 H	APHA 2017 Standard Method 10200 H	-
氨氣	USEPA 350.1 ; APHA 2017 Standard Method 4500-NH ₃	APHA 2017 Standard Method 4500-NH ₃	-
硝酸鹽氮	USEPA 300.0, 300.1, 353.2 ; APHA 2017 Standard Method 4500-NO ₃ ⁻	APHA 2017 Standard Method 4500-NO ₃ ⁻ , Grasshoff et al. 2007	日本工業規格 K0102 43
亞硝酸鹽氮	同硝酸鹽氮	APHA 2017 Standard Method 4500-NO ₂ ⁻ , Grasshoff et al. 2007	日本工業規格 K0102 43
磷酸鹽	USEPA 365.3 ; APHA 2017 Standard Method 4500-P	APHA 2017 Standard Method 4500-P	日本工業規格 K0102 46.3 (測全磷)
矽酸鹽	APHA 2017 Standard Method 4500-SiO ₂	APHA 2017 Standard Method 4500-SiO ₂	-
鉻	APHA 2017 Standard Method 3111C	APHA 1998 Standard Method	日本工業規格 JISK 0102 65.2 (測六價鉻: 海水測定須另外參考 JISK 0170-7 7.a & b)
氰化物	APHA 2012 Standard Method 4500-CN	APHA 2012 Standard Method 4500-CN	日本工業規格 K0102 38
酚類	USEPA 420.1, 420.2, 420.3, 604 ; APHA 2012 Standard Method 5530	APHA 2012 Standard Method 5530	水質污濁に係る環境基準 附表 1

註：本計畫彙整。

資料來源：

1. USEPA Clean Water Act Analytical Methods: <https://www.epa.gov/cwa-methods>
2. 澳洲水質指引: <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/monitoring/laboratory-analysis>
3. APHA 2017, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington.
4. APHA 2012, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington.
5. APHA 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington.
6. APHA 1998, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington.
7. Grasshoff K, Kremling K & Ehrhardt, M 2007, Methods of Seawater Analysis, 3rd Edition.
8. Parsons TR, Maita Y & Lalli C 1985, A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis.

本計畫彙整國內外海域底質檢測方法如表 2.3-4，國際針對海域底質重金屬含量檢測，尚未有明確公告標準檢測方法，多採用與底泥相同之檢測方法，將海域底質乾燥後以適當條件消化，續以分析儀器分析定量。其中汞與砷常用汞分析儀、冷蒸氣原子吸收光譜儀、砷化氫原子吸收光譜儀分析，以建立較低之法方偵測極限。

表 2.3-4 國內外海域底質檢測方法比較

國家	前處理		分析儀器	分析元素
	消化試劑	消化方式		
台灣 [1][2]	硝酸、過氧化氫、鹽酸	石墨爐消化法、微波消化爐法	感應耦合電漿原子放射光譜儀	砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅、錫、錳、銀、鋁
			汞分析儀、冷蒸氣原子吸收光譜儀	汞
			砷化氫原子吸收光譜儀	砷
美國 [3]	硝酸、鹽酸	微波消化爐法	感應耦合電漿原子放射光譜儀	鉻、銅、鉛、鎳、鋅、鎘、錳、鋁、鈷、鐵
荷蘭 [4]	硝酸、過氧化氫、鹽酸	微波消化爐法	感應耦合電漿原子放射光譜儀	砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅
			冷蒸氣原子吸收光譜儀	汞
法國 [5][6]	硝酸、鹽酸、王水	微波消化爐法	感應耦合電漿原子放射光譜儀	鉻、銅、鉛、鋅
			火焰式原子吸收光譜儀、石墨爐式原子吸收光譜儀	鉻、銅、鉛、鎳、鋅、鎘、砷
			汞分析儀	汞
英國 [7]	硝酸、過氧化氫、氫氟酸	微波消化爐法	感應耦合電漿質譜儀	銅、鉛、鋅、砷、鎘、汞
中國 [8][9]	硝酸、過氧化氫、鹽酸、氫氟酸	微波消化爐法	感應耦合電漿質譜儀	鉻、鎘、銅、鉛、鋅、鎳、鐵
			感應耦合電漿原子放射光譜儀	鉻、鎘、銅、鉛、鋅、鎳、砷
			汞分析儀	汞

備註：海域底質目前未有標準檢測方法，上述彙整係爰引相關調查報告與研究

資料來源：

- 金門縣水產試驗所。金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查第二季報告。2019。
- 臺灣港務股份有限公司花蓮港務分公司。106 年度花蓮港區環境品質監測計畫。2017。
- Shine, J. P., Ika, R. V., & Ford, T. E. (1995). Multivariate Statistical Examination of Spatial and Temporal Patterns of Heavy Metal Contamination in New Bedford Harbor Marine Sediments. *Environmental Science & Technology*, 29, 1781–1788.
- Stronkhorst, J., & Hattum, B. van. (2003). Contaminants of Concern in Dutch Marine Harbor Sediments. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45(3), 306-316.
- Tessier, E., Garnier, C., Mullot, J.-U., Lenoble, V., Arnaud, M., Raynaud, M., & Mounier, S. (2011). Study of the spatial and historical distribution of sediment inorganic contamination in the Toulon bay (France). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2075–2086.
- Rousseau, C., Baraud, F., Leleyter, L., & Gil, O., Cathodic protection by zinc sacrificial anodes: Impact on marine sediment metallic contamination. (2009). *Journal of Hazardous Materials*, 167, 953–958
- Robinson et al. (2017). Assessment of contaminant concentrations in sediments, fish and mussels sampled from the North Atlantic and European regional seas within the ICON project. *Marine Environmental Research*, 124, 21–31.
- Zhang et al. (2007). Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity,

China. Marine Pollution Bulletin, 54, 974–982.

9. Yu, R., Yuan, X., Zhao, Y., Hu, G., & Tu, X. (2008). Heavy metal pollution in intertidal sediments from Quanzhou Bay, China. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 664–669.

此外，美國環保署針對底泥之化學及毒理分析訂立技術指引 (Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual)，該指引亦為國內環檢所訂定底泥採樣方法 (NIEA S104.32B) 參照之文獻，此外位於美國喬治亞州雅典-克拉克郡的美國環保署實驗室服務與應用科學局 (Laboratory Services and Applied Science Division, LSASD) 亦對底泥採樣方法訂有作業程序 (LSASDPROC-200-R4)。目前國內並未針對海底底質及沉積物監測訂定相關特定採樣及檢測方法，各單位多以環境檢驗所公告之底泥採樣方法 (NIEA S104.32B) 進行採樣，並以各污染物所相對應之公告方法進行檢測分析。目前針對底泥等固體廢棄物訂有相關較為嚴謹之測試方法者為美國環保署基於固體廢棄物處置法 (Resource Conservation and Recovery Act, RCRA) 所建立並公告之固體廢棄物測試方法：物理化學分析方法概要 (SW-846)，其中適用於底泥樣品之方法如表 2.3-5 所示。日本環境省訂定「底質調查方法」(平成 24 年 8 月)，內容囊括採樣方法及相對應分析標的物之測試分析方法，摘錄如表 2.3-6 所示。

表 2.3-5 美國環保署 SW-846 適用底泥分析方法

方法編號	方法名稱	方法用途	使用技術	適用標的物
3051A	底泥、污泥、土壤及石油輔助微波酸液消化	前處理	輔助微波酸液消化	鋁、銻、砷、鉍、鈹、硼、鎘、鈣、鉻、鈷、銅、鐵
3060A	六價鉈鹼液消化	前處理	鹼液消化	六價鉈
3200	汞物種分離定量法-微波輔助消化、選擇性溶劑萃取及固相萃取法	前處理	微波輔助消化、選擇性溶劑萃取及固相萃取法	汞物種
5021A	平衡狀態頂空分析法-揮發性有機物	前處理	平衡狀態頂空處理法	揮發性有機物
5035	密閉系統吹氣捕捉及萃取法-土壤及廢棄物	前處理	密閉系統吹氣捕捉及萃取法	揮發性有機物
6200	田野手持式 X 射線螢光光譜儀法-元素濃度定量	定量分析	X 射線螢光光譜	銻、砷、鉍、鎘、鈣、鉻、鈷、銅、鉛、汞、鎳、硒、銀、鉭、錫、釩、鋅、鐵、錳、鈾、鉀、鈾、鋇、鈦、鈦、鋁
7000B	火焰原子吸收光譜法	定量分析	火焰原子吸收光譜	鋁、銻、鉍、鈹、鎘、鈣、鉻、鈷、銅、鉛、鐵、鋰、鎂、錳、汞、鈾、鎳、銻、鉀、銀、鈉、鋇、鈧、錫、釩、鋅
7010	石墨爐原子吸收光譜法	定量分析	石墨爐原子吸收光	銻、砷、鉍、鈹、鎘、鉻、

方法編號	方法名稱	方法用途	使用技術	適用標的物
			譜	鈷、銅、鐵、鉛、錳、鉬、鎳、硒、銀、鉍、釩、鋅
7471B	冷蒸氣原子吸收光譜-固體或半固體樣品汞分析	定量分析	冷蒸氣原子吸收光譜	汞
7474	原子螢光光譜法-底泥及生物組織樣品汞分析	定量分析	原子螢光光譜	汞
8021B	氣相層析法 (光離子化或電導偵測器)-芳香族及鹵化揮發性有機物分析	定量分析	氣相層析法 (光離子化或電導偵測器)	芳香族及鹵化揮發性有機物
8061A	氣相層析法 (電子捕捉偵測器)-鄰苯二甲酸酯	定量分析	氣相層析法 (電子捕捉偵測器)	鄰苯二甲酸酯
8260D	氣相層析質譜儀法 - 揮發性有機物	定量分析	氣相層析質譜儀法	揮發性有機物
8290A	高解析度氣相層析質譜儀法 - 二噁英及二苯並呋喃	定量分析	高解析度氣相層析質譜儀法	二噁英及二苯並呋喃
8330A	高效液相層析法-硝基芳香族及硝胺	定量分析	高效液相層析法	硝基芳香族及硝胺
8410	氣相層析/傳立葉轉換紅外光譜儀法 - 半揮發性有機物	定量分析	氣相層析/傳立葉轉換紅外光譜儀法	半揮發性有機物

資料來源:

1. SW-846 概要: <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-compendium>

*為符合綠色化學及環境友善之目的，樣品前處理僅列出未採用液相萃取之方法

表 2.3-6 日本環境省底質調查方法

前處理	適用標的物
濕式分解法 (酸消化法)	鎘、鉛、銅、鋅、鐵、錳、鎳、鉬、鉻 (酸萃取)、鉍、釩、鈾、銻
微波消化法	鎘、鉛、銅、鋅、鐵、錳、鎳、鉬、鉻 (酸萃取)、鉍、釩、鈾
溶劑萃取法	鎘、鉛、銅、鎳
硫酸分解法	砷、硒
氫氟酸消化法	鉻 (總量)
硝酸-過錳酸鉀還流分解法	汞
硝酸-硫酸-過錳酸鉀還流分解法	汞
分析技術	適用標的物
火焰式原子吸收光譜法	鎘、鉛、銅、鋅、鐵、錳、鎳
電熱式原子吸收光譜法	鎘、鉛、銅、鋅、鐵、錳、鎳、鉬、鉻 (酸萃取)、鉍、釩、鈾
感應耦合電漿質譜法 (ICP-MS)	1. 可一起測定元素 (前處理相同): 鎘、鉛、銅、鋅、鐵、錳、鎳、鉬、鉻 (酸萃取)、鉍、釩、鈾 2. 個別測定元素: 砷、硒、銻、鉻 (總量)、硼
感應耦合電漿原子放射光譜法 (ICP-AES)	1. 可一起測定元素 (前處理相同): 鎘、鉛、銅、鋅、鐵、錳、鎳、鉬、鉻 (酸萃取)、鉍、釩、鈾 2. 個別測定元素: 砷、硒、銻、鉻 (總量)、硼
氫化式原子吸收光譜法 (HG-AA)	砷、硒、銻
鹼性消化/比色法	總鉻
比色法	六價鉻
碳酸鈉溶解-亞甲藍-吸光光度法	硼



前處理	適用標的物
冷蒸氣-原子吸收光譜法	汞

資料來源：日本環境省水・大氣環境局，底質調查方法（平成 24 年 8 月）。

三、CNS 海洋深層水檢測方法與環檢所檢測方法比較

現行海域監測所採行之檢測方法，係基於近岸海域之污染監測管理需求，調查是否符合「海洋環境品質標準」各項目限值，而若關注海洋酸化、基礎生產力、污染物微量累積等議題時，其觀測精度、地理範圍、時間跨度、頻率，與前述污染調查，有所不同。因需求面向差異，使用現行各環檢所檢測方法所獲數據，於各界取用時，發現以下問題：

- (一) 精確度不足：如硝酸鹽氮及部分重金屬測值多為 ND，方法 MDL 可能偏高。
- (二) 有效位數不足：pH 值目前僅出具報告至小數點下一位，難以應用在評估海洋酸化趨勢。
- (三) 部分方法適用範圍未明確載明海水或已不適用海水：如油脂 OCA W502.50C 所徵引 NIEA W506.23B，僅載明適用於地面水體，未明確說明是否適用於海水。

為解決上述問題，本計畫參照專家學者建議，特針對海域水質特用檢測方法—經濟部標準檢驗局制定之「深層海水水質檢測方法(CNS 總號 15091 系列)」，進行比較分析。該方法針對現行海域水質例行/選擇性海域監測項目如 pH、溶氧，或海域品質標準項目如重金屬砷、鉛等，多已有對應之檢測方法。該系列檢測方法係針對依深層海水物理/化學等特性分析設計之檢測方法，共涵蓋 31 個檢測項目(如表 2.3-7)。CNS 海洋深層水檢測方法所涵蓋之檢測項目在環檢所公告方法中均有對應之檢測方法，惟適用範圍多為地面水體，而非特用於海水基質。比對 pH、部分營養鹽類與重金屬，將 CNS 海洋深層水檢測方法與環檢所檢測方法相關資訊彙整如表 2.3-8，其主要差異分述如下：

- (一) 環檢所方法之撰寫有既定格式，CNS 深層海水方法格式則隨方法略有差異。
- (二) 環檢所方法多有品管樣品製作(如方法空白樣品、查核樣品、添加樣品等製作要求)要求與其對應之管制範圍，CNS 深層海水方法之品管則多側重儀器分析端之品管(例如檢量線相關係數、吸光係數允收標準等)。
- (三) 環檢所方法多半檢附方法驗證數據(精密度與準確度測試結果)與參考文獻，CNS 深層海水方法則側重檢測數值隨深度之變化並檢附曲線圖。

此外，比較 CNS 與環檢所 (NIEA)方法後，判斷以 pH、DO、硝酸鹽氮及重金屬 (鎂、鈣、鉀、鋇)等方法差異較大，若未來針對特定監測項目改導入 CNS 方法，須再審慎評估，包含與原先 NIEA 方法分析數據之銜接性，且須考量現行海域監測執行單位之量能(能執行

CNS 方法之商業實驗室較少，投標資格或需開放納入學術單位)，以及導入 CNS 方法後，其執行無法取得 NIEA 認證 (方法使用許可)；若需以「ISO 17025 實驗室品質管理系統規範」，或需引導相關檢測機構申請 TAF 實驗室認證體系；惟 TAF 認證係由廠商自願申請，意願亦受待投入之市場規模所影響；是否納入未來海域監測計畫評選資格，需與檢測機構溝通後為之，避免影響例行監測之每季數據產出。有鑑於此，建議釐清區分例行性海域水質監測及海域水質背景調查 (如海洋酸化議題等)之目的，考量此兩種型態之海域水質分析工作有不同層面需求與檢測成本，如例行性海域水質監測對執行單位多有認證實驗室之要求，而海域水質背景調查則側重儀器精確度與檢測方法偵測極限要求，故須依據監測調查目的，研擬適當之監測內容及其對應之適用檢測方法或指引，避免產生監測調查業務推動執行上之矛盾。

表 2.3-7 CNS 海洋深層水檢測項目

檢測類別	檢測項目
總則	水樣檢測原則與水樣採樣流程
物理特性	水溫、酸鹼值、(現地/實驗室)鹽度、總懸浮顆粒濃度、現場懸浮顆粒透光率、溶氧量
生物特性	總細菌數測定(DAPI 染色)、大腸桿菌群測定
化學特性	磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽、硫酸鹽、總有機碳
與取水深度、基本性質、地區、季節相關特性	氯、鈉、鎂、鈣、鉀、鋁、溴、硼等
有機污染與微量重金屬	氨、葉綠素 a、砷、鉛、銅、鋅

表 2.3-8 CNS 海洋深層水檢測方法與環檢所檢測方法比較表

檢測項目	CNS 15091	NIEA 公告方法
溶氧(CNS 參考 96 年印行版本，NIEA 參考 W422.53B)	(1) 使用比色法 (2) 品管要求係為測定值與理論溶氧值相對誤差需在 $\pm 5\%$ 以內 (3) 方法另檢附溶氧隨海水取樣深度變化曲線圖	(1) 使用滴定法 (2) 針對水樣中含有高濃度三價鐵離子者，可於添加濃硫酸前加入 1 mL 氟化鉀溶液，並於步驟處理後立刻滴定 (3) 明訂保存條件為冷藏(可保存 4~8 小時) (4) 品管要求為重複樣品分析 (5) 方法另檢附準確度與精密度

檢測項目	CNS 15091	NIEA 公告方法
		測試結果
硝酸鹽與亞硝酸鹽 (CNS 參考 96 年印行版本，NIEA 參考 W452.52C)	(1) 使用 Cu-Cd 還原管柱與呈色試劑使水樣中形成偶氮化合物，並測量 543 nm 的吸光值作為定量依據 (2) 品管要求包含：還原管柱效率低於 90%即需重新製作管柱、吸光係數相對誤差需在 $\pm 5\%$ 等 (3) 若分析硝酸鹽，檢量線使用之各濃度標準溶液，亦需先經過還原管柱前處理 (4) 吸光值回算濃度時允許扣除試劑空白值 (5) 方法另檢附硝酸鹽與亞硝酸鹽濃度隨海水取樣深度變化曲線圖	(1) 使用 Cu-Cd 還原管柱與呈色試劑使水樣中形成偶氮化合物，並測量 543 nm 的吸光值作為定量依據 (2) 品管要求包含空白樣品與重複樣品、查核樣品、添加樣品之回收率、還原管柱效率查核(效率需大於 75%)等 (3) 若分析硝酸鹽，建立其檢量線使用之各濃度標準溶液，亦需先經過還原管柱前處理 (4) 以(硝酸鹽+亞硝酸鹽)扣除亞硝酸鹽含量作為硝酸鹽定量結果 (5) 方法另檢附準確度與精密度測試結果
矽酸鹽(CNS 參考 96 年印行版本，NIEA 參考 W450.50B)	(1) 使用鉬藍法 (2) 若樣品矽酸鹽濃度 $> 80\mu\text{M}$ 需先稀釋樣品 (3) 品管要求為檢量線 R^2 與吸光係數誤差 (4) 方法另檢附矽酸鹽濃度隨海水取樣深度變化曲線圖	(1) 使用鉬黃法或鉬藍法 (2) 水樣中矽酸鹽含量較高(0.4 至 $25\text{ mg SiO}_2/\text{L}$)以矽鉬黃法檢測；針對濃度較低(0.02 至 $2\text{ mg SiO}_2/\text{L}$)之樣品則可加入還原試劑 1-胺基-2-萘酚-4 磺酸後產生敏感度較佳之矽鉬藍後，再測其吸光度 (3) 保存條件為暗處冷藏，可保存 28 天 (4) 方法有批次品管樣品(查核樣品、添加樣品、重複樣品等)

檢測項目	CNS 15091	NIEA 公告方法
		製作之要求 (5) 方法另檢附準確度與精密度測試結果
銅、鉛(CNS 參考 96 年印行版本，NIEA 參考 W308.22B(前處理))	(1) 該方法包含前處理與上機分析步驟 (2) 前處理參考環檢所公告之鉗合離子交換樹脂濃縮法 (3) 分析儀器使用 GF-AAS 或 ICP-MS (4) 品管要求包含空白樣品分析、檢量線線性 R^2 值 (5) 方法另檢附銅濃度隨海水取樣深度變化曲線圖	(1) 該方法僅包含樣品前處理，上機分析可視實際需求選擇其他公告方法 (2) 前處理步驟與 CNS 步驟相同 (3) 分析儀器可使用 GF-AAS、ICP-MS、ICP-OES (4) 品管要求隨上機方法不同，以水中金屬檢測方法－石墨爐式原子吸收光譜法(NIEA W303.51A)為例，需製作查核樣品、重複樣品、添加樣品等品管樣品。此外，除非能證明樣品並無基質干擾問題，否則需使用標準添加法分析所有的樣品 (5) 方法另檢附準確度與精密度測試結果
砷(CNS 參考 96 年印行版本，NIEA 參考 W435.53B)	(1) 以硫酸及過硫酸鉀試劑進行消化，續以碘化鉀試劑將五價砷還原成為三價砷 (2) 經批次式氫化物產生裝置，使水樣中的三價砷與硼氫化鈉試劑反應生成砷化氫 (3) 以原子吸收光譜儀，於 193.7 nm 之波長處，測定其吸光度	(1) 步驟與 CNS 方法相同 (2) 品管樣品包含空白樣品、重複樣品、查核樣品、添加樣品等 (3) 品管要求與 CNS 方法相同，僅回收率管制範圍略有差異 (4) 方法另檢附準確度與精密度測試結果

檢測項目	CNS 15091	NIEA 公告方法
	(4) 品管要求包含查核樣品分析、添加樣品分析等 (5) 方法另檢附砷濃度隨海水取樣深度變化曲線圖	
鎂、鈣、鉀、鋇(CNS 參考 96 年印行版本，NIEA 參考 W311.54C)	(1) 使用換算法 (2) 由測得之海水鹽度，計算氯含量，再換算為鎂、鈣、鉀、鋇濃度 (3) 依方法中檢附之表格換算 (4) 方法另檢附鎂、鈣濃度隨海水取樣深度變化曲線圖	(1) 水樣先經濾膜過濾或加酸消化 (2) 樣品前處理後以 ICP-OES 分析 (3) 品管要求包含空白樣品、重複樣品、查核樣品、添加樣品分析等 (4) 方法另檢附準確度與精密度測試結果

2.3.2 海域水質監測項目篩選機制

現行海域環境監測以沿岸海域水體 (coastal water) 為主要範圍。此範圍內之海域水質與人為活動關係密切。沿岸海域水體因鄰近陸域，其水質易受河川水質、陸源污染、海灘與觀光、船舶港口貨運等影響；再者，沿岸海域水體另有養殖漁業、工業等用途。因此海域水質監測除須考慮污染源管控，同時亦需以人體健康風險為管理考量。現行海域水執法定監測項目如 pH、鹽度、營養鹽類、重金屬等多與河川水體監測項目對應，但鑑於近期研究對新興污染物了解漸多，環保署針對河川水體已逐年進行各類新興污染物的流布調查，相關調查顯示，防曬成分、環境荷爾蒙、藥物等新興污染物均存在於河川水體。海域水質為陸域水體的最終受體，除河川水體，來自沿岸工業生產 (發電廠、石化廠等)、海灘休憩活動、船舶塗裝等所排放化學物質，其流布皆可能直接接觸海水，惟目前相關監測數據有限。新興污染物於環境介質中濃度較低(濃度範圍多介於 $\mu\text{g/L}$ ~ ng/L 數量級)，但研究亦發現部分新興污染物長期累積於環境中可能影響生物生態，而新興污染物也可能透過食物鏈傳遞，危害人體健康，因此仍有掌握新興污染物於海域水質流布之需求。新興污染物種類多元，建議建立一監測物質篩選機制，逐年檢討相關化合物，俾利研議未來相關行政資源之投入。參照 110 年度 9 月 28 日



「新興污染物監測議題」專諮會建議，研擬篩選機制說明如下：

一、將以下幾類污染物納入新興監測項目候選標的：

- (一) 各國管制或國際關注者：如防曬成分二苯甲酮、羥苯甲酮、甲氧基肉桂酸辛酯等藥物和個人保健用品 (Pharmaceuticals Personal Care Products, PPCPs)，以及船舶塗裝成分如有機錫等。
- (二) 臺灣沿海大型事業(如石化業、發電廠等) 或海洋放流管、海岸放流排放之污染物：如多環芳香烴化合物(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)、氯乙炔、甲基汞等。
- (三) 國際公約管制者：如氯化萘、六氯丁二烯、全氟辛酸 (PFOA)、全氟辛烷磺酸 (PFOS)等持久性有機污染物 (Persistent Organic Pollutants, POPs)。
- (四) 國內陸域水體或底泥配合國際公約已調查者：如有機磷農藥、塑化劑、壬基酚、全氟化物等。

二、參考國內河川、地下水等陸域水體或底泥調查結果，與候選監測標的比對，從中篩選出於陸域水體或底泥檢出濃度較高或檢出頻率較高，且有必要進一步調查海域水體背景濃度者。

三、針對陸域水體檢出濃度或頻率較高之候選監測標的，進一步以其人體致癌性、對水生生物之生物急毒性、慢毒性、生殖/發育毒性、基因毒性與生物放大作用等為基準，篩選影響較顯著者，並評估其地理因素，優先納入專案背景調查。生物毒理建議評分方式分述如下：

(一) 對人體致癌性資料：

1. 國際癌症研究署 (IARC)：IARC 根據致癌性資料 (對人類流行病學調查、病例報告和對實驗動物致癌實驗資料) 進行綜合評價，並分為 4 級 5 類，其分類如下，計畫評分規則如表 2.3-9 所示。
 - (1) 第 1 級 (Group1)：對人類確定是致癌物。
 - (2) 第 2A 級 (Group 2A)：對人類很可能是致癌物，對動物則為確定致癌物。
 - (3) 第 2B 級 (Group 2B)：對人類有可能是致癌物，對動物很可能也是致癌物。
 - (4) 第 3 級 (Group 3)：目前尚無足夠的動物或人體的資料以供分類該物質是否為人類致癌物。
 - (5) 第 4 級 (Group 4)：根據已有資料認為該物質極可能對人體無致癌性。

表 2.3-9 評分標準-IARC 致癌性分類

分類			分數
國際癌症研究署 (IARC)	第 1 級(Group1)	對人類確定是致癌物	5
	第 2A 級 (Group 2A)	對人類很可能是致癌物，對動物則為確定致癌物	5
	第 2B 級 (Group 2B)	對人類有可能是致癌物，對動物很可能也是致癌物	4
	第 3 級 (Group 3)	目前尚無足夠的動物或人體的資料以供分類該物質是否為人類致癌物	1
	第 4 級 (Group 4)	根據已有資料認為該物質極可能對人體無致癌性	0
	缺乏資料		0

2. 美國環保署綜合風險資訊系統 (IRIS)：IRIS 由美國環保署所建立並定期更新，依據現有毒性資料，將致癌性分為五大類，其分類如下，計畫評分規則如表 2.3-10 所示。

- (1) A 類：對人類為致癌物質。
- (2) B1 類：根據有限的人體毒性資料與充分的動物實驗資料，極可能為人類致癌物質。
- (3) B2 類：根據充分的動物實驗資料，極可能為人類致癌物質。
- (4) C 類：可能為人體致癌物。
- (5) D 類：尚無法分類。
- (6) E 類：已證實為非人類致癌物質。

表 2.3-10 評分標準-IRIS 致癌性分類

分類			分數
美國環保署綜合風險資訊系統(IRIS)	A 類	對人類為致癌物質	5
	B1 類	根據有限的人體毒性資料與充分的動物實驗資料，極可能為人類致癌物質	5
	B2 類	根據充分的動物實驗資料，極可能為人類致癌物質	4
	C 類	可能為人體致癌物	3
	D 類	尚無法分類	1
	E 類	已證實為非人類致癌物質	0
	缺乏資料		0

(二) 對水生生物之毒性資料與生物放大作用：

1. 生物急毒性 (Acute toxicity)：本計畫係參考化學品全球調和制度 (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) 針對「水環境之危害物質 (Environmentally Hazardous Substance (aquatic environment))」之分類進行評分，評分規則如表 2.3-11 所示。

表 2.3-11 評分標準-水環境之危害物質 (生物急毒性)

級別	分類			分數
急性 I	96 小時 LC ₅₀ (魚類)	≤ 1 mg/L	和/或	5
	48 小時 EC ₅₀ (甲殼綱)	≤ 1 mg/L	和/或	
	72 或 96 小時 ErC ₅₀ (藻類或其他水生植物)	≤ 1 mg/L		
	(某些管理制度可能將急性 I 再細分，使更低範圍 LC ₅₀ 或 EC ₅₀ ≤ 0.1 mg/L 列為另一級別)			
急性 II	96 小時 LC ₅₀ (魚類)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L	和/或	4
	48 小時 EC ₅₀ (甲殼綱)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L	和/或	
	72 或 96 小時 ErC ₅₀ (藻類或其他水生植物)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L		
急性 III	96 小時 LC ₅₀ (魚類)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L	和/或	3
	48 小時 EC ₅₀ (甲殼綱)	> 10 ~ ≤ 100 mg/L	和/或	
	72 或 96 小時 ErC ₅₀ (藻類或其他水生植物)	> 10 ~ ≤ 100 mg/L		
	(某些管理制度可能將分類範圍擴大，使 LC ₅₀ 或 EC ₅₀ > 100 mg/L 列為另一級別)			

註：LC₅₀ 及 EC₅₀ 以測試值為準，若無測試值，則以定量構效關係 (Quantitative Structure-Activity Relationships, QSAR) 之估計值為基準。

2. 生物慢毒性 (Chronic toxicity)：本計畫係參考化學品全球調和制度 (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) 針對「水環境之危害物質 (Environmentally Hazardous Substance (aquatic environment))」之分類進行評分，評分規則如表 2.3-12 所示。

表 2.3-12 評分標準-水環境之危害物質 (生物慢毒性)

級別	分類			分數
屬非快速降解物質，且有適當慢毒性數據者				
慢性 I	慢性 NOEC 或 EC _x (魚類)	≤ 0.1 mg/L	和/或	5
	慢性 NOEC 或 EC _x (甲殼綱)	≤ 0.1 mg/L	和/或	
	慢性 NOEC 或 EC _x (藻類或其他水生植物)	≤ 0.1 mg/L		
慢性 II	慢性 NOEC 或 EC _x (魚類)	≤ 1 mg/L	和/或	4

級別	分類			分數
	慢性 NOEC 或 EC _x (甲殼綱)	≤ 1 mg/L	和/或	
	慢性 NOEC 或 EC _x (藻類或其他水生植物)	≤ 1 mg/L		
屬快速降解物質，且有適當慢毒性數據者				
慢性 I	慢性 NOEC 或 EC _x (魚類)	≤ 0.01 mg/L	和/或	5
	慢性 NOEC 或 EC _x (甲殼綱)	≤ 0.01 mg/L	和/或	
	慢性 NOEC 或 EC _x (藻類或其他水生植物)	≤ 0.01 mg/L		
慢性 II	慢性 NOEC 或 EC _x (魚類)	≤ 0.1 mg/L	和/或	4
	慢性 NOEC 或 EC _x (甲殼綱)	≤ 0.1 mg/L	和/或	
	慢性 NOEC 或 EC _x (藻類或其他水生植物)	≤ 0.1 mg/L		
慢性 III	慢性 NOEC 或 EC _x (魚類)	≤ 1 mg/L	和/或	3
	慢性 NOEC 或 EC _x (甲殼綱)	≤ 1 mg/L	和/或	
	慢性 NOEC 或 EC _x (藻類或其他水生植物)	≤ 1 mg/L		
無適當慢毒性數據者				
慢性 I	96 小時 LC ₅₀ (魚類)	≤ 1 mg/L	和/或	5
	48 小時 EC ₅₀ (甲殼綱)	≤ 1 mg/L	和/或	
	72 或 96 小時 ErC ₅₀ (藻類或其他水生植物)	≤ 1 mg/L		
	且該物質不能快速降解和/或 log K _{ow} ≥ 4 (經測試確認 BCF < 500 者除外)			
慢性 II	96 小時 LC ₅₀ (魚類)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L	和/或	4
	48 小時 EC ₅₀ (甲殼綱)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L	和/或	
	72 或 96 小時 ErC ₅₀ (藻類或其他水生植物)	> 1 ~ ≤ 10 mg/L		
	且該物質不能快速降解和/或 log K _{ow} ≥ 4 (經測試確認 BCF < 500 者除外)，慢毒性 NOECs > 1 mg/L 者除外			
慢性 III	96 小時 LC ₅₀ (魚類)	> 10 ~ ≤ 100 mg/L	和/或	3
	48 小時 EC ₅₀ (甲殼綱)	> 10 ~ ≤ 100 mg/L	和/或	
	72 或 96 小時 ErC ₅₀ (藻類或其他水生植物)	> 10 ~ ≤ 100 mg/L		
	且該物質不能快速降解和/或 log K _{ow} ≥ 4 (經測試確認 BCF < 500 者除外)，慢毒性 NOECs > 1 mg/L 者除外			
慢性 IV	具備以下條件之難溶物質可歸為本級別，包括在達其水溶解度下而未顯示具急毒性、不能快速降解、log K _{ow} ≥ 4、顯示其具生物蓄積潛勢等，除非有其他科學證據顯示其不需被歸類，包括經測試確定的 BCF < 500，或慢毒性 NOECs > 1 mg/L，或在環境中可快速降解的證據			2

註：

- 符合下列標準，該物質可視為在環境中具快速降解性：(1) 在 28 天快速生物降解研究中，可達到以下降解程度 (物質必須在降解起始點之後的 10 天內達到下述的降解比例，而降解起始點意指當物質已降解達 10% 時)：(a) 以有機碳分解為基準的測試：70% (b) 以氧消耗或二氧化碳生成為基準的測試：理論最大值 60%；(2) 若僅有 BOD 和 COD 資料可取得時，BOD5/COD 比率 ≥ 0.5 時；(3) 其他具公信力的科學證據證實，物質可在水生環境中，藉由生物和/或非生物性降解，在 28 天內達到 70% 以上的降解比例。
- 未觀察到效應濃度 (No Observed Effect Concentration, NOEC) 指於毒性試驗或與毒性反應相關的觀察研究中，與對照組比較，對受試生物未造成明顯效應之最高濃度。
- LC₅₀ 及 EC₅₀ 以測試值為準，若無測試值，則以定量構校關係 (Quantitative Structure-Activity Relationships, QSAR) 之估計值為準。
- 生物蓄積潛勢以測試得到的生物濃縮因子 (Bioconcentration Factor, BCF) ≥ 500 為基準，若缺乏該數值，但 log K_{ow} 適於作該物質生物蓄積潛勢的描述，則以 log K_{ow} ≥ 4 為基準。其中，log K_{ow} 測定值應優先於估計值，BCF 測定值應優先於 log K_{ow} 值。當魚類 BCF < 500 時，可被認為是低生物濃縮能力的指標。

3. 生殖/發育毒性與基因毒性：水生生物生殖/發育毒性相關試驗包含魚胚胎短期毒性試驗、幼魚生長試驗及魚類內分泌障礙效應等；另水生生物基因毒性試驗則包含基因突變性、染色體結構變異及其他基因毒校（如染色體數目異常、直接 DNA 損傷等）。評分規則如表 2.3-13 所示。

表 2.3-13 評分標準-生殖/發育毒性與基因毒性

分類	試驗	分數
具生殖/發育毒性	魚胚胎短期毒性試驗、幼魚生長試驗及魚類內分泌障礙效應等 水生生物生殖/發育毒性試驗	5
具基因毒性	基因突變性、染色體結構變異及其他基因毒校（如染色體數目異常、直接 DNA 損傷等）	5

4. 風險商數 (Risk Quotient, RQ)：參考美國環保署針對農藥之風險評估程序，風險商數(RQ)係為預測環境濃度 (Estimated Environmental Concentration, EEC)與毒性試驗終點（如 LC₅₀ 或 NOEC 等）之比值，當計算完 RQ 後，可與美國環保署建立之風險等級 (Level of Concern, LOC)比較，若 RQ 低於 LOC，表示此潛在環境危害風險是可接受的；而若 RQ 高於 LOC 時，則表示具有嚴重之潛在環境危害風險。本計畫建議將此風險評估程序應用至新興監測項目，並以實際檢測環境濃度 (Measured Environmental Concentration, MEC)來計算 RQ，以進行評分，評分規則如表 2.3-14 所示。

表 2.3-14 評分標準-風險商數

風險假設	風險商數(RQ)計算方式	風險等級(LOC)	分數
水生動物			
急性高風險 (Acute High Risk)	MEC/(最低 LC ₅₀ 或 EC ₅₀)	0.5	4
急性限制使用 (Acute Restricted Use)	MEC/(最低 LC ₅₀ 或 EC ₅₀)	0.1	3
急性危害物質 (Acute Endangered Species)	MEC/(最低 LC ₅₀ 或 EC ₅₀)	0.05	2
慢性風險 (Chronic Risk)	- MEC (21 天平均濃度)/(水生無脊椎動物之最低 NOAEC) - MEC (56 天或 60 天平均濃度)/(魚早期生命階段或全生命週期之最低 NOAEC)	1.0	5
水生植物			
急性高風險 (Acute High Risk)	MEC/ EC ₅₀	1.0	5



急性危害物質 (Acute Endangered Species)	MEC/ (EC ₅₀ 或 NOEC)	1.0	5
-----------------------------------	--------------------------------	-----	---

註：

1. MEC 係指實際檢測環境濃度 (Measured Environmental Concentration)。
2. 未觀察到不良效應濃度 (No Observed Adverse Effect Concentration, NOAEC) 指於毒性試驗或與毒性反應相關的觀察研究中，受試生物對化學物質沒有發生不良反應的最高濃度。
3. 未觀察到效應濃度 (No Observed Effect Concentration, NOEC) 指於毒性試驗或與毒性反應相關的觀察研究中，與對照組比較，對受試生物未造成明顯效應之最高濃度。

5. 生物放大作用：生物放大作用係指生物食用或體表吸收環境中某些化學物質後無法代謝，而累積於生物體內，經由食物鏈中各階層消費者的食性關係而累積，使越高級消費者的體內其累積濃度越高的現象。此作用或生物蓄積潛勢能以測試得到的生物濃縮因子 (Bioconcentration Factor, BCF) ≥ 500 為基準，若缺乏該數值，則可使用 $\log K_{ow}$ 作為生物累積性的評估，以 $\log K_{ow} \geq 4$ 為基準。一般而言，當 $BCF \leq 500$ 或 $\log K_{ow} \leq 4$ 時，可被認為是低生物累積性 (低生物濃縮能力)。評分規則如表 2.3-15 所示。

表 2.3-15 評分標準-生物放大作用

分類	分數
對水生生物之 $BCF \geq 500$ 或 $\log K_{ow} \geq 4$	5
水生生物毒理試驗或生物監測數據顯示具生物濃縮潛力	2

註：BCF 測定值應優先於 $\log K_{ow}$ 值，而 $\log K_{ow}$ 測定值應優先於估計值。

四、根據新興監測項目之長期監測結果，針對調查濃度較高、污染潛勢較高且濃度變化趨勢穩定者，研析納入法定監測項目與海洋環境品質標準。此外，建議定期辦理專家諮詢會議，依據中央主管機關之經費及專案監測數據，研議是否仍需持續專案監測特定新興污染監測項目或降低監測頻率。

上述新興監測項目之篩選機制如圖 2.3-1 所示。此外，針對海洋環境品質標準既有管制項目之調整建議，請詳 5.2 節。

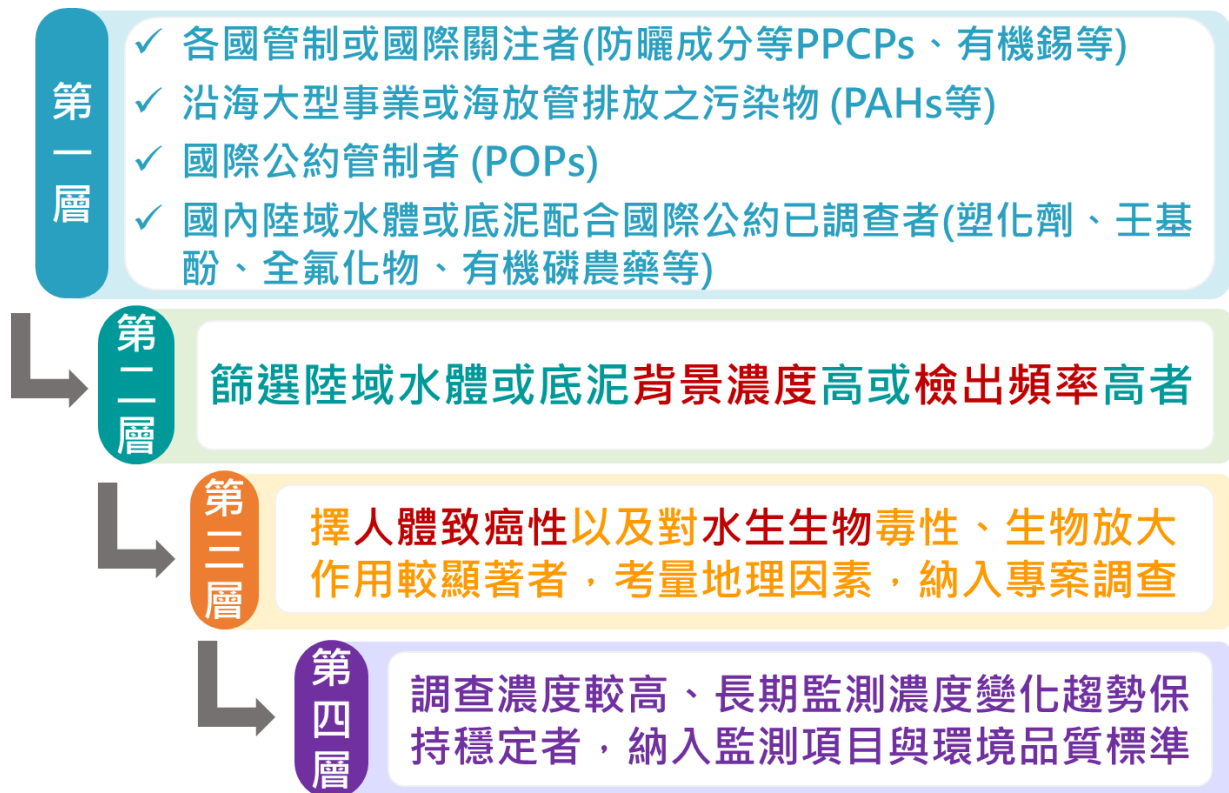


圖 2.3-1 新興監測項目之建議篩選機制



(本頁空白)



第三章 建立海域環境監測檢測品質制度，完備海域環境監測制度

3.1 蒐集國內有關單位水質檢測分析認證體系規定

一、行政院環保署環境檢驗所

環境檢驗所（以下簡稱環檢所）認證奠基於「環境檢驗測定機構管理辦法(110 年 1 月 27 日修正)」第 3 條之規定，檢測機構應取得中央主管機關核發之許可證(5 年換證一次)，始得辦理第 1 條所定環保法律授權之檢驗測定，即辦理環保法律授權之檢驗測定均需向環檢所申請許可，屬強制性質。另因環境檢測結果常以法規監管為最終目的，需有一致之程序基準，故環檢所僅認可公告之檢測方法。

針對實驗室認證及檢測方法認證部分，「環境檢驗測定機構管理辦法(110 年 1 月 27 日修正)」第二章許可(第 3 條至第 16 條)即規範申請檢測機構許可證者須具備之條件與應檢具文件以及相關規定，如第 13 條規定中央主管機關審查檢測機構許可證申請、展延、復業、檢驗室搬遷、增加檢驗室、增加檢測類別或檢測項目，應辦理下列事項，經審查合格始得核發許可證；但增加檢測項目之審查，得免系統評鑑(係指針對檢測機構之檢驗室品質管理系統，進行現場實地查核與評鑑)。第 14 條規範中央主管機關為辦理檢測機構許可證之審查、評鑑及諮詢，得設評鑑技術委員會，設置委員 21 人至 25 人，任期均為二年，期滿得續聘之。另依據「環境檢驗測定機構許可證申請審查作業要點(105 年 4 月 18 日修正)」，第 3 條規定環檢所為辦理檢測機構許可證申請、檢測機構許可證各項變更申請事項之審查作業，得成立檢驗測定機構許可管理工作秘書處，其辦理事項包含(1)書面審核作業、(2)績效評鑑、系統評鑑或其他審核評鑑相關事宜、(3)申請案之各項行政作業以及(4)其他相關事項；書面審核事項包含申請機構設立資格、人員資格、檢驗室及相關設施、檢測方法以及檢驗室管理手冊，其中檢測方法部分須提供各項檢測方法、標準作業程序及品質管制資料(針對單一測項、單一基質需累積十五組檢測數據)，係依據「環境檢驗測定機構管理辦法(110 年 1 月 27 日修正)」第 17 條第 1 項第 2 款規定，檢測機構執行環境檢驗測定業務時，應依中央主管機關公告之檢測方法、品質管制事項及檢驗室之標準作業程序執行檢測。另「環境檢驗測定機構檢驗室品質系統基本規範(109 年 9 月 16 日修正)」第 17 條規定檢驗室對於取得與未取得環保署許可檢測類別、項目及方法之檢測報告應分別製作；未取得許可檢測項目之檢測，其檢測報告內容不得標示許可證字號及其他涉及許可之內容。

以初次申請認證為例，從書面文件遞交起算，平均需約半年方能取得正式證書，申請流程如圖 3.1-1，相關說明分述如下：

(一) 書面審核：

檢測機構所提申請文件進行審核。由工秘處辦理書面審查須檢具證明文件、申請公文正本一份、申請所需文件及資料二份。書面文件備齊方辦理現地評鑑，書面審查不符合要求則需於限期內補件。通知現地評鑑前需約 2.5~3 個月的審查時間。

(二) 現地評鑑：

由環檢所委任之評鑑專家至實驗室現場進行評鑑，必要時當場得輔以盲樣分析測試。現地評鑑平均歷時 1-2 週。

(三) 認證案件審議：

現地評鑑結果送評鑑技術委員會審議。至評鑑結果核定需約 1.5~2 個月。

(四) 核發證書：

核定評鑑技術委員會之准駁建議，並核發證書。核發作業時間以 1 個月內為原則。

有關檢測方法驗證部分，依據「行政院環境保護署環境檢驗所環境檢測方法編碼對照表」，環檢所現行公告方法之品保品管分類可參見方法編碼第七碼，如「A」為經 2 家以上實驗室驗證，「B」為經 1 家實驗室驗證，「C」為針對國外方法逕做翻譯後公告，尚未由環檢所或國內其他實驗室驗證；而目前公告之 625 個公告方法中，A 類方法有 68 個，B 類方法有 216 個，C 類方法則有 341 個。因每個公告方法建立背景不同，參與驗證的實驗室亦非固定。公告方法依檢測類項另可區分為空氣檢測類、水質水量檢測類、飲用水檢測類、廢棄物檢測類、土壤檢測類、環境用藥檢測類、毒性及關注化學物質檢測類、噪音檢測類、地下水檢測類、底泥檢測類及其他經中央主管機關公告之檢測類。

此外，環檢所亦設有環境檢測標準方法審議委員會，以協助環境檢測標準方法草案之審議事項及增修訂建議事項等工作。茲摘述「行政院環境保護署環境檢驗所環境檢測標準方法審議委員會設置要點(94 年 5 月 30 日發布)」規範內容如下。

(一) 本會任務如下：

1. 年度環境檢測標準方法訂定計畫之審議事項。
2. 環境檢測標準方法草案之審議事項。
3. 環境檢測標準方法增修訂建議事項。
4. 環境檢測標準方法疑義審議、闡釋事項。
5. 其他有關環境檢測標準方法技術諮詢事項。

(二) 本會設置委員 17 至 25 人，由本所所長遴選有關機關代表及專家，報請行政院環境保護

署核備後聘請之。前項委員之任期為二年，期滿得續聘。



圖 3.1-1 NIEA 實驗室認證申請流程

二、經濟部水利署

依據「溫泉法(99 年 5 月 12 日修正)」第 18 條規定「以溫泉作為觀光休閒遊憩目的之溫泉使用事業，應將溫泉送經中央觀光主管機關認可之機關（構）、團體檢驗合格，並向直轄市、縣（市）觀光主管機關申請發給溫泉標章後，始得營業。」，另參酌「溫泉標準檢測注意事項(94 年 7 月 22 日發布)」，該檢測注意事項係依「溫泉標準(97 年 5 月 28 日修正)」第 5 條授權訂定，其第壹點為一般性規定，規範內容摘述如下。

- (一) 檢測機關(構)執行之溫泉標準檢測項目，如屬行政院環境保護署公告之水質檢測項目，以其公告之檢測方法為原則並配合本注意事項規定之步驟執行；其未公告之檢測項目，依本注意事項規定辦理。
- (二) 本注意事項未規定之整體性品質管制事項，依行政院環境保護署公告之相關品質管制規定辦理。
- (三) 由下列機關(構)製作之溫泉標準檢測報告，主管機關得逕依其檢測報告結果判定是否符合溫泉標準：
 1. 取得全國認證基金會(TAF) 該項檢測項目認可之實驗室。
 2. 取得行政院環境保護署(NIEA) 該項檢測項目之機關(構)。
 3. 從事原子科學研究之學術機構，依本標準溫泉水中鐳檢測方法執行。

4. 經中央觀光主管機關認可之溫泉檢驗機關(構)。
5. 其他經主管機關指定之檢測機關(構)。

上述法規所提到之「經中央觀光主管機關認可之溫泉檢驗機關(構)、團體」，係依據「交通部觀光局認可溫泉檢驗機關(構)、團體審查作業程序(95 年 3 月 16 日發布)」進行審查認可。溫泉檢驗機關(構)、團體之認可審查，每三個月至六個月辦理一次，初步審視符合申請資格且申請文件完備後，將召開審查會議審查。審查會議設置審查委員 9 人，包含外聘審查委員 7 人及交通部觀光局審查委員 2 人。審查委員就「必要項目」與「評分項目」分別進行審查及給分，並填製「溫泉檢驗機關(構)、團體審查認可評分紀錄表」作成決議，其中「必要項目」包含申請溫泉檢驗項目之採樣規劃、泉溫檢驗方法、溫泉成分檢驗方法及檢驗設備，「評分項目」則包含專責人力配置及資格條件、溫泉檢驗受理申請作業、溫泉檢驗流程及管制方式、檢驗紀錄之保存及網路建置及收費方案等。

三、行政院農業委員會

參酌「非農田排水之灌溉水質基準值檢測方式及品質管制作業準則(109 年 9 月 23 日發布)」，該準則係依「農田水利法(109 年 7 月 22 日發布)」第 15 條授權訂定，規範內容摘述如下。

(一) 主管機關辦理農田水利法第 14 條第 2 項所定非農田排水之水質檢測時，其採樣、保存及檢測方式如下：

1. 依行政院環境保護署公告之河川、湖泊及水庫水質採樣通則(NIEA W104)與事業放流水採樣方法(NIEA W109)。
2. 灌溉水質基準值管制項目與品質項目之檢測方式如附表一及附表二，其中灌溉水質基準管制項目包含鉻、鎳、銅、鋅、鎘、鉛、砷、汞及 pH 值，而品質項目則包含導電度、懸浮固體、氨氮、鈉吸著率、殘餘碳酸鈉、氯鹽、硫酸鹽、溶氧、陰離子界面活性劑及油脂，其檢測方式均規定為行政院環境保護署公告方法或其他經行政院環境保護署公告可適用之檢測方法。

(二) 主管機關應依下列行政院環境保護署公告之相關指引，執行前條之品質管制事項：

1. 環境樣品採集及保存作業指引(NIEA-PA102)。
2. 環境實驗室品質管制指引通則(NIEA-PA101)。
3. 環境檢驗檢量線製備及查核指引(NIEA-PA103)。
4. 環境檢驗品管分析執行指引(NIEA-PA104)。



5. 環境檢驗品質管制圖建立指引(NIEA-PA105)。
6. 環境檢驗器皿清洗及校正指引(NIEA-PA106)。
7. 環境檢驗方法偵測極限測定指引(NIEA-PA107)。
8. 環境檢驗儀器設備校正及維護指引(NIEA-PA108)。
9. 其他經行政院環境保護署公告之相關指引。

(三) 前條所定品質管制事項，主管機關得委任所屬機關(構)，或委託學校、法人或其他機關(構)辦理。

此外，「農田水利會灌溉水質監視作業規範 (95 年 2 月 17 日發布)」第 13 條及第 14 條分別規範灌溉水質監視點及搭排戶放流水之水質頻率及測定項目，而第 17 條規定執行水質檢驗之採樣、樣品保存及檢驗所採用之方法，均應依中央環境保護主管機關公告之標準方法；中央環境保護主管機關無公告方法時，應以國內外常用方法，並應於報告中註明所使用方法及資料來源。

除上述行政院環境保護署環境檢驗所、經濟部水利署及行政院農業委員會之水質檢測分析認證體系規定，本計畫亦彙整我國其他單位非水質項目之認證體系規定，簡述如下。

四、行政院衛生福利部

衛生福利部食品藥物管理署 (以下簡稱食藥署)依據「食品安全衛生管理法(108 年 6 月 12 日修正)」、「藥事法(107 年 1 月 31 日修正)」、「化粧品衛生安全管理法(107 年 5 月 2 日修正)」及「醫療器材管理法(109 年 1 月 15 日發布)」之規定(如表 3.1-1 所示)，分別訂定食品、藥物、化粧品及醫療器材之檢驗機構認證及委託認證管理辦法，規範檢驗機構認證條件及程序，以及委託辦理認證工作之機構與程序。此外，食藥署為審查各項檢驗機構認證及委託認證管理辦法規定之食品、藥品、化粧品及醫療器材檢驗機構認證申請及各項變更申請事項，另訂定「衛生福利部食品藥物管理署檢驗機構認證申請審查作業要點(108 年 3 月 14 日發布)」，檢驗機構須依「衛生福利部食品藥物管理署檢驗機構認證申請須知(108 年 3 月 14 日發布)」備妥所需文件及資料，向食藥署提出認證申請，其中即規範檢驗方法選用之順序，如下所述：

(一) 食品：

1. 依據食品安全衛生管理法第 38 條由中央主管機關定之檢驗方法。
2. 食藥署公開之建議檢驗方法。
3. 國際間認可之方法。
4. 其他經確效之方法。

(二) 藥品：

1. 載於中華藥典、臺灣中藥典、日本、美國、歐洲、英國等藥典及公定書之方法。
2. 食藥署公開之建議檢驗方法。
3. 其他經確效之方法。

(三) 化粧品：

1. 食藥署公開之建議檢驗方法。
2. 國際間認可之方法。
3. 其他經確效之方法。

(四) 醫療器材：

1. 食藥署公告之採認標準。
2. 國際組織標準。
3. 其他經確效之方法。

表 3.1-1 行政院衛生福利部檢驗機構認證及委託認證管理之相關規定

法規名稱	法條內容	相關子法
食品安全衛生管理法 (108 年 6 月 12 日修正)	第 37 條 食品、食品添加物、食品器具、食品容器或包裝及食品用洗潔劑之檢驗，由各級主管機關或委任、委託經認可之相關機關（構）、法人或團體辦理。 中央主管機關得就前項受委任、委託之相關機關（構）、法人或團體，辦理認證；必要時，其認證工作，得委任、委託相關機關（構）、法人或團體辦理。 前二項有關檢驗之委託、檢驗機關（構）、法人或團體認證之條件與程序、委託辦理認證工作之程序及其他相關事項之管理辦法，由中央主管機關定之。	食品檢驗機構認證及委託認證管理辦法 (108 年 8 月 5 日修正)
藥事法 (107 年 1 月 31 日修正)	第 104-4 條 中央衛生主管機關得就藥物檢驗業務，辦理檢驗機構之認證；其認證及管理辦法，由中央衛生主管機關定之。 前項認證工作，得委任所屬機關或委託其他機關（構）辦理；其委任、委託及其相關事項之辦法，由中央衛生主管機關定之。	藥物檢驗機構認證及委託認證管理辦法 (110 年 4 月 29 日修正)
化粧品衛生安全管理法 (107 年 5 月 2 日修正)	第 28 條 主管機關得將化粧品及化粧品業者之檢查、抽查、抽樣檢驗或產銷證明書之核發，委任所屬機關或委託相關機關（構）、法人或團體辦理。 中央主管機關得就前項受委託機關（構）、法人或團體辦理認證；其認證工作，得委任所屬機關或委託其他機關（構）、法人或團體辦理。 前二項之機構、法人或團體接受委託或認證之資格與條件，以及委託、認證工作之程序及受委託者之其他相關事項管理辦法，由中央主管機關定之。	化粧品檢驗機構認證及委託認證管理辦法 (108 年 8 月 5 日發布)



法規名稱	法條內容	相關子法
醫療器材管理法 (109 年 1 月 15 日發布)	第 78 條 中央主管機關得就前條受託檢驗之法人、團體，辦理認證；其認證及管理辦法，由中央主管機關定之。 前項認證工作，得委任所屬機關（構）或委託其他機關（構）、法人或團體辦理；其委任、委託及其相關事項之辦法，由中央主管機關定之。	醫療器材檢驗機構認證及委託認證管理辦法 (110 年 4 月 29 日發布)

註：本計畫彙整。

五、財團法人全國認證基金會

財團法人全國認證基金會 (Taiwan Accreditation Foundation, TAF) 認證屬自願性質，旨在「一次認證，全球接受」，藉由建置符合性評鑑(conformity assessment)基礎架構，整合國內認證資源，使檢測與認證結果可為國際承認，以利經濟貿易發展。申請 TAF 認證之實驗室多為食品、紡織、材料測試、校正、醫學檢驗等領域。

TAF 揭櫫與秉持 5 項認證原則執行實驗室與檢驗機構認證服務：(1) 確保符合國際規範 ISO/IEC 17011：ISO/IEC 17011 為規範認證機構之國際標準，亦為簽署國際實驗室認證聯盟相互承認的基本要求。(2) 認證規範以國際規範為基礎：TAF 所採用或訂定之認證規範是以國際規範為基礎，如 ISO/IEC 17025、ISO 15189、ISO/IEC 17020 或相關國際組織之相關文件等。(3) 維護認證公信；(4) 實施專業評鑑；(5) 鼓勵自主管理。另依屬性不同，TAF 認證分成以下三類：

(一) 共通性規範：

此類規範是以簽署與維持國際實驗室認證聯盟(ILAC)與亞太認證合作組織 (Asia Pacific Accreditation Cooperation, APAC)相互承認協議所需符合的要求為主，如 ISO/IEC 17025、ISO 15189、ISO/IEC 17020 或能力試驗、量測結果之計量追溯、量測不確定度、認證標誌使用與廣宣等。一般而言，若無特別規定，此類規範適用於所有實驗室與檢驗機構。

(二) 技術性規範：

此類規範是以技術事項為主，通常會界定適用的實驗室/檢驗機構。

(三) 特定性規範：

此類規範主要是因應特定顧客如政府主管機關或團體的需求。當特定顧客為政府主管機關且已訂定有相關法規時，此類法規之相關條文直接納為 TAF 的特定性規範之一，但不再收錄於 TAF 認證規範名單內。通常此類規範會界定適用之實驗室/檢驗機構。

TAF 認證依據申請單位需求分為實驗室、檢驗機構、能力試驗執行機構、人員驗證機構、

管理系統認證機構、確證與查證機構、產品驗證機構、參考物質生產機構認證等 8 種認證方案。認證申請程序部分，實驗室/檢驗機構提出認證申請前，至少應辦理過一次內部稽核與管理審查，且對於每一申請認證的項目至少應保有兩份以上的報告與其相關紀錄，另實驗室尚需有符合 TAF「能力試驗活動要求」(TAF-CNLA-R05)之參加紀錄、認證機構擬定之檢驗機構品質手冊、品質系統作業程序、參加能力試驗活動計畫、機構設備／參考物質總覽表等申請文件。確認符合申請資格後，實驗室/檢驗機構可檢附申請書及相關文件資料提出認證申請，認證流程如圖 3.1-2 所示。以初次申請認證為例，從遞件到取得證書通常需約半年時間，相關程序說明分述如下：

(一) 書面審核：

遞件後由評鑑小組審查實驗室/檢驗機構相關文件，書面文件備齊方辦理現地評鑑，書面審查不符合要求則需於限期內補件。接獲現地評鑑通知平均需約 2.5~3 個月的審查時間。

(二) 現地評鑑：

於初訪後針對評鑑費進行估價，再行安排評審員/技術專家現場查訪。受評鑑方需提供評鑑小組於評鑑範圍內所需的支援，如人員安排、往返不同評鑑場所的交通安排等。現地評鑑平均歷時 2~3 週。

(三) 認證案件審議：

彙整評鑑案審查小組委員之審議意見與評鑑相關報告，進行認證決定。接獲評鑑核定結果需約 1.5~2 個月。

(四) 核發證書：

核定評鑑技術委員會之准駁建議，並於核定後 10 個工作天內核發證書。

此外，有關 TAF 另為確保實驗室/檢驗機構維持認證狀態，TAF 針對認證實驗室/檢驗機構會執行現場評鑑活動「監督評鑑」，其中針對初次獲得認證的實驗室/檢驗機構，每年將實施監督評鑑，而針對延展認證的實驗室/檢驗機構，以認證週期三年內至少執行一次監督評鑑為原則。當實驗室有特定服務計畫且其監督評鑑的頻率或方式不同時，將會特別明確敘述於該特定服務計畫內。

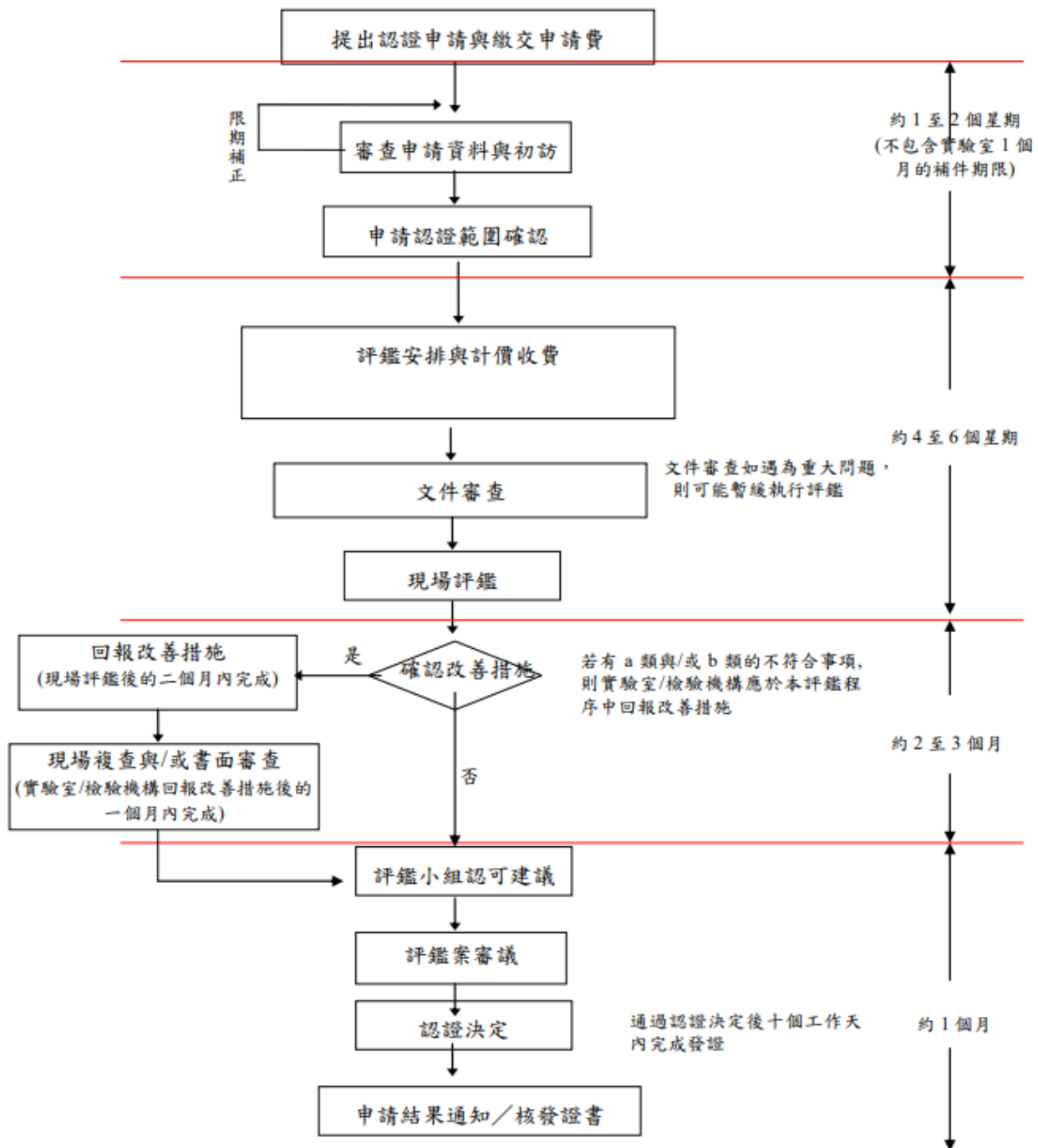


圖 3.1-2 TAF 實驗室認證申請流程

資料來源：財團法人全國認證基金會，實驗室與檢驗機構認證服務手冊。2021。

六、行政院環境保護署 (環保標章)

行政院環保署為順應世界環保趨勢，爰參考國際先進國家實施環保標章之經驗及國內標章制度，於民國 81 年依據 ISO 14024 環保標章原則與程序推動環保標章制度。為鼓勵對於環境造成較少衝擊的產品與服務，環保標章僅頒發給同一類產品中，前 20%~30% 環保表現最優良之產品，而此產品規格標準係由兩種方法訂定：

(一) 方法一：環保署自訂

由審議委員依據國際趨勢、市場規模、機關採購需求、環境效益及業界意見等多方考量，決定制訂規格標準之產品類別優先順序，並訂出產品表現優良的前 20%~30% 的品質要求。

(二) 方法二：公會提議

由產業公會結合會員依產品表現優良的前 20%~30% 品質要求，研擬環保標章規格標準之草案內容，直接向環保署提議訂定。

環保標章規格標準草案制定後，會先經環保署 7 人工作小組審查，通過後舉辦公聽會，邀請產業及相關單位之利害關係人一同討論，以利收集廣納各方意見，再辦理委員專家諮詢會，評估公聽會意見是否應被採納或修正，最後提交綠色消費暨環境保護產品審議會(以下簡稱審議會)審議，若審議通過，則予以公告。審議會係由環保署召集組成，委員經署內提名 20 至 30 位專家學者，由署長遴選出 11 至 15 位聘任，兩年一任；審議會成員包括環保署代表 2 至 3 位，專家學者 4 至 7 位，政府機關專家代表 3 位和民間相關團體代表 2 位。原則每個月召開一次會議，必要時也可召開臨時會議。

業者申請使用環保標章或第二類產品，需提供相關條件、品質及安全性等規定之必要檢測證明文件，而相關檢測報告應委託經認證之專業檢測機構辦理，檢測項目應包括在認證範圍內，並符合環保標章及第二類產品申請案件檢測報告基本規範。經認證之專業檢測機構係指經環保署、財團法人全國認證基金會(TAF)、當地國已簽署國際實驗室認證聯盟(ILAC)或亞太認證聯盟(APAC)相互承認協議之認證機構及國內政府機關等認證通過之檢測機構，但申請時尚無經認證之檢測機構者，得經環保署通過實驗室檢測項目登錄認可之機構出具同內容之檢測報告，檢測機構(實驗室)申請檢測項目登錄認可規範流程如圖 3.1-3 所示。

行政院環境保護署 檢測機構(實驗室)申請檢測項目登錄認可流程

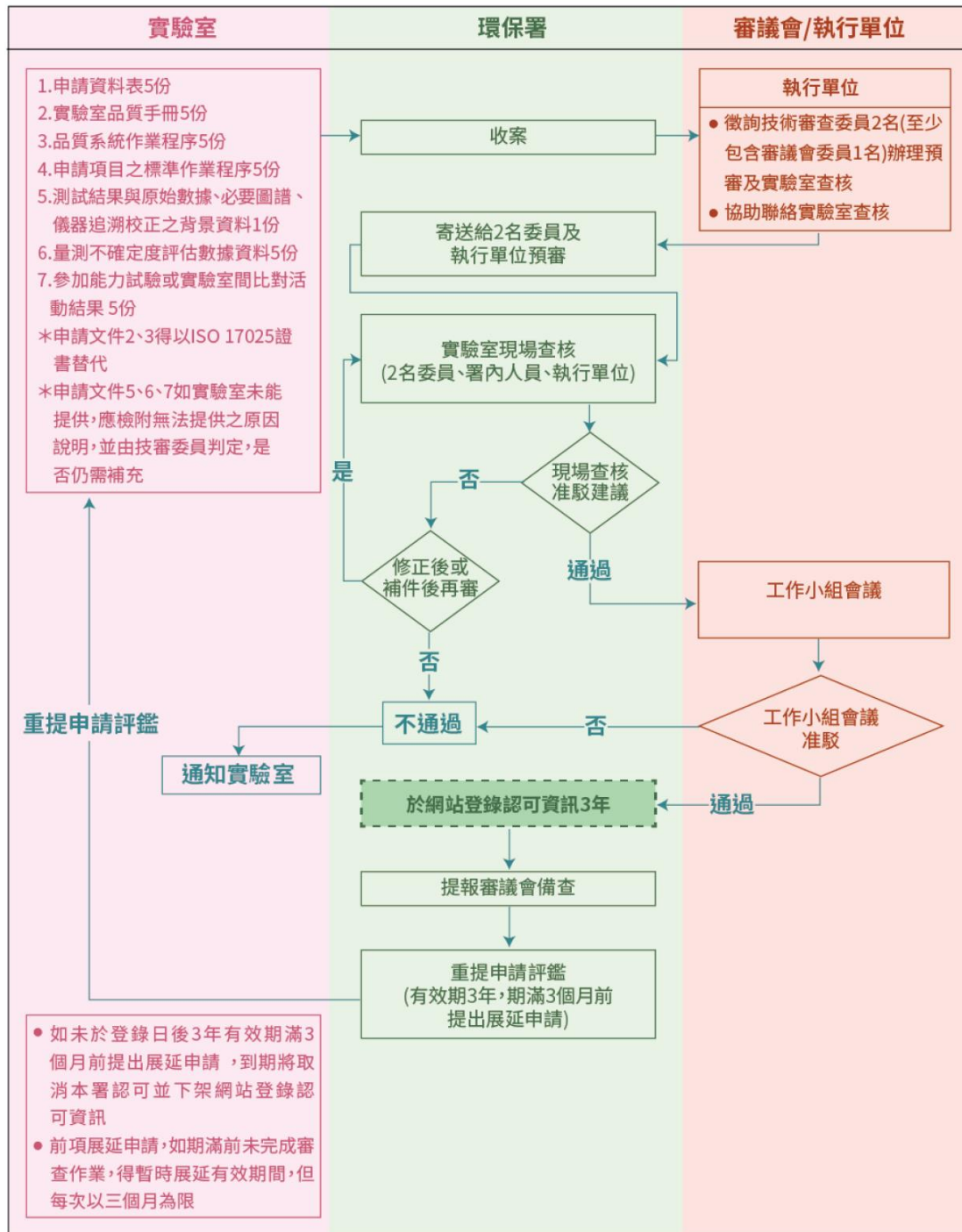


圖 3.1-3 環保署環保標章之檢測機構(實驗室)申請檢測項目登錄認可流程

資料來源：行政院環保署綠色生活資訊網，2021。

(<https://greenliving.epa.gov.tw/newPublic/Laboratory/TemporaryApprovalPractice>)

3.2 研提海域環境監測檢測品質制度建議

依據「海洋污染防治法(2014.06.04)」第 9 條第 3 項規定「海域環境監測辦法、環境監測站設置標準及採樣分析方法，由中央主管機關定之」，由此項授權訂定之「海域環境監測及監測站設置辦法(2002.11.13)」，其第 5 條規定「海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之」，爰此海保署應公告海域環境水質相關採樣分析方法，針對執行海域水質分析之實驗室亦需有對應管理作為。鑒此，海保署於 109 年召開諮詢會議，針對現行海域監測分析方法適用性、海域監測站設置、海洋生產力指標等議題，徵詢各界專家學者建議(會議記錄如附 2.1、附 2.2)。現行海域環境監測重點，主要關注沿岸海域水體 (coastal water)；此範圍內涉及許多人為活動，水質易受河川水質、陸源污染、海灘與觀光、船舶港口貨運等影響，需考量人體健康，以及養殖漁業、工業等利用用途，其監測項目常包含重金屬等可能經陸源排放流布至海域之物質。含外海之整體海域監測則多以海洋生物、基礎生產力管理為考量，側重於監測 pH、營養鹽類長時間之變化趨勢，對檢測數據常有更低方法偵測極限、儀器精確度更高等要求。兩類海域管理目標不同，對檢測方法要求或監測項目之要求亦有所差異，有賴「海域監測品質系統」掌握監測數據品質，以收計畫監督之效。「海域監測品質系統」中建議應包含「檢測方法之公告程序」、「檢測方法的制定程序」、「海域水質檢測之品保作業規範(如實驗室查核作業、品保規劃書或監測計畫擬定等)」。

考量目前執行海域監測之檢測機構均已循行政院環保署環境檢驗所、經濟部水利署、行政院農業委員會、財團法人全國認證基金會等單位檢測分析認證機制，本計畫建議海保署參酌上述認證機制，就海域水質監測之需求，檢討實驗室認證體系、檢測方法公告與品保作業規範等行政作為，相關建議分述如下：

3.2.1 分析實驗室/檢驗室之認證資格認定

行政作為上，現行「海洋污染防治法(2014.6.4)」對檢測相關事項未訂罰則，亦無違反管制標準時之裁罰處分。若另行公告檢測方法並自成海域水質認證體系，增訂海域檢測之認證機制，執行海域水質檢測之機構則需額外耗費認證成本。惟考量海域監測目前市場規模偏小與相關行政負擔，檢測機構申請認證意願或不高；再者，目前執行例行性海域水質分析之檢測機構多以取得 NIEA 或 TAF 認證，因此建議主管機關沿用既有 NIEA 或 TAF 認證機制即可。修正「海域環境監測及監測站設置辦法(2002.11.13)」，增加規定對於檢測機構認證之認定(如 NIEA、TAF)(如圖 3.2-1 所示)藉由認定既有認證體制，間接管理海域水質檢測機構，進而

維護海域水質分析數據品質。此外，根據 110 年 8 月 18 日「海域環境監測品質制度議題」專諮會結論，主管機關得視實際需求另辦理專案計畫查核，透過數據書面審查，抽查特定檢測項目，或藉由現場查核與數據查核，檢視檢測結果品質，以達監督檢測機構之效。此外，環檢所針對無對應法規管理之管制項目目前未開放檢測項目許可之申請，因此針對海灘品質之腸球菌檢測，或部分新興污染物（如水中二苯甲酮）等檢測項目，現階段無實驗室取得 NIEA 之項目許可（即出具報告時不得註明為環檢所之認證實驗室執行）。惟因應主管機關要求，未來仍可能出現特定檢測項目需取得「項目許可」之情形（如定檢申報需求），因此建議針對此類檢測項目，需協調可提供服務之檢測機構另外取得其他認證機構（如 TAF）之項目許可。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-1 國內實驗室認證體系類型

3.2.2 海域監測作業採樣、樣品保存及檢測方法技術指引

考慮本署目前行政能量與經濟部等行政機關作為，並於 110 年 11 月 2 日「海域水質監測分析方法適用性評估」專諮會就教專家學者，建議海保署仿照「溫泉標準檢測注意事項 (2005.07.22)」，發布「海域監測作業採樣、樣品保存及檢測方法技術指引」，取代 OCA 公告方

法機制（法規命令層級）。

「溫泉標準檢測注意事項(2005.07.22)」針對溫泉標準檢測項目，如屬行政院環境保護署公告之水質檢測項目如總溶解性固體、碳酸根離子、硫酸根離子，以其公告之檢測方法為原則並配合該注意事項規定之步驟執行；其未公告之檢測項目，依本注意事項規定辦理。此外，該注意事項亦規範可出具溫泉標準檢測報告之檢測機構資格以及溫泉檢測報告應包含之資訊（包含採樣座標、使用檢測方法、現場採樣紀錄、報告簽署人簽章與檢測數值採用單位、聲明書等）。爰此，建議海保署可參照海域水質現行各檢測方法內容與國內執行經驗，羅列海域水質檢項，建議使用檢測方法並納入「海域監測作業採樣、樣品保存及檢測方法技術指引」俾利海水檢驗作業遵行。此外，針對現行已辦理監測之檢項，在國內已有官方公告方法者（適用範圍可能包括或不包括海水），研擬適用之方法與品質管制範圍，亦可納入方法技術指引。列於品質標準但國內尚未辦理監測之檢項，得於方法技術指引中建議適用方法或可比照之研究文獻。

3.2.3 年度海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業規劃

基於海域監測屬環境檢測範疇，目前相關檢測機構多遵循行政院環保署環境檢驗所頒布之「環境檢驗測定機構管理辦法」執行檢測工作，建議海保署得以專案計畫模式，統籌委託外部機構辦理中央主管機關海域品質監測計畫之查核作業，就既有認證體系如 NIEA 或 TAF 之相關規範規劃年度查核作業，以收監督海域品質監測作業之效。「環境檢驗測定機構管理辦法」除明訂環境檢驗測定機構之資格要求與檢測許可申請/撤銷之相關規定，依其第 10 條第一項第九款規定，另訂定「環境檢驗測定機構檢驗室品質系統基本規範」，做為檢驗測定機構檢測品質制度管理之原則。持有認證之環境檢測實驗室均需依「檢測機構品質系統基本規範」之各章節要求，擬定檢驗室管理手冊，作為各實驗室查核標準。「檢測機構品質系統基本規範」乃依據國際共識之認證標準 ISO/IEC 17025 擬定而來，可分為系統管理要求與技術管理要求兩部分。系統管理要求包含組織、文件管理、委外檢測、品質系統等 14 個分項，技術管理要求則包含人員、設施與環境、儀器設備等 9 個分項。環檢所以此為評量依據，辦理轄下之檢測機構證照申請與展延、檢測項目新增申請、不定期查核作業等。

「環境檢驗測定機構管理辦法」第 10 條與第 13 條規範檢測機構辦理證照申請與展延與檢測項目新增申請均應先遞交書面文件，經環檢所審核後派員至檢測機構辦理現場查核與數據查核；「環境檢驗測定機構管理辦法」第 20 條明定檢測機構需配合主管機關要求，接受不

定期之實驗室查核作業，包含現場查核與數據查核，惟此類查核屬不定期性質，因此無需遞交書面文件。考量多數海域水質檢測機構已依環檢所相關規範辦理檢測機構證照申請等作業，建議海保署以專案年度查核計畫之形式，針對檢測機構的海域水質監測數據逐年進行書面查核(查核標的包含現地監測結果、檢測結果與實驗品管數據等)或辦理實驗室現場(試驗)查核與數據查核，辦理之建議架構如圖 3.2-3，相關說明分述如下：

(一) 辦理現場查核，追溯試驗與數據產出過程中所有相關表單與紀錄

1. 藉由查核工作日誌、試藥配置、儀器操作等紀錄，確認試驗流程與試驗規劃是否合宜；藉由藥品 COA 與過期試藥查核紀錄，確定試驗流程並未使用過期試藥，更可進一步確認過期試藥是否依規定棄置處理。
2. 若試驗過程中使用到毒性化學物質，尚須查核實驗室是否詳實記錄運作量並辦理申報。
3. 從採樣與取樣紀錄可追蹤樣品當下狀態、保存方式與保存期限，配合取樣紀錄可得知樣品取樣體積是否合乎方法規範。檢查樣品編碼可確認是否正確取樣。
4. 儀器使用紀錄本可用以追蹤儀器使用狀況，以及與分析日期是否吻合，確保數據源自完整分析流程。另藉由儀器校正紀錄，確認儀器有定期校正，方能維持數據品質。
5. 儀器操作與分析方法之 SOP 可做為檢視試驗流程是否確實之參考依據，此外亦可透過比對 SOP 與試驗相關紀錄，探討試驗流程是否完全遵照 SOP 進行。
6. 矯正預防措施可作為實驗室對技術層面故障排除之追蹤紀錄，實驗室
7. 檢視人員訓練紀錄則可確認檢測人員實務操作品質是否合乎各實驗室釐訂之標準，進一步保障分析品質。
8. 無機與有機廢液分開儲放、於抽風櫃中操作強腐蝕性之有機/無機溶劑、檢測人員正確配戴護目鏡、手套、穿戴實驗衣等人員與環境安全事項是否如實遵守。

(二) 辦理數據查核，探討數據合理性

1. 比對儀器產出之原始報表與數據計算表單之相關數據是否一致，確認是否有誤植或填寫不實之情事。
2. 檢視品質管制圖與方法偵測極限，檢討實驗室品質管制標準之合宜性。
3. 藉由數據審查紀錄，確認實驗室有完整的數據審查流程以及是否有合格的報告簽署人機制。
4. 針對單計畫可比對不同分析項目，輔助確認數據合理性。例如樣品總鉻濃度 < 樣品

六價鉻濃度即應探討數據品質。

針對現場查核與數據查核作業流程，環檢所未有制式之查核作業流程，惟查核過程中均需以「環境檢驗測定機構實驗室品質系統基本規範」為基準。本計畫參照過往接受環檢所實驗室查核之實務經驗，彙整現場查核與數據查核原則。現場查核以「儀器設備管理」、「採樣流程與擬定之採樣計畫是否一致」、「詳實記錄試驗過程」、「統一操作流程並確實執行」以及「制定矯正預防措施」為查核重點。重要儀器設備應建立標準操作程序，並擬定校正頻率，確保系統狀態穩定無虞。採樣前除擬定採樣計畫，現地採樣應依計畫確實執行並留下採樣紀錄與採樣照片。藉由詳實記錄所有試驗過程(包含採樣、收樣、分析之相關紀錄)，作為追溯試驗流程的基礎資訊。統一操作流程並確實執行，使試驗數據品質穩定，也便於試驗結果不理想時，能有效率釐清成因。制定矯正預防措施則可作為後續試驗分析誤差排除之參考依據，同時透過持續追蹤減少試驗失誤頻率。數據品質查核參照環檢所擬定之「環境檢驗品質管制指引(NIEA PA101~NIEA PA108)」辦理，其中針對檢量線製備與查核、品質管制圖建立及方法偵測極限建立等均有規範。藉由品管樣品回收率之管制上下限以及方法偵測極限建立之合理性，管控分析數據品質。此外，配合「報告簽署人」的措施，層層把關數據品質，以追求更高品質之檢測數據。

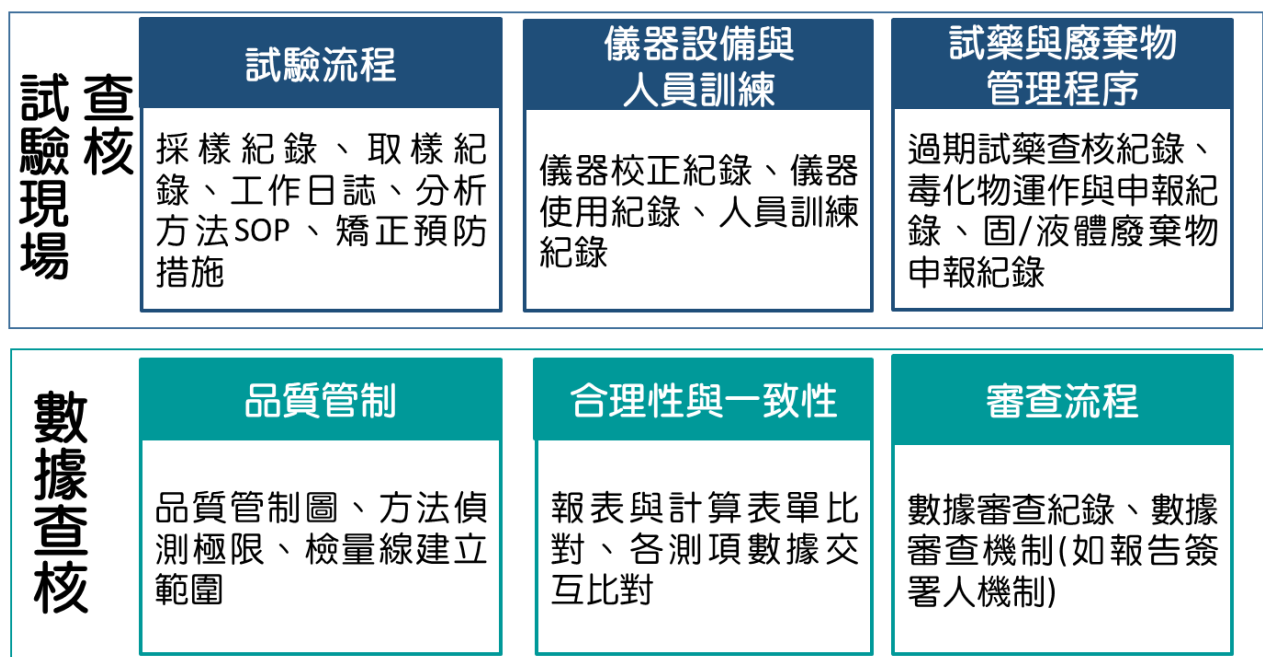


圖 3.2-3 計畫查核架構

資料來源：本計畫繪製。



(本頁空白)



第四章 探討海域水質檢測方法適用性與驗證特定分析方法，確保監測數據品質

4.1 蒐彙國內海域計畫監測項目與品質標準，歸納海域水質項目及分析方法

4.1.1 海域環境監測項目及海洋環境品質標準

彙整「海域環境分類及海洋環境品質標準(107年2月13日修正)」管制項目、「海域環境監測及監測站設置辦法(91年11月13日發布)」監測項目及目前海域實際監測項目，如表 4.1-1 所示，其中海洋環境品質標準管制項目(綜整甲、乙、丙三類海域管制項目)共 37 項，但僅有氫離子濃度指數(pH)及溶氧量(DO)屬「海域環境監測及監測站設置辦法」規定之應監測項目；而懸浮固體(SS)及鹽度雖屬應監測項目，但海洋環境品質標準未管制。另「海域環境監測及監測站設置辦法」之應監測項目包含流速、流向、水溫、鹽度、氫離子濃度指數(pH)、溶氧量(DO)、懸浮固體(SS)等 7 項及其他經中央主管機關指定之項目；而選擇監測項目則包含波高、波向、波浪週期、水中光強度、葉綠素 a、大腸桿菌群、重金屬、營養鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、磷酸鹽、矽酸鹽)、浮游生物(動物性浮游生物與植物性浮游生物)、底棲生物等項目。此外，目前海域實際監測項目與頻率為每季監測水溫、pH 值、鹽度、溶氧、懸浮固體、葉綠素 a 與重金屬的鎘、汞、鉛、銅、鋅等 11 項，每年監測氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽、矽酸鹽、總磷、氰化物、酚類、礦物性油脂、鉻等 10 項，另於各海域分區監測點擇 1 點每年監測大腸桿菌群、鋁等 2 項，共計 23 項海水水質監測項目。

上述水質監測結果除反應海域水質現況，專家學者亦建議可進一步應用於 TaiBON (Taiwan Biodiversity Observation Network)之海域指標(相關建議詳附 2.3)。水質監測結果如葉綠素 a、溶氧、營養鹽類等，結合國內相關部會河川調查資料如水文沖刷潛力(Flushing Potential, FP)，可作為評估沿岸海域水質之參考。目前國際研究間常用於沿岸海域水質指標包含近岸海域生態品質率整合評估(Coastal EQR Overall Assessment, CEOA)、河口優養潛勢(Estuarine Eutrophic Potential, EEP)、河口優養狀態(Estuarine Eutrophic Statuses, EES)等。惟此類指標之計算參數多以國外數值為參考基準，未能合於國內沿岸海域水質監測需求，劉大綱等(2015)之研究即參酌國內海域水質調查結果，調整指標中部分參數之計算方式(如營養鹽之估算參數以「臺灣營養鹽指數 Ni^T 」取代營養鹽指數 Ni)，進一步以修正後之 CEOA、EEP、EES 指標，以三個維度的指標評估，評估臺灣沿岸海域水質優劣。

表 4.1-1 海洋環境品質標準及海域環境監測項目彙整表

類別	項目	海域環境分類及 海洋環境品質標準 (107 年 2 月 13 日修正)	海域環境監測及 監測站設置辦法 (91 年 11 月 13 日發布)		目前海域實際 監測項目
		管制項目	應監測 項目	選擇 監測項目	
海域 水文	流速		V		
	流向		V		
	水溫		V		V
	波高			V	
	波向			V	
	波浪週期			V	
海域 水質	一般 水質	氫離子濃度指數 (pH)	V	V	V
		溶氧量 (DO)	V		V
		生化需氧量 (BOD)	V		
		懸浮固體(SS)	V		V
		大腸桿菌群	V	V	V
		硝酸鹽		V	V
		亞硝酸鹽		V	V
		氨氮	V	V	V
		總磷	V		V
		磷酸鹽		V	V
		矽酸鹽		V	V
		氰化物	V		V
		酚類	V		V
		礦物性油脂	V		V
		鹽度	V		V
		水中光強度		V	
		葉綠素 a		V	V
	重金屬	鎘	V	重金屬 (未規定明確 項目) V	V
		鉛	V		V
		鉻			V
		六價鉻	V		
		砷	V		
		總汞	V		V
		硒	V		
		銅	V		V
		鋅	V		V
		錳	V		
		銀	V		
		鎳	V		
		鋁			V
	揮發性 有機物	四氯化碳	V		
		1,2 二氯乙烷	V		
		二氯甲烷	V		
		甲苯	V		
		1,1,1-三氯乙烷	V		
		三氯乙烯	V		
		苯	V		

類別	項目	海域環境分類及 海洋環境品質標準 (107 年 2 月 13 日修正)	海域環境監測及 監測站設置辦法 (91 年 11 月 13 日發布)		目前海域實際 監測項目
		管制項目	應監測 項目	選擇 監測項目	
農藥	有機磷劑（巴拉松、大利松、達馬松、亞素靈、一品松、陶斯松）及氨基甲酸鹽（滅必蟲、加保扶、納乃得）之總量	V			
	安特靈	V			
	靈丹	V			
	毒殺芬	V			
	安殺番	V			
	飛佈達及其衍生物 (Heptachlor, Heptachlor epoxide)	V			
	滴滴涕及其衍生物 (DDT,DDD,DDE)	V			
	阿特靈、地特靈	V			
	五氯酚及其鹽類	V			
	除草劑（丁基拉草、巴拉刈、2、4-地）	V			
海域 生物	浮游生物(動物性浮游生物與植物性浮游生物)			V	
	底棲生物			V	

註：本計畫彙整。



4.1.2 海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目及分析方法

目前國內海域環境監測項目如 4.1.1 節，計畫另彙整環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目，說明如下。

一、環評開發案

依「行政院環境保護署-環評書件查詢系統」，彙整開發計畫之海域監測項目及頻率如表 4.1-2 所示，其海域水質監測頻率多為每季 1 次，監測項目則依事業特性而異。

表 4.1-2 環評開發案之海域水質監測項目及頻率彙整

開發計畫	監測內容	監測地點		監測頻率	資料來源
新竹海水淡化廠興建	鹽度、溫度、pH、DO、BOD、大腸桿菌群、懸浮固體、油脂、總溶解固體物、總磷、總氮、酚類、總有機碳、鋅、鎘、鉛、銅、鉻、汞、砷、鎳	以取水管及排水工程影響海域之範圍佈設監測點位，採樣方法為表層以水面下 1m，中層以實際水深 1/2，底層以水底上 1m 進行 3 層取樣	6 個測站	➢ 施工前：2 季 1 次 ➢ 施工期間：每季 1 次 ➢ 營運期間：每季 1 次（營運期間監測滿 1 年後如無異常，將報請環評主管機關同後，停止監測）	經濟部水利署北區水資源局，(1100551A) 新竹海水淡化廠興建計畫環境影響說明書(初稿本)，中華民國 110 年 8 月。
	硼、尿素、二氧化碳、氯鹽、碳酸鹽、氟鹽、總硬度、碳酸氫鹽、硫酸鹽、比重、矽酸鹽、農藥（靈丹、安殺番、亞素靈、大利松、巴拉松、一品松）、銀、鎂、鈣、鈉、鉀、鋇、鐵		2 個測站	➢ 施工前：2 季 1 次 ➢ 施工期間：每季 1 次 ➢ 營運期間：每季 1 次（營運期間監測滿 1 年後如無異常，將報請環評主管機關同後，停止監測）	
臺南海水淡化廠興建	鹽度、溫度、pH、DO、BOD、大腸桿菌群、懸浮固體、油脂、總溶解固體物	➢ 以取水管及排水工程影響海域之範圍佈設監測點位，採樣方法為表層以水面下 1m，中層以實際水深 1/2，底層以水底上 1m 進行 3 層取樣 ➢ 8 個測站		➢ 施工前：監測 2 次，2 次監測間隔至少 90 天 ➢ 施工期間：每季 1 次 ➢ 營運期間：每季 1 次（營運期間監測滿 2 年後如無異常，將報請環評主管機關同後，停止監測）	經濟部水利署南區水資源局，(1100531A) 臺南海水淡化廠興建計畫環境影響說明書(初稿本)，中華民國 110 年 8 月。
六輕四期擴建計畫	(1) 水溫、採樣深度、鹽度、生化需氧量、透明度、溶氧量、pH 值、矽酸鹽、磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、酚類、油脂、礦物性油脂、總磷、懸浮固體、葉綠素 A、濁度、大腸菌類群、氰化物、甲基汞、水中 VOC*及 SVOC。 (2) 重金屬(Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、	廠址附近海域，沿岸線南北各 15 公里，在水深 10 公尺及 20 公尺等深線處設定 10 個測站，並在濁水溪出海口上下方處各設立一個測點，專用港海域及灰塘區海域各設置一個		每季 1 次	台塑石化股份有限公司，(1071023A) 六輕四期擴建計畫環境影響差異分析報告（油品質提升、液氮回收設備、船舶洗艙廢水及油污泥廠內處理），中華民國 109

開發計畫	監測內容	監測地點	監測頻率	資料來源
麥寮海水淡化廠新建工程	As、Co、Fe、Ni、Hg)	測點，新虎尾溪河口設置一個測點，共 15 個測點		年 9 月。
				台灣塑膠工業股份有限公司，(1060811A)麥寮海水淡化廠新建工程環境影響說明書，中華民國 107 年 10 月。
林口發電廠第二期灰塘工程	pH 值、水溫、鹽度、溶氧量、生化需氧量、懸浮固體物、化學需氧量	➢ 於卸煤碼頭防波堤附近亞潮帶海域選取 4 個測站 ➢ 取表、中、底層海水	每季 1 次	台灣電力股份有限公司，(1080083B)林口發電廠第二期灰塘工程環境影響差異分析報告(脫硫海水浮泡之微量飛灰送至灰塘)，中華民國 108 年 8 月。
八里污水處理廠暨海洋放流管工程	河口水質：水溫、溶氧量、生化需氧量、pH 值、懸浮固體物、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽、矽酸鹽、鹽度、重金屬(鎘、鉛、鋅、銅、六價鉻、汞)、總油脂	河口測站： 1. 渡船頭附近(H1) 2. 挖子尾附近(H2) 3. 關渡大橋附近(H3) 沿岸測站：A3~A5 三測站	每季 1 次，並紀錄漲退潮	臺北市府工務局，(1010277A)八里污水處理廠暨海洋放流管等工程環境影響調查報告書，中華民國 102 年 1 月。
中區污水處理廠	水溫、鹽度、pH 值、溶氧量、透明度、懸浮固體物、油脂、生化需氧量、大腸菌類群、重金屬(鋅、銅、鉛、鎘、鉻、鎳)	旗津海域 11 個測站	每季一次，完工後兩年內監測	高雄市政府工務局下水道工程處，(0890032X)中區污水處理廠提昇二級處理工程環境影響評估報告書，中華民國 89 年 12 月。

註：標示「*」之水中 VOC 項目包括二氯二氯甲烷、氯甲烷、氯乙烯、溴化甲烷、氯乙烷、三氯氟化甲烷、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、甲基第 3 丁基醚、反-1,2-二氯乙烷、二氯乙烷、順-1,2-二氯乙烷、2,2-二氯丙烷、溴氯甲烷、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、1,1-二氯丙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、二溴甲、烷溴二氯化甲烷、順-1,3-二氯丙烷、甲苯、反-1,3-二氯丙烷、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烷、1,3-二氯丙烷、二溴氯化甲烷、1,2-二溴乙烷、氯苯、1,1,1,2-四氯乙烷、乙苯、間二甲苯+對二甲苯、苯乙烯、鄰二甲苯、溴仿、異丙基苯、1,1,2,2-四氯乙烷、溴苯、1,2,3-三氯丙烷、正丙基苯、2-氯甲苯、1,3,5-三甲基苯、4-氯甲苯、異丁基苯、1,2,4-三甲基、第二丁基苯、1,3-二氯苯、對-異丙基甲苯、1,4-二氯苯、正丁基苯、1,2-二氯苯、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2,4-三氯苯、1,3-六氯丁二烯、萘、1,2,3-三氯苯。

二、商港

依「台灣港務股份有限公司，臺灣商港環境監測年報，2017」資料，台灣商港分為(1)國際商港(基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港)及(2)附屬及國內商港(蘇澳港、臺北港、安平港、布袋港、澎湖港)兩類共 9 個商港，港區係以乙或丙類海域環境水質項目及標準值為管理依據，其海域水質監測包含 pH 值、溶氧量及生化需氧量等三項，監測頻率為每季 1 次。

三、漁港

我國漁港共計 220 處(如表 4.1-3 所示)，其中第一類漁港計有 9 處，第二類漁港計有 211 處，行政院農業委員會漁業署針對第一類 9 個漁港共 11 測點，於 108 年每月檢測一次，於 109 年分別於 2 月、4 月、7 月及 10 月各檢測一次，總計有 16 次水質監測數據，檢測項目包含 pH 值、導電度、溶氧、懸浮固體、氨氮、生化需氧量、化學需氧量、大腸桿菌群及鹽度。

表 4.1-3 我國漁港類別及名稱一覽表

直轄市 縣(市) 別	漁港類別、名稱、主管機關與所屬區漁會					
	第一類漁港			第二類漁港		
	漁港 名稱	所屬 區漁會	主管 機關	漁港名稱	所屬 區漁會	主管 機關
宜蘭縣 (10 處)	烏石	頭城區 漁會	行政院 農業委員會	石城、桶盤堀、大里、蕃薯寮、大溪、梗枋	頭城區漁會	宜蘭縣政府
	南方澳	蘇澳區 漁會		粉鳥林、南澳	蘇澳區漁會	
基隆市 (6 處)	八斗子 、正濱	基隆區 漁會	行政院 農業委員會	大武崙、外木山、長潭里、望海巷	基隆區漁會	基隆市政府
新北市 (28 處)	-	-	-	下罟子、淡水第一、淡水第二、六塊厝、後厝	淡水區漁會	新北市政府
				麟山鼻、富基、石門、草里、磺港、水尾	金山區漁會	
				野柳、東澳、龜吼、萬里	萬里區漁會	
				深澳、水湳洞、南雅、鼻頭	瑞芳區漁會	
桃園市 (2 處)	-	-	-	龍洞、和美、美豔山、澳底、澳仔、龍門、福隆、卯澳、馬崗	貢寮區漁會	桃園市政府
				竹圍	桃園區漁會	
新竹市 (2 處)	新竹	新竹區 漁會	行政院 農業委員會	永安	中壢區漁會	新竹市政府
				海山	新竹區漁會	
苗栗縣 (11 處)	-	-	-	龍鳳、塭仔頭、外埔、公司寮、福寧、南港	南龍區漁會	苗栗縣政府
				白沙屯、新埔、通霄、苑港、苑裡	通苑區漁會	
臺中市 (6 處)	梧棲	臺中區 漁會	行政院 農業委員會	松柏、五甲、北汕、塭寮、麗水	臺中區漁會	臺中市政府
彰化縣 (2 處)	-	-	-	崙尾灣、王功	彰化區漁會	彰化縣政府
雲林縣 (6 處)	-	-	-	五條港、台西、三條崙、箔子寮、金湖、台子村	雲林區漁會	雲林縣政府
嘉義縣 (9 處)	-	-	-	鰲鼓、副瀨、塭港、下庄、東石、網寮、白水湖、布袋、好美里	嘉義區漁會	嘉義縣政府
臺南市 (7 處)	安平	南市區 漁會	行政院 農業委員會	四草	南市區漁會	臺南市政府
				蚵寮、北門、青山、下山、將軍	南縣區漁會	
高雄市 (16 處)	前鎮	高雄區 漁會	行政院 農業委員會	鼓山、旗后、旗津、上竹里、中洲	高雄區漁會	高雄市政府
				小港臨海新村、鳳鼻頭	小港區漁會	
				白砂崙、興達	興達港區漁會	
				永新	永安區漁會	
				彌陀	彌陀區漁會	
				蚵子寮	梓官區漁會	
				港埔、中芸、汕尾	林園區漁會	
屏東縣 (22 處)	東港 鹽埔	東港區 漁會	行政院 農業委員會	水利村、塭豐	林邊區漁會	屏東縣政府
				枋寮、楓港	枋寮區漁會	

直轄市 縣(市) 別	漁港類別、名稱、主管機關與所屬區漁會					
	第一類漁港			第二類漁港		
	漁港 名稱	所屬 區漁會	主管 機關	漁港名稱	所屬 區漁會	主管 機關
				海口、後灣、山海、紅柴坑、後壁湖、潭仔、 香蕉 灣、鼻頭、興海、南仁、中山、旭海 小琉球、漁福、琉球新、天福、杉福	恆春區漁會 琉球區漁會	
花蓮縣 (3 處)	-	-	-	花蓮、鹽寮、石梯	花蓮區漁會	花蓮縣政府
臺東縣 (14 處)	-	-	-	長濱、烏石鼻、小港、新港、金樽、新蘭、開 元、朗島	新港區漁會	臺東縣政府
				伽藍、大武	臺東區漁會	
				綠島、溫泉、公館、中寮	綠島區漁會	
澎湖縣 (67 處)	-	-	-	安宅、西衛、重光、馬公、案山、前寮、石 泉、菜園、鐵線、五德、井垵、時裡、風櫃 東、風櫃西、山水、鎖港、烏炭、桶盤、虎 井、尖山、龍門、菓葉、南北寮、白坑、青 螺、紅羅、西溪、成功、沙港東、沙港中、沙 港西、中西、講美、鎮海、港子、岐頭、赤 炭、後寮、通樑、瓦硐、城前、大倉、員貝、 鳥嶼、吉貝、合界、小門、大池、池西、內垵 北、外垵、內垵南、赤馬、大菓葉、二炭、竹 灣、橫礁、潭門、水垵、中社、將軍南、將軍 北、花嶼、東嶼坪、東吉、七美、潭子	澎湖區漁會	澎湖縣政府
金門縣 (3)	-	-	-	新湖、羅厝、復國墩	金門區漁會	金門縣政府
連江縣 (5)	-	-	-	福澳、白沙、青蕃、猛澳、中柱	馬祖區漁會	連江縣政府
合 計	9 處			211 處		
總計	220 處					

資料來源：行政院農業委員會，公告修正「臺灣地區各直轄市、縣（市）漁港類別及名稱一覽表」，名稱並修正為「漁港類別及名稱一覽表」，中華民國 109 年 5 月 12 日，農授漁字第 1091314889A 號。

三、環境品質監測整合計畫

依「經濟部工業局，花蓮縣和平工業區營運期間環境品質監測整合計畫 106 年度監測年報，2018」資料，此監測計畫係民國 90 年 4 月經行政院環境保護署審查同意整合「和平水泥專業區」、「和平火力發電廠」、「和平水泥廠計畫」與「和平工業區專用港開發計畫」等開發計畫所承諾之監測內容與項目，所執行之環境監測整合計畫，其海域監測項目及頻率如表 4.1-4 所示。

表 4.1-4 和平工業區環境品質監測整合計畫之海域水質監測項目及頻率彙整

監測內容	監測地點	監測頻率
(1) 一般項目：溫度、pH 值、DO、鹽度、透明度、懸浮固體、BOD ₅ 、餘氯、葉綠素、油脂	(1) N24°21'47"E121°46'88" (2) N24°19'43"E121°46'50" (3) N24°18'43"E121°46'44" (4) N24°17'66"E121°45'78"	每季 1 次，每次各進行上層、中層、下層 3 個深度水樣。



監測內容	監測地點	監測頻率
(2) 重金屬(銅、鋅、鉛、鎘、汞、砷*、鉻*、鎳*)	(5) N24°15'94"E121°44'65"	
(3) 營養鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽)	(6) N24°16'25"E121°46'14"	
	(7) N24°17'90"E121°47'32"	
	(8) N24°21'12"E121°47'48"	
	(9) 冷卻水入口附近	
	(10) 溫排水排放口附近	
	(11) 溫排水排放口 500m 附近 (一)	
	(12) 溫排水排放口 500m 附近 (二)	
	(13) 港區內 A*	
	(14) 港區內 B*	
	(15) 港區內 C*	
	(16) 養灘區近岸北側*	
	(17) 養灘區近岸南側*	

註：*為和平港因應對策於 104 年 07 月起新增監測項目及點位數量。

資料來源：經濟部工業局，花蓮縣和平工業區營運期間環境品質監測整合計畫 106 年度監測年報，2018。

四、各縣市政府自行辦理計畫

各縣市政府亦自行辦理海域水質監測計畫，如新北市、宜蘭縣、基隆市、新竹縣、臺中市、嘉義縣、臺南市等縣市政府環保局及高雄市海洋局；另金門縣政府為調查漁業生態環境及桃園市政府為確保海岸水域遊憩活動品質，亦曾委託學術機構及顧問公司進行海域水質監測，彙整如表 4.1-5 所示。

表 4.1-5 各縣市政府海域水質監測頻率及測站

執行單位	監測期間及頻率	監測站個數	監測站位置
新北市環保局及海保署	海域水質監測每季 1 次，海灘水質監測每月 1 次(6~9 月)	海域：12 海灘：5	· 海域測站：林口電廠、臺北港擴建港區、八里污水廠放流口、淡水河口、后厝漁港、核一廠、核二廠、核四廠、瑪鋉漁港、中油深澳港外海、水湳洞陰陽海 S1 及水湳洞陰陽海 S3 · 海灘測站： 1. 新北市環保局監測：沙珠灣、白沙灣及淺水灣海水浴場 2. 海保署監測：福隆及新金山海水浴場
宜蘭縣環保局	97~109 年 每半年一次	8	蘭陽溪保護礁區、頭城漁業資源保護區、石城人工魚礁禁漁區、和平溪口、漢本人工魚礁禁漁區、南澳人工魚礁禁漁區、東澳人工魚礁禁漁區、豆腐岬
基隆市環保局 (107 年委託逢甲大學， 108 年委託信安工程顧問股份有限公司)	107 年 7~12 月及 108 年 4~11 月 每月一次	9	八斗子景觀平台下方海域、碧海藍天石碑附近海域、長潭里漁港外 1、長潭里漁港海洋保育區附近海域、潮境公園附近海域、環保復育公園附近海域、望海巷漁港外、長潭里漁港外 2、潮境公園外海海域
新竹縣環保局	93 年~109 年 每季一次	3	鳳山溪出海口、新豐溪出海口、新豐掩埋場外海

執行單位	監測期間及頻率	監測站個數	監測站位置
臺中市環保局	100 年~109 年 每季一次	4	大肚溪出海口、清水高美濕地、大甲溪出海口、大安海水浴場
嘉義縣環保局	105 年~106 年 每半年一次	7	外傘頂洲 1 附近海域、外傘頂洲 2 附近海域、外傘頂洲 3 附近海域、朴子溪處海口附近海域、布袋港附近海域、布袋好美里保護區附近海域、八掌溪出海口海域
臺南市環保局	101 年~109 年 每季一次	8	八掌溪河口水深約 4m 處、急水溪河口水深約 4m 處、北門淺海養殖區水深約 5m 處、將軍溪河口水深約 10 處、七股潟湖網子寮沙洲水深約 10m 處、曾文溪河口水深約 10m 處、鹿耳門溪河口水深約 10m 處、鹽水溪河口水深約 10m 處
高雄市海洋局	95 年~109 年 每季一次	29	白砂崙漁港、二仁溪出海口外 2.5 哩、二仁溪出海口、二仁溪出海口南側、興達漁港口外緣、興達港龍蝦保育區外、興達發電廠毗鄰海域、永安天然氣廠外堤、永新漁港口外緣、阿公店溪出海口、阿公店溪出海口外 2.5 哩、彌陀(南寮)漁港口外緣、蚵子寮漁港口外緣、典寶溪出海口、後勁溪出海口、左營海放管口(近左營軍港)、柴山西向離岸 2.5 哩、西子灣海水浴場、旗津海水浴場、旗津沿岸、中洲海放管口、南星計畫區附近海域、大林蒲海放管口(近中油卸油浮筒區)、鳳鼻頭漁港口外緣、港埔漁港口外緣、中芸漁港口外緣、林園外海 2.5 哩、汕尾漁港外(高屏溪出海口)、高屏溪出海口外 2.5 哩
金門縣水產試驗所 (委託國立高雄海洋科技大學)	102 年 5~12 月	沿岸：10 海上：8	- 沿岸測站：尚義、昔果山、洋山、瓊林、北山、湖下、上林、浯江溪口、料羅礦區、青嶼 - 海上測站：后湖、母嶼、田埔、馬山、北山、上林、青嶼、古崗
桃園市政府觀光旅遊局 (委託國立中央大學水文與海洋科學研究所)	105 年 8 月~106 年 6 月	3	新屋永安南岸、觀音濱海遊憩區、大潭火力發電廠冷卻水進水口西防波堤處

資料來源：

1. 新北市政府環境保護局，新北市海域及海灘水質監測。網站：<https://www.epd.ntpc.gov.tw/Qa?catID=1847>
2. 宜蘭縣海洋資訊網。網站：http://works.ilepb.gov.tw/01001_W_02/P4.html
3. 基隆市水環境改善計畫。網站：<https://keelungwater.org/Downloads>
4. 新竹縣政府環境保護局，環境資訊專區。網站：https://www.hcepb.gov.tw/index.php?option=com_content&view=category&id=60&Itemid=162&limitstart=0
5. 臺中市政府環境保護局，海域環境監測。網站：<https://www.epb.taichung.gov.tw/17299/Lpsimplelist?Page=1&PageSize=30&type=>
6. 嘉義縣環境保護局，海域水質監測。網站：https://cyepb.cyhg.gov.tw/Content_List.aspx?n=E3716E5AC9CDF1ED
7. 臺南市政府環境保護局，海洋污染防治計畫。網站：<https://web.tainan.gov.tw/epb/cp.aspx?n=16143>
8. 高雄市政府海洋局，海域環境監測資料庫。網站：<http://kcmb.nkust.edu.tw/doe-web/#/main/station>
9. 金門縣水產試驗所，金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測計畫，2013。
10. 桃園市政府觀光旅遊局，桃園市海岸水域遊憩活動基礎項目調查與分析，2017。

前述環評開發案、商港、環境品質監測整合計畫及各縣市政府自行辦理計畫中有關海域監測的分析方法，目前皆採用環檢所公告之分析方法，其彙整結果詳表 2.3-1。

根據海保署 109 年度海洋水質分析及整體指標評估研究計畫指出，測定 pH、導電度及溶氧之電極，應留意儀器測值不穩定是否與電極老化相關。故應定期自主性進行儀器功能比對測試，以符現地採樣分析所需。此外，由於海水重金屬、氮系、磷系等測項所含濃度甚低，可利用 Chelex-100 離子交換樹脂進行重金屬的前處理濃縮，抑或是藉由配製基質（人工海水、低營養鹽海水）匹配檢量線，使其鹽度與真實樣品相同，以降低儀器測定干擾，提高分析結果數據可信度。

綜整前述海域水質調查報告顯示，相較一般水質，海域水質有高濃度鹽類、浮游生物等易形成分析干擾的物質，因而目前各檢測項目雖有環檢所公告方法供參照遵循，但實務檢測過程常因海水基質複雜，導致分析誤差。彙整海域監測計畫常見之誤差來源如表 4.1-6 所示，包含待測物濃度極低、添加樣品回收率偏低、基質不易匹配等，說明如下：

- (一) 待測物於海域水質中濃度稀薄，即便水樣經濃縮後，上機分析濃度仍可能低於定量極限，產生較大分析偏差。
- (二) 海水基質複雜，上機前常需以離子交換樹脂或還原管柱等前處理步驟去除干擾，但前處理步驟往往會造成樣品待測物損失，造成添加回收率偏低，在待測物低濃度分析時產生較大誤差。
- (三) 海水隨採樣點不同，水質迥異，上機分析雖以人工海水為空白溶液，但仍有基質無法匹配造成吸光值為負值等分析誤差。
- (四) 海域水質會隨季節、氣候和水文（潮汐變化、颱風、浮游生物群落多寡）等條件變化，即便同一採樣點，其氨氮、葉綠素 a、營養鹽等檢測項目濃度仍偶有數值變化趨勢與以往迥異的現象。

表 4.1-6 海域監測常見誤差來源

分析誤差來源類型	分析項目	說明
待測物濃度極低	鉻	海水中鉻濃度較低(近岸海域 5~30 nM，約為 0.03~0.16 ug/L)，實驗室配製檢量線標準溶液為 0.0025~0.025 mg/L，所有樣品分析結果均小於 0.0025mg/L（定量極限）。該計畫採用偵測極限較低的石墨爐式原子吸收光譜儀分析樣品，惟定量極限無法涵蓋海水樣品濃度範圍，需尋求偵測極限更低之分析儀器或優化前處理步驟。
添加樣品回收率偏低	鎘	某年度中部海域水質分析鎘添加分析回收率 84.5%，管制範圍 78.4~123.2%，平均值為 97.7%。該批次分析回收率略低，但仍屬正常範圍。
基質不易匹配	鉻	人工合成海水配製鉻標準溶液之檢量線，雖已盡可能模擬海水成份，但可能與真實樣品之基質仍有差異，造成樣品之吸收值皆為負值。
採樣時間與地點造成之變異度	磷酸鹽、矽酸鹽、氨氮、葉綠素 a	某季葉綠素 a 測值為 6.5 $\mu\text{g/L}$ ，明顯高於 91 年至 98 年葉綠素 a 測值範圍(0.05 $\mu\text{g/L}$ 至 4.0 $\mu\text{g/L}$)。比較該季之磷酸鹽、矽酸鹽、氨氮等測值，均較歷年平均值為高，推斷與夏季日照量高，營養鹽充分的情形下，利於藻類生長相關。
潮汐變化	溫度、溶氧飽和度	海域現地監測之溫度與溶氧飽和度隨海域潮汐週期變化，偶有遽降之現象

資料來源：本計畫彙整。

4.2 探討海域水質檢測方法適用性，擬定方法驗證項目篩選原則及優先序建議

4.2.1 海域水質檢測方法之適用性

目前例行性海域監測相關檢驗分析方法係依循環境保護署環境檢驗所(以下簡稱環檢所)訂定環境檢測標準方法為之，現階段過渡期亦遵循前述標準方法據以執行海域監測。依海域水質監測年報調查，108 年度沿海海域監測包含水溫、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽、矽酸鹽、葉綠素 a、總磷、氰化物、酚類、礦物性油脂與重金屬的錳、鎳、鎘、鉛、銅、鋅、砷、鉻及汞，共計 24 項水質監測項目；109 年度沿海海域監測包含水溫、pH 值、鹽度、溶氧、懸浮固體、葉綠素 a、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽、矽酸鹽、總磷、氰化物、酚類、礦物性油脂、大腸桿菌群與重金屬的汞、鎘、鉛、銅、鋅、鉻及鋁，共計 23 項水質監測項目，各監測項目之檢測方法如表 4.2-1 所示，顯示現階段海域監測檢測方法仍依循環保署環境檢驗所公告之方法。部分檢測項目如正磷酸鹽、矽酸鹽、重金屬採用之檢測方法適用範圍均有標註適用海域水質，如重金屬水樣前處理使用之「海水中鎘、鈷、銅、鐵、鎳、鉛及鋅檢測之前處理鉍合離子樹脂交換濃縮法(NIEA W308.22B)」，適用範圍即包含海水與感潮河口水。水溫、氨氮、礦物性油脂等檢測項目對應之檢測方法之適用範圍則未明確標註涵蓋海

水基質，但其適用範圍涵蓋地面水體，因此多數檢測機構針對上述檢測項目仍採用此類環檢所公告方法。然此類公告方法中未必包含海水基質分析干擾與排除等資訊，公告方法中提供之單一(多間)實驗室驗證數據也多採用廢污水或河川水等環境水體，而少見以海水基質為驗證標的。此類型公告方法雖廣泛應用於海域水質檢測，但檢測方法對於海水基質之適用性，則多未有相關驗證流程。

表 4.2-1 海域監測項目之檢測方法彙整

序號	監測項目	方法編號	方法說明
1	水溫	NIEA W217.51A	溫度計法
2	pH	OCA W403.50C	電極法
3	鹽度	NIEA W447.20C	導電度法
4	溶氧	NIEA W455.52C	電極法
5	懸浮固體	NIEA W210.58A	103°C~105°C乾燥法
6	葉綠素a	NIEA E507.04B	丙酮萃取法/分光光度計分析法
7	硝酸鹽氮	NIEA W436.52C	鎘還原流動注入分析法
8	亞硝酸鹽氮	NIEA W436.52C	鎘還原流動分析法
9	磷酸鹽	NIEA W427.53B NIEA W443.51C	分光光度計/維生素丙法 流動注入分析法—比色法
10	矽酸鹽	NIEA W450.50B	鉬矽酸鹽比色法
11	總磷	NIEA W442.51C	線上UV/過氧焦硫酸消化與流動注入分析比色法
12	氨氮	NIEA W437.52C	靛酚法
13	氰化物	NIEA W441.51C	流動注入分析比色法
14	酚類	NIEA W521.52A NIEA W524.50C	分光光度計法 線上蒸餾/流動分析法
15	礦物性油脂	OCA W502.50C	液相萃取重量法
16	砷	NIEA W434.54B	連續流動式氰化物原子吸收光譜法
17	鉻	NIEA W303.51A	石墨爐式原子吸收光譜法
18	汞	NIEA W330.52A	冷蒸氣原子吸收光譜法
19	鋁	參考NIEA M104.02C	感應耦合電漿原子發射光譜法
20-25	鎘、銅、鉛、鋅 錳、鎳	NIEA W308.22B NIEA W311.54C	鉍合離子交換樹脂濃縮法 感應耦合電漿原子發射光譜法

資料來源：

- 1.海洋委員會海洋保育署，民國 108 年海域水質監測年報，109 年 4 月編印。
- 2.海洋委員會海洋保育署，民國 109 年海域水質監測年報，110 年 4 月編印。

環檢所公告方法中包含方法概要、適用範圍、干擾、設備與材料、試劑、採樣與保存、步驟、結果與處理、品質管制、精密度與準確度、參考資料等十一個小節。其中適用範圍規範方法適用之基質種類如放流水、地下水；干擾一節則針對分析流程中可能形成干擾之狀況予以相關說明；品質管制針對方法對應之品管樣品，規範其回收率或相對偏差；精密度與準

確度則提供實驗室針對品管樣品或真實樣品分析結果。目前海域水質各檢測項目雖多有環檢所公告方法供參照遵循，惟相較一般水質，海域水質有高濃度鹽類、浮游生物等易形成分析干擾的物質；又公告方法中針對干擾排除往往只在「三、干擾」一節，提供原則性論述，或於「七、步驟」一節以備註的形式提供排除干擾的試驗程序，因此海水分析干擾往往難以參照公告方法排除之。此外，海水檢測分析常見待測物濃度低、品管樣品回收率與公告方法範圍差異顯著，但檢測公告方法中「九、品質管制」以及檢附於「十、精密度與準確度」之驗證數據，多非以海水為分析基質，亦即現行公告方法多未驗證海水基質於方法之適用性。

國內例行性或環境評估案衍生之海域監測需求，主要參照環檢所公告方法，因為例行性海域水質監測側重數據品質與年度間數據比對，訴求穩定一致的數據品質，此類檢測工作多委由國內認證檢測機構執行。海域水質背景調查之訴求為監測海域水質中待測物微量濃度變化，講求儀器精密度與低方法偵測極限，若現行公告方法之方法偵測極限不及監測需求，則有尋求較低偵測極限檢測方法之需求之檢測方法，此類檢測方法常經由與國內學術研究機構合作進行方法開發。鑑此，針對海域水質檢測方法適用性，建議未來應先確立水質監測目的，以監測需求如方法偵測極限為基準，進一步探討海域水質檢測方法適用性(例如探討方法偵測極限是否合於監測需求)。

4.2.2 海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則及優先性建議

計畫綜整現有海域水質檢測相關之公告方法共計有 30 個檢測類項，包含海域水質的例行性監測項目、選擇性監測項目與人體健康相關基準之標的。其中化學需氧量、有機磷農藥、硒、溶氧、氫離子濃度指數(pH 值)及油脂等項目已有海域水質檢測專用之公告方法(方法編號開頭:OCA)指定對應於部分環檢所公告方法。除了化學需氧量採行海水基質特用之檢測方法，其餘公告之方法適用範圍皆未明列海域水質，而公告方法中亦未提供排除海域水質分析干擾之相關資訊。此外，其公告方法中訂定之品管範圍以及附帶之實驗室驗證數據等皆未以海水為基質進行方法驗證，顯示現行公告方法未必能完全符合海域水質檢測需求。上述有海保署公告檢測方法之項目，以 pH、溶氧、油脂與化學需氧量等四個項目為海域水質應監測項目或海域品質標準項目，其檢測結果對應將做為後續行政管理之依據。pH 與溶氧之現行公告方法已涵蓋鹽度及溫度校正，但其屬現地測量方法，尚需考慮不同地點間分析條件之變異程度，另有驗證程序。油脂與化學需氧量分析方法則需皆經由實驗室前處理，其試驗流程之於海水基質的適用性有待進一步探討，化學需氧量檢測對應之「含高濃度鹵離子海水中化學需氧量

檢測方法—重鉻酸鉀迴流法 (OCA W501.50C)」為海水專用之檢測方法；礦物性油脂檢測對應的檢測方法「海水中油脂檢測方法—液相萃取重量法 (OCA W502.50C)」，其適用範圍目前僅涵蓋地面水體，且其公告方法中驗證數據以試劑水為驗證基質，顯示後者未以海水基質進行方法驗證。此外，國際間海域漏油事件頻傳，但油污往往不易清除且有擴散之虞，加以油品中揮發性/半揮發性有機物的生物毒性，均會嚴重衝擊海域生態。因此在移除浮油後海域水質仍需藉由長期水質監測，掌握海域水質油脂含量之變化，目前各類海域水體之海洋環境品質標準中，訂定礦物性油脂之標準為 2 mg/L。基於行政需求與檢測方法適用性，建議以礦物性油脂為優先納入方法驗證之標的。後續再根據實際需求，將 OCA 系列公告方法逐一納入方法驗證範疇。

此外，考量未來另有海域新興污染物與其他人體健康相關基準項目之監測需求，建議針對此類檢測標的，可根據政策管理需求與國際趨勢，篩選方法驗證之候選檢測類項，進一步根據標的特性遴選欲驗證之分析標的，規劃後續方法驗證流程。此外，針對公共政策推動上備受關注之議題，亦可於評估管理適切性後，逕予納入篩選清單。

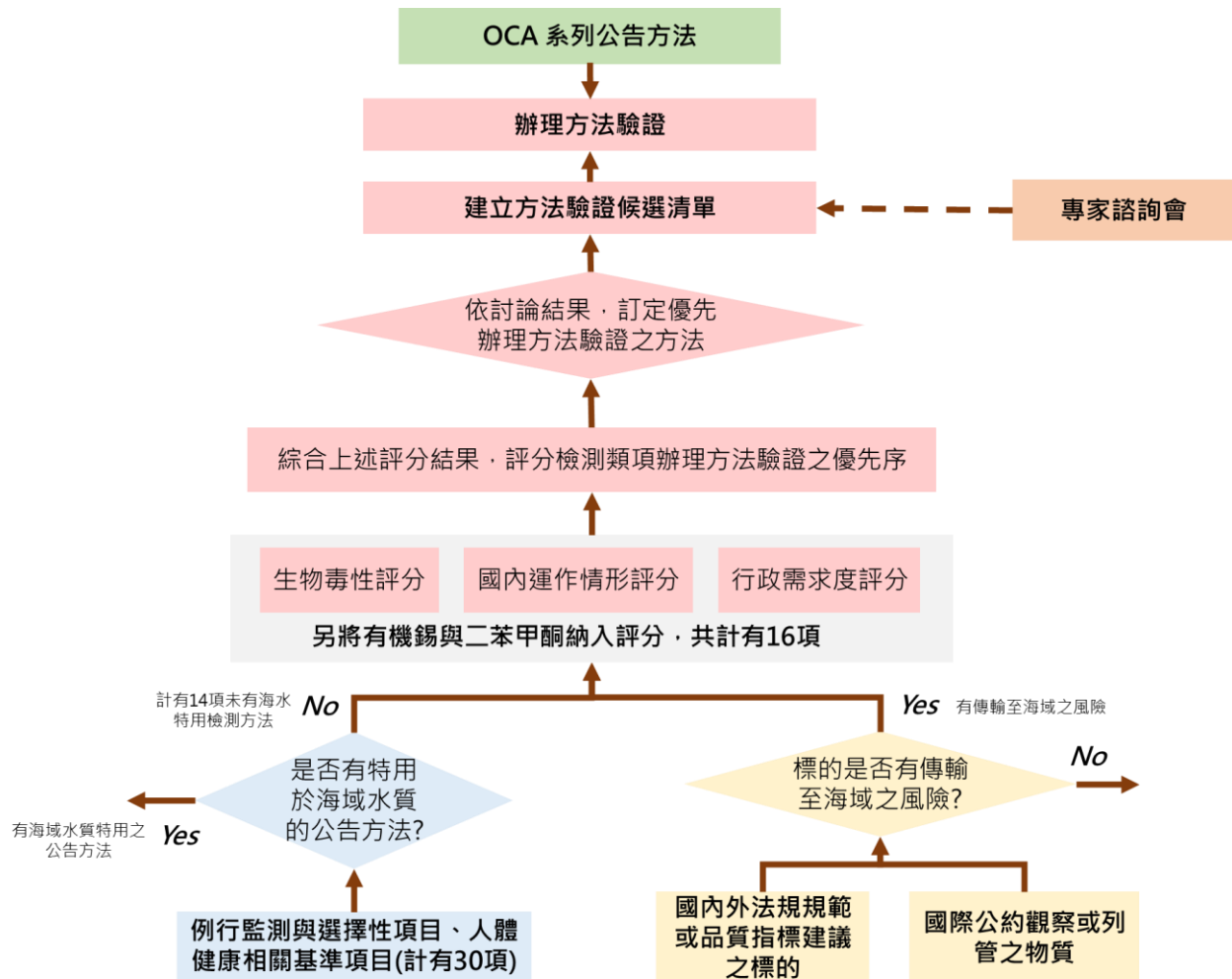
綜上所述，方法驗證建議以公告之 OCA 系列公告方法優先辦理方法驗證，後續依規劃之篩選原則排定檢測項目之驗證優先序並建立方法驗證候選清單，篩選原則流程詳圖 4.2-1，篩選原則概述如下：

- (一) 優先辦理 OCA 系列公告方法之方法驗證，其中考量礦物性油脂中仍可能含有 BTEX(包含苯、甲苯、乙苯、二甲苯)等毒性較高之有機物，故本計畫優先選擇油脂進行驗證。
- (二) 將候選檢測類項分為海域水質監測項目、選擇性監測項目與人體相關健康基準與國際公約列管物質、國內外法規規範品質標準兩大類型。
 1. 海域水質監測項目、選擇性監測項目與人體相關健康基準：該類標的計有 30 個檢測類項(其中揮發性有機物包含四氯化碳、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、甲苯、1,1,1-三氯乙烷、三氯乙烯、苯；鑒於揮發性有機物檢測為單一方法對應多項標的，故合併為一個類項計)。此類檢測項目皆有對應之檢測公告方法，惟方法適用範圍未必包含海水基質。
 2. 國際公約列管物質：此類物質如二苯甲酮存在於環境水體中之濃度通常相對微量且未必有對應之法規管制值，但長期積累可能對海洋生物有影響。針對此類標的，建議蒐集國內外文獻，盤點國內外法規規範與品質指標物質與國際公約觀察或列管之物質，考量特定物質傳輸至海域之風險，評估其納入方法驗證候選清單之必要性。
- (三) 盤點檢測公告方法對應公告方法之適用範圍，以未包含海域水質的標的列為有優先驗證需求之方法。



1. 部分海域水質檢測標的如重金屬、鹽度、懸浮固體等項目均有海域水質適用之公告方法，暫不列入方法驗證範疇。
 2. 彙整出未符合(一)之檢測標的，其中硝酸鹽氮、揮發性有機物等 14 個檢測類項未有海水特用之公告方法，將 14 個檢測類項對應之公告方法列入方法驗證候選清單。
- (四) 依照上述篩選原則，篩選出硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、生化需氧量、水溫、氰化物、氨基甲酸鹽類、揮發性有機物、安殺番、靈丹、阿特靈、地特靈、安特靈、滴滴涕、飛佈達等 14 個檢測類項列入方法驗證候選清單。(另將海域生態研究關切之二苯甲酮(防曬乳成分)、及有機錫(船底漆添加成分)納入候選清單)。
- (五) 針對上述檢測項目，考量其生物毒理特性、國內使用情形、行政管理需求度給予評分，依評分結果，排序各檢測類項辦理方法驗證之優先程度，評分越高之檢測類項，辦理方法驗證之需求相對迫切。評分說明分述如下：
1. 生物毒理特性以其人體致癌性、對水生生物之生物急毒性、慢毒性、生殖/發育毒性或基因毒性與生物放大作用等為基準進行評分(評分基準參考 2.3.2 節)。以下茲參考毒理資訊相對完整之致癌性資料 (對人類流行病學調查、病例報告和對實驗動物致癌實驗資料)作為評分基準，IARC 將致癌性分為 4 級 5 類，其分類與本計畫評分規則如表 4.2-2 所示。
 2. 國內使用情形依毒性及關注化學物質管理局公告之「列管毒性化學物質及其運作管理事項」，將檢測類項依用途限制狀況予以評分，評分規則如表 4.2-3 所示。
 3. 行政管理需求度則以同為品質標準與監測項目之檢測標的為需求度最高，非品質標準或監測項目者需求度列為最低，評分規則如表 4.2-4 所示。
 4. 依照上述評比原則，16 個檢測類項之優先程度評分結果如表 4.2-5，優先序較前面的項目包含揮發性有機物、氨基甲酸鹽類、靈丹與二苯甲酮等項目。
- (六) 依據前述水質項目篩選評比之優先序，辦理專家諮詢會，徵詢專家意見，確認優先辦理方法驗證之公告方法，經主管機關同意後辦理檢測方法之驗證。





資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-1 驗證方法篩選流程

表 4.2-2 海域環境品質項目辦理驗證評分標準-IARC 致癌性分類

分類			分數
國際癌症研究署 (IARC)	第 1 級(Group1)	對人類確定是致癌物	5
	第 2A 級 (Group 2A)	對人類很可能是致癌物，對動物則為確定致癌物	4
	第 2B 級 (Group 2B)	對人類有可能是致癌物，對動物很可能也是致癌物	3
	第 3 級 (Group 3)	目前尚無足夠的動物或人體的資料以供分類該物質是否為人類致癌物	2
	第 4 級 (Group 4)	根據已有資料認為該物質極可能對人體無致癌性	1
	缺乏資料		0



表 4.2-3 海域環境品質項目辦理驗證評分標準-國內運作情形

分類		分數
國內運作情形	非列管項目或自然環境中即存在之物質	5
	為列管項目，但特定用途不在此限	3
	為列管項目，且禁止製造、輸入、販賣及使用	1

表 4.2-4 海域環境品質項目辦理驗證評分標準-行政需求度

分類		分數
行政需求度	同為品質標準與監測項目	5
	僅為品質項目或監測項目	3
	非品質項目或監測項目	1

表 4.2-5 海域環境品質項目辦理驗證篩選評分小計

項次	水質項目	生物毒性 -致癌性(分)	國內運作情形 (分)	行政需求度 (分)	小計 (分)
1	揮發性有機物	5	3	3	11
2	氨基甲酸鹽類	4	3	3	10
3	靈丹	5	1	3	9
4	二苯甲酮	3	5	1	9
5	地特靈	4	1	3	8
6	滴滴涕及其衍生物	4	1	3	8
7	硝酸鹽氮	0	5	3	8
8	亞硝酸鹽氮	0	5	3	8
9	水溫	0	5	3	8
10	生化需氧量	0	5	3	8
11	氰化物	0	3	5	8
12	飛佈達及其衍生物	3	1	3	7
13	安特靈	2	1	3	6
14	阿特靈	0	1	3	4
15	安殺番	0	1	3	4
16	有機錫	0	3	1	4

4.3 辦理海域監測水質項目方法驗證

4.3.1 水質檢測方法驗證程序

根據 ISO 與 TAF 認證體系之定義，方法開發或方法擴充屬方法確效或確認(Validation)之範疇；而方法查證則屬方法查驗或查證(Verification)。基於上述原則，本計畫建議之驗證原則(架構如圖 4.3-1)，係屬海域水質檢測方法確效與方法查證可參採之方法驗證架構，其中除涉及回收率查驗，另可應用於適用範圍擴充至海域水質，以適用於部分經專家意見評估後，有必要辦理方法驗證之檢測項目。

本計畫建議之驗證流程主要遵循環檢所公告之「環境檢測標準方法驗證注意事項」，其中包含設備校正、品質管制範圍建立與真實樣品分析。此外，為使本方法驗證架構可泛用於多數檢測方法，另參酌澳洲 NATA 公告之「Guidelines for the Validation and Verification of Quantitative and Qualitative Test Methods」與美國 Ora lab 公告之「ORA Laboratory Manual Volume II」方法驗證相關之指引及規則，將實驗室人員能力評鑑、方法優化等程序亦納入方法驗證流程。另考量現行海域水質監測數值產出仍以環檢所公告方法為分析方法，為求管理基準一致，方法驗證過程中相關品保規範以環檢所頒布之「環境檢驗方法品質管制指引(NIEA PA101~NIEA PA108)」為準則，計畫之方法驗證流程如下述：

一、擬定設備校正程序

驗證方法使用之儀器與器皿採樣設備應依該方法之規定，訂定校正項目、頻率及程序，如方法內未規定者，檢驗室可參考環境檢驗器皿清洗及校正指引(NIEA PA106)、環境檢驗儀器設備校正及維護指引(NIEA PA108)、USEPA SW-846 等相關指引研擬分析儀器與器皿之校正頻率與程序訂定，或由檢驗室自行研訂。

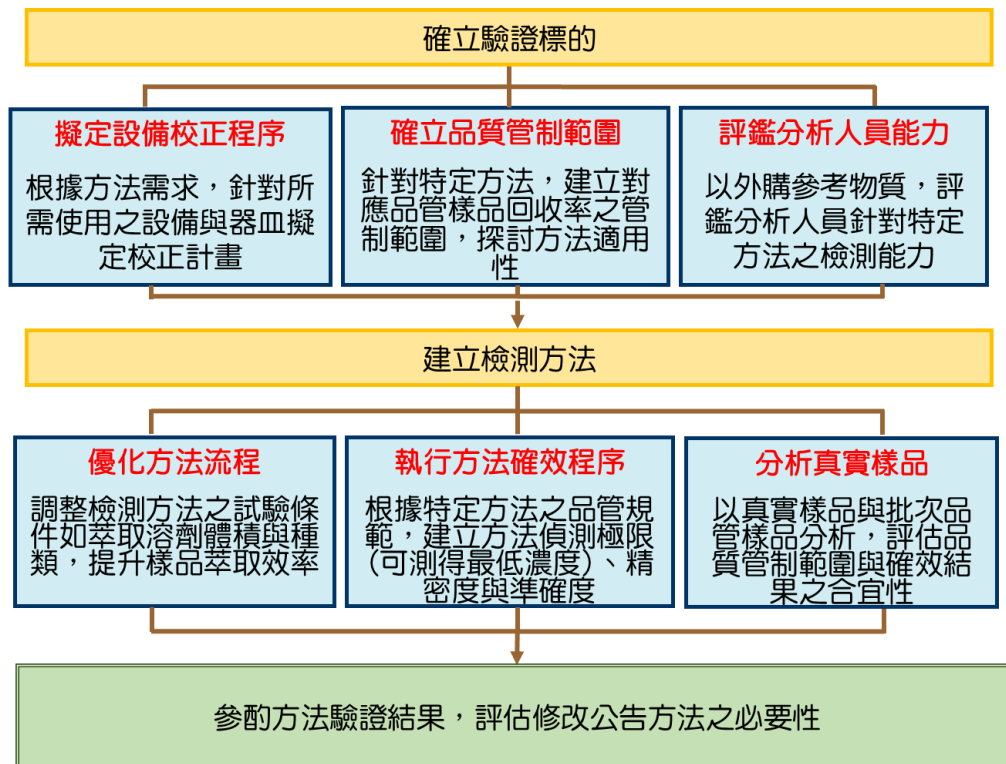
二、品質管制範圍釐訂

品質管制範圍係品管樣品數據合理性評估之基準，透過品質管制上、下限警示可確保分析結果不致嚴重偏離統計範圍，適當控管試驗流程，檢核方法對樣品分析之適用性。參考「環境檢驗品質管制圖建立指引(NIEA PA-105)」之規範，針對重複樣品計算其相對差異百分比(Relative percent difference, RPD)，另外針對查核樣品及添加樣品計算其回收率，利用上述品管樣品計算所得之平均值及標準差建立品質管制圖，設定警告與管制上下限值，審視每批次樣品的品管樣品是否符合該品管範圍，並採取相對應處理措施。此外，執行方法驗證，可再視需求調整用於建立品質管制圖之品管樣品數。若品管樣品回收率不佳(無法落入公告方法之

品質管範圍內)，則代表該檢測方法無法適用於海水基質，需考慮改以其他檢測方法進行驗證。

三、分析人員能力鑑定

自行配置或由外部購買已知濃度標準品，提供予分析人員，藉由確認值或品管樣品回收率之允收範圍，鑑別分析人員是否具備執行特定分析項目之檢測能力。



註：方法偵測極限建立之需求端視各原方法規範而定

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3-1 方法驗證架構

四、執行方法確效程序

公告方法中品管相關規範可作為方法確校執执行程序之參考依據。例如方法中載明須建立檢量線，則在方法驗證過程中須依據「環境檢驗檢量線製備及查核指引」(NIEA-PA103) 建立檢量線。若方法中有偵測極限建立之需求，執行方法驗證時則需遵循「環境檢驗方法偵測極限測定指引」(NIEA-PA107) 建立預估方法偵測極限 (Method detection limit, MDL)，MDL 係指待測物在某一基質中以指定檢測方法所能測得之最低量或濃度，在 99% 之可信度 (Confidence level) 下待測物之濃度大於 0 之統計值，一般可根據以下原則建立預估 MDL：



- (一) 可產生相當於儀器訊噪比 (S/N) 為 2.5 至 5.0 之待測物濃度。
- (二) 待測物於試劑水、適當溶劑或基質中，儀器重複測定值之標準偏差的 3 倍濃度。
- (三) 待測物檢量線於低濃度時，斜率呈明顯變化之濃度。
- (四) 已知相當於儀器偵測極限(Instrument detection limit, IDL) 濃度值。
- (五) 曾經測得之 MDL。

由上述所得預估 MDL 之 1 至 5 倍濃度，添加至與待測樣品相同基質之 7 個樣品(第一次) 分析結果，計算其標準偏差(S)， $MDL_i = 3 \times S$ ；後續再添加 MDL_i 之 1 至 2 倍濃度至與待測樣品相同基質之 7 個樣品進行樣品(第二次) 分析結果，計算第二次標準偏差(S')，依據統計結果建立最終的 MDL。計算方法偵測極限 (MDL) 如下：

$$S(S') = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)}$$

其中 $\bar{X}$ ：平均值
 X_i ：個別測定值
 n ：測定數目
 S ：第一次分析結果標準偏差
 S' ：第二次分析結果標準偏差

利用第二次 MDL 之 S'^2 值與第一次 MDL 之 S^2 ，計算 F 比值。F 比值之計算係將前述較大之 S^2 值做分子，F 比值需小於 3.05，若 F 比值大於 3.05，則須重新分析，直至 F 比值小於 3.05，之後依下列公式計算出 MDL 值：

$$MDL = 2.681 \times \sqrt{((6S^2 + 6S'^2) \div 12)}$$

式中 2.681 係等於 $t(12, 1-\alpha=0.99)$ 值

MDL 的建立仍須視各方法規定進行調整，不含建立檢量線之方法可能也須建立 MDL，如化學需氧量 (Chemical oxygen demand, COD)，其相關規範可參考「環境檢驗品管分析執行指引」(NIEA-PA104)。

此外，進一步購買與樣品基質及濃度相近之標準參考物質(Standard reference material, SRM)或有認證參考物質(Certified reference material, CRM)建立準確度與精密度，若無商品化

之標準參考物質，可自行配製與樣品基質(人工海水)及濃度相近之標準品，進行至少 5 次之重複分析，數據結果可以統計方式得到方法準確度及精密度。準確度以平均回收率表示，平均回收率 $\bar{X}$ (%) 可由下列公式計算得之：

$$\bar{X}(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \times 100 \%$$

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)}$$

其中 $\bar{X}(\%)$ ：平均回收率

X_i ：個別測定回收率

n ：測定數目

S 為分析結果標準偏差

至於精密度可以相對標準偏差 (Relative Standard Deviation, RSD) 表示，計算式為：

$$RSD(\%) = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \%$$

後續進行樣品穩定性測試，配製已知油脂和礦物性油脂濃度，並依方法規定保存方式存放，在不同的期限內，依方法操作程序進行不同天數測試。

此外，方法若不涵蓋建立檢量線者，如水中油脂檢測方法—液相萃取重量法 (NIEA W506.22B) 及水中油脂檢測—索氏萃取重量法 (NIEA W505.54B)，無需進行前述檢量線建立及 MDL 驗證流程，惟仍須進行除檢量線建立及 MDL 測定以外之驗證程序。

五、優化方法流程

環檢所公告檢測方法皆會於「步驟、七」一節中提供試驗方法步驟，惟真實樣品中常含有高濃度金屬離子、鹵素離子等可能形成分析干擾之因子，進一步造成光譜干擾；真實樣品之有機物分析亦常見其前處理萃取效率遠低於試劑水基質，導致真實樣品添加回收率不理想。此時則需透過調整部分試驗步驟如水樣 pH 調整、水樣萃取前先以離子交換樹脂螯合金屬、改變萃取水樣之溶劑種類與比例、萃取次數，藉以改善品管樣品回收率表現，確保分析品質。修改試驗方法之品管樣品回收率，需介於原公告方法之品質管制範圍(或實驗室自訂之品管範圍)，方能修改檢測方法步驟及內容。

六、真實樣品分析

分析海域水質樣品，剖析真實樣品分析結果與批次品管分析結果，探討前述流程釐訂之方法確效成果與品管標準是否合宜。

4.3.2 海域水質油脂方法驗證

環檢所公告之各方法皆有對應之品管要求，因此方法驗證流程亦不盡相同，以「海水中油脂检测方法—液相萃取重量法（OCA W502.50C）（即等同於 NIEA W506.23B）」為例，建議之方法驗證流程如圖 4.3-2，相關說明分述如下。

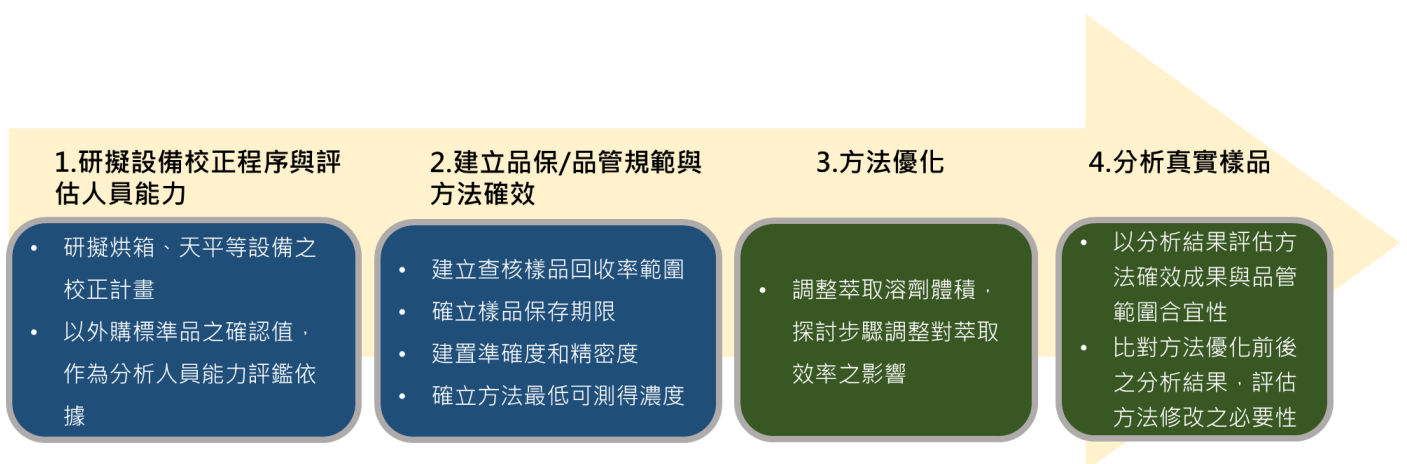


圖 4.3-2 方法驗證流程圖

一、擬定儀器設備之校正程序與分析人員能力測試

(一) 根據實驗室管理手冊要求，針對分析流程中使用之天平及烘箱等設備訂定對應之校正程序與頻率(如表 4.3-1 所示)，方法驗證流程中所使用之設備與儀器均須符合相關校正要求。

(二) 人員能力評鑑部分，購買油脂參考樣品或以外購標準品自行配製與查核樣品濃度接近之樣品，並重複分析 4 次，計算其平均回收率及標準偏差，平均回收率需介於實驗室訂定的可接受範圍。

二、建立品保/品管規範與方法確效

(一) 建立品管樣品回收率：以外購標準品配製特定濃度之查核樣品，以查核樣品之回收率，確定方法適用性。利用品管樣品計算所得之平均回率及標準差建立品質管制圖，



設定警告與管制上下限值，審視每批次樣品的品管樣品是否符合該品管範圍，並採取相對應處理措施。

- (二) 確立樣品保存期限：原方法已有保存期限規定者，可逕參考使用之；惟若要調整保存期限(例如：欲延長保存期限)，實驗室需自行驗證，並依驗證結果另訂保存方法及期限。
- (三) 建置準確度和精密度：購買與樣品基質及濃度相近之標準參考物質(SRM)，若無已商品化之標準參考物質，可自行配製與樣品基質及濃度相近之標準品，進行至少 5 次之重複分析，數據結果經統計得到方法準確度及精密度。
- (四) 確立方法最低可測得濃度：以外購標準品配製特定濃度之查核樣品(單一濃度建議至少配製 7 個樣品)，以分析方法測定查核樣品，並計算多個測值之標準偏差，後續再以預估測值(3 倍標準偏差)之 1~2 倍濃度(配製 7 個樣品)，以分析方法測定樣品，並計算標準偏差，求得方法偵測極限(MDL)，估算方法定量極限(約為 3 倍方法偵測極限)之濃度相當，視為方法可測最低濃度。

表 4.3-1 實驗室油脂分析儀器設備之校正程序

序號	儀器設備名稱	校正或維護別	校正或維護週期	校正或維護項目	標準或參考物件	校正維護步驟與相關規定	參考資料
1	電子天平	(1)外部校正	三年	重複性與線性量測			
		(2)內部校正	(1)每次稱量前	(1)零點檢查			
			(2)一個月	(2)刻度校正	經校正之砝碼	註： 1.附內藏校正檢查設備之天平也需做一個月與六個月的校正。 2.具有多個稱量範圍之電子天平，每一稱量範圍皆需做一個月與六個月的校正。	如附電子天平內部校正參考程序
			(3)六個月	(3)重複性校正			
2	烘箱	(1)外部校正	初次使用前	溫度		檢查溫度變化	
		(2)內部校正	二年	溫度	熱電偶	檢查烘箱內使用位置之溫度變化	ASTM F2092
		(3)檢查維護	使用時	溫度		以適當的檢測器(Sensor)監視溫度並記錄	ASTM F2092



三、方法優化

調整液相萃取時正己烷之添加體積，並分析特定濃度之查核樣品，探討前述調整對萃取效率之影響

四、真實樣品採樣與分析

- (一) 真實樣品測試：針對真實樣品進行至少重複分析 3 次，且應同時分析一個空白和一個 QC 樣品，必要時需進行至少 3 次添加分析。
- (二) 方法確效成果與品管標準評估：藉由真實樣品與批次品管樣品分析結果，檢討最低可測得濃度、準確度與精密度等方法確效成果與品管樣品管制範圍，是否合於實際檢測需求。

4.3.3 海域水質油脂檢測方法驗證結果

依據海洋委員會公告之「海水中油脂檢測方法－液相萃取重量法（OCA W502.50C）」附件，指定行政院環境保護署公告之「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法（NIEA W506.22B）」為「海水中油脂檢測方法－液相萃取重量法（OCA W502.50C）」。
考量「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法（NIEA W506.22B）」於 109 年 1 月 7 日預告廢止，環檢所另行公告「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法（NIEA W506.23B）」（於 109 年 10 月 15 日生效），本計畫之方法驗證參照「水中油脂檢測方法－液相萃取重量法（NIEA W506.23B）」之試驗流程。此公告方法修改包含油脂出具報告方式，以油脂（正己烷抽出物）表示，另外增加查核標準品及其配製濃度，其餘為部分文字敘述修改。

為確保方法驗證之海水基質不含待測物（油脂），本方法驗證以人工海水為驗證基質，人工海水配方如表 4.3-2。另將實驗步驟繪製如圖 4.3-3、圖 4.3-4 所示，試驗流程記錄如圖 4.3-5。計畫依據 4.3.2 節進行海水油脂檢測方法驗證，結果說明如下：

一、適用範圍

NIEA W506.22B (即 OCA W502.50C) 之適用範圍一節，提及方法適用於包含地面水體、地下水體、廢（污）水、放流水及飲用水中油脂之檢測，未涵蓋海水基質。針對適用範圍部分，計畫以人工海水基質配製油脂（硬脂酸）與礦物性油脂（十六烷酸）之查核樣品，藉由查核樣品分析回收率範圍，探討方法於海水基質之適用性。以試劑水與人工海水基質個別添加特定濃度之油脂標準品（配製濃度介於 4 mg/L~40 mg/L，方法規定查核標準品油脂濃度為 40 mg/L）

與特定濃度之礦物性油脂標準品(配製濃度介於 2 mg/L~ 20 mg/L，方法規定查核標準品礦物性油脂濃度為 20 mg/L)，以 NIEA W506.22B 分析查核樣品油脂(或礦物性油脂)濃度，並計算各樣品回收率 (結果如表 4.3-3、表 4.3-4、圖 4.3-6 和圖 4.3-7 所示)。

以相同查核樣品濃度 (油脂 40 mg/L、礦物性油脂 20 mg/L) 相比，試劑水和人工海水基質油脂平均回收率分別為 94.9%和 100.6%，礦物性油脂平均回收率分別為 87.0%和 96.1%，均可落於公告方法之品管範圍 (油脂 78%~114%、礦物性油脂 64%~132%)。此外，人工海水基質不同查核樣品濃度其油脂和礦物性油脂平均回收率分別介於 94.1% ~113.8%和 86.4%~96.1%，4 個濃度查核樣品平均回收率皆落於公告方法之品管範圍 (油脂 78%~114%、礦物性油脂 64%~132%)。綜合前述，計畫以不同濃度查核樣品進行人工海水油脂和礦物性油脂測試，其平均回收率均可達公告方法之品管範圍，本方法確實可使用於海水基質。

表 4.3-2 人工海水配方

人工海水配方 (參考 Standard method 8010)	
化合物	最終配置濃度 (mg/L)
NaF	3
SrCl ₂ ·6H ₂ O	20
H ₃ BO ₃	30
KBr	100
KCl	700
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1470
Na ₂ SO ₄	4000
MgCl ₂ ·6H ₂ O	10780
NaCl	23500
Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	20
NaHCO ₃	200

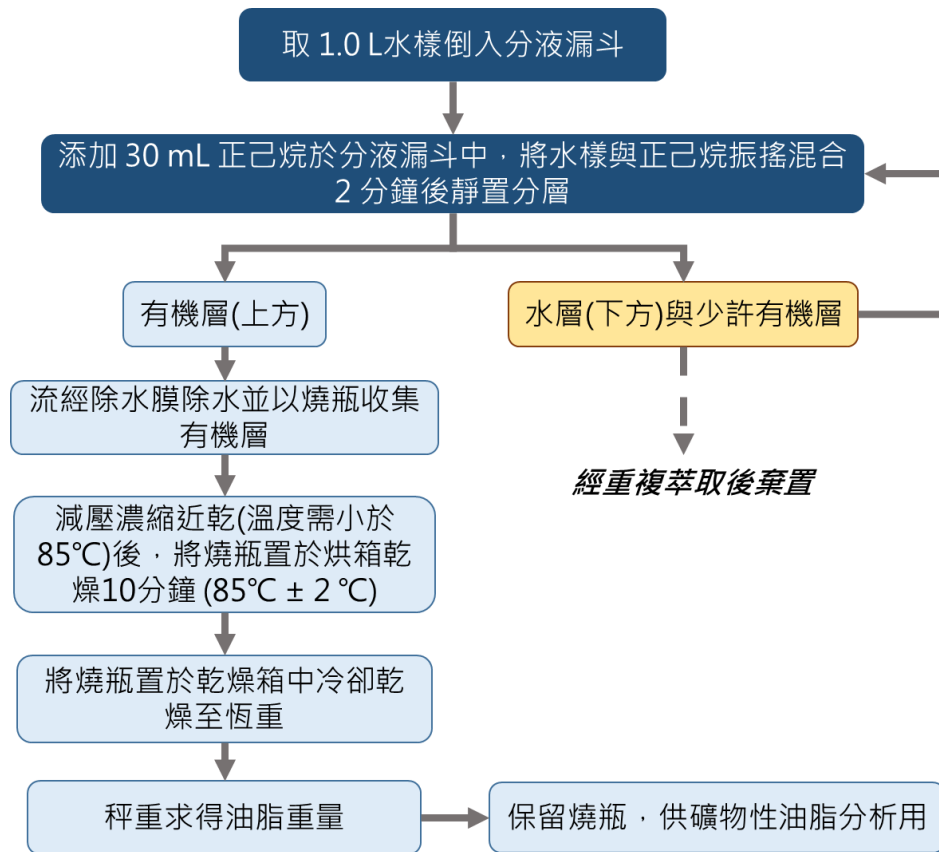


圖 4.3-3 油脂分析流程圖

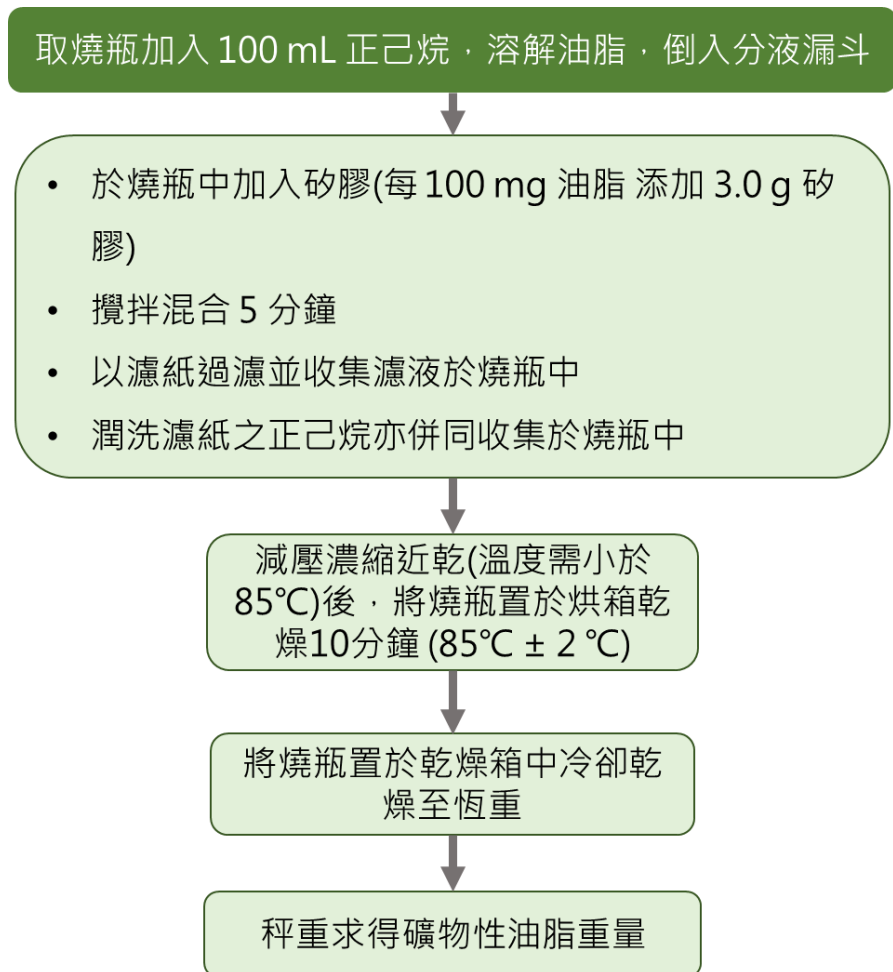


圖 4.3-4 礦物性油脂分析流程圖

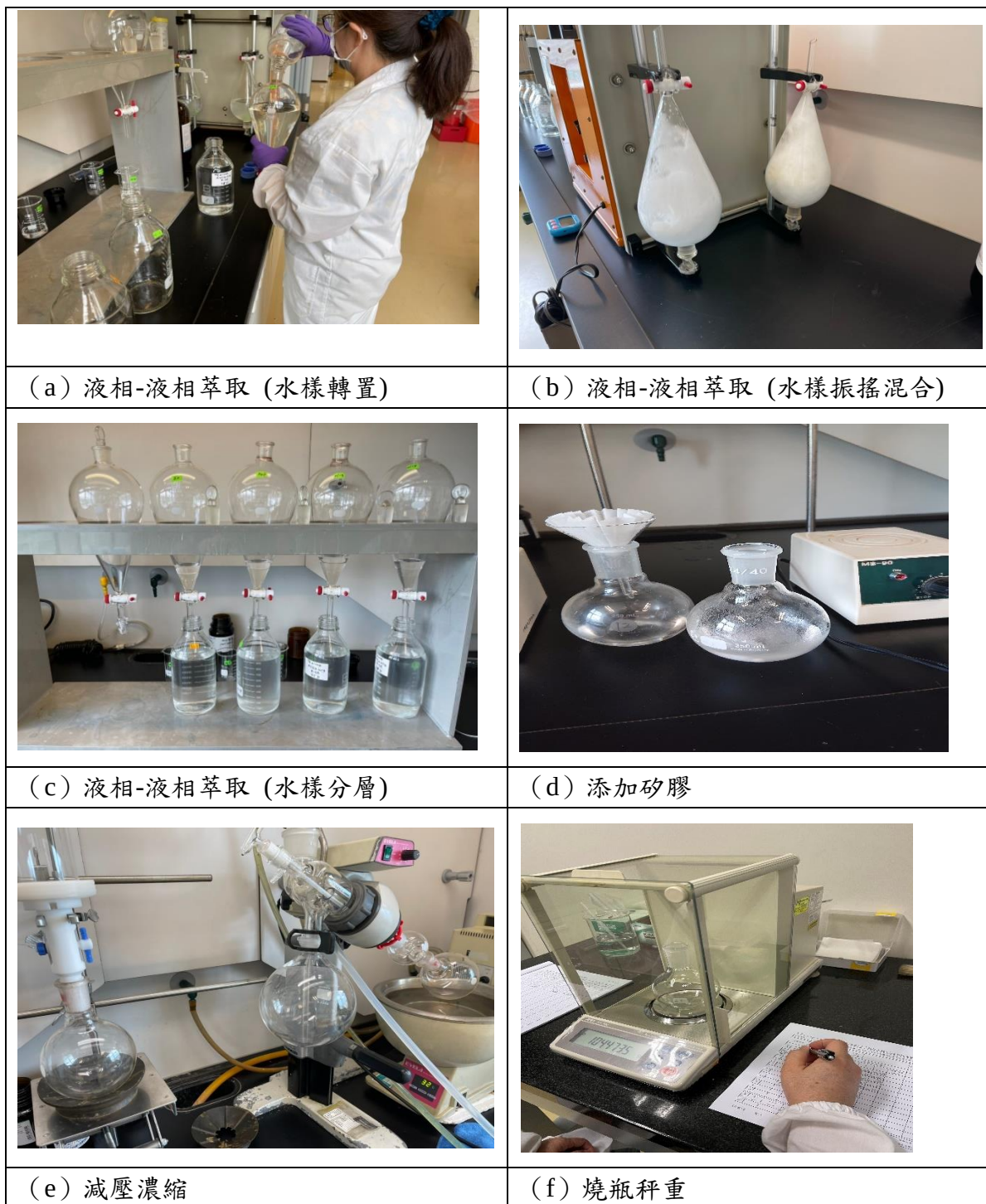


圖 4.3-5 油脂分析試驗照片

表 4.3-3 不同基質之油脂查核樣品分析結果

分析項目	基質	添加濃度 (mg/L)	測試次數	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
油脂	試劑水	40	18	94.9	8.6
	人工海水	40	15	100.6	5.4
		20	23	96.0	6.6
		8	14	94.1	12
		4	14	113.8	7.7

表 4.3-4 不同基質之礦物性油脂查核樣品分析結果

分析項目	基質	添加濃度 (mg/L)	測試次數	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
礦物性 油脂	試劑水	20	18	87.0	14.4
	人工海水	20	15	96.1	7.6
		10	23	88.9	13.9
		4	14	94.3	20.8
		2	14	86.4	37.9

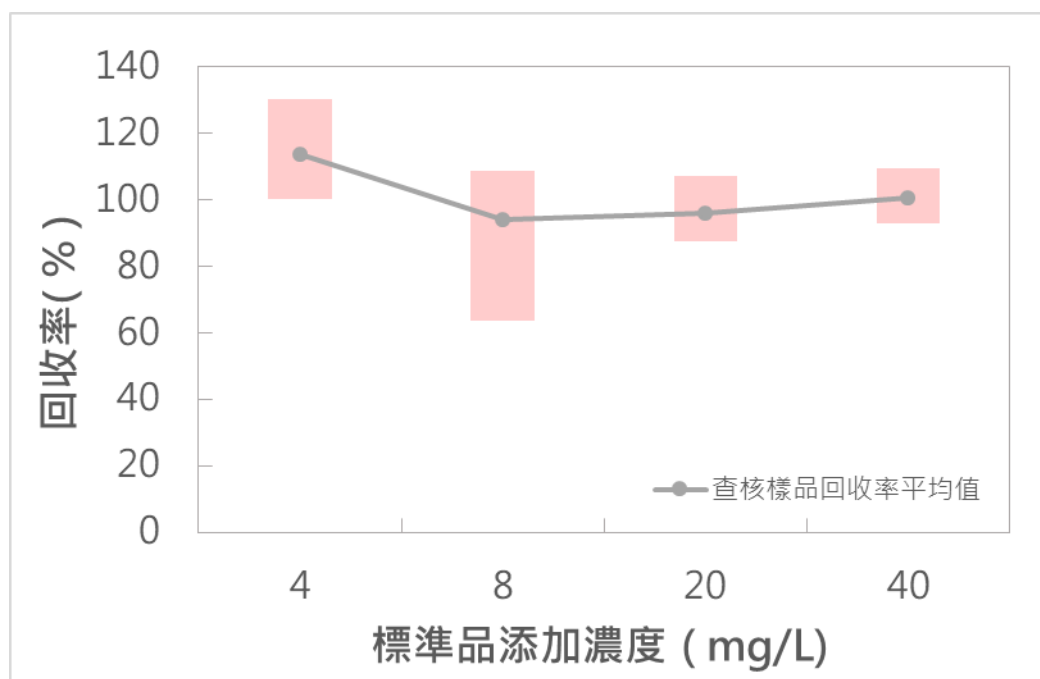


圖 4.3-6 油脂查核樣品回收率檢出範圍 (人工海水基質)

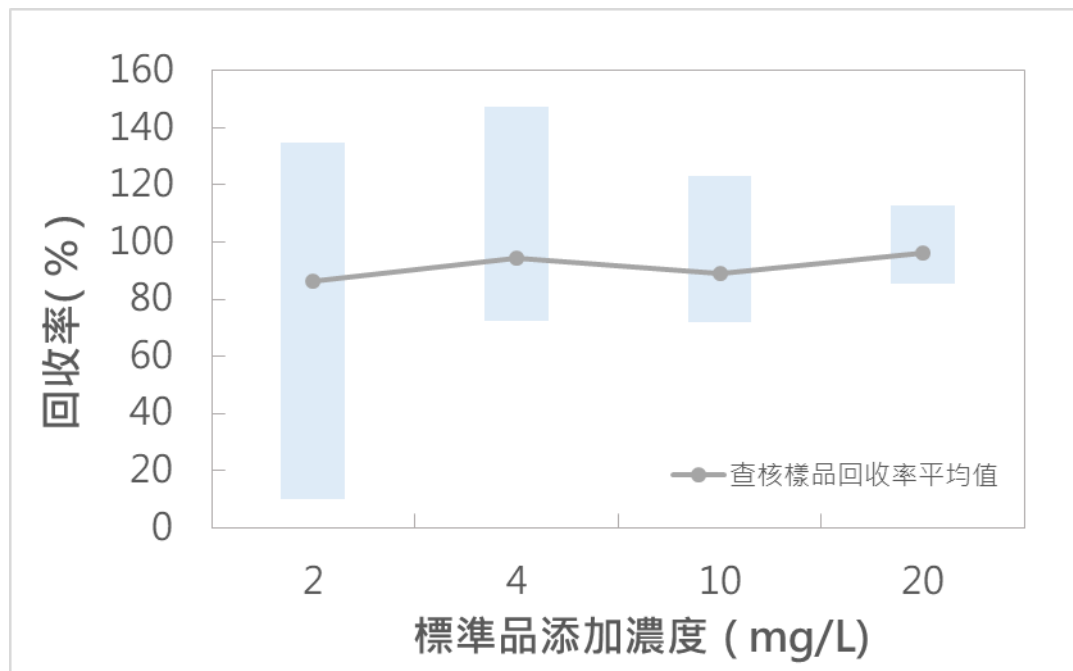


圖 4.3-7 礦物性油脂查核樣品回收率檢出範圍 (人工海水基質)

二、樣品保存及穩定性測試

NIEA W506.22B (即 OCA W502.50C) 之採樣與保存一節，提及 (四) 若水樣於採樣後 2 小時內無法分析，以 1+1 鹽酸或 1+1 硫酸酸化水樣至 pH 值小於 2，並於 $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 冷藏，於此條件下，可保存 28 天。針對樣品保存部分，計畫以人工海水與十六烷/硬脂酸標準溶液配置油脂查核樣品(配置濃度: 20 mg/L)與礦物性油脂查核樣品(配置濃度:10 mg/L)，並加酸冷藏保存，後續分別於第 0 天、第 7 天、第 14 天、第 28 天、第 35 天開封查核樣品(每個時間計有 3 個查核樣品)，以 NIEA W506.22B 分析油脂與礦物性油脂含量，皆由樣品濃度變化趨勢，探討樣品保存期限。

測試結果(如表 4.3-5、表 4.3-6、圖 4.3-8 所示)顯示第 0 天至第 35 天人工海水油脂和礦物性油脂查核樣品之平均回收率分別介於 90.7 % ~ 100.7 % 和 77.3 % ~ 102.3 %，相對標準偏差分別介於 3.0 % ~ 4.8 % 和 2.1 % ~ 7.8 %，平均回收率皆落於公告方法之品管範圍(油脂 78%~114%、礦物性油脂 64%~132%)。結果顯示直至第 35 天後，油脂與礦物性油脂濃度皆未有顯著變化，油脂樣品分析之保存期限可長達至少 35 天。

表 4.3-5 不同保存期限油脂查核樣品之平均回收率(人工海水基質)

分析項目	基質	添加濃度 (mg/L)	保存期限 (天)	水樣數	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
油脂	人工海水	20	0	3	90.7	3.0
			7	3	104.2	3.2
			14	3	94.8	4.8
			28	3	100.7	3.5
			35	3	96.2	3.8

表 4.3-6 不同保存期限礦物性油脂查核樣品之平均回收率(人工海水基質)

分析項目	基質	添加濃度 (mg/L)	保存期限 (天)	水樣數	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
礦物性 油脂	人工海水	10	0	3	78.7	7.8
			7	3	94.0	2.1
			14	3	78.7	5.3
			28	3	102.3	6.4
			35	3	77.3	4.5

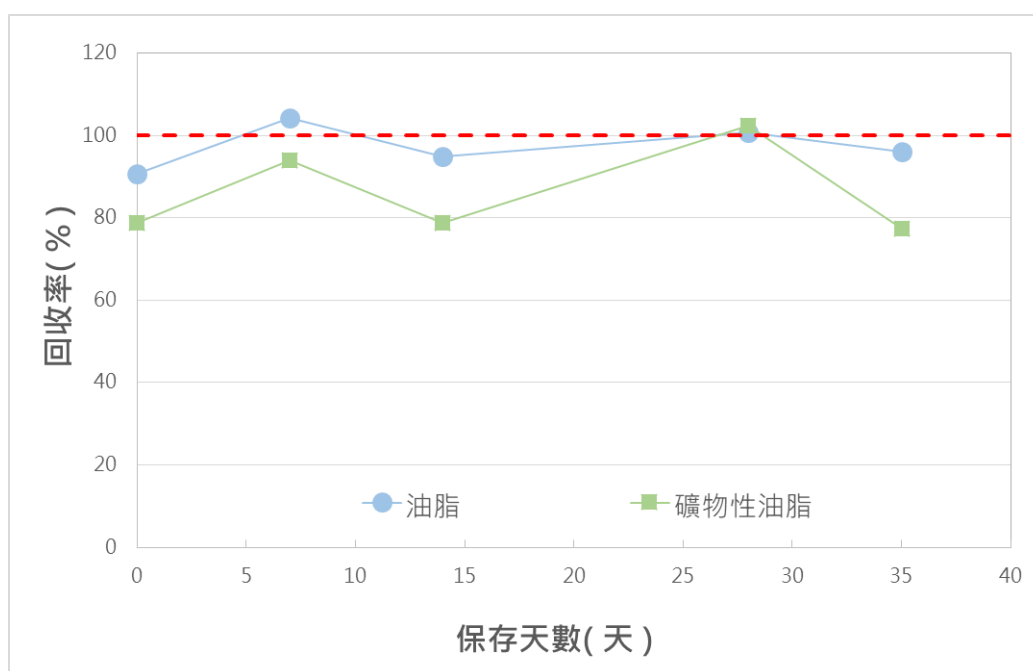


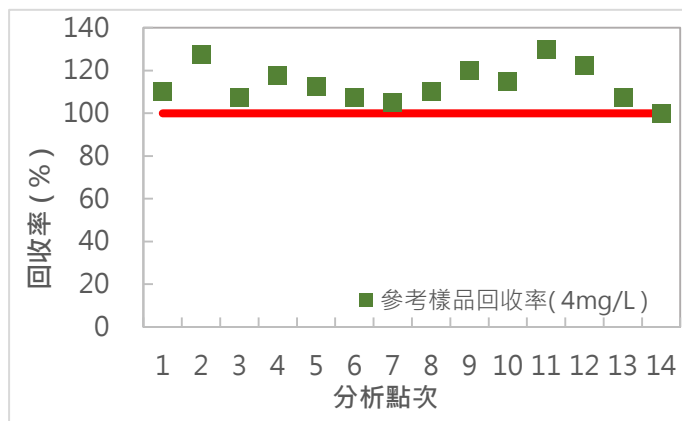
圖 4.3-8 油脂與礦物性油脂樣品保存及穩定性測試(人工海水基質)

三、查核樣品之精密度與準確度

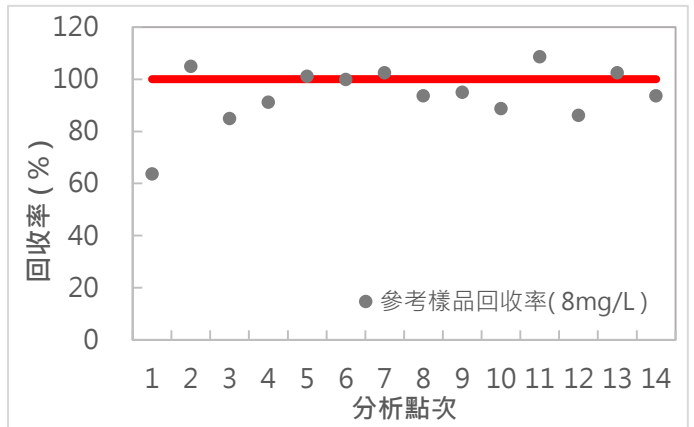
NIEA W506.22B (即 OCA W502.50C) 之精密度與準確度一節，提及單一實驗室執行查核標準品分析（分析次數 = 4）油脂（正己烷抽出物）和礦物類油脂平均回收率分別為 91.2% 和 87.2%，標準偏差分別為 2.6% 和 2.1%。針對查核樣品之精密度與準確度部分，計畫以人工海水配製特定濃度之油脂標準品（配製濃度介於 4 mg/L ~ 40 mg/L，方法規定查核標準品油脂濃度為 40 mg/L）與礦物性油脂標準品（配製濃度介於 2 mg/L ~ 20 mg/L，方法規定查核標準品礦物性油脂濃度為 20 mg/L），計畫分別以平均回收率和相對標準偏差作為準確度和精密度評估指標。其中各分析點次回收率愈趨近 100%，代表該次分析準確度越高；各分析點次之回收率高低分布愈趨接近，則代表分析回收率之精密度越高。

準確度測試結果顯示油脂之查核樣品（配製濃度介於 4 mg/L ~ 40 mg/L）平均回收率介於 94.1% ~ 113.8%，礦物性油脂之查核樣品（配製濃度介於 2 mg/L ~ 20 mg/L）平均回收率介於 86.4% ~ 96.1%（油脂和礦物性油脂之查核樣品回收率分別如圖 4.3-9 和圖 4.3-10 所示）。

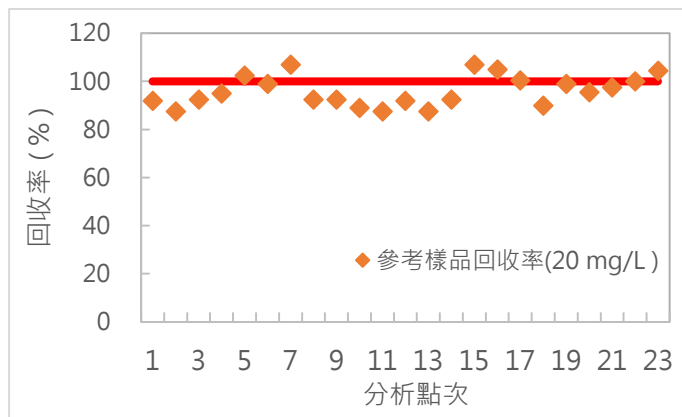
精密度測試結果顯示油脂之查核樣品（配製濃度介於 4 mg/L ~ 40 mg/L）回收率之相對標準偏差介於 5.4% ~ 12.0%，礦物性油脂之查核樣品（配製濃度介於 2 mg/L ~ 20 mg/L）回收率（RSD）之相對標準偏差介於 7.6% ~ 37.9%。此外，計畫試驗結果顯示，油脂或礦物性油脂之查核樣品回收率隨配製濃度降低，相對標準偏差較高，其回收率數據之分布也相對分散，回收率的精密度也因此降低（如圖 4.3-9 與圖 4.3-10）。



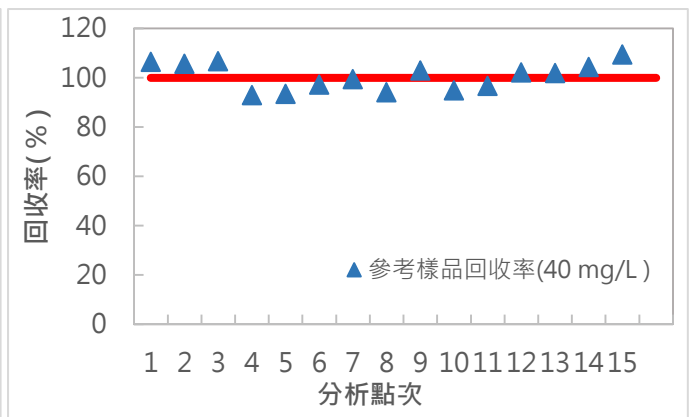
(a) 4 mg/L



(b) 8 mg/L



(c) 20 mg/L



(d) 40 mg/L

圖 4.3-9 不同濃度油脂查核樣品之回收率(人工海水基質)

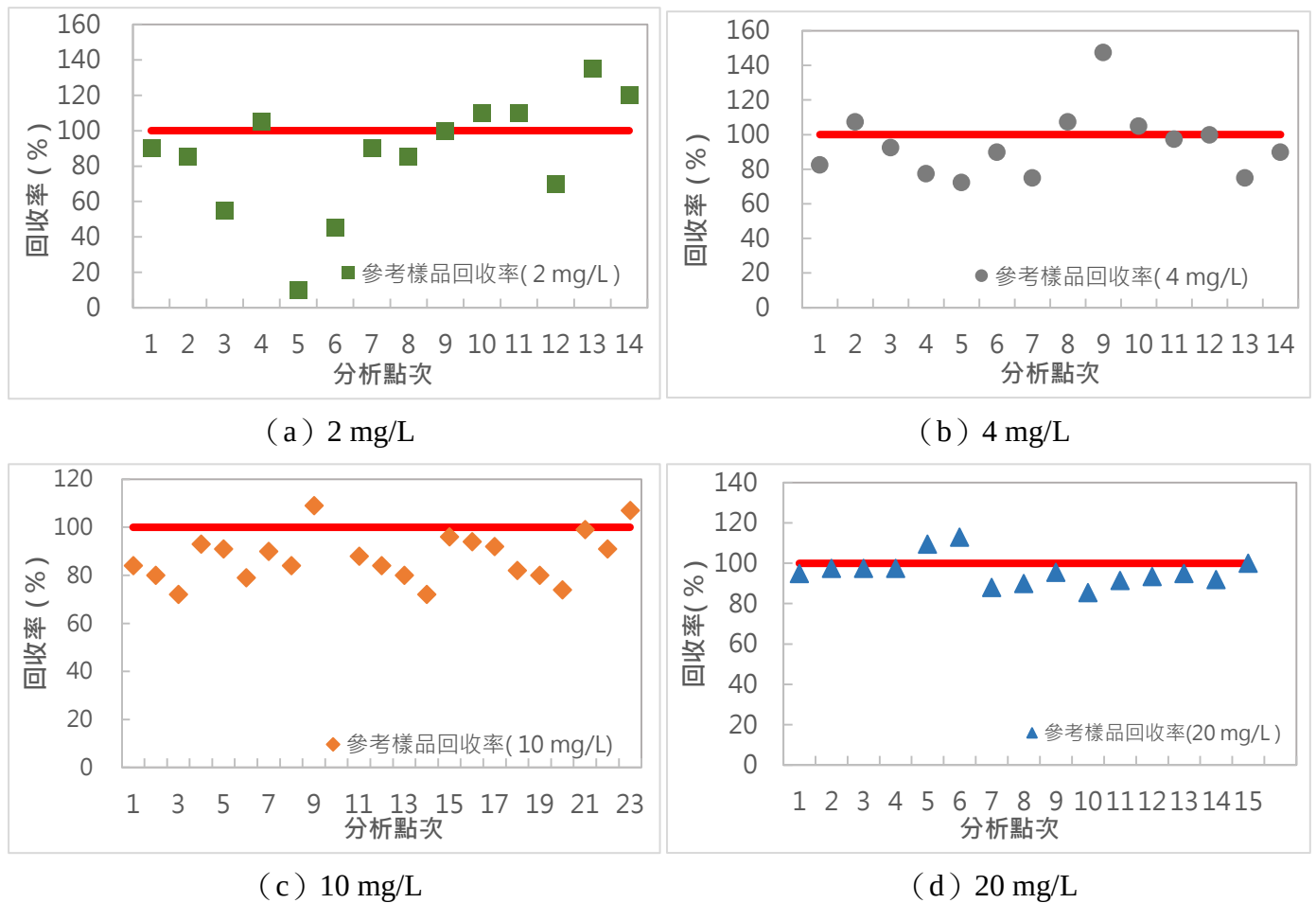


圖 4.3-10 不同濃度礦物性油脂查核樣品之回收率(人工海水基質)

四、方法偵測極限 (或方法最低可測得濃度)

NIEA W506.22B (即 OCA W502.50C) 之適用範圍一節，明列適用基質為地面水體、地下水體、廢（污）水、放流水及飲用水，經計畫驗證後，方法亦可適用於海水基質；另因本方法內容未明確說明適用之樣品濃度範圍，且本方法屬重量法，亦無需製作 MDL，惟為確認方法最低可定量濃度可適用於實際管理需求，現行放流水標準油脂(正己烷抽出物)管制限值為 10 mg/L，而海洋環境品質標準礦物性油脂標準值為 2.0 mg/L，計畫參考 4.3-1 節 MDL 製作方式，油脂和礦物性油脂預估 MDL 濃度為 4 mg/L 和 2 mg/L，計畫以人工海水基質配製油脂和礦物性油脂濃度為 8.0 mg/L 及 4.0 mg/L (一般為預估 MDL 之 1~5 倍) 進行分析，依據 7 個樣品分析結果計算得到之第一次 MDL 值分別為 1.9 mg/L 和 1.5 mg/L，再以第一次 MDL 之 1~2 倍濃度進行 MDL 確認，第二次 MDL 濃度以人工海水基質配製油脂和礦物性油脂濃度為 4.0 mg/L 及 2.0 mg/L (計 7 個樣品) 進行分析，油脂和礦物性油脂 MDL 計算結果分別為 1.4 mg/L

和 1.2 mg/L。

依據計畫 MDL 結果顯示，礦物性油脂結果略小於海洋環境品質標準 2.0 mg/L，即本方法之 MDL 已涵蓋海洋環境品質標準，合乎實際應用需求。此外，根據環檢所頒布之「環境檢驗方法品質管制指引」，檢測方法以 3 倍 MDL 為其方法定量極限，以此原則推估，本方法針對油脂和礦物性油脂之方法定量極限約 4~5 mg/L。

另美國環保署 USEPA 公告之 Method 1644 亦採用液相-液相萃取與秤重之方式定量油脂(水樣體積同為 1.0 L)，其方法偵測極限為 1.4 mg/L，定量極限為 5 mg/L，與本方法驗證結果相近。

五、萃取溶劑體積調整

原公告方法以 30 mL 正己烷萃取油脂，本計畫另調整萃取溶劑體積至 20 mL，探討萃取溶劑體積對回收率之影響。以人工海水基質添加特定濃度之油脂標準品(配製濃度為 20 mg/L 與 40 mg/L)，以 NIEA W506.22B 分析查核樣品油脂濃度並計算其回收率(結果如表 4.3-7)。針對 40 mg/L 標準品，20 mL 之萃取體積回收率略低於 30 mL 之萃取體積回收率；針對 20 mg/L 標準品，兩種萃取體積回收率接近，但 20 mL 萃取體積之精密度較佳。本研究結果顯示，針對人工海水基質，較低濃度(20 mg/L)之油脂改以較少體積正己烷萃取，回收率可達 99.0% 且回收率精密度優於原方法正己烷萃取體積(30 mL)；針對較高濃度(40 mg/L)之油脂萃取，正己烷萃取體積則建議維持 30 mL，以獲得較佳之萃取效率。

表 4.3-7 不同萃取溶劑體積與油脂查核樣品之回收率(人工海水基質)

分析項目	基質	添加濃度 (mg/L)	萃取溶劑體積 (mL)	水樣數	樣品平均濃度 (mg/L)	相對標準偏差 (%)
油脂	人工海水	40	30	2	100.0	-
			20	2	95.1	-
		20	30	6	96.0	5.7
			20	6	99.0	1.8

六、海水油脂驗證結果小結

參考環檢所公告之「環境檢測標準方法驗證注意事項」，將海水油脂驗證方法簡要資料表彙整如表 4.3-8 所示，建議 OCA W502.50C 方法修正方向如下：

- (一) 本方法經驗證後確實可使用於海水基質之油脂和礦物性油脂之檢測，建議將「二、檢測類別項目」可修改為「適用於海水中油脂之檢測」或「適用於地面水體、地下

水體、廢（污）水、放流水及飲用水、海水中油脂之檢測」。

- (二) 驗證結果顯示，油脂和礦物性油脂方法偵測極限分別為 1.4 mg/L，和 1.2 mg/L，亦即樣品油脂或礦物性油脂含量須至少大於上述濃度，檢測的定量結果才有一定可信度。原公告方法針對適用範圍與偵測極限未有相關說明，建議「三、適用範圍及偵測極限」可將人工海水之方法偵測極限予以納入。
- (三) 現行海洋環境品質標準礦物性油脂為 2.0 mg/L，且方法驗證結果顯示，方法最低可測得濃度略小於 2.0 mg/L，即本方法之可信賴檢測範圍已涵蓋海洋環境品質標準，因此建議可將「四、法規管制標準」修正為海洋環境品質標準-礦物性油脂 2.0 mg/L。
- (四) 依據環檢所「水質检测方法總則(NIEA W102.51C)」總則水質樣品保存規定「油脂除若水樣於採樣後 2 小時內無法分析，以 1+1 鹽酸或 1+1 硫酸酸化水樣至 pH 小於 2，並於 4°C 冷藏。不得以擬採之水樣預洗」。建議修改「八、樣品保存條件及時間」，增列「不得以擬採之水樣預洗」。
- (五) 方法驗證結果顯示保存期限可長達至少 35 天，建議可將「八、樣品保存條件及時間」更改為可存放 35 天。
- (六) 驗證結果顯示人工海水基質之分析準確度與精密度範圍與放流水等基質範圍不同，建議將試驗結果所得之準確度與精密度範圍列表並修正於「十、準確度」、「十一、精密度」，並增列單一實驗室執行人工海水油脂和礦物性油脂查核標準品分析結果。

表 4.3-8 海水油脂驗證方法簡要資料表

項 目	原方法資料	單一實驗室驗證結果
一、方法依據	OCA W502.50C (NIEAW506.23B)	OCA W502.50C
二、檢測類別 項目	適用於地面水體、地下水體、廢（污）水、放流水及飲用水中油脂之檢測	適用於海水中油脂之檢測 適用於地面水體、地下水體、廢（污）水、放流水及飲用水、海水中油脂之檢測
三、適用範圍 及偵測極限	—	- 油脂(正己烷抽出物)-1.4 mg/L(人工海水) - 礦物性油脂-1.2 mg/L (人工海水)
四、法規管制 標準	放流水標準-油脂(正己烷抽出物) 10mg/L	海洋環境品質標準-礦物性油脂 2.0 mg/L
五、干擾	1. 任何可溶解於正己烷溶劑中之元素硫、複雜的芳香族化合物、含氯、硫和氮之碳氫化合物以及某些有機染料可能會一併被萃取出	1. 任何可溶解於正己烷溶劑中之元素硫、複雜的芳香族化合物、含氯、硫和氮之碳氫化合物以及某些有機染料可能會一併被萃取出

項 目	原方法資料	單一實驗室驗證結果
	而被誤判為油脂。 2. 低沸點（小於 85°C）之油脂類物質在蒸餾及烘乾過程中易漏失，以致水樣中油脂量之測值將較實際值為低。 3. 重油中的殘留物可能含有相當多無法萃取之物質。 4. 有些樣品基質於萃取時，會增加有機層中之含水量，當有機層流經乾燥管，若含水量超過無水硫酸鈉之去水能力，無水硫酸鈉會溶解而流入燒瓶中，於蒸餾烘乾後，將於燒瓶中析出，而造成正干擾。此時，於燒瓶加入 30 mL 正己烷再次溶解油脂，以經正己烷潤濕之濾紙過濾並收集濾液，再淋洗燒瓶 2 次，洗液一併收集至濾液中，繼續依步驟七、(一)8 至 10 完成蒸餾及烘乾稱重。(註1) 5. 於檢測礦物類油脂時，若矽膠粉末穿過濾紙將會形成正干擾，此時須使用較細孔徑之濾紙。 6. 重量法易受環境濕度之影響而使稱重結果產生誤差，故從乾燥器中取出稱重時，動作宜迅速，避免在空氣中曝露太長時間。	而被誤判為油脂。 2. 低沸點（小於 85°C）之油脂類物質在蒸餾及烘乾過程中易漏失，以致水樣中油脂量之測值將較實際值為低。 3. 重油中的殘留物可能含有相當多無法萃取之物質。 4. 有些樣品基質於萃取時，會增加有機層中之含水量，當有機層流經乾燥管，若含水量超過無水硫酸鈉之去水能力，無水硫酸鈉會溶解而流入燒瓶中，於蒸餾烘乾後，將於燒瓶中析出，而造成正干擾。此時，於燒瓶加入 30 mL 正己烷再次溶解油脂，以經正己烷潤濕之濾紙過濾並收集濾液，再淋洗燒瓶 2 次，洗液一併收集至濾液中，繼續依步驟七、(一)8 至 10 完成蒸餾及烘乾稱重。(註1) 5. 於檢測礦物類油脂時，若矽膠粉末穿過濾紙將會形成正干擾，此時須使用較細孔徑之濾紙。 6. 重量法易受環境濕度之影響而使稱重結果產生誤差，故從乾燥器中取出稱重時，動作宜迅速，避免在空氣中曝露太長時間。
六、分析儀器	分析天平	分析天平
七、採樣方式	1L玻璃瓶	1L玻璃瓶
八、樣品保存條件及時間	1. 水樣不得溢出。 2. 酸化水樣至 pH 值小於 2，並於 4°C±2°C 冷藏，於此條件下，可保存 28 天。	1. 水樣不得及溢出。 2. <u>不得以擬採之水樣預洗。</u> 3. 酸化水樣至 pH 值小於 2，並於 4°C±2°C 冷藏，於此條件下，可保存 <u>35</u>天。
九、品質管制	1. 查核樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行 1 次查核標準品分析，油脂（正己烷抽出物）回收率應介於 78% 至 114%，礦物類油脂回收率應介於 64% 至 132%。 2. 空白樣品分析：每批次樣品或每 10 個樣品至少執行 1 次空白樣品分析，空白分析值應小於法規	1. 查核樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行 1 次查核標準品分析，油脂（正己烷抽出物）回收率應介於 78% 至 114%，礦物類油脂回收率應介於 64% 至 132%。 2. 空白樣品分析：每批次樣品或每 10 個樣品至少執行 1 次空白樣品分析，空白分析值應小於法規



項 目	原方法資料	單一檢驗室驗證結果
	管制標準值的 5%。	管制標準值的 5%。
十、準確度	執行查核標準品分析(n = 4) 油脂(正己烷抽出物)：91.2±7.7% 礦物類油脂：87.2±6.2%	<u>人工海水基質</u> <u>油脂(正己烷抽出物)</u> 濃度40mg/L(n = 15)：100.6±16.3% 濃度20mg/L(n = 23)：96.0±19.0% 濃度8.0mg/L(n = 14)：94.1±33.9% 濃度4.0mg/L(n = 14)：113.8±26.3% <u>礦物性油脂</u> 濃度20mg/L(n = 15)：96.1±21.9% 濃度10mg/L(n = 23)：88.9±37.1% 濃度4.0mg/L(n = 14)：94.3±58.9% 濃度2.0mg/L(n = 14)：86.4±98.3%
十一、精密度	—	<u>人工海水基質</u> <u>油脂(正己烷抽出物)</u> 濃度40mg/L(n = 15)RSD%：5.4% 濃度20mg/L(n = 23)RSD%：6.6% 濃度8.0mg/L(n = 14)RSD%：12.0% 濃度4.0mg/L(n = 14)RSD%：7.7% <u>礦物性油脂</u> 濃度20mg/L(n = 15)RSD%：7.6% 濃度10mg/L(n = 23)RSD%：13.9% 濃度4.0mg/L(n = 14)RSD%：20.8% 濃度2.0mg/L(n = 14)RSD%：37.9%



(本頁空白)



第五章 推動海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業

5.1 協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策

本計畫配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策，如法令議題、監檢測、公開資訊呈現模式等。依據機關需求，本計畫已協助辦理海域監測數據分析、衛星遙測之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據分析、宜蘭海域水質銅濃度偏高之成因探討、海域水質監測檢測品保規劃書及第一季水質監測年報審查、臺灣海域生態環境報告之初稿內容撰擬，以及海域水質氬檢測方法解析，說明如下：

一、調整海域水質監測數據呈現方式：針對「民國 109 年海域水質監測年報」之水質數據呈現方式提出建議，改以盒狀圖方式呈現，範例如圖 5.1-1 所示。

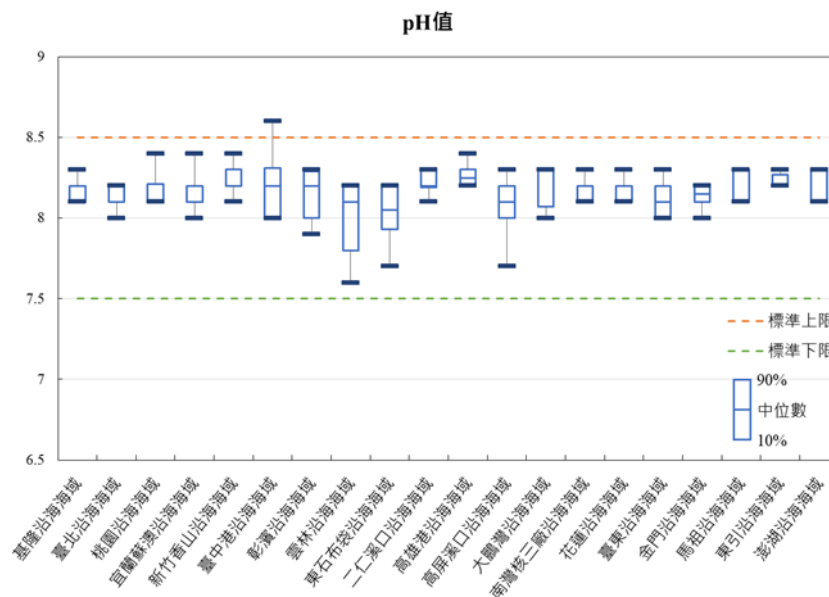


圖 5.1-1 海域水質 109 年水質數據圖 (以 pH 為範例)

二、分析衛星遙測之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據：本計畫針對雲林沿海海域、高屏溪口沿海海域及馬祖沿海海域，分析其近十年(100 年至 109 年)臺大 ODB 資料庫衛星遙測葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據之關係性，彙整結果如表 5.1-1 所示。本計畫係以近十



年(100 年至 109 年)同一點位、同一日之衛星遙測與海域水質監測數據進行分析，單一點位即比對約 20 幾組數據，單因子變異數分析(One-way ANOVA)結果顯示各點位之 p 值幾乎都大於 0.05，表示衛星遙測與海域水質監測數據並無顯著差異。惟若以線性迴歸方式分析，各點位衛星遙測與海域水質監測數據幾乎無關係性， R^2 值偏低；另綜合同一海域各測站點位之近十年數據，比對分析後仍幾乎無關係性， R^2 值偏低。

依據前述分析結果，衛星遙測數據與海域水質監測數據幾乎無關係性，初步研判遙測/監測時間及點位、衛星遙測之水質模式與所測為哪個水層或深度之葉綠素濃度等因素為限制因子，說明如下：

- (1)遙測/監測時間：臺大 ODB 資料庫為每天一筆衛星遙測數據，惟無法得知其確切遙測時間，可能與實際海域水質監測採樣時間有所出入，因此導致所測得之葉綠素濃度具相當差異。
- (2)遙測/監測點位：臺大 ODB 資料庫本身能輸入查詢之座標位置僅能到小數點第 2 位，根據資料顯示座標位置一般到小數點第 5 位較為準確，誤差約 1.1 公尺，若僅到小數點第 2 位的話，誤差約 1.1 公里，此誤差範圍可能導致所測得之葉綠素濃度具相當差異。
- (3)衛星遙測之水質模式：衛星遙測係量測海水水色不同波段之反射率，再利用特定水色模式進行光譜與葉綠素濃度之間的演算，而衛星所搭載之水色儀及使用之水色模式，均會影響其觀測及演算的準確度等。
- (4)衛星遙測之測站點位資訊(水層或深度)不明：目前無法確定臺大 ODB 資料庫之衛星遙測葉綠素濃度測定水層或深度之(葉綠素濃度資料係引用自歐洲哥白尼海洋環境監測中心之衛星開放資料)，可能與海域監測所採深度有所差異。

衛星遙測數據受限於原理及衛星偵測點位與實際採樣不一致等因素，對環境變化之敏感感仍有待長期探討，做更全方位的統計比對分析，包含時間、地點、平均值分析等，藉以讓衛星遙測數據與海域水質監測數據發生綜效。



表 5.1-1 100 年至 109 年臺大 ODB 資料庫衛星遙測特定海域之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據之關係性

海域名稱	測站名稱	樣本數	p 值	與衛星遙測數據之關係式	與衛星遙測數據關係式之關係係數 (R^2)
雲林沿海海域	濁水溪口一	23	0.106	$y = 0.2084x + 1.602$	0.022
	濁水溪口二	24	0.073	$y = 0.8515x + 0.6283$	0.0734
	濁水溪口外 4 海浬	24	0.00008	$y = -2.724x + 1.917$	0.0121
	六輕沿海一	24	0.439	$y = 0.4088x + 1.1141$	0.0587
	六輕沿海二	24	0.927	$y = 0.0585x + 1.6939$	0.0147
	台西外海	24	0.768	$y = 0.4324x + 0.875$	0.0956
	三條崙外海	24	0.103	$y = 1.0917x + 0.457$	0.0838
高屏溪口沿海海域	中芸港外	24	0.674	$y = 0.1807x + 1.4481$	0.0673
	高屏溪口外 4 海浬	24	0.835	$y = 0.0067x + 0.8895$	0.00008
馬祖沿海海域	南竿鄉北部沿海	24	0.904	$y = 2.3585x - 2.7939$	0.4501
	北竿東部沿海	23	0.224	$y = -0.4868x + 3.5304$	0.0306

註：高屏溪口沿海海域之「高屏溪東港溪之間-1」、「高屏溪出海口」、「東港溪出海口」測站及馬祖沿海海域之「馬祖海峽」測站無臺大 ODB 資料庫衛星數據。



三、探討宜蘭海域水質銅濃度偏高原因：宜蘭蘇澳沿海海域 109 年第一季至第三季各測站海域水質銅監測濃度為 0.001~0.006 mg/L，惟在第四季時銅濃度陡升至 0.028~0.034 mg/L，其中龜山島及得子口溪口測站銅濃度超過海域環境品質標準(0.03 mg/L)；而 110 年第一季至第三季海水銅濃度仍偏高，濃度為 0.015~0.036 mg/L，部分測站銅濃度超過海洋環境品質標準，如龜山島、得子口溪口及蘇澳港等測站。為探討宜蘭海域水質銅濃度偏高原因，本計畫彙整宜蘭蘇澳沿海海域測站近十年海域水質重金屬及營養鹽監測數據 (109 年至 110 年海域水質銅監測濃度如表 5.1-2 所示)、宜蘭縣環保局歷年海域水質監測數據以及宜蘭河川水質監測數據等，並蒐集東海岸當地海床底質特性資料以及海底火山活動與海水重金屬關聯性之相關文獻。基於前述資料，評析可能影響宜蘭海域水質銅濃度之原因，說明如下：

- (1)依據宜蘭河川水質監測數據顯示，銅濃度並無明顯異常之情形。雖然宜蘭沿岸工業廢水若排入河川或海域，可能影響海水污染物濃度，惟不論靠岸或外海之宜蘭海域測站皆在 109 年有明顯銅濃度陡升之情形，因此推測應與人為活動關聯性不高，而與海域近期有特定地質活動可能較有關係。
- (2)依據海洋地質資料顯示，台灣東北部海域具有海底火山地形，長期以來宜蘭沿海海域之鋅和鉛濃度高於全國平均值，可能與前者有關。
- (3)109 年宜蘭沿海海域銅濃度有明顯陡升甚至超標之情形，推測可能是因為火山附近海域之湧升流將海床底質帶至表層海水，使表層海水本來少有之銅濃度突然增加。
- (4)長期以來，宜蘭沿海海域之氮、磷等營養鹽濃度明顯偏低，推測可能導致藻類減少，而降低對重金屬(如鉛、銅等)之蓄積，影響海水重金屬濃度。

另為確認宜蘭蘇澳沿海海域監測數據，因此 110 年第三季海保署有分樣予本社實驗室進行檢測，交叉比對數據後發現海水銅濃度確實有偏高情形，應非檢測過程之誤差所致。110 年第三季海保署增加監測龜山島龜首及龜尾 2 個測點之重金屬濃度，結果顯示龜首、龜尾之銅濃度分別為 0.032 mg/L、0.036 mg/L (分樣予本社實驗室之測值分別為 0.034 mg/L、0.036 mg/L)，均超過海洋環境品質標準，如表 5.1-2 所示。

表 5.1-2 宜蘭蘇澳沿海海域各測站 109 年至 110 年海域水質銅監測濃度

年份	季度	測站名稱							海洋環境品質標準
		龜山島	得子口溪口	蘭陽溪口	新城溪口	蘇澳港	龜山島(龜首)	龜山島(龜尾)	
109 年	第一季	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	--	--	0.030
	第二季	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	--	--	
	第三季	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	--	--	
	第四季	0.034	0.032	0.03	0.028	0.028	--	--	
110 年	第一季	0.025	0.024	0.024	0.030	0.035	--	--	
	第二季	0.023	0.026	0.021	0.019	0.015	--	--	
	第三季	0.034	0.036	0.029	0.024	0.022	0.032	0.036	
	第三季(分樣比測)	0.033	0.035	0.030	0.024	0.027	0.034	0.036	

註：1. 濃度單位為 mg/L。2. 分樣比測之實驗室為本社實驗室（實驗室編號環署環檢字第 021 號）。

宜蘭沿海海域測站銅濃度偏高之探討，係根據海水重金屬監測數據進行評析。為進行更深度之研析，因此本計畫建議海保署須針對得子口溪口、蘭陽溪口、新城溪口、蘇澳港及龜山島等 5 個測站再強化監測，如提高監測頻率為每月一次，並持續此監測頻率半年以上，必要時可分樣予其他實驗室進行檢測，以利交叉比對數據。

此外，本計畫針對宜蘭海域水質銅濃度偏高之議題，國內調查研究表示自 109 年第四季迄今宜蘭海域銅金屬濃度的上升，推測與人為污染無關，較可能與該處海底火山的「熱液作用」等地質活動較往年強烈有所關聯。依國內中研院等專業單位監測狀況，龜山島火山活動近期並無異常（即無噴發跡象），惟推測火山之熱液作用有較過去活躍之趨勢。熱液作用為海底火山火成活動加熱地層物質，提高海底海水溫度，促成海水熱對流，帶動當地海床中火成岩中較富集的銅金屬，擴散至海平面水體，致使海域水體採樣銅濃度提高（至 0.03 mg/L 附近）。相關研究團隊近年亦觀察到龜山島當地海底溫泉噴發量較活躍，使得龜山島龜首附近「牛奶海」（硫磺海）面積擴大等自然現象，推測此自然現象與宜蘭海域銅濃度上升有所連結。另依據氣象局所提供資料顯示，近期龜山島地區之淺部與中大規模地震發生頻率與往年相比並未明顯增加（如圖 5.1-2 所示），因此無法從地震發生頻率來推斷龜山島海底火山之熱液作用是否有較過去活躍。

本計畫建議海保署未來應與相關專業海洋、地質研究單位、交通部氣象局政府機關、宜蘭縣政府密切合作，針對海水水質變化、海底地震活動頻率、海底地貌改變、海底溫泉活動等，進行綜合觀察，以確認宜蘭海域銅濃度上升之原因。

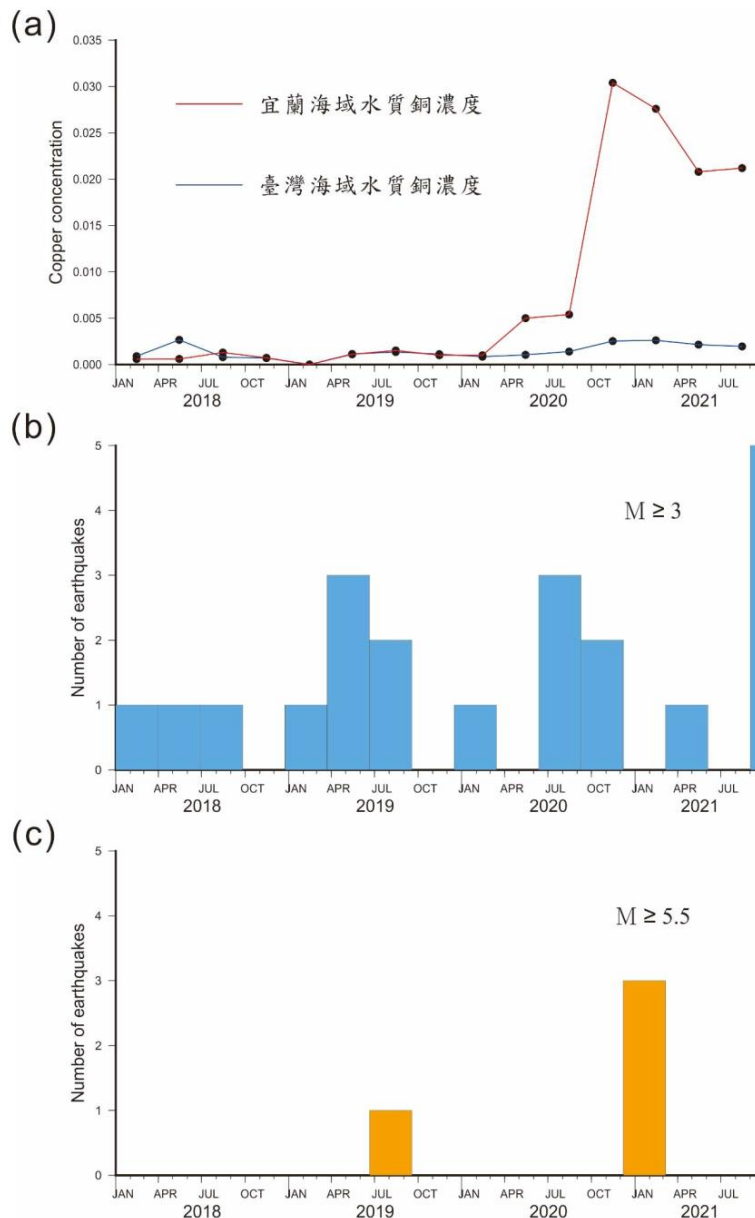


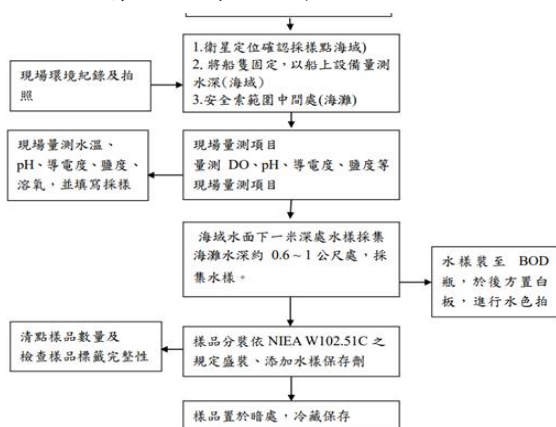
圖 5.1-2 宜蘭海域水質銅濃度與龜山島地區地震發生事件數之比較

註：(a) 臺灣海域 (105 處樣本平均) 及宜蘭海域 (5 處樣本平均) 水質銅濃度；(b) 龜山島地區淺部地震統計，地震為與龜山島的水平距離小於 30 公里，地震深度淺於 10 公里，地震規模 3 以上的地震事件；(c) 臺灣東北地區的中大規模地震統計，地震為與龜山島的水平距離小於 100 公里，地震深度淺於 100 公里，地震規模 5.5 以上的地震事件。

四、審查海域水質監測檢測品保規劃書：本計畫協助辦理 110 年度海域水質監測計畫北區、南區品保規劃書審查，審查意見詳如表 5.1-3、表 5.1-4。除表格內容誤植與部分品保數據單位錯誤，其餘審查缺失多為文述不全，如未完整說明現場監測設備鹽度補償校正流程、未完整說明取樣過程、未詳細說明方法偵測極限與品管數據建立之基準(如適用基質、方法偵測極限與相關品質標準之匹配)。

表 5.1-3 品保規劃書（北區）審查意見

對應章節	審查意見	備註
第三章 數據品保 目標	P 3-1 七、方法偵測極限，為何定義方法偵測極限的 3.3 倍值應低於各水體水質標準？	
	請補充鉛品保目標及偵測極限值，全份文件請檢視是否納入鉛相關規定。	
	P 3-3 表 3-1 各監測項目品保目標生化需氧量查核分析結果 168~228 單位應為 mg/L，非%，請予以備註說明。	
	P3-4 表 3-2，BOD 偵測極限為 2.0 mg/L，無法達到海水標準之品質，請說明。(甲類海域海洋環境品質標準 BOD 為 2.0mg/L 以下)	依據水中生化需氧量檢測方法 (NIEA W510.55B)(二)檢測程序之水樣稀釋說明，「稀釋後之水樣，經培養 5 天後，殘餘溶氧在 1.0mg/L 以上，且溶氧消耗量大於 2.0 mg/L 時可靠性最大。」，另檢測方法無方法偵測極限規定說明，建議方法偵測極限欄位不予以標示，避免造成誤解。 查詢文獻 (Standard Methods 5210 23rd Edition)不植種及不稀釋可測得 0.1 mg/L BOD。
	P 3-4 表 3-2 的 MDL，是否係根據海水基質建立 MDL？	一般建立方法偵測極限，以基質匹配方式原則進行。
	氮氮檢驗方法 NIEA W448.51B 行政院環境保護署於 1090521 公告將廢止，於 110 年 3 月 15 日更新版本為 NIEA W448.52B，P 3-3 表 3-1、P 3-4 表 3-2 中及 P 7-3 八、(1)氮氮 (NIEA W448.51B) 分析方法概述...內容修訂。(全文檢視一併修正)	

對應章節	審查意見	備註
第四章 取樣程序	P 4-11 表 4.1.2 1 儀器電極校正參數規範及 P 4-14 4.1.2 海域水質採樣 二、現場量測及儀器校正請補充現場監測儀 pH、導電度計、溶氧計等之溫度補償裝置校正。(全文檢視一併修正)	
	P 4-14 4.1.2 海域水質採樣 二、現場量測及儀器校正中的 pH，請補充鹽度補償進行校正說明。	
	P 4-15 4.1.2 海域水質採樣 三、水樣採集，根據文獻及研究(國立臺灣大學理學院貴重儀器使用中心-海洋探勘組:採水平使用技術手冊)指出使用 GO-FLO 採集瓶較能避免水面油污及船體溶出金屬影響，原因為 GO-FLO 採集瓶在投放至水中時採兩端密閉形式，Niskin 則為兩端開啟形式進行投放。請說明採用 Niskin 採集瓶的原則為何?	GO-FLO 採水瓶設計為兩端封閉投入水中，當海水表面有明顯油污或有機污染時，較不易受其干擾；若海水表面無明顯污染情狀，選用 Niskin 或 GO-FLO 並無差異。
	P 4-16 圖 4.1.1- 1 海域及海灘採樣作業流程內容敘述不完整，請補充闕漏文字。  <pre> graph TD A[現場環境紀錄及拍照] --> B[1.衛星定位確認採樣點(海域) 2.將船隻固定，以船上設備量測水深(海域) 3.安全索範圍中間處(海灘)] B --> C[現場量測項目 量測 DO、pH、導電度、鹽度等 現場量測項目] C --> D[現場量測水溫、 pH、導電度、鹽度、 溶氧，並填寫採樣] D --> E[海域水面下一米深處水樣採集 海灘水深約 0.6~1 公尺處，採 集水樣。] E --> F[水樣裝至 BOD 瓶，於後方置白 板，進行水色拍] E --> G[樣品分裝依 NIEA W102.51C 之 規定盛裝、添加水樣保存劑] G --> H[樣品置於暗處，冷藏保存] G --> I[清點樣品數量及 檢查樣品標籤完整性] </pre>	
	P 4-19，本計畫因部分分析項目由安美謙德環保執行；惟依第二章分工安美僅有採樣工作，請再確認。	
第五章 樣品管制	P 5-8 樣品輸送，請補充說明樣品封條相關作業流程。	
	P 5-11 5.4 樣品分送作業，關於由安美謙德環保實驗室執行之部分分析項目，惟依第二章分工安美僅有採樣工作，請再確認。	
第六章 校正程序 及頻率	P 6-6 參考溫度計及工作溫度計之允收標準或容許誤差太大，現場水溫測定最小刻度為 0.1℃，未符合方法規定(NIEA W217.51A)，請說明。	
	P 6-1、P 6-2 頁，請刪除與計畫無關之儀器設備，如高效能液相層析儀等。全份文件(如 P 6-2，氣相層析	



對應章節	審查意見	備註
	法)請再檢視與計畫監測海域水質無關儀器設備說明請予以刪除。	
第九章 內部品質 管制檢查 及頻率	P 9-2 9.2.3 檢量線管制檢量線各點回算濃度、斜率及濃度吸收值均建立資料庫管控，異常界定為何？	
第十一章 預防性維 護	P 11-3 11.4 採樣工作預防性措施中，於各水體之每一測站多採集 1 L 體積樣品，可做為後續數據確認之用途。因各方法保存方式不一樣，建議各檢項採樣體積可提高 2~3 倍。	
	P 13-2 13.3 缺失之發現途徑，缺失之發現分為七種途徑；惟文述表列九個途徑，請予以修正。	



表 5.1-4 品保規劃書（南區）審查意見

對應章節	審查意見	備註
第三章 數據品保 目標	P3-6 表 3-2 檢驗分析項目品管要求，品管樣品管制範圍是針對海水基質建立或各類水體基質均涵蓋於其中？(儘管管制範圍與公告方法之要求已經相當接近)	
	P3-6 表 3-2、P3-9 表 3-2 方法偵測極限問題，SS 最大量可過 2,000 mL 最小值應為 1.25 mg/L，pH 值最小值至少為 0.1，是否有其他考量；另外 BOD 偵測極限為 2.0 mg/L，無法達到海水標準之品質(甲類海域海洋環境品質標準 BOD 為 2.0 mg/L 以下)，請說明。	依據水中生化需氧量檢測方法(NIEA W510.55B)(二)檢測程序之水樣稀釋說明，「稀釋後之水樣，經培養 5 天後，殘餘溶氧在 1.0 mg/L 以上，且溶氧消耗量大於 2.0 mg/L 時可靠性最大。」，另檢測方法無方法偵測極限規定說明，建議方法偵測極限欄位不預以標示，避免造成誤解。查詢文獻(Standard Methods 5210 23rd Edition)不植種及不稀釋可測得 0.1 mg/L BOD。
第四章 取樣程序	P4-5(四)現場測量作業 2. 水溫，pH 計、溶氧計、導電度計及氧化還原電位計因均需進行溫度補償，故均有溫度感應量測裝置，必須進行溫度感應量測裝置校正，溫度允收誤差需 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，全部允收誤差皆一樣(溶氧計方法(NIEA W455)規定溫度補償裝置溫度允收誤差為 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$)，請查明之。(全文檢視一併修正)	
	P4-5(五)水質樣品採集作業，實際如何採樣與混樣？是否有深度考量？	文獻(Methods of Seawater Analysis Third, Completely Revised and Extended Edition)提到採樣至少 0.2m 以上水深，建議採樣水深為 0.5~10 m；中興社以往執行海域監測之海水採樣深度為 1.0 m。
	P4-18 表 4-4 海域水質樣品保存規定，其中 6,000 與 9,000 mL 採樣體積的差別是著眼於檢項數目的考量或其他因素？	針對各方法取樣分析量，依樣品數量評估每個樣品依不同項目規劃採 2~3 倍量。
第五章 樣品管制	P5-4 四、品保程序委外檢測管制程序 (五)委外檢測作業程序，其中有業主同意檢測工作委外的作業流程？	

對應章節	審查意見	備註
第九章 內部品質 管制檢查 及頻率	P 9-5 二、重複樣品分析(六)，其相關規定是否合於環檢所相關規範？ P 9-10，檢測項目有誤植色度，請予以刪除。並將腸球菌予以納入表中。	
第十章 績效查核 與系統查 核及頻率	P 10-2，(二)查核類別，本案應無地下水水質監測、工區污染監測、廢棄物分析，請予以刪除。	
第十一章 預防性維 護	P 11-3，P 11-4 計畫無總有機碳監測項目，請予以刪除。	
第十二章 評估數據 品質目標	電子檔案缺第十二章評估數據品質目標。	

五、審查第一季水質監測年報：依據機關需求，本計畫已協助辦理 110 年度海域水質監測計畫北區、南區第一季至第三季工作報告審查，審查意見分類概述如下：

- (1)文述誤植之處：第一季工作報告文述列出海域水質監測項目及頻率，惟有誤植之處，如大腸桿菌群及鋁等 2 項監測項目之監測頻率應為各海域分區監測點擇 1 點每年監測 1 次，而報告文述誤植成每季監測 1 次。另偵測極限及檢測方法亦有誤植情形，如季報特定表格中鎘之偵測極限誤植為「0.0005」，查閱原始檢測報告應為「0.00005」，以及季報載明酚類的檢測方法為 NIEA W520.52A，但在原始檢測報告中酚類檢測方法卻誤植為 NIEA W452.52A (查無此方法存在，因此判定為誤植)。
- (2)水質監測濃度是否超標之判斷失誤：第一季工作報告將桃園沿海海域新南崁溪口測站之總磷監測濃度 (0.054 mg/L) 認定超標，惟桃園沿海海域屬乙類海域，並無總磷品質標準，僅甲類海域有總磷標準 0.05 mg/L，此判斷失誤亦影響到後續海域水質達成率之計算。
- (3)針對偵測極限數值呈現方式之建議：第一季工作報告附錄內的總表列出各檢項之監測結果與方法偵測極限，其中部分檢項如水溫、油脂等根據公告方法規定，並未要求建立方法偵測極限，惟總表中仍列出油脂之方法偵測極限數值。本計畫建議相關單位確



認總表中的方法偵測極限是否依據環檢所相關指引計算而來，若非以指引為依據而建立，應標註說明，避免爭議。

- (4)數值異常：第三季部分測站有鹽度偏低(0.4、9.0 psu)與 pH 值偏高(8.9、9.0) 之情形。鹽度部分，偏低之趨勢與第二季相同，且鹽度異常的海域範圍皆為同一海域，因此建議將現地環境因素納入考量。pH 部分，考量陸源污染已為研究文獻指出，可能為造成海水酸化的成因之一，與第三季調查趨勢相反，因此建議執行單位應留意採樣當日雨量、採樣環境等資訊(如:採樣點位附近是否有海放管)。另建議確認儀器校正程序、現地量測設備是否清洗乾淨而無交叉污染之虞。

六、撰擬臺灣海域生態環境報告初稿：本計畫協助機關撰擬「臺灣海域生態環境報告」之初稿內容，概述如下：

- (1)彙整臺灣周邊水環境監測基本資料：針對臺灣海域、河川、商港、工業港、漁港（第一類漁港及第二類漁港）之水質監測，蒐彙其測站數、法令依據、主管機關、監測項目及監測期間等資訊，如臺灣海域水質監測於 91 年至 107 年係由環保署基於「水污染防治法」以及「海洋污染防治法」，針對 105 個海域測站進行 17 項水質項目監測，而海保署於 108 年承接此海域水質監測工作，針對 105 個海域測站進行 23 項水質項目監測；另地方海域測站則計有 139 個，由各縣市環保局或海洋局等單位執行海域水質監測，監測項目為 2 項至 7 項不等。
- (2)彙整海域、漁港水質監測結果及達成率等資訊：100 年至 109 年 105 個海域水質監測達成率介於 99.3%~100%，彙整海域水質監測結果顯示，除氨氮項目外，海域 pH 值、溶氧值、鎘、銅、鉛、鋅監測結果均可符合海洋環境品質標準，顯示臺灣周圍海域水質良好，建議機關未來可探討氨氮污染來源，並研析改善方式，以維護海水品質。另彙整 107 年至 109 年漁港水質監測數據，第一類漁港現行監測項目總計 10 項，包含水溫、pH 值、導電度、溶氧、懸浮固體、氨氮、生化需氧量、化學需氧量、大腸桿菌群及鹽度等，查第一類漁港所停泊船舶之規模及可容納漁船為一百噸級漁船三百艘以上，慮及船舶數量龐大且可能長期污染之特性，建議增加油脂、重金屬（銅、鋅、鉛、鎘、汞、砷、鉻、鎳）等監測項目，並監測底泥重金屬含量。
- (3)彙整海洋棄置區相關資料：彙整 107 年至 109 年海洋棄置量及徵收棄置費資訊， 107





年海洋棄置量主要來自臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司之高雄港浚深作業及臺灣中油股份有限公司天然氣事業部永安液化天然氣廠；而 108 年及 109 年均僅有高雄港務分公司持續於西南海域棄置。高雄港新劃設海洋棄置區之水質監測站計有 9 處，另有 1 處測站位於海洋棄置區外之鄰近海域，比對分析各測站各項水質項目之平均值差異，結果顯示高雄港海洋棄置區水質與正常海域水質無異。

(4)推估陸源污染物排放量及比例：因河川排放污染量可能影響海洋水質，故本計畫協助針對臺灣 11 條重點污染整治河川之排放污染量進行分析，採用「105 年度河川污染整治策略評估及總量管制整合執行計畫(北區/南區)」之推估結果，並利用環保署「水污染源管制資料管理系統」資料庫整合計算污染量資料，推估流域內生活、事業及畜牧三類污染排放量，結果顯示 11 條重點污染整治河川之 BOD 排放量最高，約為 290,000 kg/day，SS 次之，約為 253,000 kg/day，氨氮最低，約為 145,000 kg/day，三者之主要污染源皆以生活污水為主，畜牧廢水次之，事業廢水最少。

七、海域氙檢測：氙為氫的同位素，主要由宇宙射線與大氣中的氮作用而產生，河川、地下水等水域中皆存在氙。氙也可經由大氣核爆或核反應器中與硼反應後形成。氙對人體健康影響研究相對有限，其對人體健康之危害程度之研究也不若銻-134、銻-137、銻-90 完備，因此針對氙目前未有食品容許量相關規範，惟於飲用水、廢水排放管制限值/游離輻射防護安全標準與環境輻射監測規範已訂定對應之管制限值，分別為 740 Bq/L、50,700 Bq/L、1,100 Bq/L。除天然來源，輻射廢水目前仍被認為是氙污染的主要人為來源；考量廢水排放至海域，輻射物質(包含氙)仍可能經由洋流傳輸至鄰近海域，因此原子能委員會仍於「台灣海域環境輻射計畫」持續監控沿海地區氙流布。「110 年度台灣海域環境輻射計畫」顯示，海水中氙的含量均 < 最小可測量(minimum detectable amount, MDA)。此外，國內針對氙未有相關公告方法，而國內衛福部食藥署針對銻-134、銻-137、銻-90 則已頒行「食品中放射性核種之檢驗方法」。固體檢體經攪碎後，精確秤量並放入馬林計測容器或其他適當計測容器中，再置於加馬能譜儀中，以分析樣品放射性比活度(Bq/kg)。「台灣海域環境輻射調查成果」，亦以加馬能譜儀(gamma-ray spectrometer, GRS)分析海水、海產與沉積物中氙等具放射性之核種。

5.2 協助機關探討海域品質相關法令增修

本計畫另針對海域環境分類與海洋環境品質標準增修，參酌 110 年 9 月 28 日「海洋環境品質標準與管制區」專諮會委員建議，探討海域環境品質相關法令增修，包含海域環境分類及海洋環境品質標準、海域環境監測及監測站設置辦法、海洋污染防治法第 3 條第 6 款排洩物質公告、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施等。

5.2.1 海域環境分類及海洋環境品質標準增修建議

「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」係依據「海洋污染防治法 (103.06.04)」第 8 條第 1 項訂定之，依海洋污染防治法修正草案 (110.04.22) 公告，條文條次未變動，故無需修正授權條次；另為配合海洋委員會 (含所屬機關、機構，以下簡稱新機關) 組織法規，自民國 107 年 4 月 28 日施行，相關法律、法規命令及職權命令條文涉及各該新機關掌理事項者，其管轄機關業經行政院「院臺規字第 1070172574 號 (107 年 4 月 27 日)」公告，自民國 107 年 4 月 28 日起變更為各該新機關，故「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」無需再另行公告修正主管機關。惟「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」雖無需即刻進行修法，本計畫仍針對現行規範另提出建議，供日後修法時參酌，茲將建議說明如下：

- 一、現行海域環境之甲、乙、丙分類，主要考量近岸海域 (coastal water) 之人為活動污染密集之現況，並以本島海岸線劃分，未考慮離島與局部高污染區域，故建議海域環境分類可做以下調整：1. 為維護離島之海域水質，建議將三海湓內無其他陸域之離島海岸，其三海湓內海域均列為甲類海域，作為保育宣示。2. 建議將包含本島與離島在內，河川及區域排水出海口、廢水管線排放口出口兩公里內之水體，以及漁港、商港港區內水體(港區水體範圍依漁業署和航港局所核定之漁港、商港核定範圍)，列為丙類海域。
- 二、「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」第四條保護人體健康之海洋環境品質標準，囊括多項重金屬、揮發性有機物及農藥等，此標準係與「地面水體分類及水質標準 (106.09.13)」之保護人體健康相關環境基準各項目數值一致，惟「地面水體分類及水質標準 (106.09.13)」之氰化物 (0.05 mg/L) 及酚 (0.005 mg/L) 為共同管制項目，而「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」之氰化物及酚則依海域類別各別規範於第五、六、七條。另「海洋污染防治法施行細則 (90.09.05)」第五條將氰化物、石炭酸 (酚) 列為毒性物質，故建議「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」可參照實際調查結果將氰化物及酚改列於第四條共同管制，並從嚴管制。
- 三、現行「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」第四條所列之七項揮發性有機物，

其項目與限值均與「地面水體分類及水質標準 (106.09.13)」相同，而與現行「放流水標準 (108.04.29)」及「地下水污染管制標準 (102.12.18)」中因油類污染所造成之項目不完全一致，建議可考慮主要陸源、海域工程、船舶等污染源，以及依實際調查結果，另做檢討，並與地面水體品質標準脫鉤思考。

(一)「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」揮發性有機物係管制四氯化碳、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、甲苯、1,1,1-三氯乙烷、三氯乙烯及苯。

(二)「放流水標準 (108.04.29)」以石油化學業為例，其揮發性有機物係管制苯、乙苯、二氯甲烷、三氯甲烷、1,2-二氯乙烷、氯乙烯、鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)、鄰苯二甲酸二乙酯 (DEP)、鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (BBP)、鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)、丙烯腈及 1,3-丁二烯。

(三)「地下水污染管制標準 (102.12.18)」，其揮發性有機物係管制苯、甲苯、乙苯、二甲苯、多環芳香族碳氫化合物及 21 項氯化碳氫化合物。

四、「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」第五、六、七條之 pH 值規範為 7.5-8.5，考慮國內部分酸化海域(如六輕外海)pH 值係落於 7.5-7.8，建議得參照實際監測結果研議 pH 值規範之調整。

五、「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」第六、七條針對乙類、丙類海域並未訂有氨氮與總磷標準，惟目前放流水標準已開始管制氨氮與總氮，營養化物質之管制已漸為趨勢；另考慮部分海域擴散效果不彰又可能受事業廢水影響(如彰濱工業區外海)，營養化物質在海域之擴散自淨可能未如預期，進一步造成浮游生物生態之改變。基於海洋保護立場，有必要持續監測，並依據監測數據，評估乙類、丙類海域增訂氨氮與總磷標準。

六、建議持續配合監測數據，檢討乙類、丙類海域增訂大腸桿菌群之標準。

七、「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」第八條表格中「備註：在右列之一海域水體內之河川、區域排水出海口或廢水管線排放口出口半徑二公里之範圍內之水體得列為次一級之水體」，宜綜合檢視國內相關點污染源排放口之圖資，掌握有多少數量區域之水體分類因此降級，俾利論述；上述文字「右列」建議改為「上列」，以利閱讀。

八、現行環保署「海洋放流管線放流水標準」並非本條所稱「海洋環境管制標準」之一種，建議另有明確解釋。

九、配合國際趨勢，以及未來海洋污染防治法第九條修法，建議將監測對象逐步納入底泥，研議相關行政配套措施。國際間對於海域底質重金屬或有機污染物含量尚無公告標準，因此建議以國內監測結果作為國內研擬港區底泥品質標準之依據。

依據 2.2.1 節彙整之國外海洋環境品質標準項目所示，多環芳香烴(PAHs)、三丁基錫(TBT)、壬基酚、多氯聯苯 (PCBs)、鄰苯二甲酸酯類塑化劑等部分國家已有海洋品質標準之關切物質，目前尚非屬我國海洋環境品質標準項目。本計畫建議針對各國管制或國際關注之物質，依據 2.3.2 節所建立之新興監測項目篩選機制納入專案背景調查，再根據其 2 年至 3 年以上之調查結果，針對調查濃度較高、污染潛勢較高且濃度變化趨勢穩定者，研析納入法定監測項目與海洋環境品質標準。

為保護環境中大多數生物物種不受化學物質影響，美國、歐盟等已開發國家已使用物種敏感性分布法 (species sensitivity distributions, SSD) 進行生態風險評估 (environmental risk assessment, ERA) 及應用於相關環境品質標準之訂定。SSD 法分析係基於假設不同生物物種對某一化學物質之敏感性及毒性符合累積概率分布函數，可以透過統計分布模型來擬合某一化學物質之毒理學數據，並建立其物種敏感性分布曲線，再選定曲線上不同百分點所對應的濃度值(hazardous concentration, HCp)作為基準值，一般而言通常選取 5%所對應的濃度值(HC₅)作為基準，即對 5%物種會造成毒性的濃度或對 95%物種具保護的濃度。將環境中某特定污染物的濃度與 SSD 法的統計數據進行比對，即可得知該污染物對環境是否具有潛在危害風險及可能造成危害影響之程度。若要應用 SSD 法進行海洋生物之生態風險評估，針對農藥部分，歐洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)建議須採用 8 種以上物種之毒性數據；而針對其他有毒物種部分，歐盟執委會(European Commission)則建議至少採用 10 種以上物種之毒性數據來進行統計分析。未來我國增修海洋環境品質標準或其他相關標準時，建議可參酌 SSD 法、生物急毒性或人體健康風險評估進行標準值制定之研析。

目前國內海域水質管理(如海域甲、乙、丙水體分類系統與海洋環境品質標準等)係著重於近岸海域之污染。依據內政部「海岸管理法」第 2 條，近岸海域之定義為「以平均高潮線往海洋延伸至三十公尺等深線，或平均高潮線向海三哩涵蓋之海域，取其距離較長者為界，並不超過領海範圍之海域與其海床及底土」。近岸海域 (以 3 海哩內為原則)之水質易受河川水質、陸源污染、海灘與觀光、船舶港口貨運等因素影響，其管理考量主要著重於人為影響之污染，亦為目前行政量能主要挹注處；而含外海之整體海域之管理，應著重於保護海洋生物、維持海洋基礎生產力，與近岸海域管理有所區分，建議未來獨立發展另一管理方式，如另研議合宜之水體分類系統及品質標準，並採取不同之檢監測作為等。

此外，相對於「甲乙丙」海域分類係以地理位置區分，本計畫建議未來參考研議沿岸海域水質之「燈號分類」，如國內已有評估陸域水體污染狀態，整合數項水質項目綜合性指標，

如 RPI (river pollution index)、WQI (water quality index) 等，或可援用做為海域水質綜合評估。另查美國環保署尚有 MWCI (Marine Water Condition Index) 等綜合十餘項水質項目之指標系統，以燈號概念展現海域水質。惟海域水質綜合指標國內外尚無共識，建議持續收集各項研究並套入監測資料，長期觀察後再議。

針對含外海在內之整體海域管理，本計畫建議從海洋基礎生產力之觀點出發，待生態數據更完備時，可藉此評估水質與生態品質，常見面向包括酸化、優養、痕量重金屬積累等。國內包括中研院、成大、台大、海大等均有評估基礎生產力綜合指標之研究，涵蓋項目如 pH、溫度、濁度、氮、磷、葉綠素、鐵、碳源、光照等。惟學術研究所建指標系統，參數多而操作複雜，涉及選定未受人為干擾之背景值，不易推廣，如劉大綱教授團隊 (2015) 參酌國內海域水質，修正國際間已有使用之近岸海域生態品質率整合評估 (CEOA)、河口優養潛勢 (EEP)、河口優養狀態 (EES) 指標，並納入水文參數，用以評估臺灣沿岸海域水質優劣。未來得進一步持續觀察國內已用於評估陸域水體之卡爾森指數 (CTSI) 或美國環保署之 The Eutrophication sub-index 等類似指標，得否做海域基礎生產力之適合性。

5.2.2 海域環境監測及監測站設置辦法增修建議

本計畫針對現行規範之相關建議如下：

- 一、「海域環境監測及監測站設置辦法 (91.11.13)」第 3 條選擇監測項目建議可與「海域環境分類及海洋環境品質標準 (107.02.13)」之 pH、DO、SS 以外的項目一致。
- 二、本辦法監測項目、品質標準項目與海保署 OCA 檢測公告方法不一致，建議論述一致，以作為管理之依據。
- 三、現行第 3 條之海域水文、海域生物目前並無公告方法，建議未來建立「海域監測作業採樣、樣品保存及檢測方法技術指引」時，評估納入相關方法。
- 四、「海域環境監測及監測站設置辦法 (91.11.13)」第 5 條為「海域環境水質與海域環境生物採樣、樣品保存及檢驗分析方法，應依中央主管機關公告之方法為之」，陳述建議改為「...其採樣、樣品保存及檢驗測定方法，應依中央主管機關公告之方法為之。方法未公告前，依中央主管機關核可之方法辦理」。
- 五、本計畫建議針對各國管制或國際關注之物質，如防曬成分、有機錫、多環芳香烴 (PAHs) 等物質，依據 2.3.2 節所建立之新興監測項目篩選機制納入專案背景調查，再根據其 2 年至 3 年以上之調查結果，針對調查濃度較高、污染潛勢較高且濃度變化趨勢穩定者，研析納入法定監測項目。

六、現行中央海域水質監測計有 105 處測站，另 110 年針對 6 處臨海掩埋場、6 處海灘及 3 處離岸風電區 (竹南離岸式風力發電計畫示範風場)增加監測，並補助地方政府增測轄內海域、漁港及海灘水質，分別計有 73 處、87 處及 38 處，共計 198 處測站。統計至 110 年 12 月 17 日止，我國海域水質監測共計 318 處測站。本計畫建議未來可評估將國內具規模排放廢(污)水至海域之陸域對象 (如海洋放流管、海岸排放口)密集處納入海域水質監測點位。

七、配合國際趨勢，以及未來海洋污染防治法第九條修法，建議將監測對象逐步納入底泥，研議相關行政配套措施。目前漁港、商港及工業港之環境監測仍以水質監測為主，僅少數港口(如花蓮和平港)之大型監測計畫有監測港區底泥，然重金屬與部分持久性有機污染物(如有機錫、戴奧辛)累積於海域底質之潛勢較高，建議優先納入底泥例行監測，並可先規範以每年一次之頻率辦理例行性監測。

針對底泥監測計畫實施方式，建議可參考 US EPA 的底泥監測計畫。US EPA 從 2007 年起針對麻薩諸塞州的 New Bedford 港口，進行港口底泥與水質監測計畫，藉此長期監測計畫掌握底泥整治與海域環境品質之關聯。該港區之腹地過去曾有多間販售/製造多氯聯苯 (Polychlorinated biphenyl, PCB)之工廠，US EPA 於 1990 年代的調查即顯示該港區底泥與海洋生物體中均有 PCB 積累。該監測計畫中，海域水質部分，監測項目包含濁度、鹽度、溶氧、溫度、PCB、總懸浮固體(TSS)、重金屬(鎘、鉻、銅、鉛)、毒性測試。港口底泥部分，監測項目包含總懸浮固體(TSS)、質地、TOC、PCB、VOC、SVOC、農藥、氰化物與毒性測試。海域水質與港區底泥檢測方法均採用 US EPA 公告之標準方法。2017 年之監測結果顯示，New Bedford 港區 80% 的採樣點其底泥 PCB 濃度均已降低至 1.0 ppm，符合計畫整治目標。

5.2.3 其他相關法令增修建議

一、海洋污染防治法第 3 條第 6 款規定之排洩物質及其管理規定 (105.01.20)

本規定公告事項第 3 點註明公告生效日期另定之，因「船舶壓艙水及沉積物管理國際公約」已於 2017 年 9 月 8 日針對新船舶生效，既有船舶則為 2024 年 9 月 8 日生效；建議綜整交通部最新壓艙水相關污染研究，以及船舶壓艙水質現況，與交通部研議修正公告生效日期。

二、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施 (105.01.20)

本規定公告事項第 3 點註明公告生效日期另定之，因「船舶壓艙水及沉積物管理國際公



約」已於 2017 年 9 月 8 日針對新船舶生效，既有船舶則為 2024 年 9 月 8 日生效；建議綜整交通部最新壓艙水相關污染研究，以及船舶壓艙水質現況，與交通部研議修正公告生效日期。



(本頁空白)



第六章 辦理專家學者座談會或諮詢會，或相關水域之污染防治相關會議

6.1 辦理 4 場次專家學者座談會或諮詢會

本計畫依據契約規定，以視訊會議方式辦理 4 場次專家學者諮詢會，議題分別為海域環境監測品質制度、海域環境品質標準與管制區、新興污染物監測及海域水質監測分析方法適用性評估等議題。藉由邀集專家學者參與以進行意見徵詢，透過其於專業領域之豐富經驗，提供本計畫精進建議，完善海洋監測分析方法、品質項目等相關制度。專家學者諮詢會工作執行流程如圖 6.1-1 所示。彙整 4 場次專家學者諮詢會之徵詢議題及會議結論說明如下。

一、第一場專諮會「海域環境監測品質制度議題」

(一) 會議日期：110 年 8 月 18 日

(二) 與會之專家學者：陳平研究員、陳秋奴教授、蘇銘千教授、龔國慶教授、林幸助教授、楊定恭隊長

(三) 本計畫所提徵詢議題：

1. 考量國內多數辦理海域水質監測之實驗室已取得 NIEA 或 TAF 認證資格，由中央主管機關逕予認可此類資格，機關不另自辦認證，是否合適？
2. 本計畫所提執行海域品質監測實驗室之查核流程與重點，是否合適？
3. 因應部分新興海域監測項目，承攬監測業務之國內實驗室多有 NIEA 認證，惟環保署環檢所未開放項目許可申請，前述實驗室亦未申請 TAF 驗證體系之項目許可，未來契約如何要求為宜？
4. 針對海域水質監測，考慮現行行政能量，建議公告準用國內已常用之檢測方法，後續適用於海域水質者，是否得逕行公告準用，俟後依行政需求賡續辦理方法驗證，是否合宜？
5. 本計畫目前針對海水基質所提方法驗證流程框架，是否合宜？

(四) 綜整委員所提意見：

1. 為避免國內現有檢測認證制度重複，且現階段無執法需求，考量國內多數辦理海域水質監測之實驗室已取得 NIEA 或 TAF 認證資格，認同由中央主管機關逕予認可此類資格，機關不另自辦認證。
2. 針對新興海域監測項目，承攬監測業務之國內實驗室多有 NIEA 認證，惟環保署環檢所未開放項目許可申請，前述實驗室亦未申請 TAF 驗證體系之項目許可，未來契約可以用



新方法技術開發之精神，請受託機構提出國內外相關單位建議(或指定)之方法，或自行研究開發者，應提出檢驗過程之品管與品保，以確保環境數據的品質有一定程度之保證。

3. 針對海洋環境品質標準，除考量目前行之多年甲乙丙類海域分類方式外，亦可參考美國環保署之作法，將不同海域分區訂出不同的標準，並以紅綠燈之燈號概念來呈現其水質狀態。
4. 美國環保署及歐盟海水水質檢測方法已相當完整且行之多年，建議可直接參採，另國內中央標檢局已有正式公告的深層海水標準檢驗法(CNS 方法)，建議可直接參採 CNS 方法。若考量檢測方法應與時俱進，則海保署可再專案委託專家學者協助制訂方法。針對新興項目或尚未具有認證之檢測項目，亦可委託專家學者協助執行。
5. 目前海域水質監測 pH 的方法只精確到小數點以下一位，精確程度不足以判斷 pH 變化，建議未來將 pH 檢測方法之數據小數位下修至三位，以反映實際氣候變遷狀況。

(五) 會議結論：

1. 有關海域監測品質制度之實驗室認證事宜，考量國內檢測機構多為環檢所或財團法人全國認證基金會認證，具有一定品質，為提升海水檢驗品質目的，請執行單位研擬檢測機構查核程序，並與財團法人全國認證基金會了解運作方式。
2. 請執行單位持續盤點國內既有公告檢測方法是否適用於海水檢測分析，且針對無既有適用海水檢測方法之監測項目及新興污染物，應彙整國外如美國環保署、歐盟、國際標準化組織 (ISO)、美國材料和試驗協會 (ASTM) 等相關公告檢測方法。另請執行單位持續研析海水檢測方法之適宜公告模式。
3. 請執行單位持續研析針對海水基質之檢測方法驗證程序，並將需驗證項目納入未來專諮會進行討論。

二、第二場專諮會「海洋環境品質標準與管制區」

(一) 會議日期：110 年 9 月 28 日

(二) 與會之專家學者：劉大綱教授、陳孟仙教授、陳宏瑜教授、何國榮教授、李宗霖教授、巫月春副處長（書面意見）

(三) 本計畫所提徵詢議題：

1. 海域環境分類議題：

- (1) 考慮離島之海域水質現況，擬將三海裡內無其他陸域之離島，其三海裡內海域均列為甲類海域，是否合宜？





(2) 擬將有河川及區域排水出海口、廢水管線排放口出口兩公里內之水體，以及漁港、商港港區內水體(含出港嘴外之港嘴寬度範圍)，列為丙類海域，是否合宜？

2. 酌修海洋環境品質標準：

(1) 酚類及氰化物屬於毒性物質，建議由甲、乙、丙三類海域標準項目，改列為保護人體健康之海洋環境品質標準項目，是否合宜？

(2) 建議將氰化物之甲、乙、丙三類海域限值均訂為 0.01 mg/L (現行丙類為 0.02 mg/L)，是否合適？

(3) 針對飛佈達及其衍生物、滴滴涕及其衍生物、五氯酚及其鹽類屬多物種者，建議調整標示方式加註「……之總量」，以茲明確，是否合宜？

3. 外海水體管理方式：建議外海以海洋生物、基礎生產力為考量，搭配如近岸水體之河口優養潛勢 (EEP)或近岸海域生態品質率整合評估 (CEOA) 等指標系統，作為未來管理之依據，是否妥適？

(四) 綜整委員所提意見：

1. 針對漁港、商港港區內水體 (含出港嘴外之港嘴寬度範圍)，此範圍界定不清楚，建議可直接定義為漁業署和航港局所核定之漁港、商港核定範圍，此已具有一定界線且未來執法也較有依據。另建議強化說明將有河川及區域排水出海口、廢水管線排放口出口兩公里內之水體列為丙類海域之原因。

2. 目前氨氮、總磷和大腸桿菌群等項目僅有甲類海域有訂定標準，而乙類、丙類海域無相關標準，但乙類、丙類海域實為水質較差之水域，應訂定更嚴格之水質標準，以防止海域品質惡化。

3. 針對海洋水體環境品質之生態生產力相關面向，建議強化蒐集國內外資料，評估與臺灣海域特性較相符、較適用且較易於操作之品質指標系統。

4. 建議研析浮游植物、浮游動物等海域生物指標。

5. 就檢測技術而言，降低丙類海域之氰化物限值至 0.01mg/L 應屬可行，惟建議應先釐清當初訂定丙類海域氰化物限值之背景。

6. 針對飛佈達及其衍生物、滴滴涕及其衍生物、五氯酚及其鹽類屬多物種者，建議調整標示方式加註「……之總量」，就檢測而言需考慮儀器技術發展對偵測極限之影響，且須評估若檢測數據低於偵測極限時，應如何加總及加總多少種衍生物。

(五) 會議結論：

1. 針對海洋水體環境品質之衡量，包括污染管理，以及海域生態生產力這兩個面向，請執



行單位蒐集國內外資料，評估是否有適用於我國海域特性較相符，且較易於操作之品質指標系統。

2. 針對浮游植物、浮游動物等海域生物指標，請執行單位蒐集分析國內外資料，評估此類生物指標與海域水質之關係性。
3. 就海洋環境品質標準修訂建議，請執行單位檢視國外標準、現行海域監測數據符合度，以及現行檢測方法之適用性及偵測極限後，再作綜合研議。
4. 就海洋分區劃定之建議，請執行單位重新檢視現行離島、港區、點污染源海洋放流口等之海域水質管理需求，以及國內其他海岸相關法令，提出細節認定方式。

三、第三場專諮會「新興污染物監測議題」

(一) 會議日期：110 年 9 月 28 日

(二) 與會之專家學者：何國榮教授、陳秋奴教授、董正鈇教授、楊磊教授、陳宏瑜教授、吳漢鐘助理教授

(三) 本計畫所提徵詢議題：

1. 新興監測物質篩選：
 - (1) 第一階段:將國際公約或國內外媒體關注之污染物與國內陸域水體調查結果比對，從中擇定調查濃度高或普遍存在於陸域水體者做為候選調查標的，是否合宜？
 - (2) 第二階段:以人體健康風險與水生生物毒理資料為考量，從候選標的中擇較定影響顯著者納入以專案辦理監測，是否合宜？
 - (3) 第三階段:經數年度監測確認濃度變化趨勢保持穩定之調查標的，納入法定監測項目，以及海洋環境品質標準，是否合宜？
 - (4) 另建議辦理專家諮詢會議，依據中央主管機關之經費及專案監測數據決定是否仍需持續監測特定新興污染物，是否合宜？如當特定新興污染物之監測濃度普遍低於其對水生生物之預估無效應濃度（predicted no effect concentration, PNEC）時，顯示對海域生物較無危害風險，即可評估是否免除該項目之專案監測。
2. 港區底泥品質監測：為掌握港區環境品質現況，建議每年由中央主管機關針對污染潛勢較高之港區辦理至少一次底泥重金屬監測，並將持續檢討規劃未來底泥定期監測之項目，是否合宜？

(四) 綜整委員所提意見：

1. 建議新興監測項目篩選機制可將監測物質之方法可涵蓋度納入考量，環檢所部分方法有





註明其他新興污染物之檢測如經驗證且符合該方法規範者亦可適用，因此建議檢測方法易涵蓋之新興污染物亦可納入監測名單。另篩選機制應考量污染物出現機率的高低，亦可將地理因素、出現的場域等納入評估。

2. 因多數新興污染物為疏水性物質，故建議新興監測項目篩選機制應將陸域底泥調查結果納入評估。
3. 建議將多環芳香烴碳氫化合物(PAHs)及藥物及個人護理產品(PPCPs)納入新興監測項目。
4. 針對新興污染物之監測有其必要性，但應評估適切之篩選機制，若監測後濃度很低，認同可以有一個退場機制或降低監測頻率。
5. 建議評估訂定底泥品質標準或相關基準。
6. 應確認海水採樣方式及如何取得具代表性樣品等問題，如環境水體之微量重金屬採樣可參考美國環保署 Method 1669。

(五) 會議結論：

1. 就本案所討論新興污染物議題，請執行單位釐清關注物質來源與歸屬，俾利界定監測調查之目的，討論未來監測調查擬納入之檢項。
2. 請執行單位持續蒐集國內外新興污染物相關文獻或調查資料，考量如監測目的、地理環境、鄰近污染源(如海洋放流管、海岸放流、港口等)、生物累積性、及化合物於過去調查檢出機率等因素，以周全監測新興項目之篩選機制及退場機制。
3. 陸域污染中，河川水體和底泥之污染情形，對海洋是關鍵影響因子，請執行單位持續蒐集國內各單位機關河川及底泥調查資料，做為未來評估監測調查的基礎。
4. 監測數據請配合文獻彙整，做為未來法規修訂評估納入管理之參考依據。
5. 海域新興污染物的檢測方法，請優先評估國內已有之檢測方法經驗證後可否應用於相關化合物，俾利推廣。

四、第四場專諮會「海域水質監測分析方法適用性評估」

(一) 會議日期：110 年 11 月 02 日

(二) 與會之專家學者：何國榮教授、蘇銘千教授、陳宏瑜教授、龔國慶教授、楊定恭隊長、吳漢鐘助理教授

(三) 本計畫所提徵詢議題：

1. CNS 深層海水方法之導入：

(1) CNS 方法若做為海域水質監測原使用 NIEA 之替代方法，建議未來同步測試兩方法，





比對結果，建置數據關係；是否妥適，提請討論。

- (2) 未來海域監測之檢測方法若變更為 CNS 方法，則現行監測執行單位（一般商業實驗室）可能無充足之能量執行新方法，為求採購順利，未來招標資格得考慮納入學術單位。
- (3) 惟導入 CNS 方法未能有實驗室認證機制搭配，針對後續相關配套之推動及品保品管規範之要求，建議近期由海保署以專案計畫模式，統籌委託外部機構辦理監測計畫查核作業，長期再導入 TAF 機制，以達品質控管之效；是否妥適，提請討論。

2. 技術指引與方法引入：

- (1) 建議海保署發布「採樣檢測方法技術指引」，取代現有 OCA 方法公告機制；是否妥適，提請討論。
- (2) 未來引入新檢測方法時，依其檢測技術成熟度，建議程序上區分為開發、驗證、測試三個等級，確認檢驗方法海水適用可行後，載明於前述技術指引。

(四) 綜整委員所提意見：

1. 建立採樣與檢測方法指引應屬可行，惟考量部分 CNS 分析方法未有品質管制要求，建議後續將採樣檢測方法優缺點與品管規範皆納入指引範疇；另仍需確認方法指引本身是否具有強制力，仍無強制力，則須評估訂定指引之必要性。
2. 針對檢測方法引入，目前簡報所列之「研究開發、步驟驗證、測試」等用詞，建議可參考 ISO、TAF 體系相關用語，調整為「方法開發、方法擴充、方法查證」，其中方法開發及方法擴充都涉及確效或確認(Validation)；而方法查證則涉及查驗或查證(Verification)。
3. 建議應盤點國內現有分析方法是否可適用於一般海域監測項目，經評估適用者可直接引用，若無適用方法者或現今學界已有更好或更簡易之方法，建議另案委託制定分析方法。此外，應一併考慮海水採樣、樣本保存方式及分析實驗室規格。
4. 建議劃分出常態監測與有目的性的研究調查，兩者間所引用之方法規範應有所不同，常態性監測須以商業實驗室能執行之方法與成本為基本考量，調查研究則可由學術單位以較新技術及標準執行。

(五) 會議結論：

1. 例行性海域水質監測因對執行單位多有認證實驗室之要求，而海域水質背景調查則側重儀器精確度與檢測方法偵測極限要求，考量兩種型態之海域水質分析工作有不同層面需求與檢測成本，請執行單位釐清區分監測調查目的，再研擬適當之監測內容及其對應之適用檢測方法或指引，避免產生監測調查業務推動執行上之矛盾。

2. 海域水質檢測方法引入與指引研析，除盤點評估各監測項目與對應檢測方法之適用性(如偵測極限、檢驗及採樣方式)，並應綜合考量國際趨勢、執行可行性及指引定位，據以研議妥適之相關指引。
3. 就海域水質檢測單位認證與查核之相關建議，考量國內既有之認證體系如 NIEA 或 TAF，各有其相關規範，國內多數檢測單位亦遵循之。請執行單位盤點現行國內檢測單位認證申請現況與執行方式，於既有認證體系架構下，研擬海域水質監測執行單位查核機制，供未來海域水質監測計畫查核之依據。

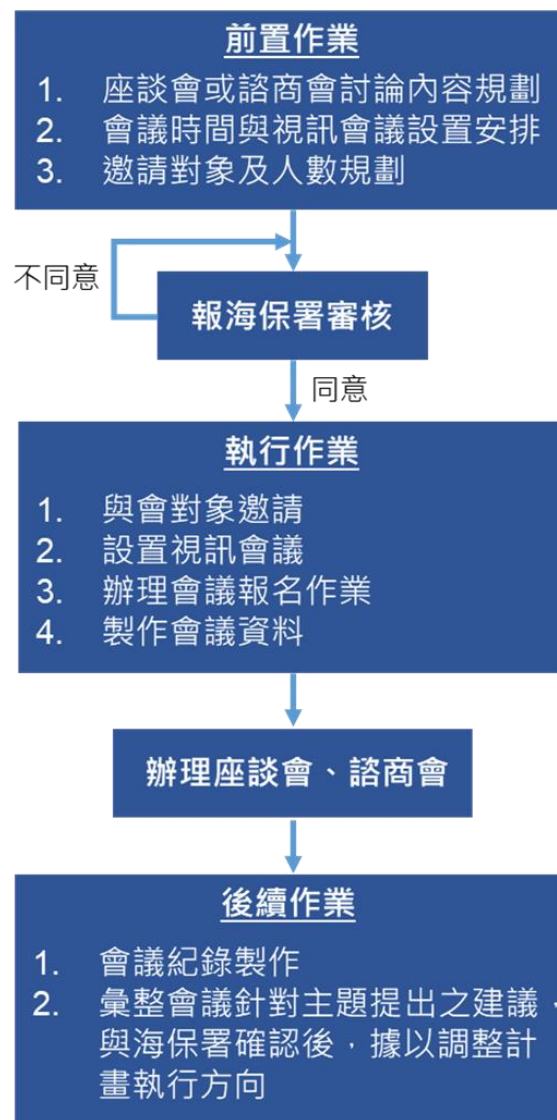


圖 6.1-1 辦理專家學者諮詢視訊會議之執行作業流程圖



(本頁空白)



第七章 辦理海域水質二苯甲酮及有機錫調查分析，掌握流布現況

7.1 辦理海域水質防曬乳二苯甲酮調查分析

新興污染物泛指「未受法規列管」、「且對人體健康及生態環境具有風險性」之化合物，生活中使用之鎮痛解熱劑、防曬乳、驅蟲藥品、美容成分乃至工業生產過程使用的防水塗料、防腐成分均包含新興污染物；其存在於環境水體中之濃度範圍介於奈克/升(ng/L)～微克/升(mg/L)，濃度微量但長期累積於環境中對生物體與生態之衝擊已為研究關切。

針對防曬乳對海域水質與生態之衝擊等議題，海洋委員會海洋保育署於 109 年 9 月 20 日辦理「防曬乳特定成分管制研商會會議」，席間建議機關彙整國內陸域防曬乳流布調查資訊，並評估特定防曬成分納入未來水質檢測調查項目，以掌握海域中防曬乳濃度與珊瑚礁和生態環境之關聯。國內陸域調查部分，洪若紋(2011)的研究顯示，淡水河下游檢測出二苯甲酮(Benzophenone, BP)、奧克立林(Octocrylene, OC)、阿伏苯宗(Avobenzene、Butyl Methoxydibenzoylmethane, B-MDM)三種防曬劑，其濃度介於 10~4,000ng/L 之間，對渦蟲未形成顯著生物毒性。惟環境水體中 BP-3、OC 與 B-MDM 經照光後可能轉化為生物毒性更強之化學成分。環保署於 2010 年調查國內河川中 21 項新興污染物流布，其中屬防曬劑成分的羥苯甲酮(Oxybenzone)於北港溪流域之檢出濃度範圍為 ND~295 ng/L；中港溪流域部分採樣點檢出濃度可達 345~783 ng/L；同為防曬成分的二苯甲酮(Benzophenone)則是於北港溪、中港溪、烏溪、高屏溪、鹽水溪等流域均有檢出，檢出濃度介於 27.1~753 ng/L。以上結果顯示陸域水體中即存在新興污染物，而海洋佔地球表面積約 71%，亦是陸域水質的承受水體，新興污染物即可能循此傳輸途徑進入海洋生態系，危害海洋生態。

考量防曬乳在生物體中的累積效應，且至今環境水體與生物體中仍均有檢出防曬乳，本計畫藉由建立防曬乳檢測方法，調查海域水質防曬乳含量，以掌握海水防曬乳分布現況，供後續研提相關管理政策建議之參考。

7.1.1 國內外防曬乳成分管制情形

有鑑於前述防曬乳化學防曬成分對海洋生態之影響及危害風險，部分國家已立法禁限用特定成分於防曬乳中，以維護良好海洋生態環境。以下說明國外針對防曬乳特定成分之管制現況與趨勢：

一、帛琉

帛琉於 2018 年 10 月 23 日立法禁止製造及進口含有特定 10 種化學物質之防曬產品，包含二苯甲酮-3 (或稱羥苯甲酮) (Benzophenone-3, BP-3)、甲氧基肉桂酸辛酯 (Octinoxate)、奧克立林 (Octocrylene)、4-甲基亞苄基樟腦 (4-methylbenzylidene camphor, 4-MBC)、三氯沙 (Triclosan)、對羥基苯甲酸甲酯 (Methyl paraben)、對羥基苯甲酸乙酯 (Ethyl paraben)、對羥基苯甲酸丁酯 (Butyl paraben)、對羥基苯甲酸苄酯 (Benzyl paraben) 以及苯氧乙醇 (Phenoxyethanol) 等物質，並自 2020 年 1 月 1 日起禁止銷售、攜帶入境前述含有特定 10 種化學物質之防曬產品，違者最高開罰 1,000 美元，並沒收違法之防曬產品。

二、美國

美國夏威夷州在 2018 年 5 月 1 日立法 (SB 2571 法案)，禁止販售、供銷含有 BP-3 和甲氧基肉桂酸辛酯之防曬乳產品 (醫師開立之處方除外)，預計將於 2021 年 1 月 1 日生效。加勒比海上之美屬維京群島於 2019 年 6 月 25 日立法通過 8185 號法案，針對含有 BP-3、甲氧基肉桂酸辛酯和奧克立林之防曬相關產品，包含乳液、精華液、軟膏等，自 2019 年 9 月 30 日起禁止進口，並自 2020 年 3 月 30 日起禁止販售、供銷、持有或使用 (醫師開立之處方除外，且須由取得執照之藥局等單位進口或販售)，違者將依法開罰，初次違反開罰 1,000 美元，非初犯者則開罰 2,000 美元。

三、墨西哥

墨西哥雖未直接立法全面禁用含有特定物質之防曬產品，但針對部分自然保護區已禁止遊客使用非生物可分解性之防曬產品，如至瑪雅河 (Riviera Maya) 流域地區旅遊度假，包含坎昆 (Cancun)、普拉亞德爾卡曼 (Playa del Carmen) 等城市以及 Xel Ha 公園、Xcaret 公園、Chankanaab 公園、Garrafon 自然珊瑚礁公園等自然保護區，遊客必須使用生物可分解性且對珊瑚無害之防曬產品 (不得含有 BP-3、甲氧基肉桂酸辛酯等成分)。在部分地區 (如 Xel Ha 公園) 有提供具生物可分解性且對珊瑚無害之防曬產品，遊客可在該處將自己攜帶之防曬產品更換成對珊瑚無害之防曬產品，並在旅遊行程結束後取回。

四、其他國家或地區

加勒比海島嶼荷屬波奈 2018 年 5 月 15 日立法通過，自 2021 年 1 月 1 日起禁止銷售含有 BP-3 及甲氧基肉桂酸辛酯之防曬產品。此外，加勒比海島嶼荷屬阿魯巴亦於 2019 年 11 月 19 日立法禁止進口、製造及銷售含有 BP-3 及甲氧基肉桂酸辛酯之防曬產品，此法於 2020 年 7 月生效。

另依據歐盟歐洲化學總署(European Chemicals Agency, ECHA)管理之《關於化學品註冊、評估、許可和限制法案》(Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemicals, REACH), 其附件十七 (Annex XVII)-限制物質清單未包含二苯甲酮、BP-3、甲氧基肉桂酸辛酯、奧克立林、4-MBC、三氯沙、對羥基苯甲酸甲酯、對羥基苯甲酸乙酯、對羥基苯甲酸丁酯、對羥基苯甲酸苄酯以及苯氧乙醇等物質。而 ECHA 之歐盟成員國滾動行動計畫(Community rolling action plan, CoRAP)曾評估過二苯甲酮及甲氧基肉桂酸辛酯。CoRAP 評估的目的在於釐清是否需要更多資料來判斷一個物質是否對人類或環境具有風險。若判斷為必要的話, 註冊人將被要求提供額外資料, 而有關當局會評估可能的危害風險疑慮, 有必要的話將啟動相關法律程序, 執行風險管理行動。二苯甲酮係由丹麥於 2013 年進行評估, 2018 年提出評估報告, 以釐清其致癌性及高風險特徵描述比值(Risk characterization ratio, RCR)之疑慮, 而在評估過程中發現其亦具有內分泌干擾之風險待釐清。評估文件顯示二苯甲酮對於大鼠及小鼠之肝臟、腎臟及造血系統具有致腫瘤性, 如組織細胞肉瘤等, 已符合致癌性第 2 級之分類, 依據歐盟化學物質及混合物之分類、標示及包裝法規(Classification, Labelling and Packaging, CLP), 需進行調和及特定危害分類, 並列入 CLP 附件六; 而針對暴露風險及內分泌干擾特性部分, 專家學者評估顯示目前仍不需採取進一步管理行動。甲氧基肉桂酸辛酯則由德國於 2016 年進行評估, 目前尚在評估及請註冊人提供額外資料之階段, 持續釐清其對兩棲類生物及魚類之內分泌干擾作用、對水生無脊椎動物、藻類之毒性及生長危害以及環境暴露評估影響。

此外, 國內針對國內防曬劑等化妝品類商品之安全評估、成分限量等, 係參考歐盟、美國、日本、韓國等國際管理規範, 並經產品安全性及品質衛生評估據以訂定, 目前行政院衛福部食藥署針對防曬劑特定成分已制定限量標準, 如 BP-3 作為防曬劑之限量標準為 6% (如作為保護劑用途, 限量 0.5%), 且須標示「本產品含二苯酮-3」(如添加 $\leq 0.5\%$ 或作為保護劑用途, 得免刊載該注意事項); 以及甲氧基肉桂酸辛酯作為防曬劑之限量標準為 10% 等, 詳如表 7.1-1 所示。另由於二苯甲酮、羥苯甲酮及甲氧基肉桂酸辛酯對人體健康危害或生物毒性資料仍較少或不明確, 因此環保署化學局目前尚未將其列為關注化學物質或毒性化學物質。

表 7.1-1 衛福部食藥署特定用途化妝品成分名稱及使用限制表 (摘錄防曬劑部分)

編號	成分名	INCI 名	中文名稱	CAS No.	限量標準	限制規定	應刊載之注意事項
1	2-Ethylhexyl-4-(dimethylamino)benzoate/ Padimate O	Ethylhexyl dimethyl PABA	戊烷基二甲對胺基 苯甲酸	21245-02-3	8%	--	--
2	2-Hydroxy-4-methoxybenzophenone/ Oxybenzone	Benzophenone-3	二苯酮-3 (二苯甲酮 -3)/羥基苯酮	131-57-7	6% (作為保護 劑用途，限 量 0.5%)	--	本產品含二 苯酮-3。(添 加 ≤ 0.5% 或作為保護 劑用途，得 免刊載該注 意事項)
3	2-Hydroxy-4-methoxybenzophenone-5- sulfonic acid and its sodium salt/ Sulisobenzone	Benzophenone-4/ Benzophenone-5	二苯酮-4 (二苯甲酮 -4)/ 二苯酮-5 (二苯 甲酮-5)	4065-45-6/ 6628-37-1	5% (以 acid 計)	--	--
4	Benzoic acid, 2-hydroxy-,3,3,5-trimethylc yclohexyl ester/ Homosalate	Homosalate	甲基水楊醇,/胡莫柳 酯	118-56-9	10%	--	--
5	2-Ethylhexyl 4-methoxycinnamate/ Octinoxate	Ethylhexyl methoxycinnamate	桂皮酸鹽/甲氧基肉 桂酸辛酯	5466-77-3	10%	--	--
6	2-Ethylhexyl salicylate/ Octisalate	Ethylhexyl salicylate	水楊酸鹽	118-60-5	5%	--	--
7	2-Phenylbenzimidazole-5-sulfonic acid and its potassium, sodium and triethanolamine salts/ Ensulizole	Phenylbenzimidazole sulfonic acid	苯基苯並咪唑磺酸	27503-81-7	8% (以 acid 計)	--	--

編號	成分名	INCI 名	中文名稱	CAS No.	限量標準	限制規定	應刊載之注意事項
8	1-(4-tert-Butylphenyl)-3-(4-methoxyphenyl)propane-1,3-dione/ Avobenzone	Butyl methoxydibenzoylmethane	阿伏苯宗/丁基甲氧基二苯甲醯基甲烷	70356-09-1	5%	--	--
9	3,3'-(1,4-Phenylenedimethylene)bis(7,7-dimethyl-2-oxobicyclo-[2.2.1]hept-1-ylmethanesulfonic acid) and its salts/ Ecamsule	Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid	對苯二亞甲基二樟腦磺酸	92761-26-7/ 90457-82-2	10% (以 acid 計)	--	--
10	2-Cyano-3,3-diphenylacrylic acid, 2-ethylhexyl ester/ Octocrilene	Octocrylene	奧克立林/歐托奎雷	6197-30-4	10% (以 acid 計)	--	--
11	Zinc oxide	Zinc oxide	氧化鋅	1314-13-2	25% (倘作為收斂劑用途，且限量未超過 10% 者，得以一般化粧品管理)	--	--
12	Phenol,2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-methyl-6-(2-methyl-3-(1,3,3,3-tetramethyl-1-(trimethylsilyl)oxy)disiloxanyl)propyl)	Drometrizole trisiloxane	甲酚曲唑三矽氧烷	155633-54-8	15%	--	--

編號	成分名	INCI 名	中文名稱	CAS No.	限量標準	限制規定	應刊載之注意事項
13	2,2'-Methylene-bis(6-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenol)/Bisotrizole	Methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol	亞甲基雙-苯並三唑基四甲基丁基酚	103597-45-1	10%	--	--
14	2,2'-(6-(4-Methoxyphenyl)-1,3,5-triazine-2,4-diyl)bis(5-((2-ethylhexyl)oxy)phenol)/Bemotrizinol	Bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine	雙-乙基己氧苯酚甲氧苯基三嗪	187393-00-6	10%	--	--
15	Dimethicodiethylbenzalmalonate	Polysilicone-15	聚矽氧烷-15	207574-74-1	10%	--	--
16	2,4,6-Trianilino-(pcarbo-2'-ethylhexyl-1'-oxy)-1,3,5-triazine	Ethylhexyl triazone	乙基己基三嗪酮	88122-99-0	5%	--	--
17	Benzoic acid, 2-[-4-(diethylamino)-2-hydroxybenzoyl]-, hexylester	Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate	二乙基氨基羥基苯甲酰苯甲酸己酯	302776-68-7	10%	--	--
18	alpha-(2-Oxoborn-3-ylidene)-toluene-4-sulphonic acid and its salts	Benzylidene camphor sulfonic acid	亞苄基樟腦磺酸	56039-58-8	6% (以 acid 計)	--	--
19	N,N,N-Trimethyl-4-(2-oxoborn-3-ylidenemethyl)aniliniummethyl sulfate	Camphor benzalkonium methosulfate	樟腦苯紫銨甲基硫酸鹽	52793-97-2	6%	--	--
20	Benzoic acid, 4,4-(((6-(((1,1-dimethylethyl)amino)carbonyl)phenyl)amino)-1,3,5-triazine-2,4-diyl)diimino)bis-, bis (2-ethylhexyl)ester/ Iscotrizinol	Diethylhexyl butamido triazone	二乙基己基丁醯胺基三嗪酮	154702-15-5	10%	--	--

編號	成分名	INCI 名	中文名稱	CAS No.	限量標準	限制規定	應刊載之注意事項
21	Sodium salt of 2,2'-bis(1,4-phenylene)-1Hbenzimidazole-4,6-disulfonic acid)/ Bisdisulizole disodium	Disodium phenyl dibenzimidazole tetrasulfonate	苯基二苯並咪唑四磺酸酯二鈉	180898-37-7	10% (以 acid 計)	--	--
22	Isopentyl-4-methoxycinnamate/ Amiloxate	Isoamyl p-methoxycinnamate	p-甲氧基肉桂酸異戊酯	71617-10-2	10%	--	--
23	3-(4-Methylbenzylidene)-d1 camphor/ Enzacamene	4-Methylbenzylidene camphor	4-甲基亞苄基樟腦	38102-62-4/ 36861-47-9	4%	--	--
24	Ethoxylated ethyl-4-aminobenzoate	PEG-25 PABA	PEG-25 對氨基苯甲酸	116242-27-4	10%	--	--
25	Polymer of N-{(2 and 4)-[(2-oxoborn-3-ylidene)methyl]benzyl}acrylamide	Polyacrylamidomethyl benzylidene camphor	聚丙烯醯胺甲基亞苄基樟腦	113783-61-2	6%	--	--
26	1,3,5-Triazine, 2,4,6-tris[1,1'-biphenyl]-4-yl-	Tris-biphenyl triazine	三聯苯基三嗪	31274-51-8	10%	不得使用於噴霧製劑	--
倘成分作為化粧品本身之保護劑，而非防曬劑用途，且未標示其防曬相關效能者，得以一般化粧品管理。							

註：表中所列之中文名稱係本計畫彙整。

資料來源：

1. 行政院衛福部食藥署，特定用途化粧品成分名稱及使用限制表 (防曬劑)(109 年 1 月 1 日生效)。
2. 化粧品便利資訊網 (CosDNA)。

7.1.2 國內海域水質防曬乳二苯甲酮調查結果

朱恆泰(2014)曾於 2014 年調查恆春半島地區(臨海橋、景觀橋、保力溪河口、萬里桐、白沙灣、核三廠浮潛區、南灣、大灣、小灣及船帆石) 環境水體中二苯甲酮(Benzophenone, BP)、二苯甲酮-1 (2,4-Dihydroxybenzophenone, BP-1)、二苯甲酮-3 (Benzophenone-3, BP-3)、二苯甲酮-8 (2,2'-Dihydroxy-4-methoxybenzophenone, BP-8) 及 4-甲基亞苄基樟腦 (4-methylbenzylidene camphor, 4MBC)等防曬劑成分，調查結果如表 7.1-2。結果顯示(1)海水中防曬劑濃度與當日活動人潮數量相關，(2) 防曬劑成分於海水中的擴散範圍極廣。墾丁音樂季(2014/4/4~4/5)期間，測得防曬劑總濃度最大值，防曬劑種類也最多，音樂季結束後測得濃度則大幅降低，並呈遞減趨勢；端午節連假由於氣候炎熱，戲水人潮多於墾丁音樂季期間，測得防曬劑濃度遠高於音樂季期間測值。南灣離岸多點採樣顯示防曬劑成分隨著離岸距離增加而濃度遞減，且於 200 公尺之離岸距離仍可測得 BP(13.5 ng/L)和 BP-3(35.7 ng/L)，顯示防曬劑成分於海水中的擴散範圍極廣。王維賢教授團隊另於 2016 年調查恆春半島地區(四重溪河口(SRE)、保力溪河口(BRE)、後灣、萬里桐、白沙灣、後壁湖、南灣、大灣、小灣及船帆石) 環境水體中個人護理產品含量調查分析，其中包含 BP-3 及 4-MBC 兩種防曬乳成分。調查結果如表 7.1-3 所示，防曬成分以 BP-3 及 4-MBC 於各測站皆有測得，濃度分別為 18.8~1,233 ng/L 及 1.82~7.93 ng/L，其中以萬里桐測站 BP-3 濃度最高為 1,233 ng/L (Kung et al., (2018))。

表 7.1-2 墾丁音樂季及端午節期間各測站水中防曬劑成分檢測結果

採樣日期	防曬劑成分	臨海橋	景觀橋	保力溪河口	萬里桐	白沙灣	核三廠浮潛區	南灣	大灣	小灣	船帆石
2014/4/1 (墾丁音樂季)	BP(ng/L)	-	10.2±6.0	-	N.D.	N.D.	-	N.D.	4.9±3.4	2.9±1.4	N.D.
	BP-1(ng/L)	-	N.D.	-	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	BP-3(ng/L)	-	16.1±8.4	-	3.8±3.4	60.2±29.8	-	8.2±7.0	36.2±23.4	438.2±229.6	N.D.
	BP-8(ng/L)	-	N.D.	-	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	4-MBC(ng/L)	-	N.D.	-	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	總含量(ng/L)	-	26.3±14.4	-	3.8±3.4	60.2±29.8	-	8.2±7.0	41.1±26.8	441.1±231.0	N.D.
2014/4/4-4/5 (墾丁音樂季)	BP(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	BP-1(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	49.2±42	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	BP-3(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	49.5±50	514.6±282.0	9.3±6.8	240.7±116.4	212.7±184.3	207.9±168.4	38.0±17.3
	BP-8(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	4-MBC(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	17.6±11.2	N.D.	12.5±3.9	10.7±18.0	N.D.	N.D.
	總含量(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	49.5±50.0	581.4±335.2	9.3±6.8	253.2±120.3	223.4±202.3	212.8±172.6	38.0±17.3
2014/4/8 (墾丁音樂季)	BP(ng/L)	-	N.D.	N.D.	3.0±1.6	N.D.	N.D.	6.2±5.4	-	4.1±0.6	3.1±2.8
	BP-1(ng/L)	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.
	BP-3(ng/L)	-	2.8±2.4	N.D.	N.D.	54.9±7.8	5.3±5.0	11.4±6.6	-	12.4±7.2	11.1±5.0
	BP-8(ng/L)	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.
	4-MBC(ng/L)	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.
	總含量(ng/L)	-	2.8±2.4	N.D.	3.0±1.6	54.9±7.8	5.3±5.0	17.6±6.6	-	16.5±7.8	14.2±7.8
2014/4/10 (墾丁音樂季)	BP(ng/L)	7.1±1.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	BP-1(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	BP-3(ng/L)	2.4±1.4	N.D.	N.D.	N.D.	8.9±1.0	2.5±1.0	10.3±2.4	N.D.	38.0±4.0	N.D.
	BP-8(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	4-MBC(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	總含量(ng/L)	9.5±2.6	N.D.	N.D.	N.D.	8.9±1.0	2.5±1.0	10.3±2.4	N.D.	38.0±4.0	N.D.
2014/6/1-6/2 (端午節)	BP(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	8.7±5.8	N.D.	8.2±7.6	N.D.
	BP-1(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	BP-3(ng/L)	7.6±9.2	N.D.	N.D.	590.0±118.0	1,402.7±356.7	117.6±13.4	1,779.3±112.2	114.2±19.1	2,860.0±1,074.6	1,399.3±120.9
	BP-8(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	4-MBC(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	總含量(ng/L)	7.6±9.2	N.D.	N.D.	590.0±118.0	1,402.7±356.7	117.6±13.4	1,788.0±118.0	114.2±19.1	2,860.0±1,074.6	1,399.3±120.9

資料來源：(1)朱恆泰，恆春半島沿岸水體中防曬劑含量之研究，國立中山大學海洋生物科技暨資源學系研究所碩士論文，2014。(2)本計畫彙整。

表 7.1-3 恆春半島沿岸各測站防曬乳成分檢測結果

個人護理產品	四重溪河口	保力溪河口	後灣	萬里桐	白沙灣	後壁湖	南灣	大灣	小灣	船帆石
BP(ng/L)	N.D.	N.D.	0.76 ± 0.97	1.03 ± 1.33	1.61 ± 2.78	1.77 ± 3.06	1.39 ± 0.83	1.77 ± 3.07	3.92 ± 3.88	N.D.
BP-1(ng/L)	N.D.	N.D.	2.11 ± 2.89	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BP-3(ng/L)	45.4 ± 20.4	41.4 ± 34.6	566 ± 561	1,233 ± 191	23.0 ± 9.55	118 ± 68.7	230 ± 120	18.8 ± 7.63	216 ± 121	28.7 ± 32.0
BP-8(ng/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4-MBC(ng/L)	2.94 ± 0.96	1.82 ± 1.94	7.93 ± 6.40	7.93 ± 6.40	6.36 ± 0.74	2.40 ± 1.51	5.19 ± 3.64	4.81 ± 2.22	5.86 ± 2.23	5.27 ± 1.82

資料來源：

(1)Te An Kung, Shu Hui Lee, Ting Chi Yang,Wei HsienWang, Survey of selected personal care products in surfacewater of coral reefs in Kenting National Park, Taiwan, 2018。

(2)本計畫彙整。

7.1.3 海域水質二苯甲酮分析方法建置

除二苯甲酮調查分析，考量羥苯甲酮與甲氧基肉桂酸辛酯亦為常見防曬乳成分，計畫一併納入評估探討。海域水質防曬乳檢測國內目前尚無公告方法，惟國內環檢所公告之「水中新興污染物检测方法—固相萃取與高效液相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)」，其檢測標的包含二苯甲酮與羥苯甲酮兩個防曬乳成分，但該方法之適用範圍並未包含海水。依國內外文獻調查結果顯示，海水二苯甲酮等防曬乳成分調查濃度介於 $\mu\text{g/L} \sim \text{ng/L}$ 等級，因此本計畫參考國內外相關研究成果，以固相萃取技術 (Solid Phase Extraction，簡稱 SPE) 或液相-液相萃取技術 (Liquid-Liquid Extraction，簡稱 LLE) 為海水樣品之前處理方法，使用 UPLC 系統之液相層析串聯質譜儀 (LC-MS/MS) 與氣相層析質譜儀 (GC-MS) 為分析儀器，針對二苯甲酮、羥苯甲酮與甲氧基肉桂酸辛酯分析方法建立已完成水樣前處理流程開發、上機條件優化與品管樣品測試。

樣品前處理則分別以 SPE(水樣濃縮 200 倍)與 LLE(水樣濃縮 1000 倍)進行品管樣品與方法偵測極限建立，相關測試結果如表 7.1-4。其中 SPE 對甲氧基肉桂酸辛酯之回收率不佳，以 LC-MS/MS 上機分析查核樣品回收率僅約 0.5 % ~ 2.0 %，推測與其 K_{ow} 較高而不易藉由 HLB 管匣萃取相關，另有研究顯示甲氧基肉桂酸辛酯於 SPE 之回收率最佳僅能達約 33~43%(He et al., 2019)。LLE 前處理對應 3 個防曬乳之品管樣品回收率相對穩定，因此海水樣品前處理均採濃縮倍數較高的液相-液相萃取法。取 1.0 L 水樣與二氯甲烷於分液漏斗中混勻並震盪反應，靜置後收集有機層(下方)並以除水膜除水過濾，以建立較低之方法偵測極限。除水後之萃取液經減壓濃縮後置換為甲醇(若分析甲氧基肉桂酸辛酯則不置換溶液)，再經吹氮濃縮為 1.0mL，

過濾後上機分析。

二苯甲酮與羥苯甲酮以 LC- MS/MS 分析，其上機分析條件建立參考 NIEA W545.50B，以乙腈、10%乙腈為動相，C18 層析管柱為靜相，進行梯度沖提，以分離待測物。二苯甲酮、羥苯甲酮與之滯留時間分別為 1.85 和 2.0 分鐘，2 個防曬乳化合物之檢量線經 $1/x$ 加權後 r 值均大於 0.995。質譜儀之游離化參數、四極桿碰撞能量與進樣錐電壓等條件經優化後建立於儀器端。考量以 GC- MS 分析甲氧基肉桂酸辛酯之查核樣品回收率顯著高於以 LC- MS/MS 分析，因此參考 NIEA W801.54B 建立甲氧基肉桂酸辛酯之上機分析方法。以 DB-5MS 為層析管柱為靜相分離待測物。甲氧基肉桂酸辛酯之滯留時間為 21.69 分鐘，質譜儀之游離化參數、升溫條件與氣體流速等參數經優化後已建立於儀器端，以尖峰感應訊號面積或高度對化合物濃度及內標準品濃度計算感應因子(至少 5 個濃度點)，進而計算平均感應因子，以平均感應因子計算化合物濃度，甲氧基肉桂酸辛酯標準品平均感應因子之相對標準偏差小於 25%。

品管樣品測試部分，液相-液相萃取法查核樣品回收率介於 70% ~ 135%，添加樣品回收率介於 63% ~ 146%，重複樣品相對偏差均小於 20%，方法空白樣品之測值均低於 2 倍方法偵測極限。考量本檢測方法後續有應用於環境流布長期調查之需求，且為使調查數據便於與其他水質檢測項目參照討論，本計畫仍以環檢所公布之「環境檢驗方法偵測極限測定指引(NIEA-PA107)」為原則，建立方法偵測極限。以人工海水配置 7 個特定濃度之查核樣品，以七個樣品分析結果計算標準差，以 3 倍標準差 S_A 作為預估 MDL；根據預估 MDL，再以人工海水配置 7 個特定濃度之查核樣品，以七個樣品分析結果計算標準差 S_B ，以 3 倍標準差作為確認 MDL，由 S_A 與 S_B 求得 S_{pooled} ，據以計算本方法之 MDL。二苯甲酮、羥苯甲酮與甲氧基肉桂酸辛酯之方法偵測極限分別為 16.3 ng/L、2.47 ng/L、658 ng/L。

本方法之方法偵測極限高於國內相關研究提出之方法偵測極限(< 5 ng/L)，推斷與空白基質選用以及 MDL 測值計算方式不同相關，相關說明如下。

- (一) 考量真實海水基質複雜，本計畫參考 ASTM 方法配製人工海水基質，其由 10 餘種鹽類依不同比例組成，與國內研究使用的 3.5%氯化鈉水溶液組成顯著不同。
- (二) 計畫依環檢所相關品質規範指引建立 MDL，然檢測實務上尚有多種呈現檢測方法偵測極限之表示方式，如定量極限 (Limit of Quantification, LOQ)、偵測極限 (Limit of Detection, LOD)等，且各表示方式之計算方式皆需以檢測方法相關說明為準。以 MDL 為例，本計畫以預估 MDL 與確認 MDL 之結果計算出防曬乳海水基質之 MDL，而國

內部分研究則以單一次 MDL 作為檢測方法之 MDL(且測值均先扣除空白值)，但兩種方式得到的結果皆可做為 MDL。

表 7.1-4 防曬乳檢測方法測試之相關品管數據

檢測項目	前處理 (濃縮倍數)	分析儀器	查核樣品 回收率(%)	添加樣品 回收率(%)	重複樣品 相對偏差 百分比(%)	方法偵測 極限 (ng/L)
二苯甲酮	LLE (1000)	LC-MS/MS	74.1~132.6	82.5~146.9	2.4~14.8	16.3
	SPE (200)	LC-MS/MS	61.4~279.6	65.1~78.4	18.5	299
羥苯甲酮	LLE (1000)	LC-MS/MS	85.2~98.2	88.9~107.8	3.3~7.5	2.47
	SPE (200)	LC-MS/MS	65.5~116.7	55.2~58.9	6.5	44.5
甲氧基肉 桂酸辛酯	LLE (1000)	GC/MS	70.1~91.7	63.6~103.0	1.0~10.5	658
	LLE (1000)	LC-MS/MS	3.4~4.5	-	-	-
	SPE (200)	LC-MS/MS	0.5~1.8	-	-	-

註：考量甲氧基肉桂酸辛酯查核樣品回收率不佳，針對添加樣品與重複樣品未進行相關測試，以「-」標示

7.1.4 海域水質防曬乳二苯甲酮調查結果

本年度調查新北市福隆海水浴場、新北市新金山海水浴場、宜蘭縣外澳海水浴場、墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)、高雄市旗津海水浴場與澎湖觀音亭海灘等國內 6 處海水浴場之海水防曬乳流布情形(採樣位置相關資訊如圖 7.1-1 與表 7.1-5)。海域水質採樣由清華檢驗科技股份有限公司與亞太環境科技股份有限公司協助執行(採樣照片如圖 7.1-2)。海水樣品以棕色瓶(避光)採集後以 $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 保存並運送回實驗室分析，海水樣品分析與分析方法建立由本團隊實驗室執行，針對前述 6 座海水浴場於 6 月與 7 月各進行一次採樣分析，分析結果如表 7.1-6。針對 6 月份調查結果，二苯甲酮於觀音亭海灘、墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)、新金山海水浴場、外澳海水浴場、福隆海水浴場均有檢出，檢出濃度範圍介於 $19.4\text{ ng/L} \sim 36.8\text{ ng/L}$ ；羥苯甲酮則於墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)、新金山海水浴場、福隆海水浴場均有檢出，檢出濃度範圍介於 $3.05\text{ ng/L} \sim 22.6\text{ ng/L}$ ；甲氧基肉桂酸辛酯則於 6 處海水浴場中均未檢出。本年度 6 月份之防曬乳分析調查結果顯示，6 座海水域場中，福隆海水浴場、新金山海水浴場與墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)海域水質檢出二苯甲酮與羥苯甲酮，宜蘭縣外澳海水浴場與澎湖觀音亭海灘之海域水質則檢出二苯甲酮，高雄市旗津海水浴場則未檢出二苯甲酮、羥苯甲酮與甲氧基肉桂酸辛酯。針對 7 月份調查結果，僅福隆海水浴場與澎湖觀音亭海灘兩處檢出防曬乳成分，其餘 4 處海水浴場均未檢出二苯甲酮等三種防曬成分。其中福隆海水浴場檢出二苯甲酮(19.5



ng/L)；澎湖觀音亭海灘檢出二苯甲酮(116 ng/L)與羥苯甲酮(35.0 ng/L)，兩處均未檢出甲氧基肉桂酸辛酯。針對人流較多之墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)，另於 9 月辦理採樣，其中檢出羥苯甲酮(21.1 ng/L)，未檢出二苯甲酮與甲氧基肉桂酸辛酯。綜整 6 月與 7 月之調查結果，二苯甲酮檢出濃度範圍介於 19.4 ng/L ~116 ng/L，羥苯甲酮檢出濃度範圍介於 3.05 ng/L ~35.0 ng/L，甲氧基肉桂酸辛酯均為未檢出。目前研究已知引起珊瑚白化之暴露濃度，以羥苯甲酮為例，約為 10 µg/L ~1000 µg/L。國家海洋研究院(2021)的研究顯示，羥苯甲酮暴露濃度為 10、100 及 1000 µg/L，癭葉表孔珊瑚出現白化現象且其光合作用效率(Fv/Fm)的數值隨暴露濃度上升而降低。Downs et al. (2016)的研究指出，添加於防曬用品之防曬成分 - 羥苯甲酮(Oxybenzone)，對較敏感之珊瑚蟲品種的 LC₅₀ 為 8 µg/L，上述研究之暴露濃度皆顯著高於本調查結果。





資料來源：Google 地圖、本計畫繪製。



圖 7.1-2 防曬乳採樣照片

表 7.1-5 110 年度海水浴場採樣點資訊

測站名稱	經度	緯度	6 月份		7 月份	
			採樣日期	海象/天候	採樣日期	海象/天候
新北市福隆海水浴場	121°56'41.3"E	25°01'31.6"N	110.06.11	微小風浪	110.07.14	小風浪
新北市新金山海水浴場	121°38'38.2" E	25°13'48.7" N	110.06.11	微小風浪	110.07.16	小風浪
宜蘭縣外澳海水浴場	121°50'30.1" E	24°52'21.7" N	110.06.10	小風浪	110.07.14	小風浪
墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)	120°45'48.1" E	21°57'33.2" N	110.06.18	晴天	110.07.12	晴天.
高雄市旗津海水浴場	120°15'59.8" E	22°36'36.3" N	110.06.18	晴天	110.07.13	晴天
澎湖觀音亭海灘	119°33'43.0" E	23°34'9.0" N	110.06.16	晴天	110.07.12	晴天

表 7.1-6 110 年度海水浴場防曬乳檢測結果

檢測項目	二苯甲酮		羥苯甲酮		甲氧基肉桂酸辛酯	
方法偵測極限 (MDL, 單位: ng/L)	16.3		2.47		658	
月份	6 月	7 月	6 月	7 月	6 月	7 月
新北市福隆海水浴場	19.4	19.5	3.05	N.D	N.D.	N.D.
新北市新金山海水浴場	33.7	N.D	3.72	N.D	N.D.	N.D.
宜蘭縣外澳海水浴場	27.3	N.D	N.D.	N.D	N.D.	N.D.
墾丁跳石(南灣濱海遊憩區)	32.7	N.D	22.6	N.D	N.D.	N.D.
高雄市旗津海水浴場	N.D.	N.D	N.D.	N.D	N.D.	N.D.
澎湖觀音亭海灘	36.8	116	N.D.	35.0	N.D.	N.D.

註: 「N.D.」表示檢出濃度小於方法偵測極限; 單位: ng/L

7.1.5 海域水質防曬乳管理建議

本計畫調查結果顯示, 二苯甲酮與羥苯甲酮含量均在數十個 ng/L 之數量級範圍, 且二苯甲酮與羥苯甲酮均已非目前市售防曬乳主要添加之防曬成分, 因此建議推動源頭管理防曬

乳成分，降低其污染海域水質之風險，並持續監測海域防曬乳成分濃度以掌握污染潛勢，相關建議另分述如下：

一、源頭減量

目前衛福部食藥署已針對羥基苯酮及甲氧基肉桂酸辛酯制定作為防曬劑時之限量標準，且規定化妝品如含有羥苯甲酮(二苯酮-3)成分，需特別標示；而由於二苯甲酮、羥苯甲酮及甲氧基肉桂酸辛酯對人體健康危害或生物毒性資料仍較少或不明確，因此環保署化學局尚未將其列為關注化學物質或毒性化學物質。惟考量目前國際間已陸續禁限用羥基苯酮、甲氧基肉桂酸辛酯等防曬成分，且近年已有研究顯示特定防曬成分對珊瑚生態有危害風險，爰此，建議公私部門可從合作推廣使用物理性或不含特定有害成分之防曬產品著手，包括與潛水或其他水上運動店家合作，透過教育宣導喚起社會共識，強化宣導正確防曬乳塗抹方式，使用防曬乳不過量；另同步揭露相關資訊，使消費者自發性在海域活動時減少使用含特定成分之防曬乳，降低對珊瑚生態之潛在風險。

二、強化監測與調查

針對國內較敏感海域，如珊瑚白化較嚴重處、海流擴散不佳區域以及熱門觀光景點，建議可持續進行海水水質調查，包含二苯甲酮、羥苯甲酮等化學防曬成分與二氧化鈦、氧化鋅等物理性防曬成分，累積背景基線資料與證據，以作為未來化學物質、化妝品商品等主管機關訂定相關管制之參考。

三、推動海洋友善商品標章

在管制手段外，透過市場機制引導消費者使用其他替代品亦為促使特定化學物質減量之可行方法。以環保署所推動之「環保標章」為例，目前即包含肌膚毛髮清潔劑此一類別（「清潔洗滌肌膚、毛髮產品，包含符合 CNS 549 日用香皂及 CNS 3901 化粧香皂」），即希冀透過市場力量引導消費者使用對環境友善之產品。目前環保標章中「肌膚毛髮清潔劑」尚未涵蓋防曬乳此類別，惟循此理念，建議未來可評估推動訂定海洋友善商品標章，讓消費者容易辨識選擇對珊瑚無害、友善海洋之產品，進而引導消費者選擇對環境友善之防曬產品，並提高使用意願。

7.2 辦理海域水質有機錫調查分析

除生活中常使用的防曬劑，用於船舶底漆的有機錫亦為海域生態中亦為研究長期關注之新興污染物。除神經毒性，國內外皆有相關研究顯示，有機錫長期累積於牡蠣可能誘發其雄化，也可能危害海域生態中珊瑚、藻類、大型蚤之生存(洪楚璋等, 2000; Olushola et al., 2012)。我國已於 2005 年禁止長度為 25 公尺以下之船隻使用含三丁基錫 (TBT) 之船舶底漆，且全面禁止氧化三丁基錫(TBTO)使用於製造船用防污漆，惟唐川禾(2011)的研究顯示恆春半島海域海水與沉積物中三丁基錫含量分別介於 3.2~19.6 ng/L 與 20.6~711 ng/g，巨牡蠣(*Crassostrea gigas*)與棘牡蠣(*Crassostrea echinata*)三丁基錫含量介於 1025~1406 與 533~3273 ng/g，說明即便已禁用 TBT，海域水質中仍可能存在有機錫污染風險。鑑於有機錫化合物生物毒性顯著以及國內底泥、生物體調查仍檢出有機錫化合物，本計畫藉由海域水質有機錫含量調查，掌握其濃度變化潛勢，據以評估擬定海域水質有機錫化合物限值之必要性。

7.2.1 國內外有機錫管制情形與國內有機錫運作現況

有機錫化合物 (Organotin Compounds, OTCs) 係指金屬錫與其它型態有機物結合形成之有機金屬化合物 (Organometallic Derivatives)，由錫 (Sn) 以共價鍵鍵結有機官能基所形成，有機官能基包含烷基 (Alkyl Group) 或芳香基 (Aryl Group)，常見者如苯基 (Phenyl-)、丁基 (Butyl) 與丙基 (Propyl) 等，而官能基數從 1 至 4 不等，有機錫種類繁多，相關用途如表 7.2-1 所示。

有機錫化合物進到環境後會因環境因子的作用而逐漸被分解，錫原子與碳之共價鍵結易受紫外光照射、生物分解及化學裂解等作用破壞，使具較高毒性之三有機錫化合物之錫原子上的有機官能基脫去逐步降解，依序將三有機錫分解為二有機錫，再由二有機錫分解為單有機錫，最終轉化為毒性較低的無機錫離子，如圖 7.2-1 所示。

表 7.2-1 各類有機錫化合物說明

有機錫化合物		說明
四基錫		穩定的化合物，毒性低，不能作為殺生物劑，會降解為有毒的三基錫。
三基錫	三烷基錫	三烷基錫是植物性毒素，不能用於農業。
	三丁基錫	三丁基錫在工業上作為殺菌劑，例如做紙業，紡織業，亦用於船舶作為防護漆，但因對水中生物有影響，目前業已限制使用。

有機錫化合物		說明
	三苯基錫	三苯基錫用於抗霉漆和農業防霉，其中三苯醋錫與三苯羥錫(三苯基錫類) 用來作為農藥，但因具致畸胎性，台灣自 1999 年起開始禁用。
二基錫		除了二苯基錫外，沒有抗霉能力，抗菌能力低，毒性也低。主要用於聚合物和生產，如 PVC 熱安定劑，催化劑及聚胺酯。
一基錫		毒性更低，沒有生物作用，主要用於 PVC 熱安定劑。

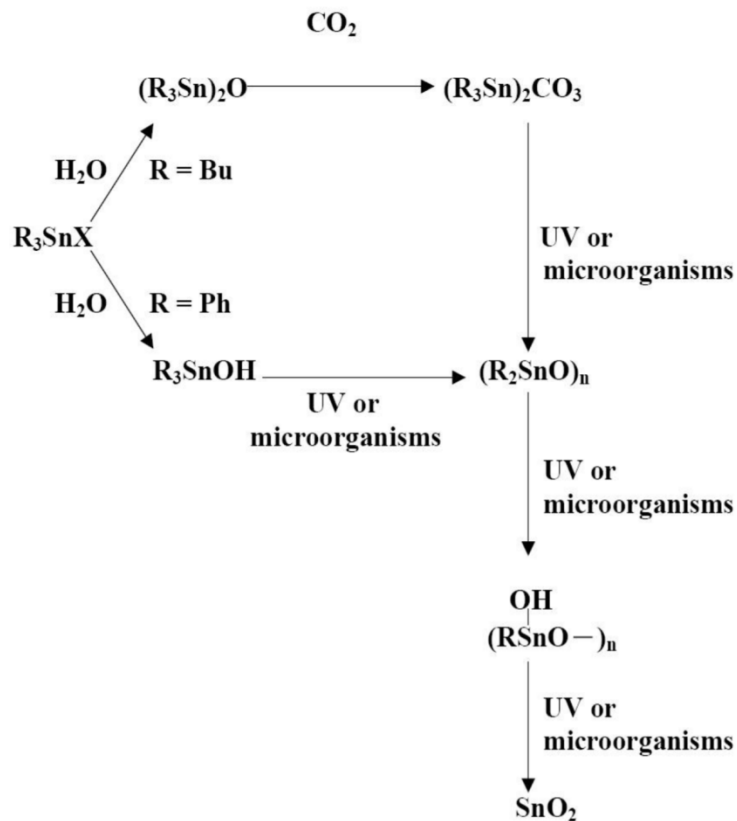


圖 7.2-1 三丁基錫與三苯基錫在環境中的分解過程

資料來源：Evans, C. J. and Karpel, S. 1985. Organotin compounds in modern technology. J. Organomet. Chem. Libr. 16:178 217.

有機錫化合物廣泛運用於穩定劑、防污殺菌劑、農業殺菌劑及催化劑等，雖無機錫通常被認為是無毒的，但其有機衍生物表現出複雜的毒性模式，有機錫毒性與其鍵結之官能基數目有關，官能基愈多毒性愈大，其中三取代的化合物是毒性最大的化合物，常見者有三苯基錫(Triphenyltin, TPT)和三丁基錫(Tributyltin, TBT)。其中三丁基錫使用最為廣泛，其與氧結合成氧化三丁錫(bis-(tri-n-butyltin)oxide, TBTO)，自 1970 年代即廣泛應用在船舶之防護漆，避免藻類貝類孳生於船體之上，TBTO 為一種淡黃色可燃液體，此污染物會經由食物鏈累積，

影響海洋生物生態，造成海洋污染問題。

國際海事組織(IMO)於 1999 年 11 月呼籲海洋環境保護委員會(MEPC)制定具有法律約束力之「國際管制船舶有害防污系統公約(International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships, 簡稱 AFS 公約)」, 以解決船舶上使用的防污底系統之有害影響, 公約於 2001 年 10 月 5 日通過, 於 2008 年 9 月 17 日生效, 主要基於有機錫基防污系統對海洋環境的傷害非常明顯, 因此禁止船舶使用含有機錫的防污系統(Organotin AFS), 以緩和對海洋環境的傷害。因應 AFS 公約於 2008 年生效後, 有機錫被從防污漆中去除, 並有新的生物殺滅劑取代, 其中一種替代品環丁烴(cy-butyne)亦對多種海洋生物具有急性及慢性毒性, 因此 IMO 召開之海事環境保護委員會第 76 屆會議(MEPC76), 通過自 2023 年 1 月 1 日起禁止於防污系統中使用含有環丁烴的油漆。

歐盟歐洲化學總署(European Chemicals Agency, ECHA)公告之《關於化學品註冊、評估、許可和限制法案》(Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemicals, REACH), 附件 17「危險物質的製造、販賣、使用限制(ANNEX XVII Restrictions On The Manufacture, Placing On The Market And Use Of Certain Dangerous Substances, Preparations And Articles)」(簡稱限制清單)於 2009 年 6 月 1 日正式生效, 而「危險化學物質現用指令(76/769/EEC)」則同時廢止。REACH 法規之附件 17 限制清單包含有機錫化合物, 其相關限制規範如表 7.2-2 所示。

表 7.2-2 REACH 法規附件 17 之有機錫化合物相關限制規範

限制清單		限制規範
中文名稱	英文名稱	
有機錫化合物	Organostannic Compounds	- 物質或含有該物質之混合物作為自由組合塗料之殺生物劑, 不得置於市場或使用。 - 物質或含有該物質之混合物作為預防微生物、動植物腐敗之殺蟲劑且用於下列情形者, 不得置於市場或使用: - 用於海水、沿岸、入海口及內陸水道、湖泊的船舶, 不論船舶長度為何。 - 養殖魚類或介殼類所使用的圍籠、浮木、罟網及其他裝置或設備。 - 任何全浸泡或半浸泡之裝置或設備。 - 當該物質或含有該物質之混合物用於工業廢水處理時, 不得使用或上市

限制清單		限制規範
中文名稱	英文名稱	
		4. 三取代有機錫化合物： (a) 成品含有三取代有機錫化合物，像是三丁基錫（TBT）化合物與三苯基錫（TPT）化合物，或其零件中的濃度經換算後錫的重量百分濃度超過 0.1% 時，2010 年 7 月 1 日後禁止使用。 (b) 除非在 2010 年 7 月 1 日以前已經在歐盟內使用，否則未遵守(a)的成品在 2010 年 7 月 1 日以後不應出現在市面上。 5. 二丁基錫（DBT）化合物： (a) 二丁基錫（DBT）化合物在混合物或成品或其零件中的濃度經換算後錫的重量百分濃度超過 0.1% 時，2012 年 1 月 1 日以後禁止使用供應給一般大眾的混合物或成品中。 (b) 除非在 2012 年 1 月 1 日以前已經在歐盟內使用，否則未遵守(a)的成品與混合物在 2012 年 1 月 1 日以後不應出現在市面上。 (c) 限制放寬，在 2015 年 1 月 1 日以前，(a)與(b)不適用以下供應給一般大眾的成品與混合物： ● 單組與雙組室溫硫化密封膠（RTV-1 與 RTV-2 密封膠）與黏著劑。 ● 含有 DBT 化合物而且作為催化劑，施用於成品的油漆與塗料。 ● 單獨壓出或與硬質聚氯乙烯（PVC）共同壓出的軟質 PVC 型材。 ● 戶外作為穩定劑應用的纖維，而且纖維的塗層 PVC 含有 DBT 化合物。 ● 戶外雨水管、簷溝與管件，以及屋頂與建物外觀的覆蓋材料。 (d) 限制放寬，(a)與(b)不適用 EC No 1935/2004 規範的材料與物品。 6. 二正辛基錫（DOT）化合物： (a) 下列成品或零件中二正辛基錫（DOT）化合物濃度經換算後錫的重量百分濃度超過 0.1% 時，2012 年 1 月 1 日以後不得供應給一般大眾或由大眾使用： ● 會和肌膚接觸的紡織成品

限制清單		限制規範
中文名稱	英文名稱	
		● 手套 ● 會和肌膚接觸的鞋類或零件 ● 鋪牆與鋪地的物品 ● 幼童照護成品 ● 女性衛生產品 ● 尿布 ● 兩組式室溫硫化模具（RTV-2 模具） (b)除非在 2012 年 1 月 1 日以前已經在歐盟內使用，否則未遵守(a)的成品 2012 年 1 月 1 日以後不得出現在市面上。

REACH 系列法規亦列有高度關切物質 (Substances of Very High Concern, SVHC)清單，其中即於 2008 年 10 月 28 日因持久性、生物蓄積性和毒性等原因納入 TBTO，2012 年 12 月 19 日因生殖毒性納入二氯化二丁錫 (Dibutyltin dichloride, DBTC)，2020 年 6 月 26 日因生殖毒性納入二丁基雙(2,4-戊二酮基)錫，以及 2021 年 1 月 19 日因生殖毒性納入二月桂酸二辛基錫與二辛基-錫烷雙(椰油醯氧基)衍生物。另 ECHA 之歐盟成員國滾動行動計畫(Community rolling action plan, CoRAP)最新將於 2021 年至 2023 年間由會員國分工針對 58 個化學物質進行評估，其中即包含二辛基氧化錫 (Dioctyltin oxide, DOTO)，將由奧地利於 2022 年進行評估。過去 CoRAP 所評估之物質亦包含三氯化單丁基錫 (n-butyltin trichloride, MBTC)，其在 2018 年由法國進行評估，惟相關評估作業因故暫停。CoRAP 評估的目的在於釐清是否需要更多資料來判斷一個物質是否對人類或環境具有風險。若判斷為必要的話，註冊人將被要求提供額外資料，而有關當局會評估可能的危害風險疑慮，有需要的話將啟動相關法律程序，執行風險管理行動。

此外，日本、美國、東南亞國家協會、泰國、馬來西亞之海洋環境相關品質標準均針對 TBT 訂有標準限值，範圍為 1~420 ng/L，如表 7.2-3 所示（詳見 2.2.1 節）。

表 7.2-3 各國海洋環境品質標準之有機錫限值

國家/組織	品質標準	海水水質分類/海域分區	三丁基錫(TBT)限值(ng/L)
日本	海水水質基準相關政令	計三類海域	10
美國	國家推薦水質基準—水生生物基準表	海水最大基準濃度(急性)	420
		海水連續基準濃度(慢性)	7.4
東南亞國家協會	東協海洋水質基準	--	10
泰國	泰國海洋水質標準	計六類海域	10
馬來西亞	馬來西亞海水品質標準	Class 1 (敏感性海洋棲地)	1
		Class 2 (漁業海域)	10
		Class 3 (工商活動及沿海居住地區放流水排放之海域)	50
		Class E (河口地區)	2 (暫定)
		Class R (休憩遊樂用海域)	--

國內過去使用之有機錫農藥主要為三苯羥錫(氫氧化三苯錫)及三苯醋錫，行政院農委會鑑於此類農藥具致畸胎性且有環境累積性(如 TBT 在厭氧土壤中需二年以上才會降解)，而於民國 86 年 9 月公告禁止製造、加工及輸入，於民國 88 年 1 月開始禁止銷售使用。此外，在環保署公告為毒性化學物質的 35 種有機錫化合物中，「氧化三丁錫」和「氫氧化三苯錫」歸為第一類毒化物，其餘 33 種則為第四類毒化物，如表 7.2-4 所示，此公告亦限制氧化三丁錫、氫氧化三苯錫之使用用途，防止不當使用，並禁止氧化三丁錫使用於製造船用防污漆(如表 7.2-5 所示)。(92 年 1 月 1 日明令禁止未滿 24 公尺船舶使用含毒性化學物質氧化三丁錫之船用漆，後於 94 年 2 月 23 日公告全面禁止使用)

表 7.2-4 國內公告列管之 35 種有機錫化合物

列管編號	英文名稱	中文名稱	列管編號	英文名稱	中文名稱
148-01	Bis(tributyltin)-oxide	氧化三丁錫	148-19	Triphenyltin iodide	碘化三苯錫
148-02	Triphenyltin hydroxide	氫氧化三苯錫	148-20	Triphenyltin acetate	醋酸三苯錫
148-03	Tributyltin acetate	醋酸三丁錫	148-21	Triphenyltin chloride	氯化三苯錫
148-04	Tributyltin bromide	溴化三丁錫	148-22	Triphenyl- α -naphthyltin	三苯基- α -萘錫
148-05	Tributyltin chloride	氯化三丁錫	148-23	Tripropyltin bromide	溴化三丙錫
148-06	Tributyltin fluoride	氟化三丁錫	148-24	Tripropyltin chloride	氯化三丙錫
148-07	Tributyltin hydride	氫化三丁錫	148-25	Tripropyltin fluoride	氟化三丙錫

列管編號	英文名稱	中文名稱	列管編號	英文名稱	中文名稱
148-08	Tributyltin laurate	月桂酸三丁錫	148-26	Tritolyltin bromide	溴化三甲苯錫
148-09	Tributyltin maleate	順丁烯二酸三丁錫	148-27	Tritolyltin chloride	氯化三甲苯錫
148-10	Tri-n-propylethyltin	三正丙基乙錫	148-28	Tritolyltin fluoride	氟化三甲苯錫
148-11	Tri-n-propylisobutyltin	三正丙基異丁錫	148-29	Tritolyltin hydroxide	氫氧化三甲苯錫
148-12	Tri-n-propyl-n-butyltin	三正丙基正丁錫	148-30	Tritolyltin iodide	碘化三甲苯錫
148-13	Tri-n-propyltin iodide	碘化三正丙錫	148-31	Triphenylstannyl-methane	參(三苯錫)甲烷
148-14	Triphenylbenzyltin	三苯基苄錫	148-32	Trixylytin bromide	溴化三苳錫
148-15	Triphenylmethyltin	三苯基甲錫	148-33	Trixylytin chloride	氯化三苳錫
148-16	Triphenyl-p-tolyltin	三苯基-對-甲苯錫	148-34	Trixylytin fluoride	氟化三苳錫
148-17	Triphenyltin bromide	溴化三苯錫	148-35	Trixylytin iodide	碘化三苳錫
148-18	Triphenyltin fluoride	氟化三苯錫			

表 7.2-5 國內公告氧化三丁錫及氫氧化三苯錫之許可用途及禁止運作事項

項目	氧化三丁錫	氫氧化三苯錫
許可目的用途	1. 研究、試驗、教育。 2. PU 樹脂、塑膠安定劑。 3. 抗污油漆防腐、殺菌。 4. 下列產品之防細菌劑、防黴菌劑、防家塵蟎劑： (1)自然及人造纖維之紡織原料及其產品。 (2)床墊、沙發等之 PU 泡棉類。 (3)鞋類及鞋墊。 (4)橡膠、塑膠布。 (5)PU、PVC 塗料或貼合布。 (6)拖把、桌布。 (7)羽毛及其產品。 (8)人造皮革及皮包。	
禁止運作事項	禁止使用於製造船用防污漆。	(無)

依據財政部關務署關港貿單一窗口網站資料顯示 (如表 7.2-6 所示)，109 年國內進出口之有機錫化合物包含醋酸三丁錫、溴化三丁錫、氯化三丁錫、氫化三丁錫、氫氧化三苯錫、醋酸三苯錫、氯化三苯錫、氯化三丙錫等 8 項屬毒性化學物質之有機錫化合物及其他有機錫化合物；而 109 年國內進出口之有機錫化合物包含氯化三丁錫、氫化三丁錫、氫氧化三苯錫、醋酸三苯錫、氯化三苯錫等 5 項屬毒性化學物質之有機錫化合物及其他有機錫化合物。

此外，依據環保署水污染源管制資料管理系統之水污染防治措施許可文件資料顯示，國

內目前運作(原料使用及製造產品)有機錫類化合物之事業別包含晶圓製造及半導體製造業、化工業、印刷電路板製造業、電鍍業、金屬表面處理業及其他工業等，總計 41 家事業 (排除重複)，運作之有機錫類化合物如單丁基錫氧化物、氫化三丁錫 (屬毒性化學物質)、海綿錫、烷基磺酸錫、氨基磺酸錫及有機酸錫等，其中烷基磺酸錫包含烷基磺酸錫、甲基磺酸錫及丙基磺酸錫，而有機酸錫則包含馬來酸甲基錫、順丁烯二酸有機錫衍生物、辛酸亞錫、二月桂酸二丁基錫及磺酸錫等，運作資訊如表 7.2-7 所示。

表 7.2-6 國內 109 年及 110 年有機錫化合物進出口總量

種類	109 年		110 年	
	進口量 (公斤)	出口量 (公斤)	進口量 (公斤)	出口量 (公斤)
醋酸三丁錫	<1	0	0	0
溴化三丁錫	<1	0	0	0
氯化三丁錫	約 10	0	約 11	0
氫化三丁錫	約 600	0	約 400	0
氫氧化三苯錫	<1	0	<1	0
醋酸三苯錫	<1	0	<1	0
氯化三苯錫	約 17,000	0	約 13,500	0
氯化三丙錫	<1	0	0	0
其他有機錫化合物	約 410,396	約 2,381	約 407,176	約 2,236

註：1. 進口統計值係包含復進口；出口統計值係包含復出口。2. 110 年統計資料區間為 110 年 1 月至 10 月。
資料來源：財政部關務署關港貿單一窗口之海關進出口統計網頁，2021。
(<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA30>)。

表 7.2-7 國內有機錫化合物運作現況

原料或產品運作之有機錫化合物	運作之水污染事業別	運作家數	許可核准總量 (公斤/日)
單丁基錫氧化物	化工業	1	14.4
氫化三丁錫 (屬毒性化學物質)	化工業	1	0.024
海綿錫	其他工業	1	44
烷基磺酸錫	晶圓製造及半導體製造業、金屬表面處理業、電鍍業	9	411.084
甲基磺酸錫	晶圓製造及半導體製造業、化工業、印刷電路板製造業、金屬表面處理業、電鍍業、其他工業	19	975.0476
丙基磺酸錫	電鍍業	1	1.6
氨基磺酸錫	印刷電路板製造業、電鍍業	2	20.2

原料或產品運作之有機錫化合物	運作之水污染事業別	運作家數	許可核准總量(公斤/日)
有機酸錫	印刷電路板製造業、電鍍業	4	136.416
馬來酸甲基錫	化工業	1	340
順丁烯二酸有機錫衍生物	化工業	1	1,530
辛酸亞錫	化工業	1	0.3
二月桂酸二丁基錫	化工業	1	9.9
磺酸錫	電鍍業	1	180

資料來源：環保署水污染源管制資料管理系統，2021。

7.2.2 國內外海域水質有機錫調查結果及對生物生態之影響

彙整國內外海域、港口或河川水質、底泥及生物體等有機錫調查結果如表 7.2-8 所示，以及彙整國內事業廢水有機錫調查結果如表 7.2-9 所示，相關說明分述如下：

(一) 海域或港口之水質、底泥及生物體

洪楚璋等人 (1998) 針對馬祖海域、臺灣二仁溪河口、金山核二廠出水口及基隆外海的海拋港區污泥區域等處，進行沉積物之 TBT 監測，其中以基隆外海海拋港區污泥區域檢出濃度最高 (2.5 µg/g dw)。環保署 (2001~2004) 針對臺灣四大國際港口及第一、二類漁港進行底泥、海水及魚體樣品之 TBT 及氫氧化三苯錫(Triphenyltin Hydroxide, TPTH)分析。底泥檢測結果顯示全部港口 TBT 濃度範圍為 ND~16.9 µg/g dw，測值最高在鹽埔漁港，而 TPTH 濃度皆不高；有關魚體檢測部分，其檢測部位包括魚肉及全魚，TBT 檢測濃度範圍為<0.05~7.8 µg/g dw，最高測值在旗津漁港，而 TPTH 檢測值範圍為 ND~7.9 µg/g dw，最高測值在八斗子漁港；此外，全部港口內、外所採集之海水樣品，其 TBT 與 TPTH 濃度均不高，其中以梧棲港港外(屬台中港港內) 海水之 TBT 濃度最高，為 0.20 µg/L，而海水 TPTH 濃度均低於偵測極限。環保署 (2003) 調查高屏溪出海口附近港區水樣與底泥中 TBT 濃度，水樣與底泥樣品數共計 24 個，水樣 TBT 檢出率為 25%，濃度介於 ND~0.0832 µg /L；底泥之檢出率達 83.3%，濃度介於 ND~0.07239 µg/g。

林衍孜 (2006) 曾採集高屏地區 8 個規模不同港口 (高雄港、東港、大鵬灣、枋寮、海口港、楓港、山海港及後壁湖)，共計 22 個採樣點之表層底質，進行有機錫分析，各採樣點 TBT、DBT 和 MBT 濃度分別介於 41~4,483、1~4,626 和 1~4,098 µg /L (as Sn)；至於苯基錫化合物部

分，TPhT、DPhT 和 MPhT 最高濃度分別為 298、216 和 143 $\mu\text{g/L}$ (as Sn)。

劉秀美教授團隊 (Hua and Liu, (2007)) 2004 年調查船舶壓艙水及基隆港區海水、底泥之有機錫類化合物濃度，結果顯示基隆港海水樣品之 TBT 濃度為 58~260 ng/L，未檢出 DBT 及 MBT；而基隆港區底泥樣品之 TBT、DBT 及 MBT 濃度分別為 126~363 $\mu\text{g/g}$ 、19~456 $\mu\text{g/g}$ 及 36~226 $\mu\text{g/g}$ 。

陳秋奴教授團隊 (Chen et al., (2010)) 2006 年調查高雄港底泥及海水丁基錫類化合物濃度，包含 MBT、DBT 及 TBT 等。結果顯示底泥樣品之總丁基錫濃度為 1.5~151 ng/g，其中 MBT、DBT 及 TBT 濃度分別為 ND~7.3 ng/g、ND~18.4 ng/g 及 1.7~125 ng/g，且 TBT 為主要物種；而海水樣品之總丁基錫濃度為 9.7 ng/L 至 270 ng/L，其中 MBT、DBT 及 TBT 濃度分別為 ND~127 ng/L、4.5~52.6 ng/L 及 2.6~175 ng/L，以 TBT 之降解產物 DBT 及 MBT 為主要物種，顯示 TBT 之生物與非生物降解作用相當重要。此外，具有高濃度丁基錫類化合物之底泥及海水樣品主要採集自船廠及漁港區域，顯示船舶相關活動如船舶修理、造船等為丁基錫類化合物之主要貢獻來源。

劉莉蓮教授及孟培傑教授團隊 (Liu et al., (2011)) 針對小琉球島嶼沿岸、海上箱網養殖區域周圍之 10 個點位採集海水及底泥樣品，以及自海上箱網養殖區採集海鱺及藤壺等生物體樣品，進行有機錫濃度分析，包含 TBT、DBT、MBT、TPhT、DPhT 和 MPhT。檢測結果顯示，海水樣品中總有機錫濃度為 43.8 ng/L 至 196 ng/L，且各點位之總丁基錫濃度均高於總苯基錫濃度；而在底泥樣品中總有機錫濃度為 20.4 ng/g 至 1,038 ng/g，且均無檢出苯基錫類化合物。白沙尾漁港及大福漁港採樣點之海水與底泥樣品均檢出高濃度之總有機錫濃度，如白沙尾漁港海水、底泥樣品之濃度為 196 ng/g 及 895 ng/g，而大福漁港海水、底泥樣品濃度則為 160 ng/g 及 1,038 ng/g，其有機錫濃度貢獻應來自於船舶塗料、碼頭周圍之造船廠及船舶修理工廠等。另兩種藤壺 (*Balanus* sp. 及 *Lepas anserifera* (鵝荖荷)) 生物體之總有機錫濃度分別為 357 ng/g 及 336 ng/g，均無檢出苯基錫類化合物。此外，在海鱺體中所測得之總有機錫濃度為 206 ng/g 至 859 ng/g，均無檢出苯基錫類化合物，其中在紅肌、胃、肝臟、腎臟及生殖腺檢出之總有機錫濃度較高，而在腹肌、背肌及鰓之檢出濃度較低，消費者主要食用海鱺部位即為腹肌與背肌。

陳秋奴教授團隊 (Dong et al., (2015)) 2009 年調查高雄港航道、愛河河口、五號船渠河口、前鎮運河河口及鹽水港溪河口之底泥有機錫濃度，結果顯示高雄港航道、愛河河口、五號船渠河口、前鎮運河河口及鹽水港溪河口之總丁基錫平均濃度分別為 22.1、55.5、18.7、16.1 及 29.3 ng Sn/g dw，其中高雄港航道、五號船渠河口、前鎮運河河口及鹽水港溪河口之有機錫主

要物種為 TBT，濃度比例分別為 51%、49%、57%及 48%，其來源應為船舶航行、修理及造船活動所致；而愛河河口之主要物種為 MBT，濃度比例為 57%，其主要來源推測為愛河上游之工商業活動等人為污染。

董正欽教授團隊 (Chen et al., (2016))調查高雄港航道、愛河河口、五號船渠河口、前鎮運河河口及鹽水港溪河口計 9 處之底棲甲殼類動物體內有機錫濃度。該團隊於 2006 年 5 月及 9 月以鐵絲網籠捕捉 88 隻螃蟹，其中有 39 隻為鈍齒短漿蟹 (*Thalamita crenata*)，屬優勢物種 (40%)。調查結果顯示，鈍齒短漿蟹肝胰臟 (hepatopanceas) 之總丁基錫平均濃度為 $249 \pm 106 \sim 4,694 \pm 2,220$ ng Sn/g dw，而肌肉之總丁基錫平均濃度則為 $43.5 \pm 40.8 \sim 572.5 \pm 319.1$ ng Sn/g dw。丁基錫類化合物 (包含 MBT、DBT 及 TBT) 於鈍齒短漿蟹之肝胰臟累積濃度較肌肉高，而臺灣的短吻花桿狗母 (準大頭狗母魚) (*Trachinocephalus myops*) 亦有此現象。另鈍齒短漿蟹之肝胰臟所含 MBT、DBT 及 TBT 濃度分別為 $33 \pm 29 \sim 1,492 \pm 717$ 、 $74 \pm 22 \sim 1,441 \pm 583$ 、 $127 \pm 54 \sim 1,761 \pm 919$ ng Sn/g dw，而肌肉所含 MBT、DBT 及 TBT 濃度則分別為 $2.4 \pm 0.3 \sim 75.2 \pm 29.5$ 、 $18.7 \pm 3.0 \sim 271.2 \pm 227.2$ 、 $19.0 \pm 21.9 \sim 410.0 \pm 215.0$ ng Sn/g dw。丁基錫類化合物於肝胰臟之濃度比例為 DBT (35.9±15.4%) > MBT (32.1±18.8%) ≥ TBT (32.0±18.5%)；而在肌肉之濃度比例則為 TBT (46.9±14.4%) > DBT (40.0±10.4%) > MBT (13.0±8.0%)。因螃蟹肝胰臟所含之細胞色素 P450 (cytochrome P450) 可將 TBT 代謝降解為 DBT、MBT 及無機錫，故肝胰臟 DBT 及 MBT 濃度高於 TBT；反之，因螃蟹肌肉並無法代謝 TBT，故其 TBT 含量高於 DBT 及 MBT。

Harino and Yamato (2021) 2016 年調查日本和歌山縣田邊灣之海水、底泥及生物體有機錫含量。田邊灣海水樣品之 TBT 濃度為 4.4~28 ng/L，而 TPT 濃度為 3.0~7.5 ng/L；底泥樣品之 TBT 濃度為 3.1~24 µg/kg dw，而 TPT 濃度則為 2.3~37 µg/kg dw。因 TPT 水溶性較 TBT 低，因此海水樣品中所含 TBT 濃度高於 TPT，而底泥樣品中 TBT 及 TPT 濃度相近。在漁港採樣點之表層海水 TBT 濃度與底部海水相近，惟在水流流動不強之水產養殖區，底部海水之 TBT 濃度高於表層海水，顯示海水 TBT 濃度可能部分來自於底泥之再釋出。另腹足綱動物、牡蠣及魚類之 TBT 濃度分別為 5.1~106 µg/kg ww、2.3~117 µg/kg ww 及 1.1~4.9 µg/kg ww，而 TPT 濃度則分別為 5.9~115.2 µg/kg ww、3.5~104.9 µg/kg ww 及 <0.2~3.9 µg/kg ww，結果顯示魚類體內之 TBT 及 TPT 濃度均低於腹足綱動物及牡蠣，作者推測可能原因為魚類棲地範圍較大，不侷限於田邊灣內，因此所受污染風險較低，惟本計畫認為此研究之魚類採樣點位與腹足綱動物、牡蠣採樣點位不相同，仍待更多調查數據佐證推論。另該研究參考前人文獻，以 TBT 之每日耐受量 (tolerable daily intake, TDI) 為 0.25 mg/kg body weight 來計算水產品之平均可容

許殘留量 (tolerable average residue levels, TARL)，計算結果顯示 TBT 之 TARL 為 161 µg/kg，而該研究調查之腹足綱動物、牡蠣及魚類 TBT 濃度均低於 TARL，對食用水產品之人體健康應無危害風險。此外，該研究亦調查替代有機錫之抗生物附著殺生物劑(antifouling biocide)於海水、底泥及生物體內濃度，包含達有龍 (Diuron)、四氯異苯腈 (Chlorothalonil)、益發靈 (Dichlofluanid)、Irgarol 1051 及 SEA-NINE 211 等抗生物附著殺生物劑。調查結果顯示達有龍、四氯異苯腈、益發靈、Irgarol 1051 及 SEA-NINE 211 於海水中濃度分別為 <0.1~27 ng/L、8~37 ng/L、<0.1~44 ng/L、<0.1~2 ng/L 及 <0.01~31 ng/L，除 Irgarol 1051 以外，其餘有機錫替代化學品濃度均與 TBT 濃度相近，惟這些有機錫替代化學品除作為船舶使用之抗污塗料外，亦可作為殺蟲劑等，因此亦須考慮河川所帶來之陸源污染。前人研究顯示 Irgarol 1051 在海水中易降解為 M1，而作者調查 M1 在田邊灣海水之濃度為 2~25 ng/L，與其他有機錫替代化學品濃度相近。該研究調查四氯異苯腈及 Irgarol 1051 於底泥之濃度，分別為 0.1~8.2 µg/kg dw 及 8.2~9.3 µg/kg dw；亦調查益發靈、四氯異苯腈及 Irgarol 1051 在生物體內之濃度，在腹足綱動物體內濃度分別為 <0.1~358 µg/kg、53~280 µg/kg 及 <0.1~48 µg/kg，而在牡蠣體內濃度分別為 <0.1~117 µg/kg、<0.1~198 µg/kg 及 <0.1~32 µg/kg，在魚類體內濃度則分別為 325~339 µg/kg、268~291 µg/kg 及 43~49 µg/kg。另該研究參考前人文獻，以益發靈及四氯異苯腈之每日可接受攝取量 (additional daily intake, ADI) 來計算 TARL，益發靈及四氯異苯腈之 ADI 分別為 0.018 mg/kg*day 及 0.3 mg/kg*day，計算得到之 TARL 分別為 12 µg/kg 及 193 µg/kg，而該研究調查腹足綱動物、牡蠣及魚類之益發靈及四氯異苯腈濃度均曾高於 TARL，對長期食用水產品之人體健康可能有危害風險，建議應有更深入之調查，以確認有機錫替代化學品於水生生物之累積性與對人體健康之影響。除前述所提到之達有龍、四氯異苯腈、益發靈、Irgarol 1051 及 SEA-NINE 211 等有機錫替代化學品外，活膚鋅 (zinc pyrithione) 及有機硼類化合物亦常做為抗生物附著殺生物劑使用，惟目前國際間對於有機錫替代化學品之調查研究仍有不足，應持續調查以掌握其對海洋環境生態之影響。

(二) 河川之水質、底泥及生物體

環保署 (2002) 針對東港流域進行 TBT 分析調查，檢測結果顯示各樣品之濃度均低於偵測極限 (水樣和底泥樣品數分別為 10 和 6 個)，其中水樣和底泥之偵測極限分別為 0.478 µg/L 和 0.0478 µg/g。

農委會臺灣農業藥物毒物試驗所 2003 年針對臺灣水田灌溉圳底泥進行殘留有機錫農藥調查，底泥中 TPTH 與 TBT 檢出率分別為 43.8% 與 3.5% (樣品計有 144 個)，濃度範圍分別

為 4.0~1445.2 與 25.3~133.4 $\mu\text{g/kg dw}$ ，平均濃度分別為 121.7 與 59.1 $\mu\text{g/kg dw}$ ，TPTH 之濃度與檢出率明顯高於 TBT，顯示於臺灣陸域之水田灌溉圳環境中仍殘留有 TPT。

環保署 (2004) 針對臺灣淡水河、頭前溪、大甲溪、濁水溪、北港溪、二仁溪及秀姑巒溪等 7 條主要河川，進行河川底泥與魚類生物中 6 種有機錫化合物含量檢測分析，結果顯示枯水期底泥樣本中 TBT 檢測濃度範圍為 ND~0.095 $\mu\text{g/g dw}$ ，檢測濃度最大值為北港溪土庫大橋 0.095 $\mu\text{g/g dw}$ ，其他樣本均低於偵測極限；DBT 檢測濃度範圍為 ND~0.19 $\mu\text{g/g dw}$ ，MBT 檢測濃度範圍為 ND~0.18 $\mu\text{g/g dw}$ ，DPT 檢測濃度範圍為 ND~0.069 $\mu\text{g/g dw}$ ，MPT 檢測濃度範圍為 ND~0.19 $\mu\text{g/g dw}$ 。豐水期底泥樣本中 TBT 僅淡水河忠孝橋有檢出，檢測值為 0.081 $\mu\text{g/g dw}$ ，而降解產物在頭前溪溪洲大橋檢測值為 MBT 0.47 $\mu\text{g/g dw}$ 及 MPT 0.25 $\mu\text{g/g dw}$ ，以及三爺宮溪永寧橋 MPT 0.15 $\mu\text{g/g dw}$ ，其他採樣地點之 MBT、DBT、MPT 及 DPT 均低於偵測極限。

(三) 事業廢水

環保署 2008 年調查國內 2 家運作有機錫廠商之廢水有機錫濃度，其中 G7 廠使用四丁基錫 (TTBT) 和四辛基錫作為熱安定劑，每月使用量分別為 96 和 64 噸；而 G10 廠則使用順丁烯二酸三丁基錫作為抗菌防蟎用，每月使用量約為 96 公斤。生產有機錫安定劑之 G7 廠原廢水曾檢出 MBT 和 DBT，濃度分別為 12.33 和 2.26 mg/L ，經其他股廢水混合稀釋後，MBT、DBT 和 TBT 檢出濃度分別為 6.21、1.95 和 0.27 mg/L ，再經由生物處理後，前述三化合物放流水濃度分別為 5.67、1.71 和 0.36 mg/L ；此外，G10 廠則僅檢出 MBT 和 DBT，最高檢出濃度分別為 2.62 和 0.89 mg/L ，檢測結果顯示終沉池污染物濃度高於製程原廢水，推測係應廢水批次式之排放差異所導致，整體而言，兩廠經廠內處理後之排放水 DBT 和 MBT 濃度均達 mg/L ，不可忽視其衍生之污染，所測六水樣均無檢出 TTBT、三丙基錫和 TPTH。

此外，本計畫亦彙整有機錫及有機錫替代化學品對海洋生物及生態環境之影響。依據綜合回顧之資料顯示 (Dafforn et al., 2011)，TBT 會抑制鈣化，因此 0.002 $\mu\text{g/L}$ TBT 即會對牡蠣的殼造成異常，而 TBT 濃度 > 0.73 $\mu\text{g/L}$ 時，即會抑制牡蠣生長。前人研究亦發現 TBT 會造成腹足綱動物性別失衡，因其會促使雌性腹足綱動物長出雄性器官，即為性畸變(imposex)現象；TBT 濃度為 0.02 $\mu\text{g/L}$ 時即會對腹足綱動物造成性畸變影響，而濃度為 1.2~5.6 $\mu\text{g/L}$ 時會造成腹足綱動物幼體之游泳行為異常。針對有機錫替代化學品的部分，含銅基之抗生物附著劑為常見之替代化學品。自然海洋環境中即存在一定濃度之銅 (有研究預計海洋銅背景值約為 0.5~3 $\mu\text{g/L}$)，且銅為生物生長之必要元素之一，惟當環境中銅濃度超過一般生物可耐受之



閾值時，即會產生不良影響，如使用含銅基之抗生物附著劑會影響海水中銅濃度及物種，進而影響海洋生態。前人研究發現銅濃度為 1.2 $\mu\text{g/L}$ 時，即會影響雙殼類動物之濾食速率，而當銅濃度為 20 $\mu\text{g/L}$ 時，則會抑制珊瑚幼蟲之定居。矽藻暴露在 100 $\mu\text{g/L}$ 銅下，即會有 50% 矽藻被抑制生長，且會產生氧化壓力，造成細胞異常。由於銅會快速與底泥結合，從而產生毒性作用，影響底棲動物之群落，如南極實地監測發現，30 $\mu\text{g/g}$ 銅之污染與底棲動物多樣性減少有關。另 Irgarol 1051 為殺海藻劑，但近年有研究發現其對非目標生物可能造成影響，如珊瑚、紅樹林及海草等，其在水中的半生期約 100 天，而其降解產物如 M1 及 M3 之毒性更大，累積時間更長。研究顯示 Irgarol 1051 水體濃度高於 0.024 $\mu\text{g/L}$ 時，即對 95% 生物有潛在性危害風險，以及 Irgarol 1051 濃度高於 0.23 $\mu\text{g/L}$ 時，會對腸蕨苔 (*Ulva intestinalis*) 之光合作用造成負面影響。近年來，底泥再懸浮 (sediment resuspension) 被視為 Irgarol 1051 另一主要污染途徑。達有龍亦為殺藻劑，其在水中存在時間為數月至 1 年，惟研究顯示其主要污染途徑應來自陸源污染，而非船舶塗漆之使用。吡啶硫酮鋅 (copper/zinc pyrithione) 為常見之殺生物劑，如殺細菌劑、殺真菌劑及殺藻劑等，其在水中海中半生期低於 24 小時，會快速分解成毒性較低之降解產物。DCOIT (異噻唑啉酮) 對環境影響較小，如同吡啶硫酮鋅，其會快速分解成毒性較低之降解產物，預計之半生期亦低於 24 小時。有研究顯示達有龍、DCOIT 及活膚鋅對非目標之海藻(如 *Hormosira banksia*) 會抑制其萌發及生長，而 Irgarol 1051 及達有龍會抑制海草(如大葉藻 *Zostera marina*) 之生長，Irgarol 1051 亦會抑制珊瑚共生藻之光合作用速率，DCOIT 及吡啶硫酮鋅對海膽之卵及胚胎則具有毒性。然而，國際間針對有機錫替代化學品在環境中的宿命及對環境生態影響等相關研究仍有不足，需有更多更深入之研究來佐證相關影響。



表 7.2-8 國內水體、底泥及魚體有機錫含量調查結果

參考文獻	採樣地點	基質 (樣品數)	檢出率	檢測濃度說明
海域或港口之水質、底泥及生物體				
洪楚璋等人 (1998)	馬祖海域、臺灣二仁溪河口、金山核二廠出水口及基隆外海的海拋港區污泥區域	底泥 (沉積物)	--	TBT 最大值：2.5 µg/g dw (基隆外海海拋港區污泥區域)
環保署 (2001~2004)	四大國際港口及第一、二類漁港	底泥	--	• TBT：ND~16.9 µg/g dw • TPTH 濃度皆不高
		魚體 (魚肉及全魚)	--	• TBT：<0.05~7.8 µg/g dw • TPTH 檢測值範圍為 ND~7.9 µg/g dw
		海水	--	• TBT 最大值：0.20 µg/L • TPTH：ND
環保署 (2003)	高屏溪出海口附近港區	海水 (24 個)	TBT：25%	TBT：ND~0.0832 µg/L
		底泥 (6 個)	TBT：83.3%	TBT：ND~0.07239 µg/g
林衍孜 (2006)	高屏地區 8 個港口 (高雄港、東港、大鵬灣、枋寮、海口港、楓港、山海港及後壁湖)	表層底質 (22 個)	--	• TBT：41~4,483 µg/L • DBT：1~4,626 µg/L • MBT：1~4,098 µg/L • TPhT 最大值：298 µg/L • DPhT 最大值：216 µg/L • MPhT 最大值：143 µg/L
Hua and Liu (2007)	基隆港區	海水	--	• TBT：58~260 ng/L • DBT：ND • MBT：ND
		底泥	--	• TBT：126~363 µg/g • DBT：19~456 µg/g

參考文獻	採樣地點	基質 (樣品數)	檢出率	檢測濃度說明
				• MBT : 36~226 µg/g
Chen et al., (2010)	高雄港	海水	--	總丁基錫濃度為 9.7 ~270 ng/L
		底泥	--	總丁基錫濃度為 1.5~151 ng/g
Liu et al., (2011)	小琉球島嶼沿岸、海上箱網養殖區域	海水	--	總有機錫濃度為 43.8 ~196 ng/L
		底泥	--	總有機錫濃度為 20.4~1,038 ng/L，均無檢出苯基錫類化合物
		生物體 (Balanus sp.)	--	總有機錫濃度為 357 ng/g，均無檢出苯基錫類化合物
		生物體 (Lepas anserifera)	--	總有機錫濃度為 336 ng/g，均無檢出苯基錫類化合物
		生物體 (海鱷)	--	總有機錫濃度為 206~859 ng/L，均無檢出苯基錫類化合物
Dong et al. (2015)	高雄港航道	底泥 (16 個)	--	• TBT : 2.3~27.6 ng Sn/g dw • DBT : 0.5~26.1 ng Sn/g dw • MBT : 0.7~5.4 ng Sn/g dw • 總丁基錫平均濃度 : 22.1 ng Sn/g dw (或 14.0 ng Sn/g ww)
	愛河河口	底泥 (10 個)	--	• TBT : 2.1~100 ng Sn/g dw • DBT : 1.8~23.9 ng Sn/g dw • MBT : 1.5~83.4 ng Sn/g dw • 總丁基錫平均濃度 : 55.5 ng Sn/g dw (或 12.7 ng Sn/g ww)
	五號船渠河口	底泥 (12 個)	--	• TBT : 1.2~16.7 ng Sn/g dw • DBT : 0.8~8.2 ng Sn/g dw • MBT : 0.5~34.3 ng Sn/g dw • 總丁基錫平均濃度 : 18.7 ng Sn/g dw (或 4.8 ng Sn/g ww)
	前鎮運河河口	底泥 (11 個)	--	• TBT : 4.1~31.1 ng Sn/g dw • DBT : 0.6~7.0 ng Sn/g dw • MBT : 0.5~6.8 ng Sn/g dw

參考文獻	採樣地點	基質 (樣品數)	檢出率	檢測濃度說明
				• 總丁基錫平均濃度：16.1 ng Sn/g dw (或 4.8 ng Sn/g ww)
	鹽水港溪河口	底泥 (11 個)	--	• TBT：1.4~112 ng Sn/g dw • DBT：0.8~31.6 ng Sn/g dw • MBT：0.5~23.2 ng Sn/g dw • 總丁基錫平均濃度：29.3 ng Sn/g dw (或 6.8 ng Sn/g ww)
Chen et al. (2016)	高雄港航道、愛河河口、五號船渠河口、前鎮運河河口及鹽水港溪河口	生 物 體 (<i>Thalamita crenata</i>) (39 個)	--	肝胰臟 • TBT：127±54~1,761±919 ng Sn/g dw • DBT：74±22~1,441±583 ng Sn/g dw • MBT：33±29~1,492±717 ng Sn/g dw • 總丁基錫平均濃度：249±106~4,694±2,220 ng Sn/g dw
			--	肌肉 • TBT：19.0±21.9~410.0±215.0 ng Sn/g dw • DBT：18.7±3.0~271.2±227.2 ng Sn/g dw • MBT：2.4±0.3~75.2±29.5 ng Sn/g dw • 總丁基錫平均濃度：43.5±40.8~572.5±319.1 ng Sn/g dw
Harino and Yamato (2021)	日本和歌山縣田邊灣	海水	--	• TBT：4.4~28 ng/L • TPT：3.0~7.5 ng/L
		底泥	--	• TBT：3.1~24 µg/kg dw • TPT：2.3~37 µg/kg dw
		生物體 (腹足綱動物)	--	• TBT：5.1~106 µg/kg ww • TPT：5.9~115.2 µg/kg ww
		生物體 (牡蠣)	--	• TBT：2.3~117 µg/kg ww • TPT：3.5~104.9 µg/kg ww
		生物體 (魚類)	--	• TBT：1.1~4.9 µg/kg ww • TPT：<0.2~3.9 µg/kg ww
河川之水質、底泥及生物體				

參考文獻	採樣地點	基質 (樣品數)	檢出率	檢測濃度說明
環保署 (2002)	東港溪	河水 (10 個)	--	TBT : ND (MDL 為 0.478 µg/L)
		底泥 (6 個)	--	TBT : ND (MDL 為 0.0478 µg/g)
農委會 (2003)	水田灌溉圳	底泥 (144 個)	• TPTH : 43.8% • TBT : 3.5%	• TPTH : 4.0~1445.2 (平均 121.7) µg/kg dw • TBT : 25.3~133.4 (平均 59.1) µg/kg dw
環保署 (2004)	淡水河、頭前溪、大甲溪、濁水溪、北港溪、二仁溪及秀姑巒溪等 7 條主要河川	枯水期底泥	--	• TBT : ND~0.095µg/g dw (僅北港溪土庫大橋有檢出，其餘樣品均為 ND) • DBT : ND~0.19 µg/g dw • MBT : ND~0.18 µg/g dw • DPhT : ND~0.069 µg/g dw • MPhT : ND~0.19 µg/g dw
		豐水期底泥	--	• TBT : ND~0.081 µg/g dw (僅淡水河忠孝橋有檢出，其餘樣品均為 ND) • MBT : ND~0.47 µg/g dw (僅頭前溪溪洲大橋有檢出，其餘樣品均為 ND) • MPhT : ND~0.25 µg/g dw (僅頭前溪溪洲大橋、三爺宮溪永寧橋有檢出，其餘樣品均為 ND) • DBT : ND • DPhT : ND
		枯水期魚體	--	• TBT : <0.05~0.27 (平均 0.090) µg/g dw 或 <0.011~0.064 (平均 0.019) µg/g • DBT : 0.18~1.6 (平均 0.67) µg/g dw 或 0.040~0.40 (平均 0.67) µg/g • MBT : 0.15~2.6 (平均 0.77) µg/g dw 或 0.029~0.64 (平均 0.18) µg/g

參考文獻	採樣地點	基質 (樣品數)	檢出率	檢測濃度說明
				• TPTH : ND~2.4 (平均 0.35) $\mu\text{g/g dw}$ 或 ND~0.56 (平均 0.079) $\mu\text{g/g}$ • DPhT : 0.059~0.52 (平均 0.21) $\mu\text{g/g dw}$ 或 0.012-0.12 (平均 0.047) $\mu\text{g/g}$ • MPhT : <0.06~1.3 (平均 0.35) $\mu\text{g/g dw}$ 或 <0.013~0.26 (平均 0.076) $\mu\text{g/g}$

資料來源：

1. 行政院環保署，產業廢水污染特性調查及自我污染削減推動計畫，2008。
2. Hua, J. and S.-M. Liu, Butyltin in ballast water of merchant ships, Ocean Engineering, 34, 1901-1907, 2007.
3. Chen, C.-F., C.-M. Kao, C.-D. Dong, and C.-W. Chen, Butyltin contamination in sediments and seawater from Kaohsiung Harbor, Taiwan, Environmental Monitoring and Assessment, 169, 75-87, 2010.
4. Liu, L.-L., J.-T. Wang, K.-N. Chung, M.-Y. Leu, and P.-J. Meng, Distribution and accumulation of organotin species in seawater, sediments and organisms collected from a Taiwan mariculture area, Marine Pollution Bulletin, 63, 535-540, 2011.
5. Dong, C.-D., C.-F. Chen, and C.-W. Chen, Composition and source of butyltins in sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 156, 134-143, 2015.
6. Chen, C.-W., C.-F. Chen, Y.-R. Ju, and C.-D. Dong, Assessment of the bioaccumulation and biodegradation of butyltin compounds by Thalamita crenata in Kaohsiung Harbor, Taiwan, International Biodeterioration & Biodegradation, 113, 97-104, 2016.
7. Harino, H. and S. Yamato, Distribution of antifouling biocides in a coastal area of Tanabe Bay, Japan, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 101, 49-59, 2021.

表 7.2-9 運作有機錫廠商之廢水檢測結果

化合物	G7 廠			G10 廠		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	安定劑製造廠原廢水	調和槽 A	放流水	製程廢水	調整槽	終沉池
單丁基錫 MBT	12.33±1.54	6.21±0.30	5.67±0.09	0.86±0.06	0.81±0.06	2.62±0.04
二丁基錫 DBT	2.26±0.25	1.95±0.09	1.71±0.05	0.5±0.00	0.19±0.00	0.89±0.03
三丁基錫 TBT	ND	0.27±0.00	0.36±0.00	ND	ND	ND
四丁基錫 TTBT	ND	ND	ND	ND	ND	ND
三丙基錫	ND	ND	ND	ND	ND	ND
三苯基錫 TPTH	ND	ND	ND	ND	ND	ND

註：單位均為 mg/L。

資料來源：行政院環保署，產業廢水污染特性調查及自我污染削減推動計畫，2008。

7.2.3 海域水質有機錫分析方法建置

國內外海域水質相關調查顯示，有機錫於海水中檢出濃度多為 ng/L 等級(紡織品與油漆等商品之檢出濃度多為 mg/L 或 µg/g 等級)，檢出濃度相對微量，有機錫檢測分析儀器包含氣相層析/感應耦合電漿質譜儀(GC-ICP-MS)或氣相層析-火焰光度偵測儀 (GC-FPD)。本計畫使用頂空式固相微萃取技術(SPME)搭配氣相層析-火焰光度偵測儀 (GC-FPD)，檢測海水環境中微量有機錫濃度 (包括單丁基錫 (Monobutyltin, MBT)、二丁基錫 (Dibutyltin, DBT)、三丁基錫 (Tributyltin, TBT)、四丁基錫 (Tetrabutyltin, TeBT)、單苯基錫 (Monophenyltin, MPhT)、二苯基錫 (Diphenyltin, DPhT)、三苯基錫 (Triphenyltin, TPhT) 及四苯基錫 (Tetraphenyltin, TePhT))。

樣品採集後，取水樣至固相微萃取瓶中，再添加醋酸／醋酸鈉緩衝溶液 (pH 4.8) 及內標準品 0.05 µg/L Tripropyltin (TPrT)，四乙基硼化鈉 (NaBEt₄) 水溶液 (1%，w/v)，插入固相微萃取纖維，進行衍生、吸附與淨化之步驟。取出聚二甲基矽氧烷固相微萃取纖維 (Polydimethylsiloxane, PDSM)，插入 GC/FPD 進行層析分析，本分析方法使用 HP-5 毛細層析管柱，載送氣體/輔助氣體流速、升溫條件、樣品注射體積等條件均已建立於分析儀器端。方法偵測極限、添加回收率與檢量線相關係數等資訊彙整於表 7.2-10。本計畫建立之有機錫檢測方法偵測極限與環檢所以 GC-ICP-MS 建立之方法偵測極限接近(該檢測方法中，MBT、DBT 與 TBT 之方法偵測極限分別為 0.12、0.28 與 0.09 ng/L)

表 7.2-10 有機錫檢測方法建置相關品管數據

檢測項目	添加樣品回收率(%)	檢量線 R^2	方法偵測極限(ng/L)
MBT	118.63	0.9977	0.62
DBT	102.38	0.9963	1.30
TBT	107.63	0.9986	1.30
TeBT	109.38	0.9968	1.53
MPhT	112.50	0.9987	1.37
DPhT	100.50	0.9979	0.69
TPhT	110.13	0.9981	1.21
TePhT	89.25	0.9988	0.84

7.2.4 海域水質有機錫調查結果與管理建議

本計畫於新竹市、彰化縣與嘉義縣規劃香山(北)、香山(南)、伸港、王功、芳苑、東石、布袋等七個採樣點位。各點位分別於本年度 7 月(110 年 7 月 3 日與 110 年 7 月 20 日)、本年度 9 月(110 年 9 月 12 日與 110 年 9 月 26 日)執行一次採樣分析，共 14 點次之海水有機錫採樣與分析。針對 7 月份調查結果，7 個沿海地區採樣點均未檢出 MBT、DBT、TBT、TeBT 等丁基錫化合物；苯基錫化合物 TPhT 則於部份沿海地區檢出。針對 9 月份調查結果，於特定沿海地區海水中檢出 TeBT，其餘 3 個丁基錫化合物(MBT、DBT、TBT)則均未檢出；苯基錫化合物則於部份沿海地區檢出 MPhT、TPhT 與 TePhT。

依據本計畫今年度調查結果，多數調查點位之海水未檢出有機錫化合物，惟去年海保署調查結果顯示所有調查點位(同今年度調查點位之區域)均有檢出丁基錫化合物，且根據國內歷年調查，底泥、水生生物體內仍曾檢出有機錫化合物(詳 7.2.2 節)，顯示持續調查海水有機錫濃度有其必要性。本計畫建議持續調查海水有機錫化合物，並增加調查底泥有機錫濃度，以掌握其濃度變化潛勢，待累積 2 年至 3 年以上之調查結果後，依據國內海水及底泥有機錫濃度資料，及參考國際管理管制趨勢，再行評估於海洋環境品質標準增訂有機錫化合物限值之必要性。

第八章 結論與建議

8.1 結論

(一) 完成國內、外海域水質分析方法與海域環境監測項目、海洋環境品質標準之彙整，並研提海域環境水體分類與環境監測項目調整建議：

1. 彙整臺灣、美國、日本、東南亞國協、中國大陸、泰國等國家 100 餘項之海洋環境品質標準，並彙整媒體關注之海洋污染議題相關資訊如防曬乳、鋁離子、海洋酸化、塑膠微粒等。
2. 彙整國內外海水及底質檢測方法，包含國內環檢所公告方法及 CNS 深層海水檢測方法，與國外 APHA Standard Method、US EPA Method、底泥訂定底質調查方法等。
3. 建立新興監測項目之篩選機制，優先篩選陸域水體、底泥背景濃度高或檢出頻率高者，另考量生物毒性因子與地理因素，遴選標的納入專案調查。參照長期監測結果，未來將針對調查濃度較高、污染潛勢較高且濃度變化趨勢穩定者，研議納入法定監測項目與海洋環境品質標準。
4. 針對近岸海域水體 (Coastal water，以三海浬內為原則) 管理，建議於既有水質標準規範架構下，逐年檢討限值與分類方式。含外海之整體海域之管理則建議引入海洋生產力相關指標系統，作為海洋水質保護政策研擬之參考。

(二) 針對海域環境監測檢測品質制度，研提海域環境監測制度架構規劃：

1. 綜整各檢測分析認證體系對應之認證規範、認證範圍及認證流程，包含行政院環境保護署環境檢驗所、經濟部水利署、行政院農業委員會、財團法人全國認證基金會、衛生福利部食品藥物管理署及行政院環境保護署環保標章等體系。
2. 針對海域環境監測檢測品質制度，研提檢測方法之公告程序、分析方法修正或審議、分析實驗室/檢驗室認證規劃、年度海域水質監測單位實驗室/檢驗室查核作業規劃等建議。
3. 考量國內海域水質檢測單位多已遵循既有之認證體系如 NIEA 或 TAF 與其對應規範，建議目前以認可既有認證體系，輔以計畫查核作業，落實執行監測單位管理之



效。

(三) 驗證海域環境水質特定項目分析方法，確保監測數據品質：

1. 歸納海域環境監測、環境影響評估開發案海域監測及國內海洋環境調查研究之水質項目、分析方法與監測頻率等資訊；另彙整水質分析常見之問題，包含方法偵測極限無法合於待測物濃度極低之需求、高濃度鹽類形成之分析干擾等。
2. 依據海域水質監測實務分析結果及現行使用檢測方法規定，探討海域監測水質項目之適用性。
3. 擬定海域監測水質分析方法驗證必要性篩選原則，並篩選出 16 個檢測類項，依生物毒理、行政需求、國內運作現況予以評分並提出驗證優先序。根據評分結果，以揮發性有機物與氨基甲酸鹽之方法驗證較為迫切。
4. 依據前項篩選原則，辦理海域水質油脂檢測方法驗證。驗證方法參照已被指定為「海水中油脂檢測方法—液相萃取重量法 (OCA W502.50C)」的「水中油脂檢測方法—液相萃取重量法 (NIEA W506.23B)」(環檢所公告方法)。針對樣品保存期限確立、方法精密度與準確度等，研提檢測方法修改對照表。
5. 參考國內環檢所、美國 Ora lab、澳洲 NATA 等機構之方法驗證指引，研提海域水質方法驗證原則。此外，根據 ISO 與 TAF 認證體系之定義，方法開發或方法擴充屬方法確效或確認 (Validation) 之範疇；而方法查證則屬方法查驗或查證 (Verification)。基於上述原則，本計畫建議之驗證原則，除涉及回收率查驗，亦應用於擴充適用範圍至海域水質，可同時應用於海域水質檢測方法確效與方法查證。

(四) 協助機關推動有關海洋環境品質、海域監測與海洋污染政策相關作業：

1. 配合機關政策推行之需求，協助機關檢討海域監測、品質標準與海洋污染相關政策，包含衛星遙測之葉綠素 a 濃度與海域水質監測數據分析、宜蘭海域水質銅濃度偏高原因解析、「110 年度海域水質監測檢測品保規劃書(北區、南區)」與 110 年度北區與南區水質監測年報(共三季)審查作業、臺灣海域生態環境報告製作等。
2. 配合機關需求，探討海域環境品質相關法令增修，如海域環境分類及海洋環境品質標準、海域環境監測及監測站設置辦法、海洋污染防治法第 3 條第 6 款排





洩物質公告、我國領海範圍內為禁止船舶壓艙水交換之海洋管制區及其污染管制措施等。

(五) 年度內辦理專家學者座談會或諮詢會 4 場次，每場次應邀集至少 5 名專家學者：

計畫已針對「海域環境監測品質制度議題」、「新興污染物監測議題」、「海洋環境品質標準與管制區」、「海域水質監測分析方法適用性評估」各辦理 1 場專家諮詢會議，共計 4 場專家諮詢會議。

(六) 針對海域水質防曬乳與有機錫流布進行調查，研提海域水質防曬乳與有機錫管理建議：

1. 針對海域水體二苯甲酮，建立分析方法並執行 110 年度 6 月份與 7 月份之海水浴場防曬乳含量分析(一個月 6 個點次，共計 12 個分析點次)。其中二苯甲酮檢出濃度範圍介於 19.4 ng/L~116 ng/L，羥苯甲酮檢出濃度範圍介於 3.05 ng/L~35.0 ng/L，甲氧基肉桂酸辛酯均為未檢出。
2. 本年度調查顯示，海域水質中防曬乳濃度遠低於目前文獻已知 LC₅₀ 之濃度(以羥苯甲酮為例，敏感珊瑚品種之 LC₅₀ 約 10 µg/L)，因此除長期監測，建議以推動源頭減量與友善海洋標章做為未來管理策略。
3. 針對海域水體有機錫(MBT 等八個有機錫化合物)，建立分析方法並執行 110 年度 7 月份與 9 月份之海域水質有機錫含量分析(一個月 7 個點次，共計 14 個分析點次)。調查結果顯示，本計畫調查之七處沿海地區，丁基錫化合物部分，於特定沿海地區檢出 TeBT，MBT、DBT、TBT 則均未檢出。苯基錫化合物部分，於部分沿海地區檢出 MPhT、TPhT、TePhT，DPhT 則未於任一沿海地區海水中檢出。
4. 針對同一位點，本年度調查結果顯示，海水多未檢出丁基錫化合物，然去年調查結果顯示所有調查點位均有檢出丁基錫化合物；今年調查增列 4 個苯基錫化合物之海域水質調查，其檢出頻率與濃度均高於丁基錫化合物。考量國內調查顯示底泥、水生生物體內仍曾檢出有機錫化合物，本計畫建議持續調查海水有機錫化合物，並增列底泥有機錫濃度調查，累積 2 年至 3 年以上之調查結果後，參酌國內海水及底泥有機錫濃度資料與國際管理管制趨勢，評估於海洋環境品質標準增訂有機錫化合物限值之必要性。



8.2 建議

- 一、現行海域環境分類(甲、乙、丙三類)，係考慮近岸海域水體 (coastal water，指三海裡內) 涉及許多人為活動，水質易受河川水質、陸源污染、海灘與觀光、船舶港口貨運等因素影響，故品質項目及標準需考量人體健康，以及養殖漁業、工業等利用用途；針對含外海之整體海域，則以海洋生物、基礎生產力為管理考量。兩類水體之管理目的不同，管理依據亦應有所區隔。針對近岸海域水體，建議就現有水質標準逐年檢討限值與分類方式之合理性；針對含外海之整體海域，建議引入海洋生產力相關指標系統，作為未來管理之依據。
- 二、認證體系部分，目前執行海域之監測單位多已具有 NIEA 或 TAF 之認證資格，且 NIEA 與 TAF 體系各有其查核實驗室之機制。考量目前海域水質監測之市場需求未發展至自成認證體系之規模，因此建議機關目前認可既有認證體系，輔以計畫查核之形式，作為管理海域水質監測單位之基準。
- 三、針對海域新興污染物監測，建議先盤點國際管理趨勢或陸域流布調查關注之新興污染物，再依序以環境調查濃度、檢出頻率、生物毒理等因子，篩選海域水質新興污染物監測項目，並參照逐年監測結果，研議未來相關行政資源之投入。
- 四、針對海域水質檢測方法適用性，建議應先確立水質監測目的，以監測需求如方法偵測極限為基準，進一步探討海域水質檢測方法適用性(例如探討方法偵測極限是否合於監測需求)。例行性海域水質監測側重數據品質與年度間數據比對，其適用之檢測方法以國內公告方法為主；而海域水質背景調查旨在監測微量濃度變化，現行公告方法之方法偵測極限若不及監測需求，則有尋求較低偵測極限檢測方法之需求。
- 五、針對海域水質防曬乳管理，本年度調查顯示二苯甲酮與羥苯甲酮含量均在數十個 ng/L 之數量級範圍，且兩者均已非目前市售防曬乳主要添加之防曬成分，建議以源頭減量使用管理，降低防曬成分污染海域水質之風險，並持續監測海域防曬乳成分濃度以掌握污染潛勢。
- 六、針對海域水質有機錫化合物管理，本年度調查結果顯示，多處沿海地區海水未檢出丁基錫化合物(MBT、DBT、TBT、TeBT)，苯基錫化合物(MPhT、TPhT、TePhT、DPhT)檢出頻率與濃度均比丁基錫化合物濃度高。至今國內調查仍於底泥、水生生物體內檢出有機錫化合物，因此本計畫建議增列底泥有機錫濃度調查，持續監測海水與底泥有機錫，累積 2 年至 3 年以上之調查結果，並參酌國際管理管制趨勢，再行評估於海洋環境品質



標準增訂有機錫化合物限值之必要性。





(本頁空白)



參考文獻

1. 環境保護署，民國 107 年環境水質監測年報中華民國，108 年 3 月編印。
2. 環境保護署，海域環境分類及海洋環境品質標準，107 年 2 月 13 日修正。
3. 環境環保署，生活污水中個人保健用品殘留化學物質之檢測技術建立研究，2010。
4. 環境環保署，產業廢水污染特性調查及自我污染削減推動計畫，2008。
5. 環境保護署，海域環境監測及監測站設置辦法，91 年 11 月 13 日發布。
6. 環保署環境檢驗所網站，2021。
(<https://www.epa.gov.tw/niea/32A85B63C9EC18C0>)
7. 環境保護署綠色生活資訊網，2021。
(<https://greenliving.epa.gov.tw/newPublic/Laboratory/TemporaryApprovalPractice>)
8. 環境保護署，全國環境水質監測網，2020(<https://wq.epa.gov.tw/Code/?Languages=tw>)
9. 環境保護署，水污染源管制資料管理系統，2021。
10. 財政部關務署關港貿單一窗口之海關進出口統計網頁，2021。
(<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA30>)。
11. 海洋委員會海洋保育署，民國 108 年海域水質監測年報，2020。
12. 海洋委員會海洋保育署，109 年度海洋水質分析及整體指標評估研究計畫，2020。
13. 海洋委員會海洋保育署，民國 109 年海域水質監測年報，110 年 4 月編印。
14. 海洋委員會海洋保育署，109 年臺灣本島西海岸牡蠣有機錫含量調查，2020。
15. 海洋委員會海洋保育署網站，2020。
(<https://www.oca.gov.tw/ch/index.jsp>)
16. 國家科學委員會，港灣污染對墾丁珊瑚礁生態環境影響之研究，2011。
17. 國家科學委員會，臺灣養殖地區牡蠣與蚵岩螺中有機錫物種之研究，2000。
18. 持久性有機污染物斯德哥爾摩公約國家實施計畫，2020
19. 環境荷爾蒙管理計畫（第二期）2019 年執行成果，2020。
20. 經濟部工業局，花蓮縣和平工業區營運期間環境品質監測整合計畫 106 年度監測年報，2018。
21. 朱恆泰，恆春半島沿岸水體中防曬劑含量研究，碩士論文，2014。
22. 余恩朋，海水中防曬劑分析方法之研究，碩士論文，2013。
23. 洪若紋，化學性防曬劑於淡水河口濃度及其降解對水生生物之影響，學士論文，2011。
24. 林衍孜，台灣高屏地區港口底質中有機錫化合物分布之研究，中山大學海洋生物科技暨資源研究所，碩士論文，2006。
25. 古蕙嘉，用廢輪胎粉與聚丙烯短纖之複合材料作為浮油回收應用之研究，碩士論文，2004
26. 財政部關務署關港貿單一窗口之海關進出口統計網頁，2021，



- (<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA30>)。
27. 行政院環境保護署毒物及化學物質局，2021。
(<https://www.tcsb.gov.tw/cp-93-314-03487-1.html>)
28. 行政院環境保護署毒物及化學物質局毒災防救管理資訊系統，2021。
(<https://toxicdms.epa.gov.tw/Chm>)
29. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，2021。
(https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides_MenuItem16.aspx?type=7)
30. 新北市政府環境保護局，新北市海域及海灘水質監測。
(<https://www.epd.ntpc.gov.tw/Qa?catID=1847>)
31. 宜蘭縣海洋資訊網。
(http://works.ilepb.gov.tw/01001_W_02/P4.html)
32. 基隆市水環境改善計畫。
(<https://keelungwater.org/Downloads>)
33. 新竹縣政府環境保護局，環境資訊專區。
(https://www.hcepb.gov.tw/index.php?option=com_content&view=category&id=60&Itemid=162&limitstart=0)
34. 臺中市政府環境保護局，海域環境監測。
(<https://www.epb.taichung.gov.tw/17299/Lpsimplelist?Page=1&PageSize=30&type=>
35. 嘉義縣環境保護局，海域水質監測。
(https://cyepb.cyhg.gov.tw/Content_List.aspx?n=E3716E5AC9CDF1ED)
36. 臺南市政府環境保護局，海洋污染防治計畫。
(<https://web.tainan.gov.tw/epb/cp.aspx?n=16143>)
37. 高雄市政府海洋局，海域環境監測資料庫。
(<http://kcmb.nkust.edu.tw/doi-web/#/main/station>)
38. 化妝品便利資訊網，(<https://www.cosdna.com/cht/>)
39. 金門縣水產試驗所，金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測計畫，2013。
桃園市政府觀光旅遊局，桃園市海岸水域遊憩活動基礎項目調查與分析，2017。
40. 臺灣港務股份有限公司花蓮港務分公司。106 年度花蓮港區環境品質監測計畫。2017。
41. 金門縣水產試驗所，金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查第二季報告，2019。
42. 中國大陸國家環境保護局與國家海洋局，中華人民共和國國家標準—海水水質標準 (GB 3097-1997)。
43. 日本環境省，海水の水質基準に関する政令（2004 年政令第 51 号及び 179 号）。
44. 州際技術和法規委員會 (The Interstate Technology and Regulatory Council, ITRC)，2017。





45. The Risk Assessment Information System (https://rais.ornl.gov/cgi-bin/tools/TOX_search?select=chemtox)。
46. 美國環保署綜合風險資訊系統 (IRIS) (https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/AtoZ.cfm)。
47. 國際癌症研究署 (IARC) (<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>)。
48. SW-846 概要: <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-compendium>
49. 日本環境省水・土壌・地盤・海洋環境の保全: <https://www.env.go.jp/water/mizu.html>
50. ASEAN MARINE WATER QUALITY Management Guidelines and Monitoring Manual.
51. Downs, C.A., E. Kramarsky-Winter, R. Segal, J. Fauth, S. Knuston, O. Bronstein, F. R. Cincer, R. Jeger, Y. Lichtenfeld, C. m. Woodley, P. Pennington, K. Cadenas, A. Kushmaro, and Y. Loya, Toxicopathological Effects of the Sunscreen UV Filter, Oxybenzone (Benzophenone-3), on Coral Planulae and Cultured Primary Cells and Its Environmental Contamination in Hawaii and the U.S. Virgin Islands, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 70, 265-288, 2016.
52. Global Wind Report – 2018.
53. Gabelle, C., Baraud, F., Biree, L., Gouali, S., Hamdoun, H., Rousseau, C., Leleyter, L., The impact of aluminium sacrificial anodes on the marine environment: A case study. Applied Geochemistry, 27, 2088–2095, 2012.
54. Guidelines Establishing Test Procedures for the Analysis of Oil and Grease and Non-polar Materials; Final Rule; Preamble, Responses to Comments, and Docket, as referenced in the Final Rule, March 7, 2007; 72 FR 11199.
55. He, K., Hain, E., Timm, A., Tarnowski, M., & Blaney, L., Occurrence of antibiotics, estrogenic hormones, and UV-filters in water, sediment, and oyster tissue from the Chesapeake Bay. Science of The Total Environment, 650, 3101–3109, 2019.
56. Liu, T. K., Chen, P., & Chen, H. Y., Comprehensive assessment of coastal eutrophication in Taiwan and its implications for management strategy. Marine Pollution Bulletin, 97(1–2), 440–450., 2015.
57. Mao, A., Mahaut, M.-L., Pineau, S., Barillier, D., & Caplat, C., Assessment of sacrificial anode impact by aluminum accumulation in mussel *Mytilus edulis*: A large-scale laboratory test, Marine Pollution Bulletin, 62, 2707–2713, 2011.
58. Olushola Sunday, A., Abdullahi Alafara, B., & Godwin Oladele, O., Toxicity and speciation analysis of organotin compounds. Chemical Speciation & Bioavailability, 24(4), 216–226, 2012
59. Robinson et al., Assessment of contaminant concentrations in sediments, fish and mussels





- sampled from the North Atlantic and European regional seas within the ICON project. *Marine Environmental Research*, 124, 21–31, 2017.
60. Rousseau, C., Baraud, F., Leleyter, L., & Gil, O., Cathodic protection by zinc sacrificial anodes: Impact on marine sediment metallic contamination. *Journal of Hazardous Materials*, 167, 953–958, 2009.
 61. STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD、CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCYUS EPA, WATER QUALITY CONTROL PLAN OCEAN WATERS OF CALIFORNIA, 2019.
 62. Shine, J. P., Ika, R. V., & Ford, T. E., Multivariate Statistical Examination of Spatial and Temporal Patterns of Heavy Metal Contamination in New Bedford Harbor Marine Sediments. *Environmental Science & Technology*, 29, 1781–1788, 1995.
 63. Stronkhorst, J., & Hattum, B. van., Contaminants of Concern in Dutch Marine Harbor Sediments. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45, 306-316, 2003.
 64. Tessier, E., Garnier, C., Mullot, J.-U., Lenoble, V., Arnaud, M., Raynaud, M., & Mounier, S. Study of the spatial and historical distribution of sediment inorganic contamination in the Toulon bay (France). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2075–2086, 2011.
 65. Yu, R., Yuan, X., Zhao, Y., Hu, G., & Tu, X., Heavy metal pollution in intertidal sediments from Quanzhou Bay, China. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 664–669, 2008.
 66. Zhang et al., Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity, China. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 974–982, 2007.
 67. Ministry of Energy, Science, Technology, Environment & Climate Change, Department of Environment, Malaysia, Malaysia Marine Water Quality Standards (MMWQS).
 68. Ministry of Health, Malaysia, Standard Kebangsaan Kualiti Air Rekreasi Semulajadi dan Garispabduan bagi Pemantauan Air Rekreasi Semulajadi (Air Marin & Air Tawar).
 69. US EPA, Final Environmental Monitoring, Sampling, and Analysis Report, 2007.
 70. US EPA, Final Technical Memorandum: Operable Unit #3 Pilot Cap Sediment Monitoring, 2013
 71. US EPA, Draft Final Water Quality Monitoring Summary Report, Remedial Dredging, Operable Unit 1 (OU1), 2014.
 72. US EPA, National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table.
 73. US EPA Clean Water Act Analytical Methods: <https://www.epa.gov/cwa-methods>
 74. US EPA. n-Hexane extractable material (HEM; oil and grease) and silica gel treated n-hexane extractable material (SGT-HEM; non-polar material) by extraction and gravimetry. Method 1664, Revision B, 2010.





75. US EPA, Validation and Peer Review of U.S. Environmental Protection Agency Chemical Methods of Analysis, 2016.
76. USEPA, Protocol for Review and Validation of New Methods for Regulated Organic and Inorganic Analytes in Wastewater Under EPA's Alternate Test Procedure Program, 2018.
77. 澳洲水質指引: <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/monitoring/laboratory-analysis>
78. APHA 2017, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington.
79. Grasshoff K, Kremling K & Ehrhardt, M 2007, Methods of Seawater Analysis, 3rd Edition.
80. Parsons TR, Maita Y & Lalli C 1985, A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis.
81. Chen, C.-F., C.-M. Kao, C.-D. Dong, and C.-W. Chen, Butyltin contamination in sediments and seawater from Kaohsiung Harbor, Taiwan, Environmental Monitoring and Assessment, 169, 75-87, 2010.
82. Liu, L.-L., J.-T. Wang, K.-N. Chung, M.-Y. Leu, and P.-J. Meng, Distribution and accumulation of organotin species in seawater, sediments and organisms collected from a Taiwan mariculture area, Marine Pollution Bulletin, 63, 535-540, 2011.
83. Dong, C.-D., C.-F. Chen, and C.-W. Chen, Composition and source of butyltins in sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 156, 134-143, 2015.
84. Chen, C.-W., C.-F. Chen, Y.-R. Ju, and C.-D. Dong, Assessment of the bioaccumulation and biodegradation of butyltin compounds by *Thalassia crenata* in Kaohsiung Harbor, Taiwan, International Biodeterioration & Biodegradation, 113, 97-104, 2016.
85. Harino, H. and S. Yamato, Distribution of antifouling biocides in a coastal area of Tanabe Bay, Japan, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 101, 49-59, 2021.
86. Dafforn, K. A., J. A. Lewis, and E. L. Johnston, Antifouling strategies: History and regulation, ecological impacts and mitigation, Marine Pollution Bulletin, 62, 453-465, 2011.





(本頁空白)

