



民政總署
INSTITUTO PARA OS
ASSUNTOS CÍVICOS
E MUNICIPAIS

2017年度 澳門泳灘水質監測報告



民政總署化驗所



目錄

一.	引言	2
二.	細菌學參數監測結果	7
1.	細菌學參數	7
2.	水質細菌學評級	9
三.	理化參數監測結果	10
1.	感官和物理參數	10
2.	有機污染參數	11
3.	營養污染參數	12
4.	重金屬污染參數	14
5.	富營養化指數	16
6.	水質綜合評價	17
四.	生物學參數監測結果	19
1.	葉綠素檢測	19
2.	藻類監測	19
五.	結論	21





一. 引言

澳門民政總署化驗所根據職能監察泳灘的水質，對澳門南面兩個公眾泳灘 - 黑沙泳灘和竹灣泳灘的水質進行定期監測，以保障泳客的健康。



黑沙泳灘 - 呈半月形，坡度平緩，灘面廣闊



竹灣泳灘 - 青山環抱，景色怡人





1. 泳灘水質監測計劃

黑沙泳灘 3 個水質監測點分別位於 3 個救生亭對開水域，竹灣泳灘 2 個監測點設置在靠近泳區繩網的兩端。



黑沙泳灘 - 3個監測點



竹灣泳灘 - 2個監測點

當採樣人員到達泳灘時，會先觀察及留意現場的環境情況，如天氣變化、海面狀況等，包括是否出現紅潮現象及水母等生物。在現場進行酸鹼值及溶解氧等檢測後，採樣人員便把樣本運送到實驗室進行檢測。監測項目包括理化參數（31 項）、細菌學參數（3 項）及生物學參數（7 項），按照監測計劃每次進行不同參數的檢測。





由於泳季（每年 5~10 月）泳灘的使用者眾多，在此期間須加強水質監測，因此泳季每週採樣 1 次，非泳季為每月 1 次。為符合泳灘的實際使用情況，於下雨或颱風後仍會安排採樣，但此時水質一般較差。

2017 年泳灘水質監察中，兩泳灘完成採樣 46 次（泳季為 37 次），合共成功採集 179 個水樣本（泳季為 139 個）。

此外，2017 年 8 月 7 日有報導棕櫚硬脂污染香港海灘事件，故於 8 月 11 日增加兩泳灘水中油及脂肪之檢驗，水質及沙灘未見異常。



黑沙泳灘 (攝於8月11日)



竹灣泳灘 (攝於8月11日)

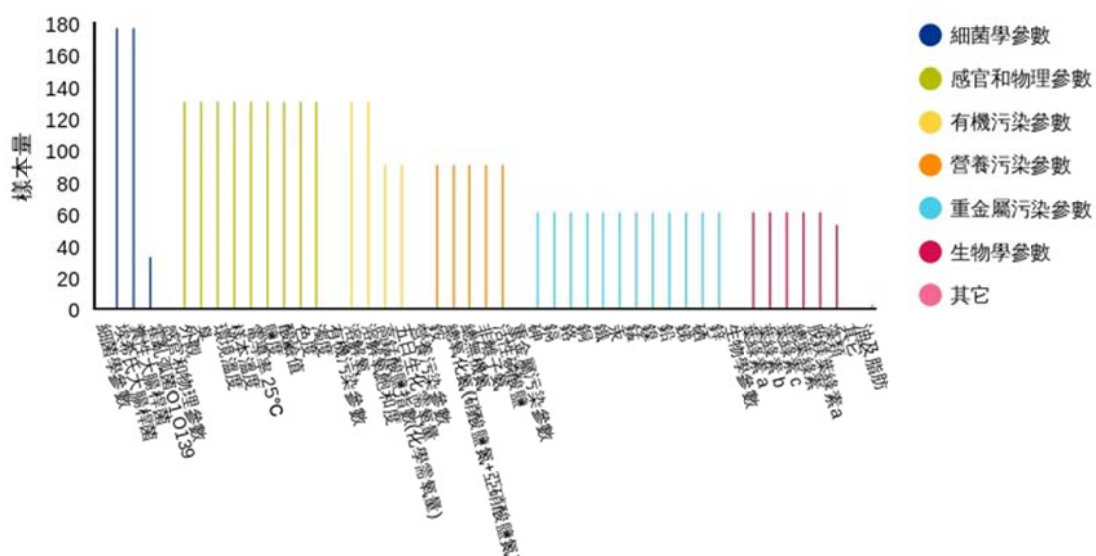


圖 1.1 2017 年各檢驗參數之樣本量統計





2. 泳灘水質評估

泳灘的水質評估為根據最近五次水樣本中埃希氏大腸桿菌的幾何平均含量而釐定，當最近五次埃希氏大腸桿菌平均含量每百毫升大於 610 個，或在最近一次抽取的水樣本中埃希氏大腸桿菌每百毫升超過 1600 個時，泳灘水質會被評為「不合格」。

當泳灘的水質不合格時，化驗所會即時通報相關政府部門，以便作出適當的跟進。

而根據泳季期間收集到的所有埃希氏大腸桿菌的幾何平均值結果，參考香港環境保護署的泳灘水質全年級別制，將泳灘水質分為四個級別，包括「良好」、「一般」、「欠佳」及「極差」，由此評估各個泳灘全年的水質情況，以及提供長期的泳灘趨勢資料。

泳灘水質的全年級別制	
級別	每百毫升大腸桿菌數量
良好	< 24
一般	25 - 180
欠佳	181 - 610
極差	> 610

3. 泳灘水質雨天效應

泳灘的水質在大雨期間或大雨過後可能會迅速惡化，通常在三天左右水質會回復正常。因此，應儘量避免在大雨期間或雨後三天內到泳灘游泳。

同時，市民及游泳人士在泳灘游泳、嬉水或進行水上活動時，需留意泳灘旗號和天氣狀況，以保障在泳灘暢泳和活動時的安全。



圖片來源：澳門海事及水務局網頁





4. 全年泳灘水質總結

本報告對 2017 年澳門兩泳灘水質作出總結及評價，評價依據如下：

- 細菌學參數 — 參考香港環境保護署泳灘水質指標。
- 理化參數 — 參考國家《海水水質標準》（GB3097-1997）第二類水：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。





二. 細菌學參數監測結果

1. 細菌學參數

細菌學監測項目包括埃希氏大腸桿菌 (大腸桿菌)、糞性大腸桿菌以及霍亂弧菌。

(1) 埃希氏大腸桿菌 (大腸桿菌)

- 2017 年 12 月錄得全年最高埃希氏大腸桿菌的月幾何平均值為 1104 CFU/100mL (黑沙泳灘)，遠高於 2016 年的最高月幾何平均值 659 CFU/100mL (竹灣泳灘)；而 2017 年 1 月錄得最低月幾何平均值為 25 CFU/100mL (竹灣泳灘)。

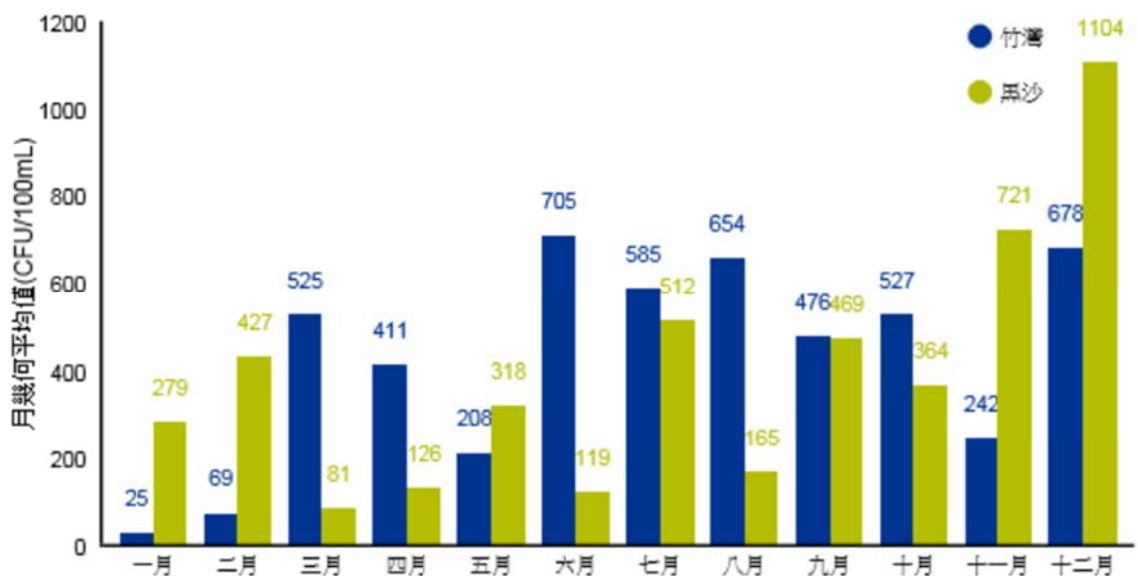


圖 2.1 2017 年埃希氏大腸桿菌月幾何平均值

- 竹灣泳灘連續 6 次埃希氏大腸桿菌五次連續採樣幾何平均值大於 610 CFU/100mL，及 8 次檢出單次埃希氏大腸桿菌含量超過 1600 CFU/100mL。
- 2017 年年度幾何平均值較過往 2 年有所增加，估計是由於 2017 年沿岸環境水質持續變差所致。



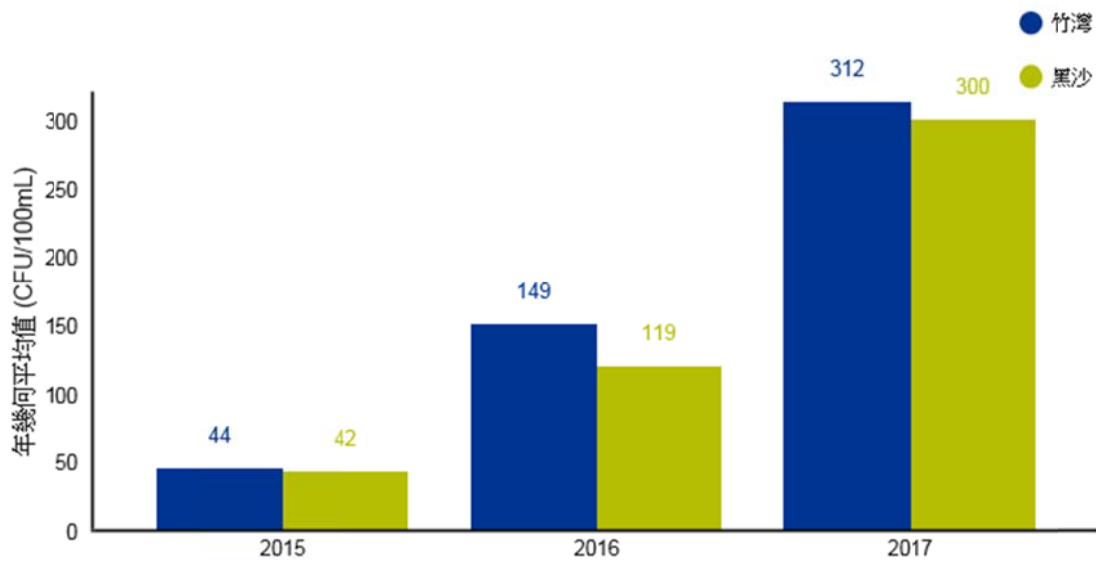


圖 2.2 2015 至 2017 年兩泳灘埃希氏大腸桿菌年幾何平均值

(2) 糞性大腸桿菌

- 2017 年 7 月錄得全年最高的月幾何平均值為 2745 CFU/100mL (竹灣泳灘)，1 月錄得最低值為 35 CFU/100mL (竹灣泳灘)。

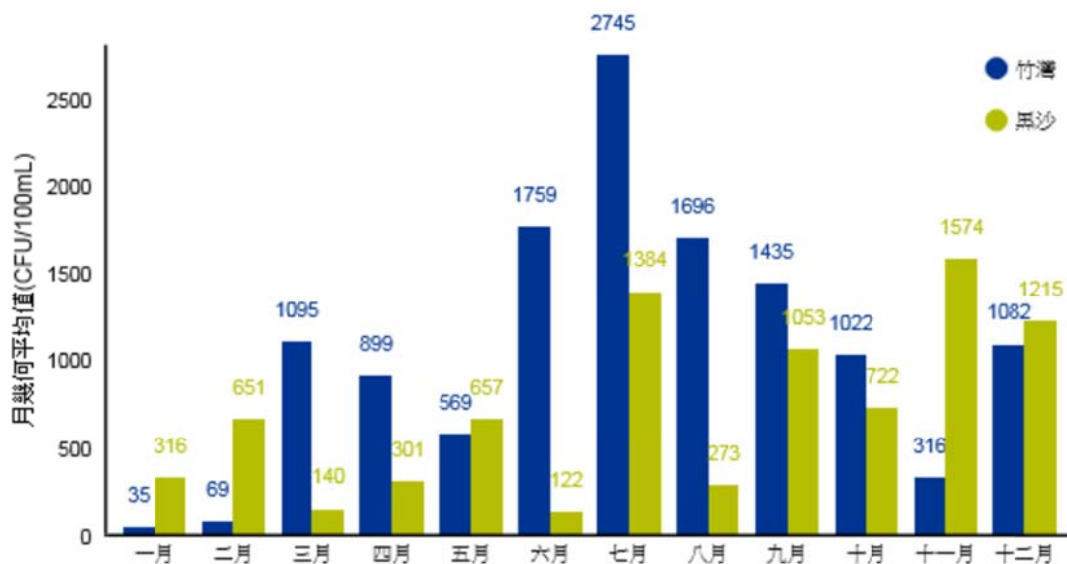


圖 2.3 2017 年糞性大腸桿菌月幾何平均值

(3) 霍亂弧菌

- 竹灣泳灘於 10 月檢出一次 O1 群小川型霍亂弧菌。





2. 水質細菌學評級

在 2017 年細菌學監測結果中，參考香港環境保護署的泳灘等級制度，大部分泳季時段之水質均為“欠佳”等級；其中 6 月、8 月和 12 月竹灣泳灘水質標準達“極差”等級；11 月和 12 月黑沙泳灘水質標準達“極差”等級。竹灣泳灘和黑沙泳灘分別有兩個月和四個月水質評級達“一般”等級。





三. 理化參數監測結果

理化參數的監測項目分為感官和物理參數、有機污染參數、營養污染參數和重金屬污染參數四類；同時對富營養化指數以及水質作綜合評價。

1. 感官和物理參數

(1) 感官參數（外觀、氣味）：

- 外觀：於 2017 年 46 次監測結果中，出現 17 次漂浮物（佔總數 37%），較 2016 年（佔 57%）減少，與管理部門協調取樣前完成沙灘清潔有關。此外，亦出現 17 次水混濁或混濁偏黃（大多為採樣前一天下雨）。
- 氣味：監測水體臭味未見異常情況。

(2) 物理參數（水溫、環境溫度、電導率、鹽度、色度、濁度和酸鹼值）：

- 水溫在 18.5~32.1°C 之間，環境溫度在 16.8~34.4°C 之間。
- 電導率在 2.6~41.0mS/cm 之間，鹽度在 1.2~26.6psu 之間，兩者均較為分散。7 月的監測數據值較低，相信與該月份的雨水較充足有關。
- 色度與 2016 年相若，處於較低水平，色度結果均低於或接近分析方法檢測限（5 色度單位），在此濃度泳灘水仍有輕微顏色。
- 濁度是除外觀及氣味以外，另一個影響泳灘使用者感官的最直接因素，而風浪引起的底泥泛涌則是水中濁度上升的主要原因。其次持續下雨以及各種形式水上活動亦會對濁度有影響。濁度結果分佈在 12~305NTU 之間。
- 酸鹼值結果均達到《海水水質標準》第二類（7.8~8.5），分佈範圍收窄，變化較小。



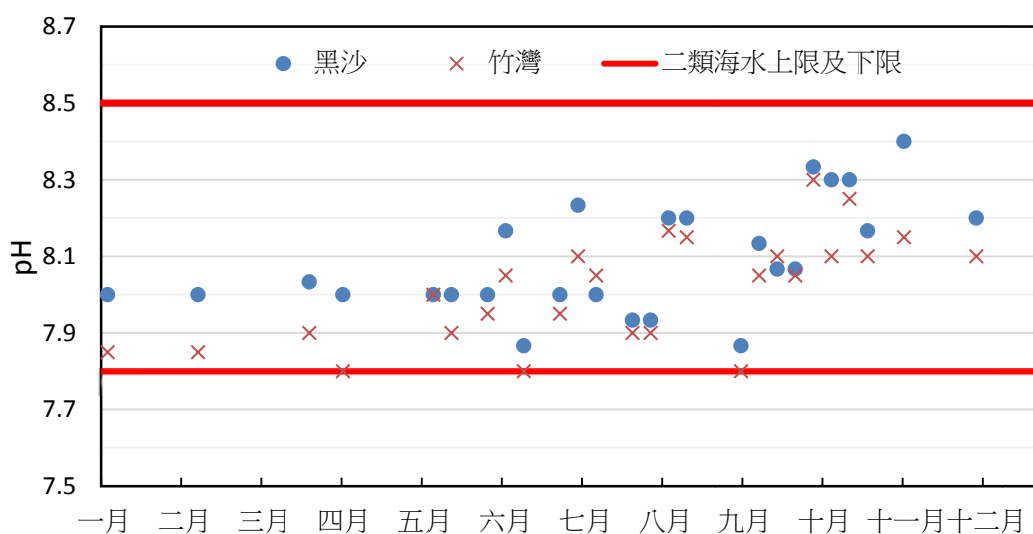


圖 3.1 2017 年酸鹼值監測結果

2. 有機污染參數

有機污染參數包括溶解氧、溶解氧飽和度、高錳酸鹽指數 (化學需氧量) 和五日生化需氧量。

- 2017 年溶解氧和溶解氧飽和度總體維持在較高水平，溶解氧監測結果均達到《海水水質標準》第二類 ($>5\text{mg/L}$)，與 2016 年相若。

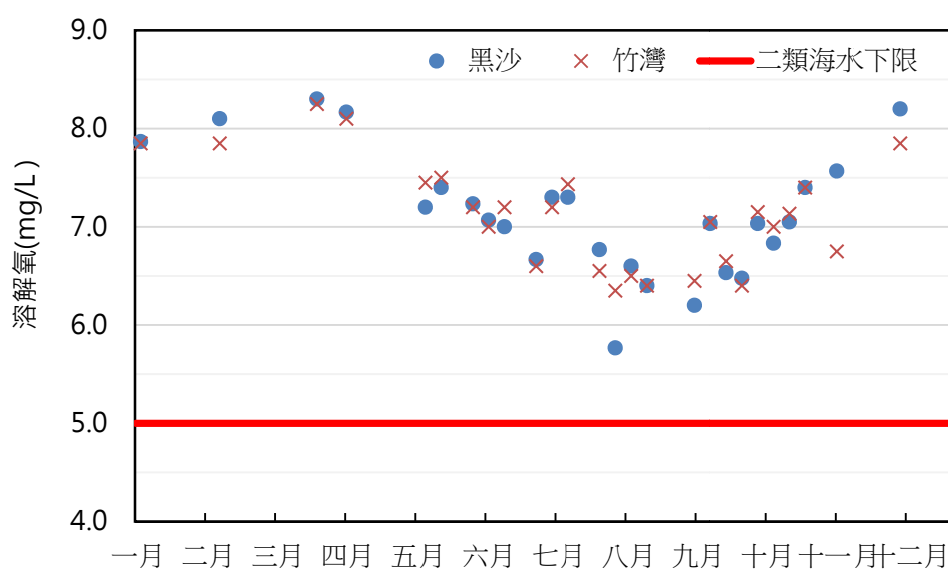


圖 3.2 2017 年溶解氧監測結果





- 2017 年高錳酸鹽指數（化學需氧量）基本達到《海水水質標準》第二類（ $<3\text{mg/L}$ ），與 2016 年比較，顯示水體中有機污染有所下降。

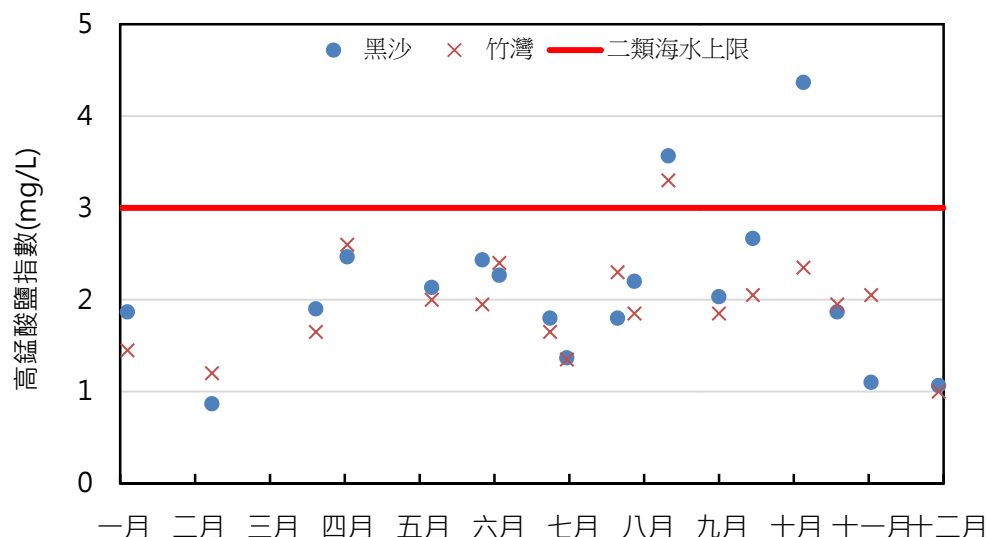


圖 3.3 2017 年高錳酸鹽指數監測結果

- 五日生化需氧量：檢測結果大多低於分析方法檢測限（ $<2\text{mg/L}$ ），只有一次黑沙泳灘六月數據未達到《海水水質標準》第二類（ $<3\text{mg/L}$ ），其他結果均達到標準。

3. 營養污染參數

營養污染參數共 5 個項目，包括銨、總氧化氮、非離子氨、無機氮和活性磷酸鹽。當中非離子氨、無機氮與活性磷酸鹽在《海水水質標準》列有分類標準。

- 總氧化氮為水質檢測領域中的重要質量指標，總氧化氮檢測結果在 $0.5\sim1.6\text{mg/L}$ 之間。
- 銨檢測結果在 $0.08\sim0.44\text{mg/L}$ 之間，泳季時濃度較低，顯示氮污染物在泳季時能較好的被氧化分解。
- 非離子氨只有在十一月黑沙泳灘測得超出《海水水質標準》第二類（ $<0.020\text{mg/L}$ ），其他結果均達到標準。



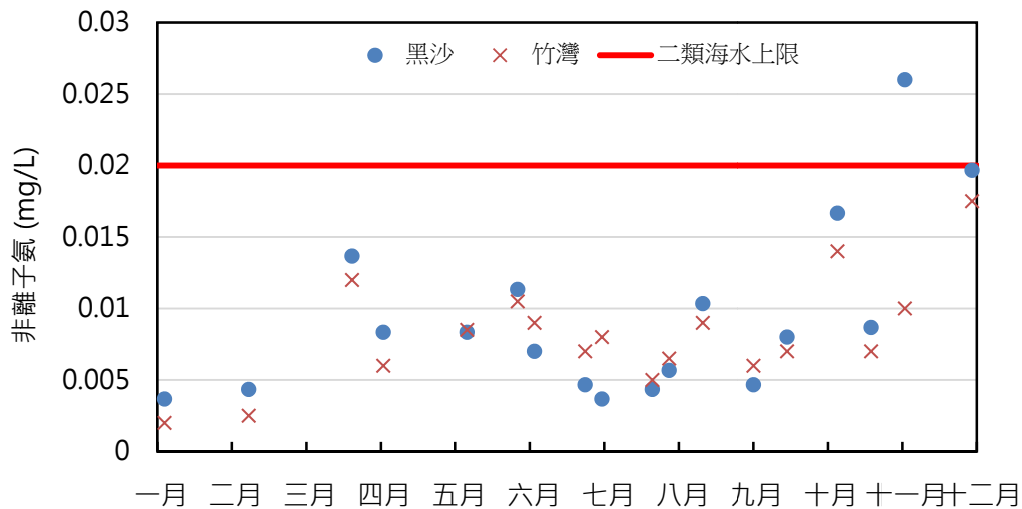


圖 3.4 2017 年非離子氨監測結果

- 無機氮的組成中以硝酸鹽為主，而主要原因是兩泳灘水體中的溶解氧較高，有利於水體中的含氮污染物的硝化過程；無機氮情況較 2016 年有所下降，但結果平均值仍超出《海水水質標準》第二類 ($<0.30\text{mg/L}$) 4 倍以上。

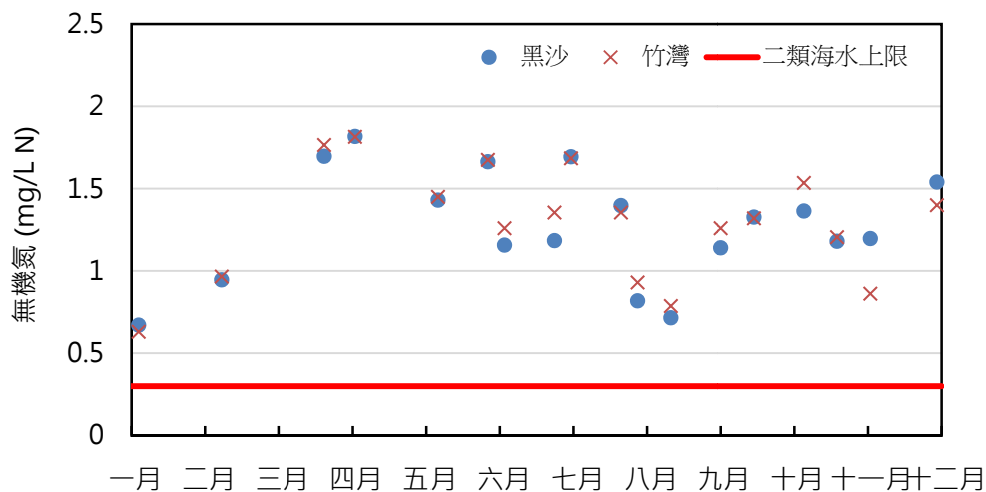
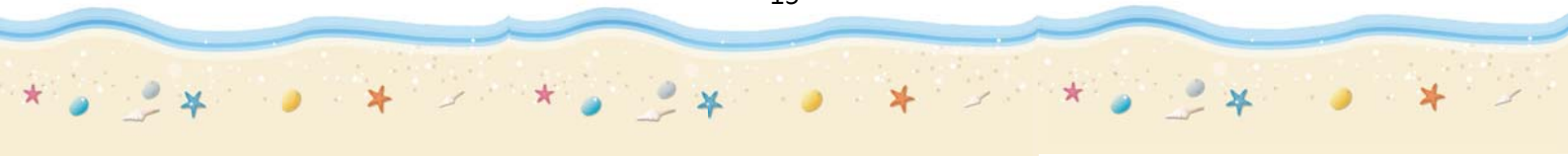


圖 3.5 2017 年無機氮監測結果

- 2017 年活性磷酸鹽 83% 結果未達到《海水水質標準》第二類 ($<0.030\text{mg/L}$)，較 2016 年為高，濃度在 $0.018\sim0.055\text{ mg/L}$ 之間，顯示泳灘水受到磷污染。



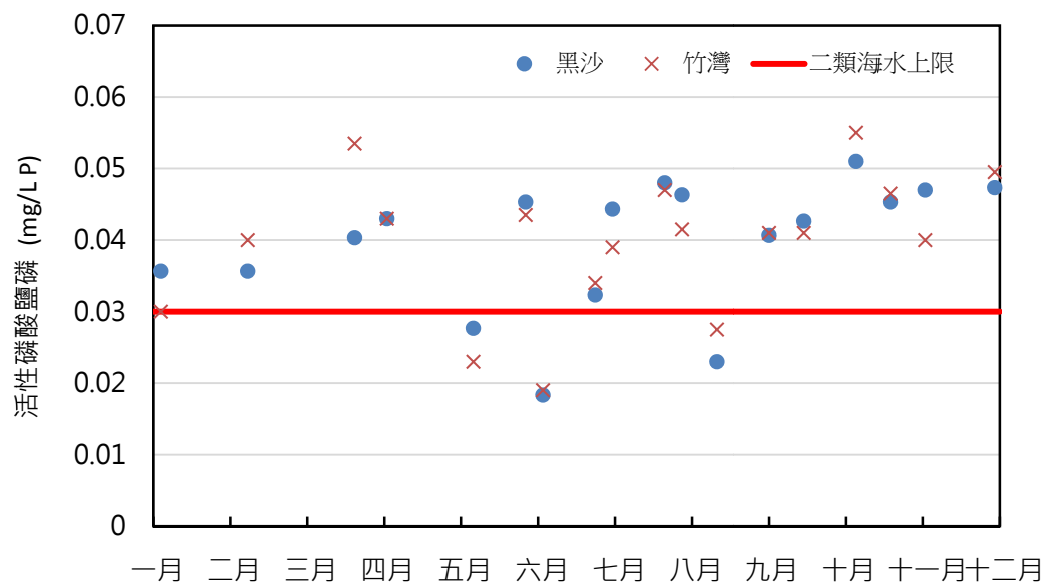


圖 3.6 2017 年活性磷酸鹽監測結果

4. 重金屬污染參數

重金屬污染參數包括 12 個項目，當中 9 個項目於《海水水質標準》列有分類標準。

從監測結果顯示，兩泳灘水體於 2017 年受重金屬污染的情況並不嚴重，在《海水水質標準》列出的 9 項金屬中，全部監測結果均達到第二類標準。2016 年竹灣泳灘出現鉛、銅以及鋅個別監測結果超標的情況，到 2017 年均已達到標準。下表中同時列出 2016 年的統計結果作比較。



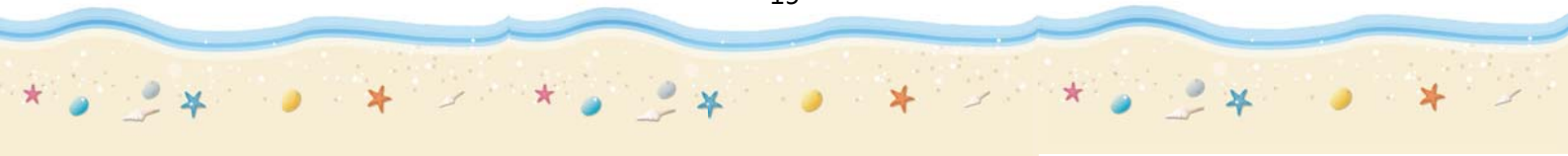


表 3.1 各重金屬污染參數統計

平均值	竹灣泳灘		黑沙泳灘	
	2016	2017	2016	2017
砷* (mg/L)	<0.010	<0.0020	<0.010	<0.0020
鎘* (mg/L)	<0.001	<0.00010	<0.001	<0.00010
鉻* (mg/L)	<0.010	<0.0020	<0.010	<0.0020
銅* (mg/L)	0.0042	<0.0020	0.0037	<0.0020
鐵 (mg/L)	0.630	0.594	0.410	0.180
汞* (mg/L)	<0.00020	<0.00010	<0.00020	<0.00010
錳 (mg/L)	0.0260	0.0278	0.0150	0.0210
鎳* (mg/L)	<0.010	<0.0020	<0.010	<0.0020
鉛* (mg/L)	<0.001	<0.0020	<0.001	<0.0020
銻 (mg/L)	<0.010	<0.0020	<0.010	<0.0020
硒* (mg/L)	<0.020	<0.010	<0.020	<0.010
鋅* (mg/L)	0.025	<0.020	<0.020	<0.020

* 《海水水質標準》(GB3097-97) 列有分類標準的項目

註：2016 年為 5 月～12 月數據，2017 年為 1 月～12 月數據





5. 富營養化指數

富營養化指數是反映海水有機和營養性污染的參考指標，以高錳酸鹽指數(化學需氧量)、無機氮濃度及活性磷酸鹽濃度計算得出，評價指數越大表示水體富營養化越嚴重，當指數大於 1 時，表示泳灘水質已達富營養化程度。

2017 年泳季期間富營養化指數範圍在 6~67 之間，所有結果的富營養化指數監測結果均大於 1，竹灣泳灘和黑沙泳灘的全年平均值分別為 22 和 24，與 2016 年相約，但 2016 年富營養化指數範圍在 2.9~122 之間，較 2017 年分散。雖然 2017 年有機物污染減少，但磷酸鹽污染有所增加，以致 2017 年多數月份富營養化指數較 2016 年為高。

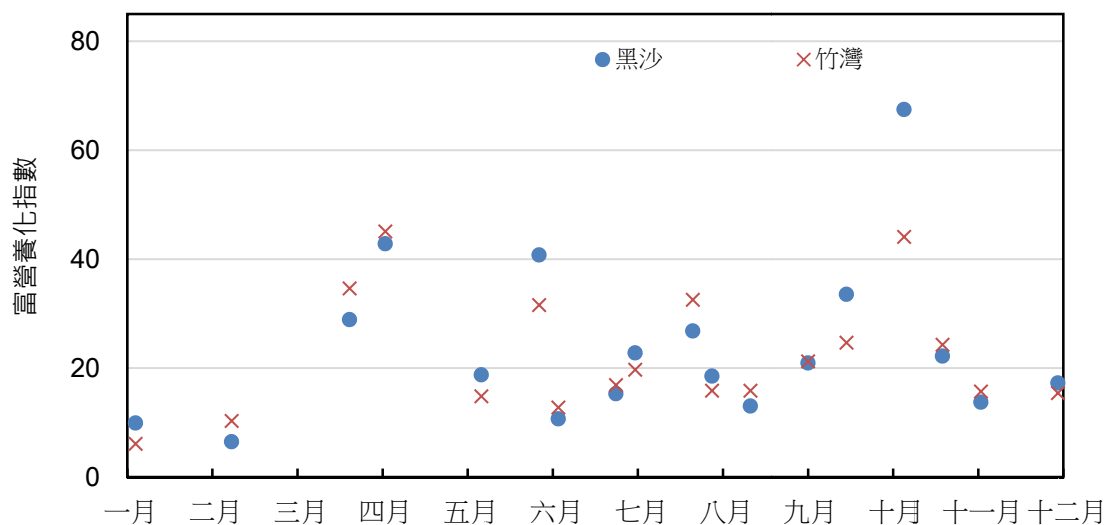


圖 3.7 2017 年富營養化指數監測結果





6. 水質綜合評價

水質綜合評價是將 16 項《海水水質標準》項目(酸鹼值、溶解氧、高錳酸鹽指數、生化需氧量、非離子氨、無機氮、活性磷酸鹽、砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、硒和鋅) 作統計，是兩泳灘水質在 2017 年的綜合體現。澳門沿岸水體主要受到包括營養污染物在內的非金屬污染，而受金屬污染較少，且水體中金屬污染物較容易受潮汐影響而出現異常值，因此除包括上述 16 項評價結果外，也按 7 項非金屬(酸鹼值、溶解氧、高錳酸鹽指數、生化需氧量、非離子氨、無機氮、活性磷酸鹽) 和 9 項金屬(砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、硒和鋅) 兩項污染指數進行統計分析，對泳灘水質的影響分別作出評價。

兩泳灘最近 6 年的評價指數：

- 非金屬評價:均處於較高的水平,由 2012 至 2017 年均處於臨界區間 (>0.9), 而 2016 年竹灣泳灘非金屬評價值達到 1.06 的水平,到 2017 年輕微下降到 0.93,可能跟有機物污染及氮污染的改善有關。黑沙泳灘非金屬評價值為 0.97,與往年相約。

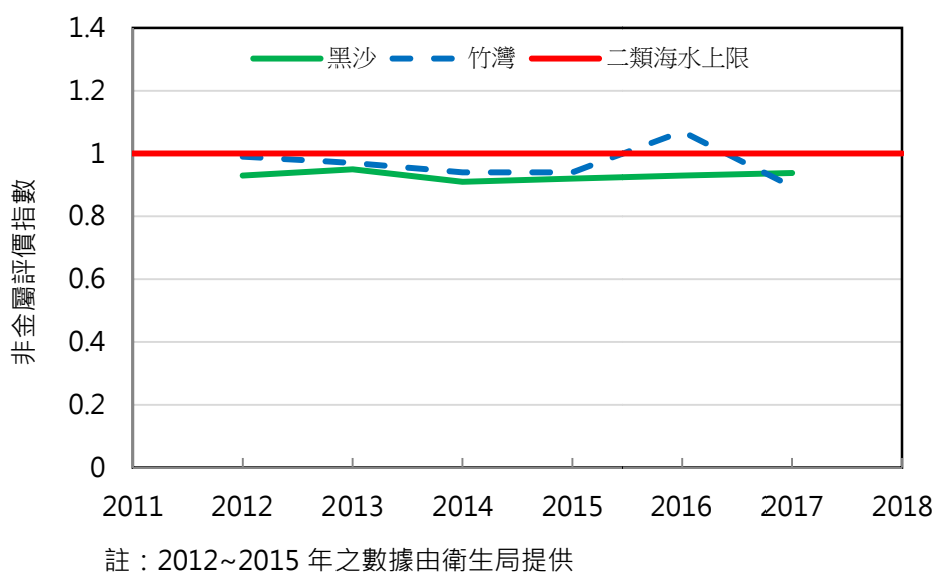


圖 3.8 最近 6 年非金屬評價結果





- 金屬評價：2017 年兩泳灘的金屬類評價值有持續下降的趨勢，處於較低水平。黑沙泳灘與竹灣泳灘的金屬類評價值分別為 0.03 及 0.07。

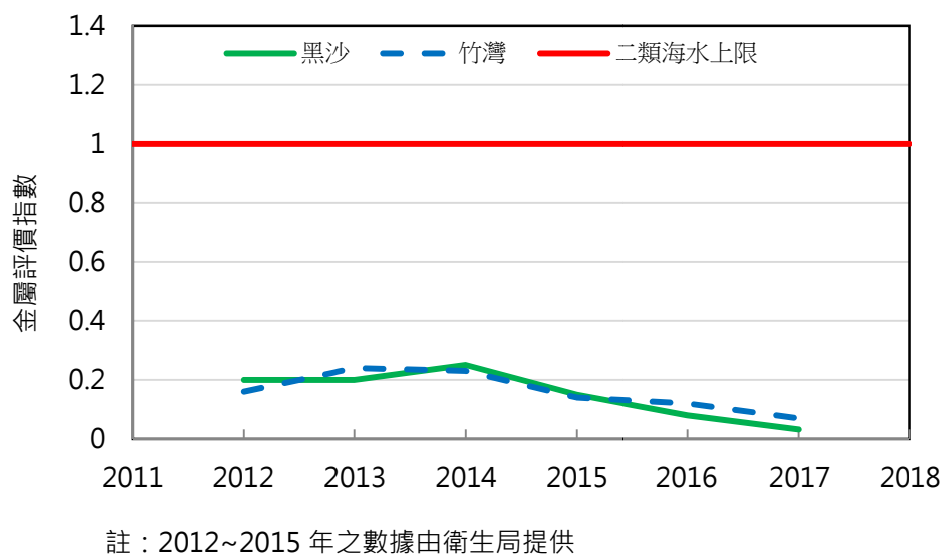


圖 3.9 最近 6 年金屬評價結果

- 理化類評價：2017 年竹灣泳灘的總評價指數較 2016 年有所下降，仍處於中等水平，下降主要由於非金屬及金屬類評價指數的下降所致，而黑沙泳灘的總評價指數較 2016 年有輕微上升，亦處於中等水平。

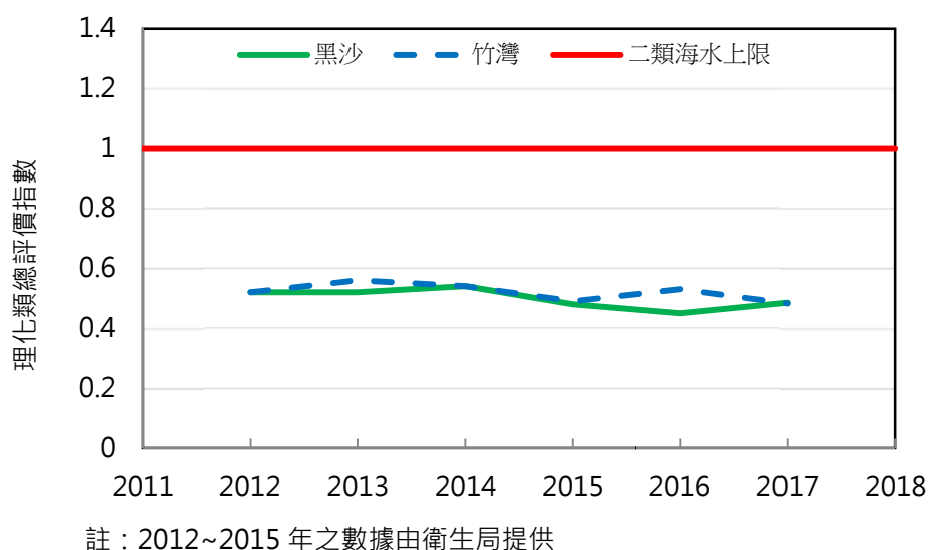
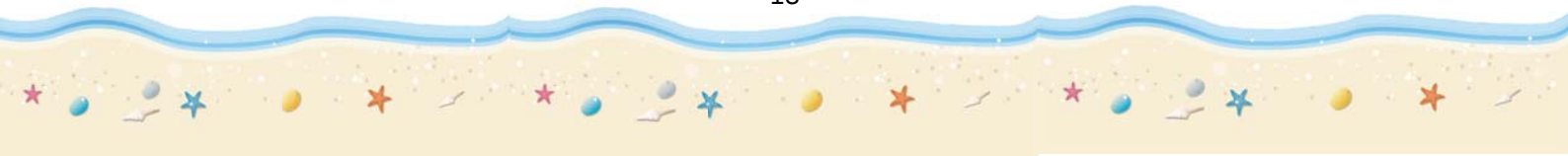


圖 3.10 最近 6 年理化類總評價結果





四. 生物學參數監測結果

澳門沿岸水域水體呈現富營養化，長期處於紅潮的威脅當中。水中生物監測內容包括檢測水體中各種類的葉綠素（5 項）以及對藻類進行定性和定量分析。

1. 葉綠素檢測

兩泳灘於 2017 年全年的葉綠素-a 監測結果平均值較 2016 年為低（ $<10\mu\text{g/L}$ ），表示水體中藻類活躍程度較 2016 年低。與 2016 年的統計結果比較，全年監測結果中，21%的葉綠素-a 監測值高於 $10\mu\text{g/L}$ ；即使在泳季期間，兩泳灘的葉綠素-a 監測結果只有 17%高於 $10\mu\text{g/L}$ ，較 2016 年（50%）有明顯下降。

表 4.1 2017 年葉綠素統計($\mu\text{g/L}$)

泳季平均值	竹灣泳灘		黑沙泳灘	
	2016	2017	2016	2017
葉綠素 a	15.1	6.0	15.5	6.5
葉綠素 b	3.4	0.6	3.8	0.6
葉綠素 c	1.3	0.8	1.5	0.7
總葉綠素	19.2	7.3	20.2	7.8
脫鎂葉綠素	0.8	0.4	1.1	0.6

註：2016 年 5 月～12 月數據，2017 年 1 月～12 月數據

2. 藻類監測

- 定性分析：黑沙泳灘最常見優勢藻種與 2016 年一樣，為中肋骨條藻，佔全年總數 41%。竹灣泳灘於 2017 年曾出現棕囊藻紅潮和紅色中縊蟲（原生動物）紅潮，而最常見藻類是中肋骨條藻，全年 26 次的檢測中共出現 7 次，為出現次數最多的藻類。





- 定量分析：兩泳灘水體中藻類均於第三季最活躍。全年幾何平均值分別為 172 個/mL (竹灣泳灘) 和 125 個/mL (黑沙泳灘)；竹灣泳灘的幾何平均值稍低於 2016 年的 211 個/mL，而黑沙泳灘也較 2016 年的 249 個/mL 有所下降。
- 紅潮：2017 年共發生三次紅潮，地點都是在竹灣泳灘，其中兩次為棕囊藻紅潮，分別發生於 1 月 (170,000 個/mL) 及 11 月 (110,000 個/mL)；另一次為紅色中縊蟲 (非藻類) 紅潮，發生於 3 月 (100,000 個/mL)。

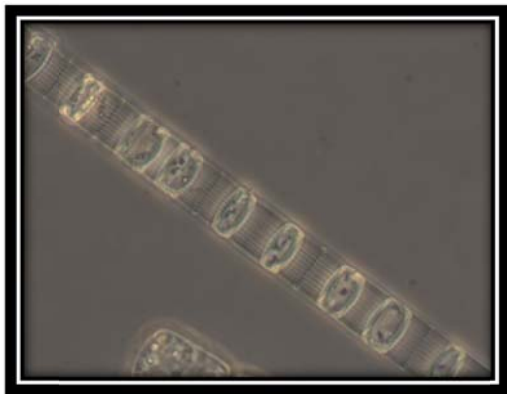


圖4.1 中肋骨條藻

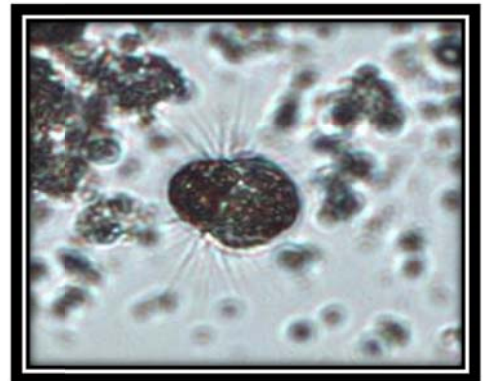


圖4.2 紅色中縊蟲 (原生動物)



圖4.3 棕囊藻 (摘自 http://www.marinebiotech.eu/wiki/Marine_Plankton)





五. 結論

1. 2017 年檢出一次 O1 群小川型霍亂弧菌。參考香港環境保護署的泳灘水質全年級別制，年度的泳灘水質的細菌類總體情況被評為“水質欠佳”。
2. 富營養化指數的平均值高於 2016 年，主因是活性磷酸鹽監測結果較 2016 年高，帶動富營養化指數的增加。
3. 兩泳灘的理化類總評價指數均處於中等水平，黑沙泳灘的總評價指數較 2016 年有輕微上升，而竹灣泳灘則有所下降。
4. 兩泳灘葉綠素的監測結果較 2016 年低，顯示水體中藻類相對 2016 年不活躍。同時兩泳灘的藻類幾何平均數亦較 2016 年有所下降。但 2017 年竹灣泳灘共出現三次紅潮現象，黑沙泳灘並沒有紅潮發生。紅潮成因與富營養化、風向、水流、水溫等有關。

