

水中總菌落數檢測方法－濾膜法

中華民國 102 年 4 月 16 日環署檢字第 1020030379 號公告

中華民國 102 年 5 月 8 日環署檢字第 1020037762 號函勘誤

自中華民國 102 年 6 月 15 日生效

NIEA E205.57B

一、方法概要

本方法係使用濾膜過濾水樣，於 $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 以 m-HPC 培養基培養 48 ± 3 小時後，計數水中好氧及兼性厭氧異營菌。

二、適用範圍

本方法適用於飲用水及地面水體、地下水體、廢水、污水、放流水之總菌落數檢測。

三、干擾

- (一) 水樣中含有抑制或促進細菌生長的物質。
- (二) 檢測使用的玻璃器皿及設備含有抑制或促進細菌生長物質。
- (三) 濁度過高之水樣易造成濾膜孔隙阻塞，或造成細菌菌落瀰漫生長 (Spreading) 而影響水樣檢驗的觀察及結果的判讀。

四、設備

- (一) 量筒：100 至 1000 mL 之量筒。
- (二) 吸管：有 0.1 mL 刻度之 10 mL 無菌玻璃吸管或無菌塑膠吸管，或無菌微量吸管 (Micropipet)。
- (三) 稀釋瓶：100 至 1000 mL 能耐高溫高壓滅菌之硼矽玻璃製品。
- (四) 錐形瓶：200 至 1000 mL 能耐高溫高壓滅菌之硼矽玻璃製品。
- (五) 培養皿：硼矽玻璃製品或市售無菌塑膠培養皿，大小為 60×15 、 50×12 mm 或其他適當大小。
- (六) 採樣容器：容量 120 mL 以上無菌之硼矽玻璃或塑膠有蓋容器，或市售無菌袋。
- (七) 過濾裝置：能耐高溫高壓滅菌的玻璃、塑膠、陶瓷或不鏽鋼等材質構成之無隙縫濾杯，藉鎖定裝置、重力或磁力固定於底座。

- (八) 冰箱：溫度能保持在 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- (九) 水浴槽：溫度能保持在約 50°C 。
- (十) 抽氣幫浦：壓力差宜為 138 至 207 kPa。
- (十一) 濾膜：使用直徑 47 mm、孔徑 $0.45\ \mu\text{m}$ 且有格線的無菌濾膜。
- (十二) 鑷子：前端平滑、內側無波紋，使用前浸泡於 95% 酒精再以火燄燃燒滅菌。
- (十三) 培養箱：溫度能保持在 $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- (十四) 高壓滅菌釜：溫度能保持在 121°C （壓力約 $15\ \text{lb/in}^2$ 或 $1.05\ \text{kg/cm}^2$ ）滅菌 15 分鐘以上。
- (十五) 高溫乾熱烘箱：如用於玻璃器皿等用具之滅菌，溫度須能保持在 $170 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 達 2 小時以上。
- (十六) 天平：待測物重量大於 2 g 時，須能精秤至 0.01 g；待測物重量不大於 2 g 時，須能精秤至 0.001 g。
- (十七) 無菌操作檯：正壓式無菌操作檯或垂直循環負壓式無菌操作檯（Class II 生物安全櫃）。
- (十八) pH 計：精確度達 0.1 pH 單位。用於內含瓊脂培養基之 pH 值測定時，應搭配表面電極（Surface probe）。

五、試劑

本方法所使用的化學藥品須為試藥級以上，培養基為微生物級製品。

(一) 試劑水：導電度在 25°C 時小於 $2\ \mu\text{mho/cm}$ ($\mu\text{S/cm}$)。

(二) 培養基

m-HPC 瓊脂培養基（或稱 m-SPC 瓊脂培養基），依下列配方配製培養基，或使用市售商品化的培養基均可。

蛋白朊（Peptone）	20.0 g
明膠（Gelatin）	25.0 g
甘油（Glycerol）	10.0 mL
瓊脂（Agar）	15.0 g
試劑水	1 L

將甘油以外之成份混合，以 1 N 之氫氧化鈉溶液調整 pH 值至 7.1 ± 0.2 ，加熱溶解後加入甘油， 121°C 高溫高壓滅菌 5 分鐘。待冷卻至約 50°C 時，於無菌操作檯內分裝至無菌培養皿中，使培養基厚度約 2 至 4 mm。室溫下靜置凝固後，保存於 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，保存期限為 14 天。可根據檢測需求量，依配方比例配製培養基。

(三) 無菌稀釋液

1. 磷酸二氫鉀儲備溶液

取 3.4 g 磷酸二氫鉀 (KH_2PO_4) 溶於 50 mL 之試劑水中，俟完全溶解後，以 1 N 之氫氧化鈉溶液調整其 pH 值為 7.2 ± 0.1 。然後加試劑水至全量為 100 mL，滅菌（過濾滅菌或 121°C 高溫高壓滅菌 15 分鐘以上）後，儲存於冰箱中備用。 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下保存期限為 6 個月（註 1）。可根據檢測需求量，依比例配製。

2. 氯化鎂儲備溶液

取 8.1 g 六水氯化鎂 ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 或 3.8 g 無水氯化鎂，先溶於少量試劑水中，俟完全溶解後，再加試劑水至全量為 100 mL，滅菌（過濾滅菌或 121°C 高溫高壓滅菌 15 分鐘以上）後，儲存於冰箱中備用。 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下保存期限為 6 個月（註 1）。可根據檢測需求量，依比例配製。

3. 無菌稀釋液

分別取 10 mL 氯化鎂儲備溶液和 2.5 mL 磷酸二氫鉀儲備溶液，加入試劑水至全量為 2000 mL，混搖均勻後，分裝於稀釋瓶中，經 121°C 高溫高壓滅菌 15 分鐘以上，作為無菌稀釋液備用。如欲用於水樣稀釋，分裝之無菌稀釋液滅菌後體積須為 90 ± 2.0 mL。 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下保存期限為 6 個月（註 1）。可根據檢測需求量，依比例配製。

六、採樣與保存

- (一) 採微生物檢測之水樣時，應使用清潔並經滅菌之玻璃瓶、無菌塑膠容器或市售無菌採樣袋，且於採樣時應避免受到污染。水樣若含有餘氯時，應使用內含硫代硫酸鈉錠劑之無菌採樣袋，或於無菌容器中加入適量無菌之硫代硫酸鈉以中和餘氯（採取加氯之廢水時，每

100 mL 之水樣如加入 0.1 mL 之 10% 硫代硫酸鈉，可中和之餘氯量約為 15 mg/L。採取含氯之飲用水水樣時，每 100 mL 之水樣如加入 0.1 mL 之 3% 硫代硫酸鈉，可中和之餘氯量約為 5 mg/L)。

- (二) 飲用水採樣前應清潔手部，出水口以火烤或以 70% 至 75% 酒精消毒。所採水樣應具有代表性。
- (三) 運送時水樣溫度應維持在小於 10°C 且不得凍結，實驗室內保存溫度應維持在 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- (四) 水樣應於採樣後 24 小時內完成水樣過濾步驟(七、步驟(五))，並置入培養箱中培養。
- (五) 水樣量以能做完所需檢驗為度，但不得少於 100 mL。

七、步驟

- (一) 水樣在進行檢測或稀釋之前必須劇烈搖晃 25 次以上，以使樣品充分混搖均勻。
- (二) 視水樣中微生物可能濃度範圍進行水樣稀釋步驟。使用無菌吸管吸取 10 mL 之水樣至 90 mL 之無菌稀釋液中，形成 10 倍稀釋度之水樣，混合均勻。而後自 10 倍稀釋度水樣，以相同操作方式進行一系列適當之 100、1000、10000 倍等稀釋水樣，並混搖均勻。進行稀釋步驟時，均需更換無菌吸管。水樣稀釋步驟如圖 1 所示(註 2)。
- (三) 以無菌鑷子夾起無菌濾膜，放在無菌過濾裝置之有孔平板上，小心將濾杯固定。加入適量無菌稀釋液，以測定過濾裝置是否配置妥當。
- (四) 以無菌吸管吸取 10 mL 的原液及(或)各稀釋度水樣至無菌過濾器中過濾。原液及(或)各稀釋度水樣皆需進行二重複。過濾後，再以 20 mL 以上之無菌稀釋液沖洗濾杯。
- (五) 沖洗過濾後，將濾杯移開，儘速以無菌鑷子取出過濾後之濾膜置於培養基上。濾膜應與培养基完全貼合，以免產生氣泡。
- (六) 培養皿倒置於培養箱內，於 $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 下培養 48 ± 3 小時(註 3)。
- (七) 若欲進行另一個水樣時，應更換無菌過濾器(濾杯)。亦可將過濾器(濾杯)以火烤後降至接近室溫重複使用。

- (八) 計數各稀釋度培養皿中所產生的菌落數並記錄之。若菌落太多造成計數困難時，則以「菌落太多無法計數」(Too numerous to count; TNTC) 表示。但若各稀釋度培養皿之菌落數均超過 200 個，則不可記錄「菌落太多無法計數」，應選取最接近 200 個菌落數之同一稀釋度的兩個培養皿進行菌落計數，確實無法計數時應重新採樣檢測。
- (九) 步驟(二)至(五)須在無菌操作檯內操作。

八、結果處理

- (一) 若原液及各稀釋水樣中，僅有一個稀釋度的二重複培養皿之菌落數均在 20 至 200 個之間，則選取該稀釋度之兩個培養皿，以下列公式計算總菌落數，單位為 CFU/mL (Colony forming units/mL)：

$$\begin{aligned}\text{總菌落數(CFU/mL)} &= \frac{\text{選取培養皿之菌落數總和}}{\text{選取培養皿之水樣實際體積總和}} \\ &= \frac{X + Y}{(\text{過濾體積}/D) + (\text{過濾體積}/D)}\end{aligned}$$

註：D：選取培養皿之稀釋度

X、Y：D 稀釋度的兩個培養皿之菌落數

- (二) 若結果與八、(一)所述不符，則以下列方式計算總菌落數：
1. 若原液及各稀釋水樣中，僅有一個稀釋度的一個培養皿之菌落數在 20 至 200 個之間，則選取該稀釋度之兩個培養皿，以上述八、(一)公式計算。
 2. 若各培養皿之菌落數均小於 20 個，則選取菌落數最接近 20 個之同一稀釋度的兩個培養皿，以上述八、(一)公式計算。
 3. 若各培養皿之菌落數均不在 20 至 200 個之間，則選取菌落數最接近 200 個之同一稀釋度的兩個培養皿，以上述八、(一)公式計算。
 4. 若有兩個稀釋度的二重複培養皿之菌落數均在 20 至 200 個之間，或兩個稀釋度各有 1 個培養皿之菌落數在 20 至 200 個之間，則選取兩個稀釋度共 4 個培養皿，以下列公式計算：

$$\begin{aligned} \text{總菌落數(CFU/mL)} &= \frac{\text{選取培養皿之菌落數總和}}{\text{選取培養皿之水樣實際體積總和}} \\ &= \frac{X_1 + Y_1 + X_2 + Y_2}{(\text{過濾體積}/D_1) + (\text{過濾體積}/D_1) + (\text{過濾體積}/D_2) + (\text{過濾體積}/D_2)} \end{aligned}$$

註：D₁、D₂：選取培養皿之稀釋度

X₁、Y₁：D₁稀釋度的兩個培養皿之菌落數

X₂、Y₂：D₂稀釋度的兩個培養皿之菌落數

- (三) 數據表示：若計算所得之總菌落數小於 1(含 0)，以「<1 CFU/mL」表示；總菌落數小於 100 時，以整數表示（小數位數四捨五入）；總菌落數為 100 以上時，只取兩位有效數字（四捨五入）。
- (四) 檢測紀錄須註明採樣時間、培養起始及終了時間、培養基名稱、培養溫度及各稀釋度原始數據等相關資料。

九、品質管制

- (一) 微生物採樣人員及檢測人員應具備微生物基本訓練及知識。
- (二) 每批次採樣時，應進行運送空白。
- (三) 每 10 個樣品應執行 1 個方法空白樣品分析，若每批次樣品數少於 10 個，則每批次仍應執行 1 個方法空白樣品分析。
- (四) 用於結果計算之二重複數據，其對數差異值不可超出精密度管制參考範圍（計算方式參考「環境微生物檢測通則—細菌(NIEA E101)」(註 4)），除非二重複之菌落數均小於 20。
- (五) 新購入之培養基，每批號均須進行培養基品質測試（測試方式詳見「環境微生物檢測通則—細菌(NIEA E101)」）。
- (六) 本方法培養所得之細菌可能具有感染性，檢測後之培養基及器皿應經高溫高壓滅菌處理。

十、精密度及準確度

略

十一、參考資料

American Public Health Association, American Water Works Association &

Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed., Method 9215D, APHA, Washington, D. C., USA, 2012.

註 1：溶液如出現異物或混濁，則不可繼續使用。

註 2：水樣如須稀釋，建議於稀釋後 30 分鐘內完成檢測步驟，以免造成細菌死亡或增生，影響實驗結果。

註 3：培養箱底層應放置水盤，或將培養皿放置於密閉容器中培養，以避免培養前後培養基之水份散失超過 15%。

註 4：本文引用之公告方法名稱及編碼，以環保署最新公告者為準。

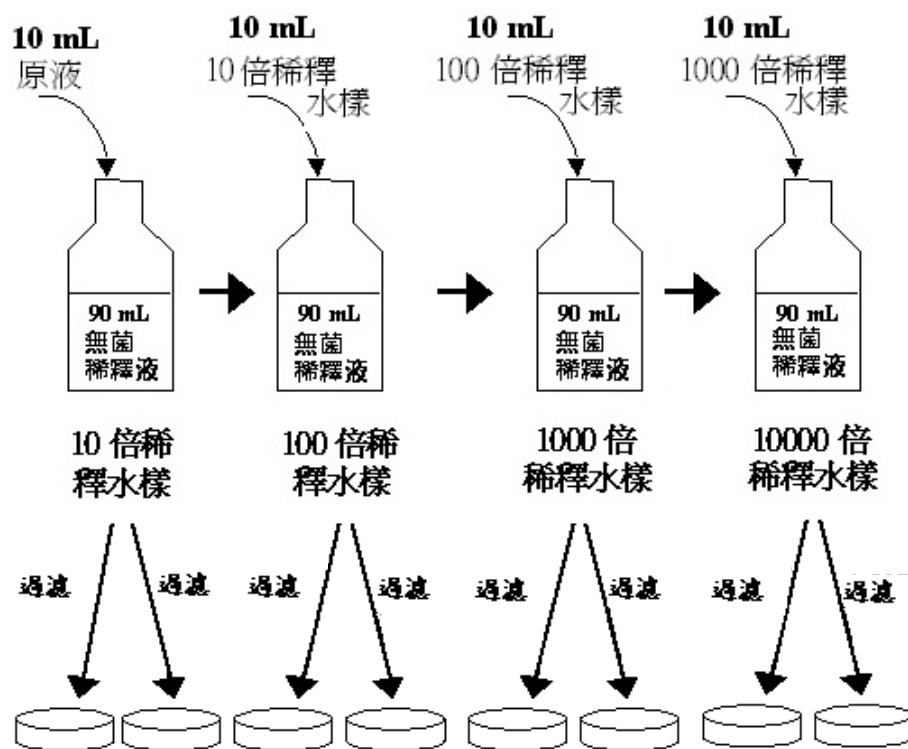


圖 1、水樣稀釋步驟

表 1、總菌落數計算實例說明

培養皿中之菌落數			總菌落數 (CFU/mL)	參考
原液 10 mL	稀釋 10 倍 (原液 1 mL)	稀釋 100 倍 (原液 0.1 mL)		
TNTC ; TNTC	<u>175</u> ; <u>162</u>	20 ; 19	1.7×10^2	八、(一)
TNTC ; TNTC	<u>59</u> ; <u>53</u>	6 ; 4	56	八、(一)
TNTC ; TNTC	211 ; 209	<u>23</u> ; <u>19</u>	2.1×10^2	八、(二) 1
<u>5</u> ; <u>3</u>	0 ; 0	0 ; 0	<1	八、(二) 2
TNTC ; TNTC	<u>202</u> ; <u>203</u>	18 ; 19	2.0×10^2	八、(二) 3
TNTC ; TNTC	<u>200</u> ; <u>198</u>	<u>20</u> ; <u>25</u>	2.0×10^2	八、(二) 4

註：TNTC 表示菌落太多，計數困難；畫雙底線數字表示用於結果計算