

生物急毒性檢測方法 - 鯉魚靜水式法

中華民國102年8月13日環署檢字第1020069422號公告

自中華民國102年10月15日生效

NIEA B904.13B

一、方法概要

本方法主要係以鯉魚 (*Cyprinus carpio*) 為試驗生物，以靜水式生物毒性試驗方法檢測生物急毒性，計算 96 小時之半致死濃度 (lethal concentration 50%, LC₅₀) 或急毒性單位 (acute toxic unit, TU_a)。

二、適用範圍

本方法適用於陸域地面水體、地下水體、放流水、廢水、污水及環境用藥之生物急毒性檢測。

三、干擾

- (一) 生物馴養及毒性試驗室內若有化學氣體侵入、馴養水或稀釋水含有有毒物質、器皿或試驗容器未洗淨致殘留有有毒物質，會影響鯉魚健康且可能造成耐受性改變。
- (二) 試驗生物有病或生長狀況不佳，影響耐受性。

四、設備及材料

- (一) 鯉魚：使用全長 (上顎前端至尾鰭後端的長度) 2.0 至 3.0 公分之鯉魚幼魚 (圖一)，可購自魚苗繁殖場或自行繁殖。(註 1)
- (二) 生物馴養及毒性試驗室：須為獨立之空間，通風良好，無化學氣體影響，且可屏蔽外界干擾 (如噪音、震動、強光、人為驚擾等)。馴養及試驗區宜加以區分，以避免污染。光照強度同一般工作亮度。
- (三) 溫度控制設備：可使用循環式水浴槽、空調等方式，將馴養水溫及試驗水溫控制在 25 ± 2 。
- (四) 採樣容器：玻璃或塑膠材質 (如摺疊式水箱)。如使用塑膠材質容器，不可重複使用。
- (五) 馴養容器：玻璃或塑膠材質。

- (六) 試驗容器：2 L 硼矽玻璃燒杯。
- (七) 量瓶及量筒：硼矽玻璃材質。
- (八) 溫度監測裝置：須可顯示毒性試驗期間試驗水樣之最高及最低溫度
- (九) 溶氧測定儀
- (十) pH 計
- (十一) 導電度計
- (十二) 餘氯計
- (十三) 水質硬度計或水質硬度檢測試劑組
- (十四) 分析天平：可精秤至 0.1 mg。
- (十五) 曝氣設備
- (十六) 水循環過濾裝置
- (十七) 手操網：大小合適之具握柄軟質尼龍網。
- (十八) 幼魚飼料：飼料須考量適口性，大小須適合鯉魚幼魚，建議使用市售超細微粒、半沉浮性魚飼料。

五、試劑

- (一) 試劑水：比電阻值須大於 10 M⁻¹·cm。
- (二) 馴養水：可使用稀釋水、去氯自來水（註 2）、無污染之地下水等作為馴養水。馴養水之硬度應為 80 至 100 mg CaCO₃/L，可混合適量之逆滲透水或試劑水進行調整。
- (三) 稀釋水：

每一 L 之稀釋水含下列成分（試藥級以上）：

| | |
|--|----------|
| 碳酸氫鈉 (NaHCO ₃) | 96.0 mg |
| 七水硫酸鎂 (MgSO ₄ ·7H ₂ O) | 123.0 mg |

氯化鉀 (KCl) 4.0 mg

二水硫酸鈣 (CaSO₄·2H₂O) 60.0 mg

可根據檢測需求量，依配方比例配製。20 L 稀釋水建議配製程序如下：

1. 將碳酸氫鈉、七水硫酸鎂及氯化鉀加入 18 L 試劑水中，曝氣隔夜使試藥充分溶解。
2. 將二水硫酸鈣加入 2 L 試劑水中，充分攪拌使其完全溶解後，再加入前述 18 L 液體中。

試藥完全溶解後，劇烈曝氣至少 8 小時，再測定硬度是否為 80 至 100 mg CaCO₃/L。室溫下避光保存不宜超過 14 天。

(四) 參考毒物：氯化鈉，試藥級以上。

(五) 10% (v/v) 鹽酸或硝酸：試藥級以上。

(六) 丙酮：殘量級。

六、採樣及保存

(一) 採樣方法參照「監測井地下水採樣方法 (NIEA W103)」、「河川、湖泊及水庫水質採樣通則 (NIEA W104)」、「事業放流水採樣方法 (NIEA W109)」。水樣量須以能做完所需檢測為度，但不得少於 10 L (註 3)。

(二) 採樣時樣品容器須裝至全滿，以減少揮發性物質散失。採樣後立即避光保存於 4 ± 2 。

(三) 水樣必須在採樣後 36 小時內開始進行確定試驗。

七、步驟

(一) 試驗準備

1. 鯉魚馴養：

(1) 將鯉魚幼魚自魚苗繁殖場等取回後，放入內盛馴養水之馴養容器。

- (2) 馴養容器以曝氣設備曝氣，使溶氧維持在 5 mg/L 以上，並以水循環過濾裝置維護水質，如有死魚應立即移出。
- (3) 馴養之水溫必須與毒性試驗溫度一致，即 25 ± 2 ，光照時間應維持在每天 16 ± 1 小時。
- (4) 馴養時間至少 7 天，毒性試驗開始前 7 天內，期間幼魚死亡率不得超過 10%。
- (5) 幼魚成長速度與馴養之密度及餵食狀況有關，須依實際情況調整馴養容器中幼魚數量及餵食次數。過剩之飼料宜移除以免導致水質惡化。
- (6) 毒性試驗開始前 24 小時停止餵食。
- (7) 試驗用鯉魚全長應為 2.0 至 3.0 公分。試驗前須取 5 隻以上試驗用鯉魚量測並計算其平均體重，以估算試驗水樣所須體積（註 3）。

2. 試驗容器及相關器材之清洗：

- (1) 新的塑膠器皿，使用前須用稀釋水潤洗 1 次。
- (2) 新的玻璃器皿，須用新鮮配製之 10% (v/v) 鹽酸或硝酸浸泡一夜後，再用試劑水沖洗乾淨。使用前以稀釋水潤洗 1 次。
- (3) 接觸過樣品的玻璃器皿（如試驗容器、量筒等），如需重複使用，則必須依下列步驟清洗：
 - A. 自來水浸泡 15 分鐘後，用清潔劑清洗內壁，再以自來水沖 2 次。亦可使用洗瓶機清洗。
 - B. 以新鮮配製之 10% (v/v) 鹽酸或硝酸潤洗 1 次。
 - C. 以試劑水潤洗 2 次。
 - D. 以丙酮潤洗 1 次。
 - E. 以試劑水沖洗 3 次。
 - F. 進行毒性試驗前，再以稀釋水潤洗 1 次。

3. 試驗前之水樣準備：

- (1) 先將水樣靜置半小時，待粗顆粒沈降後，再取上層液進行試驗。
- (2) 水樣溫度須調整至 25 ± 2 。若回溫後溶氧低於 3.0 mg/L，應對水樣溫和曝氣，使溶氧升至 3.0 mg/L 以上。

(二) 範圍尋找試驗 (range - finding test)

1. 若不確定樣品之半致死濃度落於哪一濃度範圍，可先進行範圍尋找試驗。放流水生物急毒性檢測則不須進行範圍尋找試驗。
2. 建議可將水樣或環境用藥以稀釋水適度進行 10 倍序列稀釋。每一濃度之試驗水樣體積至少 1.5 L (註 3)，以 1 個試驗容器盛裝。
3. 每一濃度之試驗生物總數均為 5 隻。以手操網將經馴養且全長 2.0 至 3.0 公分之鯉魚移入試驗容器，每個容器各放 5 隻。
4. 試驗期間鯉魚不得餵食，水溫應控制在 25 ± 2 ，光照時間應維持每天 16 ± 1 小時。
5. 觀察 8 至 24 小時，移出死亡之魚並記錄死亡數量。試驗結果作為確定試驗稀釋方式之參考。

(三) 確定試驗 (definitive test)

1. 將水樣或環境用藥以稀釋水適度稀釋為 5 個濃度，相鄰濃度之稀釋倍數不得超過 2 倍。放流水則以 5 個固定濃度進行試驗 (100%、80%、60%、40% 及 20%)。每一濃度之試驗水樣總體積至少 3 L (註 3)，以 2 個試驗容器平均盛裝。
2. 稀釋完成後，檢測最高濃度試驗水樣之 pH、溶氧、導電度及餘氯。另須檢測稀釋水之 pH 及導電度。
3. 每一濃度之試驗生物總數均為 20 隻。以手操網將經馴養且全長 2.0 至 3.0 公分之鯉魚移入試驗容器，每個容器各放 10 隻。
4. 空白試驗則取 2 個試驗容器，分別盛裝至少 1.5 L 之 100% 稀釋水，以手操網各放入 10 隻經馴養且全長 2.0 至 3.0 公分之鯉魚。

5. 試驗期間為 96 小時，水溫應控制在 25 ± 2 ，光照時間應維持每天 16 ± 1 小時。試驗期間鯉魚不得餵食。
6. 開始試驗後，至少於第 2、24、48、72 及 96 小時，觀察及移出死亡之鯉魚並記錄死亡數量。
7. 結束試驗後，須測量並記錄最高濃度試驗水樣之溶氧及 pH，並記錄試驗期間之最高及最低水溫。

八、結果處理

(一) 死亡判定：死亡之判定須符合下列二條件：

1. 鰭及鰓的活動停止。
2. 魚體經輕觸沒反應。

(二) 96 小時 LC_{50} 之計算：

1. 計算各試驗濃度之 96 小時鯉魚死亡總數及鯉魚死亡百分率：

鯉魚死亡總數 = 2 個試驗容器之鯉魚死亡數量加總

鯉魚死亡百分率 = 鯉魚死亡總數 \div 20 \times 100%

2. 以下列 4 種方法計算 96 小時 LC_{50} ：圖解法 (graphic method)、機率單位法 (probit method)、史丕曼 - 卡伯法 (Spearman - Karber method)、史丕曼 - 卡伯修正法 (trimmed Spearman - Karber method)。方法取舍依圖二之流程作判斷，詳細計算方式參見附錄。

(三) 放流水之 96 小時 TU_a 計算

1. TU_a 為 LC_{50} 之倒數，即

$TU_a = 100\% \div (96 \text{ 小時 } LC_{50})$

2. 若放流水水樣 5 個濃度之鯉魚死亡百分率均小於 50%，則 96 小時之 $LC_{50} > 100\%$ ，換算之 $TU_a < 1.00$ 。
3. 若放流水水樣 5 個濃度之鯉魚死亡百分率均大於 50%，則 96 小時之 $LC_{50} < 20\%$ ，換算之 $TU_a > 5.00$ 。

- 4.若結果數據不符合前述 2 種狀況,則依八(二)之方法計算 96 小時 LC_{50} ,再換算 TU_{a0} 。

九、品質管制

- (一) 試驗魚種必須確認為鯉魚,不可混合其他品種。
- (二) 執行毒性試驗後之試驗生物須廢棄,不得重複使用。
- (三) 空白試驗:每次毒性試驗應至少伴隨一空白試驗。若空白試驗之死亡率超過 10%,則該次毒性試驗之試驗結果不可採用,必須重做。
- (四) 參考毒物試驗:
- 1.氯化鈉以稀釋水溶解並配製為 5 個不同濃度,相鄰濃度差建議不超過 1 g/L。5 個試驗濃度之死亡百分率,至少須有一個 50%,及一個 50%,且至少須有 1 個濃度會造成試驗生物部分死亡。
 - 2.新設立之實驗室,應先以氯化鈉進行至少 5 次參考毒物試驗,計算 LC_{50} 平均值及變異係數(coefficient of variation, CV) CV 值,不得超過 50%。
 - 3.執行毒性試驗期間,每個月至少執行一次參考毒物試驗。
 - 4.新購入之鯉魚馴養後須進行參考毒物試驗,以確定該批鯉魚之敏感度。
 - 5.參考毒物試驗結果(LC_{50})須建立品質管制圖,建立方法為累積至少 15 筆參考毒物試驗結果,計算其平均值及標準偏差(SD),以平均值 $\pm 2SD$ 為警告上下限值,以平均值 $\pm 3SD$ 為管制上下限值。不足 15 筆數據時,可先以 5 筆參考毒物試驗結果建立品質管制圖,再逐漸累積數據。品質管制圖每年應重新製備一次,即使用前一年最後 15 筆參考毒物試驗結果進行計算,若前一年之數據不足 15 筆時,得依序沿用歷年之數據補足 15 筆。
 - 6.參考毒物試驗結果若超出 $\pm 3SD$,或最近 20 次有 2 次以上超出 $\pm 2SD$,須檢討誤差來源 執行矯正措施並重新進行參考毒物試驗

十、精密度及準確度

單一實驗室以氯化鈉進行生物急毒性試驗結果，96 小時 LC_{50} 之平均值為 9.25 g/L，變異係數為 25.2% (n = 5)。

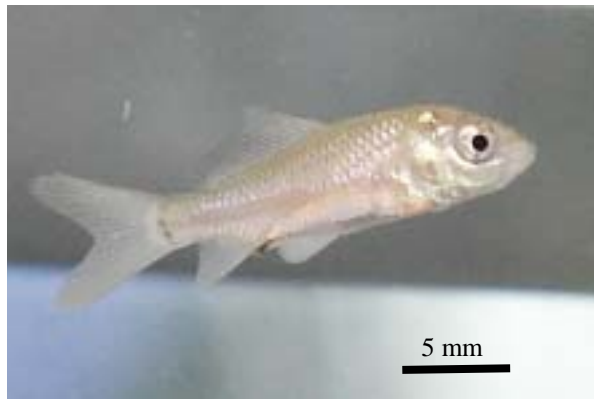
十一、參考資料

- (一) U.S. EPA, Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms, EPA-821-R-02-012, 2002.
- (二) American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, Part 8000, 2012.
- (三) OECD, Guideline for Testing of Chemicals, Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test., 1992.
- (四) 陳弘成，魚類毒性試驗標準方法之研究，EPA-83-E3S5-09-03-02，中華民國 83 年。
- (五) 李俊宏、柳家瑞，魚類急毒性試驗研究，環保署環境檢驗所環境調查研究年報第 2 號，中華民國 83 年。
- (六) 台灣魚類資料庫，<http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/home.php>，中央研究院生物多樣性研究中心。

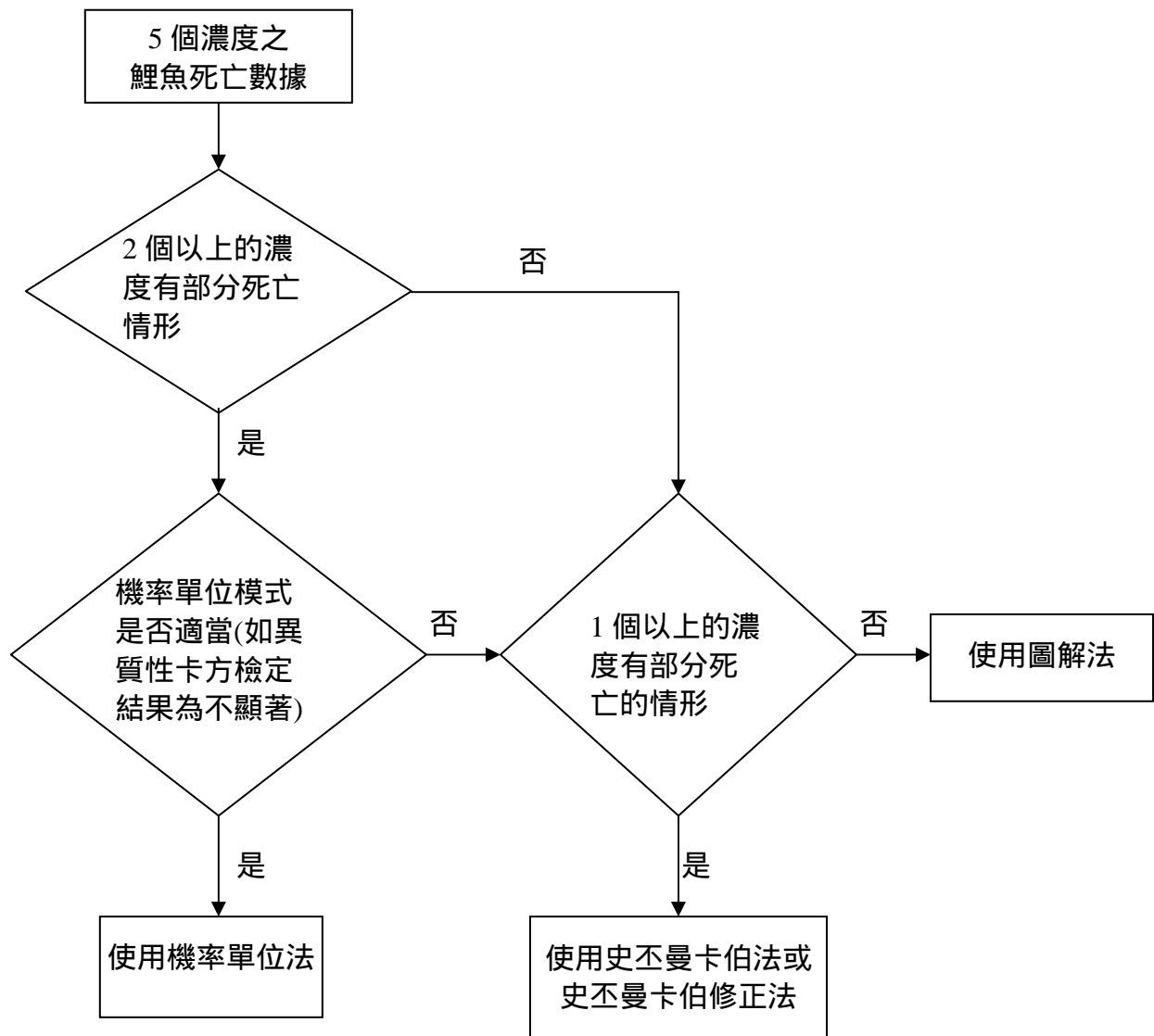
註 1：動物之科學應用應依「行政院農業委員會」訂定之「動物保護法」及其相關規定辦理。生物屍體之清除及處理，依一般事業廢棄物相關規定辦理。

註 2：自來水可使用活性碳過濾或曝氣等方式去氯，但不可使用化學藥劑去氯。

註 3：每公升試驗水樣承受之試驗生物總重不得超過 2.0 g。



圖一、鯉魚幼魚



圖二、96 小時 LC_{50} 之計算流程圖

附錄：LC₅₀ 計算方法

一、機率單位法

(一) 使用條件

1. 5 個試驗濃度之死亡百分率，須有至少一個 50%，及至少一個 50%。
2. 5 個試驗濃度須有 2 個以上的濃度有部分死亡的情形，也就是死亡百分率數據須有至少 2 個大於 0 且小於 100%。

(二) 計算步驟

1. 可使用程式 probit.exe 進行計算。
2. probit.exe 之輸入範例如圖 1，輸出結果如圖 2。本程式之結果輸出檔為文字檔，內容包含異質性之卡方檢定結果 (Chi - square test for heterogeneity) 及 LC₅₀ 計算結果。計算所得之卡方值 (Chi - square for heterogeneity (calculated)) 須小於查表值 (tabular value at 0.05 level)，LC₅₀ 之計算結果才可採用。
3. 若數據輸入後出現 Overflow 或錯誤訊息、結果輸出檔呈現錯誤訊息、或計算所得之卡方值未小於查表值，則改用史丕曼 - 卡伯法進行計算。

(三) 範例

1. 若結果數據如表 1 之結果 1，因試驗濃度 40% 及 60% 出現部分死亡情形，故使用機率單位法進行計算。
2. 執行 probit.exe 檔，數據輸入如圖 1，結果如圖 2。

(1) 計算所得之卡方值 (5.151) 小於查表值 (7.815)，故機率單位模式適用於此組數據。

(2) LC₅₀ 為 56%，TU_a 為 1.79。

二、史丕曼 - 卡伯法及史丕曼 - 卡伯修正法：

(一) 使用條件

1. 5 個試驗濃度之死亡百分率數據經過平滑化及調整後，須有至少一組 50%，及至少一組 50%。
2. 5 個試驗濃度之死亡百分率數據經過平滑化及調整後，必須有 1 個以上的濃度有部分死亡的情形。
3. 若最低濃度之平滑調整死亡百分率為 0%，且最高濃度之平滑調整死亡百分率為 100%，則使用史丕曼 - 卡伯法。若不符合前述條件，則使用史丕曼 - 卡伯修正法。

(二) 計算步驟

1. 可使用程式 tsk.exe 進行計算。
2. tsk.exe 之輸入範例如圖 3，輸出結果如圖 4。本程式會自動進行死亡百分率數據之平滑化及調整，而結果輸出內容包含 SPEARMAN - KARBER TRIM 之數值及 LC_{50} 計算結果。

(1) 若 SPEARMAN - KARBER TRIM 之數值為 0%，代表計算時使用史丕曼 - 卡伯法。

(2) 若 SPEARMAN - KARBER TRIM 之數值非 0%，代表計算時使用史丕曼 - 卡伯修正法。

(三) 範例

1. 若結果數據如表 1 之結果 2，雖然試驗濃度 40% 及 100% 出現部分死亡情形，但機率單位法無法計算，故使用史丕曼 - 卡伯法或史丕曼 - 卡伯修正法進行計算。

2. 執行 tsk.exe 檔，數據輸入如圖 3，結果如圖 4。

(1) 計算所得之 SPEARMAN - KARBER TRIM 為 20.51%，代表計算時使用史丕曼 - 卡伯修正法。

(2) LC_{50} 為 92%， TU_a 為 1.09。

三、圖解法：適用於各濃度均無部分死亡的情形。

- (一) 5 個試驗濃度之死亡百分率數據經過平滑化及調整後，須有至少一組 50%，及至少一組 50%。

(二) 計算步驟

1. 將死亡百分率數據平滑化：

(1) 假設空白試驗之死亡百分率為 p_0 ，而樣品 5 個濃度之死亡百分率依序為 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 、 p_5 （由低濃度至高濃度）。若死亡百分率未依循 p_0 至 p_5 之順序，則必須進行平滑化。

(2) 進行平滑化時，將不符合上述順序之相鄰死亡百分率加總後平均，再以平均值取代原有之死亡百分率。

舉例來說，若 $p_1 = p_2 = p_3 < p_0 < p_4 = p_5$ ，則不符順序之數據為 p_0 、 p_1 、 p_2 、 p_3 。此時需進行數據平滑化，將 p_0 至 p_3 加總平均，並以平滑後之死亡百分率取代原有之 p_0 至 p_3 ： $p_0^s = p_1^s = p_2^s = p_3^s = (p_0 + p_1 + p_2 + p_3)/4$ 。

2. 死亡百分率調整：完成死亡百分率平滑化後，若 $p_0^s > 0$ ，則將樣品各濃度之死亡百分率依據 p_0^s 加以調整。

$$p_i^a = (p_i^s - p_0^s) / (1 - p_0^s)$$

p_i^a ：稀釋樣品 i 之調整死亡百分率

p_i^s ：稀釋樣品 i 之平滑化死亡百分率

p_0^s ：空白試驗之平滑化死亡百分率

3. 將樣品濃度（對數座標軸）對調整死亡百分率（線性座標軸）作圖。找出括住 50% 之兩點，畫一直線。找出此一直線上死亡百分率為 50% 時之濃度值，即為 LC_{50} 。

(三) 範例

1. 若結果數據如表 1 之結果 3，死亡百分率計算結果依序為 5%、0%、0%、0%、100%、100%。

2. 因 p_0 至 p_3 未依循 p_0 至 p_5 之順序，故進行死亡百分率平滑化。平滑後之死亡百分率依序為 1.25%、1.25%、1.25%、1.25%、100%、100%。

3. 因 $p_0^s > 0$ ，故進行死亡百分率調整。調整後之死亡百分率依序為 0%、0%、0%、0%、100%、100%。

4. 將樣品濃度（對數座標軸）對調整死亡百分率（線性座標軸）作

圖如圖 5。在濃度 60% 及 80% 之資料點之間畫一直線，該直線上死亡百分率為 50% 時，濃度值為 69.28%，故 LC_{50} 為 69%， TU_a 為 1.45。

表 1、試驗生物死亡數量原始數據（每組之試驗生物均為 20 隻）

| 放流水濃度 | 結果 1 | 結果 2 | 結果 3 |
|-----------|-------|-----------------|------|
| 空白試驗(控制組) | 0 | 1 | 1 |
| 20% | 0 | 0 | 0 |
| 40% | 3 | 2 | 0 |
| 60% | 9 | 0 | 0 |
| 80% | 20 | 0 | 20 |
| 100.0% | 20 | 16 | 20 |
| 分析方法 | 機率單位法 | 史丕曼 - 卡伯 修正法 | 圖解法 |

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
 USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
 Version 1.5

Do you wish abbreviated (A) or full (F) input/output? a
 Output to printer (P) or disk file (D)? d
 File name for output? Test1
 Title? Test1

Number responding in the control group = ? 0
 Number of exposure concentrations, exclusive of controls? 5

Input data starting with the lowest exposure concentration

Concentration = ? 20
 Number responding = ? 0
 Number exposed = ? 20

Concentration = ? 40
 Number responding = ? 3
 Number exposed = ? 20

Concentration = ? 60
 Number responding = ? 9
 Number exposed = ? 20

Concentration = ? 80
 Number responding = ? 20
 Number exposed = ? 20

Concentration = ? 100
 Number responding = ? 20
 Number exposed = ? 20

| Number | Conc. | Number Resp. | Number Exposed |
|--------|----------|-----------------|-------------------|
| 1 | 20.0000 | 0 | 20 |
| 2 | 40.0000 | 3 | 20 |
| 3 | 60.0000 | 9 | 20 |
| 4 | 80.0000 | 20 | 20 |
| 5 | 100.0000 | 20 | 20 |

Do you wish to modify your data? n

The control response = 0
 Do you wish to modify it? n

Output stored in Test1

圖 1、probit 程式之輸入範例

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
 USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
 Version 1.5

Test1

| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls |
|----------|----------------|--------------|--------------------------------|---|
| 20.0000 | 20 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40.0000 | 20 | 3 | 0.1500 | 0.1500 |
| 60.0000 | 20 | 9 | 0.4500 | 0.4500 |
| 80.0000 | 20 | 20 | 1.0000 | 1.0000 |
| 100.0000 | 20 | 20 | 1.0000 | 1.0000 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 5.151
 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815

Test1

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|----------------|-----------------------|--------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 31.620 | 22.002 | 37.962 |
| LC/EC 50.00 | 55.550 | 49.626 | 61.121 |

圖 2、probit 程式之結果範例

```

TRIMMED SPEARMAN-KARBER METHOD.  VERSION 1.5

ENTER DATE OF TEST:

ENTER TEST NUMBER:

WHAT IS TO BE ESTIMATED?
(ENTER "L" FOR LC50 AND "E" FOR EC50)
L
ENTER TEST SPECIES NAME:

ENTER TOXICANT NAME:

ENTER UNITS FOR EXPOSURE CONCENTRATION OF TOXICANT:
%
ENTER THE NUMBER OF INDIVIDUALS IN THE CONTROL:
20
ENTER THE NUMBER OF MORTALITIES IN THE CONTROL
1
ENTER THE NUMBER OF CONCENTRATIONS
(NOT INCLUDING THE CONTROL; MAX = 10)
5
ENTER THE 5 EXPOSURE CONCENTRATIONS (IN INCREASING ORDER):
20 40 60 80 100
ARE THE NUMBER OF INDIVIDUALS AT EACH EXPOSURE CONCENTRATION EQUAL(Y/N)?
Y
ENTER THE NUMBER OF INDIVIDUALS AT EACH EXPOSURE CONCENTRATION:
20
ENTER UNITS FOR DURATION OF EXPERIMENT
(ENTER "H" FOR HOURS, "D" FOR DAYS, ETC.):

ENTER DURATION OF TEST:
96
ENTER THE NUMBER OF MORTALITIES AT EACH EXPOSURE CONCENTRATION:
0 2 0 0 16
WOULD YOU LIKE THE AUTOMATIC TRIM CALCULATION(Y/N)?
Y

```

圖 3、tsk 程式之輸入範例

| | | | |
|---|--|----------------|-------------|
| DATE: | TEST NUMBER: | DURATION: | 96 |
| TOXICANT : | | | |
| SPECIES: | | | |
| RAW DATA: | Concentration (%) | Number Exposed | Mortalities |
| ----- | | | |
| | .00 | 20 | 1 |
| | 20.00 | 20 | 0 |
| | 40.00 | 20 | 2 |
| | 60.00 | 20 | 0 |
| | 80.00 | 20 | 0 |
| | 100.00 | 20 | 16 |
| SPEARMAN-KARBER TRIM: | | 20.51% | |
| SPEARMAN-KARBER ESTIMATES: | LC50: | | 91.97 |
| | 95% LOWER CONFIDENCE: | | 89.05 |
| | 95% UPPER CONFIDENCE: | | 94.99 |
| NOTE: | MORTALITY PROPORTIONS WERE NOT MONOTONICALLY INCREASING. ADJUSTMENTS WERE MADE PRIOR TO SPEARMAN-KARBER ESTIMATION. | | |
| ----- | | | |
| WOULD YOU LIKE TO HAVE A COPY SENT TO THE PRINTER(Y/N)? | | | |

圖 4、tsk 程式之結果範例

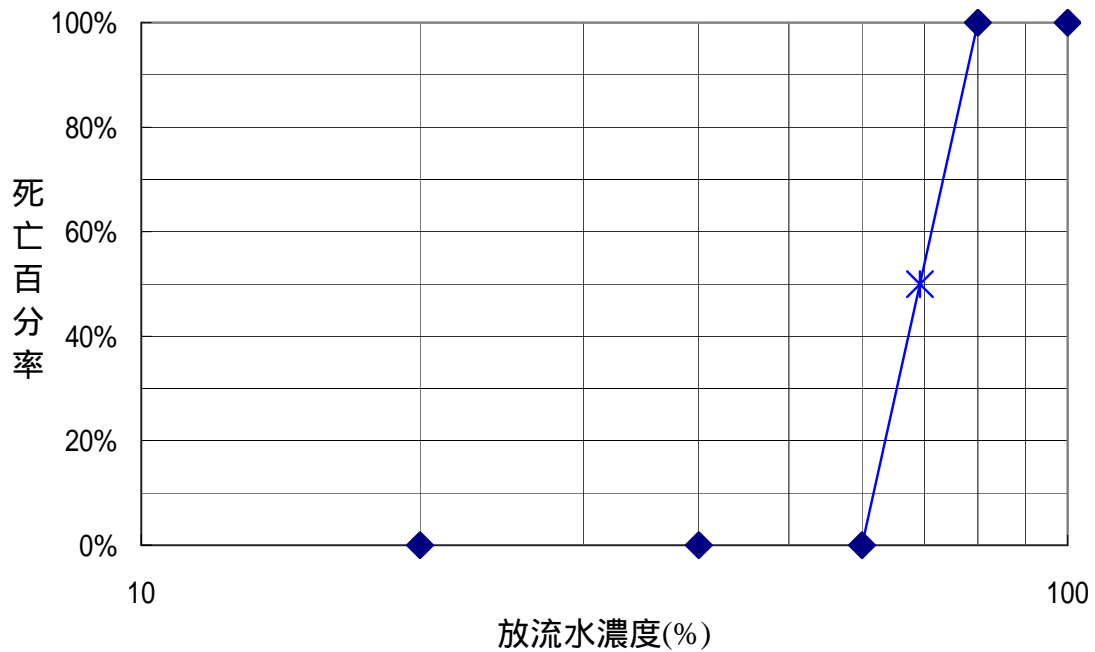


圖 5、圖解法作圖範例