

# 第五章 結論與建議

## 5.1 結論

經過本研究實驗結果與分析得到以下幾點結論：

1. 對於本研究的 108 種毒性化學物質低影響抑制濃度來說，比較此三個實驗參數 $\Delta$ DO、Biopopulation 以及 Growth rate，以生物質量 (Biomass, Biopopulation) 為最敏感的實驗參數。對於 NOEC 來說以生物質量 (Biomass, Biopopulation) 為最敏感的比率約為 81.48%。EC<sub>10</sub> 為 61.11%。NEC 則為 79.63%。
2. 對於本研究中的毒性化學物質而言，此四個反應終點參數利用 Dunnett's test 計算出 NOEC、LOEC、利用不同的劑量反應模式所求的 EC<sub>10</sub> 以及利用迴歸關係所得到的 NEC，其敏感度的關係為 NOEC $\geq$ EC<sub>10</sub>>LOEC $\approx$ NEC。且平均中斷值約為 9.92%比 10%要低。因此可用 NOEC 當作為環境危害評估中的一參考底限並且 NOEC 值能提供比 EC<sub>10</sub> 更好的保護標準。
3. 急毒性及慢毒性之間的關係對於月芽藻有一非常良好的關係，平均 ACR 值非極性麻醉性 (Non-polar narcosis) 對 LOEC、EC<sub>10</sub> 以及 NEC 分別為 2.32 $\pm$ 0.38、4.51 $\pm$ 1.24 及 2.16 $\pm$ 0.40，極性麻醉性 (Polar narcosis) 為 2.88 $\pm$ 0.98、3.47 $\pm$ 0.57 及 2.42 $\pm$ 0.38，反應性 (Reactive) 則為 2.33 $\pm$ 0.72、5.41 $\pm$ 2.72 及 2.83 $\pm$ 0.72。因此對於月芽藻而言，可用試驗的急毒性結果預測慢毒性。因此在環境危害的評估當中，一般所建議的固定因子 10 為一合理的值，可藉由此因子並利用急毒性的結果預測評估慢毒性，

獲得的結果可做為預先評估環境低影響抑制濃度的估計值以及環境品質的標準。

4. 極性麻醉性及反應性的毒性化學物質 ACR 和過去文獻的結果不合，造成此結果的原因可能為由於大部分的對於求得 ACR 值的急毒性以及慢毒性的反應結果，實驗的物種和本研究不同，以及對於急慢毒性分別實驗的天數可能是不相同的，再加上最後觀察的反應終點也不同所造成。
5. 在 QSARs 的部份，本研究對於月芽藻(*Pseudokirchneriella subcapitata*)所建立的 baseline toxicity 回歸方程式的  $R^2$  以及  $Q^2$  皆大於 0.85 以上，即表示此具有良好的預測性，可提供大眾作為非極性麻醉性毒性化學物質的低影響抑制濃度的預測。
6. 極性麻醉性作用機制的 QSARs 線性回歸中再加入  $E_{LUMO}$  後，對於  $R^2$  及  $Q^2$  雖無明顯的改善，但原本屬於 outliers 的毒性化學物質，變成非 outliers 的情況，即代表此類作用機制的化學物質毒性是和電子的轉移有關，因此對於急性麻醉性作用機制使用除使用  $\log P$  以外，再加上一電子參數  $E_{LUMO}$  可改善 QSAR 回歸結果。
7. 和其他同是以月芽藻為實驗物種的毒性試驗結果比較可發現，本研究的結果是較為敏感，本研究的實驗方法只要以往二分之一的試驗時間以及較少量測試物種就可以得到良好的實驗結果再現性與敏感度。鱒魚的敏感度相似於月芽藻且其兩者之間的相關性良好，可用月芽藻作為鱒魚的替代物種。

## 5.2 建議

1. 對於 NOEC 方面的分析顯示出整組實驗的變異性對結果有很大的影響，而實驗濃度區間的選擇也是主要需注意的地方，特別是對於低濃度處理組的實驗，這些因子皆可能造成 NOEC 值有高估的情況，而無法提供較為嚴格的評估結果。
2. 對於反應性作用機制，無法將其建立一包含所有本研究所有毒性化學物質的 QSAR 的關係，建議能在尋找適合的參數，以求能改善回歸效果。

