

題目名稱：蝦咪哇蛤(ㄍㄛ)

一、摘要

有鑑於水域重金屬汙染嚴重，希望找出生物存活率和重金屬濃度之間的關聯。實驗採用對環境適應力強且分布廣泛的豐年蝦，探討其在硫酸鎳、硫酸鋅、硫酸銅水溶液中存活率的高原期。結果顯示，實驗生物在較高濃度(100 ppm)的金屬溶液的存活率皆比較低濃度(50 ppm)低。同時，三種重金屬中 Cu 相較 Zn 和 Ni 擁有更明顯的毒性。

二、探究題目與動機

海洋環境汙染問題是全球共通的議題，而放在四面環海的台灣又更值得大眾關心；原先以口罩浸泡海水之中作為實驗設計(參考國立海洋生物博物館《奧秘海洋》122期〈今晚我想來點……口罩〉)，後續言用以發想實驗主題且作為參考。1986年的綠牡蠣新聞顯示人們無形中接觸重金屬汙染的高度可能。設置於出海口沙洲地帶的牡蠣，顯示出高機率帶有銅離子，表示特定生物確實能反映出該地區水質汙染的程度。選擇實驗生物須考量成本與合理性。豐年蝦為生態系中的底層角色，能夠使我們了解食物鏈底層的汙染狀況，亦能透過生物累積性推算出該地區生物受重金屬汙染的情況。發展高科技是全球趨勢，但同時會對水域造成許多汙染。根據新竹科學園區水質報告，以及新竹在地海岸所承受汙染項目中15段海岸樣站採集結果(劉靜榆, 2018)，其中以位於新豐鄉竹北市交界鳳鼻測站紀錄14項重金屬相較其他區域超標，推估為附近垃圾掩埋場以及太空包拋棄現象後果。我們將超標的14種重金屬根據學校化學實驗室能提供之藥品做了篩選，最終決定以銅(Cu)、鋅(Zn)、鎳(Ni)三項作為本實驗採用之重金屬溶液。

三、探究目的與假設

研究目的

- 1.建立數據化的水汙染生物指標(豐年蝦)
- 2.確定豐年蝦在硫酸鎳、硫酸鋅、硫酸銅水溶液且不同濃度中存活數量

研究假設

- 1.高濃度重金屬水溶液中, 豐年蝦存活率較低
- 2.高濃度重金屬水溶液中豐年蝦存活時長較短

四、探究方法與驗證步驟

一、研究設備與器材:

(一) 實驗藥品

1. NiSO₄
2. CuSO₄
3. ZnSO₄

(二) 實驗器材

1. 海水素
2. 豐年蝦孵化筒
3. 水族缸
4. 打氣機
5. 三通閥
6. 100目、200目細孔濾網
7. 100目、200目細孔尼龍濾布

二、研究架構

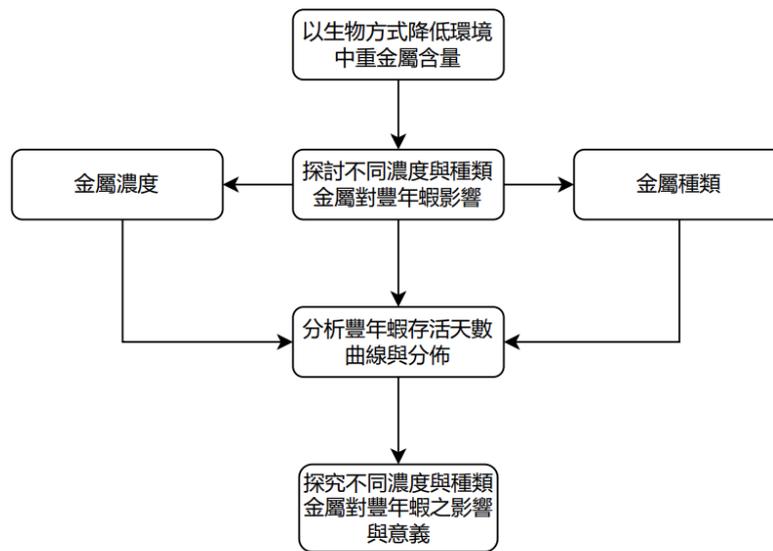
實驗設計

實驗假設重金屬會影響豐年蝦存壽命與存活率, 探討豐年蝦生活在不同種類重



金屬、不同濃度的水溶液中「存活率」與存活高原期長度。

圖(一)無節幼蟲時期的豐年蝦



圖(二) 實驗流程圖

實驗步驟

配置 50、100 ppm 的 NiSO_4 、 CuSO_4 、 ZnSO_4 與 17‰ 鹽水溶液。用顯微鏡挑選 20 顆浮卵放入樣品瓶中，加入 10 ml 重金屬水溶液。每種重金屬溶液各濃度分裝置於小型樣品瓶內，每瓶 20 隻豐年蝦。以 12 小時為一週期，連續觀察 15 個週期。此週期時長以純水對照組總存活時間觀察結果而定。

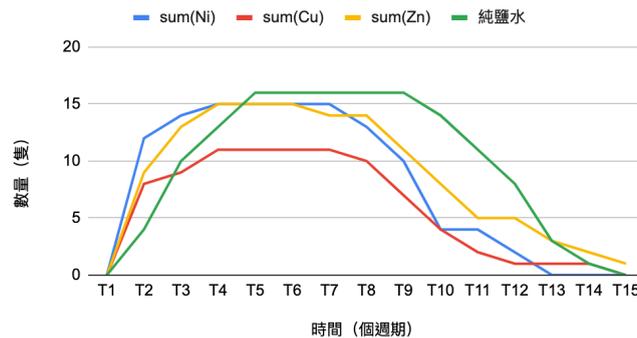


圖(四) 飼養豐年蝦的孵化筒及裡面的豐年蝦

表(一)可看出50 ppm的濃度下, 重金屬與純水的趨勢有明顯差異。T3 到 T6 為重金屬溶液之存活數量高原期, 並於T9同時下跌。整體可看出, 越後期則受重金屬影響越大。

單以重金屬而言, 銅與鎳、鋅差異大, 前者的最大存活量是所有實驗組中最少, 且下降幅度最和緩。三者重金屬之存活數皆在T14後貼近於零。

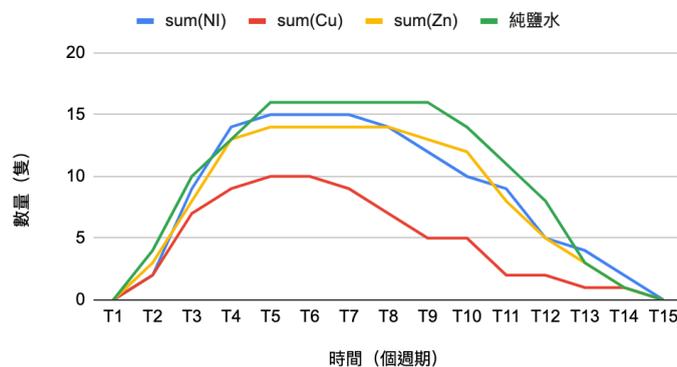
表(一)50 ppm三種金屬水溶液中存活數量與時間關係折線圖



表(二)可知看出其趨勢前期與表(一)類似, 但下降幅度更為明顯。表(二)高原期在T3 到 T5, 但是, 鎳、鋅在 T9 到 T11 整體生存數量卻多於50 ppm之同週期, 推測與參考文獻提及之必要金屬相關。相較於50 ppm之濃度, 純水組的趨勢與100 ppm更為相似, 但後期數量差距也更明顯, 並與50 ppm明顯區別。

銅與鋅、鎳的差別依舊與表(一)類似。本濃度在 T13 後存活數量趨近於零。

表(二)100 ppm三種金屬水溶液中存活數量與時間關係折線圖



五、結論與生活應用

研究結果顯示，較高濃度(100 ppm)金屬溶液對生物存活的抑制作用較 50 ppm 更明顯，且 Cu 的影響較強，Zn 和 Ni 亦有明顯的毒性。純水組的存活數量最高，驗證 Ni, Cu, Zn 金屬對豐年蝦生存具有負面影響。未來研究可進一步探討不同環境條件與生物種類對金屬毒性的影響，以文蛤為出發點進行更多探討發想，以更全面理解重金屬對生態系統的危害。

本實驗結果可應用至水質測定，汙染地區豐年蝦存活率在與表(一)、表(二)比對後，可得知該地區特定重金屬汙染程度。

參考資料

英文文獻

1. Ali, H., Khan, E., Ilahi, I., 2019. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *J. Chem.* 1–14 <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>.
2. Cherian, M. G., & Goyer, R. A. (1978). Metallothioneins and their role in the metabolism and toxicity of metals. *Life sciences*, 23(1), 1-9.
3. Elumalai, M., Antunes, S. C., & Guilhermino, L. (2002). Effects of single metals and their mixtures on selected enzymes of *Carcinus maenas*. *Water, Air, and Soil Pollution*, 141(1-4), 273-280. <https://doi.org/10.1023/A:1021339925478>
4. Harris, E.D. (2013). Copper, Biological Functions. In: Kretsinger, R.H., Uversky, V.N., Permyakov, E.A. (eds) *Encyclopedia of Metalloproteins*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1533-6_128
5. Hennig, H. F. (1986). Metal-binding proteins as metal pollution indicators. *Environmental Health Perspectives*, 65, 175-187.
6. Kulbacka, J., Choromańska, A., Rossowska, J., Weźgowiec, J., Sączko, J., & Rols, M. P. (2017). Cell membrane transport mechanisms: ion channels and electrical properties of cell membranes. *Transport across natural and modified biological membranes and its implications in physiology and therapy*, 39-58.
7. Muñoz, J., & Pacios, F. (2010). Global biodiversity and geographical distribution of diapausing aquatic invertebrates: the case of the cosmopolitan brine shrimp, *Artemia* (Branchiopoda, Anostraca). *Crustaceana*, 465-480.

8. Wickins, J. F. (1972). The food value of Brine Shrimp, *Artemia salina* L., to larvae of the prawn, *Palaemon serratus* Pennant. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 10(2), 151-170.
9. Van Stappen, G. (2002). "Zoogeography," in *Artemia: Basic and Applied Biology*, eds Th. J. Abatzopoulos, J. A. Beardmore, J. S. Clegg, and P. Sorgeloos (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers) 171–224.

中文文獻

10. 劉靜榆 (2018)。新竹海岸基質重金屬污染分析。台灣生物多樣性研究, 20(1), 35-72。
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=20766971-201801-201807250015-201807250015-35-7>
11. 交通部氣象署, 新竹浮標每月海水表面溫度統計表
https://www.cwa.gov.tw/V8/C/C/MMC_STAT/sta_sea.html
- 12.〈今晚我想來點……口罩〉, 國立海洋生物博物館《奧秘海洋》122期
- 13.〈海洋微生物與我們有什麼關係?〉, 國立海洋生物博物館《奧秘海洋》114期