

赴日本東京大學研究各種不同型態重金屬對水生生物的毒性及降低重金屬毒性的方法

謝介士

東港分所

一、目的

台灣的河川短促，而且地形陡峭，因此水資源十分有限，加上工業的發展污染了部份水源，因而常發生疑似漁業公害案件。經學術研究單位的調查，發現部份水域有重金屬含量偏高的現象，而偏高的重金屬很難去除，而且對於幼小且脆弱的水產幼苗活存將產生嚴重的影響。因此，政府目前規劃發展的「亞太地區

水產種苗供應中心」，亦將面臨嚴重的考驗。

本所為預為事先探討研究解決的對策，於86年度農業科技研發管理基金的預算項下，派遣筆者前往日本東京大學大學院農業生命科學水圈生物學科水產海洋講座，在二村義八朗教授的指導下研究重金屬在水中的各種型態對魚蝦幼苗之毒性，及降低重金屬毒性以提高魚蝦幼苗培育活存率之方法。

二、過程

於民國86年6月11日啟程前往日本東京大學，至同月18日返國，為期8天。

(一)6月11日

啟程前往日本東京大學。

(二)6月12日

前往東京大學大學院農業生命科學水圈生物學科水產海洋講座，先到二村義八朗教授的研究室報到，再拜訪福代康夫博士及古谷研博士。其餘時間則與二村教授討論重金屬在水中的各種型態可能對魚蝦幼苗產生毒性的尺寸，及降低重金屬毒性以提高魚蝦幼苗培育存活率之方法，二村教授亦提供一些參考文獻供筆者往後研究時參考。

(三)6月13日

前往設於千葉縣我孫子市之電力中央研究所水產技術研究室拜訪清野通康博士，並與專門研究植物性浮游生物與重金屬關係之武田信雄博士討論不同海域之植物性浮游生物對重金屬之累積情形，結論是因不同海域之水質條件不同，因此與重金屬所產生之各種有機與無機錯化合物亦不同，因而影響了植物性浮游生物對重金屬的累積。同時亦參觀該研究所之比目魚高密度循環水養殖試驗之設施。

(四)6月14—15日

14—15日是日本每週之例假日，因此在二村義八朗教授的安排下，至東京葛西臨海水族園，除參觀其美麗的水族世界外，並由該水族園之調查科長櫻井 博先生引導參觀水族園之過濾循環設備，其維生系統主要是利用臭氣及微生物處理養殖用水，是一個值得我們觀摩的地方。另外，亦參觀東京都新設立之水世界展覽館。其餘時間，則趁此機會至東京都之書局購買相關之書籍，以供往後研究時參考。

(五)6月16—17日

再與二村義八朗教授討論筆者以往之研究成果，以及往後必須再加以探討的項目。在此一對一的討論中，二村教授提供筆者很多從事研究工作上的寶貴意見，包括試驗結果之數據解析、探討問題之態度與尋求解決的方法。

(六)6月18日

返國。

三、心得

此次出國研究，十分感謝廖所長的推薦，方得前往東大的機會，並受到二村教授生活上細心的照顧以及研討過程中全心的指導與安排，使筆者受益良多。

筆者於臺灣省水產試驗所服務已逾十七年，以往一直從事有關水質分析、池塘管理、天然水域之水質環境調查、公害鑑定以及重金屬對水生生物的毒性研究，雖然在與國內有關這方面的專家學者研討中，吸收了相當多的知識與經驗，但總缺乏針對某一題目與有經驗的專家學者有系統的、充分的研究討論的機會，而此次在農業科技研發管理基金的經費支援及廖所長的推薦下，才得以前往日本東京大學大學院農業生命科學水圈生物學科水產海洋講座，接受在此方面已有三十年以上研究經驗的二村義八朗教授的指導與討論，雖僅有短短的8天，但受益良多。

在與二村教授的討論中歸納得知，水中之重金屬經過簡單的薄膜過濾，可分成溶解性的和顆粒性的兩部份，如果要進一步的細分，則比較困難。而目前國內有關重金屬對水生生物的毒性影響，則僅限於水中總重金屬濃度對水生生物的影響研究。至於進一步有關溶解性的各種重金屬型態對水生生物的影響研究，則幾乎沒有，就是世界各國亦很少。但所謂溶解性的重金屬部份，通常尚包含自由金屬離子、無機錯化合物，有機錯化合物及部份膠體上所吸附的金屬。故 Rona et al.(1962)；William (1969)；Fitzerald & Lyons(1973)均曾發現在沿岸水域中的Zn、Cu、Mn和Hg均可形成穩定的有機錯化合物。Foster & Morris(1971)曾經發現在沿岸水域中有 6至40%的溶解性銅形成有機銅錯化合物，而這部份的量可能和海洋的基礎生產量、生物的排泄量以及有機物的分解量有關。Fukai et al.(1973)研究海水中的鋅，亦發現有類似的結果。而水域中重金屬的存在形態，可決定該金屬對環境造成衝擊之大小。Davey et al.(1974)研究銅的毒性大小時，發現銅的毒性和其形成有機銅錯化合物的量有關。Hutchinson & Stokes(1975)發現湖水中銅對藻類的毒性，不是和湖水中銅的總濃度有關，而僅和其中的一小部份有關。Sibley & Morgan (1975)指出銅對海洋植物性浮游生物的毒性主

要決定於水中銅離子的活性度。Manahan & Smith (1973) ; Brown et al.(1974)證實有機配位基(organic ligand) 能抑制微量金屬元素被吸收。Andrew(1977)認為有機配位基能提高金屬的開始毒性濃度(Toxic threshold)。另外，Bryan(1976) 比較 Corner & Sparrow(1956, 1957) ; Boney et al.(1959)研究有機與無機形式的汞對貝類(*Elminius modestus*)、豐年蝦(*Artemia salina*)及橈腳類(*Acartia clausi*) 幼苗之毒性發現，不同形式的有機汞與無機汞對同一種生物的毒性均不同，而同一種化合物對不同生物亦產生不同的毒性，這與汞在不同脂肪含量的溶解度以及生物被這些汞滲透入體內的量有關。Lawrence (1981) 指出EDTA可以降低銅和鎘之毒性，Licop(1985)亦指出EDTA加入草蝦苗的培育水中，可以提高蝦苗的活存率。由以上之討論可知，水中不同型態的重金屬，其對水生生物的毒性均皆不同，某些錯合重金屬型態的重金屬可以被水生生物吸收，有的則不能。而初步確定，在有重金屬污染的水中，添加類似EDTA的有機物，有降低重金屬毒性的效果。而事實上，在魚蝦幼苗的培育水中，因餵食魚蝦幼苗餌料的關係，培育水中已含有高濃度的有機物，若不勤於換水，則在有重金屬污染時，反會因重金屬被這些有機物錯合，而使重金屬的濃度不致於高過到魚蝦幼苗會致死的濃度，以致有比較高的活存率。這個現象可能就是有時臺灣的繁殖戶在培育魚蝦幼苗時換水愈多，反而魚蝦幼苗的活存率愈低，不換水反而有較高之活存率之原因。但由於此次赴日時間太過於短促，因此僅能對本人現有的數據，與二村教授交換意見並充分討論，而無法立即設計實驗，即利用日本當地的生物材料進行試驗，以驗證討論的結果，只好回國後，再以本國的生物為材料，進行測試，來驗證討論的結果，此乃此次赴日唯一憾事。

另外，對於日本水產研究為何能領先世界各國的原因，有了進一步的瞭解。除了日本政府投資大筆經費，在全國各地設立試驗場所，以及研究人員的努力之外，日本的民間社團亦積極的參與從事研究，也是原因之一。例如此次前往參觀設於千葉縣我孫子市之電力中央研究所附設的水產技術研究室，亦從事生物技術及高密度循環水養殖等研究，而該研究所即

屬於財團法人的機構。政府及民間如此積極的進行研究，難怪其水產研究能領先世界各國。

四、建議

我國的水產試驗研究，尤其在水產養殖方面的技術，並不比先進國家差，有些甚至領先，為了保持此項領先的情況，根據筆者此次在日本的訪問研究，提出以下兩點建議：

(一)加強基層研究人員的在職訓練：

科技發展一日千里，不進則退。除了研究人員本身必須隨時充實自己，加強研究試驗的智能外，亦應給予在職進修的機會，有時甚至於必須強迫其進修，否則只有研究人員自身的努力，閉門造車，進步可能會十分緩慢，甚至於誤入歧途，若能得到適當的指導與訓練，則進步會加速，對於國家整體的科技發展必定有所幫助。

(二)增加試驗研究單位的圖書、雜誌及網路資料查尋的設備與經費：

從事任何一項研究，均必先從資料收集開始，充份的收集有關資料並加以詳細閱讀，才能對往後的研究工作，得到事半功倍的效果，否則可能會重覆已被研究完成的題目，或誤入歧途，而浪費很多不必要的時間及精力。因此，必須增加圖書、雜誌經費，才能充份供給研究人員的研究需要。另外，對資料查尋的設備也必須具備，因為在這資訊爆炸的時代裡，每天都會出現各種不同的資訊，沒有一個圖書館，可以收集到全世界各地的資料，若單位內所收集的資料非常的多，也必須要有快速的查尋系統，否則研究人員可能很難找到所需要的資料。筆者此次在日本東大的訪問研究，就見識到東大圖書館對資料查尋的方便快捷，可以在最短的時間內取得所需要的資料。因此試驗研究單位，應儘速架構電腦網路，以便能透過網際網路快速查尋所需要的世界上各種最新的資料。