

# 土壤與廢棄物

## 重金屬的生物有效性為驅動抗生素抗藥性共選擇的關鍵 Metal bioavailability is the key to driving co-selective antibiotic resistance

沈致遠(C.Y. Shen), 林居慶(C.C. Lin)\*

國立中央大學環境工程研究所 [chuching@ncu.edu.tw](mailto:chuching@ncu.edu.tw)

### 摘要

近年來隨著抗生素的濫用與不當使用，已使得環境和臨床中感染具多重抗藥性病原菌之案例逐年升高。由於大部分的致病菌已知多是透過一般環境(特別是農業系統)微生物而獲得抗性基因，因此環境中抗生素抗藥性的加速發展所引發的公共衛生問題實有必要深入了解。值得注意的是，重金屬已被視為極可能是維持抗生素抗藥性在環境流佈存續的關鍵因子之一，但此種非傳統抗生素抗性發展的途徑(即透過金屬的共選擇機制而誘發對於抗生素的抗藥性)，截至目前為止仍未得到廣泛的研究，尤其是重金屬的生物有效性於此途徑所扮演的角色。本研究以自由離子活性模型(即 free ion activity model, FIAM)為基礎，在調控不同氯離子與 EDTA 濃度的狀態下，讓模式生物大腸桿菌交互暴露在亞致死濃度的 0.125 ppm 總銅離子與 5 ppm 四環黴素 14 天，監測於此不同暴露條件、不同天數中的細胞最終對於四環黴素的抗藥性濃度是否有所變化，以測試非錯合/螯合的銅離子為主要能被細菌攝入的銅物種，並藉此誘發細菌的抗生素抗藥性。實驗結果顯示，即使總銅離子濃度固定，但當培養液中的氯離子濃度越高(或 EDTA 濃度越低)、自由銅離子的濃度也越高時，大腸桿菌的生長抑制越顯著，而此生長抑制從對照組的結果可知，與所施加的氯離子及 EDTA 濃度無關，說明該菌的生長主要受到自由離子型態銅的影響。當大腸桿菌進一步交錯暴露於固定濃度的總銅(但自由銅離子有其濃度低度)與四環黴素時，結果發現隨著自由銅離子濃度的升高，大腸桿菌對於四環黴素的耐受性也提高，與對照組相比可高出 2-4 倍。本研究的結果表明重金屬的生物有效性為驅動抗生素抗藥性共選擇的關鍵，而非重金屬的總濃度，該結果有助於釐清重金屬毒性與抗生素抗藥性的環境風險。

關鍵字：重金屬、生物有效性、共選擇、抗生素抗藥性

Keywords: heavy metal, bioavailability, co-selection, antibiotic resistance