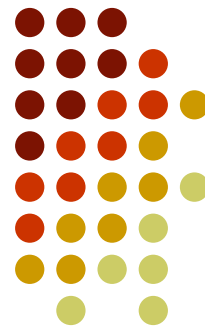


環境工程與科學概論

Lecture 6
Risk Assessment

National University of Tainan
February 2008

李政憲 Ph.D., P.Eng., LEED® AP.



引言

4.1



- 風險評估 (risk assessment) 屬科學面。它是蒐集劑量(dose)和反應(response)間關係的數據
- 另一方面風險管理 (risk management) 是決定該做什麼的過程。這是在極度不確定下，對於如何分配國內資源以保護公共衛生和環境所做的決策



風險的認知

4.3



風險屬性對大眾非常重要，而成為技術界挫折感的來源，但這些都是真實存在的，故必須與大眾溝通風險觀念的人，都得承認這些風險屬性。



風險評估

4.4



- 風險評估分成以下四個步驟：危害性確認、劑量－反應評估、暴露評估、與風險特性化。如圖4-1所示
 - 危害性確認 (hazard identification)
此過程是決定某特定化學成分是否與造成特定的健康問題（如癌症或畸型兒）有因果關係。
 - 劑量－反應評估 (dose-response assessment)
此過程是將管理的或接收到的化學物質劑量與對健康的負面影響事例二者間找出關係特性。
 - 暴露評估 (exposure assessment)
決定以下事項，已暴露在所指之有毒物質中的人口多少及性質、他們已暴露的時間與有毒物質的濃度。
 - 風險特性化 (risk characterization)
將前三步驟整合，以形成對公共衛生問題程度之評估。



危害性確認

4.5之4



- 致癌性 (Carcinogenesis)
 - 化學上的致癌性共有兩種階段：起始期 (initiation) 和蔓延期 (promotion)
- 在動物身上的毒性實驗 (Toxicity Testing in Animals)
 - 實驗層級的起始點是業已描述過相當直接的急性毒性實驗。下一步是將化學物質結構，和其他已知或可疑的人類致癌物，如圖4-6所示來相比

劑量-反應評估

4.6之1



- 劑量反應評估的根本目標，是在人類暴露的毒性物質之量與對該劑量不健康的反應二者間求出數學關係
- 如圖4-8所示，同樣的化學物質可能能夠產生兩種反應

增加的終生致癌風險 = $CDI \times$ 效能因子

劑量-反應評估

4.6之3



- 致癌的效能因子

(Potency Factor for Carcinogens)

$$\text{效能因子} = \frac{\text{增加的終生的致癌風險}}{\text{長期每日攝取量} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} - \text{day}} \right)} \quad (4.11)$$

- 有一種對效能因子的解釋是指長期每日攝取 (chronic daily intake, CDI) 1mg/kg-day所產生的風險，如圖4-10所示
- 將(4.11)式重組可顯示出我們的意向
(4.12)

$$\text{增加的終生致癌風險} = \text{CDI} \times \text{效能因子}$$

劑量-反應評估

4.6之4



- 致癌的效能因子

(Potency Factor for Carcinogens)

- **CDI**的定義是

$$\text{CDI} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} - \text{day}} \right) = \frac{\text{平均每日劑量} \left(\frac{\text{mg}}{\text{day}} \right)}{\text{體重} (\text{kg})} \quad (4.13)$$

風險計算的另一個用途是，評估在政治上可接受之風險程度下的飲水污染濃度

- 風險目標是 10^{-6} ，且產生此種風險的濃度稱為飲用水當量水準 (drinking water equivalent level, DWEL)



- 致癌的效能因子

(Potency Factor for Carcinogens)

- 污染物在飲水中，則CDI可表示為

$$CDI = \frac{\text{濃度} \left(\frac{mg}{L} \right) \times \text{攝取率} \left(\frac{L}{day} \right) \times \text{曝露} \left(\frac{day}{\text{壽命}} \right)}{\text{體重} (kg) \times 70 \left[\frac{\text{年}}{\text{壽命}} \right] \times 365 \left(\frac{day}{\text{年}} \right)} \quad (4.14)$$

- 濃度 (concentration) 是指污染濃度
- 攝取率是指每日飲水量，暴露 (exposure) 是指此人一生中喝受污染的水的天數
- 暴露途徑是吸入污染物，則長期每日攝取量可表示為

(4.15)

濃度是空氣污染濃度，攝取量是指此人暴露於污染中的每天吸入量

$$CDI = \frac{\text{濃度} \left(\frac{mg}{m^3} \right) \times \text{吸入量} \left(\frac{m^3}{day} \right) \times \text{曝露} \left(\frac{day}{\text{壽命}} \right)}{\text{體重} (kg) \times 70 \left[\frac{\text{年}}{\text{壽命}} \right] \times 365 \left(\frac{day}{\text{年}} \right)}$$

