



天災與疫情之環境消毒探討

作者簡介



文上賢上校，中正理工專75年班、陸院89年班、中原大學理學院化學所碩士、戰院94年班；曾任排、連、營長、群指揮官、科長、組長、教育長，現任職於陸軍化學兵學校。

提 要>>>

- 一、環境消毒、滅菌手段與方法種類甚多，其主要目的是要將微生物所引起對人類與環境之危害去除，最常用的方法即是使用化學藥劑。化學消毒藥劑一般分為無機類和有機類兩大類。前者以銀、鋅、銅等重金屬及氯、胺、碘化物為主要原料；後者以酯類、醇類、酚類為主要原料。
- 二、控制疫病狀況從病菌族群及孢子體數殺滅效果研析，概分為：(一)抑菌：能減低病菌族群，但不能確定消滅病菌；(二)消毒：能殺死特定的公共傳染性微生物，但不能確認消滅環境中所有病菌孢子；(三)滅菌：將物體上所有微生物病菌的繁殖體和孢子全部消滅；(四)抗菌：涵蓋消毒、抑菌、殺菌、滅菌等全部的作用。
- 三、藥劑毒性分類美國是以口服半致死劑量 (LD_{50}) 區分，概分為四級，第一級： LD_{50} 小於50mg/kg，為極毒性；第二級： LD_{50} 介於50~500mg/kg，為高

毒性；第三級：LD₅₀介於500~5000mg/kg，為中毒性；第四級：LD₅₀大於5000mg/kg，為低毒性。

四、消毒、滅菌劑用藥多數為化學製品，高劑量藥劑雖可快速消毒、滅菌，但相對亦造成人員及環境生態暴露在較高的風險之中，應儘早執行藥劑對人員及環境生態危害評估工作，以期早期因應降低風險。

關鍵詞：消毒、抑菌、滅菌、藥劑毒性、四級胺、二氧化氯、銀離子

前言

每當發生天然災情或有疫病傳染之虞，除了立即實施救援行動及疫情防制管控外，最重要的即是執行消毒防疫作業，以免爆發疫情滋生另一事端。從過去天然災害來看，國內外較重大災害如凡那比風災（919水災）、莫拉克風災（88水災）、921大地震等；2003年世界性「SARS」流行、2005年美國紐奧良卡崔娜風災、2008年大陸四川地震，至2009年世界性H1N1新型流感爆發傳染，在在都會論及到「消毒」作業。

環境消毒、滅菌手段與方法種類甚多，其主要目的是要將微生物所引起對人類與環境之危害去除，最常用的方法即是使用環境消毒藥劑，但各種微生物對藥劑的作用有很大的差異，雖然有部分藥劑是可殺死所有微生物，但大量使用之毒性對人體亦會產生很大的危害，本文即是針對現行市售環境消毒用藥實施探討，以利天然災害後或疫情發生時，如何選用適當消毒藥劑，遂行環境消毒作業。

名詞定義

一般我們常以「消毒」來概括代表「以某些手段、方法消滅周遭環境病源至安全程度以下，不致使病媒滋生，危害生活環境。」故「消毒」成為一般對已發生污染事件或預防污染事件之作業手段。然就專業角度「消毒」一詞又不足以詮釋相關法規及產品，以下就文獻定義說明環境消毒相關名詞（如表一）。

一、消毒

(一)核生化防護軍語辭典¹

消毒（Decontamination）由受污染對象上清除化學或生物戰劑的技術，目的在避免或減輕對人員的傷害。消毒方法區分多種，消毒原理可概括為兩種類型：一是利用消毒液與戰劑進行化學反應，使戰劑變成無毒或微毒物質；二是利用加熱、水解、吸附、隔離等方法，使毒劑分離、蒸發、轉移。

(二)維基百科²

利用化學品或其他方法消滅大部分微生物，使常見的致病細菌數目減少到安

1 陸軍化學兵學校編，《核生化防護軍語辭典》，頁3-7。

2 維基百科，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw>



全的程度。然而，與滅菌相比，部分細菌孢子、過濾性病毒、肺結核菌及真菌等都有機會未能消滅。

(三)美國環保署³

消毒（Disinfection）能殺死特定的公共傳染性微生物，但不能確認消滅環境中所有細菌孢子。

(四)行政院勞委會⁴

消毒（Disinfection）使用物理或化學方法殺菌，但未必能殺死細菌孢子。

綜合上述「消毒」一詞常為世人所運用，然各相關專業文獻對其定義卻迥然不同，探究其引用之原文，可發現原文Disinfection較屬環境消毒用語，而Decontamination則用於軍事上對生化戰劑之消毒。

二、抑菌（Sanitization）

(一)美國環保署

能減低無生命體表面的病菌族群，但不能確定消滅病菌或存在的其他微生物。

(二)學者徐家麒⁵

防止或抑制微生物生長繁殖的作用叫做抑菌，用於抑菌的藥物稱為抑菌劑或

防腐劑。

三、殺菌（Pasteurization）

單指將微生物病菌殺死。

四、滅菌（Sterilization）

將物體上所有微生物（包括病原菌和非病原菌）的繁殖體和孢子全部消滅，用以消滅或抑制微生物生長的製劑叫滅菌劑。滅菌方法很多，主要有物理的和化學的兩大類，應用較多的有高溫高壓滅菌法和化學藥物滅菌法。

(一)美國聯邦殺蟲劑、滅菌劑、殺鼠劑法案（FIFRA）⁶滅菌劑的定義

1.消毒、滅菌、降低或減緩微生物的生長⁷。

2.保護無生命的物體、工業程序、表面、水或化學物質不被細菌、病毒、菌類、藻類、原生動物或黏液菌污染或腐蝕⁸。

(二)勞委會⁹

摧毀或去除所有等級微生物和其內孢子的過程；從目的對象物將所有的微生物消滅或除去，廣義言之，包含殺菌、除菌。

五、抗菌（Antimicrobial）

3 USEPA. (April 1999) ; "Guidance Manual Alternative Disinfectants and Oxidants: 4. Chlorine Dioxide." EPA 815-R-99-014

4 行政院勞委會安全衛生教育訓練中心之教材名詞定義，<http://www2.cmucla.edu.tw/~cmucla/htm/lesson/lesson02/10.pdf>，另將Decontamination翻譯為「除污」。

5 徐家麒，〈銀系抗菌纖維織物開發應用與展望〉，<http://www.tmmfa.org.tw>

6 美國聯邦殺蟲劑、滅菌劑、殺鼠劑法案全名Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act 簡稱FIFRA。

7 原文「disinfect, sanitize, reduce, or mitigate growth or development of microbiological organisms」。

8 原文「protect inanimate objects, industrial processes or systems, surface, water, or other chemical substances from contamination, fouling, or deterioration caused by bacteria, viruses, fungi, protozoa, algae, or slime」。

9 同註4。

涵蓋消毒、抑菌、殺菌、滅菌等全部的作用¹⁰。為追求更好的環境衛生條件，不滿足消毒、抑菌、殺菌與滅菌的單一性，運用科技將所有作用結合與包含稱之。

諸元特性

一、效能

藥劑效能應定在什麼標準，較易有爭議，訂的太高引起過度用藥，訂的太低又會被認為無效。依美國環保署（EPA）的作法是申請人應提出效力試驗報告。

(一)在滅菌劑方面

1.用於醫療院所及製藥廠滅菌劑，效能應達100%，即所有測試細菌全部消滅。

2.用於食器或與食物接觸物品的滅菌劑，效能應達99.999%。

3.不與食物接觸物品的滅菌劑，效能應達99.9%。

(二)在消毒或抑菌產品方面

只要有殺菌效果就可以，未要求效能。

(三)所有家用滅菌劑都必須經過葡萄球菌（*Staphylococcus aureus*, Staph）和沙門氏菌（*Salmonella Choleraesuis*, *Salmonella*）兩種細菌測試；若申請者要在標示上宣稱其他效果如殺真菌、病毒或其他菌種的話，則須提供適當的實驗方法和測試結果。

(四)所有滅菌劑在標示上須標示接觸時間，噴灑後須等待的時間30秒至5分鐘、10分鐘不等，依滅菌劑種類而異。

二、毒性等級

(一)美國環保署（USEPA）¹¹

以藥劑口服半致死劑量（LD₅₀）來區分，計4個等級：

1.第一級（Class- I）：LD₅₀小於50mg/kg，為極毒性藥品，須於正面標示「危險」（Danger）字樣。

2.第二級（Class- II）：LD₅₀介於50～500mg/kg，為高毒性藥品，須於正面

表一 使用於環境衛生之定義

名詞	使用於環境衛生之定義
消毒	能殺死特定的公共傳染性微生物（包括病原菌和非病原菌），但不能確認消滅環境中所有病菌孢子。
抑菌	能減低病菌族群數，但不能確定消滅病菌。
殺菌	單指將微生物病菌殺死。
滅菌	將所有微生物（包括病原菌和非病原菌）的繁殖體和孢子全部消滅。
抗菌	涵蓋消毒、抑菌、殺菌、滅菌等全部的作用。

資料來源：作者綜整繪製。

10 同註4。

11 <http://www.maricopa.gov/EnvSvc/BusinessServices/.../pesticides4.pdf>，毒性（LD₅₀）分類等級，I：小於50mg/kg，II：50~500mg/kg，III：500~5000mg/kg，IV：大於5000mg/kg。維基百科，http://en.wikipedia.org/wiki/Toxicity_Class



標示「警告」(Warning)字樣。

3.第三級(Class-Ⅲ): LD_{50} 介於500~5000mg/kg,為中毒性藥品,須於正面標示「小心」(Caution)字樣。

4.第四級(Class-Ⅳ): LD_{50} 大於5000mg/kg,為低毒性藥品〔原須於正面標示「小心」(Caution)字樣,2002年後修訂可不註記標示〕。

(二)歐盟(European Union)¹²

分為三級,第一級(Class-I):極毒(Very Toxic);第二級(Class-II):有毒(Toxic);第三級(Class-Ⅲ):有害(Harmful)。

(三)世界衛生組織(World Health Organization, WHO)¹³

分為四級,第一之A級(Class I -A): LD_{50} 小於5mg/kg,極度危險(Extremely Hazardous);第一之B級(Class I -B): LD_{50} 介於5~50mg/kg,高度危險(Highly Hazardous);第二級(Class-II): LD_{50} 介於50~500mg/kg,中度危險(Moderately Hazardous);第三級(Class-Ⅲ): LD_{50} 大於500mg/kg,輕度危險(Slightly Hazardous)。

(四)經查我國尚未訂定相關環境用藥毒性等級標準,故市售環境消毒藥劑若有註記毒性等級除非有註記WHO,餘均採美國環保署註記之等級標準。

三、理想消毒劑¹⁴特點

(一)殺細菌範圍須夠寬廣才足以抵抗潛

伏的病原體(如多重用途)。

(二)須經政府及官方授權許可使用。

(三)須有限的接觸時間便能見效。

(四)適合用於環境條件(如在極端溫度中仍具活性、酸鹼度、硬水及有機物的免疫試驗)。

(五)適合用緊急防疫儲存物資。

(六)對健康及安全不會造成嚴重後果。

(七)對生態環境無害。

(八)對建物、設備及車輛的損害非常低。

四、分類

一般分為有機、無機和鹵化物等三大類。前者以酯類、醇類、酚類為主要原料,耐高溫性較低,一般在200℃以下,殺菌時間短,偶有析出等現象;後者以銀、鋅、銅等重金屬及鹵化物為主要原料,製成環境消毒藥劑,耐高溫性能好。

(一)有機藥劑

就化學領域而言「與含碳化合物相關的化學領域就稱為有機化學」,相對現階段有機藥劑主要即是以醇類、酚類為主要原料,如乙醇(酒精)、鄰—苯甲基對氯酚、鄰—苯基苯酚、對氯酚、氯化正烷二甲苯甲基胺等藥品。優點:初始滅菌力強、滅菌即效和抗菌廣泛性好,無論是粉狀或液態,都能比較容易分散使用,技術成熟,價格也相對便宜;缺點:化學穩定性差、不耐熱,遇熱、光或水等容易揮發、有效期短。

(二)鹵化物藥劑

12 維基百科,〈毒性分類〉, http://en.wikipedia.org/wiki/Toxicity_Class

13 同註4。

14 AUSVETPLAN(澳洲獸醫緊急防疫計畫),緊急疾病控制(EDC: Emergency disease control)理想消毒劑之特徵。

以鹵素為主之鹵化物如氯、二氧化氯及碘化物等類所製成之藥劑。

(三)無機藥劑

1.利用銀、銅、鋅等金屬的抗菌能力，通過物理吸附離子交換等方法，將銀、銅、鋅等金屬（或其離子）固定在氟石、矽膠等多孔材料的表面製成抗菌劑，然後將其加入到相應的製品中即獲得具有抗菌能力的材料。

2.銀、銅、鉛等金屬也具有抗菌能力，但對人體有害；銅、鎳等離子帶有顏色，將影響產品的美觀，鋅有一定的抗菌性，但其抗菌強度僅為銀離子的1/1000。因此，銀離子抗菌劑在無機抗菌劑中占有主導地位，是最常用的抗菌劑。

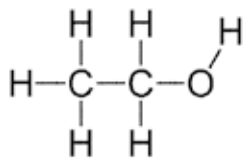
3.傳統以銀為主成份的消毒劑其有效期限非常短，僅僅只有數小時至數天而已。

4.新一代產品檸檬酸二氫銀（Silver Di-Hydrogen Citrate, SDC）是穩定態銀離子的複合物，其獨特鍵結方式，使銀離子可保持在溶液中，且在抗微生物作用上具有更佳的使用性，有效期限可更久。

藥劑類型

一、酒精（乙醇）——有機

(一)分子模型及結構圖



(二)無毒性，濃度75%的酒精是強效且廣效的消毒劑，常用來消毒小範圍的表面和一些儀器的表面。

(三)為易燃物，若當表面消毒劑使用

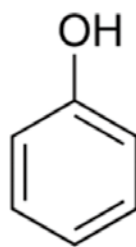
時，須限制在小範圍表面積的消毒，且只能使用在通風良好處以避免燃燒。

(四)在長期和重複使用後也可能對橡膠或部分塑膠造成退色、膨脹、硬化和破裂。

(五)市售藥用酒精未稀釋之濃度為95%，可以蒸餾水或煮沸過冷水依需要消毒之使用量稀釋為70~75%濃度之酒精。簡易之方法為3份95%酒精加1份水，稀釋後濃度為71.25%。

二、酚——有機

(一)分子結構圖



or



苯酚

(二)此類消毒劑為低毒性之煤焦油之衍生物，顏色為黃色或燈色，具有強烈的氣味，同時對皮膚具刺激性，會引起癢覺。當加入水時，水溶液即變成乳白色。

(三)可作為抗黴作用，對革蘭氏陰性、陽性菌及一些病毒有效，不過對細菌孢子則較不具效力。

(四)酚侵入人體，會與細胞原漿中蛋白質結合形成不溶性蛋白，使細胞失去活性。酚對神經系統、泌尿系統、消化系統均有毒害作用。

三、四級胺——有機

(一)毒性等級第二級（LD₅₀：350~900 mg/kg，美國環保署標準）。

(二)對革蘭氏陽性菌極為有效，對革蘭氏陰性菌具中度效力，並可以控制一些真菌和病毒。



(三)澄清、無味具陽性離子，溶解度高的溶液。對人皮膚不會產生過敏或癢覺，可用於除臭、清潔。但是遇到皂類、洗潔劑、污物、有機物質時，殺菌力則被破壞。同時加入碳酸鈉會使溶液變鹼，增加消毒效率，另外在硬水中仍很有效力。

(四)帶負電的肥皂和陰離子清潔劑會中和本藥劑抗微生物效果，且重複接觸會造成皮膚乾燥化。

四、碘化合物——鹵化物

(一)碘的晶格體結構圖



(二)屬低毒性，藥劑主要和細胞中的核酸作用，所以對革蘭氏陽性、陰性菌¹⁵、真菌類等病毒有效。

(三)此類藥劑主要成份為碘和一些有機溶劑，可溶於水，主要作用於非離子性的表面。在酸性狀況下（pH2~4）是一種很好的消毒劑，但在鹼性或是有機物存在的狀況下，活性即降低，此藥劑對粘膜皮膚具強烈刺激性。

(四)消毒時，先將物體表面清淨。

(五)優碘的最主要優點是低毒性；缺點是價格較貴。同樣的，碘也會腐蝕一些金屬，對組織有刺激性（較高濃度時），也會染色。

五、漂白水（次氯酸鈉）氯製劑——鹵化物

(一)毒性等級第三級（LD₅₀：2000 mg/kg，美國環保署標準）。

(二)氯亦屬於鹵素之一，是一種很有效的滅菌劑，對細菌、真菌有效，同時會破壞病毒細胞的核酸與蛋白質的外膜。但被消毒的表面應儘量的清洗乾淨，此藥劑稀釋後仍具有效的殺菌力。

(三)在微酸及微溫之溶液中較具效用，遇到有機物會形成穩定物而降低殺菌力。

(四)對粘膜、皮膚具強烈刺激，在光或熱下分解，並對金屬具腐蝕性，容易與其他化學物質起反應，使用時必須注意，不當的使用會降低其消毒效果並造成人員傷害。

(五)一般漂白水多未標示濃度，但大部分濃度為5~6%。稀釋的家用漂白水在不同接觸時間（10分鐘~ 60分鐘）皆有作用，且價格便宜。

(六)使用漂白水注意事項¹⁶

- 1.漂白水會腐蝕金屬及破壞油漆表面。
- 2.避免接觸眼睛。如果漂白水濺入眼睛，須以清水沖洗至少15分鐘並看醫生。
- 3.不要與其他家用清潔劑一併或混和使用，以防降低消毒功能及產生化學作用。
- 4.當漂白水和其他酸性清潔劑（如一些潔廁劑）混合時，會產生有毒氣體，可

15 維基百科，<http://zh.wikipedia.org/>，革蘭氏染色是用來鑒別細菌的一種方法，細菌細胞壁上的主要成份不同，利用這種染色法，可將細菌分成兩大類，即革蘭氏陽性菌與革蘭氏陰性菌。陽性細菌，細胞壁染色後呈藍紫色；陰性細菌，染色後呈紅色。在疾病防治上也是選擇抗菌藥物的一個根據，例如青黴素主要對革蘭氏陽性菌有效，鏈黴素對革蘭氏陰性菌有效。

16 衛生署疾病管制局，<http://www.cdc.gov.tw>

能造成傷害或死亡。如有需要，應先使用清潔劑並用水充分清洗後，才用漂白水消毒。

5.未稀釋的漂白水在陽光下會釋出有毒氣體，所以應放置於陰涼及兒童碰不到的地方。

6.由於次氯酸鈉會隨時間漸漸分解，因此宜選購生產日期較近的漂白水，並且不要過量儲存，以免影響殺菌功能。

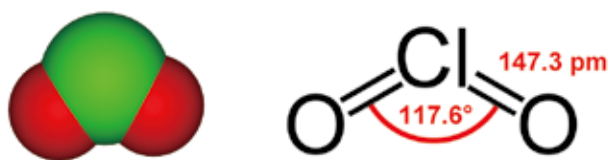
7.若要使用稀釋的漂白水，應當天配製並標示日期名稱，而未使用的部分在24小時之後應丟棄。

8.有機物質會降低漂白水效果，在消毒之前應先將待消毒物品表面的有機物清除乾淨。

9.稀釋的漂白水必須加蓋以避免陽光照射，最好存放在避光的容器並避免兒童碰觸。

六、二氧化氯——鹵化物

(一)分子模型及結構圖



(二)毒性等級第二級 (LD_{50} : 292 mg/kg, 美國環保署標準)。

(三)不屬於含氯消毒劑，是因為二氧化氯在消毒過程中連續地發生奪取電子反應，理論上，使 ClO_2 中Cl原子由正四價逐步變為負一價的氯離子 (Cl^-)。它能很有效地對抗病毒、細菌和包括梨形鞭毛蟲 (*Giardia Lamblia*) 與隱孢子蟲 (*Cryptosporidium*) 等原生動物所引起的囊腫與卵囊。

(四)能有效殺死枯草芽孢桿菌、金黃色

葡萄球菌、大腸桿菌以及真菌和藻類，對於A肝、B肝病毒具有快速的殺死病毒效果，更好的是，目前未被證實它有致癌性、致畸性和突變性，具有高效、廣效、安全、無殘留等特點。

(五)二氧化氯分子的電子結構呈不飽和狀態，強烈的奪電子反應的氧化作用力，主要是對富有電子或供電子的原子基團（如氨基酸內含硫氫基的酶和硫化物、氯化物）進行攻擊，強烈的氧化作用，能穿透微生物的外表膜，使微生物蛋白質中的氨基酸氧化斷鏈分解，使其迅速失活，導致代謝機能發生障礙而死亡，從而達到消毒滅菌和除臭的目的。

七、銀離子——無機

(一)製成之藥劑屬低毒性，銀 (Silver) 的微細顆粒及銀離子之水溶液，都具有顯著的滅菌效果，在多倍稀釋下，對於原生種大腸桿菌、出血性大腸桿菌、沙門氏桿菌及綠膿桿菌等均能有99.99%的抑制效果。

(二)抗菌作用機制

1.干擾細胞壁的合成：細菌細胞壁重要組成為聚醣 (Peptidoglycan)，抗菌材料對細胞壁的干擾作用，主要抑制多糖鏈與肽間的交聯作用，從而使細胞壁失去完整性，降低了對滲透壓的保護作用，導致菌體損害而死亡。

2.可損傷細胞膜：細胞膜是細菌細胞生命活動重要的組成部分，因此，如果細胞膜受損傷、破壞，將導致細菌死亡。

3.抑制蛋白質的合成：變更或終止蛋白質的合成過程，使細菌死亡。

4.干擾核酸的合成：阻礙遺傳信息



的複製，包括DNA、RNA的合成，以及DNA模板轉錄mRNA等。

(三)銀離子之所以在滅菌上具有持久性，銀離子能強烈吸引細菌體內蛋白質（酶）的硫氫基（-SH）反應，迅速地與之結合一起，並使含硫氫基之酵素失去活性，從而使細菌死亡，當細菌被銀離子殺死後，銀離子又會從細菌的屍體上游離出來，再持續對細菌重複上述作用，直至所有細菌被消滅。

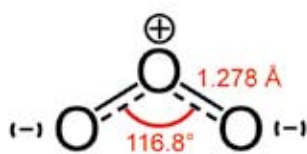
(四)檸檬酸二氫銀（SDC）是以兩種作用模式來抑制微生物

1.銀離子能與微生物體內的膜蛋白結合，使微生物失去活性而死亡。

2.微生物會將檸檬酸二氫銀視為食物來源，而使銀離子進入其體內。一旦進入微生物體內，銀離子會使去氧核糖核酸變性，遏止微生物複製的能力而導致死亡。此雙重作用使檸檬酸二氫銀能快速及有效的對抗多種微生物。

八、臭氧——無機

(一)分子模型及結構圖



色。反應活性強，強烈的氧化作用，能穿透微生物的外表膜，破壞其機能達到消毒滅菌功能。

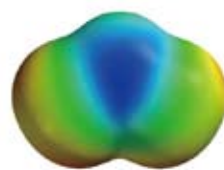
九、二氧化鈦（TiO₂）光催化（或稱光觸媒）——無機

(一)TiO₂等半導體氧化物，其光催化作用，可應用於除臭、脫臭、氧化除去NO_x等大氣污染物等，是一種多功能型抗菌劑。

(二)其特點是在沒有光照射的狀態下，不產生抗菌效果；即氧化物光催化劑為了產生活性氧，光照是必不可少的。

(三)作用原理

主要的抗殺菌原理在於TiO₂被光照後產生電洞對，並與其表面吸附的OH⁻和O₂作用生成羥基自由基和超氧化物陰離子自由基O₂⁻，這兩種自由基均非常活躍，當遇到細菌時直接攻擊細菌的細胞，抽取有機物的H原子或攻擊其不飽和鍵，導致細菌蛋白質變異和脂類分解，以此殺滅細菌並使之分解，得到殺菌、防黴、除臭的作用。



(二)無毒性，具有等腰三角形結構，三個氧原子分別位於三角形的三個頂點，頂角為116.8度，密度約為氧氣的1.5倍，其沸點和凝固點均高於氧。

(三)在常溫下，它是一種有特殊臭味的淡藍色氣體，液態時呈藍色，固態時呈紫

分析比較與建議

一、殺菌效果分析¹⁷

國際衛生組織曾對滅菌劑功效歸納比較，其對大腸桿菌的殺滅效果依次為：臭氧（O₃）>次氯酸（HClO）>二氧

17 <http://www.o3ok.com/fnd.htm>

化氯（ ClO_2 ）>銀離子（ Ag^+ ）>四級胺（ NR^3 ）。

二、有機與無機藥劑效能比較（如表二）

三、進行藥劑風險評估

消毒、滅菌劑用藥多數為化學製品，高劑量藥劑雖可快速消毒、滅菌，但相對亦造成人員及環境生態暴露在較高的風險之中，就相關文獻尚未發現我國有關單位對國人及環境生態進行藥劑危害評估，建議應儘早執行該項工作，以期早期因應降低風險。

四、建議做好預防與防治工作

當災情發生後，建議務必注意飲食及環境衛生，以遠離傳染病之威脅，執行方法有以下幾個步驟：(一)注意飲水、食物及環境衛生，預防腸道傳染病，依「清除、清潔、消毒」三步驟，做好環境衛生；(二)清除孳生源，預防登革熱；(三)做好手部、腳部防護，避免如鉤端螺旋體及類鼻疽等傳染病感染。

結 語

「消毒」是一種很好的管控疫病手

段，但大多數實用、廉價之消毒藥劑都具有毒性，而微毒性或無毒性藥劑又具單價高或須特種工具之不方便性，故在使用一般通俗消毒藥劑時，要對其有一套保護措施，亦即要知道安全性如何——是否會造成環境污染？是否對生物與環境有害？不論是直接或間接影響，進入人類與其他生物體內是否會造成疾病？我們都應有所瞭解。

隨著科技進步，環境消毒用藥亦朝「無毒性」、「長效期」、「方便性」方向發展，但無論藥劑如何發展，遠離傳染病之威脅要依「清除、清潔、消毒」三步驟，做好環境衛生，此外尚有藥劑之種類、特性及保存期；消毒時間之長短；消毒前、後室內濕度、溫度；被消毒場所；藥劑之劑量；消毒方法等因素影響消毒成效。消毒藥劑是一種對付環境疫病的武器，當我們愈瞭解它，就愈能駕馭它，亦能做好專業工作；相對地對它不熟悉、不瞭解，該武器即會傷害到我們。希望國軍幹部都是很好的「量地用兵」專家，能達成每場防疫戰役任務。

表二 有機與無機藥劑效能比較

特 性	有機藥劑	鹵化物類	無機藥劑
滅菌能力	○	○	○
滅菌效果	○	○	○
滅菌持續性	△	○	○
耐熱性	△	△	○
化學穩定性	△	△	○
對人畜毒性影響低	△	△	○

註：「○」良好，「△」一般，「x」較差。

資料來源：作者綜整繪製。