

公開  
密件、不公開

執行機構（計畫）識別碼：

## 行政院農業委員會 94 年度科技計畫研究報告

資訊庫編號：

計畫名稱：農藥風險評估研究-子計劃三：

大滅松、加保利農藥總體風險評估

（第 1 年 / 全程 1 年）

（英文名稱）The study of total risk assessment for pesticides,  
dimethoate and carbaryl

計畫編號：94 農科-13.2.3-檢-B2

全程計畫期間：94 年 3 月 1 日至 94 年 12 月 31 日

本年計畫期間：94 年 3 月 1 日至 94 年 12 月 31 日

計畫主持人：江素瑛、吳焜裕、洪慶宜等 3 員（人）

執行機關：中國醫藥大學中醫所

合作機關：國家衛生研究院環職組

長榮大學職業安全與衛生學系

第一章 計畫源起及目標	1
1-1 源起	1
1-2 目標	1
第二章 加保利與大減松的毒理資料	4
2-1 加保利	4
2-1.1 物理化學性質	5
2-1.2 劑型、商品名與用途	8
2-1.3 代謝	9
2-1.4 急性毒性	13
2-1.5 慢性毒性	18
2-1.6 生殖與致畸效應	20
2-1.7 致突變效應	21
2-1.8 致癌效應	28
2-1.9 器官毒性	29
2-1.10 對人及其他動物的命運	30
2-1.11 環境效應	30
2-1.12 生態效應	30
2-2 大減松	39
2-2.1 物理化學性質	39
2-2.2 劑型、商品名與用途	41
2-2.3 代謝	42
2-2.4 急性毒性	42
2-2.5 慢性毒性	46
2-2.6 致癌效應	49

2-2.7 致突變效應	51
2-2.8 致畸效應	53
2-2.9 生殖效應	54
2-2.10 對人及其他動物的命運	54
2-1.11 生態效應	55
第三章 採樣、分析與風險評估	61
3-1 採樣方法	61
3-1.1 採樣管之選擇	61
3-1.2 人體接觸暴露採樣	62
3-1.3 空氣樣本	64
3-1.4 土壤樣本	65
3-2 分析方法	65
3-3 暴露評估方法	72
3-3.1 消費者健康風險評估	72
3-3.2 使用者暴露評估	80
3-4 生態風險評估	82
3-4.1 ECOFRAM 生態風險評估程式	83
第四章 結果與討論	87
4-1 大滅松與加保利消費者風險評估	87
4-1.1 農藥殘留量	87
4-1.2 消費者風險評估	98
4-2 大滅松與加保利使用者風險評估	103
4-2.1 加保利使用者風險評估	103
4-2.2 大滅松使用者風險評估	114
4-3 加保利與大滅松生態風險評估	120
4-3.1 加保利(Carbaryl)生態風險評估	120

4-3.2 大滅松(Dimethoate)生態風險評估	125
第五章 總結	131
第六章 參考文獻	134

## 表 目 錄

編號	表名	頁碼
表一	國內大滅松與加保利 93 年度銷售量與金額	2
表二	在給予小鼠[14C]加保利單一次口服劑量後，同位素標幟的加保利累積回復的情形(給予劑量的百分比)(Cumulative recovery of radiolabel (%dose administered) after a single oral dose of [14C]carbaryl to mice)	9
表三	在給予大鼠[14C]carbaryl 單一次口服劑量 50 mg/kg bw 後，同位素標幟的加保利分布與排泄的情形(給予劑量的百分比)(Distribution and excretion of radiolabel (% of total administered dose) after a single oral dose of [14C]carbaryl at 50 mg/kg bw to rats)	10
表四	在給予大鼠[14C]carbaryl 七天口服劑量 2 mg/kg bw 後 72 小時，同位素標幟加保利的分布與排泄的情形(全部給予劑量的百分比)(Distribution and excretion of radiolabel (% of total administered dose) 72 h after 7 daily oral doses of [14C]carbaryl at 2 mg/kg bw to rats)	11
表五	小鼠給予加保利後的 0-96 小時在小鼠尿中的代謝產物(給予劑量的百分比) Metabolites of carbaryl found in mouse urine 0 - 96 h after treatment (% of administered dose)	13
表六	世界衛生組織 2004 年對毒物劃分的定義	14
表七	WHO 對加保利分類的資料	14
表八	加保利急性暴露的徵候與預防急救措施	16
表九	毒理標準用以制定對加保利飲食及非飲食暴露規範值 (Toxicological criteria for setting guidance values for dietary and non-dietary exposure to carbaryl)	18
表十	加保利對人之致突變效應	22
表十一	加保利對動物之致突變效應	22
表十二	加保利對動物之致癌效應	29
表十三	加保利生物毒性資料	31
表十四	WHO 對大滅松分類的資料	43
表十五	大滅松急性暴露的徵候與預防急救措施	44
表十六	工業級的大滅松根據急毒性、刺激與致敏性的毒性物質檔案資料 Toxicology profile of the dimethoate technical material, based on acute toxicity, irritation and sensitization	45
表十七	工業級的大滅松根據亞急毒性至慢性毒性的物質檔案資料 Toxicology profile of dimethoate technical material based on repeated administration (sub-acute to chronic)	47
表十八	大滅松對動物致癌效應	49

表十九	大滅松對動物之致突變效應	51
表二十	工業級大滅松在體內測試中的突變特性 (Mutagenicity profile of dimethoate technical material based on in vivo tests.)	53
表二十一	大滅松生物毒性資料	56
表二十二	大滅松與加保利分析條件	69
表二十三	大滅松的劑型、適用作物及防治病蟲害	73
表二十四	加保利的劑型、適用作物及防治病蟲害	74
表二十五	大滅松殘留安全容許量(ppm)	77
表二十六	加保利殘留安全容許量(ppm)	78
表二十七	89 年度加保利在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍	88
表二十八	89 年度加保利在蔬菜檢出率與濃度範圍	88
表二十九	90 年度加保利在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍	89
表三十	90 年度加保利在蔬菜檢出率與濃度範圍	89
表三十一	91 年度加保利在一般果園檢出率與濃度範圍	90
表三十二	91 年度加保利在觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍	91
表三十三	92 年度加保利在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍	92
表三十四	92 年度加保利在蔬菜檢出率與濃度範圍	93
表三十五	93 年度加保利在水果及蔬菜檢出率與濃度範圍	93
表三十六	89 年度大滅松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍	94
表三十七	89 年度大滅松在蔬菜檢出率與濃度範圍	94
表三十八	90 年度大滅松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍	95
表三十九	91 年度大滅松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍	96
表四十	92 年度大滅松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍	97
表四十一	93 年度大滅松在水果及蔬菜檢出率與濃度範圍	98
表四十二	根據實際檢測最高殘留量或容許量估算加保利的單一危害指數	99
表四十三	根據容許量為最高殘留量估算加保利的單一危害指數	100
表四十四	根據實際檢測最高殘留量或容許量估算大滅松的單一危害指數	101
表四十五	根據容許量為最高殘留量估算大滅松的單一危害指數	101
表四十六	7 月 26、28 日農藥製造廠 A 廠八小時加保利(SC)暴露量與 HI 值	103
表四十七	7 月 26、28 日農藥製造廠 A 廠八小時手部暴露加保利(SC)量	104
表四十八	7 月 26、28 日農藥製造廠 A 廠八小時口罩吸附加保利(SC)的濃度	104
表四十九	7 月 26、28 日農藥製造廠 A 廠八小時吸入加保利(SC)量與 HI 值	104

表五十	7月26、28日農藥製造廠A廠八小時場環境中暴露加保利(SC)濃度	105
表五十一	8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時加保利(WP)暴露量與HI值	106
表五十二	8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時手部暴露加保利(WP)量	106
表五十三	8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時口罩吸附加保利(WP)的濃度	107
表五十四	8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時吸入加保利(WP)量與HI值	107
表五十五	8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時場環境中暴露加保利(WP)濃度	107
表五十六	9月20日農藥製造廠B廠八小時加保利(WP)暴露量與HI值	108
表五十七	9月20日農藥製造廠B廠八小時手部暴露加保利(WP)量	109
表五十八	9月20日農藥製造廠B廠八小時口罩吸附加保利(WP)的濃度	109
表五十九	9月20日農藥製造廠B廠八小時吸入加保利(WP)量與HI值	110
表六十	9月20日農藥製造廠B廠八小時場環境中暴露加保利(WP)濃度	110
表六十一	10月24日農夫三小時加保利(WP)暴露量與HI值	111
表六十二	10月24日農夫三小時手部暴露加保利(WP)量	112
表六十三	10月24日農夫三小時口罩吸附加保利(WP)的濃度	112
表六十四	10月24日農夫三小時吸入加保利(WP)量與HI值	113
表六十五	6月20、21日農藥製造廠A廠八小時大滅松(EC)暴露量與HI值	114
表六十六	6月20、21日農藥製造廠A廠八小時手部暴露大滅松(EC)量	115
表六十七	6月20、21日農藥製造廠A廠八小時口罩吸附大滅松(EC)的濃度	115
表六十八	6月20、21日農藥製造廠A廠八小時吸入大滅松(EC)量與HI值	116
表六十九	6月20、21日農藥製造廠A廠八小時環境中暴露大滅松(EC)濃度	116
表七十	10月24日農夫三小時大滅松(EC)暴露量與HI值	117
表七十一	10月24日農夫三小時手部暴露大滅松(EC)量	118
表七十二	10月24日農夫三小時口罩吸附大滅松(EC)的濃度	118
表七十三	10月24日農夫三小時吸入大滅松(EC)量與HI值	119
表七十四	加保利對水體中代表性生物之生態效應商數(EEQ)	122
表七十五	大滅松在噴灑前對水體中代表性生物之生態效應商數(EEQ)	127
表七十六	大滅松在噴灑後對水體中代表性生物之生態效應商數(EEQ)	128

## 圖 目 錄

編號	圖名	頁碼
圖一	加保利在哺乳動物中主要代謝物及代謝途徑	12
圖二	大滅松在大鼠中建議的代謝途徑	42
圖三	大滅松於空氣或水中分解的方式	55
圖四	人體貼布配置圖	63
圖五	大滅松(Dimethoate)分離的情形。	69
圖六	加保利(Carbaryl)分離的情形。	70
圖七	十片貼布與四片貼布比較圖	80
圖八	根據加保利容許量為殘留量的範圍進行估算危害指數結果分佈圖	102
圖九	根據大滅松容許量為殘留量的範圍進行估算危害指數結果分佈圖	102
圖十	加保利濃度與水體生態效應累積機率之關係	124
圖十一	加保利對水體生態效應之風險機率	125
圖十二	大滅松濃度與水體生態效應累積機率之關係	129
圖十三	大滅松噴灑前對水體生態效應之風險機率	129
圖十四	大滅松噴灑後對水體生態效應之風險機率	130



## 第一章 計劃源起及目標

### 1-1 源起

台灣地寡人稠，為了在有限的耕作面積上生產更多的農產品，十分必要使用農藥來防治病、蟲、草害。農藥的使用而增加穀物與新鮮蔬菜水果的產量，因而改善消費者的飲食品質與健康。也造成農藥或多或少殘留在農產品上，一般民眾在日常生活中可能經由飲食攝取到殘留在蔬水果穀物上的農藥。為維護消費者的健康，需將農藥暴露劑量降至安全範圍，因此世界許多國家都有制定農藥殘留相關的管制標準。在 1996 年，美國總統正式將食物品質維護法案(Food Quality Protection Act) 簽署成為法案，對食物的農藥殘留管制更為嚴格，以確認消費者健康免受傷害。究竟這樣的攝取量或者在法定的管制標準下是否會對民眾造成健康上潛在的威脅呢？這是一般民眾也是目前世界上先進國家的政府所密切注意的主題。另外在農藥生產過程中，負責生產的工作人員可能暴露農藥而有潛在的危害，或是因農藥的使用因而殘留環境中可能對生態會有潛在的影響。因此探討農藥殘留對民眾與工作人員的健康影響和潛在的生態影響，為當前農藥使用的一個重要的主題。

農藥的使用確實可增加農產產量與提昇產品的品質，然而其作用殺菌或害蟲的機制，潛在對人體健康或是生態的影響也是一般民眾所關切。因此為維護國民健康與生態多樣化，需要對農藥進行健康與生態風險評估，此結果將供農委會制定相關農藥管理策略。在本年度計劃中，我們對大滅松與加保利二種殺蟲劑進行消費者與職場暴露（包含生產工廠員工與施用的農夫）健康風險評估和生態風險評估。消費者健康風險評估根據農藥試驗所與總膳食報告的資料整理，利用最高檢測值與最大容許量及農產品取食量，以蒙地卡羅法算出二種農藥對消費者的危害指數；再以農藥場現場工作人員以及農夫現場暴露採樣，算出對於使用者的危害指數，再利用 Caltox 模擬算出生態風險。

### 1-2 目標

過去國內缺乏對農藥作系統性的風險評估研究，尤其這種包括職業、民眾、與生態的總風險評估。在本研究中將針對加保利 (Carbaryl) 與大滅松 (Dimethoate) 等二種國人常用的殺蟲劑 (Pesticide) 執行總風險評估。

表一、國內大滅松與加保利 93 年度銷售量與金額

農藥名		劑型	銷售量(公斤)	金額(新台幣元)
大滅松	國產	44%乳劑(EC)	98848	13301608
	進口	44%乳劑(EC)	161564	16648954
加保利	國產	5%粒劑(GR)	8529	284835
		39.5&40% 水懸劑(SC)	5946	1634470
	進口	85%可濕性 粉劑(WP)	48360	4613597

From 台灣區植物保護工業同業公會

本年度執行方法：

- I. 蒐集整理期刊文獻上大滅松、加保利的毒性檔案 (Toxicological Profiles)：收集國內外大滅松、加保利的毒理相關資料 (包含生態毒理的資料)，將由 TOXLINE (TOXicology information onLINE)、TOXNET (TOXicology data NETwork)、Medline 期刊文獻資料庫、DART (Development And Reproductive Toxicology) 等得到最新的毒理資料，進行有系統的整理，以作為此二種農藥健康安全評估的參考。
- II. 消費者健康風險評估：根據大滅松、加保利的毒性檔案，確認這些物質的可能致病機制，以供作選擇這些農藥的劑量反應關係之基礎。並收集各種農作物產品的農藥殘留資料，完成建立國人水果或蔬菜攝取量的統計分佈，利用 benchmark dose 方法求出 LED10，再根據此數值求出致癌係數或者參考劑量 (reference dose)，利用蒙地卡羅的模擬方法，求出在不同狀況下可能健康風險的統計分佈，以供執行在現有管制標準與一般蔬菜水果的可能殘留量下，一般民眾的致癌與非致癌風險的統計分布報告。
- III. 使用者健康風險評估：實地進行農藥工廠勞工的個人與皮膚採樣，並從事農夫噴灑農藥時的個人與皮膚採樣，進行農藥殘留分析得到農藥工廠勞工

與農夫使用農藥的暴露現況，利用 benchmark dose 方法求出 LED10，再根據此數值求出致癌係數或者參考劑量 (reference dose)，利用蒙地卡羅的模擬方法，求出在不同狀況下可能健康風險的統計分佈，以供執行工廠勞工與農夫的可能暴露量下的致癌與非致癌風險的統計分布報告。

- IV. 生態風險評估：在生態風險評估方面，主要在農田噴灑農藥時潛在會對生態造成影響。然而農田並非一完整生態體系，不適合以現有生態風險評估模式試算之。計畫中大滅松、加保利等對鳥類與水中生物等敏感物種影響很大。將針對使用農藥的農田進行多介質採樣分析，在利用多介質模式，估算各介質每一種農藥的分佈，與找尋各種暴露因子、與平均壽命等資料，針對死亡與其他相關毒理效應，執行生態風險評估。

## 第二章加保利與大滅松的毒理資料

### 2-1 加保利

加保利是一種廣效型的氨基甲酸鹽類的殺蟲劑，可用來撲殺超過 120 種農作物上大範圍中咀嚼式 (chewing) 及刺吸式 (sucking) 的昆蟲，在英國農業上，最常被使用於對抗蘋果上的毛蟲。加保利也用來對抗在草皮及造景草的蚯蚓 (Tomlin, Clive. 1994; Whitehead, R. 1995)。加保利也被用來對抗在人體和動物的體外寄生蟲，包含對抗小孩的頭蝨 (PAN UK)。加保利也被當成是除螺劑及殺蹣劑 (extonet, 1996)，同時也是乙醯膽鹼酶的抑制劑，並且能作為植物生長的調節物 (PAN UK)。其藉由蟲攝食入胃中或是透過直接接觸吸收來作用 (extonet, 1996)，且具有已知的急毒性效應，最近關於其致癌潛力的資料表明需進一步研究，也促使修正其使用上的安全管理 (PAN UK)。加保利的化學名是 1-naphthol N-methylcarbamate，加保利依據化合物的純度，以無色、白色至灰色的固體形式存在，其結晶是無氣味的，加保利在儲存的狀況下，對熱、光與酸是穩定的，加保利對金屬、包裝材料或應用設備是不具腐蝕性的 (extonet, 1993)。加保利可製成餌劑 (bait)、粉劑 (Dustable powder)、可濕性粉劑 (wetable powders)、粒劑 (granules)、乳化劑 (dispersions) 和懸浮液 (suspensions)。(extonet, 1996)

加保利由超過 290 家的農藥加工廠以製造超過 1500 種不同的產品 (WHO, 1993; Tomlin, Clive. 1994)。在 1992 年英國，以樹上水果的噴灑重量來看，加保利是第 7 個最常被使用的有效成分。也常被使用來噴灑超過 15000 公頃的蘋果、梨子和梅子 (MAFF, 1994)。

## 2-1.1 物理化學性質

名稱：

加保利(Carbaryl)

別名(US EPA Last Revised -- 01/31/1987)：

63-25-2

ARYLAM

CARBAMINE

CARBARIL

Carbaryl

CARBATOX

CARBATOX-60

CARBATOX 75

CARPOLIN

CARYLDERM

CEKUBARYL

CRAG SEVIN

DENAPON

DEVICARB

DICARBAM

ENT 23,969

GAMONIL

GERMAIN'S

HEXAVIN

KARBARYL

KARBASPRAY

KARBATOX

KARBOSEP

METHYLCARBAMATE 1-NAPHTHALENOL

METHYLCARBAMATE 1-NAPHTHOL

METHYLCARBAMIC ACID

NA 2757

NAC

alpha-NAFTYL-N-METHYLCARBAMAT

1-NAPHTHOL N-METHYLCARBAMATE

1-NAPHTHYL ESTER

1-NAPHTHYL METHYLCARBAMATE

1-NAPHTHYL N-METHYLCARBAMATE

alpha-NAPHTHYL N-METHYLCARBAMATE

1-NAPHTHYL-N-METHYL-KARBAMAT

N-METHYLCARBAMATE DE 1-NAPHTYLE

N-METHYL-1-NAFTYL-CARBAMAAT

N-METHYL-1-NAPHTHYL-CARBAMAT

N-METHYL-1-NAPHTHYL CARBAMATE

N-METHYL-alpha-NAPHTHYLCARBAMATE

N-METHYL-alpha-NAPHTHYLURETHAN

N-METIL-1-NAFTIL-CARBAMMATO

OMS-29

PANAM

RAVYON

RYLAM

SEFFEIN

SEPTENE

SEVIMOL

SEVIN

SOK

TERCYL

TOXAN

TRICARNAM

UC 7744

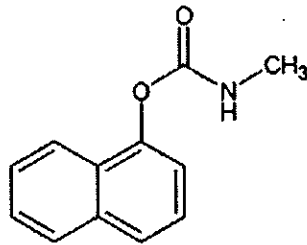
UNION CARBIDE 7,744

化學名稱：

1-naphthyl methylcarbamate (IUPAC).

1-naphthalenyl methylcarbamate (CA;63-25-2)

結構式：



分子式：C<sub>12</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>

分子量：201.23 g/mol

CAS Registry number：：63-25-2

理化性質：

外觀(EPA 1982)：白色或灰色固體

味道(EPA 1982)：無味

熔點(EPA 1982)：145°C

密度及比重(EPA 1982)：1.232 於 20°C / 20°C 時

蒸氣壓(EPA 1982)：於 25°C 時，低於 4 x 10<sup>-3</sup> mm-Hg。

溶解度(EPA 1982)：在 30°C 水中溶解度大約為 40 mg/L，溶於極性有機溶劑，

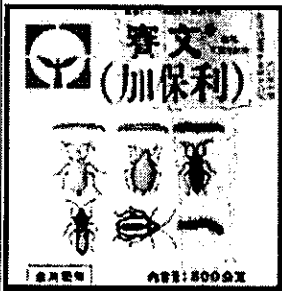

dimethyl formamide : 400~450 , dimethyl sulfoxide :  
 400~450 , 丙酮 : 200~300 , 環己酮 : 200~250 , 異丙醇 :  
 100 , 二甲苯 : 100 (g/Kg , 25 °C)

## 2-1.2 劑型、商品名與用途

劑型：

餌劑 (bait)、粉劑 (Dustable powder)、可濕性粉劑 (wetable powders)、粒劑 (granules)、乳化劑 (dispersions) 和懸浮液 (suspensions)。(extonet, 1996)

商品名(以興農公司作為代表)：

品名	種類	普通名	ActiveIngredient	TradeName
賽文	殺蟲劑	加保利	85% WP	Carbaryl
	適用作物	水稻、甘藷、大豆、玉米、高粱、香蕉、橡果、茶、蔬菜、菜豆、落花生、菸草、柑桔、松樹、番茄、番石榴		
	防治病蟲害	浮塵子、飛蟲、蝦殼天蛾、椿象、夜蛾、螟蟲、黃條葉蚤、黃守瓜、豆莢螟、粉介殼蟲、茶捲葉蛾、茶毒蛾、擬尺蠖、松毛蟲、條背土蝗、黑疣粉蝨		
賽文福	殺蟲劑	加保利	39.5% SC	Carbaryl
	適用作物	棉花		
	防治病蟲害	棉鈴害蟲		



用途：

- (1) 當做玉米、蔬菜、大豆、棉花、脫落性的果實、堅果、煙草，及其他農作物，或是森林、家畜、家禽，及其他非農業性用途（如環境衛生用，花園、草園等），均可使用加保利來當作殺蟲劑。
- (2) 殺恙蟲藥。
- (3) 殺軟體動物劑。

### 2-1.3 代謝

(a) 吸收分布與排泄 (JMPR 2002)

表二、在給予小鼠<sup>[14C]</sup>加保利單一次口服劑量後，同位素標幟的加保利累積回復的情形（給予劑量的百分比）（Cumulative recovery of radiolabel (%dose administered) after a single oral dose of <sup>[14C]</sup>carbaryl to mice）

檢體 (Sample)	給予加保利後的 時間(h) (Time after administration of carbaryl (h))	劑量 (Dose) (mg/kg bw)				
		0	11	110	1100	8000
尿液 (Urine)	0-24	58	45	55	55	58
	0-48	66	53	63	66	67
	0-168	69	59	65	69	69
糞便 (Faeces)	0-24	1.2	9.8	16	15	17
	0-48	11	14	17	16	18
	0-168	12	15	18	16	19

血液 <sup>a</sup> (Blood)	168	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
屍體 <sup>a</sup> (Carcass)	168	0.45	0.50	0.82	0.34	0.24
洗滌籠子 (Cage wash)	168	15	17	16	15	10
總回收率 (Total recovery)		96	89	100	101	98

From Vallès (1999)<sup>a</sup> Converted by the Meeting from micrograms of equivalents per gram

表三、在給予大鼠[14C]carbaryl 單一次口服劑量 50 mg/kg bw 後，同位素標識的加保利分布與排泄的情形(給予劑量的百分比)(Distribution and excretion of radiolabel (% of total administered dose) after a single oral dose of [14C]carbaryl at 50 mg/kg bw to rats)

檢體 (Sample)	給藥後小時數 Time after dosing (h)							
	6	24	48	72	96	120	144	168
尿液 (Urine)	27	50	63	67	68	69	69	69
糞便 (Faeces)	0.3	0.3	4.7	8.0	10	11	11	11
洗滌籠子 (Cage wash)								17
組織 (Tissues)								0.4
皮膚和毛皮 (Skin and fur)								4.3

From Totis (1997)

表四、在給予大鼠[14C]carbaryl 七天口服劑量 2 mg/kg bw 後 72 小時，同位素標幟加保利的分布與排泄的情形（全部給予劑量的百分比）(Distribution and excretion of radiolabel (% of total administered dose) 72 h after 7 daily oral doses of [14C]carbaryl at 2 mg/kg bw to rats)

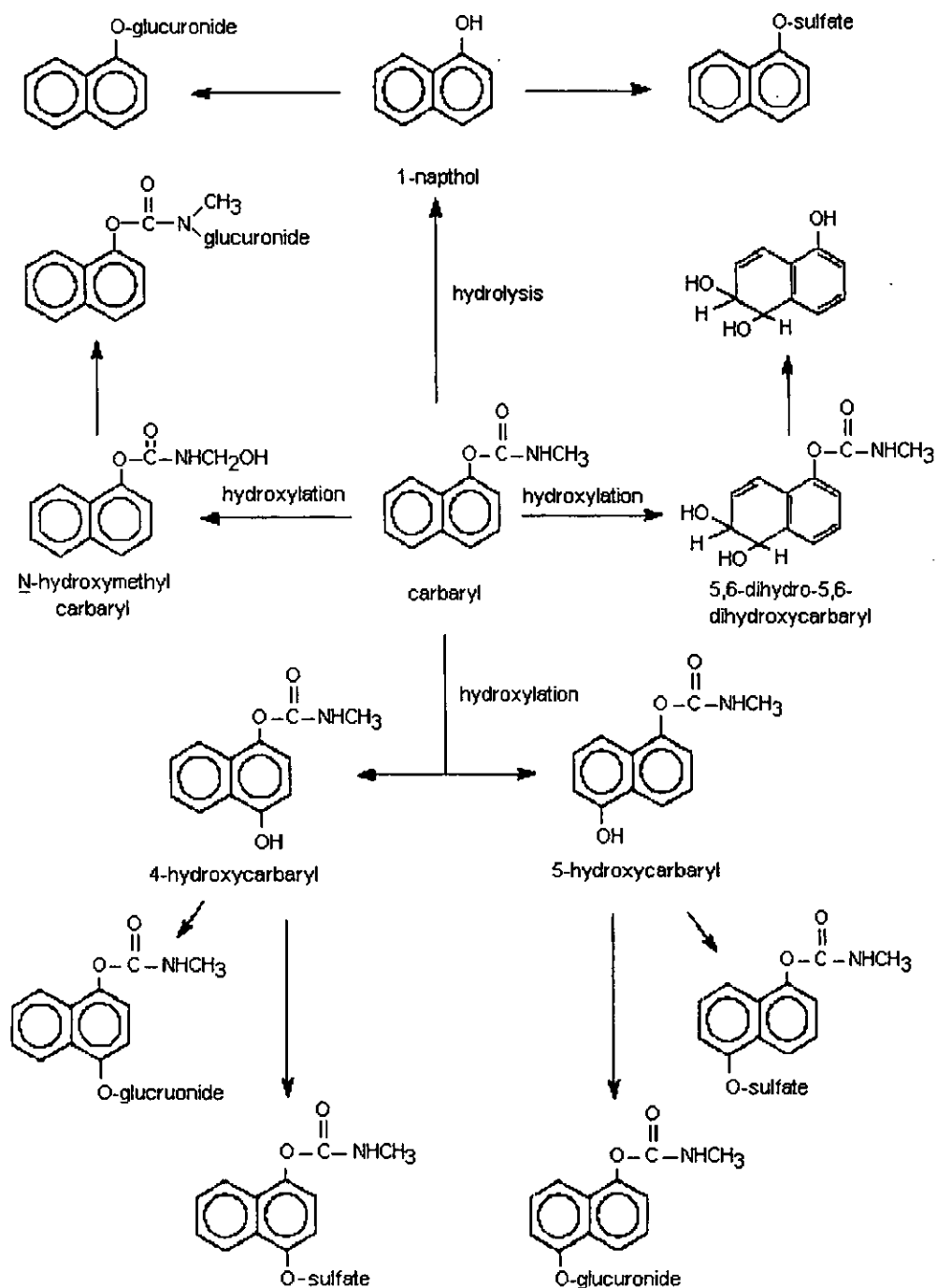
檢體 (Sample)	劑量 (Dose) (mg/kg of diet)			
	0	250	1500	7500
尿液 (Urine) + 洗滌籠子 (Cage wash)	92	92	93	85
糞便 (Faeces)	10	7.4	9.9	10
組織 (Tissues)	0.4	0.4	0.4	0.8

From Totis (1997)

(b) 加保利在哺乳動物中主要代謝物及代謝途徑 (JMPR 2002, WHO 1996)

圖一、加保利在哺乳動物中主要代謝物及代謝途徑

Figure 1. Primary metabolites of carbaryl in mammals and routes of formation



Adapted from WHO (1994)

表五、小鼠給予加保利後的 0-96 小時在小鼠尿中的代謝產物（給予劑量的百分比）

Metabolites of carbaryl found in mouse urine 0-96 h after treatment (% of administered dose)

代謝產物 (Metabolite)	劑量 (Dose) (mg/kg of diet)				
	0	11	110	1100	8000
Dihydro, dihydroxynaphthyl sulfate	3.2	3.0	3.7	3.8	6.8
Hydroxy-carbaryl glucuronide	14	12	15	14	19
<i>alpha</i> -Naphthyl sulfate	14	11	11	12.	12
<i>alpha</i> -Naphthyl <i>beta</i> -D-glucuronide	17	11	13	20	20

From Vallès (1999). The metabolites were identified by 液相層析儀 (liquid chromatography) 與質譜儀 (mass spectrometry)

#### 2-1.4 急性毒性

世界衛生組織將加保利定為第二等級的毒性物質 (WHO, 2004)，如表六、表七，介於中等毒和劇毒之間，且已被加註標示有警示的標語。

表六、世界衛生組織 2004 年對毒物劃分的定義

Class	LD <sub>50</sub> for the rat (mg/kg body weight)			
	口服 (Oral)		皮膚 (Dermal)	
	固體 <sup>a</sup> (Solids)	液體 <sup>a</sup> (Liquids)	固體 <sup>a</sup> (Solids)	液體 <sup>a</sup> (Liquids)
I a 極毒 (Extremely hazardous)	5 or less	20 or less	10 or less	40 or less
I b 高毒 (Highly hazardous)	5-50	20-200	10-100	40-400
II 中毒 (Moderately hazardous)	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III 輕毒 <sup>b</sup> (Slightly hazardous)	Over 500	Over 2000	Over 1000	Over 4000 <sup>b</sup>

a. The terms “solids” and “Liquids” refer to the physical state of the active ingredient being classified.

b. See also Part II, Guidelines, para. 7 of Notes, page 7.

表七、WHO 對加保利分類的資料

中毒性 (Moderately hazardous) (Class II) technical grade active ingredients in pesticides	
Common name	Carbaryl [ISO]
CAS no	63-25-2
UN no	2757
Chem type	Carbamate
Phys state	solids, including
Main use	insecticide
LD <sub>50</sub> mg/kg	c300
Remarks	DS 3; EHC 153; HSG 78; IARC 12, Suppl. 7; ICSC 121; JMPR 1997b, 2002

From WHO 2004

加保利其急毒性根據不同的劑型與生物種類而有顯著不同，加保利在大鼠的口服半數致死劑量（oral LD<sub>50</sub>）介於 250 ~ 850 mg/kg 間。在小鼠口服半數致死劑量（oral LD<sub>50</sub>）介於 100 ~ 650 mg/kg 間（U.S. National Library of Medicine, 1995；US EPA, 1987）。

加保利在老鼠之吸入半數致死濃度超過 200 mg/L（US EPA, 1987）。大鼠急毒性的LD<sub>50</sub>範圍為 200-850 mg/kg、貓對加保利較敏感其LD<sub>50</sub>為 150 mg/kg、豬及猴子對加保利較不敏感其LD<sub>50</sub>大於 1000 mg/kg（Tomlin, 1994）。

低劑量加保利對兔子會引起輕微的皮膚及眼睛刺激，而兔子對加保利的皮膚半數致死劑量（dermal LD<sub>50</sub>）已被測量出超過 2000 mg/kg（U.S. National Library of Medicine, 1995）。

人類可由皮膚接觸、吸入或攝取而暴露加保利，其對人有危害的效應，其主要作用方式為抑制神經酵素膽鹼酯酶進而導致神經系統的瓦解，其急性毒性的症狀與其他氨基甲酸鹽類殺蟲劑類似。眼睛與皮膚直接接觸中等劑量的加保利會造成灼傷；高劑量的吸入或攝取會造成神經及呼吸系統的傷害，包括噁心、腹絞痛、腹瀉及過度分泌唾液、出汗、視力模糊、協調能力的降低與抽搐（Extoxnet, 1996）。

美國環保署在 1966 年與 1980 年對加保利相關的中毒事件作回顧評估，在這段時期內，共有 193 案例為單獨加保利引起；另 144 案例以加保利為其中一個有效成分所引起（WHO, 1993）。

加保利勞工有最大的潛在暴露經由吸入或皮膚的吸收，一般大眾暴露的最高風險是透過攝取已被污染的食物（Baron, Ronald L. 1991；WHO, 1993）。因職業或意外暴露於加保利所引起的病症已有 50 個案例被報導，但沒有死亡案例被報告。工業級的加保利極少潛在對皮膚或眼睛有刺激性。職業上的勞工最大的可能暴露來源來自透過吸入或是皮膚接觸（extoxnet, 1993），唯一加保利致命的資料來自人的蓄意攝食（extoxnet, 1996）。

表八：加保利急性暴露的徵候與預防急救措施

暴露途徑	徵候	預防措施	急救措施
<p>呼吸 (Inhalation)</p>	<p>噁心 (Nausea)、嘔吐 (Vomiting)、瞳孔收縮 (Pupillary constriction)、肌肉抽搐 (muscle cramp)、唾液過度分泌 (excessive salivation)</p>	<p>局部排氣 (Local exhaust) 或呼吸保護 (breathing protection)</p>	<p>1.移走污染源或將患者移到空氣新鮮處。2.若呼吸停止，立即由受過訓練的人施以人工呼吸；若心跳停止施行心肺復甦術 (避免口對口)。3.若呼吸困難，最好在醫生指示下由受過訓練的人供給氧氣。4.立即就醫。</p>
<p>皮膚 (Skin)</p>	<p>皮膚泛紅 (Redness)、疼痛 (Pain) (See Inhalation).</p>	<p>防護手套 (Protective gloves)、防護服裝 (Protective clothing)</p>	<p>1.避免直接觸此物儘可能戴防滲的防護手套及防護衣。2.脫掉污染的衣物、鞋子以及皮飾品(如錶帶、皮帶)。3.用水和非磨砂性肥皂，徹底緩和的清洗。4.立即就醫。5.須將污染的衣物、鞋子以及皮飾品(如錶帶、皮帶)完全除污後再使用或丟棄。</p>



<p>眼睛 (Eyes)</p>	<p>眼睛泛紅 (Redness)、疼痛 (Pain)</p>	<p>護目鏡 (Safety goggles)、或眼睛防護與呼吸防護組 (eye protection in combination with breathing protection)</p>	<p>1.立即將眼皮撐開，用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛 20 分鐘。2.沖洗時要小心，不要讓含污染物的沖洗水流入未受污染的眼睛裡。3.若沖洗後仍有刺激感，再反覆沖洗。 4.立即就醫。</p>
<p>攝食 (Ingestion)</p>	<p>胃腸痙攣 (Abdominal cramps)、腹瀉 (Diarrhoea)、噁心 (Nausea)、嘔吐 (Vomiting)、瞳孔收縮 (Pupillary constriction)、肌肉抽搐 (muscle cramp)、唾液過度分泌 (excessive salivation)</p>	<p>不要在工作中飲食或抽菸 (Do not eat, drink, or smoke during work)、在工作完後飲食前先洗手 (Wash hands before eating)。</p>	<p>1.若患者即將喪失意識、已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。2.若患者意識清楚，讓其用水徹底漱口。3.不可催吐。4.給患者喝下 240~300 毫升的水。5.若患者自發性嘔吐，讓其身體向前傾以減低吸入危險，並讓其漱口及反覆給水。6.若呼吸停止，立即由受過訓練的人施以人工呼吸，若心跳停止施行心肺腹甦術。7.立即就醫。</p>

From MSDS (Date of Peer Review: April 2004)

## 2-1.5 慢性毒性

雖然加保利可能引起較小的皮膚和眼睛刺激，但加保利在職業暴露量或以下，被認為並不具顯著的慢性健康的危害 (extoxnet, 1996)。

男性的志願者吃六星期低劑量的加保利顯示病無任何症狀，但是在他們身體的血液生化值的測試上已經顯示有些微的改變。(US National Library of Medicine, 1992)

表九、毒理標準用以制定對加保利飲食及非飲食暴露規範值(Toxicological criteria for setting guidance values for dietary and non-dietary exposure to carbaryl)

暴露	相關暴露途徑、研究類別與種類	結果與評論
短期 (1-7 天)	口服毒性 (Oral toxicity) , 大鼠 (rat)	LD <sub>50</sub> = 225-721 mg/kg bw
	皮膚毒性 (Dermal toxicity) , 大鼠 (rat)	LD <sub>50</sub> > 2000 mg/kg bw
	皮膚刺激 (Dermal irritation) , 兔子 (rabbit)	無刺激性 (Not irritating)
	眼睛刺激 (Ocular irritation) , 兔子 (rabbit)	輕微刺激性 (Slightly irritating)
	皮膚過敏性 (Dermal sensitization) , 天竺鼠 (guinea-pig)	無致敏性 (Not sensitizing)
中期 (1-26 星期)	重複口服給藥 5 週 (Repeated oral, five weeks) , 狗 (dog)	NOAEL = 3.1 mg/kg bw per day (highest dose tested); 無乙酰膽鹼酯酶效應 (no effects on acetylcholinesterase activity)
	重複口服給藥 6 週 (Repeated oral,	NOAEL = 0.06 mg/kg bw per day; 增加

	six weeks) , 人 (human)	在尿中胺基酸式氮變成肌苷酸的比例 (increased ratio of amino acid nitrogen to creatinine in urine)
	呼吸暴露 90 天 (Inhalation, 90 days) , 大鼠 (rat)	NOAEL = 10 mg/m <sup>3</sup> per day (highest dose tested)
	呼吸暴露 120 天 (Inhalation, 120 days) , 貓 (cat)	NOAEL = 16 mg/m <sup>3</sup> per day; 膽鹼激素在 30 mg/m <sup>3</sup> 下暴露 30 天後反應 (cholinergic reactions at 30 mg/m <sup>3</sup> after a 30-day exposure)
長期(大於 1 年)	重複口服給藥 2 年(Repeated oral, two years) , 致癌力 (carcinogenicity) , 小鼠 (mouse)	男性在低劑量 15 mg/kg bw per day 測試下, 會發生血管腫瘤。(Vascular tumours in males at 15 mg/kg bw per day, the lowest dose tested)
	重複口服胃管餵食 1 年(Repeated oral (gavage), one year) , 毒性與致癌力 (toxicity and carcinogenicity) , 大鼠 (rat)	NOAEL = 2 mg/kg bw per day, 依據加保利對甲狀腺與雌性與雄性生殖器官與功能之影響 (effects on thyroid and male and female reproductive organs and/or function)
	重複口服給藥 2 年(Repeated oral, two years) , 毒性與致癌力 (toxicity and carcinogenicity) , 大鼠 (rat)	NOAEL = 10 mg/kg bw per day, 降低腦中乙醯膽鹼脂酶與體重減輕 (reduced brain acetylcholinesterase and reduced body weight) . 在超出最大耐受劑量 350 mg/kg bw per day 下, 會發生甲狀腺、肝、膀胱腫瘤 (Tumours (thyroid, liver,

		bladder) at 350 mg/kg bw per day, which exceeded the MTD)
	重複口服胃管餵食 1 年(Repeated oral (gavage), one year) , 毒性 (toxicity) , 狗 (dog)	NOAEL = 1.8 mg/kg bw per day, 對腎臟造成影響 (effects on kidney)

### 2-1.6 生殖與致畸效應：

在 1980 年新澤西一個城鎮為了控制舞毒蛾而噴灑加保利的流行病學研究發現，顯示加保利會造成過多的出生缺陷。只有侷限的證據顯示加保利在人類會引起先天缺陷。美國環保署推斷假如正確地使用加保利是不會對人類形成致畸胎風險 (ACGIH, 1991)。

在一個大鼠餵食高劑量的加保利的長期研究顯示，加保利並沒有生殖或胎兒的效應 (US National Library of Medicine, 1995)。在受測試的動物中，因為慢性暴露加保利而造成的致畸效應的證據，是極微小的。兔子及天竺鼠後代的先天缺陷只發生於對母代有高毒性的劑量範圍 (Cranmer, M. F. 1986)。

美國環保署推斷加保利不會對人類造成致畸胎的風險 (Ibid.)。但是，其也認為加保利會有內分泌干擾素效應 (Chemically induced alterations in sexual and functional development, 1992)。

動物研究顯示，胎盤傳輸會在用加保利投予後的第一小時發生。集中在胎兒眼睛、肝及腦的放射性碳加保利濃度於投予後 8 至 96 小時相對穩定 (Declume & Derache, 1976, 1977; Declume & Benard, 1977 a,b, 1978)。猴子在懷孕的 18 至 40 天給予每公斤體重 0.2, 2 或 20 毫克 (0.2, 2, or 20 mg/kg body weight) 劑量的加保利，並不會有任何致畸效應 (Dougherty et al, 1971)。

加保利在哺乳動物的生殖或發育毒性研究結果清楚地表示加保利能在子宮內及在生殖過程的期間導致不利影響。

### 2-1.7 致突變效應：

世界衛生組織報告指出並沒有任何報告顯示加保利在體外原核生物（*H. influenza*, *B. subtilis*）及真核生物（*S.cereviside*, *A.nidulans*, Cultured human lymphocytes and rat hepatocytes）細胞會穩定誘發基因重組，基因轉換與非程序性 DNA 合成（Unscheduled DNA Synthesis）（WHO, 1994）。但是，已經有報告指出高劑量的加保利會在人、大鼠與倉鼠和植物的體外試驗中造成染色體損傷（WHO, 1994）。

加保利在大鼠中被顯示對細胞分裂及染色體有影響（US EPA, 1987）。但是，許多研究指出加保利僅具有輕微的突變風險（U.S. National Library of Medicine, 1995；Siebert, D. *et al.* 1974）。世界衛生組織從目前可獲得的資料中，評估後認為加保利在人身上不具造成基因突變的威脅（WHO, 1993）。

但是，加保利可能與亞硝酸鹽在某些情況下起反應進而生成 N-nitrosocarbyl。N-nitrosocarbyl 會和 DNA 鍵結以及造成有絲分裂重組及基因轉變（WHO, 1994）。Nitrosocarbyl 已被證實在低濃度即可對實驗室試驗系統具有高突變性。上述的報導也許在人類會受到關注，因為在食品添加劑及人的唾液中被發現亞硝酸鹽有可能，會和加保利在胃中起反應進而形成一種更具突變性的化合物 nitrosocarbyl（Siebert, D. *et al.* 1974；Elespuru, R. *et al.* 1974；Exttoxnet, 1996），但是這尚未被證實。總之，這證據建議加保利不太可能對人類有致突變性（Siebert, D. *et al.* 1974；Elespuru, R. *et al.* 1974）。

表十、加保利對人之致突變效應

測試系統 (Test System)	觀察指標 (End Point)	物種 (Species)	性別 (Sex)	劑量 (Dose)	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
精原蟲 Spermatozoa	活體染色體 畸變 (In Vivo Chromosomal Aberrations) (FISH)	Human	Male	4.1 mg/m <sup>3</sup> Inhalation; Dermal 862.5 mg/m <sup>3</sup>	Positive 倍 數性 (Ploidy); Numerical Ca Of Chromosome X, Y, And 18 Invesrigated	[UENDEGER, U <i>et al.</i> 2005]

From Carbaryl in CCRIS

表十一、加保利對動物之致突變效應

測試系統 (Test System)	種系 (Strain Indicator)	代謝活化 (Metabolic Activation)	方法 (Method)	劑量 (Dose)	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
Sister-chromatid exchange (SCE) in vitro	Nonhuman		SC2+		陽性	EMIC/9139 2; Mutat Res 297:101-180 ,1993
沙門菌逆突變 測試 (Ames Salmonella typhimurium)	TA1538	Mouse, Liver, S-9, Phenobarbital	Preincubation		陽性	[GREIM,H, <i>et al.</i> 1977]

Chinese Hamster V-79	V-79/ ouabain	NONE	Standard Plate	10 $\mu$ mol	陽性	[BRADLEY, MO, <i>et al.</i> 1981]
Micronucleus test, chromosome aberrations	Mammalian polychromatic erythrocytes		MNTT		無結論	EMICBAC K/77345; MUTAT RES 239:29-80,1 990
沙門菌逆突變測試 (Ames Salmonella typhimurium)	TA98	NONE	Standard Plate	1-10000 $\mu$ g/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變測試 (Ames Salmonella typhimurium)	TA98	Rat, Liver, S-9, Aroclor 1254	Standard Plate	5-1000 $\mu$ g/plate (Test material solvent: DMSO)	陰性	[NARBONNE, JF, <i>et al.</i> 1987]
沙門菌逆突變測試 (Ames Salmonella typhimurium)	TA102	NONE	Standard Plate	1-10000 $\mu$ g/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]

測試系統( Test System )	種系 ( Strain Indicator )	代謝活化 ( Metabolic Activation )	方法 ( Method )	劑量 ( Dose )	結果 ( Results )	參考文獻 ( Reference )
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA1535	NONE	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA98	Rat, Liver, S-9	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA102	Rat, Liver, S-9	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA1535	Rat, Liver, S-9	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA98	Wheat, Seedling, S-14	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]



測試系統( Test System )	種系 ( Strain Indicator )	代謝活化 ( Metabolic Activation )	方法 ( Method )	劑量 ( Dose )	結果 ( Results )	參考文獻 ( Reference )
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA102	Wheat, Seedling, S-14	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA1535	Wheat, Seedling, S-14	Standard Plate	1-10000 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1989]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA1535	NONE	Standard Plate	10 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA1535	S-9	Standard Plate	10 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA1535	Plant, Homogenate, S-14	Standard Plate	10 µg/plate	陰性	[GROVER, I S, <i>et al.</i> 1990]

測試系統( Test System )	種系 ( Strain Indicator )	代謝活化 ( Metabolic Activation )	方法 ( Method )	劑量 ( Dose )	結果 ( Results )	參考文獻 ( Reference )
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA98	NONE	Standard Plate	10 µg/plate	陰性	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA98	S-9	Standard Plate	10 µg/plate	陰性	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA98	Plant, Homogenate, S-14	Standard Plate	10 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA100	NONE	Standard Plate	5 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA100	S-9	Standard Plate	5 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]

測試系統( Test System )	種系 ( Strain Indicator )	代謝活化 ( Metabolic Activation )	方法 ( Method )	劑量 ( Dose )	結果 ( Results )	參考文獻 ( Reference )
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA100	Plant, Homogenate, S-14	Standard Plate	5 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA97A	NONE	Standard Plate	1 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA97A	S-9	Standard Plate	1 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]
沙門菌逆突變 測試 ( Ames Salmonella typhimurium )	TA97A	Plant, Homogenate, S-14	Standard Plate	1 µg/plate	Negative	[GROVER,I S, <i>et al.</i> 1990]

From Carbaryl in CCRIS , GENETOX

## 2-1.8 致癌效應：

1987年由國際癌症研究署(IARC)對加保利作評估認為，加保利在人類中無資料顯示會致癌以及在實驗性動物中致癌力的證據並不充分。在1994年世界衛生組織(WHO)專案小組的報告認為大多數癌症研究介入之大鼠與小鼠年紀大且不符合當代標準，使其更加有說服力。小組知道殺蟲劑公司在執行某些新研究。雖然小組並沒有看到所有結果，但小組消息靈通的知道，這些研究指出在大鼠和小鼠中給予高劑量下腫瘤的形成會明顯增加。從WHO其中一個主要推薦的報告中，包括致癌力研究符合現代標準應會被表現的請求(WHO, 1993)。

在IARC的分類中，加保利屬於第3類的致癌物(group 3 carcinogen)，表示至目前為止物質因資料不足尚未歸類於致癌性。而US EPA於1994年根據IARC的分類將加保利分類為Group C(目前資料不足以分類)(California Environmental Protection Agency, May, 1997)。

在英國1995年11月，新公司資料指出加保利能對人類引起癌症，雖然這份研究並不是在公共領域中做研究。上述研究由致癌務委員會及殺蟲劑諮詢委員會所評估，而在其給政府的報告中，結論應該“謹慎的考慮加保利是一個潛在的人類致癌物”(MAFF, 1995)。主要政府反應有關加保利使用於對抗孩童頭蝨上，結果，加保利在醫療用途只可利用於處方中(see PN30 p.4)

工業級的加保利在小鼠與大鼠長期及終身研究中是不會引起腫瘤的。但小鼠暴露在含有加保利的tricaprylin產品中4星期，會產生肺腫瘤(US National Library of Medicine, 1992)。然而，大鼠給予每日高劑量的加保利兩年，和小鼠給予18個月，結果顯示並沒有致癌性的徵候(Evaluation of Carcinogenic, Teratogenic, and Mutagenic Activities of Selected Pesticides and Industrial Chemicals. 1968)。

儘管N-nitrosocarbaryl(一個加保利可能的副產物)已經被發現大鼠給予高劑量後，對大鼠會有致癌性，但N-nitrosocarbaryl並未被測得。如此，這些證據指出加保利對人類不太可能會有致癌性(Regan, J. D. *et al.* 1976)。

表十二、加保利對動物之致癌效應

種族 Species	種系/ 性別 Strain/ Sex:	給藥方式 Route:	劑量(Dose)	Tumor Site/ Type of Lesion:	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
大鼠 (Rat)	SWISS	胃管餵食 Gavage	0; 30 mg/Kg bw, 1/D For up to 22 mo	腸道 (Intestines) : 纖維肉瘤 (Fibrosarcoma) ; 骨骼(Bone) 骨肉瘤 (Osteosarcoma)	陽性	[IARC, 1970 ]
小鼠 (Mouse)	SWISS/ Female	皮膚 Dermal	0; 100 mg/Kg In 100 µl Acetone 3/wk For 52 wk (Study Duration: 52 wk)		陰性	[SHUKLA, Y, <i>et al.</i> 1992]

From Carbaryl in CCRIS

#### 2-1.9 器官毒性：

攝食加保利會影響肺、腎與肝。吸入的加保利也會影響肺 (Baron, R. L. 1991 ; Carpenter, C. P. 1961)。對大鼠和豬給予高劑量的加保利50天會發生神經損傷 (Johnson, W. W. et al. 1980)。

許多研究指出加保利會對動物及昆蟲造成免疫系統的影響。二年期的大鼠研

究顯示在 10 mg/kg/day 或比其低之劑量不會展現任何效應 (Cranmer, M. F. 1986)。  
無報告可以顯示其對人有免疫系統影響的效應。

#### 2-1.10 對人及其他動物的命運：

加保利是弱的肝的微粒體藥物代謝活性的誘導劑。這件是在臨床上被建議是很重要的。在 1994 年，WHO 中有證據指出肝酵素誘導劑也許會降低毒性，肝酵素抑制劑也許會增加毒性，特別是對慢性神經毒性。低蛋白飲食增加急毒性(WHO, 1994)。加保利的代謝在灌流老鼠肝中會被 cimetidine 所抑制

大多數的動物，包含人類可以快速的分解加保利，並快速的透過尿液及糞便排出。因工作呼吸暴露到加保利的粉塵的勞工 74%吸入的劑量以尿形成分解的產物，來排出 (US EPA, 1987)。在給予加保利後 24 小時會有 85%以上被代謝掉的加保利 (US EPA, 1987)。這在其他種類的動物也是一樣的，會在給予加保利後 24 小時排泄出 3/4 的劑量 (Baron, Ronald L. 1991)。

#### 2-1.11 環境效應

加保利對於一些非標的性的物種具有致命性，在噴灑過加保利的區域內會破壞蜂蜜的族群有時是個問題。加保利殺蟲特性可以維持約 3-10 天。土壤內大部分殘留的加保利會因為陽光及細菌的作用而降低濃度。加保利可以與土壤中有機物質結合及由地面上的水流至河中，加保利在有氧土中半衰期為 7 天；無氧土中半衰期為 28 天。在池水中，加保利的半衰期為 1-32 天，且曾在加州內三個區域中的地下水發現有加保利的殘存 (Extoxnet, 1996)。

#### 2-1.12 生態效應

- 對鳥類的效應：加保利對野生鳥類幾乎是無毒性的。加保利在綠頭鴨【mallards】及雉雞【pheasants】的LD<sub>50</sub>高於 2000 mg/kg，鶉鴉【quail】的LD<sub>50</sub>則是 2230 mg/kg，鴿子【pigeons】的LD<sub>50</sub>則介於 1000-3000 mg/kg[10]。

- 對水生動物的效應：加保利對水生動物具有中等毒性，對虹鱒【rainbow trout】的LC<sub>50</sub>是 1.3 mg/L，對藍鯰【bluegill】的LC<sub>50</sub>在 1.0 mg/L[10]。部分的加保利可能會累積於一些動、植物如：鯰魚、小龍蝦、蝸牛、水藻、浮萍。加保利在魚中的殘留量比加保利在水中的濃度高 140 倍。一般而言，由於加保利快速的代謝及快速的分解，加保利在鹼性水中應該不會造成顯著的生物累積風險。可是，在中性以下的環境中，加保利也許會造成顯著的生物累積風險[10]。
- 對其他動物的效應：加保利對許多非標的昆蟲包含蜜蜂及有益的昆蟲具有致死的能力[10]

表十三、加保利生物毒性資料

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
鯰魚	Snake-head catfish		19500			EPA ecotoxiciy database
斑紋異齒鮫	Black bullhead		20000			EPA ecotoxiciy database
鯽	Goldfish		16700			EPA ecotoxiciy database
鯉魚的一種	Catla		1420			EPA ecotoxiciy database
鯿	Carp, hawk fish		9250			EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
鬍子鯰	Walking catfish		46000			EPA ecotoxiciy database
鯉	carpio		3700		2000	EPA ecotoxiciy database
鯽	Zebra danio		46.0 umol/L			EPA ecotoxiciy database
大肚魚	Western mosquitofish		31800			EPA ecotoxiciy database
鯉科淡水小 魚	Minnow and Carp		7500			EPA ecotoxiciy database
鮑魚	Abalone		8100			EPA ecotoxiciy database
鯰魚	Indian catfish		20100			EPA ecotoxiciy database
虹鱔	Channel catfish		15800			EPA ecotoxiciy database
鯉魚的一種	Rohu		1870			EPA ecotoxiciy database
翻車魚	Green sunfish		11200			EPA ecotoxiciy database
藍鰓魚	Bluegill		5200			EPA ecotoxiciy database



中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	来源
蓋斑鬥魚	Paradise fish		3500			EPA ecotoxiciy database
鱸魚	Largemouth bass		6400			EPA ecotoxiciy database
條紋鱸	Striped bass		2300			EPA ecotoxiciy database
亞帕基印第 安鱒魚	Apache trout		1.5mg/L			EPA ecotoxiciy database
銀色鮭魚	silver salmon		997			EPA ecotoxiciy database
鯉科小魚	Fathead minnow		9000			EPA ecotoxiciy database
古比魚	Guppy			9740	500 /1000	EPA ecotoxiciy database
小翻車魚	Black crappie		2600			EPA ecotoxiciy database
科羅拉多摺 唇魚	Colorado squawfish		3.1			EPA ecotoxiciy database
大西洋鮭魚	Atlantic salmon		1150			EPA ecotoxiciy database
麥奇鈎吻鮭	Brown Trout		2000		200 / 400	EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
湖鱒	Lake trout, siscowet		920			EPA ecotoxiciy database
四線列牙鱒	Tigerfish		2200			EPA ecotoxiciy database
尼羅口孵魚	Mozambique tilapia		8500			EPA ecotoxiciy database
負鼠蝦	Opossum shrimp		230			EPA ecotoxiciy database
淡水蝦	Freshwater prawn		35.2			EPA ecotoxiciy database
蝦	Prawn		19			EPA ecotoxiciy database
沙蝦	Sand shrimp		24.87			EPA ecotoxiciy database
東方蝦	Korean or Oriental shrimp		12			EPA ecotoxiciy database
淡水螯蝦	Crayfish		2430			EPA ecotoxiciy database
螃蟹	Dungeness or edible crab		280			EPA ecotoxiciy database
蟹	Crab		4161			EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
蛤蜊	Bent-nosed clam		17000			EPA ecotoxiciy database
蛤蜊	Clam		5100			EPA ecotoxiciy database
牡蠣	virginia oyster			23.6 ppm		EPA ecotoxiciy database
紫貽貝	blue mussel		22700	10300		EPA ecotoxiciy database
扇貝	Scallop		5600			EPA ecotoxiciy database
海膽	Sea urchin			92.5		EPA ecotoxiciy database
水蠍	Water scorpion		624			EPA ecotoxiciy database
蚊	Yellow fever mosquito		336		50 / 100	EPA ecotoxiciy database
石蠅	Stonefly		12			EPA ecotoxiciy database
水蚤	Water flea		3280			EPA ecotoxiciy database
端足目動物	Amphipod		6.5			EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
纖毛蟲	Ciliate		10200			EPA ecotoxiciy database
甲蟲	Beetle		3300			EPA ecotoxiciy database
蝸牛	Pond snail		4500			EPA ecotoxiciy database
蝸牛	Snail		>27000			EPA ecotoxiciy database
蘋果蝸牛	Apple snail		36500			EPA ecotoxiciy database
蜻蜓	Dragonfly		0.00069			EPA ecotoxiciy database
蚯蚓	Oligochaete, worm		8200			EPA ecotoxiciy database
腹足動物	Gastropod		14870			EPA ecotoxiciy database
水棲性的蚯蚓	Tubificid worm		50			EPA ecotoxiciy database
樹蛙	Gray tree frog		2470			EPA ecotoxiciy database
蛙	Green frog		17.36			EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
澤蛙	Rana hexadactyla Frog		55340			EPA ecotoxicity database
印度牛蛙	indian bullfrog		6300			EPA ecotoxicity database
鸕鶿	quail	2230 / 2290 mg/kg				Extoxnet1996 / Hudson et al.(1984)
野鴨	mallards	2000 mg/kg >2564 mg/kg				Extoxnet1996 /Hudson et al.(1984)
雉雞	pheasants	2000 mg/kg				Extoxnet1996
鴿子	pigeons	1000-30 00 mg/kg				Extoxnet1996
美洲紅翼鸕鶿	Red-winged blackbird	56 mg/kg				IPCS INCHEM / Schafer (1972)
環頸雉	Phasianus colchicus	>5000 mg/kg				Hill et al. (1975)

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOE C/LO EC	來源
綠頭鴨	Anas platyrhynchos			5d > 5000 mg/kg		Hill et al. (1975)
蜜蜂	Honey bee	0.18 μg/bee (about 1-2 mg/kg) 【oral】				IPCS INCHEM

## 2-2 大滅松

大滅松屬於有機磷酸鹽類的殺蟲劑，也被用於殺蟎劑，在台灣常使用的為 44% 的乳劑(EC)。

### 2-2.1 物理化學性質

名稱：

大滅松(Dimethoate)

別名(FAO 2005；EPA 1999)：

EI 12880

L 395

BAS 152

OMS 94

OMS 111

ENT 24 650

Chemathoate

Cygon

Fosfamid

Cekuthoate

Daphene

Devignon

Dimet

Dimethogen

Trimetion

AC-12880

AC-18682

Acetic Acid, O, O-Dimethyldithiophosphoryl-N-Monomethylamide Salt

Caswell number 358

Cekuthoate

De-Fend

Dimethoat Tech 95%

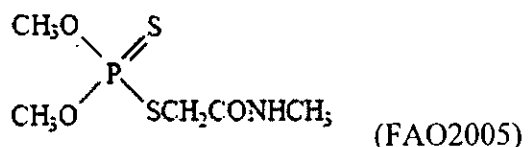
化學名稱(FAO2005)：

*O,O*-dimethyl *S*-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate (IUPAC)；

2-dimethoxyphosphinothioylthio-*N*-methylacetamide (IUPAC)；

*O,O*-dimethyl *S*-[2-(methylamino)-2-oxoethyl] phosphorodithioate CA;60-51-5)

結構式：



分子式(FAO2005)：C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>NO<sub>3</sub>PS<sub>2</sub>

分子量 (FAO2005)：229.3 g/mol

CAS Registry number：60-51-5

理化性質：

外觀(EPA 1999)：無色結晶

味道(EPA 1999)：樟腦味

沸點(EPA 1999)：107°C (0.05mmHg)

熔點(EPA 1999)：49°C

腐蝕性(EPA 1999)：對鐵具輕微腐蝕性

密度及比重(EPA 1999)：1.277 (65°C)

蒸氣壓(EPA 1999)：0.25 mPa (25 °C)。

溶解度(農委會 94.6.9 公告)：水 23.3 g/L (pH 5, 7)、25 g/L (pH 9) (均為 25 °C)。易溶於大多數有機溶劑中，如：醇、酮、苯、甲苯、氯仿、二氯甲烷 (均大於 300 g/kg, 20 °C)，溶於正辛醇、四氯化碳及環烷碳氫化合物 (均大於 50 g/kg, 20 °C)。



光譜特性(EPA 1999)：折射率：1.5334 (65°C)

蒸氣壓(EPA 1999)：1.1 mPa (25°C)

安定性(農委會 94.6.9 公告)：在 pH 2~7 水溶液中安定，鹼性溶液中水解。


在水中半衰期為 4.4 日 (pH 9)。遇熱分解，形成  
O,S-dimethyl 相似物。

## 2-2.2 劑型、商品名與用途

劑型：

粒劑 (GR)，乳劑 (EC)

商品名(以興農公司作為代表)：

達滅速	殺蟲劑	大滅松	44% EC	Dimethoate
	適用作物	柑桔、荔枝		
	防治病蟲害	介殼蟲、椿象、果樹膠蟲、木蝨、潛葉蛾		

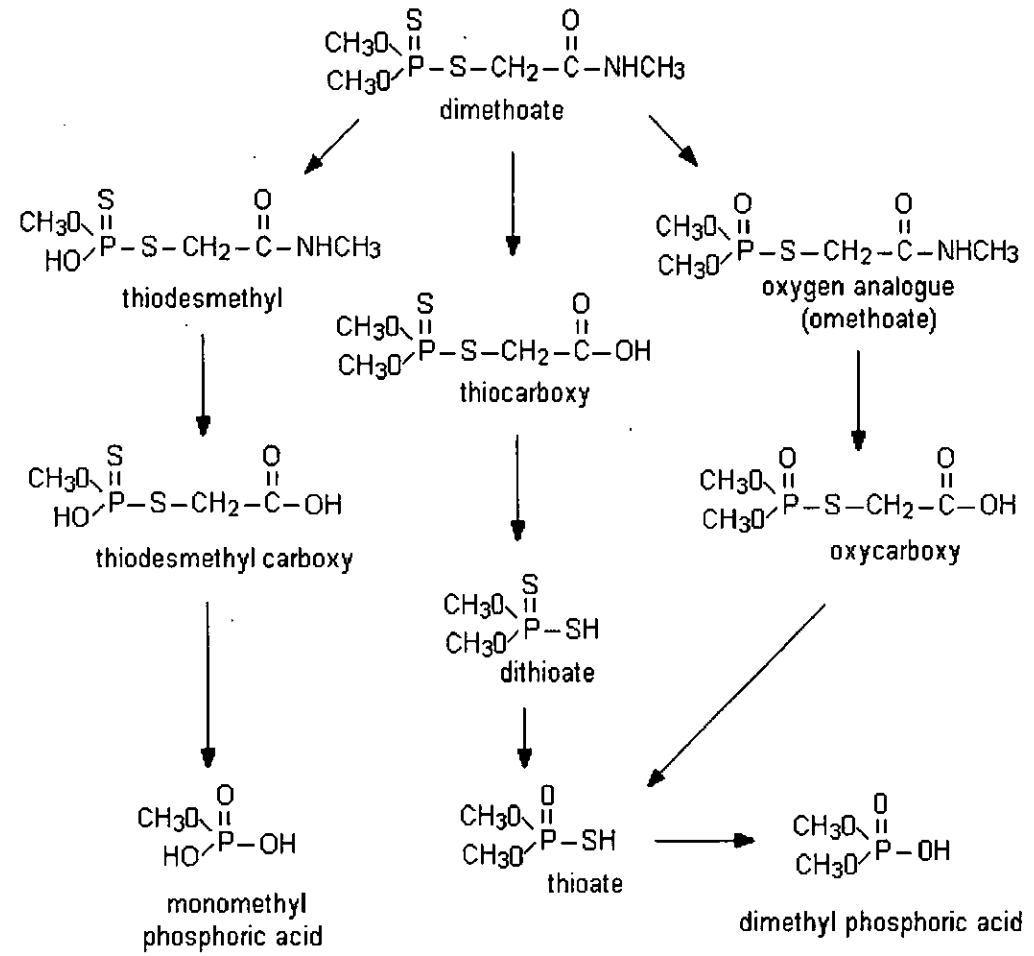
用途：

- (1) 殺蟲劑。
- (2) 醫學上，殺蟎劑。

### 2-2.3 大滅松在大鼠中建議的代謝途徑

圖二、大滅松在大鼠中建議的代謝途徑

Figure 3. Proposed metabolic pathway for dimethoate in rats



From FAO and WHO 1996

### 2-2.4 急性毒性

大滅松攝取、吸入或皮膚的吸收是有毒性的，世界衛生組織將大滅松定為第二等級的毒性物質 (IPCS, 1998)，如表十四，大鼠之最大LD<sub>50</sub>同於半致死劑量，其範圍為每公斤體重 150-400 mg (IPCS, 1989)；小鼠、兔子及豬的LD<sub>50</sub>分別為每公斤體重 160、300 及 350 mg (Tomlin, 2000)，大滅松會很快的被皮膚吸收，而且非常容易經由肺部被吸收 (Extoxnet, 1993)。

表十四、WHO 對大滅松分類的資料

中毒性 (Moderately hazardous) (Class II) technical grade active ingredients in pesticides

Common name	Dimethoate [ISO]
CAS no	60-51-5
UN no	2783
Chem type	Organophosphorus compound
Phys state	solids, including
Main use	insecticide
LD <sub>50</sub> mg/kg	c150
Remarks	DS 42; EHC 90; HSG 20; ICSC 741; JMPR 1997b, 2004

From WHO 2004

經由空氣、水及食物中接觸大滅松的人口有限，職業上的暴露則為整個製造過程、開發產品以及使用上 (Tomlin, 2000)。大部分的暴露發生為吸入或是皮膚的吸收，有部分的暴露則因意外或不正確的操作方式而造成 (IPCS, 1998)。

人類暴露在大滅松下，會產生許多效應，當吸入時會造成呼吸加速、血液內含有大滅松或開始流鼻涕、咳嗽、胸悶、短而急促的呼吸及因為支氣管的壓縮或產生過量液體造成的氣喘；皮膚的接觸會導致皮膚過敏；眼睛接觸會造成疼痛、出血、流淚、瞳孔縮小及視覺模糊，其他部位的暴露也會導致一系列的效應，反應產生的時間再暴露後數分鐘或十二小時後，這些反應包括貧血、噁心、嘔吐、腹瀉、腹絞痛、頭痛、頭暈、眼睛疼痛及視力模糊，嚴重的毒性影響則會造成中樞神經系統失調，包含口齒不清、反射作用喪失、虛弱、疲勞、不自覺的肌肉收縮、痙攣、舌頭及眼皮的跳動，最後則會造成四肢及呼吸肌肉的癱瘓 (Extoxnet, 1993)。

表十五：大滅松急性暴露的徵候與預防急救措施

暴露途徑	徵候	預防措施	急救措施
呼吸 (Inhalation)	瞳孔收縮 (Pupillary constriction)、肌肉抽攣 (muscle cramp)、唾液過度分泌 (excessive salivation)、流汗 (Sweating)、噁心 (Nausea)、頭暈 (Dizziness)、吃力的呼吸 (Laboured breathing)、虛弱無力 (Weakness)	排煙設備 (Ventilation) (not if powder).	1.移走污染源或將患者移到空氣新鮮處。 2.若呼吸停止，立即由受過訓練的人施以人工呼吸；若心跳停止施行心肺復甦術 (避免口對口)。3.若呼吸困難，最好在醫生指示下由受過訓練的人供給氧氣。4.立即就醫。
皮膚 (Skin)	也許會被吸收 (MAY BE ABSORBED!) (Further see Inhalation).	防護手套 (Protective gloves)、防護服裝 (Protective clothing)	1.避免直接觸此物儘可能戴防滲的防護手套及防護衣。2.脫掉污染的衣物、鞋子以及皮飾品(如錶帶、皮帶)。3.用水和非磨砂性肥皂，徹底緩和的清洗。4.立即就醫。5.須將污染的衣物、鞋子以及皮飾品(如錶帶、皮帶)完全除污後再使用或丟棄。
眼睛 (Eyes)	眼睛泛紅 (Redness)、疼痛 (Pain)	護目鏡 (Safety goggles)、面罩 (face shield.)	1.立即將眼皮撐開，用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛 20 分鐘。2.沖洗時要小心，不要讓含污染物的沖洗水流入未受污染的眼睛裡。3.若沖洗後仍有刺激感，再反覆沖洗。4.立即就醫。

攝食(Ingestion)	胃腸痙攣 (Abdominal cramps)、痙攣 (Convulsions)、腹瀉 (Diarrhoea)、失去意識 (Unconsciousness)、嘔吐 (Vomiting) (Further see Inhalation).	不要在工作中飲食或抽菸 (Do not eat, drink, or smoke during work)、在工作完後飲食前先洗手 (Wash hands before eating)	1.若患者即將喪失意識、已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。2.若患者意識清楚，讓其用水徹底漱口。3.不可催吐。4.給患者喝下 240~300 毫升的水。5.若患者自發性嘔吐，讓其身體向前傾以減低吸入危險，並讓其漱口及反覆給水。6.若呼吸停止，立即由受過訓練的人施以人工呼吸，若心跳停止施行心肺腹甦術。7.立即就醫。
---------------	--	--	--

From MSDS(Date of Peer Review: March 1998)

表十六、工業級的大滅松根據急毒性、刺激與致敏性的毒性物質檔案資料 Toxicology profile of the dimethoate technical material, based on acute toxicity, irritation and sensitization

種類 (Species)	測試 (Test)	暴露時間與條件	結果 (Result)
大鼠，性別未註明 (Rat, sex not stated)	急性口服毒性測試 (Acute oral toxicity)	未註明，純度未註明 (Not stated, purity not stated)	LD <sub>50</sub> = 310 mg/kg bw
大鼠，性別未註明 (Rat, sex not stated)	急性皮膚毒性測試 (Acute dermal toxicity)	未註明，純度未註明 (Not stated, purity not stated)	LD <sub>50</sub> >7000 mg/kg bw

種類 (Species)	測試 (Test)	暴露時間與條件	結果 (Result)
兔子，性別未註明 (Rabbit, sex not stated)	皮膚刺激 (Dermal irritation)	未註明，純度未註明 (Not stated, purity not stated)	輕微刺激性 (Slightly irritating)
兔子，性別未註明 (Rabbit, sex not stated)	眼睛刺激 (Eye irritation)	未註明，純度未註明 (Not stated, purity not stated)	輕微刺激性 (Slightly irritating)
人類，性別未註明 (Human, sex not stated)	皮膚敏感度試驗 (Dermal sensitization)	未註明，純度未註明 (Not stated, purity not stated)	具急毒性 (Positive)

FROM FAO 2005

### 2-2.5 慢性毒性

人類若多次或長時間的暴露於大滅松的環境，會造成急性毒性效應及其他後遺症。多次接觸大滅松的工作者，會產生記憶力減退、注意力不集中、嚴重憂鬱、易怒、困惑、頭痛、表達能力降低、反射時間的延緩、易作惡夢、夢遊、假寐及失眠 (Exttoxnet, 1993)。

表十七、工業級的大滅松根據亞急毒性至慢性毒性的物質檔案資料 Toxicology profile of dimethoate technical material based on repeated administration (sub-acute to chronic)

種類 (Species)	測試 (Test)	暴露時間與條件 (Duration and conditions)	結果 (Result)
短期毒性 (Short-term toxicity) (1-26 weeks)			
兔子, 性別未註明 (Rabbit, sex not stated)	Dermal	重複給藥 21 天 (Repeated dosing, 21 days)	NOAEL = 1000 mg/kg bw per day (highest dose tested)
大鼠 (Rat)	口服 (Oral)	重複給藥 (Repeated dosing)、生殖毒性 (reproductive toxicity)、實際時間未註明 (actual duration not stated)	NOAEL = 1.2 mg/kg bw per day, reproductive toxicity NOAEL = 0.08 mg/kg bw per day, (根據父親的毒性) parental toxicity
大鼠 (Rat)	口服 (Oral)	重複給藥 (Repeated dosing)、發育毒性 (developmental toxicity)、實際時間未註明 (actual duration not stated)	NOAEL = 6 mg/kg bw per day, maternal toxicity. 無致畸性與胚胎毒性 No evidence of embryotoxicity or teratogenicity at 40 mg/kg bw per day (highest dose tested)

兔子 (Rabbit)	口服 (Oral)	Repeated dosing, developmental toxicity, actual duration not stated	NOAEL = 10 mg/kg bw per day, maternal toxicity.  No evidence of embryotoxicity or teratogenicity at 40 mg/kg bw per day (highest dose tested)
長期毒性與致癌性 (Long-term toxicity and carcinogenicity) (1 year)			
大鼠, 性別未 註明 (Rat, sex not stated)	口服 (Oral)	重複給藥 (Repeated dosing)、毒性與致癌力 (toxicity and carcinogenicity)	NOAEL = 0.04 mg/kg bw per day, cholinesterase inhibition. No evidence of carcinogenicity.

FROM FAO 2005



## 2-2.6 致癌效應：

1982 年 Hayes 等及 1985 年 Hallenbeck 等學者研究指出大滅松為可能致癌物 (Hayes *et al.*, 1982 ; Hallenbeck *et al.*, 1985) , 1990 年 Hayes 等學者研究餵食大鼠 5、15、30 mg/day 511 天到 627 天增加惡性腫瘤的產生 (Hayes *et al.*, 1990)。

1991 年 Gallo 等研究指出，餵食大鼠 5、15、30 mg/kg/day 一年以上時間，會增加惡性腫瘤的產生。

美國環保署將大滅松定義為 Group C (目前資料不足以分類)，1993 年 ACP 則定義大滅松對於大鼠及小鼠無致癌性，然而有研究報告指出餵食大鼠 15 或 30mg/day 511 天到 627 天會增加其惡性腫瘤，由此看來，似乎還缺乏大滅松是否會致癌的數據 (USEPA, 1999 ; ACP, 1993 ; Extoxnet, 1993)。

表十八、大滅松對動物致癌效應

種族 Species	種系/性別 Strain/Sex:	給藥方式 Route:	劑量 (Dose)	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
小鼠 Mouse	B6C3F1/ Female	口服 Oral	0; 250; 500 ppm in diet	陰性	NCI/NTP CARCINOGENESIS TECHNICAL REPORT SERIES
小鼠 Mouse	B6C3F1/ Male	口服 Oral	0; 250; 500 ppm in diet	陰性	NCI/NTP CARCINOGENESIS TECHNICAL REPORT SERIES
大鼠 Rat	Osborne-Mendel/ Female	口服 Oral	0; 192; 384 ppm in diet, TWA	陰性	NCI/NTP CARCINOGENESIS TECHNICAL REPORT SERIES

種族 Species	種系/性別 Strain/Sex:	給藥方式 Route:	劑量 (Dose)	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
大鼠 Rat	Osborne-Mendel/ Female	口服 Oral	0; 192; 384 ppm in diet, TWA	陰性	NCI/NTP CARCINOGENESIS TECHNICAL REPORT SERIES
大鼠 Rat	WISTAR/ Female	口服 Oral	0; 2; 20; 200 ppm in diet, For 2 yr (Study Duration: 2 YR)	陰性	KNAPEK,R, <i>et al</i> , 1990.
大鼠 Rat	WISTAR/ Male	口服 Oral	0; 2; 20; 200 ppm in diet, For 2 yr (Study Duration: 2 YR)	陰性	KNAPEK,R, <i>et al</i> , 1990.

From Dimethoate in CCRIS

2-2.7 致突變效應：

表十九、大滅松對動物之致突變效應

測試系統 (Test system)	受測物質 (Test object)	Concentration of dimethoate used	Purity	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
5-methyl tryptophan resistant mutation assay	E. coli	1 - 6.10 <sup>-3</sup> M during 60 min.	not indicated	positive	Mohn, 1973
Host-mediated assay	mouse; S. typhimurium	3 equal oral doses of 155 mg/kg body weight S. typhimurium injected, collected, and plated	not indicated	positive	Rani, Reddi & Reddy, 1980
sister-chromatid exchange; cell cycle delay	Chinese hamster ovary cells V79	0, 10, 20, 40, and 80 µg/ml + 10 picograms/ml of 5-bromo deoxyuridine (BUdR)	94%	positive in SCE; positive in cell cycle delay	Chen, et al., 1981

測試系統 (Test system)	受測物質 (Test object)	Concentration of dimethoate used	Purity	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
micronucleus test	mouse; bone marrow	2 equal oral doses of	not indicated 51.7 mg/kg b.w. at 24-h interval	positive	Rani, Reddi & Reddy, 1980
human cells in vitro	human Chang liver and HeLa cells	50 - 500 µg/ml	99.8%	cytotoxic in both cell lines; ID <sub>50</sub> = 170 µg/ml (liver cells) ID <sub>50</sub> = 200 µg/ml (HeLa cells)	Gablks & Friedman, 1965
human cells in vitro	human HeLa cells	2.0-300 µg/ml	99.8%	cytotoxic in minimal toxic dose = 20 µg/ml	Gablks, 1965a

測試系統 (Test system)	受測物質 (Test object)	Concentration of dimethoate used	Purity	結果 (Results)	參考文獻 (Reference)
human cells in vitro (up to 108 days exposure)	human HeLa cells	2.0 -300 µg/ml	99.8%	treated cells more susceptible to poliovirus infection	Gablks, 1965b

(IPCS, INCHEM, 1984)

表二十、工業級大滅松在體內測試中的突變特性 (Mutagenicity profile of dimethoate technical material based on in vivo tests.)

種族 (Species)	測試 (Test)	測試條件 (Conditions)	結果 (Result)
Mouse (m, f)	Micronucleus test, <i>in vivo</i>	Oral dosing, purity 97.3%	Negative
Mouse (m, f)	Dominant lethal mutation study, <i>in vivo</i>	Oral dosing, purity 96.89%	Negative

FROM FAO 2005

### 2-2.8 致畸效應：

大滅松為一可能導致人類基胎原的物質 (S A Briggs, 1992)，大滅松致畸形的證明包括狗跟貓，舉例來說，一研究發現餵食懷孕的貓咪每天每公斤 12 mg 大滅松，會產下多址的小貓；相同的計量給予懷孕的大鼠，會產下骨頭組成之缺陷及膀胱機能不全 (Hayes, 1993)，此項研究與 1993 年 UK Advisory Committee on

Pesticides (ACP)所提出的，大滅松對於大鼠及兔子無明顯的導致畸形產生之評估 (ACP, 1993) 並不相同，1988 年 International Programme on Chemical Safety (IPCS) 指出可利用之動物實驗數據顯示大滅松不會導致畸形 (IPCS, 1992)。

### 2-2.9 生殖效應：

大滅松可能影響生殖在小鼠部分世代的研究，高劑量下會影響其生殖，但只與膽素激導性反應時才會，1965 年老鼠的研究發現飲食內超過 50 ppm 以上的大滅松沒有明顯影響生殖能力 (ACP, 1993)，然而，另一研究顯示每升飲用水中含 60 mg 大滅松會影響第五世代小鼠的交配情形 (IPCS, 1989)。

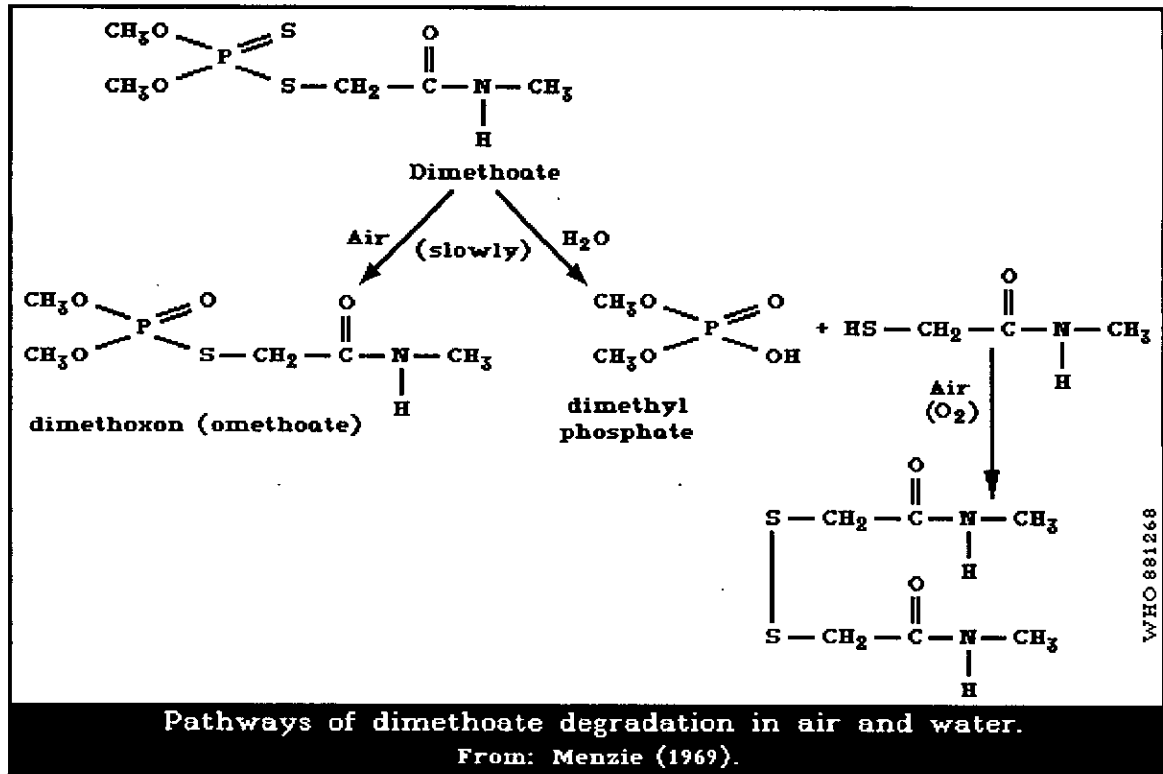
### 2-2.10 對野生動物及環境的命運

大滅松的毒性對水生生物及鳥類會逐漸的增加 (IPCS, 1992)，一研究指出此原因為部分種類的鳥類飲食習慣的改變，但此效應並不會致命，只會危及鳥類食物找尋的能力及更容易被食肉動物侵害 (R Brunet, 1992)，大滅松對於樹鼠的生活習性也會有影響 (G Dell'Omo *et al.*, 1996)，包括跳躍、不規律的活動或因捕魚而死亡 (IPCS, 1989)。

大滅松對於蜜蜂有極高的毒性，可成為接觸時急性毒性的準則 (U.S. EPA)，特殊的急性毒性會以對蜜蜂的毒性表示 (ACP, 1999)，蜜蜂之LD<sub>50</sub>為 0.1-0.2 µg/bee45。若含有大滅松之產品必須注意不可使用在開花中之作物或是開花的野草。

大滅松在水及空氣中的代謝依圖三所示。

圖三、大滅松於空氣或水中分解的方式



### 2-2.11 生態效應

- 對鳥類的效應：大滅松對鳥類的毒性介於中等毒及高毒之間，1986 年 Hill 的報告指出，大滅松在日本鶴鶉 (Japanese quail) 5 天餵食試驗的  $LC_{50}$  為 341 ppm。(Hill, E. F. *et al.* 1986)。大滅松在野生鳥類的  $LD_{50}$  為 7mg/kg，大滅松對鳥類的  $LD_{50}$  一般為 22 mg/Kg (NIOSH RTECS Online File 84/8310)。大滅松對其他的鳥類也許有高毒性，1997 年, Smith 的報告指出，口服急毒性試驗 (acute oral) 的結果中，綠頭鴨 (mallards)  $LD_{50}$  為 41.7-63.5mg/Kg，雉雞 (pheasants)  $LD_{50}$  則為 20.0 mg/Kg (Smith, G. J. 1993)。鳥類並不能像哺乳類一樣迅速的分解大滅松，這可能是造成大滅松對鳥類有較高毒性的原因 (Tucker, R. *et al.* 1970)。
- 對水生生物的效應：大滅松對魚類有中等毒性，而已有報告指出，彩虹鱒魚 (rainbow trout)  $LC_{50}$  為 6.2 mg/L，隆背藍鯰魚 (bluegill sunfish)  $LC_{50}$  則為 6.0 mg/L (Johnson, W. W. *et al.* 1980)，翻車魚 (mosquito fish) 的  $LC_{50}$  為

40-60mg/l (Meister, R.T. 1992), 而大滅松在水生無脊椎生物 (aquatic invertebrate species) 更毒, 如: 石蠅類與scuds。(Johnson, W. W. *et al.* 1980) 而在淡水中的小甲殼生物 (a small freshwater crustacean) 中的大型蚤 (Daphnia magna) 其 48 小時LC<sub>50</sub>為 2.5ug/l (Cheminova Agro A/S. 1991)

- 對其他動物(非上述)的效應: 大滅松對蜜蜂 (honeybees) 是高毒性, 24 小時表面給藥LD<sub>50</sub> (24-hour topical LD<sub>50</sub>) 為 0.12 ug / bee (Kidd, H. *et al.* 1991), 24 小時口服試驗LD<sub>50</sub>為 0.15 ug/bee (Cheminova Agro A/S. 1991) 大滅松對其他家畜 (livestock) 及野生動物很毒(Clarke. Vet. Tox. 1981), 口服 LD<sub>50</sub>範圍大約在 30 mg/kg (人類) to 400 mg/kg (狗)間(NIOSH RTECS Online File 84/8310)。且大滅松對昆蟲(家蠅)中比對老鼠更毒 300 倍。

表二十一、大滅松生物毒性資料

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOEC/LOEC	來源
鯉魚	Cyprinus carpio		40300			EPA ecotoxiciy database
鯉魚	Tooth carp		117.31 (ul/L)			EPA ecotoxiciy database
鯉魚的一種	Catla		10500			EPA ecotoxiciy database
大頭花桿狗母	smooth-breasted snakefish (Trachinocephalus myops)		5400			EPA ecotoxiciy database



中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOEC/LOEC	來源
鮎魚	Snake-head catfish		20500			EPA ecotoxiciy database
鱖	Carp, hawk fish		10100			EPA ecotoxiciy database
鬍子鮎	Walking catfish(Clarias fuscus)		50000			EPA ecotoxiciy database
羊頭鯉科	Sheepshead minnow		>111 ppm			EPA ecotoxiciy database
魮	Zebra danio		7800			EPA ecotoxiciy database
鮎魚	Catfish		22000			EPA ecotoxiciy database
鯉魚的一種	Rohu(Labeo rohita)		10200			EPA ecotoxiciy database
藍鰓魚	Bluegill		6.0 mg/L			EPA ecotoxiciy database
虹鱒	Rainbow trout		8.6(mg/L)			EPA ecotoxiciy database
古比魚	Guppy		340000	120000	6800	EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOEC/LOEC	來源
鯉科淡水小魚	Minnow		0.5 (mg/L)			EPA ecotoxiciy database
大西洋鮭魚	Atlantic salmon		0.13 mg/L			EPA ecotoxiciy database
麥奇鈎吻鮭	Brown trout		0.14 mg/L			EPA ecotoxiciy database
湖鱒魚	Lake trout		0.13 mg/L			EPA ecotoxiciy database
四線列牙鱒	Tigerfish		700			EPA ecotoxiciy database
負鼠蝦	Opossum shrimp		15 (ppm)			EPA ecotoxiciy database
沙蝦	Sand shrimp		2860			EPA ecotoxiciy database
牡蠣	virginia oyster					EPA ecotoxiciy database
端足目動物	Amphipod		4500			EPA ecotoxiciy database
軟體動物	Mollusc		32000			EPA ecotoxiciy database
蝸牛	Snail		5358			EPA ecotoxiciy database

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOEC/LOEC	來源
蝸牛	Biomphalaria alexandrina Snail			3.1		EPA ecotoxiciy database
蜉蝣	Mayfly		7			EPA ecotoxiciy database
劍水蚤	Cyclopid copepod		2			EPA ecotoxiciy database
水蚤	Water flea		2.6		400	EPA ecotoxiciy database
石蠅	Stonefly		0.043(mg/L)			EPA ecotoxiciy database
蟑螂	Roach		0.5 mg/L			EPA ecotoxiciy database
蛙	Frog		7.82			EPA ecotoxiciy database
環頸雉	Phasianus colchicus	20 mg/kg bw (acute oral)		5-d 332 mg/L		FAO2001 (Hudson, R.H. et al.1984) 行政院環保署
美洲紅翼鵝	Red-winged blackbird	6.6-17.8 mg/kg bw (acute oral)				FAO2001 (Schafer, E.W. et al.1983)

中文名	學(科)名	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub> (ug/L)	EC <sub>50</sub> (ug/L)	NOEC/LOEC	來源
野鴨	mallards	63.5 mg/kg bw (acute oral) (F) 41.7 mg/kg bw (acute oral) (M)		5-d 1011 mg/L		FAO2001 (Hudson, R.H. et al.1984) 行政院環保署 Exttoxnet1993 Cheminova Agro A/S. 1991
燕八哥	Starling	31.6 mg/kg bw (acute oral)				FAO2001 (Schafer, E.W. et al.1983) 行政院環保署
蜜蜂	Honey bee	0.12µg/bee (contact) 0.15µg/bee (oral)				FAO2001 (Stevenson, J.H. 1978)

### 第三章 採樣、分析與風險評估

#### 3-1 採樣方法

##### 3-1.1 採樣管之選擇

國外有關空氣中農藥分析方法，NIOSH 方法有18種，OSHA 方法中有9種，其中有關於胺基甲酸鹽類藥劑之分析方法有NIOSH5006、5601與OSHA 63等三篇已推廣使用於空氣採樣之分析方法；而有關於有機磷酸鹽類之分析方法則有NIOSH5600已推廣使用於空氣採樣之分析方法，其採樣介質包括玻璃纖維濾紙及OSHA OVS-2 空氣吸附管（內含XAD-2）兩種。分析方法則依其農藥化學性質不同而有不同之檢測方法包括高效液態層析儀附紫外光檢測器及螢光檢測器兩種。

NIOSH 5601 的方法中，胺基甲酸鹽類藥劑是以高效液態層析儀附紫外光檢測器分析之，以含有2% 1-propanol 之TEA(Triethylamine)磷酸緩衝溶液及乙晴作為移動相溶液，紫外光檢測器之波長則為200 及225 nm。OSHA 63分析加保利的方法中，是以高效液態層析儀附紫外光檢測器分析之，以含有acetonitrile：water = 55:45 (v:v) 作為移動相溶液，紫外光檢測器之波長則為280 nm。在Michelangelo Anastassiades是以高效液態層析儀附紫外光檢測器分析之，以含有緩衝溶液pH 8 (4.77g Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O和20.5ml 1M HCl添加至一升中)：acetonitrile= 7:3 (v:v) 當作移動相溶液，紫外光檢測器之波長則為285及267 nm。而OSHA PV2113分析大減松的方法，是以氣液相層析儀附火焰離子化檢出器分析之。

採樣介質依NIOSH 5600、5601均為石英濾紙附XAD-2 空氣採樣管或玻璃纖維濾紙附XAD-2，兩者之回收率相近均可適用於空氣之採樣介質，但石英濾紙附XAD-2 空氣採樣管價格較玻璃纖維濾紙附XAD-2 空氣採樣管貴，故採用價格較便宜之玻璃纖維濾紙附XAD-2 空氣採樣管。

綜合上述而言，因為胺基甲酸鹽類藥為國內常用的殺菌劑，農業上所需要的量必然大。除了對環境的危害外、對於作業環境中勞工的安全也相對的重要，特別是對勞工長期的影響中如：骨的缺陷或不完整、睪丸的損傷、疑似致癌物質、誘導有機體突變物質、畸胎原、肝臟的損傷、精子的減少、血液的損傷、貧血。更是不能忽視，能建立一套快速、方便檢驗的方法更是重要的。

### 3-1.2 人體接觸暴露採樣

#### 農藥廠工作人員：

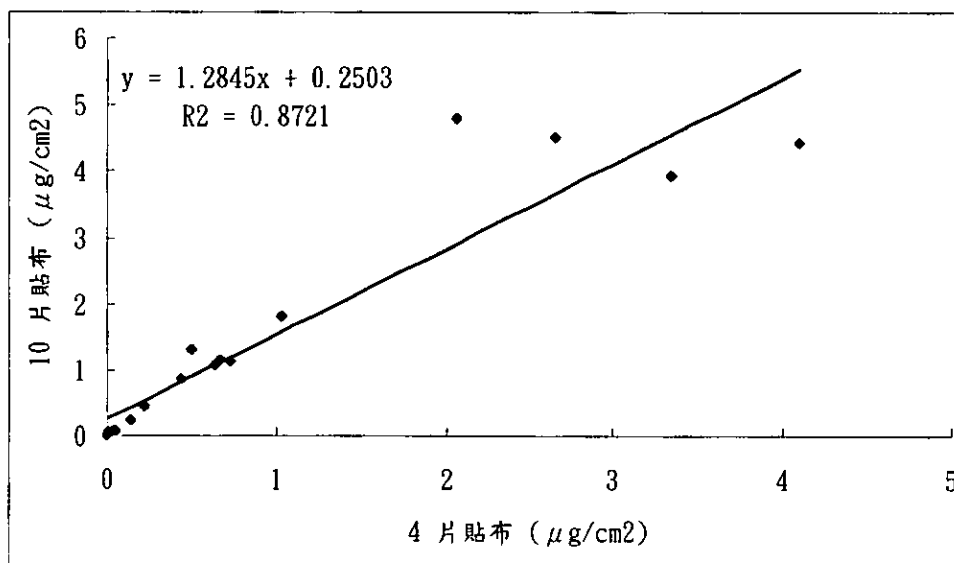
在進行作業環境採樣之前，先前往工廠與其單位主管以及工業安全衛生人員，說明來意之後，針對採樣目的、現場廠區配置、製程作業流程、員工人數、工作性質與輪班情況，進行瞭解與溝通。待雙方針對以上這些事項達成共識之後，訂定採樣日期。採樣日當天於作業環境中設有空氣採樣，並進行作業員工個人吸附情況採樣、人體接觸暴露的採樣，休息時間請員工填寫問卷（附件一），附件一的問題設計為針對有使用加保利與大滅松的人員。

#### 農夫實際採樣：

找出目前正在使用加保利與大滅松二種農藥的農民，說明來意後，並徵求同意。噴灑農藥前請農夫填寫問卷（附件一），在噴灑農藥的同時，進行個人吸附情況採樣、人體接觸暴露的採樣，並在噴藥前、後及連續三星期取農田五處的土壤做為分析之用。

#### 貼布選取：

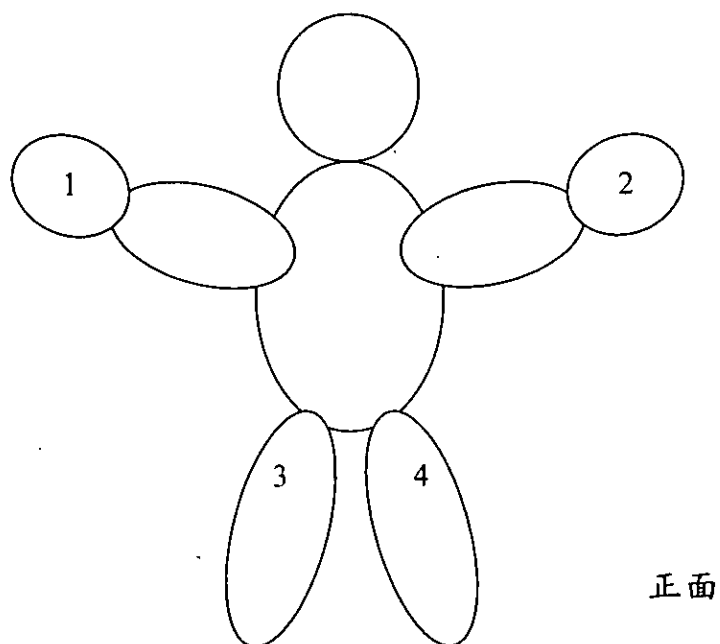
本年度實驗，比照去年發現，4片貼布(分佈在左右下臂及左右大腿)，可以以公式換算成10片貼布的濃度，再以其計算全身暴露量。



選取正在農藥作業之勞工、農民，在未接觸農藥前別上四片後面貼有玻璃紙的貼布（WATERMAN Cat NO.3017 917,10×10 cm）（圖四）並穿戴棉質手套（Shin Meei NO. B）及紗布口罩（SHANG FU 15×9 cm）。作業完成後，

農藥作業的勞工、農民各以 250 ml 酒精清洗雙手，務必將殘留在手上的農藥清洗乾淨。檢體（貼布、手套、口罩、酒精清洗液）以 4°C 貯存直至分析。  
註：本年度因採樣時，農民均穿著膠鞋。故未請他們以酒精清洗雙腳。

圖四、人體貼布配置圖



### 3-1.3 空氣樣本

#### 採樣

選取正在農藥作業之勞工、農民，在其腰部分別佩掛兩台主動式採樣泵，並將氣體吸附採樣管 (SUPELCO OVS-2 (160/80mg))、粒子吸附採樣管 (Gelman Science type A/E Glass fiber filter) 夾在勞工的衣領、盡量靠近呼吸帶的位置，以不妨礙勞工、農民作業行動為原則，將採樣流速分別設定在 1L/min 與 2L/min。採樣過程當中，詳實填寫採樣紀錄表。

在區域採樣地點選取方面，於農藥工廠中，依其現場作業型態與使用量的情形，同時進行主動式採樣。

於每次採樣之前，皆需使用紅外線流量校正器進行採樣泵的流速校正，並檢查採樣泵是否都已充電完全。在採樣結束之後，同樣也要進行流速校正，前後流速之準確度應在 $\pm 5\%$ 之內。

#### 保存

在主動式採樣管部份，於採樣結束之後，將採樣管前後端用封套封緊並纏上石臘膜，在 4°C 運送過程中應避免受到任何污染。帶回實驗室之後，立即將採樣管放入 4°C 的冰箱中冷藏保存，直至分析為止。

#### 空氣採樣泵流量校正

使用紅外線流量校正器 (Gilian P/N D800286) 對空氣採樣泵進行流量校正之前，採樣泵要先進行充放電的動作。進行流量校正的目的，是為了檢測該採樣器是否穩定，以避免影響採樣結果，造成誤差。

校正步驟：以中流率型採樣泵 (SKC AIRCHEK 52) 為主

1. 將已插有採樣管的採樣泵，插入流量校正器上的連接管
2. 從校正器上的注入口處加入皂泡劑
3. 開啟採樣泵使其運轉
4. 打開校正器之開關，先按幾個皂泡，讓校正器之管壁能充分潤濕，如此可避免不必要的誤差
5. 選定採樣泵上的流率調整鈕
6. 按一下起泡鈕，即可產生一個皂泡 (須外形完整的)。皂泡由下往上升起，當到



達校正器頂端時，液晶螢幕上會自動顯示出該採樣泵在某刻度下的流量率 (mL/min)；並調整至所需之流率。

採樣泵在進行採樣之前，先仔細地檢查採樣泵的電力是否為滿載，以避免採樣工作未完成即發生電力中斷的情形，而影響到整體採樣結果的正確性。

### 3-1.4 土壤樣本

在農田五處各採約 200 g 之表土，採樣點為農藥噴灑前、噴灑後及噴灑後每星期，連續採三星期，土壤樣品存放 4°C 待分析。

## 3-2 分析方法

### 3-2.1 實驗設備

一、液相層析儀：

- (a) Agilent Model 1100 Series Iso Pump
- (b) Agilent Model 1100 Series G1314A Programmable UV/Vis Monitor
- (c) Agilent Model 1100 Series G1313A Auto Sampler
- (d) 層析管：Eclipse XDB-C8, 4.6×150mm, 5 $\mu$ m

二、天平：Mettler Toledo AG204，可精確秤至 0.1 mg。

三、減壓濃縮機：EYELA 180rpm N1-NW

四、水浴：可加熱至 40 °C，溫度控制在 $\pm 2$  °C 以內者。

五、量瓶：10.0 mL，硼矽玻璃製。

### 3-2.2 實驗材料

一、農藥標準品

本研究所使用之加保利、大滅松標準品購自 Riedel-de Haen 公司，每種標準品皆為經過確認之標準品且純度皆在 98.5% 以上。

二、有機溶劑

- 1. 氫甲烷: Acetonitrile, HPLC 級，美國 TEDIA
- 2. 冰醋酸 (Glacial acetic acid) 為分析級試劑。

三、試劑水:經過 Milli-Q RG Reagent-Grade Water System 並附 0.22um 無菌濾膜，比阻抗值 18.2 以上(M-ohm-cm)。

#### 四、試藥

1. n-Buty isocyanate(BIC):試藥級，Switzerland Fluka
2. 醋酸胺:CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>，試藥級，日本和光試藥

#### 大滅松貯存標準溶液之配製：

稱取約含大滅松 10mg (記錄至 0.1 mg)，置於 10 mL 定量瓶中，加入 4mL 氬甲烷，振盪至完全溶解後 (約 5 分鐘)，回至室溫，以氬甲烷定容至刻度，為 1000µg/mL 貯存標準液。

取 1.0 mL 之 1000 µg/mL 大滅松貯存標準液，置於 10mL 定量瓶中，以氬甲烷稀釋定容至刻度，其濃度為 100µg/mL 之大滅松工作標準液。必要時，將儲備標準溶液保存於 4°C 並避免光照。一般，儲備標準溶液配製完成以後，應及製備檢量線標準液，其做法為如之後所述。

#### 加保利貯存標準溶液之配製：

稱取約含加保利 10mg (記錄至 0.1 mg)，置於 10 mL 定量瓶中，加入 4mL 氬甲烷，振盪至完全溶解後 (約 5 分鐘)，回至室溫，以氬甲烷定容至刻度，為 1000µg/mL 貯存標準液。

取 1.0 mL 之 1000 µg/mL 加保利貯存標準液，置於 10mL 定量瓶中，以氬甲烷稀釋定容至刻度，其濃度為 100µg/mL 之加保利工作標準液。必要時，將儲備標準溶液保存於 4°C 並避免光照。一般，儲備標準溶液配製完成以後，應及製備檢量線標準液，其做法為如之後所述。

#### 五、緩衝溶液之配製

##### A. 醋酸鹽緩衝溶液之配製

醋酸鹽緩衝溶液的配製較為簡便，但為避免微生物之生長仍須每隔一日重新配

製。精確稱量 3.854 之  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  於 1L 之秤量瓶中，以試劑水稀釋至 1L，使其濃度為 0.05M，並以  $0.45\mu\text{m}$  之濾紙過濾儲存於棕色瓶中，以便配製移動相之沖堤液。

#### B. 液相層析儀之移動相配製

取甲醇 200ml 與醋酸鹽緩衝溶液 800ml 均勻混和，放置室溫一小時再使用。

#### 液相層析儀操作條件

1. CN 分離管柱於室溫下操作，注入 1 ml 之樣品後，以甲醇：醋酸緩衝溶液=20：80 的濃度梯度沖堤，移動相之流速設定在 1.0ml/min，最後待測物加保利以 280nm；大滅松以 210nm 波長之紫外光偵測器加以偵測。
2. 以自動注射器注入檢量標準溶液 1 ml，至液相層析儀系統，記錄波峰之滯留時間與面積，對注入之濃度( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )製備檢量線。
3. 在每一工作日之開始前時，需查核檢量線之適用性，其方法如下：注射中間濃度之檢量溶液；若連續分析超過二十個樣品以上，每隔二十個樣品亦需執行類似之檢量線查核工作。如所得化合物之波峰面積與檢量線相對應之波峰差異在 15% 以上時，以新配製之檢量溶液在重覆一次查核工作，若仍未能過 $\pm 15\%$ 查核標準時，則需重新配製標準溶液及製備檢量線。

#### 大滅松檢量線建立

取 10、20、50、100、200、400、800 $\mu\text{g}$  之 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  大滅松工作標準液，置於 1.8mL 樣品瓶中，以氬甲烷稀釋 1ml，此檢量線濃度各別為 1、2、5、10、20、40、80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。其線性的相關係數  $R^2$  應大於 0.995 以上，而各濃度標準品的相對預測偏差 (RPD) 應小於 7%。

#### 加保利檢量線建立

取 5、10、20、50、100、200、300、600 之 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  加保利工作標準液，置於 1.8mL 樣品瓶中，以氬甲烷稀釋至 1ml，另取 1mL 之 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  加保利，則此檢量線濃度各別為 0.5、1、2、5、10、20、30、60、100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。其線性的相關

係數  $R^2$  應大於 0.995 以上，而各濃度標準品的相對預測偏差 (RPD) 應小於 7%。

### 偵測極限 (Limit of Detection, LOD)

根據美國材料測試學會 (American Society of Testing Materials, ASTM) 之定義，將二種標準品所配製的檢量線最低濃度，以液相層析儀連續測七次，所得之波峰面積或波峰高度，計算其平均值及標準差，並以 3 倍標準差除以平均值，再乘以分析濃度，即為該分析方法之偵測極限。

### 分析方法之再現性

分析方法的可信度，可由重複分析之再現性來證明。選擇在檢量線範圍內之低、中、高濃度標準品，重複分析七次，針對這七次標準品之波峰面積、波峰高度以及滯留時間的變異係數 (C.V.%) 來討論。

### 添加回收率 (針對主動式採樣而言)

分別配製二種不同濃度之標準品溶液，分別添加於前段與後段管中，每種濃度各 3 支，待添加完成之後放入 4°C 冰箱中冷藏隔夜。於第二天將每一種濃度重複分析三次，其添加回收率的變異係數應小於 7%。

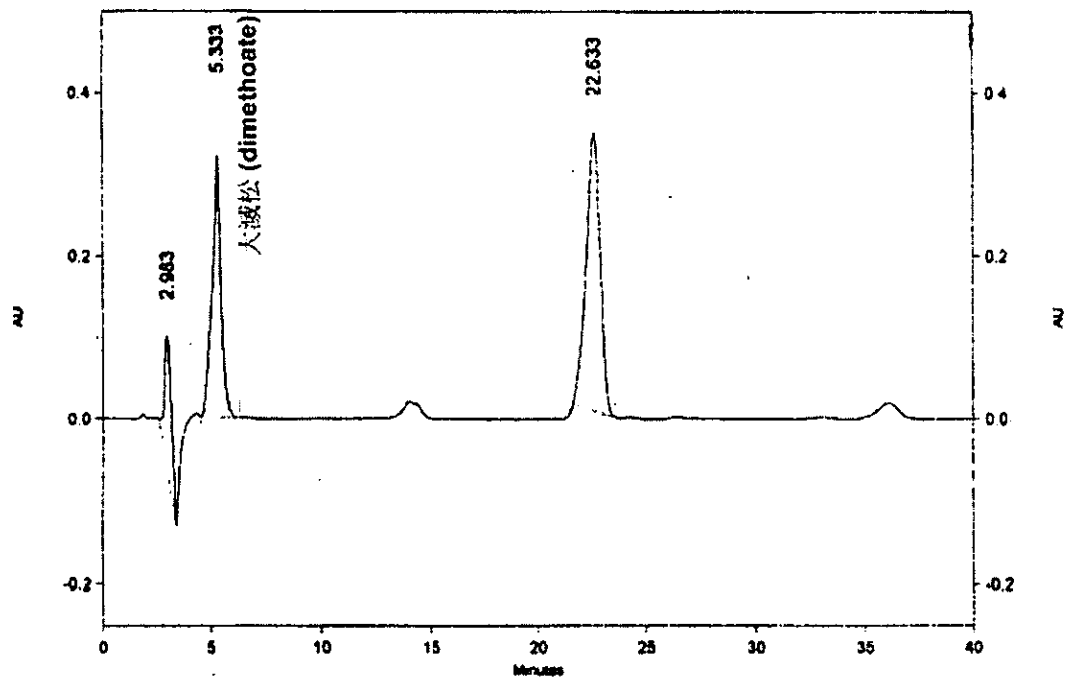
$$\text{添加回收率} = (\text{樣品分析濃度} / \text{實際添加濃度}) \times 100\%$$

### 樣品分析品質管制(QA/QC)

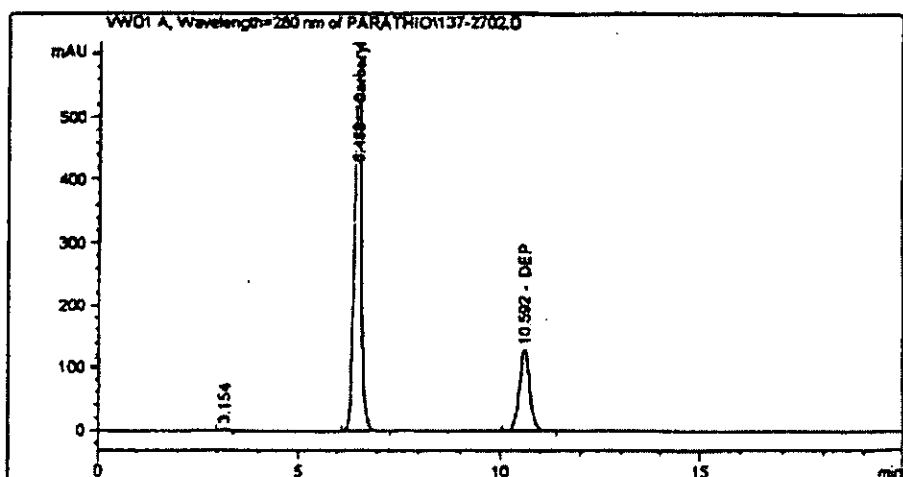
為了確保在分析過程中所得的實驗數據具有其一定程度的可信度，故在每分析一定數量樣本後放入一已知濃度之標準品溶液，以確定儀器的穩定性與分析數據的正確性。在本研究中乃選擇每分析 15 個樣本之後，便分析一支標準品進行管制檢測。待整個樣品分析結束之後，計算此標準品之滯留時間、波波峰面積與波峰高度之變異情形。

表二十二、大滅松與加保利分析條件

	加保利	大滅松
液相層析儀	Shimadzu HPLC-6B System	Shimadzu HPLC-6B System
移動項	氟甲烷 + 水 (500 + 500, v/v)。	氟甲烷 + 水 + 冰醋酸 (400 + 600 + 1, v/v/v)
流量	1.0 mL/min。	0.5 mL/min
溫度	40°C	40°C
檢出器	Shimadzu, SPD-10AV, 280nm	Shimadzu, SPD-10AV, 210nm
注入量	1 ml	1 ml
分離管柱	Eclipse XDB-C8, 4.6×150mm, 5µm	Eclipse XDB-C8, 4.6×150mm, 5µm



圖五、大滅松(Dimethoate)分離的情形。



Signal 1: VWD1 A, Wavelength=280 nm

RT [min]	Type	Area [mAU*s]	Amt/Area	Amount [ng/ul]	Grp	Name
6.488	BB	6975.22803	7.25485e-2	506.04260		Carbaryl
10.592	BB	2399.03906	4.18820e-1	1004.76495		DEP

圖六、加保利(Carbaryl)分離的情形。

### 樣品前處理步驟

#### 大滅松

- (1) 將樣品放入 PE 瓶中以氬甲烷萃取三次，口罩、手套部份每次萃取體積皆為 200ml，貼片每次萃取體積皆為 75ml，萃取液收集於圓底燒瓶中。以減量濃縮裝置〔40°C 水浴〕將收集液濃縮至近乾，加入 3m L 氬甲烷溶解殘留物。最後定量至 5ml，取 1ml 上機分析。
- (2) 將酒精洗液置於圓底燒瓶中。以減量濃縮裝置〔40°C 水浴〕將收集液濃縮至近乾，加入 3ml 氬甲烷溶解殘留物。以氬氣吹乾最後定量至 1ml 上機分析。
- (3) 濾紙放入褐色瓶中以氬甲烷萃取三次，每次萃取體積皆為 3 ml，萃取液收集於 20 ml 之玻璃瓶以氬氣吹乾最後定量至 1 ml 上機分析。
- (4) 將空氣過濾裝置之內容物取出，放入褐色瓶中以氬甲烷萃取三次，每次萃

取體積皆為 5 ml，萃取液收集於 20 ml 之玻璃瓶以氮氣吹乾最後定量至 1 ml 上機分析。

- 〔5〕 樣品之分析濃度若超出檢量線之範圍，則將樣品濃縮或是取適量的樣品稀釋至檢量線之範圍，再上機分析。

#### 土壤：

在土壤部份使用儀器再增加布氏漏斗、抽濾瓶。

取 50 克土壤以以甲醇萃取三次，貼片每次萃取體積皆為 50ml，以抽氣過濾裝置將濾液何土壤分開，。以減量濃縮裝置〔40℃水浴〕將收集液濃縮至近乾，加入 3 mL 氯甲烷溶解殘留物。最後定量至 5ml，取 1ml 上機分析。

#### 加保利

- 〔1〕 將樣品放入 PE 瓶中以氯甲烷萃取三次，口罩、手套部份每次萃取體積皆為 200ml，貼片每次萃取體積皆為 75ml，萃取液收集於圓底燒瓶中。以減量濃縮裝置〔40℃水浴〕將收集液濃縮至近乾，加入 3m L 氯甲烷溶解殘留物。最後定量至 5ml，取 1ml 上機分析。
- 〔2〕 將洗手水置於 500mL 濃縮瓶中。以減量濃縮裝置〔40℃水浴〕將收集液濃縮至近乾，加入 3m L 氯甲烷溶解殘留物。以氮氣吹乾最後定量至 1ml 上機分析。
- 〔3〕 濾紙放入褐色瓶中以氯甲烷萃取三次，每次萃取體積皆為 3ml，萃取液收集於 20ml 之玻璃瓶中，以氮氣吹乾，最後定量至 1ml 上機分析。
- 〔4〕 將空氣過濾裝置之內容物取出，放入褐色瓶中以氯甲烷萃取三次，每次萃取體積皆為 5ml，萃取液收集於 20ml 之玻璃瓶以氮氣吹乾最後定量至 1ml 上機分析。
- 〔5〕 樣品之分析濃度若超出檢量線之範圍，則將樣品濃縮或是取適量的樣品稀釋至檢量線之範圍，再上機分析。

土壤：

在土壤部份使用儀器再增加布氏漏斗、抽濾瓶。

取 50 克土壤以以甲醇萃取三次，貼片每次萃取體積皆為 50ml，以抽氣過濾裝置將濾液何土壤分開，。以減量濃縮裝置〔40℃水浴〕將收集液濃縮至近乾，加入 3 mL 氯甲烷溶解殘留物。最後定量至 5ml，取 1ml 上機分析。

### 3-3 暴露評估方法

#### 3-3.1 消費者健康風險評估

根據大滅松、加保利的毒性檔案，確認這些物質的可能致病機制，以供作選擇這些農藥的劑量反應關係之基礎。根據農委會提供的加保利與大滅松的殘留資料與國人每天各種食物水果攝取量資料，應用本土資料估算國人終生平均攝取量 (Lifetime Average Daily Dose, LADD)，與 LADD 的統計分佈。並由各種農作物產品的農藥殘留資料，完成建立國人水果或蔬菜攝取量的統計分佈，利用 benchmark dose 方法求出 LED10，再根據此數值求出致癌係數或者參考劑量 (reference dose)，利用蒙地卡羅的模擬方法，求出在不同狀況下可能健康風險的統計分佈，以供執行在現有管制標準與一般蔬菜水果的可能殘留量下，一般民眾的致癌與非致癌風險的統計分布報告。



3-3.1.1 常用的農作物（2004，行政院農委會）

3-3.1.1.1 大滅松

表二十三、大滅松的劑型、適用作物及防治病蟲害

劑型	含量(%)	適用作物	防治病蟲害
EC	20.000	柑桔	南方綠椿象
			角肩椿象
			柑桔木蝨
			柑桔刺粉蝨
			蚜蟲
			球粉介殼蟲
			柑桔粉介殼蟲
			綠介殼蟲
			半圓介殼蟲
			褐圓介殼蟲
			黑點介殼蟲
		柑桔潛葉蛾	
		荔枝	膠蟲
菸草	桃蚜		
EC	44.000	柑桔	南方綠椿象
			角肩椿象
			柑桔木蝨
			柑桔刺粉蝨
			蚜蟲
			粉介殼蟲
			球粉介殼蟲
			柑桔粉介殼蟲
			綠介殼蟲
			半圓介殼蟲
			褐圓介殼蟲

			黑點介殼蟲
			柑桔潛葉蛾
		荔枝	膠蟲
		菸草	桃蚜
GR	5.000	水稻	黑尾葉蟬
			褐飛蝨
		蔥	蔥潛蠅

### 3-3.1.1.2 加保利

表二十四、加保利的劑型、適用作物及防治病蟲害

劑型	含量(%)	適用作物	防治病蟲害
DP	1.500	水稻	黑椿象
			黑尾葉蟬
			褐飛蝨
GR	5.000	玉米	玉米螟
SC	39.500	棉	棉鈴蟲
SC	40.000	水稻	黑尾葉蟬
		茶	小綠葉蟬
		百慕達草坪	夜盜蟲
UL	40.000	水稻	浮塵子
WP	50.000	水稻	黑椿象
			黑尾葉蟬
			褐飛蝨
		大豆	南方綠椿象
			白緣螟蛾
			斜紋夜蛾
		玉米	玉米螟
		甘藷	蝦殼天蛾
高粱	穗夜蛾		

		落花生	小綠葉蟬
WP	50.000	蔬菜	擬尺蠖
			黃守瓜
			黃條葉蚤
		長豇豆	豆莢螟
		番茄	番茄夜蛾
		柑桔	椿象類
		茶	浮塵子
			茶捲葉蛾
			避債蛾
			茶蠶
			茶毒蛾
			小白紋毒蛾
		鐘麻	鐘麻小造橋蟲
		黃麻	黃麻擬尺蠖
		棉	棉浮塵子
			蚜蟲
			棉鈴蟲
		菸草	鱗翅目
			菸草蛾
			斜紋夜蛾
松樹	松毛蟲		
	松綠葉蜂		
WP	85.000	水稻	黑椿象
			黑尾葉蟬
			褐飛蝨
大豆	椿象類		
	白緣螟蛾		
	夜蛾類		

		玉米	條背土蝗
			玉米螟
		甘藷	蝦殼天蛾
		高粱	穗夜蛾
		落花生	小綠葉蟬
		蔬菜	擬尺蠖
			黃守瓜
			黃條葉蚤
		長豇豆	豆莢螟
		番茄	番茄夜蛾
		印度棗	小白紋毒蛾台灣黃毒蛾
		番石榴	黑疣粉蝨
		芒果	芒果葉蟬
			芒果螟蛾
枇杷	枇杷芽		
WP	85.000	柑桔	椿象類
		香蕉	香蕉花編蟲
			粉介殼蟲
		荔枝	荔枝細蛾
		茶	浮塵子
			茶捲葉蛾
			避債蛾
			茶蠶
			茶毒蛾
			小白紋毒蛾
		鐘麻	鐘麻小造橋蟲
		黃麻	擬尺蠖
		棉	棉浮塵子
			棉蚜

			棉鈴蟲
		菸草	鱗翅目
			菸草蛾
			斜紋夜蛾
		松樹	松毛蟲
			松綠葉蜂

### 3-3.1.2 殘留農藥安全容許量

#### 3-3.1.2.1 大滅松 (93.10.26.衛署食字第0九三0四一四0二二號令修正)

表二十五、大滅松殘留安全容許量(ppm)

大滅松殘留安全容許量(ppm)			
水果類		蔬菜類	
小漿類	▲	小葉類	▲
大漿類	▲	包葉類	▲
柑橘類	2.0	果菜類	▲
梨果類	▲	瓜菜類	▲
核果類	1.0	豆菜類	▲
瓜果類	▲	根菜類	▲
		草菜類	▲
		雜糧類	▲

▲ 表該類非該類水果用藥，未定有安全容許量

3-3.1.2.2 加保利 (93.10.26.衛署食字第0九三0四一四0二二號令修正)

表二十六、加保利殘留安全容許量(ppm)

加保利殘留安全容許量(ppm)			
水果類		蔬菜類	
小漿類	0.5	小葉類	1.0
大漿類	0.1	包葉類	1.0
柑橘類	2.0	果菜類	0.5
梨果類	1.0	瓜菜類	0.5
核果類	0.5	豆菜類	0.5
瓜果類	▲	根菜類	▲
		萹菜類	▲
		雜菜類	0.5

▲ 表該類非該類水果用藥，未定有安全容許量

3-3.1.3 風險特性化 (Risk characterization)

根據所估算 LADD 與每一致癌物的風險係數或參考劑量，利用蒙地卡羅的模擬方法，求出在不同狀況下可能健康風險與生態風險的統計分佈。同時也定性的描述各種可能的不確定性來源，與說明可能減少風險評估不確定性的方向，以供未來農委會制定這二種殺蟲劑管理策略的參考，以維護消費者與生產線相關人員的健康，並減少對農田生態的傷害。

3-3.1.4 農產品取食量的估算

因這種估算方法缺乏人與人間食物取食量的差異，因此在取食量的範圍則以表較大的範圍估計，最小值為零(有某些人不喜歡吃這種食物或水果)，最大值則以估計值的五倍計算，平均值則為估算所得值。

3-3.1.5 估算以各種農產品為基礎的暴露劑量

在此主要估算每人一生平均每天攝取量某種農藥的劑量(lifetime average daily

dose; LADD), 計算 LADD 需要作適當的假設, 我們假設一般消費者終其一生每天都攝取某種農產品, 故平均時間 (70 年) 會等於暴露期間, 因此 LADD 會等於農藥殘留量乘以某種食物取食量再除以體重, 根據第三次全國營養調查的資料, 國人平均體重約為 60 公斤(在本研究中體重範圍取 6-120 公斤); 食物取食量公式為:

國內供給量 = 國內生產量 + 進口量 - 出口量 (單位: 千公噸)

純糧食供給量 = 國內供給量 - 損耗量 (損耗量 = 1/10 國內供給量)

每人純糧食供給量 = 純糧食供給量 / (年中人口數 × 全年總日數)

(單位: 公克/每人日)

(資料來源: 91 年農業統計年報)

### 3-3.1.6 估算非致癌風險

雖然 IPCS 在 1989 年指出大滅松為可能致癌的物質, 1993 年 ACP 則定義大滅松對於大鼠及小鼠無致癌性, 然而有研究報告指出餵食大鼠 15 或 30mg/day 511 天到 627 天會增加其惡性腫瘤, 由此看來, 似乎還缺乏大滅松是否會致癌的數據 (USEPA, 1999; ACP, 1993; Exttoxnet, 1993), 故無法估算致癌係數(cancer slope factor)。

加保利則由致癌務委員會及殺蟲劑諮詢委員會所評估, 而在其給政府的報告中, 結論應該“謹慎的考慮加保利是一個潛在的人類致癌物” (MAFF, 1995), 但因缺乏完整的動物實驗數據, 故無法估算致癌係數(cancer slope factor)。

大滅松的 ADI: JMPR 於 1963、1965、1967、1984、1987 及 1996 年時, NOAEL = 1.2 mg/kg bw per day, 是根據大鼠的生殖毒性去得到安全係數 (safety factor) 為 500, 來定義 ADI = 0-0.002 mg/kg bw。但 FAO 於 2003 年, 依據大鼠研究抑制膽鹼酯酶 (cholinesterase inhibition) 中的 NOAEL = 2.0 mg/kg bw per day, 去得到安全係數 (safety factor) 為 100, 而將其定為 ADI = 0.02 mg/kg bw。

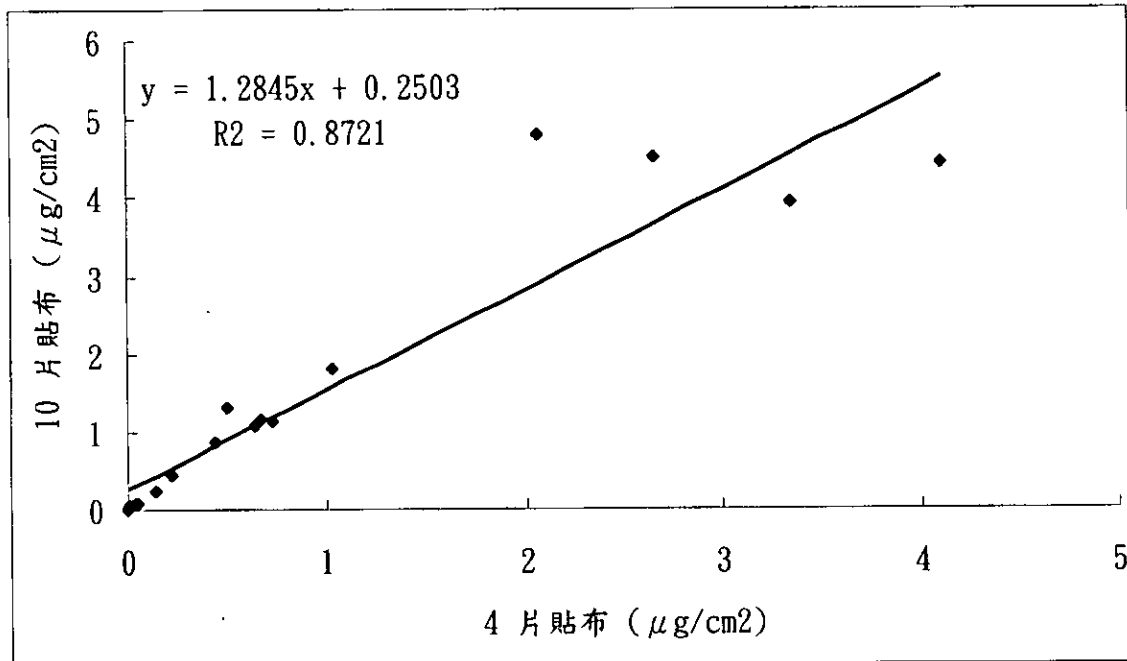
因此在本研究中, 主要以非致癌的評估為主, 估算取食每一種農產品而攝取的農藥劑量的危害指數(hazard index; HI), HI 值等於 LADD 除以每一種農藥的 ADI 值。然而計算 HI 值時, 可分為直接將農藥殘留最高濃度乘以取食量再除以平均體重, 而得到單一的 HI 值; 另一方法則是利用蒙地卡羅方法, 將農藥殘留的範圍乘以農產品攝取量的範圍再除以國人體重的範圍就會得到 HI 的範圍。

### 3-3.2 使用者暴露評估

#### 全身暴露量估算

使用者分為農藥工廠作業員工及農夫，將貼布經過分析算出農藥濃度，以體表面積算其全身暴露量，而本年度實驗，比照去年發現，4 片貼布(分佈在左右下臂及左右大腿)，可以以公式換算成 10 片貼布的濃度，再以其計算全身暴露量。

圖七、十片貼布與四片貼布比較圖



全身暴露量：(貼布檢測濃度之平均/100) × 體表面積

國外推估體表面積的公式為  $BSA (m^2) = 0.007184 \times Ht (cm)^{0.725} \times Wt (kg)^{0.425}$ ，但以三次元雷射人體量測系統量測；發現國人體表面積較國外估算法少約 7%，故依照 2003 年行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所發佈之體表面積的推估公式應為： $BSA (m^2) = 0.012 \times Ht (cm)^{0.60} \times Wt (kg)^{0.45}$ 。(長庚大學，2003)

所得之全身暴露量依不同的採樣時間換算成八小時(勞工)及三小時的暴露量，再計算 HI 值。

勞工 HI 值：八小時暴露量 × (日工作時數/一日時數) × (年工作時數/全年總日數) × 工作年數/體重/平均壽命/參考劑量

農夫 HI 值：三小時暴露量 × (日工作時數/一日時數) × (年噴灑農藥次數/全年總日數) × 工作年數/體重/平均餘命/參考劑量



日工作時數：8 小時（勞工）；3 小時（農夫）

一日時數：24 小時

年工作日數：261 天

年噴灑農藥次數：24 次

全年總日數：365 天

工作年數：30 年

平均餘命：70 年

參考劑量：0.1 mg/kg/day(加保利)

0.02 mg/kg/day(大滅松)

### 手腳暴露量

手部暴露量包括手套沾附及手部酒精清洗液（250ml/一手），其濃度以每雙手套上的濃度（ $\mu\text{g}/\text{雙}$ ）與兩手之酒精清洗液檢驗濃度之加總（ppm/hands）。

### 吸入量估算

空氣吸附採樣管（SUPELCO OVS-2（160/80mg））、粒子吸附採樣管（Gelman Science type A/E Glass fiber filter）經分析後所得之數據，分別除以噴灑時間與流量的乘積，即得空氣暴露濃度（ $\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

空氣暴露 HI 值：空氣暴露濃度  $\times$ （日工作時數/一日時數） $\times$ 每日呼吸量  $\times$ （年工作時數/全年總日數） $\times$ 工作年數/體重/平均餘命/參考劑量

日工作時數：8 小時（勞工）；3 小時（農夫）

一日時數：24 小時

每日呼吸速度：20

年工作日數：261 天

年噴灑農藥次數：24 次

全年總日數：365 天

工作年數：30 年

平均餘命：70 年

參考劑量：0.1 mg/kg/day(加保利)

0.02 mg/kg/day(大滅松)

## 工作環境暴露

工作環境中放置採樣管 SUPELCO OVS-2 (160/80mg)、Gelman Science type A/E Glass fiber filter 經分析後所得之數據，分別除以噴灑時間與流量的乘積，加總後即得環境暴露濃度 (mg/m<sup>3</sup>)。

吸入量及工作環境暴露，根據 OSHA 內之規定：

	TLV-TWA
大滅松(Dimethoate)	—
加保利(Carbaryl)	5 mg/m <sup>3</sup> a.b

a : [www.OSHA.gov](http://www.OSHA.gov)

b : ACGIH, 2004

所檢測的濃度若符合 OSHA 之規定，則表示沒有暴露危險。

## 3-4 生態風險評估

歐盟內農藥的認可記錄 (91/414/EEC (EC, 1993))，其中的附錄一內載有農藥之有效成分，為有登記的農藥才可以被允許使用，表示其中至少一成份對於人類及環境沒有不可接受的風險，並且由歐盟成員提出各個農藥之風險評估。

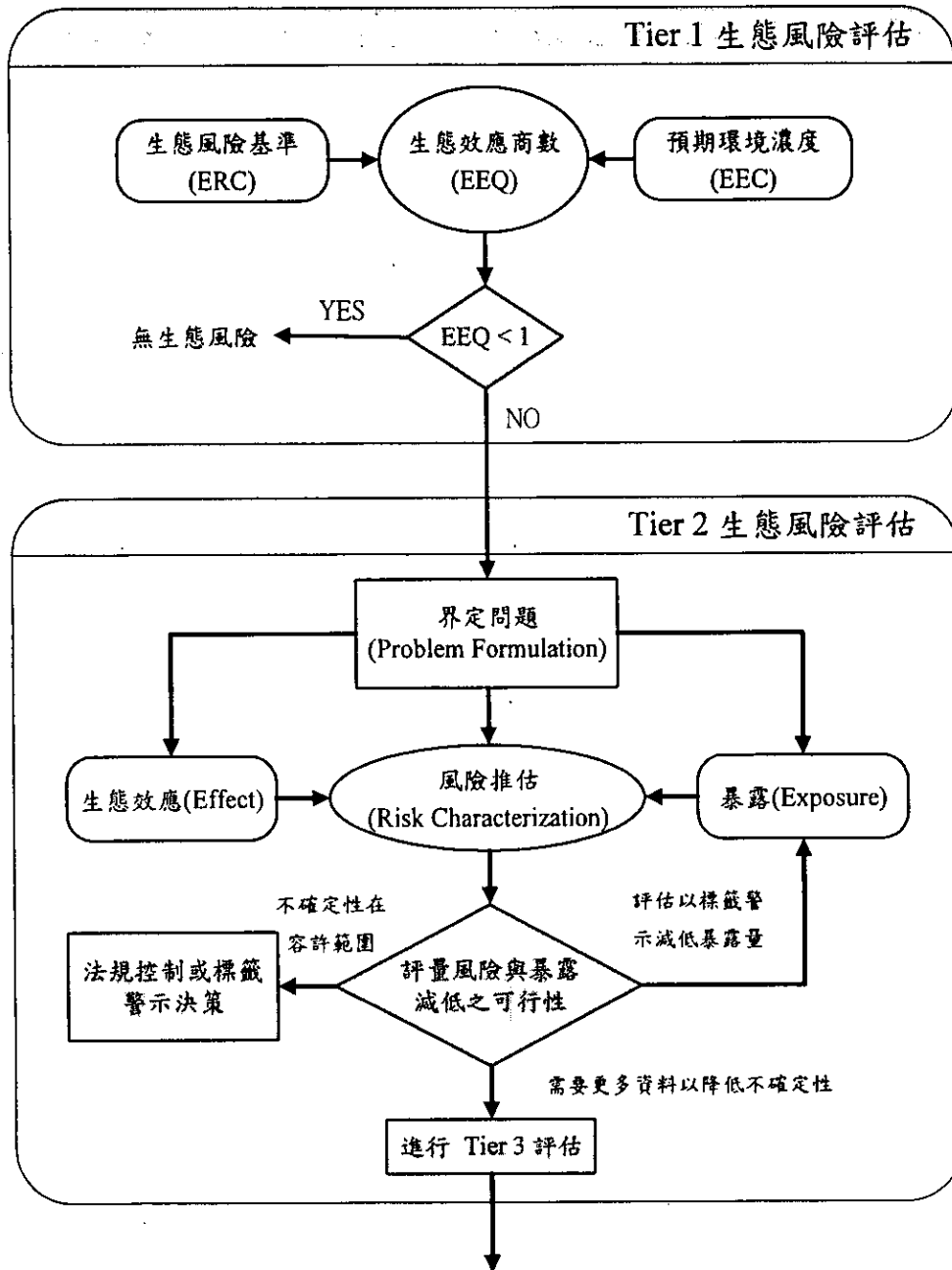
歐盟風險評估是採用 Ecologically Acceptable Concentration (EAC) 的方法，一般風險評估之動物的定義是以可接觸到人類的動物為主，故野生動物群及植物群即不包含此內，但 EAC 定義的環境包括水、空氣、陸地、野生動植物及一切與其有相關的生物。EAC 的評估方法包含 1. semi-realistic test system (SETAC, 1991)，此方法為扣除環境中的不確定因數，以確定的影響因數作為評估；2. 長期的生物觀察，如：長期觀察魚的生命週期。除此之外，CLASSIC workshop (Giddings *et al.*, 2002) 及歐盟出的指導檔 (EC, 2002) 內也是使用 EAC 的概念做生態風險評估。

### 生態風險評估對農藥管理決策的重要性

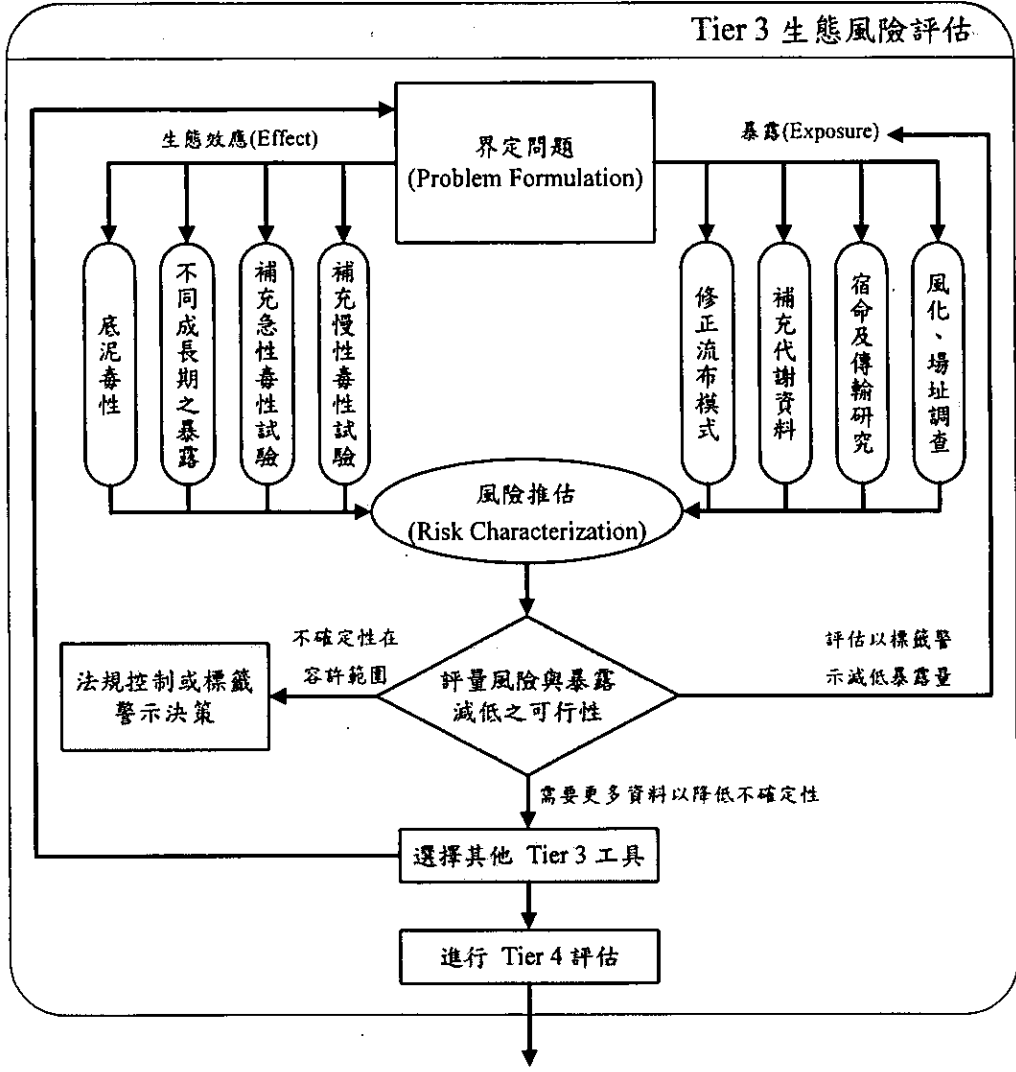
- 有助於決策時考量生態環境的完整性及永續發展的概念。
- 生態系統暴露於壓力下之衝擊以風險量化，有助於比較不同管理決策的成效。
- 風險評估結果可與成本—效益分析結合，以達到最佳的環境管理策略。

#### 3-4.1 ECOFRAM 生態風險評估程式

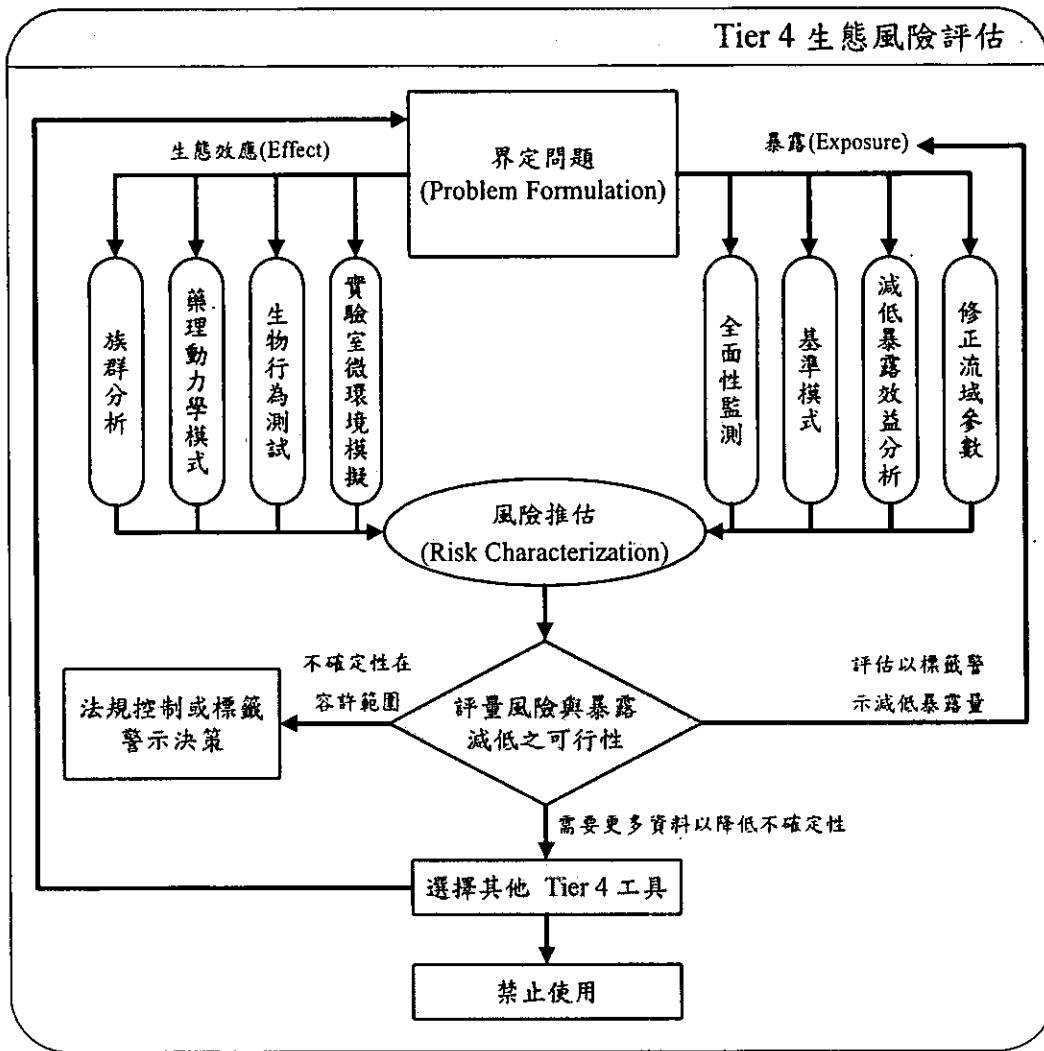
- 美國環保署農藥管理室(Office of Pesticide Program, USEPA)
- 階段式(tiered)評估程式
  - 考量評估成本、資料完整性及對不確定性的容許程度
- Tier 2-4 風險值以機率表達
- Tier 1 生態風險評估
  - 初步確認農藥之生態風險
  - 若  $EEQ > 1$ ，則可能具顯著生態效應，須進入 Tier 2
- Tier 2 生態風險評估
  - 生態效應：劑量—效應曲線
  - 暴露分析：濃度時間分佈
  - Monte Carlo simulation 推導機率式風險
  - 以不同暴露量計算風險，評估降低環境濃度之效益
  - 若資料不足則進入 Tier 3



Tier 3 生態風險評估



Tier 4 生態風險評估



## 第四章 結果與討論

### 4-1 大減松與加保利消費者風險評估

#### 4-1.1 農藥殘留量

根據農藥試驗所與總膳食報告資料整理，發現大減松與加保利均有檢出。由下列各表可綜合出雖然有檢出，但大都在容許量的範圍內。僅有 89 年度加保利於蔬菜中的果菜類有兩件不合格，超出容許範圍；90 年度加保利於蔬菜中的萵苣及蔥各一件超出容許範圍；91 年度加保利於一般果園中楊桃有兩件超出容許範圍，而且鳳梨、番荔枝、柳丁、荔枝各有一件超出容許範圍，而於蔬菜中的小葉菜類有五件超出容許範圍、瓜菜類有三件超出容許範圍、萵苣則有一件超出容許範圍；92 年度加保利於一般果園中番荔枝有八件、荔枝有四件、鳳梨有兩件、草莓和楊桃有一件超出容許範圍，觀光果園中楊桃則有一件超出容許範圍，而於蔬菜中的小葉菜類有四件超出容許範圍。大減松則在 89 年度於一般果園芭樂、葡萄、楊桃有檢出不合格，但因無設定安全容許量，故未超出範圍，於觀光果園荔枝有一件不合格，超出容許範圍，於蔬菜中有檢出不合格，但因無設定安全容許量，故未超出範圍，90、91、93 年度於其中有檢出不合格，但因無設定安全容許量，故未超出範圍，92 年度一般果園荔枝有一件不合格，超出容許範圍，於其他項目中有檢出不合格，但因無設定安全容許量，故未超出範圍（表二十七 ~ 表四十一）。在建構殘留量的範圍分佈時，平均值則以容許濃度的二分之一，最大值則取容許濃度，除柑橘、葡萄、楊桃與草莓的檢出最高濃度接近 5 ppm，因此最大值取 5 ppm。

表二十七、89 年度加保利在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍

89 年加保利一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
葡萄	509	2	0	0.04-0.17	0.11	0.5
楊桃	439	10	0			0.5
柑橘	893	11	0	0.02-0.78	0.22	2.0
洋香瓜	638	1	1	0.04	0.04	▲
89 年加保利觀光果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
楊桃	53	1	0	0.06	0.06	0.5
柑橘	149	14	0	0.03-1.21	0.33	2.0

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：八十九年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告—(I)園特產品

表二十八、89 年度加保利在蔬菜檢出率與濃度範圍

89 年加保利蔬菜檢出						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
白菜	793	3	0		0.47	1
小葉菜類	5280	22	2	0.02-4.48	0.47	1
包葉菜類	754	3	0	0.22-0.28	0.26	1
果菜類	1090	3	2	0.02-5.10	2.13	0.5
絲瓜	395	1	0	0.05	0.05	0.5
瓜菜類	1408	1	0	0.05	0.05	0.5
豇豆	34	1	0	0.17	0.17	0.5
豆菜類	190	1	0	0.17	0.17	0.5

參考來源：八十九年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告--(II)蔬菜



表二十九、90 年度加保利在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍

90 年加保利一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
芭樂	483	1	0			0.5
蓮霧	199	2	0			0.5
楊桃	212	1	0	0.34	0.34	0.5
柑橘	536	8	0	0.12-0.97	0.6	2.0
90 年加保利觀光果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
蓮霧	19	2	0	0.08 0.19	0.135	0.5
柑橘	47	9	0	0.09-0.99	0.56	2
椪柑	8	1	0	0.12	0.12	2

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源:九十年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告--(I)園特產品

表三十、90 年度加保利在蔬菜檢出率與濃度範圍

90 年加保利蔬菜檢出						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
萵苣	416	1	1	1.91	1.91	1
小葉菜類	3351	19	2	0.03-1.91	0.36	1
蔥	293	1	1	1.56	1.56	1
瓜菜類	971	3	0	0.02-0.18	0.12	0.5
絲瓜	277	1	0			▲
苦瓜	252	1	0			▲

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源:九十年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告--(II)蔬菜

表三十一、91 年度加保利在一般果園檢出率與濃度範圍

91 年加保利一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
芭樂	461	1	0			0.5
楊桃	163	7	2	0.02-1.75	0.51	0.5
鳳梨	305	1	1	2.33	2.33	0.1
番荔枝	89	8	1	0.01-0.40	0.09	0.1
柳丁	647	25	1	0.14-3.79	0.76	2.0
柑橘	532	5	0	0.17-1.18	0.54	2.0
柚子	90	1	0			2.0
葡萄柚	56	3	0	0.06-0.20	0.12	2.0
柿子	108	2	0			▲
荔枝	260	3	1	0.23-2.24	0.97	0.5
芒果	227	1	0	0.1	0.1	0.5

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：九十一年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告 — (I)園特產品

表三十二、91 年度加保利在觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍

91 年加保利觀光果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
楊桃	53	1	0	0.06	0.06	0.5
柑橘	149	14	0	0.03-1.21	0.33	2.0
91 年加保利蔬菜檢出						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
小葉菜類	3233	23	5	1.37-11.5	0.06	1
萵苣	284	2	1	5.49	5.49	1
果菜類	999	1	0	0.25	0.25	0.5
瓜菜類	941	7	3	0.52-0.71	0.32	5

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源:九十一年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告 — (I)園特產品。

(II)蔬菜

表三十三、92 年度加保利在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍

92 年加保利一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
草莓	274	1	1	0.97	0.97	0.5
葡萄	570	2	0	0.09-0.13	0.11	0.5
楊桃	165	7	1	0.01-1.13	0.2	0.5
鳳梨	275	3	2	0.01	0.15	0.1
番荔枝	136	10	8	0.05-0.30	0.16	0.1
柑橘	635	15	0	0.02	2	2.0
荔枝	401	5	4	0.17-2.60	1.26	0.5
92 年加保利觀光果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
楊桃	78	4	1	0.19-0.59	0.4	0.5
柑橘	50	2	0	0.21-0.26	0.24	2.0

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：九十二年農委會中農藥殘留監測研究計畫成果報告 — (I)園特產品

表三十四、92 年度加保利在蔬菜檢出率與濃度範圍

92 年加保利蔬菜檢出						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
白菜	377	3	0			
小葉菜類	3259	16	4	0.03-18.80	2.28	1
果菜類	962	1	0	0.05	0.05	0.5
絲瓜	334	1	0			
瓜菜類	992	2	0	0.21-0.35	0.28	0.5
豆菜類	102	1	0	0.08	0.08	0.5

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源:九十二年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告 —(II)蔬菜

表三十五、93 年度加保利在水果及蔬菜檢出率與濃度範圍

2003/2004 TDDS 樣品檢出加保利農藥殘留量(mg/kg)						
食品名稱	完成件數	檢出件數	平均值	最大值	最小值	安全容許量 (ppm)
花椰菜	8	1	0.237	0.237	0.237	
芭樂	8	1	0.004	0.004	0.004	0.5
楊桃	8	1	0.005	0.005	0.005	0.5
葡萄	31	1	0.007	0.007	0.007	0.5
木瓜	8	1	0.006	0.006	0.006	
釋迦	8	1	0.008	0.008	0.008	
蘋果	32	4	0.034	0.084	0.008	0.5
龍眼	8	1	0.02	0.02	0.02	0.5
枇杷	7	2	0.007	0.007	0.006	0.5
柳丁(汁)	32	1	0.019	0.019	0.019	2
新鮮烏龍茶	32	1	0.002	0.002	0.002	2

參考來源:食品污染物國人總膳食調查計畫(三)

表三十六、89 年度大減松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍

89 年大減松一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
芭樂	832	2	2	0.16-0.01	0.085	▲
葡萄	509	1	1	0.1	0.1	▲
楊桃	439	1	1	0.05	0.05	▲
柑橘	893	19	0	0.04-0.87	0.21	2.0
89 年大減松觀光果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
柑橘	149	2	0	0.1-0.18	0.11	2.0
柳丁	8	1	0	0.09	0.09	2.0
荔枝	36	1	1			1.0

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：八十九年農委會中農藥殘留監測研究計畫成果報告—(I)園特產品

表三十七、89 年度大減松在蔬菜檢出率與濃度範圍

89 年大減松蔬菜檢出						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
結球白菜	169	2	2	0.3	0.3	▲
小葉菜類	5280	5	5	0.02-0.24	0.1	▲
包葉菜類	754	2	2	0.3	0.3	▲
甜椒	212	1	1	0.48	0.48	▲
蕃茄	476	1	1	0.48	0.48	▲
果菜類	1090	1	1	0.48	0.48	▲

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：八十九年農委會中農藥殘留監測研究計畫成果報告--(II)蔬菜

表三十八、90 年度大減松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍

90 年大減松一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
葡萄	389	1	1	0.1	0.1	▲
鳳梨	267	1	1			▲
柑橘	536	7	0	0.04-0.24	0.11	2.0
芒果	113	1	0	0.11	0.11	1.0
90 年大減松觀光果園—無						
90 年大減松蔬菜檢出—無						

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：九十年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告 — (I)園特產品。(II)

蔬菜

表三十九、91 年度大減松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍

91 年大減松一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
蓮霧	332	6	?			
楊桃	163	1	1	0.03	0.03	0.0
鳳梨	305	4	4	0.02-0.15	0.17	0.0
柳丁	647	29	0	0.01-1.48	0.32	2.0
柑橘	532	9	0	0.07-0.46	0.21	2.0
梨	885	7	7	0.02-0.21	0.09	0.0
荔枝	260	1	0	0.02	0.02	1.0
91 年大減松觀光果園						
葡萄	105	1	1	0.03	0.0	0.0
91 年大減松蔬菜檢出						
小葉菜類	3233	5	5	0.09-0.71	0.03	0

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：九十一年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告 — (I)園特產品。

(II)蔬菜



表四十、92 年度大減松在一般果園及觀光果園水果檢出率與濃度範圍及蔬菜檢出率與濃度範圍

92 年大減松一般果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
柳丁	258	9	0	0.01-0.54	0.2	2.0
柑橘	635	10	0	0.10-0.58	0.31	2.0
葡萄柚	54	3	0	0.06-0.20	0.12	2.0
荔枝	401	6	1	0.80-1.64	0.36	1.0
92 年大減松觀光果園						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
紅棗	66	1	1	1.72	1.72	1.0
92 年大減松蔬菜檢出						
	樣品數	檢出數	不合格數	檢出範圍	平均值	安全容許量 (ppm)
小葉菜類	3259	2	2	0.11-0.13	0.12	▲
蔥	382	1	1	0.13	0.13	▲

▲表該類非水果、蔬菜用藥，未定有安全容許量

參考來源：九十二年農委品中農藥殘留監測研究計畫成果報告 — (I)園特產品。

(II)蔬菜

表四十一、93 年度大減松在水果及蔬菜檢出率與濃度範圍

2003/2004 TDDS 樣品檢出大減松農藥殘留量(mg/kg)						
食品名稱	完成件數	檢出件數	平均值	最大值	最小值	安全容許量 (ppm)
蘋果	32	1	0.002	0.002	0.002	▲
芒果	8	1	0.004	0.004	0.004	▲
龍眼	8	1	0.001	0.001	0.001	1
荔枝	8	1	0.013	0.013	0.013	1
檸檬(果肉)	8	5	0.005	0.008	0.002	▲
檸檬(汁)	8	2	0.015	0.018	0.013	▲

參考來源:食品污染物國人總膳食調查計畫(三)

#### 4-1.2 消費者風險評估

如以容許濃度與實際檢測的最高濃度當最高殘留量，再根據農作物產量與人口數換算取食量作危害指數估算，就單一種農藥而言，其總危害指數都小於一(表四十二與表四十四)。如以容許濃度與最高檢測濃度所建構的濃度範圍，配合考慮人與人之間取食量的差異，所估算的 95% 上限的危害指數總和，就單一農藥而言都小於一(表四十三與表四十五)。由這些結果看來，就單一農藥的管制而言應該是安全，而與以最高殘留量的估算與 95% 的上限作一比較，後者低於前者主要受取食量變異之影響，當取食量變異愈大時則兩者之間的差異也愈大。而以整個範圍來估算，比較能考慮各種取食狀況，相對也比較能反映實際消費族群的暴露(圖八與圖九)。

期中報告中，大減松 ADI 仍以舊資料 0.002 mg/kg bw (JMPR, 1996) 作計算，故有些危害指數大於 1，於期末報告時，已將 ADI 改為 0.02 mg/kg bw (FAO, 2003) 計算，故危害係數均小於 1。

表四十二、根據實際檢測最高殘留量或容許量估算加保利的單一危害指數

作物類別	推廣作物	檢測最高 殘留量	食取量	估算攝取量	加保利
		ppm	(kg/day)	(mg/kg/day)	HI
小漿類	葡萄	1.70E-01	1.09E-02	3.09E-05	3.09E-04
	楊桃	1.75E+00	3.44E-03	1.00E-04	1.00E-03
	草莓	5.00E-01	7.10E-04	5.92E-06	5.92E-05
	蓮霧	3.10E-01	1.13E-02	5.85E-05	5.85E-04
大漿類	鳳梨	2.33E+00	4.96E-02	1.93E-03	1.93E-02
	番荔枝	4.00E-01	6.59E-03	4.39E-05	4.39E-04
柑橘類	柑橘	1.18E+00	5.15E-02	1.01E-03	1.01E-02
	椪柑	1.20E-01	1.33E-02	2.67E-05	2.67E-04
	柳丁	3.79E+00	1.70E-02	1.07E-03	1.07E-02
	葡萄柚	2.00E-01	1.28E-03	4.27E-06	4.27E-05
核果類	荔枝	2.24E+00	9.65E-03	3.60E-04	3.60E-03
	芒果	1.00E-01	2.54E-02	4.24E-05	4.24E-04
小葉菜類	白菜	4.70E-01	2.54E-02	1.99E-04	1.99E-03
	蔥	1.91E+00	1.43E-02	4.54E-04	4.54E-03
果菜類		5.10E+00	1.39E-02	1.18E-03	1.18E-02
包葉菜類		2.80E-01	7.03E-02	3.28E-04	3.28E-03
瓜菜類		7.10E-01	2.21E-02	2.61E-04	2.61E-03
				總危害指數	1.49E-01

表四十三、根據容許量為最高殘留量估算加保利的單一危害指數

作物類別	推廣作物	容許量 ppm	食取量 (kg/day)	估算攝取量 (mg/kg/day)	加保利 HI
小漿類	葡萄	5.00E-01	1.09E-02	9.08E-05	9.08E-04
	楊桃	5.00E-01	3.44E-03	2.87E-05	2.87E-04
	草莓	5.00E-01	7.10E-04	5.92E-06	5.92E-05
	蓮霧	5.00E-01	1.13E-02	9.44E-05	9.44E-04
大漿類	鳳梨	1.00E-01	4.96E-02	8.26E-05	8.27E-03
	番荔枝	1.00E-01	6.59E-03	1.10E-05	1.10E-04
柑橘類	柑橘	2.00E+00	5.15E-02	1.72E-03	1.72E-02
	椪柑	2.00E+00	1.33E-02	4.44E-04	4.44E-03
	柳丁	2.00E+00	1.70E-02	5.66E-04	5.66E-03
	葡萄柚	2.00E+00	1.28E-03	4.27E-05	4.27E-04
核果類	荔枝	5.00E-01	9.65E-03	8.04E-05	8.04E-04
	芒果	5.00E-01	2.54E-02	2.12E-04	2.12E-03
小葉菜類	白菜	1.00E+00	2.54E-02	4.24E-04	4.24E-03
	蔥	1.00E+00	1.43E-02	2.38E-04	2.38E-03
果菜類		5.00E-01	1.39E-02	1.16E-04	1.16E-03
包葉菜類		1.00E+00	7.03E-02	1.17E-03	1.17E-02
瓜菜類		5.00E-01	2.21E-02	1.84E-04	1.84E-03
				總危害指數	6.66E-02

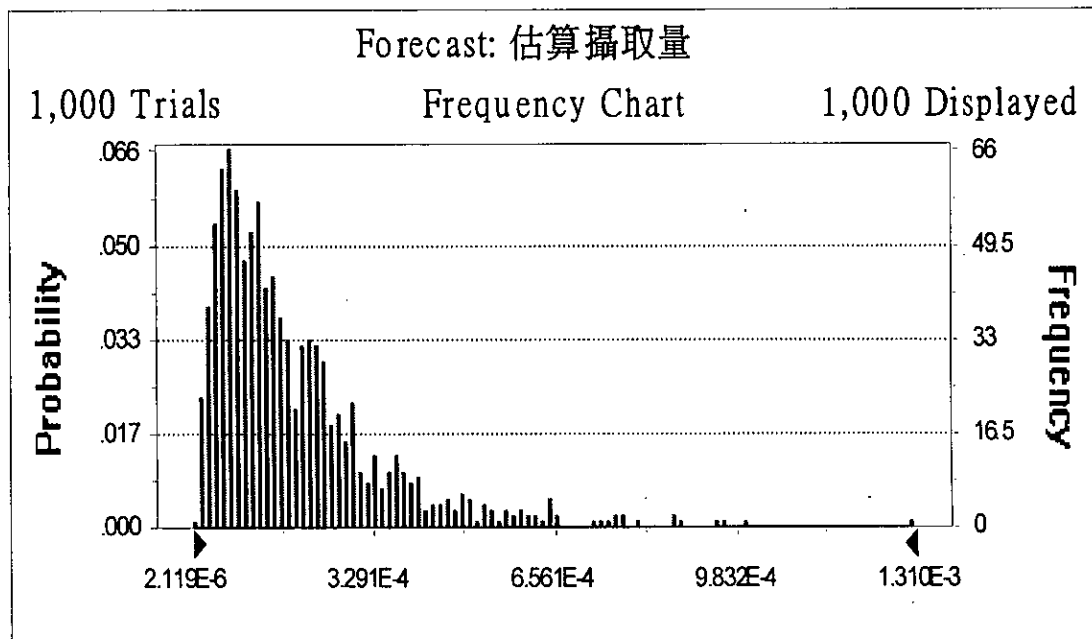
表四十四、根據實際檢測最高殘留量或容許量估算大減松的單一危害指數

作物類別	推廣作物	檢測最高 殘留量	食取量	估算攝取量	大減松
		ppm	(kg/day)	(mg/kg/day)	HI
小漿類	番石榴	1.60E-01	1.88E-02	5.03E-05	2.51E-03
	葡萄	1.00E-01	1.09E-02	1.82E-05	9.08E-04
	楊桃	3.00E-02	3.24E-03	1.62E-06	8.10E-05
大漿類	鳳梨	2.00E-01	4.96E-02	1.40E-04	7.02E-03
柑橘類	柳丁	1.48E+00	2.00E-02	4.93E-04	2.46E-02
	柑橘	4.60E-01	5.15E-02	3.95E-04	1.97E-02
梨果類	梨	2.10E-01	1.46E-02	5.13E-05	2.56E-03
核果類	荔枝	2.00E-02	9.65E-03	3.22E-06	1.61E-04
	芒果	1.10E-01	2.54E-02	4.65E-05	2.32E-03
小葉菜類		7.10E-01	4.03E-02	4.77E-04	2.39E-02
包葉菜類	結球白菜	3.00E-01	1.84E-02	9.21E-05	4.60E-03
果菜類	甜椒	4.80E-01	4.15E-03	3.32E-05	1.66E-03
	蕃茄	4.80E-01	1.49E-02	1.19E-04	5.94E-03
				總危害指數	<1

表四十五、根據容許量為最高殘留量估算大減松的單一危害指數

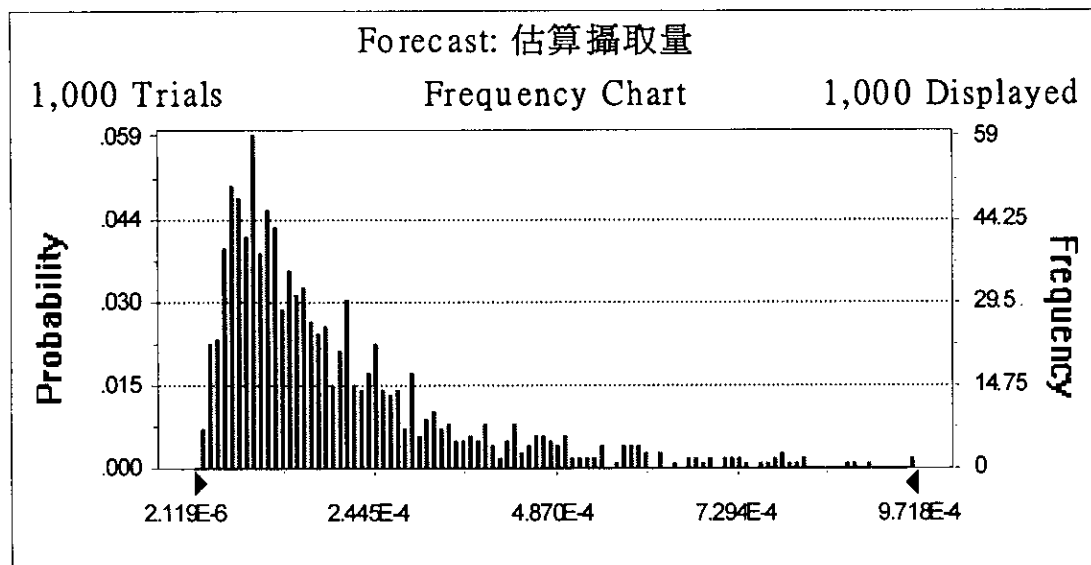
作物類別	推廣作物	容許量	食取量	估算攝取量	大減松
		ppm	(kg/day)	(mg/kg/day)	HI
柑橘類	柳丁	2.00E+00	2.00E-02	6.67E-04	3.33E-02
	柑橘	2.00E+00	5.15E-02	1.72E-03	8.58E-02
核果類	荔枝	1.00E+00	9.65E-03	1.61E-04	8.04E-03
	芒果	1.00E+00	2.54E-02	4.23E-04	2.11E-02
				總危害指數	<1

圖八、根據加保利容許量為殘留量的範圍進行估算危害指數結果分佈圖



95%上限的 HI = 0.000427

圖九、根據大減松容許量為殘留量的範圍進行估算危害指數結果分佈圖



95%上限的 HI = 0.0404

## 4-2 大滅松與加保利使用者風險評估

### 4-2.1 加保利使用者風險評估

#### 4-2.1.1 農藥製造廠 A 廠 SC 劑型(7 月 26、28 日採樣)

配料區及分裝區人員身上貼布檢驗的濃度換算成一生 (70 年), 每天工作 8 小時, 每年工作時數 261 天, 工作 30 年, 其皮膚危害指數(HI)小於一; 品管人員及警衛室 (對照組) 環境暴露加保利濃度則也是小於一 (表四十六、表五十)。手套沾附量高於手部清洗液 (酒精), 顯示手套可以阻絕大部分的加保利 (表四十七)。以氣相加保利(SC)濃度 (以 SUPELCO OVS-2 (160/80mg) 採樣) 與固相加保利(SC)濃度 (以 Gelmen Science type A/E Glass fiber filter 採樣) 兩種採樣管採吸附的加保利, 結果顯示呼吸危害指數(HI)皆小於一, 加上由貼布檢驗出之皮膚危害指數(HI)後, 其全身暴露的危害指數(總 HI), 全部的危害指數均小於一 (表四十九)。表四十八中口罩的暴露濃度均小於一, 表示口罩的佩戴可以有效防止吸入加保利。

表四十六、7 月 26、28 日農藥製造廠 A 廠八小時加保利(SC)暴露量與 HI 值

DATE	7 月 26 日	7 月 28 日	7 月 28 日	7 月 28 日	7 月 28 日	7 月 28 日
	配置	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	品管
貼布總濃度 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	7.05E+00	5.73E+00	1.86E+01	2.81E+01	2.94E+00	2.40E+00
身高 (cm)	172	158	150	168	172	164
體重 (kg)	85	50	59	87	51	66
全身暴露量 for 8 hr( $\mu\text{g}$ )	5.67E-02	2.45E-02	8.08E-02	1.60E-01	1.34E-02	1.07E-02
HI 值	6.81E-04	5.01E-04	1.40E-03	1.88E-03	2.69E-04	1.65E-04

表四十七、7月26、28日農藥製造廠A廠八小時手部暴露加保利(SC)量

DATE	7月26日	7月28日	7月28日	7月28日	7月28日	7月28日
	配置	分裝1	分裝2	分裝3	分裝4	品管
手套沾附 (mg/雙)	4.62E+02	4.56E-01	1.93E+00	3.69E+02	1.16E+02	5.39E+00
手部清洗液 (µg/ml)	3.92E-01	5.36E-03	1.96E-01	2.09E+01	1.78E-01	1.66E-01

表四十八、7月26、28日農藥製造廠A廠八小時口罩吸附加保利(SC)的濃度

DATE	7月26日	7月28日	7月28日	7月28日	7月28日	7月28日
	配置	分裝1	分裝2	分裝3	分裝4	品管
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	7.51E-01	1.09E+00	5.44E+00	5.64E+00	3.78E+00	9.21E-01
口罩暴露量濃度	1.22E-02	1.26E-02	6.12E-02	6.53E-02	4.41E-02	9.56E-03

表四十九、7月26、28日農藥製造廠A廠八小時吸入加保利(SC)量與HI值

DATE	7月26日	7月28日	7月28日	7月28日	7月28日	7月28日
	配置	分裝1	分裝2	分裝3	分裝4	品管
固相空氣暴露量濃度 (ug/L)	3.32E-01	4.12E-04	7.78E-04	1.50E-03	3.47E-04	2.81E-04
氣相空氣暴露量濃度 (ug/L)	0.00E+00	0.00E+00	8.16E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
HI 呼吸貢獻	7.97E-02	1.68E-04	5.52E-04	3.52E-04	1.39E-04	8.71E-05
HI 皮膚貢獻	6.81E-04	5.01E-04	1.40E-03	1.88E-03	2.69E-04	1.65E-04
總 HI	8.04E-02	6.70E-04	1.95E-03	2.24E-03	4.08E-04	2.53E-04



表五十、7月26、28日農藥製造廠A廠八小時場環境中暴露加保利(SC)濃度

	固相中加保利(SC)的濃度--- 以 Glass fiber filter 採樣		氣相中加保利(SC)的濃度 --- 以 SUPELCO OVS-2 (160/80 mg) 採樣	
	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)
7/26 警衛	1.68E-01	6.09E-04	ND	ND
7/28 警衛	ND	ND	ND	ND
7/28 廠房	1.43E-01	4.90E-04	2.87E-01	1.96E-03

ND - 表無法測得

#### 4-2.1.2 農藥製造廠 A 廠 WP 劑型(8 月 25 日及 9 月 7 日採樣)

配料區及分裝區人員身上貼布檢驗的濃度換算成一生 (70 年), 每天工作 8 小時, 每年工作時數 261 天, 工作 30 年, 其皮膚危害指數(HI)小於一; 品管人員及警衛室 (對照組) 環境暴露加保利濃度則也是小於一 (表五十一、表五十五)。手套沾附量高於手部清洗液 (酒精), 顯示手套可以阻絕大部分的加保利 (表五十二)。以氣相加保利(WP)濃度 (以 SUPELCO OVS-2 (160/80mg) 採樣) 與固相加保利(WP)濃度 (以 Gelmen Science type A/E Glass fiber filter 採樣) 兩種採樣管採吸附的加保利, 結果顯示呼吸危害指數(HI)皆小於一, 加上由貼布檢驗出之皮膚危害指數(HI)後, 其全身暴露的危害指數(總 HI), 全部的危害指數均小於一 (表五十四)。表五十三中口罩的暴露濃度均小於一, 表示口罩的佩戴可以有效防止吸入加保利。

表五十一、8 月 25 及 9 月 7 日農藥製造廠 A 廠八小時加保利(WP)暴露量與 HI 值

DATE	8 月 25 日	8 月 25 日	8 月 25 日	9 月 7 日	9 月 7 日
	配置上	配置下 1	配置下 2	分裝 1	分裝 2
貼布總濃度 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	1.21E+01	3.37E+02	6.05E+01	3.08E+00	4.48E+00
身高 (cm)	165	154	160	157	156
體重 (kg)	63	55	55	63	57
全身暴露量 for 8 hr( $\mu\text{g}$ )	5.16E-02	1.27E+00	2.32E-01	1.16E-02	4.02E-02
HI 值	8.37E-04	2.36E-02	4.30E-03	1.88E-04	7.20E-04

表五十二、8 月 25 及 9 月 7 日農藥製造廠 A 廠八小時手部暴露加保利(WP)量

DATE	8 月 25 日	8 月 25 日	8 月 25 日	9 月 7 日	9 月 7 日
	配置上	配置下 1	配置下 2	分裝 1	分裝 2
手套沾附 (mg/雙)	8.82E-01	1.55E+01	1.86E+00	2.21E+00	3.50E-01
手部清洗液(ppm/雙)	3.11E-02	2.76E+00	7.92E-03	7.18E-02	2.03E-03

表五十三、8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時口罩吸附加保利(WP)的濃度

DATE	8月25日	8月25日	8月25日	9月7日	9月7日
	配置上	配置下1	配置下2	分裝1	分裝2
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	5.67E+00	5.42E+01	1.15E+01	3.08E+00	1.45E+00
口罩暴露量濃度	5.73E-02	5.39E-01	1.13E-01	2.84E-02	3.33E-02

表五十四、8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時吸入加保利(WP)量與HI值

DATE	8月25日	8月25日	8月25日	9月7日	9月7日
	配置上	配置下1	配置下2	分裝1	分裝2
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	無樣品	5.20E-01	8.34E-03	ND	ND
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	1.96E-03	9.63E-03	9.02E-03	無樣品	ND
HI 呼吸貢獻	6.37E-04	1.97E-01	6.45E-03	0.00E+00	0.00E+00
HI 皮膚貢獻	8.37E-04	2.36E-02	4.30E-03	1.88E-04	7.20E-04
總 HI	1.47E-03	2.20E-01	1.08E-02	1.88E-04	7.20E-04

表五十五、8月25及9月7日農藥製造廠A廠八小時場環境中暴露加保利(WP)濃度

	固相中加保利(WP)的濃度--- 以 Glass fiber filter 採樣		氣相中加保利(WP)的濃度 --- 以 SUPELCO OVS-2 (160/80 mg) 採樣	
	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)
8/25 廠配上	1.20E+02	4.08E-01	ND	ND
8/25 廠配下	1.58E+00	5.21E-03	1.82E-02	1.20E-04
8/25 警	ND	ND	ND	ND
9/7 廠分裝	ND	ND	ND	ND
9/7 警	ND	ND	1.17E-02	2.03E-05

#### 4-2.1.3 農藥製造廠 B 廠 WP 劑型(9 月 20 日採樣)

配料區及分裝區人員身上貼布檢驗的濃度換算成一生 (70 年), 每天工作 8 小時, 每年工作時數 261 天, 工作 30 年, 其皮膚危害指數(HI)小於一; 品管人員及警衛室 (對照組) 環境暴露加保利濃度則也是小於一 (表五十六與表六十)。手套沾附量高於手部清洗液 (酒精), 顯示手套可以阻絕大部分的加保利 (表五十七)。以氣相加保利(WP)濃度 (以 SUPELCO OVS-2 (160/80mg) 採樣) 與固相加保利(WP)濃度 (以 Gelmen Science type A/E Glass fiber filter 採樣) 兩種採樣管採吸附的加保利, 結果顯示呼吸危害指數(HI)皆小於一, 加上由貼布檢驗出之皮膚危害指數(HI)後, 其全身暴露的危害指數(總 HI), 全部的危害指數均小於一 (表五十九)。表五十八中口罩的暴露濃度均小於一, 表示口罩的佩戴可以有效防止吸入加保利。

表五十六、9 月 20 日農藥製造廠 B 廠八小時加保利(WP)暴露量與 HI 值

DATE	9 月 20 日	9 月 20 日	9 月 20 日	9 月 20 日	9 月 20 日
	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	分裝 5
貼布總濃度 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	2.22E+01	5.83E+01	4.40E+01	1.78E+01	5.54E+01
身高 (cm)	156	152	148	158	156
體重 (kg)	55	56	51	55	56
全身暴露量 for 8 hr( $\mu\text{g}$ )	9.51E-02	2.54E-01	1.80E-01	8.49E-02	2.49E-01
HI 值	1.77E-03	4.62E-03	3.60E-03	1.58E-03	4.55E-03

DATE	9 月 20 日	9 月 20 日	9 月 20 日	9 月 20 日	9 月 20 日
	分裝 6	分裝 7	分裝 8	分裝 9	分裝 10
貼布總濃度 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	3.91E+01	2.36E+01	2.32E+01	2.41E+01	5.44E+02
身高 (cm)	165	145	165	162	161
體重 (kg)	58	44	60	62	60
全身暴露量 for 8 hr( $\mu\text{g}$ )	1.71E-01	9.25E-02	1.09E-01	1.16E-01	2.56E+00
HI 值	3.01E-03	2.15E-03	1.85E-03	1.91E-03	4.35E-02

表五十七、9月20日農藥製造廠B廠八小時手部暴露加保利(WP)量

DATE	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日
	分裝1	分裝2	分裝3	分裝4	分裝5
手套沾附 (mg/雙)	4.67E+00	無樣品	2.80E+00	2.07E+00	4.02E+01
手部清洗液(ppm/雙)	7.52E-01	6.86E-01	9.89E-01	3.99E-01	9.55E+00

DATE	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日
	分裝6	分裝7	分裝8	分裝9	分裝10
手套沾附 (mg/雙)	3.82E+00	1.35E+00	無樣品	1.34E+00	3.55E+01
手部清洗液(ppm/雙)	8.84E+00	7.74E-01	5.85E-01	6.26E-02	3.06E+01

表五十八、9月20日農藥製造廠B廠八小時口罩吸附加保利(WP)的濃度

DATE	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日
	分裝1	分裝2	分裝3	分裝4	分裝5
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	1.40E+00	1.71E+00	1.85E+00	1.46E+00	4.44E+00
口罩暴露量濃度	1.56E-02	1.96E-02	2.10E-02	1.81E-02	5.18E-02

DATE	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日
	分裝6	分裝7	分裝8	分裝9	分裝10
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	2.84E+00	1.79E+00	2.82E+00	9.47E-01	7.95E+00
口罩暴露量濃度	3.07E-02	2.11E-02	3.21E-02	1.10E-02	9.21E-02

表五十九、9月20日農藥製造廠B廠八小時吸入加保利(WP)量與HI值

DATE	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日
	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	分裝 5
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	7.21E-02	8.25E-02	1.65E-01	4.55E-02	3.25E-01
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	7.00E-03	5.05E-03	7.70E-03	3.73E-04	1.02E-02
HI 呼吸貢獻	2.94E-02	3.19E-02	6.90E-02	1.71E-02	1.22E-01
HI 皮膚貢獻	1.77E-03	4.62E-03	3.60E-03	1.58E-03	4.55E-03
總 HI	3.12E-02	3.66E-02	7.26E-02	1.86E-02	1.27E-01

DATE	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日	9月20日
	分裝 6	分裝 7	分裝 8	分裝 9	分裝 10
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	1.35E-01	2.21E-02	3.84E-01	5.77E-02	4.29E-02
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	3.94E-03	7.32E-03	4.84E-03	4.15E-04	7.99E-03
HI 呼吸貢獻	4.90E-02	1.36E-02	1.32E-01	1.92E-02	1.73E-02
HI 皮膚貢獻	3.01E-03	2.15E-03	1.85E-03	1.91E-03	4.35E-02
總 HI	5.20E-02	1.58E-02	1.34E-01	2.11E-02	6.09E-02

表六十、9月20日農藥製造廠B廠八小時場環境中暴露加保利(WP)濃度

	固相中加保利(WP)的濃度---		氣相中加保利(WP)的濃度 ---	
	以 Glass fiber filter 採樣		以 SUPELCO OVS-2 (160/80 mg) 採樣	
	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)
9/20 廠前	2.41E+02	6.76E-01	4.15E+00	2.47E-02
9/20 廠後	2.07E+01	5.82E-02	2.64E+01	1.55E-01
9/20 警	2.25E-01	9.09E-04	3.48E-02	2.78E-04

#### 4-2.1.4 農夫

將農夫身上貼布檢驗的濃度換算成一生(70年),每天工作3小時,每年噴灑農藥24次,工作30年,其皮膚危害指數(HI)小於一(表六十一)。手套沾附量高於手部清洗液(酒精),顯示手套可以阻絕大部分的加保利(表六十二)。以氣相加保利(WP)濃度(以SUPELCO OVS-2(160/80mg)採樣)與固相加保利(WP)濃度(以Gelman Science type A/E Glass fiber filter採樣)兩種採樣管採吸附的加保利,結果顯示呼吸危害指數(HI)皆小於一,加上由貼布檢驗出之皮膚危害指數(HI)後,其全身暴露的危害指數(總HI),全部的危害指數均小於一(表六十四)。表六十三中口罩的暴露濃度均小於一,表示口罩的佩戴可以有效防止吸入加保利。

表六十一、10月24日農夫三小時加保利(WP)暴露量與HI值

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
貼布總濃度 (µg/cm <sup>2</sup> )	2.82E+00	1.52E+00	5.83E+00	4.17E+00
身高 (cm)	165	150	160	160
體重 (kg)	60	45	50	61
全身暴露量 for 3 hr(µg)	1.91E-02	8.56E-03	3.28E-02	5.23E-02
HI 值	4.08E-06	2.01E-06	7.21E-06	1.15E-05

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
貼布總濃度 (µg/cm <sup>2</sup> )	6.33E+00	2.50E+00	1.50E+00	4.92E+00
身高 (cm)	160	160	160	160
體重 (kg)	60	60	60	65
全身暴露量 for 3 hr(µg)	3.55E-02	1.40E-02	8.94E-03	4.06E-02
HI 值	7.82E-06	3.09E-06	1.97E-06	8.94E-06

表六十二、10月24日農夫三小時手部暴露加保利(WP)量

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
手套沾附 (mg/雙)	2.73E+01	2.44E+00	1.29E+02	1.13E+01
手部清洗液(ppm/雙)	2.38E+00	7.41E-02	9.19E+00	3.27E-01

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
手套沾附 (mg/雙)	1.45E+01	5.03E+00	6.20E+00	3.11E+00
手部清洗液(ppm/雙)	6.56E-01	2.04E-01	4.30E-01	8.18E-01

表六十三、10月24日農夫三小時口罩吸附加保利(WP)的濃度

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	8.57E-01	5.74E-01	8.81E+00	2.07E+00
口罩暴露量濃度	3.77E-02	2.52E-02	3.54E-01	1.70E-01

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	1.11E+00	1.24E+00	1.04E+00	1.35E+00
口罩暴露量濃度	4.12E-02	4.58E-02	4.11E-02	7.09E-02



表六十四、10月24日農夫三小時吸入加保利(WP)量與HI值

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	7.45E-05	ND	5.08E-01	4.23E-03
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	ND	ND	ND	ND
HI 呼吸貢獻	8.75E-07	0.00E+00	7.16E-03	4.88E-05
HI 皮膚貢獻	1.12E-04	6.70E-05	2.31E-04	3.02E-04
總 HI	1.13E-04	6.70E-05	7.39E-03	3.51E-04

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	5.07E-03	3.80E-03	4.73E-02	5.29E-04
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	ND	ND	ND	ND
HI 呼吸貢獻	5.95E-05	4.47E-05	5.56E-04	5.74E-06
HI 皮膚貢獻	2.09E-04	8.23E-05	5.25E-05	2.20E-04
總 HI	2.68E-04	1.27E-04	6.08E-04	2.26E-04

#### 4-2.2 大滅松使用者風險評估

##### 4-2.2.1 農藥製造廠 A 廠 EC 劑型(6 月 20、21 日採樣)

配料區及分裝區人員身上貼布檢驗的濃度換算成一生 (70 年)，每天工作 8 小時，每年工作時數 261 天，工作 30 年，其皮膚危害指數(HI)小於一；品管人員及警衛室 (對照組) 環境暴露大滅松濃度則也是小於一 (表六十五、表六十九)。手套沾附量高於手部清洗液 (酒精)，顯示手套可以阻絕大部分的大滅松 (表六十六)。以氣相大滅松(EC)濃度 (以 SUPELCO OVS-2 (160/80mg) 採樣) 與固相大滅松(EC)濃度 (以 Gelmen Science type A/E Glass fiber filter 採樣) 兩種採樣管採吸附的大滅松，結果顯示呼吸危害指數(HI)皆小於一，加上由貼布檢驗出之皮膚危害指數(HI)後，其全身暴露的危害指數(總 HI)，全部的危害指數均小於一 (表六十八)。表六十七中口罩的暴露濃度均小於一，表示口罩的佩戴可以有效防止吸入大滅松。

表六十五、6 月 20、21 日農藥製造廠 A 廠八小時大滅松(EC)暴露量與 HI 值

DATE	6 月 20 日	6 月 20 日	6 月 21 日	6 月 21 日	6 月 21 日	6 月 21 日	6 月 21 日
	品管 6/20	配置	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	品管 6/21
貼布總濃度 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	3.39E+01	3.92E+01	3.28E+00	3.85E+00	2.66E+00	2.30E+00	1.74E+00
身高 (cm)	164	178	158	150	154	156	164
體重 (kg)	65	80	50	59	54	54	65
全身暴露量 for 8 hr( $\mu\text{g}$ )	8.27E-02	3.03E-01	2.12E-02	2.48E-02	1.88E-02	1.68E-02	1.27E-02
HI 值	6.50E-03	1.93E-02	2.17E-03	2.15E-03	1.77E-03	1.59E-03	9.96E-04

表六十六、6月20、21日農藥製造廠A廠八小時手部暴露大減松(EC)量

DATE	6月20日	6月20日	6月21日	6月21日	6月21日	6月21日	6月21日
	品管 6/20	配置	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	品管 6/21
手套沾附 (mg/ 雙)	3.92E+00	3.51E+02	2.08E+00	7.65E+01	5.22E-01	2.68E-01	2.24E-01
手部清洗液 ( $\mu\text{g/ml}$ )	2.25E-02	2.36E-01	2.54E-02	3.72E-02	7.52E-03	5.40E-03	7.97E-03

表六十七、6月20、21日農藥製造廠A廠八小時口罩吸附大減松(EC)的濃度

DATE	6月20日	6月20日	6月21日	6月21日	6月21日	6月21日	6月21日
	品管 6/20	配置	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	品管 6/21
口罩吸附量 ( $\mu\text{g/cm}^2$ )	ND	3.57E+01	8.72E-01	1.70E+00	9.98E-01	7.09E-01	1.56E+00
口罩暴露量 濃度	ND	5.62E-01	1.53E-02	2.85E-02	1.87E-02	1.37E-02	2.68E-02

表六十八、6月20、21日農藥製造廠A廠八小時吸入大滅松(EC)量與HI值

DATE	6月20日	6月20日	6月21日	6月21日	6月21日	6月21日	6月21日
	品管 6/20	配置	分裝 1	分裝 2	分裝 3	分裝 4	品管 6/21
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	4.49E-03	1.67E-03	5.53E-03	5.46E-03	5.77E-03	5.50E-03	5.04E-03
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	2.78E-03	1.40E-03	3.38E-03	3.26E-03	3.42E-03	3.63E-03	3.55E-03
HI 呼吸貢獻	1.14E-02	3.92E-03	1.82E-02	1.51E-02	1.74E-02	1.73E-02	1.35E-02
HI 皮膚貢獻	6.50E-03	1.93E-02	2.17E-03	2.15E-03	1.77E-03	1.59E-03	9.96E-04
總 HI	1.79E-02	2.32E-02	2.04E-02	1.73E-02	1.92E-02	1.89E-02	1.45E-02

表六十九、6月20、21日農藥製造廠A廠八小時環境中暴露大滅松(EC)濃度

	固相中大滅松(EC)的濃度--- 以 Glass fiber filter 採樣		氣相中大滅松(EC)的濃度 --- 以 SUPELCO OVS-2 (160/80 mg) 採樣	
	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)	檢測量(ug)	空氣中濃度(ug/L)
6/20 警衛	8.01E-01	1.22E-03	3.05E-01	9.28E-04
6/21 警衛	1.03E+00	2.99E-03	2.90E-01	1.69E-03

#### 4-2.2.2 農夫

將農夫身上貼布檢驗的濃度換算成一生(70年),每天工作3小時,每年噴灑農藥24次,工作30年,其皮膚危害指數(HI)小於一(表七十)。手套沾附量高於手部清洗液(酒精),顯示手套可以阻絕大部分的大滅松(表七十一)。以氣相大滅松(EC)濃度(以SUPELCO OVS-2(160/80mg)採樣)與固相大滅松(EC)濃度(以Gelmen Science type A/E Glass fiber filter採樣)兩種採樣管採吸附的大滅松,結果顯示呼吸危害指數(HI)皆小於一,加上由貼布檢驗出之皮膚危害指數(HI)後,其全身暴露的危害指數(總HI),全部的危害指數均小於一(表七十三)。表七十二中口罩的暴露濃度均小於一,表示口罩的佩戴可以有效防止吸入大滅松。

表七十、10月24日農夫三小時大滅松(EC)暴露量與HI值

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
貼布總濃度 (µg/cm <sup>2</sup> )	1.77E+02	5.86E+02	1.80E+00	3.00E+03
身高 (cm)	165	150	160	160
體重 (kg)	60	45	50	61
全身暴露量 for 3 hr(µg)	2.87E+00	7.88E+00	2.16E-02	4.55E+01
HI 值	3.07E-03	9.25E-03	2.38E-05	5.01E-02

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
貼布總濃度 (µg/cm <sup>2</sup> )	6.11E+02	1.34E+01	5.34E+00	1.78E+00
身高 (cm)	160	160	160	160
體重 (kg)	60	60	60	65
全身暴露量 for 3 hr(µg)	1.03E+01	1.83E-01	8.49E-02	2.30E-02
HI 值	1.13E-02	2.02E-04	9.35E-05	2.53E-05

表七十一、10月24日農夫三小時手部暴露大滅松(EC)量

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
手套沾附 (mg/雙)	2.88E+02	2.72E+01	1.87E-01	2.62E+03
手部清洗液(ppm/雙)	3.43E+00	ND	8.32E-01	5.27E-01

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
手套沾附 (mg/雙)	4.13E+01	7.57E-01	5.56E+00	1.19E+00
手部清洗液(ppm/雙)	1.02E+00	3.54E-01	5.57E-01	7.08E+00

表七十二、10月24日農夫三小時口罩吸附大滅松(EC)的濃度

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	1.17E+04	1.20E+04	1.57E+01	9.55E+03
口罩暴露量濃度	1.22E+03	1.26E+03	1.35E+00	9.50E+02

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
口罩吸附量 (µg/cm <sup>2</sup> )	1.30E+04	1.49E+01	7.70E+03	1.05E+01
口罩暴露量濃度	1.44E+03	1.34E+00	8.08E+02	8.66E-01

表七十三、10月24日農夫三小時吸入大減松(EC)量與HI值

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫1	農夫2	農夫3	農夫4
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	8.73E-02	7.17E-03	1.24E-01	1.04E-01
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	ND	ND	ND	ND
HI 呼吸貢獻	5.13E-03	5.61E-04	8.72E-03	6.03E-03
HI 皮膚貢獻	3.07E-03	9.25E-03	2.38E-05	5.01E-02
總 HI	8.19E-03	9.81E-03	8.75E-03	5.62E-02

DATE	10月24日	10月24日	10月24日	10月24日
	農夫5	農夫6	農夫7	農夫8
固相空氣暴露量濃度(ug/L)	6.00E-02	7.51E-03	2.61E-01	6.30E-02
氣相空氣暴露量濃度(ug/L)	ND	ND	ND	ND
HI 呼吸貢獻	3.52E-03	4.41E-04	1.53E-02	3.42E-03
HI 皮膚貢獻	1.13E-02	2.02E-04	9.35E-05	2.53E-05
總 HI	1.49E-02	6.42E-04	1.54E-02	3.44E-03

## 4-3 加保利與大滅松生態風險評估

### 4-3.1 加保利(Carbaryl)生態風險評估

土壤中的加保利會在土壤表面很快的光分解，會在鹼性的潮濕土壤中快速水解；若土壤呈酸性，水解速率會變慢。在pH大於7 的水中會很快水解；若在酸性水中水解速率會降低，相較下直接光解和生物分解將變得較顯著。

大氣中的加保力會吸收7290nm 的光線而直接光解；若是與光化作用產生氫氧基而分解，半衰期約12.6小時。對水中生物具高毒性。

在美國的幾家大學(University of California, Davis, Oregon State University, Michigan State University, Cornell University, and the University of Idaho)建立的農藥毒性資料庫(EXTOXNET)中認為加保利對野生鳥類幾乎是無毒性的 (EXTOXNET 1996)；對水生動物具有中等毒性(EXTOXNET 1996)；對許多非標的昆蟲包含蜜蜂及有益的昆蟲具有致死的能力(EXTOXNET 1996)。茲將美國環保署的毒性資料庫(ECOTOX)、EXTOXNET、文獻對加保利的生物毒性資料分列於表十三。

本生態風險評估所模擬的農藥使用及生物暴露情境為：

- 以含有加保利之賽文及大滅松分別噴灑面積為一分之農地(土壤為砂壤土 sandy loam soil)。
- 噴灑農藥後之農地經下雨沖刷，脫附後溶於水中之農藥經逕流進入八掌溪。假設降雨時間為一小時。
- 承受之八掌溪上游無其他農藥污染源。
- 暴露之生態系為淡水水域生態。

根據水利署河川水文資料庫，八掌溪的流量( $Q_1$ )為  $8.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{hr}$ ，而經由降雨強度推估公式(水土保持技術規範)算出下雨強度為  $65.34 \text{ mm/hr}$ ，並由水土保持技術規範中之公式推算出一分地農田中的逕流量( $Q_2$ )為  $55.539 \text{ m}^3/\text{hr}$ 。

計算雨水逕流量得考慮排水面積、地表特性、降雨強度等因素，逕流量計算公式如下。



$$Q_2 = \frac{C \times I \times A}{360}$$

式中，

$Q_2$ ：逕流量(立方公尺/秒)

$C$ ：為逕流係數(此為耕地  $C=0.85$ )

$I$ ：為降雨持續時間  $t$  分鐘內之平均降雨率(公釐/小時)

$A$ ：為排水面積(公頃)

經由澳洲(CSIRO Land and Water)的報告中得知加保利在固體及液體間的分配係數( $K_d$ )為 9.2

$$S(\text{mg/kg}) = K_d(\text{L/kg}) \times C(\text{mg/L})$$

加保利噴灑前數據			
加保利(1)	ND		
加保利(2)	ND		
加保利(3)	ND		
加保利(4)	ND		
加保利(5)	ND		
加保利噴灑後數據(S)		$C_2(\text{mg/L}) = S / K_d$	$C(\text{mg/L}) = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_1 + Q_2}$
加保利(1)	24.6752ug/g	2.682	0.0018
加保利(2)	48.7035ug/g	5.294	0.0035
加保利(3)	45.4729ug/g	4.943	0.0032
加保利(4)	128.1230ug/g	13.926	0.0091
加保利(5)	42.8247ug/g	4.655	0.0030

以此計算所得承受水體中加保利之平均濃度為 4.11 $\mu\text{g/L}$ ，標準差為 2.86 $\mu\text{g/L}$ 。

生態風險特性的推估(Characterization of risk)以生態效應商數及產生生態效應

機率 2 種方法作計算。生態效應商數(Ecological Effect Quotient, EEQ)係將環境預測濃度(Expected Environmental Concentration, EEC)與生態風險基準(Ecological Risk Criteria, ERC)作比較，而ERC為單一物種之生物毒性資料(LC<sub>50</sub>)，所得結果為化學污染物是否對該生物產生影響。若EEQ≥0.3 則將該化學污染物定義為潛勢關聯化合物(Chemicals of Potential Concern, COPC)，本計畫挑選幾種在淡水水域較常見的魚種、水棲昆蟲及蛙類作分析。計算結果如下：

- 加保利平均濃度
  - 表水：4.11 µg/L
- 水生生物毒性試驗
  - 鮎魚(Snake-head catfish)：19.5mg/L
  - 鯽(Goldfish)：16.7mg/L
  - 大肚魚(Western mosquitofish)：31.8 mg/L
  - 鯉科淡水小魚(Minnow and Carp)：7.5 mg/L
  - 蓋斑鬥魚 (Paradise fish)：3.5mg/L
  - 條紋鱸(Striped bass)：2.3 mg/L
  - 石蠅(Stonefly)：0.012 mg/L
  - 澤蛙(Rana hexadactyla Frog)：55.34 mg/L

表七十四、加保利對水體中代表性生物之生態效應商數(EEQ)

Aquatic animal	EEC (µg/L)	ERC (µg/L)	$EEQ = EEC / ERC$
Snake-head catfish	4.11	19500	0.0002
Goldfish	4.11	16700	0.0002
Western mosquitofish	4.11	31800	0.0001
Minnow and Carp	4.11	7500	0.0005
Paradise fish	4.11	3500	0.0012
Striped bass	4.11	2300	0.0018

Stonefly	4.11	12	0.3425
Rana hexadactyla Frog	4.11	55340	$7.4 \cdot 10^{-5}$

以生態效應商數(EEQ)初步分析水體中加保利對水體中代表性生物的生態效應(表七十四)，除水棲昆蟲石蠅有較高之 EEQ(0.34)，其他魚種及澤蛙之 EEQ 遠低於 0.3，此評估結果顯示加保利對水體中魚類及蛙類生態未造成顯著影響，但可能對水棲昆蟲造成潛在危害。

本計畫並嘗試以機率方式推估風險值，此係採用美國水環境研究基金會(Water Environment Research Foundation, WERF)於 1996 年發展的水體生態風險評估模式(Aquatic Ecological Risk Assessment, AERA version 2.0)來推估及界定風險。將所查得的生物毒性資料(LC<sub>50</sub>)導入AERA軟體中，以進行急性毒性風險評估。水體生態風險評估模式是依據污染物濃度範圍及LC<sub>50</sub>值進行風險推估，建立污染物濃度與生態受體受影響機率間對數回歸關係，其關係式如下(Parkhurst, 1999)：

$$\log P = \alpha + \beta \log(\text{mean}LC_{50}) + e$$

P：污染物在特定濃度下對物種產生效應的機率

mean LC<sub>50</sub>：該污染物對不同水體生物的半致死濃度

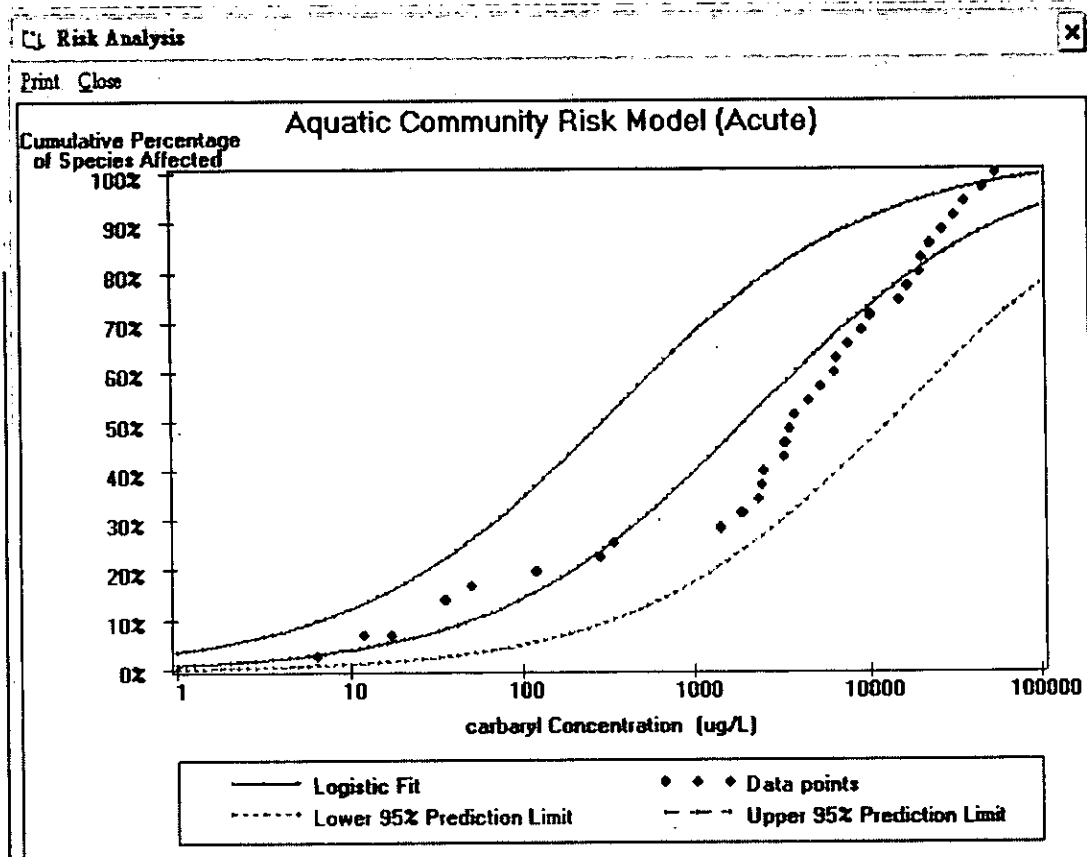
$\alpha$ 、 $\beta$ ：經驗參數

e：誤差

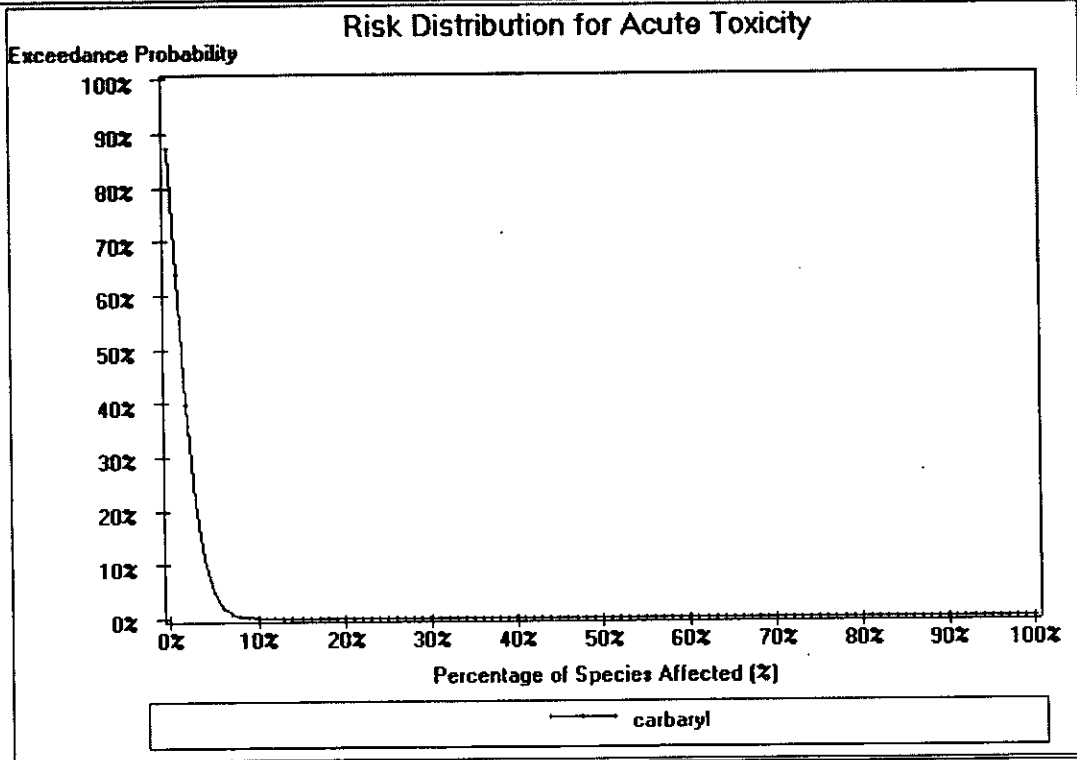
WERF的AERA模式推估承受水體的生物群聚(biological community)物種受到化學污染物的效應機率，本計畫選取淡水水體中的物種，假設為承受水體之物種群聚結構，以物種LC<sub>50</sub>資料作為推估生態系中受到農藥急性毒性效應的機率(圖十)。此方法雖考量群聚結構中的各物種，但仍屬於物種毒性效應的個別分析，因為此方法未考量群聚結構中物種的競爭、捕食等交互作用。在USEPA及USDOE在河川風險評估的案例中，訂定 20%生態效應為評估生態是否顯著受到影響的基準。以此方法推估加保利對八掌溪水體生態風險之結果如圖十一所示，顯示加保利並未對水體生態產生顯著之影響，約僅有 10%的機率群聚中 5%的生物物種受到

影響，遠低於USEPA及USDOE所訂之20%基準。

生態風險以生態效應商數及生態效應機率推估皆顯示加保利對八掌溪的生態效應不顯著，並不需做進一步生態風險評估(tier 2)。



圖十、加保利濃度與水體生態效應累積機率之關係



圖十一、加保利對水體生態效應之風險機率

#### 4-3.2 大滅松(Dimethoate)生態風險評估

大滅松對日光及熱比較穩定，在鹼性中迅速分解，在中性、酸性中緩慢分解。大滅松對鳥類的毒性介於中等毒及劇毒之間(moderately to very highly toxic)，但鳥類並不能像哺乳類一樣迅速的分解大滅松，這可能是造成鳥類有較高毒性的原因(EXTOXNET 1996)。對魚類的毒性介於中等毒及劇毒之間(moderately to very highly toxic)(EXTOXNET 1996)。只有少部分大滅松可在水中進行生物分解。實驗土壤半衰期為 28.9 天及 36.7 天，生物分解速率取決於土壤型態或微生物有機質含量。大滅松對水生動物組織具有毒性。EXTOXNET 認為大滅松對環境具有劇毒，應對蜜蜂、鳥類特別留意。避免在非正常的情況下在環境中使用。茲將美國環保署的毒性資料庫(ECOTOX)、EXTOXNET、文獻對大滅松的生物毒性資料分列於表二十一

經由 USEPA 報告中查得砂壤土(sandy loam soil)大滅松在固體及液體間的分配係數( $K_d$ )為 0.3。

$$S(\text{mg/kg}) = K_d(L/\text{kg}) \times C(\text{mg/L})$$

大滅松噴灑前數據			
大滅松(1)	34.1482ug/g		
大滅松(2)	29.4896ug/g		
大滅松(3)	42.0774ug/g		
大滅松(4)	17.0398ug/g		
大滅松(5)	13.9006ug/g		
大滅松噴灑後數據(S)		$C_2(\text{mg/L}) = S / K_d$	$C(\text{mg/L}) = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_1 + Q_2}$
大滅松(1)	65.2028ug/g	217.343	0.1419
大滅松(2)	62.9422ug/g	209.807	0.1370
大滅松(3)	57.7917ug/g	192.639	0.1258
大滅松(4)	30.3931ug/g	101.310	0.0662
大滅松(5)	59.2938ug/g	197.646	0.1291

以此計算所得承受水體中在噴灑農藥前大滅松之平均濃度為 0.059mg/L，標準差為 0.026mg/L；噴灑農藥後之大滅松平均濃度為 0.120 mg/L，標準差為 0.031 mg/L。

生態風險特性的推估(Characterization of risk)以生態效應商數及產生生態效應機率 2 種方法作計算。生態效應商數(Ecological Effect Quotient, EEQ)在噴灑農藥前計算結果如下：

- 大滅松平均濃度
  - 表水：0.059mg/L，標準差為 0.026mg/L
- 水生生物毒性試驗
  - 鮎魚(Snake-head catfish)：20.5mg/L
  - 鯉魚(Cyprinus carpio)：40.3mg/L
  - 鯉科淡水小魚(Minnow)：0.5mg/L
  - 石蠅(Stonefly)：0.043 mg/L
  - 蛙(Frog)：0.00782 mg/L

表七十五、大滅松在噴灑前對水體中代表性生物之生態效應商數(EEQ)

Aquatic animal	EEC ( $\mu\text{g/L}$ )	ERC ( $\mu\text{g/L}$ )	$EEQ = EEC /$ $ERC$
Cyprinus carpio	59	40300	0.0015
Snake-head catfish	59	20500	0.0029
Minnow	59	50	1.1898
Stonefly	59	43	1.3835
Frog	59	7.82	7.6074

噴灑農藥後計算結果如下：

- 大滅松平均濃度
  - 表水：0.120 mg/L，標準差為 0.031 mg/L
- 水生生物毒性試驗
  - 鮎魚(Snake-head catfish)：20.5mg/L
  - 鯉魚(Cyprinus carpio)：40.3mg/L
  - 鯉科淡水小魚(Minnow)：0.5mg/L
  - 石蠅(Stonefly)：0.043 mg/L
  - 蛙(Frog)：0.00782 mg/L

表七十六、大滅松在噴灑後對水體中代表性生物之生態效應商數(EEQ)

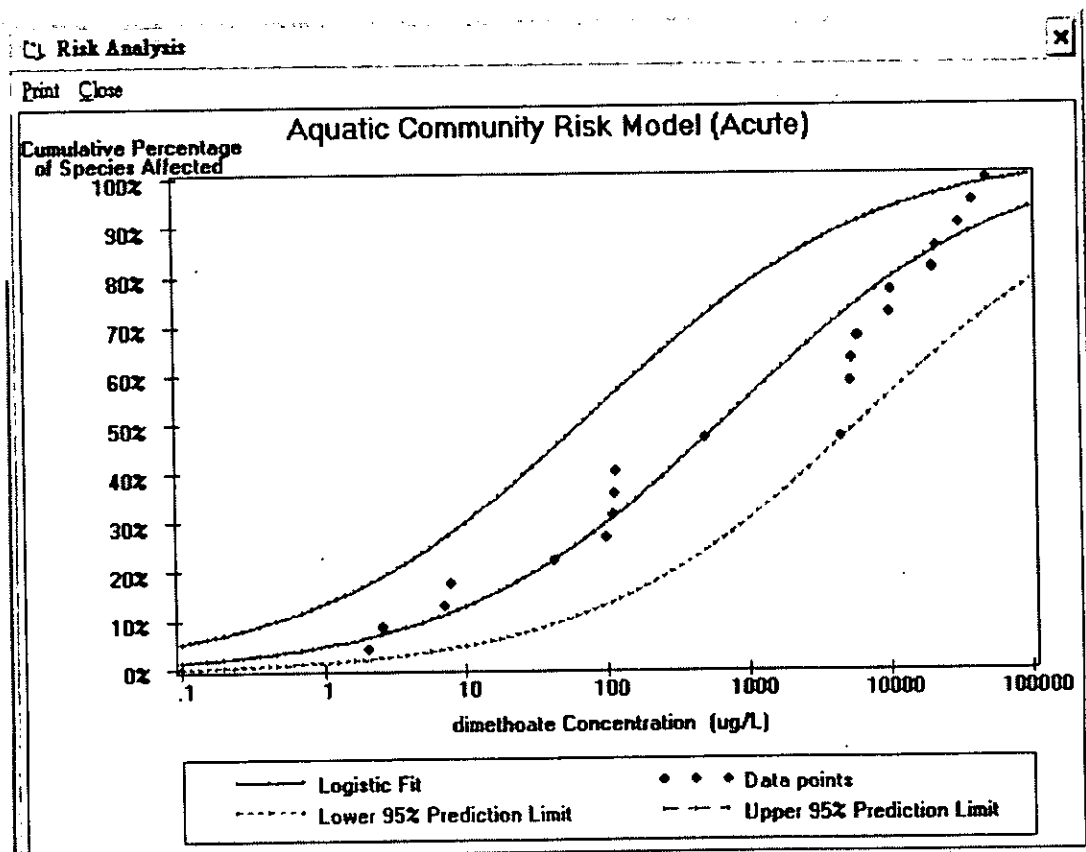
Aquatic animal	EEC ( $\mu\text{g/L}$ )	ERC ( $\mu\text{g/L}$ )	$EEQ = EEC /$ $ERC$
Cyprinus carpio	120	40300	0.0030
Snake-head catfish	120	20500	0.0059
Minnow	120	50	2.3996
Stonefly	120	43	2.7902
Frog	120	7.82	15.343

以生態效應商數(EEQ)初步分析水體中大滅松噴灑前、後對水體中代表性生物的生態效應(表七十五、表七十六)，評估結果顯示大滅松在噴灑前後皆對水體中鯉科小魚、石蠅及蛙類生態造成顯著影響，此農藥可能對小魚、水棲昆蟲、兩棲類造成潛在危害。

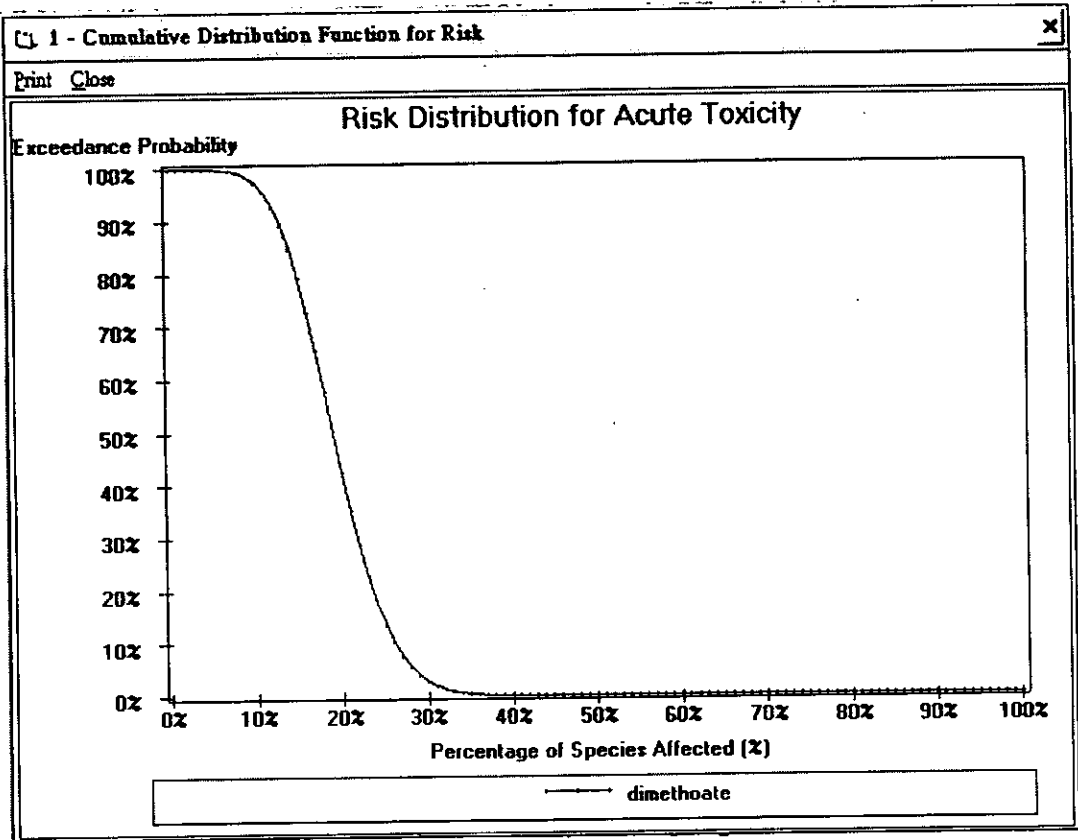
本計畫另以WERF的AERA模式推估大滅松對八掌溪生態效應之機率風險值，以物種 $LC_{50}$ 資料作為推估生態系中受到農藥急性毒性效應的機率(圖十二)，對噴灑大滅松前之分析結果如圖十三所示，顯示大滅松在噴灑前已對水體生態產生顯著之影響，約有 60%的機率群聚中 20%的生物物種受到影響，達USEPA及USDOE所訂之 20%基準。對噴灑大滅松後之分析結果如圖十四所示，顯示大滅松在噴灑後對水體生態產生的影響更為顯著，約有 100%的機率群聚中 20%的生物物種受到影響，達USEPA及USDOE所訂之 20%基準。

生態風險以生態效應商數及生態效應機率推估皆顯示大滅松對八掌溪的生態效應顯著，需直接偵測水體濃度範圍，及收集生物毒性資料之確定性分析，做進一步生態風險評估(tier 2)。

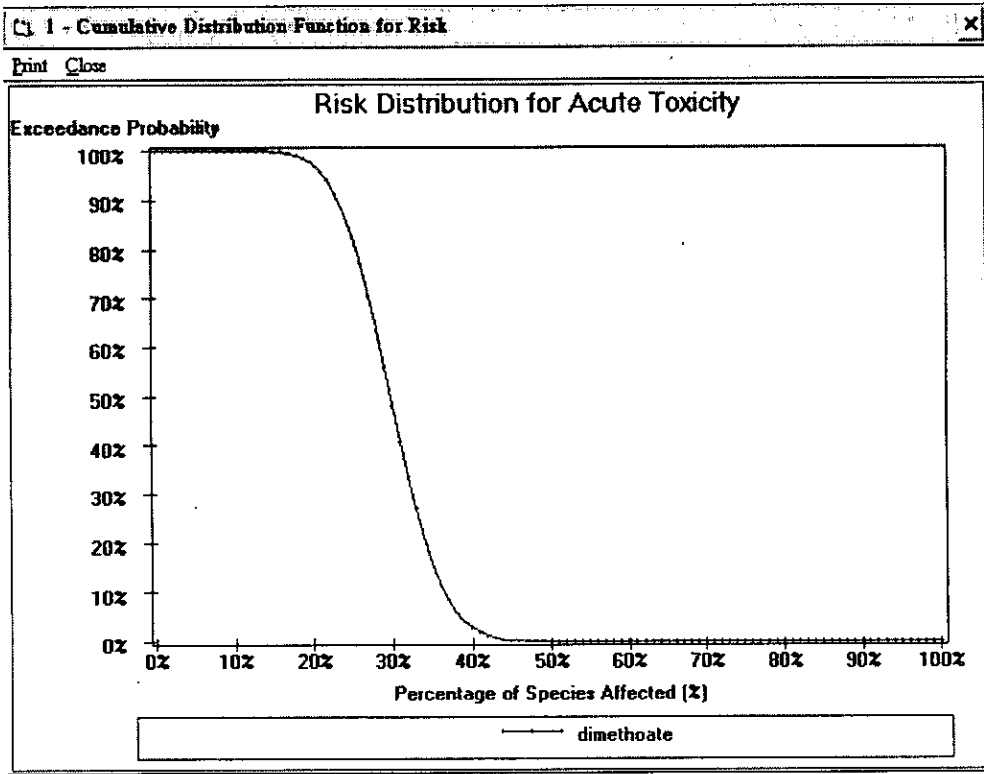




圖十二、大滅松濃度與水體生態效應累積機率之關係



圖十三 大滅松噴灑前對水體生態效應之風險機率



圖十四 大滅松噴灑後對水體生態效應之風險機率

## 第五章 總結

農藥的使用確實可增加農產產量與提昇產品的品質，然而它的生產與使用會造成相關人員的暴露，它在蔬菜或水果的殘留會導致消費者的潛在攝取，而它的环境殘留可能對生態物種有不同程度的威脅。因此為維護國民健康與生態多樣化，需要對農藥進行健康與生態風險評估。

大滅松為有機磷農藥，加保利是一種廣效型的氨基甲酸鹽類的殺蟲劑，我們已蒐集毒理資料專業網站、美國環保署與國際衛生組織公告的大滅松與加保利最新的毒理相關資料（包含生態毒理的資料），進行有系統的整理成毒性物質檔案（Toxicological Profiles），以作為農藥健康評估的參考。

大滅松與加保利對人有危害的效應，主要作用方式分別為不可逆與可逆的抑制神經酵素膽鹼酯酶，進而導致神經系統的傷害。大滅松與加保利被世界衛生組織定義為具中等毒性。而大滅松與加保利目前因尚未有足夠的證據來分類其致癌性，USEPA 將其定義為 Group C（目前資料不足以分類）。

消費者風險評估的部份，一般民眾在日常生活中可能經由飲食攝取到殘留在蔬菜水果穀物上的農藥，究竟這樣的攝取量或者在法定的管制標準下是否會對民眾造成健康上潛在的威脅呢？我們由農藥試驗所各種農產品農藥殘留檢測資料報告、或總膳食研究報告得農藥殘留數據，收集各種農作物產品的農藥殘留資料，完成建立國人水果或蔬菜攝取量的統計分佈，配合每天每人的攝取量進行估算。加保利如以最高檢出濃度與現有管制濃度進行危害指數估算，不論是單項與多種農產品的危害指數總合均小於一。但大滅松若以舊資料 ADI 0.002 mg/kg bw (JMPR, 1996) 進行最高檢出濃度與現有管制濃度進行危害指數估算，則發現柳丁、柑橘、小葉菜類、與芒果的危害指數均大於一。如果按其檢出濃度的機率，以蒙地卡蘿危害指數分佈的試算，危害指數的百分之九十五上限仍大於一。但因新的科學實

驗證據促使 2003 年聯合國糧食及農業組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations)將大滅松的 ADI 改為 0.02 mg/kg bw，如此一來，大滅松之最高檢出濃度與現有管制濃度進行危害指數估算其危害係數均小於 1。以蒙地卡羅危害指數分佈的試算，危害指數的百分之九十五上限也小於一。總之大滅松與加保利之非致癌風險的總危害指數均小於一，表示在現有容許量下，這兩種農藥應不會有非癌症效應，表示對消費者而言為安全範圍。

特別值得提起的是我們在執行計畫時，除了以一般大眾常用的「容許量」與「最高殘留量」來估算農藥殘留的危害指數外，為了避免最高殘留量因採樣或人為因素導致有偏差，造成高估了最高殘留量。因此我們以蒙地卡羅方法(Monte Carlo simulation)，配合考慮人與人間取食量差異，估算農藥檢測數據之 95% 上限的危害指數分佈圖，如此所得數據更科學、可信、與具代表性，將有助管制標準的確認。

生產者、使用者暴露風險評估的部份，希望去了解究竟目前的操作方式或者在法定的管制標準下是否會對生產者、使用者造成健康上潛在的危害呢？實地進行農藥工廠勞工的個人呼吸與皮膚採樣，並從事農夫噴灑農藥時的個人呼吸與皮膚採樣，進行農藥殘留分析得到農藥工廠勞工與農夫使用農藥的暴露現況。以現場採集製造者、使用者的方式，除了以 OVS-2 採樣管與 Glass fiber filter 來模擬勞工於工作時呼吸所暴露的農藥量，與以貼布、口罩、手套來模擬全身的暴露量。另外我們還會收集酒精清洗液，以更實際的狀態來了解製造者、使用者的暴露情形。根據農夫與作業勞工空氣實際採樣檢測濃度與貼布檢測量值之估算結果，發現大滅松與加保利之危害指數皆小於一。以蒙地卡羅危害指數分佈的試算，發現大滅松與加保利危害指數的百分之九十五的上限仍小於一。根據農藥工廠員工所暴露劑量所估算的危害指數小於一，表示對使用者與製造者而言在安全範圍。

生態風險評估的部份，即對各種生態物種可能造成威脅？在生態風險評估方面，主要在農田噴灑農藥時潛在會對生態造成影響。然而農田並非一完整生態體

系，不適合以現有生態風險評估模式試算之。將針對使用農藥的農田進行多介質採樣分析，在利用多介質模式，估算各介質每一種農藥的分佈，與找尋各種暴露因子、與平均壽命等資料，針對死亡與其他相關毒理效應，執行生態風險評估。加保利對水體中魚類及蛙類生態未造成顯著影響，但可能對水棲昆蟲造成潛在危害。大滅松在噴灑前後皆對水體中鯉科小魚、石蠅及蛙類生態造成顯著影響，此農藥可能對小魚、水棲昆蟲、兩棲類造成潛在危害。生態風險以生態效應商數及生態效應機率推估皆顯示加保利對八掌溪的生態效應不顯著，並不需做進一步生態風險評估(tier 2)。而大滅松對八掌溪的生態效應顯著，需直接偵測水體濃度範圍，及收集生物毒性資料之確定性分析，做進一步生態風險評估(tier 2)。

以上結果執行農藥消費者、生產者、使用者的高度科學性的健康與生態風險評估，可供委託單位農委會作科學性決策制定相關農藥管理策略，進而對農藥作最佳管理，以維護消費者的健康安全

## 第六章 參考文獻

### 中文

1. 大減松, 86.04.14 行政院農業委員會 86 農糧字第 86116775A 號公告
2. 大減松, 91.6.12 行政院農業委員會農糧字第 0910020561 號公告
3. 大減松, 94.6.9 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局防檢三字第 0941484397 號公告
4. 加保利, 86.4.14 行政院農業委員會 86 農糧字第 86116775A 號公告
5. 段淑人, 翁愷慎, 李國欽等. 八十九年度行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所殘毒管制計畫結案報告
6. 段淑人, 翁愷慎, 李國欽等. 九十年度行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所殘毒管制計畫結案報告
7. 段淑人等. 九十一年度行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所殘毒管制計畫結案報告
8. 段淑人等. 九十二年度行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所殘毒管制計畫結案報告
9. 翁愷慎等. 九十三年度行政院衛生署補助業務計畫—食品污染物國人總膳食調查計畫期末報告

### 英文

1. ACGIH. 1991. Documentation of rgw Threshold Limit Values and Biological Indices. American Conference of Governmental and Industrial Hygienists, Inc., Cincinnati, OH.
2. ACP, Annual Report. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 1999.
3. ACP, Evaluation on Dimethoate, Evaluation of Fully Approved or Provisionally Approved Products No. 86, Pesticides Safety Directorate, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, 1993.
4. Analysis, NIOSH, [www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/5006.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/5006.pdf)
5. Baron, R. L. Carbamate insecticides. In Handbook of Pesticide Toxicology. , Volume 3, Classes of Pesticides. Wayland J. Hayyes, Jr. and Edward R. Lawes, Jr. editors. Academic Press, New York, NY, 1991.3-6
6. Bracha, P. and O'Brian, R. 1966. J. Econ. Entomol. 59:1255.

7. BRADLEY,MO, BHUYAN,B, FRANCIS,MC, LANGENBACH,R, PETERSON,A AND HUBERMAN,E; MUTAGENESIS BY CHEMICAL AGENTS IN V79 CHINESE HAMSTER CELLS: A REVIEW AND ANALYSIS OF THE LITERATURE; MUTAT. RES. 87:81-142, 1981
8. Budavari S ed. (1996) The Merck Index: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals, 12th ed. Rahway, New Jersey, Merck and Co., Inc
9. Burrigh, D., Method #62, "Chlorpyrifos, DDVP, Diazinon, Malathion, and Parathion", OSHA Analytical Laboratory, unpublished, 1986.
10. Carbaryl, Environmental Health Criteria No. 153, International Programme on Chemical Safety, UNEP, WHO, ILO, Geneva, 1993, p13.
11. CARBARYL (SEVIN) - (Organic Method #63), OSHA.
12. Carbaryl, US Environmental Protection Agency 1982
13. Carpenter, C. P., et.al. Mammalian toxicity of 1-naphthyl-n-methylcarbamate (Sevin insecticide). J. Agric. Food Chem. 9(1): 30-39, 1961.3-31
14. CDS Tomlin (Ed), Pesticides Manual, Twelfth Edition, British Crop Protection Council, 2000.
15. Cheminova Agro A/S. 1991 (June 11). Material Safety Data Sheet : Dimethoate. Cheminova, Lemvig, Denmark.
16. Chemically induced alterations in sexual and functional development: The wildlife/human collection, eds. T. Colborn and C Clement, Princeton Scientific Publishing, Princeton, NJ, 1992.
17. "Chemical Information File", U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, Directorate of Technical Support, June 14, 1985.
18. Cranmer, M. F. Carbaryl: A toxicological review and risk assessment. Neurotoxicology. 7(1): 247-332, 1986.3-26
19. "Criteria for a Recommended Standard ... Occupational Exposure of Carbaryl", U.S. Department of Health, Education, and Welfare, National Institute for Occupational Safety and Health; Cincinnati, OH; 1976; DHEW (NIOSH) Publ. No. 77-107.
20. Dal Re, V. & Vola Gera, F. (1976) Determination of the acute dermal toxicity of technical Rogor. Unpublished report from Centro Ricerche Antiparassitari,

- Montedison, Italy. Submitted to WHO by Farmoplant, Milan, Italy.
21. Dal Re, V. & Vola Gera, F. (1980) Acute oral toxicity of technical Rogor samples recently produced in albino rats. Unpublished report from Centro Ricerche Antiparassitari Montedison, Italy. Submitted to WHO by Farmoplant, Italy.
  22. Data Sheet on carbaryl, Exttoxnet, Extension Toxicology Network, Oregon State University, US, 1993
  23. Data Sheet on carbaryl, Exttoxnet, Extension Toxicology Network, Oregon State University, US, 1996.
  24. Dimethoate, US Environmental Protection Agency 1999
  25. Dobrat, W., and Martijn, A. eds. 1993. "CIPAC Handbook E, Analysis of Technical and Formulated Pesticides", Dimethoate/59. p.69-72. Black Bear Press Ltd., Cambridge, England.
  26. Dobrat, W., and Martijn, A. eds. 1998. "CIPAC Handbook H, Analysis of Technical and Formulated Pesticides", Dimethoate/59. p.154-160. Black Bear Press Ltd., Cambridge, England.
  27. Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLHs) , NIOSH, Apr 29, 2003
  28. Documentation of NIOSH Validation Tests, S273, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-185 (1977).
  29. EC (European Commission). Directive 91/414/EEC. 1993. Brussels, Belgium.
  30. EC (European Commission). 2002. Guidance Document on Aquatic Ecotoxicology in the Frame of the Directive 91/414/EEC. European Commission 8075/VI/97 rev 9. Brussels, Belgium.
  31. Elespuru, R., Lijinski, W. and Setlow, J. K. Nitrosocarbaryl as a potent mutagen of environmental significance. *Nature (London)* 247: 386-387, 1974.3-28
  32. "Evaluation of Carcinogenic, Teratogenic, and Mutagenic Activities of Selected Pesticides and Industrial Chemicals," Volume 1: "Carcinogenic Study." 1968. National Technical Information Service, Washington, D.C.
  33. FAO Specifications and evaluations for agricultural pesticides – dimethoate, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005



34. Farmer, W.J. 1976. "Leaching, Diffusion, and Sorption." From A Literature Survey of Benchmark Pesticides. Science Communication Division of George Washington University Medical Center, pp. 185-245.
35. Fujita, T., et al. 1974. *Agric. Biol. Chem.* 38:1521.
36. Gallo, M. A. and Lawryk, N. J. Organic phosphorus pesticides. In *Handbook of Pesticide Toxicology*. Hayes, W. J., Jr. and Laws, E. R., Jr., Eds. Academic Press, New York, NY, 1991.5-3
37. G Dell'Omo and R Shore, Behavioural and Physiological Effects of Acute Sublethal Exposure to Dimethoate on Wood Mice *Apodemus sylvaticus*, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 31, 91-97, 1996.
38. GREIM,H, BIMBOES,D, EGERT,G, GOGGELMANN,W AND KRAMER,M;  
MUTAGENICITY AND CHROMOSOMAL ABERRATIONS AS AN  
ANALYTICAL TOOL FOR IN VITRO DETECTION OF MAMMALIAN  
ENZYME-MEDIATED FORMATION OF REACTIVE METABOLITES;ARCH.  
TOXICOL. 39:159-169, 1977
39. Grist M, Crane M, Jones C, *et al.* 2002. Estimation of demographic toxicity through the double bootstrap. *Wat Res* 37:618-26.
40. GROVER,IS, LADHAR,SS AND RANDHAWA,SK; CARBARYL-A  
SELECTIVE GENOTOXICANT; ENVIRON. POLLUT. 58(4):313-23, 1989
41. GROVER,IS, DHINGRA,AK, ADHIKARI,N AND LADHAR,SS;  
GENOTOXICITY OF PESTICIDES AND PLANT SYSTEMS; PROG. CLIN.  
BIOL. RES. 340E(MUTAT. ENVIRON., PT.E):91-106, 1990
42. Hallenbeck, W.H. & K.M. Cunningham-Burns. 1985. *Pesticides and human health*. New York: Springer-Verlag.
43. Hayes, W.J. and E.R. Laws (ed.). 1990. *Handbook of Pesticide Toxicology, Vol. 3, Classes of Pesticides*. Academic Press, Inc., NY.
44. Hayes WJ & Laws ER (1991) *Handbook of pesticide toxicology, vol 3 Classes of pesticides*, Acad Press, San Diego
45. Hayes, Wayland, Jr. 1982. *Pesticides studied in man*. Baltimore, MD: Williams &

Wilkins.

46. Hayes, cited by EXTTOXNET Information Notebook, 1993
47. Hill, E. F. and Camardese, M. B. Lethal Dietary Toxicities of Environmental Contaminants to Coturnix, Technical Report Number 2. U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC, 1986.5-15
48. Howard, P.H. (ed.). 1989. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals, Vol. III: Pesticides. Lewis Publishers, Chelsea, MI.
49. Howard, P. H., Ed. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals. Vol 3: Pesticides. Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1991.5-13
50. Howard, P. H. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals: Pesticides . Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1991.3-15
51. IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF THE CARCINOGENIC RISK OF CHEMICALS TO HUMANS, INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, LYON, FRANCE, p. V12 37  
Y76][ANDRIANOVA,MM AND ALEKSEEV,IV; ON THE CARC INOGENIC PROPERTIES OF THE PESTICIDES SEVINE, MANEB, CIRAM AND CINEB; VOPR. PITAN. 29:71-74, 1970,
52. ICSC:NENG0121 International Chemical Safety Cards (WHO/IPCS/ILO) | CDC/NIOSH, NIOSH, Dec 9, 2005
53. IPCS, Dimethoate Health and Safety Guide. Health and Safety Guide No. 20. WHO, 1992 .
54. IPCS, Environmental Health Criteria 90 Dimethoate, WHO Geneva, 1989.
55. IPCS, The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1998-1999, WHO/PCS/98.21.
56. Johnson, W. W. and Finley, M. T. Handbook of Acute Toxicity of Chemicals to Fish and Aquatic Invertebrates. Resource Publication 137. U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC, 1980.5-17
57. Johnson, W. W. and Finley, M. T. Handbook of Acute Toxicity of Chemicals to Fish and Aquatic Invertebrates. U.S. Department of the Interior, Washington, DC, 1980.3-19
58. Kearney, P.C. & D.D. Kaufman (eds.). 1975. Herbicides: chemistry, degradation,

- and mode of action. 2nd Ed. Vol. 1 & 2. New York: M. Dekker.
59. Kidd, H. and James, D. R., Eds. The Agrochemicals Handbook, Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, 1991 (as updated).3-11
  60. Kidd, H. and James, D. R., Eds. The Agrochemicals Handbook, Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, 1991 (as updated).5-14
  61. KNAPEK,R, KITA,K, KOBES,S, KITA,I AND POLKO,M; LATEST FINDINGS ON THE CARCINOGENICITY OF DIMETHOATE; TAGUNGSBER. - AKAD. LANDWIRTSCHAFTSWISS. D.D.R. 285(EXP. GRUNDLAGEN TOXIKOL. PRUEF. FREMDST.):77-81, 1990
  62. Lu, F. C. A review of the acceptable daily intakes of pesticides assessed by the World Health Organization. Regul. Toxicol. Pharmacol. 21: 351-364, 1995.5-39
  63. Meister, R.T. (ed.) 1987. Farm Chemicals Handbook. Willoughby, OH: Meister Publishing Co.
  64. Meister, R.T. (ed.). 1992. Farm Chemicals Handbook '92. Meister Publishing Company, Willoughby, OH.
  65. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (1993a) *Evaluation on Dimethoate*, Pesticides Safety Directorate, United Kingdom.
  66. Mount, M.E. and Oehme, F.W. 1981. Residue Rev. 80:1-64.
  67. NARBONNE,JF, CASSAND,P, ALZIEU,P, GROLIER,P, MRLINA,G AND CALMON,JP; STRUCTURE-ACTIVITY RELATIONSHIPS OF THE N-METHYLCARBAMATE SERIES IN SALMONELLA TYPHIMURIUM; MUTAT. RES. 191(1):21-27, 1987
  68. National Fire Protection Association (NFPA). 1978. Fire Protection Guide. Hazardous Materials.
  69. National Library of Medicine. Hazardous Substances Databank. Carbaryl. February 4, 1992.
  70. NCI/NTP CARCINOGENESIS TECHNICAL REPORT SERIES; NATIONAL

CANCER INSTITUTE/NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM; U.S.  
DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, TR-4 Y77

71. NIOSH Criteria for a Recommended Standard...Occupational Exposure to Carbaryl, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-107 (1976).
72. NIOSH Criteria for a Recommended Standard...Occupational Exposure During the Manufacture and Formulation of Pesticides, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 78-174 (July, 1978).
73. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol. 3, S273, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-C (1977).
74. "NIOSH Manual of Analytical Methods", 3rd ed.; US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, NIOSH; Cincinnati, OH, Feb. 1984; Vol. 1, Method 5006, Publ. No. 84-100.
75. NIOSH Publication Number 77-107: Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Carbaryl | CDC/NIOSH, NIOSH, Mar 4, 2005
76. NIOSH Document: Pocket Guide to Chemical Hazards (2005-151) : Carbaryl | CDC/NIOSH, NIOSH, Nov 8, 2005
77. "Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards" NIOSH/OSHA, Jan. 1981, DHHS(NIOSH) Publ. No. 81-123.
78. Occupational Health Services, Inc. 1991 (Sept. 16). MSDS for Dimethoate. OHS Inc., Secaucus, NJ.
79. OSHA-Regulated Substances - Carbaryl (Sevin®), NIOSH, Aug 17, 2005
80. Pesticide Management Information Programme 'Dimethoate' EXTTOXNET Pesticide Information Notebook, Cornell University, New York, 1993.
81. Pesticide Management Information Programme 'Dimethoate' EXTTOXNET Pesticide Information Notebook, Cornell University, New York, 1996.
82. Racke, K. D. The environmental fate of chlorpyrifos. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 131: 1-151, 1992.5-52
83. R Brunet and A Cyr, The impact of dimethoate on rhythms of three granivorous bird species, Agriculture, Ecosystems and Environment, 41, 327-336, 1992.
84. Regan, J. D., Setlow, R. B., Francis, A. A. and Lijinsky, W. Nitrosocarbaryl: Its effect on human DNA. Mutat. Res. 38: 293-301, 1976.3-30
85. Reregistration Eligibility Decision Document. United States Environmental

- Protection Agency 1999, [www.epa.gov/pesticides/op/dimethoate/hedrra.pdf](http://www.epa.gov/pesticides/op/dimethoate/hedrra.pdf)
86. S A Briggs, Basic guide to pesticides: Their characteristics and hazards, Rachel Carson Council, Hemisphere Publishing Corporation, 1992.
  87. Safety and Health Topics: Carbaryl, OSHA
  88. Sanderson, D.M. & Edson, E.F. (1964) Toxicological properties of the organophosphorus insecticide dimethoate. *Br. J. Ind. Med.*, 21, 52.
  89. SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry). 1991. SETAC Workshop on Use of Mesocosms in Pesticides Risk Assessment, Monks Wood, UK, SETAC-Europe, Brussels, Belgium.
  90. SHUKLA, Y, ANTONY, M AND MEHROTRA, N K; CARCINOGENIC AND COCARCINOGENIC STUDIES WITH CARBARYL FOLLOWING TOPICAL EXPOSURE IN MICE; *CANCER LETT.* 62(2):133-140, 1992
  91. Siebert, D. and Eisenbrand, G. Induction of mitotic gene conversion in *Sachromyces cerevisiae* by N-nitrosated pesticides. *Mutat. Res.* 22: 121-132, 1974.3-27
  92. Smith, G. J. Toxicology and Pesticide Use in Relation to Wildlife: Organophosphorus and Carbamate Compounds. C. K. Smoley, Boca Raton, FL, 1993.5-7
  93. Specific Medical Tests or Examinations Published in the Literature for The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1994-1995.
  94. Sunshine, Irving. 1969. Handbook of analytical toxicology. Cleveland, OH: Chemical Rubber Co.
  95. Tomlin, Clive (Ed), The Pesticide Manual, Tenth edition, British Crop Protection Council (BCPC), Royal Society of Chemistry, UK, 1994, p149.
  96. Tomlin, C. D. S., Ed. 1997. "The Pesticide Manual", 11th ed., BCPC and RSC, UK.
  97. Tucker, R. and Crabtree, D. G. Handbook of Toxicity of Pesticides to Wildlife. U.S. Department of Agriculture, Fish and Wildlife Service, Washington, DC, 1970.5-27
  98. UENDEGER, U AND BASARAN, N; EFFECTS OF PESTICIDES ON HUMAN PERIPHERAL LYMPHOCYTES IN VITRO: INDUCTION OF DNA DAMAGE; *ARCH. TOXICOL.* 79(3):169-176, 2005
  99. Ullman, L., Sacher, R. & Chevalier, J. (1985) Acute oral toxicity study with dimethoate in mice. Unpublished report from Research and Consulting Co., AG,

- Itingen, Switzerland. Submitted to WHO by the Dimethoate Task Force, Milan, Italy.
100. U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1990 (Nov.). SCS/ARS/CES Pesticide Properties Database: Version 2.0 (Summary). USDA - Soil Conservation Service, Syracuse, NY.
  101. U.S. Department of Health and Human Services. Hazardous Substances Data Bank (HSDB, online database). National Toxicology Information Program, National Library of Medicine, Bethesda, MD. 1993.
  102. US Environmental Protection Agency. 1983 (Nov. 23). Dimethoate: Proposed tolerance. Federal Register 48 (227): 52951-2.
  103. U.S. Environmental Protection Agency. Guidance for the Reregistration of Pesticide Products Containing Azinphos Methyl as the Active Ingredient. Case Number 235. Office of Pesticide Programs. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1986.5-30
  104. U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System Database, Washington, DC, 1994.5-54
  105. U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS) on Carbaryl. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC. 1999.
  106. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Drinking Water. Carbaryl Health Advisory. Draft Report. August 1987.
  107. U.S. Occupational Safety and Health Administration. Permissible Exposure Limits for Air Contaminants. (29 CFR 1910. 1000, Subpart Z). U.S. Department of Labor, Washington, DC, 1994.5-40
  108. User check, UBTL, Inc., NIOSH Sequence #4213-V (unpublished, August 16, 1984).
  109. User check, Kettering Laboratory, University of Cincinnati (NIOSH, unpublished, November 5, 1984).
  110. U.S. National Library of Medicine. Hazardous Substances Databank. Bethesda, MD, 1995.3-9
  111. U.S. Public Health Service. Hazardous Substance Data Bank. Washington, DC, 1995.5-9
  112. Vettorazzi, Gaston. 1979. International Regulatory Aspects

113. Wauchope, R. D., Buttler, T. M., Hornsby A. G., Augustijn-Beckers, P. W. M. and Burt, J. P. SCS/ARS/CES Pesticide properties database for environmental decisionmaking. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 123: 1-157, 1992.5-20
114. Wauchope, R.D. 1978. *J. Environ. Qual.* 7:459-472.
115. Windholz, M. et al., eds. 1976. *The Merck Index: an encyclopedia of chemicals and drugs.* 9th Ed. Rahway, NJ: Merck.
116. WHO (1978) Carbaryl Data Sheet, Food and Agriculture Organization, Geneva.
117. WHO (1986). *Environmental Health Criteria 64 Carbamate pesticides: General information.* World Health Organization, Geneva.
118. Worksafe website. [www.worksafe.gov.au/worksafe/exp/az/Carbaryl.htm](http://www.worksafe.gov.au/worksafe/exp/az/Carbaryl.htm)
119. Worthing, C.R. (ed.). 1987. *The pesticide manual: A world compendium.* 8th Ed. The British Crop Protection Council. Croydon, England.
120. [www.epa.gov/pesticides/op/dimethoate/efedrra.pdf](http://www.epa.gov/pesticides/op/dimethoate/efedrra.pdf)
121. [www.OSHA.gov](http://www.OSHA.gov); U.S. Department of Labor