

## 第十章 灌溉水質酸鹼度與農藥之調配

羅致遠

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

臺中縣霧峰鄉光明路 11 號

電話：04-3302101

傳真：04-3323073

電子信箱：[lcc@tactri.gov.tw](mailto:lcc@tactri.gov.tw)

### 前言

臺灣省政府在 67 年公告灌溉用水水質標準(67.7.5 府建水字第五九九三一號公布，尚未修改)，其限制 pH 值為 6.0-9.0、電導度為 750 $\mu$ mho/cm(25 $^{\circ}$ C)，水溫則以 35 $^{\circ}$ C 為上限，至於其他物質之含量分別列於表 10-1，訂立此限制的目的，在於保護作物與其他生物不受傷害，例如：

- 1、電導度：電導度高，表示水中鹽份含量高，因此除了生長於海邊的植物還能適應外，一般不耐鹽作物的生長則被抑制。
- 2、鈉吸收率：鈉被土壤吸收的量愈多，土壤的透水性愈惡化，因此，含鈉較高的灌溉水進入土壤後，亦導致作物生長受抑制。
- 3、微量金屬元素：以硼為例，微量時對植物生長有幫助，但過量反會造成植物中毒。
- 4、殘餘碳酸鈉：酸性碳酸鹽過量會影響作物根部的吸收能力。
- 5、水溫：高於 35 $^{\circ}$ C 則水中的魚貝類生存數目就會顯著的減少。
- 6、清潔劑(ABS)：不易分解、劣化水質。
- 7、重金屬及其他有毒物質：如在作物中殘留，食用後可能引起中毒或不適。

若使用符合上述標準之灌溉水質作為灌溉水而不作其他用途，則無大礙，但若以此調配農藥，則尚需注意水質的酸鹼度(pH)及水質硬度( $\text{CaCO}_3$ ，mg/l)，此二者均可能造成農藥藥效明顯降低，或造成藥害，亦可能在長期使用下，對農藥的噴具產生傷害。

表 10-1、臺灣省灌溉用水之水質標準

項目	限值(mg/l)(ppm)	項目	限值(mg/l)(ppm)
懸浮固體物	100	銅	0.2
氯化物	175	鉛	0.1
硫酸鹽	200	鋰	2.5
總氮量	1.0	錳	2.0
清潔劑	5.0	汞	0.05
油脂	5.0	鉬	0.01
鋁	5.0	鎳	0.5
砷	1.0	硒	0.02
鉍	0.5	釩	10.0
硼	0.75	鋅	2.0
鎘	0.01	鈉吸著率(SAR)	6.0
鉻	0.1	殘餘碳酸鈉	2.5 meq/l
鈷	0.05	(RSC)	

### 酸鹼度簡介

1907 年，酸鹼度值(pH)首先被提出，做為水溶液中氫離子(H<sup>+</sup>)與氫氧離子(OH<sup>-</sup>)濃度之相對比較值。其中氫離子濃度代表酸性強度，氫氧離子濃度代表鹼性強度，全部的酸鹼度，分成 0-14 級(圖 10-1)。每一級強度之間濃度相差 10 倍，例如酸鹼度為 2.0 的水溶液中，氫離子濃度比酸鹼度為 3.0 水溶液中者濃度高 10 倍；酸鹼度為 8.6 之水溶液中，氫氧離子濃度比酸鹼度值(pH)為 10.6 之水溶液中 1 者濃度低 100 倍。若水溶液中氫離子濃度與氫氧離子濃度相同則稱為中性溶液，此時酸鹼度為 7。如果氫離子濃度大於氫氧離子濃度，則稱為酸性溶液，此時酸鹼度值在 7 以下。如果氫離子濃度小於氫氧離子濃度，則稱為鹼性溶液，此時的酸鹼度值在 7 以上。氫離子濃度愈大，酸性愈強，則酸鹼度值愈小。

由圖 10-1 可了解一般生活常見物質之酸鹼性。番茄為酸性，但不太酸，桔子汁亦為酸性，檸檬汁則更酸。鹼性物質嚐起來則有些苦、黏、滑等。以上提到的酸鹼度指的是以水為溶液的情況下，所得到的酸鹼度，所以酸鹼度由 0- 14。若以乙醇為溶液來衡量物質的酸鹼度時，則酸鹼度由-1.5 至 17，

而不是由 0-14(圖 10-2)。

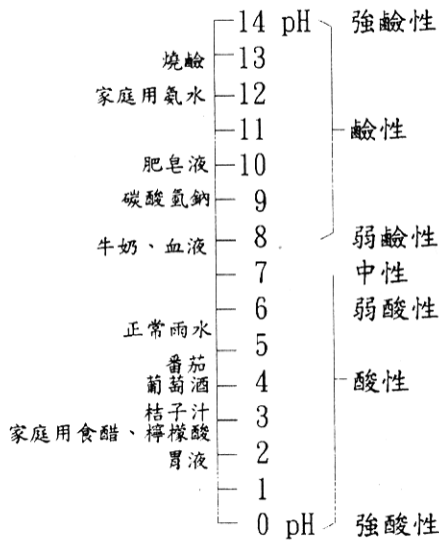


圖10-1、酸鹼度範圍及一些普通物質的酸鹼度(pH值)

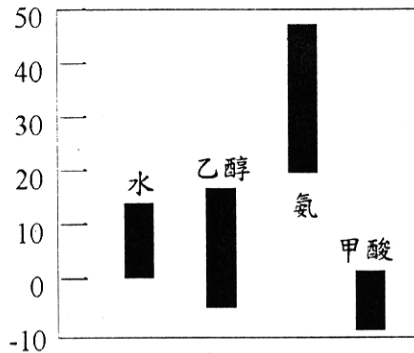


圖10-2、四種不同溶劑之pH值及其相對位置

不同的水質酸鹼度，在農藥的使用上所代表的意義，可以由溶液中的氫離子與氫氧離子的行為了解。在化學反應中，氫離子與氫氧離子均可作為反應的催化劑，尤其是在水溶液中，氫離子與氫氧離子均可促成化學物質的水解。對農藥主成份而言，此類酸鹼離子均可能使有效成份分解成無生物活性之化合物，或分解出更具毒性的化合物。以臺灣廣為使用的除草劑丁基拉草為例，在鹼性水中，其中之主要活性決定基會迅速水解，而喪失應有的除

草劑功能(圖 10-3)。

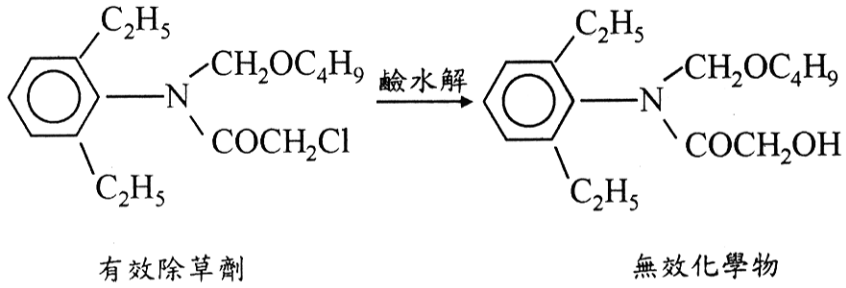


圖10-3、丁基拉草遇鹼性水溶液後，有效功能基被無效功能基置換。

再以巴拉松而言，在酸性水中亦迅速水解而喪失良好之殺蟲效果(圖 10-4)。

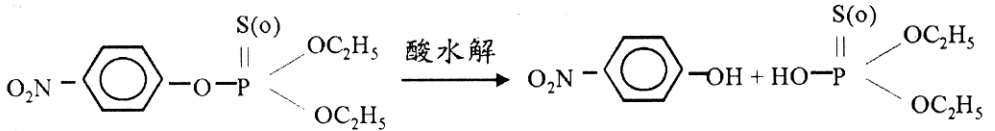


圖10-4、巴拉松在酸性水溶液中，有效成分被分解而失去功效。

又如殺菌劑之錳乃浦，於水質偏酸或偏鹼之情況下，均可使其主成份分解，而且還可能產生更毒的致癌物(2-imidazolidinethione, 或 ethylenethiourea, ETU)(圖 10-5)。

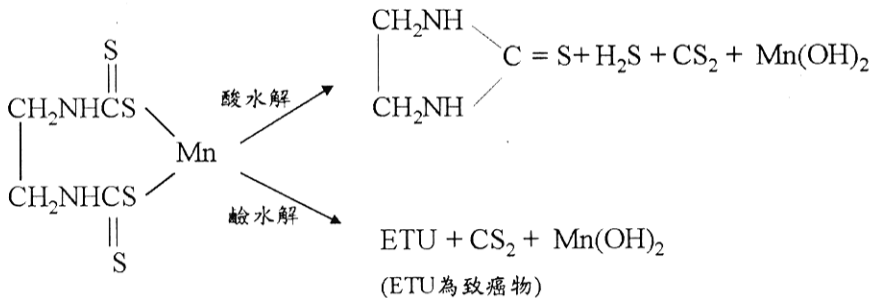


圖10-5、錳乃浦經水解生成致癌物ETU之途徑

## 水質酸鹼度對農藥有效成份安定性之影響

大多數農藥的有效成份，在水質酸鹼度 6.0-6.5 間很安定。如以 pH 值 7.0 左右的灌溉水調配農藥，且配好的農藥在短時間內噴完，則對農藥的有效成份不致有太大的影響。但若以 pH 值 8-9 的灌溉水調配農藥，且調配後數小時方才噴施或噴完，或以自動噴藥系統一次調配二天的用量，則其中農藥之主成份可能已不存在或已大量分解，常用農藥之分解速率詳列於表 10-2。表中之分解速率以半衰期(T1/2)表示，亦即指 50%之主成份分解所需時間。

表 10-2、水溶液之酸鹼度(pH)對農藥主成份分解速率(半衰期，T1/2)之影響

普通名稱	酸鹼度(pH)	半衰期
I、殺蟲劑、殺線蟲劑、殺卵劑、殺蟎劑		
歐殺松 Acephate	3	65 天
	9	16 天
Allethrin	強鹼	不安定
谷速松 Azinphos-methyl	5	17.3 天
	7	10 天
	9	12 小時
蘇力菌 <i>Bacillus thuringiensis</i>	鹼性	不安定
西脫 Benzoximate	強鹼	易分解
加保利 Carbaryl	6	100 至 150 天
	7	24 至 30 天
	8	2 至 3 天
	9	少於 1 天
丁基加保扶 Carbofuran	4 月 6 日	安定
	6	200 天
	7	40 天
	8	5 天
	9	3.3 天
蓋普丹 Captan	4	4 小時
	10	2 分鐘
培丹 Cartap	酸性	安定
	中性	水解慢
	鹼性	立即水解
陶斯松 Chloropyrifos	微酸	安定
	6	1,930 天(甲醇水溶液)
	10	7 天(甲醇水溶液)
	強鹼	易水解

賽滅寧 Cypermethrin	9 鹼性	35 小時 在鹼性液中較酸性液中易水解
滅賜松 Demeton-S-methy	6	7 小時
大利松 Diazinon	強酸 3.1 5 7.5 10	不安定、分解快速 11.8 小時 31 天 185 天 6 天
二氯松 Dichlorvos	鹼性	易分解
大克 Dicofol	鹼性	易分解、不可與鹼性農藥混合使用
雙特松 Dicrotophos	1 9	100 天(38°C) 50 天(38°C)，在酸性液中較鹼性液安定。
大滅松 Dimethoate	2 6 9	21 小時 12 小時 48 分鐘，遇鐵質加速分解。
二硫松 Disulfoton	5 6 9 鹼性	60 小時 32 小時 7.2 小時 易水解
多寧 Dodine	鹼性	不可與石灰、克氣苯混合使用
安殺番 Endosulfan	鹼性	部份分解
一品松 EPN	酸性、中性 6 10 鹼性	安定 1 年以上 8.2 小時 易水解，不可與鹼性農藥混合使用。
愛殺松 Ethion	6 酸、鹼	37.5 小時 易水解
亞滅寧 Fastac	強鹼	易水解
芬殺松 Fenthion	鹼性	不可與鹼性物質混合使用
撲滅松 Fenitrothion	鹼性 (0.01N NaOH)	易水解，272 分鐘(30°C)，安定性較甲基巴拉松好(210 分鐘，30°C)。
繁福松 Fenthion	鹼性	不可與鹼性物質混合使用
芬殺松 Fenthion	鹼性	不可與強鹼性物質混合使用
福化利 Fluvalinate	鹼性	不可與強鹼性物質混合
覆滅蟎 Formetanate	5 7 9	4 天 14 小時 3 小時
馬拉松 Malathion	<5 5 月 7 日 >7	分解快速，遇鐵質加速分解。 安定 分解快速，遇鐵質加速分解。

納乃得 Methomyl	微酸 9.1	安定 在 6 小時內即有 5% 的分解。
甲基巴拉松 Methyl-parathion	(同巴拉松)	平均水解速率較巴拉松快 4.3 倍
美文松 Mevinphos	7 11	35 天 1.4 天
亞素靈 Monocrotophos	5 7 9 鹼性	96 天 66 天 17 天 不可與鹼性物質混合使用
乃力松 Naled	水溶液	在無水狀態下安定，遇水則易分解。如在鹼性液中，則在 48 小時內有 90% 以上之成份分解(室溫)。
拜裕松 Ouinalphos	水溶液	易水解
滅多松 Oxydemeton-methyl	6 鹼性	12.3 小時 不安定
螞離丹 Oxythioquinox	鹼性	易水解
巴拉松 Parathion	5 7 10 11	690 天 120 天 29 小時 170 分鐘
裕必松 Phosalone	鹼性	迅速水解
益滅松 Phosmet	4.5 7 8.3	13 天 12 小時 4 小時
福賜米松 Phosphamidon	<4 4 5 7 9 10	在 24 天內 90% 以上仍未分解 74 天 60 天 54 天 12 天 2.2 天
福瑞松 Phorate	8 鹼性	2 小時(70°C) 易水解
亞特松 Pirimiphos-methyl	強酸 5 7 8.5 強鹼	易水解 7 天 35 天 12 天 易水解
施力松 Profenofos	鹼性	易分解
安丹 Propoxur	鹼性	不安定
托福松 Terbufos	鹼性	易水解
硫滅松 Thiometon	水溶液	易分解

三落松 Triazophos	鹼性	易水解
三氣松 Trichlorfon	5.5	水解成二氣松
	6	3.7 天
	7	6.4 小時
	8	63 分
	強鹼	易水解
II、植物生長調節素		
亞拉生長素 Diaminozide	鹼性	不可和鹼性物質混合使用
益收生長素 Ethephon	3	非常安定
	鹼性	不可與鹼性鹽類混合使用
勃激素 Gibberellic acid	鹼性	緩慢水解，不可與鹼性物質混合。
III、除草劑		
草脫淨 Atrazine	鹼性	水解緩慢，如與石灰混用，則分解快速。
理有龍 Diuron	酸性	溫度高時，水解速度較快
	中性	安定
	鹼性	溫度高時，水解速度較快
得拉本 Dalapon	水溶液	易水解，調配後立即使用
滅賜克 Methiocarb	強酸	不安定
巴拉刈 Paraquat	鹼性	不安定
草滅淨 Simazine	鹼性	水解緩慢，如與石灰混用，則分解快速。

由表 10-2 可知，調配農藥的水質以稍偏酸為佳。若以酸鹼度(pH) 7.0 左右的灌溉水配製農藥，且未立刻施用，則需將調配好的農藥水溶液之酸鹼度降至 6 左右為佳，但亦不可過酸，以免噴施工具逐漸腐蝕，且亦可能對農藥主成份之安定性有不良影響。例如加保利在酸鹼度為 9 時，50%的有效的成份可於一天內分解，亦即平均每小時損失約 2%(最初的損失速率每小時通常在 2%以上)；但若酸鹼度為 7.0 時，則分解很緩慢。再如大滅松在酸鹼度為 9 時，48 分鐘內已有 50%的有效成份被分解，而在鐵質噴藥桶內分解更快，因此使用大滅松時，不僅要避免使用含鐵質的噴藥桶，而且灌溉水質酸鹼度需調至 6，並且於調配後立即噴施，方不致損失太多的有效成份。大滅松與其他含鐵質的農藥例如鐵鋅錳乃浦、喜樂紋、丙基喜樂砷及富爾邦等殺菌劑，或鐵質的葉肥等亦需避免混合。

農藥生產公司於產製原體過程中，亦需避免金屬的污染。本所歷年抽驗市售成品農藥，曾發現部份成品農藥中滲雜金屬。至於進口原料而在臺灣製劑的農藥生產公司，在選擇劑型時，對於在鹼性中不安定的農藥主成份，亦

需儘可能避免使用水懸液為鹼性的土壤礦物去調製粒劑或可濕性粉劑，例如伊來石(酸鹼度 8，水：土=8：1)，蛭石(酸鹼度 8.6，8：1)，或蒙特石(酸鹼度 9.8，20：1)等。同樣問題亦可能出現於乃力松、拜裕松、覆滅蟎等殺蟲劑上。

## 灌溉水質酸鹼度分析與農藥調配

臺灣主要河川灌溉水之水質酸鹼度主要大概分佈於 6.6 至 8.0 之間(73-84%)，約有 15-20%的河川水質之酸鹼度分佈於 8.1 以上。水質酸鹼度在 8.0 以上的比例雖然不多，但鄰近工廠廢水排放口的水源仍需注意，因排放水酸鹼度以 9.0 為上限值，因此施用蘇力菌、蓋普丹、二硫松、芬殺松、覆滅構、益滅松、安丹、三氣松等藥劑時要注意水質酸鹼度的控制，以免藥效不足。

為避免農藥之有效成分因受灌溉水之酸鹼度影響，致使藥效無法發揮，施藥時宜把握下列原則，可不必太擔心農藥主成份被分解。

一、調配好之農藥稀釋液應立即施用，儘可能在二小時內施用完畢。

二、若一次配藥需供應二小時以上使用，或調配後二小時以上方可噴施完畢，則宜將水質調至酸鹼度 6.0-7.0 之間，再行調配藥液。調整酸鹼度的方法可以儀器或試紙進行，前者精確、昂貴，後者較粗放，但方便、便宜，因此較適合田間。

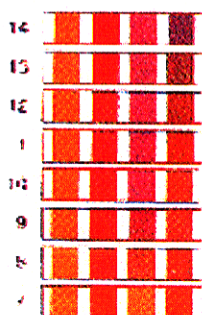
先以酸鹼度試紙(圖 10-6)測定灌溉水之酸鹼度。將酸鹼試紙的左端黏有 4 個呈色帶的部份，全部浸入水溶液中，2 秒鐘後取出，然後與比色卡上的顏色對照，選出四種顏色相同(或相似)的酸鹼值為水溶液的酸鹼度。如酸鹼度超過 7.0 以上，則可以家庭用的食醋將水調至酸鹼度 6.0-7.0 之間。例如酸鹼度為 8.5 之灌溉水 16 升，加醋酸 16 毫升後，則酸鹼度降為 6.0。如果一次調配 200 升，而水質酸鹼度在 8.0 以上，以食醋進行酸化。如果灌溉水之酸鹼度小於 5.6，則水質可能已被污染，例如因氮化物、硫化物污染而造成的酸雨，通常酸鹼度均低於 5.6，雖可以家庭用的氨水，將酸鹼度調至 6.0 至 7.0 間，但此種方式，僅對在藥桶內之水質改善有效。若水質中含有其他酸性污染物質，則可能使用後對作物或環境均造成傷害，則需洽請相關單位了解污染源。

調酸鹼度時，使用之酸或鹼性物質不可一次大量加入，宜逐次少量加入，

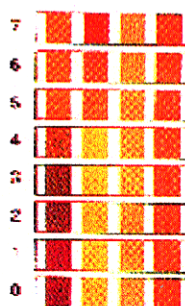
每加入後應立即攪拌溶液，然後再以試紙比對酸鹼值，如此重覆，至達到適合的酸鹼度為止。然後將適量之成品農藥加入酸鹼度值已調整好的水中混合。一般而言，酸鹼值為 6.1 至 7.0 時，通常是混好即用，而且調配量儘可能於 1-2 小時中噴完者。如酸鹼度值調至 3.5 至 6.0 時，則短期內噴完(12 至 24 小時)者，藥效大多仍可被接受。



(1)pH試紙，黏有四個呈帶。



鹼度(pH7至14)比色卡



酸度(pH0至7)比色卡

圖 11-6、酸鹼(pH)試紙及酸鹼度顏色之比對

### 結論

混合後的農藥溶液，儘可能及早施用。時間延誤愈久，藥效愈可能減少。農藥溶液的量儘可能與需要量差不多。不足或過多，均不佳。但若以混合農藥的方式進行病蟲草害的防治，則需注意藥劑本身的相互作用，以免藥效降低或發生藥害；或者是水質中成份與其中某一種成品農藥配方發生作用而影響另一種成品農藥品質特性等問題，因此，不宜任意自行調配混合農藥。