

農業灌溉水之 認識與應用管理

文／圖 ■ 林經偉

作物栽培進行灌溉的目的是為提供作物生育所需水分及幫助養分吸收，以維持正常生長，而鹽土、鹼土及其它含有不良物質的問題土壤，若供給足夠之灌溉水，有機會可洗除土壤中的可溶性鹽類及其它對作物生長不利之物質。因此良好之灌溉水品質是作物栽培過程中提升產量與品質的必要條件，不良的灌溉水易使土壤性質劣化，進而阻礙作物之正常發育，甚至傷害作物。良好之灌溉水品質必須注意幾點：

- 1.可溶性鹽類不可多，否則易造成灌溉園區土壤鹽分之累積。
- 2.水溶性鈉離子不可高，否則會增加土壤中交換性鈉及鹼化危機。
- 3.碳酸根及重碳酸根含量不宜過高，否則鹼性太強易造成部份養分要素成不溶性而降低有效性，甚至有些以滴灌管進行灌溉之設備嚴重阻塞而影響灌溉及供肥效能。
- 4.重金屬含量不宜超過標準，否則易有毒害作物及危及人類身體健康之虞。

因此要瞭解農業使用的灌溉水質必須先瞭解以下幾項理化性質的意義：

電導度

(Electrical conductivity, EC值)

說到灌溉水品質，要先瞭解電導度的意義，它是判斷水質優劣的基本。灌溉水不論是地表河川水或地下水，都要流經地殼岩層及土壤，所以多少都含有可溶性鹽類，如鈣、鎂、鈉、鉀等陽離子及碳酸根、硫酸根、氯離子等陰離子，這些都是所謂的鹽分，因水中的無機鹽類和水的電導度之間有密切的正相關，因此電導度之檢測值亦可視為水中陰陽離子的總電導度和。電導度的表示單位，有 dS/m 、 mS/cm 及 $\mu\text{S/cm}$ ，($\text{mS/cm} = \mu\text{S/cm} \times 1000$)。

以區域來看，雲嘉南地區在台17號道以西近海邊地區，北由雲林縣台西、麥寮、四湖、口湖、水林，經嘉義縣東石、布袋，南到台南市北門、學甲、七股等靠海鄉鎮區，可能有海水入侵淺層地下水層，使灌溉水中鈉離子含量高，水電導度因而提高。以土壤發育情形來看，部份地區土壤母質鈣、鎂含量多，經長時間風化淋洗，地下水層鈣、鎂離子含量高，亦會使灌溉水有較高之電導度。以耕作習慣來看，有



① 良好的水質是健康農業的基礎

些地區土壤質地較粗，又屬複作高且肥料用量多之地區，部份肥料易淋洗至地下水層，地下水也會有較高之電導度值表現。當然地面水體遭受污染或海水倒灌等也都會造成電導度偏高。上述這些原因，都易造成電導度超過標準。而施灌電導度過高的灌溉水，農田土壤含鹽量必然會增加。鹽分增加將使：1、作物直接受毒害。2、土壤溶液滲透壓增大，根系吸水困難。3、土壤劣化。

電導度測定簡單迅速，測值安定。簡易電導度計，農民可於一般化工儀器行自行購買，隨時對自己田區的灌溉水源進行初步之檢測，如有超出標準（0.75 mS/cm）太多之水樣，再送區改良場做進一步

表1、臺南區農業改良場灌溉水質分析報告

樣品編號	實驗室編號	電導度 EC (mS / cm)	pH	鈉 (ppm)	鈣 (ppm)	鎂 (ppm)
灌溉水	103J35	2.02	8.32	387	80	32
灌溉水容許量標準		< 0.75	6.0~9.0	—	—	—
檢測條件		一般檢測項目		問題水質加測項目		

之成份檢驗。如直接送區改良場檢測，區改良場也會針對EC值超標之水樣做進一步之成份分析。以本場灌溉水檢測為例如表1，EC檢測值為2.02 mS/cm，高於標準值0.75 mS/cm太多，顯示水中存在多量的陰、陽離子，此外pH值8.32也呈較鹼性，除了鈣、鎂離子等鹼性離子外，鈉離子含量也是我們會檢測的項目，因過量的鈉離子進入土壤，會使土壤團粒分散，土壤排水困難，使土質惡化。

酸鹼值（pH值）

pH值是指氫離子濃度的負對數，亦即氫離子濃度愈大，pH值愈小，酸性愈強。通常地表水、地下水質酸鹼值變化不大（pH值在6.0~9.0），但地表水若遭受大量強酸、強鹼污染，才有可能短時間內發生較大之酸鹼值變動，因此水質酸鹼值變化對一般慣行土壤栽培之噴灌、淹灌來說，其重要性並不如電導度重要。但就養液滴灌及無土養液栽培就顯相對重要，因其關係到調製液體肥料的溶解度及有效性，以及介質穩定的化學性質的維持。



② 簡易電導度計可初步判斷水質優劣

鈉吸著率 (Sodium Adsorption Ratio, SAR)

灌溉水中如鈉含量過多，會增加土壤中交換性鈉的比率。因此灌溉水中之化學成分對土壤理化性之優劣，具有決定性之影響。如含鈣、鎂含量高之土壤，它能使土粒凝聚，產生團粒作用，使土壤構造疏鬆，增進排水及透氣性，對土壤及作物均有利。但鈉含量高之土壤，會使土壤團粒分散，土壤排水困難，使土質惡化，作物根部伸展不良。所以灌溉水中鈣、鎂含量高時，對土壤有利，鈉含量高則有害。美國鹽性研究所 (U. S. Salinity Laboratory) 之研究指出灌溉水中鈉害之大小可用鈉吸著率來表示，它的公式是：

鈉吸著率

$$(SAR) = Na^+ / \sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} / 2$$

(註：計算單位為灌溉水每公升含 Na^+ 及 $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ 的毫克當量數，算出後為無名數)

上述公式說明：鈉離子增加，鹼害程度增加，反之，分母鈣、鎂增加，鹼害減少。

根據美國鹽性研究所的規定灌溉水電導度 (EC) 在 0.75 mS/cm 時，鈉吸著率 (SAR) 允許至6比值；電導度在 1.5 mS/cm ，SAR 之限值為5。超過此規定，便不適用於灌溉。SAR 愈低，愈是理想的灌溉水質。一般會有高鈉灌溉水的區域主要在台17號道以西近海邊地區靠海鄉鎮，若有海水入侵淺層地下水層，水中鈉離子含量可能較高，或是因醃漬工廠排放鹽含量高的放流水污染造成。因此在這些可能具高鈉灌溉水地區，不但要測定pH值、EC值，同時還要測定鈉離子以計算SAR值。

不同栽培模式對灌溉水檢測需求

1. 一般來說露天土壤栽培灌溉，不論是淹灌、噴灌、水帶滴灌等不需配製液體肥料之灌溉，通常檢測水質的酸鹼值及電導度即可，不需檢測水中其它離子成份。除非灌溉水鹼性較強又是靠海邊之鄉鎮，懷疑可能水中鈉離子含量高，需再進一步測定鈉離子含量外，否則就土壤及作物養分管理觀點來看，灌溉水中其它離子成份，對土壤及養分管理措施影響不大，是可忽略的。
2. 設施栽培環境因子與露天栽培有差異，因此灌溉水質要求較一般露天栽培嚴格。設施溫室介質無土栽培之滴灌或微噴灌，需要進行肥料調製以進行給水給肥的灌溉模式，水質的酸鹼值會影響肥料之溶解度及有效成份，若不注意調整，易造成設備嚴重阻塞而減低灌溉及供肥效能。理想的設施滴灌系統水質建議條件

表2、理想之設施滴灌系統水質條件

參考項目	建議範圍
鈣 (Ca)	40-120 (ppm)
鎂 (Mg)	6-25 (ppm)
鉀 (K)	0.5-5.0 (ppm)
鈉 (Na)	0-30 (ppm)
硫 (S-SO ₄)	24-240 (ppm)
氯 (Cl)	0-50 (ppm)
鐵 (Fe)	1-2 (ppm)
錳 (Mn)	0.2-0.7 (ppm)
鋅 (Zn)	0.1-0.2 (ppm)
銅 (Cu)	0.08-0.15 (ppm)
硼 (B)	0.2-0.5 (ppm)
重碳酸根 (HCO ₃ ⁻)	30-50 (ppm)
鈉吸著率 (SAR)	0-4
酸鹼值 (pH)	6-6.5
電導度 (EC)	<0.75 (mS/cm)

參考資料來源：Folia Horticulturae Ann.22/2 (2010)

表3、有機農業灌溉水質之重金屬容許量標準

重金屬項目	灌溉水質
砷 (As)	0.05 (mg/l)
鎘 (Cd)	0.01 (mg/l)
鉻 (Cr)	0.1 (mg/l)
銅 (Cu)	0.2 (mg/l)
汞 (Hg)	0.002 (mg/l)
鎳 (Ni)	0.2 (mg/l)
鉛 (Pb)	0.1 (mg/l)
鋅 (Zn)	2.0 (mg/l)

資料來源：行政院農業委員會農糧署 (2012.7.16修正資料)

如表2，灌溉水pH值經酸調整後介於6.0~6.5間較為適當，而灌溉原水EC值應至少維持在0.75 mS/cm以下，因調製成液肥後之養液EC值更高，若養液EC值超過2.00 mS/cm以上，容易造成介質鹽類累積而鹽化，進而傷害作物根系。除pH、EC值外，依環境需求，可以增加檢測項目包括重碳酸根、鈣、鎂、鉀離子、微量元素等項目都需檢測，以瞭解養液調配時，各種成份之增減與平衡。

3.有機栽培灌溉水質有一定之要求及規定，除電導度及酸鹼度與一般灌溉水相同外，主要為水中重金屬量有無超過規定標準如表3。

總之，當我們進行田間管理時，要先清楚不同之栽培模式其對水質的要求是不同的，再依自己管理需求進行水質檢測，才能快速且機動性高的做好最佳的管理決策。