

# 初步研擬有關農田水利法第二十九條水質重金 屬項目不符合相關規定之處分點數學理探討

## Preliminary research and discussion on the points of penalties for heavy metal projects in water quality that violate relevant regulations in Article 29 of the Irrigation Act

|                                                                      |  |                                                            |                                               |                                               |
|----------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 台灣水資源與農業研究院<br>淡江大學水資源及<br>環境工程學系<br>碩士班畢業生<br>楊劭偉<br>Shao-Wei, Yang |  | 台灣水資源與農業研究院<br>成功大學環境工程所碩士班<br>研究專員<br>陳逸庭<br>Yi-Ting Chen | 台灣水資源<br>與農業研究院<br>研究生<br>紀宣汝<br>Shiuan-Ru Ji | 台灣水資源<br>與農業研究院<br>研究專員<br>林科均<br>Ke-Chun Lin |
|----------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|

### 摘 要

農田水利法於 109 年 10 月 1 日施行，其中第 29 條係立法者乃就農田水利設施或其範圍之管理授權行政機關進行相關裁罰，有關第 2 項、第 3 項之不符合灌溉水質基準值之重金屬項者，依各項目超標所影響之程度不同，及考量其是否有危害農業產業、生物安全或人體健康之虞等情節重大之情形，初步研擬有水質重金屬項目不符合相關規定之處分點數學理探討。

各項重金屬區間限値之訂定係參考《違反水污染防治法罰鍰額度裁罰準則》之計算模式，及納入《放流水標準》、《土壤污染監測標準》、《土壤污染管制標準》等相關標準，並結合有關灌溉水質及農業環境重金屬評估等相關研究，分別以持續供灌相同面積之土壤 100 年、75 年、50 年、25 年、10 年、1 年即超過土壤污染管制標準限値，推估灌溉水質在持續供灌農地之可容許濃度暨土壤重金屬濃度之使用年限，進行處分點數之建構。以可持續供灌 100 年為例，經試算結果發現八大重金屬在水質濃度之灌溉限値分別為：砷 0.15 (mg/L)、鎘 0.008 (mg/L)、鉻 0.75 (mg/L)、銅 0.65 (mg/L)、汞 0.018 (mg/L)、鎳 0.55 (mg/L)、鉛 1.7 (mg/L)、鋅 1.9 (mg/L)，並將試算後之限値結合《農田灌溉排水管理辦法》之灌溉水質基準值管制項目限値，及《水污染防治法》放流水標準，由濃度低至高分別制定裁量基準之下限區間、警戒區間及上限區間。

透過綜整試算數據及環保相關法規評估，並依照放流水標準、超標指數之供灌年限，以界定情節輕重，識別水質違規超標之裁量級距。綜整前述結果初步針對有農田水利法第二十九條水質重金屬項目不符合相關規定之處分點數進行學理探討，並將可作為行政機關辦理後續相關政策之參考。

關鍵詞：農田水利法、灌溉水質基準值、重金屬、裁量基準

## **Abstract**

The Irrigation Act came into effect on October 1, 2020. Article 29 of the Irrigation Act is to make relevant penalties for the management of farmland water conservancy facilities or scope. Regarding the non-compliance with the reference value of irrigation water quality in Items 2 and 3 and according to the degree of influence of each exceeding and the considering of serious circumstances, we discussed different heavy metals concentration in water quality, which didn't compliant with Irrigation water quality benchmark, based on the scientific theory in this preliminary study.

The determination of the range limits of various heavy metals was based on the calculation model of the "Penalty Guidelines for Violation of the Water Pollution Control Act" and incorporated into the "Effluent Standards", and "Soil and Groundwater Pollution Remediation Act". With reference to relevant research on irrigation water quality and assessment of heavy metals in the agricultural environment, the allowable concentration of irrigation water quality in the continuous irrigation of farmland was estimated with the limit of 100 years, 75 years, 50 years, 25 years, 10 years and 1 year. According to the 100-year limit results, it could be found that the irrigation limits of the heavy metals in water quality were as follow, arsenic 0.15 (mg/L), cadmium 0.008 (mg/L), chromium 0.75 (mg/L), copper 0.65 (mg/L), mercury 0.018 (mg/L), nickel 0.55 (mg/L), lead 1.7 (mg/L) and zinc 1.9 (mg/L). The limit after the trial calculation was combined with the control item limit of the irrigation water quality benchmark value of the "Regulations on the Administration of Irrigation and Drainage of Farmland" and Effluent Standards of the "Water Pollution Control Act". The lower limit range, warning range, and upper limit range had been created from low to high concentration.

Through comprehensive trial calculation data and evaluation of environmental protection-related laws and regulations, and in accordance with the Effluent Standards and the irrigation period of exceeding the standard index, to define the severity of the circumstances and identify the discretionary level of water quality violations. Based on the above results, a theoretical discussion is conducted on the penalty points for water quality and heavy metal projects that violate the relevant regulations in Article 29 of the Irrigation Act and will be used as a reference for administrative agencies to handle subsequent relevant.

Keywords: Irrigation Act, Irrigation water quality benchmark, Heavy metal, and discretionary benchmark

## 一、前言

為維護良好的灌溉用水品質與食用農產品安全，且為使農業生產環境得以永續發展，應避免農地發生鹽害、鹼／酸害、重金屬累積與營養鹽過高的情況，進而造成對農作物的危害，農田水利署透過訂定灌溉水質基準值，用以確保灌溉水資源品質，同時律定申請搭排許可於不同類型之渠道，應符合對應之灌溉水質基準，以利管理介入之非農田排水、確保良好灌溉用水品質，及降低對農業生產環境之影響。農田水利法第 29 條有關違反灌溉水質基準之裁處，係立法者乃就農田水利設施或其範圍之管理，授權行政機關進行相關裁罰，為協助行政機關妥適執法，在遵循法律授權目的及範圍內，必須實踐具體個案正義，顧及法律適用一致性及符合平等原則，使具有農田水利法第 29 條相關情形之裁量評估具有學理及科學根據。故本研究參考國內環保署頒布之《土壤及地下水污染整治法》、《土壤污染監測標準》、《土壤污染管制標準》及《放流水標準》等相關法規，並結合過往有關灌溉水質及農業環境重金屬評估相關研究，用以推估灌溉水質在持續供灌農地之可容許濃度暨土壤重金屬濃度之使用年限，並訂定不符灌溉水質基準值規定使用之處分點數。

## 二、研究方法

臺灣水環境相關法規標準主要依循水污染防治法及污染防治標準相關法規訂定，在農田水利法施行前，農田水利有關灌溉水質之管理，仰賴水污染防治法以限縮污染；底泥及農業土壤環境管理，則依土壤及地下水污染整治法作為管理方針。在農田水利事業管理進程中可知，水環境、圳路底泥及農田土壤環環相扣，主因在於帶有負電的土壤對於重金屬離子的吸附力強，容易將污水中的重金屬保留在土壤之中，進而導致土壤重金屬濃度超標，造成農地污染。故本研究分別參考《土壤及地下水污染整治法》子法規及行政規則，有關土壤品質管理規定《土壤污染監測標準》、《土壤污染管制標準》(如表 1 所示)及《放流水標準》，用以試算個別重金屬項之灌溉年限及不同裁量之區間。

表 1 土壤污染管制、監測標準

| 重金屬 | 土壤污染監測標準 |          | 土壤污染管制標準 |         |
|-----|----------|----------|----------|---------|
|     | 其他土壤     | 食用作物農地土壤 | 其他土壤     | 食用作物農地土 |
| 砷   | 30       | -        | 60       | -       |
| 鎘   | 10       | 2.5      | 20       | 5       |
| 鉻   | 175      | -        | 250      | -       |
| 銅   | 220      | 120      | 400      | 200     |
| 汞   | 10       | 2        | 20       | 5       |
| 鎳   | 130      | -        | 200      | -       |
| 鉛   | 1,000    | 300      | 2,000    | 500     |
| 鋅   | 1,000    | 260      | 2,000    | 600     |

註 1：單位為 mg/kg

註 2：食用作物農地土壤係指農田（或農作物生產環境）

註 3：資料取自行政院環境保護署土壤污染地下水整治網

《土壤污染監測標準》及《土壤污染管制標準》針對人類健康風險較高的鎘、汞、鉛，以及可能影響作物生產的銅、鋅等元素，訂定較一般土壤更為嚴格的食物作物農地管制標準值，若超過《土壤污染管制標準》限值，該農地則被列為法規定義之受污染農地，將列入整治名冊且需強制休耕，整治完成前不得使用。為使土壤相關標準規範(監測與管制標準)與灌溉水質基準值之相關指標，得作為同一衡量單位，本研究透過換算土壤重金屬限值(mg/kg)為水中重金屬限值(mg/L)以評估灌溉水質之各項危害基準。

本研究以《土壤污染管制標準》為基數，管制標準主要針對土壤中重金屬濃度超標，無法再進行耕作使用之管理標準，並以供灌年限作為該管制標準之食物作物農地土壤為基準進行供灌年度試算，並以持續供灌 100 年、75 年、50 年、25 年、10 年、1 年為限，分別計算灌溉水質容許之重金屬濃度，同時試算以放流水標準之供灌容許供灌年限作為比較參數，以推估設定參數之合理性。食物作物土壤可使用年限，計算公式如下(1)：

$$\text{食物作物土壤可使用年限(yrs)} = \frac{\text{土壤污染管制基準(mg/kg)} - \text{土壤背景含量 (mg/kg)}}{\text{重金屬累積量 (mg/kg yr)}} \quad (1)$$

食物作物土壤可使用年限，係指持續利用含有重金屬濃度水源供灌，農地土壤將達到環保署土地污染列管標準，且須停止耕作之年限，而土壤污染管制標準參考之法規參數、及土壤重金屬背景含量係參考許正一(2011)土壤重金屬評估研究資料等進行試算評估。此外，公式(1)之重金屬累積量，係指單一重金屬累積量與包含農作物移除之重金屬累積，經試算比較後發現數值無差異，為求試算單純化，在本研究試算項目中不包含農作物移除之重金屬累積，而一公頃之耕地表土(深度以 15 公分，土壤密度以 1.36g/cm<sup>3</sup> 計)約為兩千公噸，故經單位換算後，其計算公式如下(2)：

$$\text{重金屬累積量 (mg/kg yr)} = \frac{\text{重金屬施用量 (kg/ha yr)}}{2 \text{ (mg/kg)}} \quad (2)$$

其中，重金屬施用量估算方式如公式(3)，藉由灌溉水中重金屬濃度可估算特定目標之重金屬濃度(如灌溉水質基準值之八項重金屬管制項目)。在試算中，灌溉水量假設為：總工業搭排戶年平均排放水量 5,110 CMY、灌溉水中重金屬濃度則預設為《農田灌溉排水管理辦法》灌溉水質基準值之管制項目八大重金屬項限值。

$$\text{重金屬施用量 (mg/ha yr)} = \text{灌溉水中重金屬濃度 (mg/L)} \times \text{灌溉水量 (L/ha yr)} \quad (3)$$

接續，依試算結果比對《農田灌溉排水管理辦法》之灌溉水質基準值之管制項目限值及《水污染防治法》放流水標準，做為評估《農田水利法》第 29 條針對廢污水未經許可排放、或經許可排放而有不符合灌溉水質基準值的情形等級距區間，擬以灌溉水質基準值、放流水標準及持續灌溉 25 年即超過土壤污染管制之數值作為區間標準，經評估共分成三級，分別為：下限區間、警戒區間及上限區間。

### 三、結果與討論

經試算後於各項重金屬之不同可持續供灌年限限值如表 2 所示，試算結果顯示重金屬在水質濃度分別為：總鉻 0.75(mg/L)、鎳 0.55(mg/L)、銅 0.65(mg/L)、鋅 1.9(mg/L)、鎘 0.008(mg/L)、鉛 1.7(mg/L)、砷 0.15(mg/L)、汞 0.018(mg/L)，比對灌溉水質基準值之限值，則發現鎘、鋅以供灌 100 年為限的標準限值低於灌溉水質基準值，由此顯示以土壤管制標準模式試算結果，其標準有加嚴趨勢。

表 2 可持續供灌年限之重金屬濃度限值試算表

| 重金屬項<br>(mg/L) | 灌溉水質<br>基準值<br>(mg/L) | 土壤污染管制標準試算之濃度限值及可持續供灌年限 |       |       |       |      |     | 放流水標準 |     |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------|-------|-------|------|-----|-------|-----|
|                |                       | 100 年                   | 75 年  | 50 年  | 25 年  | 10 年 | 1 年 | mg/L  | 年   |
| 總鉻             | 0.1                   | 0.75                    | 1.05  | 1.6   | 3.1   | 7.5  | 75  | 0.5   | 157 |
| 鎳              | 0.2                   | 0.55                    | 0.73  | 1.1   | 2.2   | 5.4  | 54  | 1     | 55  |
| 銅              | 0.2                   | 0.65                    | 0.86  | 1.3   | 2.6   | 6.2  | 62  | 3     | 22  |
| 鋅              | 2                     | 1.9                     | 2.5   | 3.75  | 7.4   | 18   | 180 | 5     | 38  |
| 鎘              | 0.01                  | 0.008                   | 0.011 | 0.016 | 0.031 | 0.08 | 0.8 | 0.03  | 26  |
| 鉛              | 0.1                   | 1.7                     | 2.3   | 3.46  | 7     | 18   | 180 | 1     | 172 |
| 砷              | 0.05                  | 0.15                    | 0.22  | 0.32  | 0.65  | 1.6  | 16  | 0.5   | 33  |
| 汞              | 0.002                 | 0.018                   | 0.024 | 0.036 | 0.07  | 0.17 | 1.7 | 0.005 | 352 |

註：放流水標準，係參考水污染防治法第 7 條第 2 項放流水標準，附表八。

從試算表 2 結果，以銅(Cu)為例說明，假設持續供灌年限為 100 年，且臺灣土壤的重金屬銅平均濃度約 35 mg/kg，透過上述公式可估算出灌溉水中重金屬-銅濃度約為 0.65 (mg/L)，食用作物農地土壤重金屬濃度將達到《土壤污染管制標準》限值，該農地將會被列為控制場址，無法再行耕作。就上述概念，以可持續供灌年限作為評估基準，分別試算八大重金屬於灌溉水中之容許濃度(如表 2)，為比對不同法規之規範限値之差異，將《放流水標準》一併納入「可持續供灌年限」試算。

將表 2 之試算數值比對《農田灌溉排水管理辦法》之灌溉水質基準值之管制項目限值及《水污染防治法》放流水標準之結果如圖 1 所示，綠色範圍所標示的級距為「下限區間」，超過此範圍下限之重金屬濃度數值有增加灌溉水質之維護成本疑慮，並考量各地方之地理環境及水源條件有所不同而劃定之可容許之重金屬濃度區間；界定「警戒區間」其中上下限分別為環保署所定之《放流水標準》八大重金屬項限值及灌溉水質基準值，惟鎳、銅、鋅、鎘及砷等五項中金屬濃度因放流水標準與 25 年灌溉限值接近，故基於保護農業灌溉水質為出發點，分別參考可持續澆灌年限 50 及 75 年之數值，降低特定重金屬項目下限區間之臨界值，將其濃度標準加嚴。

黃色範圍則代表警戒區間，於此區間內之水質數值可解釋為恐對灌溉水環境產生危害並增加灌溉水環境之維護成本，此外警戒區間之重金屬濃度數值以放流水標準為評估分界，可進一步依超標數值直觀評估是否需通環保單位，或依違規對象之類別請目的事



業主管機關協助處理，該警戒臨界數值之界定濃度指數係以參考土壤污染管制標準所計算出農地持續供灌 25 年即被列管為污染農地之數值及放流水限值作為評估依據。

紅色範圍代表上限區間，此區間之限值標準係以可持續供灌農地土壤 25 年以下，該地區土壤則會達到土壤管制標準之列管範圍，因此所代表之重金屬超標濃度已達到具有危害水環境系統亦或影響農業生產環境之風險範疇，需立即限制違規行為的持續發生並給予行為人加重處分之懲處，或請行為人負擔污染處理之權責。

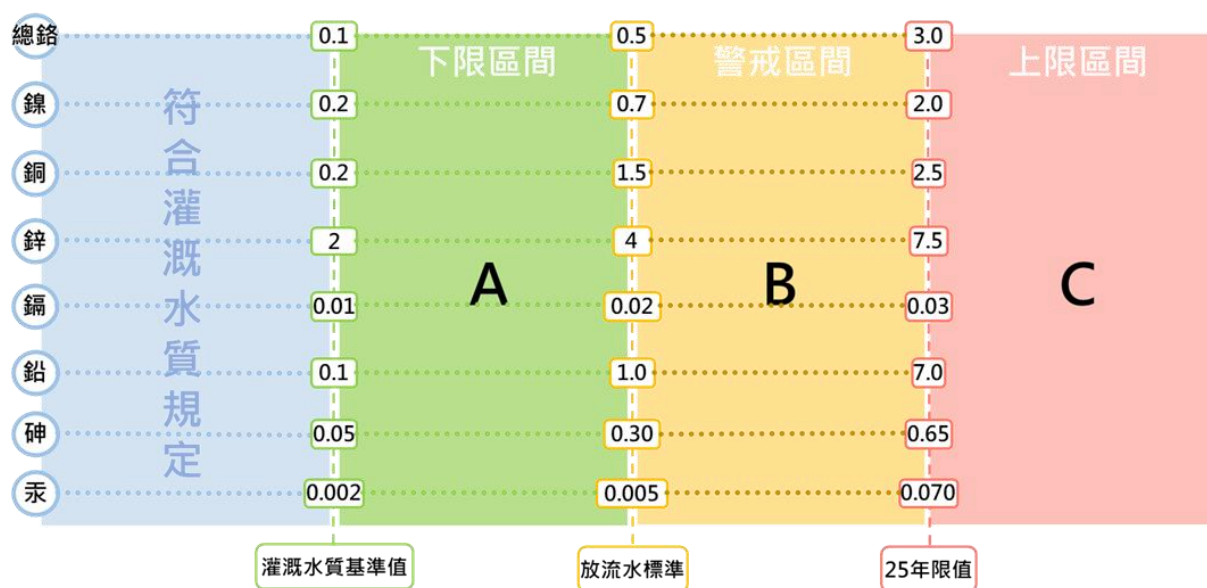


圖 1 可持續供灌年限之重金屬濃度限值區間級距及放流水標準

#### 四、結論

透過本研究試算數據及環保相關法規評估，依放流水標準、超標指數之供灌年限，以界定違規情事優先級，以識別水質違規超標之裁量級距。綜整前述結果，初步研析農田水利法第二十九條有關水質重金屬項目不符合相關規定之處分點數，以學理角度研析灌溉水環境管理指標，並將可作為行政機關辦理後續相關政策之參考。

#### 五、參考文獻

1. 許正一，土壤重金屬知多少，科學發展期刊，468 期，2011 年 12 月。
2. 陳吉村，重金屬對農業的影響，花蓮區農業專訊，6 期，1993 年 12 月。
3. 賴恆盈，行政裁量通說理論之檢討與行政裁量義務論，月旦法學雜誌，219，114，2019 年 8 月。
4. 林浩潭，重金屬及微量元素對植物之影響，農業藥物毒物試驗所，2006 年 7 月。