

灌溉水質評價－運用地理資訊系統技術

Assessment of Irrigation Water Quality – by Using GIS Technics

國立臺灣大學農工系碩士

劉 觀 銘
Chin-Ming Liu

國立台灣大學農工系教授

張 尊 國
Tsun-Kuo Chang

摘 要

台灣許多地區之農田因灌溉水質遭受污染而導致作物減產，尤以彰化地區最為顯著。各水利會已建立灌溉水質監測站點，自1979年起定期採樣檢驗灌溉水質狀況。灌溉水質可以各種指標系統加以評價，本研究利用地理資訊系統之PC ARC/INFO軟體結合不同之評價模式，以評價灌溉水質污染狀況。研究區域約46,000公頃隸屬彰化農田水利會轄區，同時亦探討灌溉水質污染與農地重金屬含量間之關係。

關鍵詞：灌溉水質，指標系統，地理資訊。

ABSTRACT

In Taiwan many places encountered the reduction of crop yield due to the contamination of irrigation water especially in Chung-Hwa area. For the past years, irrigation associations had made a monitoring system, the irrigation water quality was examined regularly since 1979. Irrigation water quality could be graded by establishment of water quality index system. In this research, PC ARC/INFO was used and combined with assessment models which enable the analysis of features with irrigation water quality data and pollution sources and finally the management system could be created. Study area of this research about 4,6000 ha belong to Chung-Hwa Irrigation Association. The relationship between irrigation water quality and soil heavy metals concentration was also discussed.

Keywords: Irrigation water quality, Index system, GIS.

一、前 言

三十多年來臺灣經濟發展重心由農業快速轉型至工業，土地資源的分配與利用，並未能隨著經濟的轉型做合理完善的規劃，又由於工業快速

發展，相關的污染防治法規不齊全，工業廢水、廢氣及廢棄物未作完善處理，導致農業生產環境遭受污染問題日益嚴重。而農畜牧企業化後，大規模飼養牲畜之排泄物也常對農作物生長造成不良的影響。

農業生產環境遭受的污染，包括水污染、空氣污染及土壤污染等，以灌溉用水受工業廢水污染最嚴重，並間接引起土壤污染。土壤污染中較受注意者為重金屬污染，重金屬易與土壤中有機、無機配位體形成共價錯合物，使重金屬在土壤中移動性小，也因不易被微生物分解，故而使得重金屬污染一旦發生之後即不易排除。重金屬污染後由植物吸收，進入食物鏈經由生物濃縮作用，可能危害人體健康，如近年桃園觀音鄉及蘆竹鄉含鎘鉛工業廢水污染，致該地區農地廢耕、稻穀銷毀。要避免灌溉用水與農田土壤受到重金屬的危害，灌溉水質就必須長期性監測，並建立管理系統。因此如何將監測所得資料加以有效整合運用並配合各項環境因子，使灌溉水質污染資訊更為實用以期使決策者能迅速掌握灌溉水質污染狀況，及早推估對農田土壤潛在污染之灌渠，以防止污染事件的發生，為一亟待解決之問題。

地理資訊系統 (geographic information system) 簡稱 GIS，為一以電腦為基礎之有效空間管理工具，可將各類地理特徵與環境因子存入資料庫中，迅速將資料庫中之資料加以分析與展示。透過 GIS 的運作，不僅可加速資料之整合，同時可減少人為分析時所發生之錯誤，本研究以彰化水利會灌區歷年灌溉水質與彰化縣土壤重金屬調查為資料，運用地理資訊系統技術，研判灌溉水質受污染較嚴重之灌渠，及其與土壤污染間之關聯性。

二、研究背景

1. 灌溉水質

台灣地區水資源利用其中大約 80 % 用於農田灌溉，每年高達 150 億立方公尺，農田灌溉用水水質根據民國 52 年至 53 年之調查研究，全省 19 條主要河川及 66 處大型圳路之水質化驗分析結果，顯示水質均很優良，引用於灌溉，不致有鹽害或鹼害問題，亦無因污染引發之公害糾紛。

近年來由於人口增加，都市及社區擴大，以及農工礦業發展結果，各種不同性質之廢污水，相繼排入圳路、排水溝或附近河川中。由於廢水量急劇增加，其排放容許濃度較灌溉水質標準超出許多，遠超過原有埤圳或河川水量之自淨之能力，因此許多地區之灌溉水質，已漸呈劣化，不

但構成污染，嚴重者已達危害程度。臺灣農田灌溉用水，主要是用於水稻之栽培，同時由於農村耕作環境及工程設施之限制，其情形較外國所採用之管路灌溉與計量給水制度有所不同，所以較易遭受外來物質之介入而污染水源。

台灣省灌溉水質管理工作，自 67 年試辦，68 年推廣至全省各農田水利會灌區，至今施行多年，已納入水利會灌溉管理經常性業務之一。根據臺灣省水利局 77 年從各地農田水利會灌溉遭受污染之調查結果顯示，全省直接遭受污染之農田面積達五萬餘公頃，約占灌溉總面積 12.3 %，受到污染之灌溉水流量總和有 120cms，污染物之主要來源是由工業廢水、都市及畜牧場污水侵入所引起，大部是全年水質不良，亦有週期性者。台灣省水利局在 75 ~ 77 年八次灌溉水質調查動員了相當大的人力、財力，其報告、分析記錄堆積盈尺，因為書面報告形式，與其它相關資料整合不易，使得當初投入廣大人力、物力之成果表達困難，殊為可惜。比較台灣省水利局 75 ~ 77 年灌溉水質普查及嚴重地區調查結果顯示彰化水利會灌區灌溉水質受污染程度實為各水利會之首 [1][2]。

2. 土壤重金屬

據行政院農委會調查資料顯示，臺灣省於民國七十七年全年因公害污染，作物受害面積達 1227 公頃，損失金額約三千八百萬元。行政院衛生署環境保護局，自民國七十一年起至民國七十五年進行「臺灣地區土壤污染概況調查」研究，分四年逐步完成全省概況調查。調查結果顯示，臺灣農業地區土壤受重金屬污染最為嚴重的地區為彰化，推究其原因，可能是該地區電鍍工廠林立，廢水未經妥善處理，即任意排放，造成嚴重污染的情況，其次為台中、桃園等地區 [3]。

彰化水利會灌區不論在灌溉水質、土壤重金屬調查均列為較嚴重污染地區之中，顯示受污染的灌渠與土壤重金屬間存在某種關係。台大農工所自 68 年起受農委會之託，開始對全省各水利會之灌溉水質加以監測，經由統計、分析、篩選，全省共選擇三百餘點進行採樣、檢測，歷年監測報告甚為豐富。本研究即以彰化水利會灌區歷年灌溉水質及土壤重金屬調查為基本資料，透過 GIS 程式撰寫、模式分析，除評價灌溉水質外，並探

討兩者在空間分佈上之關係。

三、資料庫建立

正確的分析評價除具有完善的運算模式之外，最重要者莫過於完整的資料庫，內容包括水質、土壤的分析數據，與其相對應的空間位置。本研究資料庫包括彰化地區之水質監測點資料、灌排系統圖、土壤重金屬含量調查網格、工廠位置圖、土地利用分佈圖、鄉鎮界、道路、天然水系等圖層，簡述如下：

1. 水質監測點

民國 76 年全省灌溉水質普查階段，在彰化水利會灌區選定 55 個水質採樣點，在歷經一年四次採樣、分析、研判後，由其中選取 40 點列為嚴重污染地區，於次年再作四次檢測工作。此部份包含普查之 55 點位置資料，數化自彰化水利會提供之地籍圖，屬性資料則以兩年八次水質監測數據為研究資料，鍵入屬性資料表中以為分析之用。

2. 灌排系統

此資料為線資料，乃數化彰化水利會提供之地籍圖產生，包括長度、灌渠代碼。此外，可經由模式運作，將水質監測點之各項監測資料聯結至灌渠屬性資料檔中。

3. 土壤重金屬含量調查網格

根據重金屬含量調查報告建立，包括環保署民國 80 年第二階段細密調查報告及中興大學土壤系民國 81 年細密調查報告，為面資料，含土壤 pH、CEC 及 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn 八種重金屬之含量。

4. 工廠位置圖

點資料，圖檔中工廠均為 1/5000 航照圖中可見且有名稱之工廠，屬性資料檔中含工廠名稱、業別資料，可作為預警模式中可能污染源搜尋之參考。

5. 其他

數化 1/5000 航照圖時，尚包括鄉鎮界、道路、天然河系三種圖層，在查詢系統中做為背景圖層，便於使用者對查詢區域地理環境之瞭解，此外尚可增加研判時之參考資料。

四、系統架構

1. CIS 簡介

地理資訊系統將地球表面各種地理資料整合於電腦系統加以掌握和使用，由電腦硬體(hardware)、軟體(software)、地理資料(database)及使用人員(user)組成，能夠有效擷取、儲存、更新、管理、分析及展示所有之地理資料，為 1964 年首先由加拿大發展出來，是近幾年來發展成熟的一項科技產品。由於其具有空間資料庫管理及圖形展示分析等多項功能，因此可利用來整合分析大量的空間資料，同時分析結果可快速地提供決策者作為一判斷之依據。而 GIS 亦可迅速提供監測資料和圖形資料以書面或數位方式輸出，有助於資訊的傳遞與溝通，使資訊集中管理，增加資訊應用的效率。

目前國際上諸多 GIS 軟體當中，以美國發展的 ARC/INFO 被認為是地理資訊系統中的佼佼者之一，而為歐美國家所廣泛採用，其最能滿足國內一般業務的需求，目前其在國內市場的佔有率亦是最高。本研究即採用此 ARC/INFO 地理資訊系統作為模式應用工具。PC ARC/INFO 之主要組成有：STARTER KIT 啓始系統、ARCEDIT 編輯次系統、ARCPLLOT 繪圖次系統、OVERLAY 套疊分析次系統，與系統中所提供之巨集指令語言等部份次系統與分析編輯功能，為一向量式之地理資訊系統[4]。本研究主要即應用其套疊分析次系統方面之分析功能如圖徵擷取、圖徵合併、接圖、垂直附加圖層、空間聯合和環域分析等。

2. 評價模式

指標的目的在於簡化，可以盡可能將相關資料轉換成需要的意義，透過數學運算，環境指標可將兩個或多個環境變數量測減為單一個數值並保存原意。建立數學網路結構主要對於環境指標的了解和比較提供一個觀念性的工具，以作為評價之依據。本研究有關重金屬之綜合評價選擇羅斯水質指數與內梅羅水污染指數兩種模式作為比較。

(1) 羅斯(Rosen, Richard H.) 指數

$$RWQI = \sum(W_i P_i) / \sum W_i$$

式中 W_i 為各評價因子之加權係數

P_i 為各評價因子之評分

各項評價因子評分與加權係數、指數分級如

表 1。

(2)內梅羅 (Nemerow, Nelson L.) 指數

$$P = \left\{ \frac{1}{2} \left(\max(C_i/C_{si})^2 + \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_i/C_{si}) \right)^2 \right) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

式中 C_i 為第 i 種重金屬評價因子實測值
 C_{si} 為第 i 種重金屬評價因子的評價標準
各評價因子以灌溉水質標準中之重金屬限值
為評價標準，見表 2。

五、結果與討論

彰化農田水利會地理環境介於烏溪與濁水溪
兩大主要河流之間，地形南寬北窄，宛如等邊三

表 1. 羅斯水質指數評價因子評分與加權係數、指
數分級表

Cd 值範圍 (ppm) 評分		Cr 值範圍 (ppm) 評分	
N.D.	0	N.D.	0
N.D. ~ 0.005	2	N.D. ~ 0.05	2
0.005 ~ 0.01	5	0.05 ~ 0.10	5
0.01 ~ 0.02	7	0.10 ~ 0.20	7
0.02 ~ 0.04	9	0.20 ~ 0.40	9
≥ 0.04	10	≥ 0.40	10
Cu 值範圍 (ppm) 評分		Ni 值範圍 (ppm) 評分	
N.D.	0	N.D.	0
N.D. ~ 0.10	2	N.D. ~ 0.25	2
0.10 ~ 0.20	5	0.25 ~ 0.50	5
0.20 ~ 0.40	7	0.50 ~ 1.00	7
0.40 ~ 0.80	9	1.00 ~ 2.00	9
≥ 0.80	10	≥ 2.00	10
Zn 值範圍 (ppm) 評分		評價因子 加權係數	
N.D.	0	Cd	0.3
N.D. ~ 1.00	2	Cr	0.25
1.00 ~ 2.00	5	Cu	0.15
2.00 ~ 4.00	7	Ni	0.2
4.00 ~ 8.00	9	Zn	0.1
≥ 8.00	10	Σ Wi = 1.00	
灌溉水質（羅斯指數）分級			
RWQI= ≤2		級數= 1	
2 ~ 4		2	
4 ~ 6		3	
6 ~ 8		4	
≥8		5	

表 2. 內梅羅水污染指數限值與指數分級表

重金屬種類	限值 (ppm)	指數等級	範圍
Cd	0.01	一級	≤ 0.2
Cr	0.1	二級	0.2 ~ 0.6
Cu	0.2	三級	0.6 ~ 1.0
Ni	0.5	四級	1.0 ~ 8.0
Zn	2.0	五級	≥ 8.0

角形，灌溉面積 46,204 公頃，灌溉設施系統分烏
溪、濁水溪、舊濁水溪三個引水系統；主要渠道
共有 28 條埤圳，灌區系統及水質監測點如圖 1 所
示，土壤大部份屬沖積土，農作物以水稻為大宗
[5]。根據水利會 77 年調查分析，全部灌區中計有
排洩戶 783 家，日排廢水量達 84,967 噸，其中以食
品及製糖業廢水所排放之廢水量最多佔 36 %，其
次為造紙 16 %，再次為紡織染整及畜牧，電鍍業
廢水僅佔 4.3 %，但排洩戶多達 205 家，對東西二
圳灌溉系統造成嚴重污染，灌溉水質中重金屬
Cu、Cr、Ni 偏高。

本研究採用 75 至 77 兩年八次灌溉水質監測點
55 點之調查結果作為評價資料，現況評價運用 PC
ARC/INFO 提供之數值、邏輯運算與巨集指令，撰
寫一組連續執行之巨集程式，以自動運算來減少
人為操作的錯誤與大量減少操作時間。現況評價
根據 EC、氨氮、重金屬含量分別探討，按污染濃
度過高、不符標準次數過多等原則選取。

1. 現況評價

模式分析結果按水質調查時間統計不符灌溉
水質標準之監測點如表 3；綜合分析結果見圖 2 至
圖 3 與表 4、表 5，討論如下。

(1) EC

在八次調查中 EC 有高至五級 ($EC > 4000 \mu s /$
 $cm25^{\circ}C$, GA-38) 者，顯示有鹽害發生的可能，宜
針對特定灌渠所灌溉農地進行調查，但 SAR 均在
標準以內。

(2) 氨氮

氨氮含量過高顯示受有機質污染嚴重，含氮
量超過灌溉水質標準 (1mg/l) 之狀況最為普遍，監
測點 GA-38、GA-45、GA-54 尤為嚴重超標達百倍
以上。

(3) 重金屬

① NEMEROW 指數

依內梅羅指數分級， $NMR > 1.0$ 者均集中在東西二圳之幹線及支線，其中又以曾發生 $NMR > 10$ 之南郭支線、嘉犁支線最為嚴重。

② ROSEN 指數

模式分析結果與內梅羅指數相近，顯示重金屬污染集中在東西二圳的幹、支線上。

(4) 綜合分析

① EC

以條件 A: $EC > 2250 \mu mho/cm25^\circ C$

條件 B: $EC > 750 \mu mho/cm25^\circ C$ 達四次

選取，發現交集為 GA-7，9，38，顯示有發生鹽害的可能性。而 EC 經常性超過水質標準可能導致土壤中無機鹽類的累積，尤其當農田排水不良時，易導致土壤鹽害之發生；故對於 EC 不符標準達七次之監測點 (GA-, 26, 41, 42, 45, 47, 52) 灌

表 3. 不符灌溉水質標準監測點統計表

採樣時間	EC	氨 氮	內梅羅法	羅斯法
75 年 10 月	16/55	40/55	3/55	0/55
	29.1%	72.7%	5.5%	0%
76 年 1 月	35/55	41/55	5/55	3/55
	63.6%	74.5%	9.1%	5.5%
76 年 3 月	16/55	44/55	5/55	3/55
	29.1%	80.0%	9.1%	5.5%
76 年 5 月	15/55	35/55	5/55	1/55
	27.3%	63.6%	9.1%	1.8%
76 年 10 月	21/38	31/38	6/38	2/38
	55.3%	81.6%	15.8%	5.3%
77 年 1 月	23/35	32/35	10/35	3/35
	65.7%	91.4%	28.6%	8.6%
77 年 3 月	24/38	35/38	2/38	2/38
	63.2%	92.1%	5.3%	5.3%
77 年 4 月	25/38	37/38	6/38	2/38
	65.8%	97.4%	15.8%	5.3%

溉農田應慎防鹽害問題。81 年彰化縣環保局委託中興大學土壤系調查番雅溝水系之土壤重金屬，該灌渠亦有六次 EC 超過灌溉水質標準。

② 氨氮

以條件 A: 氨氮 $> 10.0mg/l$

條件 B: 氨氮 $> 1.0mg/l$ 達八次（均不符標準）

選取，前者有 34 個監測點，後者 27 個，交集達 26 個，亦即近半數的灌溉水質監測點在八次調查中均超過灌溉水質氨氮標準，表示氨氮污染在彰化水利會灌區是普遍的現象，且此污染在質、量上的空間分佈一致。

③ 重金屬

以條件 A: $NMR > 10$

條件 B: $NMR > 1$ 達六次

條件 C: $RWQI > 6$

條件 D: $RWQI > 5$ 達四次

選取，交集為東西二圳之南郭支線，污染源資料顯示排放廢水中含重金屬之工廠相當集中，大致是在彰化市與和美鎮之交界處。

2. 土壤重金屬污染與灌渠水質關聯性

以環保署 80 年 6 月「台灣地區土壤中重金屬含量調查資料（彰化縣部分）」報告數據與灌溉水質模式分析結果，作兩者之間關聯性的分析比較。表土重金屬含量以現行環保署暫訂分級標準，按 Cd、Cr、Cu、Ni、Zn 五種重金屬分別選取四、五級（偏高及高）之調查網格，灌渠水質以相對之重金屬灌溉水質標準選取曾不符標準之灌渠，作圖 4 至圖 8。由圖中可看出 Cd、Cr、Cu、Ni、Zn 五種重金屬於灌溉水質和土壤中含量的空間分佈相當一致，尤以 Cr、Cu、Ni 更為明顯。

進一步選取表土 Cd、Cr、Cu、Ni、Zn 均達四級以上之調查網格，發現與灌溉水質模式評價結果重金屬污染嚴重之灌渠在空間分佈上相當一致，如圖 10 所示，顯示運用地理資訊系統建立之灌溉水質評價方法，不論是內梅羅法或羅斯法，均能確實反應重金屬綜合污染之情形。

六、結論與建議

1. 彰化地區 EC、氨氮、重金屬不符灌溉水質標準

表 4. 模式綜合分析結果表

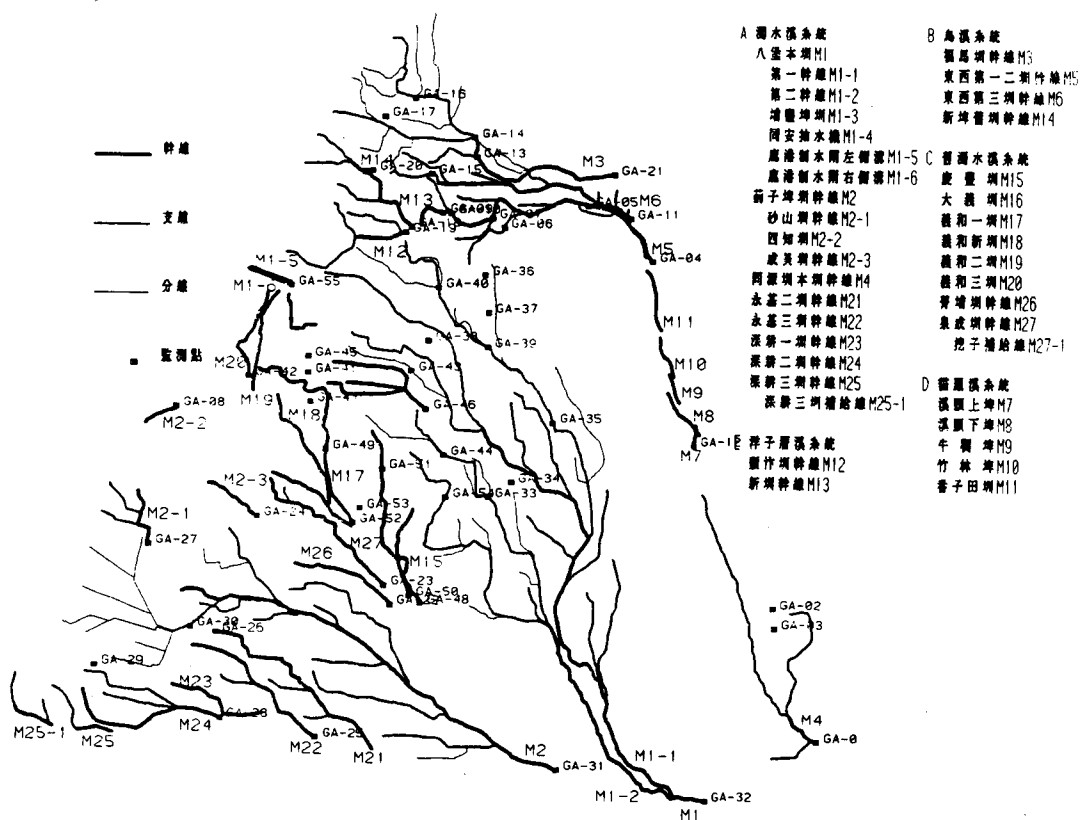
監測點 編號	各監測數據之最大值				不符灌溉水質標準次數			
	EC	氨氮	NMR 指數	RWQI	EC	氨氮	NMR	RWQI
GA-01	484	0.19	0.585	1.50	0	0	0	0
GA-02	757	3.56	0.585	1.50	1	2	0	0
GA-03	573	1.83	2.179	3.15	0	2	1	0
GA-04	452	1.30	2.179	3.15	0	2	1	0
GA-05	455	1.57	0.470	0.95	0	1	0	0
GA-06	949	39.93	73.576	6.50	3	8	6	4
GA-07	2850	19.75	10.034	5.85	4	8	8	4
GA-08	1010	7.46	1.839	1.55	7	8	1	0
GA-09	2370	31.39	6.686	5.60	4	8	7	3
GA-10	2160	20.00	5.814	6.80	5	8	5	3
GA-11	418	1.19	0.434	0.95	0	1	0	0
GA-12	627	8.23	0.377	1.35	0	2	0	0
GA-13	537	1.47	0.148	0.50	0	1	0	0
GA-14	537	1.72	0.497	1.80	0	2	0	0
GA-15	2140	19.75	4.494	4.70	6	8	4	0
GA-16	615	9.62	0.730	2.65	0	4	0	0
GA-17	250	0.84	0.206	0.90	0	0	0	0
GA-18	1708	26.78	2.185	3.20	5	8	3	0
GA-19	1015	19.50	0.736	2.65	5	8	0	0
GA-20	1340	26.78	1.452	2.75	3	8	1	0
GA-21	401	3.87	0.146	0.90	0	2	0	0
GA-22	864	25.94	0.728	2.35	5	8	0	0
GA-23	958	25.59	0.737	1.90	5	7	0	0
GA-24	984	18.39	0.592	1.50	2	8	0	0
GA-25	695	2.01	0.440	1.35	0	1	0	0
GA-26	1278	7.29	0.486	1.35	7	4	0	0
GA-27	805	1.27	0.253	0.50	3	2	0	0
GA-28	606	0.45	2.886	3.20	0	0	1	0
GA-29	980	5.53	0.728	2.25	5	5	0	0
GA-30	738	1.03	0.297	0.90	0	1	0	0
GA-31	493	9.25	0.620	1.35	0	1	0	0
GA-32	480	0.19	0.289	0.50	0	0	0	0
GA-33	1515	37.26	1.457	3.15	3	8	1	0
GA-34	1010	25.09	1.459	3.15	2	8	1	0
GA-35	1231	12.80	0.361	0.95	3	6	0	0
GA-36	1402	35.84	22.917	9.50	5	8	2	2
GA-37	1267	26.67	0.319	0.90	4	8	0	0
GA-38	4670	365.54	0.191	0.90	4	8	0	0
GA-39	1708	29.76	0.289	0.90	4	7	0	0
GA-40	1213	33.54	0.306	0.90	4	7	0	0
GA-41	1574	64.50	0.368	1.35	7	8	0	0
GA-42	1309	26.81	0.733	2.65	8	8	0	0
GA-43	858	15.88	0.148	0.90	5	8	0	0
GA-44	1019	13.60	0.549	1.20	2	8	0	0
GA-45	1684	166.40	0.742	2.65	8	8	0	0
GA-46	1034	13.10	0.738	2.65	2	8	0	0
GA-47	1275	19.35	0.261	0.90	8	8	0	0
GA-48	894	23.93	0.304	0.90	4	8	0	0
GA-49	961	17.05	0.628	1.35	6	8	0	0
GA-50	869	13.09	0.470	0.95	6	8	0	0
GA-51	957	21.47	0.307	0.90	5	7	0	0
GA-52	1187	20.47	0.729	3.00	8	7	0	0
GA-53	1013	35.10	0.260	0.90	2	2	0	0
GA-54	3480	306.70	0.740	1.65	2	3	0	0
GA-55	860	12.40	0.723	2.25	3	8	0	0

單位：EC 為 μ mho/cm25 °C，氨氮為 mg/l。

表 5. 模式綜合分析結果統計表

條 件	監測點數	監測點編號
EC 最大值大於 2250 μ mho/cm25 $^{\circ}$ C	4/55	GA-7, 9, 38, 54
氨氮最大值大於 10mg/l	34/55	***
內梅羅指數 (NMR) 最大值大於 10	3/55	GA-06, 07, 36.
羅斯指數 (RWQI) 最大值大於 6	3/55	GA-08, 10, 36.
EC 不符標準次數大於 7	7/55	GA-08, 26, 41, 42, 45, 47, 52.
氨氮不符標準次數大於 8	27/55	***
NMR $\geq$ 1.0 次數大於 6	3/55	GA-06, 07, 09.
RWQI $\geq$ 5 次數大於 4	2/55	GA-06, 07.

***：受污染渠道過多，不特別列出。



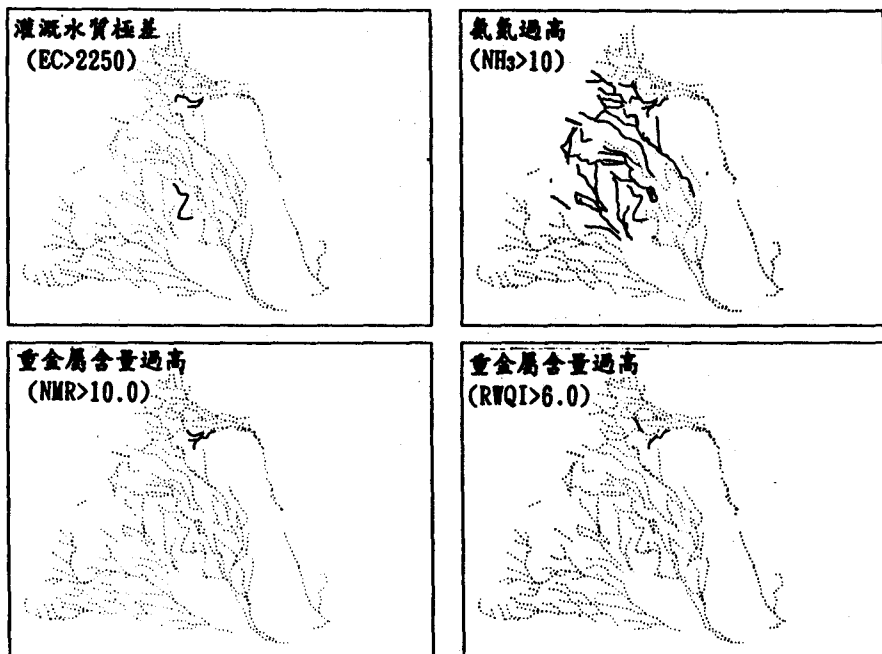


圖 2. 灌溉水質現況評價結果圖（條件 A）

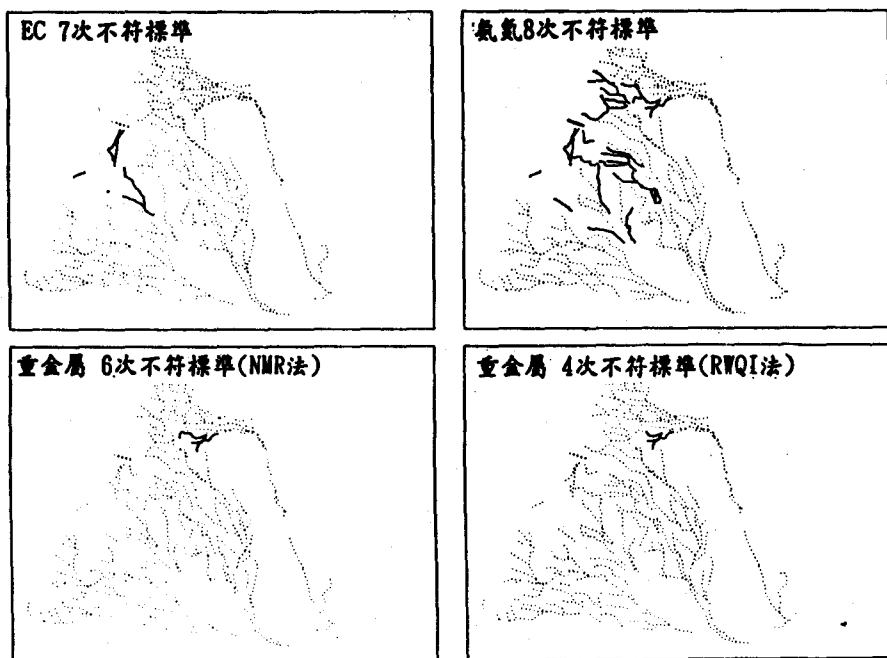


圖 3. 灌溉水質現況評價結果圖（條件 B）

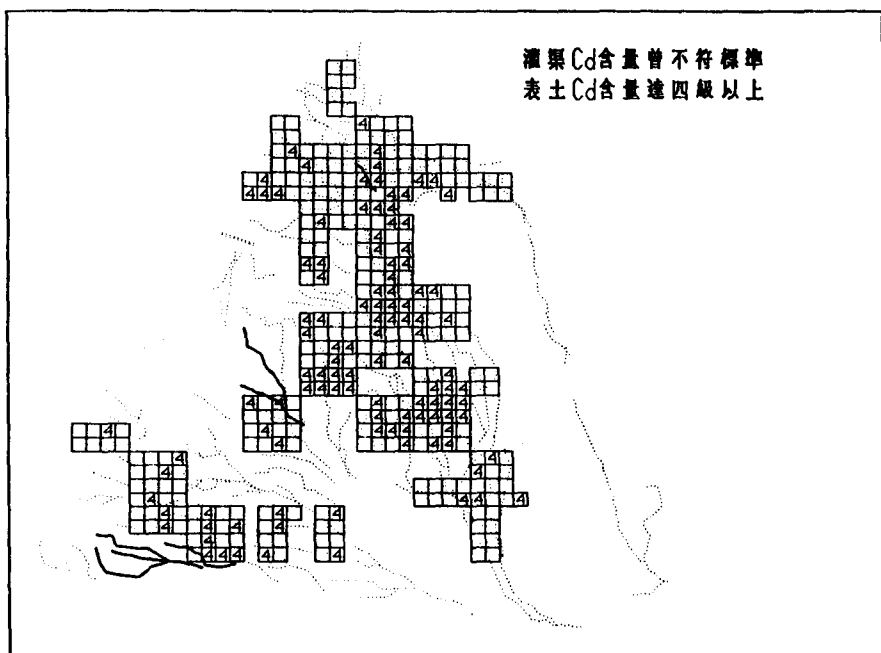


圖 4. 灌溉水質 Cd 超標渠道與土壤 Cd 含量四級以上分佈區對照圖

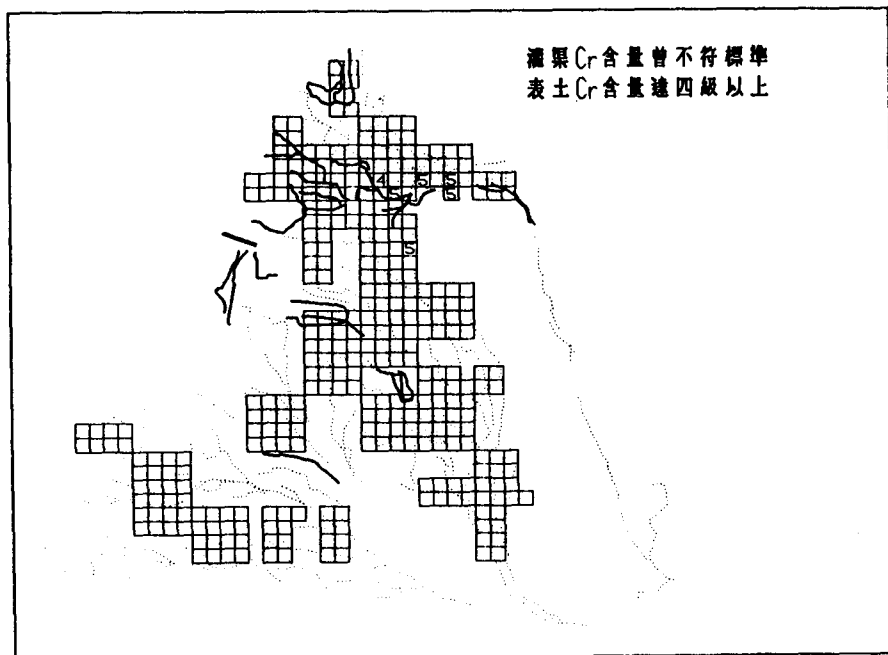


圖 5. 灌溉水質 Cr 超標渠道與土壤 Cr 含量四級以上分佈區對照圖

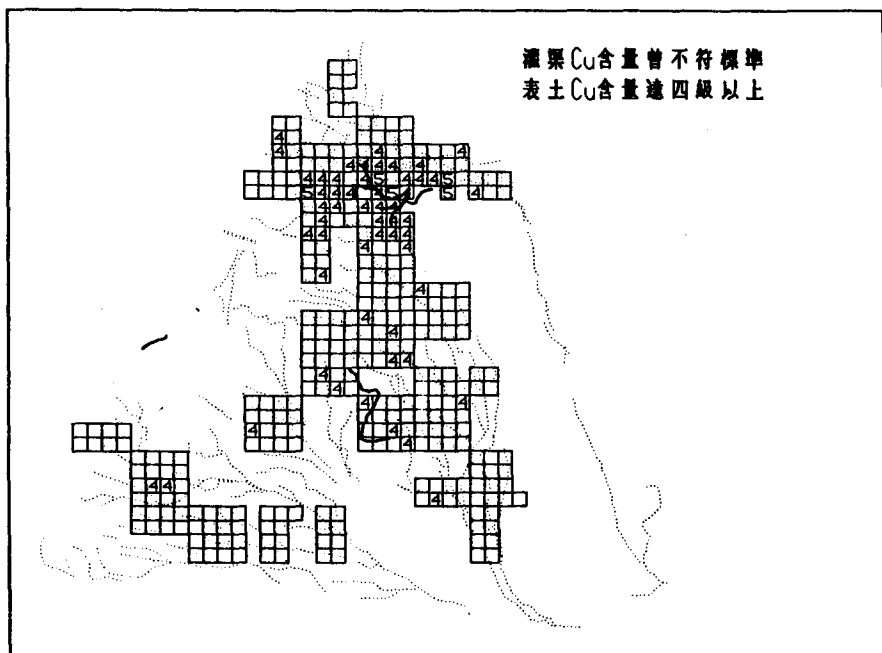


圖 6. 灌溉水質 Cu 超標渠道與土壤 Cu 含量四級以上分佈區對照圖

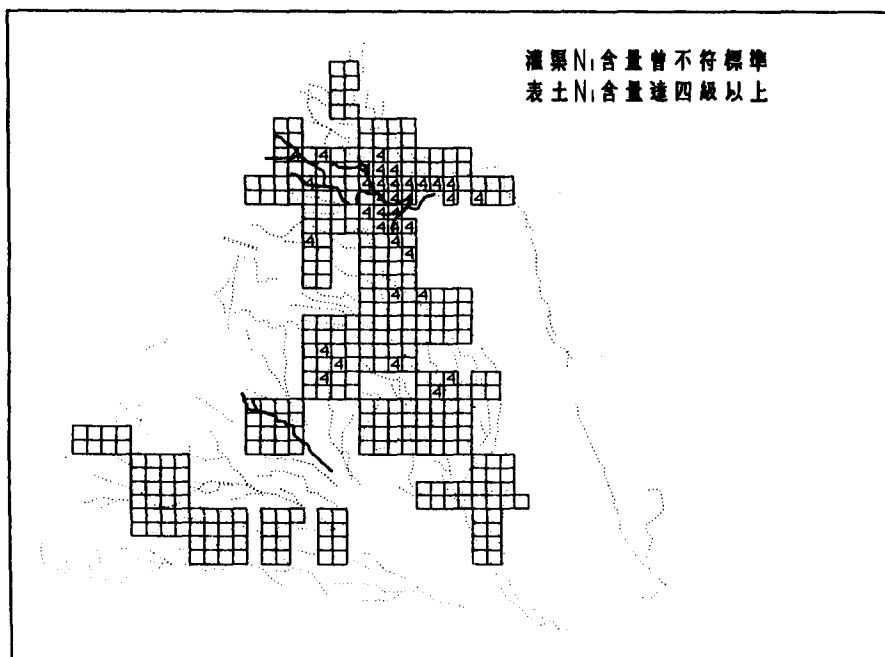


圖 7. 灌溉水質 Ni 超標渠道與土壤 Ni 含量四級以上分佈區對照圖

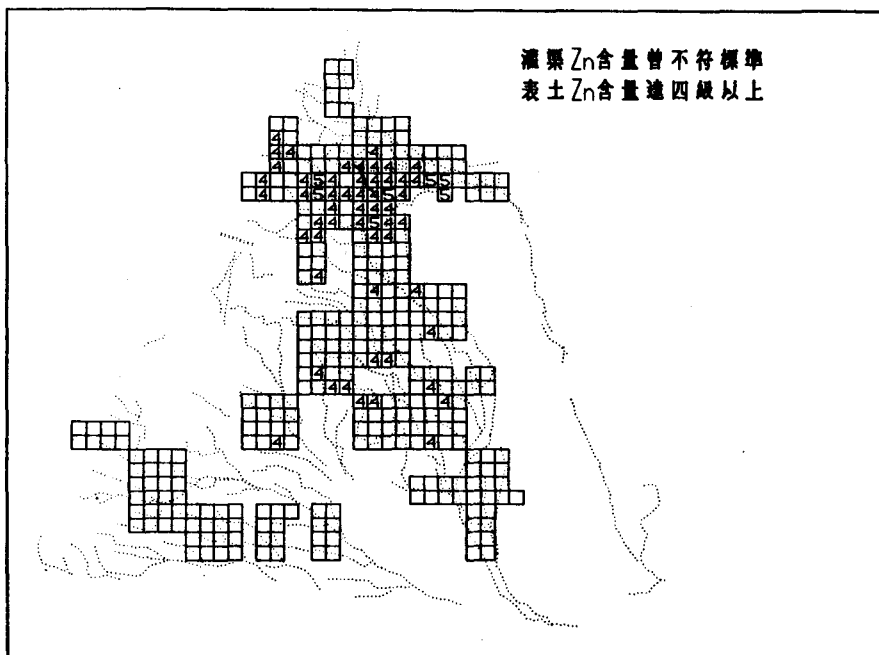


圖 8. 灌溉水質 Zn 超標渠道與土壤 Zn 含量四級以上分佈區對照圖

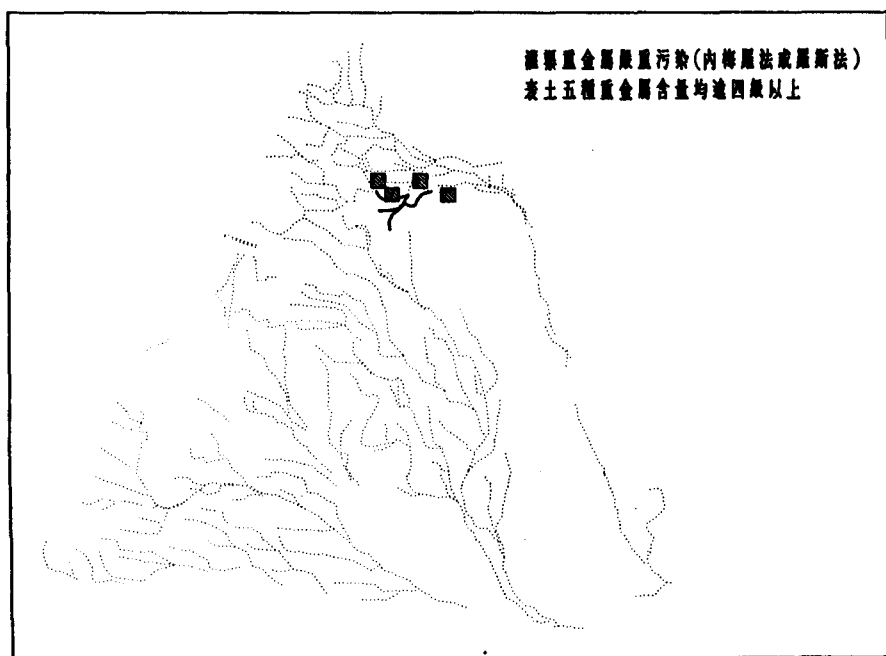


圖 9. 灌渠與土壤重金屬污染嚴重分佈區對照圖

- 區域甚廣，顯示污染為綜合性污染，各類有機、無機污染來源甚多，需及早防治。
- 2.彰化水利會灌區灌溉水質污染以氨氮污染最普遍；重金屬污染主要集中在東西二圳及其支線。
 - 3.由灌溉水質等級區分下游部分地區為 C3-S1，需注意土壤鹽化問題。
 - 4.彰化縣土壤重金屬污染據歷年調查發現較嚴重區域在東西二圳灌區，與灌渠嚴重污染者空間分佈相同，顯示農地污染之主因為灌溉水質之污染，必需正視此一問題，並早謀解決之道。
 - 5.指標能迅速簡明表達環境之狀態，若能慎選指標系統，將有助於對環境現況之瞭解，並將環境監測結果有效傳達；而地理資訊系統技術能有效提升指標模式之運算及結果之展示。
 - 6.地理資訊系統在整合圖形資料與文、數字資料上有強大之功能，特別適用於空間決策與評估，可將相關之資訊迅速的分析與展示，且便於資料更新、擷取，加上專家系統後，所發展之資訊管理系統，對業務執行單位裨益甚大。
 - 7.灌溉水質監測為水利會經常性業務，若能結合相關資訊成為管理系統，可大幅提昇其功能。惟監測項目不足，缺乏重金屬相關監測值，應針對灌區污染源實際分佈情況，於污染嚴重地區建立灌溉水質監測點，增加 Cd、Cr 等項目，以及時發現問題避免重金屬對土壤造成無可彌補之傷害。

- 8.彰化水利會東西二圳南郭支線、嘉翠支線之灌區農地已遭受重金屬污染，針對嚴重污染個案，應詳加探討污染來源、污染途徑及污染詳細分佈，溯本追源，以排除污染並防杜類似污染事件再度發生。
- 9.本研究分析結果顯示東西二圳為灌溉水質重金屬嚴重污染區，與發生土壤污染與稻米事件為同一區域，顯示本研究之模式指標可行性甚佳，建議儘速對全省其它灌區進行分析研判，及時找出污染農地。

七、參考文獻

- 1.台灣省水利局，「全省灌溉水質調查分析研判成果報告」，76農建-8.1-林-68(1)，1987。
- 2.台灣省水利局，「全省灌溉水質嚴重污染地區之調查分析及研判成果報告」，77農建-7.1-林-56(1)，1988。
- 3.行政院環保署，中華民國台灣地區環境資訊，1991。
- 4.ESRI, "UNDERSTANDING GIS", USA, 1990.
- 5.顏世揚等，「彰化農田水利會灌溉管理與對策研討」，農業用水管理研討會，台北1992。

收稿日期：民國84年1月16日

接受日期：民國84年2月8日

請會員多多投稿
以充實本刊內容