



嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

資訊管理系

實務專題期末報告書

應用 GIS 分析河川水質環境變化

指導教授：張志華 教授

組員名單：陳俐文 A18V095
邱煜哲 A18C024
林佳俊 A18C132
林泳宇 A18C177
林啟任 A18C183

指導教授簽名

中 華 民 國 一 ○ 五 年 五 月

誌 謝

本論文能夠順利完成，首先要感謝我們的指導教授—張志華教授。老師總是在教學繁忙之餘，抽空協助指導我們，使我們許多的問題都能迎刃而解。在撰寫報告時，老師以專業的角度，告訴我們方向、以及撰寫的技巧，讓我們一步步地體會，如何才能寫一篇具有學術貢獻的論文。

除了專題老師外，也要感謝的是我們的口試老師—馮曼琳教授以及倪克明教授。兩位老師在百忙之中，細心地校正書面報告，以及口試時提供的寶貴意見，使我們的內容更加完整。

時光飛逝，歲月如梭。四年前，我們還是大一新鮮人，轉眼間，我們即將畢業，結束四年的大學生涯。未來的我們，不論是去當兵、就業還是繼續升學，不管遇到多少困難，相信我們都能秉持著教授在論文指導時的精神，逐一加以克服，並以恩師樹立的典範，為學習的榜樣，各自發揮潛能，並且創造人生中，更多無限的可能。

在大學的學習旅程中，得之於人者太多，出之於己者太少，要感謝的人很難一一道盡。就以「謝天」二字，代表我們心中不盡的感激！

陳俐文、邱煜哲、林佳俊、林泳宇、林啟任

謹誌

中華民國一〇五年五月 於嶺東科技大學 資管系

摘要

河川是人類及其他生物長期賴以為生的主要水資源。然而，因人類社會型態的改變及工商業的蓬勃發展，促使河川污染的現象日益嚴重。環保署歷年來均有定期檢測台灣河川水質的機制，但是大多為報表數據資料的呈現，對一般民眾或決策者，不易從數據中詳細辨識出資料的意義。若能將數據配合空間圖形展現，透過地理圖形符號的意義或顏色的變化，就能對河川流域整體的污染程度的時間與空間的變化一目瞭然。

本研究計畫選定中部地區三條主要河川：大安溪、大甲溪及烏溪為研究對象。收集的資料以環保署提供的檢測數據為依據。分析重點則針對河川水質月調查的項目為主(包含水溫、pH 值、導電度、溶氧(電極法)、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、大腸桿菌群及氨氮共 9 項)。時間方面，收集 2010~2014 年之資料。研究方法利用空間資訊軟體 ArcGIS 繪製分析河川的檢測項目，將數據以月為單位，以圖形方式表示。藉此讓人們了解河川流域之某檢測項目的時空演變情形。

關鍵字：水質檢測、ArcGIS、大安溪、大甲溪、烏溪

目錄

誌謝	I
摘要	II
目錄	III
表目錄	V
圖目錄	VI
第壹章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 各項檢測值之介紹	3
1.3.1 水溫	3
1.3.2 酸鹼值	4
1.3.3 導電度	5
1.3.4 溶氧(電極法)	6
1.3.5 生化需氧量	8
1.3.6 化學需氧量	9
1.3.7 懸浮固體	10
1.3.8 大腸桿菌群	11
1.3.9 氨氮	12
1.4 各項檢測值之標準值	13
第貳章 文獻回顧與探討	15
2.1 水質污染案例一	15
2.2 水質污染案例二	16
2.3 水環境污染描述	17
第參章 研究方法	18
3.1 研究流程	18
3.2 人力配置與甘特圖	19
3.3 使用工具	20
3.3.1 Google Earth	20
3.3.2 ArcGIS	21

3.3.3	大地座標轉換格式	22
3.4	研究內容	22
3.4.1	大安溪水質環境資料(2014/06/05)	23
3.4.2	大甲溪水質環境資料(2014/06/05)	27
3.4.3	烏溪水質環境資料(2014/06/05)	31
第肆章	研究成果	35
4.1	三條河川檢測站檢測圖	35
4.2	檢測值 GIS 成果圖	37
4.2.1	大安溪各項檢測圖	37
4.2.2	大甲溪各項檢測圖	46
4.2.3	烏溪各項檢測圖	55
4.3	分析結果	64
4.4	網站成果	73
第伍章	結論	75
參考文獻		76

表目錄

表 1-1	河川污染指數標準.....	13
表 1-2	保護生活環境相關環境基準—陸域地面水體.....	14
表 3-1	專題人力分配表.....	19
表 3-2	甘特圖.....	19
表 3-3	大安溪檢測站水質資料.....	23
表 3-4	大安溪水質檢測站的經緯度座標.....	26
表 3-5	大甲溪檢測站水質資料.....	27
表 3-6	大甲溪檢測站的經緯度座標.....	30
表 3-7	烏溪檢測站水質資料.....	31
表 3-8	烏溪檢測站的經緯度座標.....	34
表 4-1	大安溪 5 項檢測值較高之月份.....	64
表 4-2	大甲溪 5 項檢測值較高之月份.....	66
表 4-3	烏溪 5 項檢測值較高之月份(檢測點為台中地區).....	68
表 4-4	烏溪 5 項檢測值較高之月份(檢測點為彰化、南投地區).....	70

圖目錄

圖 1-1 1 公克的純水在不同溫度時所占的體積	3
圖 1-2 純水的密度與溫度的關係圖	3
圖 3-1 研究步驟	18
圖 3-2 水質檢測點及分析項目表	22
圖 3-3 大安溪流域之衛星圖	26
圖 3-4 大甲溪流域之衛星圖	30
圖 3-5 烏溪流域之衛星圖	34
圖 4-1 大安溪檢測點	35
圖 4-2 大甲溪檢測點	35
圖 4-3 烏溪檢測點	36
圖 4-4 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的大腸桿菌的變化	38
圖 4-5 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的化學需氧量的變化	38
圖 4-6 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的水溫的變化	39
圖 4-7 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的生化需氧量的變化	40
圖 4-8 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的氨氮的變化	41
圖 4-9 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的溶氧(電極法)的變化	42
圖 4-9 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的酸鹼值的變化	43
圖 4-10 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的導電度的變化	44
圖 4-11 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的懸浮固體的變化	45
圖 4-12 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的大腸桿菌的變化	46
圖 4-13 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的化學需氧量的變化	47
圖 4-14 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的水溫的變化	48
圖 4-15 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的生化需氧量的變化	49
圖 4-16 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的氨氮的變化	50
圖 4-17 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的溶氧(電極法)的變化	51
圖 4-18 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的酸鹼值的變化	52
圖 4-19 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的導電度的變化	53
圖 4-20 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的懸浮固體的變化	54

圖 4-21 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的大腸桿菌群的變化	55
圖 4-22 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的化學需氧量的變化	56
圖 4-23 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的水溫的變化	57
圖 4-24 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的生化需氧量的變化	58
圖 4-25 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的氨氮的變化	59
圖 4-26 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的溶氧(電極法)的變化	60
圖 4-27 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的酸鹼值的變化	61
圖 4-28 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的導電度的變化	62
圖 4-29 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的懸浮固體的變化	63
圖 4-30 台中市三大流域水質現況及問題分析	72
圖 4-31 網站架構圖	73
圖 4-32 網站內容	74

第壹章 緒論

1.1 研究動機

2013 年 10 月底，由導演齊柏林拍攝的電影「看見台灣」上映，震撼全台灣。這部片訴說著台灣原本是個美麗的寶島，經過 6、70 年代經濟的起飛，交通建設不斷地興建，以及不當的土地開發與不肖業者的助紂為虐，使得原本的環境，遭受重大的人為破壞。

在這部電影中，我們看到許多地方遭到破壞，伐樹、盜木、河川污染，濫墾濫伐，此時的台灣正在哭泣。高山、海洋、河流、森林、稻田，都需要水源的存在，生活在台灣的我們，更需要了解，我們賴以維生的河川，究竟受到了多少人為的破壞？

臺中市環保局除了規劃落實河川污染整治工作外，曾提出「100 年度臺中市河川、海域水體水質監測計畫」，將臺中縣市合併前之監測計畫內容加以整合，以作為長期背景資料之建立，另量測各河川及區域排水之流量等，以便估算各河段間之污染程度。政府相關單位執行了許多監測計畫，但缺乏了長期的資料分析，因此，本研究利用地理資訊系統(GIS)，根據大甲溪、大安溪及烏溪(又稱大肚溪)所有檢測站的數據，分析近五年(2010.1~2014.12)河川的水質環境變化。水體水質監測最直接的效益在於提供水體品質的相關資訊，並提供各界瞭解週遭水體環境現況，喚起社會大眾關心水環境保育的意識，進而達到保障民眾親水、用水安全之目的。因此，計畫性的水體水質監測作業，可以瞭解水質歷史變化趨勢，評估污染整治成效，進而作為研擬水污染防治策略時之重要參考依據。

1.2 研究目的

本研究選定中部地區之主要三大河川水系(大安溪、大甲溪及烏溪)為研究對象。資料蒐集，包含各水系的水文、地文資料及環保署網站提供之河川水質月監測資料，監測項目包含水溫、pH 值、導電度、溶氧量、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、大腸桿菌群及氨氮，共 9 項，時間為近五年(2010~2014 年)的數據蒐集。研究方法係利用 ArcGIS 繪圖分析各檢測點之水質檢測值之變化，成果可以時序列之動態圖展示，藉此了解污染點及污染值的時空演變。

1.3 各項檢測值之介紹

本研究分析的檢測項目以 9 項月檢測資料為主。有水溫、酸鹼值、導電度、營養(電極法)、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、大腸桿菌群及氨氮。以下簡介各項目的特性。

1.3.1 水溫

水溫係表示水的冷熱程度，是檢驗及評估水體品質的一項重要物理參數。水溫的變化以受氣候影響為主，而廢污水排放也會對水溫造成影響。水溫會影響水的密度、黏度、蒸氣壓、表面張力等物理性質，在化學方面可影響化學反應速率及氣體溶解度等，在生物方面可影響微生物的活性及代謝速率等。一般水溫可以經校正之溫度計量測。

1.對一般的物質而言，當溫度上升時，體積膨脹，密度會變小；當溫度降低時，體積縮小，密度會變大。

2.但是水的密度卻有一個很特殊的性質：

(1) 在溫度 4°C 以上，水與大部分物質一樣，隨著溫度上升，體積膨脹，密度變小。

(2) 可是在 4°C 以下，水的體積反而隨著溫度下降而膨脹，密度減小，如下

圖 1-1 及下圖 1-2。[1]

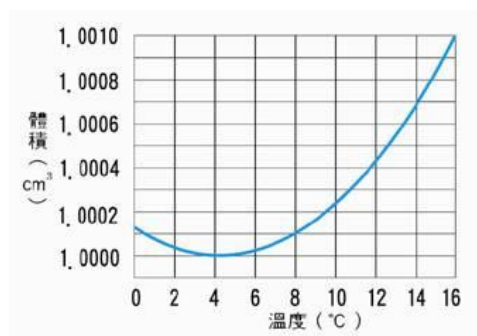


圖 1-1 1 公克的純水在不同溫度時所占的體積

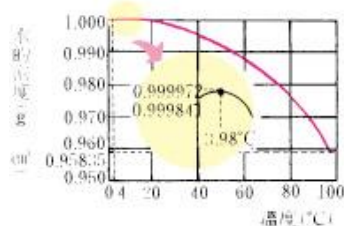


圖 1-2 純水的密度與溫度的關係圖

1.3.2 酸鹼值

pH 值，亦稱氫離子濃度指數、酸鹼值，是溶液中氫離子活度的一種標度，也就是通常意義上溶液酸鹼程度的衡量標準。這個概念是 1909 年由丹麥生物化學家瑟倫·索倫森（Søren Peder Lauritz Sørensen）提出的。「pH」中的「H」代表氫離子（H⁺），而「p」的來源則有幾種說法。第一種稱 p 代表德語「Potenz」，意思是力度、強度；第二種稱 pH 代表拉丁文「pondus hydrogenii」，即「氫的量」；第三種認為 p 只是索倫森隨意選定的符號，因為他也用了 q。現今的化學界把 p 加在無量綱量前面表示該量的負對數。

一般情況下（25℃、298K 左右），當 pH 小於 7 的時候，溶液呈酸性，當 pH 大於 7 的時候，溶液呈鹼性，當 pH 等於 7 的時候，溶液為中性。pH 值允許小於 0，如鹽酸（10 mol/L）的 pH 為-1。同樣，pH 值也允許大於 14，如氫氧化鈉（10 mol/L）的 pH 為 15。

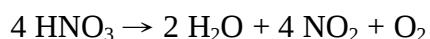
濃酸的危險性：

濃酸常有強烈腐蝕性，有些還伴有其他特性，如具有強氧化性和脫水能力的濃硫酸，能對人體造成嚴重的化學燒傷。

濃酸的特性：

濃氫氯酸含 35%氯化氫分子，濃度約為 11M，是無色液體，具高度揮發性和腐蝕性。

濃硝酸含 70%HNO₃ 分子，濃度約為 16M，是無色液體（但很多時候因有分解反應令濃硝酸溶有紅棕色的二氧化氮），具高度揮發性，易分解出有毒的二氧化氮氣體，硝酸有極強氧化性，因此造成極強腐蝕性。自我分解反應如下：



濃硫酸含 98%硫酸分子，濃度約為 18M，是無色油狀液體，不具揮發性，但具極強的腐蝕性、氧化性和脫水性。

將如此危險的藥物帶進家中，保管與使用上都要非常小心。剛開始的時候，大家都會很小心的使用，但在逐漸熟悉之後，不論是誰都可能掉以輕心，大半的事故都是這樣發生的。[2]

1.3.3 導電度

一、理論

導電度 (Conductivity) 為將電流通過 1 cm^2 截面積，長 1 cm 之液柱時電阻 (Resistance) 之倒數，單位為 mho/cm ，導電度較小時以其 10^{-3} 或 10^{-6} 表示，記為 mmho/cm 或 $\mu\text{mho/cm}$ 。導電度之測定需要用標準導電度溶液先行校正導電度計後，再測定水樣之導電度。

導電度與電阻值均用來表示水中導電物質的多寡。導電度與電阻兩者二者互為倒數。一般處理水的導電度較高，因此水質可以用導電度來表示；至於純水，尤其是超純水，由於導電度極低，因此以電阻值來表示較方便。純水和超純水並無明確的定義上通常一公升的水中其雜質含量低於一公克(1mg/L)即可稱為純水，至於超純水，則通常指電阻值在 $10\text{M}\cdot\text{ohm}\cdot\text{cm}$ ($=1\times 10^6\text{ ohm}\cdot\text{cm}$) 以上的純水。

導電度的大小與水中解離之離子含量之多寡以及溫度有關。一般物質在水中解離產生電流，陽離子跑向陰極，陰離子跑向陽極，大多數的無機酸、鹼以及鹽類均是很好的導電體，但是某些有機分子如蔗糖及苯在水中不易解離，導電度相當小。導電度之測定，可以用標準導電度溶液先行調整導電度計再行測定。

有些導電度計可測定導電度範圍很小，或者即使很廣，其靈敏度很差，只適合用於海水或半鹹水，有些又只適合於淡水，因此宜備有至少兩部導電度計，一部測定鹹水，一部測定淡水用。

二、導電度的重要性

由於導電度之測定相當簡便，導電度計亦方便攜帶至現場使用，在環境監測上，水之導電度常被用來評估水體是否遭受污染的指標，用途相當廣泛。尤其因為海水及淡水之導電度差距非常大，在海岸地區監測是否有海水入侵現象時，導電度更屬不可或缺之指標之一。

灌溉水品質之等級，導電度為重要之評估標準之一，依美國鹽性研究所之分級，將水導電度分為六級，自 C-1 至 C-6，灌溉水之導電度可由 $0\sim 250$ 微姆歐/公分的 C-1 級至 $>6,000$ 微姆歐/公分的 C-6 級，鹽分越多愈不適合灌溉，台灣省灌溉水質標準亦有導電度小於 750 微姆歐/公分之限值，亦即 C-2 級以內者，才符合灌溉水標準。[3]

1.3.4 溶氧(電極法)

一、理論

自然界的水，由於與大氣接觸，或多或少溶解氧氣，這些氧氣稱為水中溶氧(dissolved oxygen, DO)。水體中溶氧濃度經常受到系統中生物，物理及化學程序之影響，隨之改變。由於幾乎所有的生物，均仰賴溶氧的維持代謝程序，並產生能量來生長與再生細胞，水中溶氧濃度與水生生物相當重要。

二、溶氧(DO)電極的結構原理及溶解氧(DO)電極的使用

- 1.溶氧電極：溶氧（DO）是溶解氧（Dissolved Oxygen）的簡稱，是表水溶液中氧的濃度的參數溶氧電極是一種基於極譜原理的測定溶解在液體中的氧的電流型電極。
- 2.溶氧電極的分類：測定 DO 的方法有多種：如化學 Winkler 法，電極方法，質譜儀等。這裡主要介紹電極方法。溶氧電極最早是由 Clark（1956）發明的。它是由一透氣薄膜復蓋的電流型電極。DO 電極可分為兩類：原電池（Galvanic）型和極譜（Polargraphic）型。

(1)DO 電極測定原理：原電池型

一般由貴金屬，如白金、金或銀構成陰極；由鉛構成陽極。在電解質如 KCl 或醋酸鉛存在下便形成 $PbCl_2$ 或 $Pb(AcO)_2$ 。原電池型電極無需外加電壓。極譜（Polargraphic）型電極需要外加 0.6-0.8V 的極化電壓。一般由貴金屬，如白金或金構成陰極；由銀構成陽極。極譜型電極需外加一恒定的電壓 0.7V。電解質參與了反應，因此，在一定的時間間隔必須補充電解質極譜型 DO 電極。

(2)極譜型：

電極一般壽命較長，但價格較貴。輸出電流相差數量級。電極響應時間一般為 90S。用來測定 Kla 或過渡現象似乎較困難。有些電極的響應可以做到 30 以下。

3.DO 電極結構

一般由陰極、陽極、電解質和塑料薄膜構成，陰極一般陰極材料的要求很高，如白金或銀度在 99.999%以上。

(1)原電池型電極

原電池型電極的表面要求平面光滑，其面積大小與還原電流成正比。一般直徑採用 5-10mm。其還原電流在 28°C 時為 5-25 μ A，因此，不用專門的電子放大器便可通過串聯一電位直接接到全程 5 或 10 mV 的自動電位差記錄儀上。

(2)極譜型電極

極譜型電極的陰極表面做得很小，一般其直徑在 1-50 μ m 的範圍，形成的還原電流在 nA 級，因此，需要專門的電子放大裝置。陽極原電池型的陽極材料同樣要求很高，純度在 99.999% 以上。一般陽極作成圓筒狀，其表面積需陰極面積大數十倍，這對極譜型電極容易做到，故它可以做得較小。原電池型的陽極就得大許多，才能滿足這種比例要求。電解質 一般對電解質的配方視為機密，商家不易公開。電解質的配制很講究，需用無離子水，一些污染的離子會嚴重影響電極的性能。所用藥品試劑要求至少用 AR 級的。電解質有用，KOH;KCl，Pb (AcO) 2 等。薄膜一般採用聚四氟乙烯 (F4) 或聚四氟乙烯-聚六氟丙烯的共聚體，也曾採用聚氯丙烯，聚乙烯，聚丙烯等。其主要性能符合 DO 電極的耐高溫 (>200°C)，透氣性能好的要求。其厚薄也很有講究，膜越薄，靈敏度越高，一般在 0.01-0.05mm 的範圍。膜性能對一個好的電極響應非常重要。需要膜對氧具有高度的透性和對 CO₂ 低的透性。

(3)電極響應

當然，電極的結構將會極大影響電極的性能。壓力補償膜罐內使用的電極一般都裝備有壓力補償膜，小型玻璃發酵罐用的電極通常採用氣孔平衡式。壓力補償膜重是應付高壓滅菌時電解質受熱膨脹的需要。一般多採用硅膠製造。

4.工作原理：

對原電池型的電極，非常重要的一點是主要阻力應落在薄膜上，即薄膜的阻力遠大於液膜阻力，這樣被測液體的流動引起的阻力的變化對氧擴散的影響可以減到最小。基於這一原理，原電池型電極在測量粘稠的發酵液中的 DO 時，應盡量使用厚一點的薄膜，這樣可使液膜阻力的變化，從而輸出電流的波動小一些。對極譜型電極，則流體運動對電極的輸出沒有影響。

三、注意事項：

事實上，DO 電極測定的不是溶解氧濃度，而是氧活度或者是氧分壓。通常用空氣或不含氧的氮氣來標定 100%和零點。液體中真正的溶解氧濃度可以用化學法測定。[4]

1.3.5 生化需氧量

一、理論

生化需氧量(biochemical oxygen demand, BOD)係指水中有機物質在某一特定的時間及溫度下，由於微生物的生物化學作用所耗用的氧量。BOD 值的大小可表示生物可分解的有機物的多少，用以指示水中有機物污染的程度。

在自然的條件下，許多在水中的有機物是會分解的，分解的程序以微生物進行氧化作用為主，完全的分解可使有機物氧化成 CO_2 與水。BOD 之測定基於此原理是一種生物分析，應提供微生物在實驗進行期間良好的環境條件進行生物化學作用，這些環境條件諸如無有毒物質、存在細菌生長的營養成分如氮、磷、鈣、鎂、鐵及微量元素等。在某些狀況之下，水樣不含適量之微生物，則需予以植種(seeding)，這在高溫、pH 過高或過低、經消毒之水樣常發生。

二、生化需氧量測定數據之重要性

BOD 是測量生物性可氧化有機物的唯一方法，在環境科學或工程上具有廣泛用途。由於 BOD 可指示水中有機物污染的程度，故舉凡水體之水質標準分類、放流水標準擬定、河川污染程度評估及環保稽查處分等等法令或工作，均以 BOD 測定結果為重要依據。

污水處理工作上，BOD 資料之應用亦相當重要，諸如污染負荷之計算、設計處理單元、污水處理效率之評估等，均經常依據 BOD 測定數據來執行。因此，BOD 之測定，在環境科學或工程的領域中，是無可避免的工作。

當水中微生物分解有機物時，所耗掉的氧氣為生化需氧量 (biochemical oxygen demand, BOD)。而這要測量五天，因為據說泰晤士河的河水從上游流到下游須要花費五天的時間；那麼，微生物在五天中分解有機物所需要的氧氣則稱為五天生化需氧量 BOD₅。

經由測量生化需氧量，富蘭克南也發現到在已遭受污染的河川中，空氣自然溶入水中所增加的溶氧並不能滿足微生物分解有機物所需的氧氣量。因此，如果要改善河川污染，不能單靠大自然本身的淨化作用，而必須管理河川，例如設立處理污水設施，管制污水排放。富蘭克南所提出的溶氧與生化需氧量，至今仍然是人們保護河川最主要的兩項參考指標。[5]

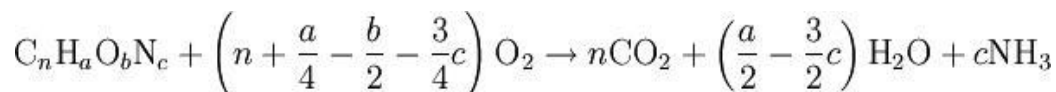
1.3.6 化學需氧量

化學需氧量（英語：COD，Chemical Oxygen Demand）是以化學方法測量水樣中有機物被強氧化劑氧化時所消耗之氧的相當量，用以表示水中有機物量的多寡。水樣在一定條件下，以氧化 1 升水樣中還原性物質所消耗的氧化劑的量為指標，折算成每升水樣全部被氧化後，需要的氧的毫克數，以 mg/L 表示。它反映了水中受還原性物質污染的程度。該指標也作為有機物相對含量的綜合指標之一。

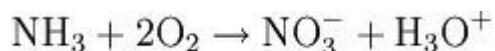
化學需氧量還可與生化需氧量（BOD）比較，BOD/COD 的比率反映出了污水的生物降解能力。一般測量化學需氧量所用的氧化劑為高錳酸鉀或重鉻酸鉀，使用不同的氧化劑得出的數值也不同，因此需要註明檢測方法。為了統一具有可比性，各國都有一定的監測標準。

一般多選用重鉻酸鉀迴流法，因重鉻酸鉀氧化力較其他氧化劑強，對大部分的有機物的氧化可達理論值的 95-100%。以重鉻酸鉀迴流法測定水樣 COD 值時，可採用密閉迴流或開放迴流法，由於前者所用試劑量少，產生的廢液量少，對環境較友善。

COD 的檢測基礎是基於幾乎所有的有機化合物在酸性條件下與強氧化劑作用都可完全氧化成二氧化碳。有機物氧化成二氧化碳、氮及水與所需的耗氧可用下式表示：



上式中的需氧量並不包括氮可進一步氧化成硝酸鹽類。氮轉變成硝酸鹽類的過程我們稱之為硝化反應。其方程式如下：



當我們需要知道硝化反應的耗氧量時可由上式中求得。二鉻酸根不會將氮氣化成硝酸鹽，所以在標準的化學需氧量測定中硝化反應的耗氧量可忽略不計。國

際標準化組織制定了標準的方法 ISO6060 用來測量化學需氧量。[6]

1.3.7 懸浮固體

一、理論

懸浮固體係指水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態之有機或無機性顆粒，這些顆粒一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體會阻礙光在水中的穿透，其對水中生物影響與濁度相類似；懸浮固體若沉積於河床，則會阻礙水流，若沉積於水庫庫區，則可能減少水庫的蓄水空間。

二、固體物測定的重要性

水中懸浮固體物的測定，在污水分析上相當重要，在事業放流水排放標準中，對各行業之放流水中懸浮固體物含量，均有詳細的規定，這是因為在污染程度之研判上，它具有指標的作用。而在一般污水處理單元設計上，污水中固體物亦為移除之重點，故固體物測定可用於評估處理方法之效率。

水中溶解固體物含量，是飲用水水其標準中之重要項問之一，在台灣省自來水水質標準中，訂有 500 毫克/升之限值，故在飲用水之處理程序中為考慮之指標之一。

三、影響水體污染的主要污染物按釋放污染種類可分為物理、化學、生物等幾方面：

物理方面：指的是顏色、濕度、溫度、懸浮固體和放射性等。

(1)顏色：純淨的水是無色透明的。天然水經常呈現一定的顏色，它主要來源於植物的葉、根、莖、腐植質以及可溶性無機礦物質和泥沙。當各種工業廢水如紡織、印染、染料、造紙等廢水排入水體後，可使水色變得極為複雜。顏色可以說明所含污染物的含量。

(2)濁度：主要由膠體或細小的懸浮物所引起，不僅沉積速度慢而且很難沉積。由生活污水中鐵和錳的氫氧化物引起的濕度是十分有害的，必須用特殊方法才能除去。

(3)溫度：天然地表水的溫度一年中隨季節變化在 0—35℃ 之間，地下水溫度比較穩定。由於排放的工業廢水引起天然水體溫度上升，嚴重的可

形成熱污染。

- (4)懸浮固體：由於各種廢水排入水體的膠體或細小的懸浮固體的存在。可影響水體的透明度，降低水中藻類的光合作用，限制水生生物的正常運動，減緩水底活性，導致水體底部缺氧，使水體同化能力降低。[7]

1.3.8 大腸桿菌群

一、理論

大腸桿菌（學名：Escherichia coli，通常簡寫：E. coli）是人和動物腸道中最著名的一種細菌，主要寄生於大腸內，約占腸道菌中的 1%。是一種兩端鈍圓、能運動、無芽孢的革蘭氏陰性短桿菌。除某些菌型能引起腹瀉外，一般不致病，能合成維生素 B 和 K，對人體有益。

其屬名埃希氏菌（Escherichia）來源於其發現者 Theodor Escherich。大腸桿菌是腸桿菌科的一員，經常作為細菌的模式生物廣泛用於科學研究。

每個人每天平均從糞便中排出 10^{11} 到 10^{13} 個大腸桿菌。各種糞便細菌和類似的生活在土壤或植物降解物中的細菌（最常見的是產氣腸桿菌，學名 Enterobacter aerogenes）一起被歸為「大腸菌群」（coliform）。大腸菌群為好氧細菌或兼性厭氧菌，不形成內孢子，能發酵乳糖產生酸及氣體的一群微生物。

在水淨化和污水處理領域，因大腸桿菌在糞便中數量極多，故常用為檢查水源是否被糞便污染的標誌，其測量標準為大腸菌群指數。此外大腸桿菌多數情況下無害，不會從實驗室「逃脫」而傷害人類。利用大腸桿菌作為糞便污染的指示物也可能產生誤導性的結論，因為其它環境如造紙廠中，大腸桿菌也可大量存在。

二、一般無害的大腸桿菌在以下三種情況下也會導致疾病：

- 1.當細菌離開腸道進入泌尿道可以導致感染，由於性交會導致細菌進入膀胱，有時被稱作「蜜月膀胱炎」。尿路感染儘管對女性更為普遍，但兩性都可能發生。老年中發病男女比例大體相同。因為細菌總是通過尿道進入泌尿系統，廁所的不衛生會升高感染機率，但其它因素也很重要（如女性懷孕，男性前列腺肥大），還有一些原因不明。

- 2.當細菌由於如潰瘍等導致的穿孔進入腹腔，通常會導致致命性的腹膜炎感染。然而，大腸桿菌對一些抗生素，如鏈黴素非常敏感，一般情況抗生素能夠有效治療。
- 3.大腸桿菌的某些株具有毒性（其中一些類似導致痢疾的毒素），可以導致食物中毒，通常是因為使用了被污染的肉類。疾病的嚴重程度可以相差很多，尤其對兒童、老人和免疫缺失病人可以是致命的，但通常是溫和的。大腸桿菌的內毒素可能對熱穩定或不穩定。後者的結構和功能與霍亂毒素相當接近，全毒素包含一個 A 亞基和五個 B 亞基。B 亞基起黏附作用，使毒素進入腸道細胞，而 A 亞基斷裂出來，使得細胞脫水引起腹瀉。

三、大腸菌類具有下列特性：

- 1.易偵測及辨別。
- 2.致病菌存在時亦存在。
- 3.存在之量比致病菌多，有比例關係。
- 4.不會出現在未受污染水中，且具有致病菌之特徵。

常見的大腸菌類分析結果有兩種表示法，依分析方法不同，一種係以 CFU/100 毫升為單位，一種則以 MPN/100 毫升為單位。MPN 為 most probable number 之縮寫，譯為最大可能數，它是基於統計上 Poisson 分布而定出。

四、大腸菌類測定之重要性

水中大腸菌類密度之分析結果，可呈現水質中大腸菌類細菌生長概況，當大腸菌類密度高時，不僅顯示水中有機化合物、氮素、磷、硫、微量元素等成分供給充分，亦顯示水中致病性之病原菌含量可能很高，對人體產生危害之機會大，因此，水體水質之環境監測工作上，經常必須測定水中之大腸菌類密度，例如飲用水、公共給水、各事業放流水等之例行性水質分析，大腸菌類亦為重要分析項目之一。[8]

1.3.9 氨氮

一、理論

氨氮是指水中以游離氨（ NH_3 ）和銨離子（ NH_4^+ ）形式存在的氮。動物性有

機物的含氮量一般植物性有機物為高。同時，人畜糞便中含氮有機物很不穩定，容易分解成氨。因此，水中氨氮含量增高時指以氨或銨離子形式存在的化合氮。

含氮有機物主要來自動物排泄物及動植物屍體之分解，分解時先形成胺基酸，再依氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮程序而漸次穩定。因此當水體中存在氨氮可表示該水體受污染時間較短。

二、對人體健康的影響

水中的氨氮可以在一定條件下轉化成亞硝酸鹽，如果長期飲用，水中的亞硝酸鹽將和蛋白質結合形成亞硝銨，這是一種致癌因子，對人體健康極為不利。

三、對人體環境的影響

氨氮對水生物起危害作用的主要是游離氨，其毒性比銨鹽大幾十倍，並隨鹼性的增強而增大。氨氮毒性與池水的 pH 值及水溫有密切關係，一般情況，pH 值及水溫愈高，毒性愈強，對於的危害類似於亞硝酸鹽。

四、氨氮對水生物的危害有急性和慢性之分

- 1.慢性氨氮中毒危害：飲食降低，生長緩慢，組織損傷，降低氧在組織間的輸送。魚類對水中氨氮比較敏感，當氨氮含量高時會導致魚類死亡。
- 2.急性氨氮中毒危害：水生物表現亢奮、在水中喪失平衡、抽搐，嚴重者甚至死亡。[9]

1.4 各項檢測值之標準值

河川污染程度指數目前環保署用於評估河川水質之綜合性指標為「河川污染程度指數，River Pollution Index」簡稱「RPI」。RPI 指數係以水中溶氧量（DO）、生化需氧量（BOD5）、懸浮固體（SS）、與氨氮(NH₃-N)等四項水質參數之濃度值，來計算所得之指數積分值，並判定河川水質污染程度。RPI 之計算及比對基準。如下表 1-1 所示：[10]

表 1-1 河川污染指數標準

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶 氧 量	DO $\geq$ 6.5	6.5>DO $\geq$ 4.6	4.5 $\geq$ DO $\geq$ 2.0	DO<2.0

(DO)mg/L				
生化需氧量 (BOD5)mg/L	$BOD5 \leq 3.0$	$3.0 < BOD5 \leq 4.9$	$5.0 \leq BOD5 \leq 15.0$	$BOD5 > 15.0$
懸浮固體 (SS) mg/L	$SS \leq 20.0$	$20.0 < SS \leq 49.9$	$50.0 \leq SS \leq 100$	$SS > 100$
氨氮 (NH3-N)mg/L	$NH_3-N \leq 0.50$	$0.50 < NH_3-N \leq 0.99$	$1.00 \leq NH_3-N \leq 3.00$	$NH_3-N > 3.00$

表 1-2 保護生活環境相關環境基準－陸域地面水體

分級	基準值				
	溶氧量	生化需氧量	懸浮固體	大腸桿菌群	氨氮
甲	6.5 以上	1 以下	25 以下	50 以下	0.1 以下
乙	5.5 以上	2 以下	25 以下	5,000 以下	0.3 以下
丙	4.5 以上	4 以下	40 以下	10,000 以下	0.3 以下
丁	3 以上	—	100 以下	—	—
戊	2 以上	—	無漂浮物且 無油污	—	—

備註：保護生活環境相關環境基準，各項基準值單位如下：

1.大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數。

2.其餘：毫克/公升。[11]

第貳章 文獻回顧與探討

人類而言，近年來，由於工業的發展快速，大量的排放廢水，使得週遭環境破壞，不只水質被污染，河床上的生物也因此消失。所以，愛護現有的環境，是件重要的事。以下舉例近年來兩則有關環境污染的新聞做探討。

2.1 水質污染案例一

根據報導，桃園縣府環保局貓頭鷹稽查人員於 2014 年 9 月 18 日深夜分別在龜山鄉及大園鄉查獲偷排污染河川，瑞人金屬公司私接塑膠軟管，將製程廢水偷排至道路側溝，嚴重污染塔寮坑溪，遭重罰至少 12 萬元並勒令停工，而億碩公司冷卻水塔溢流，將粉塵一併排入雨水道，污染老街溪，罰款 7 萬並限期 3 天內改善。

貓頭鷹稽查人員 18 日深夜巡查龜山鄉塔寮坑溪沿岸工廠，發現龍校街 119 巷內道路側溝有不明廢水排放，循水路上游追查，發現瑞人金屬公司正在排放黃褐色廢水，採樣檢測 pH 值和水溫雖都符合放流水標準，但因水色異常，仍進廠稽查。

稽查人員發現，員工利用 4 個沉水馬達抽取 4 個槽體廢水再私接塑膠軟管，直接將廢水引入廠內雨水溝，再流出廠外，蓄意繞流偷排廢水，污染塔寮坑溪，當場責令廠方立即停止排放廢水，除依違反《水污染防治法》至少重罰 12 萬元並勒令停工處分。

環保局認為瑞人金屬廢水處理專責人員未善盡職責，將依《環境保護專責單位或人員設置及管理辦法》規定，向環保署報請追究行政責任，廢止其合格證書。

同組稽查人員隨後轉往大園工業區，發現工業區雨水道排出不明渾濁泥狀廢水，往上游追查至億碩公司前方溝渠，進場查看卻發現廠區雨水溝內積滿粉塵，稽查人員核對後，確認是溝內碳化矽粉塵未定期清理，導致粉塵隨著冷卻水塔溢流的冷卻水流出廠外，污染老街溪。

稽查人員除要求立即停止排放，限期 3 天內將溝內粉塵清除乾淨，依法告發，裁罰 7 萬元。(中國時報，記者甘嘉雯/桃園報導，9/20/2014)。[12]

2.2 水質污染案例二

日月光在 2013 年 10 月間涉嫌偷排廢水污染後勁溪，經過一審判決 4 人緩刑、1 人無罪，該公司則被判罰新台幣 300 萬元。環保團體於 2013 年 10 月 20 日接獲消息後，大呼不符合社會正義，認為這個結果形同沒有人為污染負責，無法遏止類似案件再度發生。

喧騰一時的日月光污染案一審結果不如環保團體預期。除了該公司被開罰新台幣 300 萬罰金外，被告 5 人均獲判緩刑或無罪。至於董事長張虔生、副總林顯堂等高層，在去年雄檢偵結時，就因不知情、沒指示，獲不起訴處分。

地球公民基金會表示，日月光是污染後勁溪的累犯，在 2011 年到 2013 年間曾被環保局開罰 25 次，這次更是惡意稀釋廢水、誤導稽查員，危害下游農漁產業。他們認為，要不是上層授意，下層員工根本不敢惡意違法，但整起案件沒有追訴到董事長張虔生，所有被告又是緩刑，等於沒有人為此案負責；至於 300 萬元罰金，對於營收 200 億的大公司來說，根本是九牛一毛。

日月光 5 名被告是因為涉嫌偷排廢水污染河川，依公共危險等罪被提起公訴，但因罪證不足，在污染河川部分都不起訴。地球公民基金會主任蔡卉荀說，日月光應該負有舉反證的責任，否則後勁溪所有工廠都可以為所欲為、任意偷排。她說：『我們覺得這個對後勁溪來說真是一件很悲哀的事情，因為後勁溪不是只有日月光，還有很多其他家廠商，以後大家都一起排入、一起污染，反正也找不出兇手是誰，大家都沒有罪責。所以我們認為這個判決完全沒有辦法彰顯環境正義，沒有辦法保護環境未來不會發生同樣的事情。』

環境律師詹順貴則認為，後勁溪被長期污染是事實，只要日月光確實有偷排廢水、降低水質，就構成污染條件，不能把偷排的單一事件跟歷史共業混為一談，而不開罰日月光。另外，高雄市環保局在事發後超過 40 天才去採樣水質，導致證據難以判斷，也有放水之嫌。他強調，司法有其侷限性，面對環境污染，政府機關應該加強執法、落實稽查，才是根本之道。(中央廣播電台，記者沈雅雯/綜合報導，10/20/2014)。[13]

2.3 水環境污染描述

現今國際社會上，每個人皆會關注的議題，就是全球環境污染的問題，如氣候變化、臭氧層破壞、酸雨、淡水資源缺乏及水污染、生物多樣性減少、土地沙漠化、森林破壞、海洋污染毒性化學物質或有害事業廢棄物越境轉移等問題(楊冠政，1992)[19]。在 1962 年美國卡遜女士發表的「寂靜的春天」開始，讓人類深刻地體會到地球環境的嚴重污染與破壞，其中以水污染最受民眾詬病與不滿(李永展等人，2000)。[20]

第參章 研究方法

3.1 研究流程

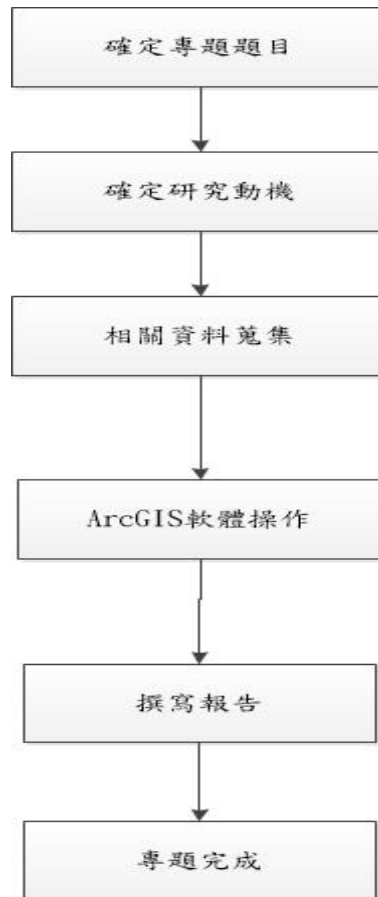


圖 3-1 研究步驟

如圖 3-1 所示，本研究先擬定專題的題目，接著討論為何要研究這個主題，再依據組員的能力與專長，進行任務的分工，並搜尋相關資料。其中包括至環保署的網站，搜集三個河川（大甲溪、大安溪及烏溪）所有檢測站的檢測資料，並透過 ArcGIS 分析數據，撰寫報告。

3.2 人力配置與甘特圖

本組共有 5 位成員，依工作內容共分為四大項，依組員之能力與興趣分配工作。如表 3-1 所示。

表 3-1 專題人力分配表

人員 項目	陳俐文	邱煜哲	林佳俊	林泳宇	林啟任
文獻蒐集	P	S	S	S	S
軟體操作	S	S	S	S	P
書面撰寫	S	S	P	S	S

P：主要負責的同學(primary responsibility)

S：次要負責的同學(support responsibility)

本研究將工作內容分為 9 個項目，預計工作時間從 2015 年 3 月到 2016 年 5 月。依照工作的實際完成時間如下表。如表 3-2 所示。

表 3-2 甘特圖

編號	項目	2015 年										2016 年				
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
1	題目構想															
2	資料蒐集與整理															
3	撰寫計畫書															
4	軟體練習與操作															
5	撰寫期中報告															
6	期中簡報															
7	資料整合與製作壁報															
8	撰寫期末報告															
9	期末簡報															

3.3 使用工具

此次研究，所使用的軟體，主要有 Google Earth，ArcGIS 及座標轉換程式。
軟體及工具之介紹如下：

3.3.1 Google Earth

Google 地球（英語：Google Earth）是一款 Google 公司開發的虛擬地球儀軟體，它把衛星相片、航空照相和 GIS 布置在一個地球的三維模型上。

Google 地球使用了公共領域的圖片、受許可的航空照相圖片、KeyHole 間諜衛星的圖片和很多其他衛星所拍攝的城鎮相片。有些圖片是 Google Map 沒有的，Google Earth 可以為你找到你想要的答案。主要的版本分為免費版與專業版兩種。它的主要功用有維基百科和 Panoramio、模擬飛行器、星空、街景檢視、歷史圖片、水體和海洋、火星、月球及網頁瀏覽器等。[14]

3.3.2 ArcGIS

ArcGIS 是由 ESRI 出品的一個地理資訊系統系列軟體的總稱。依不同應用平台分成以下版本：

1.桌面版本：以功能等級而區分的套件：ArcReader、ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo，而高級的套件是較低級套件加上其他進階功能。

2.伺服器版本：以功能等級（基本、標準、進階）而區分為 ArcIMS (web mapping server)，ArcGIS Server 與 ArcGIS Image Server。

3.移動版：ArcGIS Mobile 與 ArcPad。

ArcGIS 8.0 在 1999 年首先上市，結合了 ArcView GIS 3.x 的可視化用戶介面和一些 Arc/INFO 7.2 的功能。此次新推出的 ArcGIS 軟體套裝包括了一個將傳統的命令行模式的 Arc/INFO 工作站和全新的圖形用戶介面整合的產物，稱之為 ArcMap，同時推出的還有用於管理 ArcGIS 文件的 ArcCatalog。

2004 年 5 月，ArcGIS 9 再度上市。它包括了供開發者使用的 ArcGIS Server 和 ArcGIS Engine。新增的 Geoprocessing 工具能夠將傳統的 GIS 處理工具諸如剪切、覆蓋、空間分析等進行交互式的連接，甚至可以是任何符合 COM 規範的腳本語言。ArcGIS 9 也具有可視化編程環境，類似於 ERDAS IMAGINE 的建模工具。

2008 年 7 月 26 日，ESRI 發布了 ArcGIS 9.3，這個新版本擁有更多新的建模工具及地統計分析錯誤追蹤功能，伺服器版還提升了性能及對基於角色的安全性的支持。該版本新增了創造混搭應用的功能，可混搭的對象包括 Google Maps 和微軟公司的必應地圖服務。在 9.3 中首次引入了 REST 技術，為 Web 開發提供了更豐富靈活的方式，也成為此後各種 WebAPI 的基礎。

2009 年 5 月，ArcGIS 9.3.1 發布，它提升了動態地圖發布的性能，增強了不同的地理信息格式之間的兼容性。

2010 年，ESRI 宣布之前宣稱的 9.4 版本已被改稱為第 10 版，將於 2010 年第二季度發布，現在的 10.0 版是 2010 年 9 月發布的。在 ArcGIS 10.0 中首次提供了多語言版本，包括中文，日語，法語，德語，西班牙語和英語等 6 個版本。2012 年發布 10.1。而我們這次的研究的軟體，正是使用 ArcGIS 10.0。[15]

3.3.3 大地座標轉換格式

這次的研究，大甲溪、大安溪及烏溪總共有 36 個檢測站，每個檢測站由 Google Earth 找出點位座標，再由成功大學水工所提供的座標轉換程式，進行 TWD67 二度分帶座標值與 TWD97 二度分帶座標值之轉換。由於河川流域底圖為 TWD97 之圖層，因此檢測站之座標採用 TWD97 之座標匯入 GIS 軟體。[16]

3.4 研究內容

環保署每個月定期派員到主要河川經過的區域，進行水質的檢測，檢測的項目有水溫、酸鹼值、導電度、溶氧(電極法)、大腸桿菌、汞，銅，濁度...等。依水系所列之檢測點及檢測項目共 31 項如圖 3-2 所示。舉例 2014 年 6 月份的監測值如 3.4.1~3.4.3 三小節分述之大安溪、大甲溪及烏溪的列表資料。

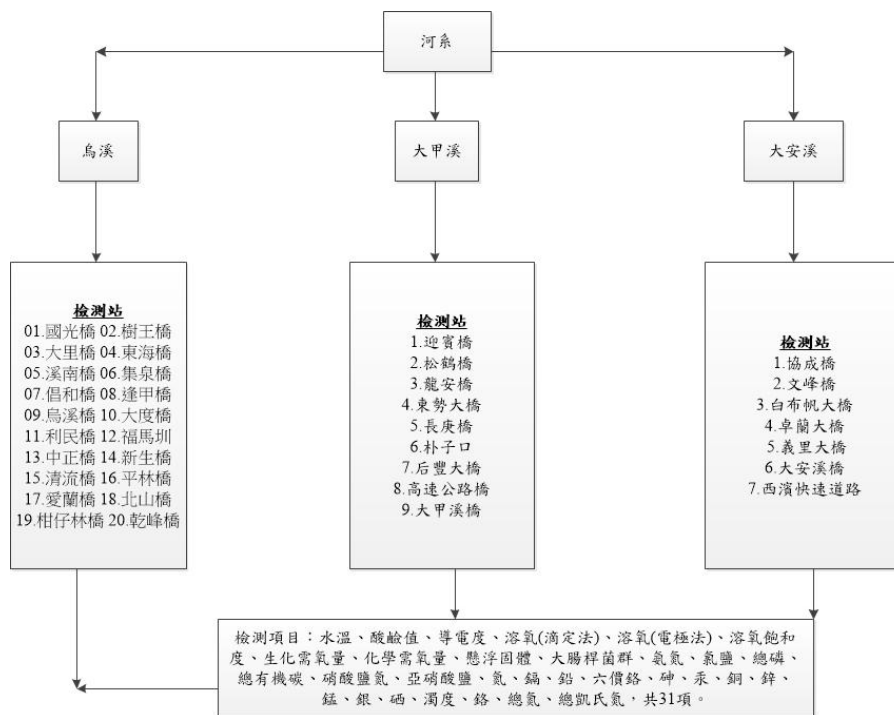


圖 3-2 水質檢測點及分析項目表

全部 31 個檢測項目當中，我們取 9 個月檢測項目做分析。包括水溫、酸鹼值、導電度、溶氧(電極法)、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、大腸桿菌群及氨氮。

3.4.1 大安溪水質環境資料(2014/06/05)

表 3-3 大安溪檢測站水質資料

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	河川污染指數	氣溫	水溫	酸鹼值	導電度	溶氧(滴定法)	溶氧(電極法)	溶氧飽和度
苗栗縣	協成橋	甲	2014/6/5 下午 01:10:00	1343	1	27.2	26	8.6	351	--	9.1	118.3
苗栗縣	文峰橋	甲	2014/6/5 下午 02:00:00	1344	2	28	26.6	8.9	294	--	7.9	103.9
苗栗縣	白布帆大橋	甲	2014/6/5 上午 09:50:00	1104	1.5	24.2	22.2	8.3	403	--	8.5	104.1
苗栗縣	卓蘭大橋(原名為蘭勢橋)	甲	2014/6/5 上午 11:00:00	1105	3.3	27.1	25	8.4	451	--	8.3	104.9
苗栗縣	義里大橋	甲	2014/6/5 上午 11:22:00	1106	2.3	27.8	26.1	8.4	530	--	8.1	103.3
臺中市	大安溪橋	乙	2014/6/5 下午 01:25:00	1107	1.5	27.2	27.1	8.5	420	--	8	102.8
臺中市	西濱快速道路(取代大安溪出海口)	丙	2014/6/5 上午 10:10:00	1108	1.5	28.2	26.7	8.5	416	--	8.6	109

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	生化需氧量	化學需氧量	懸浮固體	大腸桿菌群	氨氮	氯鹽	總磷	總有機碳	硝酸鹽氮
苗栗縣	協成橋	甲	2014/6/5 下午 01:10:00	1343	1.4	5	7.5	4800	0.02	--	0.005	--	2.16
苗栗縣	文峰橋	甲	2014/6/5 下午 02:00:00	1344	3.6	13.5	38.6	120000	0.14	--	0.002	--	1.82
苗栗縣	白布帆大橋	甲	2014/6/5 上午 09:50:00	1104	<1.0	<4.0	31	180	0.01	--	0.004	--	0.43
苗栗縣	卓蘭大橋(原名為蘭勢橋)	甲	2014/6/5 上午 11:00:00	1105	<1.0	<4.0	216	800	0.01	--	0.002	--	0.64
苗栗縣	義里大橋	甲	2014/6/5 上午 11:22:00	1106	<1.0	<4.0	50.3	670	0.33	--	0.004	--	1.07
臺中市	大安溪橋	乙	2014/6/5 下午 01:25:00	1107	1.6	5.5	27.6	5500	0.1	--	0.002	--	1.06
臺中市	西濱快速道路(取代大安溪出海口)	丙	2014/6/5 上午 10:10:00	1108	1.2	4.5	21.8	1100	0.06	1.9	0.002	--	1.14

縣市	測站名稱	水體分類等級	亞硝酸鹽氮	鎘	鉛	六價鉻	砷	汞	銅	鋅	錳	銀	硒	濁度	鉻	總氮	總凱氏氮
苗栗縣	協成橋	甲	--	<0.001	<0.003	<0.002	0.0016	<0.0003	0.001	0.015	0.08	<0.001	--	--	--	--	--
苗栗縣	文峰橋	甲	--	<0.001	0.003	<0.002	0.0007	<0.0003	0.003	0.036	0.121	<0.001	--	--	--	--	--
苗栗縣	白布帆大橋	甲	--	<0.001	<0.003	<0.002	0.0003	<0.0003	0.002	0.018	0.268	<0.001	--	--	--	--	--
苗栗縣	卓蘭大橋(原名為蘭勢橋)	甲	--	<0.001	0.011	<0.002	0.0003	<0.0003	0.004	0.033	0.215	<0.001	--	--	--	--	--
苗栗縣	義里大橋	甲	--	<0.001	0.004	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.002	0.016	0.06	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	大安溪橋	乙	--	<0.001	<0.003	<0.002	0.0003	<0.0003	0.002	0.014	0.046	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	西濱快速道路(取代大安溪出海口)	丙	--	<0.001	<0.003	<0.002	0.0003	<0.0003	0.001	0.012	0.021	<0.001	--	--	--	--	--

表 3-3 所示為大安溪檢測站的資料，包含協成橋等 7 個檢測點及每個測站之檢測項目：氣溫、水溫、酸鹼值、導電度、溶氧(滴定法)、溶氧(電極法)、溶氧飽和度、生化需氧量、大腸桿菌群等 31 個項目。本表由行政院環保署提供。[17]

表 3-4 大安溪水質檢測站的經緯度座標

檢測站地點	原始座標(左邊是東經，右邊是北緯)
協成橋	120：50：09.37， 24：18：29.35
文峰橋	120：49：49.78， 24：18：44.88
白布帆大橋	121：54：28.89， 24：17：37.54
卓蘭大橋	120：49：06.21， 24：18：30.19
義里大橋	120：44：11.55， 24：21：15.18
大安溪橋	120：38：41.70， 24：12：14.07
西濱快速道路	120：36：38.16， 24：24：05.11

表3-4是利用Google Earth標示檢測站所記錄的經緯度座標，大安溪的檢測站有苗栗縣的協成橋、文峰橋、白布帆大橋、卓蘭大橋及義里大橋。臺中市的大安溪橋及西濱快速道路。下圖為大安溪流域衛星圖。



圖3-3 大安溪流域之衛星圖

3.4.2 大甲溪水質環境資料(2014/06/05)

表 3-5 大甲溪檢測站水質資料

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	河川污染指數	氣溫	水溫	酸鹼值	導電度	溶氧(滴定法)	溶氧(電極法)	溶氧飽和度	生化需氧量
臺中市	迎賓橋	甲	2014/6/3 上午 09:10:00	1637	1	16.7	15.9	8.1	224	--	8.3	103.5	<1.0
臺中市	松鶴橋(原為長青橋)	甲	2014/6/3 上午 09:50:00	1109	1	25.1	20.3	7.9	129	--	8.2	98.5	<1.0
臺中市	龍安橋	乙	2014/6/3 上午 11:00:00	1110	1	24.5	21.4	8.1	231	--	8.4	100.8	<1.0
臺中市	東勢大橋(原名東豐大橋)	乙	2014/6/3 下午 01:30:00	1111	1	24.8	20.4	8.2	208	--	9.1	105.7	1
臺中市	長庚橋(取代石岡壩)	乙	2014/6/3 下午 02:30:00	1112	1	24.8	21.3	8.2	214	--	9.1	107	<1.0
臺中市	朴子口	丙	2014/6/3 上午 10:15:00	1113	1	24	21.6	7.9	213	--	8.4	99.1	1.6
臺中市	后豐大橋	丙	2014/6/3 上午 11:14:00	1114	1.5	23.6	21.2	8.2	214	--	9.4	109.6	<1.0
臺中市	高速公路橋	丙	2014/6/3 下午 01:25:00	1115	1.5	25.4	19.8	8	246	--	9.4	106.2	<1.0
臺中市	大甲溪橋	丙	2014/6/3 上午 08:34:00	1116	1.5	25.8	22.5	8.1	234	--	8.8	103	3.4

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	化學需氧量	懸浮固體	大腸桿菌群	氨氮	氯鹽	總磷	總有機碳	硝酸鹽氮	亞硝酸鹽氮	鎘	鉛
臺中市	迎賓橋	甲	2014/6/3 上午 09:10:00	1637	<4.0	1.8	700	0.03	--	0.056	--	0.53	--	<0.001	<0.003
臺中市	松鶴橋(原為長青橋)	甲	2014/6/3 上午 09:50:00	1109	<4.0	<1.0	1200	0.02	--	0.03	--	0.49	--	<0.001	<0.003
臺中市	龍安橋	乙	2014/6/3 上午 11:00:00	1110	<4.0	1.3	930	0.04	--	0.018	--	0.89	--	<0.001	<0.003
臺中市	東勢大橋(原名東豐大橋)	乙	2014/6/3 下午 01:30:00	1111	<4.0	12.3	540	0.05	--	0.043	--	0.81	--	<0.001	<0.003
臺中市	長庚橋(取代石岡壩)	乙	2014/6/3 下午 02:30:00	1112	<4.0	15.2	940	0.06	--	0.008	--	0.9	--	<0.001	0.006
臺中市	朴子口	丙	2014/6/3 上午 10:15:00	1113	<4.0	5	9700	0.05	--	0.059	--	3.95	--	<0.001	<0.003
臺中市	后豐大橋	丙	2014/6/3 上午 11:14:00	1114	<4.0	31	2700	0.02	--	0.022	--	1.03	--	<0.001	0.004
臺中市	高速公路橋	丙	2014/6/3 下午 01:25:00	1115	<4.0	32.6	3600	0.08	--	0.015	--	1.04	--	<0.001	0.004
臺中市	大甲溪橋	丙	2014/6/3 上午 08:34:00	1116	10.7	7.4	8600	0.07	2.9	0.019	--	1	--	<0.001	<0.003

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	六價鉻	砷	汞	銅	鋅	錳	銀	硒	濁度	鉻	總氮	總凱氏氮
臺中市	迎賓橋	甲	2014/6/3 上午 09:10:00	1637	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.001	0.007	<0.005	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	松鶴橋(原為長青橋)	甲	2014/6/3 上午 09:50:00	1109	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.001	0.01	<0.005	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	龍安橋	乙	2014/6/3 上午 11:00:00	1110	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.002	0.017	0.088	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	東勢大橋(原名東豐大橋)	乙	2014/6/3 下午 01:30:00	1111	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.001	0.009	0.022	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	長庚橋(取代石岡壩)	乙	2014/6/3 下午 02:30:00	1112	<0.002	0.0008	<0.0003	0.004	0.011	0.047	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	朴子口	丙	2014/6/3 上午 10:15:00	1113	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.001	0.005	0.01	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	后豐大橋	丙	2014/6/3 上午 11:14:00	1114	<0.002	0.0003	<0.0003	0.001	0.021	0.033	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	高速公路橋	丙	2014/6/3 下午 01:25:00	1115	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.001	0.008	0.058	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	大甲溪橋	丙	2014/6/3 上午 08:34:00	1116	<0.002	<0.0003	<0.0003	0.001	0.007	0.031	<0.001	--	--	--	--	--

表 3-5 所示為大甲溪檢測站的資料，包含迎賓橋等 9 個檢測點及每個測站之檢測項目：氣溫、水溫、酸鹼值、導電度、溶氧(滴定法)、溶氧(電極法)、溶氧飽和度、生化需氧量、大腸桿菌群等 31 個項目。本表由行政院環保署提供。[17]

表 3-6 大甲溪檢測站的經緯度座標

檢測站地點	原始座標(左邊是東經，右邊是北緯)
迎賓橋	121：18：29.35， 24：20：51.98
松鶴橋	121：58：49.13， 24：10：45.72
龍安橋	120：50：16.50， 24：10：18.97
東勢大橋	120：49：17.08， 24：15：39.79
長庚橋	120：46：47.33， 24：17：01.50
朴子口	120：45：57.12， 24：16：38.25
后豐大橋	120：43：22.10， 24：16：57.67
高速公路橋	120：41：40.95， 24：17：02.15
大甲溪橋	120：36：31.71， 24：19：25.11

表3-6是用Google Earth標示檢測站所記錄的經緯度座標，大甲溪的檢測站皆在臺中市。下圖為大甲溪流域之衛星圖。



圖3-4 大甲溪流域之衛星圖

3.4.3 烏溪水質環境資料(2014/06/05)

表 3-7 烏溪檢測站水質資料

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	河川污染指數	氣溫	水溫	酸鹼值	導電度	溶氧(滴定法)	溶氧(電極法)	溶氧飽和度	生化需氧量
臺中市	國光橋	丙	2014/6/5 10 : 25 : 00	1655	2.8	29.5	26.1	7.6	371	--	6.8	85.8	3.3
臺中市	樹王橋	丙	2014/6/5 11 : 10 : 00	1299	3.3	30.7	27.3	7.6	400	--	5.4	68.4	3.8
臺中市	大里橋	丁	2014/6/4 11 : 00 : 00	1125	1.5	30	29.3	7.8	451	--	8.5	112.3	3.4
臺中市	東海橋	丙	2014/6/5 13 : 30 : 00	1130	1	32	28	7.7	345	--	7.7	100.6	2.1
臺中市	溪南橋	丁	2014/6/4 13 : 35 : 00	1126	2.3	30.5	30.2	7.9	460	--	7.6	102.4	3
臺中市	集泉橋	丙	2014/6/5 14 : 20 : 00	1131	1	29	28.6	8.4	409	--	8	104.8	2.7
臺中市	倡和橋	丙	2014/6/5 09 : 25 : 00	1298	1	27	27.1	8.9	320	--	10	128.8	1.8
臺中市	逢甲橋	乙	2014/6/4 09 : 50 : 00	1124	1	27	27	8.6	409	--	8.8	113.2	1
臺中市	烏溪橋	乙	2014/6/4 13 : 20 : 00	1118	3.3	27.2	27.3	8.3	312	--	8.4	107.9	1.1
臺中市	大度橋(原為大肚橋)	丙	2014/6/4 14 : 20 : 00	1119	3.3	27	28.4	7.9	370	--	6.9	89.7	2
彰化縣	利民橋	乙	2014/6/4 15 : 20 : 00	1123	2.5	33.6	31.5	7.7	547	--	7	96.8	3.1
彰化縣	福馬圳	乙	2014/6/4 15 : 10 : 00	1658	3.3	27.2	28.1	7.9	352	--	7.4	95.9	1
南投縣	中正橋	乙	2014/6/4 13 : 40 : 00	1121	1	33	31.4	8.7	490	--	8.3	114.5	1.3
南投縣	新生橋	乙	2014/6/4 09 : 00 : 00	1638	1	27.6	24.6	7.5	114	--	8.5	108.6	1.5
南投縣	清流橋	乙	2014/6/4 10 : 10 : 00	1639	3.3	26.1	21.9	8.2	282	--	8.8	106	<1.0
南投縣	平林橋	乙	2014/6/4 14 : 30 : 00	1122	2.8	33.6	31	7.8	616	--	6.7	91.6	2.9
南投縣	愛蘭橋	乙	2014/6/4 09 : 40 : 00	1127	1	27.5	24.3	6.8	181	--	7.8	98.2	1.6
南投縣	北山橋	乙	2014/6/4 10 : 30 : 00	1128	3.3	27.7	27.1	7.7	305	--	8	105	1.4
南投縣	柑子林橋	乙	2014/6/4 11 : 10 : 00	1129	3.3	29.6	27	7.8	325	--	8	104.5	<1.0
南投縣	乾峰橋	乙	2014/6/4 11 : 30 : 00	1117	3.3	25.4	25.2	8.2	302	--	8.5	107.4	<1.0

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	化學需氧量	懸浮固體	大腸桿菌群	氨氮	氯鹽	總磷	總有機碳	硝酸鹽氮	亞硝酸鹽氮	鎘	鉛
臺中市	國光橋	丙	2014/6/5 10:25:00	1655	9	6.5	180000	1.98	--	0.227	--	1.78	--	<0.001	<0.003
臺中市	樹王橋	丙	2014/6/5 11:10:00	1299	13.5	5.9	580000	2.62	--	0.156	--	1.28	--	<0.001	<0.003
臺中市	大里橋	丁	2014/6/4 11:00:00	1125	10.5	3.2	110000	0.46	--	0.434	--	3.15	--	<0.001	<0.003
臺中市	東海橋	丙	2014/6/5 13:30:00	1130	10	14.6	19000	0.35	--	0.144	--	2.48	--	<0.001	<0.003
臺中市	溪南橋	丁	2014/6/4 13:35:00	1126	11	50	170000	0.35	--	0.224	--	2.02	--	<0.001	<0.003
臺中市	集泉橋	丙	2014/6/5 14:20:00	1131	10	2.7	31000	0.13	--	0.235	--	2.97	--	<0.001	<0.003
臺中市	倡和橋	丙	2014/6/5 09:25:00	1298	8	1.8	8700	0.09	--	0.2	--	3.02	--	<0.001	<0.003
臺中市	逢甲橋	乙	2014/6/4 09:50:00	1124	<4.0	<1.0	5300	0.08	--	0.004	--	1.86	--	<0.001	<0.003
臺中市	烏溪橋	乙	2014/6/4 13:20:00	1118	4.5	517	10000	0.1	--	0.254	--	0.95	--	<0.001	0.018
臺中市	大度橋(原為大肚橋)	丙	2014/6/4 14:20:00	1119	14	374	69000	0.38	--	0.323	--	1.68	--	<0.001	0.014
彰化縣	利民橋	乙	2014/6/4 15:20:00	1123	12.6	28.1	20000	0.59	--	0.192	--	4.07	--	<0.001	0.008
彰化縣	福馬圳	乙	2014/6/4 15:10:00	1658	<4.0	444	27000	0.13	--	0.295	--	1.39	--	<0.001	0.016
南投縣	中正橋	乙	2014/6/4 13:40:00	1121	6.1	5.8	310	0.06	--	0.011	--	0.49	--	<0.001	0.006
南投縣	新生橋	乙	2014/6/4 09:00:00	1638	4.5	5	470	0.13	--	0.117	--	2.46	--	<0.001	0.006
南投縣	清流橋	乙	2014/6/4 10:10:00	1639	<4.0	296	210	0.05	--	0.049	--	0.64	--	<0.001	0.012
南投縣	平林橋	乙	2014/6/4 14:30:00	1122	8.1	44.9	230000	2.81	--	0.329	--	4.49	--	<0.001	0.007
南投縣	愛蘭橋	乙	2014/6/4 09:40:00	1127	7.1	5.6	29000	0.47	--	0.197	--	2.84	--	<0.001	0.006
南投縣	北山橋	乙	2014/6/4 10:30:00	1128	22.7	738	44000	0.16	--	0.306	--	1.99	--	<0.001	0.029
南投縣	柑子林橋	乙	2014/6/4 11:10:00	1129	20.7	667	48000	0.15	--	0.201	--	1.68	--	<0.001	0.03
南投縣	乾峰橋	乙	2014/6/4 11:30:00	1117	<4.0	491	35000	0.09	--	0.424	--	0.92	--	<0.001	0.015

縣市	測站名稱	水體分類等級	採樣日期	測站編號	六價鉻	砷	汞	銅	鋅	錳	銀	硒	濁度	鉻	總氮	總凱氏氮
臺中市	國光橋	丙	2014/6/5 10：25：00	1655	<0.002	0.0005	<0.0003	0.003	0.016	0.064	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	樹王橋	丙	2014/6/5 11：10：00	1299	<0.002	0.0009	<0.0003	0.003	0.015	0.12	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	大里橋	丁	2014/6/4 11：00：00	1125	0.002	0.0014	<0.0003	0.005	0.045	0.094	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	東海橋	丙	2014/6/5 13：30：00	1130	<0.002	0.0011	<0.0003	0.005	0.013	0.07	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	溪南橋	丁	2014/6/4 13：35：00	1126	<0.002	0.001	<0.0003	0.004	0.023	0.127	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	集泉橋	丙	2014/6/5 14：20：00	1131	<0.002	0.0008	<0.0003	0.007	0.03	0.05	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	倡和橋	丙	2014/6/5 09：25：00	1298	0.096	0.0012	<0.0003	0.004	0.011	0.008	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	逢甲橋	乙	2014/6/4 09：50：00	1124	<0.002	0.001	<0.0003	0.003	0.008	0.009	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	烏溪橋	乙	2014/6/4 13：20：00	1118	<0.002	0.0022	<0.0003	0.01	0.066	0.283	<0.001	--	--	--	--	--
臺中市	大度橋(原為大肚橋)	丙	2014/6/4 14：20：00	1119	<0.002	0.0011	<0.0003	0.01	0.058	0.304	<0.001	--	--	--	--	--
彰化縣	利民橋	乙	2014/6/4 15：20：00	1123	<0.002	0.0019	<0.0003	0.003	0.023	0.05	<0.001	--	--	--	--	--
彰化縣	福馬圳	乙	2014/6/4 15：10：00	1658	<0.002	0.0011	<0.0003	0.011	0.056	0.328	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	中正橋	乙	2014/6/4 13：40：00	1121	<0.002	0.0008	<0.0003	0.001	0.014	0.01	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	新生橋	乙	2014/6/4 09：00：00	1638	<0.002	0.0009	<0.0003	0.001	0.009	0.007	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	清流橋	乙	2014/6/4 10：10：00	1639	<0.002	0.0019	<0.0003	0.006	0.039	0.252	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	平林橋	乙	2014/6/4 14：30：00	1122	<0.002	0.0017	<0.0003	0.003	0.031	0.075	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	愛蘭橋	乙	2014/6/4 09：40：00	1127	<0.002	0.0013	<0.0003	0.002	0.024	0.017	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	北山橋	乙	2014/6/4 10：30：00	1128	<0.002	0.0023	<0.0003	0.014	0.085	0.38	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	柑子林橋	乙	2014/6/4 11：10：00	1129	<0.002	0.0012	<0.0003	0.015	0.091	0.375	<0.001	--	--	--	--	--
南投縣	乾峰橋	乙	2014/6/4 11：30：00	1117	<0.002	0.001	<0.0003	0.011	0.058	0.302	<0.001	--	--	--	--	--

表 3-8 烏溪檢測站的經緯度座標

檢測站地點	原始座標(左邊是東經，右邊是北緯)
國光橋	120：40：46.41， 24：07：02.93
樹王橋	120：39：56.39， 24：06：36.16
大里橋	120：41：20.71， 24：05：37.96
東海橋	120：37：40.57， 24：10：37.57
溪南橋	120：38：36.14， 24：05：31.44
集泉橋	120：36：53.98， 24：06：22.81
倡和橋	120：42：19.28， 24：10：10.73
逢甲橋	120：44：15.98， 24：10：42.51
烏溪橋	120：41：44.15， 24：00：32.17
大度橋(大肚橋)	120：34：55.69， 24：06：21.35
利民橋	120：38：15.67， 24：00：48.79
福馬圳	120：34：31.15， 24：06：15.79
中正橋	120：45：28.00， 23：52：57.12
新生橋	120：57：31.74， 23：57：14.98
清流橋	120：57：15.45， 24：03：47.10
平林橋	120：39：26.83， 23：57：08.63
愛蘭橋	120：56：47.44， 23：58：00.91
北山橋	120：52：17.50， 23：58：58.81
柑仔林橋	120：50：38.47， 24：01：04.80
乾峰橋	120：49：36.88， 24：01：37.37

表3-7所示為烏溪檢測站的資料，包含國光橋等20個檢測點及每個測站之檢測項目；氣溫、水溫、酸鹼值、導電度、溶氧(滴定法)、溶氧(電極法)、溶氧飽和度、生化需氧量、大腸桿菌群等31個項目。本表由行政院環保署提供。表3-8是用Google Earth標示檢測站所記錄的經緯度座標，烏溪的檢測站有臺中市的國光橋、樹王橋、大里橋、東海橋、溪南橋、集泉橋、倡和橋、逢甲橋、烏溪橋及大度橋。彰化縣的利民橋及福馬圳。南投縣的中正橋、新生橋、清流橋、平林橋、愛蘭橋、北山橋、柑仔林橋及乾峰橋。右圖為烏溪流域之衛星圖。[17]



圖3-5 烏溪流域之衛星圖

第肆章 研究成果

4.1 三條河川檢測站檢測圖

本研究透過 ArcGIS，將三條河川(大安溪、大甲溪及烏溪)的各項檢測點以及水位的檢測點匯入圖中，利用圖形的方式來呈現。圖 4-1~4-3 為三條河川的檢測點。

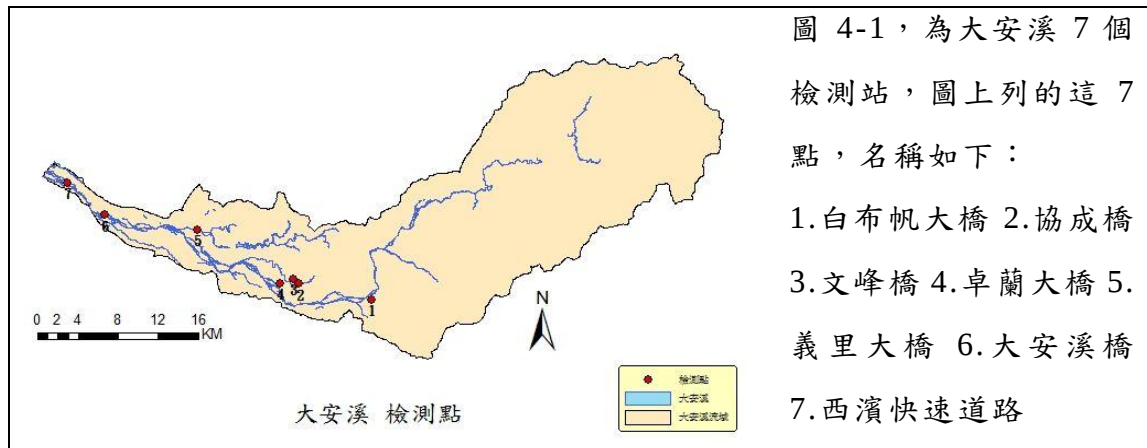


圖 4-1 大安溪檢測點

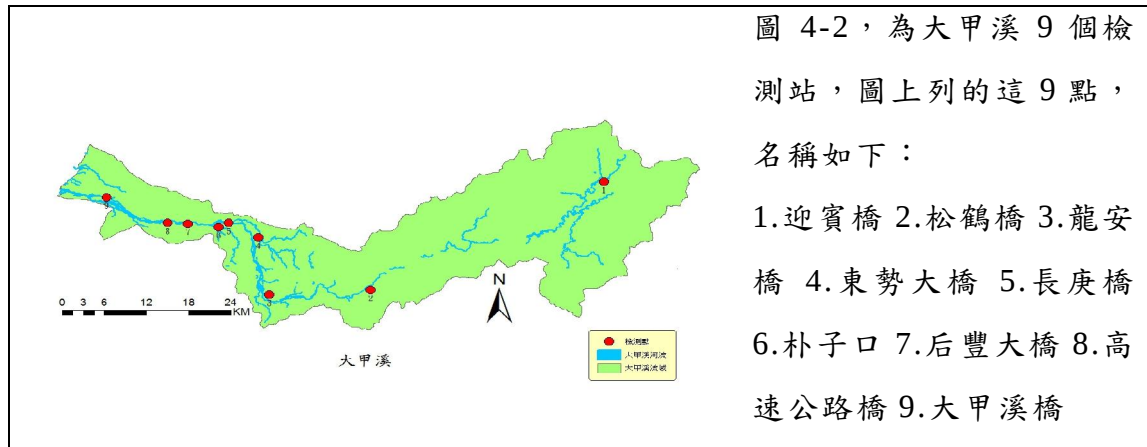


圖 4-2 大甲溪檢測點

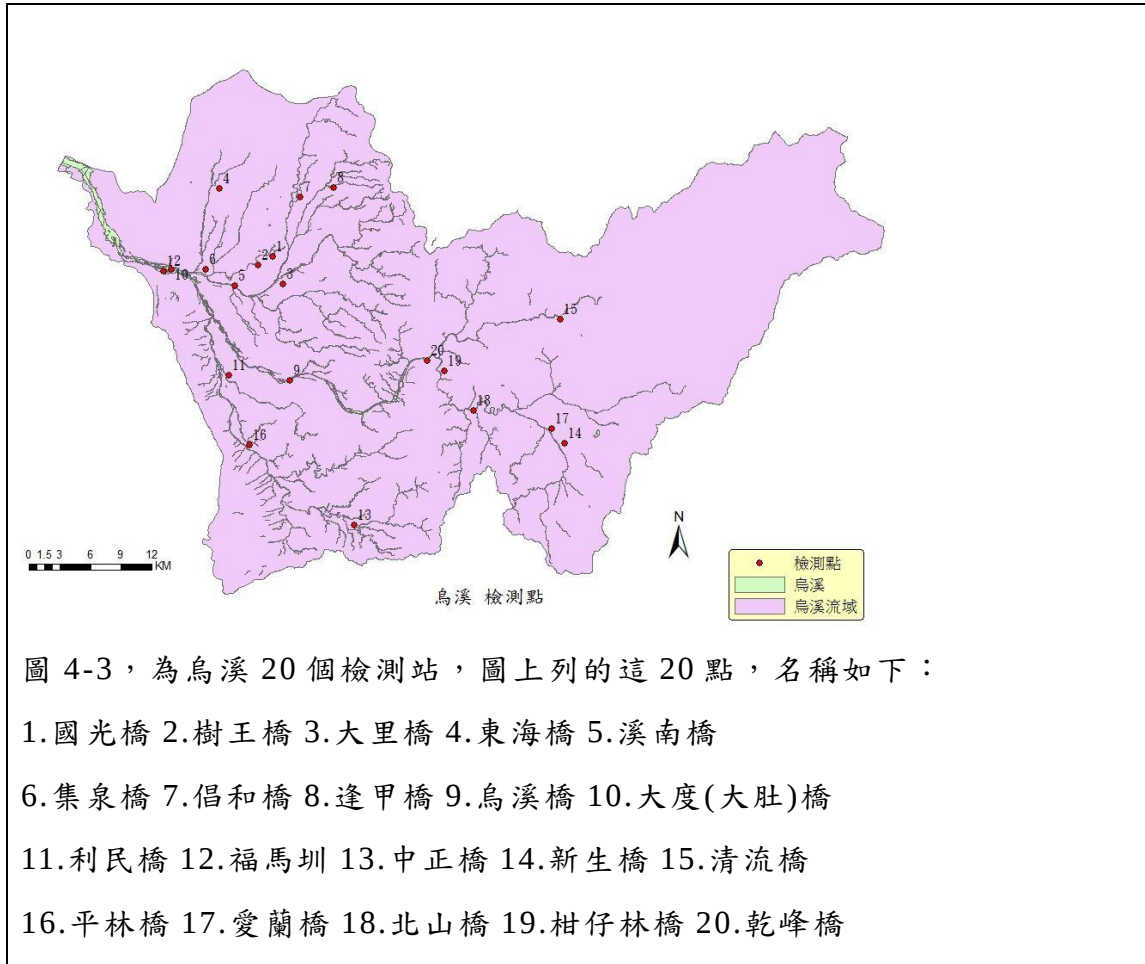


圖 4-3 烏溪檢測點

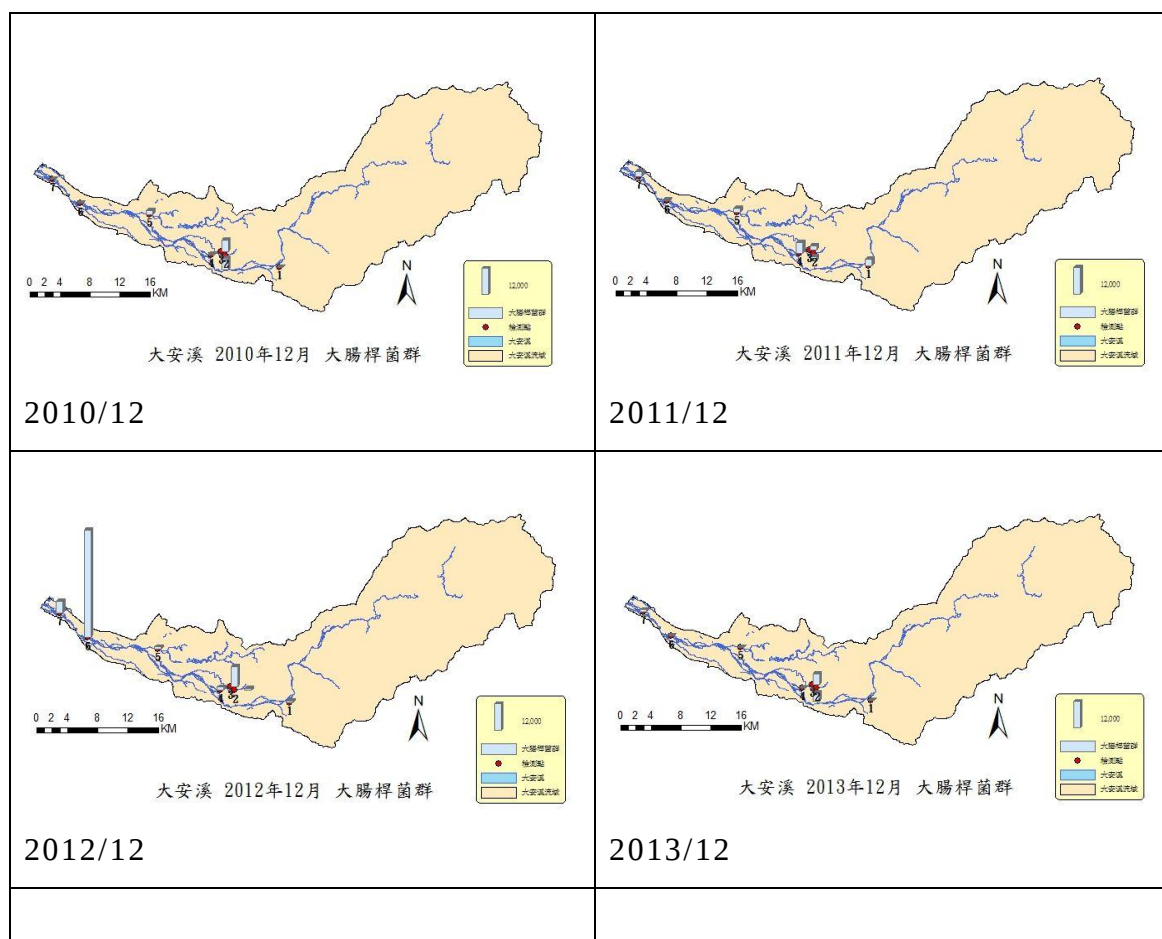
4.2 檢測值GIS成果圖

本研究將大安溪、大甲溪及烏溪的 9 項檢測值分別繪製在檢測點上，資料總共 5 年，時間是 2010~2014 年，每個月縮一張圖，每個檢測項目在某一條河川流域就有 60 張圖。因此，為了表現在一條流域之 9 個檢測項目 540 張圖。3 個流域總共有 1620 張靜態圖。利用圖形的方式來呈現。

由於部分檢測站有些時間欠缺資料，因此為了製作完整性，將上游前一站的資料填補到資料欠缺的測站。為了節省篇幅，9 項檢測項目在本文中僅先展示各項目每年 12 月的圖示代表成果，最終將各流域各檢測點的靜態圖，製作成動態圖展示，並用網頁方式呈現，可讓使用者選擇欲觀看某檢測項目在某流域的動態變化。

4.2.1 大安溪各項檢測圖

以下是大安溪 2010 年~2014 年各檢測項之靜態代表圖。



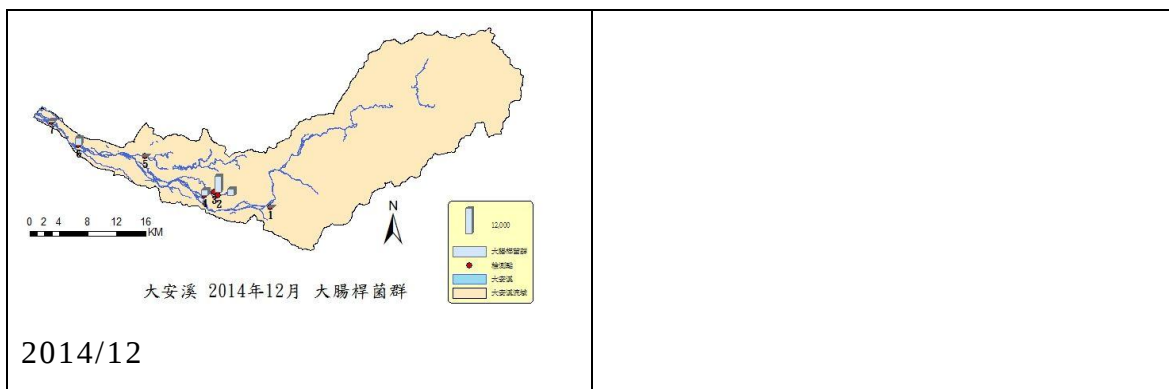


圖 4-4 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的大腸桿菌的變化

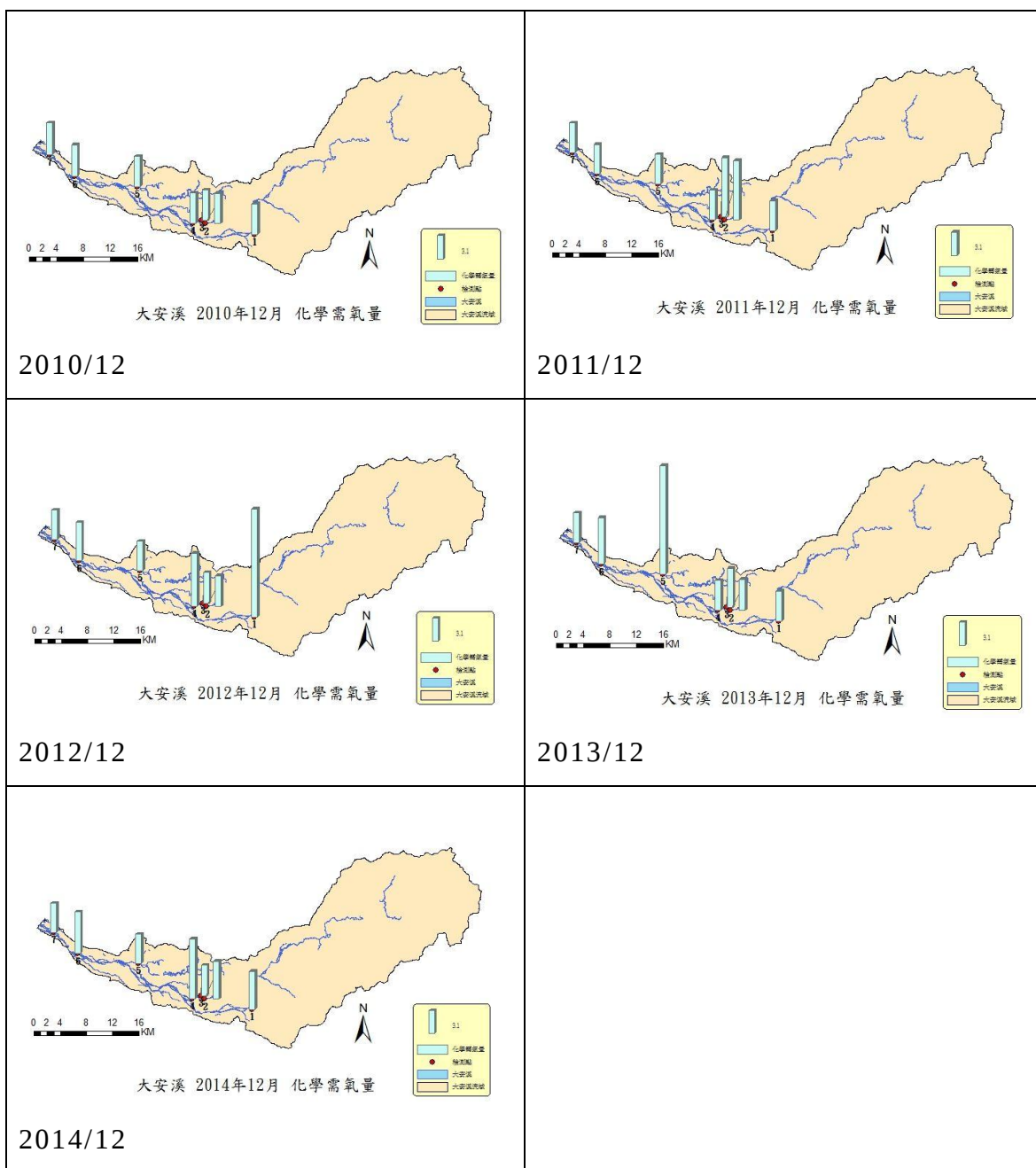


圖 4-5 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的化學需氧量的變化

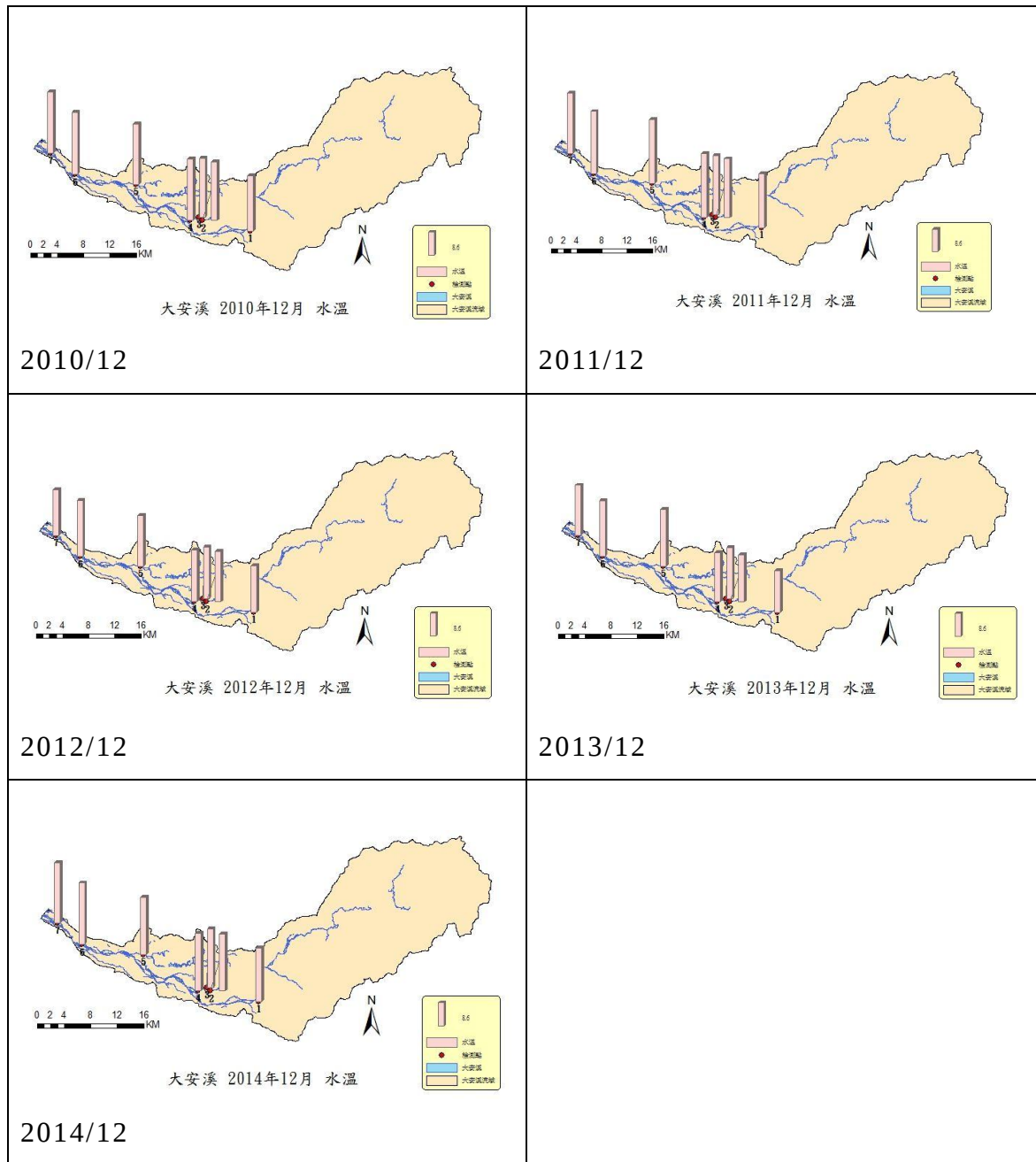


圖 4-6 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的水溫的變化

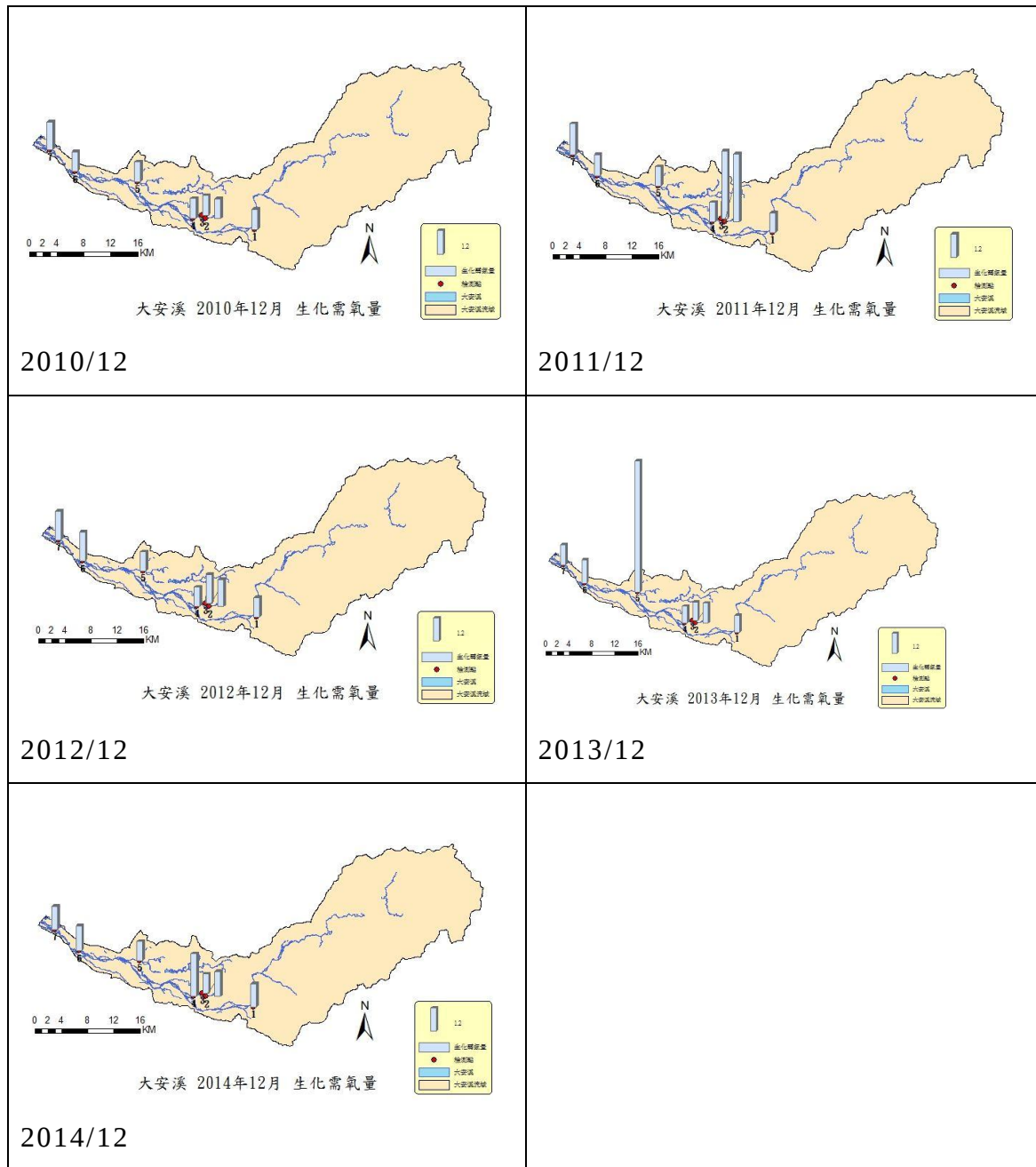


圖 4-7 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的生化需氧量的變化

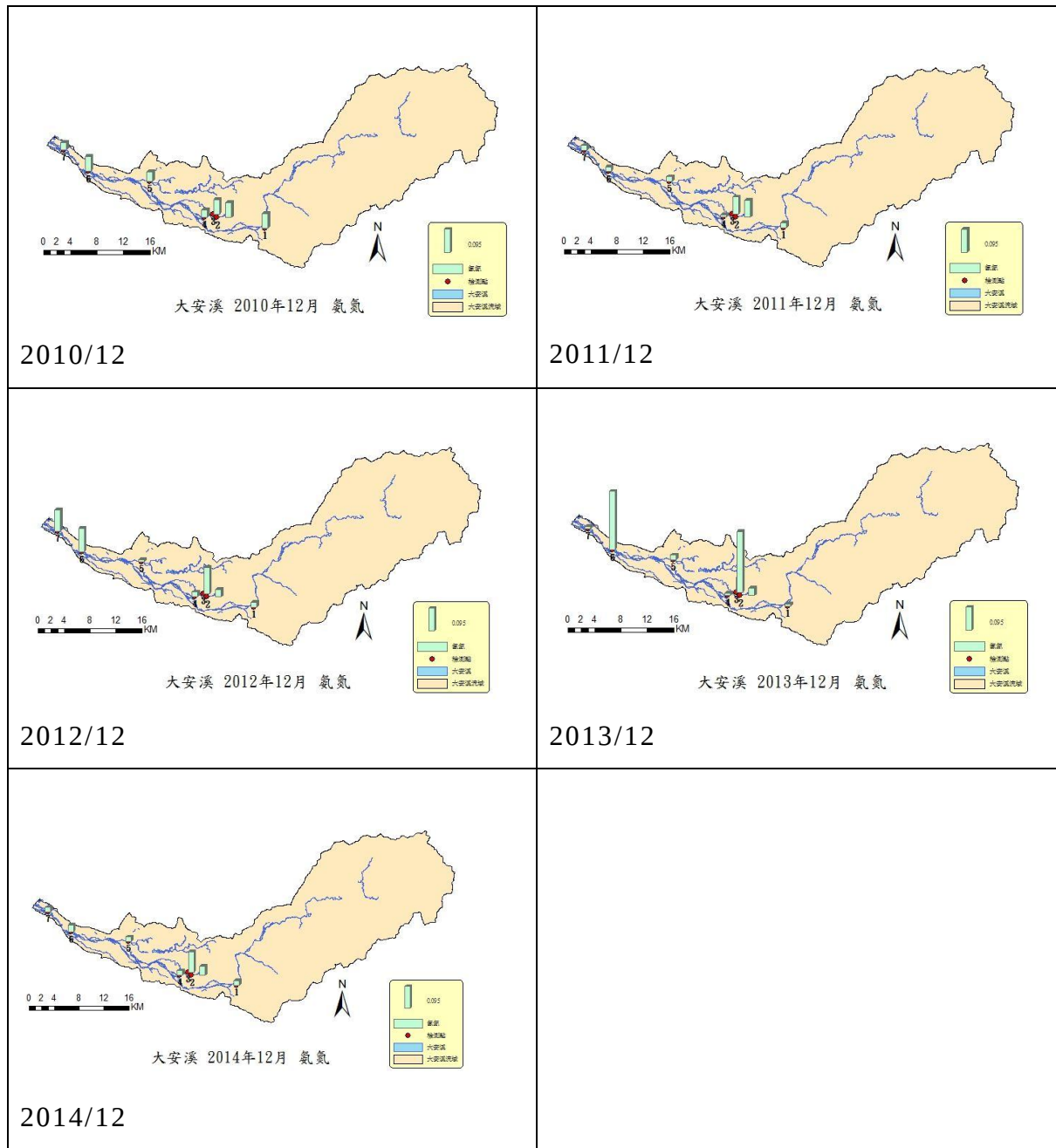


圖 4-8 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的氨氮的變化

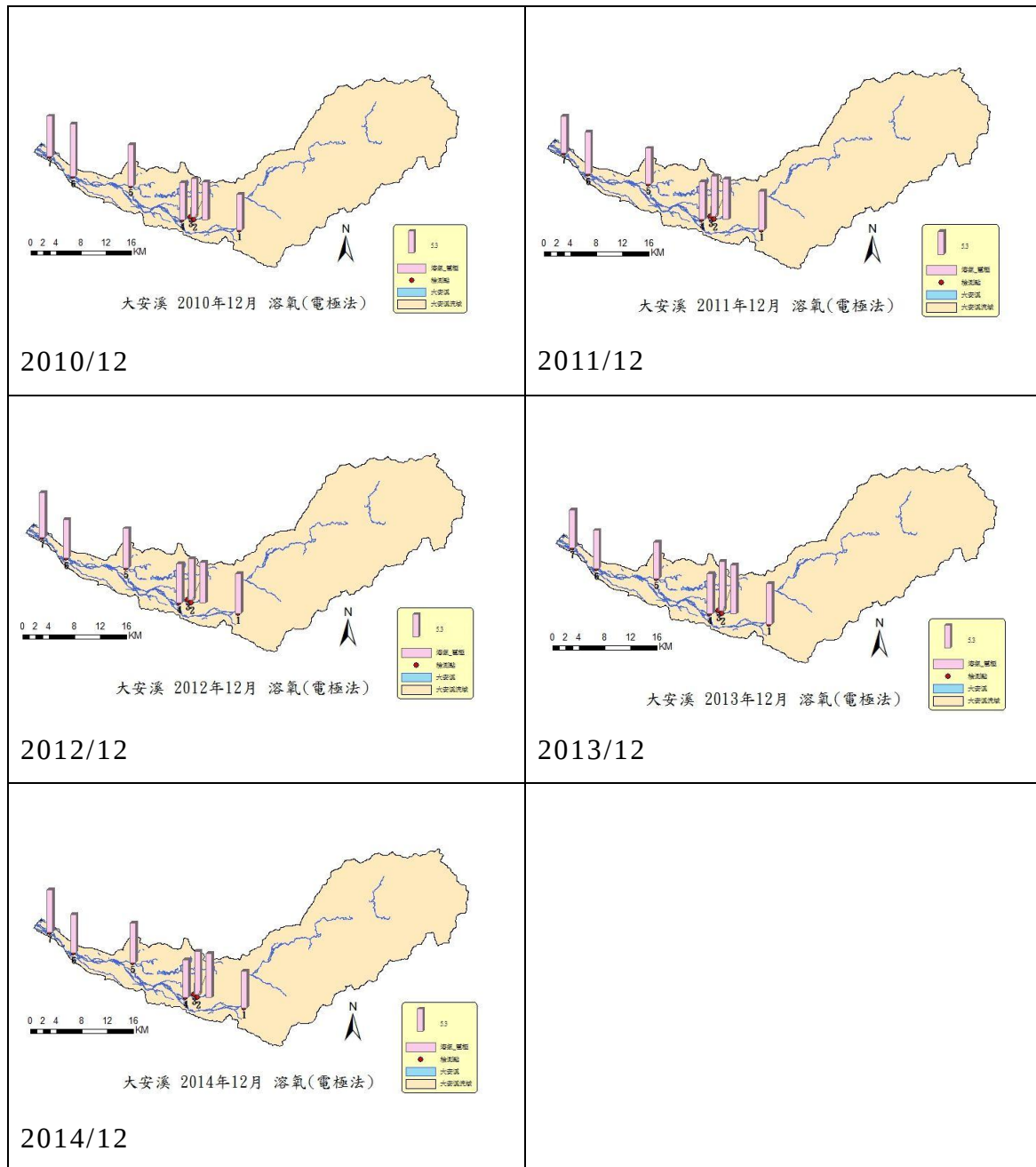


圖 4-9 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的溶氧(電極法)的變化

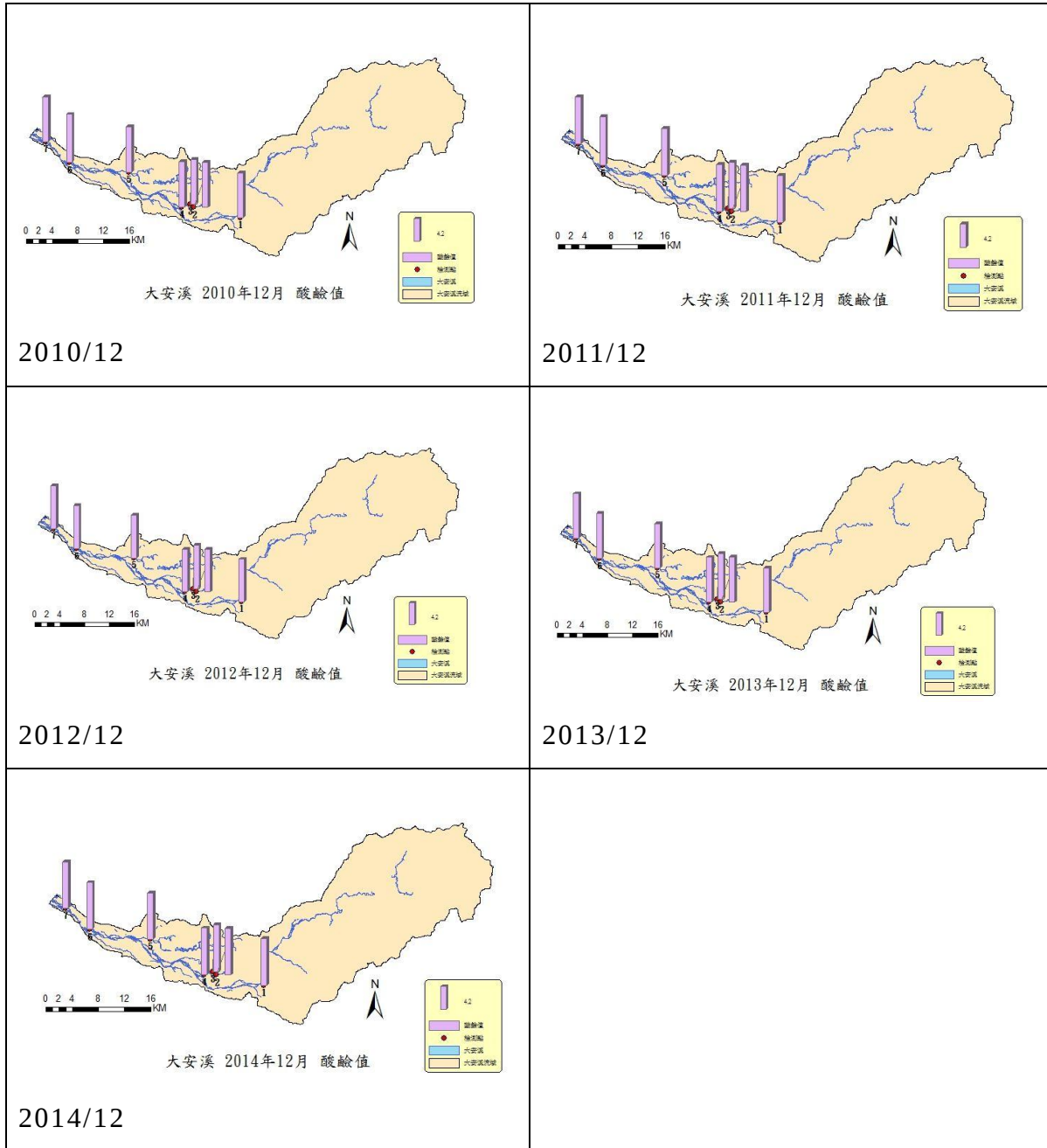


圖 4-9 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的酸鹼值的變化

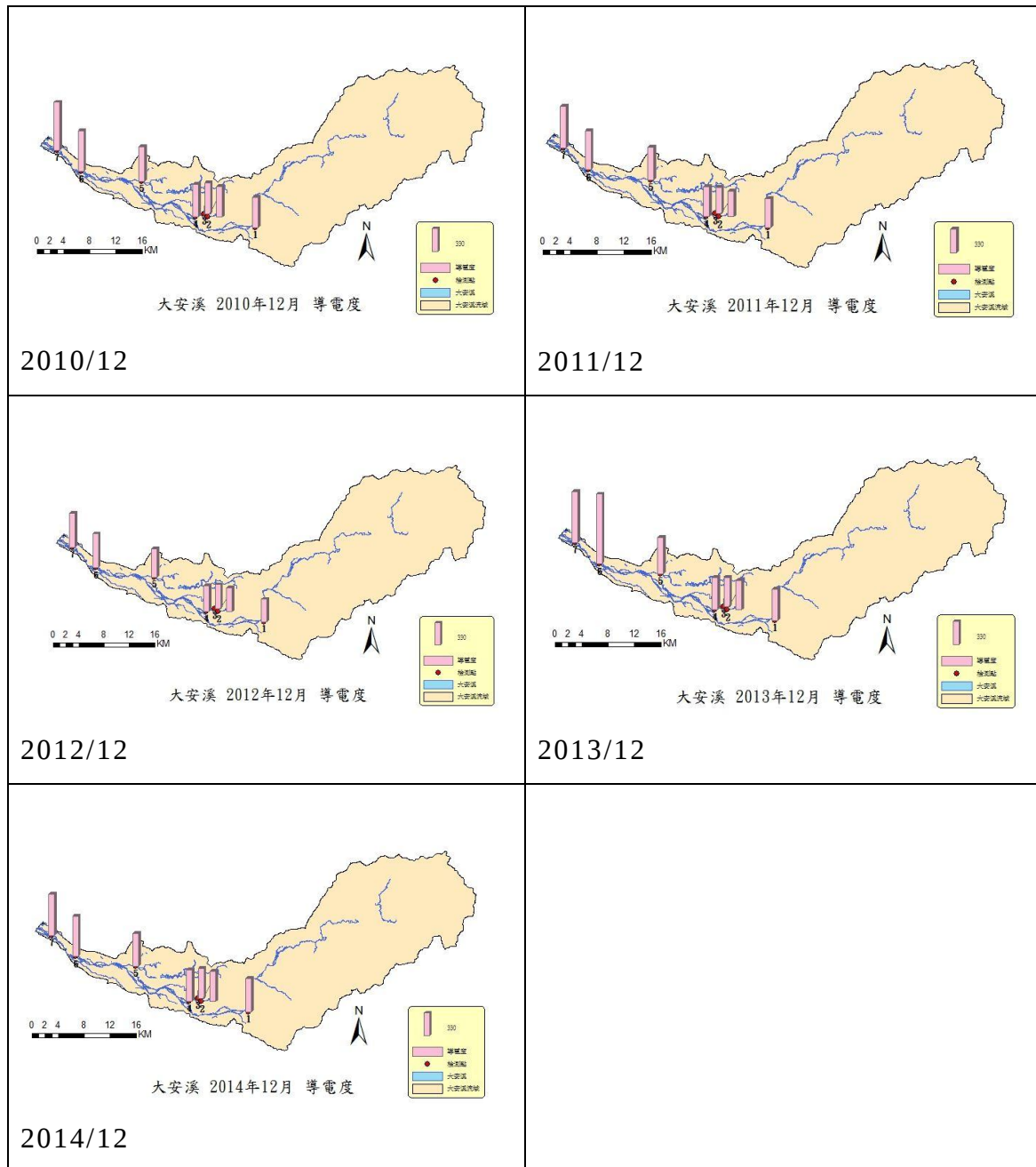


圖 4-10 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的導電度的變化

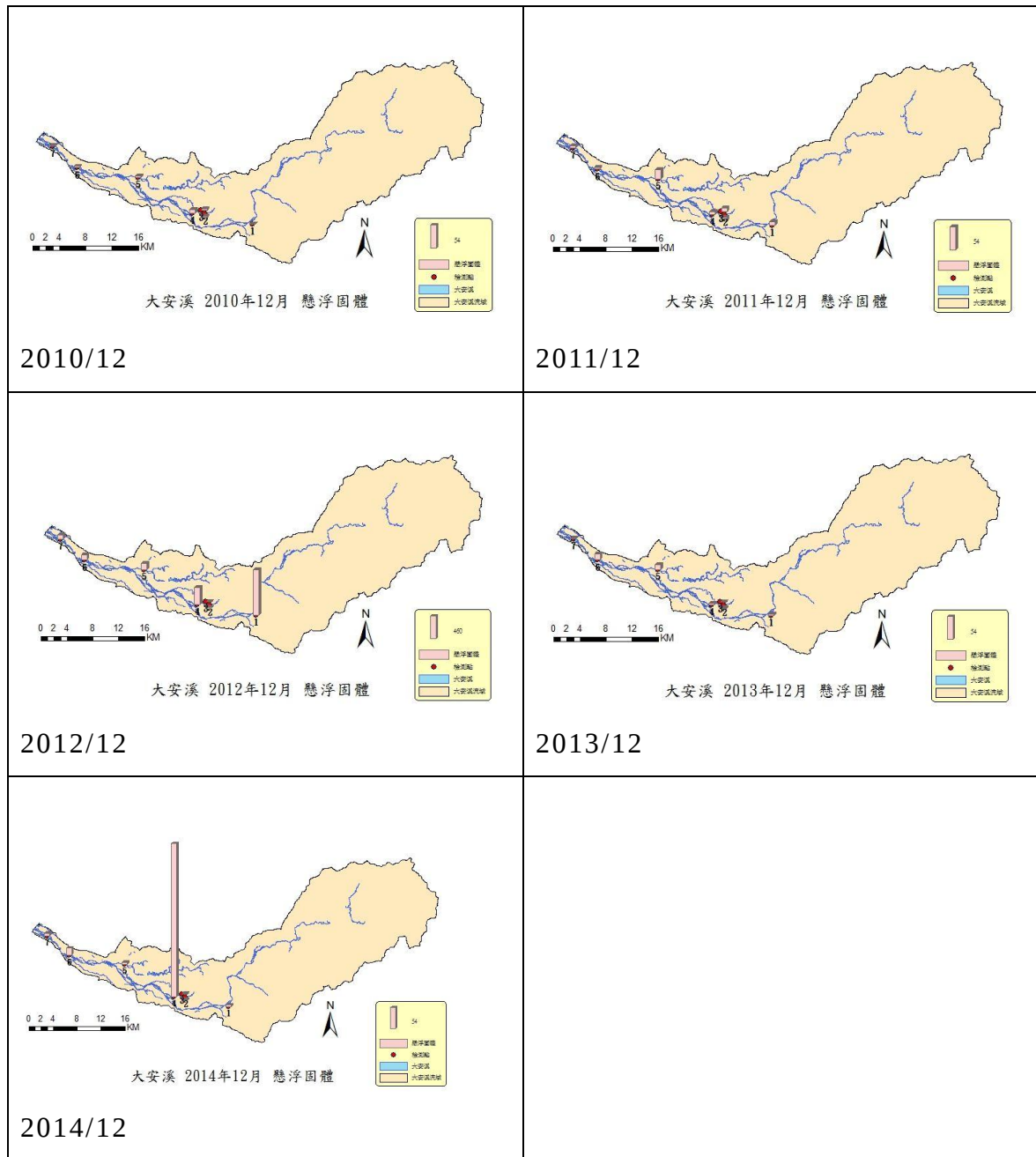


圖 4-11 大安溪 2010~2014 年各年 12 月份的懸浮固體的變化

4.2.2 大甲溪各項檢測圖

以下是大甲溪 2010 年~2014 年各檢測項之靜態代表圖。

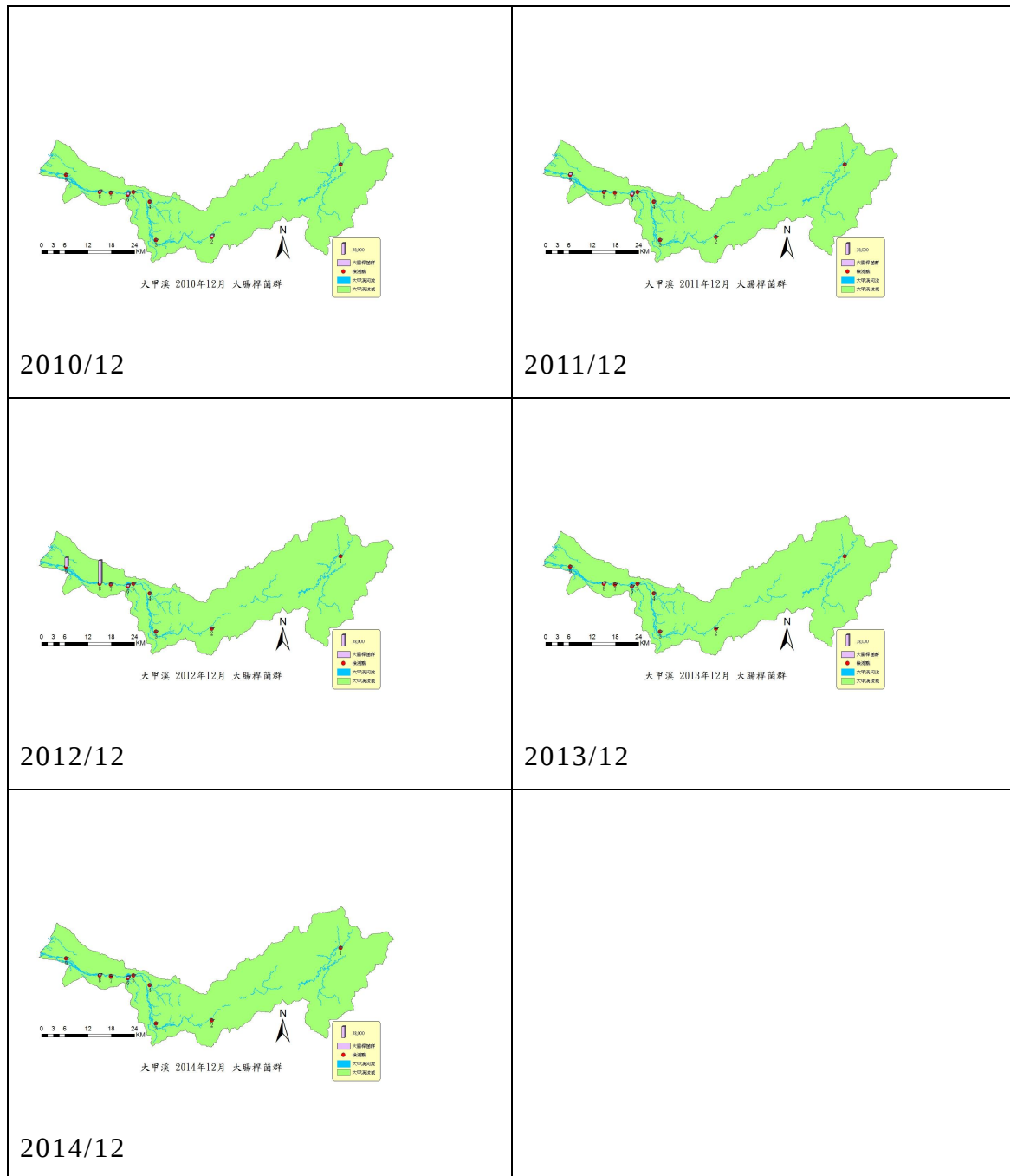


圖 4-12 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的大腸桿菌的變化

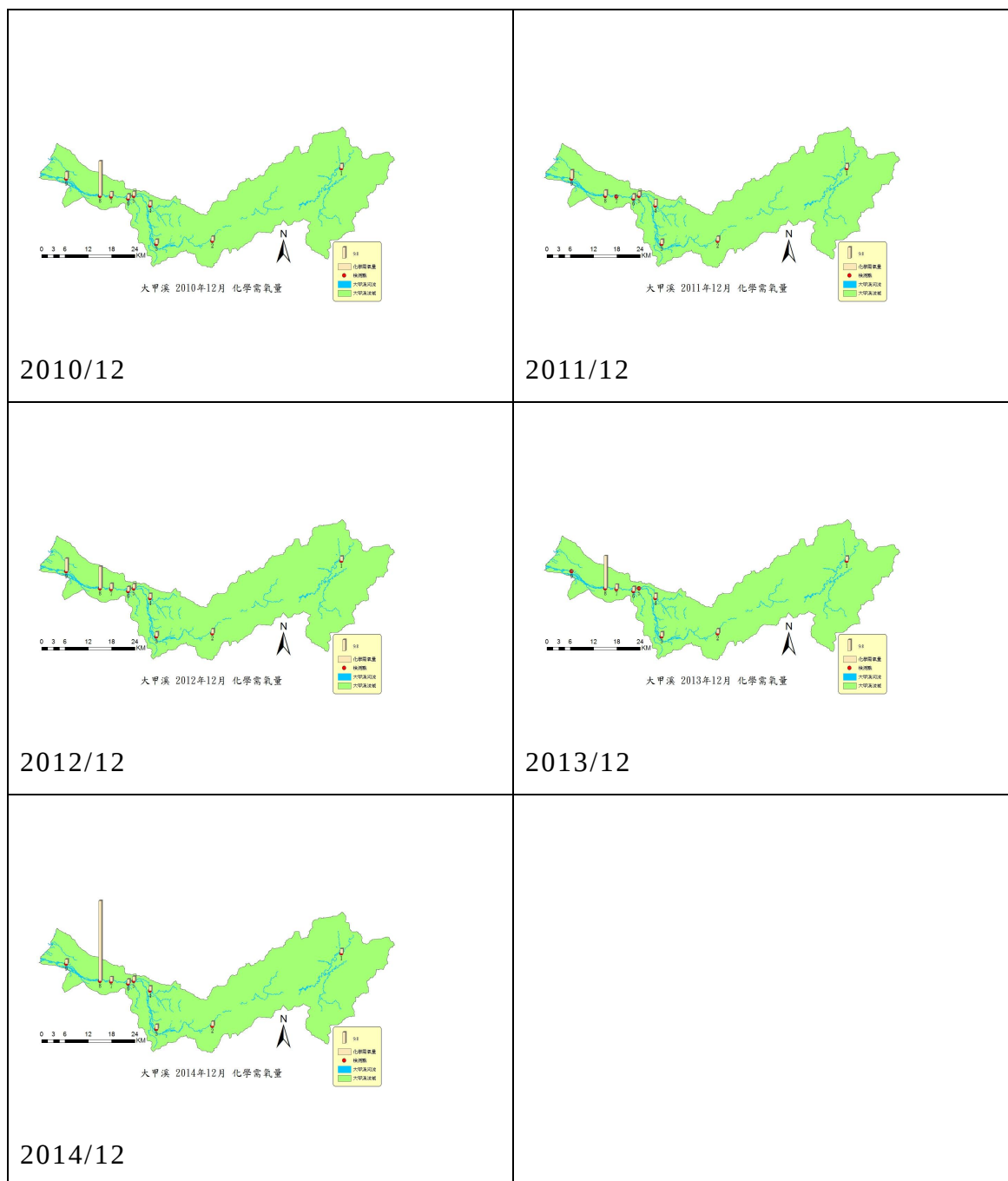


圖 4-13 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的化學需氧量的變化

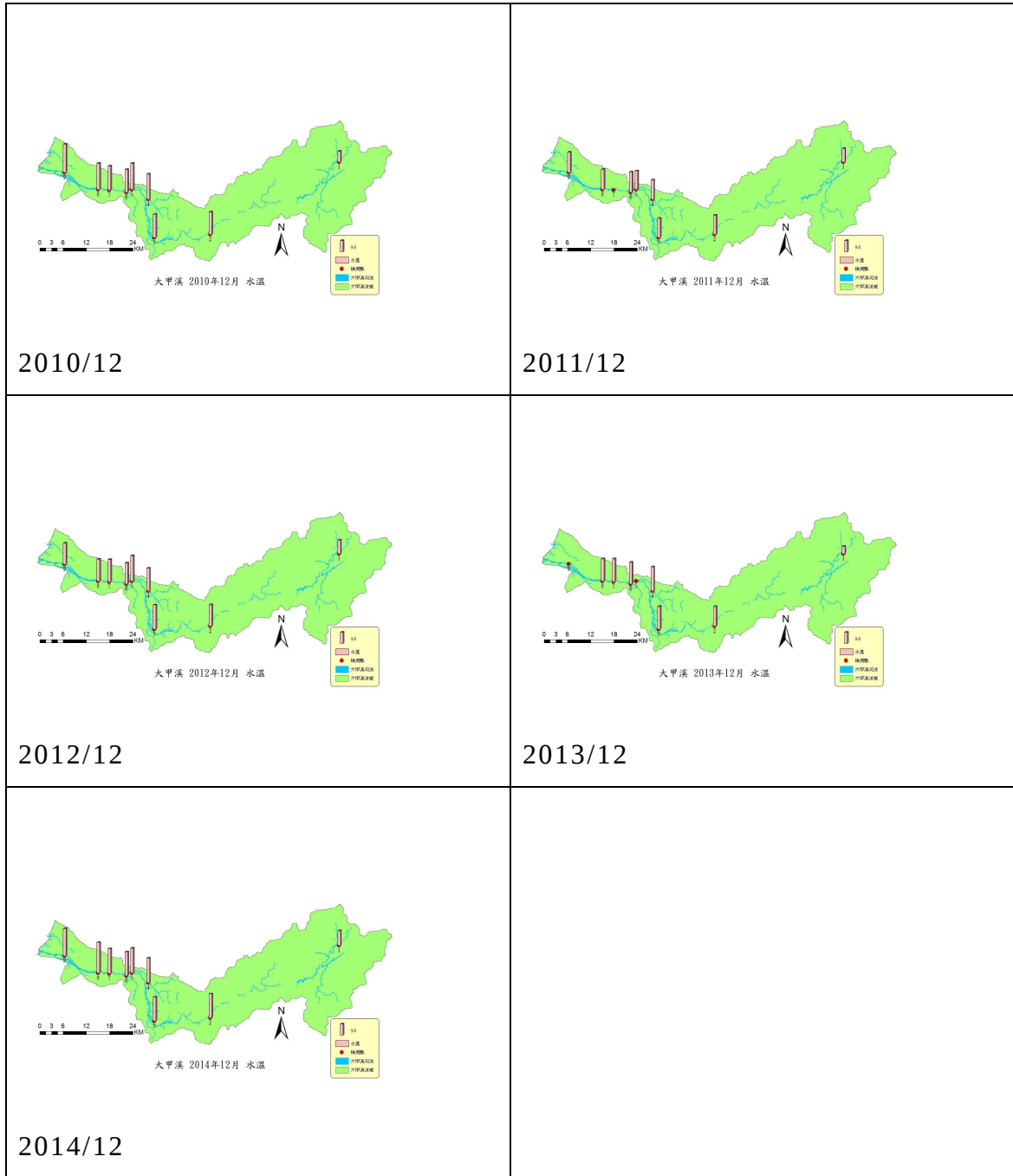


圖 4-14 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的水溫的變化

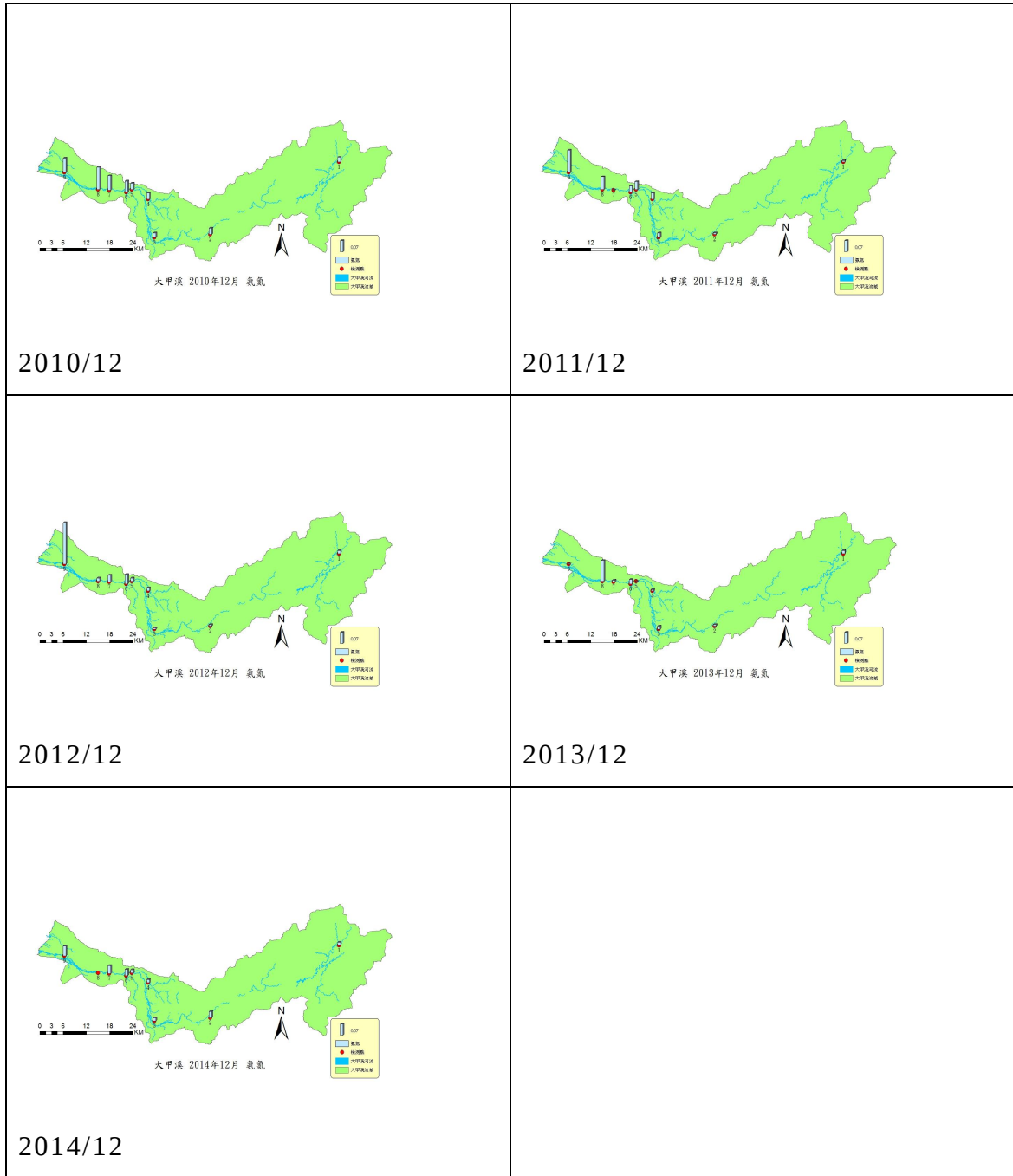


圖 4-16 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的氨氮的變化

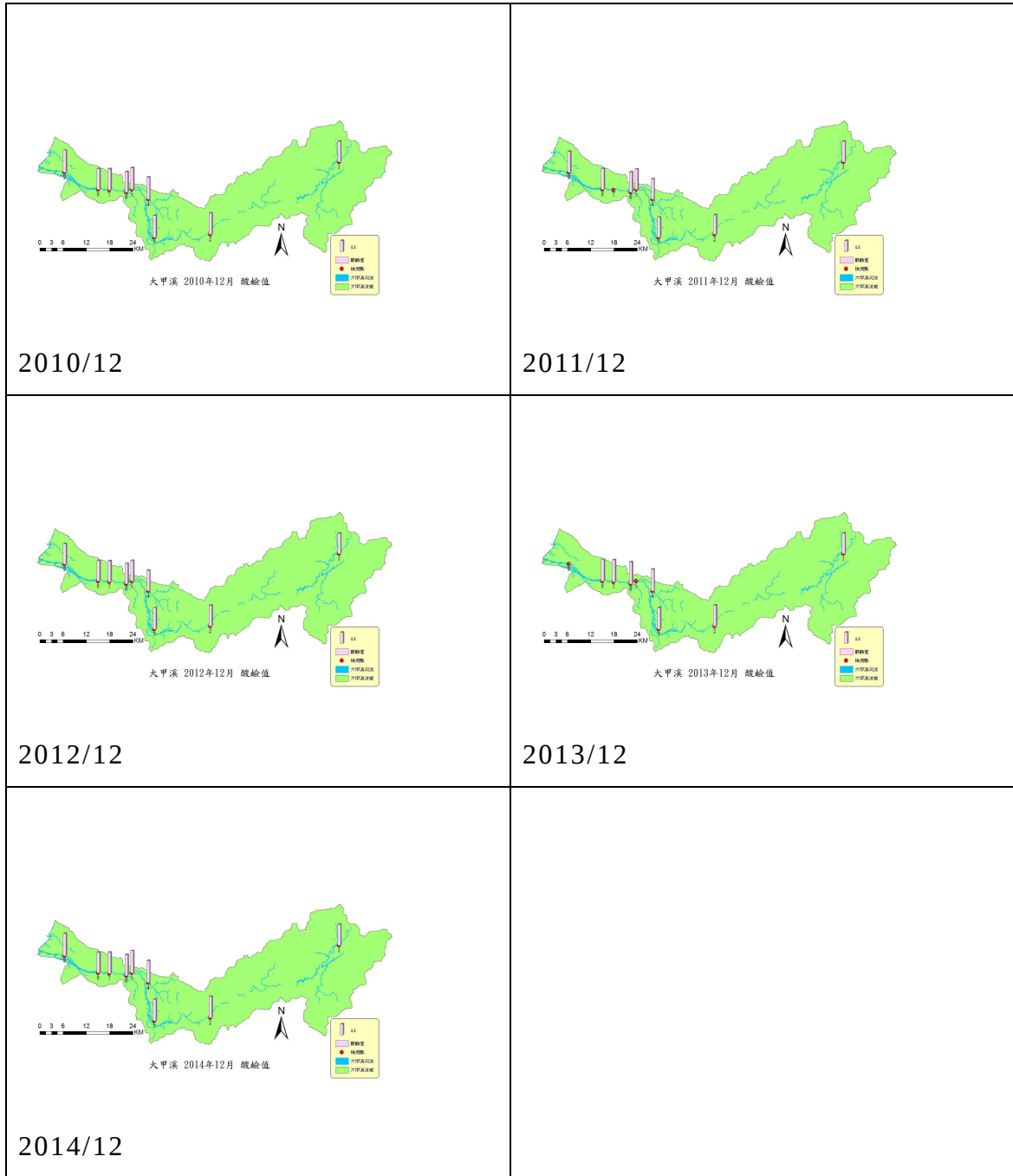


圖 4-18 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的酸鹼值的變化

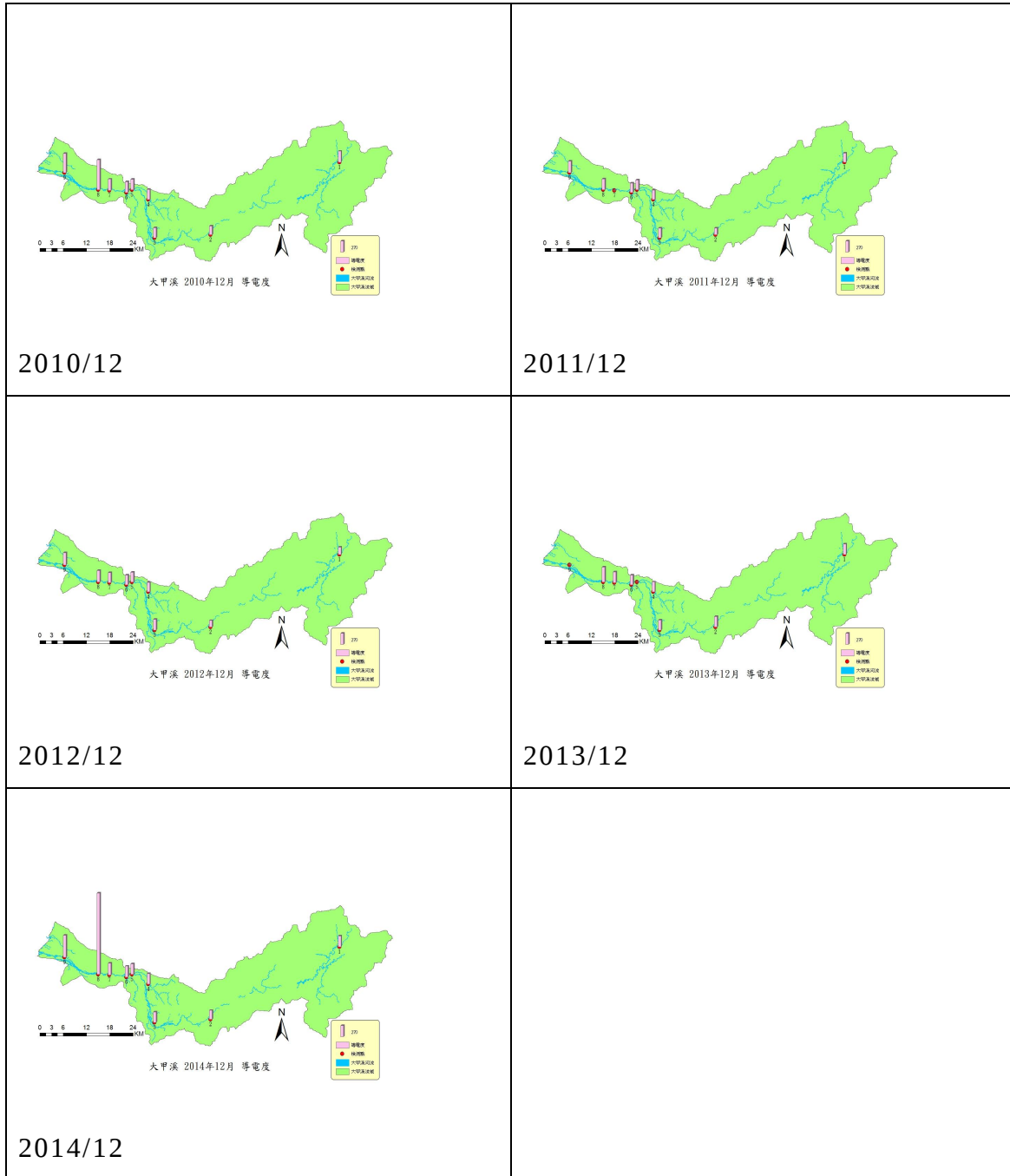


圖 4-19 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的導電度的變化

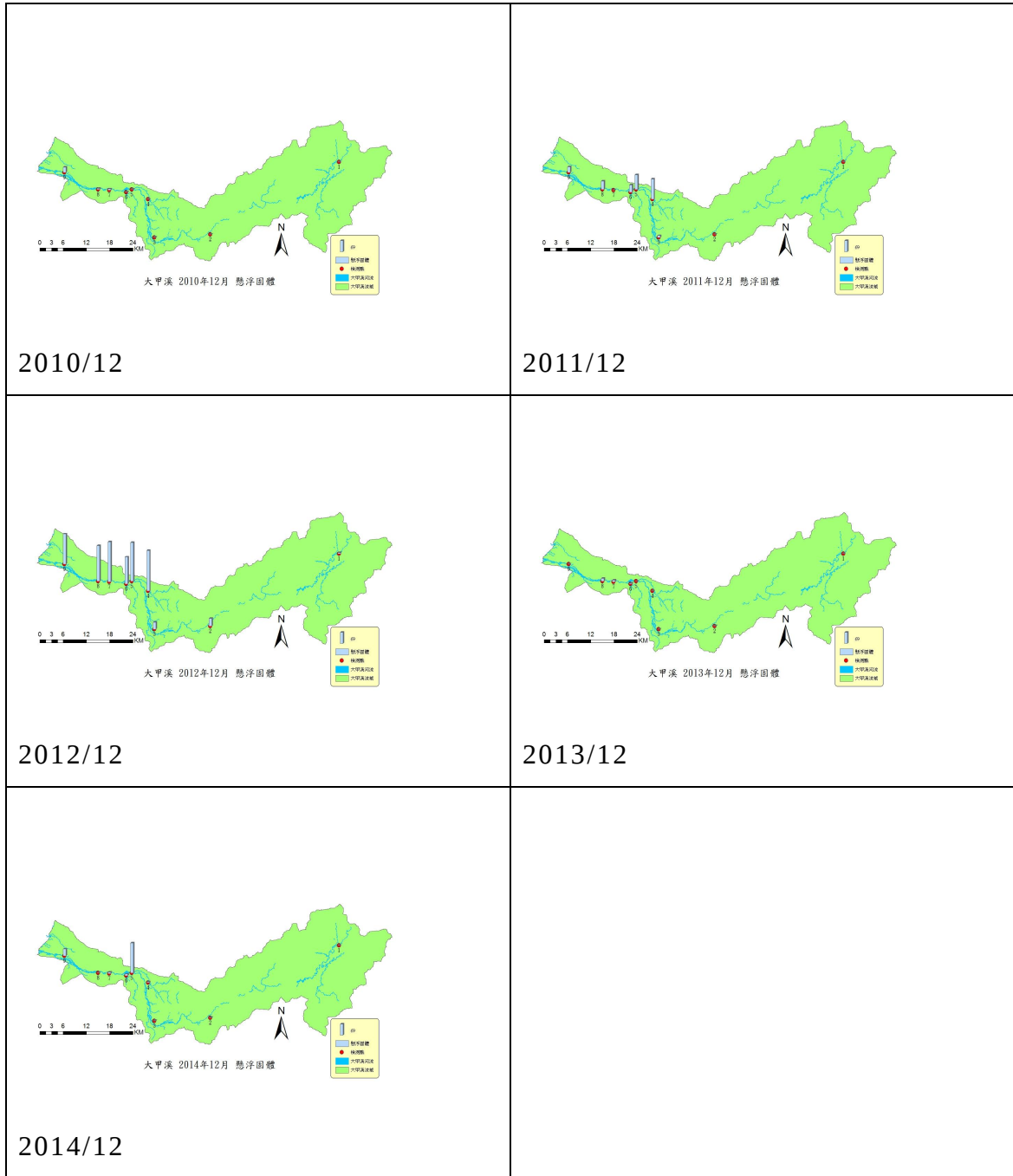


圖 4-20 大甲溪 2010~2014 年各年 12 月份的懸浮固體的變化

4.2.3 烏溪各項檢測圖

以下是烏溪 2010 年~2014 年各檢測項之靜態代表圖。

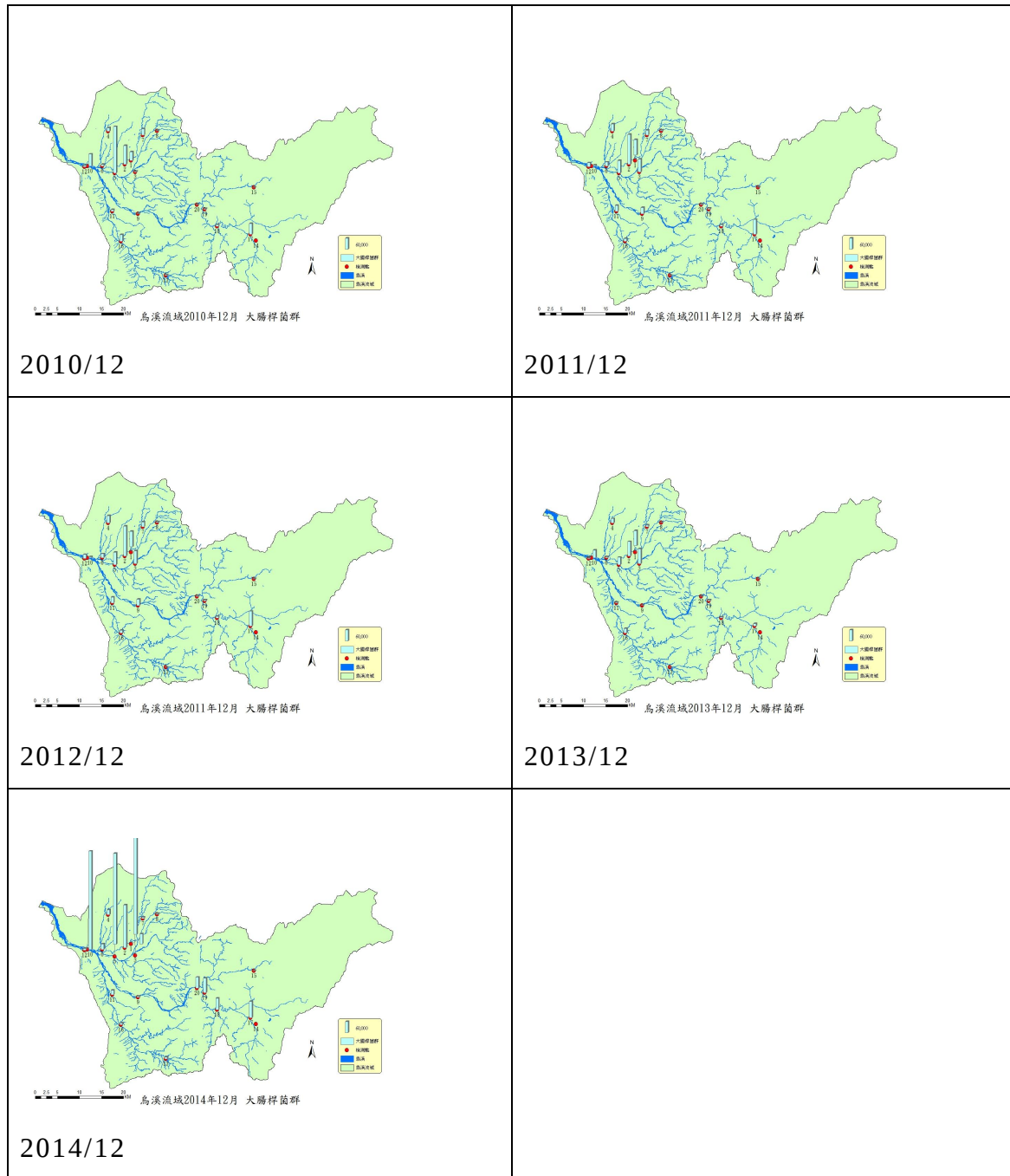


圖 4-21 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的大腸桿菌群的變化

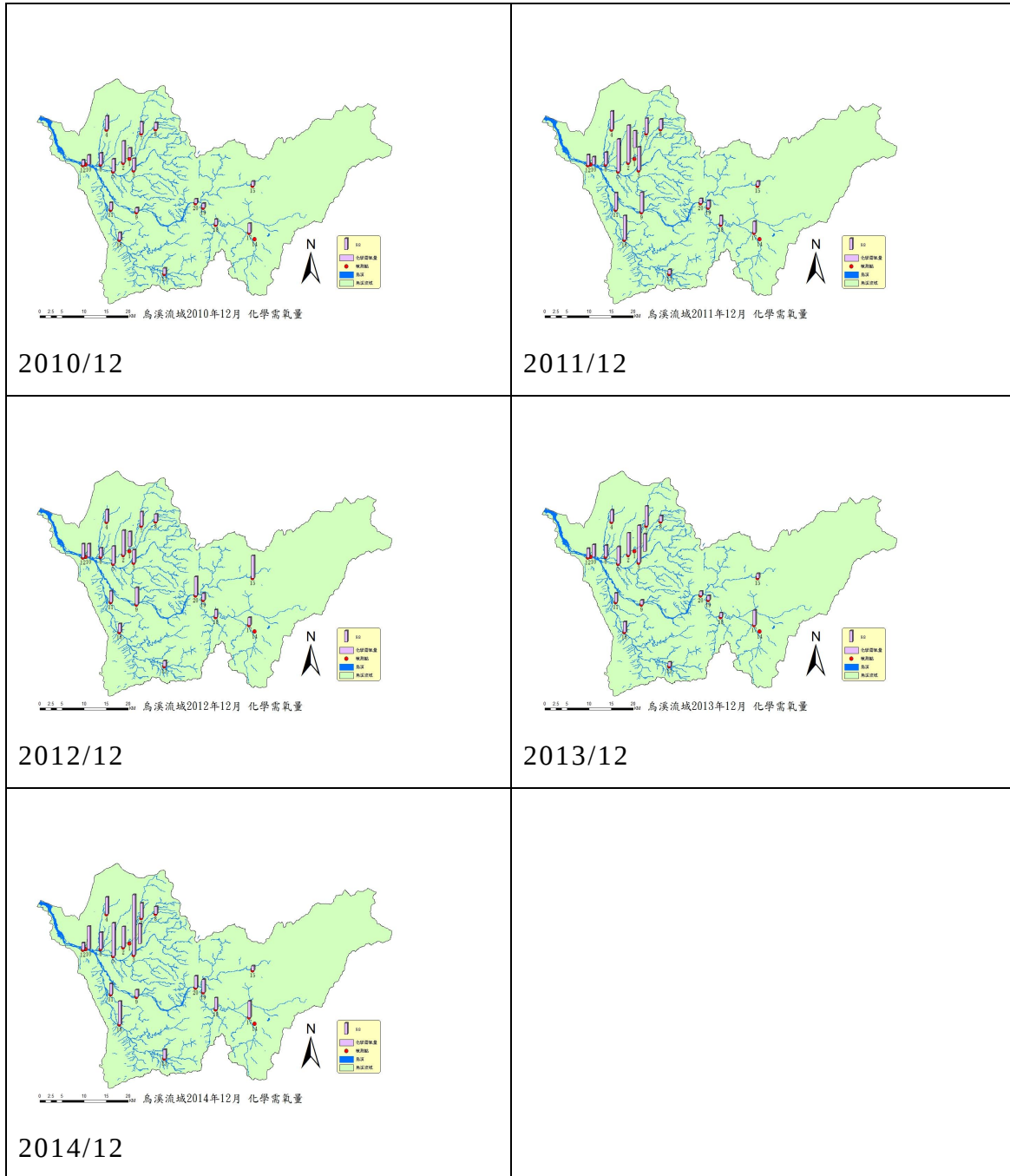


圖 4-22 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的化學需氧量的變化

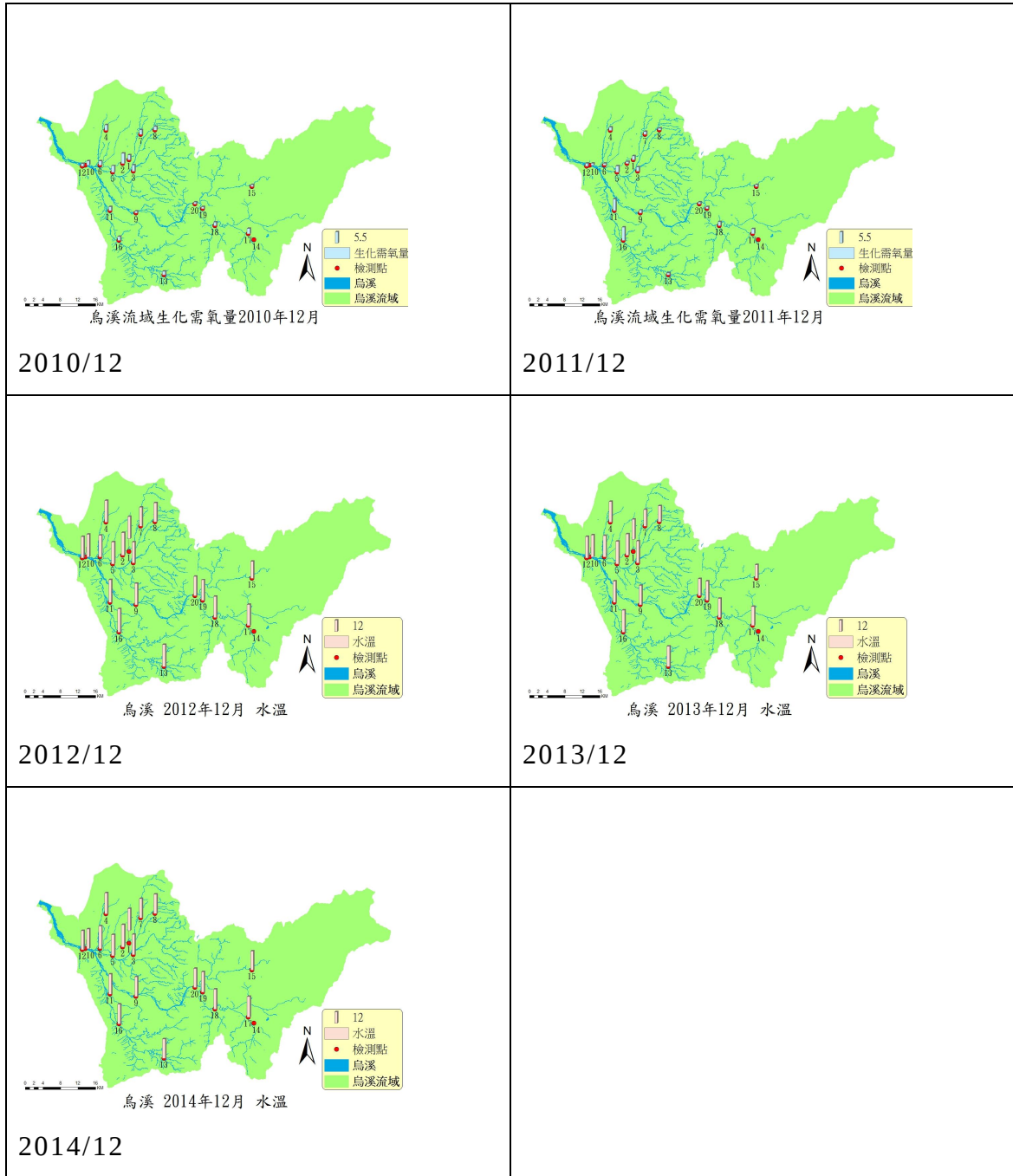


圖 4-23 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的水溫的變化

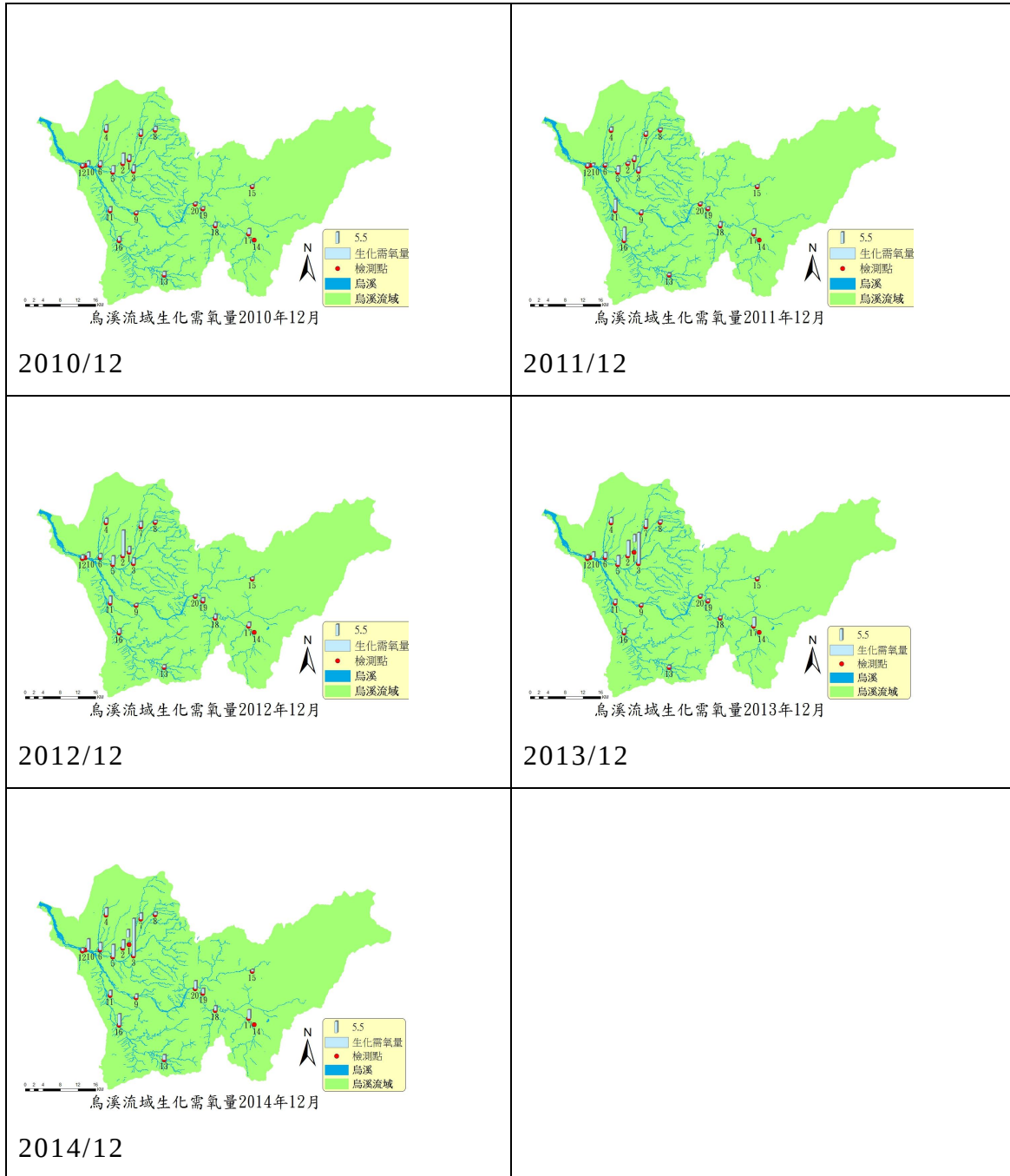


圖 4-24 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的生化需氧量的變化

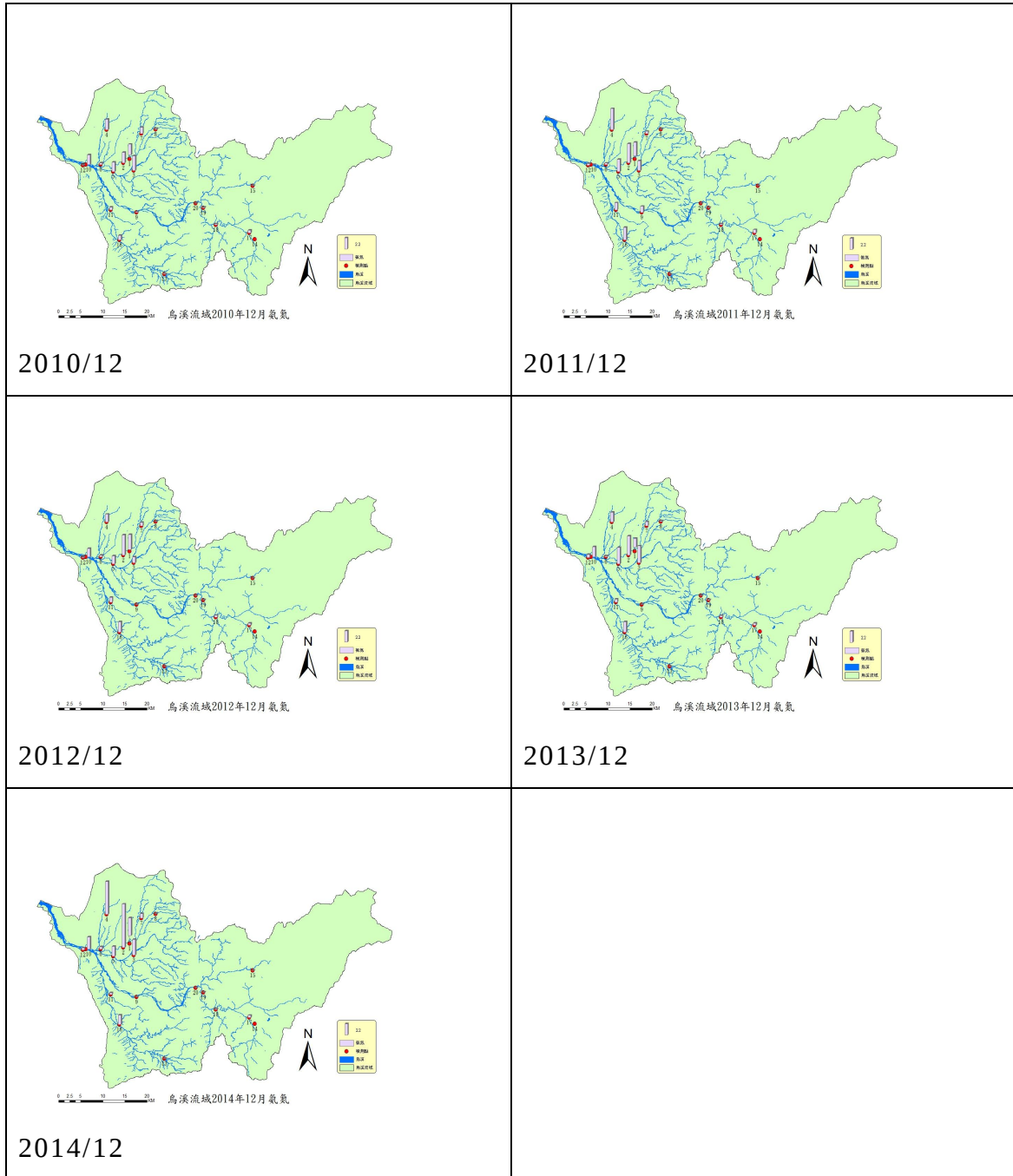


圖 4-25 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的氮氮的變化

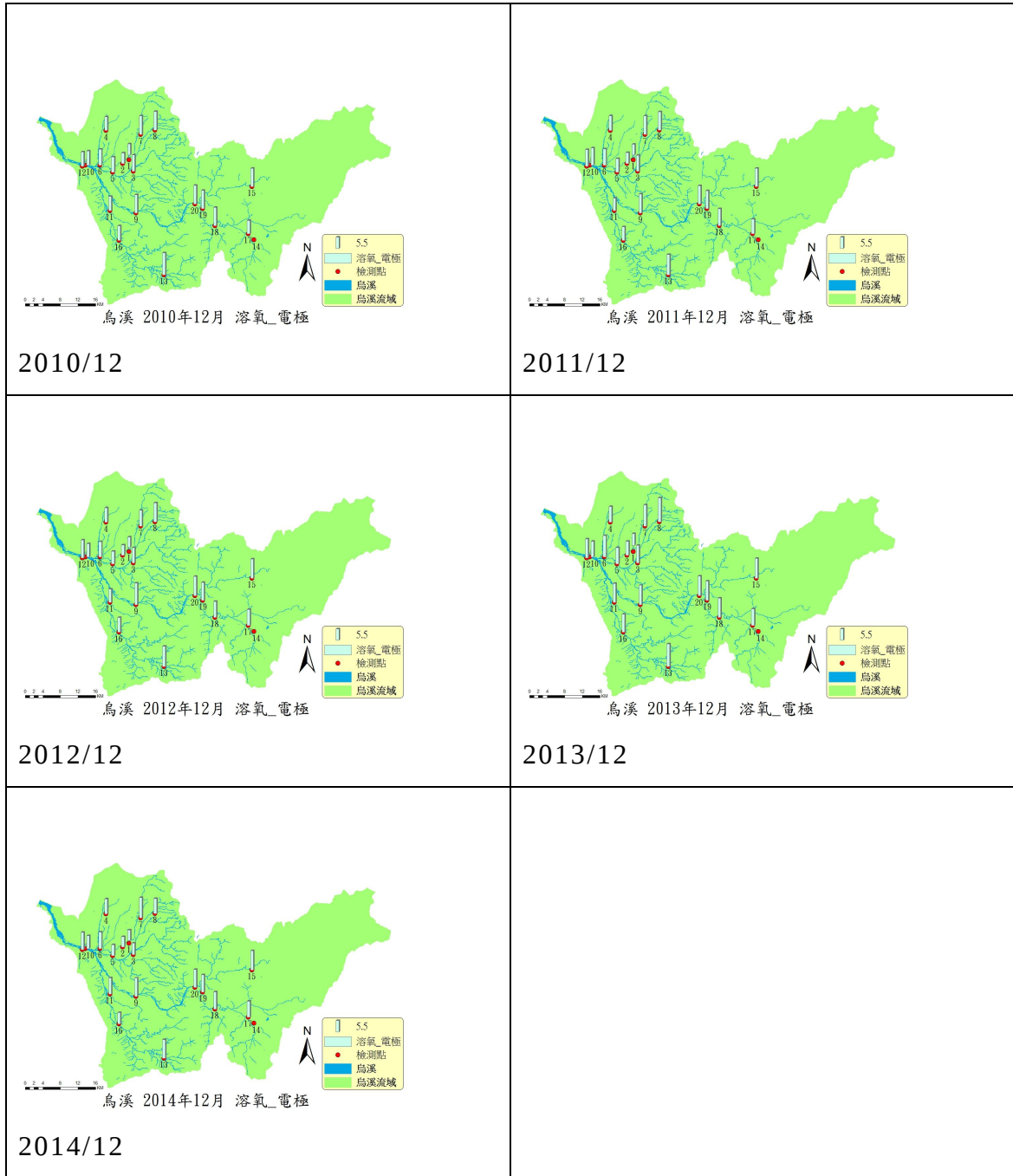


圖 4-26 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的溶氧(電極法)的變化

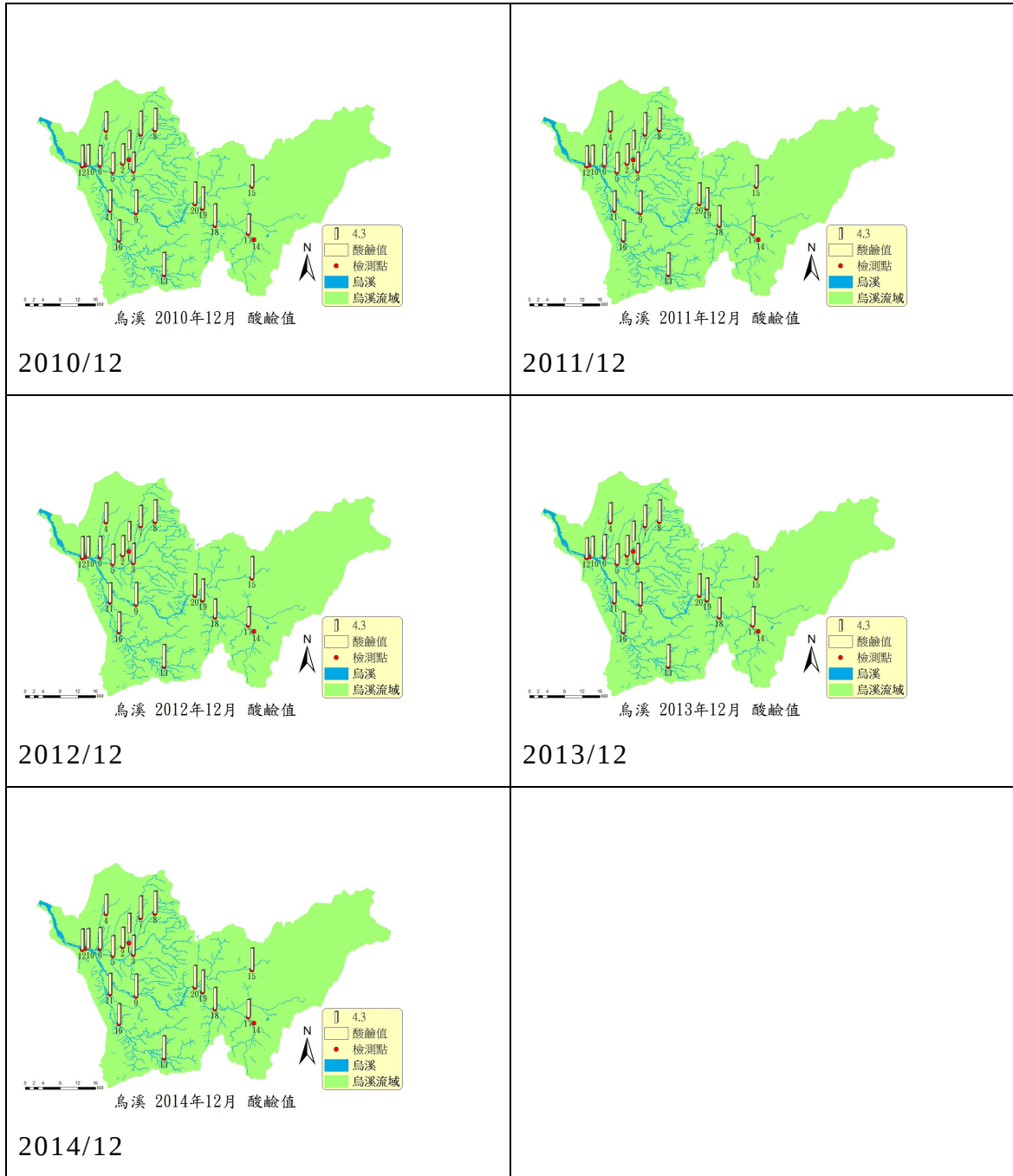


圖 4-27 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的酸鹼值的變化

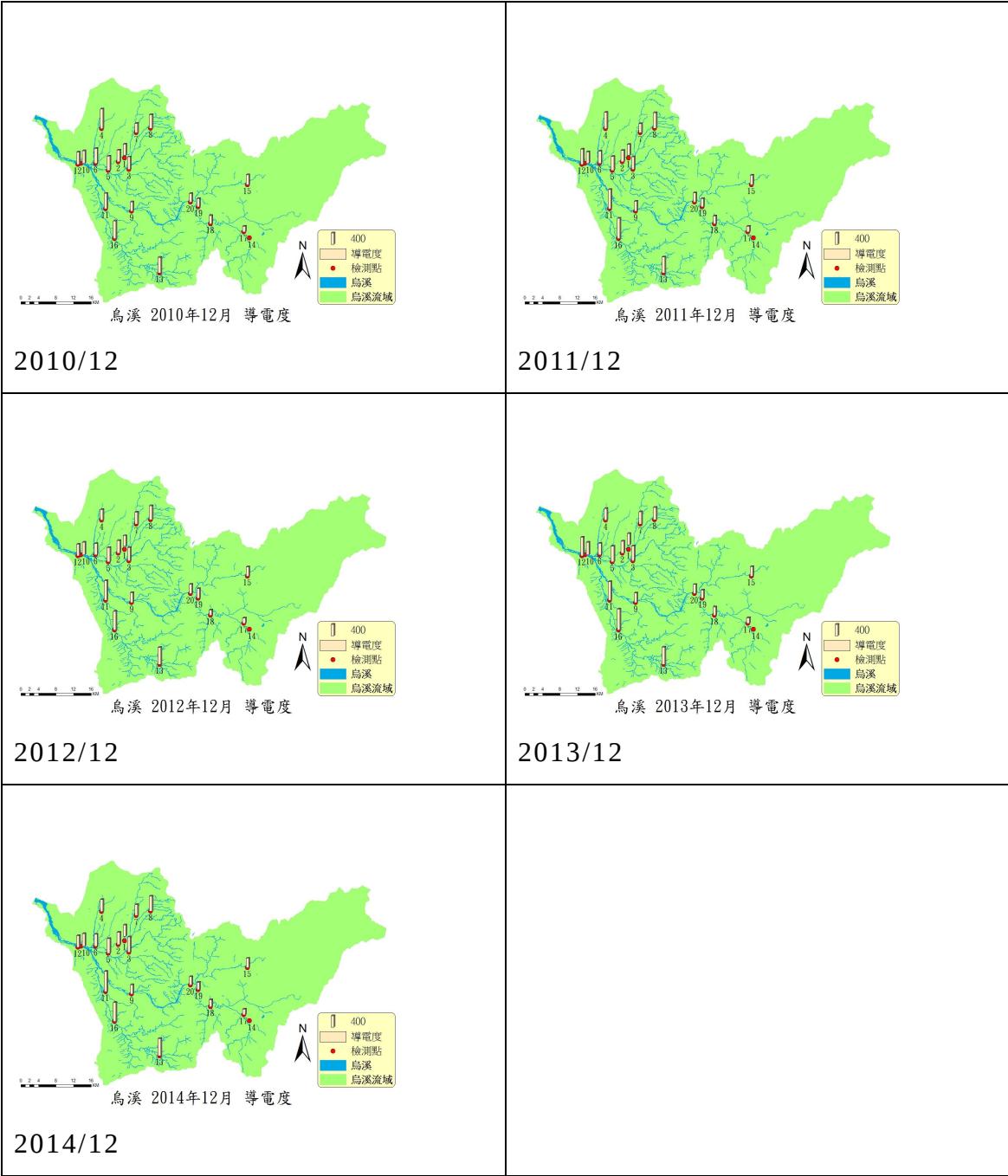


圖 4-28 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的導電度的變化

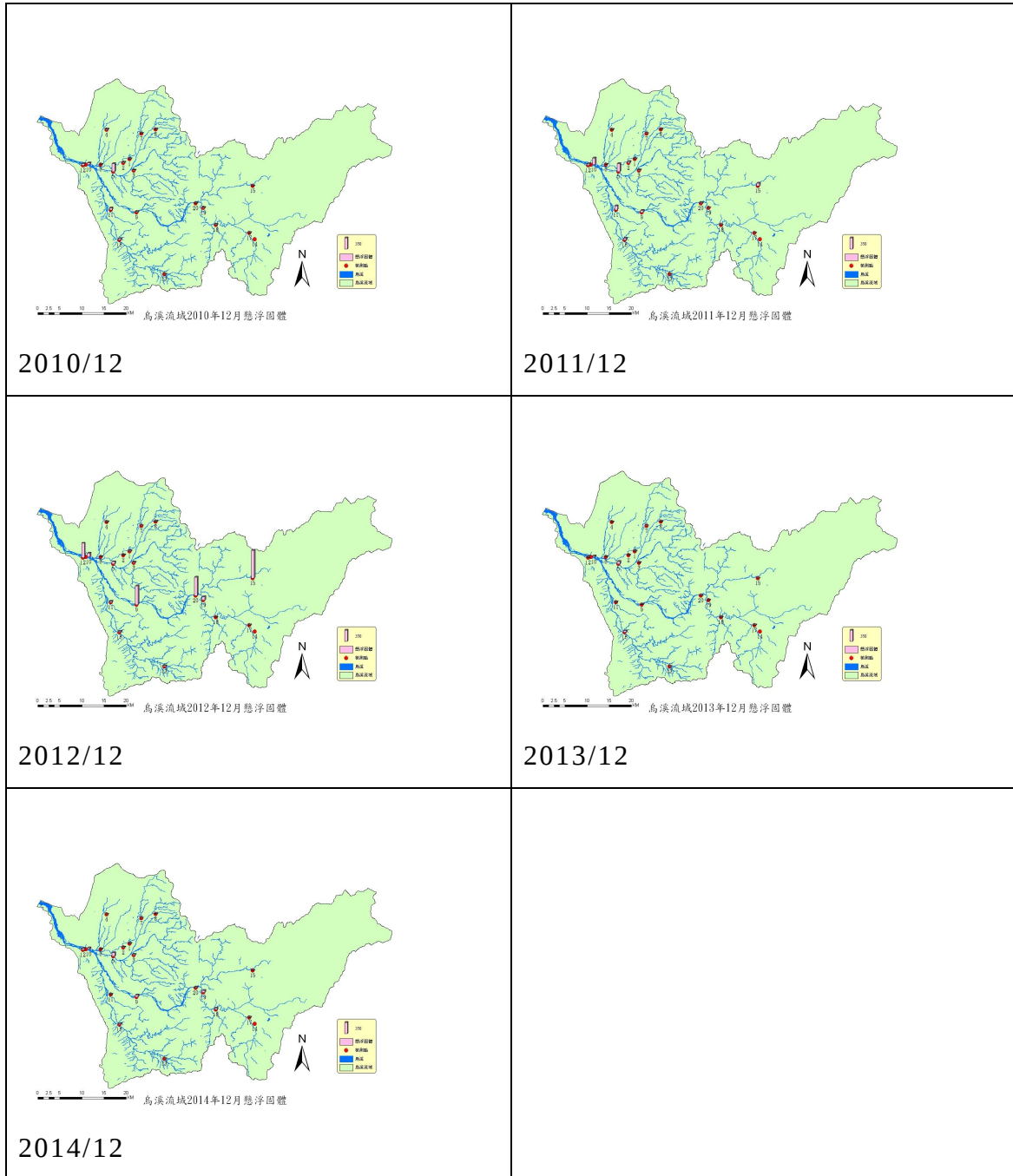


圖 4-29 烏溪 2010~2014 年各年 12 月份的懸浮固體的變化

4.3 分析結果

經由 ArcGIS 繪圖軟體分析之後，將要告訴大家每個檢測值檢驗出來較高的月份，以表格或文字來做說明。

一、大安溪

表 4-1 大安溪 5 項檢測值較高之月份

	大腸桿菌群	化學需氧量	生化需氧量	氨氮	懸浮固體
1. 白布帆大橋 (苗栗)	2013/02	2012/08, 2014/05	無	無	2010/02, 2012/05, 2012/12, 2013/01
2. 協成橋 (苗栗)	2011/08, 2011/10, 2012/08, 2014/05, 2014/06	2010/08~10, 2011/08, 2011/10, 2012/03, 2012/08, 2014/05, 2014/06	2014/05	2010/02, 2012/11, 2013/01, 2013/12, 2014/02	無
3. 文峰橋 (苗栗)	2010/08~10, 2011/08, 2011/10, 2012/03, 2012/08, 2014/05, 2014/06	2011/08, 2011/10, 2012/05, 2012/08, 2014/05, 2014/06	2014/05	無	無
4. 卓蘭大橋 (苗栗)	2012/05	2012/05, 2012/08, 2013/01, 2014/05	無	無	2011/01~03, 2011/05, 2011/06, 2012/05, 2012/06, 2012/09, 2012/12, 2013/01, 2013/05, 2013/08,

					2014/01, 2014/06, 2014/08, 2014/12
5. 義里大橋 (苗栗)	2012/05	2012/05, 2012/08, 2013/01, 2013/12, 2014/05	2013/12, 2014/05	2014/06	2010/02, 2011/03, 2012/05, 2012/12, 2013/01, 2013/08
6. 大安溪橋 (台中)	2012/05, 2012/08, 2012/12, 2013/04	2010/10, 2011/10, 2012/05, 2012/08, 2013/01, 2014/05	2010/10, 2012/01, 2012/05, 2013/01, 2014/05	2011/07, 2012/03, 2013/01, 2013/08, 2013/12	2011/03, 2012/05, 2013/01, 2013/08
7. 西濱快速道 路 (台中)	2012/05, 2012/08, 2013/04	2010/10, 2011/10, 2012/05, 2012/08, 2013/01, 2013/04, 2014/05	2010/10, 2011/08, 2012/01, 2012/05, 2013/01, 2013/04, 2014/05	2011/07, 2012/03, 2013/08	2012/05, 2013/01, 2013/08

表 4-1，大安溪有 5 項檢測值，經過繪圖軟體分析之後，長條圖出現較高的月份，列在其表。

其中，大腸桿菌檢測出來的結果，超標嚴重的有苗栗的文峰橋；化學需氧量檢測出來的結果，超標嚴重的有苗栗的協成橋、文峰橋、台中的大安溪橋及西濱快速道路；生化需氧量檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的大安溪橋、西濱快速道路；氨氮檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的大安溪橋；懸浮固體檢測出來的結果，超標嚴重的有苗栗的卓蘭大橋及義里大橋。

其他檢測值的部分：

1. 水溫：

這七站的水溫會因為季節不同，溫度就會有所不同。每年的 12,1,2 月因為是冬季，溫度較低；每年的 6-9 月因為是夏季，溫度較高。

2. 溶氧(電極法)、酸鹼值、導電度：

這七站的溶氧(電極法)、酸鹼值、導電度每個月變化幅度不大，沒有哪一個檢測點在某個月份特別突出。

二、大甲溪

表 4-2 大甲溪 5 項檢測值較高之月份

	大腸桿菌群	化學需氧量	生化需氧量	氨氮	懸浮固體
1. 迎賓橋	無	無	2010/10, 2011/01	無	2012/10
2. 松鶴橋	無	無	無	無	無
3. 龍安橋	無	無	無	無	無
4. 東勢大橋	無	無	無	無	2012/12
5. 長庚橋	無	無	無	無	2012/12, 2014/12
6. 朴子口	2012/08, 2014/05	無	無	2014/10	2012/08, 2012/12
7. 后豐大橋	2014/05	無	無	無	2012/12, 2013/06

8. 高速公路橋 (國一 164Km 處)	2012/10, 2012/11,	2010/09, 2010/12, 2011/11, 2012/06, 2012/10, 2012/11, 2013/02, 2013/04, 2013/07, 2013/12, 2014/11, 2014/12	2010/09, 2010/12, 2011/11, 2012/06, 2012/07, 2012/10, 2012/11, 2013/02, 2013/04, 2013/07, 2014/11	2010/09, 2012/02, 2012/06, 2013/01, 2013/09, 2014/02, 2014/11	2012/12, 2013/06
9. 大甲溪橋	2010/01, 2012/01, 2013/10, 2014/05	2012/01, 2013/01, 2014/01, 2014/05	2012/01, 2013/01, 2014/01, 2014/05,	2010/02, 2010/04, 2012/12 2013/09, 2013/10, 2014/01, 2014/02, 2014/04, 2014/05,	2010/02, 2012/12, 2014/03, 2014/05

表 4-2，大甲溪有 5 項檢測值，經過繪圖軟體分析之後，長條圖出現較高的月份，列在其表。

其中，化學需氧量檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的高速公路橋(國一 164Km 處)、大甲溪橋；生化需氧量檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的高速公路橋(國一 164Km 處)、大甲溪橋；氨氮檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的高速公路橋(國一 164Km 處)、大甲溪橋；懸浮固體檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的高速公路橋(國一 164Km 處)、大甲溪橋。

其他檢測值的部分：

1. 水溫：

這九站的水溫會因為季節不同，溫度就會有所不同。除了第一個檢測點因地理位置偏遠，一年四季溫度比其他檢測點較低外，其餘的檢測點，溫度的變化就是每年的 12,1,2 月因為是冬季，溫度較低；每年的 6-9 月因為是夏季，溫度較高。

2. 溶氧(電極法)、酸鹼值、導電度：

這九站的溶氧(電極法)、酸鹼值、導電度每個月變化幅度不大，沒有哪一個檢測點在某個月份特別突出。

三、烏溪

表 4-3 烏溪 5 項檢測值較高之月份(檢測點為台中地區)

	大腸桿菌群	化學需氧量	生化需氧量	氨氮	懸浮固體
1.國光橋	2011/09, 2012/05, 2012/06, 2012/08, 2012/09, 2013/04, 2014/12	2010/04	無	無	無
2.樹王橋	2010/04~10, 2011/02~04, 2011/06, 2011/08, 2011/09, 2012/04~06 2012/08, 2013/02, 2013/04, 2014/04, 2014/05, 2014/06, 2014/07, 2014/09~12	2010/04, 2010/06, 2010/07, 2010/08, 2011/01~07 2011/11~12, 2012/01, 2013/01~06, 2013/11, 2014/04, 2014/05,	2010/04~10, 2011/01~07, 2013/01~06, 2013/11, 2014/04~05	2010/04~06, 2011/01, 2011/02, 2011/04, 2014/04, 2014/12	無
3.大里橋	2010/02, 2010/04, 2011/02, 2011/03, 2011/07, 2011/09, 2012/08, 2012/09,	2010/04, 2011/01~04, 2013/02, 2013/03, 2011/11, 2013/12, 2014/04, 2014/11,	2011/04, 2013/02~04, 2013/11~12, 2014/04, 2014/11	無	無

	2013/01, 2013/02, 2013/04, 2014/05,	2014/12			
4.東海橋	2011/09, 2013/01	2011/09,	無	2011/01~03 2011/05, 2011/06, 2014/04, 2014/12	無
5.溪南橋	2010/12, 2012/09, 2012/12, 2013/01, 2013/02, 2013/03, 2014/01, 2014/05, 2014/06, 2014/12	2011/04, 2011/06, 2011/12, 2014/04	2014/04	無	無
6.集泉橋	2011/11, 2013/02,	無	無	無	無
7.倡和橋	無	2011/11,	無	無	2010/09,
8.逢甲橋	2014/05,	無	無	無	無
9.烏溪橋	2012/05,	2011/05, 2012/05,	無	無	2010/04~06 2012/05, 2012/07~08, 2014/05,
10.大度(大肚)橋	2011/01, 2011/03, 2012/05, 2012/10,	2012/05, 2013/05, 2013/07, 2014/05,	無	無	2012/05, 2014/05,

	2012/12, 2013/06, 2014/05, 2014/12				
--	---	--	--	--	--

表 4-4 烏溪 5 項檢測值較高之月份(檢測點為彰化、南投地區)

	大腸桿菌群	化學需氧量	生化需氧量	氨氮	懸浮固體
11. 利民橋 (彰化)	2012/05, 2013/07, 2014/05,	2012/05, 2013/07,	無	無	2012/05,
12. 福馬圳 (彰化)	2012/05,	2013/05, 2013/07, 2014/05,	無	無	2012/05, 2014/05,
13. 中正橋 (南投)	2014/05,	2014/05,	無	無	2014/05,
14. 新生橋 (南投)	無	無	無	無	無
15. 清流橋 (南投)	2013/06	2012/05, 2012/08, 2014/05,	無	無	2010/04~06 2012/03, 2012/05, 2012/07~08, 2014/05,
16. 平林橋 (南投)	2010/08, 2011/02, 2012/02, 2012/05, 2012/10, 2013/06, 2013/07, 2014/05,	2012/05, 2013/05, 2013/07,	無	2011/02,	2012/05,

	2014/06, 2014/07				
17. 愛蘭橋 (南投)	2011/06, 2012/05, 2013/04,	2011/11,	2013/11	無	無
18. 北山橋 (南投)	2011/08, 2012/05, 2014/05,	2013/05,	無	無	2010/06, 2013/05, 2014/05,
19. 柑仔林橋 (南投)	2012/05,	2012/05, 2014/05,	無	無	2010/06, 2012/05, 2014/05,
20. 乾峰橋 (南投)	2012/05, 2014/05,	2012/05, 2013/07,	無	無	2010/05, 2010/06, 2012/05, 2012/07~08

表 4-3 及 4-4，烏溪溪有 5 項檢測值，經過繪圖軟體分析之後，長條圖出現較高的月份，列在其表。

其中，大腸桿菌檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的樹王橋、大里橋、溪南橋、大肚橋以及南投的平林橋；化學需氧量檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的樹王橋、大里橋；生化需氧量檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的樹王橋、大里橋；氨氮檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的大里橋、東海橋；懸浮固體檢測出來的結果，超標嚴重的有台中的烏溪橋，南投的清流橋以及乾峰橋。

其他檢測值的部分：

1. 水溫：

這二十站的水溫會因為季節不同，溫度就會有所不同。溫度的變化每年的 12 至隔年是冬季，溫度較低；每年的 6-9 月是夏季，溫度較高。

2. 溶氧(電極法)、酸鹼值、導電度：

這二十站的溶氧(電極法)、酸鹼值、導電度每個月變化幅度不大，沒有哪一個檢測點在某個月份特別突出。



圖 4-30 台中市三大流域水質現況及問題分析

上圖為 2016 年台中市政府環保局針對環繞台中 3 條溪的污染狀況及問題分析圖。

根據表 4-1~4-4，發現烏溪的樹王橋、大里橋的污染情況跟同一條溪其他觀測站相比，最為嚴重。推測在檢測站附近，工廠較多，工廠的工作人員排放大量廢水有關。

根據台中市政府環境保護局 2016 年的報告顯示，排放廢水(事業廢水及生活污水)的熱區，恰巧就是台中市的大里區與太平區(2010/12/25 之前為台中縣)，排放生活污水的比例是 51%，事業廢水的比例是 40%。相較於其他 2 條溪，主要的污水來源是生活廢水，但其受污染的程度跟烏溪相比，是較低的；除了工廠排放廢水外，人口密度也有關係。烏溪的人口密度最高，有 71%，其次是大甲溪 14%，大安溪只有 3%。綜合上述資料，本研究推測，在大里橋及樹王橋附近的河川受到污染的時間恐怕不只 5 年。因此，環保署應想辦法解決這 2 個地方嚴重污染的問題。[18]

4.4 網站成果

經由 ArcGIS 繪圖軟體分析之後，我們將每個檢測值 60 張靜態圖做成動畫，並且將動畫放置在網站上，可透過下拉式選單，讓使用者可以點選不同流域不同檢測值之 5 年變化情形。本組的架構圖請見圖 4-30。

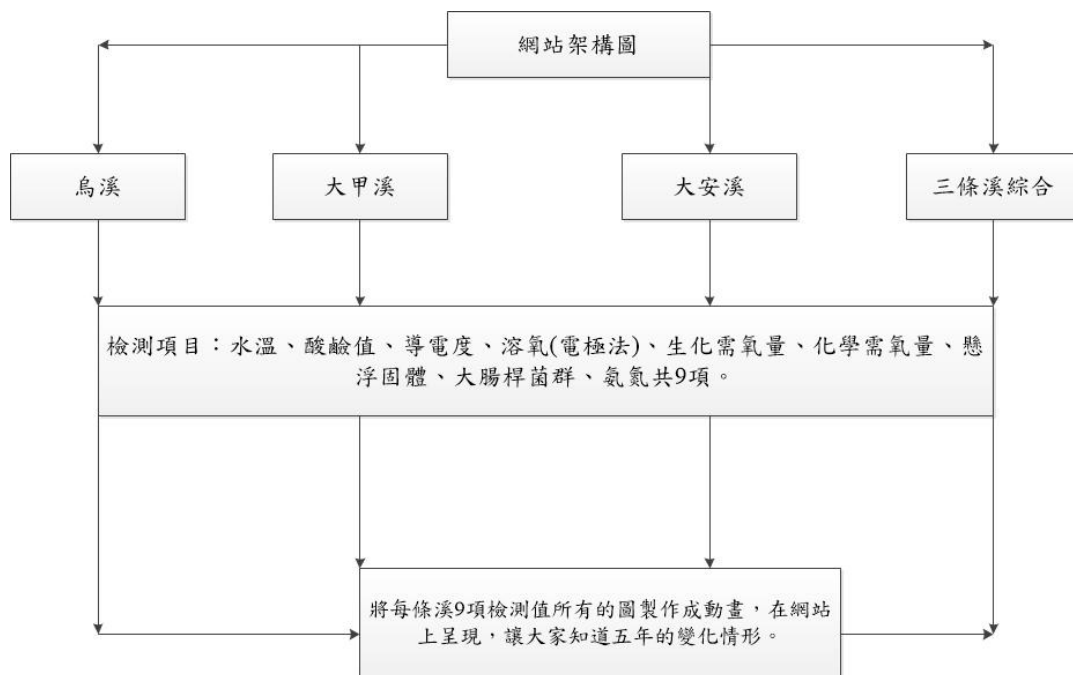


圖 4-31 網站架構圖

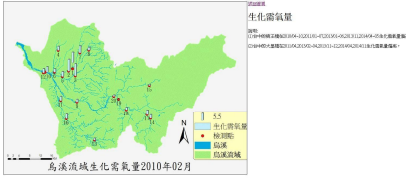
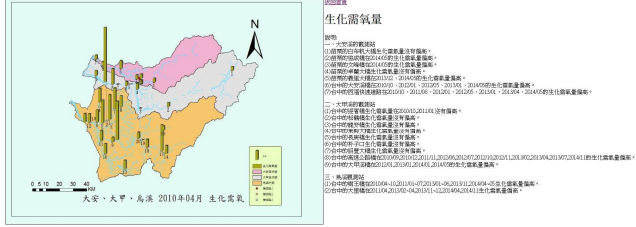
 本組網站的首頁	 進入大安溪的檢測值生化需氧量動態圖
 進入大甲溪的檢測值生化需氧量動態圖	 進入烏溪的檢測值生化需氧量動態圖
 進入三條溪整合的檢測值生化需氧量動態圖	

圖 4-32 網站內容

圖 4-32，為本組的網站內容。首頁即看見四個下拉式選單，使用者可以選擇想要看某條溪某項檢測值的 5 年動態變化。為了節省篇幅，在書面報告上僅顯示大安溪、大甲溪、烏溪及三條溪綜合的生化需氧量動態展示圖的靜態畫面。

第伍章 結論

本專題主要探討大安溪、大甲溪及烏溪共 36 個檢測點，每個檢測點有 9 個檢測項目之水質污染的情形，收集 2010 年~2014 年之水質檢測資料，資料部份由環保署提供。本研究進行資料分析，將數據分析以圖形方式呈現，可以得知每個檢測站在流域空間及時間分佈的污染情況。

本研究將靜態圖檔後製完成可隨時間變動的動態圖檔，藉此可了解流域中污染演變的情形。

為了讓使用者能夠選擇性地了解某流域某檢測項目的時序列變化，因此亦製作網站呈現本文所完成的成果。

參考文獻

一、線上資源：

[1]水溫的特性

http://www.nani.com.tw/nani/jlearn/natu/ability/a1/3_a1_1_1.htm

[2]酸鹼值的特性及危害

http://blog.sina.com.tw/little_ginkgo/article.php?pbgid=32958&entryid=586371

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%85%B8>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/PH%E5%80%BC>

[3]導電度的特性及危害

http://www2.nsysu.edu.tw/IEE/lou/part_2/lesson_5/ch5_con.htm

<http://apools.pixnet.net/blog/post/22863079-%E6%B8%AC%E5%AE%9A%E5%B0%8E%E9%9B%BB%E5%BA%A6%E5%8F%8Aph%E5%80%BC%E7%9A%84%22%E7%9B%AE%E7%9A%84%22%E5%8F%8A%22%E5%8E%9F%E7%90%86%22%E5%97%8E%3F>

<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W20351B.htm>

[4]溶氧電極的特性及危害

http://www2.nsysu.edu.tw/IEE/lou/part_2/lesson_5/ch5_con.htm

http://www.ph-orp.cn/zh-tw/ph-orp_Article_319961.html

[5]生化需氧(BOD)的特性

<https://mbasic.facebook.com/notes/%E5%85%A8%E6%B0%91%E6%84%9B%E5%81%A5%E5%BA%B7%E5%A4%A7%E5%AE%B6%E6%A8%82%E5%88%86%E4%BA%AB/%E7%92%B0%E5%A2%83%E8%A1%9B%E7%94%9F%E6%95%91%E5%91%BD%E5%95%8A%E6%B0%B4%E4%B8%AD%E6%B2%92%E6%B0%A7%E5%BF%AB%E6%AD%BB%E4%BA%86%E8%AB%87%E7%94%9F%E5%8C%96%E9%9C%80%E6%B0%A7%E9%87%8F/735116529846377/>

http://www2.nsysu.edu.tw/IEE/lou/part_2/lesson_5/ch5_con.htm

[6]化學需氧(COD)的特性及影響

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%96%E5%AD%A6%E9%9C%80%E6%B0%A7%E9%87%8F>

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=3256>

[7]懸浮固體的特性及影響

<http://hippo.bse.ntu.edu.tw/~wenlian/irr/irr-5.htm>

<http://blog.udn.com/ufyliren/1939416>

http://www2.nsysu.edu.tw/IEE/lou/part_2/lesson_5/ch5_con.htm

[8]大腸桿菌的特性及影響

http://www2.nsysu.edu.tw/IEE/lou/part_2/lesson_5/ch5_con.htm

<http://blog.udn.com/ufyliren/1939416>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%A7%E8%85%B8%E6%A1%BF%E8%8F%8C>

[9]氨氮的特性及影響

<http://baike.baidu.com/view/200630.htm>

<http://blog.udn.com/ufyliren/1939416>

[10]河川污染指數之標準

<http://wq.epa.gov.tw/Code/Business/Standard.aspx>

[11]各項檢測值之標準

<http://wq.epa.gov.tw/Code/Business/Statutory.aspx>

[12]惡質金屬公司 繞流偷排廢水

<https://tw.news.yahoo.com/%E6%97%A5%E6%9C%88%E5%85%89-%E5%A>

[13]日月光一審判決 環團：無法遏止犯罪

<https://tw.news.yahoo.com/%E6%97%A5%E6%9C%88%E5%85%89-%E5%AF%A9%E5%88%A4%E6%B1%BA-%E7%92%B0%E5%9C%98-%E7%84%A1%E6%B3%95%E9%81%8F%E6%AD%A2%E7%8A%AF%E7%BD%A-A-075500859.html>

[14] Google Earth 之維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/Google%E5%9C%B0%E7%90%83>

[15] ArcGIS 之維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

[16] 成功大學座標轉換

<http://gis.thl.ncku.edu.tw/coordtrans/coordtrans.aspx>

[17] 行政院環境保護署

<http://wq.epa.gov.tw/Code/?Languages=>

[18]台中市政府環保局三大流域水質現況及問題分析

<http://www.epb.taichung.gov.tw/public/Attachment/109010/641513483219.pdf>

二、文獻資源

[19] 楊冠政，(1992)：“環境行為相關變項之類別與組織”，國立台灣師範大學環境教育季刊 15 期。

[20] 李永展、伏嘉捷、王塗發、李欣哲、劉志堅、鄭益明、王俊秀，(2000)：台灣現況 2000。台北：綠科資訊有限公司-看守台灣研究中心。