

參、結果

(一) 水族生物環境檢測法

2005 年 7 月至 2006 年 5 月以水族生物環境檢測法分析的結果(表 3、表 4)。

在魚類 AOD 值方面(圖 3、圖 5)，安溪寮橋(Site 1)最高，AOD 值介於 1500~1800%之間，平均值為 1770%。竹北高中(Site 3)最低，AOD 值介於 120~1800%之間，平均值為 1048%。儒林橋(Site 2)的 AOD 值介於 750~1800%之間，平均值為 1445%。社崙橋下游(Site 4)的 AOD 值介於 100~1800%之間，平均值為 1101%。水利大橋(Site 5)的 AOD 值介於 760~1800%之間，平均值為 1477%。倘若排除 2005 年 12 月至 2006 年 2 月因為儒林橋(Site 2)斷水導致 AOD 值偏低的資料，則安溪寮橋(Site 1)的平均 AOD 值為 1757%，儒林橋(Site 2)的平均 AOD 值為 1739%，竹北高中(Site 3)的平均 AOD 值為 1403%，社崙橋下游(Site 4)的平均 AOD 值為 1459%，水利大橋(Site 5)的平均 AOD 值為 1700%；在蝦類 AOD 值方面(圖 4、圖 5)，安溪寮橋(Site 1)最高，AOD 值介於 1400~1800%之間，平均值為 1745%。竹北高中(Site 3)最低，AOD 值介於 245~1800%之間，平均值為 977%。儒林橋(Site 2)的 AOD 值介於 420~1800%之間，平均值為 1385%。社崙橋下游(Site 4)的 AOD 值介於 100~1800%之間，平均值為 999%。水利大橋(Site 5)的 AOD 值介於 760~1800%之間，平均值為 1343%。倘若排除 2005 年 12 月至 2006 年 2 月因為儒林橋(Site 2)斷水導致 AOD 值偏低的資料，則安溪寮橋(Site 1)的平均 AOD 值為 1779%，儒林橋(Site 2)的平均 AOD 值為 1784%，竹北高中(Site 3)的平均 AOD 值為 1259%，社崙橋下游(Site 4)的平均 AOD 值為 1314%，水利大橋(Site 5)的平均 AOD 值為 1570%。

在各樣站間魚類 AOD 值的變化(表 3、表 4)。下降幅度最大的是儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，平均變化值為-397%，上升幅度最大的是社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)之間，平均變化值為 376%。安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，平均變化值為-325%，竹北高中(Site 3)和社崙橋下游(Site 4)之間，

平均變化值為 53%。倘若排除 2005 年 12 月至 2006 年 2 月因為儒林橋(Site 2)斷水導致 AOD 值偏低的資料。下降幅度最大的儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，平均變化值則為-336%，上升幅度最大的是社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)之間，平均變化值則為 241%。安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，平均變化值為-19%，竹北高中(Site 3)和社崙橋下游(Site 4)之間，平均變化值為 56%；在各樣站間蝦類 AOD 值的變化，下降幅度最大的是儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，平均變化值為-369%，上升幅度最大的是社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)之間，平均變化值為 344%。安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，平均變化值為-360%，竹北高中(Site 3)和社崙橋下游(Site 4)之間，平均變化值為 23%。倘若排除 2005 年 12 月至 2006 年 2 月因為儒林橋(Site 2)斷水導致 AOD 值偏低的資料。下降幅度最大的儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，平均變化值則為-469%，上升幅度最大的是社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)之間，平均變化值則為 256%，安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，平均變化值為 6%，竹北高中(Site 3)和社崙橋下游(Site 4)之間，平均變化值為 56%。

(二) 水質參數檢測

各樣站的水質參數檢測結果(表 5~9)，水溫在五個樣站間並沒有太大變化。在夏季的水溫可以到達 32.6°C，在冬季則可以低到 14.1°C。豆子埔溪的比導電度實際測量值介於 0.19~0.69 mS/cm，平均最大值在竹北高中(Site 3)測得，實際測量值為 0.48 mS/cm，平均最小值在安溪寮橋(Site 1)測得，實際測量值為 0.35 mS/cm。豆子埔溪的平均比導電度則為 0.42 mS/cm。在溶氧量的檢測部分，實際測量值介於 2.3~11.3 mg/L，平均最大值在安溪寮橋(Site 1)測得，實際測量值為 9.0mg/L，平均最小值在社崙橋下游(Site 4)測得，實際測量值為 4.5mg/L。豆子埔溪的平均溶氧量則為 6.8 mg/L。在溶氧百分比的檢測部分，在測量過程中，已經盡量避免於容易造成過飽和溶氧的水域測量。但在安溪寮橋(Site 1)還是可以測到 125%的實際測量值。對於整個年度而言，平均最大值在安溪寮橋(Site 1)測得，實際測量值為 103%，平均最小值在社崙橋下游(Site 4)測得，實際測量值為 53%，

豆子埔溪的平均溶氧百分比則為 80%。在 pH 值的檢測部分，各樣站的實際測量值介於 7.7~9.5 之間，各樣站間無太大差異。豆子埔溪的平均 pH 值為 8.1，呈弱鹼性，符合一般地面水體放流水之規定。在透視度的測量方面，實際測量值介於 9~50cm 之間，五個樣站平均透視度為 27.5cm，平均最大值為水利大橋(Site 5)，測量值為 37.6cm，平均最小值為儒林橋(Site 2)，測量值為 20.6cm(圖 6~圖 8)。

(三) AOD 值與水質參數相關性分析

魚類和蝦類的 AOD 值與水溫、pH 值及透視度並沒有任何相關性(表 10)。魚類 AOD 值和比導電度的相關性判斷係數為 0.90，魚類 AOD 值和溶氧量的相關性判斷係數為 0.88，魚類 AOD 值和溶氧百分比的相關性判斷係數為 0.87;在蝦類 AOD 值方面，蝦類 AOD 值和比導電度的相關性判斷係數為 0.84，蝦類 AOD 值和溶氧量的相關性判斷係數為 0.87，蝦類 AOD 值和溶氧百分比的相關性判斷係數為 0.90。

(四) AOD 值與水文參數相關性分析

由豆子埔溪的流量統計資料可知(表 11)，流量由上游至下游越來越大。因為豆子埔溪並無任何支流，且其主要功能為灌溉及排水，因此可推估增加的流量來源為農業回歸水及都會區所排放的家庭和餐廳的生活污水。倘若流量減少，則可能是農業取水灌溉的因素所造成。由上由至下游的平均流量分別為，安溪寮橋(Site 1)的 0.29CMS、儒林橋(Site 2)的 0.29CMS、竹北高中(Site 3) 的 0.66CMS、社崙橋下游(Site 4)的 0.85CMS 及水利大橋(Site 5)的 0.97CMS。其中整個流域流量較低的月份包括 2005 年 8 月、12 月及 2006 年 1 月、2 月最上游兩樣站流量皆低於 0.2CMS，8 月份流量低的主因為久旱不雨。而 12 月至 2 月在安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，則是因為農業取水灌溉造成流量變小甚至造成斷流。在各樣站間的流量變化方面，整體而言，安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，除了 12 月至 1 月因農業取水造成流量變化值為負值外，其餘月份各樣站間的流量變化值皆為正值，或是不變。流量變化最大的河段為儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，平均流量變化為 0.38CMS，增加的水量主要來自都會區的污水。至

於最上游的兩個樣站間的流量只有微幅的上升，約 0.01~0.08CMS，因本河段只有少部份人為開發，加入河川的污水量不大。竹北高中(Site 3)至社崙橋下游(Site 4)和社崙橋下游(Site 4)至水利大橋(Site 5)之流量變化，則分別為 0.19CMS 及 0.12CMS。

在魚類和蝦類 AOD 值與流量、流速及水深的相關性可知(圖 9~圖 11)(表 12)，AOD 值和流量的相關性判斷係數為 0.15~0.67 之間，AOD 值和流速的相關性判斷係數為 0.09~0.77 之間(表 12)，AOD 值和水深的相關性判斷係數為 0.07~0.97 之間。

(五) 魚類資源調查

自 2005 年 8 月至 2006 年 5 月共紀錄到 14 種魚類(表 13)，包括粗首鱾(*Zacco pachycephalus*)、台灣石鱚(*Acrossocheilus paradoxus*)、革條副鱚(*Paracheilognathus himantegus*)、羅漢魚(*Pseudorasbora parva*)、鱸鰻(*Anguilla marmorata*)、短吻小鰾鮒(*Microphysogobio brevirostris*)、明潭吻蝦虎(*Rhinogobius candidianus*)、鯰魚(*Silurus asotus*)、中華花鰻(*Cobitis sinensis*)、鰱魚(*Carassius auratus*)、鯉魚(*Cyprinus carpio*)、大肚魚(*Gambusia affinis*)、琵琶鼠(*Pterygoplichthys* sp.)及雜交種吳郭魚(*Oreochromis* sp.)。在最上游安溪寮橋(Site 1)調查到粗首鱾、台灣石鱚、羅漢魚、短吻小鰾鮒、明潭吻蝦虎、中華花鰻、鰱魚、大肚魚及雜交種吳郭魚等九種魚類。在儒林橋(Site 2)調查到粗首鱾、羅漢魚、短吻小鰾鮒、明潭吻蝦虎、鯰魚、中華花鰻、鰱魚、鯉魚、琵琶鼠及雜交種吳郭魚等十種魚類。在竹北高中(Site 3)則調查到琵琶鼠及非常大量的雜交種吳郭魚，在 12 月時調查到一隻疑似擱淺的鱸鰻。社崙橋下游(Site 4)調查到粗首鱾、鰱魚、鯉魚、琵琶鼠及雜交種吳郭魚等五種魚類。最下游的水利大橋(Site 5)則調查到粗首鱾、台灣石鱚、革條副鱚、羅漢魚、短吻小鰾鮒、明潭吻蝦虎、鯰魚、中華花鰻、鰱魚、鯉魚、琵琶鼠及雜交種吳郭魚等十二種魚類。在魚類物種優勢度方面(圖 12)，安溪寮橋(Site 1)的優勢魚種為粗首鱾(35%)及短吻小鰾鮒(28%)及儒林橋(Site 2)的優勢魚種為雜交種吳郭魚(67%)及明潭吻蝦虎(10%)，其餘下游三樣站的優勢魚種為雜交種吳郭

魚皆高達 90% 以上。由上游至下游各樣站的物種豐富度分別為 9、10、3、6 及 12(表 10)。而各樣站各月份的平均物種豐富度則分別為 5、5、1、3 及 4。在魚類物種歧異度方面(表 14)，由上游至下游各樣站各月份的物種歧異度分別為 0.49、0.34、0.01、0.10 及 0.12。其中安溪寮橋(Site 1)最高，竹北高中(Site 3)最低。在魚類物種均勻度方面(表 14)，由上游至下游各樣站各月份的物種均勻度分別為 0.79、0.55、0.04、0.23 及 0.22。以安溪寮橋(Site 1)最高，竹北高中(Site 3)最低。

魚類 AOD 值與魚類物種歧異度的相關性判斷係數為 0.77，魚類 AOD 值與魚類物種豐富度的相關性判斷係數為 0.74，以及魚類和物種均勻度的相關性判斷係數為 0.76，由此可知，倘若水質越好，AOD 值越高，則魚類物種的歧異度、豐富度及均勻度也會相對的提高(表 15)。

(六) 河床底質調查

最上游的安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)的底質主要是由小漂石、圓石和卵石所組成。竹北高中(Site 3)的底質主要以細泥和有機物碎屑為主，最下游的社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)的底質主要是以卵石及圓石為主。底質的歧異度和均勻度都是以竹北高中(Site 3)最高，為 0.28 和 0.47。其餘四個樣站的歧異度介於 0.25~0.28 之間，均勻度介於 0.32~0.39 之間(表 16)。和 AOD 值並無太大的相關性，也就是豆子埔溪的底質和水質的淨化並無明顯相關，可能為槽化水泥河道所致(泰翔)。

(七) 植生分佈比例與面積

自 2005 年 7 月至 2006 年 5 月的調查發現(表 17)。在竹北高中以上的河段植生都是比較稀疏的，在竹北高中下游之河段，則可能因為營養鹽大量增加導致植生生長旺盛。以植生的種類而言，整個流域的優勢物種為巴拉草、芭荊和大花咸豐草，植生以下游較為茂盛，竹北高中下游則出現大量的浮水性植物布袋蓮，水利大橋除了以上之優勢種，還可以觀察到少量的水蘊草和布袋蓮。植生的比例與面積而言(圖 13、圖 14)，在社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)之間，植生比例與面積最高，夏季的植生比例可以高達約 70%，面積可以高達 31500 平方公

尺。而冬季也有約 50% 及 22500 平方公尺。植生比例和面積最少的則是儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，植生比例約在 2%~5% 之間，植生面積約在 1020~2550 平方公尺之間。最上游的安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，2005 年 7 月至 2005 年 11 月的植生比例約為 20%，植生面積約為 9310 平方公尺。2005 年 12 月植生遭到人為去除，僅剩約 2% 的比例，2006 年 5 月才漸漸恢復到約 15%。在竹北高中(Site 3)和社崙橋下游(Site 4)之間，2005 年 7 月至 2005 年 11 月的植生比例約為 20%，植生面積約為 6000 平方公尺，2005 年 12 月植生被人為方式去除僅剩 5%，直到 2006 年 5 月都沒有增加。

倘若僅計算流水所覆蓋的植生比例和面積(表 18)，自 2005 年 7 月至 2006 年 5 月的調查可知。以流水覆蓋植生的比例而言(圖 15、圖 16)，和流量有很大的關係，流量大時水深較深，則覆蓋面積較大。流量小時水深較淺，則覆蓋面積較小。在社崙橋下游(Site 4)和水利大橋(Site 5)之間，流水覆蓋植生比例最高，當流量較大時，流水所覆蓋的植生比例可以高達 60~70% 之間，植生面積可以高達 27000~31500 平方公尺之間。而流量較小時，也有約 40~50% 和 18000~22500 平方公尺之間。流水覆蓋植生比例和面積最少的則是儒林橋(Site 2)和竹北高中(Site 3)之間，流水覆蓋植生的比例約在 1%~5% 之間，面積約在 510~2550 平方公尺之間。最上游的安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間，流水覆蓋植生比例約為 1~20%，植生面積約為 4655~9311 平方公尺，視流量而定。1% 出現在 2005 年 12 月，流量僅 0.1CMS。在竹北高中(Site 3)和社崙橋下游(Site 4)之間，2005 年 7 月至 2005 年 11 月的流水覆蓋植生比例約為 15~20%，植生面積約為 4500~6000 平方公尺，2005 年 12 月植生被人為方式去除僅剩 5%，約 1500 平方公尺，直到 2006 年 5 月都沒有增加。

在本研究中，將豆子埔溪流域河道中的植生分為四個部分討論(表 19)，分別為植生的比例和面積，以及流水覆蓋植生的比例和面積。四種不同狀況的植生對於水體品質的影響進行探討。因為 2005 年 12 月至 2006 年 2 月期間，安溪寮橋(Site 1)和儒林橋(Site 2)之間因為農業取水而形成斷流，水質狀況呈現不連續，所

以將此三個月的數據捨去，不對植生進行相關性分析。根據四個河段七次的水質檢測，將每個河段的 AOD 值變化量與植生進行相關性分析可知，魚類及蝦類 AOD 值和植生比例的相關性大於與植生面積的相關性。魚類及蝦類 AOD 值和植生比例的相關性判斷係數分別為 0.90 和 0.93，魚類及蝦類 AOD 值和植生面積的相關性判斷係數分別為 0.77 和 0.72。魚類及蝦類 AOD 值和流水覆蓋植生比例的相關性判斷係數分別為 0.96 和 0.92，魚類及蝦類 AOD 值和流水覆蓋植生面積的相關性判斷係數分別為 0.85 和 0.81。

