

天送翠湖美景 深山好水色變

—宜蘭地區水資源及水質汙染現況



江漢全

出生：民國四十三年生

學歷：台灣大學農業化學所博士

經歷：農業工程研究中心環境組副研究員

現職：宜蘭農工專校環工科教授

壹、源短水流急 蓄水大不易

一、水資源概況

宜蘭地區三面環山，東臨太平洋，位居東北季風之衝，故季風期間大量水氣受環山所阻而降水，使山區降雨量多於平地；本區夏季常遭颱風豪雨侵襲，然雨季大部分集中八至十一月，無明顯乾季，平均年雨量約 3,155 公釐，與全台灣平均年雨量 2,504 公釐比較，宜蘭縣之降雨量偏高，屬水資源較豐富之地區，而雨量的分布在南邊顯著高於北邊。

在地表水方面，宜蘭縣內重要的大小河川共 9 條，由北往南依序為大溪川、得子口溪、蘭陽溪、冬山河、新城溪、蘇澳溪、東澳溪、南澳溪及和平溪。主要河川僅蘭陽溪 1 條，次要河川有得子口溪、新城溪、蘇澳溪、東澳溪、南澳溪及和平溪。蘭陽溪為最大河川，羅東溪、宜蘭河、大湖溪、五十溪、大礁溪及小礁溪等均其支流。河床坡陡，除冬山河外，河川河床坡度大約在 1/10 ~ 1/2000 之間，加上地形所限，蓄水不易，對水資源之調蓄功能相當有限。因此，在這源短流急之河川特性下，河川含砂量大，暴雨逕流均直流入大海，而未能被有效的利用。

地下水方面，經濟部水資源統一規畫委員會將台灣地區地下水資源分為九區，宜蘭縣的蘭陽平原地下水區位本省東北部，約呈一等邊三角形，北起頭城，南止於蘇澳。西沿山麓線，東濱海岸，面積約 400 平方公里，蘭陽溪由西而東貫通本平原，其自中央山脈挾帶粗礫而下，沉積於平原之上，構成本區主要之含水層，透水性良好，為台灣地區地下水豐富地區之一，惟沿海平原一帶，含水層多為細砂及黏土組成，透水性能較差。全區地下水之平均水力傳導係數約 0.42 平方公尺／公分。

本區地下水年補注量約 120 百萬立方公尺，一向為宜蘭縣公共給水、灌

溉及工業用水之主要來源，大部分平原地區之地下水水位在距地表0~15公尺之間，地下水流向大致為由西南流向東北。雖然地下水源尚稱豐富，但地下水水位高，距地表距離淺，故當有污染源存在時，地下水極易受汙染，近年來宜蘭縣沿海養殖魚塭大量抽取地下水及工商業之發展，已對地下水質造成嚴重威脅，在沿海地區，部分監測井已有水質鹽化現象，在礁溪地區亦疑有地下水超抽而造成地層下陷之情形。

蘭陽平原由於地下水水位高，在枯水期往往高於圳渠或排水路之水位，故地下水會滲入圳渠或排水路內，形成伏流水或稱湧泉。依中興顧問社針對冬山河及得子口溪流域之分析，在該兩流域內總灌溉水量中，伏流水之量約占19%~20%之間，顯示宜蘭縣伏流水亦是重要之水資源之一。而伏流水之分布遍及宜蘭縣各地區，在灌溉用水中之取水量高達11.18CMS，占灌溉水源之15.8%，為宜蘭縣相當特別的重要水源。

宜蘭縣境內之湖泊較主要的有翠峰湖、龍潭湖、大湖、雙連埤及梅花湖等五個，龍潭湖、大湖、雙連埤位於蘭陽溪北，翠峰湖及梅花湖則位於蘭陽溪南，其中翠峰湖及雙連埤為高山湖泊，取水利用不易，其餘三個平地湖泊則均具部分灌溉功能。

二、水體利用情形

在河川方面，位於山區之河川水體主要作為暴雨時紓解山洪之排水路，位於平原之河川水體則作為區域排水路及流域內汙染物之承受水體，此外，河川為灌溉用水之主要來源，河川水占灌溉用水水量之84.0%，其亦為公共給水之水源，占公共給水水量之6.0%；另蘭陽溪流域有兩座水力發電廠，即蘭陽及天送埤電廠；而冬山新城溪則有遊憩觀光用途，冬山河中游捷徑橋附近已開發為親水公園，新城溪上游則有武荖坑風景區。

宜蘭縣地下水之開發利用，依水資會1985年之統計，農業用水井約704口，抽水量一千一百萬立方公尺；公共給水15口井，抽水量一千七百萬立方公尺；工業及其他用約830口井，抽水量四千三百萬立方公尺；家庭自抽用水估計約一千六百萬立方公尺，本區合計井數1,549口，抽水量共八千七百萬立方公尺。然水資會1994年之統計資料，將養殖用水抽水量估計九千六百萬立方公尺加入，則已知開發數量已達一億八千三百萬立方公尺，已超出全區年補注量之一億二千萬立方公尺。本地區公共給水水量之94.0%均仰賴地下水，養殖池用水皆以地下淡水為主要水源，以及工業用水之持續開發，為目前地下水之利用特徵。

宜蘭縣伏流水之水量相當豐富，其開發利用以灌溉用水與公共給水為主，湖泊水體則主要做為休閒遊憩之用，如翠峰湖位於太平山風景遊樂區，梅花湖亦為頗負盛名之水上風景遊樂區，龍潭湖、大湖、雙連埤除了亦是著名的風景區外，其水源有部分作為灌溉水源。

貳、廢水逐年增 汙染漸可觀

宜蘭地區河川坡度陡峭，流短水急，河川流量隨降雨量而迅速漲落，在暴雨時雖流量甚大，但旱季時則流量小，缺乏稀釋能力。近年來工業蓬勃發展，加以都市化的形成，使工業廢水、畜牧廢水及市鎮污水逐年增加，且大都未經妥善處理即進行排放，挾帶大量汙染物進入河川，超過河川之涵容能力，致使各河川受到不同程度之汙染。

河川水質汙染情形之評估，目前常被使用者為河川汙染指數（River Pollution Index, RPI），它是由溶氧量（DO）、生化需氧量（BOD）、懸浮固體（S. S.）及氨氮（NH₃-N）等四項水質參數決定，RPI在2.0以下為未受汙染或稍受汙染，RPI在5.0以上則屬嚴重汙染。依據宜蘭縣環境保護局委託國立宜蘭農工專校檢驗中心在民國81年4月至82年3月一年間之河川水質調查資料，以RPI統計得子口溪、蘭陽溪、冬山河、新城溪、蘇澳溪、南澳溪等主次要河川之水質，結果說明如下：

得子口溪上游五峰旗測站因偶爾S. S.稍高，而為輕度汙染程度，中游迅即劣化為中度至嚴重汙染，下游復興橋測站雖大都比中游水質有改善，但亦屬中度至嚴重汙染。在汙染源方面，上述調查指出得子口溪上游五峰旗風景區遊憩活動有造成汙染現象，另依中興工程顧問社（1993）之調查，得子口河流域以畜牧廢水（占35%）、養殖廢水（占26%）及家庭污水（占24%）為主要汙染源。

蘭陽溪上下游水質差異不大，整體水質呈未（稍）受汙染至中度汙染，其水質特徵為DO值及S. S.值均高，此與蘭陽溪坡陡流急及輸砂量大有關。上游的崙埤測站在四月份及十二月份均呈現其時全溪最高的NH₃-N濃度，可能與河川上游南山高冷蔬菜區施用肥料有關。另依中興工程顧問社之調查，蘭陽

河流域之主要污染源為家庭污水（占42%）及畜牧廢水（占41%），佔流域總污染量之83%，而其主要支流宜蘭河及羅東溪之主要污染源亦為家庭污水及畜牧廢水。近年蘭陽溪河床採砂活動盛行，亦可能對河川水質造成不良影響，唯尚無具體資料供評估其影響程度。

冬山河自上游義成橋測站至下游大閘門測站水質差異不大，全河川均屬輕度至中度污染，於四月、五月、七月之水質較差，而十月及元月冬季時水質較佳。依中興工程顧問社之調查，冬山河流域主要污染源為家庭污水（25%）、畜牧廢水（17%）及工業廢水（47%），其中占比例最高的工業廢水又以林和源支線排水路及五結排水路污染量最可觀，打那岸支線、十六份支線亦為較大之工業廢水污染水路。

新城溪上中游之水質全年屬輕度至中度污染，下游則在四月及七月呈現嚴重污染之情形，但在十月及元月則污染程度又降低為未或稍受污染，可見下游河段水質全年起伏很大。在污染源方面，上述調查指出新城溪上游武荖坑風景區之遊憩活動有造成污染情形，另依中興工程顧問社之調查，新城溪流域主要污染源為工業廢水（占39%）、畜牧廢水（占24%）、農業回歸水（占20%）及家庭污水（占15%），畜牧廢水之污染與新城溪下游行水區大量養鴨有關，唯目前在環保局加強稽查的情形下，養鴨污染已有大幅改善，而工業廢水則以龍德工業區所排放者為主。

蘇澳溪水質呈未（稍）受污染至輕度污染，上游河段於夏季D.O.較低，S.S.則偏高，下游河段則NH₃-N有較上游升高趨勢，可能係受污染所致，但整體而言，蘇澳溪之水質尚佳。依中興工程顧問社之調查，蘇澳河流域之主要污染源為家庭污水（84%），其次為畜牧廢水（占15%）。

南澳溪金洋及澳尾兩個測站水質分析結果，除下游澳尾站於四月水質曾有輕度污染情形外，其餘測值均為未（稍）受污染。南澳溪人為污染因素少

，水質特性為天然因素造成之 S. S. 值稍高，水質良好。

除以 RPI 評估河川水質外，江氏（1993）之調查亦包括銅、鋅、鎘、鉻及鉛等重金屬，結果顯示所有河川均無上述重金屬污染之情形。延續上述之調查，宜蘭縣環保局委託復興工商專校在民國82年4月至84年3月，委託元智工學院在民國84年4月至85年3月之河川水質調查資料，結果與前述調查結果相當接近。台灣省環保處歷年之河川水質年報亦有類似結果。中興工程顧問社之調查則指出，以 BOD 為污染量指標，則冬山河流域占42%，蘭陽溪流流域（含宜蘭河及羅東溪）占23%，得子口溪流流域占18%，新城溪流流域占13%，合計為全縣 BOD 污染量之96%。在污染源方面，則宜蘭縣河川之主要污染源為家庭污水（約占31%），畜牧廢水（約占29%）及工業廢水（約占21%），此三類污染共占宜蘭縣總水污染量之81%。

參、地下水水質 鹽鹼化趨向

地下水含水層水質為降雨至補注區 (recharge area)，歷經流過區域並混合土壤、岩層之滲漏水而成之綜合水質。其主要成分陽離子有鈉離子 (Na^+)，鉀離子 (K^+)，鈣離子 (Ca^{2+})，鎂離子 (Mg^{2+})，陰離子則有重碳酸根離子 (HCO_3^-)，氯離子 (Cl^-)，硫酸根離子 (SO_4^{2-}) 等。江氏 (1994) 於民國 82 年 9 月至 83 年 5 月針對蘭陽平原 35 口井之採樣分析結果指出：宜蘭地區地下水質由 Piper 水質結構圖及 Collin 水質柱狀圖分析，補注區至流出區鹽分濃度有漸次增加的趨勢，水質由以 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 為主，漸次轉為以 NaHCO_3 為主，再轉為以 Na_2SO_4 及 NaCl 為主之水質型態。整體而言，蘭陽平原之地下水在補注區之水質優良，地下水主要成分含量及比例均適合各類用水需求；在過渡區之水質亦佳，少數樣品 S. A. R 值偏高，顯示陽離子相由二價離子漸轉為單價，但絕大多數水樣仍可符合灌溉用水水質標準；在流出區（即沿海地區）則依不同水質參數，各水井水樣呈現不同程度之鹽分汙染現象。

除了地下水質之主要成分外，馮林基金會 (1991) 針對蘭陽平原地下水質方面之調查研究，指出本區水質概況為：硬度之背景值偏高，冬山河沿岸區域之砷含量相當高，鐵與錳偏高，重金屬含量則相當低微，另龍德工業區附近之地下水疑有汙染。冬山、五結地區砷含量過高的問題亦有淡江大學之調查 (1990) 提出。宜蘭農工專科學校 (1992) 對龍德工業區附近新馬地區淺層地下水井之調查則顯示有汙染情形存在。此外，台灣省環境保護處自民國 69 年起，在宜蘭地區即設有 10 口取樣井，每年採樣 3 次，分析項目包括水溫、pH 值、電導度值、鐵、錳、砷、銅、鋅、總硬度、氯鹽、鎳、鉻等 12 項，分析結果載於歷年之地下水水質年報中，江氏 (1992) 曾將年報 10 年資料統計評析，得到之結論與前述文獻之結果相當一致。依據前述報告，宜蘭縣

地下水水質有鐵、錳及硬度含量稍高的特徵，其他水質項目普遍良好，近年的調查，指出沿海養殖魚塢密集區部分地下水井已受鹽分汙染，冬山及五結地區地下水中砷含量過高，龍德工業區附近新馬地區地下水受汙染等問題較值得重視。

海岸之環境敏感地帶，農工業之活動宜避免大量抽取地下水導致海水入侵，但近年來宜蘭地區養殖池之開闢並未能事前妥善規畫，導致宜蘭縣沿海地區地下水發生受鹽分汙染的問題，致地下水中之E.C.、Cl、SO₄²⁻、S.A.R等水質參數惡化，已有多份文獻指出係以養蝦池之鹽水滲透或海水入侵為主因。

冬山及五結地區地下水中砷含量偏高的水質調查結果分別於台灣省環保處地下水質年報、馮林基金會（1991）、淡江大學（1990）、江氏（1991，1992）、陳氏及江氏（1996）等報告中被提出。砷為具有致癌潛力之元素，台灣西南沿海地區曾流行可怕的烏腳病，學者認為與患者長期飲用含砷量高（一般在0.2~2.5PPM）的深井水有關。雖然宜蘭地區地下水水質調查資料中少有砷含量高於1.0PPM之紀錄，但由於全面有系統性之調查監測尚未進行，而已有之資料又可確認砷含量偏高之事實，宜盡速予以研究釐清。

龍德工業區附近的新馬地區以往均使用地下水為飲用及其他生活用水，由於地下水位高，手搖淺井甚為普遍，然在工業區及區外其他工廠設立後，居民發現地下水水質有轉劣趨勢，其看法包括：地下水質有鹽鹼化趨向，口感不佳，泡茶顏色黑或白濁，有水垢等，咸認可能受工業區內或附近鹼業、食品冷凍廠等之汙染。宜蘭縣環保局委託江氏（1992）調查之結果，在新馬地區18口採樣淺井中，有13口之水質不佳，其不良水質項目包括電導度（E.C）、氯鹽、總溶解固體物（T.D.S）、硝酸鹽氮（NO₃-N）、氨氮（NH₃-N）、硬度等。

肆、管制汙染源 保護地下水

一般河川及地下水等水體之主要汙染源有家庭汙水、工業廢水、畜牧廢水、垃圾滲出水等，在各地區特別之汙染源有農業回歸水，養殖廢水、遊憩汙水及其他非點汙染源等。依據中興工程顧問社（1993）之推估，宜蘭縣上述之汙染源廢水量及汙染量可分述於下。

家庭汙水之汙染在一般地區均在所難免，尤其人口稠密地區汙染量相當大。民國82年宜蘭縣家庭汙水量為83,380CMD，其中之40%進入冬山河流域，34%進入蘭陽溪流域。冬山河流域主要因承受了羅東鎮、五結鄉及冬山鄉之家庭汙水，蘭陽溪流域則承受了宜蘭市及壯圍鄉之家庭汙水，這兩個流域是宜蘭縣人口較眾多之區域，家庭汙水之汙染量大，故此二流域宜優先規畫並興建汙水下水道系統，做為水汙染整治之重點。

工業廢水向為各水體之主要汙染源之一，民國82年宜蘭縣工業廢水量為98,229CMD，其中有54%流入冬山河流域，40%流入新城溪流域。冬山河流域主要之工業廢水來源係以林和源分區及五結分區工廠廢水為主，新城溪流域之工業廢水則以龍德工業區內工廠所排放之廢水為最主要之來源。工業廢水管制宜以加強稽查之方式持續推動，將可逐漸達成水汙染整治之目標。

畜牧廢水之汙染主要來源為養牛、養豬、養雞及行水區內之養鴨，民國82年宜蘭縣畜牧廢水量為5,339CMD，其中之36%流入蘭陽溪流域，32%流入冬山河流域，28%流入得子口溪流域。蘭陽溪流域主要之畜牧廢水汙染源分布於宜蘭河流域及羅東溪流域，而宜蘭河流域畜牧廢水汙染量又以壯圍集流分區為最多，占宜蘭河流域之43%。冬山河流域之畜牧廢水來源主要分布於五結及十三份坑兩集流分區，其汙染量共占冬山河流域畜牧廢水汙染量之64%。得子口溪流域之畜牧廢水來源主要分布於李寶興、十三股及武暖三集

流分區，三分區之汙染量共占得子口河流域畜牧廢水汙染67%。各流域汙染量較大之地區，環保單位宜加強稽查養豬戶排放之廢水，農政單位則應積極輔導養豬戶作好汙染防治設備之有效操作。

宜蘭縣垃圾滲出水量 71 ~ 141CMD，BOD 汙染量 141 ~ 1410kg/D，與前述之各汙染源比較，其汙染量較少，但仍應予以注意。

宜蘭地區水資源豐沛，蘭陽平原多年來農業就相當發達，灌溉圳路密布，當以河川水或地下水引用之灌溉水自農田排出後，由於農藥肥料及土壤中成分之流失，農業回歸水難免對水體造成汙染。宜蘭縣農業回歸水量，廢水量高達 1,194,603CMD，總汙染量 BOD 為 7,703kg/D，S. S. 為 53,758kg/D。農業回歸水主要分佈於蘭陽溪、冬山河、得子口溪及新城溪等四個流域，合計占全縣農業回歸水汙染量之 85%。

養殖業在宜蘭縣是一個重要的產業之一，養殖魚塭主要分布於得子口溪、冬山河及新城溪等三流域下游之低窪地區。推估宜蘭地區養殖廢水量為 606,550CMD，總汙染量 BOD 及 S. S. 均為 3,641kg/D，其中以得子口河流域最多，占 76%，冬山河流域次之，占 19%。

中興工程顧問社（1993）對宜蘭縣各類汙染水主要汙染區位及提出對策列如表一所示，畜牧廢水及工業廢水均建議加強稽查管制，養殖廢水雖作同樣建議，但執行不易，由於問題複雜，有待深入探討。家庭汙水之解決對策需耗費不少經費，以目前宜蘭之財政狀況宜逐年分階段進行。除了以上對各汙染源之管制，由於宜蘭地區地下水水質沿海區較內陸為差，已劃定為地下水管制區之沿海鄉鎮，應嚴禁超抽地下水行為，並積極闢建合法養殖專業區，設置海水抽水站，以保護地下水體。

表 1 宜蘭縣各類污水主要污染區位及防治對策

汙染類別	主要汙染(BOD5)區位	對策
家庭汙水	冬山河流域(38%)、蘭陽溪流 域(34%)及得子口溪流 域(15%)所占比率最大。	應興建羅東地區及宜蘭地區 汙水下水道系統，長程目標也 應興建得子口溪流之都市汙 水下水道系統，其他流域可 以提升化糞池效率或使用合 併處理淨化槽。
畜牧廢水	蘭陽溪流(32%)、冬山河 流域(29%)及得子口溪流 (25%)。	應加強稽查管制，以達成水 汙染整治之目的。
工業廢水	冬山河流域(76%)及新城 溪流(21%)。	加強稽查管制。
養殖廢水	得子口溪流(76%)、冬山 河流域(20%)、新城溪流 (4%)。	加強稽查管制工作。
農業回歸水	分布極為平均，得子口溪 流域(25%)、蘭陽溪流(37%) 、冬山河流域(30%)、新城 溪流(6%)、南澳溪流(2%) 。	檢討農業回歸水之政策。

資料來源：中興工程顧問社，1993

伍、參考文獻

1. 環保處（1990～1993），台灣省河川水質年報。
2. 中興顧問社（1993），宜蘭縣水汙染防治實施方案規畫。
3. 馮林基金會（1991），宜蘭縣環境品質規畫研究案。
4. 中興顧問社（1992），得子口溪流域汙染整治規畫。
5. 宜蘭農工專科學校（1992），宜蘭縣主次要河川水質監測，宜蘭縣政府環境保護局委辦之專案研究計畫期末報告。
6. 江漢全（1992），新馬地區地下水汙染現況調查，宜蘭縣政府環境保護局委辦之專案研究計畫期末報告。
7. 江漢全（1992），宜蘭縣地區地下水水質評析，宜蘭農工學報，第四期，173—188頁。
8. 中興顧問社（1991），冬山河流域整治實質規畫暨近程汙染改善工程規畫報告。
9. 江漢全（1991），宜蘭地區地下水汙染之調查研究，台灣省政府環境保護處委辦之專案研究計畫期末報告。
10. 江漢全（1990），簡易自來水水源及飲用水衛生調查（基隆市及宜蘭縣），行政院環境保護署委辦之專案研究計畫期末報告。
11. 經濟部水資會（1985），台灣地區地下水資源。
12. 經濟部水資會（1994），台灣地區之水資源。
13. 江漢全（1994），蘭陽平原地下水之主要化學成分，中國農業工程學報，第四十卷，第四期，85—95頁。

14. 江漢全(1991)，非自來水系統飲用水井管理規畫，行政院環境保護署委辦之專案研究計畫，EPA-80-J205-09-71。
15. 復興工商專科學校(1994)宜蘭縣主次要河川水質監測計畫報告，宜蘭縣政府環境保護局委辦之專案研究計畫期末報告。
16. 復興工商專科學校(1995)宜蘭縣主次要河川水質監測計畫報告，宜蘭縣政府環境保護局委辦之專案研究計畫期末報告。
17. 元智工學院(1996)宜蘭縣主次要河川水質監測計畫報告，宜蘭縣政府環境保護局委辦之專案研究計畫期末報告。
18. 陳建仁、江漢全(1996)宜蘭縣龍德工業區及其附近地區地下水質之調查與監測，宜蘭縣政府環境保護局委辦之專案研究計畫期末報告。

