

# 水田排水量與水質對於附近濕地生態的影響

## Ecological Effect of Drainage Water Quantity and Quality From Flooding Rice Field on Surrounding Wetland

計畫編號：NSC 87-2621-B-002-033-

執行期間：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主持人：張文亮 國立台灣大學農工學系 [WENLIAN@cc.ntu.edu.tw](mailto:WENLIAN@cc.ntu.edu.tw)

共同主持人：郭勝豐 七星農田水利研究發展基金會研究員兼組長 [kuoseven@ms24.hinet.net](mailto:kuoseven@ms24.hinet.net)

### 一、中文摘要

濕地是自然界最複雜的生態系統，而其穩定性受周圍土地使用情況所影響。本研究主要以台北市的關渡濕地為例，濕地東邊的水田排水，目前是濕地淡水的主要來源，是影響該區域生態的重要因子。本研究經現場調查試驗水田排水的水文與水質特性、土壤理化特性、濕地植物的種類及其覆蓋度。將分析之結果以統計的因子分析，判斷影響濕地的顯著特徵因子為鹽份、營養鹽及工業廢水。並由水質及土壤理化特性的濃度分佈曲線了解關渡濕地土壤逐年鹽化較嚴重為中央渠道二側之土壤，淡水源水質劣化而水澤優養化影響東側之淡水濕地。

**關鍵字：**濕地生態、水質、排水、滲漏

### Abstract

Wetland is one of the most complex ecological system in natural world, however, maintenance a wetland stability for a long period in conflict with landscape development in surrounding. Drainage is main low-salt water resource for Kuan-Du wetland. The purpose of this study is to investigate drainage water quantity and quality, soil physical and chemical properties, and wetland plants. Therefore, factor analysis shows that impact factors on wetland ecology from drainage water are nutrients, salt and industrial wastes. As concentration distribution result, salt effect around main channel and eutrophication impacts wetland ecology on east side.

**Keywords :** Wetland Ecology , Water Quality, Drainage Water, Percolation

### 二、緣由與目的

濕地 (wetland) 是近代環境生態學者認為是地球上瀕臨消失的土地。Mitsch and Gosselink (1993) 提出世界上本有 6% 的土地屬於濕地，但是隨著濕地被開發成為都市、農田而逐漸消失。當野生動物隨著人類對環境的破壞而逐漸消失時，濕地成為野生動物的最重要棲地。

本省的濕地面積約 11,846 公頃，有淡水濕地如屏東墾丁龍鑾潭，台東池上鄉的大坡池；與河口沿海鹽水濕地如宜蘭縣蘭陽溪口的濕地、竹安河口濕地、冬山河口的利澤簡濕地、新城溪的無尼港濕地、新竹客雅溪口濕地、彰化大肚溪口濕地、嘉義東石北港溪與朴子溪口濕地、台南四草曾文溪口、高屏溪口，台北市淡水河的挖子尾濕地、立農濕地、關渡濕地。這些濕地雖然大皆位於河口，但是其主要的淡水來源，與濕地內的農田排水溝渠具有密切的關係。本省大部分的河口濕地都位在農田排水的下游，濕地水文、水質的基本資料非常的少，很少學者知道現場的水路走向，河川與溝渠的相互關係。

國內學者張文亮 (民國 85 年) 提出大肚溪口濕地的淡水除了大肚溪以外，還受彰化伸港鄉農田排水的影響。張文亮 (民國 85 年) 調查關渡濕地水源主要是來自八仙圳灌溉排水系統。歐美諸國亦有不少學者探討濕地周圍區域排水的改變對於濕地生態，例如 Stark et al., (1996) 提出工礦放流水的排水對於下游濕地之影響。Schwarz et al., (1996) 認為廢耕農田中所含的氮、

磷、鉀、有機質會隨著表土沖刷而影響濕地，Detenbeck et al., (1993) 以主成分分析法分析影響美國明尼蘇達州的濕地生態的主要環境因子是農業排水中的過高氮素。Wilson and Keddy (1991) 與 Cooper (1982) 都認為改變濕地生物相最重要的水質因子是鹽分。Pennings and Callaway (1992) 提出進入濕地水中的鹽分會影響不同維管束植物的競爭性。Walsh et al., (1991) 提出濕地排入水鹽分太高會改變濕地植物相分佈。Bartodziej and Weymouth (1995) 調查美國佛羅里達州濕地內水鳥棲息與不同優勢之水生植物群落消長有關。McNamars et al., (1992) 提出濕地有地下水補注的情況。Siegel (1988) 與 Siegel and Glaser (1987) 在不同地區調查也發現有類似的研究結果。Cheng (1996) 用同位素追蹤濕地地下水的來源認為受周圍區域排水之水文影響很大。Starr et al., (1996) 認為淺層地下水中所含硝酸鹽濃度，對於濕地食物鏈之初級微生物具有關鍵性的影響。Hughes and Heathwaite (1995) 認為濕地土壤的垂直滲漏性 (percolation) 影響水質在濕地上的淨化或污害程度。Reed et al., (1995) 根據濕地土壤微氣候與進入水之水量，以質量平衡計算評估濕地的自淨化能力。Novotny and Olem (1994) 假設污染為穩定態，以數學模式計算濕地對於非點源污染的承受。

本省濕地的人文、水質、土壤周圍進水地面水水源、地下水高度、排水路走向、水量與水質，幾乎沒有現場的實測資料。在周圍水田排水量與水質對於濕地的影響，也缺乏環境評估數學模式。本研究的目的是以國外學者對於濕地評估的重要環境因子，調查本省重要濕地之 - 台北關渡濕地，試驗當地之水文 - 水質基本資料；並以數學統計模式評估濕地周圍農地變遷或開發對關渡濕地生態之影響。

### 三、結果與討論

#### 1. 關渡濕地水源水文測量

關渡濕地之淡水水源經調現場堪察包括貴子坑溪、水磨坑溪、及水田灌排系統

之八仙圳灌排渠，鹹水來源則為引入感潮水之中央渠道。經河道斷面測量，貴子坑溪及水磨坑溪河床均有底泥淤積現象，厚度約從 0.3m 到 2m 不等，而河道斷面寬度變化頗大，寬度從 2m 至 25m 不等。

#### 2. 關渡濕地與週圍水源之關係及水質

關渡濕地與周圍水源有密切關係，屬於感潮性鹹水濕地與淡水濕地共存的覆合型濕地，而防潮堤外則為紅樹林型濕地。該濕地北側之水磨坑溪一支流直接流入感潮性鹹水濕地與淡水濕地之間，在水質化性上即成為二種濕地型態的地域分界。由主成份因子分析結果，濕地東半部主要受到潮汐影響屬感潮性鹹水濕地，其水源為與基隆河相接之中央渠道，鹽份為影響此型濕地的主要因子；西半部則屬淡水濕地與水田，八仙圳之灌溉排水系統為其主要之淡水來源，影響環境之主要因子是養份因子及工業廢水，水源中過多的養份致使濕地發生優養化，水色深、味臭，呈厭氧狀態不利水生生物相之生存環境。

#### 3. 關渡濕地土壤理化特性

潮汐所帶來的鹽份在關渡濕地的土壤中產生累聚之情形，並以淡水量不足處更為形嚴重，土壤電導度高達 15000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  以上。圖(一)所示即為土壤鹽份之濃度分佈曲線圖。由於土壤鹽化未見改善，關渡濕地西側周圍水田的耕作面積，有逐年減少的現象。而廢耕的水田原本可提供鳥類作為覓食場所，但由於八仙排水路所帶進受到工業廢水污染嚴重的水源，使得這些廢耕的水田土壤亦同時受到污染，表面覆的油膜不於生物及鳥類活動。關渡濕地的土壤質地除傾倒廢土之旱生區為砂質壤，土保水性較差，含水量普遍低於 20% 而含黏百分比小於 25%，其餘仍保留濕地特色之土壤質地則多為黏土與黏壤土，圖(二)所示為關渡濕地土壤含黏粒百分比之分佈圖。關渡濕地土壤有機質含量小於 20% 應屬於無機土壤。關渡濕地之土壤有機質含量在濕土區可達 12%，而陸域化之乾土區則低於 10%。

#### 4. 關渡濕地植物種類及其覆蓋度

植物覆蓋度部分，陸化區之葉面積指數較濕土區為高通常大於 5，而濕土地區之濕地葉面積則小於 5。表濕地植物相已由水生草植物演替為本陸生區之草、木本闊葉型植物。棲地型態的改變將影響鳥類群落的分佈。相對的，土壤水份的蒸發散量亦因植被覆蓋度差異而有所改變。

關渡濕地之水、土環境中土壤水份及土壤電導度與植物葉面積之關係如下圖(三)所示，含水量在低於 20% 或高於 35% 時，葉面積指數均會達到 5 以上，這是由於低於 20% 之土壤多為較乾燥之陸生草區，植被為葉部面積較大種類；土壤含水量高於 35% 之濕土則多屬濕生高草區，因此葉面積指數亦較大。但對含水量大 35% 之濕土而言，若其土壤鹽份大於 8000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，則由於鹽份對植形成的環境逆境，植物株高較矮，植生種類則為濕地低草區所以葉面積指數又會小於 5。

#### 5. 曾文溪口水質變異性對鳥類的影響

曾文溪口為保育性鳥類黑面琵鷺在台灣之主要棲地，經由水質調查試驗，及統計分析分析的結果顯示，黑面琵鷺在選擇棲地時，鹽份、營養鹽及溶氧等環境生態因子為顯著性因子。而配合採樣點位置，魚塢、鹽田等實為黑面琵鷺的重要覓食場所。

### 四、計畫成果自評

#### 1. 土壤及水質

關渡濕地內及週圍水田之土壤物理化性及水質分析結果已有三年紀錄，可藉此觀察濕地內每半年的環境變動情形，並作為關渡濕地生態環境基本資料的建立與監測。並經由因子分析之結果得知該濕地之態環境的主要影響因素，因此在進行濕地周圍開發，或濕地管理規劃時，此等環境因子需納入考量，但周圍環境變動後對濕地環境的量化影響仍有待數學模式的評估。

#### 2. 水文水理調查

除地表水水源之水路流向、水文、河道水理等調查測量已有初步結果，關於淺層地下水位及蒸發散量等水文條件仍有待實驗持續進行，而由於各水源流量的經常性變動，使得關渡濕地之入流量調查亦需要定期進行量測。

#### 3. 濕地植物相關調查

濕地植物相方面，目前已對其種類及單位面積上的植物覆蓋度進行現場調查。水生植物之水分勢能與滲透勢能則有待實驗持續進行。

#### 4. 其它濕地的調查

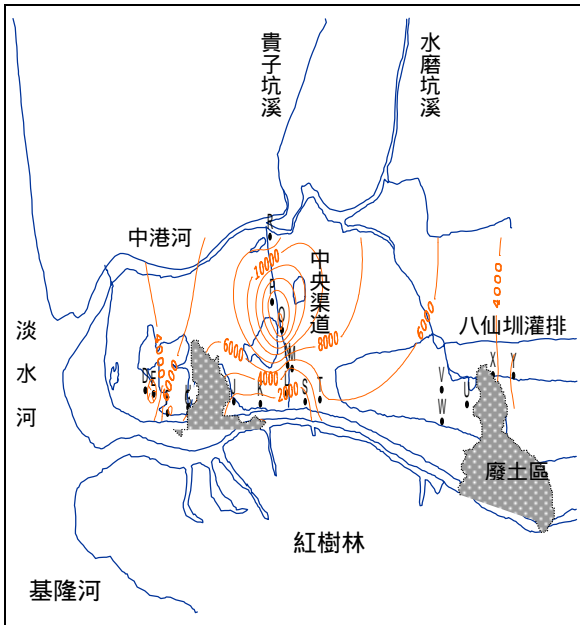
除關渡濕地以外，目前亦有對台灣其它地區的濕地進行水質與土壤理化特性的分析。

### 五、參考文獻

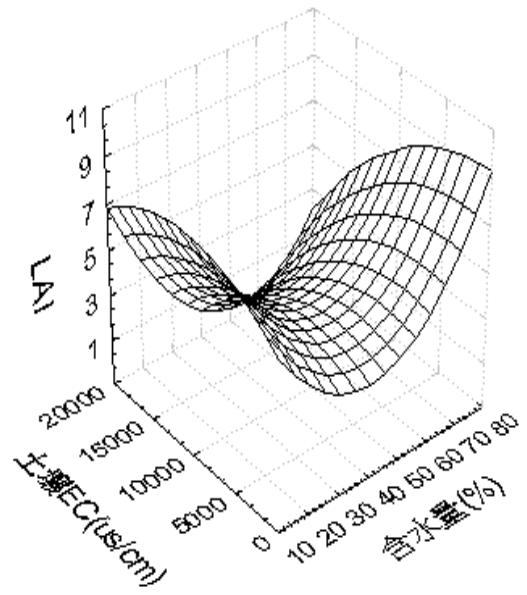
1. 張文亮，民國 86 年，應用判別分析區分水質污染對灌溉與排水渠道腐蝕之影響。農業工程學報審稿中。
2. 張文亮、唐瑞霖、陳慈徽、邱文雅，民國 85 年，以水文與水質觀點評估關渡水田濕地之生態規畫。八十五年農業工程研討會，333-341 頁。
3. 張文亮、邱文雅、陳仁祥、陳慈徽，民國 85 年，關渡濕地廢土對於招潮蟹分佈之影響，第一屆造園景觀與環境規劃設計研究成果研討會，303-307 頁。
4. 張尊國、張文亮，民國 84 年，台北市七星農田水利會灌溉水質調查及監測。台北市七星農田水利會研究計畫報告。83-00-011。
5. Baker, W. L., 1992. The landscape ecology of large disturbances in the design and management of nature reserves. *Landscape Ecology*. Vol. 7. P.181-194.
6. Bartodziej, W., and G. Weymouth. 1995. Water bird abundance and activity on water hyacinth and egeria in the St. Marks River, Florida. *Journal Aquatic Plant Management*. Vol. 33. P. 19-22.
7. Cheng, S., 1996. Isotopic tracing of the

- source water for Cedar Bog in west-central Ohio, USA. *Journal of Hydrology*. Vol. 186. P. 31-42.
8. Cooper, A. 1982. The effects of salinity and water logging on the growth and action uptake of salt marsh plants. *New physiologist*. Vol. 90. P. 263-275.
  9. Detenbeck, N. E., Johnston, C. A., and G. J. Niemi. 1993. Wetland effects on lake quality in the Minneapolis/St. Paul metropolitan area. *Landscape Ecology*. Vol. 8. P. 39-61.
  10. Dude, S., and A. P. Plamondon. 1995. Watering up after clear-cutting on forested wetlands of the St. Lawrence lowland. *Water Resource Research*. Vol. 31. No. 7. P1741-1750.
  11. Gardner, W. R. 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Sci*. Vol. 58. P. 282-232.
  12. Hughus, J., and L. Heathwaite. 1995. *Hydrology and Hydrochemistry of British Wetlands*. John. Wiley & Sons.
  13. Johnson, R. A., D. W. Wichern, 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
  14. Maltby, E., D. V. Hogn, and G. A. Oliver. 1995. Wetland soil hydrology and ecosystem function. *Hydrology and Hydrochemistry of British Wetland*. P. 325-362.
  15. McNamara, J. P., Siegel, D. I., Glaser, P. H., and R. M. Beck. 1992. Hydrologic controls on peatland development in the Malloryville Wetland, New York ( USA ). *Journal of Hydrology*. Vol. 140. P. 279-296. Mitsch, W. J., and J. G. Gosselink. 1993. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold. New York.
  16. Novotny, V., and H. Olem. 1994. *Water Quality Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. Van Nostrand Reinhold. New York.
  17. Pennings, S. C., and R. M. Callaway. 1992. Salt marsh plant zonation : the relative importance of competition and physical factors. *Ecology*. Vol. 73. P. 681-690.
  18. Reed, S. C., Crites, R. W., and E. J. Middlebrooks. 1995. *Natural Systems for Waste Management and Treatment*. McGraw-Hill, Inc.
  19. Russell, R. W., Hunt, G. L., Coyle, K. O., R. T. Cooney. 1992. Foraging in a fractal environment spatial patterns in a marine predator-prey system. *Landscape Ecology*. Vol. 7. P. 195-209.
  20. Schwarz, W. L., Malanson, G. P., and F. H. Weirich. 1996. Effect of landscape position on the sediment chemistry of abandoned channel wetland. *Landscape Ecology*. Vol. 11. P. 27-38.
  21. Siegel, D. I., and Glaser, P. H. 1987. Groundwater flow in a bog-fen complex, Lost River Peatland, northern Minnesota. *Journal of Ecology*. Vol. 75. P. 743-754.
  22. Siegel, D. I. 1988. The recharge-discharge function of wetland near Juneau, Alaska: Part.1. *Hydrological Investigation*. *Ground Water*. Vol. 26. P.580-585.
  23. Stark, L. R. Williams, F. M., Wenerick, W. R., Wuest, P. J., and C. Urban. 1996. The effect of substrate type, surface water depth, and flow rate on manganese retention in masochism wetlands. *J. Environ. Quail*. Vol. 25. P. 97-106.
  24. Starr, J. L., Sadeghi, A. M., Parkin, T. B., and J. J. Meisinger. 1996. A Tracer test to determine the fate of nitrate in shallow groundwater. *Journal of Environment Quality*. Vol. 25. P. 917-923.
  25. Walsh, G. E., Weber, D. E., Nguyen, M. T., and L. K. Esry. 1991. Responses of wetland plant to effluents in water and sediment. *Environmental and Experimental Botany*. Vol. 31. P. 351-358.
  26. Wilson, S. D., and P. A. Keddy. 1991. Competition, survivorship and growth in macrophytes communities. *Freshwater Biology*. Vol. 25. P. 331-337.

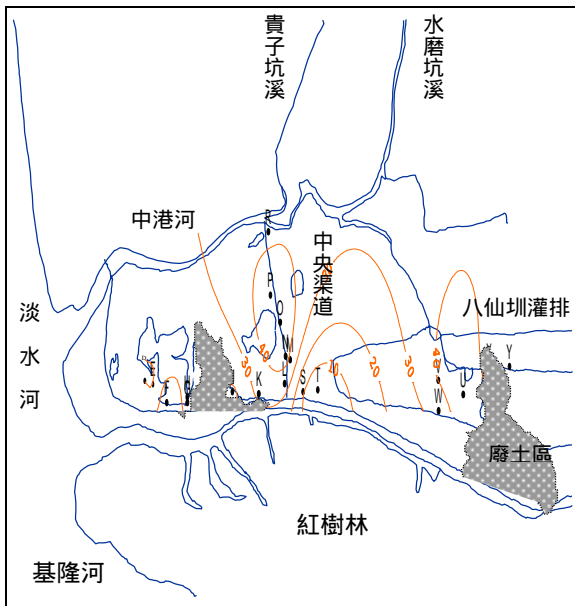
附圖



圖(一)土壤飽和抽出液電導度濃度曲線圖



圖(三)關渡濕地土壤含水量及土壤電導度與葉面積指數(LAI)之曲面關係圖



圖(二)關渡濕地土壤含黏粒分比分佈圖