

師大地理研究報告
第31期 民國88年11月
Geographical Research
No.31, Nov. 1999

EJ095199931015



廣東西江低窪漬水地環境變遷 與基塘資源永續利用

**Study on Environmental Change of the
Xijiang Riparian Lowland and
Sustainability of the Dike-Pond Resources**

王礎儀 *

Amy Wong

摘要

珠江三角洲基塘生態系統理論研究始於80年代初。基塘系統理論應用於改造荒廢低窪漬水地，在國際上引起廣泛注意和仿效。肇慶地區在80年代初實踐基塘系統理念改造西、北江沿岸漬水地。廣東省在1986年又得到國際農業發展基金(IFAD)的長期低息貸款，在肇慶開展重要的低窪地改造項目，經濟效益顯著。本研究採用遙測資料加上實地考察，分析肇慶市轄區以東低壘平原(低窪漬水地)的兩個十年(1977、87及97年)基塘土地變遷。作者利用航片及衛星圖像，先追溯基塘實驗在肇慶開展的歷史，再比較端州、鼎湖、四會、高要四地點土地利用環境變遷數據，找出結論。論文發現肇慶近20年的基塘系統改造，對改善當地生態環境、地方經濟及人民生活，貢獻極大。而肇慶地方用基塘系統改造低窪地高峰期，在80年代中、後期出現，90年代中肇慶市城市化加速，近城郊的開基塘土地利用始消滅。

關鍵詞：基塘系統、低窪漬水地、遙測資料、肇慶市

*香港教育學院社會科學系教授

ABSTRACT

Studies on the Dike-Pond system (DPS) in the Zhujiang Delta, South China have attracted global attention since the early 1980s. To further exploit waste riparian lowland potential, this paper investigates the DPS concept application in the lower reaches of the Xijiang region (West River) under a 20-year time frame (1977, 87 and 97). Using remote sensing data and fieldwork, this paper examines land use changes and their transformations over time. Study area includes riparian lowland along the Xijiang and Beijiang flood plain in Zhaoqing Shi comprising primarily Duanzhou Qu and Dinghu Qu, Gaoyao Shi and Sihui Shi. The success of the IFAD Scheme (International Fund for Agriculture Development) in transforming the Zhaoqing riparian lowland into highly productive dike-pond production has indicated that the DPS concept is not only an efficient tool to help improve waste wetland management in subtropics but also a sustainable strategy to invigorate local economies by integrating agriculture and fish-farming in areas with similar environmental conditions.

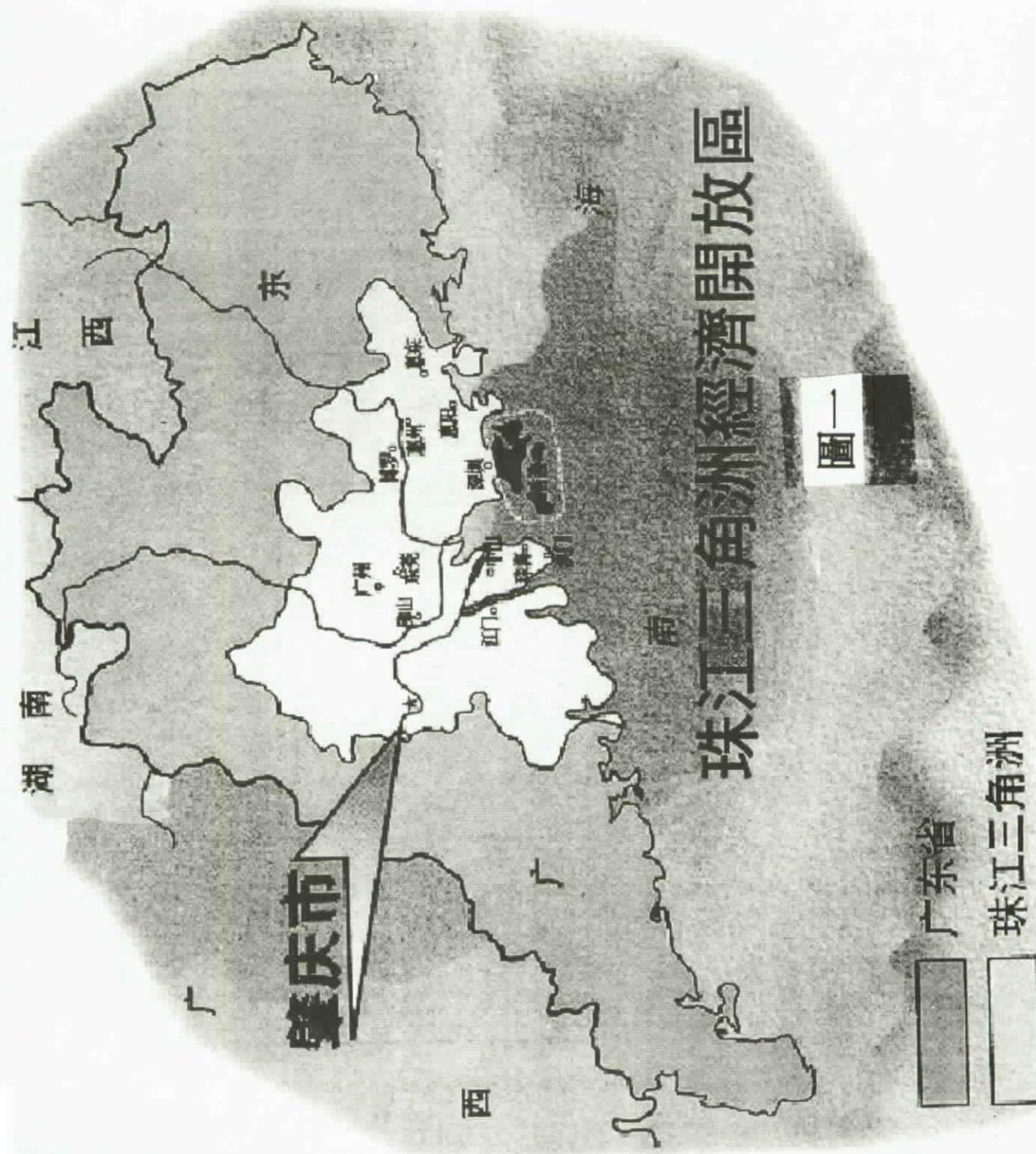
Keywords: the Dike-Pond system, riparian lowland, remote sensing data,

Zhaoqing Shi

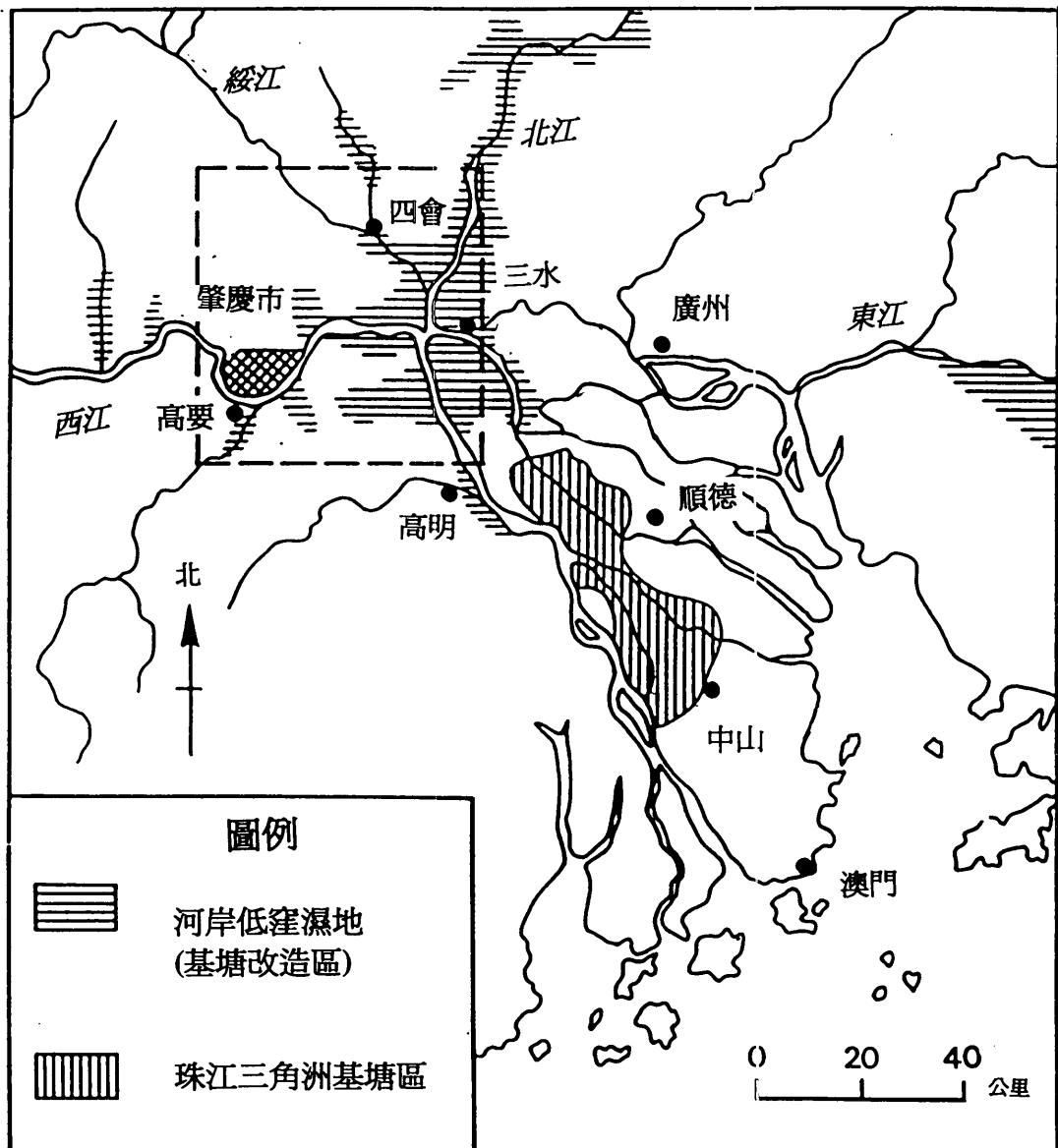
一、引言

濕地 (wetlands) 是地球上富有生物多樣性和獨特性的資源與生態系統，亦是一種重要土地資源。中國濕地面積廣大，在亞熱帶和溫帶的濕地面積共 $5.0 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，佔世界濕地總面積約 6%，國土總面積約 5% (李文華、賴世登等, 1994；鍾功甫等, 1987)。中國的濕地主要分佈於長江三角洲、長江中下游幾大湖區、珠江三角洲、三江平原及沿海灘塗地。大部分河流附近濕地已被開發利用，成為糧食(主為稻田)、經濟作物、魚類產品及蠶桑重要產區。還有部分濕地尚有待開發利用，其中位於珠江三角洲北緣，屬珠江三角洲經濟開放區範圍的肇慶西江易澇低窪潰水地或河岸濕地 (riparian wetland),¹⁾ 是本文研究區所在 (見圖一)。

1) 黃福祥 (1992) 將廣東肇慶市、佛山市三水及清遠市沿西、北江中下游低窪濕地分為兩類：低窪易澇地和低窪潰水地。前者是指在暴雨時(後)，因外江水位高，堤閘關閉，堤圍內澇水不能自流排出、無電動排灌或有電動排灌不及而在雨季受浸幾天以至十幾天的低窪地，在旱季地下水位不一定偏高；後者則指地表終年積水的低窪爛地，分佈零散。這些低窪濕地在開發歷史上有別於珠江三角洲歷史悠久的南(海)、順(德)基塘水網地帶(又叫稱基水地)，曾是全國嚴重血吸蟲病區，經濟落後。見黃福祥“西江和北江中下游低窪地資源調查及農業綜合開發規劃研究”，pp.20和梁國昭(1989)“廣東省肇慶市自然資源與經濟發展”，pp.294。



本研究區範圍指：肇慶市市區（端州區）及其以東鼎湖區、四會市和高要市連片河岸低窪濕地，當地稱為低塑平原（圖二）。²⁾過去肇慶地區的低窪濕地，是全國嚴重血吸蟲病區，經濟發展落後。今天肇慶已成為廣東省重要糧產區和菜籃子工程基地，地方經濟發展與人民生活大為改善，主要是利用珠江三角洲南（海）順（德）桑基魚塘生態農業模式的研究成果，來作為改造藍圖。



圖二 肇慶市研究區範圍（虛線部分）

2) 肇慶西、北江中下游的低窪濕地與珠江三角洲基塘水網地帶雖同屬濕地，但前者土地類型多樣，四周除山地丘陵環繞，兼有台地、盤地、河谷和低塑平原又江河遍佈。本研究區屬南亞熱帶季風氣候，年降雨量1,300-2,000mm。水土流失頗嚴重，泥沙淤積江河，河岸兩邊屬低窪濕地的低塑平原高低不平，一般海拔1-7m（高於珠江三角洲基塘區），地下水位又高。陳自寬（1990），“肇慶市低窪漬水地改造”，pp.211。

本文作者利用1987年、97年兩個時段陸地衛星(TM)和SPOT衛星圖像及部份航片(Aerial Photo)(攝像於77年)，提取肇慶地區土地利用現況信息，調查及分析該區20年(77、87、97年)的基塘用地變遷(面積變化)和基、塘密度比；再進而比較闡析肇慶改造基塘區，是否會重蹈今天珠江三角洲南順老基塘生態環境退化的覆轍。但新、舊基塘區比較研究調查耗時，本文只集中于討論和分析肇慶地區20年來基塘土地利用變化的研究結果。在研究方法上，作者採用先進、省時、準確度高的遙測資料來詮釋肇慶地區用地變遷。在圖像解譯基礎上，將資料數碼化(digitized)輸入計算機並使用MapInfo軟件進行專題製圖(1:50,000)。

二、廣東濕地資源開發利用與基塘研究

廣東省有相當大面積河岸低窪濕地，集中在東、西、北江的中下游沿岸沖積平原和珠江三角洲濱海地區，地勢低平，土壤富有機質，水、熱(溫度和日照)條件充足，生產潛力不容忽視。但由于地勢低，排水不良，每遇大雨，易成內澇積水。過去農業生產極不穩定，種水稻產量很低，年畝產只有50-100公斤左右，遇有天災，更會顆粒無收。50年代前，因堤圍水利失修，不少低窪濕地淪為沼澤、荒塘。50年代後政府對一些低窪濕地進行大力整治，建立電動排灌站，許多低窪地面貌已起了大變化，成為主要糧食生產基地。但全省仍有相當大面積河岸低窪低產農田和塑塘，³⁾未整治或未能徹底整治(鍾功甫等，1987，1992；陳自寬，1990；黃福祥1992)。70年代初，肇慶地區西、北江中下游一大片低窪濕地，因遠離珠江三角洲經濟中心區，發展較落後。70年代末，廣州地理研究所基塘專家鍾功甫，先後得聯合國大學(日本)和國家科學基金委員會資助，⁴⁾展開連續十年以上基塘系統跨學科研究。80年代初，鍾功甫根據研究成果提出採用基塘系統從事低窪地改造利用的試驗理論，在國際上引起關注和推廣。與此同時，地研所亦在三角洲邊緣的西江低窪濕地推廣基塘生態系統改造試驗。

珠江三角洲基塘系統研究，概念來自古老生態農業典型的桑基魚塘，⁵⁾而桑基魚塘系統的有效率運作，出現於種桑養蠶最興盛的清末民初時期。清末珠江三角洲最常見農

3)此處指大面積淺水、深泥的低窪漬水荒地，開發前長著水草。鍾功甫等著(1987). "珠江三角洲基塘系統研究"，pp. 93, 102。

4)鍾功甫將基與塘綜合起來進行研究始于50年代末，限于當時考察期短，他的第一篇基塘文章(1958)---"珠江三角洲的桑基魚塘與蔗基魚塘對基塘系統的結構和功能只作簡單介紹。

5)本文只簡略闡述一下基塘系統的背景。讀者如對"基塘運作"，"基塘系統"功能及影響，基塘比例等有進一步認識，請參閱作者(1998)在中國地理學會會刊(台北)發表文章"珠江三角洲基塘農業歷史變遷與生態環境初探"(26:143-155)。珠江三角洲桑基魚塘早在17世紀已初步形成，至19世紀已較完善。根據光緒高明縣志記載"將窪地挖深，泥覆四周為基，中凹下為塘，基六塘四；基種桑，塘畜魚，桑葉飼蠶，蠶屎飼魚，兩利俱全，十倍禾稼"。文獻中又提及魚塘"生泥肥美"，以應用于"桑基"則"生殖最繁"。縣志中"基六塘四"即六基四水(塘)，指一畝田中六分地種桑，四分地為魚塘，當時是最佳空間經濟結構配搭。亦見於郭文韜等(1988)中國農業科技發展史略。

村經濟活動是種桑、養蠶、繅絲(家庭)和養魚，低窪地縣屬如南海、順德等均為蠶桑主產區。三角洲基塘區當時種桑、養蠶、養魚大部分都分工和專業化，基與塘的聯繫利用比較鬆散。自國際市場對廣東生絲需求量大增之後，農民又發現蠶沙(糞)下塘不但可肥魚，而且含有蠶沙塘泥對桑樹根發芽有催生作用。這些因素都直接或間接促進三角洲桑基魚塘大發展，刺激基與塘面積擴張和基、塘彼此的密切聯繫。到晚清，桑基魚塘面積比例進一步作出調整，出現四水(塘)六基(堤)的配搭實踐。這種實踐，無論在土地利用、勞力分工、經濟效益、生態循環及生產成果上，都被認為是最有效率的水、陸分配(王礎儀，1995; 1998)。以後桑基魚塘持續發展成各類型基塘系統，如蔗基魚塘、花基魚塘等。

雖然桑基魚塘是珠江三角洲農民利用低窪濕地生產實踐的好例子，但長期以來未受科學界重視。到70年代末，廣州地研所與國際合作又得到科學基金會資助，才開始跨學科基塘生態系統研究。研究隊先作廣泛性調查，然後在順德縣(今順德市)選點造長期實驗觀測。把基塘水陸相互作用，生物與環境關係，農、牧、漁、副之間內在聯繫等作一個整體人工生態系統來進行分析。⁶⁾ 地研所的實地調查，開始注意到珠江三角洲基塘系統中基和塘所佔的面積比例。調查結果指出：三角洲沿河低窪基塘地，基、塘比例多為4：6(四基六水)，內陸基、塘比例則一般5：5(五基五水)。由80到90年代，珠江三角洲“四基六水”構成的基塘生態系統，最能充分反映水-陸邊緣效應，能較好地發揮水陸相互作用生產力。顯示魚塘經濟越來越重要，與百餘年前晚清桑基魚塘全盛期的“四水六基”耕種方式大異其趣。這個研究結果，除反映了基塘土地利用有其時代性，同時利用基塘系統亦顯示其可永續性發展(sustainable development)。以上研究成果，確立了基塘系統水陸相互作用理論。在結合應用方面，利用基塘形式去改造低窪濕地是基塘系統應用於實踐最佳方案之一，而西江肇地區易澇低窪濕地的改造，就是最好例子。

近年來廣東不少地區在不同程度上均在試驗推廣應用基塘系統，魚塘面積迅速擴大。如東莞謝崗就有大片低窪田，其中尚有7,300畝長期積水未被很好利用。也有不少零散分佈的淺碟狀低窪田，排水極難。更有一些電動排灌也控制不到的低窪濕地，由於排程長，積水不易抽乾，這類窪地面積，尚未有很精確統計。據估計以上各類型低窪田全省約有70萬畝，其中屬東江範圍(如東莞、惠陽等)有10萬多畝。西、北江方面高要、四會、德慶約13萬畝，三水13萬畝，高明5萬畝。可以斷言，將省內低窪濕地進一步推廣基塘模式，對國家或全球濕地資源永續發展、生態環境保育及地方經濟發展，潛力鉅

6) 基塘系統是一種特殊農業耕作形式，其結構與功能充分反映出陸地生態系統(基)與淡水生態系統(塘)界面上水-陸相互作用邊緣效應，這種效應會產生強烈、頻繁能量交換和物質循環，能更有效地充分利用自然資源，發揮優化環境最大生產潛力。基塘系統運行中，基與塘既自成大系統和子系統，又相互聯繫、相互促進、相互依存構成一個有機大系統，基和塘成為基塘系統中不可分割的重要組成部分，是整個基塘系統生態模式物質基礎，見王礎儀(1998)“珠江三角洲基塘農業歷史變遷與生態環境初探”中國地理學會會刊(台北)，26:143-155。

大(梁國昭，1989；黃福祥，1992；Elliott, 1994)。90年代中基塘研究資料顯示，東莞新挖魚塘就有2萬多畝，佔全市魚塘面積40%。其他如順德、南海、中山、高要、三水等市，優質淡水養殖魚塘面積都有大幅度增長。其中珠江三角洲老基塘區的順德、南海和中山，市場經濟使優質淡水養殖業大肆擴張。區內基、水比以“七水三基”和“八水二基”最常見，這種“重塘輕基”經濟行為，加速了老基塘區“基崩塘淺”現象。三角洲的基、塘因比例失去平衡，干擾了正常水陸相互作用，基塘區的生態環境日趨惡劣(王礎儀，1998；1999)。

肇慶地區為開發利用低窪漬水地資源，加快農村商品經濟發展，80年代初已根據基塘系統理論與方法，從實際開展以基塘系統改造低窪地的科研與生產工作。在一些試點取得顯著效果後，能較快在本區推廣，對促進農業生產、改善環境發揮重要作用。影響所及，肇慶區內新推魚塘都或多或少採用基塘生態系統模式。改造基塘大多規格統一，塘呈矩形，基水比例採“四基六水”，塘邊建有豬舍。有些魚塘還請順德、南海有經驗魚農來承包，效益顯著。山區地方，近年亦利用低產山坑和爛田分段築基，建成梯田式魚塘，亦取得成效。可以證明基塘系統的可持續性發展，不僅適合平原地帶，也適用於丘陵山區低窪漬水地(鍾功甫等，1987；陳自寬，1990)。

三、肇慶西江基塘改造歷史

肇慶市位於廣東省西部，1998年包括9個縣(市)、區。⁷⁾土地類型多樣化，江河遍佈，但以丘陵山地為主。本區跨西、北江兩大流域，西江幹流橫穿肇慶市域的端州、鼎湖兩區和高要市；北江支流綏江則穿過四會市(圖二)。氣候方面屬南亞熱帶季風型，年雨量1,300-2,000 mm，水土流失頗嚴重。由於泥沙淤積江河，河床日高而兩岸低窪漬水地廣佈。這些低窪濕地主要分佈於西江下游和綏江交匯的低壘平原(1-7 m)。地下水位亦高，一般離地面僅30-40 cm，不利水稻根系發育，故水稻產量很低。其中以高要、四會兩市最多，其次是鼎湖區(陳自寬，1990)。

80年代以前肇慶根本無基塘。1981年，廣東省科委見廣州地研所在珠江三角洲基塘研究的國際成果，對他們提出的推廣應用基塘生態系統改造低窪漬水地理論，大感興趣(鍾功甫、王增騏等，1993；鍾功甫，1997)。81年冬省科委安排在肇慶市西江德慶縣，先開展以基塘系統改造低窪漬水地試驗研究，由地研所和肇慶市、德慶縣科委合作。在

7) 肇慶在1998年管轄三區、四縣、兩市，即端州區(肇慶市區)、鼎湖區、大旺區、封開縣、德慶縣、廣寧縣、懷集縣、高要市、四會市等九個縣(市)、區，面積15,000km²，人口356萬。本文肇慶市包括端州及其以東的鼎湖、四會和南岸高要一帶“低壘平原”，即四會市大沙、大旺，高要市金利、沙浦、永安等連片低平窪(田)地亦包括在內。見梁國昭(1989)。廣東省肇慶市自然資源與經濟發展，熱帶地理，第9卷，第4期：289-298；黃福祥(1992)。西、北江中、下游低窪地資源調查及農業綜合開發規劃研究，自然資源，第4期：20-26；中共肇慶市委宣傳部編(1998)。名城肇慶，肇慶：西江圖片社。

西江邊德慶前、後街村設立試驗區，將約 40 畝內澇漬水濕地改造為基塘。選擇前、後街作試驗區，而肇慶沿江各縣都有大面積內澇漬水地，若前、後街改造基塘成功，對沿江各縣像鼎湖、高要、四會等窪地改造，肯定有示範效應（[第一次報告]，1986 年 7 月；[第二次報告]，1989 年 4 月；[簡報]，1997 年 3 月）。

沿西江前、後街試驗區，因為地勢特低，每年 4-10 月雨季易受澇害，生產不穩定。但前、後街勞動力較多，歷史上有種桑養蠶習慣，該村將 40 畝窪地挖塘抬基，建立桑基魚塘系統，其中基面 7 畝，塘 33 畝，基水比例為 4：6 或 3：7。通過多層次立體種養，農、漁、牧、綜合經營，效益顯著；如基面種桑，間種瓜菜，桑葉養蠶，塘頭養豬，蠶沙及豬糞下塘餵魚，塘泥肥基等（陳自寬，1990；鍾功甫，1997⁸⁾）。另一試驗區是向內陸的兩頃塘，在德慶縣城近郊鄉下一片面積 283 畝漬水窪地。78 年冬地研所已在此挖塘築基，建立魚場，79 年起投入生產。最初基水比例 1：9，基面種蕉和象草，塘養四大家魚，塘頭設酒廠和豬舍，將蒸酒取得酒糟為飼料餵豬，豬糞和象草則下塘餵魚，塘泥肥基，形成循環性生產。81 年兩頃塘的塘魚畝產已接近 200 公斤，基面種香蕉畝產收入達 700 元。因為 1：9 基塘比過於懸殊，82 年對基塘比例結構進行調整。把原來兩口大魚塘共 43 畝，改建成 7 口面積較小魚塘共 33 畝，平均每口塘面積 4-5 畝，塘基 10 畝，基塘比例變為 1：4。自建成基塘生態模式後，兩頃塘畝產值和畝純收入年年增加，土地生產率和勞動生產率也大為提高。以每畝純收入為例，基塘系統建成之前 78 年僅為 40 元，建成之後的 79 年增至 105 元，80-83 年則分別為 115 元、267 元、345 元和 378 元，主要是基、塘水陸資源得到較好利用，為德慶縣城剩餘勞動力提供了出路（鍾功甫等，1987, 1992）。

據肇慶地區科委和農委在 1986 年及 89 年報告總結，當時的縣如德慶、四會、高要在基塘模式推廣應用上取得顯著經濟、社會及生態效益。特別是廣東省在 86 年向國際復興銀行農業發展基金會或農發基金會（International Fund for Agricultural Development or IFAD）貸款 1,000 萬美元，按基塘系統形式計劃改造肇慶地區低窪漬水地 45,000 畝。將原來貧瘠、環境極差的漬水窪地變成經濟效益高，生態效益好，社會效益顯著的基塘類型商品基地，促進了肇慶市農、漁、牧商品生產發展（陳自寬，1990；鍾功甫、黃福祥 1992）。肇慶市自 1980 年開始，開展以基塘系統生產模式改造利用低窪低產不保收塘（田）科學試驗成功，獲得單位面積產值成提高數倍的顯著效益，並經擴大示範推廣，結合發展高產值品種，取得更大經濟效益，社會效益和生態效益，對促進全市“基塘生態農業”生產發展及市場農產品供應發揮重大作用（[第一次報告]，1986 年 7 月；[第二次報告]，1989 年 4 月；[簡報]，1997 年 3 月）。

廣東省取得 IFAD 為期廿年低息貸款，主要是用來資助改造西、北江中、下游地區的低窪濕地共 3,000 公頃（45,000 畝）。⁸⁾ 其中 2,000 公頃（30,000 畝）為魚塘，1,000 公頃為

8) 1 公頃 = 15 畝。

基堤地。地理分佈上，肇慶轄下四會佔有魚塘約六成，即18,000畝；高要（當時連鼎湖）佔12,000畝，共30,000畝。低窪濕地改造成基塘要一律規格化：如每單位或每口塘約一公頃，IFAD訂定每畝基及塘各貸款400美元，基水比一般為4：6，水深2.5米；基上設有房屋，豬舍（或鴨棚、雞舍），並有拖拉機、推土機、良種場等配套工程；現在IFAD計劃已全部建成。肇慶西、北江地區在80年代末出現了新型而規格化的基塘系統基地，同時西江中下游農民已開始體驗到改造基塘系統所帶來的經濟效益，沿江把大面積低窪濕地改成基塘形式來進行生產。因此以珠江三角洲南順基塘作為核心，連同現在西、北江中下游基塘改造區（三角洲西翼），廣東省基塘總面積應超過5萬公頃。以下是作者利用衛星資料去分析肇慶地區近20年基塘改造區的一些變遷研究結果。

四、肇慶基塘現狀變遷和發現

肇慶、四會地區位於廣東省中部偏西，地勢西北高、東南低。中部欄柯山與雞籠山（老鼎）對峙，其間為羚羊峽。西江從中橫穿而過，北部綏江自西北經四會縣城向東南流入北江，與西江匯合。在三江匯合地帶，地形低平，多塑塘、沼澤及水田。80年代以前肇慶地區無基塘，沿江河遍佈易澇低窪漬水地，只見低產塑塘、沼澤地和水田。本研究區的解譯範圍由東經 $112^{\circ}15'$ - $112^{\circ}45'$ ，北緯 $23^{\circ}00'$ - $23^{\circ}26'$ ，面積約 $1,500\text{ km}^2$ 。重要基塘改造地帶包括肇慶市轄區以東的低塑平原，即西、北江沿岸四會市、高要市及鼎湖區一帶低窪濕地。農發基金（IFAD）長期低息貸款計劃自1986年開展的一個重要窪地改造項目（改造成3,000公頃標準基塘）也在內。

作者利用1977年部分航片、土地利用現狀資料和1987年陸地衛星圖像及1997年SPOT衛星圖像進行目視解譯，轉繪及計算機製圖。最後經面積量算統計後，打印成1：50,000土地利用變遷遙測解譯圖。並用計算機圖像處理，求出解譯區典型樣區（sample）基水面積百分比。方法步驟列述如下：

1. 收集肇慶地區地形圖、土地利用現狀圖及有關該地區地理概況資料，再收集77、87、97年遙測資料，包括：(1) 77年該區平原部分航片及土地利用資料，(2) 87年陸地衛星TM圖像，(3) 97年SPOT衛星圖像。經分析確定以1：50,000地形圖為基礎，編製1：50,000肇慶地區工作底圖。
2. 解譯遙測圖像內容分為六項：(1)基塘用地，(2)城鎮居民地及建設開發區，(3)交通用地，(4)河流水系，(5)林地，(6)耕地（指旱地、稻田）及其他用地等。解譯方法採目視解譯，即根據各類內容形態及其光譜特性與各波段所加顏色對照，建立色調和形態解譯標誌，以編製成各時期基塘用地變遷遙測解譯圖。
3. 利用數碼儀對各時期遙測解譯圖，進行分層（layer control）數碼化輸入計算機。使

用 MapInfo (4.0 以上版本) 電腦軟件，其圖形分層功能，有助于圖形的編輯與檢索。首層輸入圖廓點座標、控制點座標和網格(用公里)。其餘各層分別為工作底圖要點和相應解譯內容，如河流水系二層，基塘用地五層等。最後一層是圖名、圖例與比例尺。通過分層數碼化輸入程序，各要素特點可疊合成全圖並顯示在屏幕上，經檢視校正，便可打印出各時期基塘用地變遷圖(見圖三)。

- 隨機抽樣選擇肇慶地區 12 個基塘樣區，進行圖像處理提取基、水信息，並進行基水百分比統計。

研究結果分析

通過遙測解譯統計肇慶研究區內各類用地面積，作者發現基塘地(連沼澤地)在 1977 年有 7,428.9 公頃，87 年上升到 14,474.5 公頃，十年內增加約一倍(7,225.5 公頃)(見表一)。因為肇慶原本無基塘，故 87 年所增加 7,225.5 公頃用地，應大部分為改造基塘地。97 年基塘用地總計為 12,841.1 公頃，比 87 年減少了 1,633.5 公頃，其中以肇慶市城區的端州區基塘地減少最多，有 1,523.4 公頃。城區基塘減少顯然與肇慶市近年城市化迅速發展、旅遊業興旺而大量開發土地有關。其次也與當地地理環境和水產養殖業經營狀況有密切關係。以高要市為例，位於西、北江交匯地帶，地勢低平，有利於發展特優水產養殖業(肇慶近年以養桂花魚和羅氏蝦最多)。高要市郊基塘用地有較大發展，20 年來共增加基塘用地約 1,106.7 公頃。雖然 87 年後高要鄉鎮城市化發展快速，但 97 年仍比 87 年增加基塘地近 330.7 公頃。

肇慶、四會等地位於廣東省中部偏西，城市化發展步伐比珠江三角洲中心地帶緩慢，可以理解。但自 87 年以來，鄉鎮城市化發展非常迅速(表二)。根據 18 個鎮級以上居民地在 77、87、97 年三個時期的用地面積統計，77 年鎮級以上居民地總面積僅有 5.23 方公里，肇慶端州城區面積也僅有 1.80 方公里，到 87 年間總面積已達 26.53 方公里，擴大了 4 倍。其中肇慶市區面積有 11.80 方公里，增加 5 倍多。97 年間總面積則為 68.21 方公里，其中肇慶市區已擴大到 24.80 方公里，比 77 年增長近 13 倍，可見自 80 年代開始，肇慶地區鄉鎮城市化進程發展速度驚人。從 77、87、97 三個十年統計肇慶的鄉鎮居住用地變化中，作者認為鄉鎮城市化發展與其區位優越程度、地理環境及交通條件關係非常密切。以鼎湖為例過去只是個小居民點，77 年面積只有 0.07 方公里，雖然位於鼎湖山風景旅遊區，但 80 年代之前發展極緩慢。80 年代後期，由於鐵路修通，鼎湖劃入肇慶市區，區位優勢明顯增強。由於交通改善，旅遊、商住均有長足發展。據 97 年統計，鼎湖區居住面積已增至 7.78 方公里，增長近 100 倍(梁國昭，1989；呂健，1999；Hitchcock, Michael and Sian Jay, 1998；Yasuoka, Yashifumi., 1998)。由此可見肇慶地區鄉鎮城市

圖例 (1997)

□	林地
□	旱地
□	稻田
□	基塘地/水庫
□	濕地
□	聚落
□	市區
—	河流
—	市界
—	等高線
—	公路
—	鐵路



圖三 數碼化肇慶市土地利用圖(原彩色)--1997

表一 肇慶地區基塘面積變遷數據

單位: 公頃

年份	肇慶	高要	四會	總計
1977	2027.2	3543.9	1677.9	7,428.9
1987	6379.9	4319.9	3774.6	14,474.5
增/減	+ 4352.8	+ 776.0	+ 2096.8	+ 7,225.5
1997	4856.5	4650.6	3334.0	12,841.1
增/減	-1523.4	+ 330.7	- 440.6	- 1,633.5

資料來源: 1977, 87, 97 航片, TM 及 SPOT 衛星圖像資料..

表二 肇慶地區城市化進程

單位: 方公里

年份	1977	1987	增/減	1997	增/減
肇慶市	端州	1.80	11.80	+ 10.00	24.80
	鼎湖	0.07	0.65	+ 0.58	7.78
	廣利	0.19	0.66	+ 0.47	12.78
	永安	0.09	0.32	+ 0.22	0.34
	沙浦	0.03	0.56	+ 0.54	0.62
	總面積	2.18	13.99	+ 11.81	34.82
高要市	高要	*	4.0.8	4.0.8	7.35
	白土	0.55	1.27	+ 0.72	4.62
	蓮塘	0.17	1.01	+ 0.84	1.45
	金利	0.33	0.87	+ 0.53	1.52
	金渡	0.22	0.81	+ 0.59	4.02
	顯崗	0.13	1.31	+ 1.18	1.86
	總面積	1.40	9.35	+ 7.95	20.82
四會市	四會	0.99	1.40	+ 0.41	6.12
	大沙	0.01	0.16	+ 0.15	2.11
	大旺	0.07	0.21	+ 0.14	0.84
	清塘	0.11	0.29	+ 0.17	1.53
	鄧村	0.27	0.48	+ 0.22	0.93
	石狗	0.07	0.19	+ 0.12	0.29
	下茆	0.13	0.45	+ 0.32	0.73
	總面積	1.65	3.18	+ 1.53	12.56
	面積總計	5.23	26.53	21.29	68.20

資料來源: 1977, 87, 97 航片, TM 及 SPOT 衛星圖像資料.

*: 1977 年高要未獨立成市.

Michael and Sian Jay , 1998 ; Yasuoka, Yashifumi. , 1998)。由此可見肇慶地區鄉鎮城市化發展與其地理環境及交通條件關係之不可分。

本次調查，利用 97 年衛星數據隨機抽取 12 個基塘樣區，進行影像密度分割，以求出每個樣區的基、水(塘)面積比例。得出肇慶區內基、水面積比最小為 32.5：67.5，最大為 61.7：38.3。塘面密度 60%-62% 樣區有 2 處，52%-58% 的有 3 處，其餘 46%-49% 的有 5 處，小於 40% 的有 2 處。表三列出 7 個基塘樣區選點，其中有 5 個基、水比(平均計)為 5：5。總的來說肇慶地方塘、基面積比例較為均勻，比珠江三角洲南海、順德、中山的基塘密度要小，而且分佈較合理。因為肇慶研究區內基塘改造面積大，而一般規劃均依循三角洲模式的六水四基來規劃。雖然 97 年抽樣數據中亦有少數樣區為四水六基情況，塘面較稀疏，這是因應地形情況作出的選擇，詳細情形有待作者進一步深入調查。90 年代初珠江三角洲特優水產養殖業大幅度擴展，造成當地近年“三基七水”或“二基八水”的不平衡空間配置，生態環境受到破壞，到處有“基崩塘淺、基面拋荒”等環境退化現象。基塘系統的水陸相互作用物質流循環受到干擾，亦會直接威脅基塘微氣候。這種變化據作者在肇慶這一、兩年的觀察，郊區基塘亦漸次發現有類似的“基崩塘淺、基面拋荒”等現象出現，至於是否嚴重或造成甚麼影響，有待作進一步研究(王礎儀，1998；Korn, 1996；Wong, 1999)。

表三 肇慶塘基比 7 個樣區選點

樣區	塘 %	基 %
樣區 No.2 (白土, 高要)	61.7	38.3
樣區 No.5 (蔗村, 鼎湖)	60.2	39.8
樣區 No.1 (蓮塘, 高要)	58.7	41.3
樣區 No.8 (大旺, 四會)	56.9	43.1
樣區 No.7 (大旺, 四會)	49.3	50.7
樣區 No.11 (江谷, 四會北)	38.7	61.3
樣區 No.12 (地豆, 四會北)	32.5	67.5

資料來源: 1997 SPOT 衛星資料。

五、總結

本文利用兩個十年(77、87 及 97)航片及遙感衛星圖像資料，先追溯基塘實驗在肇慶德慶縣的開展歷史，再比較分析肇慶、鼎湖、四會、高要各地土地利用與環境變遷數據，綜合解譯圖像和實地考察，找出一些結論。文章探討肇慶市轄區內基塘地及 IFAD 計劃基塘用地變化，指出鄉鎮城市化及市場經濟，在肇慶地區可能會引發同樣的基塘生

態環境退化問題，如優質魚塘的塘面擴張、基堤崩塌、基、水比例失調等。要解答這些問題有待進一步研究分析和調查。肇慶地區城市化發展步伐雖然比珠江三角洲中心地帶緩慢，近年南順基塘地區特優水產業如養鰻業、養蝦業等紛紛向外移動，肇慶地區亦是向外移動目標之一。由於一般租塘時間短（二、三年不等），租戶的水產養殖（桂花魚、羅氏蝦等）多以短期利益為依歸。作者考察所見，肇慶塘基拋荒、不清塘泥的情況頗普遍。其實肇慶為全國甲級旅遊城市，附近自然旅遊資源豐，潛力鉅大，適宜發展無污染或少污染的旅遊生產項目。星湖和鼎湖山旅遊若配合鄉郊基塘資源加以拓展，不但能擴大傳統旅遊區範圍，還對生態旅遊、環保和肇慶基塘資源資源在廿一世紀的永續發展更具環保戰略意義。

參考文獻

- 王健儀（1998）。珠江三角洲基塘農業歷史變遷與生態環境初探，中國地理學會會刊，26: 143-155。
- 王健儀（1999）。剖析珠江三角洲基塘生態環境問題，台灣大學地理學報，26:71-82。
- 中共肇慶市委宣傳部編（1998）。名城肇慶，肇慶：西江圖片社。
- 呂健（1999）。把鼎湖山建設成為國際性生態旅遊區，建立花園式風景旅遊城市基本框架研討文集，肇慶市建設委員會、肇慶市旅游委員會、肇慶市城建規劃局、肇慶市社會科學聯合會、肇慶市名城與旅遊發展研究會聯合編引。
- 李文華、賴世登編（1994）。中國農村複合經營，北京：科學出版社。
- 郭文韜等（1988）。中國農業科技發展史略，北京：科學出版社。
- 陳自寬（1990）。肇慶市低窪漬水地改造，熱帶地理，第10卷，第3期：211-216。
- 廣東省肇慶地區科學技術委員會與農業委員會（1986）。基塘系統研究成果在我區推廣應用效益，第一次報告（共5頁），7月23日，簡稱[第一次報告]。
- 肇慶市地區科學技術委員會與農委（1989）。基塘系統的理論和方法在我市的推廣應用情況，第二次報告（共4頁），4月8日，簡稱[第二次報告]。
- 肇慶市地區科學技術委員會簡報（1997）。[簡報]（1頁），3月10日。
- 梁國昭（1989）。廣東省肇慶市自然資源與經濟發展，熱帶地理，第9卷，第4期：289-297。
- 黃福祥（1992）。西、北江中、下游低窪地資源調查及農業綜合開發規劃研究，自然資源，第4期：20-26。
- 鍾功甫（1980）。珠江三角洲的“桑基魚塘”——一個水陸相用的人工生態系統，地理學報，第35卷，第3期。
- 鍾功甫等著（1987）。珠江三角洲基塘系統研究，北京：科學出版社。

- 鍾功甫、黃福祥(1992). 肇慶市應用基塘系統理論改造低窪地十年回顧(1980-1989) 热帶地理, 第12卷, 第3期: 150-156。
- 鍾功甫、王增騏、吳厚水等著(1993). 塘系統的水陸相互作用, 北京科學出版社。
- 鍾功甫(1997). 鍾功甫地理研究論文選集, 廣州: 廣東科技出版社。
- Elliott, Jennifer A. (1994). *An Introduction to Sustainable Development: The Developing World*. London and New York: Routledge.
- Hitchcock, Michael and Sian Jay. (1998). "Ecotourism and Environmental Change in Indonesia, Malaysia, and Thailand." In King, Victor T. (Ed.). *Environmental Challenges in South-East Asia*. Nordic Institute of Asian Studies, Great Britain: Curzon Press.,
- Korn, Mads. 1996. The Dike-Pond Concept: Sustainable Agriculture and Nutrient Recycling in China. *Ambio* 25 (1): 6-13.
- Wong, Amy Chor Yee. (1999). New Developments in Integrated Dike-pond Agriculture-Aquaculture in the Zhujiang Delta, China: Ecological Implications. *Ambio* 28 (6): 529-533.
- Yasuoka, Yashifumi. (1998) : Application of Remote Sensing to Environmental Monitoring : The Global Wetland Mapping Project in Singh, R.B. and Shunji Murai . eds. *Space Informatics for Sustainable Development*, Rotterdam: A. A. A. Balkema, pp. 85-93.