

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 台灣濕地保護網之價值評估

Measuring Values of Wetland Network in Taiwan

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC 89-2415-H-197-002-SSS

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：陳凱俐

執行機構及單位：國立宜蘭技術學院應用經濟系

中華民國 89 年 7 月 31 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 台灣濕地保護網之價值評估

### Measuring Values of Wetland Network in Taiwan

計畫編號：NSC 89-2415-H-197-002-SSS

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：陳凱俐 執行機構及單位：國立宜蘭技術學院應用經濟系

#### 一、中文摘要

本研究應用條件評估法，評估在遞迴法 (heuristic algorithms) 及線性規劃法 (linear programming) 下所建立的兩種台灣濕地保護網 - 「所有鳥類保護網」和「所有稀有及不普遍種鳥類保護網」之價值，以最大概似估計式(maximum likelihood estimation, MLE)估計雙界封閉式問卷 (dichotomous choice with follow-up, DCF)，結果顯示，主要影響「所有鳥類保護網」支付意願的變數包括：所得、濕地所在地原則重要性、濕地鳥類隻數原則重要性、不願意支付保育基金的原因為這是政府應做的( =5%)；而顯著影響「所有稀有及不普遍種鳥類保護網」支付意願的變數則為：不願意支付保育基金的原因為這是政府應做的( =5%)及濕地中鳥類隻數原則重要性( =10%)，得到的每年每人支付意願中位數分別為「所有鳥類保護網」的 1208.94 元與「所有稀有及不普遍種鳥類保護網」的 1237.01 元， =5% 的信賴區間則分別為(883.98 元, 1664.64 元)與(903.80 元, 1703.83 元)，兩者中位數互相落入對方之信賴區間內，表示二者無顯著差異。

本研究與相關研究之結果相比較，與同質性最高之陳凱俐(1997 和 1999)及 Chen(1999)相較，三種支付意願評估結果皆落於彼此的信賴區間內，與其餘文獻的

個別濕地之各種價值相較，估計值亦彼此接近，隱含存在嵌入(embedding)問題，因此應擴大範圍，以台灣濕地的總價值為目標，才是正確的評估方法。

關鍵詞：遞迴法、線性規劃法、保護網、支出函數法、最大概似估計式 (MLE)、支付意願(WTP)

#### Abstract

This study applies contingent valuation method (CVM) to evaluate the values of two wetland networks—"reserving all avian species in Taiwan" and "reserving all rare and uncommon avian species in Taiwan", which were constructed by heuristic algorithms and linear-programming optimizations. The constructing methods and results of wetland networks were introduced to the dichotomous choice with follow-up (DCF) contingent valuation questionnaire. Cameron's expenditure function model and maximum likelihood estimation for DCF data provided by Alberini et al. were used to estimate willingness to pay values for the residents of Taiwan. The significant variables affecting the willingness to pay of "reserving all avian species" include income, relative weight of location factor,

relative weight of population size factor, and the reason for unwilling to pay is "conservation work should be done by the government, not me" ( $\alpha=5\%$ ). The significant variables affecting the willingness to pay of "reserving all avian species" include the reason for unwilling to pay is "conservation work should be done by the government, not me" ( $\alpha=5\%$ ) and relative weight of population size factor ( $\alpha=10\%$ ). The estimated median annual willingness to pay is NT\$1,208.94 for "reserving all avian species in Taiwan" and NT\$1,237.01 for "reserving all rare and uncommon avian species in Taiwan." The confidence interval under  $\alpha=5\%$  is (NT\$883.98, NT\$1664.6) and (NT\$903.80, NT\$1703.83), respectively, which shows that the willingness to pay for the two networks is not significantly different.

A comparison among various value-evaluation studies on wetlands in Taiwan shows that the values of individual wetland and all wetlands are close to each other, which implies the embedding problem. Therefore, the evaluation of wetlands should be based on all substitution wetlands instead of individual wetland.

**Keywords:** heuristic algorithms, linear-programming optimizations, wetland network, expenditure function, maximum likelihood estimation (MLE), willingness to pay (WTP)

## 二、計畫緣由與目的

人類為了改善生活福祉，需利用自然資源發展經濟，但若為了追求短期經濟發展而過度耗竭自然資源，反而將不利於長期經濟發展。近一、二十年來，台灣已有此體驗而開始重視永續發展的觀念。隨著環保意識的高漲，國內有關保育與開發之間的衝突事件層出不窮。國內環境經濟學者對污染問題已付出相當的時間與精力從事研究，並獲得不少成果；然而在自然資源保育的課題上，國內以生態經濟學的角度加以評估者實屬有限。

濕地的保育，最佳方式就是就地(*in situ*)保存，將該地區劃成保護區；然而，開發或就地保存為保護區，常常是環保團體與利益團體之間的爭執(濕地保護工作委員會，1994)；加上早期台灣濕地開發決定，多以利益及政策為主要決策依據，較少加入生態面的考量，而土地開發環境影響評估也僅只於該開發土地的現有生物或棲地之評估，並未加入其他濕地系統一併評估，因此與當地環保團體所感覺價值相差甚巨，往往產生開發與保留之間的衝突，基於此，陳凱俐和陳子英曾進行多篇研究(如陳凱俐和陳子英(1996、1997和2000)、陳子英和陳凱俐(1997)、陳凱俐(1997和1999)、Chen(1999)等)，從生態面和經濟面提出台灣濕地的評估比較。他們的研究在生態方面分為兩大類，第一類為指標法，係依面積、歧異度、稀有性、代表性等項目對濕地加以評分並排序，列出濕地保育的優先順序，但此種方法可能尚來不及保護棲地或鳥類歧異度，濕地就被開發了。第二類方法是保護網法，乃是以遞迴法(heuristic algorithms)或線性規劃法(linear programming)，在某些特定目標及限制條件下，找尋可達到此些目標的保護網。兩種方法之結果不一定相同，亦即劃設保護區之濕地的建議可能不同。本研

究進一步應用環境經濟評估方法探討不同生態評估方法所得到經濟評估結果之異同。

### 三、台灣濕地保護網之建立方法及結果

本研究生態評估部分在於建立台灣濕地保護網，此部份之研究成果已發表為陳凱俐和陳子英(2000)，概述如下。

台灣濕地保護網建立的方法包括遞迴法和線性規劃法兩大類(Margules and Nicholls, 1988；Nicholls and Margules, 1993；Cocks and Baird, 1989；Custi et al., 1997)，遞迴法(heuristic algorithms)是從各個角度來探討保育的因素，如國際形象、經濟價值、濕地的重要性及歧異度等，然後再依所列出的條件一一刪除不符合資格的地區，所剩餘的地區即是所需保育的保護區。線性規劃法(linear programming)則是先列出所要保育地區的條件，依條件列出限制式(但會因資料多寡而影響限制式的個數)，再利用聯立方程式求出最適解，所得的解即為所要保育的地區。

陳凱俐和陳子英(2000)定義七種遞迴法之保護網：1. 保護所有鳥類；2. 豐富度分層指數(hierarchical richness index, HRI)以種數為得分依據下保護所有稀有及不普遍種；3. HRI 以種數為得分依據下及較嚴格的唯一性定義下保護所有鳥類；4. HRI 以種數為得分依據及較嚴格的唯一性定義下保護所有稀有及不普遍種；5. HRI 以隻數為得分依據下保護所有稀有及不普遍種；6. HRI 以隻數為得分依據及較嚴格的唯一性定義下保護所有鳥類；7. HRI 以隻數為得分依據及較嚴格的唯一性定義下保護所有稀有及不普遍種。其線性規劃法之限制式分為四種：1. 保護所有鳥類；2. 保護所有稀有及不普遍種；3. 較

嚴格的唯一性定義下保護所有鳥類；4. 較嚴格的唯一性定義下保護所有稀有及不普遍種，其目標為選取最少的濕地個數。11 種方法得到的結果類似，台灣 28 個資料較完整的濕地，除關渡、華中(江)橋、挖子尾、大肚溪口、曾文溪口、四草、龍鑾潭、蘭陽溪口及無尾港等 9 個已劃設或籌設為保護區外，需再加設台北金山、客雅溪口、新竹港南、鰲鼓、五十二甲、和平溪口、鯉魚潭、興仁水庫菜園魚塭等 8 個濕地，方能構成所有稀有及不普遍種鳥類保護網，而所有鳥類保護網則除前列 17 個濕地外，需再加上桃園圳頭、漢寶、濁水溪口、成功水庫等 4 個濕地。亦即，所有鳥類保護網為原有已設為保護區的 9 個濕地外，再加上 12 個濕地所構成。

此結果與陳子英和陳凱俐(1997)指標法之結果並不相同，陳子英和陳凱俐(1997)之結論中建議應及早劃設的六個濕地，依綜合指標排名依序為鰲鼓、港南、圳頭、金山、漢寶、客雅溪口，皆在陳凱俐和陳子英(2000)的 12 個濕地之中，而這 6 個濕地集中於北區及中區，陳凱俐和陳子英(2000)增加了東區及外島的濕地，方能保護所有台灣有紀錄的遷移性水鳥。

### 四、結果與討論

本研究採用條件評估法進行台灣濕地保護網之價值評估。由於線性反應函數的假設符合理論上間接效用函數與支出函數的對偶性，因此本研究假設反應函數為線性；又由於支出函數在估計平均支付意願時較簡單，因此利用支出函數法；且因雙界二分選擇問卷效率較高，又已有計量軟體可直接估計最大概似估計式，故採用雙界二分選擇最大概似估計方法，以評估兩種台灣濕地保護網的價值。結果顯

示，主要影響「所有鳥類保護網」支付意願的變數有所得、濕地所在地原則重要性、濕地鳥類隻數原則重要性、不願意支付保育基金的原因為這是政府應做的(以上 =5%)；而顯著影響「所有稀有及不普遍種鳥類保護網」支付意願的變數則為：不願意支付保育基金的原因為這是政府應做的(以上 =5%)及濕地中鳥類隻數原則重要性( =10%)。所得到的願付價值之中位數為「所有鳥類保護網」的 1,208.94 元與「所有稀有及不普遍種鳥類保護網」1,237.01 元，其 =5% 信賴區間分別為(883.98 元，1,664.64 元)與(903.80 元，1,703.87 元)，二者互相落入對方之信賴區間內，表示二者無顯著性差異。進一步將全體樣本依對問卷了解程度分為三個子樣本後，可得知對問卷了解程度低者，其願付價值之中位數並未落入對問卷了解程度高者之願付價值信賴區間內，但對問卷了解程度高者之願付價值中位數落入對問卷了解程度低者之願付價值信賴區間內，其餘對問卷了解程度者之願付價值則無顯著性差異。有關受訪者不確定性問題，本研究結果並無法明確看出不確定對支付意願之影響。未來或可採用 Berrend et al.(1997)之方法，在問卷中設計只有受訪者能判斷的識別方式，由支付意願問題或不相關問題擇一回答「是」或「否」，再應用 Cameron(1988)的截斷最大概似(censored maximum likelihood)技巧估計模型參數。

有關台灣濕地價值評估的文獻包括只評估單一濕地價值的陳恭鋐(1994)、鄭蕙燕(1996)、劉吉川和王永男(1997)、Lin and Chen (1998)及評估全台灣濕地價值的陳凱俐(1997 和 1999)和 Chen(1999)，本研究可在調查模式上與陳凱俐(1997 和 1999)和 Chen(1999)相比較，亦可在價值

評估結果上與前述各篇之結果相比較。陳凱俐(1997 和 1999) Chen(1999)和本研究等三次調查，針對問卷提供給受訪者的訊息不同；Chen(1999)的解釋變數中有關生態考量部分係以陳子英和陳凱俐(1997)的指標法為基礎，而本研究的基礎則為濕地保護網。本文與陳凱俐(1999) Chen(1999)評估環境資源價值的條件評估法，皆採用條件評估法評估台灣濕地的價值，亦皆以最大概似法估計雙界二分選擇問卷。陳凱俐(1999)全台灣濕地支付意願的中位數為 1,460.40 元，Chen(1999)則為 1,069.52 元，在 =5% 下的信賴區間為(725.40 元，1,622.16 元)。本研究所評估「所有稀有及不普遍種鳥類保護網」之建立及維護的支付意願中位數為 1,237.01 元，在 =5% 下的信賴區間為(903.80 元，1,703.87 元)；「所有鳥類保護網」之建立及維護支付意願的中位數為 1,208.94 元，在 =5% 下的信賴區間為(883.98 元，1,664.64 元)。三者之中位數皆落在彼此的信賴區間內，因此三種評估結果在 =5% 下無顯著性差異。與陳恭鋐(1994)、鄭蕙燕 (1996)、劉吉川和王永男(1997)、Lin and Chen(1998)等評估單一濕地價值之文獻相較，可發現個別濕地之各種價值亦皆接近 1,000 元或在 1,000 元以上，似乎不論詢問對幾個濕地的何種價值，皆在 1,000 元左右，此即為嵌入(embedding)問題，鄭蕙燕和林政德(1998)曾以台灣實證研究說明此現象，以上之討論亦可驗證其結果。因此，正確的評估方法應以較大範圍的「台灣」濕地，涵蓋各種價值的「總價值」作為評估對象，才不致因嵌入問題產生估計誤差。

在保育與開發衝突日益增加的現在，濕地保護網之建立及效益評估之資料，有助於確立保護區的劃設原則，可避免個案發生時因來不及提出社會效益之

正確數據而導致錯誤的決策。因此未來應著重整體生態資源的效益評估，同時考量生態觀點與經濟觀點，以提供決策者正確客觀之依據。本研究提出兩類濕地保護區規劃方法之初步比較及效益評估之比較，後續可發展的方向仍多，包括濕地保護區規劃方法進一步的評估比較、受訪者不確定與資訊不完全下之效益評估、應用地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 展現規劃成果等，都值得加以探討，以便提出更有系統的規劃與評估，以作為未來改進及應用上的參考。

## 五、計畫成果與自評

本研究除完全涵蓋計畫書之內容、達成預期目標外，並參酌計畫審查人之建議加入不確定性之考量，研究成果的生態評估部分已發表於中華林學季刊，其餘部分亦已投稿。國內有關濕地價值評估的研究，多或未考量生態評估因素、或僅評估單一濕地，易發生嵌入問題，本研究成果的提出對未來相關問題研究應有參考價值。而在應用層面，由於評估時所考量之因素較週全，所評估之價值較客觀，可作為開發或保護濕地之決策的依據之一。

## 六、參考文獻

以下所列文獻除本成果報告引用者外，尚包括本研究進行中之參考文獻。

1. 吳珮瑛、謝雯華，1995，「環境財需求函數之估計：封閉式條件評估模型之比較分析」，農業經濟叢刊，1(1)：1-46。
2. 陳子英、陳凱俐，1997，「台灣濕地遷移性水鳥保育評估指標之建立」，宜蘭農工學報 14:61-71。
3. 陳恭鋐，1994，「關渡沼澤區的保護效益評估--假設性市場評估法之應用」，

台灣大學經濟學研究所碩士論文。

4. 陳凱俐，1997，「自然資源之經濟效益評估 - 以宜蘭縣蘭陽溪口為例」，台灣銀行季刊，48(4):153-190。
5. 陳凱俐，1999，「台灣水鳥濕地的保護效益評估」，國科會，研究彙刊，9(1)：182-200。
6. 陳凱俐、陳子英，2000，「台灣濕地保護網之建立 - 以鳥類歧異度為考量」，中華林學季刊，33(1)：1-21。
7. 劉吉川、王永男，1997，「台南縣七股鄉黑面琵鷺棲地遊憩使用與經濟效益」，行政院國家科學委員會補助，國立屏東科技大學森林資源經營技術系。
8. 濕地保護工作委員會，1994，「八十三年度台灣海岸地區環境敏感地帶保護區示範規範—鳥類紅樹林濕地調查」，行政院環境保護署。
9. 蕭代基、錢玉蘭、蔡麗雪，1996，「淡水河系水質與景觀改善效益之評估」，經濟研究，35(1)：29-59。
10. 鄭蕙燕，1996，「平衡生態資源保育與產業發展之政策評估研究(II)」，行政院農業委員會補助，中興大學農業經濟系。
11. 鄭蕙燕、林政德，1998，「條件評估法之嵌入效果：台濕野生動物保護區之驗證」，農業經濟半年刊，64：125-153。
12. Aberini, A. A., M. Cropper, T. Fu, A. Krupnick, J. Liu, D. Shaw, and W. Harrington, 1996, "What is the Value of Reduced Morbidity in Taiwan?" in R. Mendelsohn and D. Shaw (eds.) *The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific*.
13. Alberini, A., 1993, "Optimal Designs

- for Discrete Choice Contingent Valuation Surveys: Single Bound, Double Bound and Bivariate Probit Models," *Resources for the Future Discussion Paper QE93-15*, Washington, D. C.
14. Alberini, A. and R. T. Carson, 1993, "Choice of Thresholds for Efficient Binary Discrete Choice Estimation," *Resources for the Future Discussion Paper QE93-14*, Washington, D. C.
15. Alberini, A., 1995, "Testing Willingness-to-Pay Models of Discrete Choice Contingent Valuation Survey Data," *Land Economics*, 71(1):83-95.
16. Bateman, L. J. and R. K. Turner, 1992, "Evaluation of the Environment: A Contingent Valuation Method," *CSERGE Working Paper GEC92-18*.
17. Berrens, R. P., A. K. Bohara, and J. Kerkvliet, 1997, "A Randomized Response Approach to Dichotomous Choice Contingent Valuation," *American Journal of Agricultural Economic*, 79:252-266.
18. Bishop, R. C. and T. A. Heberlein, 1979, "Measuring Values of Extramarket Goods: Are Indirect Measures Biased?" *American Journal of Agricultural Economic*, 61(5): 926-930.
19. Bishop, R. C. and T. A. Heberlein, 1985, "The Contingent Valuation Method," in Johnson, R. C. and Johnson, G. V. (eds.) *Economic Valuation of Natural Resources* (1990) Westview Press.
20. Cameron, T. A., 1988, "A New Paradigm for Valuing Non-market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression," *Journal of Environmental Economics and Management*, 15:355-379.
21. Cameron, T. A., 1992, "Combining Contingent Valuation and Travel Cost Data for the Valuation of Nonmarket Goods," *Land Economics*, 68(3):302-317.
22. Cameron, T. A. and M. D. James, 1987, "Efficient Estimation Methods for 'Closed-Ended' Contingent Valuation Surveys," *Review of Economics and Statistics*, 69:269-276.
23. Carson RT, Hanemann W. M., Mitchell R. C., (1986) "Determining the Demand for Public Goods by Simulating Referendums at Different Tax Prices," *University of California, San Diego*.
24. Chen, Kai-Lih, 1999, "Measuring Values of Wetlands in Taiwan," *Environment Economics and Policy Studies*, 2(1):65-89.
25. Cooper, J., 1993, "Optimal bid Selection for Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys," *Journal of Environmental Economics and Management*, 24:25-40.
26. Halvorsen, B. and K. Sælesminde, 1998, "Difference Between Willingness-to-Pay Estimates from Open-Ended and Discrete-Choice Contingent Valuation Methods: The Effects of Heteroscedasticity," *Land*

- Economics*, 74(2):262-282.
27. Hanemann, W. M., 1984, "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," *American Journal of Agricultural Economics*, 66:332-341.
28. Hoehn, J. P. and A. Randall, 1987, "A Satisfactory Benefit Cost Indicator from Contingent Valuation," *Journal of Environmental Management*, 14:226-247.
29. Hutchinson, W. G., S. M. Chilton, and J. Davis, 1995, "Measuring Non-use Value of Environmental Goods Using The Contingent Valuation Method: Problems of Information and Cognition and the Application of Cognitive Questionnaire Design Methods," *Journal of Agricultural Economics*, 46(1):97-112.
30. Kanninen, J., 1993a, "Design of Sequential Experiments for Discrete Choice Contingent Valuation Studies," *Journal of Environmental Economics and Management*, 25:S-1-S-11.
31. Kanninen, J., 1993b, "Optimal Experimental Design for Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *Land Economics*, 69(2):138-146.
32. Kanninen J., 1995, "Bias in discrete response contingent valuation," *Journal of Environmental Economics and Management*, 28:114-125.
33. Lin, J.-S. and S.-N. Chen, 1998, "The Value of Chi-Gu Wetland in Taiwan and Application of Contingent Valuation Method," paper presented at *Conference on East Asian Environmental and Resource Economics and Policy*, Taipei, Taiwan.
34. Smith, V. K., 1993, "Nonmarket Valuation of Environmental Resources: An Interpretive Appraisal," *Land Economics*, 69:1-26.
35. Wu, P. and W. Hsieh, 1996, "Demand for environmental Quality: Comparing Models for Contingent Policy Referendum Experiments," in R. Mendelsohn and D. Shaw (eds.) *The Economics of pollution Control in the Asia Pacific*.