

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

基隆河流域洪災防治效益之評估：

特徵價格法之應用（I）

Assessing the Benefits of Flood Alleviation in Keelung River Basin

—Hedonic Price Approach—

計畫編號：NSC 91-2625-Z-034-006

執行期間：91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：楊重信 中國文化大學景觀系

一、中文摘要

本計畫係為期二年之整合型研究計畫「成本效益分析基礎研究與洪災防治效益之評估」研究項目之一。本研究之目的在於應用特徵價格法估計基隆河流域洪災防治之效益。此效益評估之基本假設為洪災損失會資本化在房價上，在其他條件不變情況下，洪災損害或洪災發生機率愈高之地區其房價愈低；因此，經由房價與洪災經驗（洪災頻率、洪水深度、洪災持續時間）或洪災發生機率間之關係即可推估出消費者對洪災防治之願付金額或對洪災之願接受補償金額，此即為洪災防治之效益。本年度之研究採用主計處家計收支調查資料與國家災害防救科技中心所提供之基隆河流域淹水潛勢資料，估計經過 Box-Cox 轉換之特徵價格模式，以估計洪災機率對房租水準之影響，俾澄清洪災損失或洪災風險是否有資本化現象。本研究之主要發現包括：（1）房租水準顯著地受到洪災機率、與 CBD 之距離、樓版面積、使用型態、房屋型態與車位數之影響；但是，其不受到年期（1990 年或 2000 年）與產權（自有或租賃）之影響。（2）與 CBD 之距離愈遠者，其房租水準愈低。（3）房屋樓板面積愈大者，其房租水準愈高。（4）專供住宅使用房屋房租水準較混合使用房屋之房租水準高；（5）房屋樓層愈高者，其房租水準愈高。（6）有車位房屋之房租較無車位者高。（7）洪災機率愈高之地區，其房租水準愈低；洪災機率每增加 1%，房租下降 0.24%。

關鍵詞：洪災、成本效益分析、特徵價格、Box-Cox 轉換函數。

Abstract

This research is a part of the 2-year group research project entitled “Cost-Benefit Analysis and Assessing the Benefits of Flood Alleviation in Keelung River Basin”. The purposes of this research aim at assessing the benefits of flood alleviation in Keelung River Basin by using the hedonic price approach (HPA). The basic idea of

employing HPA rooted from the hypothesis that the damages of flood hazard will capitalize in property values. The severer the flood damage (or the higher the flood risk) is, the lower the property value is observed, given other factors unchanged. Thus, by observing the relationship between the variations of the property values and the flood experiences in forms of frequency, depth, duration, and preferably the probability of flooding, one can estimate the benefits of flooding alleviation. The first effort of this study is placed on examining the effects of flood hazard on the rental rates of housings. The family income and expenditure survey data (compiled by DGBAAS) together with flood experience and other related data are employed to estimate an Box-Cox hedonic price equation and calculate the elasticity of housing rent with respect to flood alleviation. The major findings include: (1) there exists an identifiable relationship between housing rents and flood hazards; and the housing rent is significantly affected by flood probability over space; (2) the housing rent drops 0.24% as the probability of flooding increases by 1%.

Keywords: Flood Hazard, Cost-Benefit Analysis, Hedonic Price, Box-Cox Transformation Function.

二、緣由與目的

洪災 (Flood Hazard) 是所有環境災害 (Environmental Hazard) 中最普遍者之一。全球每年洪水奪走 20,000 條人命，受害人數超過 7,500 萬人。洪災之所以如此嚴重，乃因為全球各地洪水平原及低窪之海岸地區 (Low Lying Coasts) 分布很廣，而這些地區吸引大量人口集居其內所致。孟加拉 (Bangladesh) 可謂全球最易遭受洪害之地區，其每年死於水災之人數約占全球水災死亡人數之四分之三 (Smith, 2001, p. 259)。中國大陸亦是洪害嚴重之地區，雖然中國人在 4000 年前即於城市治水，但 1860 至 1960 之 100 年間死於水患之人數仍高達 500 萬人 (Wu, 1989)。1998 年之水災 (長江決堤) 更是造成 3000 人死亡，1500 萬人流離失所，直接之財產損失高達 200

億美元。水患防治之投資使得亞洲死於洪患之人數減少，不過，迄今仍有大量人口遭受洪害之威脅。洪害不僅發生於低度開發國家，且間接威脅到先進國家之居民。1993年美國中西部之Mississippi與Missouri河之春夏洪患影響範圍達9個州（地區範圍占美國本土之15%），損害或被摧毀之房屋50,000戶，54,000人被迫疏離洪害區，400萬公頃之農田被淹沒，全國之大豆產量減少17%，小麥產量減少30%，總損失達150億至200億美元（US Dept of Commerce, 1994），所幸死亡人數只有50人。

台灣位於亞熱帶季風區，地形陡峻，河川短促，每年常有異常豪、梅雨（5、6月間）或颱風（7~9月間），造成嚴重之水患。根據中央氣象局統計，1897至1997之100年間，台灣遭受到350次之颱風侵襲，平均每年被颱風侵襲次數達3.5次之多（李鴻源，1998）。台灣之水患頻仍，每每造成國民生命財產嚴重之損失。為減輕洪水之威脅，政府自台灣光復以來即不斷投入治山防洪、河川治理、區域排水、以及都市排水等建設。在土地使用管制方面，也採取若干措施；但是，奈何仍然洪災不斷。近年來可能受到大氣變遷之影響，台灣之水患問題更是嚴重。以最近發生之洪災為例，2000年10月底之象神颱風洪災造成62人死亡，48人受傷，27人失蹤，停電戶數104萬戶；2001年8月桃芝颱風洪災造成93人死亡、129人失蹤，停電戶數近百萬戶；同年9月20日怪颱納莉洪災造成94人死亡，1人失蹤，停電戶數超過百萬戶，北台灣鐵路癱瘓，台北捷運成河，全台全部損失超過百億元。這些數目讓人看了真是悚目驚心。

洪災之防治是一項長期性之工作，其所花費甚為可觀，姑且不論過去在洪災防治方面所花費之經費有多少，而僅就立法院通過之「基隆河流域整治特別條例」所列之總經費需求高達860億元（經濟部水利處之估計）至5000億元（前立委廖學廣之估計）即可知其一斑。洪災防治計畫之成本因主要涉及實質工程建設，因此不難估計，但其防治效益因涉及直接與間接效益（Direct and Indirect Benefits）或實體的（Tangible）與非實體的（Intangible）之效益，則較難有一共同接受之估計方法。不同之評估方法所獲之評估結果往往差異很大。爰此，如何獲得正確之洪災防治效益遂成為一再被探討之問題。

美國之水利計畫是最早之公共投資計畫

之一。美國之洪水控制條例（Flood Control Act, 1936）明文規定：水利計畫之經濟可行是指“各種可能產生之效益超過成本”，不過該條例上並未明確規定成本效益之計量方法；因此，不同部門對同一計畫案之評估常常得到截然不同之結論。1950年代開始，美國聯邦河域委員會提出「河域專案經濟分析建議」，第一次把實質建設方案分析與福利經濟學（Welfare Economics）加以結合。1962年美國預算委員會應Kennedy總統之要求提出一份「聯邦水資源發展之評價標準與準則」作為成本效益分析之指導文件。1960年代，成本效益分析（Cost-Benefit Analysis，以下簡稱CBA）方法之發展甚為快速，成為各國公共投資決策之主要工具；世界銀行與聯合國評估開發中國家公共投資之決策工具亦以CBA為主。1970年代，CBA在環境評價（Environmental Valuation）上之應用，其適用性受到爭議與挑戰，不過，由於CBA具福利經濟學理論基礎，且很容易與投資決策相結合；因此，其應用之範圍有增無減，於1980與90年代，CBA之應用進一步擴展到健康、環境法規、以及環境生態等領域（Fugritt and Wilcox, 1999）。

CBA在洪災防治效益評估之應用上，常被採用之評估方法涵蓋市場與非市場評價法，惟其中以非市場評價方法（Non-market Methods）之應用較為普遍。一般而言，依（1）選擇行為（Choice Behavior）屬假設性（Hypothetical）或顯示性（Revealed），以及（2）依商品之取價（Commodity Being Valued）為直接或間接可將洪災防治效益之評價方法可分成下列四類：（1）財產損害避免法（Property Damages Avoided Approach）：計算洪災防治可避免之財產損失金額。（2）特徵價格法（Hedonic Price Approach）：根據房地產價格與洪災經驗間之關係，估計對洪災機率降低所願付之金額（Willing to Pay）或消費者對洪災所願接受之補償金額（Willingness to Accept）。（3）條件評價法（Contingent Valuation Approach）：建立一假設市場，以問卷調查資料，估計受訪者對洪災降低所願付之金額。（4）市場評價法（Market Valuation Approach）：將洪災視為一商品，根據實際市場交易資料，估計洪災降低之效益。

本研究之目的在於應用非市場估價方法中之特徵價格法，估計基隆河洪災對基隆河流域房屋租金之影響。具體而言，本研究之目的在於：以基隆河流域為研究範圍，實證洪災經

驗或洪災發生機率對房租之影響，以澄清洪災損害或洪災風險之資本化現象。

三、相關文獻

國內有關特徵價格法應用之文獻甚多，但是應用在洪災防治效益之評估者則仍未見；國外之相關研究則較多，不過絕大部分之研究將重點放在利用特徵價格法實證洪災對不動產價值 (property values) 或房價 (housing prices) 之影響，其所使用之特徵價格法屬第一階段之估計 (亦即，特徵價格函數之估計)。至於採用三階段之估計方法，估計洪災防治之效益 (亦即，估計消費者洪災防治之願付金額與消費者放棄洪災防治之願接受金額) 之研究則為數甚有限，以下簡述國外相關之研究。

國外早期有關應用特徵價格法於洪災之研究偏向洪災對不動產價值之影響，此方向之研究包括：Barnard (1978)、Epp and Al-Ani (1979)、Babcock and Mitchell (1980)、Downing, Twark and Eyerly (1983)、Muckleston (1983)、Montz (1983)、Shilling, Benjamin and Sirmans (1985)、Donnelly (1989)、Macdonald, Murdoch and White (1987)、Monty (1992)、Tobin and Bontz (1994)、Tobin and Montz (1997)、Tobin and Burrell (1997) 等。

上列實證研究中，除 Babcock and Mitchell (1980)、MacDonald, Murdoch and White (1989)、Tobin and Montz (1994) 等研究外，其餘皆發現洪災、洪災發生機率或洪水平原對房屋交易價格有顯著之負面影響。Babcock and Mitchell (1980) 發現洪災風險對房價沒有影響，Macdonald, Murdoch and White (1989) 之研究則發現洪災對房價之影響在不同之社區有不同之結果，不過一般而言，座落在洪患區之房屋售價比洪患區外者低。Tobin and Montz (1994) 對 California 州之 Linda 與 Olivehurst、賓州之 Wikes-Barre、以及 Illinois 州之 Des Plaines 之實證分析發現洪水 (淹水) 深度對房價之影響不一定是負面的。Montz (1992) 對三個 New Zealand 社區之研究發現洪災對房價之影響大部分是暫時性的。相反地，Tobin and Montz (1997) 對 California 州之 Linda 與 Olivehurst 之研究則發現一再發生之洪災對房價有持續性之負面影響。

在洪災對不動產價值影響之研究方面，除上列實證外，Tobin and Newton (1986) 對洪

災如何影響土地之效用，以及進而促使地價下跌 (亦即洪災損害之資本化現象) 作過概念性之分析，作為實證之理論概念。

有關應用特徵價格法估計洪災防治效益之研究不多，Driscoll, Dietz and Alwang (1994) 是目前唯一找到之文獻。Driscoll 等人 (1994) 建立一個適用於預算式為非線性情況之直接效用方法 (Direct utility approach)，並以 Virginia 州之 Roanoke River 流域為研究地區，應用直接效用方法估計 Roanoke 河流域洪災防治之效益，此項研究為本計畫之最主要參考文獻。

1970 年代關於洪災對房價影響之研究結論不一致，有些研究發現資產 (Properties)、市值 (Market Value)、售價 (Sale Prices)，或評定價值 (Assessed Values) 確實受到土地淹水風險與洪水強度 (Intensity of Flooding) 之影響。洪災風險越高的地區，其房地產價格越低 (Struyk, 1971; Soule and Vaughn, 1973; Damians and Shabman, 1976)。

有些研究則發現房價與洪災沒有關係 (Day, 1971; Miller, 1975; Mache, 1974; Foster, 1976)，或甚至有正的關係。房價與洪災呈現正關係之情形可能係由於河濱景觀之價值超過洪災損失所致，或由於洪災保險方案有漏洞，使洪水平原內之房地產獲利所致。Eimmerman (1979)、Balcock and Mitchell (1980)、Muckleston (1983) 等研究亦發現住宅地價與洪災沒有關係。

上列研究之所以發現平均地價 (評定後) 與洪災應有關係，可能是採用非母數分析法 (Nonparametric analysis)，沒有控制或調整對不動產價值有影響之其他特性所致 (Donnelly, 1990)。

Park and Miller (1982) 以及 Rich and Moffitt (1982) 採用特徵價格法 (Hedonic Price Method) 估計隱含價格方程式 (Implicit Price Equation) 檢定購屋者之行為。但是這兩個研究的結果含糊 (Ambiguous)，因為 Park and Miller (1982) 之樣本不夠大，洪氾區內樣本數只有十六個，洪氾區外樣本數只有十七個，且其模式解釋能力中等 ($R^2=0.769$)；至於 Rich and Moffitt (1982) 之估計結果則顯示土地規模與基地規模之參數估計值皆不顯著，且可能係由於共線或模型設定錯誤 (例如，遺漏了重要之解釋變數) 所致，而後研究

並未作適當處理。

四、研究方法

本研究所採用之特徵價格模式之理論基礎及模式架構如下：

(一) 特徵價格理論基礎

在完全競爭市場下，設有一差異性財貨具有 n 種特徵， $Z=(z_1, z_2, \dots, z_n)$ ，該財貨之市場價值係透過市場中眾多消費者與生產者彼此間之「出價」(bidding price) 及「要價」(offering price) 行為而決定。因此，市場價格與各種特徵間便隱含著

$P(Z)=P(z_1, z_2, \dots, z_n)$ 之函數關係，此即為特徵價格函數 (hedonic price function)。

Rosen (1974) 對 Z 、 z_i 與 $P(Z)$ 提出下列說明或假設：

(1) 假設財貨 (Z) 所含特徵 (z_i) 個數對每依消費者而言均相同 (n 個)，且消費者有充分訊息得以察覺或瞭解。(2) 假設市場上存在著各種不同特徵數量組合之差異性財貨，足以供消費者選擇；亦即，對於不同 z_i 組合之選擇是呈連續狀態。(3) 為避免涉及複雜之資本理論

(capital theory)，假設該財貨為純消費財，因此二手貨市場並不存在。(4) 假設每一特徵均具有不可分割性 (indivisibility)，無法由財貨中獨立分割出來，因此財貨中任何特徵是無法任意組合 (pack)。(5) 假如 z_i 可由財貨中分離， z_i 之數量可獨立變化，則特徵價格函數 $P(Z)$ 將為線性函數；否則， $P(Z)$ 函數將為非線性函數。(6) 消費者與生產者均為 $P(Z)$ 之接受者。

1、消費者決策

假設消費者之效用水準 (U) 決定於 a. 差異性財貨 (Z) 以及 b. 其他財貨 (X) 之消費，即 $U=U(Z, X)$ 。假設差異性財貨價格為 $P(Z)$ ，而且消費者僅購買一單位，又令其他財貨價格為 1，消費者所得為 Y ，則消費者之預算式為 $Y=P(Z)+X$ 。在預算限制下，消費者之效用最大化行為可表示如下：

$$\begin{aligned} \max_{z,x} \quad & U(Z, X) \\ \text{s.t.} \quad & P(Z) + X = Y \end{aligned}$$

在滿足一階條件下，

$\partial P / \partial z_i = P_i = U_{z_i} / U_x, i=1, 2, \dots, n$ ；消費者決定 z_i 及 X 之最適消費量。

Rosen (1974) 首先定義消費者之出價函數 (bid function) 為 $\theta(Z; u, Y)$ ，代表在效用水準 (u) 及所得水準維持不變時，消費者對財貨 Z 之最大願付 (willingness to pay) 價格，則：

$$\theta(Z; u, Y) \equiv \max_{z_i, x} \{ (Y - X) U(Z, X) = u \} \quad (1)$$

應用包絡定理 (Envelope Theorem) 可得：

$$\theta_{z_i} = U_{z_i} / U_x > 0, \quad \theta_u = -1 / U_x < 0, \quad \theta_Y = 1 \quad (2)$$

$$\theta_{z_i z_i} = (U_{z_i z_i} U_x - 2U_{z_i} U_{x z_i} + U_{z_i}^2 U_{xx}) / U_x^3 < 0 \quad (3)$$

由式 (2) 及式 (3)，可知出價是 z_i 之遞增函數，但其增加率隨 z_i 之增加而遞減。 θ_{z_i} 則代表在效用及所得水準維持不變下，消費者對特徵 z_i 之邊際隱含價格；亦即，消費者對多增加一單位 z_i 之消費所願意多付之價格，此亦可稱為邊際出價。

$P(Z)$ 為消費者需付之最低市場價格， $\theta(Z; u, Y)$ 為消費者在一定效用及所得水準下，對財貨 z_i 所願付之最高價格。當 $P(Z)$ 為已知時，在滿足式 (4) 及式 (5) 條件時，消費者可獲得最大之效用水準：

$$\theta(Z^*; u^*, Y) = P(Z^*) \quad (4)$$

$$\theta_{z_i}(Z^*; u^*, Y) = P_i(Z^*) \quad (5)$$

式中 Z^* 及 u^* 分別代表最適量。圖之 θ^1 及 θ^2 代表兩個不同消費者之出價曲線， θ_i^1 及 θ_i^2 則分別代表其邊際出價曲線。

2、生產者決策

假設每一生產者是一獨立個體，生產者間沒有聯合生產約定或成本外溢現象。則令 $C(M, Z; \beta)$ 代表生產者之總成本函數，且 C 為一凸函數 (convex function)， $C(0, Z)=0$ ，

$C_M > 0$ ，且 $C_{z_i} > 0$ ，其中 M 為生產量， β 則為與個別生產者有關之生產技術、原料價格等。生產者之總利潤決定於其總收益與總成本間之差額， $\pi = P(Z)M - C(M, Z; \beta)$ 。依此，生產者所面臨之決策，乃在於如何選擇最適之 Z 與 M ，以獲得最大利潤。 Z 及 M 之最適選擇必須滿足下列二個條件：

$$P_i(Z) = C_{z_i}(M, Z; \beta) / M \quad (6)$$

$$P(Z) = C_M(M, Z; \beta) \quad (7)$$

亦即，當 z_i 之邊際價格等於其邊際生產成本，且財貨之價格等於其邊際生產成本時，生產者之利潤達到最高水準。

與消費者決策分析一樣，Rosen (1974) 定義生產者之要價函數 (offer function) 為 $\phi(Z; \pi, \beta)$ ，代表在利潤水準為 π 時，生產者所願意接受之售價。依此，生產者之利潤函數與式 (7) 可改寫如下：

$$\pi = M\phi - C(M, Z) \quad (8)$$

$$C_M(M, Z) = \phi \quad (9)$$

對式 (8) 及式 (9) 微分，可得

$$\phi_{z_i} = C_{z_i} / M > 0, \text{ 以及 } \phi_{\pi} = 1 / M > 0。$$

由於 $P(Z)$ 為財貨 Z 在市場中可售得之最高價格， ϕ 則為生產者在一定利潤水準下其願意接受之售價，因此生產者之最大利潤及最適生產量決定於下列二個條件：

$$\phi(Z^*; \pi^*, \beta) = P(Z^*) \quad (10)$$

$$\phi_{z_i}(Z^*; \pi^*, \beta) = P_i(Z^*) \quad (11)$$

生產者均衡 (如圖 1 所示) 決定於利潤—特徵無異曲線及市場特徵—隱含價格曲線之相切處，圖中， ϕ^1 及 ϕ^2 分別代表兩個不同生產者之要價曲線， ϕ_i^1 及 ϕ_i^2 則為其邊際要價曲線。

3、市場均衡

Rosen (1974) 在提出特徵價格模式時，特別強調過去有關差異性財貨之研究著重於消費者行為之探討 (如 Lancaster, 1966)，而忽略生產者之行為。為彌補此一缺失，Rosen 將消費者與生產者之決策行為同時納入特徵價格模型中。

市場均衡價格是透過消費者與生產者間之交互作用而決定。消費者在能購得財貨情況下，希望盡量壓低競價，使其效用得以提高；而生產者在得以出售其財貨情況下，則希望盡可能提供其要價，以便獲得更多利潤。當消費者之出價曲線與生產者之要價曲線剛好相切時，交易於是完成，此時消費者或生產者均無法透過改變其需求量或生產量，提高其效用或利潤。因此，由市場觀察得到之特徵價格函數 $P(z)$ 即為消費者出價曲線與生產者要價曲線相切點之包絡線 (envelope curve)。將式 (4)、(5)、(10) 與 (11) 加以整理，可得市場之均衡條件為：

$$\theta(Z^*; u^*, Y) = P(Z^*) = \phi(Z^*; \pi^*, \beta) \quad (12)$$

$$\theta_{z_i}(Z^*; u^*, Y) = P_i(Z^*) = \phi_{z_i}(Z^*; \pi^*, \beta) \quad (13)$$

其中， $P_i(Z^*)$ 稱為邊際特徵價格 (marginal hedonic price)，或邊際隱含價格 (marginal implicit price)。

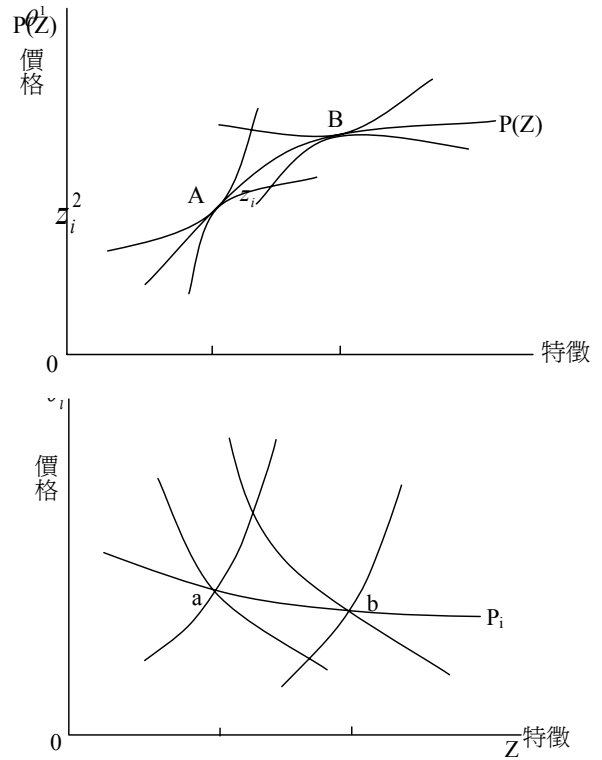


圖 1 出價、要價函數與特徵價格、邊際特徵價格函數之關係

資料來源：Follain, J.R. and E. Jimenez, 1985, p. 79

(二) 特徵價格函數

本實證研究所欲估計者為市場均衡時之特徵價格函數：

$$P(z) = P(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

此一特徵價格函數是一縮減式 (Reduced Form Equation)，其函數型態之設定並無先驗資訊 (prior information) 可資利用；因此，於實際應用時其函數型態之設定係為一純實證之問題。本研究採用 Box-Cox 轉換函數

(Box-Cox Transformation) 予以估計。

Box-Cox 迴歸模式如下：

$$y^{(\theta)} = \beta'x^{(\lambda)} + \alpha'z + \varepsilon \quad (14)$$

式中，

$$y^{(\theta)} = \begin{cases} (y^{(\theta)} - 1) / \theta, & \theta \neq 0 \\ \ln y, & \theta = 0 \end{cases},$$

$$x_i^{(\lambda)} = \begin{cases} (x_i^\lambda - 1) / \lambda, & \lambda \neq 0 \\ \ln x_i, & \lambda = 0 \end{cases},$$

y = 房租，

x = 欲作 Box-Cox 轉換之變數，

z = 不作 Box-Cox 轉換之變數 (如虛擬變數)。

式 (14) 之 Box-Cox 轉換函數包含多種函數型態，且估計時不必事先限制價格 (租金) 與特徵間之關係。

五、基本統計

基隆河流域於 1999-2000 年期間：平均年房租為 22.27 萬元，中位數為 21.06 萬元；房屋持有率高達 89%；平均洪災機率为 1.94%；96% 之房屋為自用住宅；房屋型態以 4-5 層樓及 6 層樓以上居多；房屋基地面積平均為 8.29 坪，每單位房屋之樓地板面積平均為 31.96 坪（如表 1）。

表 1 基本統計表

	房租 (千元)	產權	洪災機 率(%)	CBD 距 離(公 里)	房 屋 用途	平房	2-3 層 房屋	4-5 層 房屋	6 層以 上房 屋	基地面 積(坪)	樓板面 積(坪)
平均 數	222.71	0.89	1.94	8.26	0.96	0.04	0.11	0.57	0.28	8.29	31.96
中位 數	210.60	1.00	1.11	6.59	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	7.00	30.00
眾數	180.00	1.00	1.00	7.06	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	6.00	30.00
標準 差	106.29	0.31	2.05	6.17	0.19	0.21	0.31	0.49	0.45	8.88	13.20
最小 值	12.00	0.00	1.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00
最大 值	1632.0 0	1.00	13.83	33.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	200.00	300.00

六、結果與討論

本研究利用行政院主計處公布之「家計收支調查」之房租與房屋特性資料以及國科會國家災害防救科技中心之「防災國家型防災計畫」提供之「基隆河流域淹水潛勢資料」，估計前述之 Box-Cox 特徵價格模式。估計結果顯示：(1) 房租水準顯著地受到洪災機率、與 CBD 之距離、樓板面積、使用型態、房屋型態與車位數之影響；但是，其不受到年期（1990 年或 2000 年）與產權（自有或租賃）之影響。(2) 與 CBD 距離愈遠者，其房租水準愈低。(3) 房屋樓板面積愈大者，其房租水準愈高。(4) 專供住宅使用房屋房租水準較混合使用房屋之房租水準高；(5) 房屋樓層愈高者，其房租水準愈高。(6) 有車位房屋之房租較無車位者高。(7) 洪災機率愈高之地區，其房租水準愈低；洪災機率每增加 1%，房租下降 0.24%（如表 2）。

表 2 特徵價格函數估計結果

$y^{(\theta)} = \beta'x^{(\lambda)} + \alpha'z + \varepsilon$				
自變數	係數	P 值	邊際效果	
			斜率	彈性
洪災機率 (FLPROB)	-0.240	0.000	-6.61865	-0.0636
都會中心距 離(CBD)	-0.717	0.000	-8.65842	-0.35386
樓地板 (FLOOR)	0.862	0.000	4.81238	0.76113
年期(YEAR)	-0.002	0.966	-0.07531	-0.00019
產權 (OWNER)	0.087	0.236	3.4915	0.01536
使用型態 (USE)	-0.657	0.000	-26.4778	-0.12602
平房 (TYPE1)	-1.002	0.000	-40.3526	-0.00883
2-3 層房屋 (TYPE23)	-0.454	0.000	-18.2855	-0.00963
4-5 層房屋 (TYPE45)	-0.267	0.000	-10.7405	-0.03051
車位 (PARKING)	0.227	0.000	9.16273	0.02708
ONE (常數)	-	-	388.8045	1.92406
樣本數	3665			
Ln-L(β)	-6268.8036			
Ln-L(0)	-22301.3325			
χ^2	32065.0578			
θ	0.3038			
λ	0.42947			

七、參考文獻

1. 中文文獻：

- 方舟顧問有限公司，1997 洪災保險制度(潭底洋地區)案例調查分析，經濟部水資源局，台北：國立臺灣大學建築與城鄉研究所博士論文。
- 台灣省文獻委員會，(2000)，台灣地區水資源史：第一篇至第六篇，南投：台灣省文獻委員會
- 行政院戶口普查處，1992 中華民國七十九年臺閩地區戶口及地宅普查報告。
- 何信隆，2000，河川治理在防災與危機管理規劃之探討-以基隆河治理為例，台北：國立台北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文。
- 李鴻源，1998，台灣之水害防治，研考報導，43：17-26。
- 沈德亮，1990 標準洪災損失估計，法住都雙月刊，86 頁 48-56。
- 徐享田，1989，「治山防洪投資計畫之效益評估——損害函數之應用」，農業經濟半年刊，46：17-38。

- 徐享田，1993，「防洪計畫之經濟效益評估（二）」，國科會專題研究計畫：NSC82-0414-P005-044-B。
- 高文彥，2000，象神颱風事件能值分析，台北，國立台北大學都市計劃研究所碩士論文。
- 許坤榮、楊國樑，2002 洪災成本及防治效益之評價：最近的發展及其在本益分析。
- 陳崇岳，2001，基隆河水患消防機關搶救之研究—以台北市搶救納莉風災為例，桃園：中央警察大學消防科學研究所碩士論文。
- 黃宏莆，2000，防洪措施之經濟可行性評，國立海洋大學河海工程學系在職專班碩士論文。
- 楊沛儒，2000，地景生態城市規劃：基隆河流域 1980~2000 的都市發展、地景變遷及水域，台北：國立臺灣大學建築與城鄉研究所博士論文。
- 楊重信、許道欣、翁淑貞，1993，「台灣環境保護政策之總體效果與成本效益分析：子題計畫（七）——台北都會區空氣污染對房價之影響：特徵價格法之應用」，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫（RG-014-89）。
- 葉振男，1989，「治山防洪工程經濟效益評估之數量化分析」，台灣林業，15(4):40-46。
- 蕭景楷，1991 防洪需求及效益評估，農業經濟半年刊，50:37-69。
- 蕭景楷，1993，「防災效益的評估—理論與實際」，國科會專題研究計畫：NSC82-0414-P005-035-B。
- 蘇明道、張齡方，2000 普查資料於洪災損失推估之應用，主計月報，545:22-34。
- Econometric Reviews, 12(1), 1993, pp. 65-102.
- Blackley, Paul; Follain, James R., Jr.; Ondrich, Jan, "Box-Cox Estimation of Hedonic Models: How Serious Is the Iterative OLS Variance Bias?," Review of Economics and Statistics, 66(2), May 1984, pp. 348-53.
- Blomquist, N. S., 1989. "Comparative Statics for Utility Maximization Models with Nonlinear Budget Constraints." International Economics Review 30: 275-296.
- Box, G. E. P. and D. R. Cox. 1964, "An analysis of transformations," J. Roy. Stat. Soc. Series B:211-243.
- Brookshire, D. S., M. A. Thayer, J. Tschirhart, and W. D. Schulze, 1985. "A Test of the Expected Utility Model: Evidence From Earthquake Risks." Journal of Political Economy 92:369-89.
- Brookshire, David S., Mark Thayer, William Schulze, and Ralph d'Arge. 1982. "Valuing Public Goods: A Comparison of Survey and Hedonic Approaches." American Economic Reviews 72 (Mar.): 165-77.
- Carrara ,Alberto and Fausto Guzzetti. ed. 1995."Geographical information systems in assessing natural hazards," Dordrecht :Kluwer Academic Publishers.
- Carroll T. M., T. M. Claurette, J. Jensen, and M. Waddoups. 1996, "The economic impact of a transient hazard on property values: The 1988 PEPCON explosion in Henderson, Nevada," J. Real Estate Finance 9. Econom. 13:143-167
- Cropper, M. L., L. B. Deck and K. E. McConnell, 1988. "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions." Review of Economics and Statistics 70: 668-675.
- Cropper, Maureen L.; Deck, Leland B.; McConnell, Kenneth E., 1988, "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions," Review of Economics and Statistics, 70(4):668-75.
- Dale L., J. C. Murdoch, M. A. Thayer, and P. A. Waddell. 1999. "Do property values rebound from environmental stigmas? Evidence from Dallas," Land Economics. 75: 311-326.
- Damianos, D., 1975. "The Influence of Flood Hazard Upon Residential Property Values." Unpublished Doctoral Dissertation, Agricultural Economics, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia.
- Donnelly, W.A. 1989. "Hedonic Price Analysis of the Effect of a Floodplain Location on Property Values," Water Resources Bulletin, 25: 581-586.

2. 西文文獻：

- Babcock, M., and Mitchell, B. 1980. "Impact of Flood Hazard on Residential Property Values in Galt (Cambridge), Ontario." Water Resources Bulletin, 16: 532-537.
- Barnard, J.R. 1978. "Externalities from Urban Growth: The Case of Increased Storm Runoff and Flooding." Land Economics, 54: 298-315.
- Bartošová A, D. E. Clark, V. Novotny, K. S. Taylor. 2000. "USING GIS TO EVALUATE THE EFFECTS OF FLOOD RISK ON RESIDENTIAL PROPERTY VALUES," Marquette University, Milwaukee, http://www.marquette.edu/environment/TR_1.pdf
- Berndt, Ernst R.; Showalter, Mark H.; Wooldridge, Jeffrey M., "An Empirical Investigation of the Box-Cox Model and a Nonlinear Least Squares Alternative,"

- Driscoll, Paul., Brian Dietz, and Jeffrey Alwang. 1994. "Welfare Analysis When Budget Constraints Are Linear: The Case of Flood Hazard Reduction," *Journal of Environment Economics and Management*. 26:181-199.
- Freeman, A. M. 1979, "Hedonic prices, property values and measuring environmental benefits: a survey of the issues," *Scand. J. Econom.* 81: 154-173.
- Halvorsen R. and H. Pollakowski, 1981. "Choice of functional form for Hedonic price equations," *Journal of Urban Economics*. 10: 37-49.
- Horowitz, Joel L., "Identification and Stochastic Specification in Rosen's Hedonic Price Model," *Journal of Urban Economics*, 22(2), September 1987, pp. 165-73.
- Krutilla, J.V., 1966. "An economic approach to coping with flood damage," *Water Resources Research* 2: 183-190
- Lancaster, K.J. 1966. "A New Approach to Consumer Theory," *Journal of Political Economy*, 74:132-157.
- MacDonald, D.M. 1990. Flood hazard pricing and insurance premium differentials: evidence from the housing market. *Journal of Risk and Insurance* 57(4): 654_663.
- McGuire, Bill. Ian M. and Christopher K. 2002. "Natural hazards and environmental change," London :Arnold, New York :co-published in the United States of America by Oxford University Press.
- Miyata, Y. and Abe, H. 1994. Measuring the effects of a flood control project: hedonic land price approach. *Journal of Environmental Management* 42(4): 389-401
- Montz, B. E., 1983. "The Effects and Effectiveness of Flood Insurance Requirements: Agent Perspectives." *The Environmental Professional* 5: 116-23.
- Montz, B. E. and G. A. Tobin, 1990. "The Impact of Tropical Storm Agnes on Residential Property Values in Wilkes-Barre, Pennsylvania." *The Pennsylvania Geographer* X XVIII(2): 55-67.
- Montz, B.E. and Tobin, G.A., 1988. The spatial and temporal variability of residential real estate values in response to flooding. *Disasters* 12(4): 345-355.
- Parker, Dennis J. 2000. "Flood,." London :Routledge.
- Penning-Rowsell, E. C. and J. B. Chatterton, 1980. "Assessing the Benefits of Flood Alleviation and Land Drainage." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers (Part 2)* 69: 295-315.
- Rasmussen, David W.; Zuehlke, Thomas W. 1990, "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions," *Applied Economics*, 22(4):431-38.
- Rosen, S. 1974. "Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition." *Journal of Political Economy*, 82: 132-57.
- Russell, C.S., 1970. Losses from natural hazards. *Land Economics* 46: 383-393
- Shabman, Leonard. 1989. "The Benefits and Costs of Flood Control: Reflections on the Flood Control Act of 1936." In *The Flood Control Challenge: Past, Present, and Future*, eds. H. Rosen and M. Reass. Chicago: Public Works Historical Society.
- Sheaffer, J. R. and L. S. Greenberg, 1981. "Evaluation of the Economic, Social and Environmental Effects of Floodplain Regulation." Report for the U.S. Department of Housing and Urban Development and the Federal Emergency Management Agency, Washington, D. C.
- Shilling, J. D., J. D., Benjamin and C. F. Sirmans, 1985. "Adjusting Comparable Sales for Floodplain Location." *The Appraisal Journal* 25: 167-77.
- Shilling, J.D., Sirmans, C.F., Benjamin, J.D. 1987. "Flood Insurance, Wealth Distribution, and Urban Property Values," *Journal of Urban Economics*, 26: 43-53.
- Skantz, T. R. and T. H. Strickland, 1987. "House Prices and a Flood Event: An Empirical Investigation of Market Efficiency." *The Journal of Real Estate Research* 2(2): 75-83.
- Smith, R.K. (1985). "Supply Uncertainty, Option Price, and Indirect Benefit Estimation." *Land Economics* 61: 303-07.
- Smith, V. Kerry, Estimating economic values for nature: Methods for non market valuation, *New Horizons in Environmental Economics* series. Cheltenham, U.K.: Elgar; distributed by Ashgate, Brookfield, Vt., 1996.
- Smith, V. Kerry, William H. Desvousges, and Ann Fisher. 1986. "A Comparison of Direct and Indirect Methods for Estimating Environmental Benefits." *American Journal of Agricultural Economics* 68 (May): 280-90.
- Smith, Keith. 2001. "Environmental hazards :assessing risk and reducing disaster," 3rd ed., New York :Routledge.
- Speyrer, J.F. and Ragas, W.R. 1991. "Housing prices and flood risk: an examination using spline regression," *Journal of Real Estate Finance and Economics* 4(4): 395_407.
- Thompson, M.E., and Stoevener, H.H. 1983. "Estimating Residential Flood Control Benefits Using Implicit Price Equations,"

- Water Resources Bulletin, 19: 889-95.
- Thunberg, Eric, and Leonard Shabman. 1991. "Determinants of Landowners's Willingness to Pay for Flood Hazard Reduction." *Water Resources Bulletin* 27 (Aug.): 657-65.
- Tobin, G.A. and Montz, B.E. 1988. Catastrophic flooding and the response of the real estate market. *Social Science Journal* 25(2): 167_177.
- Tobin, G.A. and Montz, B.E. 1990. Response of the real estate market to frequent flooding: the case of Des Plaines, Illinois. *Bulletin of the Illinois Geographical Society* (Fall): 11_21.
- Tobin, G.A., 1979. Flood losses: the significance of the commercial sector. *Disasters* 3(2): 217-224.
- Tobin, G.A., and Newton, T.G. 1986. "A Theoretical Framework of Flood Induced Changes in Urban Land Values," *Water Resources Bulletin*, 22: 67-71. US EPA (1998): <http://www.epa.gov/...BASINS>
- Tobin, Graham A. and Burrell E. Montz. 1995. "Natural hazards :explanation and integration," New York :Guilford Press.
- U.S. Army Corps of Engineers. 1998."Empirical Studies of the Effect of Flood Risk on Housing Prices," Institute for Water Resources, <http://www.iwr.usace.army.mil/iwr/pdf/98ps2.pdf>.
- Williams, G.P., 1978."Bank-full Discharge of Rivers," *Water Resources Research* 14(6):1141-1154
- Witte, A. D., H. J., Sumka and H. Erikson. 1979. "An Estimate of a Structural Hedonic Price Model of the Housing Market: An Application of Rosen's Theory of Implicit Market." *Econometrica*, 47: 1151-1172.
- Wohl, Ellen E. ed. 2000. "Inland flood hazards: human, riparian and aquatic communities," Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wurbs, R.A., 1983. "Economic feasibility of flood control improvements." *Journal of Water Resources Planning and Management*, 109(1): 29-47.
- Yang, C. H., 1996. "Hedonic Housing Values and Benefits of Air Quality Improvement in Taipei." In *The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific*: pp.150-170.
- Zimmerman, R.,1979. "The Effect of Flood Plain Location on Property Values:Three Towns in Northeastern New Jersey," *Water Resources*