

學術論著

住宅生產函數與要素替代彈性：CES與VES之比較

Housing Production Function and Factor Elasticity of Substitution: A Comparison between CES and VES

林祖嘉*

Chu-Chia Lin

摘 要

在住宅生產過程中，土地投入與資金投入是兩項最主要的生產要素；尤其在人口密集與土地昂貴的地區，土地的使用更是寸土寸金，因此，土地與資金的替代性就更形重要。所以，估計土地與資金投入的替代彈性大小一直都是一個重要的課題。為正確的找到適當的住宅生產函數，以及其中對應的土地與資本之間的替代彈性，本文分別對傳統的固定替代彈性模型(CES)與可變替代彈性模型(VES)加以估計。結果我們發現住宅生產的替代彈性在不同地區與不同的年度之間有相當大的變化，因此可變替代彈性模型該是比較適當的。至於造成不同地區與不同年度下，土地與資金投入替代彈性有所變化的主因，一方面在於不同地區的容積率與建蔽率不同，另一方面則是在不同年度下土地價格不同，因此建商選擇土地與資金的最適比例也會有所不同。

關鍵詞：住宅生產函數、固定替代彈性、可變替代彈性

ABSTRACT

In housing production, land input and capital input are the two most important factors. The substitutability between land and capital is even more crucial for a place with a high population density and with a high land price. In order to estimate an appropriate housing production function and to estimate related elasticity of substitution between land and capital, we estimate two traditional production functions, namely constant elasticity of substitution (CES) and variable elasticity of substitution (VES), by applying a firm-level data set in Taiwan from 1981 to 1992. We found that the elasticities of substitution between land and capital in housing production in Taiwan vary among different areas and among different years. Therefore, we conclude that VES is more appropriate in describing housing production behavior in Taiwan.

Key words: housing production function, constant elasticity of substitution, variable elasticity of substitution

(本文於1999年10月27日收稿，2000年7月11日審查通過)

* 政大經濟系教授，作者感謝國科會的財務協助(NSC88-2415-H-004-006)。本文曾在中央研究院經濟研究所主辦的「產業與區域經濟學術研討會」上發表，作者感謝簡錦漢、楊重信、及其他參與學者所提供的寶貴意見。同時，作者也要感謝本刊兩位匿名審查評審所提供的寶貴意見，使得本文更為完備。



一、前言

興建住宅的要素投入主要包含土地、勞動、機器設備、及建築材料，其中又以土地為主要投入，因此我們也可以簡單的將這些生產要分成兩大類，即土地投入(land input)及資金投入(capital input)。建商興建住宅時，在選擇土地投入與資金投入的最適組合時，一方面可能會受到法令的限制，一方面也會受到土地價格與資本價格的影響，其中又以土地價格的影響最為顯著。

因此，國外文獻在探討住宅生產函數時，如何選擇適當的生產函數型式就成為一個很重要的議題，其中又以如何決定土地與資本的替代性最為重要。傳統上，大部分是以固定替代彈性(constant elasticity of substitution, CES)模型為估計模型，如Muth (1971)、Koenker (1972)、Clapp (1980)。但也有一些學者採用translog模型，如Rosen (1978)，甚至也有學者認為Cobb-Douglas函數就足以說明建商的生產行為，如Thorsnes (1997)。

然而，在觀察許多相關文獻的實証結果之後，有許多學者認為住宅生產函數中估計到的替代函數經常因時因地而有不同，因此可變替代彈性(variable elasticity of substitution, VES)生產函數應該才是最佳的模式，如Sirmans, Kau, and Lee (1979)，Sirmans and Redman (1979)。Fare and Yoon (1985)甚至明白的估計出替代彈性會如何隨著資本投入與土地投入的比例而變化。

此外，Bramley (1993)，Evans (1996)，和Thorson (1997)則指出土地使用管制與土地稅制，會影響建商興建住宅與利用土地的情況。基本上他們認為土地使用管制長期下固然會收到管制的效果，但短期下建商會尋找一些對策來規避這些管制，例如搶建。

在國內的相關文獻中，大都只討論土地使用管制對建商使用土地密集度的影響，例如李榮裕(1981)，楊裕富(1992)，李志祥(1995)。但這些研究大都是以陳述的方式來說明，既無理論模型的推導，更無實証資料的驗證。至於在重要的住宅生產函數方面，國內相關文獻同樣是付諸闕如，更不必提及對土地投入與資金投入的替代問題的研究了。

1989年前後台灣地區房地產價格大漲，直接衝擊到建商在土地投入使用密集度的選擇。因此，瞭解建商對於興建住宅的生產函數型態就成為一個很重要的問題。或者說，CES與VES何者較符合國建生產住宅的行為？更進一步來問，國內建築業者在選擇土地投入與資金投入之間的彈性到底有多大呢？由於國相關文獻幾乎完全沒有，因此本文的重要性應該相當清楚。不但如此，相信本研究的研究結果應該也可以提供住宅決策部門一個很重要的參考。

本文在第二節中先說明傳統上如何處理CES模型和VES模型，同時說明如何得到本研究所需要的計量迴歸估計式。第三節說明本研究使用的資料來源及其基本統計量。第四節是全文重心，本研究分別依不同地區與不同時段的資料，對CES模型與VES模型加以估計，其中我們將估計土地與資本之間的要素替代彈性大小，並比較兩者估計結果。第五節為結論。

二、CES模型與VES模型

一般而言，建商生產住宅商品時，必須包含四種要素投入，即土地(L)、勞動(N)、機械設備(M)、與建築材料(R)，假設四者對應的單位價格分別為 P_L 、 P_N 、 P_M 、與 P_R 。再假設建商的產出(即建築面積)為H，則建商的生產函數可寫成(1)式：

$$H=f(L, N, M, R) \dots\dots\dots (1)$$



然而，在建商實際生產過程中，他們最在意的是土地投入(land input, L)與資本投入(capital input, K)，前者是因為土地投入佔總成本的很大一部分(註1)，而後者則同時包含了勞動、機械設備、與建材的支出。依Hicks (1946)的觀點，只要勞動、機械設備、與建材三者的相對價格是固定不變的，則三者就可以看成是一個複合財貨(composite commodity) (註2)，因此我們就可以把三者當成一個複合財貨，並稱之為資本投入(K)，同時其對應的價格為r (註3)。

在複合財貨的假設下，建商的生產函數可改寫成(2)式：

$$H = f(L, g(N, M, R)) = f(L, K) \dots\dots\dots (2)$$

其中 $K=g(N, M, R)$ 為資本投入，係由勞動、機械設備、和建材所組合而成。(2)式是討論住宅生產函數(housing production function)的標準型態，幾乎學術上相關文獻都是只考慮土地投入(L)與資本投入(K)的影響，鮮有例外(註4)。

最常被文獻引用在住宅生產函數的型態是Arrow, et al. (1961)提出的固定替代彈性模型(CES)，其基本型態如(3)式：

$$H=A [\alpha_0 L^{-h} + \alpha_1 K^{-h}]^{-\frac{1}{h}} \dots\dots\dots (3)$$

其中A、 α_0 、 α_1 為常數；h為彈性係數，其與替代彈性 σ 的關係為 $\sigma = \frac{1}{1+h}$ 。再假設要素市場為完全競爭，則生產要素市場的價格比會等於生產要素的邊際生產力之比(即技術替代率，technical rate of substitution)。依替代彈性之定義，並將CES函數下的要素邊際生產力代入替代彈性中，我們就可以得到(4)式(註5)：

$$\ln\left(\frac{K}{L}\right) = \sigma \cdot \ln\left(\frac{P_L}{r}\right) \dots\dots\dots (4)$$

再假設資本要素價格r不因地區而有差別，則(4)式可改寫成(5)式(註6)：

$$\ln\left(\frac{rK}{L}\right) = \sigma \cdot \ln P_L \dots\dots\dots (5)$$

(5)式的左邊代表每單位土地上所投入的資本支出總成本，右邊只有一個解釋變數，即土地價格 P_L 。我們可以把(5)式寫成迴歸模式，即：

$$\ln\left(\frac{rK}{L}\right) = \sigma_0 + \sigma_1 \ln(P_L) + U_t \dots\dots\dots (6)$$

其中 σ_0 為常數項， U_t 為誤差項，t為第t個觀察值，而 σ_1 就是在固定替代彈性模型下，土地投入與資本投入的替代彈性。

雖然CES被廣泛的採用，但也有許多學者認為CES中土地投入與資本投入的替代彈性是固定不變的假設是有問題的，例如Sirmans, Kau, and Lee (1979)，及Fare and Yoon (1985)。因為一方



面土地投入與資本投入會因為生產技術的變化而有改變，更重要的是土地價格往往會因為地點不同，而有非常大的差異，但相對而言，資本價格在不同地區之間的差異就會小很多。所以廠商在考慮土地與資本的組合時，往往會因不同城市或不同地區而有很大的差別。比方說，高樓大廈幾乎一定會出現在都市地區，在郊區或鄉下幾乎就完全看不見。在此種情形下，可變替代彈性模型(VES)應該就是一個比較適當的模型。

依Revankar (1961)與Sirmans, Kau, and Lee (1979)，我們可以把VES的住宅生產函數寫成(7)式，即

$$H=A \cdot L^{\alpha(1-\delta h)} [K+(h-1)L]^{\alpha \delta h} \dots\dots\dots (7)$$

其中H、L、K分別代表住宅產出、土地投入、與資本投入，而A、 α 、 δ 、h則為參數(註7)。

Revankar (1961)同時證明VES的替代彈性 σ 必須滿足下式(註8)：

$$\sigma=1+\left(\frac{h-1}{1-\delta h}\right) \frac{L}{K} \dots\dots\dots (8)$$

由(8)式可知，替代彈性(σ)會隨著土地投入(L)與資本投入(K)的變化而變動，因此 σ 不再是常數(註9)。再依Sirmans, Kau, and Lee (1979)模型，假設固定規模報酬(即(7)式中， $\alpha=1$)，且產品與要素市場都為完全競爭的條件下，則VES必須要滿足下列邊際條件，即

$$\frac{rK}{L} = \beta_0 + \beta_1 P_L \dots\dots\dots (9)$$

其中 $\beta_0 = \frac{1-h}{1-\delta h}$ ， $\beta_1 = \frac{\delta h}{1-\delta h}$ 。最後，我們可以把(9)式改寫成迴歸估計式，即

$$\left(\frac{rK}{L}\right) = \beta_0 + \beta_1 (P_L)_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots (10)$$

其中 ε_i 為誤差項。

拿(10)式與(6)式比較，我們發現VES與CES的主要差別在於前者是一個線型函數(linear form)，後者則是一個對數直線型函數(log-linear form)，這是兩者之間的最主要差別。另外，必須指出的是，Revankar (1961)證明雖然在VES中替代彈性 σ 是可變的，但它並不是CES的一般化函數，所以我們不能從VES中直接推導出CES函數。因此，當我們在對(6)式與(10)式做迴歸估計時，我們無法事先得知何者可能會有較高的解釋能力，而必須事後再利用檢定的方式來測試何者才是較佳的函數型式。

最後，在估計到(10)式中的 β_0 與 β_1 之後，我們可以再利用(8)式來計算對應的替代彈性 σ 。但由於在VES下， σ 會隨L和K的比例而變動，為了與CES估計係數相比較，所以我們利用L和K的平均值來做計算標準。因此在VES下，可以用下式得到估計的替代彈性 σ ，即



$$\sigma = 1 - \beta_0 \cdot \frac{\bar{L}}{rK} \dots\dots\dots (11)$$

三、基本資料說明

由於建商生產過程中所使用的資金投入與土地投入都屬商業機密，尤其是前者更不容易取得。本研究利用較早時期的土地銀行放款徵信資料，其中包括基地面積、建築面積、土地價值、興建成本、興建時間與興建地區等資料(註10)。

在全部的319個有效樣本中，我們將之區分成都市地區與非都市地區。其中都市地區包含台北市、高雄市、基隆市、新竹市、台中市、嘉義市、與台南市等七個直轄市與省轄市。因為一方面都市地區的容積率與建蔽率管制較嚴格，另一方面則是因為都市地區的地價較貴，因此土地使用的密度較非都市地區高。

此外，由於我們的資料年度為1981到1992，其中正好跨越1989與1990台灣土地與房屋價格大漲的年代。由於土地價格的高低會顯著的影響到土地與資金投入的比例，因此我們將樣本分成三組，漲價前、漲價中、與漲價後，即1981-1988，1989-1990，與1991-1992(註11)。我們將資料分成這麼多組的主要目的在於探究不同地區與不同時段下，生產函數是否會有很大的不同，及替代彈性是否會有明顯變化。據此，我們可以得到本文所要的結論，即固定替代彈性模型與可變替代彈性模型何者較佳。

我們把各組的基本統計量列在表一。就全體資料來看，平均基地面積為3,783平方公尺，平均建築面積為23,689平方公尺，平均土地單價為11.5萬元，總興建成本為3.94億元。若再將之依地區區分，都市地區的基地面積(2,586平方公尺)小於非都市基地面積(5,851平方公尺)，建築面積也較小。但若以建築面積與基地面積的比例來看，都市地區(8.11)較遠高於非都市地區(4.85)，顯示都市地區土地使用較密集。當然，都市地區土地單價13.5萬元要遠高於非都市地區的8.0萬元。

表一 基本統計量

	全部樣本	都市地區	非都市地區	1981-1988	1989-1990	1991-1992
基地面積	3,783	2,586	5,851	3,793	3,338	4,030
(m ²)	(6,817)	(2,592)	(10,438)	(10,435)	(5,771)	(4,087)
建築面積	23,689	20,972	28,378	20,096	18,884	28,577
(m ²)	(34,528)	(29,810)	(41,151)	(39,024)	(24,652)	(35,950)
平均土地單價	114.6	134.8	79.6	91.9	116.5	127.3
(千元/m ²)	(130.0)	(136.9)	(109.2)	(112.8)	(137.6)	(134.3)
總土地成本	290.5	251.5	358.0	183.0	233.9	387.6
(百萬元)	(471.6)	(311.7)	(658.8)	(352.5)	(297.1)	(584.4)
總興建成本	394.0	341.9	483.9	208.2	370.1	520.0
(百萬元)	(583.0)	(463.7)	(716.7)	(392.5)	(618.8)	(628.6)
觀察值數目	319	202	117	89	83	147

附註：(a)括弧內為S.D.。



至於在不同年度之間，土地投入比例也有相關大的差異，比方說，1989到1990不動產價格大漲之前、之中、之後的三個階段，建築面積與基地面積的比例分別為5.30、5.66、與7.09。造成土地使用密度提高的主要原因在於地價上漲，在表一中，三個時段的平均地價分別為9.2萬、11.7萬、與12.7萬。

四、替代彈性之估計：CES與VES

為估計土地與資本之間的要素替代彈性，我們以本文的第(6)式與第(10)式為基準，分別對CES與VES函數加以估計。首先，我們把對全體資料的估計結果列在表2。表2中，不論是CES或是VES，所有係數都顯著的異於0，顯示兩個模型基本上都可以相當程度的來描述廠商生產住宅的情況。

在CES模型中，我們看到土地投入與資金投入的替代彈性為0.601 ($\log P_L$ 的係數)。另一方面，VES中常數項的估計係數為67.031，我們可以再依(11)式，找出在全體資料平均數下的估計替代彈性係數為0.356(註12)。顯然，CES與VES估計到的替代彈性有相當的差異(註13)。

為進一步測試住宅生產函數中土地投入與資金投入的替代彈性是否為固定常數，或是因為不同地區或不同時間而有差異。我們先把全體樣本依都市地區與非都市地區加以區分，因為一方面都市地區的地價較為昂貴，使得土地投入使用密度會有不同；另一方面，都市中土地使用的容積率和建蔽率管制也與非都市地區有所差異(註14)。

我們將都市地區與非都市地區的估計結果也列在表二。在CES模型中，我們發現都市地區的

表二 CES與VES：依地區區分

	常數項	$\log P_L$	\bar{R}^2	觀察值數目
CES：應變數 $\log(\frac{K}{L})$				
全體資料	1.894** (9.828)	0.601** (13.627)	0.367	319
都市地區(a)	2.122** (8.493)	0.553** (10.127)	0.336	202
非都市地區	1.605** (4.866)	0.671** (8.095)	0.358	117
	常數項	P_L	\bar{R}^2	觀察值數目
VES：應變數 $(\frac{K}{L})$				
全體資料	67.031** (8.158)	0.542** (11.422)	0.289	319
都市地區	72.765** (5.804)	0.521** (7.981)	0.238	202
非都市地區	59.357** (7.088)	0.574** (9.243)	0.421	117

附註：(a)都市地區包括台北市、高雄市、基隆市、新竹市、台中市、嘉義市、與台南市。

(b)括弧內為t值，有**者表示在99%顯著水準下顯著的異於0。



替代彈性為0.553，非都市地區為0.671，兩者有一些差異。若再看VES的結果，雖然都市地區與非都市地區的估計係數分別為0.521與0.574，但我們計算出兩地區的實際替代彈性為0.450與0.282，兩者之間有明顯不同。

依McDonald (1981)與Jackson, Johnson, and Kaserman (1984)的說法，不同時間興建的住宅其要素替代彈性也會有差異。雖然本文的樣本時間不算很長，但卻經過兩年土地價格大漲的階段，這對於建商土地投入與資金投入的組合會有顯著的影響。因此，我們把時間分成三段，土地價格大漲之前，1981到1988，土地價格大漲之中，1989到1990，與土地價格大漲之後，1991到1992。三組資料的觀察值分別為89、83、與147，應該仍然足以提供可信賴的估計結果。估計結果列在表三。

首先，在CES模型方面，三個時段估計到的替代彈性分別為0.725，0.369，與0.621，三個係數有明顯差異，其中又以1989到1990的0.369最低。在VES模型方面，三個時段的係數則分別為0.565，0.266，與0.660，同樣有很大的不同。經過計算之後，三個時段對應的替代彈性分別為0.336，0.135，與0.449，見表四。我們的資料証實了McDonald (1981)與Jackson, Johnson, and Kaserman (1984)的說法，即住宅生產函數中的替代彈性會隨著不同時間而有變化。

最後，我們把全體資料、都市地區與非都市地區、及不同時段下，所估計到的替代彈性依CES與VES分別列在表四。在表四中，我們看到一些現象，值得我們進一步說明。首先，在CES

表三 CES與VES：依年份區分

	常數項	$\log P_L$	\bar{R}^2	觀察值數目
CES：應變數 $\log(\frac{K}{L})$				
全體資料	1.894** (9.828)	0.601** (13.627)	0.367	319
1981-1988	1.163** (4.649)	0.725** (11.982)	0.618	89
1989-1990	2.916** (6.996)	0.369** (3.870)	0.146	83
1991-1992	1.932** (6.326)	0.621** (9.132)	0.361	147
	常數項	P_L	\bar{R}^2	觀察值數目
VES：應變數 $(\frac{K}{L})$				
全體資料	67.031** (8.158)	0.542** (11.422)	0.289	319
1981-1988	36.463** (4.390)	0.565** (9.872)	0.523	89
1989-1990	95.870** (6.572)	0.266** (3.273)	0.106	83
1991-1992	71.129** (4.851)	0.660** (8.311)	0.318	147

附註：(a) 括弧內為t值，有**者表示在99%顯著水準下顯著的異於0。



下，估計的彈性係數從0.369到0.725，表示替代彈性會隨著不同地區或是不同時段而有顯著不同。此一實証結果說明，固定替代彈性模型(CES)並不是一個適當的模型；相對的，可變替代彈性(VES)應該是比較合適的模型來描述建商的住宅生產行為(註15)。

事實上，當我們利用各組資料的平均值來估算VES模型下各組的替代彈性時，我們發現不同地區與不同時間下的替代彈性的確有相當大的變化，因此可變替代彈性應該才是比較適當的模型。

其次，若依VES模型來看，我們看到都市地區的替代彈性(0.450)高於非都市地區的0.282，見表四。而土地漲價以後的替代彈性(0.449)高於漲價之的0.336。此一結果主要與土地價格有關，因為都市地區地價較昂貴，因此建商會利用較多的資金，相對於較少的土地投入。換句話說，在都市地區會興建較多較高樓層的建築，而非都市地區則相反。因此前者的替代彈性較大，而後者較小。同樣的，在土地價格大漲之後，土地相對較昂貴，建商相對會投入較多資金，相對較少的土地，興建較高樓層的房子，所以替代彈性較大(註16)。不過，必須指出的是，在房地產價格大漲期間的替代彈性反而最小，只有0.135。這可能表示在房地產價格大漲之際，廠商反而不知道該如何利用最適的土地與資金投入組合。可能的原因在於房價與土地價格大漲之際，廠商對於土地與房價不能掌握，因此在生產過程中，反而不知該如何在土地與資本之間做最適的組合。無論如何，這一現象值得吾人進一步追究。

最後，與國外文獻相比，本文估計到的替代彈性似乎略低於其他國家的估計結果。一個可能的解釋原因是，台灣的建築業者在興建房屋時，經常都把建蔽率與容積率用完。也就是說，很多時候土地投入和資本投入的替代性受到建蔽率與容積率的限制，而無法有太多的選擇。而國外雖然也有容積率如建蔽率的限制，但由於他們可供使用的土地較大，因此在最適選擇下，建蔽率與容積率並不需要用完，因此他們可以自由的在土地投入與資金投入中做選擇，所以兩者的替代彈性較高(註17)。

五、結論

土地投入與資本投入是建商生產住宅商品時的二項主要投入，由於土地價格不但在不同地區有很大差異，而且在不同時間下，往往價格也有很大波動。因此，建商經常會因為兩者相對價格的變化，而在要素投入比例上有重大調整。所以在學術文獻中，對於住宅生產函數型態的

表四 替代彈性：CES vs VES

	CES	VES	觀察值數目
全體資料	0.601	0.356(a)	319
都市地區	0.553	0.450	202
非都市地區	0.671	0.282	117
1981-1988	0.725	0.336	89
1989-1990	0.369	0.135	83
1991-1992	0.621	0.449	147

附註：(a) VES的替代彈性係以平均數為基準估算而得。



選取上也有很大的爭議，有些人認為傳統的固定替代彈性模型(CES)可以描述廠商的生產行為，有些學者則強調應該採用可變替代彈性模型(VES)才是較妥當的。

近年來，國內一方面由於土地價格大漲，一方面容積率與建蔽率的管制日趨嚴格，但相關研究卻付諸闕如。到底國內建商的生產模式為何？到底土地投入與資本投入的替代性大小如何？這些都是有待探討的重要課題。

本研究採用土地銀行放款徵信資料，分別對CES與VES模型加以估計，同時我們也分別針對不同地區與不同時段的資料加以估計。我們的主要發現包括：(1)台灣地區建商生產住宅商品時，土地投入與資本投入的替代彈性介於0.135到0.450之間，略低於歐美國家的替代彈性。(2)由於替代彈性因不同時間與不同地點而有差異，所以VES應該比CES更能正確的描述建商的生產行為。

雖然生產函數的經濟意義非常清楚，但對建商而言，卻可能是一個不易澄清的概念。相對於生產函數而言，成本函數可能更容易說明建商的行為，而且成本函數同樣可以得到替代彈性及其他重要的特性。在本研究採用的土地銀行資料中，也有很好的成本資料，因此在未來的研究中，我們會利用成本資料來進一步的探討建商的生產行為，相信可以對相關的問題提出更深入的看法與解答。

註 釋

- 註 1：依台灣的經驗來看，大致而言，土地成本佔建商總成本的四成到五成左右。
- 註 2：當然，在實際社會中，三者的相對價格不太可能是固定不變的，但若相對於土地價格的暴漲而言，則前三者的相對價格仍然是相對穩定的。
- 註 3： r 可以視為三個相對價格 P_N 、 P_M 、 P_R 與所形成的價格指數。
- 註 4：有關住宅生產函數的相關研究，有興趣的讀者可參閱McDonald (1981)的文獻總覽。
- 註 5：這是一個很標準的推導過程，有興趣的讀者可參閱Varian (1992)，P.20。
- 註 6：見Muth (1969)與Sirmans, Kau, and Lee (1979)。此處及本文以後的地方都採用 rK 的主要理由之一是 rK 代表對非土地投入的總支出，在實証分析中較容易處理。
- 註 7：在VES下，這些參數必須滿足以下條件： $A > 0$ ， $\alpha > 0$ ， $0 < \delta < 1$ ， $0 \leq \delta h \leq 1$ ， $\frac{L}{K} > \frac{1-h}{1-\delta h}$ 。
- 註 8：見Revankar (1961) P.65。
- 註 9：如果 $h = 1$ ，則 $\sigma = 1$ 為常數，表示此時VES退化成Cobb-Douglas函數，所以VES與CES都是Cobb-Douglas的一般式。
- 註 10：有關這些資料的詳細內容及問卷，請參閱張金鶚與林祖嘉(1993)。
- 註 11：雖然第一組是從1981到1988，但其實1981到1985之中，每年幾乎都只有少數幾筆觀察值，大部分資料仍是來自1986到1988之間。
- 註 12：依(11)式， $\sigma = 1 - \beta_0 * \frac{L}{rK} = 1 - 67.031 * (3,783/394,000) = 0.356$ 。
- 註 13：不過，與其他國家相比，我們估計到的替代彈性似乎仍在相當合理的範圍。依McDonald (1981)的文章指出，大多數估計的替代彈性都介於0.36到1.2之間，而且McDonald認為替代彈性應該遠小於1。
- 註 14：McDonald (1981)發現過去相關研究中所估計到的替代彈性出入很大，主要原因之一就在於資料來自不同的國家與城市。
- 註 15：也許會有部分人士認為在表二與表三的迴歸分析中，CES模型的都略高於VES的，所以CES可以較適當的解釋要素投入比例的變化。Sirmans, Kau, and Lee (1979)指出，由於CES與VES是不同的模型，因此不能直接以兩者的高低來比較何者較能說明要素投入比例的變異。事實上，他們建議用Box-Cox轉換函數可以用來測試CES與VES何者較適，結果他們發現VES較能說明實際資料的變化。由於本研究發現不同情況下的替代彈性係數變化很大，因此結果與Sirmans, Kau and Lee相近，同時也符合Fare and Yoon (1985)的結論，即VES要比CES適當，所以我們沒有再進一步利用Sirmans, Kau, and Lee (1979)的檢定。
- 註 16：Fare and Yoon (1985)利用實際資料分析結果發現，不但VES模型較佳，而且他們還發現替代彈性與資本土地投入比例呈非線性的正向相關。我們的研究結果與Fare and Yoon (1985)的結果相吻合。
- 註 17：另外一個可以解釋我們估計替代彈性係數較低的理由與資料誤差(measurement error)有關。Clapp (1980)和Thorsnes (1997)指出，當土地價值的估計產生誤差時，會導致低估替代彈性。因此，如果我們使用的土地價值估價誤差較大，則有可能導致估計到的替代彈性會偏低。

參考文獻

李志祥

1995, 《容積率管制、住宅品質與住宅價格關係之研究—兼論土地變更利益回饋》, 淡江大學建築研究所碩士論文。

李榮裕

1981, 《民間住宅供給過程之研究—公共介入之必要性探討》, 成大建築研究所碩士論文。

張金鵬、林祖嘉

1993, 《我國土地銀行建築融資結構與英美國家建築融資結構比較分析之研究》, 土地銀行委託研究計畫報告。

楊裕富

1992, 《台灣住宅政策、立法與都市住宅用地供給》, 台大土木工程研究所碩士論文。

Arrow, K.J., M.B. Chenery, B.S. Minhas, and R.M. Solow,

1961, "Capital Labor Substitution and Economic Efficiency," Review of Economics and Statistics, 43, 225-250.

Bramley, G.,

1993, "The Impact of Land Use Planning and Tax Subsidies on the Supply and Price of Housing in Britain," Urban Studies, 30, 5-30.

Clapp, J.,

1980, "The Elasticity of Substitution for Land: The Effects of Measurement Errors," Journal of Urban Economics, 8, 225-263.

Evans, A.W.,

1996, "The Impact of Land Use Planning and Tax Subsidies on the Supply and Price of Housing in Britain: A Comment," Urban Studies, 33, 581-585.

Fare, R., and B.J Yoon,

1985, "On Capital-Land Substitution in Urban Housing Production," Journal of Urban Economics, 17, 119-124.

Hicks, J. R.,

1946, Value and Capital, Oxford University Press.

Jackson, J.R., R.C. Johnson, and D.L. Kaserman,

1984, "The Measurement of Land Prices and the Elasticity of Substitution in Housing Production," Journal of Urban Economics, 16, 1-12.

Koenker, R.,

1972, "An Empirical Note on the Elasticity of Substitution between Land and Capital in a Monocentric Housing Market," Journal of Regional Science, 12, 299-305.

McDonald, J.F.,

1981, "Capital-Land Substitution in Urban Housing: A Survey of Empirical Estimates," Journal of Urban Economics, 9, 190-211.



Muth, R.,

1969, Cities and Housing, University of Chicago Press, Chicago.

Muth, R.,

1971, "The Derived Demand for Urban Residential Land," Urban Studies, 8, 243-254.

Revankar, N.S.,

1961, "A Class of Variable Elasticity of Substitution Production Functions," Econometrics, 39, 60-71.

Rosen, H.,

1978, "Estimating Inter-City Differences in the Price of Housing Services," Urban Studies, 15, 351-355.

Sirmans, C.F., J.B. Kau, and C.F. Lee,

1979, "The Elasticity of Substitution in Urban Housing Production: A VES Approach," Journal of Urban Economics, 6, 407-415.

Sirmans, C.F., and A.L. Redman,

1979, "Capital-Land Substitution and the Price Elasticity of Demand for Urban Residential Land," Land Economics, 55, 167-176.

Thorsnes, P.,

1997, "Consistent Estimates of the Elasticity of Substitution between Land and Non-Land Inputs in the Production of Housing," Journal of Urban Economics, 42, 98-108.

Thorson, J.A.,

1997, "The Effect of Zoning on Housing Construction," Journal of Housing Economics, 6, 81-91.

Varian, H.R.,

1992, Microeconomic Analysis, 3 rd. ed., Norton & Company, N.Y..

