

調節生育與國際移民： 未來台灣人口變遷的兩個關鍵問題

涂肇慶* 陳寬政**

本文根據穩定人口模型的討論，透過人口推計的方法說明台灣地區的人口成長不但已經趨向於緩和，而且生育率長期大幅下跌已經引入口衰退的因素。但是衰退的因素固然已經介入台灣地區的人口成長，在本世紀結束以前台灣地區仍需容納相當數量的成長，我們稱之為人口動能，係因過去的人口成長透過再生程序而減量複製的結果。台灣地區的生育率已遠低於替換水準，如果此一生育水準長期維持不變，則人口將自公元二〇三五年前後開始迅速縮減，損失幅度大小視生育調節的努力多少而定。如果立即調節生育使達到替換水準，則台灣人口將能維繫過去七、八十年來的成長趨勢，成長率逐漸縮小以至於達成「靜態」，而終點人口為三千三百萬人上下，人口的年齡組成也不會產生扭曲的現象。如果生育率繼續下跌，或雖不下跌卻停留於替換水準以下，則人口縮減及老化將為廿一世紀台灣地區人口變遷的主要特徵，縮減及老化的幅度與時機視生育率下跌的型態而定。生育率停留在替換水準以下越久則未來的人口衰退幅度越大，人口老化的程度也越大。本文也分析國際移民對未來台灣人口變遷的影響，指出在人口衰退的考慮下，老年人口外移或勞動力移入均不失為緩和人口老化，並且維繫「靜態」發展的有效辦法。

- 一、前言
- 二、穩定人口模型
- 三、調節生育與靜態發展
- 四、國際移民與靜態發展
- 五、結論與檢討

*紐約州立（奧伯尼）大學教授

**中央研究院三民主義研究所研究員

一、前言

台灣地區的人口自日據時期因死亡率下跌而大幅成長，光復後又因生育率下跌而趨向緩和成長，短短六、七十年間人口的年齡組成經歷劇烈的變動，於今則人口轉型已經接近尾聲(陳寬政、王德睦、與陳文玲，1986)，人口淨繁殖率自一九八四年以來維持低於替換水準，而生育率下跌之勢尚未見有中止的跡象。假定趨勢不變，淨繁殖率於一九九六年時將達 0.62 的水準，而若生育率不止跌回昇，長期維持 $NRR = 0.62$ 水平，台灣地區的人口將急速縮減，到公元二〇八六年時總人口將只剩下一千萬人。當然我們不希望台灣人口於未來百年內減少一半以上，乃有關於「適當成長」的討論(孫得雄1988)。簡而言之，所謂「適當成長」係指根據某些標準而確定的人口量、年齡組成與成長率目標；由於人口變遷關連著社會與經濟體系的適應能力，其討論勢需援引相關的社會、經濟及人口理論。本文目的不是廣泛地檢討相關理論，直接介入上述成長目標之設立，而是企圖引用人口學理論，透過人口推計的程序提出各種可能選擇的參考數據，資為進一步討論的基礎。

另一方面在解決「人口壓力」及拓展邦交的考慮下，政府突然於近幾個月開始檢討相關法規，並且設定管理與鼓勵辦法，企圖對外少數幾個友好國家推動所謂的「計劃移民」。在政府長期以行政命令限制人民遷徙與居住自由以後，雖然制定此項政策的目標宣言均未見有關於人民自由的文字，卻也不能不說是有助於促進實施憲政保障民權的措施。台灣地區已經面臨轉型末期人口衰退的新契機，只要生育率維持目前水準，人口將於下個世紀內急速縮減，則即使「人口壓力」是一個真實的問題，這個問題也已經是個過時的問題。推動對外移民可能加速人口衰退，其效果視外移人口的年齡分佈而異；雖然人口外移對台灣地區人口數量的最初影響是比例性質的(Proportional)，長期而言則不同年齡的人口移出對台灣未來人口變遷卻有不同程度的影響(Keyfitz 1977：153-8)。本文在討論過人口衰退的問題以後，嘗試發展一個簡化的模型來檢討育齡人口與非育齡人口外移對總人口量的影響，進而使用人口推計的程序，估計維繫台灣人口為一常數時，所能容許的每年移出(或移入)數量。

二、穩定人口模型

首先值得指出，所謂「零成長」並不僅僅是人口成長率為零，而是人口學文獻上

的「靜態」(Stationarity)。在一個封閉型的人口中，當年齡別存活率 $s(a, t)$ (為年齡別死亡率之負函數) 及生育率 $b(a, t)$ 維持一段相當長時期固定不變時，從人口再生式(Population Renewal Equation)

$$B(t) = \int b(a, t) s(a, t) B(t-a) da$$

我們知道每年出生人數 $B(t)$ 為一穩定增加(或減少)的數列。而當

$$\int b(a) s(a) da = \int \phi(a) da = 1$$

時，出生數列乃為「靜態」的數列 $B(t) = B(0)$ (Keyfitz 1977:77-111); $\phi(a)$ 被稱為繁殖函數(Maternity Function)，而就單性人口計算的 $NRR = \int \phi(a) da$ 則為淨繁殖率，其值為一表示該人口的生育水準僅足以自行替換，也就是所謂的「替換水準」。但「靜態」人口只不過是「穩定人口」(Stable Population)的特例，只要年齡別生育與死亡率固定不變，人口年齡組成亦為固定不變的分佈

$$\begin{aligned} k(a) &= P(a) / \int P(a) da \\ &= s(a) B(t-a) / \int s(a) B(t-a) da \\ &= s(a) e^{-ra} / \int s(a) e^{-ra} da \end{aligned}$$

在「靜態」狀況下成長率 $r = 0$ ，則人口量也固定不變。

以上討論說明，任何一個封閉型人口的年齡分佈取決於該人口之最近生育與死亡史；如果生育與死亡率固定不變，則該人口之近代史也是固定不變的歷史。如果年齡別生育率為 $b(a)$ ，年齡別死亡率為 $d(a)$ ， a 歲至 $a + da$ 歲的人口比重為 $k(a) da$ ，則此人口的粗出生率乃為 $b = \int k(a) b(a) da$ ，粗死亡率為 $d = \int k(a) d(a) da$ ，兩者相減為該封閉人口的自然成長率(Intrinsic Rate of Increase)，就是上述人口年齡組成式之 r 值，均為固定不變的常數。在固定率之操作下，總人口 $P(t) = \int P(a, t) da$ 乃隨著

$$P(t) = P(0) e^{rt}$$

之曲線成長。如果 $r > 0$ ，人口總量為時期之增指數函數；如果 $r = 0$ ，人口總量維持水平而為「靜態」人口；如果 $r < 0$ ，人口總量為時期之降指數函數(Coale 1972)。同時出生人數 $B(t)$ 與死亡人數 $D(t)$ 也根據相同的規律而

$$B(t) = B(0) e^{rt}, D(t) = D(0) e^{rt}$$

增長(或減少)。

在一封閉而「穩定」成長的人口中，自然成長率 r 僅取決於年齡別生育率及年齡

別死亡率，與最初的人口數量完全無關。年齡組成

$$k(a) = b e^{-ra} s(a)$$

僅取決於固定的出生率 b 、固定的成長率 r 、以及固定的年齡別存活率 $s(a)$ ，而 $s(a)$ 與 $d(a)$ 的關係則為

$$s(a) = e^{-\int d(x) dx}$$

假設 r 及 $s(a)$ 均為已知數，同時 $\int k(a) da = 1$ ，則

$$b = 1 / \int e^{-ra} s(a) da$$

由於 $b = \int k(a) b(a) da$ ，所以

$$\int k(a) b(a) da = 1 / \int e^{-ra} s(a) da$$

我們已知 $\int k(a) da = 1$ ，因此

$$\int e^{-ra} b(a) s(a) da = \int e^{-ra} \phi(a) da = 1$$

解函數可確定自然成長率 r 的數值。

我們相信台灣人口近似於封閉型的人口(陳紹馨, 1979:94; 陳寬政與葉天鋒, 1982)，而轉型前後又趨近於靜態人口(Coale 1974, 陳寬政 1985)，則穩定人口模型之適當運用有助於對台灣人口變遷趨勢之瞭解。尤其是零成長 ($r = 0$) 的「靜態」狀況，似可認為係台灣人口於轉型末期之所趨向，其年齡組成、出生率、死亡率、及人口量均可視為某種「終極狀態」，為現有人口率、量、與組成的極限值，所以我們使用「靜態」人口為所有推計的比較基礎。當 $r = 0$ 時，人口的淨繁殖率

$$NRR = \int e^{-ra} \phi(a) da = \int \phi(a) da = 1$$

而且人口出生及死亡率

$$b = d = 1 / \int e^{-ra} s(a) da = 1 / \int s(a) da = 1/e_0$$

為兩性平均的出生時平均餘命 e_0 之倒數。我們的人口推計利用靜態人口的這兩項特質，在輸入數值及函數設定上使未來的台灣人口趨向「靜態」。但是如果台灣地區因「開放」國際移民而與其他地區間發生頻繁且大量的人口對流，則穩定人口模型所假定的封閉狀態就不成立，成長率 r 就不僅取決於人口的出生及死亡率。以下我們根據 Keyfitz (1977:142-61) 所提出的理論來發展估計國際移民影響的方法。

設若在 $t = 0$ 時， a 歲至 $a + da$ 歲的女性人口數為 $P(a) da$ ，穩定人口模型說明人

口總量之以幾何級數增加，其出生人數之成長曲線為

$$B(t) = Qe^{rt}$$

Q 為一常數，則人口總量為

$$P(t) = Q \left(\int e^{-ra} s(a) da \right) e^{rt} = (Q/b) e^{rt}$$

在適用穩定人口模型的條件下，r 與 b 亦均為固定不變的常數。需要進一步討論的是 t=0 時外移人數 $\Delta P(a)$ 對 t = t 時人口總量之影響。Keyfitz (1977:144) 引述 Lotka (1939) 的論文指出

$$Q = (1/M) \int e^{-rt} G(t) dt$$

M 為穩定人口的平均生育年齡 (Mean Age of Childbearing)，而 G(t) 則為期初人口預期於 t = t 時的出生量，換言之

$$G(t) = \int P(a) [s(a+t)/s(a)] b(a+t) da$$

我們先檢驗年齡組人口之外移量 $\Delta P(t)$ 對出生量 G(t) 的影響，然後再檢驗 G(t) 變化對 Q 之影響。

如果我們用 $P(a) + \Delta P(a)$ 來取代 P(a)，同時假定人口外移限於 a 歲年齡組，則增減之人口為

$$\Delta G(t) = \Delta P(a) [s(a+t)/s(a)] b(a+t)$$

而 Q 之增減則取決於 $\Delta G(t)$ 之增減，

$$\begin{aligned} \Delta Q &= (1/M) \int e^{-rt} \Delta G(t) dt \\ &= [\Delta P(a)/M] \int e^{-rt} [s(a+t)/s(a)] b(a+t) dt \end{aligned}$$

以 v(a) 代表積分部份，簡化為

$$\Delta Q = [\Delta P(a)/M] v(a), \text{ 再代換為人口量}$$

$$\Delta P(t) = (\Delta Q/b) e^{rt} = [v(a) \Delta P(a)/bM] e^{rt}$$

說明特定年齡組人口外移對人口總量變化曲線之影響。值得注意的是在穩定人口的設定條件下，每一單位的人口外移均乘以 $\exp(rt)$ ，也就是說人口外移對人口量的影響本身與人口量一樣是累積成長的。當然如果人口趨向「靜態」發展，則國際移民對人口量的影響也趨向「靜態」。

三、調節生育與靜態發展

表一指出台灣地區的生育率自一九五一年以來就持續下跌，至一九八六年時已

達總生育率為1.68而淨繁殖率為0.78的水準，已經引進人口衰退的因素；一九八六年時人口粗出生率為15.92‰，粗死亡率為4.89‰，合人口自然成長率為11.03‰，顯示人口仍然保持相當程度的成長動能。這種表面上互相矛盾的情況並不難瞭解，我們曾使用粗出生率之分解(陳寬政1985)

$$b(t) = \sum b(a, t) k(a, t)$$

指出粗出生率的定義其實包含著人口年齡組成的成份；即使生育率水準固定不變，只要育齡人口的比重上漲，則粗出生率也會跟著增漲。同樣的道理也適用於粗死亡率之分解(王德睦與陳文玲1986)，而如穩定人口模型所昭示者，在一個封閉型的人口中，人口的年齡組成係取決於該人口的生育與死亡歷史，所以台灣自日據時期以來的人口轉型可能產生一個有利於高出生率和低死亡率的年齡組成。在這個關鍵上，我們曾使用一個峰型函數之構成來說明台灣人口年齡組成之變化(陳寬政、王德睦與陳文玲1986)，指出日據時期以來的死亡率下跌造成嬰幼兒人口之大幅成長，這些「新增」人口於戰後晉入生育年齡而造成第二波的人口成長，但生育率又於戰後開始下跌；由於出生人數只是育齡人口與生育率的乘積和，一正一反兩個趨勢互相融合乃形成出生數量的單峰函數。目前的育齡人口(也是青壯年人口)多是此一峰型函數的峰期人口，一方面傾向於膨脹出生率，另一方面又傾向於壓低死亡率，乃有「偏高」的人口成長率。

進一步分析自一九五〇年以來的生育率趨勢，發現總生育率正以越來越快的速度下跌中，

$$TFR(t) = 7.9311 e^{-0.0384 t}, t = 0 \text{ at } 1950, R^2 = 0.96$$

雖然我們有各種理由相信此一下跌的趨勢即將停止而改趨平緩，目前卻尚未見有任何跡象顯示台灣育齡婦女的總生育率就要停止下跌。如前所述，設若總生育率持續下跌至一九九六年時為1.36(合淨繁殖率為0.62)，並且自一九九六年以後維持水平，則台灣人口將於廿一世紀內急速縮減，至二〇八六年時總人口量將少於一千萬人，在那以後更加速減少以至於全部人口消耗殆盡為止。這當然不是我們預期會看到的結果，更甬論總生育率於一九九六年以後循趨勢繼續下跌的結果了。所以，我們的人口推計係以「靜態」為比較的基點，在生育率的設定上選擇比上述趨勢值為高的總生育率，代入推計的程式產生替換水平的淨繁殖率(NRR = 1.00)。淨繁殖率為一表示平均每個女人一生均只生育一個女兒，使人口正好足以自行替換。圖一陳列

表一：台灣地區的人口成長，1950-1986

年期	總人口量	千分比		出生時平均餘命		總生育率	淨繁殖率
		出生率	死亡率	男性	女性		
1950	7554399	43.29	11.47	53.70	57.93	6.03	2.36
1951	7869247	49.97	11.57	54.65	59.76	7.04	2.83
1952	8128374	46.62	9.88	58.58	63.90	6.62	2.70
1953	8438016	45.22	9.43	59.38	64.67	6.47	2.72
1954	8749151	44.63	8.17	60.82	66.22	6.43	2.75
1955	9077643	45.29	8.59	60.82	68.02	6.53	2.82
1956	9390381	44.84	8.02	60.82	67.73	6.51	2.84
1957	9690250	41.39	8.46	60.94	67.59	6.00	2.61
1958	10039435	41.65	7.58	62.59	69.72	6.06	2.67
1959	10431341	41.18	7.23	59.41	66.99	5.99	2.63
1960	10792202	39.53	6.95	59.51	67.35	5.75	2.55
1961	11149139	38.31	6.73	59.83	67.30	5.59	2.49
1962	11511728	37.37	6.44	60.39	67.88	5.47	2.44
1963	11883523	36.72	6.13	61.21	68.60	5.35	2.40
1964	12256682	34.54	5.74	61.74	69.81	5.10	2.30
1965	12628348	32.68	5.46	62.68	69.91	4.83	2.20
1966	12992763	32.40	5.45	62.40	69.02	4.82	2.20
1967	13296571	28.01	5.38	62.39	68.81	4.22	1.92
1968	13650370	28.81	5.38	61.78	69.22	4.33	1.97
1969	14334862	27.72	5.00	64.14	70.50	4.12	1.89
1970	14675964	27.16	4.90	63.49	70.36	4.00	1.84
1971	14994823	25.64	4.78	63.11	69.85	3.71	1.72
1972	15829048	24.15	4.72	63.57	70.51	3.37	1.57
1973	15564830	23.78	4.76	63.60	70.71	3.21	1.49
1974	15852224	23.42	4.76	64.22	70.67	3.05	1.41
1975	16149702	22.98	4.69	63.17	70.53	2.83	1.36
1976	16508190	25.93	4.69	63.53	70.46	3.09	1.44
1977	16813127	23.76	4.76	63.53	70.70	2.70	1.26
1978	17135714	24.11	4.68	64.34	71.25	2.71	1.26
1979	17479314	24.41	4.73	65.87	72.30	2.66	1.24
1980	17805067	23.38	4.76	65.98	72.13	2.52	1.18
1981	18135508	22.97	4.83	66.33	72.15	2.46	1.15
1982	18457923	22.08	4.77	67.61	72.37	2.32	1.09
1983	18732938	20.55	4.87	66.79	72.07	2.16	1.01
1984	18872725	19.59	4.75	68.00	74.99	2.05	0.96
1985	19135283	18.03	4.81	68.04	74.20	1.89	0.98
1986	19356331	15.92	4.89	68.08	74.86	1.68	0.78

* 總生育率與淨繁殖率均以育齡婦女人數為分母
資料來源：歷年「台灣人口統計」報表。

我們希望提出來討論的三組推計。第一個推計產生最高人口量，所以稱為「高推計」，係假定我們能設法使總生育率立即上漲，配合育齡婦女的存活率而達到淨繁殖率為一，並且停留在此一替換水平上。如穩定人口模型所揭示，長期而言此一封閉型人口趨向「靜態」發展，其最終人口量為三千三百萬人上下，而且此一趨向不產生人口量的波折，直接向頂點收斂。

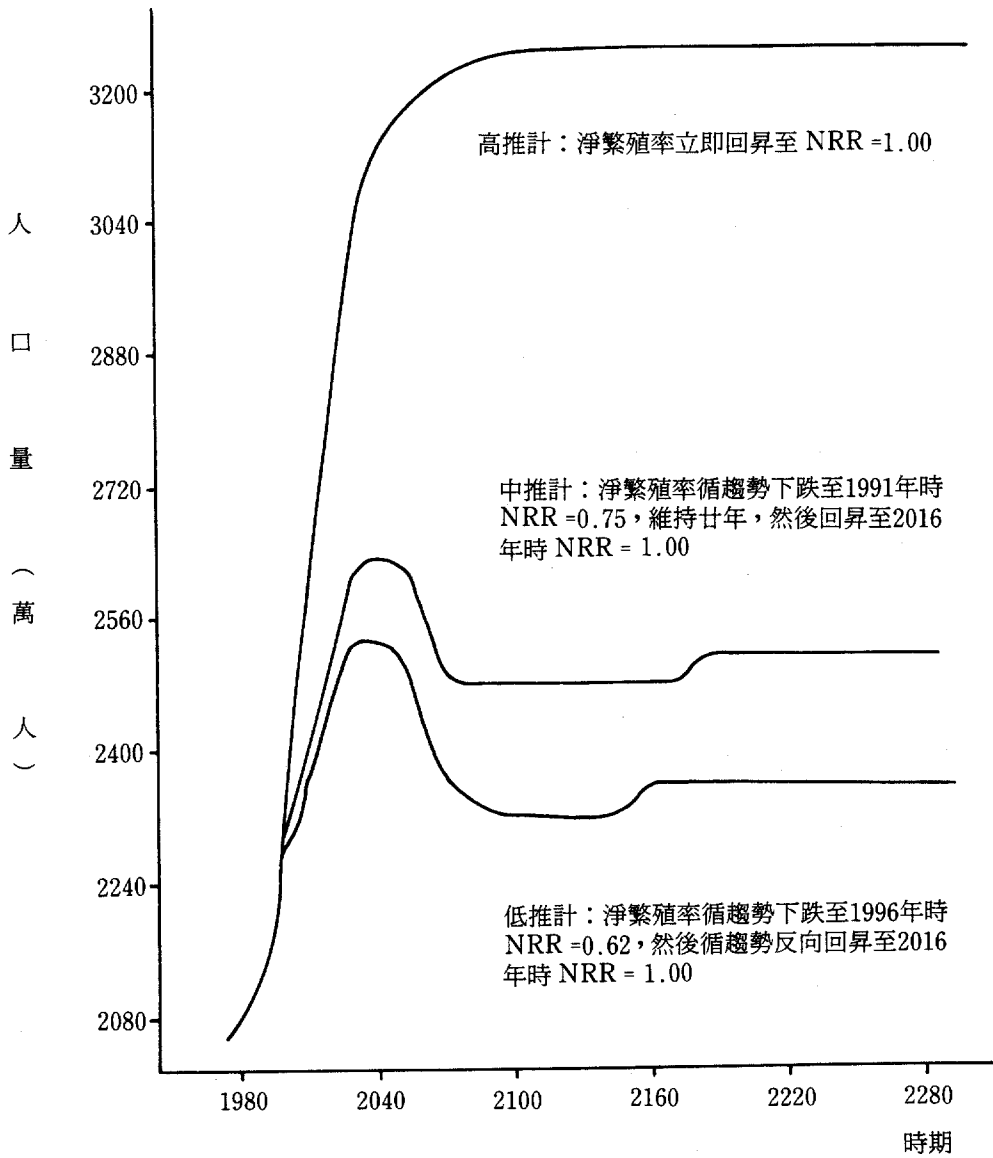
第三個推計產生最低的人口量，所以稱為「低推計」，係假定總生育率將循趨勢下跌，至一九九六年時達淨繁殖率為0.62的水準，一九九六年以後則循趨勢反向上漲，至二〇一六年時達替換水準，此後並且固定不變。此一推計所產生的「靜態」人口為二千三百萬人上下，但趨向「靜態」發展的過程人口量發生相當大幅度的波折，需先成長至二千五百五十萬人的「頂點」，然後因年齡組成轉向不利於高出生率而渲染人口衰退的因素，使人口量縮減至二千三百萬人為止。我們認為「高」、「低」推計都是不太可能發生的情況，因為前者假定總生育率立即調昇至替換水平為止，而事實上這是不可能的；後者假定總生育率將持續下跌到 $NRR = 0.62$ 的水準後才回昇至替換水平，接近於平均每對夫妻只生育一個子女（兒子或女兒），衡諸中國大陸實施「獨生子女制」的困難，我們只好相信那也是不可能實現的設想。圖一陳列這兩個推計的目的是做為第二個推計（也就是「中推計」）之參考，提供一種「範圍」之界定。「中推計」假定總生育率將下跌到一九九一年時為為1.64為止，合淨繁殖率為0.75，此後則向上調昇至二〇一六年時達替換水平並且維持不變。此一推計的「靜態」人口量在二千五百萬上下，趨向「靜態」的過程中發生比「低推計」較小幅度的口量波折，先成長至二千六百萬的頂點，才緩慢縮減為二千五百萬人。我們認為「中推計」可能是較接近未來實況的推計，因為目前總生育率已迫近1.64的最低點，而我們實在想不出它會再繼續下跌的理由。

人口推計不只牽涉生育率的設定而已，死亡率的設定也關係著人口推計的「真實性」。我們使用人口學文獻之所謂「組成推計法」(Cohort Component Method)，以一九八六年的性別年齡別人口為初始人口(Base Populations)，透過生命表之運算逐期(年)餘存，例如

$$P(a+1, t+1) = P(a, t) [s(a+1, t)/s(a, t)],$$

而下期一歲幼兒人數則為這期出生人數之餘存，

圖一：人口之趨向靜態發展



$$P(1, t+1) = s(1, t) \sum_{a=15}^{49} P(a, f, t) (a, t) \circ$$

$P(a, f, t)$ 表示女性人口，則男性人口為 $P(a, m, t) = P(a, t) - P(a, f, t)$ ； $b(a, t)$ 表示年齡別時期別的育齡婦女生育率，係前所設定之總生育率按照一九八六年育齡婦女年齡別生齡率分配型態來分派的結果。我們所使用的生命表係表一男女性別出生平均餘命趨勢

$$\dot{e}_o(m, t) = 77.00 / (1 + 0.3504 e^{-0.0246 t}), R^2 = 0.841$$

$$\dot{e}_o(f, t) = 80.36 / (1 + 0.2712 e^{-0.0309 t}), R^2 = 0.801$$

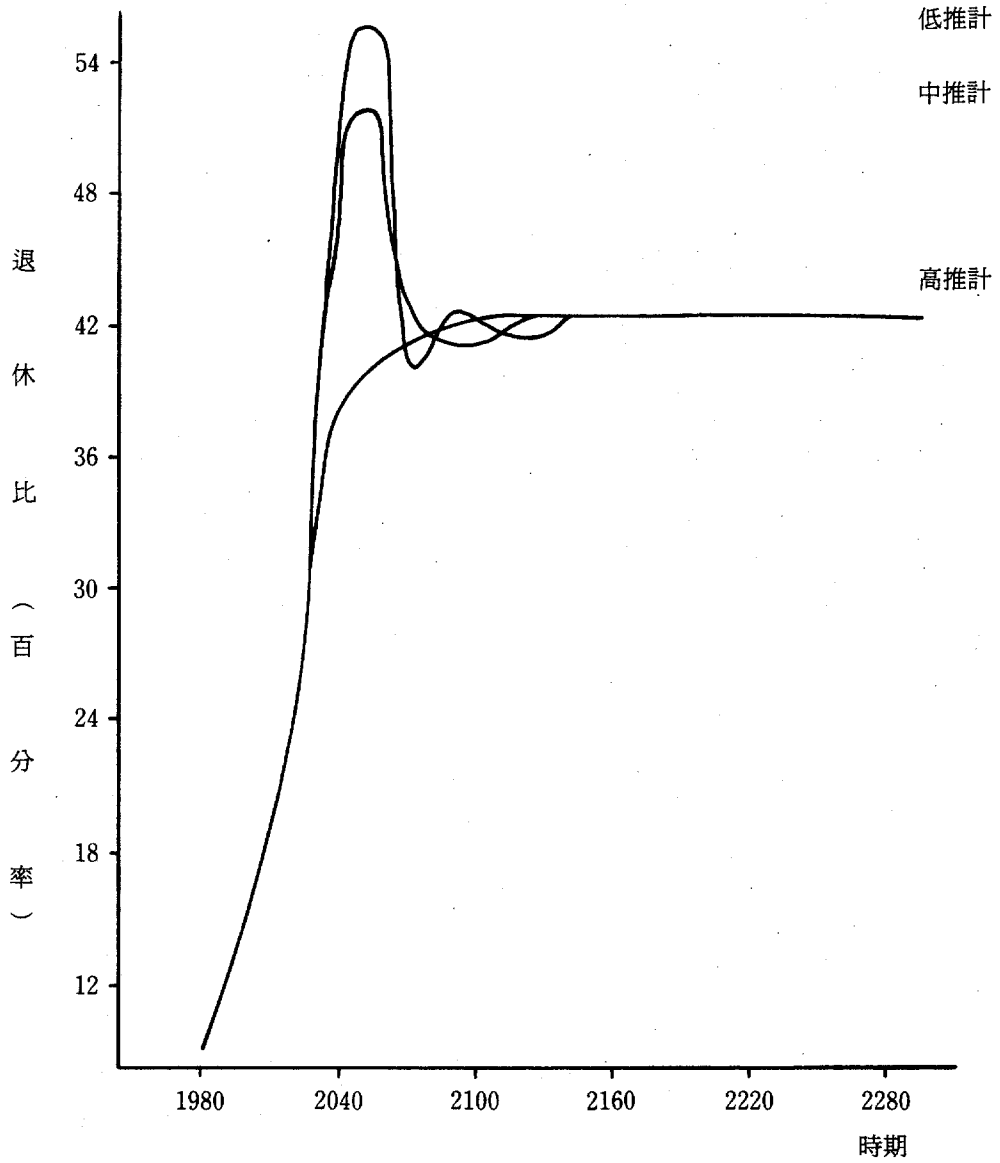
透過 Brass(1974) 的標準化程序

$$(1-s(a))/s(a) = \alpha [(1-q(a))/q(a)]^\beta$$

估算出來的結果；其中 $q(a)$ 為「標準」生命表的存活率，而 $s(a)$ 則為所謂「經驗」生命表的存活率。據 Brass(1974 : 548) 所言， β 係中心值為一的亂數，而 α 則為 \dot{e}_o 之降指數函數。同時台灣地區的嬰幼兒死亡登記顯有偏低的問題，所以內政部所刊佈的「台閩地區人口統計」自一九八五年開始，根據聯合國標準生命表的「西方型」調整嬰幼兒死亡率，而學者適用標準生命表時一般也均選取「西方型」生命表(例如王德睦1988)。但 Goldman(1980) 早已指出，台灣地區的年齡別死亡率型態與「西方型」標準生命表所涵蘊者實有相當大的差別，而主張所謂的「遠東型」死亡率，則選取「西方型」生命表為標準生命表似有不妥之處。我們解決此項問題的方法是取內政部調整過的一九八六年生命表為「標準」生命表，據以調整一九五〇年至一九八五年間的歷年「經驗」生命表，取得表一男女兩性出生時平均餘命，估計趨勢頂點分別為77及80歲。

穩定人口模型指出，無論初始人口的年齡分佈為何，固定率之操作產生固定的年齡組成，所以圖一三個人口的年齡組成在達成「靜態」時乃是一致的，零至十四歲的人口均為18.28%，十五至六十四歲人口佔58.92%，六十五歲以上人口佔22.80%。計算為我們以前使用的人口老化指標(陳寬政、王德睦、與陳文玲, 1986)，則「靜態」時的「退休比」為43.10%；計算一般研究報告經常使用的「老幼比」，則老化指數為1.247。但是由於趨向「靜態」的過程不同，三個人口在過程中所表現的人口老化程度也相當不同。圖二陳列這三個人口的老化「過程」，顯示雖然「高」推計產生最大的人口量，卻產生最低的老化程度，而且係直接趨向「靜態」的年齡組成，不產

圖二：靜態人口的年齡組成



生波折。另一方面固然「低」推計產生最低的人口量(而因此可能被認為是「較好」的發展),卻明顯產生最高水準的老化程度,而且一如其人口量之趨向「靜態」,其年齡組成趨向「靜態」的過程中表現相當大幅度的波折,可能不利於社會經濟制度之調適。我們主張使用「退休比」(六十五歲以上人口對廿至六十四歲人口之比值)來測度人口老化水準的理由有二:一則此一比值較不受晚近生育率變化的影響,較為穩定;二則此一比值的構成較接近於所謂「扶養」負擔或能力的概念,「退休比」為百分之五十表示「生產力」人口的平均所得中,養老費用的負擔約為百分之五十(視需要再乘除生活水準及醫療費用比)。由於「低」推計人口在趨向「靜態」的過程中將產生高達56%的「退休比」,而且在廿一世紀下半期來回大幅振盪,則其「優點」不能單純就人口量的大小來做判斷。我們在本文開頭時已經指出,所謂「適當」的成長應該包括人口量、成長率、以及年齡組成的考慮,避免將「越小越好」的簡單詞令拿來做為人口政策的唯一判準,則圖二指出所謂「適當」顯有需要仔細斟酌之處。

四、國際移民與靜態發展

我們的模型分析又指出,人口外移可能透過人口再生式之運作而對本地人口產生長期的影響,而 $v(a)$ 則為檢討年齡組人口外移的效果之主要依據; a 歲人口中有 $\Delta P(a)$ 人外移,對總人口量變化曲線的影響相當於自穩定人口中扣除這 $\Delta P(a)$ 乘 $v(a)/bM$ 人,於零歲人口則相當於扣除 $\Delta P(a)$ 乘 $v(a)$ 人。在穩定人口中, b 、 M 、及 $\exp(rt)$ 均不受年齡組人口數量變化之影響; $v(a)$ 於零歲時為一,而若 $r \geq 0$ 則 $v(a)$ 隨著年齡增加而上昇,進入育齡以後又次第下降,至五十歲為止。表二陳列台灣地區於一九八〇及一九八五年時的繁殖值(Reproductive Value, Keyfitz 1977: 143-9) $v(a)$ 以及其他相干的穩定人口參數。設若台灣地區15-9歲婦女有一千人於一九八〇年間外移,表二顯示其對未來人口之影響為

$$\Delta P(t) = [v(15-9)/bM] e^{rt} \Delta P(15-9) = -2461 e^{0.00656t},$$

如果外移人口為一千個新生嬰兒,其最終影響為 $-2232 \exp(0.00656t)$ 。但是外移一千人若平均分派在各個年齡組,其影響力則為 $-1000 \exp(0.00656t)$ 。換言之15-9歲婦女有1000人外移,其對總人口量之影響如同 $2461/2232=1103$ 個新生嬰兒之外移,也如同平均分派在各年齡組的2461人之外移。同理如果25-9歲中有一千位婦女外移,其影響力等同於444個新生嬰兒之外移,也等同於平均分派各年齡組的992人之

表二：台灣地區的人口繁殖值及其他穩定人口參數*

年齡組	1980		1985	
	v(a)	v(a)/bM	v(a)	v(a)/bM
0-4	1.029	2.297	0.998	3.413
5-9	1.067	2.381	0.980	3.350
10-14	1.104	2.465	0.960	3.284
15-19	1.102	2.461	0.918	3.141
20-24	0.880	1.964	0.724	2.475
25-29	0.444	0.992	0.367	1.257
30-34	0.130	0.289	0.104	0.357
35-39	0.030	0.066	0.021	0.070
40-44	0.006	0.014	0.003	0.010
45-49	0.001	0.002	0.0003	0.001
	r = 0.00656		-0.00423	
	b = 0.01712		0.01107	
	M = 26.168		26.417	

資料來源：一九八〇及一九八五年「台灣人口統計」報表，婦女年齡別生育率進一步計算的結果。

外移。

表二指出一九八〇年時10-4及15-9歲兩個年齡組的婦女外移對總人數之影響大於其他年齡組的人口外移，顯得外移人口的年齡分佈是個重要的考慮項目。但是表二又顯示，一九八五年時台灣地區的年齡別繁殖值不僅均小於一，其分佈也較一九八〇年較為平直。一九八五年時，最大繁殖值在零至四歲年齡組，但v(a)值在十五歲以前的差異不大，十五歲以後則隨著年齡之增長而下降，所以人口外移的長期影響於十五歲以前均大於十五歲以後。例如0-4歲年齡組內一千位女孩外移，其影響力等同於998個新生嬰兒外移的效果，也等同於平均分派各年齡組的3413位婦女外移的效果。當繁殖值的年齡分佈逐漸轉化為平坦曲線時，人口外移的長期效果之年齡差異乃漸次縮小；而表二的v(a)/bM年齡分佈顯示在一九八〇及一九八五年間，由於人口成長的能量不同，外移人口年齡分佈的長期效果產生很大的差別，而變化的

方向顯然是降低長期效果的年齡差異。此項結果直接印証「在人口成長緩慢而死亡率低的地區，育齡前任一年齡組人口外移的長期效果相同」的說法 (Keyfitz 1971a: 66)。

另一相關而值得探討的問題是在特定年齡組中，需要遷移多少人口才能使 $t = t$ 年時總人口量達到某一需求數量。此一問題也可經由 $\Delta P(t)$ 之計算而取得答案：假定 $\Delta P(t)$ 為已知數，則

$$\Delta P(a) = bM \Delta P(t) / v(a) e^{rt}。$$

表三陳列爲了減少 $\Delta P(t) = 1000r \exp(rt)$ 人，也就是爲了抵銷每一千人的後續成長，各該特定年齡組每年需要遷移的人數。表三顯示台灣地區遷移人口年齡低於卅歲者對於人口總量的影響大於遷移人口的年齡隨機分佈，而遷移人口的年齡超過卅歲者對於人口總量的影響較小。簡而言之，未達育齡的婦女遷移對人口數量的影響遠大於育齡婦女的遷移影響，所以一個國家若以控制人口數量爲其人口政策目標，則育齡前婦女之遷移應爲政策措施的首要對象。此地我們希望強調，穩定人口的自然成長率使用一九八〇年資料爲基礎者 $r > 0$ ，表內數值表示各年齡組需要移出的人數；而使用一九八五年資料爲基礎者由於 $r < 0$ ，表三各年齡組數值均小於零，表示爲抵銷所損失的每一千人之成長效果，特定年齡組需要移入的人數。換句話說，在

表三：台灣地區每年增減 1000 r 人所需之特定年齡組遷移人數

年齡分組	1000r bM/v(a)	
	1980	1985
0-4	2.86	-1.24
5-9	2.76	-1.26
10-14	2.66	-1.29
15-19	2.67	-1.35
20-24	3.34	-1.71
25-29	6.61	-3.37
30-34	22.67	-11.85
35-39	99.49	-60.46
40-44	480.99	-404.25
45-49	3918.47	-4123.35
1000r	6.56	-4.23

資料來源：一九八〇及一九八五年「台灣人口統計」報表，婦女年齡別生育率進一步計算的結果。

人口增加的條件下維持人口為一定量則需額外移出人口，而於人口衰退的條件下維持人口為一定量則需額外移入人口。如果把家庭結構也考慮在內，則外移人口的年齡是否小於或大於育齡所產生的效果差異不大。因為一個婦女在育齡前外移則其子女出生於異地，而育齡婦女外移則其子女雖然出生於國內，一般而言仍然與該婦女一齊移出，所以影響力之差異不大。

上述討論僅限於在穩定人口的自然成長率不變的條件下檢討單一特定年齡組人口之外移，旨在比較不同年齡組人口外移所產生的影響。但若 x 歲人口中有 f 部份外移則穩定人口的自然成長率勢將受到相當程度的影響，所以我們使用 Keyfitz (1977 :153) 提出的分析來討論其影響力

$$f = \left[\int_{\alpha}^{\beta} e^{-\bar{r}a} s(a) b(a) da - 1 \right] / \left[\int_x^{\beta} e^{-\bar{r}a} s(a) b(a) da \right]$$

表四：台灣地區繁殖函數以及令 $r=0$ 所需之年齡別移民比例*

年齡組	1980		1985	
	繁殖函數	部份繁殖率	繁殖函數	部份繁殖率
15-19	0.0793	1.1865	0.0466	0.8940
20-24	0.4271	1.1072	0.3068	0.8474
25-29	0.4703	0.6801	0.3740	0.5406
30-34	0.1621	0.2099	0.1328	0.1667
35-39	0.0373	0.0478	0.0286	0.0339
40-44	0.0090	0.0105	0.0047	0.0053
45-49	0.0014	0.0014	0.0006	0.0006
NRR	1.1865		0.8940	

* 部份繁殖率為 x 歲以上者之「淨繁殖率」。

資料來源：一九八〇及一九八五年「台灣人口統計」報表，婦女年齡別生育率進一步計算的結果。

\bar{r} 為新的人口成長率， $f \leq 1$ ，所以分母的積分起點 x 必需很低，以便使分母大於分子。Keyfitz (1977:154) 進而使用繁殖值 $v(a)$ 來表示 f 的組成

$$f = [v(0, \bar{r}) - 1] / e^{-\bar{r}a} s(a) v(a, \bar{r}) ,$$

僅需計算繁殖函數 $\phi(a)$ 即可。表四陳列一九八〇及一九八五年台灣地區的繁殖函數，顯示一九八〇年的穩定人口成長率為 $r=0.00650$ ，欲使此一人口的成長率降至零成長水平，當外移人口的年齡在廿五歲時使 $\bar{r}=0.00$ ，則每個人口年輪 (Birth Cohort) 均需於達到廿五歲時有百分之廿七外移；當外移人口的年限提早到廿歲時使 $\bar{r}=0.00$ ，每個年輪均需於達到到廿歲時有百分之十七外移。另一方面一九八五年的穩定人口成長率為 $r=-0.00523$ ，欲使此一人口的成長率提高至「靜態」水準，則每個人口年輪在達到廿五歲時均需移入百分之廿左右的同年人口。事實上 f 組成式分子的積分部份為淨繁殖率 NRR ，而分母則為 x 歲以上人口的部份繁殖率，也就是說

$$f = (NRR-1) / \int_x^{\beta} \phi(a) da$$

乃為維持零成長每年所需之 x 歲人口移出或移入比例。「靜態」人口的遷移比例不涉及自然成長率 (因為 $\bar{r}=0$)，僅涉及淨繁殖率 NRR ，以及特定年齡以上的部份繁殖率。遷移人口的年齡若小於繁殖函數之起始年齡 α ，則遷移人口的比例固定為 $f = (NRR-1)/NRR$ ，年齡本身不成為重要的考慮項目，遷移量乃為 $f s(x)$ 乘以出生數 $B = B(t) = B(0)$ 。

五、結論與檢討

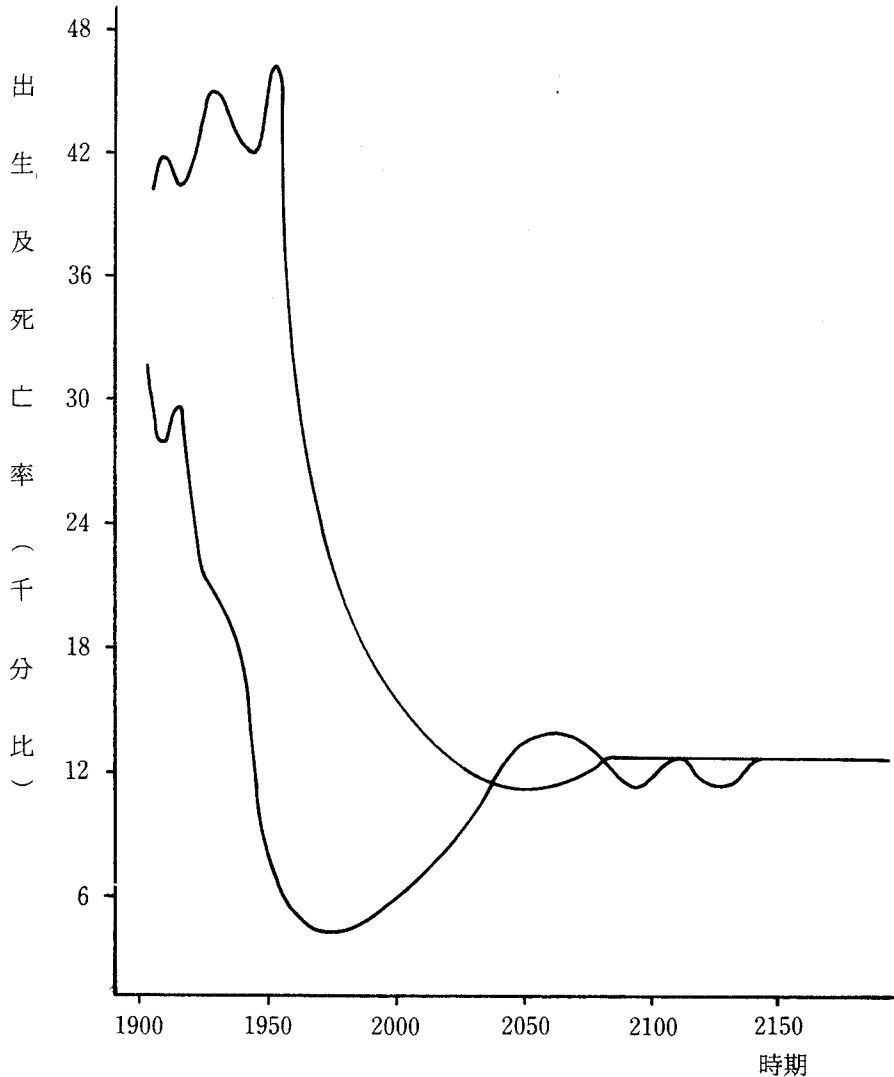
本文根據穩定人口模型的討論，透過人口推計的方法說明台灣地區的人口成長不但已經趨向於緩和，而且生育率長期大幅下跌已經引進人口衰退的因素。在不明瞭究竟的情況下，大部份人都會認為人口衰退也沒有什麼壞處，反而有益於解決公共設施日漸不足而人口密度高漲的「問題」。但是衰退的因素固然已經介入台灣地區的人口成長，在本世紀結束以前台灣地區仍需容納相當數量的成長，我們稱之為人口動能 (Population Momentum, Keyfitz 1971b)，係因過去的人口成長透過再生程序而自行減量複製的結果。所以如果都市空間壅擠、交通不便、以及醫藥衛生設施不足等問題不是政治問題而是人口問題，則此一問題至少在邁入廿一世紀以前仍將是困難而沒有希望的問題。我們不認為這些問題能使用人口的手段來解決，尤其不認為可使用繼續設法壓低生育率的策略來解決。人口政策的目標不可能也不應該是短期的目標，因為今日的人口狀況 (數量及組成) 取決於過去數十年來的生命率

(Vital Rates)以及年齡組成，而今日的人口狀況又決定未來數十年內的人口數量及組成。爲了今日所面臨的社會經濟問題而干預人口變遷多半是失敗的努力，而若果成功則今日所達到的成就將需於未來支付相當的代價。

我們的分析指出，台灣地區的生育水準已經低於替換水準，與西歐國家的生育率同一水平。如果此一生育水準長期維持不變，我們的推計指出台灣人口將自二〇三五年前後開始迅速縮減，而損失幅度大小則視生育調節的努力多少而定。如果立即調節生育使達到替換水準，則台灣人口將能維繫過去七、八十年來的成長趨勢，成長率逐漸縮小以至於達成「靜態」，而終點人口爲三千三百萬人上下，人口的年齡組成也不會產生扭曲的現象。如果我們讓生育率繼續下跌，或雖不下跌卻停留於替換水準以下，則人口縮減及老化將爲廿一世紀台灣地區人口變遷的主要特徵，縮減及老化的幅度與時機視生育率下跌的型態而定。我們的「低」推計指出，即使容許大幅度的數量變化(廿一世紀後半期內，人口量於短短四十年間減少二百萬人)，以及相當高水準的老化程度(退休比於二〇五〇年前後上漲到56%)，人口量仍需於二〇三五年以前增加到二千五百五十萬人，然後急速縮減爲二千三百萬人趨向「靜態」；相對於這些缺點，調節生育率使其於一九九六年以後能循序上昇至替換水準仍然是必需的努力。由於本文推計所根據的生育率最低點幾已到達，我們所能設想的「調節」都是鼓勵生育的措施。

我們認爲「中」推計比較可能符合未來的事實發展。即使目前的家庭節育計劃立刻轉向而致力於鼓勵生育，可預期不產生立即的效果。在已往生育率下跌的過程中，政府的家庭節育計劃並不是主導的力量，而在民衆已經習慣低生育率行爲的今天，我們實在找不到理由相信它反而會產生主導生育率調昇的力量。我們認爲生育率會於未來廿年內維持低於替換水準上下起伏，直到人口老化以及勞動力減退成爲公眾的主要關切時才有調昇的可能；根據我們的推計，人口老化將於廿年後加速發展，則其相關問題之陸續衍生可能成爲生育行爲改變的契機。在「中」推計下，低生育率的作用使人口持續大幅老化，至二〇四六年時退休比將達52%的高峰點，而由於人口老化，死亡率也將持續上漲到千分之十四(目前爲千分之五)的水準；顯然，面對著高死亡率，出生率必需上漲才能使自然成長率爲零而達成「靜態」。圖三使用人口粗出生率及粗死亡率來敘述台灣人口於過去八十年內的轉型，也描繪未來二百年內趨向「靜態」的可能歷程。值得於此地再次強調，出生率與死亡率的「靜態」水平爲

圖三：台灣地區的人口轉型：1906~2186



12.69%，合「靜態」時的兩性平均出生時平均餘命為78.8歲。

另一方面，本文分析國際移民對未來台灣人口變遷的影響，指出在人口衰退的考慮下，以計劃移民做為人口政策的措施之一，應該主張的是人口之移入管制，而不是人口之移出。我們對人口動能的討論已經說明，雖然台灣地區的人口淨繁殖率已低於替換水準，由於年齡組成的影響，成長率仍然大於零而產生相當幅度的人口

成長。實際人口的成長率與淨繁殖率之間具有一定的關係，當淨繁殖率達替換水準時，年齡小於平均代距(Mean Length of Generation)的人口之實際成長率將接近於零，但年齡大於平均代距的人口則因過去的人口史而繼續成長(Preston 1986)。也就是說當台灣地區的人口淨繁殖率於一九八〇年代初期達到替換水平時，穩定人口的成長率已經為零，整體人口之成長要歸諸於年齡大於平均代距的部份之成長。台灣地區於一九八五年時平均代距為26.5歲，所以當年的人口成長主要需歸諸於廿七歲以上人口之增加。人口學的分析(Preston 1986)早已指出，當淨繁殖率達到替換水平時，如果平均代距為28歲，則零至廿八歲的人口立即停止成長，廿八至 2×28 歲的人口於28年後停止成長，而 2×28 至 3×28 歲的人口於 2×28 年後停止成長。值得一提的是任一個人口若其穩定人口成長率低於實際成長率，則該人口必定已經開始老化，正好反映於台灣地區。

但是我們對於資料的分析顯示，設法疏導五十歲以上已超過育齡的人口外移仍不失為緩和人口老化並且維繫「靜態」發展的有效辦法。此一辦法的優點不僅在於可維繫育齡人口的數量，使勞動人口不致短缺，同時也減少五十歲以上人口的數量，使人口老化速度減緩，更能縮小趨向「靜態」過程中的波折幅度。基於此項認識，我們認為當前研擬「計劃移民」措施時似可同時考慮老年人口的退休制度，吸收日本推動「海外退休」的經驗，採行整體規劃而於海外(甚至於中國大陸)大批興建老年退休社區，使用本國資金但大量引用當地人力提供醫療與生活照顧，則兩相得利可以減少許多阻力。雖然台灣地區的老年人多因與成年子女同居而取得妥善的照顧(王德睦與陳寬政1988)，由於愈來愈多老年人及年青人表示不贊同父母與成年子女同居的生活安排，未來家庭中父母子女人數對比急速上漲有可能帶來嚴重的家庭問題(陳寬政、王德睦、與陳文玲1987)。我們在提出「退休比」以為人口老化程度指數時已經說明人口老化乃生產力人口負擔加重的意思，所謂「負擔」除費用開支以外也包括人力使用在內，老化指數越高表示能照顧老年退休人口日常生活的人力相對減少，則其因應之道可能需包括勞動力之移入或老年人口之移出。

參考資料

陳紹馨

1979 台灣的人口變遷與社會變遷。台北：聯經出版公司。

孫得雄

1988 「台灣地區生育控制政策之檢討」，台灣社會現象學術研討會論文。台北：中央研究院三民主義研究所。

王德睦

1988 「嬰幼兒死亡率影響生育率之模擬分析」，台灣社會現象學術研討會論文。台北：中央研究院三民主義研究所。

王德睦與陳文玲

1986 「日據時代以來台灣地區之死亡率變遷」，廿世紀的台灣人口變遷研討會論文集，頁57-78。台中：中國人口學會。

王德睦與陳寬政

1988 「現代化、人口轉型、與家戶組成：一個社會變遷理論之驗證」，楊國樞、瞿海源編，變遷中的台灣社會，頁45-59。台北：中央研究院民族學研究所。

陳寬政與葉天鋒

1982 「日據時代以來台灣地區人口年齡組成之變遷，1905-1979」，台大人口學刊，第六期：99-113。

陳寬政

1985 「人口轉型的形式動態」，台大人口學刊，第八期：1-23。

陳寬政、王德睦與陳文玲

1986 「台灣地區人口變遷的原因與結果」，台大人口學刊，第九期：1-22

1987 「因應我國人口高齡化之對策」。台北：行政院研考會。

Brass, William

1974 "Perspectives in Population Prediction: Illustrated by the Statistics of England and Wales," *Journal of Royal Statistical Society, Series A, General*, 137 (Part IV):532-70.

Coale, Ansley J.

1972 *The Growth and Structure of Human Populations*. Princeton: Princeton University Press.

1974 "The History of Human Population," *Scientific American*, 231 (September): 41-51.

Goldman, Noreen

1980 "Far Eastern Patterns of Mortality," *Population Studies*, 34 (March): 5-19.

Keyfitz, Nathan

1971a "Migration as Means of Population Control," *Population Studies*, 25 (March): 63-72.

1971b "On the Momentum of Population Growth," *Demography*, 8 (February): 71-80.

1977 *Applied Mathematical Demography*. New York: John Wiley & Sons.

Lotka, Alfred J.

1939 *Analyse démographique avec application particulière à l'espèce humaine*. Paris.

Preston, Samuel H.

1986 "The Relation between Actual and Intrinsic Growth Rate," *Population Studies* 40 (November): 343-51.

The Effects of Fertility Adjustment and International Migration on the Future Populations in Taiwan

Edward Tu and Kuanjeng Chen

Abstract

Based on the theory of stable population, this paper explores the possible effects of fertility adjustment and international migration on the future population. Given the parameters of fertility adjustment and international migration, the renewal process built into the population projection reveals large population momentum in Taiwan. The population is expected to continue growing well into the first quarter of the 21st century, even though the fertility is already under the replacement level. The structure and size of the future population depends on the efforts of fertility adjustment. Faster recovery from under-replacement produces larger size but less distorted structure. The longer the population stays under-replaced, the larger the fluctuation in size and the distortion in structure are expected. The analysis of international migration shows that migration of younger generation (aged 20 and below) tends to aggravate the growth (or loss) of population disproportionately. The migration of people aged 50 and over produces only proportional effect. It is suggested that to lessen the population aging and the socio-economic problems associated, either the replacement fertility or the emigration of elderly should be encouraged.