

摘要

永續發展是近年來國際會議所重視的課題，農業雖然是一傳統產業，也遭遇是否能永續發展之挑戰。本研究蒐集能反應臺灣農業永續發展之時間數列資料，以主成份分析法構造農業的生產功能指標、生活功能指標及生態功能指標，並將三功能指標整合成農業發展指標，統計分析結果顯示：過去的農業發展雖然成功地達到促進生產功能之效果，但生活功能沒有顯著改善，而且生態功能繼續惡化，因此農業政策應集中關注於改善農業的生活與生態功能，才能登上永續發展的正途。

Summary

Sustainable development is a key issue in international meetings in recent years. Agriculture although as a traditional industry also faces the challenges of sustainability. This report collected time series variables that are able to reflect the sustainability of Taiwan's agricultural development in the past 30 years. The principle component analysis was then employed to construct indices of agricultural functions, including production indices, livelihood indices and ecological indices. An integrated development index was also derived from the above 3 functions. Statistical analysis indicated that agricultural development although was quite successful in promoting production function, the improvement in livelihood was not significant and the ecological environment has been keeping worse-off. Thus, agricultural policy should be concentrated on issues of livelihood improvement and ecological protection to push agriculture on the right track of sustainable development.

目 錄

I.	前言.....	1
II.	永續發展的意義與農業的永續發展.....	2
III.	永續指標與農業永續指標.....	5
	1、生產指標.....	6
	2、生活指標.....	7
	3、生態指標.....	9
IV.	主成份分析法.....	11
V.	實證研究.....	15
	1、生產面.....	15
	2、生活面.....	17
	3、生態面.....	19
	4、綜合指標.....	20
VI.	結語.....	22
	參考文獻.....	47

表 目 錄

表 1	農業永續發展指標.....	24
表 2	農業永續發展指標之相關矩陣.....	30
表 3	生產功能解說總變異量.....	37
表 4	生產功能成份矩陣.....	37
表 5	農業永續發展指標各主成份結果.....	38
表 6	生活功能解說總變異量.....	40
表 7	生活功能成份矩陣.....	40
表 8	生態功能解說總變異量.....	41
表 9	生態功能成份矩陣.....	41
表 10	綜合指標解說總變異量.....	42
表 11	綜合指標成份矩陣.....	43
表 12	農業永續發展指標變數資料.....	44

I、前言

台灣農業自第二次世界大戰結束後，曾經歷土地改革、生產技術進步、公共設施的投資及產銷制度的改進等，農業成長相當迅速，在戰後百廢待興的社經發展初期，農業及時提供了糧食與就業機會，奠定經濟發展的基礎；到了社經發展中期，台灣農業轉變角色成為培養工商業發展的贊助者，提供生產因素(如土地、勞動、資本等)及市場，促成工商發展的機會，引導全面社經的加速發展。近年來，農業已因發展較緩而在國民經濟的比重降低，再加上遭遇國際經貿自由化與環境保護的要求，農業正面臨是否能永續發展之挑戰，亟待評估其未來之發展方針與籌謀因應之道。

臺灣人口密度甚高，所以早期的農業發展就強調土地生產力的提高，農田在密集利用下，幾無休耕的機會，更投入大量的化學肥料與農藥促進產量增加，然而近年來已發生資源耗竭及環境破壞之雙重威脅，農政決策者必須扭轉政策方針，強調農業發展應結合農產品生產、自然資源保育與環境維護等各方面的目標，因而提出生產、生活與生態是農業的發展方針。

目前農業生產值仍呈逐年增加趨勢，西元 2000 年農業生產總值達 3,644 億元，較十年前(1990 年)成長 16%，較 1953 年更增加 35 倍，但是就其對整體經濟的貢獻而言，則呈現下降趨勢，根據行政院主計處編布之國民所得統計，1999 年農業生產毛額占國內生產毛額(GDP) 2.56%，較十年前下降 2.34 個百分點，更較 1952 年下降近 30 個百分點。雖然如此，農業提供糧食安全保障、鄉村就業機會、生態環境維護與自然資源保育等功能，仍非其他產業所能取代，更何況在地精緻的農耕技術，不斷推陳出新的精美農產品，早已形成特有之農業文化，更非進口農產品所能完全替代。

本研究擬由台灣農業發展之軌跡探討其永續發展之可行性，研究步驟首先需定位農業永續發展之意義，並尋找可以評量農業永續發展的時間數列變數，引用實證經濟(positive economics)的分析方法驗證過去的發展軌跡，並探討其是否合乎永續發展的進展；永續發展的研究無可避免地會涉及永續指標的建立，本研究應用統計方法而非主觀方式，組合各時間數列變數，由數據本身的變化決定其權重，再將其組合成指標，並根據指標研判臺灣農業是否符合永續發展，雖然研判屬於規範經濟(normative economics)之課題，仍然不脫

離由價值判斷主導分析，但是正如 Milton Friedman 所言，模型分析仍以其是否能提供具體、有意義的預測作為好壞之判斷，所以本研究之價值判斷即以能提供發展軌跡之預測與農政決策之創見為依據，希望研究成果有助於瞭解未來農業如何在產業永續發展的趨勢中有所調適。

II、永續發展與農業的永續發展

1、永續發展的意義

十九世紀中葉，生態學家開始對於人類以自我為中心的發展方式提出質疑，希望推動以生物為中心之觀念，協調人類和萬物之依存關係，可惜人類對自然的瞭解仍極其有限(姚關穆，1998)。因此，調適過程就是學習瞭解自然以及維持行為的正當性，不但隨時要體認有些行為具有正的回饋(positive feedback)或負的回饋(negative feedback)，還要記取先前的不當經驗自我警惕，才能保有持續發展的機會。

永續發展之觀念過去即曾出現在各不同領域，例如森林學提出森林面積永續、材積永續及價值永續的管理理念，類似孟子所言：「斧斤入林以時，林木不可勝用也。」之概念；漁業資源的利用方面，Gordon(1954)、Scott (1955)及 Scheafer(1957)也引進永續觀念，探討 MSY(maximum sustainable yield)、MEY(maximum economic yield)等經營理念；農耕方面，永續耕作的理念更可回溯到 18 世紀之文獻(Eliot, 1760 及 Young, 1804)。

西歐工業革命發生之後，社會經濟之發展雖然突飛猛進，但是古典經濟學家 S. Jevons 則為煤礦和紙張的不斷消耗而提出警訊，擔心子孫可能面臨耗盡自然資源的危機。然而人類在技術不斷進步之下，石油取代了煤礦，繼續支撐經濟發展，全球各地之經濟成長似乎也一再擺脫令人憂鬱的預期，導致現行的各種經濟成長模式大多建立在提升生產與消費以促進經濟成長的邏輯，這種鼓勵消耗自然資源的成長模式，完全背離了永續利用資源之精神。

某些自然資源雖然具有再生性，但是在制度、管理及技術等層面無法十全十美的情況下，再生性的自然資源仍面臨消逝的危機，無法維持永續利用。犧牲環境與消耗資源，雖短期之內可達到一定的發展目標，但卻未必能真正提昇生活品質，更無法持續下去，對後代子孫造成「世代間的不公平」(intergenerational inequality)，所以國際上開始尋求永續

發展之成長模式，希望有機會逐漸形成共識。

1983年聯合國在挪威總理 Mrs. Gro Harlem Brundtland 主持下，組成了「世界環境與發展委員會」(World Commission on Environment and Development, WCED)，出版了「布朗特蘭報告」(Brundtland Report)，其主題為「我們共同的未來 (Our Common Future)」，國際上首次明確且簡短地詮釋出永續發展的著作，將永續發展定義為：「既能滿足當代的發展需要，且同時不損及未來世代之發展需要。」(Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs) (WCED, 1987)。

布朗特蘭報告要求工業化國家應改善能源與資源的使用效率，生活與經濟成長應朝向減少物資與能源的消耗，還明確要求國際上應優先考量貧苦人民的基本要求(The concept of "needs", in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given)；而且還要認知，科技水準和社會組織並非完美無缺，自然環境滿足人類目前和未來需要的能力是有限制的 (The idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs)。可見永續發展的理念包含有公平性 (Fairness)、永續性 (Sustainability)、及共同性 (Commonality) 三個原則。換言之，就社會或生活層面而言，應主張公平分配，以滿足當代及後代人民的基本需求；就經濟或生產層面而言，應主張保護地球的自然系統，以持續維持經濟成長；就環境生態層面而言，應主張人類要與自然和諧相處。

布朗特蘭報告也曾被批評是「過於一般化且陳義過高」，但是之後的許多組織與學者，對永續發展再提出的詮釋，仍不外乎是攸關經濟、社會公義、道德、自然資源及生態環境等概念。例如 Tietenberg (1992) 以動態的跨時需求理論，探討資源數量及價值的跨時分配，以及折現率(discount rate)之作用；Winpenny (1991) 則認為當代人所繼承的自然環境應完整地保留下來，再贈予後代子孫相同的資產，使其享有相同的福祉。

由於世界各國分處於不同的發展階段，工業化國家追求技術創新提升產品品質、改變消費型態、減少單位產量的資源投入與污染排放，以進一步提高生活品質及緩和氣候變化等全球性重大環境問題；開發中國家則追求發展經濟、消除貧窮，解決糧食、人口、健康、教育等問題。台灣現階段即將由開發中國家邁入工業化國家，追求永續發展一方面需要仿效工業化國家的做法，更要兼顧開發中國家之成長需求，亦即一方面要提高生活品質，並

且要創造一個平等的社會，因此生態、經濟和社會三方面的協調與均衡發展應是我國追求永續發展的要件。

1992年6月聯合國「環境與發展大會」(UNCED)(又稱地球高峰會議,Earth Summit)在巴西的里約熱內盧召開，主題為「永續發展和全球規劃」，而且通過「21世紀議程」(Agenda 21)，將永續發展的理念規劃成為具體的行動方案，要求各國制訂經濟發展與環境保護的相應措施。2002年聯合國將舉行里約十周年會議，屆時各國將有責任提出永續發展策略，我國雖非正式的成員國，但是不能自外於世界潮流，而且還更需積極參加討論並提供可行之發展策略，以獲取各國的認同。

2、農業的永續發展

世界各先進國家目前均仍維持農業是其總體經濟中重要的一環，即使在經貿自由化的壓力下，亦積極調整農業結構，增加其國際競爭力，未輕言放棄農業，可見「以農立國」之思想仍相當普遍深入各國之決策者，亦即農業的永續發展仍是先進國家有共識的課題。臺灣農業早期是以提供糧食與就業機會，達到安定社會的目的，進而還培養工商業的發展基礎，促成經濟的快速成長，因此農業的比重今日雖然日漸下降，但其永續發展亦為國家永續發展中重要之課題。

為適應當今之工商環境，臺灣農業在市場經濟和政策規範下，正從農地密集利用，調整至粗放利用，其實質意義就是要轉型成為兼顧生產、自然保育、自然資源再生與生態平衡之農業(謝順景,1994)，只是在市場經濟的競爭壓力下，這種轉型難以立足於私有化的經濟體制中，因此配套的政策措施亟待規劃與推動，才能避免市場失靈(market failure)或政府失靈(government failure)，而危及農業的永續發展。

永續經營農業的觀念自古以來早已形成，歷經不同時空背景，此一理念最近又受到特別重視，根據Lockeretz(1988)的看法，永續農業是一系列不同的策略組合，要解決集約式栽培經營所導致的土壤退化、生產力失衡、不可再生資源的短缺、環境污染、高能源與高成本等問題。換言之，這種農耕制度，不但可以保育資源、促進農業生態彈性、自我調節、減低廢棄物對環境的衝擊，更能保持或改進農業經營的利益(江榮吉,1994)。因此，永續農業的詮釋，基本上仍可套用布朗特蘭報告之用語，亦即是「既能滿足當代農業發展的需要，且同時不損及未來世代之農業發展需要。」

農業發展的主要目的在於提供人類足夠的糧食需求，隨著世界人口的持續增加，糧食的需求必定隨之增加，所以增產是一個大趨勢。臺灣人口密度高居世界第二，促進生產就要特別注重環境的永續性，而且還必須與經濟的永續性相調合，避免拖累整體經濟的發展。

在人口壓力下，雖然增加投入可以提供充足的糧食和提升生產價值，但接著就產生資源耗竭、環境污染、食品安全的威脅與社會公平等問題，令人質疑永續經營之可行性，因而產業發展與生態環境的維護必須隨時兼顧。農業本是一種生態產業，人也是食物鏈中的一部份，多年來只因人口一直增加，人的慾望不斷提升，使農業漸脫離生態產業之範疇，目前政府對於市場失靈所造成的公共財與外部成本問題，已開始有所瞭解，進而也採行各種干預手段，例如課徵排放稅、建立排放權交易、以及界定資源與環境的財產權等，企圖將外部成本內部化，以解決一些問題；但是社會對於政治之競租行為仍然束手無策，利益團體妨礙了農業環保功能之發揮，可見國內也需要規劃「21世紀農業議程」，要求政府提出農業永續發展的策略，以克服長期以來的困境。

III、永續指標與農業永續指標

傳統的觀念經常以國民生產毛額或國民所得用於衡量經濟發展的成就，雖然此類指標有一定的計算標準和意義，但卻未能將污染、噪音及人口擁擠所造成的不良後果納入說明，所以國民生產毛額或國民所得的變化並不能完全反應社會經濟的發展成就，尤其是攸關永續發展的自然資源耗盡的隱憂，例如漁業資源、化石燃料蘊藏量、森林、良田等。Nordhaus 及 Tobin(1972)主張應以福利指數如經濟福利 (MEW) 的計算取代國民生產毛額 (GNP)。Repetto 等 (1989) 修正了印尼的國家收入統計資料，將自然資源的消耗如石油藏量、森林、山坡農地等計入，結果發現，1984 年的國民所得降低了 17%，而且每年經濟成長率只有 4%而非 7%。此外，Daly 和 Cobb (1989) 也建立了一個包含環境污染和自然資源遭破壞的經濟福利指標，並用以計算美國之經濟福利，結果發現美國 GNP 雖每年均快速的上升，但只有 1950 到 1969 年間，經濟福利指數為遞增，之後十年則呈持水平的趨勢，而自 1980 年起，此指標竟有下降的趨勢。

應用指標以說明事象或探討其政策內含有其簡便性，但是指標選擇不當經常成為各種問題的癥結所在，因此不能不特別用心。McQueen and Noak (1988) 認為「指標」(indicator) 「可歸納特定現象之相關資訊，或代表該特定現象之資訊」(a "measure that summarizes relevant to a particular phenomenon, or a reasonable proxy for such a measure")；Braat (1991) 認為指標應具有兩種特質，即回顧性與預測性。回顧性是由指標可以發現過去的歷史趨向，檢視政策之效應，而預測性則是指標可直接提供未來可能的變化與發展。

我國永續發展既然需要強調生態保育、自然資源永續利用與經濟發展之平衡，因此所建立的永續發展指標應該至少能反應這三方面的進展，提供綜合訊息，並作為決策者和各界溝通的橋樑。21 世紀議程已明確要求各國以永續發展指標作為各層次決策時的基礎，並提供「環境」與「發展」之整合，我國亦應積極嘗試建立指標，才能一方面瞭解目前的進展，並進而引導未來的永續發展（許伶蕙、黃書禮，1992）。

農業的永續發展根據前面之說明，一方面要維持經濟的競爭力，才能有產業之生存空間，另一方面又要面對市場失靈之壓力，因此以下將農業分三方面進行研究，亦即生產面、生活面及生態面。研究步驟首先從統計資料著手，挑選具有代表性、資料持續性及可信度之時間數列變數(time series variables)，再建立具有回顧性及預測性之指標。

1、生產指標

在台灣經濟發展過程中，農業生產及貿易均扮演極重要的角色，在 1950 年代至 1960 年代後期，農產品及其加工品之出口均大於進口，農產貿易為國家外匯收入之主要來源。1970 年代，台灣由農產品淨出口國轉變為淨進口國，農產貿易逆差亦呈現逐年擴大之趨勢，雖然如此，農業發展對外銷市場的依賴性仍大。因此，由農業產值及出口情形可以用於反應農業的生產情形，指標選擇實質陸域農業生產總值以及出口比例兩項。

實質農業生產總值是加總農產、畜產、林產以及內陸養殖漁業生產總值，並以農業物價總指數平減，以反應在台灣陸域範圍之內的實質生產情況。當實質陸域農業生產總值愈高，反應出農業發揮更大的生產功能。出口比例以農產品出口價值除以農業生產總值來表示，出口比例愈高，雖然表示農業具國際競爭力，生產功能強，但是台灣地小而人稠，農業的永續發展應是朝向於自給自足，所以出口雖然創造了外匯，卻不一定有利於農業的永續發展。

農業生產投入可區分為土地投入、勞動投入、資本投入及技術進步，從生產函數而言，投入增加生產也隨之增加，因此就投入的增加情形，可以研判農業經營意願之大小，投入增加愈快，表示愈有利於農業的生產，但是對於農業的永續發展則不全然是有助益的。首先，耕地面積的大小及品質均會影響農業生產，本研究選取水田耕地面積及早田耕地面積當指標變數，指標變數之數值愈高，表示對農業生產愈有利，另一方面，水田耕地面積及早田耕地面積亦間接反應農地的品質，水田平坦且具可靠之水源，而許多旱田則是由邊際土地開發而來，容易因過度開發而破壞環境生態，所以水田增加有利生產，而旱田面積的增加雖亦有利於生產，卻不一定有利於農業之永續發展。

勞動的多寡及品質亦影響農業的生產，但因農場作業的機械化趨向，勞動投入量之重要性反而相對變低，勞動品質則重要性提升，過去許多文獻都指出，農場經營主高齡化以及教育程度偏低已成為農業發展之困境，前者不利於勞動力之提供，後者則不利於吸收新知，進行現代化的經營，因此勞動投入方面，選取此二變數以反應農業生產之改善潛能。

資本投入的增加有助於減緩勞動或土地投入發生邊際報酬遞減之壓力，本研究就總體面選取農業固定資本形成為指標變數，至於農場經營方面則以農家年底現有農機數（耕耘機和曳引機）作為指標變數。

農業生產技術改進的涵蓋範圍甚廣，諸如優良品種的繁殖與推廣、土地改良、肥料及農藥的合理使用、農田灌溉排水、農業機械化、收穫後處理及新產品開發等。生產技術的改進需要投入研發資金以推動之，其結果則可表現在單位面積產量的增加，或產品品質與價值的上升等。台灣農業主要作物為稻米，資料來源較多，故一方面選取稻作單位面積產量為指標變數，同時也選擇農業部門研發支出作為指標變數。以上代表生產功能之指標變數，其計算方式及資料來源均詳列於表 1。

2、生活指標

在社會變遷與貿易自由化之衝擊下，台灣農業正面臨結構轉變與重新定位之壓力，未來除了仍要從生產面繼續拓展經濟活力之外，更須由生活面改善農民之生活，增進農民之福利，使農民能安居樂業。

農業的生活功能甚廣，包括：提供生態與寧靜之生活環境、生產之體驗、不同於都市生活或工商活動之緊張與繁忙等。對於農業生活功能之衡量，可以從農家經濟、農家之社

會特性、農家生活條件等幾個方面來思考。

參考陳明健(1997)衡量農家經濟條件之變數，本研究選取之指標變數有：可支配所得、農業依存度、消費傾向、儲蓄傾向、平均每人消費支出、農業所得對消費支出之充足率、恩格爾係數以及農家與非農家所得水準之比較等。可支配所得為農家所得扣除所得稅、利息支出、捐贈與其他移轉後的剩餘，亦即農家可自行支配的所得，可支配所得愈高表示農家之經濟條件愈佳，愈有利於安定農民生活。農業依存度則表示農業所得佔農家所得之百分比，百分比越大表示農家生活對農業所得的依賴越高，愈低則表示農家所得已趨多元化，雖然所得多元化有穩定作用，但是亦表示兼業農增多，恐怕農業的角色將退色。消費傾向與儲蓄傾向分別是指可支配所得中消費支出與儲蓄所佔之百分比，因此由定義可知兩者之和等於一。消費傾向愈低，表示可支配所得中用於消費之支出低，長期而言可反應生活品質提升，有利於農業的永續發展。反之，儲蓄傾向愈高，表示生活較穩定，亦有助於農業的永續發展。平均每人消費支出是以農家消費支出除以農家人口而得，愈高表示農家生活愈富足，生活愈不受限制。農業所得消費支出之充足率是指農業所得用於消費支出之百分比，高的百分比表示農業所得足夠用於消費支出，對經營農業更具成就感。恩格爾係數是以飲食費佔消費支出之百分比表示，一般即作為衡量生活水準的指數，係數下降表示在飲食需求得到基本滿足後，可用於其他方面的消費支出較多，有助於提升生活品質。至於農家與非農家所得水準之比較，可反應農家所得相對於非農家所得之情形，因為非農家之所得平均而言高於農家，對於農家而言此數值愈高愈好，愈接近 1，表示農民比較不會相形見拙，對農業的永續發展是有助益。

農家的社會特性方面，農場經營主之年齡以及教育程度最具代表性。農場經營主高齡化，以及教育程度低，均反應農業的新陳代謝不力，有跟不上時代的可能，甚至有社會地位趨於低落、生活品質下降等傾向，不利於農業的永續發展。此外，根據台灣農業年報之統計資料，農家之家庭設備（包括彩色電視機、電冰箱、洗衣機、電話、冷暖氣機、鋼琴、機車、小汽車、報紙、書刊雜誌等）愈多，表示物質生活條件提升，農家相較於非農家之物質生活條件差距愈小，愈有利於安居樂業。以上，所有代表生活功能之變數，其計算方式及資料來源亦詳列於表 1。

3、生態面指標

近年來，農業扮演的生態功能角色日漸受重視，尤其人口密度較高之地區，農業已日漸成為平衡生態系的重要角色。農業藉由有機的自然循環體系生產糧食，而且維持生態系亦處於平衡狀態。例如，森林除了提供木材及各種副產品外，更能涵養水源、保安國土、維護生物多樣性等；水田除提供稻米生產，更有補充地下水、調節微氣候、提供水鳥棲息等功能。但人類開始大量利用化學肥料、農藥、塑膠資材、農業機械及人工控制技術等投入農業生產後，雖使農業生產力提高，並降低了生產成本，但這些投入經年累月地累積，已影響到生態環境。此外，山坡地的開發濫墾、檳榔及高山茶的種植等，對水土保持更帶來負面的影響，甚至引發土石流。以下同時就農業對生態環境所帶來之正面與負面之影響，建立生態功能指標。

在地力維持方面，可選取的指標變數有：自給肥料、化學肥料、農藥、綠肥作物等。化學肥料與農藥的不當及過量使用，對環境及生物均造成多方面負的影響，揮發之後更會造成空氣污染，其所含之鈉鹽及重金屬易造成土壤污染（謝順景，1994），其使用後隨著地表逕流匯入河川及地下水中，造成水質污染，亦可能影響到其他動植物，危害生物多樣性，其在農產品中的殘留則會危害人體健康。永續農業之發展傾向於不用或少用化學肥料或農藥。而自給肥料及綠肥作物主要在於運用天然有機質提高土壤肥沃度，並可替代化學肥料（張錦順，1982），所以綠肥作物種植面積愈大，給予農地有更長的休息機會，對地力之恢復或維持愈有利，愈能維持農業的永續經營（豐年，2000）。

在水土保持方面，主要的指標變數可取自水稻、檳榔、茶等三項作物。水稻所提供的生態功能時常被忽略，包括涵養水資源、調蓄洪水，淨化水質、防止土壤沖蝕、調節微氣候、洗鹽、庇護水鳥繁殖及覓食，淨化大氣等（林柏璋，2000）。檳榔為淺根作物，水土保持能力差，近十年來，因為檳榔之需求逐年增加，山坡地之檳榔因產期及品質關係，價格甚高，所以引發大量開發山坡地栽植檳榔。種植檳榔對生態環境造成的衝擊，包括土壤的沖蝕與流失、水資源涵養量的減少、地層的風化，九二一大地震後，種植檳榔的山坡地土石流問題甚為嚴重（林宗賢，2000）。茶樹耐陰性強，適合密植，能覆蓋地表（阮逸明，1993），但是因大量施肥，使其根系變淺，加上超限利用山坡地或濫墾（屈先澤，1992），亦不利於水土保持，經常成為集水區水源涵養及自然生態環境之破壞者（吳輝龍，1995），

所以高山茶的大規模種植也是不利於農業永續發展。

森林為多種植物和野生動物所組成之生物生態系(bioecosystem)，台灣為多山之地形，海拔之差異很大，因此保護森林對生物多樣性之歧異度貢獻良多。另一方面，台灣位處颱風徑路，容易暴雨成災，森林有防洪，保安國土，並維護居民生命財產安全之效果。所以台灣地區林業政策隨著社會環境的變遷，已由開採林業、育成林業、公益林業等階段，進入生態林業時期。農委會除加強集水區造林外，並辦理區外保安林、耕地防風林及海岸造林，以維護生態環境，發揮國土保安、涵養水源、綠化環境等效益。因此林地面積愈大，表示提供之效益愈高，愈有助於農業的永續發展，而實際砍伐量及造林量之比例，可以表示政府推行森林經營管理及保護之情形。

根據台灣農業年報，保安林依種類可分為九種，水源涵養林、土砂杆止林、飛砂防止林、風緻林、防風林、水害防備林、潮害防備林、魚附林、墜石防止林，保安林依其種類不同，提供不同之功能，包括水源涵養、減少地表沖刷、美化環境、減緩風力等(葛錦昭等，1988)，當然亦提供了生物多樣性維護的功能，因此保安林種植面積愈高，對生態環境的維護愈有貢獻，愈有利於農業的永續發展。

地層下陷方面，淡水養殖漁業對地層下陷之影響最大，故淡水養殖魚塭面積的增加，及魚群放養密度的集約，將因大量抽用地下水，使得地層發生失水收縮現象，導致地層嚴重下陷(秦啟文，1999)；而含水層中的地下水不足，則無法阻止海水入侵，地下水之含鹽量乃劇增，導致土壤與水質的惡化。另一方面，地層下陷不僅影響排水，亦使堤防之相對高度減低，防洪效果大減，危害居民安全(蘇瑞榮，2000)。所以，淡水養殖漁塭面積之擴大，相當程度地代表地層下陷之威脅，且面積愈大愈易造成地層下陷問題，愈不利於農業的永續發展。

環境污染方面，歷年來台灣因大規模養豬場的出現及大量毛豬的生產，已引發水源水質的污染、土壤污染、及惡臭(空氣污染)等問題(林昭榮，1998)。本研究選取豬隻出生頭數及養豬戶數反應農業不利於環境之活動。豬隻出生頭數與養豬頭數有正向關係，當養豬頭數愈多時，所造成之養豬污染問題愈嚴重。養豬戶數愈多愈分散各地，其污染影響也愈大，不利於農業的永續發展。以上，代表生態功能之所有變數，其計算方式及資料來源詳列於表1。

IV、主成份分析法

前一節分別就生產、生活及生態層面尋找指標變數，可見具參考價值的變數相當多且各具特性，如何將一大組有相關但卻不相同的變數，轉換成較少數新的無相關變數 (new uncorrelated variables)，即為本節所要說明之內容。皮爾森 (Pearson, 1901) 及賀德臨 (Hotelling, 1933) 發展出一套統計方法稱之為主成份分析法，即以線性組合方式構造出一大組變數之「主成份」，其「主成份」不但可維持原始變數的資訊，且使得原始變數的變異大都集中於「主成份」上，提高了分析的效率 (Lewis-Beck, 1994)。

設 $X' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ 為多變數之向量，其期望值及變異數—共變數矩陣為

$$E(X) = \mu, \quad V(X) = \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

若 X_i 之間有共線性，則 X_i 之間形成一橢圓體 (ellipsoid)，透過特徵值 (eigen-value) 及特性向量 (eigen-vector) 運算，可以把它直轉換 (orthogonal transformation) 成為新的變數 (主成份)，此新變數間則互相獨立。所以主成份之求法如下：

由 $|\Sigma - \lambda I| = 0$ ，可得 p 個特性值為

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$$

其對應的特性向量為

$$a_1, a_2, \dots, a_p$$

而 λ_i 與 a_i 有下列特性：

(1) a_1, a_2, \dots, a_p 互為獨立

$$\text{即 } a_i' a_i = 1, a_i' a_j = 0 \text{ for } i \neq j$$

(2) $\Sigma = \lambda_1 a_1 a_1' + \lambda_2 a_2 a_2' + \dots + \lambda_p a_p a_p'$

$$I = a_1 a_1' + a_2 a_2' + \dots + a_p a_p'$$

(3) $\Sigma a_i' \Sigma a_i = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$

將 X 轉換為 z ，藉由線性組合可獲得各主成份。

令 $\alpha = \{\alpha_i\}$ 為線性組合 p 個未知向量，且令 z_1 為 X 之線性組合之第 1 主成份，則

$$\begin{aligned}
z_1 &= \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1p}X_p \\
&= \sum_{i=1}^p \alpha_{1i}X_i = \alpha'_1 X
\end{aligned} \tag{1}$$

式中 $\alpha'_1 = (\alpha_{11} \ \alpha_{12} \ \dots \ \alpha_{1p})$ 。

欲使(1)式有惟一解，必須符合 $\alpha'_1 \alpha_1 = 1$

且 $V(z_1) = V(\alpha'_1 X) = \alpha'_1 \Sigma \alpha_1$

在 $\alpha'_1 \alpha_1 = 1$ 之條件下，欲求 $V(z_1) = \alpha'_1 \Sigma \alpha_1$ 之極大值，可利用 Lagrange multiplier 配合下列方程式求解

$$\begin{aligned}
\phi_1 &= V(z_1) - \lambda_1(\alpha'_1 \alpha_1 - 1) \\
&= \alpha'_1 \Sigma \alpha_1 - \lambda_1(\alpha'_1 \alpha_1 - 1)
\end{aligned}$$

其一階條件由 ϕ 對 α_1 偏微分，並令其結果等於 0，

$$\text{即 } \square \phi_1 / \alpha'_1 = 2 \Sigma \alpha_1 - 2 \lambda_1 \alpha_1 = 0$$

可得 $\Sigma \alpha_1 - \lambda_1 \alpha_1 = 0$

$$\alpha'_1 \Sigma \alpha_1 = \lambda_1 \alpha'_1 \alpha_1 = \lambda_1$$

所以得 λ_1 為 z_1 之最大變異數，而 λ_1 為 Σ 之特徵值， α_1 為 λ_1 之特徵向量， $\lambda_1 = V(z_1)$ 。

第 2 主成份

$$\begin{aligned}
z_2 &= \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{2p}X_p \\
&= \sum_{i=1}^p \alpha_{2i}X_i = \alpha'_2 X
\end{aligned} \tag{2}$$

為使 z_1 與 z_2 間獨立，必須符合 $\alpha'_2 \alpha_2 = 1$ 且 $\alpha'_1 \alpha_2 = 0$ 之條件

而 $V(z_2) = V(\alpha'_2 X) = \alpha'_2 \Sigma \alpha$

由 Lagrange multiplier 求解，

$$\begin{aligned}
\phi_2 &= V(z_2) - \lambda_2(\alpha'_2 \alpha_2 - 1) + u(\alpha'_1 \alpha_2 - 0) \\
&= \alpha'_2 \Sigma \alpha_2 - \lambda_2(\alpha'_2 \alpha_2 - 1) + u(\alpha'_1 \alpha_2 - 0)
\end{aligned}$$

一階條件如下：

$$\square \phi_2 / \alpha'_2 = 2 \Sigma \alpha_2 - 2 \lambda_2 \alpha_2 + u \alpha_1 = 0$$

亦即 $2 \alpha'_1 \Sigma \alpha_2 - 2 \lambda_2 \alpha'_1 \alpha_2 + u \alpha'_1 \alpha_1 = 0$

所以 $u=0$

$$\Sigma \alpha_2 - \lambda_2 \alpha_2 = 0$$

$$\alpha_2' \Sigma \alpha_2 = \lambda_2 \alpha_2' \alpha_2 = \lambda_2$$

可得 λ_2 為 z_2 之最大變異數，而 λ_2 為 Σ 之特徵值， α_2 為 λ_2 之特徵向量， $\lambda_2 = V(z_2)$ ，

且 $V(z_1) > V(z_2)$ 而

$$\text{cov}(z_1, z_2) = \text{cov}(\alpha_1 X_1, \alpha_2 X_2)$$

$$= \alpha_1' \text{cov}(X_1, X_2) \alpha_2$$

$$= \alpha_1' \Sigma \alpha_2 = 0$$

因為 $(\Sigma - \lambda_2 I) \alpha_2 = 0$

即 $\Sigma \alpha_2 - \lambda_2 \alpha_2 = 0$

故 $\alpha_1' \Sigma \alpha_2 = \lambda_2 \alpha_1' \alpha_2 = \lambda_2 * 0 = 0$

所以 z_1 與 z_2 間互為獨立。

同理可得第 i 主成份為

$$z_i = \alpha_{i1} X_1 + \alpha_{i2} X_2 + \dots + \alpha_{ip} X_p$$

$$= \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_j = \alpha_i' X$$

z_i 與 z_j 互為獨立。

將各 z_i 合併成矩陣則

$$z = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \cdots & \alpha_{1p} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \cdots & \alpha_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \alpha_{p1} & \alpha_{p2} & \cdots & \alpha_{pp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} = AX$$

且 $A'A = I$

z 之期望值及變異數—共變數矩陣為

$$E(z) = E(AX) = A\mu$$

$$\text{且 } V(z) = V(AX) = AV(X)A' = A\Sigma A'$$

$$= \Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_p \end{bmatrix}$$

即 λ_i 為 z_i 之主成份變異數，也是 Σ 之特徵值， α_{ij} 表示第 j 個反應值對第 i 個主成份影響大小及方向。而第 i 個主成份之重要性為 λ_i 在全部主成份中所佔的比例，以 P_i 表示之為

$$P_i = \frac{\lambda_i}{\text{tr}(\Sigma)} = \frac{\lambda_i}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p}$$

z_i 與 X_j 之關係：

$$\text{由 } (\Sigma - \lambda_i I)\alpha_i = 0 \text{ 則 } \Sigma \alpha_i = \lambda_i \alpha_i$$

$$\begin{aligned} \text{cov}(z_i, X_j) &= \text{cov}(\alpha_i X_i, X_j) \\ &= \alpha_i \text{cov}(X_i, X_j) \\ &= \alpha_i \sigma_{ij} = \lambda_i \alpha_{ij} \end{aligned}$$

$$V(z_i) = \lambda_i$$

$$V(X_j) = \sigma_{jj}$$

$$\text{所以可知 } \rho_{z_i, X_j} = \frac{\text{cov}(z_i, X_j)}{\sqrt{V(z_i)V(X_j)}} = \frac{\lambda_i \alpha_{ij}}{\sqrt{\lambda_i \sigma_{jj}}} = \frac{\alpha_{ij} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{\sigma_{jj}}}$$

ρ_{z_i, X_j} 即為第 j 變數與第 i 主成份之相關係數。

一般當隨機變數之單位相同時，可由變異數—共變數矩陣 (Σ) 求特徵值及特徵向量，但單位不同時，則不宜以變異數—共變數矩陣求特徵值，應以相關矩陣 (R) 求特徵質及特徵向量才合理。若以多變數之相關矩陣 (ρ) 代替變異數—共變數矩陣 (Σ)，則由 $|\rho - \lambda I| = 0$ ，其特徵值及特徵向量為

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$$

$$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$$

$$z_i = \alpha_{i1}X_1 + \alpha_{i2}X_2 + \dots + \alpha_{ip}X_p$$

$$\rho_{z_i, X_j} = \frac{\alpha_{ij} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{\rho_{jj}}} = \alpha_{ij} \sqrt{\lambda_i}$$

$\rho_{jj} = 1$ 為相關矩陣 ρ 對角陣上之元素。

在實際應用上，一方面為精簡變數之數目，而且還要維持資料應有的性質，究竟應該保留多少個主成份？下列幾個依據可提供參考（沈明來，1998）

- (1) 保留比平均特徵值大的成份，在以相關矩陣求特性值時，則保留特徵值大於 1 的主成份。
- (2) 在所有特性值中保留 80% 或 90% 以上特徵值所對應的主成份。
- (3) 由特徵值大小與特徵值個數作傾斜度圖解，當主成份個數增加時，而特徵值變化不大，即為保留主成份個數之所在。

V、實證研究

本研究採用 1972 年起至 1997 年止之年資料（表 12），利用主成份分析法粹取出主成份，以主成份來說明原先眾多變數的變動趨勢，達到量化、簡化的目的，也符合指標建立之多項準則，從而剖析指標之內涵，說明生產、生活、生態等三方面的變化軌跡與趨勢，以進一步分析推動農業永續發展可行的政策。

1、生產面

代表生產功能原有 11 個指標變數，經標準化並算出相關係數（參見表 2），接著求相關矩陣之特徵值（eigen-value）及標準化特徵向量（eigen-vector）。表 3 為各成份之特徵值，根據特徵值大於 1 之原則，生產面可取出二個主成份，其特徵值之變異數累積率已達 82.447%，亦即此二主成份已能解釋八成以上原有 11 個變數之變動趨向。

(1) 指標一（PC1）

PC1 之解釋能力高達 72.154%，主要反應生產功能之趨勢，而與 PC1 高度相關的變

數有：(1) 反應土地投入之水田面積、(2) 反應資本投入之曳引機數及 (3) 反應技術進步之稻作單位面積產量等三項指標變數(參見表 4)。由表 5 可看出，PC1 的谷點在 1974 年、1979 年及 1989 年，可能原因是 1974 年發生糧食危機，所以 PC1 跌至谷底，回升之後又下降，在 1979 年達另一低點，此一波動幅度不大，之後又呈上升之趨勢。在 1982 年上升，1983 年及 1984 年則小跌；1985 年再上升，但是在 1989 年又下跌，所以 1979 年至 1989 年期間之波動稍大，之後呈迅速上升之勢。

水田面積對 PC1 有負的影響，1977 年之前水田面積持平，約在 515,545 公頃至 520,763 公頃之間，之後因為工商業及都市化的發展，水田變更地目成為工商用地或道路用地，呈現逐年遞減的現象，至 1997 年已剩下 454,865 公頃，表示歷年來農地的品質已下降，對於生產功能並不利，但是 PC1 仍呈上升趨勢，這是因為生產功能受其他正向因素之影響更大。農家之曳引機數對 PC1 亦有正向的影響，曳引機數逐年遞增，1972 年只有 726 台，1973 年起實施「加速農村建設重要措施」，除加強辦理農機低利貸款外，並積極輔導小農實施共同作業，發動公營機構及獎助民間組織辦理農機代耕、租用及分期付款業務。1980 年起實施「提高農民所得加強農村建設方案」，加速推行農業機械化，根據「設置農業機械化基金，促進農業全面機械化計畫」，貸放農民及農漁民團體購置農漁機具，對新型或急需推動之農機，酌予補助，另加強推行有關措施，包括輔導發展國產農機，普設育苗中心，強化鄉鎮農機推行中心及加強農民農機訓練，在 1979 年至 1982 年間，共推廣各類農機 15 萬台。往後政策雖未特別強調農業機械化，但是機械化已為時勢所趨，所以至 1997 年曳引機已達 14,066 台，對農業的生產功能帶來正面的貢獻。

稻作單位面積產量之趨勢與 PC1 相類似，1972 年為每公頃 3,307 公斤，1973 年起實施「加速農村建設重要措施」，優先辦理水稻及其他糧食作物之改進生產技術，提高單位面積產量，擴大推廣面積，並加強收穫、乾燥與倉儲等設備，以及農業試驗研究及推廣工作。1980 年實施「提高農民所得加強農村建設方案」，加強農業試驗研究，並詳列多項要點。1995 年之「農業政策白皮書」，在科技發展政策方面強調整合性、地區性及重點性，加速開發生物科技，發展兼顧農業經營效率及生態平衡之技術，強化科技研發成果之推廣體系，促進產業升級。所以技術進步反應在稻作單位面積產量的提升，至 1997 年已升至 4,565 公斤，促使農業生產功能提升。

整體而言，農業之生產功能在糧食危機之後有明顯改善趨勢，但其過程中，對應的谷點仍有 1974 年、1979 年及 1989 年，對照政府在 1969 年所頒佈的「新農業政策—農業政策檢討綱要」，PC1 並無提高生產功能之作用，1973 年所宣布施行的「加速農村建設重要措施」及 1973 年九月所制定頒佈的「農業發展條例」，則有提高生產功能之作用，而 1982 年所實施之第二階段農地改革其效果似乎只是維持生產功能不衰退，從 1991 年起施行六年的「農業綜合調整方案」，對生產功能之提升，似乎發揮了相當的功效。

(2) 指標二 (PC2)

PC2 之解釋能力雖然只有 10.293%，但 PC2 的起伏變化很大，可用以補充 PC1 說明生產功能的短期波動情形。PC2 在 1973 年為 1.27，在 1975 年降為 -1.26，至 1979 年又升至 0.45，1982 年又降為 -1.11 之後又持平至 1985 年仍維持在 -1.14，然後持續上升至 1989 年達最高點為 2.79，接著又呈下跌趨勢，在 1995 年又跌至 -0.39，至 1997 年又上升至 0.94，充分反應生產功能之波動性質，追蹤其主要之相關變數，可發現為出口比例與 PC2 有正向相關，出口比例在 1973 年為 41% 為最高，至 1975 年降為 32%，至 1979 年升為 40.3%，至 1982 年降為 32.68%，在 1986 年升為 37.47%，至 1989 年降為 30.39%，在 1991 年又升為 33.14%，在 1993 年又下降為 30.51%，至 1995 年又升至 37.4%，由起伏變化中的幾個高峰點看來，臺灣出口競爭力對生產功能的影響，仍是在波動中呈下降之趨勢。

2、生活面

代表生活功能之指標變數有 12 種，由表 6 可選取特徵值大於 1 之二個主成份，其特徵值之變異數累積率已達 84.282%，可見兩個主成份已有接近八成五的解釋能力，可用於分析生活功能之變化。

(1) 指標一 (PL1)

PL1 之解釋能力高達 71.098%，由表 5 可知 PL1 在 1972 年最低，只有 -1.82，1973 年升至 -0.12，之後大致呈現平緩的趨勢，在 1983 年微降至 -1.04，之後呈微幅上升之趨勢，在 1994 年上升至 1.63，1995 年下降至 0.4，1996 年之後迅速上升，在 1997 年已上升為 3.4。由表 7 可注意到其主要相關之變數為農家家庭設備之改善、農家實質平均每戶可

支配所得及農家實質平均每人消費支出等。臺灣農家家庭設備有明顯逐年改善之趨勢，在 1972 年農家家庭設備改善指數為 10.49，至 1997 年已升至 108；其次，農家實質平均每戶可支配所得及農家實質平均每人消費支出兩者亦呈逐年上升之趨勢，農家實質平均每戶可支配所得在 1972 年為 144,611 元，至 1997 年已達 545,014 元；農家實質平均每人消費支出在 1972 年為 22,405 元，至 1997 年已達 100,041 元，表示農家生活在可支配所得及消費支出方面均有日漸富裕之趨向。至於 PL1 先呈持平之趨勢，在 1990 年之後上升幅度才較為明顯。對應 1973 年之「加速農村建設重要性措施」及 1979 年之「提高農民所得加強農村建設方案」，兩項政策對生活功能之維持似乎未發揮功效，而 1982 年之「加強基層建設提高農民所得方案」，以及 1985 年之「改善農業結構提高農民所得方案」，則對生活功能的提升似乎才開始發揮功效，1992 年開始為期六年的「農業綜合調整方案」，對農業的生活功能則有急速的上升作用。

(2) 指標二 (PL2)

PL2 表達生活功能之起伏變化情形，其特徵值變異數 (見表 6) 的百分比只有 13.184%，由表 5 可知，PL2 在 1977 年之前呈上升之趨勢，至 1989 年之間呈較平穩之勢，在 1990 年又竄升，之後又呈下跌之勢。在 1973 年為最低，只有 -2.03，在 1977 年升為 0.24，至 1989 年之間呈二波微幅的震盪，在 1979 年 -0.39 及 1984 年 -0.55 為谷底，在 1982 年 0.26 及 1988 年 0.59 為頂點。在 1990 年竄升為 1.99，之後幾年又呈下跌之趨勢，在 1994 年為 0.6 已降至 1988 年左右之水準，1996 年為 -0.23 已降至 1970 年代之水準，在 1997 年更降為 -1.8。由表 7 可看出，主要相關變數為農業依存度，在 1974 年達 48.1% 之前，呈上升趨勢，之後明顯下降，1980 年達谷底 29.62%，接著又攀升，在 1981 及 1982 年上升速度較快，在 1982 年已達 35.39%，之後即呈微幅波動上升之趨勢，在 1996 年達 39.96%，但是在 1997 年則又跌至 31.13%。其所對應之轉折點主要在 1974 年為高峰及 1980 年為谷底，可能原因為在 1973 年發生第一次石油危機，使得一般經濟受到很大的衝擊，所以農家之農業依存度提高，之後工商業再發達起來，農業依存度又快速下降，1982 年之後維持之比例則約在 35-40% 之間。

3、生態面

代表生態功能之指標變數共有 13 個，表 8 摘要解說各成份之總變異量，選取特徵值大於 1 者共有三個主成份，其特徵值之變異數累積率已達 89.582%，換言之接近九成之生態變數，可由此三個主成份表達其內涵。

(1) 指標一 (PE1)

PE1 具有解說趨勢變化之最大情報，其特徵值變異數的百分比為 64.153%，由表 5 可知，PE1 在 1975 年為 -1.47，之後呈逐漸上升之趨勢，至 1995 年已升至 1.49，之後微降，在 1997 年為 1.37。由表 9 可知自給肥料、茶對 PE1 有負向的影響，而淡水養殖漁業則有正向的影響力。自給肥料使用量在 1972 年為 12,026,254 公噸，至 1997 年已降至 3,712,835 公噸，表示自給肥料使用量呈逐年下降之趨勢，農民已很少用其改善地利。茶樹種植面積在 1972 年為 33,508 公頃，至 1997 年已降至 21,199 公頃，可見茶樹所帶來之水土流失問題應有緩和之契機。淡水養殖漁業則呈逐年增加之趨勢，在 1972 年淡水魚塭養殖面積為 10,275 公頃，至 1983 年已增為 19,015 公頃，之後微幅下跌，在 1986 年下降為 17,557 公頃，之後又迅速上升，1990 年達最高峰為 25,599 公頃，之後又微幅下跌，至 1997 年降為 21,103 公頃，整體趨勢表示其所帶來對農業生態之影響有加重之疑慮。綜合言之，農業之生態功能並未有改善之跡象，由自給肥料的減少及淡水養殖漁業的增加，造成 PE1 所反應之生態功能呈下降趨勢，表示現行農業生產仍與生態維護有所衝突。

(2) 指標二 (PE2)

PE2，由表 8 可知，PE2 特徵值為 2.289，特徵值變異數的百分比為 17.608%。由表 5 可知，PE2 在 1975 年為 -0.008，之前為下降趨勢之後略為上升，在 1977 年升為 0.74，至 1986 年間呈微幅下跌趨勢，在 1986 年降為 -0.58，在 1988 年驟降為 -2.03，之後幾年又呈快速上升之趨勢，在 1997 年已升為 2.26。由表 9 可看出，主要關係之變數為綠肥作物與實際砍伐量及造林量之比例。PE2 之變動方向與綠肥作物較具同向變動之關係。綠肥作物種植面積在 1972 年為 37,653 公頃，至 1988 年跌到谷底為 6,534 公頃，以前是呈下降的趨勢，之後才呈上升之趨勢，而且上升之幅度非常急速，在 1997 年為 54,491 公頃，這可能是 1984 年實施稻田轉作政策，促使綠肥作物種植面積上升，而綠肥作物種植面積之上

升對於農用土地的地利維持有正面貢獻，所以 PE2 所反應之農業生態功能是呈先降（過度生產）再後升（休耕）之趨勢。

(3) 指標三 (PE3)

PE3 之特徵值為 1.017，特徵值變異數的百分比為 7.82%。由表 5 可知，PE3 在 1982 年至 1987 年間有較大之起伏外，其餘各年均維持在一平穩之趨勢。在 1982 年之前，略呈先跌後升之勢，在 1972 年為 -0.09，至 1978 略跌為 -0.96，之後略升在 1982 年為 -0.32，1983 年驟升至 3.63，1985 年又降為 0.24，1986 年回升為 0.89，1987 年又降為 -0.74，之後呈略為上升之勢，在 1990 年曾一度升至 0.28 之後又稍微下跌，在 1997 年已為 -0.18。由表 9 可知主要之相關變數為化學肥料及實際砍伐量及造林量之比例。其變動趨勢與實際砍伐量及造林量之比例較具有同方向之變動關係，而林木實際砍伐量及造林量之比例在 1982 年是呈微幅下降之趨勢，比例由 0.6 微幅下降至 0.4，1983 年驟然上升至 2.06 為最高，1984 年降為 1.57，1985 年降為 0.77 之後各年又呈逐年下降，至 1997 年已降至 0.12，這是由於林業政策的改變，森林的砍伐速率有下降之趨勢，對農業的生態功能有加分之作用。

4、綜合指標

將生產、生活及生態三方面之所蒐集的各指標變數，視為代表農業三生的指標變數，再進行主成份分析，可取得五個主成份，以此用於解說農業的三生功能。表 10 摘要解說各主成份之總變異量，其特徵值之變異數累積率已達 91.969%，可見此五大主成份相當具有代表性，以下再選各主成份說明之。

第一主成份 Z1 之解釋能力達 66.904%，且由表 11 之成份矩陣，可注意到農家家庭設備之改善、曳引機、農家實質可支配所得、農家實質平均每人消費支出、毛豬生產頭數、稻作單位面積產量、淡水養殖漁業等變數有強的正向影響力，而茶、水稻田、水田面積、自給肥料具有強的負向影響力。由 Z1 之趨勢可以發現，農業之三生功能有逐年改善之表現，特別是生產功能及生活功能均有明顯改善，但是農業的生態功能則並未如 Kuznet 曲線之預期，在成長之後會有明顯改善之跡象，此一傾向是不利於農業的永續發展，值得重視。

Z2 之解釋能力為 10.975%，綠肥作物、森林等相關變數有強的正向影響力，這些指標均是代表生態性的指標。由 Z2 之趨勢，可以發現農業生態功能在 1991 年之後有些微下降之趨勢，更可以補充說明由 Z1 所做之分析，表示農業之生態功能應更加強，才能促進農業的永續發展。

Z3 之解釋能力為 5.729%，變化波動非常大，代表有關生活功能之波動，其所對應之農業依存度出現轉折點在 1975 年為高峰及 1979 年為谷底。1973 年發生的第一次石油危機，使得經濟受到很大的衝擊，所以農家之農業依存度提高，Z3 在 1975 年達高峰，至 1990 年第二次石油危機又達到另一高峰，Z3 呈現起伏波動之情形，並不利於農業的穩定與永續發展。

Z4 之解釋能力只有 5.033%，變化波動亦很大，在 1978 年達高峰為 1.16，之前呈上升之趨勢，之後下降，1983 年達谷底為-2.7，之後又一路上升，在 1997 年已達到 1。主要是因化學肥料使用量過多對農業生態環境的破壞日漸嚴重，所以 Z4 反應農業之生態環境朝向惡化，並不利於農業的永續發展。

Z5 之解釋能力為 3.329%，變化波動亦大，主要相關變數是代表生產功能之實質農業固定資本形成，由於實質農業固定資本形成反應農業資本的累積，愈高對農業生產功能愈有貢獻，而 Z5 之反應並無改善或惡化之趨勢，但是其波動性並不利於農業的永續發展。

主成份分析法所求得的第一主成份其解釋能力最高，因此若將三生功能、生產功能、生活功能、生態功能等之第一主成份，建立一迴歸模式，可用以分析三生功能與各別功能之關係。以普通最小平方法進行迴歸分析，並以一階遞差法矯正自行相關問題，其結果如下式：

$$Z1 = 0.0016 + 0.289 PC1 - 0.067 PL1 + 0.778 PE1$$

$$(0) \quad (3.705)^* \quad (-0.942) \quad (2.169)^*$$

$$R^2 = 1 \quad \bar{R}^2 = 1 \quad D. W. = 2.403^*$$

括弧內之數值為各估計係數之 t 值，其中*表示在 5%顯著水準下顯著，所以上式除了常數項及 PL1 對 Z1 並無顯著影響外，其餘兩變數有顯著的影響力。由於式中所有變數均以主成份分析法求出，而且 Z1 之指標變數已完全涵蓋 PC1、PL1 及 PE1 之所有指標變數，因此上列迴歸式之 R^2 及 \bar{R}^2 均等於 1，D.W.值在顯著水準 5%時顯著，可見此一時間數列

模型之自行相關問題已獲矯正。

迴歸式中各變數已標準化，所以生產功能 PCI 若改善 1%，三生功能將增加 0.289%，農業長期以來生產功能已呈上升趨勢，未來在整體經濟快速成長及貿易自由化的壓力下，其貢獻將相形見拙，尤其傳統產品的增加對改善農業的生產功能貢獻不高，從而也對三生功能的貢獻不大。反之，農業生態功能之變化對三生功能有較大的影響，當 PEI 上升 1%，三生功能增加 0.778%，但是值得重視的是，PEI 愈大表示農業之生態功能愈形惡化，所以過去以來生態功能愈惡化，對三生功能反而愈有貢獻，此一結果似乎有違理想。但是追蹤對應於 PEI 之主要變數，可以發現自給肥料的減少及淡水養殖漁業之增加，雖然使得生態功能惡化，但是其對產值的增加卻貢獻良多，而反應於生產功能之增加，所以生態功能下降對三生功能反而發揮正向之影響，此亦可看出，農業在追求生產提升時，環境的維護並未相對受到注重。至於生活功能方面，由於農家兼業收入之比重相當大，因此家庭設備、可支配所得或每人消費支出等的改善，大多仰賴非農業部門之發展，所以對農業三生之貢獻反而為逆向，但統計檢定並不顯著。綜合言之，農政方向當前仍以加強農業環境生態功能之維持與改善最具重要性，而且此一方針也才能完全符合農業永續發展之要件。

VI、結語

我國農業發展一向相當注重生產及勞動、土地之充份就業，近年來雖再強調附加價值的提升，使農業的國內生產毛額（GDP）能持續增加，反應出農業的生產功能就絕對值而言，有增進之現象；但是，農業佔整體國內生產毛額的比重，卻逐年下降，因其與其他產業相較之下，已面臨甚為明顯的成長極限，故已有相形見拙之勢。

台灣農業因農場規模小，缺乏經濟規模之效率，生產成本偏高，難與大農國家之農業生產相競爭；另一方面，過去偏重農業生產而忽略農業的生活功能，使農業比重較高的縣分，其人口密度飽和或漸下跌，人口外流至工商業較發達的都市化地區，顯現農村的生活功能相對不足，居民開始以腳投票，選擇新的生活空間。至於農業的生態功能，目前已有許多的農業生產行為為了增產而破壞了原有的農業生產環境，例如：化學肥料、農藥、殺草劑等的大量使用，造成生態保育不佳，甚至環境污染也日漸嚴重；沿海地區養殖漁業的

蓬勃發展，超抽地下水，以致海水入侵或地層下陷；山坡地的開發與利用則造成嚴重的水土流失，甚至愈演愈烈的土石流；還有養豬產業的快速發展，畜牧場排放出大量的廢水，造成水污染問題等。因此，近年來農政機關在農業政策的規劃與推動上，已由鼓勵增產的單方向政策，增加生活面及生態面等農業多功能的方向來發展，希望維護農業永續發展。

本研究分別由生產面、生活面及生態面分析，建立評量指標，探討農業發展是否依循政策指導朝向三生目標而邁進，進而達到永續發展之境界。分析結果發現：生產功能就 PC1 分析，長期確有上升之趨勢，但 PC2 之波動過大，所以生產功能的提升仍受其他因素之影響而起伏不定。

農業之生活功能就 PL1 分析，生活功能過去一直持平未見改善跡象，1990 年之後上升幅度才較為明顯，但是 PL2 呈現生活功能有波動情形，表示農業的生活功能還有改善的空間。

就代表生態功能之 PE1 分析，農業生態功能並未有明顯改善之情形，甚至還呈下降之趨勢，此一方向對農業的永續發展並不利；至於 PE2 則反應農業生態功能是先降後升之趨勢，表示農業之生態功能應有改善之著力點；而 PE3 則反應出農業生態功能呈持平之趨勢，但其解釋力較弱。

觀察綜合指標 Z1，顯示農業之三生功能有逐年改善之情勢，特別是前面指出，生產功能明顯改善，近年來生活功能也有改善，這兩方面相當有助於提升三生功能，但是農業的生態功能則並未如預期有所改善。因此三方面綜合之結果，固然有可喜之處，但也凸顯出未來應加強改善的重點。

應用 Z1 對生產、生活、生態各主成份進行迴歸分析，結果發現，生產功能改善對三生功能最具增加能力，但是農業長期以來生產功能已呈上升趨勢，未來在整體經濟快速成長及貿易自由化的壓力下，其貢獻將相形見拙，尤其傳統產品的增加對改善農業的生產功能貢獻不高，因此未來不宜過份依賴此一功能之改善。反之，農業生活及生態功能都有很大的影響力尚未充分發揮，只是政策措施有待檢討，例如推廣自給肥料、約束淡水養殖漁業之增加，以及農村生活機能的建設等，都是應加重施政之部分。

在邁入 21 世紀之際，欲使農業永續發展，不能僅以產值做為衡量價值的唯一指標，而應從全面、多元的觀點，發揮農業的多功能性，如此才能維護台灣的生物多樣性、保障糧食安全及保育自然生態，使農業仍是國家經濟建設中的基本產業。

表 1 農業永續發展指標

方向	指標變數	說明	計算方式	單位	資料來源
(一)產出					
+	I. 實質陸域農業生產總值	陸域之農業生產力愈高，表示生產力愈好	加總(農產、畜產、林產、內陸養殖漁業)生產總值，以農業物價總指數(以1991年為基期)平減	千元	台灣農業年報
+	II. 出口比例	愈高，表愈具國際競爭力，但不利於農業的永續發展	農產品出口總值/農業生產總值	%	農產貿易統計要覽 台灣農業年報
(二)土地投入					
+	I. 水田面積	愈高，表對農業生產愈有利	水田耕地面積	公頃	台灣農業年報
+	II. 旱田面積	愈高，表對農業生產愈有利，但不利於農業的永續發展	旱田耕地面積	公頃	台灣農業年報
(三)勞動投入					
-	I. 農場經營主高齡化程度	愈大，表農場主經營年齡愈老化，對農業生產愈不好	65歲以上(或60歲以上) / 全部	%	1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告 1979年之後為台灣農業年報 1979年(含)前為60歲以上，以後為65歲資料
+	II. 農場經營主高等教育程度	愈高，表平均教育程度愈高，愈能吸收新知，跟上時代，對農業生產有利	大專以上 / 全部	%	1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告 1979年之後為台灣農業年報

(四)資本投入							
+	I. 耕耘機	愈高，表農業資本投入愈多，可提高生產效率	農家年底現有耕耘機數	台	台灣農業年報		
+	II. 曳引機	愈高，表農業資本投入愈多，可提高生產效率	農家年底現有曳引機數，1972、1973年為趨勢值推估	台	台灣農業年報		
+	III. 實質農業固定資本形成	愈高，表農業固定資本投入上升，愈有利於農業生產	農業固定資本形成，以國內生產與支出平減價格指數(固定資本形成毛額)(基期1991年=100)平減	百萬元	Taiwan Statistical Data Book、中華民國臺灣地區國民所得		
(五)技術進步							
+	I. 稻作單位面積產量	愈高，反應技術進步，愈有利於農業生產	水稻(糙米)每公頃產量	公斤/公頃	台灣農業年報		
+	II. 實質農業部門研發支出	愈高，表農業科技的研發增加，對農業生產愈有貢獻	農業部門研發支出，1972-1979年、1997年為趨勢值推估，以國內生產與支出平減價格指數(政府消費)(基期1991年=100)平減	百萬元	Taiwan Statistical Data Book、中華民國臺灣地區國民所得		
(一)經濟							
+	I. 實質可支配所得	愈高，表示農家之經濟條件愈改善	農家所得-所得稅(利息支出+捐贈與其他移轉)，以農民所得物價指數(1991年為基期)平減	元	1966-1978年由台灣省家庭收支調查報告之資料換算 1967年1969年缺資料,以內插法補之 1978年之後為台灣農業年報資料		
生活功能							

(二) 社會特性			
-	I. 農場經營主高齡化程度	愈大，表農場主經營年齡愈老化，農村社會老年齡老化之趨勢	65歲以上(或60歲以上) / 全部
+	II. 農場經營主高等教育程度	愈高，表平均教育程度愈高，愈能吸收新知，跟上時代，社會地位也會提升	大專以上 / 全部
(三) 生活條件			
+	I. 農家庭設備之改善	愈高，表物質生活條件愈改善	彩色電視機、電冰箱、洗衣機、電話、冷暖氣機、鋼琴、機車、小汽車、報紙、書刊雜誌換算成以1995年為基期之指數，加總平均之
+	II. 農家相對於非農家庭設備之改善	愈高愈好，愈接近1，表農家相較於非農家物質生活條件差距愈小	農家與非農家庭設備指數相除
(一) 地利維持			
+	I. 自給肥料	愈高，表對地力之維持愈有利，愈能維持永續農業的經營	自給肥料使用量
生態功能			公噸
			台灣農業年報

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

1979年(含)以前資料源自臺灣省家庭收支調查報告

-	II. 化學肥料	愈低，對土壤酸化之影響愈小	化學肥料使用量	公噸	台灣農業年報
-	III. 農藥	愈低，對農業生態之衝擊愈小	農藥使用量	公噸	台灣農業年報
+	IV. 綠肥作物	愈高，表對地力之維持愈有利，愈能維持永續農業的經營	綠肥作物種植面積	公頃	台灣農業年報
(二) 水土保持					
+	I. 水稻田	愈高，提供愈多之涵養水源、調節微氣候等生態功能	水稻種植面積，1978 年後為收穫面積	公頃	台灣農業年報
-	II. 檳榔	愈高，不利山坡地水土保持	檳榔種植面積	公頃	台灣農業年報
-	III. 茶	愈高，不利山坡地水土保持	茶樹種植面積	公頃	台灣農業年報
(三) 生物多樣性維護					
+	I. 森林	愈高，提供涵養水源、生物棲息、國土保安等功能	林地面積	公頃	1967 年前為台灣省林業統計之後為台灣農業年報
+	II. 保安林	愈高，提供涵養水源、美化環境、國土保安等功能	保安林種植面積	公頃	1978 年前為台灣省林業統計之後為台灣農業年報
-	III. 實際砍伐量及造林量之比例	愈高，表砍伐速度大於造林速度，不利生態環境	森林主產物砍伐面積 / 造林面積		森林主產物砍伐面積: 源自台灣省林業統計 造林面積: 1970 年以前源自為臺灣省統計年報, 之後為台灣農業年報

(四)地層下陷					
-	I.淡水養殖漁業	愈高，愈易造成地層下陷問題	淡水養殖魚塭面積	公頃	台灣農業年報
(五)環境污染					
-	I.毛豬出生頭數	愈高，造成之養豬污染之問題愈多	小豬出生頭數	頭	台灣農業年報
+	II.養豬戶數	愈低，影響污染之影響層面降低，因為大規模污染防治較好	養豬戶數	戶	台灣農業年報

表2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	實質陸域 農業生產 總值	出口比 例	水田面 積	旱田面 積	農場經營 主高齡化 程度	農場經營 主高等教 育程度
實質陸域農業生產總值	1.000	-.542	-.868	.687	.752	.810
出口比例	-.542	1.000	.477	-.468	-.232	-.423
水田面積	-.868	.477	1.000	-.734	-.877	-.953
旱田面積	.687	-.468	-.734	1.000	.747	.683
農場經營主高齡化程度	.752	-.232	-.877	.747	1.000	.825
農場經營主高等教育程度	.810	-.423	-.953	.683	.825	1.000
耕耘機	.598	-.428	-.576	.632	.410	.551
曳引機	.933	-.491	-.967	.683	.834	.919
實質農業固定資本形成	.557	-.140	-.713	.656	.837	.616
稻作單位面積產量	.861	-.452	-.950	.683	.833	.925
實質農業部門研發支出	.651	-.352	-.901	.667	.832	.848
實質可支配所得	.839	-.413	-.982	.741	.893	.956
農業依存度	-.273	-.073	.205	-.159	-.285	-.212
消費傾向	-.885	.496	.849	-.778	-.716	-.784
儲蓄傾向	.885	-.496	-.849	.778	.716	.784
實質平均每人消費支出	.836	-.411	-.985	.772	.919	.951
農業所得對消費支出之充足 率	.646	-.543	-.699	.627	.509	.629
恩格爾係數	-.427	.080	.639	-.231	-.609	-.602
農家與非農家所得水準之比 較	.796	-.500	-.792	.625	.757	.726
農家家庭設備之改善	.918	-.450	-.965	.704	.847	.936
農家相對於非農家家 庭設備之改善	.809	-.289	-.827	.489	.710	.804
自給肥料	-.965	.502	.890	-.712	-.794	-.830
化學肥料	.522	-.343	-.452	.685	.364	.498
農藥	.713	-.530	-.635	.296	.364	.655
綠肥作物	-.204	.272	-.149	.066	.236	.245
水稻田	-.892	.425	.983	-.692	-.885	-.929
森林	-.458	.260	.245	-.252	-.145	-.223
保安林	.928	-.424	-.885	.590	.775	.843
檳榔	.770	-.403	-.965	.792	.896	.921
茶	-.895	.422	.971	-.759	-.890	-.933
實際砍伐量及造林量之比例	.062	-.174	.217	-.353	-.400	-.233
淡水養殖漁業	.884	-.545	-.882	.755	.733	.812
毛豬生產頭數	.906	-.399	-.944	.727	.833	.891
養豬戶數	-.929	.530	.839	-.682	-.696	-.808

(續) 表 2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	耕耘機	曳引機	實質農業 固定資本 形成	稻作單 位面積 產量	實質農業 部門研發 支出
實質陸域農業生產總值	.598	.933	.557	.861	.651
出口比例	-.428	-.491	-.140	-.452	-.352
水田面積	-.576	-.967	-.713	-.950	-.901
旱田面積	.632	.683	.656	.683	.667
農場經營主高齡化程度	.410	.834	.837	.833	.832
農場經營主高等教育程度	.551	.919	.616	.925	.848
耕耘機	1.000	.602	.366	.573	.369
曳引機	.602	1.000	.666	.933	.811
實質農業固定資本形成	.366	.666	1.000	.572	.699
稻作單位面積產量	.573	.933	.572	1.000	.862
實質農業部門研發支出	.369	.811	.699	.862	1.000
實質可支配所得	.585	.947	.718	.947	.906
農業依存度	-.592	-.283	-.156	-.285	-.079
消費傾向	-.795	-.875	-.597	-.834	-.690
儲蓄傾向	.795	.875	.597	.834	.690
實質平均每人消費支出	.553	.945	.747	.947	.925
農業所得對消費支出之充足率	.282	.654	.498	.617	.665
恩格爾係數	-.199	-.609	-.456	-.659	-.660
農家與非農家所得水準之比較	.226	.795	.556	.749	.673
農家家庭設備之改善	.676	.982	.688	.936	.795
農家相對於非農家家庭設備之改善	.645	.856	.640	.791	.635
自給肥料	-.686	-.951	-.646	-.867	-.688
化學肥料	.659	.437	.086	.502	.298
農藥	.544	.708	.160	.700	.421
綠肥作物	-.313	-.034	.032	.194	.410
水稻田	-.563	-.976	-.740	-.934	-.855
森林	-.751	-.385	-.127	-.284	-.027
保安林	.655	.954	.603	.862	.656
檳榔	.499	.889	.762	.916	.939
茶	-.654	-.972	-.722	-.929	-.842
實際砍伐量及造林量之比例	-.071	-.052	-.314	-.180	-.383
淡水養殖漁業	.796	.905	.640	.859	.718
毛豬生產頭數	.613	.948	.695	.913	.797
養豬戶數	-.789	-.912	-.513	-.832	-.598

(續)表2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	實質可支配所得	農業依存度	消費傾向	儲蓄傾向	實質平均每人消費支出
實質陸域農業生產總值	.839	-.273	-.885	.885	.836
出口比例	-.413	-.073	.496	-.496	-.411
水田面積	-.982	.205	.849	-.849	-.985
旱田面積	.741	-.159	-.778	.778	.772
農場經營主高齡化程度	.893	-.285	-.716	.716	.919
農場經營主高等教育程度	.956	-.212	-.784	.784	.951
耕耘機	.585	-.592	-.795	.795	.553
曳引機	.947	-.283	-.875	.875	.945
實質農業固定資本形成	.718	-.156	-.597	.597	.747
稻作單位面積產量	.947	-.285	-.834	.834	.947
實質農業部門研發支出	.906	-.079	-.690	.690	.925
實質可支配所得	1.000	-.284	-.849	.849	.991
農業依存度	-.284	1.000	.377	-.377	-.243
消費傾向	-.849	.377	1.000	-1.000	-.831
儲蓄傾向	.849	-.377	-1.000	1.000	.831
實質平均每人消費支出	.991	-.243	-.831	.831	1.000
農業所得對消費支出之充足率	.642	.433	-.665	.665	.656
恩格爾係數	-.666	.295	.475	-.475	-.645
農家與非農家所得水準之比較	.740	.068	-.654	.654	.769
農家家庭設備之改善	.955	-.375	-.895	.895	.948
農家相對於非農家家庭設備之改善	.808	-.421	-.785	.785	.791
自給肥料	-.878	.425	.919	-.919	-.872
化學肥料	.470	-.278	-.625	.625	.458
農藥	.597	-.311	-.575	.575	.572
綠肥作物	.187	.207	.229	-.229	.222
水稻田	-.971	.248	.869	-.869	-.967
森林	-.276	.665	.600	-.600	-.225
保安林	.869	-.473	-.856	.856	.854
檳榔	.963	-.112	-.787	.787	.978
茶	-.970	.326	.901	-.901	-.969
實際砍伐量及造林量之比例	-.264	.009	.114	-.114	-.283
淡水養殖漁業	.881	-.407	-.957	.957	.863
毛豬生產頭數	.936	-.208	-.894	.894	.929
養豬戶數	-.825	.500	.904	-.904	-.810

(續)表2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	農業所得對消費支出之充足率	恩格爾係數	農家與非農家所得水準之比較	農家家庭設備之改善	農家相對於非農家家庭設備之改善
實質陸域農業生產總值	.646	-.427	.796	.918	.809
出口比例	-.543	.080	-.500	-.450	-.289
水田面積	-.699	.639	-.792	-.965	-.827
旱田面積	.627	-.231	.625	.704	.489
農場經營主高齡化程度	.509	-.609	.757	.847	.710
農場經營主高等教育程度	.629	-.602	.726	.936	.804
耕耘機	.282	-.199	.226	.676	.645
曳引機	.654	-.609	.795	.982	.856
實質農業固定資本形成	.498	-.456	.556	.688	.640
稻作單位面積產量	.617	-.659	.749	.936	.791
實質農業部門研發支出	.665	-.660	.673	.795	.635
實質可支配所得	.642	-.666	.740	.955	.808
農業依存度	.433	.295	.068	-.375	-.421
消費傾向	-.665	.475	-.654	-.895	-.785
儲蓄傾向	.665	-.475	.654	.895	.785
實質平均每人消費支出	.656	-.645	.769	.948	.791
農業所得對消費支出之充足率	1.000	-.289	.708	.596	.445
恩格爾係數	-.289	1.000	-.549	-.600	-.435
農家與非農家所得水準之比較	.708	-.549	1.000	.737	.491
農家家庭設備之改善	.596	-.600	.737	1.000	.907
農家相對於非農家家庭設備之改善	.445	-.435	.491	.907	1.000
自給肥料	-.563	.490	-.735	-.958	-.862
化學肥料	.353	.023	.273	.488	.395
農藥	.324	-.396	.480	.709	.665
綠肥作物	-.003	-.276	.068	-.021	-.141
水稻田	-.681	.662	-.797	-.975	-.865
森林	-.016	.087	-.013	-.426	-.478
保安林	.472	-.584	.722	.963	.889
檳榔	.721	-.641	.769	.893	.721
茶	-.641	.608	-.771	-.980	-.846
實際砍伐量及造林量之比例	-.119	.154	-.111	-.100	.008
淡水養殖漁業	.619	-.492	.634	.928	.838
毛豬生產頭數	.730	-.608	.766	.947	.822
養豬戶數	-.475	.393	-.644	-.930	-.847

(續)表2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	自給肥料	化學肥料	農藥	綠肥作物	水稻田
實質陸域農業生產總值	-.965	.522	.713	-.204	-.892
出口比例	.502	-.343	-.530	.272	.425
水田面積	.890	-.452	-.635	-.149	.983
旱田面積	-.712	.685	.296	.066	-.692
農場經營主高齡化程度	-.794	.364	.364	.236	-.885
農場經營主高等教育程度	-.830	.498	.655	.245	-.929
耕耘機	-.686	.659	.544	-.313	-.563
曳引機	-.951	.437	.708	-.034	-.976
實質農業固定資本形成	-.646	.086	.160	.032	-.740
稻作單位面積產量	-.867	.502	.700	.194	-.934
實質農業部門研發支出	-.688	.298	.421	.410	-.855
實質可支配所得	-.878	.470	.597	.187	-.971
農業依存度	.425	-.278	-.311	.207	.248
消費傾向	.919	-.625	-.575	.229	.869
儲蓄傾向	-.919	.625	.575	-.229	-.869
實質平均每人消費支出	-.872	.458	.572	.222	-.967
農業所得對消費支出之充足率	-.563	.353	.324	-.003	-.681
恩格爾係數	.490	.023	-.396	-.276	.662
農家與非農家所得水準之比較	-.735	.273	.480	.068	-.797
農家家庭設備之改善	-.958	.488	.709	-.021	-.975
農家相對於非農家家庭設備之改善	-.862	.395	.665	-.141	-.865
自給肥料	1.000	-.496	-.674	.220	.919
化學肥料	-.496	1.000	.366	.004	-.412
農藥	-.674	.366	1.000	-.103	-.625
綠肥作物	.220	.004	-.103	1.000	-.047
水稻田	.919	-.412	-.625	-.047	1.000
森林	.551	-.356	-.394	.641	.318
保安林	-.965	.414	.745	-.186	-.921
檳榔	-.794	.447	.508	.305	-.932
茶	.936	-.501	-.603	-.046	.976
實際砍伐量及造林量之比例	-.004	-.251	.401	-.553	.165
淡水養殖漁業	-.944	.561	.655	-.213	-.895
毛豬生產頭數	-.910	.510	.634	.007	-.958
養豬戶數	.965	-.573	-.731	.261	.854

(續)表2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	森林	保安林	檳榔	茶	實際砍伐量及造林量之比例
實質陸域農業生產總值	-.458	.928	.770	-.895	.062
出口比例	.260	-.424	-.403	.422	-.174
水田面積	.245	-.885	-.965	.971	.217
旱田面積	-.252	.590	.792	-.759	-.353
農場經營主高齡化程度	-.145	.775	.896	-.890	-.400
農場經營主高等教育程度	-.223	.843	.921	-.933	-.233
耕耘機	-.751	.655	.499	-.654	-.071
曳引機	-.385	.954	.889	-.972	-.052
實質農業固定資本形成	-.127	.603	.762	-.722	-.314
稻作單位面積產量	-.284	.862	.916	-.929	-.180
實質農業部門研發支出	-.027	.656	.939	-.842	-.383
實質可支配所得	-.276	.869	.963	-.970	-.264
農業依存度	.665	-.473	-.112	.326	.009
消費傾向	.600	-.856	-.787	.901	.114
儲蓄傾向	-.600	.856	.787	-.901	-.114
實質平均每人消費支出	-.225	.854	.978	-.969	-.283
農業所得對消費支出之充足率	-.016	.472	.721	-.641	-.119
恩格爾係數	.087	-.584	-.641	.608	.154
農家與非農家所得水準之比較	-.013	.722	.769	-.771	-.111
農家家庭設備之改善	-.426	.963	.893	-.980	-.100
農家相對於非農家家庭設備之改善	-.478	.889	.721	-.846	.008
自給肥料	.551	-.965	-.794	.936	-.004
化學肥料	-.356	.414	.447	-.501	-.251
農藥	-.394	.745	.508	-.603	.401
綠肥作物	.641	-.186	.305	-.046	-.553
水稻田	.318	-.921	-.932	.976	.165
森林	1.000	-.514	-.092	.390	-.219
保安林	-.514	1.000	.766	-.921	.066
檳榔	-.092	.766	1.000	-.925	-.352
茶	.390	-.921	-.925	1.000	.232
實際砍伐量及造林量之比例	-.219	.066	-.352	.232	1.000
淡水養殖漁業	-.574	.898	.815	-.908	-.017
毛豬生產頭數	-.354	.887	.913	-.956	-.135
養豬戶數	.634	-.951	-.713	.895	-.032

(續) 表 2 農業永續發展指標之相關矩陣

指標變數	淡水養殖漁業	毛豬生產頭數	養豬戶數
實質陸域農業生產總值	.884	.906	-.929
出口比例	-.545	-.399	.530
水田面積	-.882	-.944	.839
旱田面積	.755	.727	-.682
農場經營主高齡化程度	.733	.833	-.696
農場經營主高等教育程度	.812	.891	-.808
耕耘機	.796	.613	-.789
曳引機	.905	.948	-.912
實質農業固定資本形成	.640	.695	-.513
稻作單位面積產量	.859	.913	-.832
實質農業部門研發支出	.718	.797	-.598
實質可支配所得	.881	.936	-.825
農業依存度	-.407	-.208	.500
消費傾向	-.957	-.894	.904
儲蓄傾向	.957	.894	-.904
實質平均每人消費支出	.863	.929	-.810
農業所得對消費支出之充足率	.619	.730	-.475
恩格爾係數	-.492	-.608	.393
農家與非農家所得水準之比較	.634	.766	-.644
農家家庭設備之改善	.928	.947	-.930
農家相對於非農家家庭設備之改善	.838	.822	-.847
自給肥料	-.944	-.910	.965
化學肥料	.561	.510	-.573
農藥	.655	.634	-.731
綠肥作物	-.213	.007	.261
水稻田	-.895	-.958	.854
森林	-.574	-.354	.634
保安林	.898	.887	-.951
檳榔	.815	.913	-.713
茶	-.908	-.956	.895
實際砍伐量及造林量之比例	-.017	-.135	-.032
淡水養殖漁業	1.000	.906	-.919
毛豬生產頭數	.906	1.000	-.838
養豬戶數	-.919	-.838	1.000

表 3 生產功能解說總變異量

成份	初始特徵值		
	總和	變異數的%	累積%
1	7.937	72.154	72.154
2	1.132	10.293	82.447
3	.660	5.996	88.443
4	.506	4.602	93.045
5	.302	2.746	95.791
6	.232	2.106	97.897
7	9.413E-02	.856	98.753
8	7.681E-02	.698	99.451
9	2.900E-02	.264	99.715
10	2.038E-02	.185	99.900
11	1.102E-02	.100	100.000

表 4 生產功能成份矩陣

指標變數	成份	
	1	2
實質陸域農業生產總值	.895	-.187
出口比例	-.509	.709
水田面積	-.983	-4.214E-02
旱田面積	.817	-8.174E-02
農場經營主高齡化程度	.900	.349
農場經營主高等教育程度	.936	3.553E-02
耕耘機	.640	-.450
曳引機	.963	-3.870E-02
實質農業固定資本形成	.745	.445
稻作單位面積產量	.945	-1.610E-02
實質農業部門研發支出	.878	.245

表5 農業指標各主成份結果

年份	PC1	PC2	PL1	PL2	PE1	PE2	PE3
1972	.04791	.12461	-1.81974	-1.56584	-.94509	1.02955	-.09043
1973	-.46741	1.27224	-.11811	-2.03466	-.95484	.45883	-.17591
1974	-1.28975	.09213	-.12709	-1.21877	-1.06255	.20072	-.29945
1975	-.94713	-1.26059	-.43250	-.90993	-1.47411	-.00832	-.17318
1976	-.75081	-1.04522	-.38027	-.23375	-1.30295	.04795	-.24269
1977	-.81480	-.94157	-.29757	.23717	-1.42733	.73810	-.47541
1978	-.99299	-.08575	-.31874	.03763	-1.06542	.12763	-.96008
1979	-1.12770	.45063	-.17399	-.38755	-.75717	-.07623	-.73412
1980	-.49370	-.86396	-.45460	-.35865	-.79989	-.02188	-.63303
1981	-.61087	-.54498	-.57710	.23994	-.83912	-.13758	-.34781
1982	.10257	-1.11219	-.94807	.26418	-.41621	-.19457	-.31899
1983	-.11726	-1.17604	-1.03726	.11674	-.38823	-.14668	3.62641
1984	-.34392	-1.03876	-.31804	-.55048	-.20699	-.24609	2.56683
1985	.12691	-1.14001	-.13427	-.44656	-.01327	-.74690	.24451
1986	-.06213	.04016	-.55488	-.15516	.15801	-.57667	.88824
1987	-.01171	.37382	-.37961	.36825	.64308	-1.67611	-.73659
1988	-.48160	1.84890	-.18412	.59159	.81841	-2.02910	-.75132
1989	-1.26342	2.79057	-.24953	.42224	.94798	-1.21686	-.69430
1990	.06346	.80751	.02658	1.98624	.91153	-1.41747	.27730
1991	.00474	.45700	.40442	1.32506	.98091	-1.00368	-.13115
1992	.70717	.30583	.30939	1.67884	.94400	.16217	-.31592
1993	1.41688	-.13128	.65455	1.24348	.93014	.69381	-.07108
1994	1.87051	-.17194	1.63250	.60259	1.05484	1.52631	-.23342
1995	1.67608	-.38720	.39886	.78600	1.49261	.81722	.04474
1996	1.53241	.39791	1.66985	-.22940	1.40510	1.44083	-.08279
1997	2.22657	.93818	3.40934	-1.80920	1.36658	2.25503	-.18037

(續)表5 農業永續發展指標各主成份結果

年份	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
1972	-.01866	-2.87543	-1.61564	-.69168	-.58422
1973	-.63879	-1.79007	-.77527	-.06313	-1.09835
1974	-1.09573	-1.73856	1.42352	.09961	-.59832
1975	-1.51697	-1.06997	1.84145	.70238	1.00265
1976	-1.29274	-.66321	.85425	.88295	.67604
1977	-1.48087	.31903	.21389	1.00198	.25360
1978	-1.21718	.84288	-1.02685	1.16489	-.36975
1979	-.75087	.84911	-1.60387	.81414	-.65723
1980	-.71055	1.03000	-1.44633	.63568	.46443
1981	-.93539	1.33828	-1.02400	.55287	.57992
1982	-.50995	.40709	-.37272	-.66405	.55290
1983	-.19292	.25744	-.09631	-2.70892	1.43752
1984	-.18943	.29396	.01945	-2.11060	1.32627
1985	-.18759	.48153	.00345	-.88843	.65013
1986	.27150	.21104	-.47503	-1.38815	-.13129
1987	.45060	-.02612	.11353	-.95375	-1.68254
1988	.54574	.46211	-.04839	-.35919	-2.39341
1989	.46719	.80136	.49992	-.09991	-1.88042
1990	.34428	.87163	1.42578	-.25675	-.78790
1991	.49349	.86391	.99622	.04381	-.48900
1992	.71132	.62286	.79315	.38566	.10044
1993	.95875	.28209	1.09566	.38090	.63628
1994	1.26547	.01446	.37466	.86843	.67553
1995	1.49607	-.42861	.30786	.72076	.50970
1996	1.71850	-.62417	.26239	.92199	.62333
1997	2.01473	-.73267	-1.74077	1.00850	1.18366

表 6 生活功能解說總變異量

成份	初始特徵值		
	總和	變異數的%	累積%
1	8.532	71.098	71.098
2	1.582	13.184	84.282
3	.799	6.655	90.936
4	.415	3.459	94.396
5	.321	2.677	97.073
6	.180	1.498	98.571
7	.132	1.103	99.674
8	2.594E-02	.216	99.890
9	7.750E-03	6.459E-02	99.955
10	3.860E-03	3.217E-02	99.987
11	1.588E-03	1.323E-02	100.000
12	-1.378E-17	-1.149E-16	100.000

表 7 生活功能成份矩陣

指標變數	成份	
	1	2
實質可支配所得	.979	-9.837E-03
農業依存度	-.295	.937
消費傾向	-.911	6.672E-02
儲蓄傾向	.911	-6.672E-02
實質平均每人消費支出	.975	3.385E-02
農業所得對消費支出之充足率	.678	.683
恩格爾係數	-.655	.142
農家與非農家所得水準之比較	.794	.370
農場經營主高齡化程度	.891	-3.187E-02
農場經營主高等教育程度	.941	3.930E-02
農家家庭設備之改善	.980	-9.980E-02
農家相對於非農家家庭設備之改善	.846	-.237

表 8 生態功能解說總變異量

成份	初始特徵值		
	總和	變異數的%	累積%
1	8.340	64.153	64.153
2	2.289	17.608	81.762
3	1.017	7.820	89.582
4	.673	5.178	94.760
5	.301	2.318	97.078
6	.149	1.149	98.227
7	8.973E-02	.690	98.918
8	6.864E-02	.528	99.446
9	2.577E-02	.198	99.644
10	2.219E-02	.171	99.815
11	1.264E-02	9.720E-02	99.912
12	6.690E-03	5.146E-02	99.963
13	4.774E-03	3.672E-02	100.000

表 9 生態功能成份矩陣

指標變數	成份		
	1	2	3
自給肥料	-.977	8.686E-02	-2.715E-04
化學肥料	.570	.105	-.542
農藥	.725	-.266	.404
綠肥作物	-.118	.883	.229
水稻田	-.950	-.199	-.136
森林	-.523	.633	.428
保安林	.960	-.104	.131
檳榔	.856	.467	.122
茶	-.967	-.203	-8.385E-03
實際砍伐量及造林量之比例	-5.458E-02	-.805	.508
淡水養殖漁業	.964	-7.132E-02	-7.054E-02
毛豬生產頭數	.950	.163	6.940E-02
養豬戶數	-.960	.169	7.467E-02

表 10 綜合指標解說總變異量

成份	初始特徵值		
	總和	變異數的%	累積%
1	22.747	66.904	66.904
2	3.731	10.975	77.878
3	1.948	5.729	83.607
4	1.711	5.033	88.640
5	1.132	3.329	91.969
6	.594	1.747	93.716
7	.539	1.584	95.300
8	.490	1.441	96.741
9	.320	.941	97.682
10	.181	.532	98.214
11	.150	.441	98.655
12	.102	.299	98.954
13	9.685E-02	.285	99.239
14	5.821E-02	.171	99.410
15	4.436E-02	.130	99.540
16	3.692E-02	.109	99.649
17	2.991E-02	8.798E-02	99.737
18	2.418E-02	7.111E-02	99.808
19	2.187E-02	6.432E-02	99.872
20	1.580E-02	4.648E-02	99.919
21	1.279E-02	3.762E-02	99.956
22	8.588E-03	2.526E-02	99.982
23	3.101E-03	9.119E-03	99.991
24	1.958E-03	5.759E-03	99.997
25	1.182E-03	3.476E-03	100.000
26	2.017E-15	5.934E-15	100.000
27	4.319E-16	1.270E-15	100.000
28	3.321E-16	9.767E-16	100.000
29	1.474E-16	4.335E-16	100.000
30	3.939E-18	1.159E-17	100.000
31	-1.076E-16	-3.165E-16	100.000
32	-1.970E-16	-5.795E-16	100.000
33	-2.619E-16	-7.703E-16	100.000
34	-3.711E-16	-1.091E-15	100.000

表 11 綜合指標成份矩陣

指標變數	成份				
	1	2	3	4	5
實質陸域農業生產總值	.926	-.172	.190	-4.334E-02	-1.923E-02
出口比例	-.496	.216	-.584	-.187	-.175
水田面積	-.975	-.175	-3.148E-02	5.195E-02	-3.995E-02
旱田面積	.777	.100	5.470E-03	.514	-6.772E-02
農場經營主高齡化程度	.866	.316	-.207	-1.721E-02	-.164
農場經營主高等教育程度	.929	.186	-1.698E-02	-4.997E-02	.188
耕耘機	.684	-.509	-.225	.312	9.054E-02
曳引機	.978	-5.249E-03	7.250E-02	-.137	-1.731E-03
實質農業固定資本形成	.702	.279	-.158	-8.485E-03	-.544
稻作單位面積產量	.947	.120	-1.464E-02	-8.350E-02	.203
實質農業部門研發支出	.833	.447	-4.191E-02	-2.209E-02	4.130E-02
實質可支配所得	.968	.179	-7.769E-02	-3.709E-02	4.870E-02
農業依存度	-.326	.529	.720	.147	-8.749E-02
消費傾向	-.930	.215	-2.697E-03	-.180	8.514E-02
儲蓄傾向	.930	-.215	2.697E-03	.180	-8.514E-02
實質平均每人消費支出	.965	.231	-5.837E-02	-1.964E-02	2.899E-02
農業所得對消費支出之充足率	.668	.272	.562	.242	-.146
恩格爾係數	-.596	-.293	.220	.486	-3.008E-02
農家與非農家所得水準之比較	.773	.268	.341	-9.490E-02	-7.745E-02
農家家庭設備之改善	.987	-4.130E-02	-3.756E-02	-9.995E-02	1.732E-02
農家相對於非農家家庭設備之改善	.857	-.183	-.118	-.184	-5.736E-02
自給肥料	-.956	.209	-2.025E-02	5.447E-02	8.900E-02
化學肥料	.534	-.215	-7.471E-02	.622	.402
農藥	.666	-.328	.219	-.348	.456
綠肥作物	-5.033E-03	.822	-.271	-7.004E-03	.469
水稻田	-.978	-.110	-1.366E-02	.116	6.195E-02
森林	-.413	.798	.220	-6.898E-02	.125
保安林	.933	-.208	-2.999E-02	-.233	-2.167E-02
檳榔	.924	.354	-5.945E-03	4.858E-02	2.554E-02
茶	-.987	-5.855E-02	6.605E-02	5.468E-03	3.218E-02
實際砍伐量及造林量之比例	-.154	-.583	.485	-.504	4.133E-02
淡水養殖漁業	.947	-.222	1.273E-02	6.721E-02	-5.428E-02
毛豬生產頭數	.964	5.709E-02	5.424E-02	-1.939E-02	-4.179E-02
養豬戶數	-.917	.343	1.293E-02	-1.373E-03	-4.478E-02

表 12 農業指標變數

指標變數	實質陸域農業生產總值		出口比例	水田面積	旱田面積	農場經營主 高齡化程度	農場經營主 教育程度	耕犁機	曳引機	實質農業固定資本形成		稻作單位 面積產量	實質農業部 門研發支出
	千元	%								公頃	公頃		
1972	181,785,096	39.40	520,580	378,023	10.66	0.07	0.07	24,400	726	16473.7	3,307	5059,084	
1973	192,370,615	41.03	515,545	380,076	10.50	0.30	0.30	37,837	805	21456.34	3,126	4838,141	
1974	208,532,681	34.47	517,467	400,017	10.22	0.33	0.33	41,177	892	17311.59	3,163	3917,595	
1975	209,606,010	32.36	515,852	401,259	9.94	0.36	0.36	43,110	1,282	11389.47	3,167	4077,499	
1976	222,085,656	35.95	520,763	398,917	11.08	0.35	0.35	46,084	1,381	13941.61	3,461	4263,953	
1977	201,908,122	37.05	520,510	402,268	9.07	0.38	0.38	66,698	1,879	14607.76	3,414	4362,086	
1978	206,769,236	39.89	517,061	401,082	9.54	0.49	0.49	73,607	2,274	18186.92	3,255	4410,358	
1979	228,173,120	40.29	515,290	400,103	18.42	0.33	0.33	67,366	2,845	19912.4	3,402	4278,133	
1980	226,368,662	38.02	509,326	398,027	16.12	0.79	0.79	65,745	3,028	15544.47	3,695	3646,271	
1981	212,978,668	37.39	502,822	397,240	11.52	0.82	0.82	93,604	4,828	16168.23	3,563	3874,076	
1982	236,417,034	32.68	501,644	389,186	9.22	0.85	0.85	68,843	5,403	13461.47	3,766	5412,149	
1983	248,245,875	32.96	500,901	393,425	9.46	0.94	0.94	70,405	7,133	14045.44	3,850	4713,129	
1984	257,438,748	32.88	496,897	394,758	11.66	1.00	1.00	68,338	8,157	14460.77	3,825	3927,992	
1985	249,128,737	33.90	494,535	393,125	14.28	1.34	1.34	66,721	8,938	14232.57	3,856	4175,405	
1986	258,264,124	37.47	494,579	392,872	15.58	1.31	1.31	60,503	9,581	19393	3,714	4641,99	
1987	265,539,144	36.20	487,809	398,472	19.19	1.28	1.28	59,819	10,211	20868.15	3,790	5709,169	
1988	264,796,555	36.10	483,514	411,460	23.31	1.04	1.04	59,651	10,665	27831.62	3,916	6828,895	
1989	258,660,343	30.40	479,954	414,647	23.96	1.14	1.14	86,003	9,804	30421.29	3,922	6309,606	
1990	254,394,124	31.70	476,997	413,093	17.05	1.91	1.91	86,481	10,594	24343.41	3,977	7483,395	
1991	270,065,856	33.14	472,759	411,684	19.75	1.76	1.76	84,114	11,240	23597	4,241	6076	
1992	267,361,279	31.56	465,016	410,935	19.29	1.82	1.82	82,996	11,718	22160.58	4,099	8723,491	
1993	277,354,901	30.51	463,560	410,975	23.13	2.01	2.01	79,544	13,105	21918.09	4,655	9543,557	
1994	265,806,393	34.15	461,226	411,081	25.28	2.59	2.59	76,084	12,565	22824.68	4,589	9424,934	
1995	274,768,889	37.41	459,335	414,043	24.33	1.84	1.84	72,410	13,352	22393.62	4,640	9334,655	
1996	280,010,495	35.98	456,167	415,992	27.02	2.96	2.96	71,427	13,438	26297.7	4,536	8440,903	
1997	251,437,659	34.42	454,865	409,952	29.16	2.77	2.77	67,540	14,066	26858.44	4,565	10613.7	

(續) 表 12 農業指標變數

指標變數	實質可支配所得	農業依存度	消費傾向	儲蓄傾向	實質平均每人消費支出	農業所得對消費支出之充足率	恩格爾係數	農家與非農家所得水準之比較	農家庭設備之改善	農家相對於非農家庭設備之改善
	元	百分比	百分比	百分比	元	百分比	百分比	%	以1995年為基期	以1995年為基期
1972	144,611	42.26	88.11	11.89	22,405	50.65	20.33	66.49	10.49	0.44
1973	135,571	45.56	89.61	10.39	24,049	53.21	50.44	60.22	23.22	0.93
1974	137,100	48.10	86.80	13.20	24,343	58.14	52.97	68.42	13.82	0.44
1975	113,035	46.31	85.08	14.92	24,513	57.20	50.13	67.06	15.39	0.48
1976	154,198	41.36	80.69	19.31	26,923	54.29	50.63	65.39	21.33	0.57
1977	155,713	40.48	79.32	20.68	27,222	53.82	48.08	61.11	26.57	0.61
1978	172,164	33.42	78.29	21.71	31,309	45.81	45.43	62.22	32.25	0.65
1979	209,077	30.89	77.51	22.49	34,615	42.72	42.11	63.45	38.06	0.73
1980	228,784	29.62	75.08	24.92	36,169	42.16	40.97	65.11	49.60	0.88
1981	215,079	32.11	74.32	25.68	35,132	46.5	41.07	62.91	51.94	0.84
1982	214,623	35.39	74.71	25.29	36,174	51.39	40.22	64.62	54.36	0.84
1983	221,967	35.47	74.34	25.66	39,182	51.92	40.65	66.15	61.68	0.91
1984	247,121	36.58	77.74	22.26	42,148	51.91	41.22	66.22	63.11	0.87
1985	268,670	36.69	75.15	24.85	43,361	53.35	42.44	67.89	69.94	0.92
1986	277,257	36.42	72.68	27.32	47,041	54.75	39.56	69.59	73.59	0.95
1987	310,604	38.92	70.04	29.96	56,558	61.66	38.85	70.65	72.70	0.91
1988	323,441	35.8	68	32	62,182	58.97	39.36	68.99	79.05	0.97
1989	323,251	35.17	67.91	32.09	63,384	58.64	39.07	71.06	84.49	0.97
1990	394,631	39.33	62.02	37.98	66,856	71.09	38.16	68.00	87.43	1.01
1991	421,295	38.52	64.44	35.56	71,826	67.39	36.65	68.74	90.46	0.99
1992	450,113	37.03	62.28	37.72	75,436	67.18	34.13	69.13	91.15	0.99
1993	442,541	38.39	63.25	36.75	80,246	69.43	34.97	71.13	92.36	0.99
1994	471,131	38.84	64.43	35.57	88,274	67.65	33	70.74	98.95	1.03
1995	448,959	38.84	64.43	35.57	85,144	67.65	30.87	72.94	100.00	1.00
1996	470,472	39.96	66.39	33.61	87,847	67.36	29.9	72.93	111.97	1.11
1997	545,014	31.13	73.83	26.17	100,041	49.78	27.54	69.37	108.03	1.04

(續) 表 12 農業指標變數

指標變數	自給肥料	化學肥料	農藥	綠肥作物	水稻田	檳榔	茶	森林	保安林	實際砍伐量及造林量之比例	淡水養殖漁業	毛豬出生頭數	養豬戶數
單位 年份	公噸	公噸	公噸	公頃	公頃	公頃	公頃	公頃	公頃		公頃	頭	戶
1972	12,026,254	798,627	27,561	37,653	734,559	1,597	33,508	2,224,472	366,970	0.62	10,275	5,701,576	520,651
1973	11,226,566	957,399	28,013	32,850	717,857	1,474	33,021	2,224,472	366,834	0.59	11,423	5,904,450	440,020
1974	10,433,672	1,004,920	28,465	30,849	771,982	1,685	33,051	2,224,472	366,842	0.54	11,687	4,485,853	344,832
1975	10,251,942	1,384,791	28,917	31,342	784,720	1,735	32,850	2,224,472	366,849	0.50	12,009	4,907,420	345,199
1976	9,709,153	1,348,741	29,369	31,620	781,244	1,878	32,254	2,224,472	367,228	0.44	12,698	6,086,329	329,607
1977	9,923,349	1,267,235	29,820	28,743	773,697	2,110	31,040	1,865,141	367,209	0.39	13,461	6,493,550	293,121
1978	8,378,451	1,261,562	27,661	26,879	749,415	2,448	30,379	1,865,141	383,067	0.35	15,842	6,978,074	260,669
1979	7,312,387	1,255,517	29,707	24,002	718,861	2,840	29,770	1,865,141	403,941	0.40	16,363	8,780,914	226,525
1980	7,131,712	1,359,907	31,290	24,666	636,651	3,354	29,555	1,865,141	411,607	0.37	16,972	6,754,536	175,178
1981	8,620,949	1,335,889	33,667	17,886	666,076	4,100	29,102	1,865,141	411,608	0.38	16,750	7,223,874	140,452
1982	6,173,254	1,118,631	34,394	17,257	658,949	4,428	29,315	1,865,141	414,436	0.44	17,652	7,391,936	116,581
1983	5,947,527	1,154,321	43,472	13,481	645,082	5,772	29,433	1,865,141	427,396	2.06	19,015	8,696,700	109,034
1984	5,624,281	1,234,072	42,003	13,779	586,481	6,936	28,784	1,865,141	435,362	1.57	18,668	10,639,207	94,791
1985	5,322,032	1,305,437	35,332	14,352	563,569	8,902	26,328	1,864,420	435,873	0.77	18,265	10,986,431	83,709
1986	4,874,884	1,219,994	39,640	10,474	531,427	11,061	26,389	1,864,420	443,254	0.88	17,557	11,541,119	72,393
1987	4,434,040	1,101,281	30,153	8,761	501,379	15,521	24,571	1,864,420	442,472	0.77	18,085	11,391,918	63,229
1988	3,276,707	1,181,341	29,850	6,534	470,056	24,266	25,595	1,865,141	442,290	0.79	21,100	11,546,204	55,574
1989	3,605,718	1,178,016	34,528	7,333	475,343	33,487	23,914	1,865,141	440,570	0.43	22,141	12,641,051	53,022
1990	3,963,215	1,358,860	35,208	7,717	454,158	35,760	24,315	1,864,970	441,136	0.87	25,599	13,856,175	47,221
1991	3,455,181	1,409,426	35,502	11,642	428,791	39,659	23,864	1,846,970	441,313	0.59	23,714	16,133,503	39,662
1992	3,776,446	1,365,929	36,273	24,036	397,140	41,535	22,620	1,846,970	441,120	0.36	22,989	14,474,248	33,247
1993	3,646,306	1,386,792	38,685	27,778	390,922	44,671	22,934	1,866,208	441,133	0.26	23,031	14,811,785	29,771
1994	3,639,840	1,376,652	37,065	41,040	365,827	47,203	21,439	1,866,208	441,598	0.21	23,144	15,596,885	27,324
1995	3,176,610	1,382,139	37,137	39,859	363,478	54,534	21,554	2,102,312	455,738	0.34	23,359	16,975,316	26,153
1996	3,275,394	1,391,665	38,283	45,225	347,762	56,581	21,223	2,101,719	458,380	0.15	20,657	16,821,874	25,357
1997	3,712,835	1,203,163	37,683	54,491	364,211	56,542	21,199	2,101,719	458,380	0.12	21,103	12,919,492	20,454

參考文獻

- Braat, L., 1991, "The predictive meaning of sustainability indicator In: In Search of Indicators of Sustainable Development" , edited by Kuik and H. Verbruggen, Kluwer , Academic Publishers, Boston, pp.57-70.
- Daly, H. and Cobb, J.B., 1989, For the Common Good, Green Print, London.
- Eliot, J., 1760, Essays upon Field Husbandry in New England, Edes & Gill, Boston.
- Gordon, H. S., 1954, "The economic theory of a common property resource: the fishery" , Journal of Political Economy, 62, 142.
- Horwood, R. R., 1990, A history of sustainable agriculture. pp. 3-19. In Sustainable Agricultural Systems (C. A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House, Eds), Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa.
- Hotelling, H., 1933, "Analysis of a complex of statistical variables into principal components" , Journal of Educational Psychology, 24,417-441, 489-520.
- Kuik, Onno and Harmen Verbruggen, 1991, In Search of Indicators of Sustainable Development, Kluwer Academic Publishers.
- Kula, E., 1994, Economics of Natural Resources, the Environment and Policies, Chapman & Hall.
- Lewis-Beck Michael S., 1994, Factor Analysis and Related Techniques, International Handbooks of Quantitative Applications in the Social Sciences, Vol. 5, SAGE Publications, Toppan Publishing.
- Lockeretz, W., 1988, Open questions in sustainable agriculture. Am. J. Alternative Agric., 3, pp.174-181.
- McQueen,D. ,1988, H.Noak., "Health Promotion Indicators :Current Status ,Issues and Problems" , Health Promotion, 3.
- McQueen,D., H.Noak., 1988, "Health Promotion Indicators :Current Status ,Issues and Problems" ,Health Promotion,3.
- Nordhaus, W. D. and Tobin, J., 1972, Is Growth Obsolete? National Bureau of Economic Research, 50th anniversary colloquium, Columbia University Press, New York.

- O'Riordan, T., 1988, *The Politics of Sustainability*, in *Sustainable Development Management* (ed. R.K. Truner), Belhaven Press, London.
- Pearce D, Markandya A, Barbier E B, 1989, *Blueprint for a Green Economy* (Earthscan Publications, London)
- Pearce, D. W., 1991, *Blueprint 2 - Greening the World Economy*, Earthscan, London.
- Pearson, K., 1901, "On lines and planes of closest fit of system of points in space" , *Philosophy Magazine*, 6, 559-572.
- Pretty J N, Howes R, 1993, "Sustainable Agriculture in Britain: Recent Achievements and New Policy Challenges" , research series volume 2, number 1, International Institute for Environment and Development, 2 Endsleigh Street, London WC1.
- Repetto, R. et al., 1989, *Wasting Assets, Natural Resources in the National Income Accounts*, World Resources Institute, Washington, DC.
- Repetto, R., 1986, *World Enough and Time*, Yale University Press, New Haven.
- Schaefer, M. D., 1957, "Some consideration of population dynamics and economics in relation to the management of marine fisheries" , *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 14, 669-81.
- Scott, A. D., 1955, "The fishery: the objectives of sole ownership" , *Journal of Political Economy*, 63, 116-24.
- Taiwan Statistical Data Book · Council for Economic Planning and Development, R. O. C.
- Tietengberg, T., 1992, *Environmental and Natural Resource Economics*, 3rd edn, HarperCollins, New York.
- UNDPCSD, 1996, "Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies" , UN Department for Policy Coordination and Sustainable Development, New York.
- UNDPCSD, 1996, "Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies" , UN Department for Policy Coordination and Sustainable Development, New York.

- WCED, 1987, "Our Common Future", Oxford University Press, UK.
- Winpenny, J. T., 1991, Value for the Environment, HMSO, London.
- World Commission on Environment and Development, 1987, Our Common Future.
- Young, A., 1804, General View of Agriculture of Hertfordshire, G. and W. Nicol, London.
- 中華民國臺灣地區國民所得，行政院主計處。
- 中華民國臺灣省家庭收支調查報告，台灣省政府主計處編印。
- 水利統計年報，經濟部水利處編印。
- 王祥安，1996，農業環境指標與其政策涵義，國立臺灣大學農業經濟學系碩士論文。
- 台灣省林業統計，台灣省林務局編印。
- 台灣農業年報，台灣省政府農林廳。
- 台灣農業統計年報，行政院農委會編印。
- 江榮吉，1994，"永續農業與大陸農業的發展"，農政與農情，20卷，257期，86-93。
- 吳輝龍，1995，"台灣水土保持工作之展望"，農政與農情，34期，30-36。
- 李公哲，1998，"永續指標"，環境工程會刊，9卷，4期，24-35。
- 沈 鐸，1994，"永續發展之展望"，永續發展，3期，12-15。
- 沈明來，1998，實用多變數分析，台北市：九州圖書。
- 沈鐸，1994，"永續發展之展望"，永續發展，3期，12-15。
- 阮逸明，1993，"台灣茶葉未來經營方向"，農藥世界，114期，32-41。
- 屈先澤，1992，"台灣茶葉產銷現況問題與今後努力方向"，農政與農情，6期，55-59。
- 於幼華，1996，"二十一世紀議程—撰寫中華民國版本之芻議"，我國因應國際環保事務策略之回顧、展望與建議，行政院環保署專案計劃期末報告，NSC-85-E3U4-03-20,22-1-22-17。
- 林宗賢，2000，"環境與生態：檳榔栽培與坡地永續利用"，鄉間小路，26卷，8期，12-13。

- 林昭榮，1998，“豬糞尿的特性及對土壤滲透性的影響”農田水利，45卷，8期，36-39。
- 林柏璋，2000，“推廣水稻田生態環境保護之績效”，豐年，50卷，11期，45-49。
- 林浩潭，2000，“農藥對環境之影響”，農業世界，202期，19-22。
- 林國慶，吳珮瑛，1999，農業補貼制度之調整與穩定農家所得之研究，行政院農業委員會補助研究計劃，88科技-1.8-企-01(3)，國立台灣大學農業經濟研究所。
- 林清山，1980，多變項分析統計法，台北市：東華書局（股）公司。
- 林業試驗所，2001，“森林多樣之美”，新觀念，149期，70-75。
- 姚關穆，1998，“永續發展的沈思”，環境工程會刊，9卷，4期，1-6。
- 秦啟文，1999，“節約地下水源，防止地層下陷”節約用水，15卷，頁28-35。
- 張力揚，1994，“什麼是我們共同的未來？”，永續發展，4期，pp.22-25。
- 張錦順，1982，“農家自給肥料的利用”，臺灣農村，18卷，4期，23-24。
- 許伶蕙、黃書禮，1992，“整合生態與經濟的科學—生態經濟學”，環保科技通訊，4卷，4期，1-5。
- 郭寶章，1999，“森林效益講座(1)--森林之效益及其分類”，現代育林，15(1)卷，29期，4-12。
- 陳明健，1997，“農業生活功能之經濟條件分析”，臺灣經濟，245期，22-30。
- 彭作奎，1998，“三生一體 永續農業--農地政策改革方向與措施”，農訓，15卷，6期，46-51。
- 游靜秋、於幼華，1998，“永續發展導向下理想指標的定位—建立臺灣地區綜合性環境指數之初探”，國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學，8卷，2期，226-241。
- 黃啟峰、盧誌銘，1995，“全球永續發展的源起與發展”，工業污染防治，56期，1-23。
- 葛錦昭、鄭皆達、柳楷，1988，“談臺灣的水源涵養與土砂防止保安林”，臺

灣林業，14卷，10期，1-6。

農產貿易統計要覽，行政院農委會編印。

廖銘清，1998，“臺灣地區養豬現況與未來展望”，中國畜牧，30卷，9期，41-44。

臺灣省畜產試驗所，1994，“豬糞尿廢水處理成本之經濟分析”，農政與農情，27卷，264期，119。

蕭代基，1991，“土壤環境保護政策之檢討”，農業金融論叢，25期，299-308。

蕭代基，1998，“永續發展的意義與政策方向”，經濟前瞻，13期，2卷，44-49。

蕭興富，2000，“從幾項統計數字看農業「三生」事業之發展”，

<http://www.coa.gov.tw/statistic/object/a.htm>。

謝順景，1994，“台灣之農業環境與永續農業之發展”，科學農業，42卷，7,8期，222-234。

鍾仁賜，1999，“土壤劣變與化學肥料”，農業世界，195期，22-26。

豐年，2000，“綠肥作物兼顧農田地力與環境維護”，豐年，50卷，24期，33。

蘇瑞榮，2000，“現階段臺灣地區地層下陷之防治”，臺灣水土保持，31卷，6-14。