

利用DPSIR架構探討八仙山地區日治時期之森林變遷

Applied the DPSIR Framework to Study Change of Forest in

Basianshan Area in 1895-1949

林雨璇¹, 蔡正一², 李宗宜¹, 馮豐隆³

¹ 國立中興大學森林系碩士班研究生。

Graduate Student, Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan.

² 國立中興大學森林系博士班研究生。

Ph.D. Student, Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan.

³ 國立中興大學森林學系教授（通訊作者）。

Professor (Corresponding author), Department of Forestry, National Chung Hsing University.

利用 DPSIR 架構探討八仙山地區日治時期之森林變遷

林雨璇¹, 蔡正一², 李宗宜¹, 馮豐隆³

【摘要】 2009 年所提出的森林生態系關係管理(ecosystem stewardship)之概念，強調複雜且快速變遷的社會-生態系統，整合過去歷史經驗，了解生態及社會福祉間的共同作用和取代關係，試圖維繫生態系勞務的使用和人類福祉的永續性。DPSIR(Driving forces, Pressure, State, Impact and Response)架構是利用驅動力、壓力、現況、衝擊與回應等五個部分敘述環境社會事件的過程與因果關係，結合地景建立歷史資料庫以及配合模式進行對未來發展之模擬，提供變遷探討與經營決策之所需。八仙山林場建立於 1915 年經歷 30 年後伐木經營，並於 1963 年結束伐木作業，擁有特殊且完整的森林文化過程；而本文透過 DPSIR 架構說明不同時期社會經濟需求與自然生態關係對八仙山地區在日治時期(1895 年至 1945 年)對森林的影響，提供未來永續經營之基礎。研究結果表示造成八仙山林場時期森林改變的驅動因子有：原住民、隘勇線開發、經營者的財政狀況、營林機關改變、交通運輸、林產技術、戰爭等，造成不同伐木強度與土地利用及土地覆蓋的改變，引發水土保持與經濟發展等問題，面對社會需求與自然變所遷誘發出不同的經營決策與其結果，透過此架構給予客觀的呈現，以提供未來永續經營之參考。

【關鍵詞】 DPSIR 架構、森林變遷、社會生態系統、八仙山地區

¹ 國立中興大學森林系碩士班研究生。

Graduate Student, Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan.

² 國立中興大學森林系博士班研究生。

Ph.D. Student, Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan.

³ 國立中興大學森林學系教授（通訊作者）。

Professor (Corresponding author), Department of Forestry, National Chung Hsing University.

Applied the DPSIR Framework to Study Change of Forest in Basianshan Area in 1895-1949

Yu-Hsuan Lin, Jeng-I Tsai, Zong-Yi Li, Fong-long Feng

【Abstract】

The concept of ecosystem stewardship was published to study the relationship between human and nature in the rapidly changing planet to maintain the sustainability of “social-ecological” system. We integrate the experience of history and understand the relationship and trade-off between ecology and social well-being to try to keep the sustainability of ecosystem service and human well-being. DPSIR framework (Drivers, Pressures, State, Impacts and Response) likes the landscape database and modeling of future simulation to the cause of change and to the social response in order to connect with management and support policy. This purpose of this study is analyzing the development of Basianshan area which was set up in 1915 and closed in 1963 is in Taiwan under human interventions during 1895 to 1945 with the framework of DPSIR. We try to recognize the driving forces and indicators, and how the forest management influenced the state of forest. The driving forces in this term are aboriginal, ownership of the land, economy, traffic, technology, World War II. Those driving forces led to different level of ecological and economical problem. To face those different problems, the response of management would have to adapt to the new conditions. The results showed that the DPSIR could describe the history more objectively. Under this framework, the causal relations explain the structure of forest state with human interventions and help the future policy being utilized clearly.

【Keywords】 DPSIR framework, Forest changes, Basianshan, social-ecological system

I、前言

Drivers-Pressures-State-Impacts-Response (DPSIR) 是歐洲環境部門 (European Environment Agency, EEA) 所發展 (EEA, 1995)，此架構說明環境和社會經濟間的互相作用，是由 Pressures-State-Response (PSR) 所發展延伸而來 (EEA, 2007)。DPSIR 架構是描述“社會和環境間因果關係互相作用的架構” (EEA, 2006)，分析社會和經濟發展在環境上造成的壓力，因而導致如人類健康、生態系和物質上的衝擊，以及在不同階段上，透過適應或整治等動作做為因此被誘發的社會反應。此架構連接人與環境間互動的理念，蒐集過去環境現況 (States, S) 並分析其變遷，了解相對影響變遷之社會與經濟發展的驅動因子 (Driving forces, D)，與其變遷所帶來在生態系、人類健康與社會經濟的壓力 (Pressure, P) 與衝擊 (Impacts, I)，而因此可能引起的社會或管理政策上的反應 (Responses, R) 來反饋在驅動力上，來減緩、適應、或改善現況與衝擊 (Smeets and Weterings, 1999; Gabrielsen and Bosch, 2003) (圖 1)。

此模式的主要目的並非侷限或規範回應的部分，而是試圖以指標統計結果呈現對當前環境現況問題有較客觀的分析，包括當前被用來解決問題的和今後所選擇的計畫。此架構將報告內容分為人類行為、壓力和環境的情況三個部分，有利於政策制定者透過這樣的過程來針對不同的部分進行行動計畫；回應可以針對循環中的不同重點來制定，如探討壓力來源或是直接探討環境現況。配合地景尺度進

行計畫及指標的設計是此架構所強調的重點之一，但應應用於適合的範疇上，不可過分踰矩 (EEA, 2003)。透過 2005 年千禧年生態評估的結果，整合了生態-社會永續性方法，確認人類及人類影響生態系反應為生態-社會系統不可或缺的構成要素 (MEA, 2005; Berkes et al., 2003; Chapin et al., 2009)。有關生態系關係管理中所透露的訊息可以發現，此管理系統需要更具體的定義人類活動及生態勞務的生態-社會互相依賴之行為；因此，本文說明如何利用 DPSIR (Driving forces, Pressure, State, Impact and Response) 模式來描述八仙山林場於日治時期 (1895 年至 1945 年) 間，森林文化格局與生態適應的過程，了解森林消失與發展的因果關係。

II、DPSIR 架構的發展歷史

對於環境問題的研究，常常依據環境指標與其因果關係模式來描述；而第一個指標架構為 Stress-Response 架構，此架構是由加拿大的統計學家 Anthony Friend 和 David Rapport 所提出 (Rapport and Friend, 1979)。其中基於生態系的反應將環境壓力、生態系現況及生態回應 (如大量的營養鹽使得藻類的大量繁殖) 包括在 Stressru 架構中。當 Stress-Response 架構被經濟合作開發組織 (OECD) 做為評量架構時，將回應 (Response) 定義為只有社會回應的部分，且將生態現況與反應以現況 (State) 的部分表現，而發展成 Pressure-State-Response (PSR) 模式 (OECD, 1991)。到了 90 年代早期，環境的統計不再只針對壓力、現況和回應的數據統計來做描述，還加入了組

織的經濟活動，因此 DPSIR 漸漸的開始被不同的統計單位做使用；此架構以連結人類活動、壓力、環境現況、生態系衝擊、人類健康與物質需求和回應。透過大環境模式上的發展，DPSIR 模式的各部份被更加清楚的定義出來，成為：驅動力、壓力、系統最後的現況、衝擊(包括經濟上)和政策回應；最後在 1995 年由 EEA 的報告中正式發表(EEA,1995)，而在這 20 年間，此架構已被發展成一項工具，來說明人類-環境相互關係影響與評估可能的環境壓力，以及報告流程(EEA, 2003)。目前 DPSIR 模式仍在不斷的發展中，如 driving force - state- exposure- effect - action (DPSEEA) 是由 DPSIR 模式中增加步驟而成，配合醫生在環境和健康指標間的應用(Bushra et al., 2009)。

III、DPSIR 架構介紹

由 PSR 模式延伸而來的 DPSIR 模式是為了改進在 PSR 模型中對於人類活動對環境的影響，只能靠不同時期環境狀態指標的變化過程間接的表現出來(Zhang et al., 2006; Ren et al., 2006)；而 DPSIR 的特點就在於利用驅動力連結人類社會的回應與自然現況的動態關係，並說明現況變遷所產生的衝擊，利於決策擬定改善計畫。DPSIR 架構已廣泛使用於歐洲的研究報告裡，此架構是能提供政策制定者有關環境本質指標和政策選擇上所產生的衝擊的概念；聯結科學與社會經濟及法律的改變與回應(Elliott, 2002)。再者，此架構整理了為解決環境管理問題與政策的相關指標並加以分類，

有助於因果關係之建立(Smeets and Weterings, 1999；Giupponi, 2007)。DPSIR 指標是屬於敘述性指標(descriptive indicators)，說明什麼正發生在人類及環境上，這些指標組合是組織在討論問題的行政層級(geographical levels)上，區分為以下五類(EEA, 1999)：

- (I) 驅動力指標(driving forces indicators)：此指標是描述社會、人口統計和社會經濟發展及相對應的生活型態的改變、消耗和整體水準所產生的格局。初始的驅動力指標可能是人口的成長和需求的發展及個人的活動等；這些最初的驅動力會引起次級驅動力如消耗量成長等而產生環境壓力。
- (II) 壓力指標(pressure indicators)：指物質的發散、資源的使用和土地利用等，來表示由社會所產生的壓力，造成自然過程的多樣性的改變並呈現在自然環境的組成上。壓力指標如：單位面積上 CO₂ 的釋放量、使用在建設上的沙、石塊與碎石的量和道路的土地利用面積等。
- (III) 現況指標(state indicators)：是對單位面積的物質現象(如溫度)、生物現象(如植群的量)和化學現象(如大氣中 CO₂ 的量)的質與量的描述。如森林和野生動物資源的現況或飛機場附近噪音情況。
- (IV) 衝擊指標(impact indicator)：描述由於壓力造成現況改變而影響環境的社會經濟功能；衝擊的發生是有一定的次第，如空氣汙染(壓力)造成全球暖化(初次衝擊)，可能轉而造成溫度上升(第二次衝擊)，因而增加海平面的上升的風險(第三

次衝擊),造成生物多樣性的損失。
(V)回應指標(response indicator):是指由社會團體(或個人),如政府試圖預防、補償、改善或適應環境現況改變的成果。有些回應會著重於預防負面的驅動力上,有些則以提高效率、刺激發展及技術等方式;如針對車子中觸媒轉化器的量和家庭廢棄物的回收。因此,常常回應指標就是描寫環境支出情況的指標;如 CO₂ 的人均排放量與暫定可接受的 CO₂ 排放水準的量。

而今DPSIR架構越來越被廣泛的使用在有關人類干擾問題與地景與海洋景觀上的管理問題等永續發展議題上(Odermatt, 2004; Holman et al.,2005)。應用此因果關係的循環架構,提供環境訊息和建立模式,配合空間與時間的問題,指出可能的干擾和社會團體的關係,協助研究者找出替代方案與其假設情境;往後針對假設情境進行如有效性、益本比分析、風險-效益分析和多準則分析等決策分析,幫助實質政策制定上的協助與支持。

IV、生態系經營理念之連結

近年來隨著對環境的快速變遷的認識、人與生態關係的觀念與價值觀的改變、適應性與生物多樣性被視為永續經營的手段,因此在 2009 年所提出的生態系關係管理 (ecosystem stewardship) 透過社會-生態系統的反應和修正,給與機會維繫生態系勞務的使用和維持人類福祉,試圖給予生態系管理架構一個更完整的定義。此理念架構中強調關心人類與環境、地球系統(life-support systems)的調適能

力、生態系勞務的關係,以及人類福祉的戲劇性改變,而強調復原力、永續性的有關的問題,思考生態系關係管理對生態系經營的必要性;由於社會資源的使用方式、強度,在高效率與快速的變遷下,穩定狀況的生態系經營已無法應付,所以需要考慮適應性高的生態系關係管理。此經營觀念認為社會生態、生物和機構多樣性可在未來不定的格局中提供適應快速改變,將生態視為一整體性,雖意識到自然環境變遷的快速,但使生態系能永續利用仍是探討的問題;社會-生態學系統的不確定性是其特徵,因此不是改變其不穩定至穩定狀態。

面對快速變遷的社會-自然生態系統,當外部力量與生態系交互作用後,會產生較脆弱的敏感處進而產生衝擊,觀察過去系統變動歷史的經驗(學習、應對、改革及調適),並了解過去經驗與動態的自然和人類行為(交易)的互相影響,以及自然及人類行為兩者間的因果關係,做出因應的決策並期許可達到期望目標,若沒有便再重新調查資源情況並重新評估,整個系統會一直呼應著社會-生態的變動而改變。相對的若沒有做任何決策來應對變遷,則會一直在歷史的災難循環中。

透過對生態系關係管理理念的了解,對於近年來環境生態的發展與挑戰有了初步的認知,為了瞭解社會-生態系統的變化,有必要重新檢視過去經營決策的前因後果,以及了解其中利害關係人之關係,使用 DPSIR 架構進而整理出系統歷史序列與其地景關係。為了避免脆弱性使得社會-生態系統的適應能力下降,成功的操作變革引導歷史軌跡朝向令人滿意的結果,

我們必須研究這快速變遷的地球。而永續生態系勞務與福祉，將重新透過積極生態系管理，連結人類觀念、價值、機關、行動以及生物圈管理。因此，發展 DPRIS 架構來描述森林文化格局與生態過程的適應性，並試圖說明森林之現況、功能、變遷的歷史過程，以配合未來建立生態系關係管理理念之資料庫與模式建立，是值得未來加以研究發展的方向。

V、材料與方法

(I) 分析地點與時間

八仙山地區位於台灣台中市和平鄉及南投縣仁愛鄉，東經 120°43'45" 至 120°12'15"，北緯 24°03'55" 至 24°23'53" 之間(如圖八)；從日治時期開始發展成台灣三大林場之一，歷史悠久且資料豐富；1978 年配合多目標經營，著手規劃「八仙山國家森林遊樂區」，1986 年正式提供遊憩使用，發揮森林環境教育功能。因此本文以八仙山遊樂區(日治時期為佳保台)為基礎，包含 99-102 林班與 107-111 林班，共 3129.22 公頃，並結合附近八仙山事業區內過去受日人影響之地區，範圍隨著不同時期而改變(如表一)。利用 DPSIR 模式說明日治時期(1895-1945)森林經營的人為干擾過程。

(II) 材料

蒐集記載過去營林資料，如營林局事業一斑(營林局，1916)、台灣總督府中央研究所林業部要覽(營林局，1934)、台中山林管理所工作報告(林務局，1946)、台灣之林業及其研究(林渭訪，1948)、台灣森林(林產管理局，1949)及八仙山林場業務概況(鐘毓，1953)等；林業統計資料，如台灣經濟年鑑(實

業之台灣社，1925)、台灣之伐木事業(周楨，1958)及重修專省通治(姚鶴年，1992)等。

(III) 研究方法

利用 DPSIR 架構對生態環境不同時期的現況進行敘述系統分析，並藉此探究造成此現況的驅動因子與壓力，透過不同現況的改變所造成的衝擊，以及誘發的社會經濟與自然環境的永續經營政策。而本研究以過去歷史書籍所記載之統計資料及史料記載為分析對象，利用比較法及歸納法，找出各時期影響森林改變的重要指標，並以 DPSIR 架構進行整合，以了解其因果關係。

VI、結果與討論

(I) 驅動力

驅動力為人類的活動及社會經濟影響森林之指標，早在日治時代以前(1895 年前)，八仙山等深山地區較少被漢人開發，除了地形高陡不易發展農業外，此地區為原住民泰雅族生活的根據地，使漢人不易進入進行開發，因此在日人進入開發以前，林分蓄積量主要受原住民的燒墾與狩獵影響。日人來台後積極進行各地方統治行動，經營森林的行動目的主要有三者：(1) 理蕃(原住民)以維持治安；(2) 木材需求之利益；(3) 國土保安(陳伯炎，2000)。因此以法律規範，在 1903 年時取得八仙山土地所有權，並利用清代就發展的隘勇線之修建，慢慢進入八仙山地區，將服從劃為線內並將游耕火墾的農業方式改為水田的方式，改變了低海拔地區的土地利用方式。1911 年台中廳長枝德二領導 912 人前進隘勇線過程發現廣大的八仙山針葉樹林；直

到 1914 年日本受一次世界大戰影響，財政復甦，並將阿里山作業所改為營林局，開始伐木作業。一開始限於河運的運輸方式限制，伐木量並沒有達 50 年經營計畫中所規劃的蓄積量，加上原住民抗爭事件不斷，直到 1925 年後平地與山地鐵路陸續完工，才解決了原住民問題並開始大量的伐木(圖三)，結束了因為交通運輸因子為左右開發的時期，緊接來的是真正森林經營計畫所產生對森林的影響。過去台灣高級之針葉樹(如檜木與扁柏)多外銷日本，國內用材多來自進口，隨著人口增加(圖七)，加上 1939 年第二次世界大戰爆發，造成木材需求上升，木材輸入量卻下降的問題(圖六)，迫使台灣地區伐木量需達自給自足程度，加上木材加工技術提升與戰爭物資的需求，不只伐取針葉樹用材，部分闊葉樹也被開發，影響的範圍擴大了(陳伯炎，2000)。

(II) 壓力

壓力是由人類系統在自然環境中造成森林改變的直接指標。早期由火墾與狩獵帶來人為的森林火災，周而復始的影響八仙山地區的地景組成，直到 1903 年，土地所有權被日人納為所有，較低海拔地區土地利用便從火墾及狩獵轉為水耕形式；雖然地景與土地利用改變，直到 1925 年後才真正有較大量的伐木行為與觀光旅遊的遊憩壓力。1927 年後反省過去的伐木行為，認為八仙山地區對下游的水源涵養及國土保安上的重要性，在森林計畫事業中重新規劃土地利用方式，並為了達永續經營而增加了八仙山地區的範圍，使得此地區伐木造成的壓力趨於平緩(圖二)。後由於二戰爆發，加

上 1942 年政權由營林所轉至台灣拓殖株式會社，開發山林的資金因此倍增，過於集中的伐木造成森林地景大幅度的改變(圖三)，造林率嚴重不足(圖五)，造成森林快速的改變。

(III) 現況

經過 50 年不同強度的人為經營與干擾，八仙山地區的森林地景與森林組成已有了極大的轉變。真正透過森林經營而開發的 30 年內，日人總共搬出材積 527,779m²。日治時期人類對八仙山地區的應用大致可分成 4 個階段及 5 個時期(表 1)(陳伯炎，2000)；首先為第一階段：準備調查時期(1895-1914)，此時日人對台灣進行許多調查，如土地調查(1898-1904)、林野調查(1910-1914)，並針對以解決土地利用問題來解決原住民問題，開設隘勇線、改變原住民生活型態等；1911 才正式發現八仙山地區，因此在此階段，森林經營行為還未開始，人為干擾局限於原住民的使用。第二個階段：基礎時代(1915-1924)，此時開始發生伐木行為，但礙於交通運輸之不便，利用河運的方式運材限制了伐木量，加上原住民問題未完全解決，伐木量時常未達計畫標準，此時期僅運出材積 37,815 m²。第三階段：林業發展時期(1925-1936)，為了解決治水(國土保安)、防止原住民破壞及經濟上的永續供給問題(指提供定量之木材生產的永續性)，進行的森林計畫事業使得此時的伐木密度呈現穩定的狀態，但在造林部分卻無法達到伐植平衡；此外將林區分化，其中各種功能的保安林就佔全部施業案編成地域內施業限制地約 41%(陳伯炎，2000)，且原本想更進一步的成立國家公園，卻因二戰而失

敗。第四階段：戰期濫伐時期，由於中間經營所有權的轉移，又分為前期(1937-1942)和後期(1942-1945)。1937年日本開始在中國引起戰爭，並在1939年二戰爆發，導致進口木材大量減少，加上戰爭需求，以往半數的木材依賴進口的台灣此時突然必須達到自給自足外，還需供應戰爭需要，因此無法依照森林計畫事業進行，造成大量蓄積量的損失，尤其在後期，由於轉為台拓經營，不受國家的牽制與大量開發資金投入，平均伐木量達過往的三倍。

(IV) 衝擊

森林現況的改變在環境與環境所提供的勞務上產生了衝擊。由第一階段1911年開始生產木材，但由於生產費過高與原住民問題(社會經濟衝擊)而誘發了交通的建設的發展。由圖四可發現1925年前後隨著交通建設的完成，生產費用下降，此結果也造成了大量伐木後水土保持與水資源的涵養的問題(自然環境衝擊)，引起日人對永續計畫的重視而嚴格控制造林率與區劃，希望達到適地適用的目標；另一方面，也為了達到一定的伐木量而擴大了林場的範圍(表一)。到了第四階段，大量的伐木以及最後高密度皆伐的發生，造成蓄積量的損失與地覆嚴重改變的衝擊。

(V) 回應

為了解決各期間的所發生的問題，無論在驅動力因子、壓力因子、現況因子或衝擊因子，社會會產生相對的行動來解決或改善。如一開始的交通建設，就是為了改善經濟上伐木費用過高的問題以及治安上的原住民問題，而此交通運輸的發展也成為之後的驅

動因子來影響森林的發展。於1911年計劃卻在1919年才開始施行的“伐採跡地造林”，其目的是為了解決國土保安及經濟需求的問題，而在三大林場實施的伐採跡地造林進一步希望達到伐植平衡，但在八仙山地區，伐木數量卻超過了斫伐計畫，而營林所的回應則以增加作業區的面積來達計劃中的標準。自交通發展後，1923年施行森林計畫事業更詳細的規劃營林項目與土地利用分區，其目的主要為國土保安、減少人為破壞(主要指原住民的火墾行為)及解決經濟需求至永續提供森林資源。計畫主要分為三個部分，首先為了解決水資源涵養與土石流問題，於1927年進行“治水調查”(殖產局，1937)，針對崩塌地、以開墾地與草地進行統計，並編列792ha的保安林與2,030ha的施業限制地；又在1934年增加調查面積，將保安林增加為14,343ha，限制施業地為2,652ha。在1927年同時施行“區分調查”，加強土地管理以避免人為破壞，希望達到適地適用的目的；主要區分為存置林野(保安林、公益上限制開墾地與造林復舊地、營林用地、林道、蓄木場、苗圃及官舍等林業附帶地。)、準要存置林野(當地產業及將來企業計畫區、如：農耕適地、燃料採取地、牧野等。)及不要存置林野(軍事與公安必要、保護原住民生活保留地、獎勵原住民移住保留地)。最後是在1936年執行的“施業案之編成”，其目的在於將國有林野達到伐植平衡的狀態，使之為永續利用與保持國土保安及其他公益性功能。施業項目主要分為兩個部分：其一為設施業限制地，確保國土安全與其他公益性；其二為規劃伐木造林計畫，

為達自給自足所執行的合理施業目標。但施業案之編成由於二戰的爆發而未能完成。到了第四階段，戰爭導致木材輸入不足，迫使日本在台政府破壞計畫，增加木材生產來解決供需問題，此時環境衝擊便無法被視為待解決問題的第一順位；到了後期，為了解決營林局法制上的障礙與林木生產的資金問題，將林權轉為私人企業(台灣拓殖株式會社)，使得生產能快速符合供需且支援戰爭需求。

VII、結論與未來展望

綜合以上對日治時期森林與影響森林之 DPSIR 因子間的互相作用，五個因子間的關係以圖九描繪出來，箭頭初端為影響指標，箭頭末端為影響對象。此圖可解釋因子間的互相關係，但驅動力之間的影響關係並無描繪；比如交通運材與林業生產的關係等。過去日人在發展林業之計畫書中常提到原住民傳統火墾與狩獵對國土保安的影響，但透過本此分析，認為原住民的傳統耕種方式對森林環境的影響並不大於林業發展後對環境影響還來得嚴重，因此進行森林經營管理時，對於原住民與自然共存之關係必需進一步了解，並視為森林文化價值之一部分。

透過 DPSIR 架構可以解決過去歷史敘述可能產生的個人觀點，以較客觀的方式呈現歷史因果關係，並清楚了解各個因子在不同時期對探討的議題的影響程度，提供未來進行森林土地利用變遷與經營管理應用之參考。

VIII、參考文獻

周楨 (1958) 台灣之伐木事業。台灣研

究叢刊，台灣銀行。

林務局 (1946) 台中山林管理所三十五年度工作報告。台灣省行政長官公署農林處林務局，24 頁。

林產管理局 (1949) 台灣森林。農林廳林產管理局編，55 頁。

林渭訪 (1948) 台灣之林業及其研究。台灣省林業試驗所參考資料之四，55 頁。

姚鶴年 (1992) 重修台灣省通志卷四經濟制林業篇。重修台灣省通志，台灣省文獻委員會，1034 頁。

陳伯炎 (2000) 日治時期官營林業—以八仙山為例(1915-1945)。國立中央大學歷史研究所碩士論文。231 頁。

殖產局 (1937) 森林計畫事業報告書上卷。殖產局出版第 769 號，352 頁。

楊志、趙冬至、林元燒 (2011) 基於 PSR 模型的河口生態安全評價指標體系研究。海洋環境科學 Vol. 30, No.1:139-142。

實業之台灣社 (1925) 台灣經濟年鑑。日治時期台灣文獻史料編輯編第十九號，文成出版社，612 頁。

營林局 (1916) 營林局事業一斑。台灣總督府營林局，76 頁。

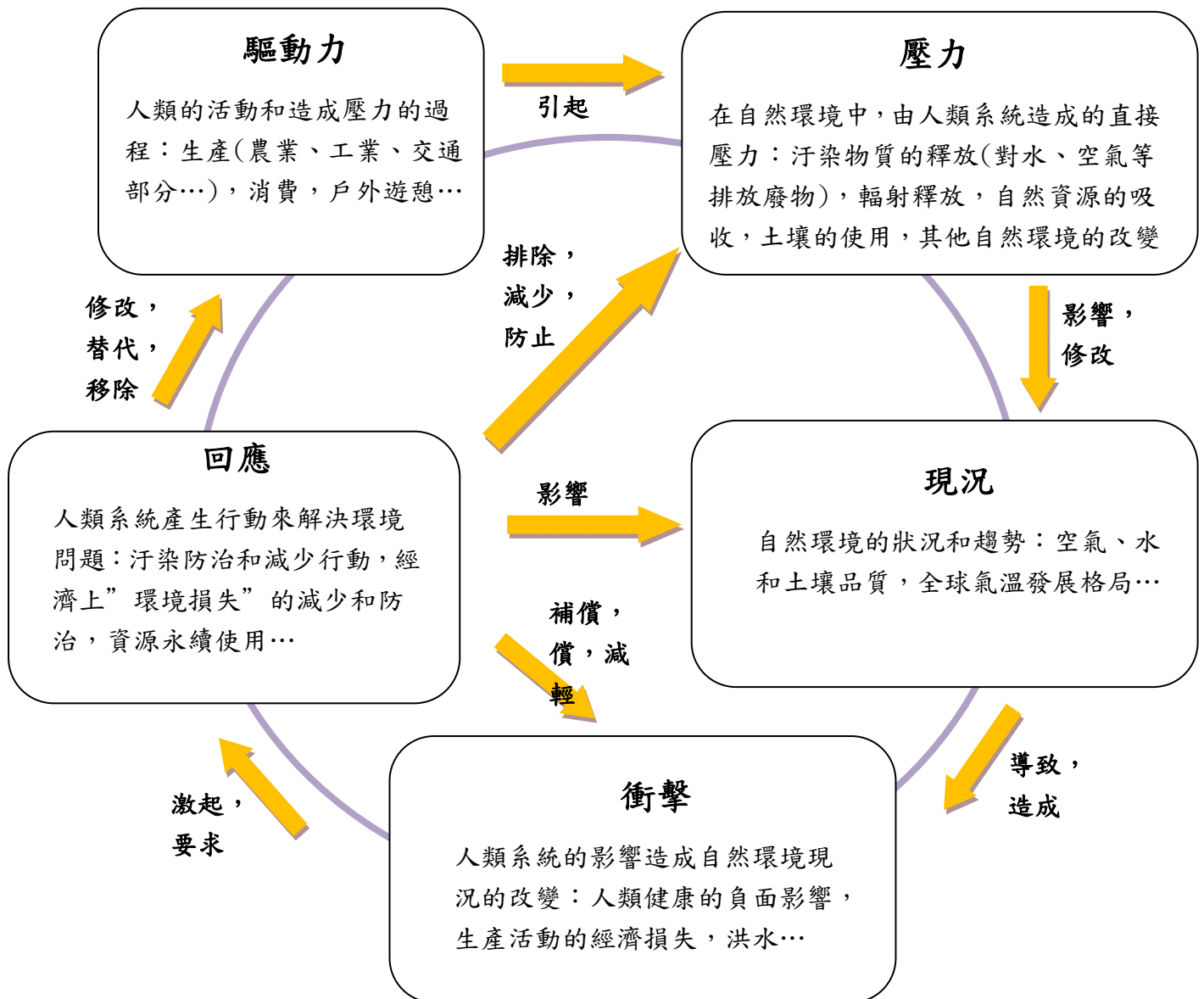
營林局 (1934) 台灣總督府中央研究所林業部要覽。台灣總督府營林局，90 頁。

鐘毓 (1953) 八仙山林場業務概況。30 頁。

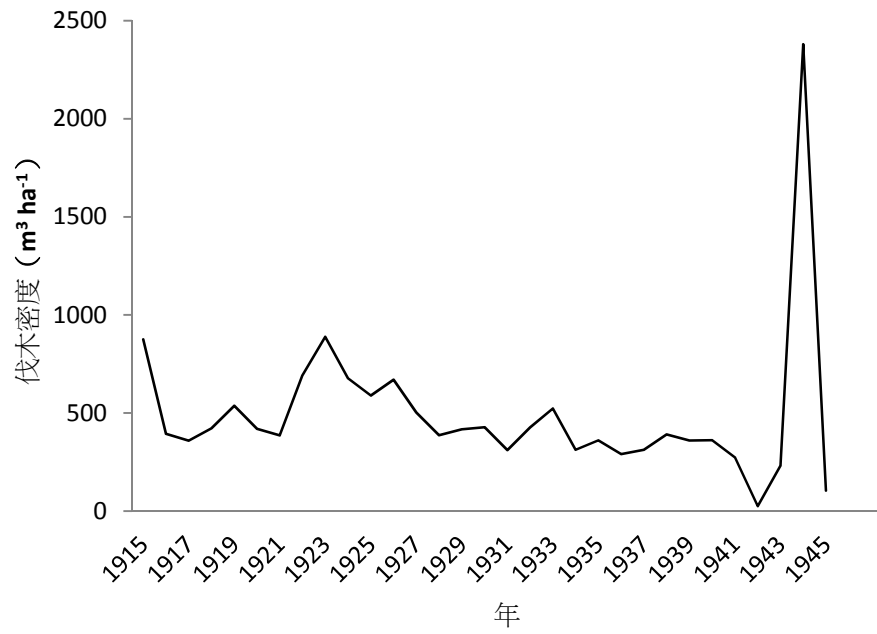
Aristomenis P., Areti K., Kerry R., WIM S. (2006) Impact of 100-Year Human Interventions on the Deltaic Coastal Zone of the Inner Thermaikos Gulf(Greece): A

- DPSIR Framework Analysis. Environmental Management Vol. 38, No. 2 :304–315
- Chapin F.S. III, Stephen R., Gary P., Carl F., Nick A., William C., Per O., D. Mark S., Brian W., Oran R., Fikret B., Reinecke B., J. Morgan G., Rosamond L., Evelyn P., Will S. and Frederick J. (2009) Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-based Natural Resource Management in a Changing World, Springer
- Elliott, M. (2002) The role of the DPSIR approach and conceptual models in marine environmental management: an example for offshore wind power. Marine Pollution Bulletin 44:iii–vii.
- European Environment Agency (EEA) (1999) Environmental indicators: Typology and overview. Technical Report No. 25, European Environment Agency, Copenhagen.
- European Environment Agency (EEA) (2003) Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting. EEA internal working paper.
- European Environment Agency (EEA) (2005) EEA core set of indicators. European Environment Agency Technical report, No 1/2005
- European Environment Agency (EEA) (2006) EEA Glossary. <http://glossary.eea.eu.int/EEAGlossary/D/DPSIR>. Last checked in June 2007.
- European Environment Agency (EEA) (2007) Within the DPSIR framework used by the EEA, it is useful to focus on the links. http://ia2dec.ew.eea.europa.eu/knowledge_base/Frameworks/doc101182
- Gabrielsen, P. & Bosch, P. (2003) Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting. Working Papers. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency.
- Giupponi, C. (2007) Decision support system for implementing the European Water Framework Directive: the MULINO approach. Environmental modelling and software 22 (2): 248–258.
- Giupponi, C., Vladimirova, I. (2006) Ag-PIE: a GIS-based screening model for assessing agricultural pressures and impacts on water quality on a European scale. Science of the total Environment 359, 57–75.
- Gobin, A., Jones, R., Kirkby, M., Campling, P., Govers, G., Kosmas, C., Gentile, A.R. (2004) Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. Environmental Science and Policy 7, 25–38.
- Hanne S., Lars K. P., Dale R., Henk S., Frank Waˆ t. (2008) Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. Land Use Policy 25: 116–125.
- Holman, I.P., Rounsevell, M.D.A.,

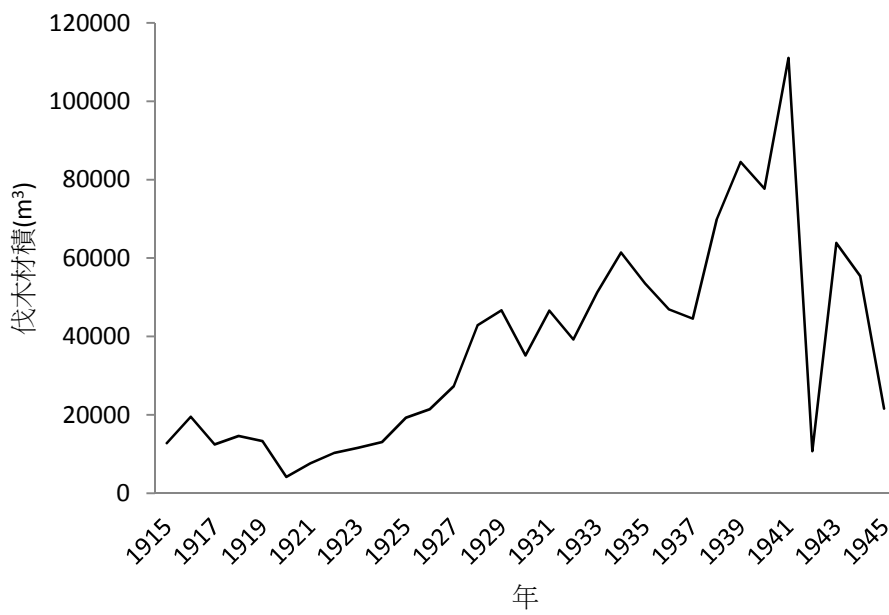
- Shackley, S., Harrison, P.A., Nicholls, R.J., Berry, P.M., Audsley, E. (2005) A regional, multi-sectoral and integrated assessment of the impacts of climate and socio-economic change in the UK. *Climate Change* 71, 9–41.
- Holman, I.P., Rounsevell, M.D.A., Shackley, S., Harrison, P.A., Nicholls, R.J., Berry, P.M., Audsley, E. (2005) A regional, multi-sectoral and integrated assessment of the impacts of climate and socio-economic change in the UK. *Climate Change* 71, 9–41.
- Odermatt, S. (2004) Evaluation of mountain case studies by means of sustainability variables. A DPSIR model as an evaluation tool in the context of the North–South discussion. *Mountain Research and Development* 24 (4): 336–341.
- Odermatt, S. (2004) Evaluation of mountain case studies by means of sustainability variables. A DPSIR model as an evaluation tool in the context of the North–South discussion. *Mountain Research and Development* 24 (4), 336–341.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1991) *Environmental indicators, a preliminary set*. OECD, Paris.
- Rapport, D. and A. Friend (1979) *Towards a comprehensive framework for environmental statistics: a stress-response approach*. Statistics Canada Catalogue 11-510. Minister of Supply and Services Canada, Ottawa.
- Refsgaard, J.C., van der Sluijs, J.P., Brown, J., van der Keur, P. (2006) A framework for dealing with uncertainty due to model structure error. *Advances in Water Resources* 29 (11), 1586–1597 <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2005.11.013>.
- Ren Z-Y , Zhang Y-F. (2006) *Analysis on Land Use Change and Ecological Safety*. Beijing: Science Press.
- Smeets, E., Weterings, R. (1999) *Environmental indicators: typology and overview*. Technical report No. 25. European Environment Agency, Copenhagen. : 19
- Spangenberg, J.H.(2002) *Environmental space and the prism of sustainability: rameworks for indicators measuring sustainable development*. *Ecological Indicators* 2:295-309.
- Zhang S-W, Zhang Y-Z, Li Y, et al. (2006) *Analysis on Temporal and Spatial Characteristics of Land Use/ Cover in Northeast China*. Beijing: Science Press.



圖一 DPSIR 架構內各指標因子間的意義與互相關係循環圖(改自 Costantino, 2003)



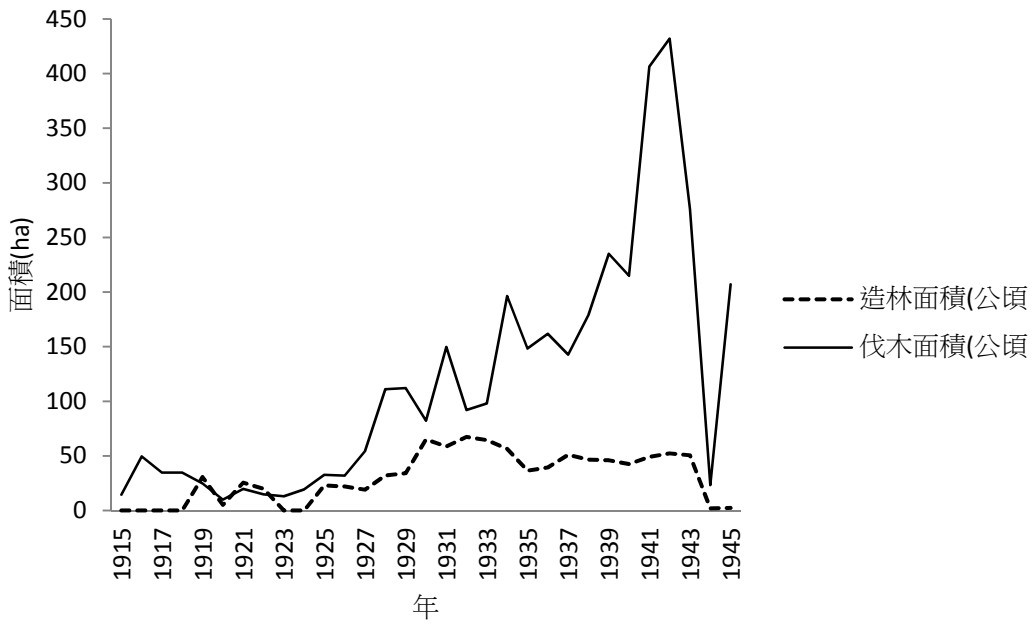
圖二 1915-1945 年八仙山林場伐木密度 (m³ ha⁻¹)



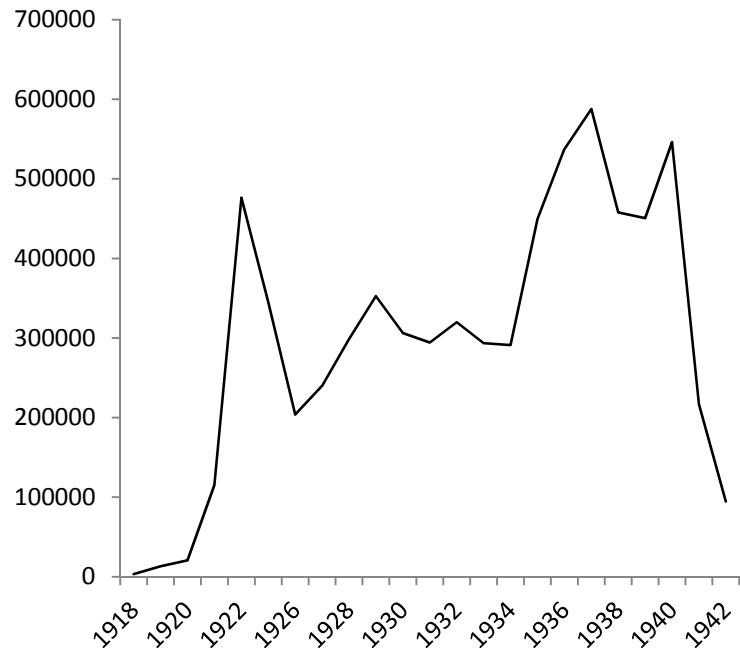
圖三 1915-1945 年八仙山林場伐木材積(m³)



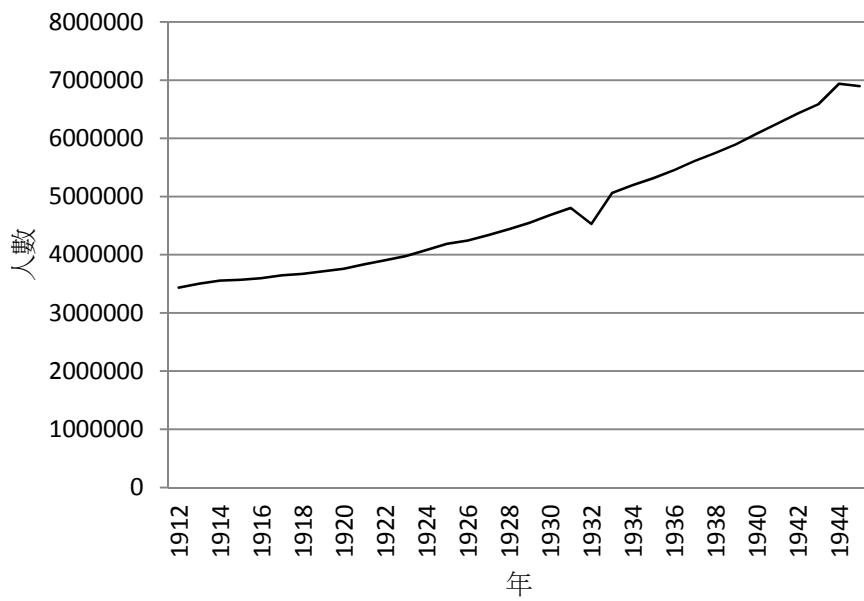
圖四 1915-1937年八仙山林場收支比較



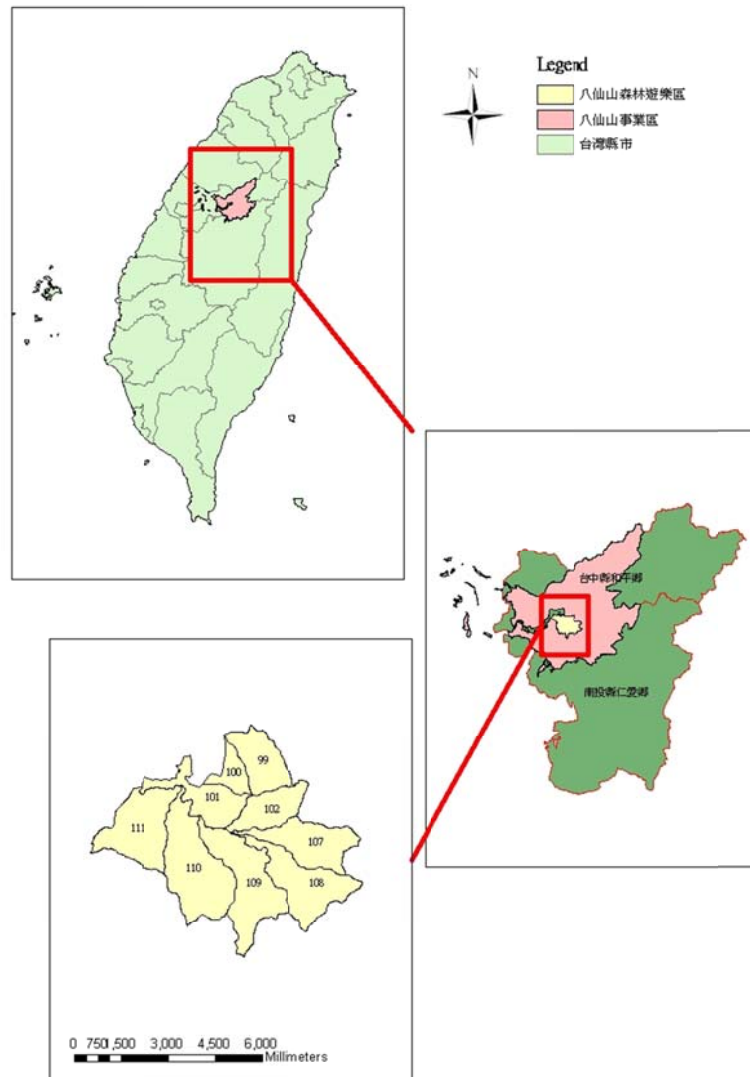
圖五 1915-1945年八仙山林場伐木面積與造林面積比較



圖六 1918年-1942年 台灣木材進出口入超材積(m³)



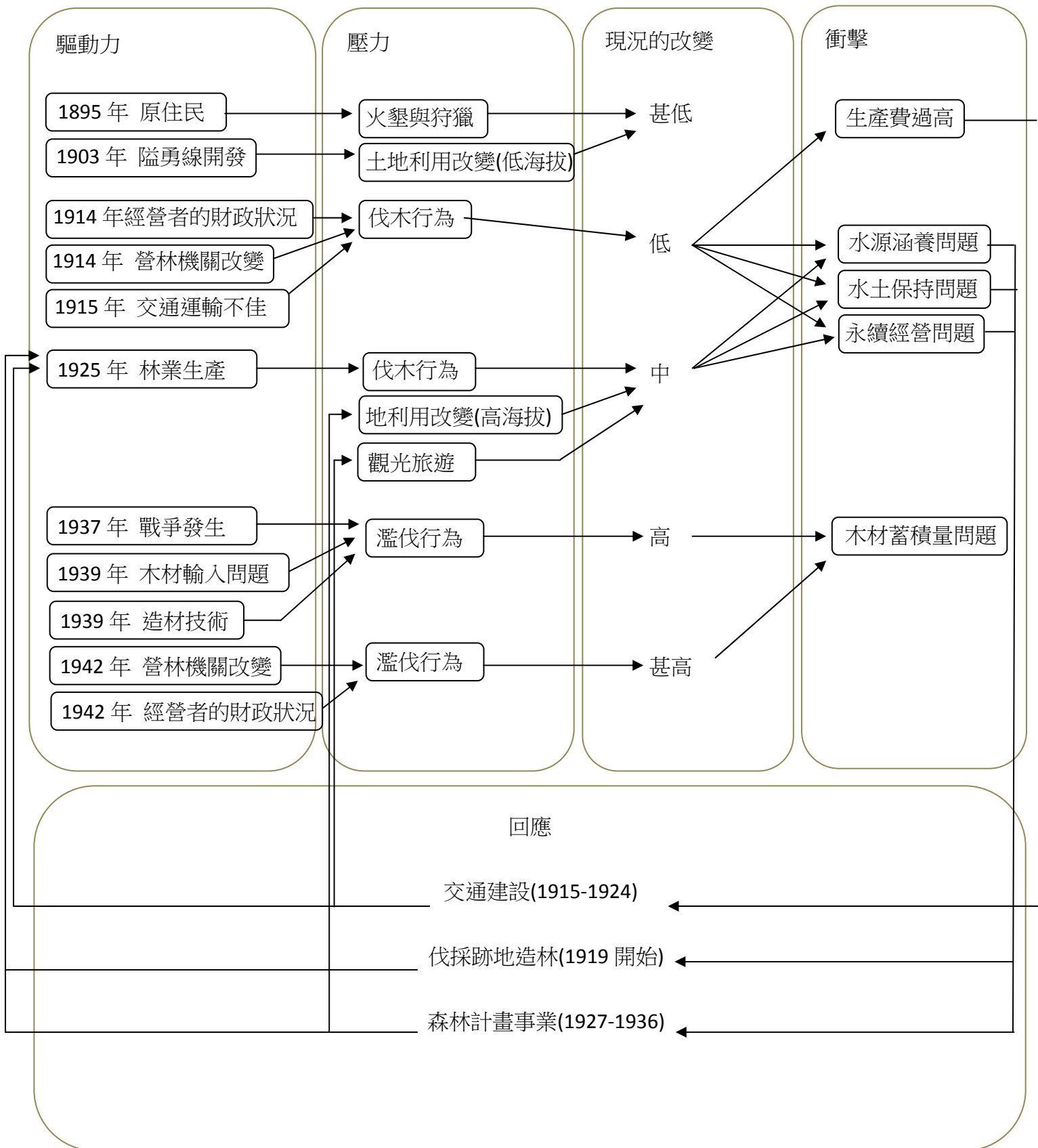
圖七 1912年-1945年人口成長趨勢



圖八 研究地點，八仙山地區地理位置圖

表 1 八仙山地區四個階段伐木與造林情況分析(參考陳伯炎，2000)

階段	一	二	三	四	
名稱	準備調查	基礎時代	林業發展	戰期濫伐 (前期)	戰期濫伐 (後期)
時期	1895-1914	1915-1924	1925-1936	1937-1942	1942-1945
八仙山林場面積(ha)	14000	14601	16057	49927	-
人為干擾(伐木行為)	甚低	低	中	高	甚高
每年平均伐木面積(ha yr ⁻¹)	-	14.58	105.89	268.49	168.77
每年平均造林面積(ha yr ⁻¹)	-	8.13	43.18	47.94	16.86
平均造林率(%)	-	56	41	18	1
每年平均伐木材積(m ³ yr ⁻¹)	-	3,781.5	18,469.17	27,803.5	73,310.67



圖九 綜合日治時期森林蓄積與影響森林蓄積之 DPSIR 因子間的互相關係圖