

私有林保險商品開發評估 ——風險、致災率與個案 保費試算

攝影：陳鼎尹

文／陳鼎尹 國立中山大學政治所博士
成瑋 台灣水資源與農業研究院研究專員

本文從暴露度、致災因子、歷年災損情形進行臺灣生產性私有林風險分析；並以屏東地區為個案、致災因子颱風，探討人工林經營風險管理、使用林業保育署

天然災害現金救助資料為基礎，估算後獲得民國98年至111年屏東地區私有林颱風條件致災率：1-6年生苗木：4.58%；7年生以上苗木：1.56%。而後採用實損實賠



壹、前言

自然災害導致的經濟損失是農業經營最大的挑戰，而臺灣又處於相對容易遭受颱風侵襲之位置，因此隨著農業保險法上路及各農糧領域農險品項的產出，主要以強風、豪雨作為承保風險。惟農險開發不易，如分散式統計資料之蒐集、統計資料闕如、保險類型之決定、保費釐訂與再保險等；傳統農險是理賠因颱風等致災因子導致之農業損害，屬實損實賠型險種，涉及勘災對象、時點、方法、機制、準則等問題。臺灣森林覆蓋率達60.7%¹、亦面臨自然災害風險²：如98年莫拉克風災全國林產物（公私有林）損失超過新臺幣30億元，112年小犬颱風導致臺東地區76公頃林地（私有林）損失程度超過20%。惟在林產業特殊之背景與環境之下，林業保險之開發難度不亞於農糧品項，背景資料如風險母體之私有林經營面積、特定自然災害性質與損害形式、歷史災損情形；風險管理上的問題，則有造林人風險辨識、私有林災害統計資料取得／運用、風險預防／處置等。相關研究亦缺乏³。

準此，本文以私有林為標的評估保險商品開發之可行性，作為後續研究乃至

型保險框架進行保費試算。

結論如下：以颱風為致災因子開發保險品項、系統性與持續性精進林業災害統計資料、建立損害與效用函數以利保費訂價行細緻化與差異化，以及建立實損實賠型保險暨勘損機制。

■ 註1：楊明憲（2023）。臺灣實施作物收入保險之回顧與發展。農業保險半年刊，112(3)，8-47。

■ 註2：林務局（2015）。第四次全國森林資源調查。行政院農業委員會林務局。

■ 註3：黃翊宸（2016）。運用風險值探討森林火災之純險費率（未出版之碩士論文）。淡江大學風險管理與保險學系。該文比較美國與臺灣森林火災損失資料探討森林火災的純險費率。臺灣林火火災損失風險不高，單一風險的可保性不高，建議以綜合天災保險方式釐訂適合市場的保單。

實踐之參考。前言之後為生產性私有林概況，從風險分析的角度進行綜合性之探討；第三部分為以屏東地區為對象，以深度訪談和核定現金救助公文為資料，探討風險管理與估算致災率。第四部分則是建構歷年颱風強度與災損程度之對應關係，並以保險模試試算保費。最後則是臺灣森林保險商品開發之綜合性評述。

貳、生產性私有林概況

農業保險法目的為農業經營保障，安定農民收入，以農民漁牧實際經營者為



監視林地之遠端攝影機。攝影：陳鼎尹

對象，故森林領域則係針對經濟利用之人工林⁴。以下從暴露度、致災因子、歷年災損情形3點針對臺灣生產性私有林進行風險分析，俾利探討保險商品可行性。

一、暴露度

風險分析的第一個因素是特定資產之量體，可稱為暴露度（Exposure）：所屬於人類系統的資產暴露於自然風險中遭受損壞、毀壞、影響的可能性，反之若無人類系統的資產的暴露則無風險與災害的概念，然而高暴露度與系統的脆弱性、恢復能力有極大之關聯⁵。因此人工林之暴露度，總體包含了森林面積、材積、樹種、經營相關設施（如作業道、工寮）等可能受到危害侵襲的量體，決定了系統可能受到損害的大小之程度；其中樹齡、樹種面積與材積是為最重要之變數，因為決定了經濟價值。臺灣之人工林可分為以林木材積生產為目的之經濟林以及非生產性之景觀林、生態林，另有少部分屬於公益效用之保安林。

農業保險乃以生產性私有林為對象，因此聚焦於自然人或私人團體（如林業合作社）之造林。私有林所在地目通常為一般農牧用地、林業用地或國有林班地（租地造林），若由地目資料進行估算，

■ 註4：依FAO森林經營使用分類標準，人工林為經由引進種或原生樹種種植或播種所營造之森林，由目的分為生產性人工林與保護性人工林：前者針對林木或其他非林木的生產價值，後者係提供森林公益功能。

■ 註5：Cardona, O.D., M.K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh, (2012)

則臺灣目前私有林面積約32.37萬公頃，其中包含一般私有林地13.65萬公頃、原住民保留林地6.5萬公頃、國有林租地造林地12.22萬公頃⁶。樹種方面，由獎勵造林樹種及每公頃栽植株數基準表中木材利用及景觀造林類別，可知臺灣生產性人工林樹種範圍；若依據造林類型進一步區分，短期經濟林之造林樹種有相思樹、楓香、桉樹等，除了木材生產以外尚包含菇類、金線連、養蜂等林下生產用途；而長期大面積造林則常選擇如肖楠、臺灣杉、杉木、臺灣檫、柳杉等，則屬於較高價值的木材製造原料。

惟考量臺灣私有林經營型態，即因土地使用地目未必等同於實際經營，而絕

大部分造林人皆會申請造林補助，故採取全民造林（85年至93年）與獎勵造林（97年迄今）計畫核定之新植與撫育面積，以推估實際營林總面積（如表1）。根據林業保育署官網資料，山坡地獎勵造林97年至104年為4,538公頃、105年（預定辦理）385公頃、106年至109年（規劃辦理）1,650公頃，粗估年均風險標的面積為505.6公頃（6,573公頃／13年）。再將98年至106年林業統計年報年度資料及加總，臺灣生產性私有林年均新植造林面積為366公頃、撫育面積為2.86萬公頃，可得出生產性私有林經營面積約3萬公頃。由於1-6年生與≥7年生苗木林齡在抗災力、經濟價值上具顯著差異⁷，需將

表 1、98 年至 106 年林業統計

單位：公頃

計畫名稱	項目	98	99	100	101	102	103	104	105	106	平均
獎勵輔導造林	0年生(造林)	525	514	651	602	517	409	391	295	219	458
	1-6年生苗木	0	525	1,039	1,690	2,292	2,809	3,218	3,084	2,865	1,947
	7年生以上苗木	0	0	0	0	315	315	315	840	1,776	30,648
全民造林	7年生以上苗木	38,000	37,265	37,000	36,800	26,943	26,208	23,855	24,930	21,590	
總計		38,525	38,304	38,690	39,092	30,067	29,741	27,779	29,149	26,450	33,053

資料來源：林務局，107年提升獎勵造林政策資源配置之調整評估計畫

■ 註6：林務局（2020）。林業永續多元輔導方案-公私有林經營輔導作業手冊。行政院農業委員會林務局，122-123。

■ 註7：農業天然災害救助辦法中，造林地救助額度亦區分為1-6年生、≥7年生不同項目。

總面積再行區分。但是林業統計年報僅有年度新植以及撫育之總面積，因此由每一年度獎造新植造林面積估算特定年度1-6年生面積，例如105年之1-6年生面積即為100年至104年核定新植造林面積之加總。表1為臺灣水資源與農業研究院所執行之107年提升獎勵造林政策資源配置之調整評估計畫，以上述方法所估算的1-6年生與 ≥ 7 年生苗木造林地面積。

二、致災因子

致災因子係指造成造林地災害、林產物及造林相關資產（如作業道）損失風險之因子，臺灣常見者有颱風、豪雨、林地坍塌、火災、病蟲害、乾旱等。第一，颱風／陣風會對於林木造成倒伏、主幹折損、主幹撕裂、主枝風折嚴重等傷害，未成熟林抗災性更低，如幼苗風折後萌蘗生長等。依臺灣之氣候型態，颱風是造林地最常面臨的天然災害並可能同時因會伴隨豪雨而發生水災、土石崩塌。105年的尼伯特颱風為例，臺東氣象站測得自西元1901年設置後最大瞬間陣風紀錄57.2每秒公尺（m/s）即17級風，導致臺東市12個地方行政區430.12公頃的林地災損。

第二為豪雨，短時間集中性降雨（短延時強降雨）會導致林地沖刷、新植

苗木流失，若根系遭遇風災導致水害、腐朽則損失更大。平地造林亦可能因為逕流溝導致林地崩塌、道路（水泥路／柏油路）掏空或坍塌，水土保持防治也未必能避免。即使災害發生當下林木仍存活，生長也會因為水害而逐步衰退至死亡，損害情形認定較需考慮時間遞延的問題。

第三的林地坍塌則是複合型災難，通常與颱風、豪雨的發生有關，涵蓋地形地勢陡峭（坡度）、地質脆弱地區（地質構造、土壤岩石特性）、降雨量過大、地震等等。惟近年最嚴重之案例為98年莫拉克颱風導致之小林村滅村事件，獻肚山總計2,743.7公頃的第21至26林班地發生高達150公頃之坍塌面積。

第四為火災。其是森林最普遍遇到的災害，除了自然野火、亦可能由人為導致，臺灣因氣候潮濕絕大部分為人為引起，如109年的玉山森林大火事件。除過火之情形，火災對於森林之損害是全損，較不會衍生殘值或者殘枝處理費用之問題，災損面積加上樹種、樹齡等林基礎地資料即可推估材積換算損失金額。火災也是國外林險最常見之承保事故範圍與致災因子。

第五，病蟲害。由林業有害生物，包含病原菌、昆蟲、獸類、雜草等所引起，臺灣主要的風險因子有褐根病、荔枝

椿象、松材線蟲。森林遭受各種疫病蟲害及外來入侵植物的危害，早期為泡桐簇葉病、銀合歡木蝨、松材線蟲，近期則是刺桐釉小蜂、林木褐根腐病、小花蔓澤蘭，皆造成林木大面積受害及森林管理之困擾⁸。乾旱之致災一樣具延時性、不會造成立即性災損，惟近年來亦是造林不可忽視

的災因之一。

三、歷年災損情形

透過林業統計年報可了解歷年林產物估計損失、林產物受到一般的災害損失占農業損失之比例（如表2），後者通常為1%以下。惟當遭遇特別嚴重的颱風所

表 2、林產物受災害損失與農業受災損失之比例

單位：新臺幣／千萬元

年	農業災害產物估計總損失	林產物估計損失	林產物估計損失占農業總損失比例	備註
94	2,047.6	25.4	1.2%	海棠颱風
95	325	1.1	0.4%	-
96	1,106.9	4.6	0.4%	-
97	1,341.9	2.2	0.2%	-
98	2,052.7	310.7	15.1%	莫拉克颱風
99	911.4	3.4	0.4%	-
100	342.4	0.54	0.2%	-
101	575	4.4	0.8%	-
102	969.9	3.7	0.4%	-
103	312.4	1.4	0.5%	-
104	1,476.5	6	0.4%	-
105	3,550.9	140.8	4.0%	梅姬颱風及9月風災雨害
106	4,191	0.52	0.1%	豪雨
107	524.3	0.14	<0.1%	豪雨
108	978	0.041	<0.1%	豪雨

資料來源：農業災害產物及民間設施估計損失。林務局，109年林業統計年報。

■ 註8：黃裕星（2009）。林業轉型與危機管理。臺灣林業，2009(2)，12-19。

引發之土石流、坍塌等災害造成之林產物損失則相當巨大，例如以98年之莫拉克颱風造成該年最高的損失金額，105年因為莫蘭蒂、梅姬颱風亦為顯著，可知悉強烈颱風對於林木災害影響甚鉅。

惟林業統計年報無法反映不同樹齡之私有林災損情形，故以獎勵輔導造林面積為分母、農業天然災害救助辦法之現金救助資料為分子，估算歷年颱風導致之災損情形⁹。其中現金救助資料有以行政區為單位的各年度／颱風私有林受災面積。以下以全臺灣為範圍，呈現101年至106年13個颱風造成之致災率（如表3、表4），加總計算可知1-6年生未成熟林致災率高於7年生以上苗木，分別為1.21%與0.27%。由101年至106年核定救助總面積397.88公頃、851.21公頃，可得出1-6

年生造林地與7年生以上苗木造林地救助現金總額分別為923萬1,069元、2,967萬7,018元，每年平均之受災造林地面積為66.31公頃、141.87公頃。

參、風險管理與致災率試算

針對前揭風險分析，以下由風險之辨識、預測、處理3個部分來討論臺灣生產性私有林的風險管理之現況，並以現金救助資料推估屏東地區的生產性私有林歷史災損，作為進一步探討的前提¹⁰。

一、風險管理

以下引用台農院執行之「臺灣生產性私有林因應農業保險法輔導機制之研究」所做的保險調查說明風險辨識。其以經營私有性人工林之造林人、合作社

表 3、臺灣生產性私有林林業風災損失程度（101 年至 104 年）

單位：公頃

年		101		102		103	104	
颱風名稱		蘇拉	天秤	蘇力	潭美、蘇芮	麥德姆	蘇迪勒	杜鵑
1-6年生苗木	核定面積	3.84	53.07	10.07	0.4212	12.134	13.47	1.8
	損失程度	0.23%	3.14%	0.44%	0.02%	0.43%	0.42%	0.06%
7年生以上苗木	核定面積	6.58	18.48	119.92	0	16.096	0.48	0
	損失程度	0.02%	0.05%	0.44%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%

資料來源：本文整理

■ 註 9：特定颱風之生產性私有林致災率公式：單位區域颱風致災率＝單位區域申請救助核定面積／單位區域私有林地面積。
 ■ 註 10：本文定義之屏東地區，係指屏東分署與屏東縣政府所轄之國公有林造林地、後者所轄私有林造林地，行政區劃上涵蓋高雄市部分區與屏東縣。

為對象（有效樣本數26），於110年調查災害威脅（致災因子）、保障財產項目、保險需求3個項目。發生次數致災因子前3名分別為颱風（34.7%）、褐根病害（16.3%）、林地坍塌（10.2%），而颱風與林地坍塌單次災害平均損失幅度皆約為15%。保障財產項目依序為林木價值（64%）、木材價格（30%）、林地生產力（>1%）。保險需求方面，傾向需要林業保險以及實損實賠類型者皆為50%的認同度。除問卷調查外另有個案訪談，如永在林業表示其致災因子主要有強風（颱風／落山風）、乾旱、豪雨、動物危害（梅花鹿），颱風則是以105年尼伯特、莫蘭蒂的颱風環流影響最鉅；並特別指出，除了既有之颱風等致災因子，最大的保險需求來自破匯專案造林需求之驅



訪談國立屏東科技大學錢易忻博士。圖片來源：陳鼎尹、成璋

動。屏科大保力林場表示幼苗栽培威脅包含強風、暴雨、高溫、久旱、降雨不均；然而下雨係為兩面刃，因會把握雨季（如颱風前夕、午後雷陣雨）進行造林，短延時強降雨可能導致林地沖刷乃至新植苗木流失、或者強風導致幼苗風折後萌蘗生長，特別是幼苗栽植期會因水分控制不當

表 4、臺灣生產性私有林林業風災損失程度（105 年至 106 年）單位：公頃

年		105					106	平均損失程度
颱風名稱		尼伯特	莫蘭蒂	莫蘭蒂、梅姬	梅姬	莫蘭蒂／梅姬加總	尼莎、海棠	—
1-6年生苗木	核定面積	152.19	18.96	33.37	97.2386	149.56855	1.32	1.21%
	損失程度	4.94%	0.61%	1.08%	3.15%	4.85%	0.05%	
7年生以上苗木	核定面積	229.22	130.59	202.047	108.7142	441.3516	19.08	0.27%
	損失程度	0.89%	0.51%	0.78%	0.42%	1.713%	0.08%	

資料來源：本文整理



風倒現場。圖片來源：永在林業

導致60%以上的死亡率¹¹。阿里山林業生產合作社則是提到莫拉克風災導致了作業林道的嚴重毀損。

其次為風險預測，係指以過去發生災害之因子、頻率、幅度等資訊為基礎進行分析研究，其中系統性受災統計資料的蒐集與整理是關鍵前提。生產性私有林之受災統計資料，主要來自各機關依據農業部林業及自然保育署辦理林業天然災害查報作業於災後執行之速、詳報¹²，以及林政組於每年度彙編之林業統計年報。權責

劃分方面，各分署負責轄區內國有林、國有林租地造林、林業設施與治山防災工程，地方政府負責轄內國有林、公有林、私有林、國公有林租地造林、原住民保留地造林、林業設施與治山防災工程。災害查報項目分為林業設備損失¹³與林木損失兩種，後者為林木、苗圃、幼齡造林木、竹林、林下經濟、森林副產物竹筍¹⁴；記載損失數量與金額，如林木為立方公尺（材積乘山價）、苗圃為株數（復耕成本）。林業統計年報大致依循速報／詳報

■ 註 11：陳鼎尹、成璋（2023）。屏科大錢易忻助理研究員訪談。

■ 註 12：速報為每日進行，詳報則是災害停止後7日內需完成。農糧署中區分署（2022）。農業災害查報救助手冊。行政院農委會。

■ 註 13：林業設備損失，有交通運輸設備、電訊設備、員工宿舍、辦公廳舍、森林防護設備、治山防災工程、森林育樂設備、其他等8項。農糧署中區分署（2022）。農業災害查報救助手冊。行政院農委會。

■ 註 14：林下經濟限申請核准經營項目，有段木香菇與木耳、臺灣金線連、涉及養蜂場設置之森林蜂產品、臺灣山茶等4項。

格式，記載各權責機關¹⁵年度災害情形，如災害項目分為火災、竊取主副產物、濫墾及其他共4項；災損情形包含件數、面積、數量（林木、幼齡木、幼苗、竹及副產物）、價值。惟其災損僅提供年份、總損失，致災因子沒有臺灣常見的颱風、豪雨、林地崩塌，亦無法辨別災害發生位置（僅區分各林區管理處）、致災事件、樹種。且主要係國有林的資訊，缺乏私有林紀錄。非人為致災因子除火災外皆歸入「其他」類，如颱風所致災損害詳細資料必須向分署洽詢。森林災害資料與其他農業災害資料皆為分散式來源、且並非以保險統計資料之建立為目的，有進一步改進之空間。

第三風險的處理包含了事前預防與事後因應，或可稱為調適能力：在一系統或地區之脆弱度，即受到不利影響的傾向與素質（物理與社會經濟）的前提下，因應不利影響的能力¹⁶。而森林（包含林地）抵抗、調適或因應災害的能力，一方面涉及林地立地條件、坡度、土壤、氣候與地理性質等，二方面關於林主撫育、經營、養護方法等社會條件而定。如永在

林業會針對經營期間作業活動對於周圍環境的影響、變化進行監測，提出相對應的有效保護措施，特別是溪流兩側與陡坡區域，並避開或減少於高風險林地造林¹⁷。然而山坡地造林平時即無經常性巡視的必要、交通可達性也低，若是災後林道、作業道受損將無法到達現地了解災情，可能交通恢復後再現勘或以空拍或航照方式辨識如大面積山坡地崩塌之災損¹⁸。屏東大保力林場的水土保持措施則是籠型邊坡與橫向整地，使山坡地不易發生積水或沖蝕等危害¹⁹。中華紙漿公司位於花東地區之林場已非生產性的經濟林而是做為保安林之用途，主要的風險管理在於林區內道路的維修與整理²⁰。惟除以上較具規模之經營者，部分造林人是以領取造林獎勵金補助為目的，加上原本即為粗放經營方式，通常不願意再投入包含風險預防與因應在內的造林成本。因此災後之因應，主要即是依據農業天然災害救助辦法與獎勵輔導造林辦法分別之救助金申請、樹苗領取復舊造林。農業天然災害救助辦法救助對象為實際從事農、林、漁、牧生產之自然人，並依據地方政府實際勘災情形，災損

■ 註 15：如屏東分署、屏東縣政府。

■ 註 16：IPCC. (2012). Managing the Risks of EXtreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, New York, NY, USA, p.582.

■ 註 17：森林經營計劃書（2020）。永在林業生產合作社。

■ 註 18：陳鼎尹、成璋（2023）。永在林業林家鼎經理訪談。

■ 註 19：陳鼎尹、成璋（2023）。屏東大錢易祈助理研究員訪談。

■ 註 20：陳鼎尹（2023）。中華紙漿訪談。

超過20%以上者予以現金救助及補助²¹。

二、個案致災率計算

延續包含屏東區域在內的風險管理回顧，本部分擬以林業保育署依據農業天然

災害救助辦法之核定補助資料，包含屏東分署與屏東縣政府核定通過之現金救助面積、金額資料並搭配歷史氣象參數，估算98年至111年屏東地區颱風致災率²²。繪製致災率計算流程圖如圖1，說明如下：

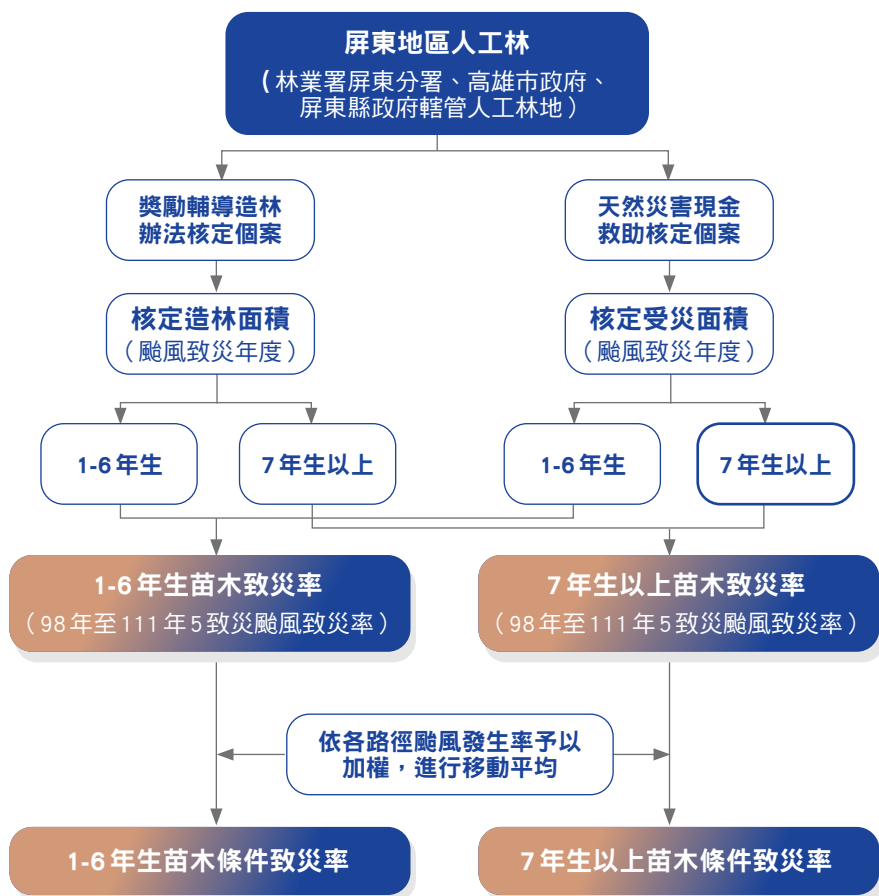


圖 1、致災率計算流程圖

資料來源：本文整理

■ 註 21：內容資料包含行政區域（各縣市鄉鎮）、致災因子（如颱風名稱）、造林地受災面積（公頃）、核定救助金額、品項（1-6年生造林地、7年生以上造林地、林業苗圃、竹類、林下經濟），現金救助額度分別為 24,000 元、36,000 元、5 萬元、36,000 元。抽查資料則多了林地位置、林地面積、受害林種、損失程度，可進行損失面積與該林地位置氣象參數之相關性分析。

■ 註 22：現金救助核定之面積與金額，由森林產業組提供原始公文資料進行匯整。台農院（2024）。111 年臺灣生產性私有林因應農業保險法輔導機制之研究。農業部林業及自然保育署。



新植之耳莢相思。攝影：陳鼎尹

- (一) 個案範圍：由於森林天然災害損失之維度包含颱風路徑、強度（風速雨量）、位置、地形、樹種、樹齡，前揭以全臺灣為範圍的估算很可能導致統計誤差，因此將範圍收斂至屏東地區得以提高風險分析的精確度與代表性，包含林業保育署屏東分署、高雄市政府、屏東縣政府轄管之人工林地。
- (二) 個案人工林面積：資料來源為林業統計年報中獎勵輔導造林辦法核定之造林面積。
- (三) 個案人工林致災面積：資料來源為林業保育署提供之現金救助資料，

作為私有林通常無系統性災損紀錄下之替代做法。

- (四) 依據不同個在屏東地區造成損失颱風的致災率，估算致災率範圍區間與平均致災率。假設105年3個颱風侵襲屏東縣並導致某鄉鎮致災率分別為7%、5%、8%，可知颱風致災率範圍區間在5%至8%，亦可以因此來推估特定林地的災害成本以及區域致災率。由不同颱風路徑發生率予致災率加權，將屏東地區生產性私有林造林地颱風致災率平均化。

而關鍵資料現金救助，說明如下：

- (一) 並非所有經營者皆會申請現金救助，或逕行申請補植（僅能擇一），損失面積可能低估。
- (二) 颱風接連侵臺情況下救助金會合併申請與核發，導致現金救助核定資料呈現的是綜合效果，後發颱風的影響會被弱化、不易純化個別颱風與受災面積的關聯性；105年強烈颱風莫蘭蒂（9/14-15侵臺）、中度颱風梅姬（9/26-27侵臺）以及106年中度颱風尼莎（7/28-30侵臺）、輕度颱風海棠（7/29-31侵臺）皆然。
- (三) 現金救助辦法有抽查機制，但損失程度認定仍依賴分署工作站、農業處林保科承辦人員的主觀判斷，且不能排除造林人浮報但未被檢出的可能性。

本文定義之屏東地區生產性人工林，包含林業保育署屏東分署所轄之租地

造林地，以及高雄縣與屏東縣政府農業處所轄之私有林地／農牧用地。獎勵造林核定案例則有屏東分署轄區租地造林之獎勵造林案例（林業用地）、國產署租地造林之獎勵造林（農牧用地），以及屏東縣政府農業處林保科管轄之平地造林。故以林業統計年報中參與全民造林計畫以及獎勵造林計畫之造林數字，加總出颱風致災年度（98、99、105年）的1-6年生及≥7年生苗木生產性人工林面積（公頃）如表5，以作為風險單位之母數。

本文採用之颱風致災率公式為：屏東地區颱風致災率=屏東地區申請救助核定面積 / 屏東地區私有林地面積。森林天然災害損失方面，98年至111年登陸或路徑接近臺灣並致災（以具現金救助核定資料為條件）的有莫拉克、凡那比、蘇拉、天秤、蘇力、潭美、康芮、麥德姆、蘇迪勒、杜鵑、尼伯特、莫蘭蒂、梅姬、尼莎、海棠計15個颱風，於屏東地區致災

表 5、屏東地區 1-6 年生及 ≥ 7 年生苗木生產性人工林面積

單位：公頃

年	98	99	105
1-6年生苗木面積	283.1	182	663.52
≥7年生苗木面積	3,985	4,184	4,473.19

資料來源：本文整理，參考獎勵造林相關資料製作

之5個颱風及各自救助面積如表6；而由於颱風路徑與致災區域具顯著相關性，以中央氣象局透過民國前1年至109年間侵臺路徑9大分類（如圖2）予以分類，並

整理風速、雨量等參數作為參考。氣象參數為中央氣象局高雄站與恆春站觀測資料（如表7）。

獲得以上統計資料後，求取平均致

表 6、屏東地區致災之 5 個颱風及各自救助面積

單位：公頃

年	98	99	105		
颱風名稱	莫拉克	凡那比	尼伯特	莫蘭蒂	梅姬
1-6年生苗木	100.653	87.7007	32.62	52.33	13.17
致災率	35.55%	48.18%	4.92%	7.89%	1.98%
≥7年生苗木	392.0898	65.213	32.22	332.64	24.93
致災率	9.84%	1.56%	0.76%	7.84%	0.59%
現金救助核定面積	492.7428	152.9137	64.84	384.9674	38.1

資料來源：本文整理

表 7、98 年至 111 年於屏東地區致災颱風參數

颱風名稱	莫拉克	凡那比	尼伯特	莫蘭蒂	梅姬
侵臺時間	98/8/8	99/9/19	105/7/8	105/9/14	105/9/27
颱風強度	中度颱風	中度颱風	強烈颱風	強烈颱風	中度颱風
颱風路徑	其他類	3類	4類	5類	3類
路徑發生率	3.91%	12.76%	9.64%	18.23%	12.76%
最大瞬間風（m/s）	30.2 / 36.1	29.5 / 27.4	34.3 / 26.1	39.1 / 52.2	34.5 / 31.3
最大持續風（m/s）	13.4 / 14.8	13.8 / 12.2	15.4 / 10.9	16.6 / 23.5	15.5
連續24hr累積雨量（mm）	537.5 / 528	490.5 / 164	177 / 225	347 / 334	116.5 / 25.5
警報期間總雨量（mm）	811 / 729.5	499.5 / 165	185 / 265.5	357 / 337.5	132 / 29

資料來源：中央氣象署

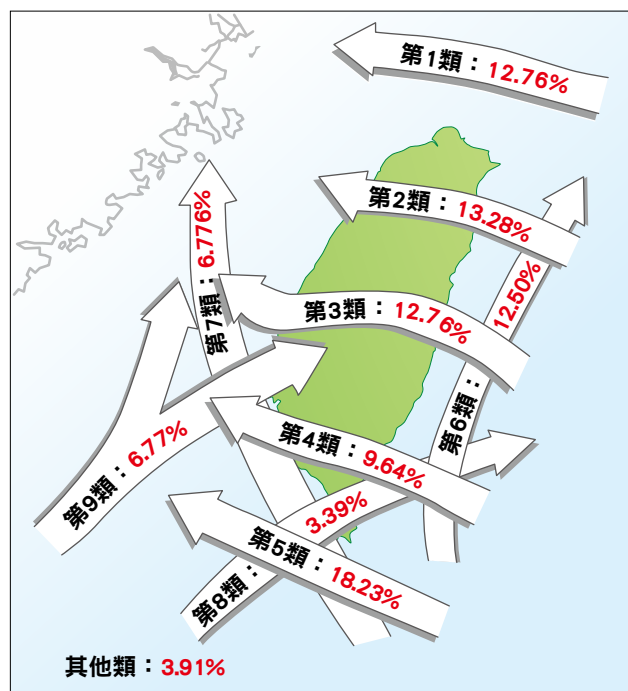


圖 2、民國前 1 年至 109 年間颱風侵臺路徑比例

資料來源：中央氣象署

表 8、98 年至 111 年於屏東地區致災之颱風及致災率

颱風名稱		莫拉克	尼伯特	莫蘭蒂	凡那比	梅姬	平均值 (μ)	標準差 (σ)
颱風路徑		其他類	4類	5類	3類	3類		
路徑發生率		3.91%	9.64%	18.23%	12.76%	12.76%		
1-6年生苗木	致災率	35.55%	4.92%	7.89%	48.18%	1.98%		
	致災率 (加權)	1.39%	0.47%	1.44%	1.23%	0.05%	4.58%	0.62%
≥7年生苗木	致災率	9.84%	0.76%	7.84%	1.56%	0.59%		
	致災率 (加權)	0.38%	0.07%	1.43%	0.04%	0.01%	1.56%	0.60%

資料來源：本文整理，參考中央氣象署資料製作

災率公式如下：

該路徑颱風發生率 × 品項致災率 =
該路徑颱風致災率

其他類颱風致災率 + 第4類颱風致災率 + 第5類颱風致災率 + 第3類颱風致災率 = 平均致災率（如表8）

由於資料區間98年至111年，有5個第3類颱風侵臺（如表9）、其中兩個於屏東地區致災，因此再乘以20%。1-6年生致災率為例：

$$(12.76\% \times 20\% \times 48.18\%) + (12.76\% \times 20\% \times 1.98\%) = 1.23\% + 0.05\% = 1.28\%$$

最終可得出98年至111年屏東地區生產性人工林颱風條件致災率：

1.1-6年生苗木：4.58%

2. ≥ 7年生苗木：1.56%

肆、保險統計分析

本部分先以對價平衡原則分析林業保險，而後延續屏東地區私有林之風險管理與颱風致災率，透過現金救助資料與歷史氣象資料進行保費試算，以及保費適足性模擬。

一、對價平衡原則

對價平衡原則是指保險人所承擔的危險和保險費用兩者之平衡，亦為保險契約中最重要的原則²³。因此，林業保險應考量之風險變數包含要保人的林地位置、樹種、樹齡、經營方式及投入資源，依其總體危險高低收取相當之保險費（如

表 9、98 年至 111 年第 3 類路徑颱風於屏東地區致災率

年	99	103	104		105
颱風名稱	凡那比	麥德姆	蘇迪勒	杜鵑	梅姬
颱風路徑	3類（12.76%）				
1-6年生苗木	87.7007	0	0	0	13.17
致災率	48.18%				1.98%
≥ 7年生苗木	65.213	0	0	0	24.93
致災率	1.56%	0	0	0	0.59%

資料來源：本文整理

■ 註 23：個別保險契約訂立時所收取之保險費基於保險人為正確估計危險之發生，個別保險人如欲加入危險團體時，所收取的保險費也應該與其危險相當。當所收取的保險費與未來可能給付的保險金相當，才能避免發生道德風險、不公平與不當情事，以利保險制度的持續運作。劉宗榮（2021）。保險契約法暨保險業法。三民出版社。

表10)。危險增加而影響對價平衡時，依照保險法第59條要保人或被保險人有通知保險人之義務²⁴；森林火險投保後，相鄰林地進行森林育樂場域之烤肉區規劃屬於同條第3項之客觀危險增加。保險法第64條規定訂立保險契約時有告知義務（據實說明義務）。其次則為保險標的價值估算。幼齡林以造林成本價值估算，透過造林過程投入之勞動和資源計算價值（成本），以利估算經濟損失。其餘以最終財買賣價計算，成熟林係指達採收期（大於7年）之可伐採利用成熟林木；林地則應考慮生產力、地力良否。土地以永久經營林業為目標；林下經濟以開放申請品項如段木香菇與木耳等產品之價格。成熟林為未砍伐之立木，若以山價計算則公式為：山價＝林木（總）市價－生產費（伐木造材、集材、運材等直接生產

費）。然而臺灣林木市場為壟斷性競爭並採標售競價、合意議價方式，且各林木生產區域之市價與伐木直接成本亦有相當之變異性，以山價訂定標準恐失公允、無一致性且可能違反對價平衡原則。造林成本則有林業保育署有公告之造林工程表及年度價格，較為公平合理。

二、保費釐訂

以下依序說明方法與分析。

（一）氣象觀測資料

以下中央氣象署氣候資料服務系統觀測資料查詢（CODis）之站點為恆春氣象站（站號：46759），並搭配颱風資料庫各測站極值；樣本颱風之林業天然災害損失則來自屏東縣政府農業處、林業保育署屏東分署之現金救助資料統計資料。另

表 10、風險標的計算參數與公式

風險標的	估值價格	計算公式	參數
幼齡林	造林成本	造林工程表	樹種費、整地暨移栽費、材料費、運輸費、設備費、管理費
成熟林	山價	林木木材市價×材積－生產費	林木木材市價、生產費、樹種材積表
林地	林地買賣價	價格×面積	基準林地價格、主伐收入、各年次間伐收入
林下經濟作物	作物買賣價	價格×產量	基準價格、基準產量

資料來源：馮豐隆（2006）。森林評價學。國立中興大學森林調查測計研究室。

■ 註 24：如造林人減少水土保持等相關防範措施、動物危害林地監測，屬於保險法第59條第2項之主觀危險增加。



訪談財團法人農業保險基金。圖片來源：陳鼎尹

由於農作物／植物倒伏係主要由最大瞬間風導致而非平均風力致災，且一次颱風一次／一日易計算且為物理特性致災相對單純，故風速擷取蒲福氏風級最大陣風。

（二）費率釐訂基本原則

費率釐訂應以公平性、充分性、適當性為基本原則。保險費包括純保費和附加保費，純保費是依據損失率計算，附加保險費率則包括業務管理之人事、行政、管銷等費用。純保費由損失頻率（Loss Frequency）與損失幅度（Loss Severity）相乘而得。

$$\text{公式}^{25} : NP = F \times S = H/A \times L/H = L/A$$

其中，NP（Net Premium）＝純保險費；F＝損失頻率；S＝損失幅度；L＝林地天災損失金額；H＝發生天災的受害面

積；A＝生產性私有林面積。上式說明了生產性私有林成為發生天災的受害面積的機率（H/A），以及每一公頃的受害面積中的損失金額（L/H），相乘所得出之損失期望值即為純保險費（P）。而生產性私有林面積（A）乘以每公頃保費（P）既為保險公司收到的保費，也等於保險公司要給付的金額（L），符合收支平衡下純保險費之公平保費性質。GP（Gross Premium）＝總保費， θ ＝附加費用率。一般約為行政成本所用的附加費用率約為20%至25%，若需勘損則可達30%，以實損實賠型的香蕉植株險為例，則為45%。行政成本包含在總成本裡面，以實損型為例，包含人力勘損作業費用、人事作業成本。

註 25：楊明憲（2012）。農業所得保險制度規劃之研究。行政院農業委員會；101年度科技計畫研究報告。

公式：GP（總保費）＝NP（純保費）／1－θ（附加費用率）

（三）起賠門檻

保費釐訂優先條件是理賠金額＝所收保費，故需使用歷史災損資料驗證特定致災因子如風速、雨量對於保險標的的損害，以利起賠門檻設定與定義有其基礎，並進行數字化與標準化²⁶。天災風險影響因子包含時間、區域、生長周期等，保險契約需約定保險期間、區域範圍以及提供觀測資料之特定氣象站。98年至111年導致屏東區域發生林業現金救助申請之颱風有莫拉克等5個颱風，由中央氣象署資料查詢各颱風侵襲時的風力極值（如表

11）可知導致災損之最大瞬間風界介於10級至16級風之間，平均最大瞬間風速為12級。惟考量到1-6年生與7年生以上苗木抗災力不同，因此設定10級風為1-6年生、12級風為7年生之苗木啟動現地勘損臨界值（門檻），再依林地勘損實際損失進行理賠。

（四）保費釐訂

保險期間通常以1年為單位（觀察期間），計算每年達到起賠門檻的天數得到每年災損發生的機率（發生率），以利計算風險（損失期望值）。蒐集恆春氣象站107年至111年月觀測資料，建立10級至12級風每年發生次數（如表12）。由資

表 11、莫拉克等颱風之陣風觀測極端值（高雄與屏東）

颱風名稱	高雄站		恆春站	
	最大瞬間風（m/s）	蒲福風級	最大瞬間風（m/s）	蒲福風級
莫拉克	30.2	11	36.1	12
凡那比	29.5	11	27.4	10
尼伯特	34.3	12	26.1	10
莫蘭蒂	39.1	13	52.2	16
梅姬	34.5	12	31.3	11
平均	33.52	12	34.62	12

資料來源：中央氣象署

■ 註 26：例如 12 級風、累計雨量 300 公釐等，避免未定義清楚、或者文字敘述可能導致的勘損糾紛與灰色空間。

料估算可以獲得107年至111年10級風、11級風、12級風平均發生率（ μ ）分別為3.34%、0.60%、0.16%。

農險的計價基礎是面積，單位面積（每公頃）保費乘以投保面積得到總保費，惟投保面積必須是實際作業的面積、非地號的面積。土地面積不等於核定面積，而投保面積不能大於核定面積（權狀

／獎造）。農險保險金額主要依災害發生後復育的成本，或者參照實際成本取平均值。損失幅度參考林業保育署於99年4月14日向農業部發文之林業天然災害現金救助項目及生產成本分析資料（林造字第0991740782號），1-6年生苗木生產成本為114,750元、 ≥ 7 年生苗木生產成本為159,750元。再乘以不同起賠條件

表 12、107 年至 111 年恆春氣象站 10 級至 12 級風發生次數與平均發生率

年	107	108	109	110	111	平均發生率 (μ)	標準差 (σ)
≥ 10 級風次數	13	14	16	11	7		
發生率	3.56%	3.84%	4.38%	3.01%	1.92%	3.34%	0.94%
≥ 11 級風次數	2	2	2	3	2		
發生率	0.55%	0.55%	0.55%	0.82%	0.55%	0.60%	0.12%
≥ 12 級風次數	1	1	0	1	0		
發生率	0.27%	0.27%	0%	0.27%	0%	0.16%	0.15%

資料來源：本文整理

表 13、不同起賠條件與對應保費說明

單位：新臺幣／元

救助項目	起賠條件	損失幅度／公頃	損失發生率 (μ)	純保費 (NP) ／公頃	附加費用率	總保費 (GP) ／公頃
1-6年生苗木	≥ 10 級風	114,750	3.34%	3,835	45%	6,974
≥ 7 年生苗木	≥ 10 級風	159,750	3.34%	5,340	45%	9,708
≥ 7 年生苗木	≥ 11 級風	159,750	0.60%	963	45%	1,751
≥ 7 年生苗木	≥ 12 級風	159,750	0.16%	263	45%	477

資料來源：本文整理

之發生率（ μ ），可獲得每公頃純保費（NP）；代入附加費用率與公式可得每公頃總保費（GP）（如表13）。

三、保費適足性模擬

新保險商品開發需要使用盈虧模型（Profit and Loss Model）估算保費、損失與利潤，使用Excel進行蒙地卡羅模擬法（Monte Carlo Simulation）測試保費適足性，以利提高起賠條件或保費。蒙地卡羅法是利用亂數假設一個出現各種理賠金額的系統場景，透過所獲得的平均損益金額、平均總賠付次數、平均總理賠金額、平均損失率等參數評估保險商品保險費的適足性²⁷。

（一）保險期間與理賠次數

保險期間依據承保作物生長、收穫與風險週期而設定，並依據風險頻率、災損情形設定理賠次數。相較於其他農作物

林木生長週期長，造林以及相關補助政策亦以年為單位，受災後通常不會於當年度立即種植。故設定保險期間為1年、保險期間理賠次數以1次為限。

（二）理賠總成本

根據106年尼伯特颱風於屏東地區之現金救助資料，核定損失面積占造林地約80%包含1-6年生與7年生以上苗木。惟考量到資料量不多（1-6年生苗木39筆、7年生以上苗木46筆）、林地面積與實際造林面積可能差異，以及現金救助係抽檢、損失程度可能有高估之虞，設定10級風造成之單位林地面積損失程度為0.6；自負額則參考天然災害現金救助設定為20%，即必須造成20%以上的損害才啟動理賠。因此當發生保險理賠事故，單位面積（每公頃）理賠總成本為保額×（60%－20%）＝保額×40%。保額1-6年生與7年生以上苗木生產成本定價基礎，分別為114,750

表 14、理賠金額估算

單位：新臺幣／元

生產成本	自負額	損失幅度	理賠金額
114,750	0.2	0.6	45,900
159,750	0.2	0.6	63,900

資料來源：本文整理

註 27：本部分特別感謝財團法人農業保險基金柯燕環副理、林漢智襄理、李承庭專員的受訪與指導協助。陳鼎尹（2023），農業保險基金訪談。

元與159,750元，乘以40%分別為45,900元與63,900元（如表14）。

（三）保費適足性檢視

以下以單一致災因子（陣風風速）發生頻率進行風險估算，1-6年生造林地以10級風發生為觸發條件，7年生以上苗木造林地則分別以10級風、11級風、12級風觸發條件。以10級風觸發條件為例，發生率3.34%為門檻，亂數模擬每日發生率並計算每年失敗（賠付）次數，公式： $COUNTIF(D2:H2, "<0.0334")$ ；大於一次以一

次記（保險期間賠付乙次），公式： $IF(C2>1,1,C2)$ 。模擬結果項目說明如表15。

表16與表17為依據表13保費進行之模擬結果，其以事件發生率計算費率，可發現7年生以上苗木11級與12級勘損門檻之損失率超過5,000%，保險費有偏低之虞；而1-6年生與7年生以上苗木勘損門檻之保險費率6.07%則可能偏高。由表17可知，7年生以上苗木勘損門檻12級若以保險費5,591元進行模擬，則3.5%之費率符合各國林險費率介於0.5%至3.5%區間、同時損失率下降至335.99%，保費適足性

表 15、蒙地卡羅模擬項目說明

勘損門檻	啟動勘損之條件
5萬次損益金額	總損益（總保費－總賠付）
5萬次總保險費	保險費總收入（1年×5萬次）
5萬次總賠付次數	賠付總次數（5,000次模擬中，事件發生總次數）
5萬次總理賠金額	總賠付
5萬次損失率	總賠付除以總保費
平均損益金額	平均總保險費－平均總理賠金額
平均總保險費	總保費除以5萬次
平均總賠付次數	總賠付次數除以5萬次
平均總理賠金額	總賠付除以5萬次

資料來源：本文整理

有明確提高。

伍、結語

綜合以上之研析，本文針對私有林保險商品開發評估，提出結論暨建議4點如下。

一、以颱風為致災因子開發保險品項

在風險與管理方面，臺灣原本即是颱風侵襲之高風險地區，由保險調查與林

業統計年報歷史災損並可知道以颱風為致災因子開發保險品項有其需求；而近年森林碳匯以及企業環境保護、社會責任和公司治理（ESG）相關合作／認養議題之趨勢，除了會是保險需求之驅動力之外，林險也將成為促進造林人朝向現代化林業經營、風險管理轉型之契機。雖然農業保險法以自然人為對象，考量到如華紙等企業造林、碳匯需求，或可思考將兩者結合或於碳匯專案納入保險機制之可能。

表 16、蒙地卡羅模擬結果 1（以事件發生率計算費率）

單位：新臺幣／元

保險品項	1-6年生苗木	7年生以上苗木		
勘損門檻	10級	10級	11級	12級
保險費率	6.07%	6.07%	1.09%	0.3%
保險費	6,974	9,708	1,751	477
5萬次損益金額	-3,091,459,100	-4,265,652,520	-4,666,640,160	-1,353,954,280
5萬次總保險費	348,700,000	485,400,000	87,550,000	23,850,000
5萬次總賠付次數	49,966	49,969	36,256	14,491
5萬次總理賠金額	3,440,159,100	4,751,052,520	4,754,190,160	1,377,804,280
5萬次損失率	986.57%	978.79%	5430.26%	5776.96%
平均損益金額	-61,829	-85,313	-93,333	-27,079
平均總保險費	6,974	9,708	1,751	477
平均總賠付次數	0.9993	0.9994	0.7251	0.2898
平均總理賠金額	68,803	95,021	95,084	27,556
平均損失率	986.57%	978.79%	5430.26%	5776.96%

資料來源：本文整理

二、應系統性與持續性精進林業災害統計資料

統計資料是保險商品開發的前提與基礎，最重要之兩個參數為生產性私有林經營面積與生產性私有林災損面積。本文透過林業統計年報及獎勵造林年度造林資料推估前者，透過天然災害現金救助資料推估後者，分別獲得全臺造林地致災率以及屏東地區颱風條件致災率：1-6年生致災率分別為1.21%、4.58%， ≥ 7 年生致

災率分別為0.27%、1.56%。惟從長遠之角度觀之，應從資料後續利用之目的調整林業統計架構（如紀錄項目、內容、計算方式），並應納入天然災害現金救助資料以為私有林之災損資料來源。同時，亦可思考將私有林之災損資料與天然災害查報系統進行匯整。

三、建立損害與效用函數以利保費訂價行細緻化與差異化

表 17、蒙地卡羅模擬結果 2（調整費率）

單位：新臺幣／元

保險品項	1-6年生苗木	7年生以上苗木		
勘損門檻	10級	10級	11級	12級
保險費率	5%	5%	5%	3.5%
保險費	5,738	7,988	7,988	5,591
5萬次損益金額	-2,006,264,000	-2,794,002,500	-2,795,727,800	-659,716,100
5萬次總保險費	286,900,000	399,400,000	399,400,000	279,550,000
5萬次總賠付次數	49,960	49,975	36,231	14,699
5萬次總理賠金額	2,293,164,000	3,193,402,500	3,195,127,800	939,266,100
5萬次損失率	799.29%	799.55%	799.98%	335.99%
平均損益金額	-40,125	-55,880	-55,915	-13,194
平均總保險費	5,738	7,988	7,988	5,591
平均總賠付次數	0.9992	0.9995	0.7246	0.2940
平均總理賠金額	45,863	63,868	63,903	18,785
平均損失率	799.29%	799.55%	799.98%	335.99%

資料來源：本文整理



以銀合歡成樹與耳莢相思幼苗形成之複層林結構保護幼苗，增加存活率。圖片來源：陳鼎尹、成璋

第二點林業災害統計資料的建立與系統化，將有助於優化函數俾利保費差異化。針對保險標的，可以依災損區域、樹種、樹齡、風速級距、颱風路徑等參數資料，盡可能純化致災因子以細緻化損害函數；針對需求者，可以進一步區分為風險偏好、風險中立與風險趨避者，納入其不同效用函數。保費差異化不僅有助於保險

人評估潛在損失率、系統性風險、風險轉嫁，亦可連結災害資料蒐集促使要保人認知與提高風險管理作為，有助於市場推廣與雙方交易。事實上，風險管理本來就應為森林經營管理的一部分，和其系統化、規模化、長期化之目標一體兩面，應連結獎輔造林、林業生產合作社相關政策。

四、實損實賠型保險暨勘損機制之建立

基於現有之颱風致災之風險統計與官方公布之林木栽植成本價值資料，採用實損實賠型險種為較保守之做法；同時以45%附加費率進行保費試算，模擬調整後獲得每年每公頃之保費（以10級風為勘損門檻者）：1-6年生苗木造林地5,738元、 ≥ 7 年生苗木造林地7,988元。惟在市場接受度、保費補助比例、保險人與勘損機制方面仍待進一步研析。勘損涉及的勘災對象、勘災人員、啟動時點、方法、準則、成本等問題，都與農（林）業本身實際經營情況有很大之關係，尋求特定組織合作、導入新技術（如無人機、智慧判釋）以及引用既有資料（如航測及遙測分署災後航照圖）等，都是可以進一步思考與規畫之解決方向。

參考文獻

- 台農院（2022）。109年臺灣生產性私有林因應農業保險法輔導機制之研究。行政院農業委員會林務局。
- 台農院（2024）。111年臺灣生產性私有林因應農業保險法輔導機制之研究。農業部林業及自然保育署。
- 永在林業（2020）。森林經營計劃書。永在林業生產合作社。
- 林務局（2015）。第四次全國森林資源調查。行政院農業委員會林務局。
- 林務局（2018）。107年提升獎勵造林政策資源配置之調整評估計畫。行政院農業委員會林務局。
- 林務局（2020）。林業永續多元輔導方案-公私有林經營輔導作業手冊，行政院農業委員會林務局。
- 林務局（2020）。109年林業統計年報。行政院農業委員會林務局。
- 侯秀真（2008）。侵台颱風趨勢分析1958-2007。國立臺灣海洋大學海洋環境資訊學系碩士學位論文。
- 馮豐隆（2006）。森林評價學。國立中興大學森林調查測計研究室。
- 黃裕星（2009）。林業轉型與危機管理。臺灣林業。
- 黃翊宸（2016）。運用風險值探討森林火災之純險費率，淡江大學風險管理與保險學系碩士學位論文。
- 楊明憲（2012）。農業所得保險制度規劃之研究。行政院農業委員會101年度科技計畫研究報告。
- 楊明憲（2022）。臺灣實施作物收入保險之回顧與發展，農業保險半年刊。
- 農糧署中區分署（2022）。農業災害查報救助手冊。行政院農業委員會。
- 劉宗榮（2021）。保險契約法暨保險業法。三民出版社。
- 簡欣俞（2007）。風災調查和災損資料庫建置與保險制度探討。國立海洋大學河海工程學系碩士學位論文。
- Cardona, O.D., M.K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh, 2012: Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.