

## 研究報告

## 臺灣地區歸化植物之侵略性評估系統建立

張芷熒<sup>1</sup> 曾喜育<sup>2</sup> 呂金誠<sup>3</sup> 曾彥學<sup>2,4</sup>

【摘要】本研究之目的在建立一量化且適用於臺灣地區歸化植物之侵略性評估系統。研究內容主要分為三部分：(1)藉由參考相關文獻，擬定出可能造成歸化植物侵略的因子，作為臺灣地區歸化植物侵略性的評估指標；(2)利用分析階層程序法 (analytic hierarchy process, AHP) 架構各評估指標間的階層關係，得到各指標的權重，建構臺灣地區歸化植物侵略性評估表；(3)選取臺灣地區的歸化植物，套入評估表，以檢驗本評估系統是否能反應出臺灣地區歸化植物侵略性的差異。利用 AHP 法得到之臺灣地區歸化植物侵略性評估系統中，大指標中之生物學特性 (63%) 較環境適合度 (37%) 重要；中指標以繁殖能力 (24%) 最為重要；小指標則以原產地所佔的權重 (15%) 最重。測試結果顯示，目前已造成侵略的歸化植物 29 種與 33 種侵略狀態不明確的物種，兩者在侵略現況評估及先天侵略潛能評估的得分皆有顯著差異，顯示本評估系統能夠以定量的方法，界定歸化植物在臺灣地區侵略性的差異，並反應出歸化植物目前及未來對臺灣生態體系的威脅性。本研究針對近 10 年所發表的新歸化植物分析顯示，牙買加長穗木 (*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl.) 先天侵略潛能得分偏高，推測此物種在未來有可能成為侵略植物。

【關鍵詞】歸化植物、侵略種、分析階層評估法、侵略性評估系統

Research paper

## Invasiveness Assessment System of Naturalized Plants in Taiwan

Chih-Ying Chang<sup>1</sup> Hsy-Yu Tzeng<sup>2</sup> King-Cherng Lu<sup>3</sup> Yen-Hsueh Tseng<sup>2,4</sup>

【Abstract】The aim of this study was to develop a quantitative assessment system on the invasiveness of naturalized plants in Taiwan. The processes were separated into three parts: (1) revision of pertinent literature to identify traits of invasiveness for assessment indices; (2) using analytic hierarchy process (AHP) to construct the hierarchy of invasiveness for assessment system of naturalized plants in Taiwan; (3) examination whether this system responded the difference of invasiveness among naturalized plants in Taiwan. In

- 
1. 國立中興大學森林學系碩士班研究生  
Graduate Student, Department of Forestry, National Chung-Hsing University.
  2. 國立中興大學森林學系助理教授  
Assistant Professor, Department of Forestry, National Chung-Hsing University.
  3. 國立中興大學森林學系教授  
Professor, Department of Forestry, National Chung-Hsing University.
  4. 通訊作者，E-mail: tseng2005@nchu.edu.tw  
Corresponding Author.

this system, from the results by AHP, the biological attribute (63%) was more important than environmental fitness (37%) among arch-indices; reproduction ability (24%) had the most weight among sub-indices, and country of origin (15%) had the most weight among small indices. Examining this system with 29 invaded species in Taiwan and other ambiguously invasive species, score of invasion likelihood both current status and connatural potency were significantly higher than those of the latter. This system would provide a good predictor for assessing the threats of naturalized plants and their invasive ability. Furthermore, a newly naturalized plants, light-blue snakeweed (*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl) with high score of connatural potency indicated that it may be a potential invasive species. Results of this study exhibited this assessment system for invasiveness would be a useful qualifier for placing minacity of naturalized plants in Taiwan.

**【Key words】** naturalized plants, invasive species, analytic hierarchy process (AHP), invasiveness assessment system

## 一、前言

隨著全球經濟一體化、貿易的大幅增長以及旅遊業的迅速發展，外來生物 (alien) 打破地理上的隔閡，輕易到達自然分布以外之區域。外來生物侵略已成為國際間共同重視的問題，除了對當地經濟帶來損失外，更嚴重的是對生態環境的衝擊，造成原生物種的瀕危甚至滅絕，影響生態系的穩定度。植物侵略是一個連續式的過程，經由引入 (introduction)、歸化 (naturalization)、停滯期 (lag phase)、擴散及爆發 (explosion) 四個階段 (徐汝梅, 2003)。在侵略過程，歸化是個不可忽略的環節，歸化植物 (naturalized plants) 是指外來植物必須在無人為因子介入的狀況下，於野外自行繁衍建立族群 (Pyšek *et al.*, 2004b)；而侵略的發生是不可逆轉的，一旦發生，藉由人工控制族群數量之成本將提高，而其效果不見得與花費成正比。「預防勝於治療」是面對外來植物問題時最適切的態度，並非所有的外來植物都會造成侵略，程度也有強弱之差，是故在保育上防治工作具先後順序之別，做出有效的預防動作，才能降低侵略植物對臺灣生態系及原生植物生存的衝擊。

本研究的目的是建立一套適用於臺灣地區歸化植物的侵略性評估系統，在歸化植物未造成侵略前先做出防範未然的動作。首先，參考

近年相關文獻，整理出臺灣地區歸化植物名錄；經由文獻蒐集，探討並歸納侵略植物之特性，篩選出適合評估臺灣地區歸化植物侵略性的評估指標；再利用分析階層程序法 (analytic hierarchy process, AHP)，透過專家學者之評分，得到各評估指標間的平均權重關係及重要順序，建立一臺灣地區歸化植物侵略性評估表；最後，本研究選取目前在臺灣歸化之外來植物，計算其侵略性高低的量化數據，進行排序與分析，以驗證歸化植物侵略性評估表是否具有實用性。本研究冀能提供作為外來植物是否具有侵略性之預先評估，並提供作為防治侵略植物之參考及保育上的建議。

## 二、研究範圍及方法

### (一) 研究範圍

本研究範圍以臺灣本島為主。歸化植物之認定主要來自第二版的臺灣植物誌 (Editorial Committee of the Flora of Taiwan, 1993, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003)、許再文等 (2003)、Wu *et al.* (2004) 所彙整的臺灣地區歸化植物名錄及蒐集近期發表的歸化植物相關研究報告，作為接續研究歸化植物侵略性評估的基本資料。

### (二) 研究方法

#### 1. 評估指標的篩選與建立

本研究的評估表包括外來種的生物學特性

及環境適合度等二類大指標。大指標分別包括 2-5 個中指標，每一中指標下又有數個與成功侵略有關的因子 (表 1)。探討侵略種的生活史特徵，在理論及應用上有很大的意義，可對生物侵略過程和機制能有更深入的認識，但非絕對；因為成功的侵略者可以說是基於某種程度的機率，也就是說，具有較強侵略者特徵的物種，成功的機率可能高一些，但是，侵略特徵較弱者若機遇好時也未必侵略失敗 (王瑞、王印政, 2003)。其中，物種之散布能力、繁殖能力、生活史與形態、營養生長方式等歸納為生物學特性；而外來物種原產地與適合度則歸在環境適合度大指標內。物種侵略的潛力越高，其整體風險等級將越高。每一項大指標、中指標、小指標代表的意義，均有前人研究及相關文獻予以佐證。

## 2. 分析階層程序法問卷設計

分析階層程序法 (AL-Harbi, 2001) 之問卷擬採用結構型的限制式問卷進行，問卷僅在作答完畢後，開放給受訪者自由填寫意見；然問卷之填答方式為 1-7 之範圍內，請專家學者依其認知勾選兩兩比較項目之重要程度；問卷內容，則根據前一步驟篩選出之指標建立完整的層級架構，AHP 法之問卷內容，主要包括研究說明函、各名詞定義、指標層級架構、填寫問卷說明及範例、題項等部分，各指標的重要性做兩兩相互比較，等級採 1-7 的尺度，以 1 為強度最弱而 7 為重要性差別最大的分級。問卷訪問採用直接拜訪方式進行。

## 3. 問卷調查對象選取

本調查之主要目的為決定臺灣地區歸化植物侵略性評估指標間的權重關係，並採用直接訪問法。擬訪問之專家學者，至少需符合下列其中一項：

- (1) 具實際野外調查外來植物經驗者；
- (2) 從事與本研究主題相關之學者；
- (3) 專業背景與本研究主題相關者；
- (4) 曾發表與本研究主題相關之文章或報告者；

## 4. 檢測評估表

為檢測本評估系統是否能反應出外來植物在臺灣侵略成功能力和威脅程度的差異，由本研究彙整之歸化植物 499 種名錄中，依問卷調查結果完整性達 80% 以上者進行檢測分析，物種的選取是以能夠確切獲得較多資訊的物種為主，以確保評估表的準確性，評選結果計有 62 種歸化植物 (表 2) 達此標準。將此 62 種歸化植物做一簡單的區分，其中有已在全臺地區有相關文獻提及及其已造成侵略的 A 類群 29 種；B 類群物種則為侵略狀態尚不明確的歸化植物 33 種。經問卷調查獲得各小指標的權重後，將 62 種歸化植物套入評估表，所得總分屬於臺灣地區歸化植物侵略性的現況。為檢驗本評估系統是否能應用於未來歸化植物的風險評估，將「在臺灣分布的頻度」所得之分數從 16 項小指標獨立出來，另外 15 項小指標可總稱為植物體先天固有之特性，以做為評估新歸化植物侵略性的依據。

## 5. 資料分析方法

問卷資料以 Expert Choice 軟體分析，先建立歸化植物侵略性評估指標之層級結構模式，再將每一位專家學者之判斷結果輸入，建立配對比較矩陣，逐卷進行權重結果分析，並檢測其一致性。於進行一致性檢定時，需作成一致性指標 (consistency index, CI)，與一致性比率 (consistency rate, CR)，以檢視評估矩陣是否為一致，待視其不合理或不一致判斷。最後再進行有效問卷中各評估指標的相對權重分析。

資料以 SPSS 12.0 軟體分析，將以上 62 種歸化植物，經由評估表所得之結果，利用無母數變方分析的 Mann-Whitney U-test 進行 A、B 兩組間的比較，所有測驗都是雙尾 (two-tailed) 檢定，顯著水準為 0.01。

將 62 種歸化植物經由評估表的得分，經由無母數 Kolmogorov-Smirnov 檢定，以確定 62 種歸化植物得分，是否呈現常態分布，若 D 值 > 0.05 則視為常態分布。

表 1. 台灣地區歸化植物侵略性評估指標權重架構及各次小指標選項之順序等級關係

Table 1. Index weight and score ranking used for the invasiveness assessment system of naturalized plants in Taiwan

大 指 標	中 指 標	小 指 標	次 小 指 標	分 數		
臺 灣 地 區 歸 化 植 物 侵 略 性 評 估  (100%)	生 物 學 特 性  (63%)	繁殖能力(24%)	花期長短(4%)	1~3 個月	1	
				4~6 個月	2	
				7~8 個月	3	
				9~12 個月	4	
			授粉媒介(4%)	專一性動物	1	
				非專一性動物	2	
				風、水	3	
			是否自花授粉(4%)	否	0	
				是	1	
			種子發芽率(7%)	0~20%	1	
				21~40%	2	
				41~60%	3	
				61~80%	4	
				81~100%	5	
			是否行無性繁殖(5%)	否	0	
		是		1		
		散布能力(18%)	果實類型(9%)	核果、漿果	1	
				莢果、蒴果	2	
				瘦果、穎果	3	
			繁殖體傳播媒介(9%)	專一性動物	1	
				非專一性動物	2	
		風、水	3			
		生活史、形態特性(12%)	生活型(5%)	木本	1	
				藤本	2	
				草本	3	
			生活史(4%)	一年生	1	
				二年生	2	
				多年生	3	
			是否具防禦機制(3%)	否	0	
		是		1		
		營養生長(9%)	是否具固氮作用(4%)	否	0	
				是	1	
			是否具毒他物質(5%)	否	0	
		是		1		
		環 境 適 合 度  (37%)	原產地(15%)	原產地氣候帶(15%)	溫帶	1
					熱帶	2
					亞熱帶	3
適合度(22%)	台灣分布之頻度(10%)		分布 1~8 個生育地	1		
			分布 9~16 個生育地	2		
			分布 17~24 個生育地	3		
			分布 25~32 個生育地	4		
			分布 33 以上生育地	5		
	同屬植物是否有在台灣歸化的紀錄(6%)		否	0		
			是	1		
是否侵略台灣以外之地區(6%)	否	0				
	是	1				

註：各指標之相對權重為四捨五入之結果。

表 2. 臺灣地區 62 種歸化植物之頻度得分、先天固有特性及現況侵略性評估結果

Table 2. Score ranking about frequency, connatural potency and invasion likelihood current status obtained from invasiveness assessment system of the 62 naturalized plants

現況 排名	類群	學名	中名	現況總 分 (%)	先天固 有特性 得分 (%)	先天特 性排名	頻度得 分 (%)
1	A	<i>Mikania micrantha</i> Kunth.	小花蔓澤蘭	218	168	9	50
2	A	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	非洲鳳仙花	216	166	12	50
3	A	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> DC.	大花咸豐草	213	173	6	40
4	A	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	銀膠菊	207	177	2	30
5	A	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergins	兩耳草	206	181	1	25
6	A	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	紫花霍香薊	205	165	14	40
7	A	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	刺莧	198	168	10	30
8	A	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	象草	195	170	8	25
9	B	<i>Veronica persica</i> Poir.	阿拉伯婆婆納	195	155	25	40
10	B	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	牙買加長穗木	190	175	4	15
11	A	<i>Macroptilium atropurpureus</i> (DC.) Urban	賽芻豆	190	165	15	25
12	A	<i>Wedelia triloba</i> (L.) Hitchc.	南美蟛蜞菊	190	165	16	25
13	A	<i>Amaranthus viridis</i> L.	野苋菜	189	159	5	30
14	B	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	珊瑚藤	189	174	21	15
15	A	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabera	翼莖闊苞菊	187	177	3	10
16	A	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	加拿大蓬	186	156	23	30
17	A	<i>Ricinus communis</i> L.	蓖麻	185	155	26	30
18	A	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	大黍	184	164	17	20
19	B	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.	地毯草	181	166	13	15
20	A	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	銀合歡	179	149	22	30
21	A	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	西洋蒲公英	178	158	7	20
22	B	<i>Bromus catharticus</i> Vahl.	大扁雀麥	177	167	11	10
23	B	<i>Persicaria capitata</i> (Buchanan-Hamilton ex D. Don) H. Gross	頭花蓼	177	172	31	5
24	A	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) King & Rob.	香澤蘭	175	155	39	20
25	A	<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	豬草	174	149	34	25
26	B	<i>Physalis angulata</i> L.	苦蕒	173	143	42	30
27	A	<i>Lantana camara</i> L.	馬纓丹	172	142	24	30
28	B	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	臭杏	172	147	35	25
29	A	<i>Sesbania cannabiana</i> (Retz.) Poir	田菁	171	146	43	25
30	A	<i>Hedychium coronarium</i> Koenig	野薑花	171	156	20	15
31	B	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	烏桕	171	141	45	30

表 2. 臺灣地區 62 種歸化植物之頻度得分、先天固有特性及現況侵略性評估結果 (續)

Table 2. Score ranking about frequency, connatural potency and invasion likelihood current status obtained from invasiveness assessment system of the 62 naturalized plants

現況 排名	類群	學名	中名	現況總 分 (%)	先天固 有特性 得分 (%)	先天特 性排名	頻度得 分 (%)
32	A	<i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle	美洲含羞草	170	160	33	10
33	B	<i>Lepidium bonariense</i> L.	南美獨行菜	167	162	18	5
34	B	<i>Sporobolus tenuissimus</i> (Mart. ex Shrank) Kuntze	熱帶鼠尾粟	166	161	19	5
35	B	<i>Heliotropium indicum</i> L.	狗尾草	165	150	29	15
36	A	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	百香果	164	144	38	20
37	B	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	白頂飛蓬	161	146	36	15
38	A	<i>Oenothera biennis</i> L.	月見草	159	149	27	10
39	B	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	葦狀羊茅	159	154	32	5
40	A	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	布袋蓮	158	138	51	20
41	A	<i>Digitalis purpurea</i> L.	毛地黃	157	137	28	20
42	B	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson subsp. <i>micrantha</i> (Ness) Ensermu	小花寬葉馬偕花	157	152	52	5
43	B	<i>Ruellia tuberosa</i> L.	塊莖盧利草	155	150	30	5
44	A	<i>Trifolium repens</i> L.	白花三葉草	152	132	56	20
45	A	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don	美洲闊苞菊	150	140	37	10
46	B	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	金合歡	150	140	46	10
47	B	<i>Plantago lanceolata</i> L.	長葉車前	149	144	47	5
48	B	<i>Solanum saeforthianum</i> Andrews	星茄	149	139	49	10
49	B	<i>Thunbergia fragrans</i> Roxb.	碗花草	148	143	40	5
50	B	<i>Holcus lanatus</i> L.	絨毛草	148	143	41	5
51	B	<i>Muntingia calabura</i> L.	西印度櫻桃	147	132	57	15
52	B	<i>Neonotonia wightii</i> (Wight & Arn.) Lackey	爪哇大豆	146	136	44	10
53	B	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. BR.	毛果薯	146	141	54	5
54	B	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	毛野牡丹	145	140	48	5
55	B	<i>Phytolacca americana</i> L.	美洲商陸	144	124	50	20
56	B	<i>Geranium molle</i> L.	柔毛牻牛兒苗	144	139	59	5
57	B	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	銀葉茄	142	137	53	5
58	B	<i>Euphorbia graminea</i> Jacquin	禾葉大戟	141	136	55	5
59	B	<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess	歐亞蔞蔞	135	130	58	5
60	B	<i>Callitriche peploides</i> Nutt.	凹果水馬齒	128	123	60	5
61	B	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	野勿忘我草	126	121	61	5
62	B	<i>Coccinia grandis</i> (L.) Voigt.	紅瓜	126	121	62	5

註：A 為現今已有相關文獻所認為侵略的歸化植物。B 為侵略狀態不明確的歸化植物。

### 三、結果與討論

#### (一) 問卷調查結果

本研究分析階層法問卷施行時間為 2007 年 4 月 27 日至 5 月 4 日止，問卷份數為 21 份，回收 19 份，回收率為 85%。回收之 19 份問卷，經一致性檢定結果，其中 1 份問卷因整體一致性比率過高 ( $C.R.H. = 0.16 > 0.1$ )，視為無效問卷於予捨棄，故可用之有效問卷總數為 18 份 (佔 94.73%)。18 份問卷整體不一致性比率 (*overall inconsistency index*) 為 0，低於 0.1 符合研究需求。臺灣地區歸化植物侵略性評估指標架構及權重經計算分析後，所得結果如表 1 所示，其中評估表因素之總權重值以 100% 計算，各階層總和以 100% 計算，本表之大指標生物學特性的權重 (63%) 較環境適合度 (37%) 高，生物學特性下的中指標以繁殖能力權重值 (24%) 最高。

原產地之氣候帶權重值 (15%) 為小指標中最高，隸屬不同中指標下之小指標無法互相比較，故無法直接得知不同中指標間的權重差異，主要原因應為 AHP 問卷之權重值將受各中指標層級下的小指標個數影響，小指標數量越多，其相對權重值容易變小。按理各層級指標之相對權重應直接影響下一層級之指標，而小指標中最重要指標之上一層指標可能不是中指標之權重最大者，可以說明 AHP 法之設計可用於突顯各層級內之相對重要值，小指標層級間重要程度則需要依中指標決定。獲得各小指標的權重後，配合表 1 之次小指標等級配分，即可建構一臺灣地區歸化植物侵略性之評估表。

#### (二) 62 種歸化植物評估結果

62 種歸化植物，套入評估表之運算，運算的方式為，每一小指標所對應的選項配分乘以小指標的權重，之後做加總，所得之評估結果，分為先天故有特性、頻度及現況總分三部分，如表 2，而現況總分即為目前物種侵略性指數，評估表中滿分為 272 分，最低分為 67 分。

62 種歸化植物評估結果，現況總分最高的前 10 名中，在臺灣已造成侵略的歸化植物 A 類群佔了 8 種，另外 2 種則為阿拉伯婆婆納 (*Veronica persica* Poir.) 及牙買加長穗木 (*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl)。而小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* Kunth.) (第 1 名)、南美蟛蜞菊 (*Wedelia triloba* (L.) Hitchc.) (第 12 名)、銀合歡 (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) (第 20 名)、馬纓丹 (*Lantana camara* L.) (第 27 名)，已被世界保育聯盟 (IUCN) 列為世界前百大侵略生物 (Holm *et al.*, 1991)。這些都具有在臺灣地區分布範圍廣、繁殖能力強、單位面積密度高的特性。

本評估系統分析結果顯示，29 種已在臺灣造成廣泛侵略現象的 A 類群，其現況評估分數明顯高於其他 33 種侵略狀況不明的 B 類群 (Mann-Whitney U-test,  $U=278.5$ ,  $p < 0.01$ )，顯示此評估系統能夠辨別出歸化植物在臺灣的侵略現況。在現況分布的得分方面，最末 10 名均為 B 類群的物種，其中有 9 種為近 10 年才在野外發現的新歸化植物，主要是因為新發表的歸化植物在野外的實際分布點少，剛克服侵略過程中的生殖上之障礙，植物體於當地建立族群且繁衍子代不久，進入停滯期。而排名第 2 的阿拉伯婆婆納，55 個生育地中分布點達 31 個，原產於歐洲地區，在北美、南美、中東、南非等地都有危害 (Holm *et al.*, 1991)；它主要生長在陽光充足的開闊地、荒廢地或山坡，屬於 1-2 年生的低矮草本。在野外出現時因其植株矮小，族群在單位面積內偏向群聚分布且覆蓋度不高，較不像其他被視為侵略的植物屬大面積、高密度的族群分布型態。此外，阿拉伯婆婆納也是農田、果園常見的雜草，喜好在比較濕潤的環境下生存，當種子土壤含水率小於 10% 和大於 50% 時發芽率極低 (吳海聲，2004)。可以推測，環境的水分可能就是決定其族群出現與否的限制因子，再加上一旦有植株較其高大的植物出現，爭取陽光資源時就不如其他競爭者，因此臺灣地區並沒有相關文獻提

及其侵略狀況。

先天固有特性，分析結果顯示，已造成侵略的 A 類群植物，在先天潛能得分上，明顯高於新歸化植物 B 類群 (Mann-Whitney U-test,  $U=166.5$ ,  $p < 0.01$ )，顯示已侵略的植物在生物學特性上的競爭優勢有利於拓展族群。新歸化的植物中，尤以牙買加長穗木生物潛能的得分最高，依次為南美獨行菜 (*Lepidium bonariense* L.)、熱帶鼠尾粟 (*Sporobolus tenuissimus* (Mart. ex Shrank) Kuntze)、葦狀羊茅 (*Festuca arundinacea* Schreb.)、小花寬葉馬偕花 (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson ssp. *micrantha* (Nees) Ensermu) 等，這些物種具有相當的先天潛力，環境一旦適宜，其停滯期將縮短，可非常快速的進入擴散及爆發的階段。雖然新歸化的植物在臺灣的地理分布上屬於局部分布，但若在經營管理層面上不加以控制，很有可能成為全臺廣泛分布的侵略植物。

### (三) 臨界值之界定

#### 1. 先天固有特性評分臨界值

將 62 種歸化植物的先天固有特性得分，經由無母數 K-S 檢定，以確定 62 種歸化植物先天固有特性得分，結果呈現常態分布 ( $D > 0.05$ )。統計各物種得分的次數分配圖，並繪製一頻率分布圖 (圖 1)，頻率分布呈現一鐘型的常態分布曲線 (偏態=0.30；峰度=-0.76)，當累計百分率到達 60% 時，所對應到的先天固有特性為 155 分，若需對新歸化植物侵略性時，可利用以此臨界值可以初步區分。155 分以上者，就臺灣地區歸化植物屬於侵略性高的種類，未來可能會造成相當的危害；特別值得注意的是牙買加長穗木，長穗木屬 (*Stachytarpheta*) 植物在過去臺灣的文獻會紀錄有 3 種，其中，原產熱帶亞洲之長穗木 (*S. urticaefolia* (Salisb.) Sims)，以往臺灣分類學者均將其誤訂為牙買加長穗木之學名，且真正的牙買加長穗木卻誤認為藍蝶猿尾木 (*S. cayenneisis* (Rich.) Vahl)。Chen & Wu (2003) 將此屬之學名已做一訂正，目前臺灣長穗木屬

之植物有 2 種，長穗木全島均有分布，而牙買加長穗木零星出現於南部、東部及中部海岸。

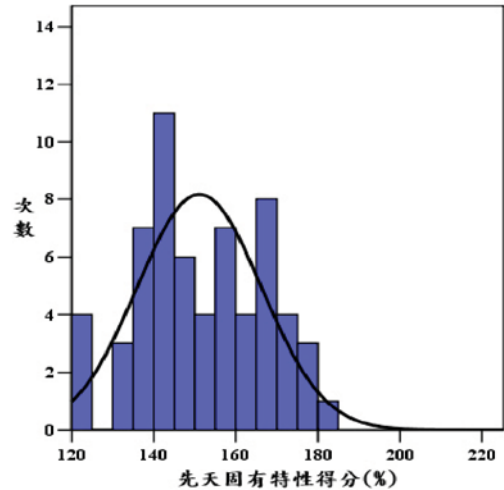


圖 1. 臺灣地區 62 種歸化植物的先天固有特性得分次數統計頻率分布圖

Fig. 1. Connatural potency invasion likelihood frequency distribution of the 62 naturalized plants.

郭耀綸 (2001) 指出，長穗木普遍侵略臺灣南部地區，可能的原因為：在無壓力的環境下全年均可開花，一個植株平均可長出 35 個穗狀花序，因此在一個生長季即可生產一萬粒以上的種子，種子輕小可風力傳播；莖部具有無性繁殖能力；植株耐淹性也很高；葉含有防止昆蟲或食草動物啃食的化學物質；具有相剋作用的能力，有助於抑制潛在的競爭者；光合作用潛力很高，在低光度下有相當高的光合作用率；植株生長快速，群聚生長時冠層遮陰可能使原生草本植物無法更新。同屬之牙買加長穗木可能也具有相當的侵略性，澳洲與夏威夷的雜草風險評估系統顯示牙買加長穗木是屬於高侵略性的物種 (Godfree *et al.*, 2004; Daehler *et al.*, 2004)。

近 10 年歸化植物之評估結果如表 2，先天固有特性得分 155 分以上之新歸化植物仍有：



頭花蓼 (*Persicaria capitata* (Buchanan-Hamilton ex D. Don) H. Gross)、南美獨行菜、珊瑚藤 (*Antigonon leptopus* Hook. & Arn.)、地毯草 (*Axonopus compressus* (Sw.) Beauv.)、大扁雀麥 (*Bromus catharticus* Vahl.) 及熱帶鼠尾粟等 6 種。此等物種的危害雖然並不會造成立即性的威脅，但由於在植物侵略過程的鏈式過程中，一旦侵略了就不可能逆轉，是故可以對這些新歸化的植物，進行長期監測，必要時加以控制其族群數量，甚至開發其藥用或其他附加價值，進而減低未來造成生態危害的可能性。

## 2. 現況評分臨界值

依表 2 評估的現況得分結果，經由無母數 K-S 檢定，以確定 62 種歸化植物現況得分，結果呈現常態分布 ( $D > 0.05$ )，再依次數統計頻率分布 (圖 2)。分布大致上成一鐘型之常態分

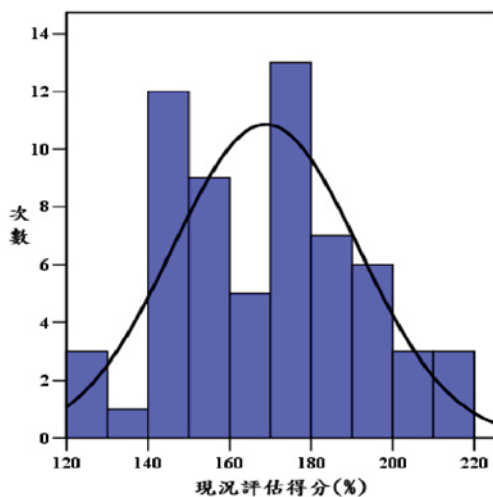


圖 2. 臺灣地區 62 種歸化植物的現況評估得分次數統計頻率分布圖

Fig. 2. Invasion likelihood frequency distribution of current status of the 62 naturalized plants

布 (偏態=0.21；峰度=-0.59)，累積百分比達 60% 時，其所對應的現況評估得分為 174 分，在 62 種物種排名為第 25 名。若需對其他歸化植物現況評估時，可利用此臨界值做初步區

分：現況評分在 174 分以上者，就臺灣地區歸化植物的現況屬於侵略性高的種類，甚至已經造成相當的危害；而 174 分以下的歸化植物，不能輕忽其未來對臺灣生態環境的威脅，因為這些物種在目前可能受到某些環境限制，亦或受生物侵略所需的時間限制，可能從數個月到數百年都有。所以目前沒有造成危害的物種，仍然具有潛在的威脅性，持續的生態學、生物學研究將可以提供未來防治、監測或是經營管理的基礎與依歸。

由於臺灣有著不同的地理氣候區 (Su, 1984；1985)，有些外來植物在臺灣各地區的侵略程度並不相同。Pyšek *et al.* (2004a) 指出：欲對一個地區內所有的外來植物給予明確而完整的侵略階段分類，通常不容易達成，因為侵略狀態是非常複雜的。一種物種的侵略狀態除了初步評估表的結果外，應該依據野外現場對族群生長與擴散的量測數據而定。時間尺度的不足，往往會失去定義的依據，也提高物種評估誤差的風險。相較於歐洲國家，以西元 1500 年為基準，將外來種分為古外來種 (archaeophytes) 及新外來種 (neophyte) (Pyšek *et al.*, 2004a)，臺灣地區外來種引進的歷史記錄相對顯得短暫。臺灣歸化植物的分布紀錄，直到 19 世紀末期才有較詳細的記錄。在資料不足的情況下，貿然進行物種侵略階段的分類並不適宜。Kühn *et al.* (2004) 根據天然生育地之侵略種 (epikophytes) 及人工生育地之侵略種 (agriophytes) 的概念，將德國地區的歸化植物所在之生育地類型分為 (半) 自然環境 (semi-natural habitats) 或人工的環境 (human-made habitats)，研究報告指出歸化植物的侵略過程會由人工的環境漸漸的擴散至自然的生育地中，可以顯示出每一物種的歸化程度，而當地的歸化植物的歸化地點多以人為的生育環境為主。雖然臺灣地區的歸化植物在時間尺度上過於短暫並不適合對外來植物的侵略階段做劃分，但可以透過實際的調查，利用歸化植物所出現的生育地各個類型來表示物種的

歸化程度，倘若歸化植物可以適應各種自然或人工的環境，意味其生態幅度較廣外，其對原生植物的衝擊將可能會是比較大的。

#### 四、結論

歸化植物之侵略性評估系統主要適用在以保育原生種為目的的經營管理，它能夠反應歸化植物的整體威脅性，作為設定後續投入相關研究與防治措施優先性的參考；另外對新發表的歸化植物建立其基本的認知與族群監測的策略。建構此評估系統時，係參考許多相關文獻及有關國外外來植物侵略成功能力的研究，篩選出可能影響歸化植物是否能對侵略地造成為危害重要因子作為評估選項。本研究著重在生物學因子的探討，並未把社經層面向納入本評估系統中，考量可行性也是建構評估系統的必要工作，依此篩選出尺度合宜、現況與實務能施行的評估指標。歸化植物侵略性的評估系統奠基在科學知識上，各專家學者在認定各指標的相對重要程度時，仍存在意見紛歧的部分；隨機產生的族群或環境波動與偶發事件無法事先掌握等因素，均會導致評估結果產生無法避免的不確定性，決策者在使用此評估系統時必須瞭解，由半定量系統所評估得到的分數，僅只提供具參考性的可能性推測數值，並非明確的預測結果(范孟雯等，2006)。未來如果能夠加強比較成功與失敗侵略臺灣的外來植物特性差異的研究，並累計實際野外調查的資料，將可使評估系統更臻完善。

#### 五、參考文獻

王瑞、王印政(2003)外來物種入侵、擴散過程與機制。徐汝梅、葉萬輝主編，生物入侵-理論與實踐。科學出版社。76-101頁。  
 吳海聲(2004)波斯婆婆納。雜草科學4:46-49。  
 范孟雯、林瑞興、黃雅倫、林德恩(2006)臺灣外來種陸域脊椎動物風險評估系統。特有生物研究8(2):7-22。  
 徐汝梅主編(2003)數量分析與預測。生物入

侵：數據集成、數量分析與預警。科學出版社。128-214頁。

- 許再文、彭仁傑、曾彥學、黃朝慶(2003)臺灣地區歸化植物資源之調查研究(1/3)。特有生物保育中心。
- 郭耀綸(2001)外來入侵種長穗木之個體生態學特性及相剋作用潛力。臺灣林業科學16(2):103-114。
- AL-Harbi, K. M. (2001) Application of the AHP project management. *International Journal of Project Management* 19: 19-27.
- Chen, S. H. and M. J. Wu (2003) Remarks on the species of *Stachytarpheta* (Verbenaceae) of Taiwan. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 44:167-174.
- Daehler, C. C. (1998) The taxonomic distribution of invasive angiosperm plants:ecological insights and comparison to agricultural weeds. *Biological Conservation* 84: 167-180.
- Daehler, C. C., J. S. Denslow, S. Ansari and H. C. Kuo (2004) A risk-assessment system for screening out pest plants from Hawaii and other Pacific islands. *Conservation Biology* 18(2): 360-368.
- Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Second Edition. (1993-2003) *Flora of Taiwan*, 2nd edition, Vols. 1-6. Department of Botany, National Taiwan University, Taipei.
- Godfree, R. B. Lepshi, D. Mallinson (2004) Ecological filtering of exotic plants in an Australian sub-alpine environment. *Journal of Vegetation Science* 15: 227-236.
- Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho and J. P. Herberger (1991) *The World's Worst Weed*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA. 609 pp.
- Kühn, I., M. Brandenburg and S. Klotz (2004) Why do alien plant species that reproduce in natural habitats occur more frequently?

- Diversity and Distributions 10: 417-425.
- Pyšek, P., D. M. Richardson and M. Williamson (2004a) Predicting and explaining plant invasions through analysis of source area floras: some critical considerations. *Diversity and Distributions* 10(3):179-187.
- Pyšek, P., D. M. Richardson, M. Rejmánek, G. Webster, M. Williamson, and J. Kirschner (2004b) Alien plants in checklist and flora: towards better communication between taxonomist and ecologist. *Taxon* 53: 131-143.
- Su, H. J. (1984) Studies on the climate and vegetation type of the natural forest in Taiwan (II) Altitudinal vegetation zone in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forest* 17(4): 57-73.
- Su, H. J. (1985) Studies on the climate and vegetation type of the natural forest in Taiwan (III) A scheme of geographical climatic regions. *Quarterly Journal of Chinese Forest* 18(3): 33-44.
- Wu, S. H., C. F. Hsieh and M. Rejmánek (2004) Catalogue of the naturalized flora of Taiwan. *Taiwania* 49(1): 16-31.

