

## 激流輕艇活動之遊憩潛力評估

朱達仁<sup>1</sup> 官文炎<sup>2</sup> 曾宗德<sup>3</sup> 吳立偉<sup>1</sup> 施君翰<sup>4</sup>

<sup>1</sup>中華大學 <sup>2</sup>臺北市立體育學院 <sup>3</sup>樹德科技大學 <sup>4</sup>東南科技大學

### 摘 要

水域輕艇遊憩是國內外廣受歡迎的休閒遊憩活動之一，也已逐漸受到國人的接納及喜愛。在政府的支持、民間團體的推動下，未來亦可能影響著區域經濟的發展。因此，本研究針對臺灣溪流較著名之輕艇、泛舟場地：烏來南勢溪、南投水里溪、高雄荖濃溪、高雄濁口溪及花蓮秀姑巒溪等五個地點做為研究區域，並以線性加總法及灰關聯分析法 (GRA) 進行評估分析，探討各溪段發展輕艇活動之潛力，俾以界定其未來規畫經營上之利基，提供遊憩開發上合理之依據。研究結果顯示：一、黃昕絮、官文炎、朱達仁 (2008) 所提出之評估模式四大構面，其中特殊立地條件下之「溪域面積」、「水質條件」及「水溫」項目，經項目有效性分析，呈現無區別效度，因此予以刪除。二、經線性加總之評估後，整體評估中不同溪段之測點，呈現不同的環境特性，亦呈現不同之潛力與價值。三、經過比較五處溪流之輕艇遊憩潛力，由高至低的排序為秀姑巒溪、濁口溪、南勢溪、荖濃溪、水里溪等。綜合而言，本評估模式可就各溪流環境資源之特性，評估溪流發展輕艇活動潛力值，可提供未來作為河域輕艇活動發展規劃方面之應用及相關管理之依據。

關鍵詞：灰關聯分析法、線性加總法、水域遊憩

### 壹、緒論

水域遊憩是國內越來越熱門的休閒遊憩活動之一，也影響著區域經濟的發展，而其中環境的良弊、特殊性與生物的多樣性等，影響著水域活動或生態旅遊的推展 (朱達仁、賴旻佑、陳羿文，2007；Shih 等，2010)。台灣在整體遊憩環境之中，溪流、河川，深具發展水域休閒遊憩活動的潛力。國內約有 122 條河川，由高山發源流經多變的山林，其兩岸之環境，一直提供多樣性遊憩機能 (王鑫，1980)。它既結合了吸引人的流動性水體資源，也

同時具備了山林綠野之遊憩資源，長久以來提供了相當多的遊憩活動及令人難忘的親水活動經驗。其中，具冒險性質的水域運動，例如激流輕艇、泛舟、溯溪等在臺灣逐漸地發展（交通部觀光局，1997；黃昕絜等，2008；黃昕絜，2008）。近年來輕艇與泛舟的活動在臺灣的發展上，又以輕艇在臺灣的發展上較為健全。此外，由於輕艇競速（canoeing）為奧運會競賽項目之一，再加上近年來受到周休二日、遊憩活動的多元化影響，輕艇活動已逐漸受到政府及國人的重視及喜愛，同時比起其他同性質活動有較高的推廣及教育訓練機會，尤其中華民國輕艇協會經常在各地舉辦重要的常態性錦標賽，包括全國中等學校輕艇錦標賽、各級裁判講習會等。

輕艇競速（canoeing）為奧運會競賽項目之一，在國際上輕艇活動在比賽項目中包括卡雅克式（kayak）和加拿大式（Canada）兩種（蔡忠昌、李婷婷，2009）。其中，Kayak 中文稱之為愛斯基摩式或簡稱 K 艇，由北美愛斯基摩人所使用的皮筏演變而來，以左右各一的雙槳葉工具推進；另一種 Canoe 稱為加拿大式或簡稱 C 艇，是由北美印地安人使用的竹筏為基礎演變而來，由單邊槳葉工具推進（劉德智，2001）。國內外文獻多數研究輕艇主要是針對運動力學、運動休閒行為、運動心理學等方面（Ho, Shiang, & Chung, 2000；李委珈，2009；周必杰，2009；汪在莒、賴文璇，2010）。另外有研究指出針對輕艇運動的攝氧峰值相較其他運動而言較低，並且發現輕艇運動員以上半身的運動為主，輕艇選手在起划以及終點衝刺時，有較佳的上半身爆發力比較有優勢（Michael, Rooney, & Smith, 2008）。因此，輕艇活動相當適合作為上班族紓解壓力的運動之一。

然而由過去的比賽經驗分析，輕艇活動所面臨的重要問題便是在於場地的適合性，國內由於多數河川型式多屬於陡峭極短型，且經常受到季節性因素影響，河川有明顯枯、豐現象，再加上許多河川受到人為干擾影響，水質品質不佳，並不適合作為輕艇活動的場地，因此，場地的選址及適合性評估的指標方法，便是相當重要的研究課題。故而本研究之目的，試圖以臺灣溪流較著名之輕艇、泛舟場地河岸周邊環境之特性，進行輕艇潛力評估。模式構面係依據黃昕絜等（2008）、黃昕絜（2008）「臺灣激流發展輕艇活動場地選址評估模式建構之研究」，結合交通部觀光局（1997）及美國環保署之棲地評估方法（Shih 等，2010），針對烏來南勢溪、南投水里溪、高雄荖濃溪、高雄濁口溪及花蓮秀姑巒溪等五處之溪流環境進行調查，藉由線性加總法及灰關聯法分析評估其發展輕艇活動潛力，俾以界定其未來經營上之規劃，提供遊憩開發上合理之依據。

## 貳、研究方法

### 一、研究地點

本研究以烏來南勢溪、南投水里溪、高雄荖濃溪、高雄濁口溪及花蓮秀姑巒溪等五處為研究對象，針對溪流流域及其河岸周邊環境，所具有之環境特性，進行實地調查，ST1 為上游，ST2 為下游，如圖 1。其中，烏來南勢溪全長 45 公里，流域面積達 331.6 平方公里，坡陡流急；南投水里溪全長 18 公里，流域面積達 89.5 平方公里；高雄荖濃溪位於高雄縣六龜鄉全長 34 公里，流域面積達 352.5 平方公里；高雄濁口溪全長 21 公里，流域面積達

102.4 平方公里；花蓮秀姑巒溪全長 26 公里，流域面積達 1790.46 平方公里。上述五條溪流，都是臺灣曾經舉辦過輕艇激流競賽或泛舟活動著名的場地。

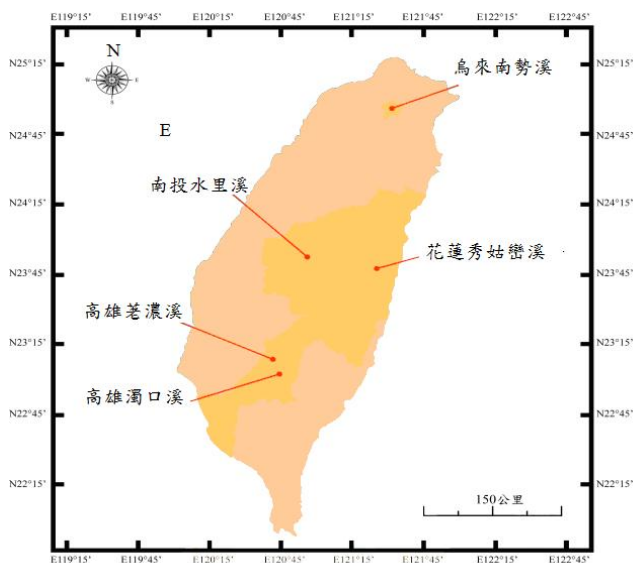


圖 1 研究地點圖

## 二、激流輕艇場地評估模式之因子

Lime (1979) 在激流輕艇之研究報告中指出，激流輕艇活動發生的地點，其資源的實質環境屬性通常非常明顯，並顯現出一個獨特的旅遊型態。這種活動特性使得經營管理者在同一河流中，提供遊憩活動機會時間的安排及行程之調配。此外，在許多激流河域資源環境中，水量變動是受自然季節及水庫調節兩者控制，通常水量最高的時候是在晚春或早夏，行舟季節也常能藉著水庫放水控制而延長。基本上激流輕艇活動之空間範圍包括溪流本身及河岸整體環境，舉凡河幅的寬狹、水岸的型態與沿岸的環境等都會影響人與環境的互動，利用河川本身的特色（如：自然、歷史、人文、景觀資源等）相互配合，才能創造休閒遊憩地帶（林文山，1993）。

過去黃昕絜等（2008）曾利用德爾菲法(Delphi method)及層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)，建立激流輕艇場地評估之構面及其因子。因此，本研究利用其建立之激流輕艇場地評估模式，進行河域發展輕艇潛力評估，俾以了解發展潛力之高低，同時進行評估模式修正建議。因此，本研究之評估因子共分為三個層級，第一層級包括四個構面，分別為自然景觀條件、區位經營條件、特殊立地條件及技術效益因素；第二層級包括美感評估等八個因素；第三層級則為當地視覺景觀美質性等 42 個因子。各個因子可以因程度不同予以不同積分。本研究評估之操作方法係參考美國環保署之棲地品質專業評估概念 (Shih 等，2010)，利用專業人員進行評估，共計 5 位，所有專業人員必須經過 20 小時的專業課

程訓練及野外實務體驗訓練課程，接著進行視覺評估的反覆性試測，所有專業人員對於評估的誤差降到最低，才進行實務性的評估。綜合評估之進行以（一）線性加總法；（二）灰關聯法。由此兩方法所獲得之結果即代表該測點之輕艇遊憩發展潛力。其各項因子如下表 1 至表 4 所示。

（一）線性加總法

1. 自然景觀條件：

項目如下：美感評估因素、自然生態因素等（如表 1）。

表 1 自然景觀條件

層級一	層級二	層級三
自然景觀條件	美感評估因素	當地視覺景觀之整體印象 特殊之地景或地標物 視覺干擾之元素 植被及林相之美質 沼澤或濕地
	自然生態因素	動物生態系統豐富性 自然環境原始性 環境承載量

2. 區位經營條件：

項目如下：現有觀光背景、相關公共設施、未來管理利用等（如表 2）。

表 2 區位經營條件

層級一	層級二	層級三
區位經營條件	現有觀光背景	與都市距離 知名程度 現有消費性之地方產業 鄰近現有之觀光資源 交通可及性
	相關公共設施	現有調節水量之設施 現有服務設施便利性

3. 特殊立地條件：

項目：河川特性、河川行船因子等（如表 3）。

表 3 特殊立地條件因子

層級一	層級二	層級三
特殊立地條件	河川特性	海拔高度
		流域面積
特殊立地條件	河川行船因子	水質條件
		水量與水深
		水流流速
		水溫
		比降
		鄰近污染來源
		流域長度
		河道彎曲的變化程度
		水流變化之豐富性
		水域邊坡高差
	天然環境危險因子	
	人造環境危險因子	
	季節性水量變化	

4.技術效益因素：

項目：技術條件、活動感受等（如表 4），由上述四大類評估項目包括自然景觀條件、區位經營條件、特殊立地條件、技術效益因素四大類構面，所進行獲得之評分，以線性加總，即得遊憩潛力值。

表 4 技術效益因子

層級一	層級二	層級三
技術效益因素	技術條件	活動路徑之難度等級
		所需個人技術
技術效益因素	活動感受	所需體能條件
		所需裝備條件
		活動刺激性
		遊憩體驗的滿足程度

（二）灰關聯法

灰關聯分析是系統動態發展過程之量化分析，其可對所要分析的各因素，在隨機的因數序列間，找出它們的關聯性（鄧聚龍，1995）。根據因素之間發展態勢的相似程度，以「灰

關聯度」衡量因素間關聯程度，當趨勢愈接近則因素間關聯愈大。其基本觀念是一種相對性的排序分析，關心的是關聯度大小的排序（稱為灰關度序），而不是關聯度的實際大小（曹軍、胡萬義，1993）。由於灰關聯分析是按發展趨勢做分析，因而對樣本大小沒有太大要求，分析時也不要求典型的分布規律或假設條件（鄧聚龍，1987）。

灰關聯分析步驟分述如下：

步驟 1：評估各項因子

首先依黃昕黎等（2008）之評估模式，評估項目包括自然景觀條件、區位經營條件、特殊立地條件、技術效益因素四大類構面，如表 1 至表 4 所示，作為評估輕艇遊憩潛力的資訊來源。

步驟 2：確定參考數列及比較數列

選擇各項評估因子得分最高者（因各項因子評估值愈高代表其輕艇遊憩潛力愈高，屬望大特性）作為參考數列，另一方面以四條溪流十五個樣點遊憩潛力的評估結果為比較數列，茲說明如下：

$$x_0 = (2, 2, 2, \dots, 2); x_1 = (2, 2, 1, \dots, 1);$$

$$x_2 = (1, 0, 2, \dots, 1); \text{其餘類推, } \dots; x_{15} = (2, 1, 0, \dots, 2)$$

步驟 3：數據前處理

為使數列滿足可比性三條件，必須對各項評估因子依其效果測定範圍做數據前處理，由於各項因子評估值愈高代表其輕艇遊憩潛力愈高，屬望大特性，依（1）式望大計算測度效果。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min[x_i(k)]}{\max[x_i(k)] - \min[x_i(k)]} \quad (1)$$

步驟 4：計算差數列

$$\text{在 } \Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)| \text{ 之下，求出差數列之值。}$$

步驟 5：計算灰關聯係數

再依據（2）式：

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (2)$$

代入  $\Delta_{\max} = 1$ 、 $\Delta_{\min} = 0$  及  $\Delta_{0i}$ ，即可求出樣點遊憩潛力之灰關聯係數。

步驟 6：求灰關聯度

當求得灰關聯係數後，針對每個比較數列，將灰關聯係數乘上權重後所得之加權平均即為該數列的灰關聯度  $\Gamma_{0i}$ ，本研究設定權重時，假設各項因子都是同等的重要，即評估溪流輕艇遊憩潛力時賦予因子相對重要性，所以權重值採用平均權重，作為初始研究。依據(3)及(4)式求得各樣點之灰關聯度，計算如下。

$$\Gamma_{0i} = \sum_{k=1}^n [w_k \times \gamma(x_0(k), x_i(k))] \quad (3)$$

其中  $w_k$  為權重，權重經標準化處理後，則

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1 \quad (4)$$

## 五、多元尺度法 (Multidimensional Scaling, MDS)

多元尺度法是將一組個體間的相異性資料，經過 MDS 轉換成空間的構形。換句話說，MDS 是一種縮減維度的技術，不過它和因素分析最主要不同是，因素分析係以資料矩陣為主要輸入資料；多元尺度法則是以點距間的相異矩陣為輸入資料，然後找出一個具有較少維度的空間，使空間中的各個體點形成一構形 (configuration，或稱空間圖)，並使在此特定構型中各點距間的距離和原始投入的資料兩者間有相當良好的一致性 (goodness-of-fit)，並以 Kruskal 的壓力係數 (stress) 來衡量兩者之配合度，希望在較少的  $q$  維度空間構面圖中來表達  $p$  維資料所含的資訊 (林震岩，2006)。

## 參、結果與討論

### 一、輕艇遊憩潛力評估

根據黃昕絜等 (2008) 之評估模式，項目包括自然景觀條件、區位經營條件、特殊立地條件、技術效益因素四大類構面，共計 42 項因子，予以不同積分。從四大構面項下之評估因子中，首先定義無區別效度 (無變方) 的項目予以刪除，包括第三構面「特殊立地條件」項下之「溪域面積」、「水質條件」及「水溫」等三項，剩餘共計 39 項因子，進行線性加總法及灰關聯法兩種演算，依各個因子可以因程度不同予以不同積分，針對烏來南勢溪、南投水里溪、高雄荖濃溪、高雄濁口溪及花蓮秀姑巒溪，進行遊憩潛力評估，最後，積分之加總即代表每一基本調查單元之遊憩發展潛力，分析結果分述如下：

#### (一) 線性加總之評估結果

整體評估中，不同溪段測點呈現不同的環境特性，亦呈現不同之潛力與價值，比較烏來南勢溪、南投水里溪、高雄荖濃溪、高雄濁口溪及花蓮秀姑巒溪其平均遊憩潛力排序，其遊憩潛力由高至低為秀姑巒溪 > 濁口溪 > 南勢溪 > 荖濃溪 > 水里溪，如表 5，其中秀姑巒溪 ST1、ST2 評價最高 (52 分)、依序為濁口溪 ST1、ST2 (48 分)、南勢溪 ST2 (45 分) 與荖濃溪 ST2 (43 分)、荖濃溪 ST1 (42 分) 與南勢溪 ST1、水里溪 ST1 (41 分)、水里溪 ST2 評價結果 (38 分) 最低。

表 5 線性加總法演算五條溪流遊憩潛力之平均積分值(含 S.D)與排序結果

	樣點	評估積分值	排序
南勢溪	ST1	41±0.09	8
	ST2	45±0.40	5
水里溪	ST1	41±0.08	9
	ST2	38±0.09	10
荖濃溪	ST1	42±0.04	7
	ST2	43±0.49	6
濁口溪	ST1	48±0.06	3
	ST2	48±0.49	4
秀姑巒溪	ST1	52±0.89	1
	ST2	52±0.49	2

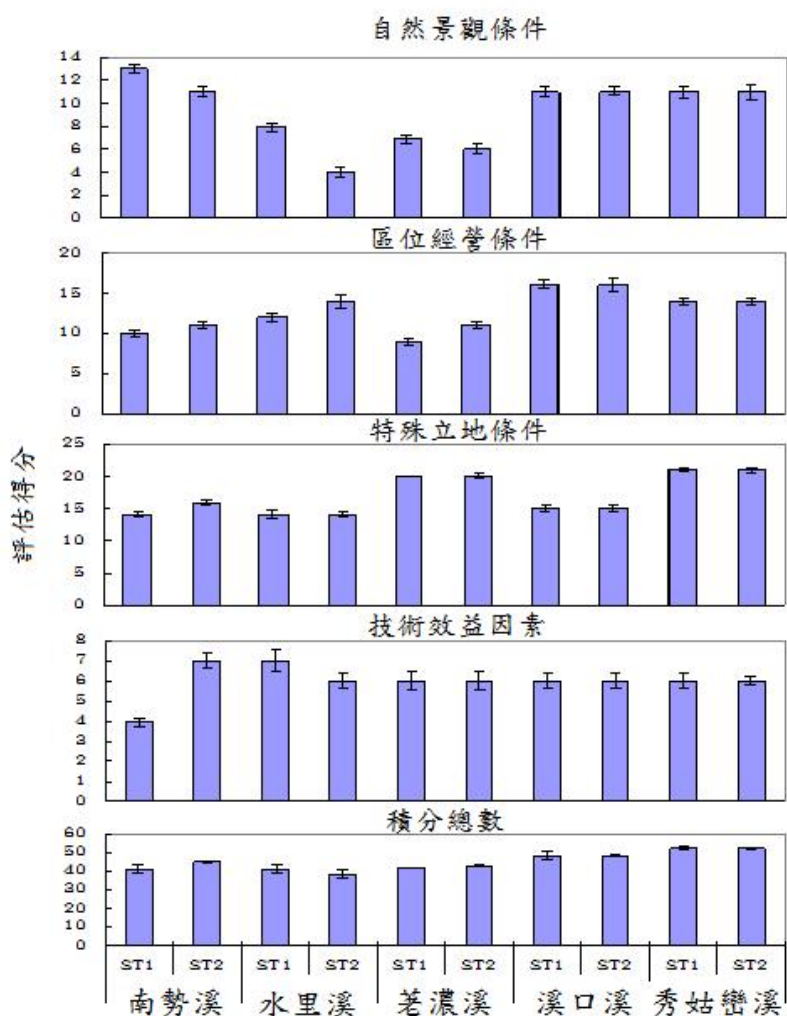


圖 2 線性加總法評估五處溪流四大構面積分圖



另外，本研究分析各構面評估結果，自然景觀條件：以南勢溪 ST1 分數最高，水里溪環境因受到河道整治工程人工化影響，故自然因素評分較低。荖濃溪因颱風造成多處河段山坡地崩塌，並且有在進行河道整治工程，故自然因素評分較低。區位經營條件：以濁口溪、秀姑巒溪及水里溪 ST2 各測點皆有較高之得分，其中濁口溪分數最高，該樣點是茂林國家風景區，該樣點因鄰近部落，服務設施較為便利，因此評分分數較高。特殊立地條件：秀姑巒溪、荖濃溪自然環境較為多變，導致秀姑巒溪、荖濃溪分數最高。

技術效益因素：南勢溪 ST2、水里溪 ST1 之積分分數較高。五處溪流四大構面積分總數分析排序，秀姑巒溪 ST1、秀姑巒溪 ST2、濁口溪 ST1、濁口溪 ST2、南勢溪 ST2、荖濃溪 ST2、荖濃溪 ST1、南勢溪 ST1、水里溪 ST1、水里溪 ST2，結果如表 5 及圖 2。

## (二) 灰關聯法之評估結果

進一步以灰關聯模型進行將四條支流遊憩潛力之灰關聯度按其大小排序，當灰關聯度值愈接近 1，代表其與參考數列相似度愈高，名次愈佳；反之，當灰關聯度值愈接近 0，代表其與參考數列相似度愈低，名次愈差。由表 6 觀察得知，秀姑巒溪 ST1 灰關聯度 0.694 最高，為烏來南勢溪、南投水里溪、高雄荖濃溪、高雄濁口溪及花蓮秀姑巒溪中遊憩潛力最高之樣點，依序為秀姑巒溪 ST2 (0.694)、濁口溪 ST1 (0.611)、濁口溪 ST2 (0.611)、荖濃溪 ST2 (0.599)、南勢溪 ST2 (0.587)、荖濃溪 ST1 (0.571)、水里溪 ST1 (0.528)、南勢溪 ST1 (0.528)、水里溪 ST2 (0.504)。

表 6 灰關聯度法演算五條溪流遊憩潛力之灰關聯度得分與排序結果

	樣點	灰關聯度	排序
南勢溪	ST1	0.528±0.04	9
	ST2	0.587±0.06	6
水里溪	ST1	0.528±0.01	8
	ST2	0.504±0.03	10
荖濃溪	ST1	0.571±0.07	7
	ST2	0.599±0.08	5
濁口溪	ST1	0.611±0.02	3
	ST2	0.611±0.04	4
秀姑巒溪	ST1	0.694±0.06	1
	ST2	0.694±0.03	2

## 二、線性加總法與灰關聯分析法評價之比較

本研究比較「線性加總評分法」及「灰關聯分析法」之評價結果，如表 7。由表中顯示，在兩法的評估排序，部份測點稍有不同。依此結果，如若將兩者評其優劣，因不同之評估法，一為簡單加法直接加乘，而灰關聯分析法，係將所有測點以望大來調整比值，再求各項之累加，多了許多的處理步驟。不易來判斷兩者之準確差距或優劣。依據鄧聚龍 (1987)

指出灰關聯分析法是按發展趨勢作分析，因此對樣本量的多少沒有過分要求，也不需要典型的分佈規律，計算量小，多因素分析之優點。

在兩綜合評估法的使用，難以評鑑其準確或優劣，因此本研究將兩評估之排序予以相加，進一步依數值小者排其序號，結果如表 7。得到秀姑巒溪 ST1 評價最高、依序為秀姑巒溪 ST2、濁口溪 ST1、濁口溪 ST2、南勢溪 ST2、荖濃溪 ST2、荖濃溪 ST1、南勢溪 ST1、水里溪 ST1、水里溪 ST2。

表 7 灰關聯分析法與線性加總法評價結果排序比較

	樣點	灰關聯分析法排序	線性加總法排序	綜合兩方法之結果
南勢溪	ST1	8	9	8
	ST2	5	6	5
水里溪	ST1	9	8	9
	ST2	10	10	10
荖濃溪	ST1	7	7	7
	ST2	6	5	6
濁口溪	ST1	3	3	3
	ST2	4	4	4
秀姑巒溪	ST1	1	1	1
	ST2	2	2	2

### 三、五處溪流河域遊憩潛力之空間分析

本研究以多元尺度法計算空間關聯，先針對五處溪流進行評估之資料選定指標，扣除掉三個無區別效度之項目，共四大構面，三十九個項目。因此因子之集合表示式：

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{39}\} = \{\text{當地視覺景觀之整體印象, 特殊之地景或地標物, 視覺干擾之元素, 植被及林相之美質, 沼澤或濕地, \dots, 遊憩體驗的滿足程度}\}$

為了解各因子彼此在空間的對應性，因此本研究進一步繪製知覺圖，並以 2 維空間表達各因子彼此在空間的對應維度之展示，並以遊憩潛力評估總分最高之秀姑巒溪為參考點 (reference sites)，結果如圖 3。由圖 3 看出，五處溪流中秀姑巒溪 ST1、ST2 為遊憩潛力最高之樣點，其餘測點與秀姑巒溪 ST1、ST2 距離越遠，表示其關係較小，亦代表遊憩潛力越低，由圖中水里溪距離最遠，顯示兩者之關係較低，也顯示遊憩潛力最低，而壓力係數 (Stree=0.08) 屬於收斂結果在可至良好等級。

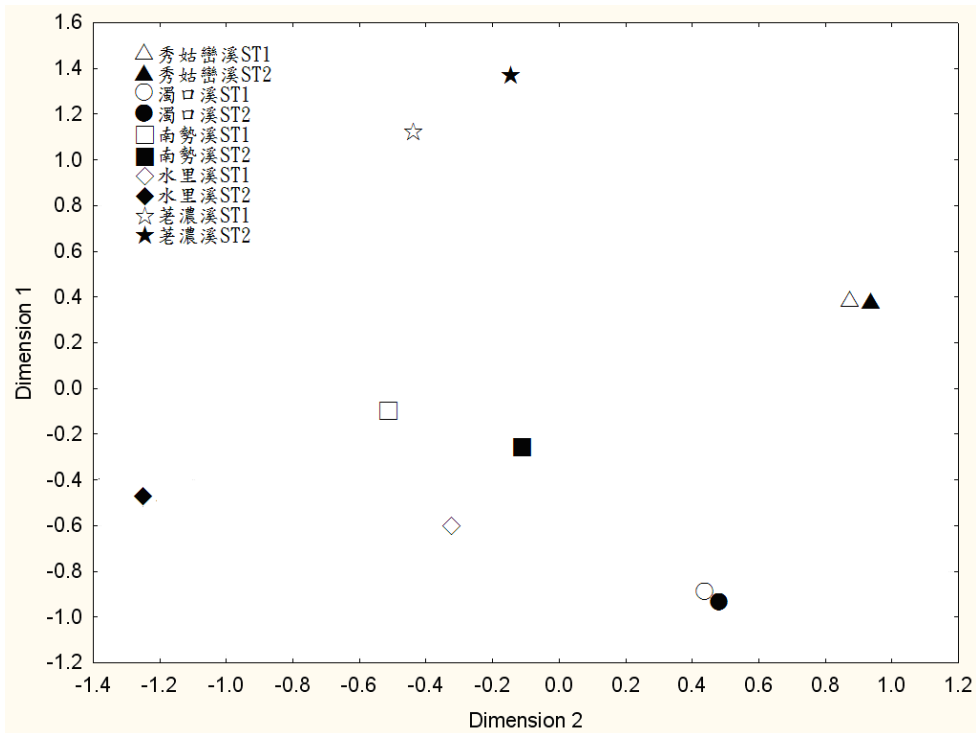


圖 3 五處溪流河域多元尺度法知覺圖

## 肆、結論與建議

為瞭解河域環境對輕艇遊憩發展上之價值與影響，本研究針對溪流河域及其兩岸環境，進行輕艇遊憩潛力評估。然而輕艇遊憩潛力評估因子繁多複雜，且存在不完全或不確定的影響因素，故以具有許多優勢的灰關聯分析法，可以有效釐清少資訊、不確定的灰色地帶。在案例中結果顯示評估模式中四大構面項下「流域面積」、「水質條件」及「水溫」三項呈現季節特性，測項呈現沒有區別效度，故予以刪除。另外，由可區別之 39 個測項進行評估各溪段輕艇價值潛力，顯示不同溪段測點呈現不同的環境特性，亦呈現不同之潛力與價值。各溪段之潛力與價值比較，依序為秀姑巒溪、濁口溪、南勢溪、荖濃溪、水里溪。綜合研究結果，就各河域環境資源之特性，評析其輕艇遊憩價值潛力，據此可提供作為河域遊憩規畫方面之應用，判斷發展不同之策略。

於本研究案例中這些資源特色及潛力評價結果，有助於界定其未來經營上之規畫，提供遊憩開發上合理之依據，建議內容說明如下：

一、本論文中所參考修訂之黃昕絜等（2008）之評估模式原始構面，能夠顯著區別比較不同河域的輕艇遊憩潛力，且可依不同河域環境差異訂定不同的評估因子，發展不同之評估模式，因此，建議未來可朝向加入遊客需求構面，以更客觀反映規畫與遊客需求之關

聯性，同時亦可利用遊客需求項目作為規畫輕艇活動之設計方向。

二、由於河域資源遊憩評價係由許多評估因子組合而成，然各評估因子間彼此存在著語意判斷上之模糊空間，即不同評估因子有不同的模糊判定，而不同的模糊判定則可能會產生不同的綜合評價結果，因此，本論文建議可藉由模糊分析方法，估求各評估因子的評估值。

三、本研究案例主要是選定已有發展泛舟及輕艇活動的溪流，建議未來研究能朝向其他溪流進行評估，並且針對不同尺度的溪流設計不同的遊憩潛力特性之評估量表，使規畫者能更具體掌握樣點之特性，進行更完善之開發。

## 參考文獻

- 王鑫 (1980)。臺灣地形景觀。臺北市：臺北渡假。
- 交通部觀光局 (1997)。臺灣潛在生態觀光及冒險旅遊產品研究與調查。臺北市：中華民國戶外遊憩協會。
- 朱達仁、陳弘成、郭一羽、鄭安盛、方偉達、施君翰 (2009)。一個溪流生態環境綜合性評估模式之權重估計—以石門水庫自然旅遊地為例。地理學報, 55, 65-96。
- 朱達仁、賴旻佑、陳羿文 (2007)。以灰關聯探討石門水庫上游河域潛力評估之研究。台灣觀光產業前瞻學術研討會, 339-362。
- 李委珈 (2009)。臺灣輕艇運動歷史與發展之研究。長榮運動休閒學刊, 3, 118-124。
- 汪在莒、賴文璇 (2010)。教練轉型領導行為對龍舟運動員成就目標、運動參與動機與組織承諾結構模式驗證。逢甲人文社會學報, 20, 287-302。
- 汪靜明 (1996)。台灣中部區域環境教育課題及推動政策。環境教育季刊, 29, 2-16。
- 周必杰 (2009)。加拿大式輕艇不同頻率划槳運動學分析。未出版碩士論文，國立體育大學，桃園縣。
- 林文山 (1993)。都市河岸空間之研究（都市藍帶系統之建立—以台南市為例）。未出版碩士論文，國立成功大學，臺南市。
- 林震岩 (2006)。多變量分析 SPSS 的操作與應用。臺北市：智勝。
- 曹軍、胡萬義 (1993)。灰色系統理論與方法。吉林：東北林業大學。
- 黃昕黎 (2008)。臺灣激流發展輕艇活動場地選址評估模式建構之研究。未出版碩士論文，臺北市立體育學院，臺北市。
- 黃昕黎、官文炎、朱達仁 (2008)。建構臺灣激流發展輕艇活動場地評估指標之研究。北體學報, 16, 280-294。
- 鄒豹君 (1976)。小地形學。臺北市：臺灣開明。
- 劉德智 (2001)。輕艇 Canoe 運動簡介。學校體育雙月刊, 11, 25-30。
- 蔡忠昌、李婷婷 (2009)。輕艇選手攝氧峰值和爆發力與 500 公尺成績之相關性。大專體育學刊, 11, 97-105。
- 鄭明能 (1982)。新店溪上游自然環境與魚類生態。野外雜誌, 157, 83-90。
- 鄧聚龍 (1987)。灰色系統基本方法。北京：華中理工大學。

- 鄧聚龍 (1995)。灰色系統理論與應用。臺北市：高立圖書。
- Ho, W. H., Shiang, T. Y., & Chung, P. H. (2000). The principle of a canoe ergometer and biomechanics analyses of the flatwater canoe stroke, *Proceedings of 18th ISBS*, 2, 654-657.
- Lime, D. (1979). Carrying capacity, *Trends*, 16, 37-40.
- Kuska, J. J. (1977). *Biological approach to river planning and management*, River Recreation Mangement and Research Symposium. Minneapolis, Min. U.S. Forest Ser.Gen.Tech.Rep. NC-28, 296-303.
- Michael, J. S., Rooney, K. B., & Smith, R. (2008). The metabolic demands of kayaking: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 1-7.
- Shih, C. H., Chu, T. J., Kuo, Y. Y., Lee, Y. C., Tzeng, T. D., & Chang, W. T. (2010). Environmental pre-evaluation for eco-leisure: a case study of a restored stream system in Hofanchuken creek of Taipei county, Taiwan, *Journal of Environment Engineering and Management*, 20, 99-108.

# The Assessment on Recreational Potential of Whitewater Canoeing and Kayaking

Ta-Jen Chu<sup>1</sup>, Wen-Yen Kwan<sup>2</sup>, Tzong-Der Tzeng<sup>3</sup>, Li-Wei Wu<sup>1</sup>, and Chun-Han Shih<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Chung Hua University, <sup>2</sup>Taipei Physical Education, <sup>3</sup>Shu-Te University National,

<sup>4</sup>Tungnan University

## Abstract

Canoeing and kayaking are gaining in popularity among all of the leisure activities, and are affecting the development and promotion of local economies. This study attempts to analyze and evaluate the potential of developing canoe/kayak activities, based on the evaluation model developed by Huang, Kwan, & Chu (2008), which provided an index for evaluating the development of canoeing/kayaking sites on Taiwan rivers. The methods of linear summation and grey relational analysis were used. The aim is to define future operational planning for these activities, and provide a legitimate basis for leisure site development.

Five renowned canoeing/kayaking rivers in Taiwan were used for status investigation, in order to explore their respective leisure value and potential: Wulai-Nanshi Creek, Nantou-Shuili Creek, Kaohsiung- Laonong Creek, Kaohsiung-Zhuokou Creek, and Hualien-Siougulan Stream. The results showed that: (1) Of the special site conditions under the four major aspects proposed by Huang et al. (2008), “water quality” and “water temperature” indicated no discriminant validity, and hence were deleted; (2) In terms of the linear summation, overall evaluation indicated that different survey points demonstrated different environmental properties, as well as different potential and values; (3) Based on the analysis, the leisure potential of the five rivers, ranked in descending order, were Siougulan River, Zhuokou Creek, Nanshi Creek, Laonong Creek, and Shuili Creek.

**Keywords:** gray relational analysis, linear addition, water recreation