

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

河川水色水質與景觀美質影響關係之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2415-H-216-006-SSS
執行期間：96年08月01日至97年07月31日
執行單位：中華大學景觀建築學系

計畫主持人：李麗雪
共同主持人：郭一羽
計畫參與人員：-99：許博森

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 97年10月05日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

■ 成 果 報 告

河川水色水質與景觀美質影響關係之研究

計畫類別：■ 個別型計畫 □ 整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2415-H-216-006-SSS

執行期間：2007 年 8 月 1 日至 2008 年 7 月 31 日

計畫主持人：李麗雪

共同主持人：郭一羽

計畫參與人員：許博森

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：■ 精簡報告 □ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中華大學景觀建築學系

中 華 民 國 97 年 7 月 31 日

河川水色與景觀美質偏好研究

A Study on the landscape esthetics of water color on river

【摘要】對水體環境的欣賞自古即然，水的顏色更是影響人們親水的重點之一，國內相關規定及研究則付之缺闕如。本研究目的即要了解國人對河川水色的景觀美質偏好情形，並探討影響河川水色的因子及其影響程度。研究於2007年7月至2008年3月期間進行中港溪4個樣區共68個樣點的水色、光譜值、水體物化性因子及浮游藻等項目的調查，並拍攝水色照片由受測者進行景觀美質偏好的評價。研究結果顯示中港溪水色多介於黃橄欖色及水藍色系二個區間；受測者對JIS命名為「水色」、「松葉色」的美質評價及偏好程度最高，「富鐵黃土色」、「草綠色」則最低。再由水色CMYK值與受測者美質及偏好評價之相關性檢定，結果顯示景觀美質偏好與水色的紅色、黃色值皆呈顯著負相關，該現象與水色美質偏好評值趨勢呈現一致性的結果，即偏黃或帶紅色系的水色較不被群眾所偏好。另水色光譜值以無因次化處理後與浮游藻的種類與數量進行比對，結果顯示浮游藻種類及數量與水色是有關的；即較不被民眾偏好的黃綠水色與藍綠藻數量有關。另一方面由於浮游藻的數量與種類又與河川水質污染程度有關，因此可藉由水色了解民眾親水的意願，並做為判別水污染狀況的參考依據。

關鍵字：水質、浮游藻、光譜、水色、CMYK色票

【Abstract】 The landscape water environment has been appreciated by mankind since ancient time. The water color is one of the key points to affect people's water appreciation and water accessibility. The purpose of this research is to understand the attitude of our people toward visual landscape preference on river water color and to study the factors that affect water color. The research was conducted in the period from July of 2007 to March of 2008. Water color spectrum, water physical and chemical characters and phytoplankton were investigated on 4 stations and in total 68 sites along The Chun-Gong River. Photos of the river water color of these sites were also taken to make visual landscape preference survey. Statistic analysis shows water color of The Chun-Gong River is in between of "yellow olives color" and "aquamarine blue color". According to results of observer's landscape aesthetic and landscape preference study, the highest preference went to the terminology of "water color" and "pine needle color" in JIS and the lowest went to "raw sienna color" and "grass green color". Also conduct the measurement of water color by CMYK value to study the correlation between landscape aesthetic quality and preference. The result shows that landscape aesthetic preference has a negative correlation with water of red and yellow. It is the same tendency of the observer's survey of the water color preference that river water quality with yellow color or red color shows low preference by our people. We use Fiber Optic Spectrometer to survey water color spectrum, through dimensionless processed and make a comparative research about the species and quantity of phytoplankton. The results indicate that species and quantity of phytoplankton is related with water color. Our people have a low preference of yellow

green water color which owing to the blue-green algae of the phytoplankton. Polluted river water level is highly relationship to the type and amount of the plankton. Therefore, we could realize people's preference toward river water accessibility and water quality polluted level by means of water color perception.

Keyword: water quality、float alga、Fiber Optic Spectrometer、Water color、CMYK

壹、緒論

根據 2006 年觀光局國人國內旅遊統計資料顯示，95 年國人到訪據點排名，以海岸、濕地、溪流瀑布等最高，在遊憩活動部份以自然賞景活動 20.7% 佔各類活動最高比例，由此可知到相關水體環境從事與親水相關活動倍受台灣民眾喜愛。近年由於環境保育意識的提昇，使得與水體環境相關的議題，如生態工法、棲地復育、水污染防治等受到相當重視。然而除了上述研究重點外，因著台灣水體多樣，可提供多樣旅遊環境及旅遊活動，因此水體景觀營造有其重要性；但國內對於景觀娛樂用水只限定於水質，卻忽略了景觀用水視覺感受之部分，尤其是會吸引人想要接近的水色。親水活動分為實質親水與視覺親水，親水環境中又以視覺感受為民眾對於水體的第一印象；因此在水體觀光遊憩中視覺感受之美質偏好是影響民眾滿意度的重要因素之一，水體的視覺感受又以“水體顏色”的視覺印象為重要。本論文之研究目的：釐清影響河川水色的物化因子與浮游藻類因子的關係；以群眾問卷調查分析結果探討群眾的河川水色景觀美質偏好情形；探討影響河川水色物化因子、浮游藻類等因子的關係，及水質物化因子對浮游藻類的影響，並釐清三者的影響關係；並藉由上述研究結果，提出河川水色經營管理的參考依據。

貳、文獻回顧

2.1 色彩與認知感受

色彩的呈現是藉由視覺感知系統與光波長兩者之間的關係，人類可見光範圍約從紅色 760nm 到紫色 380 nm 之間（大田登，2007；鄧惠芬、翁金燕，1997）。色彩心理三屬性是指色相、明度、彩度，國人色彩偏好以青色系最受偏好，其次為紅色系、藍色系、青紫色系、黃色系、無色彩。（林伯賢，1999）人對色彩的認知感受會因為經驗及教育程度的不同而有所差異（曹正，2007）。根據塚田敢（2000）的研究中指出，人對顏色的感受是依據個人的經驗、記憶、知識的影響最為顯著，同時也會受到其不同的民族性、年齡、性別而有所不同，受到個人的性格、生活環境、教養、職業的影響最小，同時人類對顏色是具有共通聯想的傾向。

色彩表示方法中最簡單的是採用色名，方便使用者在日常生活中廣泛使用。其分類方式是將色名對應使用物品的慣用稱呼來表示的慣用色名；也有在基本色名前附加修飾語，以有系統地表示所有研色的系統名稱（陳鴻興等譯，2007）。國內並無相關色彩參考之國家標準依據所以將以日本 JIS 系統作未來研究參考。

2.2 景觀水資源

水具有許多特性，具景觀視覺美感的價值，水體景觀美學的呈現可分為三類：水體景觀

狀的自然美、水體景觀的社會美、水體景觀的科技美。水體景觀的形象有：池潭泉井，屬於”點狀”的水，面積不大，水面成平靜狀態風格為秀美類型；溪流河瀑布，屬於”線狀”的水，在空間上是綿延展開的且流動的，它的美也隨著綿延而有所改變；湖泊海洋，屬於”面狀”的水，面積大。讓人有開闊且浩瀚感覺(尉天驕,2007)。由於景觀水資源分類繁複在李佩成等(1998)的研究將景觀水資源依成因、存在空間、存在空間、景觀心裡效應、利用功能、觀賞位置、觀賞時令等將水分成 34 類型。

國內法規中並無相關娛樂景觀娛樂用水之標準分類，僅環保署針對地面水體分類及水質標準(1998)，有陸域地面水體及海域水體兩種，其使用項目及水質監測是分成一級公共用水、二級水產用水及二級工業用水。其中水質分成甲類至戊類五個等級。

水質指標以氫離子濃度指數、溶氧量、導電度、大腸桿菌群、生化需氧量、懸浮固體、氰化物、酚類、陰離子界面活性劑、氨氮、硝酸鹽氮、總磷、重金屬、農藥等。陸域、海域地面水體分類係依水體特質規範其適用性質及其相關環境基準，陸域地面水體及海域地面水體各有規範及標準。

國外部份根據中華人民共和國景觀娛樂用水水質標準(1992)中，主要依造水體的不同功能分為三類，A.類主要應用於天然浴場或其他與人體直接接觸的景觀、娛樂水體；B.類主要應用於國家重點風景遊覽區及與人體非直接接觸的景觀娛樂水體；C.類主要應用於一般景觀用水水體。其中水色是為景觀娛樂用水水質標準中排序第一的評估指標。

2.3 河川水色成因與藻類和水質之關係

河川水體顏色是受太陽光線在水中被吸收和散射量的影響所致，通常水吸收紅光較多，對藍光散射較強，所以觀賞者多會看到藍色的水色。水色也會因為水中懸浮物質而改變，如水中含大量綠色浮游藻時，水色便會呈綠色，此乃因陽光射入水中時，經過較短距離便被散射，離開水體，致紅光吸收量較少，使原本藍色的水體變得偏綠色。一般河溪水色的呈現是根據 rayleigh 定律(1871)，水色是由比光線的波長還小的分子所散射，形成較強的較短波(藍光)，此現象說明了天空和水在光線散射的情況下會呈現藍色的原因。

水體是自然風景的重要組成因素之一，會影響景觀的美學價值及人類審美判斷，水域景觀是由水形、水色、水聲、水味、水彩等要素共同構成水域美學景觀面貌(薛惠鋒、苗治平,1994)。另河川水域的「水質」、「水色」、「水中生物」等因子是影響人的景觀美質判斷最為直接顯著的(劉如熙,2006)。中國文化大學(2004)有關河川生態工法及其應用研究共彙整出包括水色、藻類等三十項影響河川空間品質因子。Gregory K. J.、Davis R. J. (1993)研究指出影響民眾對河川偏好的景觀因子以「水色」、「人工化程度」跟「河川深度」為最重要，其研究結果也闡明最自然、水質最好的河川水體景觀並不是民眾所最偏好的，如有著許多林木碎屑堆積的自然的河川就是較不被接受的景觀。

根據謝嘉峰等(1997)、胡征宇、畢永紅(2005)、任洪濤、張光勤(2007)研究指出水中藻類優勢種群及其作用是決定水色的主要生物因子，水體營養狀況決定了水體藻類群落進而決定不同的水色，水色往往是水質的重要指標。所以就水色而言，藻類生長情形是導致水體呈現不同色度的關鍵因素。William J.Mitsch、Sven Erik Jorgensen(2004)指出湖泊水色的影響關鍵之一是因為湖泊優養狀況，在不營養時因為光線散射，水色會呈現青色；優養時因水

中藻類增生，則呈現青綠色的。水體在貧養狀況，浮游動植物的含量少、歧異度較高；普養狀況，浮游動植物逐漸增加、歧異度逐漸降低；優養時，水中藻類等浮游動植物的大量繁殖、歧異度低 (Moran, 1980)。

根據賴雪端 (2007) 指出在台灣淡水河川中，常見之藻類為矽藻及藍綠藻、綠藻及裸藻。藻類細胞內因含有色素，因而使得水體呈現出特定顏色，約在每 CC 水中含 102 藻細胞個數時就會呈現出淡淡的顏色，一般以水中所含藻類以綠藻與藍綠藻為主時呈現的是灰綠色，以矽藻為主是綠黃色，以矽藻為主是褐色 (邱仕彰, 2007)。

趙亞東 (2007) 研究中發現藻類種類會影響水色呈現，如在微藻類、顫藻、囊球藻水色會呈現出混濁的暗灰色，而在藍綠藻種類大量繁殖水色會呈現深綠色，而以矽藻、綠藻為主、裸藻、衣藻次之水色會呈現草綠或清爽的黃綠色，隱藻、藍綠藻次之水色呈現褐色，草綠色並有紅色浮膜則是以裸藻、綠藻為主。其上述之藻類與水色關係本研究整理如下表 1：

表 1 水色與藻類關係表

藻類 \ 水色	混濁的暗灰色	深綠色	草綠至黃綠色	褐色	草綠色並有紅色浮膜
水中藻類	微藻類、顫藻、囊球藻。	藍綠藻	矽藻、綠藻為主、裸藻、衣藻次之。	隱藻、藍綠藻次之	裸藻、綠藻

資料來源：趙亞東 (2007)

2.4 景觀評估

景觀資源是指可供人類觀賞利用的人為或自然景觀，可以是有形具體的景觀，也可以是無形的心理意象。景觀資源經營管理之目的，一為自土地獲得實質利益，水體漁場之漁獲屬之；一是透過視覺所接受之非實質利益，親水河岸等之休閒遊憩、賞景等功能屬之。人類對環境的知覺有 87% 來自視覺，因此景觀視覺之評估得以使景觀資源之經營管理具體化。

景觀評估本身是一種應用為導向的研究，其為一種幫助資源規劃、設計、經營管理者進行決策時，對基地美質資源下客觀判斷之調查，惟有深究激發知覺感受的肇因與反應，方得以將結果有效應用在景觀之經營管理上。景觀美質是指人類對所呈現的環境景觀在美醜尺度上的認知，其美醜尺度上的辨識包括景觀呈現的形象、大小、比例、顏色和質感等的美醜判斷是為有形的、物質的，另一種就是景觀的無形之美。(曹正, 2007)

景觀評估方法眾多，其中群眾偏好評估的目的在收集一般使用者景觀偏好意見與實質環境間的關係，迥異於專家評估法，其結果之應用更能反應大眾對環境的喜好，恰也與民眾參與營造觀點契合。過去研究顯示，進行群眾偏好評估時受測對象因研主題需求而異，但學生團體因資料取得容易，且與非學生團體的差異性很低，因此許多研究將之視為一般大眾偏好之代表。在執行時，若要評估現地環境未來將改變的經營管理上之參考應用，可以由受測者以現地景觀的幻燈片或照片做為評估媒介，依據其所設計問卷進行評估。

2.5 相關研究

劉如熙 (2006) 研究中調查地點為鹿渡坑中埔十橋上游集水區，利用專家問卷針對河岸利用模糊分析理論推求因子權重，結果發現以「水質」、「水色」、「水中生物」影響偏好之重要因子。

Gregory K. J.、Davis R. J. (1993) 研究以 Hampshire Rivers 為研究樣點，以學生問卷進

行景觀美質評估，結果發現「水色」與「渠道化」兩項目是最佳的景觀美質參考指標。

金華、村川三郎、西名大作（2006）利用眼球做轉動模式進行跨國家的河川景觀偏好研究，結果顯示歐洲人較關注環境與河川協調度，中國對於水質、水量及流動性較為關注，日本人則是對整治、親水性、無汙染、垃圾、排水為較關注項目。畢永紅、胡征宇（2005）研究指出藻類優勢種群是決定水色的主要生物因數。再根據賴雲端（2007）指出在台灣淡水河川中，常見之藻類為矽藻、及藍綠藻、綠藻及裸藻。藻類細胞內因含有色素，因而使得水體呈現出特定顏色，約在每 CC 水中含 102 藻細胞個數時就會呈現出淡淡的顏色，一般以水中所含藻類以綠藻與藍綠藻為主時呈現的是灰綠色，以矽藻為主是綠黃色，以矽藻為主是褐色。（邱仕彰，2007）。

參、研究操作

3.1 研究架構及研究假設

本研究主要在探討群眾對河川水色的景觀美質偏好，整體研究架構如圖 2 所述，即河川水色會影響群眾的景觀美質偏好，群眾的屬性不同有不同的水色景觀偏好，同時河川水色的成因會受到河川水質的物化因子及水中浮游藻類種類與數量的影響，另一方面河川水質的物化因子會影響水中浮游藻類的種類與數量。研究假設說明如下：

假設一：河川水色不同群眾的景觀美質偏好也會不同。

假設二：群眾屬性不同對河川水色的景觀美質偏好也會不同。

假設三：河川浮游藻類的種類與數量不同河川水色也會不同。

假設四：河川水質的物化因子不同河川水色也會不同。

假設五：河川水質的物化因子不同水中浮游藻類的種類與數量也會不同。

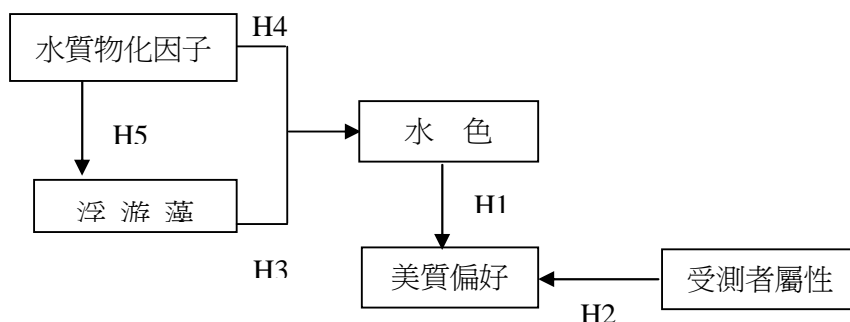


圖 2 研究架構圖

3.2 研究調查

一、水質現地調查

在本研究於 2007 年 7 月至 2008 年 3 月每月對中港溪四個樣區平安大橋、田美攔河堰、東河吊橋、蓬萊護魚步道共 12 個樣點進行，(1) CMYK 色票比對之水色調查，(2) 浮游藻類調查，(3) 水質調查，項目包括溶氧量(DO)、生化需氧量(BOD₅)、懸浮固體(SS)、氨氮(NH₃-N)、導電度、pH 值、水溫、懸浮固體、總磷等。

二、問卷調查工具製作

以水質田野調查時同時分析不同測點水體水色，並拍取水色照片進行水色問卷調查。拍攝時門是選定天氣晴朗之早上 9 點至下午 2 點，使用 SONY DSC F828、600 萬畫數照相機，以俯角 45 度 35mm 焦距進行水體照片拍攝，並經篩選無其它外在影響因素的照片 68 張；並於現地拍照時以光譜色度計及 CMYK 色票進行水色比對。

三、問卷調查

問卷製作共分三個部份，首先闡釋本研究的重點與方向讓受測者了解，第二部份是調查受測者的基本屬性，包括年齡、旅遊次數、背景專長，第三部份水色的美質及偏好問項，問項是採取 1-7 分(非常不好看-非常好看、非常不喜好-非常喜好)七個等級；照片以隨機方式編排之，投影片播放高度為 200 公分，受測者距離投影布幕距離約為 200 公分，每張投影片以八秒的速度做播放，共有 68 張照片，含測試之說明，每次測試時間約為 15 分鐘。共得問卷數 174 份。

肆、 結果討論

4.1 受測者水色景觀美質偏好分析

本測試有效樣本共 102 位，其中男性 65 位 (37.4%)、女性 109 位 (62.6%)。再將受測者的水色美質偏好平均並與 JIS 系統色名與慣用色名做比對。所有的照片總美質平均值為 3.54，總偏好平均值為 3.43。在水色美質偏好評估結果美質評價最高的前三張照片以測點 45 東河 (編號 8-1) 的 JIS 命名為「水色」美質評價最高 (5.79)，其次為測點 59 的東河 (編號 9-3) JIS 命名為「淡水色」次之，測點 46 東河 (編號 8-2) JIS 命名為「松葉色」排序為第三。

反之則以測點 5 的平安 (編號 2) JIS 命名為「富鐵黃土色」美質評價 (1.40)，其次為測點 20 平安 (編號 5) JIS 命名為「富鐵黃土色」，再次之為測點 30 的平安 (編號 6-12) JIS 命名為「草綠色」(表 2、表 3)。

表2 河川水色景觀美質偏好評分平均表

編號	測點	美質			編號	測點	美質		
		平均值	排序	標準差			平均值	排序	標準差
ST1	平安 1	1.59	63	0.70	ST35	東河	5.32	10	0.96
ST2	田美 1	4.17	23	1.45	ST36	蓬萊	5.14	13	0.90
ST3	蓬萊 1	2.90	45	1.20	ST37	蓬萊	3.96	27	1.26
ST4	東河 1	3.38	40	1.00	ST38	蓬萊	5.31	11	1.23
ST5	平安 2	1.40	68	0.62	ST39	田美	3.66	36	1.48
ST6	蓬萊 2	3.84	31	1.26	ST40	田美	2.97	44	1.22
ST7	東河 2	4.54	20	1.13	ST41	田美	3.61	38	1.06
ST8	田美 2	4.79	17	1.09	ST42	平安	2.13	51	0.83
ST9	平安 3	3.06	43	1.11	ST43	平安	1.87	54	0.94
ST1	蓬萊 3	5.63	2	1.10	ST44	平安	1.68	58	0.77
ST1	東河 3	2.39	49	0.95	ST45	東河	5.79	1	1.00
ST1	田美 3	3.57	39	1.38	ST46	東河	5.54	4	1.08
ST1	平安 4	1.62	62	0.71	ST47	東河	5.42	6	0.93

ST1	蓬萊 4	3.88	30	1.53	ST48	田美	1.82	55	1.22
ST1	東河 4	3.73	33	1.03	ST49	田美	2.71	46	1.40
ST1	田美 4	3.61	37	1.16	ST50	田美	3.72	35	1.24
ST1	東河 5	5.37	8	1.25	ST51	平安	2.05	53	0.91
ST1	蓬萊 5	4.09	24	1.08	ST52	平安	1.68	59	0.82
ST1	田美 5	3.76	32	1.13	ST53	平安	1.58	64	0.75
ST2	平安 5	1.43	67	0.66	ST54	蓬萊	5.42	7	0.88
ST2	田美 6-1	4.09	25	1.39	ST55	蓬萊	4.79	18	1.08
ST2	田美 6-2	3.23	42	1.20	ST56	蓬萊	5.34	9	1.04
ST2	田美 6-3	5.45	5	1.16	ST57	東河	3.95	29	0.97
ST2	蓬萊 6-3	5.08	15	0.99	ST58	東河	4.72	19	1.11
ST2	蓬萊 6-2	3.73	34	1.26	ST59	東河	5.60	3	1.16
ST2	蓬萊 6-1	3.95	28	1.25	ST60	蓬萊	4.05	26	1.00
ST2	東河 6-1	4.28	22	1.38	ST61	蓬萊	3.28	41	1.33
ST2	東河 6-3	2.51	47	0.98	ST62	蓬萊	4.51	21	1.09
ST2	東河 6-2	4.94	16	0.96	ST63	平安	1.64	60	0.75
ST3	平安 6-1	1.52	66	0.65	ST64	平安	1.57	65	0.82
ST3	平安 6-2	1.81	56	0.95	ST65	平安	1.63	61	0.74
ST3	平安 6-3	1.77	57	0.77	ST66	田美	2.13	52	0.90
ST3	東河 7-1	5.13	14	1.19	ST67	田美	2.36	50	0.96
ST3	東河 7-2	5.23	12	1.23	ST68	田美	2.46	48	1.39

表 4.3 JIS 色名對應表

編號	名稱	CMYK 色	C	M	Y	K	JIS 色名	編號	名稱	CMYK 色票	C	M	Y	K	JIS 色名
ST1	平安 1	DS305-6	15	0	50	25	抹茶色	ST35	東河 7-3	DS243-9	20	3	10	0	水色
ST2	田美 1	DS257-5	50	0	25	30	鏽淺藍色	ST36	蓬萊 7-1	DS256-7	30	0	15	10	常春藤綠
ST3	蓬萊 1	DS261-3	70	0	40	35	深綠色	ST37	蓬萊 7-2	DS259-5	50	0	30	5	海洋藍色
ST4	東河 1	DS246-6	50	0	15	0	薩克森藍	ST38	蓬萊 7-3	DS308-9	30	15	30	15	水色
ST5	平安 2	DS307-5	40	30	70	10	富鐵黃土	ST39	田美 7-1	DS261-4	60	0	35	30	淺藍色
ST6	蓬萊 2	DS250-3	70	0	30	0	黃綠色	ST40	田美 7-2	DS266-6	45	0	35	0	綠灰色
ST7	東河 2	DS253-5	50	0	20	30	綠灰色	ST41	田美 7-3	DS256-5	50	0	25	15	淺藍色
ST8	田美 2	DS252-6	30	0	15	15	常磐色	ST42	平安 7-1	DS306-2	45	25	100	0	青苔色
ST9	平安 3	DS307-5	40	30	70	10	蓼藍鼠色	ST43	平安 7-2	DS306-3	40	20	100	0	萌黃色
ST10	蓬萊 3	DS265-5	60	0	35	25	綠色	ST44	平安 7-3	DS306-4	40	25	80	0	青苔色
ST11	東河 3	DS253-7	25	0	10	25	芥子色	ST45	東河 8-1	DS243-8	30	5	15	0	水色
ST12	田美 3	DS249-5	65	0	20	30	青綠色	ST46	東河 8-2	DS290-9	10	0	15	0	水色
ST13	平安 4	DS312-7	5	0	25	25	富鐵黃土	ST47	東河 8-3	DS246-9	50	0	15	0	水色
ST14	蓬萊 4	DS265-7	40	0	30	25	常磐色	ST48	田美 8-1	DS257-3	70	0	35	35	橄欖綠色

ST15	東河 4	DS257-7	30	0	15	25	瓶窺視色	ST49	田美 8-2	DS280-5	45	0	50	15	松葉色
ST16	田美 4	DS253-1	100	0	40	40	薩克森藍	ST50	田美 8-3	DS286-6	30	0	40	0	淺藍色
ST17	東河 5	DS253-8	15	0	5	20	淡藍色	ST51	平安 8-1	DS300-5	20	0	50	15	草綠色
ST18	蓬萊 5	DS274-5	55	0	55	0	綠色	ST52	平安 8-2	DS306-4	40	25	80	0	青苔色
ST19	田美 5	DS253-1	100	0	40	40	淺藍色	ST53	平安 8-3	DS301-7	10	0	25	25	沙顏色
ST20	平安 5	DS306-2	45	25	100	0	富鐵黃土	ST54	蓬萊 8-1	DS278-8	20	0	20	0	深綠色
ST21	田美 6-1	DS254-9	10	0	5	0	黃綠色	ST55	蓬萊 8-2	DS270-9	35	0	25	0	白綠色
ST22	田美 6-2	DS244-7	40	5	20	5	蓼藍鼠色	ST56	蓬萊 8-3	DS301-7	10	0	25	25	黃綠色
ST23	田美 6-3	DS253-5	50	0	20	30	青磁色	ST57	東河 9-1	DS229-9	20	5	5	0	水色
ST24	蓬萊 6-3	DS268-4	60	0	50	15	水色	ST58	東河 9-2	DS243-9	20	3	10	0	瓶窺視色
ST25	蓬萊 6-2	DS282-8	20	0	25	0	淡綠色	ST59	東河 9-3	DS257-7	30	0	15	25	水色
ST26	蓬萊 6-1	DS264-6	55	0	55	0	常磐色	ST60	蓬萊 9-1	DS269-7	35	0	30	25	水色
ST27	東河 6-1	DS303-5	15	0	5	20	白群色	ST61	蓬萊 9-2	DS258-6	40	0	25	0	蘋果綠色
ST28	東河 6-3	DS289-3	50	0	70	35	葉子綠色	ST62	蓬萊 9-3	DS304-9	3	0	10	10	水色
ST29	東河 6-2	DS306-6	40	30	60	0	水色	ST63	平安 9-1	DS307-5	40	30	70	10	富鐵黃土
ST30	平安 6-1	DS283-5	40	0	50	5	草綠色	ST64	平安 9-2	DS312-5	10	0	50	30	萌黃色
ST31	平安 6-2	DS282-7	25	0	30	0	橄欖綠色	ST65	平安 9-3	DS306-6	40	30	60	0	富鐵黃土
ST32	平安 6-3	DS284-6	30	0	35	15	富鐵黃土	ST66	田美 9-1	DS261-6	40	0	25	25	橄欖綠色
ST33	東河 7-1	DS244-5	60	5	20	10	青磁色	ST67	田美 9-2	DS268-6	45	0	35	15	綠青色
ST34	東河 7-2	DS244-9	20	3	10	5	淡藍色	ST68	田美 9-3	DS253-6	35	0	15	25	竹青色

4.2 水色美質與偏好評價相關性檢定

將水色的景觀美質偏好平均值與CMYK值進行相關性檢定，結果顯示發現美質與偏好具高度相關性 ($r=0.957$, $p=0.00$)，但與CMYK的M和Y值都呈現負相關 (M的 $R=-0.338$, $p=0.05$ ；Y的 $R=-0.584$, $p=0.00$)，在CMYK色票中M值代表紅色，Y值代表為黃色，且Y的R係數大於M值此結果根據混色原理代表水色呈現出黃褐色不被民眾所喜好，與民眾對於水色景觀偏好值中最低評價之富鐵的黃土色彩相似且景觀美質偏好評價相吻合 (表4)。並在藻類與景觀美質中發現藍綠藻較多所呈現出的水色較不被民眾所喜好 (表5)。

在河川水質 (RPI) 與藻類進行相關性檢定，結果顯示有高度的正相關，表示在水質狀態越差的情況下其藻類數量越多 ($r=0.324$, $p=0.12$)。並且在水質項目中導電度 ($r=0.457$, $p=0.00$)、總溶氧固體 ($r=0.435$, $p=0.01$) 和總磷 ($r=0.332$, $p=0.10$) 與藻類總量為正相關。代表三個水質項目會影響了藻類的數量 (表6)。

表4 景觀美質偏好與CMYK值雙變數相關分析

	美質	偏好	C	M	Y
偏好	.957**				
C	-.027	.030			
M	-.338**	-.318**	.030		
Y	-.584**	-.535**	.282*	.699**	
K	-.069	-.067	.293*	-.355**	-.148

**表示 $P<0.01$ ；*表示 $P<0.05$ 。

表5 景觀美質偏好與藻類種類及數量相關性檢定

	美質	偏好	矽藻	綠藻	藍綠藻
矽藻	-.125	-.095			
綠藻	-.154	-.187	.729**		
藍綠藻	-.763*	-.761	-.405	-.327	
藻類總合	-.190	-.161	.981**	.748**	-.074

**表示 $P<0.01$ ；*表示 $P<0.05$ 。

表6 河川河川污染積分(RPI)指數、水質項目與藻類相關分析

	RPI	溫度	導電度	TDS	DO	PH	NH3-N	SS	TP	矽藻	綠藻	藍綠藻
矽藻	.268*	.212	.434**	.412**	-.117	-.240	.197	.138	.288*			
綠藻	.448*	-.244	.728**	.762**	-.684**	-.757**	.214	.388	.524*	.729**		
藍綠藻	.473	.481	.458	.293	-.667*	.325	.378	.504	.440	-.405	-.327	
藻類總合	.324*	.254	.457**	.435**	-.131	-.243	.225	.190	.332*	.981**	.748**	-.074

**表示 $P<0.01$ ；*表示 $P<0.05$ 。

4.3 水色光譜變化與藻類種類數量變化探討

在 Smith & Bake (1978) 提出海水生光狀態 (Bio-optical stste) 代表可藉由水色光譜調查來了解藻類種類與數量關係，而本研究方法是利用光譜變化以同一時間不同測點比較藻類種類與數量所產生之變化，在經過水色光譜檢測後以輻射強度無因次化排除光線透過其他物質反射或散射所照成之干擾，再參考養殖水色之藻類種類與數量對於水色呈現之變化研究探討

加以論述本研究之結果。

從無因次光譜圖可以看出其波峰接在皆落在綠色波段，且在紅色波段有些微的起伏可能矽藻呈現褐色有關，該結果與邱仕彰（2007）的研究結果一致。從色彩方向來看，蓬萊測點反射光譜坡度較緩，所以趨近於白光，由此可知其透明度較高、田美次之；而平安測點反射光譜較陡所以色彩較為明顯且透明度較低，另平安偏紅色波段光譜較平緩所以其水色為黃綠色，田美反射光譜波峰較偏為藍光部分而東河則是偏於黃綠色光譜。

平安測點有綠藻及藍綠藻的出現除了代表污染較為嚴重外且在顏色方面也較為暗沉之黃綠色系該結果與趙亞東（2007）的研究結果一致，在田美測點光譜坡度趨於平緩，代表其透明度增高且波峰略偏向藍綠色系。東河測點由於水深過淺導致光譜略有雜訊出現，但大致可看出偏向藍綠色系。

藻類調查中在田美測點中有少量綠藻出現，所以在測點田美有明顯水色偏向深綠色；反之蓬萊測點都擁有較高的透明度；東河測點光譜波峰藍綠色波段較高且波型較陡，所以其水色為藍綠色，而在平安測點波峰同樣較偏於黃綠波段。在藻類較多的測點，相對在光譜上色度較明顯且顏色較深、波峰也較明顯且集中；在透名度依舊以蓬萊測點最高，其他依照順序東河、田美、平安，在色彩方面東河與田美之水色較為接近皆屬於藍綠色系，相較於蓬前兩者蓬萊測點偏向綠色系，而平安測點仍屬黃綠色系。

4.4 水質和景觀美質偏好與水色之關係

本研究中將水色利用光譜分為三個色段，分別為藍綠色段、綠色色段、黃綠色段，並與各測點的河川污染指數（RPI 值）等級共同探討兩者之關係，其中河川 RPI 指數分為末(稍)受污染者定義為 A 等級、輕度污染者定義為 B 等級、中度污染者定義為 C 等級以及嚴重污染者定義為 D 等級。

另將水色與景觀美質偏好平均值，以四分位數將之分為 4 個等級，所和美質平均值 ≤ 2.13 者定義為差等級，平均值介於 2.14~3.73 者定義為略差等級，平均值介於 3.74~4.79 定義為略佳等級， > 4.79 定義為佳等級。而偏好則以 ≤ 2.09 定義為差等級，平均值介於 2.10~3.68 定義為略差等級，平均值介於 3.69~4.72 定義略佳等級， > 4.72 定義為佳等級。其水色及河川 RPI 和景觀美質偏好等級整理如表 7 所示。

表 7 各測點水色光譜波段及美質偏好、水質等級表

項目		光譜波段	美質等級	偏好等級	RPI 等級	JIS 色名
測點						
ST1	平安 1	黃綠波段	差	差	A	抹茶色
ST2	田美 1	綠色波段	略佳	略差	A	鏽淺藍色
ST3	蓬萊 1	綠色波段	略差	略差	A	深綠色
ST4	東河 1	藍綠波段	略差	略差	A	薩克森藍
ST5	平安 2	黃綠波段	差	差	B	富鐵黃土色
ST6	蓬萊 2	綠色波段	略佳	略佳	A	黃綠色
ST7	東河 2	藍綠波段	略佳	略佳	A	綠灰色
ST8	田美 2	綠色波段	佳	略佳	A	常磐色
ST9	平安 3	黃綠波段	略差	略差	C	蓼藍鼠色
ST10	蓬萊 3	綠色波段	佳	佳	A	綠色
ST11	東河 3	黃綠波段	略差	略差	B	芥子色
ST12	田美 3	藍綠波段	略差	略差	A	青綠色
ST13	平安 4	黃綠波段	差	差	C	富鐵黃土色
ST14	蓬萊 4	綠色波段	略佳	略佳	A	常磐色

項目		光譜波段	美質等級	偏好等級	RPI 等級	JIS 色名
測點						
ST15	東河 4	藍綠波段	略差	略差	A	瓶窺視色
ST16	田美 4	綠色波段	略差	略佳	A	薩克森藍
ST17	東河 5	藍綠波段	佳	略差	A	淡藍色
ST18	蓬萊 5	綠色波段	略佳	略差	A	綠色
ST19	田美 5	藍綠波段	略佳	略佳	A	淺藍色
ST20	平安 5	黃綠波段	差	差	C	富鐵黃土色
ST21	田美 6-1	黃綠波段	略佳	略佳	B	黃綠色
ST22	田美 6-2	藍綠波段	略差	略差	B	蓼藍鼠色
ST23	田美 6-3	綠色波段	佳	佳	B	青磁色
ST24	蓬萊 6-3	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST25	蓬萊 6-2	黃綠波段	略差	略差	A	淡綠色
ST26	蓬萊 6-1	綠色波段	略佳	略佳	A	常磐色
ST27	東河 6-1	藍綠波段	略佳	略佳	A	白群色
ST28	東河 6-3	黃綠波段	略差	略差	A	葉子綠色
ST29	東河 6-2	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST30	平安 6-1	黃綠波段	差	差	C	草綠色
ST31	平安 6-2	黃綠波段	差	差	C	橄欖綠色
ST32	平安 6-3	黃綠波段	差	差	C	富鐵黃土色
ST33	東河 7-1	藍綠波段	佳	略佳	A	青磁色
ST34	東河 7-2	藍綠波段	佳	略佳	A	淡藍色
ST35	東河 7-3	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST36	蓬萊 7-1	綠色波段	佳	佳	A	常春藤綠色
ST37	蓬萊 7-2	綠色波段	略佳	略佳	A	海洋藍色
ST38	蓬萊 7-3	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST39	田美 7-1	藍綠波段	略差	略佳	A	淺藍色
ST40	田美 7-2	藍綠波段	略差	略差	A	綠灰色
ST41	田美 7-3	藍綠波段	略差	略差	A	淺藍色
ST42	平安 7-1	黃綠波段	差	略差	C	青苔色
ST43	平安 7-2	黃綠波段	差	差	C	萌黃色
ST44	平安 7-3	黃綠波段	差	差	C	青苔色
ST45	東河 8-1	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST46	東河 8-2	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST47	東河 8-3	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST48	田美 8-1	藍綠波段	差	差	A	橄欖綠色
ST49	田美 8-2	綠色波段	略差	略差	A	松葉色
ST50	田美 8-3	綠色波段	略差	略差	A	淺藍色
ST51	平安 8-1	黃綠波段	差	差	B	草綠色
ST52	平安 8-2	黃綠波段	差	差	B	青苔色
ST53	平安 8-3	黃綠波段	差	差	B	沙顏色
ST54	蓬萊 8-1	綠色波段	佳	佳	A	深綠色
ST55	蓬萊 8-2	綠色波段	佳	佳	A	白綠色
ST56	蓬萊 8-3	藍綠波段	佳	佳	A	黃綠色
ST57	東河 9-1	藍綠波段	略佳	略差	A	水色
ST58	東河 9-2	綠色波段	略佳	略佳	A	瓶窺視色
ST59	東河 9-3	藍綠波段	佳	佳	A	水色
ST60	蓬萊 9-1	綠色波段	略佳	略佳	A	水色
ST61	蓬萊 9-2	綠色波段	略差	略差	A	蘋果綠色
ST62	蓬萊 9-3	藍綠波段	略佳	略佳	A	水色
ST63	平安 9-1	黃綠波段	差	差	B	富鐵黃土色
ST64	平安 9-2	黃綠波段	差	差	B	萌黃色
ST65	平安 9-3	黃綠波段	差	差	B	富鐵黃土色

項目		光譜波段	美質等級	偏好等級	RPI 等級	JIS 色名
測點						
ST66	田美 9-1	綠色波段	差	略差	A	橄欖綠色
ST67	田美 9-2	綠色波段	略差	略差	A	綠青色
ST68	田美 9-3	綠色波段	略差	略差	A	竹青色

在河川水質分析中可知當水色呈現為藍綠色、綠色時水質較佳，而當水色呈現為黃綠色時河川水質較差，其黃綠色河川水質介於河川污染等級 B 至 C 之間即為介於輕度污染至中度污染之間，進一步將兩者進行差異性檢定，結果顯示水質與 RPI 等級間具有顯著差異 ($t=6.866, p=0.00$) 顯示水色不同，RPI 等級也會不同。

在水色與景觀美質分析中得知當水色呈現藍綠色時景觀美質等級為佳，而水色呈現綠色時為略佳等級，而水色越朝向黃綠色時景觀美質則朝向差等級。將景觀美質與水色進行差異性檢定，結果顯示景觀美質與水色間具有顯著差異 ($t=-7.349, P=0.00$)，顯示水色不同景觀美質也會不同。

從分析後得知當水色為藍綠色較為民眾所偏好，而從水色呈現綠色開始被民眾所不偏好，到黃綠色之水色偏好評價最差。並從景觀偏好與水色進行差異性分析，結果顯示景觀偏好與水色具有顯著差異 ($t=-6.266, P=0.00$)，其結果代表水色不同其景觀偏好也會不同。

由上述分析結果得知水色與水質及景觀美質偏好差異性皆達到顯著水準，所以由本研究中證明將可利用水色判別水質的好壞以及民眾對於水色之景觀美質與偏好，未來將對於水岸景觀營造將可參照下圖 3 了解其相關訊息，做為河川水色經營管理之依據。

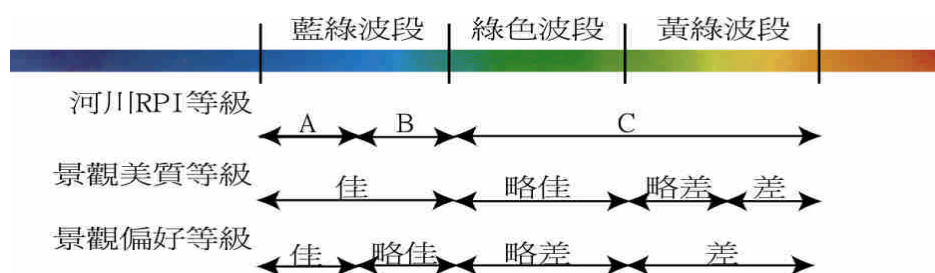


圖 3 水色與水質及景觀美質偏好對照圖

伍、結論與建議

本研究以中港溪中上游為研究樣區，因其沿線無重大人為及工業廢水污染，水體底質相似，依經濟部水利署水規試驗所之河川情勢調查作業要點，規定擇定四個樣區共 12 個測點共有 68 張水色照片，進行藻類、水質物化性因子調查及群眾對水體水色的景觀美質偏好研究。由研究結果顯示，水體顏色確會影響受測者的景觀美質評價及偏好；12 個測點中，水色以波長較長的黃綠色系至波長較短的藍綠色系為主，且以後者的景觀美質偏好評價較高。同時在受測者屬性與水色景觀美質偏好差異性檢定，發現景觀美質偏好與受測者的性別、相關背景、出遊次數、出遊性質等不具差異性。於 12 個調查樣點的水質汙染指標介於末(稍)受污染到中度汙染之間，進一步探討水色與河川水汙染指標 (RPI) 與藻類數量與種類數時，呈現景觀美質評價較高的水體水色，其水質狀況也是較佳的；但水汙染狀況屬輕至中度時，其水體水色的景觀美質評價較低。

在本研究結論整理與歸納後得知水質會影響藻類之總類與數量，不同的藻類總類與數量下會呈現不同水色，而就水質淨化部份國內已有眾多研究，未來建議配合生態工法利用水質淨化之方法控制藻類的種類與數量達到民眾對於景觀美質偏好水色要求，可有效提昇民眾親水之效能。研究結果也發現當河川水色呈現黃綠色時較為民眾所不偏好之水色且與藍綠藻呈現高度負相關，所以在未來河川淨化與改善營造時注意該現象的出現，以有效掌控具良好美質、偏好之水色呈現。

研究為了解水質、藻類與水色三者之關係，進而利用景觀評估方法探討民眾對於水色之景觀美質偏好，但從文獻回顧也了解，影響水色的因子眾多，本研究僅為起步型研究，未來可進行其它影響水色景觀美質偏好因子討論。或擴大研究樣區，如湖泊、水庫、海洋等，以瞭解國人對各種水體水色的景觀美質偏好，及其影響水色之因子，並進一步建立利用水色判別水質之依據。

參考文獻

1. 大田登(2007)色彩工程學，東京電機大學，東京。
2. 陳鴻興、陳詩涵譯，大田登原著(2007)色彩工程學 第二版，全華圖書股份有限公司，台北
3. 鄧惠芬、翁金燕(1997)色彩學，正文圖書公司，台北。
4. 林書堯(1995)色彩認識論，三民圖書公司，台北。
5. 黃書倩譯，山中俊夫原著(2003)色彩學的基礎，六合出版社，台北。
6. 張妍蓁(2007)光線與色彩的對話—張妍蓁繪畫創作論述，大葉大學造型藝術學系碩士論文。
7. 中華人民共和國國家標準(1992)景觀娛樂用水水質標準，中國。
8. 謝嘉峰、吳健銘、翁明祥、賴明芬、沈美慧(1997)海水中農藥檢測方法之研究與建立，行政院環境保護署環境檢驗所，台北。
9. 吳征宇、畢永紅(2005)水色及其藻類之關係，生態科學期刊 01 期，萬方數據網 <http://scholar.ilib.cn/Abstract.aspx?A=stxk200501019>。
10. 賴雪端(2007)台灣本土性底棲藻類做為河川水質生物指標之研究，中興大學植物學研究所博士論文。
11. 邱仕彰(2007)養殖池水色成因與水色管理，台肥季刊 01 期。
12. 薛惠鋒、苗治平(1994)水域景觀美學價值評價理論研究，人-文地理期刊 02 期。
13. 劉如熙(2006)野溪景觀評估模式之建立，逢甲大學水利工程所碩士論文。
14. 中國文化大學(2004)河川生態工法及其應用(2/3)，經濟部水利署，台北。
15. 環保署(1998)地面水體分類及水質標準。
16. 曹正(2007)視覺景觀理論，太倉規劃顧問有限公司，台北。
17. 環保署(2004)環境影響評估技術規範：植物生態評估技術規範。
18. 水域遊憩活動管理辦法(2004)，交通部觀光局。
19. 趙亞東(2007)如何根據水色正確判斷水質，漁業致富指南第 9 期，p26。
20. 塚田敢(2000)色彩的美學，紀伊國屋書店，東京新宿。
21. 任洪濤、張光勤(2007)，淺談浮游植物與水質的關係，中國水產，10：73-74。
22. 楊猛、劉振鴻(2004)，城市景觀水的處理方法，淨水技術 06 期。

23. 張伊蒂(2003)教科書中色彩詞之調查研究，國立雲林科技大學碩士論文。
24. 金華、村川三郎、西名大作 (2006) 中、日、德的被試者對河川景觀注視過程的比較研究，風景園林調查與研究 12：80~85。
25. Richard C. Smardon/ James F. Palmer/ John P. Felleman 著 李麗雪/洪得娟顏家芝 譯(2006) 田園城市文化事業有限公司，台北。
26. 林伯賢 (1999) 國人色彩偏好之調查分析，藝術學報，64： pp.1~10。
27. 徐涵秋(2006)環廈門海域水色變化的多光譜多時相遙感分析，環境科學學報，第 26(7)： pp.1209~1217。
28. 匡定波、尹球、疏小舟 (2000) 內陸水體藻類葉綠素濃度與反射光譜特徵的關係，遙感學報 01 期，萬方數據網 <http://scholar.ilib.cn/Abstract.aspx?A=ygxb200001007>。
29. 林昆範(2007)色彩原論，全華圖書股份有限公司，台北。
30. 環保署(1997)各種水質檢測項目的採樣需求及保存方法。
31. 李佩成; 寸待貴; 岳亮; 薛惠鋒;(1998)水科學進展期刊 2:071-075.
32. 尉天驕(2007)水景觀中的美學問題，河海大學學報(哲學社會科學版)4(9):pp.4~7。
33. Tzeng, O.C.S. (1983) A comparative evaluation of four response formats in personality ratings. *Educational and Psychological Measurement* 43:035-050.
34. Gibson, J.J. (1979) *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin
35. Smith, R. C., and K. S. Baker (1978). *The bio-optical stste of ocean waters and remote sensing*, *Limnol. Oceanogr.*, 23: 310pp.
36. Schroeder, H.W. 1984. Environmental perception rating scales : a case for sample methods of analysis. *Environment and Behavior* 16 : 573-598。
37. Shafer, E.L. and T.A. Richards. 1974. A comparison of viewer reactions to outdoor scenes and photographs of those scenes. 25p. USDA. For. Ser. Res. Rap. NE-302.
38. U.S Department of Agriculture, Forest Service (1973). *National forest landscape management*, Volume 1.
39. Evans, G. W. & Wood, K. W. (1980). Assessment of environmental aesthetics in scenic highway corridors. *Environment and Behavior*, 12(2), 255-273.
40. Shafer, E.L. and T.A. Richards. 1974. A comparison of viewer reactions to outdoor scenes and photographs of those scenes. *USDA Forest Service Research Paper NE-302*. 25P.
41. Ulrich, R. S., Dimberg, U. & Driver, B. L. (1981). Psychophysical benefits of a residential park. *Journal of Leisure Research*, 13:pp.43-65.
42. Gregory, K. J., Davis R. J. (1993) The Perception of Riverscape Aesthetics: an Example from Two Hampshire Rivers, *Journal of Environmental Management*. 39: 171-185.
43. Zube, E. H. Pitt, D. G. & Anderson, T. W. (1975). Perception and Prediction of Scenic Resource Values, of Scenic Resource Values of the Northeast. In Zube, E., Brush R. & Fabos, J. eds., *Landscape Assessment: Values, Perceptions and Resources* (pp.151-167).
44. William J. Mitsch Sven Erik Jorgensen (2004) *Ecological Engineer and Ecosystem Restoration*.
45. Daniel, T.C. and R.S. Boster. 1976. Measuring landscape esthetics: the ccenic beauty estimation method. *USDA Forest Service Research Paper RM-167*.
46. Moran, Joseph M. (1980) *Introduction to Environmental Science*. San Francisco W.H. Freeman.