

蘇花海岸生態系的非生物環境因子

研究緣起

全球海岸線長度超過 1.6×10^6 km，在海岸線兩側的潮間帶，以下的大陸棚區，以及以上的緊鄰的陸地，統稱為海岸生態系(coastal ecosystems)。海岸生態系是地球上生產力最豐富的生態系，為人類提供了珍貴的生態系服務(ecosystem services)。由於其豐富的自然資源與方便的可及性，卻也使其成為最受人類活動與環境變遷威脅的生態系。

太魯閣國家公園範圍內的蘇花海岸，北起和仁溪口，南至崇德隧道，長約9 km。雖然長度極短，但這個海岸線卻以其緊臨太平洋的陡峭山勢聞名。此海岸最高的清水山(海拔2408 m)，與海岸之間的平均坡度高達 35° ，而局部斷崖地形更幾近垂直。如此特殊的地形條件，使得蘇花海岸生態系的大部分區域，得以不受人類干擾而保有自然的狀態。面對這個珍貴的天然海岸生態系，除了保護措施之外，積極地進行生態系的研究工作，更能讓我們瞭解此生態系的運作機制，進而能採取更好的經營管理策略，以使其能永續長存。

在本長期研究網的第一年，我們針對可能的重要非生物環境因子進行初步的探討。研究項目包括：

- ◆ 雲霧覆蓋度的評估 – 因為頻繁的雲霧壟罩可能造成較低的太陽輻射量，進而影響初級生產力
- ◆ 風對冠層開闊度的影響 – 因為海岸生態系直接面對東北季風和颱風的吹拂，可能造成植被葉面積的損失，進而影響植物生長
- ◆ 海水鹽沫對大氣沉降化學組成的影響 – 因為海風吹拂起的鹽沫可能沉降進入生態系，進而造成生態系的鹽分逆境。

研究樣點

本研究設置的研究樣點。另有設置於太管處合歡山管理站旁的大氣沉降參考樣點，未顯示於圖上。



雲霧覆蓋度的評估

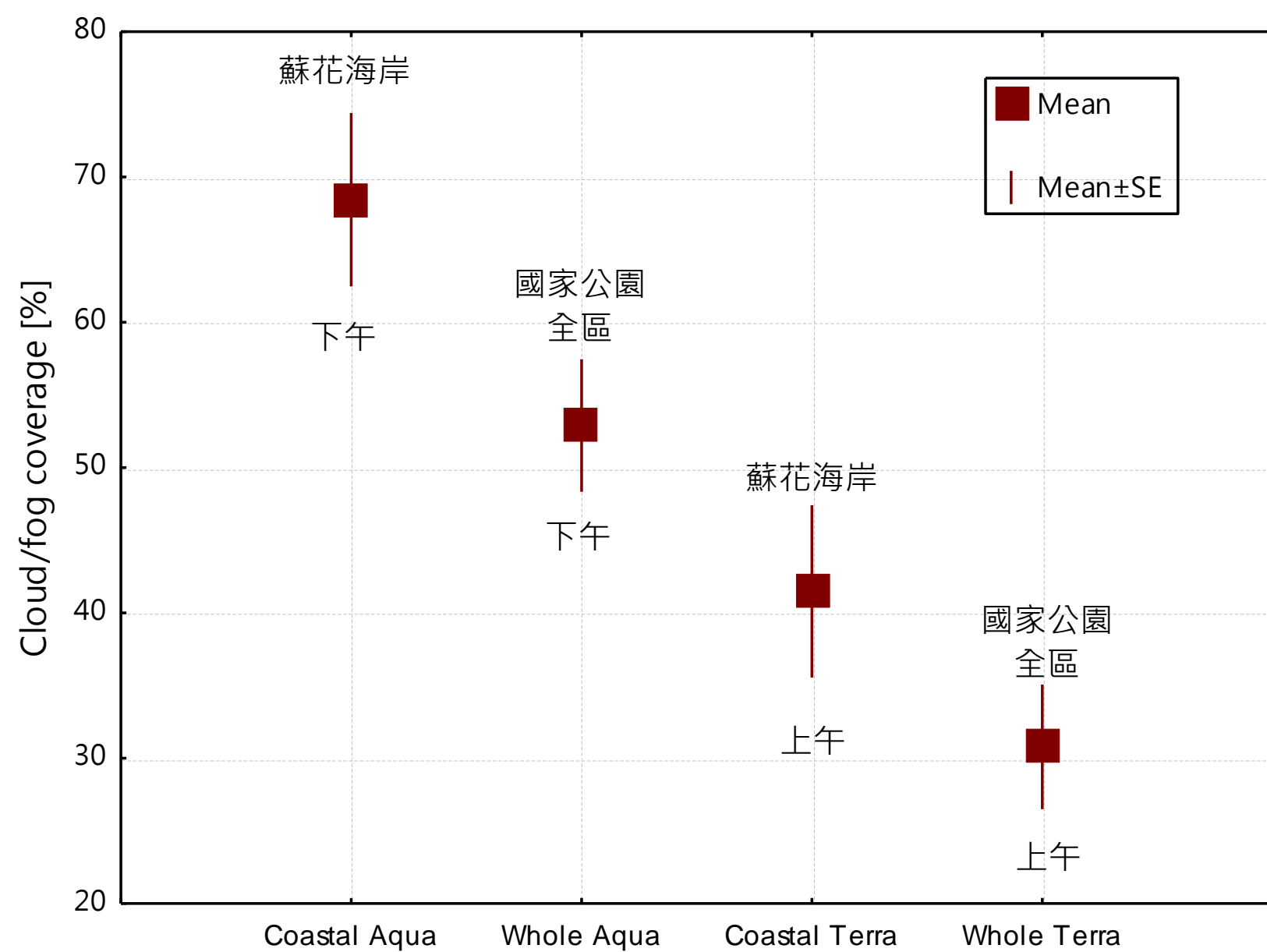


研究方法

本研究以衛星遙測影像技術，進行較大面積的雲霧分佈觀察。使用的衛星遙測資料取自美國航空及太空總署(NASA)的MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)衛星影像系統，包括Aqua和Terra兩顆衛星。本研究初步以反照率(albedo)作為判斷雲霧的參數。由於地球陸地除了沙漠和冰雪覆蓋地區，反照率都在0.3以下。因此本研究第一年先以反照率大於0.3，做為判斷是否有雲霧覆蓋的標準。在GRASS GIS軟體中，將分析範圍限制在太魯閣國家公園全區，以及蘇花海岸地區兩組，分別計算這兩個區域Aqua波段 $1 > 6000$ ，Terra波段 $1 > 6100$ 所佔的像素(pixel)比例，此比例即為雲霧覆蓋率。本研究分析的時間範圍為2009年1月1日至11月12日，每間隔6至8天進行一次分析。

研究結果

本研究第一年僅利用反照率來區分雲霧與陸地，因此目前呈現的分析結果包括了所有的雲種和霧。Terra衛星通過台灣的時間為上午10時左右，由2009年46張衛星影像分析結果顯示，上午時間蘇花海岸區域雲霧覆蓋率從0到100%都有，平均值為41%。若將分析範圍擴大到整個太魯閣國家公園，可發現雲霧覆蓋率較蘇花海岸區域低，平均為31%。Aqua衛星通過台灣的時間約為13時左右，一般也是山區開始雲霧壟罩的時間。46張衛星影像的分析結果也的確顯示，海岸區域的雲霧覆蓋率提高到68%，而整個國家公園範圍的雲霧覆蓋也提高到53%。蘇花海岸地區的雲霧覆蓋率，還是較整個國家公園的範圍還高。蘇花海岸生態系由於較高的雲霧覆蓋率，接收的太陽輻射也將低於太魯閣國家公園全區的平均值。另外，由於蘇花海岸地區陡峭的山勢，面向東方的坡面勢必又因較早的太陽隱沒時間，而接收到更少的太陽輻射。因此，較低的光合作用可用輻射，可能是蘇花海岸生態系的限制因子之一。



太魯閣國家公園全區(Whole)和蘇花海岸區域(Coastal)的雲霧覆蓋率比較。Terra和Aqua衛星分別於10時和13時左右拍攝影像。每一個Box-Whiskers圖的樣本數為46，圖中空方點代表平均值。

風對冠層開闊度的影響



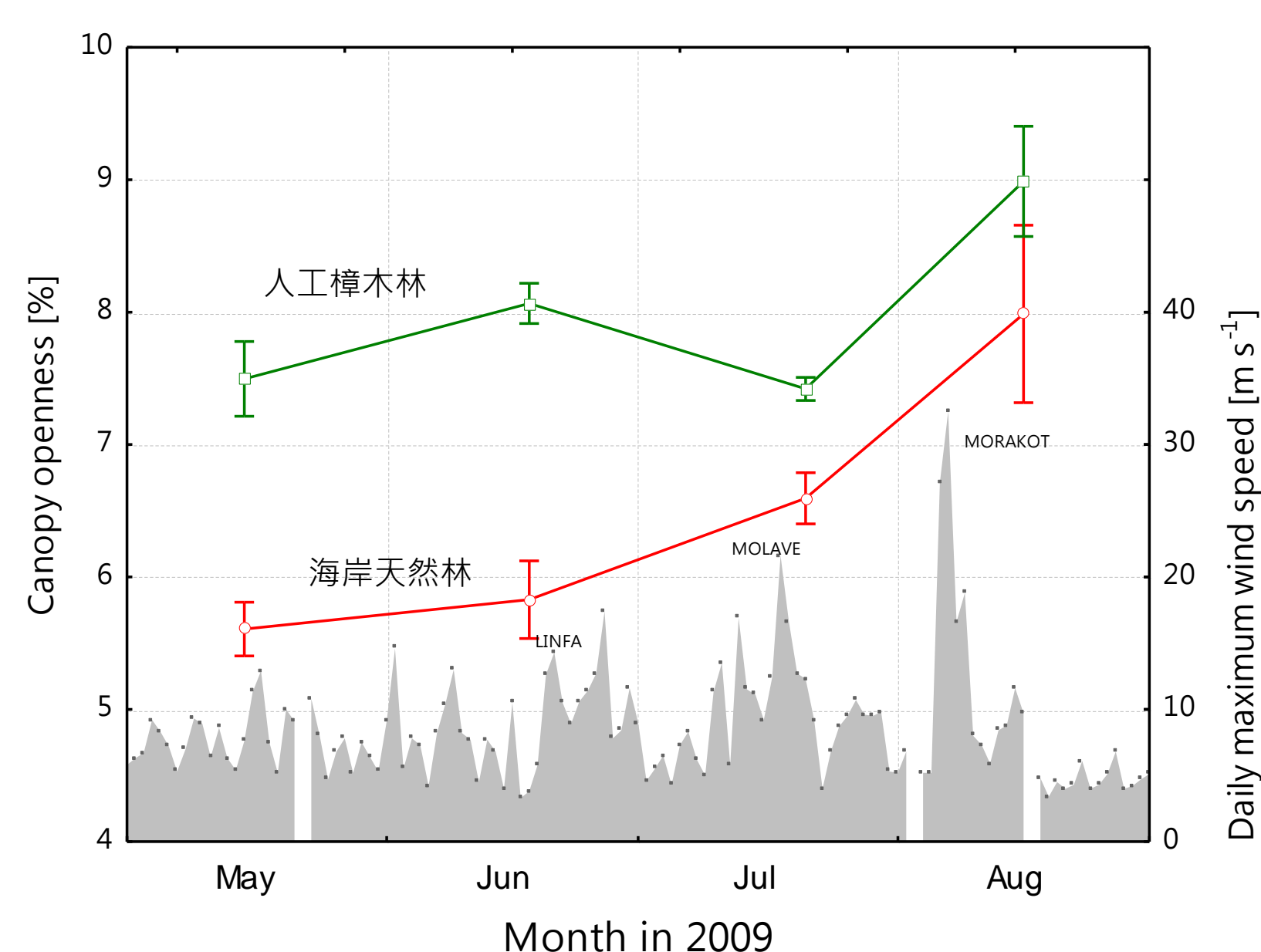
研究方法

在強風的影響分析方面，本研究分析中央氣象局和中站以及富世站資料。分析的參數包括逐時平均風速風向、逐時平均氣溫，以及逐時累積雨量。針對強風可能對海岸植被冠層造成的機械性傷害，我們以半球面影像(hemispherical photography)技術，定期觀測和仁海岸區域的海岸天然林與人工樟木林的樹冠層開闊度，並與觀測期間的風場資訊進行相關分析。

研究結果

研究期間的風速風向資料分析結果，顯示兩氣象站個別的盛行風向相當固定：和中站盛行風向為東北風和西南風，而富世站則為東南風和西北風。由地形圖研判，盛行風向與氣象站所在位置的主要山谷走向相同。此外，兩氣象站都有清楚的海陸風交替現象。經逐月分析兩氣象站的風玫瑰圖，顯示蘇花海岸低海拔區域的風場固定，受大區域的季風影響較少。

研究期間共拍攝4次半球面影像，從5月中至8月中，每次間隔約30天。結果顯示，同一取樣時間的海岸天然林比人工樟木林有較低的冠層開闊度，亦即天然林的冠層較為鬱閉。四次拍攝的結果相比，海岸天然林的冠層開闊度從5月到8月逐漸上升，尤其以7月到8月的增加量最大。8月初侵台的莫拉克颱風應是造成冠層破壞的主要原因。颱風的效應在人工樟木林也非常明顯，7月至8月的冠層開闊度和海岸天然林一樣，都增加了約1.5%。由第一年的初步研究結果看來，蘇花海岸生態系極易受強風影響而造成機械性的傷害，使葉面積下降，而可能造成生產力的下降。由於觀察的時間僅為春末至夏末的四個月分，本研究無法推斷海岸生態系冠層的全年變化，以及強風的機械性破壞對全年葉面積變化的影響程度。



蘇花海岸地區的海岸天然林和人工樟木林冠層開闊度變化圖。取樣時間為2009年5月15日、6月18日、7月21日、和8月16日，每一月份的樣本數為5。圖示為平均值加減標準誤。下方灰點為每日最大風速，研究期間蓮花(LINFA)、莫拉克(MOLAVE)、和莫拉克(MORAKOT)颱風的影響時間也標示於圖中。

海水鹽沫對大氣沉降化學組成的影響



研究方法

為了探討海岸生態系受鹽沫的影響狀況，本研究在蘇花海岸匯源隧道北口西側，石公溪流域的廢棄採礦場步道上，架設雨水收集裝置。並在和仁下海步道旁的海岸天然林內，架設穿落水收集器。之後每兩週進行採樣及化學分析。化學分析項目包括酸鹼值、導電度、以及主要的陰陽離子(Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺)濃度。

研究結果

本研究由於資料期間太短，無法進行有意義的季節變化分析，因此本研究僅比較森林穿落水與雨水的化學資料，並參考合歡山站的雨水資料，以探討海岸地區的化學環境因子。大氣沉降的陰離子組成，以Cl⁻最重要，平均佔了65%的陰離子當量。相對的，陽離子組成也是以Na⁺佔的比例最高，平均為59%的總陽離子當量。此結果顯示，海岸地區的雨水受海水影響極大。鹽沫的影響在森林穿落水更加明顯，Cl⁻在穿落水陰離子的比例高達82%。Na⁺在穿落水陽離子也佔有最高的比例。將海岸地區的大氣沉降化學組成與遠離海岸的合歡山雨水相比，以2009年7月30日收集的樣品為例(水樣收集期間為7月16日至7月30日)，合歡山雨水各種離子濃度均相當低，但匯德樣區的雨水離子濃度卻顯著高於合歡山的雨水，Na⁺在兩地的差異更高達140倍，顯示海岸地區雨水遭受鹽沫的影響相當大。另外，和仁樣區森林穿落水的各種離子濃度也都高於匯德樣區的雨水，其中Na⁺和Cl⁻濃度均約為雨水的3倍，極可能是由於鹽沫沉降於森林樹冠層所造成。

由第一年初步研究結果看來，蘇花海岸生態系的非生物化學環境因子，具有高離子濃度的特性。這個特性有待較長期的持續監測，以瞭解是否具有季節變化。由於大量的離子輸入，海岸生態系的土壤應該也具有很高的離子濃度。這些化學因子是否對海岸生態系的生物造成鹽分逆境，有待進一步的研究證實。

合歡山雨水(BP HHS)、蘇花海岸雨水(BP Coastal)、和蘇花海岸森林穿落水(TF Coastal)的主要離子濃度比較。樣品日期為2009年7月16日至7月30日的14天。

	H ₂ O	Elec. Cond.	pH	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
	[mm]	[μS cm ⁻¹]					[mg l ⁻¹]				
BP HHS	98	36.3	4.01	0.15	0.02	0.07	0.016	0.033	0.003	0.011	0.106
BP Coastal	169	22.1	5.53	4.14	0.94	1.52	2.237	0.414	0.062	0.266	0.362
TF Coastal	144	89.6	6.39	12.56	1.05	3.28	6.641	1.003	3.227	0.947	1.287

致謝

本研究分析所需的氣象資料，由中央氣象局花蓮氣象站陳世嵐主任提供。研究期間太管處保育課在樣區探查與採樣的協助，使本研究能順利進行。在此一併致謝。