

以土壤化育指數對比台東海階之地形演育

Pedogenic Index Correlation with geomorphic evolution for Marine Terraces along Taitung Coast

黃文樹¹ 蔡衡^{1*} 許正一²

¹ 國立彰化師範大學地理學系

² 國立屏東科技大學環境科學與工程學系

*geotsaih@cc.ncue.edu.tw

摘要

土壤化育程度可以用來作為地形面相對年代的對比依據，而海階是一良好的環境，可以用來檢定土壤時間序列，並應用在土壤化育對比上。本研究利用 Harden 之土壤化育指數(pedogenic index)方法，對台東海階土壤(長濱段：N-1、N-2、N-3、N-4、N-5；成功段：M-1、M-2、M-3、M-4、M-5；都蘭段：S-1、S-2、S-3)，進行土壤化育程度的對比，結果顯示各土壤樣體化育具有先後次序關係：N-1、N-2、M-1、M-2 \geq S-1 \geq N-3、N-4、M-3、S-2 > N-5、M-4、S-3 > M-5。

前言

土壤化育(pedogenesis)程度在地形學的研究中，一方面可用來探討地形面曾發生的作用力與過程，另一方面可應用在地形面的相對定年之上(Birkeland, 1999)。在海階等第四紀地形面中，咸認為是一理想探討土壤化育時間序列的環境(Birkeland, 1999)，並可作為地形面對比的參考依據，例如在美國奧勒岡州西南部海濱，便有研究者利用 Cape Blanco 和 Cape Arago 的土壤化育程度與化育指數，對比兩地的海階土壤化育，探討階地離水生成的先後次序(Bockheim et al., 1992)。

台灣位於板塊交接帶，構造活動活躍，海階地形廣泛分布，尤以台東海岸山脈東側的海階連續性較佳，且階面較為完整，過去不同的研究者分別利用階面的延續性、沉積物厚度、地形剖面、比高、海崖、濱線角等海階地形判釋，佐以定年資料與海平面升降紀錄，均指出該處海階反應了極高的構造抬升速率，以及區域間不等量的抬升現象(許民陽, 1989；Hsieh et al., 2004; Yamaguchi and Ota, 2004)。相較之下，台灣仍未有相關研究進一步探討海階地形與其上覆土壤的關聯性，因此本研究以許正一(2006)等人的調查結果為基礎，初步應用於台東海階(長濱、成功及都蘭段)土壤化育程度的對比之上，以期提供台東海階地形研究的參考依據。

研究方法

本研究按許民陽(1989)所劃分之三群台東海階(圖一)，擇其中階面較大、且較完整的長濱、成功和都蘭等三段，分別在各群階面上選擇受人為干擾較弱之處，進行土壤剖面挖掘，共掘 13 個代表性土壤剖面(表一)，並按美國農部調查

手冊與 Harden (1982)法進行土壤形態描述。

爲了量化土壤形態特徵，使其得以進行數值的比較，則進一步按 Harden (1982)法計算化育層指數(Horizon index, HI)，且依照 Birkeland (1999)之建議計算權重剖面化育指數(weighted-Profile development index, WPDI)，作爲階地土壤對比之依據。

結果與討論

1.長濱段

本研究在長濱地區的三段海階上，採取了五個代表性樣點(圖 1)，I 階上有 N-1、N-2，兩者的 HI 值趨勢相近(圖 2-A)，雖 N-1 的 WPDI 值略小(0.39)(表 1)，但顯示兩者具有相當的化育程度，屬於同一時期階地生成之土壤；II 階代表性樣點有 N-3、N-4，此兩點的 HI 值趨勢和 WPDI 值略小於 N-1 和 N-2(表 1)，表示其化育程度略低於第 I 階土壤；最後，第 III 階的代表性樣點爲 N-5，該樣點無明顯化育層特徵，屬於新成土(Entisol) (表 1)，顯示其經歷的化育時間甚短。由 HI 值隨土層深度變化的趨勢和 WPDI 值，確可區分出三階地形面上土壤化育程度上的差異，意即土壤化育程度符合地形面的劃分，爲第 I 階和第 II 階的土壤化育程度差異甚小，可能意味著兩地形面離水的時間極爲相近所致。

2.成功段

本區域各地形面的土壤樣體所呈現的化育程度(表 1 和圖 2-B)，與長濱段之土壤化育有相似的情況，I 階的代表性樣點 M-1 和 M-2 的化育程度略高於 II 階之 M-3，惟兩者差異亦小；第 III 階的兩個樣點 M-4 和 M-5 的化育程度均小於 I、II 階的土壤(圖 2-B)，惟 M-4 的 HI 值趨勢和 WPDI 值(0.28)，均高於 M-5(WPDI=0.09)，顯示兩者雖在地形上劃分爲同一階，但地形面離水的時間似乎有先後次序，M-4 略早於 M-5，而進一步檢視 M-4 和 M-5 所在的位置，應位於不同小階上，較爲符合 Yamaguchi 和 Ota (2004)的看法，其在本區域中最多可辨認出 9 段階地，而較低位者有 5~6 階，定年資料顯示，這些階地雖小，但生成年代仍有數百至千年左右的差距。

3.都蘭段

本區域在三個地形面上各採取一個代表性樣點，各樣點的化育程度呈現極大的差別，HI 值趨勢(圖 2-C)和 WPDI 值(表 1)均顯示，S-1 的化育程度最佳、S-2 其次、S-3 最低，顯示該三地形面分別在不同的時期離水。

4.綜合對比

若將長濱、成功和都蘭段各階土壤樣體進行對比，地形面屬於 I 階的 N-1、N-2、M-1、M-2 等樣體的化育程度均相似，然 S-1 的整體化育程度確略低於前述樣體，反與 II 階的 N-3、N-4、M-3 相近；其次，第 III 階的 N-5、M-4、S-3 等樣體，其化育程度相近，而 M-5 又略低，顯示 M-5 可能是更低一階的地形面。因此，整體來看，此三地區的各階地土壤化育的程度，約略具有以下的先後次序關係：N-1、N-2、M-1、M-2 \geq S-1 \geq N-3、N-4、M-3、S-2 > N-5、M-4、S-3 >

M-5。若考慮其在地形上的關聯性，則按許民陽(1989)的階地劃分，似乎無法完整解釋該地區的地形演育過程；就各階地土壤對比成果來看，似乎較為支持 Hsieh 等人(2004)的看法，整體而言，N-1、N-2、N-3、N-4、M-1、M-2、M-3、S-1、S-2 應可視為海進期所形成之地形面所化育的土壤，惟離水時間略有先後差異，故導致土壤化育的時間相異；而 N-5、M-4、M-5、S-3 則應是 Hsieh 等人(2004)所指的由同震抬升所致的小階群，並在其上化育者，因此生成年代短，彼此間的化育程度也略有所不同。

參考文獻

- 許正一、蔡衡、張英琇，2006. 台東海階地形之土壤時間序列研究(3/3)，行政院國科會專題研究計畫期末報告。(計畫編號: NSC 94-2313-B-020-018)。
- 許民陽，1989. 台灣海階之地形學研究，中國文化大學地學研究所碩士論文。
- Birkeland, P. W., 1999: *Soils and geomorphology*, New York: Oxford.
- Bockheim, J. G., H. M. Kelsey, J. G. Marshall III, 1992: Soil development, relative dating, and correlation of late Quaternary marine terraces in Southwestern Oregon, *Quaternary Research*, **37**, 60-74.
- Harden, J. W., 1982: A quantitative index of soil development from field descriptions, examples from a chronosequence in Central California, *Geoderma*, **28**, 1-28.
- Hsieh, M. L., P. M. Liew, M. Y. Hsu, 2004: Holocene tectonic uplift on the Hua-tung coast, eastern Taiwan, *Quaternary International*, **115-116**, 47-70.
- Yamaguchi, M. and Y. Ota, 2004: Tectonic interpretations of Holocene marine terraces, east coast of Coastal Range, Taiwan, *Quaternary International*, **115-116**, 71-81.

表 1：台東海階土壤概況

土壤樣體	高度(m)	地形面 ¹	母質	土壤分類	HI	WPDI
長濱段						
N-1	80	I	安山岩質集塊 岩混合泥岩	Vertisol	0.26~0.50	0.39
N-2	70	I		Vertisol	0.45~0.50	0.48
N-3	65	II		Vertisol	0.30~0.48	0.40
N-4	35	II		Mollisol	0.35~0.45	0.41
N-5	35	III		Entisol	0~0.17	0.09
成功段						
M-1	70	I	安山岩質集塊 岩混合泥岩	Vertisol	0.45~0.46	0.46
M-2	70	I		Vertisol	0.41~0.47	0.43
M-3	45	II		Mollisol	0.17~0.43	0.33
M-4	35	III		Mollisol	0.16~0.38	0.28
M-5	35	III		Entisol	0.04~0.22	0.09
都蘭段						
S-1	90	I	安山岩質集塊 岩混合泥岩	Mollisol	0.41~0.41	0.41
S-2	70	II		Mollisol	0.27~0.35	0.33
S-3	40	III		Entisol	0.18	0.18

¹按許民陽(1989)對比之結果。

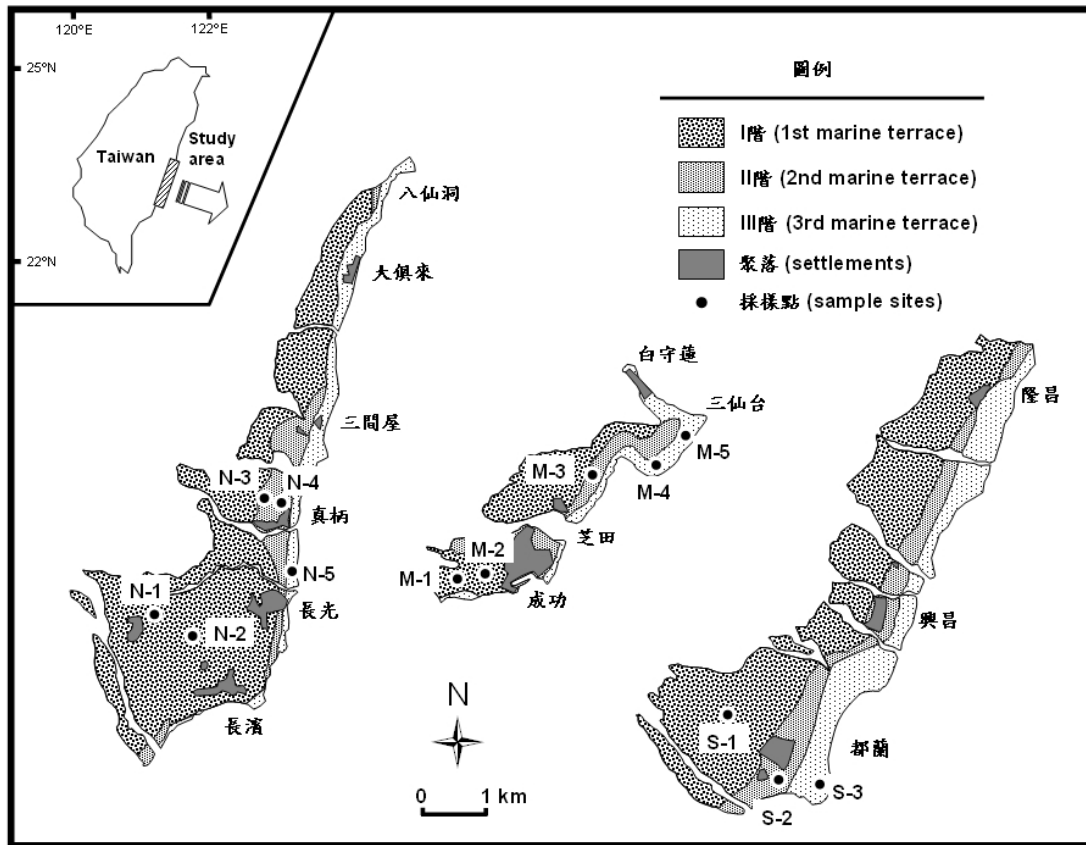


圖 1：台東海階分布與土壤採樣點；階地劃分按許民陽(1989)之對比成果。

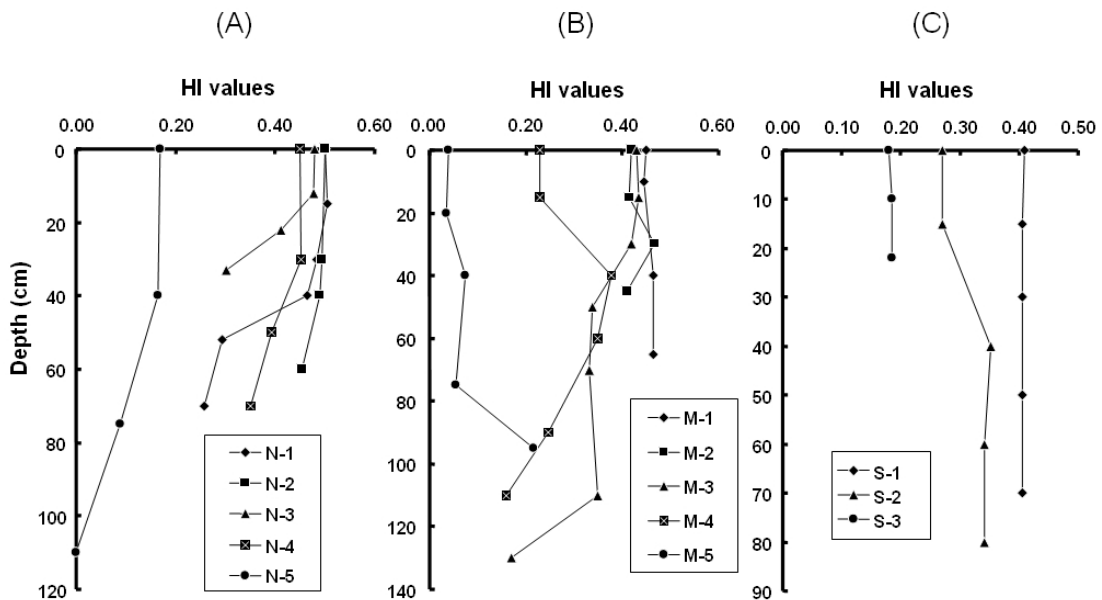


圖 2：台東海階土壤化育層指數(HI)趨勢；(A)長濱段；(B)成功段，及(C)都蘭段海階土壤樣體。