

博格多山北坡雲杉林下土壤的初步研究

劉 壽 坡

(林 業 部)

博格多山屬於天山山系，為橫貫新疆中部的主要山脈，主脈最高峯達 3,000 米以上，雲杉森林主要分佈在 1,600—2,700 米的陰坡。博格多山的地理位置約為北緯 43—44°，東經 88—91°。

土壤形成的自然地理概況

就整個新疆而言，地處亞洲大陸中心，四周為大山環繞，海洋性濕潤氣流很少吹入，同時受到蒙古-西伯利亞乾燥反氣旋的影響，全疆基本屬乾燥的大陸性氣候；唯天山北麓受到循額爾齊斯河來自北冰洋方面濕潤氣流的影響略較濕潤^[1]。但是隨着海拔高度的增加，氣溫和降水有着顯著的變化，表 1 是天山西部海拔高度不同地區降水量變化的情況。

博格多山北坡自森林綫向上，全年降水量大致在 700 毫米左右，降水主要在最冷的季節以降雪為主，林區冬季積雪厚度可達 80—100 厘米，無霜期約為 120 天。

博格多山形成於古生代石炭二疊紀的華力西造山運動，後曾發生強烈的褶皺和岩漿活動，致使古生代岩石大部變質，

又經長時期剝蝕，漸趨準平原化，在白堊紀之末，受燕山造山運動的影響，又復成山，直至新生代喜馬拉雅山造山運動，再形上升，成今日之景觀。

博格多山中間部分為主脈，向兩旁成波浪形逐漸下降，成為典型的地壘地形。

全山分佈最廣的岩石為砂化石灰岩、板岩及黃土型物質，並有少量的石灰質砂岩、角礫岩等。在主脈附近或海拔高度大的部位，成土母質為這些岩石的坡積石質物；在山麓部分則為黃土型物質，後者中石灰含量豐富，碳酸鈣含量一般為 12—15%，機械組成以粗粉沙(0.05—0.01 毫米)為主，佔 40% 以上，乾燥情況下為灰黃色，有明顯的垂直劈理性，其中並含有多量軟體動物的化石。

土壤的垂直分佈及各土類的特點

水熱條件隨着海拔高度及地形變化的巨大差異，非常明顯地反映在植物和土壤的垂直分佈上。土壤類型的遞變次序大致如下(自高而低)：

常年積雪區 → 高山石質殘積物或高山原始石質土 →

→ 高山草甸土 → 山地草甸森林土 → 暗褐色土(陰坡) → 山地栗鈣土(圖 1)。
→ 高山草甸土 → 亞高山草原土(陽坡)

表 1 天山西部不同地區的降水量

地 點	伊 寧	雅 馬 渡	昭 蘇
海 拔 高 度 (米)	670	710	1,900
全 年 降 水 量 (毫米)	247.9	387.1	654

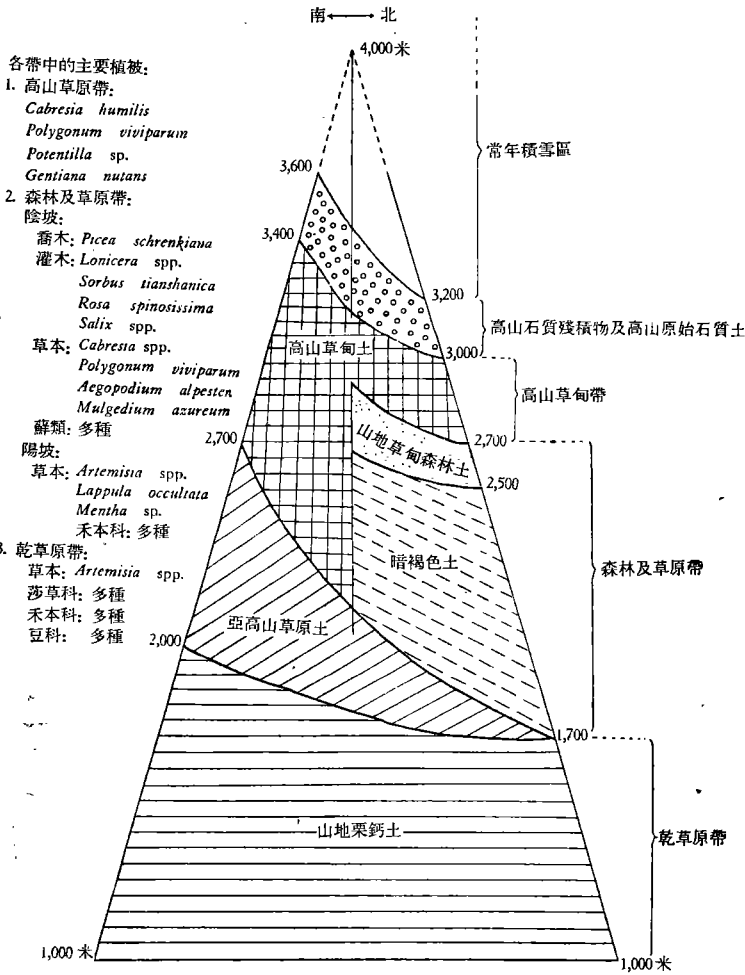


圖 1 博格多山北坡土壤植物垂直分佈示意圖

下面分別敘述各個土帶的主要特點：

(一)常年積雪區

隨地形及坡向的不同，其下限很不一致，陽坡大致為海拔 3,600 米，陰坡大致為 3,200 米。在常年積雪區裏，降水量（固體）大於融化量及蒸發量，雖在溫度較高的季節，積雪有部分融化但仍能得到不斷補充，因而地表終年保持大量積雪。這裏氣溫很低，限制了生物活動的可能性，因而沒有明顯的土壤形成，地表岩石盛行着物理崩解作用。

(二)高山石質殘積物或高山原始石質土帶

為常年積雪區向高山草甸帶的過渡地帶，主要為雜亂無章的亂石灘和險峻的懸崖陡壁，在部分平緩的地形上有原始石質土的形成。

區內氣候仍屬高寒，只在岩石表面附生有地衣和苔蘚，部分地區生長有耐寒的草本植物，主要為 *Potentilla* sp.（薔薇科）、*Aquilegia* sp.（毛茛科）、*Primula sibirica*（櫻草科）、*Oxytropis* sp.（豆科）、*Pedicularis* sp.（玄參科），原始石質土尚處於土壤形成的原始階段，沒有發育層次。

(三)高山草甸帶—高山草甸土

分佈於海拔 2,700—3,400 米的陽坡及海拔 2,700—3,000 米的陰坡,主要植被有: *Cabresia humilis* (莎草科)、*Polygonum viviparum* (蓼科)、*Potentilla* sp.、*Papaver nudicalus* (罌粟科)、*Gentiana nutans* (龍胆科),植株一般生長矮小,但根系龐大,在表土層 10 厘米左右處形成緊密的草根盤結層,因而土壤表層中腐殖質含量顯著多於下層,土壤層次結構簡單,各層呈弱酸性,無石灰性反應(表 2)。

表 2 高山草甸土的化學分析材料

地 理 條 件	土層 深度 (厘米)	吸濕 水 (%)	腐殖 質 (%)	pH		代 換 性 鹽 基								CO ₂ (%)
				H ₂ O	KCl	總 量 (毫當量/ 100 克土)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺ , K ⁺			
							毫當量/ 100 克土	%	毫當量/ 100 克土	%	毫當量/ 100 克土	%		
海 拔: 2770米	0-28	6.34	11.47	6.4	5.4	27.65	26.98	97.58	0.49	1.79	0.18	0.63	沒有	
坡 向: 東 北	28-48	4.55	3.31	5.8	5.8	19.54	18.29	93.62	1.07	5.46	0.18	0.92	沒有	
坡 度: 25°	48-85	4.55	2.01	6.7	5.8	22.34	20.35	91.09	1.65	7.38	0.34	1.54	沒有	

高山草甸帶向下,水熱條件改變,植被逐漸茂盛,在陽坡呈現出草甸草原景觀,在陰坡則過渡到森林帶,土壤相應的過渡為亞高山草原土及暗褐色土。這種過渡一般很規律而且很明顯。

(四)森林及草原帶—亞高山草原土、山地草甸森林土、暗褐色土

1. 亞高山草原土 分佈在海拔 2,000—2,700 米的陽坡,草本植物異常茂盛,是為當地牧民良好的夏季牧場。主要植被有: *Artemisia* sp. (菊科)、*Lappula occultata* (紫草科)、*Mentha* sp. (唇形科)、*Rocgneria platyphylla* (禾本科)、以及 *Lonicera altmannii*、*L. microphylla* (忍冬科)、*Rosa spinosissima* (薔薇科)。

土壤剖面中表層腐殖質含量在 5% 左右,呈褐棕色,全剖面呈中性反應,從鹽浸液及水浸液 pH 值的比較說明土壤膠體主要為代換性鈣鎂所飽和,代換性氫及代換性鋁則很少,剖面中碳酸鹽受到較多的淋洗(表 3)。

表 3 亞高山草原土的化學分析材料

地理 條件	土層 深度 (厘米)	吸濕 水 (%)	腐殖 質 (%)	pH		代 換 性 鹽 基								CO ₂ (%)	物理沙粒 (> 0.01 毫米) (%)	物理粘粒 (< 0.01 毫米) (%)
				H ₂ O	KCl	總 量 (毫當量/ 100克土)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺ K ⁺					
							毫當量/ 100克土	%	毫當量/ 100克土	%	毫當量/ 100克土	%				
海拔: 2500米	0-65	4.02	5.61	6.8	6.7	18.88	17.59	93.16	0.69	3.64	0.60	3.20	沒有	53.18	49.92	
坡向: 南	65-85	3.45	1.57	7.2	7.2	14.81	13.57	91.68	0.89	6.01	0.34	2.31	5.18	44.64	56.90	
坡度: 21°	85-170	2.76	0.86	7.4	7.4	10.34	9.86	95.39	0.36	3.47	0.12	1.15	15.31	49.34	54.46	

這種土壤的形成發育目前還缺少深入的瞭解,但它在垂直分佈的位置上為乾草原帶(栗鈣土)向高山草甸帶(高山草甸土)過渡的鏈環,這種佔有一定空間而又相對穩定的土壤,似乎可以認為是一種獨立的土壤類型。

2. 山地草甸森林土 分佈在海拔 2,500—2,700 米的陰坡,成不連續的窄帶狀,處於暗褐色土的上部,為森林帶向高山草甸帶過渡類型的土壤,它的形成發育受到森林和草甸植物雙重的影響。比較郁閉的森林使得林內空氣濕度較大,蒸發量降低,土壤濕度增加,從而促使草甸型植物羣落在地被物中佔居優勢。

喬木樹種主要為雲杉,疏密度約 0.6 左右,木材生產力很低,地位級為 V—Va, 草本地被物主要為 *Cabresia capillifolia* (莎草科)、*Cabresia humilis* (莎草科)、*Carex* sp. (莎草科)、*Polygonnm vivipalum* (蓼科),它們的覆蓋度約在 80% 左右。

土表除具有 10 厘米左右的枯枝落葉層或粗腐殖質層外,另以具有深厚的暗褐色腐殖質層為其特點(約 30 厘米左右)。全剖面沒有顯著的鐵鋁移動現象,亦少碳酸鹽的澱積。

3. 暗褐色土 詳後。

(五)乾草原帶—山地栗鈣土

山地栗鈣土分佈在海拔 2,000 米(陽坡)或 1,700 米(陰坡)以下,隨着海拔的下降,自然條件發生了劇烈的變化,氣候乾燥,全年降水量遠遠低於蒸發量,植被逐漸為旱生型態佔優勢。成土母質大部為黃土型物質。

主要植被為 *Artemisia* sp. (菊科)、*Carex* sp. (莎草科)、*Achnatherum splenden* (禾本科)。

由於植物有機體每年形成不多,而且好氣分解旺盛,所以土壤中腐殖質含量很少,沒有良好的結構,全剖面呈中性或微鹼性反應,各發生層次中有程度不等的石灰性反應(表 4, 5)。

表 4 山地栗鈣土的化學分析材料

地 理 條 件	土層 深度 (厘米)	吸濕 水 (%)	腐殖 質 (%)	pH		代 換 性 鹽 基								CO ₂ (%)	CaCO ₃ (%)
						總 量 (毫當量/ 100克土)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na+K ⁺				
				H ₂ O	KCl		毫當量/ 100克土	%	毫當量/ 100克土	%	毫當量/ 100克土	%			
海 拔: 1440米	0-20	3.16	3.31	7.4	7.4	14.44	13.44	93.12	0.68	4.72	0.31	2.15	微量	微 量	
坡 向: 南偏東	20-40	2.54	1.44	7.4	7.5	12.75	11.83	92.84	0.51	4.03	0.40	3.13	3.86	8.76	
坡 度: 9°	40-115	2.13	0.68	7.5	7.6	8.12	6.90	84.98	0.83	10.27	0.38	4.74	6.08	13.84	

表 5 山地栗鈣土的機械組成

土層深度 (厘米)	石 礫 > 3 毫米 (%)	粗 沙 3—1毫米 (%)	中 沙 1—0.25 毫米(%)	細 沙 0.25—0.05 毫米(%)	粗粉沙 0.05—0.01 毫米(%)	中粉沙 0.01—0.005 毫米(%)	細粉沙 0.005—0.001 毫米(%)	粘 粒 < 0.001 毫米(%)	物理沙粒 > 0.01 毫米(%)	物理粘粒 < 0.01 毫米(%)
0—20	0	0	0.25	17.42	35.08	20.64	14.44	12.17	52.75	47.25
20—40	0	1.58	0.08	1.78	53.32	12.31	16.41	16.21	56.76	44.92
40—115	0	0	0.06	3.09	50.09	14.30	16.34	16.14	53.22	46.78

暗褐色土的性狀和發生

暗褐色土為博格多山北坡雲杉森林下的主要土壤類型,分佈在海拔 1,700—2,500 米

的陰坡。

基本的喬木樹種為雪嶺雲杉(*Picea schrenkiana*)。灌木及草本、苔蘚地被物在不同的林型下有所不同,主要灌木有 *Lonicera altmannii* (忍冬科)、*Lonicera hispida* (忍冬科)、*Sorbus tianshanica* (薔薇科)、*Rosa spinosissima* (薔薇科)、*Salix* sp. (楊柳科); 草本有 *Aegopodium alpester* (繖形科)、*Mulgedium azureum* (菊科)、*Cononopsis ovata* (桔梗科)、*Hedysarum* sp. (豆科); 苔蘚有 *Drepanocldus lycopodioides*、*Abietnella abietina*、*Hypnum hamelosum*、*Mnium orthorhynchum*。

雲杉森林相當整齊,生長良好,疏密度可達 0.8—0.9, 地位級為 IV—V。

雲杉森林下的土壤在蘇聯或是我國東北常發育為灰化土或生草灰化土,在我國西南的沙魯里山和邛崃山地區則發育為灰化棕壤,在博格多山北坡,由於雲杉種別的不同以及其他自然條件的差異,因而形成具有褐色土性狀的土壤類型^[2]; 在徵求馬溶之先生的意見後確定為暗褐色土。

(一)暗褐色土的發生學特點

1. 暗褐色土為暗針葉林下的一種特殊的土壤類型,在乾旱地區的土壤垂直分佈中它為山地栗鈣土向高山草甸土過渡的主要鏈環,剖面性狀明顯區別於任何其他暗針葉林下的土壤,它沒有灰化作用的發展。表 6 示明我國其他地區暗針葉林下的土壤類型及其分佈高度。

表 6 我國其他地區暗針葉林下的土壤類型及其分佈高度

大區地形	沙魯里山南部		邛崃山西坡		小興安嶺	長白山
主要樹種	冷杉 ¹⁾	雲杉 ²⁾	冷杉 ³⁾	雲杉 ⁴⁾	冷杉 ⁵⁾ , 雲杉 ⁶⁾	冷杉 ⁷⁾ , 雲杉 ⁸⁾
海拔高度	4,000—3,600米	3,600—3,000米	3,900—3,500米	3,500—2,900米	1,000—650米	1,300—900米
土 壤	灰化土	灰化棕壤	灰化土	灰化棕壤	生草灰化土	生草灰化土

- 1) *Abies georgei*
2) *Picea likiangensis*
- 3) *Abies faxoniana*
A. recurvata
4) *Picea asperata*
P. purpurea
- 5) *Abies nephrolepis*
6) *Picea jezoensis*
7) *Abies nephrolepis*
8) *Picea jezoensis*

2. 剖面中具有明顯的粘化現象,反映在機械組成中粘粒部分(< 0.001 毫米)相對含量較多,同時受到物理淋溶而產生移動現象,使得澱積層粘粒增多,土體緊密度亦隨之增

表 7 暗褐色土的物理分析材料

自然 條件	土層深度 (厘米)	吸濕水 (%)	HCl 洗失量 (%)	各級不同直徑土粒含量 %							物理沙粒 > 0.01 毫 米	物理粘粒 < 0.01 毫 米
				1.00 —0.25 毫 米	0.25 —0.05 毫 米	0.05 —0.01 毫 米	0.01 —0.005 毫 米	0.005 —0.001 毫 米	< 0.001 毫 米			
草類雲杉 林 型: 海 拔: 2,070 米 坡 向: 北 西 坡 度: 34°	0—7	未作	未 作	未作	未作	未作	未作	未作	未作			
	7—20	4.61	1.35	0.12	1.61	45.78	13.85	17.75	20.89	47.51	52.49	
	20—65	4.53	2.43	0.04	9.77	38.90	7.06	17.25	26.98	48.71	51.29	
	65—95	3.15	13.73	0.11	18.94	34.31	8.67	18.63	19.34	53.36	46.64	
	95—120	2.81	16.51	0.11	14.76	34.20	9.42	19.22	22.29	49.07	50.93	

表 8 暗 褐 色 土 的 化 學 分 析 材 料

自然條件	土層深度 (厘米)	吸濕水 (%)	燒失量 (%)	腐植質 (%)	速效磷 毫克/100 克土	pH		總 量 (毫克當量/ 100克土)	代 換 性 鹽 基				CaCO ₃ (%)	CO ₂ (%)	代換性鹽基 聚集程度 (%)		
						H ₂ O	KCl		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺					Na ⁺ K ⁺	
									毫克當量/ 100克土	%	毫克當量/ 100克土	%				毫克當量/ 100克土	%
草 類	A ₀ 0—2	未作	73.74	未作	未作	6.7	6.5	未 作	未作	未作	未作	未作	未作	187.00			
雲 杉	A ₀ 2—7	未作	37.51	未作	2.5	7.0	6.7	38.67	37.06	95.85	1.57	4.05	0.04	0.10	未作		
海 拔:	A ₁ 7—20	4.84	15.66	8.50	2.5	7.1	6.8	23.99	22.67	94.51	0.80	3.34	0.51	2.15	78.10		
2070 米	B 20—65	3.85	8.92	2.27	2.5	7.4	6.8	16.53	15.27	92.40	1.17	7.10	0.08	0.50	22.72		
坡 向:	B _{Ca} 65—95	2.94	11.93	1.61	1.0	7.9	7.1	14.01	12.42	88.65	1.29	9.19	0.30	2.17	5.12		
北 西	C 95—120	2.71	12.94	1.17	0.5	7.9	7.3	13.47	11.87	88.11	1.36	10.07	0.25	1.83	4.01		
坡 度:															0		
34°																	

大(表 7)。

3. 全剖面呈中性至微碱性反應,表層 pH 值在 6.5—7.0 間,心土及底土 pH 值在 7.0—7.5 間。

各土層的代換性鹽基含量很高,表層一般在35毫當量/100克土以上。主要為 Ca⁺⁺、Mg⁺⁺ 所飽和,其中 Ca⁺⁺ 佔 90% 以上;自表層向下代換性 Ca⁺⁺ 逐漸減少, Mg⁺⁺ 和 K⁺、Na⁺ 則自上而下逐漸增加(表 8),這種情況表明了生物積累和植物選擇吸收的作用,這樣也就可以使土壤經常保持為 Ca⁺⁺、Mg⁺⁺ 所飽和的狀態。

(二)暗褐色土的形成發育

暗褐色土和其他任何土壤一樣,是一個歷史發展的自然體,它的現狀是各項自然因子在其發育形成過程中的綜合反映,它又和各種因子相互制約、相互影響着。博格多山北坡郁閉的雲杉林下的土壤性狀,就是這種自然規律的印證。

人們的概念中,一般認為,在暗針葉林下,特別是在原始的雲杉森林下的土壤主要是進行着灰化作用,土壤肥力向着變劣的方向發展,但分析了博格多山北坡的各項自然條件和土壤性狀之後,可以認為非灰化性正是這種土壤的重要標幟。

衆所周知,在酸性岩石風化成的母質上,在冷濕的氣候條件下,同時在植被的成分中含有大量的單寧物質而少灰分元素的情況下,灰化作用容易進行和發展,因而在康滇高原邊緣沙魯里山和邛崃山的杜鵑薔類冷杉林型下形成了具有明顯灰化層的典型灰壤,在大興安嶺的杜鵑落葉松林型下形成了生草灰化土。

博格多山北坡的情況則反是,首先,氣候條件即不利於灰化作用的發展。前已述及,博格多山區降水量最多的時期是在氣溫最低的季節,因此以降雪為主,同時土壤在融雪前後正處於凍結狀態,加以坡度很陡,所以在融

參 考 文 獻

- [1] 馬溶之, 1945. 新疆中部的土壤地理. 土壤季刊.
 [2] 格拉西莫夫 И. П., 1956. 地中海區域的褐色土. 地理譯報第一期.
 [3] 格拉佐夫斯卡婭 М. А., 1955. 地理譯報第四期.
 [4] 中華人民共和國林業部森林綜合調查隊土壤林型調查報告(未刊稿).

ПЕРВИЧНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЫ НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ БЭГЭДОШАН ПОД ЕЛОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

(Вывод)

Лю Шуо-пуэ

(Министерство лесного хозяйства)

1. На северном склоне Бэгэдошан вместе с увеличением высоты над уровнем моря генетические типы почвы явно изменяются по такому порядку (сверху вниз):

Наледь→высокогорные каменистые элювиальные отложения или высокогорная первичная каменистая почва→высокогорная луговая почва
 почва — $\begin{cases} \nearrow \text{горная луговая лесная почва} \rightarrow \text{темно-коричневая почва (на северном склоне)} \\ \searrow \text{высокогорная луговая почва} \rightarrow \text{субальпийская степная почва (на южном склоне)} \end{cases}$
 $\rangle \rightarrow \text{горная каштановая почва.}$

2. На северном склоне Бэгэдошан под еловыми насаждениями в почве явно выражается процесс оглиения. Общая сумма поглощённых оснований очень велика, реакция—нейтральная.

Вышесказанные характеры почв доказывают то, что в данных почвах не имеются оподзоливания. Результаты анализа всех почвообразующих факторов тоже доказали, что образование темнокоричневой почвы соответствует закономерности единого почво-образовательного процесса.