

森林在土壤形成中的作用

H. П. 烈美佐夫

森林佔蘇聯領土面積的大半。在這大面積上的土壤形成都是由於森林植物對成土母質作用的結果，土壤的肥力即決定於森林對土壤形成的作用。生草灰化土地帶及森林草原地帶的耕作土壤過去也是處於森林植物之下，很多曾經受過森林影響的特徵仍然保留到現在。近年我國現有的無林草原地區都在營造巨大的林帶及稠密的護田林帶網。

現有森林和正在進行造林的面積很大，以及森林下形成的土壤在農業上廣泛的利用，這都決定了森林覆蓋下的土壤形成過程多方面研究的重要性。無論是在進一步闡明土壤科學理論上，或是在計劃實際措施上，都是同樣必要的。

土壤科學的發展，自開始起，就是土壤形成過程上兩個觀點的鬥爭——氣候的（地質的）觀點和生物的觀點。鬥爭中最重要的是關於森林植物在土壤形成過程中的作用的問題，也包括着關於森林和草原的老問題。

由於 C.M. 柯爾仁斯基和 П.С. 柯索韋奇的著作的影響，土壤學在一個長期間內都強調着這樣的見解：土壤的發展是向着灰分元素漸漸貧乏的方向進行的。П.С. 柯索韋奇認為土壤的發展依賴於大氣降水對土壤淋洗作用的強度及時間的久暫，並認為發展到最後階段就是灰壤，這是灰分元素最缺乏的土壤。在淋溶作用的一定階段上，森林代替了草原植物（森林侵入草原）。按照這樣的觀點，這種更替並沒有引起土壤形成的根本改變，森林的定居，僅是促進淋溶過程的加強。

К. Д. 格林卡認為：“灰化土不僅形成在森

林之下，由於森林能改變土壤表層的水分情況，所以森林在此起了作用”。在他較晚的另一著作中，曾寫過不僅是在森林之下有形成灰化土的可能性，在草甸植物下也有形成灰化土的可能性。К.К. 蓋得羅伊茨的著作促成了這個觀點的傳播，他根據實驗室的試驗（先用 0.05N HCl 處理黑鈣土，然後用大量的水淋洗之），認為灰化過程是富於碳酸鈣的水對土壤礦物質部分的物理化學反應。

為 B.P. 威廉斯所發展的 B.B. 杜庫查耶夫的觀點則正相反。B.B. 杜庫查耶夫寫道：“正如草本和森林兩大類植物能形成不同的土壤類型一樣，不同的森林植物所形成的土壤也不同”。針葉林下形成灰壤，闊葉林下形成灰色森林土。以後 B.P. 威廉斯證明：灰壤不是土壤形成的最終階段，而是土壤形成過程的開始階段。這個開始階段是泰加型的森林（即針葉林）所創造的，而在同樣的氣候情況下，草本植物則引起土壤形成的生草過程的發展。

和 П.С. 柯索韋奇的淋溶學說相反，B.P. 威廉斯證明土壤形成過程的最大特點是在土壤中累積起植物所必需的氮和灰分元素。土壤的發展是生物累積的土壤過程和地質的淋溶過程鬥爭的結果。

B.P. 威廉斯所發展的土壤形成過程的獨到的見解是如此強烈地對其相反的而又已廣泛傳播了的 C. M. 柯爾仁斯基、П.С. 柯索韋奇及以後的 К.Д. 格林卡、К.К. 蓋得羅伊茨及許多其他學者的見解相抵觸，對於這些見解的認識，曾花費了相當長的時間。1948年8月全蘇列寧農業科學院的會議，起了決定性的影響，它動員土

壤研究者來掌握 B.P. 威廉斯的科學遺產。但是近年出現一些寫着相反見解的著作，在這些見解中貫徹了生草灰化土的發展按照以 П.С. 柯索韋奇的淋溶學說為基礎的，而在 1913 年為 M. M. 費拉托夫所提出的圖式的概念。有時引用這樣的圖式，即說明生草土連續地過渡成弱灰化、中灰化、強灰化土而後成為灰壤的圖式。

在我自己的森林土壤的研究工作中，最初也是具有當時一般傳播的 K.K. 蓋德羅伊茨的關於土壤形成的見解。當我普遍觀察到森林組成與土壤性質間的密切關係之後，很快的令人信服，如果對森林在土壤形成過程中的作用研究不夠深切，就不可能認識森林覆蓋下的土壤形成過程。那些幾乎完全沒有研究過的受制於森林作用下的土壤形成過程，需要加以多年的研究。隨着實際材料的累積，必需修正老的關於森林在生草灰化土地帶及森林草原地帶土壤形成中的作用的觀點，而創立新的見解。

作為開始訂出森林覆蓋下土壤形成過程的研究計劃，必需抓住主題，即土壤的發展是由於兩個對立過程（淋溶的地質過程及生物累積的土壤過程的鬥爭）。因此必需研究森林土壤的水分情況及不同組成的森林中的生物循環。由於這些研究所累積的實際材料，根本改變了以前的見解，而在威廉斯學說基礎上，顯然更能闡明森林植物作用下土壤的發展歷史。

森林植物代替了冰沼或定居在未經改變的成土母岩上的時候，對其所形成的土壤的溫度及水分、空氣情況發生極重要的影響。森林植物巨大的意義是保護着積雪免於吹失，溫度變化緩和，土壤冬季凍結較淺。

大小木本植物稠密的根網，主要是分佈在近 40—50 厘米深處的土壤上層，對土壤起疏鬆的作用。這創造了土壤剖面上部的高度有效孔隙度，從而也創造了高度的透水性、通氣性及空氣容量。剖面上部的有效孔隙度在粘壤土可達 15—20%，而在剖面下部則通常不超過 4—5%。

由研究森林保水作用所得到的有關森林土

壤水分情況的綜合材料（1938—1941 年），明顯地証明了土壤被大氣降水淋洗的舊見解有些誇大。水溶性化合物的流失及移動，顯然只在春季融雪的時期才有可能。但此時土壤中的生物過程只是在開始的時候，水溶性化合物含量不多。在機械成分粘重的土壤中，此時只發展土壤水分的水平流動。夏季降雨在顯著程度上被木本植物的樹冠、蘚苔殘落物層（土壤上部吸水層）所阻止。它們只能在土壤剖面中移動水溶性化合物，而且範圍是很有限制的。

植物羣落生命活動中不可分割的特性是在生物循環中使土壤上層富含死有機物質、氮及灰分元素，其量的大小依賴於生物循環的強度。在森林中生物循環決定於立木的組成、密度及年齡、草類-蘚苔類地被物的特性、土壤（或成土母質）的性質等。生草灰化土地帶的北半部為泰加型的針葉-蘚苔森林所佔據，在針葉-蘚苔森林中（以雲杉林及松林為例）的生物循環以前曾有人研究。

在這樣的森林中，生物循環是在 20—40 年的時期（青年林階段）中達到最旺盛的時期。立木所合成的新有機物質、氮及灰分元素的消耗，以及死有機物質和在上述時期中從土壤內取得的營養物質的加入到土壤表面，都達到最大的程度。樹冠的鬱閉度相當大，阻礙陽光的透入，也阻礙草類-蘚苔地被物的發展。如 B.P. 威廉斯所指出的，這時正是灰化過程在最純粹的形式下進行的時期。

隨着林木的稀疏和陽光的透入，蘚苔開始出現，以後多年生灌木（越橘、歐洲越橘等）也進入，它們漸漸成為濃密的地被物。林木稀疏引起生物循環強度的降低。以後在母株下出現了天然播種的針葉樹種，開始發展了森林的新時代。在此時期，灰化過程的強度減弱，並且由於蘚苔地被物的作用而複雜化。

針葉-蘚苔森林的特性是形成粗腐殖質的森林殘落物層，並且在這樣的殘落物層下發展了白色的灰化層。

針葉林殘落物比闊葉林殘落物含鹽基量(鈣、鉀等)較少,鹽基的含量不足以中和森林殘落物層中所形成的腐殖酸。從森林殘落物層流出的酸性土壤溶液,首先作用於緊靠殘落物層下的土層,引起其灰化作用。因此正如 B. P. 威廉斯已經確定的:灰化層常常是直接發生在森林殘落層之下,以後漸向深處發展。

森林殘落層下發生灰化層的過程,可以完全明顯的在松林定居的砂地上及生長針葉林的老耕地上觀察到。60—80 年後,在砂層上,或過去的耕作層上,有薄的白色層明顯地出現在森林殘落層之下。栽培落葉松或雲杉的灰色森林土也是如此。

土壤的地理分佈可以作為證據。在冰川撤退稍晚的北部地帶,其土壤是處在發展的早期階段,而有灰壤的分佈,即在森林殘落物層下就開始為灰化層。在南部,土壤形成過程開始較早,已達到較晚的階段,發展着生草灰化土。

上述的事實以及其他觀察都足夠明顯地證明 M. M. 費拉托夫的圖式及其他變相的圖式(即

灰化層不發生在森林殘落物層之下,而是發生在腐殖質層(A₁)下一定深度的地方,並且把灰壤當做是緊接在生草灰化土以後的最後發展階段)是不符合於自然界中所觀察到的規律。早在 1946 年我在科學院杜庫查耶夫紀念會上的報告中就曾寫過:“針葉-蘚苔森林亞帶的土壤沒有經過生草過程的階段。隨着針葉-蘚苔植物的定居和灰化過程的發展,灰化土形成才開始”。以後的研究使人信服必需得到這個結論,並且在我的報告中所提到的這一地帶的南部,是採取建立在 M. M. 費拉托夫圖式的原則上的 И. B. 邱林的圖式。

在過去傳播着這樣片面的觀點,就以為灰化作用只是缺乏灰分元素的灰化層的形成過程。同時沒有考慮到森林殘落物層的形成(即在其中進行着氮及灰分元素的累積),和灰化層的發展一樣,也同樣是灰化過程的特性。

在針葉林中,土壤表面每年由於殘落物的死有機物質,而得到了相當多量的氮及灰分元素(表 1)。在自然稀疏過程中的死樹也還能增

表 1 森林中隨着殘落物降落的氮及灰分元素

林木性質	每年每公頃公担數							
	N	SiO ₂	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2^+O_3}$	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
松 林 (純)	7—8	3—7	3—7	11—25	2—5	2—5	1—4	2—5
雲 杉 林 (純)	19—20	11—20	1—8	20—22	4—5	5—6	4—7	2—3
松 林 (複雜)	19—26	10—12	4—7	26—27	5—6	6—11	4—7	7—9
雲 杉 林 (複雜)	20—34	25—32	5—9	26—44	2—5	4—7	4—5	2—4
樺 木 林	44—64	2—4	3—6	22—53	12	12—30	10—12	5—15
白 楊 林	31—54	39—62	8—16	93—148	14—20	27—102	8—10	6—12
椴 樹 林	21—66	4—13	3—7	39—122	8—23	13—39	9—28	4—13
櫟 樹 林	31—46	44—53	5—17	85—99	15—18	18—25	22—29	13—20

加氮及灰分元素落在地面。

由於生物循環的結果,針葉-蘚苔森林的森林殘落物中,每公頃所積集的各种物質公噸

數如下:有機物質 30—200, N—0.6—5.0, CaO—0.5—4.0, K₂O—0.3—1.2, P₂O₅—0.2—1.5 等。有些腐殖質(也有氮)也進入

灰化層或較深的下層。

原始母岩不含氮素，在冰沼土中其積集量也很少，灰分元素也是處於分散狀態。因此，在灰壤形成過程中針葉-蘚苔森林實現了在森林殘落物層中累積氮及灰分元素，創造了下一代針葉林更適合的條件。木本植物的根系對土層也有疏鬆的作用。隨着冰沼土或未被早期土壤形成所損耗的母岩，被森林所改變，林木的生產率是逐漸升高的。

在上述階段土壤中所進行的生物重要元素的累積，就在針葉林冠下創造了對土壤條件要求較嚴格的潤葉樹種侵入的條件。針葉-蘚苔森林更替成為針葉-潤葉林（也有了寬葉草類的地被物）。針葉-潤葉林的特點是立木的地位級

較高。

潤葉樹種的加入改變了殘落物的組成（表1），隨着殘落物而增加了氮及灰分元素。殘落物中的鹽基含量（特別是鈣）頗高，因而提高了对腐殖酸的中和作用，降低了土壤溶液的酸度，提高了鹽基飽和度。殘落物分解所放出的二、三氧化物的溶解度降低，矽酸的移動性增高。

條件的改變使蘚苔地被物被寬葉草類所代替。寬葉草類是由根狀莖植物所組成（苜蓿、莎草、繁縷、黃精、兜苔等）。這就是所謂在林冠下進行的生草過程的根狀莖階段的來臨。

和多年生的蘚苔-灌木的地被物相反，草本植被每年的死體對生物循環（特別是鉀的循環）有顯著的影响（表2）。

表2 草類-蘚苔地被物中氮及灰分元素含量

地被物	每公頃公斤數								
	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
綠苔	9	3	2	0.5	5	2	10	4	3
寬葉草類	18	14	1	0.1	12	4	30	3	2

上述變化對作為土壤動物區系飼料基地的森林殘落物層的性質有巨大的影响。針葉-蘚苔森林的土壤缺乏動物區系。當其被針葉-潤葉樹-寬葉草的森林類型所代替後，就供豐富而多樣的土壤動物區系定居下來，它們（動物區系）對植物殘體的分解、土壤的拌和和疏鬆，都有巨大的影响。關於此點，有 K. A. 加夫里洛夫及 A. П. 烏騰科娃已發表的研究資料。

蘚苔地被物的更替和潤葉樹種殘落物的加入，使森林殘落物層疏鬆通氣。隨着殘落物酸度的降低和質量的改變，使在土壤形成中細菌區系的作用加強。硝化過程的大大發展可以作為指標。硝化過程在針葉-蘚苔森林下是被強烈壓制的。

由於上述變化的綜合影响，針葉-蘚苔森林的粗腐殖質轉變成為針葉-潤葉混交林或潤葉

林所特有的細腐殖質。細腐殖質自表面開始，滲入土壤中，漸漸進入昔時灰化層的土層上部。因此灰壤轉變成生草灰化土。

在針葉-潤葉混交林下，隨着老的針葉樹立木的死亡，潤葉樹種出現在第一林層，然後在潤葉樹冠下，又進行針葉樹的更新。在發展着的潤葉樹林中，生物循環的強度增進。如果松-樅混交林的殘落物中的鈣為每公頃 26—27 公斤，但當其完全為樺樹林代替後，鈣的含量可增加至每公頃 40—120 公斤。

在針葉-潤葉混交林及潤葉林（具有草本植被）輪流交替作用下，腐殖質、氮及灰分元素的累積愈來愈多，酸度降低，以腐殖質塗黑了過去的灰化層，使殘餘的白色層（A₂）相應漸薄。但是很多全量分析的材料證明：正在形成的生草灰化土中，其腐殖質積聚層（A₁）（緊接在殘落

物層之下)还是缺乏二、三氧化物。这是过去經過灰壤階段所留下來的遺跡。

甚至在這樣的情況下: 即當過去的灰化層完全被腐殖質所塗黑時, 在剖面形態上過渡到澱積層 (B₁) 的土層上, 只現出曾經經過灰化過

程的白斑。全量分析的結果證明從表層起都顯著的缺乏二、三氧化物。可以把克令斯科-季米特羅夫斯基山脈南坡這些土壤的幾個分析資料做爲例子(表 3)。這些土壤的腐殖質積集層 (A₁) 的厚度約 25—30 厘米。

表 3 強生草-弱灰化粉粘壤土分析資料
(分析者: Л. Е. 諾沃羅索娃)

層次	取樣深度 (厘米)	腐殖質 (%)	灼熱土中全量成分 (%)				交換陽離子 (毫克當量/100 克土)				鹽基飽和度	pH (水浸液)
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Ca	Mg	H	總和		
A ₁	2—10	10.49	80.64	8.27	4.28	2.45	12.5	6.6	8.5	27.6	71	5.1
A ₁ B	25—35	0.58	80.08	8.99	5.43	2.08	6.0	6.3	4.0	16.3	75	5.2
B ₁	50—60	—	75.67	13.96	4.67	1.97	8.0	10.5	5.0	23.5	78	5.3
B ₂	80—90	—	73.92	13.40	5.80	1.46	8.3	10.2	6.0	24.5	75	5.2
B ₃	100—110	—	74.08	13.68	5.11	1.54	8.5	10.0	5.0	23.5	78	5.3

在生物循環過程中, 在土壤表面只能積集很少量的二、三氧化物(主要是 Al₂O₃)。因此在二、三氧化物含量很高的粘土及粘壤土中, 很難察覺有它們的積集。但在缺乏二、三氧化物的石英砂土上則完全不同。研究證明: 在針葉-闊葉混交林長期作用下, 土壤剖面表層顯著的增加了二、三氧化物(表 4), 其中也有針鐵礦及蒙脫類礦物。這些土壤我會歸之爲棕色森林土類型。

在針葉-闊葉混交林長期作用下的土壤漸富於生物必需的元素。因此闊葉樹種得到了把針葉樹種完全代替的必要條件。闊葉樹種萌芽更新的能力促進了這一點。由於居住地土壤條件的改變, 闊葉林變成根蘗型。B. P. 威廉斯寫道: 萌芽的櫟樹林表現在泰加森林地區原有的分佈情況。

櫟樹林比針葉-闊葉混交林更能製造較多的有機物質, 在生物循環中吸入了大量的氮及灰分元素(特別是鈣)。這差不多能保證把活性的具有弱酸性反應的腐殖酸完全中和。

櫟樹林的特點是樹種的多樣性, 立木的多

層性、下木多。這些樹種的殘枝落葉的特點在分解的速度不同, 因而保證着氮及灰分元素的逐漸放出。在櫟樹林中, 有各種植物組合的連續發展, 有自早春開始生長的短命草本植被, 一直到開花較晚的櫟樹, 隨着森林殘落物層的礦質化, 都促進氮及灰分元素的進入到生物循環。櫟樹林比針葉林或混交林在蒸騰作用時消耗較多水分, 因此淋溶過程表現較弱。

在闊葉林以及其特有的動物區系及微生物區系的作用下, 土壤不僅是較富於細腐殖質、氮及灰分元素, 並且在機械成分粘重的土壤上, 能獲得高度穩固性的結構。生草灰化土漸漸過渡到淡灰色森林土、灰色森林土, 以後成爲暗灰色森林土。

甚至是含腐殖質最豐富的灰色森林土的全量分析證明, 在剖面上部是缺乏二、三氧化物的, 這是過去針葉-蘚苔森林作用的遺跡。等到滲透着鹽基飽和度高的結構單位表面的細腐殖質的累積相當多時, 微酸性反應佔居優勢。近代進行着的關於二、三氧化物的淋失作用的推想

表4 莫爾多爾斯基國家禁獵區深厚砂土剖面中二、三氧化物的分佈
(灼熱土壤中的百分數)

生草灰化土		棕色森林土		棕色森林土	
取樣深度(厘米)	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	取樣深度(厘米)	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	取樣深度(厘米)	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
3—10	0.24	1—9	2.81	3—10	5.39
10—20	0.24	10—20	2.38	12—20	3.16
28—38	2.04	30—40	1.49	40—50	2.89
57—67	2.00	40—50	2.02	100—110	1.32
82—92	1.60	67—77	1.48	140—150	1.72
150—160	1.44	150—160	1.96	160—170	2.02

就不存在了。在表層中結構單位的顏色愈深，腐殖質含量和交換性鹽基含量愈高，就可表明這時是生草過程的發展而不是灰化過程了。

在腐殖質層的下部，在富含腐殖質的結構單位上，可見有明顯的白色氧化矽粉末。這是從闊葉林以及在採伐區代替了闊葉林的楊樹林的殘落物層中淋洗出來的矽酸沉澱物。櫟樹和其伴生樹種以及楊樹的葉子均富於矽酸，矽酸有一部分成為好像植物化石的樣子。舊的見解認為白色粉末是現代灰化作用的產物，這與一切事實不符，並且提不出任何論據。有時在結構單位的內部也會發現氧化矽粉末，這是過去灰化過程發展的遺跡。

為着根據實驗以闡明上述的見解，曾有人在不同樹種的成熟林和近熟林下做了特殊的研究。把這些不同樹種移植在同一土壤上。K.A. 加烏里洛夫曾發表他研究結果的一部分。一般的結論如下：

栽培針葉樹種的土壤，表現着動物區系及微生物區系特別單純及缺乏，微生物區系中主要是嫌氣性的，沒有放射狀菌，腐殖質層薄，強酸性反應(pH 4.1—3.2)，鹽基飽和度低(12%)等；這一切都是灰化過程發展的標誌。同樣的土壤上如果栽培的是櫟樹(少數樺樹)，土壤特性變化的方面則相反。在櫟樹及樺樹

下，土壤的動物區系及微生物區系是極多種多樣的，數目多，好氣性菌及放射狀菌佔優勢。栽培櫟樹可以創造厚的腐殖質層，腐殖質含量較高($1\frac{1}{2}$ —2倍)，鹽基飽和度也高(50%)，活性酸度低(pH 5.3—5.5)。如果櫟樹在70年的一代中就可以引起這樣的根本改變，那末多代的櫟林就應該能改變土壤的類型。

在灰化層發育不強時，闊葉林的定居能較快地改變生草灰化土剖面的外貌和構造。如果說針葉林的長期作用形成了厚而強烈改變的灰化層，那麼在闊葉林下就能長久地保持過去土壤剖面的外貌而很少改變。老櫟樹林下有時也會發現生草強度灰化土，可作為後者的例證。其灰化層的厚度通常隨着潛育作用而增加。

成土母岩的特性對樹種的更替有巨大影響。較富於灰分元素(特別是鈣)的細粒沉積物，是闊葉樹種生長的好環境。因此，在其他條件都相等時，針葉林較早地即被混交林所代替，然後又為闊葉林所代替，因而闊葉樹種可沿此向北伸入較遠。在缺乏灰分元素的沉積物上，針葉林能保留較久。這樣的情況造成了森林亞帶的彎曲界線。

在林帶的南方，闊葉林被草甸草原所代替，暗灰色森林土及暗棕色森林土過渡成為黑鈣土。在草甸草原下，植物生長時期所合成的一

切有机物質(及其中所含的氮及灰分元素), 每年進入到土壤中。草甸草原植物与森林植物不同之处在于草甸草原植物能丰富土壤中的鉀比

鈣更多。必須指出的是矽酸的進入也較多(表 5)。生物循環中這樣的變化, 無疑的当草原代替森林後, 对土壤形成过程有巨大的影响。

表 5 在櫟樹林及草甸草原中氮及灰分元素進入土壤中的數量
(包括根系在內)

植 物 羣 落	每 公 頃 公 斤 數 (每 年)						
	N	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
生長苜蓿屬草類的櫟樹林*	36—38	45—54	87—180	15—22	19—40	<1	23—30
草甸草原	100	450	40	8	200	50	35

* 此項的數字變動是因林齡而不同。

總結已有的分析資料及自然界的觀察, 可以証明生草灰化土帶土壤發展的方向是和 M. M. 費拉托夫的圖式相反的; 必須放棄建立在這樣原則上的圖式的应用。

在有利的熱水條件下, 上述地區土壤發展的實際歷史, 証明了土壤類型及植物羣落的更替符合於發展的總的規律——按上升的从簡單到複雜, 从低級到高級。生物界的前進發展, 不可能是在向着生物必需元素漸漸貧乏的方向而改變的土壤上進行, 而只能在土壤能不斷保証对更替着的植物羣落的必要條件的基礎上進行。K. 馬克思認為土壤对有机体發展过程的直接影響是: “它們進行的方向, 只是這樣的方向, 爲着爭取它們生存的權利。”

在上述的發展的一般圖式中, 也有許多局部的偏差。這些偏差, 受制於各种原因, 其中原因之一是與闊葉樹種進入現在的泰加地帶較慢有關。氣候嚴寒是最重要的阻礙。因此, 在泰加地帶的土壤形成过程是長期進行在有綠苔地被物的針葉林下。在較濕潤的地方, 蘚苔地被物的增長較快, 形成爲不甚厚的泥炭層。分水嶺灰壤就轉變成泥炭質灰壤。

泥炭層的形成使得水分、空氣和養料情況變壞, 隨之, 土壤上森林植物特性也變壞。立木

產量降低, 自然更新受到阻礙。在發展着的潛育化过程影响之下, 白色層(A₂)的厚度開始向下加厚。隨着林冠下水蘚的進入, 泥炭層增長, 嫌氣情况嚴重化。森林植物條件的惡化, 压制了木本植物的生長, 進一步則形成分水嶺的水蘚泥炭。

立木產量的降低是由於蘚苔植物的侵入而排擠森林的結果, 而不是森林改變了土壤(如以前所想像的那樣)。在泰加地帶, 可以看到立木產量的降低是由於蘚苔地被物的發展以及在土壤上灰化作用開始階段的發展。

上述的情况可以說明在泰加地帶的分水嶺上廣泛的分佈着水蘚泥炭。水蘚泥炭在混交林地帶所佔的面積很小, 只是發現在缺乏灰分元素的砂土上。在混交林地帶中, 闊葉樹種的參加, 使土壤表層富於鈣及其他灰分元素, 創造了对草本植物生長的適宜條件, 草本植物就代替了蘚苔植物。

採伐有巨大的影响。在採伐區中, 隨着針葉林的更新, 經過樺木及白楊的过渡階段以後, 便長滿了草本植物。很多森林地區在过去曾被開墾, 灰化層的上部變成耕作層。因此, 就使过去的灰壤在剖面結構上和生草灰化土相似。

舊的見解認為森林(不論其結構如何)都能使土壤中的氮及灰分元素貧乏,使土壤物理性質變惡,這個見解不能作為提高森林植物土壤特性的措施的研究的基礎。現今研究所發展的見解,用木本植物樹種的更替及混交的方法,能

在最大程度上提高森林植物土壤的特性,可以做為規劃提高森林植物產量的措施的理論基礎。

(徐文徵譯自“土壤学”

1953年12期,文振旺校)