

工程地质專輯

第 2 輯

黃土与滑坡

地质出版社

1957

工程地質專輯

第 2 輯

黃土与滑坡

地質出版社

1957·北京

我國是黃土極為發育的國家，隨着國民經濟建設的發展，對於黃土的研究，乃是十分重要的問題。本專輯收集了九篇蘇聯有關黃土的成因、物理力學性質、物理化學性質以及黃土作為不同工程建築物的地基及建築材料的应用等方面的文章。此外，為了滿足當前在滑坡研究方面的需要，選擇了四篇有關滑坡方面的文章，其中“滑坡的調查”一篇簡明扼要地敘述了滑坡調查方法的歷史演變，設計階段的劃分及其在具體工作任務上的區別與工程地質調查工作的具體內容等。

本專輯不僅可供我國正在進行黃土及滑坡研究的工程地質工作者應用，而且也是地質工作者及研究第四紀地質的工作者的一本良好參考書。

工程地質專輯 第2輯

黃土與滑坡

著者 B. B. 波波夫等

譯者 肖長庚 彭一民等

出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發行者 新華書店

印刷者 新中印刷廠

編譯：左全農 技術編輯：張華元 校對：洪梅玲

印數(京)1—6,300冊 1957年2月北京第1版

開本31" × 43¹/₂" 1957年2月第1次印刷

字數150,000字 印張6¹/₂

定價(冊) 1.00元

目 錄

論“黃土問題”	B. B. 波波夫 (5)
論黃土的成因	C. A. 雅科甫列夫 (13)
中國西北部黃土的礦物成分与風成成因	
	И. Д. 謝德列茨基, B. П. 阿奈也夫 (31)
关于土尔克斯坦和歐洲的黃土	A. П. 巴甫洛夫 (52)
作为各种工程建築物的地基和建築材料的黃土	
	Ф. И. 沃羅諾夫 (58)
黃土狀亞粘土的物理化学性質及親水性	
	Ф. Д. 奧弗恰連科, С. Ф. 貝科夫 (66)
塔什干地区黃土与黃土狀岩石的物理力学性質及成分	
	Г. А. 馬弗梁諾夫 (76)
寒冷地区的黃土狀岩石及其沉陷地形	C. П. 卡秋林 (95)
外伊犁阿拉套山区黃土的膠体礦物、顯微集合体及成因	
	М. И. 洛莫諾維奇 (115)
滑坡調查	Г. Д. 杜別里尔, Н. П. 馬柳科夫 (133)
論粘土質岩層及砂質岩層中滑坡的形成	
	A. П. 巴甫洛夫 (152)
环谷狀滑坡	A. П. 巴甫洛夫 (158)
滑坡斜坡上岩石研究的特点	A. B. 普里克朗斯基 (162)

論“黃土問題”

B. B. 波波夫

关于黃土成因的問題在很久以前就引起了研究者的注意。苏联科学家在近几年來得到了許多实际資料，根据这些資料可以認為，談論“黃土問題”的时代已經过去了，現在已无任何“黃土問題”。

已經确定，黃土是一种大陸的，主要是第四紀的岩石，这种岩石具有很高的孔隙度以及大孔性，含膠体礦物不多，有極大的未达压实性，浸水时能發生沉陷，所有这些性能对建筑工程有着特別重大的意义。

黃土的形成与特殊的“沙漠成岩作用”有关。所謂沙漠成岩作用是指在气候寒冷、干燥、湿度不足条件下(但在真正的沙漠里)，由于鹽类薄膜的膠結而使細粒沉積物轉化的一种作用。这种轉化可能在于干燥的草原地表面產生。在此草原地区，有河流流过，虽然这里的降水量并不大，但已足夠草木生長的需要。在这样的地区，人、旱牛、毛象和牡牛等动物，以及許多陸地上的軟体动物皆可以生存。众所周知，在黃土中經常可以發現这些动物及人的遺骸，以及人类的文物。

黃土不僅是“沙漠成岩作用”的產物，而其本身也是一种“古土壤”，正如 B. A. 奧勃魯契夫在其最近的著作中（1948年出版，第9頁）确切地指出：“……黃土……也是另外一种类型的古土壤，形成于較干燥的气候环境中。”

B. A. 奧勃魯契夫曾对中國、西伯利亞、俄罗斯地台、中央亞細亞及亞洲中部各地的黃土作过許多調查，这些調查在很大程度上促使“黃土問題”在目前已不成为問題了。

現在我們簡單地來看一看苏联科学家在研究黃土（更确切一些說即黃土类岩石）方面的成就。根据現有材料应当認為，黃土及黃土狀岩石可由各种成因的細粒土形成，并且其形成有兩種不同的方式。

● **第一方式**是在經過沙漠成岩作用的細粒土堆積（風積、洪積、坡積）中形成黃土。沙漠成岩作用是形成黃土的主導作用，但我們不能把它同細粒土之堆積作用分開來看。

当然，就成因而言，形成黃土的細粒土是極不一致的。

B. A. 奥勃鲁契夫早在1886—1888年在土庫曼沙漠和草原上就开始了調查工作，在他的著作中曾系統的明确的指出，黃土是由風成細粒土形成的岩石。此类厚度很大、均質的、未达压实的和沉陷的黃土，乃是一种典型黃土——粉砂岩。其他有黃土外形的岩石 B. A. 奥勃鲁契夫称之为黃土狀岩石（也就是說，B. A. 奥勃鲁契夫不否認黃土狀岩石可能有各种各样的形成方式——由水成細粒土、冰成細粒土等形成）。

这个定义是很明确的，但运用起来却有困难，因为实际上有一种同典型黄土毫无区别的洪积—坡积方式形式的岩石。А. П. 巴甫洛夫早在 1903 年就曾说过，黄土可能由洪积—坡积生成。以后在 Г. А. 馬弗梁諾夫（1950 年）、Н. П. 華西里科夫斯基（1952 年）以及其他研究者的著作中都列举了无可爭辯的事实証明了这一点。中央亞細亞及亞洲中部个别地区陸面堆積的細粒土（可能还有俄罗斯地台之坡积和冰水沉积細粒土，这些土壤是在冰川最发达时期解冻时由于水量不大、流动毫无規則的水流沉积而成）可能同風成細粒土一样，在干燥气候中在成岩作用影响下变成具有典型黄土一切特征及性能的黄土。

研究黃土和其他大陸沉積的共生关系，及考慮其產狀、構造、岩性、層理、是否含有碎屑物質、礦物成分（說明气候干燥的礦物——白云母、絹云母、伊利水云母等，或說明气候較潮濕的礦物——高嶺土、含水針鉄礦等）以后，一般就可以确定出黃土原生物質的形成条件。

必須強調指出，那種認為不厚的黃土有可能由河漫灘沖積物和湖成沉積物形成的說法是完全不正確的。河漫灘沖積物在堆積過程中無論如何不可能產生成岩作用，因為河漫灘上的沉積物隨時都在加厚和加密。因此形成黃土的第一種方式——在堆積作用中沉積物的成岩變化——對沖積的細粒土是例外。所有關於黃土堆積過程的爭論——是

風成的还是冲積的——目前已毫无意义。現在已經可以肯定，在黃土形成中風積細粒土过去和現在都起着主導作用。那种認為厚層黃土系由水下沉積形成的說法也不應該加以發展。这样，由河漫灘冲積物形成的近似黃土，只有在河漫灘已變成階地以后才可能產生，这就是黃土形成的第二種方式，即細粒土沉積后的成岩轉變（按B.A. 奧勃魯契夫的意見，黃土类岩石就是这样形成的）。

沙漠成岩作用在这种形成黃土类岩石的方式中也起主要的作用。但是这种作用与上述黃土形成作用有本質上的不同。各种成因不同的細粒土（如И. И. 特罗非莫夫在1950年所指出，甚至不是細粒土，而是砂）都可能轉變成黃土狀岩石；这些細粒土的成因从風成，殘積直到水成（坡積，冲積，冰水沉積，湖積，海洋沉積），甚至是冰川沉積（冰積）以及泥流沉積。

但是，不應該誇大已經堆積下來的充分压实的細粒沉積物成岩变化的作用。完全可以理解，殘積作用及特殊的風化壳（按П. С. 別尔格的說法就是“黃土化”〔облессование〕）不可能形成未达压实的岩石——黃土，它是随沉積物的成岩作用而形成的。至于細粒土所沉積的土壤本身的变化，則大家都知道，土壤作用深度不大于3公尺；很难設想厚層黃土是由这种方式形成的。此外，土壤生成說也不能解釋黃土含有很多碳酸鹽的原因。

从景观—岩相的观点來研究黃土（1950年B. B. 波波夫及其他地質学家的著作中）对鑑別成因不同的各类黃土有很大的意义。在中央亞細亞的調查証明，在風成平原地带，离山远的地方主要是粉土的吹襲作用，而在离山近的地方則为粉土的沉積作用。在冲積、坡積平原地区，甚至在傾斜地段，主要是形成冲積、坡積、洪積和泥流沉積的細粒土。因此，在景观—岩相不同的条件下就產生成因不同的各种細粒土。成因不同的黃土也可能交互成層。

这种情况也适合于景观—岩相地带变动較複雜的俄罗斯地台；由于这些区域时时刻刻在变动，因而就構成形成黃土的各种各样的条件。

很久以前就已明确，不應該根据一种說法來解釋黃土的成因，正象不能根据一个标准來解釋各种砂、石灰岩等的成因一样。

黃土與岩石成因

(B B 波)

歐洲和亞洲黃土類岩石的一般分類, 根據 В. А. 奧勃魯契夫的意見 (1948—1950)	阿爾馬阿塔省地區一外伊犁阿拉套山脈山前區黃土類岩石的一般分類, 根據 М. И. 洛英諾維奇的意見 (1953 年)	塔吉克窪地黃土類岩石的一般分類, 根據 И. И. 特羅菲莫夫的意見 (1950, 1953)			
I、原生風成黃土(厚層的)——干燥氣候下的土壤 1.“冷”型——烏克蘭黃土 2.“熱”型——中央亞細亞黃土	均質的, 無層理, 含大孔隙多, 有強烈的沉陷性	I、風成黃土(厚度不是主要的特征)——干燥氣候下的古土壤, 正確一點說是成岩作用變化的產物	有沉陷性	I、黃土——在成岩作用期形成的土壤, 成岩作用期可根據在大陸性氣候條件下的成岩作用以地球化學方法來確定 (1) 從遠處帶來的風積物 (2) 當地的風積物 (3) 混合風積物	大孔隙很多, 有強烈的沉陷性
II、次生黃土狀岩石(厚度不大)——干燥氣候下成壤作用(黃土化)的產物: (1) 坡積的 (2) 洪積的 (3) 殘積的 (4) 沖積的 (5) 湖成的 (6) 冰水沉積的 (7) 冰川沉積的 (8) 海洋沉積的	不很均勻, 可能有層理, 大孔隙較少, 沉陷性不大 大孔隙很少, 無沉陷性	II、黃土狀岩石是干燥氣候下“黃土化”的產物(成因類型和 В. А. 奧勃魯契夫的分類一樣)	有沉陷性	II、黃土狀岩石, 由於不斷的成壤作用, 所以有許多特征(殘積類型的穩定性變化只在 1—3 公尺以內): (1) 殘積的 (2) 坡積的 (3) 洪積的 (4) 沖積的 (5) 湖沖積的 (6) 混合的(成因不同的沉積物交互成層)	大孔隙很多, 有時沉陷性較大(坡積的) 大孔隙較少, 沉陷性

(波夫編制)

費爾干納和塔什干附近地区黃土类岩石的一般分类, 根据 Ю. А. 斯支沃尔卓夫的意见 (1953年)	中亞細亞南部地区黃土类岩石的一般分类, 根据馬弗梁諾夫的意见 (1950, 1953年)	天山山脉附近黃土 (这种黃土和 B. A. 奧勃魯契夫所謂的热型黃土相适应, 而实际上是干燥和寒冷气候下古老的沉積变化上層) 的一般分类, 根据 B. П. 波波夫的意见 (1950年)	
I. 冲積黃土 II. 洪積黃土 III. 坡積黃土 IV. 殘積黃土 V. 混合成因的黃土 (一般是冲積, 坡積, 洪積混合成的)	“黃土化”的產物 (根据 Л. С. 別尔格的意見, 主要是在沉積物沉積之后) 和水成沉積作用之產物; 有沉陷性 I. 黃土的类别 (1) 風成黃土 (2) 洪積黃土 II. 黃土狀岩石的类别 (1) 洪積的 (2) 坡積的 (3) 冲積的沉積物 (4) 殘積的 (5) 風積的 (變質風積黃土)	I. 黃土—沙漠成岩时期發達的成壤作用的結果: A 原生黃土 (1) 風成黃土 (最均勻、沒有層理) (2) 洪積黃土 (不很均勻、可能有層理) (3) 坡積黃土 (厚度不大) (4) 混合成因的黃土 (交互沉積) B. 變質黃土—也是上述四種類型 II. 黃土狀岩石—沙漠成岩时期不發達的成壤作用的結果: A. 共生變形成壤作用的黃土狀岩石 (沉積物沉積后的土壤成岩变化在这里成为次要作用) (1) 風成的 (2) 洪積的 (3) 坡積的 B. 后生變形的成壤作用形成的黃土狀岩石 (深度不大于 3 公尺) (1) 殘積的 (2) 冰川沉積的 (3) 冰水沉積的 (4) 冲積的 (5) 湖成的	由于很厚和有很大的未达压实性, 所以大孔隙很多, 孔隙度大 压实, 不沉陷 孔隙度較小, 有大孔隙, 几乎不沉陷, 因为厚度不大, 未达压实性較小 常見見有大孔隙, 沉陷性小 很少遇見, 大孔隙少, 不沉陷

毫无疑义,黃土可能是由各种各样的方式形成,但必須強調指出,沙漠成岩作用,主要是指在气候寒冷的条件下(華西里科夫斯基,1952年),在黃土形成中始終是主要的作用。在这种寒冷而又干燥的气候中从第一次冻裂風化时起就开始形成黃土,而这种气候又促使在細粒原生黃土內積聚碳酸鹽。

上面已經指出,Б. А. 奧勃魯契夫建議把經過沙漠成岩作用階段的風成細粒土單獨划分出來,并且就把它叫做黃土,而其他在形狀上和黃土相似的岩石則叫做黃土狀岩石。这正象把冰磧層分成單獨的成因类型一样。冰磧層只是一种冰川生成的岩石,而黃土只是一种風成岩石。但有一种和冰磧層極相似的泥流堆積及重力堆積(假冰磧),因此,“冰磧層”这一術語就不适用了,对于“黃土”这一術語也是一样。

从上述可以得出結論,黃土不但由風成細粒土形成,而且是由陸面沉積(即洪積,坡積等)細粒土形成,它在沉積的同时經過了完整的沙漠成岩作用階段,这是指厚層的沉陷性黃土而言。至于黃土狀岩石則是指在形狀上和黃土相似,但厚度不大的岩層,这些岩層在堆積后經過了不完整的沙漠成岩作用階段。

黃土和黃土狀岩石的形成和地理环境、地理环境的变化及地質作用有着密切的关系,而且往往是在景观、岩相不同的地帶,但沙漠成岩作用是形成黃土的主導作用。正因为如此,所以黃土是气候干燥,經常寒冷的極好的标志,而此标志可用來繪制古地理構造圖。

目前很多地質学家和古气象学家承認,黃土是在冰川作用高度發展的情况下形成的,当时冰塊吸收了大气圈內大量水分,因而气候变得更干燥。还在冰川高度發展以前,气候就开始干燥了,而在变緩时(間冰期),那些被冰川包圍的地区及其附近的大陸性气候变得較潮湿。

黃土及黃土狀岩石不是一种固定不变的岩石。它們是在干燥气候的条件下,經過两种不同的成岩变化由細粒土形成,故孔隙度、未达压实程度等皆不相同。但一經湿润,黃土及黃土狀岩石就会部分地或全部地沉陷而压实,失去其原有之孔隙度及大孔性,并且由于鹽类薄膜等的破坏而失去其粘結性。沉陷后的黃土可能再度遭受到沙漠成岩

作用。这样看来，形成黄土的作用是一种多样而复杂的自然作用，黄土类杂岩可能由各种年代、成因不同的黄土层所组成。

在附表中列出了现有的八种黄土分类法。

黄土类岩石的研究任务是非常明确的。必须进一步阐明多样而又复杂的黄土形成过程的各方面（包括过去及现在的，例如在中央亚细亚，西伯利亚），另外必须进一步确定对社会主义建设有重大意义的黄土和黄土状岩石的成因、成因类型、岩性、矿物成分、构造、产状及其最重要的实用性能。

参 考 文 献

- Васильковский Н. П. К вопросу о происхождении лесса —
Тр. Ин-та геологии Акад. Наук Узбекской ССР, вып. VIII.
Ташкент, 1952.
- Ломонович М. И. Условия распространения, морфология, и
состав лёссов —Тр. Всес. рабочего совещания по итогам изуч.
четвертичн. периода Изд. Акад. Наук Узбекской ССР, 1953
- Мавлянов Г. А. О происхождении лёсса и лёссовидных пород
южных районов Средней Азии —Материалы по четвертичному
периоду СССР, вып. 2 Изд. Акад. Наук СССР, 1950
- Мавлянов Г. А. Физико-механические свойства и состав лёсса
и лёссовидных пород Приташкентского района —Тр. Всес. ра-
бочего совещания по итогам изуч. четвертичн. периода Изд.
Акад. Наук Узбекской ССР, 1953
- Обручев В. А. Лёсс как особый вид почвы, его генезис и за-
дачи его изучения —Бюлл. Комиссии Акад. Наук СССР по
изучению четвертичн. периода, 1948, № 12.
- Павлов А. П. О туркестанском и европейском лёссе —Прото-
колы годовых заседаний Моск. общ. испыт. природы, 1903
- Попов В. И. Фациальное развитие осадков горных склонов по-
дгорных пустынных равнин —Материалы по четверт. перио-
ду СССР, вып. 2 Изд. Акад. Наук СССР, 1950
- Скворцов Ю. А. Юные тектонические движения Тянь-Шаня

и генезис лёсса Приташкентского района.—Тр. Всес. рабочего совещания по итогам изуч. четвертичн. периода Изд. Акад. Наук Узбекской ССР, 1953

Трофимов И. И. Континентальный литогенез в пустынях и в смежных с ними природных зонах.—Материалы по четвертичн. периоду СССР, вып. 2 Изд. Акад. Наук СССР, 1950

Трофимов И. И. Группа лёссовых пород Таджикистана (опыт комплексных исследований)—Тр. Всес. рабочего совещания по итогам изуч. четвертичн. периода Изд. Акад. Наук Узбекской ССР, 1953

本文譯自 Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода № 19, 1953.

作者 В. В. Попов

譯者 肖長庚

者 謝學文

論黃土的成因

C. A. 雅科甫列夫

为了解釋黃土的成因，已經提出了十多种假說：宇宙說，冲積說，冰川說，海成說，湖成說，坡積說，洪積說，風成說，風成洪積說，風成冲積說，土壤說。其中風成說已獲得了廣泛的公認。

李希霍芬(1877)在对中國的黃土進行实际研究时，曾詳細地探討过这一假說。根据他的說法，除了風之外，水对中國黃土的形成也起着作用。風和雨水將基岩的風化產物从山坡搬运到草原盆地，并以黃土將其充填。因此，李希霍芬的假說，一般說來，并不叫風成假說，而叫風成洪積說（正如B. A. 奧勃魯契夫所指出）則更正确些。風成說实际上是奧勃魯契夫(1911)提出的。他在旅行中國北部和中亞細亞之后，得出結論，認為那里並沒有被黃土充填的草原中央盆地存在。根据李希霍芬的學說，沙漠的中心地区不是沉積地区，而是吹蝕地区，而粉土就从这里被搬运到沙漠邊緣和沙漠的边界以外，并進入草原地区，在草原地区沉積成为厚層的黃土。在厚層黃土形成的过程中，風起着主要的作用，而雨水和融雪水并不起什么大的作用，它們只是將風所搬运來的黃土类粉土打落在地表上。

很多可敬的学者在半个世紀的时期中一直發展着黃土的風成說，不断地加以改進，并且以新的事实和光輝的論証充實这个假說。例如B. A. 奧勃魯契夫(1933)指出，應該把原生的厚層黃土与次生的黃土类岩石分开，后者厚度不大，它是由各种成因的——冲積的，坡積的，洪積的，冰水沉積的——細粒土構成的，同时是經過后來的变化而獲得了黃土的形狀的。

以后，B. A. 奧勃魯契夫(1950)又將黃土分为“冷”的和“热”的兩種。“冷黃土”是由風在冰川作用时期从圍繞着欧洲，亞洲和美洲冰川复盖層的沙漠表面携帶來的粉土構成的。屬於这种冷黃土的有西欧

的黃土和俄羅斯平原的草原帶黃土，這種黃土的風成成因已為П. А. 圖特科夫斯基（1899）所証實。這一理論後來又為梭爾格（1919）所發展和補充。“熱黃土”是由風從現代的和以前存在的，但與冰川作用無聯系的沙漠携帶來的粉土構成的。

奧勃魯契夫的風成說到現在還有很多支持者。這個假說有過一個時期曾是權威的學說。不過，以後逐漸又產生了許多對黃土問題提出其他意見的各種新的假說。其中最普遍的是П. С. 別爾格（1916）和在其不久以後的干辛（Gaussens, 1922）所提出的土壤說（殘積說）。作者推薦這一假說是想用它來解釋各種黃土的成因。根據這一假說，“黃土和黃土狀岩石于干旱氣候條件下能夠在極多種多樣的，由於風化作用和造壤作用而富含碳酸鹽的岩層之上形成”（別爾格，1916，第3頁）。黃土不是原生岩石，而是次生作用的產物，由於遭受次生作用，各種成因的岩石就變成了黃土。原生（或原成）岩可為沖積的，冰川的，冰水沉積的，坡積的和任何其他成因的，然而它改變成為黃土的方式卻到處都是一樣。岩石具有黃土狀的面貌只需要一個條件，就是這一作用必須發生在干旱的，類似草原或沙漠氣候的條件下。但並不是所有的岩石都能夠作為形成黃土的原料，形成黃土的原料必須是粘土質的岩石，亦即必須含有直徑小於0.001公厘的大量顆粒。在干旱氣候的條件下，由於在造壤時碱土鹽類陽離子的析出，膠狀鋁矽酸鹽顆粒凝聚成了直徑為0.05—0.01公厘的較大的粉狀集合體（它們是黃土的主要成分）。在這種情況下，由於體積變小，便引起孔隙的形成，而由於植物根部的枯干和蚯蚓的爬掘活動，孔隙的數量便大大增加。

別爾格以在干旱氣候條件下不同緯度的黃土現代形成的例子論證了自己的假說，例如在雅庫茨克附近勒拿河河漫灘階地發現的含有落葉松樹干的黃土狀碳酸鹽亞粘土。別爾格以雅庫齊亞的獨特的氣候（夏季干燥，較熱）和河流沖積物的含碳酸鹽性來解釋這一怪論——黃土和落葉松同時出現。河流沖積層從春汛水位中出露後，經過一個夏季的期間就獲得了黃土狀的面貌。

別爾格利用自己解釋現代黃土形成的假說也解釋了冰川期的黃土，他認為，由於冰川融水作用而沉積下來的粘土及亞粘土，是在氣

候比較暖和、干旱的間冰期改变成为黃土的母岩。

別爾格的土壤說也同樣得到廣泛的，特別是土壤學家們的承認。這一假說的功績在於承認各種粘土質岩石轉变为黃土的作用，即其黃土化——這是一種次生作用。只能認為，這一作用根本不是造壤作用而是氣候條件引起的，因為土壤本身的形成作用也取決於氣候條件。所以別爾格的假說不能稱為土壤形成說，而應叫做殘積說。

如果黃土在成因上不是原生岩石，而是在一定的氣候條件下由於其他粘土岩石黃土化的結果產生的，那末顯然也可能產生相反的現象——當氣候變得很潮濕時黃土發生脫化和黃土向粘土轉化。如果在濕度增加時鈣和鎂的陽離子從黃土中析出了，那末在這種情況下，根據K. K. 格德羅依茨的學說，就應該發生黃土的鋁矽酸鹽集合體的分散作用，而使黃土變為粘土。

這樣的作用在自然界中可以實際觀察得到：在中亞細亞不能完整地觀察到，而在北高加索則可完整地觀察到。在中亞細亞的灌溉區，黃土很快就失去了主要的性質（孔隙性）而變為黃土狀的亞粘土（馬弗

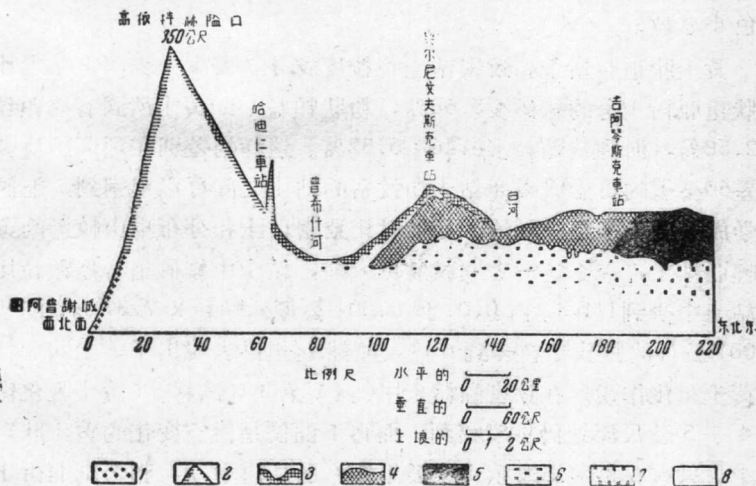


圖 1. 經過西高加索的土壤剖面

- 1—腐植碳酸質土壤；2—森林土壤；3—脫碳黑土上的森林土壤；4—混合黑土；
5—正常黑土；6—致密的黃褐色粘土；7—黃土狀亞粘土；8—從下白堊紀到奧齊斯的基岩

梁諾夫, 1950)。这样一來就开始了黃土的脫化作用。

風成黃土在高加索山脉北面的庫班河山前盆地中很發育, 但这是根据A. Л. 連加尔德 (1940) 的判断, 而С. П. 雅科甫列夫 (1941) 和П. А. 普拉沃斯拉甫列夫則認為分布在那里的不是黃土而是被肥沃黑土所掩盖的黃土狀亞粘土。如果从前高加索高地沿着阿爾馬維爾—圖亞普謝铁路綫, 順着向山的方向 (圖1) 穿过庫班河低地, 那么就可以漸漸地看到典型細粒結構的黑土过渡到混合黑土, 再繼續过渡为灰化的灰色森林土壤的情况。同时黑土下伏的黃土轉变为黃土狀亞粘土, 繼而变为粘土。离山愈近, 黃土狀亞粘土的孔隙度就愈小, 而粘土的則完全消失。粘土具有很大的压实性和塑性, 它与亞粘土相反, 是不透水的, 在水中很难使其軟化。分布在黃土狀輕亞粘土的黑土以下数量很多、从胡桃到拳头那样大的碳酸鈣結核, 在重亞粘土發育的地区已变为粉狀的沉積物, 而在混合黑土下致密的粘土中則完全消失, 或者变成豌豆粒那样不大的結核。离山再近些, 在灰色森林土壤下面結核就完全不見了, 由于灰化作用的結果, 出現了氧化鉄和氧化錳的黑色小豆粒。

黃土狀重亞粘土和致密粘土的粒度成分 (表1) 表明, 粘土比黃土狀重亞粘土含的細砂少5.68%, 粉狀顆粒 (即黃土所固有的顆粒) 少2.58%, 而膠狀顆粒多4.46—6.52%。这样的差別在埋藏距离彼此相差60公里的黃土狀重亞粘土和致密的粘土之間可以观察到。它們的化学成分差不多是一样的。如果对比致密粘土和分布离山較远的黃土狀輕亞粘土, 那么这一差別就將更大些; 粘土中細砂集合体顆粒比輕亞粘土中少到1/4.3。由0.01到0.001公厘的顆粒为7.37%, 而小于0.001公厘的膠狀顆粒多到6倍, 顯然这里已表現出了黃土狀亞粘土的黃土脫化作用。在致密的粘土中 (表1第3号試样), 黃土脫化作用到4—5公尺深处仍可观察到, 而再下面便是沒有变化的黃土狀重亞粘土。只有在离阿馬維爾150公里处 (已是山中), 整个剖面由土壤層到基岩完全由致密粘土構成。

根据土壤和植物來判断, 目前, 在北高加索正在發生着森林向草原延伸的現象。森林从山上延伸下來, 占据着山前地帶, 將草原向庫班