

# 黑垆土非代换性钾剖面分布特征的研究

贾 恒 义

(中国科学院西北水土保持研究所  
水利部)

## 提 要

本文初步研究了黄土高原黑垆土主要亚类非代换性钾的变化、分布,表明其符合指数回归方程,是草原地带黑垆土主要特征之一。粘黑垆土剖面非代换性钾分布呈“S”型,是森林地带垆土向草原地带黑垆土、黑麻土和黑焦土过渡的森林草原地带的土壤,从形态上兼有垆土剖面非代换性钾分布某些特征,但量上有所差异。草原地带的坳地、沟掌地和川台地的黑垆土剖面非代换性钾分布具有森林草原地带黑垆土的特征。本研究从土壤非代换性钾剖面的变化为黑垆土分类和岩石地层的划分提供科学依据。

关键词: 黑垆土 非代换性钾

黑垆土原是黄土高原地区主要土壤。据黑垆土分布的地域性、剖面发育特征和理化特征曾分为黑紫土、黑垆土、黑麻土、锈黑垆土和粘黑垆土<sup>[3,8]</sup>。

土壤非代换性钾的状态可查明风化过程的特征、淋溶和这种离子的再循,在土壤发生学上有鉴定其形成发育的意义和以“黄土地区非代换性钾与土壤发育关系”一文<sup>[7,11]</sup>为依据,本文试从黑垆土的分布的地形部位,水热状况的分布,从非代换性钾的剖面分布变化对黑垆土的形成,发育及剖面特征进行讨论,为黑垆土的发生分类和地层划分提供科学依据。

## 一、黑垆土非代换性钾剖面分布特征

黑垆土非代换性钾剖面分布于(图1)。图1A、B表示了陕北和陇东黄土丘陵区梁、峁和塬顶部黑垆土从北到南、剖面非代换性钾的变化。图1A为陕北从北到南依次是黑焦土、黑垆土和粘黑垆土。从图可看出非代换性钾剖面分布从北到南是逐渐增加的,即从81.13mg/100g土~92.13mg/100g土增加到84.43mg/100克土~146.09mg/100g土。黑焦土和黑垆土非代换性钾在剖面分布皆是上高下低,即表土层为81.13mg/100g土~91.23mg/100g土,以下土层为61.75mg/100g土~87.13mg/100g土。这两种土壤非代换性钾在剖面分布符合指数回归 $y = Ae^{-bx}$ 陇中的黑麻土从北到南的变化,即从117.24mg/100g土增加到140.77mg/100g土。也是表层高,以下土层低,分别是117.24mg/100g土~140.77mg/100g土和76.63mg/100g土~139.13mg/100g土。黑麻土非代换性钾在剖面分布也符合指数回归 $y = Ae^{-bx}$ 。从地带分布来说上述土壤均在草原地带,初步认为非代换性钾在剖面的指数回归分布是草原地带黑垆土的主要特征之一。

图1、C是六盘山以东的长武塬经洛川塬、到山西隰县残塬区的粘黑垆土,非代换性钾在剖面分布呈“S”型,即表层在84.43mg/100g土~102.56mg/100g土,粘化层在115.59mg/100g土~123.45mg/100g土,母质层74.30mg/100g土~99.13mg/100g土。以地带性来说,处

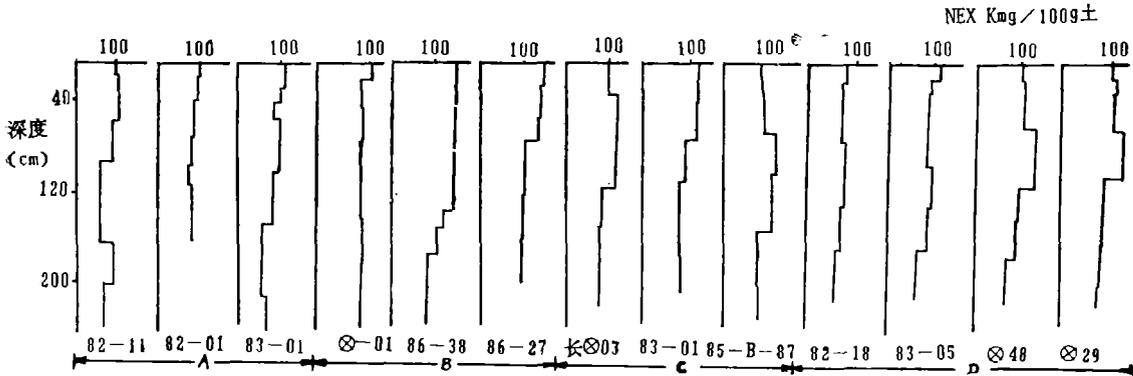


图1 黑垆土剖面非代换性钾分布

于森林向草原过渡的森林草原地带，兼有森林地带垆土的某些特征，但量上有明显的差异。

图1、D是分布于长城沿线的坳地、沟掌和黄土丘陵区的川台地的黑垆土。非代换性钾剖面分布不同于图1、A、B，而和图1、C非代换性钾剖面分布特征有所相似。但从地域性来说基本在粘黑垆土以北的黑焦土和黑垆土地区，可能因局部的水热条件，影响植被类型不同于草原地带，具有森林草原植被类型。因此这一地区的特殊的地形部位，非代换性钾剖面分布基本类似于粘黑垆土。

通过上述，从黑垆土非代换性钾剖面分布特征可以看出黑垆土的成土作用一般是南强北弱，东盛西弱的规律，但在特殊的地形部位则有特殊的变化。

## 二、黑垆土非代换性钾的释放

从黑垆土的发生学，化学过程来说，非代换性钾的释放可以进一步反映黑垆土的地带发育特征。若从土壤肥力状况，可进一步反映黑垆土的供钾容量和强度。

### (一) 表土层(或耕作层)非代换性钾的释放

1. 梁、峁和塬顶部黑垆土非代换性钾的释放。梁、峁和塬顶部的黑垆土，一般受水热再分配的影响，非代换性钾的释放，相对较差；但在大范围内，南多北少。成土作用具有南强北弱的发育特点。黑焦土、黑垆土和粘黑垆土非代换性钾释放累积量从北向南也是逐渐增加的，依次为235.85mg/100g土、275.67mg/100g土和334.50mg/100g土(82-11、82-01和延26)。粘黑垆土具有东盛西弱的发育特点，非代换性钾释放累积量在301.44mg~334.5mg/100g土(长⊗03、延26)。从释放量的变化上可进一步说明黑垆土不同类型(即草原地带和森林草原地带)的特征，见表1。

2. 坳地、沟掌地和川台地黑垆土非代换性钾的释放：虽然这些地形部位黑垆土成土过程水分条件较好，但近代成土过程受风沙影响较为严重，故表层非代换性钾释放量积累一般较低，变化在223.45mg/100g土~224.41mg/100g土之间。

### (二) 黑垆土主要发生层次非代换性钾的释放

1. 黑焦土、黑垆土和黑麻土的非代换性钾的释放。此类土壤系草原地带的黑垆土(图1、A、B、82-11、82-01和86-38)，释放量累积也是耕作层或表土层高，向下逐渐下降。耕作层变化在235.89mg/100g土~335.77mg/100g土之间，以下土层为188.51mg/100g土~305.70mg/100g土(表1)。

2. 粘黑垆土非代换性钾的释放。粘黑垆土剖面中有粘化层出现，非代换性钾释放累积量高于其他层次（长⊗03、延26和85-B-07），变化在250.08mg/100g土~344.76mg/100g土之间（表1）。

3. 垆地、沟掌地和川台地黑垆土非代换性钾释放。此类地形的黑垆土（84-04、83-05）非代换性钾释放以剖面中部位较高，为237.43mg/100g土~291.79mg/100g土（表1），但在量

表1 黑垆土主要发生层次的钾释放累积量 (CNEK Kmg/100g土)

地 点	土壤编号	深 度 (cm)	提 取 次 数							累积量
			1	2	3	4	5	6	7	
陕北地区 (A段)	黑焦土 82-11	0-13	83.38	53.75	28.75	20.63	17.50	16.25	15.63	235.89
		56-90	76.38	45.00	27.50	20.63	18.13	15.00	15.00	217.64
		220-240	64.25	38.75	23.13	18.75	15.63	14.00	14.00	188.51
	黑垆土 82-01	0-13	102.50	56.88	35.00	27.50	20.03	18.13	15.63	275.67
		70-90	62.75	40.88	23.13	19.38	17.25	15.63	13.13	192.15
		102-150	61.70	40.63	27.75	20.63	16.25	15.00	13.13	191.09
	粘黑垆土 83-01	0-25	105.75	46.88	27.50	20.00	16.25	13.75	12.50	242.63
		52-105	116.00	56.88	37.50	29.06	26.25	20.63	19.38	305.70
		105-145	99.13	56.25	32.50	26.25	22.50	18.75	18.13	273.51
陇 东 (B段)	黑麻土 86-38	0-20	148.64	61.88	38.75	26.25	22.25	20.75	17.25	335.77
		75-110	132.75	58.13	37.50	27.60	22.25	20.75	19.50	318.88
		170-200	79.11	41.25	27.00	18.50	14.75	13.50	13.50	207.61
六盘山以东、吕梁山以西 (C段)	粘黑垆土 长⊗03	0-28	108.81	67.00	37.25	27.88	22.50	19.50	18.50	301.44
		55-85	115.54	62.50	36.25	32.50	25.63	21.88	21.25	315.55
		85-112	94.80	53.75	28.13	21.25	21.00	16.25	13.25	258.68
	粘黑垆土 延26	250-330	71.56	46.25	25.00	16.25	15.00	11.75	10.25	196.06
		0-16	127.00	71.25	37.50	30.0	26.25	22.50	20.00	334.50
		50-60	123.45	70.00	41.88	33.75	29.38	23.75	22.50	344.76
	粘黑垆土 85-B-07	110-120	97.31	62.50	34.38	26.25	22.50	19.38	18.75	281.07
		180-190	81.68	55.63	31.25	22.81	21.25	17.50	16.25	246.37
		0-14	95.68	43.75	23.13	16.25	12.50	10.00	7.50	208.81
长城沿线 (D段)	84-04	62-106	104.54	49.38	32.50	20.65	18.75	16.25	15.00	257.07
		106-150	101.41	50.00	29.38	22.50	17.19	15.01	14.69	250.08
		150-200	73.05	40.00	21.25	15.00	14.38	12.80	11.56	188.04
		0-17	78.14	53.75	25.63	20.63	19.38	15.00	11.88	224.41
	83-05	50-80	92.40	64.38	47.50	26.88	25.00	19.38	16.25	291.79
		80-132	111.66	59.69	33.13	28.75	22.50	19.38	15.00	290.11
		185-200	82.26	60.00	29.38	24.38	21.25	16.88	15.63	249.78
		0-14	94.19	40.50	23.75	20.00	16.88	14.38	13.75	223.45
		90-125	86.04	44.38	31.25	25.00	19.38	16.88	15.00	237.43
170-200	57.32	29.38	16.88	14.38	13.13	11.25	9.38	151.71		

上和粘黑垆土有明显差异(表1)。

综上所述黑垆土非代换性钾释放累积量从北向南是逐渐增加的。黑焦土、黑垆土和黑麻土都是表层(或耕作层)高于其他层次,而粘黑垆土和分布在坳地,沟掌地和川台地的黑垆土都是粘化层或中间部位高于其他层次。

### 三、问题讨论

**(一) 黑垆土有机质积累和非代换性钾剖面分布的发生学特点:** 黑垆土是黄土高原地区草原地带土壤。在草原气候条件下,草原的生产量、生物量的比率是比较高的。在这个生态系统中不仅植冠结构较简单,而且几乎地上组织都含叶绿素,是生产性的。地上部分几乎全部归还土壤,有利于土壤有机质的积累,故土壤有机质层一般比较厚,据统计有机质在剖面分布符合指数回归方程 $y = Ae^{-bx}$ 。在森林气候条件下,生物量的比率是比较低的,地上组织大部分生物量是木质的支撑组织,是非生产性,归还土壤的绿色物质是较少的,其在剖面分布厚度较薄。森林草原地带的生物量具有过渡性特点。

草原地带的黑垆土在有机质积累过程中,又有生物对钾元素的吸收富集作用,表层较高。有机质的积累和生物的富集作用周而复始的进行,使草原地带的黑焦土,黑垆土和黑麻土非代换性钾在剖面上是上高下低,都符合于指数回归。

森林草原地带的粘黑垆土在成土过程中,风化作用较前强烈,其非代换性钾在剖面分布与前不同。

**(二) 黑垆土碳酸盐淋溶和非代换性钾剖面分布的发生学特点** 在草原气候条件下,温差大,雨量集中,周期性干湿交替以旱为主。风化作用主要表现为物理风化,化学风化作用只在周期性雨季到来时才对那些不稳定矿物分解或部分分解,淋溶作用相对的较弱,所以黑垆土剖面碳酸

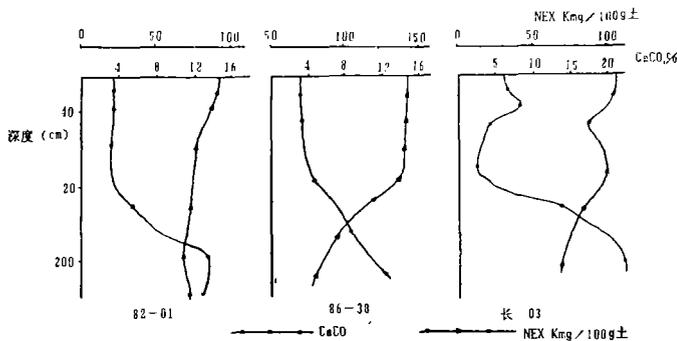


图2 黑垆土剖面非代换性钾和碳酸钙的关系

钙含量、有机质层含量变化在3.0%~5.0%之间,淀积层变化在11.0%~15.0%之间。而粘黑垆土有机质层则在3.0%左右,淀积层可达20.0%以上。非代换性钾在黑焦土、黑垆土和黑麻土有机质层分布与碳酸钙几乎呈平行分布,而粘黑垆土呈相反的弧型分布。据统计皆为负相关关系,黑焦土、黑垆土和黑麻土与粘黑垆土的相关系数分别为 $r = -0.6746^{**}$ 、 $r = -0.8398^{**}$ 。

**(三) 黑垆土粘土矿物组成的特点** 据黄土高原地区不同土壤类型粘土矿物研究表明:黑垆土(亚类)粘土矿物以水云母为主,并含有石英和少量的蒙脱与高岭;黑麻土粘土矿物以水云母为主,但也有少量的高岭和蒙脱,全剖面未见蛭石<sup>[1]</sup>。这些粘土矿物的出现,表明在草原气候条件下,风化作用是比较弱的。粘黑垆土的粘土矿物不仅以水云母为主,而且有蛭石出现。蛭石的出现对气候的依赖性要比母质要大。蛭石土壤固钾(k)能力强<sup>[9]</sup>,据阳离子交换量来看,蛭石比水云母大4~20倍<sup>[9]</sup>。

通过上述表明黑垆土不同亚类所处的生物气候带不同,有机质的积累,碳酸钙淋溶淀积和粘

土矿物组成的特点等有所差异，其土壤非代换性钾剖面分布形态和含量与释放量因黑垆土不同亚类而有差异，即黑焦土、黑垆土和黑麻土基本属一类，粘黑垆土则属另外一类。

注：本文承朱显谟教授斧正，特此致谢。

### 参 考 文 献

1. 中国科学院南京土壤研究所主编：《中国土壤》，科学出版社，1978年。
2. 朱显谟：“黄土区土壤侵蚀的分类”，《土壤学报》，1956年第2期。
3. 朱显谟：“对陕西农民的土壤分类系统的初步总结”，《土壤通报》，1959年第5期。
4. 朱显谟、文启者：“泾河中上游土壤概述”，《土壤专报》，1959年27号。
5. 梭 颇、侯光炯：“中国北部及西北部之土壤”，《土壤专报》，1935年12号。
6. 刘东生：《黄土与环境》，科学出版社，1985年。
7. 贾恒义：“黄土地区非代换性钾与土壤发育的关系”，《土壤学报》，1988年第4期。
8. 张海东：“甘肃的黑麻土及其改良利用”，《土壤通报》，1960年第1期。
9. 熊毅等：土壤胶体，科学出版社，1983年第1册。
10. Ковд А. В. А. онебеки ррнров и почв Кимая. (中译本) 科学出版社 (1960)
11. Koovar J. A. and Riecken F. F., 1976; Relation of nonexchangeable potassium and magnesium to development in soil Midwestern. J. Soil Sci. Soc Amer, 40: 547—552

## The feature of profile distribution on nonexchangeable potassium of Heilu soil

*Jia Hengyi*

*(Northwest Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica And Ministry of Water Conservancy)*

### Abstract

The type and devepment of Heilu soil are related to nonexchangeable potassium in Heilu soil of loess region. The present paper deals with preliminary study on the genetic charactereristics and nonexchangeable potassium of profile in major soil ltypes of Heilu soil. The results obtained are summarized as follows:

The distribution of nonexchangeable potassium on soil profile in light-textured soil, ortho Heilu soil and resty Heilu soil accord with exponential equation. It is one principale feature in Heilu soil of steppe region. The distribution of nonexchangeable potassium on profile of argillic Heilu soil is "S"formed. It is the transitional form of forest-steppe region soil from the lou soil of forest rgion to light textured soil or the Heilu soil and rusty Heilu soil of steppe region. The form of them has some features of the distribution as nonexchagable potassium in the lou soil profile, but the contents are different. The distribution of nonexchangeable potassium on the profile are same of on the Heilu soil of the forest-steppe region in the gully land, gully plain land and river platform of the steppe region.

key words: Ortso Loessial soil      exchangeable potassium