

锡林河流域

土壤的发生类型及其性质的研究

汪久文

蔡蔚祺

内 蒙 古 林 学 院

锡 林 河 流 域

土壤的发生类型及其性质的研究

中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站

内蒙古林学院 中国科学院南京土壤研究所

汪 久 文 蔡 蔚 祺

内蒙古林学院

前 言

《锡林河流域土壤的发生、类型及其性质的研究》，是内蒙古锡林郭勒草原生态系统中重要的本底研究之一。因此，摸清土壤的基本类型、分布及其性状，为今后进一步深入草原生态系统能量与物质循环中无机界——有机界各环节的研究，奠定了必要的基础。

锡林河流域是我国内蒙古草原最重要的组成部分之一。东起大兴安岭南端西侧的低山丘陵，向西北蜿蜒缓流，没于阿巴哈纳尔旗北部朝克乌拉山南麓洼地，流经森林草原——黑钙土、典型草原——栗钙土诸带。因此，深入进行本区域的土壤研究，对进一步认识草原土壤的基本性质，内部分异及其土被组合特征，有着明显的意义。

本项研究历时三年，由内蒙古林学院汪久文与中国科学院南京土壤研究所蔡蔚棋承担。先后参加工作的还有内蒙古林学院王林和（1979年）、内蒙古农牧学院敖特根（1979年）和内蒙古大学学生苏文贵、高瑞平等。土壤理化性质的分析分别由中国科学院自然资源综合考察委员会土壤分析室（1979、1981年）、南京土壤研究所土壤地理研究室土壤分析室（1980年）及内蒙古地质局实验室（1981年）完成。

作者 1981. 12.

目 录

一、土壤形成的自然条件

- (一) 地质基础与地貌特征..... (1)
- (二) 气候特征..... (8)
- (三) 成土母质..... (5)
- (四) 地表水与地下水..... (10)
- (五) 植被特征..... (11)

二、土壤的分布、形成过程与分类系统

- (一) 土壤分布的基本规律..... (14)
- (二) 土壤形成的主要过程..... (21)
- (三) 土壤分类原则与系统..... (28)

三、锡林河流域土壤类型的性状与特征

- (一) 灰色森林土..... (31)
- (二) 黑钙土..... (33)
- (三) 栗钙土..... (46)
- (四) 草甸土..... (63)
- (五) 沼泽土..... (66)
- (六) 盐土..... (67)
- (七) 疏林沙土..... (71)

四、土壤资源利用中的几个问题

- (一) 农垦与沙化..... (73)
- (二) 过度放牧与草场建设..... (74)
- (三) 草原造林..... (76)
- (四) 合理利用沙地..... (79)

一、土壤形成的自然条件

锡林河流域位于内蒙古锡林郭勒盟东部，大兴安岭南端西侧。地理位置为，北纬 $43^{\circ}30'$ 至 $44^{\circ}36'$ ，东经 $115^{\circ}38'$ 至 $117^{\circ}14'$ 。跨越昭盟克什克腾旗、锡盟阿巴哈纳尔旗、西乌珠穆沁旗西南部、阿巴嘎旗东南部，全流域面积约一万余平方公里，河流长210公里（图1）。无疑，锡林河是锡林郭勒大草原上最重要的河流之一，本流域也是内蒙古最重要的牧业基地。

（一）地质基础与地貌特征

地质基础是本区地质历史发展过程的结果，是形成现代地貌主要特征的内部根据，同时也是间接影响本区水、热条件最重要的因素。土壤母质的基本特性，常常为地质条

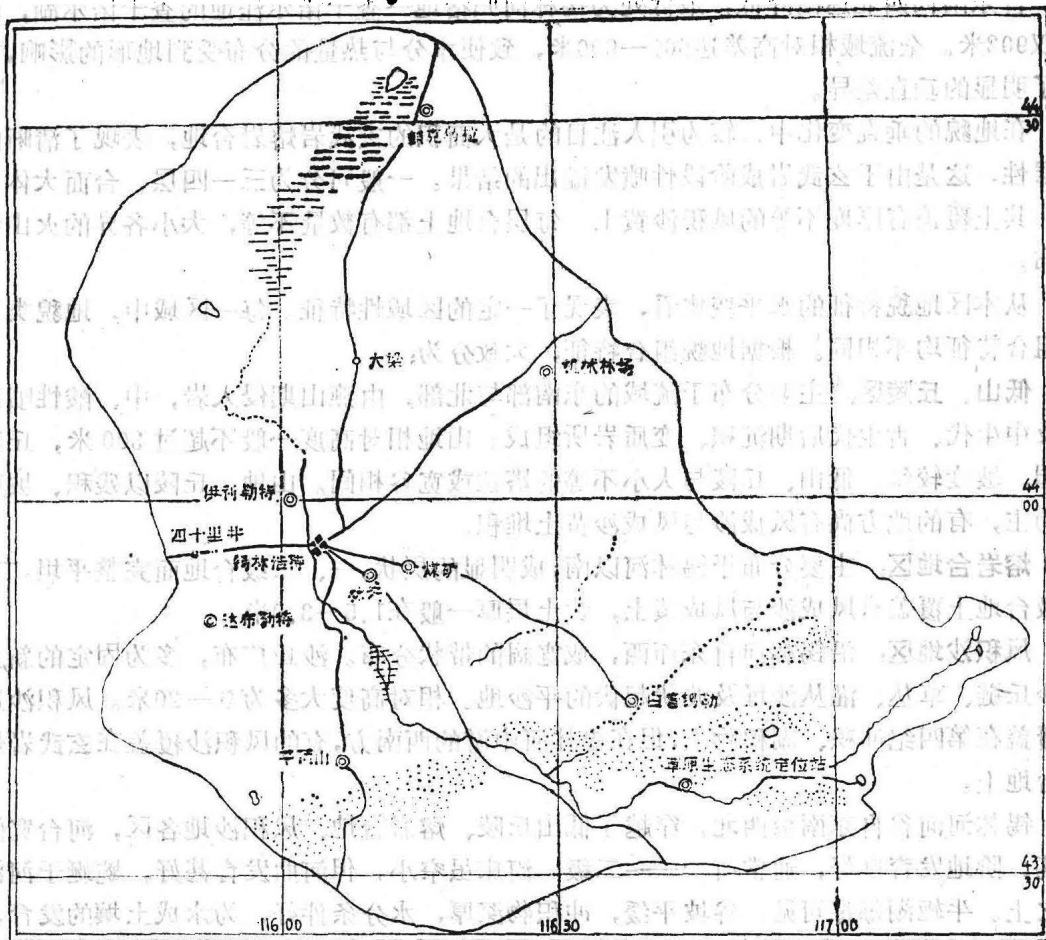


图1 锡林河流域地理位置

件、岩石的产状、成分和性质所决定。

本流域在地质构造上大部分位于内蒙海西晚期褶皱带的东南部，但上游地区部分属大兴安岭海西早期褶皱带，有石炭、二迭纪板岩、灰岩及砂岩出露。

中生代为燕山运动所影响，表现了明显的断块运动，伴以大量的中、酸性岩浆喷出及岩浆侵入，使本区广泛分布有安山岩、流纹岩及大量以岩株、岩脉产出的钠长石化天河石花岗岩、云英岩化花岗岩、黑云母花岗岩及花岗斑岩，为现代土壤发育钙元素分布的不均匀性奠定了最初的物质基础。

新生代本区构造运动表现了明显的升降运动与断裂运动。大范围的断陷沉降主要发生于第三纪初期，如浑善达克沉降盆地、海流特沉降盆地、朝克乌拉沉降盆地等，其中浑善达克、朝克乌拉等盆地并多次连续下沉。这些地堑式凹陷，为第三系与第四系的湖相沉积具备了条件，而深厚的湖相沉积为第四纪形成广泛的风积物准备了物质基础。

在喜马拉雅运动期间，本区构造运动的重要特征是基性岩浆沿断裂线大规模活动，并多次间歇性溢出地面，致使玄武岩与湖相沉积物相互成层。玄武岩在本区广为分布。

多次构造运动为现代地貌的发展奠定了基础。从全流域的基本地势看，东部受大兴安岭褶皱隆起影响，并为燕山运动所加强，地势较高，海拔一般多在1400—1500米左右。自东南向西北逐渐降低，最低处为锡林河归宿地——查干诺尔洼地的查干诺尔湖，海拔仅902米。全流域相对高差达500—600米，致使水分与热量的分布受到地形的影响，表现了明显的垂直差异。

在地貌的垂直变化中，较为引人注目的是大面积的玄武岩熔岩台地，表现了清晰的成层性，这是由于玄武岩成阶段性喷发溢出的结果。一般可分为三—四层，台面大体平坦，其上覆盖有厚度不等的风积沙黄土。每层台地上都有数量不等，大小各异的火山锥分布。

从本区地貌特征的水平变化看，表现了一定的区域性特征。每一区域中，地貌类型的组合特征均不相同。根据地貌组合特征，大致分为：

低山、丘陵区：主要分布于流域的东南部与北部，由燕山期侵入岩，中、酸性喷出岩及中生代、古生代后期沉积、变质岩所组成。山地相对高度一般不超过300米，丘顶浑圆，坡度较缓。低山、丘陵与大小不等的塔拉或宽谷相间。山地、丘陵以残积、坡积物为主，有的地方尚有风成沙与风成沙黄土堆积。

熔岩台地区：主要分布于锡林河以南，成明显的层状，一、二级台地面完整平坦。二、三级台地上覆盖有风成沙与风成黄土，黄土层厚一般在1.5—3.0米。

风积沙地区：沿锡林河自东而西，成宽阔的带状分布。沙丘广布，多为固定的新月形沙丘链、草丛、灌丛沙堆及波状起伏的平沙地。相对高度大多为5—20米。风积沙通常覆盖在第四纪冲积、湖积物上，但在锡林河中游的西南方，有的风积沙覆盖在玄武岩熔岩台地上。

锡林河河谷自东南至西北，穿越了低山丘陵、熔岩台地、风积沙地各区，河台宽阔坦荡，阶地发育良好，通常有一—二级。河床虽窄小，但河曲发育甚好，蜿蜒于河漫滩之上。牛轭湖每每可见，谷坡平缓，冲积物深厚，水分条件好，为水成土壤的发育，提供了良好的环境。

从全流域地面的侵蚀情况看，一般不甚强烈，沟谷较少，坡面完整，土层较厚。但

在锡林浩特以北地区，侵蚀、剥蚀现象逐渐增强，基岩裸露，土层较薄，沟谷较多。沙带在植被被破坏了的地方，局部风蚀明显，成土条件不很稳定。此外，在被开垦与过渡放牧的地方，风蚀沙化现象有逐渐增强的趋势。

(二) 气候特征

地理位置、大气环流特征及地形影响决定了全流域的气候特征。无论从热量条件，还是从水分条件，都显示了从锡林河上游至下游，从东南至西北有规律的变化。

(1) 热量条件

从光照时数看，表1表明：位于东部大兴安岭西侧低山丘陵区较湿润地带的白音敖

表1 锡林河流域日照时数

地 点	白音敖包	白音锡勒	白音淖尔	锡林浩特
日照时数 (小时)	2603.7	2659.9	2932.2	2880.2

包，大体比锡林河中、下游的白音淖尔、锡林浩特要少300小时左右，约占全年的11.5%，并随着地势降低，向西北方向递增。

热量条件的变化主要以温度特征来表现。从锡林河流域整体看，气温偏凉，冬严寒而漫长，最低气温达 -35°C 以上，白音敖包竟达 -45.5°C (表2)。年均温一般都在

表2 锡林河流域温度状况

项目 地点	一月均温	七月均温	年 均 温	绝对最高气温	绝对最低气温
白音敖包	-23.4	17.4	-1.4	30.8	-45.5
白音锡勒	-22.0	18.3	-0.3	31.8	-42.9
白音淖尔	-19.9	19.2	0.7	35.2	-38.3
锡林浩特	-19.5	20.4	2.0	36.4	-36.7
巴彦保力格	-20.5	20.8	1.7	—	—

-1.5°C — 2.5°C ；夏季温暖，但比较短暂，一年中月平均温度在 15°C 以上仅三个月左右。

$\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的积温不仅对绿色植物的生长有着重要意义，而且对土壤微生物的活动，以

及土壤内部风化作用及化学与物理过程的进行, 都是重要的。从 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的温度状况(表3)看, 锡林河上游地区(白音敖包)要比中、下游(锡林浩特)明显偏少, 积温差达 639°C , $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的总日数也少二十余日。无霜期同样显示了下游有明显增加的趋势, 由

表3 锡林河流域 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 日数、积温与无霜期

项目 地点	$\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的 平均初日	$\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的 平均终日	$\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的 总日数	$\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的 年积温	无霜期 平均日数	积温年 变化 $^{\circ}\text{C}$
白音敖包	3 / 5	20 / 9	137	1942	65	$\pm 57-120$
白音锡勒	4 / 5	23 / 9	142	2082	70	$\pm 10-95$
白音淖尔	3 / 5	1 / 10	151	2289	73	$\pm 71-139$
锡林浩特	24 / 4	4 / 10	164	2581	105	$\pm 94-139$
巴彦保力格	24 / 4	2 / 10	161	2667	105	—

65天增至105天。

(2) 水分条件

大气降水是土壤水分最重要的来源, 也是绿色植物赖以生存和影响土壤性质最重要的生态因素之一。

锡林河流域的降水特征与温度分布特征表现了明显的一致性: 温度愈低, 年降水量愈大(表4), 由上游450毫米向下游逐渐递减, 直至300毫米以下。

表4 锡林河流域降水状况

项目 地名	白音敖包	白音锡勒	白音淖尔	锡林浩特	巴彦保力格
平均年降水量(毫米)	448.9	427.9	373.1	326.5	255.5
最大年降水量(毫米)	576.8	563.8	439.0	561.4	—
最小年降水量(毫米)	310.2	264.3	349.2	259.2	—
降水量年变率%	29.7	34.95	24.1	46.25	—
5—9月降水占全年%	87.3	88.2	89.9	90.5	—

本区大气降水年变率较大, 一般变化都在30%以上, 最大如锡林浩特, 竟达46.25%, 其变化随干旱程度增加而递增。变化幅度一般与年变率相一致。如白音敖包变幅为266.6

毫米,而锡林浩特却可达302.2毫米。

由于本区降水主要受热带海洋气团所影响,在季节分配上集中于夏季,5—9月间降水量占全年降水量的80—90%左右,与高温同期,有利于绿色植物生长的需要。不过,降水常以暴雨形式出现,在植被遭破坏的局部地区,造成水土流失。

(3) 风力条件

在干旱、半干旱地区风力条件是进行土壤侵蚀与堆积最重要的外营力,对土壤的稳定性及其形成过程,产生深刻的影响。

全流域年平均风速约3.65米/秒,主风向为WS—WSW,大风日平均48.65天。但各地风速不甚均匀,其中以白音锡勒地区大风日最多,可达73.8天(表5),最大月平均风速24米/秒。但年平均风速以白音淖尔地区最大,达4.6米/秒,风蚀较强烈。

表5 锡林河流域的风向与风速

地点 项目	白音敖包	音白锡勒	白音淖尔	锡林浩特	朝克乌拉
年均风速 (米/秒)	3.2	3.3	4.6	3.5	3.8
最大月风速 (米/秒)	20	24	20	18	—
大风日数	27.0	73.8	42.1	59.1	31.7
主 风 向	C.SW	WSW	SW	C.SW	SW

综上所述,锡林河流域气候条件自源头至下游,显示了清楚的规律性,主要由于东南季风与地形因素的影响,降水量、湿度自上游向下游逐渐减少;相反,温度与蒸发量向下游逐渐增加,这就使地面植被条件、腐殖质的淋溶与累积、碳酸盐的淋溶与淀积、盐渍化过程的强度等,都表现了明显的分异性,使本区土壤形成过程趋于复杂,类型多样化。

(三) 成土母质

成土母质是土壤形成的骨架,也在相当程度上决定了土壤的物理与化学性质。

锡林河流域成土母质类型大致有:基岩风化残积物、坡积物、砂质风积物、风积沙黄土、河湖相沉积物、火山堆积物等,现分叙如下:

(1) 基岩风化残积物

基岩风化残积物分布广泛,主要分布于本流域的低山、丘陵及剥蚀漫岗的顶部,熔岩台地台面风积沙黄土的下部也存在着玄武岩风化残积物。其堆积特征是:土层薄,通

常为0.5—1.0米，很少超过1.0米，层次不分明，下部石砾逐渐增多，石砾未经搬运，棱角分明。但由于土内风化结果，石块间常为风化砂壤——粘土所充填。

残积物的化学成分主要决定于母岩。本区风化残积物的母岩主要有：花岗岩类（云英岩化花岗岩、钠长石化花岗岩、黑云斜长花岗岩、天河石花岗岩、黑云花岗岩、中细粒花岗岩、文象钾长花岗岩等）；辉长岩类（角闪辉长岩、蚀变辉长岩）；闪长岩类（暗色闪长岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等）；安山岩类（片理化安山玢岩、变质安山岩、蚀变安山岩）；玄武岩、流纹岩以及多种变质岩，如石英片岩、片麻岩、黑云斜长片岩、绿泥石英片岩等。

这些基岩的化学成分均不相同，但对于土壤形成过程意义最为重要的莫过于 SiO_2 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 等常见化合物。这些化合物在基岩中的含量，常常决定土壤发育过程中 CaCO_3 的淀积强度、机械组成特征，甚至盐碱化特征（表6）。

从上表不难看出，玄武岩、安山岩、闪长岩、角闪辉长岩、花岗闪长岩、石英闪长岩类等基岩，均富含 CaO ，一般都在4%以上，甚至多达10—11%以上。发育在这些基岩上的母质必然富含 Ca 盐，造成深厚的碳酸盐类的淋溶与淀积。而 SiO_2 的含量却较少，一般仅为50%上下。辉长岩、黑云花岗闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩等富含 P_2O_5 ，有利于植物生长与土壤的形成发育。相反，另一些基岩，如钠长石化天河石花岗岩、文象花岗岩、中粒花岗岩、钾长花岗岩、云英岩等， CaO 一般含量均在1%以下，但 SiO_2 含量较多，几乎都在75%以上。由于 SiO_2 性质稳定，耐风化，因此，这类岩石的风化残积母质，均以粗骨性为其特征，渗透性能较好，但风化粘粒矿物多含高岭土， K 、 Na 盐类均较丰富。

（2）坡物积—洪积物

坡积物为常见的土壤母质类型，广泛分布于锡林河流域东部与东北部低山、丘陵区。坡积物的堆积特征是：层理不清，堆积物机械组成不均，厚薄不等。但愈往坡下，一般堆积厚度愈大，颗粒愈细。由于坡积物的搬运距离不远，岩石碎屑物的棱角尚分明，其化学性质常为附近基岩及基岩风化碎屑物所决定。

洪积物在全流域分布相当广泛，其所在部位常与坡积物相连，多为坡积物下方的缓坡地带并向丘间盆地、塔拉中心延伸；或在干沟谷地及沟口扇形地带常见。沉积物有一定的层理，但分选并不良好，粗细相间。全流域现代洪积物并不发育，不少为第四纪更新世中、后期的洪积产物。

（3）河湖相沉积物

河源冲积物沿锡林河及其支流分布。但现代（ Q_4 ）河流冲积物并不普遍，更为常见的却是古河源冲积物（ Q_{2-3} ），主要分布于锡林河一、二级阶地。冲积物具有良好而清晰的层理，分选尚好，地面平坦，上部为一厚薄不等的壤土层，下部常见有潜育锈斑，机械组成较粗，多为砂质，但有时可见到沙、壤相互成层。

现代湖相沉积除个别地方，如位于锡林河上游地区的札克斯特诺尔外，已很少见。但古湖相沉积物（ Q_{1-2} ）却每每可见。其机械组成与矿物成分、磨圆度等都明显区别于现代河流冲积物与风积沙（表7—8）。

表6 锡林河流域主要基岩化学成分及含量※

岩 石 名 称	采样地点	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	烧失量 %	总数%
纳长石化天河石花岗岩	车林塔拉	73.37	0.08	14.72	1.35		0.11	0.41	0.22	5.58	3.15	0.02	0.47	99.48
中粒花岗岩	查干敖包	74.94	0.10	13.59	0.59	0.82	0.01	0.16	0.51	3.85	5.70	0.03	0.52	100.82
细粒花岗岩	乌拉苏太	78.04	0.23	11.78	0.91	0.82	0.03	0.25	0.39	3.30	3.75	0.02	1.30	100.82
黑云花岗岩	苏哈图西	73.36	0.15	14.79	0.06	1.19	0.03	0.59	1.11	2.53	5.27	0.04	1.02	100.14
文象钾长花岗岩	乌拉苏太	75.05	0.20	12.43	3.66		0.20	0.08	0.37	3.30	4.25	0.08	0.87	100.48
云 英 岩	车林塔拉	73.36	0.15	15.14	4.04		0.56	0.18	0.06	1.15	4.20	0.05	0.89	100.78
云英岩花岗岩	车林塔拉	73.42	0.05	14.78	2.19		0.26	0.20	0.01	3.65	3.20	0.02	1.25	99.03
钠长石化云英岩花岗岩	车林塔拉	76.22	0.08	13.23	1.88		0.20	0.25	0.44	4.55	3.10	0.02	0.83	100.8
角闪辉长岩	小乌蒙沟	50.52	0.70	17.45	11.31		0.30	6.96	11.30	2.00	0.15	0.10	0.90	101.42
花岗岩	包默台诺尔	62.19	0.10	16.10	1.73	3.70	0.08	2.88	4.85	3.98	1.48	0.49	1.89	99.47
黑云斜长花岗岩	查干努润	68.92	0.58	13.90	1.65	2.60	0.08	1.86	3.54	3.71	1.43	0.25	1.98	100.50
石英闪长岩	石灰窑	59.57	0.65	16.80	1.44	3.89	0.12	3.91	6.28	3.03	1.82	0.31	2.52	100.34
片理化安山岩	哈尔呼舒	53.90	0.55	19.55	8.20	4.07	0.23	3.25	4.64	4.02	1.20	—	—	99.61
蚀变安山岩	哈尔呼舒	53.09	1.36	18.27	7.62	4.83	0.12	4.04	6.87	4.43	0.32	—	—	100.95
流纹岩	苏哈图	75.36	0.32	12.95	1.16	1.00	0.03	0.20	0.93	2.22	4.16	—	—	98.33
褐色气孔玄武岩	贝力克牧场	44.03	3.45	12.44	12.46	0.86	0.14	11.52	8.30	3.34	1.94	—	—	98.50
黑色玄武岩	贝力克牧场	42.91	3.55	14.56	3.61	9.96	0.18	10.58	9.67	3.14	2.14	—	—	100.3

※ 分析资料引自 1:20万锡林浩特幅“区域地质调查报告”。

表7

锡林河流域冲积沙、湖积沙与风积沙机械组成比较

采样地点	沉积类型	颗 粒 组 成 (%毫米)						
		1— 0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	<0.01
锡林河上游沙地	风 积 物	49.2	41.2	3.5	0.7	0.7	4.7	6.1
锡林河中游河谷	冲 积 物	0.5	73.9	14.3	1.1	1.1	9.2	11.3
锡林河下游察干 诺尔湖滨	冲 积 湖 积 物	3.7	89.5	1.2	0.2	1.4	4.0	5.6

从上述分析可见，湖积沙质地均匀，磨圆度好，其矿物成分明显的以石英为主（85—90%），其他矿物成分仅占10—15%。而冲积沙成分却要复杂得多，风积沙即介

表8

锡林河流域冲积沙、湖积沙与风积沙矿物成分比较

采样地点及 沉积类型	轻矿物%		重 矿 物 %												
	石 英	长 石	电磁性矿物%					重 矿 物 %							
			石 榴 石	绿 帘 石	铁 矿 物	辉 角 闪 石	电 气 石	白 钛 石	锆 石	金 红 石	蒙 晶 石	重 晶 石	独 居 石	锐 钛 矿	磷 灰 石
草原定位站比	99.73		0.27												
风 积 沙	73	27	40	31	25	3	-	2	88	10	xxx	xxx	xx	xx	-
河流现代冲	99.66		0.34												
积 沙	75	25	35	30	32	2	1	1	83	15	xxx	-	-	-	-
古湖积沙	99.69		0.31												
(玄武岩以及台地)	85	15	50	40	2	2	3	1	85	10	xxx	xxx	xxx	xx	1

注：×代表矿物个体××为十位×××为百位数。

于前两者之间，这是由于风积沙来源于前两者，在风积过程中常常为二者的混合。

(4) 沙质风积物

沙质风积物主要分布于锡林河中、上游北岸沙地。这一带沙地可以认为是浑善达克沙地的最北部分。其形成大约为晚更新世荒漠化时期的产物，现已基本固定。但由于人为的破坏，在不少局部地段形成流沙或风蚀坑，植物固定较差外，一般都呈固定的沙垄或新月形沙丘链，但也有不少地方为波状起伏的沙地或沙堆。在锡林河上游地区，不少丘陵表层均伏盖有厚薄不等的风积沙，其下伏多为基岩。

本区风积沙均为就地起沙堆积而成，各地沙粒矿物组成与机械组成不完全相同（表9），这是由于各地沙原的沉积类型并不完全相同所致。但总的趋势是石英占有绝大部分，起源于古湖积沙的风积沙，暗色矿物与长石均较少，碳酸盐含量也少。

表9 锡林河流域风积沙机械组成与矿物成分

分析项目	矿物成分 (%)			机械组成 (毫米·%)				
	SiO ₂	长 石	暗色矿物	>1.0	0.5—1.0	0.25— 0.5	0.1— 0.25	<0.1
宝恩陶海沙丘顶部	70	20—25	5—10	—	35.0	32.4	31.3	1.3
沃村吐儒南沙丘顶	60—75	10—15	30—10	0.3	42.8	26.2	28.5	7.2
乌拉苏太南沙丘顶	75	15—20	<10		40.7	29.4	26.8	3.1

沙地水分条件较好，每年虽有季节性变化，但沙丘内部含水量通常都在3—4%，有效水分比较例高，每年都能得到大气降水的补给，有利于植物生长与沙地土壤的发育。

(5) 风积沙黄土

风积沙黄土主要分布于锡林河南岸的玄武岩熔岩台地及部分低山、丘陵，尤以二、三、四级熔岩台地为甚。土层大多为2—3米，粗粉砂质，无层理，质地均匀(表10)，

表10 锡林河流域沙黄土机械组成与化学性质

项目	CaCO ₃ %	不同粒级颗粒含量 %						
		1— 0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	<0.01
牛圈山北500米	8.89	—	42.4	30.7	3.9	5.5	17.5	26.9
崩崩台东南6公里	5.81	1.4	56.6	22.8	2.4	2.9	13.9	19.2

表11 锡林河流域沙黄土矿物成分

项目 采样地点	轻矿物%		重 矿 物 %											
	石 英	长 石	电磁性矿物%					重 矿 物 %						
			石榴石	绿帘石	铁矿物	辉角闪石	电气石	锆石	金红石	白钛石	蒙晶石	楣石	刚玉	尖晶石
三级玄武岩	98.47		1.53											
熔岩台地	76.3	23.7	45	30	15	5	xx	65	20	xx	xx	x	x	x

富含 CaCO_3 。

锡林河流域的沙黄土属晚更新世堆积物，与黄土高原马兰期黄土相当。晚更新世后期，整个内蒙经历了一次空前的荒漠化时期，气候干旱，年降水量仅为100毫米上下。锡林河南岸熔岩台地恰好位于南面的浑善达克沙地与北岸的沙带之间，处于一种黄土堆积环境。由于距沙地较近，故堆积黄土颗粒较粗，物理粘粒偏少，一般不超过30%，而粉砂却占40—50%，并含有相当数量的砂粒，故称沙黄土。

(四) 地表水与地下水

地表径流在锡林河流域普遍较弱，表现在河网密度小，流量不大，大多河流在一年中经常处于干涸状态，多为季节性径流，由于植被较好，河流含沙量不大。

除锡林河外，支流尚有霍斯特郭勒、好来图郭勒及好来郭勒。一般流程为十余公里至几十公里。其径流特征如下（表12）：

表12 锡林河及其支流径流特征

河流名称	水深(米)	流速(米/秒)	流量(秒/公方)	年迳流量(亿方)	测站位置
锡林河	0.293	0.472	0.905	0.2854	锡林浩特水文站
好来吐河	0.08	0.022	0.004	—	白音锡勒总场
昌吐河	0.148	0.107	0.021	—	
好来河	0.018	0.103	0.003	—	巴彦胡硕以下

地面水域除河流外，尚有扎克斯特诺尔湖，湖面1.68平方公里，平均水深1.3米，容积为220万立方米。湖水来源以地下水及降水补给为主，水质尚好， $\text{PH}7.7$ ，总碱度为9.7。此外，锡林河最终归宿地为查干诺尔湖，湖面季节性变动较大，矿化度较高，以致造成周围地区的普遍盐渍化。

地下水在锡林河流域有明显的分区特征：

河谷区：包括锡林河、好来吐河、好来川等主要河流河谷地带。含水层为全新统冲积砂砾层，水位埋深一般小于2米。好来吐河河谷上层砂砾层下有一下更新世的隔水层，因而埋深较浅，潜水呈上层滞水分布，导致大片沼泽出现，昼夜出水数十——数百吨。好来川有全新世埋藏沟谷存在，迳流条件差，潜水蒸发浓缩作用强烈，矿化度达1克/升，水质较差。锡林河河谷潜水位埋深较浅，中、上游迳流条件好，矿化度低，但下游迳流条件较差，矿化度显著增高。

沙地区：锡林河中、上游北岸沙地潜水来源主要为大气降水补给，地下迳流循环条件好，水质优良，矿化度多小于0.5克/升。但沙地东西各段水文地质条件并不一致。一般沙层下伏为基岩（花岗岩、变质岩或火山岩）者，其沟谷底部有利于地下水的汇集

和储存,一般埋深浅水量较大,甚至溢出地表成泉,如阿拉泉等。倘沙丘下伏为锡林河阶地,由于下伏地层为上更新世沙层,隔水性能差,故潜水埋藏深。

塔拉洼地区:如海流特塔拉,桃林塔拉等属之。潜水呈线状分布。由于大面积上新统湖相粘土层出露或部分上新统至下更新统深厚砂层出现,均不具备储水条件,故潜水贫乏。但在古河床线上,潜水量较大,质量也好。埋深2~5米,矿化度小于1克/升,属HCO₃型水,但随着流向洼地出口,矿化度增高,可达1—3克/升,甚至11.3克/升,水化学类型属HCO₃—Cl型与HCO₃—Cl—SO₄型。

熔岩台地区:由于熔岩台地高而平坦,玄武岩垂直裂隙发育,玄武岩以下为深厚沙层,渗透良好,排水畅通,故潜水埋藏较深,但局部地区下方有红粘土或致密玄武岩,可形成储水条件,潜水位较浅,如棚波土一带,潜水埋深仅0.5—1.0米左右,造成局部盐化现象。

丘陵低山区:本区地下水以大气降水补给为主,属HCO₃型,但水位埋深较大,为基岩裂隙储存。在丘间沟谷内,多堆积有松散沉积物,其间潜水为裂隙潜水、裂隙承压水和大气降水补给、水质较好,有的在沟谷中溢出成泉。

(五) 植被特征

锡林河流域东部低山丘陵为大兴安岭向西过渡延伸地段,地势较高,有一定垂直地带因素的影响。气候自东向西,逐步由湿润趋于干燥,因此,植被也相应由东向西有着明显的变化。分布的主要类型有:夏绿阔叶林、沙地疏林、沙地夏绿阔叶灌丛,沙地半灌木丛、草原(包括草甸草原与典型草原)、草甸和沼泽等。现概述于后:

(1) 沙地夏绿阔叶林

分布于锡林河上游覆沙丘陵的阴坡,成斑块状小片与草甸草原或多杂类草典型草原相间,乔木层由山杨(*Populus davidiana* Dode)、白桦(*Betula platyphylla* SUK)混合组成,以山杨居多,郁闭度在60%以上。属次生林。灌木层由中生灌木组成。常见植物有山荆子(*Malus baccata* (L.) Borkh)、黄花忍冬(*Lonicera chrysantha* Turcz)、蒙古荚蒾(*Viburnum mongolicum* (pall.) Rehd)、柔毛绣线菊(*Spiraea pubesns* Turcz)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、黑果栒子木(*Cotoneaster melanocarpus*)、红果山楂(*Crataegus Sanguinea*)等。林下草本层由中生杂类草组成,主要有:玉竹(*Polygonatum Qdoratum* (Mil.) Druee)、芍药(*Paeonia Lactiflora* pall)、歪头菜、藜芦(*Veratrtrum nigrum* L)、地榆(*Sanguisorba Qfficinalis* L)茜草(*Rubia Cordifolia*)等,苔草层有一定发育。

枯枝落叶丰富,能形成明显的枯枝落叶与半分解的有机质残体层。

(2) 沙地榆树疏林

广泛分布于锡林河北岸沙地,由散生的家榆(*Ulmus pumila*)组成,分布稀疏,不连续成层,一般高3米左右,胸径5—10厘米,树干弯曲,多分枝。

沙地榆树疏林常与中生、中旱生灌丛,如山荆子、稠李(*Prunus padus* L. var.

Pubescens Regel) 矮斗叶绣线菊 (*Spiraea aquilegifolia* pall.)、西伯利亚杏 (*Prunus sibirica* L.) 等构成复区。

榆树疏林由于覆盖度低,不能形成明显的枯枝落叶层,对土壤的发育不能构成深刻的影响。

(3) 灌丛

灌丛主要分布于沙地,但在锡林河上游沼泽地也有零星分布,依据其植物种组成,大致包括。

长绿针叶灌丛:建群种仅有臭柏 (*S. vulgaris* Ant.) 一种,多葡萄生长、盖度可达40%,林下草本层主要由中旱生杂类草组成,如细叶山萝卜 (*Scabiosa isetensis* L.)、白婆婆纳 (*V. incana* L.)、柴胡 (*Bupleurum bicaule* Helum)、沙地萎陵菜 (*potentilla filipendula*) 等。

沙地中生灌丛:多为夏绿阔叶灌丛,以斑块状分布于沙丘的阴坡。主要成分有山荆子、稠李、虎榛子、山刺玫 (*Rosa davica* pall) 等,林下常见草本植物有大婆婆纳 (*V. dahurica* stev.)、裂叶艾蒿 (*Artemisia laciniata* willd.)、凸脉苔草 (*Carex anceolata* Boote) 等。总盖度较大,多在50%以上。在锡林河中游以下沙地,灌木组成多由耐旱灌木,如矮斗叶绣线菊、小叶锦鸡儿 (*Caragana microphylla* lam) 等为主组成。

大果榆、山杏沟谷灌丛:大果榆 (*Ulmus macrocarpa* Hance) 主要分布在石质丘陵的沟谷中,山杏除丘陵沟谷外,沙地也常见,其伴生种类也多为耐旱草本植物。

西伯利亚沼柳灌丛:成片分布于锡林河源头沼泽地,也零星分布于锡林河谷及海流特沟,伴生草本植物多为喜湿苔草与杂草类。

(4) 沙地半灌木丛

沙地半灌木丛是锡林河流域沙地分布最广泛的一个植被类型,主要由沙蒿 (*Artemisia* sp.) 组成,其他常见优势种与伴生种有冷蒿 (*A. frigida* Willa)、羊草 (*Festuca Qvina*)、叉分蓼 (*Polygonum divaricatum*)、沙竹 (*Psammochloa mongolica*)、糙隐子草 (*Cleistogenes squarrosa*)、沙地萎陵菜等。沙蒿群落结构简单,总盖度一般为20%左右。沙蒿群落的出现,表现了沙丘正趋于稳定,并向固定方向发展。

(5) 草原

草原是锡林河流域最重要的植被类型,占全流域面积的85%以上。其中,锡林河上游地区气候较湿润,草群中除旱生禾草外,占主要成分的乃是旱中生或中生杂类草与禾草,植物生长密茂,景象较华丽,属草甸草原。中、下游地区,气候渐干燥,草群组成以旱生禾草占绝对优势,缺少中生性杂类草,此种类型属典型草原(干草原)。

根据群落组成成分的不同,草甸草原通常主要包括:贝加尔针茅草原;西伯利亚艾菊草原;羊草、杂类草草原;羊茅、羊草、中旱生杂类草草原等。主要建群种与优势种为:贝加尔针茅 (*Stipa baicalensis*)、西伯利亚艾菊 (*Filifolium Sibiricum*)、羊草、羊茅 (*Festuca Qvina*)、日阴菅 (*Carex pediformis* C. A. Mey.)、黄囊苔草 (*C. korshinskyi* kom)、线叶棘豆 (*Oxytropis filiformis*)、地榆 (*Sanguisorba*

Officinalis.) 等。植被盖度一般都在60%以上, 有机物产量丰富, 每年能给土壤提供大量的有机质来源。

典型草原(干草原)通常包括: 羊草、丛生禾草草原; 羊草、冷蒿草原; 大针茅草原; 克氏针茅草原; 冷蒿草原。主要建群种与优势种为: 大针茅(*Stipa grandis*.)、羊草、冰草(*Agropyron Cristatum*.)、阿尔泰紫菀(*Aster altaicus*.)、细叶葱(*Allium tenuissimum*.) 轮叶藜陵菜(*Potentilla verticillaris*.)、冷蒿、早熟禾(*Poa pratensis* L.)、克氏针茅(*S. krylovii* Rsher.)、落草(*Koeleria Cristata* (L.) pers)、糙隐子草、知母(*Anemarrhena asphodeloides*) 等。植被盖度一般都在40%以上, 但在锡林河下游植被盖度较低。

(6) 草甸

草甸属非地带性植被类型, 多沿河流、湖滨或丘间塔拉低地分布, 水分条件好, 植物多属中生、湿生类型。所包括的植被亚型有草原化草甸、普通草甸、盐化草甸、沼泽草甸。主要建群种与优势种为: 马蔺(*Iris lactda* var. *Chinensis* Koidz)、芨芨草(*Achnatherum Splendens*(Trin) Nevski.)、寸草台(*Carex duriuscula* C. A. Mey.)、大车前(*Plantago asiatica* L.) 拂子茅(*Calamagrostis epigejos*(L.) Roth)、裂叶艾蒿、地榆、歪头菜、异燕麦(*Helictotrichon Schellianum*(Hack.) kitag.)、贝加尔针茅、凸脉苔草等。盖度通常较大, 植物种类成分丰富, 归还于土壤的有机物数量大, 对土壤有机质的累积有重要影响。

(7) 沼泽

沼泽在全流域所占面积不大, 主要分布于锡林河源头及河谷河曲发达的地段, 地面常积水, 或地下水很浅(0.5米以内), 主要建群种、优势种为: 踏头苔草(*Carex tatchang*)、水葱(*Scirpus validus* Vahl.)、蘼草(*S. triqueter* linn.) 芦苇(*Phragmites Communis* Trin.) 等, 盖度可高达90—100%, 有机物丰富。