

辽宁省 第二次土壤普查专题研究 文选

辽宁大学出版社

贾文锦 李文科 主编





ISBN 7-5610-1034-6

N · 003 定价: 20.00元

辽宁省第二次土壤普查 专题研究文选

主编 贾文锦 李文科

辽宁大学出版社

一九九〇年·沈阳

责任编辑:马 静

封面设计:刘桂湘

责任校对:金耀青

辽宁省第二次土壤普查专题研究文选

主编 贾文锦 李文科

*

辽宁大学出版社出版发行 (沈阳市崇山中路66号)
沈阳农业大学印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 30.25 字数: 600千
1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷
印数: 1—700

*

ISBN 7-5610-1034-6

N·003 定价: 20.00元

前 言

土壤是农业的基础。开展土壤普查、搞清土壤资源的数量和质量，是合理利用土地，因地制宜地进行农、林、牧合理布局以及实行因土种植、因土施肥、因土改良的基础工作，也是实现农业现代化的一项基本建设。根据国务院[1979]111号文件精神，我省从1979年开始进行第二次土壤普查工作，同时开展了相应的科学研究和土壤普查成果应用工作。多年来，在各级党委和政府的正确领导下，经过全体科技人员的积极努力，取得了很大成绩。目前，全省各县（区）土壤普查已经完成，13个市级土壤普查资料汇总和验收亦已结束，省级汇总工作也已基本就绪。为检阅我省在这方面的成果，推动土壤普查成果的应用，我们将近五年来全省各地有关土壤普查科学研究和试验示范的论文、报告、总结，按土壤分类，土壤理化性质，土壤改良与利用，合理施肥研究与应用，土地评价等五部分内容进行了选编，并定名为《辽宁省第二次土壤普查专题研究文选》。

《文选》内容是从1000余篇约400万字的研究报告、调查报告和工作总结中选取的。在选编中主要围绕土壤普查与其成果应用这一主题，收录的文章力求具备有明确的论点和可靠的论据。在编选中也考虑到单位和地区间的分布，以全面反映我省这方面的研究水平和成果。由于篇幅有限，对收录文章的文字上作了删节和修改，对一些论文、报告进行了摘要和综述。有些颇有水平的论文也不能尽数收集在内。

《文选》正式出版，可供科研、教学和农、林、牧生产部门的专业人员参考。限于编者水平，不妥之处，请批评指正。

编 者

一九九〇年七月一日

目 录

第一部分 土壤分类研究

辽宁土壤和景观的演化·····	贾文锦 (1)
辽宁省的成土母质类型及其在成土中的作用·····	贾文锦 王锦珊 苏雨贵 曲延林 (16)
辽宁省暗棕壤的形成及其特性的研究·····	贾文锦 陈国玉 隋尧冰 朱玉春 李春金 (38)
辽宁省酸性棕壤的基本性状及其形成特点·····	贾文锦 李金凤 张奎男 崔英淑 (50)
不同起源土壤与水稻土形成的关系·····	江 渊 雷永振 (62)
辽宁省土壤分类·····	曲延林 (71)
浅谈地带性与土壤分类·····	贾文锦 隋尧冰 (77)
关于辽宁省东北山地丘陵的土壤分类问题·····	蒋毓衡 (80)
苇田土壤概况·····	朱清海 苏正义 (85)
蛇岛土壤的特点及其分类与命名·····	白鸿祥 (93)

第二部分 土壤理化性质研究

辽宁省土壤养分肥力状况及其调控·····	黄文郁 (101)
辽宁省耕地土壤有机质平衡及有机肥料计量施用研究·····	沈阳农业大学土壤肥力研究室等 (109)
辽宁棕壤及褐土持水特征的研究·····	刘孝义 依艳丽 刘春梅 (117)
辽宁棕黄土母质的特性及其成因初探·····	胡童坤 梁成华 汪百义 崔良基 (129)
土壤中粘淀层的物理性质对植物根系发育的影响·····	隋鹏飞 (135)
辽宁省土壤侵蚀及分区概述·····	王永祥 曲延林 赵 斌 (139)
辽宁省坡耕地土壤抗蚀性的研究·····	陈维新 张玉龙 (144)
辽东湾岸段土壤中微量元素的含量及其分布·····	任玉民 赵 岩 魏晓敏 (149)
辽宁省海岸带土壤污染调查报告·····	王锦珊 李庆春 (157)

第三部分 土壤改良与利用研究

辽宁省土壤资源及其合理开发利用·····	佟士儒 (171)
论我省中低产土壤改良问题·····	苏雨贵 (177)
论我省风砂土及其改良·····	金 良 (182)
阜新地区风砂土及其改良利用·····	张厚令 张恩福 (191)

阜新地区盐渍土成因及其改良利用·····	王广志	(204)
滨海盐土的改良及其利用·····	任玉民	(210)
辽北(康、法、彰)地区苏打盐碱土特性及其改良·····	刘维成	(222)
辽宁省酸性土壤改良及其效果·····	姚毅	(232)
辽北土壤肥力现状及其主要培肥途径·····	李生满	(239)
辽北高产田的土壤条件及培肥措施·····	田长春 王亚文	(245)
沈阳市耕地土壤有机质保持 和提高的途径·····	李焕珍 张中原 谢桂兰 杨伟奇 朱涛	(251)
锦州市低产土壤改良与利用·····	锦州市土肥站	(257)
朝阳市土地退化状况及调整改善途径·····	董洪玉 邢恩荣	(268)
丹东地区中低产土壤改良利用的研究·····	范真 徐达天 于东亮	(272)
辽阳市中低产土壤分布类型及改良利用·····	辽阳市土肥站	(280)
试论张士灌区镉(Cd)污染问题及其合理解决和利用的途径·····	周锡爵	(287)
兴城市农田土壤有机质含量变化初报(摘要)·····	范仲尧	(290)
关于耕地土壤有机质含量变化的报告(摘要)·····	刘万凡 刘大志 李凤兰	(291)
稻草直接还田的增产效应及培肥作用(摘要)·····	东沟县土肥站	(292)
聚土耕作对改造坡耕地低产田的效果初报(摘要)·····	曹永胜	(294)
用细砂、炉灰改良黄粘土(摘要)·····	范真	(295)
施用石灰改良酸性土壤(摘要)·····	徐达天	(298)
我省西部地区有机旱作农业生产经验的初步总结·····	李树林 曲显儒 李文科	(300)

第四部分 合理施肥研究与应用

论松辽平原南部及其毗邻地区稻作施肥技术的改进·····	金安世	(304)
水稻推荐施肥专家咨询系统的研究·····	金安世 陈秋 孙芙英 熊范纶 张屹	(314)
辽宁省配方施肥技术的应用效果与发展·····	叶彦颖	(320)
水稻、玉米配方施肥的研究·····	金安世 孙芙英 陈秋	(324)
玉米配方施肥的研究·····	张士昌 张树泽 邓贵仁 原奎栋	(332)
配方施肥的系统研究与应用·····	张中原	(341)
优化配方施肥技术研究及其应用·····	李作成 薛宝玉 翁立云	(351)
肥料效应回归方程的解析—重组及其微观应用·····	祝文燕	(362)
辽阳市配方施肥技术工作的发展·····	辽阳市土肥站	(369)
试拟我省配方施肥工作的技术体系·····	金耀青	(371)
辽北应用磷肥的效果及预测预控·····	兆玉柱 井国泉 王亚文 张士昌	(376)
从磷肥的增产效益看磷肥的合理施用·····	抚顺市郊区土肥站	(385)
关于磷肥中三氯乙醛、三氯乙酸有关问题的探讨·····	尹金声	(390)
庄河县土壤钾的含量及钾肥的效果(摘要)·····	邵作鹏 杨永昌	(392)
宽甸县耕地土壤速效钾状况及钾肥施用(摘要)·····	玉明贵	(394)
微量元素肥料在我省农业生产中的应用(摘要)·····	张治钧	(396)

朝阳地区锌肥肥效及有效施用方法 (摘要)	孟凡琴	(401)
水稻土锌肥效应及施用技术 (摘要)	北镇县土肥站	(403)
水稻硅肥施用的研究 (摘要)	赵同发 姜年俊	(405)
浅论粮肥间作	苏正义	(407)
稻田养萍试验总结	李铁成	(411)
细绿萍综合开发利用试验研究	李铁成 徐达天	(416)
细绿萍在水稻土中矿化作用的研究	纪宝华 王方维 胡建成 王玉峰	(424)
增施有机肥是发展旱作农业的 根本措施	辽宁省土肥总站 辽宁省农牧业厅土肥处	(429)

第五部分 土地评价研究及其它

土壤在土地评价中的重要意义	贾文锦 佟士儒	(432)
辽宁省喀左县丘陵区土地评价中坡度、 侵蚀因素分级指标的研究	王秋兵 唐耀先 蒋毓衡	(437)
模糊数学方法在土地评级中的应用	朱振清 孟庆魁	(447)
抚顺市郊区土地生产力分级意见	孟祥富 王思柱	(454)
关于解决人口与耕地矛盾问题的探讨	苏雨贵	(459)

辽宁土壤和景观的演化

贾文锦

(辽宁省土壤肥料总站)

土壤形成过程是地质循环与生物循环共同作用的结果。每次新的地质循环必然伴随着新的生物循环而产生新的土壤类型。晚第三纪以来,隆起与剥蚀,冰期与间冰期,海侵与海退等地质循环,引起成土条件多次改变,毁灭了第四纪各时期的古土壤。因此,要探索第四纪以来的每次地质循环中的土壤形成特点和土壤演化是极其困难的。尽管如此,我们可借助地质、古生物、孢粉、古地理等资料,和残遗土壤特征,作为判断辽宁古土壤的地理分布、形成和演变的初步尝试。

一、自然环境与现代土壤

土壤是辩证的统一形成过程,它既打上了过去的烙印,又孕育着新的过程。在未阐述辽宁的古土壤地理演化与残遗土壤特征之前,首先谈一谈自然环境与现代土壤,以便系统地了解先前土壤与现代土壤之间在发生上的历史联系。

辽宁位于我国东北地区的东南部,地处北纬 $38^{\circ}43'$ — $43^{\circ}26'$,东经 $118^{\circ}53'$ — $125^{\circ}46'$ 之间。南临黄海和渤海,西南与河北省毗连,西北与内蒙古自治区接壤,东北界吉林省,东南与朝鲜民主主义共和国以鸭绿江为界。东西长约574公里,南北宽约530公里,全省土地总面积约14.57万平方公里,海岸线长约2178公里。

在地质构造上,辽宁属于新华夏系的第一级构造的第二巨型隆起带、第三巨型隆起带和其间的第二巨型沉降带。燕山运动使两个巨型隆起带表现为长期上升,沉降带由不均匀沉降转为整体下沉。到第三纪末期,由于喜山运动以间歇性上升为主,而形成现在的地貌轮廓。地层层序比较完整。自太古代到新生代的岩石种类比较齐全。新生代前期的岩石主要分布在中低山和丘陵,新生代沉积物主要分布在辽河平原,其中:第三纪沉积厚度5000—6000米,第四纪沉积厚度100—500余米;滨海平原沉积有海冲积物和海积物。

辽宁地势由北而南、由东、西向中部倾斜。以广阔的辽河下游平原为中心,东侧为辽东山地丘陵,它是长白山支脉哈达岭的延伸部分,构成辽河和鸭绿江的分水岭。以沈丹线为界,北为龙岗山脉,海拔多为500—600米,山地两侧丘陵多在400米以下,超过1000米的山峰较少,老秃顶海拔1367米,岗山1355米,牛毛大山1350米,是辽宁最高的山峰;南为辽东半岛丘陵,以千山山脉为主干,由于长期剥蚀而形成丘陵,海拔多在500米以下,而1000米以上的山峰极少,步云峰海拔1132米,是千山山脉的最高峰。西侧为辽西山地丘陵,由努鲁儿虎山,松岭和医巫闾山等东西向构造平行岭所组成。地势由西北向东南呈阶梯式倾斜,直至渤海沿岸。努鲁儿虎山是褶皱断块侵蚀中山和低山,为辽河和大凌河的分水岭,海拔一般为800—1000米,大青山海拔1153米,是最高峰;松岭除西南部分山势陡峻外,大部分是割切破碎的低山丘陵,平均海拔400—700米,北侧缓而南侧陡,最高山峰是轿顶山,海拔为

1084米，山地普遍有3—4级夷平面。医巫闾山是松岭和努鲁儿虎山的余脉。地势西北高，东南低，除北镇有海拔600米的山峰外，一般为200—500米的丘陵，主峰望海山海拔866.6米。山海关到锦州为辽西走廊狭窄沿海平原。

辽宁位于欧亚大陆的东南部，处于暖温带湿润半湿润的气候区。冬季受西伯利亚大陆气团的控制，夏季受太平洋湿润东南季风的影响。由于辽东半岛和山东半岛的夹峙以及东部山地的阻隔。大陆性气候显著，冬冷夏热，雨热同季。年平均降水量400—800毫米，自东南向西北递减。鸭绿江下游位于辽东山地的迎风坡，年降水量在1100毫米以上，形成多雨中心；辽河下游平原处于背风坡，年降水量减少到600—700毫米；辽西山地丘陵年降水量400—550毫米。年际降水量多集中在6、7、8三个月，占年降水量的60—80%。干燥度由东南的0.6增加到西北的1.35，表明由湿润转变到半湿润气候。年平均温度5—10℃。随着纬度、海陆位置、地形等因素的影响不同而异。北纬43°的八面城，年均温5℃左右；北纬38°的辽东半岛，年均温9—10℃。辽河下游平原年均温5—9℃；辽西山地丘陵年均温7—9℃。≥10℃的活动积温由南而北递减，辽东半岛3500—4200℃，辽河下游平原3300—3500℃，辽北丘陵3100—3300℃。冻土厚度随着各地温度而异，辽东半岛50—80厘米，辽河下游平原100—150厘米，辽东山地丘陵120—170厘米。

辽宁的植被属于华北植物区系，是第三纪植物区系系统，保存了南方亚热带树种。华北植物区系深受长白植物区系的影响，并与日本、朝鲜、欧亚大陆草原植物也有一定的联系。辽东低山丘陵的地带性植被为暖温带落叶阔叶林，油松 (*Pinus tabulaeformis*) 是其主要标志种，与辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 构成地带性植被的主要建群种，伴生树种有花曲柳 (*Traxinns rhynchophua*) 大叶朴 (*Celtis Ker-aiensis*)、小叶朴 (*Celtis bangeana*)、核桃楸 (*Juglans mgdsharica*) 色木 (*Acer mono*)、紫椴 (*Tilis a murensis*) 等。在海拔800 (900) 米以上的山地有零星分布的红松 (*Pinus koraiensis*)、沙松 (*Abies holophyua*)、云杉 (*Picea koraiensis*) 等，属于长白植物区系。辽东半岛因受海洋季风的影响，赤松 (*Pinus densiflora*) 是主要标志种，同麻栎 (*Quercus acutissima*)，栓皮栎 (*Quercus rriabilis*)、槲栎 (*Quercus a lieua*)、蒙古栎构成地带性植被的主要建群种，保存了天女木兰 (*Mangnolia siebodii*)、白檀 (*Symplocos paniou lata*)、刺楸 (*Katopanax septem lobus*) 等南方树种。辽西低山丘陵由于开垦历史悠久，油松、辽东栎和蒙古栎为主的地带性植被残存无几，多为荆条 (*Vitex chinensis heercphyua*) 酸枣 (*Ziziphas jujuba*) 为主要的灌丛次生植被所代替。辽河下游平原的地带性植被是油松、栎林的草甸植被。由于开发历史悠久，原生植被荡然无存。仅在平原北部法库等残丘上保存有少量蒙古栎、辽东栎和油松林。河漫滩积水洼地分布有原生的茭笋 (*Zizania cauciftora*) 沼泽和芦苇 (*Phragmitis cammunis*) 沼泽；沿海一带有怪柳 (*Tamarix chinensis*)、碱蓬 (*Suaeda glauca*)、猪毛菜 (*Solsala couina*)、盐爪爪 (*Kaljdum foliatum*) 等。

同上述生态环境相应的现代土壤共划分二十个土类。其中：淋溶和半淋溶土纲有棕壤、暗棕壤、灰色森林土、褐土和栗褐土等五个土类；水成和半水成土纲有沼泽土、泥炭土、草甸土、山土草甸土、潮土等五个土类；初育土纲有石质土、粗骨土、新积土、风沙土、红粘土、火山灰土等五个土类；盐碱土纲有盐土、滨海盐土、碱土三个土类；人为土纲有水稻土一个土类。

辽宁的地带性土壤具有一定的空间分布规律，显示出和成土因素在空间和地理相关的规律。由于纬度、地貌和距海洋远近的不同，辽宁的土壤水平地带结构，既有纬度地带的特征，又有经度地带的特征。辽东地区自南而北的水平地带谱是按落叶阔叶林棕壤—森林草甸草原黑土—草甸草原黑钙土（吉林）的顺序演变。辽西地区自南而北的水平地带谱是按落叶阔叶林褐土—旱生灌丛草原栗褐土—干草原栗钙（内蒙）的顺序演变。由于地质构造和地貌区域性特点的影响，辽宁东西两侧的山地丘陵呈东北西南走向，并环抱着辽河下游平原，东南季风由东南向西北递减，大陆性不断增强，表现出明显的经度土壤带谱：辽东山地丘陵为棕壤，辽河下游平原为草甸土，辽西山地丘陵为褐土。境内山地土壤垂直带谱的高度多在1000米以上。一般自基带棕壤（褐土）开始，向上依次为山地暗棕壤（棕壤）所代替。

辽东山地土壤垂直带谱的特点是，海拔800—900米以上为山地暗棕壤，山地棕壤分布在海拔500—800米之间。例如：龙岗山脉老秃顶的土壤垂直带谱是：

<200棕壤200山地棕壤800山地暗棕壤1300山地草甸土1367。

千山山脉步云山的土壤垂直带谱是：

<200棕壤200山地棕壤1000山地暗棕壤1130

辽西山地土壤垂直带谱的特点是，海拔650—700米以上为山地棕壤，而山地褐土分布在300—700米之间。例如，朝阳大青山的土壤垂直带谱是：

<300褐土300山地褐土650山地棕壤1153

上述土壤分布规律表明，辽宁的主要地带性土壤为棕壤和褐土。前者广泛分布在辽东、辽南且较集中，并与山东省的棕壤隔海相望。后者集中分布在朝阳、阜新地区，并与河北省同类土壤相接。必须指出，过渡地带由于成土母质的影响，通常在酸性岩风化物上发育着棕壤，而在碳酸的岩风化物上发育着褐土。甚至于褐土的分布高度高于棕壤，而呈现“倒向”现象。这种现象也同样发生在褐土各亚类之间。暗棕壤仅限于辽东山地丘陵，只具有垂直分布带的意义。

辽东和辽西的山地丘陵由于自然因素（气候、地形、和岩石）人为活动（毁林垦荒、滥砍滥伐、过度放牧）而造成的基岩裸露、洪积泥石流、倒石堆等母岩上，发育着石质土、粗骨土。在正常发育的情况下，它们是按石质土⇌粗骨土⇌棕壤性土（褐土性土⇌）棕壤（褐土）的方向发展。反之，在强烈侵蚀的条件下，则向相反方向发展。由石英岩、石英砂岩、石英片岩、砾岩、白云岩、石灰岩等构成的石质丘陵，只能停滞在初育土阶段，永远不会达到顶极土壤阶段。新积土是河流新冲积物、沟谷暂时性洪水沉积物以及坡积、塌积物上轻度发育的幼年土。它主要分布在诸河流的河心滩和河漫滩、三角洲、山前冲洪积扇、沟谷等。风沙土主要分布在河海沿岸，海退之地和科尔沁沙地南缘。它是在风力跃运堆积物上形成的幼年土。在定向熟化和改造的条件下，风沙土则按流动风沙土⇌半流动风沙土⇌固定风沙土方向发展，反之则按可逆方向发展。火山灰土主要分布在宽甸盆地海拔485米的黄椅山、青椅山。它是第四纪晚更新世火山喷出物，以玄武岩风化物为主，在火山口附近，形成腐殖质火山灰土。红粘土是在夷平面和黄土丘陵上出露的第四纪红色风化壳，成土过程处于幼年阶段。除抚顺章党以东缺失外，全省各地均有零星分布。白浆土仅限于分布在辽东山地丘陵缓坡下部、台地和高阶地上。成土母质为坡积物和黄土状沉积物，由于母质质地粘重，多雨季节上层滞水，而形成白浆土。草甸土主要分布在辽河水系，大小凌河水系和鸭绿江等三百余条河

各平原和辽河下游平原。众所周知,草甸土既有非地带性特征,又打上了地带性烙印。因此,辽东、辽南和下辽河平原东部,分布着具有棕壤特征的草甸土;辽西的朝阳阜新,和下辽河平原西部,分布着具有褐土特征的潮土(浅色草甸土)。草甸土主要发育在冲积物上,而冲积物的水平分异规律和水流的特性密切相关。一般离河床越近粒度越粗,反之,离河床越远粒度越细。因此,草甸土的土属则按砂质草甸土—壤质草甸土—粘质草甸土的顺序作有规律的带状分布。沼泽土分布在辽宁各地的积水低地。滨海平原分布着大面积的芦苇沼泽,由于无泥炭堆积而形成腐泥沼泽土。泥炭土主要分布在河漫滩洼地,泻湖和沟谷洼地,尤以辽东地区的新宾、清原面积最大。这是由于气候比较冷湿,雨热同步,为土壤形成的泥炭化过程创造了十分有利的条件。盐土零星分布在辽河下游平原,并与盐化草甸土、碱化盐土和碱土呈复区分布。滨海盐土广泛从分布在沿海平原。成土母质为海冲积物和海积物,目前仍受海潮侵袭影响的,则形成潮间盐土,早已脱离海潮影响的,则形成滨海盐土。地下水位高,一般埋深在二米之内,由于地下水和海水相连,矿化度很高,通常为5—30克/升,离海越近矿化度越高,反之则越低,最高可达70克/升。由于人们的社会经济活动,使滨海盐土朝着沼泽型水稻土方向转化,其演变规律是:潮间盐土—滨海盐土—盐化沼泽土—盐化沼泽型水稻土—沼泽型水稻土。辽宁的水稻土,由于耕种历史短,长者不过60—70年,短者只有3—5年,一般为20—30年,加之每年水稻生长期的气温只能满足一季稻的要求。因此,在草甸土、滨海盐土、沼泽土和棕壤上水耕熟化的水稻土剖面仍保留着起源土壤的固有特征,处于水稻土发育的初期阶段。

二、土壤和景观的演化

土壤是岩石、气候和生物综合作用下的形成物。它在空间上的变化除取决于上述因素外,还取决于地形和水文条件,在时间上决定地区年龄。因此,在不同地区、不同时间,受不同自然因素的影响,形成不同土壤类型。在探讨辽宁的土壤和景观演化过程中,一面运用地质、古地理环境和古生物等资料,恢复第四纪各时期的古土壤分布和演变规律。一面运用古土壤、残遗土层和现代土壤中的个别残余特征,判断古地理环境及其演变历史。

据地质和古地理资料,辽宁境内曾发生过三次隆起、三次冰川和三次海侵,破坏了第三纪以来的土壤形成过程的连续性。每次冰川来临,改变了冰期前的地形,动植物区系和土被;每次冰川退却之后,都有一个气候转暖的间冰期,也都是在针叶林—阔叶林—草原植物群系基本相同的顺序演变下,进行着相应的土壤形成过程。众所周知,海退与海侵同冰期与间冰期的交替是一致的。每次海退之后,沧海变桑田,扩大了土壤形成的盐化、脱盐化和草甸土、沼泽化过程。每次海侵之后,桑田变沧海,陆地面积缩小,地下水位上升,土壤形成向着陆地沼泽化和盐化方向发展。因此,现代成土过程的地带性土壤,是在最后一次冰川消逝之后,重新在先前成土阶段的各种残余土上开始发育而形成的,属于多元发生型土壤。辽河下游平原的现代土壤形成的隐地带性土壤,是在最后一次海退之后,重新在海冲积和冲积物上开始形成发育的。

晚第三纪上新世,常绿阔叶林和常绿落叶阔叶林生长茂密。据孢粉组合,由槲、桤木、胡桃、槭、枫杨、鹅耳枥、山核桃、山毛榉、冬青、枫香、山矾和少量的罗汗杉、铁杉等组成^[6]。生长这种森林植物的条件说明,气候温暖湿润,属于亚热带生态环境。在这样的生物气候条件下,导致脱硅富铝化的土壤形成过程,而形成铁铝土。到上新世晚期、下更新世前

期，地壳由隆起和沉降变为间歇性上升，气候逐渐变冷，在辽宁境内形成冰期历史的第一个阶段。这次冰川规模较大，辽东和辽西的山地发育了山谷山麓冰川，塑造了U形谷，在谷底堆积了深厚的水碛泥砾。辽西诸盆地的边缘地带、下辽河平原的周边和旅大的山前地带都有山麓冰川的堆积。随着冰川的来临，改变了生态环境，气候由湿热变为干冷。第三纪的某些孑遗植物已基本消失。槲、槭、山矾等植物为某些适宜干冷条件下生长的松属、桦属及大量的草本植物更替。据孢粉组合，木本植物花粉含量由92%降到52%，其中木本植物花粉中阔叶树种花粉也由68—95%降为20%，而针叶树种骤增到32%^[6]。因此，景观发育的次序为苔原—森林—草原。由于气候植被的更迭，改变了土壤形成方向，铁铝土为苔原土、灰化土取代。以清原粘泥岭的残余灰化土为例，埋藏在现代棕壤剖面之下一米多深处，母质为冰水沉积物，据孢粉组合^[6]，森林植被以松属（*Pinus*）为主，占97%；伴生树种有胡桃属（*Juglans*），灌木有榛属（*Coryus*），草本有蒿属（*Artemisia*），蕨类有水龙骨科（*Polypodiaceae*）等。灰化土的残余特征是：具有灰白色的淋溶层（ A_2 ）和富含铁质胶结的粗砂质淀积层（ B ），这是灰化土的重要标志。众所周知，灰化土的形成机制是：在郁闭的针叶林覆被下，凋落物通过真菌活动产生以富里酸为主的腐殖质酸。在多雨的夏季，腐殖质酸随着下渗水流进入土壤中，使原生矿物和次生矿物蚀变，其中铁、铝与有机质发生螯合作用而向下淋溶，聚积在淀积层中。因此，在淋洗层中只有灰白色的石英和无定形二氧化硅的残留。在树线以上，分布有苔原土。它的形成机制是：在严寒少雨、风力强烈和永冻层广布的条件下，有机质分解缓慢，在土壤表层累积了泥炭。由于成土过程以寒冻风化为主，形成粗骨质薄土层。永冻层的存在，使土壤处于过湿状态，进行着潜育化过程，形成浅绿色或灰兰色潜育层。下辽河平原和辽西诸盆地大部分位于雪线以下，以河流、湖泊地质作用为主，在河湖相堆积的同时和堆积之后，进行着水成、半水成的土壤形成过程，形成沼泽土和草甸土。据辽宁省地质局水文地质大队的钻孔资料，在滨海平原地区，位于地表以下214至250米深处，母质为砂土含砾的冲洪积沉积物，发现有古沼泽土的残遗层—灰白、灰兰色潜育层和菱铁矿结核。后者的出现，表明它与灰化土的形成有密切联系。有必要指出，当时，辽东湾尚未形成，仍属于下辽河平原的一部分，所以没有滨海盐土的分布。到早新世后期，转入第一个间冰期，冰川退却，气候转暖，冰雪大量消融，在下辽河平原和辽西地区的低洼地带以及谷地中形成湖泊和地表水体，堆积了河湖相沉积物，同时，进行着土壤形成的草甸化和沼泽化过程。辽西诸盆地边缘地带，由于地表径流的作用，形成以粘土为主的坡洪积沉积物。朝阳、北票和建平等地区到处都有这种堆积物的分布。在间冰期，早期出露的初始状态的灰白色冰碛物、冰水沉积物和坡洪积物，通过“红化”作用而形成红土（深红色、棕红色），质地粘重，干时坚实，呈核块状构造，结构面有铁锰胶膜和铁锰结核。在非均质红土中，砾石表面有铁锰胶膜或为红土包裹而形成棕红色泥砾，常见网纹状白色条纹和铁锰结核。众所周知，目前，只有亚热带的南方地区才有红土的分布。红土的形成机制是：在高温多雨的条件下，风化壳中的盐基受到强烈的淋溶，同时硅酸盐和硅铝酸盐分解时形成的硅酸胶体也部分淋失，相对地聚积了由硅、铝和铁等组成的粘土矿物。在“红化”过程中，由土体中的无定形水氧化铁的脱水作用，而结晶为赤铁矿，将风化壳染成红色。由此可见，红土是在湿热气候条件下风化作用的产物，反映间冰期是湿热的亚热带景观。然而，辽东、辽西地区的山前山麓地带，当时为堆积物深埋的冰碛物和冰水沉积物处于还原状态下，未经湿热风化作用，仍保持灰白色或白色泥砾的初始状态。苏联F·F波蕾诺夫指出：“红土层

不是土壤而是母质，是广泛分布在热带亚热带的风化壳”。由于生物气候条件的差异，在红土母质上发育着砖红壤性红壤、红壤、黄壤和黄棕壤等不同类型的铁铝土。

到中更新世早期，又发生一次新构造运动，地壳上升，温度下降，形成第二次冰期。这次冰川规模较前次略小，以山谷冰川为主，但也有局部山麓冰川。冰蚀地貌和冰碛物发育明显。建昌县石门有古冰斗，凌原县河坎乡塔子山发育有冰蚀挖槽；细河流域发育有冰坎、冰流刻痕、冰川U形谷等^[6]，辽南、辽东地区的河谷高阶地上都有冰碛物。例如，营口市黄土岭的冰碛物，厚度2米左右，以石英岩为主，杂有少量石英砂岩、花岗岩等，分选磨圆较差，混有粘土，粒度悬殊，一般5—40厘米，大者100—200厘米，砾面上有擦痕和压坑^[7]。由于冷暖的交替出现，使早更新世间冰期的湿热生境的植物区系和铁铝土受到严重摧残。喜暖植物区系退却到南方，温暖的山谷和更低的庇护地，从而让位给喜冷植物区系及其相应的苔原土、灰化土。由于下辽河平原未被冰川覆盖，仍以河湖相沉积物的堆积为主，同时进行着水成和半水成的土壤形成过程。据辽宁省地质局水文地质大队的资料，盘锦郑家店一带，位于地表以下的156—120米深处的残遗森林沼泽土。木本植物有桦、榆、云杉、松属、林下蕨类有水龙骨，草本植物有蒿属、藜属。土体中具有明显的潜育层残遗特征，其中含有直径的0.5—2.0厘米粘土颗粒、直径10厘米的菱铁矿结核和植物残体。众所周知，菱铁矿形成的机理有两种：一是同灰化土的形成有密切关系，在灰化过程中，低价铁化合物 $Fe(HCO_3)_2$ 以溶胶状态析出而进入湖泊。在冷湿气候条件下， $Fe(HCO_3)_2$ 中的 CO_2 被细菌吸收，形成菱铁矿，湖泊逐渐沼泽化而形成沼泽土。二是在沼泽的最低洼处，于冷湿条件下，由于嫌气微生物的活动，产生 CO_2 、 H_2S 、 CH_4 、 H_2 和有机酸，同土壤矿物质作用，其中铁被还原形成二价铁。当pH6.7—7.0时，以碳酸盐形式沉淀。因此，当pH7.0—8.5时，在土壤中聚积菱铁矿。可见，菱铁矿结核的形成，充分证实这一时期气候冷湿，分布有冲积面积的灰化土。黄海在冰期发生海退，陆地扩大，形成以湖泊为主的陆相生境，发育有水成土、半水成土和盐成土、脱盐土；脱离海洋的岛屿发育有灰化土。中更新世中期转入温暖的间冰期，冰川融化而消失，动植物区系和土被也随着气候的更替而改变。由于湿热多雨，洞穴堆积发育。以金牛山为例，位于营口市西南八公里处，它是由前震旦纪白云质大理岩、石灰岩和绿泥绢云母片岩夹菱镁矿构成的残余山。金牛山洞穴裂隙堆积的第六层，动物化石有三十二种，其中代表中更新世种属的有三门马、梅氏犀、肿骨鹿、变种狼、硕猕猴等。下层堆积物由棕红色砂质粘土夹大量角砾组成，越下颜色越红。孢粉分析证明，含有大量凤尾蕨孢，动物化石有中国鬣狗、丁氏虎、梅氏犀、大河狸等^[14, 6]。由此推断，洞外气候湿热，并有茂密的森林和较大的沼泽、河流。中更新世早期在辽东地区的营口黄土岭，本溪南芬、沈阳道义屯、庄河青龙山一带形成的冰碛物和冰水沉积物，在湿热气候条件下，进行着“红化”作用而形成赭色（棕红色）。辽西地区的朝阳北票、喀左、建平等出露的红土剖面中，有的残留有形状、大小不一的石灰结核（俗称响石、砂姜），呈零星分布或层状分布。在它包围的土壤无石灰性反应，说明它与红土的形成没有发生上的联系，是地质作用的侵入物。中更新世的“红化”比早更新世“红化”程度弱，颜色浅，厚度薄。然而，这一时期却是有利于“红化”的时期，境内的红土比早更新世的红土扩大了分布范围，北界一直达到金牛山、昌图。正如刘东生指出：“红土分布范围大大向北伸展，根据周口店、金牛山、昌图、盘石等地石灰岩上的红土和洞穴裂隙堆积推测，可达北纬43°左右”。在红土母质上发育的地带性土壤为红壤、黄壤；辽东、辽西地区升降强烈，呈现了土壤垂直带谱。由下而

上依次是：红壤—黄壤—黄棕壤；间冰期，由于冰雪大量消融，渤海、黄海发生了第一次海侵，称之水源海进。当时，渤海海峡开始形成，黄海沿岸岛屿从此与大陆脱离，改变了海陆轮廓。海侵未影响到渤海周边沿岸地区，只对辽河口有所波及，但仍为河流三角州^[6]。在黄海沿岸低湿地区发育了泥炭沼泽土和滨海盐土。

晚更新早期，发生第三次新构造运动，地面遭受严重的侵蚀和剥蚀，毁灭了中更新世的土被。与此同时，加剧了河流的下切作用，辽河、大小凌河、鸭绿江及其支流的两岸，形成二、三级阶地。这一时期，由于气候变为干冷，雪线以上的高山地区发育了冰川，也是最后一次冰期。这次冰川规模较小，以冰斗冰川和少量的山谷冰川为主。冰川分布高度，辽东地区为420—470米，辽西一带为500—600米^[6]。盖县、岫岩之间的唐帽山残留着角峰、谷悬、冰冰斗和U谷等冰川遗迹^[15]。辽西地区的冰川遗迹有朝阳凤凰山冰斗、凌源河沟汤冰斗，木兰山斗等及其相应的堆积物^[6]。代表干冷气候条件的猛犸象和披毛喀化石^[3]，在营口金牛山、本溪庙后山、喀左鸽子洞、建平人、凌原八间房等洞穴大量出现，特别是近来，在渤海海底发现的河套大角鹿和真猛犸象^[22]，更是有力的见证。气候的变化也引起植物区系的迁移。盖县唐洼一带，位于地表以下6.7—7.7米处的海冲积物，据孢粉组合为针阔混交林，其中松云杉、冷杉、杂有榆、桦、栎、椴、鹅耳枥，林下有大量蒿属草本植物和水龙骨^[7]。这同哈尔滨黄山、北京乐新居、山东垦利县牛庄、陕西渭南北庄村等河谷和平原出现云杉、冷杉的情况是一致的^[24]。由此可见，晚更新世冰川初期，喜冷湿的云杉、冷杉由北而南，由山区下移，一直下移到低海拔的河谷、盆地和平原区。在上述成土条件的综合作用下，土壤形成方向向着酸性淋溶和灰化过程以及酸性淋溶和铁铝表聚过程的方向发展，由此而形成灰化土和棕色灰化土。众所周知，棕色灰化土的形成机制是：在成土过程中，由于受到季节性冻层的影响酸性淋溶下移到土层下部的和铝的铁腐植质冻合物，当土体冻结时，又随上升水流重返土层上部，将土粒染成棕色，并在土体中的砾石底面和侧面包裹大量铁锰胶膜。因此，棕色灰化土的剖面没有灰化过程的淋溶层（A₂）和明显的淀积层（B）。在盆地、平原区的积水洼地，土壤形成向着沼泽化过程发展。到冰期最盛期，辽东、辽西和辽西的气候条件基本雷同，气候更加寒冷干燥。辽西丘陵和辽南大连—旅顺北部丘陵沉积了马兰黄土。同时，植被也发生了更替。盖县唐洼一带，位于地表26—63米的海冲积物中，孢粉组合属于旱生植物（蒿、藜、禾草）的寒冷草原。由于植物群落的演替，也改变了成土方向，土壤形成的灰化过程为生草过程所取代。由于冰川作用而发生海退，海面下降130米，黄海和渤海大陆架成为以湖泊为主的滨海草原，扩大了土壤形成的盐化、脱盐化和草甸化、沼泽化过程。晚更新世中期进入间冰期，气候变暖和冰川退缩，松、云杉、冷杉由低海拔向高海拔迁移，由低平原向山区转移。在盆地、河谷平原的低洼处形成地表水和湖泊，接受河湖相沉积。植被以香蒲为主，伴生植物有栎、柳、蒿、藜、唐松草、水龙骨等，构成森林草原沼泽，土壤形成朝着沼泽土方向发育。在盆地边缘和山前地带沉积了坡洪积堆积物而形成扇裙。由于地表水和地下水参与下，都经历了水成和半水成的成土过程。冰雪大量融化，使黄海和渤海发生第二次海侵，即先锋海侵。盘山以南的陆地土被为海水淹没，处于水深20—30米的浅海环境，并接受了滨海相及滨海边缘相沉积。由于陆地面积缩小，地下水位上升，土壤形成朝着陆地沼泽化和盐化方向育发。晚更新世晚期，气候变为寒冷潮湿，松、云杉、冷杉由山上下移，土壤也相应的更迭。积水地区，形成富含有机质的草甸土和淤泥沼泽土。但辽西地区气候相对干燥，植被为森林草原，土壤形成朝着灰色森林土的方向发育，具有森林土壤和草原土壤形成的特点。目前，

在淋溶褐土剖面中残留有 SiO_2 粉末,因为它是灰色森林土土成过程的产物。如今,灰色森林土一是分布在境内北纬 43° 以北的八面城地区;二是分布在大兴安岭中南段,海拔一般在 100^0 米以下。宽甸盆地的黄椅山有玄武岩喷发,在火山角砾岩和橄榄浮岩上发育了火山灰土。

到全新世,辽宁进入冰后期,气候温凉偏湿,辽南地区的年平均温度 6°C 左右,干燥度1.50左右,比现在低 $2-4^\circ\text{C}$ 〔16〕。这样的气候条件迫使云杉、冷杉林向高纬度、高山上转移,代之而起的是桦木林,伴生榆等阔叶树。由于成土条件的改变,削弱了土壤形成的灰化过程和酸性淋溶的铁铝表聚过程,标志着土壤形成的棕壤化过程开始。据最近报道〔23〕,灰化土分布在大兴安岭北段的海拔高度800—1200为米,植被为杜香落叶松林或杜鹃落叶松林。分布在长白山北坡的海拔高度为1000-1800米,植被为苔藓杜香落叶松或苔藓岳桦云冷杉林。棕色灰化土与灰化土毗连混存。沿海地带生长着以蒿、藜为主的旱生盐生草本群落,土壤为滨海盐土。在积水成湖的山间盆地,发育着泥炭沼泽土,普兰店泡子就是明显的一例。中全新世气候进一步变暖。据孢粉组合,辽南地区年均温 13°C ,比现在高 $3-5^\circ\text{C}$,干燥度小于1.0属于暖温带湿润气候〔16〕。这样的气候不利于桦木林的发育,棕和柃木为主的落叶阔叶林大量繁殖起来,由于落叶阔叶树种灰分中的钙、镁、钾的含量很高,并参与生物循环的矿物组成,有力地促进了棕壤化的形成过程,从而棕壤取代了灰化土和棕色灰化土,成为地带性土壤。辽西地区由于距海较远,温度升高,雨量减少,干燥度增大,以柃木为主的落叶阔叶林褐土代替了灰色森林土,而海拔650—700米以上的针叶林灰化土让位于落叶阔叶林棕壤,从而褐土与棕壤呈垂直带谱。在森林之间的河漫滩洼地和湖沼地区生长着繁茂的水生植物,土壤形成的沼泽化过程得到发展。沿海一带生长着旱生、盐生和半旱生、半湿生植物,土壤为草甸土、滨海盐土。晚全新世,气温下降,又由温暖湿润转为温和偏干,与现在气候近似,年均温变幅 $1-2^\circ\text{C}$ 〔20〕。由于冷暖和干湿的波动较小,基本上保持了中全新世的生态环境。但不同的是,松进一步繁殖,桦木再次南进,改变了原来的落叶阔叶林成分,形成针阔混交林,但成土条件并未改变,土壤形成仍以棕壤化过程为主。辽东地区海拔800—900米以上的山地,由于冷湿,落叶阔叶林为红松、杉冷杉落叶阔叶林所代替,棕壤化过程演变为暗棕壤化过程,与棕壤呈垂直分布。辽西地区出在了侧柏、油松,改变了以柃木为主的落叶阔叶林成分,但土壤形成还是褐土化过程。建平马场以北由于气候干冷,在旱生灌丛草原下,褐土演变为栗褐土。昌图八面城以北地区由于纬度偏北,森林草原灰色森林土代替了先前的落叶阔叶林棕壤。下辽河平原北部、辽西北部,气候变为半干旱,植被为草甸草原。由于终年多西北风,裸露的科拉沁沙地经风力跃运,重新堆积成波状起伏的风沙土;丘间平地多形成盐土和碱土。综上所述,这一时期的森林面积不断缩小,蕨类和草本植物不断扩展,覆盖着广大平原,河谷和滨海地带,相应地扩大了草甸土、沼泽土、泥炭土和滨海盐土的分布范围。

全新世的海侵和海退对土壤的形成发育产生深刻影响。如上所述,早全新世开始发生海侵,到中全新世达到高潮,到晚全新世,以海退为主,在东沟是大孤山附近留下了三道贝壳坝。距今一万年左右,由于海面上升,黄海渤海开始遭受海侵,使陆相泊湖为主的沉积环境变为海相沉积环境。在距今8千年到5千年左右,渤海海域最大,其影响范围,在下辽河平原伸向陆地60公里,直逼盘山县城,称盘山海进〔28〕(图1)。辽南、辽西的海侵直达丘陵台地坡麓。鸭绿江河口三角洲平原为海水淹没,向陆地推进11—13公里;辽西沿海向陆地扩展10多公里。从台安至辽中一带向北至黑山、新民和辽阳一带,形成高海面的缘海区。由于海域扩大,陆地草甸土、沼泽土为海相沉积物覆盖。目前,下辽河平原于地表以下10米和30