

土壤环境元素化学

王云 魏复盛 等编著

中国环境科学出版社

土壤环境元素化学

王 云 魏复盛 等编著

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 089 号

图书在版编目(CIP)数据

土壤环境元素化学/王云等编著. -北京:中国环境科学出版社,1995

ISBN 7-80093-784-4

I. 土… II. 王… III. 土壤环境-微量元素-化学-研究-IV. X21

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第05737号

土壤环境元素化学

王 云 魏复盛 等编著

*

中国环境科学出版社出版

(100062 北京崇文区北岗子街8号)

北京通县人民文学印刷厂

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1995年10月第 一 版 开本 787×1092 1/16

1995年10月第一次印刷 印张 25 1/2

印数 1-2000 字数 620千字

ISBN 7-80093-784-4/X·941

定价: 32.00元

《土壤环境元素化学》编委会

主 编 王 云 魏复盛

副主编 杨国治 郑春江 吴燕玉 曾水泉

各章编写人员

- | | | | |
|--------|-----|-----|-----|
| 第 1 章 | 王 云 | 魏复盛 | |
| 第 2 章 | 王 云 | | |
| 第 3 章 | 吴燕玉 | 周启星 | |
| 第 4 章 | 徐华君 | 郑春江 | 王 云 |
| 第 5 章 | 王 勇 | 王 云 | |
| 第 6 章 | 丁维新 | 杨国治 | |
| 第 7 章 | 王 云 | 彭再德 | |
| 第 8 章 | 吴燕玉 | 王 新 | |
| 第 9 章 | 丁维新 | 杨国治 | |
| 第 10 章 | 郑春江 | 刘书贤 | |
| 第 11 章 | 田均良 | | |
| 第 12 章 | 王 云 | | |
| 第 13 章 | 王 云 | 彭再德 | 徐百福 |
| 第 14 章 | 刘忠翰 | | |
| 第 15 章 | 丁维新 | 杨国治 | |
| 第 16 章 | 丁维新 | 杨国治 | |
| 第 17 章 | 陈立乔 | 魏复盛 | |
| 第 18 章 | 魏复盛 | 刘廷良 | |
| 第 19 章 | 魏复盛 | 许 宁 | |
| 第 20 章 | 曾水泉 | | |

前 言

为了协调人类生存环境与社会经济的持续发展,不少学科都开展了研究与本学科密切相关的环境问题,展现了广阔的与环境交叉学科的研究领域,并提出了众多有关环境问题的前缘课题。

土壤环境元素化学就是在适应这种生产实践和学科发展要求的形势下提出的。土壤环境元素化学主要讨论土壤中与当前环境问题密切相关的元素,重点是微量元素,也涉及到部分与土壤发育及其环境发展相关的常量元素。包括的元素有砷、镉、钴、铬、铜、氟、汞、锰、镍、铅、硒、钒、锌、钼、硼、碘,15个稀土元素,铀、钍、钠、钾、钙、镁、铁、铝和钛。本书大量吸收了中国土壤环境背景值调查研究及国外类似研究的最新成果,同时也吸取了近年国内外土壤环境容量、地方病防治和农业生态环境研究的有关成果。探讨了这些元素在土壤中的含量、赋存形态及分异规律;这些元素在土壤中和与土壤相邻圈层——大气圈、水圈、生物圈、岩石圈之间的迁移转化;以及这些元素的正常含量对生物、人类和生态环境影响的重要性;同时还重点论述了一些土壤化学元素含量异常对生态环境乃至人体的危害及其防治对策。编写本书的目的是想为环境管理、环境监测、环境评价、环境规划、环境地学、环境生态、环境医学、土壤学、农林牧业以及探矿方面的研究人员提供一本内容翔实和数据资料丰富的参考书。

为此我们约请了有关作者分别编写了有关章节。由于各位作者的研究领域和专业背景不同,而且每个元素已有研究资料的深度和广度各异,因此所写各章的风格和侧重点不尽相同是很自然的事。我们在各章署上编著者姓名,以便日后读者能和作者直接联系,共同进一步研究和探讨有关的学术问题。在此我们谨向各位作者和关心支持本书出版的各位同仁表示衷心感谢。

由于本书论题涉及的学科领域十分广泛,有许多问题还正在深入研究之中,或者尚无定论,或者不同研究者的结论各异,加上我们在学科领域、专业知识和学术水平上的局限性,书中难免有不妥、甚至错误之处,敬请广大读者批评指正。

王 云 魏复盛

1993年8月于山东海阳

目 录

1 概论	(1)
1.1 土壤及其化学组成	(1)
1.1.1 土壤的形成及剖面形态	(1)
1.1.2 土壤的组分和主要性质	(5)
1.1.3 土壤的化学组成	(9)
1.1.4 土壤化学元素的迁移和转化	(12)
1.2 土壤环境化学元素的含量及其分异规律	(25)
1.2.1 全球地壳、土壤和生物体中化学元素的含量	(25)
1.2.2 区域土壤化学元素的含量及其特征	(27)
1.2.3 中国土壤元素背景值地域分异规律及影响因素	(35)
1.3 土壤环境元素化学研究的意义	(38)
1.3.1 在重要的生物化学过程中的应用	(38)
1.3.2 在防治地方病方面的应用	(38)
1.3.3 在农业方面的应用	(38)
1.3.4 在找矿方面的应用	(40)
1.3.5 在环境管理方面的应用	(40)
2 砷	(42)
2.1 土壤砷的来源	(43)
2.1.1 天然来源	(43)
2.1.2 人为污染来源	(44)
2.2 在自然界的循环	(45)
2.3 在土壤中的形态和迁移转化	(45)
2.3.1 离子吸附或结合态	(45)
2.3.2 砷酸盐或亚砷酸盐态	(46)
2.3.3 有机结合态	(47)
2.3.4 气态	(47)
2.4 土壤环境背景值的分异规律	(47)
2.4.1 土壤砷元素环境背景值的分异	(47)
2.4.2 区域土壤砷元素环境背景值的分异	(51)
2.5 土壤含砷量异常及其影响	(52)
2.5.1 土壤含砷量异常区的分布和量级	(52)
2.5.2 对植物的影响	(53)
2.5.3 对人体和动物的影响	(54)
2.6 砷中毒的防治	(55)
2.6.1 土壤环境质量调查与评价	(55)
2.6.2 土壤砷高含量异常的影响分析	(55)

2.6.3 砷中毒防治措施	(55)
3 镉	(58)
3.1 研究的意义及在土壤中的含量	(58)
3.1.1 镉的环境生物学意义	(58)
3.1.2 镉在各国、各地区土壤中的含量水平(正常值)	(59)
3.2 镉的地球化学特征	(60)
3.2.1 镉的主要地球化学特征	(60)
3.2.2 镉在地壳、岩石和矿物中存在的形态及其含量	(61)
3.3 在自然界中的循环	(63)
3.4 在土壤中的形态及迁移转化	(65)
3.4.1 存在形态	(65)
3.4.2 迁移转化	(66)
3.5 镉的土壤背景值及其分异规律	(67)
3.5.1 中国各土类背景值的分异	(67)
3.5.2 中国不同土壤系列各土类的分异	(68)
3.5.3 区域土壤的分异	(68)
3.6 镉在土壤中的异常及其影响	(69)
3.6.1 异常地区的含量及成因	(69)
3.6.2 对动植物及对人体健康的影响	(70)
3.6.3 防治对策	(71)
4 钴	(74)
4.1 研究意义及在土壤中的含量	(74)
4.1.1 钴元素的研究意义	(74)
4.1.2 钴元素在各国、各地区土壤中的含量水平	(74)
4.2 钴元素的地球化学特征	(76)
4.2.1 钴元素的主要地球化学特征	(76)
4.2.2 钴元素在地壳、岩石、矿物中存在的形态及其含量	(77)
4.3 钴元素在自然界中的循环	(77)
4.4 钴元素在土壤中的形态及迁移转化	(78)
4.4.1 钴的形态	(78)
4.4.2 钴元素在土壤中的迁移转化	(80)
4.5 钴元素土壤背景值及其分异规律	(80)
4.5.1 中国各土类钴背景值的分异	(81)
4.5.2 中国不同土壤系列各土类的分异	(81)
4.5.3 不同母质的土壤分异	(83)
4.5.4 区域土壤的分异	(83)
4.6 钴元素在土壤中的异常及其影响	(84)
4.6.1 异常地区的含量及成因	(84)
4.6.2 对动植物及人体健康的影响	(86)
4.6.3 防治对策	(89)
5 铬	(91)

5.1	铬的地球化学特征	(91)
5.1.1	铬的地球化学参数	(91)
5.1.2	铬在母岩中的含量	(91)
5.1.3	铬的存在形态	(92)
5.1.4	铬的迁移转化	(92)
5.2	铬的土壤环境背景值及其分异规律	(94)
5.2.1	中国各土类的分异	(94)
5.2.2	各土壤系列的分异	(95)
5.2.3	不同母质的分异	(96)
5.2.4	区域的分异	(97)
5.3	铬对人体及生态环境的影响	(98)
5.4	铬污染的防治对策	(100)
6	铜	(101)
6.1	土壤中铜的来源	(102)
6.2	铜在自然界的循环	(106)
6.2.1	土壤中铜的循环	(106)
6.2.2	铜在农业生态系统中的循环	(107)
6.3	世界土壤中铜的含量	(107)
6.4	土壤中铜的形态和转化	(108)
6.4.1	土壤中铜的形态	(108)
6.4.2	影响土壤中铜转化的因子	(111)
6.5	铜元素土壤背景值的分异规律	(116)
6.5.1	土类铜元素背景值的分异	(116)
6.5.2	森林土壤和岩成土壤铜背景值的分异	(118)
6.5.3	草原土壤和荒漠土壤铜背景值的分异	(118)
6.5.4	不同母质母岩的土壤铜背景值的分异	(118)
6.5.5	土壤铜背景值的区域分异	(119)
6.6	土壤铜含量异常对植物生长和人畜健康的影响	(120)
6.6.1	铜含量异常区的分布	(120)
6.6.2	土壤铜含量异常对植物生长的影响	(122)
6.6.3	铜含量异常对人畜健康的影响	(125)
6.6.4	动植物铜缺乏或中毒的防治	(127)
7	氟	(129)
7.1	研究意义及在土壤中的含量	(129)
7.1.1	氟的环境生物学意义	(129)
7.1.2	氟在各国各地区土壤中的含量水平	(129)
7.2	氟的地球化学特征和土壤中氟的来源	(130)
7.2.1	氟的主要地球化学特征	(130)
7.2.2	氟在地壳、岩石中的含量水平	(130)
7.2.3	土壤中氟的来源	(131)
7.3	氟在自然界的循环	(132)

7.4	土壤中的形态及其迁移转化	(134)
7.4.1	吸附态的氟离子 (F^-) 和氟络离子	(134)
7.4.2	氟化物	(134)
7.5	氟元素土壤背景值及分异规律	(136)
7.5.1	中国各土类中氟元素的背景值分异规律	(136)
7.5.2	中国区域土壤氟元素背景值分异规律	(140)
7.6	氟元素土壤背景值异常对生物和人类的影响	(141)
7.6.1	氟元素土壤背景值异常区的分布	(141)
7.6.2	氟元素土壤背景值异常区生物体的氟含量和影响	(141)
7.6.3	土壤氟背景值对人体效应的研究	(142)
7.6.4	土壤氟背景值异常区氟病的防治	(144)
8	汞	(145)
8.1	研究意义及土壤中的含量	(145)
8.2	汞的地球化学特征	(145)
8.2.1	汞的主要地球化学特征	(145)
8.2.2	汞在地壳、岩石和矿物中存在的形态及含量	(146)
8.3	汞的循环	(147)
8.3.1	汞在自然界循环的特点	(147)
8.3.2	汞循环	(147)
8.4	汞在土壤中的形态及迁移转化	(148)
8.4.1	金属汞	(148)
8.4.2	无机化合态汞	(148)
8.4.3	有机化合态汞	(148)
8.4.4	汞的迁移和转化	(149)
8.5	汞元素土壤背景值的分异规律	(149)
8.5.1	中国各土类汞背景值的分异	(150)
8.5.2	不同母质母岩的土壤汞背景值的分异	(151)
8.5.3	区域土壤汞背景值的分异	(151)
8.6	汞元素土壤背景值异常区对生物和人类的影响	(152)
8.6.1	汞元素土壤背景值异常区的分布	(152)
8.6.2	汞对动植物及人体健康的影响	(153)
8.6.3	汞污染的防治对策	(154)
9	锰	(156)
9.1	土壤中锰的来源	(156)
9.2	世界土壤中锰的含量	(159)
9.3	锰在自然界的循环	(160)
9.3.1	土壤中锰的循环	(160)
9.3.2	锰的生物地球化学循环	(160)
9.4	土壤中锰的形态和转化	(161)
9.4.1	土壤中锰的形态	(161)
9.4.2	影响土壤中锰转化的因子	(163)

9.5 锰元素土壤背景值的分异规律	(166)
9.5.1 不同土类的分异	(166)
9.5.2 森林土壤系列的分异	(167)
9.5.3 草原土壤系列的分异	(167)
9.5.4 不同母质母岩土壤的分异	(168)
9.5.5 区域的分异	(168)
9.6 土壤锰异常对植物和人畜健康的影响	(169)
9.6.1 土壤锰异常区的分布	(169)
9.6.2 对植物生长的影响	(170)
9.6.3 对人畜健康的影响	(173)
9.6.4 锰缺乏和中毒的防治	(174)
10 镍	(180)
10.1 镍及其在自然界的存在	(180)
10.1.1 镍的一般性质	(180)
10.1.2 镍在自然界存在状况	(180)
10.2 土壤中的镍	(180)
10.2.1 土壤中镍的含量	(180)
10.2.2 土壤剖面中镍的分布	(181)
10.2.3 土壤中镍的形态	(181)
10.2.4 影响土壤中镍的活性的因子	(182)
10.3 镍元素土壤背景值	(182)
10.3.1 中国各土类镍元素背景值的分异	(185)
10.3.2 各土壤系列的分异	(185)
10.3.3 不同母质母岩土壤镍含量的分异	(187)
10.3.4 区域土壤的分异	(191)
10.4 镍元素对植物的作用及危害	(191)
11 铅	(193)
11.1 铅元素的基本化学性质	(193)
11.2 土壤中的铅	(193)
11.2.1 土壤铅的来源	(193)
11.2.2 土壤铅的化学形态及分布	(196)
11.3 土壤铅的环境背景值	(197)
11.3.1 世界土壤铅的平均含量	(197)
11.3.2 中国土壤铅环境背景值及其分异特征	(198)
11.3.3 土壤铅环境背景值与土壤污染监测	(201)
11.4 对环境生态及人畜健康的影响	(203)
11.4.1 铅的生物地球化学特征	(204)
11.4.2 铅对土壤微生物的影响	(204)
11.4.3 铅对作物生态的影响	(205)
11.4.4 土壤中铅对人体健康的影响	(207)
11.5 土壤环境铅污染水平分级方案探讨	(211)

11.6	土壤铅污染的防治	(212)
12	硒	(217)
12.1	土壤硒的来源	(218)
12.2	硒在自然界的循环	(219)
12.3	硒在土壤中的形态和转化	(219)
12.3.1	元素态硒 (Se^0)	(220)
12.3.2	硒化物 (Se^{2-})	(220)
12.3.3	硒酸盐 (Se^{6+})	(220)
12.3.4	亚硒酸盐 (Se^{4+})	(220)
12.3.5	有机态硒化物	(220)
12.3.6	挥发态硒	(220)
12.3.7	影响硒在土壤中转化的因素	(220)
12.4	硒元素土壤背景值的分异规律	(221)
12.4.1	土类背景值的分异	(221)
12.4.2	区域土壤背景值的分异	(224)
12.5	土壤背景值异常对生物和人类的影响	(224)
12.5.1	土壤背景值异常区的分布	(225)
12.5.2	土壤背景值异常区生物体的硒含量和影响	(225)
12.5.3	硒的食物链及其影响	(225)
12.5.4	人体内硒缺乏或过剩的致病机理	(228)
12.5.5	硒中毒或缺乏致病的防治	(229)
13	钒	(231)
13.1	土壤钒的来源	(231)
13.2	钒在自然界的循环	(233)
13.3	钒在土壤中的形态和运动	(234)
13.4	钒元素土壤背景值的分异规律	(235)
13.4.1	土类钒背景值的分异	(235)
13.4.2	不同母质母岩上发育土壤钒背景值分异	(237)
13.4.3	区域土壤钒背景值的分异	(237)
13.5	土壤钒背景值异常对生物和人类的影响	(239)
13.5.1	土壤对生物体含钒量的影响	(239)
13.5.2	钒的食物链及其影响	(240)
13.5.3	土壤背景值异常的钒中毒及其防治	(241)
14	锌	(242)
14.1	研究的意义及在土壤中的含量	(242)
14.1.1	锌元素的环境生物学意义	(242)
14.1.2	锌元素在各国、各地区土壤中的含量水平	(243)
14.2	锌元素的地球化学特征	(243)
14.2.1	锌元素的主要地球化学特征	(243)
14.2.2	锌元素在地壳、岩石、矿物中存在的形态及其含量	(243)
14.3	锌元素在自然界的循环	(245)

14.4	锌在土壤中的形态及迁移转化	(245)
14.4.1	锌在土壤中的形态	(245)
14.4.2	锌在土壤中的迁移转化	(246)
14.5	锌元素土壤背景值的分异规律	(247)
14.5.1	中国土壤锌背景值的分异	(248)
14.5.2	不同母质土壤锌背景值的分异	(249)
14.5.3	区域土壤锌背景值的分异	(250)
14.5.4	典型地区土壤锌元素背景值的分异	(251)
14.6	锌元素在土壤中的异常及其影响	(254)
15	钼	(258)
15.1	土壤中钼的来源	(258)
15.1.1	钼的天然来源	(259)
15.1.2	钼的人为来源	(259)
15.2	钼在自然界的循环	(261)
15.2.1	土壤中钼的循环	(261)
15.2.2	钼在农田生态系统中的循环	(261)
15.3	世界土壤中钼的含量	(262)
15.4	土壤中钼的形态和转化	(263)
15.4.1	土壤中钼的形态	(263)
15.4.2	影响土壤中钼转化和有效性的因子	(264)
15.5	土壤钼元素背景值的分异规律	(268)
15.5.1	土壤类型钼背景值的分异	(268)
15.5.2	森林土壤系列土壤钼背景值的分异	(271)
15.5.3	草原和荒漠土壤系列土壤钼背景值的分异	(271)
15.5.4	不同母质母岩的土壤钼背景值的分异	(271)
15.5.5	土壤钼背景值的区域分异	(272)
15.6	钼含量异常对植物生长和人畜健康的影响	(273)
15.6.1	钼含量异常区的分布	(273)
15.6.2	钼含量异常对植物生长的影响	(274)
15.6.3	钼含量异常对人畜健康的影响	(279)
15.6.4	动植物钼含量异常的防治	(281)
16	硼	(289)
16.1	土壤中硼的来源	(289)
16.1.1	硼的天然来源	(289)
16.1.2	硼的人为来源	(291)
16.2	自然界硼的循环	(294)
16.2.1	土壤中硼的循环	(294)
16.2.2	农田生态系统中硼的循环	(294)
16.3	世界土壤中硼的含量	(295)
16.4	土壤中硼的形态和转化	(297)
16.4.1	土壤中硼的形态	(297)

16.4.2	影响土壤中硼转化和有效性的因子	(298)
16.5	土壤硼元素背景值的分异规律	(304)
16.5.1	土类硼背景值的分异	(304)
16.5.2	森林土壤和高山土壤硼背景值的分异	(307)
16.5.3	草原土壤和荒漠土壤硼背景值的分异	(307)
16.5.4	不同母质母岩的土壤硼背景值的分异	(307)
16.5.5	土壤硼背景值的区域分异	(308)
16.6	土壤硼含量异常对植物生长和人畜健康的影响	(310)
16.6.1	硼含量异常区的分布	(310)
16.6.2	硼含量异常对植物生长的影响	(312)
16.6.3	硼含量异常对畜禽健康的影响	(317)
16.6.4	动植物硼含量异常的防治	(317)
17	碘	(319)
17.1	研究意义及在土壤中的含量	(319)
17.1.1	碘的环境生物学意义	(319)
17.1.2	碘在各国、各地区土壤中的含量水平	(319)
17.2	碘的地球化学特征及在自然界的存在形式	(320)
17.3	碘在自然界的循环	(321)
17.4	碘在土壤中的形态及迁移转化	(321)
17.5	土壤碘背景值的地域分异规律	(321)
17.5.1	中国各土类及不同系列土壤碘背景值的地域分异	(321)
17.5.2	区域土壤中碘的分异	(323)
17.5.3	影响土壤碘含量的主要因素	(324)
17.6	碘在土壤中的异常及其影响	(325)
18	稀土元素	(327)
18.1	一般性质	(327)
18.1.1	镧系元素	(327)
18.1.2	镧系收缩	(327)
18.1.3	稀土元素	(327)
18.1.4	稀土元素的分组	(328)
18.2	稀土元素在自然界中的分异和含量	(328)
18.2.1	稀土元素的分异	(328)
18.2.2	岩石、土壤和水圈稀土元素的含量	(331)
18.3	中国土壤稀土元素的背景含量	(335)
18.4	土壤中稀土元素的分异和迁移	(338)
18.4.1	在土壤剖面中的分异	(338)
18.4.2	在中国不同土壤中的分异	(342)
18.4.3	不同母质母岩发育的土壤稀土元素的分异	(344)
18.4.4	不同区域土壤稀土的分异	(344)
18.5	植物中的稀土	(346)
18.5.1	在植物中的含量	(346)

18.5.2	在植物中的分异	(347)
18.5.3	稀土在植物生长中的作用	(347)
19	铀和钍	(350)
19.1	一般性质	(350)
19.1.1	一般性质及用途	(350)
19.1.2	环境生物学意义	(350)
19.2	在各环境要素中的含量水平与分布	(351)
19.2.1	在地球各圈层中的含量与分布	(351)
19.2.2	在土壤中的含量与分布	(352)
19.2.3	在水中的含量	(353)
19.2.4	在植物中的含量	(354)
19.3	中国土壤中的含量及分异规律	(355)
19.3.1	土壤背景值水平	(355)
19.3.2	在各土类中的分异	(355)
19.3.3	在全国各行政区土壤中的分异	(357)
19.3.4	背景值影响因素分析	(357)
19.4	铀、钍的共生与分异规律	(359)
20	常量元素	(362)
20.1	土壤中的钠元素	(362)
20.1.1	不同母岩母质上发育的土壤中钠元素的丰度	(363)
20.1.2	不同土类中钠元素的丰度	(364)
20.1.3	不同省(区)市土壤中钠元素的丰度	(365)
20.1.4	钠元素的表生地球化学	(366)
20.2	土壤中的钾元素	(367)
20.2.1	不同母岩母质上发育的土壤中钾元素的丰度	(367)
20.2.2	不同土类中钾元素的丰度	(368)
20.2.3	各省(区)市土壤中钾元素的丰度	(369)
20.2.4	钾元素的表生地球化学	(370)
20.3	土壤中的钙元素	(371)
20.3.1	不同母岩母质上发育的土壤中钙元素的丰度	(371)
20.3.2	不同土类中钙元素的丰度	(372)
20.3.3	各省(区)市土壤中钙元素的丰度	(373)
20.3.4	钙元素的表生地球化学	(375)
20.4	土壤中的镁元素	(375)
20.4.1	不同母岩母质上发育的土壤中镁元素的丰度	(375)
20.4.2	不同土类中镁元素的丰度	(376)
20.4.3	各省(区)市土壤中镁元素的丰度	(378)
20.4.4	镁元素的表生地球化学	(379)
20.5	土壤中的铁元素	(379)
20.5.1	不同母岩母质上发育的土壤中铁元素的丰度	(380)
20.5.2	不同土类中铁元素的丰度	(381)
20.5.3	各省(区)市土壤中铁元素的丰度	(382)

20.5.4 铁元素的表生地球化学	(384)
20.6 土壤中的铝元素	(384)
20.6.1 不同母岩母质上发育的土壤中铝元素的丰度	(384)
20.6.2 不同土类中铝元素的丰度	(385)
20.6.3 各省(区)市土壤中铝元素的丰度	(387)
20.6.4 铝元素的表生地球化学	(388)
20.7 土壤中的钛元素	(389)
20.7.1 不同母岩母质上发育的土壤中钛元素的丰度	(389)
20.7.2 不同土类中钛元素的丰度	(390)
20.7.3 各省(区)市土壤中钛元素的丰度	(391)
20.7.4 钛元素的表生地球化学	(392)

1 概 论

土壤位于地球陆地疏松表层，与岩石圈、生物圈、大气圈和水圈相连接。土壤是一个开放系统，土壤不仅与系统内各组成、结构和土层之间，也与外界各环境要素（各地球圈层）之间进行着物质与能量的交换，这是土壤不断发生、发展的主要原因。

土壤与植物是陆地生态系统食物链的主要环节，土壤环境质量决定了植物产品的质量与数量。土壤作为人类环境组成的主要因素，正是通过食物链来影响人类活动。因此，土壤是介于生物界与非生物界之间的中心链环，也是人类环境各组成要素中物质能量交换的枢纽。

土壤具有生产力，是人类赖以生存发展所必需的生产资料，也是人类社会最基本、最重要、不可代替的自然资源。

1.1 土壤及其化学组成

土壤具有不断供应、协调植物生长发育必需的水分、养分、空气和热量的能力，即土壤肥力。土壤具有肥力，是土壤区别于其它自然体的最本质的特征。土壤肥力是在土壤长期发生、发展过程中，多种物质和因素共同作用下逐渐形成的，土壤是一个独立的、历史的、复杂的自然体。

1.1.1 土壤的形成及剖面形态

土壤的形成有其内在的原因，也有外界的因素，土壤就是在内外因素长期相互作用下发生、发展的，并在此过程中形成了土壤剖面。

1. 成土因素

土壤与其外界环境长期进行着物质与能量的交换，影响土壤发生、发展的外界环境，主要有母质、生物、气候、地形和时间等因素，称为五大成土因素。这些因素控制了土壤发育的速度和方向。

(1) 母质因素 一般将与土壤形成有关的块状岩体称为母岩，与土壤有直接发生联系的母岩风化物称为母质，母质是形成土壤的物质基础，母质的机械组成、化学组成和性质往往被土壤继承下来。

(2) 生物因素 包括植物、动物和土壤微生物，由于他们的作用，将大量太阳能引入了成土过程，使分散在岩石圈、大气圈、水圈的营养元素向土壤聚积，并产生腐殖质，为创造植物自身生长必要的土壤肥力提供了条件。

(3) 气候因素 气候因素中以气温和降水对土壤形成具有最普遍的意义。气候直接影响土壤的水热状况，并进而影响土壤中的有机质、矿物质的转化和迁移。气候是直接和间接影响土壤形成过程强度和方向的基本因素。

(4) 地形因素 包括地势起伏的高低、坡度和坡向等，地形因素对土壤不提供任何新物质，但在土壤形成中可引起地表物质与能量的再分配，是影响土壤和环境之间进行物质和能量交换的一个重要条件。地形可支配地表径流，从而影响土壤的水分状况，并

通过地形高度和坡向,影响土壤的热量状况。正地形引起物质和能量的分散,负地形则使物质和能量聚集。

(5) 时间因素 土壤处于永恒的物质运动之中,随着土壤的发生、发展,土壤从原始土壤向成熟土壤类型,继而向另一个土壤类型不断演变,在演变中的各种土壤类型,即土壤发育的不同阶段,称为土壤的相对年龄。而土壤或土壤剖面,从其开始发生到现代(或某一时代)的具体时间,称为土壤的绝对年龄。从理论上,可把母质、生物、气候和地形等状态因子作为常数,而使时间作为土壤发育的唯一变量。在各状态因子相同的条件下,具有不同年龄、不同发生历史的土壤,必然属于不同类型的土壤。

2. 土壤形成过程

土壤是在一定时间和区域地形条件下,母质与生物、气候等因素及土体内部,进行物质与能量交换过程中发生、发展的。土壤形成过程极为复杂。但其实质是生物累积过程和地球化学过程相互作用的结果。母质与生物之间的物质(能量)交换,决定和影响着土壤有机质的形成和分解,并构成物质的生物小循环,其运动方向趋于土壤物质的累积,亦称为狭义的成土过程;而母质与气候因素之间的物质交换,决定了土壤物质淋溶的土壤地球化学过程,并在广阔的空间和漫长的时间内,构成土壤物质的淋溶→沉积→成岩→再风化淋溶的物质地质大循环,其运动方向趋于土壤物质的淋失。大、小循环在土壤中的对立和统一,构成了推动土壤发生和发展的基本矛盾,是形成土壤的动力。

以上所述是土壤形成过程的总体概念,是土壤形成过程的基本规律。由于成土因素的复杂性,使土壤形成过程总体中的内容、性质及表现形式也多种多样。根据一定区域土壤形成中的物质(能量)迁移、转化过程的特点,可将土壤形成过程的总体,划分出几种主要的、具体的成土过程。

(1) 原始成土过程 在裸露的岩石表面或薄层的风化物上,低等植物使矿物分解,从中吸取养分,借少量水分生长,在母质中进行有机质的合成与分解,使土壤肥力发生、形成原始的土壤。

(2) 腐殖化过程 在各种植物作用下,在土体表层进行的腐殖质累积过程,是土壤形成过程中最为普遍的一个成土过程,其表现特征是在土体上部形成一个暗色的腐殖质层。

(3) 灰化过程 在土体亚表层残留 SiO_2 , 而 R_2O_3 及腐殖质淋溶、淀积的过程,表现特征是在亚表层形成一个富含 SiO_2 呈灰白色的淋溶层。

(4) 粘化过程 土体中粘土矿物的生成和聚积过程,一般在土体心部形成一个相对较粘重的层次,称粘化层。

(5) 富铝化过程 在高温、多雨的条件下,土体中盐基离子和硅酸大量淋失,而铝、铁(锰)等沉淀富集的过程,一般土体常呈鲜红色。

(6) 盐碱化过程 分盐化和碱化过程,前者是土体上部易溶性盐类的聚积过程,后者是在土壤胶体中有较多的交换性钠,土壤呈强碱性反应,并形成一個紧实的碱化层。

(7) 钙化过程 在干旱、半干旱气候条件下,碳酸盐在土体中淋溶、淀积的过程。一般在土体中,下部形成一个钙积层。

(8) 泥炭化过程 土壤有机质以植物残体形式累积的过程,在土体表层形成一个泥炭层或粗腐殖层。