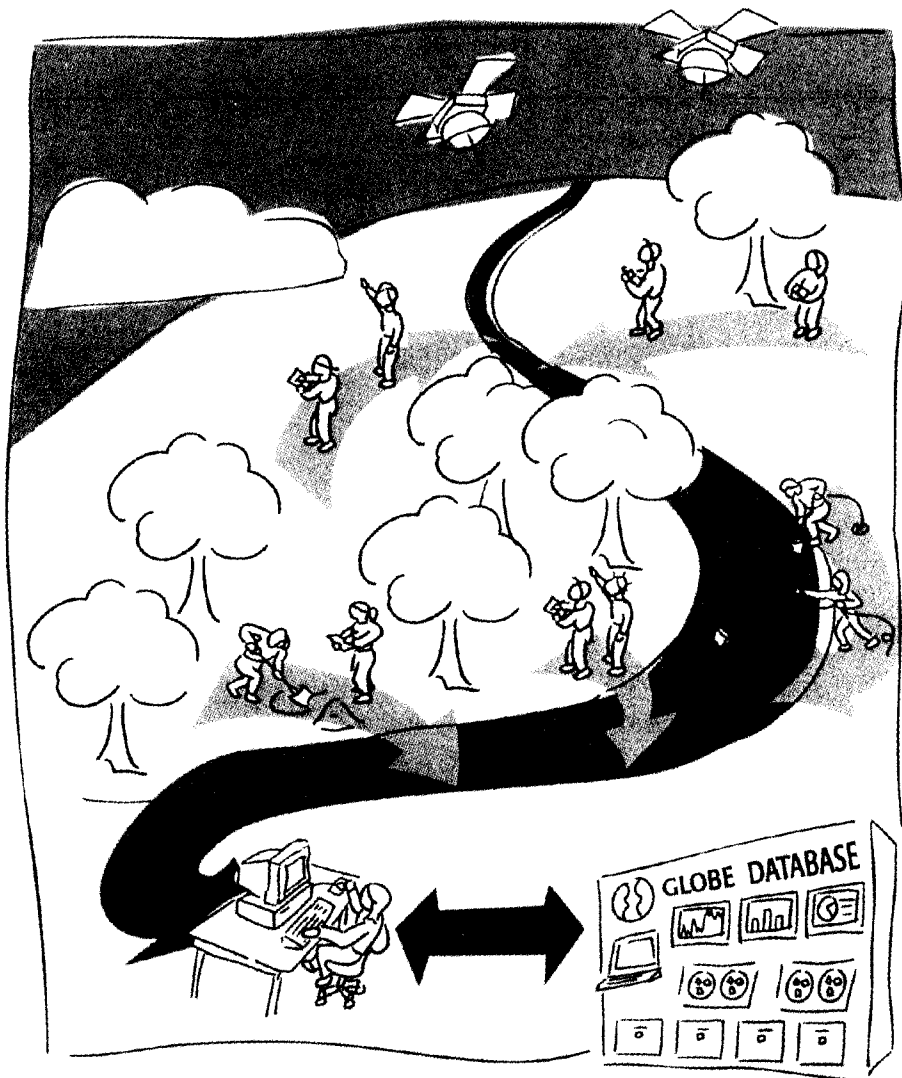


土壤调查

土壤调查



一项 GLOBE™ 学习调查



土壤调查概览



规则

选定两块或两块以上的土壤特性取样点,在同一时间进行取样测量,具体测量项目如下:

土壤剖面中每个土壤层顶部和底部的深度

结构、颜色、组成和质地

从每个土壤层中所取样品的体密度、颗粒分布、pH 值和肥力(氮、磷、钾)

土壤渗透率

表面斜度(以度为单位)

选定土壤湿度研究点,测量下列项目:

土壤湿度,每年测量 12 次

土壤温度,每周测量一次

土壤温度的日变化,按季度进行测量

土壤渗透率,按季度测量

建议活动顺序

阅读欢迎参加土壤调查说明

将科学家的信及其访谈录印发给学生

详读规则以掌握测量内容及方法

阅读学习活动部分开篇的行动概览

先完成前 4 个学习活动,再实施规则

每个学生各持一份附录中所列的数据表

完成土壤特性测量规则

完成土壤湿度测量规则

和同学们一起访问 GLOBE 因特网页并浏览土壤数据页面

将数据发送给 GLOBE 学生数据服务器

完成其余的学习行动



注意事项

如果需要挖一个土壤坑,你可能需要帮助。

目 录

· 欢 迎 ·

| | |
|---|--------|
| 科学家致学生的信 | 欢迎 - 6 |
| 访问 Elissa Levine 博士及 Jim Washburne 博士 | 欢迎 - 8 |

· 引 言 ·

| | |
|----------------|---------|
| 概述 | 引言 - 2 |
| 测量方法综述 | 引言 - 8 |
| 为实地测量做准备 | 引言 - 11 |
| 教学活动 | 引言 - 11 |
| 评估学生 | 引言 - 12 |

· 规 则 ·

| | |
|-------------------------|---------|
| 第一部分: 如何完成土壤特性的测量 | 规则 - 2 |
| 土壤特性实地测量规则 | 规则 - 4 |
| 土壤特性实验室分析规则 | 规则 - 12 |
| 第二部分: 土壤湿度及温度 | 规则 - 18 |
| 重量分析法测量土壤湿度规则 | 规则 - 21 |
| 可任选的石膏块土壤湿度测量规则 | 规则 - 24 |
| 渗透测量规则 | 规则 - 28 |
| 土壤温度测量规则 | 规则 - 31 |

· 学 习 活 动 ·

| | |
|--------------------------|-----------|
| 刚刚开始(对初学者) | 学习活动 - 2 |
| 刚刚开始 | 学习活动 - 7 |
| 从泥饼到砖块 | 学习活动 - 11 |
| 我家后院中的土壤 | 学习活动 - 13 |
| 野外观察土壤——各处挖一挖 | 学习活动 - 15 |
| 像海绵似的土壤: 土壤能容纳多少水? | 学习活动 - 17 |
| 土壤: 巨大的分解器 | 学习活动 - 21 |

| | |
|--------------------|-----------|
| 了解土壤颗粒分布测量方法 | 学习活动 - 23 |
| 数据游戏 | 学习活动 - 30 |

· 附 录 ·

| | |
|-------------------------|---------|
| 土壤特性数据工作表 | 附录 - 2 |
| 体密度数据工作表——坑和近地表方法 | 附录 - 3 |
| 体密度数据工作表——钻土方法 | 附录 - 4 |
| 颗粒分布数据工作表 | 附录 - 5 |
| 土壤 pH 值数据工作表 | 附录 - 6 |
| 土壤肥力数据工作表 | 附录 - 7 |
| 土壤湿度研究点数据工作表 | 附录 - 8 |
| 土壤湿度数据工作表——星形模式 | 附录 - 10 |
| 土壤湿度数据工作表——横断面模式 | 附录 - 11 |
| 日石膏块数据工作表 | 附录 - 12 |
| 年石膏块校正数据工作表 | 附录 - 13 |
| 土壤渗透率数据工作表 | 附录 - 14 |
| 土壤温度数据工作表 | 附录 - 15 |
| 土壤特性信息表 | 附录 - 16 |
| 质地三角形 3 | 附录 - 18 |
| 词汇表 | 附录 - 19 |
| GLOBE 网上数据输入表 | 附录 - 21 |



* 科学家致学生的信

* 访问 Elissa Levine 博士

及 Jim Washburne 博士

科 学 家 致 学 生 的 信

复印并分
发给学生

此次调查包括两部分：一是由 Elissa Levine 博士领导的土壤特性研究，一是由 Jim Washburne 博士领导的土壤水分研究。

同学们好！

我叫 Elissa Levine, 是国家宇航局(NASA)的一名土壤学家。很高兴能与你们一同工作。

有些人会问我：“土壤不就是泥土吗？谁会在意它呢？”这正是我最喜欢的问题。土壤对我们来说或许已经熟视无睹了，不过它在各种自然资源中却保持着至尊的地位。生态系统离不开土壤——土壤是水、能量、热量的载体；我们的衣食住行离不开土壤——我们在土壤上行走、玩耍、开车、建房。

在孩提时代，土壤的颜色、触感以及它所承载的岩石、植物，还有那些生活在其中的生物，无一不令我如醉如痴；长大后，我开始关心人类食物的来源和自然资源的合理利用问题。因此，我选择了土壤学作为我的专业。

NASA 的土壤学家都做些什么呢？我在马里兰州的 Goddard 太空飞行中心工作。同步轨道宇宙飞船通过传感器将大量的地球图像传送给我们，我负责解释图像所揭示的地球表面的特性。

土壤到底是什么样子的呢？它又为什么会是那样的呢？我们怎样才能将土壤控制在一种健康的环境下呢？那就让我们一起来吧！首先，你们将严密检测从实验地点得到的土壤样品。科学家们将利用你们的数据来研究地球表面的不同土壤。你们得到的数据将帮助我们更好的解释卫星图像、更好的理解地球上各系统的相互作用及预测未来土壤的变化。

望你们在挖掘和探索中找到乐趣！

Elissa Levine

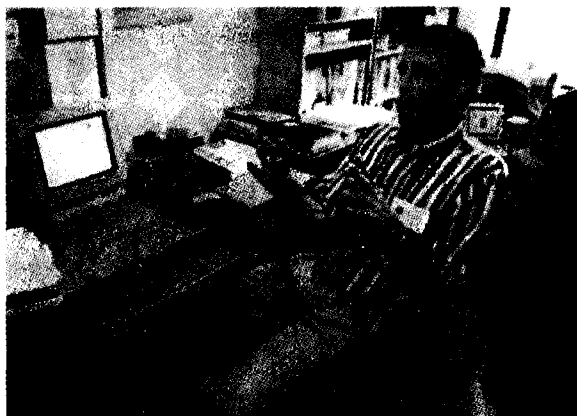
Dr. Elissa Levine
NASA/Goddard Space Flight Center
Greenbelt, Maryland, U. S. A



复印并分
发给学生

亲爱的同学们:

嗨,我叫 Jim Washburne,在图森市(Tucson)的亚利桑那(Arizona)大学从事水文学研究。水文学研究的对象是水及其在空气、土壤、地下岩石中的运动。我负责 GLOBE 计划中土壤水分的测量。



我年轻时,就被科学家们如何发现及追踪陆地的运动、海洋板块从海洋中脊项两侧的运动所吸引。今天当我研究地球上的水时感到同样激动。如今,科学家们每天都有新的发现,但目前仍有许多问题没有明确答案。

过去人们习惯于将地球分成不同部分来研究——即分别研究土壤、水、空气、植物和动物。现在,我们已经体会到地球是复杂的,研究整个系统及各组成部分的相互关联是很重要的。

目前,我正在试图通过解决如下问题来研究干旱地区的水循环。

- (1)下雨后,有多少水留在土壤中,其停留时间有多长?
- (2)人类活动是如何影响水循环的?
- (3)卫星数据的精确程度如何、是否可用水文模型中?

科学家们使用精密的仪器甚至卫星来远程测量土壤水分。我们只有将卫星数据与直接的、长期的实地观测结合起来才能得到有价值的信息。这就是我们需要你们直接测量土壤水分的原因。通过监测你们的 GLOBE 研究点,你们会告诉科学家地面上的动态。

只要潜心观察并提出关键性的问题,相信你们每一位都会取得出色的成绩。我期待着同你们一起工作。

望你们在探索、测量和处理数据的过程中找到乐趣。

James Washburne

Dr. James Washburne
Department of Hydrology and Water Resources
University of Arizona
Tucson, Arizona 85721 - 0011 USA
Phone: (520) 621 - 9944
Fax: (520) 621 - 1422
E - mail: jwash@hwr.arizona.edu

访问 Elissa Levine (爱丽莎·莱文) 博士及 Jim Washburne (吉姆·沃什伯恩) 博士

复印并分
发给学生

Levine 博士:我是国家宇航局(NASA)下属的Goddard太空飞行中心的一名土壤学家,该中心位于马里兰州(Maryland)的Greenbelt。Goddard中心主要研究地球及地球同步卫星。我负责解释从卫星传回的有关环境的信息,与此同时我也作土壤模拟。我们将所有的土壤信息输入计算机,然后以植物及气候类型予以加权并建立方程来描述水在土壤中的运动或土壤随时间的变化,与此同时我们还努力预测下一步的动态。

Washburne 博士:我是亚利桑那(Arizona)大学的水文学家。水文学家是研究水的。我研究水从地球的一个部分向另一部分的流动。GLOBE计划和我在NASA的地球观测系统(EOS)的工作正好不谋而合。EOS的目标是发射新一代环境资源卫星来收集有关地球的资料。但是,不管这些卫星多么先进,在空中测量土壤水分仍然是较困难的。实际上还没有地区性或全球性的土壤水分数据库来检验卫星数据。GLOBE计划的目标就是要建立这样的数据库。

GLOBE:土壤仅仅是泥土,有什么重要的?

Levine 博士:这是我最喜欢的问题。土壤是最重要的自然资源之一。生态系统的每一部分都必须依赖于土壤。土壤对水有过滤作用,能滤掉水中的杂质。我们吃的食物、穿的衣服及许多建筑材料都来自于土壤并依赖于土壤的条件。水和热在土壤中流动;营养物质贮存在土壤中。由于土壤影响着整个生态系统,我把土壤称为总调配员。

Washburne 博士:土壤湿度——土壤中水的含量——是影响农作物、草皮、树木及花卉种类的重要因素。科学家们渴望了解土壤湿度与

大气及气候的相互关系。

GLOBE:你们想通过GLOBE系统的数据解决哪些问题?

Levine 博士:(1)地球上的土壤种类;(2)土壤的特性;(3)土壤与生态系统中其他部分的相互关系。

GLOBE:你们想通过学生得到哪类数据?

Levine 博士:学生们将检测从实验地点采集的土壤样品并采用不同的方法进行研究。我希望他们能熟悉土壤特性,这样我们可以更好地了解土壤中湿度的变化、土壤与植物的关系以及土壤对气候的影响等问题。我将在我的模型中使用学生们获得的数据。

Washburne 博士:学生们将研究不同季节全球土壤水分的变化。为了做到这些,我们需要尽可能多的实地观测来同卫星数据及计算模型进行比较。通过卫星观测,我们最多能得到地表5厘米土层的土壤湿度数据。我们将利用学生的数据来验证卫星获得的湿度数据。

GLOBE:你们为什么让学生而不是科学家去收集这些数据呢?

Levine 博士:我们没有足够的科学家。地球上有很多不同类型的土壤。大多数研究一直是在农业区进行的。但是地球上除了农业区外还有城市、林区、干旱地区及其他一些地区。这些地区的土壤调查资料很少。

Washburne 博士:当科学家在某一地区对土壤水分进行细致的研究时,在每个地点每个时间点只能测量一次。GLOBE学生分布于世界各地,他们能提供一个强大的土壤水分数据网;这会胜过以往任何努力所得结果。

GLOBE:以前学生收集过土壤调查的数

据吗?

Levine 博士:以前,大部分工作一直是科学家自己在做。像这种全球范围的采样调查还从未有过。

Washburne 博士:我相信学生能行。土壤湿度的观测较简单。挖出一些土,称重,晒干,再称重。两次称重的差值是土壤原来的含水量。

GLOBE:你们都为 NASA 工作。一般情况下人们认为 NASA 的工作是开发太空,它也参与探索地球吗?

Levine 博士:是的。NASA 将地球看成和其他行星一样的星体, NASA 对地球的探索是其最重要的工作之一。只有从空间观察地球我们才能监测到它的许多生态系统,并研究各生态系统的相互联系。

GLOBE:和我们谈谈你们自己。你们是在哪里长大的、在哪儿受的教育?

Levine 博士:我出生在位于纽约郊区的长岛。我父母经常带我去纽约州的公园、洞穴、石化林,我便萌生了对大自然的兴趣。我常有住在洞穴或瀑布下面的怪念头,这就是开始。上学时,我喜欢数学和科学。70年代初,我在大学念了几年心理学;但是总感到有一份理想在强烈地驱使着我,即保护自然和造福人类。因此我转到一所农业大学,并对土壤产生了兴趣。夏季,我从事土壤测绘及土壤保护工作。念完大学之后,我又攻读了硕士和博士学位。从此我才真正开始研究美国和世界不同地区的土壤。我醉心于每种土壤演化和开发的研究。当我对土壤特性及土壤的形成机理有了较深入的认识后,我开始将它们运用到数学模型中去。

GLOBE:我们发现在科学界女性不是很多。

Levine 博士:我很高兴你们提出这样的问题。在高中时代,我对科学很感兴趣,但我不相信我能在科学界有所作为。

GLOBE:因为您是女性吗?

Levine 博士:是的。我周围的大多数人是男性,我的经历表明男女在思考问题时确实存在

差异。我试图从大的方面来着手,而很多男人则在细节方面更具慧眼。因此,我们可以取长补短。由于男女的比例失衡,所以科学界需要更多的女性。为了一个共同的目标,我们应该调动全部积极因素。

GLOBE:你因为是一位女性而受到歧视吗?

Levine 博士:高中时,我科学和数学的成绩都是 A 或 B,但我得不到周围人的指导,也没有多少榜样可以追寻。我既想事业成功也想拥有正常的家庭生活。但我有一个坚定的信念,相信凡事只要用心,就能成功。我现在是一个科学家并有两个可爱的孩子。家庭会给你积极的促进作用。我关心地球是因为我想让我的孩子拥有健康、快乐的生活。其实,家庭和事业是可以相得益彰的。

GLOBE:现在是否有很多女性从事该领域的工作呢?

Levine 博士:是的。这一领域的女性与日俱增。有一个名为土壤科学妇女联合会的组织,妇女可以通过国际土壤会议进行交流。我们有着相似的经历。

GLOBE:Washburne 博士,您是在哪儿长大的?

Washburne 博士:我出生在科罗拉多州的丹佛市,一直到高中我都生活在那里。我花了很多时间在落基山脉进行徒步旅行并在农场工作。和美国西部的其他州一样,科罗拉多州属半干旱地区,农作物或草地必须经常灌溉。所以,在很长一段时间内,水是我生活中的重要因素。在大学时,我的专业是物理;但是由于我长在落基山脉——它那众多露出地面的岩层是大自然伟大力量的鉴证,我也主修地质。后来我到科罗拉多矿业学院攻读硕士学位,主修地球物理,并学会了使用遥感技术来探测地层中煤和油的贮藏位置。几年后,开采业不景气,我失业了。因此我又回到学校学习并获得跨学科的、令人振奋的水文学博士学位。

GLOBE:您第一次对科学产生兴趣是在



什么时间?是什么原因促使您的选择?

Washburne 博士:缜密的科学研究方法能给我带来满足。我一直非常喜欢科学并喜欢揭示周围事物的相互关系。但是直到我上第一堂物理课,我才真正领悟到科学可以简便而令人信服地解释我们的世界。你们会发现作为一名科学家需要崇高的信念。我发现科学有趣是因为它有助于解释自然并富有挑战性——它蕴含着永无止境的奥秘。

GLOBE:如果在你的领域中你可以问一个问题,那将是什么?

Levine 博士:土壤有不同的层、颜色、形状和质地,各种不同的物质及生物生活于其中。它们是如何在这个复杂的系统中相互适应的?

Washburne 博士:人类将会对下一个世纪的气候产生什么影响?若气候变暖,水循环将会更加活跃,但是我们还不可能有全部答案。

GLOBE:科学带给我们的奖赏是什么?

Washburne 博士:我认为地球科学尤其水文学是十分吸引人的且有社会价值。科学的魅力不一定是全球性的发现,而是日常的发现、揭秘以及由研究和传播知识所带来的成就感。我的工作涉及很多重要的社会和政治问题,这使我感到工作的价值。能彻底弄通某个问题的原理本身会给你带来很多乐趣,而这个问题如果恰恰具有重大的社会意义,你所获得的成就感就不止这些了。譬如,科学家通过建立气候模型来研究人类对全球温度的影响,而我从事的土壤水分研究则有助于改进气候模型,其社会和经济价值就可见一斑了。但是,重要的是每一天都能有所收获。为什么湿气与土块混合会使乡村的土路变滑?彩虹的颜色来自何方?弄懂这样的日常问题对你我都是丰厚的奖赏。科学之路是一个令人神往的发现和再发现的过程,它给我们个人增添新意和价值。不要忽视细微的发现,它并不亚于成熟的伟大理论,点滴的发现同样构成通向宇宙奥秘之门的铺路石,也为我们

的生活增添色彩。

GLOBE:所有的科学家似乎都有健康的好奇心,你能证实一下吗?

Washburne 博士:可以。对科学家来讲,重要的是提出问题。科学家和其他人没有区别。我认为只要努力,任何人都可以成为科学家。在学校时,不要仅仅停留于掌握现成的事实,而应尽力理解其基本原理并将其运用到我们所关心的问题中去。虽然我们已经积累了很多的知识,但要揭开世界的奥秘以及世间万象之间的关系,还有更多东西等待我们去掌握。我认为 GLOBE 学生很幸运, NASA 探测地球的成果能够使他们终生受益。总之令人兴奋的是在人类世界中仍有很多东西要我们去学习和理解。

Levine 博士:我知道自己有一颗强烈的好奇心。这种好奇心可能印证了科学家所说的学海无涯的道理。我特别期待着从学生的数据中获得有关土壤的新信息。

GLOBE:你们参与国际间的合作吗?

Levine 博士:是的。最近,我出席了在中国举行的土壤会议,这次会议的议题与我们在美国研究的问题很相似。我也曾与澳大利亚、欧洲、俄罗斯、南美、非洲沙漠国家的研究人员合作。

Washburne 博士:欧洲和拉丁美洲都有我的合作伙伴,世界上一些偏远的角落也曾留下了我的足迹。我正在全球范围内物色合作伙伴配合 GLOBE 学生的工作。

GLOBE:在你们的成长过程中,有自己崇拜的英雄吗?

Washburne 博士:我常希望自己生长在 Lewis 和 Clark 时代或是与 Cook 船长一同周游世界。甚至原始的山人也是我心目中的英雄。能第一个探险一片未知的疆域是多么令人心驰神往,在那里你所走的每一步就是一种发现。

GLOBE:你们最具代表性的一天是怎样的?是在实验室中工作吗?

Levine 博士：虽然我对实地调查感兴趣，但更多的时间我是坐在计算机前做研究、运行模型、读写科技文章、发电子信件。当我去实地时，通常和科学家小组一起去，我们用一周或两周的时间观测各个实验点，并根据不同的土壤、植物、气候条件进行分类。然后我们带回土壤样品并将样品送出去进行分析。我利用从实地获得的数据来检验和建立我的研究模型。

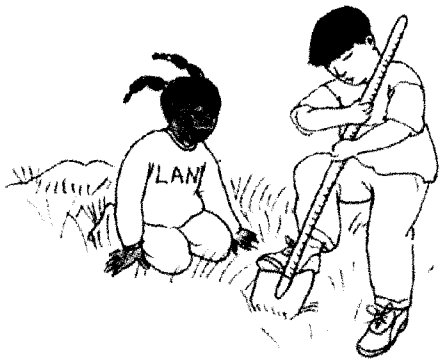
Washburne 博士：令人惊奇的是，平均每周我用于写和读的时间各占 40% 和 10%。有 30% 的时间用在计算机上，主要是接发电子信件、分析、设计程序。我希望花更多的时间来阅读其他人的成果。这对科学家是重要的，但是我有时只能浏览摘要。我大约花 10% 的时间来开会、与其他科学家交流、为不同的问题设计方案。在我度过的一周中只要有 10% 的时间可以自由支配，那我就会成绩斐然。我之所以喜欢我的工作是因为每天都有新东西。

GLOBE：你说以前的学生没有做过这方面的工作，GLOBE 是独一无二的吗？

Levine 博士：绝对的。它将在很大程度上帮助我们了解土壤特性。从小学就接触土壤是有意义的，那将帮助所有人更好的理解土壤的重要性。令我激动的是土壤将成为地球系统研究的重要组成部分。本该如此。

GLOBE：你们希望学生们在这次活动中学到些什么？

Washburne 博士：我希望他们能更好的观察和理解周围的环境并能意识到支持科学研究



的必要性——尤其要弄懂人类和自然怎样才能更好地和谐共存。

GLOBE：现在，为什么学生应进入土壤科学领域？

Levine 博士：土壤是生存的必要条件。我们需要年轻的科学家了解土壤如何同生态系统的其他部分相适应、帮助我们维持生活水准、使我们生活在一个健康的地球上。

GLOBE：为什么学生应成为水文学家？

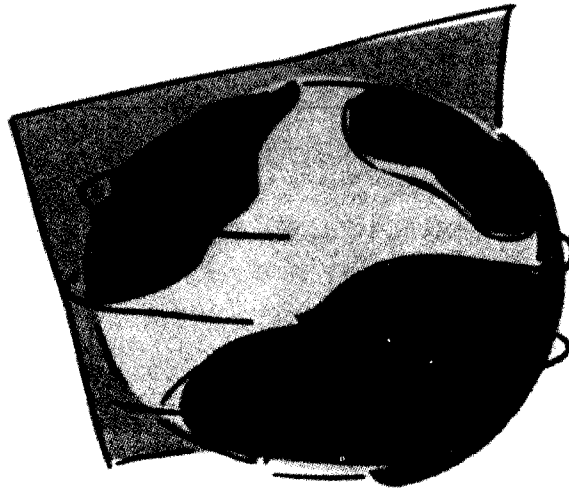
Washburne 博士：水文学充满乐趣而且很独特。其中一个很重要的部分是调查和净化地下水，这需要做大量的工作。我从事的全球水文学也很重要。NASA 将要发射的新一代地球资源卫星将带回许多问题，这有待今天的学生在未来解决。

GLOBE：对全体同学尤其是对地球科学感兴趣的女生有什么建议？

Levine 博士：我的第一条建议是对全体同学的——走出去探测附近的自然区域。看看花、观察地面、感觉脚下的土壤、挖一个坑看看里面有什么。一旦学生们认识了生态系统，他们会更容易地接受数学、科学甚至历史、语言等其他课程。所以，第一，走出去。对女同学我要说，我们需要你们。我们要和男性处于同等的位置。我们扮演着非常重要的角色。男人和女人都需要用更全面、更成熟的方式来研究地球。女性能做她们选择的每一件事并且能做得相当好。

Washburne 博士：放宽视野是很重要的。我希望学生无论做什么都要有较宽的知识面。全球水文学是一门跨越多种学科的科学。要想掌握它，就必须了解土壤、遥感、大气、气象学及树木、植物与水的相互作用。计算机的使用也是重要的，数学是很多工作的基础。做你最愿做的事，不要以为所有的问题都已解决了或很快就会解决。提出自己的观点、提出问题，因为提出问题并寻找答案是我们工作的根本。

引言



- * 概述
- * 测量方法综述
- * 为实地测量做准备
- * 教学活动
- * 评估学生



概述

土壤是位于地球陆地表面最上部的一个薄层，被称为表土层。这个薄层是珍贵的自然资源。土壤对生态系统的其他部分影响很大，因此通常称其为“总调配员”。土壤为动植物保持水分和养分。水在通过土壤的过程中被过滤和净化；土壤影响水的化学特性及重新回到大气形成降雨的水量。我们吃的食物及大部分用于造纸、建房、制衣的材料都来源于土壤。了解土壤有助于我们知道该在何处建房、修路、建运动场。该调查指导你如何测定土壤特性、土壤湿度、渗透率及土壤温度。

土壤最重要的特征之一是其含水量。无论是以气体的形式还是以液体的形式，沃土的含水量是其体积的四分之一。如果土壤太干且没有植物覆盖，水分将在风的作用下流失。相反，若土壤中的水分太多，地面就会因太湿而无法支撑农作物，也无法作为建筑物的地基。水流入或渗入表层的速度决定了下雨时水的流失量。干燥而多孔的土壤能吸收大量的雨水，可以抑制突发性的洪水；而对于含水量近乎饱和或吸水慢的土壤，洪涝的机率就高。

所有的陆生生物都直接或间接地依赖于土壤中的水分。土壤水分与陆地的其他特征、气候条件结合起来共同决定植物种类。土壤就像一块海绵一样，植物的根直接吸收它所贮存的水分。不同的土壤储水能力各异。例如，沙漠的沙

质土壤的储水能力很差，仙人掌靠自身储水；其他树木则将根深植地下达数十米来摄取水分。

同样，所有的生物都受土壤温度的影响。土壤温度的变化要比大气温度的变化慢。在许多温带地区，冬天表层土冻结，但在一定深度以下，土不但不冻而且其温度几乎保持常年不变。在一些寒冷地区，已经在表层土壤下面发现称为永久冻土的永久冰层。土壤把深层土及生活在其中的生物与急剧的温度变化隔绝开来。

接近地表的土壤温度和湿度通过气—固界面的热和水蒸气的交换来影响大气。土壤对大气的影晌虽然比不上大洋、海以及大的湖泊，但它有时也能显著地影响天气状况。研究人员已经发现当飓风掠过水分饱和的地面时其强度加剧。气象学家发现如果将土壤条件考虑进去，会提高天气预报的准确度。地表土壤的温度及湿度对大气变化的反应依赖于表层土壤及其下面的土壤剖面的特性。在此次活动中，同学们的测量包括土壤的理化性质，其结果会有助于我们深入研究土壤在气候中发挥的作用。

土壤的成分及形成

土壤由三种主要成分组成：大小不一的矿物、来自死亡动植物遗体的有机质、可以容纳水和空气的空间。适于生长多种植物的好土壤应该含有45%左右的矿物（砂土、粉砂、粘土的混合物）、5%的有机质、25%的空气和25%的水。

图 SOIL - I - 1

| 土壤特性随时间的变化 | | |
|------------------------|---|---------------------------------|
| 土壤特性随分钟、小时、天数的变化 | 土壤特性随月或年的变化 | 土壤特性随百年或千年的变化 |
| 温度 湿度 土壤孔隙中的空气成份 | 土壤的 pH 值 土壤的颜色 土壤的结构 土壤中有机质含量 微生物 密度 | 金属种类 粒子的大小 层位的形成 土壤的肥力 |

土壤是动态的并随时间发生变化。譬如，温度和水分含量(土壤湿度)等土壤特性变化很快(通常以分钟或小时计)。而其他土壤特性象矿物质的迁移转换在上百年或上千年的时间内也不会有太大的变化。

土壤的形成(成土作用)和土壤的特性是以下五个关键因素作用的结果：

1. **土壤母质**——土壤形成的原材料。土壤母质可能包括基岩、有机质、古老的土壤表面、水、风、冰川、火山等造成的沉积物或沿斜坡移动下来的物质。

2. **气候**——热、雨、冰、雪、风、日光及其他自然力量将母质破碎并影响土壤形成期的长短。

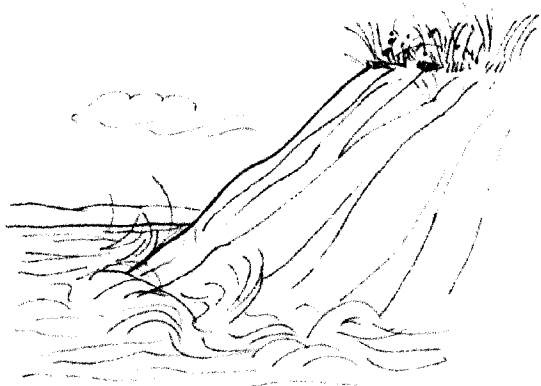
3. **生物**——所有生活在土壤上或土壤中的动植物(包括微生物和人类!)。植物生长所需的水量和养分影响土壤形成的方式。生活在土壤中的动物影响废弃物的分解及土壤中的物质在土壤剖面中的移动。动植物遗体变为增加土壤肥力的有机质。人类利用土壤的方式影响土壤的形成。

4. **地形**——土壤在一种地形中的位置可影响气候对它的作用。山脚下的土壤要比山坡上的土壤含水多，阳坡土壤中的水分要比阴坡土壤中的水分少。

5. **时间**——上面的所有因素通常要经过几百年或几千年的时间得到验证。

土壤剖面

由于五种土壤形成因素之间的相互作用，



土壤和土壤之间存在显著的差异。土地中的每一部分土壤都有其独特的性质。如果从地上切下一块土壤，土壤的切面或者说它的轮廓被称为土壤剖面，就像人脸的轮廓一样。当你学会解析土壤剖面后，你就会知道几千年来一个地区的地质和气候史、人类开发土壤的考古史、土壤现在的性质及使用土壤的最佳方式。在某种意义上说，每一个土壤剖面都讲述着一个故事，告诉你它当前处境的情况。本节末尾“纵观全球土壤”附有部分实景案例可供参照。

每一个土壤剖面都是由数个被称为土层的层构成的。土层中薄的只有几毫米、厚的超过一米。不同的土层有不同的颜色及不同形状的颗粒，可以相互区分开来。不同的土层还有其他不同的特性，你会感觉到它们之间的不同。某些土层是因侵蚀作用而形成的。土壤被冲刷到下游并且沉积下来，经过几百年或几千年后，形成了大面积的新土壤层和砾石，道路的断面和壕沟就可以证明。

土壤科学家用特殊的符号来标记土层。不是所有的土壤都有相同的土层，这主要取决于不同土壤的形成方式。下面列出了一些土层的标记符号：

O 土层

该层由带 O 字头的有机质 (organic material) 构成，因而取名 O 土层。这一土层位于土壤表层；其中大多数有机质是从上面的植物上落下来的(如树叶、树干、树枝)；其他部分是动物和昆虫的遗体。有时，有机质会发生分解，因而很难分辨原始的有机质是树叶、树枝还是其他物质。O 土层主要位于森林地区。农业区、沙漠和草原的土壤中没有这一土层。

A 土层

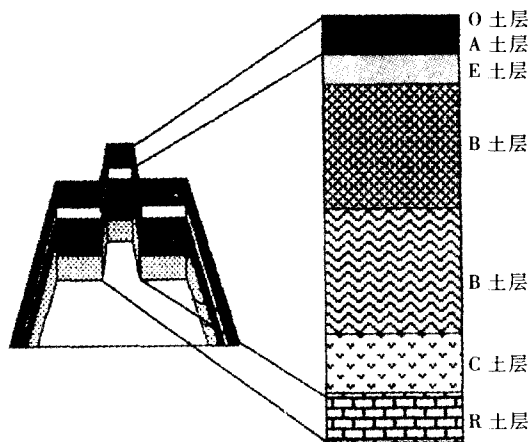
像字母表中的第一个字母一样，A 层是土壤的第一个矿物层，通常被称为表土层。A 层主要是由矿物质组成的，也含有一些完全分解的有机质，所以 A 层呈黑色。A 层的颜色通常要比其下面的土层深。在农业区，A 土层是被耕种的部分，当该土层中有大量腐烂的根且有机质

积聚时,土壤结构呈粒状。若受积压,土壤将呈扁状。

B 土层

B 土层是土壤剖面中第二个主要的土层,就象字母表中的第二个字母 B。这一层主要是由母质构成的,母质被强烈风化后具有不同的外观。B 层常被称为下层土。风化导致了土壤的颜色、质地、结构的改变(由于粘土颗粒或化学

图 SOIL-1-2



元素进入 B 层而使土壤呈块状或棱柱型结构;由于干旱区钠含量高而导致土壤呈柱状)。由于从 A 层和 E 层渗漏出来的物质沉积在 B 层,因此, B 土层也可称为积累(或沉积)层。由于积累作用,此层中富含粘土、有机质、铁、铝及从上层移动下来的其他土壤成份。B 层的颜色比 A 层浅,可呈红、棕黄或棕色。如果此层土壤中的水分长期饱和,其颜色可能是灰色或灰色中有红或桔黄色的色带。

注: B 土层可以很厚并且可以分成两个或更多的层次。若土壤中有两个以上的 B 土层,可依次标为 B1、B2、B3 等。观察其颜色、质地、结构及结持性的变化有助于将不同的 B 土层分开。

C 土层

按字母表的顺序, C 土层是土壤剖面中的第三个主要层。C 层和土壤的原始母质最相似,颜色没有变化、土壤结构还没有形成(多个或单

个颗粒状)、没有因渗漏而产生的物质的迁移或沉积、无覆盖物、无有机质的积累。

E 土层

在特定的土壤中(通常是在林区或潮湿的条件下)形成 E 土层。其名字来源于淋滤(Eluvial),这个词表示粘土、铁、铝、有机质及其他矿物质通过此层移动(或渗漏)。此层土壤呈白色或比其上下土层都浅的颜色。在多数情况下,土壤呈块状或粒状。这种土层最常出现在生长针叶树的林区。

R 土层

R 土层是岩石层,有时会在土壤剖面的下面发现。此层土壤可能是由基岩形成的;或者在土壤形成前,土壤母质(如冲积层、冰状物质或火山灰等)已经沉积在岩石的顶部。

注:在土壤剖面中,你可能不会看到前面列出的所有的土层。例如: O 土层和 E 土层通常只出现在林区。若你的土壤剖面在农业区、沙漠或草原,土壤剖面常以 A 土层开始而没有 E 土层。若土壤已被侵蚀,土壤剖面则可能从 B 土层开始。浅层土壤或风化程度不强的土壤其土壤剖面可能是从 A 土层到 C 土层,而没有 B 土层。

许多土壤可能已被过去某一时期的人类活动所改变。这可能是建设的结果:建筑者将其其他地区的土壤移到建筑工地;土壤层被不同顺序的其他土壤层所取代。或许,土壤有一种以上的母质形成;水、风、冰川、火山运动或山崩传送的母质可能沉积于其他母质或已经存在的土壤剖面上。因此土壤剖面中强烈的颜色、质地或其他土壤特性的变化表明了土壤并非都由一种母质构成。

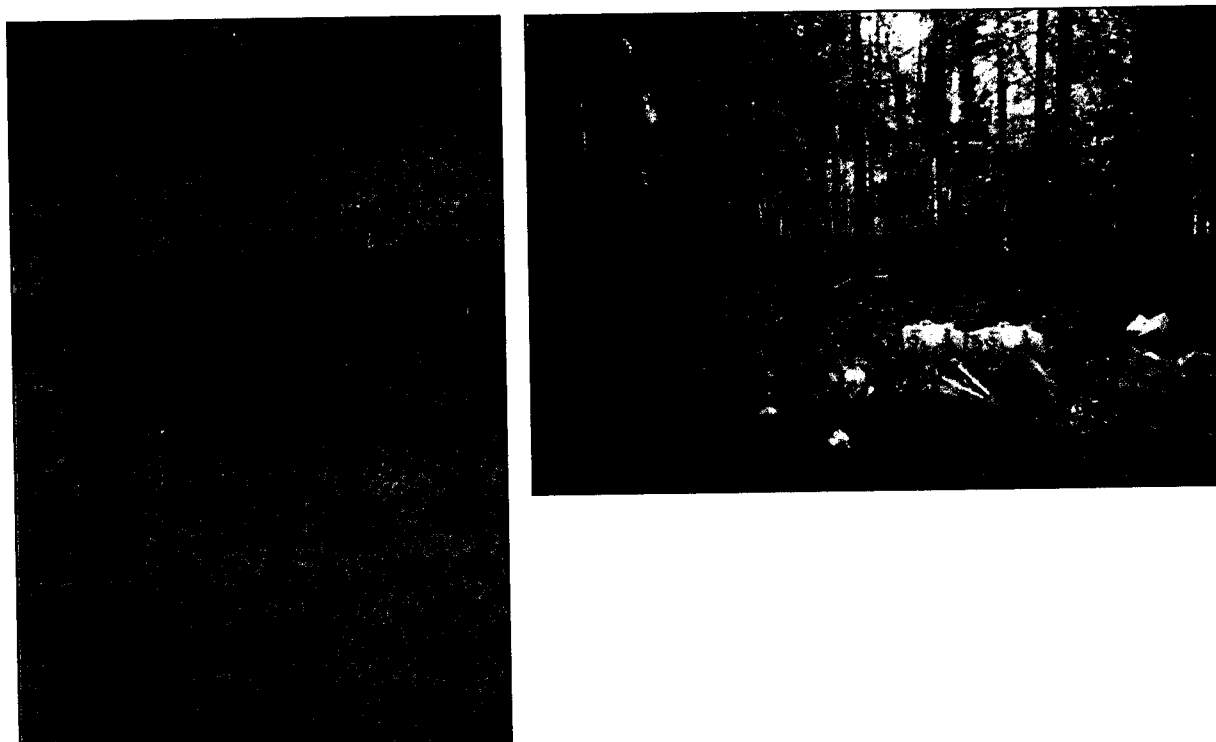
纵观全球土壤

下面的图片展示了世界各地的土壤剖面。

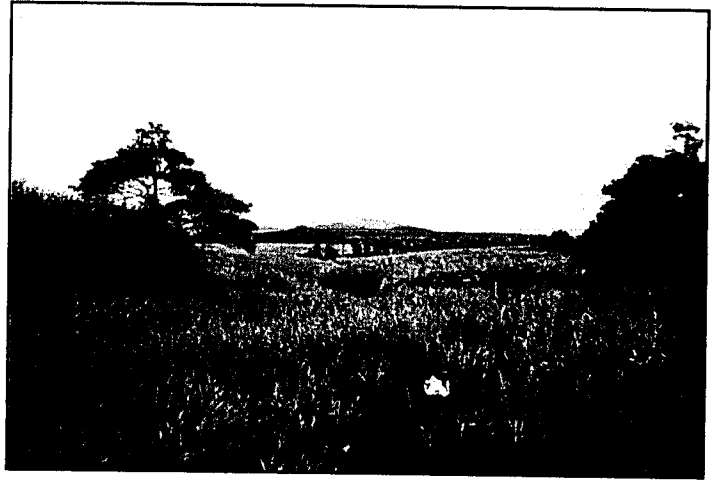
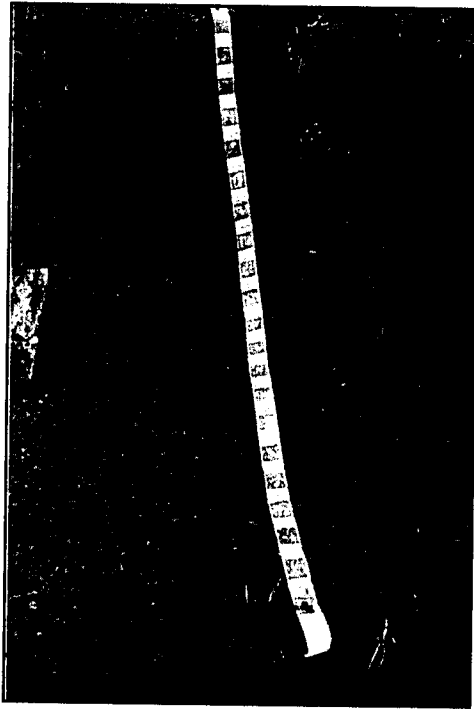
图SOIL-I-3: 美国得克萨斯州 (Texas) 南部的草原地区土壤剖面图



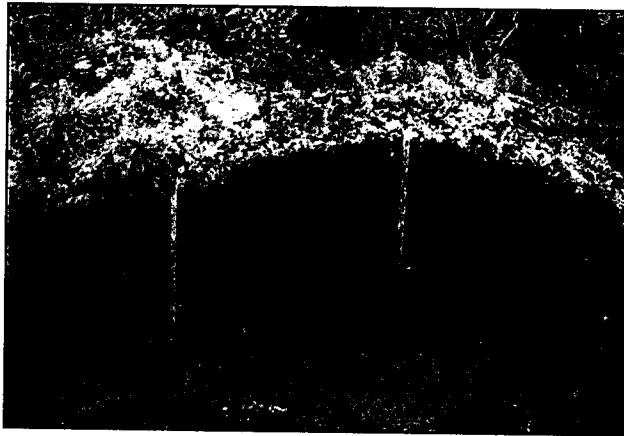
图SOIL-I-4: 俄罗斯远东地区森林区的土壤剖面图。该区位于Magadan市附近。



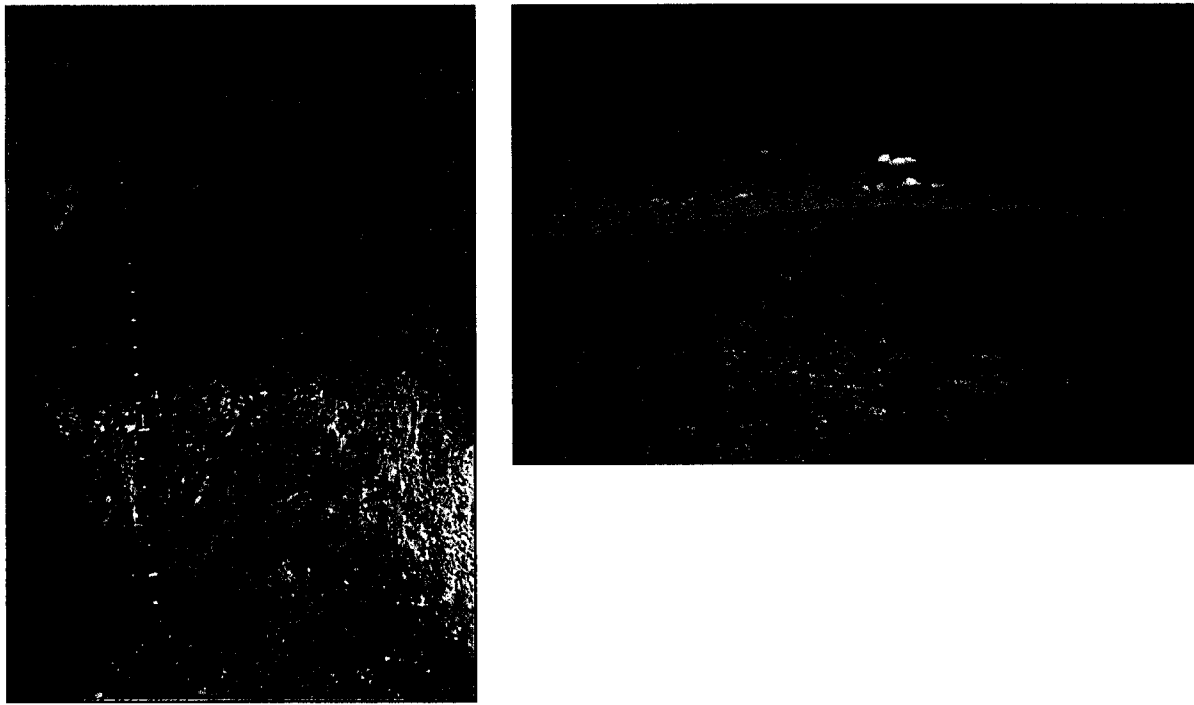
图SOIL-I-5: 澳大利亚 Queensland 北部, 热带环境下的土壤剖面图



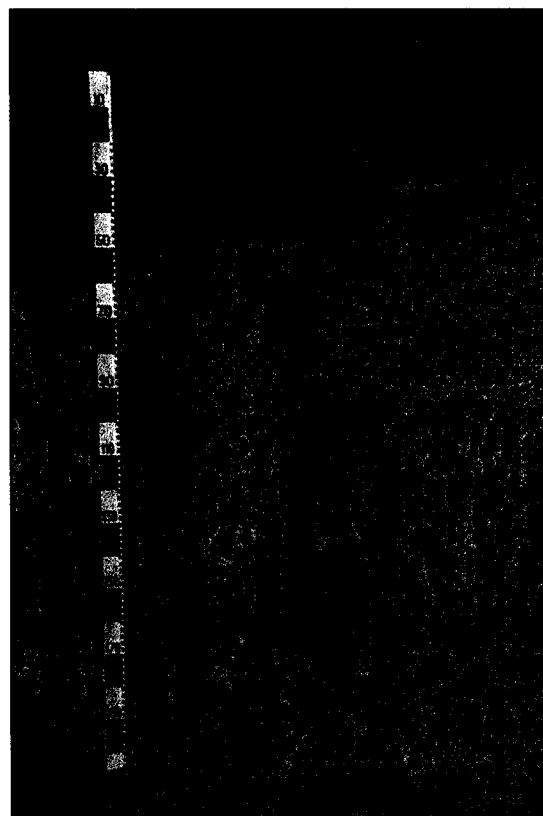
图SOIL-I-6: 加拿大西北部靠近 Inuvik 的非常寒冷的土壤剖面图



图SOIL-I-7: 美国新墨西哥州干旱条件下的土壤剖面图



图SOIL-I-8: 美国路易斯安那州湿地的土壤剖面图



测量方法综述

土壤特性

在实地,可通过土壤剖面的不同结构、颜色、结持性、质地及自由碳酸盐的含量将各个土层区分开。将样品带回教室或实验室检测体密度、颗粒分布、pH值、土壤肥力等土壤特性,不难发现,不同的土层其土壤特性是不同的。

结构

结构是指土壤中土壤颗粒群或其集合体的自然形状。土壤的结构影响着土壤中孔隙的大小,根、空气、水通过这些孔隙运动。

颜色

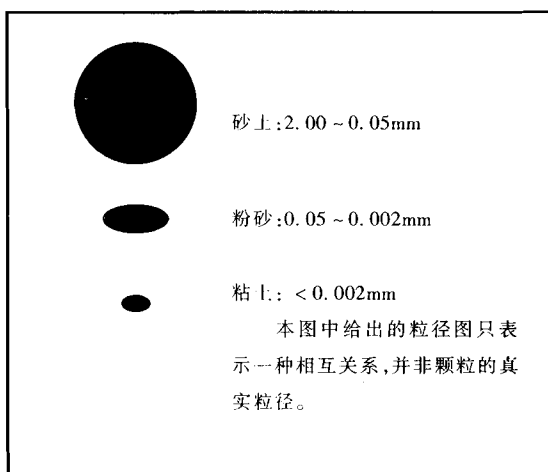
土壤的颜色取决于土壤中所含有机质的多少及矿物种类(如铁通常是红色的、碳酸钙在干旱地区呈白色)。土壤样品的干湿程度不同,其土壤颜色也会不同。通过土壤颜色能决定土壤中的水分是否已达到饱和。

结持性

结持性是指单个土壤颗粒的坚硬程度。根、锹及犁在结持性大的土壤中很难移动。

质地

土壤质地是指土壤摸上去的感觉,是由土



壤中砂土、粉砂及粘土颗粒的含量来决定的,其中每种颗粒的大小都不一样。

人手对土壤不同微粒的大小很敏感,因此,我们可通过感觉来决定土壤的质地。砂土的粒径最

大,摸上去磨手。粉砂的粒径居次,摸上去较光滑,感觉像面粉。粘土的粒径最小,感觉较粘,很难挤压。土壤样品中砂土、粉砂和粘土的实际含量被称为颗粒分布,可在实验室或教室中进行检测。

碳酸盐

自由碳酸盐是指在 pH 值大于 7 的土壤中覆盖在土壤微粒上的物质,自由碳酸盐尤其存在于处在干旱或半干旱气候条件下的土壤中。碳酸盐通常呈白色且可轻易的用指甲刮掉。它们是钙盐或其他元素的盐类,而且积聚在雨水较少的区域。碳酸盐也来自于母质(如石灰石);土壤中额外加入碳酸盐或是土壤本身具有碳酸盐形成条件,都会造成土壤碳酸盐的增加。在干旱条件下,碳酸盐有时可形成象水泥一样坚硬且密度很高的土层使得植物的根无法在其中生长。

在此次活动中,通过对土壤喷醋来检测碳酸盐的存在。若土壤中有碳酸盐存在就会和醋发生化学反应。醋(一种酸)与碳酸盐(一种碱)反应会产生二氧化碳。若产生了二氧化碳则有泡或泡腾的现象发生。土壤中碳酸盐越多,观察到的气泡就越多、泡腾现象越显著。

体密度

土壤的体密度是衡量土壤堆积紧密程度的指标。由单位体积中干土壤的量(克/立方厘米)来决定。土壤样品的密度决定于土壤自然结构体的结构(形状)、样品中孔隙的多少、颗粒间结合的紧密程度及土壤中固体物质的成份。含矿物质(砂土、粉砂及粘土)的土壤与含有机质的土壤具有不同的体密度。总体说来,土壤的体密度可从 0.5 克/立方厘米(孔隙较多的土壤)到 2.0 克/立方厘米。对于非常结实的土层,其体密度要大于 2.0 克/厘米³。

从多方面来看,了解土壤的体密度是很重要的。体密度可给我们提供有关孔隙度的信息(土壤中孔隙体积的比例)。这将有助于我们确定有多少空气或水能储存在土壤中或穿过土壤。土壤体密度也可显示土壤中颗粒结合的紧密程度如何,该土壤是否适合根的生长或是否可以插入铁锹。体密度也可用于土壤样品的重量和体积之间的换算。若我们知道了土壤样品的重量,可用重量除以体密度来求得土壤样品的体积。如果知道了土壤

样品的体积，可用体积乘以体密度来求得土壤样品的重量。

颗粒分布

土壤中各种微粒的数量（砂土、粉砂、粘土）叫颗粒分布。如果知道了土壤样品的颗粒分布，我们可进一步知道许多土壤的特性——包括土壤中水、热及养分的含量，水和热量在土壤中移动的快慢，土壤结构及结持性。

样品中砂土、粉砂、粘土的分布可使用液体比重计通过沉降法来测量，方法是用液体比重计测量一些土壤沉到量筒底部后另一些仍处于悬浮状态的土壤的数量。

如图 SOIL-I-9 所示，砂土的粒径最大，粉砂的粒径居中，粘土的粒径最小。目前在科学界关于如何划分砂土和粉砂的粒径范围仍存在争议。在此次活动中我们将用两种不同的标准来测量砂土和粉砂的粒径大小。

1. 美国农业部 (USDA) 的粒径标准：砂土为 2.0~0.05mm；粉砂为 0.05~0.002mm

2. 国际土壤学会 (ISSS) 的粒径标准：砂土为 2.0~0.02mm；粉砂为 0.02~0.002mm。同学们可以测出满足两种粒径标准的粉砂和砂土的含量，这样，世界各地的科学家都能使用我们的数据。

粘土的粒径最小，两个组织的标准都小于 0.002mm，粒径大于 2mm 的粒子称为石头或砾石而不再被当作土壤材料。

大而重的粒子最先下沉，所以将土壤样品放在体积为 500 毫升的量筒并摇动量筒时，砂土粒子（按照美国农业部标准）在 2 分钟后沉到底部，而粉砂和粘土粒子处于悬浮状态；砂土粒子（按照国际土壤学会标准）在 12 分钟后沉到底部，粉砂和粘土粒子仍处于悬浮状态。24 小时以后，粉砂粒子沉到底部，只有粘土粒子仍处在悬浮状态。

pH 值

土层的 pH 值（土壤的酸碱性如何）可在实验室或教室测量。pH 值可影响在土壤中生长的植物种类。pH 值由下列因素决定：母质的种类、进入土壤的雨水或其他种类的水的化学性质、土地开发以及生活在土壤中的生物体（植物、动物、真

菌、原生生物、原核生物)的活动。例如：松树针叶是强酸性的，当其分解时，土壤的 pH 值会降低。土壤 pH 值是其化学性质及肥力的标志。像水的 pH 值一样，土壤的 pH 值是用对数来表示的（见水文调查引言中关于 pH 值的描述）。pH 值是个重要指标，它会影响到土壤中化学元素的活性，因而影响到土壤的许多特性。不同的植物适合在不同的 pH 值下生长，为此农民向土壤中加入碳酸钙或硫酸钙等物质来改变土壤的 pH 值以便土壤拥有适合植物生长的 pH 值。土壤的 pH 值也影响到地下水或附近水体的 pH 值，例如溪流或湖泊的 pH 值。

土壤肥力


土壤中储存的营养物质决定土壤的肥力。以硝酸盐形式存在的氮、磷及钾是土壤中对植物生长发挥重要作用的三种主要养分，且都有可能渗漏到地下水中去，所以使土壤保持合适的养分含量是非常必要的。通过检测土壤中氮、磷、钾的含量，我们可以知道土壤样品中每一土层中每一种营养元素的含量。土壤肥力可以帮助我们解释植物在该种土壤中的生长状况及可在该种土壤中生长的原因。土壤肥力也可与你们在水文调查中要测量的水化学联系起来。

取样方式

在土壤会影响另一项 GLOBE 测量的每个研究点各进行一次土壤特性的测定。最为首要的两个研究点是生物研究点和土壤湿度研究点。测量在实地和教室交互进行。在实地，用铁锹或掘土钻在地上挖一个洞，取深度为一米左右的土壤剖面。如果无法取到一米深的土壤剖面时，可以选择表层 10 厘米土壤。所有的同学都将描述土壤，并将土壤样品带回教室晒干、筛分，以测定土壤的体密度；同时要测量 pH 值、氮磷钾的含量、土壤颗粒分布及表面渗透率。

土壤湿度

每年至少定期测量 12 次土壤湿度。老师和同学们自行决定是连续测量 12 周、每月测量一次，还是每隔 2~3 周的时间测量一次。同学们通过不同的取样方式可以了解土壤条件变化的不同侧面，科学家也可以从中获得不同用途的数据。同学们若能观测到显著的变化就会对测量更



感兴趣。一般说来,在初夏或干湿季节变更的时候土壤湿度的变化最快。老师和同学们应根据自身的实际情况制定一套切实可行的取样方式,以圆满完成 12 次的测量任务。

可以按照学生的能力和学校的条件选择三种取样方式中的任何一种。前面已提到,不同取样方法所取得的数据将用在不同的方面,且会展示土壤湿度变化的不同侧面。不管采取哪种取样方式,测定土壤中水分含量时所用方法是相同的,即将土壤样品晒干、称重。

最简单的取样方式是同学们在距地面 0~5 厘米处及 10 厘米处取样,卫星上的土壤湿度遥感器可以穿透 5 厘米土壤。在同一地点、同一深度取三个土壤样品以检测数据的可靠性。第二种取样方式是在 50 米长的横断面上每间隔 5 米取 0~5 厘米的土壤样品,每个取样点取三个土壤样品以核实同一地点数据的可靠性。通过这种方法我们可以了解土壤在位置方面的差异,同时也可以更好的了解大区域范围土壤的特性。既然学生和卫星都可以观察接近地表的土壤湿度,因此,上述两种取样方式的两组数据可以进行比较。继之,用 GLOBE 数据来校核、检验、解释从卫星传感器或飞行器传回的数据。最后,分 5 个深度取土壤样品,即: 0~5 厘米、10 厘米、30 厘米、60 厘米和 90 厘米。这种方式有助于解释水在土壤中的纵向运动,并提供与植物吸收水分相关的数据。

同学们将收集到的土壤样品放在有标记的土壤样品容器中称重,然后将样品放在 75~105℃ 的低温炉中,将土壤样品中所有的水分除去后再称重。两次的重量差是土壤样品中所含水分的重量。科学家将这种方法称为重量分析方法,即测重。水分重量与土壤干重的比值称为土壤水含量(土壤湿度)。注意其比值不是百分数,因为它不是用水的重量去除土壤的总重量所获得的。干重是土壤样品体积的一个指标。体密度是土壤的一个恒定特性指数,所以它很有用。类似于体密度,用土壤中水的重量去除土壤的干重后得到一个常数——土壤的水含量;这样即使每天所取的土壤样品大小不同,仍然可对其进行比较。

一般情况下,土壤的水含量范围在 0.05~

0.40 克/克之间。通常的做法是将这些数值乘以 100,我们要求同学们遵守这个惯例。虽然沙漠地表湿度低于 0.05 克/克,沙漠土壤中仍有少量的水分。富含有机质的土壤、泥炭、粘土可吸收大量的水,其湿度可高于 0.40 克/克。

渗透率

渗透率(水流入地下的速度)是土壤的一个重要水文特征。科学家利用渗透率来预测和模拟有多少雨水流失或储存在土壤中。渗透率取决于许多因素:土壤结构、土壤质地、体密度、土壤中水含量、土壤中的有机质。渗透率的变化范围从不足 20 毫米/小时(粘土及结合紧密的土壤)到 60 毫米/分钟(松散的干沙土)。

每年在土壤湿度研究点测量三次渗透率,在土壤特征取样点测量一次。测量渗透率所使用的简单的仪器是双环渗透计(由两个同心的直径不同的罐制成)。由于渗透率随土壤湿度的变化而发生变化,而土壤湿度又随时间而变化,所以在 45 分钟内,同学们要测量 1~9 次渗透率。渗透率的测量要在采集土壤湿度样品的同一天进行。渗透率会因动植物对土壤的干扰程度的不同而有所差异;因此同学们在给定的一天中要测量间隔两米的三个地点的渗透率。

土壤温度

土壤温度测量与在大气调查中测得的每天的最高和最低气温有关。如同比较气温与地表水温度和降雨量之间的关系,通过比较气温和土壤温度,同学们会增长见识。

土壤温度是在土壤湿度研究点测定的,土壤湿度研究点与大气研究点的距离应在 100 米之内。若不能在学校测定土壤湿度,则需在距大气研究点 10 米之内的区域中测量土壤温度。土壤温度测量在地表以下 5 厘米和 10 厘米处进行;这样可以获得与该点地表土壤湿度直接相关的数据。土壤温度要在一年的时间内每周测量一次。此外,每三个月,同学们要进行一次连续两天的测量。在这两天中,大约每隔两小时测量一次土壤温度,目的是掌握地表土壤温度在研究地点一天中随时间的变化规律。

为实地测量做准备

土壤湿度取样方式及实验地点的设计

土壤湿度研究点应选在远离建筑、树木或道路且没用水灌溉的开阔地带。最好能使土壤研究点和大气研究点相距 100 米之内。这样所得的数据可以相互联系并能结合起来，能使我们更全面地了解每所 GLOBE 学校附近的环境状况。

用于土壤湿度测量的三种取样方式的设计概括如下：

星状模式

同学们要在接近地表的两个深度收集土壤湿度样品。在 12 天的取样过程中，取样按具有 2 米直径的星状模式进行。横断面模式同学们沿一个横断面取 11 个土壤样，这尤其有利于同卫星图像进行比较。此横断面为长 50 米且穿过开阔地的一条直线。沿着这条线每隔 5 米测量一次土壤湿度；在每个测量点上取 3 个样，为保证数据的准确性，3 个样之间的距离不得超过 25 厘米。

在不同深度钻土

同学们用掘土钻在 0~5、10、30、60 及 90 厘米 5 个不同的深度挖取土壤样品进行土壤湿度测量。

在此，我们也介绍一下石膏块土壤湿度测量法，仅供高年级学生选用。将石膏块以 4 个不同的深度——10、30、60 及 90 厘米放在土壤中，同学们将通过其导电能力来电子监测石膏中的水分含量。这些测量结果与大气调查的观测结果直接相关，因为这些测量每天都要进行。重量分析法可与这种选用的石膏块方法同时使用以校核石膏块法的读数。

与其他调查的结合

土壤调查向同学们介绍了土壤与其周围的陆地、水及大气之间的密切联系。将各类研究地

点选在彼此接近的地方，这样会有助于研究收集的数据之间的相互关系。在完成如下几项工作后可能会得到一些有趣的对照：

- 将土壤特性取样点选定于以下几个研究地点内——土地覆盖研究点、生物研究点、土壤湿度研究点或定量的土地覆盖取样点。

- 在从事土壤特性及土壤湿度活动的同时，完成水文调查引言部分的活动。

- 在大气研究点附近测定土壤湿度。

时间的选定

春秋两季是研究接近地表和地下土壤湿度的最佳时机，土壤既不冻结也不过于干燥。学习活动应选在能观察到最大对比度时进行。

雨后是户外观测的理想时间。观察的项目可以是池塘中的水、地面上凋落物下的土壤湿度、向阳的干燥地点、泥泞的凹地以及树冠下的土壤等。

教学活动

学生的学习目标

土壤系统为许多科学活动提供了一个天然的实验室。通过研究土壤剖面的起源、其他土壤剖面、气候、植被类型、土壤母质及土地使用对土壤的影响，同学们会对土壤学、地质学、生物学及生态学建立全面的认识。

了解热、水及化学成份在土壤形成及在他们所研究的土壤中的作用，同学们便掌握了物理和化学的自然知识背景。

同学们将会对土壤湿度、温度及其在区域和全球的水、碳及能量循环中的重要性有所了解。我们将向使用遥感方法观测土壤对地区和全球变化的影响提出挑战。我们也将介绍用于预测土壤特性及生态学参数的模拟方法。

通过识别土壤特性和学习识别气候、地形、生物、母质(地质)及形成不同类型土壤的时间之间是怎样相互作用的来提高学生的观察能



力。通过进行正确的测量、处理样品及做记录，学生们会提高实际工作能力。

同学们将熟悉科学家使用的术语、专用名词及研究方法以便学生和科学家能相互交流。此外，同学们将学习化学、物理及生物学概念，并用数学来模拟土壤及相关的水的特性及运动过程使其形象化。统计和绘图也是重要的分析工具。

评估学生

我们建议按以下几点来评估学生在整个调查过程中的能力。

思辨技能

· 对概念的清晰理解：提出科学问题来测试他们的理解能力。在研究过程中他们提出问题、假设而后找出解决问题的能力如何？他们的解释和结论是否有创见？此外，他们是否敢于对科学家、其他同学及老师的观点提出质疑？应该鼓励学生们提出问题并清晰地陈述他们的观点。这将有助于同学们建立一个真正尊重个人观点的科学团体。

· 观测和记录：准确是科学研究成功的必要条件。虽然错误是科学的一个组成部分，但是同学们在观测过程中必须认识到，草率的方法、欠妥的采样及不准确的记录会贻误数据的准确性。同学们必须理解懂得，一旦发现错误应立即声明以便及时得到纠正。即使数据看起来好象不准确也要如实汇报。有时，即使什么都没有看到，仍是一次重要的观测。编造数据是一种说谎的行为且只能给研究工作带来更多的后患。

· 科学数据的整理：要将有争论的问题清晰的表达出来，并且要有相应的研究和数据来

支持这些问题。在寻求答案时，同学们要能判断哪种方法更为适合。学生要能解释数据，以保证其结论的合理性。

交流能力

顾名思义，实境教学的目的就是要把学生带到现实的生活中去。这就强调学生与他人的交际能力。同学们要能在正式和非正式的场合进行口头和书面的信息交流。打破常规的教室模式，有助于提高学生独立的思考能力以及同学间的协作能力。同学们必须和同伴们合作才能提高他们调查的质量。他们应该(在中高级水平)会围绕调查的目标独立设计小组的任务。这种能力应在口头或书面材料中明显地表现出来，例如小组讨论、GLOBE 科学笔记及每周工作汇报。

应鼓励学生通过口头演讲和最终报告的方式来表达他们的见解。通过这些演讲和报告听者或读者对学生所从事的研究应有全面的了解。同学们要能简明地描述信息就象科学家在研讨会或专业期刊中所做的一样。同学们也要习惯、熟悉并能使用他们所学的科学术语。这样做，有利于更好的理解科学文献，进行准确的交流。

学习用正式和非正式两种方式交流不仅是重要的科学技能，而且会使学生在以后的生活中发挥更大的作用。他们必须会用同事和社会都能理解的方式来表达自己。

评估学生在整个调查过程中的表现时，我们建议按他们的科学笔记、口头讲演、书面报告、组织能力、对概念的理解能力、测量能力、数据的分析和展示及结论的合理性几个方面为基础来进行评估。

规则



第一部分：如何完成土壤特性的测量

同学们要确定土壤特性采样点并为实地工作准备材料。

土壤特性实地测量规则

同学们要挖一个洞,描述土壤剖面中土层的特征。在每一个土层中取样,然后在实验室进行分析。

土壤特性实验室分析规则

同学们要为实验室分析准备样品并要完成体密度、颗粒分布、pH 值及土壤肥力的测量。

第二部分：土壤湿度及温度

同学们要确定土壤湿度研究点、选择取样方式及测量频率。

重量分析法测量土壤湿度规则

同学们利用三种取样方式中的一种采样,每年测量 12 次土壤水分含量。

可任选的石膏块土壤湿度测量规则

同学们要将石膏块放在 4 个不同的深度、每天测量它们的导电性并建立校准曲线来进行导电性与土壤中水含量的转换。

渗透测量规则

同学们要测量水随时间渗入土壤的速率。

土壤温度测量规则

同学们要在接近中午的时候每周测量一次地表土壤温度,一年中每季的温度。



第一部分：如何完成 土壤特性的测量

取样点

每个 GLOBE 学校至少选两个研究点来完成土壤特性研究，即土壤湿度研究点（见第二部分：土壤的湿度和温度）及生态研究点（见土地覆盖/生物调查）。在每个地点，同学们要挖一个洞并检测土壤。取一个深度至少为 1 米的合适的土壤剖面。由于在每一个地点只作一次土壤特性研究，因此这些点被称为土壤特性取样点。

在许多地区，土壤剖面在 15 公里 × 15 公里的 GLOBE 研究点内变化很大。因此多个而不是所要求的两个研究点的土壤剖面更能提供额外的重要科学数据和教育机会，我们需要学生们去做这些工作。向 GLOBE 学生数据服务器提供的有关土壤特性的数据是没有数量限制的。

在研究点有时会遇到一些特殊的机会——不需挖地而能观察土壤剖面。道路断面所展示的一些土壤剖面是可以用来取样和研究的；但是你们在进行观察和取样之前应用铁锹去掉被风化的外层表面以得到新鲜的土壤剖面。采掘点不仅有趣而且有实用价值，但要确保安全且在获得许可时方能进入。

确定土壤特性取样点

在土壤特性取样点可采用以下几种方式进行挖掘和采样：

- 挖一个至少 1 米深的土坑，并使其大到能容易地观察土坑底部到顶部的土层；
- 使用道路断面、采掘点或其他已露出至少 1 米深的土壤的坑；
- 用掘土钻挖出从地表至 1 米深的土壤样品；
- 如果不可能挖 1 米深的坑，用园艺用铁锹取表层 10 厘米的土壤。

土壤特性实地调查规则中的一些内容会因使用的方法不同而有所不同。

如果你要挖一个土壤剖面，土壤特性取样点应该是：

- 安全且适合挖掘。咨询地方公用事业公司及维修人员以免挖到或损坏公用电缆、给排水系统、天然气管道或某些灌溉系统；
- 有自然植被或有代表性植被覆盖。选择一个有自然植被覆盖的相对平坦的地方。
- 未受干扰的地点。要离建筑物、道路、小道、运动场或其他由于建筑已使土壤板结或受到干扰的地点至少 3 米以上。
- 选定光线充足的土壤剖面以保证既可用眼直接观察又可拍照。

为实地测量做准备

体密度容器

如果学校有土壤烘干机，学生能够测量各个土壤层的体密度。如果没有，则掠过这部分并继续进行其他材料的准备。

如果你们要挖一个土坑，或利用因其他原因已露出的土壤表面（道路断面、采掘点等）进行近地表测量：

- 准备 15 个装土壤样品的容器（够 5 个土层使用），如果你们只作近地表土壤测量就准备 3 个。
- 给每个容器做标记。
- 通过以下方式测定每个容器的容积：
 - 将每个容器尽量装满水。
 - 将水倒入有刻度的量筒中测量其体积，以毫升（相当于立方厘米）为单位。
 - 在体密度工作记录表中记下所得数据。装入容器的水的体积即是容器的体积。
- 在容器的体积确定后，将容器弄干，用钉子在容器的底部刺一个洞以便容器中装入土壤

后空气可以溢出。

- 称每个容器的重量。
- 在体密度记录表中记下每个容器的重量。
- 用盖子或其他方法将每个容器密封以便将土壤样品从实地运到实验室。

如果你们使用掘土钻要注意以下要求：

- 取 15 个装土壤样品的容器(够 5 个土层使用), 在选择容器的过程中要记住以下几点：
 - 每个容器的开口要足够大以便将土壤样品无损失的从钻中移至容器中。
 - 要使用土壤烘干炉将土壤样品烘干, 最好的方法是将盛有土壤样品的容器直接放入烘干炉进行烘干。
 - 塑料袋有大的开口。由于塑料袋易溶化, 在将土壤样品放入烘干炉前要将土壤样品转移到金属、玻璃或其他材料制成的容器中。在转移土壤样品的

过程中可能会有一些土壤样品遗失。

- 土壤样品和容器的总重量不能超过称或天平的称量范围。
- 对每个容器做标记。
- 称量每个用于烘干土壤样品的容器。
- 在土壤体密度记录表中记录每个容器重量。
- 准备盖子或其他一些密封材料以便将土壤样品从实地运到实验室时将容器密封。

要准备的其他材料

装一小瓶经过蒸馏的白醋用以检测自由碳酸盐。

将有喷嘴的瓶子装入水(不一定是蒸馏水)。

如果没有倾斜仪的话制作倾斜仪。参见土地覆盖/生物调查。





土壤特性实地测量规则

目的

描述所选地点的土壤特性；

获取其他土壤信息；

在每个土层取样以便在教室中完成后期的土壤检测。

概述

此规则共分5个部分。第一，同学们要挖一个1米深的土壤剖面，确定土层；如果无法获得土壤剖面可取表层10厘米的土壤来进行研究。第二，同学们通过观察土层的7个特性来描绘土层。第三，同学们可完成渗透规则获取其他土壤信息。第四，取样用于确定土壤样品的体密度、土壤颗粒分布、土壤的pH值及土壤肥力。最后，将土壤样品带回教室并进行烘干。

时间

利用一课时进行材料准备；

利用一天的时间挖土壤剖面；

利用1~2课时鉴定土层及取样；

利用1~2课时用掘土钻及所述的取样方式挖掘并对土壤剖面进行研究；

利用1课时取10厘米处的土壤样品并描述其特性。

水平

全部

频率

每次至少测量两个点（土壤湿度研究点及生物研究点）。每个土层取3个样品用来完成土壤特性实验室分析规则。

技能

描述土壤特性，使用倾斜仪，描述一块陆地，收集样品，准备进行实验室分析的样品。

基本概念

土层、土壤剖面、颜色、质地、结构、结持性、自由碳酸盐、体密度、根的分佈。

土壤测量可能受外界诸多因素影响，比如土地的使用、植被类型、气候、母质及地形。

采样程序。

材料及工具

园艺用修平刀，锹；掘土钻或其他种类的钻（见工具箱中的规格）；有喷嘴的水瓶（例如冲洗干净的洗涤剂瓶，或带开关的喷雾器）；塑料薄膜、油布、板子或其他具有光滑表面的材料，用于放置掘土钻挖出的不同深度的土层以形成土壤剖面；土壤颜色比色板；装有蒸馏过的白醋的瓶子；体密度样品容器（如果学校不进行土壤体密度测量则准备其他样品容器）；木块；锤子；米制的测量杆、卷尺或标有米制单位的细木棍；20个钉子，高尔夫球用于测量土层的上、下边界的细木柄；土壤特性数据记录表；体密度数据记录表；土壤特性信息表；铅笔；防水标记笔，上有夹板纸放置的书写板；擦手用的小手纸；用于盛土壤样品的体积大约为1升的塑料袋或可密封容器；用来密封样品袋、罐或其他容器的胶带；用来将土壤样品运到教室的箱子，袋子或桶给样品袋做标记的防水标记笔；测量斜度的倾斜仪（见土地覆盖/生态调查）；用于拍摄土壤剖面及陆地景观的相机，彩色胶卷或数码相机（幻灯片也可以），GLOBE科学笔记本。

准备工作

选择地点，得到挖掘许可，准备体密度容器，收集其他工具和材料，挖好土坑。

必备条件

初步讨论土层、结构、颜色、结持性、质地、自由碳酸盐、体密度。

准备工作

将一张土壤特性数据记录表夹在书写板上。

携带附录中的土壤特性信息表以便帮助你进行实地测量、包括定义的 MUC 系统(来自土地覆盖/生物调查)及 GLOBE 科学笔记本。

准备所有的实地测量设备:

- 合适的挖掘工具如掘土钻、锹、园艺用修平刀;

- 米制的测量杆或卷尺;
- 钉子、细木棍、高尔夫球座等;
- 土壤颜色图谱;
- 盛水的可喷雾的瓶子;
- 装有蒸馏过的白醋的瓶子;
- 体密度样品容器(如果你们学校不进行体密度测量则准备其他样品容器);
- 体积为 1 升的塑料袋和其他可密封的容器用于运送样品;
- 倾斜仪;
- 用来密封样品袋、罐或其他容器的胶带;
- 用来运输土壤样品的体积大约为 1 升的塑料袋或可密封的容器;
- 用来将土壤样品从实地运到实验室的包、袋或桶;
- 擦手用的手纸;
- 铅笔;
- 防水标记笔;
- 相机;
- 如果可能的话用 GPS。

如果采用钻土方法,还需要:

- 塑料袋、油布、板或其他表面平滑的材料用来放置不同深度的土壤以形成土壤剖面;
- 土壤体密度数据记录表(一个土层需要一张至少共需 5 张)。

如何露出及辨认土层

土坑方法

同学们(或其他人)通过挖土坑来露出土壤剖面。

1. 挖一个 1 米深的坑,其大小要能使观测

者容易地观察到从土坑底部到顶部的所有土层。由于要将土壤从土坑中移出,从每层移出的土壤要分开放。在观测完及取样后,要将土壤按与移出时相反的顺序填入土坑。(例如:从坑底取出的土应最先填回)。

2. 如果你在挖土坑的时候需要帮助,可寻求父母、其他老师、监督员、学生运动员或地区农业服务人员的帮助。

3. 如果同学们顺着太阳最直接照射的方向来观察,土壤特性会十分清晰可见。

4. 从土壤剖面的表层开始向下仔细观察土层以便确定土层外表发生变化的地点。

5. 仔细观察任何有区别的特性如不同的颜色、根、石子的大小和数量、颜色深或浅的小结核(叫做凝结物),蠕虫或其他小的动物及昆虫,蠕虫开辟的通道及其他一些明显的现象。如果土壤很干,用喷水瓶将土壤弄湿将有助于区别不同土层在颜色上的差异。

6. 在每一个发生变化的地方或边界处钉一个钉子,放一高尔夫球座、细木棍或其他标记物。有时由于整个土壤剖面的特性非常相似导致很难区分土层之间的差异。在这种情况下,现存的土层可能是很少几个较厚的土层。尽你最大的努力准确记录你在实地调查中所观察到的想象。

7. 用精确到厘米的方式测量每个土层顶部和底部的深度并将其记入土壤特性数据表中。


8. 如果土层很薄(厚度小于 3 厘米),不要将它当作一个独立土层,而将其合并到上面或下面的土层中去。在你的 GLOBE 学生数据笔记中应有薄土层的记载。如果你想用字母来标记土层,请参照引言中的有关说明。

9. 土坑挖好后,要尽快完成各土层的鉴别和其特性的检测。

10. 完成此规则中的工作后,要将挖出来的土填回土坑。若因教学需要或其他原因不能及时回填,要采取适当的预防措施以防止危险的发生。

现成的土壤剖面(道路断面、采掘地点等)

1. 要在得到许可后方能在道路断面、采掘



地点或其他人挖的土壤剖面中取样。必须遵守所有安全预防措施。

2. 用园艺用修平刀或其他挖掘工具除去表层土壤以露出新鲜的土壤表面。

3. 完成土坑方法中的4~10步。

钻土方法

同学们将利用这种方法在水平表面(地面)上展示土壤的垂直剖面。要记住不同质地的土壤需要不同的钻来挖掘。在工具箱一节中已经介绍过,荷兰钻适用于多岩石、粘土多的及密度较大的土壤。若土壤的质地呈砂质则要使用沙钻。若土壤的大部分是泥炭,要使用特殊的泥炭钻。吸子钻更适用于干燥的沙漠土壤。

1. 选一块符合以下条件的地方——能钻4个洞且每个洞的土壤剖面应该相似。

2. 把塑料布、油布、板或其他具有平滑表面的东西铺在你要挖的第一个洞旁边。

3. 按连续取样的方式展示从地表面至1米深的土壤剖面:

3.1 将钻转360度使其进入土壤。

3.2 从洞中移出带有土壤样品的钻。

3.3 将钻放在塑料布、油布或板上。

3.4 将钻中的土壤样品轻轻的平放到塑料布、油布或板上。将后挖出的样品顶部紧挨着先前挖出的样品下部放置。

3.5 测量洞的深度以使塑料布、油布或板上的土壤剖面样品的长度不长于洞的深度。

4. 从上到下仔细观察土壤剖面以确定土壤外表发生变化的位置。

5. 仔细观察任何有区别的特性如不同的颜色、根、石子的大小和数量、颜色深或浅的小结核(即凝结物)、蠕虫或其他小的动物及昆虫、蠕虫开辟的通路及其他明显的现象。

6. 在每个发生变化的地点或边界钉一个钉子,放一高尔夫球座、细木棍或其他标记物。有时由于整个土壤剖面的特性非常相似,因而很难辨认彼此间的差异。在这种情况下,现存的可能是几个较厚的土层。尽你最大的努力如实记录在实地调查中观察到的现象。

7. 以精确到厘米的方式测量每个土层的

厚度并记录在土壤特性数据表中。

8. 如果土层很薄(厚度小于3厘米),不要将它当作一个独立的土层,而将其合并到上面或下面的土层中去。在你的GLOBE学生数据笔记中应有薄土层的记载。如果你想用字母来标记土层,请参照概述中的有关说明。

9. 钻出土壤样品后,要尽快完成各土层的鉴别和其特性的检测。

10. 工作完成后,在可能的情况下,同学们要将钻出的土原封不动的填回洞内。

近地表取样方法

1. 如果不可能露出1米深的土壤,可选择地表面10厘米的土壤,并将其当作一个土层进行取样检测。

2. 在一个小区域内用修平刀或铁锹仔细的移去表层10厘米的土壤并将其放在地上。

3. 把取得的样品当作一个土层来研究其土壤特性。

如何观察和记录土壤特性

对于每个已确定的土层,应观察以下土壤特性、将其记录在土壤特性数据表中,然后利用土壤特性数据输入表将数据汇报给GLOBE学生数据服务器。

注:土壤特性要按给定的程序进行观察。

1. 土壤结构

取一些未被干扰的土壤(取自土坑、锹或钻)于手中,仔细观察其结构。土壤结构是指基于一定物理和化学特性的土壤形状。自然土壤的结构单元或单元聚合体叫土壤自然结构体。图SOIL-P-1至5展示了几种可能的土壤结构形式:粒状、块状、片状、圆柱状及棱柱状。

有时你手中的土壤可能没有形状,这说明土壤在一个土层内、土壤自然结构体没有明确的形状。在这种情况下,土壤结构是单一粒状或整块。单一粒状就像海滨或运动场的沙子,其颗粒不会粘在一起。整块结构是指土壤大量的粘在一起并且不会以任何形式破碎。上述情况在母质基本没有发生变化的C土层中比较普

遍。由于母质未经历任何风化,土壤尚未形成自己的结构。

在一个土壤样品中看到不止一种结构类型是很普遍的。同学们应在数据表中记录最常见的结构类型。他们应讨论通过所看到的土壤结构类型。如果土壤样品没有结构则应标明是单一粒状还是整块。

2. 土壤颜色

取出土层中的一个土壤自然结构体并在数据表中标注其干湿程度——潮湿、干或是湿的。如果取的土壤结构体是干的,用水瓶往上喷少许水。将土壤结构体破碎并将土壤颜色比色板放在它的旁边。从比色板中找出与土壤结构体内表面颜色最相近的颜色。你站立的地方应使阳光能越过你的肩膀照到比色板和待测土壤样品。将比色板中与土壤最相近的颜色记录在数据表中。

有时,一个土壤样品可能不止一种颜色。如果必要的话,最多记录两种颜色,并标明:(1)主要颜色,(2)次要(其他)颜色。此外,土坑内外

图 SOIL - P - 1:块状结构



图 SOIL - P - 2:柱状土壤结构



的同学要对颜色的选择达成共识。

3. 土壤结持性

从土层中取出一个土壤自然结构体,记录其干湿程度——潮湿、湿或干的。如果土壤非常干,将土壤剖面上喷上水;然后将土壤自然结构体取出来测定其结持性。将土壤自然结构体放在拇指和食指中间,轻轻挤压直到其破碎或分开为止。根据下列土壤自然结构体结持性的分类做记录。

松散:很难拿出一个土壤自然结构体,在你拿它之前就破碎了。

图 SOIL - P - 3:粒状土壤结构

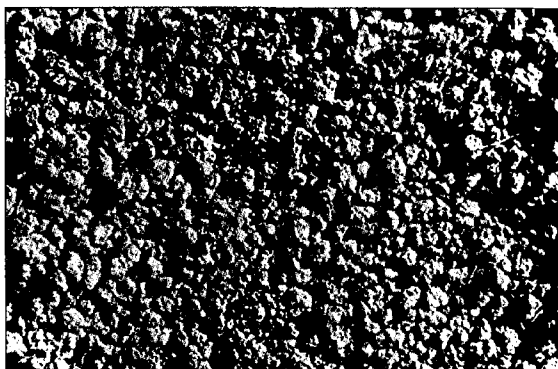


图 SOIL - P - 4:片状土壤结构

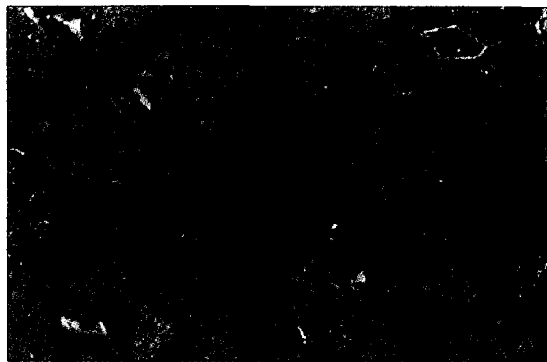
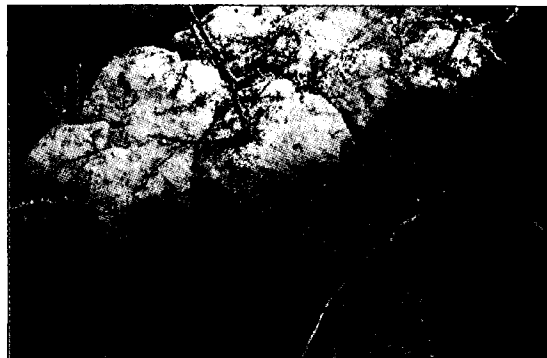


图 SOIL - P - 5:棱柱状土壤结构





易碎:用一点压力,土壤自然结构体即破碎。

坚硬:在一定的压力下,土壤自然结构体破碎;在土壤结构体破碎前,它会使你的手指凹进去。

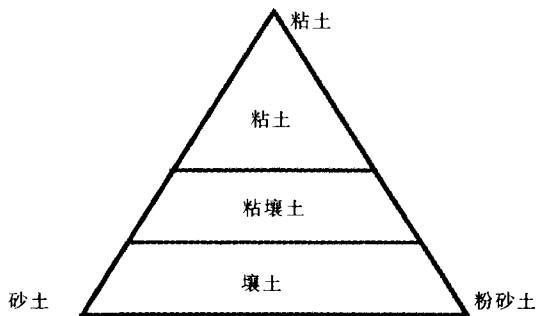
极坚硬:无法用手指将土壤自然结构体破碎(需用锤子)。

4. 土壤质地

土壤质地是指一个土壤样品中的砂土、粉砂及粘土的含量;各组成部分的含量不同,土壤质地会不同。当将土壤结构体放在手指中弄碎时,你的感觉也会不同。砂土粒子最大,直径可达2毫米,而粘土粒子的直径要小于0.002毫米。直径大于2毫米的粒子叫石子或碎石,它们不能被称为土壤原料。即使砂土、粉砂、粘土颗粒很小,你也能感到它们的区别;并且它们各有自己的特征。砂土有磨擦感,粉砂光滑,粘土发粘。通常土壤样品是由这三种粒子组成的。土壤科学家利用名为质地三角形的图来确定土壤中砂土、粉砂及粘土各占的百分比。利用质地三角形,根据以下几步来帮助确认土壤的质地。

4.1 取一个鸡蛋大小的土壤样品并加入足够的水使其湿润。用手搅拌使土壤样品的湿度完全一致,然后用拇指和食指快速地进行挤压使其成为一条土壤带。

图 SOIL - P - 6:质地三角形 1

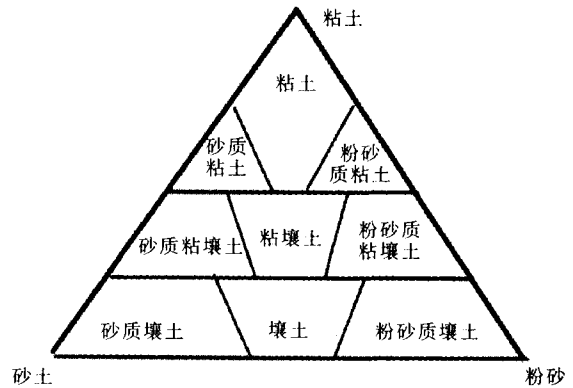


4.2 如果土壤非常粘(粘在你的手上很难工作),需要拇指和食指用很大的力才能使其成为带状,这种土壤可能是由大部分粘土粒子组成的。如图“质地三角形 1”所示,将其划分为粘土类。

4.3 如果土壤粘但和粘土比起来较易挤压,其中所含的粘土粒子可能较少。将其划分为粘性壤土类。

4.4 如果土壤软、光滑且容易挤压,只是稍微有点粘,则将其划分为壤土类。

图 SOIL - P - 7:质地三角形 2



在将土壤划分成粘土、粘性壤土或壤土后,按砂土和粉砂的含量再进行细分。

4.5 如果土壤非常光滑且没有砂土的砂性,则在你的分类中加上“粉砂质”这一字眼,比如“粉砂质粘土”或“粉砂质壤土”(如图“质地三角 2”所示)。这表明土壤样品中的粉砂粒子要多于砂土粒子。

4.6 如果土壤比较粗糙,则在你的土壤分类前加上“砂质”如“砂质粘土”。这表明样品中的砂土粒子要多于粉砂粒子。

4.7 如果土壤既不粗糙也不非常光滑,甚至当你感觉到手中的样品中有些砂土的时候,要保持你原来的分类。这表明样品中砂土和粉砂的量大致相同。如果是粘土,两者含量都会很低。

注:在感觉土壤质地时,尽量在每个样品中加入相同数量的水,以便你能更准确的比较土壤样品的质地。土壤样品干湿程度的不同会导致土壤质地感觉上的不同。土壤有机质含量也会影响土壤给人的感觉。一般说来,土壤的颜色越深,其中有机质的含量越高。

4.8 将取得一致意见的土壤质地名称记录在数据表中,同时也要记录被测样品的干湿程度(干、湿、潮湿)及其中是否含有大量的有机质(例如其表面是否有有机质、土壤颜色是否很深)。

5. 根的存在

观察并记录土层中根的多少(没有、有些或很多)。



6. 岩石的存在

观察并记录土层中岩石或岩石碎片的多少(没有、有些或很多)。岩石或岩石碎片是指粒径大于2毫米的粒子。

7. 自由碳酸盐的检测

用向土壤中喷入醋的方法来完成检测。如土壤中含有碳酸盐,醋会与碳酸盐发生化学反应并放出二氧化碳。当产生二氧化碳时,现象是有气泡或泡腾。碳酸盐越多你会观察到越多的气泡。

7.1 仔细观察土壤剖面,寻找白色覆盖物或岩石块。如果上述东西存在,土壤中可能有自由碳酸盐。

7.2 留出部分土坑或钻土中的没用手接触过的土壤样品,用它来检测游离碳酸盐的存在。

7.3 检测完其他土壤特性后,进行自由碳酸盐的检测。打开醋瓶,从土壤剖面的底部向上移动,边移动边往土壤颗粒上喷醋。仔细观察是否有冒泡现象。

7.4 将下列现象中的一个记录下来作为一个土层的自由碳酸盐检测结果:

没有:若你没有观察到有气泡产生,土壤中不存在碳酸盐。

轻微:若你观察到很少的气泡,则表明土壤中有一些碳酸盐存在。

强烈:若发生强烈反应(许多大气泡产生),则表明土壤中有许多碳酸盐存在。

7.5 不要将喷过醋的样品带回教室。

获取有关研究点的其他信息

在同学们实地进行土壤特性检测的同时,花一些时间描述和记录你所在研究点的其他细节。

1. 测量并记录你所在位置的GPS坐标。

2. 在土壤坑、钻洞、地表面样品取样点、道路断面或其他采掘地点附近选三个位置来完成渗透率的测量。不需要另一天来测量渗透率;通常说来,你收集其他土壤特性数据的时候正好进行渗透率的测量。

3. 给已检测的土壤剖面拍照,这一工作进行实地测量那天进行。如果同学们已经挖了一

个土坑使土壤剖面露出或使用了已有的暴露的土壤剖面,将卷尺或米尺沿土壤剖面放平并将地表面标为0厘米。从土坑外面给土壤剖面拍照,要使阳光正好从拍照者的后面照到已露出的土壤剖面上。如果土壤剖面是用钻获得的,将卷尺或米尺平放在其旁使0厘米刻度线对准剖面顶部或剖面的地表面位置。并使太阳直接照在土壤剖面上;然后进行拍照。在任何一种情况下,都要在土壤特性采样点周围拍一张地貌照片。将照片的拷贝按照实施指南中给出的地址寄给GLOBE学生数据档案中心。如果是数码相机,可以通过电脑将照片传送给GLOBE学生数据档案中心。

4. 用倾斜计来测量采样点的斜度并将其记录在土壤特性数据表中。

4.1 让基本同一高度的两个学生目测斜度。

4.2 测量穿过洞的最大斜度。

4.3 拿倾斜计的学生站在坡的下面,另一个同学向洞的相反方向走。

4.4 看倾斜计,两名同学的视线要保持同一高度。

4.5 读出倾斜的度数并将其记录在数据表中。

5. 测量并记录与主要标记的距离(如建筑物、电线杆、道路等)。

6. 记录其他使该地点具有独特性的显著特点。

(目前以下数据不需报告GLOBE,它们应被储存在各个学校的数据库中。)

你可能要问的问题:

· 你在土壤中发现的动植物种类及围绕采样点的大约面积是多少?包括土壤中的小生物如蚯蚓或蚂蚁。

· 土壤的母质是什么?是基岩吗?如果是,观察地表面的岩石,你会了解一些有关岩石种类的问题。比如土壤是否通过雨淋、风化、冰川或火山的运动沉积而成的。如有必要的话,到当地图书馆对该地区的地表面地质做进一步研究。



· 你的土壤样品取自于地貌中的什么位置?它是在山顶、山坡还是在山底下?它是挨着小溪还是取自平原地区?它来自什么样的土地?

· 土壤样品所在地的气候如何?是晴、阴、热、冷、湿还是干?

· 近期该地区土地的利用现状如何?是保持长期稳定还是土地已被开垦、树木被砍伐、用作建筑用地或遭受其他一些干扰?

7. 在土壤特性数据表中记录所有想要的信息。

GLOBE 科学笔记本应永久性的保留采样点的信息以及数据的收集方法(通常称为多元数据),并同时记录在土壤特性取样点数据输入表中。不一定要输入全部信息,但是这些数据将对科学家和其他人有很大的帮助。必须在输入土壤特性数据前确定采样点。首先是确定采样点名称、实地观测和采样日期。随着采样点的信息的积累,可把这些数据汇总到 GLOBE 学生数据档案中心。

土壤取样

针对不同的土壤剖面,用于做进一步研究的取样方法也要作出相应的调整。

土壤坑方法及现成的土壤剖面

采集土壤体密度样品:

1. 在土壤剖面的每个土层中置入一定体积的罐。剖面中的土壤应该潮湿,这样土壤会粘在一起,罐就会很容易地进入土壤中。若有必要的话,在进行测试前将土壤弄湿。

2. 如果仍然很难将罐推进土壤,就用锤子或其他工具将罐砸进土内。在罐上放一木块,用锤子轻击木块并注意扩散罐体的受力点,以此保持罐体的形状。

注:在敲击的过程中允许产生一些凹痕,只要罐体改变不大即可。但是如果罐凹进去得太厉害,很可能是土壤太硬或属岩质。这时,应该考虑用下述的钻探方法来对密度较大的土壤层取样。

3. 当看到一些土壤从罐底部的小洞中流出时,这表明罐中已装满土壤。

4. 把修平刀或锹轻轻地插入罐的底部并将其轻轻移出。修整罐四周的土壤直至其开口处土壤平整且与罐的开口边缘处于同一平面,这样罐的体积就是土壤样品的体积。

5. 用盖子或其他覆盖物将罐密封起来带回教室。

6. 重复这个程序,在每个土层取三个体密度样品。

7. 当场在罐上作出标识。标注采样点的名称、土层的名称(用数字或字母表示)、顶层和底层的深度及采样数目(每个土层标注1, 2, 3)。

8. 将样品尽快带回教室。

9. 取下盖子。

10. 对罐中的样品称重并在体密度数据表中记录其湿重。

11. 将样品放入土壤烘干炉中。

如果不测量土壤体密度:

1. 从每个土层挖一个大的样品。要避免土壤表面已从事过碳酸盐检测的区域,不要触摸土壤样品,以免影响土壤的 pH 值。

2. 将土壤样品放在袋子或其他土壤容器中。

3. 在每个袋子上标注:采样点名称、土层的名称(用数字或字母表示)、土层顶部和底部的深度。

4. 将样品带离现场。

5. 将土壤样品摊放在塑料盘或报纸上在空气中自然风干。

钻土方法

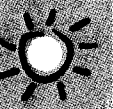
每个土层需要取三个土壤样品。每个都要从新钻的洞中取得。

取体密度样品对每个洞来说:

1. 从要取样的土层顶部钻一个深为 1 或 2 厘米的洞。

2. 测量洞的深度。

3. 用钻从土层中取样。若土层的垂直深度小于钻头的长度就只将钻头转动一定角度以确保样品取自同一土层。不要将钻头转过一圈(360度)以免土壤板结。



4. 把带有土壤样品的钻从洞中移出,然后将钻头中的土壤转移到样品容器中,在此过程中要确保没有土壤掉在地上。同时要尽量避免用手接触土壤样品以减少皮肤上的油渍污染样品。

5. 测量钻洞的直径和深度。

6. 在容器的外面标注:土层的名称、洞的直径以及取样前后洞的深度。(这些数据用于计算样品的体积。)

7. 土壤剖面的每个土层重复上述 1~6 步。

8. 按以上步骤从每个土层取 3 个样品,取样时要确保钻出的 3 个洞紧挨着。

9. 将样品密封后带回教室。

10. 将样品尽快从实地带走。

11. 去掉盖子。

12. 称量容器中的土壤样品并将其湿重记录在体密度数据表中。

13. 将样品放入土壤烘干炉中烘干。

如果不打算测量土壤体密度,在每个洞上,照以下步骤操作:

1. 从要取样的土层顶部钻一个深为 1 或 2 厘米的洞。

2. 用钻移出土层中的样品。若土层的垂直深度小于钻头的长度则仅将钻头转动部分角度以确保样品取自同一个土层。

3. 将土壤样品放入袋子或其他土壤容器中。避免用手去接触土壤样品。

4. 在每个袋子上标注:采样点的名称、土层名称及土层顶部和底部的深度。

5. 在每个土层重复上述 4 步。

6. 带回土壤样品,并将样品摊在塑料盘或报纸上使其在空气中自然干燥。

近地表取样方法

取土壤体密度样品

1. 选 3 个地点,这些地点要接近原实施土壤特性规则的地方。

2. 清除土壤表面的植物及其他杂物。

3. 在每个地点照下列步骤操作:

3.1 将一个已知体积的罐推入土壤表面。剖面中的土壤应该潮湿,这样土壤会粘在一起,罐就会很容易地进入土壤中。如果有必要的话,在做测试前将一定水分掺入土壤使其潮润。除非属自然的湿土,取样最好在潮润但不湿漉的土壤中进行。

3.2 当有土壤从罐底部的小孔中流出时,表明罐已装满土。

3.3 如果仍然很难将罐推进土壤,就得用锤子或其他工具将罐砸进土内;这时,在罐上放一块木头,用锤子敲击木块使敲击力迅速向四周扩散以减轻罐的变形。

3.4 把修平刀或锹轻轻地插入罐的底部并将其轻轻移出。修整罐四周的土壤直至开口处土壤平整且与罐的开口边缘处于同一平面,这样罐的体积就是土壤样品的体积。

3.5 把罐密封,运回教室。

3.6 在每个罐上标注:采样地点、样品的标号(如 1、2、3)。

4. 尽快将样品带回。

5. 揭掉盖子。

6. 称量罐中的每个样品并将其湿重记录在体密度数据表中。

7. 将样品放在土壤烘干炉中烘干。

如果不想测量体密度:

1. 从表层 10 厘米的土中挖出一个大的样品。要避免土壤表面已进行了碳酸盐检测的区域,避免手直接接触土壤样品以免人为影响土壤的 pH 值。

2. 将土壤样品放在袋子或其他土壤容器中。

3. 在每个袋子上标注:取样点名称、土层的名称(用数字或字母表示)、土层顶部和底部的深度。

4. 把样品带回。

5. 将土壤样品分散放在塑料盘或报纸上使其在空气中自然风干。

土壤特性实验室分析规则



| 基本概念 | 技能 | 概述 | 目的 |
|---|---|---|--|
| <p>体积、密度、土壤的pH值、土壤肥力(氮、磷、钾)、土壤中的营养成分、化学成分、比重、颗粒分布、质地、上层清液。</p> | <p>处理样品,筛分样品,记录数据,使用仪器设备,观察颜色,使用吸管测量pH值、比重及土壤肥力,测定相应的营养物质含量,使用液体比重计。</p> | <p>同学们在教室或实验室中将体密度样品烘干、称重、筛掉土壤样品中的石块并测定石块的重量及体积。筛分后的体密度样品或其他土壤样品将用来测定土壤颗粒分布、土壤的pH值及土壤的肥力(氮、磷、钾)。</p> | <p>确定土壤的体密度; 确定土壤颗粒分布; 测量土壤的pH值; 通过测定土壤中氮、磷、钾的含量来确定土壤的肥力。</p> |
| <p>记录所有测试过程中的数据;</p> <p>体密度数据表; 颗粒分布数据表; pH值数据表; 土壤肥力数据表。</p> | <p>筛分和烘干样品; 报纸或塑料盘;</p> <p>10#筛(每个筛目大小为2毫米); 体积为1升的瓶子、罐或容器用于装土壤样品;</p> <p>天平; 塑胶手套; 测量体密度; 烘干机或微波炉;</p> | <p>烘干土壤样品所用的时间如下:在95~105℃下烘干至少需要10小时;在75~95℃下烘干需要24小时;在空气中自然干燥需要2天的时间(不要占用上课时间)。</p> <p>在上课前需要10分钟的时间来准备分散溶液。</p> | <p>完成测量颗粒分布的分散步骤,筛分样品及体密度的测量共需要1课时。</p> <p>测量颗粒分布需要2~12分钟;土壤pH值及土壤肥力的测试共需1课时。</p> <p>最终颗粒分布的测试、清理及管理所有数据共需1课时。</p> |
| <p>测量颗粒分布; 天平;</p> | <p>天平; 塑胶手套; 测量体密度; 烘干机或微波炉;</p> | <p>土壤肥力(氮、磷、钾)——中级或高级 其他测试——全部。</p> | <p>频率 每层土层作1次; 每个土层取3个样品。</p> |
| <p>500毫升带刻度的透明塑料量筒 液体比重计; 湿度计(具有光滑的表面,表面无杂质); 分开粒子的工具;</p> | <p>500毫升带刻度的透明塑料量筒 液体比重计; 湿度计(具有光滑的表面,表面无杂质); 分开粒子的工具;</p> | <p>土壤肥力(氮、磷、钾)——中级或高级 其他测试——全部。</p> | <p>频率 每层土层作1次; 每个土层取3个样品。</p> |



| | |
|--|---|
| <p>物以确保水和土壤不会粘在表面)；</p> <p>匙或其他用于传送土壤的工具；</p> <p>用于搅动土壤的匙或搅拌棒；</p> <p>分散溶液（每升水中溶解 50 克六甲基磷酸的或含有钠和磷的无泡洗衣粉）；</p> <p>体积为 250 毫升或更大的烧杯；</p> <p>喷水瓶用于冲去烧杯内的土壤；</p> <p>钟表或有秒针的钟；</p> <p>在摇动过程中用来盖住量筒顶部的塑料膜或其他覆盖物；</p> <p>用来盛分散溶液的体积为 1 升的瓶子。</p> <p>测定 pH 值</p> <p>3 个体积为 100 毫升的烧杯；</p> <p>天平；</p> <p>pH 试纸、测试笔及测量计；</p> <p>玻璃搅拌棒或匙；</p> | <p>蒸馏水；</p> <p>用来测定蒸馏水的 100 毫升量筒。</p> <p>测定土壤肥力</p> <p>蒸馏水；</p> <p>带有测量氮、磷、钾的试剂的土壤肥力测试工具箱；</p> <p>茶匙；</p> <p>杯子或试管架用来放试管。</p> <p>处理用过的土壤样品</p> <p>桶或其他不漏水的大容器。</p> <p>准备工作</p> <p>校定 pH 测试仪或 pH 测试笔。</p> <p>必备条件</p> <p>实地进行土壤特性测量。</p> |
|--|---|

如何测定土壤体密度及准备其他分析所用的样品

体密度

1. 按照重量分析法测土壤湿度规则中所给的方法来干燥容器中的样品。

2. 称量每个容器中的干燥样品，并将其重量记录在体密度数据表中。

3. 石块中不含有水分或营养物质，因此对土壤的体密度没有作用。用以下方法测定土壤样品中石块的密度(如果土壤样品中不含有石块则略过这部分)：

3.1 在桌子上放一张大纸(如报纸)，纸上放一个 10#筛(2 毫米筛目)。把一个样品倒入筛子中。

3.2 带上塑胶手套以避免土壤样品受到皮肤上酸的影响。

3.3 轻轻地挤压样品使其漏到纸上。不要用力挤压，否则筛孔会变形。石块不会穿过筛孔将留在筛子上，拣走石块(或其他碎片)。如果没有筛子，用手仔细地将土壤中的石块及其他碎片挑出来。

3.4 将筛过的土壤样品留给其他实验用。

3.5 称重石块，并将其重量记录在体密度数据表中。

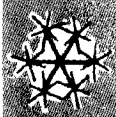
3.6 将 30 毫升水倒入 100 毫升的量筒中，然后把石块置入水中，注意不要让水溅出。

此时水面上升，水体积增加，将加入石块前、后水的体积记录在体密度数据表中。如果石块太多，要分批测量其体积。这时，你必须计算并记录带有石块的水的体积总和，及没加石块前水的体积总和。

传送数据

分析工作完成后，体密度数据表中应该有下列数据的记录；此时要使用体密度数据输入表把这些数据传送给 GLOBE 学生数据服务器：

- 土壤样品罐的体积(毫升)(用于土坑或表面采样方法)
- 土壤样品罐的重量(克)(用于土坑或表面采样方法)
- 洞的直径(用于钻方法)
- 洞的顶部和底部的深度(厘米)(用于钻方法)
- 容器的重量(克)(用于钻方法)



· 潮湿土壤样品及罐的重量(克)(当你计算土壤中的水分含量时,这些数据才有用)

- 干燥土壤与罐的重量(克)
- 石块重量(克)
- 放入石块前加入量筒中水的总体积(毫升)
- 石块和水的体积总和(毫升)

计算土壤中水分含量

体密度测量时,只需称量湿土壤样品及其容器的重量,便可确定土壤样品中的水分含量。如果想知道土壤中的水分含量,按照重量法土壤湿度规则中所给的方法进行计算。计算结果不用向 GLOBE 汇报;而只是用来增强学生的实践能力及见识。

如果不测量体密度

准备样品以便进行实验室分析

1. 将一块大纸放在桌子上(例如报纸)
2. 将#10 筛放在纸上(孔径为 2 毫米)
3. 将样品倒入#10 筛。带上塑胶手套以避免皮肤上的酸影响土壤的 pH 值
4. 轻轻地挤压样品使其漏到纸上。不要用力挤压,否则筛孔会变形。石块不会穿过筛孔将留在筛子上,拣走石块(或其他碎片)。如果没有筛子,用手仔细地将土壤中的石块及其他碎片挑出来。
5. 将筛子下面不含石块的干土壤放入新的、干净的、干塑料袋或容器中。
6. 将容器密封,标注方法与实地标注相同(土层名称、土层顶部和底部的深度、日期、采样点位置及名称)。该样品可供其他实验用。

7. 在使用前将样品保存在安全、干燥的地方。

如何测量土壤颗粒分布

每个土层重复测量 3 次,将结果记录在颗粒分布数据表中。

1. 把 50 克六甲基磷酸钠(或前面已提到的其他类似原料)放入 1 升蒸馏水中,搅拌溶解制成分散溶液。

2. 在干燥和筛分土壤样品后,用滚杖、研钵、杵或锤子来破碎剩余的大颗粒。

3. 称 25 克捣碎的样品,并将其倒入一个容积为 250 毫升或更大的烧杯中。将 100 毫升分散溶液及 50 毫升蒸馏水倒入烧杯中。用匙或搅棒剧烈地搅拌此混合物至少 1 分钟。要确保土壤完全混合并不粘到杯底。注意不要使土壤悬浮物喷溅出来。

4. 当土壤和分散溶液完全混合后,在混合液中涮涮搅拌棒使粘在上面的土壤样品进入混合液。将烧杯在一个安全的地方放置 24 小时(也可在周末将样品与分散液混合)。

5. 在悬浮物沉淀过程中,将米尺或其他尺子放在量筒中测量 500 毫升标记处到量筒底部的距离。并读取校正液体比重计时的温度(例如 15.6 或 20°C)。该温度值可在比重计上读出。将以上两个数据都记录在颗粒分布数据表中。

6. 大约 24 小时后,再次搅拌烧杯中的悬浮物,并将其倒入带刻度的 500 毫升的量筒中。

7. 用装有蒸馏水的带喷嘴的瓶子冲洗烧



每个样品的体密度可用下列方法进行计算,体密度单位是克/厘米³

$$\text{体密度} = \frac{\text{干重} - \text{容器重量} - \text{石块重量}}{\text{容器或洞的体积} - \text{石块的体积}}$$

$$\text{洞的体积} = \pi \times \left[\frac{\text{洞直径}}{2} \right]^2 \times [\text{洞底部的深度} - \text{洞顶部的深度}]$$

石块的体积 = 水与石块的总体积 - 加石块前水的体积

如果分批测量石块的体积,将每次测量的体积相加即得出石块的总体积。

杯,并将冲洗液一并加入量筒中。

8. 向量筒加蒸馏水直至 500 毫升刻度为止。

9. 用塑料膜或其他防护性覆盖物将量筒的顶部密封。

10. 至少用手猛烈摇晃密封的量筒 10 次。要确保土壤完全与分散液混合且不粘在量筒底部。注意不要使土壤悬浮物从顶部渗漏出来。

11. 将量筒轻轻的放在安全的地方,并立即用带有秒针的跑表或钟计时。

12. 以秒为单位记录量筒开始放置的时间。

13. 在 1 分半钟后,将比重计轻轻地垂直放入量筒,并使其悬浮在土壤悬浮物中。固定比重计以防止其上下浮动。

14. 量筒放置 2 分钟后,读出比重计最接近土壤悬浮物表面的读数。见图 SOIL - P - 8。

注:读比重计的方法与盐度规则中的方法相同。

15. 拿出比重计并清洗晾干,然后将其轻轻地放在安全的地方。

16. 将温度计悬浮于量筒中约 1 分钟。

17. 在 1 分钟后,拿出温度计,并将其读数记录在数据表中。

18. 清洗温度计并将其晾干。

19. 要将量筒放在不受干扰的地方。

20. 放置 12 分钟时,再用比重计测量一次。在读数前要使比重计悬浮约 30 秒的时间。

21. 再做一次温度的测量并记录下来。

22. 在将比重计和温度计拿出后进行清洗并晾干。

23. 将这些数据记录在颗粒分布数据表中。

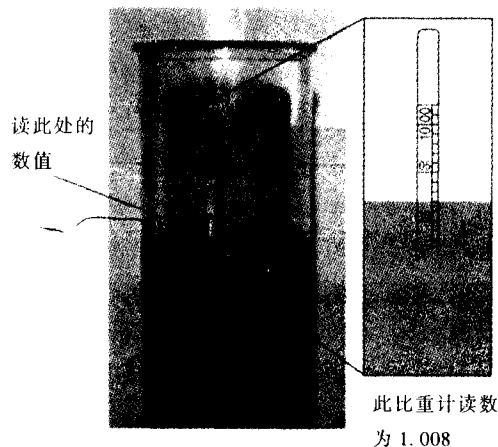
24. 放置量筒 24 小时使其不受干扰(或直到第二天的同一节课开始时止)。

注:这一时间段很关键,不要明显地超时。

25. 到 24 小时后,再读一次比重计和温度计上的读数。

26. 将这些数据记录在数据表中。

图 SOIL - P - 8



注:增加的体积数(明显大于 500ml)是由比重计放入所致

27. 将土壤悬浮物倒入一个特定的桶中,然后把桶中的东西倒在专门丢弃土壤样品的地方。不要将土壤悬浮物倒入水槽。

28. 仔细清洗并晾干比重计、温度计、烧杯及量筒。用同一土层土壤样品重复 2 次上面的测量过程,这样便可获这个土层的 3 套数据。

注:这个测量过程需要相当长的时间,并且每个土层要做 3 次。完成测量的时间取决于设备的数量。从样品与分散溶液及水混合到进行实际测量要用 1 天的时间,最初两次测量完成后,样品要保持在 24 小时内不受干扰。若土壤剖面有 5 个土层,这工作要做 15 次。如果只有一个可用的 500 毫升量筒,要用数天才能完成该实验。如果有多个 500 毫升的量筒,实验会加速完成。如果放置的起始时间间隔为大约 3 分钟,则一个比重计至少可测量 3 个量筒中的悬浮液。然而在水文学调查的盐度规则中,一个 500 毫升量筒及一个比重计就够用了。如果学生在几年时间内只做几次土壤特性测量,则同一量筒和比重计可反复使用;而颗粒分布的测试也可在几周内进行。这样可以节省设备费用。



怎样测量 pH 值

对每个土层的 3 个样品进行测试。

将土壤样品与蒸馏水混合

1. 将经筛分的干土壤样品与蒸馏水以 1:1 的比例在茶杯或烧杯中混合(如 20 克的土壤与 20 毫升水混合; 50 克的土壤与 50 毫升水混合)。混合足够的水和土壤以确保可在上层清液(沉淀的土壤颗粒上面的清液)中读取 pH 值。用匙或其他工具将土壤样品放入杯中。注意不要用手,因为你手上的油和其他物质会影响 pH 值。用匙或其他工具进行搅拌直至土壤与水完全混合为止。

2. 在 15 分钟内每隔 3 分钟搅拌一次混合物。15 分钟后,让混合物沉淀直至形成上层清液为止(大约需 5 分钟的时间)。

用 pH 试纸(初级水平)

1. 在茶杯或烧杯中测试水的 pH 值。将 pH 试纸浸入水中并将试纸颜色与色板颜色进行比较(水文学调查的 pH 值规则中有描述)。

2. 将 pH 试纸浸入上层清液,测量上层清液的 pH 值(按水文学调查中关于 pH 试纸的测量程序来完成)。

3. 将数据记录在土壤 pH 值数据表中。

用 pH 笔或 pH 计(中高级水平)

1. 按照水文学调查中校核部分描述的程

把 pH 里的
底部置
于清液中



此土壤 pH 值为 6.5

序,用已知 pH 值的缓冲液来校核 pH 笔或 pH 计。

2. 将 pH 笔或 pH 计放入用来溶解土壤样品的蒸馏水中,测量水的 pH 值。

3. 将 pH 笔或测试仪的电极放入上层清液中来测试土壤的 pH 值。见图 SOIL-P-9。

4. 将测量结果记录在土壤 pH 值数据表中。

怎样测试土壤肥力

第一部分:准备和提取

1. 从土壤测试工具箱中取出提取试管,加入蒸馏水至 30 毫升。

2. 加入两片絮凝提取片。封住试管使其充分混合直至两片药片完全溶解。

3. 移去封盖,向其中加入一匙土壤(大约为 5 毫升)。

4. 盖住试管摇动约 1 分钟。

5. 让试管直立,约 5 分钟后土壤沉淀下来。土壤上面的清液将用来测试氮、磷、钾。

注:有些土壤,尤其是粘土含量高的土壤,可能提取不出足够多的清液。如果需要更多的清液重复上述 1~5 步。

第二部分:以硝酸盐形式存在的氮(N)

1. 用吸管将土壤上面的清液吸到土壤测试工具箱中的一个试管里,直至试管的突出部为止(如果没有足够的清液,重复第一部分)。

2. 加入一片硝酸盐 WR CTA。有时药片会破碎,要确保将所有的碎片都放入试管。盖上试管使其混合至药片完全溶解。

3. 将试管放置在茶杯或烧杯中。5 分钟后溶液会变成粉色,放置时间不要超过 10 分钟。

4. 将溶液的粉红色与氮颜色图比较。将结果(高、中、低)记录在土壤肥力数据表中。

5. 倒掉溶液并用蒸馏水清洗试管及吸管。

6. 用从每个土壤样品中提取的液体重复这一过程。每次使用后用蒸馏水清洗试管及吸管。

第三部分:磷(P)

1. 用干净的吸管吸土壤上面的清液,然

后滴到一个干净的试管中 25 滴。(如果没有足够的清液,重复第一部分)。

2. 往试管中加蒸馏水至其突出部分。

3. 向试管中加入一片磷并盖住试管。有时药片会破碎成几部分,要确保将所有碎片都加入试管,使其混合至药片完全溶解。

4. 将试管放入茶杯或烧杯中静置 5 分钟,溶液会变成蓝色,但是放置时间不要超过 10 分钟。

5. 将溶液的蓝色与土壤测试工具箱中的磷颜色图板比较。将你的结果(高、中、低或无)记录在土壤数据表中。

6. 扔掉溶液并用蒸馏水清洗试管及吸管。

7. 用从每个土壤样品中提取的清液重复这个程序。每次使用后,要用蒸馏水清洗吸管及试管。

第四部分:钾(K)

1. 用干净的吸管将土壤上面的清液移入一个干净的试管,直至试管的突出部分为止。(如果溶液不够重复第一部分)

2. 向试管中加入一片钾土片。有时药片会

破裂成几部分,要确保药片的所有部分都加入试管。盖住试管并使其混合至药片完全溶解为止。

注:这种药片溶解所需的时间比其他药片长。

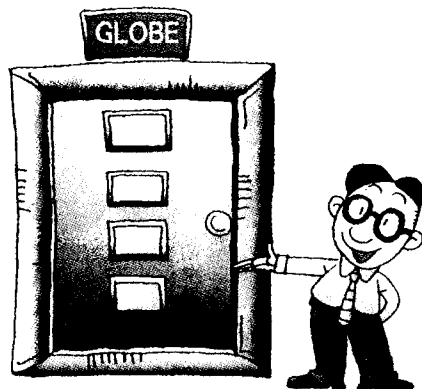
3. 将溶液中云状物与土壤测试工具箱中的钾颜色图板比较。在左半部黑色盒状物的前面握着试管,观察试管中溶液的亮暗和模糊程度,并与右半部分中阴暗的盒状物做比较。将你的结果(高、中等、低或无)记录在土壤肥力数据表中。

4. 扔掉溶液并用蒸馏水清洗试管及吸管。

5. 用从每个土壤样品中提取的清液重复测试。每次使用后要用蒸馏水清洗吸管及试管。

提交数据

将数据分别记录在体密度、土壤颗粒分布、土壤 pH 值及土壤肥力数据表中。描述每个土壤剖面需要一个以上的数据表复印件。记住要留出一些多余的复印件。将同一土壤剖面的数据表订在一起。最后将结果提交给 GLOBE 学生数据服务器。



第二部分：土壤湿度及温度



引言

该部分将介绍3个通用的标准规则及第4个可供高年级学生选用的规则。这些规则都涉及到土壤的湿度和温度。开始，同学们将用简单的方法来测量土壤湿度。他们要对土壤样品进行称重、干燥、再称重。两次重量差是土壤中的水分含量。高年级同学可选择的方法包括用石膏块法和土壤湿度计来测量每天土壤中的水分含量。用两种新的测量方法来测量土壤的其他重要特性：用两个同心罐来测量水流进土壤的速率（渗透率）。土壤温度盘用式或数字探头式温度计测量。

测量地点

一般说来，土壤湿度研究点应选在上方没有树冠遮盖的开阔地，且距大气研究点或带有至少一个雨量器的辅助大气研究点不超过100米。根据不同的采样方式（后面会介绍），可能需要一个直径为10米的区域，其特点是斜度小、土壤特性一致、天然的土壤湿度且有阳光均匀照射。在这样的区域内测定的土壤特性、土壤温度及渗透率是非常有用的，因为它们都可以和土壤湿度联系起来。一些学校可以选择较大的区域（比如10米×60米），该区域应符合前面给出的大多数标准，但允许在斜度及其他一些土壤特性上有稍微差别。土壤湿度研究点应是：

未灌溉的：由于我们要调查土壤对阳光及自然降雨的反应，所以采样点必须是未经灌溉的。

一致性：在很短的距离内，土壤湿度就可能发生显著的变化；因此谨慎地寻一块湿度具有代表性的土壤区域。寻找一个具有一致的土壤特性及植被，且相对平坦的采样点。

相对来说未受干扰：采样点距离建筑物、道路、小道、运动场及其他受人类活动严重干扰的地点至少3米。

挖掘时安全：与地方公共事业公司及维护人

员联系以确保不会挖到或破坏公共电缆、管道或灌溉系统。挖掘的深度不要超过1米。

频率

每隔一定时间测量一次土壤湿度，每年12次。选择时间间隔的基础是：你期望在这一时期内测量点的土壤湿度会显著变化。不要在土地冻结的时候观测土壤湿度。在旱季开始的时候，每周测量一次有助于预测植物的生长。在一年中进行每月观测或在上学的9或10个月中每隔3周进行一次测量有利于认识重要的季节变化。

土壤湿度的变化较慢，所以其具体观测时间不是关键性的。但最好每天在同一时间进行观测，同时要避开有露水的早晨。要在同一天内一次完成所有的测量，这样会保证一天中地表面土壤湿度的微小变化不会影响你的周观测及月观测。

在测量土壤湿度的同一天、同一地点每周测量一次土壤湿度。如果你们学校不进行土壤湿度的测量，按照星形模式中介绍的采样方式在距大气研究点10米范围内进行土壤温度测试。每周一次的温度测试要在当地中午前后一个小时内进行。每隔3个月，三月、六月、九月及十二月较合适；在连续两天的白天每隔2到3个小时测试一次温度来确定研究点温度的日变化。

在一年的土壤湿度测试过程中，测量3次土壤的渗透率。理想的是在湿度测试的早期、中期及后期，在测量土壤湿度的同一天测试土壤的渗透率。如果你们按月测试土壤湿度，则按季节测试土壤渗透率。

采样方式及地点设计

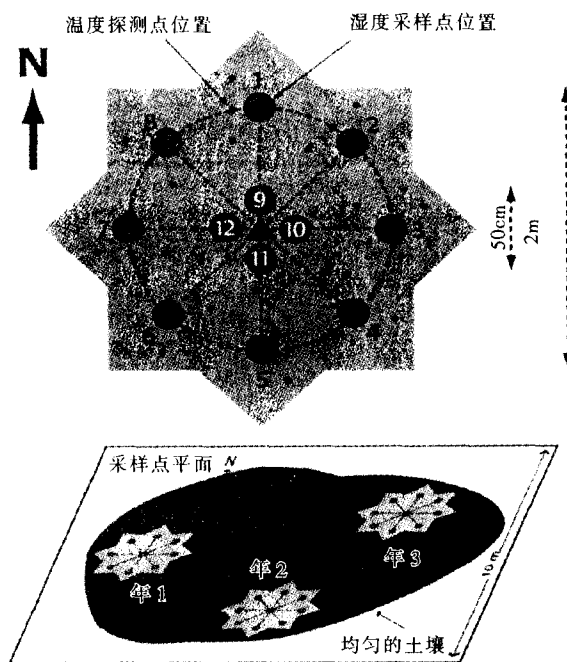
材料及工具

GLOBE 科学笔记本及铅笔
指南针及50米卷尺
满刻度为25厘米的尺子、米尺
铲子

按星形模式采样(6个容器)

每次在星形区域内的不同地点采样(如图 SOIL-P-10)。土壤湿度样品在深为 0~5 厘米和 10 厘米处取。每个深度取 3 个样品(1 个基本样品和 2 个附加样品,且样品间距离不超过 25 厘米)来保证质量。按照土壤温度规则,在深

图 SOIL-P-10 星形采样



为 5 厘米和 10 厘米处各选 3 个点测量温度, 3 个点之间的距离不要超过 25 厘米。

用下述方法可以设计出一个直径为 2 米的星形区域:

以一点为中心(参照点),在距此点 1 米的地方用米尺和指南针确定东南西北 4 个点,这 4 点在一个圆周上。然后在每两个点中间再取 1 个点使其落在同一圆周上。现在星上有 8 个点。在距离参照点 25 厘米处再选东西南北 4 个点。每年在距离前一年的星形区域 10 米范围内选择新的参照点,重复以上步骤来设计新的星形区域。用铲子在 10 分钟内便可收集 6 个土壤湿度样品。

在横断面上采样(13个容器、50米卷尺或每隔 5 米打一个结的 50 米细绳)

我们鼓励同学们在开阔的自然区域的横断面上进行测试。土壤样品来自表层 5 厘米的土壤。为了保证取样质量,每次取 13 个样品。其中包括在 50 米横断面上每隔 5 米取的前 10 个样品,另外 3 个包括沿横断面取的第 11 个样品以及在距离第 11 个样品 25 厘米范围内取的 2 个样品。见图 SOIL-P-11。

如果可能,在距雨量器不超过 100 米的开阔地带设计一直线长度是 50 米的横断面。沿这条线每隔 5 米测定一次土壤湿度。在横断面的两端放置永久性的旗帜或标志。用带结的细绳或测量用卷尺来决定采样点。虽然指向并不关键,但是在研究点工作表中要注明指向,并将其记在研究点定义数据输入表中。当你下次沿横断面采样时,为了避免先前已受干扰的区域,使你的每个采样点离开以前的采样点 25 厘米。横断面的设计及采样需 1 小时的时间,尤其是在同学们共用设备并观测其它地面及土壤特性时。

在不同的深度采样(5个容器,掘土钻)

同学们按星形模式进行测量,每次在星的不同位置收集样品。从同一洞的 5 个不同深度采样。用铲子从表层 5 厘米处采样;其他 4 个深度(10、30、60、90 厘米)的样品用掘土钻钻取。不象前两个采样方式——采样点要严格限制在开阔区域内;按照你所要比较的数据类型,此采样方式可选择在开阔区或地面上方有树冠遮盖的地方(例如将土壤湿度与蒸发或树木的生长比较)。设计一个如前所述的星形模式来确定围绕中心参照点的采样洞。如果钻碰到阻碍,则在距此点 25 厘米处重新钻。钻一个深 90 厘米的洞并从中取样需 30 分钟。

在土壤酸性不强的地区,我们鼓励高年级的同学采用“选择性石膏块土壤湿度规则”来测定土壤湿度。

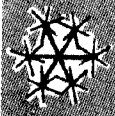


图 SOIL - P - 11

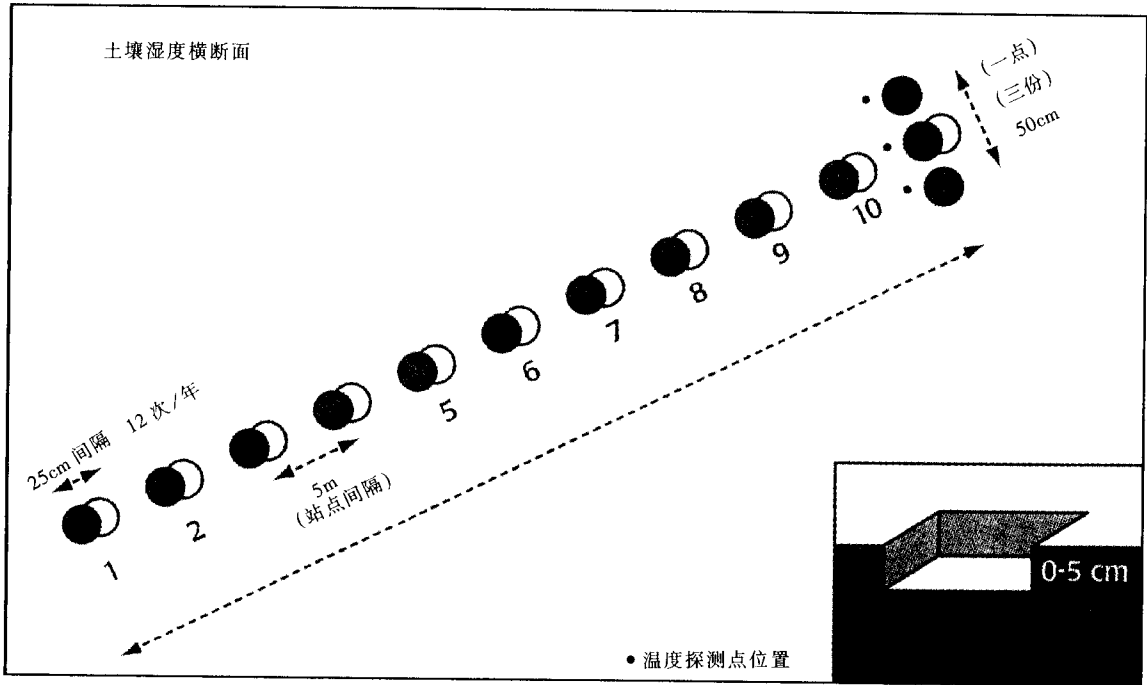
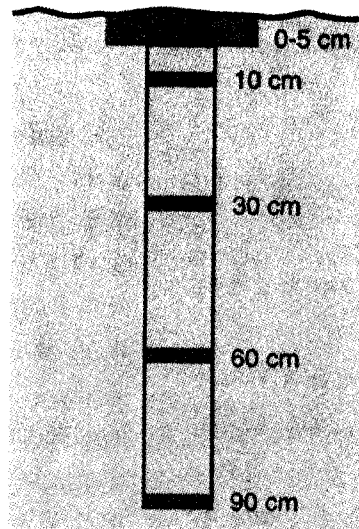


图 SOIL - P - 12



重量分析法测量土壤湿度规则



目的

测定土壤中水分含量。

概述

按3种采样方法中的一种收集土壤湿度样品。不管采用哪种取样方法,测量过程都包括下列3个基本步骤:

1. 收集土壤样品;
2. 称重、干燥、再称重土壤样品;
3. 提交数据。

时间

每个样品的采集时间最多为15分钟,两次样品称重各需15分钟,在烘箱内烘干样品要用一夜时间。

频率

每年按一定的时间间隔测定12次(按周或按月)。

水平

全部。

基本概念

土壤含有水分。

在降雨后土壤湿度增加,其增加量由许多因素决定。

干旱、日照导致土壤湿度降低。土壤干燥的速度也由许多因素决定。

技能

- 采集土壤样品;
- 使用天平;
- 记录数据。

材料及工具

- GLOBE科学笔记本及铅笔;
- 土壤湿度数据表(星形或横断面模式数据表);
- 5~13个土壤样品收集容器(土壤样品罐、有密封盖的小玻璃瓶等);
- 用来给土壤罐做标记的胶带及钢笔;
- 土壤烘干炉;
- 温度计(可测量到110℃);
- 灵敏度为0.1克的天平或秤;
- 用来将土壤罐从炉中移出的衬垫或手套;
- 米尺。

准备工作

- 选定土壤湿度采样点;
- 确定采样方式及采样频率;
- 准备必要的物品。

必备条件

在采样点附近要安装一个雨量器,而且在此研究点已完成了土壤特性的测定。

如何采集土壤湿度样品

采样前的准备

1. 浏览采样步骤、采样方式、“星”和横断面的设计。
2. 用不同的数字给每个罐做标记。
3. 记录采样点的位置及性质。

4. 确定每个样品的采集位置。

用星形及横断面模式采样的程序

1. 记录地表面植被类型。是矮草(草的高度小于10厘米)、长草或无草覆盖?将草拔掉。注明采样点上方或附近是否有树木。
2. 挖一个直径为10厘米、深为5厘米的



洞。将松土留在洞中。

3. 挑选出比豌豆大的石块或细砾(粒径大于5毫米);挑出蠕虫、蛭螭或其他动物。

4. 用大约100克的土壤将土壤收集容器装至其3/4处。

5. 将采样日期、时间、采样深度及罐的编号记录在土壤湿度数据表中。如果采用横断面模式,则跳到第9步。

6. 将深度约为8厘米的土壤移出洞外。

7. 再往下挖4厘米并将土壤留在洞中。

8. 对这个4厘米深的土层重复步骤3、4、5。

9. 将剩下的土小心地填回洞中。

10. 将装有土壤样品的容器密封后,放在阴凉的地方将其运回实验室或教室。

11. 按照土壤湿度规则,在距每个采样点25厘米内取深度5厘米和10厘米的地方各测量一次土壤温度。

深度采样程序

1. 按星形及横断面采样程序中的1~5步取表层5厘米的土壤样品。

2. 在这个5厘米洞的基础上,用掘土钻往下再钻5厘米,这样采样深度就达到了10厘米。

3. 用钻取大约100克的土壤样品。

4. 收集钻取到的样品。

5. 从此样品中挑出比豌豆大的石块或细砾(粒径大于5毫米)、蠕虫、蛭螭或其他动物。

6. 将样品装至容器3/4处(大约为100克)。

7. 将采样日期、时间、深度及容器的编号记录在数据表中。

8. 将容器密封,并于阴凉处保存。

9. 使用同一个洞在每个深度(30、60、90厘米)重复步骤1~8。

10. 将剩下的土小心地填回洞中。

11. 在采样点周围25厘米范围内,在深度为5厘米及10厘米处各进行3次土壤温度的测定。

如何称重及干燥样品

称重和干燥样品前的准备

1. 预热烘干炉。

2. 用标准重量校核天平以保证天平的精确度。

3. 在GLOBE科学笔记本中记录精确到0.1克的标准重量。这一重量与以前记载的标准重量的相差范围要在0.25克以内。

称重和干燥过程

1. 揭掉罐上的胶带或盖子,使土壤样品露出来。

2. 称装有土壤样品的容器——湿重。

3. 在土壤湿度数据表中记录采样的日期、时间、容器的编号、精确到0.1克的湿重。

4. 将揭掉盖的容器放在烘干炉中进行烘干,烘干条件如下:在通风干燥炉中,烘干温度为90~105℃时,需10小时;在脱水干燥炉中,烘干温度为75~95℃时,需24小时;在微波炉中,温度置于最高档,每次烘5分钟直至样品重量的减少小于0.25克,此法只适于能在微波炉中安全使用的容器。

5. 用衬垫或带手套将土壤罐从炉中移出。让它冷却5分钟。

6. 再称装有样品的容器——干重。

注:如果你没有把握土壤样品是否完全干燥,将样品从烘干炉中拿出称重后,再将其放回烘干炉烘10小时。如果重量的减少不超过0.25克,则说明土壤已完全干燥。

7. 在土壤湿度数据表中记录干燥时间、所使用的烘干炉类型及精确到0.1克的干重。湿重减去干重,差即是土壤中水的重量。

8. 将每个容器中的土壤样品倒出并用纸巾将罐擦干净。

9. 称重干的、空容器。

10. 在土壤湿度数据表中记录容器的重量(精确到0.1克)。用干重减去容器的重量便得出土壤的干重。

11. 用水的重量除以土壤的干重,得出土壤中的水分含量;将结果记录在土壤湿度



数据表中。

12. 对每个土壤样品重复步骤 1~11。

数据的提交

向 GLOBE 学生数据服务器提供下列信息：

- 采样的日期及时间
- 容器编号
- 深度(以厘米为单位)
- 湿重(以克为单位)
- 干重(以克为单位)
- 空容器的重量(以克为单位)
- 干燥方法(选择 95~105℃ 烘干炉、75-95℃ 烘干炉及微波炉中的一种)
- 平均干燥时间(以小时或分钟计)
- 当前条件:土壤中的水分是否饱和?(选择是或不是)
- 标明横断面的空间。

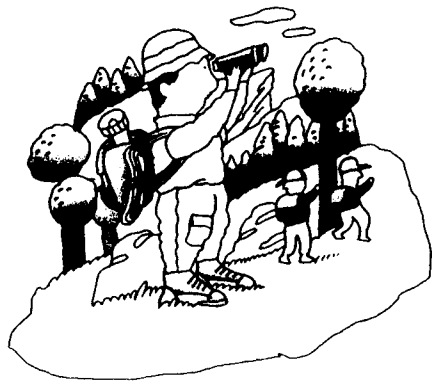
学生可以按照下面的定义计算土壤中的水分含量(SWC)或让 GLOBE 学生数据服务器完成此计算。完成此计算并将结果输入到数据输入表中,这对于检测数据的质量是非常有用的。如果学生与 GLOBE 的计算结果相差 1% 以上,将显示警告信息。在这种情况下,学生们要确认输入的重量数据是正确的

并检查他们的计算。

此外,将下列信息输入到定义土壤湿度研究点数据输入表上:

- 研究点的 GPS 位置(星的中心、石膏块洞、横断面一端的参照点)
- 与其他相关点的距离及指向(比如雨量器、有测试范围的温度计、最近的土壤特性取样点)
- 如何描述取样点的表面?从下列描述中选择一种:自然的、耕种过的、有坡度的、重新填埋的、板结的或其他
- 如何描述地表面的植被覆盖情况?选一种情况:无植被覆盖、短草(<10 厘米)或长草(>10 厘米)
- 如何描述植被的冠层?选一种情况:开阔的、在 30 米内有些树或采样点上空有树冠遮盖着(假设是生长季节)
- 土壤分类(使用土壤特性数据输入表获得所需数据)按照第一部分中有关的规则中的要求提交尽可能多的数据
- 土地覆盖分类

按照 MUC 系统规则对你选择的土壤湿度研究点进行分类,输入第四级 MUC 代码及土地覆盖名称。





可任选的石膏块土壤湿度测量规则



目的

根据石膏块中的电阻来测定土壤中的水分含量。

概述

本规则包括：
在深度为 10、30、60、90 厘米的地方分别放置石膏块；
读土壤湿度计的读数；
校核石膏块；
作校正曲线。

时间

每天 10 分钟；
初始校核需要在 6 至 8 周内于 30 厘米处重复重量法测量土壤湿度规则 20 次。

水平

高级。

频率

每天一次；
每年进行石膏块的重新放置及校核。

基本概念

石膏块的电阻与土壤湿度有关，电阻是土壤湿度的函数。

当地条件影响石膏块的饱和度，这就需要校正这些石膏块。

降雨后土壤湿度增加。
土壤湿度的增加值受很多因素影响。
在干燥、晴朗的天气条件下，土壤湿度降低。
土壤干燥的速率受许多因素影响。

技能

采集土壤样品；
使用天平；
使用土壤湿度计；
记录数据。

材料及工具

掘土钻；
米尺；
4 块石膏块；
在地表面装电线用的 4 条 10 厘米长、直径为 7.6 厘米的 PVC 管，或 4 个锡罐；
2 个容积为 4 升的提桶；
用来做泥球的水（1 升）；
1 条 1 米长、直径为 2 厘米的 PVC 导管；
捣固土壤的棍子（如旧的扫帚把）；
GLOBE 科学笔记本及铅笔；
土壤湿度计；
绘图纸；
计算器；
用于重量法测土壤湿度的材料。

准备

选定土壤湿度采样点；
确定并汇报有关土壤湿度采样点的所有数据；
准备工具及材料。

必备条件

在附近安装雨量器，并在土壤湿度研究点完成土壤特性的检测。

石膏块的安放

1. 将石膏块放在装有水的容器中浸泡 5 分钟。

2. 在 10、30、60 和 90 厘米处各钻一个能放下石膏块（石膏块传感器）的洞。钻就象启木塞用的螺旋那样工作，当它工作时，你只要扶着它的把手就行了。在钻每转过 360 度后，最好将钻桶移出并将桶内的土壤倒掉。如果钻桶装得太满，则很难倒出土壤。将钻出的土放进一个大的提桶中以保持采样点的清洁。4 个洞应按顺序排列，以免在读取读数及记录数据时产生混淆。

3. 从一个洞中取出两大把土，把土放到一个小桶或相似的容器中，然后加入少量的水进行搅拌，和成一个泥球。挑出其中的石块，这个泥球应粘一起。

4. 将泥球投入洞底，并确保其到达洞底。

5. 将石膏块传感器上的电线剥掉绝缘层（以后称其为导线）后，将其穿过 PVC 导管。

6. 抓住导线的上端，往上提传感器使其紧顶住导管的末端。然后保持此状态将传感器放入洞中。紧紧抓住导管上端的导线，轻轻地往下压导管使传感器进入洞底的泥球中。

注：由于很难将土紧紧地围在传感器周围，所以泥球的作用就是使传感器与土壤粒子间有更好的接触。

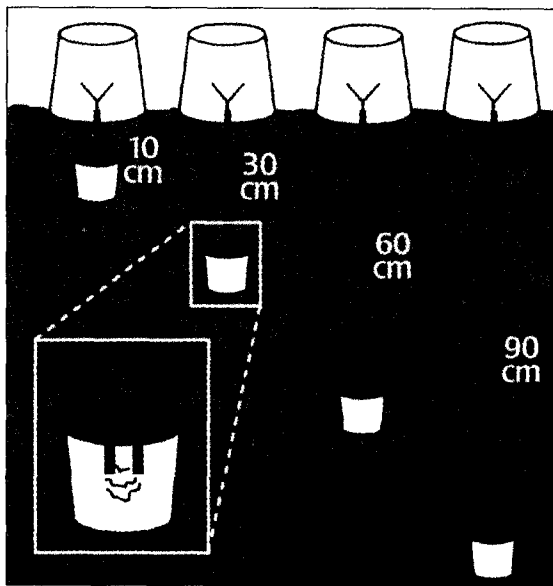
7. 使连接传感器的导管处于垂直状态，并开始填埋此洞。向洞中加些土并轻轻地用扫帚或其他相似的棍捣实土壤。然后再加些土壤并在你进行捣实的时候将管抽出。继续加一些土，同时捣实它至到把洞填平，在此过程中要保证导线与地面垂直。

8. 用一短 PVC 管（长约 10~20 厘米）、或去掉两头的易拉罐罩住地面上的导线使在附近走动的人不会踩上它。

8.1 首先，按照传感器的深度给管或罐做标记。

8.2 将管或罐压入地下 2~5 厘米使其固定。不要剪断电线，而是将其自由端卷起来

图 SOLL - P - 13



放在管或罐中使其不妨碍以后的测量。

8.3 将一个空的小罐（汤碗等）倒扣在 PVC 管的顶端以防止雨水进入。

9. 对每个传感器重复上述步骤。

在安放后一周内不要进行测量。传感器至少需要一周的时间才能与自然条件平衡。导线很容易被损坏，尤其是连接测量计的部位。如果靠近石膏块的导线断了，则将绝缘层剥开重新做一条，因此在地面上留出足够长的电线是很必要的。

土壤湿度计的读取

祝贺你们将石膏块放入。安放石膏块一周后，开始每天监测石膏块来获得土壤湿度的变化。这是此调查中有趣而简单的部分。不要在土地冻结时进行测量。

准备

按照厂家的说明书检测土壤湿度计以确保其能正常工作。每次使用前都要做这项工作。

如何读取土壤湿度值

1. 读取每块石膏块上的数据。

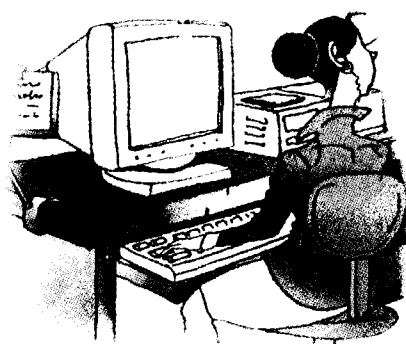
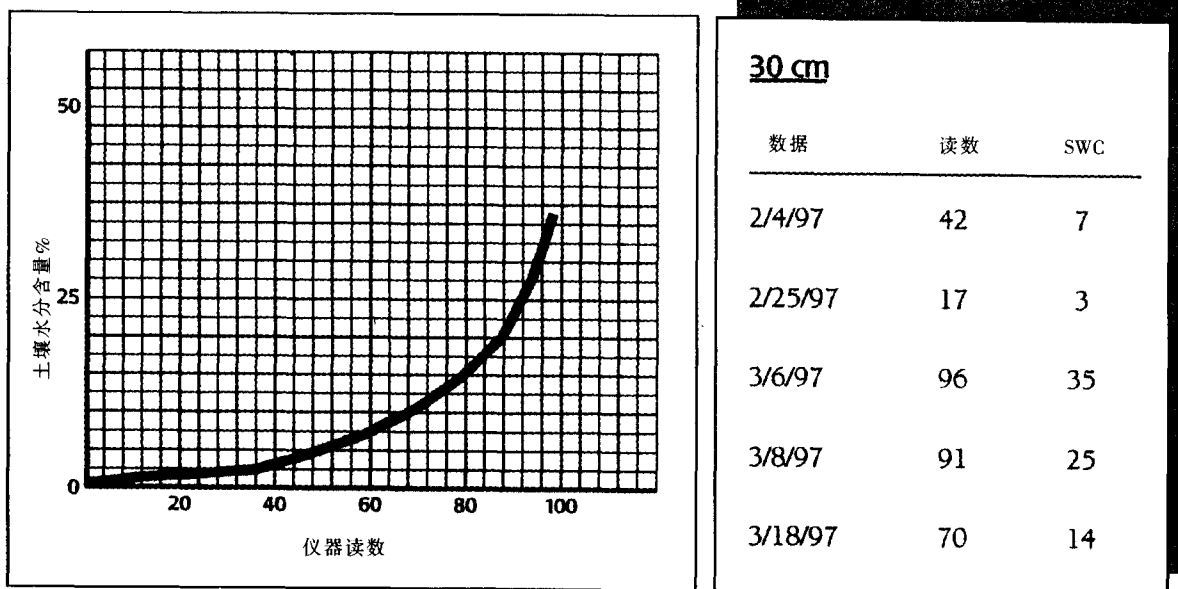
1.1 将 10 厘米深处的传感器上的导线与土壤湿度计连接起来。

1.2 按下读键，在读数稳定后进行读取，注意读数不应是负值。

数比数据表中的任何数据高或低；要采一个重量分析样品，并用从这个样品中测得的土壤水分含量值和湿度计的读数来延长校正曲线。将

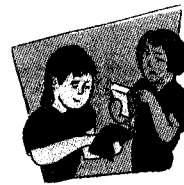
修正后的校正曲线及延长后的年石膏块数据表的复印件寄给 GLOBE 学生数据档案中心。

图 SOIL - P - 14 石膏块校正曲线样例





渗透测量规则



目的

确定水渗透到土壤中的速率——是时间的函数。

概述

将两个套在一起的罐放入土壤，并往两罐中加入至少 5 厘米深的水。记录水落下 2~4 厘米的距离所需的时间，并重复这一测试。渗透率是用来测试水垂直进入土壤的难易程度，并能显示该区域是否容易发水。

时间

用一课时制作并检测双环渗透计；
用 45 分钟或一课时进行测试；
在为重量法测定土壤湿度取样时实施这一规则。

水平

全部。

频率

一年中在土壤湿度取样点进行 3~4 次测试；
在土壤特性取样点进行一次测试；
每次测试，要在半径为 5 米的扇形范围内测得 3 套数据。

基本概念

土壤渗透率取决于土壤中水分的饱和程度。

如果水没有贮存在土壤中，必是蒸发或流失了并且暂时可能集中在地表面形成水塘。

技能

- 制作渗透仪；
- 测试；
- 组织；
- 观测监控时间间隔；
- 记录数据；
- 分析数据。

材料及工具

- 两个金属环，小的直径为 10~20 厘米，大环的直径比小环大 5~10 厘米（可用咖啡罐做），将至少 8 升水运到测试点的桶或其他容器；
- 尺子；
- 防水标记笔；
- 跑表或有秒针的表；
- 木块；
- 锤子；
- 3 个盛土壤湿度测试样品的容器；
- 草剪；
- 漏斗。

必备条件

无。

背景知识

通过测定地面的水进入土壤一定深度所用的时间来确定渗透率。渗透率随土壤孔隙充水时间变化，当土壤水分达到饱和时渗透率达到了一个稳定值，它是水流过土壤时的特性。你可能会遇到下面 3 种情况：

不饱和状态下的流动：由于是向干燥土壤

的孔隙充水，所以最初的渗透速率快。

饱和状态下的流动：水的渗透速率保持一定值，它由土壤的质地和结构决定。

过饱和状态下的流动：当地面完全饱和后水的渗透速率为 0，此时水无法继续进入土壤孔隙。

准备

地点的选取

选一块距土壤湿度研究点或土壤特性取样点不超过2~5米的地方。注意不要让水管在此地流水,不然水会流到土壤湿度采样点。

制作一个双环渗透仪

将罐的底部剪去。

用永久性防水标记笔或油彩在小罐的内表面画一个环(带)用来做时间参照标记。环的宽度应为20~40毫米,且距罐的底部大约9厘米。许多罐上有可用作参照标记的带痕;但是为能更清晰地看到参照标记仍需对它们进行标记。

测量并记录参照带的宽度(以毫米为单位)。

测量并记录内外环的宽度(以厘米为单位)。

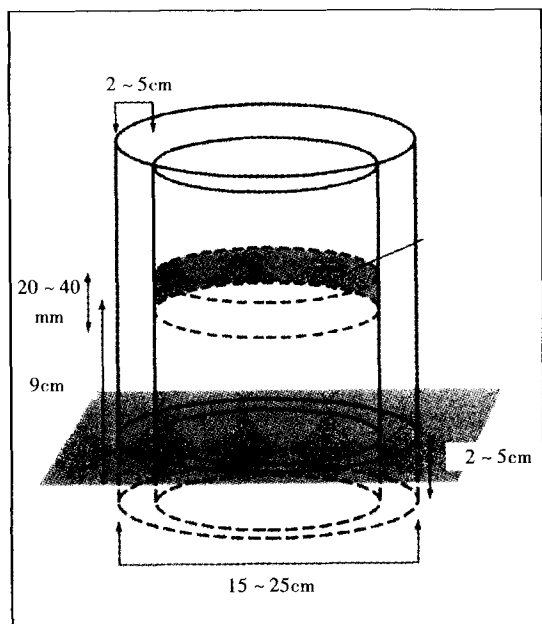
计时

你可用跑表或带秒针的表对水流进土壤所需的时间进行计时。使用跑表要在水第一次进入内环时开始计时,并读出每次开始和停止时的时间。

练习

让学生反复练习此规则,包括计时;直到他

图 SOIL - P - 15 双环渗透仪示意图



们在实地测试时能熟练操作,并能用少于45分钟的时间完成测量时为止。如果同学们在沙地上进行练习,渗透的时间间隔将缩短;会有更多的练习机会。

怎样测量渗透

1. 选一块面积比最大罐稍大的区域,剪去地表面的所有植被(草),除掉覆盖在地表面上的松散有机物。最好别干扰土壤。

2. 从小罐开始,将两罐推进土壤2~5厘米深。可用锤子将罐敲入地面。当用锤子时,要在锤子和罐顶之间放一木块以分散锤子的敲击力。不要用力过大以免弄坏罐。

3. 测量小罐内部标记带底部和上部各距地面的距离。

4. 3~4名学生为1组,以最快的速度完成下面的工作:

4.1 将水倒入两个环,要保证内外环的水位基本等高。注意外环中水的下降速度要比内环快。

4.2 向内环中加水,使水面高出参照带的上部。

4.3 启动跑表或将可读秒的一般表上的时间记录在渗透率数据表中。

注:外环的下边不能向地面上渗水。如果有渗水现象;应在另一地点重新进行,将外环插入得再深些或用泥将其周边包住。

5. 当内环中的水面达到参照带的上部时,记录下此时的时间,并把它作为开始时间。

6. 计时过程中,要保证内外环的水位大致相同;但注意别将水溅到内环(可用漏斗),也别让任何一个环干了。

7. 当内环中的水位降到参照带的下部时,

7.1 将此时间记录为结束时间。

7.2 结束与起始时的时间差即为时间间隔。

7.3 向内环中加水,使水位高出参照带的上部。向外环中加水使其水位与内环的大致相同。

8. 在45分钟内重复步骤5~7或直到两



次连续的时间间隔相差不超过 10 秒。

9. 粘土及板结的土壤很难渗透水;因此在 45 分钟内水位可能几乎不降低。在这种情况下,记录水的变化深度;如果可能的话精确到毫米。将停止观测的时间记录为结束时间。这时渗透测试由一个单一的时间间隔组成。

10. 拿出测试环,等 5 分钟。

11. 在安放双环的地点测量地表面 (0~5 厘米)的土壤湿度。按重量法土壤湿度测量规则进行。

12. 在直径为 5 米的区域内再进行两次渗透测试;一是在同一时间内由其他组测量或连续几天内完成 (如果没有下雨且近地表土壤水分含量也未改变)。几轮测量不一定要有相同数量的读数,但是不要提交未完成的测试。(如由于时间不够而将测试缩短)。如果你做了 3 次

以上的测试,提交 3 套最好的数据。

数据分析和描述

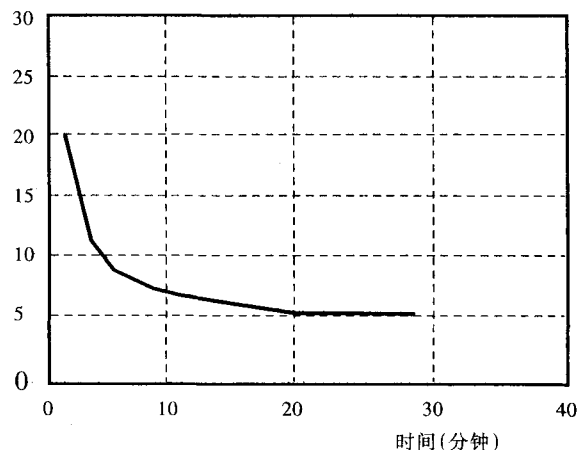
水位降低的距离除以降低此距离所需的时间便可得到渗透率。在 GLOBE 测试中,该数值等于参照带的宽度除以水流过参照带时所用时间间隔(结束与起始的时间差)。

用渗透数据表进行记录和计算渗透率,然后将结果绘图。我们观测到的每个时间间隔的水流动速率实际上是该时间间隔的平均值,所以最好用该段时间的中间点来标绘流动速率。渗透应随时间的延长而减弱,因此跟踪从第一次将水倒入内环开始的累加时间是很重要的。在分析自己的数据前,查看下面的图和表,并确认可以用数据表中给出的公式计算这些结果。

图 SOIL - P - 16: Jim 花园的渗透测试 水位的变化 = 20 毫米

| 时间 | | | | | 流动 |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 开始 | 结束 | 间隔 | 中间时刻 | 累加时间 | 速率 |
| 分钟 秒 | 分钟 秒 | 分钟 | 分钟 | 分钟 | 毫米/分钟 |
| 31 00 | 32 00 | 1.00 | 31.50 | 0.50 | 20.0 |
| 32 30 | 34 15 | 1.75 | 33.68 | 2.38 | 11.43 |
| 34 30 | 36 45 | 2.25 | 35.62 | 4.62 | 8.89 |
| 37 15 | 40 00 | 2.75 | 38.62 | 7.72 | 7.27 |
| 40 45 | 44 00 | 3.25 | 42.38 | 11.38 | 6.15 |
| 44 15 | 47 45 | 3.50 | 46.00 | 15.00 | 5.71 |
| 48 15 | 52 00 | 3.75 | 50.12 | 19.12 | 5.33 |
| 52 15 | 56 15 | 4.00 | 54.25 | 23.25 | 5.00 |
| 56 30 | 00 30 | 4.00 | 58.50 | 27.50 | 5.00 |

图 SOIL - P - 18: 土壤温度: 日观测的设计



土壤温度测量规则



目的

测量地表面土壤温度；
检测土壤温度的日变化；
了解土壤的绝缘能力。

概述

用探头式温度计测量深度为5厘米和10厘米处的土壤温度。土壤温度是气候、土壤、土壤湿度、深度及地质条件综合作用的结果。此规则将收集数据以解释它们的相互作用。

时间

每次测量需10~15分钟（用探头测量法测量6次）。

水平

全部。

频率

每周，在5厘米和10厘米处各测3次；
每季度，在连续两天的白天每隔2~3小时对5厘米和10厘米处的土壤各测一次。

基本概念

土壤是一个绝缘层；
土壤温度随深度、土壤湿度及空气温度的变化而变化；
土壤温度比空气温度的变化小。

技能

读刻度盘；
实地采样；
观测相关的现象；
绘制温度循环图表。

材料及工具

盘式或数字式探头温度计；
长12厘米的钉子、锤子；
有直径为6毫米的洞穿过的木块；
校正用温度计。

准备工作

无。

必备条件

无。

位置的选择和计时

在土壤湿度研究点附近进行温度测量。如果不可能的话，在距离大气研究点不超过10米的范围内进行测量。研究采样方式和地点设计部分描述的星形或横断面采样模式图，便可知合适的温度测量点。如果你在大气研究点进行温度测量，请按星形模式中的采样方式和地点设计进行。

1. 选一块相对平坦的有光照的区域。
2. 尽量找一块土壤特性一致的直径为5米的区域。
3. 土地不能板结，但上面可有覆盖物或

草。

4. 请在数据表中标明过去的24小时中是否有降雨。

当连续几天进行测量时，尽量在天气条件相似、且土壤条件具有代表性的日子记录其读数。尽量在3月、6月、9月和12月的中旬测量日温度。

准备实地测量

由于大约2厘米处的温度变化最敏感。在深为5厘米和10厘米处进行测量，此时温度计必须分别插入地下7厘米和12厘米。

在木块上钻一个洞，土壤温度计探头穿过



洞后伸出7厘米。这将帮助同学们在测量5厘米处的土壤温度时能保持深度一致。

找一个与温度计探头具有相同长度和直径的钉子或将钉子截至探头的长度。

校正

每3个月检查一次探头的精确性。尤其当你使用一个以上温度计时，这是因为若两个温度计间存在差异，你将无法解释所得的数据。按下列程序进行校核：

1. 将大气调查中使用的校核温度计作为校核标准。
2. 将温度计放在温度为室温的水中，两分钟后记录温度计上的读数。
3. 温度计与校正温度计的读数相差不要超过 2°C 。
4. 如果达不到上述要求，要按照厂家说明重新调试盘式温度计。

怎样测量土壤温度

1. 挖一个深5厘米的引导洞。将钉子穿过木块钉入地下，使其在木块上面露出2厘米。如果地面很硬可用锤子把钉子敲入地下，然后用旋转的方式将钉子拔出。如果拔钉子时，地面破裂并鼓出，在距离此洞25厘米的地方再试。尽量将对土壤的干扰降至最小。

2. 将温度计插至7厘米的深度。将温度计穿过木块推入引导洞，轻轻的推并旋转温度计直至温度计的头恰恰挨在木块上。不要太用力，不然会损坏温度计。

3. 测量5厘米处的土壤温度。至少等2分钟后读温度计上的读数。再等1分钟后重新读数。重复读数直至连续读出的两个温度值相差不超过 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。将这个值记录在温度数据表中。

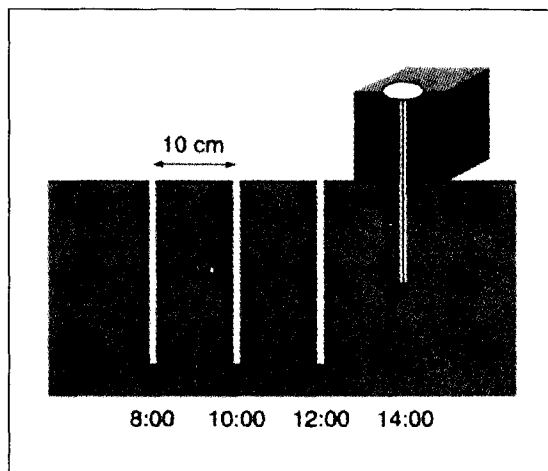
4. 拿掉温度计和木块。采用旋转的方式将温度计和木块拿走，尽量不要干扰土壤。

5. 在没有木块的情况下重复步骤1~4。轻轻的推并旋转温度计使其进入原来的洞，此时洞的深度分别是10厘米和12厘米而不是5

厘米和7厘米。

6. 使用温度数据输入表，将所获得的数据汇报给GLOBE学生数据服务器。

图 SOIL - P - 18: 土壤温度: 白天观察的分布



周测量

在现有的星形模式取样位置附近或紧挨气象观测站的地方各测量3次5厘米和10厘米深处的土壤温度。在当地时间中午前后1小时内进行，并在20分钟内完成所有测量。以最接近的10分钟来记录测量时间（例如：如果你在XX:06读取深度为5厘米处的温度，则选XX:10作为你观测的时间）。

日/季度测量

每隔3个月进行日测量，最好是在3月、6月、9月和12月进行。在连续的两天内，每隔2至3个小时重复一遍测量。每天至少要读出5个温度值。每个新的测量点至少离前一个测量点10厘米。见图SOIL - P - 19。读一下大气研究测量站内当时的温度值，并将其记录在GLOBE科学笔记本中。

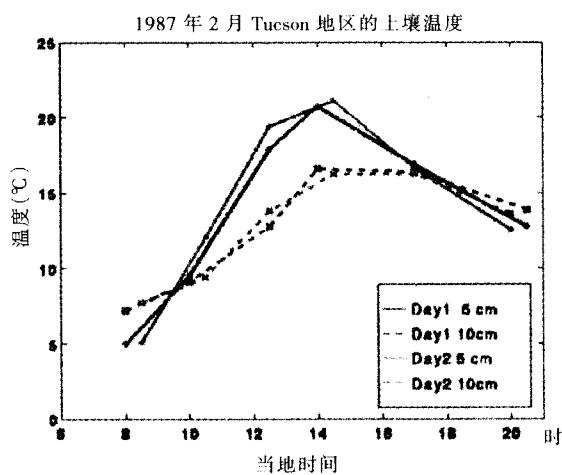
数据分析和描述

在GLOBE科学笔记本或土壤温度数据表上建一个类似下面的表格来记录结果。以图SOIL - P - 20为参考绘制曲线。

图 SOIL - P - 19: 美国图森市(Tucson)的土壤温度

| 当地时间 | 1997 - 02 - 12 | | 1997 - 02 - 13 | | ND = 没有数据 |
|-------|----------------|------|----------------|------|-----------|
| | 5cm | 10cm | 5cm | 10cm | 大气温度 |
| 8:00 | ND | ND | ND | ND | ND |
| 10:00 | 9.5 | 9.1 | 8.7 | 9.5 | ND |
| 12:00 | 17.8 | 13.0 | 10.7 | 10.5 | 26.2 |
| 14:30 | 20.6 | 16.5 | 12.9 | 12.0 | ND |
| 17:00 | 16.8 | 16.3 | 13.6 | 14.0 | ND |
| 20:30 | 13.0 | 13.9 | 11.9 | 13.0 | ND |

图 SOIL - P - 20: 土壤温度



学习活动



* 刚刚开始

通过一个展示科学方法的活动，介绍给初学者一个基本概念——水是怎样流过土壤的。高年级的学生调查土壤特性怎样影响水的渗透和流过土壤的水的化学性质。

* 从泥饼到砖块

介绍土壤中的各种微粒及其对土壤性质的影响。

* 我家后院中的土壤

由学生收集、描述、对比各自后院中的土壤。

* 野外观察土壤——各处挖一挖

同学们将发现同一地区内，土壤特性如土壤湿度、温度等会有很大的变化。

* 像海绵似的土壤：土壤能容纳多少水？

同学们用测干、湿海绵的重量来研究其水分含量，然后用同样的方法来研究土壤样品的水分含量。

* 土壤：巨大的分解器

同学们通过模拟自然环境来确定什么是影响土壤中有机物分解的主要因素。

* 了解土壤颗粒分布测量的方法

同学们利用颗粒分布测量规则中收集的数据来确定土层的质地。

* 数据游戏

同学们分组玩游戏——收集数据，改变一些测量结果。然后评价其他组收集的测量数据，尽力找出其错误。

刚刚开始(对初学者)



目的

了解水如何流过土壤,以及在流动过程中水的变化。

概述

测量水流过不同土壤的时间,观察这些土壤中的含水量。同时通过观察水流经土壤后浓度的变化,了解土壤的过滤能力。

时间

一课时。

水平

初级。

基本概念

水流经土壤;
土壤中含有水;
土壤性质影响水的流速和土壤的持水能力。

技能

提出问题;
提出假设;
验证假设;
观测结果;
分析结果;
得出结论;
计时;
测量 pH 值。

工具和材料

(每组 3-4 个人)

- 2 升的透明瓶子;
- 3 个 500 毫升烧杯或同样大小标有厘米刻度的透明容器,用来倒水和接水;
- 土壤样品(从学校和家附近挖 1、2 升的各种土壤样品,要包括表土(A 层),底土(B 层),陶土,砂土,板结的土壤,表面长草的土壤以及质地差别很大的土壤);
- 细窗纱或纱网,不吸水,也不与水反应(网眼 <1 毫米);
- 水;
- 时钟或计时器。

注:如果想用小一些的容器(倒水或接水用)也可以,只要土壤容器能稳固地放在接水的容器上。减少土壤和水的用量——但开始时所有同学要用相等数量的土壤样品和水。

高级的初学者

pH 试纸、笔和米尺。

准备

与同学们讨论土壤的基本特性,做“我家后院的土壤”一节,或完成“土壤特性测量规则”。

必备条件

无。

背景知识

许多因素影响水在土壤中的流动,如土壤颗粒的大小(质地和颗粒分布),颗粒的排列(结构),结合的紧密度(体密度),以及土壤颗粒与水之间的结合力。有些类型的土壤,水流进去非常快,并且土壤像海绵似的将水积蓄起来,这样就给植物一个很好的机会利用其中的

部分水分。另一种类型的土壤则可以让水只需几秒钟的时间就完全流过;还有些土壤,水根本就不能进入。不能笼统地说哪种土壤好——它们各有不同的用途。如果你想修个花园哪种土比较合适?修路或运动场又将用什么?如果土壤中的水处于饱和状态,又下了场大雨,结果会怎样?你怎样改变土壤的持水方式?当往

土壤中加入有机质、植物在其表层生长时,当土壤被压缩或被开垦时,又将如何?

准备

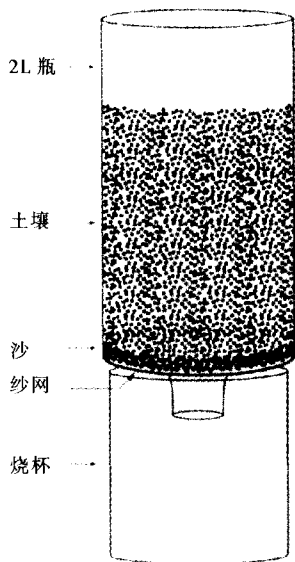
- 从学校或家中拿来不同种类的土壤样品。
- 将 2 升透明的塑料瓶去掉瓶盖、标签和瓶底。
- 将一个圆形的纱网放在瓶中盖住瓶口。
- 在纱网上倒 3~4 厘米高的砂土,砂土不会阻塞纱网。
- 让瓶口朝下,把瓶子放在烧杯或透明的容器上。
- 将 1.2 升的土壤倒在瓶中的砂土上。
- 分发给每个同学一份工作表。

做什么及怎么做?

课堂研究

1. 选择一种土壤(最好是砂质土)用来示范。将 1.2 升土放在 2 升的瓶中。
2. 让同学们走近观察。同学们都注意到了什么:颜色? 是否有植物? 感觉是轻还是重? 粒状(像面包屑)还是块状? 在黑板上记录你的观察结果。

图 SOIL-L-1



3. 将 300 毫升的水倒入 500 毫升的烧杯或其他透明容器中,请同学们注意其清澈度。

4. 在容器上用黑笔标出水的高度,并在黑板上记录水面的厘米数。

5. 问问同学们“将水倒入土壤中将会发生什么?”,同时让他们解释为什么会是这样。可能提到的问题如下:

- 水是否会通过瓶底流出?
- 水是否都会流出? 会流出多少? 让同学们在盛水的容器上用红笔标出他们认为的流出量。
- 水流过土壤的速度有多快? 大一些的学生可以用时钟或秒表计时。小一些的学生可在老师计时时,在计时器上标出分钟(就像工作表中的一样)。
- 水流出时是什么样子? 是清澈的、混浊的,还是非常脏?

6. 将全班同学的“假设”记录在黑板上。

7. 把水倒入土壤,并开始计时。问问同学们当你倒水时发生了什么现象:

- 所有的水都停留在顶部?
- 水去了哪里?
- 水面上是否有气泡?
- 流出土壤的水看上去是否和倒进时一样?
- 当水流过后,土壤看上去是否还和原来一样?

8. 在黑板上记录同学们的观察结果,同时记下水流过土壤所需的时间。

9. 请同学们将自己的假设与试验结果比较一下。

10. 当水停止从瓶底滴下时,拿走放土壤的瓶子;拿起接水的烧杯,请同学们观察:

- 水量是否和开始时一样? 如果一样说明了什么?
- 将水倒回原来的容器,和开始的量(黑线的标注)比较。失去了多少水,怎样测量损失量?
- 与容器上的红线进行比较。看看比我们设想的要多还是少? 我们怎样测量这个差值? 为

什么你想的和实际情况有出入？

- 为什么水会损失？
- 流过土壤后水变清了还是变浊了？为什么？

11. 保存未倒完的水用以比较。

12. 拿着这瓶饱和土壤，问问同学们如果再注入 300 毫升的水会发生什么？在黑板上记下同学们的假设。

· 这次滞留在土壤中的水会比上次多、少、还是相同？

· 和上次相比，这次水的流速会变大、变小、还是相同？

· 水流过土壤后，会比上次清澈、混浊、还是一样清澈？

13. 将水倒入饱和土壤中，计时、观察结果，然后与同学们的假设进行比较，问问同学们：

· 水是否比上次流得快？你怎么知道？比较两次用的时间。

· 这次流出的水量比上次多吗？我们怎么能知道？比较烧杯中的水量。

· 水和第一次一样清澈吗？比较两次烧杯中水的色。

小组调查

用不同的土壤进行试验

讨论

1. 观察所带来的不同土壤的性质。
2. 问问同学们是否水流经各种土壤时的流速都一样，各种土壤是否都吸收等量的水。
3. 他们认为哪些土壤会不同？
4. 分给每组一种土壤。

观察和假设

1. 给每个学生一份观察和猜测工作表。
2. 要学生将土壤的颜色填上(用文字或蜡笔)。
3. 要学生圈上与自己的土壤相近的结构。
4. 要学生在土壤中找找有没有树叶或有机质，如果有，选择是，否则选否。
5. 时间：让同学们回忆在示范实验时的观

测结果，然后猜测一下水流过自己的土壤要用多长时间，在计时器上划出，然后填在空白处。

6. 数量：要同学们在容器上划一条红线以示他们设想的流出土壤的水量。

7. 清澈度：在一个接流出水的透明容器上划一个“X”。

试验和报告

1. 向同学们说明，当你说“开始”时，同学们一起倒水。

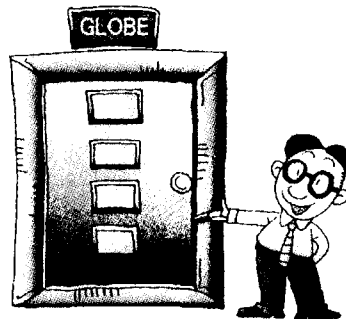
2. 开始倒水时你就开始计时。

3. 让同学们填写试验和报告工作表。要每组向全班同学报告其试验结果，报告应包括有关试验的：问题、假设、观察和结论。同学们可用自己的工作表准备报告。

进一步调查

1. 让同学们测出蒸馏水的 pH 值
2. 预测水流过土壤时 pH 值有何变化
3. 将水注入土壤，再测流出的水的 pH 值
4. 请同学们就土壤对水的 pH 值的影响作出结论

注：1. 利用这个过程来做导电率实验，测蒸馏水注入土壤前后的导电率；然后用盐水做同样的实验。2. 进行过滤试验，将非常混浊的水注入干净的砂土看其过滤效果。

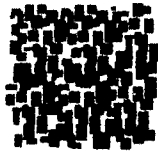


土壤调查

初学者工作表

观察和猜测

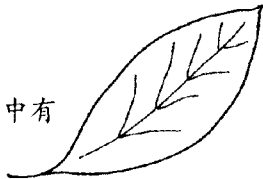
我的土壤是 _____ 颜色



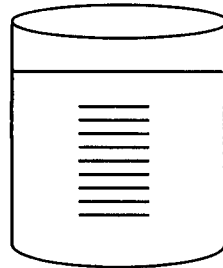
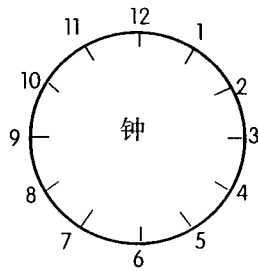
我的土壤是 颗粒状

块状

我的土壤中有 树叶。 是 否

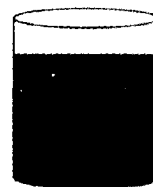
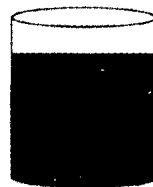
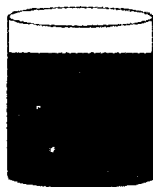
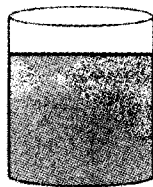
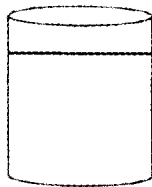


时间 _____



将有多少水流出？用红线标注。

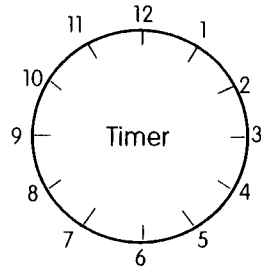
流出的水会像哪种？（圈起来）



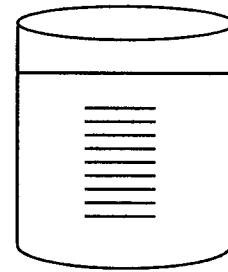
土壤调查初学者工作表(续)

试验和报告

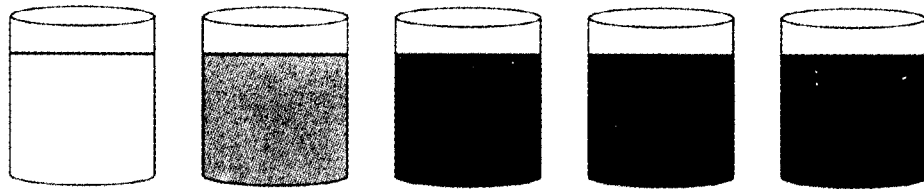
时间 _____



流出多少水?



水看起来像哪个?



我的报告

刚刚开始



目的

了解不同种类的土壤和水之间的一些关系。

概述

同学们将测出水流过不同性质的土壤所用的时间以及滞留在各种土壤中的水量。通过测水流过土壤前后的 pH 值的变化,观察水的清澈度的改变及土壤特征的改变,了解土壤的过滤能力。

时间

初期活动需 1 课时;

进一步调查需 2~3 课时。

水平

所有。

基本概念

水流过土壤;土壤含水;水影响土壤的性质;土壤性质(颗粒分布或质地,结构,有机质,土层等)影响水的流速,土壤的持水能力和过滤营养物质的能力等。

技能

提出问题;提出假设;验证假设;得出结果;分析结果;得出结论;测量体积;计时;测量 pH 值;测量 N、P、K(氮、磷、钾)。

工具和材料

(每组 3~4 个人)

- 2~3 个 2 升的透明瓶子;
- 4~6 个 500 毫升的烧杯;
- 或相同容积的透明容器用以倒水或接水(示范时用),实验活动时可能需要更多,实际数目取决于小组的多少;

• 土壤样品(从学校和家附近取 1.2 升的各种土壤样品,它们可能包括表土(A 层),底土(B 层),陶土,砂土,坚实的土壤,表面长草及质地明显不同的土壤);

• 不吸水,也不与水反应的细窗纱或纱网(网眼 <1 毫米);

• 结实的胶带,剪刀,水;

• 实验室用的铁架台(最好有足够数量的铁架台安放瓶子),另一种方法是将瓶子放在烧杯上(这种方法不同于铁架台),因为土有重量,瓶子放在烧杯上比较稳定;

• pH 试纸,笔和米尺;工作表;GLOBE 科学笔记本。

准备进一步调查:

• 蒸馏水,盐,醋和碱面;

• 塑料纸用以盖瓶子;

• 电导仪;

• N、P、K(氮、磷、钾)测试箱;

• 活的草皮或其他植被;

• 碱度测试箱;

• 可以用 1 升的瓶子和 400 毫升或 250 毫升的烧杯。烧杯的大小取决于瓶子的直径。不要把带着纱网的瓶子伸入烧杯太深,不然会影响水体积的测量。小瓶子的优点是土壤样品用得少。不管用哪种型号的瓶子,做比较实验时使用的土壤和水量,烧杯和瓶子都必须是一样的。

准备

与同学们讨论土壤的一些基本特性,同时完成“我家后院中的土壤”或“土壤特性测量规则”。

必备条件

无。

背景知识

许多因素影响水在土壤中的流动,如土壤颗粒的大小(质地和颗粒分布),颗粒的排列(结构),结合的紧密度(体密度)以及土壤颗粒与水之间的结合力。有些类型的土壤,水流进去得非常快(渗透),并且将水积蓄起来(持水能力),这样就给植物一个很好的机会利用其中的部分水分。另一些类型的土壤可以让水只需几秒钟的时间就完全流过;还有些土壤,水根本就不能进入。不能笼统地说哪种土壤好——它们各有不同的用途。如果你想修个花园哪种土比较合适?修路或运动场又将用什么?如果土壤中的水已饱和,又下了场大雨,结果会怎样?当往土壤中加入有机质、植物在其表层生长时、当土壤被压缩、或被开垦时,土壤又将如何?

土壤中的水还是营养物质从土壤转移到植物中的关键。大部分植物不吸收固体食物(虽然也有几种能够消化小昆虫),它们通过根茎从土壤中吸收水分,获取从土壤中溶进水里的营养物。那么土壤中包含那些营养物呢?这要取决于土壤是怎样形成的,是由什么形成的以及怎样被使用的。

农民和园艺工常常将营养物或肥料撒到土中以促使植物更好的生长。

准备

- 从学校或家中带来不同种类的土壤样品。
- 收集一些2升的透明直筒塑料瓶,去掉标签、瓶盖、瓶顶和瓶底,以便把它放置在500毫升的烧杯或其他透明的容器上。注意瓶口弯曲的地方要留一些,以使瓶与烧杯更好的吻合。
- 剪一圆形的细窗纱或尼龙网,要比瓶口一端大3厘米,用结实的胶布将纱网固定在瓶口一侧。将瓶子有纱网的一端朝下放在烧杯上;或放在铁架台上,下面放一接水的烧杯。

做什么及怎样做?

课堂研究

1. 观察你要用的土壤样品的性质。在你的GLOBE科学笔记本上记下你的观察结果,同时

记下你的取样地点、深度。如果你已经做了土壤特性测量规则,就要记下土壤的湿度、结构、颜色、结持度、质地,以及是否有岩石、根茎及碳酸盐。

2. 选择一种土壤来做演示,以砂质壤土为宜。将1.2升这样的土壤放在2升的瓶中。

3. 将300毫升水注入500毫升的烧杯或其他透明的容器中。测量水的pH值。同时注意水的清澈度。

4. 问问同学们“当你把水注入土壤时会发生什么?”,并要他们解释为什么这样认为,可能会问到的问题:

- 会有多少水流出?
- 水流过土壤的速度有多快?
- 水的pH值会变吗?如果是,将怎样变化?
- 水流出土壤时会是什么样子?

5. 在黑板上记下同学们的假设,并让同学们在GLOBE科学笔记本上记下各自的假设。

6. 将水倒在土壤上并开始计时。当你倒水时,让同学们按下列问题描述看到的现象:

- 水都滞留在土壤上部吗?
- 水正往哪里去?
- 水的上面是否有水泡?
- 水流出土壤时看上去是否和注入时一样?

· 土壤结构正在发生怎样的变化,尤其是土壤表面?

7. 将同学们的观察结果记在黑板和GLOBE科学笔记本上,同时记下水流过土壤的时间。

8. 让同学们比较他们的假设与试验结果。

9. 让同学们将自己得出的有关水和土壤是怎样相互作用的结论记在GLOBE科学笔记本上。

10. 当水停止滴下时,测出流进烧杯的水量。问问同学们:

- 为什么水减少了?
- 11. 注意水的清澈度:
 - 比注入前清澈还是混浊了?

12. 测流出土壤的水的 pH 值, 记录结果, 并将其与注入土壤前的 pH 值进行比较, 同时与同学们的假设进行比较:

- pH 值变了没有?
- 如果变了, 是由什么原因引起的?

13. 拿着这瓶饱和土壤, 问问如果再注入 300 毫升水会发生什么。在黑板上记下同学们的假设。

- 土壤中会滞留多少水?
- 流速有多快?
- pH 值会不会变?
- 水的清澈度怎样变?

14. 将水再倒入土壤, 观察结果, 与假设进行比较。

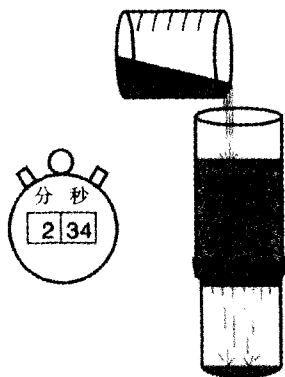
15. 让同学们在 GLOBE 科学笔记本上记下他们的问题、假设、观测结果及结论。

小组调查

用不同种类的土壤进行试验:

1. 观察带来的各种土壤的特性。
2. 问问同学们是否水会在相同的时间内通过所有类型的土壤, 是否所有类型的土壤吸收等量的水。
3. 讨论一下哪种土壤会有所不同, 为什么。
4. 让每组同学选择一种土壤。
5. 用同学们自己选择的土壤重复上述步骤 2~15, 同时将他们的假设和观察结果记在各自的 GLOBE 科学笔记本上, 而不是黑板上。

图 SOIL-L-2



6. 让每组同学向全班报告其试验结果。报告应包括问题、假设、对下述变量的观察、结论以及这些变量是如何影响试验结果的。

- 土壤特性;
- 流过土壤之前水的 pH 值及清澈度;
- 水流过土壤的时间;
- 流过土壤的水量;
- 水的 pH 值及清澈度的变化;
- 饱和试验的结果。

注: 收集在 GLOBE 科学笔记本中的信息将用以准备实验报告和论文。

7. 与全班同学浏览所有实验结果。让同学们自己确定土壤的特性, 像不同的颗粒大小、颗粒间的孔隙、有机质; 将这些特性与渗透, 水在土壤中的滞留, pH 值和清澈度的变化联系在一起。

8. 通过比较假设与实验结果, 将水和土壤是怎样相互作用以及不同的土壤是怎样表现不同, 记录在 GLOBE 科学笔记本上。

9. 让同学们想想怎样将试验中学到的东西应用到现实生活中去, 以便了解当地的水域可能发生什么情况及土地利用中的问题。比如:

- 如果某区域土壤坚实, 一场大雨过后会发生什么现象?

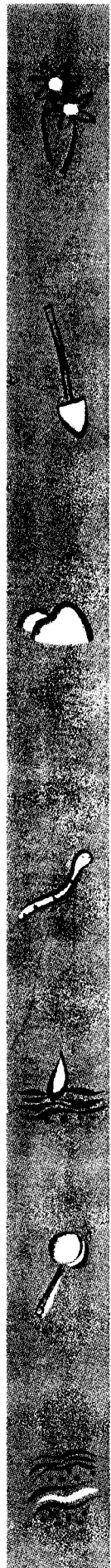
进一步调查

1. 让同学们设法在一个透明的 2L 塑料瓶中做个土柱, 它将加快或减缓水流过土壤的速度。

不妨让同学们即兴发挥一下, 看他们有什么

图 SOIL-L-3; 实验土柱





么妙主意。提示：可以先筛分土壤，将不同大小的颗粒分层。同学们还可以加入粘土、砂土和地面覆盖物。土壤可以是紧密的。让同学们将自己的方法和“土壤处方”记录下来。提示：对壤土和粘土来说，水流的速度可能非常慢。老师们可以要学生前一天做土柱，在第二天上课前让一个同学来演示。将水流的速度记下来，判断哪个方案最好。让同学们确定是否同一个方案既可以减缓水流过土壤的速度又可以让水滞留在土壤中。

2. 做一个与土壤特征采样点的剖面相似的土柱（用来自剖面每一层的土壤样品以相同的顺序排列）。观察在模拟的剖面中水和土壤是如何相互作用的。

更进一步的实验

基于以前的实验观察和结果，要同学们设计实验来检验其他假设。下面是一些可能的主意：

1. 要同学们设想土壤对水的其他化学性质会产生什么样的影响。利用 N、P、K 测试箱测出土壤中以及水中的 N、P、K 含量，水流过土壤后，再测一次水中的 N、P、K。

2. 在水中加入盐，测出注入土壤前后水的导电率和盐浓度。

3. 将醋或碱面加入水中，测出水注入土壤前后的 pH 值和碱度。

4. 要同学们设想蒸发对土壤中的含水量的影响。有哪些因素影响蒸发？在两个瓶中装入同一类型的土壤，并加水使其饱和；将一个瓶口敞开，另一个用塑料布或其他东西紧紧扎住。把它们放在有阳光的窗台上。瓶中的土壤重量将是土壤中含水量随时间的变化函数。同学们可以图示随着时间的推移两瓶重量的差别。

5. 将一些地面覆盖物或正在生长着的草皮盖在瓶中的土壤上，这对水的渗透率有什么影响？对流过土壤的水的清澈度有什么样的影响？和自然界中的侵蚀现象有什么样的联系？

6. 问问同学们如果土壤长期处于饱和状态会产生什么样的变化。将一个土壤样品放在一个有底的瓶中，加水使其饱和。看看土壤的结构、颜色、气味是否发生了变化？多长时间才发生的变化？

让同学们测量降水量大致相同的五个 GLOBE 采样点的土壤湿度，连续测量六个月。图示每个采样点各月的土壤湿度，看看有何不同？同学们是否能找出其他 GLOBE 数据来解释这些变化？

评估学生

学生们应该了解科学的方法并运用它设计试验，同时要了解与土壤水分相关的科学内容。学生们应该表现出很有条理的思维能力，例如通过试验得出结论，并能提供相关的证据。学生的 GLOBE 科学笔记本中备有“评价页”可用以打分，在参与全班讨论、提问、假设、观察和得出结论的全过程中的表现都可以作为对学生评估的指标。口头和书面报告的水平是体现学生能力的另一个指标。试验、讨论及报告应以小组的形式进行，这样还可以评价他们的团体合作能力。

注：把这一活动与土壤湿度测量规则结合起来会收到很好的效果。外出设计采样方案或测量土壤湿度之前在教室开始此活动，进一步的观察和对流速、水量、pH 值、水的清澈度等的记录可待返回教室后进行。（对于有些土壤，水完全流过土柱可能需要一段时间。）通过这一活动，土壤湿度及土壤特性规则对同学们来讲已不再是抽象的概念。他们会明白收集信息和数据的重大意义，因为这是提出假设、验证假设、解释观察现象以及得出结论的基础。与此同时，同学们还会逐渐明白土壤湿度及土壤特性数据的研究价值。

从泥饼到砖块



目的

解释土壤中大小不同的颗粒及其对土壤性质的作用。

概述

首先，筛去土壤中的石块和有机质。接着用更细的纱网将粘土和砂土分开。将水注入土壤不同的组份中将其制成泥饼。等干燥之后观察泥饼的特性。最后，要同学们试着混合所有的土壤组份做成精致的泥饼或建筑用砖。

时间

用一小时筛土和做泥饼；

用一夜的时间晾干；

用一小时来做砖；

用一夜的时间晾干。

水平

全部

基本概念

土壤是由不同的物质组成的；

土壤颗粒的大小影响土壤的性质；
土壤是主要的建筑材料。

技能

筛分土壤样品观察颗粒的大小差异；

测量土壤样品或称重；

设计实验；

验证结果。

工具和材料

每组1升壤土样品；

用于筛土的网眼大小不同的纱网或筛子；

稻草(碎干草)；

粉状的粘土和砂土；

旧的冰盒(作为铸砖的模子)；

小的塑料盖子或盘子(做泥饼用)；

塑料桌布。

必备条件

没有。

背景知识

土壤由风化后的岩石(砂土、粉砂和粘土)产生的不同粒径的微粒组成。这些颗粒的组合形式影响着土壤的持水能力、水流经土壤的难易以及土壤风干过程中产生的变化。含有许多粘土的土壤在风干时就会裂开——你可能看到过有巨大裂缝的地面的照片；或观察到一个泥坑的上面裂开，而一些大的、重的颗粒沉到了泥坑的底部。砂土成分太多的土则很难粘到一起，作建筑材料也不够牢固。土壤作为建筑材料已经有几千年的历史了，今天仍是我们最主要的建筑材

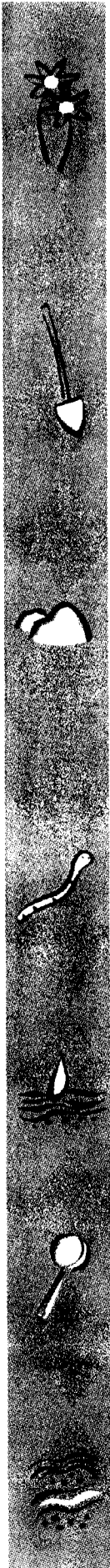
料。在干燥的地区，由土坯砖砌成的房子在几百年内都不会倒塌。混凝土和砖随处可见。无论你是在制混凝土还是烧砖，选择含有合适成分的土料是非常重要的。

做什么及怎么做

观察

1. 要同学们用眼睛、手、放大镜仔细观察土壤。

2. 将同学们要观察的内容列在一个清单上，例如不同的颗粒大小、形状、颗粒的颜色、重量，其他物质如树枝或树叶、“粉尘”等。



3. 问问同学们如果土壤中所有的微粒都相似或其中一些组份丢失了,土壤会不会有所不同?会发生什么变化?

4. 先用网眼最大的筛子筛土。

5. 将留在筛子上的颗粒放成一堆——这些是最大的颗粒。

6. 请同学们观察这两堆颗粒,看看它们有什么异同?为什么不同大小的颗粒有不同的作用,同学们是否能想到理由?

7. 用网眼小一号的纱网或筛子筛上一次通过筛子的土。

8. 同样将没通过筛子的颗粒放成一堆,继续用更细的筛子将通过筛子的土分成两堆。这样就有几堆按颗粒大小不同而分成的土堆了。

9. 要同学们确定描述这些土堆的词,区分砂土、粉砂和粘土这几个不同的概念。可用的词包括:粉末状的、粗糙的、光滑的、粉尘状的等。

试验

1. 讨论土壤作为建筑材料的重要性。要同学们识别那些由土壤建成的东西。如混凝土的人行道、用砖建成的建筑物。

2. 要同学们描述一下怎样用他们手中的土做成砖。

3. 要同学们描述一个好泥饼或砖头的性质,如硬度,裂纹,不易破碎及耐水。

4. 让同学们猜猜用哪堆土能做成最好的泥饼或砖?为什么?将水加进去后每堆土将会发生什么变化?

5. 要同学们将水加入每堆土中,做成泥饼或砖,用如冰盒之类的东西作为模子。

6. 将其放在太阳底下或温暖的地方晒干。

7. 让同学们检验一下他们做的泥饼或砖是

否易被弄碎、出现裂缝,是否光滑等,列出每一种的优缺点。

更高的挑战

1. 鼓励同学们混合筛出的不同组份的土壤来作出最好的泥饼或砖。可以加入砂土、粘土和有机质,尤其是当你的原始土壤中所含的此类成分较少时。同学们要称出各种组份的重量,开个“处方”,以便于和其他同学的进行对比或重做。

2. 大一些的同学可算出其“处方”中各组份的含量百分比。

进一步调查

1. 如果将干的砖弄湿会发生什么现象?研究一下土坯房是怎样防雨的。

2. 观察一块碎砖,你能分辨其中的土壤成分吗?为什么砖是耐水的?

评估

要同学们观察学校附近的或他们的生物研究点内的土壤。问问他们怎样确定哪些区域的土壤中含有更多的粘土或砂土。

| 处方 | 含量 |
|-------------|----|
| 成分: | |
| 粘土(粒径最小的颗粒) | |
| 粉砂(中等粒径的颗粒) | |
| 砂土(最大粒径的颗粒) | |
| 其他 | |
| 其他 | |

我家后院中的土壤



目的

研究土壤及其属性。

概述

同学们将会发现土壤间的差异，总结出土壤和成土因素间的关系，并将学生当地的环境与 GLOBE 土壤调查联系起来。同学们将利用取自家中的土壤样品，找出能代表各个土壤的特性。同学们将对比以下各自的样品，在班上同学们描述一下他们的土壤样品间的关系及其他的采样点和采样方式。大部分的同学作一土壤分类表。

时间

1 课时用以观察土壤特性，1-2 课时用以描述。如果想把土壤晾干并观察其变化，则需要再加一课时。

水与空气

土壤

主要概念

一个小区域内的土壤也会有差异。

土壤性质与土壤的形成有关。

土壤可根据其性质分类。

工具和材料

报纸。

1 升的塑料袋。

当地的地图(地形图或道路图,包括学校所在的区域)。

放大镜。

技能

采样。

区分土壤类型。

准备

活动的那一天,在房间里准备一块地方用以观察土壤。例如在实验室的桌子上铺张报纸。如果同学们要晾干土壤样品,一定要确保土壤样品在几天内不会遭放坏。晾干样品时,请参照土壤规则——如何进行你的土壤调查。

必备条件

无。

背景知识

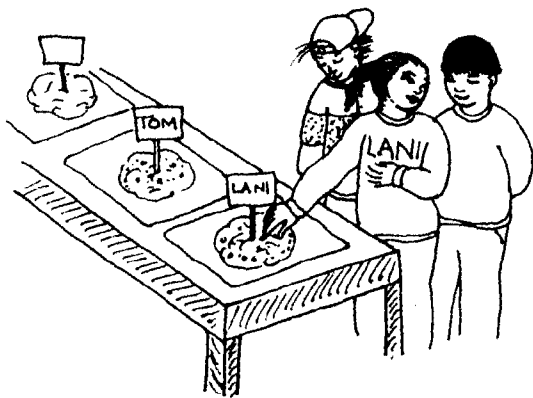
土壤的性质是随其取样的地点及深度不同而改变的。当学生观察土壤样品时,提出下列问题帮助他们思考:你们观察到了哪些特性?土壤是湿的还是干的?你们看到了哪些颜色?你能分辨出其组份(有机质(植物及动物)、石块、砂土、粘土等)吗?土壤闻起来怎么样?土壤摸起来感觉如何?土壤样品干燥后有什么变化?在一个土壤样品中,土壤有差异吗?你的取样过程是否会影响你的观察,怎样影响?你怎样将这些土壤分类。

做什么和怎么做

在给同学们布置采集土壤样品作业前,让他们设想一下他们在其居住区附近能找到几类土壤?他们要用以前的经验或知识来回答这个问题。

上课前

要同学们用 1 升的塑料袋从家里带土壤样品来学校。他们应该记录其收集方法(比如采样



地点, 采样深度, 保存办法等)。对小一些的学生, 你可能要为全班提供一个采样程序——通过巧妙的活动或直接给出。

课上

在课堂上, 同学们要传看所有的土壤样品, 并仔细观察, 将观察结果记录在 GLOBE 科学笔记本上。

每个同学找出一个与自己相似的样品, 并记下它们为什么是相似的。

每个同学找出一个与自己不同的样品, 并记下它们为什么不同。

在班上, 要同学们发挥其创造性的思维, 在黑板上列出一些用以描述土壤的不同特性。然后将相似的特性归类, 并用一些词来表达, 如相同的颜色, 相同的“感觉”及一定数量的根。要同学们描述怎样将观察到的土壤性质与土壤的形成因素关联起来。

讨论哪些因素会导致土壤具有不同的特性(五个土壤形成因素, 采样的影响等)。

关于全班的土壤样品分类, 要同学们将其观察结果与他们开始时的假设进行比较。

要同学们讨论一下, 通过这些调查, 他们对土壤特性的认识发生了怎样的变化。他们都学到了什么? 列出一些土壤的详细特性, 看看土壤特性在一个很小的区域内是怎样变化的。

对不同年龄学生的要求

小一些的学生应集中在观察和比较上。

大一些的学生可以组或班的形式进行更进一步的调查研究:

制订一个标准采样程序, 要全班按程序进行第二次采样。比较每个系列的土壤样品。

制订一个按土壤性质进行分类的方案。

按不同的时段烘干土壤, 比较在不同湿度状况下土壤物理性状的差异。

在地图上标出采样地点及不同类型的土壤的分布状况。

进一步调查

参观附近正在挖掘的工地(洞穴), 观察一下, 将观察结果与你后院的土壤特性进行比较。

记住:安全是你首先要考虑的。

选择一所具有一定特征(如处于雨季, 有茂密的植被等)且已经提交了信息或数据的学校。通过 GLOBE 电子邮件与那里的同学通信, 描述一下自己的土壤, 并请他们描述一下他们的土壤。你处的气候条件(不同的季节循环, 气温变动的范围, 降雨量, 土地覆盖类型)怎样影响你周围的土壤? 将你的结论与其他学校的同学的结论进行比较, 并与他们讨论一下其中的差异。

调查什么样的土壤最适合蚯蚓或其他居住在土壤中的动物生活。

制订一个按土壤性质对土壤进行分类的方案。

评估学生

给学生们一种不知名的土壤样品, 按学生的年龄, 要他们:

在 GLOBE 科学笔记本上, 用尽可能多的形容词和“土壤特征信息表”中列出的土壤特征描述一下此样品。

考虑具有这些特征的土壤可能是如何形成的, 其分布状况又是怎样的。

野外观察土壤——各处挖一挖



目的

了解地形的变化会影响土壤的性质。

概述

学生们将调查学校附近土壤的变化，会发现即使在同一块陆地上，土壤的性质如湿度、温度也有很大变化。同学们还将了解到一些因素如坡度、阴影、植物、紧密性会影响土壤外观及其持水能力。

时间

两课时。第一节课为野外观察，第二节课讨论同学们的发现及相关的原因。

水平

全部。

基本概念

可用土壤形成的五个因素描述土壤断面。

面。

在一个很小的区域内土壤也会呈现出很大的差异。

成土因素还影响到土壤水分的含量及温度。

技能

- 观察和描述土壤样品；
- 在野外收集数据；
- 明确成土因素和最终的土壤间的联系。

工具及材料

- 小铲子和小耙子；
- GLOBE 科学笔记本。

必备条件

无。

背景知识

影响土壤性质的因素

地球上每点的土壤都是独一无二的。这是因为五个成土因素在某点共同作用的结果。当观察你所处的地点周围时，你是否注意到五个成土因素对每点的影响都是不同的。

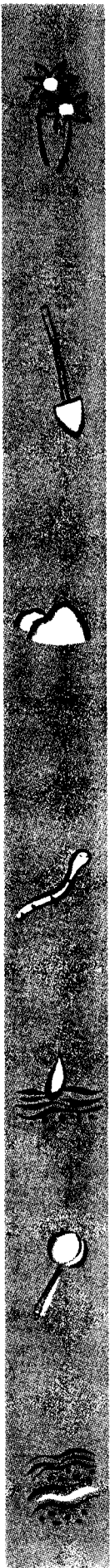
你可能会注意到不同的土壤，某些属性是不同的，这些属性有：

- 颜色；
- 土壤表面植物的种类和数量；
- 土壤表层根茎的数量；
- 土壤颗粒的形状(称为土壤结构)；
- 土壤给你的感觉(称为质地)；
- 土壤中石块的数量和大小；
- 土壤中蚯蚓及其他动物的数量；
- 你感觉土壤是暖还是冷，是干还是湿(湿

的土壤粘性大，易成块，潮的土壤感觉湿冷，干性土壤感觉好像不含水分。)

影响土壤湿度的因素

因为每种土壤都是唯一的，因而其含水量也是唯一的。土壤中的含水量取决于许多因素，其中包括降水(雨、雪、雹等)进入(渗入)土壤及流失的速度，温度及植被等。如果土壤很结实，比如被踩得很结实的路，与很少踩踏的地区相比，水渗入土壤就要难一些。在某些地区自然界可能会增加径流量，如，在干燥的气候中，“石子路”(在砂土上遍布小石子，像镶了瓷砖的地面)就可能增加径流量。风和水可能会使某些土壤形成硬壳，从而阻止了水的渗入。斜坡也会增加水流失的速度；在很陡的坡上，雨水很快就会消失而聚集在平地的水坑中。植物的根有助于打破土壤的一体性，在土壤中形成许多气孔，水从中流



过。水渗入砂质土壤要比渗入粘质土壤快。

你可能会以为在你的研究点气温几乎没什么变化，然而从一点到另一点可能会有很大的差异。阴凉处温度较低。阴凉处不仅仅在树下，在石头的下面或石头背光的一面可能更凉。

在温暖的地方土壤可能更干，在阴冷的地方土壤可能更湿。

植被也会影响土壤湿度。它们可能会形成阴影，同时它们也需要水。

做什么和怎么做

以提问开始

1. 你所处的地方，斜坡的哪侧得到的光照最多，是南坡还是北坡？
2. 如果你要出去找用作鱼饵的蚯蚓（或其他土里生的无脊椎动物），你会去哪儿？为什么？记住，动物需要水分、空气和养分，这些可以在很多土壤中找到。在坚实的土壤中，动物很难生存。
3. 在斜坡或山谷中是否会生长更多的植物种类，为什么？

在实地

1. 按每组3~5人分组。每组有一个小铲子和小耙子，并携带 GLOBE 科学笔记本。
2. 要各组在不同的地点挖出少量的土壤，观察并感觉一下土壤，看看它们的性质有何不同，然后将各自的发现记录在 GLOBE 科学笔记本上。要同学们记下植物的种类，是否有石块、根茎和土壤中的动物（比如蚯蚓）。挖掘的难易，距地面上其他物体的距离。下面方框中的五个成土因素可作为提出和回答问题提供指导。按由最湿到最干的顺序，要同学们将调查的地方记录下来。标明地区、覆盖的植物类型、位置及其他物质对土壤湿度的影响。

扩充部分

1. 要同学们画一幅关于其研究地点的土壤特征示意图。
2. 要同学们“美化”一下该地区。如果这里将变成某人的院子，你打算在哪儿栽种东西？

五个成土因素

气候：一个地区是光照多还是阴暗，温暖还是寒冷，潮湿还是干燥？砂质土壤和粘土质土壤的温度和湿度有何差异？这将如何影响植物的生长？

地形：在你的研究区域内，是否有不同的斜坡？哪些地方比较平坦？有些地方是隆起还是向下倾斜？在这一地区有哪些不同的地形（高点，斜坡的中部，低地）？最高和最低的地方在哪里？

动植物：所在地植物类型是怎样变化的？能否看到有动物生存的证据？有哪些种类的昆虫？人类是怎样利用这块地方的（譬如，它是公园、田地、草地、森林、农场还是市区）？

母质：土壤是由哪些物质形成的？土壤表面的岩石是否能给你一些提示？这些岩石是否接近河流因而从水中沉积出来？是否是风力沉积（如沙丘）？因重力作用自上落下来沉积而成，或源于冰山或火山？（你需要做一些研究确定所在地的地质）

时间：这个地方已多长时间未受干扰了？土壤表面是否有很多有机质？是否有长了很长时间而未受干扰的草、树、庄稼或其他植物？是否有新建的楼房或其他建筑？如果是田地，最近是否被耕种过？是否有树被砍伐？最近是否有大水或其他自然灾害曾影响到土壤的形成？

评估学生

问学生以下问题：

1. 你觉得研究点内哪些地方的土壤可能最相像？考虑具有相似成土因素的区域。
2. 在你所研究的区域内，最典型的土壤处在哪里？在该区域内找出一块大的具有共同特征的区域。
3. 整个区域内，哪些东西影响到土壤湿度？
4. 在你所处区域内选择你的土壤湿度研究点时，你会考虑哪些因素？

像海绵似的土壤：土壤能容纳多少水？



目的

向学生介绍“重量测量法”——通过称量土壤样品或其他物质在干燥前后的重量计算其含水量。

概述

同学们称量海绵的重量，然后挤出其水分，称量干燥后的重量。其目的是帮助同学们理解物体可以吸收水，其含水量也是不同的。同学们可将这个概念运用到土壤上。分别称量干燥土壤的重量，还可以将这种干燥/湿润的方法运用到其他物质如树叶或水果上。

时间

15分钟用于海绵和土壤的最初测量，剩下3天在物质变化期间，每天10~15分钟。

水平

中级和高级

基本做法

- 不同物质吸收水分的量不同；
- 物质变干时，会释放其中的水分。

- 用挤压和蒸发两种方法去掉水分；
- 土壤的含水量可通过测土壤样品中的含水量来获得；
- 不同的土壤含水量不同。

技能

- 称量干、湿物质的重量；
- 比较不同物质的持水能力；
- 在物质变干时，观察其重量随时间的变化；
- 计算土壤样品和其他物质的含水量；
- 估计不同物质的水分含量水平；
- 用GLOBE形象图比较世界各地土壤的含水量。

工具和材料

- 磅或天平；
- 几块海绵；
- 毛巾；
- 绘图纸(为中级或高级学生准备)；
- 土壤样品；
- 其他物质(如水果、树叶或蔬菜)。

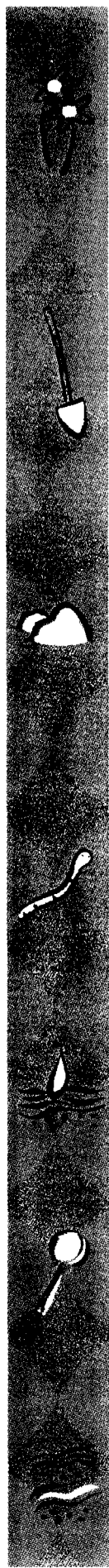
必备条件

有关百分率和小数的知识。

背景知识

许多物体都含有水分。对生命物质来说，水是其生存所必需的。就土壤来说，水是生活或生长在土壤中的动植物生存所必不可少的。事实上，土壤湿度就是预测一个地方能生长什么的最好的指标之一。这就是 Washburne 博士和 Levine 博士在其研究过程中需要土壤湿度数据的原因。

计算土壤湿度的方法之一就是重量测量法。重量测量就是称出重量或着说作用在物体上的重力。要计算土壤的含水量，我们就需要知道土壤中所含水的重量。因而我们首先称出土壤样品的重量，等此样品干了后再称重。这两个重量差就是土壤样品的最初含水量。然后用这一重量差除以干土壤样品的重量就得出土壤的含水量。



例如,你先挖出一把土壤,称出其重量为100克。等土壤干了后,再称发现只有90克。有10克的水已从土壤中蒸发了。但还必须除以干土壤样品的重量($90 - 30 = 60$ 克,假设盛土壤样品的容器重30克),使其规范化,以去除因样品的大小产生的偏差。我们可以计算出比率为 $10/60 = 0.167$ 。这是测量土壤中含有多少水的一种方法(含水量)。因为我们使用的是天平,它依赖于重力,因而这种方法称为重量含水量。

只要你正确处理样品,准确地测量,计算土壤含水量是很简单的。如果空气干燥的话,蒸发会很快。试想当你在一个又热又干的天气里从游泳池出来,干得会有多快。当土壤样品被挖出后,如果不放在密封的容器中,在空气中也会干得很快。

土壤水分受许多环境因素的影响,如气温,降水量,土壤类型,还受到地形因素的影响,如坡度、海拔高度等。土壤湿度对农业尤为重要。许多艰苦的农活,如耕地、浇灌都是为了改善与土壤湿度有关的土壤属性。在有些地区修梯田(在田地中修起边脊)是为了防治过多的水分流失,而有些地方把地修成圆形则是为防治土壤过湿。还有,不同的作物在其生长过程中需要不同的水量。了解一年中土壤湿度是如何变化的,有助于农民决定种什么样的庄稼。

在此活动中,学生要测量几种不同的物质在干燥前后的水分含量。这个试验分五个阶段且难度逐步加大。

第一阶段——从海绵中挤水

同学们称量湿海绵的重量,将其挤干后再称干海绵及挤出的水的重量。可以看出:湿海绵的重量 = 干海绵的重量 + 水的重量。挤压是一种既可视又迅速的去除水分的方法。

第二阶段——让水从海绵中蒸发掉

同学们做与上面相同的练习,只是这次将海绵晾上几小时或一天,使其中的水分蒸发掉。称量干海绵时,得到的重量与第一阶段大致相等(虽然蒸发可能比压干的方法去掉的水分更多。)

第三阶段——测量土壤湿度

现在同学们将蒸发晾干的概念应用到土壤上,用蒸发的方法使土壤样品在1~2天变干。称量失去水分前后土壤样品的重量以测量土壤湿度。比较几种不同的土壤样品,对土壤水分典型的变化范围有个感性的认识。

第四阶段——除去其他物体中的水分

同学们将蒸发使土壤样品变干的概念应用于其他物质,如水果或树叶。试着用不同的方法使物体变干,如用风扇、挤压、晒干、盐析等。同时估计湿度值。

第五阶段——通过 GLOBE 形象图了解全球的土壤湿度

同学们使用万维网页上的 GLOBE 形象图研究显示世界其他地区的土壤湿度的地图。让同学们讨论为什么土壤湿度会不同,同时基于各自感兴趣的题目,利用形象图进行进一步的调查。

目前, GLOBE 缺少足够的土壤湿度数据来建立形象图。一旦有了足够的数据,就会制作形象图并将其放在万维网页上。

做什么和怎么做

预先练习

如果你的学生不知道如何使用秤或天平,需教给他们,并让他们练习称量物体。

第一阶段——从海绵中挤水

1. 将海绵吸上水,称量并记下湿海绵的重量。让同学们估计一下海绵变干后会有多重,记下他们的估计值。

2. 将海绵挤压干,称量并记下干海绵的重量。让同学们比较其估计值与实测值,看有何差异。

3. 问问同学们海绵中含有多少水,看他们是否知道如何计算。水的含量 = 湿海绵的重量 - 干海绵的重量。例如,湿海绵 200 克 - 干海绵 80 克 = 水含量 120 克。

4. 用不同的海绵重复测量。请同学们指出哪块海绵含有最多的水。

5. 现在你得出了水的绝对含量。将它除以干海绵的重量即得到相对含量。

6. 同学们可以进一步将从每块海绵中挤出的水收集到一个塑料杯中，称出水重（一定要除去杯重才能得到水本身的重量）。水的实际重量应等于其计算值。

7. 在与同学们进行讨论时，要确认他们掌握了吸水能力的概念，并且不同海绵具有不同的吸水能力。

第二阶段——让水从海绵中蒸发掉

1. 问问同学们如果将一块湿海绵放在一只盘中过一夜而不是将其挤干，会发生什么情况。如果同学们了解蒸发的概念，可与他们讨论这个问题。否则等在活动中再讨论蒸发的概念。

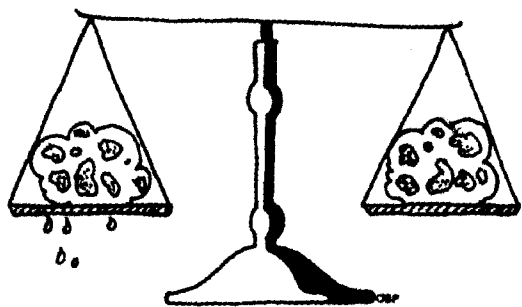
2. 让同学们先称量湿海绵的重量并记录下来，然后将其放在一只盘中，最好放在阳光下，一直放到第二天。

3. 等海绵被放置一天后，要同学们称出干海绵的重量（现在应该是干的了）。

4. 问问同学们水去了哪里。那些懂得蒸发概念的大一点的同学应该知道答案，否则向同学们解释蒸发的概念。

5. 计算海绵失去了多少水，从而得出其吸水能力。这一数据可能与从海绵中挤出水时测得的数据有所不同。问问同学们为什么数据是如此接近（因为无论是挤压还是蒸发都去掉了大部分的水），然后再问问他们为什么这两个数据又不完全相同呢（因为通过蒸发去掉的水要比挤压去掉的多，只是需要的时间长一些）。

6. 问问同学们为什么强的吸水能力对海



绵来说很重要，还有没有别的物体需要强的吸水能力。

家庭作业

告诉同学们很快就要测土壤的含水量了。要他们从家里带来土壤样品，将土壤放在一个塑料三明治袋中，然后封住袋口以保持土壤的水分。

第三阶段——测量土壤水分

1. 让同学们将各自的土壤样品（仍放在密封着的塑料袋中）放在桌子上。问问他们将如何测量土壤的水分。在他们回答问题时，要抓住关键——称出湿土壤的重量，等它变干后（变干的方法有很多种），再次称量，像测海绵的含水量一样。

2. 让每个或每组同学打开他们的密封袋，称出湿土壤的重量，然后将它放在一边晾干，这需1~2天。

3. 等土壤干了后（让学生们摸摸土壤，感觉一下有多干），让学生们再次称出每种土壤样品的重量。问问他们有多少水分蒸发掉了。

4. 介绍计算土壤含水量的公式：

$$\text{土壤含水量} = \left(\frac{\text{湿重} - \text{干重}}{\text{干重} - \text{容器的重量}} \right) \times 100$$

在土壤湿度规则中运用的就是这个公式。例如，称出湿土壤重100克，干土壤重90克，容器重30克，那么土壤的含水量就等于：


$$\frac{100 \text{ 克} - 90 \text{ 克}}{90 \text{ 克} - 30 \text{ 克}} = 0.167$$

$$100 \times 0.167 = 16.7$$

5. 让同学们算出各自的土壤含水量，并将结果进行比较。纠正计算中的错误。就其变动范围进行讨论，问问他们为什么会有这样的范围。让同学们注意土壤间的差异以帮助思考为什么土壤含水量会有一个变动范围。

中、高级的学生

在上述活动中，让大一些的学生每隔一小时称一次土壤，并将结果图示出来，看看水的蒸发率是否改变，比如说在土壤变干过程中蒸发率逐



渐变小或者将其放在阳光下时蒸发加快。讨论时要结合天气因素，比如说在很干燥的天气里或很潮湿的天气中土壤干的会有多快。

家庭作业

告诉同学们他们将对其他物体做上述试验,让他们下次带来一些诸如水果、蔬菜、树叶、石头等他们感兴趣想做试验的东西。

第四阶段——去掉其他物体中的水

1. 让同学们出示并讨论他们带来的东西。让他们估计每种物体的含水量,并记下来。

2. 称出每种物质的湿重,并记录。

3. 开动脑筋想想有哪些使物质变干的方法。以前用的是挤压和蒸发。还有没有别的办法?如何控制变干的速度?这里有些主意:把它直接放在太阳下;对着物体扇扇子;放在炉子上;放在微波炉或烤箱中;往上撒盐;用塑料器皿盖住;用灯光照射。

4. 选择一些方法看看结果。时间越充足,同学们可做的试验就越多。

5. 过一天或几天,等物体变干后,让同学们再次称量。然后让他们计算每种物体的含水量。将实际结果与他们的预测值进行对比。哪个结果使他们感到惊讶?

第五阶段——用 GLOBE 形象图查看全球的土壤湿度

中、高级班的学生

注:当 GLOBE 有足够的数 据,并且 GLOBE 学生数据服务器上有形象图时才能进行这一活动。

这个活动适合那些具备识图能力,并对土壤湿度有基本了解的中级或高级学生。在同学们按照 GLOBE 土壤规则要求提交土壤湿度数据后,开始这一活动。

1. 进入 GLOBE 网页,并显示一幅全球土壤含水量的图,此图是根据同学们最近的测量结果绘制的。这对你的学生来说是个令人激动的机会,因为以前从未有过全球的土壤湿度数据。Washburne 博士和 Levine 博士也正用这些数据进行他们的研究。

2. 你可以将土壤含水量显示为数据或等值线图(不同的土壤湿度值范围用不同的颜色)。

3. 一定要让学生们将各自测得的土壤含水量与在图上读到的世界其他学校的土壤含水量联系起来。

4. 学生们有许多可调查的领域,比如:

- 世界各地土壤含水量的变化范围是多少?

- 哪儿的最低,哪儿的最高?

- 这一变化范围是否随时间变化?(查看其他月份的土壤含水量图)

- 在不同的地点土壤含水量受那些因素影响?

- 土壤含水量的值是否受近期天气状况的影响?

- 比较来自沙漠区、雨林区和农业区的含水量。

- 哪些地方的土壤含水量与你的研究点相当?

5. 鼓励同学们利用土壤含水量形象图进行进一步的调查。

评估学生

带一些土壤样品到学校。要同学们估计其土壤含水量。然后让同学们计算土壤含水量值(不要提示他们)。检查其估计的合理性,并监督同学们的试验过程以防出错。

土壤：巨大的分解器



目的

介绍在不同的环境条件下,土壤在有机质分解过程中的作用。

概述

同学们将模拟不同的环境条件,以确定哪些条件有利于土壤中有机质的分解,其中包括温度、湿度及光照。同学们将用瓶子进行试验,以观察蔬菜碎片在分解中发生的变化。

时间

一课时用于讨论和计划试验,一课时用于布置试验,每天(或每隔一天)利用一段上课时间记录试验结果,两周后再用一课时观察和讨论最终的实验结果,并能回答额外的一些问题进行更深一步的探究。

水平

基本概念

土壤中的分解过程受各种环境条件影响。

技能

实践操作

材料清单

工具和材料

12个玻璃罐或烧杯或2升的塑料瓶

(如作进一步研究还需更多)。

· 标记笔或标签。

· 足够的干土壤——能往每个罐中装10厘米,每个罐中装同一种土壤(壤土或陶土)。

· 足够的碎蔬菜或水果(胡萝卜、黄瓜或苹果等)——能往每个罐中装入2-3厘米(所有的罐中都装入相同的碎蔬菜或水果的混合物)。其他的有机质包括碎树叶、碎草、碎花等。不要使用动物碎片。

· 带刻度的量筒或量杯——用来向土壤中加入适量的水。

· 用于进一步研究:

· 蚯蚓(从当地的土壤中捉);

· 砂质和粘土质的土壤。

准备

准备好土壤、瓶子、蔬菜碎片,在试验的那几周学生带来蔬菜碎片。

在教室内选定不同的区域,区域内提供试验所需的不同的条件(温暖的,有阳光的地方;冷的,有阳光的地方;温暖的,无阳光的地方;冷的,无阳光的地方)。

必备条件

无。

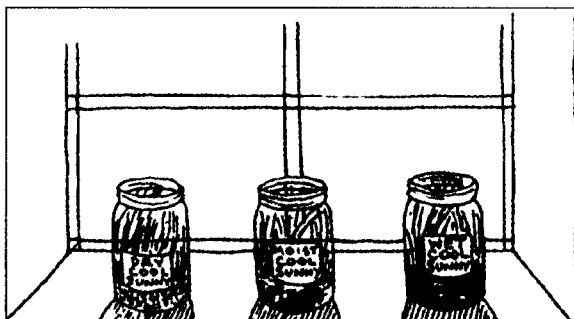
背景知识

光照、温度及含水量都在很大程度上影响土壤中的分解率。土壤中含有微生物生存和进行分解活动所需的水分和热,在分解过程中,微生物将有机质分解成称为腐植质的土壤物质。土壤有保持水分、热及维持有机物生存的能力。如果土壤太湿、太干或太冷,分解过程都将

变慢。来自太阳的能量使土壤变暖,也加快蒸发,这会影响到土壤的含水量。同学们需调查哪些条件有助于加快土壤中有有机物的分解。

做什么和怎么做

将12个罐子或烧杯放在桌子上,依次贴上标签:



1. 干,暖,有阳光
2. 潮湿,暖,有阳光
3. 湿,暖,有阳光
4. 干,暖,避光
5. 潮湿,暖,避光
6. 湿,暖,避光
7. 干,冷,有阳光
8. 潮湿,冷,有阳光
9. 湿,冷,有阳光
10. 干,冷,避光
11. 潮湿,冷,避光
12. 湿,冷,避光

往每个罐中装入等量的土壤(约 10 厘米)。

往每个罐中装入等量的蔬菜碎片(约 2~3 厘米),将土壤和蔬菜碎片混合均匀。各罐中均用同样的蔬菜碎片。

在 4 个标有“湿”的罐中注入水,使罐中混合物处于饱和状态(让水盖住土壤表面)。

在 4 个标有“潮湿”的罐中加水使其变潮。

将 4 个标有“干”的罐放置一边,使其变干。

按照罐上的标注,完成以下工作:

取标有“湿”“潮湿”“干”的罐子各一个,将它们放在暖且避光的地方。

取标有“湿”“潮湿”“干”的罐子各一个,将它们放在暖且有阳光的地方。

取标有“湿”“潮湿”“干”的罐子各一个,将它们放在冷且避光的地方。

取标有“湿”“潮湿”“干”的罐子各一个,将它们放在冷且有阳光的地方。

将罐口盖住,但要在盖子上戳几个小洞用于空气的流通。

每隔一天,向标有“湿”的罐中注入水使混合物饱和,向标有“潮湿”的罐中喷水使其变潮,

同时,搅拌每个罐中的土壤和蔬菜碎片。

每天或每隔一天观察每个罐并记录结果,持续两星期。记下含水量的变化及有机质的状况。

两周后,全班讨论光、温度及含水量是如何影响土壤中的有机质的。哪个罐(条件)分解最多?哪个分解最少?你能否将罐子从分解最少到最多排队?

讨论完毕后,要学生们用上述条件的任意组合,设计他们认为最好的分解条件。让他们判断自己的设计条件,并预测每个因素对分解的影响程度。

对不同年龄学生的要求

小一些的学生

选择下列任意一项,以减少罐子的数量:

1. 潮湿,湿和干燥(相同的温度和光照条件),或

2. 潮湿,暖和潮湿,冷(相同的光照条件)

讨论一下全球哪些气候具备这样的条件,并与你所在地的气候进行比较。

大一些的学生

讨论一下全球的有机质分解有什么不同。

不同的地区有机质的来源是什么?气候是如何影响有机质变成腐植质的?让学生们推测一下,什么样的条件会促进有机质的分解,什么样的条件会抑制有机质的分解?热带土壤的分解与北部森林土壤的分解有何差异?

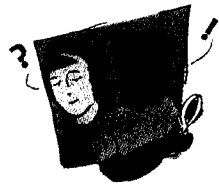
进一步调查

使用处于“理想条件”下的土壤,把蚯蚓放入装有土壤的罐中,另一只罐只装土不放蚯蚓。观察并记下蚯蚓的活动状况,分解速度;两周后比较两个罐中土壤属性有何差异。或许你还想在一只罐中做一个“蚯蚓农场”以观察在很长的一段时间里蚯蚓的活动,分解状况以及土壤的变化。

用不同质地的土壤做上述相同的试验。比如用砂质土壤和粘质土壤,观察并比较与上述试验的差异。

让同学们研究一下合成过程。

了解土壤颗粒分布测量方法



目的

理解土壤颗粒分布测量规则中运用的原理，以便能够利用测量数据来识别砂土、粉砂和粘土的含量。

概述

利用颗粒分布测量规则中的测量结果可以估计出砂土、粉砂和粘土的含量。通常，我们在20微米处含量。通过将两个筛子筛过两次试验的原理（斯托克定律），并运用颗粒分布测量规则中的测量装置和一系列土壤样品实例，我们将学习如何使用质地三角图。

时间

15分钟

水平

入门级

材料

1. 土壤颗粒分布测量数据工作表上的数据

斯托克定律和颗粒沉降

技能

- 1. 阅读图表
- 2. 利用数学方法计算液体比重计的体积和温度读数
- 3. 计算样品中砂土、粉砂和粘土的绝对含量(克)和相对含量
- 4. 识别土壤质地
- 5. 估计百分比

工具和材料

1. 土壤颗粒分布测量数据工作表上的数据

2. 每个学生复印一份质地三角图

准备

准备

1. 将土壤中有不同大小的颗粒及其重量记录下来。将重量除以颗粒的体积，得到颗粒的密度。将重量除以颗粒的体积，得到颗粒的密度。

背景知识

土壤中不同粒径的颗粒（砂土、粉砂和粘土）的含量称为颗粒分布。一个土壤样品中的颗粒分布能帮助我们了解许多土壤的特性，如含有多少水、热和营养物质，水和热通过土壤的速度，将形成什么样的结构，其结持性如何。砂土、粉砂和粘土是土壤中三种不同粒径的矿物质。每种微粒的含量称为颗粒分布，土壤给你的感觉称为土壤质地。


砂土是粒径最大的微粒，粉砂居中，粘土粒径最小。在科学界对如何定义砂土和粉砂的粒

径范围尚有争议。对 GLOBE 来说，我们基于两种不同粒径的定义来测量砂土和粉砂。

1. 美国农业部(USDA)定义砂土的粒径为 2.0 毫米 ~ 0.05 毫米，粉砂粒径为 0.05 毫米 ~ 0.002 毫米。

2. 国际土壤科学学会 (ISS) 定义砂土粒径为 2.0 毫米 ~ 0.02 毫米，粉砂粒径为 0.02 毫米 ~ 0.002 毫米。

粘土的粒径是最小的，两组织都定义其粒径小于 0.002 毫米。比 2 毫米大的颗粒称为石头或砾石，不被列入土壤的组成物质。



重的、大的颗粒先沉淀下来,所以将 500 毫升的量筒中的土壤搅拌或摇匀后,砂土(根据 USDA 的定义)过 2 分钟后先沉淀到量筒底部,而粉砂和粘土颗粒则悬浮着。根据 ISSS 的定义,过 12 分钟后,砂土先沉到量筒底部,而粉砂和粘土颗粒悬浮着。24 小时后,粉砂颗粒也沉积下去,只有粘土还悬浮着——悬浮量由液体比重计测量。

确定土壤样品中砂土、粉砂和粘土的含量

比重计是用来测量悬浮液(与纯水比较而言)密度的仪器。在实施颗粒分布规则时,读取比重计和温度计的读数的时间分别定在 2 分钟、12 分钟和 24 小时。为确定土壤样品中砂土、粉砂和粘土的含量,我们将使用每个比重计的读数,并对其进行温度校正。然后利用换算表(在后面),将经校正的水的比重换算为每升(1000 毫升)悬浮液中悬浮颗粒的克数,并对加入的分散剂的密度做校正。做完换算后,再乘以升数(0.5L 或 500 毫升),从而获得悬浮颗粒的克数。

用下面的计算工作表对土壤颗粒分布测量数据工作表中的数据进行如下校正:

1. 从 2 分钟时比重计的读数开始。利用下面的换算表确定悬浮土壤的克数/升。按照 USDA 的规定,在 2 分钟时,悬浮的克数等于粉砂和粘土的克数总和。所有的砂土都已沉淀到量筒底部。

2. 注意在 2 分钟时的温度。超过 20℃ 时,每超出 1℃,将你的换算表中得到的克数再加上 0.36 克。如果 20℃ 以下,每低 1℃,则从表上的克数减去 0.36 克。

3. 下一步,将经温度校正后的土壤克数乘以 0.5L 得到在 500 毫升的量筒中悬浮物的克数。这个结果就是土壤样品中粉砂和粘土的克数。

4. 分别用 12 分钟和 24 小时比重计的读数及对应的温度重复上述 1~3 步。对应 12 分钟的克数是土壤样品中粉砂 (ISSS 的规定) 和粘土的克数 (根据 ISSS 的规定在 12 分钟时砂土已沉淀到量筒底部)。对应 24 小时的克数等于土壤样品中粘土的克数 (在 24 小时时所有的砂土和粉砂都已沉淀到量筒底部)。

5. 要想算出土壤样品中有多少砂土 (根据 USDA 规定), 用在 GLOBE 颗粒分布规则中所用的土壤样品重量 (25 克) 减去第 3 步算出的粉砂和粘土的克数。砂土的百分含量就等于砂土的克数除以 25 克, 再乘以 100 得到的值。

6. 根据 ISSS 的规定, 要计算砂土的克数和百分含量, 用对应 12 分钟的克数重复第 5 步。

7. 样品中粘土的克数是通过校正 24 小时时的读数获得的。用粘土的克数除以土壤样品的重量 (25 克) 即是土壤样品中粘土的百分含量。

8. 粉砂的克数等于加入量筒中的土壤样品的重量 (25 克) 减去粘土 (第 7 步) 和砂土 (按照 USDA 规定时为第 5 步, 按照 ISSS 规定时为第 6 步) 的重量。用这一数据除以土壤样品的重量 (25 克), 或用 100% 减去砂土和粘土的百分含量即是粉砂的百分含量。

9. 对土壤剖面的每一层的土壤样品都进行上述计算。用计算工作表协助你的工作。当你将记录在颗粒分布测量数据工作表上的数据报告给 GLOBE 学生数据服务器后, 最终结果将会反馈给你; 将你的计算结果与你获得的最终结果进行比较。

10. 你可以运用质地三角形来确定你的土壤样品的质地名称——与颗粒分布相对应。

表 SOIL-L-1:转换表(比重对土壤的克数/升)

| 比重 | 土壤克数/升 | 比重 | 土壤克数/升 | 比重 | 土壤克/升 |
|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1.0024 | 0.0 | 1.0136 | 18.0 | 1.0247 | 36.0 |
| 1.0027 | 0.5 | 1.0139 | 18.5 | 1.0250 | 36.5 |
| 1.0030 | 1.0 | 1.0142 | 19.0 | 1.0253 | 37.0 |
| 1.0033 | 1.5 | 1.0145 | 19.5 | 1.0257 | 37.5 |
| 1.0036 | 2.0 | 1.0148 | 20.0 | 1.0260 | 38.0 |
| 1.0040 | 2.5 | 1.0151 | 20.5 | 1.0263 | 38.5 |
| 1.0043 | 3.0 | 1.0154 | 21.0 | 1.0266 | 39.0 |
| 1.0046 | 3.5 | 1.0157 | 21.5 | 1.0269 | 39.5 |
| 1.0049 | 4.0 | 1.0160 | 22.0 | 1.0272 | 40.0 |
| 1.0052 | 4.5 | 1.0164 | 22.5 | 1.0275 | 40.5 |
| 1.0055 | 5.0 | 1.0167 | 23.0 | 1.0278 | 41.0 |
| 1.0058 | 5.5 | 1.0170 | 23.5 | 1.0281 | 41.5 |
| 1.0061 | 6.0 | 1.0173 | 24.0 | 1.0284 | 42.0 |
| 1.0064 | 6.5 | 1.0176 | 24.5 | 1.0288 | 42.5 |
| 1.0067 | 7.0 | 1.0179 | 25.0 | 1.0291 | 43.0 |
| 1.0071 | 7.5 | 1.0182 | 25.5 | 1.0294 | 43.5 |
| 1.0074 | 8.0 | 1.0185 | 26.0 | 1.0297 | 44.0 |
| 1.0077 | 8.5 | 1.0188 | 26.5 | 1.0300 | 44.5 |
| 1.0080 | 9.0 | 1.0191 | 27.0 | 1.0303 | 45.0 |
| 1.0083 | 9.5 | 1.0195 | 27.5 | 1.0306 | 45.5 |
| 1.0086 | 10.0 | 1.0198 | 28.0 | 1.0309 | 46.0 |
| 1.0089 | 10.5 | 1.0201 | 28.5 | 1.0312 | 46.5 |
| 1.0092 | 11.0 | 1.0204 | 29.0 | 1.0315 | 47.0 |
| 1.0095 | 11.5 | 1.0207 | 29.5 | 1.0319 | 47.5 |
| 1.0098 | 12.0 | 1.0210 | 30.0 | 1.0322 | 48.0 |
| 1.0102 | 12.5 | 1.0213 | 30.5 | 1.0325 | 48.5 |
| 1.0105 | 13.0 | 1.0216 | 31.0 | 1.0328 | 49.0 |
| 1.0108 | 13.5 | 1.0219 | 31.5 | 1.0331 | 49.5 |
| 1.0111 | 14.0 | 1.0222 | 32.0 | 1.0334 | 50.0 |
| 1.0114 | 14.5 | 1.0226 | 32.5 | 1.0337 | 50.5 |
| 1.0117 | 15.0 | 1.0229 | 33.0 | 1.0340 | 51.0 |
| 1.0120 | 15.5 | 1.0232 | 33.5 | 1.0343 | 51.5 |
| 1.0123 | 16.0 | 1.0235 | 34.0 | 1.0346 | 52.0 |
| 1.0126 | 16.5 | 1.0238 | 34.5 | 1.0350 | 52.5 |
| 1.0129 | 17.0 | 1.0241 | 35.0 | 1.0353 | 53.0 |
| 1.0133 | 17.5 | 1.0244 | 35.5 | 1.0356 | 53.5 |
| | | | | 1.0359 | 54.0 |
| | | | | 1.0362 | 54.5 |
| | | | | 1.0365 | 55.0 |

计算工作表

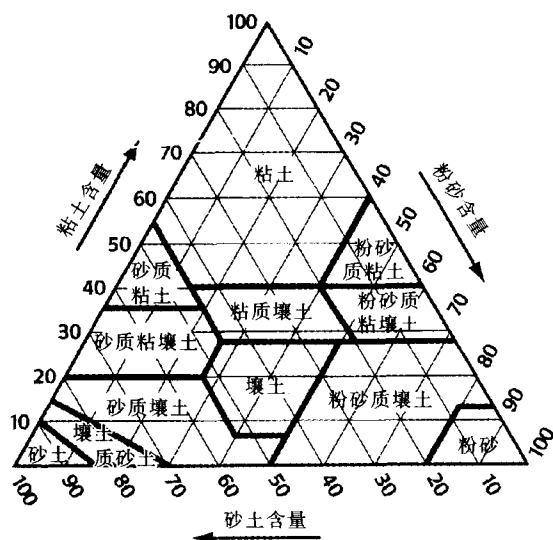
- A. 2分钟时比重计读数_____
- B. 2分钟时的温度_____℃
- C. 表中土壤(USDA 粉砂+粘土)的克/升读数_____克/升
- D. 温度校正值 $[0.36 \times (B - 20^\circ\text{C})]$ _____克/升
- E. 校正后悬浮的粉砂(USDA)和粘土(C + D)_____克/升
- F. 500mL 中含粉砂(USDA)和粘土 $(E \times 0.5)$ _____克
- G. 砂土(USDA)重量(25克 - F)_____克
- H. 砂土(USDA 定义)的百分含量 $[(G/25) \times 100]$ _____%
- I. 12分钟时比重计的读数_____
- J. 12分钟时的温度_____℃
- K. 表中土壤(ISSS 粉砂+粘土)的克/升读数_____克/升
- L. 温度校正值 $[0.36 \times (J - 20^\circ\text{C})]$ _____克/升
- M. 校正后悬浮的粉砂(ISSS)和粘土(K + L)_____克/升
- N. 500mL 中含粉砂(ISSS)和粘土 $(M \times 0.5)$ _____克
- O. 砂土(ISSS)重量(25克 - N)_____克
- P. 砂土(ISSS 定义)的百分含量 $[(O/25) \times 100]$ _____%
- Q. 24小时时比重计的读数_____
- R. 24小时时的温度_____℃
- S. 表中粘土的克/升读数_____克/升
- T. 温度校正值 $[0.36 \times (R - 20^\circ\text{C})]$ _____克/升
- U. 校正后悬浮的粘土(S + T)_____克/升
- V. 500mL 中含粘土 $(U \times 0.5)$ _____克
- W. 粘土的百分含量 $[(V/25) \times 100]$ _____%
- X. 粉砂重量(USDA) $[25 - (G + V)]$ _____克粉砂(USDA)
- Y. 粉砂的百分含量(USDA) $[(X/25) \times 100]$ _____%
- Z. 粉砂重量(ISSS) $[25 - (O + V)]$ _____克粉砂(ISSS)
- AA. 粉砂的百分含量(ISSS) $[(Z/25) \times 100]$ _____%

用质地三角形确定质地类别名称

土壤科学家将土壤颗粒分布(土壤质地)划分为 12 个类别。质地三角形 3 就是土壤科学家用来使土壤质地名称形象化的工具之一,利用该工具土壤质地名称的含义就容易被人们理解了。质地三角形是用图示的方法,根据砂土、粉砂和粘土的百分含量将土壤质地划分为 12 类。(注:此处砂土和粉砂的含量是按 USDA 的规定计算的。)根据以下步骤确定土壤样品的质地名称:

1. 用一张塑料纸或描图纸盖在质地三角形 3 上;
2. 在三角形的底边上找出与土壤样品中砂土的百分含量相对应的点。将直尺边放在经过此点的斜线上。
3. 将第二个直尺像第一个一样放在经过三角形的右边上某一点的一条斜线上,该点代表你的土壤样品中粉砂的含量。
4. 用铅笔或水彩笔在两个直尺相交的点做上标记,将一条直尺放置于通过标记点且平行与三角形底边的位置,直尺与三角形左面的一条边的交点就是土壤样品中粘土的百分含量。注意,砂土、粉砂和粘土的百分含量的和应为 100%。

图 SOIL-L-4:质地三角形 3



5. 两斜线相交点所在区域的名称就是你的土壤样品的质地类型。如果此点正好落在两个区域间的直线上,那么写上两个名称。

根据质地三角形,上例的土壤质地为:

| | 砂土% | 粉砂% | 粘土% | |
|-------|------|------|------|-------|
| USDA: | 56.4 | 12.4 | 32.2 | 砂质粘壤土 |

实际练习

土壤质地练习工作表

利用土壤质地三角形,确定以下数据对应的土壤的质地名称。如有些数据空缺,请填空。

| | 砂土% | 粉砂% | 粘土% | 质地名称 |
|----|-----|-----|-----|------|
| a. | 75 | 10 | 15 | 砂质壤土 |
| b. | 10 | 83 | 7 | — |
| c. | 42 | — | 37 | — |
| d. | — | 52 | 21 | — |
| e. | — | 35 | 50 | — |
| f. | 30 | — | 55 | — |
| g. | 37 | — | 21 | — |
| h. | 5 | 70 | — | — |
| i. | 55 | — | 40 | — |
| j. | — | 45 | 10 | — |

注:砂土、粉砂和粘土的百分含量加起来应为 100%。

斯托克斯定律:计算土壤颗粒沉淀的时间

在完成土壤颗粒分布规则时,比重计必须在某一特定时间读取,以使砂土或粉砂颗粒完全沉淀。为确定每种颗粒完全沉淀的时间,我们运用自斯托克斯定律推导出的方程。根据斯托克斯定律,颗粒的沉淀快慢(速度)是颗粒直径和其所处液体的属性的函数。如果知道颗粒沉淀的速度,我们就可以计算出一定粒径的颗粒在水中下落一定深度所需的时间。斯托克斯定律可用下面的等式表示:

$$V = kd^2$$

其中: V = 沉淀速度(厘米/秒)

d = 颗粒直径(厘米)(如砂土的直径: 0.20 ~ 0.005cm, 粉砂的直径: 0.005 ~ 0.0002 厘米, 粘土的直径: <0.0002 厘米)。

k = 由颗粒所处液体的属性、颗粒的密度、重力及温度决定的常数(土壤溶入 20℃ 的水中时为 8.9×10^3 厘米⁻¹秒⁻¹)。

实例

假设你想计算一种细砂粒(0.1 毫米)沉淀需要的时间,从量筒的 500 毫升刻度线到量筒底部的距离为 27 厘米。

1. 首先将颗粒的直径由毫米换算为厘米。
 $0.1 \text{ 毫米} \times 1 \text{ 厘米} / 10 \text{ 毫米} = 0.01 \text{ 厘米}$
2. 将颗粒的直径代入上述方程,平方并乘以常数:

$$V = 8900 \times (0.01)^2 \\ = 0.89 \text{ 厘米} / \text{秒}$$

3. 第二步,用从量筒 500 毫升刻度线到量筒底部的距离除以上一步计算出来的速度:

$$27 \text{ 厘米} \div 0.89 \text{ 厘米} / \text{秒} = 30.33 \text{ 秒}$$

所以直径为 0.1 毫米的细砂沉淀到量筒底部需 30 秒的时间。

进一步调查

1. 感觉一下一种潮湿的土壤样品的质地,利用土壤特性实地规则中的质地三角形 1 和 2 来确定该样品的质地。砂土有磨擦感,粉砂感觉象粉末或面粉,而粘土的感觉则比较粘稠,很难压缩,可能会粘在你的手上。查看质地三角形 3,找找你的样品与哪种质地类别对应。估计一下你的土壤样品中砂土、粉砂和粘土的含量。

2. 练习用质地三角形 3 确定学生的土壤样品中砂土、粉砂和粘土的含量百分比。然后根据颗粒分布规则中列出的程序计算每种颗粒的含量,以此来验证上面的估计结果。

3. 如果同学们觉得对正确估计土壤质地已经很有信心了,就可以做一个游戏或进行竞赛,看看谁的估计值与用沉淀法测得的实际值最为接近。

4. 准备一系列标准质地的土壤样品,可以让同学们练习确定土壤的质地。这些标准土壤样品应包括土壤质地分类中的所有 12 种类型,并用沉淀法测出每个样品中砂土、粉砂和粘土的百分含量。

5. 让同学们利用斯托克公式计算一种自己感兴趣的颗粒的沉淀速度和时间。注意粒径单位必须用厘米。

评估学生

检验同学们是否能很好地通过感觉确定一种未知土壤样品的质地,从而检测同学们是否已理解了颗粒分布之间的关系。选用土壤质地练习工作表上的例子;检验同学们使用质地三角形的熟练程度。

鸣谢:

由 L. J. Johnson 著的《土壤科学介绍》中的“学习指南和实验手册”改编,此书由出版商 MacMillan Pub. Co., Inc., N. Y. 于 1979 年出版。

数据游戏



目的

学习如何预估最终结果使在读数和记录时的错误减至最少。

概述

同学们将参加一个游戏。在游戏中他们可利用各种方法和计算收集数据。然后夸大其中某些数据以迷惑其他收集数据的小组。开始时数据可来自教室中的物体，然后是土壤湿度数据，再往后是其他的 GLOBE 数据。

时间

一课时

水平

全部

基本概念

准确地测量并记录数据。
评价是对数据质量的“感觉”。
评价提供一种方法，通过此方法可筛选

出异常的数据来进行进一步研究。

技能

测量并记录数据。
估计数值。
在“合理”的基础上评价数值。

工具和材料

小一些的学生

直尺。
测量用的卷尺。
量杯或量筒。

大一些的学生

测量下列数据所需的仪器：
a) 长度。
b) 体积。
c) 周长。
d) 重量。

必备条件

无。

背景知识

各学校收集的数据是否准确直接影响科学家们的研究。然而即使是最认真的观测者在收集和记录数据时也难免出错。因而确保你的数据尽可能准确是至关重要的。避免错误的一种方法就是让同学们尽可能认真地检验他们记下的每个数据。这个数据是否合理？这个数据是否可能？当同学们对自己做的实验很熟悉后，他们就会感觉到哪些数据是可能的。

同学们判断数据的合理性有两个必需的元素：首先，同学们必须了解测量单位，比如 1 米有多长？1 升水有多少？1 升水有多重？其次，同学们需对规则中数值的范围有个感性的认识：土壤含水量的最高值和最低值可能是多少？气温呢？

在这个活动中，同学们将以游戏的形式来探

讨这两个要素。他们将以小组的形式收集和记录数据；然后改变一些数值，让其他同学凭其对数据的“合理性”的感觉猜测哪些数据是错误的。

运用这种“合理性”准则是一项非常重要的基本技能。因为这不仅要求同学们知道什么是人们想得到的数据，同时还必须对数据的准确性负责。

应强调一下，你的学生也可能收集到未料到的准确数据。预测什么数据是预料中的也能帮助你的学生们及时发现不寻常的数据，并做进一步的研究。

做什么和怎么做

第一阶段——估计与教室中的某些物体有关的数据

1. 按每组 4 人分组。为每组分发测量工

具,让他们收集数据。每个小组应收集5~10个有关教室中物体的数据。

低年级学生

数数教室中书、砖及同学们的手指等有多少;

测量10本书的厚度,教室的长度及桌子的周长等;

测量杯子和洗手池中的水量。

中年级学生

测量桌子的高度并将教室中所有桌子的高度加起来;

计算所有课本摞起来的高度。

高年级学生

平方米、立方厘米、体积或重量。

2. 让每组都扩大部分数值以“伪装”他们的数据。如一个立方体的边长为10厘米,将其改为20厘米,甚至200厘米。扩大的程度越小,对同学们来说就越是挑战。(你可能需遵守以下的规则——即至少要扩大两倍。)

3. 每组顺序读出他们的数据,其他组判断数据的正确性,判断对的组加一分。

4. 等每组都读完数据后,得分最多的组获胜。

5. 在活动结束后,讨论评估过程和什么是合理性。你可能还想重复这个活动看看同学们是否有所提高。

第二阶段——评估土壤含水量数据

同学们可将上述概念运用到土壤湿度中(上述数据游戏可应用于所有数据)。你可以运用同学们在实施土壤湿度规则或进行学习“土壤能容纳多少水”中收集的部分数据。

就像第一阶段描述的,让同学们将部分土壤含水量数据扩大,让其他同学猜测哪些是正确的,哪些是经过扩大的。得分标准同上述一样。

第三阶段——利用来自 GLOBE 学生数据服务器的数据

1. 让同学们通过 GLOBE 学生数据服务器浏览从全球其他地方收集到的土壤含水量数据。他们应该找到:每个深度的数据变化范围,邻近学校的数据变化范围,在干旱区、森林区和草原地区的数据变化范围等最常出现的数值。

2. 对这些范围和最常见的数值进行讨论,并让同学们仔细想想为什么这些数据会有助于他们进行游戏?

3. 让你的学生用 GLOBE 学生数据服务器上的数据再进行这个游戏。

4. 与同学们讨论为什么这一过程——先浏览样品数据从而对需要的数据有个感性认识——是评价数据及判断其“合理性”必不可少的一步。

5. 你可以用任何一套 GLOBE 数据重复这个活动。

6. 同时需要指出,那些通常被称为“局外者”的异常数据不一定是错误的,但需要进行仔细检查。事实上这种数据通常是最有趣、最重要的数据,应进行进一步研究。

7. 如果 GLOBE 学生数据服务器的某个数据看起来不太正确,让学生们给发送这些数据的学校发 E-mail,询问他们提交这些反常数据的可能原因,或让他们在下一次的测量中多加注意。

对中、高级学生的要求

对大一些的学生,让他们绘图表示这些数据(特别是在第三阶段),然后对其范围、平均值、最常出现的数值、异常的数值等进行分析。他们可能还需讨论为什么在全球数据系列中,数据从一点到另一点会变化?这需要对科学领域如土壤科学有更深入的了解。

进一步研究

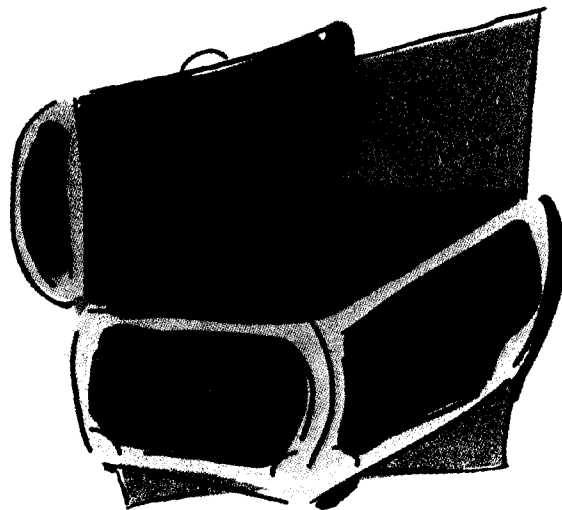
如果学生们想知道什么是某一规则中有代表性的数据,可让他们做数据游戏。注意在进行游戏之前一定要浏览该规则及其相关的数据系列,从而使他们有一个合理估计的基础。

在通常情况下,要检查土壤含水量及其他学校提交的数据,看看有没有错误或反常,并通过 GLOBE 电子邮件与这些学校讨论其反常的数据。

评估学生

当你的学生们实施 GLOBE 规则时,定期地让一个同学向全班宣布测量数据,其中包括一个错误数据,看谁能发现错误。你可以奖给发现错误的学生一颗 GLOBE 星星或其他适合学生年龄的奖品。要确信把错误数据改正后再将数据传给 GLOBE。

附录



- * 土壤特性数据工作表
- * 体密度数据工作表——坑和近地表方法
- * 体密度数据工作表——钻土方法
- * 颗粒分布数据工作表
- * 土壤 pH 值数据工作表
- * 土壤肥力数据工作表
- * 土壤湿度研究点数据工作表
- * 土壤湿度数据工作表——星形模式
- * 土壤湿度数据工作表——横断面模式
- * 石膏块数据工作表
- * 年石膏块校正数据工作表
- * 土壤渗透率数据工作表
- * 土壤温度数据工作表
- * 土壤特性信息表
- * 质地三角形 3
- * 词汇表
- * GLOBE 网上数据输入表

土壤调查

土壤特性数据工作表

地点名称: _____ 表格号码: _____ 坡度: _____ MUC: _____
 方法(选择其中之一)坑或表面: _____ 钻土: _____ 现成的裸露的土壤剖面: _____
 其他特征: _____

| 层位 | 顶层 | 底层 | 水分 | 结构 | 主要的 | 其次的 | 结持度 | 质地 | 岩石 | 根茎 | 碳酸盐 |
|----------|------------|------------|----------|------|--------------|--------------|----------------|------|------------|------------|------------|
| (用字母或数字) | 深度 (cm) | 深度 (cm) | (湿、潮湿、干) | (类型) | 颜色(来自颜色书的代码) | 颜色(来自颜色书的代码) | 松、脆性、坚硬的、非常坚硬的 | (名称) | (无、有一些、许多) | (无、有一些、许多) | (无、有一些、许多) |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 备注: | | | | | | | | | | | |

土壤调查

体密度数据工作表——坑和近地表方法

采样的日期: _____ 地点: _____
土层编号: _____ 土层深度: _____ 表面 _____ 厘米
_____ 底层 _____ 厘米

第一号样品

- A. 容器的容积: _____ 毫升
B. 容器的重量: _____ 克
C. 样品的湿重: _____ 克
D. 样品的干重: _____ 克
E. 干土壤的重量(D-B): _____ 克
F. 岩石的重量: _____ 克
G. 不包括岩石的水的体积: _____ 毫升
H. 岩石和水的体积: _____ 毫升
I. 岩石的体积(H-G): _____ 毫升
J. 体密度[(E-F)/(A-I)]: _____ 克/毫升(厘米³)

第二号样品

- A. 容器的容积: _____ 毫升
B. 容器的重量: _____ 克
C. 样品的湿重: _____ 克
D. 样品的干重: _____ 克
E. 干土壤的重量(D-B): _____ 克
F. 岩石的重量: _____ 克
G. 不包括岩石的水的体积: _____ 毫升
J. 岩石和水的体积: _____ 毫升
I. 岩石的体积(H-G): _____ 毫升
J. 体密度[(E-F)/(A-I)]: _____ 克/毫升(厘米³)

第三号样品

- A. 容器的容积: _____ 毫升
B. 容器的重量: _____ 克
C. 样品的湿重: _____ 克
D. 样品的干重: _____ 克
E. 干土壤的重量(D-B): _____ 克
F. 岩石的重量: _____ 克
K. 不包括岩石的水的体积: _____ 毫升
L. 岩石和水的体积: _____ 毫升
I. 岩石的体积(H-G): _____ 毫升
J. 体密度[(E-F)/(A-I)]: _____ 克/毫升(厘米³)

土壤调查

土壤 pH 值数据工作表

采样的日期: _____ 地点: _____
测量 pH 值的方法(选择一个): _____ 试纸 _____ 测量笔 _____ 测量计 _____

土层编号: _____ 土层深度: 顶部 _____ 厘米
底部 _____ 厘米

一号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

二号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

三号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

土层编号: _____ 土层深度: 顶部 _____ 厘米
底部 _____ 厘米

一号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

二号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

三号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

土层编号: _____ 土层深度: 顶部 _____ 厘米
底部 _____ 厘米

一号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

二号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

三号样品

A. 未加土壤时水的 pH 值 _____
B. 水和土壤的混合物的 pH 值 _____

土壤调查

土壤肥力数据工作表

采样的日期: _____

地点: _____

土层编号: _____

土层深度:

顶部 _____ 厘米

底部 _____ 厘米

一号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

二号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

三号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

土层编号: _____

土层深度:

顶部 _____ 厘米

底部 _____ 厘米

一号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

二号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

三号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

土层编号: _____

土层深度:

顶部 _____ 厘米

底部 _____ 厘米

一号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

二号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

三号样品

氮(N): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

磷(P): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

钾(K): 高 _____ 中 _____ 低 _____ 无 _____

土壤调查

土壤湿度研究点数据工作表

给你的地点一个独一无二的名字,并给出到该点的简明路线。

名称: _____

路线: _____

坐标:经度: _____ 纬度: _____ 海拔: _____ 米

经纬度的来源(选择其一):GPS _____ (全球定位系统) 其他: _____

地点的元数据

离最近的雨量计或仪器站的距离: _____ 米; _____ 方向

离最近的土壤特征采样点的距离: _____ 米; _____ 方向

土壤湿度研究点的状况:

自然的: _____ 经耕种的: _____ 有坡度的: _____ 经回填的: _____ 紧密的: _____ 其他: _____

地表的覆盖:

无植被: _____ 矮草(<10厘米): _____ 长草(≥10厘米): _____

冠层的覆盖:

开阔 _____, 30米内有些树 _____, 上方有冠层覆盖: _____

30米内的结构: _____ 无, _____ 有(描述其大小)

土壤特性:

(从相距最近的土壤特征取样点的土壤特征数据工作表中获得下列数据)

| | 0~5厘米 | 10厘米 | 30厘米 | 60厘米 | 90厘米 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 结 构 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 颜 色 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 结持性 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 质 地 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 岩 石 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 根 茎 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 体密度 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

土壤颗粒分布:

砂土的含量 _____

粉砂的含量 _____

粘土的含量 _____

你选择 USDA 还是 ISSS 对砂土和粉砂的定义?

土壤湿度研究点工作表(续表)

土地覆盖分类:(根据土地覆盖规则)

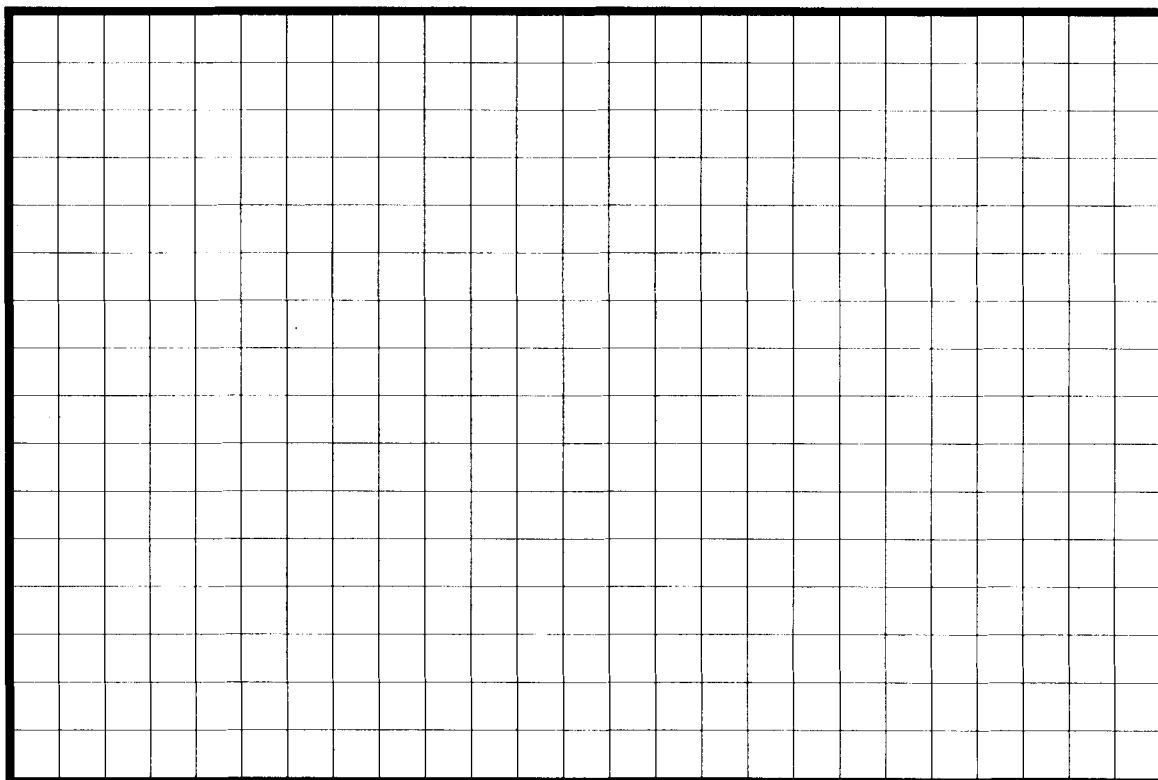
最详细的 MUC 代码 _____

输入 MUC 名称 _____

采样者的评论

采样点草图

(1 个方格的面积代表: _____)



土壤调查

土壤湿度数据工作表——星形模式

地点名称: _____

采样者、分析者、记录者的名字: _____

采样的日期: _____

时间: _____ (小时和分钟) 选择其一: UT(世界时) _____ 当地 _____

当前的状况: 土壤是否饱和? 是 _____ 否 _____

干燥的方法: 95~105℃的烤箱: _____ 75~95℃的烤箱: _____ 微波炉: _____

平均干燥时间: _____ (小时或分钟)

位于星中心的什么方向(任选): _____ 距星中心的距离: _____

观测:

近地表的土壤样品:

| 样品号 | 采样深度 | 容器号 | A. 湿重 (克) | B. 干重 (克) | C. 水重 (A-B) (克) | D. 容器 的重量 (克) | E. 干土 壤的重 量(B-D) | F. 土壤 含水量(C /E) × 100 |
|-----|--------|-------|--------------|--------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 0~5 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| | 10 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2 | 0~5 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| | 10 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3 | 0~5 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| | 10 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

按深度采集的土壤样品:

| 采样深度 | 容器号 | A. 湿重 (克) | B. 干重 (克) | C. 水重 (A-B) (克) | D. 容器 的重量 (克) | E. 干土 壤的重 量(B-D) | F. 土壤含 水量(C /E) × 100 |
|--------|-------|--------------|--------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|
| 0~5 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 10 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 30 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 60 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 90 厘米 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

土壤调查

土壤湿度数据工作表——横断面模式

地点名称: _____

采样者、分析者、记录者的名字: _____

采样的日期: _____

时间: _____ (小时和分钟) 选择其一: UT(世界时) _____ 当地 _____

当前的状况: 土壤是否饱和? 是 _____ 否 _____

干燥的方法: 95 ~ 105℃ 的烤箱: _____ 75 ~ 95 ℃ 的烤箱: _____ 微波炉: _____

平均干燥时间: _____ (小时或分钟)

每天的元数据: (任选)

线长: _____ 米 指南针的方向: _____ 站点间距: _____ 米

说明:

横断面长应 50 米, 且处于一个空旷的区域。每年测 12 次, 自己选择相等的时间间隔。填入与在 0 ~ 5 厘米深处采集的样品相对应的数据(10 个单独的样品加 1 个三重样品):

观测:

| 样品号 | 据横断面 末端的距 离(米) | 容器号 | A. 湿重 (克) | B. 干重 (克) | C. 水重 (A - B) (克) | D. 容器 的重量 (克) | E. 干土 壤的重 量(B - D) | F. 土壤 含水量(C /E) × 100 |
|-----|----------------------|-------|--------------|--------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 5 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 6 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 7 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 8 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 9 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 10 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 11 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 12 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 13 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

土壤调查

日石膏块数据工作表

地点名称: _____

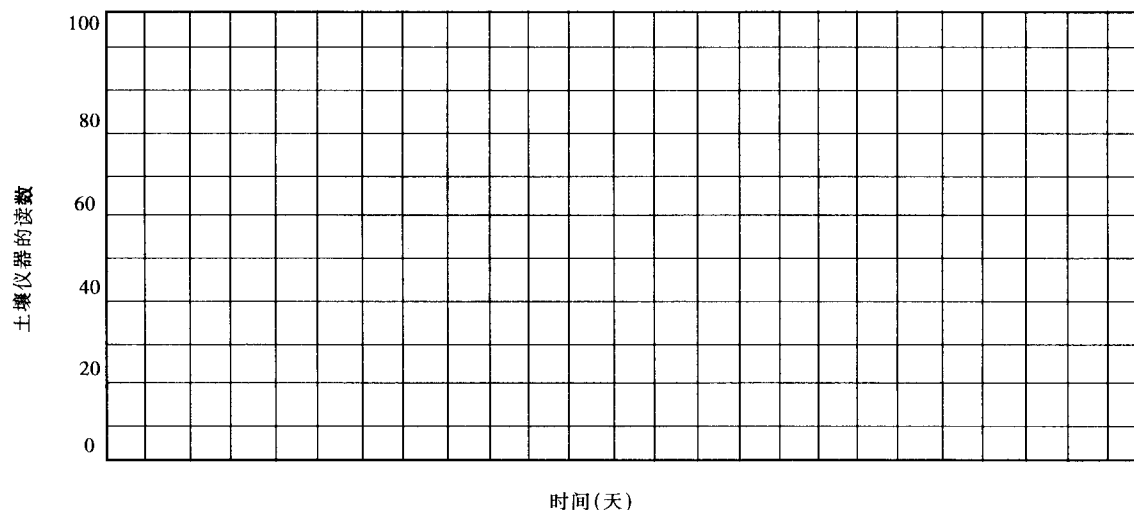
学校名称和地址: _____

GLOBE 教师姓名: _____

你开始使用 SWC 校正曲线的日期: _____

观测:

| 测量 | | | 土壤是否饱和? 是或否 | 观测者 的姓名 | 土壤湿度仪的读数 | | | | SWC 校正曲线 | | | |
|----|----|------------|----------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| # | 日期 | 时间 (UT) | | | 10 cm | 30 cm | 60 cm | 90 cm | 10 cm | 30 cm | 60 cm | 90 cm |
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |



土壤调查

年石膏块校正数据工作表

地点名称: _____

学校名称和地址: _____

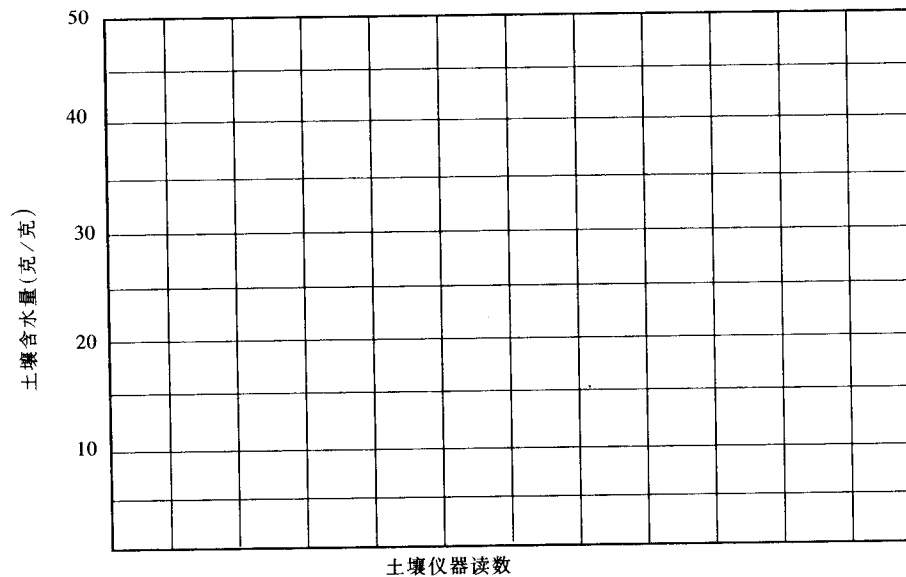
GLOBE 教师姓名: _____

干燥的方法(选择其一): 95~105°C 的烤箱: _____ 75~95°C 的烤箱: _____ 微波炉: _____

平均干燥时间: _____ (小时或分钟)

观测:

| 30 厘米深处的数据 | | | | | | | | | | |
|------------|----|---------|--------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------------|----------------------|---------|
| 测量 # | 日期 | 时间 (UT) | 观测者的姓名 | A. 湿重 (克) | B. 干重 (克) | C. 水重 (A - B) | D. 容器重 (克) | E. 干土壤重 (B - D) | F. 土壤含水量 (C/E) × 100 | G. 仪器读数 |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |



土壤调查

土壤渗透率数据工作表

地点名称: _____

采样者、分析者、记录者的名字: _____

采样的日期: _____

时间: _____ (小时和分钟) 选择其一: UT(世界时) _____ 当地 _____

据土壤湿度研究点的标注的距离 _____ 米

实验序号: _____ 参照带的宽度: _____ 毫米

直径: 内环直径: _____ 厘米 外环直径: _____ 厘米

参照带离地面的高度: 上线: _____ 厘米 下线: _____ 厘米

试验后在测渗仪下的饱和土壤的含水量:

A. 湿重: _____ 克 B. 干重: _____ 克 C. 水重(A - B): _____ 克

D. 容器的重量: _____ 克 E. 干土壤的重量(B - D): _____ 克 F. 土壤的含水量(C/E) × 100

每天的元数据/评论:(任选)

说明:

选3套在直径为5米的范围内测得的土壤渗透率的结果。每一套测量结果记录在不同的数据工作表上。每套数据包含数个水面下降(变化)相同高度所用的时间,直到水流速恒定或到了45分钟。在下表记下你测得的一套渗透数据。

下面的数据表也可以帮助你计算水流的速度。

为进行数据分析,以流速(F)对中点的时间(D)绘制曲线。

观测:

| | A. | B. | C. | D. | E. | F. |
|---|--------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| | 开始 | 结束 | 间隔(分) | 中点(分) | 水平面的 | 流速(毫米 |
| | (分)(秒) | (分)(秒) | (B - A) | (A + C/2) | 变化(毫米) | /分)(E/C) |
| 1 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 5 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 6 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 7 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 8 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 9 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

土壤调查

土壤温度数据工作表

地点名称: _____

采样者、分析者、记录者的名字: _____

采样的日期:

时间:(小时和分钟)选择其一:UT(世界时)____ 当地____

土壤温度计类型:刻度:____ 数字:____ 其他____

当前状况:在 24 小时内是否下过雨? 是:____ 否:____

每天的元数据/评论:(任选)

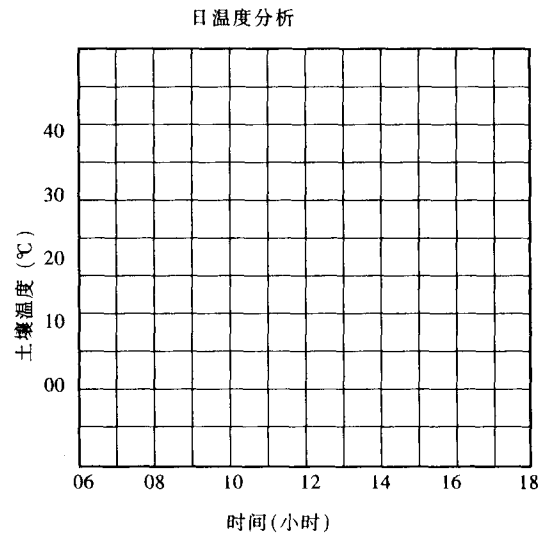
说明:

在接近土壤湿度星形模式或大气仪器站的地方且在 5、10 厘米深处以周为周期进行 3 组土壤温度测量。用下表 1~3 样品号(3 个样品 × 2 个深度=6 个测量点)。在当地中午的 1 小时内顺序完成这些测量,每次测量要在 20 分钟内完成。

或测量每个季节的土壤温度的日变化或每年至少 3 次,测量方法即在白天每隔 2~3 小时测量土壤中 5 厘米和 10 厘米处的土壤温度。每天至少要测 5 次,在连续的两天内完成。剩余的空间是为那些想进行更多次测量的学生准备的。利用下图绘制土壤温度对每天的时间的变化曲线。

观测:

| 样品号 | 时 间 | | 湿度(°C) | |
|-----|-------|-------|--------|-------|
| | (小时) | 分 钟 | 5 厘米 | 10 厘米 |
| 1 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 5 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 6 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 7 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 8 | _____ | _____ | _____ | _____ |

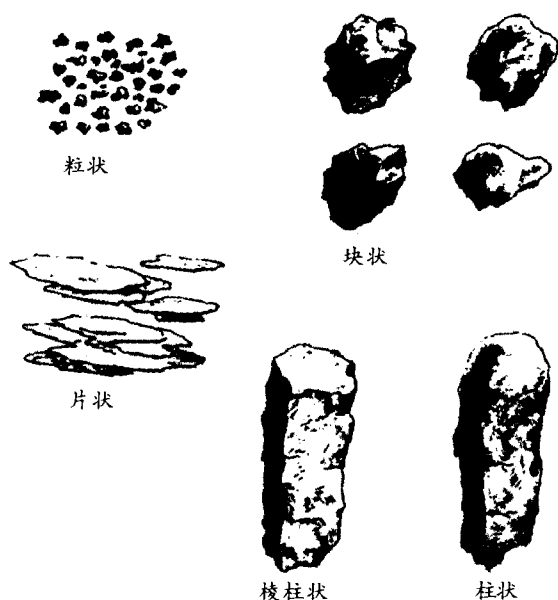


土壤调查

土壤特性信息表

A. 土壤结构

抓一把未动过的土壤(或从坑中,或来自铲子或土钻),仔细观察其结构。土壤结构是土壤基于其物理和化学性质而呈现的形状。土壤结构的每个单独的单元称为土壤自然结构体。一些可能的土壤结构为:



有时,你的土壤可能没什么结构,这意味着在一个土层中,土壤自然结构体没什么形状。在这种情况下土壤结构可能是单一粒状或块状。单一粒状就象海滨或运动场的沙子,各个沙粒都不粘在一起。块状是土壤都粘在一起,难以破裂。

在土壤样品中常常看到不止一种结构,这是很普遍的。在数据表中记录下土壤样品中最常出现的结构类型。讨论并对观察到的土壤结构类型取得一致意见。如果土壤属于无结构类型,那么记下它是单一粒状还是块状。

B. 土壤颜色

从每个土层取一个土壤自然结构体,观察它们是潮湿的(moist)、干的(dry)、还是湿的(wet),并记录在表中。如果是干的,从你的水瓶中取出一些水使其变潮;将土壤自然结构体揉碎,观察土壤自然结构体内部的颜色,并与土壤颜色表对照。让阳光从肩膀上方照到颜色表及你的土壤样品上。将颜色表中与土壤样品的颜色最接近的颜色的代码(数字或字母)填到数据工作表中。有时,一种土壤样品可能包含不止一种颜色,如果有必要就记下两种颜色,并标明(1)主要颜色,(2)次要颜色。同样,这些都要征得全体同意。

C. 土壤的结持性

从土壤层中取一个土壤自然结构体,观察它们是潮湿的、湿还是干的,并记录在表中。如果土壤很干,用带喷头的水瓶喷湿土壤剖面表层;然后取一些土壤自然结构体放在大拇指和食指之间轻轻挤压直到它破裂或散开。在数据工作表中记下土壤自然结构体结持性属下述哪一种。

松散:很难拿出一个土壤自然结构体,在你拿它以前就破碎了。

易碎:用一点压力,土壤自然结构体即破碎。

坚硬:你要使很大的劲儿才能将其压碎,在土壤结构体破碎前,它会使得你的手指凹进去。

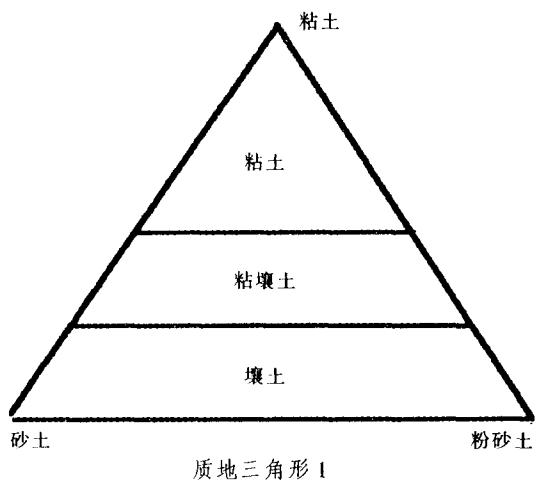
极坚硬:无法用手指将土壤自然结构体破碎(需要用锤子)。

D. 土壤质地

土壤质地是当你将土壤放在手指间揉搓时你的感觉。组成土壤的颗粒大小不同,那么土壤质地也不相同。砂土、粉砂和粘土是用以描述土壤中不同大小颗粒的名称。砂土的粒径最大,摸

上去有磨擦感。粉砂属中等粒径的颗粒，摸上去感觉象粉，很柔和。粘土的粒径最小，感觉很粘，很难挤压。这几种不同的颗粒存在于同一个土壤样品中是很普遍的。用下面的程序及2个质地三角形来确定土壤剖面中每个土层的土壤质地。

1. 取高尔夫球大小的一块土壤样品，加入



足够的水把它弄湿，揉搓使土壤和水混合均匀。用拇指和食指快速挤压将它搓成长条形。

2. 根据质地三角形 1 感觉一下粘土。粘土感觉很粘（常常粘在手上，很难工作），有韧性，需用很大的力才能将其压成条状。如果你的土壤样品感觉如此，那么就将其划为粘土类，就象质地三角形 1 表示的。

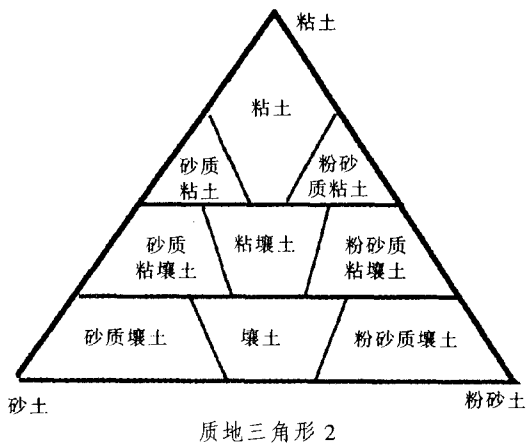
3. 如果你的土壤样品感觉有点粘，挤压时感觉有些柔软，那么就将其归入质地三角形 1 中的粘壤土类，是由粘土、粉砂和砂土构成的。

4. 如果土壤感觉柔软、光滑，很容易被挤压，则将其划为质地三角形 1 中的壤土类。

下一步，根据质地三角形 2 确定土壤样品的质地名称。

1. 感觉同一个土壤样品，主要感觉一下有没有砂土。如果感觉很滑，没有沙的感觉，就在你的分类（来自质地三角形 1）中再加入粉砂或粉砂质，比如像质地三角形 2 中的粉砂质粘土。这意味着在你的土壤样品中粉砂颗粒要比砂土颗粒多。

2. 如果你的土壤感觉有砂质存在，在你的



原始分类中（根据质地三角形 1）加入砂质，如质地三角形 2 中的砂质粘土。这意味着在你的土壤样品中砂土颗粒要比粉砂颗粒多。

3. 如果你感觉到有些沙子但感觉不强烈，这意味着在你的土壤样品中砂土和粉砂的含量大致相等。你根据质地三角形 1 的分类（粘土、粘壤土、壤土）就保持不变。

土壤质地还取决于土壤的干湿程度、土壤中有机质和粘土矿物的种类。所以当感觉土壤质地时要加入等量的水，以便获得更准确的结果。

将取得一致意见的土壤质地名称记录在数据工作表上。如果土壤质地接近两种类型，就将两类都记下。同时要标明检查质地时土壤的干湿状况：湿的、潮湿或干的。

E. 根茎的存在

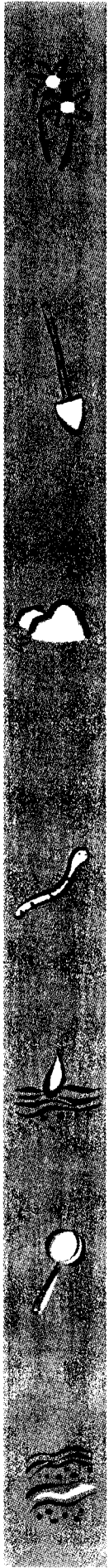
观察并记下土层中根茎的存在状况：无、有些或许多。

F. 岩石的存在

观察并记下土层中岩石的存在状况：无、有些或许多。此处定义岩石的粒径大于 2 毫米。

G. 检测游离的碳酸盐

做这个试验时要把醋喷在土壤上。如果有碳酸盐，它会和醋发生化学反应，产生二氧化碳。当有二氧化碳产生时，就会有气泡冒出。存在的碳酸盐越多，气泡就越多。



1. 仔细观察土壤上是否有白色的覆盖物或岩石,如果有则可能存在着游离的碳酸盐。
2. 留出部分土坑或钻土中的没用手接触过的土壤样品,用它来检测游离碳酸盐的存在。
3. 在你已完成土壤其他属性的检测后,进行土壤中游离碳酸盐的试验。打开盛醋的瓶子,从土壤剖面底部开始,向上一边移动一边将醋喷到土壤颗粒上。仔细观察是否有冒泡现象。
4. 将下列现象中的一个记录下来作为一

个土层的自由碳酸盐检测结果。

· 无:如果你没发现有气泡产生,说明土壤中没有游离碳酸盐存在。

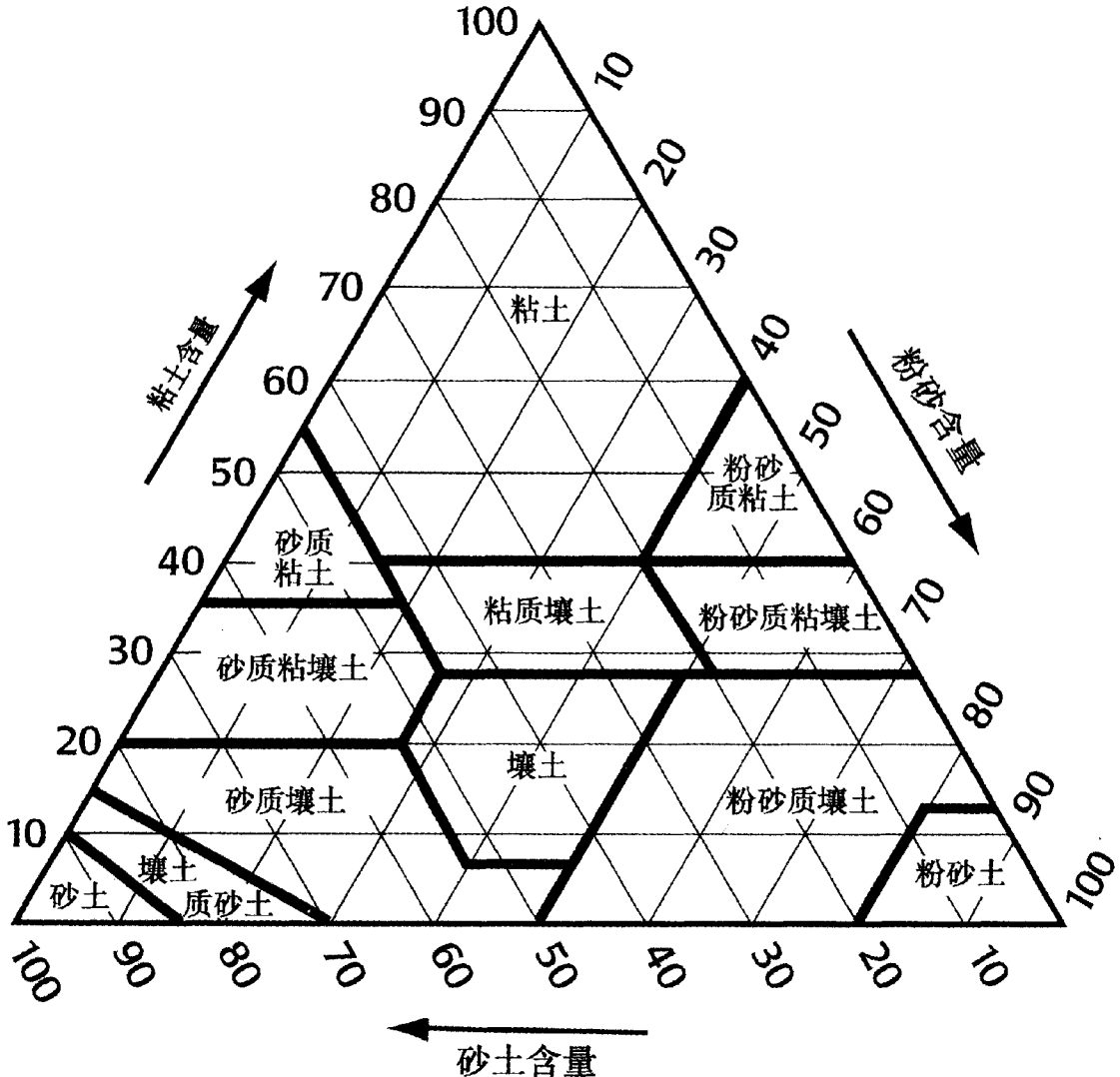
· 轻微:如果你发现有轻微的气泡产生,说明土壤中有一些游离碳酸盐存在。

· 强烈:如果你发现有很强烈的反应(有大量很大的气泡),说明有很多游离碳酸盐存在。

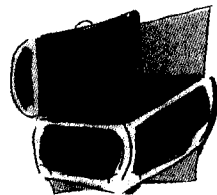
5. 如果你使用的是钻土方法,做完试验后将土壤放回原地,不要将它带回教室。

土壤调查

质地三角形 3



词汇表



冲积 (alluvial)

被水从一地搬运到另一地

柱状 (columnar)

土壤结构的一种类型，其土壤自然结构体(块)呈柱状，顶部为圆形。常在干旱地区发现。

结核 (concretion)

由土壤中聚集的化学物质(如：氧化铁，氧化锰，碳酸钙)构成的球状体。

溶解 (dissolution)

混合在其他混合物中的土壤当与水接触时就溶解成更小的单元。

日循环 (diurnal cycle)

日循环即以 24 小时为基本周期进行的循环。所有由太阳控制着的过程都叫日型。但潮汐是每天循环两次。

冒泡 (effervescence)

是当气体从液体中冒出来时的一种现象，如土壤的碳酸盐覆盖物与酸反应时产生的二氧化碳气体由酸溶液中冒出。

淋溶 (eluviation)

从一个土层中去除某些物质，这些物质被“淋溶”或沉积到更低的土层。

侵蚀 (erosion)

土壤中的物质在水、风、冰、重力或人类活动如农业或建造活动的作用下被除去或被移动。

蒸发 (evaporation)

土壤表面的水分由于吸收了太阳的热量发生汽化或蒸发，从而变成了大气中的一部分。

表面 (face)

土壤暴露在外面的部分或土壤剖面呈现的样子。

粉质 (floury)

有小麦面粉的感觉——光滑的、粉质的

游离的碳酸盐 (free carbonates)

土壤表面覆盖的碳酸盐物质，与酸作用形成二氧化碳。

易碎 (friable)

表示土壤结持性的一种类型，当将土壤自然结构体放在拇指与食指间时，只要用一点力就可以将其弄碎。

重量的 (gravimetric)

与测量重量或一个重力区域内的变化相关。

土层 (horizon)

土壤中的一个独立的层，有着其独特的特性(如颜色、结构、质地以及其他性质)，从而使它区别于土壤剖面的其他层。

腐植质 (humus)

土壤剖面的一部分，由死亡或腐烂的动植物经分解而形成的有机质组成。

液体比重计 (hydrometer)

是一种基于浮力原理的仪器，用于在特定的温度下测量与纯水的比重相关的某液体的比重。

淀积作用 (illuviation)

土壤中的物质(比如粘土或处于溶解状态的营养物质)在水的作用下由一个土层沉积到另一个土层。

原地 (in situ)

拉丁文中原来的位置。

岩石圈 (lithosphere)

在一个行星上，地核和岩石的外层称为岩石圈，来自希腊词“lithos”，意思是“岩石”。

凋落物 (litter)

森林中覆盖在土壤上的覆盖物，由来自周围树木上的树叶、树针、小树枝、大树杈、树干及果实堆积而成。

元数据 (metadata)

有关数据的数据。土壤湿度数据就是元数据——描述植被覆盖及可能的水分来源，以使解释时更确切。

术语 (nomenclature)

经许多人或科学家们同意的一种特定的命名习惯。

有机质(organic matter)

加入土壤中的任何动植物。

颗粒分布(particle size distribution)

在一个土壤样品中砂土、粉砂及粘土的含量(百分比)。

土壤自然结构体(ped)

自然土壤结构的独立单元或集合体(如细粒状、块状、柱状、棱柱状或板状)。

成土作用(pedogenesis)

土壤剖面的形成依赖于五个成土因素(气候、母质、地形、有机质及时间),从而形成土壤圈。

土壤圈(pedosphere)

地球表面由土壤构成的薄层。它充当地球上大气圈、生物圈、岩石圈及水圈之间的协调员。

棱柱状(prismatic)

土壤结构的一种类型,其中土壤自然结构体呈棱柱状。

土壤的结持性(soil consistence)

土壤自然结构体被挤压时碎裂的难易程度。

土层(soil horizons)

一种根据颜色、结构或质地就可识别的土壤单元。

土壤剖面(soil profile)

当土壤被垂直切开时所呈现的“表面”,它随着深度的增加呈现不同的土层和土壤特性。

土壤结构(soil structure)

土层中的土壤单元(土壤自然结构体)的

形状。通常出现的土壤结构有粒状、块状、棱柱状、柱状、层状。如果土壤没有形成土壤自然结构体,那么也可能无结构,在这种情况下土壤通常呈现为巨大的块状或保持单独的颗粒(单粒状)。

土壤质地(soil texture)

即将土壤放在手指间或手中挤压时的感觉。土壤质地取决于土壤样品中砂土、粉砂和粘土的含量(土壤颗粒分布),同时还取决于其他因素(如土壤的干湿程度、土壤样品中有机质的含量、粘土的种类等)。

底土(subsoil)

对表土层以下的土层的称呼。

上层清液(supernatant)

沉积的土壤上面的液体,比土壤要干净。

表土层(topsoil)

对土壤表层的称呼。

横断面(transect)

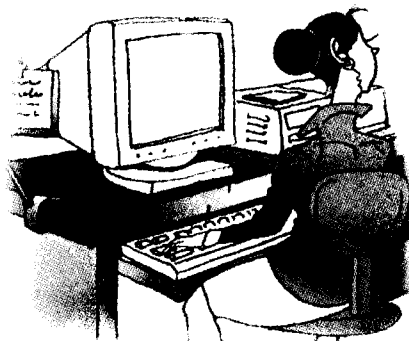
在任何野外研究中,横断面都是由一条研究线构成,通常被分为几段,以便进行观察和收集土壤样品。

呼吸作用(transpiration)

当植物的叶子的气孔打开进行碳氧交换时,植物中的水分蒸发到大气中。

一致(uniform)

传统的意义是某些特征呈现出相似的属性。与其相关的两个词是均匀的(平均分配)和正态的(分布在中心值附近,用统计方程描述)。



GLOBE 网上数据输入表

土壤调查



土壤特性样品点数据输入表

学校名称


测量时间:

年: 月: 选择 日: 时刻: 世界时

当前的时间: 1997年6月18日, 世界时

地点的名称:

为研究点取一个唯一名称。

请提供尽可能多的信息。当你获得了新信息时,按数据输入按钮 , 进入“编辑研究点”。

数据来源: GPS 其他

纬度: 度 分 赤道的北面 赤道的南面

(用下面的形式输入,如 56 度 12.84 分,同时标明是赤道的南面还是北面)

经度: 度 分 本初子午线的东面 西面

(用下面的形式输入,如 102 度 43.49 分,同时标明是东经还是西经。)

海拔: 米

所在点的坡度: 度

土壤样品来源: 土坑 钻土 土壤表层 10 厘米 坑道 道路断面 其他来源

研究点位于: 接近土壤湿度研究点 接近表层水研究点 位于或接近生物研究点 其他

形成土壤的母质(如果知道): 基岩 冰川沉积 火山沉积 河流沉积 由风吹来的砂土

古代的湖沉积 海沉积 塌积物 其他 不知道

输入最详细的 MUC 水平的 MUC 代码:

输入 MUC 名称:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查 · 土壤特性数据输入表

学校名称

测量时间:

年: 月: 选择 日: 时刻: UT

当前的时间: 1997 年 6 月 18 日, 20 UT

样品点位于:

在你发送完下面的数据后, 将出现一个菜单指示你输入剩余的土壤特性数据。

土层号(从顶层开始):

土层: O A E B C R

顶层深(厘米): 底层深(厘米):



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤特性数据输入表

土层描述数据输入表

学校名称

测量日期: 1997年5月14日

测量时间: 14UT

样品点位置: Tester2000

土层号: 1

深度状况:

结构:

主要颜色:

其他颜色:

比如输入颜色(颜色:数值/色度):7.5R:2.5/2

粘稠度:

质地:

岩石:

根茎:

碳酸盐:

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤特性数据输入表

土壤体密度输入表

学校名称

测量日期: 1997年5月14日

测量时间: 14UT

样品点位置: Tester2000

土层号: 1

1号样品

用坑的方法:

样品的体积: 毫升

用钻土的方法:

样品表层的深度: 厘米

样品底层的深度: 厘米

洞的直径: 厘米

潮湿的土壤及容器的重量: 克

干土壤及其容器的重量: 克

空容器的重量: 克

在干土壤样品中岩石的重量: 克

未放入岩石前水的体积: 毫升

加入岩石后水的体积: 毫升

体密度: 克/毫升

2号样品

用坑的方法:

样品的体积: 毫升

用钻土的方法:

样品表层的深度: 厘米

样品底层的深度: 厘米

洞的直径: 厘米

潮湿的土壤及容器的重量: 克

干土壤及其容器的重量: 克

空容器的重量: 克

在干土壤样品中岩石的重量: 克

未放入岩石前水的体积: 毫升

加入岩石后水的体积: 毫升

体密度: 克/毫升

3号样品

用坑的方法:

样品的体积: 毫升

用钻土的方法:

样品表层的深度: 厘米

样品底层的深度: 厘米

洞的直径: 厘米

潮湿的土壤及容器的重量: 克

干土壤及其容器的重量: 克

空容器的重量: 克

在干土壤样品中岩石的重量: 克

未放入岩石前水的体积: 毫升

加入岩石后水的体积: 毫升

体密度: 克/毫升

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查 · 土壤特性数据输入表

土壤颗粒分布 1996 方法数据输入表

学校名称:

测量日期: 1997 年 5 月 14

测量时间: 14UT

样品点位置: Tester2000

土层号: 1

1 号样品

土壤总量(毫升): 40 秒种(毫升): 30 分钟(毫升):

2 号样品

土壤总量(毫升): 40 秒种(毫升): 30 分钟(毫升):

3 号样品

土壤总量(毫升): 40 秒种(毫升): 30 分钟(毫升):

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤特性数据输入表

土壤颗粒分布液体比重计法数据输入表

学校名称

测量日期: 1997年5月14

测量时间: 14UT

样品点位置: Tester2000

土层号: 1

校正液体比重计时的温度: 15.5 摄氏度

量筒 500 毫升刻度线与量筒底部的距离: 厘米

1号样品

液体比重计的读数:

2分钟: (用 USDA 标准测得的悬浮着的粉砂和粘土)

12分钟: (用 ISSS 标准测得的悬浮着的粉砂和粘土)

24小时: (悬浮着的粘土)

水和土壤混合物的温度:

2分钟: 度

12分钟: 度

24小时: 度

2号样品

液体比重计的读数:

2分钟: (用 USDA 标准测得的悬浮着的粉砂和粘土)

12分钟: (用 ISSS 标准测得的悬浮着的粉砂和粘土)

水和土壤混合物的温度:

2分钟: 度

12分钟: 度

24小时: 度

3号样品

液体比重计的读数:

2分钟: (用 USDA 标准测得的悬浮着的粉砂和粘土)

12分钟: (用 ISSS 标准测得的悬浮着的粉砂和粘土)

24小时: (悬浮着的粘土)

水和土壤混合物的温度:

2分钟: 度

12分钟: 度

24小时: 度

评论:

输入 取消



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤特性数据输入表

土壤 pH 值数据输入表

学校名称

测量日期: 1997 年 5 月 14

测量时间: 14UT

样品点位置: Tester2000

土层号: 1

未加入土壤前水的 pH 值:

第一次测量: 第二次测量: 第三次测量:

土壤和水的 pH 值:

第一次测量: 第二次测量: 第三次测量:

用什么测量:

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤特性数据输入表

土壤肥力数据输入表

学校名称

测量日期: 1997年5月14

测量时间: 14UT

样品点位置: Tester2000

土层号: 1

1号样品

氮:

磷:

钾:

2号样品

氮:

磷:

钾:

3号样品

氮:

磷:

钾:

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查



土壤湿度研究点数据输入表

学校名称


测量时间:

年: 月: 日: 时刻: UT

当前的时间: 1997年6月18日, 20UT

地点的名称:

为研究点取一个唯一名称。

请提供尽可能多的信息。当你获得了新信息时,按  输入数据按钮,进入“编辑研究点”。

数据来源: GPS 其他

纬度: 度 分 赤道的北部 赤道的南部

(用下面的形式输入,如 56 度 12.84 分,同时标明是南部还是北部)

经度: 度 分 本初子午线的东面 本初子午线的西面

(用下面的形式输入如 102 度 43.49 分,同时标明是东经还是西经。)

海拔: 米

从研究点到仪器站的距离: 米

方位: 北 东北 东 东南 南 西 西北

与最近的土壤特性研究孔的距离: 米

方位: 北 东北 东 东南 南 西 西北

研究点的表面: 自然 耕种 斜坡 回填 紧密 其他

表面覆盖: 裸土 矮草 (<10 厘米) 长草 (> 10 厘米)

冠层覆盖: 开阔地 在 30 米内有些树 头顶有冠层覆盖

土壤的总体特征: 砂土: % 粉砂: % 粘土: %

岩石: 无 很少 许多

根茎: 无 很少 许多

输入最详细的 MUC 水平的 MUC 代码:

输入 MUC 名称:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查 · 土壤湿度数据输入表

近表面星形规则

学校名称

测量时间:

年: 月: 选择 日: 时刻: UT

当前的时间: 1997年6月18日, 20UT

研究点的位置:

是否是饱和土壤? 是 否

干燥方法:

平均干燥时间: 小时 分钟

输入在 0~5 厘米深度取的三个样品的数据:

容器编号: 1: 2: 3:

容器和湿土壤的重量(克): 1: 2: 3:

容器和干土壤的重量(克): 1: 2: 3:

空容器的重量(克): 1: 2: 3:

土壤含水量:(克/克 × 100): 1: 2: 3:

输入在 10 厘米深处取的三个样品的数据:

容器编号: 1: 2: 3:

容器和湿土壤的重量(克): 1: 2: 3:

容器和干土壤的重量(克): 1: 2: 3:

空容器的重量(克): 1: 2: 3:

土壤含水量:(克/克 × 100): 1: 2: 3:

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤湿度数据输入表

近表面横切面规则

学校名称

测量时间:

年: 月: 选择 日: 时刻: UT

当前的时间: 1997年6月18日, 20UT

研究点的位置:

是否是饱和土壤? 是 否

干燥方法:

平均干燥时间: 小时 分钟

输入你在 0~5 厘米深度取的样品的数据(10 个单独的样品加一个三重样品):

1 号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

2 号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

3 号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

4 号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克 \times 100):

5号样品:

容器编号:
距横断面末端的距离(米):
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克 \times 100):

6号样品:

容器编号:
距横断面末端的距离(米):
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克 \times 100):

7号样品

容器编号:
距横断面末端的距离(米):
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克 \times 100):

8号样品:

容器编号:
据横断面末端的距离(米):
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克 \times 100):

9号样品:

容器编号:
距横断面末端的距离(米):
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克 \times 100):

10号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

11号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

12号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

13号样品:

容器编号:

距横断面末端的距离(米):

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

评论:

输入

取消



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤湿度数据输入表

深度和石膏块规则

学校名称

测量时间:

年: 月: 选择 日: 时刻: UT

当前的时间: 1997 年 6 月 18 日, 20UT

研究点的位置: 431 m south of weather station at president's house

是否是饱和土壤? 是 否

平均干燥时间: 小时 分钟

干燥方法: 选择其一

石膏块安装的时间:

年: 月: 选择

输入深度取样规则数据、石膏块规则数据或两种数据一起输入。

在 0~5 厘米处取的样品:

深度状况:

容器编号:

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

石膏块规则:

土壤湿度表的读数:

校正曲线土壤含水量(克/克×100):

在 10 厘米深处取的样品:

深度状况:

容器编号:

容器和湿土壤的重量(克):

容器和干土壤的重量(克):

空容器的重量(克):

土壤含水量:(克/克×100):

石膏块规则:

土壤湿度表的读数:

校正曲线土壤含水量(克/克×100):

在 30 厘米深处取的样品:

深度状况:

容器编号:
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克×100):

石膏块规则:

土壤湿度表的读数:
校正曲线土壤含水量(克/克×100):

在 60 厘米深处的样品:

深度状况:

容器编号:
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克×100):

石膏块规则:

土壤湿度表的读数:
校正曲线土壤含水量(克/克×100):

在 90 厘米深处的样品:

深度状况:

容器编号:
容器和湿土壤的重量(克):
容器和干土壤的重量(克):
空容器的重量(克):
土壤含水量:(克/克×100):

石膏块规则:

土壤湿度表的读数:
校正曲线土壤含水量(克/克×100):

评 论:

输入

取消



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

土壤调查·土壤湿度数据输入表

学校名称

测量时间:

年: 月: 选择 日: 时刻: UT

当前的时间: 1997年6月18日, 20UT

研究点的位置:

输入一天中记录的所有土壤温度的数据:

土壤温度计:

在过去 24 小时内是否下过雨? 是 否

1号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

2号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

3号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

4号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

5号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

6号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

7号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

8号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

9号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

10号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

11号样品:

测量时间(UT): 小时: 分钟:

在 5 厘米处的温度: 摄氏度

在 10 厘米处的温度: 摄氏度

评 论:



NOAA/Forecast System Laboratory , Boulder, Colorado

土壤调查·土壤渗透数据输入表

学校名称

测量时间:年: 月: 选择 日: 时刻:

世界时当前的时间: 1997年6月18日,

世界时研究点的位置:

记下 3 套渗透测量数据中的一套。

样品号:

水位变化:

高出地面(上线): 毫米

高出地面(下线): 毫米

内环直径: 厘米

外环直径: 厘米

试验结束后在环(0~5厘米)下的饱和土壤的含水量:

输入一个连续的渗透试验的时间序列:

开始的时间#1:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#1:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#2:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#2:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#3:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#3:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#4:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#4:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#5:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#5:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#6:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#6:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#7:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#7:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#8:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#8:

小时: 分钟: 秒:

开始的时间#9:

小时: 分钟: 秒:

结束的时间#9:

小时: 分钟: 秒:

评论:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado