

喀斯特地区冻融作用对土壤物理特性的影响

))) 以王家寨- 羊昌洞小流域为例

王恒松¹, 熊康宁^{1,2}, 刘 云¹

(1. 贵州师范大学 中国南方喀斯特研究院, 贵阳 550001; 2. 贵州省喀斯特石漠化综合防治工程技术研究中心, 贵阳 550001)

摘 要:喀斯特山区土层普遍较薄, 冬春季节冰雪凝冻使土壤结构发生变化。冻融作用使土壤经历一系列物理、化学和生物变化过程。从冰冻土壤的物理特征, 探讨其土壤冻融机制与环境效应, 为岩溶山区生态恢复和防治水土流失提供理论依据。以贵州清镇示范区王家寨- 羊昌洞小流域为例, 选 5 处有径流池的样地, 与 2007 年同期作对比, 从样品的土壤物理特性研究岩溶土壤冰冻作用的特征。结果表明: 冻融作用土壤团聚体的水稳性差, > 0. 25 mm 干稳性团粒和水稳性团粒总量对比土壤总量平均值分别减少 2. 66% 和 4. 78%; 土壤结构体破坏率、分散率、稳渗速率、崩解速率以及总孔隙度分别提高了 2. 64%、5. 588%、11%、40. 16%、3. 43%; 表层土体松散, 土壤抗侵蚀性减弱、易加速水土流失。初步提出岩溶山区恢复生态保护植被等措施是预防冻害的良好途径。

关键词:冻融作用; 土壤; 物理特性; 喀斯特山区

中图分类号: S157; S152 文献标识码: A 文章编号: 1002-3409(2009)02-0101-06

Freezing and Thawing Action on Soil Physical Characters in Karst Areas

) With a Special Reference to Wangjiazhai and Yangchangdong Catchments of Qingzhen, Guizhou

WANG Hengsong¹, XIONG Kangning^{1,2}, LIU Yuan¹

(1. Institute of South China Karst, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 2. Guizhou Engineering Research Center for Integrative Rehabilitation of Karst Rock Desertification, Guiyang 550001, China)

Abstract: Soil layer is universal thin in mountain area and freezing makes the soil structure to change in spring and winter. Freezing and thawing action makes soil through a series of physical, chemical and biological changes. From the physical feature of land freezing caused, this study planned to probe into land freezing mechanisms and environmental effects to provide theory base for ecological resuming and prevention soil erosion in Karst mountain area. This paper was mainly on the results of soil physical properties. Five samples were selected and the impact of freezing and thawing action on soil physical characteristics were studied. The results showed as follows: the structural properties of freezing and thawing action were spoiled with lack of water stable aggregates (> 0. 25 mm) decrease to 2. 66% and 4. 78% respectively. The soil structure destroy rate, separate stabilization infiltrate, collapse rate and soil porosity, soil porosity and topsoil relax increase 2. 64%, 5. 588%, 11%, 40. 16%, 3. 43% respectively. Preliminary measures of preventing freezing were brought forward for the ecological vegetation restoration in karst mountain area. Loose surface soil, soil anti-erosion and reduced soil erosion prone to speed up.

Key words: freezing and thawing action; soil; physical character; karst mountain area

喀斯特地区土壤是碳酸盐岩风化成土作用形成的岩性土, 其酸不溶物含量低, 可溶岩造壤能力低、成土物源十分匮乏, 岩溶生境十分脆弱。在影响土

壤物理性质的自然因素中, 气候是一个重要因素, 气候条件决定一个地区生态系统状况^[1]。冬春季节冰雪凝冻作用将使土壤经历一系列物理、化学和生物

* 收稿日期: 2008-10-01
基金项目: 国家/ 十一五科技支撑计划重大课题(2006BAC01A09- 07); 贵州省喀斯特石漠化综合防治工程技术研究中心建设项目(黔科合社 J 字[2008]4002)
作者简介: 王恒松(1967-), 男(侗族), 硕士研究生, 研究方向: 喀斯特生态监测与土壤侵蚀等研究。E2 mail: wanghengsong796@ 163. com
通信作者: 熊康宁(1958-), 教授, 研究方向: 喀斯特与洞穴、喀斯特环境与综合治理。E2 mail: xiongkn@ 163. com

变化过程^[2]。2008 年 1 月中下旬,在我国南方以贵州、湖南等为中心发生了 50 年一遇的大范围持续性低温雨雪冰冻极端天气灾害,对贵州岩溶山区薄瘠的土壤造成很大影响,表土层凝冻侵蚀将会进一步加重水土流失,不利于石漠化土地的生态恢复。以贵州清镇示范区王家寨-羊昌洞小流域为例,就受冰冻影响土壤的物理性质变化进行研究,为防治岩溶山区水土流失提供理论依据。

1 研究区概况

研究地点选择在贵州清镇王家寨和羊昌洞小流域,两流域位于清镇市西南部,分别处于东经 106°19′24″-106°20′27″,北纬 26°29′22″-26°30′16″以及东经 106°19′24″-106°20′27″,北纬 26°29′22″-26°30′16″之间。面积分别为 2.26 km² 和 1.84 km²;属于亚热带季风湿润气候区。海拔最高点 1 451 m,最低点 1 261 m。年均温 14~16℃,1 月平均气温 3.8℃,极端最低气温 -5.6℃;7 月平均气温 22.7℃,极端最高气温 34.5℃;年降水量为 1 100~1 200 mm,5-10 月降雨量占全年总降雨量的 80%。受季风影响较大,冬春季气温相对较低,温度年较差近 19℃,无霜期 278 d。

地质构造背景属于黔中地台与黔南凹陷过渡地带。从震旦纪起至三叠期末,一直处于上扬子准地台的海侵范围内,碳酸盐岩与碎屑岩交替沉积,以碳酸盐岩为主,是典型的岩溶高原地貌,岩溶面积占 70% 以上,岩溶地貌发育强烈、坡陡、地形破碎,以峰丛谷地和峰林谷地为主。岩层多属三叠系的石灰岩、白云岩及砂页岩。土壤以黄壤、黄色石灰土、黑色石灰土、黄泥土为主^[3],岩石矿物颗粒较细小,矿物的风化物多为黏土。

王家寨小流域:岩溶石漠化土地占示范区总面积的 18.16%,未利用和难利用土地面积达 0.42 km² 占国土面积的 18.58%,植被覆盖率为 13.34%。羊昌洞小流域:岩溶石漠化土地占示范区总面积的 22.71%,未利用和难利用土地面积达 0.40 km² 占国土面积的 21.80%,植被覆盖率为 26.98%。农业生产水平较低,耕作制度不合理,复种指数低,陡坡开垦和过度放牧较严重,造成严重的水土流失。

2 研究方法

在清镇王家寨-羊昌洞小流域分别选 2 处和选 3 处径流场(图 1)作为研究对象,以便观测降雨、径流、悬移质。这 5 处径流场代表不同土壤侵蚀程度、不同治理措施以及不同土地利用类型。在 2008 年

2 月中旬和 5 月中旬对 5 处径流场进行野外定点定时监测,采用野外采集法和实验法相结合。野外采集法主要采用径流小区法、混合土壤样品采集法、环刀法等 3 种方法。径流小区法:也称径流场观测,是根据岩溶山区的环境特征,布设在交通方便,利于管理和观测的地段。混合土壤样品采集法:在样地选择有代表性的采样点 3~5 个,先用小土铲去掉表层约 3 mm 的土壤,然后倾斜向下切取 0~20 cm 的土壤。将各采样点土样集中一起混合均匀,每块样地采集 1 kg 左右的土壤。环刀法是将土壤表面杂物及生长的植物清除干净,用环刀垂直压入土内,使环刀内的土壤体积等于环刀容积,然后取出环刀。在每个样地选择 2 个点取土,每点在 0~15 cm 的深度取上下各一个环刀。实验法是将野外采集的供试土壤带回实验室,按照 CERN 标准方法测定分析土壤团聚体组成、孔隙度、容重、颗粒组成以及微团聚体组成^[4]。结果与 2007 年同一样地同一时期作对比。样地环境简况列于表 1。

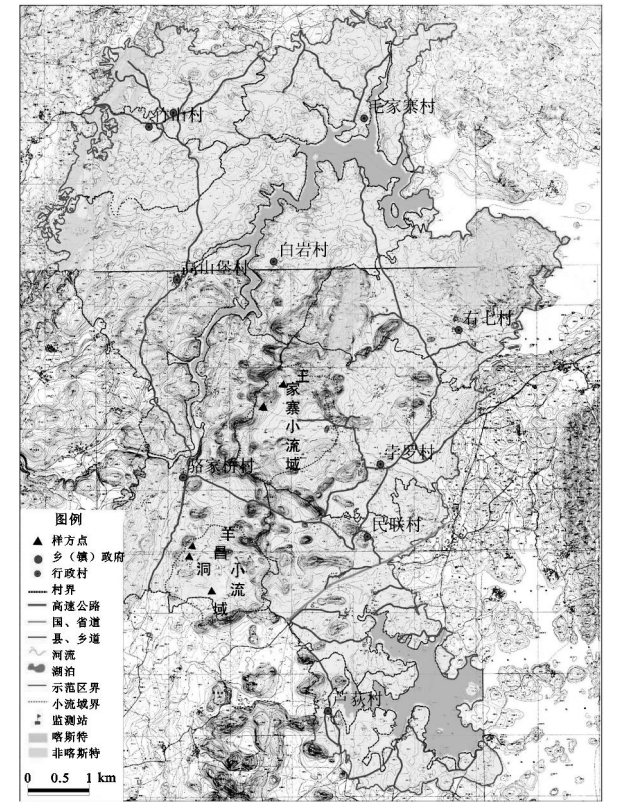


图 1 清镇示范区样点(径流场)分布图

土壤结构和颗粒组成指标计算方法:

团聚体水稳性系数= $100 \times \frac{> 0.25 \text{ mm 水稳性团聚体(湿筛)}}{> 0.25 \text{ mm 风干团聚体(干筛)}}$, 愈大表示土壤结构体稳定性愈强。

分散系数= $\frac{< 0.05 \text{ mm 微团聚体}}{< 0.05 \text{ mm 颗粒}} \times 100$, 愈高表明土壤的微结构的水稳性愈

差^[5]其保水保肥就受到很大影响。

结构体破坏率= 100 @> 0. 25 mm 团粒(干筛湿筛)/> 0. 25 mm 团粒(干筛), 愈大则土壤结构稳定性愈差。

土壤团聚体是土壤肥力的中心, 其大小分布和稳定性影响着土壤的孔隙性、持水性、通透性和抗蚀性^[4]。由土壤团聚体、微团聚体和颗粒组成测定结果计算的土壤物理特性列于表 2。

表 1 土壤样地环境简况

样地号	地点	土地利用方式	植物生长	植被覆盖率/ %	土壤类型	土层厚度/ cm
Qing ₁ fs	清镇王家寨小流域	退耕还草地, 种植黑麦草、三叶草(2007 年间种花椒)	草被矮小、草根暴露	65	黄泥土	100
Qing ₁		退耕还草地, 种植黑麦草、三叶草(2007 年间种花椒)	草被矮小、草根暴露	62	黄泥土	100
Qing ₂ fs	清镇王家寨小流域	封山育林(水土保持林)	灌草植被茂密, 石质多	91	黑色石灰土	20
Qing ₂		封山育林(水土保持林)	灌草植被茂密, 石质多	87	黑色石灰土	20
Qing ₃ fs	清镇羊昌洞小流域	封山育林(水土保持林)	灌草丛较密, 多石质	75	黄棕砂壤	35
Qing ₃		封山育林(水土保持林)	灌草丛较密, 多石质	73	黄棕砂壤	35
Qing ₄ fs	清镇羊昌洞小流域	李子林	作物长势较差, 林下草被矮小	60	黄壤	50
Qing ₄		李子林	作物长势较差, 林下草被矮小	57	黄壤	50
Qing ₅ fs	清镇羊昌洞小流域	玉米马铃薯轮作	裸地(冬季无作物)	0	黄砂壤土	120
Qing ₅		玉米马铃薯轮作	裸地(冬季无作物)	0	黄砂壤土	120

注: Qingfs 表示 2008 年冰冻土壤情况, Qing 表示 2007 年对比土壤情况, 下表同。

表 2 土壤物理特性

样地号	> 0. 25mm 水稳性团粒/ %	水稳性系数/ %	结构体破坏率/ %	分散系数/ %	崩解速率/ (cm ³ # min ^{- 1})	上层稳渗速率/ (mm # min ^{- 1})	下层稳渗速率/ (mm # min ^{- 1})
Qing ₁ fs	71. 03	76. 59	23. 41	56. 51	0. 68	1. 86	1. 50
Qing ₁	76. 20	78. 35	21. 65	47. 38	0. 45	0. 61	1. 48
Qing ₂ fs	74. 69	81. 87	18. 13	63. 49	1. 62	52. 65	46. 09
Qing ₂	80. 40	83. 41	16. 59	59. 43	1. 38	29. 89	46. 53
Qing ₃ fs	81. 70	88. 12	11. 88	59. 06	2. 35	14. 27	6. 43
Qing ₃	86. 00	89. 60	10. 40	55. 48	2. 12	7. 70	5. 98
Qing ₄ fs	77. 49	82. 36	17. 64	58. 33	0. 89	9. 81	3. 98
Qing ₄	83. 60	84. 98	15. 02	52. 55	0. 57	4. 36	2. 9
Qing ₅ fs	60. 38	64. 74	35. 25	67. 25	5. 21	27. 26	4. 05
Qing ₅	63. 00	70. 55	29. 45	61. 86	3. 52	8. 25	1. 51

3 研究结果与分析

3. 1 土壤团聚体

从表 2 土壤物理特性分析, 与对比土壤相比, 冰冻土壤结构变化明显; 其中反映土壤结构变差的物理特性是结构体破坏率和分散率, 表现为: Qing₁fs > Qing₁; Qing₂fs > Qing₂; Qing₃fs > Qing₃; Qing₄fs> Qing₄; Qing₅fs> Qing₅; 即是冰冻土壤> 对比同期土壤。而> 0. 25 mm 水稳性团粒和水稳性系数良性指标则刚好相反, 表现为对比同期土壤> 受冰冻土壤。以结构体破坏率和分散率为例, 受

冰冻土壤的结构体破坏率和分散率变化最大值出现在 Qing₅fs, 分别为 5. 8% 和 5. 39%, 分散率平均值超过 60. 93%, 分散系数越高, 反映土壤结构水稳性越差。原因是 Qing₅fs 为坡耕地, 冬季没有任何作物覆盖, 冰雪冻融作用强烈, 土壤受影响大。团聚体水稳性系数愈大表示土壤结构体稳定性愈强。结构体破坏率愈大则土壤结构稳定性愈差, 表明土壤发生分散高于发生团聚的趋势, 土壤结构变差。这说明受冰冻土壤团聚体受到一定程度破坏, 土壤更易于分散, 其水稳性降低, 抗侵蚀性减弱, 土壤退化程度加重, 土壤易于流失。

3.2 孔隙度和稳渗速率

土壤冻融交替作用会改变土壤结构,增加土壤松散度^[5],并伴随着水稳性聚集体的降低,对土壤产生不稳定效应^[7]。冰冻土壤孔隙度将影响土壤通气、供水和持水性能。表层土壤孔隙度测定结果示于图 2。从图中发现研究区土壤的总孔隙度中,冰冻土壤的毛管孔隙所占比例下降,而非毛管孔隙相对上升,说明土壤受冻后整个土体变较松。冰冻的土壤与对比土壤相比,土壤孔隙度均有不同程度的增加,三种孔隙相比,分别表现为:土壤总孔隙度变幅在 1.18%~5.68%,毛管孔隙度变幅在 0.56%~2.71%,非毛管孔隙度变幅在 1.07%~3.91%,其中总孔隙度受冰冻影响程度最为显著。从孔隙分布状况来看,受冰冻前土壤毛管孔隙和非毛管孔隙的比例为大约 10B7,而受冰冻后为大约 10B7.2,这是因为冰冻融化,改变了土体结构,使小孔隙变得粗大,土体变得疏松,导湿性能增强,这种分布改变土壤结构,增加土壤松散度,提高通透性,从生态环境方面看会加速土壤的侵蚀和水土流失。

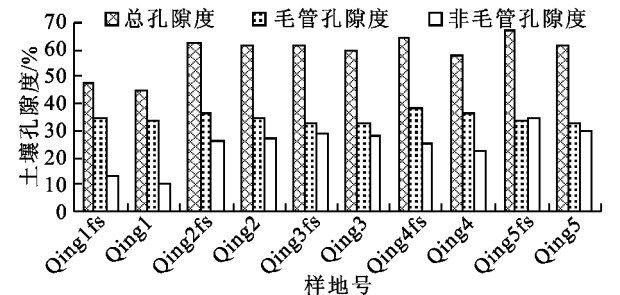


图 2 土壤表层孔隙度

稳渗速率是指用渗透筒法测定土壤的渗透性能,持续往渗透筒内倒水,水向土壤渗透的过程时,初期很大,在短时间内即急剧下降,最后趋于稳定,称为稳渗速率。另从表 2 中分析显示土壤冻融后,

渗透性大为增加,稳渗速率是原状土的 1~3 倍,土壤冻融后的稳渗速率较冻前平均增高约 2.443 倍,黑色石灰土冻融后渗透性增加较小为 1.76 倍,最高的是黄砂壤土为 3.304 倍,并随土中含水量的增大,冰夹层或缝隙也将增多,其渗透性也相应提高^[8]。由于冻融土的这一特点,冻结过程中被冰分割成层状及网状的冻土,融化时水分可以很快从冰融化的缝隙中排出,使其释水性更加显著^[9]。

研究认为,稳渗速率在冻前和冻后变化最大的是坡耕地,冻后是冻前的 3.304 倍,变化最小的是水土保持林地为 1.76 倍。这说明不同的土地利用方式,土壤受冰冻影响程度不同,变化规律是坡耕地>退耕草地>李子林>水土保持林。由于退耕草地和经果林管理不善,植被保水保土作用不太明显。

3.3 土壤颗粒组成

对研究区冰冻前后两年同期的土壤颗粒组成分析结果表明:5 个研究点在冰冻后的土壤质地均有趋于轻壤化的趋势。由于冰冻与融化的交替作用改变土壤团聚体的大小和稳定性,土壤冻结,土壤孔隙中的冰晶膨胀破坏土壤团聚体,打破颗粒与颗粒之间的联结,使土壤大团聚体破碎成小团聚体,导致大团聚体被破坏。冻融作用降低土壤团聚体的水稳性,对土壤团聚体的破坏作用随土壤含水量的增加而增强^[2]。另从表 4 中可以看出,冰冻后>2 mm 的土壤中,2~5 mm 及>5 mm 粗砂粒不同程度减少,而 0.01~0.05 mm 黏粒相应增多,研究区土壤颗粒主要集中于 0.01~0.25 mm 和 0.25~0.5 mm 两个范围,明显高于对比土壤的对应层次,以 Qing5fs 变化最为显著,<0.1 mm 黏粒冻后是冻前的 3.57 倍。说明土壤冻融作用降低土壤团聚体的水稳性,使土壤的渗透能力增强,抗侵蚀能力降低。

表 3 土壤颗粒组成 %

样地号	1~ 0.25 mm	0.05~ 0.25 mm	0.01~ 0.05 mm	0.005~ 0.01 mm	0.001~ 0.005 mm	< 0.001 mm	< 0.01 mm
Qing1fs	13.41	19.02	32.00	9.11	15.23	11.13	35.47
Qing1	15.60	18.40	26.00	8.00	16.00	16.00	40.00
Qing2fs	4.80	31.52	36.63	3.26	10.07	13.72	27.05
Qing2	5.20	30.80	34.00	4.00	12.00	14.00	30.00
Qing3fs	11.24	5.70	46.12	7.08	12.20	17.58	36.86
Qing3	13.60	6.40	42.00	8.00	14.00	16.00	38.00
Qing4fs	11.05	7.93	43.15	8.24	12.14	17.45	37.83
Qing4	12.00	7.90	41.00	10.00	11.00	18.00	39.00
Qing5fs	8.25	3.50	15.29	5.22	13.54	54.20	72.96
Qing5	9.00	3.00	14.00	4.00	14.00	56.00	74.00

3.4 土壤的崩解性

土壤崩解是指一定体积的土块在进静水中发生吸水分散、裂碎塌落或者强度减弱的现象。水分结

冰时体积膨胀增大约 9%,对周围的土体产生压力而使土壤崩裂。不同孔径大小的孔隙内,水分的冰点有差异。孔径愈小,结冰的温度愈低。这样造成

膨胀压力的差异使土体产生裂痕, 一旦融化, 土壤就会沿裂痕疏散。土壤的崩解强度反映了土壤颗粒结构对水力浸润解体的性质或反映土壤结构体被雨水分散解体的难易程度^[10]。崩解速率数值愈大, 说明土壤的易崩解性能愈大。崩解速率与土壤的抗冲性密切相关, 崩解速率愈高, 土壤的抗冲性愈弱, 愈易被径流冲蚀和搬运。

从研究区不同土地利用方式代表土样的崩解速率分析显示, 土壤的崩解速率与土地的利用方式以及植被的生长状况关系密切。影响崩解速率的主要因素是分散率和大于 0.25 mm 的风干土水稳性团

粒含量以及有机质含量, 分散率愈大, 其崩解速率亦高, 它们存在正相关性; 大于 0.25 mm 的风干土水稳性团粒含量越高, 崩解速率越慢, 两者存在负相关性。从图 3 中分析认为, 冰冻土壤和对比土壤相比, 崩解速率平均提高了 40.16%, 最高的是 Qing4fs 和 Qing1fs, 分别是 73.7% 和 51%, 其次是 Qing5fs, 崩解速率最慢的是 Qing2fs 和 Qing3fs, 因为植被覆盖率高, 土壤受冰冻影响较小。研究认为受冰冻的土壤其崩解速率随土类及土地利用方式不同从快到慢的变化规律大致为: 黄砂壤土> 黄棕砂壤> 黑色石灰土> 黄砂壤> 黄泥土。

表 4 表层土壤水稳性团粒组合状况 %

样地号	> 5 mm	2~ 5 mm	1~ 2 mm	0.5~ 1 mm	0.25~ 0.5 mm	0.1~ 0.25 mm	< 0.1 mm
Qing1fs	7.02	13.14	14.72	15.58	20.57	1.56	0.57
Qing1	9.60	17.00	13.20	19.20	17.20	0.88	0.22
Qing2fs	26.15	16.32	9.07	10.11	13.04	1.72	0.41
Qing2	28.00	18.20	11.00	13.80	9.40	1.20	0.33
Qing3fs	15.92	24.36	19.25	14.27	7.90	2.71	0.59
Qing3	19.80	25.00	22.60	12.60	6.00	2.14	0.49
Qing4fs	8.16	9.13	9.68	12.55	77.49	0.59	0.14
Qing4	9.60	10.60	11.80	14.00	37.60	0.46	0.08
Qing5fs	12.33	9.74	10.37	14.08	13.86	3.81	1.07
Qing5	19.80	9.00	7.20	10.60	16.40	1.43	0.30

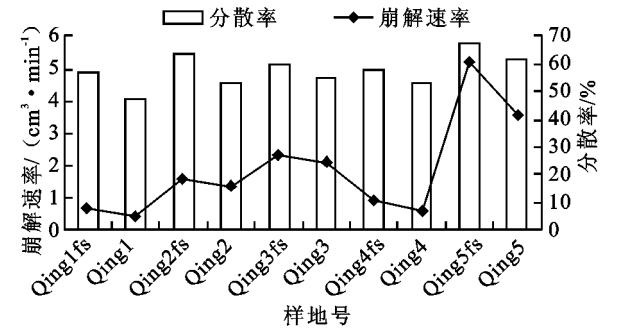


图 3 土壤崩解速率与分散率的关系

3.5 土壤水稳性团粒含量

水稳性团粒是指 0.25~ 10 mm 粒径在水中浸泡不易散碎的球状多孔团聚体, 其粒径分布对土壤的通气、透水、蓄水和养分的保存等都具有重要影响。对研究区土壤水稳性团粒研究表明, 冻融强度的不同, 土壤大、小颗粒与冰晶颗粒或其聚集体发生相互转化, 黏粒等物质通过表面电荷和功能团的分子引力等方式联结而产生胶结作用。受冻土壤团聚体结构性差, 团粒溶解于水中后, 大粒径土壤迅速分散, 变为小粒径土壤, 抗冲抗蚀性明显减弱, 则会促进水土流失。> 0.25 mm 干稳性团粒和水稳性团粒总量比对比土壤总量平均值分别减少 2.66% 和 4.78%。土壤上层稳渗速率随> 0.25 mm 的团聚

体含量增加而增大。

岩溶地区土层薄, 土壤保水能力差, 地表 0- 5 cm 土层的稳渗速率与土壤的保水、入渗性能关系密切。研究发现, 岩溶地区土壤上、下层稳渗速率差异显著(表 2), 上层平均稳渗速率为下层平均稳渗速率的 1.48 倍。另由表 2 可知, 研究区冰冻前后土壤稳渗速率的变化与土壤水稳性团粒结构体破坏率的变化趋势一致性较好, 上层土壤大量粘粒随雨水下渗到下层土壤, 堵塞孔隙, 致使下层土壤饱和和渗透率降低, 土壤透水性能低, 这样上层土壤因缺乏黏结力而表现出抗冲抗蚀性减弱, 说明表层土比下层土更易受冰雪凝冻的影响。

3.6 悬移质与土壤侵蚀

对 5 个径流场监测情况显示, 在 2007 年 6 月 6 日和 2008 年 5 月 18 日, 降雨量分别为 14 mm 和 11 mm, 雨强分别为 0.39 mm/min 和 0.37 mm/min。在雨停后即从径流池里取水样送实验室过滤、烘干、称重。与实验室测得< 0.25 mm 微团聚体结合绘成图 4, 从图中分析得出在降雨强度相似条件下, 受冻土壤的抗侵蚀性明显低于对比土壤。< 0.25 mm 微团聚体和悬移质含量均表现为冰冻后> 冰冻前。说明受冻土壤较对照土壤更易于被侵蚀而产生

水土流失。不同的土地利用方式,在相同雨强时则具有不同的抗冲刷能力。Qing3fs 和 Qing2fs 为水土保持林地,植被覆盖率达 75%~87%,其抗冲刷力最强,悬移质平均含沙率分别为 1.94 g/L 和 2.18 g/L;其次是管理不得力,黑麦草、三叶草、李子等生长势弱,覆盖率不高的 Qing1fs 的退耕还草地和 Qing4fs 的经果林地,分别为 3.06 g/L 和 2.26 g/L,而抗冲刷力最差的为 Qing5fs。Qing5fs 由于是坡耕地,冬季农作物已收,耕地上面几乎没有作物覆被,土壤受冰冻影响最大,其悬移质平均含沙率为 10.18 g/L。由此说明,良好的植被覆盖率是防治冻害,治理水土流失的关键。

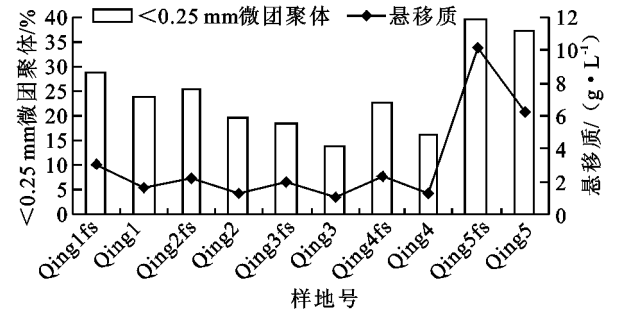


图 4 悬移质与土壤微团聚体的关系

4 结论

4.1 冻融作用对土壤物理性退化及农业环境效应

贵州喀斯特地区冬春季节冰雪冻融作用对岩溶地区土壤物理性质具有显著的影响,表现为土壤团聚体水稳性降低,抗侵蚀性减弱,>0.25 mm 干稳性团粒和水稳性团粒总量对比土壤总量平均值分别减少 2.66%和 4.78%;土壤分散率、结构体破坏率和土壤总孔空隙度分别提高了 5.588%、2.64%和 3.43%;并且改变了土壤结构层次、质地层次、松紧层次等正常土壤结构格局。土壤团聚体结构被破坏,团聚体结构性差,土壤透水性能低,土壤崩解率提高,抗冲抗蚀性明显降低,加大了土壤侵蚀强度,促进水土流失。

其次,土壤受冰雪冻融影响程度大小与植被覆盖率和不同土地利用方式有明显相关,影响最大的是冬季没有覆盖物的坡耕地,影响最小的是植被覆盖率最高的水土保持林。因此,在岩溶山区采取封山育林与退耕还林草等措施,保持良好的植被覆盖率是预防冻害,治理水土流失的关键。

最后,喀斯特区冻融作用还与土壤质地类型不同有关,影响程度最大的是黄砂壤土,依次为黄棕砂壤、黑色石灰土、黄砂壤、黄泥土。受冰冻土壤悬移质平均含沙率都高于对比土壤,其土壤侵蚀程度较

高。由于生态治理区冬春冰冻时间不长,通常表层土比下层土更易受冰雪凝冻的影响。

4.2 防治土壤受冻融作用影响的措施

根据研究结果,结合我们对喀斯特生态监测、相关研究和实施的相关工程措施,对喀斯特山区生态恢复,预防土壤冻害,治理水土流失可以从以下几方面进行: 1 采取封山育林与退耕还林草结合,对>25b的陡坡要采取禁封,在强度侵蚀区要灌草先行,合理密植,建立多层次、多结构、多功能的复合农业生态系统; ° 加强退耕地的管理力度,强化土地的合理利用,合理施肥特别是利用有机肥改良土壤结构; » 15b~25b的坡耕地,在冬季提高土地复种指数,通过种植绿肥、豆科植物促进土壤结构性改善;或把秸秆铺在上面,确保坡耕地冬季有覆盖物,调节土壤温度,改善土壤微环境; ¼ 在<15b的地方修筑坡改梯或水平梯地,建立相互配套的蓄水、引水、排水工程系统,防止地表径流对坡耕地及农田的冲刷。通过恢复和改善生态环境,控制水土流失,防止土壤侵蚀和进一步退化。

参考文献:

[1] 郭银燕. 农业与全球变暖[J]. 农业环境保护, 1995, 14 (4): 1812182.

[2] 王洋,刘景双,王金达,等. 冻融作用与土壤理化效应的关系研究[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23 (2): 912 96.

[3] 梅再美,熊康宁. 喀斯特地区水土流失动态特征及生态效益评价:以贵州清镇退耕还林(草)示范区为例[J]. 中国岩溶, 2003, 22(2): 1362143.

[4] 刘光崧. 中国生态系统研究网络观测与分析标准方法: 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996.

[5] 徐佩,何毓蓉,张保华,等. 西部山区道路毁损土地的退化及其农业环境效应- 毁损土地的物理性退化[J]. 西南农业学报, 2004, 6(17): 7462749.

[6] Sariz R S. Effects of forest cover removal on depth of soil freezing and overland flow [J]. Soil Science Socie2 ty of America Proceedings, 1973, 37: 7742777.

[7] Souldesda A. Effect of drying and freezing soil on car2 bon dioxide production, available mineral nutrients ag2 gregation and bacterial population [J]. Soil Science, 1961, 91: 2912298.

[8] 杨平,张婷. 人工冻融土壤物理力学性能研究[J]. 冰川冻土, 2002, 24(5): 662667.

[9] 腾凯,柳宝田,李益新,等. 季节性冻土区地下水的变化规律及开发利用[J]. 地下水, 1996, 18(1): 3237.

[10] 蒋定生,李新华. 黄土高原土壤崩解速率变化规律及影响因素研究[J]. 水土保持通报, 1995, 15(3): 2027.