

# N-SIU 原状取土管测定山地退化土壤物理性质

田 昆<sup>1</sup>, 莫剑锋<sup>2</sup>, 常凤来<sup>1</sup>, 陆 梅<sup>1</sup>, 李宁云<sup>1</sup>

(1. 西南林学院环境科学与工程系, 云南 昆明 650224 2 广西林业勘察设计院, 广西 南宁 530011)

**摘 要:** 结合土壤养分的 N-SIU 野外定位研究, 以 N-SIU 原状取土管和环刀比较研究获取的数据, 对 N-SIU 原状取土管和环刀测定值进行相关性和差异性分析, 结果表明: N-SIU 原状取土管和经典环刀法在土壤容重、毛管孔隙度、饱和水、毛管水、田间持水量、初渗系数、稳渗系数 7 项土壤物理指标的对比研究中无显著差异, 而且两种方法的大部分测定值间无一般差异。两种方法的测定值均表明: 阔叶林破坏后, 土壤容重值明显增加, 孔隙比例改变, 而且土壤渗透性变差、持水量下降, 出现一系列土壤物理性质退化现象, 尤以禾草荒地土壤退化最为严重。显示了 N-SIU 原状取土管在土壤物理性质研究中的优越性, 尤其在土层浅薄, 土壤紧实和粗骨土的山地土壤物理性质研究中, N-SIU 原状取土管不仅对土壤破坏性较小, 而且可以获得较为完整的原状土, 避免测定结果的误差。

**关键词:** N-SIU 原状取土管; 山地土壤; 环刀; 土壤物理性质; 方差分析

**中图分类号:** S155.4<sup>+</sup>5

**文献标识码:** A

土壤退化对人类生存发展及全球环境的影响日趋严重, 成为全球普遍关注的紧迫性问题之一<sup>[1]</sup>。近年来, 国内外对土壤退化问题进行了大量研究<sup>[2-5]</sup>, 但大多数研究, 尤其是在山地条件下的研究, 主要侧重于土壤化学退化, 究其原因, 与目前用于土壤容重测定这一反映土壤物理性质重要指标的标准环刀法有关。在野外应用中, 由于土壤物理退化使环刀难于打入浅薄和紧实的土层, 或打入粗骨性土层时环刀快口内卷和进裂, 影响测定结果; 或获取的环刀筒内原状土柱不易切平, 导致土壤物理性质的研究受限。用于研究田间条件下氮素营养变化的 N-SIU 技术<sup>[6]</sup>在国外广泛应用。国内已有学者利用该技术对森林破坏后的土壤氮营养动态变化进行研究的报道<sup>[7-8]</sup>。但目前国内外尚没有利用 N-SIU 原状取土管进行土壤物理性质研究的报道, 通过 N-SIU 原状取土管在澜沧江流域典型山地

土壤物理性质测定中的应用研究, 旨在为山地退化土壤物理性质的研究提供新方法和新手段, 以解决我国石质山地土壤物理退化研究中的难题。

## 1 研究区域概况与研究方法

### 1.1 研究地点

研究地点位于澜沧江支流黑惠江流域的典型山地地带, 地理坐标 99°48'~99°52'E, 25°55'~26°0'N。该研究区域人口密集, 经济较为发达, 但人为干扰较为严重, 在过去几十年的时间内, 由于砍伐森林, 修筑道路和建设村镇, 大部分天然林被毁, 自然植被除零星分布外, 或自然演替为荒坡草地, 或人工更新为针叶林和针阔混交林, 或被人工经济林取代或开垦成坡耕地种植农作物, 导致水土大量流失, 土壤质量变劣, 养分衰减退化, 植被与土壤利用类型

收稿日期 (Received date): 2005-12-25; 改回日期 (Accepted): 2006-04-05。

基金项目 (Foundation item): 国家重点研究基础发展 (973) 计划资助项目 (2003CB415102); 云南省自然科学基金 (2001C0044M), 云南省应用基础研究基金 (2000FXZ02) 资助; 云南省环境科学与工程创新人才联合培养基地 (A3003015) 资助。[The project was supported by National Basic Research Program of China (No. 2003CB415102); Nature Science Fund of Yunnan (2001C0044M) and Fund of Yunnan Applied Science (2000FXZ02); Yunnan Environmental Science and Engineering co-educate Center for qualified innovation people (A3003015)]

作者简介 (Biography): 田昆 (1957-), 男, 山西人, 博士, 教授。主要从事湿地生态学和土壤学研究。[Tian Kun, born in 1957, male, native place Shanxi province, PhD & professor mainly engaged in the research of soil science & wetland ecology.]

成斑块状分布, 为森林破坏后人为干扰下生态环境退化较具代表性的山地环境<sup>[9]</sup>。为了便于比较, 研究选取了干扰较小的阔叶林 (优势植被为旱冬瓜 *Alnus nepalensis*)、森林环境得到恢复的云南松 (*Pinus yunnanensis*) 针叶林和混交林 (优势种主要为云南松和麻栎 *Quercus acutissima*), 以及退化严重的荒坡草地为研究对象, 该几种利用类型的土壤均为海拔 1 800~ 2 200 m 同为砂页岩母质上发育的红壤, 土壤板结紧实, 土壤坚实度计在 60 N 压力下对针叶林利用类型土壤的入土深度测定值 < 1 cm, 且质地粘重 (< 0.01 mm 粘粒达 85 %), 石砾含量高达 20 %。

1.2 研究方法

采用比较法, 结合土壤养分的 N - SIU 野外定位研究, 在已选取样地的相同位置, 以 N - SIU 原状取土管和环刀同时测定土壤孔性状况等物理性质。所用环刀为内径 5 cm, 长 5 cm 的 100# 环刀, 在 50 cm 厚度土壤剖面上按 0~ 20 cm 表层和 20~ 40 cm 下层分别取样; N - SIU 原状取土管为内径 5 cm, 长度 50 cm 的普通镀锌管, 入土一端切削成快口, 从地表垂直打入土壤中采集原状土, 带回实验室将含原状土的 N - SIU 取土管分为 0~ 20 cm 表层和 20~ 40 cm 下层, 分段切割成与环刀 (100#) 相同的 5 cm 小段环筒, 选取每层较为完整的 2~ 3 段作为重复, 按中国科学院南京土壤研究所土壤理化分析方法<sup>[10]</sup>和中华人民共和国国家标准分析方法<sup>[11]</sup>测定土壤容重、毛管孔隙度、土壤水分常数等 7 项物

理性质指标, 并以 SPSS 对实验数据进行统计分析。

2 结果分析

2.1 土壤 7 项物理性质指标测定值的相关性分析  
选择澜沧江流域典型山地 4 种不同利用类型表层 (0~ 20 cm) 和下层 (20~ 40 cm) 土壤, 利用 N - SIU 原状取土管和环刀同时采集原状土样, 在打入土层时, 环刀和取土管均发生卷曲, 特别是下层和石砾含量较高的表层土壤, 环刀和取土管发生卷曲的比例约 60 % ~ 70 %。我们选取未卷曲环刀, 以及无论卷曲与否的取土管所采土样进行土壤容重、毛管孔隙度、饱和水、毛管水、田间持水量、初渗系数、稳渗系数 7 项土壤物理指标测定值间的相关性分析 (表 1, 表 2)。

结果表明: 7 项土壤物理指标两法测定值间的相关系数  $R$  值均大于  $R_{0.01(14)} = 0.6226$  其相伴概率  $Sig.$  值均小于显著性水平  $\alpha = 0.01$ , 表明 N - SIU 原状取土管 (无论卷曲与否) 和环刀在土壤容重、毛管孔隙度、饱和水、毛管水、田间持水量、初渗系数、稳渗系数研究中, 测定值间达到了极显著的相关水平, 两法测定值间无显著差异, 表明 N - SIU 原状取土管完全可用于土壤物理性质的研究, 尤其是在土质粘重, 土层浅薄或紧实的土壤中, 由于撇弃了卷曲部分而保留了原状土样, 测定值不受影响。

表 1 环刀与 N - SIU 原状取土管土壤孔隙性测定值及其相关性分析  
Table 1 Correlation analysis of soil pore values between N-SIU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 (cm) Soil layer	土壤容重 (g/cm <sup>3</sup> ) Soil bulk density			土壤毛管孔隙度 (%) Soil capillary porosity			初渗系数 (mm/min) Primary permeability coefficient			稳渗系数 (mm/min) Stable permeability coefficient		
		环刀 CR	取土管 In-situ	差值 Dif	环刀 CR	取土管 In-situ	差值 Dif	环刀 CR	取土管 In-SIU	差值 Dif	环刀 CR	取土管 In-SIU	差值 Dif
BF	0~40 <sup>①</sup>	0.91	0.98	-0.07	45.39	43.49	1.90	3.73	3.86	-0.13	1.22	1.23	-0.01
	M F	1.28	1.34	-0.06	41.21	37.4	13.80	3.59	3.22	0.37	0.66	0.85	-0.19
PCF	20~40	1.53	1.55	-0.03	5.56	34.61	0.95	0.34	0.54	-0.19	0.13	0.15	-0.02
	0~20	1.43	1.35	0.07	5.67	33.34	2.33	2.41	1.93	0.48	0.45	0.37	0.08
WL	20~40	1.60	1.60	0.00	33.39	33.21	0.18	0.11	0.08	0.03	0.01	0.01	0.00
	0~20	1.46	1.45	0.02	38.41	38.62	-0.21	0.78	0.82	-0.04	0.09	0.08	0.01
	20~40	1.47	1.49	-0.02	37.68	38.89	-1.22	0.13	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00
相关性 Correlation		0.9875*			0.9357*			0.9894*			0.9902*		

BF—Broadleaved forest阔叶林; M F—Mixed forest针阔混交林; PCF—Pine coniferous forest云南松针叶林; WL—Wasteland 禾草荒地; ①阔叶林土壤 0~ 40 cm 土层无显著差异, 故合为一层; \* \*  $P < 0.01$  水平上差异显著; Dif = Difference; CR: Cutting Ring (下同)

表 2 环刀与 N-SIU 原状取土管土壤水分常数测定值及其相关性分析  
Table 2 Correlation analysis of soil water constant values between N-SIU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 ( cm ) Soil layer	土壤饱和水 ( % ) Soil saturated water			土壤毛细管水 ( % ) Soil capillary water			土壤田间持水量 ( % ) Field water capacity		
		环刀	取土管	差值	环刀	取土管	差值	环刀	取土管	差值
		CR	In-SIU	Dif	CR	In-SIU	Dif	CR	In-SIU	Dif
BF	0~40	71.65	65.74	5.91	56.93	50.42	6.51	58.33	61.53	-3.20
	20~40	26.40	25.82	0.58	21.66	21.73	-0.06	23.02	24.14	-1.11
PCF	0~20	30.02	31.70	-1.68	23.24	22.88	0.36	27.44	28.00	-0.56
	20~40	21.76	25.03	-3.26	19.61	19.87	-0.26	22.12	21.34	0.78
WL	0~20	30.32	31.41	-1.09	26.15	26.70	-0.54	26.69	28.85	-2.17
	20~40	30.49	30.95	-0.46	25.75	27.65	-1.90	26.88	28.82	-1.93
相关性 Correlation		0.995 8 <sup>*</sup>			0.988 6 <sup>*</sup>			0.992 7 <sup>*</sup>		

另一方面,无论是 N-SIU 原状取土管还是环刀测定值均表明:阔叶林土壤的毛细孔隙比例约占总孔隙的 50%,大小孔隙比例适当,初渗、稳渗系数、土壤饱和水、土壤毛细管水和田间持水量均较高,反映了阔叶林良好的土壤物理性质和生态环境。随针叶林的出现,土壤容重有所增加,毛细孔隙、土壤渗透性、持水量仍能维持较好水平,但完全为云南松所替代的针叶林土壤和禾草荒地土壤,不仅土壤容重值明显增加,孔隙比例改变,而且土壤渗透性变差、持水量下降,出现一系列土壤物理性质退化现象,尤以禾草荒地土壤退化较为严重。两种方法的测定值还表明:阔叶林破坏后,有植被覆盖的次生混交林和针叶林土壤表层 7 项物理指标明显好于下层,而失去植被的禾草荒地土壤上下层没有明显差异,表明了森林环境和植被对表层土壤物理性质的维持作用。

2.2 土壤 7 项物理指标测定值的差异性分析

上述研究结果表明了 N-SIU 原状取土管与环刀测定值的显著相关性,为了更为深入地了解和认识 N-SIU 原状取土管,对两种方法 7 项土壤物理指标的测定值分别作差异性分析,以检验原状取土管在土壤物理性质研究中的应用性。

2.2.1 两种方法测定土壤容重的差异性分析

对 4 种利用类型的表层 (0~20 cm)和下层 (20~40 cm)土壤容重,进行 IN-SIU 原状取土管与环刀法测定值的方差分析 (表 3),以检验环刀和 N-SIU 原状取土管两种方法的差异性。分析结果表明:阔叶林土壤表层  $F_0 = 0.96 < F_{0.10(7,63)} = 1.82$ ,  $Sig. = 0.47 > \alpha = 0.10$ ; 混交林土壤表层  $F_0 = 1.01 < F_{0.10(7,38)} = 1.82$ ,  $Sig. = 0.43 > \alpha = 0.10$ ; 下层  $F_0 = 0.59 < F_{0.10(7,63)} = 1.82$ ,  $Sig. = 0.76 > \alpha = 0.10$ ; 云南

松针叶林土壤表层  $F_0 = 1.34 < F_{0.10(7,53)} = 1.83$ ,  $Sig. = 0.25 > \alpha = 0.10$ ; 下层  $F_0 = 0.35 < F_{0.10(7,62)} = 1.82$ ,  $Sig. = 0.92 > \alpha = 0.10$ ; 禾草荒地土壤表层  $F_0 = 1.94 < F_{0.10(7,60)} = 2.17$ ,  $Sig. = 0.08 > \alpha = 0.05$ ; 下层  $F_0 = 1.21 < F_{0.10(7,56)} = 1.83$ ,  $Sig. = 0.31 > \alpha = 0.10$ 。四种利用类型表层和下层土壤容重测定值的相伴概率  $Sig. = 0.08 \sim 0.92$  大于显著性水平  $\alpha = 0.05$  可见,土壤容重的 N-SIU 取土管测定值与环刀测定值差异极小。

2.2.2 两种方法测定土壤水分常数的差异性分析

对环刀与 N-SIU 原状取土管测定的土壤水分常数进行两法均值比较的 T-检验 (表 4),结果表明: N-SIU 原状取土管和环刀法测定值间, Levene F 方差相等检验的阔叶林、混交林、针叶林和禾草荒地表层土壤毛细管水的 F 相伴概率分别为  $Sig. = 0.28$ ,  $Sig. = 0.07$ ,  $Sig. = 0.58$ ,  $Sig. = 0.54$ ; 下层分别为  $Sig. = 0.28$ ,  $Sig. = 0.26$ ,  $Sig. = 0.60$ ,  $Sig. = 0.76$  均大于显著性水平  $\alpha = 0.05$  不能拒绝方差相等的假设。而方差相等时 T 检验的结果表明:土壤毛细管水表层测定值间的统计量分别为  $|t_0| = 1.60 < t_{0.10(8)} = 1.86$ ,  $|t_0| = 1.87 < t_{0.10(12)} = 2.18$ ,  $|t_0| = 0.39 < t_{0.10(10)} = 1.81$ ,  $|t_0| = 0.42 < t_{0.10(8)} = 1.86$  其相伴概率分别为  $Sig. = 0.15 > \alpha = 0.10$ ,  $Sig. = 0.09 > \alpha = 0.05$ ,  $Sig. = 0.70 > \alpha = 0.10$ ,  $Sig. = 0.68 > \alpha = 0.10$ ; 下层统计量分别为  $|t_0| = 1.60 < t_{0.10(8)} = 1.86$ ,  $|t_0| = 0.10 < t_{0.10(12)} = 1.78$ ,  $|t_0| = 0.39 < t_{0.10(14)} = 1.76$ ,  $|t_0| = 0.10 < t_{0.10(12)} = 1.78$  其相伴概率分别为  $Sig. = 0.15$ ,  $Sig. = 0.92$ ,  $Sig. = 0.70$ ,  $Sig. = 0.92$  均  $< \alpha = 0.10$  两法无显著差异。

表 3 N - SIFU 原状取土管与环刀土壤容重测定值的方差分析

Table 3 Analysis of variance for soil bulk density between N - SIFU metal tube and cutting ring

利用类型	土层 ( cm )	变异来源	平方和	df	均方值	统计量	临界值	相伴概率	相伴概率水平
Utilization types	Soil layer	Variance sources	Sum of squares		Mean square	F <sub>0</sub>	F <sub>α</sub>	率 Sig.	Sig. level
BF	0~ 20	组间	0.110	7	0.016	0.96	1.82	0.47	0.10
		组中	1.031	63	0.016				
MF	0~ 20	组间	0.058	7	0.008	1.01	1.82	0.43	0.10
		组中	0.472	58	0.008				
	20~ 40	组间	0.028	7	0.004	0.59	1.82	0.76	0.10
		组中	0.422	63	0.007				
PCF	0~ 20	组间	0.148	7	0.021	1.34	1.83	0.25	0.10
		组中	0.835	53	0.016				
	20~ 40	组间	0.012	7	0.002	0.35	1.82	0.92	0.10
		组中	0.293	62	0.005				
WL	0~ 20	组间	0.040	7	0.006	1.94	2.17	0.08	0.05
		组中	0.176	60	0.003				
	20~ 40	组间	0.055	7	0.008	1.21	1.83	0.31	0.10
		组中	0.364	56	0.007				

LeveneF 方差相等检验 (表 5) 的阔叶林、混交林、针叶林和禾草荒地表层土壤饱和水的 F 相伴概率 (表 5) 分别为 Sig. = 0.12 > α = 0.05, Sig. = 0.56 > α = 0.05, Sig. = 0.29 > α = 0.05, Sig. = 0.01 < α = 0.05 下层分别为 Sig. = 0.12 > α = 0.05, Sig. = 0.03 < α = 0.05, Sig. = 0.08 > α = 0.05, Sig. = 0.49 > α = 0.05 不能拒绝方差相等的假设。而方差相等时 T 检验 (表 5) 的结果表明: 土壤饱和水测定值间的表层统计量分别为 |t<sub>0</sub>| = 0.39 < t<sub>0(7)</sub> = 1.90, |t<sub>0</sub>| = 1.04 < t<sub>0(6)</sub> = 1.94, |t<sub>0</sub>| = 0.41 < t<sub>0(8)</sub> = 1.86, |t<sub>0</sub>| = 0.35 < t<sub>0(2.16)</sub> = 2.83 相伴概率分别为 Sig. = 0.71 > α = 0.10, Sig. = 0.34 > α = 0.10, Sig. = 0.69 > α = 0.10, Sig. = 0.75 > α = 0.10, 下层统计量分别为 |t<sub>0</sub>| = 0.39 < t<sub>0(7)</sub> = 1.90, |t<sub>0</sub>| = 0.33 < t<sub>0(10.00)</sub> = 1.81, |t<sub>0</sub>| = 1.02 < t<sub>0(9)</sub> = 1.83, |t<sub>0</sub>| = 0.18 < t<sub>0(8)</sub> = 1.86 相伴概率分别为 Sig. = 0.71 > α = 0.10, Sig. = 0.75 > α = 0.10, Sig. = 0.34 > α = 0.10, Sig. = 0.86 > α = 0.10 两法极显著相关。

表 4 N - SIFU 原状取土管与环刀法测定土壤毛管水的方差分析

Table 4 Analysis of variance for soil capillary water between N-SIFU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 ( cm ) Soil layer	F方差相等检验 levenes Test for equality of variances		方法 M ethods	数量 No	均值 M ean (% )	标准差 Std	T均值相等检验 t-test for equality of means							
		F	Sig					E V A	t	df	相伴 概率 Sig ( 2- t )	均差 M ean	标准 误差 Std error	95% 置信期间 95% confidence interval of the difference	
BF	0~ 40	1. 34	0. 28	环刀	2	56. 93	1. 78	T.	1. 60	8. 00	0. 15	6. 51	4. 06	- 2. 85	15. 87
MF	0~ 20	3. 83	0. 07	N - SIFU	8	50. 42	5. 45	F.	2. 83	6. 25	0. 03	6. 51	2. 30	0. 93	12. 09
				环刀	3	28. 84	0. 99	T.	1. 87	12. 00	0. 09	3. 79	2. 02	- 0. 61	8. 18
				N - SIFU	11	25. 06	3. 37	F.	3. 25	11. 56	0. 01	3. 79	1. 16	1. 24	6. 33
				20~ 40	1. 38	0. 26	环刀	4	21. 66	1. 56	T.	- 0. 10	12. 00	0. 92	- 0. 06
PCF	0~ 20	0. 33	0. 58	N - SIFU	10	21. 73	0. 92	F.	- 0. 08	3. 86	0. 94	- 0. 06	0. 83	- 2. 4	12. 28
				环刀	4	23. 24	1. 52	T.	0. 39	10. 00	0. 70	0. 36	0. 92	- 1. 68	2. 41
				N - SIFU	8	22. 88	1. 49	F.	0. 39	5. 98	0. 71	0. 36	0. 92	- 1. 90	2. 62
				20~ 40	0. 28	0. 60	环刀	3	19. 61	1. 03	T.	- 0. 39	14. 00	0. 70	- 0. 26
WL	0~ 20	0. 40	0. 54	N - SIFU	13	19. 87	1. 03	F.	- 0. 39	2. 99	0. 72	- 0. 26	0. 66	- 2. 37	1. 85
				环刀	3	26. 15	2. 24	T.	- 0. 42	8. 00	0. 68	- 0. 54	1. 28	- 3. 50	2. 41
				N - SIFU	726. 70	1. 71	F.	- 0. 38	3. 05	0. 73	- 0. 54	1. 45	- 5. 11	4. 02	
				20~ 40	0. 10	0. 76	环刀	3	25. 75	1. 15	T.	- 2. 03	8. 00	0. 08	- 1. 90
				N - SIFU	7	27. 65	1. 41	F.	- 2. 23	4. 76	0. 08	- 1. 90	0. 85	- 4. 11	0. 32

EVA: Equal Variance Assumed (方差相等假设); Sig. ( 2 - t ): 两尾相伴概率 (下同)

表 5 N-SITU 原状取土管与环刀法测定土壤饱和水的方差分析  
Table 5 Analysis of variance for soil saturated water between N-SITU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 (cm) Soil layer	F方差相等检验 levenes Test for equality of variances		方法 M ethods	数量 No	均值 M ean (% )	标准差 Std	T均值相等检验 t-test for equality of m eans							
		F	Sig					E V A	t	自由度 df	相伴 概率 Sig (2- t)	均差 M ean	标准 误差 Std Error	95% 置信期间 95% confidence interval of the difference	
BF	0~ 40	3. 11	0. 12	环刀	2	71. 65	7. 21	T	0. 39	7. 00	0. 71	5. 91	15. 14	- 29. 90	41. 71
MF	0~ 20	0. 38	0. 56	N - SITU	7	65. 74	20. 19	F	0. 64	5. 71	0. 54	5. 91	9. 18	- 16. 82	28. 64
				环刀	3	37. 52	4. 06	T	1. 04	6. 00	0. 34	2. 49	2. 39	- 3. 3	58. 33
				N - SITU	5	35. 03	2. 79	F	0. 94	3. 17	0. 41	2. 49	2. 66	- 5. 72	10. 70
				20~ 40	6. 80	0. 03	环刀	3	26. 40	1. 36	T	0. 20	10. 00	0. 84	0. 58
PCF	0~ 20	1. 29	0. 29	N - SITU	9	25. 82	4. 75	F	0. 33	10. 00	0. 75	0. 58	1. 77	- 3. 36	4. 51
				环刀	3	30. 0	25. 01	T	- 0. 41	8. 00	0. 69	- 1. 68	4. 13	- 11. 21	7. 85
				N - SITU	7	31. 70	6. 28	F	- 0. 45	4. 86	0. 67	- 1. 68	3. 74	- 11. 39	8. 02
				20~ 40	3. 76	0. 08	环刀	2	21. 76	0. 13	T	- 1. 02	9. 00	0. 34	- 3. 26
WL	0~ 20	10. 59	0. 01	N - SITU	9	25. 03	4. 35	F	- 2. 24	8. 07	0. 05	- 3. 26	1. 45	- 6. 61	0. 08
				环刀	3	30. 32	5. 20	T	- 0. 53	8. 00	0. 61	- 1. 09	2. 03	- 5. 77	3. 60
				N - SITU	7	31. 41	1. 59	F	- 0. 35	2. 16	0. 75	- 1. 09	3. 06	- 13. 36	11. 19
				20~ 40	0. 53	0. 49	环刀	3	30. 49	3. 20	T	- 0. 18	8. 00	0. 86	- 0. 46
				N - SITU	7	30. 9	53. 95	F	- 0. 19	4. 79	0. 85	- 0. 46	2. 37	- 6. 64	5. 72

LeveneF 方差相等检验 (表 6) 的阔叶林、混交林、针叶林和禾草荒地表层土壤田间持水量的 F 相伴概率分别为  $Sig. = 0. 65$   $Sig. = 0. 08$   $Sig. = 0. 63$   $Sig. = 0. 83$  下层分别为  $Sig. = 0. 65$   $Sig. = 0. 60$   $Sig. = 0. 65$   $Sig. = 0. 32$  均大于  $\alpha = 0. 05$  不能拒绝方差相等的假设。而方差相等时 T 检验 (表 6) 的结果表明: 土壤田间持水量测定值间的表层统计量分别为  $|t_0| = 0. 48 < t_{0(12)} = 1. 78$   $|t_0| = 1. 44 < t_{0(16)} = 1. 75$   $|t_0| = 0. 22 < t_{0(14)} = 1. 76$   $|t_0| = 1. 94 < t_{0(16)} = 2. 12$  相伴概率分别为  $Sig. = 0. 64$   $Sig. = 0. 17 > \alpha = 0. 10$   $Sig. = 0. 83 > \alpha = 0. 10$   $Sig. = 0. 07 > \alpha = 0. 05$  下层统计量分别为  $|t_0| = 0. 48 < t_{0(12)} = 1. 78$   $|t_0| = 1. 08 < t_{0(17)} = 1. 74$   $|t_0| = 1. 01 < t_{0(16)} = 1. 75$   $|t_0| = 1. 42 < t_{0(17)} = 1. 74$  相伴概率分别为  $Sig. = 0. 64 > \alpha = 0. 10$   $Sig. = 0. 29 > \alpha = 0. 10$   $Sig. = 0. 33 > \alpha = 0. 10$   $Sig. = 0. 17 > \alpha = 0. 10$ 。

上述 F 方差相等检验表明两法土壤毛管水、土壤饱和水和田间持水量测定值均不能拒绝方差相等的假设, 不存在显著差异。方差相等时 T 检验的结果均大于显著性水平  $\alpha = 0. 10$  不能拒绝 T 检验的零假设, 表明两法土壤毛管水、土壤饱和水和土壤田间持水量的平均测定值不存在一般差异。另外, 分析两法均值差的 95% 置信区间, 可知阔叶林、混交林、针叶林和禾草荒地土壤毛管水、土壤饱和水和土

壤田间持水量的 95% 置信区间均跨 0, 这也说明两种方法测定的土壤水分常数均值间无显著差异, 这一分析结果表明 N-SITU 原状取土管可用于土壤毛管水、饱和水和田间持水量的研究。

2.2.3 两法测定土壤渗透性的差异性分析

运用两独立样本 T 检验, 对 4 种利用类型土壤表层和下层的初渗系数 N-SITU 原状取土管与环刀法测定值进行均值比较和 T-检验 (表 7)。结果表明: LeveneF 方差相等检验的阔叶林土壤初渗系数 F 的相伴概率  $Sig. = 0. 11$ ; 混交林表层土壤初渗系数 F 的相伴概率  $Sig. = 0. 62$  下层  $Sig. = 0. 07$ ; 针叶林表层土壤初渗系数 F 的相伴概率  $Sig. = 0. 09$  下层  $Sig. = 0. 15$  禾草荒地表层土壤初渗系数 F 的相伴概率  $Sig. = 0. 97$  下层  $Sig. = 0. 90$  其土壤初渗系数 N-SITU 原状取土管与环刀法测定值间 F 的相伴概率  $Sig.$  均大于显著性水平  $\alpha = 0. 05$  不能拒绝方差相等的假设, 两法土壤初渗系数测定值的方差无显著差异。而方差相等时 T 检验的结果表明: 阔叶林、混交林、针叶林和禾草荒地的相伴概率均大于显著性水平  $\alpha = 0. 10$  不能拒绝 T 检验的零假设, 即两法土壤初渗系数的平均测定值不存在一般差异。另外, 两法均值差的 95% 置信区间均跨 0, 这也说明两种方法测定的土壤初渗系数均值间无显著差异和一般差异。

表 6 N-SIFU 原状取土管与环刀法测定土壤田间持水量的方差分析

Table 6 Analysis of variance for field water capacity between N-SIFU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 ( cm ) Soil layer	F方差相等检验 levenes Test for equality of variances		方法 Methods	数量 No	均值 Mean ( % )	标准差 Std	T均值相等检验 t-test for equality of means							
		F	Sig					E V A	t	自由度 df	相伴 概率 Sig ( 2- t )	均差 Mean	标准 误差 Std error	95% 置信期间 95% confidence interval of the difference	
BF	0~ 40	0. 22	0. 65	环刀	4	58. 33	9. 60	T	- 0. 48	12. 00	0. 64	- 3. 20	6. 68	- 17. 75	11. 34
				N-SITU	10	61. 53	11. 79	F	- 0. 53	6. 88	0. 61	- 3. 20	6. 08	- 17. 63	11. 22
MF	0~ 20	3. 45	0. 08	环刀	6	33. 22	1. 55	T	1. 44	16. 00	0. 17	2. 07	1. 43	- 0. 96	5. 10
				N-SITU	12	31. 15	3. 29	F	1. 81	16. 00	0. 09	2. 07	1. 14	- 0. 35	4. 48
	20~ 40	0. 29	0. 60	环刀	4	23. 02	1. 61	T	- 1. 08	17. 00	0. 29	- 1. 11	1. 03	- 3. 29	1. 06
				N-SITU	15	24. 14	1. 87	F	- 1. 19	5. 40	0. 29	- 1. 11	0. 94	- 3. 48	1. 25
PCF	0~ 20	0. 24	0. 63	环刀	5	27. 44	2. 87	T	- 0. 22	14. 00	0. 83	- 0. 56	2. 60	- 6. 14	5. 02
				N-SITU	11	28. 00	5. 41	F	- 0. 27	13. 39	0. 79	- 0. 56	2. 08	- 5. 03	3. 91
	20~ 40	0. 22	0. 65	环刀	5	22. 12	1. 57	T	1. 01	16. 00	0. 33	0. 78	0. 77	- 0. 85	2. 41
				N-SITU	13	21. 34	1. 42	F	0. 96	6. 68	0. 37	0. 78	0. 81	- 1. 15	2. 70
WL	0~ 20	0. 05	0. 83	环刀	6	26. 69	2. 44	T	- 1. 94	16. 00	0. 07	- 2. 17	1. 12	- 4. 53	0. 20
				N-SITU	12	28. 85	2. 14	F	- 1. 85	8. 97	0. 10	- 2. 17	1. 17	- 4. 82	0. 49
	20~ 40	1. 04	0. 32	环刀	6	26. 88	1. 55	T	- 1. 42	17. 00	0. 17	- 1. 93	1. 36	- 4. 81	0. 94
				N-SITU	13	28. 82	3. 13	F	- 1. 80	16. 78	0. 09	- 1. 93	1. 07	- 4. 20	0. 33

表 7 环刀法与 N-SIFU 原状取土管法测定土壤初渗系数的方差分析

Table 7 Analysis of variance for soil primary permeability coefficient between N-SIFU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 ( cm ) Soil layer	F方差相等检验 levenes Test for equality of variances		方法 Methods	数量 No	均值 Mean ( % )	标准差 Std	T均值相等检验 t-test for equality of means							
		F	Sig					E V A	t	自由度 df	相伴 概率 Sig ( 2- t )	均差 Mean	标准 误差 Std error	95% 置信期间 95% confidence interval of the difference	
BF	0~ 40	3. 10	0. 11	环刀	4	3. 73	0. 32	T	- 0. 24	9. 00	0. 81	- 0. 13	0. 54	- 1. 35	1. 09
				N-SIFU	7	3. 86	1. 03	F	- 0. 31	7. 75	0. 76	- 0. 13	0. 42	- 1. 11	0. 84
PCF	0~ 20	3. 44	0. 09	环刀	10	2. 41	0. 70	T	1. 27	12. 00	0. 23	0. 48	0. 38	- 0. 34	1. 29
				N-SIFU	4	1. 94	0. 35	F	1. 69	11. 0	40. 12	0. 48	0. 28	- 0. 14	1. 10
	20~ 40	2. 50	0. 15	环刀	4	0. 12	0. 01	T	0. 92	9. 00	0. 38	0. 03	0. 03	- 0. 05	0. 11
				N-SIFU	7	0. 08	0. 07	F	1. 24	6. 15	0. 26	0. 03	0. 02	- 0. 03	0. 09
MF	0~ 20	0. 26	0. 62	环刀	9	3. 59	1. 68	T	0. 38	15. 00	0. 71	0. 37	0. 99	- 1. 73	2. 47
				N-SIFU	8	3. 22	2. 37	F	0. 37	12. 47	0. 72	0. 37	1. 01	- 1. 86	2. 55
	20~ 40	4. 23	0. 07	环刀	5	0. 34	0. 08	T	- 1. 67	10. 00	0. 12	- 0. 19	0. 12	- 0. 45	0. 06
				N-SIFU	7	0. 54	0. 25	F	- 1. 93	7. 80	0. 09	- 0. 19	0. 10	- 0. 43	0. 04
WL	0~ 20	0. 00	0. 97	环刀	5	0. 78	0. 25	T	- 0. 26	21. 00	0. 79	- 0. 04	0. 14	- 0. 33	0. 25
				N-SIFU	18	0. 82	0. 28	F	- 0. 28	6. 95	0. 79	- 0. 04	0. 13	- 0. 35	0. 27
	20~ 40	0. 02	0. 90	环刀	2	0. 14	0. 02	T	0. 53	4. 00	0. 63	0. 01	0. 02	- 0. 04	0. 05
				N-SIFU	4	0. 13	0. 02	F	0. 50	1. 86	0. 67	0. 01	0. 02	- 0. 07	0. 09

对土壤稳渗系数的 N-SIFU 原状取土管同环刀法测定值进行均值比较和 T- 检验 (表 8) 也得到相同结果, 表明土壤稳渗系数的 N-SIFU 原状取土管和环刀法测定值间无显著差异和一般差异。

2.2.4 两法测定土壤毛管孔隙度的差异性分析

运用两独立样本 T 检验, 对 4 种不同利用类型表层和下层土壤毛管孔隙度的 N-SIFU 原状取土管与环刀法测定值进行均值比较和 T- 检验 (表 9)。

表 8 N-SIIU 原状取土管与环刀法测定土壤稳渗系数的方差分析

Table 8 Analysis of variance for soil stable permeability coefficient between N-SIIU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 ( cm) Soil layer	F方差相等检验 levenes Test for equality of variances		方法 M ethods	数量 No	均值 M ean (% )	标准差 Std	T均值相等检验 t-test for equality of means							
		F	Sig					E V A	t	自由度 df	相伴 概率 Sig ( 2- t)	均差 M ean	标准 误差 Std error	95% 置信期间 95% con fidence interval of the difference	
BF	0~ 40	0. 01	0. 92	环刀	16	1. 217	0. 368	T	- 0. 13	40. 00	0. 90	- 0. 014	0. 113	- 0. 242	0. 214
				N - SIFU	26	1. 231	0. 347	F	- 0. 12	30. 43	0. 90	- 0. 01	40. 115	- 0. 248	0. 220
PCF	0~ 20	16. 96	0. 00	环刀	16	0. 45	00. 075	T	1. 66	22. 00	0. 11	0. 078	0. 047	- 0. 019	0. 175
				N - SIFU	8	0. 372	0. 157	F	1. 33	8. 64	0. 22	0. 078	0. 059	- 0. 056	0. 211
MF	20~ 40	2. 67	0. 11	环刀	6	0. 005	0. 002	T	- 0. 76	42. 00	0. 45	- 0. 002	0. 002	- 0. 006	0. 003
				N - SIFU	38	0. 007	0. 005	F	- 1. 26	13. 65	0. 23	- 0. 002	0. 001	- 0. 004	0. 001
	0~ 20	1. 96	0. 17	环刀	12	0. 657	0. 303	T	- 1. 45	25. 00	0. 16	- 0. 192	0. 132	- 0. 464	0. 081
				N - SIFU	15	0. 849	0. 369	F	- 1. 48	24. 97	0. 15	- 0. 192	0. 129	- 0. 458	0. 075
	20~ 40	3. 81	0. 07	环刀	9	0. 129	0. 037	T	- 1. 34	13. 00	0. 20	- 0. 024	0. 018	- 0. 062	0. 015
				N - SIFU	6	0. 152	0. 029	F	- 1. 41	12. 55	0. 18	- 0. 024	0. 017	- 0. 060	0. 013
0. 008	0. 022	- 0. 040	0. 057	WL	0~ 20	3. 88	0. 08	环刀	4	0. 085	0. 005	T	0. 38	10. 00	0. 71
				N - SIFU	8	0. 077	0. 042	F	0. 54	7. 41	0. 60	0. 008	0. 015	- 0. 027	0. 044
	20~ 40	12. 65	0. 00	环刀	3	0. 001	0. 001	T	- 0. 81	16. 00	0. 43	- 0. 001	0. 001	- 0. 002	0. 001
				N - SIFU	15	0. 002	0. 001	F	- 1. 521	1. 28	0. 16	- 0. 001	0. 001	- 0. 001	0. 000

表 9 N-SIIU 原状取土管与环刀法测定土壤毛管空隙度的方差分析

Table 9 Analysis of variance for soil capillary porosity between N-SIIU metal tube and cutting ring

利用类型 Utilization types	土层 ( cm) Soil layer	F方差相等检验 levenes Test for equality of variances		方法 M ethods	数量 No	均值 M ean (% )	标准差 Std	T均值相等检验 t- test for equality of means							
		F	Sig					E V A	t	自由度 df	相伴 概率 Sig ( 2- t)	均差 M ean	标准 误差 Std error	95% 置信期间 95% con fidence interval of the d ifferen ce	
BF	0~ 40	0. 13	0. 73	环刀	2	45. 39	1. 86	T	0. 92	8. 00	0. 38	1. 90	2. 06	- 2. 86	6. 65
PCF	0~ 20	0. 41	0. 54	N - SIFU	8	43. 49	2. 70	F	1. 17	2. 24	0. 35	1. 90	1. 62	- 4. 42	8. 21
				环刀	3	35. 67	4. 68	T	0. 91	9. 00	0. 38	2. 33	2. 55	- 3. 43	8. 09
				N - SIFU	8	33. 34	3. 46	F	0. 79	2. 87	0. 49	2. 33	2. 97	- 7. 35	12. 02
				环刀	3	33. 39	2. 70	T	0. 15	11. 00	0. 88	0. 18	1. 22	- 2. 50	2. 86
MF	0~ 20	3. 67	0. 09	N - SIFU	10	33. 21	1. 60	F	0. 11	2. 44	0. 92	0. 18	1. 64	- 5. 78	6. 14
				环刀	3	41. 21	1. 66	T	1. 39	8. 00	0. 20	3. 80	2. 74	- 2. 52	10. 11
				N - SIFU	7	37. 41	4. 48	F	1. 95	8. 00	0. 09	3. 80	1. 95	- 0. 69	8. 28
				环刀	3	35. 56	0. 88	T	1. 25	8. 00	0. 25	0. 95	0. 76	- 0. 80	2. 70
WL	0~ 20	0. 17	0. 69	N - SIFU	7	34. 61	1. 16	F	1. 41	5. 12	0. 22	0. 95	0. 67	- 0. 77	2. 67
				环刀	3	38. 41	2. 08	T	- 0. 17	10. 00	0. 87	- 0. 21	1. 24	- 2. 98	2. 56
				N - SIFU	9	38. 6	21. 80	F	- 0. 16	3. 08	0. 88	- 0. 21	1. 35	- 4. 43	4. 01
				环刀	2	37. 68	1. 02	T	- 0. 91	4. 00	0. 41	- 1. 22	1. 33	- 4. 92	2. 49
				N - SIFU	4	38. 89	1. 68	F	- 1. 10	3. 44	0. 34	- 1. 22	1. 11	- 4. 50	2. 06

由表 9 可知: LeveneF 方差相等检验的阔叶林土壤毛管空隙度 F 的相伴概率  $Sig. = 0.73$ , 混交林表层  $Sig. = 0.09$ , 下层  $Sig. = 0.89$ , 针叶林表层  $Sig. = 0.54$ , 下层  $Sig. = 0.32$ , 禾草荒地表层  $Sig. = 0.69$ , 下层  $Sig. = 0.32$  均大于显著性水平  $\alpha = 0.05$ , 不能拒绝方差相等的假设, 两法土壤毛管孔隙度测定值的方差无显著差异。而方差相等时 T 检验的结果表

明: 阔叶林土壤毛管空隙度测定值间的统计量  $|t_0| = 0.92 < t_{0(8)} = 1.86$ ,  $Sig. = 0.38$ , 95% 置信期间  $[-2.86, 6.65]$ , 混交林土壤毛管空隙度测定值间的表层统计量  $|t_0| = 1.39 < t_{0(8)} = 1.86$ ,  $Sig. = 0.09 > \alpha = 0.05$ , 95% 置信期间  $[-0.69, 8.28]$ , 下层  $|t_0| = 1.25 < t_{0(8)} = 1.86$ ,  $Sig. = 0.25$ , 95% 置信期间  $[-0.80, 2.70]$ ; 针叶林表层统计量  $|t_0| =$

$0.91 < t_{0.10(9)} = 1.83$   $Sig. = 0.38$  95% 置信期间  $[-3.43, 8.09]$ ; 下层统计量  $|t_0| = 0.15 < t_{0.10(11)} = 1.80$   $Sig. = 0.88$  95% 置信期间  $[-2.50, 2.86]$ ; 禾草荒地表层统计量  $|t_0| = 0.17 < t_{0.10(10)} = 1.81$   $Sig. = 0.87$  95% 置信期间  $[-2.98, 2.56]$ ; 下层统计量  $|t_0| = 0.91 < t_{0.10(4)} = 2.13$   $Sig. = 0.41$  95% 置信期间  $[-4.92, 2.49]$ 。可知方差相等时  $T$  检验结果的相伴概率均大于显著性水平  $\alpha = 0.10$  不能拒绝  $T$  检验的零假设, 即两法土壤毛管孔隙度的平均测定值不存在一般差异。两法均值差的 95% 置信区间均跨 0 也说明两种方法测定土壤毛管孔隙度均值间无显著差异。

### 3 结论与讨论

1 N-SIU 原状取土管和环刀测定值间的相关性分析表明了 4 种不同利用类型土壤容重、毛管孔隙度、饱和水、毛管水、田间持水量、初渗系数、稳渗系数 7 项土壤物理指标的两法测定值间极显著相关 ( $R = 0.9357 \sim 0.9958$ )。差异性分析表明了 7 项土壤物理指标测定值间  $F$  方差相等检验的相伴概率  $Sig.$  均大于显著性水平  $\alpha = 0.05$  不能拒绝方差相等的假设, 两法测定值的方差无显著差异。而方差相等时  $T$  检验结果的相伴概率均大于显著性水平  $\alpha = 0.10$  不能拒绝  $T$  检验的零假设, 即两法平均测定值不存在一般差异, 同时, 两法均值差的 95% 置信区间均跨 0 说明两种方法测定均值间无显著差异。

2 N-SIU 原状取土管在山地土壤物理性质研究中的结果表明了阔叶林破坏后, 混交林土壤较阔叶林土壤容重有所增加, 毛管孔隙、土壤渗透性、持水量仍能维持较好水平, 但完全为云南松所替代的针叶林土壤和禾草荒地土壤, 不仅土壤容重值明显增加, 孔隙比例改变, 而且土壤渗透性变差、持水量下降, 出现一系列土壤物理性质退化现象, 尤以禾草荒地土壤退化较为严重。有植被覆盖的次生混交林和针叶林土壤表层 7 项物理指标明显好于下层, 而失去植被的禾草荒地土壤上下层没有明显差异, 表明了森林环境和植被对表层土壤物理性质的维持作用。

3 上述研究结果表明 N-SIU 原状取土管同环刀一样有效, 完全可用于土壤物理性质的研究, 尤其在土层浅薄, 土壤紧实和粗骨土的山地土壤物理

性质研究中, 显示出较环刀更为明显的优越性, 可以获得较为完整的原状土, 避免测定结果的误差, 在山地土壤物理退化研究中有广阔前景。

### 参考文献 (References)

- [1] Zhao Qiguo Medianism, Temporal-spatial Changes and Controlling Countermeasures of Soil Degradation in Hilly Red Soil Region of Southeastern China [M]. Beijing: Science Press, 2002: 3 [赵其国. 中国东部红壤地区土壤退化的时空变化、机理及调控 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 3]
- [2] Lal R and Stewart B A. Soil degradation: a globe threat [J]. *Advancal Agronomy*, 1989: 362~ 367
- [3] Zhang Tao lin and Wang Xingxiang Development and orientation of research work on soil degradation [J]. *Journal of Natural Resources*, 2000, 15(3): 280~ 284 [张桃林, 王兴祥. 土壤退化研究的进展与趋向 [J]. 自然资源学报, 2000, 15(3): 280~ 284]
- [4] Lal R, Blum W H, Valentin e C, et al. Methods for assessment of soil degradation [C]. USA: LLC, 1998: 17~ 30
- [5] Aneksam phant C, Charoenchan ratcheep C, Veerasilp T, et al. Conference report of 2<sup>nd</sup> international conference on land degradation [R]. Bangkok: DLD, 1999: 15~ 33
- [6] Ra ison R J, Connell M J and Khanna P K. Methodology for studying fluxes of soil minerals- N in situ [J]. *Soil Biol Biochem*, 1987, 19(5): 521~ 530
- [7] Tian Kun, Chen Baokun, Bei Rongta et al. Application of in-situ Technique to Study N Fluxes on Degraded Soils [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(9): 1937~ 1943 [田昆, 陈宝昆, 贝荣塔等. In-situ 方法在研究退化土壤氮库时空变化中的应用. 生态学报, 2003, 23(9): 1937~ 1943]
- [8] Tian Kun, Chang Fengli, Mo Jianfeng et al. Application of in-situ technique at field to study the N dynamic of soils [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2004, 10(2): 143~ 147 [田昆, 常凤来, 莫剑锋等. 原状土就地培养取样法定位研究田间土壤氮动态变化 [J]. 植物营养与肥科学报, 2004, 10(2): 143~ 147]
- [9] Tian Kun, Mo Jianfeng, Chang Fengli et al. The soil fertility status under different soil utilization types in hilly area of Lancang River upstream. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(1): 87~ 91 [田昆, 莫剑锋, 陆梅, 等. 澜沧江上游山地典型区不同利用方式的土壤肥力性状 [J]. 山地学报, 2004, 22(1): 87~ 91]
- [10] Nanjing Institute of Soil Science Chinese Academy of Sciences Analysis of Soil Physical-chemical Properties [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1987: 62~ 93, 132~ 135 [中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析 [M]. 上海: 科学技术出版社, 1987: 62~ 93, 132~ 135]
- [11] Liu Guangsong Soil Physical and Chemical Analysis Description of Soil Profiles [M]. Beijing: Standards Press of China, 1996: 31~ 37 [刘公崧. 土壤理化分析与剖面描述 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 31~ 37]



# Application of N-SIU Metal Tube to Study Soil Physical Characteristics in Hilly Area

TIAN Kun<sup>1</sup>, MO Jianfeng<sup>2</sup>, CHANG Fenglai<sup>1</sup>, LU Mei<sup>1</sup>, LIN ingyun<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Department of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry College, Yunnan Kunming 650224, China;

<sup>2</sup> Guangxi Forestry Inventory and Planning Institute, Guangxi Nanning 530011, China)

**Abstract** Linked with sequential soil coring and N-SIU exposure of largely undisturbed soil columns confined within metal tube for studying soil nutrients in field conditions, we studied soil physical characteristics such as soil bulk density, soil capillary porosity, soil capillary water, field water capacity, saturated water, primary permeability coefficient and stable permeability coefficient on degraded ecosystem under human disturbances in the hilly area of Mekong River upstream by comparing with the data of cutting rings. And analyzed the dependence and difference of values measured from both N-SIU metal tubes and cutting rings. The results show that there is no significantly difference within the measured values between N-SIU metal tube and cutting rings. By correlation analysis we know the correlation coefficient  $R = 0.9375 \sim 0.9958 > F_{0.01(14)} = 0.6226$  showing that two methods are with significantly correlations. By Levene F test for equality of variance, we know  $\text{Sig.} > \alpha = 0.05$ . By t-test for equality of means at the equal variance assumed = T, we know  $\text{Sig.} > \alpha = 0.10$  and 95% confidence interval of the difference crosses zero. The measured data of two methods both indicate that the soil physical property is degraded and the wasteland is severely as the value of soil bulk density increased, the soil porosity and the soil permeability and water holding capacity declined after broad leaved forest destroyed. 7 indexes of soil physical properties of surface soil with vegetation are better than that of deep soil, which shows that the effective of vegetation and forest ecosystem onto the surface soil properties. These results show obviously that N-SIU metal tube can be applied to study the soil physical characteristics as cutting ring does. Further the N-SIU metal tube is more effective than the cutting ring in the hilly area where the soil layer is shallow, soil is dense and fragmental. This method not only causes fewer disturbances to soil natural process but also achieves intact soil samples for preventing from measurement error, which would be very useful in the research of soil physical degradation in the hilly area.

**Key words** N-SIU metal tube; mountain soil; cutting ring; soil physical characteristics; analysis of variance