



香根草通讯

Vetiver Newsletter

第 17 卷 第 2 期

2014 年 6 月

第六届国际香根草大会将于 2015 年 5 月在越南召开

会议主题：香根草系统——实现持续发展

第六届国际香根草大会组委会热忱地邀请你出席于 2015 年 5 月 5--8 日在越南岘港召开的第六届国际香根草大会。

本届大会的主题是：香根草实现持续发展。会议目的在于促进香根草系统在全球农业、民用工程、环境（包括水和土地的改善与修复）及其它诸方面的持续发展任务。在前几次会议成功举办的基础上，本次会议希望为那些对香根草系统的应用有兴趣、有热情、或是精英人士提供有效的论坛，为从事网络、商业、专业教育的人士提供交流发展的机会。

主要会议日程安排如下：

5 月 5 日：

会议注册、布置展览和墙报

举办国际香根草编织培训班（参加该日培训的人士应提前一天到达）

欢迎晚宴，国际香根草网络赞助者泰国诗琳通公主出席。

5 月 6 日：

大会注册

开幕式

主题演讲

发放泰国国王香根草奖，由诗琳通公主发放；国际香根草网络奖由国际香根草网络发起人格雷姆肖发放

获奖者宣讲论文

特邀论文宣讲

5 月 7 日：

特邀论文宣讲

分会场发言

结束性评述及重要议题讨论

告别宴会

5 月 8 日：

野外考察访问岘港、顺化附近的香根草种植点

奖项介绍

我们很荣幸地告诉大家本次发放的泰国国王香根草奖和国际香根草网络奖将包含更多的主题与奖项。

泰国国王香根草奖

作为泰国国王 Chaipattana 基金会的负责人，诗琳通公主已经批准了总金额为 15000 美元的泰国国王香根草奖，包含 6 个奖（每个奖项 2500 美金）：

1. 杰出香根草研究奖
农业应用；非农业应用
2. 香根草系统杰出传播与应用奖
香根草系统的传播与技术转让；香根草系统应用
3. 杰出人们参与奖
农业利用与社会经济影响；减灾与环境保护

所有奖项将在大会开幕式上由诗琳通公主发放，获奖者将在大会上宣讲论文，并为他们提供出席会议的费用，包括从所在国家到达大会会场的国际旅费，以及会议期间的食宿。

国王奖申请的截止日期为 2015 年 1 月 31 日，获奖的公布日期为 2015 年 4 月 1 日，将在第六届国际香根草大会网站上发布，关于申报的具体要求请参看第六届国际香根草大会网站，包括对摘要和全文的要求，各奖项评选的标准和评选委员会，同时也可查看国际香根草网络网站 http://www.vetiver.org/THA_kingsaward1915.pdf

国际香根草网络奖

国际香根草网络将发放以下奖项：

1. 香根草的基础研究
2. 生物工程
a. 研究, b. 应用
3. 农业-水土保持
a. 研究, b. 应用
4. 被污染水体和土地的修复
a. 研究, b. 应用
5. 香根草在社区发展中的最新应用
6. 创新：包括所有新的事物、新的试验，但尚未获得广泛应用
7. 香根草冠军：该奖项将发给那些在香根草的应用上至少奋斗了 4-5 年的人士，或是在他们的国家、地区、技术领域做出了有效的杰出的贡献，或者是调研或是改进等等（不能自我提名）
8. 全球香根草冠军：该奖项旨在发放给那些在香根草系统的研究或是应用上长期做出了杰出贡献，并且已经产生了全球影响的人士，并不是每次会议都发放此奖项。不能自我提名。
此外，还在上述各奖项中挑选出以下奖金：

墙、砌石结构、斜坡台阶、斜坡改形以及使用沙包等等)的结合,形成更为有效的水土保持系统,也为常规的水土保持设施提供一种保护手段。在 Casis 试验地,常规的水土保持设施有排水系统、砖网挡土墙、由砌石结构保护的堤坝、重整阶梯斜坡等。整合生物工程香根草技术的首要目的是保护这些常规设施并使斜坡稳定下来。其手段就是栽植香根草绿篱。

在其它两个试验地(Pylône 和 Boukeni),建成的常规工程设施主要是沙包堆。沙包堆设置在河沟下部以及有水流入河沟的地点。其目的是防止侵蚀造成的河沟边壁滑坡愈演愈烈。实施基于香根草的生物工程时,直接将香根草篱栽植在沙包上。这样,香根草为沙包提供植被保护,更重要的是香根草的深扎根系可以将沙包锚定。

2011年4月,我们对上述3个试验地进行观测。结果表明,香根草以及其后发展的深扎根系,已经完全将所有斜坡稳定下来,持久保护了2008年9月修建的排水系统,将那些沙包牢牢锚定。因此,尽管降雨量很大(常常达到每天100mm或者更高),但这种结合工程系统却成功阻断了愈演愈烈的侵蚀。这是破天荒第一次。如果在水土保持工作中,没有推行基于香根草的整合方案的话,这么大的降雨量就会对常规工程项目造成程度甚高的破坏,造成更为严重的侵蚀。

1 引言

有些关于全球气候变化的出版物指出,在非洲次撒哈拉地区,有关气候变化令人信服迹象就是洪水、干旱和土壤侵蚀。在刚果共和国首都布拉柴维尔,过去十年间降水强度非常大。过大的降水造成了严重的侵蚀活动,造成巨大的财产损失,包括摧毁道路和房屋等。这种情况还将进行下去。

与此同时,为防止侵蚀灾害而用常规办法建造的工程措施却形同虚设,并无效果。事实上,这些工程设施,例如砖网结构坡壁、档土砌石墙,沙包堆等等,在洪水面前霎时土崩瓦解,极少能持久发挥功效。主要是雨水径流实在过于凶猛之故。由于建造这些常规工程实施时,未能同时栽植植物,使常规工程得不到植被的庇护,自然就经不起暴雨洪水的突袭。

Egis 国际工程与咨询公司直面难题,向负责公共工程的刚果当局提出建议,提出将包括香根草系统在内的生物工程方法与常规工程技术相整合的想法。这一建议提出了一项功效非凡的新举措,它不但可以防止布拉柴维尔愈演愈烈的水土流失,还可以保护该市现有和将来兴建的常规水土保持设施。对于这一点,国际香根草网络(TVNI)理事 Paul Truong 博士非常肯定(Truong al. 2008a)。

为了实施这一建议,我们在布拉柴维尔北部选取了三个地点(Casis、Pylône 和 Boukeni)开展试验,示范生物工程(香根草栽植)与常规工程技术(排水设施、砖网结构挡土墙、砌石结构、斜坡改形以及使用沙包堆等等)相整合的新举措。

种植香根草后,我们对上述3个试验地进行观察。观察重点为香根草的定植生长情况以及暴雨之后工程设施的损毁程度。

2 材料与方法

2.1 侵蚀地点

试验观测的3个地方都在布拉柴维尔北部。这些地点侵蚀灾害对公共设施以及私人居住区的威胁严重程度均已知。在 Pylône,侵蚀已对布拉柴维尔与刚果共和国北部地区的中压输电网的电力塔造成威胁。所以,如何阻断这一谷地的侵蚀活动,已是迫在眉睫的议题。在 Boukeni 的 Mongali 居民区,有300家庭的住房被侵蚀夷为平地。Casis 发生的侵蚀破坏最为严重:上千房屋被侵蚀摧毁,侵蚀的谷地不断扩展,已经扩展到离 NR2 国道不到2英里的地方。而这条国道是首都布拉柴维尔和该国北部地区相连接的唯一通道。

地质地貌情况:所选的3个地点彼此之间相距不足3千米,都处在一片包含首都布拉柴维尔在内的小型高原的边缘地区。该小型高原是刚果河岸上一片更大的 Batékés 高原的一部分。Batékés 高原相当辽阔,一些地区的海拔高度达700m。高原上的深深的水道将其分割成若干小高原,而水道的流向则平行于高原的走向。该地区地层的下层为泻湖相的粘土层,化石丰富。在每一地层里,最常见的物质是由细质白长石形成的“Makélékélé 平板”。地层上部有非常柔软的白色砂岩组成,其中夹杂黄白色的稍硬砂岩。下面图1所示是布拉柴维尔从2008年到2011年5月的月均降雨量(ANAC, 2008, 2009, 2010 和 2011)。

图1显示的是研究地区的月均降雨量。这些资料并没有反映每次降雨中可以引发侵蚀活动的降雨强度。因此,我们在表1中,列出了每年的降雨次数以及按每次降雨量(以毫米mm表示)分级计的降雨次数。

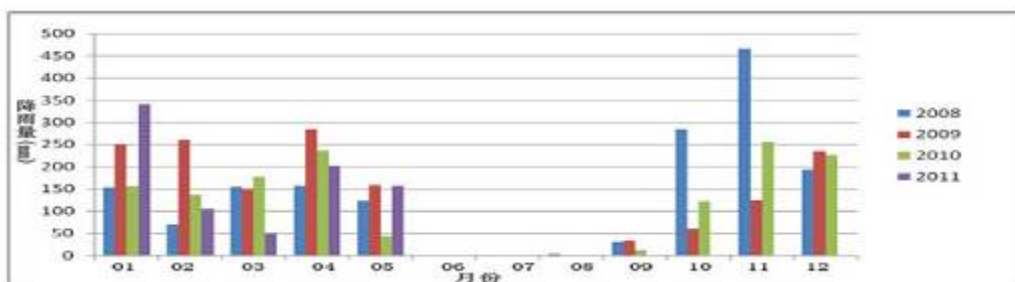


图1 月降雨量(从2008年至2011年5月)

表 1 每年降雨次数及按降雨强度分级的次数

每次降雨的降雨量级别	小于 30	30-50	大于 50
2009	94	12	7
2010	71	9	8
2011 (至 5 月份)	33	8	3
总计	198	29	18

*按降雨强度 (mm/次) 分级的每年降雨次数

有一个重要问题应当注意：根据我们的观察，一场日降雨量在 30 mm 以下的降雨，如果其全天都下个不停，则仍可以造成低度的侵蚀。此外，对于某一看来只能造成轻微侵蚀的降雨强度来说，如果这样的级别降雨连续下个两三天，或者这样级别的雨集中在两三个钟头内降下，在某些地方有可能会造成严重的水土流失。因为在这些情形里，往往土壤水饱和度很高，径流量增大，侵蚀力也会大大增强。

2.2 植物材料

本试验所用的植物材料叫香根草 (*Chrysopogon zizanioides*, 以前也称 *Vetiveria zizanioides*)。2004 年 2 月，在 USAID/DRC (美国国际援助署/ 刚果民主共和国) 的支持下，国际香根草网络在刚果民主共和国金萨沙主持举办了一次培训班。培训班行将结束时，一些社区联合体建立了一些香根草苗圃。这次所用的香根草种苗，就是这些苗圃提供的。香根草在刚果由来已久。从 1960 年代起，沿刚果河就有人种植香根草。那些时候，香根草用来围圈土地，保护鱼塘堤围及稻田地埂。

香根草是多年生禾本科黍亚科草类植物。香根草是印度北部的土生植物。与其它植物相比，香根草防治水土流失的物种品质更为优越。香根草的根系垂直下扎，致密而极长，可以深扎至 3 至 4m 的土壤深处。这些特点有助于水土保持 (Truong, 2000, Rachmeler, 2003)。

香根草的茎秆挺拔直立，所以当香根草紧靠一起栽植时，就会形成紧密而厚实的绿篱。绿篱可以抵御强风和飞沙，而且可以像滤网一样，将径流带来的土壤或其他泥沙颗粒拦截下来。绿篱还可以将地表径流分散，降低其流速，促进水分在土壤中下渗 (National Research Council, 1993, Julliard et al, 2001; 及 Truong, 2004)。香根草可以适应各种气候条件，在阳光充足的地方生长尤佳。而在遮荫的条件下生长显得缓慢。

香根草在二三月份时栽植。在栽植之前，先将丛状的香根草束掰成一棵棵草苗。此时，将香根草苗的根剪去一段，将其枝叶也切去一部分，使苗长为 10 cm 至 20 cm。这样做的目的，既方便栽植，也会使草苗比较壮实，利于返青成活。随后，将香根草苗栽植在挖成的垄沟里。为了提高土壤肥力，垄沟底部预先铺上表土或腐殖土，这样可以促进被修剪的香根草栽在贫瘠土壤后的成活率。香根草成长为一道道绿篱，沿着斜坡或坝体的等高线成行展开。香根草行中，每丛有两三根种苗，丛间距离为 10-15 cm，每延长 1 m 有 20-30 根香根草苗。香根草行距是香根草绿篱着生地坡度的函数。经验法则是这样的：斜坡面每提高 1 到 1.5 m 的话，就得增加一行香根草绿篱。所以，在一片坡度为 30-45° 的斜坡上，香根草绿篱的行距应为 1- 1.5m 左右。

施肥可以促使香根草快速生长。施用 NPK 17-17-17 或 15-15-15 与 46% 尿素混合化肥，施用两次。香根草栽后 90 天施用第一次，此后的 4 到 5 个月施用第二次。在栽植后第一周内，如果没有下雨的话，得用水浇灌香根草。这一点对降低新栽香根草种苗的死亡率尤为重要。在干旱季节，无论是栽植或者浇灌最好暂停。在这个季节进行栽植并且浇灌的话，无论工作量或者经济负担都吃不消。

2.3 地面覆盖率的确定

天然大草原博物馆 (2005) 提出具体植物种地表覆盖率的概念，即某一植物种所覆盖的地表面积。为了确定香根草在斜坡或路基堤坝的具体覆盖率，随机选取 20 个面积各为 2 平方米的样地，并将各样地当作所在观测点的采样单元。覆盖率用面积百分比来表示。香根草具体覆盖率就是香根草生物质在样地 (2m²) 地表所占用的面积百分比。具体覆盖率是直接依据每一样地的观测结果基础上估算出来的。从香根草初植开始，直到 2011 年 5 月，观察每三个月进行一次。到最后一次观测时，地面已经完全被覆盖，已经不可能看到地面光板地，就是说覆盖率已经达到其最大值。

2.4 雨季灾害的观测

要确定因侵蚀而造成土壤流失程度，方法有好几种。在这些方法中，万用土壤流失方程 (UESL) 最为人熟知。不过，Zaher (2011) 指出，使用哪一种方法取决于任务的目的以及手头上所掌握的技术资源。在我们的试验中，我们缺乏定量确定因溅蚀造成的土壤流失的科学手段。因此，我们的数据仅限于观察结果。我们在受香根草绿篱保护的斜坡或路基堤坝上，观测不同降雨量或者不同降雨频率所造成的可视物理性灾害破坏，确认这些灾害的迹象及其造成的后果。每次降雨之后，我们都用如下代号将观测的灾害迹象及其分级记录下来：

- A = 没有造成坡面或路基面径流的降雨；
- B = 造成坡面或路基面径流，但没有带走地表土壤的降雨；
- C = 造成坡面或路基面径流，而且带走地表土壤的降雨；
- D = 造成过水侵蚀小沟的降雨；
- E = 造成 ≥ 1 米深冲沟的降雨。

以造成通常可见的侵蚀物理迹象和灾害迹象的降雨频率为基准，我们认为 30mm 或以上的降雨是可以造成可见侵蚀灾害的阈值。在这一试验中，我们就采用这一阈值。

3 结果与讨论

3.1 植被覆盖

表 2 显示了每一试验地点的植被覆盖率 (%) 的演变情况。从香根草栽植伊始到 2011 年 5 月份，每 3 个月采样观测一次覆盖率。这些数值是每一地点所有采样地的季度平均值。

表 2 三个试验地点路基和斜坡植被覆盖率 (%) 演变

地点	第一年 (2009)				第二年 (2010)				第三年 (2011)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Casis	0	0	0	2	20	60	60	90	100	100	-	-
Boukeni	2	30	30	100	100	100	100	100	100	100	-	-
Pylône	0	10	10	40	60	70	70	80	100	100	-	-

从表 2 可见，从栽植香根草的第一年即 2009 年第一季度开始，到第三年即 2011 年的第二季度为止，所有 3 个试验地的路基和斜坡的植被覆盖率均由零明显提高，最终提高到 100%。在 Boukeni，植被覆盖率提高得最快，从栽植香根草的第一年即 2009 年第一季度的 2% 开始，到同年年底，即第四季度，路基和斜坡的植被覆盖率就已提高到 100%。

这种演变情况在下面的照片 2, 3 和 4 都可以看出来。



照片 1: (自左向右) Boukeni 侵蚀沟未种植香根草、未堆砌沙包前的原貌。

照片 2: 在 Boukeni 试验地上放置装有表土的沙包，并栽植香根草(2009 年 2 月)。

照片 3: Boukeni 试验地: 将香根草直接栽植在装有表土的沙包上之后的 2 个月(2009 年 4 月)。

照片 4: 栽植香根草 10 个月之后的 Boukeni 香根草覆盖状态(2009 年 11 月)。

在 Boukeni 试验地，香根草的发育比其它两个试验地的香根草都要迅速。究其原因，一是 Boukeni 试验地的香根草栽植时间早，在 2009 年第一季度中段栽植，而 Pylône 试验地的在第二季度，Casis 在第四季度才栽植；二是 Boukeni 试验地的香根草是直接栽植在装有表土的沙包上，而其它两个地方则没有这样做。此外，Boukeni 的居民习惯将垃圾丢弃在试验沟壑里，垃圾分解后，成为优质腐殖质，土壤有机质含量增加，香根草长得就好。反观 Casis 和 Pylône 两地，土壤有机质含量少了一大截。土壤有机质和氮素含量丰富的确有利于香根草迅速发育成长(Ndona et al., 2006, Ndona, 2009)。

话又说回来，尽管 Casis 和 Pylône 两地的土壤质量差劲，但 Casis 的香根草覆盖依然在 2010 年第一季度到 2011 年第一季度之间达到 100% (照片 5, 6 和 7)；而 Pylône 的香根草覆盖则于 2009 年第四季度到 2011 年第一季度之间达到 100%。应当指出，Casis 和 Pylône 两地的香根草都曾经施肥，即施用 NPK 17-17-17 以及尿素 (46% N)。这就进一步证实，Ndona et al. (2006) 和 Ndona, (2009) 所提的建议是正确的。他们都认为，对于肥力低下的土壤而言，施肥具有正面效应。香根草对施肥的处理响应良好，施肥对其生物质的形成极有好处。



照片 5 (自左向右): Casis 试验地, 2009 年 11 月栽植香根草。照片 6: Casis 试验地, 2010 年 4 月, 部分地段栽植香根草 5 个月之后。照片 7: Casis 试验地, 2011 年 3 月

应当注意的是，所有试验地的香根草的长势在干季期间都会变缓。

表 2 显示了这种变缓现象。如观测的第一、第二年的第二季度晚期和第三季度早期就发生了香根草生长变缓的现象。在干季，天不下雨 (ANAC, 2008, 2009 与 2010)，水分短缺似乎影响了香根草覆盖的发展。我们在参考文献中引用了几篇外国文献，这些作者所做的工作也证实这一现象 (Truong et al. 2008a)。在我们的试验



照片 8 (自左向右): 香根草种植后 2 个月 (地点 PYion, 2009 年 6 月); 照片 9: 香根草种植后 23 个月 (地点 PYion, 2011 年 5 月)
照片 10: 排水工程紧邻地带斜坡和路基堤坝的灾害情况 (2009 年 12 月)

地中, 香根草栽植的前几个月, 由于正值第二、第三季之交的无雨干季, 所以香根草生长缓慢。这是因为此时香根草根系发育尚未完全, 在干季缺水之时亦不能利用土壤下层的水分。

3.2 3 个试验地降雨造成的灾害频数

从 2009 年开始到 2011 年 5 月, 我们对 3 个试验地连续进行 3 年监测。表 3 列举了降雨量为 30mm 或以上的每次降雨造成的灾害频数的记录。

表 3 降雨天后路基堤坝或斜坡上发生的可见灾害迹象及后果的频数

地点	时间	第一年 (2009)		第二年 (2010)		*第三年 (至 2011 年 5 月)			
		观测结果	雨量	30-50 mm	大于 50 mm	30-50 mm	大于 50 mm	30-50 mm	大于 50 mm
				(N=12)	(N=7)	(N=9)	(N=8)	(N=8)	(N=3)
Casis	A	0	0	4	2	8	3		
	B	0	0	0	3	0	0		
	C	4**	1**	3	5	0	0		
	D	4**	1**	3	2	0	0		
	E	3**	1**	1	2	0	0		
Boukeni	A	2	0	9	8	8	3		
	B	10	7	0	0	0	0		
	C	0	0	0	0	0	0		
	D	0	0	0	0	0	0		
	E	0	0	0	0	0	0		
Pylône	A	0	0	1	3	6	3		
	B	0	0	5	4	2	0		
	C	7	4	3	5	0	0		
	D	6	3	3	3	0	0		
	E	2	3	0	1	0	0		

A =没有造成坡面或路基面径流的降雨; B=造成坡面或路基面径流, 但没有带走地表土壤的降雨;

C =造成坡面或路基面径流, 而且带走地表土壤的降雨; D =造成过水侵蚀小沟的降雨; E =造成 $\geq 1m$ 深冲沟的降雨;

N = 每年降雨次数 (见表 1); *: 第三年 (2011 年) 观测数据到 5 月份止; **: 仅有 11 月和 12 月的观测数据。

因为在 Casis 试验地, 香根草在当年 11 月初才栽种。表 3 的观测结果表明, 在观测的第一年 (2009) 中, 3 个试验地下了 12 次 30-50 mm 的雨和 7 次 50 mm 以上的雨。在 Casis, 我们仅关心当年 11 月开始下的雨, 因为那时此地才开始栽植香根草。根据 ANAC (2009) 的记录, 布拉柴维尔市在 2009 年 11 到 12 月份下了 4 次 30 到 50 mm 的雨和 1 次 50 mm 以上的雨。

表 3 数据显示, 全部 4 次 30-50 mm 的雨都造成径流并带走表土 (C) 并造成过水侵蚀小沟 (D)。但在 Casis 试验地, 2009 年 11 月和 12 月间的 3 到 4 次 30-50 mm 的阵雨却造成 ≥ 1 米深冲沟 (E)。在同一时间段, 只下了 1 次大于 50 mm 的雨, 但这次降雨却同时造成了三个级别的灾害 (C, D 和 E)。灾害情况可参见下面的照片 10。

这类灾害频繁发生, 而且遇雨灾害就会重现。在 Casis, 这种现象不足为怪, 因为香根草刚刚开始栽下, 正如照片 10 所示植被覆盖率几乎为零 (2%), 尚未能为当地的斜坡和路基堤坝提供有效保护。

但是, 在第二年 (2010), 降雨量 30-50mm 的雨有 9 次记录。在 Casis 试验地的观测表明, 在 9 次这样的降雨中, 有 4 次没有在斜坡或堤坝上造成径流 (A), 有 3 次则造成径流并带走表土 (C), 还造成过水侵蚀小沟 (D)。在 9 次降雨中, 仅有 1 次造成深度超过 1 米的冲沟 (E)。

同样在观测的第二年, 试验地超过 50 mm 的降雨有 8 次。两次没有在斜坡或堤坝上造成径流 (A), 3 次则造成径流但没有带走表土 (B), 有 5 次则造成径流并带走表土 (C) 而还有 2 次造成过水侵蚀小沟 (D), 跟着还造成深度超过 1 米的冲沟 (E)。

应当着重指出的是, 所有造成 C、D 和 E 级灾害的降雨 (如照片 11 和 12 所示), 都是 2010 年第一季度和第二季度之间下的。在此时段, 香根草覆盖发育尚不足。表 2 表明, 此时段试验地的植被覆盖率为 20-60%。香根草绿篱未形成浓密的植被来保护斜坡及路基堤坝不受侵蚀。Greenfield (2008) 提到, 香根草要有效地保护基

基础设施，必须形成非常浓密的绿篱才成。

此外，尽管 2010 年 12 月下了一场罕见的 96 mm 特大雨，还下了 3 场分别为 48、46 和 56 mm 的大雨 (ANAC, 2010)，但却没有发生侵蚀灾害。在 2010 年 4 月下了一场小雨便发生侵蚀的地方，12 月的几场大雨过后却安然无恙。这 4 场大雨甚至都没有造成径流引发的破坏 (见照片 13)。从表 3 所列数据也可以发现并没有发生侵蚀灾害。这些都归功于自 2010 年第四季度末到 2011 年间此地植被覆盖的改善 (见照片 13、14)。



照片 11 (左)、12 (右): 由于香根草篱尚未长起, 坡面仍遭到侵蚀。

最令人叹为观止的观测结果出现在第三年 (2011 年) 的第一、第二季度。表 3 清楚显示, 尽管 ANAC (2011) 记录显示该时段下了 8 场 30 到 50 mm 的雨, 外加 3 场超过 50 mm 的豪雨, 但 Casis 试验地却没有发现可见的侵蚀灾害迹象。香根草绿篱根系深扎, 加上其挺拔而刚健的茎叶, 保证设施斜坡和路基堤坝处于稳定状态 (Ndona et al., 2006, Truong et al, 2008b, 2008c, Greenfield, 2008)。随着一行行的香根草绿篱发育得又浓又密, 植被覆盖率几乎达到 100% (照片 15, 16), 几场大雨也就不会形成破坏性径流。事实上, 植被可以保护土壤免受雨点的冲击 (溅蚀), 可以将径流流速变慢并分散开来, 促使水分渗透到土壤深处 (Ndona et al., 2006, Truong et al, 2008b, 2008c, Greenfield, 2008, Zaher, 2011)。



照片 13 和 14: 拍于 2011 年 5 月。拍照地点与照片 11 与 12 地点相同。香根草绿篱防止了所有侵蚀发生, 设施在超过 70mm 的豪雨冲击下亦安然无恙。

总之, 基于香根草的植被充分发育, 雨水下渗率极大提高, 就不会发生径流引起的灾害。香根草植被在水土保持方面的有效性尽显无遗 (Ndona et al., 2006, Paul Truong et al, 2008a)。

在观测第一年 (2009 年), ANAC 记录 Boukeni 当年下了 12 场 30-50 mm 的雨, 下了 7 场超过 50 mm 的雨。12 场 30 到 50 mm 的雨中, 只有 2 场没有引发径流 (A), 而有 10 场引发径流, 但没有带走表土 (B)。比较而言, 所有 7 场超过 50 mm 的雨都引发径流, 但没有带走地表物质。之所以出现这种不错的情况, 一是由于这儿的香根草种植时间较早, 二是这儿的土壤原始肥力较高, 又施用了腐殖质肥, 所以香根草覆盖发育比较迅速。到第一年第四季度末, 发育迅速的香根草绿篱形成了浓密的植被覆盖, 可以抵御任何侵蚀灾害, 使试验地稳定下来。良好地表植被可以发挥保持水土, 免除侵蚀灾害的作用。这一点已被学者一再证实 (Ndona et al. 2006, Truong et al, 2008b 和 2008c, Greenfield, 2008 以及 Zaher, 2011)。



照片 15: 2009 年 11 月, Casis 试验地正栽香根草

照片 16: 2011 年 5 月, 即 17 个月后, 在与照片 15 同一地点拍摄 Boukeni 试验地

另一方面, 堆砌沙包有助于阻止表土移动, 因此可防止因径流引发灾害。沙包之间的空隙也可以对径流加以限制, 从而促使径流水分向土壤深处渗透。此外, 几个月之后沙布袋腐烂分解时, 袋里的泥土已经被浓密而扎深的香根草根系原地固定下来。这些香根草是在堆砌沙包时栽植在沙包堆上面的。

在观测的第二、第三年中 (2010 年和 2011 年), Boukeni 的所有降雨, 无论强度是 30 到 50 mm 还是超过 50

