

好茶部落自然环境与土砂灾害之探讨^{*}

戴欣怡¹, 许中立²

(1. 屏東科技大学 坡地防灾及水资源工程研究所, 台湾 屏東 912; 2. 屏東科技大学 水土保持系, 台湾 屏東 912)

摘 要:好茶部落位处台湾屏东县北端雾台乡南侧, 紧邻高屏流域之支流隘寮南溪旁, 2005 - 2007 年接连遭逢台风暴雨使得部落周边遭受严重之崩塌、土石流与洪水等灾害。研究则以好茶部落历史灾害、环境地质、致灾情形、肇灾原因与河道蜿蜒变化。研究结果发现好茶部落周围灾害成因主要为降雨量过大、环境地质条件不佳与排水系统不良外, 原河道宽度不足与河道主深槽差异致使河道纵横向刷深扩大, 以及部落位处河阶堆积层, 住户距河道及边坡之缓冲距离不足等因素有关。又因近年之雨季降雨量均超过年平均降雨量, 致使好茶部落周边地质条件变得较为软弱, 更易发生冲蚀崩塌灾害。隘寮南溪河道变迁亦为造成好茶部落酿灾因素之一; 自集水区上游往下游运移之土砂, 不仅抬高溪床, 河道束缩段与河道蜿蜒处因洪流冲刷, 使河道变迁与影响更为显著。

关键词:台风; 土石流; 河道淤积; 环境地质

中图分类号:X171.1; P642.23

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)06-0265-06

Discussion of Natural Environment and Sediment Disasters in Houcha Tribe Area

DAI Shin-yi¹, HSU Chang-li²

(1. Graduate Institute of Disaster Prevention on Hillslopes and Water Resources Engineering, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan 912, China; 2. Department of Soil and Water Conservation, Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan 912, China)

Abstract: The Houcha tribe is located in Wutai Township, Pingtung County of south Taiwan, adjacent to Ailiaonan river of the subsidiary current Kaoping river basin. From 2005 to 2007 series of typhoons and heavy rainfall make Houcha tribe suffered serious landslide, debris flow and flood disasters. Investigate and to discuss the history of disasters, environment geology, reasons of disasters and changes of river in this research. Study found that disasters caused by the excessive rainfall, bad environmental geological conductions, adverse drainage system, narrow river cross section and different stream depth, which were made the stream deeper and serious vertical and horizontal expansion erosion. As well as this tribe located in the deposit layer by the stream side, houses close to stream bank and hillside as inadequate buffer distance of such factors. Due to near 3 years rainfall data analyzed result, the annual rainfall in rainy season more than other region of Taiwan. With the result Houcha tribe was surrounding geological conditions become more vulnerable and more susceptible to erosion or landslide disaster. The sediments were transported from watershed upstream to downstream, not only to raise the stream bed, but also to change the topography, especially in narrow and curves area due to flood erosion.

Key words: typhoon; debris flow; sediment transport; environment geology

屏东县雾台乡好茶部落自 2005 年 7 月历经海棠台风侵袭后, 地质与表土逐渐松软崩解, 又因地形位处陡峭山区, 周边山坡若遇豪雨之淋洗易导致坡面发生冲刷、裸露与崩塌等问题。至 2007 年 8 月接二连三历经台风与豪大雨之侵袭, 致使好茶部落再

次严重受创, 其中以 0809 水灾、0813 豪雨及圣帕风灾等所挟带连日豪雨为最^[1]。

然而经历这些天灾之后, 好茶部落的未来将持续面临洪水、崩塌及土石流等地质灾害的威胁, 居民人心惶惶。为避免二次灾害发生, 政府相关单位对

^{*} 收稿日期: 2009-08-16

作者简介: 戴欣怡 (1981 -), 博士生, 研究方向: 坡地防灾、土砂灾害。E-mail: daimay1008@gmail.com

通信作者: 许中立 (1963 -), 博士, 副教授, 研究方向: 崩塌地处理技术与监测系统规划、坡地工程规划、大地工程分析、土砂灾害。E-mail: clhsu@mail.npust.edu.tw

于好茶部落灾后复旧之问题甚为重视,根据屏东县雾台乡好茶村迁村纲要计划的调查,2007 年屏东县原住民部落具潜在危险初步评估有吉露、阿礼、好茶、大社与佳平等村庄,屏东县政府在同年初甫向原民会提出屏北原住民建筑用地不足或灾害因素需迁村的计划^[2];其中好茶部落为目前因灾害因素可能需面临迁村部落之一。对于是否应展开迁村计划作业,于事前应评估部落周边环境之安全性。自 1996 年发生之贺伯台风,至 2007 年 0813 豪雨与圣帕风灾,好茶村部落于十余年间历经多次的灾害对社区安全影响甚大。而 2008 年 0513 与 7 月侵台之卡玫基台风又分别将通往好茶村临时搭建便道再次予以冲毁,居民回家须涉险渡河或搭流笼来回,交通极为不便;专家学者多次会勘后,认为应审慎评估进出交通与村落的安全性问题,致使好茶村的复建工作停滞不前。因此历史灾害形成之威胁与寻求好茶部落复建方向之难题,客观合理了解灾害历史、环境地质与区域土砂特性为重要之课题。

1 研究区域与方法

1.1 试区概况

1.1.1 地理位置 好茶村位于台湾地区屏东县雾台乡西南隅,是雾台乡唯一属于隘寮南溪流域的村落,东与大武山及雾头山毗邻,西南以北大武山西北支棱与泰武乡邻接,西以隘寮溪与玛家乡排湾村相望,北则以井步山与雾台村为邻,全村地势由井步山、雾台山与北大武山向隘寮南溪溪谷低降。主要进出道路可由省道台 24 线或屏 187 县道往位于玛家乡之原住民族文化园区,经园区内道路行驶约 7 km 可至好茶部落。

1.1.2 地形与地质 好茶村平均坡度约 30.23° ,全村境内多属六级坡,然好茶部落系位于河阶地,面积约 10 hm^2 (如图 1),平均坡度约 6.72° ,属二级坡,但部落背对山群坡度为四级以上陡坡。地层与地质之分布,好茶部落地质主要为庐山层与苏砾层所组成,庐山层是出露中央山脉内中新世地层的总称,主要由灰黑色之板岩、硬页岩、千枚岩及变质砂岩所组成。然各岩段之间彼此并无上下层序关系,且由水系发育特性观之,越靠近中央山脉脊梁,显示水系发育较疏,岩性大多以变质砂岩为主。

1.2 研究方法

研究针对屏东县于 2005 - 2008 年于台风期间受创最严重的雾台乡好茶部落作为研究区域,由于本地区近期主要地质灾害仅有 2006 年 1226 恒春外海地震,最大地震规模达 6.7 级;研判对研究区域有

较确定的影响外,并搜集台湾地区工业技术研究院能源与资源研究所于 2007 年与 2005 年绘制之屏东县玛家村与好茶地区环境地质图评估探讨本研究试区过去环境地质概况。

并针对实际降雨资料统计分析了解降雨特性,更配合近年应用极为广泛之 3S (GIS、GPS、RS) 技术探讨地形变迁情形、土砂淤积对部落安全之影响等层面,以了解部落受灾情形及可能的后续影响。分析所采用之资料来源主要为亲赴现场进行勘查与专业研判记录或汇整相关单位提供之资料。此外为了解好茶部落紧邻山群之边坡稳定特性,选取曾发生崩塌与土石流灾害之边坡分析其稳定特性,以便了解好茶部落周边环境潜在危险因子^[3]。

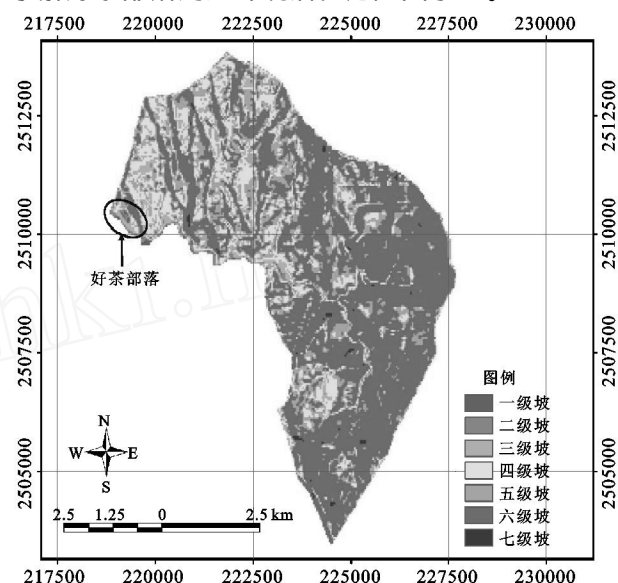


图 1 好茶村坡度分析图

2 结果与讨论

2.1 环境特性

2.1.1 灾害历史 台湾地区接连数年风灾、水灾、地震灾害与坡地土砂灾害频仍,而好茶部落北侧紧连山群,坡面之土壤易因豪雨冲刷使得土层松软,若遇连日豪大雨,雨水造成土壤过饱和且多余雨水产生表面径流问题,导致土壤严重冲刷进而演变成崩塌灾害。若能充分了解历史灾害事件,对于工程规划与政策之研拟可为重要之参考。表 1 为好茶部落周边环境近十余年发生灾害事件汇整结果^[4]。

2.1.2 降雨特性 探讨历史雨量变化情形,亦为了解未来灾害可能发生的频率与部落安全评估的要素之一。邻近好茶部落最近的雨量站为水利单位设置之新玛家雨量站,历史雨量观测资料计 33 a (1976 - 2008 年)。图 2 为新玛家雨量站 33 a 年雨量之趋势图,年平均降雨约 4 187.7 mm。前 30 a 中约有 5 a

之年降雨量会超过 5 000 mm,但 2005 年开始,年降雨量连续 4 a 超过 5 000 mm,亦有高达 8 253 mm 者,异常高出历史年平均雨量近 2 倍。影响 2005 年年降雨量异常高之原因,为 7 月降雨量达 2 630 mm

(图 3),为 33 年 7 月份月平均降雨量之 3 倍,主因为海棠台风来袭期间(2006-07-18 至 2006-07-22)连日降雨达 2 605 mm,使得好茶部落边坡变得更加脆弱。

表 1 研究区灾害历史汇整

日期	受灾情形
1996-07-31	贺伯台风带来强风豪雨,好茶村部落第一次因天灾发生严重灾情,对外之联络道路受阻,好茶桥第一次发生断桥事件,而部落内房舍部分遭土石掩埋,且有 4 人惨遭土石流活埋
2005-07-18	因海棠台风环流带来豪雨,好茶大崩塌下半部区域造成更大面积之崩塌,面积约 65 hm ² ;隘寮南溪土砂灾害因此加剧
2006-07-14	碧利斯台风来袭,好茶桥第二次发生断桥事件,联外道路多处受阻,屏东 006 潜势溪流发生土石灾害。
2007-08-09	连日之豪大雨的影响造成土层松软,坡面土石下移,河道泥砂量增加,为造成 0813 与圣帕台风灾害加剧原因之一
2007-08-13	因梧提台风挟带之西南气流连日降下豪雨造成屏东 006 潜势溪流发生土石流灾害,部落北侧坡面更发生土石漫流至部落内,南侧紧邻之隘寮南溪河水暴涨且倒灌至紧邻溪边之房舍,更使主要联络道路路基淘空、中断及河道壅塞。文化园区巴拔谷湾区发生大崩塌事件,崩塌土方量堆积高度约有 8~10 m
2007-08-16	圣帕台风侵袭,扩大好茶部落灾情
2008-05-31	适逢梅雨季节,中央气象局发布豪雨特报,连日(05-28 至 06-05)之豪大雨致使好茶村部落于隘寮南溪对外联络之好茶便道毁损
2008-07-17	卡玖基风灾挟带大量豪雨,致使 7 月初兴建完成之好茶便道遭洪水冲毁

2006 年 7 月降雨量亦达 2 486 mm,好茶部落虽于 2006 年末发生明显灾害,但单月降下之大量雨水为造成好茶部落周遭原有崩塌情形加剧之因素,致使崩塌土石大量冲刷至隘寮南溪河床,更造成好茶部落周遭土壤逐渐松滑。至 2007 年 8 月 0809 水灾、0813 豪雨与圣帕台风来袭,单 8 月降雨竟达 3 706 mm(图 4),为 33 年来 8 月份月平均雨量近 4 倍;而圣帕台风(2007-08-08 至 2007-08-16)连日降雨约 1 792 mm,以 08-13 单日降雨高达 1 000 mm 以上,更迫使好茶发生极为严重之灾害^[5]。

一般来说,当累积降雨量在 50~160 mm,日降雨量在 200 mm 以上时,即可能发生小型滑坡。当累积降雨量在 150 mm 以上,日降雨量大于 100 mm 时,随着降雨量的增加,中等规模的堆积层滑坡和破碎岩土滑坡即可能发生。当一次暴雨过程累积雨量在 200~350 mm 以上,日降雨量大于 110 mm 时就有大规模的滑坡发生^[6]。此外,陈天健、詹钱登^[7]分析七二水灾(2004-07-02)降雨量与坡地崩塌数量百分比之关系为降雨强度于 80~100 mm/h 约为 33%、累积雨量达 600~800 mm,约为 36.7%。显示累积降雨量大于 800 mm 时,极易发生崩塌灾害。

就新玛家雨量站历史雨量资料分析得知,2005 年之 07-17 至 07-22 连日累积降雨达 2 600 mm 以上,其中 07-18 日单日累积降雨量高达 1 030 mm,单小时最高降雨量可达 68 mm/h;而 2007-08-07 至

08-15 与 2008-08-17 至 08-26 连日累积降雨量均达 1 800 mm 以上,其中 08-13 日单日累积降雨量高达 1 119 mm,单小时最高降雨量可达 113 mm,08-19 日单日累积降雨量达 995 mm,单小时最高降雨量可达 94 mm,由此可推知海棠台风、0813 豪雨与圣帕台风均有足以引发边坡崩塌或土砂灾害之动力,并进而演变为灾害问题。

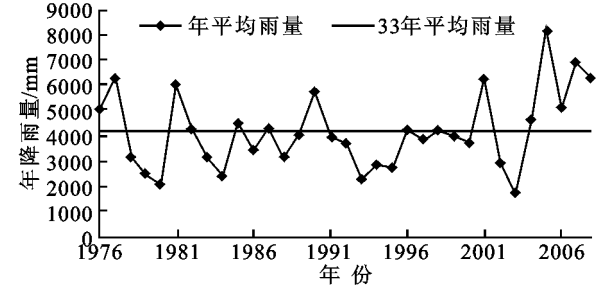


图 2 新玛家雨量站平均雨量变化趋势

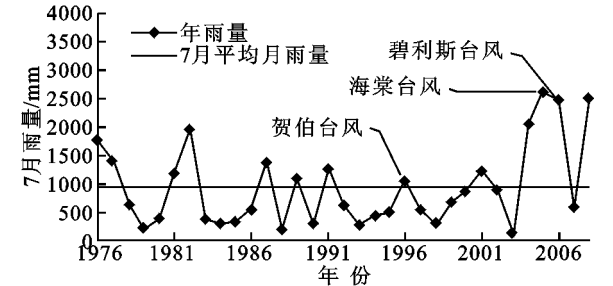


图 3 新玛家雨量站 33 年历年 7 月雨量及趋势

2.1.3 环境特性 参考台湾地区工业技术研究院能源与资源研究所于 2005 年与 2007 年绘制之屏东县玛家村地区环境地质图(F6655SH2210 - DI -

0061 图号 9518 - - 028) 与屏东县好茶地区环境地质图(F626WR2210 - DI - 0061 图号 9518 - - 029) 可知, 两图幅涵括范围之环境地质主要为中新世庐山层(MI), 系由板岩、硬页岩及变质砂岩之互层所构成; 其中好茶主要联络道路周边之环境地质以板岩及板岩与砂岩薄互层, 夹有厚层砂岩构造为主; 好茶二号桥后进入好茶部落周边环境地质则以厚层板岩, 偶夹薄至中层变质砂岩为主。而部落恰好座落于更新世之阶地堆积层(Qt), 主要由砾石、板岩岩块与岩屑、砂与土构成。

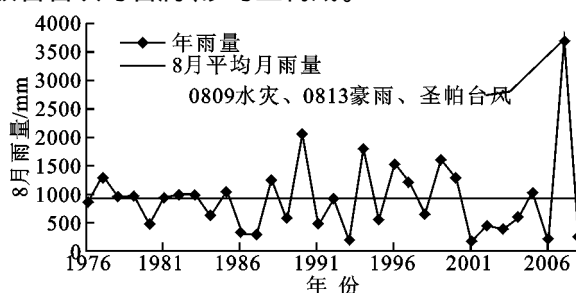


图4 新玛家雨量站 33 年历年 8 月雨量及趋势

隘寮南溪本身即有潜在河岸侵蚀, 加上降雨冲刷坡面, 致使支流坡面发生浅层崩塌与平面形滑动等地质灾害。而发生大崩塌之野溪, 亦有河岸侵蚀问题, 但发生崩塌主要原因乃为丰沛之降雨所致, 除此地质灾害类型尚包括指沟侵蚀、浅层崩塌、崩积土堆积, 经现场实地勘查大崩塌本身有持续向源侵蚀之情形。

好茶部落联外道路沿线之灾害类型, 主要为浅层崩塌与指沟侵蚀; 紧邻之隘寮南溪部分河段有河岸侵蚀问题。至好茶桥上游因河道左岸地形为凹岸有明显河岸侵蚀问题, 又经该弯道后为河道之束缩段, 土砂淤积于好茶桥上下游区域等问题。

河流侵蚀乃因流水(含地表径流)从高处往低处流, 因其流水夹带的能量足以搬动细小的砂粒, 这些砂粒常是河水侵蚀河床或两岸边坡的工具, 其对于地表有加深、加宽及加长之侵蚀作用。加深即为下切作用, 会在裸露地表形成侵蚀沟。加宽即为侧蚀作用, 例如河道中之河岸侵蚀, 为曲流发育之主力。加长则因下切作用使侵蚀基准面下降至河流向上游源头深入以取得平衡, 此种向上游延伸之作用即为向源侵蚀。发生向源侵蚀常伴有崩塌, 不断崩塌即不断地被搬运至下游地区, 最后在支流上游造成形如汤匙状的凹坡地形。而指沟侵蚀通常出现在较陡的边坡, 其延伸方向与坡向相同, 使坡面出现一条条长条状之侵蚀沟, 沟内往往有土石堆积, 侵蚀沟之上方坡面也可能会有崩塌产生。侵蚀沟通常发育于一般谷岸坡, 地貌上常呈树枝状或槽状。一般而言, 河流侵蚀虽常以缓和方式进行地貌塑造, 不易察觉其危害性, 然在豪

雨或台风降雨之即时诱发下, 常为肇生崩塌之主要祸源, 因此河流侵蚀为不可忽视之地质灾害。

好茶部落北侧坡面与好茶大崩塌地质均属崩积土, 崩积土之组织极为不规则, 其成分大者如岩块, 细则为沉泥、黏土, 甚至含有机物, 其性质变化极大且又难测定。内部构造甚为疏松, 易于透水; 但表面土层则因风化及植物之生长而显得不易于透水^[8]。崩塌过后之地形虽然坡度会变得较为缓和, 但堆积之崩积土会因蓄积之地下水使得地下水压升高, 不利于边坡之稳定; 此种地质构造边坡稳定之安全系数近于 1, 更常因豪雨而在崩积层表面产生小规模崩塌, 严重时可能整个崩积土向下崩滑。

2.1.4 地形变迁 历经多次灾害后, 环境现况亦随大自然的洗礼有明显之变迁。研究透过 2003 年航照图、2006 - 2008 年福卫二号影像, 分析隘寮南溪至隘寮溪主流段河道变迁情形, 选取 9 个断面比较不同时期之变迁。表 3 即为各河道断面不同时期河宽变迁差异, 由表可知, 2006 年以前以河道断面 3、5 及 9 之河宽差异较大; 2006 年后断面 4、8 及 9 之河幅明显变宽, 以断面 8 好茶部落凉亭旧址之河宽变迁最为明显, 变迁比率约 4 倍。显见好茶部落紧邻之隘寮南溪河段渠道宽度过于狭窄, 历经多次洪流侵蚀与淘刷作用后, 河幅明显变宽, 已胁迫好茶部落居住之河阶区域。

2.2 土砂灾害调查与分析

丰沛降雨致使好茶部落面临崩塌、土石流、坡面冲蚀与河道淤积等土砂灾害, 迫使位处河阶地之好茶部落犹如孤岛。崩塌土砂量体之推估系以崩塌地现地调查资料为基础, 结合遥测技术予以量化(图 5), 并配合现地调查以推估土砂产量; 崩塌地平均崩塌厚度由现地调查推估, 或参考国内外相关学术研究之建议值推算(表 4)。

表 5 为研究区崩塌范围与崩塌量体估算成果。而崩塌地泥砂产量则以下式计算之, 即 $V_t = D \times A_t$; 式中: V_t ——崩塌土砂体积; A_t ——崩塌地实际面积(投影面积); D ——崩塌地平均崩塌厚度。

2.3 边坡稳定分析

边坡稳定分析乃为评估一区域边坡是否具潜在危险特性之重要参考, 为了解好茶部落北侧边坡稳定特性, 本节利用 STABL 程序进行分析。由于好茶部落并未施作任何土岩力学试验及钻探调查, 因此乃搜集邻近区域之地质钻探报告, 选取适宜的土岩特性与现地调查, 推估较合理之力学参数, 提供边坡稳定分析所需。分析边坡位置如图 9 标示之 A - A 与 B - B 剖面。

表 3 隘寮南溪河道变迁量比较					m
断面/图资年别	2003 年航照	2006 年福卫	2007 年福卫	2008 年福卫	
断面 1 - 隘寮溪弯曲段 1	285	307	307	307	
断面 2 - 隘寮溪弯曲段 2	230	360	360	360	
断面 3 - 隘寮溪	208	375	390	390	
断面 4 - 隘寮北溪与南溪汇流口下	75	100	185	215	
断面 5 - 好茶桥址处	60	120	126	140	
断面 6 - 隘寮南溪河段	77	120	127	131	
断面 7 - 屏东 006 潜势溪流与隘寮南溪下游	100	141	149	152	
断面 8 - 好茶部落凉亭旧址	20	25	78	80	
断面 9 - 好茶大崩塌下游河道囊袋弯曲段	75	160	190	192	

表 4 崩塌深度估计参考					m
坡面 坡度/(°)	平均 深度 ¹	平均 深度 ²	平均 深度 ³	平均 深度 ⁴	
< 30	5	2	3.50	0.9	
30 ~ 40	4	1.5	2.75	0.9	
40 ~ 60	3	1	2.00	0.9	
> 60	2	0.5	1.25	0.9	

注 1:灾害科技研究中心;2:Khazai and Sitar (2000);3:中兴工程采用前两者平均值;4:欧阳元淳(2003) - 等值法

表 5 隘寮南溪崩塌变迁比较				
点位/类别	崩塌面积/hm ²		崩塌量体/万 m ³	
	2006	2008	2006	2008
点位 A - 狮子桥	0.00	10.78	0.00	22.48
点位 B - 主要联络道路边坡	0.56	2.24	0.20	1.50
点位 C - 屏东 006 潜势溪流	15.46	32.60	27.10	60.00
点位 D - 好茶部落后方崩塌	0.00	3.67	0.00	5.74
点位 E - 好茶大崩塌	58.41	91.40	160.63	274.00
隘寮南溪总崩塌量推估	232.97	394.17	330.92	589.93

根据“2008 年度屏东县玛家乡原住民园区道路跨越崩塌区桥梁工程地质钻探报告书”^[9]及“屏东县泰武乡武潭村上游坡地复建工程调查规划野外地质调查及钻探报告书”^[10]二区钻探及试验参数可知,好茶部落之地质土层特性与武潭村较为相近,而表层崩积土与文化园区之边坡土层特性较相近。推估好茶部落之参数详见表 6,然尖峰凝聚力(C_p)与残余凝聚力(C_r)差值极大,又安全系数之高低与凝聚力大小有关。当岩层节理发达,岩层随风化作用程度增加,使得岩质解压节理,则岩层之凝聚力会逐渐减弱。而为了解好茶部落后方边坡稳定特性,乃采用不同凝聚力参数值,分析在平时、地震及暴雨状态下边坡的稳定性。结果显示,随凝聚力之提升,边坡于不同状态之下安全系数有明显变化(如表 7)。另由分析结果可知,好茶部落表层崩积土为已风化之土层,凝聚力应趋近残余凝聚力,因此若遇地震暴雨,极易发生崩塌或侵蚀现象;然风化解理与凝聚力

之相关性本文并未深入探讨。

此外,好茶部落位处降雨极为丰沛之溪流河阶区,雨水渗透为地下水,地下水会减弱土壤颗粒间的凝聚力或摩擦力,更会渗入岩层节理或层面,水压会使节理增大或促使岩层彼此间失去平衡,减少地层的稳定性,以致造成坡面的滑动及结构物的破坏。分析结果显示好茶部落边坡稳定与否受降雨之影响极大。

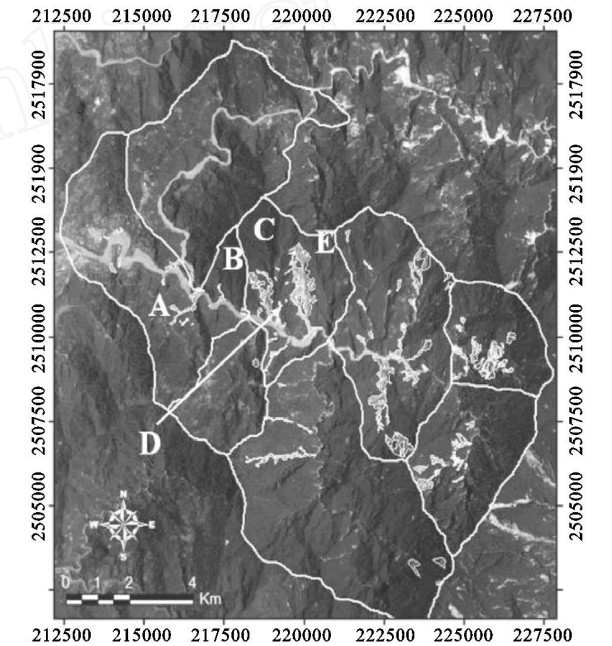


图 5 2008 年崩塌范围

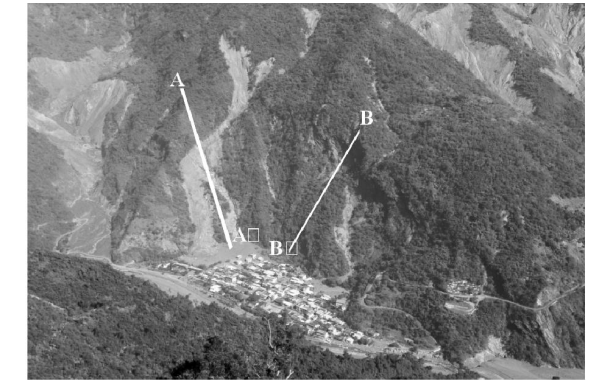


图 6 边坡稳定分析选取剖面位置示意图

表 6 地层特性及力学试验参数表

区域/项目	深度/m	地质	土层特性	饱和单位重/(t·m ⁻³)	摩擦角/(°)	凝聚力/(kg·cm ⁻²)
文化园区	11.0	冲积层(Q6)	粉土质中砂岩块(崩积层)	2.09	28.6	0.0
	1.8		岩块中砂(崩积层)	2.30	34.0	0.0
	13.2		板岩间夹破碎岩块	2.21	-	-
武潭村	8.7	庐山层(MI)	灰色页岩,节理破碎岩质弱	1.63	-	-
	11.3		灰色页岩	2.71	p = 30.8 r = 28.7	Cp = 12.38 Cr = 1.40
好茶部落	2.0	庐山层(MI)	厚层板岩,偶夹薄至中层 变质砂岩(崩积土层)	2.20	28.6	0
	-			2.46	30.8	1.4 ~ 12.38

表 7 边坡稳定分析结果

凝聚力/ (kg·cm ⁻²)	A - A 剖面安全系数			B - B 剖面安全系数		
	平时	地震	暴雨	平时	地震	暴雨
1.40	1.11	1.03	0.72	1.27	1.04	0.86
1.80	1.32	1.25	0.92	1.39	1.15	0.98
2.00	1.43	1.36	1.03	1.46	1.21	1.03
3.00	1.99	1.96	1.56	1.75	1.49	1.32
4.00	2.57	2.55	2.12	2.06	1.78	1.60
5.00	3.15	3.15	2.68	2.36	2.06	1.89
6.00	3.74	3.77	3.25	2.67	2.35	2.19

注:A - A 与 B - B 剖面位置如图 6 标示。

3 结论与建议

(1) 好茶部落致灾成因,主要为环境地质条件不佳、降雨过盛、排水系统不良、河道宽度不足与住户距河道及后方边坡缓冲距离不足等因素。

(2) 好茶大崩塌下游河段形成囊袋状,恰提供隘寮南溪上游土砂搬运堆积区域;未来若逢豪大雨侵袭,恐造成堆积土砂大量下移,势必对好茶部落造成威胁。

(3) 透过历史雨量与灾害发生原因可知,当日降雨达 800 mm 时,好茶地区之边坡即有可能发生崩塌。故过去屏东县灾害应变中心有关坡地应变启动机制订定量警戒值为 600 mm,而 800 mm 为疏散值。

(4) 因降雨诱发崩塌、侵蚀等灾害造成土砂量体剧增,除对河川渠道、工程构造及下游区域有影响外,为更精确推估土砂量体,建议可针对隘寮南溪进行航空拍摄,以获取较新之 DTM 资料。

(5) 好茶部落复健与迁建方案尚未明确定案,崩塌、洪水与土砂问题仍可能威胁部落安全,应请加强社区防灾观念与组织、提升防灾应变能力。

参考文献:

[1] 屏东县政府. 雾台乡好茶村部落危险区域调查分析及安全评估[R]. 2007.

[2] 屏东县政府. 屏东县雾台乡好茶村迁村纲要计划[R]. 2007.

[3] 詹钱登. 土石流危险度之评估与预测[J]. 中华水土保持学报, 1994, 25(2): 95-102.

[4] 屏东县政府. 文化园区往好茶村野溪灾修工程调查规划[R]. 2009.

[5] 许中立, 戴欣怡. 好茶部落灾害影响及复建对策[C]// 2008 台湾灾害管理研讨会论文集. 2008.

[6] 王宏, 田廷山, 陈浩. 暴雨山洪诱发滑坡灾害成因分析[C]// 第五届海峡两岸山地灾害与环境保育学术研讨会论文集. 2006: 378-384.

[7] 陈天健, 詹钱登. 七二水灾降雨量与坡地崩塌特性分析[C]// 坡地防灾创新研发成果研讨会论文集. 2004: 109-118.

[8] 洪如江. 工程地质学大纲[M]. 财团法人地工技术研究发展基金会, 2007.

[9] 原住民族委员会文化园区管理局. 2008 年屏东县玛家乡原住民园区道路跨越崩塌区桥梁工程地质钻探报告书[R]. 2008.

[10] 屏东县政府. 屏东县泰武乡武潭村上游坡地复建工程调查规划野外地质调查及钻探报告书[R]. 2009b.