

台湾地区城市水土保持与环境保育

颜正平<sup>1</sup>, 林致远<sup>2</sup>

(1 中兴大学水土保持学系, 台湾 台中 402; 2 兰阳技术学院土木工程系 台湾)

摘要: 台湾城市外围山坡地都市化现象日趋严重, 为求山坡地开发行为不致造成下游水文环境之冲击, 而针对城市水土保持问题综合探讨下列主题, 包括: (1) 山坡地都市化现象与灾害原因; (2) 坡地开发之水土保持问题; (3) 山坡地都市化之水力变化; (4) 潜在崩塌地之简易判定方法; (5) 防灾考量之集水区开发限制。鉴此, 探讨台湾历年来之城市水土灾害原因与环境资源之保育利用课题, 进而提供相关单位作为城市整体环境管理之参考。

关键词: 都市化; 水文环境; 都市防灾; 城市水土保持; 环境保育

中图分类号: S 157; X 171. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409-(2002) 03-0005-05

Urban Soil- Water Conservation and Environmental  
Preservation in Taiwan Area

YAN Zheng-ping<sup>1</sup>, LIN Zhiyuan<sup>2</sup>

(1 Department of Soil and Water Conservation, Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, China;

2 Department of Civil Engineering, Lanyang Technical Institute, Taiwan, China)

**Abstract:** The urbanization of slopeland is a serious problem in Taiwan area. In order to minimize the environmental impact during the slopeland development, the main subjects those are going to investigate are: (1) slopeland urbanization and cause of disaster; (2) soil and water conservation problems during slopeland development; (3) hydrological variation for slopeland urbanization; (4) the simple method to judge the potential land-sliding area; and (5) the limitation of watershed development concern with the disaster prevention. The objectives of this study are investigating the cause of urban soil- water disasters and the problems of utilization and preservation for environmental resource. The results can be provided as references for urban environmental management.

**Key words:** urbanization; hydrological environment; urban disaster prevention; urban soil and water conservation; environment preservation

1 前言

城市水土保持乃指城市之景观设计、美化绿化、公园绿地、阳光空气、生态平衡、动物鸟蝶、环境保护、池塘湖沼等生活环境有关者均属之, 此为广义之解释, 本文所叙者系指都市边缘山坡地开发之水土保持问题及其解决之道。

台湾多山, 以台湾有限之土地面积, 山坡地就占约 2/3 以上, 而人口密度更高居世界第 2 位。以如此地狭人稠之先天条件, 加以近年来社会之急速变迁, 国民所得直线提升, 因而出现洪泛区高度开发、山坡地滥垦等土地不合理利用以及邻近都市外围山坡地上之坡地建筑、高尔夫球场、游憩区辟建、土石采取、开矿、开路、开挖整地等现象, 山坡地都市化之结果不仅造成下游洪泛, 减低集水区之水源涵养功能, 而且破坏自然生态环境, 同时下移之泥砂淤积河道, 均严重影响下游城市之环境安全。

2 台湾地区山坡地都市化现象与灾害原因探讨

2.1 各类土地利用渐向山坡地扩张

台湾地区包括澎湖等离岛, 总面积约为 36 000 km<sup>2</sup>, 按照地形及海拔标高分, 可以划分为三大地带, 即平地、山坡地高山林区。依据“山坡地保育利用条例”, 凡标高在 100 m

以下, 且坡度在 5% 以下者属于平地, 面积 9 500 km<sup>2</sup>, 占总面积之 26%; 标高在 1 000 m 以下, 且不属于平地者, 为山坡地, 面积 9 700 km<sup>2</sup>, 占 27%; 标高超过 1 000 m 者为高山林地, 面积 16 800 km<sup>2</sup>, 占 47%; 可见高山地区几乎占一半, 而平地极为有限, 仅约为 1/4。由于平原面积稀少且不敷各种开发需求, 各类土地利用乃因此逐渐向山坡地扩张, 由于若干不当之开发活动, 致使坡地之泥砂运移问题日益严重。

2.2 台湾地区山坡地不利于都市化之因素

2.2.1 地质脆弱, 恶地形广布 台湾岛位于西太平洋地震带, 造山运动活跃, 且地质脆弱。基岩组成以变质岩分布最广, 主要有砂岩、页岩、板岩、砂页岩互层及砾岩等, 就其分布状态而言, 北部以砂岩为主, 地质抗蚀能力较佳, 而南部则以页岩为主, 并有广大之泥岩地区。由于泥岩之理化特性, 极易分散而形成寸草不生之恶地形, 致使南部诸水库之淤积情况严重。此外台湾由于地震频繁, 地层多断裂、破碎, 平均每年地震 221 次, 加以受台风、暴雨之影响, 常造成崩塌、土石流以及山洪等水土灾害。

2.2.2 降雨强度大且分布不均 台湾地处亚热带, 高温多雨, 年平均气温约 20℃, 年平均降雨量为 2 515 mm, 山区降雨量高达 3 000~5 000 mm。全年降雨多集中在夏季 6、7、8

<sup>1</sup> 收稿日期: 2002-05-01  
作者简介: 颜正平, 男, (1936-), 台湾知识农业交流协会理事长, 中兴大学水土保持学系教授, 从事水土保持教学与科研工作。

三个月,而在此季节又多台风,故经常带来暴雨,造成严重之  
水灾。反之,若全年无台风来袭,则又可能引致四季之旱灾。  
2.2.3 河短流急,洪枯悬殊 台湾共有河川 151 条,其中主  
要河川 21 个水系,次要河川 29 个水系,普通河川 79 个水  
系,而其主干流长度多在 50 km 以下,流域面积多小于 500  
km<sup>2</sup>。主干流最长之河川为浊水溪,长度 186 km;流域面积最  
大河川为高屏溪面积为 3 256 km<sup>2</sup>。台湾河川之特点为河床  
比降大,多在 1/45 以上,水流湍急,洪枯悬殊,浊水溪最大  
洪峰流量 23 000 m<sup>3</sup>/s,平均最低流量则仅 19 m<sup>3</sup>/s。而由上  
述统计表分析可知:台湾河川均呈坡度大而流路短,水流湍  
急现象,一旦发生暴雨,将导致洪水涨退迅速,对于下游部分  
之防洪工作极为不利。

2.2.4 崩塌地众多,土壤冲蚀严重 集水区之泥砂产量极  
为庞大。以台湾南部之阿公店水库为例,若由每年水库淤积  
之泥砂量推估其土壤侵蚀量,每年达 20~30 mm。浊水溪年  
平均输砂量 6 315 万 t,年平均输砂模数 20 014 t/km<sup>2</sup>。航测  
调查统计,台湾山坡地有 2 535 处崩塌地,崩塌面积共计 8  
110 hm<sup>2</sup>。因此,山坡地之保育利用,崩塌地治理及发展整体  
之治山防洪工程,为台湾水土保持之重点工作,亦为当务之  
急。

2.2.5 河川之单位面积输砂量庞大 台湾主要河川之年输  
砂量,依水资会分析约 323×10<sup>6</sup> t,单位面积输砂量 10 600  
t/km<sup>2</sup>,平均年冲蚀深度 8.8 mm,东部 10.9 mm,西部约 7  
mm。台湾河川集水面积小,甚多河川单位面积输砂量大于  
世界最大输砂量河川,可见台湾河川泥砂问题之严重,更因  
而增加河川治理与防洪工程之困难度。

2.3 山坡地都市化之趋势

2.3.1 坡地社区及游憩区等开发 近年来游憩活动日益受  
国人重视,据非正式统计,台湾地区约有 126 处游憩区,33  
个森林游乐区及 77 座营业之高尔夫球场,此类游憩用地并  
有逐渐增加之趋势。一般游乐区之开发,均以风景较优美或  
有山有水地区为目标,因此许多游憩区大都选择在河川中上  
游及水库集水区内。由于开发过程及营运阶段,游客之行为  
及因维护管理之需要所产生之废污水、垃圾及毒性物质,均  
可能造成严重水质污染之后果。

2.3.2 集水区高度开发造成水源涵养恶化问题 近年来由  
于山坡地都市化现象明显,森林遭任意砍伐,复由于水土保  
持措施未臻完善,台湾地区丰沛之降雨多迅速汇流至河川,  
造成下游地区之洪患,而遇干旱期,集水区亦无释出水量能  
力,几已丧失水源涵养之功能,而暴雨所挟带之大量泥砂及  
污染物,更加速形成水源之严重污染问题。

3 坡地开发之水土保持问题

构成都市边缘山坡地开发之水土保持问题,有如下主要  
因子:

3.1 坡度因子

台湾多山,坡度陡峻,坡地开发极易酿成崩塌及水土流  
失问题。台湾山坡地超限利用违法问题严重,乃于 1997 年 8  
月 9 日修正“非都市土地开发审议规范”,降低山坡地之可开  
发坡度,将不可开发区由原来之平均坡度 55% 以上,从严修

正至平均坡度 40% 以上,以落实山坡地生态保育及防灾,其  
总编第 18 点条文修正如下:基地内之原始地形在丘块图上  
之平均坡度超过 40% 以上之地,其面积之 80% 以上之土地  
应维持原始地形地貌,且为不可开发区,其余土地得规划作  
道路公园及绿地等设施使用。丘块区之平均坡度在 30% 以  
上未逾 40% 之地区,以作为开放性之公共设施使用为原则,  
但为整体规划需要者,得开发建筑,其建筑基地面积不得超  
过该地区总面积之 30%。

1998 年 8 月 28 日主管机关“区域计划委员会”决议,山  
坡地可建坡度上限由 40% (斜度 21.8°) 以上不得供建筑使  
用,提高至 30% (斜度 16.69°),平均坡度在 30% 以上,但未  
超过 40% 之地区,仅可供作开放性之公共设施使用。平均坡  
度在 40% 以上之地区,80% 面积为不可开发区,应维持原始  
地形地貌,作为永久性之国土保安使用,亦不能列为其它开  
发申请案件之开发基地。剩余之 20% 面积则仅可供作道路、  
绿地及公园使用。此外,所有山坡地开发案申请基地扣除不  
可开发区后,剩余面积必须保留 30% 作为保育区,但若是作  
为住宅使用,须留设 40% 面积作为保育区。

3.2 地质因子

台湾地区由于位在太平洋板块、欧亚板块及菲律宾板块  
之交界面上,受板块挤压、地震频仍,以致岩层破碎、地质脆  
弱,且坡度陡峻,表层岩屑土砂堆积不易稳定,加以顺向坡崩  
积层断层带废土堆等地质不佳因素,故易发生山崩地滑土石  
流等灾害。台湾西部之山麓地带即通称为阿里山山脉,其由  
台湾北端之基隆山地开始延长至屏东旗山山脉为止,成一细  
长带状分布。其地质主要以中新世至更新世岩层为主,在经  
过造山运动后,岩层不但折皱,且被纵向大断层截切,形成覆  
瓦状构造。就以台中市大坑地区为例,其地质构造主要以不  
连续面为岩层面,其位态之走向为北 10° 东左右,向东偏南  
倾斜,倾角 26° 左右,地层位态一致,为一典型单斜构造,顺向  
坡相当发达。(颜,1994)

3.3 雨量因子

台湾为多雨地区,年平均雨量达 2 510 mm,为世界前 10  
个降雨量最多地区之一,而台湾之丰水年及枯水年周期由分  
析资料显示平均各 12 年一次,大致自 1996 年开始进入丰水  
年周期,故未来 10 年发生洪水淹水之机会比枯水缺水之机  
率较大。台湾降雨强度特大,如贺伯台风时(1996)阿里山站  
一日降雨量达 1 994 mm,台中等站亦达 500 mm 以上。就以  
高度开发台中市都会边缘之大坑地区而言,雨量若在 24 h  
内达到 400 mm,就可能发生灾害,倘雨量达 600 mm 以上,  
灾害将十分严重。如 1994 年淡水米兰山庄在别墅崩塌,1995  
年三峡白鸡山别墅地层滑动,1997 年林肯大郡挡土设施崩  
垮,撞毁住宅等灾害,均与降雨量有直接关系。故可预知未来  
几年,台湾地区山坡地开发之灾害问题较为频繁。

3.4 冲蚀因子

由试验调查资料显示,一般原始坡地水土流失量平均每  
年每公顷平均约为 8.5 t;台湾高尔夫球场草地的水土流失  
量为每年每公顷为 85 t,约为未开发前之 10 倍;而工程施工  
中的水土流失量更高达每年每公顷 1 700 t,是开发前之

2 000倍( 颜, 1994)。而集水区开发裸露地占全集水区比例之开发度达到 30% 以上时, 冲蚀量就呈急速增加之趋势, 故都市边缘之山坡地开发, 宜适当限制集水区开发度以有效减低冲蚀之灾害( 颜, 1992)。

### 3.5 径流因子

由调查研究资料可知, 当林木砍伐量达 30%, 将使该区洪峰到达时间缩短 1/2。依据日本京都大学研究, 当降雨量在 100 mm 时, 高尔夫球场草地之径流量是林地 2 倍; 随着雨量递增, 径流量增加为林地之 3~4 倍。径流量增加且洪峰到达时间缩短, 使洪水量大幅增加。而坡地开发甚至改变原先水系排水路, 造成邻近地区之径流量增加而发生灾害。一般而言, 都市边缘山坡地开发, 将使洪峰到达速度增加 50%, 而径流量增加 30%( 颜等, 1985)。

### 3.6 植生因子

坡面之崩塌圯裂, 多由于排水不畅及土体松陷滑落所致, 故欲求坡面之安定必先减少及分散表面径流, 稳定坡脚及巩固土体着手。植物树冠可形成多层覆盖, 庶可截流一部分降水, 减少地面径流, 并可消弱降雨对地面之打击力量, 殊具防止冲蚀功能。据估计若降雨量有一适当之分配, 完全郁闭之成熟林所能截留之雨量平均约为 13%~15%, 约占雨量之 1/3 左右, 致增加渗入土中水量, 截流树冠之雨水, 除一部分又蒸发回归太空外, 一部分俟骤雨过后沿枝干徐徐流入地面, 形成干流, 此项干流, 针叶树约有 3%, 阔叶树可达 15% 之间。树冠在坡面被覆无异形成一保护层, 可减少降雨之冲击力, 因此可防止表土遭受破坏与分离。植物之干茎具机械作用, 可稳定土体, 防止坠落, 亦可减低径流流速, 扰乱径流方向。坡面若未达安息角之安定角度, 土石则因外界力量而滑陷崩落, 假若有林木干茎直立盘散其间, 即可阻止其移动, 而达到安定状态, 植物若可自根际萌蘖多数新枝条者, 益可发恢护坡之效果。坡面厚积之枝叶层及腐殖质, 更具过滤泥砂, 澄清水泥, 保蓄水份, 增进渗透及防止冲蚀之效。又植物根系除具一般之生理作用外, 在水土保持上亦极具网结作用( 请参阅颜正平教授之根系分布类型之分类)。都市边缘山坡地大面积之开发, 不但破坏原来之地形地貌及生态环境, 为求迅速绿化引进或种植不适宜植物, 乡土植物及景观亦随之破坏无遗( 颜, 1993)。

## 4 台湾地区山坡地防灾措施之检讨

### 4.1 落实国土区分规划工作

由于大自然力量之可畏及不确定性, 山坡开发之灾害防治工作以避开可能发生之灾害区为首要工作。目前已完成台湾地区北、中、南、东四个区域计划第一次通盘检讨, 根据‘国土综合开发计划’之新构想, 依据环境敏感地, 将台湾地区划分‘限制发展地区’及‘可发展地区’, 以厘清非都市土地使用分区之划设原则与标准。其中限制发展地区包括森林区、山坡地保育区、‘国家公园区’等, 以加强资源保育为目的, 禁止开发。可发展地区则包括风景区、乡村区、特定专用区及都市计划区, 则循开发许可方式办理, 作好防灾等项保护措施后始得开发。

### 4.2 积极进行相关法令之立法及修法工作

以往山坡地开发之水土保持灾害防治工作并无相关明确法令可资规范, 至 1983 年山坡地开发建筑管理办法公告后, 山坡地开发之相关法令才较明确, 建商须先作好水土保持, 申请杂项执照后方能取得建照执照。但于 1990 年因财团压力曾修订老丙建之适用后门, 而于 1997 年 8 月 9 日再进一步修正‘非都市土地开发审议规范’, 降低山坡地可开发坡度, 将不可开发区由原来之平均坡度 55% 以上, 从严修正至平均坡度 40% 以上, 并扩大不可开发区域, 以落实山坡地生态保育及防灾。

由林肯大郡灾变所暴露‘老丙建’等坡地建筑管理之缺失, 乃拟议修订‘建筑技术规则’增订山坡地建筑专章, 统一明订山坡地不得建筑之认定基准有以下八项: (1) 坡度陡峭者: 平均坡度 55% 以上者不得建筑, 且不得计入法定空地面积; (2) 有滑动之虞者: 顺向坡、层理或其它不连续面发达, 其倾角大于 20°; 且有自由端, 其地面在最低潜在滑动面外侧地区; (3) 活动断层; (4) 有危害安全之坑道; (5) 废土堆; (6) 河岸侵蚀、向源侵蚀; (7) 洪患; (8) 断崖。

订定山坡地建筑设计通则, 包括(1) 限制挡土墙高度; (2) 限制山坡地建筑物之高度(楼高以 2.6 m 为限), 以增强山坡地建筑的安全系数。另应研修水土保持法, 未来山坡地建筑开发严格限制要有水土保持技师签证。并积极研订地质法, 未来将强制任何土地开发案, 亦须提出地质评估报告。

### 4.3 开发核可后续之全面安全检查

依据‘水土保持法’第 12 条有关‘水土保持计划之实施与维护, 应由主管机关会同各该目的事业主管机关监督水土保持义务执行人’之精神及‘建筑法’第 58 条‘建筑物在施工中, 直辖市、县(市)(局)主管建筑机关认有必要时, 得随时加以勘验’等规定, 对于已获得山坡地开发许可之案件, 进行全面性之勘验, 并针对其公共安全性提出通盘检讨与防灾对策。

山坡地住宅开发时, 可依工程款比例, 每逢雨季前定期为山坡地作安全检查; 完工后也宜作好维护管理措施。目前已完工之坡地住宅则应进行全面普查, 划分不同危险程度, 有危险者应加强监测, 尤其是挡土墙等。并依据水土保持工程手册及水土保持技术规范等专业技术, 严格审核水土保持计划等相关计划书; 施工时应不定期抽验工程品质, 以提高工程品质。主管机关亦应提供免费检举电话, 以惩处不肖业者偷工减料, 违法等情事发生。

### 4.4 坡地防灾, 人人有责

一般普遍存有推诿责任之现象, 仿佛事事与己无关, 在位者应尊重专业技术权责; 专业人员应加强本身学能, 善尽山坡地开发灾害防治之重责; 而一般民众亦应加强水土保持等相关常识, 如林肯大郡之灾变现象, 于购屋前即可避免, 以防患于未然。

## 5 山坡地防灾规划与建议

### 5.1 山坡地都市化之水利变化

5.1.1 集水区不透水面积与都市化现象之相关性 依陈炳训、林致远等(1994)采用法国 SPOT 卫星 1990 年 3 月 27 日与 1994 年 3 月 28 日所拍摄台北都会之影像资料加以比对,

同时配合实地调查试验集水区之都市化程度,以探讨不透水面积百分率与都市化现象之相关性,显示位于阳明山“国家公园”之内双溪水区与青溪集水区,其植生覆盖良好,3年来土地利用变迁小于5%为典型之森林集水区,而其不透水面积百分率分别为1.72%及7.21%,平均不透水面积百分率约在5%左右;位于信义区之松山集水区与南港区之山猪窟集水区属于高度开发之坡地社区与垃圾掩埋场,其不透水面积百分率分别为44.39%及21.99%,平均不透水面积百分率约在30%左右。故就本文之调查范围而言,不透水面积百分率在5%以下者,可视为森林覆盖良好之山坡地,而不透水面积百分率在30%以上者,可视为高度都市化之山坡地。

5.1.2 不透水面积改变对下游水文因子之影响 另为进一步探讨不透水面积对洪峰流量之影响,林致远(1995)乃进一步以六处试验集水区为对象,利用单位历线所推估之单位面积流量 $Q_p$ 与当时之不透水面积进行比对,再以内插法求出不透面积分别为10%、20%、30%及40%时所对应之单位面积洪峰流量,其结果显示山坡地都市化所增加之洪峰流量确实可藉由不透水面积百分率作为指针。就本研究验证之结果显示,当不透水面积提高至40%时,其洪峰量将提高2.7倍。

汇整前三项之研究,吾人亦可发现,集水区不透水面积在5%以下时,其洪峰流量增加并不显著,但不透水面积若提高至20%~40%之间时,其洪峰流量有显著提升之现象,此结论与前节地文分析之结论相同,据此,吾人可将集水区不透水面积百分率视为判别都市化山坡地之指针,依本文之调查与验证结果,建议将不透水面积在5%以下之集水区视为森林集水区,而不透水面积在30%以上之集水区视为高度都市化之集水区,于此地区进行水理分析或水利工程时,应特别考虑都市化现象对径流机制之影响。同时,坡地开发规划时,其总开发度亦不宜超过集水区面积30%以避免对下游之水文环境造成冲击。

## 5.2 防灾考量之集水区开发限制

有关集水区不当开发利用可能引发径流及泥砂产量变化部分,根据何智武与段锦浩(1983)在中兴大学新化林场,以四个环境相似而大小均在 $0.5 \text{ hm}^2$ 左右之山坡地小集水区,以开辟道路方式试验所得之结果(如5.3所示),显示坡地开发(指裸露率)至40%时,对于一场暴雨而言,其径流量为原来未开发时之2.5~3倍,土石流失量则为原来之20~30倍,即每公顷可能产生33~50 t之泥砂;一年若以10场超过30 mm之暴雨计算,则将造成每年每公顷 $330 \text{ m}^3$ 之土石流失。另外,何智武、苏苗彬及林致远在坡地开发度与冲蚀量相关性之模型试验中亦有相似之结果(1990)即各种不同开发度中(指裸露或不透率),径流系数与泥砂产量在低程度之开发时(0%~10%),其增加趋势较缓,而在高度开发时(20%~40%),其增大趋势甚为明显;即开发度约在30%左右为临界范围,并与坡度有关。一般而言,缓坡(5°)之临界值约在40%左右,而陡坡(30°)之临界值则在20%左右。若超过此临界范围,则坡地之径流系数及泥砂产量均呈极具增加之趋势。

另根据台湾大学姜善鑫教授之资料(科学月刊第20卷10期),亦有相同之看法:即陡坡地之自然土石冲蚀率约 $450 \text{ kg}/(\text{t} \cdot \text{a})$ ,但若加速土地利用则可增高至1万倍左右;即 $450 \text{ kg}/(\text{t} \cdot \text{a})$ 或 $300 \text{ m}^3$ 以上。至于国外相关之研究,以水文环境与台湾类似之日本为例,依其防灾调节池设计规范之规定,山坡地每年每公顷,在开发过程中将产生 $150 \text{ m}^3$ 之土石流失量。惟另依“行政院农委会”之资料显示,一般山坡地开发,若未确实依规定作好水土保持措施,其施工中土石流失量将高达 $11500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。若上述数据可信,则 $100 \text{ hm}^2$ 之整地工程,且施工一年,将产生115万 $\text{m}^3$ 之土石量。面对如此庞大之土石下移,即使不考虑其它社会成本,仅以每卡车运走 $5 \text{ m}^3$ 土石,每车运费1000元计,业者即需负担达2亿多元之泥砂清除费用。因此,如何做好事先之防范措施,使灾害降至最轻,是政府以及民间业者应重视之课题。

综合上述各项试验结果,将提供下列建议以供参考:山坡地一次开挖整地面积不宜大于申请基地面积30%,陡坡地(坡度超过55%或28.8°)则应进一步限制于20%以下之裸露率。开发区之配置,应尽量远离下游原有排水路之山沟谷口,并于开发区下边坡保留基地70%以上之原地形地貌,以作为阻隔泥砂灾害之缓冲区。若开发面积超过30%或其位置紧临山沟谷口者,除应设置大型雨水调节池、沈砂池外,其水理计算并应考虑下游地区之水土承受能力及因开发所造成之整体水文环境之变化(如径流系数、集流时间、洪水频率、单位面积泥砂产量等因子之变化)。

## 5.3 土石流危险区与潜在崩塌地之简易判定方法

崩塌地之定义,因观点不同,应用目的不同,故难有统一标准,若依台湾现行“水土保持技术规范”之定义(1996),崩塌系指边坡土石之崩落或滑动现象,主要分为山崩与地滑。不包括流动之方式移动者,如土石流与冲蚀等。

5.3.1 山崩 (1)特征:滑动体遭受严重破坏,呈分崩离析状态;另因滑动面于滑动后常裸露于地表,故易于判断其形态与位置。(2)发生条件:A、形坡度较陡(一般大于45°)。B、滑动体之不连续面发达或固结不良,滑动时容易分散,如砂页岩薄互层、页岩或泥岩,崩积土或厚层土壤等。C、坡度大且岩体破碎或疏松处均有可能发生,无特殊地质条件之限制,故其分布较为广泛。

5.3.2 地滑 (1)特征:滑动体未受太大之破坏,仍维持其内部构造;另因滑动面深埋地底,故滑动后大部分之滑动面仍为滑动体所掩盖,判断不易。(2)发生条件:A、不佳的地质环境,如断层、软弱岩夹层等。B、地形坡度较缓,通常为8~30°。C、滑动边坡为凸坡,上缓下陡,使滑动体有运动之空间。

5.3.3 土石流 (1)特征:泥、砂、砾及巨石等物质与水之混合物受动力作用后所产生之流动现象“台湾水土保持技术规范”,1996。(2)发生条件:A、有大量崩积物或其它疏松之堆积物质。B、堆积处有一定之坡度或较小的截面积,足使该物质产生一定之流速。C、地表水骤增,使堆积物超过其液性限度(Liquid limit)。

依台湾大学张石角教授(1995)之分类,山坡地可分为

(1) 稳定边坡; (2) 亚稳定边坡; (3) 不稳定边坡, 其中亚稳定边坡即为“潜在崩塌地区”, 系指具备发生崩塌基本条件之边坡, 于适当外力刺激下会发生崩塌, 故其崩或不崩, 乃决定于相对基本因素之外力(诸如降雨、地震、人为不当干扰...等), 至于稳定边坡系指不具备发生崩山之基本条件之边坡。理论上, 此种边坡在任何外力之刺激下, 应无发生崩塌之可能。惟实际上在自然或人类作用下, 任一边坡之稳定状态皆逐渐发生改变。故稳定边坡日后也可因自然条件改变而出现崩塌之基本条件, 因而转型为“亚稳定边坡”。至于山坡地潜在崩塌地区之划定, 本文分别由潜因与诱因方面探讨: 潜因有地质、土壤、地形, 诱因则有植生、土地利用、降雨及其它因素等。若将各项因素实施资料搜集整理及现场采对, 数化崩塌指针参数, 决定其权度及套叠后, 可得山坡地潜在崩塌地区划分准则, 而依危险指数之分级即可获得不同之危险等级。1994 年调查台北市信义区结果, 属潜在崩塌地者占该区总面积之 2.81%, 潜在崩塌危险区占 58.33%, 近危险区占 35.43%, 安全区占 3.43%。1997 年调查台中市大坑地区大坑溪两岸及其支流山坡地其结果属危险区者有 20 处, 系不宜开发地区, 其中属不可开发区之高危险区有 7 处。经划定为潜在崩塌地者, 应禁止其开发利用或慎审其水土保持计划书, 以免参考文献:

[ 1 ] 林信辉, 黄信仁. 集集大地震后崩塌地之植生稳定处理[ A ]. 第二届治山防灾研讨会论文集[ C ]. 2000.

[ 2 ] 长丰工程顾问股份有限公司, 台中市重建纲要计划(断层带以东) 委托规划案[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 2000.

[ 3 ] 工研院能资所. 台湾省重要都会区环境地质数据库[ DB ]. “省政府建设厅”委托研究报告. 1994.

[ 4 ] 山坡地土壤调查报告[ R ]. “台湾省政府农林厅山地农牧局”编印. 1986.

[ 5 ] 王文能, 等. 崩塌地调查、规划与设计手册[ R ]. “农委会”及水保局委托研究报告. 1992

[ 6 ] 水土保持技术规范. 台湾省水土保持局、中华水土保持学会”与“农业委员会”编印. 1996.

[ 7 ] 巨达工程顾问公司. 台中市大坑风景区申请开发许可应注意事项及审查规范[ R ]. “台中市政府”委托研究报告。

[ 8 ] 台中市大坑风景区整体开发建设设计的. “台中市政府”编印. 1990.

[ 9 ] 何智武, 苏苗彬. 台中市山坡地水文环境监测站设置计划[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1993.

[ 10 ] 李咸亨. 山坡地杂项工程技术及施工计画指导准则[ R ]. “营建署”委托研究报告. 1989.

[ 11 ] 吴久雄, 等. 台湾省山坡地崩塌调查报告[ R ]. “农委会”委托研究报告. 1989.

[ 12 ] 胡兴国, 李世雄. 营建弃土场址评选方法之研究[ R ]. “台湾省政府建设厅”委托研究报告. 1992.

[ 13 ] 许中立. 有限元素法应用于台中浊水巷地滑稳定分析之研究[ D ]. 硕士学位论文. 1992.

[ 14 ] “中央地质调查所”. 台湾坡地社区工程地质报告[ R ]. 1980.

[ 15 ] 张石角. 台北市山坡地开发建筑基地规划设计技术规范之研究[ R ]. “台北市政府”工务局委托研究报告. 1987.

[ 16 ] 潘国梁. 台北市山坡地住宅区环境地质调查研究, 工研院编印, 1987.

[ 17 ] 游繁结. 台中市大坑地区清水坑、浊水坑检讨评估及芒园坑、北坑、瓮仔坑溪流整体治理调查规划[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1994.

[ 18 ] 谢豪荣. 光正地滑地之研究[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1982.

[ 19 ] 谢兆申, 王明果. 台湾土壤[ R ]. 中兴大学土壤调查试验中心. 1989.

[ 20 ] 颜正平. 大坑观光果园规划[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1983.

[ 21 ] 颜正平, 梁升. 大坑产业道路边坡稳定调查规划总报告[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1985.

[ 22 ] 颜正平. 台中都会动物公园初步开发可行性分析研究报告[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1992.

[ 23 ] 颜正平. 台中市北屯区军功寮段林地供作大专院校校地使用调查评估[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1993.

[ 24 ] 颜正平. 台北市山坡地潜在崩塌地划定准则之研究(信义区)[ R ]. “台北市政府”委托研究报告. 1994.

[ 25 ] 颜正平. 台中市山坡地(大坑地区) 潜在崩塌地划定准则之研究[ R ]. “台中市政府”委托研究报告. 1994.

触发产生危险性质之开发型式及不当之开发而影响其安全, 故其完整之保护措施, 应谨慎而严格( 颜, 1994)。

## 6 结 论

山坡地开发最主要的指导原则为应重视该坡地环境容量及土地容量, 然后再辅以水土保持技术规范及环境保育, 以谋求水土资源之永续利用, 并可有效达到都市边缘山坡地开发之水土保持灾害防治目标。但大自然力量之可畏及不确定性, 相关措施完成后亦只能避免不必要的灾害, 对建设预防、维护、预警、救灾等工作仍应加强进行。

台湾农业用地之使用型态已由生产性, 渐趋转向于生活性及生态性, 将来加入国际贸易组织后土地之利用型态必将调整与改变。山坡地何去何从, 究应作何种用途, 亦须作明确之走向决策。在地质脆弱、土壤易蚀、豪雨集中、坡度陡峭之自然环境下, 如何规划山坡地使用方式, 国土区分划定, 开发限度之限制, 技术规范之适用订定等, 实系严谨、冷静、审慎之课题。维护青山绿水, 修补景观, 绿化美化坡地, 保持优美地形地貌, 复育乡土植物, 使坡地成为休闲、娱乐、运动、生态保育之全民共有共享境地, 为海峡两岸共同之期望与理想, 亦为城市水土保持之重点工作。