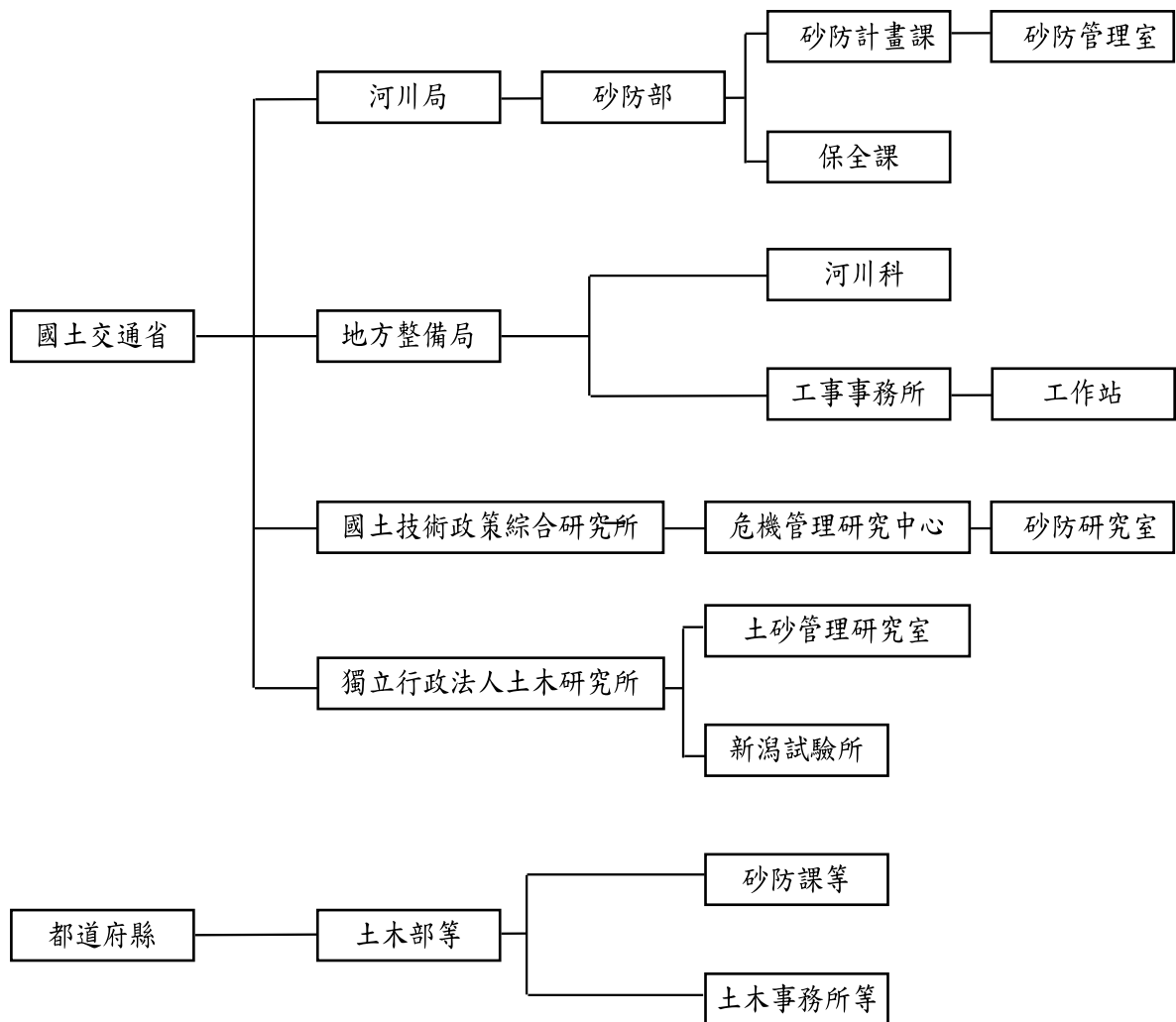


(2) 地方政府 (都道府縣)

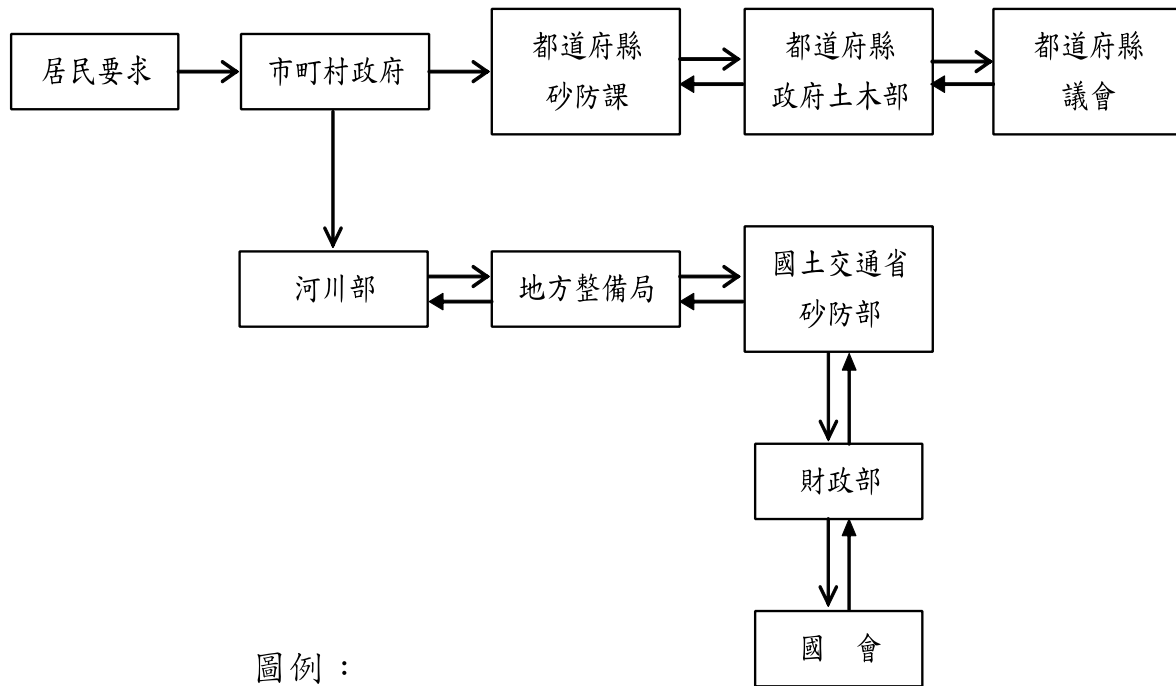
有關土石流處理工作係由土木部砂防課負責，該課下設總務股、調查管理股、第一股、第二股、山崩股等五股。



日本處理土石流行政組織

### 3、土砂災害防治計畫作業流程

#### (1) 流程



圖例：

→ 計畫單位及預算機關

← 認可

(2) 土石流災害處理工作及計畫，基本上係由地方居民向地方之都道府縣政府提出要求，再由都道府縣政府擬訂計畫項目及工程地點，適時呈中央的國土交通省審查，國土交通省針對計畫內容、預算與財務需求，向中央的財政部提出計畫之必要性、實施效果，再由財政部審查並協調以擬訂計畫預算，經內閣通過後，最後送呈國會審查，通過

計畫預算後再循序交由地方政府執行。

### (3)財務負擔

#### A、土石流災害方面

中央的國土交通省針對一般性土石流災害、火山爆發之土砂災害、重大災害等負擔三分之二之經費，地方負擔三分之一經費。

#### B、中央補助地方辦理土石流災害方面

辦理緊急性防災工程，由中央補助百分之五十五經費，一般防災工程由中央補助二分之一，屬於土石環境保育、豪雨之土石復舊計畫以及土石流災害之復舊工程均由中央補助三分之一。

## 4、土砂災害管理現況

### (1)土砂災害型態有四種

#### A、陡坡地

日本地層陡峭而脆弱，屬於第三紀層為多，多斷層，復以每年六月的梅雨及七至九月的颱風豪雨是引起土石流災害主因，在二千公尺以上高山，河川更是流速快，沖蝕嚴重，因此造成很多土石流災害，在1991至2000年，十年間全國即發生958件土石流災害案件。

#### B、火山爆發引起的火山灰

日本目前有86處活火山，占世界10%，其中25處在

地下仍有火山活動，火山爆發會帶來岩漿流、泥流、土石流、煙霧、熱風流，若遇天雨，會將火山灰沖到山下或溪流中下游的人口集居地，而造成土地資源與人民生命財產之損害。

以最近發生的情形而言，日本在1991年6月發生長崎縣島原市的雲仙普賢岳火山爆發最為突然而嚴重，造成43人死亡。2000年3月在北海道珠山的虻田村發生火山災害，發生很嚴重泥流，流至附近河川造成河川堵塞、橋樑破壞、道路毀壞等災害。

#### C、雪崩

日本北方陡峭破碎山坡，在寒冬積雪深厚時，負重增加易生崩塌，最近1997年5月10日秋田縣鹿角市發生雪崩，由於豪雪帶來山石崩落到河川，形成土石流，幸因及早及時疏散，並且原有興建之防砂堤發揮阻擋效果，才能減少土石流之災害。

#### D、地震

日本為多地震地區，地震將地質震動及鬆動後，若有豪雨易造成土石流問題，如1995年1月發生在兵庫縣西宮市的山坡土石流災害，倒塌土方約有

1,500立方公尺，引起坡地附近社區受災。（台灣在1999年921地震之後10年間，應警惕發生此項災害之可能性）。

## 5、解決土石流災害之對策

日本在130多年前即有土石流災變之發生，當時係砍伐森林所致，因此日本乃逐次制訂「河川法」、「森林法」、「土石流防災法」等相關法規以資肆應。而土石流流速甚快，可達每小時25至40公里之速度，如車行速度，又似海嘯（故又稱山之海嘯），土石流每每帶來大量大小不一的石頭，破壞力極強，每易造成人員傷亡及財產損害，以及土地資源之破壞等災害。其防治措施如下：

### (1) 建造硬體設施

#### A、適用一般地滑與崩塌

針對地震、豪雨使破碎岩層或陡坡地發生地滑與崩塌之情形者，其硬體設施如：

(A)排水工程

(B)橫向排水溝渠工程

(C)集水井工程

(D)隧道排水工程

(E)鋼管工程

(F) 錨定工程

(G) 地面路溝工程

#### B、適用火山爆發

針對火山爆發引起之火山泥流、熱流、熔岩流等火山屑，若加上雨季來臨時所帶來之土石流，其工程防治設施為：

(A) 減少流速之攔砂堤

(B) 導流堤

(C) 開透式防制土砂堤

(D) 沈積池

#### C、適用雪崩

積雪太多形成重力增加，若堆積在陡峭山坡或破碎岩層，尤其在冬季中期易發生大規模雪崩，每以發生在春季之機率較多，日本約有20%人口定居於積雪地區，大致有15,242社區，所以雪崩易造成生命財產災害，其防制工程有：

(A) 防柵工程

(B) 減少雪流流速工程

(C) 防雪林

(D) 雪崩防護牆壁

## (2) 軟體設施

### A、制訂法規

#### (A) 土石流災害防治法（2000年）

最早在1897年曾立法實施，西元2000年制訂本法，目的在防治陡坡地、土石流、地滑之災害，其配合相關法規，有災害對策基本法、都市計畫法、建築法、住宅金融公庫法等。

(B) 森林法：辦理造林、育林、營林工作。

(C) 河川法：辦理防水、引水、蓄水、淹水等工程。

(D) 山崩預防法（1958年）：防治坡地災害。

(E) 治山治水緊急措施法（1960年）：辦理災害防救及緊急處理工作。

### B、計畫

(A) 綜合土石流對策措施

(B) 治水事業七年計畫

(C) 防止山崩五年工程計畫

### C、劃定警戒區域

依照2000年土石流災害防治法之規定，依可能引起傷亡災害之嚴重程度而劃定土石流災害警戒區（黃色標示），一般限制由市町村長負責管制行爲；特別警戒區（紅色標示），由都道府縣政府負

責管理及核准，有關警戒區內劃設住宅區須特別核准，建築物結構須經審查，建築物遷移須經核准。

於劃定黃色或紅色區域時，先由都道府縣政府作五年調查，再決定劃設範圍，其間並聽取市町村長意見，而市町村長需負責黃色區域經常性之警戒避難措施，紅色區域由都道府縣政府負責災害預防及管理業務。

#### D、預警制度

先由都道府縣政府標出警戒地區，其預警制度，係由政府設置預警警報鳴示系統，以及各種資訊通知系統，以便周知當地居民，如電話110號，用郵寄土石流預警資料，由義工負責各別通知，或請市民團體通知人民，亦建立經常巡邏制度等。

以靜岡縣為例針對易遭受土砂災害地區，設置的防災監控系統，其作業模式略述如下：

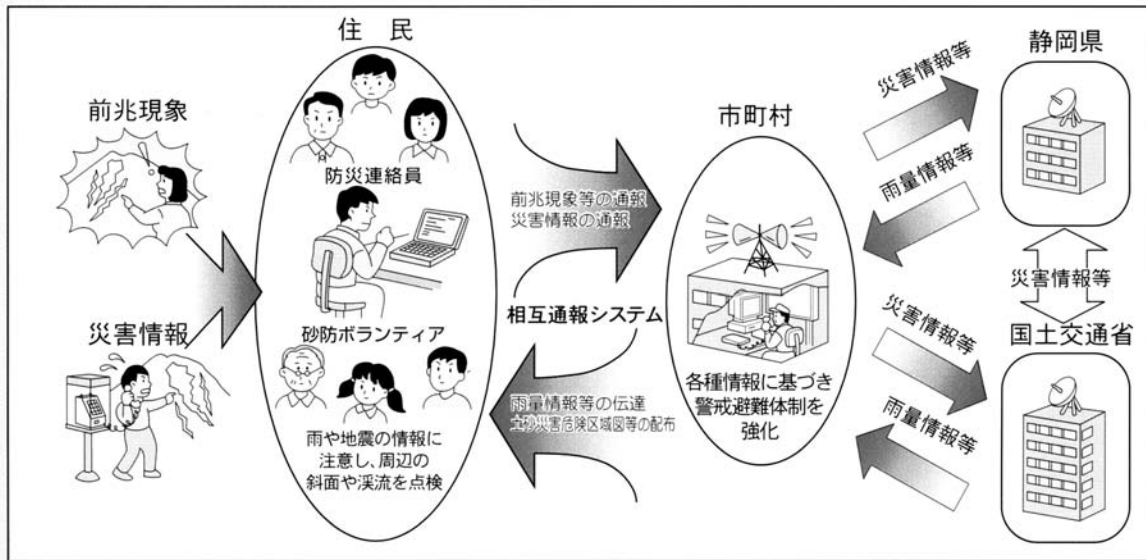
- (A) 於災害地區進行現地整治之同時，設置土石流情報蒐集傳送設施：於最上游防砂壩或河道上設置感應探測索及遙控攝影機，



另於崩塌地設置伸縮傾斜儀、集水區內裝置密集地面雨量計。借由監視小屋內之土石流感應器及電腦分析系統判斷是否發生災情，一旦有災情發生，則同時傳送至下游村落設置的受訊警報機，以擴音器廣播通知災區下游各住戶及公共場所之村民緊急避難，同時分別以有線、無線方式同步傳送至該管轄之工務所及縣市政府等相關單位，以儘速採取相關應變措施。

(B) 將各地區之災害現場及氣象觀測、水位觀測、雨量觀測等資料，借由無線或有線方式傳遞到該管轄之地方防災中心，經其研判後傳送災情資訊至縣政府土木防災情報中心，同時將氣象等相關資料及雷達雨量觀測資料，進一步經專家學者研判後，發佈通知給相關單位，供其執行救災等有關措施。

(C) 上述資料經縣政府土木防災情報電腦系統分析後，監控那些有可能發生災害之地區，隨時注意災情之發生。另外，預先通知各防災相關單位及其負責人，告知災情最新狀況，使其能充分掌握災情狀況，以利採取各項防災措施。



静岡県土砂災害情報通報流程  
(資料來源：静岡県土砂災害情報相互通報手冊)

### E、徵收工程受益費

工程受益費由工程設施受惠之下游地區之居民繳付，通常規定土石流防災設施之工程費負擔，其中中央負擔40%，地方負擔40%，居民負擔20%。若屬坡地地區之土石流防災設施，則財務負擔為中央占45%，地方占45%，當地居民占10%，一般而言，規定當地居民須繳付之負擔比率，不易徵收，實際上亦徵收不到，因此地方政府每每不申請居民應負擔之工程受益費。

## 肆、坡地災害防治（崩塌、地滑、土石流）

### 一、日本現況介紹

日本地形多山、地質構造亦與台灣相似，更是鋒面時常通過及颱風經常侵襲之多雨氣候，同時因人口密度高，在土地急迫需求下，山坡地之住宅社區、遊憩場所大量開發，導致崩塌、地滑、土石流等土砂災害自古以來即不斷發生。因此該國早於100年前即著手開發相關之防砂技術，以有效抑制自然環境惡劣所產生之土砂災害及防止人為開發所可能引發之災害，故其防砂事業已有相當之歷史。1995年阪神大地震不但造成神戶、淡路一帶之嚴重創傷，而且地震災後，山坡地土砂災害頻率與規模亦為之增加。日本所採取之復建對策與成效，當有供我國參考之價值。

日本土砂災害的種類可分為土石流（豪雨、地震引起）、地滑（降雨、地震引起）、山崩（豪雨、地震引起）、火山災害（火山融岩）及雪崩等五種，本次研習主要探討土石流、地滑、山崩等三種。依據平成十六年（2004）1月1日至10月1日全國各縣別土砂災害發生件數統計，全國土石流災害共發生317件、地滑發生186件、崩塌發生715件，其造成之生命損失為死亡者21人、失蹤者6人、受傷者23人，造成房屋損壞者為全倒者70間、半倒者

94間及部分損壞者270間，可見土砂災害之防治，為日本災害防治之重要課題。

## 二、日本地滑之歷史

從相關之歷史記錄顯示，在江戶（1603—1868）時期，日本已經有地滑整治之相關工程，如土壩與分流構造物已經是當時的減輕地滑災害的方法，其方法包括建構二座6.5m高五十公尺長的土壩；五米高三十米長的土壩來穩定地滑地。

明治時代（1868-1912），政府積極從事防洪工作，爲了要得到歐洲的技術，政府邀請歐洲工程師，其中最突出的一位工程師Johannis DeRijke，他是一位居住在日本的荷蘭工程師，1873-1903年，他強力主張明治政府要考慮砂防工作（沖蝕與淤積的控制），此外，他也將洪水的工作併入砂防工作，建立現代日本砂防的基礎。

此外，明治政府在1896年制定水利法、1897年制定森林法、砂防法，因此建立了現代日本沖蝕與治水工作，因此，減輕地滑災害的工作就被當成砂防工作來處理。在這時期，大部分的地滑減緩是限制在河流和渠流工作，因此，大多的工作存在於河防構造物。

1900年時期，大規模的地滑減緩工法實施在大的地滑地。在ohkouzu diversion channel 右岸的挖掘，引起了數個大地滑地，1916-1919年，該工作的目的是要減少及防止洪水沿著低地到達shinano河，此外，在完成分流工作後，柱狀結構地滑實現的期間由1920到1927，這優勢的控制方法是將作用中約2880萬立方公尺的地滑物質移除，爲了移除如此巨大的土方，於是發展出接近今日火車頭的使用。

1931年，大規模的地滑發生在yamato河，這區域存在窄河谷，包含nara basin和osaka plan 主要的國鐵和高速公路25線與該河平行，這意味著該區域經濟的重要性，其水平移動在1931年達到31公尺，毀壞了鐵路隧道，地滑移動也提高了河流達9公尺，隨後而來的也將危害上游區域，爲了保持河水流動和經濟管道，於是在1934年移開了187萬立方公尺的土方。

根據taniguchi，在將其階段工作的同時，也將地表排水和地下水攔截器一併安裝在gamou地滑地。

1947年，大約200公頃的平台階段沿著gongendake山的山麓開闢，因地滑的發生，趾部下滑堵塞而使nou河轉向，這次災情共有85戶被全部摧毀，23戶半毀，50公頃的

農場被毀，此外，大規模的的公共建設如公路，橋樑，和其他大眾設施也都被毀壞，此次taniguchi地滑的調查被認為是現代日本地滑調查研究之所以能建立的最大的推動力。

根據以上地滑災害的描述，1951年發生isihurayama地滑和nigyoishiyama地滑，1953年在kyushu 北部由於颱風的災害引發了很大損失，hakone地滑災害的頻繁，引起了地滑防制法在1958年的誕生，隨著該法的建立，地滑減緩技術，包含調查方法和研究才逐步而有系統地推進。

### 三、日本土砂災害類型與特性

#### （一）土石流

主要由豪雨或地震所引起。係指一種土、砂礫、巨石、與水充分混合的一種流動型態，其發生條件必須要有足夠之雨量、豐富的砂石材料及陡峭的河川坡度。

土石流發生之型態分為山坡崩塌、堰塞湖決堤、溪谷鬆散堆積材料及地滑土砂之流動。發生的條件，主要考慮的三個項目，為溪谷坡度超過15度以上、鬆散堆積材料及足夠的水量。其發生之特徵為流動速度快（約5~20m/秒）、混合巨石、漂流木及突發性。依據日本2002年度調查，全國列為土石流危險溪流共有183,863處，其中以影

響住家5戶以上者有89,518處，顯示土石流之防治極為重要。

## (二)地滑

乃指坡面滑動，其規模較崩塌大、坡度較崩塌緩，速度較崩塌慢，平均深度18m寬度約1~2公里，據日本（平成10年）調查全國共有11,288處屬於危險處所。

地滑發生之原因分述如下：地質構造—在斷層、背斜構造、層理、片理發達之處易生邊坡災害。其中順向坡與走向方向邊坡之地滑發生率相當接近，而逆向坡發生地滑之比例較低。在地質、土質分類上坡地之地質屬第三紀層以及坡地處在破碎帶或溫泉地區時，其邊坡易發生大規模地滑災害。依其地質及地表深度之特徵，可分為第三紀層地滑、破碎帶地滑及溫泉地區地滑災害。根據日本建設省於1977年對5600個邊坡發生大規模地滑災害調查，第三紀層地滑佔67.7%，破碎帶地滑佔27.8%，溫泉地區地滑佔4.5%。最近十年（1991-2000）依據國土交通省調查發生地滑災害共計1210件。

## (三)崩塌

崩塌為豪雨、地震、或下雪引起，一般發生於坡度大於30度之坡面，面積較小、厚度平均1.5公尺、表面積約

10 ～15平方公尺一旦發生其滑動速度快，預警較困難。

據日本（平成15年）調查全國共有330,156處屬於危險處所。

#### 四、個案分析

##### （一）大涌澤砂防

###### 1、自然環境概況

大涌澤源自中央火山丘的主峰，早川流域面積約1.2平方公里，流路長2.4公里，坡度陡峻且呈v字形之溪谷，有地獄谷之稱。大涌澤上游之山腹部分現在有硫磺化合物和瓦斯噴出物，在明治時期即有進行地熱的利用和溫泉的開發。

在二次大戰後進行觀光開發後，即有許多的觀光客到訪，在昭和34年設立索道，在昭和47年設立大涌谷自然科學博物館。

位於神奈川縣箱根仙石原之大涌伏，箱根火山是屬於富士火山帶，約在40萬年前間有火山活動至今，由於火山活動造成地盤噴氣及溫泉作用導致基盤鬆動，而產生地滑。從明治43年產生地滑開始，歷年來造成人員損傷、房屋毀壞，因此納入災害之防治計畫。





## 2、大涌澤地滑發生的歷史

大涌澤是屬於泥質地質，第三紀層的風化岩斷層破碎帶，由於火山地區熱水變質帶的溫泉地滑。

大涌澤噴氣活動是由於溫泉作用，基岩的溫泉餘土化而引起了地滑的發生。明治43年發生地滑以至昭和10年、20年、23年、25年、28年均發生地滑，尤其是明治43年的地滑，大涌澤西側斜面的大崩塌，伴隨著40立方公尺的土方下移，造成早川主流被擠壓，而與當時的大雨相互作用下，造成宮下、堂島、塔之澤、湯本等河川沿岸的溫泉鄉的災害，計有6名死亡，30戶民房流失。