氣候變遷下日本河川及土砂防災對策研析

技術研究發展小組

110年1月26日

簡報大綱

- 氣候變遷情勢推估
- 氣候變遷對土砂災害的影響與衝擊
- 近年土砂災害特徵與面臨問題
- 日本河川及土砂災害因應氣候變遷對策
- 結論與後續推動方向

氣候變遷情勢推估

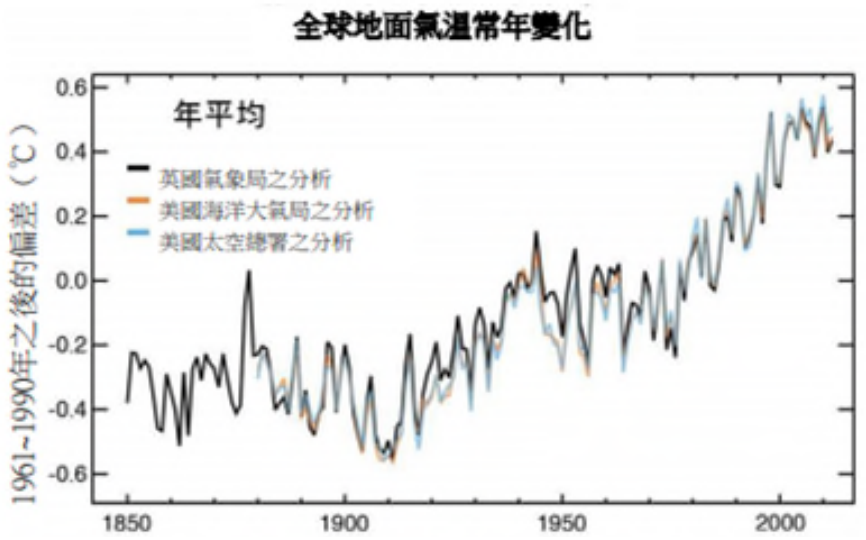
前言

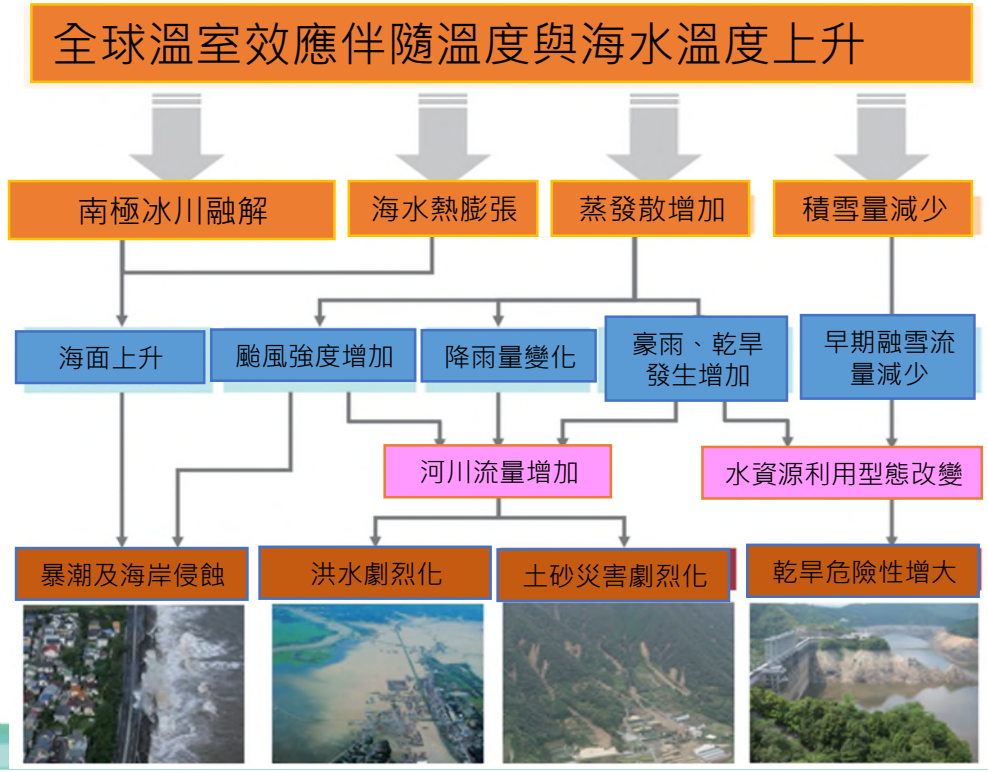
IPCC AR5報告 (RCP 2.6、4.5、6.0、8.5)

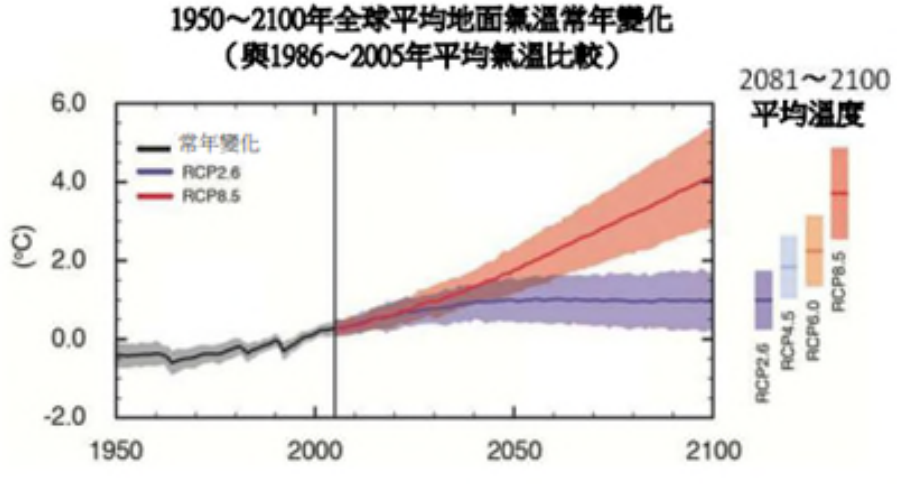
世紀末平均氣溫可能提高0.3 ~ 4.8℃

海平面水位上升 0.26 ~ 0.82 m

全球受到溫室效應導致氣候變遷，極端事件發生頻率、強度、範圍、持續時間增加，其中降雨延時與降雨型態變化，形成複合型土砂災害事件，不同以往單一災害型態，使得災害影響圍範及規模擴大。







氣候變遷情勢推估-降雨變化

1 依據歷史統計資料，降雨發生頻度及強度都將增加

日本短延時強降雨發生機率：

時雨量超過50毫米為1.4倍、

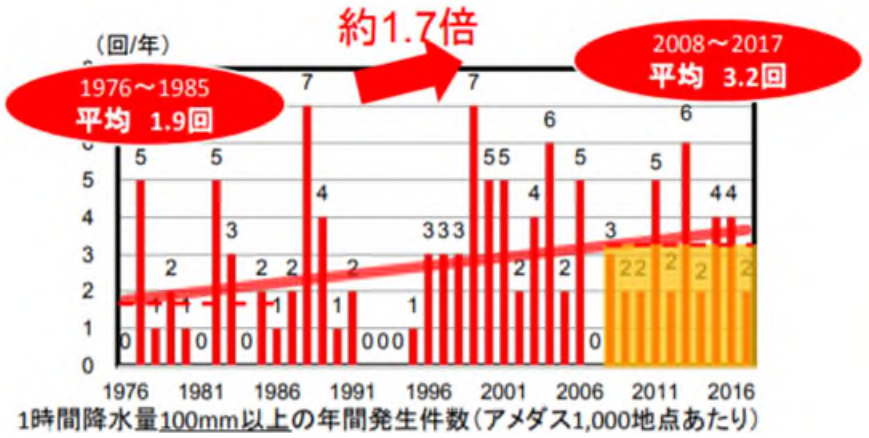
時雨量超過80毫米及100毫米都約為1.7倍

2 現行設施防護能力將不足以因應未來氣候變遷治水安全度

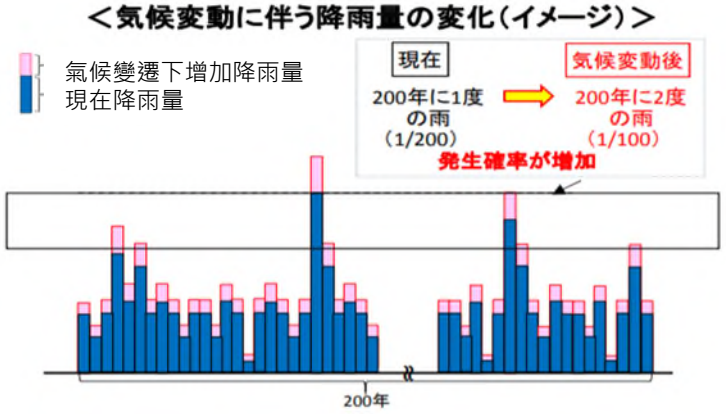
依據RCP2.6及RCP8.5情境下：

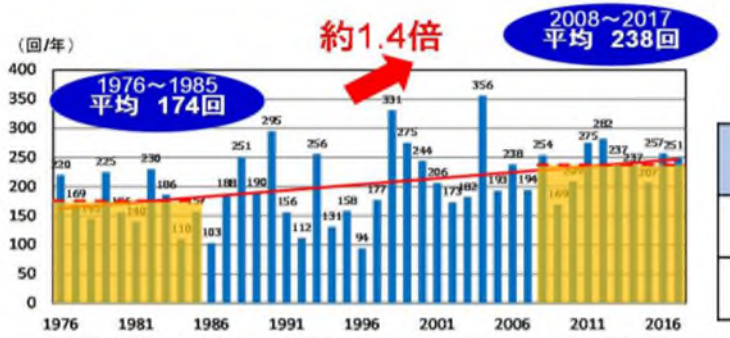
降雨量可能增加1.1倍至1.3倍、洪水發生機率可能上升2到4倍

現行200年洪水事件治水安全度，未來防護力變為100年一次洪水事件



1時間降水量100mm以上の年間発生件数(アメダス1,000地点あたり)



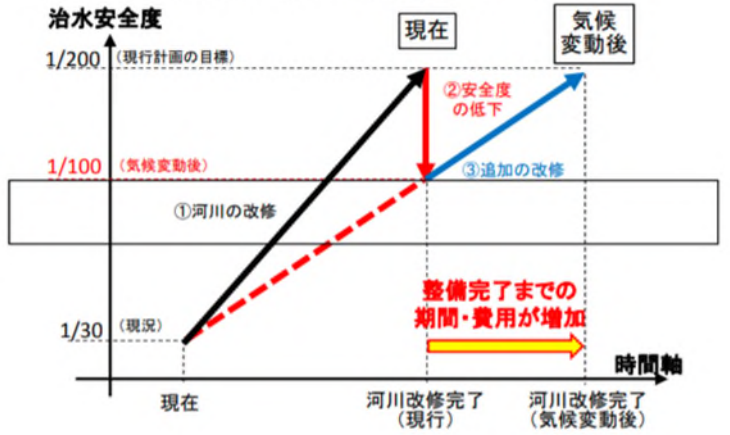


1時間降水量50mm以上の年間発生件数(アメダス1,000地点あたり)

氣候變遷影響下未來降雨量、洪水發生率變化

氣候變遷情境	降雨量變化倍率	洪水發生變化倍率
RCP8.5(4℃上昇に相当)	約1．3倍	**約4倍**
RCP2.6(2℃上昇に相当)	約1．1倍	**約2倍**

對工程設施整備的影響



氣候變遷情勢推估-水災

中央管理河川超過氾濫危險水位：

由429條增至448條 (2014年至2018年)

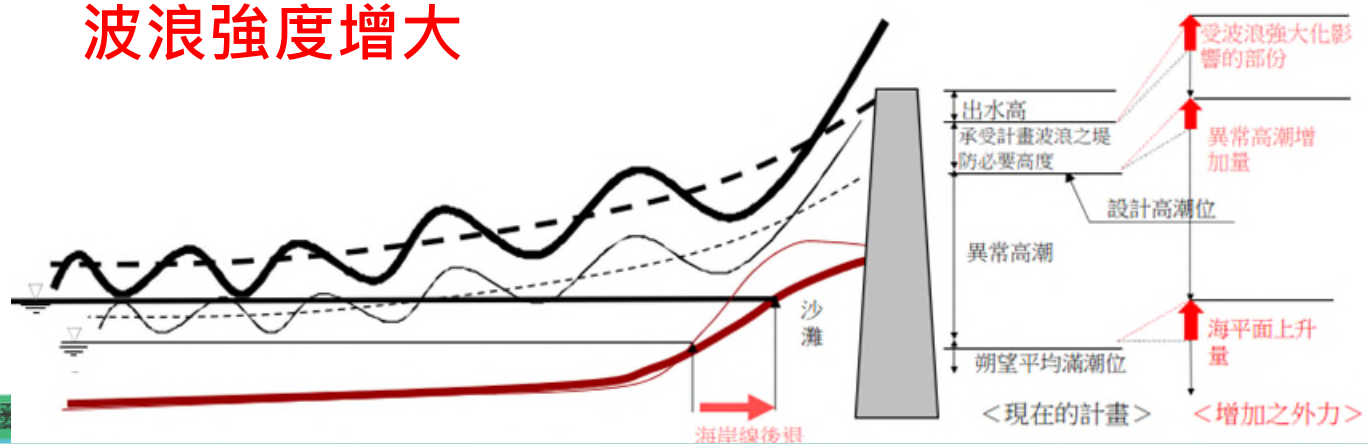
都道府縣管理河川超過氾濫危險水位：

由1,559條增至1,629條 (2014年到2018年)

颱風中心氣壓降低及最大風速增加情形下

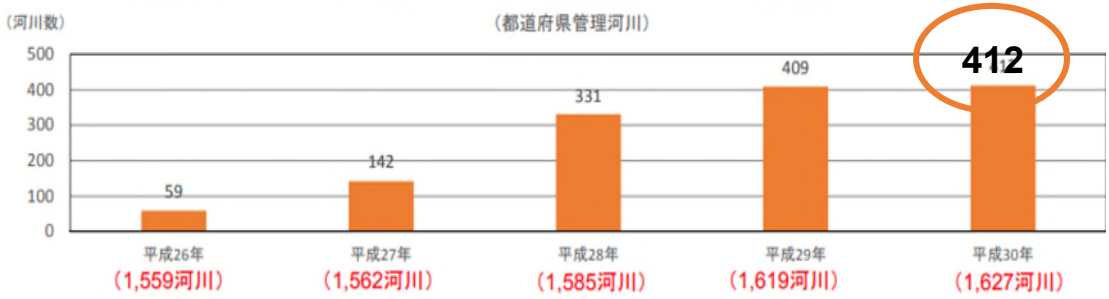
氣壓降低使得海水面被往上吸、將造成**暴潮偏差增大**

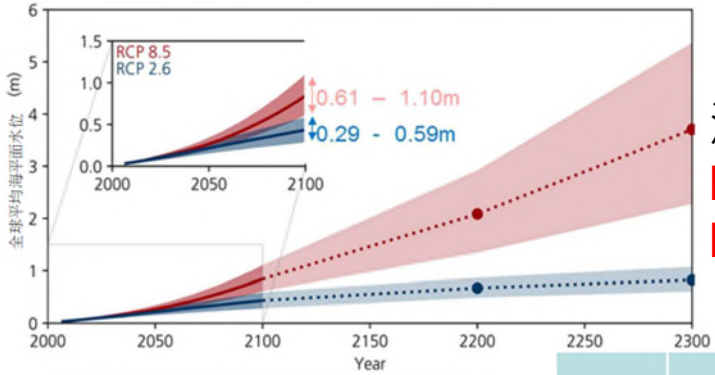
颱風中心最大風速增大，吹起更大波浪，使得**波浪強度增大**



河川氾濫情形-超過氾濫危險水位







圖：相對於1986～2005年，2300年海平面預測上升高度（確定性：低）
（插圖：RCP2.6情境及RCP8.5情境下的本世紀末預測評估　確定性：中）

出處：SROCC,2019年9月
https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_FinalDraft_FullReport.pdf

海平面水位上升
RCP2.6 ➔0.55m
RCP8.5 ➔0.82m

情境	和1986～2005年相比，2100年海平面平均水位預測上升量 (m)	
	第五次評估報告	SROCC
RCP2.6	0.26-0.55	0.29-0.59
RCP8.5	0.45-0.82	0.61-1.10

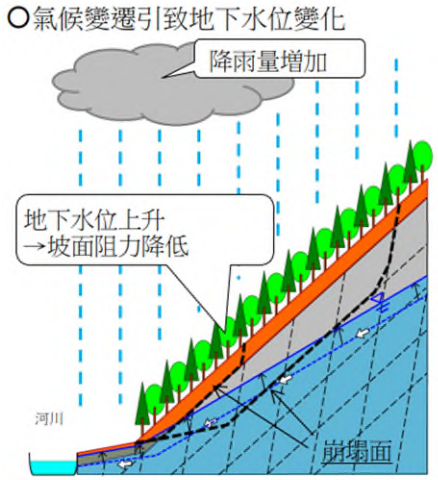
氣候變遷情勢推估-土砂災害

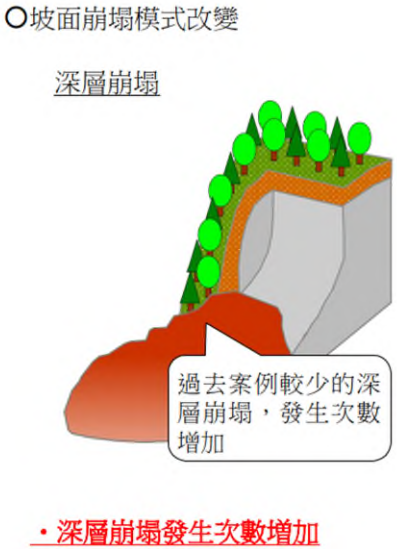
氣候變遷影響下土砂運移現象將嚴重化並**增加土砂量**變化

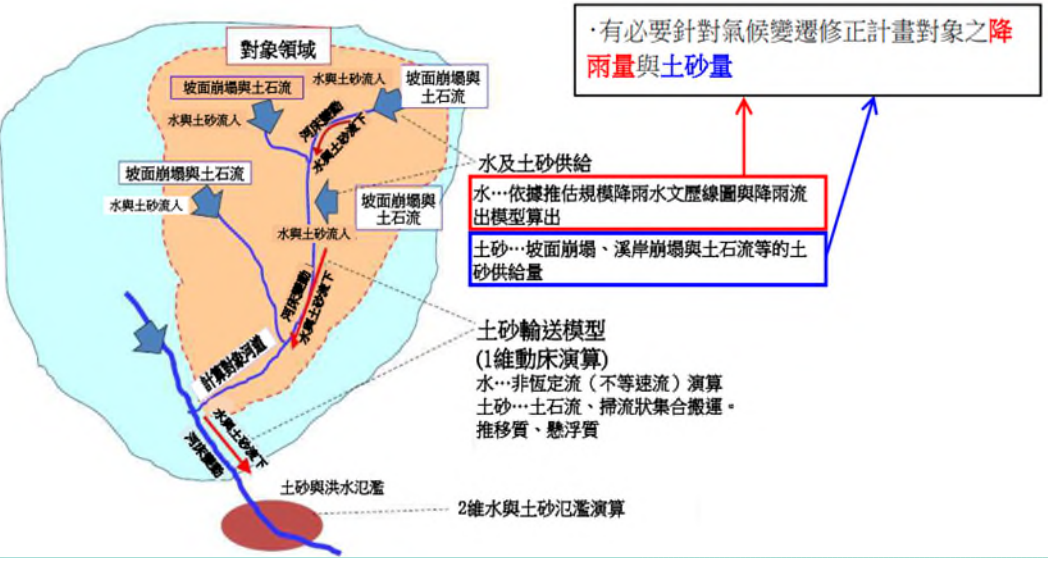
降雨量增加形成多處山區崩塌發生，且河川流量增加更容易使上游生產土砂運移至下游，發生**土砂與洪水氾濫**

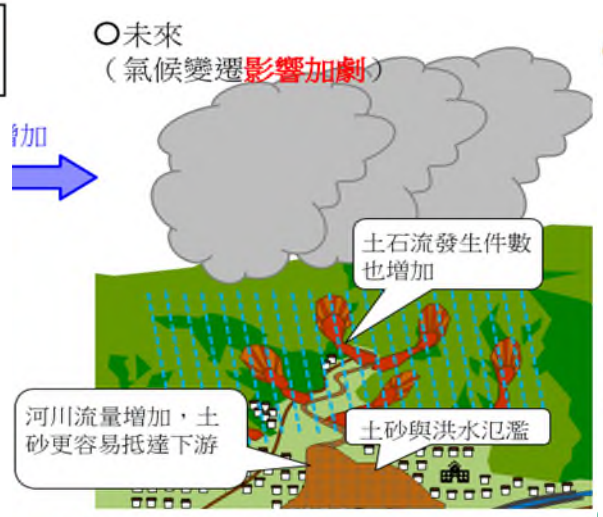
降雨量增加亦改變**地下水位**，使得深層崩塌、地滑等潛勢升高

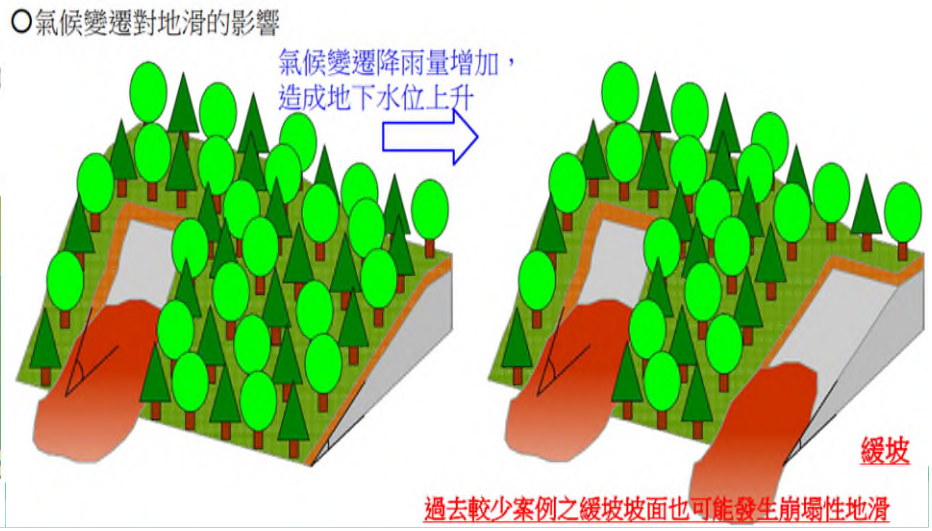
有必要適時修正砂防事業計畫，定期檢討未來氣候變遷影響下**流量、土砂量等定量演算方法**





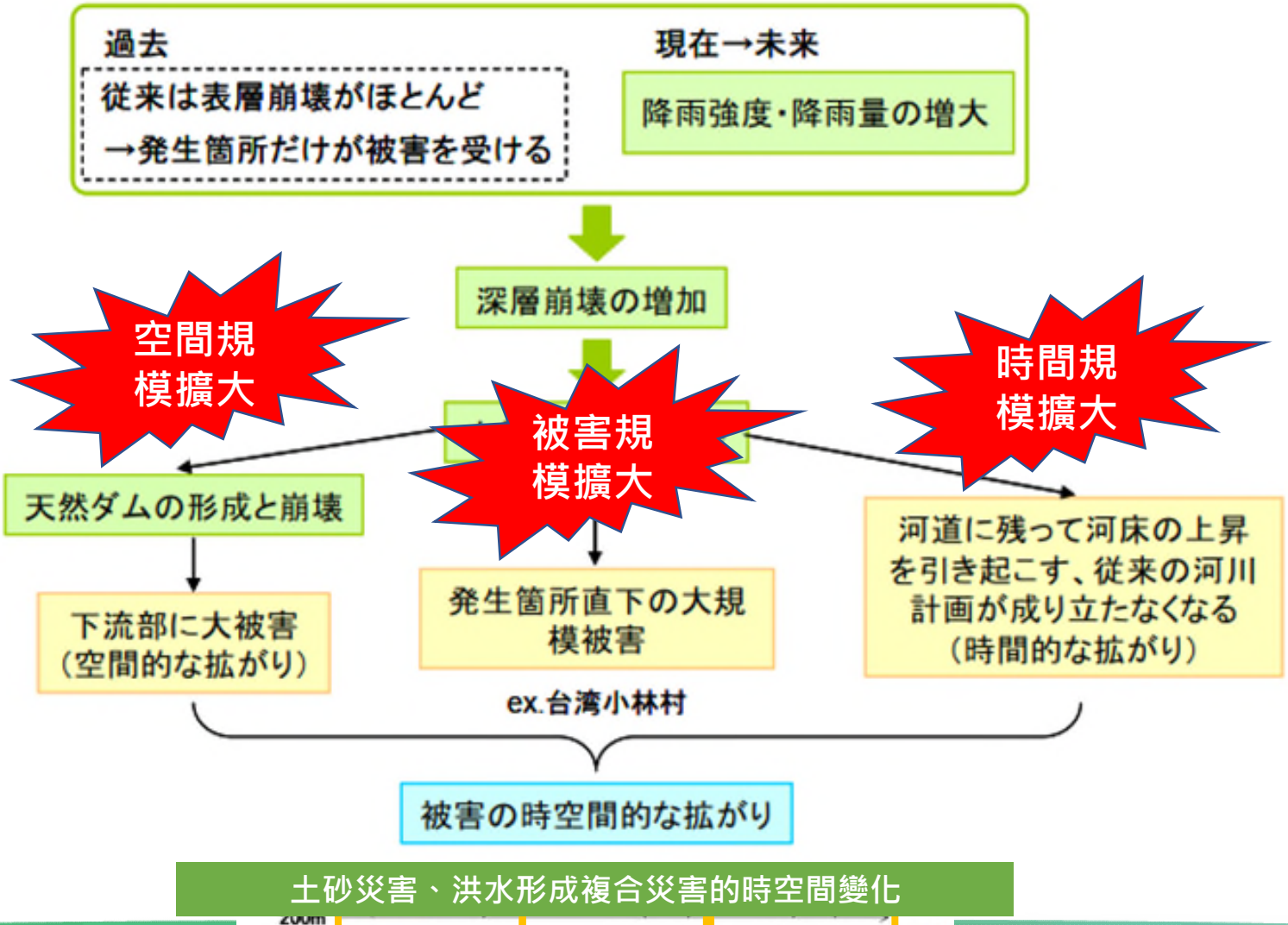






氣候變遷對土砂災害的影響與衝擊

氣候變遷對土砂災害的影響與衝擊-土砂災害影響



氣象變化	土砂災害變化
突發性局部大雨	1.降雨開始至土砂災害發生時間縮短
短延時強降雨	1.土砂災害發生頻率增加 2.超越計劃規模土砂災害增加 3.深層崩壞、0次谷、越過山脊現象之土砂災害等發生 4. 漂流木災害增加
颱風雨量、風速增強	1.超越計劃規模土砂災害增加 2. 深層崩壞等增加 3. 漂流木災害增加

氣候變遷對土砂災害的影響與衝擊-水災災害影響

氣象變化 (hazard)	社會結構變化 (exposure & vulnerability)	2019年第19號颱風災後影響評估 (Risk)
1 颱風勢能超過防護設施能力 2 未來可能出現超過計劃規模之颱風事件 3 未來提升各地區安全度等級無法符合預期規劃	1 因應人口減少、高齡化與少子化，採取最適化國土與土地利用 2 國際化趨勢 3 產業結構改變	1 部分地區過去所推動防患未然硬體工程對策發揮效果 2 安全度較低場所，在全國各地發生堤防潰決及溢堤、淹水與土砂災害 3 部分水庫提前進行洪水防災操作，提升洪水調節容量 4 事前發布各種災害情報，避難行動人數增加，避難場所擁擠 5 危機時未收到防災情報，未列入淹水或土砂災害危險區域地點卻發生災害 6 高齡者避難延遲或行車途中發生人員傷害 7 鐵道停開及高速公路封閉，社會有因應方案 8 市政府、區公所與需特別照顧者利用設施淹水、交通及物流中斷，造成重建活動障礙 9 災情嚴重者，地方政府難以順利進行恢復與重建工作

近年土砂災害特徵與面臨問題

近年土砂災害特徵

日本土砂災害定義係包含

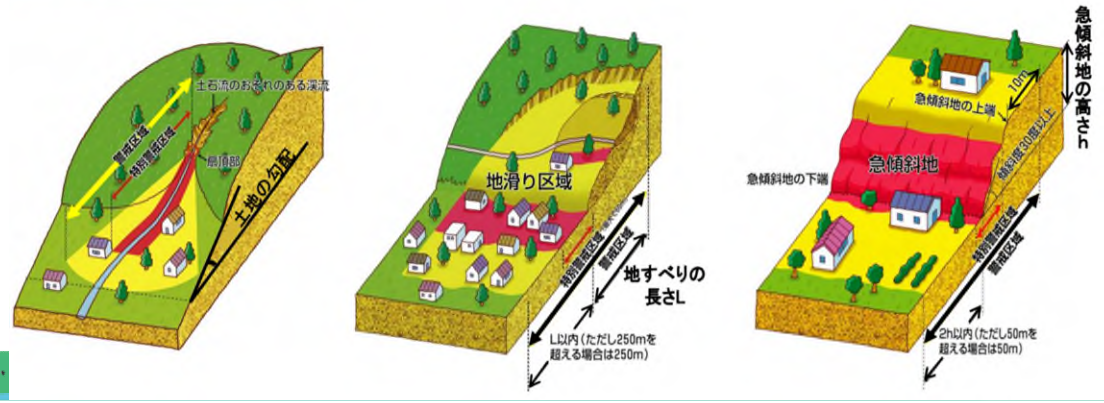
- ✓ 陡坡崩塌 (坡度30度以上之坡面崩塌的現象)
- ✓ 土石流 (山腹崩塌所產生土石，或溪流內之土石等與雨水混合後流動之現象)
- ✓ 地滑 (土地局部因地下水等原因導致滑動的自然現象或伴隨產生移動現象)
- ✓ 河道阻塞形成堰塞湖導致迴水(土石等阻塞河道、造成上游水位昇高現象)

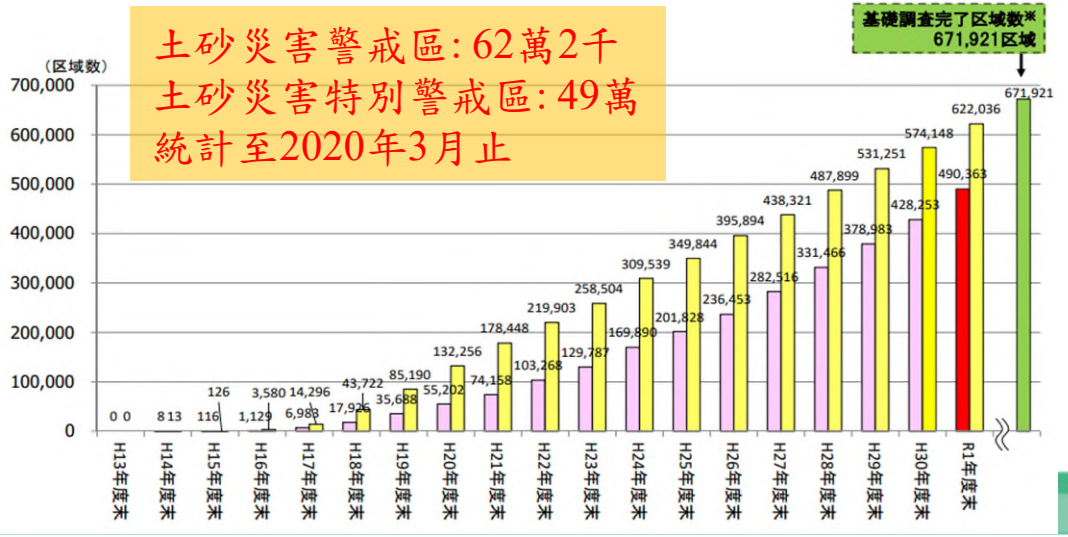
日本政府需針對陡坡崩塌、土石流及地滑等三種土砂災害潛勢地區，依現地基礎調查結果，分別劃設土砂災害警戒區(黃區)及土石災害特別警戒區(紅區)

土石流
※山腹が崩壊して生じた土石等又は渓流の土石等が水と一体となって流下する自然現象

地滑り
※土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象

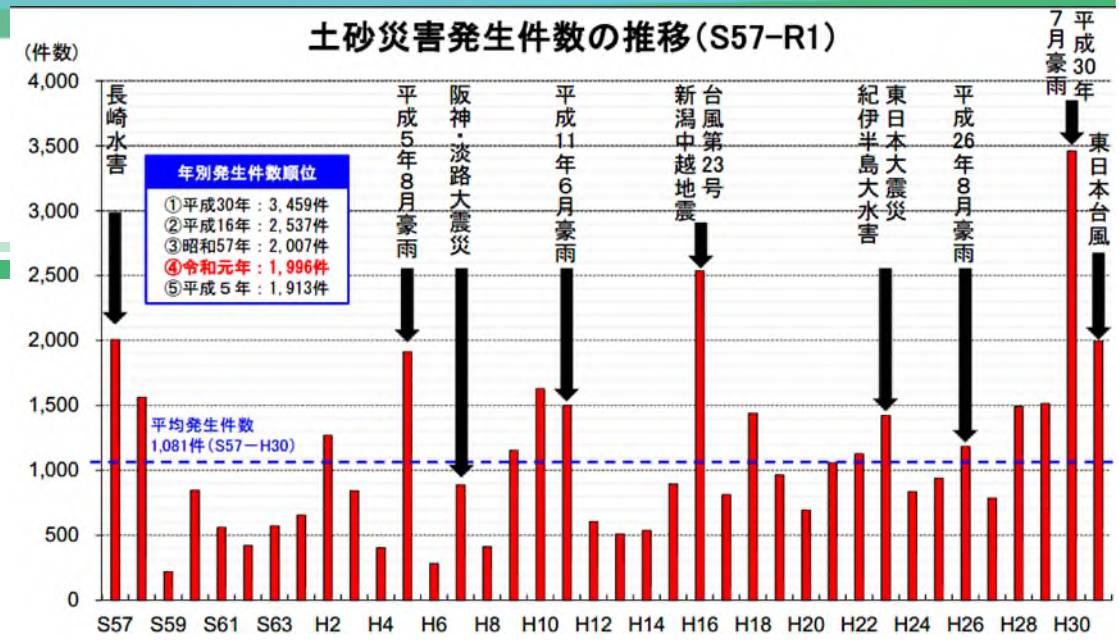
急傾斜地の崩壊
※傾斜度が30°以上である土地が崩壊する自然現象



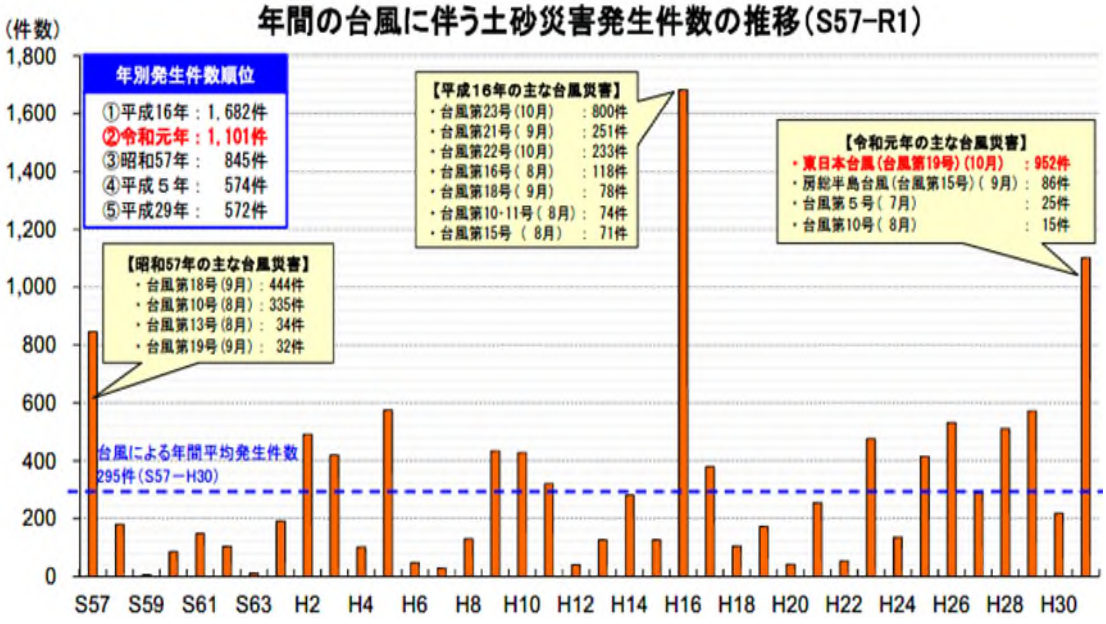


近年土砂災害特徵

- 土砂災害發生件數，以2018年發生3,459件土砂災害事件為歷年最多，年平均土砂災害事件約為**1,100件**。
- 單以**颱風**引發之土砂災害事件，在2004計8場颱風造成1,682件土砂災害事件為歷年為最多，次之為2019年952件，年平均土砂災害事件約**300件**。



土砂災害發生件數統計圖 (統計1982年至2019年期間)



颱風事件伴隨發生土砂災害統計圖 (統計1982年至2019年)

近年土砂災害特徵-致災類型

丸森町では、土砂・洪水氾濫により堆積した土砂等が障害となり、被害の把握や救援救助に時間を要した



近年來日本土砂災害特徵：

群發性(同時多處發生)、廣域性 (受災範圍)及颱風強度劇烈化形成災害比過往規模大、頻繁發生的土砂．洪水氾濫災害。

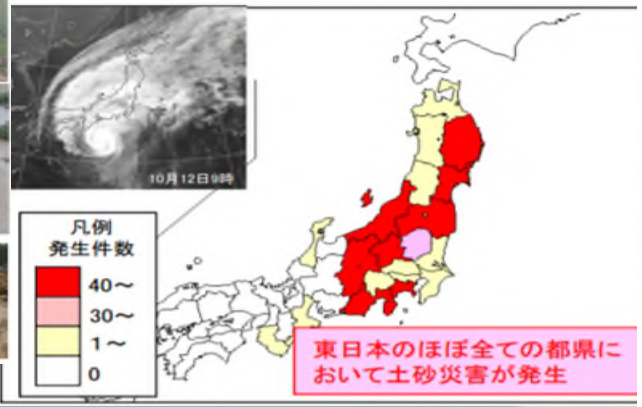
頻繁發生土砂與洪水氾濫

○H29九州北部豪雨、H30西日本豪雨に引き続き、土砂・洪水氾濫が発生
○日本全国において同様の被害が発生する可能性を示唆



群發性、廣域性

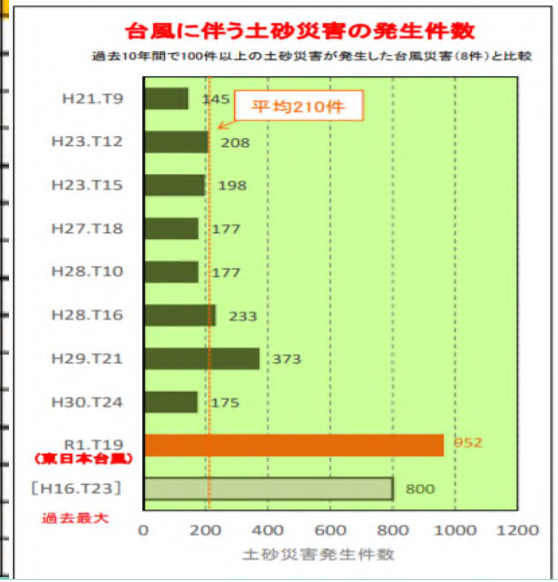
○東日本を中心に20都県にわたって950件を超える土砂災害が発生
○このうち8県において、40件以上の土砂災害が発生しており、被害が広範



発生年	災害名	土砂災害発生件数	土砂災害が発生 全数
平成21年	中国・九州北部豪雨	492	25
平成21年	台風第9号	145	15
平成23年	台風第12号	208	20
平成23年	台風第15号	198	29
平成24年	九州北部豪雨	268	17
平成26年	8月豪雨	637	29
平成27年	台風第18号	177	18
平成28年	台風第16号	233	24
平成29年	九州北部豪雨	316	17
平成29年	台風第21号	373	33
平成30年	西日本豪雨	2,581	32
平成30年	台風第24号	175	25
令和元年	6月下旬からの大雨	221	16
令和元年	8月の前線に伴う大雨	171	15
令和元年	東日本台風(台風第19号)	952	20

颱風形成災害規模大

○記録の残る台風により発生した土砂災害の中で最大の発生件数
○土砂災害が100件以上発生した台風（過去10年）における平均値を大きく超過



近年土砂災害特徵- 災害潛勢區劃設問題

2018年7月豪雨土砂災害-土砂災害警戒區指定狀況

- ✓ 已進行現地基礎調查，**尚未指定土砂災害警戒區** (9處約3%進行調查中，另有28處約11%已完成調查公告，但未指定完成)
- ✓ 以目前基礎調查使用的砂防基盤地形圖判讀後，尚難以掌握之地點，**需要更詳細地形資料**以判定危險程度 (51處約20%)
- ✓ **不符合目前土砂災害警戒區域之指定基準**(亦即不具明顯陡坡、地滑地形場所、明顯谷地地形場所) (24處約9%)



攝影與照片提供：股份公司PASCO國際航空股份公司

群馬縣富岡市內匠發生土砂災害



發生災害地點平面圖
（比例尺：1/5,000）

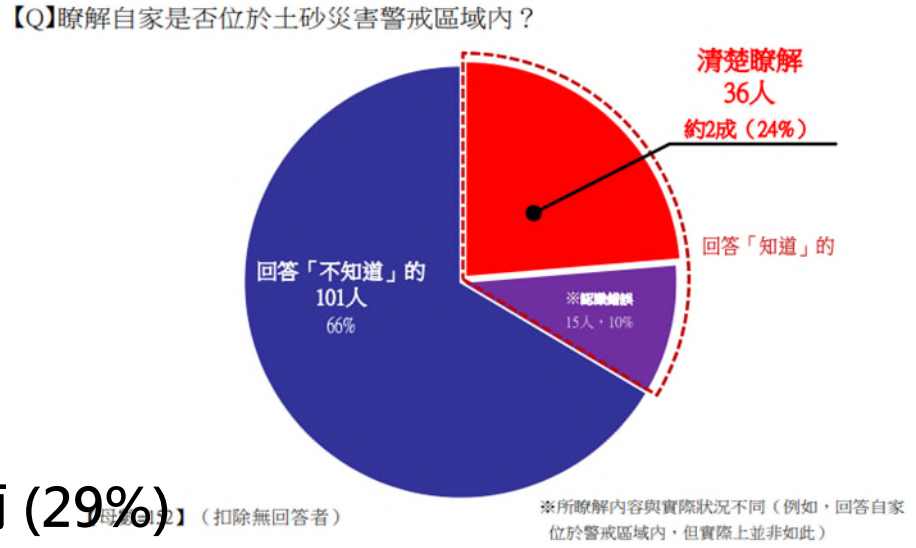
12

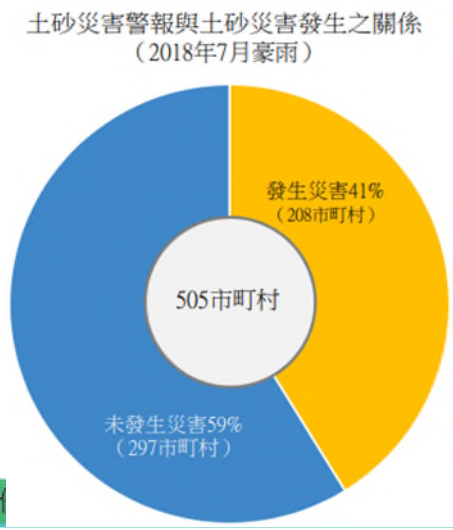


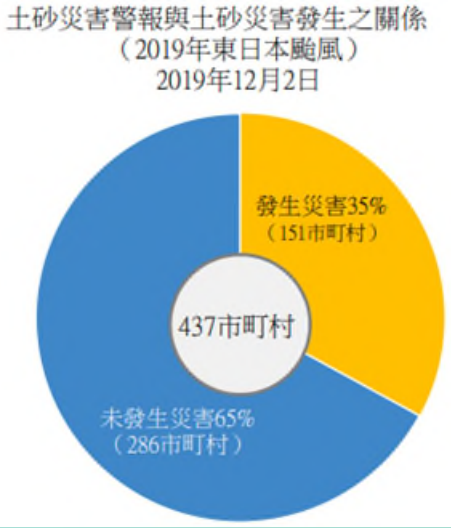
9

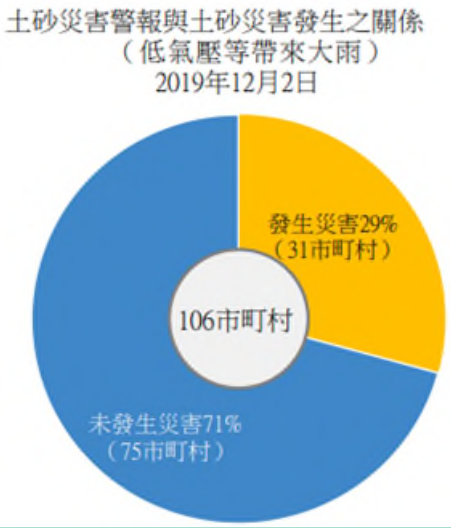
近年土砂災害特徵- 防災整備落實問題

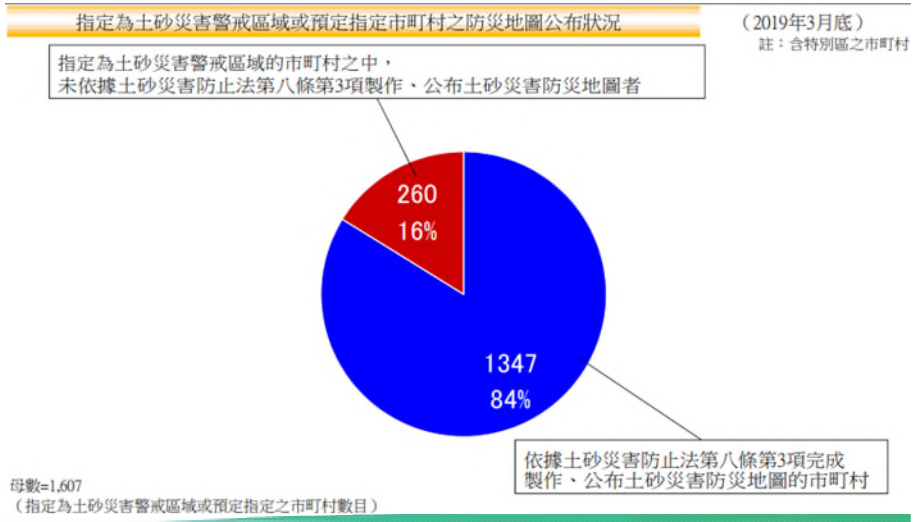
- 自宅是否在土砂災害警戒區域內問卷調查:
  24%-正確認知，10%-錯誤認知，66%-完全不知道
- 土砂災害防災地圖公告狀況 (2018年3月止):
  84% (1,347)市村町公布，16% (260) 未公布
- 土砂災害警戒情報發布狀況方面:準確率待提升
  2018年7月豪雨 (41%)、2019年東日本颱風 (35%)、2019年豪雨 (29%)









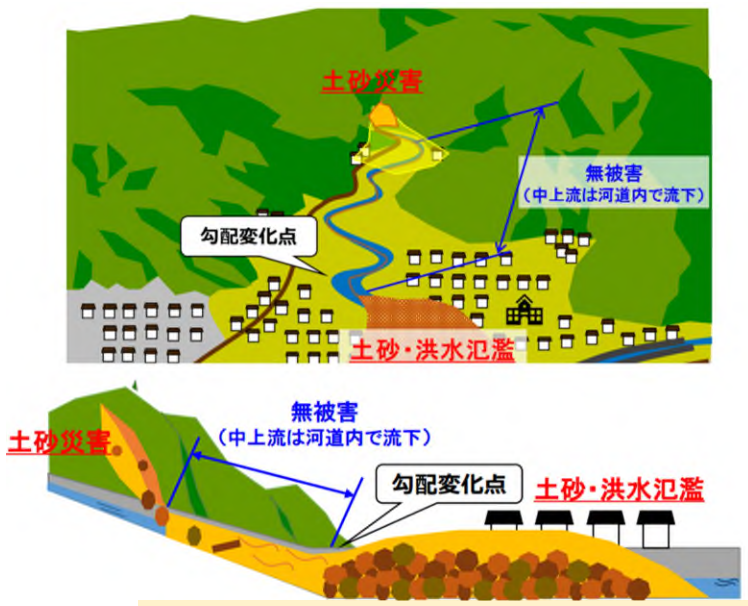


近年土砂災害特徵-避難機制問題

日本內閣府於推動綜合土砂災害防止對策報告中指出，既有**防災制度與防災情報並非完善**，**市町村等單位無法充分運用**現有防災制度等相關問題:

1 土砂災害**突發性高**且**預測具不確定性**，造成民眾無法充分掌握該地區土砂災害風險；

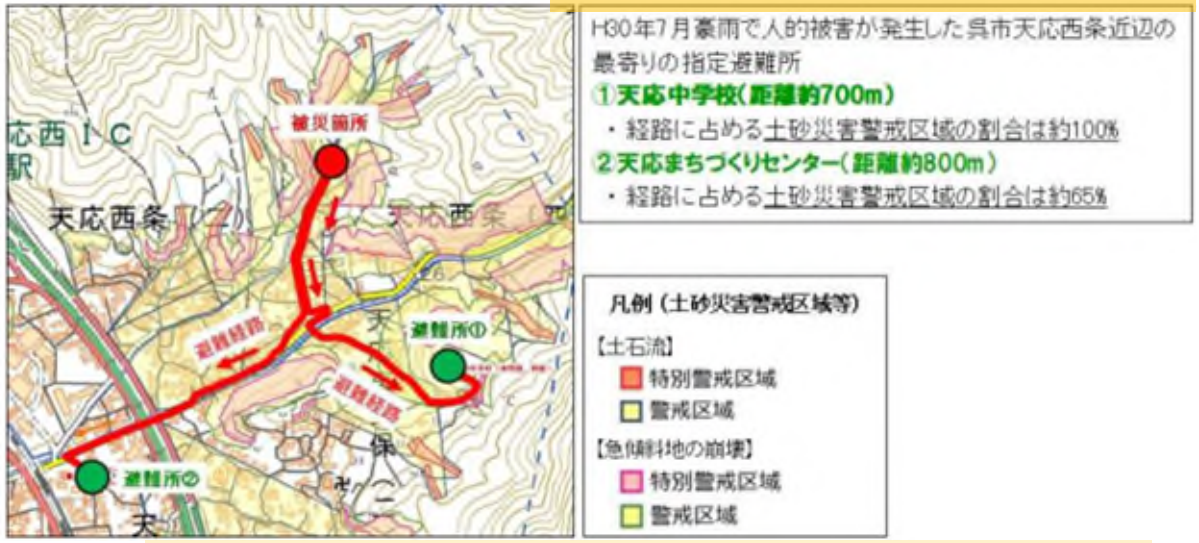
2 無法瞭解氣象預報與土砂警戒情報，造成**避難情報、勸告等發布失準**；





複合因素形成土砂洪水氾濫災害

避難所1:土砂災害發生機率100%
避難所2:土砂災害發生機率65%

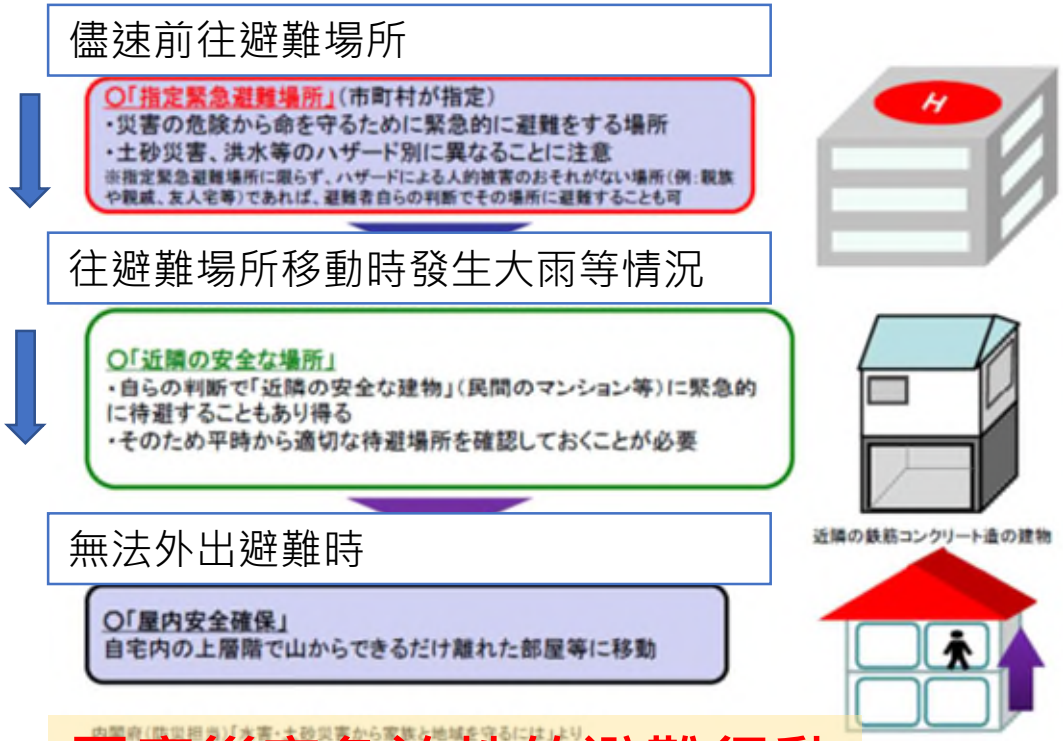


避難場所位於土砂災害警戒區域內

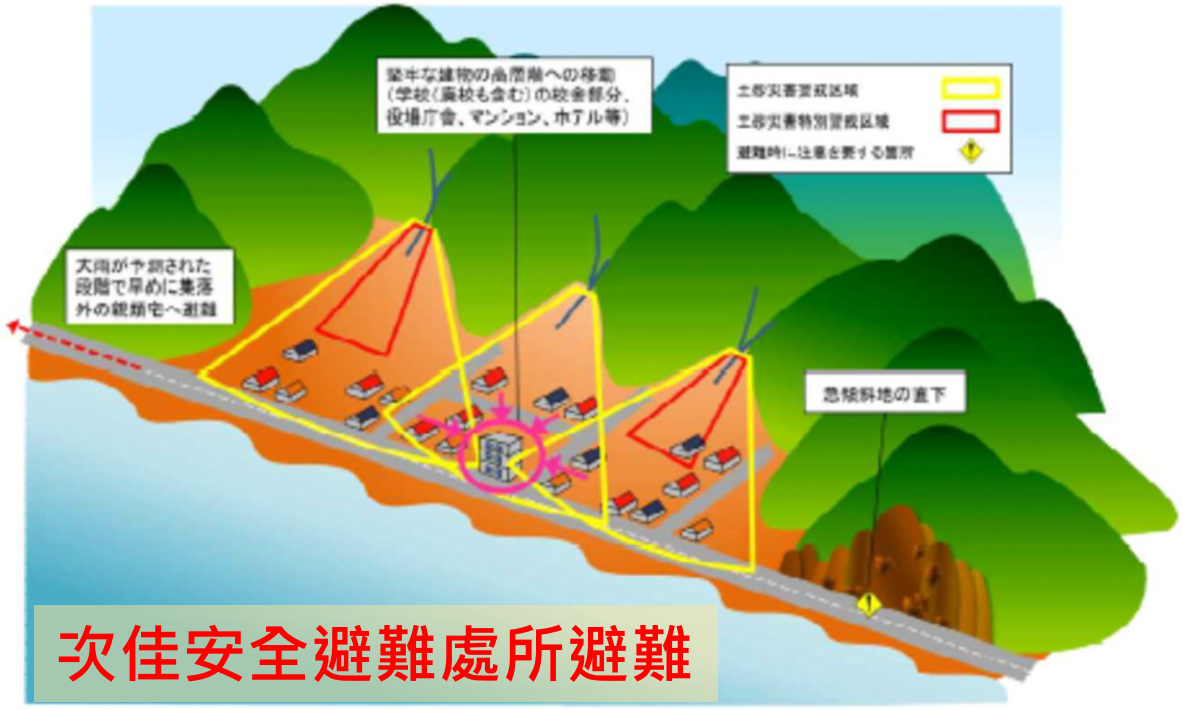
近年土砂災害特徵-避難機制問題

3 在災害事件期間，**預警避難資訊無法傳達給民眾**，
強風豪雨等無法前往指定避難處所時，往**次佳安全避難處所**亦是有效避難行動。

4 社區營造與都市規劃顯然未充分考慮**土砂災害風險**。



因應災害急迫性的避難行動



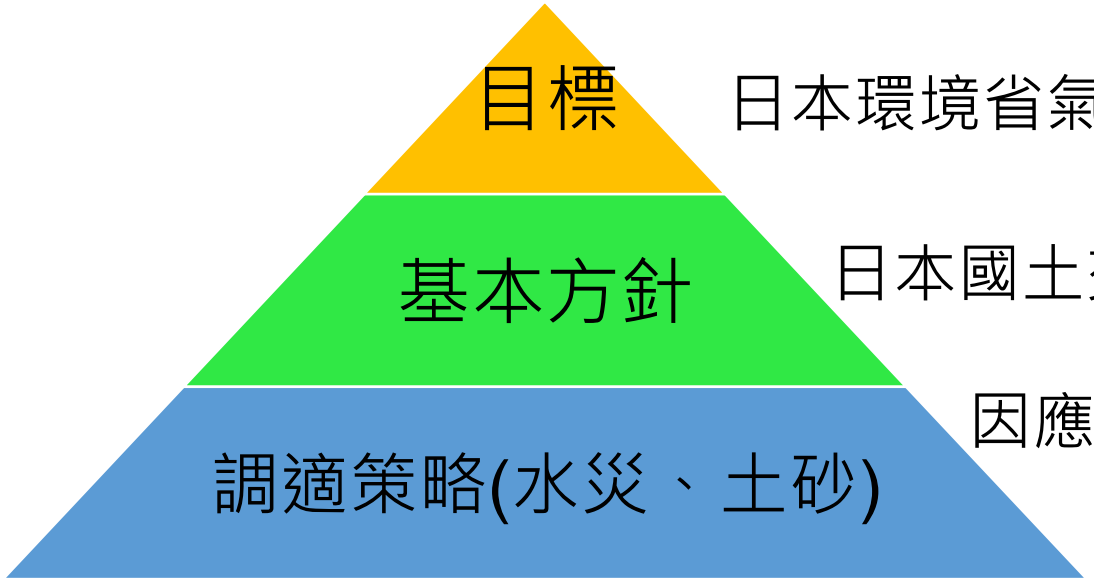
次佳安全避難處所避難

近年土砂災害特徵-待解決課題

歷史災害事件之待解決課題如下：

1 民眾預警避難反應時間極短，使得民眾來不及逃離土砂災害；
2 眾多未完成調查之土砂災害警戒區仍待指定；
3 雖指定為土砂災害警戒區，但尚未完成防災地圖製作，民眾不瞭解當地土砂災害危險潛勢；
4 土砂災害警報正確率仍待提升；
5 預報發布時間與災害發生時間相隔過久，使得民眾誤以為無災害，卻於而返家發生災害；
6 發布警報時未達危險雨量，過一段時間後才達到危險雨量；
7 已達危險雨量，但經過相當長的時間才發生土砂災害；
8 災害經過很長時間才發生，期間不知道危險度變化情形；
9 夜間達危險雨量時是否發布避難疏散之兩難困境；
10 當地政府及民眾對於防災演練之參與度不足；
11 防災教育與防災意識等普及度不足；
12 自令和元年導入大雨警戒分級，政府部門工作重點在掌握土砂災害發生資訊與發布警報，但東日本颱風事件多處水災與土砂災害，以目前的警戒模式難以全面預測複合型土砂災害，未來仍有待提升土砂災害預測技術。

日本河川及土砂災害因應氣候變遷對策研析



日本環境省氣候變遷適應計畫

日本國土交通省氣候變遷適應計畫

因應氣候變遷水災對策檢討委員會

因應氣候變遷防砂技術檢討會

日本環境省氣候變遷適應計畫

日本環境省制定氣候變遷適應計畫，基本目標如下:

防止及減輕因氣候變遷導致的災害、安定國民生活、社會及經濟之健全發展、保護自然環境及規劃國土強韌化、建構安全及安心永續社會

推動氣候變遷適應施策之基本戰略如下:

1 將氣候變遷調適納入所有相關措施。

2 依據科學知識促進氣候變遷調適。

3 整合國內研究機構之智慧，完善資訊基礎設施。

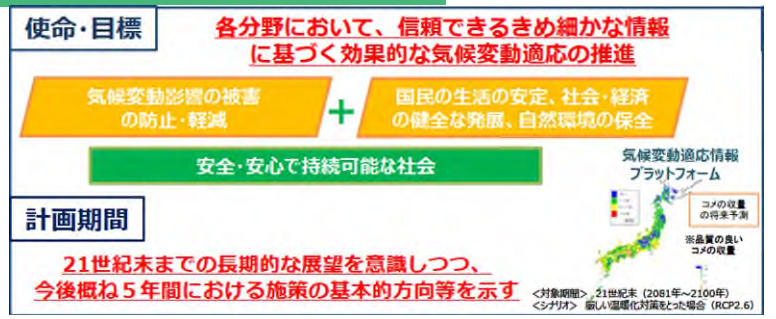
4 根據地域實際情況促進地方政府推動氣候變遷調適。

5 促進有助於企業氣候變遷調適及資助商業活動 (加深國民理解、促進因應氣候變遷商業活動)

6 促進及確保氣候變遷相關等國際合作 (提升發展中國家調適能力)

7 確保行政機關相互合作以促進氣候變遷相關調適措施推動 (確保行政機關間緊密合作體制)

檢視持續循環過程，掌握進度與評估成效，隨時改善施策及計畫，以因應氣候變遷之變化情況







日本氣候變遷調適策略基本方針(1/3)

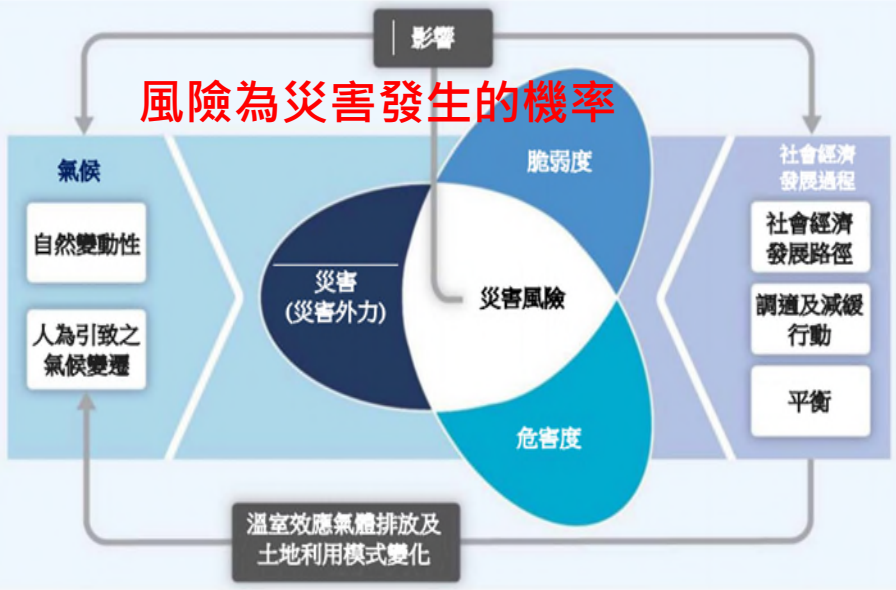
日本國土交通省(2015)已設定調適策略基本方針:

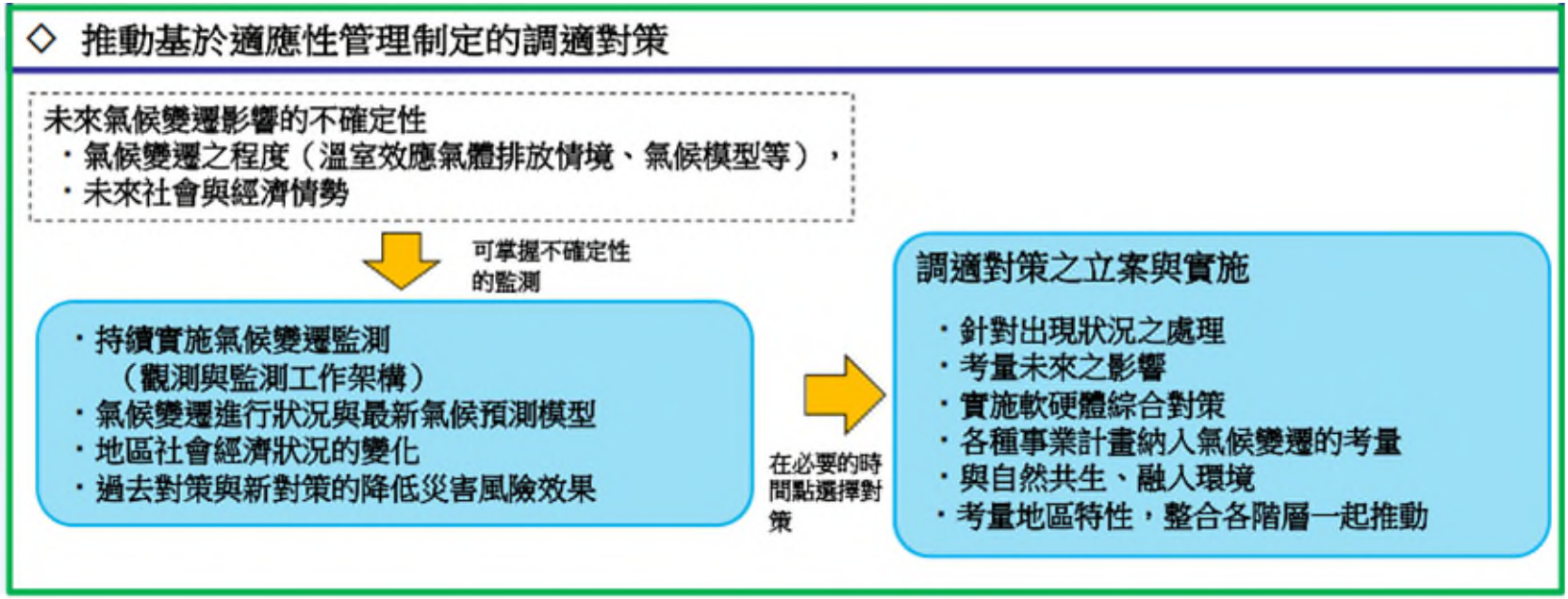
一、因應不確定性之適應性管理

1 考量未來影響不確定性，採用適應性管理 (氣候變遷程度、未來社會．經濟情勢)

2 藉由監測掌握不確定性 (觀．監測系統、預測資料、社會經濟狀況、過往與新對策風險降低效果)

3 在必要時間點選擇實施對策 (目前顯現事件的處理、將未來影響納入考量、考量軟、硬體之綜合措施、各種事業計畫中納入氣候變遷之影響、與自然環境和諧共生、考慮地域特性並推動地方政府、企業、居民等合作)



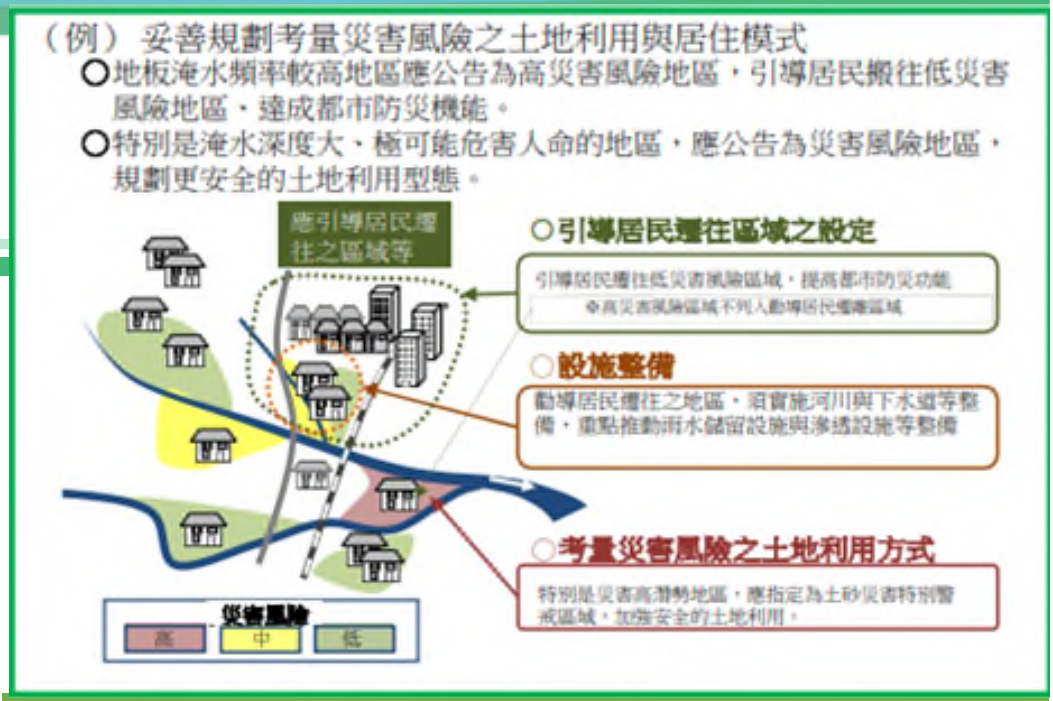


日本氣候變遷調適策略基本方針(3/2)

二、處理已發生事件

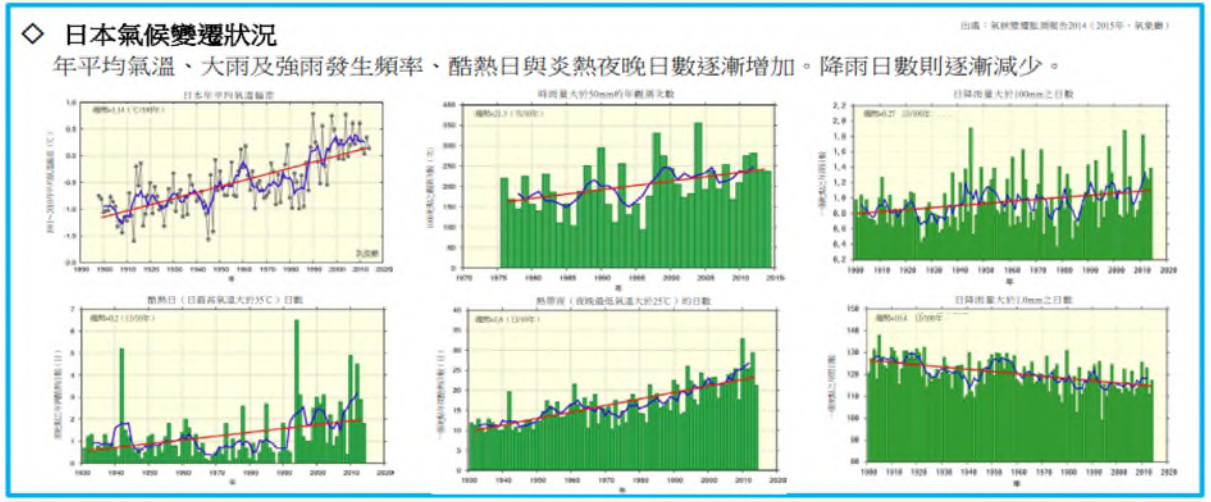
三、將未來影響納入考量

四、考量軟、硬體之綜合措施



設定誘導居住區域、施設維護、考量災害風險之土地利用

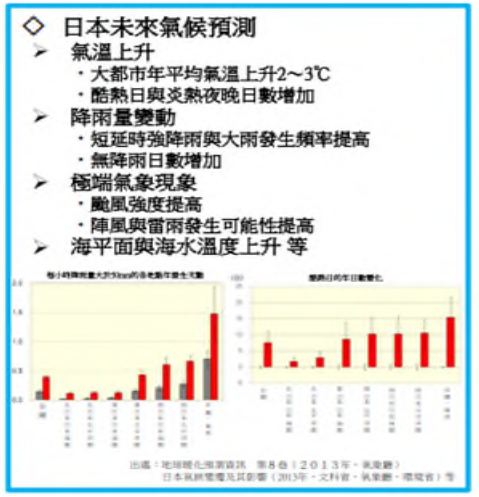
平均溫度、豪大雨發生頻率、酷暑日增加、降水日數減少

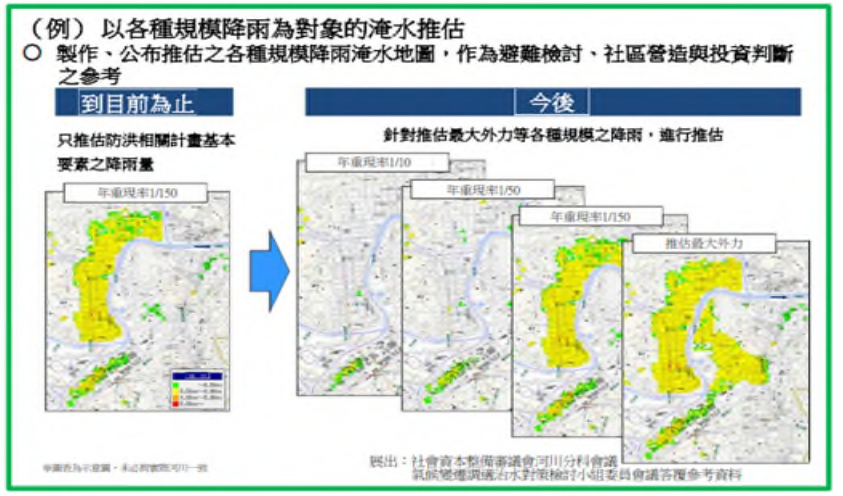


"因應未來氣候變遷之調適，首先應減緩面對氣候變動的脆弱度與災害曝露程度。"

出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要

未來氣候預測 (溫度、降雨量、極端事件)、假設各種災害事件規模





"暖化程度提高可能出現嚴重且大範圍的不可逆影響。"

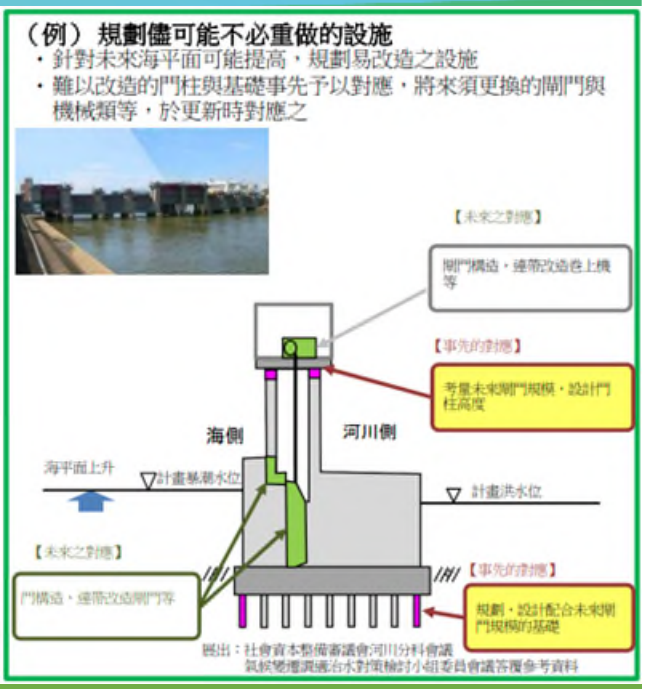
出處：IPCC第五次評估報告第二次作業部門會議報告書政策決定者參考摘要

日本氣候變遷調適策略基本方針(3/3)

五、各種事業計畫中納入氣候變遷之影響

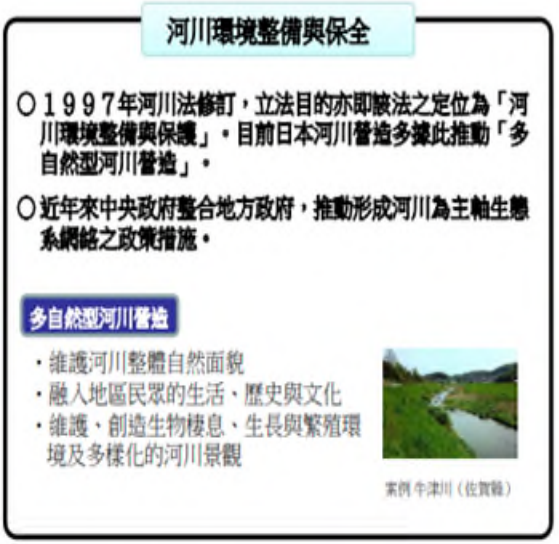
六、與自然環境和諧共生

七、考慮地域特性並推動地方政府、企業、居民等合作



採取將未來氣候變遷之影響納入各種事業計畫考量

自然河川營造、熱島效應對策 (公園、綠地等整備)





普及防災教育 (氣候演講、實施避難訓練、防災教育、地區自治會防災地圖)



地球暖化對地區的影響因地區自然資源、產業結構與氣候特性等而異，應精確掌握各地區目前與未來可能受影響狀況，以地區有關機關與人士為主體地推動調適對策。

環境基本計畫（2012.4）

日本氣候變遷調適策略-水災災害

一、影響性方面

短延時強降雨發生頻率增加 (時雨量超過50mm以上)、總降雨量增大(雨量大於數百毫米或數千毫米以上)

二、調適策略的制定方向

相對發生頻率高的災害事件、災害事件超過設施之防護能力。

三、災害風險評估

提供各種規模災害模擬及評估使其易於理解風險情況、促進各單位詳細災害風險資訊及因應對策

相對發生頻率較高之外力之防災對策:

對於發生頻率較高的災害事件，將採取**適當維護及更新措施**，並持續對現存防災設施進行維護及更新，以預防災害發生。

發生頻率較高災害事件的防災對策-維護及更新措施

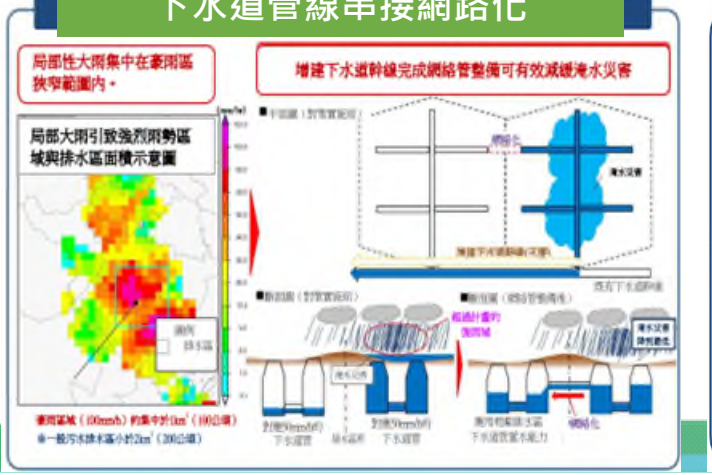
持續推動之工作

- 防災設施確實維護
- 提昇即有設施之機能
- 強化維護管理及確實更新
- 遠端化操作設施 (如水閘門等)
- 綜合土砂管理措施

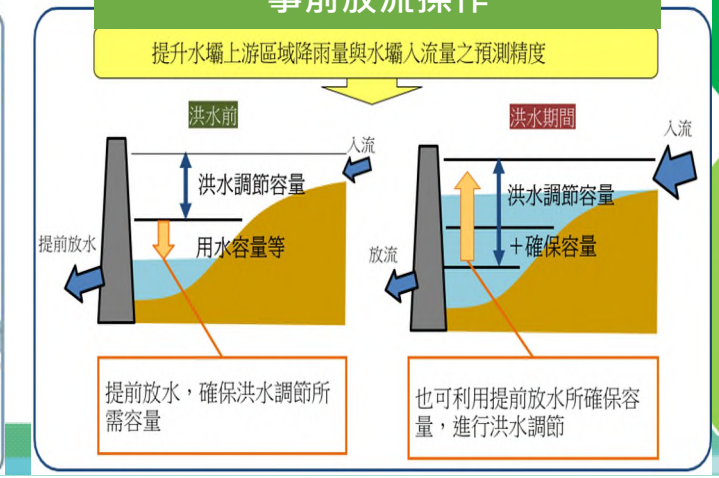
未來持續調整檢討之工作

- 減少防災設施重覆施工之設計
- 因應氣候變遷預測技術提昇設施規劃及設計
- 檢討因海平面上升及漂流木影響措施
- 河川及下水道防災設施綜合運用

下水道管線串接網路化



事前放流操作



日本氣候變遷調適策略-水災災害

施設運用、建構、維護順序等

超過設施防護能力上限外力之防災對策:

對於災害事件超過設施之防災能力來說，需透過規劃和設計防災設施之運作、構造、維護順序等來減少災害，並以考量災害風險為基礎對城市規劃和社區發展協力合作，最後則是災前預備考量事項如疏散準備，緊急活動，業務連續性等準備工作。

災害外力超過設施之防災能力 - 施設運用、建構、維護順序等

持續推動之工作

- 強化及確保觀測、監測等系統
- 強化及確保災害防治系統
- 活用河川管理設施並確保避難場所安全

未來持續調整檢討之工作

- 災害風險對河川規劃、維護計畫等影響
- 延長潰壞時間之堤防結構之探討
- 最大化運用現有設施防災機能之探討
- 大規模構造物盤點、檢查

災害外力超過設施之防災能力 -城市規劃和社區發展協力合作

持續推動之工作

- 綜合淹水對策
- 考慮土地利用情況的治水對策
- 地下空間淹水對策

未來持續調整檢討之工作

- 提供及共有災害風險情報
- 提供都市規劃及住宅之災害風險情報
- 都市規劃及地區發展合作之淹水減災對策
- 都市規劃及地區發展合作之洪氾擴大抑制對策

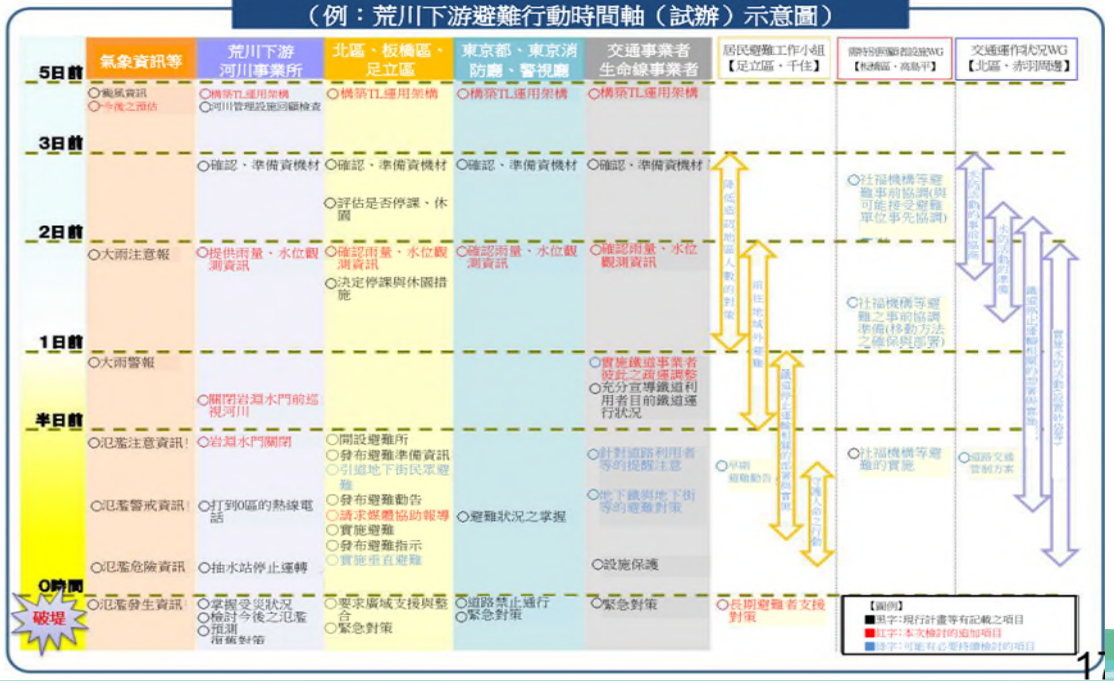
日本氣候變遷調適策略-水災災害

超過設施防護能力上限外力之防災對策:

避難、緊急活動、事業連續性等預備

對於災害事件超過設施之防災能力來說，需透過規劃和設計防災設施之運作、構造、維護順序等來減少災害，並以考量災害風險為基礎對城市規劃和社區發展協力合作，最後則是災前預備考量事項如**疏散準備，緊急活動，企業持續計畫等準備工作**。

整合各單位與利害關係人協力合作之災害應對系統



災害外力超過設施之防災能力 -避難、緊急活動、企業持續計畫等預備

持續推動之工作

- 支援市町村長發布準確疏散避難勸告
- 強化災害發生時市町村之支援系統

未來持續調整檢討之工作

- 提供易於理解情報以促進疏散避難
- 加強事前規劃以迅速進行疏散避難
- 改善疏散避難和救援等準備
- 制定防災相關單位和公益團體等企業持續計畫
- 抑制及排除洪水擴大及氾濫
- 提高企業防災意識及建立水災害企業持續計畫
- 各單位協調整合之災害應變系統

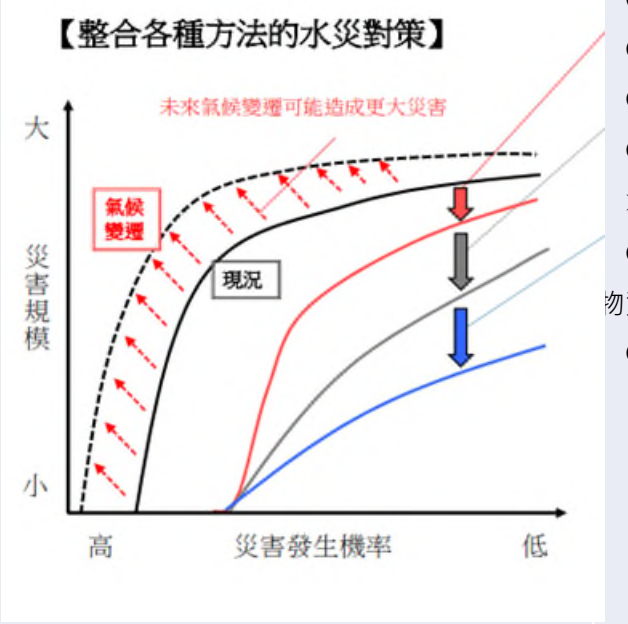
日本氣候變遷調適策略-水災災害

外力調控 (危害對應)

➢修正治水計畫等目標
●修正河川整備基本方針、河川整備計畫目標流量
●修正海岸保全目標潮位
●修正下水道計畫目標降雨量
➢修正設施整備構想
●妥善規劃考量超過設施防護能力洪水之設施構造
●暴潮與洪水、主流與支流等危害重疊地區整備
●發生土砂與洪水氾濫地點，實施集中砂防設施整備
●納入更新前外力變化評估以實施適應性設施整備
➢新的整備內容與充實對策方法
➢實施高淹水風險地區防災整備
●強化堤防以提高防災、減災效果
➢活用水壩等既有設施
●強化既有水壩洪水調節功能
●實施有效水壩操作，改善資訊提供方法
●實施水壩再生、疏洪道改造等，以強化洪水調節機能
➢整合企業與居民等協力對策
●河川流入抑制之儲留設施整備
➢依據治水計畫等推動確實整備
●推動一勞永逸之防災基礎建設整備 (疏洪道、水壩、分洪道、沉砂池)
●有計畫推動老朽化設施更新

減少受災對象(暴露對應)

➢因應災害風險之社區營造與土地利用
●檢討可活用於社區營造之災害資訊
●整合社區營造因應災害風險的土地利用
●施築線狀、面狀的高台與建築群，推動高台社區營造
➢實施調控氾濫水對策
●實施可限定淹水範圍之副堤等整備與保全



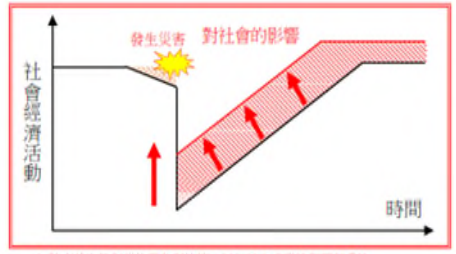
減輕災害、提升恢復力 (脆弱性對應)

➢推動可儘早排除氾濫水對策
●強化淹水時迅速消除洪水之排水對策
➢充實各種主體降低風險方法
●實施配合設施性質與用途之建築構造管制規則等
●協助自治體與企業制定BCP(事業持續推動計畫)納入水災考量
●促進使用水災保險制度
➢強化整合所有主體強化之避難系統
●消除淹水推估情報空白地帶
●加強情報提供以居民為主體之避難行動
●建立具實效性的避難系統
●建立活用高台或民間大樓的警戒避難系統
➢強化TEC-FORCE等系統 (含整合民間企業)
●提升TEC-FORCE隊員能力，補強災害對策用物資及設備
●培育民間人才，學會相關技術

可實現對應事項的主要對策措施

➢修正計畫擬訂與設施設計相關基準等
➢建立有計畫集中實施含中小型河川的改良與更新對策措施
➢建立企業與居民參與之工作系統
➢建立整合軟硬體對策之工作系統
➢建立充實災害資訊並據以推動土地利用之工作系統

災害度對應 ～外力調控～	・推動治水對策 ・運用既有設施以抑制洪水流出　等
曝露度對應 ～減少受害對象～	・管制、輔導國土與土地利用 ・氾濫水調控（副堤）　等
脆弱度對應 ～減災、提高恢復力～	・構築避難組織架構 ・地方政府與企業持續營運規劃 ・水災保險 ・強化支援組織　等



日本氣候變遷調適策略-土砂災害

土砂災害調適策略分為九個項目:

1對於土砂災害發生頻率增加之調適措施

2預警避難反應時間短之土砂災害事件對策

3土砂運動現象超過計劃規模的對策

4深層崩塌的對策

5在坑溝地形不明顯地區的土砂防災對策

6土石流越過流域邊界的對策、

7漂流木災害對策

8上游集水區管理對策、

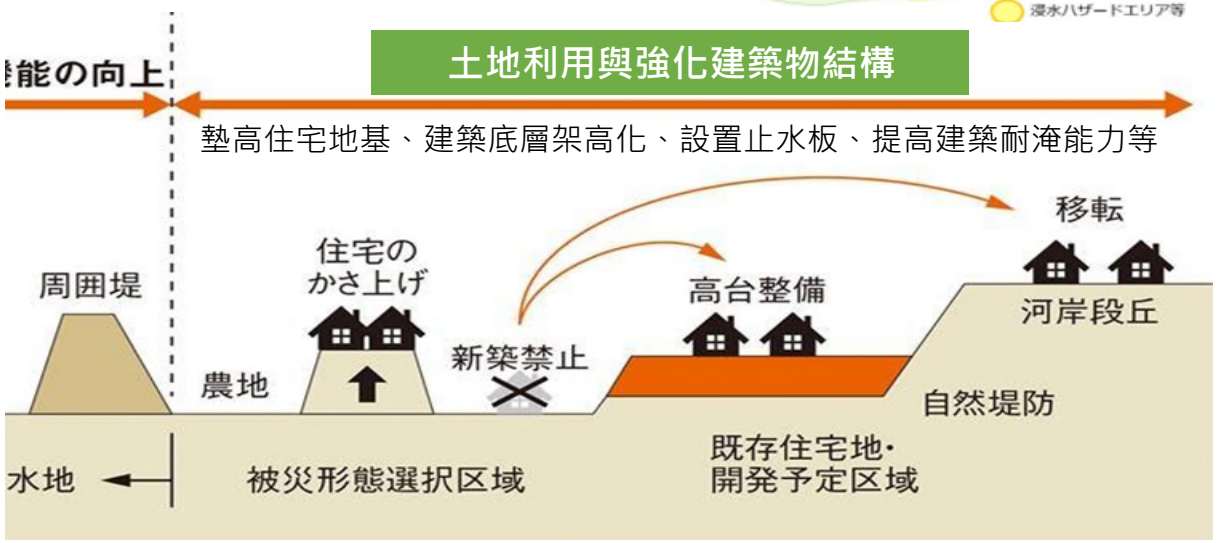
9考慮災害風險的土地利用及住宅使用方式

住宅與設施搬遷

引導居民搬遷低災害風險區域居住



土地利用與強化建築物結構

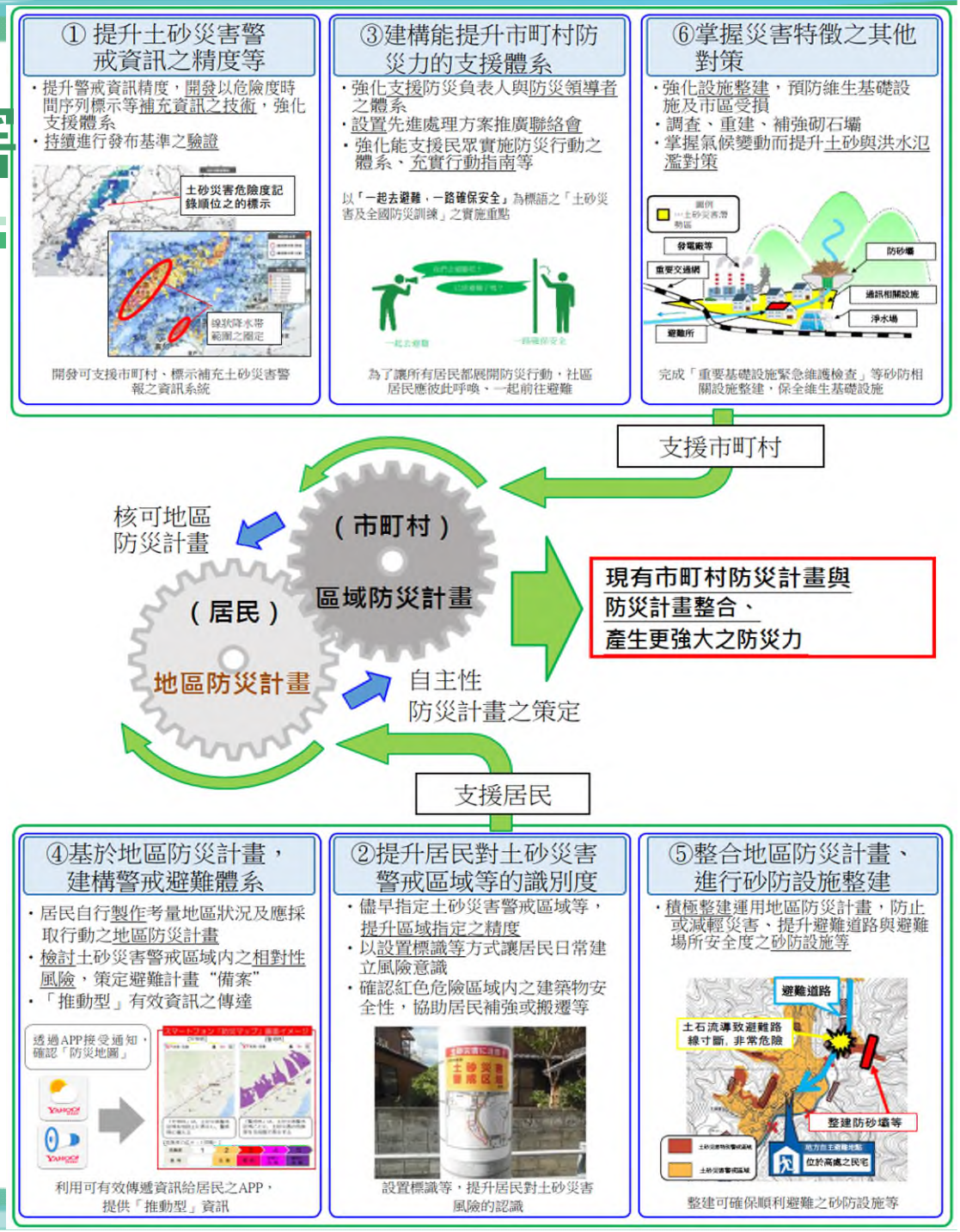


日本氣候變遷調適策略-土砂災害

國土交通省成立「確保實效性避難之土砂災害對策檢討委員會」，提出因應未來土砂災害實施之對策如下:

1 提升土砂災害警戒資訊之精度；
2 提升土砂災害警戒區之識別度；
3 建構提升市町村防災力之支援體系；
4 依據地區防災計畫建構警戒避難體系；
5 整合地區防災計畫共同整備的砂防設施；
6 其他掌握218年7月豪雨土砂災害特徵之對策。

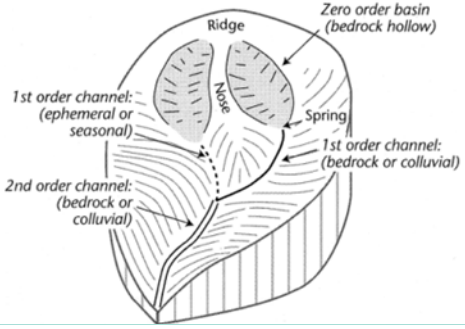
居民為主導之「地區防災計畫」與政府部們主導之「區域防災計畫」互相配合，可發揮居民蒐集資訊**自主行動力 (自助)**，將有助於強化地區**自主防災活動 (共助)** 與公部門實施**防災活動結合 (公助)**，對提升地區防災力，**提高避難實效性**，達減少土砂災害傷亡損失之目的。

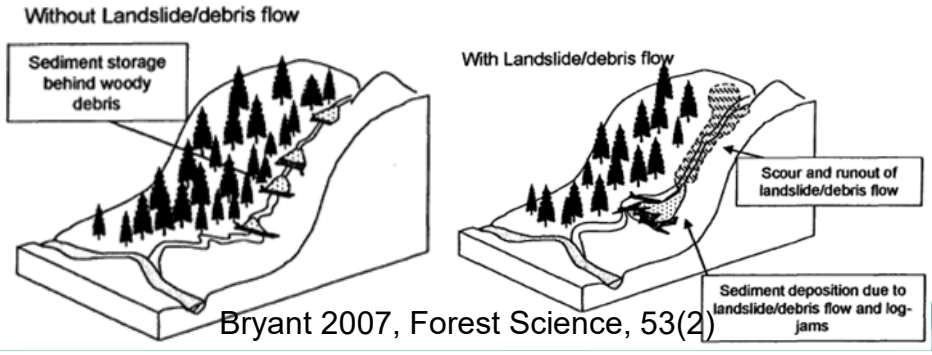


氣候變遷對土砂災害的影響與衝擊-土砂災害對策

國土交通省藉由專家會議綜合討論土砂災害防減災調適策略

未來土砂災害可能發生之**規模與影響層面**都有所升高，並且自降雨開始到土砂災害**發生時間縮短**之現象，反映相關單位難以掌握預警避難**發布時機點**、民眾**避難反應時間**是否足夠，防災設施之防護能力是否能提供**足夠安全度**，為了因應此種變化現象，有必要**強化軟硬體對策**、**提升預測技術**、**掌握與應用新興科技**、**培育相關研究與技術人員**。





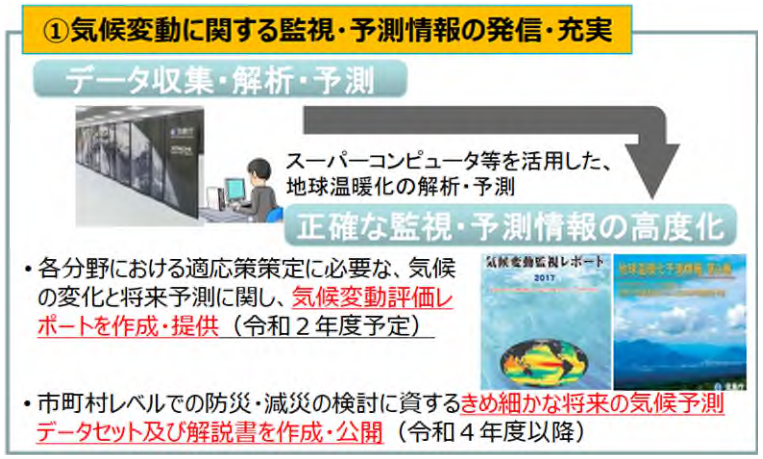
Bryant 2007, Forest Science, 53(2)

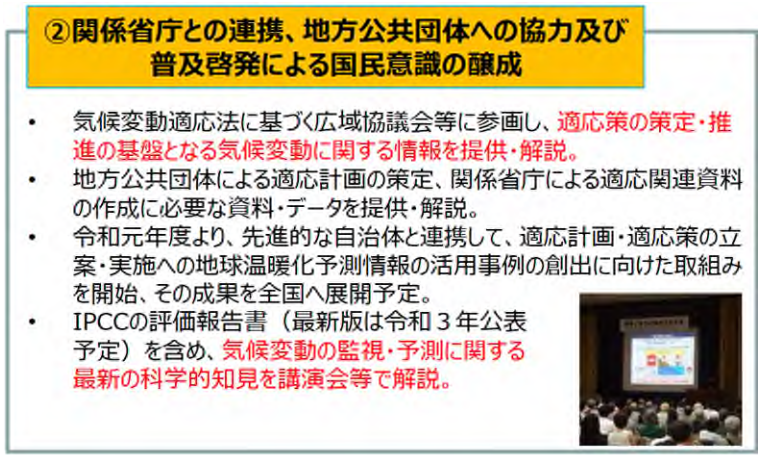
土砂災害變化	防減災調適對策
降雨開始至土砂災害發生時間縮短	➢精進硬體對策 ➢強化警戒避難體制 ➢進階化土砂災害警戒情報 ➢利用SNS(社群網路服務)等新情報技術 ➢民眾自主避難 ➢通過清除石塊等方式有效利用現有儲砂量
土砂災害發生頻率增加	➢精進硬體對策 ➢強化警戒避難體制 ➢進階化土砂災害警戒情報 ➢利用SNS(社群網路服務)等新情報技術 ➢通過清除石塊等方式有效利用現有儲砂量
深層崩壞、0次谷(zero basin)、越過山脊之土砂災害等發生	➢研析0次谷土砂災害對策 ➢研析越過山脊現象之土砂災害對策 ➢研析深層崩壞對策 ●軟硬體防減災對策 ●強化國土監視技術 ●強化自治體支援 (派遣深層崩壞、二次災害等專家)
超越計劃規模土砂災害增加	➢改善及強化在防減災具有效果之設施
漂流木災害增加	➢活用透過型堰、堤等構造物設置漂流木攔阻設施 ➢上中下游綜合漂流木對策

結論與後續推動方向

結論

- 氣候變遷情勢推估是由長期資料所推衍，制定調適策略必須從長期角度規劃。
- 各氣候模式情境預測結果與空間解析度差異甚大，對預測模式之解析度與不確定性等需特別注意，並應加強**基礎研究、防災減災研究與實務機關等各界合作**。
- 氣候變遷下極端事件強度增加，災害事件常超過工程防護能力，因此應**強化災害外力調節與控制對策 (Reduce hazard)**、**改善受災對象減災對策 (Reduce Exposure)及受災恢復與重建 (Reduce Vulnerability)**等各階段調適對策；如訂定防災設施設計標準與維護計畫、研擬防災與減災整備項目、建立跨機關協同合作之制度與支援對策等。

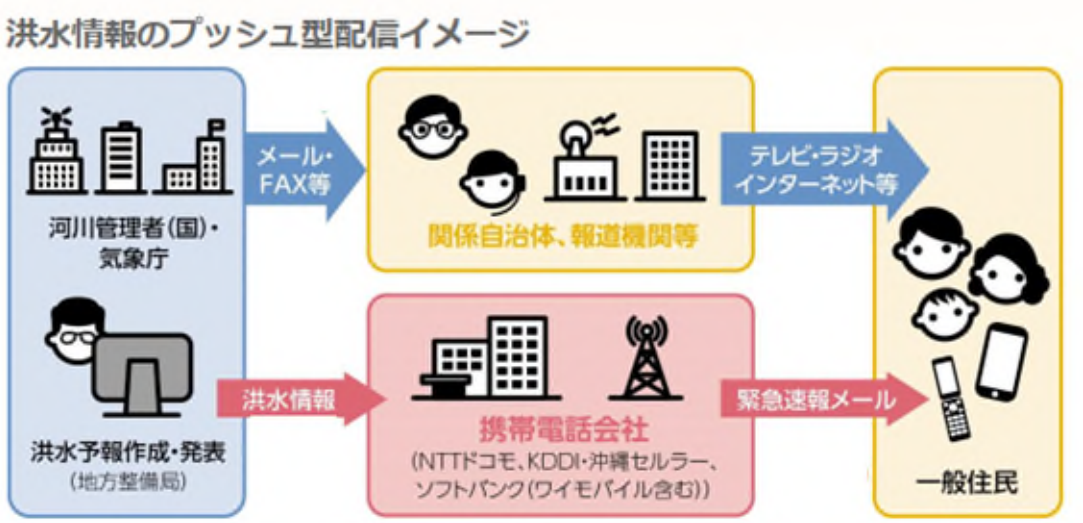






結論

- 為使民眾瞭解土砂災害特徵與危險地區情報：提升土砂災害警戒區劃設之精確度、研討現行土砂災害對策是否合宜
- 建立民眾防災意識方面：推動民眾瞭解土砂災害警戒區及危險區域之認識、支援民眾自助救災環境、促進形成自助與共助之地區避難疏散體制
- 提升地區防災整備方面：實施防災訓練和防災教育，以強化民眾防災能力、協力合作，支援防救災行動、推行區域聯防應變，整合運用區域聯防能量，支援受災地區所需人力與資源



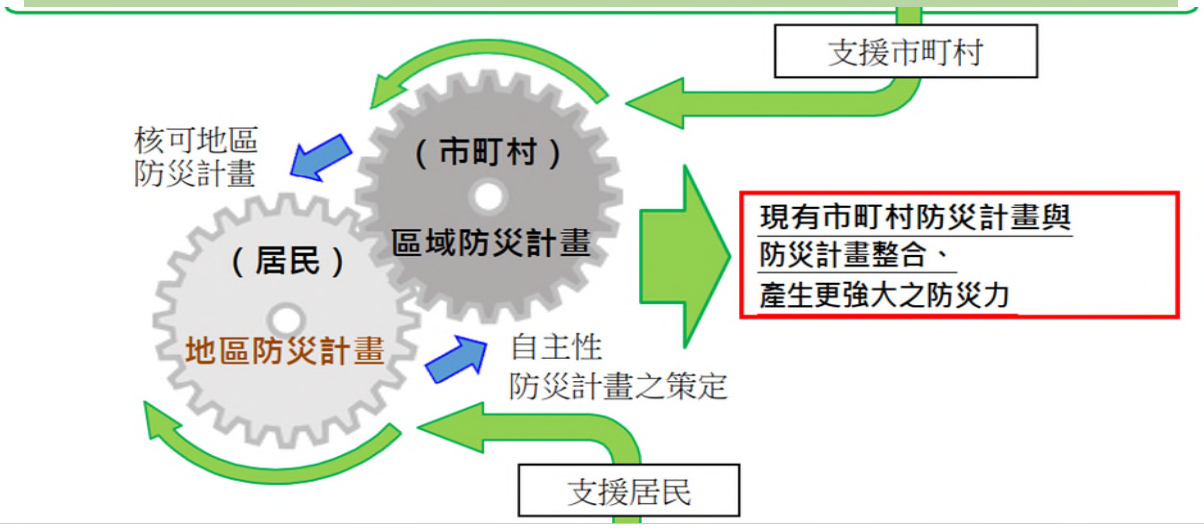




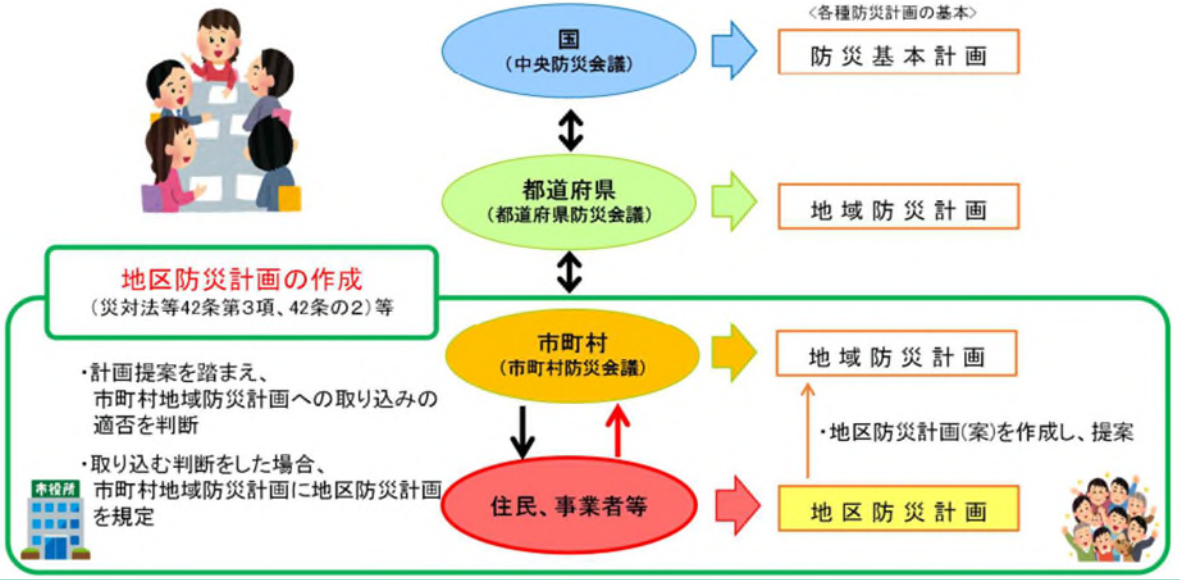
結論

- 各級政府除以技術及財力支援外，應整合企業、民間組織 (自治會、自主防災組織、社福協會、志工等) 及民眾協力合作，運用各種**硬體工程**、**軟體防災**措施、**管理** (法律、規範、管制等)、**自主防災**等此四個面向來推動調適策略。
- 在災害協力治理方面，應強化由下而上的關係，建立政府、地方單位與民間**垂直協力網路**。由各地方政府單位互相支援，建立**水平災害支援網路**，提升災害援助能量。**民間防救災協力關係**，則是積極建立企業、NPO、民間組織等基層協力關係，得以在災時分工互相支援。
- 持續**推動政府與民眾合作**，從自助、共助和公助之觀點，強化更多關係者參與，促進提供風險情報和加強合作協助，以**提升避難時效性**，減少傷亡。

建立民間防災協力關係，促進防災行動

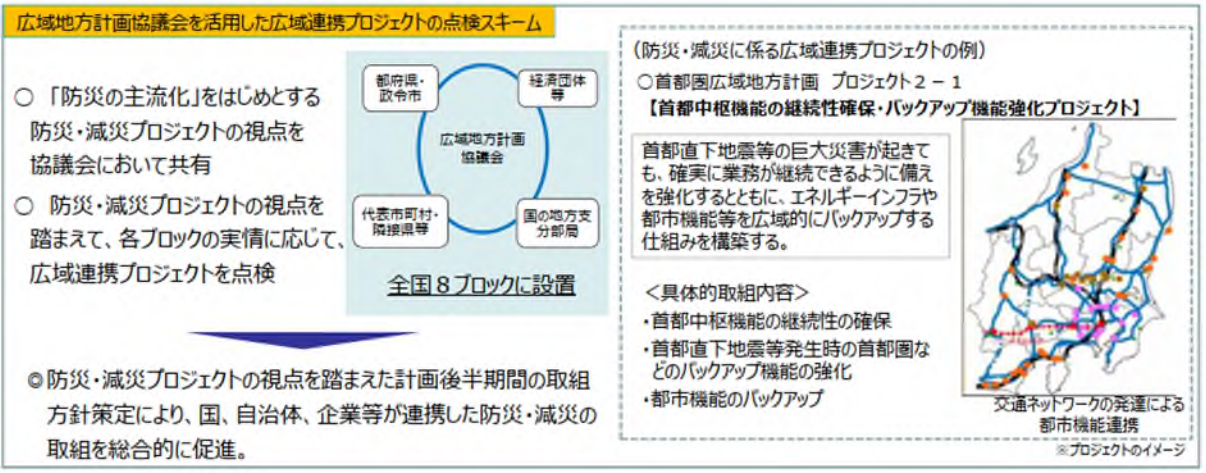


強化政府、地方單位與民間垂直協力網路

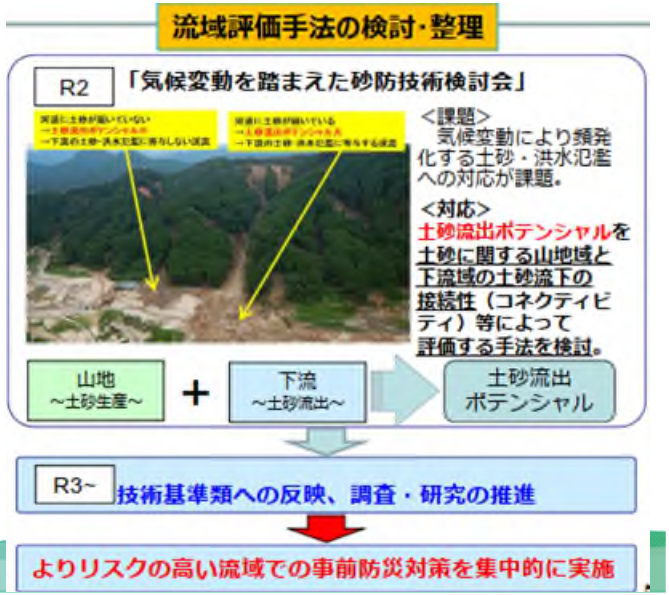


結論

- 山坡地範圍廣大，其土砂災害源頭、運移範圍、受災地區涉及眾多單位，因此如何**建立中央-地方-民間之縱橫向連結及跨域合作**，使得各項監(觀)測資料傳遞、防災構造物設置、避難所配置、跨機關聯合演練等**資源運用與共享最大化**，以**提升各項策略實效性**，係為重要議題。
- 國內相關單位如欲引用日本對於氣候變遷對於河川及土砂防災對策，應先藉由詳細歷史資料蒐集及基礎研究，依據科學調查及研究成果，建立適合我國之相關預測及評估模式，掌握新技術與防災知識推廣，極積培育人才，並整合地方及民間團隊，因應未來氣候情勢變動。
- 未來應**持續研究探討評估氣候變遷之外力**、考慮氣候變遷影響下**河道變化與風險評估方法**、考慮氣候變遷**外力增加情況下防減災對策**，此三項議題未來需加強產官學研協力，持續進行並將對策措施具體化。







目前日本正在推行以防災與減災為主流之社會(防災・減災が主流となる社会)，藉由行政機關、經濟活動、民間企業、國民等各主體協力，建立具防災減災意識與行動之社會

提高並普及民眾對防災/減災的認識。
提升整個社會事前備災能力。



後續推動方向

1. **精進基礎調查方式與新技術使用：**

   土砂災害潛勢地點調查時應優先使用1米DTM配合紅色地圖、CS地圖等新技術圖資做為細部調查使用，以免發生地圖精度及資訊不足，造成誤判。

2. **跨機關資源強化及即時資訊連結與傳遞：**

   強化中央與地方政府間資訊傳遞與資源運用，以提升救災指揮、災後恢復與復建等有效率之救災作為。

3. **整合地區資源與民眾參與提升自主防災能量：**

   未來應針對建立各民間單位與組織 (NPO、NGO、個人、企業等)之整合機制，強化各組織資訊傳遞功能，以有效分工、責任分區等方式動員人力，以提升災時自助、共助防災能量。

4. **將氣候變遷影響因子納入設計考量：**

   考量設施使用年限，將氣候變遷造成影響納入評估，避免未來因氣候變遷導致外力變化，需針對設施進行補強或重複施作，以降低施工面與經濟面之負擔。

後續推動方向

5. 公私協力強化預警操作機制：

採公私協力合作方式，藉由各村里公所、防災志工或民間協力機構所提供空間架設微氣象站設備，以彌補雨量站空間密度不足之情況，並藉由掌握當地雨量預警門檻值，提升村里長、防災志工等相關人員預警避難操作時間。

6. 強化山坡地災害容受力/韌性 (resilience)：

盤點並評估坡地災害潛勢區之災害容受力與災害風險程度，擬定調適策略步驟，啟動調適對策執行時間點，訂定檢核評估及修正以達成有效調適作為。

7. 推廣防災教育及提升民眾災害風險認知：

將執行計畫成果，編撰成防災教育推廣教材，提供各地方單位、村里長、防災志工等辦理防災教育活動，並藉由網路平台、書籍、雜誌等方式傳遞防災知識，提升民眾對於災害潛勢地區之危險認知。

8. 持續基礎研究並加強產官學研合作：

蒐集歷史資料，分析監測氣候變動情勢，提供產官學研等作為基礎研究資料，並建立風險分析模式、災害衝擊評估模式及參數資料庫，藉由盤點歷年執行計畫成果，彙整水文、地文等相關資料，並掌握新技術與新興科技，以利產官學研各界後續加值與未來風險分析、災害衝擊評估、災害減緩及調適策略制定使用，並適時反映於現行調適行動。

SWCB
守護大地一甲子
- SINCE 1961 -

報告完畢
敬請指教

行政院農業委員會水土保持局
與您一起打拼