

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

土石流防救決策系統之研究

Development of Spatial Decision Support System for Debris Flow Mitigation

計畫編號：NSC 88-2625-Z-002-038

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：朱子豪教授

國立台灣大學地理系

一、中文摘要

土石流的發生及其災害的規模與程度多具有空間分布的特性，土石流之潛勢分析，危險度分析境況模擬皆涉及大量空間及相關資料的整合、處理、分析、模擬與展示，以形成對防救災決策有用的輔助資訊，故必須仰賴先進的空間資訊技術與科學工具來加以實現。本計畫擬結合地理資訊系統與日益成熟的網路技術，在防災國家型科技計畫整體架構下，與土石流災害研究群與相關政府部門的研究相互配合，整合其土石流災害潛勢分析成果與境況模擬模式，共同規劃建立相關資料庫模式庫及功能庫，以建置土石流防救決策支援系統，有效並整合防災國家型科技計畫辦公室、國科會相關計畫及政府相關單位土石流防救研究工作之成果並協助其工作落實於業的推動。

本計畫共分三年進行研究工作：第一年進行土石流防救決策支援系統的整體規劃整合前計畫已有之成果，並建立雛型系統；第二年係依據土石流災害研究群的具體需求擴充系統功能，並著手整合其適用之資料庫與模式庫；第三年則進行最終系統的建置與測試並可與其他災害防災決策支援系統整合，並辦理技術移轉與教育訓練。

第一年已完成了基本資料庫建立潛勢模式收集與分析決策資源系統規劃與原型建立。

關鍵詞：土石流、決策支援系統、地理資訊系統、網路技術

Abstract

most of the inducing factors are with spatial characteristics. With the help of advanced technology, mass spatial data can

be integrated, processed, analyzed, simulated, displayed, and become useful information that can assist us in making decision on hazard mitigation and salvage. To actualize this plan, we highly depend on the hi-tech instruments. The project is planned to apply geographic information system and network technology -- under the scheme of the "National R&D Project for Natural Hazard Mitigation" and for the academic and governmental research groups of debris flow mitigation. And by integrating the hazard analysis and simulation models of debris flow development, an interrelated database for the decision support system of debris flow mitigation will be built to help all related units, of the government and this project, to carry out the salvage efficiently.

This project is one of a three-year integrated project. In the first year, an overall integrated plan for the "Decision Support System of Hazard Mitigation & Salvage" and its prototype system will be set up. Then in the second year, the functionality and performance of the prototype system will be enhanced according to the need of the research groups and the government counterparts, as well as a database will be built up to fit the demands. Finally in the last year, the ultimate system shall be established, integrated and tested, and the technique transfer and the training will be carried out.

In the first year the basic database essential models, Dss system planing and prototype system have been collected or implimeaded.

Keywords: Debris Flow, Decision Support System, Geographic Information System, Network Technology

二、緣由與目的

國內歷年已累積不少災害調查、分析、防治等相關性研究，主要是由內政部、經濟部、交通部、農委會、國科會等部會分別推動，然而，大部分的研究偏重於個別性與局部性的研究，較少進行跨領域及跨部會的整合性研究，以致不容易將前人的各種研究成果加以結合與應用。以土石流災害的相關研究而言，主要負責推動的政府機關包括：地質調查部門(地調所)、建設部門(省建設廳)、農政部門(農委會、台灣省水土保持局與林務局等)、國科會，學術/研究單位則有：大學相關科系及防災中心、工研院能源與資源研究所等，多年來已有相當份量的研究成果，但是，因為各項計畫基本上是獨立進行，且大多為滿足委辦單位之特定業務需求，欠缺相互配合、分工合作之整體性規劃，因此，不免有相互重複與各種研究面向分布不均的現象，亟待加以整合與整體規劃。目前，政府相關單位雖設置消防署以統籌災害防救工作，但實務上尚不能顧及土石流之災害防救，目前尚只以農政單位為災害防治的主要機構，而救災及後建則是由警政、消防社會及工務等機構為主。

防災國家型科技計畫則強調以整合的角度進行各項研發工作，主要是結合防救災研究機構及相關政府部門，有系統的整合研發成果轉化成可以落實應用於防災業務的技術。依據該計畫的規劃架構，防災國家型科技計畫是要建立一套由災害潛勢分析、災害危險度分析、災害境況模擬等要項組成的防救災科技作業流程，提供主管機關擬定合理有效的防救災計畫，並就現行防救災體系與防救災計畫之檢討來健全國內災害防救組織結構，防災國家型科技計畫並以觀察者的身分參與防救災工作的執行，藉由共同的成效評鑑與檢討，來進行運作系統的修正與補強。防災國家型科技計畫區分為防颱組(含防洪及土石流)、防震組、體系組，以分工合作之方式推動優先選定的颱風、土石流、地震等災類別的研究工作，並由體系組負責組織系統之整合任務。

在防災國家型科技計畫的土石流防救

體系運作規劃構想中，首先必須就土石流發生的自然特性進行研究，包括相關自然環境基本資料的蒐集、分析，以及水文、氣象等自然環境因子的知識應用，以便分析土石流災害發生的潛勢；其次，必須分析土石流對人類居住地(特別是溪谷大蝕鄰近人口稠密的聚落地區)可能造成災害的危險程度，此時必須整合使用人文環境的各項基本資料來進行研究；然後，藉由上述的分析成果，建立起一系列可以進行災害境況模擬的模式群，其中，包括能夠預測土石流特性，以及評估對人文環境衝擊的境況模擬功能；最後，據以擬定土石流災害的防救計畫，作為災害預警、救援的憑藉，以及減災、抑災計畫的參考。

防災國家型科技計畫主要是結合防救災研究機構及相關政府部門，共同推動整體性的防救災工作，因此，相關政府單位已擬定其所需進行的各項子計畫，並自八十八年度起編列執行經費。由防颱組土石流災害防救相關單位提出的研究課題中，明確指出迫切需要建立能夠輔助其土石流災害防救工作進行的決策支援系統，顯見本計畫進行之重要性，為避免未來各項土石流防救研究計畫出現重複或互相衝突的現象，本計畫將與相關專家學者及政府部門組成土石流防救決策支援系統研究群，共同擬定全國整體性的發展架構，制定合作推動的共通作業規範，整合各項計畫之研究成果，以落實防災國家型科技計畫的推動目標。

三、研究方法

土石流防救決策支援系統架構

災害防救業務涉及許多的政府相關部門，未來在規劃與建置防救災決策支援系統時，應考量整體的組織架構及其相互關係(防災國家型科技計畫體系組)。如由防救災的資料蒐集、資料彙整、災害分析、災害境況模擬、決策形成、資訊傳遞等整體流程來看，顯然災害防救過程中各項工作發生的空間位置與單位節點可能十分複雜，以土石流災害防救研究而言，基本資料的蒐集可能必須彙整自不同單位設置的

雨量、河川水位、水庫水位及溢洪量等觀測站，而下游低窪地區的淹水現況亦須即時取得資訊，同時也可能需要結合儲存於不同研究機構與政府單位的資料庫系統，這些龐雜的現況必須在計畫推動時儘快加以明確化，因此，本計畫必須在推動期間與防災國家型科技計畫之防颱組各研究群，以及防救災相關政府部門間保持密切的聯繫與協調，以便進行防救災決策支援系統的整體規劃，並將規劃的成果回饋給防災國家型科技計畫體系組的研究群，賴以聯繫其他研究群及承辦政府部門實體系統建置的其他專家，共同配合推動。

土石流災害防救資料庫整體規劃要點

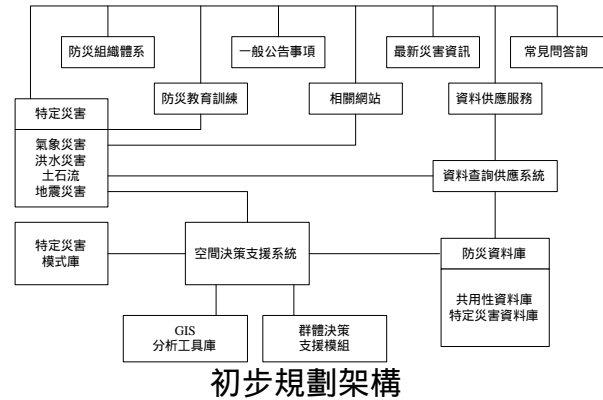
在防救災決策支援系統架構內，乃至於整個國內災害防救組織體系及工作項目中，資料庫必然扮演其關鍵性的角色，無論是災害基本特性及其潛勢分析，或是災害境況模擬與防救計畫擬定，皆須仰賴完整而且精確的大量資料，因此，為利於未來土石流防救決策支援系統的有效運作，對於各項土石流災害防救資料的交換、彙整、分工建置等議題，有必要進行完整的分析與規劃。由政府土石流災害防救相關單位提出的資料需求與資料庫現況分析中，可初步歸納幾項未來土石流災害防救資料庫規劃的要點：

1. 土石流災害具有其獨特的自然特性。
2. 土石流災害防救資料庫內，應包含空間性的地理資料庫，及時序性的觀測資料庫。
3. 災害防救工作是整體且複雜的。
4. 土石流災害防救資料庫的建置目的，係提供土石流潛勢與危險度相關分析，以及土石流災害境況模擬的需要。
5. 國內防救災組織體系龐雜，各種相關資料亦隨之分散在許多的研究機構與政府相關部門，其間的資料內涵或儲存形式多所差異。

本計畫推動的基本策略

本計畫以建置一套適用於防災國家型科技計畫辦公室的土石流防救決策支援系統為目標，其中存在許多與土石流災害研究群及政府相關部門間的聯繫、整合、協

調工作。本計畫將與相關專家學者及政府部門組成土石流防救決策支援系統研究群，共同擬定全國整體性的發展架構，制定合作推動的共通作業規範，避免未來分別執行政府部門各項相關研究計畫時，出現重複或互有衝突的現象。



四、結果與討論

(一)第一期計畫目前已完成的工作成果如下：

1. 充分掌握土石流國內文獻
 - 目前已掌握國內外主要土石流相關文獻，並配合模式抽取已作建立資料庫。
2. 充分掌握土石流相關資料項目及型式
 - 地質、土壤、水文、坡向、坡度、建物、土地利用及 400 多條危險溪皆已建檔並納入 GIS 資料庫。
3. 充分瞭解土石流在災害潛勢分析、危險分析上之資料與功能需求
 - 經訪談及文獻整理針對土石流模式加以整理建模的資料與功能需求。
4. 完成土石流災害決策支援系統系統架構
 - 依建檔及使用需求建立功能架構及系統環境架構。
5. 以建置部分土石流災害決策支援系統原型(但使用者指定位在研究支援不同的用者，則有不同之系統功能
 - 將規劃中技術及資料上較成熟的部分加以建置，以做為未來網上決策支援系統之基礎。

(二)決策資訊系統設計的重點功能如下：

1. 查詢 - a. 潛勢區；b. 作用力資料(坡度、土壤、空隙)；c. 建物設施
2. 模式

- 3.災情通報 - a.RS(影像處理)；b.一般通報定位
- 4.監測通報 - a.降雨/土壤含水；b.現場動態；c.土壤厚度調查/推估
- 5.視覺窗化 - a.3D 流動/定位範圍

(三)進一步的作業方式

- 1.完備資料庫(尤其在測試區中)
- 2.系統功能 架構已完成三類使用者之潛勢與危險分析研究與作業，並對減災預警
- 3.系統上網，並嘗試協調 即時資訊
- 4.補強原型系統，並供可能使用者試用

(四)計畫進一步建議

- 1.WWW 上給予定期進度 report 報導
- 2.WWW 上公告內部使用共同資源
- 3.WWW 上公告提出之課題及解決方式
- 4.系統開發之使用者定位，及使用時機定位
- 5.系統需求之訪談、安排、協助
- 6.無人載具或直昇機即時監測之研發
- 7.立體視窗化之加強研發
- 8.立體模型製作
- 9.土石流土方量測方法研發
- 10.遙測在災害防治上之運用

五、計畫成果自評

目前土石流研究已有相當程度的進度，尤其是在土石流潛勢分析，土石流預警及土石流危險溪流資料庫建置上，然而土石流較細緻之研究如不同土石流地區之發生條件的臨界值，降雨與土壤下滲與含水之關連性及土石流規模與流動行為之較精準描述都較為不足，故在土石流決策支援系統建置之工作上，亦只能先由已有資料庫模式及潛在使用者界面上著手，例如資料庫方面有土石流危險溪流資料庫及其基本自然環境資料(如土壤、地質、坡度、降雨、特性等)與建物設施與土地利用資料；模式方面則有土石流潛劫分析式，在系統上則結合已有資料庫及模式，建立方便使用查詢及模式之使用界面。

在相關資料上，尤其是危險溪流較詳細之資料如土壤組織與厚度分布下滲係數、土壤含水量皆需更有效之調查(偵測)

技術以廉價而快速之方式取得，而土石流之行為模式及較準確之預警體系，則需現地完整之監測系統來協助，這些皆需要以大量遙測技術之引入加以克服，故未來之土石流決策支援資訊系統之研究將會將資料收集之協助技術(如遙測)為重點。

六、參考文獻：

中文部份：

孫志鴻、李榮燦、王進瑞，(1997)，利用遙測及地理資訊系統技術輔助坡地利用管理監測，農委會林業特刊第五十一號，pp.625-642。

孫志鴻，(1996)，台灣地區全球變遷資料中心之建立，八十五年度國科會環發計畫成果發表會。

孫志鴻、朱子豪、蔡博文，(1996)，利用衛星影像輔助坡地利用管理監測，行政院農業委員研究計畫成果報告。

孫志鴻，(1996)，集水區環境評估空間決策支援系統架構之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。

陳榮河、林美聆、陳宏宇、蔡丁貴、范正成、黃燦輝，(1994)，花蓮地區土石流之研究(四)，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。

英文部份：

Kubo, S., 1990, Multimedia GIS on PC, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp.363-370.

Moreno, D.D., 1990, Advanced GIS Modeling Techniques in Environmental Impact Assessment, Proceedings of GIS/LIS'90, pp.345-356.

Risk Management Solutions, 1997, Earthquake Loss Estimation Methodology-HAZUS97, Technical Manual.

Sun, C.H., Jane, W.L., and Tsou, M.S., 1994, A Spatial Decision Support System for Environmental Monitoring and Modeling in the Slope Land of Taiwan, Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series, No. 14.

Van der Veen, A.A. and Van Slagmaat, M.J.M., 1990, An Environmental Decision Support System for Local Authorities, Proceedings of 1990 ESRI Users Conference.

Wadge, G., Wislocki, A. P. and Person, E.J., 1993, Spatial Analysis in GIS for Natural Hazard Assessment, Environmental Modeling with GIS (Eds. Goodchild, M.F., Parks, B. O., Steyaert, L. T.), Oxford University Press, pp.332-338