

## 〈特輯 都市水害〉

## 水害와 傾斜地保全

洪 吉 杓\*

## 1. 머릿말

人間이 겪는 自然災害 가운데 가장 많은 被害는 물로서 起因되는 水害이다. 水害는 물의 循環過程에서의 不均衡이나 予期치 못했던 營力의 作用에 依하여 發生되는 것으로서 크게 2가지로 나누어 보면, 洪水汎濫에 依한 것과 土石流나 斜面崩壞와 같은 土砂, 그 自體의 流下 혹은 崩壞에 依한 것이 있다. 洪水汎濫에 대하여는 降雨狀況과 水位變化를 監視함에 의하여 그것의 危險을 予測할 수 있어서, 어느 程度의 時間的 餘裕를 갖고 水防活動을 할 수 있다. 그러나 土石流나 斜面崩壞는 그 發生原因이 주로 물에 依한 것이지만, 現象의으로 보면 土塊, 그 自體에 依한 것으로서 發生場所를 항상 監視하지 않는 限 危險의 把握이 어렵기 때문에, 最近에는 「土砂災害」라는 用語가 쓰일 程度로 심각한 問題로 擡頭되고 있다. 그러나, 우리社會에서 通常, 水害를 論議하는 경우에는 洪水汎濫에 比重을 크게 두는데에서, 土石流나 斜面崩壞에 의한 災害를 소홀히 다루는 감이 없지 않다.

本 文에서는 이와같은 災害가 일어나는 實體를 記述하고, 그것을 予知하는 方案에 대하여 略述한다.

## 2. 斜面崩壞에 依한 災害의 特徵

우리나라의 都市化率は 70%가 넘어서 可用土地의 不足은 물론 土地政策의 빈곤을 聚落構造의 急變을 招來하였으며, 空地만 있으면 人家를 짓

는 등, 所謂, 土地利用의 高度化를 企圖하고 있다. 이러한 現象은 降水의 自然스러운 流出을 억제하고, 都市河水問題를 惹起시키며, 每年 장마철에 報導되는 甚한 規模는 想想을 超越하기에 이르렀고, 人命의 被害가 顯著하게 나타나고 있다. 이와같은 人命被害를 調査해 보면, 1970年代의 10年동안에, 死亡, 失蹤이 3,303名, 負傷이 2,041名, 總計 5,344名으로서, 內容을 살펴보면, 산사태에 의한 것으로서, 死亡, 失蹤이 868名, 負傷이 768名, 計 1,636名이나된다. 또, 最近, 1987年의 1年동안에는 死亡, 失蹤이 1,022名, 이 가운데에 산사태에 의한 것이 243名으로서 急激한 比率은 1970年代 10年동안이 26%, 1987年의 1年동안이 24%로서, 全體 死亡數의 約¼이 산사태에 의한 것이다. 이 以外的 築台崩壞 등에 依한 것을 包含시킨 斜面崩壞에 의한 人命被害는 相當한 比重을 차지하고 있는 것으로 본다. 이와같이 人命被害가 큰 原因은, 斜面崩壞의 危險狀態는 常時 監視하지 않는 限, 予知하기로 어렵지만, 비록, 알았다고 하더라도 그 現象이 發生後, 人家 등에의 致達時間이 극히 짧고, 住民의 避難은 不可能에 가까운데에서 오는 것으로서, 이 點이 斜面崩壞에 의한 被害의 큰 特徵이라고 말할 수 있다.

## 3. 斜面崩壞와 물의 作用

斜面의 安定과 崩壞는 이것을 構成하고 있는, 土塊 또는 巖塊는 重力의 作用에 의하여 不斷히 下方으로 運動하려고 하는 應力을 받고, 同時에 이것을 阻止하려고 하는 抵抗力도 갖고 있다. 이

兩者間的 平衡이, 어떠한 原因에 의하여, 잃었을 경우에 斜面은 崩壞가 일어난다. 斜面의 崩壞를 阻止하려고 하는 抵抗力은, 本質的으로는 土質力學的인 面으로 定해질 것으로 보나, 여기서는 斜面을 흐르는 물이나 浸透水에 의한 現象을 主로 하여 論議하기로 한다. 斜面崩壞의 形態는 斜面의 種類別, 즉 自然斜面, 盛土斜面, 切取斜面 등이나, 그 崩壞原因에 따라 여러가지 形態가 있을 수 있다. 盛土斜面에서는 雨水가 斜面의 表面을 侵蝕하는 등 매우 얇은 部分을 崩壞시키는 경우와 다짐이 나쁠때에 깊게 崩壞되는 경우 在來地盤이 파괴되어 崩壞되는 경우 등이 있다. 自然斜面이나 切取斜面에서는, 이 以外에 運動速度에 의하여 分類되는 수가 있는데, 이것들은, 崩落(fall), 滑動(slide), 流動(flow)의 3形態이거나 이것들의 複合에 의한 것이다. 특히 流動은 運動速度가 1m/sec~1m/年 程度로서 粘性流體의 流動과 類似한 形態로서 일어난다.

斜面의 崩壞에 關係되는 물의 作用을 좀더 具體的으로 살펴보면 물에 의한 斜面崩壞의 pattern 으로서는 i) 浸透流에 의한 斜面끝의 破壞 ii) 豪雨등에 의하여 산허리部分으로부터의 崩壞 iii) 間隔水壓에 의한 崩壞 iv) 浸透水에 의한 土壤의 밀림 등을 들을 수 있다.

한편, 斜面 혹은 溪流의 土砂堆積物이 流動하는 土石流의 pattern이 있는데, 이것은 流水 以外의 作用, 예를 들면 산허리의 崩壞 혹은 雪永作用으로서 供給되는 土砂가 表面流를 받았을 때에 생기는 것으로, 堆積層이 두께가 깊고, 보통은 물이 흐르지 않는 곳에서 發生하기 쉽다.

#### 4. 斜面崩壞의 予測

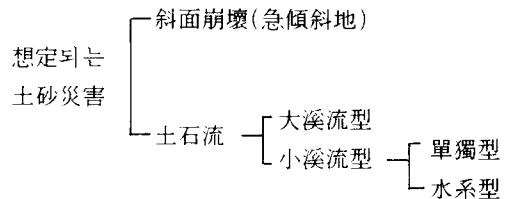
斜面崩壞發生은 予測하는 데에는 적어도 發生의 場所, 規模와 形態및 時期의 3要素를 分明히 해야하지만, 보다는 不確實하며 그러나 切實히 要望되는 것은 發生時期의 予測이다. 그러기 위하여 여러가지의 徵候中에서 適切한 予測因子를 選別하고, 그 予測因子와 崩壞發生과의 相關性을 찾아내는데에 노력을 경주한 結果, 現狀으로서

實用的 可能性이 있는 因子는 斜面의 移動速度라고 할 수 있을 것이다.

斜面崩壞機構의 解明과 予測因子의 發見을 目標로하여, 人工降雨에 의한 大規模的인 斜面崩壞實驗이 實施되고 있으며, 이로써 變位, 變形, 傾斜, 土壓, 含水量, 間隙水壓 등 생각되어지는 여러 變量을 調査함에 의하여, 降雨와 斜面崩壞의 相關關係를 研究하고 있다. 이러한 研究로서, 土石流의 發生과 降雨量과는 相關關係가 있는 것이 認定되었고, 溪流附近의 降雨의 狀況을 把握함에 의하여 土石流發生의 予測이 可能할 수 있게 되었다. 따라서 土石流에 대한 警戒避難을 미리 충분한 時間的 餘裕를 갖고 實施하기 위하여는, 다른 手段보다도 溪流附近의 狀況을 把握하고, 그 情報를 傳達함에 의하여 必要한 對應措置를 할 必要가 있다. 土石流의 發生을 溪流附近의 雨量을 測定, 解析함에 의하여 予測하고, 그 情報를 利用하여, 防災業務에 活用할 수 있게 하는 시스템의 整備가 생각될 수 있다.

이러한 시스템으로서 日本에서는 이미 1984년부터 全國 22個所에 綜合土石流對策모델事業이 實施되고 있는데, 그 概要로서는, 土石流의 發生이 우려되는 地區에 土石流發生 監視施設을 設置하고, 集中豪雨나 颱風時에 降雨狀況을 把握하여, 總雨量과 短時間의 雨量強度의 雙方으로부터 解析, 土石流의 發生을 予測하려고 하는 것이다.

그러나, 斜面崩壞에 의한 土砂災害의 形態는 다음 그림-1과 같이 多樣하여, 災害形態別의 對應은 非現實的이다. 따라서, 裝置的인 對策과 아울러 住民 한사람 한사람의 自主的인 警戒避難의 判斷, 行動이 매우 重要하다.



오오사카 60mm/hr, 그리고 요코하마 60mm/hr. 이 둘 降雨強度는 각각 그 地域의 5년, 12년, 그리고 10년 頻度에 해당하는 것이다.

미국의 경우는 미육군 공병단 자료를 참고하면 표 2와 같다.

표2 미국의 계획빈도

Facility	Recurrence Interval, years
Flood Control <sup>1</sup>	
Reservoir	50-SPF*
Spillway(High dams)	PMF**
Levee	10-SPF
Channel	5-SPF
Drainage	1-50
Hurricane Protection	10-SPF
Urban Storm Drains <sup>2</sup>	10-25
Initial Design	2
Residential	5
High Value General Commercial Area	5
Public Building Area	10
High Value Downtown Business Areas	5-10
Major Design	100
M&I Water Supply	20-100

\* SPF: Standard Probable Flood  
 \*\*PMF: Probable Maximum Flood

### 3. 결 언

본고에서는 都市地域 水工構造物의 設計時 降雨資料 解析과 設計頻度 決定에 대하여 간략히 살펴보았다.

近間 都市地域에서의 豪雨로 인한 浸被害가 頻發하고 이에 대한 對策도 많이 檢討되고 있는 것으로 알고있다. 합리적인 對策方案이 수립되기 위해서는 基本이 되는 資料가 充分·適節하여야 하고 分析方法이 合理的이어야 함은 말할 필요도 없다. 결론적으로 현재 우리나라 각 都市地域의

降雨觀測網에 대한 再檢討가 필요하고 短時間 降雨資料를 觀測할 수 있도록 自記紙의 形態를 바꾸도록 해야 한다. 그리고 設計頻度問題에 있어서도 學界, 官界, 業界의 의견을 수렴한 합리적인 設計頻度の 제시가 필요하다

현재 韓國建設技術研究院에서 수행중인 確率 降雨量 圖작성과업이 완결되면 都市域에서의 雨排水 施設設計의 基準이 되는 確率降雨量의 산정에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- 1) Alfredo H-S. Ang, Wilson H.Tang, "Probability Concepts in Engineering Planning and Design", John Wiley, & Son, 1984.
- 2) Erich J.Plate and Lucien Duckstein, "Reliability Base Design Concepts in Hydraulic Engineering", Water Resources Bulletin, Vol. 24. No.2, pp235-245, 1988.
- 3) National Weather Service, "Five-To 60-Minute Precipitation Frequency for the Eastern and Central United States", Technical Memorandum NWS Hydro-35, 1977.
- 4) 建設部, "水資源管理技法開發 研究調査一次報告書", 1987.
- 5) 尹龍男, "工業水文學", 淸文閣, 1986.
- 6) 鮮于仲皓, "水文學", 東明社, 1983.
- 7) US Army Corps of Engineers, "Hydrologic Engineering in Planning", Training Document No.14, 1984.

→257페이지 "水害와 傾斜地保全"에서 계속

### 5. 맺음말

水害의 범주로서의 土砂災害, 즉 斜面崩壞나 土石流에 의한 災害는, 貴重한 人命被害를 많이 隨伴하는 特徵을 갖고 있다. 이러한 면에서 水害를 予防하고 復舊를 實施하는 防災活動에 있어, 傾斜地의 保全是 큰 意味가 있다. 傾斜地의 安定을 圖謀하고, 保全하는 努力은 土木技術의 發展

과 함께 많은 進展이 되고 있으나, 溪流附近의 土石流對策에는 問題點이 없지 않다. 土石流災害로부터 人命을 지키기 위하여는 土石流의 發生予測, 警報를 위한 施設을 配置하고, 警戒, 避難體制를 整備하는 事業을 計劃하고 遂行할 必要가 있다. 그러기 위하여는 傾斜地條件을 위한 政策의 配慮는 물론 體系의인 研究가 이루어져야 할 것이다.