

山地의 Mass Soil Movement 現象의 몇 가지 特性*1

禹 保 命*2

Characteristics of the Mass Soil Movement Events*1

Bo-Myong Woo*2

1972年 8月 18, 19 兩日間の 豪雨(424.1mm)時에 山地의 單位面積內에 崩壞發生地가 많았던 安城川流域의 東北地域 約 20,750 ha 의 山地에서 發生된 mass soil movement 現象의 몇 가지 特性을 調査分析하였다.

結晶片岩地帶에서는 溪岸에 岸狀 및 鑊狀崩壞가, 또 花崗岩地帶에서는 中上腹部에서 土石流型的 線狀, 板狀 및 貝殼狀山崩이 많이 發生되었으며, 또 有立木地나 禿裸地에서 보다는 稚樹·幼齡林地 및 瘠惡林地에서 많이 發生되었다. 平行斜面이나 上昇斜面에서 보다는 下降斜面이나 複合斜面에서, 特히 變曲遷移點部位에서 많이 發生되었으며, 山麓에서 山中腹部位 보다는 中腹에서 上腹에 이르는 主谷의 最上部分谷部位에서 가장 많이 發生되었다.

이 研究結果는 豫防治山計劃樹立에 必要한 荒廢危險地域의 判定에 有用한 資料가 될 것이다.

During the two days of August 18, 19 of 1972, there was an unusually large number of mass soil movements resulting from severe storms in northeastern Ansong-chon Watershed.

The study had several conclusions in connection with relationship between mass soil movement events and certain causing factors such as geology, soil, forest types, degree and profile of slopes, and other geomorphological features. Discussed on the forms and types of the movements including its sizes.

Perhaps one of the most important problems facing the Preventive Soil Conservation is to determine the extent of critical conditions of mass soil movement events. Some results of the study will be enough to contribute for interpretation of the problems in this field.

序 言

治山治水를 論하는 사람들의 一般의인 意見을 모아 보면 治水의 根源은 治山에 있다고 한다. 特히 1972年度 8.19 洪水와 水災에 關聯하여 各種 刊行物에 發表된 原因分析論에 의하면 水災의 虛點은 治水보다도 治山에 있다고 強調하고 있다.

漢江下流部の 洪水氾濫과 水災는 그 上流의 많은 支

流로부터 流入되는 流入量에 比하여 流下能力이 작기 때문에 주로 浸水에 의한 災害가 發生되지만 上流水源地에 있어서는 浸水에 의한 災害보다는 山地의 崩壞 또는 溪川의 浸蝕에 의한 埋沒流失의 災害가 더 크게 發生되고 있다. 洪水의 直接的인 要因은 降水絕對量이 過多하거나 降雨強度가 過大함에 있으나 우리는 이 要因을 人爲的으로 調節하기가 매우 어려운 것이다. 그러나 우리가 가령 댐(Dam)은 人工的인 貯水池요 森林은 自然的인 貯水地라고 가정해 볼 때 森林의 降水滲

*1 Received August 28, 1972

*2 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon

透能을 改良하여, 예컨대 滲透能 150~200mm 이상 되는 林床條件과 良好한 森林土壤을 發達시킨다면 300~400mm의 降雨下에서도 8.19 洪水와 같은 水災는 相當히 감소되었을 것이다.

따라서 今日的 治山治水政策의 基本方向은 過去の 災害復舊事業에서 豫防事業으로, 特別히 治山政策에 있어서는 復舊治山 일변도에서 豫防治山으로 과감한 政策轉換이 時急히 要請되고 있다. 먼 옛날로 거슬러 올라갈 필요도 없이 8.19 災害에서도 豫防治山의 重要性을 實證해 볼 수가 있다. 즉 1972年 8.19 災害時에 서울 市에서의 人命被害는 死亡·失蹤 280 여명 중 약 70%인 200 여명이 崩壞事故로 歿사(東亞日報 1972. 8. 24)한 것이고 보면 이는 차라리 「安全事故」에 의한 人命被害라 볼 수 있으므로 事前豫防의 여지가 있었을 것이다. 山地崩壞規模가 가장 큰 것으로는 13개의 한 부락을 흔적도 없이 쓸어버린 西大門區 平昌洞 山沙汰를 들 수가 있다. 이 山沙汰로 90 여명이 死亡·失蹤되고 18명이 부상당했으며, 다음으로는 永登浦區 黑石洞 山70에서 두 가족 11명이 山沙汰로 死亡하였다.

土壤의 浸蝕이나 土地의 各種 崩壞現象에 의한 災害를 未然에 防止하기 위해서는 浸蝕과 崩壞의 發生要因을 먼저 구명해야 될 것이다. 土壤이나 岩屑等의 集團的인 下向 또는 外向 移動(浸蝕)을 一般的으로 mass-movement 혹은 mass-wasting 이라고 하는데, 이에 는 우리가 흔히 말하는 各種形態의 崩壞, 山沙汰, 山崩, 地辻, 地滑, 陷落 또는 土石流 등이 포함된다. 이와같은 mass soil movement 現象에 關하여 安城川流域의 上流水源地에서 調査한 몇 가지 特性을 發表코자 한다.

研究史

土塊의 集團的 厚層浸蝕形態인 mass-movement 에 關한 用語 定義와 그의 形態區分에 對해서는 아직 國際的으로 統一되지 못하고 있다. Bloom⁽¹⁸⁾은 風化된 岩屑의 下向移動 或은 모든 重力運動을 총괄하여 mass-wasting 或은 mass-movement 라고 하고 이의 重要한 營力은 重力에 있다고 하였다. 中村⁽⁹⁾는 이것을 크게 地辻와 山崩으로 區分하고, 地辻은 山腹에서 岩屑層의 一部가 繼續的으로 徐徐히 低所를 向하여 移動하는 現象이며 山崩은 山地의 基盤岩에 있는 岩屑層의 一部가 突發的으로 急激히 崩落하는 現象이라 하였다.

Mass-movement 現象의 分類方式의 代表的인 例로는 C.F.S. Sharpe 式^(18, 19, 21, 20)을 들 수가 있다. Sharpe 는 移動速度와 移動物質 및 營力에 의하여 rock creep,

talus creep, solifluction, earth flow, mud flow, debris avalanche, slump, debris slide, debris fall, rock slide, rock fall, subsidence 등으로 分類하였다. Dyrness⁽⁵⁷⁾는 H.J. Andrews 試驗林에 發生된 mass-movement 調査에서 그 形態를 基準으로, earth flow, slump with earth flow, slump, earthflow causing channel scour, slump causing channel scour, debris slide causing channel scour, channel scour, roadfall washout, avalanche with rilling, debris avalanche with earthflow 등으로 區分하였으며, Daniel⁽²⁹⁾ 등은 Columbia River Valley Northeastern Washington의 landslide type을 slump-earthflow, slip-off slope, multiple-alcove, 및 mudflow의 四大群으로 區分하고 이것을 다시 10개의 型으로 細分하였다.

日本에서는 終戰前까지만 해도 脇水,^{1,3)} 諸戶⁽²⁾, 張尾⁽⁴⁾ 등 여러 學者들에 따라서 그 分類型이 多樣하였으나, 最近에와서 林野廳에서 이것을 集括分類하였다.^{9,10,11)} 즉 發生位置와 外形에 따라서 溪岸崩壞地(鏈狀, 楔狀, 岸, 堰塞土), 山腹崩壞地(板狀, 貝殼狀, 樹枝狀), 山腹剝落地(剝離土砂, 剝落土砂, 岩石滑落) 등으로 分類한다. 한편 1955年 建設省河川局發行 土砂調査要綱에 表示된 崩壞의 形狀은 Curl 狀, 半圓筒狀, 半角筒狀, 杓子狀, Dome 狀, 樹枝狀 및 線狀의 7 型으로 區分하였다.¹⁴⁾ 實際로 水害被害調査時에는 調査地나 調査者 또는 調査目的에 따라서 簡略的인 分類方式을 많이 採擇한다. 川口, 難波⁽³⁰⁾ 등은 1954年 九州水害에 關한 調査報告에서 崩壞를 形態와 發生位置에 의하여 山腹崩壞, 溪岸崩壞 및 窪地崩壞의 3 型으로 分類하였고 渡邊, 瀧口, 原良⁽³¹⁾ 등은 1954年 近畿水害調査報告에서 崩壞를 表土剝落型, 溪岸浸蝕型 및 地辻型으로 分類하여 調査하였다.

이상에서 mass-movement 現象의 代表的인 分類方式의 例를 몇가지 考察해 보았으며, 보다 理論的이고 細分된 浸蝕形態의 分類에 關해서는 “山地浸蝕의 形態區分에 關한 基礎的 研究”⁽⁶³⁾에 있다.

우리나라에서 mass-movement 에 關한 調査研究는 극소한 것으로 생각된다. 이, 유⁽²⁰⁾ 등은 韓國에 있어서의 landslide의 特性에 關하여, 강⁽²¹⁾은 landslide 調査研究의 方法에 關하여, 각각 例를 들어 說明하였다. 강⁽²²⁾은 1969年 7月 下旬 하천지구의 산사태현지를, 또 유, 징⁽²³⁾ 등은 1970年 7月 4일에 發生한 경북 달성 칠곡지구 landslide를, 趙⁽²⁵⁾는 1961年 8月 28日의 順天地區 水害地를, 또 鄭⁽²⁶⁾은 1964年 9月 13日에 發生한 天寶山(二東橋里)沙汰慘狀을 各各 調査한 바 있는데, 이들

各 調査에서 지적된 山崩의 原因에 共通點은 崩壞地 附近의 森林이 不良한 소위 惡地地形(bad land topography)¹⁷⁾이라는 것이었다.

山地에서 崩壞를 誘發하는 內·外的 營力因子와 崩壞發生과의 關係는 다소 複雜하다. 土地利用狀態 또는 林相과 山崩, 地質 또는 土壤(性)과 山崩과의 關聯性

에 關하여 高野,⁶⁾ 難波,^{7,36)} 飯塚,¹³⁾ 伊吹,¹⁵⁾ 川口·難波^{30,33,34,37)}, 四手,³⁵⁾ 佐藤,⁴⁵⁾ 森川,⁴⁴⁾ 石原,⁴⁶⁾ 井上⁴⁷⁾ 등이 各各 水災 및 山崩發生의 現地에서 調査된 資料를 報告한 바 있다. 日本 林野廳에서 全國 約 50개 地區(14萬町步)의 荒廢地 調査結果 森林과 崩壞狀況과의 關係는 表 1과 같다.⁷⁾

表 1. 有林地·無林地와 崩壞
Table 1. Slippages by forest types

種 別	占有面積 (町)	崩壞數	崩壞面積 (町)	崩 壞 土砂量 (10 ⁴ m ³)	1 崩壞 平均面積 (町)	1 崩壞 平均 土砂量 (10 ² m ³)	占有面積 100町步當의		
							崩 壞 數	崩壞面積 (町)	崩壞土砂量 (10 ² m ³)
有 林 地	128,097	10,400	1,577	2,893	0.15	28	8.11	1.23	223
無 林 地	12,213	2,216	291	362	0.13	16	18.14	2.38	296
總 數	140,310	12,616	1,867	3,254	0.15	26	8.99	1.33	232

地形要素와 崩壞狀況과의 關係에 關해서는 鳥山,¹⁴⁾ 尾張,⁴⁾ 岸岡,³⁸⁾ 渡邊,³⁹⁾ 川口,⁵⁰⁾ 竹下,⁶³⁾ 淵本,⁶⁴⁾ Anderson,⁵⁴⁾ Baily,⁵⁵⁾ Swanston,⁵⁶⁾ Dyrness⁵⁷⁾ 등이 各 括約的으로 調査報告하였는데, 이들의 報告에 의하면 다음과 같은 몇가지 特性이 認定되었다. 大規模의 荒廢山地는 晩壯年期的 地形에서 發生되나, 第3紀層에 많은 地氈, 花崗岩地帶의 禿裸地는 老年期的 地形에서 發生된다. 地表傾斜와 崩壞發生과의 關係를 보면 地表傾斜가 30度內外에서 가장 많이 發生되고 20度이하 혹은 40度 이상의 地形은 崩壞가 적은 편이다. 또 山腹의 凹谷部는 雨水가 集中하고 崩壞의 可能性이 있는 土砂가 많이 堆積되기 때문에 凸谷部나 凹凸이 없는 山腹보다도 崩壞가 쉽다고 하였다.

龍仁에 이르는 地域과 龍仁에서 遠三面을 거쳐 安城 大德面에 이르는 安城川의 中東部 上流水源地帶에 屬하는 約 20,750ha의 地域이다. 行政區域上으로는 龍仁 郡二東面, 遠三面 및 南四面과 安城郡 陽城面, 古三面 및 大德面이 포함된다.

2. 土質, 地形 및 林相

調査地域의 一般的인 地質學的 母岩은 주로 花崗岩, 花崗片麻岩 및 結晶片岩으로 構成되어 있다. 즉 安城邑에서 大德面을 거쳐 遠三面一圓에 이르는 地域(古三貯水池上流地域)은 花崗岩으로부터 유도된 粗砂質土壤이 大部分이며, 다시 安城邑에서 陽城을 거쳐 松田에 이르는 좁고 긴 地域(陽城川의 西部地域에서 魚肥貯水池의 上流에 이르는 地域)은 結晶片岩에서 유도된 粗砂礫이 많이 風化되고 있으며, 그 西部地域은 花崗片麻岩에서 유도된 작고 얇은 자갈이 많이 포함된 地帶이다.

本 調査地域의 東部에는 九鳳山(469m), 東北部에는 文殊峰(404m), 西北部에는 負兒山(403m), 中西部에는 咸峰山(307m), 南西部에는 古城山(298m)이 있으며 南部地域은 丘陵地帶로 되어 있다. 이 地域의 中西部地域은 振威川의 最上流域으로 이들은 魚肥貯水池에 流入되며, 中東部地域은 木新川의 流域으로 이 물은 古三貯水池에 流入된다. 한편 漢川은 調査地域 中心部를 貫流하여 그 水源을 文殊峰과 雙嶺山에 起源하고 있다.

地域內의 一般的인 林相은 대단히 不良하여 대부분이 稚樹幼齡林地와 砂防施行地로 되어 있으며 아직도 相當한 地域이 荒廢地로 殘置되고 있는데, 細部調査地域의 林相別 面積 및 蓄積은 表 2와 같다.(資料: 京畿道 龍仁郡 遠三面 및 安城郡 陽城面 營林計劃書)

3. 豪雨의 性質

調査範圍 및 調査方法

I. 調査範圍

1. 調査地域

調査當初에는 安城川流域全體地域을 대상으로 踏査하였으며, 資料가 整理됨에 따라서 1972年 8月 18~19日 兩日間에 崩壞現象이 特히 많이 發生된 地域 즉 安城川流域의 中東部地域에서 細部調査가 이루어졌다. 安城川流域에 들어가는 行政區域은 京畿道(4郡 23面) 華城郡 平澤郡 龍仁郡 安城郡과 忠南(1郡 4面) 天原郡 成歡面 稷山面 笠場面 聖居面等の 安城川에 물을 주는 全 地域으로 約 98,200ha에 達하며 77個의 小流域으로 構成된다.

따라서 調査地域은 安城邑에서 陽城面을 거쳐 松田

表 2. 임상별면적 및 축적
Table 2. Area and growing stock by forest types

면 별	구 분	입 목 지							
		침		활		혼		소 계	
		면 적	축 적	면 적	축 적	면 적	축 적	면 적	축 적
면 상 원	시	961.43 ^{ha}	929.95 ^{m³}	33.49 ^{ha}	402.73 ^{m³}	1,077.32 ^{ha}	1,371.44 ^{m³}	2,072.24 ^{ha}	2,704.12 ^{m³}
	계	172.07	32.15	2.77	17.35	394.85	241.73	569.69	291.13
	합계	1,133.50	962.10	36.26	419.98	1,472.17	1,613.17	2,641.93	2,995.20
면 상 양	시	977.08	5,433.46	18.18	447.80	829.53	7,506.31	1,824.79	13,387.57
	계	201.59				246.72	55.11	448.31	55.11
	합계	1,178.67	5,433.46	18.18	447.80	1,076.25	7,561.42	2,273.10	13,442.68
면 별	구 분	무 입 목 지				개 간 가 능 지		합 계	
		조 립 지	제 지	개 간 지	소 계	면 적	축 적	면 적	축 적
		면 적	축 적	면 적	축 적	면 적	축 적	면 적	축 적
면 상 원	시	424.27 ^{ha}	4.65 ^{ha}	43.46 ^{ha}	472.38 ^{ha}	81.27 ^{ha}	— ^{m³}	2,625.89 ^{ha}	2,704.12 ^{m³}
	계	277.73	20.20	78.62	376.55	75.50	—	1,021.74	291.23
	합계	702.00	24.65	122.08	848.93	156.83	—	3,647.62	2,995.25
면 상 양	시	439.84	50.26	107.26	597.36	22.59		2,444.74	13,387.57
	계	159.24	3.24	5.43	167.91			616.22	55.11
	합계	599.08	53.50	112.69	765.27	22.59		3,060.96	13,442.68

1972年 8月 17日부터 中部地方에 내리기 시작한 降雨은 19日 오전에 集中豪雨로 變하여 서울地方은 물론 安城川流域의 거의 全域에 걸쳐 막대한 災害를 가져다

주었다. 災害를 誘發한 豪雨特性을 보면 當時 安城川流域의 平均降雨量은 8月 17日 約 45mm, 18日 約 67.8 mm, 그리고 集中豪雨가 내린 19日(18.00 時現在)에는 約 255.5mm가 된다.

表 3. 安城川流域의 降雨量(mm)

Table 3. Rainfall in Ansongchon watershed

測定位置	8月 18日 24.00時現在	8月 19日 18.00時現在	計
龍仁	83.7	321.7	405.4
安城	14.6	165.0	179.6
華城	54.9	250.6	305.5
水原	148.1	312.3	460.4
平澤	37.8	227.7	265.5
合計	339.1	1,277.3	
平均	67.8	255.5	

資料：京畿道災害對策本部

II. 調査方法

1. 調査方法

豪雨에 依하여 發生되는 mass soil movement 現象에 關한 調査方法은 國家에 따라서 또는 調査者 혹은 調査目的에 따라서 多樣性을 지니고 있다.

美國 地質調査所의 양식은 國立地質調査所에서도 採擇하고 있다.^{21,20)} 日本 林野廳에서 荒廢調査의 一項目으로써 採擇하고 있는 崩壞地調査內容의 몇가지 細項을 보면 다음과 같다.⁹⁾

種別：山腹, 溪岸, 窪地, 特殊

位置：1萬分の1程度보다 더 큰 圖面을 使用 表示 한다.

規模：平均長, 平均幅에 의하여 水平投影面積을 求 하며, 必要時에는 平均深을 測定하여 崩壞土砂量을 略 測한다. 또 一般的으로 0.01ha 이상 되는 것을 調査對 象으로 한다.

斜面狀의 位置：山腹斜面의 上部, 中部, 下部, 中 上部, 中下部로 區分한다.

傾斜·形狀·方位：傾斜는 平均傾斜를 急(45° 以上),

中(45°~30°), 緩(30° 以下)으로 區分하고, 形狀은 表 面浸蝕型, 深部缺壞型, 岸缺壞로 나눈다. 이의 表面形 을 板狀, 線狀, 貝殼狀, 樹枝狀 其他로 區分하며 方位 는 崩壞斜面을 8方位로 表示한다.

本 調査研究에서는 mass-movement 現象의 여러가지 特性을 分析함에 必要한 諸因子를 選定하고 이것으로 表 4와 같이 mass soil movement 調査카드를 만들어 現地調査에 使用하였다. 位置調査에서는 $\frac{1}{25,000}$ 地形 圖를 使用하였으며 傾斜度는 clinometer 로 測定하였다.

表 4. Mass soil movement 調査카드

Table 4. Investigation card for mass soil movement

1. 崩壞地 No.	2. 調査日字 年 月 日	3. 發生日字 年 月 日	4. 道(市) 郡(市) 面(邑) 里(洞) 番地									
5. 崩壞前後降水量(mm)	6. 期間 年 月 日 時부터 年 月 日 時까지	時間	7. 降雨強度(mm/hr)									
8. 崩壞(外的)營力	1. 豪雨形	2. 地下浸蝕形	3. 縱橫浸蝕形	4. 豪雨+縱橫浸蝕形								
9. 地質(母岩) 및 特徵												
10. 土壤(土性)	1. 礫土	2. 砂土	3. 砂壤土	4. 壤土	5. 埴壤土	6. 埴土						
11. 全土深	1. 深	2. 中	3. 淺	12. 地下水位	1. 深	2. 中	3. 淺	4. 泉(多,少)				
13. 土地利用狀態	1. 成林地	2. 稚樹幼令林	3. 瘠惡林地	4. 禿裸地	5. 岩屑地	6. 火田開墾地	7. 其他					
14. 崩壞地斜面形	1. 平行	2. 下降	3. 上昇	4. 複合	15. 斜面長(m)							
16. 崩壞地傾斜角(度)	17. 方位 N.NE.NW.E. W.SE.SW.S.			18. 崩壞地谷集型	1. 單純谷	2. 二谷	3. 三谷	4. 谷群				
19. 崩壞地點部位	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	溪岸		山麓		中腹			上腹		谷頭		
20. 崩壞地外形	1. 鑊狀	2. 楔狀	3. 岸狀	4. 板狀	5. 貝殼狀	6. 樹枝狀	7. 線狀	8. 其他				
21. 崩壞土石移動狀態	1. 土石流型		2. 殘積型	3. 걸리型	4. 縱橫浸蝕型	5. 岩屑剝落	6. 其他					
22. 崩壞面의 平均길이(m)	23. 平均幅(m)			24. 平均深(m)	25. 最大深(m)							
26. 植 生	樹 種 名	樹高(m)	胸高直徑(cm)	本數/ha	被覆度(%)	崩壞地 모양 또는 사진						
主要樹種												
地被植生												
主要被害	人命(人)			建物(幢)			農耕地(ha)		其他被害特徵			
	死亡	失蹤	負傷	流失	埋沒	破壞	流失	埋沒				

調查結果 및 考察

I. 森林과 山地崩壞

本 調查地域內에서 調查된 mass-movement 現象의 發生個所는 모두 632個所인데 이것은 일반적으로 豪雨에 의한 山崩 및 溪岸崩壞地로 調查되었다. 이와 같은 山

崩의 主要한 原因은 豪雨時 浸透水에 의한 土中の 含水量이 增加해서 흙의 剪斷抵抗力이 減少하여 厚層의 土塊가 下向移動함으로써 發生되었으며, 溪岸崩壞地는 溪岸에 接하여 흐르는 流水의 縱橫浸蝕作用에 依하여 斜面下脚部의 支持가 弱화되고 또 豪雨에 依한 斜面內 部土層間의 潛流作用에 依하여 直上部의 厚層土塊가 崩落된 것인데, 土地利用狀態 및 崩壞營力別 崩壞發生 狀況은 表 5에서 보여 준다.

表 5. 崩壞營力 및 林地別 崩壞發生狀況
Table 5. Slippages by land uses and causes

崩壞營力			豪 雨 型	縱 橫 浸 蝕 型	豪雨縱橫浸蝕型	地 下 浸 蝕 型	計(個所)
土地利用							
成 林 地			21	2	3	—	26
稚 樹 幼 令 林 地			339	24	25	—	388
療 惡 林 地			140	12	18	—	170
秀 裸 地			30	8	4	—	42
岩 屑 地			2	—	—	—	2
開 墾 地			4	—	—	—	4
計 (個所)			536	46	50	—	632

表 5에서 보여주는 바와 같이 mass soil movement 現象이 發生된 總個所의 約 84.8%에 해당하는 536個所가 豪雨에 의한 崩壞地이며 나머지 15.2%인 96個所는 溪岸에 直面한 山脚部에서 주로 溪流의 縱橫浸蝕과 豪雨에 의한 加速崩壞地이었다. 土地利用狀況別로 보면 全 發生個所의 約 53%가 稚樹幼令林地에서, 約 22%가 療惡林地에서 各各 發生되었으나 本 調查地域의 土

地利用狀況別 面積區分調查가 어려워 利用狀態別面積 合計에 對한 發生個所의 對比가 困難하였다. 따라서 이러한 사항을 고려하여 本 調查地域內에서도 關係 資料를 모두 入手할 수 있으며 또 山崩發生이 가장 많은 地域인 龍仁郡 遠三面一部地域을 대상으로 林相別 山崩發生狀態調査를 實施한 바 表 6 및 그림 1에서 와 같다.

表 6. 林相別 山崩發生狀況
Table 6. Slippages by forest types

里 別	林 地 別	總面積(ha)	山 崩 面 積		山 崩 個 所 數			備 考
			面 積(ha)	面積率(%)	個 所 數	1個所當面積 (ha)	ha當個所數	
文 村 里	立 木 地	142	0.102	0.07	2	0.051	0.014	無立木地에는 1971~2年度造 林地面積포함
	無立木地	53	5.356	10.10	62	0.088	1.159	
	小 計	195	5.458	2.79	64	0.086	0.587	
學 日 里	立 木 地	431	0.123	0.03	3	0.041	0.007	
	無立木地	27	1.092	4.04	12	0.091	0.444	
	小 計	458	1.215	0.26	15	0.072	0.226	
計	立 木 地	573	0.225	0.04	5	0.045	0.008	
	無立木地	80	6.448	8.06	74	0.087	0.925	
	計	653	6.673	1.01	79	0.084	0.121	

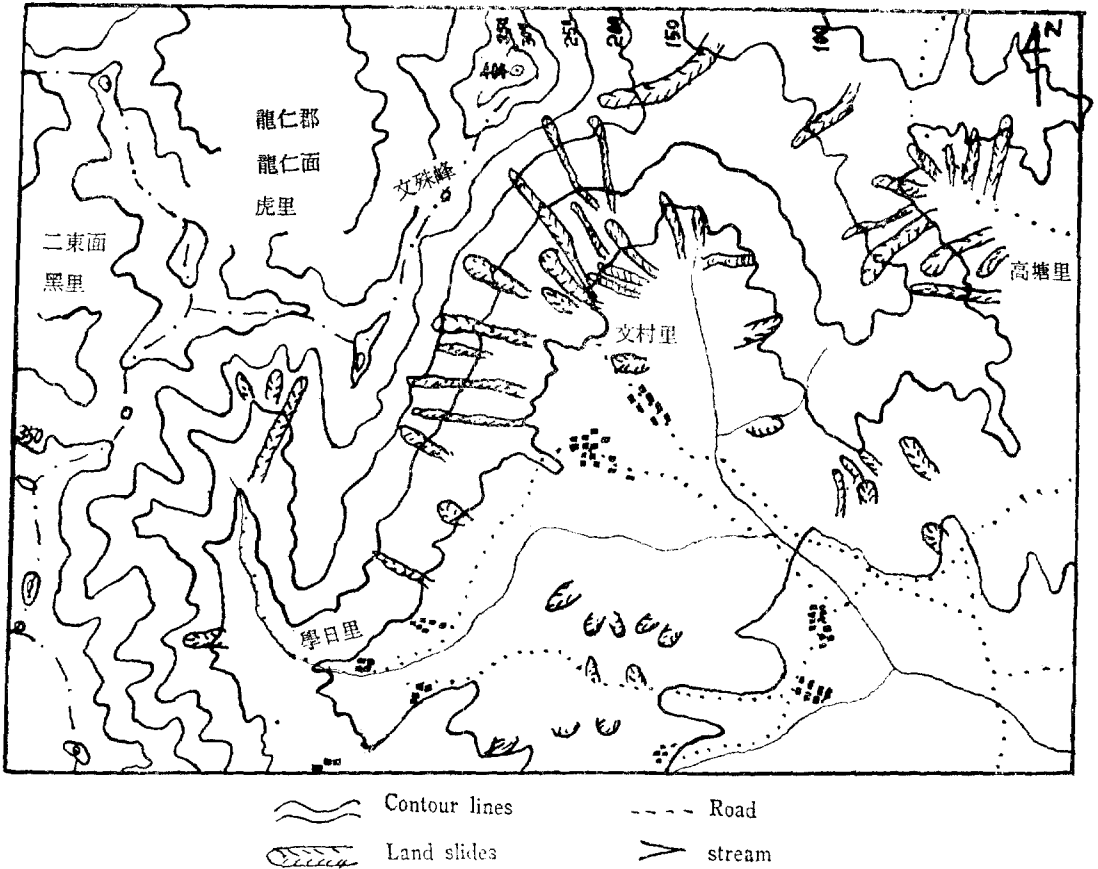


그림 1. 文村學日地域 山崩發生分佈狀態

Fig. 1. Landslides in Moonchon & Hakil area

本 地域은 花崗岩의 深層風化地帶로서 地質的으로도 매우 山崩이 잘 發生될 수 있을 뿐만 아니라 山腹의 平均斜度도 山崩發生頻도가 높은 범위에 속한다. 또 單位斜面長이 긴 山腹의 支配面積이 많은 등 地質·地形上으로 崩壞危險地帶라고 생각된다. 遠三面所在 降雨測定記錄에 의하면 山崩을 誘發한 當時의 降雨特性은 8月 18日 19時까지 53.2 mm, 19日 12時까지 370.9 mm 計 424.1 mm 로써 18日 밤에서 19日 아침 사이에 豪雨가 내리었으며 山崩은 19日 10時~12時 사이에 가장 많이 發生되었다.

文村里의 林相은 대단히 不良하며 林野面積의 約 30%인 53ha의 無立木地에서 山崩發生 64 個所中 62 個所가 發生되었다. 文村·學日地域에서 林野 ha 當 山崩發生 個所數는 立木地에서 0.008, 無立木地에서 0.925 로 결국 좋은 森林地에서 보다 林相이 不良한 山林에서 보다 많이 發生된다. 一般的으로 有林地와 無林地的

山崩發生頻度 1:3~10程度로 報告되고 있는데, 本 調査地에서 過大值를 나타내고 있는 것은 1~2年生 造林地가 無立木地面積에 포함되었기 때문이다.

II. 土質과 山地崩壞

調査地內의 主要 地質母岩別 面積比率은 花崗岩 65%, 花崗片麻岩 15% 및 結晶片岩 20% 程度이며, 山崩發生 個所數는 花崗岩地帶에서 575, 花崗片麻岩地帶에서 42, 및 結晶片岩地帶에서 15個所로써 花崗岩地帶에서는 占有面積 65%에 比하여 發生 個所比率은 약 91%에 達한다. 土壤別 崩壞發生狀態는 礫土에서 50, 砂土에서 550 및 砂壤土에서 32個所가 發生되었으며, 全土深別로는 深土에서 64, 中 182, 및 淺土에서 386個所가 各各 發生되었다.

花崗岩이나 花崗片麻岩은 모두가 火成岩으로써 이들로 構成된 山地는 一般的으로 水成岩地帶에 比하여 崩

壞가 적은 것이지만 本 調査地域內에서 그 發生個所가 현저히 많은 原因은 本地域이 花崗岩의 深層風化地帶이기 때문이다. 深層風化를 받은 本 調査山地는 粘着力이 없는 粗鬆한 風化土層을 形成하여 容易하게 雨水로써 飽和되기 때문에 崩壞가 쉽게 發生된다. 花崗岩地帶에서의 山崩 1個所當平均面積은 0.084ha 인데 이것은 1955年 日本林野廳 調査值 0.09ha 와 비슷한 것이다. 一般의으로 花崗岩地帶에서의 山崩發生狀態는 單位面積當 山崩發生個所數는 中·古生層에 比하여 현저히 많은 反面에 山崩1個所當 크기는 대단히 작은 것이 特徵이다. 溪岸崩壞의 경우에 있어서도 振威川 上流部인 魚肥貯水池에 流入되는 몇 개 支川의 溪岸에서는 木新川 溪岸에서 發生된 崩壞地보다 더 큰 규모의 岸崩이 發生되었는데 그것은 前者의 地質構造 즉 結晶片岩에 起因되었다고 考察된다.

III. 地形因子와 山地崩壞

山地崩壞에 關聯되는 地形因子로써 崩壞地斜面形 및 谷構造, 斜面傾斜角, 崩壞地谷集型 및 崩壞發生位置等을 調査하였다. 山地의 地形은 岩石의 種類에 의하여 出現하는 것이 아니고 浸蝕輪廻의 一時期의 表現이기 때문에 浸蝕作用이 旺盛한 時期의 地形은 崩壞가 쉬운 地形인 것이다. 山腹斜面形은 그림 2 에서 보는 바와같이 4 大區分하였는데 各 斜面形別 崩壞發生狀態를 보면 平行斜面形에서 21 個所, 下降斜面形에서 194 個所, 上昇斜面形에서 31 個所 및 複合斜面에서 386 個所가 發生되었다. 複合斜面 및 下降斜面形에서 全發生個所數의 約 91%가 發生되었는데 이것은 山腹의 凹曲部에 雨水가 많이 集中할 뿐만 아니라 崩壞하기 쉬운 土砂도 역시 많이 堆積되기 때문에 凸曲部나 凹凸이 없는 山腹

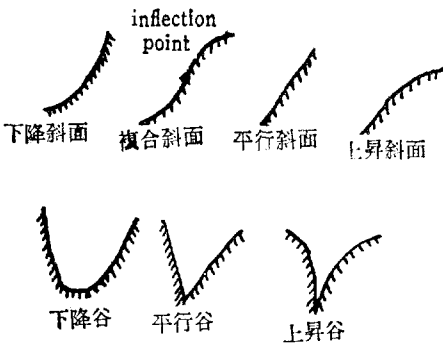


그림 2. 山腹의 斜面形과 谷形
Fig. 2. Profiles of slopes

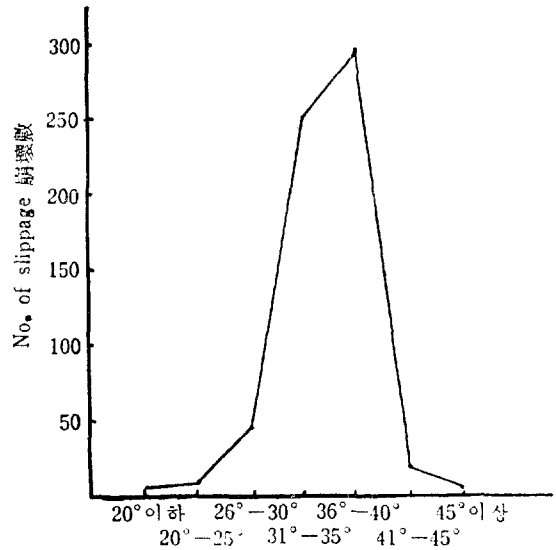


그림 3. 山地傾斜도와 崩壞發生數
Fig. 3. No. of slippages by degree of slopes.

에 比하여 崩壞가 용이하다. 崩壞가 가장 많은 複合斜面에서는 上昇斜面과 下降斜面과의 變曲點附近에서 많이 發生하여 崩壞가 變曲點의 下部에 接속된 下降斜面을 荒廢시키는 경우가 많았다. 이것은 變曲點附近을 境界로 그 上部와 下部의 地表層과 土壤層의 構造가 다르기 때문이다. 즉 變曲點의 上部는 地表層이 얇고 組織이 緻密하여 雨水의 浸透가 困難한데 下部는 地表層이 두껍고 組織이 粗鬆하여 雨水의 浸透가 용이하므로 兩者間의 서로 다른 物理的性質로 인하여 變曲點附近에 均衡이 破壞되어 崩壞가 일어난다.

崩壞發生地의 平均傾斜도와 發生個所數와의 關係를 보면 20° 이하에서 5, 20°~25°에서 12, 26°~30°에서 47, 31°~35°에서 250, 36°~40°에서 296, 41°~45°에서 20 및 45° 이상에서 2 個所가 各各 發生되었는데, 그림 3 에서 보여주는 바와 같이 總發生個所의 約 86%에 해당하는 546 個所가 斜面傾斜度 31°~40° 사이에서 發生되었다.

崩壞地點을 基準으로 上部 및 側面으로 構成된 局所谷地形과 崩壞發生個所數와의 關係를 보면, 單純谷部에서 120, 二谷凹部에서 262, 三谷凹部에서 184, 및 谷群凹部에서 66 個所가 各各 發生되었다. 또 崩壞發生地點과 斜面上的의 部位別 位置關係를 보면 溪岸 96, 山

麓 36, 中腹 248, 上腹 252個所가 各各 發生되었다. 溪岸部位에 있어서는 流水의 縱橫浸蝕에 의하여 脚部가 洗掘되고 또 山脚으로부터의 過大한 潛流水에 의한 重力浸蝕의 結果로 溪岸崩壞가 많이 發生되었으며, 또 山腹에 있어서는 中腹에서 上腹에 이르는 部位에서 가장 많이 發生되었다. 이것은 斜面形에서 考察된 바와 같이 中腹에서 上腹에 이르는 部位에 傾斜變換點이 많고 또 山腹傾斜도 山麓에 比하여 急하기 때문이다.



그림 4. 山地崩壞의 主要形狀

Fig. 4. Main shapes of landslides

및 半角筒狀과 杓子狀등이 이에 포함 되었기 때문이며, 또 線狀發生이 많은 것은 山腹斜面의 局所谷構造가 Gully 型山沙汰의 誘發과 發達이 容易한 地域이 많이 分布되었기 때문이다. 溪岸에서의 Dome 狀崩壞地는 岸狀이 포함되었으며, 山中腹 및 山麓部位에서의 Curl 狀崩壞 또는 地滑性崩壞와 屏風狀崩壞地等은 分類 硯의 상 其他로 區分하였다.

이와 같은 外形上의 各種 崩壞形狀을 崩落土石의 移動狀態에 依하여 다시 區分하면, 土石流型 292, 殘積型 125, Gully 型 154, 縱橫浸蝕型 60, 및 岩屑剝落型 1 個所 등이었다. 土石流型은 landslide 現象이며 殘積型은 slumping 現象이고 또 縱橫浸蝕型은 주로 caving 現象과 약간의 slumping 現象이 主가 되었다. 崩壞發生 位置調査는 主로 豫防治山에 實用性이 있으며 崩落土石의 移動狀態調査는 崩壞發生地에 대한 復舊治山計劃 樹立에 절대적으로 必要한 要素가 된다.

一般的으로 本 調査地內에서 發生된 崩壞의 代表的인 形態, 즉 그림 5에서 보여주는 바와 같이 複合斜面의 變曲點上部인 山腹上部의 殘積土地帶에서는 主로 杓子狀 또는 板狀의 崩壞現象이 landslide types 으로 發生하며 그 下部 崖錐部 또는 堆積土地帶에서는 dome 狀의 崩壞現象이 slumping types 으로 發生된다. 그림 5에서 S는 表層土, R는 未風化의 基岩, (C)는 杓子狀山崩 및 (D)는 Dome 狀山崩을 各各 가리킨다.

Mass-movement 現象의 發生個所에 대한 몇가지 size factor를 考察해 보면, 崩壞面의 平均길이에 있어서는

IV. 山地崩壞의 特性

山地崩壞의 主要形狀과 各 形狀別 發生個所數를 보면, 鐘狀 44, 楔狀 16, 岸狀 36, 板狀 182, 貝殼狀 68, 樹枝狀 46, 線狀 190 및 其他 50個所로, 溪岸部位에서는 鐘狀 및 岸狀이 가장 많고 山腹部位에서는 板狀과 線狀의 發生이 많았는데, 몇가지 主要 崩壞形狀을 그림 4에서 보여 준다. 板狀發生이 많은 것은 半圓筒狀

10m 이하 30, 11~20m 132, 21~30m 151, 31~40m 183, 41~50m 84, 51~100m 31, 및 100m 이상이 21 個所이었으며 平均幅에 있어서는 5m 이하 141, 6~10m 321, 11~15m 162, 16~20m 5, 및 21~25m 3 個所이었다. 平均深에 있어서는 50cm 이하 210, 51~100cm 225, 100~150cm 150, 151~200m 47 個所이었으며, 平均面積別로는 100m² 이하 183, 100~200m² 195, 200~300m² 140, 300~400m² 45, 400~500m² 40, 500~1,000m² 29 個所이었다. 즉 本 調査地에서 發生된 崩壞地의 크기는 대체적으로 平均길이가 11~40m, 平均幅은 5~15m, 平均深은 50~100cm, 그리고 平均面積은 100~300m² 이었다.

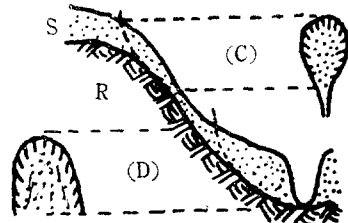


그림 5. 斜面表層土의 分布와 崩壞形狀

Fig. 5. Landslide types on a complex profile of slope

結 論

山地的土壤浸蝕, 특히 厚層 또는 重力浸蝕에 의한 各種 崩壞現象을 mass soil movement events 라고 하는데 이것은 土塊岩屑 등이 集團的으로 下向 또는 外向移動하여 各種 災害의 原因이 된다. 이것에는 山崩, 山沙汰, 崩壞, 地辻, 地滑, 陷落, 崩落 및 土石流 등이 포함되는데, 이러한 mass-movement 現象에 關하여 安城川의 上流部 몇개 支流 流域에서 調査된 몇가지 特性은 대체로 다음과 같이 結論을 맺을 수가 있다.

1. 本 調査에서는 mass soil movement 現象의 몇 가지 主要 特性을 파악할 수 있다고 생각되는 表 4 와 같은 調査카드를 만들어 各 個所別로 調査하였다.

2. 調査地域은 花崗岩, 花崗片麻岩 및 結晶片岩의 三大母岩으로 構成되는 約 20,750ha 로 林相은 대단히 不良하여 大部分이 砂防施行地 및 療惡林地 그리고 稚樹幼齡林地로 되어 있다. 崩壞를 集團的으로 誘發한 當時의 降雨量은 連二日合計 424.1mm 이었다.

3. Mass soil movement 現象이 發生된 總個所數는 632個所인데 이 중에서 約 84.8%에 해당하는 536個所가 豪雨型 즉 豪雨時 浸透水에 의한 土中の 含水量이 過大·飽和되어 흙의 剪斷抵抗力이 減少되어 厚層의 土塊가 下向移動하므로 發生된 것이며, 나머지 15.2%에 해당하는 96個所는 豪雨+縱橫浸蝕型에 屬한다고 볼 수 있다.

4. 森林狀態와 山地崩壞發生과의 關係에 있어서는 1,000ha 當 立木地에서는 8個所, 無立木地에서는 925個所가 發生되었는데, 특히 稚樹幼齡林地와 療惡林地에서 그 發生率이 높았다.

5. 土質과 山地崩壞發生 關係는 花崗岩의 占有面積率은 65%, 崩壞發生率은 약 91%이며, 花崗片麻岩地帶의 占有面積率은 15%, 崩壞發生率은 約 6.6% 그리고 結晶片岩地帶의 占有面積率은 20%, 崩壞發生率은 2.4%로 崩壞發生危險性은 深層風화된 花崗岩地帶에서 가장 높았다.

6. 山地斜面形과 崩壞發生과의 關係에 있어서는 複合斜面과 下降斜面에서 全 崩壞發生個所의 約 91% (580個所)가, 나머지 9%가 平行斜面과 上昇斜面에서 發生되었다. 특히 複合斜面의 變曲點部位에서 그 上部와 下部의 地表層과 土壤層의 構造가 다르므로 이 兩部位間의 서로 다른 物理的性質과 또 凹曲部에는 兩水가 많이 集中하므로 이 部位는 崩壞發生危險地帶가 된다.

7. 山地平均傾斜도와 崩壞發生狀態와는 總發生個所

의 約 86%에 해당하는 546個所가 斜面平均傾斜度 31°~40° 사이에서 發生되었고 20°이하 및 45° 이상에서는 적었다.

8. 主要한 崩壞의 形狀과 發生個所數는, 線狀(190個所), 板狀(182), 貝殼狀(68), 樹枝狀(46), 鎚狀(44), 岸狀(36), 楔狀(16), 其他(50) 地辻性崩壞 및 Curl狀 등의 順이었으며, 崩落土砂의 移動狀態別로는 土石流型(山沙汰型) 292個所로 가장 많았고, Gully型 154, 殘積型 125, 縱橫浸蝕型 60 및 岩屑剝落型 1個所 등의 順으로 發生되었다.

9. 調査地內的 崩壞地의 크기는 작은 편이어서 平均 길이 11~40m, 平均幅 5~15m, 平均深 50~100cm, 그리고 平均面積은 100~300m² 程度이었다.

10. 山崩은 降雨中 또는 降雨後 短時間에 發生하고 崩壞의 速度가 敏速하며, 龜裂의 發生→土塊의 變狀移動→崩壞의 過程이 短時間에 끝나는 것이 特徵이므로 崩壞의 全 過程中 어느 一段階에서도 이 現象을 制御할 수는 없는 것이다. 따라서 앞으로 이 現象에 對하여 보다 많은 地域에서, 또 多樣한 崩壞의 要因別로 調査와 研究가 더욱 進行된다면 「山地的 荒廢危險地域判定要領」을 만들 수 있게 되므로 이 結果는 장차 豫防治山計劃에 重要한 資料가 될 것이다.

謝 辭

이 調査研究를 수행함에 있어 特別 現地調査時에 많은 協助와 便宜를 提供하여 준 國際聯合韓國山林調査 및 開發事業機構 安城川事業所 職員 諸位 그리고 本稿 作成을 直接 指導해 주신 任慶彬 教授님께 심심한 感謝를 드린다.

引 用 文 獻

1. 野口陽一外. 1971. "砂防工學," 朝倉書店 p. 5
2. 諸戶北郎. 1938. "諸戶砂防工學," 東京成美堂 pp. 26-27
3. 野口陽一. 1963. "森林의 影響," 地球出版 pp. 147-148
4. 尾張安治. 1958. "實用砂防工學," 朝倉書店 pp. 28-32
5. 遠藤隆一. 1958. "砂防工學," 共立出版 p. 11
6. 高野秀夫. 1960. "地すべり防止工法." 地球出版 p. 5, p. 35
7. 難波宣士. 1966. "豫防治山," 林業技術協會 p. 12
8. 土質工學會編. 1968. "土質工學ハンドブック," p. 1093 및 p. 1098
9. 林業土木技術協會. 1968. "林業土木ハンドブック," 千代田出版 p. 125, 및 pp. 602-603

10. 朝倉書店. 1966. "水資源ハンドブック," pp. 472
11. 林野廳編. 1959. "治山計劃と實行," pp. 181-460
12. 治山研究會編. 1964. "治山設計の手引," pp. 24-27
13. 飯塚 肇. 1964. "森林防災學," 森北出版 pp. 30-32
14. 鳥山武雄. 1968. "新砂防工學," 理工圖書 pp. 56-63, 및 106-111
15. 伊吹正紀. 1956. "砂防特論," 森北出版 pp. 182-183
16. 禹保命. 1971. "砂防工學要論," 成信社 pp. 12-21
17. 東京堂. 1959. "地學辭典," p. 5 및 419
18. Joseph Kittredge. 1948. "Forest Influence," pp. 280-282
19. Arthur L. Bloom. 1969. "The Surface of the Earth," pp. 40-52
20. 이종혁·유일현. 1971, 한국에 있어서 Landslide의 특성. 지질·광상, 제12호 pp. 22-36
21. 강병무. 1971. Landslide 조사연구의 접근방법. 지질·광상, 제14호 pp. 79-86
22. 유일현·정관철. 1971. 경북 달성 칠곡지구 Landslide 조사보고서. 지질광상연구보고 pp. 505-510
23. 강대현. 1960. 화천지구 산사태 현지를 돌아 보고. 산림보호, 제50호 pp. 33-39
24. 박동성. 1971. Slope stability. 해외파견자 귀국보고논문집, 제4호 pp. 12-15
25. 趙泰膺. 1961. 順天地區水害踏査記, 東國農林, 第5輯
26. 鄭印九. 1965. 天寶山(二東橋里) 沙汰慘狀에 對한 調査研究. 農事試驗研究報告, 第8輯 第2卷, pp. 69-89
27. 鄭印九. 1972. 山林과 旱水害. 산림. 81號, pp. 24-32
28. 龍仁郡. 1972. 風水害狀況統計表. (차 1972. 8. 19~ 지 1972. 8. 22)
29. Daniel R.E., Jones F.O., and Peterson W.L. 1961. Landslides along the Columbia River Valley North-eastern Washington. Geological Survey Professional Paper 367
30. 川口武雄·難波宣士. 1954. 昭和28年6月の九州水害に 關する 調査報告(砂防關係). 日林試研報 No. 69, pp. 97-124 및 pp. 339-360
31. 渡邊隆司·瀧口喜代志·原良治. 1954. 昭和28年 近畿水害調査報告(山崩調査). 日林試研報 No. 74, pp. 31-40
32. 四手井綱英·櫻山徳治. 1954. 森林の豪雨性山崩への 影響. 日林試研報 No. 74, pp. 41-56
33. 川口武雄·難波宣士, 1954, 山崩と 治山對策. 日林試研報 No. 74, pp. 57-108
34. ----- . 1956. 昭和29年 台風水害に 關する 調査報告(山崩および 治山一般對策). 日林試研報 No. 84, pp. 43-66
35. 四手井綱英. 1956. 林況および 地況の 山崩への 影響. 日林試研報 No. 84, pp. 89-98
36. 難波宣士·原良治. 1956. 安倍川および 大井川流域の 山崩調査. 日林試研報 No. 84, pp. 125-139
37. 難波宣士外3人. 1961. 昭和34年7號 台風による 山梨水害の 山地荒廢とその 治山對策. 日林試研報 No. 132, pp. 70-97
38. 岸岡 孝. 1963. 地形因子と 崩壞との關係. 日林誌 45(11), pp. 381-384
39. 渡邊武夫. 1968. 山地の 斜面形と 崩壞發生地點の 關連について. 日林誌 50(8), pp. 241-246
40. 石川利治. 急激なる 降雨の 作用に 依る 林地崩壞の 一例. 日林誌 19(6), pp. 490-412
41. 渡邊武夫. 1968. 集中豪雨に による 山地災害の 形態について. 第79回 日林會講演集, p. 357
42. 北村嘉一·難波宣士. 1968. 樹根の 抵抗力に 關する 現地試驗(II). 第79回 日林會講演集, p. 360
43. 勝見精一. 1970. 拔根抵抗力について, 第81回 日林會講演集, p. 302
44. 森川 要. 1967. 高陽町における 集中豪雨に による 災害について. 第六回 治山研究發表論文集, pp. 10-14
45. 佐藤義男. 1967. 平川流域の 災害調査に について. 第六回 治山研發表論集, pp. 15-18
46. 石原隆利. 1967. 荒廢移行地域調査に について. 第六回 治山研發表論集, pp. 3-6
47. 井上重紀. 1967. 西谷地方に おける 集中豪雨に による 災害調査報告. 第六回 治山研發表論集, pp. 7-9
48. 宮島光昭. 1966. 治山計劃のための 重要度判定方法(試案)に について. 第五回 治山研發表論集, pp. 57-64
49. 岩本幾雄. 1966. 地區豫防治山計劃の 調査方法に について. 第五回 治山研發表論集, pp. 50-53
50. 川口武雄外2人. 1951. 赤城山 山崩に 關する 研究 日林試研報 No. 49, pp. 11-73
51. 高橋敏男. 1968. 森林の 山崩防止機能に 關する 研究. 靜岡大學農學部研究報告 第18號,
52. 小林福進. 1964. 山梨縣 富士川沿岸地方の 山崩れ. 山林 No. 956,
53. 矢木 勉. 1962. 豪雨により 神戸背山に 發生した 山

- 崩れへの人為的影響に關する 2,3の考察. 第72回 日林會講演集, p.360
54. Anderson, H.W. 1959. Summer slides and winter scour. USDA, Forest Service, PSW-Technical Paper No. 36
55. Bailey R.G. and Rice R.M. 1969. Soil slippage. Professional Geographer 21(3)
56. Swanston D.N. 1967. Debris avalanching in thin soils derived from bedrocks. USDA, Forest Service R.P., PNW-64
57. Dyrness, C.T. 1967. Mass soil movement in the H.J. Andrews Experimental Forest. U.S. Forest Service, Res. Pap. PNW-42, 12 pp.
58. 淵本正隆. 1966. 航空寫眞と崩壞地調査. 森林航測 No. 57, pp.2-4
59. 田中清司. 1967. 航空寫眞を防災調査に利用してみても, 森林航測 No. 62, p.23
60. 高橋宏治. 1967. 治山調査における航空寫眞の判讀利用について, 森林航測 No. 63, pp.6-10
61. 秋谷孝一. 1967. 空中寫眞による治山調査. 森林航測 No. 65, pp.2-6
62. ————. 1968. 山地災害調査と空中寫眞. 森林航測 No. 68, pp.7-10
63. 竹下敬司. 1971. 山と地形. 治山調査と地形の見方. 森林航測 No. 86,87
64. 淵本正隆. 1972. 地形と空中寫眞. 森林航測 No. 93, pp.7-9
65. 禹保命. 山地浸蝕의 形態區分에 關한 基礎的研究 (未發表).