

## 87年 颱風 5號에 의한 慶南地區의 山沙汰에 관한 研究<sup>1</sup>

姜渭平<sup>2</sup> · 麻鎬燮<sup>2</sup> · 鄭模根<sup>3</sup>

## Studies on the Landslides Caused by Typhoon No. 875 in Gyeongsangnam-do Districts<sup>1</sup>

Wee Pyeong Kang<sup>2</sup> · Ho Seop Ma<sup>2</sup> · Mo Geun Jeong<sup>3</sup>

### 要 約

1987年 7月 15日 颱風 5號에 의하여 西部慶南地區에 많은 山沙汰가 發生하였는데 그 發生狀況과 原因을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다. 1) 山沙汰發生 個所數는 2,490個所, 面積은 156.53ha였으며, 그 중 山淸, 咸陽, 居昌地區에서의 發生率은 94%, 面積에서는 97%를 차지하였다. 2) 山沙汰 發生規模 0.01ha 以下는 個所數에서 49%를, 面積에서 6%를 占하였으며, 比較의 小規模의 山沙汰가 많이 發生하였다. 3) 花崗片麻岩 및 花崗岩地區에서 山沙汰發生率은 85%, 面積의 87%를 차지하였다. 4) 山腹傾斜 31~35° 범위에서 30%의 發生率을, 面積의 31%를 차지하였으며, 下降斜面形에서 48%의 發生率을, 面積은 51%를 占有하였다. 5) 林冠密度가 40%以下인 疎에서 81%의 發生率을 面積은 68%를 차지하였다. 6) 降雨, 地形, 森林등 比較의 同一한 條件인데도 花崗片麻岩 및 花崗岩類에서만 山沙汰가 發生한 것은 地質要因이 큰 影響을 주었으며, 또한 深層風化土地帶는 山沙汰發生의 反復性이 있으므로 復旧 및 豫防 砂防을 實施後에는 철저한 事後管理가 要請된다.

### ABSTRACT

Many landslides occurred at the western part of Gyeongnam province by the typhoon No. 875. Their conditions and causes were investigated and were summarized as follows: The total number of landslide occurred was 2,490 and its area was 156.53ha. In about 94% of landslides and about 97% of landslides area occurred in 3 counties, Sancheong, Hamyang and Geochang. The landslides smaller than 0.01ha was 49% of the total indicating that about half of them were the small landslides. Considering homogenous topography amount of precipitation and forest type landslides appeared to be mainly has a high affected by the geological factor because the landslides mainly occurred in the deep weathered soil of igneous rock. The landslides occurred on concave slopes of 31 to 35° in steepness with low crown density. In the area of the deep weathered soil, landslide likely occur repeatedly. Therefore, regular erosion control works are recommended in the area of pos for disaster prevention and counter-measures.

*Key words*: landslide; typhoon; deep weathered soil; erosion control works.

<sup>1</sup> 接受 6月 1日 Received on June 1, 1988.

<sup>2</sup> 慶尙大學校 農大 College of Agri., Gyeongsang Natl. Univ., Chinju, Korea.

<sup>3</sup> 釜山教育大學 Pusan Teacher's College, Pusan, Korea.

緒 論

1987年 7月 15日 颱風 5號가 慶南地區를 강타하여 死亡 45名, 失蹤 29名, 罹災民 2,000名, 財產被害 630餘億원의 被害(1987年 7月 18日字 慶南新聞)를 내어서 道內에서는 지난 1959年 9月 사라호 颱風以後 가장 큰 災害를 당하였다.

특히 颱風中心部가 西部慶南地方을 通過하면서 山淸, 咸陽, 居昌 三個郡에 大規模의 山沙汰가 集中的으로 發生하여 死亡 9名 負傷 6名의 人名被害를 내었다.

過去에 있어서 韓國의 荒廢山地는 森林의 濫伐에 依한 禿裸型荒廢地로서 한때 (1956年)에는 全森林面積의 10%인 68萬 ha(山林局 1957 韓國砂防)에 이른때도 있었으나 治山事業의 結果 1967年 부터 대폭 감소됨에 따라서 山沙汰에 관한 關心이 높아져 이들에 관한 研究도 활발하게 되었다.

趙<sup>1)</sup>는 順天地區의 調查에서 山沙汰發生에 影響을 많이 준 要素는 土壤滲透能의 大小라고 하였으며, 禹<sup>2)</sup>는 京畿道 安城川 流域調查에서 深層風化土가, 李<sup>3)</sup>는 江原道 平昌地區의 調查에서 石炭岩의 土性 차이가, 馬<sup>4)</sup>는 山腹傾斜가, 姜<sup>5)</sup>은 鎮海地區의 調查에서 林令이 山沙汰發生에 많은 影響을 준다고 하였으며, 崔<sup>2)</sup> 및 麻<sup>12)</sup>는 多變量解析에 依하여 山地斜面에 대한 崩壞危險地帶을 豫知한 바 있다. 外國에서는 山沙汰에 관한 專門學術誌가 發刊되고 있을 만큼 活潑한 研究가 進行되고 있다.

一般的으로 山地崩壞는 降雨, 地震等 誘因과 地質, 地形, 植生等 素因의 複合作用에 依하여 發生한다. 금번 西部慶南地區의 山沙汰發生은 颱風中心部의 通路에 位置하여 降雨가 直接의 原因이나 颱風通過路에 位置하고 降雨條件이 거의 同一함에도 不拘하고 山沙汰發生地區(山淸, 咸陽, 居昌等)와 非發生地區(晉州地區)가 생겼다. 따라서 本 研究에서는 이러한 山沙汰의 發生狀況과 原因을 究明하고자 實施하였다.

現地調查에 많은 편의를 提供하여 주신 慶南西部治山事業所 姜順祚係長님에게 심심한 謝意를 表한다.

調查方法

本 調查地域은 颱風의 影響으로 山沙汰가 發生한 慶南의 山淸, 居昌, 咸陽, 河東, 陝川, 昌寧地域이며 그 位置는 그림 1과 같고, 寫眞 1은 咸陽地域의 山沙汰發生地의 一部이다.

調查項目은 誘因인 降雨量과 素因中 山沙汰發生에 많은 影響을 미치고 있는 傾斜度, 斜面形, 地質, 森林要因이며 調查方法은 다음과 같다.

1) 降雨量

慶南 4個所의 氣象觀測所에서 連續降雨量과 時雨量의 資料를 얻었다.

2) 傾斜, 斜面形

山沙汰發生地點을 地形圖(1/25,000)에 表示하고 이 地形圖上에 方眼(250m×250m=6.25ha)을 만들어 方眼法에 依하여 傾斜 및 斜面形을 計測하고 現地踏査를 通하여 확인하였다.

3) 地質

國立地質調查所發行 5萬分の 1 地質圖<sup>7)</sup>와 現地踏査하여 調查하였다.

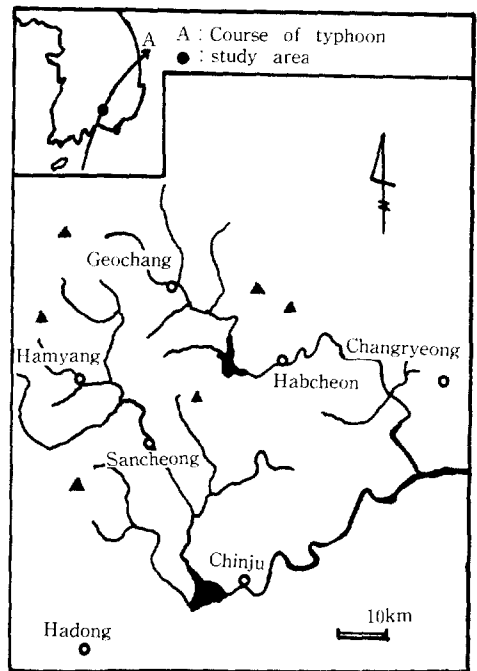


Fig. 1. The location map of area damaged by typhoon 875.



Photo 1. Landslides in Hamyang site.

## 4) 森林

森林要因은 林種, 林相, 令級, 徑級別로 區分 調査하는 方法도 있으나 이번엔 山地災害가 發生한 地區는 過去 40~50年間 治山事業을 實施한 곳으로 各 地區마다 거의 같은 林相인 소나무 單純林(소나무가 75%以上 占有하고 있는 林分)이므로 林冠의 疎密度(林冠投影面積에 對한 林木生立面積의 百分率)에 依하여 山沙汰周邊의 林況에서 判定, 아래와 같이 區分하였다.

疎: 林冠密度가 40%以下인 林分

中: 林冠密度가 41~70%인 林分

密: 林冠密度가 71%以上인 林分

## 5) 山沙汰面積

治山事業所에서 復舊工費算出時에 斜面積을 쓰고 있으므로 現地에서 調査한 斜面積을 山沙汰面積으로 하였다.

## 結果 및 考察

## 1. 降雨狀況

西部慶南 各 地域의 1987年 7月 1日부터 山沙汰가 發生한 7月 15日까지의 連續降雨量은 表1과 같고, 7月 15日 0時부터 山沙汰가 發生하였다고 생각되는 24時까지의 時雨量은 表2와 같다.

表1, 2에서 集中的인 山沙汰發生地區인 山淸, 咸陽, 居昌의 日連續降雨量은 各各 400.4, 306.4, 283.7mm이며, 山沙汰가 發生한 7月 15日의 最大時雨量은 各各 49.5, 36.5, 33.0mm이고, 山沙汰非發生地區인 晉州는 連續降雨量 328.1mm, 最大時雨量 35.8mm로서 各 地區의 降雨狀況은 거의 같다.

Table 1. Continuous rainfall of July, 1987 (mm)

Date	Sancheong	Hamyang	Geochang	Chinju
July 1	0	0	0	0
2	1.9	0	0	2.5
3	0.3	8.7	0.2	3.0
4	6.3	7.2	2.5	3.6
5	0	3.1	0.5	0.9
6	5.4	1.7	2.0	15.4
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	22.4	33.7	20.3	27.0
12	30.8	26.5	25.3	40.8
13	57.1	38.2	41.6	58.5
14	2.8	9.5	12.4	13.5
15	287.3*	198.5*	184.1*	188.3
Total	400.4	306.4	283.7	328.1

\* Landslide occurring day

崔<sup>2)</sup>는 連續降雨量 200mm 以上이고 最大時雨量 32mm 以上일때, Crozier<sup>3)</sup>는 日降雨量 200~250 mm 以上일때 山沙汰發生可能性이 있다고 하였다. 또 山口<sup>1)</sup>는 颱風에 의한 山地災害地에서 年平均降雨量(y)과 災害發生時雨量(x) 및 災害發生連續降雨量(x')間에 높은 相關이 있다하여 다음 式을 제시하였다.

$$x=0.04y-10.4$$

$$x'=0.087y+134.0$$

西部慶南의 年平均降雨量 1200mm를 上式에 代入하면 降雨量 (x)=37.6mm로서 山淸地區는 實測值가 많으나 他3個 地區는 거의 같다. 또 連續降雨量 (x')=238.4mm로서 4個地區 모두 實測值가 많다. 以上과 같이 降雨條件은 4個地區 모두 山沙汰發生可能性이 있으나 山沙汰發生地區와 非

**Table 2.** Hourly rainfall of July 15, 1987 (mm)

Time	Sancheong	Hamyang	Geochang	Chinju
July 15 2	0	1.5	1.5	1.2
3	8.6	0.5	1.0	1.4
4	5.5	4.0	9.5	2.9
5	4.0	10.0	5.5	1.9
6	4.5	3.5	6.5	2.7
7	11.5	2.5	13.0	0.3
8	0.5	4.0	5.5	0
9	0.7	5.0	2.5	0
10	0	0.5	0.5	0
11	0	0.5	0	0
12	0.5	0	1.0	0
13	0	2.5	0	0
14	0	0.5	0	0.2
15	1.5	0	0.6	0.6
16	9.5	3.0	5.0	11.2
17	8.5	14.5	7.0	15.4
18	27.0	10.5	9.0	24.1
19	18.0	13.5	13.5	15.3
20	18.0	18.5	13.0	15.4
21	26.0	20.5	10.0	21.8
22	45.0	13.5	14.5	35.8
23	49.5	33.5	33.0	31.2
24	48.5*	36.5*	32.0*	6.7
Total	287.3	198.5	184.1	188.3

\* Landslide occurring time

發生地區의 差異가 생긴 것은 地質등 他要因이 關與하고 있다는 것을 意味한다.

**2. 山沙汰發生狀況**

颱風5號로 인한 山沙汰發生狀況은 表3과 같으며 6個郡에 걸쳐 全發生個所數는 2490個, 面積 156.53 ha이며, 特히 咸陽, 居昌, 山淸 3個地區의 山沙汰發生合計가 全體의 94%, 面積에 있어서는 97%를 占有하고 있어 이 地區에서 가장 많이 發生하고 있으며, 同一한 降雨條件에서도 晉州地區

**Table 3.** The investigated result of landslide caused by Typhoon 875

Landslide Site	Number	Rate (%)	Area (ha)	Rate (%)
Changryeong	28	1	1.20	1
Hadong	48	2	2.70	2
Sancheong	482	19	19.70	13
Hamyang	1148	46	83.00	53
Geochang	222	29	48.00	31
Habcheon	62	3	1.93	1
Chinju	0	0	0	0
Total	2490	100	156.53	100

**Table 4.** Number and area of the landslide by size class

Landslide Size class (ha)	Number	Rate (%)	Area (ha)	Rate (%)
Less than 0.01	1220	49	9.76	6
0.011-0.05	598	24	18.13	11
0.051-0.10	299	12	23.92	15
0.101-0.15	174	7	22.62	18
0.151-0.20	75	3	13.50	8
0.201-0.25	25	1	5.75	3
0.251-0.30	25	1	7.01	4
0.301-0.35	24	1	7.92	5
0.351-0.40	15	0	5.70	3
Above 0.401	35	2	42.30	26
Total	2490	100	156.53	100

에서는 山沙汰가 發生하지 않았다.

山沙汰發生個所數 및 面積을 規模別로 表示한 것이 表4이다.

表4에서 山沙汰個當面積이 0.01ha(100m<sup>2</sup>)以下는 個所數에서 49%, 面積에서 6%이며, 0.1ha以下는 個所數에서 85%, 面積에서 32%로서 小面積의 山沙汰가 많으므로 花崗岩地帶의 山沙汰發生 特徵을 잘 알수 있는데 이것은 木立<sup>6)</sup>의 研究結果와 一致하고 있다.

**3. 地質과 山沙汰**

地質別 山沙汰發生 個所數 및 面積은 表5와 같다.

表5에서 山沙汰發生地는 火成岩類 및 花崗岩에서 變成된 花崗片麻岩地帶이며, 特히 花崗片麻岩 및 花崗岩地區에서 山沙汰 總個所數의 85%, 面積의 87%가 發生하였다.

一般的으로 花崗片麻岩 및 花崗岩은 風化樣式이 基岩에서 直接 모래로 不連續風化를 하고, 風化層의 깊이가 10여m에 이르는 深層風化를 하며<sup>7)</sup>

**Table 5.** Number and area of the landslide by geology

Landslide Geology	Number	Rate (%)	Area (ha)	Rate (%)
Granite gneiss	1619	65	108.01	69
Granite	498	20	28.17	18
Diorite	348	14	18.78	12
Gabbro	25	1	1.57	1
Sandstone	0	0	0	0
Shale	0	0	0	0
Total	2490	100	156.53	100

深層風化土는 土質力學的으로 山沙汰發生에 관계되는 土壤剪斷抵抗力<sup>3)</sup>이 降雨時에는 弱해지기 때문에 花崗岩地帶는 水成岩地帶에 比하여 山沙汰가 많이 發生한다고 생각된다.

4. 傾斜와 山沙汰

山腹傾斜別 山沙汰個所數 및 面積의 關係를 나타낸 것이 表6이다.

表6에서 26~30° 사이에서 發生個所數는 30%, 面積은 31%를 차지하여 發生率이 가장 높고, 傾斜角이 이보다 높아짐에, 혹은 낮아짐에 따라 發生個數率 및 發生面積率은 낮아지고 있다.

一般的으로 斜面上에 있는 物體는 傾斜角에 비례하여 그 移動量이 크다. 自然斜面에 있어서 傾斜가 急한 곳에서는 오랜 세월에 걸쳐서 移動possible 物體는 이미 다 移動되고 移動이 어려운 岩塊만 남았기 때문에 現地에서는 傾斜角의 크기와 移動量은 比例하지는 않는다. 또 山地斜面의 磨砂土 底部에서는 微細節理가 發達되어 있으므로 높은 透水性을 갖고 있어 地下水의 通路 또는 湧水點이 되며 地下水層이 매우 發達하게 된다<sup>13,14)</sup>. 特別 山腹의 傾斜變換點上 20°以上되는 곳에서는 地下水湧出로 이곳이 山沙汰의 發生原이 되는 곳이 많다.

Table 6. Number and area of the landslide by slope class

Slope class	Landslide Number	Rate (%)	Area (ha)	Rate (%)
0-15	149	4	7.83	5
16-20	199	8	10.96	7
21-25	623	25	34.44	22
26-30	747	30	48.52	31
31-35	573	23	45.39	29
36-40	174	7	7.83	5
41-45	25	1	1.56	1
Total	2490	100	156.53	100

Table 7. Number and area of the landslide by slope pattern

Slope	Landslide Number	Rate (%)	Area (ha)	Rate (%)
Concave	1185	48	79.83	51
Convex	110	4	12.52	8
Compound	299	12	23.48	15
Uniform	896	36	40.70	26
Total	2490	100	156.53	100

따라서 本 調査地區는 이러한 山腹傾斜變換點인 곳에서의 崩壞는 地下水層의 水位上昇으로 山沙汰가 많이 發生한 것으로 思料된다.

5. 斜面形과 山沙汰

山腹의 縱斷斜面形과 山沙汰發生 關係를 나타낸 것이 表7이다.

表7에서 山沙汰發生은 下降斜面에서 全體個所數의 48%, 面積의 51%가 發生하여 가장 많으며, 上昇斜面에서 個所數 4%, 面積 8%로서 가장 적다.

山腹의 縱斷斜面形은 土壤의 깊이, 降水의 行路, 地下水의 湧出 및 土壤含水量에 영향을 주기 때문에 山沙汰發生과 關係가 크다.

下降斜面은 上昇斜面에 比하여 上深이 깊고, 降雨水가 集中되고 地下水가 湧出되며, 土壤含水量이 많기 때문에 上昇斜面에 比하여 山沙汰가 많이 發生한다고 생각된다.

6. 森林과 山沙汰

林冠의 疎密度와 山沙汰의 關係는 表8과 같다.

表8에서 疎密度가 密에서 山沙汰發生個所數가 5%, 面積은 9%로서 가장 적게 發生하여 林冠의 疎密度 卽 森林이 山沙汰防止에 큰 영향을 주고 있음을 나타내고 있다.

一般的으로 森林은 林木 및 落葉으로 林地의 表面侵蝕을 막으며 表面侵蝕에서 誘發되는 山沙汰를 防止하고, 林木直根의 杭作用으로 土壤의 剪斷力을 增加시키 山沙汰를 防止하고, 樹幹이 한번 崩落한 土塊를 支持하여 二次的으로 일어나는 山沙汰를 防止하기 때문에 森林은 山沙汰防止에 有效하다고 생각된다.

從來 森林은 林地의 表面侵蝕 防止에 對해서는 그 效用이 認定되었으나 山沙汰에 對해서는 有林地라도 颱風時에는 山沙汰가 發生하였다는 實例를

Table 8. Number and area of the landslide by crown density of forest

Crown density	Landslide Number	Rate (%)	Area (ha)	Rate (%)
Rare	2017	81	106.44	68
Middle	349	14	36.00	23
Thick	124	5	14.09	9
Total	2490	100	156.53	100

들어 森林의 效用に 對하여 의문을 表示할마도 적지 않았다. 이번 에 發生한 山沙汰地에서도 아카시나무 등 淺根性 林木뿐만아니라 소나무 등 深根性 林木이라도 孤立木인 境遇에는 颶風에 依하여 뿌리채로 넘어져서 山沙汰發生源의 게기가 된 곳이 많았다. 그러나 이것으로 森林이 山沙汰防止에 效用이 없다고 함은 速斷이다. 人工林은 天然林보다, 針葉樹는 闊葉樹보다, 單純林은 混交林보다, 幼令林은 壯令林보다 山沙汰發生防止效用이 적다는 意味이고 無林地와 有林地가 山沙汰發生에 差異가 없다는 것은 아니다. 日本林野廳은 無林地는 有林地에 比하여 單位面積當 山沙汰發生個所數, 面積, 生産土砂量에서 各各 2.2, 1.9, 1.3 倍程度 많았다고 하였다.

**7. 林地保全 및 事後復舊對策**

荒廢山에 砂防事業이 實施되어 植生이 茂盛하여짐에 따라 表面侵蝕에 對한 抵抗力이 強해지는 反面 土壤層이 깊어지고, 土壤含水量이 많아져서 차차 山沙汰發生可能性이 높아져 간다. 그리하면 이 期間이 지나면 다시 山沙汰가 發生하여 山沙汰可能性은 높아 되고 이 現象이 反復되면서 地形輪廻가 進行된다. 이 反復期間이 長대 200年 内外를 한번 山沙汰가 일어난 것은 다시 일어나기 어렵다하여 “山地災害의 免疫性”이 있다고 하였다. 그러나 이번 山沙汰가 發生한 地區는 花崗片麻岩, 花崗岩에서 生成된 深層風化土地帶로서 過去 40~50年間 砂防事業을 實施한 곳이며, 그 反復期間이 매우 짧기(30年 内外)때문에 오히려 “山地災害의 反復性”이 있는 地域이라고 함이 타당하다.

降雨, 土質, 地形, 森林 등 山沙汰發生要因中 降雨, 土質要因은 現段階로는 人力으로서 그 形質을 變更할 수 없으나, 地形要因은 階段工, 砂防塹을 설치함으로써 어느정도 山腹 및 溪床區配를 完善시킬 수 있고, 또 森林要因은 深根性林木의 植栽와 林冠의 疎密度를 높이므로써 그 形質을 變更할 수 있다. 이번 山沙汰가 發生한 西部慶南地區는 山地災害의 反復性이 있을 뿐 더러 南江甯, 陝川 鎭의 上流에 位置하여 兩端에 對한 堆砂防止를 위해 人力으로서 그 形質을 變更시킬 수 있는 地形 및 森林要因을 活用, 이 地區에 알맞는 復舊工

法の 開發과 工事後의 철저한 事後管理가 要望된다.

**結 論**

1987年 7月 颶風에 依하여 發生된 西部慶南地區의 山沙汰에 關하여 그 發生狀況과 原因을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 山沙汰發生個所數는 모두 2490個所, 面積은 156.53ha 있으며 그중 山淸, 咸陽, 居昌地區에서 그 發生率은 94%, 面積에서는 97%를 占有하였다.
2. 山沙汰 發生規模 0.01ha 以下の 個所數가 49%, 面積의 6%를 차지하여 比較的 小面積의 山沙汰가 많이 發生하였다.
3. 花崗片麻岩 및 花崗岩地區에서 그 發生率은 85%, 面積의 87%를 차지하였다.
4. 山腹傾斜 31~35 度에서 個所數는 30%, 面積은 31%를 占有하였다.
5. 下降斜面에서 個所數는 48%, 面積은 51%를 占有하였다.
6. 森林要因에서는 林冠密度 40%以下인 疎葉성 81%의 發生率을, 面積은 68%를 차지하였다.
7. 降雨, 地形, 森林 등 比較的 同一한 條件인데도 花崗岩類 및 花崗片麻岩에서만 山沙汰가 發生한 것은 地質要因이 큰 影響을 주었으며, 또한 深層風化土地帶는 山沙汰의 反復性이 있으므로 後田 및 豫防砂防을 實施後에는 철저한 事後管理가 要望된다.

**引用 文 獻**

1. 趙泰禪, 1961. 順天地區 水害踏査記, 東國農林 第5輯.
2. 崔 敬, 1986. 韓國의 山沙汰發生要因과 豫知에 關한 研究, 江原大博士學位論文 pp.45.
3. Crozier, M.J. 1984. Stope instability, John Wiley & Son Ltd., pp. 103-107.
4. 姜渭平, 1981. 1979年 8月 集中豪雨에 依한 鎭海地區 山沙汰에 關한 研究, 韓林誌 52: 72-78.
5. 建設省 土木研究所, 1979. 自然斜面의 崩壞と

- その對策に 關する 調査 研究報告. pp.136.
6. 木立正嗣. 1969. 地質と 山地防災. 林業研究 解説シリーズ No.34 P.45.
  7. 國立地質調査所. 1970. 地質圖(1/50,000)-居昌, 九汀, 安義, 陝川, 雲峰, 山清, 花開, 丹城圖幅-.
  8. 小出 博. 1955. 小崩れ. 古今書院. pp.15.
  9. 李壽煜. 1979. 山沙汰發生要因에 關한 研究. 忠南大農技研報 2 : 125-134.
  10. 林野廳 治山課. 1959. 崩壞の 基礎特性について. 治山事業調査報告書 II. pp. 45.
  11. 馬相圭. 1979. 山沙汰發生 危險地의 環境學的 解析과 豫防對策. 韓林誌 45 : 11-25.
  12. 麻鎬燮. 1987. 山地斜面 崩壞危險의 豫知에 關한 研究 -黃江流域을 事例地域으로-. 慶尙大 博士學位論文 pp.50.
  13. 岡本 隆一, 緒方 正虔, 小島 圭二, 1984. 土木地質. 技報堂出版(株). pp.214.
  14. 土質工學會編. 1979. 風化花崗岩と まさ土の工學的性質と その應用. 土質工學會. pp.316.
  15. 禹保命. 1972. 山地의 Mass movement 現像의 몇가지 特性. 韓林誌 15 : 49-60.
  16. 山口岩介. 1976. 山地災害危險地 實態調査について. 治山 7 : 7-12.