

1979年 8月 集中豪雨에 의한 鎭海地區의 山沙汰에 관한 研究*¹

姜 渭 平*²

An Analysis of Landslides at Jinhae District Dated 25th of August, 1979*¹

Wee Pyung Kang*²

On August 25, 1979 a heavy daily rainfall of 465 mm pured into Jinhae area by the influence of Typhoon Judy. In consequence of the typhoon, 38 persons were killed, houses and arable land were demolished and caused wide ranges of landslides in the area.

According to the previous investigation, there had been five cases of such typhoons accompanied a daily precipitation over 300 mm for 27 years, however, there had not occurred any landslides before, even though it is reported that any typhoon accompanied by heavy daily rainfalls over 300 mm is normally known to cause various kinds of landslides.

This phenomenon was described to the fact that there has been a qualitative change in the agents of landslides such as precipitation, geology, topography and forest. Thus, in this report, the relations of the agents to the development of landslides were to be analysed and brought forth the following confirmation:

1. In the district, 71 landslides of which area covered 15.3 ha were observed.
2. In terms of geology of the landslided sites, 89 and 11% in numbers were observed in the andesite and the granite respectively, and the areas of those landslide estimated 45 and 55% respectively.
3. In a topographical point of view, 44% of the numbers of landslides (55% in area basis) were occurred within the slopes of 26-35°, while no landslides were observed in either lower (below 9°) or upper (above 41°) slopes. In terms of slope patterns, 39 and 33% in numbers (52 and 46% on the basis of area) were observed in concave slopes and compound slopes respectively.
4. In terms of forest ages, the most landslides were observed in 5-15 year-old forest, of which averages were 2.19 landslides per 100 ha and 0.47 ha per 100 ha. However, no landslides were observed in the forest of over 26 years old.
5. Among the agents, precipitation, geology, topography are considered not to be controlled but the only agent, the forest, to be controlled by human beings. Thus, this firstly observed landslides at Jinhae District are conclusively considered as the result of qualitative changes of one agent, the forest, in the area.

1979年 8月 25日 颶風 Judy號의 영향으로 鎭海地區는 日降雨量 465mm의 集中豪雨로 많은 山汰沙가 발생하여 38名의 人命死亡과 家屋, 農耕地에 막대한 財産被害를 냈다.

既往의 調査에 의하면 日降雨量 300mm 以上일때 山沙汰發生의 위험이 있다고 하였으나 鎭海地區는 과거 27年間에 日降雨量 300mm 以上이 5回 있었음에도 불구하고 한번도 山沙汰가 發生한 記錄이 없었다. 이것은 이 地區에 있어서 山沙汰發生에 關係되는 各因子(降雨, 地質, 地形, 森林)의 過去와 現在의 質의變化에 基因한다고 생각됨으로 이들의 因子와 山沙汰發生의 關係를 알기 위하여 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 山沙汰個數는 71個, 面積은 15.3ha이다.
2. 地質에 있어서는 山沙汰個數中 安山岩 및 花崗岩에서 各各 89%, 11% 이며 面積은 安山岩 및 花崗岩에서 各各 45%, 55%가 발생하였다.

* 1 Received for Publication on June 1, 1981.

* 2 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University.

3. 傾斜 26°~35° 범위에서 山沙汰個數는 44%, 面積은 55% 발생하여 가장 많고 9% 以下, 41° 以下에서는 발생하지 않았다. 斜面形에서 보면 山沙汰個數는 下降斜面 및 複合斜面에서 各各 52%, 46% 발생하여 他 斜面形 보다 많았다.

4. 林令 5~15년에서 山沙汰個數(2.19個/100ha) 및 面積(0.47ha/100ha)이 가장 많았고 林令 26年以上에서는 발생하지 않았다.

5. 山沙汰發生因子中(降雨, 地質, 地形, 森林) 人力으로서 그 形質을 變化시킬 수 있는 것은 森林因子뿐이다. 鎭海地区는 過去 많은 集中豪雨가 있었음에도 不抱하고 이번 처음 山沙汰가 일어난 것은 과거와 현재의 森林因子的 質的變化에 起因된다고 생각된다.

緒 論

1979年 8月 25日 颶風 Judy号의 영향으로 韓國南海岸一帶에 集中豪雨가 쏟아졌으며 특히 鎭海地区는 日降雨量 465mm의 集中豪雨로 山沙汰가 發生하여 38名의 人命死亡과 13億余圓의 財産被害를 냈다.

山地 荒廢地는 그 發生原因에 따라 禿裸地, 山沙汰 등 여러 種類로 区分되나 우리나라에 있어서는 山地의 大部分이 地形輪廻上으로 晩壯年期 혹은 老年期の 地形에 속하고 또 人爲的인 原因으로 荒廢地라면 禿裸地를 指稱할 만큼 禿裸地가 荒廢山地의 主宗을 이루었다 (1957年 統計에는 禿裸地가 68萬余 ha).

그러나 近來에 와서 復旧工事로 禿裸地가 대폭 감소되고 (1979年에는 8萬 5千余 ha) 여러가지 原因으로 山沙汰災害가 大型化 됨에 따라 이에 대한 調査 研究가 활발해졌다.^{1,3,5,7,11,12)} 外國에 있어서는 地震, 降雨地形 등 其他原因으로 山沙汰 및 土石流가 山地 荒廢의 主流를 이루고 專問雜誌 및 書籍도 매우 많으며 이미 發表된 論文도 2,000余篇에 이르고 있을 만큼 이에 대한 研究도 활발하다.

山沙汰發生은 豪雨 등 誘因과 地質, 地形, 森林(地被) 등 素因의 複合作用에 의하여 일어난다. 誘因은 山沙汰發生의 直接的刺戟劑이며, 山沙汰가 일어나기 쉬운 素因을 山地가 가지고 있을 때 그 災害는 大型化된다. 그리고 이들의 因子中 人力 으로서 그 形質을 바꿀 수 있는 것은 森林因子 뿐이다.

鎭海市는 過去 數十年間 여러번 集中豪雨가 있었으나 山沙汰가 이번 처음으로 發生하였다.

筆者는 災害地의 現地踏査와 1/25,000 地形圖를 利用하여 山沙汰地를 地形解析하고 降雨, 地質, 地形, 森林 등 山沙汰發生에 關여되는 因子와 山沙汰의 關係를 考察하였다.

現地踏査에 物心兩面으로 많은 便宜를 주신 林業試驗場鎭海支場長 孫昆周氏 및 鎭海市綠地課長 鄭 炯氏에게 감사한 謝意를 표한다.

1. 山沙汰發生時의 降雨狀況

1979年 8月 25日에 내린 降雨狀況은 그림 1 과 같으며 日降雨量은 465mm, 16時~22時 사이의 平均時雨量은 52mm 였다.

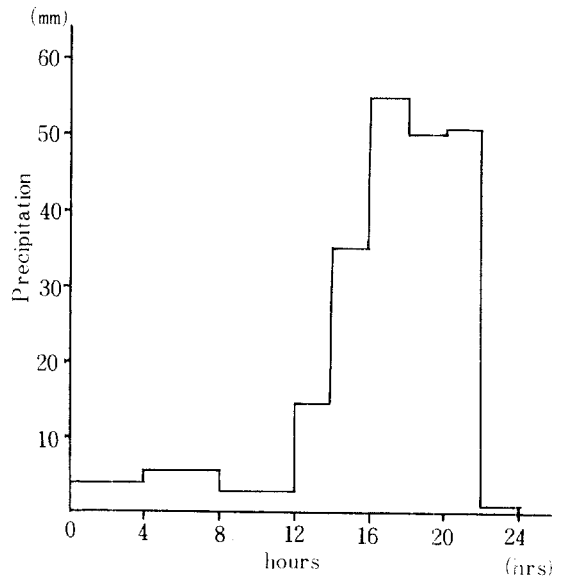


Fig. 1 Rainfalls per hour
Note: Jinhae Naval Station

全國적으로 본 最大時雨量記錄은 118.6mm (서울 1942. 8. 15), 109.6mm (全州, 1951. 5. 26)에 비하여 時雨量 52mm는 적은 편이다.

日降雨量 465mm은 全國적으로 본 最大 日降雨量¹⁰⁾ 490mm (黃海道, 1924. 8. 5), 354mm (서울, 1920. 8. 2)에 비하면 差이가 없으며, 鎭海海軍氣象課에서 얻은 鎭海地区의 27年間的 日最大降雨量資料에

서 超過確率 日降雨量을 계산하면 表 1 과 같고 이表에서 日降雨量 465mm 는 그 再現期間이 200年 이 된다.

既往의 調査에 의하면* 日降雨量 300mm 以上일때 山沙汰發生의 危險이 있다고 하였으나 鎭海地區에 있어서는 過去 27年間에 그림 2 와 같이 日 降雨量 300mm 以上이 5回 있었음에도 不拘하고 南部砂防事業所(馬山市所在)의 記錄에 의하면 過去 50年間 한번도 山沙汰가 일어난 일이 없었는데 이번 처음 일어난 것은 山沙汰發生原因因子中 降雨를 제외한 他 因子의 過去와 現在의 形質의 變化에 起因한 것이 아닐까 생각된다.

Table 1. Probable rainfall

Recurrent period	Probable rainfall
10 Years	239.1 (mm)
20	284.6
50	343.5
100	387.3
200	431.4
400	475.3
500	489.4
1,000	533.2

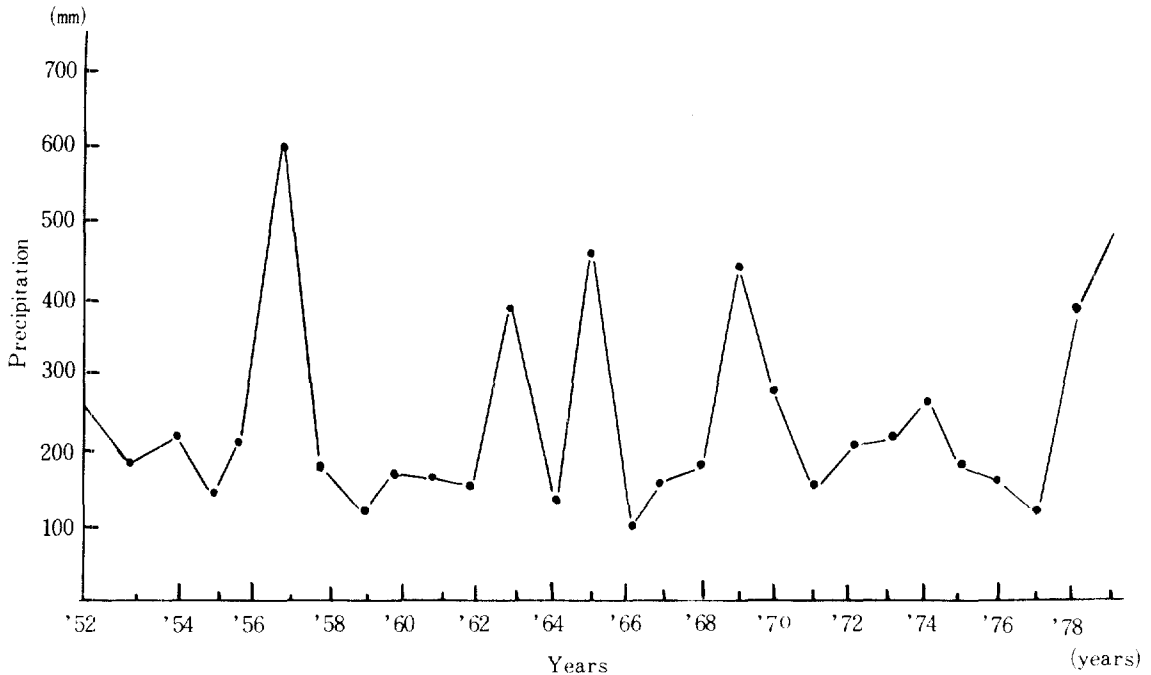


Fig. 2 Maximum daily precipitation for 27 years in Jinhae

Note: Jinhae Naval Station

2. 林相

本地區의 山林所有形態는* 表 2 에 서와 같이 國有林이 50% 를 차지하여 他市郡에 비하여 國有林이 매우 많은 특수한 지역이다. 山林面積은 3,997ha 로서 土地面積의 6,526ha 의 61% 이다. 林相으로는* 表 3 과 같이 針葉樹가 1,946ha 로서 50% 를 차지하고 10年生 内外의 편백나무가 主宗을 이루고 其他 리기다소나무, 해송등이다. 混淆林은 참나무 및 소나무

무林에 편백나무가 樹下植栽되고 있다. 1ha 당 平均蓄積은 6.4m³이다.

Table 2. Forest area by ownership

Classification	Area	Percent
National forest	1,992 (ha)	50%
Non-national	2,005	50
Total	3,997	100

Table 3. Forest area and growing stock by forest type and age-classes

Classification	Age - classes	Area	Growing stock
Conifers	I	1,809 (ha)	692 (m ³)
	II	132	8,575
	III	5	685
	Sub-total	1,946	9,952
Non-conifers	I	543	186
	II	609	216
	III	682	15,217
	Sub-total	1,296	15,670
Un-stocked		212	
		3,997	25,808
Total			

調 査 方 法

結 果 및 考 察

1. 山沙汰地面積

各 山沙汰地의 平均長, 平均幅 및 傾斜角에서 水 平面積을 求하여 그 位置와 形態를 1/25,000地形圖에 記入하였다.

2. 地質調查

現地調査와 韓國地質圖(1/250,000, 부산圖幅, 國立地質礦物研究所, 1973)를 参照하였다.

3. 地形調查

傾斜測定은 Handlevel로서 했으며 斜面形은 그림 3과 같이 下降斜面, 複合斜面, 平衡斜面, 上昇斜面 四種으로 区分하여* 現地에서 各 山沙汰地에 대한 斜面形을 決定하였다.

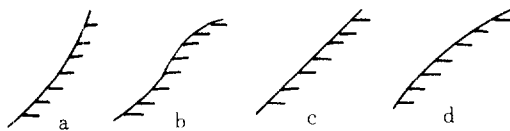


Fig 3 Slope pattern of hillside

- a : Concave
- b : Compound
- c : Uniform
- d : Convex

1. 山沙汰發生狀況

山沙汰發生規模 및 分布狀況은 表 4, 그림 4, 와 같으며 發生個數는 71個所, 面積은 15.3 ha이다.

Table 4. Number and area of the landslides by the size class

Size class (ha)	Number	Percent	Area (ha)	Percent
0.01	23	32	0.23	2
0.02	13	18	0.26	2
0.03	8	11	0.24	2
0.04	6	9	0.24	2
0.05	4	7	0.20	1
0.06	1	1	0.06	0
0.07	1	1	0.07	0
:	:			
0.80	7	10	5.60	36
0.90	0	0	0	0
1.00	6	9	6.00	40
1.10	0	0	0	0
1.20	2	2	2.40	15
Total	71	100	15.30	100

山沙汰個數에 있어서는 個當面積 0.01~0.07ha의 小規模의 것이 79%를 占有하여 매우 많으나 面積에 있어서는 0.80~1.20ha의 大規模의 것이 全山沙汰面積의 91%를 占有하고 있다.

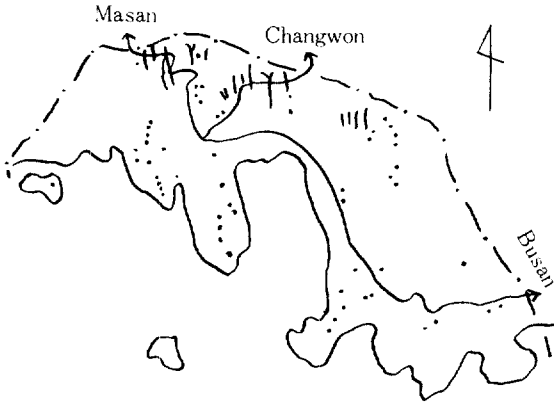


Fig. 4 Landslides patterns in Jinhae area

2. 地質과 山沙汰

地質과 山沙汰發生個數 및 面積은 表 5와 같다. 山沙汰個數는 安山岩에서 89%, 花崗岩에서 11%이며 面積에 있어서는 兩者가 大同小異하다. 이는 安山岩에서는 小規模의 山沙汰가 花崗岩에서는 大規模의 것이 發生하였다는 것을 의미한다. 韓國地質圖(1:250,000)에 의하면 本地區의 地質은 모두 白堊, 緋의 火山岩類로서 構成되어 있고 水成岩은 없다. 따라서 火山岩 및 水成岩과 山沙汰의 關係는 말할 수 없으나 鎭海市 隣接市域의 慶尙層 地帶(水成岩)에서는 山沙汰가 일어나지 않았다는 것을 생각할 때에 山沙汰發生의 直接의 原因인 降雨에 대해서 地質이 민감하게 反應을 나타내었다고 할 수 있다.

Table 5. Number of landslides and it's area by geology

Geology	Number of landslides	Percent	Area of landslides	Percent
Andesite	63	89	6.9(ha)	45
Granite	8	11	8.4	55
Total	71	100	15.3	100

3. 地形과 山沙汰

山地地形은 傾斜와 斜面形으로 나눌 수 있고, 傾斜와 山沙汰의 關係는 表 6과 같다.

傾斜 26°~35° 범위에서 山沙汰個數는 44%, 面積은 55% 발생하여 가장 많았고 경사 90°以上 및 41°以上에서는 發生하지 않았다. 그리고 大形의 山沙汰는 36°~40° 범위에서 일어났다.

一般으로 土壤의 自然休息角은 15°~30° 범위 이므로 傾斜 15°以上에서 무너질 위험이 있고, 斜面上에 있는 物体의 移動은 斜面傾斜角의 sine에 比例하므로 急傾斜일 수록 山沙汰가 많이 일어날 것이나 急傾斜地의 山地는 과거에 이미 侵蝕을 받아서 土壤層이 거의 없는 岩石地이므로 山沙汰가 일어날 일이 거의 없다.

山地의 斜面形과 山沙汰의 關係는 表 7과 같다.

山沙汰個數는 下降斜面 및 複合斜面에서의 發生率의 合計가 72%이나 面積에서는 98%이다. 이는 上記兩斜面에서 大形의 山沙汰가 일어났다는 것은 의미한다. 大形의 山沙汰는 下降 및 複合斜面의 谷部(谷頭部)에서 山沙汰가 처음 일어나서 下部로 擴大되었다. 谷盡部의 地形은 보통 隣接部의 地形보다 急傾斜이고 扇狀形이므로 降雨時에는 이점에 먼저 集木 되며 隣接地보다 먼저 土壤이 飽和狀態가 되어 山沙汰가 일어나는 것이라 생각된다.

Table 6. Number of landslides and its area by slope

Slope	Number of landslides	Percent	Area of landslides	Percent
10°~15°	8	11	0.3(ha)	2
16°~25°	18	25	1.0	7
26°~35°	31	44	8.4	55
36°~40°	14	20	5.6	36
Total	71	100	15.3	100

Table 7. Number of landslides and its area by slope pattern

Slope pattern	Number of landslides	Percent	Aere of landslides	Percent
Concave	28	39	8.07(ha)	52
Compound	23	33	7.01	46
Uniform	11	15	0.13	1
Convex	9	13	0.09	1
Total	71	100	15.3	100

4. 森林과 山沙汰

林令과 山沙汰의 關係를 나타낸 것이 表 8이다.

林令別 山林占有面積에 差異가 있으므로 林令別로 單位面積(100ha)當의 山沙汰個數 및 面積으로 比較하면 林令 5~15年에서 個數(2.19個) 및 面積(0.47 ha)이 他林令에 比하여 매우 크고 林令 26年以上에서는 山沙汰가 發生하지 않았다. 즉, 伐採跡地의 人工林에 있어서는 林令 10年 内外에서 山沙汰가 많이 發生한다는 것을 의미한다. 山沙汰의 發生은 土質力學的으로 土壤剪斷抵抗力의 大小에 關係한다.

樹根의 拔根抵抗力은 土壤剪斷抵抗力에 거의 比例함으로 拔根抵抗力을 測定함으로서 剪斷抵抗力 즉 森林에 의한 山沙汰發生의 影響을 알 수 있다.

既往에 調査된 바에 의하면⁴⁾ 伐採跡地의 人工林에 있어서 拔根抵抗力의 合計는 그림 5와 같이 林令 10年 内外에서 最小가 된다고 하였다.

鎭海市는 1970年을 전후하여 소나무林에 솔잎혹파리의 被害를 입어 枯死伐採되었으며 그 跡地에는 편백, 아카시아 등이 식재되었다. 산림청의 임업통계에 의하면 1971年에 ha當 平均 主木蓄積이 28m³였던 것이 1978年에는 6.4m³로 솔잎혹파리 때문에 대폭 縮적이 감소되었다.

山沙汰가 일어난 1979年은 被害木伐採로 부터 10年 内外 경과된 해에 해당되며 樹根의 拔根抵抗力이 最小가 되는 해가 되기 때문에 過去 몇 10年間에 여러차례의 集中豪雨가 있었음에도 不拘하고 이번 처음으로 산사태가 일어난 것이 아닌가 생각된다.

우리나라에 있어서의 솔잎혹파리는 1929年 全南木浦와 서울秘苑에서 처음 발견된 以來 현재는 慶北, 忠南, 江原道의 一部를 除外하고는 全國的으로 1972年 以來 每年 30萬餘 ha라는 大面積에 發生하여 소나무가 枯死되고 있다.²⁾ 앞으로 集中豪雨와 솔잎혹파리被害地가 相互, 作用하여 山沙汰發生의 우려가 있으므로 이에대한 山沙汰預防對策이 시급하다.

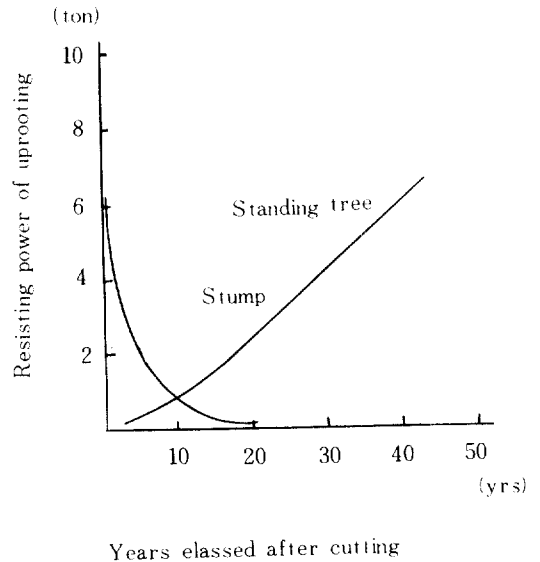


Fig. 5 Relation between resisting power of uprooting and stand age (Pinus thunbergii)

Table 8. Forest age and landslides

Forest age	Occupied area	Landslides			
		Number	N/100 ha	Area	A/100 ha
5~15 years	2,961 (ha)	65	2.19	14.0 (ha)	0.47
16~25	814	6	0.74	1.3	0.16
26~35	10	0	0	0	0
Non-stocked	212	0	0	0	0
Total	3,997	71		15.3	

引用文献

- 鄭仁九, 1965. 天宝山沙汰慘狀에 對한 調査報告. 農試研報. 8(2): 69~87
- 정태봉, 1980. 山林災害에 對한 심포지움. 韓國 林學會. P. 8
- 趙泰膺, 1961. 順天地區水害踏査記. 東國農林 第 5輯

4. 北材, 難波, 1981. 拔根試験を通過口推定 林木根系, の崩壊防止機能. 日林試研報. No. 313: 175~208
5. 木谷重榮, 1937. 慶尚南道に於りて 風水害と山崩小リ就マ 山潮, 45号. 12-42
6. 小出博, 1955. 山崩れ. 古今書院. P. 24
7. 馬相圭, 1979. 山沙汰發生地와 被害危險地의 環境學的解析과 予防対策. 韓林誌 No. 45: 11~25.
8. 中野秀章, 1978. 森林の水土保安機能とその効用 林業研究解説 シリーズ P. 65
9. 산림청, 1979. 임업통계요람
10. —, 1968. 早水害와 山林. P. 23
11. 禹保命, 1972. 山地 Mass Soil Movement 現象의 몇가지 特性. 韓林誌. No. 15: 49~60
12. —, 1978. 安養地域에 있어서 豪雨에 의한 山沙汰發生에 관한 實態調査와 予防対策에 관한研究. 韓林誌. No. 39: 1~34