

第3章 風倒木地域における山腹崩壊

九州北部地方では1991年台風19号の強風により広範囲で風倒木被害が発生し、同時に風倒木斜面では少ない降雨（約80mm程度）で崩壊が発生した。崩壊が発生しなかった風倒木斜面も立木の根返りや曲がりによって表層土が大きく擾乱を受け、その後の崩壊発生が危惧されていた。翌年1992年には、まとまった降雨がなく崩壊は生じなかったが、1993年の6月梅雨期の雨で、大分県日田地方や熊本県小国地方で風倒木地を中心に多数の崩壊・土石流が生じ、災害を被った。このときの降雨も通常崩壊を発生させる降雨に比べその量は少ないものであった。

ここでは大分県の日田地方を中心に、1993年の災害の実態を示す。

3.1 1993年6月に発生した崩壊の実態

3.1.1 対象地域

本研究の対象エリアは、1991年に生じた風倒木被害の著しい大分県日田市に近い筑後川上流域である。この地域の中で、前津江村（流域面積：78.99km²）、中津江村（流域面積：81.91km²）、上津江村（流域面積：88.53km²）の合計流域面積249.43km²の地域も航空写真判読を用いて調査した。その中で、崩壊・土石流が集中的に発生した河原川支川白草川（流域面積：9.54km²）、熊戸川（流域面積：3.44km²）、黒谷川（流域面積：7.56km²）の3流域については現地調査を行った（図3.1）。繰り返しになるが、調査対象地は風倒木地、非風倒木地を含めて、すべて強風地域内にある。

調査項目と内容は以下のものである。

① 基図

対象地域の森林基本図（1/5,000）を使用した。

② 降雨資料

気象庁、県所轄の降雨データを収集し、対象地域について確率解析を行った。

③ 空中写真判読

1993年6月崩壊発生前後の崩壊地分布を比較するため2時期の空中写真を用い崩壊地、土石流の流下区域の判読を行った。空中写真は以下のものを使用した。

表 3.1 使用した空中写真

	災害発生前	災害発生後
影地区指定番号	92-27	93-253
撮影地区	第3日田	日田市
撮影作業機関	日本林業技術協会	アジア航測（株）
撮影年月日	1992. 5. 3	1993. 8. 23～25
撮影縮尺	1/16000 (モノクロ)	1/10000 (カラー)
使用写真機	RC-20	RC-10
焦点距離	214.03 mm	153.16 mm

④ 現地調査項目

現地において以下の項目を調査した。

- 1) 崩壊地面積
- 2) 崩壊深
- 3) 崩壊斜面勾配
- 4) 土石流の発生流下状況

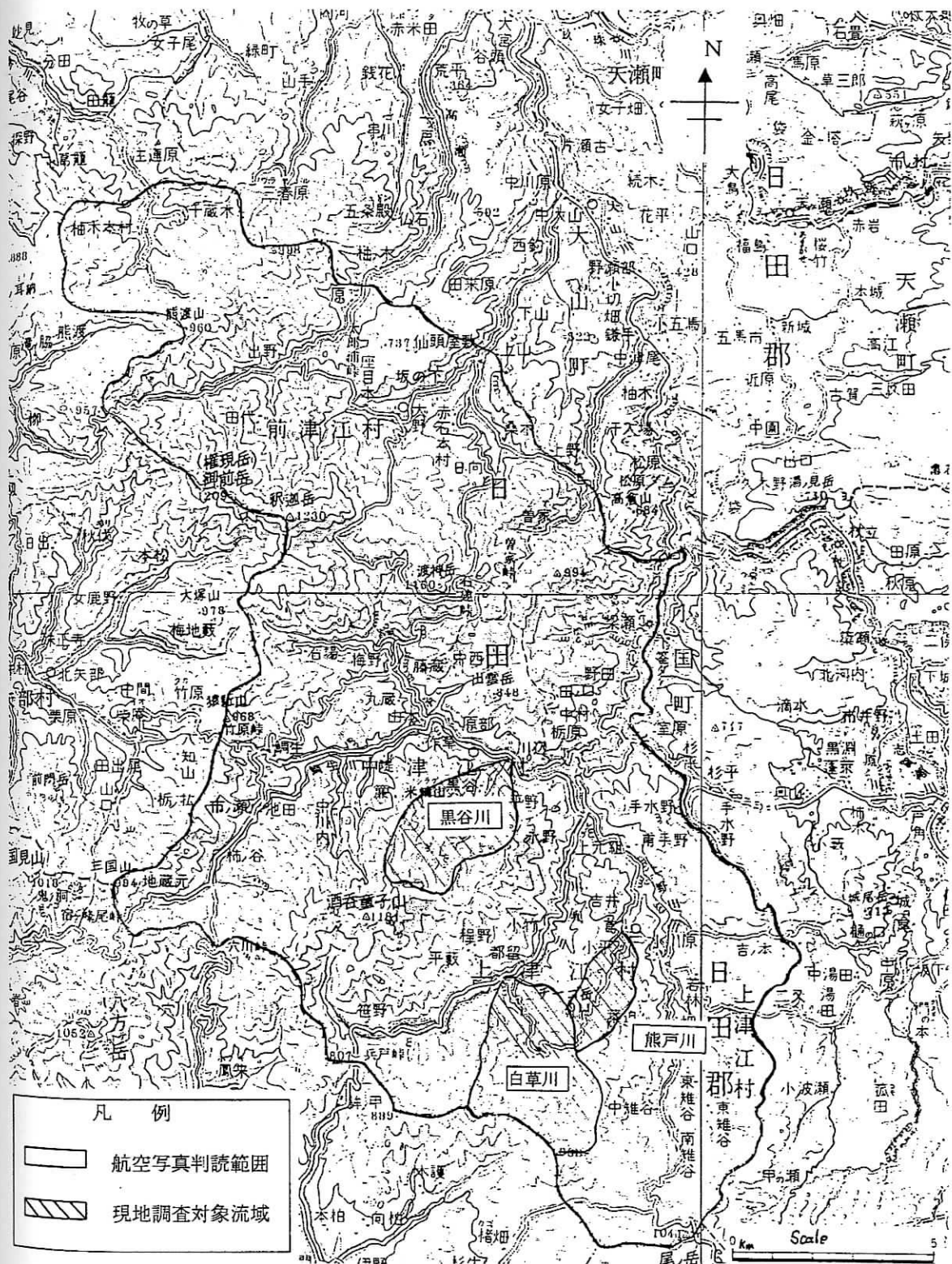


図 3.1 対象流域 (筑後川上流域：前津江村，中津江村，上津江村)

対象地域の表層地質を図 3.2 に示す（（財）日本地図センター1993）。
 下図に示すように当該地域の主たる表層地質は、安山岩類であり、その他に集塊岩と一部に花崗岩の貫入が認められる。

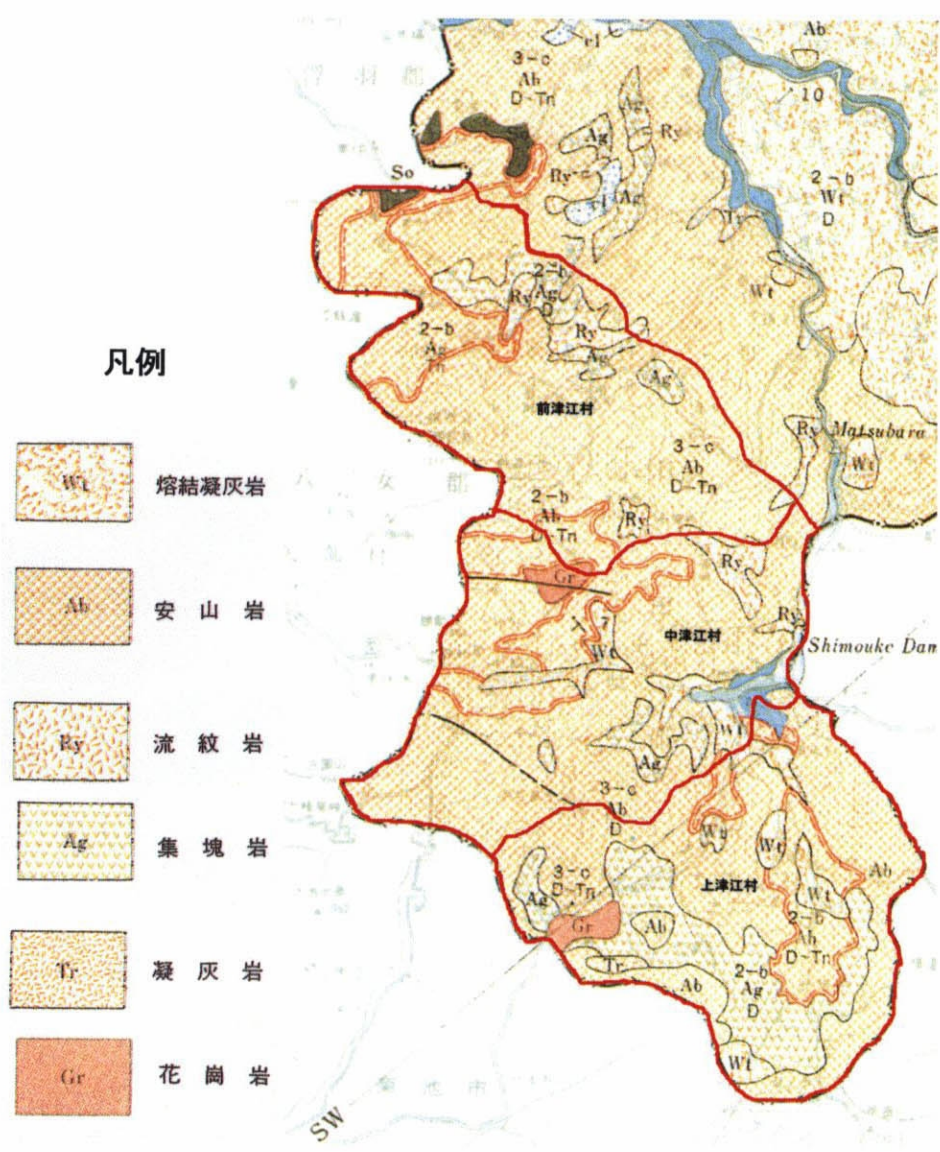


図 3.2 対象地域の表層地質図

3.1.2 風倒木地と崩壊状況

調査対象地域で 1991 年に発生した風倒木地（個数，面積）について第 2 章でとりまとめたデータに風倒木地個数を加え表 3.2 に示す。

表 3.2 調査対象地域の風倒木の状況

村 名	面 積 (Km ²)	森林面積 (Km ²)	風倒木地 個数(個)	風倒木地面積 (×10 ³ m ²)	風倒木地面積比率 (対森林)(%)
前津江村	78.99	73	328	3944.3	5.4
中津江村	81.91	78	581	7393.1	9.5
上津江村	88.53	83	582	8399.3	9.5
合計・平均	249.43	234	1491	19736.7	7.9

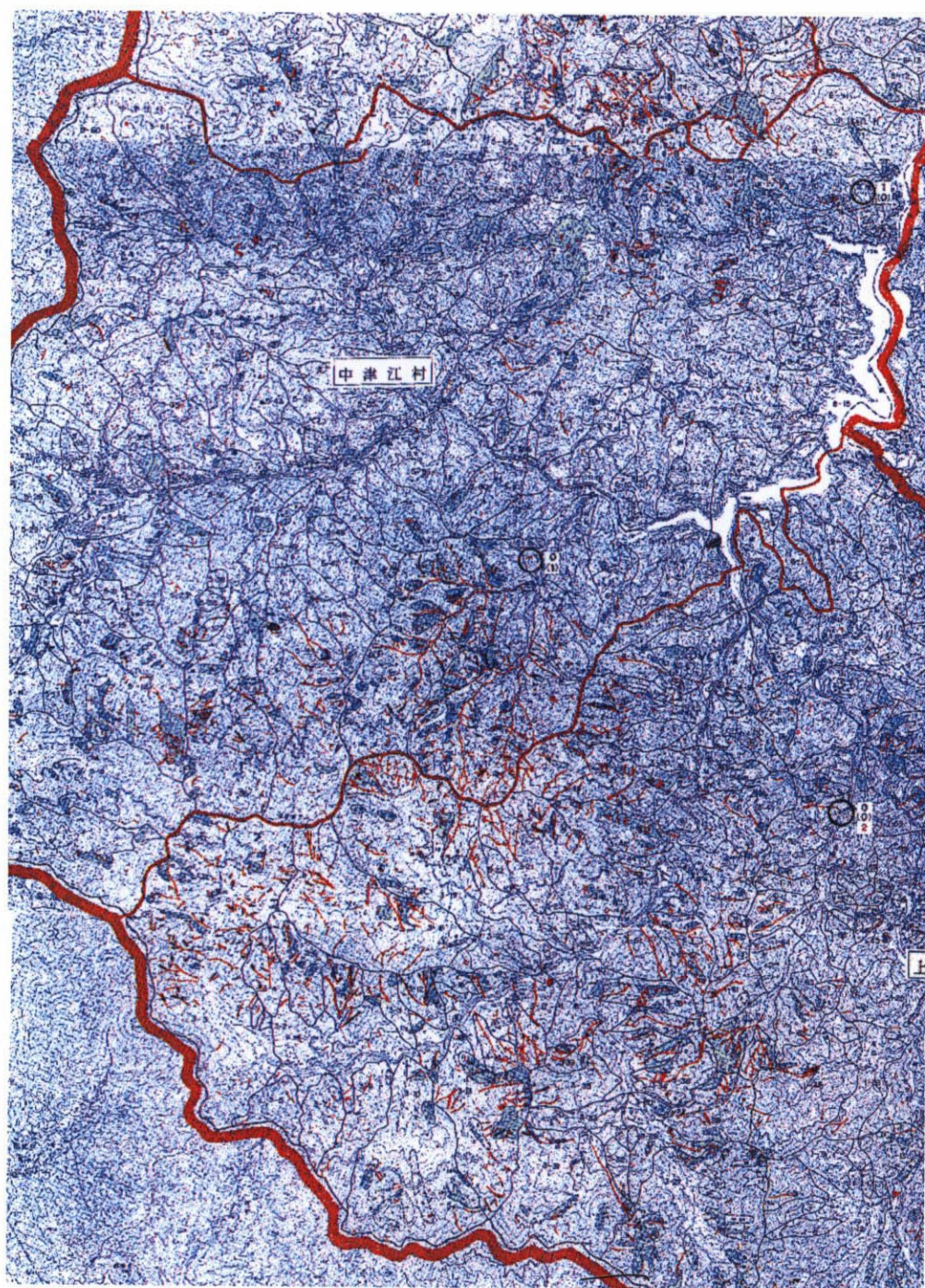
次に現地調査の対象流域として取り上げた 3 流域の風倒木地の状況を表 3.3 に示す。

表 3.3 風倒木地の個数と面積（モデル流域別）

流域名	面 積 (Km ²)	風倒木地個数 (個)	風倒木地面積 (×10 ³ m ²)	風倒木地面積比率 (%)
熊戸川	3.44	23	324.1	9.4
白草川	9.54	80	1706.1	17.9
黒谷川	7.56	72	991.5	13.1
合計・平均	20.54	175	3021.7	14.7

空中写真より判読した崩壊発生状況の一部を図 3.3 に，各モデル流域の状況を図 3.4 に示す。空中写真判読域においては，4,032 ケ所の崩壊が発生し，全面積は 965,000m²であった。また，モデル 3 流域では崩壊は 740 ケ所，面積は 171,000m²であった。

これらの図から，風倒木地内での崩壊発生が多く認められるほか、土石流は崩壊起源のものが卓越していることがわかる。



凡例
 (以下の図の凡例も同様)



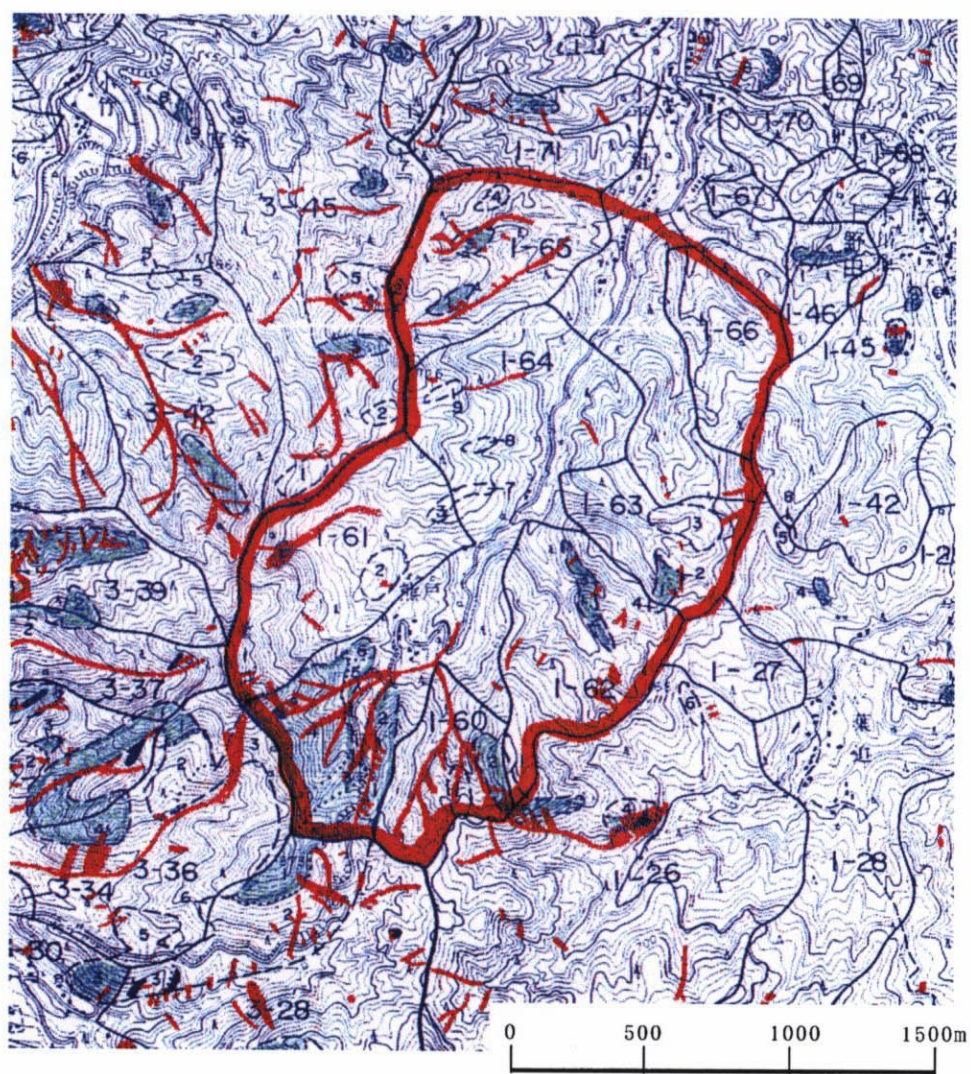
	風倒木地
	崩壊・土石流

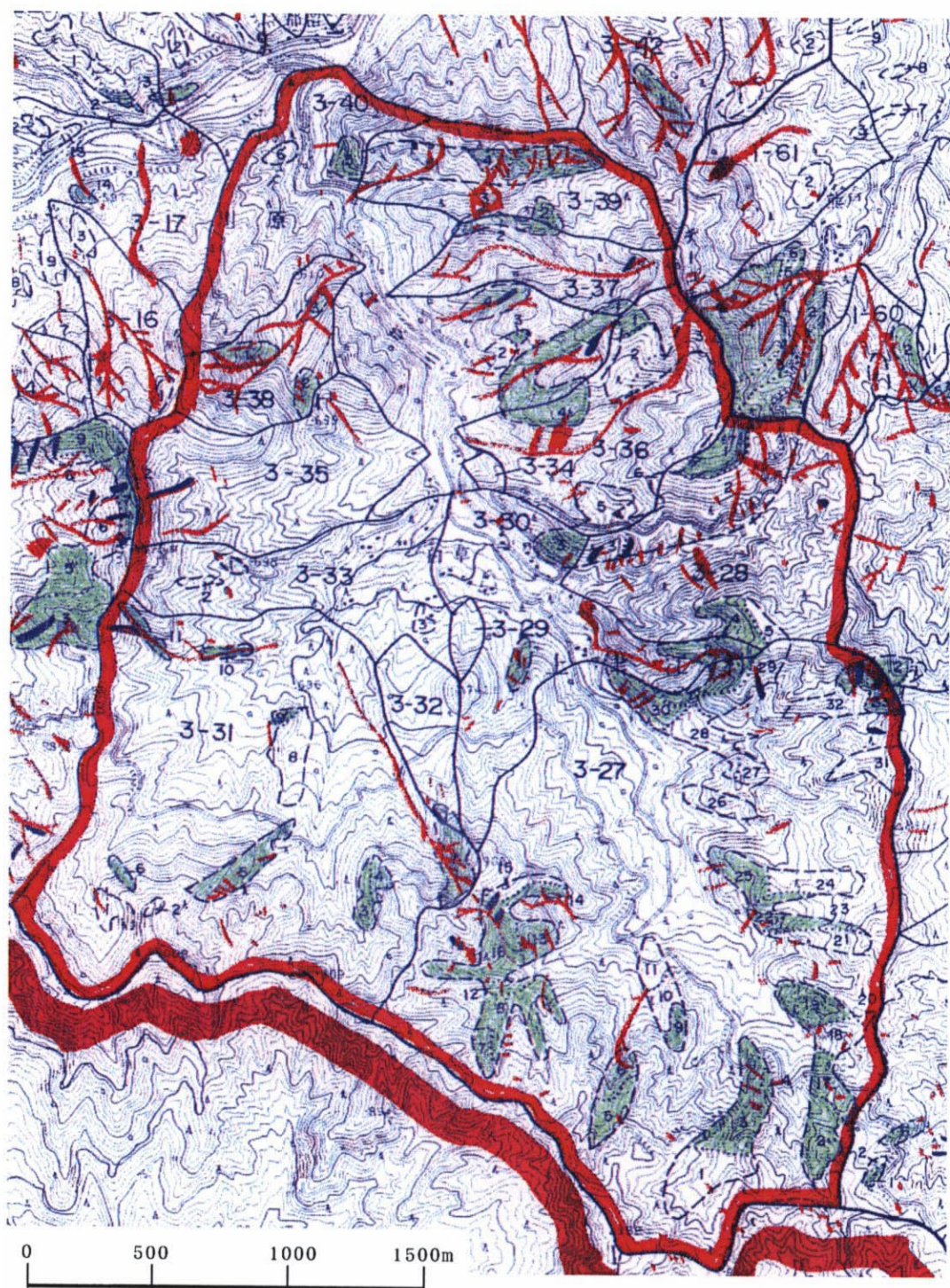
図 3.3 下笠ダム周辺の風倒木地と崩壊・土石流



凡例

-  流域界
-  風倒木地
-  崩壊・土石流

図 3.4-1 熊戸川流域の風倒木地と崩壊・土石流の分布



1991 年崩壊地

図 3.4-2 白草川流域の風倒木地と崩壊・土石流の分布

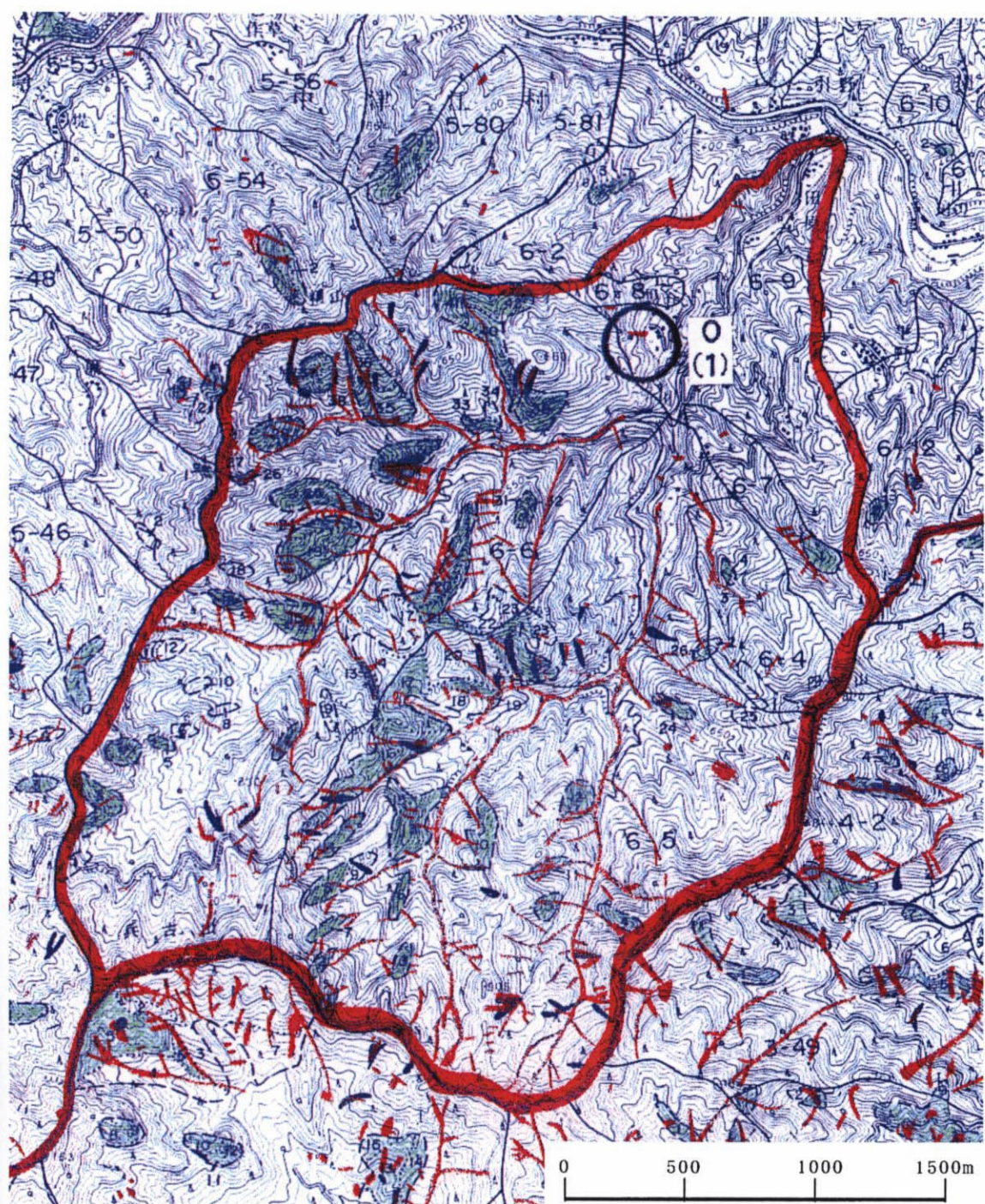


図 3.4-3 黒谷川流域の風倒木地と崩壊・土石流の分布

3.1.3 崩壊発生と斜面勾配

現地調査流域の風倒木地内に発生した崩壊地の斜面勾配分布を図 3.5 に示す。この図から風倒木地と非風倒木地の崩壊発生ピーク勾配は、ともに $42\sim 44^{\circ}$ となっている。また、崩壊勾配の下限值は $18\sim 20^{\circ}$ で、両者ともに同様の分布形を示している。このことは、非風倒木地においても風倒木地と同様に強風による表層土の擾乱が生じている場所があることを示唆するものである。

他の地域における崩壊発生勾配を既往の調査から引用すれば以下のようになる。

丸井（1981）は 1965 年 7 月豪雨地に六甲山系の宇治川で発生した崩壊地の勾配を図 3.6 ようにまとめている。六甲山系の地質は主として花崗岩類である。さらに、1982 年の豪雨時に富士川水系の春木川で発生した崩壊地の勾配分布は図 3.7 のように整理される（建設省富士川砂防工事事務所，（財）砂防・地すべり技術センター 1988）。

宇治川での崩壊発生ピーク勾配は $38\sim 40^{\circ}$ であり、春木川では $45\sim 50^{\circ}$ となり、本検討対象地域は、両者の中間である。一方、崩壊勾配の下限值は、宇治川で $30\sim 32^{\circ}$ であり、春木川では櫛形山層で $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，瀬戸川層では $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ である。本検討対象地域は、両者の崩壊発生勾配よりかなり緩い $18^{\circ}\sim 20^{\circ}$ の勾配で崩壊が発生している。この原因として、樹木の強風による揺動で表層土の擾乱が生じたこと、すなわち表層土の強度低下が影響していることが考えられる。

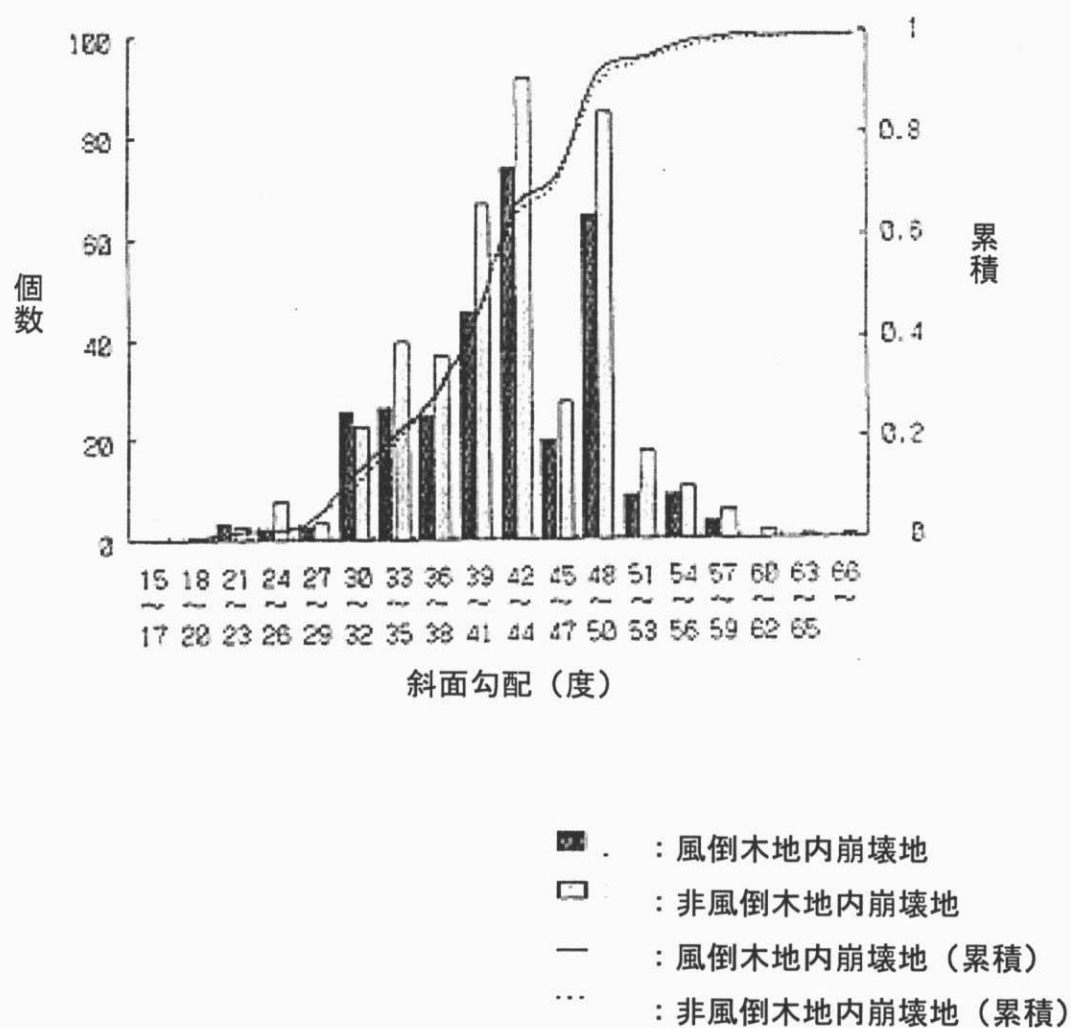


図 3.5 風倒木地と非風倒木地に発生した崩壊地の勾配

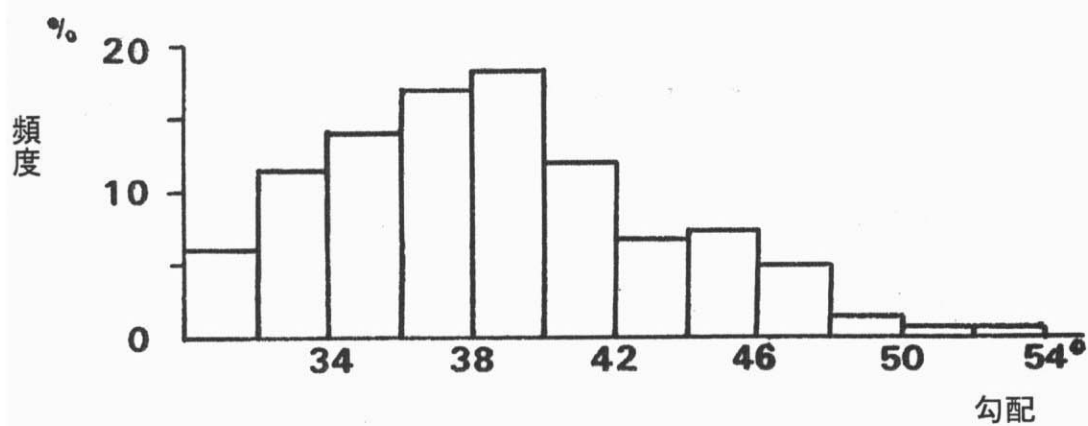


図 3.6 宇治川で発生した崩壊地の勾配分布

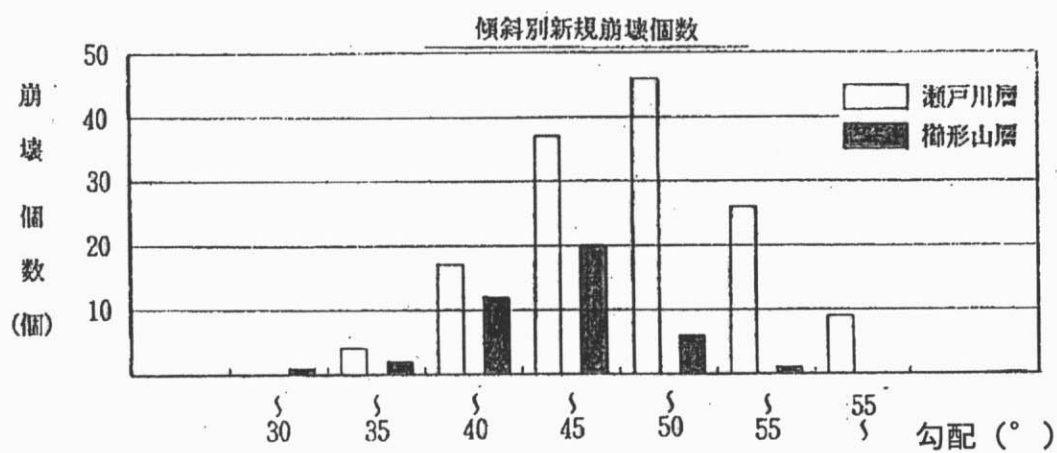


図 3.7 春木川で発生した崩壊地の勾配分布

3.2 降雨の実態

3.2.1 降雨資料の収集・整理

崩壊の発生した 1993 年 6 月の降雨のハイエトグラフ（図 3.8）と崩壊発生前の時間雨量等雨量線図を作成し，地域の代表観測所におけるこの降雨の評価を行った。

等雨量線の作成に用いた観測所は 44 観測所であるが，対象流域内に 20 年以上のデータの蓄積があり，確率解析が行えると判断された観測所は，図 3.9 に示す「黄川」，「杖立」，「鯛生」，「大野」の 4 観測所である。

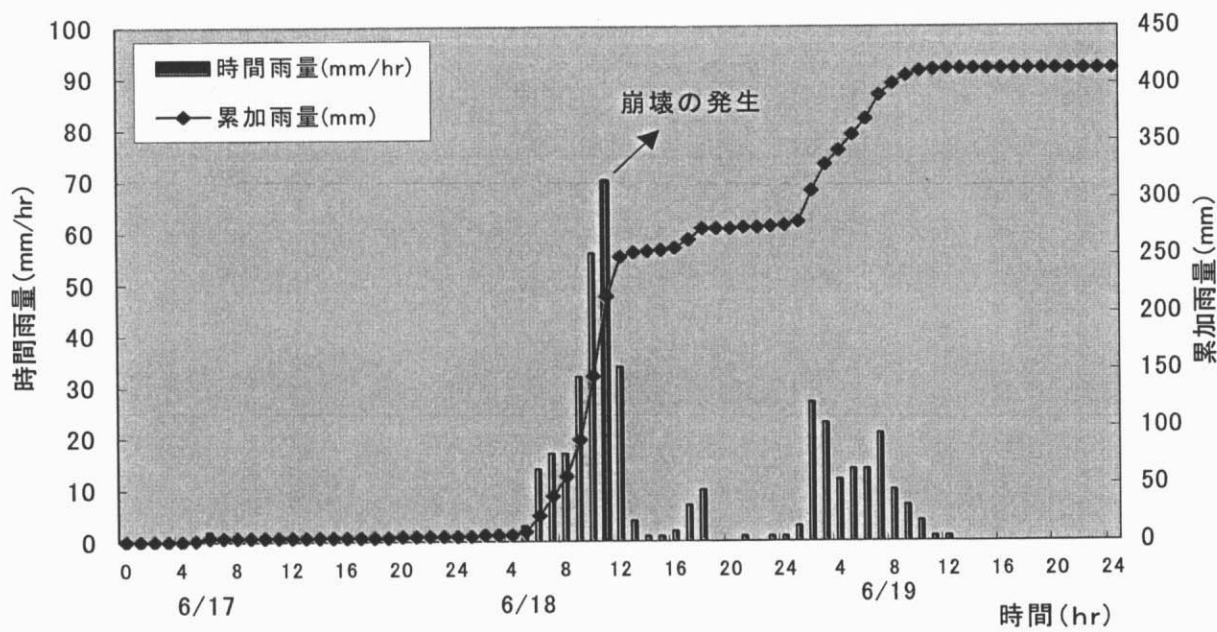


図 3.8 1993年6月のハイエトグラフ（熊戸観測所）

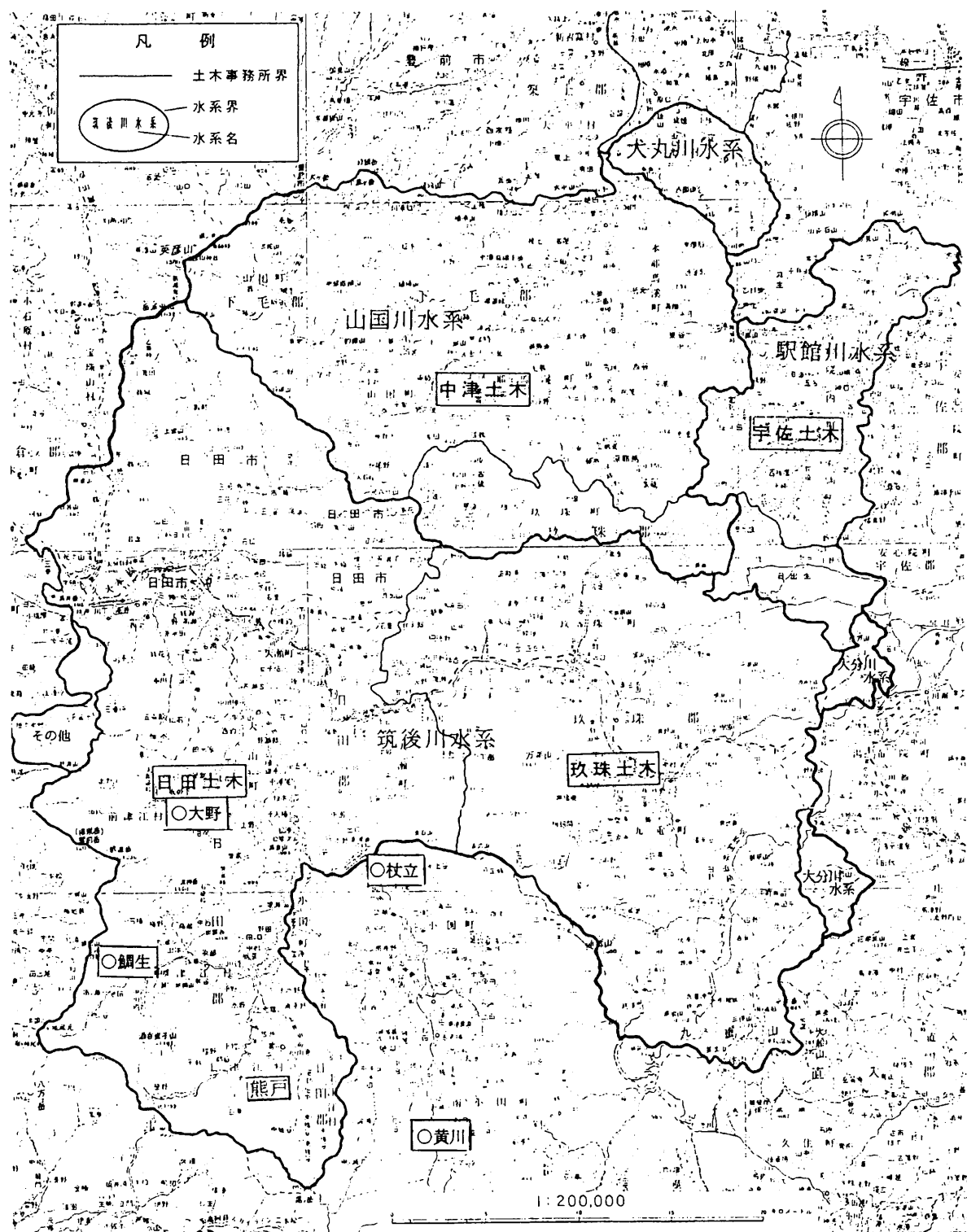


図 3.9 雨量観測所位置図（解析観測所と熊戸観測所）

3.2.2 降雨の規模

上記の4観測所について、各1, 2, 3, 4, 5, 6, 9の時間雨量と日雨量の確率計算を岩井法で行った。このうち「杖立」以外の観測所では、1989, 1990年のデータが欠測で1990年の九州地方の集中豪雨が含まれないため確率降雨は、若干小さく評価されている可能性がある。この結果を表3.4に示す。

これらの解析から、このときの降雨の最も確率年が高かったのは、熊本県小国町杖立観測所の5時間雨量で約30年超過確率であり、同じく5時間雨量では、鯛生観測所で5年超過確率、大野観測所で2～5年超過確率、黄川でも2～5年超過確率と1993年の6月降雨は、それほど大きな降雨ではなかったと認められる。

また、主要4観測所のデータを整理し、1993年6月降雨量が過去に発生した降雨量に対する順位を比較した(表3.5)。この表から6月降雨で最も順位が高いのは杖立観測所(熊本県)の5時間雨量で過去第2位であり、9時間雨量では6位、24時間雨量では欄外(45位以下)である。また、対象地域内の鯛生観測所では、4時間雨量で第5位、9時間雨量で第8位、24時間では欄外になっている。このことから1993年6月降雨は短時間に集中したものと判明される。

表 3.4 確率降雨量（岩井法） 単位 mm

◎ 1 時間雨量

	H5. 6 降 雨実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	30	46. 0	58. 2	65. 8	72. 8	76. 7	81. 4	87. 8
杖 立	51	36. 6	46. 2	51. 3	55. 7	57. 9	60. 6	63. 9
鯛 生	70	45. 7	51. 4	55. 0	58. 4	60. 3	62. 6	65. 8
大 野	43	41. 2	55. 2	64. 5	73. 3	78. 4	84. 8	93. 5

◎ 3 時間雨量

	H5. 6 降 雨実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	69	79. 0	101. 1	115. 4	128. 9	136. 7	146. 2	159. 2
杖 立	136	60. 9	82. 9	97. 2	110. 9	118. 7	128. 4	141. 6
鯛 生	120	91. 8	113. 9	128	141. 0	148. 4	157. 6	169. 8
大 野	89	78. 4	98. 6	110. 1	120. 1	125. 5	131. 9	140. 1

◎ 4 時間雨量

	H5. 6 降 雨実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	87	89. 8	115. 8	133. 9	151. 8	162. 3	175. 8	194. 4
杖 立	149	72. 2	98. 2	115. 5	312. 2	143. 8	153. 9	170. 5
鯛 生	136	104. 0	145. 5	173. 4	200. 4	216. 2	235. 9	263. 1
大 野	85	87. 9	113. 0	128. 3	142. 3	150. 1	159. 5	172. 0

◎ 5 時間雨量

	H5. 6 降雨 実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	108	99. 2	127. 8	147. 3	166. 6	177. 8	192. 1	211. 8
杖 立	180	80. 9	109. 9	128. 8	146. 7	157. 0	169. 8	187. 1
鯛 生	163	115. 9	166. 0	200. 4	234. 1	253. 9	278. 8	313. 3
大 野	107	99. 3	126. 0	141. 7	155. 8	163. 5	172. 9	185. 0

◎ 6 時間雨量

	H5. 6 降雨 実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	121	109. 2	140. 6	161. 1	180. 5	191. 7	205. 6	224. 4
杖 立	216	86. 7	119. 8	142. 1	163. 8	176. 5	192. 4	214. 2
鯛 生	200	136. 9	173. 9	195. 5	214. 7	225. 2	237. 8	254. 2
大 野	128	109. 6	138. 8	156. 3	172. 0	180. 7	191. 1	204. 8

◎ 9 時間雨量

	H5. 6 降雨 実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	159	128. 9	164. 2	189. 6	215. 5	231. 0	250. 9	279. 1
杖 立	240	105. 3	145. 6	171. 4	195. 5	209. 3	226. 2	249. 0
鯛 生	225	165. 4	208. 9	234. 2	256. 7	269. 0	283. 8	303. 0
大 野	138	131. 5	165. 5	186. 0	204. 5	214. 7	227. 1	243. 5

◎ 日時間雨量

	H5. 6 降 雨実績	2 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
黄 川	184	178. 6	235. 5	272. 5	307. 2	327. 0	351. 5	384. 6
杖 立	196	135. 3	187. 6	219. 1	247. 6	263. 4	282. 6	307. 8
鯛 生	244	213. 9	281. 5	319. 4	352. 1	369. 7	390. 5	417. 1
大 野	159	172. 3	218. 8	246. 2	270. 6	284. 0	300. 1	321. 0

表 3.5 過去の降雨量との比較

観測所	黄川（熊本）			杖立（熊本）			鯛生（大分）			大野（大分）		
順位	5時間	9時間	24時間	5時間	9時間	24時間	5時間	9時間	24時間	5時間	9時間	24時間
1	195.5	227.0	356.6	175.0	211.0	269.5	196.0	250.5	397.0	161.0	204.0	349.5
2	169.0	207.5	346.4	146.0	210.0	250.0	194.0	245.0	392.0	160.0	197.0	284.5
3	153.5	201.0	339.0	145.0	200.0	245.5	190.0	244.0	390.0	146.0	196.5	275.0
4	136.0	195.0	315.0	143.0	198.0	245.0	169.5	244.0	365.5	127.0	186.0	266.0
5	130.5	186.0	312.0	139.0	198.0	242.0	163.0	218.5	356.5	126.0	176.0	265.0
6	129.5	182.0	279.0	116.0	197.0	240.5	162.0	213.6	354.5	123.5	176.0	259.0
7	128.5	180.0	263.0	114.5	192.0	237.0	159.9	211.5	340.5	120.0	170.5	258.0
8	124.5	175.0	257.0	108.0	190.0	233.0	156.1	205.0	339.5	119.0	167.5	250.0
9	118.5	171.6	253.0	106.0	186.0	232.0	153.0	202.0	325.5	119.0	158.5	248.5
10	116.0	170.5	251.0	97.5	181.0	216.0	150.5	198.5	314.5	118.0	158.0	247.0
11	113.7	161.0	250.5	96.0	176.0	214.0	142.5	195.5	313.0	115.0	157.0	242.5
12	112.5	153.0	249.0	95.0	173.0	211.0	139.5	178.0	312.0	114.5	152.0	237.0
13	112.0	149.5	248.0	95.0	169.5	207.1	138.0	178.0	301.5	112.0	151.5	227.5
14	108.5	144.0	247.0	92.0	166.5	206.5	137.0	176.0	301.0	111.0	151.5	225.0
15	107.0	141.5	246.0	92.0	166.0	200.0	132.0	174.5	294.2	111.0	147.0	223.0
16	105.0	139.5	245.5	92.0	165.5	196.0	129.5	174.0	285.6	109.5	144.0	219.5
17	103.0	136.0	243.0	92.0	162.5	192.0	125.1	173.8	278.0	108.0	139.0	219.0
18	102.5	130.5	242.5	91.5	162.0	191.6	124.0	171.0	258.0	107.0	139.0	216.5
19	100.0	129.0	242.0	91.5	161.5	186.5	124.0	169.5	257.0	106.5	139.0	217.0
20	100.0	126.5	239.5	88.0	160.0	185.7	123.5	169.0	255.0	106.0	132.0	216.5
21	99.5	126.0	236.5	87.5	160.0	184.0	123.0	163.5	254.0	105.0	131.5	215.5
22	99.5	121.0	233.5	85.0	159.0	182.5	123.0	163.0	254.0	104.0	130.5	215.0
23	98.0	119.0	233.5	83.0	158.0	182.0	120.5	161.5	253.5	103.5	130.0	210.0
24	97.0	119.0	223.5	83.0	156.0	181.0	120.5	159.5	252.0	101.0	129.5	209.5
25	95.0	119.0	220.5	81.5	156.0	180.0	117.5	159.5	249.0	100.0	127.0	206.5
26	91.9	118.0	210.0	78.0	156.0	178.0	116.0	158.5	248.5	98.0	126.5	201.5
27	91.0	117.0	210.0	77.8	154.0	177.0	113.0	158.0	247.0	95.0	124.0	200.5
28	91.0	115.0	207.0	77.5	153.0	173.5	111.6	157.0	246.0	94.0	123.0	198.5
29	89.0	115.0	206.5	75.0	152.5	172.5	110.5	156.2	241.5	93.5	122.5	198.5
30	89.0	114.5	204.0	73.5	151.0	168.5	109.5	156.0	241.5	93.5	117.0	197.5
31	88.5	114.5	202.5	73.5	149.0	167.0	109.0	156.0	241.0	93.0	116.5	190.5
32	86.0	114.0	202.0	73.0	147.0	162.0	109.0	154.5	236.5	91.0	115.5	190.0
33	85.5	113.0	202.0	73.0	146.0	158.5	107.0	149.5	235.5	88.0	115.0	189.0
34	84.1	112.5	201.5	73.0	144.5	158.5	106.7	148.5	233.5	87.5	115.0	186.0
35	84.0	112.0	198.0	72.0	144.0	158.0	106.5	147.0	232.0	85.0	114.0	186.0
36	83.5	110.0	196.5	72.0	144.0	157.0	106.0	146.0	231.5	85.0	113.5	184.0
37	83.1	110.0	195.0	72.0	142.0	155.0	104.0	145.5	231.0	85.0	113.0	182.0
38	83.0	110.0	194.5	72.0	140.5	154.5	103.0	145.0	231.0	84.5	113.0	178.0
39	83.0	109.0	193.0	71.5	139.0	154.0	103.0	145.0	229.0	84.0	112.0	176.0
40	83.0	108.4	191.0	70.0	137.5	154.0	102.0	144.0	226.0	83.0	109.0	174.0
41	83.0	108.0	187.2	70.0	136.0	152.0	101.5	144.0	224.0	83.0	108.5	168.0
42	83.0	108.0	187.0	70.0	135.0	150.5	101.0	143.5	224.0	83.0	108.0	167.0
43	82.0	107.7	185.0	70.0	133.0	149.0	101.0	142.0	222.0	82.5	108.0	166.5
44	82.0	107.5	185.0		132.0	149.0	100.0	136.0	220.7	82.0	106.5	166.0
45	81.5	107.5	183.5		132.0	148.5	100.0	136.0	220.0	80.5	105.5	165.5

□: 93. 6.18. 11:00am直前の降雨量

3.2.3 等雨量線図の作成

雨域と崩壊・土石流発生分布，さらに第5章で考察する崩壊発生支配降雨の推定のために，1993年6月豪雨時における土石流発生前の1，3，4，5，6，9時間雨量と日雨量の等雨量線図を作成した（代表として1,6時間と日雨量の等雨量線図を図3.10-1～3に示す）。

これらの図から，1時間雨量では上津江村に雨域の中心があり，日雨量では，上津江村から熊本県の小国町杖立を中心とした強雨域を持っていたことを示している。

雨量線の間隔は 5mm

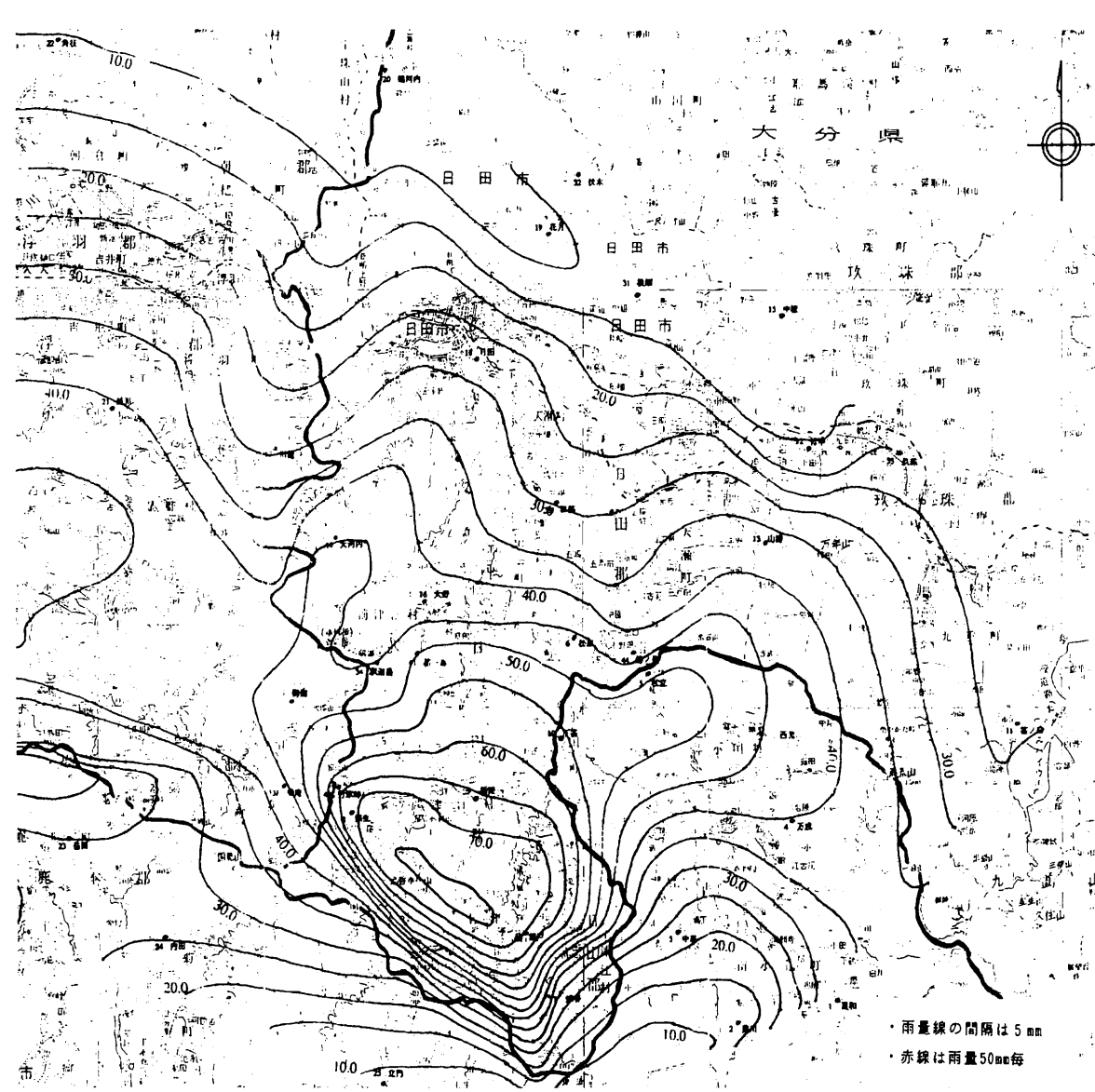


図 3.10-1 1 時間等雨量線図

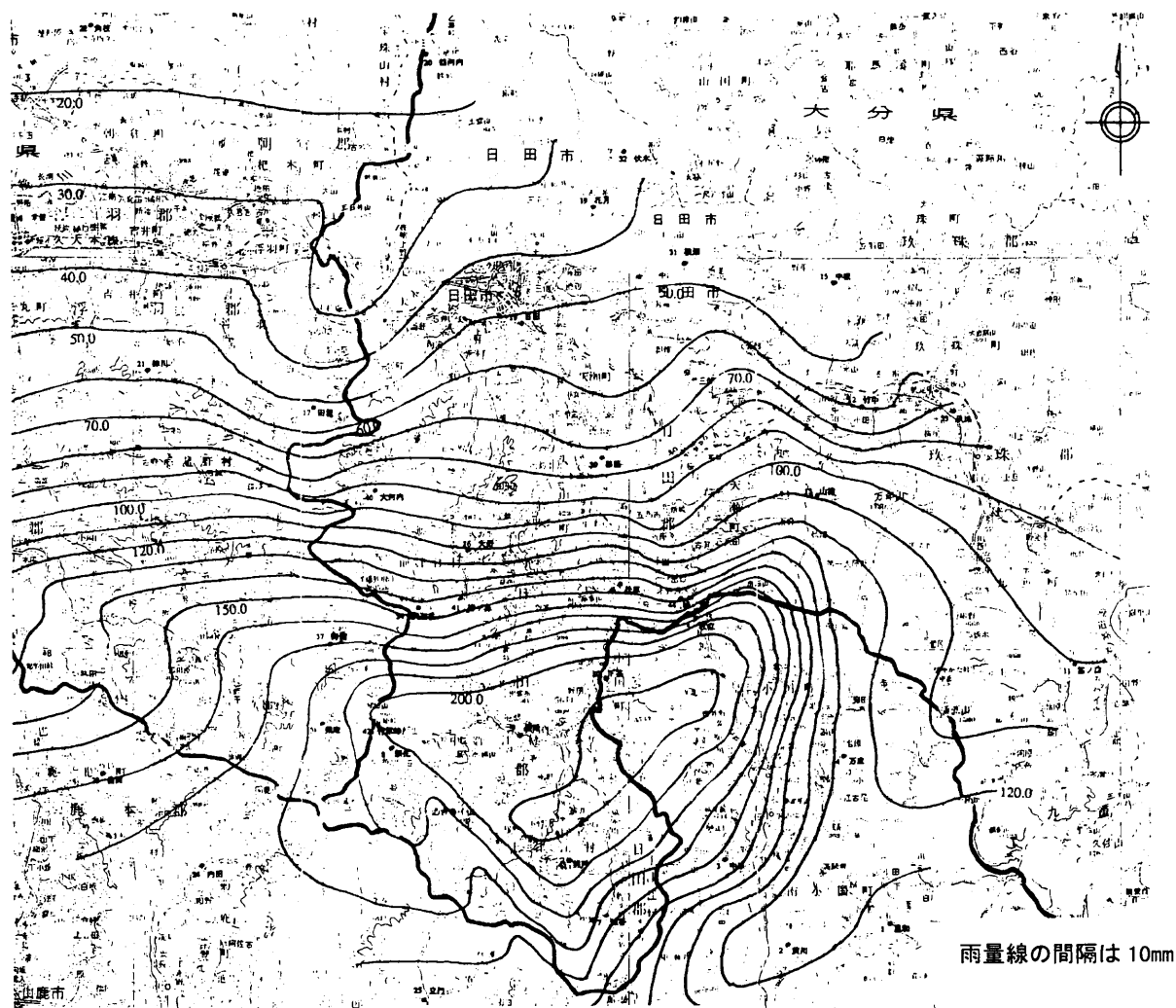


図 3.10-2 6 時間前等雨量線図

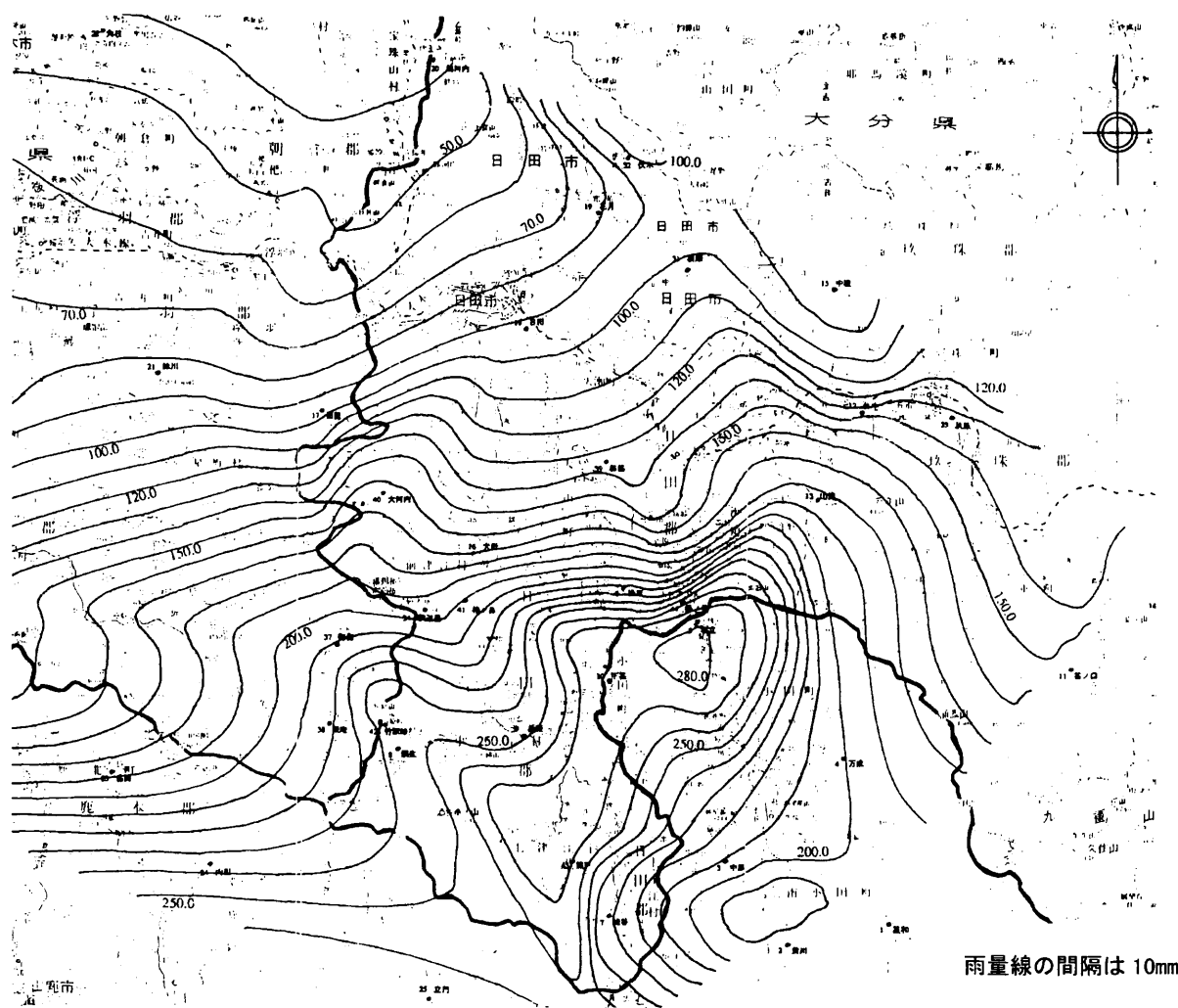


図 3.10-3 6月18日の日等雨量線図

3.3 対象流域の崩壊の特徴

3.3.1 風倒木地と崩壊

対象流域の風倒木地と非風倒木地の崩壊発生の特徴を捉えるため各流域の崩壊発生状況を表 3.6 に示す。

崩壊発生状況を風倒木地と非風倒木地で比較すれば、発生個数では非風倒木地の個数は風倒木地の約 1.5 倍であるが、風倒木地の面積が対象流域の約 15%であることから単位面積当たりの崩壊発生頻度では 4 倍、崩壊面積率では約 5 倍となっている。しかし、先に示したようにそれほど大きくない 1993 年 6 月の降雨でこれほど多くの崩壊の発生は、非風倒木地の中にも風倒木地と同様な表層土の擾乱が生じているエリアがあることを示唆するものである。

表 3.6-1 風倒木地・非風倒木地別の崩壊状況（村別）

① 風倒木地における崩壊状況

村 名	風倒木地	崩 壊 地		崩壊地面積		崩壊生産土砂量	
	斜面面積 km ²	箇所数	1km ² 当たり 箇所数	面積 1000m ²	面積率 %	土砂量 m ³	1km ² 当たり 土砂量
	①	②	②／①	③	③／①	④	④／①
前津江村	6.69	260	38.8	109.7	1.64	87,760	13,120
中津江村	7.41	379	53.1	114.4	1.60	91,520	12,820
上津江村	8.44	493	58.4	150.3	1.78	120,240	14,250
合 計	22.27	1132	50.8	374.4	1.68	299,520	13,450

② 非風倒木地における崩壊状況

村 名	風倒木地	崩 壊 地		崩壊地面積		崩壊生産土砂量	
	斜面面積 km ²	箇所数	1km ² 当たり 箇所数	面積 1000m ²	面積率 %	土砂量 m ³	1km ² 当たり 土砂量
	①	②	②／①	③	③／①	④	④／①
前津江村	70.74	512	7.2	123.4	0.17	98,720	1,400
中津江村	76.72	1,062	13.8	222.1	0.29	177,680	2,320
上津江村	79.20	1,296	16.4	245.4	0.31	196,320	2,480
合 計	226.66	2,870	12.7	590.9	0.26	472,720	2,090

③実態調査全域における崩壊状況

村 名	風倒木地	崩 壊 地		崩壊地面積		崩壊生産土砂量	
	斜面面積 km ²	箇所数	1km ² 当たり 箇所数	面積 1000m ²	面積率 %	土砂量 m ³	1km ² 当たり 土砂量
	①	②	②／①	③	③／①	④	④／①
前津江村	76.73	802	10.5	223.1	0.30	186,480	2,430
中津江村	83.86	1,441	17.2	336.6	0.40	269,280	3,220
上津江村	87.64	1,789	20.4	395.7	0.45	316,560	3,620
合 計	248.23	4,032	16.2	965.4	0.39	772,320	3,120

表 3.6-2 風倒木地・非風倒木地別の崩壊状況（流域別）

① 風倒木地における崩壊状況

流域名	風倒木地	崩 壊 地		崩壊地面積		崩壊生産土砂量	
	斜面面積 km ²	箇所数	1km ² 当たり 箇所数	面積 1000m ²	面積率 %	土砂量 m ³	1km ² 当たり 土砂量
	①	②	②／①	③	③／①	④	④／①
熊戸川	0.44	32	72.7	11.3	2.57	9,040	20,550
白草川	1.61	146	90.7	36.7	2.28	29,330	18,220
黒谷川	1.00	136	136.0	30.0	3.00	24,020	24,020
合 計	3.05	314	103.0	78.0	2.56	62,390	20,460

② 非風倒木地における崩壊状況

流域名	風倒木地	崩 壊 地		崩壊地面積		崩壊生産土砂量	
	斜面面積 Km ²	箇所数	1Km ² 当たり 箇所数	面積 1000m ²	面積率 %	土砂量 m ³	1Km ² 当たり 土砂量
	①	②	②／①	③	③／①	④	④／①
熊戸川	3.00	47	15.7	14.1	0.47	11,260	3,760
白草川	7.93	140	17.7	31.3	0.39	25,020	3,160
黒谷川	6.56	239	36.4	47.3	0.72	37,800	5,770
合 計	17.49	426	24.4	92.7	0.53	4,080	4,240

③実態調査全域における崩壊状況

流域名	風倒木地	崩 壊 地		崩壊地面積		崩壊生産土砂量	
	斜面面積 Km ²	箇所数	1Km ² 当たり 箇所数	面積 1000m ²	面積率 %	土砂量 m ³	1Km ² 当たり 土砂量
	①	②	②／①	③	③／①	④	④／①
熊戸川	3.44	79	23.0	25.4	0.73	20,300	5,910
白草川	9.54	286	30.0	68.0	0.71	54,350	5,700
黒谷川	7.56	375	49.6	77.3	1.02	61,820	8,180
合 計	20.54	740	36.0	170.7	0.83	136,470	6,650

3.3.2 崩壊と降雨の関係

崩壊を多発させた 1993 年 6 月の降雨量は、前述のように当該地域の約 10 年確率程度の規模であり、一般にはこの程度の規模の降雨では崩壊は多発しないと考えられているが、このときには対象 3 村で崩壊が約 4,000 ケ所発生している。このデータと他地域の崩壊発生下限降雨に関して比較を行う。

先の表層地質図から調査対象地域の主な表層地質は安山岩であり、他の安山岩地域の崩壊に関して文献から引用する。

打萩（1971）は、過去の豪雨災害における崩壊面積率と一連の連続雨量の関係を整理し、崩壊面積率は崩壊無効雨量を差し引いた雨量の 2 次式で近似できるとした。崩壊無効雨量とは、降雨がそのレベル（雨量）になるまでは崩壊が生じない雨量であり、地域の既往の降雨状態や地質状況によって異なると考えられる。打萩が整理したものを図 3.11 に示す。

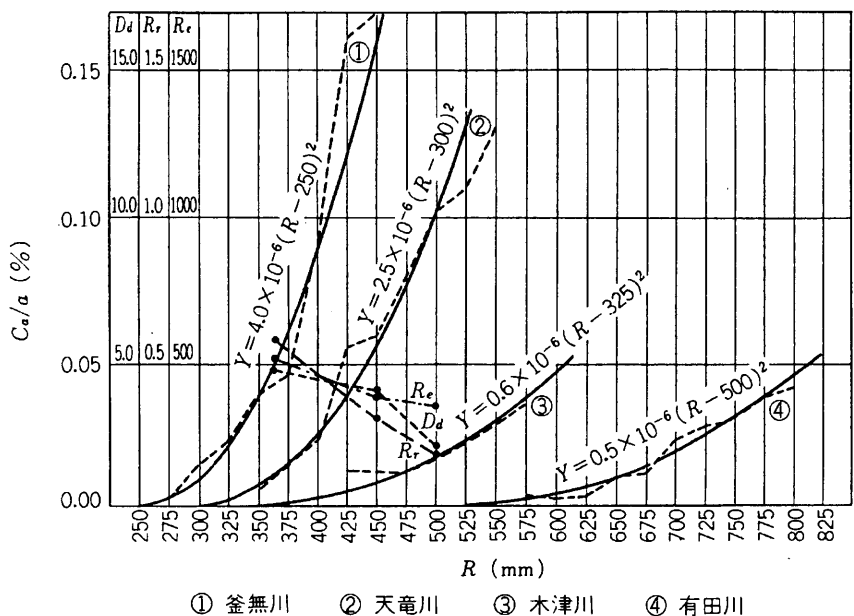


図 3.11 崩壊面積率と雨量の関係 (打萩 1971)

図 3.11 の③木津川の流域には安山岩地域が含まれており、この回帰曲線の下限值 (崩壊無効雨量) は、325mm である。

一方、他の安山岩類地域の崩壊と雨量の関係を福井県の真名川流域のデータで示すと以下ようになる (小川 1984)。

この図から、熱水変質を受け、強度が低下している変朽安山岩地域での崩壊発生雨量の下限値は約 300mm と読みとれる。

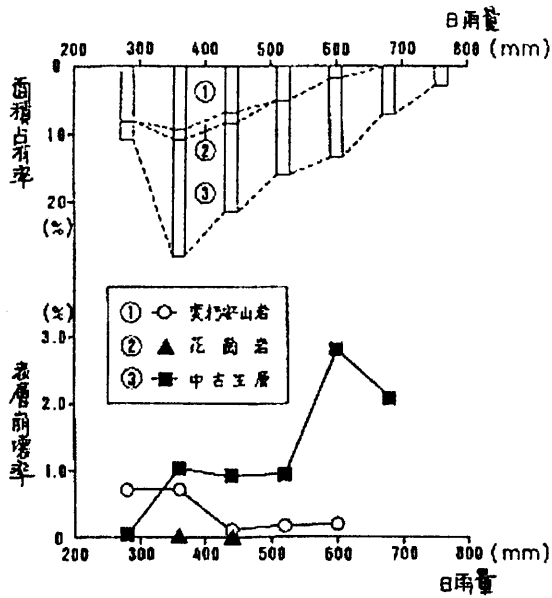


図 3.12 降雨と崩壊の関係 (小川 1984)

次に、芦田等 (1986) は、1966 年の西湖の災害データから 1983 年の島根災害までの主だった豪雨時の崩壊資料を解析し、図 3.13 のように整理している。この図から、安山岩地域における崩壊発生降雨は日雨量 170mm がかつ時間雨量 60mm が下限値と考えられるが、全体では図に示したように日雨量の下限値約 220mm と 1 時間雨量 60mm に囲まれたゾーンでは崩壊は発生していない。

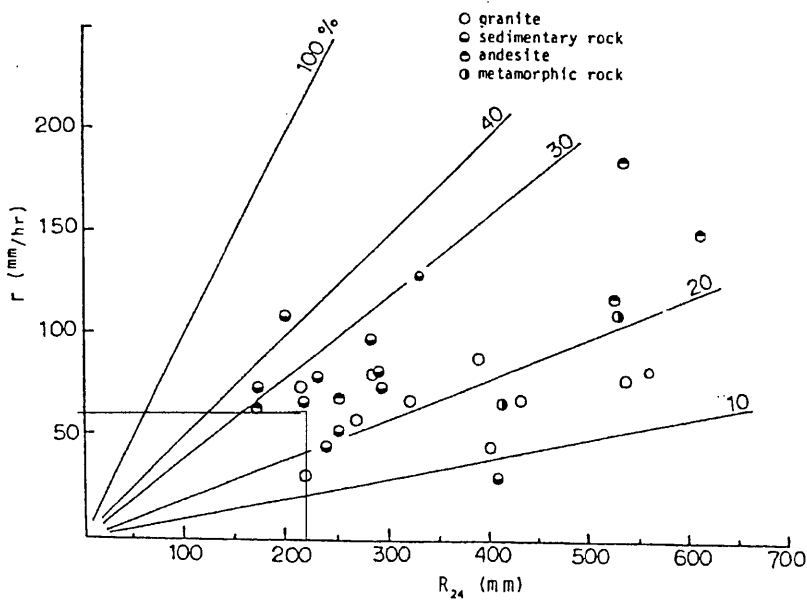


図 3.13 崩壊発生降雨 (芦田等)

1993 年の崩壊発生状況を芦田等と同じ方法で整理すれば、以下のような図となり、1 時間雨量 60mm と連続雨量 220mm に囲まれたエリアにおいても崩壊が多数発生していることが確認でき、このときの崩壊発生は通常より小さな降雨で発生したと認められる。

さらに、調査対象地域における 1993 年の崩壊と降雨の関係を整理すれば図 3. 14 のようになる。ここでは、当該降雨継続時間が短く、降り始めからの連続雨量として崩壊発生前の 9 時間等雨量線ごとの崩壊個数を集計し整理を行った。

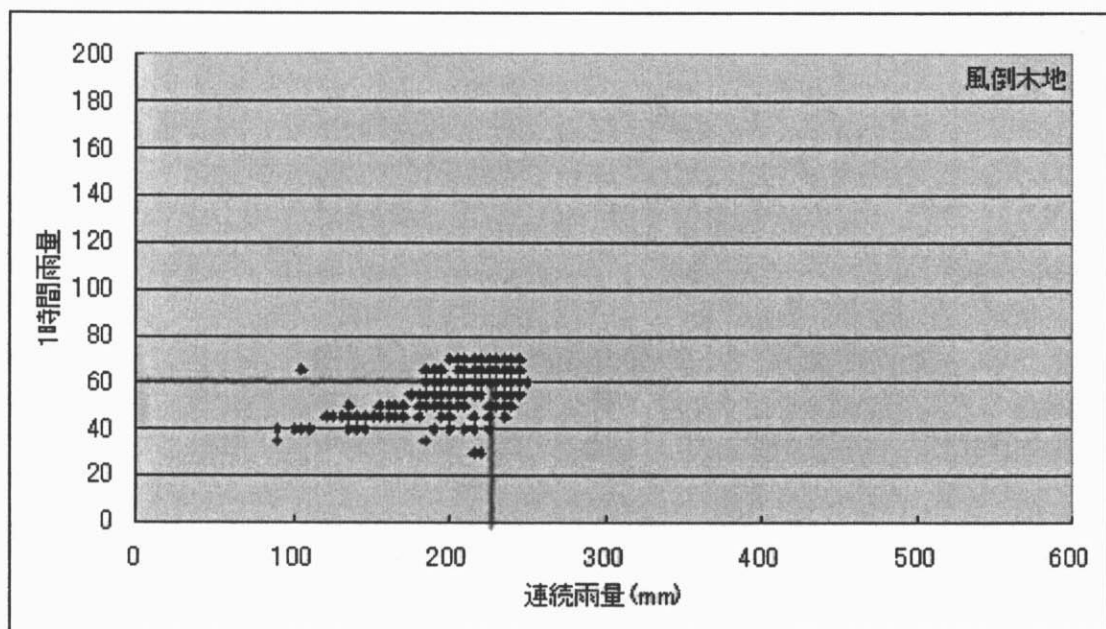


図 3. 14-1 1993 年崩壊と降雨の関係（風倒木地）

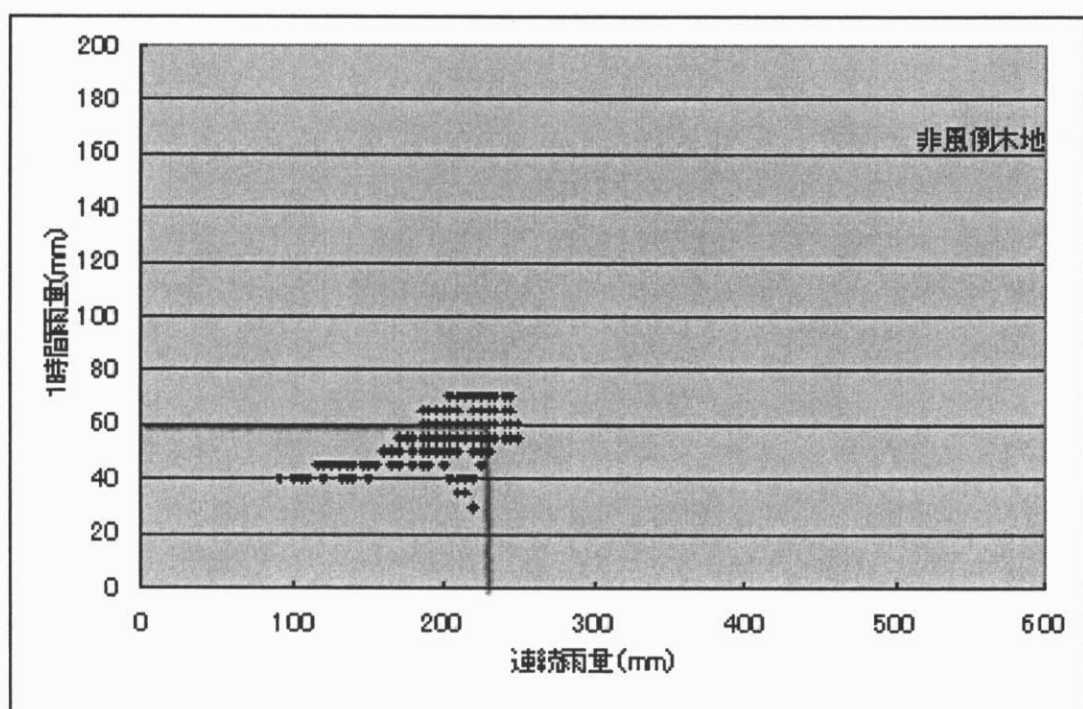


図 3. 14-2 1993 年崩壊と降雨の関係（非風倒木地）

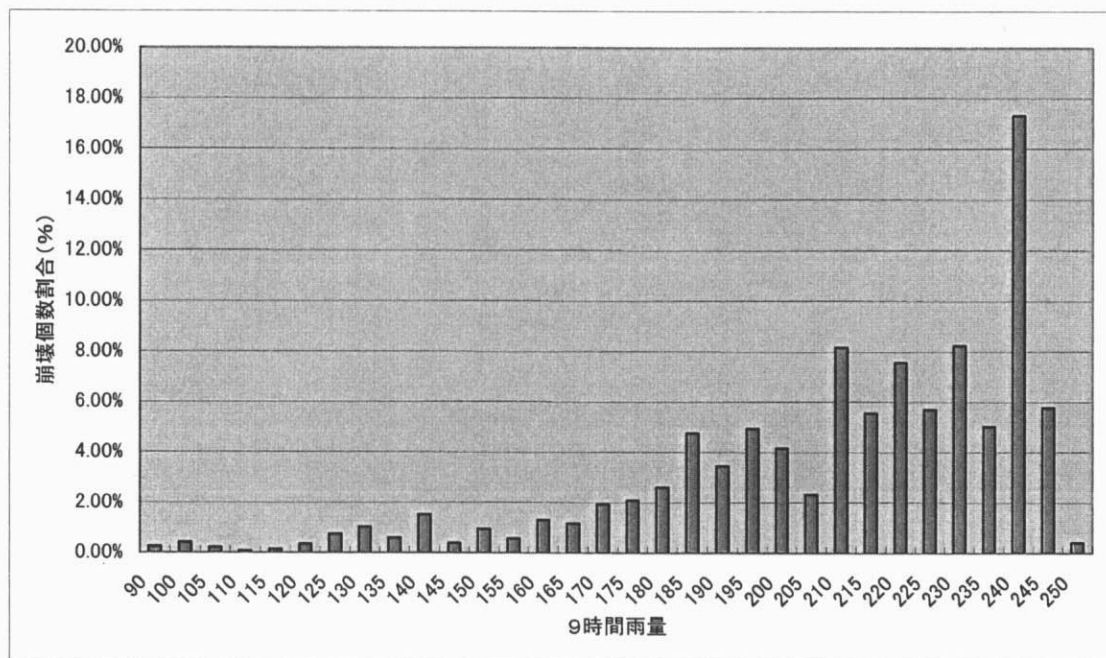


図 3.15-1 1993 年 6 月降雨（9 時間雨量）と崩壊発生個数割合（非風倒木地）

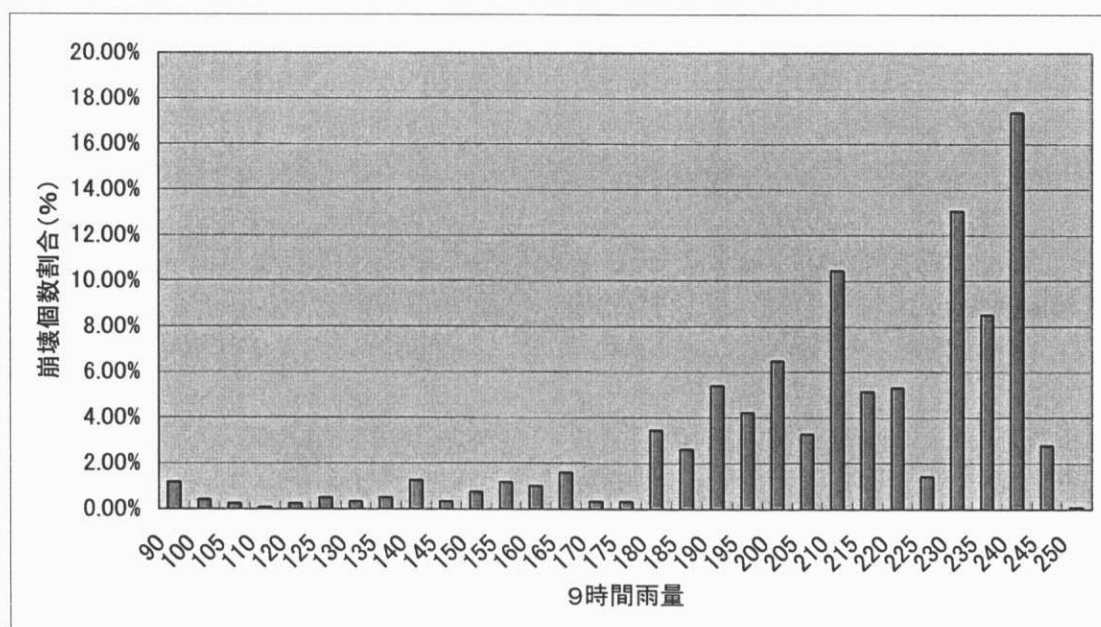


図 3.15-2 1993 年 6 月降雨（9 時間雨量）と崩壊発生個数割合（風倒木地）

このように、当該地域では時間雨量 30mm 連続雨量 90mm から崩壊が発生し始めていることが認められ、打萩(1971)、小川(1984)の整理した安山岩類地域のデータでは、連続雨量 300mm 以上となっており、芦田等(1996)がまとめた結果では時間 60mm と連続 220mm のエリアにおいては崩壊の発生は無いが、本対象地域において 1993 年 6 月には崩壊が多発している。このことから 1993 年 6 月の崩壊発生は、極めて異例な現象であり、1991 年に発生した風倒木の影響が大きいといえよう。

また、図 3. 14, 3. 15 から風倒木地と非風倒木地との差異はあまり認められないが、表 3-5 に示したように崩壊個数密度においては風倒木地の方が非風倒木地より大きい。これは非風倒木地には強風で強く揺すられ表層土が弱体化した地域と風の影響をそれほど受けていない地域が混在しているためと考えられる。いずれにせよ同じ程度の降雨で崩壊が発生していることは、非風倒木地に風倒木地と同じ状態の地域があることが考えられ、その地域の同定が重要である。

引用文献

芦田和男, 江頭進治, 青井博志: 豪雨時の山腹崩壊に関する資料解析的研究, 京都大学防災研究所年報, 第 29 号, B-2, p.309-327, 1986

建設省富士川砂防工事事務所, (財) 砂防・地すべり技術センター: 富士川砂防基本計画検討業務, p. 74, 1988

丸井秀明: 自然斜面における表層崩壊の研究, 京都大学学位論文, p. 31, 1981

小川紀一郎, 松村和樹, 日暮雅博, 上島隆雄: 崩壊形態と発生要因について, 砂防学会研究発表講演集, pp. 60-63, 1984

打萩珠男: ひと雨による山腹崩壊について, 新砂防, 79, p. 21-34, 1971

(財) 日本地図センター: 土地分類図 (大分県) 1993