

1993年鹿児島豪雨による土砂災害発生と降雨*

地頭蘭 隆**・下川悦郎**・三浦郁人**・松本舞恵**・加藤昭一**

抄 録

1993年、鹿児島県は幾度となく豪雨に見舞われ、斜面崩壊・土石流により多数の人命が失われた。斜面崩壊・土石流による土砂災害の発生と雨量の関係を明らかにするために鹿児島県内各地の雨量データを分析した。得られた結果をまとめると次のようである。

- 1) 1993年の豪雨で発生した斜面崩壊・土石流による土砂災害の発生位置と強雨域は非常によく対応している。
- 2) 斜面崩壊・土石流により死者が発生した52箇所の災害について、発生時の雨量特性を解析した。その結果、ほとんどの災害は24時間雨量が150mm以上で発生している。
- 3) 24時間半減期で求めた実効雨量と土砂災害の発生の関係を解析した結果、1993年に発生した土砂災害はほとんど実効雨量200mmという限界値以上で発生していることが明らかになった。実効雨量は斜面崩壊・土石流による土砂災害発生を予測するための指標として有効である。

キーワード：1993年鹿児島豪雨、土砂災害、降雨、実効雨量

はじめに

1993年、鹿児島県は梅雨に入ってから台風13号が上陸した9月3日までの間に幾度となく豪雨に見舞われた。これによって斜面崩壊・土石流が頻発し¹⁾、県内各地で大きな土砂災害が発生した。土砂災害の実態については既に報告している^{2,3,4)}。1993年に鹿児島県で発生した土砂災害と雨量の関係を明らかにするために、気象台、市町村役場および鹿児島大学の観測所(図1)で得られた雨量データ^{5,6,7,8)}を分析した。災害事例に基づき災害発生時の降雨条件を整理しておくことは今後の土砂災害防止対策や警戒・避難体制の確立にとって重要である。

本論文は、1993年鹿児島豪雨による土砂災害発生と雨量に関する解析結果について報告したものである。

1993年の降雨概況

5月17日(発表では5月21日)に梅雨入りした九州南部地方は、6月から9月にかけて長雨、幾度の集中豪雨、相次ぐ台風の襲来により記録的な大雨となった。7月9日に梅雨明けが発表されたが、その後も梅雨状態が続く結果となり、鹿児島地方気象台は「7月9日の梅雨明け」

を「梅雨明けははっきりしない」と修正した。

鹿児島地方気象台における1993年の年降雨量は4022mmに達し、平年の181%であった。この年降雨量は1905年に記録した最多年降雨量(3550.6mm)を上回り記録を更新した。月降雨量では、4, 5, 10, 11月を除く他月は平年値を上回り、特に7月の月降雨量は1054.5mmを記録し、7月の最多だった1901年の記録(980.5mm)を更新、最多月降雨量の1915年6月の記録(994.5mm)をも上回った。そのほか、県内各地で雨量に関する多くの記録が更新された。

土砂災害発生と降雨

図2は、鹿児島県内の気象台の各観測所、各市町村役場および鹿児島大学の観測所の雨量データを用いて作成した1993年の年降雨量の等雨量線図である。鹿児島県の年降雨量の平年値は平野部で2000~2500mm程度、山沿いで2500mm以上であるが、1993年は県本土のほとんどの地点で3500mmを超えている。図2には1993年に斜面崩壊・土石流により死者が発生した所に●印を、死者以外の被害が発生した所に○印をプロットしている。雨量分布と

* JITOSONO, T., SHIMOKAWA, E., MIURA, I., MATSUMOTO, M. and KATO, S.:

Rainfall Conditions for the Occurrence of Sediment-Related Disasters Due to Storms of 1993 in Kagoshima, Kyushu

** 鹿児島大学農学部生物環境学科

Department of Environmental Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890

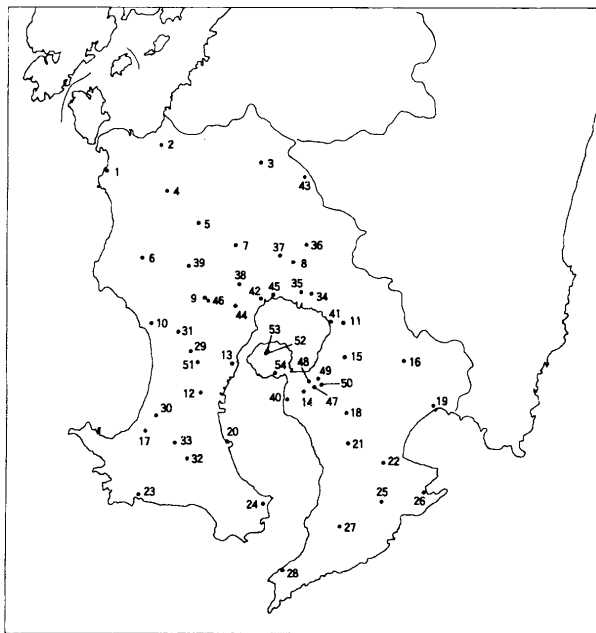


図1 解析に使用した雨量観測地点

Fig.1 Analyzed rain data.

気象台

1:阿久根測候所 2:出水地域雨量観測所 3:大口地域
 気象観測所 4:紫尾山無線ロケット雨量観測所 5:宮之
 城地域気象観測所 6:川内地域気象観測所 7:矢止岳無
 線ロケット雨量観測所 8:溝辺航空測候所 9:入来峠無
 線ロケット雨量観測所 10:東市来地域気象観測所 11:牧
 之原地域気象観測所 12:権現ヶ尾無線ロケット雨量観測所
 13:鹿児島地方気象台 14:高峠無線ロケット雨量観測所
 15:輝北地域気象観測所 16:大隅地域雨量観測所 17:加
 世田地域気象観測所 18:吉ヶ別府地域雨量観測所 19:志
 布志地域気象観測所 20:喜入地域気象観測所 21:鹿屋地
 域気象観測所 22:高山地域気象観測所 23:枕崎測候所
 24:指宿地域気象観測所 25:甬与志岳無線ロケット雨量観
 測所 26:内之浦地域気象観測所 27:田代地域気象観測所
 28:佐多地域雨量観測所

市町村役場

29:松元町役場 30:金峰町役場 31:伊集院町役場 32:
 知覧消防分遣所 33:川辺町役場 34:国分市役所 35:隼
 人町役場 36:牧園町役場 37:溝辺町役場 38:蒲生町役
 場 39:入来町役場 40:垂水消防署 41:福山町役場 42:
 始良町役場 43:吉松町役場 44:吉田町役場 45:加治
 木町役場

鹿児島大学

46:郡山水文観測所 47:高隈演習林管理棟 48:高隈第1
 号水文観測所 49:高隈第2号水文観測所 50:高隈第6号
 水文観測所 51:松元水文観測所 52:深谷川上流雨量観測
 所 53:第二上西道橋雨量観測所 54:有村川雨量観測所

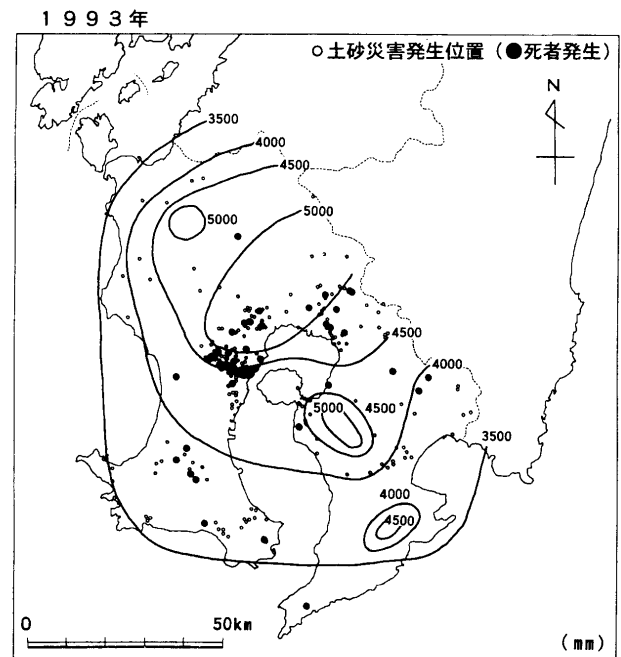


図2 年降雨量の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.2 Isohyetal map of annual rainfall in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

斜面崩壊・土石流による土砂災害発生位置はよく対応し
 ている。

以下、集中豪雨や台風により6月から9月にかけて発
 生した代表的な土砂災害発生と雨量の関係について検討
 する。

1. 6月26日の災害

6月25日から26日にかけて始良町を中心とする地域で
 は総雨量190mm以上、最大時間雨量50mm以上の大雨となっ
 た(図3)。雨量分布と斜面崩壊・土石流による土砂災
 害発生位置がよく対応している。この大雨により始良町
 寺師で崖崩れにより死者1名が出た。崖崩れによるこの
 年最初の犠牲者である。図4は、崖崩れ発生場所から西
 約3kmの蒲生町役場における1時間単位のハイトグラ
 フである。崖崩れは時間雨量55mmの強雨時に発生し、降
 り始めから崖崩れ発生までの累加雨量は164mmである。

2. 7月7日の災害

7月6日から7日にかけて鹿児島県中部と薩摩半島南
 部では総雨量200~400mm、最大時間雨量30~50mmの大雨
 となった(図5)。大雨となった地域と斜面崩壊・土石
 流による土砂災害発生位置はよく対応している。

この大雨により薩摩半島南部で山崖崩れが多数発生
 し、山川町成川で2名、頰娃町別府で1名が亡くなった。
 図6(a)は山川町成川の災害現場から北東へ約3km離れ
 た指宿地域気象観測所におけるハイトグラフであり、

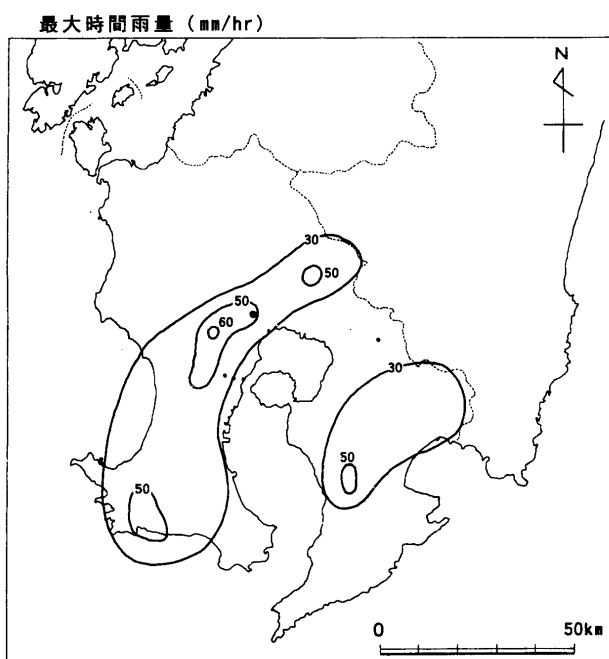
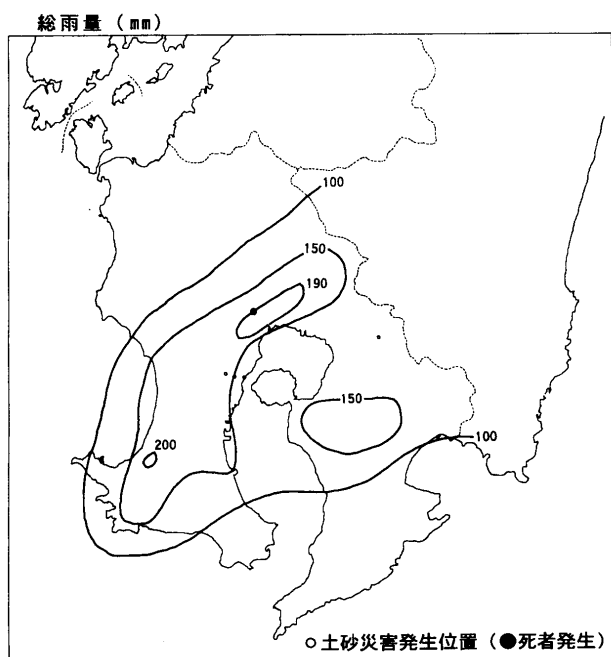


図3 1993年6月25～26日の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.3 Isohyetal maps of total rainfall and maximum rainfall per hour during the period from June 25 to 26 in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

図6(b)は頰娃町別府の災害現場から西へ約15km離れた枕崎測候所におけるハイエトグラフである。両災害とも時間雨量50mmを越す強雨時に発生し、降り始めから災害

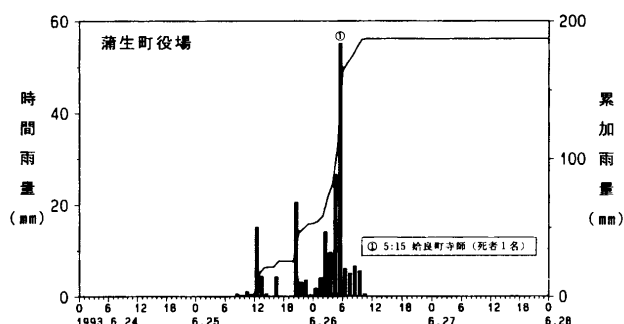


図4 土砂災害発生時の降雨状況(1993年6月26日災害)
Fig.4 Hyetograph for storm causing disaster of June 26, 1993.

発生までの累加雨量は200mmを超えている。

また、県中部域でも山崖崩れが多数発生し、鹿児島市吉野町、大隅町中之内、末吉町南之郷、松山町新橋でそれぞれ1名が亡くなった。図6(c)は鹿児島市吉野町の災害現場から南西へ約5km離れた鹿児島地方気象台におけるハイエトグラフであり、図6(d)は大隅地域雨量観測所におけるハイエトグラフである。大隅町中之内、末吉町南之郷および松山町新橋の災害現場から大隅地域雨量観測所までの距離は2～7kmである。災害は、4地点とも約30mmの時間雨量が発生してから数時間後に発生している。降り始めから災害発生までの累加雨量は200～230mmである。

3. 8月1日の災害

7月31日から8月2日にかけて県中部地域では総雨量600mm以上、最大時間雨量50～100mmの大雨となった(図7)。溝辺鹿児島航空測候所では1日17時前後に104mm/hr(県内での観測史上第3位)を記録し、鹿児島県では1時間85mm以上の場合に適用される「記録的短時間大雨情報」が出された。この豪雨により霧島町、国分市、隼人町、始良町、吉田町などを中心にして山崖崩れや土石流が発生し、23名が犠牲になった。また、大隅半島中部でも死者はでなかったものの山崖崩れによる被害が多発した。図7によると、大雨域と斜面崩壊・土石流による土砂災害発生位置はよく対応している。

隼人町松永では山崩れにより1度に5名の死者が発生した。図8(a)は災害現場から西へ約6km離れた溝辺鹿児島航空測候所におけるハイエトグラフである。隼人町松永の災害現場から南東に約5km離れた国分市台明寺でも崖崩れにより1名亡くなった。霧島町大窪では山崩れにより2箇所合計4名が亡くなった。図8(b)は災害現場から北西へ約10km離れた牧園町役場におけるハイエトグラフである。隼人町西光寺では山崩れにより1名が亡くなった。図8(c)は災害現場から南へ約3km離れた

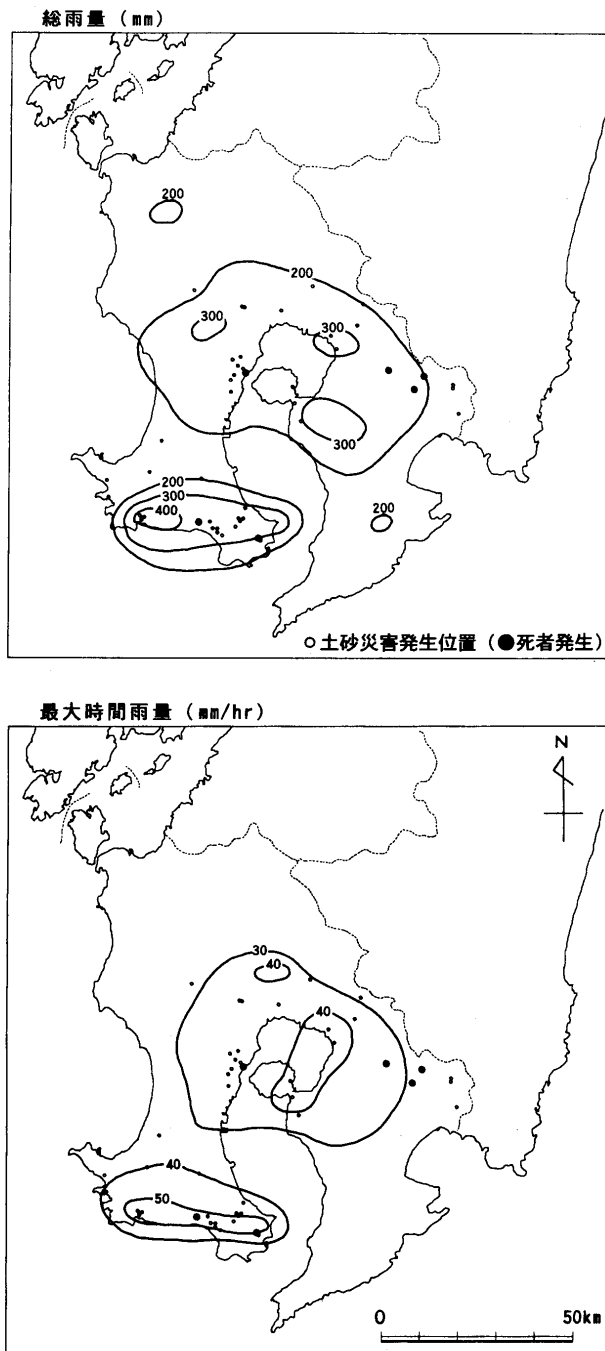


図5 1993年7月6～7日の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.5 Isohyetal maps of total rainfall and maximum rainfall per hour during the period from July 6 to 7 in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

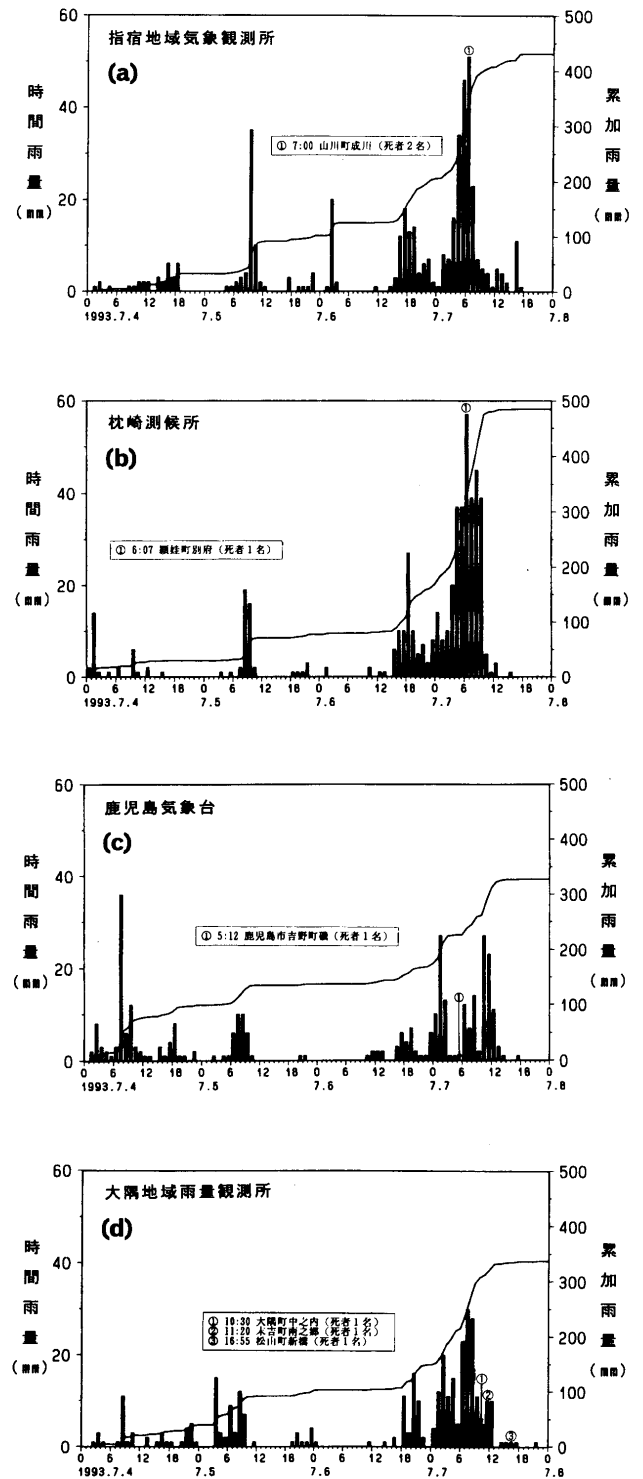


図6 土砂災害発生時の降雨状況(1993年7月7日災害)
Fig.6 Hyetographs for storms causing disasters of July 7, 1993.

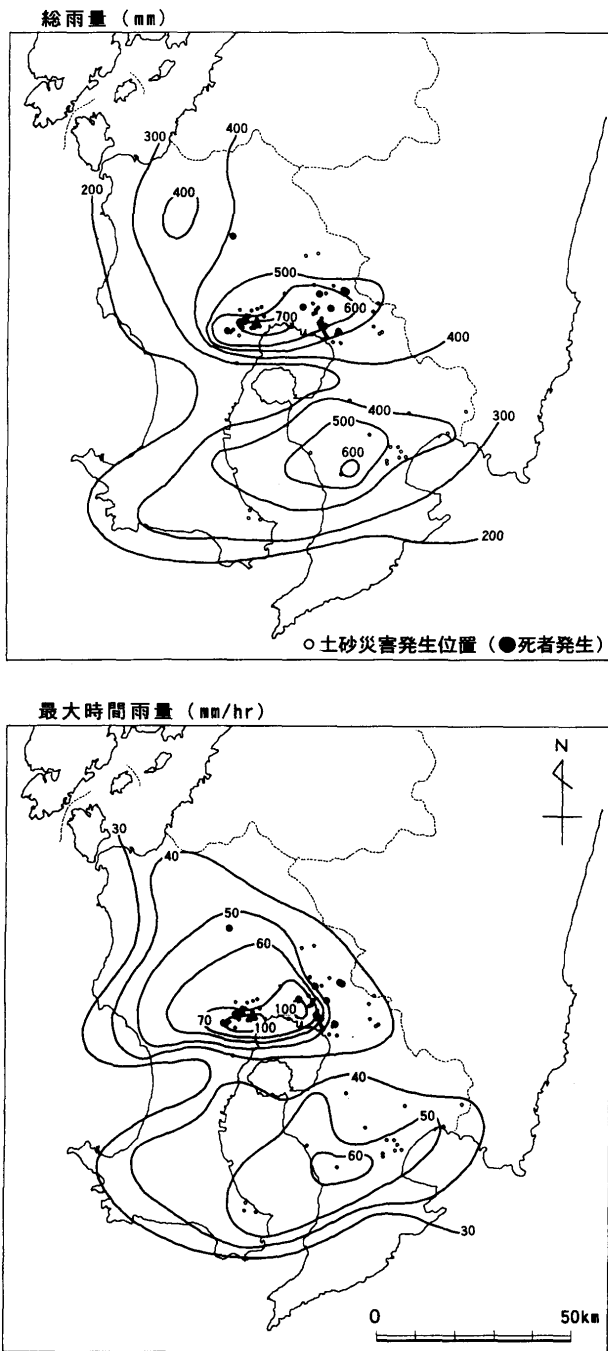


図7 1993年7月31日～8月2日の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.7 Isohyetal maps of total rainfall and maximum rainfall per hour during the period from July 31 to August 2 in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

隼人町役場におけるハイエトグラフである。国分市名波町では山崩れにより2名が亡くなった。図8(d)は災害現場から北西へ約1 km離れた国分市役所におけるハイエ

トグラフである。名波町の災害現場から南東約1 km離れた川内でも山崩れにより2名が亡くなっている。川内の災害現場から南東約4 km離れた平山でも山崩れにより1名が亡くなっている。始良町平松では山崩れにより1名が亡くなった。図8(e)は災害現場から東へ約2 km離れた始良町役場におけるハイエトグラフである。

吉田町でも山崖崩れにより合計で4名亡くなっている。西佐多浦の2箇所では1名と2名、本名で1名の死者が発生した。図8(f)は災害現場から約3～4 km離れた吉田町役場におけるハイエトグラフである。

薩摩町救名でも山崩れにより1名亡くなっている。図8(g)は災害現場から南西へ約8 km離れた宮之城地域気象観測所におけるハイエトグラフである。

4. 8月6日の災害

8月5日から6日にかけて鹿児島市の北部地域から郡山町では総雨量200mm以上、最大時間雨量50mm以上の大雨となった(図9)。鹿児島市では6日18:30～19:30に63.5mmを記録し、日雨量も259.5mmに達した。一方、今回の豪雨により鹿児島市内で氾濫を起こした甲突川の支川川田川の最上流に位置する郡山町厚地では6日16:50～17:50に101mmを記録している。この豪雨により鹿児島市、吉田町、伊集院町で合計48人(不明者も加えると49人)が犠牲になった。犠牲者のほとんどは山崖崩れ・土石流によるものである。強雨域と斜面崩壊・土石流による土砂災害発生位置がよく対応している(図9)。

図10(a)～(d)は、それぞれ鹿児島地方气象台、郡山町厚地、吉田町役場、伊集院町役場における8月5～7日の1時間単位のハイエトグラフである。それぞれのハイエトグラフには近くで発生した土砂災害発生場所、時間を記入している。ほとんどの災害が時間雨量40mmを超す強雨時、あるいはその数時間後に発生している。降り始めから災害発生までの累加雨量は200～300mmである。

5. 8月9～10日の台風7号に伴う災害

大型で非常に強い台風7号は9日夕方から10日朝にかけて鹿児島県を暴風雨に巻き込み、九州西海上を北上した。台風による雨は大隅半島を中心に降り、特に山崩れにより死者5名が発生した垂水市二川付近一帯では総雨量が300mmを超え、最大時間雨量も40mmを超えている(図11)。垂水市の鹿児島大学高隈演習林の雨量観測所では9日21:10～22:10に50.5mmを記録している。図12は鹿児島大学高隈演習林における8月8～10日の1時間単位のハイエトグラフである。災害は時間雨量約50mmの強雨の数時間後に発生している。降り始めから災害発生までの累加雨量は330mmに達している。

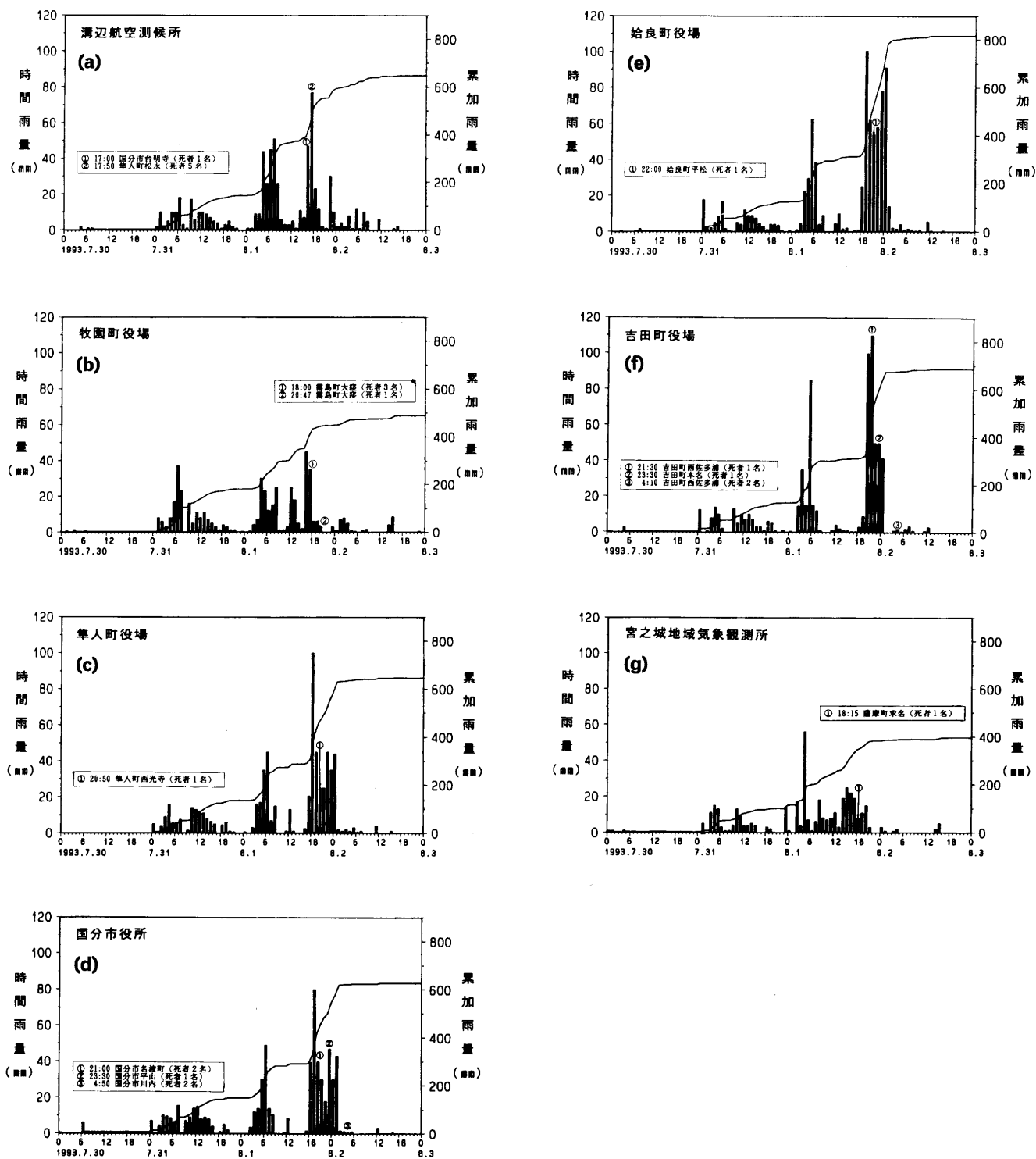


図8 土砂災害発生時の降雨状況 (1993年8月1・2日災害)

Fig.8 Hyetographs for storms causing disasters of August 1-2, 1993.

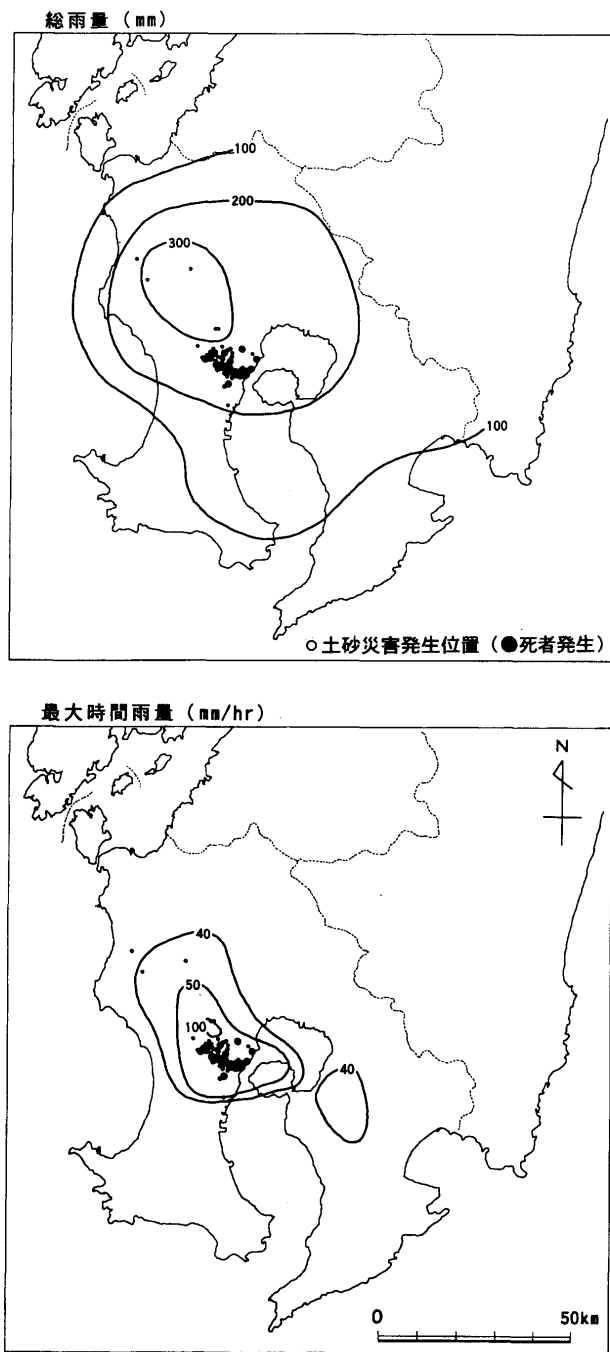


図9 1993年8月5～6日の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.9 Isohyetal maps of total rainfall and maximum rainfall per hour during the period from August 5 to 6 in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

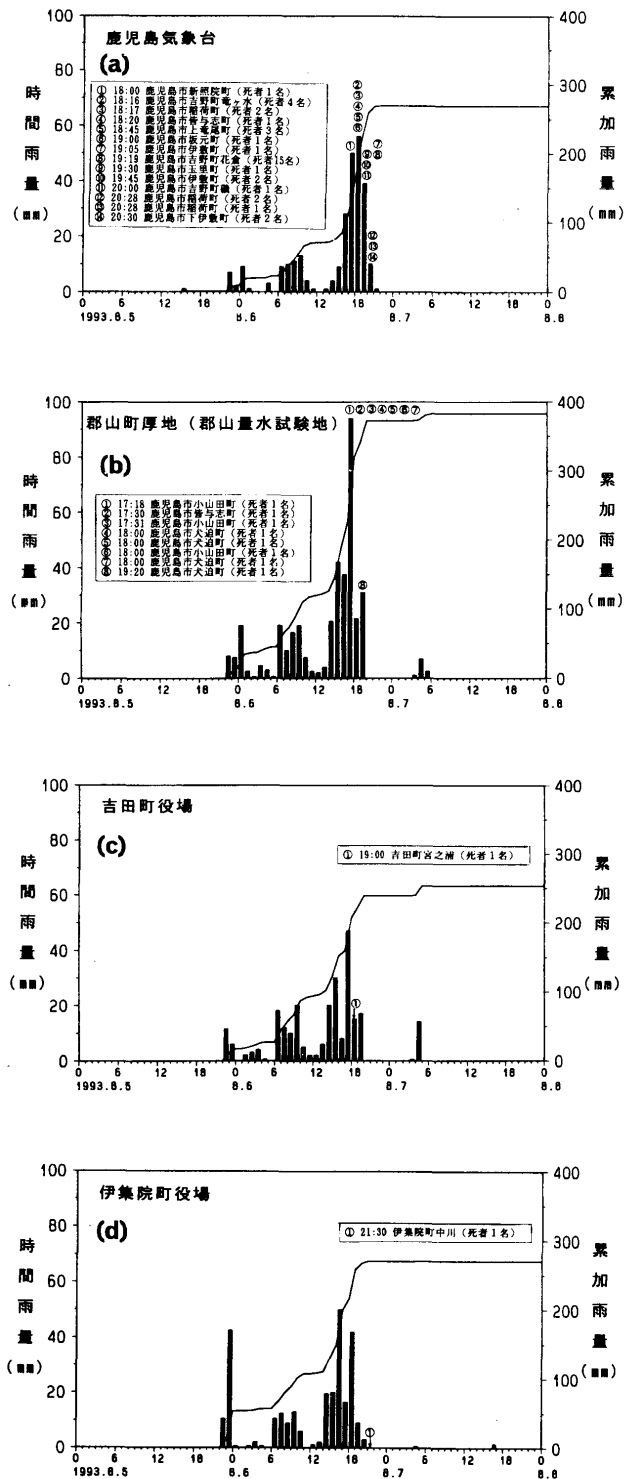


図10 土砂災害発生時の降雨状況(1993年8月6日災害)
Fig.10 Hyetographs for storms causing disasters of August 6, 1993.

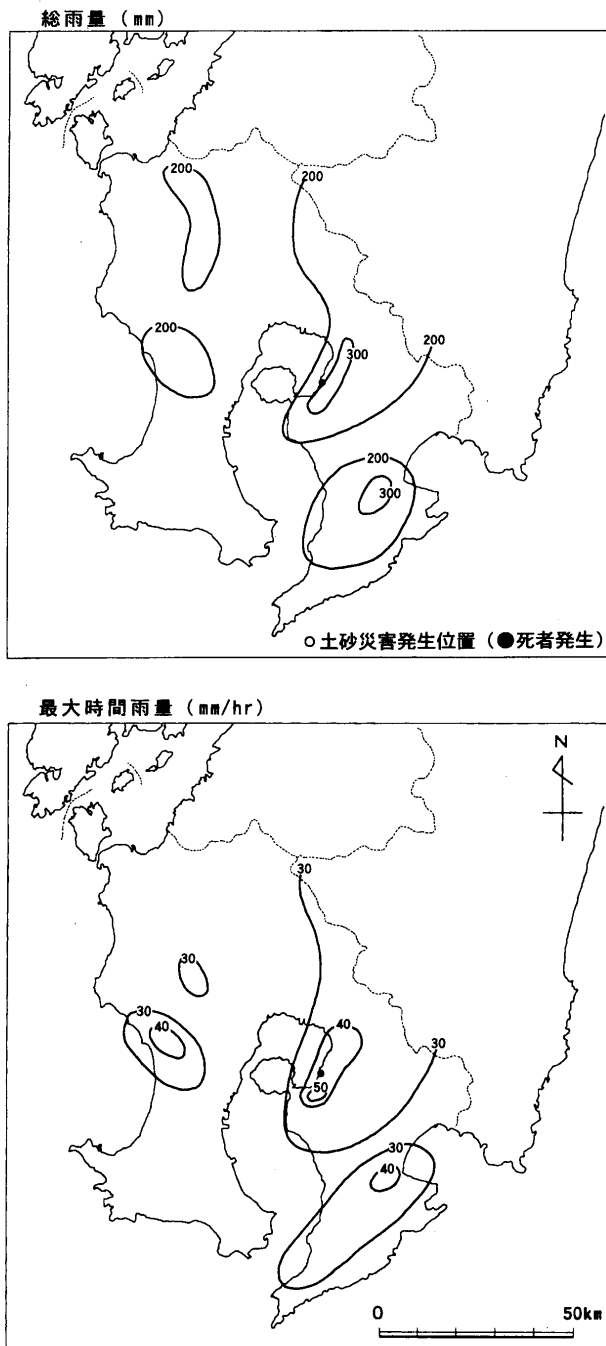


図11 1993年8月9～10日の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.11 Isohyetal maps of total rainfall and maximum rainfall per hour during the period from August 9 to 10 in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

6. 9月2～3日の台風13号に伴う災害

戦後最大級といわれた大型で非常に強い台風13号は、3日16時前薩摩半島南部に上陸し、県本土を縦断する

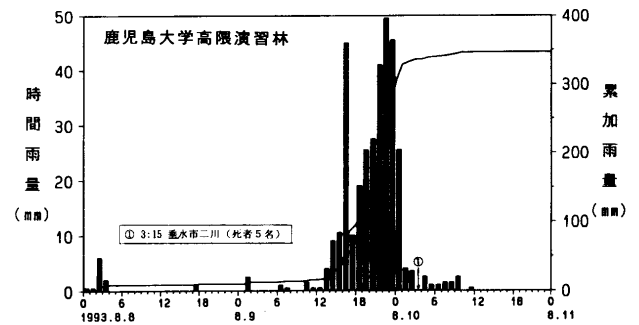


図12 土砂災害発生時の降雨状況（1993年8月10日台風7号災害）

Fig.12 Hyetograph for storm causing disaster of August 10, 1993.

コースをとった。上陸時の台風の中心気圧は930hPaで、日本に上陸した台風では3番目に低い記録となった。台風通過に伴い薩摩半島と垂水市付近は大雨に見舞われた。大雨域と斜面崩壊・土石流による土砂災害発生位置がよく対応している（図13）。山崩れにより合計31名の死者が発生した金峰町、川辺町付近一帯では総雨量が300mmを超えている。3日夕方には知覧町町里で1時間に116mm、枕崎市で92mmの強雨を記録し、鹿児島県で1993年2度目の「記録的短時間大雨情報」が出された。

図14(a)～(c)は、それぞれ金峰町役場、川辺町役場、鹿児島大学高隈演習林における9月1～4日の1時間単位のハイエトグラフである。旧鉄道の路体の上流側に貯まった多量の水が路体を崩壊させたことによって発生した川辺町小野の災害を除けば、時間雨量40mmを超す強雨時に発生している。降り始めから災害発生までの累加雨量は350～400mmである。

土砂災害発生時の降雨量

斜面崩壊・土石流による土砂災害発生時の降雨特性について検討する。この検討には斜面崩壊・土石流発生の正確な日時データが必要である。斜面崩壊・土石流により死者の発生した災害地点に関しては警察、消防等の関係機関で比較的正確な発生時刻が記録されている。入手できた52箇所の災害について発生時刻と近傍の雨量データから災害発生時の降雨量の特性を解析した。

図15は、52箇所の土砂災害について、発生時の時間雨量、発生時の時間雨量を含む2時間、4時間、6時間、12時間、24時間、48時間の先行雨量、降り始めからの連続雨量をヒストグラムに示したものである。発生時の時間雨量は10mm未満の場合も多くみられ、分布も散らばっ

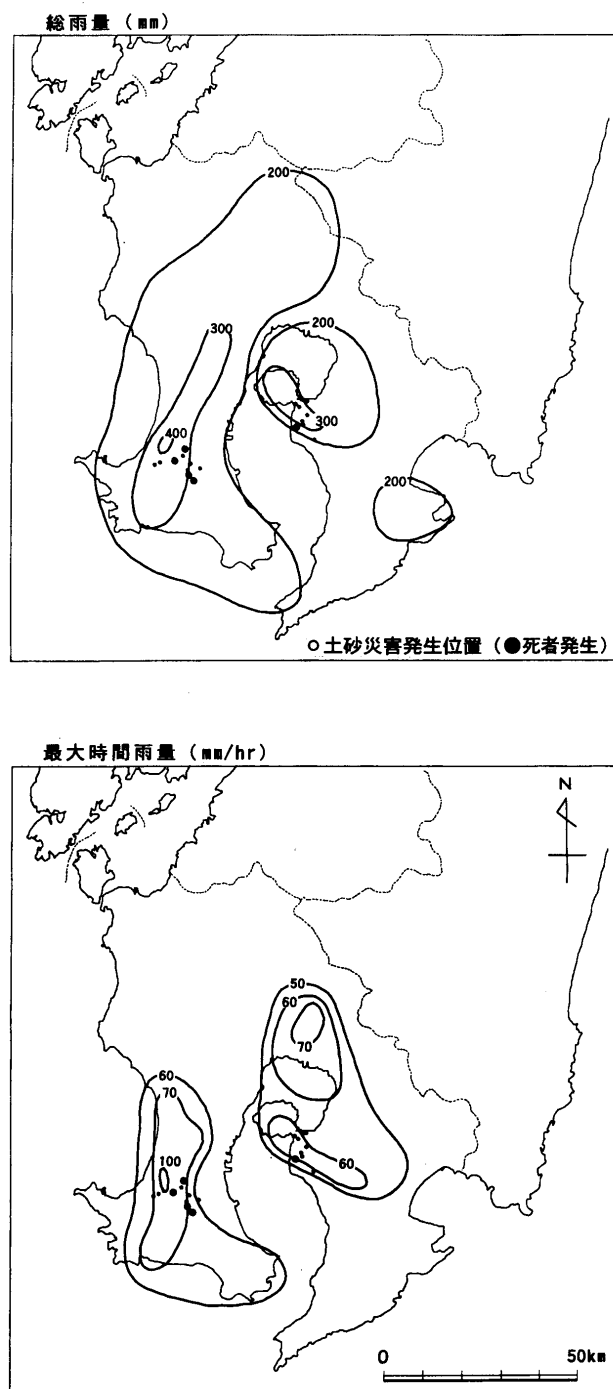


図13 1993年9月2～3日の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.13 Isohyetal maps of total rainfall and maximum rainfall per hour during the period from September 2 to 3 in 1993 and location of disasters caused by slope failures and debris flows.

ている。先行雨量は先行時間を長くとると正規分布に近くなる。24時間あるいは48時間の先行雨量をみると、ほとんどの土砂災害は150mm以上で発生し、200mmを超すと

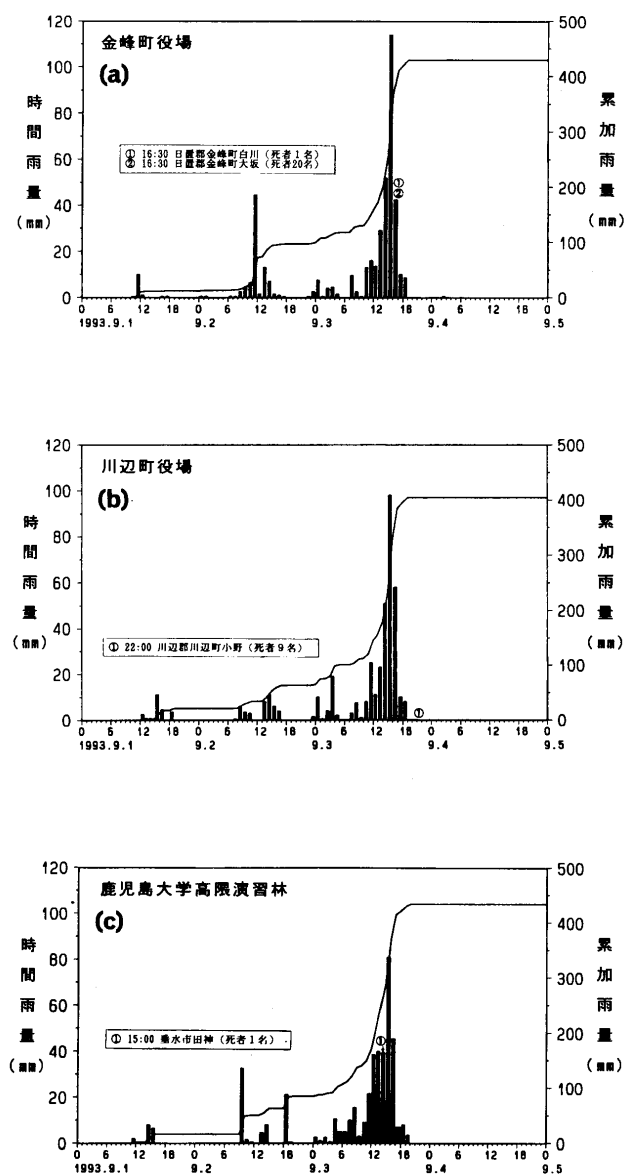


図14 土砂災害発生時の降雨状況 (1993年9月3日台風13号災害)

Fig.14 Hyetographs for storms causing disasters of September 3, 1993.

急増している。降り始めからの連続雨量でも同様の傾向がみられ、斜面崩壊・土石流発生に限界値が現れている。

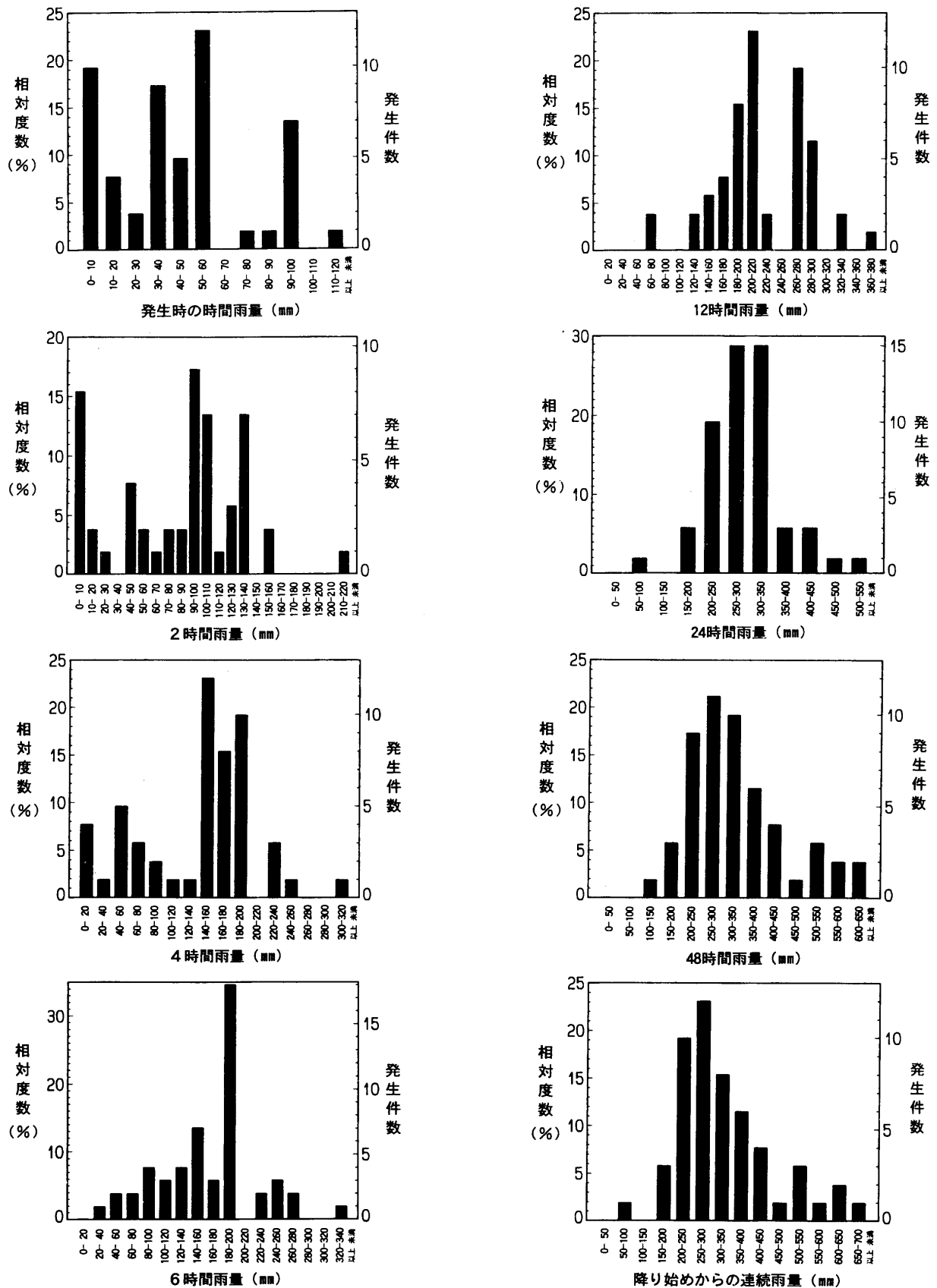


図15 土砂災害発生時の降雨量

Fig.15 Frequency distributions of rainfall amount of storms causing sediment-related disasters with deaths.

土砂災害発生時の実効雨量

1. 実効雨量の定義

土砂災害発生の危険度指標としての実効雨量に関しては複数の定義がある。ここでは次の定義⁹⁾に従って実効雨量を算出した。

$$D_n = a^{n-1} r_1 + a^{n-2} r_2 + \cdots + a^1 r_{n-1} + r_n \quad (1)$$

ただし、 D_n ：ある時点から時間単位で n 番目の時刻の実効雨量、 r_n ： n 番目の時刻の雨量、 a ：降雨の効果の通減係数 ($0 < a \leq 1$)。 (1) 式は、今降った降雨の効果は時間とともに a の割合で減少し、現在の状態は過去の降雨の効果の総和であるとしてつくられている⁹⁾。前の時刻の実効雨量 D_{n-1} がわかっているとき、 D_n は次式で求められる⁹⁾。

$$D_n = a D_{n-1} + r_n \quad (2)$$

通減係数 a は、降雨強度と連続雨量の両者の関与する重みを与える係数であり、降雨の影響が時間とともにどのように減少するかを決定する。すなわち、 $a=0$ のとき $D_n=r_n$ となり、それぞれの時刻の時間雨量（降雨強度）を意味し、 $a=1$ のとき $D_n=r_1+r_2+\cdots+r_{n-1}+r_n$ となり、連続雨量を意味する。通減係数 a は半減期を T （時間）とすると、

$$a = 0.5^{1/T} \quad (3)$$

で求められる。

上記の実効雨量の定義に従い、すなわちそれぞれの降雨で重なる同一雨域がある場合、この雨域内で起こる後続の災害は先行の災害発生によって何らかの影響を受けられると思われるが、ここでの災害発生はそれぞれの降雨の時間経過のみに関係するとして、各地点の1993年1月1日からの実効雨量を時間単位で計算した。

2. 土砂災害発生と実効雨量

1993年6月から9月にかけて発生した代表的な土砂災害の発生と1993年1月1日から時間単位で計算した24時間半減期の実効雨量の関係について検討する。

(1) 6月26日の災害

図16は、各地点の6月25～26日の実効雨量の最大値を等雨量線で示したものである。また土砂災害により死者が発生した所に●印を、死者以外の被害が発生した所に○印をプロットしている。土砂災害は実効雨量150mm以上の所ではほとんど発生している。図17は、土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量の時間的変化を示したものである。災害は実効雨量が150mmに達したときに発生している。

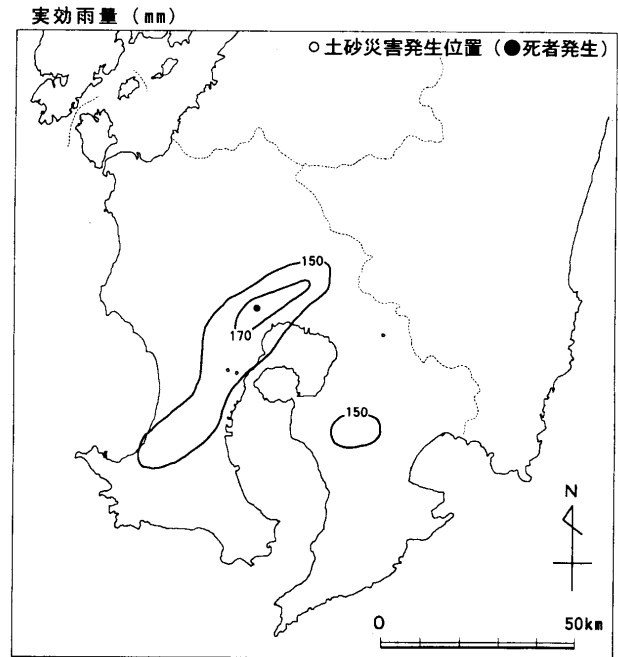


図16 1993年6月25～26日の実効雨量最大値の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.16 Isohyetal map of maximum amount of 24 hours half life antecedent precipitation index during the period from June 25 to 26 in 1993 and location of sediment-related disasters.

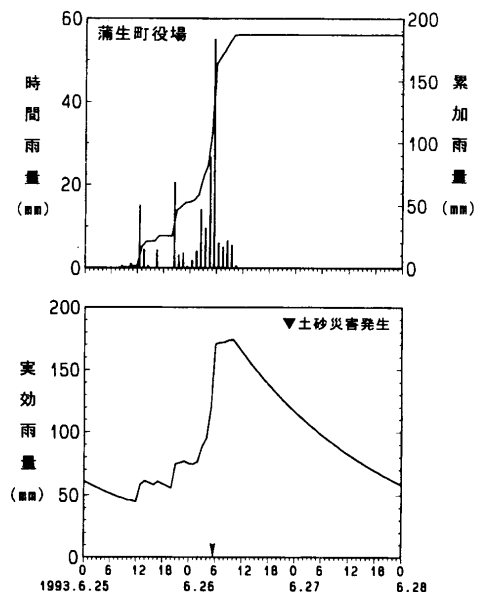


図17 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量（1993年6月26日災害）

Fig.17 Relationship among hyetograph for storm causing disaster of June 26 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disaster.

(2) 7月7日の災害

図18は、7月6～7日の実効雨量の最大値を等雨量線で示したものである。土砂災害は実効雨量200mm以上の所でほとんど発生している。図19は、土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量の時間的変化を示したものである。降り始めから災害発生までの連続雨量はさまざまであるが、実効雨量が200mmに達したときに災害のほとんどが発生している。

(3) 8月1日の災害

図20は、7月31日～8月2日の実効雨量の最大値を等雨量線で示したものである。土砂災害は実効雨量200mm以上の所ですべて発生している。図21(1)～(2)は、土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量の時間的変化を示したものである。降り始めから災害発生までの連続雨量はさまざまであるが、実効雨量が200mmに達したときにほとんどが発生している。

(4) 8月6日の災害

図22は、8月5～6日の実効雨量の最大値を等雨量線で示したものである。土砂災害は実効雨量200mm以上の所ですべて発生している。図23(1)～(2)は、土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量の時間的変化を示したものである。降り始めから災害発生までの連続雨量はさまざまであるが、実効雨量が200mmに達したときに災害のほとんどが発生している。

(5) 8月9～10日の台風7号に伴う災害

図24は、8月9～10日の実効雨量の最大値を等雨量線で示したものである。土砂災害は実効雨量200mm以上の所で発生している。図25は、土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量の時間的変化を示したものである。災害は実効雨量が200mmに達したときに発生している。

(6) 9月2～3日の台風13号に伴う災害

図26は、9月2～3日の実効雨量の最大値を等雨量線で示したものである。土砂災害は実効雨量200mm以上の所でほとんど発生している。図27は、土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量の時間的変化を示したものである。降り始めから土砂災害発生までの連続雨量はさまざまであるが、実効雨量が200mmに達したときに災害のほとんどが発生している。

以上のように、土砂災害発生までの降り始めからの連続雨量は災害によってさまざまであるが、24時間半減期の実効雨量では200mm以上という一定の限界値で災害が発生するという対応がみられた。

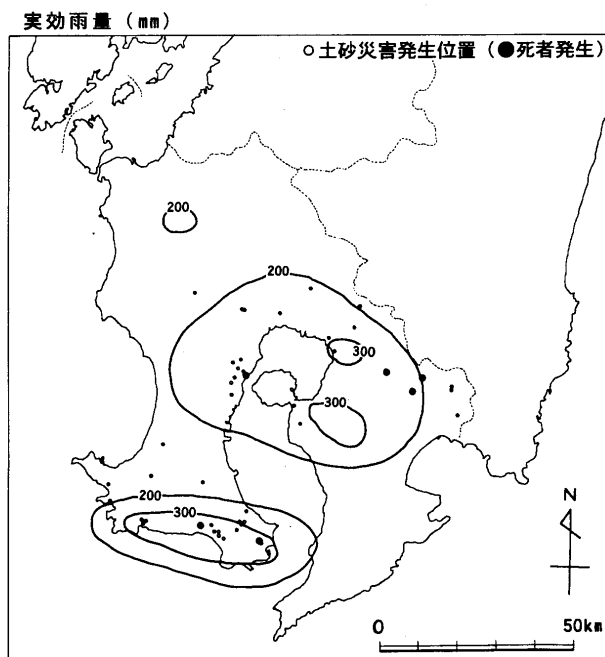


図18 1993年7月6～7日の実効雨量最大値の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.18 Isohyetal map of maximum amount of 24 hours half life antecedent precipitation index during the period from July 6 to 7 in 1993 and location of sediment-related disasters.

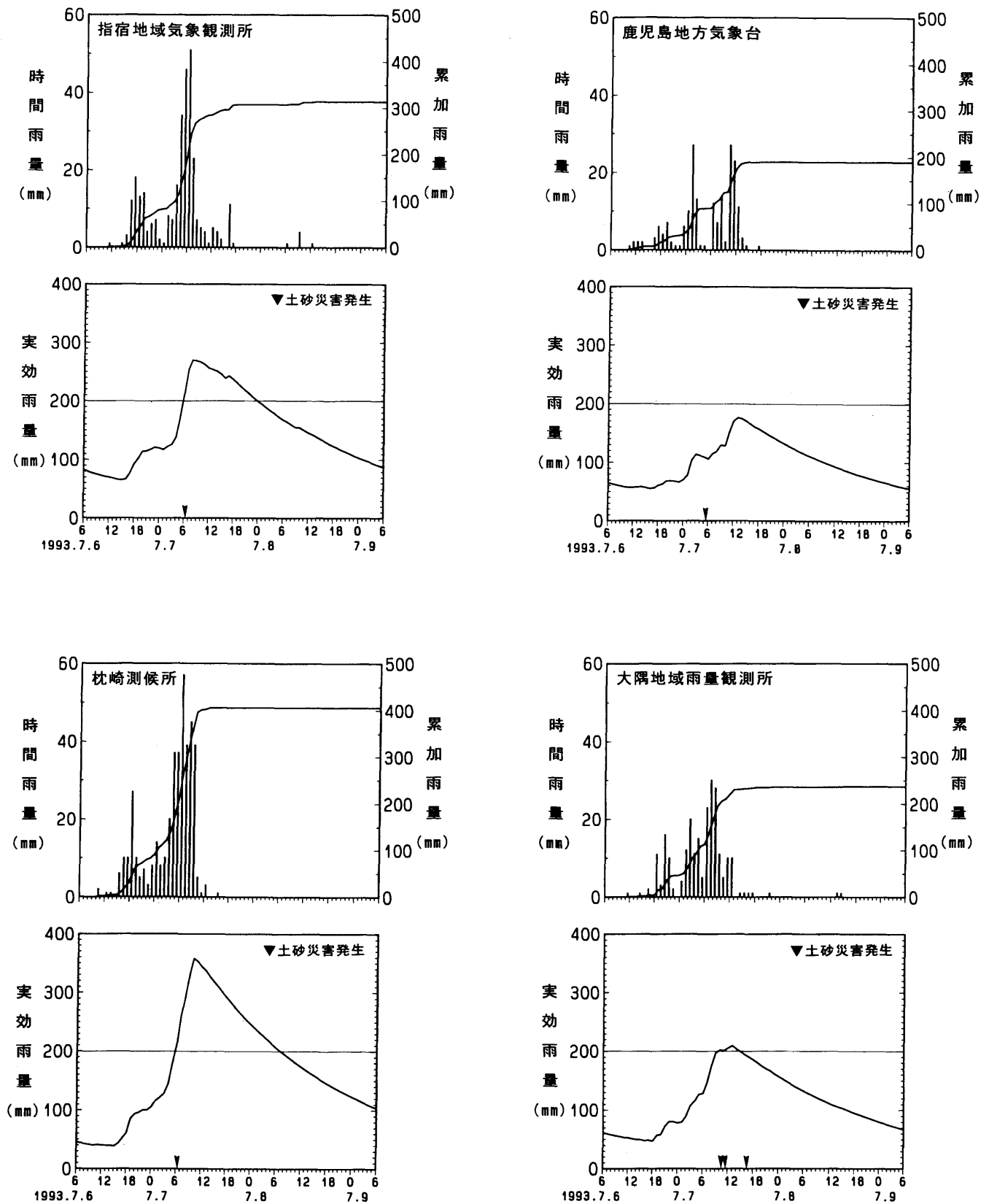


図19 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量 (1993年7月7日災害)

Fig.19 Relationships among hyetographs for storms causing disasters of July 7 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

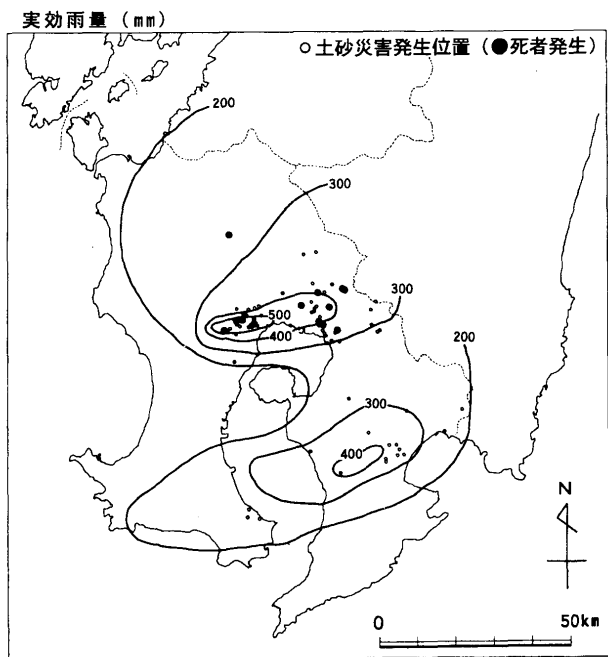


図20 1993年7月31日～8月2日の実効雨量最大値の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.20 Isohyetal map of maximum amount of 24 hours half life antecedent precipitation index during the period from July 31 to August 2 in 1993 and location of sediment-related disasters.

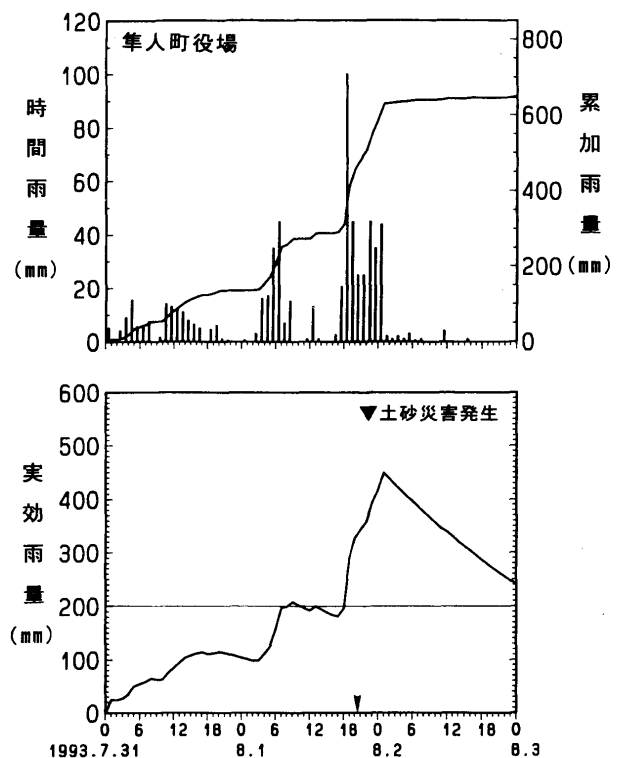
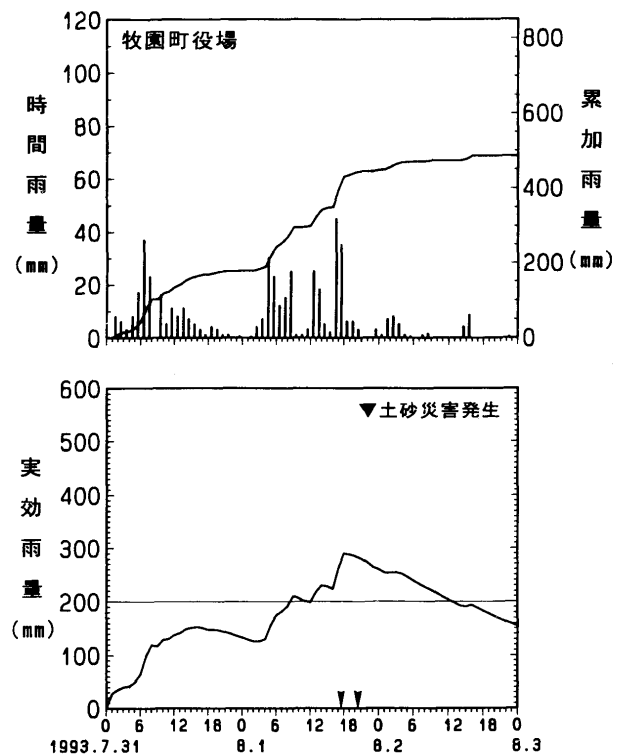
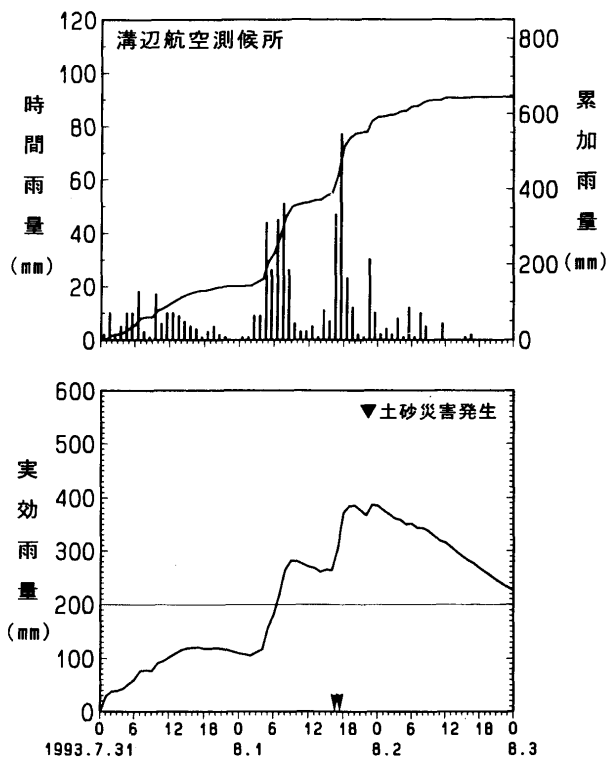


図21 (1) 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量 (1993年8月1・2日災害)

Fig.21 (1) Relationships among hyetographs for storms causing disasters of August 1-2 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

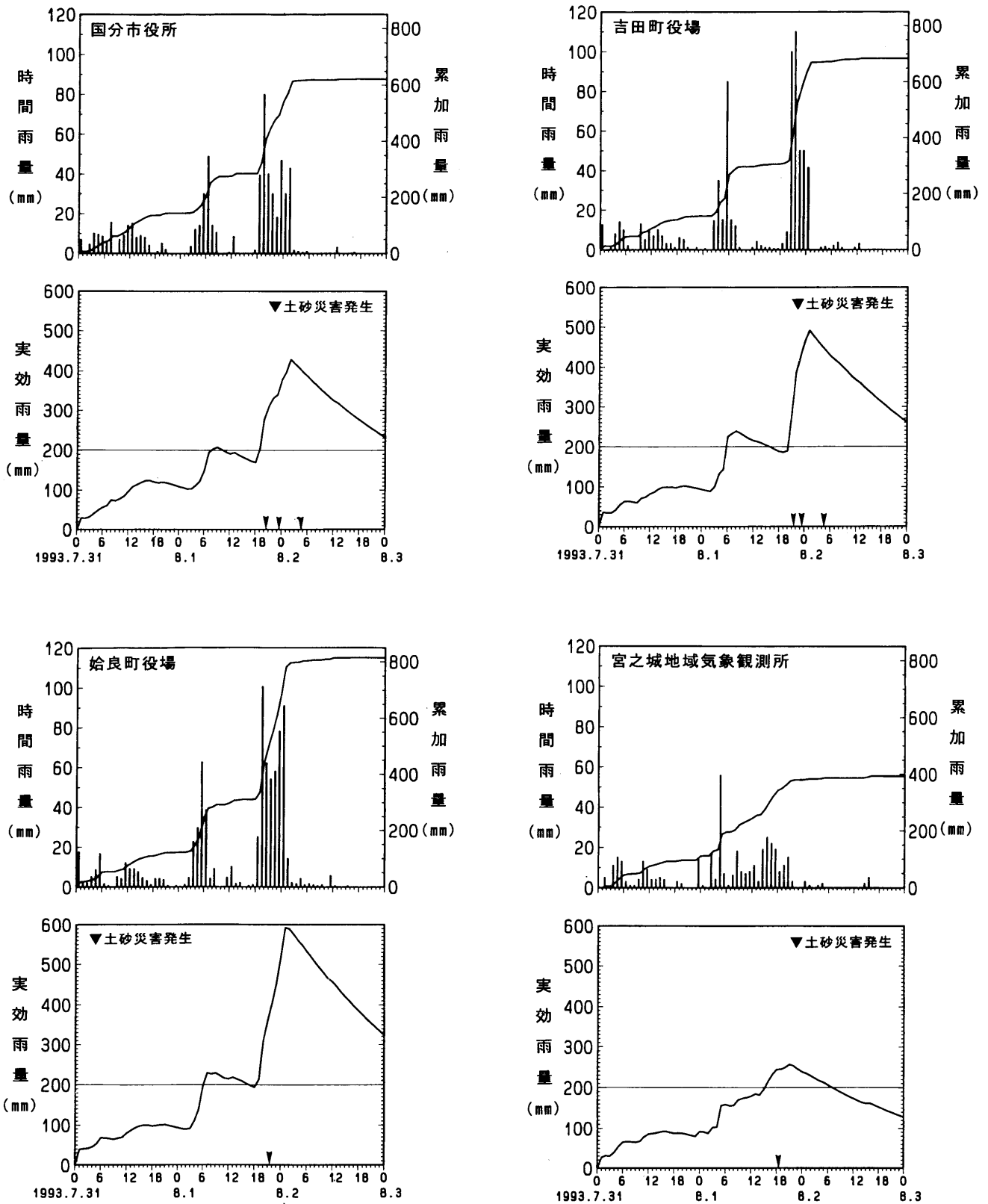


図21(2) 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量 (1993年8月1・2日災害)

Fig.21 (2) Relationships among hyetographs for storms causing disasters of August 1-2 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

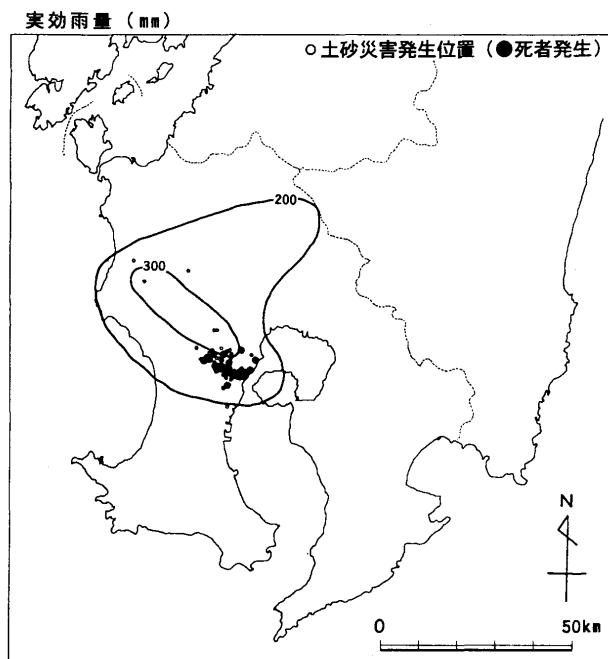


図22 1993年8月5～6日の実効雨量最大値の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.22 Isohyetal map of maximum amount of 24 hours half life antecedent precipitation index during the period from August 5 to 6 in 1993 and location of sediment-related disasters.

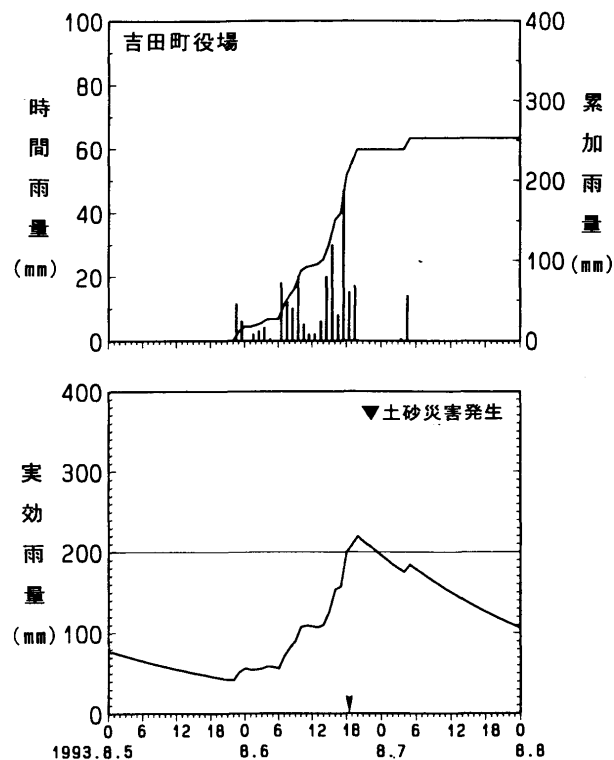
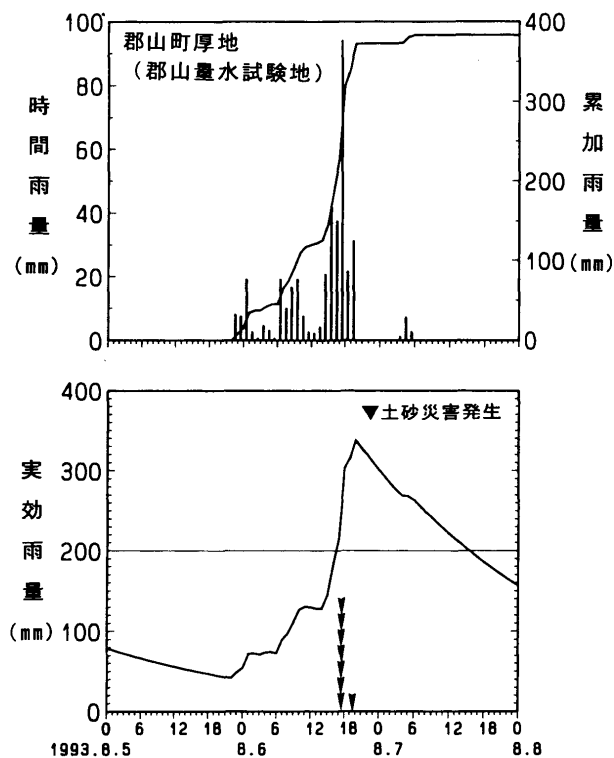
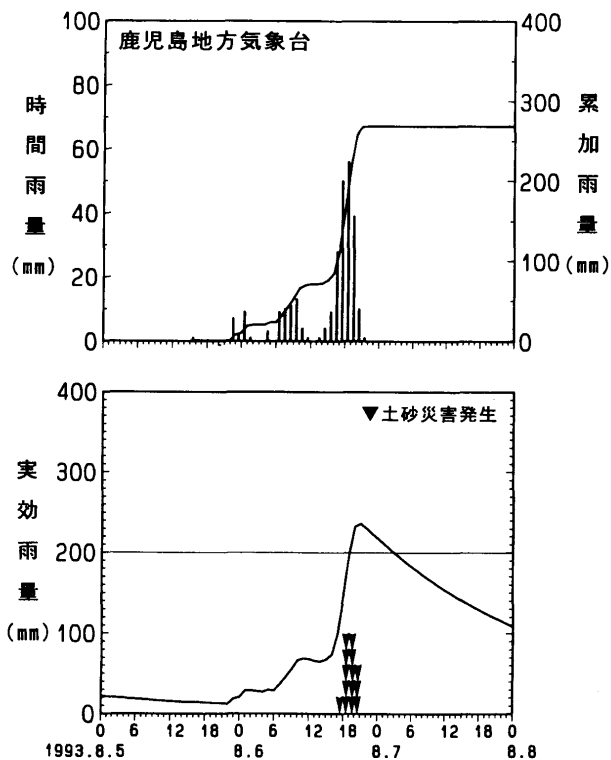


図23(1) 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量 (1993年8月6日災害)

Fig.23 (1) Relationships among hyetographs for storms causing disasters of August 6 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

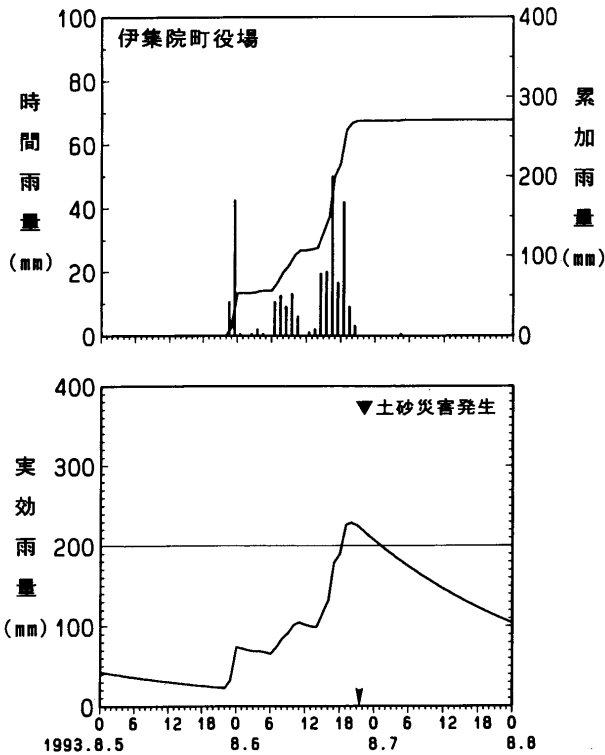


図23 (2) 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量 (1993年8月6日災害)

Fig.23 (2) Relationships among hyetographs for storms causing disasters of August 6 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

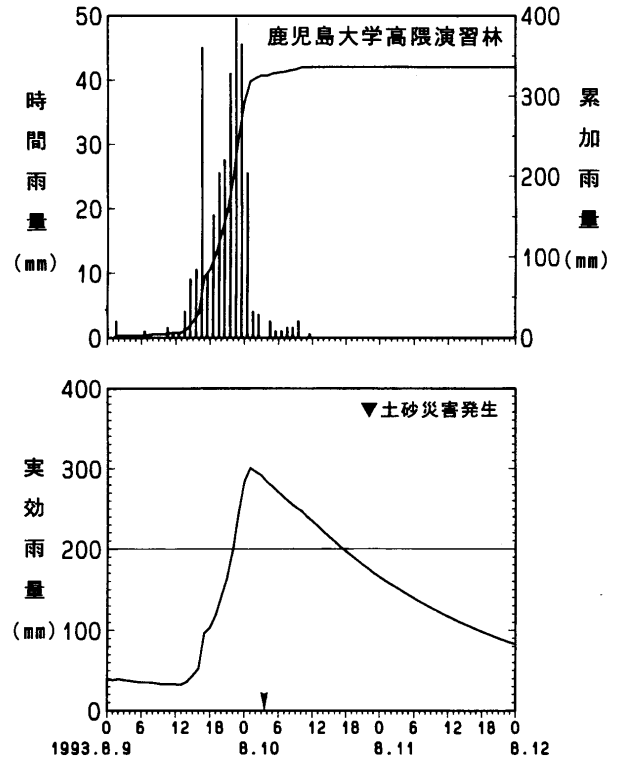


図25 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量 (1993年8月10日台風7号災害)

Fig.25 Relationship among hyetograph for storm causing disasters of August 10 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

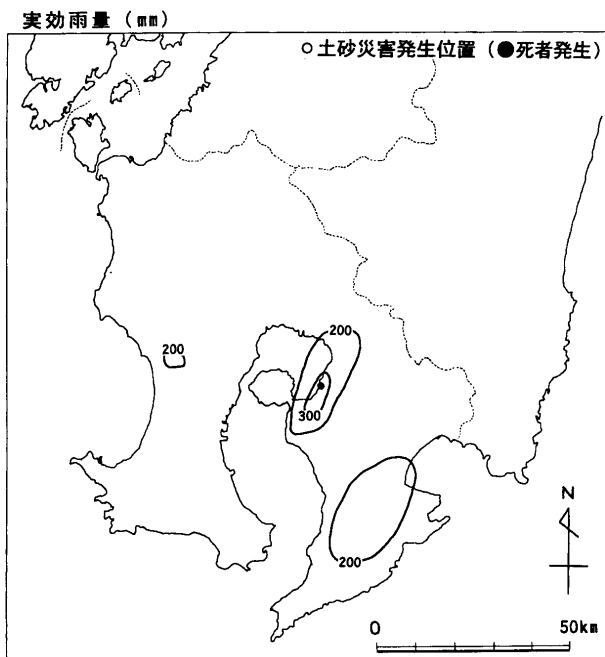


図24 1993年8月9～10日の実効雨量最大値の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.24 Isohyetal map of maximum amount of 24 hours half life antecedent precipitation index during the period from August 9 to 10 in 1993 and location of sediment-related disasters.

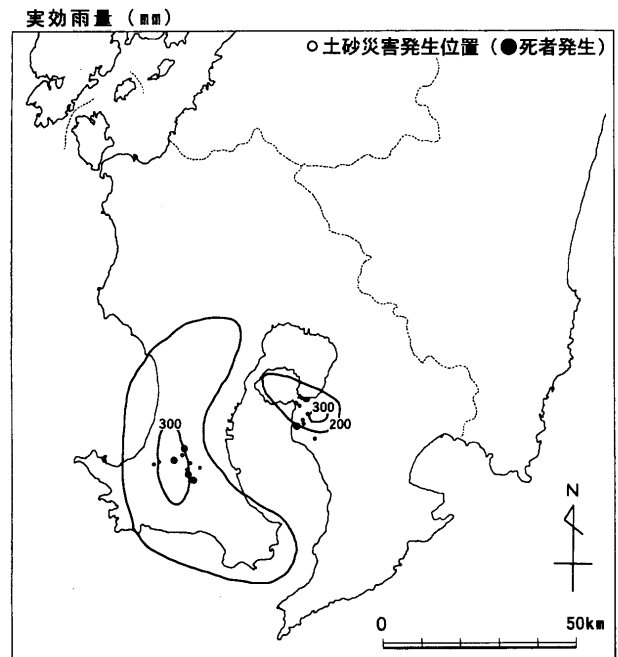


図26 1993年9月2～3日の実効雨量最大値の等雨量線図と土砂災害発生位置

Fig.26 Isohyetal map of maximum amount of 24 hours half life antecedent precipitation index during the period from September 2 to 3 in 1993 and location of sediment-related disasters.

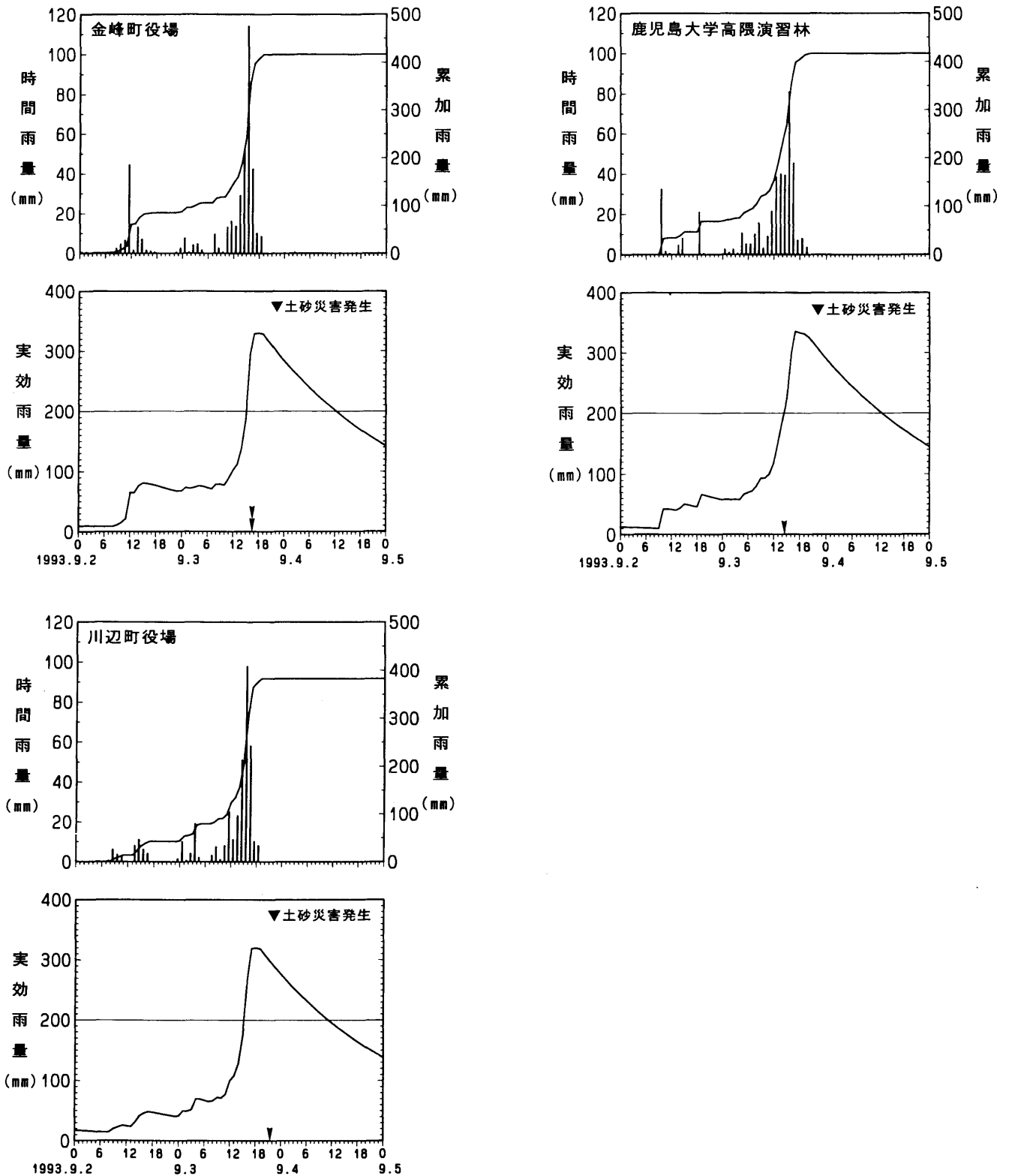


図27 土砂災害発生時の降雨状況と実効雨量（1993年9月3日台風13号災害）

Fig.27 Relationships among hyetographs for storms causing disasters of September 3 in 1993, 24 hours half life antecedent precipitation index and occurrence of sediment-related disasters.

謝 辞

本調査を実施するにあたっては、鹿児島県土木部砂防課、同林務水産部森林保全課、(社)鹿児島県治山林道協会に多大なご協力をいただいた。雨量解析にあたっては川辺町・金峰町・知覧消防分遣所・入来町・伊集院町・松元町・蒲生町・吉田町・始良町・加治木町・溝辺町・国分市・隼人町・牧園町・吉松町・垂水消防署・福山町、ならびに気象台の雨量データを使用させていただいた。ここに記して厚く謝意を表する次第である。

引 用 文 献

- 1) 地頭蘭隆・下川悦郎・松本舞恵・加藤昭一・三浦郁人：1993年鹿児島豪雨による斜面崩壊・土石流の分布と土砂生産，鹿大農演報，No.23，33-54（1995）
- 2) 地頭蘭隆・下川悦郎・板垣治・古賀省三・松本舞恵・三浦郁人・加藤昭一：鹿児島県中部域の地盤災害（8.1災害），1993年鹿児島豪雨災害一繰り返される災害一，(社)土質工学会，55-68（1995）
- 3) 地頭蘭隆・下川悦郎：垂水市域の地盤災害（8.9災害，9.3災害），1993年鹿児島豪雨災害一繰り返される災害一，(社)土質工学会，95-111（1995）
- 4) 地頭蘭隆・下川悦郎・古賀省三・板垣治：鹿児島県日吉町の地盤災害（9.20災害），1993年鹿児島豪雨災害一繰り返される災害一，(社)土質工学会，135-139（1995）
- 5) 鹿児島地方気象台：各観測所の雨量資料（1993）
- 6) 川辺町・金峰町・知覧消防分遣所・入来町・伊集院町・松元町・蒲生町・吉田町・始良町・加治木町・溝辺町・国分市・隼人町・牧園町・吉松町・垂水消防署・福山町：雨量観測資料（1993）
- 7) 鹿児島大学砂防学研究室：桜島・郡山雨量観測資料（1993）
- 8) 地頭蘭隆・下川悦郎・馬田英隆：鹿児島大学農学部附属高隈演習林気象報告報告（1992年～1993年），鹿大農演報，No.22，79-119（1994）
- 9) 小橋澄治：山地保全学，文永堂，PP.70-71（1993）

Summary

In 1993, Kagoshima Prefecture in Kyushu, Japan was very badly hit by torrential rainfalls resulted in a great number of deaths by slope failures and debris flows. The rainfall conditions for the occurrence of the sediment-related disasters caused by slope failures and debris flows were investigated by using the data of rainfalls. The results are summarized as follows:

1) A certain correspondence is noted between the location of the sediment-related disasters caused by slope failures and debris flows and the area of intense rainfall.

2) The rainfall characteristics of 52 disasters caused deaths were investigated. As the result, the 51 disasters occurred over 150 mm of rainfall in 24 hours.

3) The relationship between the antecedent precipitation index whose half life is 24 hours and the occurrence of sediment-related disasters was analyzed. The sediment-related disasters due to the storms in 1993 almost occurred above the critical value, 200 mm of antecedent precipitation index. The antecedent precipitation index is available as the danger index to forecast the occurrence of sediment-related disasters caused by slope failures and debris flows.

Key words: Storms of 1993 in Kagoshima, Sediment-related disaster, Rainfall, Antecedent precipitation index