

# 東北地方における山がけ崩れ害の統計分析\*

水野量\*\*

## 要旨

気象庁で行っている異常気象報告業務の資料(1971~1984年)を用いて、東北地方における山がけ崩れ害を統計的に分析した。その結果は、次のとおりである。

①東北地方における山がけ崩れ害は、地域的には福島県、宮城県で被害が多く、月別には7~9月に最も多くなる。また、山がけ崩れ害をもたらす総観気象的状况(低気圧、前線、台風その他)が同じであっても、県によってその頻度が異なる。

②東北各県の山がけ崩れ箇所数は、24時間降水量、1時間降水量の最大がそれぞれある臨界値を越えると発生・急増する傾向があり、これを定式化した。各県の山がけ崩れ箇所数推定式の適中率は約60~80%である。

## 1. 緒言

近年の風水害の特徴は、防災白書(昭和61年版)によると次の2点である(国土庁編, 1986)。

(1) 治山治水事業の進展に伴い大河川の氾濫は少なくなったものの、氾濫域の都市化により被害対象が増加したこと、河川流域内の開発の進展により流域の保水・遊水機能が低下し、洪水や土砂の流出が増大したこと等に伴い、都市化の著しい河川において水害が頻発していること。

(2) 山崩れ、がけ崩れ、土石流等による土砂災害による死者・行方不明者の割合が極めて多くなってきていること。

このような状況に対して、次のような対策が進められている。

- ①気象観測の充実と予・警報の発表,
- ②治水施設の計画的整備と総合的な治水対策の推進,
- ③土砂災害の防止

以上のうち②と③については、各種の事業が推進されつつあるが、例えば急傾斜地崩壊危険箇所の整備は昭和59年度末で約15%という整備水準に止まっている。ま

た、その進捗率は危険箇所が非常に多いこともあって毎年1~2%である。参考までに東北6県における市町村別の急傾斜地崩壊危険箇所数分布を第1図に示す。各市町村で相当数の危険箇所が存在し、今後とも各種事業を積極的に推進し治水施設の整備や土砂災害の防止に努める必要がある。

このような努力と並行して、降水に関する気象観測の充実や予・警報の適確な発表のための予報技術の向上を図ることも重要となっている。

本稿では、東北地方における山がけ崩れ害の統計的な特徴を明らかにした。また、防災情報の中に具体的な山がけ崩れ箇所数の予想を盛り込むべく、山がけ崩れ箇所数推定式を提案した。これらの結果は、山がけ崩れ害に対する防災意識の高揚および今後の防災対策に役立つ。

## 2. 災害関連調査の意義

気象業務の重要な目的の一つは、災害の予防すなわち防災にある(気象業務法第一条)。

この目的を達するためにさまざまな法規、組織、体制があるが、最も身近なものの一つは、注意報・警報の発表である。気象庁の行う注意報・警報は単なる気象現象の予報ではなく、災害との関連を考えた気象現象の予報である(気象庁予報部, 1962)。したがって、気象現象の予測精度の向上と同時に気象災害との関連を調べておくことが、的確な注意報・警報の発表にとって重要であ

\* Characteristics of Landslide Damage in the Tohoku District

\*\* Hakaru Mizuno, 気象研究所.

—1987年6月17日受領—

—1987年8月11日受理—

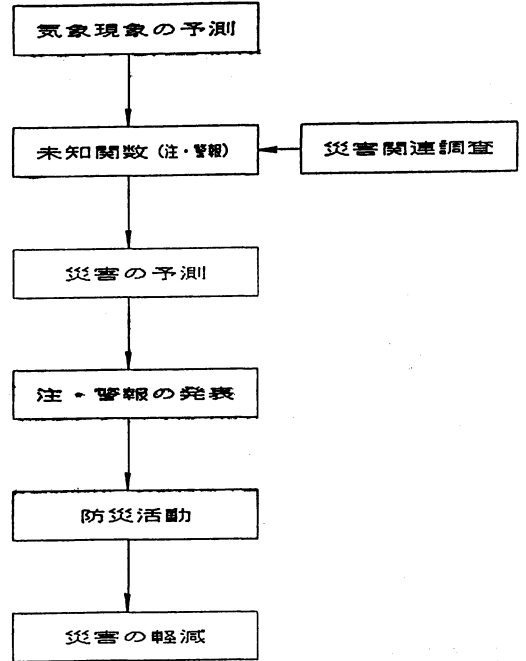


第1図 市町村別急傾斜地崩壊危険箇所数分布。資料；青森県地域防災計画資料編(1984)，秋田県地域防災計画資料編(1984)，岩手県地域防災計画資料編(1984)，宮城県地域防災計画資料編(1984)，山形県地域防災計画(1977)，福島県地域防災計画(1984)。

る(第2図)。

気象現象の予測は、レーダー、アメダス、気象衛星等の気象観測網の整備と数値予報の著しい進歩によって、的確になってきている。

一方、気象現象と気象災害との関係は、1) 注意報・警報基準の見直し作業、2) 注意報・警報の地域別発表、3) 大きな災害時に作成される災害時自然現象報告書等の中で調査されてきている。



第2図 注意報・警報発表の流れと災害の予防。

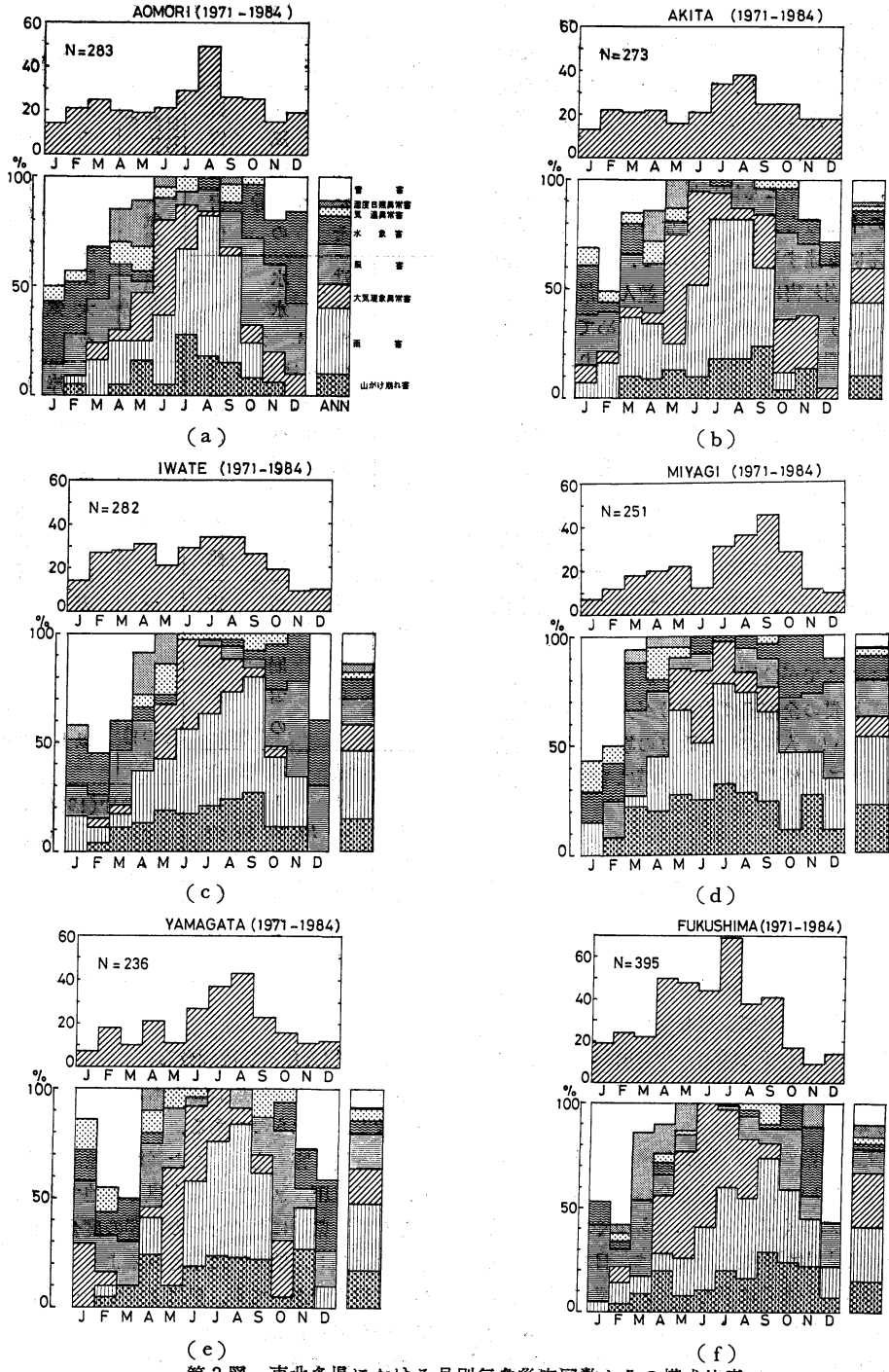
しかしながら、気象現象と災害との関係は、自然環境や社会環境の変化によって変わってくるため、本稿のような統計的研究に加えて理論的・解析的研究によって調査する必要がある。

### 3. 資料

気象庁では、「各官署がそれぞれの立場において異常気象と気象災害の状況を把握し、防災や産業・学術研究等に気象業務の成果を役立てることを目的として、異常気象報告業務を行っている。

調査に用いた資料は、この異常気象報告業務の資料およびその統計資料である次のものである。

- (1) 気象庁観測技術資料第50号「気象災害の統計(1971~1984)」, 気象庁(1986)
- (2) 仙台管区異常気象報告第41号~第84号, 仙台管区気象台(1971~1984)
- (3) 異常気象報告年別ファイル(1971~1984), 気象庁観測部管理課統計室
- (4) 東北地方の短時間強雨の研究, 仙台管区気象台(1986)



第3図 東北各県における月別気象災害回数とその構成比率  
 上段；月別気象災害回数（個々の気象災害名についての合計），下段；構成比率（月別気象災害回数に対する個々の気象災害回数，%），資料；気象庁観測技術資料第50号「気象災害の統計（1971-1984）」，気象庁（1986）。

(a) 青森県 (b) 秋田県 (c) 岩手県 (d) 宮城県 (e) 山形県 (f) 福島県

4. 山がけ崩れ害の気象災害全体における重要性

第3図は、東北各県における月別気象災害回数とその構成比率を調べたものである。なお、第3図に示した気象災害というのは、第1表に示した個々の気象災害名の区分(総称)名である。

第3図より、東北6県とも山がけ崩れ害を含む雨害が気象災害全体の中で最も大きな比率を占め約50%、7~9月には約70%にも達することが分かる。このような雨害の中でも山がけ崩れ害は、浸水害と並んで最も多く、気象災害全体に対する比率で10~20%を占めている。また、春~秋の暖候期以外に冬期にも現れており、重要である。

なお、異常気象報告業務で用いられている山がけ崩れ害とは、山崩れ害とがけ崩れ害を指しそれぞれ次のように定義されている(気象庁, 1974)。

山崩れ害; ここでいう山崩れとは、大雨又は融雪が原因となって山地の斜面の岩石や土じょうの一部が突発的に崩れ落ちる現象を指し、それによって起こる災害を山崩れ害と呼ぶ。

がけ崩れ害; ここでがけ崩れとは、斜面の崩落現象のうち、崩落する物質の全部又は大部分が人工のたい積物であるか、あるいは人工の切り取りの場所の崩壊を言う。近年ひん発する宅地造成斜面の崩壊はその典型的な例である。

5. 山がけ崩れ害の県別・月別・総観気象の状況別分布の特徴

5.1. 県別分布

第4図は、東北6県の山がけ崩れ箇所数(1971~1984)を正方形の面積に比例させて表現したものである。

福島県、宮城県で最も多く600~750箇所程度、次いで山形県、秋田県、岩手県、青森県となっている。

5.2. 月別分布

第5図は、東北6県の山がけ崩れ箇所数(1971~1984)の月別分布を示している。東北地方全体では山がけ崩れ箇所数は、暖候期に多く7~9月に最も多くなる。各県の月別分布を見ると山がけ崩れ箇所数は、日本海側の秋田県・山形県では7~8月に最も多く、太平洋側の宮城県・福島県では9月に特に多くなっている。これは、一度に多数の山がけ崩れ箇所数をもたらした事例が日本海側では7~8月に太平洋側では9月に発生したことによる。

第1表 気象災害一覧

区分	気象災害名	区分	気象災害名
風害	強風 塩風 乾風 たつ巻 たそ	湿度・異常 日照害	異常乾燥害 その他
		大気現象異常害	落雷害 ひょう(あられ)害 凍霜害 陸上視程不良害 大気汚染害 その他
雨害	洪水害 浸水害 たん水害 山がけ崩れ害 土石流害 地すべり害 強雨害 長雨害 千の害	水象害	沿岸波浪害 海上波浪害 浸水害(海水) 塩水害 海氷害 船体着氷害 海上視程不良害 赤潮害 水温異常害 副振動害
			その他
雪害	積雪害 雪圧害 雪崩害 雪着害 そ		気象庁(1974): 異常気象報告業務・気象災害調査指針による。
気温異常害	凍結害 凍上害 植物凍結害 冷害 暖冬害 酷暑害 そ		

5.3. 総観気象の状況別分布

第6図は、山がけ崩れ害をもたらした総観気象の状況の回数を調べたものである。

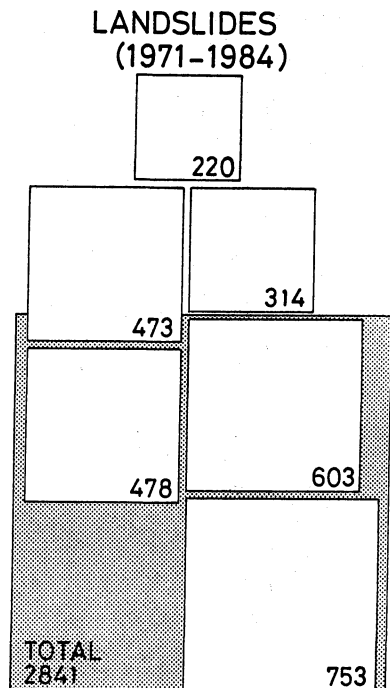
山がけ崩れ害をもたらした総観気象の状況を大別すると、①低気圧、②前線、③台風その他である。

しかし、県別に見るとその影響の度合いが異なっている。すなわち、第7図に示されるように総観気象の状況が同じ場合であっても、県によって山がけ崩れ害の頻度に違いが見られる。

主な総観気象の状況について、整理して次に示す。

日本海低気圧; 福島県を除く東北各県で山がけ崩れ害回数が多い。

南岸低気圧・二ツ玉低気圧; 東北地方太平洋側の福島



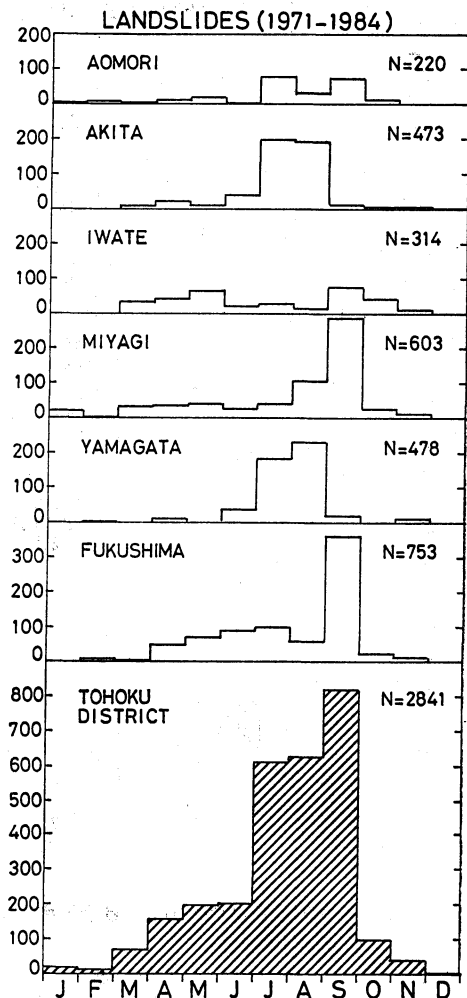
第4図 東北6県の山がけ崩れ箇所数。  
山がけ崩れ箇所数；1971～1984年の山がけ崩れ箇所数の合計，資料；第3図に同じ。

- ・宮城・岩手県で山がけ崩れ害の回数が多い。
- ・停滞前線・前線帯；東北各県とも山がけ崩れ害の回数が多い。
- ・台風；東北各県とも山がけ崩れ害の回数が少なからずあり，特に太平洋側の福島・宮城・岩手県で回数が多い。
- ・雷雨；青森県を除く東北各県で山がけ崩れ害回数があり，特に福島・山形県で回数が多い。

6. 降水量と山がけ崩れ箇所数との関係

第8図は，東北各県1975～1984年の山がけ崩れ箇所数を1時間降水量 ( $R_1$ ) - 24時間降水量 ( $R_{24}$ ) の平面上で見たとのである。なおここで  $R_1$  と  $R_{24}$  の値は，東北各県の異常気象報告における「異常気象値」欄の値を用いており，それぞれ山がけ崩れ害をもたらした気象現象をよく表現する期間と地域についての最大値が選ばれていると見做している。また， $R_{24}$  について24時間降水量の最大(期間・地域についての)のデータが得られない場合には，日降水量，総降水量の最大の順で代用した。

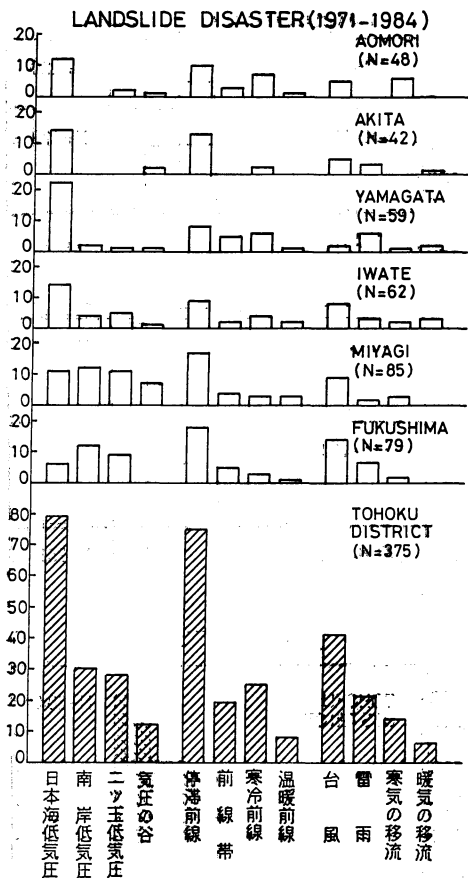
1987年11月



第5図 山がけ崩れ箇所数の月別分布(1971～1984)。  
東北地方全体(下段)の山がけ崩れ箇所数；東北6県の合計，資料；第3図に同じ。

なお，山がけ崩れ箇所数は県全体での数であって，必ずしも  $R_1$ ,  $R_{24}$  が観測された地域における数ではない，しかしながら，水野(1985)，仙台管区気象台予報課(1978)などによると，山がけ崩れの発生は降水量の増加とともに急増する傾向があることから，山がけ崩れ箇所数の大部分は  $R_1$ ,  $R_{24}$  が観測された地域周辺で発生していると考えられる。

第8図より各県とも  $R_1$ ,  $R_{24}$  がそれぞれある降水量を越えると山がけ崩れが発生しており，降水量が多いほど山がけ崩れ箇所数が多くなる傾向がある。また，破線

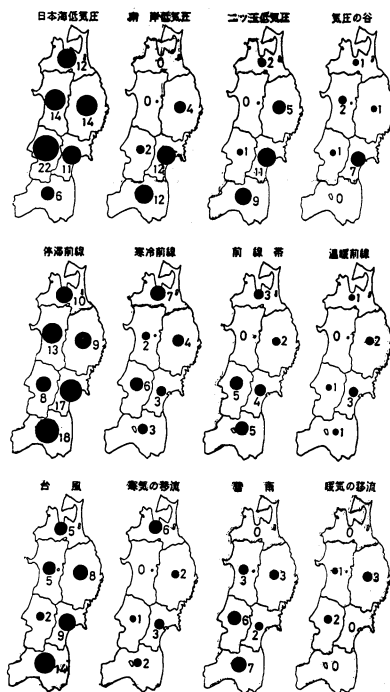


第6図 総観気象的状况別山がけ崩れ害回数 (1971~1984).

東北地方全体(下段)の総観気象的状况別山がけ崩れ害回数;東北6県の合計,資料;異常気象報告年別ファイル(1971~1984).

で示した大雨注意報基準,大雨警報基準とはよく対応している.すなわち,注意報基準前後の降水量から山がけ崩れが発生しており,警報基準前後の降水量から多数の山がけ崩れ箇所数のものが発生している.

ここで,第8図に見られる降水量と山がけ崩れ箇所数との関係から引き出せる情報を考える.従来,大雨によって災害が起こるおそれがある場合にその旨を注意して行う大雨注意報のための基準設定や,同様に重大な災害が起こるおそれがある場合にその旨を警告して行う大雨警報の基準設定に,第8図の関係が用いられてきた.つまり,第8図から大雨注意報基準と大雨警報基準という二つの情報を引き出している.



第7図 総観気象的状况による各県山がけ崩れ害回数分布(1971~1984).  
資料;第6図に同じ.

しかしながら,第8図に含まれる情報をもっと多く,次のように  $R_1, R_{24}$  から山がけ崩れ箇所数  $L(R_1, R_{24})$  で特徴づけられる降雨によって県全体で発生する山がけ崩れ箇所数を推定する計算式を作成することができる.すなわち,  $R_1, R_{24}$  がそれぞれのある臨界値(それぞれ  $R_{10}, R_{240}$  とする)を越えると山がけ崩れが発生し,  $R_1, R_{24}$  がそれぞれさらに大きくなると山がけ崩れ箇所数が急増するという第8図に見られる性質を次式のように表現する.

$$L = a(R_{24} - R_{240})^{b_1}(R_1 - R_{10})^{b_2} \quad (1)$$

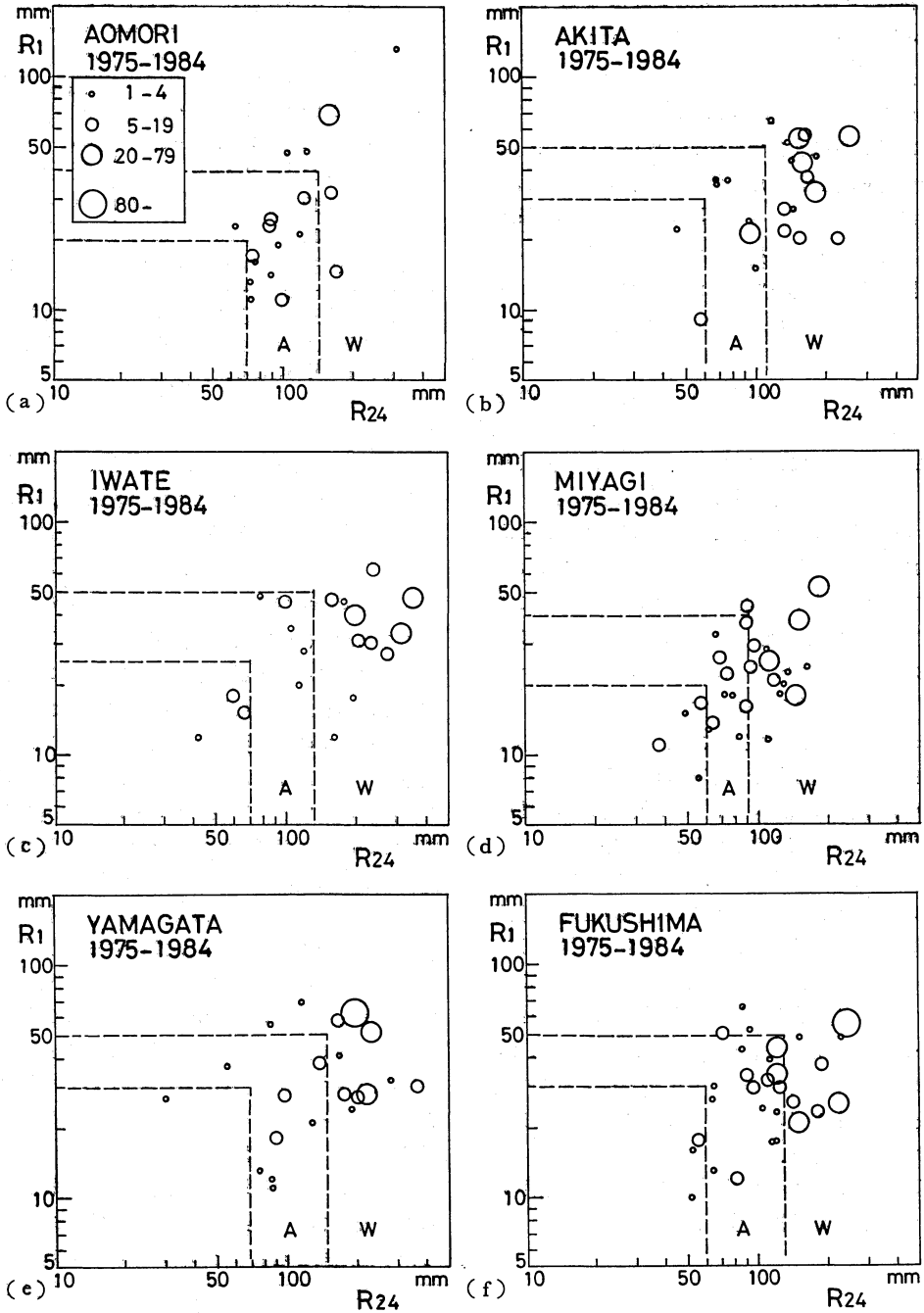
ここで,

$L; R_{24}, R_1$  で特徴づけられる降雨によって県全体で発生する山がけ崩れ箇所数,

$R_{24}; 24$ 時間降水量の最大(期間・地域についての), (mm),

$R_1; 1$ 時間降水量の最大(期間・地域についての), (mm),

$R_{240}; 24$ 時間降水量の山がけ崩れ害無効降水量(第8図の  $R_{24}$  の最小値  $-e$  (自然対数の底)), (mm),



第8図 東北各県における降水量と山がけ崩れ箇所数との関係 (1975~1984)。

$R_{24}$  ; 24時間降水量の最大,  $R_1$  ; 1時間降水量の最大, A ; 大雨注意報領域, W ; 大雨警報領域, 山がけ崩れ箇所数; 青森県の図中の円の説明を参照, 資料; 1975~1984年, 「東北地方の短時間強雨の研究」(仙台管区気象台, 1986). なお, 24時間降水量の最大のデータが得られないときには, 日降水量, 総降水量の最大の順で代用した。

(a) 青森県 (b) 秋田県 (c) 岩手県 (d) 宮城県 (e) 山形県 (f) 福島県

$R_{10}$ ; 1時間降水量の山がけ崩れ害無効降水量(第8図の $R_1$ の最小値 $-e$ (自然対数の底)), (mm),

$a, b_1, b_2$ ; 定数,

ただし,  $R_{24} \geq R_{240}, R_1 \geq R_{10}$  である.

なお, (1) 式の関係を県単位で考えているため,  $R_{240}, R_{10}$  にはそれぞれ県全体の最小値が選ばれている。したがって, 県内の地域によっては  $R_{240}, R_{10}$  を越える降水があっても山がけ崩れ害が発生しないこともあり得る。また, 同程度の降水があっても, 地形・地質条件によって  $R_{240}, R_{10}$  が異なるため山がけ崩れ箇所数は違ってくる。

以上のように山がけ崩れ箇所数  $L$ , 24時間降水量の最大  $R_{24}$ , 1時間降水量の最大  $R_1$  の間に (1) 式の関係が成り立つことを仮定して, 東北各県について (1) 式の定数  $R_{240}, R_{10}, a, b_1, b_2$  を計算した。計算に用いたデータは, 第8図と同じである。 $R_{240}, R_{10}$  については第8図における  $R_{24}, R_1$  それぞれの最小値から  $e$  (自然対数の底) mm 減じた値とし,  $a, b_1, b_2$  については最小自乗法によって求めた。(1) 式の東北各県における定数を第2表に示し, 山がけ崩れ箇所数の推定値  $L_c$  と観測値  $L_0$  との関係を示す。ここで, 観測値  $L_0$  が  $L_c/3 \sim 3L_c$  にあれば適中とすると, 各県の適中率は約60~80%となる。適中域を  $L_c/3 \sim 3L_c$  とした理由は, 山がけ崩れ箇所数が  $R_{24}, R_1$  以外の変数(例えば地形・地質的要因)によっても変動するためである。

第2表で県によって定数  $a, b_1, b_2$  および適中率が異なっている。これは, 県によって山がけ崩れとなる急傾斜地危険箇所の分布密度が違うこと, 降水を特徴づける  $R_{24}, R_1$  の相互に相関関係があるためデータによって回帰係数  $a, b_1, b_2$  が変動するという統計計算上の理由があげられる。しかしながら,  $R_{10}, R_{240}$  の値については, 降水量観測の空間代表性(約17km平方に1地点の観測密度)を考えると各県ほぼ同程度であり, (1) 式の妥当性を示すものと言える。

なお,  $L_c/3 \sim 3L_c$  での適中率が約60~80%で有用か否かについては, 次節で議論する。

## 7. 討論

ここでは, 気象庁が発表する注意報・警報等の防災情報に, 本稿で提案した山がけ崩れ箇所数推定式から得られる情報を盛り込むことの妥当性を検討する。

第2図に示したように気象庁が発表する注意報・警報は, 防災機関・一般住民等に「普通と違う気象状態であ

第2表 山がけ崩れ箇所数推定式の定数との中率

県名	$a$	$b_1$	$b_2$	$R_{240}$	$R_{10}$	適中率
				mm	mm	%
青森県	0.83	0.48	-0.09	59	8	83
秋田県	0.84	0.67	-0.31	43	6	74
岩手県	0.34	0.43	0.36	39	9	79
宮城県	0.49	-0.03	0.86	34	5	62
山形県	0.35	0.40	0.16	23	8	57
福島県	0.64	0.75	-0.22	49	7	71

\* 山がけ崩れ箇所数推定式・適中率は本文参照, 資料は「東北地方の短時間強雨の研究」(仙台管区気象台, 1986)による。

ること」に注意を向けてもらい, それぞれに防災活動を起してもらうことを通じて災害の軽減を図っている。すなわち, 注意報・警報等の防災情報は防災活動をスタートさせる重要なものである。このためには防災情報は, ①具体的で, かつ②正確であることが要望される。

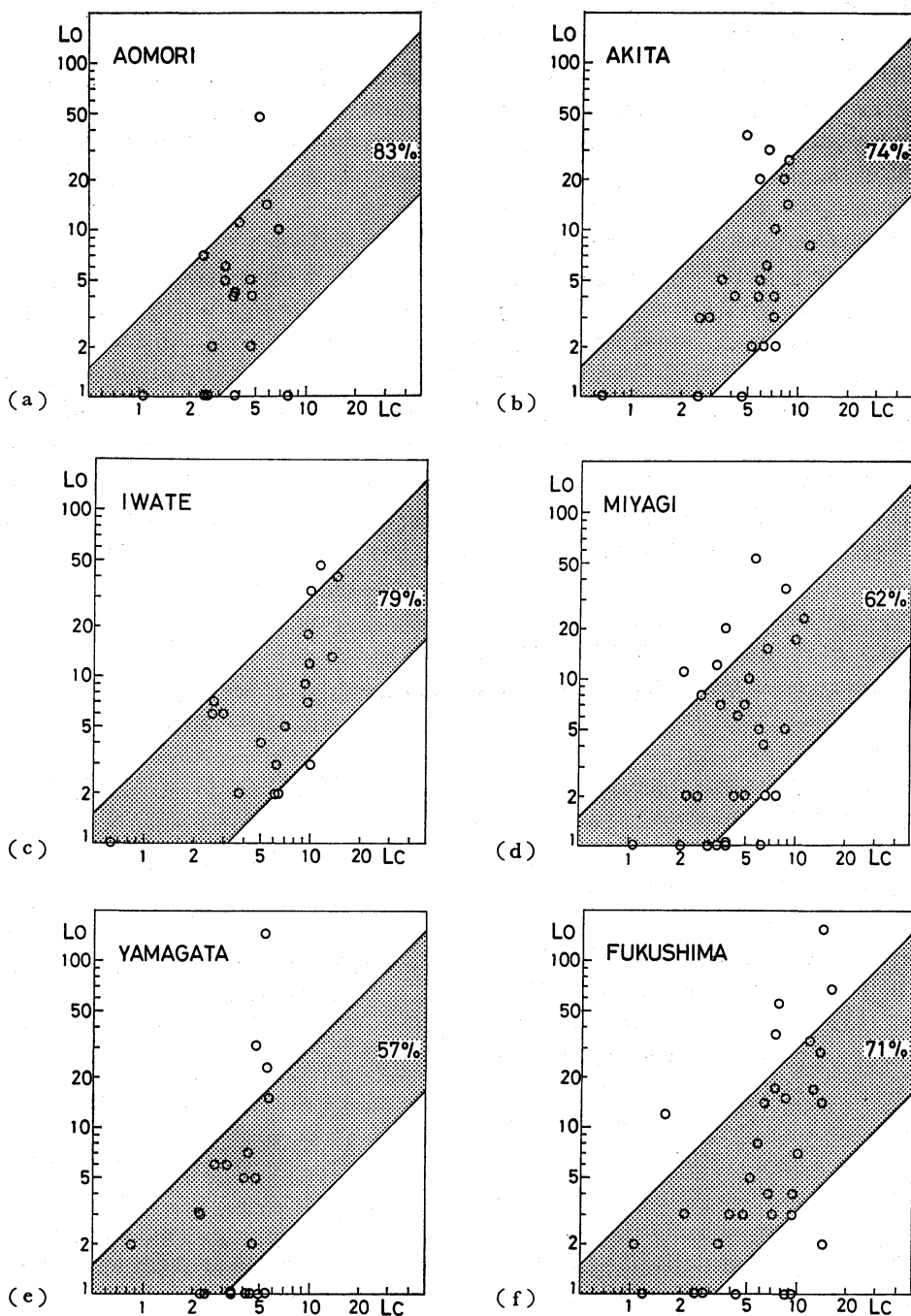
①の具体性については, 山がけ崩れ箇所数推定式は従来定性的であった山がけ崩れ害を定量的に表現するものであり, 防災上有効な情報を提供する。さらに山がけ崩れ害についての防災情報として量的予想のほか, 時間的予想, 地域的予想が必要である。これらについては, 短時間強雨域で短時間強雨のピーク時から数時間内に大部分の山がけ崩れが発生することが報告されている(水野, 1985; 青木, 1978ほか)。したがって, 近い将来降水短時間予報が実用化されれば, もっと具体性のある山がけ崩れについての防災情報を提供することができる。

②の正確性については, 適中率約60~80%では不備とされるかもしれない。しかしながら, この適中率は次の方法によって向上する見通しがある。すなわち, この適中率の限界は, 山がけ崩れ箇所数が(1)式のように  $R_{24}$  と  $R_1$  によって説明できるとし, その他の要因による変動は  $L_c/3 \sim 3L_c$  の範囲内に収まるとしたことによる。したがって, 県内の地形的条件・地質的条件の地域による差が大ききな所では, 変動の幅(1/3~3倍)を大きくしたり推定式を地域ごとに作成することによって, 適中率を向上させることができる。例えば, 水野(1987)による浸水家屋数推定式では1/5~5倍という適中域がとられている。

以上のような適中率向上の方法があり, 必要に応じて適中域, 適中率を設定できる。

なお, 降水量, 山がけ崩れ箇所数ともに「異常気象報





第9図 山がけ崩れ箇所数の推定値  $L_c$  と観測値  $L_0$  との関係。

図中の2本の直線 ( $L_0=L_c/3$ ,  $L_0=3L_c$ ) の間の領域は  $L_c$  の的中域であり、数値 (%) は、的中率である。資料；第8図に同じ。

(a) 青森県 (b) 秋田県 (c) 岩手県 (d) 宮城県 (e) 山形県 (f) 福島県

告」の資料を用いているため、山がけ崩れと降水量との空間的対応、時間的対応は明確ではない。しかしながら、山がけ崩れと降水量との対応性についての事例解析的研究(例えば水野, 1985)では、山がけ崩れの発生は降水量の増加とともに急増する傾向があり、山がけ崩れ箇所数の大部分は  $R_1$ ,  $R_{24}$  の最大地域周辺で発生していると考えられる。すなわち、山がけ崩れと降水量との量的対応性が明らかであれば、空間的にも時間的にも山がけ崩れは降水量と対応して発生する。例えば、 $R_1 \geq 30$  mm で山がけ崩れ箇所数が急増するという量的対応性があれば、空間的には  $R_1 \geq 30$  mm の地域で、時間的には  $R_1 \geq 30$  mm の時刻付近で山がけ崩れが発生すると言える。もっと詳しい時間・空間的対応性が防災上必要とされるかもしれないが、これらを明らかにする資料は一部を除いてほとんど入手困難である。以上のことから、現時点で利用可能なデータから有効な情報を引き出すことができれば、これを用いるべきであると考えられる。

したがって、山がけ崩れ箇所数推定式のもつ具体的な情報提供に役立つという側面を重視して、防災情報にこれを盛り込むことは社会的に有用であると考えられる。

## 8. まとめ

これまで国、各都道府県は協力して山がけ崩れ、土石流等の土砂災害を防止する努力を続けているが、その施策はまだ十分なものとは言えない。このような状況の中で気象観測の充実と予警報の適確な発表に対する要望がますます求められている。

気象庁の行う注意報・警報は、単に気象現象の予報ではなく、災害との関連を考えた気象予報である(気象庁予報部, 1962)。したがって、予報精度の向上の努力に加えて、気象現象と災害との因果関係を明らかにする調査が重要である。

本稿では、気象庁で行っている異常気象報告業務の資料(1971~1984年)を用いて、東北地方の山がけ崩れ害の統計分析を行った。その結果、次のことを明らかにした。

①東北地方における山がけ崩れ害は、県別・月別・総観気象の状況別によって特徴的な分布をもって発現す

る。

②24時間降水量、1時間降水量の最大から山がけ崩れ箇所数を推定する計算式を求めた。これは、防災情報として有用な中率をもつ。

以上の調査結果は、よりきめの細かい防災情報の発表の中で活用されるものと考えられる。

## 謝 辞

本研究は、仙台管区気象台及び管内各地方気象台が昭和58~60年度に実施した地方共同研究「東北地方の短時間強雨の研究」で収集された山がけ崩れ害被害データを用いて行ったものである。研究を進めるに際して、仙台管区気象台プロジェクトチームの御協力を得た。また、本稿作成にあたって、気象研究所物理気象研究部の松尾敬世第一研究室長および気象庁予報部予報課の新関鏡三予報官、牧原康隆予報官、桜井邦雄防災気象官、吉永泰祐防災係長、北島尚子技官に問題点を指摘していただいた。厚く感謝する。

## 文 献

- 青木佑久, 1978: 著しい洪水災害をもたらした降雨の特徴. 国立防災科学技術センター研究報告, 20, 1-16.
- 今門宗夫, 1980: 九州における集中豪雨と災害に関する研究(第4報)——集中豪雨による斜面崩壊の解析——. 気象庁研究時報, 32, 79-88.
- 気象庁予報部, 1962: 注意報・警報基準作成方針について. 予報課技術資料, 2, 1-27.
- 気象庁, 1974: 異常気象報告業務・気象災害調査指針, 211 p.
- 気象庁, 1986: 気象災害の統計(1971-1984). 気象庁観測技術資料, 50, 151 p.
- 国土庁編, 1986: 防災白書(昭和61年版). 大蔵省印刷局, 363 p.
- 水野 量, 1985: 台風8218号による東北地方の山がけ崩れと降水特性との対応性. 天気, 32, 573-580.
- 水野 量, 1987: 東北地方における浸水害の統計分析. 気象庁研究時報, 39, 121-131, 印刷予定.
- 仙台管区気象台予報課, 1978: 宮城県の大雨注警報基準. 東北技術だより, 91, 55-73.
- 仙台管区気象台, 1986: 東北地方の短時間強雨の研究, 91-105.