

論文

1994年から1998年に福岡市ならびに北九州市で発生した豪雨災害の気象学的特徴

鈴木 賢士*・早川 誠而*

Meteorological Characteristics of Torrential Rainfall Disasters occurred in Fukuoka and Kitakyushu from 1994 through 1998

Kenji SUZUKI* and Seiji HAYAKAWA*

Abstract

One of important points concerning the understanding of the torrential rainfall disaster is to know the rainfall pattern in each specific area. In this study, torrential rainfall disasters, occurred in Fukuoka and Kitakyushu from 1994 through 1998, are analyzed with the purpose of investigating the relation of the disaster distribution to the rainfall patterns and the rainfall distributions of the small areas. The torrential rainfall events are classified by the synoptic-scale rainfall pattern; Baiu, Typhoon, and Low and/or Front. It is found that there are clear differences of the disaster distribution between Fukuoka and Kitakyushu in each rainfall patterns. Furthermore, these differences and their closely relating rainfall activities are found even in the smaller scale of wards.

キーワード：豪雨，豪雨災害，福岡，北九州

Key words : torrential rainfall, rainfall disaster, Fukuoka, Kitakyushu,

1. はじめに

多くの災害をもたらす集中豪雨，台風といった特異な気象現象は，近年の天気予報の精度向上にもかかわらず，その予測は大きな課題として残されたままである。根山（1984）¹⁾は中国地方の梅

雨期の豪雨形態と災害の関係を明らかにしているが，近年の社会構造，都市構造の変化に伴い災害の発生形態も変化し複雑になっており，的確な防災対策を樹立するためには，既存の，かつ新しいデータの収集とその分析によって災害の発生形態

* 山口大学農学部生物資源環境科学科
Department of Biological and Environmental Sciences,
Faculty of Agriculture, Yamaguchi University

本論文に対する討論は平成15年2月末日まで受け付ける。

を明らかにしながら今後の複雑化する都市災害に対して備える必要がある^{2),3)}。

災害を引き起こす降水の集中は局所的な現象であり、そのため既存の観測網でとらえることは難しい。しかし、災害の一次的要因である降水特性と災害の関係をより小さなスケールで把握することは、防災対策やその予測にとって重要である。そこで本研究では、九州北部に位置し、ともに九州を代表する大都市である福岡市と北九州市に着目して1994年から1998年の5年間に於いて福岡地方および北九州地方に大雨洪水警報が発令された事例を取り上げ、災害をもたらした降水現象、特に降水をもたらす総観規模の気象要因や、行政区というより小さな空間スケールの降水特性に注目して両市の豪雨災害発生の特徴を明らかにすることを目的に解析を行った。

2. 地理的特徴と解析に使用したデータ

Fig. 1は九州北部の地形図であり、図中の等高線はそれぞれ50 m, 100 m, 300 m, 500 mを示している。福岡県は九州北部に位置し、北に日本海(玄海灘)、西に佐賀県(背振山系)、東は瀬戸内海に接している。県内には目立った高い山は存在していないが、福岡市は西に背振山系、東に宝



Fig. 1 Topographic map of northern Kyushu area. Contour lines indicate 50 m, 100 m, 300 m, and 500 m above the sea level, respectively.

満山系を配し、北から北西に向けて玄海灘に開いた地形をしており、南から南東に向けて平地が狭まっているという特徴を持っている。一方、北九州市は南に平尾山系、西に皿倉山山系を配し、北と東はそれぞれ玄海灘、周防灘に面している。両市は約70 km離れて位置しており、福岡市が人口134万、世帯数60万、北九州市が人口101万、世帯数41万(ともに2000年10月現在)の九州第1位、第2位の大都市である。

本研究で用いた降水量データは、福岡および八幡(北九州)のアメダス降水量、ならびに両市防災課消防局による独自の雨量計ネットワークによる。Fig. 2は、アメダス観測点ならびに両市の雨量計設置場所を示す。福岡市のネットワークは市内消防局、消防署14箇所、一方、北九州市のネットワークは7行政区区役所に雨量計が設置されており、それぞれ1時間雨量が記録されている。1994年から1998年に福岡地方および北九州地方に大雨洪水警報が発令された事例は33例(うち6例は福岡地方のみで発令)、1994年は少雨年であったこともあり2例と少なく、1995年8例、1996年4例、1997年が最も多く12例、1998年が7例であった。このうち2例は北九州市で降水が観測されていない。

豪雨災害データは両市消防局が集計したデータを使用した。災害の分類は困難な面も持ち合わせているが、本研究では被害件数ならびに発生回数を人的被害、住居被害(床上・床下浸水)、非住居被害、道路被害、がけ崩れ被害、河川被害の項目ごとに集計した。これらの被害項目は行政機関によってはさらに詳細な区分をしている場合もあるが、本研究においては福岡市と北九州市の被害状況を比較する上で共通する項目、あるいは被害が重要でその被害件数も多い区分を選択している。

3. 結果および考察

3.1 5年間に発生した豪雨災害について

Fig. 3は、5年間の福岡市ならびに北九州市における災害発生回数と被害件数を被害項目別に示したものである。ここで、災害発生回数とは全33例のうち被害が少なくとも1件以上発生した回数、

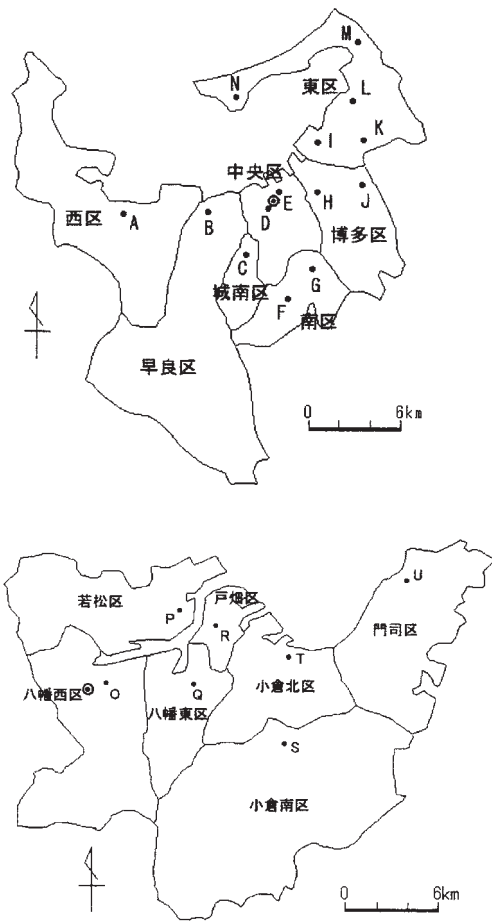


Fig. 2 Location of the rain gauge network in Fukuoka (upper) and Kitakyushu (bottom). A: Nishi Headquarter, B: Sawara Headquarter, C: Jonan Headquarter, D: Chuo Headquarter, E: Head Office, F: Hanahata Branch, G: Minami Headquarter, H: Hakata Headquarter, I: Higashi Headquarter, J: Fukuoka Airport Branch, K: Tatara Branch, L: Kashii Branch, M: Wajiro Branch, N: Saitozaki Branch, O: Yahatanishi Ward Office, P: Wakamatsu Ward Office, Q: Yahatahigashi Ward Office, R: Tobata Ward Office, S: Kokuraminami Ward Office, T: Kokurakita Ward Office, U: Moji Ward Office. Double circles indicate the location of AMeDAS observation sites.

被害件数は報告された被害の件数を示す。両市を比較すると、災害の発生は福岡市で道路被害、河

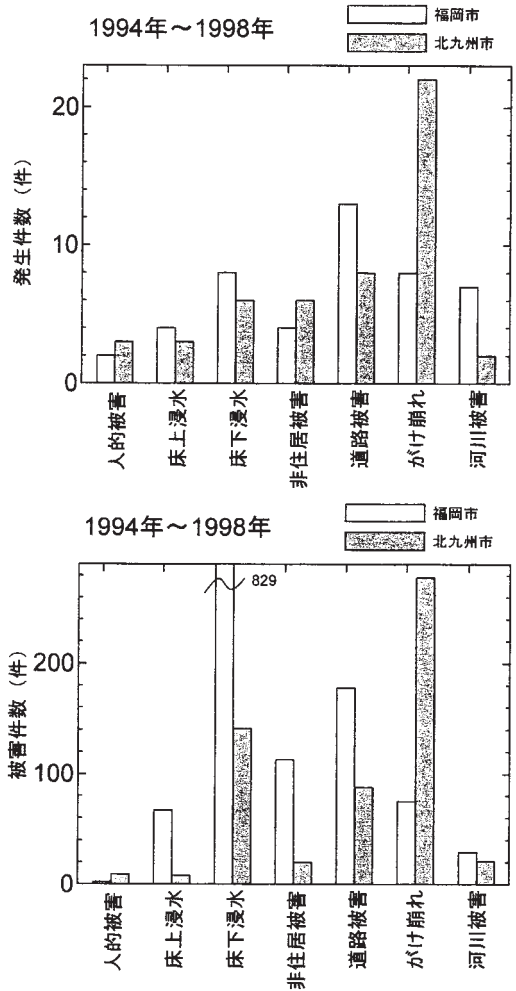


Fig. 3 The number disaster occurrences (upper) and damages (bottom) distinguished into damage categories in Fukuoka (blank) and Kitakyushu (shaded) from 1994 through 1998.

川被害が多く、一方、北九州市でがけ崩れ被害が多くなっている。北九州市においてがけ崩れ発生の頻度が高いのは Fig. 1 に示したように比較的丘陵地や斜面が多いという地形的な特徴が1つの要因である。被害件数については両市で大きく異なり、特に住居被害、非住居被害では福岡市が北九州市を大きく上回っている。床下浸水で福岡市が829件と極端に大きくなっているが、これは1997年7月28日の台風9号の接近に伴う豪雨

によるものが多くを占めており（床上浸水：48件、床下浸水：765件）、1つの災害で多くの被害をもたらした例である。発生頻度に対する被害件数を見ると住居被害（床上・床下浸水）、非住居被害、道路被害の割合が福岡市で大きく、一方、北九州市では人的被害、がけ崩れ被害、河川被害が大きくなっている（Table 1）。

Table 2 は福岡市ならびに北九州市の行政区ごとの災害発生状況を示したものである。福岡市は東区、博多区、中央区、南区、城南区、早良区、西区の7区、北九州市は門司区、小倉北区、小倉南区、戸畑区、八幡東区、八幡西区、若松区の7区である。Table 2に見られるように、区のような小さなスケールでは被害の発生状況が大きく異なっている。福岡市の顕著な特徴は住居被害、非住居被害に見られる。前述のように1997年の台風9

号による影響によるものが大きい、区別で見ると早良区が339件と最も多く、次いで東区が多くなっている。これらの区は市中心部からやや離れた住宅地が多い地域である。対照的に、非住居被害については中央区、博多区が多く、産業の中心地で倉庫や工場の多い地域に多発しており、都市構造が被害状況に顕著に現れている。この特徴は北九州市にも同様に見られ、住居被害は市中心部から離れた八幡西区、小倉南区で多い。また、地形などの地理的影響を受けやすいと考えられるがけ崩れ被害、河川被害、これらと密接に関連して発生すると思われる道路被害については、両市ともに中心部を取り囲むように周辺部に位置する区で高い発生頻度が分布している。北九州市の豪雨災害の特徴であるがけ崩れ被害については、門司区が78件と最も多く、対照的に小倉北区、戸畑

Table 1 Number of damages per a disaster occurrence in Fukuoka and Kitakyushu (1994-1998).

	(件/例)						
	人的被害	床上浸水	床下浸水	非住居被害	道路被害	がけ崩れ	河川被害
福岡市	1.0	16.8	103.6	28.3	13.7	9.4	4.1
北九州市	3.0	2.7	23.5	3.3	11.0	12.6	10.5

Table 2 Number of damages in each wards of Fukuoka (a) and Kitakyushu (b).

(a)福岡市		(件)				
	人的被害	住居被害	非住居被害	道路被害	がけ崩れ被害	河川被害
東区	-	208	2	21	14	4
博多区	-	131	18	28	3	4
中央区	1	78	34	11	3	-
南区	-	9	6	17	11	3
城南区	-	37	4	5	6	2
早良区	-	339	8	19	6	5
西区	2	74	2	18	20	9

(b)北九州市		(件)				
	人的被害	住居被害	非住居被害	道路被害	がけ崩れ被害	河川被害
門司区	-	28	-	40	78	5
小倉北区	2	6	5	-	9	-
小倉南区	4	54	6	12	46	4
戸畑区	-	33	1	7	19	1
八幡東区	-	12	2	-	43	-
八幡西区	3	76	3	21	47	9
若松区	-	21	3	8	34	2

区ではそれぞれ9件, 19件と少なくなっている。また, がけ崩れ被害と同様の傾向が見られるのが道路被害で, 門司区が他の区の2倍から3倍の被害件数となっている。門司区では道路被害ががけ崩れ被害に関連して発生していることが考えられる。一方, 福岡市博多区では道路被害が最も多く発生しているにも関わらず, がけ崩れ被害や河川被害では被害件数が比較的少なく, 道路被害とがけ崩れおよび河川被害との関連性が見られない。また, 全区を比較してみると, 都市中心部に近い福岡市中央区, 城南区, あるいは北九州市小倉北区で豪雨被害の発生が比較的少なくなっている。近年, 都市域における強雨の発生が増加傾向にあるという報告⁴⁾もあり, また, 災害発生の形態も異なってきたと言われている^{5), 6)}。これについては今後更なる詳細な解析が必要であろう。

3.2 福岡市と北九州市の豪雨災害をもたらした降水現象の特徴について

1994年から1998年までの5年間に福岡地方および北九州地方で大洪水警報が発令されたのは, 一般的に西日本で豪雨災害の多い暖候期の4月から10月までに集中している。本研究では豪雨災害と降水現象を気象学的な側面から捉えるために, 豪雨をもたらす総観規模の気象学的要因として梅雨型, 台風型, 低気圧・寒冷前線通過型(その他を含む)に分類し, それぞれの事例について降水現象の特徴を調べた。第1のタイプは梅雨前線に伴う豪雨である。なお, 梅雨明け後の8月でも太平洋高気圧の張り出しが弱く, 停滞性の前線により豪雨がもたらされることがあるが, 気圧配置によると明らかに梅雨と類似していることから, 本研究では梅雨型と分類した。5年間の梅雨期間中の降水量は1994年が150mmと最も少なく, その他の年は400mmから600mmであった(梅雨期間は気象庁発表)。第2のタイプは台風型である。九州をはじめ西日本は1年に数回台風の接近により大雨がもたらされる。台風は大量の雨をもたらすだけでなく, その強風に伴い発生する災害の形態も変わってくる。台風は一般に雨台風, 風台風と呼ばれる特徴を持つが, ここでは

台風接近によるものをすべて台風型とした。また前線が台風接近により刺激され大雨をもたらしている場合もここでは台風型とした。第3のタイプである低気圧・寒冷前線型は, 5年間のうち5月に発生したものがそのほとんどで, また, このタイプには太平洋高気圧周辺の気象不安定による局地的な豪雨も含めた。これは典型的な低気圧・寒冷前線通過とは性質が異なるが, 局地的な小低気圧によるもので比較的短時間の降雨であることからこのタイプに分類した。1994年から1998年までの5年間の発生状況を見ると, 低気圧・寒冷前線型が13例, 梅雨型が11例, 台風型が9例であり, 低気圧・寒冷前線型では春先と夏および秋, 梅雨型では6月から8月, 台風型では8月後半から10月にかけて発生している。Table 3は5年間に発生した豪雨の気象学的な発生要因による分類を示す。梅雨型に比べ低気圧・寒冷前線型による豪雨発生件数が多くなっているのは, 九州南部などの梅雨期に集中豪雨が発生しやすい地域とは異なり, 九州北部地方の特徴であるといえる。

Fig. 4は, 豪雨災害と密接に関連していると思われる総降水量, 1時間最大降水量に注目し, アメダス降水量データをもとにその特徴を福岡市と北九州市について比較したものである。図中の灰色丸は梅雨型, 白丸は台風型, 黒丸は低気圧・寒冷前線型として示している。なお, 参考として1977年から1998年のすべての降雨(事例数1984)についてひと雨ごとの総降水量, 1時間最大降水量を黒点で示し, その回帰直線も示している。「ひと雨」は両市において無降雨が3時間以上続かない降雨として定義している。最大総降水量は1995年7月1日から5日までの396mm(北九州市), 1時間最大降水量は1997年7月28日の96mm/hr(福岡市)が最大となっている。Fig. 4に示すように総降水量については福岡市および北九州市で大きな差はないが, 1時間最大降水量では福岡市の方が北九州市よりも大きくなる傾向がある。つまり, 福岡市の方が強雨が発生しやすいことを意味している。同じ九州北部に位置している両都市であるが, 短時間降雨に大きな違いが見られることはメソスケールの降水雲の組織

Table 3 Classification of heavy rain by the synoptic-scale rainfall pattern.

豪雨発生要因	年月日	気象学的特徴
梅雨型	1995年7月1-5日	梅雨前線の停滞
	1996年6月20-21日	梅雨前線の停滞
	1997年7月7-13日	梅雨前線の停滞
	1997年7月17日	梅雨前線の停滞
	1997年8月5-6日	戻り梅雨・台風が前線を刺激
	1997年8月12-13日	停滞前線・太平洋高気圧の縁・大気不安定
	1998年6月19日	梅雨前線の停滞
	1998年7月16日	梅雨前線の停滞・大気不安定
	1998年7月21日	梅雨前線の停滞
	1998年8月14日	梅雨前線の再南下
1998年8月17日	梅雨前線の再南下	
台風型	1994年10月11-12日	台風29号
	1995年7月22-23日	台風3号
	1995年9月23-24日	台風14号
	1996年7月18-19日	台風6号
	1996年8月13-14日	台風12号
	1997年6月27-28日	台風8号
	1997年7月28日	台風9号の通過後熱低・大気不安定
	1997年8月19日	東シナ海上の台風13号の外側の雲
	1998年10月17日	台風10号
	低気圧・寒冷前線・その他	1994年9月16-17日
1995年5月1日		前線上を低気圧が通過
1995年5月14日		低気圧の通過
1995年8月10日		寒冷前線の通過・大気不安定
1995年8月15日		大気不安定
1995年8月21日		寒冷前線の通過・大気不安定
1996年5月22日		低気圧の通過
1997年5月8日		発達した低気圧の通過（メイストーム）
1997年5月13-14日		低気圧・寒冷前線の通過
1997年8月1日		太平洋高気圧の縁・大気不安定
1997年9月6-7日		秋雨前線上を低気圧が通過
1997年9月14-15日		大気不安定・雹害
1998年5月11-12日		低気圧の通過

化・発達過程という気象学的な見地からも非常に興味深い結果である。また、降水タイプ別で見ると、総降水量では梅雨型の数例を除いてタイプによる相違は見られないが、1時間最大降水量では梅雨型および低気圧・寒冷前線型で降水量が大きくなる傾向がある。一般に低気圧・寒冷前線型では前線の通過とともに短時間に集中した降雨が見られ、梅雨型では前線の停滞時に南からの湿った空気が流れ込み集中豪雨になることがある。福岡市の方がこのような短時間に集中した降雨が発生しやすいということは、福岡市と北九州市が位置する地理的な要因が大きく影響しているものと考えられる。Fig. 1 に示したように、福岡市は北西に開き南東に狭まる地形をしており、北西からの寒冷前線の通過に伴う収束場の形成が降雨を強め

られている可能性や、南西からの暖湿気流の流入が福岡市に豪雨をもたらしやすいとしている^{7),8)}可能性が考えられる。

3.3 異なる気象学的要因による降水現象と豪雨災害発生の特徴について

Fig. 5 は、前章で分類した気象学的な豪雨発生要因別にみた福岡市ならびに北九州市における1994年から1998年までの災害発生状況である。タイプ別に見ると梅雨型で最も被害件数が多く、次いで台風型となっている。これらはよく知られている西日本の豪雨災害の特徴であるが、低気圧・寒冷前線型でも被害が発生している。特に、北九州市の床上浸水被害では、梅雨型による被害よりも低気圧・寒冷前線型による被害数の方が大きく

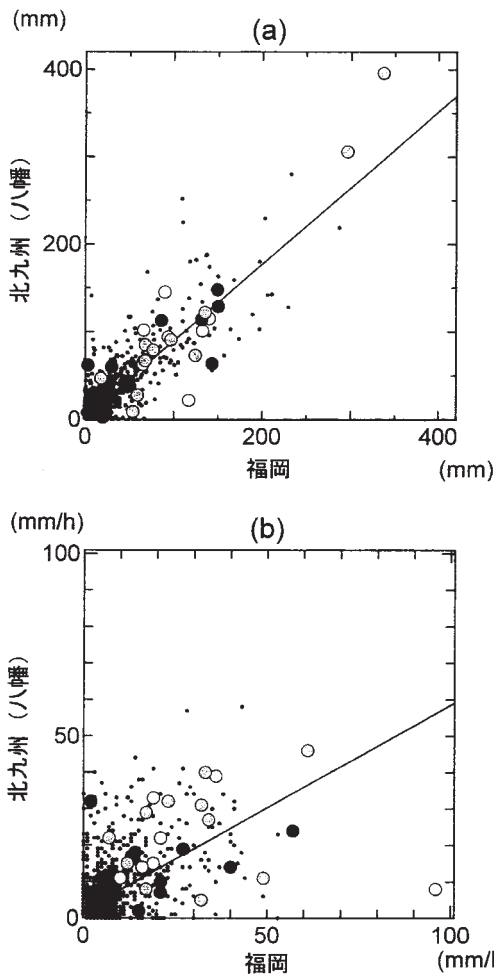


Fig. 4 Total rainfall amount (a) and maximum rainfall intensity (b) compared between Fukuoka and Kitakyushu in each rain event. Small dots indicate rain events occurred in the warm season from 1977 through 1998. Gray, white, and black dots indicate Baiu type, Typhoon type, and Low / front type, respectively, which are analyzed in this study.

なっている。また、梅雨型では、がけ崩れ被害を除いては両市で大きな違いは見られないが、福岡の特徴である非住居被害が目立っている。台風型については、福岡市、北九州市でその被害件数は大きく異なっており、北九州で人的被害を除いてすべて福岡の方が多くなっている。これは前述のように1997年の台風9号による被害が大きく影

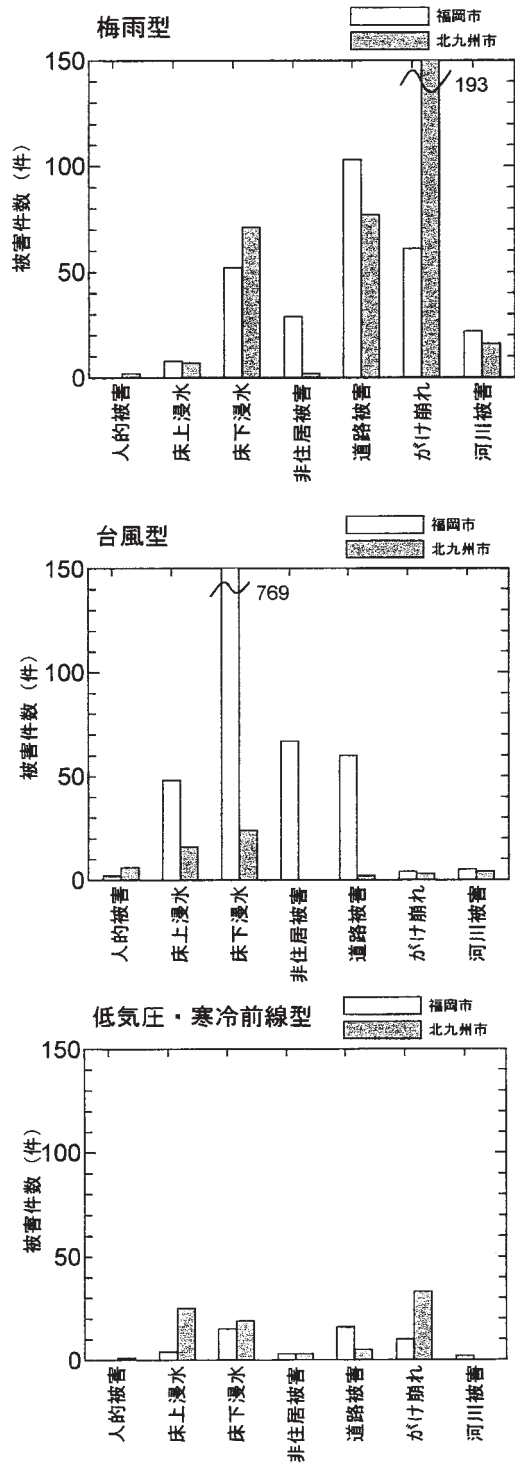


Fig. 5 Number of damages classified by rainfall types in Fukuoka and Kitakyushu.

響しているものと考えられる。低気圧・寒冷前線型では北九州市が住居被害（床上・床下浸水）が多くなっているのに対し、福岡は道路被害、河川被害が多くなっている。

被害項目別に見ると、がけ崩れ被害は梅雨型および低気圧・寒冷前線型で多くなっているが、台風型ではほとんど発生していない。一方、道路被害はがけ崩れに伴って発生するものが多いと考えられるが、がけ崩れがほとんど発生していない台風型でも多くの道路被害が発生している。これらはもちろん台風の規模や進路、その特徴により異なるが、今後それぞれの被害の発生形態を詳細に調べる必要がある。河川被害は、短時間に集中する降雨だけでなく長期的な降雨や上流域の降雨にも関連するが、梅雨型で多く発生する傾向にある。

3.4 より小さなスケールの降水現象とそれによる豪雨災害発生の特徴について

豪雨災害発生メカニズムの理解には、集中豪雨の水平スケールが数 km から数 10 km であることから、より小さなスケールでの豪雨災害発生と降水現象の関わりを知る必要がある。ここでは、区という単位で発生した豪雨災害とそれをもたらした降水現象の特徴について、両市消防局が展開している雨量計ネットワークのデータを用いて調べた。

(1) 行政区ごとの降水の特徴

Table 4 は福岡市、北九州市の行政区における降水現象を総降水量、1時間最大降水量、降水継続時間について、市平均値からの差を百分率で表

したものである。+は平均よりも多く、-は平均よりも少ないことを意味している。1995年については福岡市の雨量計ネットワークデータがないため考慮していない。両市を比較すると、福岡市の方が区による降水特性のばらつきが大きい。総降水量については、福岡市で東区、博多区、北九州市では八幡東区で大きくなる傾向がある。一方、1時間最大降水量では、福岡市で事例によってばらつきが大きいものの東区、早良区で大きく、北九州市では八幡東区、若松区で大きい。総降水量と1時間最大降水量には類似した分布が見られるが、早良区や八幡西区のように総降水量は少ないが1時間最大降水量が多い、つまり短時間雨量が多くなる傾向を持つ区や、門司区のように総降水量は多いが1時間最大降水量が少なくなる傾向をもつ区もある。降水継続時間については、北九州市で区によるばらつきが小さいのに対して、福岡市で大きくなっている。この降水継続時間は、データの時間分解能が1時間であるため、組織化した降水セルの寿命などを考慮しても各区であまり大きな差が現れないと思われるが、この結果に見られるように、区によっては平均的に見て降雨が長く続く場合があるということは注目すべき結果である。このように区によってはひと雨で総降水量で80 mm程度、1時間最大降水量で30～40 mmの降雨の差が生じることもある。豪雨災害を考える時に重要な要素の1つである降雨についてこのような局地的なばらつきがあるということは、豪雨災害対策やその予測という立場からもより小さなスケールでの降雨分布をより正確に把握する

Table 4 Differences (%) from the average of rainfall characteristics in Fukuoka (a) and Kitakyushu (b).

(a)福岡市							(%)
	東区	博多区	中央区	南区	城南区	早良区	西区
総降水量	6.2	11.7	3.0	1.9	-12.7	-2.4	-7.6
1時間最大降水量	5.5	0.6	0.5	1.0	-1.7	9.4	-15.3
降水継続時間	0.2	8.7	10.8	-5.5	-17.5	-0.4	3.7
(b)北九州市							(%)
	門司区	小倉北区	小倉南区	若松区	八幡東区	八幡西区	戸畑区
総降水量	2.7	-6.9	-9.5	2.5	11.0	-2.3	2.5
1時間最大降水量	-1.8	-9.8	-15.3	7.6	8.4	4.0	3.1
降水継続時間	1.2	-1.5	-2.4	0.8	4.6	-3.4	0.8

必要性を示唆している。

(2) 行政区ごとの被害発生時の降水の特徴

Fig. 6 および Fig. 7 は、福岡市、北九州市それぞれで発生したがけ崩れ被害、道路被害、床下浸水被害、河川被害について行政区ごとの発生状況とそれをもたらした降水現象の特徴をまとめたものである。これら4つの被害項目は5年間の発生回数が比較的多いことから選択された。図では、5年間に少なくとも1件以上発生した被害において、それをもたらした降水現象の総降水量、1時間最大降水量、降水継続時間の平均値を示している。どの被害項目についても総降水量、降水継続時間では北九州市よりも福岡市の方がより小さな値となっている。1時間最大降水量については道路被害、河川被害で、同様に福岡市で小さくなる傾向がある。これは少ない雨量、短い降水時間で被害が発生することを意味しており、福岡市の方が北九州市よりも災害発生危険度が高いといえるかもしれない。

被害が発生する時の気象学的な降水の特徴は区によって、また、被害によって大きく異なっている。Table 2 で示した被害発生分布と比較すると、がけ崩れ被害では、両市ともに被害発生の多い地域が必ずしも降雨が多く、かつ集中した地域ではない。また、北九州市における道路被害に注目すると、被害件数の多い門司区、八幡西区で降水量、時間雨量ともに小さくなっている。北九州市においては道路被害の発生数が多い地域と降水量が少ない地域が一致しているのに対し、このような関係は福岡市では見られない。福岡市における床下浸水では、東区、早良区といった降水量が多く、降水時間も比較的長い地域で、被害発生が多くなる傾向にある。これは、被害の発生しやすさは他区と比べて低い、一旦被害が発生すると被害件数が他区より大きくなることを意味している。河川被害では、両市に共通した傾向として、西区、八幡西区で降水時間が短いわりに発生被害数が多いという特徴が見られる。また、すべての被害項目に共通する特徴として、福岡市の中心部である中央区ではすべての災害において他の区に比べ降水継続時間が短くなる傾向がある。これは、都市

域における対流性強雨の増加を示すものかもしれないが、今後のデータの継続的な収集とさらなる解析が必要であろう。また、区に注目してみると、例えば戸畑区のように、道路被害では他区と比べ総降水量、1時間最大降水量ともに高い値、つまり相対的に低い災害発生危険度を示しているのに対し、床下浸水では逆の傾向を示している。このように被害発生状況と降水特性には各区によって明確な違いや特徴が見られる。

(3) 行政区ごとの被害件数と降水の関係

Fig. 8 および Fig. 9 は、各区で観測された降雨の特徴である1回の降雨についての総降水量、1時間最大降水量、降水継続時間とがけ崩れ被害、床下浸水被害、道路被害、河川被害それぞれの件数の関係を示したものである。

がけ崩れ被害については、福岡市でばらつきが大きくなっているが、総降水量で100~200 mmのところでは被害件数の分布が集中している。一方、北九州市では総降水量、1時間最大降水量および降水継続時間である値以上になると発生件数が急激に増える傾向にあり、それぞれの高い被害件数が集中する300 mm、40 mm/hr、30~35時間という値ががけ崩れ災害発生のメカニズムを理解する上での1つの指標になるかもしれない。道路被害では、福岡市で雨量が大きくなるにつれ被害件数が大きくなる傾向がある。降水継続時間についてはばらつきが大きい、1時間最大降水量においては南区、西区を除き各区の雨量が直線で近似でき、その傾きが区によって異なっている。特に、博多区でその傾きが大きく、道路被害の発生しやすさを示している。一方、北九州市では、がけ崩れ被害と非常に近い分布をしている。これはTable 2の被害分布からもわかるように、北九州市において道路被害とがけ崩れ被害の発生メカニズムが密接に関連していることを示唆している。床下浸水被害については、福岡市で総降水量が120 mmのところでは被害件数の集中が見られるが、1時間最大降水量では雨量が大きくなるにつれ被害件数が大きくなる傾向があり、その降水継続時間は数時間と非常に短くなっている。これは短時間降雨が被害発生に大きく関与していることを示し

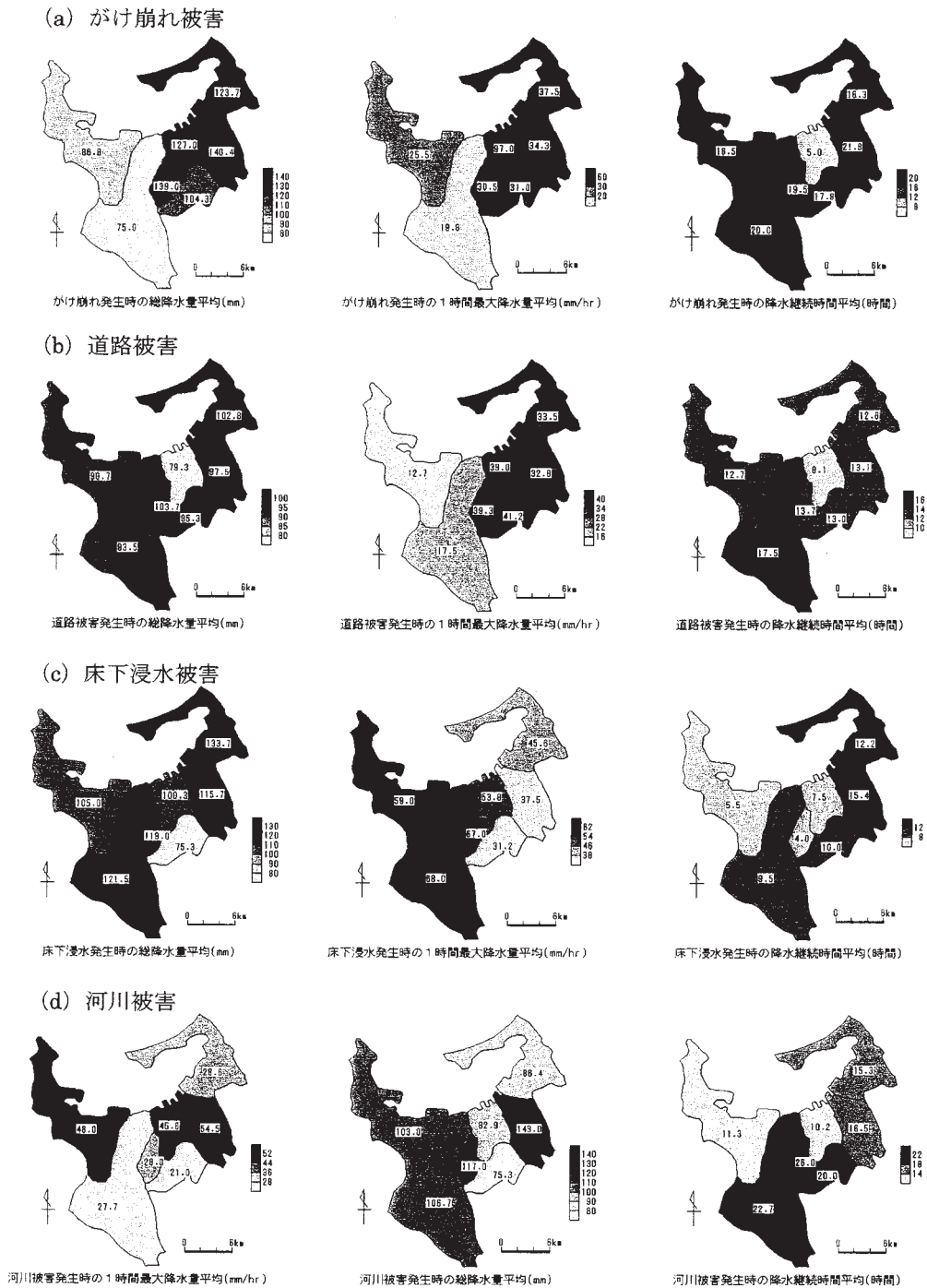


Fig. 6 Relationship between rainfall characteristics and damages in Fukuoka. (a) Landslide, (b) Road damage, (c) Flood below floor level, and (d) River damage.

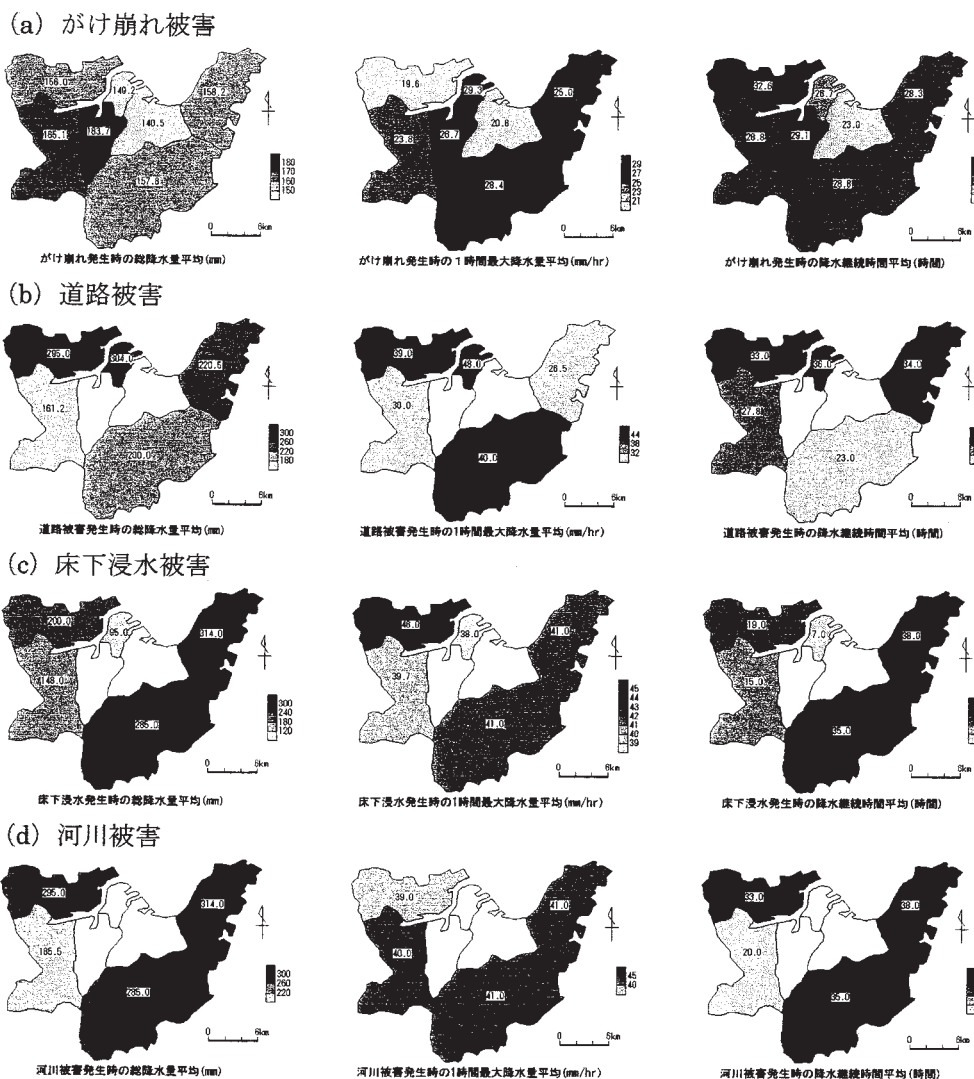


Fig. 7 Relationship between rainfall characteristic and damages in Kitakyushu. Same as in Fig.6.

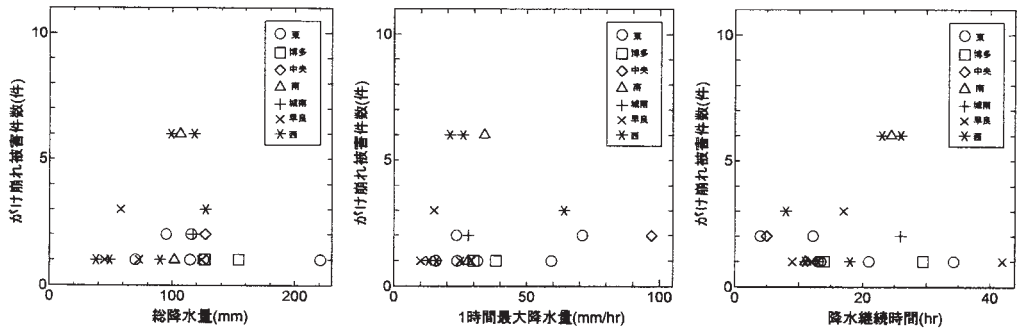
ている。それに比べ北九州市では、1時間最大降水量で40 mm/hr付近に分布の集中が見られるもの、総降水量と降水継続時間でそれぞれ100 mmと300 mm および5時間と40時間という分布の2つの集中が見られ、福岡市とは異なる分布をしていることから異なる被害発生メカニズムが示唆される。北九州市では河川被害とともに床下浸水被害のデータ数が少ないが、一方、福岡市の河川被害では、ばらつきが大きいものの、その

分布はむしろがけ崩れ被害の分布によく似ている。河川被害とがけ崩れ被害の発生メカニズムは一般に異なるものであるが、これは福岡市の特徴の1つなのかもしれない。

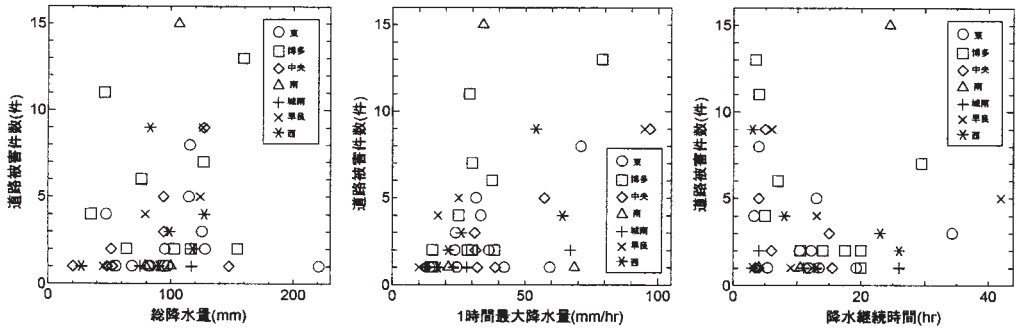
4. まとめ

豪雨災害とそれをもたらす降水現象に注目し、豪雨災害の地域性やその発生メカニズムの気象学的見地からの理解を目的として、1994年から

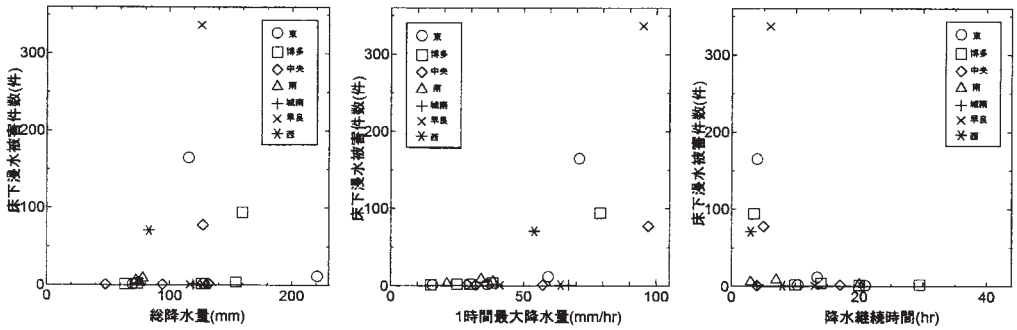
(a) かけ崩れ被害



(b) 道路被害



(c) 床下浸水被害



(d) 河川被害

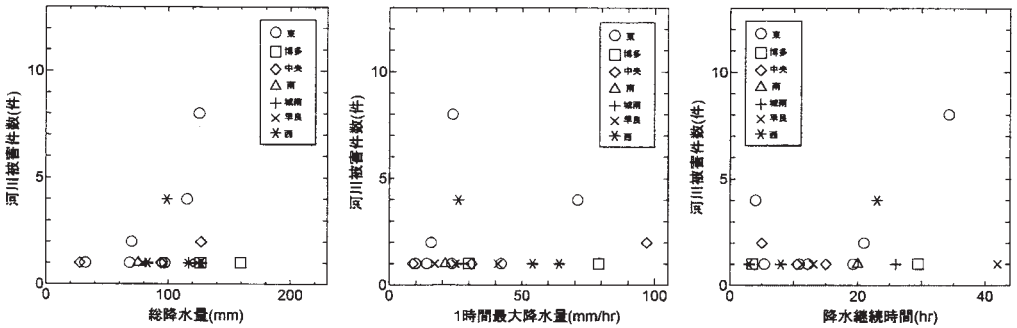
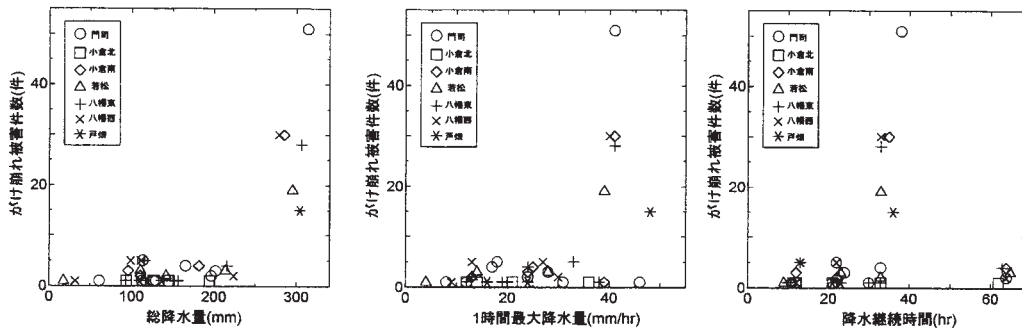
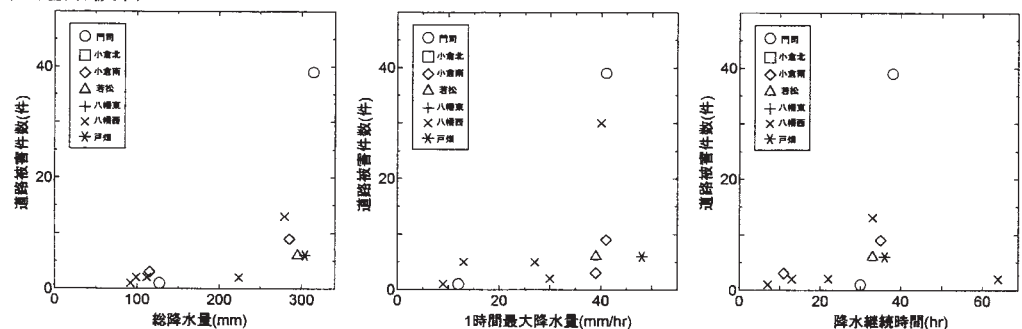


Fig. 8 Relationship between rainfall characteristics and damages in Fukuoka; (a) Landslide, (b) Road damage, (c) Flood below floor level, and (d) River damage.

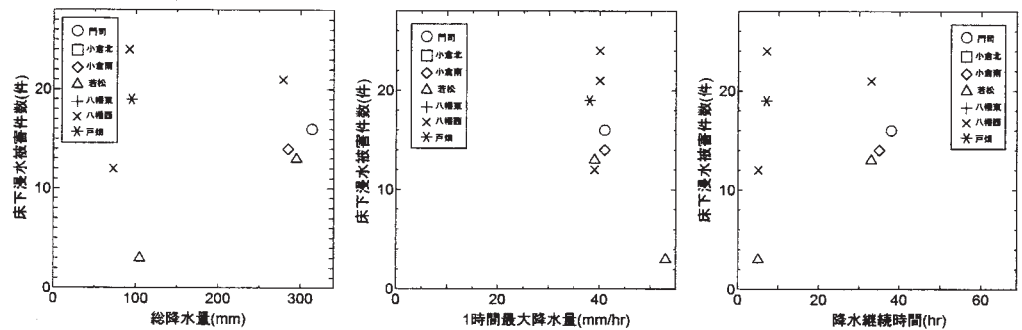
(a) がけ崩れ被害



(b) 道路被害



(c) 床下浸水被害



(d) 河川被害

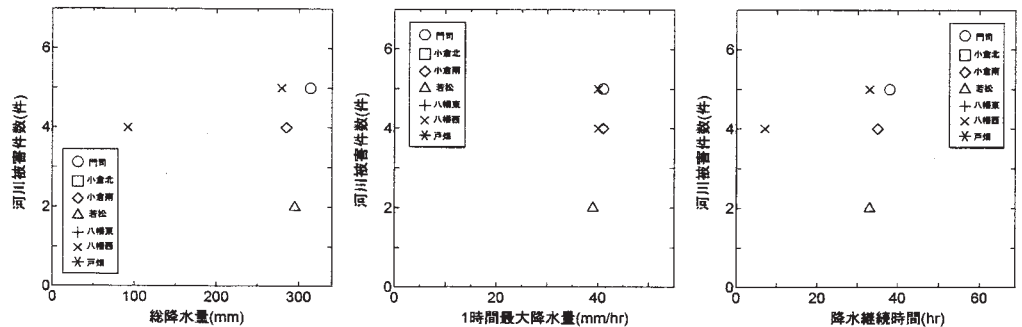


Fig. 9 Relationship between rainfall characteristic and damages in Kitakyushu. Same as in Fig.8.

1998年に福岡地方および北九州地方で大雨洪水警報が発令された事例について福岡市と北九州市における豪雨災害を調べた。

福岡市と北九州市では同じ九州北部に位置する大都市であるにもかかわらず、その豪雨災害の発生状況は大きく異なっていた。また、豪雨災害をもたらす降水現象については、福岡市の方が北九州市に比べ、強雨が降りやすい傾向があり、また、同じ都市でもより区という小さな空間スケールの降水分布は大きく異なっていた。

豪雨発生を総観規模の気象学的な要因別に梅雨型、台風型、低気圧・寒冷前線型に分類し、その災害発生状況を調べた。豪雨タイプにより両市で違いがみられ、低気圧・寒冷前線通過によるものでは北九州市で住居被害が多いのに対し、福岡市では道路、河川被害が、梅雨タイプでは福岡市の非住居被害が顕著であった。台風タイプについては、北九州市で人的被害、家屋半壊被害数が多くなっているほかはすべて福岡市の方が被害が大きくなっていた。このように、豪雨をもたらす気象学的な要因によって発生する災害の種類や規模に相違が見られ、また、これらは都市によっても異なっていた。

さらに、集中豪雨の持つ特有の時間空間スケールを考慮し、両市の各行政区の降雨データをもとに豪雨災害について調べたところ、区ごとの降水特性と被害発生状況は、被害項目によって、また、都市によって大きく異なっていた。また、都市中心部で短時間降雨による災害発生が顕著であるなどの特徴も明らかになった。さらに、福岡市における道路被害のように被害数と雨量が直線的に変化していることや、北九州市のがけ崩れ被害のように降水の特徴を示すある値で被害件数の集中が見られることなど、限られたデータからではあるが、将来の豪雨災害予測とその防止に向けて1つの指標となるかもしれないそれぞれの都市特有とも言える降水と被害発生の関係が明らかになった。

今回のデータ解析では対象を5年間としたため豪雨発生回数、被害件数ともに少なく、将来の防災対策やその予測に対して十分な結果であるとは言いがたい。しかし、気象学的な見地からの豪雨

タイプの分類や、より小さな空間スケールでの降水特性の把握、ならびに同じような規模の都市どうしの豪雨災害状況の比較は、今後の継続的なデータの蓄積によって、将来の防災やその予測に対して重要な情報を与え得るものであると期待される。また、今回の結果は、豪雨災害がどこで発生しやすいかをより詳細に知るためにはより密な雨量計のネットワークによる広域かつ詳細な降雨分布の把握の必要性を強く再認識させるものとなった。

謝 辞

本研究にあたり、福岡市および北九州市消防局に豪雨災害データならびに被害データのご提供をいただいた。ここに、厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 根山芳春、中国地方における梅雨期の豪雨形態と災害の関係、天気、Vol. 31, No. 10, pp.633~637, 1984.
- 2) 張 繼権・早川誠而、山口県における豪雨災害危険度の評価と危険地域の区分に関する研究、自然災害科学、Vol. 16, No. 4, pp.277-291, 1998.
- 3) 早川誠而・鈴木賢士・山本晴彦・張 繼権、気象学的側面から見た最近の豪雨災害、地盤工学会誌、Vol. 49, No. 1, pp. 1-4, 2001.
- 4) Yonetani: Increase in number of days with heavy precipitation in Tokyo urban area, J. Appl. Meteor., Vol. 21, pp.1466-1471, 1982.
- 5) 角屋 睦、都市化と洪水、天気、Vol. 33, No. 3, pp.91-94, 1986.
- 6) 福岡捷二、洪水災害について、自然災害科学、特別号, pp 41-49, 2002.
- 7) 早川誠而・鈴木義則・前田 宏・元田雄二郎、1983年9月6日の福岡市における豪雨の特徴(1) —アメダス資料を主とした解析、天気、Vol. 36, No. 3, pp.121-126, 1989.
- 8) 早川誠而・鈴木義則・前田 宏・元田雄二郎、1983年9月6日の福岡市における豪雨の特徴(2) —レーダエコーを主とした解析、天気、Vol. 36, No. 3, pp.127-133, 1989.

(投稿受理：平成14年1月28日
訂正稿受理：平成14年9月12日)