

平成 22 年 7 月 5 日石神井川豪雨における MP レーダを活用した水防活動

吉井 護*・三隅良平*・加藤 敦*・前坂 剛*

Advanced Disaster Operation of the Tokyo Fire Department during Localized Severe Rainfall in Northern Tokyo on 5 July 2010

Mamoru YOSHII, Ryohei MISUMI, Atsushi KATO, and Takeshi MAESAKA

**Storm, Flood and Landslide Research Unit,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan
yoshii@bosai.go.jp*

Abstract

Flood-prevention activity using X-band multi-parameter radars (MP radars) is reported for a flooding disaster that occurred in northern Tokyo on 5 July 2010. The National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention has been forwarding MP radar data in real-time to the Tokyo Fire Department since 2009, which is then viewed on personal computers to monitor the development of sudden heavy rainfall events, track approaching typhoons, and respond to warnings of thunder or heavy rain. The data include time series of accumulated rainfall and the intensity of precipitation at arbitrary points, the history of observation data for the past 30 minutes, and the observation records of previous severe disasters. The Tokyo Fire Department makes use of this information in guiding its flood-prevention activity. In the present report, we describe how the Tokyo Fire Department acted in response to a severe flood on 5 July 2010, especially with regard to decisions made based on MP radar data, and we discuss the advantages and limitations of such data in terms of flood-prevention activities.

Key words : Multi-parameter radar, Advanced flood disaster operation, Localized rainfall, Shakugii river

1. はじめに

近年、気候変動に伴う局地的豪雨や都市化の進展により、都市型水害が多発し社会問題となっている。平成 20 年 8 月 5 日に豊島区雑司が谷で発生した豪雨では (Kato and Maki, 2009)、局所的豪雨の発生により下水道作業員が 5 名流されるという、悲惨な災害が発生した。この事例以外にも、全国各地で局所的豪雨による災害が多数発生している (例えば、Fujita *et al.*, 2008)。局所的豪雨に対する水防の問題点として、従来の雨量計観測のみでは降雨状況をリアルタイムで十分に把握することが難しく、迅速に水防活動の態勢を整えることが困難なことが上げられる。

防災科学技術研究所 (以下、防災科研) が開発した X バンドマルチパラメータレーダ (以下、MP レーダ) の登場でレーダ雨量の観測精度は飛躍的に向上した (例えば、Kato and Maki, 2009; Kato *et al.*, 2011)。MP レーダは、水平偏波

と垂直偏波を用いることで、従来の気象レーダより素早く正確に詳細な雨量を求めることができる。このレーダ情報を水防の機関が監視すれば迅速な水防活動が可能になると考えられる。

防災科研を中核とした研究グループは科学技術戦略推進費による研究「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」を推進している。本研究には、東京消防庁も社会実験機関として参画している。東京消防庁と防災科研は、平成 21 年に風水害に関する防災情報を相互に収集するための覚書を締結し、MP レーダ情報が東京消防庁へ試験的に配信されている。東京消防庁では、平成 21 年から MP レーダ情報を試験的に実際の水防活動に活用している。

平成 22 年 7 月 5 日午後 5 時頃から午後 9 時頃にかけての東京都北部を中心とする豪雨では、東京都板橋区で時間最大雨量 107 mm を記録するなど局地的豪雨となり、練馬区や板橋区、北区などを中心に、各地で局地的な道路

* 独立行政法人 防災科学技術研究所 観測・予測研究領域 水・土砂防災研究ユニット

冠水や浸水被害が発生した。北区堀船周辺においては石神井川が氾濫し、倉庫・家屋が浸水するとともに、道路冠水により多くの乗用車やトラックが水没した。付近にあった倉庫では、従業員約 90 人が一時倉庫内で孤立した。

本報告では、7 月 5 日に発生した東京都北部の災害を対象として、救助等現場活動にかかわった東京消防庁の活動を中心に、被害状況を報告するとともに、試験的に導入した MP レーダ情報の有効性を論ずる。論文の構成としては以下のとおりである。まず、2 章で平成 22 年 7 月 5 日大雨の概要、3 章で東京消防庁と MP レーダの導入状況について述べ、4 章で MP レーダを活用した実際の水防活動とその結果、5 章で MP レーダ活用に関するアンケート結果について論じ、6 章を全体のまとめとした。

2. 平成 22 年 7 月 5 日大雨の概要

平成 22 年 7 月 5 日大雨について、被害の多かった石神井川流域の概要は 2.1 で、豪雨の概要は 2.2 で、防災科研における現地調査結果は 2.3 で述べる。

2.1 石神井川流域の概要

石神井川は、東京都中北部にある小平市内の小金井ゴルフ場付近に源を発し、東京都北部をほぼ一直線に東へ流れ、JR 京浜東北線王子駅の東側で隅田川に合流する一級河川である(図 1)。流域面積は 61.6 km²、幹線流路延長は 25.2 km であり、東京都の都市河川としては比較的規模の大きい河川である。



図 1 石神井川流域概要図(東京都(2006))

Fig. 1 Map of the Shakuji River basin.

石神井川の流路は、上流から小平市、西東京市、練馬区を経て、三宝寺池、豊島園などからの湧水を加えながら武蔵野台地を貫流して板橋区まで至り、石神井川の最も大きい支川である田柄川(現在は下水道幹線)が流れ込む。この後、台地部の東端で溪谷状になって北区に入り、低地帯である京浜東北線王子駅の東側を流れ、隅田川に合流している。流域は下流部の沖積低地帯を除き、武蔵野台地と呼ばれる洪積層上に形成されており、流域の高低差は約 85 m、平均河床勾配は約 1/340 である。

昭和 30 年～40 年代にかけて市街化が進み、現在では流域の約 90 % が市街化されている状況である(図 2)。昭和 30 年には 40 % にも満たなかった市街化面積率が、昭和 40 年には 80 % 近くに達し、10 年間で約 2 倍になるといふ急激な変化が起きている。現在の石神井川は、流域内の人口が多い都市河川となっている。

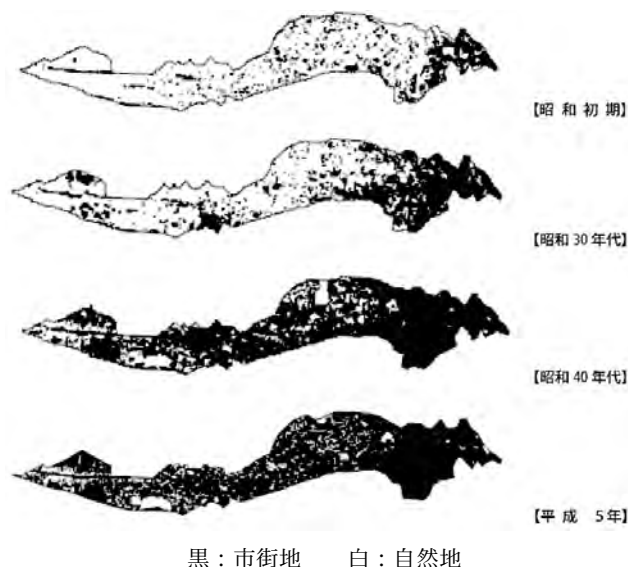


図 2 石神井川流域における昭和初期～現在の市街地の分布と変遷(東京都(2006))

Fig. 2 Progressive development of urban areas in the Shakuji River basin since the early Showa period.

表 1 は、7 月 5 日に主な被害があった板橋区、北区、および練馬区の人口および面積について示した。

表 1 板橋、北、練馬区の人口および面積
Table 1 Population and areal size of the Itabashi, Kita, and Nerima wards.

	板橋区	北区	練馬区
人口(人)	537,148	334,561	714,742
面積(km ²)	37.17	20.59	48.16

(推計人口；2010 年 7 月 1 日現在)

石神井川流域では、表 2 に示すとおり、水害が頻発している。石神井川は昭和 33 年 9 月の狩野川台風、昭和 41 年 6 月台風 4 号など台風による被害のほか、集中豪雨による被害が多い。特に近年、平成 17 年 9 月 4 日の集中豪雨による水害に見られるような中上流部にあたる武蔵野台地上での水害も多発している。これを機に 1 時間 50 mm 程度の降雨に対応する工事を開始し、現在も実施中である。下流部飛鳥山トンネルから練馬区の山下橋付近までは整備が完了しているが、それより上流部分は整備が未了である(東京都総合治水対策協議会(2009))。

表 2 石神井川の主な水害(東京都総合治水対策協議会 (2009))

Table 2 Historical record of flooding of the Shakuji River.

年月日	洪水要因	浸水面積 (ha)	被害棟数		降雨記録		
			床下 (棟)	床上 (棟)	観測所名	日雨量 (mm)	時間最大雨量 (mm)
昭和 33 年 9 月 26 日	狩野川台風	21,103.00		464,030	東京	371.9	76.0
昭和 41 年 6 月 28 日	台風 4 号	309.40		8,213	中野	175.5	30.0
昭和 49 年 7 月 20 日	集中豪雨	48.40	1,449	84	練馬	91.0	31.0
昭和 49 年 8 月 1 日	集中豪雨	2.60	500	56	練馬	4.5	2.0
昭和 49 年 9 月 9 日	台風 18 号	42.40	863	51	練馬	71.5	22.5
昭和 50 年 10 月 5 日	台風 13 号	15.10	882	72	石神井	82.5	32.0
昭和 51 年 9 月 9 日	台風 17 号	110.50	1,800	1,398	石神井	206.5	43.0
昭和 52 年 8 月 17 日	集中豪雨	31.00	728	94	石神井	30.0	9.0
昭和 53 年 4 月 6 日	集中豪雨	19.90	127	522	石神井	68.0	27.0
昭和 57 年 9 月 12 日	台風 18 号	19.20	658	516	石神井	177.0	58.0
昭和 62 年 7 月 31 日	集中豪雨	21.35	707	222	練馬	47.0	47.0
平成元年 8 月 1 日	集中豪雨	7.37	454	179	練馬	175.0	58.0
平成 17 年 9 月 4 日	集中豪雨	15.82	457	464	石神井	242.0	109.0

(注) 狩野川台風の浸水面積、被害棟数は都全体。昭和 49 年以降は、石神井川流域において 500 棟以上の浸水被害のあったものを表示

2.2 豪雨の概要

平成 22 年 7 月 5 日、関東地方に暖かく湿った空気が流れ込み大気の状態が不安定になり、関東地方を中心に局地的大雨となった。特に、午後 5 時頃から午後 9 時頃にかけて、東京都北部から埼玉県南部の地域に局地的な非常に激しい雨が降った。東京都板橋区の雨量計では、午後 8 時 30 分までの 1 時間に 107 mm を観測するなど記録的豪雨となった。石神井川に沿い降雨強度 100 mm/h を超える猛烈な雨が降り、中流域の多いところでは水位が 7 m に達して多量の流量があった。

東京消防庁の記録(東京消防庁ホームページ:広報テーマ平成 23 年 5 月号)によれば、東京消防庁管内において床上浸水 226 件、床下浸水 278 件、地下階浸水 19 件、道路冠水 34 件、がけ崩れ 2 件、越水 4 件の大きな被害が発生した。特に、練馬区や板橋区、北区などで、道路冠水や浸水被害が多発した。

北区堀船地区では石神井川の水が溢れ、倉庫・家屋が浸水するとともに、道路幹線が一時通行止めとなった。付近にあった倉庫では、従業員約 90 人が一時倉庫内で孤立した。

図 3 に石神井川中流部の雨量(上流から石神井・練馬出張所・板橋区)と水位(上流から神路橋、宮宿橋、大谷口、加賀橋)の時系列を示す。雨量計・水位計の設置位置については図 4 に示す。図 3、図 4 によれば、降雨域は上流域(西)から下流域(東)へ移動していることが読み取れる。これは強い降雨域が西から東へ移動していたこと(4 章参照)に対応する。雨の強さについては、雨量計がピーク位置からずれていた可能性もあるため、上流と下流の雨量を雨量計から比較することは難しいが、板橋雨量計付近に午後 8 時前後にかなり激しい豪雨が生じたことは、観測記録が示している。水位については、図から上流部分から順次水位上昇が起きていることや、下流に行くほど水位上昇が大きいことがわかる。特に加賀橋においては 10 分間に 326 cm もの急上昇を起している。また、雨量と水位の関係をもてみると板橋の雨量計の値が大きくなった直後に、大谷口や加賀橋の水位が急上昇している。この

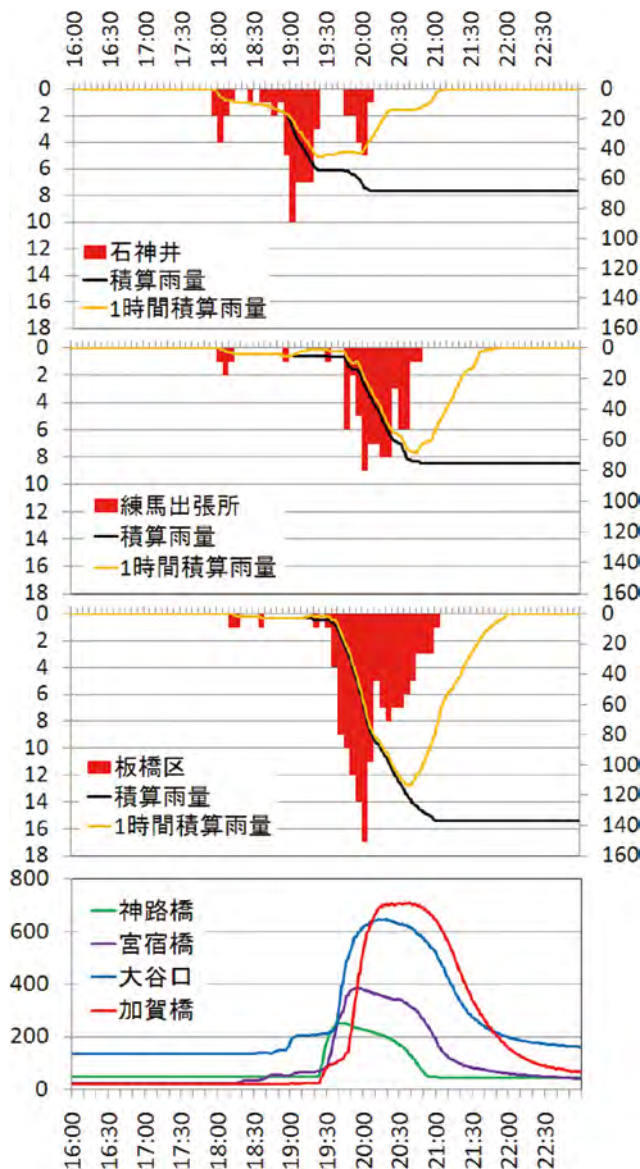


図 3 石神井、練馬、板橋の 5 分間雨量と神路橋、宮宿橋、大谷口、加賀橋の水位

Fig. 3 Records of rainfall at Shakuji, Nerima, and Itabashi, and water level at Kamiji Bridge, Miyajuku Bridge, Ohyaguchi, and Kaga Bridge.

ことから、中流域付近の流出が河川水位上昇に大きく寄与している可能性がある。この点については今後の詳細な検討を期待したい。

図 4 に消防署・雨量計・水位計設置位置、被害発生場所および時刻、図 5 に防災科学技術研究所の MP レーダで観測した 7 月 5 日午後 4 時からの 24 時間雨量の分布を示す。石神井川付近に激しい降雨があったことがわかる。

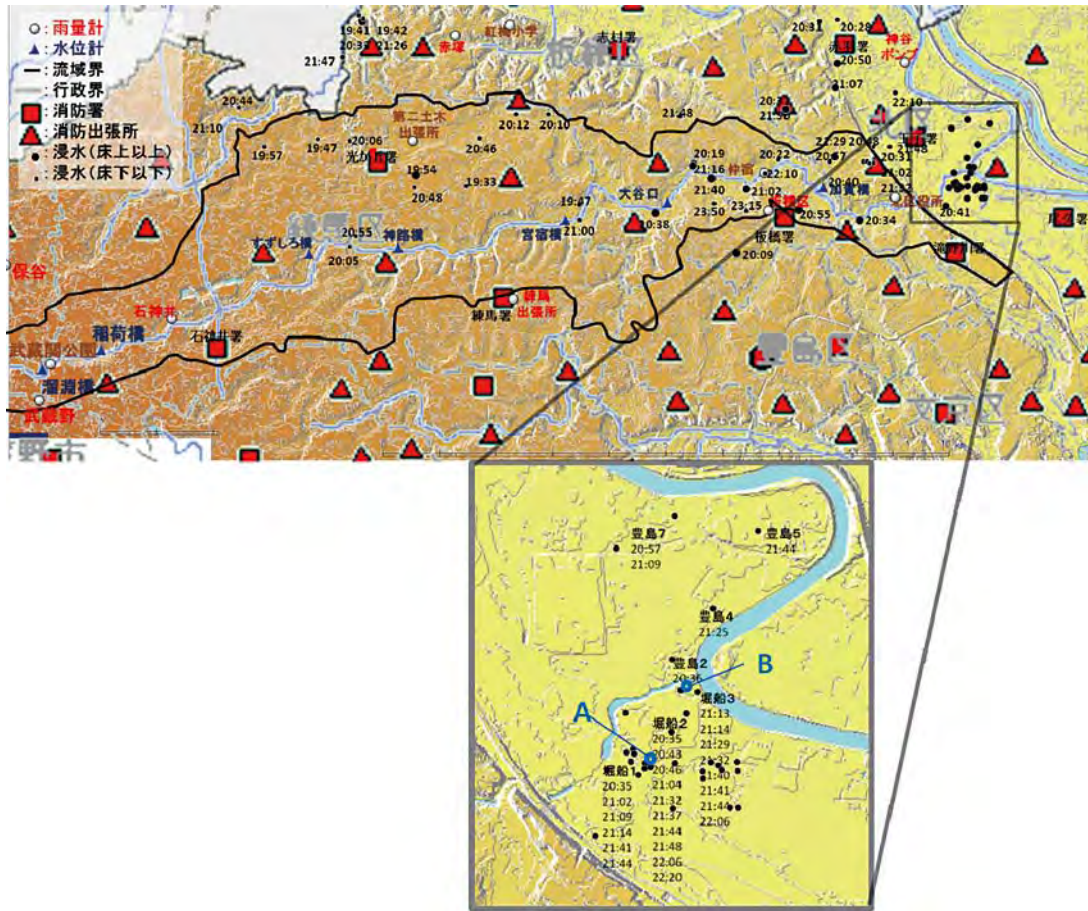


図 4 消防署・雨量計・水位計設置位置，被害発生場所および時刻
 Fig. 4 Locations of fire departments, raingauges, and water-level recorders.

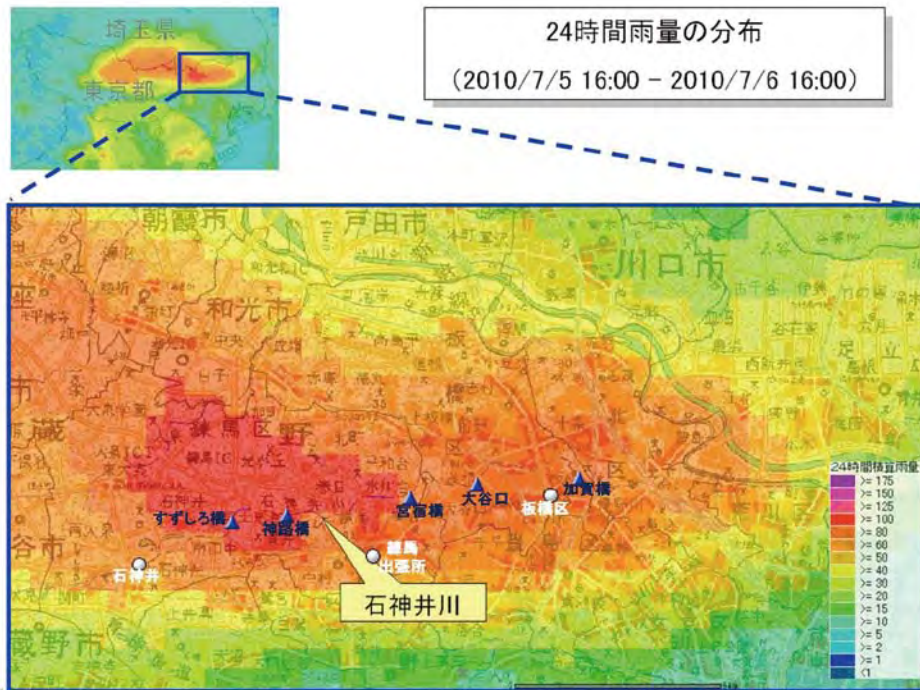


図 5 MP レーダで観測した 7 月 5 日午後 4 時から の 24 時間雨量の分布
 Fig. 5 24-hour rainfall accumulated after 1600 JST on 5 July 2010.

2.3 現地調査

平成 22 年 7 月 8 日, 石神井川流域の中流部(練馬駅付近)から下流の隅田川合流点(堀船付近)まで, 東京消防庁の水防部隊出場箇所を中心に現地被害調査を実施した。調査は自転車および徒歩で行い, 浸水状況調査および住民への聞き取りをおこなうとともに, 浸水被害地点の周辺を中心に最大水位痕跡を目視で観察した。

2.3.1 中流域調査

練馬駅周辺から宮宿橋周辺までは浸水被害はほとんど認められない。また, 河川水位痕跡も堤防高水位まで 2~3 m 程度余裕があり, 雨水管吐口の高さにも達していなかった。

宮宿橋から大谷口橋までの区間では, 石神井川の谷底にあたる地域の一部で床下浸水や地下階浸水などの浸水被害が認められる。河川水位痕跡は堤防高水位までは 1~2 m の余裕はあるものの, 雨水管吐口の高さはこえている場所があり, その周辺で浸水被害が認められる。

大谷口から加賀橋までの区間になると, 床下浸水や地下階浸水などの浸水被害件数がやや増える。河川水位痕跡も大谷口周辺の下水道幹線出口あたりから上昇している。これは 2 章 2 節の水位記録とも一致する。雨水管吐口の高さをこえている場所が多数みられる。

2.3.2 下流域調査

加賀橋から武蔵野台地の出口にかけては, 河川が溪谷状になっている。この地区の浸水被害地点は少ない。

石神井川下流端の沖積低地にあたる地区では, 堀船地区で浸水被害が多く認められた。JT たばこ工場付近に越水痕跡が認められ(図 6), この地点で外水氾濫が生じたものと考えられる。堀船付近では聞き取り調査を重点的におこなった。主な回答内容は次のとおりである。

- 石神井川氾濫当時, 氾濫現場付近の倉庫にいた人の話によると, 水が来たのは 20 時 15 分頃で土嚢で対応していたとのことである。20 時 25 分頃水圧でブリキの塀が倒れたとのことである。その後, 約 1 時間後に水が引いた。
- 北区堀船二丁目 17 番 17 号(図 4, A 地点)にいた人の話によると, 水圧で塀に穴が空き, そこから水が流れ込み, 細い路地からも水が来たとのことである。最大浸水は腰までということで, 胸ポケットの携帯が流され, 自分自身も流されそうになり, 電柱にしがみついて難を逃れたと話していた住人もいた。
- 堀船 3 丁目 4 番(図 4, B 地点)にいた人の話では, 雨は大したことなかったのに水が来たと言っていた。

このことから, 堀船地区では内水氾濫による浸水より図 6 の越水による氾濫(外水氾濫)が支配的だったと推察される。

2.3.3 まとめ

以上, 調査概要をまとめると, 中流域では内水氾濫被害, 下流域では外水氾濫被害が生じていたと推察される。



図 6 石神井川溢水箇所

Fig. 6 Location of overflow along the Shakuji River.

3. 東京消防庁における MP レーダ情報の試験的導入

3.1 東京都における水防態勢の概要

水防に関する責任は, 水防管理団体(市町村)が有し, 消防機関は水防の機関として位置づけられている(水防法第 3 条)。水防管理団体(市町村)は, 水防団を設置することができるが, 東京都では水防団は設けられていない。東京都においては, 専ら消防機関(東京消防庁, 消防団等)が水防事務の処理に当たっている。東京消防庁は, 東京都の機関で東京都区部(東京 23 区)を管轄区域とする消防本部である。委託を受けた都内市町村の消防事務もやっている。東京消防庁の消防機動力は平成 22 年 4 月 1 日現在, 18,080 人の消防職員, 消防方面本部 10 本部, 消防署 81 署, 消防分署 3 署, 消防出張所 207 所, 消防車両 1,898 台である。図 7 に東京消防庁管内図を示す。

水防法に基づき, 消防機関は河川等の巡視(第 9 条), 警戒区域の設定(第 21 条)等を市町村と連携しながら行うこととなっている。危険が切迫した者への人命救助等は, 各種法律に基づき消防機関の当然の任務と解されている。これらの任務遂行のため, 東京消防庁では, 気象状況, 水災の発生危険および被害の発生状況等を総合的に判断して, 水防態勢又は水防非常配備態勢(以下, 水防態勢等)の発令により対処することとしている。

水防態勢は, 気象庁その他の情報により水災が予想されるときに発令される。今回の試験運用期間中においては, 水防態勢発令の有無の判断の参考情報の 1 つとして MP レーダ情報が活用されている。水防態勢が発令されると, 関係機関と密接に連絡を行い, 情報を収集分析し, 水防非常配備態勢の発令に備えることになる。水防非常配備態勢は, 気象情報等が態勢の発令基準に該当したときに発令される。水防非常配備態勢が発令されると, 配備人員の増強を行い, 水防部隊の編成および運用等を行う。

表 3 に示すのは水防態勢等の発令基準等である。

3.2 MP レーダ情報利用について

東京消防庁へ MP レーダ情報を試験的に配信し, 水防活

動に活用していることは前述したとおりである。MP レーダによる雨量状況と過去の浸水被害の関係を分析し、水防態勢の発令、部隊運用等の参考情報として活用している。これはウェブサイトにより東京消防庁各消防署において雨量状況を地図上で閲覧できるようにしているもので、局所的豪雨などによる災害への対策の向上を図っているものである。

平成 22 年度中、東京消防庁(以下、本部)では、気象情報等が一定の基準に達した場合に MP レーダ監視を開始し、必要に応じて消防署等へ電話による注意喚起連絡を行った。注意喚起連絡の判断基準および連絡を受けた消防署等の動きについては表 4 に示す。消防署の設置位置については図 4、図 7 に示すとおりである。

平成 22 年度における本ウェブサイト運用においては



図 7 東京消防庁管内図(方面本部別)
Fig. 7 Branches of the Tokyo Fire Department.

表 3 水防態勢等の発令基準等
Table 3 Criteria for the formation of water rescue in the Tokyo Fire Department.

態 勢	発令基準	水防部隊配備人員	内 容
水防態勢	気象庁その他の情報により水災が予想されるとき(水防非常配備態勢の発令に備える必要があるとき)	特になし	平素の事務を縮小し又は停止して、水災の防除に専念する。
水防非常配備態勢	気象庁その他の情報により被害の発生が予想され若しくは発生したとき	状況に応じ、必要な人員を増強する。	

※水災とは、洪水、高潮、津波、暴風雨、豪雨等により被害が発生し、又は発生のおそれがあるときで、水防態勢等を発令して対処する必要のある事象をいう。

表 4 注意喚起連絡の判断基準等
Table 4 Criteria for the formation of nudge connection in the Tokyo Fire Department.

判断基準	注意喚起連絡を受けた消防署等の動き
MP レーダ画像から 40 mm/h を超える降雨分布を観測した場合に「降雨強度および積算雨量のグラフ」を確認される。 (1) 100 mm/h 以上の降雨強度が 10 分以上継続しているかどうか。 (2) 50 mm/h 以上の降雨強度が 15 分以上継続しているかどうか。 (3) 積算雨量が 1 時間以内に 50 mm/h を超えているかどうか。 (1)~(3)のいずれかに該当した場合に注意喚起連絡が行われる。	MP レーダ画像が確認される。それにより、雨の移動方向、降雨強度の変化が継続監視される。その情報をもとに各消防署が把握している危険箇所の確認等が行われる。例えばこの確認の際に、レーダ雨量が多い箇所を優先的に確認すること等が考えられる。これらにより、水防態勢の発令、部隊運用等の参考情報として活用される。

「静止画による降雨強度・風向・風速分布図」だけでなく、「動画による降雨強度風向・風速分布図(5分毎の画像6枚分)」、「6分割画面による降雨強度風向・風速分布図(5分毎の画像6枚分)」、「任意の地点の降雨強度および積算雨量の時系列グラフ」、「災害発生時のレーダ画像データベース」等の確認を可能なものにしていった。(表5)。

表5 平成22年度MPレーダ表示画面のコンテンツ

Table 5 Content provided in the display of MP-radar data.

1	静止画による降雨強度・風向・風速分布図
2	動画による降雨強度風向・風速分布図(5分毎の画像6枚分)
3	6分割画面による降雨強度風向・風速分布図(5分毎の画像6枚分)
4	任意の地点の降雨強度および積算雨量の時系列グラフ
5	災害発生時のレーダ画像データベース

4. 平成22年7月5日の東京消防庁の活動

4.1 災害出場状況

東京消防庁に災害出場状況の確認を行ったところ、水防態勢発令後における時間別水害出場件数の情報を得た。図8に東京消防庁管内水害出場件数を示す。水害出場件数は126件である。図8によれば、最も出場があった時間帯は21時～22時の1時間であり、43件であった。

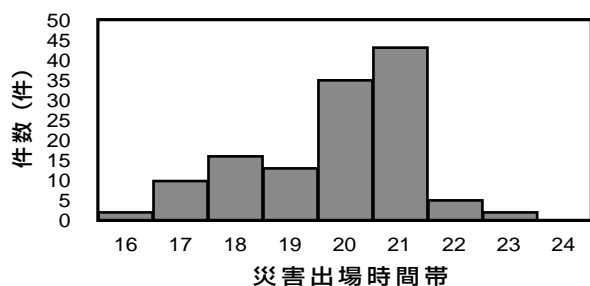


図8 東京消防庁管内水害出場件数

Fig. 8 Number of call-outs of the Tokyo Fire Department on 5 July.

4.2 東京消防庁の動き

7月5日の事例において、東京地方において16時02分雷注意報が発表されたことに伴い、本部によるMPレーダ監視が開始された。同地域において16時35分、大雨・洪水注意報が発表された。図9および図10に東京消防庁によるMPレーダ雨量監視の様子を示す。MPレーダ監視により16時49分に多摩地域北部に50～70mm/h相当の降雨分布を観測した(図9(a)) ことに加え24時間積算雨量60mmであった為、第九消防方面本部、青梅消防署、福生消防署および秋川消防署への注意喚起連絡が行われた。16時50分に青梅消防署で(図9(a))、17時10分に第九消防方面本部で(図9(b))、17時30分には北多摩西部消防署で水防態勢が発令されたが、この発令はMPレーダ雨量情報も参考にして発令されたものと考えられる。17時40分、多摩北部、多摩西部および多摩南部に大雨・洪水

警報が発表となり、福生消防署管内において水防非常配備態勢が発令された。同時刻の17時40分、多摩地方北部において強い降雨分布が勢力を維持して東進している事を本部によるMPレーダ監視により確認したため(図9(c))、その旨を立川消防署、昭島消防署および北多摩西部消防署に注意喚起連絡した。17時55分第八消防方面本部において水防態勢が発令された。多摩地方北部において観測された降雨分布が勢力を維持しさらに東進していたため、18時40分前後には小金井消防署、小平消防署および石神井消防署へ、注意喚起連絡を行った(図10(a), (b))。その頃多摩西部では強い雨が降っておらず(図10(a))災害も少なかったことから、福生消防署に発令されていた水

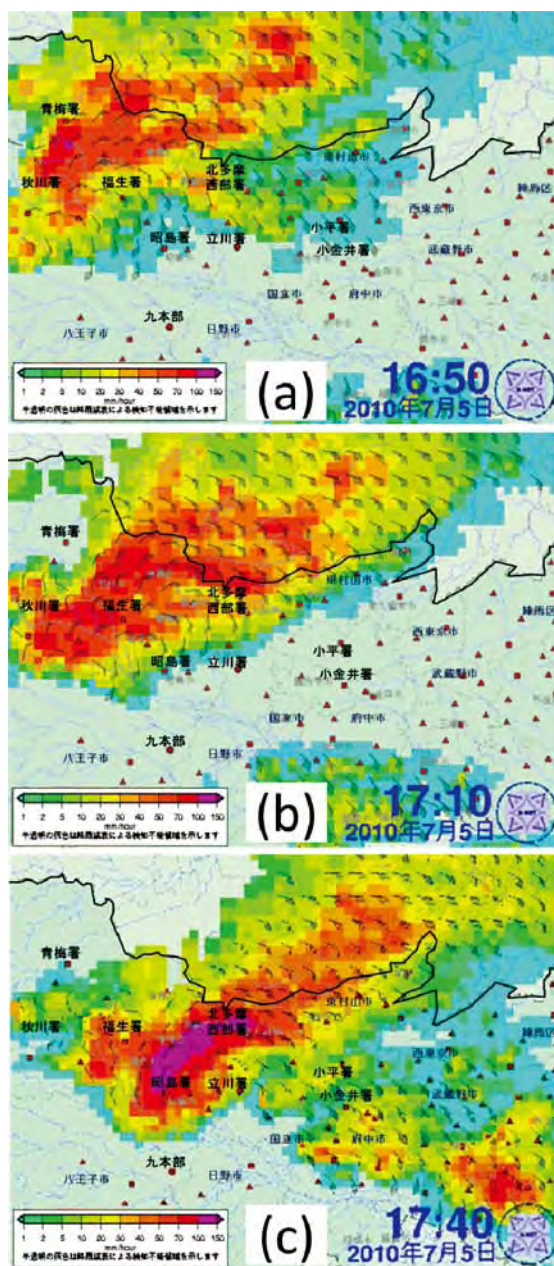


図9 東京消防庁によるMPレーダ雨量監視画面(16:50～17:40)

Fig. 9 Screen shot of the display in the Tokyo Fire Department (16:50～17:40).

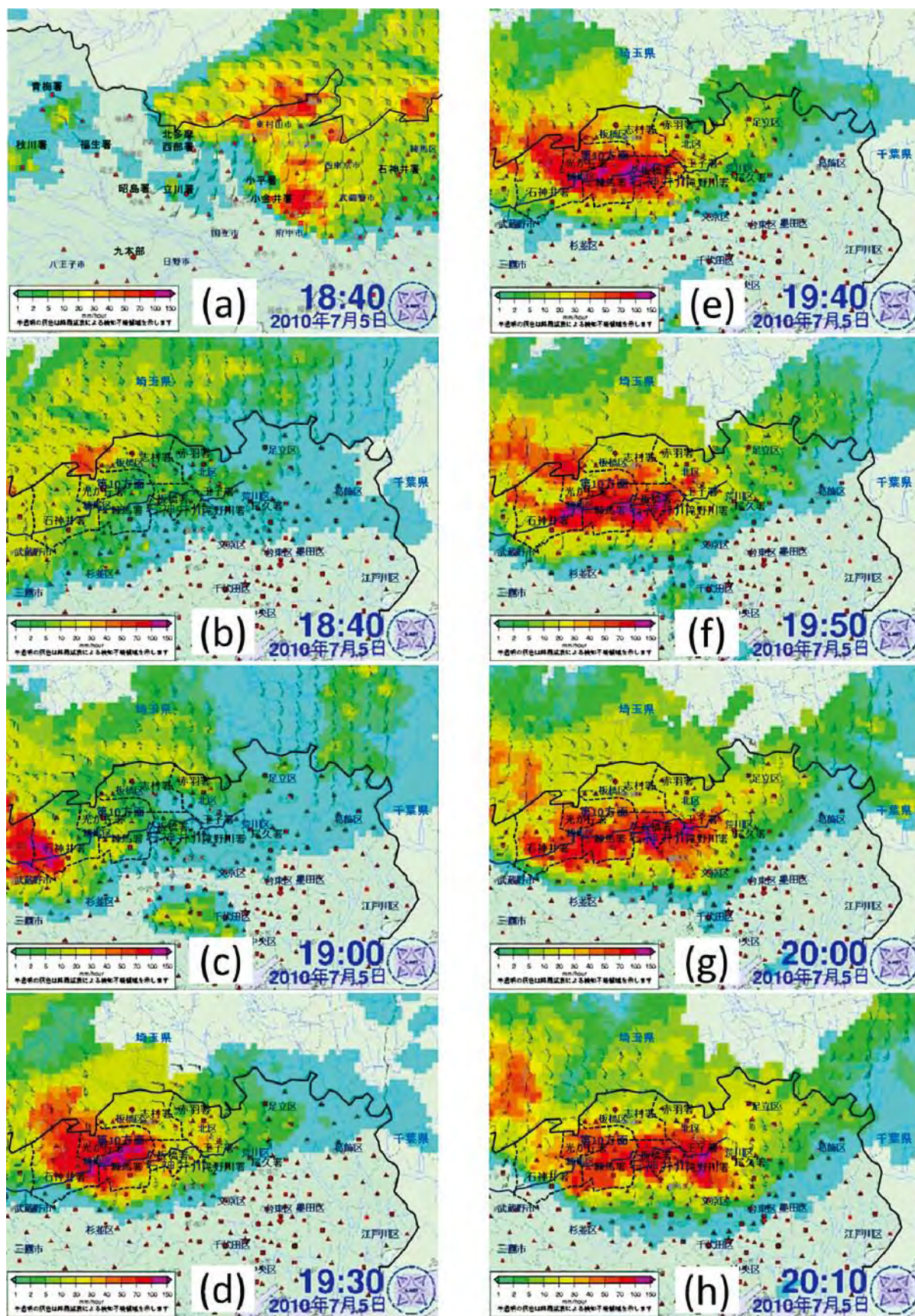


図 10 東京消防庁による MP レーダ雨量監視の様子 (18:40 ~ 20:10)
 Fig. 10 Screen shot of the display in the Tokyo Fire Department (18:40 ~ 20:10).

表 6 水防態勢発令に伴う時間別災害件数等(消防署別)

Table 6 Record of call-outs by the Tokyo Fire Department.

	赤羽	王子	滝野川	尾久	練馬	志村	光が丘	板橋	石神井	小金井	小平	西部	北多摩	昭島	立川	東村山	清瀬	秋川	青梅	福生	合計	
16:50 ~																			2			2
17:00 ~																			1	1		2
17:10 ~																				1		1
17:20 ~																						0
17:30 ~																					1	1
17:40 ~													2									2
17:50 ~												3	1									4
18:00 ~												3		1						1		5
18:10 ~												1	1	1	1							4
18:20 ~												1		1				1				2
18:30 ~												1				1	2					4
18:40 ~																1						1
18:50 ~																						0
19:00 ~																						0
19:10 ~																		1				1
19:20 ~																						0
19:30 ~						1	1															2
19:40 ~					1	4	1											1				7
19:50 ~							2					1										3
20:00 ~					1		1	1														3
20:10 ~						1	2	1										1				5
20:20 ~	1							1														2
20:30 ~	2	4	1			1		1														9
20:40 ~		6	1		1		1		1													10
20:50 ~	1	3					1	1														6
21:00 ~	1	5			1			1														8
21:10 ~		5				1		1	1													8
21:20 ~		3				1																4
21:30 ~		5																				5
21:40 ~		14				1	1	1														17
21:50 ~	1																					1
22:00 ~		2																				2
22:10 ~	1							1														2
22:20 ~		1																				1
22:30 ~																						0
22:40 ~																						0
22:50 ~																						0
23:00 ~																						0
23:10 ~								1														1
23:20 ~																						0
23:30 ~																						0
23:50 ~								1														1
合計	7	48	2	0	5	10	9	11	2	0	0	12	2	2	3	5	1	3	4			126

注意喚起連絡

網掛け部分は水防態勢等発令中を意味する

防非常配備態勢は 18 時 45 分に解除となった。19 時 17 分には東京地方に大雨・洪水警報が発表となり、19 時 25 分東京消防庁管内全域に水防態勢が発令された。MP レーダ監視により 19 時 30 分前後に降雨強度 90 mm/h 相当の降雨分布が 23 区北部に停滞しており(図 10 (d))、積算雨量も 60 mm を超えていたのを確認したため、志村消防署、赤羽消防署、王子消防署、滝野川消防署および尾久消防署へ、注意喚起連絡を行った。20 時 03 分に光が丘消防署で(図 10 (g))、20 時 18 分に志村消防署で、20 時 55 分に王子消防署で、それぞれ水防非常配備態勢が発令された。21 時 10 分、第五消防方面本部管内および第九消防方面本部管内に水防非常配備態勢が発令された。気象状況や災害状況、土砂災害の前触れ現象などのあらゆる情報を基に発令されたと考えられる。翌 6 日午前 1 時 00 分、気象状況も災害状況も落ち着いたことから、東京消防庁管下全域に発令していた水防態勢を解除した。1 時 50 分、東京地方における各地域での各注意報が解除になったことから、本部による MP レーダ監視を終了した。

4.3 注意喚起連絡に関する考察

今後の注意喚起連絡の改善を考えるためにも、「注意喚起連絡の有無」と「実際の被害発生の有無」に関連性があるかどうかを確認し、注意喚起連絡したことが有用であったかどうかを検証する必要がある。表 7 に注意喚起連絡と災害出場との関係を示す、考察については次に述べる通りである。

まず、良かった点について述べる。注意喚起連絡があった消防署は 14 署であり、そのうち 11 署において実際に災害が発生している。すなわち、喚起連絡があった消防署のうちの 11/14= 約 79 % で実際に災害が発生した。注意喚起連絡をした消防署の 80 % 近くで実際に災害が発生している点については、注意喚起連絡は有用であったと言える。また、表 6 からわかるように石神井、昭島、立川、秋川、青梅、福生の各消防署については水防態勢発令前に注意喚起連絡があり、かつ、水害が発生している。このことから水防態勢発令前から注意することができたと言える。その中でも秋川、青梅、福生の各消防署については大雨警報が発令される前に水防態勢が発令されていることから、注意喚起連絡により水防態勢の早期発令ができたと考えられる。

次に、改善すべき点について述べる。実際に災害が発生した消防署は 16 署であり、そのうち 5 署において注意喚起連絡が行われていなかった。すなわち、実際に災害が発生した消防署のうち 5/16= 約 31 % で注意喚起連絡が行われていなかった。災害が発生した消防署の約 31 % で注意喚起連絡がなかった点については、注意喚起連絡すべきであった反省点と言える。災害があったにも関わらず注意喚起連絡をしなかった消防署があった主な原因としては、雨量が必ずしも被害と一致しているわけではないということが考えられる。また、既に水防態勢が発令済みであったために連絡を行う必要がないと判断したということも考えられる。さらに、人間が目視のみで判断や電話連絡を行っているため、判断が難しいことや電

表 7 注意喚起連絡と災害出場との関係

Table 7 Relationship between warnings and occurrence of disasters.

		実際の災害発生の有無		計
		有	無	
注意喚起連絡の有無	有	11 署 (青梅, 福生, 秋川, 立川, 昭島, 西部, 石神井, 志村, 王子, 赤羽, 滝野川)	3 署 (小金井, 小平, 尾久)	14
	無	5 署 (練馬, 光が丘, 板橋, 清瀬, 東村山)	62 署 (その他)	57
計		16	65	81

話連絡に手間がかかってしまい連絡が間に合わなくなってしまうことが考えられる。

4.4 雨量と災害発生箇所数

各消防署管内における雨量と災害発生箇所数を表したのが図 11 である。なお、雨量計設置位置と消防署管轄区域については図 12 に示すとおりである。全般的にみて降雨強度がピークの時間帯か、もしくはピークを過ぎた数十分後に災害が多く発生していることがわかる。また、雨が局所的に降っているため、雨量計の位置と災害発生位置が近くにあるとは限らない。王子消防署については、管内に有力な雨量計がないため板橋雨量計を適用した。なお、王子消防署管内においては 20 時 30 分頃に石神井川が溢水し、そのことによって災害が急増している。

5. 東京消防庁職員へのアンケート結果

MP レーダを活用した水防活動にどのような改善点があるのか東京消防庁に確認したところ、東京消防庁内において MP レーダ観測情報の活用状況等についてアンケートを行っていた。そのアンケートの概要について説明する。

アンケート項目は、①水防態勢等の発令に、どの情報を活用しましたか、②水防態勢等を発令する上で、MP レーダが有効なことは何ですか、③ MP レーダに必要な情報、機能等は何か、の 3 点であり、全て複数回答可としていた。結果を表 8 に示す。

MP レーダ運用期間中、水防態勢等を発令した所属の多くが、降雨分布図、任意の地点の降雨強度および積算雨量グラフ等の情報を水防態勢等を発令する補足情報として活用していることがわかる(アンケート①)。また、アンケート②によると、水防態勢等を発令した所属の多くが、リアルタイム情報として任意の地点の降雨強度および積算雨量を把握できることが有効と回答している。アンケート③によると、全体の 4 分の 3 以上の所属が、地図の拡大縮小機能の機能を必要としている。また、今回の事例では、王子消防署管内において河川が氾濫したことにより多くの災害が発生していることから、河川水位情報の要望が多く寄せられた。

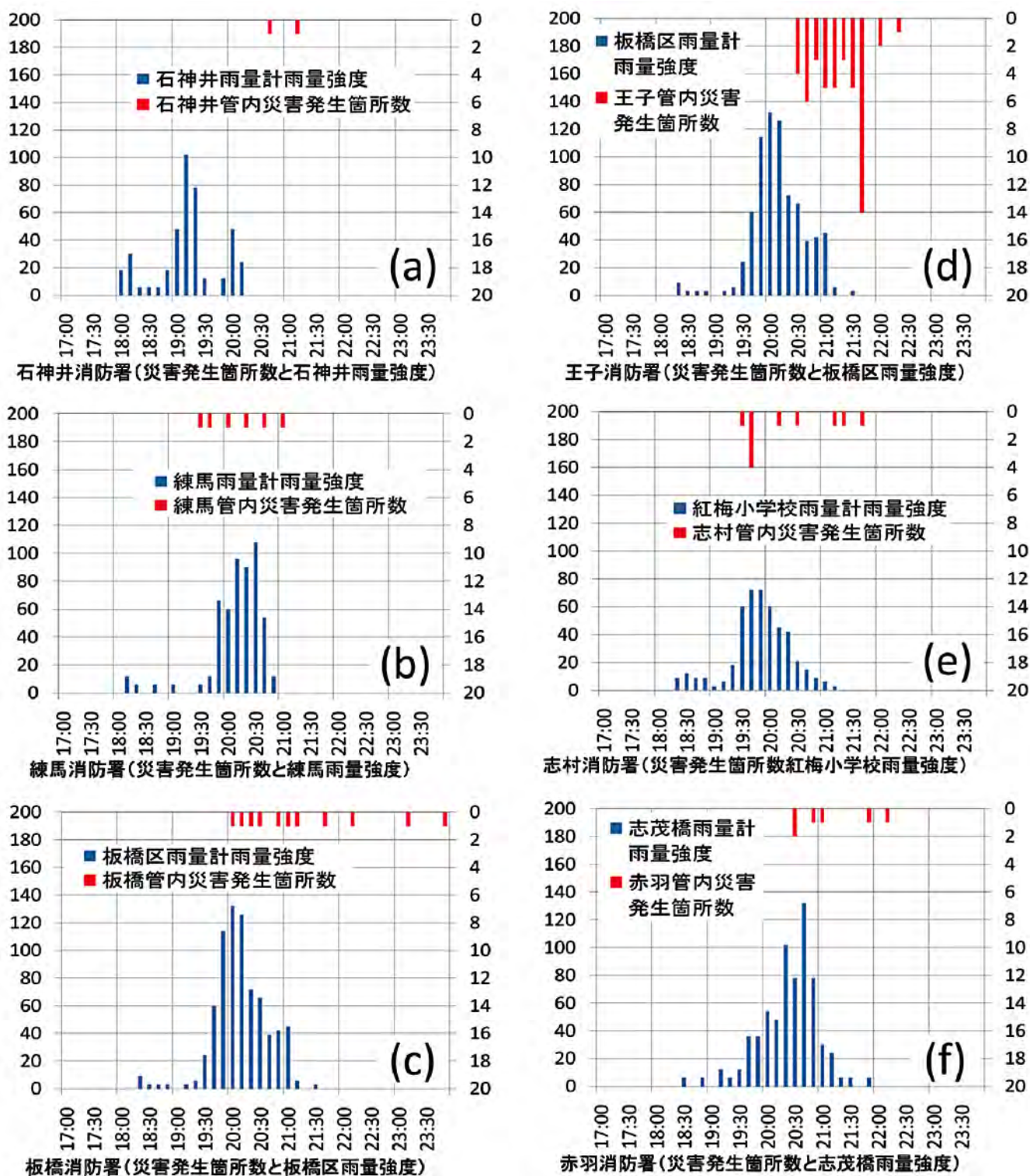


図 11 各消防署における災害出場数と近隣の雨量計における雨量強度
 Fig. 11 Record of call-outs by the Tokyo Fire Department and rain-rate derived by the nearest raingauge.

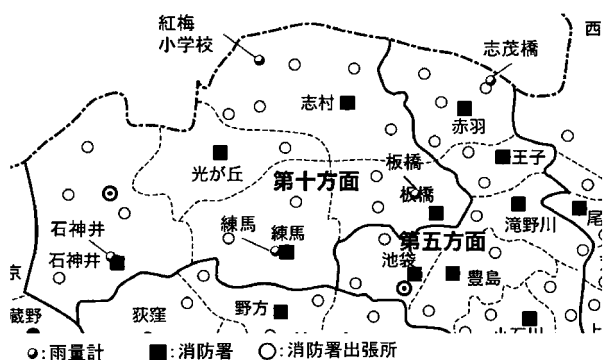


図 12 雨量計設置位置と消防署管轄地域
 Fig. 12 Locations of raingauges and the jurisdiction of each fire department.

表 8 アンケート結果
 Table 8 Questionnaire result.

① 水防態勢等の発令に、どの情報を活用しましたか。

内容	% (件数 / 所属数)
静止画による降雨分布図	96.3 %
任意の地点の降雨強度 および積算雨量のグラフ	81.5 %
動画による降雨分布図	51.9 %
6分割画面による降雨強度の変化	40.7 %
その他	29.6 %

② 水防態勢等を発令する上で、MP レーダが有効なことは何ですか。

内容	% (件数 / 所属数)
リアルタイムで正確な情報を収集できる	88.5 %
任意の地点の降雨強度および 積算雨量を把握できる	85.2 %
雨量と風向きを同一画面で確認できる	37.0 %
画面が確認しやすい	25.9 %
その他	18.5 %

③ MP レーダに必要な情報、機能等は何ですか。

内容	% (件数 / 所属数)
地図を拡大・縮小する機能	78.3 %
河川の水位情報	76.1 %
観測画像の自動更新機能	70.7 %
被害発生箇所を予測する機能	70.7 %
降水予測機能	66.3 %
地域危険情報(浸水実績等)の表示	66.3 %
積算雨量および降雨強度の 時系列グラフの改良	54.3 %
警報を発する機能	54.3 %
重要施設を地図に表示	43.5 %
その他	18.5 %

6. おわりに

東京消防庁へ MP レーダ情報を試験的に配信し、水防活動に活用した。本試験配信はウェブサイトにより東京消防庁各消防署において MP レーダ雨量情報等を地図上で閲覧できるようにしているもので、局所的豪雨などに

よる災害対策の向上を図るために行われた。平成 22 年 7 月 5 日大雨において、MP レーダ情報を有効利用することにより、降雨分布を細かく把握し、降雨域を予測することで、迅速な水防態勢の発令を行うことができた。また、水防態勢が発令される前から注意することができた。注意喚起連絡をした消防署において高い確率で水害が発生していることから注意喚起連絡は有効であったと言える。さらに、降雨量が大きい地域については水害が多く発生していたことから降雨量と水害には相関関係があると言える。

一方で、注意喚起連絡をしなかった消防署において災害が発生した消防署があったことについては改善が必要であると言える。また、アンケート結果において、地図の拡大や縮小の機能が欲しいという意見や河川の水位情報を同時に確認したいという意見など、多くの改良に関する要望が寄せられた。

以上の点を踏まえ、平成 23 年度は注意喚起連絡の自動化など様々な改善をした。さらに今後は、地図の拡大縮小機能を追加することにより、細かい部分の状況を詳細にわかり易く表示する必要がある。また、河川水位情報、地形情報等の災害発生に大きく関係する地域情報をわかり易く表示する必要がある。その他にも降雨予測等が加わればより正確で迅速な水防活動が可能になると考えられる。これらの改善が今後の課題と言える。

参考文献

- 1) Kato, A. and Maki, M. (2009) : Localized Heavy Rainfall Near Zoshigaya, Tokyo, Japan on 5 August 2008 Observed by X-band Polarimetric Radar - Preliminary Analysis-. SORA, Vol.5. 89-92.
- 2) 藤田一郎・多々納裕一・立川康人・戸田圭一・道奥康治・矢守克也・宮本仁志(2008) : 2008 年 7 月 28 日突発的集中豪雨による都賀川水難事故に関する調査研究。河川整備基金助成事業報告書。
- 3) Kato, A., Maki, M., Iwanami, K., Misumi, R., and Maesaka, T. (2011) : Quantitative Precipitation Estimate by Complementary Application of X-band Polarimetric Radar and C-band Conventional Radar, Weather Radar and Hydrology. Exeter UK. in press.
- 4) 高西春二・中野晋・宇野宏司・仁志祐太(2011) : 短時間集中豪雨による大都市水害の特徴 -2010 年 7 月堀船水害事例より。徳島大学環境防災センター年報, No.7, 21-26.
- 5) 東京都(2006) : 荒川水系石神井川河川整備計画, 1-24pp.
- 6) 東京都総合治水対策協議会(2009) : 石神井川流域豪雨対策計画。

(2011 年 10 月 17 日原稿受付,
 2011 年 11 月 22 日改稿受付,
 2011 年 12 月 14 日再改稿受付,
 2011 年 12 月 21 日再々改稿受付,
 2011 年 12 月 21 日原稿受理)

要 旨

本報告は、2010 年 7 月 5 日に起こった東京都 23 区北部の水害を対象に、X バンドマルチパラメータレーダ(以下、MP レーダ)情報を活用した水防活動について報告するものである。ここで、MP レーダ情報は防災科学技術研究所(以下、防災科研)等が観測し、東京消防庁へ試験配信している。突発的な大雨の発生時や台風の接近時または上陸時、また雷注意報や大雨注意報等が発令された時に、MP レーダによる降雨等観測情報を IT 端末にて監視する。任意の地点における積算雨量および降雨強度の時系列の表示、過去 30 分のレーダ観測履歴の表示、過去に発生した主な災害のレーダ観測履歴の表示をすることができる。これらの情報を参考に水防態勢等発令の判断等を行い、水防活動を実施した。7 月 5 日の洪水における東京消防庁の水防活動を、MP レーダ情報を参考とした判断に着目して報告する。そして、本水防活動の良かった点や改善すべき点について言及する。

キーワード：マルチパラメータレーダ，水防活動，局所的豪雨