

季刊

消防防災の科学

春
2018

特集

平成 29 年 7 月九州北部豪雨

132

一般財団法人 消防防災科学センター

この季刊誌は、宝くじの社会貢献広報事業として助成を受け作成されたものです。



平成29年7月九州北部豪雨



福岡県朝倉市 (7/6 13:00)
(写真提供：国土交通省九州地方整備局)



福岡県朝倉市 (7/6 13:00)
(写真提供：国土交通省九州地方整備局)

平成29年7月九州北部豪雨



大分県日田市小野地区 (7/7)
(写真提供：国土交通省九州地方整備局)



大分県日田市JR久大本線鉄道橋流出箇所 (7/8)
(写真提供：国土交通省九州地方整備局)

消防防災の科学

No.132 2018. 春

巻頭随想

宅地被災地域の復旧・復興の加速化のために
—地盤品質判定士をご存知でしょうか?—

九州大学 教授 安福 規之 4

特集 平成29年7月九州北部豪雨

- 1 「平成29年7月九州北部豪雨」における消防機関の対応
応急対策室、広域応援室、地域防災室 9
- 2 平成29年7月九州北部豪雨の発生要因と予測可能性
京都大学防災研究所 准教授 竹見 哲也 17
- 3 九州北部豪雨 流木災害から得られた今後の課題
九州大学大学院工学研究院 教授 矢野 真一郎 22
- 4 中小河川の災害リスク ～九州北部豪雨から～
九州大学工学研究院 教授 島谷 幸宏 28
- 5 平成29年7月九州北部豪雨における災害廃棄物等の発生・処理について
九州大学大学院工学研究院 中山裕文、島岡隆行 34

■コラム

「気象と防災」プロジェクト

政策研究大学院大学 教授 防災・危機管理コースディレクター 武田 文男 41

■災害レポート

糸魚川市大規模火災の火元周辺の建物について

消防庁消防研究センター 鈴木 恵子 46
糸魚川市産業部建設課 桜井 正士
元糸魚川市消防本部 中村 秀忠

■防災レポート

予防技術検定受検支援事業について

一般財団法人消防防災科学センター 52

■連載講座

連載 (第38回)

- 未完成だった発明品の統合化・佐久間象山 …………… 作家 童門 冬二 56
地域防災実戦ノウハウ (95) — 平成28年台風第10号襲来時の岩泉町の対応と課題 — …………… 日野 宗門 58

火災原因調査シリーズ (88)

園芸用土から出火した特異事例の考察について

福岡市消防局予防部予防課調査係 63

編集後記 …………… 69

カラーグラビア

平成29年7月九州北部豪雨

福岡県朝倉市 (7/6 13:00)

大分県日田市小野地区 (7/7)

大分県日田市 JR 久大本線鉄道橋流出箇所 (7/8)

宅地被災地域の復旧・復興の加速化のために —地盤品質判定士をご存知でしょうか？—

九州大学 教授 安 福 規 之

はじめに

平成30年4月で、熊本地震発災後、2年になる。しかし、今もなお多くの方々が仮設住宅での不便な生活を強いられている状況にあり、また、被災後復旧のめどのない建物や宅地等も数多く存在する。こうした中、一日も早い被災地の復旧・復興が求められている。

筆者は、「消防防災の科学, No126 2016. 秋」号の中で「熊本地震からの創造的な復興にむけて」とする緊急提言¹⁾を紹介し、災害は日本中のどこでも起こりうるという観点に立って、「防災・減災の主流化」を図ることの重要性と「旧に戻すだけではなく、より良いものを創る」という視点の大切さが緊急提言に示されていることを強調した。そして具体的な創造的復興に資する事項として、1. 住民に寄り添い、住民との協働による復興、2. 短期的・局所的視点にとらわれない将来を見据えた復興、3. 次の地震に備える、さらには次世代に継承する復興など大きく4項目がキーセンテンスとなっていることを述べた。

本稿では、キーセンテンスを踏まえつつ、熊本地震で顕在化した液状化等による宅地の地盤災害とその特徴を被災宅地復旧の進め方と合わせて紹介する。また、被災宅地の復旧の加速化に向けて、地盤に係る課題を検討するうえで、地盤品質判定士が益城町を中心にした活動を通して果たした役割は少なくない。ここでは、社会的にまだなじみがないと思われる地盤品質判定士がどういったも

のかを紹介しながら、判定士の活動を通して得られた教訓を整理し、今後、地盤品質判定士が地域で適切に活用され、活かされるためにどうしたらよいかを考えたい。

熊本地震による宅地被害の事例と特徴

熊本地震による斜面災害、液状化等による擁壁被害、宅地の陥没、地割れ被害を含む宅地地盤災害の調査分析を通して、今後の復旧・復興に当たって留意すべき点を（公社）地盤工学会としてまとめている²⁾。自治体や市民に向けての情報発信としては、以下のようである。

熊本県では平成24年九州北部豪雨の後、予防的避難を推進しているが、平成25年に阿蘇市・南阿蘇村で試行的に実施されたアンケート結果によると、避難しようと考えた人は40%で、その中で実際避難した人は30%であったことから、芳しい成果がみられていない。そのために減災を目指した防災・減災教育を小・中学校のみでなく、地域の自主防災組織に広げ、減災に対する意識向上と予防的避難の実行力を高めることが必要であることや、その機能性を考慮した仕組みづくりが、災害外力が大きくなり、それが繰り返される可能性の高い状況では、極めて重要になることを指摘している。

平成28年熊本地震により宅地造成盛土（谷埋め盛土）の滑動崩落被害が生じている。この被害を未然に防ぐためには、谷埋め盛土等のエリアを抽

出し、その盛土の安定性を照査し、不安定であると判断された場合は、適切な対策を講じることが必要である。国の宅地耐震化推進事業では造成盛土抽出のスクリーニングを支援しているが、その結果の公表率は全国平均で13.7%（平成27年4月1日時点）と低い。0%の都道府県も多く、まずは、スクリーニング調査による造成盛土の抽出を急ぎ、適宜開示していくことが、自治体として今後、上手に復旧・復興を進めるうえで極めて重要な地盤情報になることを言及している。

また、液状化による被害は、地形的にみると2011年東北地方太平洋沖地震で生じたような埋立地や旧河道といった場所だけでなく、自然堤防や氾濫平野の一部においても生じている。このこと

は、液状化の可能性の有無を判断するためには地盤調査結果に基づいた評価が重要であることを示唆する。さらに、液状化した地盤が再び液状化する可能性は否定できない。したがって、今回液状化した場所が再び液状化することを想定し、地盤調査の実施と対策を講じることが必要である。これは熊本に限った話ではなく、全国的な課題としてとらえるべきである。そうした中、液状化対策には、地盤の液状化を生じさせない対策、液状化が生じても建物や構造物に被害を生じさせないような対策、液状化により生じた建物被害を被災後修復させる対策など、複数の考え方と方法があり、それらを理解し、求められる機能の水準を明確にしたうえで適切な対策を講じることが効率性と



写真1(a) 全面的な崩壊が生じた空石積造擁壁



写真1(b) 増し積み擁壁境界部のはらみだし

写真1 擁壁被害の事例



写真2(a) 宅地地盤の沈下



写真2(b) 宅地の沈下による道路との段差

写真2 液状化被害の事例

公平性の観点から重要であると指摘している。

宅地造成地は、その造成年代や擁壁のタイプにより耐震性能が不十分なときがある。建物の耐震化が十分でも宅地地盤の変状により建物被害が生じる恐れがある点に注意すべきである。また、宅地地盤の変状によって、避難経路のような公共空間へ影響を及ぼすことがあってはならない。国の宅地耐震化事業等を活用し、宅地の耐震性能を確認し、満足しない場合は耐震化を図る必要がある。液状化や擁壁の倒壊による宅地の被害を防止するためには、単独で行うより複数戸での対策を実施する方が経済的に実施できる場合が多い。地域の地盤災害リスクを地域で共有し、市民と行政が一体となって宅地の耐震化を進めることがより効率的で、合理的になる場合があることを認識しておくべきであろう。写真1-3は、具体的な擁壁被害の事例、液状化被害の事例、宅地の陥没、地割れ被害の事例を示したものである³⁾。このような被害を反映した被災宅地の復旧が熊本県や熊本市の支援のもとで進められている。

被災宅地復旧の進め方³⁾

私有財産である宅地の復旧は、所有者の負担が原則であるが、今次の熊本地震における甚大かつ

広範囲にわたる被害を踏まえ、防災機能の向上・再度災害防止のため、公共事業と復興基金により被災宅地の復旧の支援がなされている。公共事業の場合は、道路等の公共施設に被害が生じる恐れがあるものや、公共施設と一体的に対策を行うもの等が対象であり、復興基金による支援制度については、公共事業の要件を満たさないものについて、土地所有者が自ら復旧される場合に支援する制度となっている。具体的には、熊本県、熊本市が出している被災宅地復旧の手引きに概略が詳述されている。

宅地地盤の被害と地盤品質判定士の役割や必要性

震度7を2回経験することになった益城町では家屋の倒壊被害が顕著に表れている一方で、液状化や擁壁の倒壊による宅地地盤の被害（写真-1-3）も多く生じている。戸建ての宅地地盤では、標準的な調査・対策で事足りて、設計上、地盤への特別な配慮が敬遠される場合が多くある。一方で、平成29年7月の九州北部を襲った豪雨による土砂災害、今回の熊本地震での地盤災害に見られるように、地盤は命を脅かす危険性をはらんでいる。かと言ってすべての宅地地盤で地盤調査を実



写真3(a) 陥没に伴い段差が発生した宅地と道路



写真3(b) 大きな地割れ・段差が発生した宅地

写真3 宅地の陥没、地割れ被害の事例

施することは経済的な側面から考えて現実的ではない。こうした場合、宅地地盤内にどのような課題が内蔵しているかを、専門の地盤技術者と協働しながらスクリーニング検査によって明らかにし、調査の絞込みを進めることがひとつのよい方法である。こうした役割を担える地盤技術者として、地盤品質判定士の存在がある。この判定士は地盤をキーワードにして社会と市民を結ぶ担い手になり得る地盤の専門技術者であり、宅地における地盤災害を防止したり、軽減するため、依頼に応じて、限られた情報の範囲内で、地盤の品質を確認・評価して説明を行う、言わば、地盤工学の専門知識と倫理観を有する地盤の専門技術者と説明されている⁴⁾。また、戸建てに関わる関係者、不動産業、工務店、建築士、宅地建物取引士、不動産鑑定士、宅地造成業、行政機関、弁護士、裁判所、他を地盤の観点で支援（情報提供・相談）する地盤の専門家であるとも記されている⁴⁾。平成25年に創設され、平成29年度末時点で882名（熊本県：12名）が検定試験に合格して登録され、登録者名は地盤品質判定士協議会 Web-Site (<https://jiban-jage.jp/archives/275>) で公開されている。また、地盤品質判定士の有志21名により「熊本地震対策部会」が設置され、熊本での防災イベントや住民相談会で活動している。

益城町を中心とした地盤品質判定士の活動を通じた教訓（事例紹介）

熊本地震での家屋の罹災判定では、一次判定のみならず二次判定でも被災者の不満が多く、三次判定まで実施された例が少なくなかった。その理由のひとつに、地盤の変状を評価するかどうかで自治体ごとで対応が分かれ、判定結果に大きな差異の生じたことが考えられた。こうした状況を踏まえると、何らかの適切な形で地盤品質判定士が、被災宅地の調査・危険度判定ならびに家屋の罹災判定にも関与でき、地盤のリスクも含めた判定が

可能になれば、より迅速な復興に寄与できるものと考えられる。そうするためには、ひとつの方法として、例えば、被災宅地の調査・危険度判定マニュアルの中に判定士の役割が適切に位置づけられることが望まれる。

おわりに

熊本在住の地盤品質判定士を中心として、被災後早い時期から数度にわたり、無料相談会が行われた。その経験として、相談の内容が被災後時間の経過に従って変化した。今回の地震では、まず、多くの被災者には、被災直後の崩壊した地盤や擁壁を目にしての不安のようなものが生じたものと推測された。そして、2～3ヶ月経過後には崩壊した地盤の修復について、その後は災害復旧に対する公的資金の有無や申請について、さらには、傾いた家屋の沈下修正工法の選択、見積の適否、施工業者の信頼性、等々 時間の経過とともに相談の内容は多岐にわたってきた。

そういった中で、学会もしくは地盤品質判定士が関わる市民相談については、単なる地盤についての説明・解説ばかりで無く、その時々々の社会状況についての最新情報、戸建て住宅の補修工法など、守備範囲の広い対応が求められように思われた。

一方で、コンサルティング内容に対する責任の所在や相談に対してどこまで解答するのか、できるのか。また、提供した情報の使われ方にどこまで責任を負うのか、など、明確にしておくべきことも数多くあることが認識された。加えて、話し方一つで相談者の反応も変化することから、対応する相談員の適応性も求められることになった。

相談窓口の開設には、このような事を念頭に置き、地盤品質判定士が適任であるように、判定士の素養向上を図りながら、十分な準備の下で学協会として地盤品質判定士を社会的に活かせる仕組み作りを進めていくことが求められる。なお、今

年の2月末、地盤品質判定士が「国土交通省の登録資格」として登録された。これにより宅地防災に関わる業務において、地盤品質判定士が管理技術者・照査技術者を担当することのできる資格になったことになり、今後の利活用が期待される。

参考文献：

- 1) 「熊本地震からの創造的な復興にむけて」緊急提言、くまもと復旧・復興有識者会議（座長：五百旗頭 真），2016.6.
- 2) 「平成28年熊本地震地盤災害調査報告書」，（公社）地盤工学会，2017.4月.
- 3) 「被災宅地復旧の手引き」，熊本県、熊本市，2017. 3月.
- 4) （公社）地盤工学会のHP内 https://www.jiban.or.jp/jage/touroku_manual.html

□ 「平成29年7月九州北部豪雨」
 における消防機関の対応

応急対策室、広域応援室、地域防災室

1 はじめに

7月2日9時に沖縄の南で発生した台風第3号は、東シナ海を北上し、7月4日8時頃に長崎市に上陸した後、東に進み、翌5日9時には、日本の東で温帯低気圧に変わりました。

梅雨前線や台風第3号の影響により、西日本か

ら東日本にかけて、大雨となりました。特に、7月5日から6日にかけては、対馬海峡付近に停滞した梅雨前線に向かって暖かく非常に湿った空気が流れ込んだ影響により、線状降水帯が形成・維持され、同じ場所に猛烈な雨を継続して降らせたことから、島根県、福岡県、大分県など西日本で記録的な大雨となり、島根県で7月5日5時55分、

表1 平成29年6月30日からの梅雨前線に伴う大雨及び台風第3号の人的・物的被害
 (平成30年2月22日現在)

都道府県名	人的被害				住家被害					非住家被害	
	死者 人	行方不明者 人	負傷者		全壊 棟	半壊 棟	一部破損 棟	床上浸水 棟	床下浸水 棟	公共建物 棟	その他 棟
			重傷 人	軽傷 人							
福島県									1		1
茨城県									7		
埼玉県							1		10		
千葉県									4		
東京都								2	7		1
新潟県			1	1			3	3	184		
富山県								3	17		
石川県							1		13		
長野県									7		
岐阜県							3	5	40		
静岡県				2							
愛知県									18		
和歌山県				1			1				
島根県				1		1	3	13	48	1	7
広島県	2						1	8	46		4
福岡県	37	2	7	9	275	831	39	22	594	7	745
佐賀県				1			1	1	110		
長崎県					1		2	5	13		4
熊本県				5	1	4	28	2	14	1	21
大分県	3		1	5	49	274	5	158	883	1	584
合計	42	2	9	25	326	1,110	88	222	2,016	10	1,367

(備考) 「消防庁とりまとめ報」により作成

福岡県で同日17時51分及び大分県で同日19時55分に特別警報が発表されました。この大雨の影響で、福岡県朝倉市、東峰村、大分県日田市など九州北部を中心に、河川の氾濫、浸水害、土砂災害等による甚大な人的・物的被害が発生しました。

気象庁は、7月5日から6日にかけて九州北部地方で発生した豪雨災害について、「平成29年7月九州北部豪雨」と命名しました。

なお、平成29年7月九州北部豪雨を含む6月30日からの梅雨前線に伴う大雨及び台風第3号による各地の被害状況は、表1のとおりです。

亡くなられた方々の御冥福を謹んでお祈りするとともに、被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

2 消防庁の対応

消防庁では、7月5日5時55分、島根県に大雨特別警報が発表されたことを契機として、応急対策室長を長とする災害対策室を設置し（第1次応急体制）、情報収集体制の強化を図りました。17時51分には、福岡県にも大雨特別警報が発表されたことから、国民保護・防災部長を長とする災害対策本部への改組を行いました（第2次応急体制）。

被害状況を鑑み、福岡県及び大分県から緊急消防援助隊の派遣要請があることを想定し、19時55分以降、関係府県に対して緊急消防援助隊の出勤可能隊数の報告及び出勤準備を順次依頼しました。その後、21時12分に大分県知事から、また、翌6日0時00分に福岡県知事から、それぞれ消防応援の要請があり、消防庁長官は、関係府県の知事に対して緊急消防援助隊の出勤を求めました。

また、同日、被災地における情報収集、現地活動支援等のため、福岡県及び大分県へそれぞれ6人の消防庁職員を派遣し、福岡県では7月25日まで、大分県では7月12日まで活動を実施しました。

7月6日8時00分には、全庁を挙げての対応が必要となったことから、消防庁長官を長とする災

害対策本部への改組を行いました（第3次応急体制）。その後、17時00分には、政府調査団の一員として、地域防災室長を福岡県に派遣し、7月9日には、既に現地派遣されていた震災対策専門官が、大分県における政府調査団に参加しました。

また、災害応急対応が長期化するなか、7月12日には、総務大臣及び消防庁長官が福岡県及び大分県の被災地を視察し、今後の対応方針等について被災自治体との意見交換を行いました。

3 消防機関の対応

（1）地元消防本部

福岡県では、甚大な被害が発生した朝倉市及び東峰村からの119番通報が相次ぎ、近隣の消防本部と共同運用している筑後地域消防指令センターでは、全ての通報には対応できない状態が続きました。同地域を管轄する甘木・朝倉消防本部は、総力を挙げた活動を実施しましたが、発災当初は、河川の氾濫、土砂災害等による道路の寸断等で災害現場に近づくことができず、保有する消防車両を効果的に運用できない状況もあり、被災住民の救助活動、避難誘導等は困難を極めました。

大分県においては、甚大な被害が発生した日田市において119番通報が多数入電し、管轄する日田玖珠広域消防組合消防本部は、被災住民の救助活動、避難誘導等の対応に追われました。

（2）県内応援消防本部

大分県においては、緊急消防援助隊が到着するまでの間、県内の消防本部間で締結された協定に基づく消防応援が実施され、救助活動等を実施しました。

福岡県においては、県内の消防本部間で締結された協定に基づく消防応援が実施され、救助活動等を実施しました。なお、県内消防応援の活動は、8月4日まで継続して行われました。

(3) 緊急消防援助隊

(ア) 大分県

7月5日に消防庁長官から出動の求めを受けた9県（愛知県、山口県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県及び宮崎県）の緊急消防援助隊は、中津市及び日田市に向け、迅速に出動しました。

福岡市消防局指揮支援隊は、大分県庁に設置された消防応援活動調整本部に部隊長の属する指揮支援隊として参集し、大分県、大分県内消防本部及び消防庁派遣職員のほか、警察、自衛隊、海上保安庁、DMAT、気象庁、国土交通省等の関係機関とも連携し、被害情報の収集・整理、緊急消防援助隊の活動管理等を行いました。また、二次災害の発生を防止するため、降雨による活動中止判断の基準を明確にし、指揮支援隊長を通じて各県大隊長に周知を行いました。

北九州市消防局指揮支援隊は、中津市消防本部に参集し、警察、自衛隊等の関係機関と連携を図り、被害状況の情報集収・整理、中津市に派遣された宮崎県大隊の活動管理等を行いました。その後、7月7日には、中津市における緊急消防援助

隊の活動がおおむね終了したため、活動を終了しました。

熊本市消防局指揮支援隊は、日田玖珠広域消防組合消防本部に参集し、警察、自衛隊等の関係機関と連携を図り、被害情報の収集・整理、日田市に派遣された佐賀県大隊及び熊本県大隊の活動管理等を行いました。その後、7月10日には、日田市における緊急消防援助隊の活動がおおむね終了したため、消防庁長官からの部隊移動の求めを受け福岡県の甘木・朝倉消防本部へ出動しました。

陸上隊は、当初、宮崎県大隊が中津市にて、佐賀県大隊、熊本県大隊及び愛知県大隊が日田市にて、捜索・救助活動を実施しました。その後、7月7日には、中津市での活動がおおむね終了したため、宮崎県大隊は日田市に部隊移動しました。7月9日には、日田市での捜索・救助活動の進捗を踏まえ、佐賀県大隊及び愛知県大隊は、消防庁長官からの部隊移動の求めを受け福岡県へ出動しました。さらに熊本県大隊及び宮崎県大隊も、日田市での捜索・救助活動がおおむね終了したため、活動を地元消防機関に引継ぎ、同日、熊本県大隊は、消防庁長官からの部隊移動の求めを受け福岡



消防応援活動調整本部（大分県庁）（撮影：消防庁）

県へ出動し、宮崎県大隊は活動を終了しました。

中津市及び日田市においては、河川の氾濫や土砂崩れにより発生した孤立地域に、水陸両用バギーなども活用しながら進入し、安否確認を含め捜索・救助活動を広範囲に実施しました。さらに、愛知県大隊の全地形対応車が、土砂等が堆積した道路障害も乗り越え、孤立地域への効率的な進入を図りました。

航空小隊は、ヘリコプターのホイスト等により、

陸上からの救助が難しい孤立地域における住民の救助活動を行い、孤立した福祉施設で要救助者16人を救助するなど、派遣期間中に19人を救助しました。また、消防庁ヘリ5号機（高知県消防防災航空隊運航）のヘリサットシステムを活用し、上空からの効果的な情報収集活動を実施しました。

これらの懸命な活動の結果、陸上隊及び航空小隊を合わせて29人を救助しました。

こうした緊急消防援助隊の活動は、7月5日か



水陸両用バギーによる捜索・救助活動（撮影：消防庁）



全地形対応車による孤立地域への進入（撮影：消防庁）



ヘリコプターのホイストによる（提供：山口県消防防災航空隊）

ら7月10日までの6日間にわたり行われ、出動隊の総数は、9県（愛知県、山口県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県及び宮崎県）延べ528隊、2090人で、活動のピークは、7月7日で100隊、408人でした。

（イ）福岡県

7月6日に消防庁長官から出動の求めを受けた1府7県（大阪府、兵庫県、奈良県、岡山県、広島県、山口県、香川県及び長崎県）の緊急消防援

助隊は、朝倉市及び東峰村に向け、迅速に出動しました。

広島市消防局指揮支援隊は、部隊長の属する指揮支援隊として福岡県庁に設置された消防応援活動調整本部に参集し、福岡県、福岡県内消防本部及び消防庁派遣職員のほか、警察、自衛隊、海上保安庁、DMAT、気象庁、国土交通省等の関係機関とも連携し、被害情報の収集・整理、緊急消防援助隊の活動管理等を行いました。また、二次災



指揮支援本部（朝倉市役所）（提供：熊本市消防局）

害の発生を防止するため、降雨による活動中止判断の基準を明確にし、指揮支援隊長を通じて各県大隊長に周知を行いました。

岡山市消防局指揮支援隊は、朝倉市役所に参集し、被害情報の収集・整理、朝倉市及び東峰村に派遣された広島県大隊、山口県大隊及び長崎県大隊の活動管理等を行いました。また、7月9日からは、大分県から福岡県に部隊移動した愛知県大隊及び佐賀県大隊の活動管理を行いました。

熊本市消防局指揮支援隊は、7月10日に日田市から、朝倉市に部隊移動し、被害情報の収集・整理、先に朝倉市に部隊移動していた愛知県大隊及び佐賀県大隊並びに7月10日に部隊移動した熊本県大隊の活動管理等を行いました。

陸上隊は、当初、広島県大隊、山口県大隊及び長崎県大隊が、東峰村にて、捜索・救助活動を実施しました。その後、7月9日には東峰村の捜索・救助活動がおおむね終了したため、全ての県大隊は朝倉市へ部隊移動しました。また、7月9日には愛知県大隊及び佐賀県大隊が、7月10日には熊本県大隊が大分県から部隊移動し、朝倉市にて捜索・救助活動を実施しました。7月25日には、朝倉市での捜索・救助活動がおおむね終了したため、地元消防機関及び県内応援消防本部に引継ぎ、活

動を終了しました。

東峰村においては、内閣府の革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）において研究開発されているドローンにより、孤立地域での安否確認作業等を行いました。なお、ドローンで収集した被災地の映像は、消防庁をはじめ関係機関でも共有し、被害状況の把握に活用しました。

朝倉市においては、河川の氾濫や土砂崩れにより大量に堆積したがれきや流木が流れ込んだ家屋などが多数あり、自衛隊、民間企業等の重機を使用して、瓦礫や流木を排除しながら捜索・救助活動を広範囲に実施しました。

また消防庁と独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）との「消防防災における航空機の利用に関する技術協力の推進に係る取り決め」に基づき、D-NET（災害救援航空機情報共有ネットワーク）を活用し、福岡県災害対策本部と行方不明者の検索場所等の共有を図りました。

また、筑後川流域や有明海においても、地元消防機関、警察及び自衛隊と連携し、大規模な一斉捜索を実施しました。

航空小隊は、上空からの効果的な情報収集活動を実施するとともに、ヘリコプターのホイスト等により、陸上からの救助が難しい孤立地域におけ



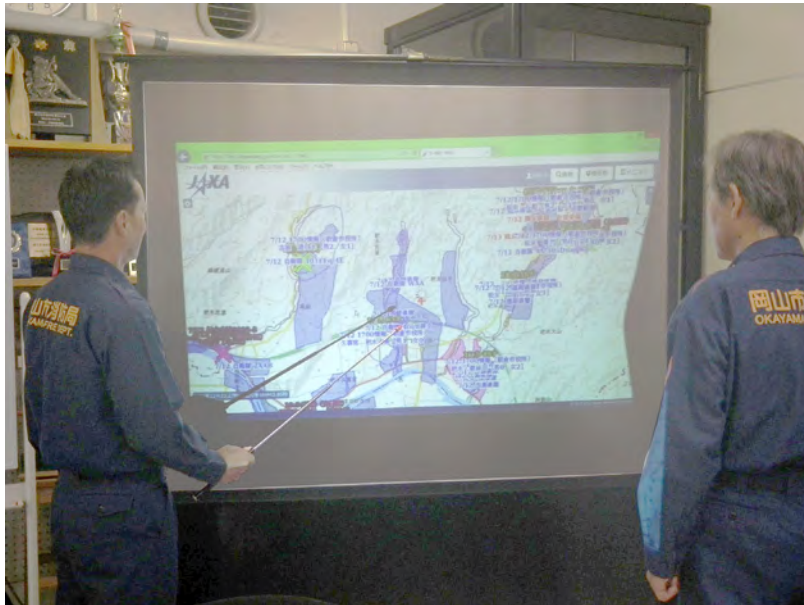
重機を活用した捜索・救助活動（提供：熊本市消防局）

る住民の救助活動を行いました。朝倉市では、7月7日に複数のヘリコプターを機動的に活用し孤立地域から23人を救助するなど、派遣期間中に24人の救助を行いました。また、陸上隊と航空小隊が連携し、進入困難な孤立地域や到着に長時間を要することが見込まれた地域において、ヘリコプ

ターにより隊員を投入し、救助活動を行いました。

これらの懸命な活動の結果、陸上隊及び航空小隊を合わせて30人を救助しました。

こうした緊急消防援助隊の活動は、7月6日から7月25日までの20日間にわたり行われ、出動隊の総数は、1府11県（愛知県、大阪府、兵庫県、



D-NETの活用（提供：岡山市消防局）



河川の一斉搜索（撮影：消防庁）



上空からの偵察活動（提供：岡山県消防防災航空隊）

奈良県、岡山県、広島県、山口県、香川県、高知県、佐賀県、長崎県及び熊本県）延べ2,562隊、9,166人となり、活動のピークは、7月11日で170隊、627人でした。

（４）消防団

被害のあった福岡県内及び大分県内では、各消防団が、住民の避難誘導や救助活動、安否確認をはじめ孤立集落の確認や巡回活動など、地域の安心・安全を守るための幅広い活動を実施しました。

そのような中、日田市においては、巡回活動中の消防団員1名が崩土に巻き込まれ犠牲となりました。

消防団の主な活動内容については、次のとおりです。

- ・住民の避難誘導、救助活動、安否確認
- ・道路、河川や孤立集落の確認、巡回活動
- ・土砂災害警戒のためのブルーシート張り、がれき除去
- ・警戒活動、土のう積み
- ・行方不明者の搜索活動、土砂・流木の撤去、河川の搜索
- ・ポンプ車による排水作業
- ・給水活動、孤立地域への食料の運搬 等



朝倉市消防団の活動（撮影：消防庁）

4 おわりに

消防庁では、今回の活動で得られた教訓を活かし、今後より一層の消防防災体制の充実強化を推進するとともに、災害に対して万全の体制がとれるよう、全力を尽くしてまいります。

□平成29年7月九州北部豪雨の発生要因と予測可能性

京都大学防災研究所 准教授 竹見哲也

はじめに

日本の暖候期には、梅雨前線や台風の活動により、しばしば集中豪雨が発生し、ときに甚大な災害に至る。とりわけ梅雨期には、前線が停滞したり移動が遅かったりするため、前線帯で発達する降水系も停滞し、雨が長続きする傾向にある。また、これら停滞性の降水系は線状に組織化することが多く、線状降水帯と呼ばれる¹⁾。平成29年7月九州北部豪雨では、福岡県朝倉市の朝倉観測点など複数の地点で観測史上1位となる大雨が記録され、この豪雨も線状降水帯により発生した²⁾。また、過去の集中豪雨もほとんどが線状降水帯で発生したと考えられている³⁾。このように線状降水帯は、豪雨災害をもたらす要因として十分に注意すべき気象現象である。ここでは、平成29年7月九州北部豪雨の発生要因とその予測の可能性について述べる。また、線状降水帯の実態を全国規模で俯瞰するとともに、将来を見据えた防災・減災対策を講じる上で避けられない気候変動の影響についても考えてみる。

九州北部豪雨の発生要因

平成29年7月5～6日に九州北部で発生した豪雨では、複数の気象観測点で観測史上1位となる大雨を記録した⁴⁾。例えば、24時間雨量では、福岡県朝倉市朝倉で545.5 mm、大分県日田市日田で370.0 mm、佐賀県佐賀市川副で290.5 mm、熊本県

宇土市宇土で288.0 mm といった大雨が記録された。朝倉では、48時間および72時間雨量でもそれぞれ600.5 mm および616.0 mm という観測史上1位を記録した。

このような大雨は、強い雨が長続きすることで生じる。図1は、朝倉観測点での10分毎の雨量を7月5日12～21時の9時間分を示したものである。時刻毎に雨の強弱はあるものの、期間を通して10 mm 程度の雨が続けていたことが分かる。10分間で10 mm とは、仮に1時間継続したと考えると時間雨量に換算すると60 mm となり、極めて強い雨である。また期間中の最大10分間雨量は27 mm に達し、時間雨量に換算すると162 mm もの猛烈な豪雨に対応する。こういった強雨が持続することで、この9時間に約500 mm の雨量に達した。

図1に示した雨量は、気象庁のアメダス観測点によるものである。気象庁による地上観測点は、アメダスを含めて全国で約1300箇所にのぼり、おおよそ17 km 間隔で気象データを取得している。しかし、雨をもたらす積乱雲というものは大きさが数 km から10数 km 程度しかないため、これら地上観測点だけで雨を捕捉することには限界がある。実際、気象庁以外の機関等が設置した雨量計では、朝倉アメダス地点の記録を大きく超える雨量が観測された場所もある。例えば、朝倉地点の東に10 km も離れていない朝倉市北小路公民館での福岡県による観測点では、6時間で535 mm、12時間で792 mm、24時間で829 mm もの大雨が記録された⁵⁾。

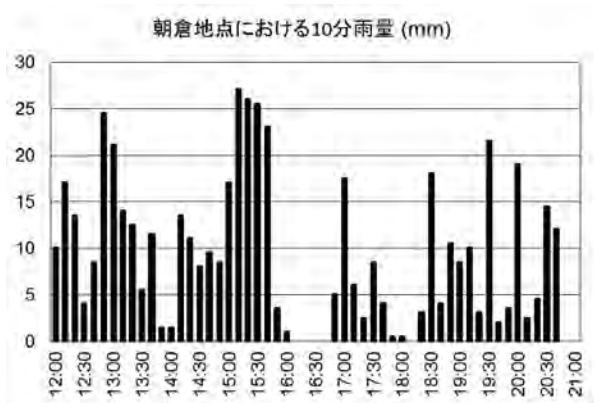


図1 平成29年7月5日12～21時の朝倉アメダス地点での10分間雨量の時系列

このような大雨をきめ細かく捕捉するためには、レーダーによる観測が有効な手段となる。近年は、気象庁や国土交通省による全国的なレーダー監視網が充実してきている。レーダーには、広域を即時に把握することができるという利点はあるが、一方で雨量を地上で直接計測するわけではなく遠隔的に測定しているため、どうしても推定誤差が現れてしまう。そのため地上雨量計による補正を組み合わせることで、量的な精度向上が図られている。こうして補正された雨量データは解析雨量と呼ばれ、全国を1 km メッシュで覆うデータとして提供されている。図2は、解析雨量による7月5日3時～7日9時の積算雨量の分布を示す。福岡県南部では、1000 mm を超える雨量も記

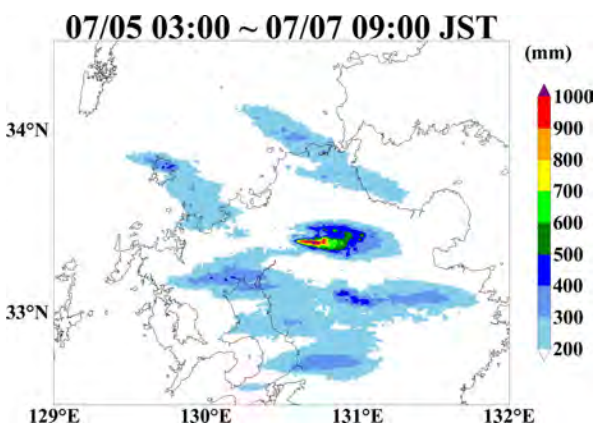


図2 解析雨量による7月5日3時～7日9時の積算雨量分布

録されていることが分かる。この図で分かるように、集中豪雨といっても、発生地域で一律に同じような強い雨が降っているわけではなく、地域内部で量的に大きく異なり、かつ時間推移も図1のように変化しながら長続きするのである。

このように雨は時間・空間に大きく変化して生じることから、集中豪雨の発生にあたっては、国や自治体その他機関による地上雨量計データを集約して可能な限り稠密な雨の実況を把握するとともに、レーダーにより面的に雨量分布を監視することが大事である。気象庁が提供する高解像度降水ナウキャストは、250 m メッシュで降水の実況を示すとともに1時間先という短時間の予測情報も提供している。こういった降水情報に日ごろから意識して接することは、降水現象全般に対する感覚を養うとともに、非常時への備えとしても役立つことと言える。

九州北部豪雨で最も激しい雨が生じた7月5日から6日かけての天気図を図3に示す。梅雨前線が日本を東西に横断し、九州北部に向けて南下しつつある様子が分かる。梅雨前線は北側の高気圧と南側の太平洋高気圧とに挟まれて停滞し、九州北部には南西から暖湿気流が入り込む気象状況となっている⁵⁾。このため前線南側の九州北部では、大気は非常に不安定な状態となり、気流が収束する効果も重なることで、豪雨をもたらす積乱雲が発生しやすい条件が揃った状況となった。

このような気象条件で豪雨が発生したのは、九州北部の特定の地域で積乱雲が次々に発生し、積乱雲が東西に列をなして集団化して線状降水帯を形成し、同じ場所で雨が継続したことが原因である。数値気象予測モデルで豪雨をもたらした積乱雲群の発達を167 m メッシュという極めて高分解能の計算機シミュレーションにより再現したところ、図4のような結果が得られた。朝倉市を中心として福岡県南部に、強雨をもたらす積乱雲が東西に集団化して、線状降水帯が再現されていることが分かる。通常の気象予測の数 km メッシュよ

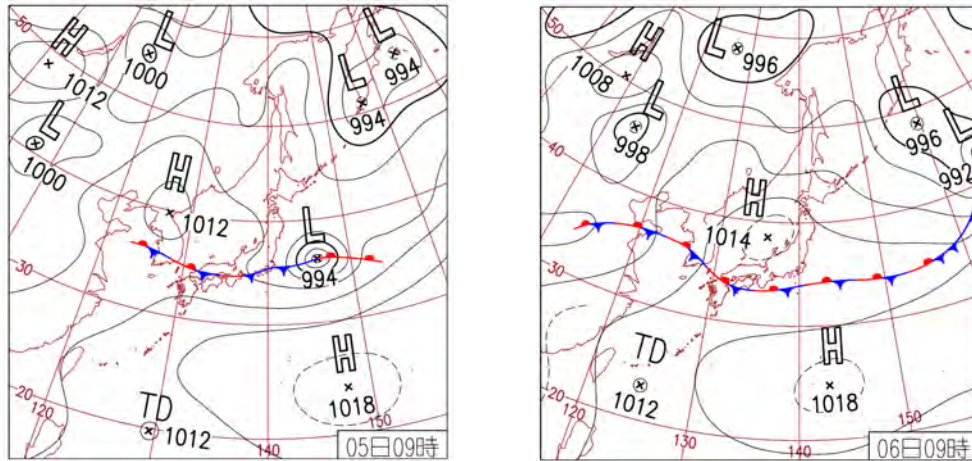


図3 平成29年7月5日9時（左）および6日9時（右）の気象庁による地上天気図

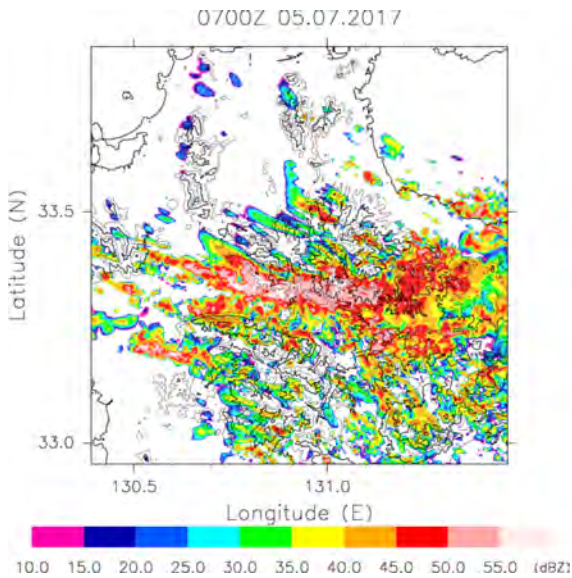


図4 計算機シミュレーションによる7月5日16時での積乱雲群の発達状況

りも格段に細かい167 m メッシュという分解能にすることで、地形の起伏が詳細に表現されることになり、積乱雲群が停滞して大雨が生じる過程を再現することができた。地形の影響や雲内部の物理過程の影響を考慮して様々な設定をして計算機シミュレーションで調べたところ、地形の微細な起伏の影響を受けて積乱雲群が停滞し、雲・降水の生成過程を精緻にモデル化することで雨量も定量的に再現できることが分かった。

以上のことから、九州北部豪雨の発生要因は次のように考えられる。九州北部の地形の微細構造

により気流が特定の場所に収斂し、それが強制力となって積乱雲が次々に持続的に発生し、積乱雲群が東西に列をなして集団化した。大気的不安定な状態と気流の収斂具合が持続することで、積乱雲群は長時間持続することになった。さらに、ひとつひとつの積乱雲は上空の風に流されて東に移動するものの、積乱雲が西から次々に発達することで積算雲群としては同じ場所に停滞することになり、強雨が持続することで集中豪雨が発生したのである。

九州北部豪雨の予測可能性

図4に示した結果は事後解析のため、シミュレーションに要する時間には気にならず実施したものである。一方、予測となると、計算の高速化と迅速な情報提供が必要不可欠である。そのため、現状の最先端の計算機でも予測となると数 km メッシュという粗い分解能とせざるを得なくなってしまう。気象庁の数値気象予測モデルでも最も高い分解能の予測計算は2 km メッシュで実施されている。このことから、九州北部豪雨の予測が1 km 程度の分解能で可能かどうかを検証することは大事である。数値気象予測モデルを1 km メッシュの分解能で予測計算に用いて評価したところ⁵⁾、積乱雲群が列をなして集団化する線

状降水帯は再現できることは確認できた。ところが、積乱雲群が停滞する様子はうまく再現することができず、結果として積算雨量で評価すると実際よりも半分にも満たない量しか再現することができなかった。

九州北部豪雨は、梅雨前線の南側で発生したものであり、前線の南北には高気圧が位置して前線を強化していた。豪雨をとりまくこういった周囲の気象状況は、比較的粗いメッシュの数値モデルでも再現できるため、数kmメッシュのシミュレーションでも線状降水帯を定性的には表現することができる。こういったことから、福岡県南部というような地域レベルで線状降水帯が発生するかどうかを予測することは、様々な観測データを取り込むことで可能となると言える。近年、気象レーダーの監視網が充実し、気象衛星「ひまわり」による観測が高頻度化し、観測のビッグデータ化が急速に進んでいる。このような観測ビッグデータは気象予測の精度を飛躍的に向上するものと期待される。

しかし、線状降水帯による雨量を定量的に予測したり、豪雨に至るかどうかを予測したりするといったことは、現状の数値気象予測モデルの枠組みでは未だ困難であると言わざるを得ない。ビッグデータの活用とともに、数値モデルの精緻化と高分解能化もあわせて推進することが重要である。

図4に示した167mメッシュでのシミュレーションから、集中豪雨の定量的な予測は、高分解能モデルにより実現できる可能性があることが示唆される。ここでは、計算機資源の制約から100m以下のメッシュ間隔を設定することはできなかったものの、過去の別事例を対象としたシミュレーションで100mメッシュの場合に豪雨が定量的に再現できる可能性を指摘してきた⁶⁾。数値気象予測モデルを高分解能化することにより、地形の微細構造を精緻に表現することができ、細かい規模の気流変動を良く再現することが可能となり、積乱雲の発生や集団化の様子を良く表現できるも

のと期待される。また、数値モデルを精緻化することにより、積乱雲内の降水粒子の生成過程や気流の乱れ構造といった微細規模の物理過程の理解が進み、集中豪雨を定量的に再現することに繋がるものと期待される。

線状降水帯の全国分布

近年、レーダーによる高頻度かつ高分解能のデータの蓄積が進んだことで、集中豪雨や線状降水帯の全国的な出現特性を統計的に調べることが可能となってきた。気象庁による解析雨量データを用いた分析⁷⁾では、1995～2009年という長期間にわたる期間を対象として、4～11月に発生する集中豪雨をもたらす降水帯の実態を統計的に示した。分析の結果、降水帯の形状は、全体の抽出数のうち2/3程度の事例で線状であることが示された。既に指摘されていた³⁾ものの、長期間のデータからも、集中豪雨をもたらす降水系の多くが線状降水帯によるものであったことが確認できたのである。

また、気象庁の10分間隔の全国合成レーダーデータにより、暖候期の停滞または低速で移動する降水系（停滞性降水系）の全国分布を調べたところ⁸⁾、発生頻度の高い地域は、太平洋側、九州地方、中国地方、中部地方内陸部、関東地方内陸部に分布していることが分かった。さらに、停滞性降水系のうち線状に集団化したものを調べた

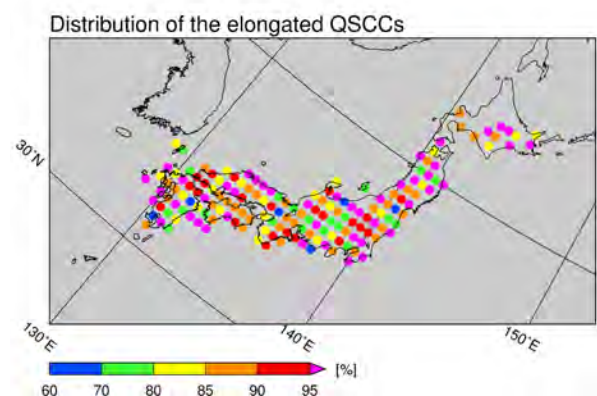


図5 停滞性降水系のうち線状になるものの割合

ところ⁹⁾、線状になったものの割合は全般に高く、停滞性降水系の発生頻度の高い地域では線状になる割合も高くなっていることが分かった(図5)。

九州北部では、停滞性降水系の発生頻度は全国的に見ても高く、9割以上は線状に組織化したものである。さらに、線状の停滞性降水系の走向は東西方向になる傾向が強いことも分かった。このような線状降水帯の全国的な出現特性は、集中豪雨のハザードを意味するものと捉えることができる。

これまでのハザードマップは、洪水や氾濫による浸水域や土砂災害の危険性の高い地域を示すものであった。一方、水災害や土砂災害を引き起こす気象外力としてのハザードにも眼を向けることも有用であろう。日ごろから荒天時の気象情報に対する関心を持ち、降水をもたらす気象状況や雨雲の発達状況に対する眼を養うことが、非常時に役立つものと言える。

将来に向けた備え

将来の豪雨対策を考える場合には、気候の長期的な変動の影響を考えないわけにはいかない。地球温暖化は着実に進行しており、日本では特に1990年代以降の気温の上昇が顕著である。地球温暖化が進行すると、台風や集中豪雨の強大化が懸念されている。地球温暖化の進行は日々の気象変化に比べると格段に緩慢なプロセスであり、その影響の兆候を見極めるのも容易ではない。九州北部豪雨では朝倉などで観測史上1位の記録を更新する豪雨が発生したとは言え、その観測データは1976年以降に限られており、地球温暖化といった長期的な気候変動の影響を定量的に評価することは難しい。

しかし、防災・減災という観点から言えば、地球温暖化の影響が表れてから防災・減災対策するのでは、ハード面であってもソフト面であっても、気象現象の激甚化に即応することは不可能である。地球温暖化の進行に伴う気象災害の変化¹⁰⁾を想定し、気候変動に適応していくことが重要である。そのための準備は、今から進める必要があるのである。

引用文献

- 1) 津口裕茂：線状降水帯，天気，Vol.63，pp.727-729，2016.
- 2) 気象研究所：平成29年7月5-6日の福岡県・大分県での大雨の発生要因について，報道発表資料，平成29年7月14日．
- 3) 吉崎正憲，加藤輝之：豪雨・豪雪の気象学，朝倉書店，184 pp.，2017.
- 4) 気象庁：梅雨前線及び台風第3号による大雨と暴風，平成29年7月11日．
- 5) 秋山壽一郎：平成29年7月九州北部豪雨災害に関する総合的研究報告書 平成29年度科学研究費補助金特別研究促進費，252 pp.，平成30年3月26日．
- 6) 竹見哲也：詳細地形表現による局地豪雨の100 mメッシュ高解像度計算，京都大学防災研究所年報，第53号B，pp. 337-343，2010.
- 7) 津口裕茂，加藤輝之：集中豪雨事例の客観的な抽出とその特性・特徴に関する統計解析，天気，Vol.61，pp.455-469，2014.
- 8) Unuma, T. and Takemi, T.: Characteristics and environmental conditions of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan, Quart. J. Roy. Meteor. Soc., Vol.142, pp.1232-1249, 2016.
- 9) Unuma, T., and Takemi, T.: A role of environmental shear on the organization mode of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan, SOLA, Vol.12, pp.111-115, 2016.
- 10) 竹見哲也：地球温暖化に伴う気象災害の影響評価，日本風工学会誌，Vol. 40, No. 4, pp. 399-406, 2015.

九州北部豪雨 流木災害から得られた今後の課題

九州大学大学院工学研究院 教授 矢野 真一郎

1. 九州北部豪雨における流木の発生状況

平成29年7月九州北部豪雨による水害の大きな特徴の一つが大量の流木が発生し、谷底平野を流れる中小河川に土石流と一緒に流れて、被害を拡大させたことであった。河道を流下した流木は、比較的小さい橋梁に集積し、ダム化することで水の流下を阻害し、土砂の堆積を促進させ、橋梁下断面を閉塞した。それにより、橋梁そのものが埋没したり、破壊されたりしたものが多数見られた。また、流下できなくなった土砂と流木を含む洪水が河川からあふれ出て、周辺の道路や宅地・田畑に流入し、家屋などを破壊したり、土砂で埋没さ

せたり、最悪の場合には流失させたりした（写真1、2）。

今次水害においては、線状降水帯が6～9時間程度停滞し長時間にわたり強い降雨が発生したために、同時多発的に斜面崩壊が発生した。そのため斜面上の森林から立木が流木化して流下した。国土地理院が公開した崩壊地の分布について、GIS上に再整理したものを図1に示す。また、表1に被災河川毎に流木量や流出係数（流域面積あたりの流木量）などの情報をまとめたものを示す。ここで、流木量は国土交通省の推定値を示している。この推定値は、斜め航空写真から流木発生源を特定し、面積当たりの材積量を掛け合わせることで算出されている。その際、福岡県人工林収穫予測システム（<http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sugi-yosoku.html>）を用いて、樹齢45年を仮定した場合に推定される単位面積当たり材積



写真1 北川下流域の流木に起因した氾濫 [2017/7/6ヘリからの空撮]



写真2 北川本陣橋上流での被災状況 [2017/7/8撮影]

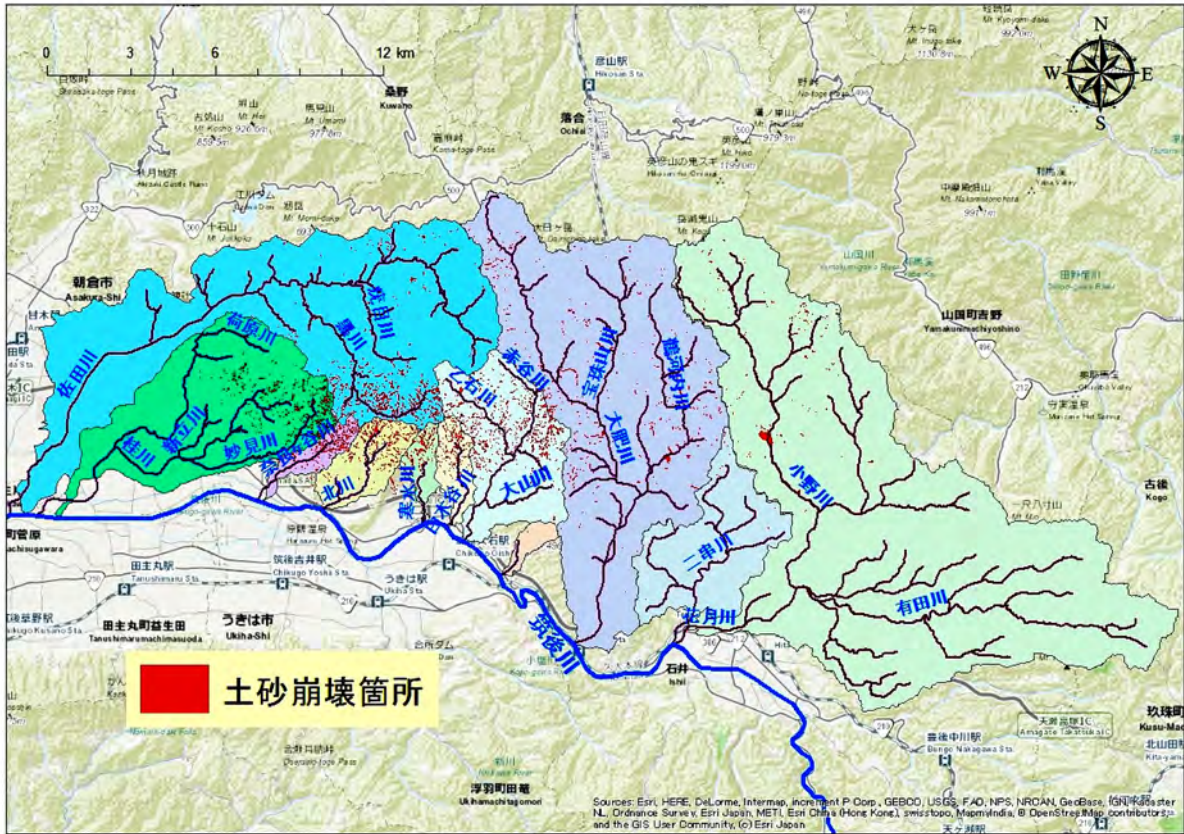


図1 今次水害における斜面崩壊地の分布 [原図 (国土地理院, 2017) をGIS上に復元したもの]

表1 各被災河川の流木関連情報

本川	流域面積 (km ²) ¹⁾	推定流木量 (m ³) ¹⁾	山林からの流木量 (m ³) ¹⁾	流木発生量中の山林由来分の割合 (%)	斜面崩壊面積 (km ²) ²⁾	崩壊率 (%)	推定発生土砂量 (万m ³) ¹⁾	推定堆積土砂量 (万m ³) ¹⁾	流木流出係数 (m ³ /km ²)	山林由来流木流出係数 (m ³ /km ²)	平均河床勾配	地質 ¹⁾	被災形態 ¹⁾
小石原川	87.4	7,009	4,513	64.4			9	3	80	52	0.0124	変成岩	被災小
佐田川	72.7	19,010	10,886	57.3	1.35	1.86	173	182	261	150	0.0096	変成岩	流水
桂川	45.4	28,815	15,066	52.3	0.90	2.38	93	96	635	332	0.0027	変成岩	流水
奈良ヶ谷川	3.8	19,601	13,427	68.5	0.48	12.71	46	37	5,158	3,533	0.0354	変成岩	土砂+流木
北川	7.0	27,616	18,085	65.5	0.59	8.74	66	67	3,945	2,584	0.0389	花崗閃緑岩	土砂+流木
寒水川	3.7	22,660	13,244	58.4	0.29	7.73	55	55	6,124	3,579	0.0577	花崗閃緑岩	土砂+流木
白木谷川	3.9	12,520	8,225	65.7	0.35	9.67	59	50	3,210	2,109	0.0300	花崗閃緑岩	土砂+流木
赤谷川	20.1	39,230	27,581	70.3	1.36	6.77	290	222	1,952	1,372	0.0148	変成岩, 花崗閃緑岩	土砂+流木
大肥川	77.6	27,163	16,189	59.6	1.04	1.34	178	103	353	211	0.0108	火山岩	流水
花月川	130.2	6,753	6,108	90.4	0.39	0.30	96	47	52	47	0.0292	火山岩	流水

注: 1) 筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会報告書(2017)より, 2) 国土地理院HPより

量54,900m³/km²を用いている。赤谷川・白木谷川・寒水(そうず)川・北川・奈良ヶ谷(ならがや)川の5河川が特に流木流出が顕著であることが分かる。また、桂川上流域や支川の妙見川、ならびに佐田川支川の黒川の流域でも崩壊が顕著であることが分かる。流木の発生源としては、山林・溪畔林・河畔林・その他に分類されていたが、山林が大半を占めていた。

2. 流木発生の要因分析

2.1 被災河川全体の流木発生の要因分析

今次水害の特徴である流木の発生に関連する斜面崩壊についての要因分析については、国の委員会 [筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会 (2017)] においても行われている。その結果によると、傾斜角については崩壊斜面のうち9割

以上が15°以上であった。また、斜面崩壊のリスクが高いと一般的に考えられている30°以上の斜面の割合は4割であった。降雨に対しては、1時間雨量が100mm、3時間雨量が250mm、6時間雨量が350mm、12時間雨量が400mm、ならびに24時間雨量が450mmを越えると斜面崩壊する面積が増える傾向にあるとされている。ここでは地上雨量計（気象庁アメダス、国土交通省、福岡県）のデータから面的な分布を内挿して、累加雨量が求められている。しかしながら、この分析では何時間雨量が斜面崩壊に効いていたのが不明であった。

そこで、各河川流域において斜面崩壊発生に対して各要因がどのような関係性をもっているのかを改めて分析した。まず、前述の崩壊地データを用いて、各崩壊斜面の傾斜角を算定した。各溪流の傾斜角の代表値として、1つの溪流に含まれる

崩壊した斜面のもつ最大傾斜角を求め、複数崩壊斜面が含まれる場合はその平均値を算出して分析に利用した。また、各河川の流域を溪流に分割し、各溪流の面積に対する斜面崩壊面積の割合を斜面崩壊率と定義して算出した。一例として、図2、3に赤谷川流域と奈良ヶ谷川流域における溪流分割と斜面崩壊地の分布を示す。溪流分割数については、赤谷川は107、奈良ヶ谷川は44であった。

次に雨量に関しては、国土交通省のC-Xレーダー合成雨量データ(2017年7月5日の24時間分)を用いて、各メッシュ上の1、3、6、12、24時間最大累積雨量を算出した。地上雨量計の測定結果との比較を行い、C-Xの方が過小評価されている傾向があるが、概ね降雨の状況を表現できており、今回の被災エリア全体の時空間的雨量分布を評価する上では信頼性があると判断して、以下の分析を行った。

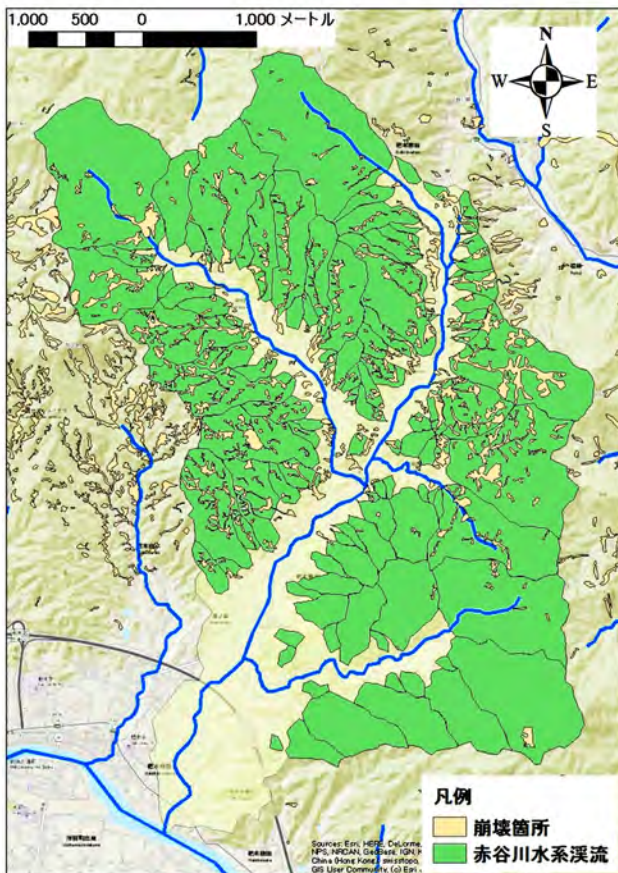


図2 赤谷川流域の溪流と斜面崩壊地の分布

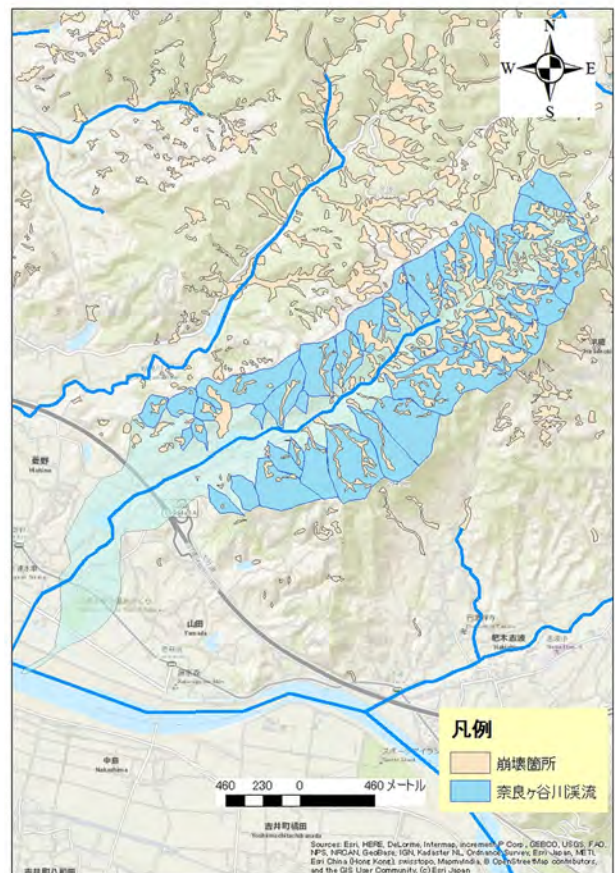


図3 奈良ヶ谷川流域の溪流と斜面崩壊地の分布

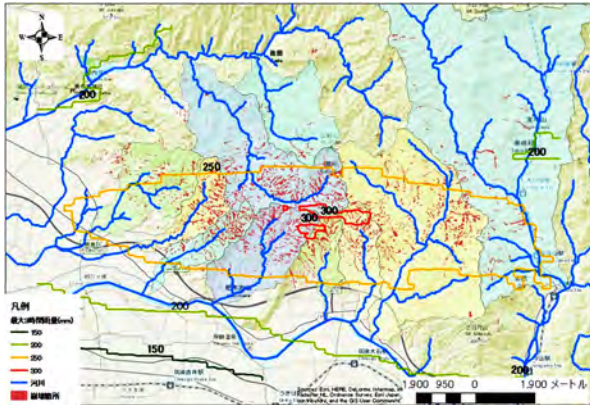


図4 3時間最大雨量

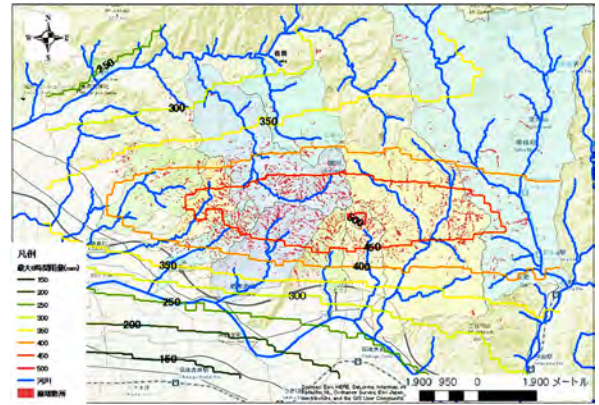


図5 6時間最大雨量

図4、5に一例として3時間、ならびに6時間最大累積雨量の空間分布図を示す。1時間雨量では佐田川の寺内ダムがあるあたりに極大エリアが分布していた(図は省略)が、3時間以降は流木発生量が多かった5河川(赤谷川~奈良ヶ谷川)と佐田川上流の黒川の流域へシフトしていた。

これらの情報をもとに、各溪流の斜面崩壊率に対する傾斜角と各時間の最大累積雨量についての重回帰分析を行った。分析においては、各変数を正規化して解析を行った。全変数を加味すると、雨量に対する偏回帰係数に負値が発生するなどの物理的に不合理な結果が得られたため、傾斜角と雨量1種の組み合わせの中でまとまりの良いものを選ぶと、傾斜角と3時間雨量、または6時間雨量との組み合わせとなった。なお、小石原川と花月川については崩壊面積が小さいため分析していない。また、桂川については本川上流域と支川の妙見川流域に分割し、佐田川については支川の黒川と疣目川の流域に分割している。また、赤谷川については全流域の他に、支川の乙石川のみを抽出した場合も分析した。加

えて、対象とした全河川を一括した場合と、特に流木発生量が多かった上位5河川を一括した場合も分析している。表2に重回帰分析結果の一覧を

表2 各河川の溪流毎の斜面崩壊率に対する傾斜角と最大3時間・6時間雨量との重回帰分析結果

河川名	斜面崩壊を含む溪流数(総溪流数)	傾斜角・3時間雨量		傾斜角・6時間雨量			
		R ²	係数	R ²	係数		
赤谷川*	75(107)	0.14	切片	0.00	0.22	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.28		崩壊地傾斜角	0.30
			3時間雨量	0.28		6時間雨量	0.39
寒水川*	23(35)	0.06	切片	0.00	0.05	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.03		崩壊地傾斜角	0.04
			3時間雨量	0.24		6時間雨量	0.21
白木谷川*	17(20)	0.59	切片	0.00	0.58	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.06		崩壊地傾斜角	0.03
			3時間雨量	0.74		6時間雨量	0.74
北川*	41(49)	0.39	切片	0.00	0.40	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.21		崩壊地傾斜角	0.22
			3時間雨量	0.52		6時間雨量	0.52
奈良ヶ谷川*	41(44)	0.41	切片	0.00	0.40	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.27		崩壊地傾斜角	0.28
			3時間雨量	0.45		6時間雨量	0.43
妙見川(桂川支川)	28(35)	0.48	切片	0.00	0.59	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.48		崩壊地傾斜角	0.31
			3時間雨量	0.34		6時間雨量	0.55
桂川上流(本川上流域)	38(51)	0.03	切片	0.00	0.00	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	-0.01		崩壊地傾斜角	0.02
			3時間雨量	-0.18		6時間雨量	-0.02
乙石川(赤谷川支川)	18(31)	0.16	切片	0.04	0.16	切片	-0.01
			崩壊地傾斜角	0.00		崩壊地傾斜角	0.00
			3時間雨量	0.00		6時間雨量	0.00
黒川(佐田川支川)	68(99)	0.10	切片	0.01	0.15	切片	0.02
			崩壊地傾斜角	0.08		崩壊地傾斜角	0.08
			3時間雨量	0.32		6時間雨量	0.39
疣目川(佐田川支川)	9(54)	0.31	切片	0.00	0.26	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.45		崩壊地傾斜角	0.41
			3時間雨量	0.60		6時間雨量	0.53
大肥川	69(172)	0.14	切片	0.00	0.21	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.31		崩壊地傾斜角	0.34
			3時間雨量	0.31		6時間雨量	0.41
全河川	409(666)	0.24	切片	0.00	0.23	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.23		崩壊地傾斜角	0.19
			3時間雨量	0.46		6時間雨量	0.44
Top5[*がついた5河川]	197(252)	0.27	切片	0.00	0.19	切片	0.00
			崩壊地傾斜角	0.28		崩壊地傾斜角	0.24
			3時間雨量	0.41		6時間雨量	0.31

示す。全体的には決定係数 R^2 はあまり高くないが、白木谷川、北川、奈良ヶ谷川、妙見川はやや高い値を示していた。桂川についてのみ偏回帰係数に負値が見られたが、その他の河川は全て正值であった。妙見川の3時間雨量の場合を除き、全ての河川において斜面傾斜角より雨量が効いているという結果を示した。森林がある斜面の崩壊は、雨量・地形（斜面傾斜角）・地質（表土と内部の構造）・森林の状況などが関係すると考えられるが、地質や森林の状況について定量的に評価するための情報が不足しており、これ以上の分析が現状では困難である。今後、不足する情報を定量的に評価し、より詳細な分析を行う必要がある。

2.2 個別河川の流木発生の要因分析

今次水害においては、表1に示した10河川において流木の発生が見られた。ここでは、河川毎に流木発生状況や要因分析を行った結果について、被害の最も大きかった赤谷川、ならびに溜め池の決壊による流木を含んだ洪水流による被害の発生した奈良ヶ谷川について報告する。

a) 赤谷川について

赤谷川流域について、矢野ら（2016）が提唱している流域の可能最大流木発生量に相当する流木発生ポテンシャルの概念を用いて、潜在的にどの程度の流木発生源を流域全体で持っていたのかを評価した。その際、矢野ら（2016）では傾斜角 30° 以上の斜面を流木発生源として取り扱っていたが、今次水害における状況では表3に示すとおり、 30° 以上が 0.43km^2 （崩壊地全体の31%）、 20° 以上が 0.93km^2 （68%）、 10° 以上が 1.27km^2 （93%）となっており、 30° 以下が6割を越えて

いた。そこで、流木発生ポテンシャルの評価においても、傾斜角を 30° 以上、 20° 以上、 10° 以上の3ケースを設定して評価した。潜在的な流木発生源となる流木供給可能箇所内の今次水害の崩壊地面積を見ると傾斜角によらず6～8%の割合で崩壊が発生していた。よって、 10° 以上を潜在的な発生源となり得る境界値として良い様である。

b) 奈良ヶ谷川について

奈良ヶ谷川流域では、河道に沿って2つの溜池が直列に配置されており、山の神溜池（有効貯水量： $59,791\text{m}^3$ ）と鎌塚溜池（ $78,349\text{m}^3$ ）が河道上に直列で配置されていた。今次水害の際には、上流側の山の神溜池では、洪水吐を持つ堤防が満水位を超えて越水を起こし、コンクリート製のシュート部の両側の土堤部を洗掘して、決壊したとみられている [鈴木ら（2018）]。その際に、住民が携帯電話で撮影した写真から決壊する前に流木が溜池に流入していたことが分かっている。しかし、洪水吐に流木が集積して排水能力が下がったために越水が助長されたかどうかについては明確ではない。洪水吐の排水能力以上の流入があり、流木が流入していなくても越水が発生していたことは鈴木ら（2018）の解析から分かっているが、洪水吐の上に道路橋が設置されていたことから、流木が大量に流下した場合には橋梁下に集積しやすい構造であり、影響を与えた可能性がある。矢野ら（2016）の方法で 30° 以上の傾斜を対象として流域全体の流木発生ポテンシャルを推定したところ、 $15,883\text{m}^3$ となった。表1に示した山林からの流木量が $13,427\text{m}^3$ と同程度であったことから、流木発生量が極めて大きかったことが理解される。

表3 赤谷川流域の斜面崩壊状況と流木供給可能箇所の面積

傾斜角	30° 以上	20° 以上	10° 以上	合計
斜面崩壊地の面積 (km^2)	0.43	0.93	1.27	1.36
流木供給可能箇所の面積 (km^2)	2.75	9.05	16.36	
供給可能箇所内の崩壊地面積 (km^2)	0.22	0.59	0.99	
流木発生ポテンシャル (m^3)	150,781	497,116	898,164	

3. まとめ

今次の豪雨災害において発生した流木について、発生量が多くなった要因の分析を行った。その結果、斜面の傾斜角と最大6時間雨量によりある程度説明ができることが明らかとなった。さらに、特徴的な災害が起こった2河川（赤谷川・奈良ヶ谷川）において、追加的な分析を実施した。赤谷川の事例より傾斜角 10° 以上の斜面は潜在的な流木発生源となること、奈良ヶ谷川の事例より潜在的な最大流木発生量である流木発生ポテンシャルと比較して同規模の流出が起きており、極めて大規模な流出が生じたことを示した。

今次水害において従来の概念が変化するほどの強大な流木災害が発生したことから、今後の流木リスク対策における課題が以下の通り見出された。

- i) 流木発生量の確率表示を可能にすること。
あわせて、治水・砂防の確率の考え方の整合が必要。
- ii) 河道上の流木災害リスクの評価法を確立し、その確率表示を可能にすること。
- iii) 流木災害に対する多重防御となるハード・ソフト対策の提案とその評価を行うこと。流木災害にもL1・L2の概念を組み込む必要がある。

加えて、流域圏（山地～河川～ダム～市街地～海）全体を見据えた流木災害への備えのあり方の議論を行政・市民・学を交えて始めることが必要

な時期に来ていられると考えられる。温暖化の進行を踏まえて、今後の流木リスクの増大へ備えることを始めなければならない。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、国土交通省九州地方整備局河川部、福岡県、朝倉市、大分県、日田市、水資源機構にはデータ提供等で多大な協力を得た。本稿は平成29年度科研費特別研究推進費(JP17K20140)、ならびに土木学会水工学委員会2017年九州北部豪雨災害調査団による調査結果を利用した。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 内田太郎, 秋山浩一, 石塚忠範: 表層崩壊発生場所と発生降雨量の関係の予測, 平成23年度砂防学会研究発表会概要集, pp.130-131, 2011.
- 国土地理院: <https://saigai.gsi.go.jp/3/20170726handokuzu/handokuzu.png>, 2017. (2018年1月時点)
- 鈴木健吾, 篠原麻太郎, 守屋博貴, 二瓶泰雄, 長谷部由莉, 五十川周, 矢野真一郎, 赤松良久: 平成29年九州北部豪雨による福岡県朝倉市山の神ため池の決壊・洪水氾濫状況, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.74, No.4, pp.L1183-L1188, 2018.
- 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会: 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会報告書, 2017.
- 矢野 真一郎, 土橋将太, 堂菌俊多, 笠間清伸, 北隆範: 流木発生ポテンシャルの概念に基づく花月川の橋梁における流木災害リスク評価, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.72, No.4, pp.L289-L294, 2016.

□中小河川の災害リスク～九州北部豪雨から～

九州大学工学研究院 教授 島谷幸宏

1. はじめに

2017年7月5日、福岡県の朝倉市および大分県の日田市一帯に線状降水帯が発生・停滞し、記録的な豪雨をもたらした。福岡県・大分県において死者・行方不明者41名の人的被害、多くの家屋の全半壊や床上浸水など甚大な被害が発生した。

今回の豪雨災害の特徴は極めて規模の大きな降雨に伴って、おびただしい数の斜面崩壊の発生、それに伴う大量の流木の発生、多くの橋梁が流木により閉塞することによる氾濫と被害の拡大、寺内ダムを含めた構造物は大きな効果を発揮するものの、ため池の決壊や砂防ダム直下での被害などもみられ、人工的構造物の限界についても考えさせられる水害となった。

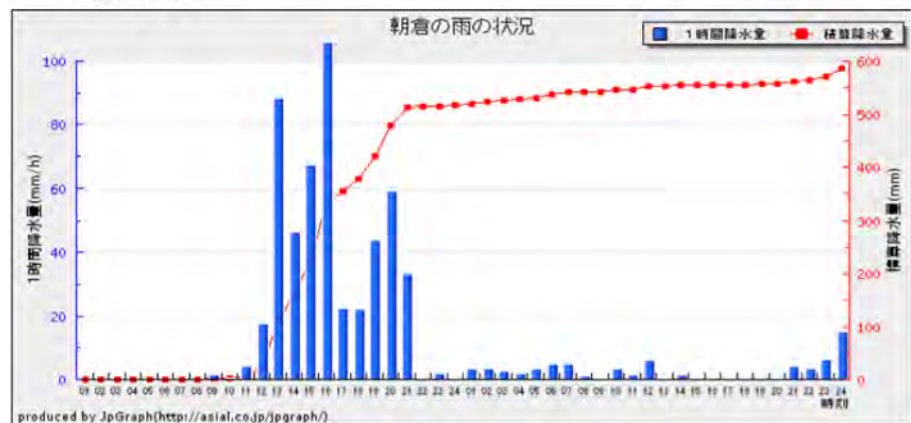
また、段波（天然ダムなどの決壊による段状の洪水波で洪水流量の数倍の流量）の発生や大規模な川幅の拡大など、被害を拡大する特異現象が発生し、これまでの災害とは質の異なる災害となった。さらに、中小河川における災害であり、雨が降り始めてから被害が発生するまでの時間が短く、避難情報などの災害情報は届きにくく自助力、共助力の重要性が再認識された。

2. 降雨の状況

7月5日、昼前から降り出した降雨は正午過ぎから猛烈な雨となった。福岡管区气象台は午後13:14分大雨洪水警報を発令したが、その時にはすでに1時間に100mm近い雨が降っていた。その後、朝倉の1時間降水量は129mmに、山間部の黒川では9時間で約800mm、松末小学校では最大1時間降水量137mmというすさまじい豪雨が観測された。大気下層に大量の暖かく湿った空気が流入するとともに、上空に平年よりも気温が低い寒気が流入したため、大気の状態が非常に不安定となり、九州北部にあった地表の温度傾度帯（冷たい空気と暖かく湿った空気の境界）付近で積乱雲が次々と発生したとされている。¹⁾

アメダス降水量の時系列図

【福岡県】



朝倉 (7月5日01時～7月6日24時)

3. 被害の特徴

1) 被害の概況

被害地域は筑後川右岸中流域に限定されており、おおむね西は福岡県朝倉市の佐田川、桂川から東峰村の大肥川、大分県日田市の小野川までの範囲である。

この領域は古代から発展した地域であり歴史が極めて古いのが特徴である。平地には著名な3連水車があり、福岡都市圏の近郊農業地帯および観光地として発展している。また斉明天皇の朝倉橘広庭宮（西暦661年）がおかれた地域で古代の中心地のひとつである。被害の大きかった支流の上流域は英彦山の修験で栄えた結界域の一部で、そ

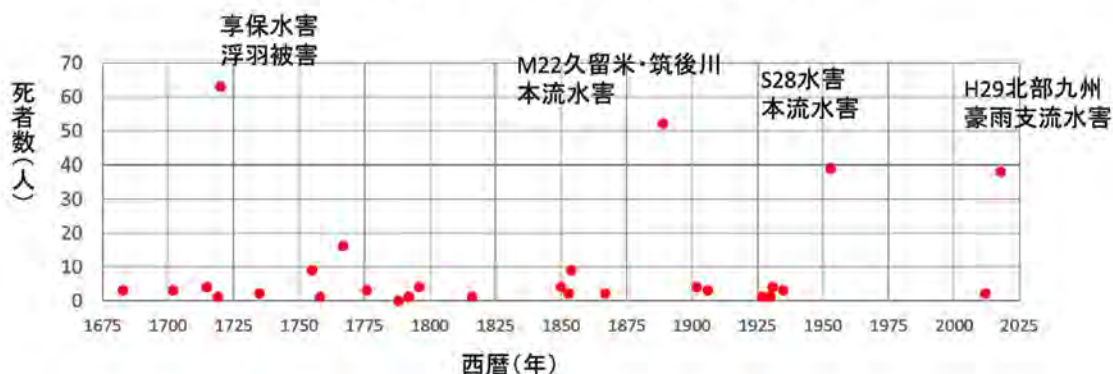
の成立は中世以前にさかのぼる。

筑後川中流域を対象に「福岡県近世災異誌」、「福岡縣災異誌」などに基づき、近世から現代にいたる高潮を除く水害死者数の経年変化を示した。今回の水害の被害は歴史資料が残る約350年間で死者数歴代4位の甚大な災害であったことがわかる。²⁾ なお享保水害が今回と類似の中小河川の土砂災害によるものであるが、発生した地域は筑後川対岸の耳納山地を水源として持つ河川であり、筑後川右岸の中小河川災害としてはこの350年間で初めての災害である。なお、1950年ごろ以降、死者数20名以下の水害は激減しているが、それ以上の水害は減っているようには見えないことがわかる。この結果より水害投資の効果は上がっている



図 災害の位置図 ×は破堤地点、…は斜面崩壊が多発した範囲

筑後川中流域 水害死者数 高潮除く



るが大規模水害対策が課題であることがわかる。

被害地の西端に当たる佐田川流域では、上流域では豪雨に見舞われ甚大な被害を被ったが、寺内ダムの下流は大きな被害は発生しておらずダムが被害軽減に大きく貢献した。今回の災害は河川地形と明瞭な対応が認められるが、特に扇状地地形、谷底平野地形では、被災の規模が非常に大きく、地形がリセットされたような大きな地形の変形が観察されている。以下に、地形別の災害の特徴を列挙する。

低地の氾濫としては、桂川などの下流部の筑後川自然堤防地帯が大きな被害を受けた。地図上に示した×の3カ所で破堤し、後背湿地である水田を氾濫流が流下し、広い範囲で浸水し、自然堤防上に立地する家屋にも被害をもたらした。浸水世帯は800戸、浸水面積は1000haを超えている。ただし、本流筑後川からの氾濫は見られなかったので、自然堤防の新たな形成や自然堤防の浸食などは発生しておらず、あくまでも支流の氾濫現象である。

扇状地部の氾濫としては、寒水川の氾濫が特徴的である。流域面積3.7km²と小さな普通河川であるが、下流扇状地で39haもの大規模な氾濫が発生し、床上浸水147戸、全半壊43戸の被害を出した。川幅4m程度の河川であったが、扇状地部全体を氾濫し最大の氾濫幅は500m程度まで拡大した。この氾濫は天然ダムなどが決壊してできる段波現象によることが、住民が撮影した映像から明らかになっている。

山間部河川、谷底平野河川である黒川、北川、白木谷川、赤谷川などの被害も甚大である。山地の土砂崩壊、それに伴う流木の流出、上流河道の大規模な浸食および砂の堆積、橋梁への流木の閉塞とそこからの氾濫などによって甚大な被害が発生している。特に上流地質に花崗閃緑岩を持つ河川では、浸食堆積域の大幅な拡大が発生した。7mの川幅の河川が140mにまで広がった場所もある。被災した住民のほとんどが自宅における河川

氾濫による被害であるというのも特徴である。赤谷川水系では373世帯中、全壊99戸、半壊37戸と世帯の約半数が全半壊となった。

砂の堆積、橋梁への流木の閉塞とそこからの氾濫など、



図 地理院地図の氾濫範囲

左から寒水川、白木谷川、赤谷川、扇状地を流下する寒水川は拡散的氾濫、白木谷川、赤谷川は谷地形の範囲での氾濫になっている



図 寒水川の段波、家屋の奥に見えるのが段波



図 乙石川を下流から望む、谷全体が被災している

4. 時系列的被害・避難の状況

避難情報等の時系列を見てみる。大雨洪水警報が13:14、土砂災害警戒情報が14:10、災害対策本部の設立が14:15、最も被害が大きかった赤谷川の松末（ますえ）地区への避難勧告は14:26、避難指示は16:20である。

聞き取り調査によると甚大な被害を被った、松末地区の乙石川では避難勧告が出た直後の14:46に撮影された写真にはすでに道路が決壊し、通行不能になっている様子が映っている。避難勧告とほぼ同時刻である。同じ松末コミュニティの本村地区での聞き取りによると、沢から氾濫が始まるのが14:00～15:00ごろ、16:00頃には赤谷川の水が一旦減少し、その後一気に濁流が押し寄せ本流の氾濫が始まっている。

避難情報は届いていたのだろうか？本村地区を対象に聞き取りを行った。防災無線の避難準備情報（14:15）の放送が聞き取れた人数は11人中2人で、電線の不具合のためかそれ以降、防災無線は機能しなくなり避難勧告などの放送は届いていない。

他の地区の情報も集約すると、最初に被害が発生し始めたのが14:00過ぎで、河川の氾濫が始まったのが17:00から18:00ごろ、洪水が最も激しかったのが18:00から19:00頃であり、中小河川における災害発生の早さと避難情報伝達の難しさを考えさせられる。

それでは避難はどのようにして行われたのだろうか？今回被災した地区は5年前の北部九州豪雨において、今回ほど被害は大きくなかったが被災した地域である。そのため、避難訓練が行われ、自主防災マップが整備されていた。赤谷川の本村地区を対象にその実態を見てみたい。本村地区の人口は70名、被災時に地区に居た人は42名、28名が通学や仕事などで集落外にでていた。これが平日昼間の実態であろう。残っていた42名のうち70代以上が23名と高齢者が多いことには注意する必

要がある。

図に自主防災マップを示すが、あらかじめ指摘されていた16カ所危険場所のうち15カ所が被災した。そしてあらかじめ指定していた自主避難所には発災当日4名の方が避難し、翌日には20名の方が宿泊され有効に機能した。そのほかの2戸にも集落内の住民が移動し避難した。

時系列を見ると、14:00から15:00の間に高齢者1名を自主避難所に移動させている。この時間帯に2名の方が集落外への避難を試みるが途中であきらめて自宅に戻ってから、土砂災害に遭遇している。15:00から16:00の間に3名が集落外へ避難している。16:00～17:00、2名の方が集落外への避難を試みるが途中で流されている。以上のように域外への避難ができたのは16:00頃までであり、松末地区に避難指示が出た時刻には公的な避難所にはすでに移動できなくなっていた。これらを集約すると、集落外への水平避難が5名、集落内の水平非難が11名、自宅への避難が26名となっている。

これらをまとめると以下のようになる。

地元自主避難所を集落内の高台にある民家2軒としている理由としては、①災害時は、市が指定する避難所までの道が危険になる可能性がある、②本村公民館の立地が危険と地区で判断したためである。

自主防災マップ作成後は各家庭にマップを配布し、集落の常会で周知しており、防災訓練は集落単位ではなく、松末コミュニティで行っていた。あらかじめ要支援者等は決めず、その場にいる人が臨機応変に動くことにしていた。区長は毎月広報誌や市政だよりを配っていたため、具合の悪い人、足が悪い人などは把握していた。

被災時の共助を整理すると15時ごろ6名が用水路の水を止める土嚢積み、15時過ぎにAがBに「家に来ないかと誘い」、17時ごろCはAに「避難してもよいか」と連絡し、22時過ぎにD家族が被災した自宅から住民の人に助けられ、E、Fは一

緒に1晩家の小屋で過ごし、Gは翌日、住民の人に助けられるなど多くの共助が見られた。また、本村集落が孤立して、全員が救出されるのが7日であり、2日間孤立状態で生活を送った。その間、集落の住民同士が助け合っている。

その状況を記述すると、被災前は10世帯が簡易水道を、15世帯程度が井戸水を使用していたが水道は使用できなくなり、さらに、井戸水も水が濁るなどの理由で2箇所しか機能しなくなる。災害時はJ宅の井戸水と個人でポリタンクにためていた水を使用して生活をした。

5日の14時から15時の間に各世帯で停電が起こった。集落内の3台の発電型発電機を使用して電気を補った。テレビと井戸水の汲み上げポンプ・携帯の充電に利用された。炊事中の女性たちはテレビを見て初めて自分たちが置かれている状況を知った。炊き出しは、プロパンガスと井戸水が使用できた宅で行われた。

6日の夜は自主避難所に20人近くが集まった。集落内の有志女性により、ガスと井戸水を使用して、炊事が行われた。6日は朝昼晩の食事が用意され、ごはん、味噌汁、アジやポテトサラダなどが作られた。食材は各家庭、畑からも持ち寄られた。料理は各家庭に配られ食器は洗いのものを出さないように紙コップ、紙皿が使用された。

災害時は半数が70代以上であり、足が悪い人、けがをした人、体調が悪い人に対して看護師が世話をし、面倒を見ていた。6日に初めて救出に来たヘリコプターには要支援者を優先的に乗せるような配慮がなされた。

災害までの発生時間が短い中小河川の災害でかつ集落が孤立したことから、災害情報などの公助は届きにくかったが、自助、共助は5年前の災害の経験もあり、事前の自主防災マップなどの備えもあり極めて有効に働いた。いわゆる極めて災害レジリエンスの高い地域であったことが分かる。また、中山間地における大水害時には集落外避難はすぐに困難となるため、集落内に水、燃料、電

表1 避難情報 時系列

朝倉市の対応	
13時14分	大雨洪水警報
14時10分	土砂災害警戒情報
14時15分	避難準備情報
14時26分	避難勧告（全域）
15時30分	避難指示（5地区・平野部）
16時20分	避難指示（1地区・松末）
17時25分	避難指示（1地区・志波）
17時51分	大雨特別警報
18時7分	避難指示（2地区・甘木、馬田）
19時10分	避難指示（全地域）



図 自主防災マップ（本村地区）

気、水洗でないトイレなどが自立した避難施設が重要である。

5. 復旧・復興に向けて

1) 中小河川の極端災害にどう対処するか？

今回被災を受けた中山間地では河川沿いに住宅が連担しているわけではなく、居住地は集落の中心に集中していることが多い。これらの状況を鑑み、河川を線的にすべて安全度を高めることは困難なため、水害防備林や水刎ね（大型の水制）などによって川幅拡大や段波から集落を守る集落防災の考え方が有効と考えている。集落防災の手法は残土処理、農地復旧や宅地復旧など農地づくりや街づくりと同時に行うことにより、コストは抑制できるものと考えている。

2) 自助・共助

中小河川特では、雨が降り出してから災害が発生するまでの時間が短いため、災害情報をすべての人に届けることは現在の技術では困難である。災害情報を届けるための新技術の開発努力は継続すべきであるが、現状では情報が届かないことを前提に防災を考える必要がある。

そのためには自主防災マップの作製、避難訓練、さらに、集落が孤立することを前提に、集落内の安全な場所に、電気、熱、水、トイレ、食料が数日間自立できる避難拠点が必要である。また被災地は地域の人と人の信頼関係、人間関係が良好で、そのために災害時に共助が有効に発揮された。共助の基本は社会関係資本にあり、それは日常的な人と人の関係性の中から生まれるものであり、その蓄積が課題である。

3) 集落を単位とした復興

朝倉市の復興計画の立案にあたって、個々の集落の意見を幅広く把握し、復興計画へと反映させるため、集落会議が開催されることとなった。集落会議では、九州大学の教員等がファシリテーターとなり、大判印刷された被災後の航空写真（朝倉市提供）を囲んで、家や田畑の被害状況、被災時の様子、どのような形で集落を復興したい

かについて、地図への書き込み、ポストイットを利用した全員からの意見の聴取を行い、それらをまとめ話し合いを行った。その結果は学生が中心となり「復興新聞」として集落ごとに発行された。集落会議は災害の発生時間や発生場所などが克明に理解でき、それぞれの地域の復興にとって何が障害で、どのように突破すればよいのか、集落の住民の思いや希望についても把握できる。最初は落胆していた人も集落の人と話し合う中で希望が芽生えていく。集落会議は災害状況の把握、復興時の課題抽出、集落の意向などの把握に極めて効果的であった。

人が密に関係性をもって暮らしている範囲は集落であり、集落を単位とした話し合いは復興の基本である。災害復旧時に集落会議や集落を単位とした復興が社会に定着することが望まれる。

参考文献

- 1) 気象研究所，平成29年7月5-6日の福岡県・大分県での大雨の発生要因について，報道資料，2017年
- 2) 寺村淳，島谷幸宏，筑後川中流域における近世以降の災害リスクと平成29年7月九州北部豪雨，日本土木史研究講演集，投稿中
- 3) 島谷幸宏，2017年北部九州豪雨災害の特徴的現象からみる河川災害復旧手法の考察，河川技術論文集，投稿中

□平成29年7月九州北部豪雨における 災害廃棄物等の発生・処理について

九州大学大学院工学研究院 中山裕文、島岡隆行

1. はじめに

平成29年6月末から7月上旬にかけて、西日本を中心に梅雨前線や台風第3号の影響で局地的に猛烈な雨が降った。7月5日から6日には、福岡県朝倉市、大分県日田市等において、最大24時間降水量が観測を開始して以来の最大値を更新する記録的大雨となり、九州北部地方で発生した豪雨は、「平成29年7月九州北部豪雨」と命名された。

福岡県、大分県等では、全壊、半壊、一部損壊等の家屋被害が1,236件、床上・床下浸水が1,877件発生した（消防庁：平成29年6月30日からの梅雨前線に伴う大雨及び台風第3号の被害状況及び消防機関等の対応状況等について（第75報）より、九州各県の被害件数から算出）。その結果、被災家屋からは床上浸水により汚損した家財、畳、絨毯等の大量の廃棄物が発生した。福岡県朝倉市では12,353 t、東峰村では2,038 tと報告されている（平成29年度災害廃棄物処理事業費補助金事業実績報告書のうち、事業完了報告書（朝倉市、東峰村））。家屋から発生する災害廃棄物は、法律上一般廃棄物と位置づけられ、自治体が処理責任を負うことになる。

本稿は、九州北部豪雨における災害廃棄物の発生と処理状況に関して、現地調査や関係者へのヒアリング調査により収集・整理した情報に基づくものである。災害廃棄物処理を実施した自治体、支援を行った環境省や関係機関が現場でどのように対応し、どのような課題が残されたかを取りま

とめたのでここに報告する。

2. 事前の備え

災害時に廃棄物処理を適性の実施するには、発災前の平時からの準備が重要となる。福岡県では、過去の災害経験を踏まえ、関係団体、協会に対し、廃棄物処理に関する協力依頼をスムーズに行うことができるよう協定を締結していた。具体的には、公益社団法人福岡県産業廃棄物協会、福岡県環境整備事業協同組合連合会、一般社団法人福岡県建造物解体工業会、福岡県清掃事業協同組合連合会等との協定である。福岡県では、九州北部豪雨が発生する約5か月前の平成29年2月に、これらの団体、協会と新たに協定を結び直したばかりであった。事前に協定を結んでおくことの最大のメリットは、災害発生後の対応速度の向上である。協定がない場合、自治体から関係団体、協会に対して協力依頼を出しても、すぐに対応していただくことが難しいが、事前に協定を結ぶことにより、書類の準備や調整等の必要がなく、すぐに対応をとっていただくことができる。災害廃棄物処理は初動対応が重要であり、協定には初動のスピードを速める大きな力がある。

九州各県・山口県の9県における自治体の相互支援協定のための災害廃棄物処理連絡会が組織されている。第1回会合は平成29年6月27日に開催された。この連絡会では、各県庁の課長級の職位が参加し、お互いの顔と名前が一致するような関

係を構築していた。さらに、災害発生を想定した研修会も開催されており、九州北部豪雨災害が発生する直前の平成29年6月30日にも研修が実施されていた。このときは、熊本県西原村の職員を講師とし、災害廃棄物処理に関する一般論だけでなく、仮置場での廃棄物の分別配置の図面を用いた図上訓練が行われた。研修会には、東峰村からも職員が参加しており、今回の災害時には研修で配布された仮置場の配置図が大いに役に立ったそうである。

朝倉市では、災害廃棄物処理マニュアルが作成されており、処理体制、仮置場の配置、搬出先等が事前に準備されていた。日田市では、災害廃棄物処理計画が整備されており、平成24年九州北部豪雨災害の経験を踏まえ、周到な計画が立てられていた。

3. 災害廃棄物適正処理のための初動体制の構築と初動対応

豪雨災害後には、浸水した家屋から廃棄物が大量に発生する。被災者が日常の生活に戻るには、まず、これらの廃棄物を家屋から搬出し、家屋を清掃することが必要となる。被災者による廃棄物の搬出行動は災害後すぐに始まるため、自治体では早急に仮置場を設置して廃棄物の受け入れ態勢を整え、適切な分別指示をしなければ、発生した廃棄物がすべて混合状態となり、その後のリサイクルが困難となる。また、梅雨、夏場は廃棄物の腐敗による悪臭や衛生害虫獣が発生することがあるため、公衆衛生上、迅速な対応が求められる。

このような状況に対応するため、平成27年7月九州北部豪雨災害では、7月5日には環境省環境再生・資源循環局の廃棄物対策課、災害廃棄物対策室において災害対策チームが編成された。7月6日には福岡県や大分県の災害対策本部、環境省九州地方環境事務所と連携し、現地支援チームが派遣された。現地支援チームは、環境省職員と災

害廃棄物処理支援ネットワーク（D.Waste-Net）のメンバーで構成され、被災状況の確認、仮置場の選定と確保、仮置場内での災害廃棄物の分別配置の設定、仮置場の運営等、適正処理に関する支援が実施された。

福岡県朝倉市においては、仮置場の設置対応のための手続き、仮置場で必要となる人員や重機等の確保や予算見積もり等を行う必要があった。そこで、熊本地震において災害廃棄物処理を経験した熊本県の関係部局に連絡し、アドバイスを求める等している。熊本県からは2名（課長補佐、係長級）が応援に来て、意見交換しながら初動対応へ協力した。このようなスピードが求められる場面において、経験者の助言は非常に有効な支援となった。

初動における災害廃棄物の発生量推定において重要となるのが、洪水により被害を受けた家屋数を正確に把握することである。例えば、浸水家屋数が判明すれば、過去の災害により判明している浸水家屋1件から発生する災害廃棄物発生量の原単位を乗ずることで、おおよその廃棄物発生量を推定することが可能となる。発災後、福岡県においても被害を受けた家屋数の徹底的な調査指示が出され、自治体職員やD.Waste-Netのメンバーがこの作業にあたった。D.Waste-Netのメンバーによる当時の活動報告によると、福岡県内での浸水被害を受けた家屋数からおおよその災害廃棄物量を推定しながら作業を進めていた記録が残されている。



図1 環境省九州北部豪雨関係対応体制図（出所：環境省）

4. 災害廃棄物仮置場の設置と管理

福岡県では、朝倉市甘木、朝倉、杷木の3カ所に仮置場が設置され、7月9日午前9時から災害廃棄物の受け入れが開始された。仮置場の情報は、テレビを通じても住民へ広報された。著者らは、仮置場開設日の7月9日に現地を訪れた。当時、甘木地区仮置場では3～4人の自治体職員が搬入車両の誘導と分別指導を行っていたが、人数が足りていなかったため、作業協力を行った。少なくとも6人程度は仮置場の管理、運営に人員が必要であると感じられた。また、この日は天候が悪く、グラウンドを利用した仮置場は、ぬかるんでおり、仮置場に入場したトラックがスタックする等搬入作業に時間がかかり、渋滞が発生する原

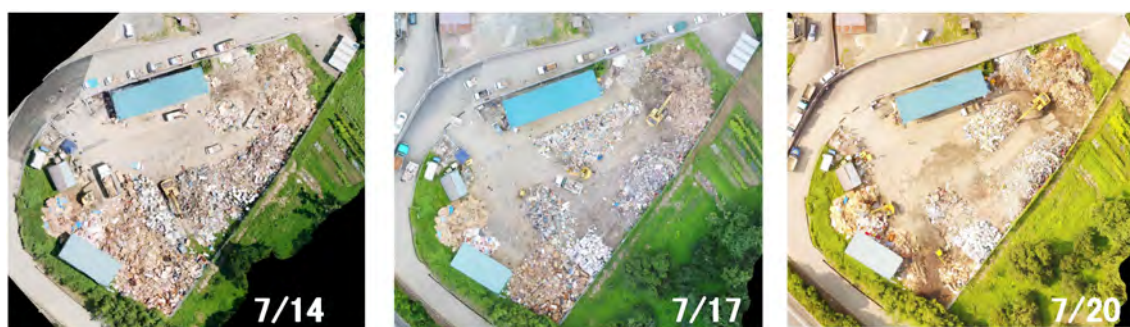
因となっていた。ただし、この問題については、公益社団法人福岡県産業廃棄物協会へ協力依頼を行い、数日後には敷鉄板で対応できたとのことであった。このような迅速な対応ができたのは、関係団体、協会と事前に協定が結ばれていたことの成果と考えられる。

甘木地区仮置場は面積に余裕があったため、適切な分別が行われた(図2(a))。一方、朝倉地区仮置場では、当初人員不足、敷地不足により廃棄物の山の境界があいまいとなり、分別が適切に行われなかった(図2(b)7月14日)。しかし、現場人員が増強され、対応にあたった職員が作業に慣れてくるに従い、その状況も徐々に改善された。

平成29年9月には住民からの片づけごみの受け入れがほぼ終了し、搬出に移った。その後、仮置場



(a) 甘木地区仮置場 (数字は、月日)



(a) 朝倉地区仮置場 (数字は、月日)

図2 ドローンによる災害廃棄物仮置場の状況把握
(撮影：九州大学、応用地質株式会社)



図3 朝倉地区仮置場へと並ぶ車両の長蛇の列（撮影：九州大学）

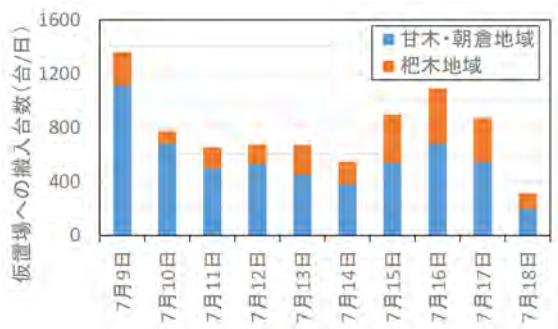


図4 仮置場開設（7月9日）後、10日間の仮置場への搬入台数（出所：国立環境研究所）

は家屋解体により発生する柱材や壁材、瓦等の解体廃棄物の仮置場として使用された。10月からは、家屋の先行解体が始まり、その後公費解体が開始された。朝倉市では国の補助範囲である全壊家屋に加え、大規模半壊も公費（朝倉市の単独費用）で解体することとなった。発災後、約2年をかけて解体・処理を実施する予定となっている。

片づけごみ等の災害廃棄物の処理としては、可燃ごみ、木くず等は焼却された。この際、福岡市、北九州市等の周辺自治体が広域処理を支援した。金属くずや家電リサイクル法対象物は再資源化されたが、不燃ごみのうち、再資源化できないものは最終処分となった。

仮置場において問題となったのは、開設当初の車両の渋滞である。甘木地区、朝倉地区、杷木地区の3仮置場において、ピーク時には1,000台を超えるトラックが廃棄物の搬入を行った（図3）。図4に示すように、搬入台数は7月9日には1,369台、7月16日には1,089台となり、仮置場開設後

10日間の搬入台数は、平均で783台であった。このため、渋滞が発生し、車列の待ち時間2～3時間となった。列に並ぶ時間を惜しんだ住民の一部は、後述する”勝手仮置場”に廃棄物を搬出した。

日田市では、7月6日に浄化センター横グラウンド、夜明振興センターグラウンドの2カ所に仮置場が開設され、7月12日からは2カ所の仮置場から日田市清掃センターへと災害廃棄物の搬出が開始された。浄化センター仮置場は7月18日に搬入を停止し、24日からは三河町仮置場が開設された。日田市は、災害廃棄物の回収に関して、大分県建設業協会日田市部と7月7日に委託契約を締結しており、また仮置場から清掃センターへの搬出についても、大分県西部ダンプ運輸協同組合と7月10日契約を締結している。このように発災後の対応が早かった理由として、過去の経験を踏まえた災害廃棄物の処理計画が準備されていたことが挙げられる。

日田市清掃センターでは、敷地横の空地进行を二次仮置場として災害廃棄物を受け入れた。家具等のサイズの大きいものは保有していた自走式破碎機により破碎、磁選により鉄を回収した後に順次焼却処理を行った（図5）。日田市清掃センターは、通常時には一般廃棄物（可燃ごみ）を一日約60t焼却処理していたが、発災後はこれと併せて約40tの災害廃棄物を処理し、日処理量が100tとなった。そのため焼却炉の運転を通常時の准連続16時間運転から、発災後には24時間の連続運転に変更して災害廃棄物の処理に対応した。



図5 日田市清掃センター空地を利用した仮置場の様子（撮影：九州大学）

5. 他自治体からの支援

朝倉市、東峰村で処理しきれない可燃物の広域処理の調整を行い、福岡市、北九州市、久留米市、飯塚市、筑紫野・小郡・基山清掃施設組合が受け

入れた（表2）。また、全国都市清掃会議の調整により、京都市、長崎市、熊本市等からゴミ収集車を朝倉市に派遣され、災害廃棄物収集の支援（7月19日より）がなされた。

表2 可燃物の広域処理

被災自治体	福岡市	北九州市	久留米市	飯塚市	筑紫野・小郡・基山清掃施設組合
朝倉市	7/13～	7/13～10/20	-	-	7/24～8/25
東峰村	7/15～11/25	7/24～8/23	7/17～10/28	7/20～12/26	-

（出所：環境省、福岡県）

6. “勝手仮置場”の問題

平成29年7月九州北部豪雨災害では、住民が独自に災害廃棄物の仮置場として利用したいいわゆる“勝手仮置場”が50カ所以上発生した。これらの仮置場では、廃棄物の分別がなされていないため、排出された廃棄物はすべて混合状態となってしまった。また、悪臭・景観悪化による苦情が寄せられ、土壌汚染も懸念された。

“勝手仮置場”の発生には2つの理由がある。一つ目の理由として、被災地で高齢化が進行しており、廃棄物を持ち出すのに困難を要し、また代

わりに持って行ってくれる人がおらず、搬出のための車両もないため、自宅の近くにとりあえず搬出するという状況である。高齢化、過疎化が進行した脆弱なコミュニティでは、災害廃棄物の搬出が困難であり、コミュニティの中で協力しながら対応することが求められる。二つ目の理由として、災害廃棄物を車両で搬出しようとしても、指定された仮置場に非常に長い渋滞が発生し、仮置場に到達するのに数時間かかってしまうため、それを回避するために“勝手仮置場”に捨てるという状況である。このような問題に対処するには、各仮置場で荷下ろしにかかる時間をできるだけ短

縮するよう、効率的に車両を誘導したり、荷下ろし作業の補助が必要となる。水害の場合には、雨水を吸って重くなった畳や寝具を一人でトラックから降ろすのは体力的に困難であり、二人以上での作業が必要となる。また、指定仮置場の数を増やして搬出車両を分散させ、渋滞ができるだけ発生しないように対処する等が考えられる。

自治体では、“勝手仮置場”に対応するため、入口にロープや柵を作る等して住民による持ち込みを停止させ、市が定めた仮置場に搬入するよう協力を要請した。“勝手仮置場”に山積みされた廃棄物は、京都市、岡山市、長崎市、熊本市の協力により撤去、処理された。

7. 流木の問題

今回の災害の大きな特徴として流木（21万 m^3 ）及び土砂（1,065万 m^3 ）が大量に発生したことがある。流木の多くは災害廃棄物には該当しないが、本稿では流木の処理状況についても報告する。

国土交通省等による航空写真からの推定により、当初から流木量が多いことは推測され、仮置場は多数必要になることが見込まれていた。そこで、仮置場として利用できそうな土地所有者への電話連絡による協力要請が行われた。その結果、最終的に25カ所、13万 m^3 の流木用一次仮置場が確保された。また、二次仮置場として、福岡県が所有していた矢部川浄化センター内の空き地を利用することとなった。二次仮置場では、破碎・選別設備による騒音や粉塵等の環境影響に対する周辺住民への配慮として、防音・防塵対策シートが設置された。

二次仮置場には、丸太、根株、土砂混じり木端等、多様な形態の流木が搬入された。流木の処理先としては、発電所、セメント工場、産業廃棄物処理施設等、流木を受け入れ可能な施設に調査票が送付され、受け入れ可能量を集計した上で各施設に流木の配分が行われた（表3）。基本的な処

表3 流木の活用・処理の内容

活用・処理の内容	重量 (t)
火力発電・バイオマスボイラー施設の燃料及び製紙用チップ	約11万
セメント燃料・原料	約3万
焼却（市町村等の焼却施設）	約6万
木材利用（パーティクルボード、木レンガ等）	約0.5万
合計	約20.5万

（出所：福岡県 流木等災害廃棄物処理に関する対策会議（平成29年8月4日））

理フローとしては破碎選別後に受け入れ先へと搬出することとなった。破碎には粗破碎と細破碎があり、受け入れ先の要望にあわせたサイズに調整された。なお、九州電力は丸太のまま火力発電所に受け入れ可能であり、セメント会社では土砂が多少混入しているものでも受け入れ可能であった。

平成29年12月末現在における流木の撤去量は、20万 m^3 である。道路からの流木撤去はほぼ完了し、河川についても緊急的に撤去が必要な場所はほぼ完了した。この時点での流木処理量は約3万tであり、処理が完了するのは平成30年12月末を見込んでいる。

流木だけでなく、土砂の処理も重要である。廃棄物が混入した土砂も発生しており、最終的な処理方法は検討中である。

8. まとめ

平成29年7月九州北部豪雨災害では、福岡県や大分県で発生した過去の災害経験から平時から準備がなされており、災害廃棄物の処理は迅速かつ適切に行われた点が多かったと思われる。

産業廃棄物処理業協会等、関係団体や教会と自治体との間で事前に協定が結ばれており、仮置場の管理や収集運搬、処理に関する応援が早かった。環境省やD.Waste Netによる専門家が即座に派遣され、仮置場の設置、管理が比較的スムーズに進

んだ。福岡県、朝倉市では、災害廃棄物処理計画が作成されており、処理体制、仮置場の配置、搬出先等が事前に準備されていた。また、東峰村は災害廃棄物処理計画が作成されていなかったが、6月に災害廃棄物処理に関する研修会が行われており、その際に配布された資料が役に立った。大分県日田市では、災害廃棄物処理計画が整備されており、過去の経験を踏まえた処理が行われた。

一方、課題としては、仮置場開設当初の人員不足、敷地面積不足による不適切な搬入管理、仮置場搬出車両による渋滞の発生等が原因で勝手仮置場が発生したこと、勝手仮置場に起因する土壌汚染の問題、悪臭・景観悪化による苦情の発生と対応の苦慮があった。以上のような課題は今後も起

こりうるものであり、解決が求められる。

平成29年7月九州北部豪雨災害からの教訓を生かし、今後のための災害廃棄物処理計画やルールをマニュアル化すること（形式知）、関係者とのネットワークづくりをさらに進めること（暗黙知）、発災後の総合調整、現場裁量のための知見を整理すること（実践知）が求められる。本稿がその一助となれば幸いである。

謝辞：本原稿の執筆にあたり、福岡県環境部廃棄物対策課、日田市市民環境部、D.Waste-net 支援チームの方々より、災害廃棄物処理に関する貴重な情報を提供していただきました。ここに記して謝意を表します。



「気象と防災」プロジェクト

政策研究大学院大学 教授

防災・危機管理コースディレクター

武田文男

政策研究大学院大学は、防災政策研究教育における気象の重要性に鑑み、一般財団法人日本気象協会との連携により、「気象と防災プロジェクト」としての取組みを進めることとしている。

2018年度においては、気象庁等関係機関のご協力を得て、新たな授業科目「気象と災害」を開講し、防災政策研究会及び気象防災委員会の設置・運営に当たるとともに、自治体等のニーズに応じた防災政策情報の収集・分析・整理・発信を図ることとしており、今後の防災政策研究拠点機能の整備、防災課題に関する政策提言に備えるなど、防災政策研究教育の充実強化に努めたいと考えている。

以下、気象と防災の密接な関係、本学防災・危機管理コース設立の趣旨等を踏まえ、新たな「気象と防災プロジェクト」の取組みについて紹介したい。

(1) 「気象と防災」の密接な関係

豪雨や台風、地震、津波、火山、気候変動など、気象（地象、水象を含む。）情報は、災害に関する重要な情報であり、要員の参集、警戒体制の設定、住民への避難指示の判断等災害対策ときわめて密接にかかわるものである。

災害対策基本法は、第二条（定義）において、「防災」について、「災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ることをいう。」と定め、「災害」とは、「暴風、竜巻、豪雨、豪雪、洪水、崖崩れ、土石流、

高潮、地震、津波、噴火、地滑りその他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生ずる被害をいう。」と規定している。

気象業務法は、第一条（目的）において、「この法律は、気象業務に関する基本的制度を定めることによって、気象業務の健全な発達を図り、もって災害の予防、交通の安全の確保、産業の興隆等公共の福祉の増進に寄与するとともに、気象業務に関する国際的協力を行うことを目的とする。」と定めている。また、第二条において、「気象業務」には、「気象、地象、水象等の観測並びにその成果の収集及び発表、予報及び警報、情報の収集及び発表等」が包含されている。

このように、気象業務は、災害と直接関わる、防災対策の大前提であり、気象と防災は、きわめて密接な関係にある。

(2) 災害対策基本法改正による「気象と防災」の連携強化

東日本大震災の教訓等を踏まえ、災害対策法制の見直しが行われたが、平成25年の災害対策基本法改正において、指定行政機関の長等による助言の規定（第六十一条の二及び第六十三条第四項）が新設された。

すなわち、第六十一条の二においては、「市町村長は、第六十条第一項の規定により避難のため

の立退きを勧告し、若しくは指示し、又は同条第三項の規定により屋内での待避等の安全確保措置を指示しようとする場合において、必要があると認めるときは、指定行政機関の長若しくは指定地方行政機関の長又は都道府県知事に対し、当該勧告又は指示に関する事項について、助言を求めることができる。この場合において、助言を求められた指定行政機関の長若しくは指定地方行政機関の長又は都道府県知事は、その所掌事務に関し、必要な助言をするものとする。」と規定され、第六十三条第四項においては、「第六十一条の二の規定は、第一項の規定（災害が発生し、又はまさに発生しようとしている場合において、人の生命又は身体に対する危険を防止するため特に必要があると認めるときは、市町村長は、警戒区域を設定し、災害応急対策に従事する者以外の者に対して当該区域への立入りを制限し、若しくは禁止し、又は当該区域からの退去を命ずることができる。^{※1)}により警戒区域を設定しようとする場合について準用する。」と規定された。

※1 () 書きは、第一項の規定内容を示すため、筆者が加筆した。

これらの規定が新設された趣旨については、市町村長が避難勧告・指示等を発令する際、情報が十分に得られないこと、または情報を得られても十分に知見がないため活用できないこと等により、避難勧告・指示等の発令を躊躇したり、タイミングを逃したりする場合も少なくなかったことから、専門的知見を有する指定行政機関等から、災害に関する情報等の必要な助言を得られる体制を構築するため、本規定が設けられたところである。

この「助言を求められる指定行政機関等」として、气象台等が想定されており、災害対策を実施する自治体との緊密な連携がより一層求められることとなった。

(3) 気象庁の施策推進

気象庁は、その「使命・ビジョン・基本目標」

を次のように掲げ、防災への寄与を重視して施策を推進している。

「使命」として、「気象業務の健全な発達を図ることにより災害の予防、交通の安全の確保、産業の興隆等公共の福祉の増進に寄与するとともに、気象業務に関する国際協力を行う。」を、また、「ビジョン」として、「常に最新の科学技術の成果を的確に取り入れ、我が国の気象業務の技術基盤を確立する。防災等の利用目的に応じた信頼できる、質が高くわかりやすい気象情報の作成・提供を行う。」を掲げ、さらに、「基本目標（戦略的方向性）」の第一の柱を、「1. 防災気象情報の充実及び利活用の促進 気象、地震、火山現象、水象等の観測及び監視を的確に行うとともに、関係機関と密接に連携して、観測の成果等の収集及び活用を図る。観測の成果及び予報・警報等の防災に資する気象情報を充実し、適時、的確にわかりやすく発表するとともに、関係機関との連携を強化し、情報の利活用促進を図る。」としており、これに関連する「基本目標（関連する施策等）」として、

- 1-1 台風・豪雨等に係る防災に資する気象情報の充実
 - 1-2 地震・火山に係る防災に資する情報の充実
 - 1-3 防災関係機関との連携の強化及び情報の利活用促進
- を挙げている。

(4) 最近における気象庁の取組み（例）

気象と防災の連携を意識した気象庁の取組み例（平成28・29・30年度）の概要を紹介する。

① 地方公共団体の防災対策支援のための気象予報士活用モデル事業

平成28年度において気象庁が実施した「地方公共団体の防災 対策支援のための気象予報士活用モデル事業」は、全国6市に出水期の間気象予報士を派遣し、派遣市の防災対応を支援することにより、市町村の防災対応の現場に気象予報士がいることの有効性を明らかにすることを目的とする

ものである。

派遣気象予報士は、平常時には、防災気象情報の理解促進を目的として派遣市職員に対する日々の気象解説や市民への気象講演等を実施し、また、大雨の際の防災対応時には、気象台が発表する防災気象情報を基に、派遣市における今後の気象状況の見通し等を詳細に解説することにより、派遣市の防災対応を支援した。

本モデル事業の実施により、平常時には、派遣気象予報士による日々の気象解説や気象講演等を通じて防災担当職員の防災気象情報活用スキルの向上が確認できるなど、高い教育効果が認められ、また、大雨の際の防災対応時には、派遣気象予報士が防災気象情報の収集・分析に専念することで防災担当職員は防災体制の構築等に専念でき、円滑な防災対応につながることや、派遣気象予報士の解説により避難勧告等の判断への迷いが小さくなり、より迅速な発令につながることを確認できた。

今後、気象庁では、モデル事業の成果及び市町村の防災対応の現場に気象予報士がいることの有効性について全国の市町村へ周知を進めていくこととしている。

② 気象防災アドバイザー育成研修

平成29年度においては、前年度のモデル事業を踏まえ、今後多くの市町村において、防災に関する知識を兼ね備えた、市町村の防災対応の現場で即戦力となるような気象予報士が活躍できるようにするため、「気象防災アドバイザー育成研修」を実施した。

気象防災アドバイザー育成研修は、気象予報等について高度な知識を持つ気象予報士や気象業務経験者等気象の専門家に対して、グループワーク形式で、我が国の防災制度や地方公共団体の防災対応、最新の防災気象情報の実践的な活用方法を習得させるための研修で、3コース（防災基礎コース、防災気象情報コース、実践コース）を2～3月の10日間をかけて実施した。

今後、気象庁では、気象防災の専門家の活用を希望する地方公共団体に対し、本研修の実施により育成した気象防災アドバイザーを紹介し、また、地域の防災イベント等における講師など、多様な場面における気象防災アドバイザーの活用を通じて地域の防災力の強化に貢献していくこととしている。

③ 地域防災力の強化

平成30年度においては、次のような取組みを進め、地域防災力の強化を図ることとしている。

ア) 防災気象情報の「読み解き」の支援

市町村等における防災気象情報の「読み解き」（理解・活用）を支援するため、平時では地方公共団体の防災担当者向けの実践的な研修・訓練を実施し、災害後には市町村と共同による災害時の対応の「振り返り」を実施する。

イ) J E T T（気象庁防災対応支援チーム）の創設

平成30年5月1日に、J E T T（ジェット）＝JMA Emergency Task Team（気象庁防災対応支援チーム）を創設する。

今後、大規模な災害が発生した（又は発生が予想される）場合に、都道府県や市町村の災害対策本部等へJ E T Tとして気象庁職員を派遣し、現場のニーズや各機関の活動状況を踏まえ、気象等のきめ細かな解説を行うことにより、地方公共団体や各関係機関の防災対応を支援する。

（5）本学防災・危機管理コース設立の趣旨

わが国においては、東日本大震災からの復興を急ぐとともに、全国的に災害に強い地域づくりを進めていく必要があり、近い将来に発生が予想される南海トラフの地震や首都直下地震、各地の活断層による直下型地震、また洪水や台風、火山噴火・土砂災害等への備えも不可欠である。

防災・危機管理の責務を果たすためには、各分野にまたがる総合的な知識と能力が求められるが、多くの自治体でそのための専門家が不足しており、

国においても多くの省庁・機関に関係する各種政策を理解し、総合的な政策の企画実践能力を有する専門家が求められている。さらに、企業においても、国・地域社会の中で防災・危機管理に対する役割を果たすため高度な知識・能力を持つ人材が求められている。

本学では、東日本大震災を契機に、理工学のみならず人文・社会科学分野を含めた総合的な社会人教育が必要との認識から、2012年度に「防災・復興・危機管理プログラム（修士課程・日本語・1年間）」を開設し、さらに、2016年度から、本学の修士課程が新たに「公共政策プログラム」として体系化されるのに伴い、本分野について、「防災・危機管理コース（修士課程・日本語・1年間）」とし、一層の充実強化を図ることとした。

すなわち、政策研究で共通に求められる必修科目等（経済学・政治学等）と防災・危機管理分野における専門的能力を養成するためのコース指定科目等（防災と復旧・復興、災害リスクマネジメント、危機管理政策、消防防災減災・被災地学習、災害対策各論等）を併せて習得するとともに、政策課題研究としての防災・危機管理に関する修士論文を作成し、修了判定に合格した修了生に修士（防災政策）の学位を授与することとしている。

本コースの目的は、災害経験等を踏まえて、防災・危機管理に関する最新の課題について学ぶことにより、幅広い専門知識を有し、関連政策の企画や実施に係る高度な能力を有するエキスパートを養成することであり、このような教育により、国・都道府県・市町村・企業等の防災・危機管理を担うキーパーソンのネットワークを構築することをめざすものである。

本学防災・危機管理コースにおいては、自治体等災害対策・危機管理に携わるキーパーソンとなる人材育成のための教育研究を行っており、気象と防災に関する教育研究について充実強化を図ることは喫緊の重要課題であると考える。

（6）「気象と防災」プロジェクト

本学では、防災の研究教育における気象の重要性に鑑み、日本気象協会との連携により、「気象と防災プロジェクト」を立ち上げ、本学における防災教育研究の充実強化を目指し、順次、次のような取組みを進めることとしている、

- ① 新たな授業科目「気象と災害」の開講
- ② 防災政策研究会及び気象防災委員会の設置・運営
- ③ 防災政策情報の収集・分析・整理・発信
- ④ 防災政策研究拠点機能の整備
- ⑤ 防災課題に関する政策提言
- ⑥ 防災政策研究教育の充実強化 等

気象や防災に関する教育研究は、関係機関でそれぞれ行われているが、「気象と防災」を正面からとらえて教育研究を行う取組みは新しいものであり、防災・危機管理コースを持つ本学において他にない独自の取組みを実施したいと考えている。

また、地球温暖化が進行し、猛烈な台風や集中豪雨など異常気象が顕在化するとともに、近い将来、東日本大震災を超える南海トラフ巨大地震や首都直下地震、大規模な火山噴火などが懸念される現代において、気象と防災に関する教育研究の充実強化は、時宜を得た有意義な取組みであると認識している。

（7）新たな授業科目「気象と災害」の開講

2018年度から、授業科目として「気象と災害」を新たに設け、運営することで、防災・危機管理コースにおける教育の充実強化を図る。災害における気象の重要性、各視点から見た気象現象、異常気象や気候変動等の地球的課題と今後求められる防災対策等についての授業科目を新設することは、防災・危機管理教育の向上に資するものである。

具体的には、表のシラバスにあるように、秋学期の新しい授業科目（防災・危機管理コース推奨科目）として「気象と災害」を開講し、気象・地象・水象及び災害対策の専門家による教育を行い、

表：「気象と災害」シラバス（抄） 政策研究大学院大学

開講年度（2018.4月-2019.3月） 科目番号：DRM2050J 講義名：気象と災害 担当教員：武田文男（本学教授、防災・危機管理コースディレクター） 鈴木 靖（本学非常勤講師、日本気象協会技師長） 学期、曜日、時限：秋、水、4
1. 本講義の概要： 豪雨や台風、地震、津波、火山噴火など、気象（地象、水象を含む。）情報は災害対策と密接にかかわるものである。また、近年、異常気象や気候変動等の影響を受け、これまでの経験を超えた災害が頻発する状況にある。本講義では、防災対策にとって極めて重要な「気象と災害」について幅広く学ぶための授業を行う。
2. 各授業のテーマ： 第1回：気象と災害概論（気象、災害、防災等についての概説、講義の目的等） 第2回：気象予報・警報等（気象庁の気象警報・注意報の仕組み等） 第3回：気象観測・数値予測等（気象観測と数値予報技術の動向等） 第4回：気象情報の活用（自治体、企業、住民、メディア等の利活用等） 第5回：雨の災害（豪雨増加、線状降水帯、外水・内水氾濫、土砂災害等） 第6回：風の災害（台風、風と雨、暴風、竜巻、突風等） 第7回：雪の災害（豪雪、吹雪、なだれ、ホワイトアウト等） 第8回：海の災害（高波、高潮、海面上昇、赤潮、酸性化等） 第9回：地震災害（海溝型地震、直下型地震、津波、液状化、長周期地震動等） 第10回：火山災害（噴火、火砕流、火山泥流、火山灰、富士山ハザードマップ等） 第11回：気温の災害（熱中症、ヒートアイランド、やませ、霜害等） 第12回：気候変動・地球温暖化（温室効果、IPCC、緩和策と適応策等） 第13回：異常気象（平年値からの偏り、高・低温、多・少雨、多発傾向、極端現象等） 第14回：社会と災害（文明と災害、日本人と自然災害等） 第15回：気象と防災（講義の総括とりまとめ） ※ 第2回、3回、9回、10回は、気象庁の特別講師を予定

自治体等の防災を支える人材育成の取組みを一層強化したいと考える。

（8）研究会・委員会・防災情報拠点等

防災・危機管理コースにおける研究教育の進展を図るため、平成30年度から防災政策研究会をおくこととし、防災政策研究会においては、防災政策研究教育の充実強化、防災政策情報の収集・分析・整理・発信拠点機能の整備等に資するための取組みを行う。

また、防災政策研究会に気象防災委員会をおき、気象防災委員会においては、気象防災に関する政策研究教育の充実強化、気象防災に関する政策情報の収集・分析・整理・発信等に資するための取組みを行う。

自治体等防災に携わる機関にとって、気象情報

は、災害対策を判断するために極めて重要なものであるにもかかわらず、専門知識が必ずしも十分でなく、対策に苦慮している現状にあることから、災害対策にあたって、どのような情報が求められているか、現場で苦勞されている実務家のニーズを把握し、それに応えられるような情報の受発信に取り組むことが必要である。

さらに、将来的には、気象に関する情報をはじめ防災政策情報の収集・分析・整理・発信を行う「防災情報ハブ」機能を有する防災政策研究拠点機能の整備を図りたいと考えている。

これらを進めながら、防災課題に関する政策提言にも取り組み、防災政策研究教育の充実強化の実現を目指し、「気象と防災」プロジェクトを推進してまいりたいと考えており、関係機関の皆様のご理解、ご協力を賜れば幸いである。

糸魚川市大規模火災の火元周辺の建物について

消防庁消防研究センター 鈴木 恵 子
糸魚川市産業部建設課 桜井 正 士
元糸魚川市消防本部 中村 秀 忠

1. はじめに

平成28年12月22日午前10時20頃発生した新潟県糸魚川市大規模火災は、被害が焼損棟数147棟、焼失面積（被災エリア）約40,000㎡におよび¹⁾、地震後の火災を除くと、平常時の火災としては昭和51年の酒田大火以来の大規模市街地延焼火災となった。

これほどまでに広範囲に延焼拡大した要因として、強い南風とこれに伴うフェーン現象、また飛び火による多数の出火が指摘されている。しかし、消防隊が最初に到着した10時35分には、隊員の体感として火元付近の風はそれほど強いものではなかったものの²⁾、火災は既に火元建物の1階から2階に拡大するとともに、両隣の建物にも延焼している状況であり³⁾、火元周辺での消火活動には困難が伴った。

火災初期の火元付近でのこのような早い延焼拡大は、古い木造建物がほぼ隙間なく長屋のような形で連なった、建物の側の要因も影響していたものと考えられたことから、火災に対して安全な市街地の形成と効果的な消防活動に資する知見を得るため、被災前の火元周辺の建物の状況と建築、増築経過について調査を行った。

2. 火元周辺建物調査^{3) 4)}

2.1 調査の対象と方法

調査対象は、広小路通り沿いに並ぶ火元建物とその北側の3軒、及び狭い路地を介して火元の東側に面する3件の、計7軒の建物である。写真1は、火災後の広小路通りに面する火元とその北側の建物の並びである。



写真1 広小路通り沿いの火元建物の並びの建物(被災後)

調査は、2017年2月14日と15日に、糸魚川市消防本部と産業部建設課の職員が火元及び火元周辺建物の所有者等と面接して行った。主な調査項目は、建物の構造、建築年、間取り、開口部の位置と仕様、外壁と屋根及び軒の仕上げ等である。この聞き取り結果を基に、それぞれの建物の平面図及び立面図を書き起こした。

2.2 火元周辺建物

調査対象建物の1階と2階の概略を図1と図2に示す。これらは、聞き取り調査から書き起こした各建物の外形を街区の形に集約したものである。並びの建物同士は、ほぼ隙間無く建てられていた。

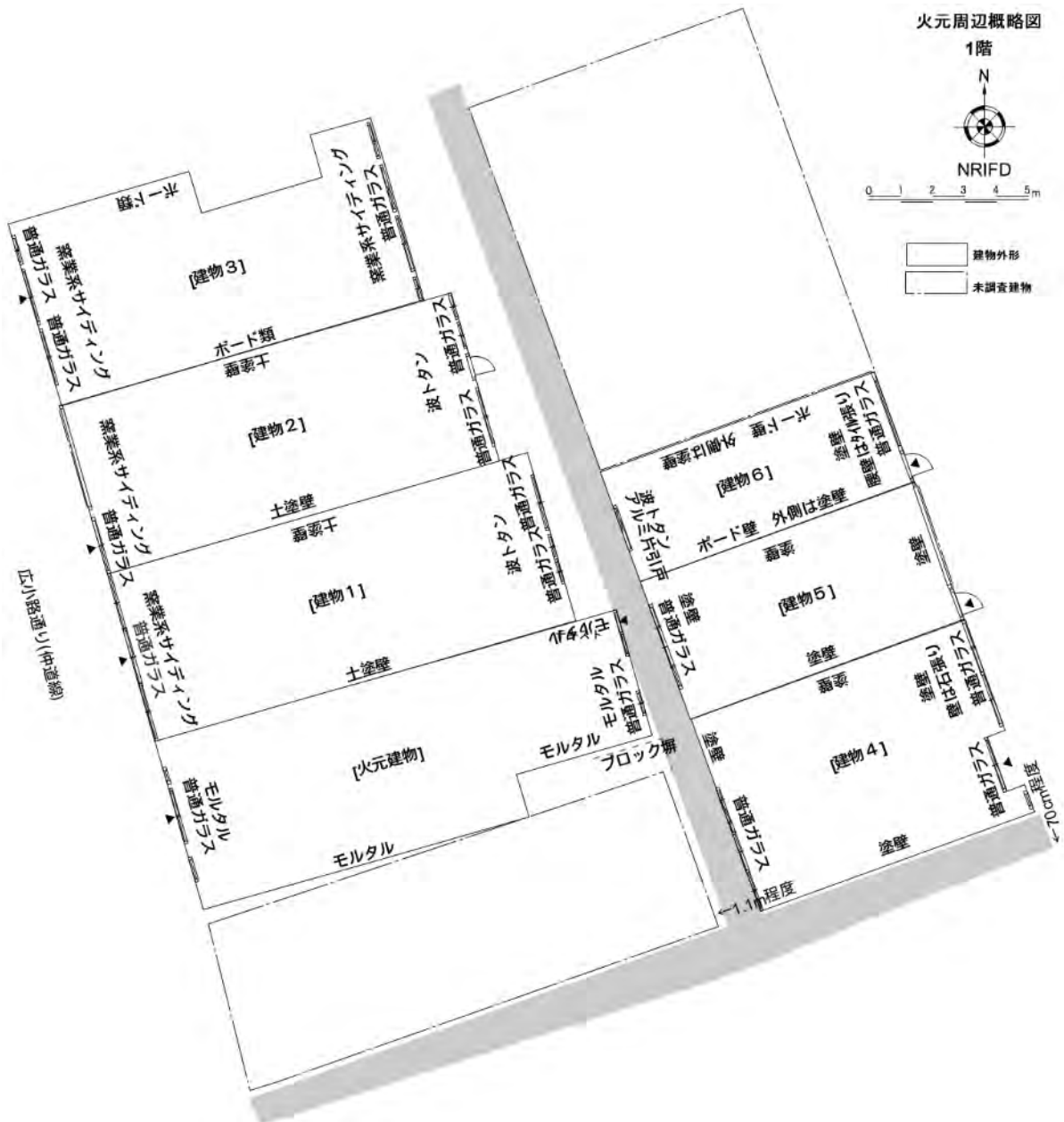


図1 火元付近の建物の1階の概略

火元建物の裏手には、約1.1 m幅の直線状の通路が設けられていたことが聞き取り調査と焼け跡の建物の基礎の状況等から判っているが、道路で囲まれた火元街区は、北側に向かって東西の幅が狭くなる形状をしているため、各建物が矩形であることを前提とすると、火元の並びの4軒の調査対象建物が、広小路通り（仲道線）沿いに壁面が揃っていることと、裏手の路地が直線状であることが両立しない。しかしながら現時点ではこれ以

上の情報が得られていないことから、本報では暫定的に街区の東と西面の道路に面する壁面を揃える形で集約した。裏の路地からみた各建物の位置関係は、さらに精査が必要である。

図中には、各階の外壁の素材又は仕上げと、開口部の位置と仕様（ガラスの種類）を示した。また、図2には、軒線と軒裏の仕上げを示している。広小路通りに面した西側4軒の2階の外壁面には窯業系サイディングが用いられ、東側の3軒も塗

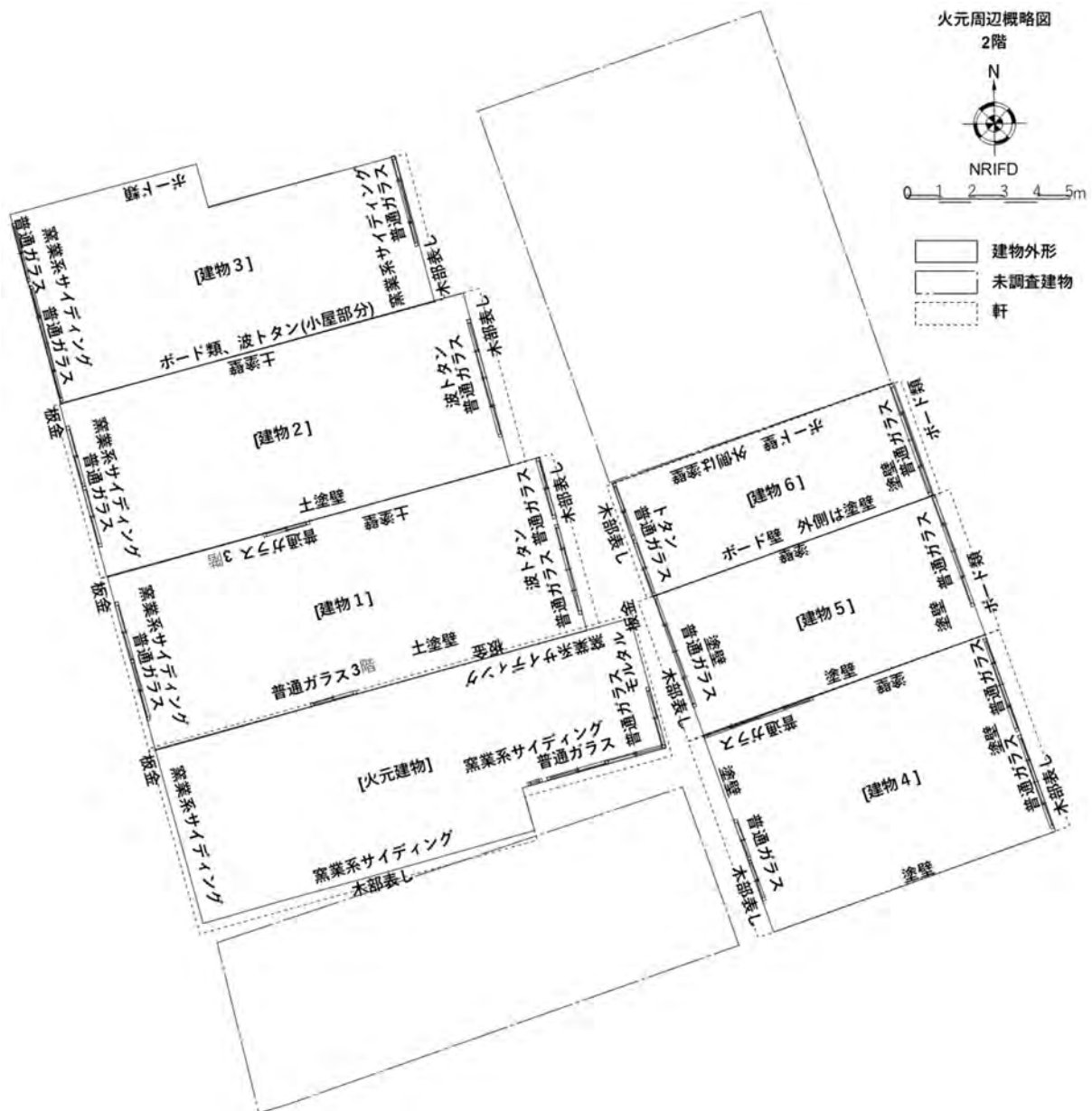


図2 火元付近の建物の2階の概略

壁となっているが、裏の路地に面する外壁はトタン張りが多く見られた。また軒裏の仕上げは、通りに面した面は板金やボード類で化粧されているが、裏の路地に面する軒裏は、調査対象建物のすべてで木部表しとなっていた。また、裏の路地に面する壁面には比較的大きな開口部が設けられており、路地を挟んで開口部が向き合っている部分も少なくないことが判る。用いられていたガラスも全て普通ガラスであった。

なお、建物同士が接する面の仕上げについては、本調査では聞き取っていないが、火災後の状況と、近隣の建物の状況から、双方の建物がそれぞれ柱を持ち、内壁同士が向かい合っていたものと考えられる。

2.3 火元周辺建物の建築経過

調査対象建物の所有者等の多くが新築当時から被災建物に住んでおり、建築及び増築の経緯についても聞き取ることができた。図3は、模式的に

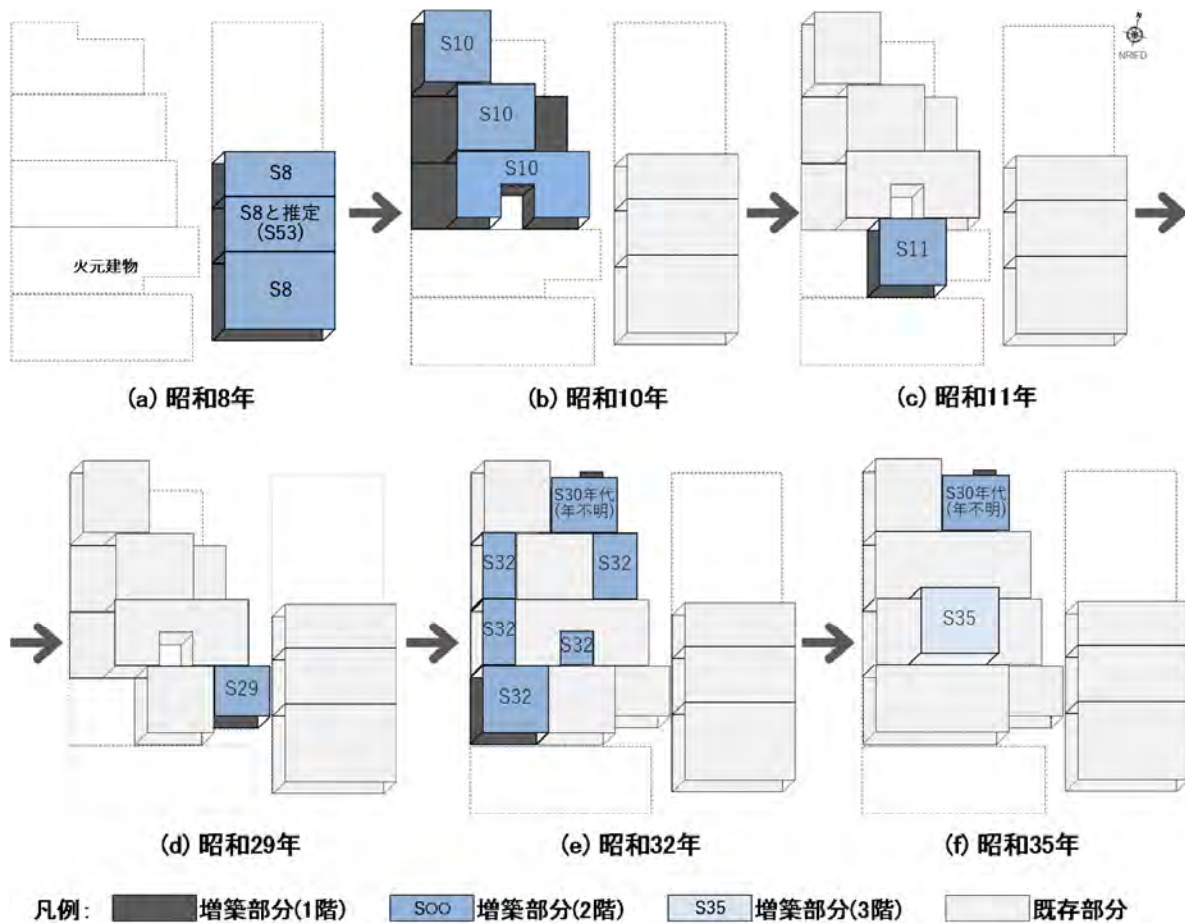


図3 火元付近の建物の建築経過

調査対象建物が建築又は増築された経過を示したものである。

この街区は昭和7年の大火で消失したとされており、更地となったところに、火災の翌年、昭和8年に火元裏手の建物3軒が建築された。ただし、3軒のうち中央の1軒については、聞き取り調査では、今回の火災で被災したのは昭和53年に建築された建物ということであり、それ以前の建物に関する情報は得られていない。しかし被災後の状況から、昭和8年に建築された建物が昭和53年に改築されたものと推定した。

その後、昭和10年に火元の北側の3軒が建築され、翌昭和11年に火元建物が建てられている。

この後、しばらく建築は行われず、戦後の昭和29年になって火元建物の裏手部分が増築された。さらにその3年後の昭和32年には、火元建物とそ

の北側の2軒が増築を行い、昭和35年には、火元の北隣の建物が3階を増築している。

このように、路地に面する空地が徐々に減り、路地を挟んだ隣棟間隔が狭まって行ったことが判る。

2.4 大火の歴史と防火地域指定

2.4.1 大火の歴史

被災地域とその周辺は、前述の昭和7年の大火の前にも、しばしば大火に見舞われている。表1

表1 糸魚川駅北で発生した過去の大火⁶⁾

発生年	大火の名称	焼損
明治37(1904)年	広瀬の火事	473戸
明治41(1908)年	更科の火事	42戸
明治44(1911)年	市村の火事	473戸
昭和3(1928)年	丸来の火事	102戸
昭和7(1932)年	惣兵衛の火事	331戸
昭和29(1954)年	駅前火事	11戸
平成28(2016)年	糸魚川市駅北大火	147棟

は糸魚川市の駅北地域で発生した過去の大火の一覧である。

昭和7年の大火は「惣兵衛の火事」とも呼ばれ、その延焼範囲は今回の延焼範囲とは重なる部分が多い。火元街区はもとより、今回の大規模火災で被災したエリアの建物の多くが、この大火の後に建て直された木造建物であり、改修や増築を重ねながら住み続けられていたと考えられる。図4は、昭和3年以降の大火による焼失区域を示したものである。



図4 昭和3年，昭和7年，昭和29年，平成28年大火焼失区域図（糸魚川市消防本部作成）⁵⁾

2.4.2 準防火地域指定の経過

このような大火による被災の経験をもつ糸魚川市は、被災地域を含む駅北の一带を昭和35年に準防火地域に指定した。図5は、当時の準防火地域指定図である。また、昭和44年には中心市街地の拡大に対応して地域指定を拡大変更している。指

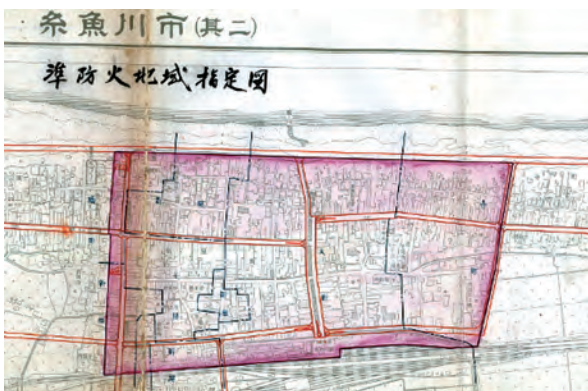


図5 準防火地域指定図⁶⁾

表2 準防火地域指定の経過⁶⁾

1960(昭和35)年 5月13日	準防火地域指定に関する意見書（糸魚川市消防署長から市長宛て，賛同）
5月18日	糸魚川市議会において可決
8月2日	建設省告示第1491号公布 糸魚川都市計画準防火地域の指定
8月22日	建設省告示第1491号施行
1968(昭和43)年 8月17日	準防火地域の変更に関する意見書（糸魚川市消防署長から市長宛て，賛同）
1969(昭和44)年 2月4日	建設省告示第236号公布 糸魚川都市計画用途地域の指定（変更）
2月24日	建設省告示第236号施行

定の経過を表2に示す。

指定が行われる6年前の昭和29年には、「惣兵衛の火事」以来22年ぶりとなる「駅前火の火事」と呼ばれる延焼火災が発生している。また、当時の準防火地域指定の理由書には「明治、昭和の大火災に見舞われたため…（中略）…上記の二の舞を永久に踏まざるよう」とあり、指定に係る糸魚川市火災概況には「防火施設の進歩なき時代には再々火災による打撃を受け、都市の発展を阻害し市民生活への不安を常に醸して居つた…（中略）…これが本市に与えた影響は痛恨をきわめ今日にも尾を引いている（後略）」と記されている。これらの資料から、当時はこの地域において火災は深刻な課題であったことが伺える。

しかし、「駅前火の火事」から準防火地域指定までの間に、少なくとも火元を含む3軒で増築が行われていた。その背景について、所有者等からの証言は残念ながら得ていない。当時は高度経済成長期にあたり、店舗の拡大などの必要があったものと思われるが、結果として指定直前の準防火地域に求められる建物の防火性能を有さない、いわゆる駆け込み的な増築となっており、市街地火災を防ぐために建物の防火性能を向上させる必要性

を強く認識した行政・議会関係者と、経済活動や居住環境の拡大を指向した住民との間に、火災に対する認識や防火の知識に差があったことは否めない。

今後の復興や被災エリア以外の市街地形成においても、この経験に学び、火災に対して安全な市街地を形成するために個々の建物が留意すべき事項や技術、火災への備えの大切さを継続して情報発信していくことの必要性を示唆しているものと考えられる。

3. おわりに

火元建物とその周辺の建物について、所有者等から聞き取りを行い、概略図に示すとともに、建築及び増築経過を整理し、長い時間の経過の中で、過去の大火の経験が火災に強い市街地の形成に十分に活かされていなかったことを示した。大規模火災からの復興においてはもとより、長期的な市街地の形成においても、市街地火災を抑制するために個々の建物に必要な技術や、火災への備えの大切さを、継続して情報発信していくことが必要である。

謝辞

火災で被災された方々に改めてお見舞い申しあげるとともに、被災直後にも関わらず、被災前の建物に関する詳細な聞き取り調査に応じてくださった関係者の皆様に、敬意と感謝の意を表します。

なお、本報中の写真は消防研究センター高垣克樹氏が撮影したものを加工したものです。

参考文献

- 1) 消防庁：新潟県糸魚川市大規模火災（第13報）、<http://www.fdma.go.jp/bn/2016/>（2018年3月31日アクセス）
- 2) 篠原雅彦、河関大祐、高梨健一：糸魚川市大規模火災の出火当時の風速について、消防防災の科学、No.130（2017秋号）、pp.42-45
- 3) 消防研究センター：平成28年新潟県糸魚川市大規模火災調査報告書、2018.3発行予定
- 4) 鈴木恵子、中村秀忠、桜井正士：糸魚川市大規模火災の火元周辺建物と消防活動、火災、Vol.67, No.5, 2017.10
- 5) 糸魚川市駅北復興まちづくり計画検討委員会：糸魚川市駅北復興まちづくりに関する提言書、p.4, 2017.6
- 6) 糸魚川市資料

予防技術検定受検支援事業について

一般財団法人消防防災科学センター

1. はじめに

市町村においては、消防を取り巻く社会経済情勢から、今後とも、高度化・専門化する火災の予防に関する業務（以下「予防業務」という。）を的確に執行、指導を行うために予防業務の専門的知識、能力、技術を有する消防職員が求められている。平成17年消防庁告示第13号で「消防力の整備指針」が見直され、予防業務に従事する予防要員数の算定方法が見直されるとともに、防火査察専門員、消防用設備等専門員、危険物専門員の予防技術資格者制度が創設された。

上記の指針は、市町村が目標とすべき消防力の

整備水準を示すものであり、市町村においては、その保有する消防力の水準を総点検した上で、この指針に定める施設及び人員を目標として、地域の実情に即した適切な消防体制を整備することが求められるものである。

2. 消防本部の状況

全国の消防本部の管内人口規模別では30万人未満の中規模・小規模消防本部が88%を占め、職員規模別では消防職員数が300人以下の消防本部が85%となっている。

表1 人口規模別消防本部数（平成29年度版消防現勢）

区分	総数	3万人未満	3万人以上 5万人未満	5万人以上 10万人未満	10万人以上 30万人未満	30万人以上 50万人未満	50万人以上 100万人未満	100万人以上	非常備町村数
全国	732	114	120	202	209	53	22	12	
内訳	単独	442	75	79	112	110	37	17	12
	組合	290	39	41	90	99	16	5	0

表2 職員規模別消防本部数（平成29年度版消防現勢）

区分	総数	50人以下	50~100	101~150	151~200	201~300	301~500	501~1000	1001以上
全国	732	74	211	156	84	97	73	23	14
内訳	単独	442	65	145	71	42	42	48	13
	組合	290	9	66	85	42	55	25	1

3. 予防技術資格者の現状

予防技術資格者は、平成17年以降、(一財)消防試験研究センター(以下「試験研究センター」という。)が実施する予防技術検定(以下「予防検定」という。)に合格した検定資格者と、平成23年3月31日までの間に経過措置により、各消防本部の消防長から認定された認定資格者が存在している。

全消防本部の12%を占める大規模・中核規模消防本部で全体の38%を占め、予防技術資格者数は充足していると推測される一方、中・小規模消防本部では、消防本部数と予防技術資格者数の割合

からみて予防技術資格者数では厳しい状況にあると推定できる。

予防技術資格者のうち認定資格者の割合は69.2%となっており、そのうち51歳以上の認定資格者の割合は50%を超え、今後10年間に退職年齢を迎えるので約1万人の予防技術資格者が減少すると見込まれる。

また、年齢別の検定資格者と認定資格者の比率では、「36歳～40歳」の区分では検定資格者と認定資格者がほぼ均衡しているが35歳以下の若年層では検定資格者の割合が高く、41歳以上の高齢層では認定資格者の割合が多くなっている。

表3 消防本部規模別、年齢階級別予防技術者数(平成26年アンケート調査)

年齢階級	25歳以下		26歳～30歳		31歳～35歳		36歳～40歳		41歳～45歳		46歳～50歳		51歳～55歳		56歳～60歳		61歳～65歳		合計	
	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定	検定	認定
大規模 n≧50万人	31	127	156	38	405	105	456	488	299	747	321	1,479	276	1,838	36	89	2,212	5,849		
中核規模 30≧n<50万	7	0	71	4	212	29	234	143	144	217	56	442	20	437	0	17	814	1,516		
中規模 10≧n<30万	51	0	388	36	715	243	928	761	520	770	185	1,275	75	1,442	4	73	3,078	5,391		
小規模 n<10万人	61	4	294	44	473	309	652	964	392	1,064	147	1,439	68	1,273	1	40	2,267	6,023		
全国	150	131	909	122	1,805	686	2,270	2,356	1,355	2,798	709	4,635	439	4,990	41	219	8,371	18,779		

(注)1 n=人口規模

2 調査対象数752団体、回答団体数698団体

予防検定合格者は、複数資格所持者を含み年間約3,000人～4,000人程度の合格者があるが(表4)、予防検定合格者で予防業務に従事する者の割合は、消防本部の実状により異なるもののおおむね7割台となっている。

4. 予防技術資格者に関する今後の課題

年齢別消防吏員構成は団塊の世代(61歳以上の世代)の大量退職により、その補充として採用された世代(20歳代から30歳代前半)が増加し、世

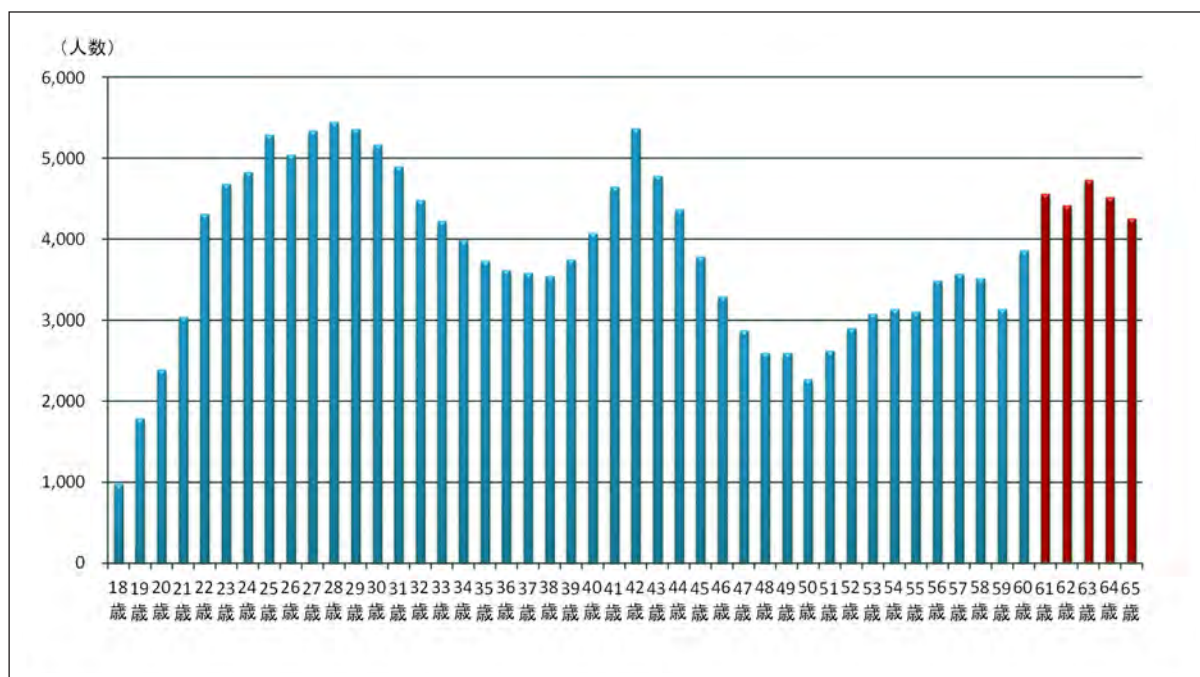
交代が進んでいる状況にある(表5)。

平成26年10月消防庁告示「消防力の整備指針」の一部改正により、警防要員が予防要員を兼務することを可能とし、兼務の警防要員が消防用設備等の設置が義務付けられている共同住宅に対する立入検査業務を行う場合には、予防技術資格者であることが必要であることとされたが、平成29年度の消防現勢によれば、ポンプ車(水槽付ポンプ車含)は、7,000隊弱であり、予防技術資格者は同数以上が必要となることが予想される。

表4 予防技術検定合格者内訳

年度	全体			防火査察			消防用設備等			危険物		
	受検者数	合格者	合格率	受検者数	合格者	合格率	受検者数	合格者	合格率	受検者数	合格者	合格率
H17	2,232	1,617	72.4%	1,115	813	72.9%	727	532	73.2%	390	272	69.7%
H18	2,720	1,626	59.8%	1,332	749	56.2%	882	468	53.1%	506	409	80.8%
H19	3,642	1,622	44.5%	1,915	894	46.7%	1,061	311	29.3%	666	417	62.6%
H20	4,244	1,534	36.1%	2,293	991	43.2%	1,173	256	21.8%	778	287	36.9%
H21	4,658	1,281	27.5%	2,590	780	30.1%	1,231	243	19.7%	837	258	30.8%
H22	3,942	2,087	52.9%	2,178	1,148	52.7%	1,056	563	53.3%	708	376	53.1%
H23	5,152	2,146	41.7%	2,953	1,342	45.4%	1,173	301	25.7%	1,026	503	49.0%
H24	5,922	2,669	45.1%	3,412	1,776	52.1%	1,466	534	36.4%	1,044	359	34.4%
H25	6,219	3,232	52.0%	3,317	1,706	51.4%	1,625	771	47.4%	1,277	755	59.1%
H26	6,771	3,270	48.3%	3,738	1,965	52.6%	1,737	691	39.8%	1,296	614	47.4%
H27	7,328	2,826	38.6%	4,064	1,412	34.7%	1,779	626	35.2%	1,485	788	53.1%
H28	7,813	4,556	58.3%	4,499	2,659	59.1%	1,863	1,024	55.0%	1,451	873	60.2%
合計	60,643	28,466	46.9%	33,406	16,235	48.5%	15,773	6,320	40.0%	11,464	5,911	51.5%

表5 年齢別消防吏員構成グラフ



5. 予防技術資格取得の支援に関する事業

消防本部で予防行政の中核となる予防技術資格者の大量退職に伴う絶対数の不足への対応、予防技術資格者の資質の向上が喫緊の課題となっていることに鑑み、消防防災科学センター（以下「科学センター」という。）では、予防技術資格取得の支援及び資質の向上に関する事業を実施し、各消防本部における予防技術資格者の拡充及び能力アップに資するために予防技術資格取得の支援に関する事業を実施している。

また、本事業の実施に当たっては、学識経験者、消防機関、全国消防長会、消防関係団体の役職員等から構成される次の組織を設置して運営することとした。

- (1) 予防技術資格者制度支援推進会議
事業の基本方針の作成
- (2) 予防技術資格者に係る資格取得の支援及び資質の向上に関する検討委員会
「基本方針」に基づく予防検定の学習用テキスト及び演習問題を作成
- (3) 予防技術資格者に係る資格取得の支援及び資質の向上に関する作業部会
具体的な実務の検討と実施

6. 予防技術資格取得支援事業に関する評価

今後の支援事業運営の検討に資するため、平成29年度予防検定準備講習試行後にアンケート調査結果を実施したが、学習テキスト、演習問題の内容とも満足な結果が得られた。

7. 予防検定受検支援事業の内容

平成29年度は、自主的に予防検定受検準備講習（以下「自主講習」という。）を実施する各消防本部の要望に応じて、「共通科目編」及び「防火査察科目編」の学習用テキスト（演習問題添付）を有償で提供した。

なお、本事業の実施に当たっては、科学センターから平成29年10月24日付で、全国消防長会会長あてに各消防本部に対して本事業周知の依頼文を发出し、全国消防長会から各消防本部あてに通知が发出されたので、詳細は通知文書を参照されたい。

8. おわりに

科学センターでは、今後とも総務省消防庁のご指導の下、全国消防長会、全国の消防本部と連携・協力し、予防技術資格者に係る資格取得の支援を行うこととしており、皆様のご支援・ご協力をいただければ幸いです。

連載講座

第38回

未完成だった発明品の統合化・佐久間象山

作家 童門冬二

地震計も作る

幕末の開明的な学者佐久間象山は「今の日本人は、地方人・日本国民・国際人という三つの性格を持っている。時事問題については、すべてこの観点から考えなければだめだ」と言った。特に、ペリーの来航以来日本に起る諸問題については、すべてこの三つの人格を持つ存在として向き合うべきだと主張していた。かれは、

「東洋の道徳、西洋の芸術（実は科学）」と言った。開国以来どんどん欧米の諸文化が入り込んでくるために、日本人の一部は完全に西洋かぶれになる者もいた。象山はそれを憂えたのである。ここでかれが東洋の道徳というのは儒学のことで、かれ自身が徹底的に学んだ学問だ。象山が儒学を学んだのは佐藤一斎で、交流する学友も梁川星巖・藤田東湖・渡辺崋山たちである。

かれは信州（長野県）松代藩（長野市）真田家に仕えた武士で、たまたま当主が真田幸貫だった。幸貫は“寛政の改革”を実行した松平定信の息子で、外様大名でありながら老中（閣僚）になっていた。海防掛を担当したので、象山を顧問にした。

象山は、すぐ意見書を書き、積極的に国を開いて外国と交流し、日本も日本国内に砲台を沢山作り、大砲や洋式軍艦の建造などを意見として提出した。幸貫はこの意見を尊重し、象山に西洋砲術を学ばせるために、江川担庵の門人にさせた。象

山はたちまちオランダ学を学んでショメールの「百科全書」に読み耽った。かれは、

「学んだことは必ず実行する」という考えだったので、ショメールの本を読んだ後ガラスや電池、あるいは地震計などを自分で作って読んだ本の確かさを確かめた。かれの作った地震計は、磁石を応用したもので馬蹄形の磁石に三角形の鉄片を吸いつけさせる。これに百三十匁位の錘をぶら下げて、室内に垂らす。地震が起こると、揺れる前に機械に震動が伝わる。錘をすると錘とともに鉄片が墜落するので、

「地震が来るぞ」と予知できるのだ。

これはかれが実際に経験した弘化四（一八四七年）三月二十四日の、いわゆる“善光寺地震”の体験に基づいている。この時の地震は直下型で、マグニチュードは推定7・4だったと言われる。

かれは「数学が万学の基だ」という考えを持っていて、科学書を読み抜いた。そして、学ぶ度に次々と理論を応用した発明品を生んだ。主人の真田幸貫が老中だった頃は、海防を担当していたので日本を守るための大砲や銃器の製作に熱心だった。オランダの兵書を読んで、つぎつぎと実用化した。兵器だけではなく、生活日用品にも及んでいる。従来のギヤマンに劣らない上等な硝子を作り、「グリーングラス」と命名している。さらに、県内の山から鉄鉱を掘り出し、これから明礬を造った。また材木を焼いて“灰汁塊（ポントー

ス)”を製造した。人間の排泄物から硝石をとった。石墨から鉛筆（ポットロード）を作り出した。白根山の硫黄を原料として火薬も作った。あるいは湯田中からクレイ（結糞土）や石膏をとりこれで陶器を製造した。

かれは子供の頃から“ててっぼう（ミミズク）”と呼ばれた。耳が後ろにピタリとついているので正面からは見えない。大きな顔面で、目が鋭く光っていた。辺りを圧した。

本人の性格が悪いする

ペリーが浦賀へ上陸した時、松代藩は警備を命ぜられた。指揮を象山が執った。上陸したペリーは国旗と楽隊を先頭に行進して来たが、突然ペリーが松代藩兵の前で止まった。そして恭しく一礼した。相手は象山である。ペリーの目から見て象山の異様な姿は、

（さぞかし、日本で相当位の高い人物だろう）

と思わせたのである。象山は周囲の人物にいつも、

「日本人ほど世界で優秀な人種はいない。そのなかでも特にわしが優秀だ。わしの子が沢山生まれれば、日本はさらに素晴らしい国になる」と主張していた。フランスのナポレオン皇帝を尊敬し、「日本のナポレオンはわしだ」と豪語していた。

かれの科学者ぶりは、ちょっと一時期前の平賀源内に似ている。平賀源内も奇人でマルチ人間だったが象山も同じだ。常人では全て首を傾げるようなことばかり言っているから、次第に周りにはいる人々は遠ざかって行く。象山は主人の真田幸貫がよき理解者だったが、その幸貫さえ、

「奇行が多いので、他人と行動を共にする事が少ない。そのため常に孤独で、寄りつく者がいない」

と率直に象山の人物観を述べている。幸貫は間もなく死んでしまう。置き去りにされた象山はいよいよ孤立する。保守的な藩の重役たちは、その後は象山が何を言おうと相手にしない。特に予算を必要とする仕事はすべて拒否した。象山は孤独になる。平賀源内も同じだったが、象山の場合は惜しいことが一点ある。それは彼のような天才を使いこなし、次々と作る発明品を総合化して、

「人間生活に必要な物」と位置付け、予算を惜しまずに閃く作品を大量生産化し、幕末の日本人の暮らしを豊かにし、同時に象山の唱える、

「今の日本人は、地方人・日本国民・国際人の三つの人格を持っている」

という認識を広めるような支持者がいなかったことだ。主人の真田幸貫がそういう役割を果たしかけていたが、惜しくも早く死んでしまった。幸貫が属した徳川幕府の老中連の中にもそこまで器量の大きい人物はいなかった。

象山は、

「どんなに外国の科学を採り入れても、日本人の美しい精神を失うな」と警鐘を鳴らし続けたが当時の日本人としては一歩も二歩も前を歩いている。象山はたしかに「おれは偉いぞ」と一人でそっくり返っていたが、科学というのは相乗効果を起こす存在だ。おれは偉いぞとそっくり返える稚気を大目に見て、かれの発明品を、

「日本人の暮らしを豊かにする物、便利にする物」という観点から、まとめるような人物がいたら「象山よし・国民よし・社会よし」の“三方よし”が実現できただろうと惜しまれる。

が、日本人の特性として、

「何（内容）をやったか」よりも、

「誰（ひと）がやったか」

を重んずるから、周囲に理解者や協力者を得られなかった本人の責任が一番大きいかも知れない。



地域防災実戦ノウハウ (95)

— 平成28年台風第10号襲来時の岩泉町の対応と課題 —

Blog 防災・危機管理トレーニング
(<http://bousai-navi.air-nifty.com/training/>)

主 宰 日 野 宗 門

(消防大学校 客員教授)

1. はじめに

平成28年台風第10号は日本の南海上で複雑な動きをしたのち北上し、8月30日17:30頃に岩手県大船渡市付近に上陸しました。この台風は、気象庁が統計を取り始めて以来初めて東北地方の太平洋側に上陸した台風となりました。

この台風がもたらした大雨により各地で被害が出ましたが、とりわけ岩手県岩泉町での人的被害は大きく、この台風による全死者数26人の88%を占める23人（関連死2人を含む）が犠牲となりました。

直接死21人については、「洪水」を原因とする者17人、「土砂」を原因とする者4人となっています。最も死者が集中した地域は小本（おもと）川流域で、この流域だけで20人（洪水原因16人、土砂原因4人）となっています（※）。

※ 「2016年台風10号災害による人的被害の特徴」（牛山他、自然災害科学124 Vol.36, No.4, pp.429-445）

なお、小本川流域ではグループホーム「楽（ら）ん楽（ら）ん」が被災し、入所者9人全員が亡くなりました。岩泉町から伝達された「避難準備情報」の意味を施設関係者が理解できず、避難対応が遅れたことが原因でした。これが契機となり同年12月に「避難準備情報」が「避難準備・

高齢者等避難開始」に名称変更されました（同時に「避難指示」は「避難指示（緊急）」と変更）。

今回は台風第10号襲来時の岩泉町の対応と課題について考えます。

2. 台風第10号襲来時の岩泉町の対応と課題

表1に、「台風第10号襲来時の岩泉町における雨量、気象情報、岩泉町の対応等の推移」を示しました。この表の雨量及び気象情報等の欄に示された情報をもとに、あなたが当事者であった場合どのように対応するべきかを考えながら以下の解説をお読みください。

なお、南北に長い日本列島では表2の「雨に関する50年に一度の値」（大雨特別警報水準）のように、雨量は北で少なく南で多いという傾向があります。そのため、表1の雨量については皆さんの地域の降雨特性に応じて増減してください。

表1 平成28年台風第10号襲来時の岩泉町における雨量、気象情報、岩泉町の対応等の推移（注1）

日時	雨量 (mm) 岩泉 (注2)	気象情報等 (岩泉町対象) (注3)	岩泉町の対応
29日	06:47 53.5 11:55	台風第10号に関する岩手県気象情報 第3号 (30日から31日にかけては、台風の接近により局地的に1時間に80mmの猛烈な雨。30日6時から31日6時までには予想される24時間雨量(多い所) 岩手県 300 から 500 mm (抜粋)) 大雨注意報	10:00 町長、副町長、総務課において協議し、30日の夜にかけて台風が上陸するという予報を踏まえ早めの避難行動を促すため、30日の9時頃に避難準備情報を発令することを町長が決定
30日 00-10	01:54 18.5 05:19	大雨、洪水注意報 大雨警報 (土砂災害)、暴風警報 (雨のピークは30日夕方、3時間最大雨量130ミリ)	09:00 頃 前日の決定どおり、町内全域に避難準備情報を発令 (避難準備情報の発令にあわせて避難場所を6箇所開設)
10-11	0.0	台風第10号に関する岩手県気象情報 第6号 (30日夕方から夜のはじめ頃にかけて、岩手県に接近し、上陸するおそれ。30日夕方から夜のはじめ頃にかけでは、台風の接近により局地的に1時間に80ミリの猛烈な雨 (抜粋))	
11-12	1.5	大雨警報 (土砂災害、浸水害)、洪水警報、暴風警報 (雨のピークは30日夕方、3時間最大雨量130ミリ)	
12-13	2.5	土砂災害警戒情報	
13-14	6.5		
14-15	5.0	14:00 頃 一部の集落で停電が始まる	14:00 頃 13:30 頃に岩泉町の防災担当者が県水位計の情報を基に地元消防団に現地状況を確認し、その情報 (氾濫越水の恐れ) を基に避難勧告を発令 (安察 (あつか) 地区の一部133世帯 (小本川流域外))
15-16	33.5		15:00 頃 岩泉町は総務課長以下5人が避難関連の実務を担っていたが、外部からの代表電話が総務課に繋がるようになっていたこともあり、15時頃から上流域での被害情報の電話が入り始め、その対応に追われる状況となり、対応する職員を5人から10人に増員した
16-17	29.0	16:47 盛岡地方気象台次長から岩泉町総務課総務文書室長に対し電話「岩泉町では、50年に一度に相当する記録的な大雨になっている。2～3時間は強い雨が続き見込み。引き続き厳重な警戒をお願いします。」	
17-18	62.5	17:20 頃 岩手県岩泉土木センターから岩泉町役場に電話「赤鹿水位観測所では、30日17時20分に氾濫注意水位2.50mを超過し、今後上昇する見込みがあるので注意するように」(岩手県の水防計画においては、水防活動の参考とするため水位を通報することとしていた)	17:20 頃 岩泉町は避難勧告の発令基準 (赤鹿水位観測所の水位が2.5mに達し、さらに累積加算雨量80mm以上の降雨予報) を満たしていることを認識していたが、住民からの電話対応に追われ、町長に報告されなかった
18-19	35.0	17:30 頃 台風第10号が岩手県大船渡市付近に上陸 18:00 「楽ん楽ん」のある乙茂地区が停電 18:07 日没	
19-20	0.5		
20-24	0.0	20:25 頃 岩泉町役場が停電 22:00 ほほ全域が停電	

(注1) 「岩泉町の被害実態と関係市庁の取り組み (避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン) に関する検討会資料 (内閣府)」、「災害時気象報告 (平成28年台風第7号・第9号・第10号・第11号及び前線による8月16日から8月31日にかけての大雨及び暴風等 (気象庁)」及び「岩手県防災会議幹事会議 地域防災体制分科会資料」をベースに作成した。
(注2) 岩泉町岩泉字中家のアメダス岩泉観測所 (楽ん楽んから直線距離で約5.3km上流側) の観測雨量。ちなみに、23日～28日の雨量は、12.0、0.0、0.0、27.0、7.5、3.0mmである。
(注3) 新たに発表された注意報、警報には下線を付している。なお、「台風第10号に関する岩手県気象情報」は第1号から第10号まで発表されているが、岩泉町の判断に特に寄与したと思われるもののみ表示。

表2 雨に関する50年に一度の値（大雨特別警報水準）

市町村	3時間雨量 (mm)	24時間雨量 (mm)	48時間雨量 (mm)	土壌雨量指数
札幌市	90	197	236	167
岩泉町	110	243	259	188
東京都千代田区	169	317	402	265
鹿児島市	179	329	502	285

（出典）3時間、48時間、土壌雨量指数は「雨に関する各市町村の50年に一度の値一覧」（気象庁）、24時間雨量は「異常気象リスクマップ確率降水量（再現期間50年）」（同）による。

それでは、時間を追って見ていきましょう。

- (1) 29日の6:47に発表された「台風第10号に関する岩手県気象情報第3号」は、台風第10号のそれまでの複雑な動きが収束し、北日本の太平洋側に接近・上陸する確率が高まってきたことを反映した内容となっています。10:00には、この情報等に接した岩泉町が住民に早めの避難を促すため翌30日9時頃に避難準備情報を出すことを決定しました。これは適切な判断です。おそらく、皆さんのところでも同様の判断をされることと思います。
- (2) 30日になると、台風の北日本への接近・上陸の可能性はさらに高まり、それへの警戒を促すため、5:19に大雨警報（土砂災害）及び暴風警報、6:43に「台風第10号に関する岩手県気象情報第6号」が発表されます。

これらを参考に岩泉町では前日の決定どおり9:00に全町に避難準備情報を発令し、それにあわせ避難所を開設しました。この状況下では皆さんの市町村においても同様の判断・対応をされることでしょう。

ここでのポイントは避難準備情報の効果的な伝達手段の有無です。

岩泉町では避難準備情報等の避難関係情報は、I P告知端末、登録制メール、消防団広報と訪問活動により伝達しています。中でも、町内の

全ての世帯・福祉施設に配備されているI P告知端末は、関係者に即時一斉に伝達しうる手段（即時一斉伝達手段）として重要な役割を担っています。

この段階では、皆さんのところでも即時一斉伝達手段（あるいはそれに準じた手段）を用いて避難準備情報を伝達されるはずですが、

- (3) 10:16に大雨警報（浸水害）及び洪水警報が発表されます。さらに、12:37には土砂災害警戒情報が発表されます。今後の接近・上陸が確実視される中での予防的措置といえます。厳重な警戒体制をとることになります。
- (4) 14:00頃には現地の河川水位の監視状況から安家（あつか）地区に避難勧告が発令されます。この時間帯のアメダス岩泉の観測雨量は小さいですが、当時の気象レーダーを見ると安家地区（アメダス岩泉から北方に直線距離で約15km）ではかなり強い降雨がありました。
- (5) 15:00頃から本格的な降雨となります。これ以降、被害情報や問い合わせの電話が入るようになり、時間の経過とともにその数は急激に増加します。そして、それは災害対策本部の指揮中枢機能を麻痺状態に陥らせました。前回も触れた「コールセンターシンドローム」が岩泉町でも発生したのです。その様子を新聞では以下のように伝えています。

状況はこの後急変する。雨が急激に強く降り出したのだ。総務課には支部職員から「水が住宅の前まで来ている」などの情報が寄せられた。町民からも「土嚢（どのう）がほしい」などの要望が次々と電話で寄せられた。

電話は午後5時以降、ひっきりなしにかかってくるようになった。会社から帰宅する町民が道路が通れるかどうかを問い合わせたためだ。職員は電話の内容を書き留め、道路担当課に問い合わせた上で回答したり、浸水地区に土嚢を持っていくよう消防署に要請したりした。

午後5時20分、グループホームのそばを流れる小本川を管理する岩手県の岩泉土木センターから「氾濫注意水位の2メートル50センチを超えた」との情報が電話とメールで届いた。気象庁の情報では、今後の雨量が1時間に80ミリを超えると予想されることも確認された。町が避難勧告を出す基準だ。

■避難勧告出ず

だが、電話を受けた職員は再び町民からの問い合わせ対応に追われ、情報は共有されなかった。避難勧告を発令する立場の伊達勝身町長にも伝わらなかった。

午後6時7分、日没。「裏山が崩れそう」「水が自宅に入ってきている。何とかして」。支所職員や町民の情報で、総務課から一步も出られない職員にも、事態が急激に悪化していることが理解できた。だが、目の前の電話対応に追われ、職員同士で話をするこも、同じ階の町長室に事態を伝えに行くこもできなかった。

電話が鳴りっぱなしの状態は、午後8時25分の停電で終わった。

(出典)「電話の嵐、役場混乱 岩手・岩泉の台風被害 協議できず・情報滞り・機能不全に」、朝日新聞、平成28年9月29日

このコールセンターシンドロームは、電話回線が生きている限り大きな災害時には必ず発生します。その影響を最小限に抑え込むための対策が必要ですが、皆さんのところではいかがでしょうか？

ところで、岩泉町の全ての世帯・福祉施設に配備されているIP告知端末は強力な伝達手段ですが、停電時には使えないという弱点がありました。そのため、停電前に「警戒・避難時のリスクコミュニケーション」(連載第88回参照)を徹底的に行っておく必要がありました。

たとえば、災害対策本部に寄せられた電話の中には管内の危機的状況(庭に水が流れこんできた、崖が崩れた、道路が冠水した等々)に関するものも少なくないはずで、これらの情報をIP告知

端末で随時かつ具体的に伝えれば、住民はリアリティをもって状況を理解し、危機意識をもって対応することになります。これが効果的に実施されていれば人的被害は減らすことができたのではないかと考えます。皆さんのところでは、「警戒・避難時のリスクコミュニケーション」は十分考慮されているのでしょうか？

なお、アメダス岩泉の観測雨量を10分単位で見ると、17:00を過ぎたあたりから「雨に関する50年に一度の値」(大雨特別警報水準)に急速に接近していることがわかります。そして、17:50には3時間雨量が、18:10には土壌雨量指数がその値を超過しています(表3)。岩泉町の被害はこのような豪雨によってもたらされました。

表3 アメダス岩泉観測雨量の「雨に関する50年に一度の値」の超過時分

時 分	3時間雨量 (mm)	24時間雨量 (mm)	48時間雨量 (mm)	土壌雨量指数
30日 17:20	84.5	126.5	169.5	141
17:30	94.5	136.0	179.5	149
17:40	104.5	146.0	189.5	157
17:50	116.0	158.5	203.0	169
18:00	125.0	170.0	215.0	178
18:10	132.5	182.5	228.0	188

(注) 「雨に関する50年に一度の値」以上の値に網掛けしている。また、土壌雨量指数は8月28日以降の雨量で計算した。

園芸用土から出火した特異事例の考察について

福岡市消防局予防部予防課調査係

ベランダに置いたプランターの土から火災が発生したもので、着火物である土の残渣物が確認できず調査を困難にした。

今回は、安価で入手できる園芸用土からの出火を検証した事例を紹介する。

1 はじめに

本火災は、高層マンションのベランダに置いていた、一見何の変哲もないプランター内の土から出火したものである。

発火源は「火の付いた線香」であったが、着火物や燃焼経過が特異であったこと、また見分当初、置いていたとされるプランターや内部の土の残渣物は確認することができず、調査を困難にしていたことから特異な事例として研究したものである。

2 火災事例

(1) 出火日時 平成25年11月某日14時50分頃

(2) 発生場所

福岡市内 13階建て共同住宅9階ベランダ

(3) 気象状況

天気：曇 気温：8℃

湿度：59% 風速：4.0m / s

(4) 火災概要

ベランダの外壁及びエアコン室外機を焼損

① 発見・通報時の状況

現場付近で電気工事を行っている作業員が、マンションの9階ベランダから黒煙が出ているのを発見し、119番通報する。

② 消防隊現場到着時の活動状況

現場到着時、玄関は施錠されていたが、管理会社所有の合鍵にて開錠し屋内進入を行う。室内に火煙等はなく、ベランダに設置されているエアコン室外機から炎が噴出しているのを確認し、放水により鎮火に至る（写真1参照）。



写真1 焼損状況

(5) 原因概要

9階ベランダは整然としており周囲に火源となるようなものがなく、焼損したエアコン室外機は、室内機のスイッチ「切」で作動はしていないが本体電源は「入」、電源プラグは差し込んだ状態である。また、焼損状況から、原因は「エアコン室

外機内部にあるのではないかと推測したが、居住者から「エアコン室外機の上には、土の入ったプランター（3～4か月の間、同じ場所に放置）が置いてあり、外出する前に、部屋で焚いていたアロマテラピー用の線香を消火する目的で、プランターの土に差し込んだ。」との供述を得て、焼損箇所を再度確認したが、プランター容器や焼けた「土や腐葉土状の物」の残渣物は何処にも見分できず、室外機の上蓋にプランターを置いていた痕跡がわずかに確認できるのみである（写真2参照）。



写真2 プランターの痕跡

そこで、そのプランターについて詳細に確認したところ、使用していた土が「水でふえる用土」（主成分/天然ヤシ繊維）という可燃性の商品であることが判明し、居住者の供述に基づいた再現実験を行うと、実際に着火し、燃焼することを確認する（写真3参照）。



写真3 再現実験

エアコン室外機については、メーカー立ち合いのもと鑑識した結果、室外機内部は焼損しているものの、配線や基板に火災原因となるような異状は確認できず、外部から焼損したことが確認され

たため、本件火災原因は、火のついた線香をプランター内の土（天然ヤシ繊維）に差し込んだため、土に着火し出火に至ったものと判定した（写真4参照）。



写真4 室外機内部の状況

3 問題提起

今回の火災では、関係者の供述により使用していた土が可燃性であることが判明したため原因を特定するに至ったが、「供述がなかった場合、着火物や原因を特定できたであろうか?」、「水でふえる土が焼損すると今回と同様に灰や炭等の残渣物が見分できないような状況になるのか?」、また、「火源である線香を土に差し込み出火に至るまでどのような燃焼経過だったのか?」との疑問が持ち上がった。

そこで、より詳細なデータをとるため、実験を行い検証することとした。

4 実験

(1) 実験準備

「水でふえる土」の素材は、100%天然ヤシ（ココヤシの実の外殻を乾燥・圧縮させブロック状にしたもの）である（写真5・6参照）。

完成した「水でふえる土」は、赤土のような外観をしているが、デジタル顕微鏡を使用し確認してみると、細かく破碎され、ひとつひとつは小さな角張った破片のような形状をしている（写真7・8参照）。

本件では、「水でふえる土」が入ったプランターが3～4か月間屋外に放置された状態で、水も撒いていなかったとのことから、作成したものを



写真5 水でふえる土（ブロック状）



写真6 15分程度で作成完了



写真7 水でふえる土（完成後）



写真8 水でふえる土（拡大写真）

を3日間天日干しにして乾燥させる。

燃焼実験には、火災時とほぼ同じ大きさのプランターを用意し、乾燥させた「水でふえる土」を8割程度（約300g）入れ準備する。

(2) 燃焼実験

火源は、火災時と同様に火のついたアロマ線香を差し込んで着火。

出火場所が9階の屋外に面したベランダで、当時の風向風速は、西南西の風4.0m/sであるため、風が吹いていた状態と無風状態を想定し、燃焼状況を確認するとともに燃焼経過を温度計で表面温度と内部温度を計測する（写真9・10参照）。



写真9 内部温度を測定



写真10 表面温度を測定

① 実験1

風が吹き込む状態を作り、燃焼実験を実施

気温：23.0度 湿度：63% 場所：屋内

風速：約0.8～3.9m/s（微風～強風の風をランダムに繰り返し送風）

着火から、徐々に燃焼が拡大、約50分程度でプランター容器に変形が認められる（写真11・12参照）。



写真11 10分後の状況



写真12 50分後の状況

約90分でプランター容器の側面に大きく穴が開き、内部から火の粉が四散（写真13参照）。



写真13 90分後の状況

プランター容器に着火は確認できなかったが、火の粉が四散したことで、近くに可燃物があれば着火し火災を拡大させられると思われる。

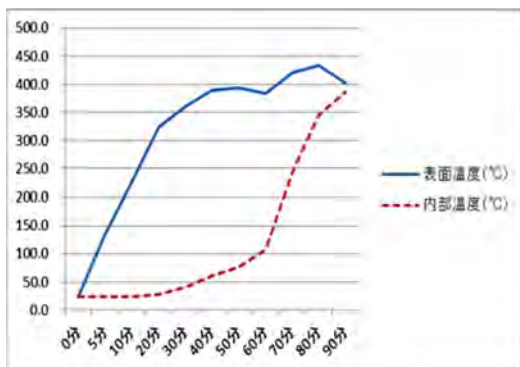


図1 実験1の温度経過

②実験2

無風状態で燃焼実験を実施

気温：24.6度 湿度：70% 場所：屋内

風速：0m / s

着火から、徐々に燃焼が拡大、約50分程度でプランター容器に膨らみを認めるものの大きな変化は確認できない（写真14～16参照）。



写真14 5分後の状況



写真15 50分後の状況



写真16 140分後の状況

着火後、徐々に温度が上昇。7時間近くにわたり燃焼が継続した。

プランター容器に着火は確認できないが、底部が焼け抜けており、受け皿を使用していなければ、火の粉が落下すると思われる（写真17参照）。



写真17 400分後の状況

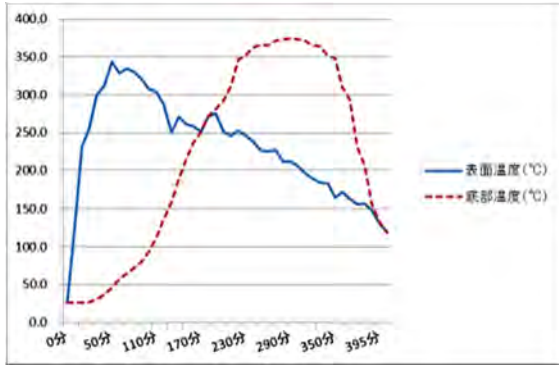


図2 実験2の温度経過

(3) その他の確認事項

①焼損物の確認

実験1・2共に焼損した「水でふえる土」からできあがった灰は、共に細かな粉末状の灰であった (写真18参照)。



写真18 灰化した水でふえる土

「水でふえる土」を灰化したものは、粉雪の様な粉末状になっており、少し息を吹きかける程度で空中に四散した。

「水でふえる土」約300gから出来上がった灰の量は、50gであった。

②火源を「水でふえる土」に落下させた場合

本件火災の原因のように、火のついた線香を差し込むより土の上に落下させ、空気が十分触れる状況の方が着火しやすいのではないかと考えられるので、火のついた線香とたばこを落下させ、実験を実施する。

土の上に火のついた線香とたばこを数回落下させたところ、いずれも容易に着火し無炎燃焼を継続した。

以上のように、火源が土の上に落下した場合、容易に着火し、火種が土中へ潜り込み無炎燃焼することが確認された (写真19・20参照)。



写真19 火のついた線香を落下



写真20 火のついたたばこを落下

5 考察

実験の結果から、乾燥した「水でふえる土」は火源があれば容易に着火。燃焼時の温度は200～450℃程度を推移し、プランターを熔融させ得る温度まで上昇することが確認できた。このことから、今回の火災で、実験結果のとおり火災が進行したと考えれば、現場では居住者が線香を土の中に差したことによりプランター内の土に着火し、無炎燃焼が発生。燃焼が継続した後にプランター

が熱により熔融し始め、火のついた土が四散し、周囲の可燃物に着火して火災に至ったと考えられる。

また、「水でふえる土」は、燃焼すると粉末状の灰になるため、風で空中に四散し、形状を維持することができず、見分が困難になったのではないかと考察する。

6 今後の課題

「水でふえる土」や類似品は、土のように汚れることが少なく、廃棄するのに可燃ごみとして出すことができ、園芸店をはじめ、ホームセンターや100円均一ショップで販売され購入しやすい製品である。

今回の火災では、火種を内部に差し込んで火災に至ったが、実験のとおり本製品の上に火源が落

下した場合においても容易に着火する。

着火直後は、さほど臭いもなく、発煙も少ない状態で無炎燃焼が継続することから初期段階での発見は困難であり、着火した場合、長時間燃焼が継続する。

今回の火災の様に園芸用土を「土」として認識する消費者は多いと思われ、火源が接触し、無炎燃焼が継続した結果、思わぬところで火災に発展するのではないかと危惧する。

また、火災原因調査時において、着火物が確認できない可能性や経過時間について注意が必要である。

私たち調査員の基本である「先入観を持たず、広い視野をもって火災調査にあたる。」ということの大切さを再認識させられた事例であり、予防広報を含め、今後の火災調査活動に活かしていく所存である。

編集後記

○ 平成29年7月九州北部豪雨では、対馬海峡付近に停滞した梅雨前線に向かって暖かく非常に湿った空気が流れ込み、線状降水帯が形成され猛烈な雨が降り続き、福岡県及び大分県で記録的な大雨となった。土砂災害発生件数307件、死者・行方不明者数が41名にのぼるなど各地で甚大な被害が発生した。

政府においては、この災害を踏まえて、特に住民等の避難行動に関し、今後対応すべき事項を明らかにするため、「平成29年7月九州北部豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会」を設置し、今後求められる対応について取りまとめた。

今回の特集では、「平成29年7月九州北部豪雨」を取り上げました。

○ 2018年1月23日10時頃、群馬県草津町の草津白根山の本白根山が噴火し、噴石で1名が死亡、11名が負傷した。草津白根山は「常時観測火山」に指定され24時間体制で監視・観測が行われていたようですが、監視対象外の鏡池付近からの

噴火であった。

そのため、御嶽山噴火を教訓に導入された緊急的な噴火発生情報は、噴火発生の確認遅れにより機能しなかった。

今回のようなケースでは緊急的な噴火発生情報が間に合い、警告や避難勧告等が発令されても安全な場所への避難は極めて困難と思われる。

噴火予知体制の充実が待たれます。

○ 2017年12月、政府の地震調査研究推進本部の地震調査委員会は「千島海溝沿いの地震活動の長期評価（第三版）」を発表しております。

千島海溝沿いの地震予測について、今後30年以内でM（マグニチュード）8.8程度以上の地震が起こる確率を7～40%と評価され、切迫した状況が伝えられました。

「17世紀に発生した津波堆積物から地震規模はM8.8程度と推定されたもので、不確実さが地震規模や確率の評価に反映されています。」ということですが、十分な備えに心掛けたいものです。

[本誌から転載される場合にはご連絡願います。]

季刊「消防防災の科学」 No.132 2018. 春季号

発行 平成30年4月28日

発行人 望月達史

発行所 一般財団法人 消防防災科学センター

〒181-0005 東京都三鷹市中原三丁目14番1号

電話 0422 (49) 1113 代表

ホームページ URL <http://www.isad.or.jp>

宝くじは、 みなさまの豊かな暮らしに 役立っています。



宝くじは、図書館や動物園、学校や公園の整備をはじめ、少子高齢化対策や災害に強い街づくりまで、さまざまななかたちで、みなさまの暮らしに役立っています。

一般財団法人 日本宝くじ協会は、宝くじに関する調査研究や公益法人等が行う社会に貢献する事業への助成を行っています。

一般財団法人
日本宝くじ協会
<http://jla-takarakuji.or.jp/>