

第27回消防防災研究講演会資料

令和6年11月21日

主催 消防庁 消防研究センター

第 27 回 消防防災研究講演会

「令和 6 年能登半島地震における輪島市大規模火災」

開催日 令和 6 年 11 月 21 日（木）14:00～17:00

－ プログラム －

- | | | | |
|-------------|---|----------------------------------|----|
| 14:00～14:05 | 【 開会の辞・趣旨説明 】 | 消防研究センター 篠原雅彦 …… | 3 |
| 14:05～14:25 | (1) 輪島市大規模火災の延焼動態 | 消防研究センター 篠原雅彦 …… | 5 |
| 14:25～14:45 | (2) 輪島市大規模火災の焼け止まりと街区の特徴からみた今後の課題 | 消防研究センター 鈴木恵子 …… | 20 |
| 14:45～15:05 | (3) 輪島市大規模火災の市街地火災延焼シミュレーション | 消防研究センター 高梨健一 …… | 34 |
| 15:05～15:20 | 【 休 憩 】 | | |
| 15:20～15:40 | (4) 令和 6 年能登半島地震 輪島市大規模火災について | 奥能登広域圏事務組合消防本部 出坂正明 …… | 44 |
| 15:40～16:00 | (5) 「輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方に関する検討会報告書」について | 消防庁消防・救急課 藤江卓也
消防庁予防課 川合弥生 …… | 59 |
| 16:00～16:20 | (6) 激震時の同時多発火災と大規模火災リスクにどう備えればよいか
～ 輪島市大規模火災があらためて喚起した課題 ～ | 特定非営利活動法人日本防火技術者協会 関澤 愛 …… | 63 |
| 16:20～16:30 | 【 休 憩 】 | | |
| 16:30～17:00 | 【 総合討論 】 | | |
| 17:00 | 【 閉 会 】 | | |

第 27 回消防防災研究講演会趣旨説明

消防研究センター 篠原雅彦

講演会テーマ：令和 6 年能登半島地震における輪島市大規模火災

令和 6 年（2024 年）1 月 1 日 16 時 10 分、能登半島で最大震度 7 を観測する地震が発生した。この地震で震度 6 強の揺れを観測した輪島市河井町では大規模な市街地火災が発生し、焼失面積約 5 ha、焼損棟数約 240 棟の被害となった。本火災は木造建物が密集する地域で発生したものであり、地震と津波の影響により消火活動が困難な状況下での延焼火災となった。

本講演会では、1) 本火災の延焼動態の復元・分析の結果、2) 本火災の焼け止まり状況の調査・分析の結果と建物・市街地・都市計画の状況と課題、3) 延焼シミュレーションを用いた本火災の検証と放任火災を想定した場合の延焼状況の推定結果、4) 被害の全容と地震・津波警報下での消防活動、問題点、5) 全国消防本部の消防活動計画等についての調査結果、本火災の課題と今後の対応策、6) 本火災が提起した課題と消防力を上回る大規模火災への対策、などについて話題提供し、議論する。

輪島市大規模火災の延焼動態

消防研究センター 篠原雅彦

1. はじめに

2024年1月1日16時10分に発生した能登半島地震では、石川県で最大震度7を観測した¹⁾。この地震で16時10分に震度6強を観測した輪島市河井町では大規模な市街地火災が発生し、焼失面積約49,000 m²、焼損棟数約240棟の被害²⁾となった。市街地火災の延焼状況を知ることは、消防活動、避難、火災予防、都市計画などの火災対策を練る上で基礎となるものである。そこで本火災の延焼状況を調べ、地図上に火災前線を描いた延焼動態図の作成を試みた。その結果を基に、延焼速度、火災初期の焼損棟数の時間変化について分析した。まだ延焼動態を復元できていない区域も多数あるが、これまでに復元できた区域の延焼動態と分析結果について報告する。

2. 気象状況

まず、延焼に大きな影響を与える火災時の風の状況について示す。そのほかの気象要素については報告書³⁾に記した。

火災現場に最も近い気象観測地点は、火災現場から約700m南西に位置する気象庁の観測所（以後、アメダス輪島と記す）である。風のデータは1月1日18時50分から2日14時50分まで欠測している。そこで、火災現場から南東に約2km離れた奥能登広域圏事務組合消防本部（以後、輪島消防と記す）の屋上で観測されたデータも示す。ただし輪島消防のデータも1日20時10分から23時20分までは欠測している。

両地点の最大瞬間風速と平均風速、平均風向の変化をそれぞれ図1、2に示す。アメダス輪島のデータは、気象庁ホームページ「過去の気象データ検索」のデータを用いた。

図1、2より、1月1日は両地点とも日中は北寄りの風だが、夕方から南寄りの弱い風に代わることが分かる。輪島消防の1月1日の風向は、16時10分までは北寄りの風だが、その後20時まではほとんどの時間で無風又は、弱い南寄りの風が続く。火災は17時23分に消防に覚知されたが、輪島消防の17時30分から、データが欠測し始める直前である20時までの平均風速は0.2 m/s、測定が再開した23時30分から火災が鎮圧された1月2日の7時30分までの平均風速は0.4 m/sで、ほぼ無風に近い。

アメダス輪島の1月1日の風向も朝から16時10分までは北寄りだが、16時40分には南寄りに変わり、データのある18時40分までは南寄りの風が続く。アメダス輪島の1月1日17時30分からデータが欠測する直前の18時40分までの平均風速は1.3～2.9 m/sである。同じ時間帯の輪島消防の平均風速は0～0.6 m/sであり、図1からも分かる通り、1月1日は風向によらずアメダス輪島の風速は輪島消防よりも大きい。

火災現場の風が、アメダス輪島と輪島消防のどちらの観測データにより近いかは分からないが、以後、延焼を議論する際には、欠測時間の短い輪島消防の風のデータを用いる。

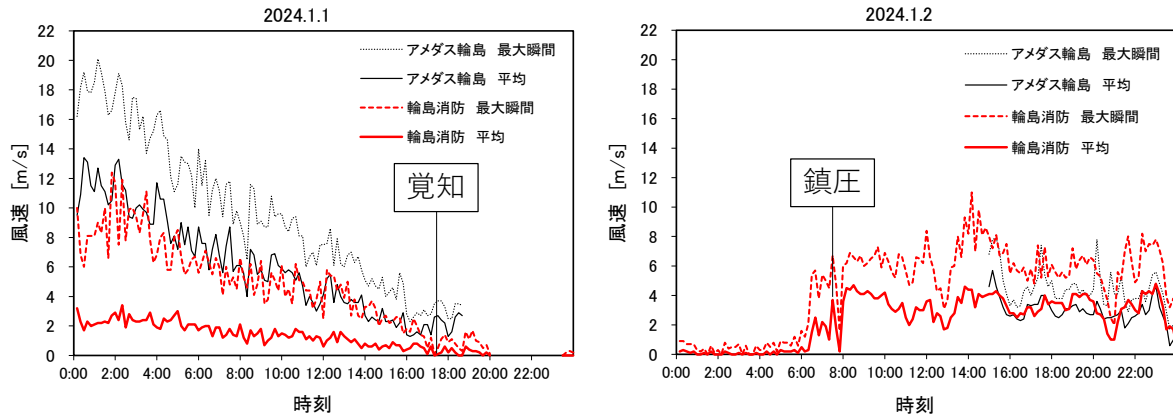


図1 1月1日、2日の最大瞬間風速と平均風速の変化

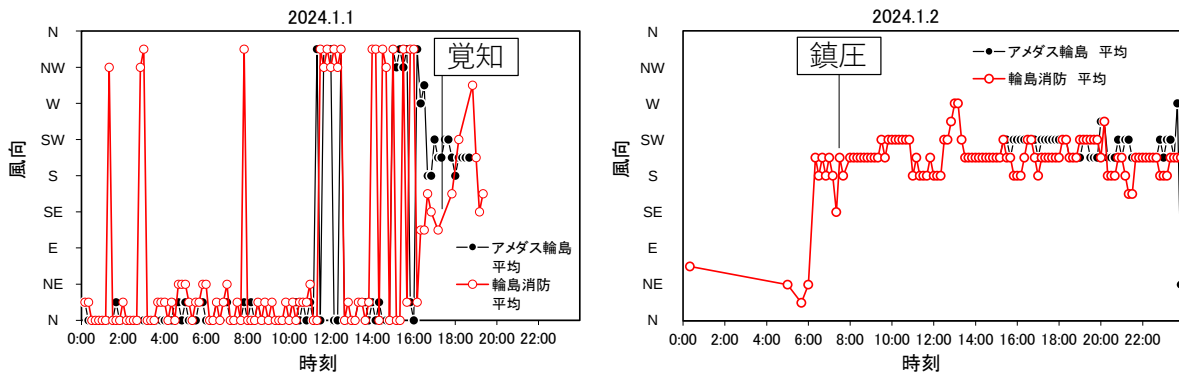


図2 1月1日、2日の平均風向の変化

延焼中の風が南寄りの弱い風であったことは 3.2 節に示す通り、火災から上昇する煙の傾きからも分かった。

3 延焼動態

3.1 推定方法

地上と上空から撮影された映像、写真、現地調査の結果を用い、燃えている箇所と燃えていない箇所を時間毎に調べ、その境界線を結ぶことで時間毎の火災前線を地図上に描いた。火災前線とはいえ、映像・写真からは時間的にも空間的にも断片的な情報しか得られなかったため、火災前線には火災初期から火災終盤までが混在している。

3.2 推定結果

推定した火災前線と延焼方向を示した延焼動態図を図 3 に示す。18 時頃から 20 時頃までは報道機関のヘリコプターが火災の周囲を巡回しながら撮影した映像・写真が複数存在するため、街区内も含め、ある程度詳細な延焼動態が復元できた。しかしそれ以降は、午前 1 時頃の空撮映像を除き断片的でピンポイントの写真しか今のところ入手できておらず、大雑把な火災前線しか復元できていない。

3.2.1 20 時頃まで

1 月 1 日 17 時 23 分に覚知された火災は、18 時頃からは主に北と南に広がっていく。19 時頃からは北東、東方向への延焼も始まる。火災覚知後、約 30 分経過した 17 時 52 分の映像では、火災

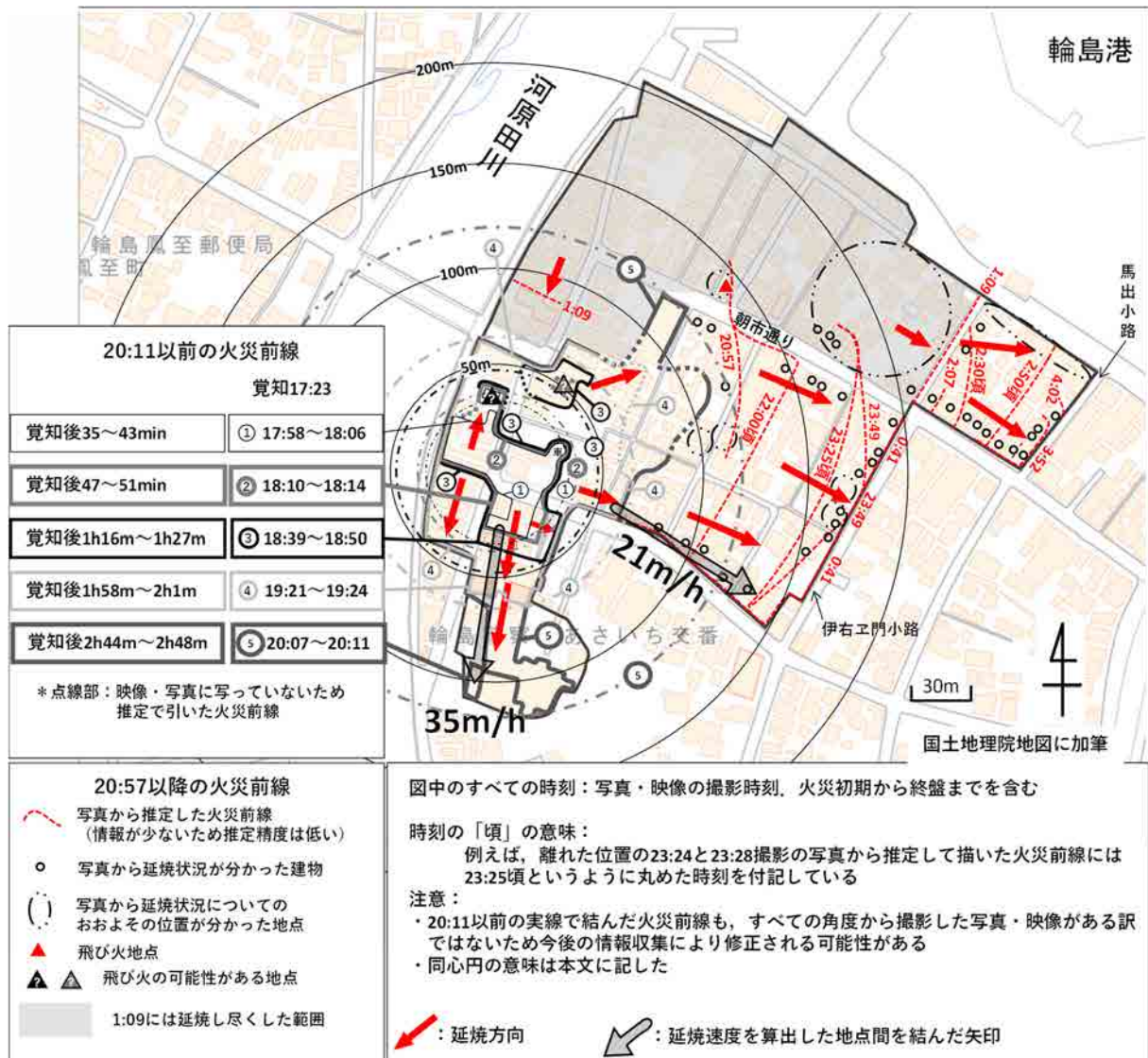


図3 延焼動態図

からの煙は北北東に若干傾いており、火災現場では弱い南南西の風が吹いていたと考えられる。輪島消防で17時30分から20時までの間に測定された平均風速は0～0.6 m/sと無風に近く、多くの時間帯で南寄りの風である。

空撮映像・写真からは、18時6分には倒壊しているように見える建物で、18時14分には倒壊していない建物で飛び火が発生した可能性があることが分かった。18時6分に撮影された空撮映像には倒壊しているように見える建物の上に小さな火炎が見え、その8分後の18時14分に撮影された別の空撮写真には、この火炎が建物程度の大きさになった様子が写っていた。18時14分に撮影されたこの空撮写真には、倒壊していない建物の屋根の軒付近に火炎のように見える小さな明るい部分が写っており、また、この屋根の棟付近からは煙が上がる様子が写っていた。その27分後の18時41分に撮影された別の空撮写真には、この建物が炎上した様子が写っていた。

20時頃までの各方位の延焼速度を概観するために、まず17時58分～18時6分の火災前線を内部に含む最小の円を描き、次にこの円の中心を固定して、これ以降の時間帯について各火災前線の最南端に接する円を描いた。これらの円を図3に一点鎖線で示す。円には火災前線と同じ番号

①～⑤を付記した。風下方向である北方向への延焼が、風上方向である南方向への延焼に若干先行するが、ほぼ同程度の延焼速度で南北に広がっていることが分かる。20 時 7 分～20 時 11 分の火災前線の南北端は円⑤にほぼ一致する。南寄りの風にもかかわらず南北方向に同程度の速さで燃え広がったのは、風下にあたる北方向には南方向よりも空き地、耐火建物が多かったためかもしれないし、延焼速度には影響しないほど弱い風だったのかもしれない。

3.2.2 20 時頃以降

20 時頃以降、朝市通りの南の火災は、図 3 に矢印で示すように東方向に向かった。ただ、21 時頃以降は図に小さな丸で示した通り、道路際の写真は入手できたものの空撮映像は午前 1 時頃を除き得られておらず、街区内部の延焼状況が分かっていない。そのため図に示すように火災前線は、ほぼ直線的に結んでいる。

23 時 49 分の火災前線が示すように、伊右エ門小路では小路の中央部に火災が先行して到着したことが写真から分かった。このことは、輪島消防署から聞いた「火災前線は V 字型に東に進み、到来する火災前線に応じて移動しながら順次消火した」というこの小路での消火活動時の延焼状況と一致する。馬出小路への延焼と消火も同様の状況だったと輪島消防署から聞いたが、この延焼動態については写真・映像からは復元できていない。

灰色に塗りつぶした北部領域については、2 日午前 1 時 9 分には延焼し尽くしていることが空撮映像から分かったが、延焼動態を復元できる写真・映像は入手できていない。ただ、図 3 のこの範囲内には 2 つの矢印を記しており、これらの矢印の指すあたりが帯状に周囲より激しく燃焼していることから、矢印の方向に延焼した可能性が高いと考えている。また、この北部領域では、図 3 に三角で示した朝市通りに面する建物で飛び火があったことを消防職員が目撃している³⁾。

20 時 13 分、21 時 23 分、翌日 1 時 8 分頃の映像に映った火災の煙の傾きからは、これらの時間帯も弱い南南西の風が吹いていたと考えられる。したがって、図 3 に矢印で示した 20 時以降の朝市通り以南の延焼方向は、風横方向ということになる。輪島消防での風速は、20 時 10 分から 23 時 20 分までは欠測だが、23 時 30 分から 2 日 5 時 50 分までは 0～0.3 m/s でほぼ無風である。

4 延焼速度

4.1 測定方法

建物間の平均的な延焼速度を求めた。延焼速度を求める際に用いる延焼距離と延焼時間の誤差を減らすために、延焼経路上にあると考えた建物間の距離ができるだけ長く、両建物の出火時刻にできるだけ近い時刻の火災状況が分かる 2 地点を探した。その結果、火災初期の風上方向に相当する南方向への延焼速度と、火災中期の風横方向に相当する東方向への延焼速度が 1 つずつ得られた。

風上（南）方向の延焼速度測定の始点は 17 時 58 分に屋根から煙が上がり、18 時 3 分には炎上した建物の中央とし、17 時 58 分を出火時刻と仮定した。終点は 20 時 8 分に煙が噴出している建物の中央とし、この時刻を出火時刻と仮定した。

風横（東）方向への延焼速度測定の始点は 19 時 24 分に建物の西面と屋根から煙が噴出している建物の西面とし、この時刻を出火時刻と仮定した。終点は 23 時 24 分に炎上している建物の東面とし、この時刻を出火時刻と仮定した。この出火時刻はもっと早いはずだが、その情報は得られなかったため、そのかわりに建物東面を終点とした。

4.2 測定結果

延焼速度の測定結果を表1に示す。

風上（南）方向の延焼速度は 35 m/h となった。この延焼の時間帯に輪島消防で測定された風速は 20 時 10 分の欠測時を除くと 0～0.6 m/s で平均 0.2 m/s、単位ベクトル平均によって求めた平均風向は南南西である。

風横（東）方向への延焼速度は 21 m/h となった。この延焼の時間帯に輪島消防では風速は 20 時 10 分以降のデータが欠測となっているため評価できないが、欠測時間帯を除くと 0～0.2 m/s である。また、3.2 節に記した通り、煙の傾きからは弱い南南西の風であったと推測できる。

表 1 輪島市大規模火災の延焼速度

風に対する 延焼方向	延焼し た方角	風向	風速 [m/s]	距離 [m]	始点 時刻	終点 時刻	時間 [分]	延焼速度 [m/h]
風上	南	南南西	0.2	76	17:58	20:08	130	35
風横	東	*注	*注	83	19:24	23:24	240	21

*注: この時間帯の風速データは存在しないが、映像に映った火災からの煙の傾きからは弱い南南西の風と推測できる。欠測時間帯を除くと 0～0.2 m/s。

4.3 過去の市街地火災との比較

得られた延焼速度を過去の市街地火災の延焼速度と比較する。比較の対象は、強風下での延焼火災となった関東大震災での東京⁴⁾、弱風下での延焼火災となった阪神・淡路大震災⁵⁾、強風下での延焼火災となった 2016 年の糸魚川市大規模火災⁶⁾（以下、糸魚川火災）での延焼速度である。

比較結果を図 4 に示す。図 4 には各火災の延焼速度と風速の関係を示した。ここで、輪島市大規模火災（以下、輪島火災）同様に弱風下での延焼速度の記録が残っている阪神・淡路大震災については、輪島火災との比較のために風速 1.2 m/s 以上と 1.1 m/s 以下の延焼速度に分けてプロットした。輪島火災の風下方向の延焼速度は測定できていないが、3.2.1 節に記した通り 20 時頃までは南北方向に同程度の速さで延焼しているため、風下方向延焼速度は風上方向延焼速度 35 m/h と等しいと仮定し、図 4 の風下方向の図には風上方向延焼速度の点をプロットした。ただ、これはあくまでも参考値であることに注意してほしい。また、図 4 の風下方向の図には参考のために糸魚川火災での飛び火を含めた延焼速度もプロットしてある。この点は、糸魚川火災で判明した飛び火地点を飛び火地点だと知らずに出火点から連続的に燃え広がってきたと仮定して求めた延焼速度のうちの最大値である。

図 4 より、輪島火災は 4 つの火災の中では最も弱風下での火災であることが分かる。

4 つの火災を延焼速度の大きい順に並べると以下の通りである。

風上方向：関東大震災＞糸魚川火災～輪島火災＞阪神・淡路大震災の風速 1.1 m/s 以下

風横方向：関東大震災＞糸魚川火災＞輪島火災～阪神・淡路大震災の風速 1.1 m/s 以下

（参考）風下方向：関東大震災＞輪島火災＞糸魚川火災＞阪神・淡路大震災の風速 1.1 m/s 以下

ただし上述の通り、輪島火災の風下方向の延焼速度は風上方向の延焼速度と等しいと仮定した場合の順序である。「～」は速度が同程度であることを意味する。糸魚川火災の風下方向の延焼速度には、飛び火の影響を含まない出火直後の値を用いた。

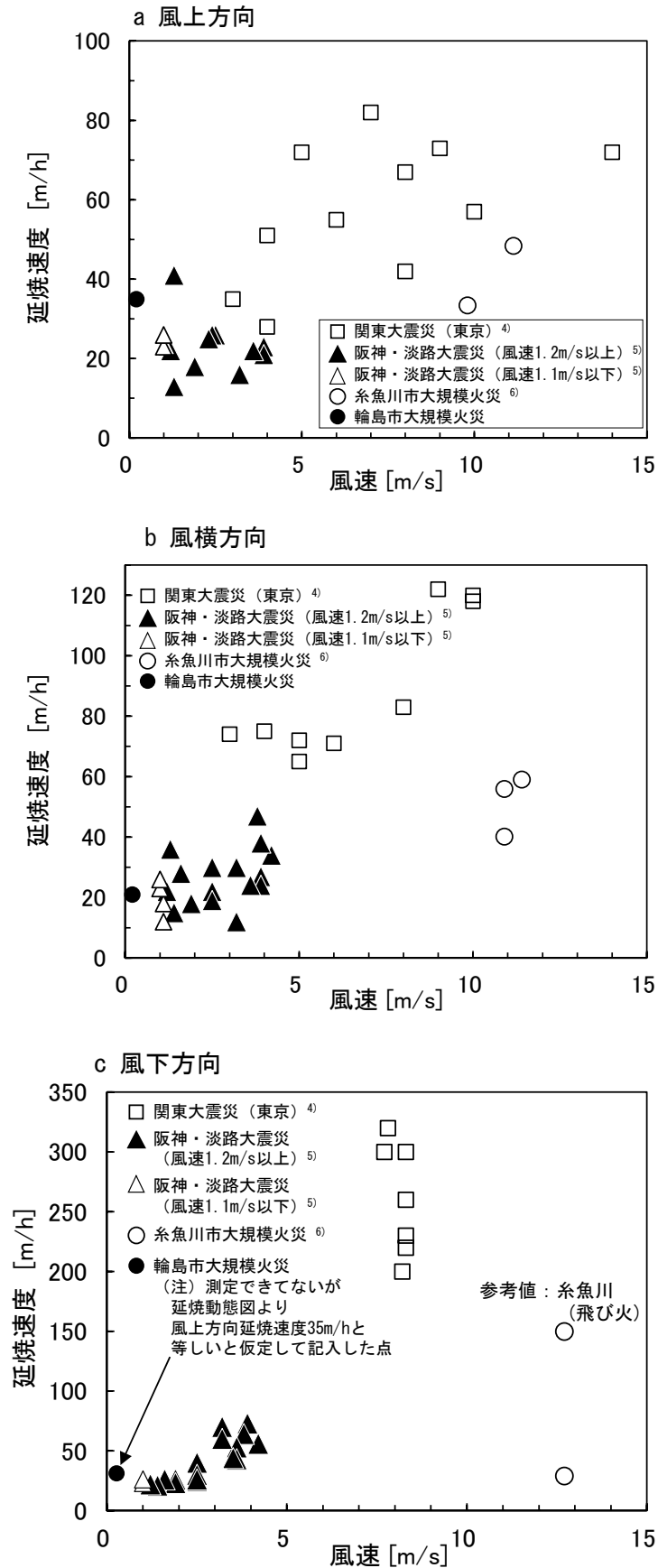


図4 過去の市街地火災の延焼速度との比較

表 1、図 4 に示した通り、輪島火災の風横方向への延焼速度が風上方向に比べて遅いのは、図 3 に示した通り、風横方向の延焼速度を求めた区間が火災前線の端部で道路沿いであったためではないかと考えている。つまり、火災前線の端部は中央部に比べて火災からの受熱量が小さい可能性が高いため、街区内部の延焼速度よりも遅くなっている可能性がある。また、風横方向延焼速度の測定箇所にある不燃建物²⁾や、そのすぐ南側の道路からの消火⁷⁾によって延焼速度が低下した可能性もある。実際、伊右エ門小路への火災前線の到達時刻は小路の中央部が最も早いので、街区内部での風横方向への延焼速度は 21 m/h よりも速くなっている可能性がある。

5. 火災初期の焼損棟数の時間変化

次に、焼損棟数が数えられる 20 時 11 分までについて、その時間変化を糸魚川火災と比較した。まず、両火災の累積焼損棟数の時間変化を図 5 に示す。ここで、図 3 に示した国土地理院地図では複数棟として描かれている建物でも、Yahoo!マップの住居表示番号、Yahoo!マップ航空写真、Google マップ、Google ストリートビューなどから屋内でつながった建物であると判断した場合には、焼損棟数は 1 棟と数えた。また、糸魚川火災は出火時刻が分かっているが、輪島火災は今のところ出火時刻が不明である。そこで入手した火災写真と過去のいくつかの実大建物火災実験の結果を基に出火時刻を推測し、出火時刻を 17 時 10 分と仮定した。

図 5 には、出火から約 3 時間について、累積焼損棟数の回帰直線を示した。この直線の傾きから、輪島火災と糸魚川火災の初期の累積焼損棟数の平均的な増加率は、それぞれ 16.1 棟/h、19.7 棟/h となり、輪島火災は糸魚川火災の 82%となっている。焼損棟数の時間変化を詳細に見るために、1 時間あたりの焼損棟数の時間変化を調べたものが図 6 である。この図は図 5 から後退差分で求めたものである。ここで、図 6 の輪島火災の 18 時 14 分までの 1 時間あたりの焼損棟数は、この時刻の直前の火災前線復元時刻である 8 分前の 18 時 6 分までの焼損棟数と比較して求めたのではなく、出火仮定時刻である 17 時 10 分の時点と比較して求めた。これは、8 分前との比較だと、この間の焼損棟数の増加数が 3 棟であり、時間・焼損棟数の変化が共に小さいため、火災前線の時刻・位置の読み取り誤差の影響が大きくなるためである。

図 6 より、輪島火災の 20 時 11 分までの 1 時間あたりの焼損棟数は、8~37 棟/h の間で変化する。糸魚川火災は出火 2 時間後から 3 時間後頃の間に複数の街区で急激に延焼が進み、出火から 3 時間 10 分の時点で 1 時間あたりの焼損棟数が 56 棟/h まで急増する。輪島火災ではこれほどの急増は見られない。

図 6 からは、1 時間あたりの焼損棟数の増減傾向が両火災で酷似していることが分かる。また、1 時間あたりの焼損棟数は、輪島火災が急増するまでは両火災で同程度の値を示していることが分かる。延焼状況が異なる 2 つの火災について、なぜこのような結果となったのかについて次節以降で考察する。

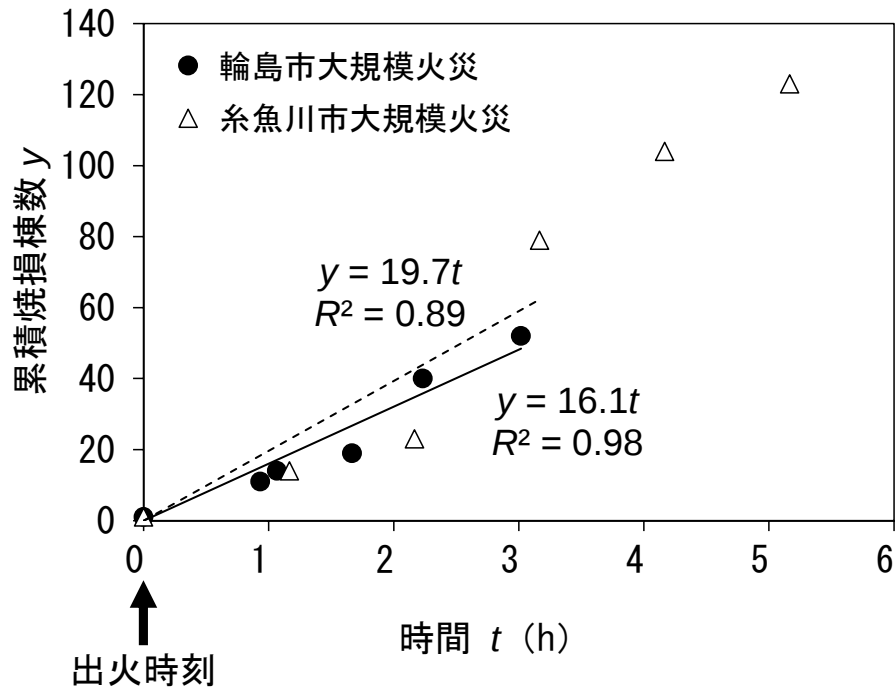


図5 累積焼損棟数の時間変化：輪島市大規模火災の $t = 0$ h は出火仮定時刻

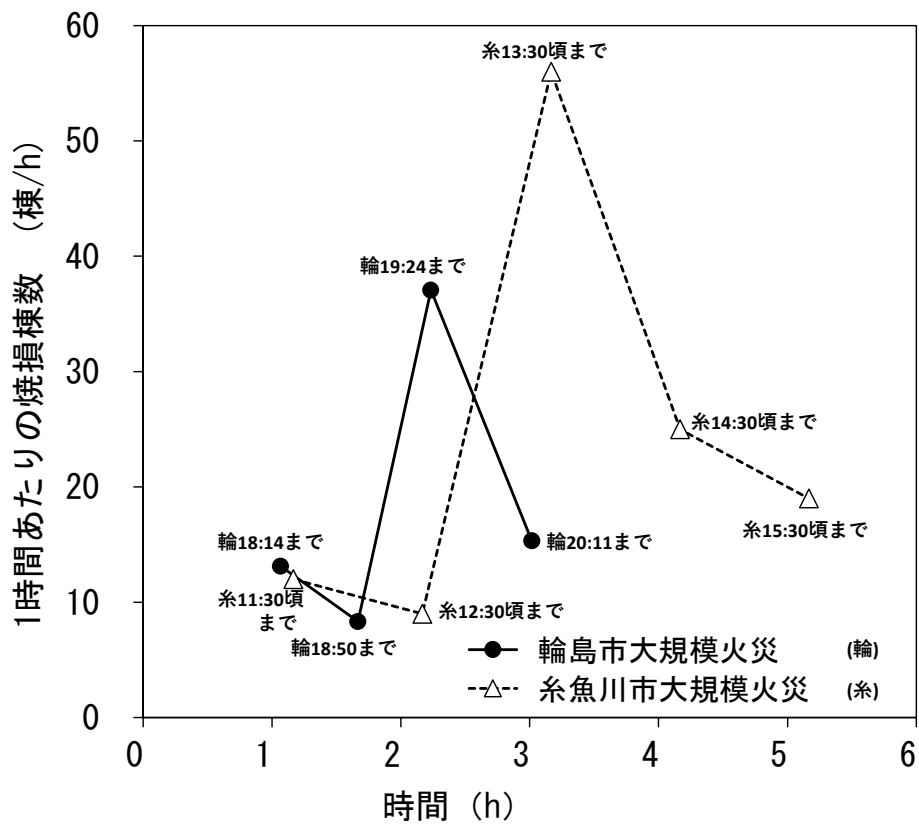


図6 1時間あたりの焼損棟数の時間変化

5.1 1時間当たりの焼損棟数の増減傾向が2つの火災初期で酷似している原因

1時間当たりの焼損棟数の増減傾向が輪島火災と糸魚川火災の初期に酷似している原因について考察する。図6で示した各時間帯における両火災の焼損棟数の増加数の内訳を図7に示す。この内訳とは、焼損の原因が隣接した建物からの延焼か、飛び火か、飛び火した建物からの延焼かの区分である。ただし輪島火災の2件の飛び火は飛び火と確定したものではなく、3.2.1節に記した通り、飛び火の可能性があるというものである。また、図6の縦軸は1時間あたりの焼損棟数であったが、図7の縦軸はその元データとなった各時間帯、例えば輪島火災の2本目の棒グラフは、出火仮定時刻から64分経った時点から、出火仮定時刻から100分経った時点までの36分間の時間帯の焼損棟数を示している。

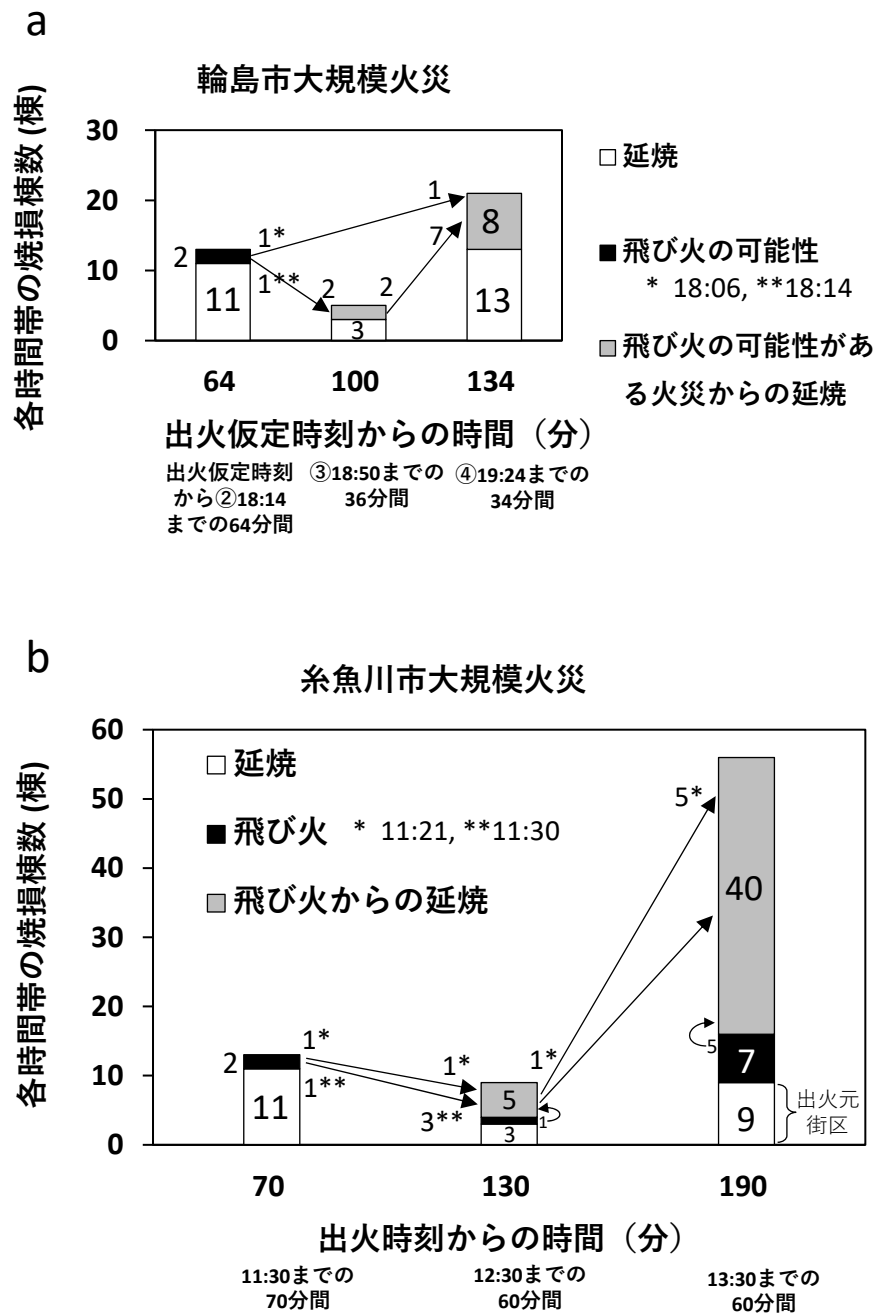


図7 各時間帯の焼損棟数の内訳

図7より、輪島火災は出火から約1時間経過するまでの間に11棟に延焼し、この時間帯の後半に2棟で飛び火の可能性があったことが分かる。そのうちの1棟はその次の時間帯である出火から64分後から100分後までの時間帯で2棟に延焼し、さらにそれに続く出火から134分までの時間帯には7棟に拡大する。糸魚川火災の飛び火も同様の变化傾向で、出火から70分経過するまでの間に11棟に延焼し、この時間帯の後半に2棟で飛び火が発生する。2棟の飛び火のうち1棟は次の時間帯で3棟に延焼し、もう1棟は1棟に延焼する。さらに次の時間帯では、飛び火からの延焼が40棟まで急拡大する。

つまり両火災共に10棟近く燃え広がったところに飛び火が起きており（ただし輪島火災の場合は飛び火の可能性）、飛び火からの延焼が急拡大するにはある程度の時間がかかっている。飛び火した建物からの延焼は微小火源からの延焼なので、大きくなった火炎が隣接建物間を連続的に延焼してくる通常の延焼にくらべて時間がかかるのは当たり前ではある。

一方、図7では輪島火災は出火仮定時刻から100分までの時点から134分までの時点に至る間で、飛び火だけでなく、建物間の連続的な延焼による焼損棟数も急拡大している。この原因について以下に考察する。

建物間の連続的な延焼がどのように時間変化していたかを調べる。ここで、以下で使用する「火災前線に隣接する建物」という言葉の定義は厳密にはしておらず、図8aに点線で示す道路または、この道路と同程度以上の幅を持つ空き地などの空間が火災前線と隣り合う建物の間になければ、火災前線に隣接する建物であると仮定した。

図8aに丸で示す18時14分の火災前線に隣接する建物8棟のうち、18時50分までに延焼した建物は図8bに丸で示した5棟、延焼しなかった建物はXで示した3棟である。図8cに示す18時50分の火災前線に隣接する建物7棟は、図8dに丸で示す通り19時24分までにすべて延焼し、18時50分の火災前線に隣接していなかった黒丸で示す建物14棟も延焼した。図8bの建物X₁が18時50分までには延焼せず19時24分までには延焼した理由は、微小火源からの延焼であったためではないかと考えている。つまり、建物X₁の南隣の建物は倒壊しているように見える建物だが、この建物の上に落下した火の粉からの火炎が大きくなり、その後その火炎が建物X₁に延焼した可能性があるため、延焼に時間がかかったのではないかと考えている。建物X₃の延焼に時間がかかったのは、消火⁷⁾と、外壁が不燃材であった可能性があるからかもしれない。建物X₂の延焼に時間がかかった理由は不明である。

続いて、図8eに示す19時24分の火災前線に隣接する11棟のうち20時11分までに延焼した建物は図8fに示した通り6棟、延焼しなかった建物は4棟、19時24分の火災前線に隣接していなかったが延焼した建物が5棟である。建物X₄、X₆がこの時点までに延焼しなかった理由は、これらが不燃建物である可能性があるからかもしれない。建物X₇が延焼しなかった理由は、消火活動⁷⁾によるものである可能性がある。X₅が延焼しなかった理由は不明である。

したがって、図7に示したように輪島火災の建物間の連続的な延焼による焼損棟数が64分から100分になった時点で急減した原因は、空き地、飛び火による微小火源からの延焼、消火、不燃外壁などによって延焼に時間がかかる時間帯が重なったためであり、134分になった時点で急増した原因は、延焼に時間がかかっていたこれらの建物が延焼したためではないかと考えている。

延焼に時間がかかる時間帯、つまり延焼が停滞する時間帯がどうして異なる場所で同時期に重なって現れたのか、その原因は不明である。

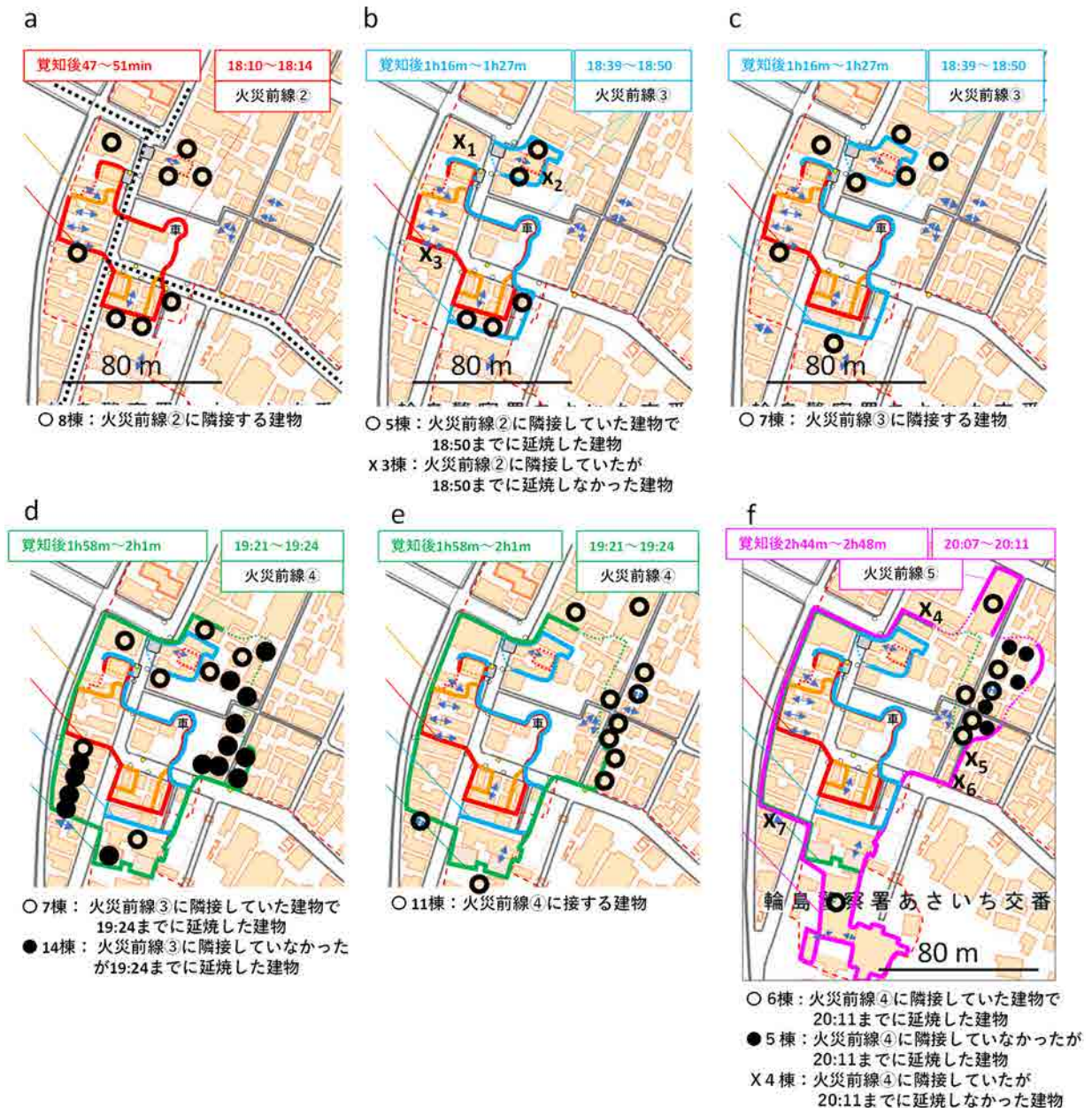
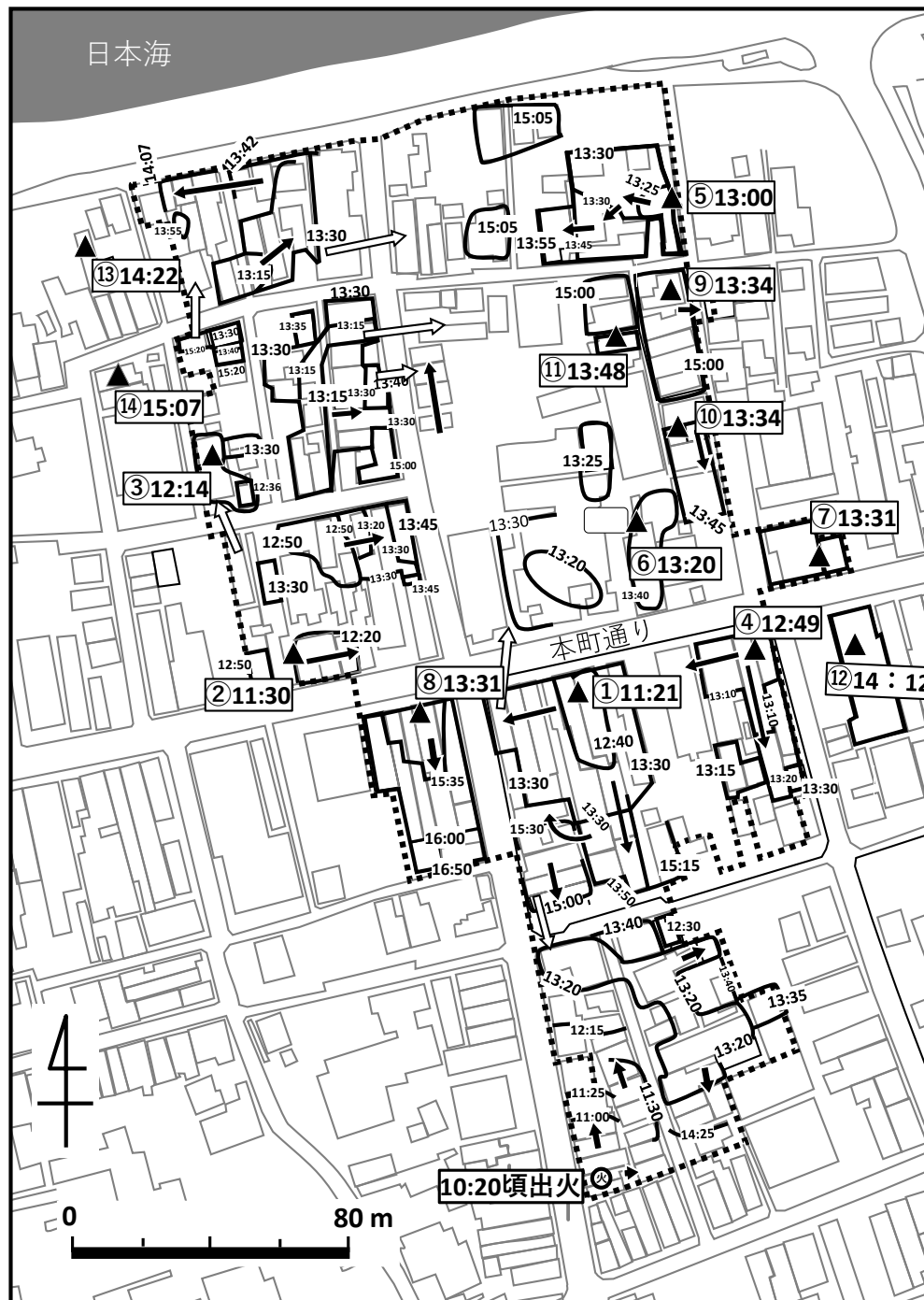


図 8 輪島市大規模火災初期における火災前線と建物の隣接状況および延焼状況の時間変化

5.2 1時間当たりの焼損棟数が2つの火災初期について同程度である原因

図 6 に示した通り、輪島火災の 1 時間当たりの焼損棟数は、出火仮定時刻から 2.2 時間後に急増するまでは糸魚川火災と同程度であった。この原因について考察する。

輪島火災の初期は図 3 に示したように複数方向に延焼し、飛び火も発生した可能性がある。糸魚川火災の初期は図 9 に示したように、出火地点から風上側である南側には 1 棟が焼損したのみで、出火地点の建物列とその東側の建物列の 2 列が風下方向である北側に延焼し、飛び火も発生した。



○●○●○● : 火災の最前線とその時刻

▲ : 飛び火地点

丸で囲んだ数字 : 飛び火地点番号（飛び火の起きた順番）

四角で囲んだ時刻 : 飛び火推定時刻

→ : 延焼方向（住民聞き取り調査・写真・映像から）

⇒ : 街区間延焼方向（「糸魚川市消防本部，糸魚川市駅北大火記録(概要版)，2017」より）

..... : 延焼範囲

図9 糸魚川市大規模火災の延焼動態図（篠原⁸⁾を修正）

これら二つの異なる火災初期の 1 時間当たりの焼損棟数について、その数値の意味を比較して理解するために、1 時間当たりの焼損棟数を以下の式のように考える。

$$A = BVn \quad (1)$$

ここで、 A ：1 時間当たりの焼損棟数（棟/h）、 n ：延焼経路数（本）、 B ：1 延焼経路での延焼方向の単位距離あたりの建物密度（棟/m・本）、 V ：平均延焼速度（m/h）である。

時間 Δt の間に N （棟）が延焼し、空地も含めた面積 S （ m^2 ）が延焼したとする。1 時間当たりの焼損棟数 A （棟/h）は以下の式で表せる。

$$A = \frac{N}{\Delta t} \quad (2)$$

この延焼範囲を延焼方向の長さ $V\Delta t$ （m）、幅 $W (=S/(V\Delta t))$ （m）の長方形に成形して考える。この時、建物 1 棟が占める空地も含めた平均面積は S/N （ $\text{m}^2/\text{棟}$ ）となり、これが正方形と仮定すると一辺の長さは $\sqrt{S/N}$ （m/本）となる。この時、延焼経路数は以下の式で表せる。

$$n = \frac{W}{\sqrt{S/N}} = \frac{\sqrt{SN}}{V\Delta t} \quad (3)$$

1 延焼経路での延焼方向の単位距離あたりの建物密度 B （棟/m・本）は以下の式で表せる。

$$B = \frac{N}{S} \times \sqrt{\frac{S}{N}} = \sqrt{\frac{N}{S}} \quad (4)$$

両火災の初期の 2 つの時間帯について A 、 B 、 V 、 n の算出結果を表 2 に示す。表の括弧内の値は、糸魚川火災に対する輪島火災の各値の比である。ここで、輪島火災の 17:10～18:14 の時間帯の値の比は、糸魚川火災の 10:20～11:30 の時間帯の値との比、輪島火災の 18:14～18:50 の時間帯の値の比は、糸魚川火災の 11:30～12:30 の時間帯の値との比である。出火時刻（輪島は出火仮定時刻）から約 1 時間後までの 1 時間あたりの焼損棟数 A は輪島火災が糸魚川火災より 10% 大きい程度で、それぞれ 13.1 棟/h、12.0 棟/h と同程度である。この理由は、輪島火災は糸魚川火災よりも延焼速度 V 、延焼経路数 n が共に 30% 大きい、建物密度 B が 33% 小さいためであることが表 2 より分かる。建物密度 B が小さいということは、この時間帯に延焼した範囲の土地の面積当たりの建物棟数 N/S が少ないことを意味し、言い換えると、 S/N つまり一棟当たりが占める建物、空地、道路などを含む土地面積が大きいことを意味する。

表 2 輪島市大規模火災と糸魚川市大規模の 1 時間あたりの焼損棟数の考察結果：

括弧内は糸魚川市大規模火災に対する輪島市大規模火災の比

	時間帯	A (棟/h)	B (棟/m・本)	V (m/h)	n (本)
輪島市大規模火災	出火仮定時刻 17:10～18:14	13.1 (1.1)	0.08 (0.67)	35 (1.3)	4.6 (1.3)
	18:14～18:50	8.3 (0.9)	0.09 (0.85)	35 (1.3)	2.8 (0.9)
糸魚川市大規模火災	出火時刻 10:20～11:30	12.0	0.12	28	3.5
	11:30～12:30	9.0	0.10	28	3.2

その次の時間帯（輪島火災の 18:14～18:50、糸魚川火災の 11:30～12:30）については、1 時間当たりの焼損棟数は輪島火災が糸魚川火災より 10% 小さい程度で、それぞれ 8.3 棟/h、9.0 棟/h と同程度である。この理由は、延焼速度は輪島火災が糸魚川火災よりも 30% 大きい、建物密度 B 、延焼経路数 n がそれぞれ 15%、10% 小さいためである。

つまり、輪島火災の初期は、延焼速度、延焼経路数が糸井川火災と比べて大きい傾向にあったが、建物密度が小さいことで時間当たりの焼損棟数は糸井川火災と同程度になったと言えそうである。

弱風下で延焼した輪島火災の初期の風下方向延焼速度は 4.3 節に示した通り、糸魚川火災の初期の延焼速度よりも大きかった可能性があるが、式(1)のように考えると、弱風下の火災は強風下の火災にくらべて仮に延焼速度 V が小さいとしても、複数の方向に燃え広がり延焼経路数 n が大きくなる場合や、建物密度 B が大きい場合には、1 時間あたりの焼損棟数 A は強風下の火災にくらべて激減するとは限らないと言えるのかもしれない。

6. まとめ

弱い南寄りの風の下で延焼した輪島市大規模火災は、火災初期には南北方向に同程度の速度で延焼し、その後、東方向に延焼した。火災初期の延焼速度を過去の大規模市街地火災と比べると、風上方向は関東大震災が最大で、次いで糸魚川市大規模火災と輪島市大規模火災が同程度、阪神淡路大震災の風速 1.1m/s 以下が最小となった。風横方向は関東大震災が最大で糸魚川市大規模火災がこれに続き、輪島市大規模火災と阪神淡路大震災の風速 1.1m/s 以下は同程度で最小となった。

輪島市大規模火災と糸魚川市大規模火災の両火災の初期について、1 時間当たりの焼損棟数の増減傾向は酷似していた。この原因は、1) 両火災共に 10 棟近く燃え広がった頃に飛び火が起きており（ただし輪島の場合は飛び火の可能性）、飛び火からの延焼が急拡大するにはある程度の時間がかかっていること、2) 空き地、飛び火による微小火源からの延焼、消火、不燃外壁などによって延焼に時間がかかる時間帯が重なり、その後それらの建物も延焼することによって焼損棟数が急増したことによるのではないかと考えている。1 時間当たりの焼損棟数は、輪島市大規模火災と糸魚川市大規模火災の両火災の初期について同程度であった。この原因について、延焼経路数、建物密度、延焼速度の観点から考察した。

謝辞

輪島消防署の出坂正明氏には火災、消防活動の状況を教えていただいた。防衛省には空撮映像を提供していただいた。輪島消防署には、消防庁予防課、消防・救急課、消防研究センター原因調査室経由で複数の火災写真、気象データを提供していただいた。消防研究センターの鈴木健氏には本火災の報道写真を、土志田正二氏には航空写真の情報を複数提供していただいた。消防研究センターの田村裕之氏、高梨健一氏、鈴木恵子氏、藤井皓介氏には延焼動態復元の際、相談に乗っていただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁、令和 6 年 1 月の地震活動及び火山活動について、震度 1 以上を観測した地震の表、<https://www.jma.go.jp/jma/press/2402/08a/2401jishin.html>（2024 年 8 月 13 日アクセス）
- 2) 消防研究センター、令和 6 年能登半島地震において発生した輪島市大規模火災における消防庁長官の火災原因調査＜速報＞、2024。
https://nrifd.fdma.go.jp/research/saigai_chousa_shien/notohantou_jishin/files/20240215_1.pdf（2024 年 8 月 13 日アクセス）

- 3) 総務省消防庁、令和6年能登半島地震に伴い石川県輪島市で発生した大規模市街地火災に係る消防庁長官の火災原因調査報告書、2024.

https://nrifd.fdma.go.jp/research/saigai_chousa_shien/notohantou_jishin/files/20240529_1.pdf

（2024年8月13日アクセス）

- 4) 東京消防研究会、火災に於ける延焼速度、消防研究叢書第1編、1942.
- 5) 東京消防庁防災部防災課、兵庫県南部地震に伴う市街地大火の延焼動態調査報告書、1995.
- 6) 消防研究センター、平成28（2016）年糸魚川市大規模火災調査報告書、消防研究技術資料第84号、2018.
- 7) 輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方に関する検討会報告書、資料5、地元消防本部と消防団の活動状況等、2024.

https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-149/03/houkokusyo.pdf

（2024年8月13日アクセス）

- 8) 篠原雅彦、糸魚川市大規模火災の延焼と諸現象、建築防災、538号、pp.13-18、2022.

輪島市大規模火災の焼け止まりと街区の特徴からみた今後の課題

消防研究センター 鈴木恵子

1. はじめに

2024年1月1日の令和6年能登半島地震後に輪島市河井町で発生した市街地火災は、焼失面積約5ha、焼損棟数約240棟の大規模火災となった。この火災では、震度6強の地震による停電、断水、家屋損倒壊、津波警報の発令、道路の寸断により外部からの消防隊の応援が得られなかったことなどが重なり、消防活動は困難を極めた。

火災の延焼阻止を考えると、消防水利と消防活動に着目しがちであるが、建物の燃えにくさと離隔距離などの市街地の防火性能は、消防活動の延焼防止線を設定する上でも極めて重要であり、人的・物的被害を抑えるための両輪となる。特に本火災のように地震で被災し、水利が限られ、外部からの消防応援も得られない状況下では、その重要性が高まる。

本報では輪島市大規模火災の焼け止まり状況の調査結果を報告するとともに、街区の特徴からみた課題について考察し、議論の話題提供としたい。

1.1 焼け止まり

消防研では1月10日に消防法に基づく消防庁長官の調査の一環として研究員3名で現地に赴き、焼け止まり状況の記録と輪島消防署での簡単な聞き取りを行った。焼け止まり調査は、火災の延焼拡大及び抑止の要因を把握するために必要な情報を調査し、保存することを目的とする¹⁾もので、過去の延焼火災においても実施されてきている。

1.1.1 焼け止まり線

焼け止まり調査結果を基に描いた焼け止まり線を図1-1に示す。焼け止まり線の周長は約1,260mであり、焼失面積（焼け止まり線内の面積）は約49,000m²である。

焼失地区の北西側の焼け止まりは、あさいち交番の北の建物間から河原田川沿いに浜通りまで続く。北東側は河原田川から（旧）浜通りを東進し、市姫神社の西2軒目の住宅から海側の（新）浜通り沿いを進み馬出し小路に至る。南東側は馬出し小路、朝市通り及び伊右エ門小路が焼け止まりとなり、伊右エ門小路の南西端からは善龍寺山門前の道路が焼け止まりとなり、蓮江寺山門の西側から南下して蓮江寺の施設を囲み、あさいち交番東側の道路に至る。

表1-1に過去の大規模延焼火災の焼失面積を示す。輪島市大規模火災の焼失面積をこれらの火災と比較すると、平常時の強風下の火災である昭和9年（1934年）の函館大火（4,163,900m²）²⁾や昭和51年（1976年）の酒田大火（225,000m²）³⁾より狭いが、平成28年（2016年）の糸魚川市大規模火災（約40,000m²）⁴⁾より広い範囲が焼失した。地震後の火災では、兵庫県南部地震後の延焼火災のうち焼失面積の大きい方から3番目と4番目の間にあたり、東北地方太平洋沖地震の延焼火災⁵⁾では4番目と5番目の間にあたる。

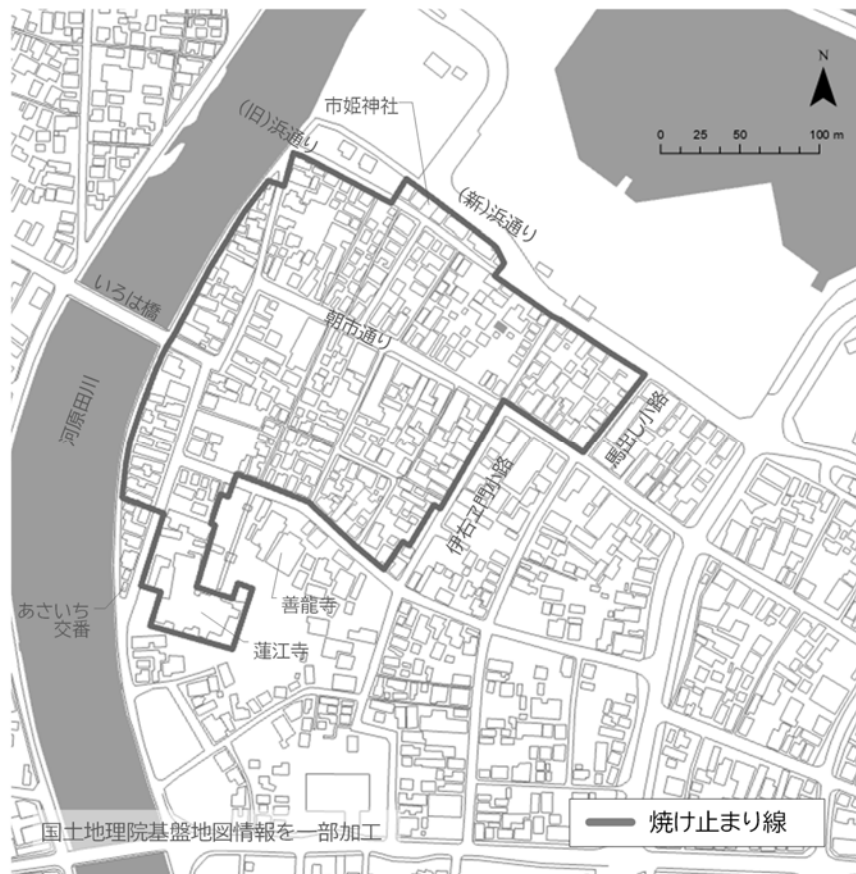


図1-1 輪島市大規模火災の焼け止まり線

表1-1 過去の大規模延焼火災の焼失面積

火 災 名			焼失面積	出 典
平常時	昭和9年 (1934)	函館大火	4,163,900	函館市:函館大火、 https://www.city.hakodate.hokkaido.jp/ ⁶⁾
平常時	昭和51年 (1976)	酒田大火	225,000	自治省消防庁消防研究所:酒田大火の延焼状況等に関する調査報告書 ³⁾
地震	平成7年 (1995)	兵庫県南部地震*	水笠西公園周辺 (須磨・長田区)	自治省消防庁消防研究所:兵庫県南部地震における神戸市内の市街地火災調査報告書(速報) ¹⁾
			高橋病院周辺 (長田区)	
			会下山南 (兵庫区)	
			菅原市場周辺 (長田区)	
			神戸デパート南 (長田区)	
			新長田駅南 (長田区)	
			西代市場周辺 (須磨・長田区)	
地震 津波	平成23年 (2011)	東北地方太平洋沖地震*	陸中山田駅・役場前 (山田町)	消防庁消防研究センター:平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の被害及び消防活動に関する調査報告書(第 1 報) ⁴⁾
			大槌町小付近 (大槌町)	
			市香地区 (気仙沼市)	
			門脇小付近 (石巻市)	
			閑上地区平田橋 (名取市)	
			田老地区 (宮古市)	
平常時	平成28年 (2016)	糸魚川市大規模火災	内の脇地区 (気仙沼市)	消防研究センター:平成28(2016)年糸魚川市大規模火災調査報告書 ⁵⁾

*兵庫県南部地震及び東北地方太平洋沖地震後に発生した延焼火災のうち、焼失面積の大きい地区を抜粋し焼失面積の大きい順に掲載した。

1.1.2 焼け止まり要因

焼け止まりは、市街地を構成する建物などの燃えにくさと離隔距離の空間的要素からなる市街地の防火性能に、消火活動が組み合わされた結果と考えられる。図 1-2 に焼け止まり線を空間的要素で分類するとともに、消火活動が焼け止まりに寄与したと考えられる場所を波線で示した。

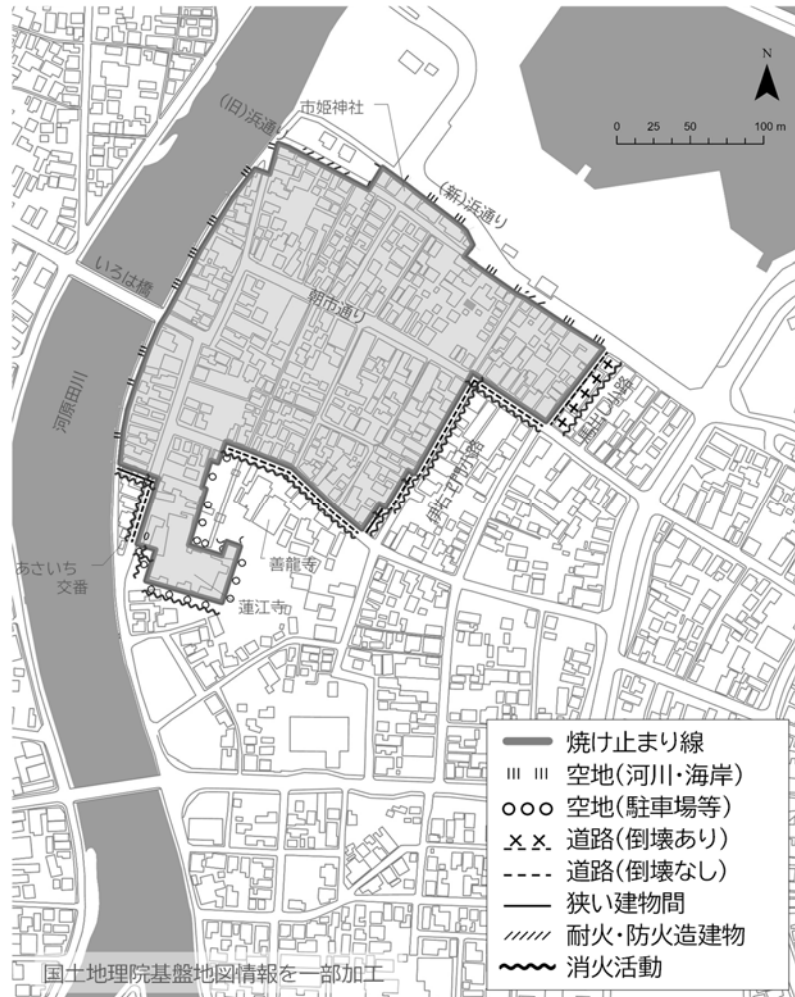


図1-2 輪島市大規模火災の焼け止まり要因

a 空間的要素

過去の焼け止まり調査¹⁾³⁾⁶⁾を参考に、本火災の焼け止まり線の空間的要素を6種類に分類した。空間的要素の分類ごとの焼け止まり線周長の長さ全体に占める割合を表1-2に示す。

河川（河原田川）と海岸による空地は焼け止まり線の4割を占めた。駐車場等による空地は2割を占めており、合わせて6割が空地による焼け止まりであった。道路による焼け止まりは32%あり、このうち建物が倒壊して閉塞していた道路は5%であり、残りの27%は比較的道路幅員が広く建物倒壊がほとんど見られない道路であった。また、狭い建物間で焼け止まった場所は2箇所あり、合わせて4%であった。

b 消火活動

現地調査及び消防署での聞き取りから、消火活動が延焼防止に寄与したと考えられる焼け止まり線の周長は約540mで、全体の約43%を占めた。特に建物倒壊で閉塞した道路と、2か所の狭い建

表1-2 焼け止まり線の空間的要素の分類と長さ

分類		長さ(m)	割合*	
離隔距離	空地（河川・海岸）	505.8	40.2%	60.6%
	空地（駐車場等）	257.4	20.4%	
	道路（建物倒壊なし）	340.0	27.0%	32.0%
	道路（建物倒壊あり）	63.1	5.0%	
	狭い建物間	49.4	3.9%	3.9%
建物の燃え難さ	耐火・防火造建物	43.1	3.4%	3.4%
		1258.8	100.0%	100.0%

* 端数処理のため表中の値の合計値は100%にはならない。

物間の焼け止まりは、消防活動が延焼防止の主たる要因となっていたと考えられる。これらは全体の8.9%に当たる。それ以外は比較的広い幅員の道路や、空地による建物間の離隔距離が確保された場所であり、空間的要素と相まって消火活動が功を奏したと考えられる。また、このような場所の多くは焼け残った側の沿道建物が比較的新しく、損壊も軽微であるという特徴がみられた。

1.1.3 焼け止まり状況

a 狭い建物間1（河原田川沿い）

約1mの狭い隣棟間隔で建つ2棟の建物間で焼け止まった場所を写真1-1に示す。火災側は鉄骨造3階建てで外壁には不燃のサイディング材が用いられていた。被延焼側は木造2階建てで火災側建物に面する外壁はトタン板張りであった。外観の観察から2棟とも構造と外壁面の損傷はなしか軽微であったと考えられた。また隣棟間が狭いため正確には確認できなかったが、隣棟間の壁面の開口部は比較的小さく、向かい合うものが少ないと思われた。また火災側建物は上階ほど焼けが強く3階の全ての壁面と2階の北面と西面の壁は燃え落ちているが、1階と2階の南面の壁は残っており、この不燃の外壁が残されたことで隣棟への延焼が阻止されたものと考えられた。

輪島消防署での聞き取りで、この場所は河原田川から取水して放水が行われたとのことである。



写真1-1 河原田川沿いの狭い建物間での焼け止まり

b 北端の2棟の住宅

焼失地区北端の2棟の2階建て住宅が内部延焼せずに焼損を免れた。この2棟は新しい建物で、オンライン上の画像情報⁷⁾から2019年から2022年の間に新築されたものと考えられる。

東側の住宅（写真1-2）は南面の外壁に受熱による変色が見られた。また西面はエアコン室外機、エアコン配管カバー及び網戸の網に溶融が見られた。この住宅の南面の外壁から焼失街区までは、道路と敷地内空地とを合わせて約7.5mの離隔距離がある。

西側の住宅（写真1-3）は金属及び窯業系サイディング張り⁸⁾の外壁面に顕著な焼けや損傷は見られなかったが東面及び西面のエアコン配管カバーに溶融が見られた。この住宅の焼失街区に最も近い南面の外壁から焼失街区までは、約9mの離隔距離がある。

この2棟の住宅に共通する特徴は、隣接する木造密集街区（焼失街区）と離隔距離があること、焼失街区に面する開口部が小さいこと、燃えない素材の外壁を用いていること及び比較的新しく構造や外壁面に損壊がみられないことである。特に東側の住宅は、焼失街区に面する道路沿いの南側壁面には開口部を設けず、壁面の内側に光庭をつくり、その光庭に向けて開口部を設けている。これは焼失街区からの輻射熱の住宅内部への影響を低減する効果があったと考えられる。輪島消防署での聞き取りでは、この場所はほとんど放水していないとのことであった。

兵庫県南部地震後の市街地火災と糸魚川市大規模火災でも焼失街区内に内部焼損を免れた住宅があり（写真1-4、写真1-5）¹⁾⁴⁾「奇跡の家」とも呼ばれた。これらの住宅も、周囲の木造密集街区との離隔距離、燃えない素材の外壁、小さい開口部、比較的新しく損壊がないことなど、北端の2棟の住宅と共通する特徴が指摘されていた。これらの特徴を兼ね備えた北端の2棟が焼け残ったのは奇跡ではないことを認識することができる。



写真1-2 北端で延焼を免れた東側の住宅



写真1-3 北端で延焼を免れた西側の住宅



写真1-4 兵庫県南部地震後の市街地火災で延焼を免れた住宅¹⁾



写真1-5 糸魚川市大規模火災で延焼を免れた住宅⁴⁾

c 北東の焼け止まり（馬出し小路）

北東の焼け止まりである馬出し小路は、道路幅員は約 5m であるが建物が倒壊して道路に倒れ込み、街区間に可燃物が連なっている状態であった（写真 1-6）。また、被延焼側の建物の外壁は木材を用いた下見板張りで延焼しやすい条件であった。しかし、火災側の街区の沿道建物の一部は外壁に不燃の材料が用いられており、被延焼側街区への輻射を軽減した可能性がある。

この場所は、輪島消防署での聞き取りで、海水を取水して継続的な放水が行われたとのことである。



写真1-6 馬出し小路の焼け止まり

d 南東の焼け止まり（伊右エ門小路）

南東の焼け止まり線である伊右エ門小路の幅員は約 5m であるが、道路沿いに駐車場や敷地内空地が多くみられ、火災側街区と焼損を免れた街区との間の離隔距離が比較的確保された場所である（写真 1-7）。また、延焼を免れた側の建物は比較的新しく、地震による外壁の損傷はほとんど見られなかった。外壁の多くに不燃の外壁材が用いられていた。

この場所の消火活動は、被延焼側建物の外壁温度の上昇を手で確認しながら、消火と予備注水を慎重に切り替えて行われたとのことであった。



写真1-7 伊右エ門小路の焼け止まり

e 狭い建物間 2（南東側南端）

焼失範囲の南東側の南端に、狭い建物間で焼け止まり 2 棟の住宅が内部焼損を免れた場所がある（写真 1-8）。焼失した隣接建物と最も近い場所の離隔距離は約 1.5m であった。2 棟の火災側に面する外壁はいずれもトタン板張りで開口部は小さかった。

この場所の消火活動には、河井小学校のプールの水を送水して使用したとのことであった。



写真1-8 南端の狭い建物間での焼け止まり

f 幅員の広い道路（善龍寺山門前の通り）

南側の焼け止まり線である善龍寺山門前の通りは幅員が約 7m あり（写真 1-9）、焼損を免れた側の建物は比較的新しく、地震による構造及び外壁の損傷は善龍寺の鐘楼が道路側に倒壊した以

外はほぼ見られなかった（写真 1-9）。

この場所への放水量は多くはなかったとのことであった。



写真1-9 幅員の広い道路での焼け止まり

2. 市街地の特徴と過去の火災

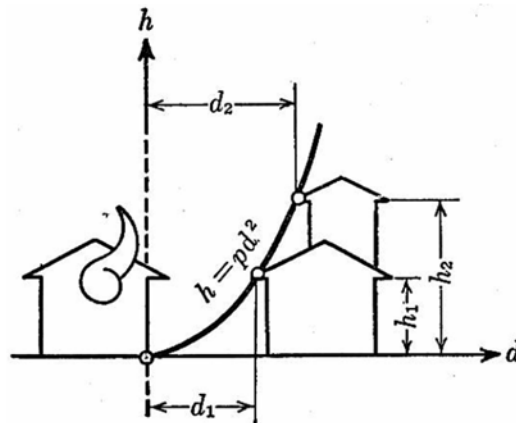
2.1 建物の特徴

輪島の住宅は、下見板張り（したみいたばり）に能登瓦（黒釉薬（ゆうやく）瓦）などが伝統的な建築様式とされ、その継承が求められている⁹⁾。下見板張りは、建物の外壁面に板材を上下に少しずつ重なり合うように横方向に張るもので、雨水が壁内部に浸入するのを防ぐ効果がある。比較的幅の広い板材を使い、縦方向に細長い材を用いて見板を押さえる押縁（おしぶち）下見板張り、と、狭い幅の長尺材を重ねたものの2種類が見られる。

オンライン上の画像情報⁷⁾から焼失前の状況をみると、古い住宅の多くで下見板張りの外壁が見られる。新しい住宅でも下見板張りをを用いたものもあるが、古い木造住宅で下見板張りであったものを、その上からトタン板や窯業系サイディング材で被覆したと思われる建物も見られる。

焼失した範囲内の古い木造住宅の隣棟間は狭く、50cm 前後であることが多いように思われた。古い木造住宅のほとんどは道路境界線に沿って空地を設けることなく建築されている。また、道路や路地に面する部分は総2階建てであり、2階部分にセットバックはみられない。

相対して建つ2棟の建物の1方から出火した場合の隣棟への延焼を考える場合、被延焼側建物の軒や外壁の温度が火元建物からの輻射熱や接炎により発火温度を上回るかどうかが問題となる。過去の多数の実大建物の火災実験による実測値から、火元建物からの等温線は図 2-1 に示すような外壁面下端を原点とする放物線と仮定することができる¹⁰⁾ことが知られており、図のようなセットバックのある一部2階建てに比べて総2階建てでは2階の軒や外壁の温度が高くなりやすく、延焼防止の観点からは厳しい形態である。

図 2-1 火元建物からの等温線¹⁰⁾

2.2 過去の火災と市街地

2.2.1 過去の火災

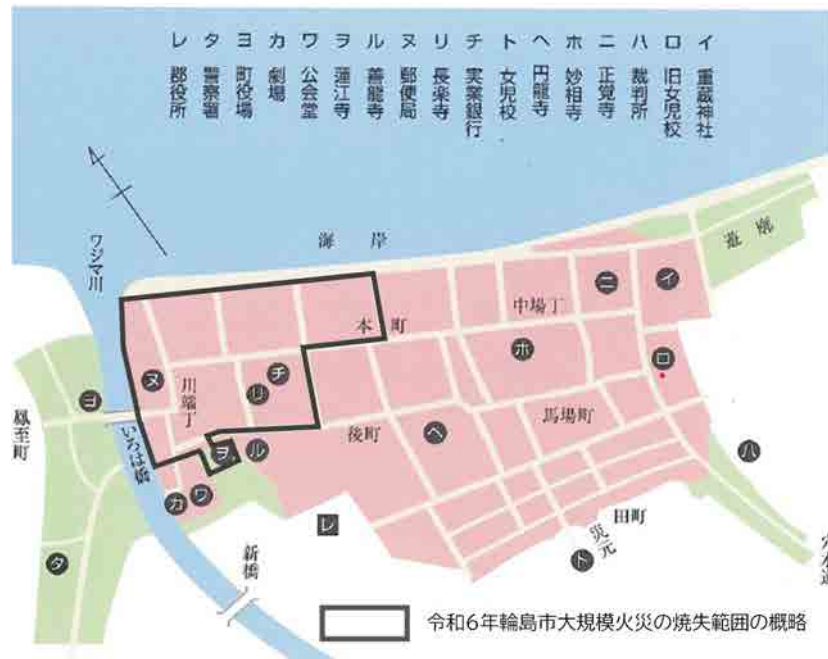
河井町や鳳至町では江戸時代からたびたび延焼火災が発生していたことが記録されている（表 2-1）¹¹⁾。明治 43 年 4 月に発生した火災は本火災の焼失範囲のほぼ全域を含む約 1500 軒の建物が焼失し、河井町の市街地を焼き尽くす大火であったとされる（図 2-2）¹¹⁾。この明治 43 年の火災で善龍寺は焼失し、蓮江寺は焼失を免れているが、本火災では蓮江寺が焼失し、善龍寺が焼失を免れている。

表2-1 輪島の火災の歴史¹¹⁾

〔輪島町火災年表〕

年代	地域	被害軒数
延宝6	河井町	180
貞享4・8	輪島	130
元禄2・5	同	100余
享保13・5	鳳至町	255
21・4	輪島村	202
元文2・2	河井町	(50)
5・3	同	85
寛保1・9	同	106
延享1・7	輪島村	—
宝暦8・3	輪島村	185
明和3・5	浜新町	—
6・4	河井町	253
7・6	河井町・鳳至町	337
安永6・5	河井町	300
天明2・2	輪島村	167
5・1	同	238
文化2・7	鳳至町	30
文政3・1	同	—
7・7	河井町	—
12・9	同	220 (300)
天保5・2	同	704
5・7	鳳至町	6
7・2	河井町	520
9・4	同	224
14・1	鳳至町	3
嘉永7・10	同	—
安政3・5	同	—
文久2・12	同	—
3・3	輪島	132
明治元	福荷町	—
13・4	河井町	500
29・1	同	—
43・4	同	1512

〔住吉神社文書〕〔石川島災異誌〕より作成



*「火災時の河井町」¹¹⁾を加工して作成

図 2-2 明治 43 年輪島町火災（桃色の地域）と令和 6 年輪島市大規模火災（太線）の焼失範囲



図2-3 市街地の状況と防火水槽

2.2.2 市街地の状況

明治43年の大火後、大正期にかけて河井町の市街地は復興し、戦災を免れた¹²⁾。朝市通りは拡幅を伴う整備が行われたものと思われるが、木造住宅が密集する街区内部は区画整理や再開発が行われることなく、焼失前まで残った住宅も多かったものと考えられる。

焼失範囲について、焼失前の街区内部の建物に関する正確な情報を得ることは困難である。そこで国土地理院基盤地図情報を用いて、幅員4m未満の道路や路地と、幅員4m以上の道路に接していないと思われる建物に着色したのが図2-3である。これは建築基準法令による接道義務を厳密に判別したものではないが、着色された建物が多い街区内部は、建て替えが進まず古い木造住宅が残っていた可能性がある。

また、図2-3に防火水槽の位置を点で示した。これらのうち、×が付いている4基の防火水槽は、輪島消防署での聞き取りで、使用できなかったか使用を断念したとされたものである。これらの4基の防火水槽は、着色した建物や細街路に面する傾向にあり、古い木造住宅が倒壊して防火水槽を使用できなかったとする輪島消防署での聞き取りと整合する結果となった。

2.2.3 現在の都市計画

都市計画は、都市計画法に基づき、都市計画区域を指定し、その区域の用途地域や地区計画などの土地利用、道路や公園などの都市施設、および市街地開発事業の計画を定めている。現在の輪島市河井町付近の都市計画における地域指定は次のとおりである。

a 用途地域

焼失範囲は都市計画区域内にあり、用途地域は近隣商業地域（建ぺい率70%、容積率300%）を中心に、第二種住居地域（建ぺい率70%、容積率200%）の地域が一部含まれている（図2-4、図2-5）¹³⁾。

b 特別用途地区

焼失範囲は特別用途地区にも該当している。特別用途地区とは、地場産業の振興を図りつつ良好な居住環境を維持するために、用途地域で定められた建築物の用途・形態の規制を緩和及び制限するものであるが、この地区は、輪島市が伝統産業である輪島塗の保護・育成のため、国土交通大臣の承認を受けて、住居系用途では一般的に規制される作業所等について、漆器の製造用途に限り、建築を認めることとしている¹³⁾ものである。

c 地区計画区域

この地区は地区計画区域の指定だが、その詳細は不明である。

d 防火地域等

市内に防火地域の指定区域はない。準防火地域は近隣商業地域のうち建ぺい率80%の区域が指定¹³⁾されており、焼失範囲は該当しない。焼失範囲付近では南側の一部地域に準防火地域指定区域がある。また、輪島市内に建築基準法第22条の指定区域（屋根不燃）はないとのことであった（輪島市建設部まちづくり推進課及び輪島消防署からの聞き取りによる）。

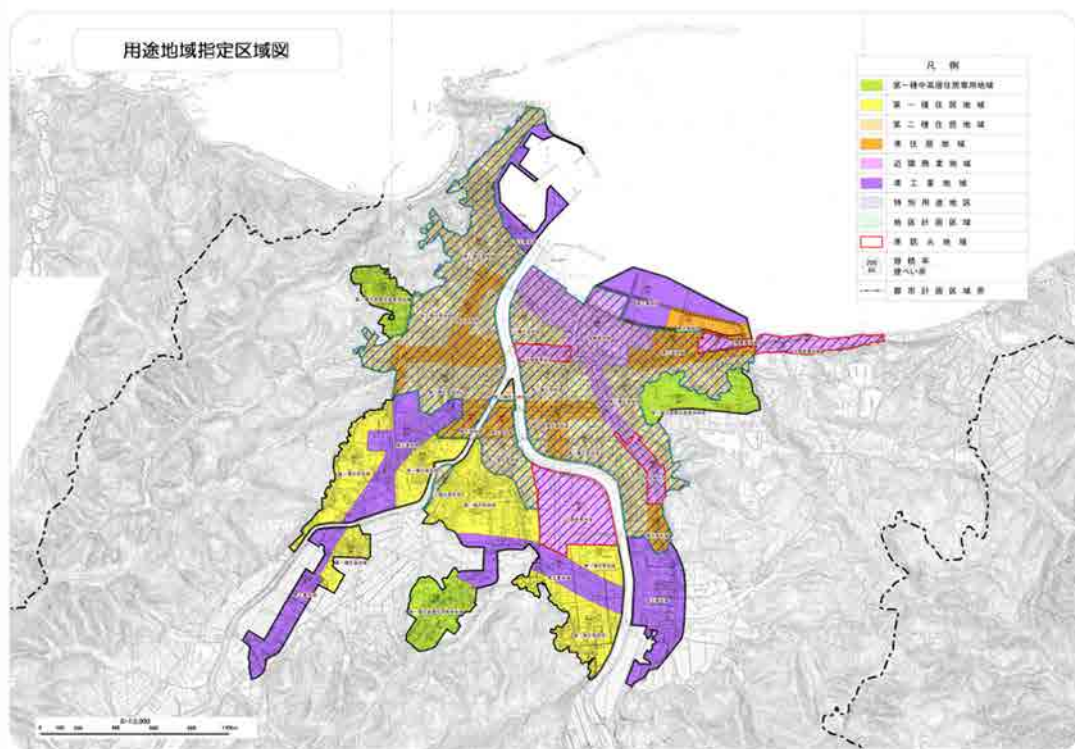
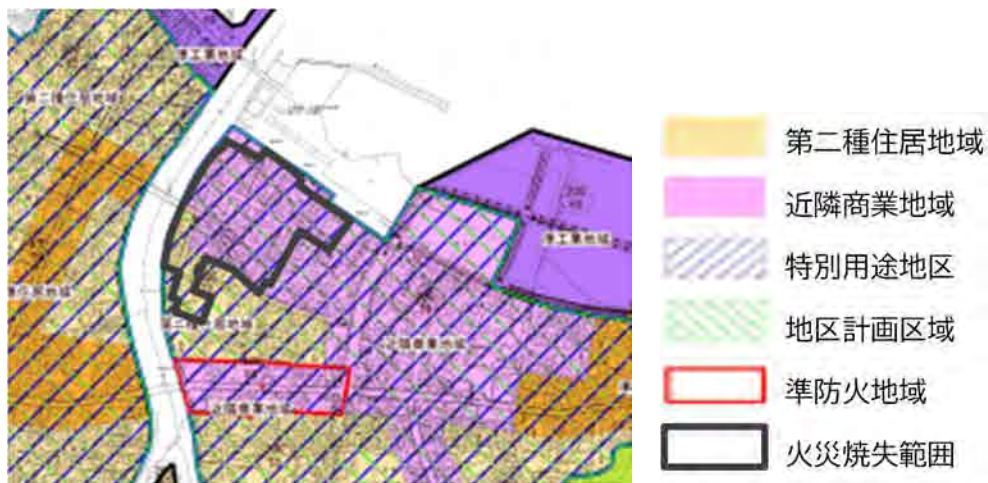


図2-4 輪島市用途地域指定区域図¹³⁾



*輪島市用途地域指定区域図¹³⁾を加工して作成

図2-5 焼失範囲周辺の用途地域指定状況

2.2.4 都市計画変更

都市計画によって都市計画域内の用途や建ぺい率、容積率を定めるとともに、道路などの都市施設を計画し、開発、再開発事業を実施することは、快適で良好な市街地を形成するだけでなく、市街地の防火性能の向上にも直結している。連坦する密集市街地において、幅員の広い道路とその沿線に整備される延焼防止性能の高い建物群は、風速等の条件にもよるが、焼遮断帯としての機能が期待されるからである。

図 2-5 をみると、焼失範囲の南西部に曲線状の広幅員の道路が描かれているのをわずかに確認することができる。鳳至町にはじまり、いろは橋を渡り、そのまま焼失地区内を東に湾曲しながら伸延し、善龍寺山門前の幅員の広い道路に合流する道路である。この道路は都市計画道路「鳳

至町河井町線」であり、平成 20 年（2008 年）10 月の第 148 回石川県都市計画審議会において、全区間（670m）の計画が廃止されている（図 2-6）¹⁴⁾。

同審議会議事録によると、都市計画道路見直しの背景として、昭和 14 年（1939 年）に都市計画決定された後 69 年が経過している（が未完成である（筆者補足））こと、近年の人口減少や少子高齢化の進行などの社会情勢の変化、まちなみ景観保全区域指定との兼ね合い、街並み景観に与える影響が大きいこと、河井町側の 340m の区間について密集した住宅地を横断する計画であり、このまま整備すると大きな街並みの改変や分断によりコミュニティの喪失が懸念されることなどが挙げられた。

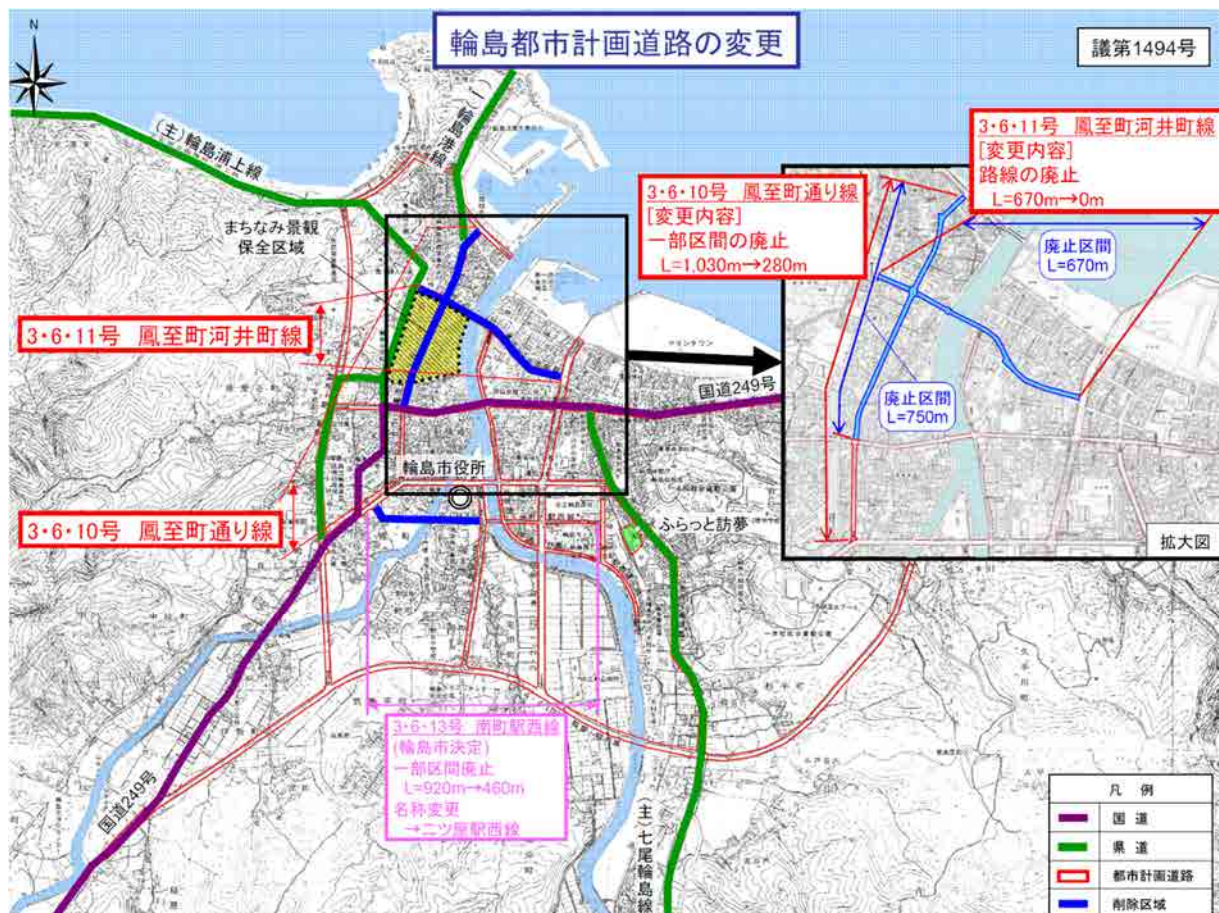


図 2-6 輪島都市計画道路の変更附図¹⁴⁾

3. 今後の課題

平常時においても木造密集市街地の火災の延焼拡大を防ぐためには、水利を含む消防力と、市街地の延焼防止性能がバランスよく両輪となって機能することが必要であるが、震災時の消防劣勢の中で火災の延焼を止めるためには、市街地の延焼防止性能に依存するところが大きくなる。しかし、人口減少や高齢化などの社会変化にともない都市計画の実現が困難となり、加えて地球温暖化対策として炭素固定のための中大規模建物の木質化などにより、市街地への木材集積が進んでいる。木質化した中大規模建物の火災や、震災時の市街地火災に及ぼす影響については不明な点が多く、消防としての知見の蓄積が必要であるが、社会情勢の変化を踏まえると、本火災の被災地域のような木造密集市街地では、震災時にも確実に使用可能な耐震性防火水槽のさらなる

整備や、管内の延焼火災危険の再評価とそれに応じた消防力の強化が必要ではないだろうか。

4. おわりに

令和6年能登半島地震後に発生した輪島市大規模火災の焼け止まり状況を報告するとともに、都市計画を含む街区の状況を示し、今後の課題について述べた。

謝辞

輪島消防署には被災後間もない時期にもかかわらず、現地調査を受け入れていただき、火災と消防活動の状況について教えていただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 自治省消防庁消防研究所：兵庫県南部地震における神戸市内の市街地火災調査報告（速報）、1995.3
- 2) 函館市：函館大火、<https://www.city.hakodate.hokkaido.jp/docs/2014012200615/>（2024.5.15 閲覧）
- 3) 自治省消防庁消防研究所：酒田大火の延焼状況等に関する調査報告書、1977.10
- 4) 消防研究センター：平成28（2016）年糸魚川市大規模火災調査報告書、2018.6
- 5) 消防庁消防研究センター：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害及び消防活動に関する調査報告書（第1報）、2011.12
- 6) 災害科学研究会：大火調査資料（昭和21－27年） 災害の研究Ⅲ、技報堂、1954
- 7) <https://www.google.co.jp/maps/>（2024.5.15 閲覧）
- 8) 国土技術政策総合研究所ほか：令和6年（2024年）能登半島地震による建物等の火災被害調査報告（速報）、p.5、2024.1
- 9) 輪島市：輪島市の景観計画、<https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2015093000026/>（2024.5.21 閲覧）
- 10) 堀内三郎：建築防火、p.114、朝倉書店、1947
- 11) 輪島市：図説輪島の歴史 市制施行五十周年記念、北国新聞社、2003
- 12) 輪島市教育委員会：輪島市文化財保存活用地域計画、p.36、2022.7、https://www.city.wajima.ishikawa.jp/article/2022072500040/file_contents/teiseihonbun.pdf（2024.5.21 閲覧）
- 13) 輪島市：輪島市の都市計画、<https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2013031100067/>（2024.5.21 閲覧）
- 14) 石川県：第148回石川県都市計画審議会、議第1494号輪島都市計画道路の変更について、<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/toshi/shingikai/toshikeikakusinngikai/148.html>（2024.8.26 閲覧）

輪島市大規模火災の市街地火災延焼シミュレーション

消防研究センター 高梨健一

1. はじめに

2024年1月1日16時10分に発生した令和6年能登半島地震では、石川県輪島市や志賀町で震度7を記録したほか、石川県七尾市、珠洲市、穴水町、能登町で震度6強、石川県中能登町、新潟県長岡市で震度6弱を観測するなど、広い範囲が強い揺れに見舞われた。また、この地震発生に伴って、新潟県上越市で遡上高5.8m、石川県能登町白丸で痕跡高4.7mとなる津波が押し寄せて各地で被害がでたほか、各地で土砂災害も数多く発生して道路が各所で寸断されるなどの被害も発生した。

消防庁の8月21日16時00分時点の取りまとめによると、この地震による人的被害は死者341人（うち112人が災害関連死）、行方不明者3人、負傷者1,334人となっている。また、建物の被害については、住家被害が全壊6,273棟、半壊20,892棟、床上浸水6棟、床下浸水19棟、一部破損99,488棟の合計126,678棟となっているほか、非住家被害が公共建物131棟、その他建物34,814棟の合計34,945棟に及んでいる¹⁾。

新潟県、富山県、石川県の3県において、これらの地震、津波、土砂災害に伴う火災が合計17件報告されているが、中でも輪島市河井町で発生した火災は、古い木造建築物が多い地域での火災だったこと、地震による電柱の倒壊等による通行障害、さらに地震によって消火栓や一部の防火水槽、自然水利などの水利が利用不能になったことなど各種の要因が重なって、焼失棟数約240棟、焼失面積約49,000m²の大規模な市街地火災となった^{1,2)}。

本稿では、この火災の市街地火災延焼シミュレーション結果について紹介する。

2. 消防研究センターの市街地火災延焼シミュレーションの概要

消防研究センターの市街地火災延焼シミュレーションソフトウェア（以下、「ソフトウェア」という）では、出火点や風向、風速、計算終了時刻などを入力することで、建築物1棟1棟の延焼時間を計算して火災の進展を予測することが可能である。図1に市街地火災延焼シミュレーションの画面例を示す。

ソフトウェアでは、火災は出火点として設定した建築物の重心で始まる。また、火災が建築物の重心まで延焼した時点で、盛期火災に至ったと考える。盛期火災の状態は別途設定可能な盛期火災の継続時間（以下、「燃え落ち時間」という）が経過した時点で終了するものとし、盛期火災に至ってから燃え落ち時間が経過するまでの間に隣棟に着火した場合に隣棟に延焼することとしている。

隣棟間の延焼時間の計算には、風速と建築物間の距離から延焼速度を求めることができる東京消防庁の開発した延焼速度式³⁾の風速補正部分を、風速に応じた浜田式⁴⁾の増加率によって補正するよう改良した式を通常は用いており、東京消防庁が開発した元々の風速補正も利用可能であ

る。

また、このソフトウェアでは、各出火点に計算開始からの時間遅れを設定できるため、飛び火による出火時刻が判明していれば、この機能を用いて飛び火の再現を行うことも可能である。なお、ソフトウェアでは、多数の試行の繰り返しや計算結果の速やかな出力を可能とするため、正確さを考慮しつつ建築物条件の簡略化と延焼経路の事前計算による実行時間の短縮により高速化を図っている。建築物条件の簡略化では、構造種別を木造と耐火造の2種類とし、全ての建築物は2階建てとしているほか、地形の影響を考慮せず、全ての建築物が同一平面上に存在するものとして計算を行っている。また、延焼経路の事前計算については、図2のように建築物の外形線を20 cm 間隔に分割し、風速 0 m/s の際の延焼速度を用いて異なる建築物の重心間の延焼時間が最短となる経路を計算しておくこととしている。そして、風速の設定に関わらずこの経路を利用することで、シミュレーション実行時の計算時間を短縮している。延焼経路と建築物の表示例を図3に示す。

さらに、ソフトウェアでは、消防活動の効果を盛り込むための方法として、延焼阻止線を設定することが可能である。延焼阻止線と交差する延焼経路を延焼計算に利用しないことで、延焼阻止効果を実現しており、計算結果には焼損棟数の減少や延焼拡大の遅延として効果が表れる。



図1 市街地火災延焼シミュレーションソフトウェアの画面例

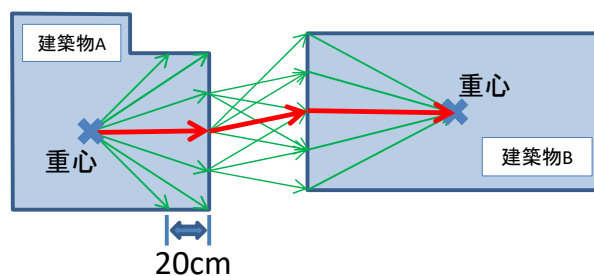


図2 延焼経路の事前計算

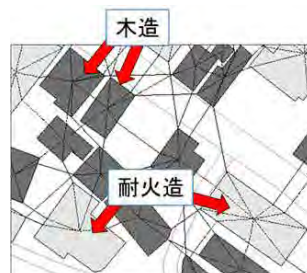


図3 延焼経路と建築物の表示例

3. Google ストリートビューを用いた延焼範囲周辺の建築物外壁に関する分析

延焼範囲における市街地の状況を把握するため、Google ストリートビューを用いて、延焼範囲の建築物の外壁の状況について調査を行った（図4参照）。

ストリートビューで見ることのできる外壁に限られること、また、撮影された時期から火災発生までに建て替えや補修などが行われている可能性があることなどから、火災発生当時の状況を直接示しているデータとはならないものの、ストリートビューで見ることのできた建築物については、少なくとも約57%の建築物の外壁に板張り部分があることが判った。

また、ストリートビューで見ることのできない街区内部の建築物については、建て替えが進んでいない老朽化した建築物が多いことが予想された。

そこで、今回のシミュレーションでは、木造建築物の延焼計算に、裸木造に対応した東京消防庁の延焼速度式の風速補正部分を、風速に応じた浜田式の増加率によって補正するよう改良した式を用いることとした。



図4 Google ストリートビューに基づく焼失範囲内建築物の外壁分類結果

※基盤地図情報（国土地理院）を加工して作成

4. 利用データと設定条件

延焼経路データの作成に必要な都市データは、国土地理院から公開されている基盤地図情報を一部変更して用いた。構造種別については、基盤地図情報で堅ろう建物に分類されている建築物のほか、Google ストリートビューや現地調査に基づいて判断した建築物を耐火建築物として設定し、それ以外の建築物を木造建築物として設定した。なお、都市データから延焼計算に用いる延焼経路データを作成する際には、延焼経路の作成に用いているソフトウェアが裸木造の延焼速度に対応していないことから、防火木造の延焼速度を利用した。

また、消防研究センターの実施した焼け止まり調査や入手した映像記録等に基づいて図5に示す条件を設定するとともに、気象条件として当日の輪島市の天気予報データを参考に南南西の風 3 m/s を設定したほか、燃え落ち時間として 60 分を設定した。



図5 市街地火災延焼シミュレーションの設定条件

※基盤地図情報（国土地理院）を加工して作成

5. シミュレーション結果と映像記録との比較

基盤地図情報を一部修正して作成した都市データと実際の市街地に差があるため実際の火災の数値と単純に比較できないが、シミュレーションを行った結果、焼損棟数は 298 棟、焼損した建

建築物の建築面積の合計は約 19,958 m² となった。また、延焼範囲において最後に延焼した建築物が火災盛期を越えたのは約 10 時間 20 分後だった。

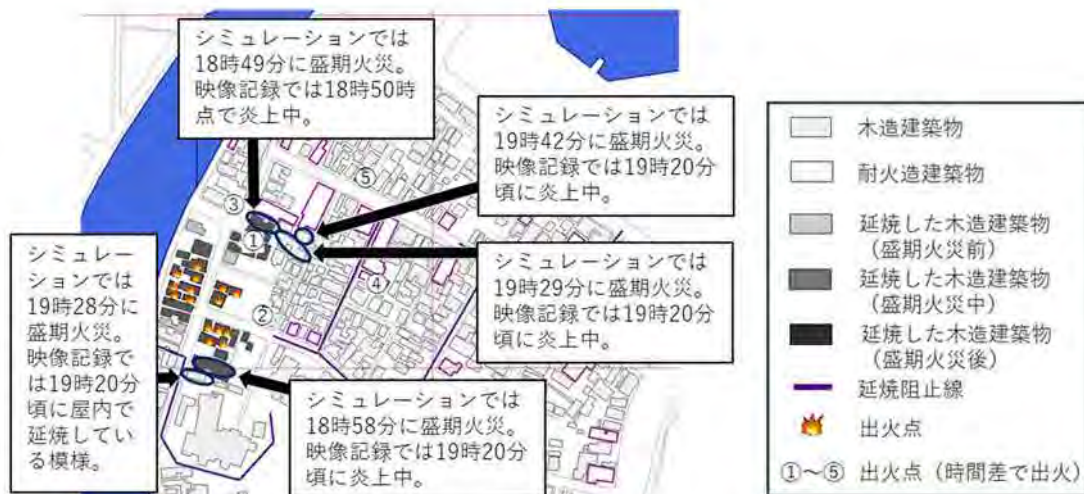
図 6 に 7 つの時点（1 月 1 日 19 時 00 分、20 時 30 分、22 時 00 分、23 時 30 分、1 月 2 日 1 時 00 分、2 時 30 分、4 時 00 分）におけるシミュレーション結果と映像記録によって把握できている各時点に近い時間帯での延焼状況を示す。実際の延焼状況とシミュレーション結果を比較すると概ね 30 分程度の差にとどまっており、映像記録に近い状況を再現することができたが、延焼範囲南東側の区画や朝市通りと 2 棟の鉄筋コンクリート造の建築物で囲まれた区画（図 6(f) 中の四角で囲んだ区画）などで実際と大きく異なる結果となった。

まず、焼失範囲の南東側の区画では、区画の北側や南側でシミュレーションの結果が実際の延焼に比べて遅くなった。区画の北側では図 6(c) 中の左上の枠内に記したように、シミュレーション結果のほうが 30 分以上遅くなって延焼している。この枠から伸ばした矢印で示した建築物の西隣の鉄骨造の建築物において、西側の壁が剥がれ落ちて 20 時 57 分の時点で内部に延焼するとともに、東側の壁も剥がれ落ちて、この鉄骨造の建築物の東側に隣接する建築物と思われる板張りの外壁が見えている映像記録が残されていることから、この鉄骨造建築物の内部を通過して延焼したことで、円内の建築物まで延焼する時間が短くなった可能性が考えられる。また、この区画の南側では、図 6(c) の右下の枠内や図 6(d) の左下の枠内に示すように大きな遅延がみられる。シミュレーションでは焼失範囲の中央部を北北東から南南西に貫く街路で行われた延焼阻止活動を再現するために延焼阻止線を設定しており、この延焼阻止線の東側に延焼阻止活動終了後の延焼を再現するための出火点④（図 5）を設定しているため、この出火点からの延焼が南へ進むという結果になる。映像記録から判明している延焼箇所は出火点④のみであるが、試みの一つとして延焼阻止線を設定した街路に沿って出火点④の南側 3 棟に出火点④と同時刻に出火するよう設定を施してシミュレーションを行うと、図 6(c) の右下の枠から矢印を伸ばした建築物が盛期火災になる時間は 1 月 1 日 22 時 24 分、図 6(d) の左下の枠から矢印を伸ばした建築物が盛期火災になる時間は 1 月 1 日 23 時 25 分に早まり、かなり実際の延焼状況に近づく。このことから、実際の火災では出火点④より南の街路沿いでも西側から東側へ延焼し、シミュレーションよりも早く街区南側への延焼が進んだ可能性があると考えられる。

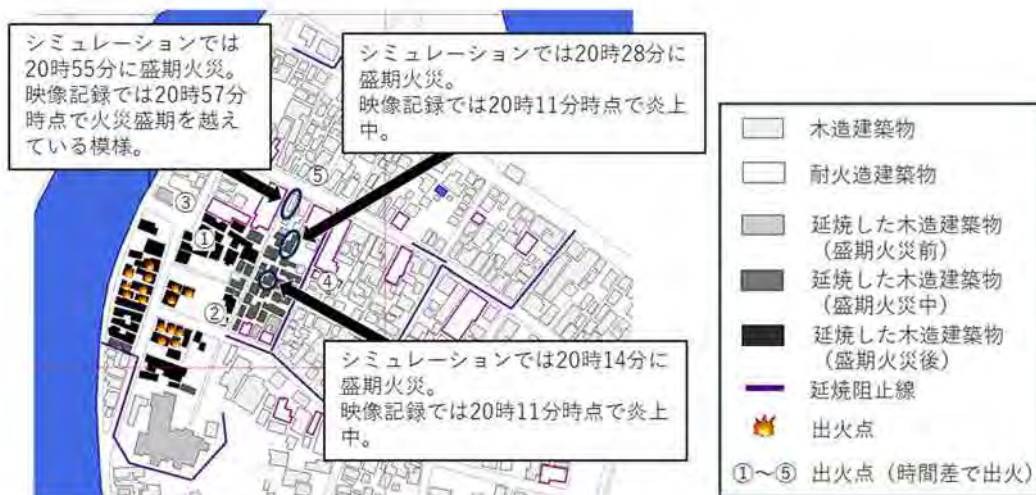
また、朝市通りと 2 つの鉄筋コンクリート造の建築物で囲まれた区画（図 6(f) 中の四角で囲んだ区画）では、シミュレーションでは 1 月 2 日 1 時 34 分に北西側から延焼する結果となっているのに対して、映像記録では 1 月 1 日 21 時 20 分すぎの映像でこの区画には延焼していないことが確認できている一方、1 月 2 日 1 時 9 分すぎの映像では区画全体が火災盛期を越えているように見える。この間、この区画に火災がどのように延焼したのかは本稿執筆時点で不明だが、区画南西側の道路沿いにある建築物 2 棟のうち南側 1 棟の 1 階が北側に座屈して瓦が崩れたり板が露出したりしている写真が残っていることから、これらの部分に火の粉が溜まって着火した可能性や、隣接する耐火建築物の内部に火災が延焼するとともに窓等の脱落も発生しており、耐火造建築物の換気口や窓からの噴出火炎により延焼した可能性など、いくつかの可能性が考えられる。

さらに、シミュレーションでは東側の建築物から延焼するものと仮定して出火点③（図 5）を設定したが、この付近でもシミュレーションの結果と実際の火災の状況が異なっている。シミュレーションでは直近の建築物からの延焼に要する時間をあらかじめ計算して 1 月 1 日 19 時 56 分に出火させており、図 6(b) の段階で既に西側の建築物へ延焼していることとなっているのに対し、

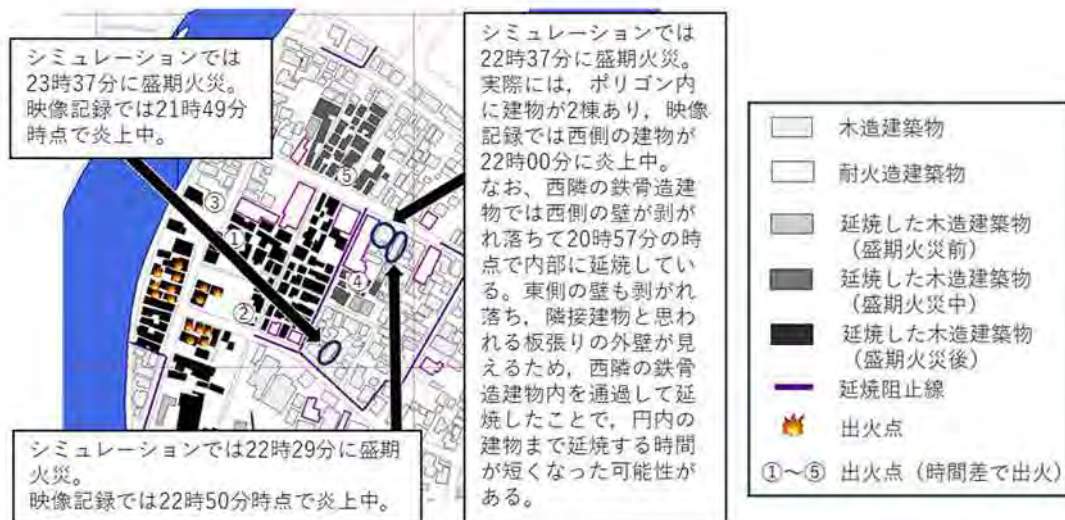
実際の火災では1月1日21時20分すぎの時点では出火点③の建築物の北に隣接する耐火建築物の南側に炎は見えないものの、1月2日1時9分すぎの映像では火災盛期を越えており、この間の延焼状況は本稿執筆時点で把握できていない。なお、出火点③の建築物の1階軒先や南側にある電柱の看板が高熱にさらされていないように見える状況を考慮すると、出火点③の建築物の延焼は東側や南側からの延焼によるものではない可能性がある。また、1月2日1時9分すぎの映像では出火点③の建築物の北に隣接する耐火建築物の北側よりも南側のほうが早期に炎上したように見えることから、この耐火建築物の北側の火災が耐火建築物内部を延焼して南側まで至ったのではない可能性がある。これらの事を考え合わせると、出火点③を設定した建築物やその西側の建築物への延焼は飛び火によるものだった可能性も考えられる。



(a) 1月1日 19時00分時点



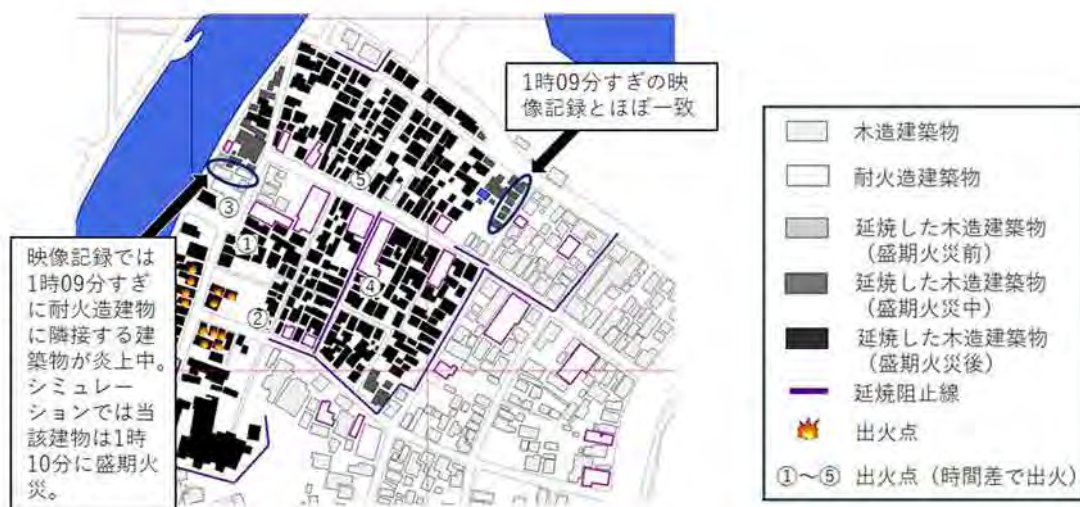
(b) 1月1日 20時30時点



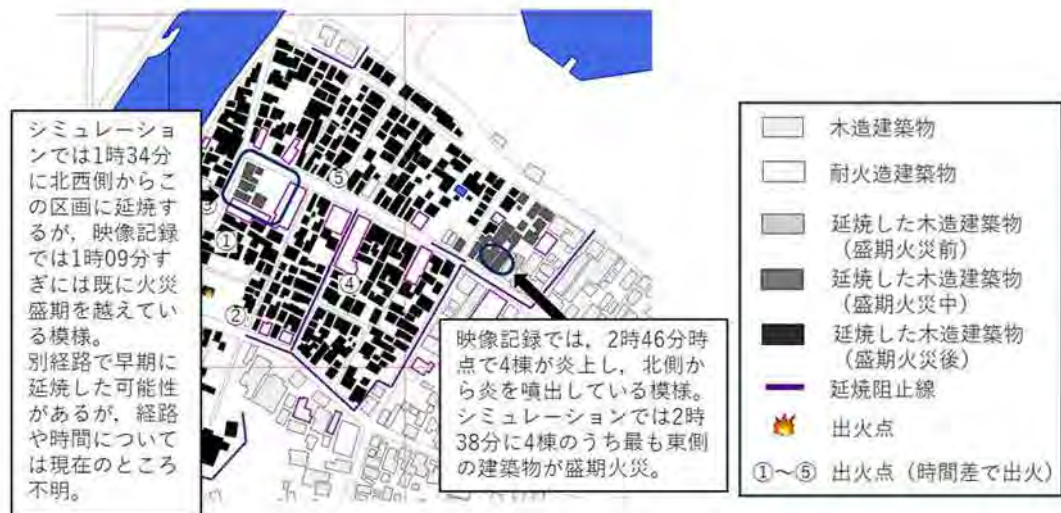
(c) 1月1日 22時00時点



(d) 1月1日 23時30時点



(e) 1月2日 1時00時点



(f) 1月2日 2時30時点



(g) 1月2日 4時00時点

図6 シミュレーション結果と実際の延焼状況の比較

※基盤地図情報（国土地理院）を加工して作成

6. 放任火災だった場合のシミュレーション結果

試みとして、消防活動が行われていなかった場合について計算を行った結果を図7に示す。気象条件は南南西の風3m/s、燃え落ち時間は60分とした。図中の矢印は、1時間に延焼するおおよその方向と距離を示している。焼損棟数584棟、焼損した建築物の建築面積の合計約39,647m²、国道249号線より北、錦川通りの西にある街区の木造建築物がほぼ全て焼失するという結果が得られた。この場合の焼損範囲は約11万m²となり、実際の火災の焼損範囲の2倍以上となった。また、最後に延焼した建築物が火災盛期を越えるまでの時間は約20時間だった。

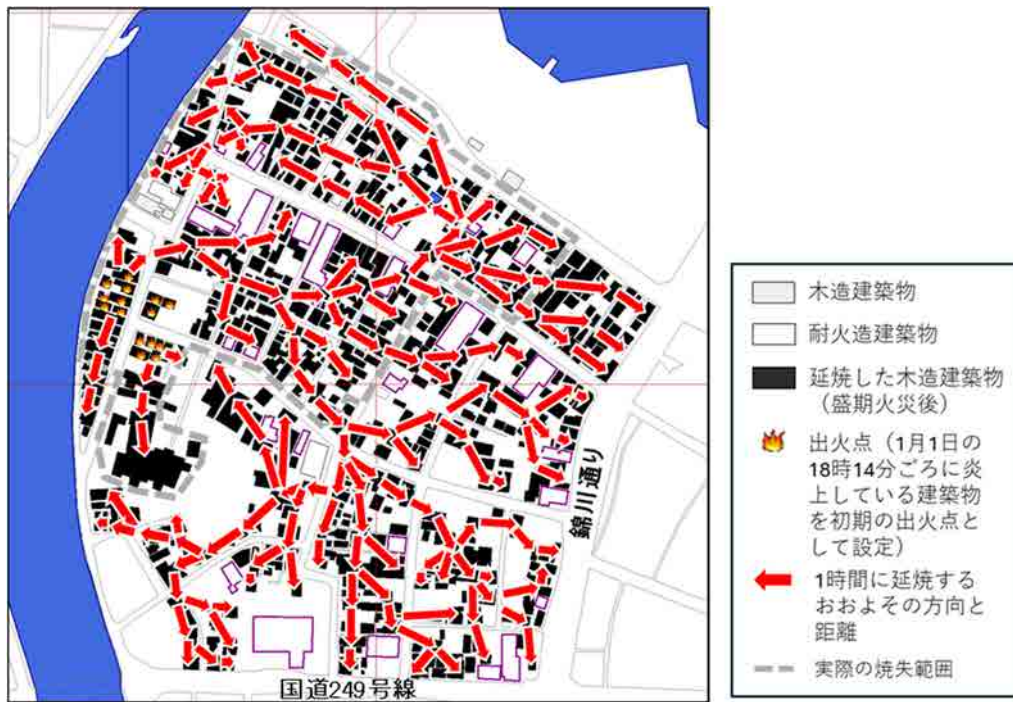


図7 放任火災だった場合の計算結果（基盤地図情報（国土地理院）を加工して作成）

7. おわりに

令和6年能登半島地震による輪島市河井町で発生した火災について、Google ストリートビューに基づいて延焼範囲における建築物の外壁について調査を行うとともに、ヒアリング調査や写真記録等に基づいて設定条件を検討して市街地火災延焼シミュレーションを行い、火災の検証を試みた。

出火点及び延焼阻止線を設定するとともに、木造建築物の延焼速度式として裸木造の延焼速度式を用いて計算した結果、映像記録に近い状況を再現することができた。

また、放任火災だった場合についてシミュレーションを実施したところ、消防活動が行われていなかった場合には焼損範囲が実際の火災の2倍以上になっていた可能性があることが判った。今後の課題としては、建築物が倒壊した場合の影響に関する検討などが考えられる。

謝辞

奥能登広域圏事務組合消防本部輪島消防署には被災後の大変な時期にもかかわらず現地調査およびヒアリング調査にご協力いただいた。心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 消防庁：令和6年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第109報），
<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20240101notohanntoujishinn109.pdf>（2024年8月21日アクセス）
- 2) 消防庁消防研究センター：令和6年能登半島地震において発生した輪島市大規模火災における消防庁長官の火災原因調査＜速報＞，
https://nrifd.fdma.go.jp/research/saigai_chousa_shien/notohantou_jishin/files/20240215_1.pdf（2024

年3月31日アクセス)

- 3) 東京消防庁：地震時の延焼シミュレーションシステムに関する調査研究，1989.
- 4) 日本火災学会：火災便覧（第4版）、p.526,2018

令和6年能登半島地震 輪島市大規模火災について

奥能登広域圏事務組合
輪島消防署 出坂正明

奥能登広域圏事務組合の概況



石川県

本圏域は、本州の日本海側中央部に突出した能登半島の最北部に位置し、東西約60km、南北約40km、圏域面積約1,130km²は、石川県の全面積の約27%を占め、南東側陸域は七尾市、南西側陸域は羽咋郡市広域圏に接し、県都金沢市へは約100kmの距離にある。

また、平成15年7月に圏域のほぼ中央部に能登空港が開港し、東京便1日2往復が就航している。

2024/1/1現在

構成市町：2市2町		人口総数：55,213人	
輪島市	21,903人	穴水町	7,312人
珠洲市	11,721人	能登町	14,277人

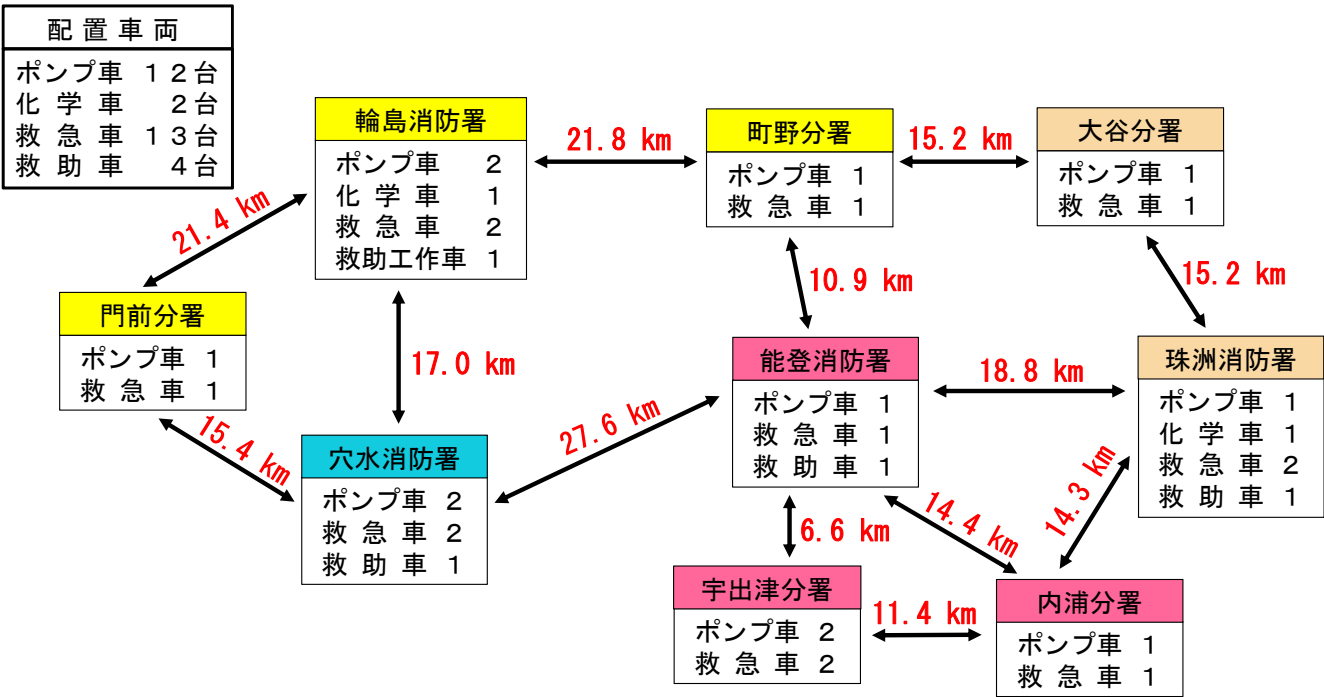
出典：石川県ウェブサイト（いしかわ統計指標らんど）

消防本部の概況



1本部 4消防署 5分署 192人(条例定数199人)			
消防本部26人 (事務職員含む。)	輪島消防署58人	本署34人、門前分署15人、町野分署9人	
	珠洲消防署38人	本署29人、大谷分署8人、消防学校教官1人	
	穴水消防署24人	本署24人	
	能登消防署46人	本署17人、宇出津分署19人、内浦分署10人	

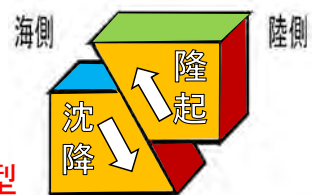
配置車両と署所間の距離



地震の発生状況（16:00～17:00、最大震度 5 以上）

発生時刻	M	深さ(km)	最大震度	備 考
16:06	5.5	12	5 強	
16:10	7.6	16	7	長周期地震動階級 4
16:12	5.7	9	6 弱	16:12 津波警報発表
16:18	6.1	11	5 強	16:22 大津波警報発表
16:56	5.8	14	5 強	

- ・ 石川県で初となる震度 7 ※内陸の直下型地震
- ・ 2007年能登半島地震の 約11倍 のエネルギー
- ・ 2023年12月末までの群発地震の全エネルギーの 約35倍
- ・ 北西-南東方向（横ずれを伴う）に圧力軸を持つ 逆断層型



人的被害

2024/8/9 石川県発表（単位：人）

	死 者 数	うち災害 関 連 死	行 方 不 明 者	負 傷 者		計
				重 症	軽 症	
石 川 県	339	110	3	333	876	1,551

奥能登地区	輪島市	142	40	3	213	303	661
	珠洲市	122	25		47	202	371
	穴水町	26	6		32	225	283
	能登町	25	23		25	25	75
	計	315	94	3	317	755	1,390

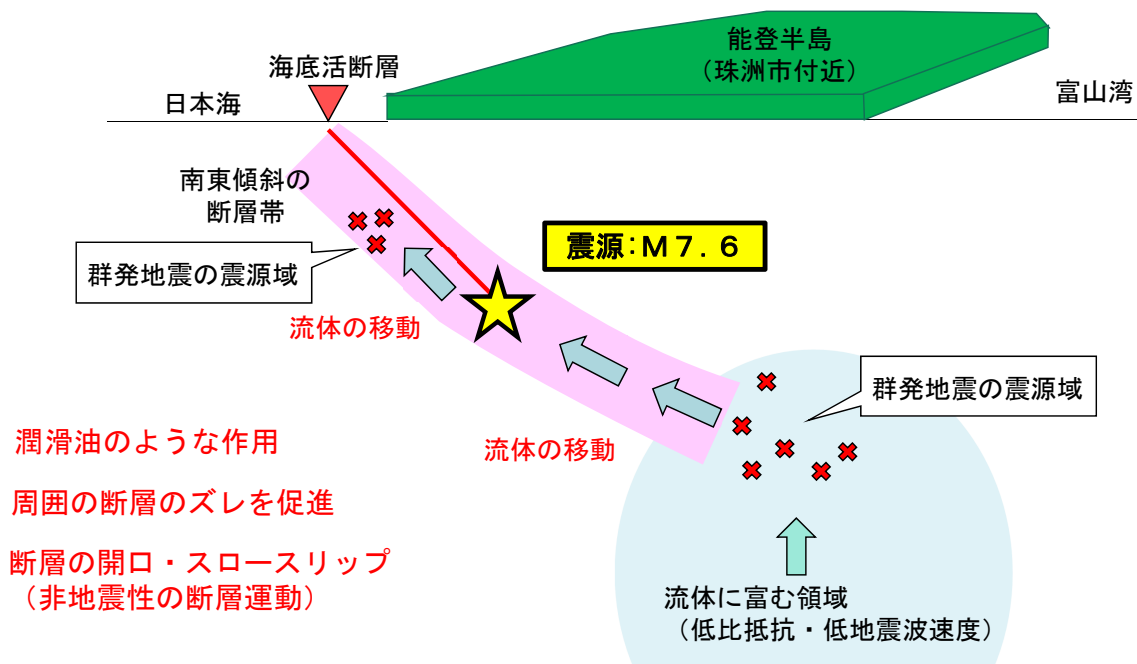
住家被害

2024/8/9 石川県発表（単位：棟）

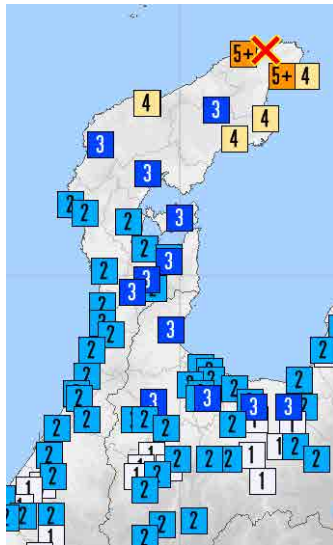
	全 壊	半 壊	一部破損	浸 水		計
				床上	床下	
石川県	5,883	16,105	59,272	6	5	81,271

奥能登地区	輪島市	2,263	3,824	4,180		10,267
	珠洲市	1,729	1,971	1,808		5,508
	穴水町	395	1,291	1,685		3,371
	能登町	240	897	4,510		5,647
	計	4,627	7,983	12,183		24,793

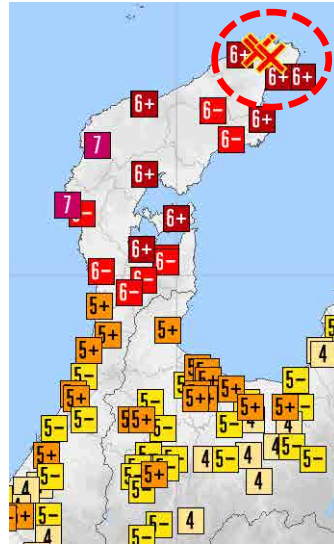
地震発生イメージ



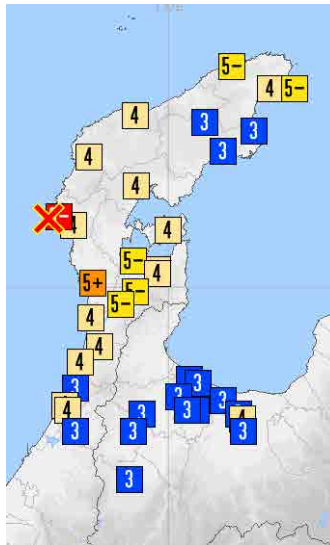
16:06



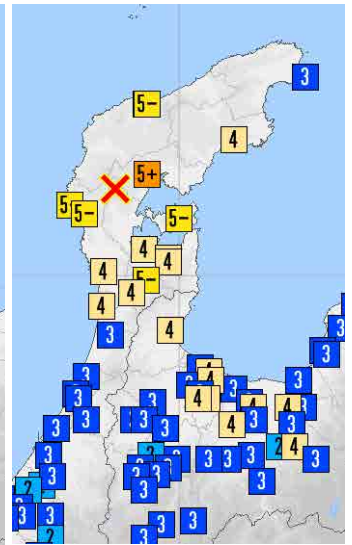
16:10



16:12

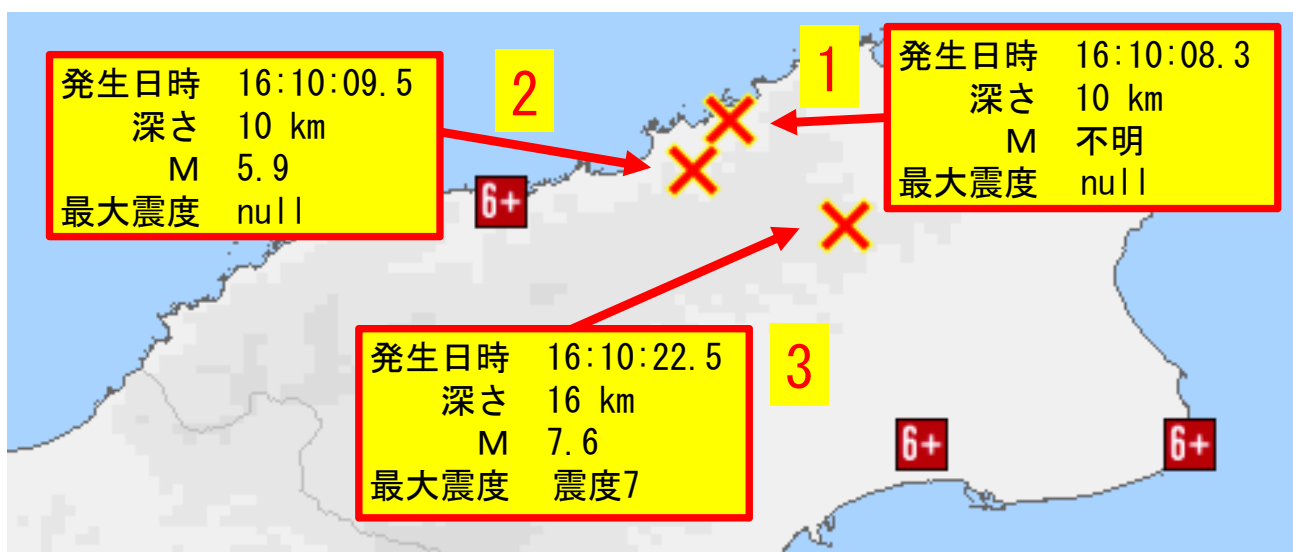


16:18



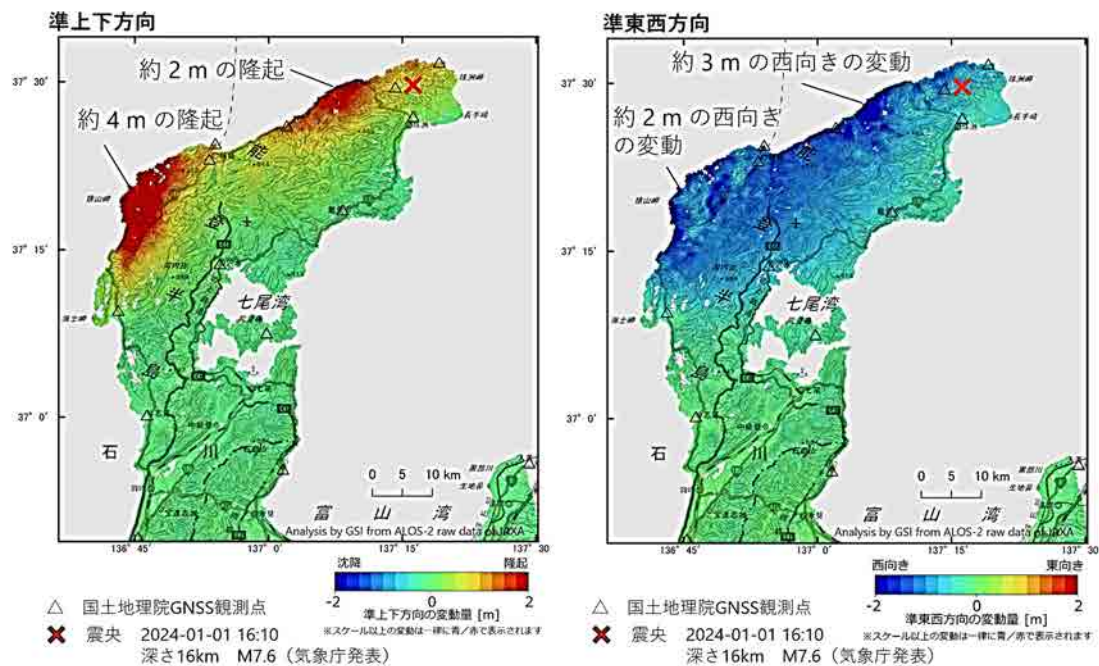
出典：気象庁ウェブサイト(震度データベース)

1回の地震と比べ、地震のエネルギーが増大？
断層破壊：150km

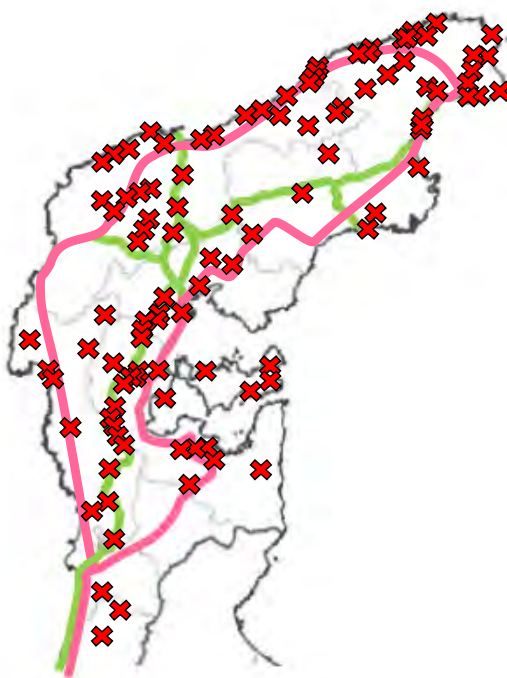


出典：気象庁ウェブサイト(震度データベース)

「だいち2号」観測データの解析による地殻変動



道路通行障害



2024/1/4 石川県発表

42路線 87箇所

凡例

- : 国道
- : 主要地方道・県道
- ✕ : 通行止め

主な災害



- ・ あらゆることが起きた
→ 発生する地震や被害をイメージできていたか
- ・ 火災の対応
津波警報、大津波警報発表：一斉に住民避難
消防指令センターの監視カメラがダウン
→ 火災の発見・通報の遅れ、初期消火なし
そもそも、火災発生リスクは低減できていたのか
→ 建物耐震化の遅れ、感震ブレーカー未設置 など
隊員の安全を確保し、どこまで消防任務を果たせるのか
→ 両立は可能か
「人・機械・水」の全てが不足（圧倒的な消防力劣勢）
→ どこで・どう消火するのか

火災の概要及び出動隊

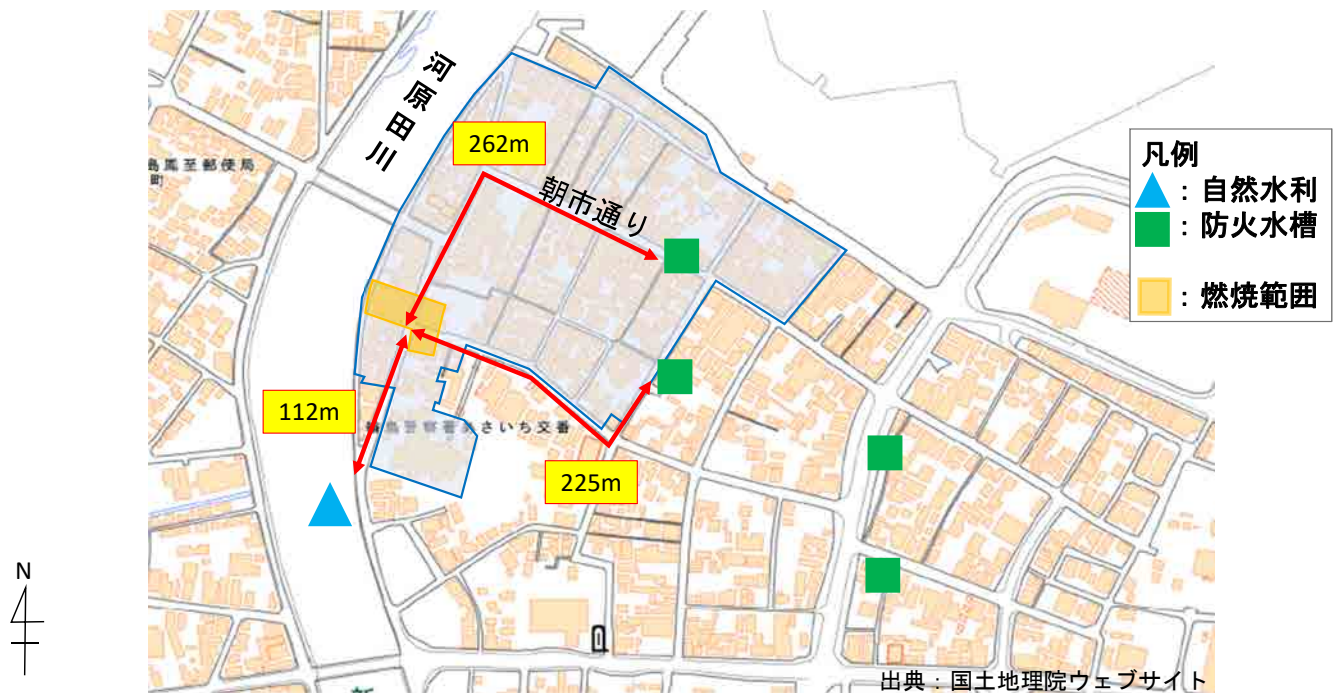
発生時刻	2024/1/1 時分不明
覚知時刻	2024/1/1 17:23
鎮圧時刻	2024/1/2 7:30 ※覚知時刻から約14時間
鎮火時刻	2024/1/6 17:10 ※覚知時刻から約5日
焼失面積	約49,000㎡
焼損棟数	約240棟

出動隊	10隊 48人	内訳	消防署 7隊(うちポンプ車4隊) 25人
			消防団 3隊(全てポンプ車) 23人

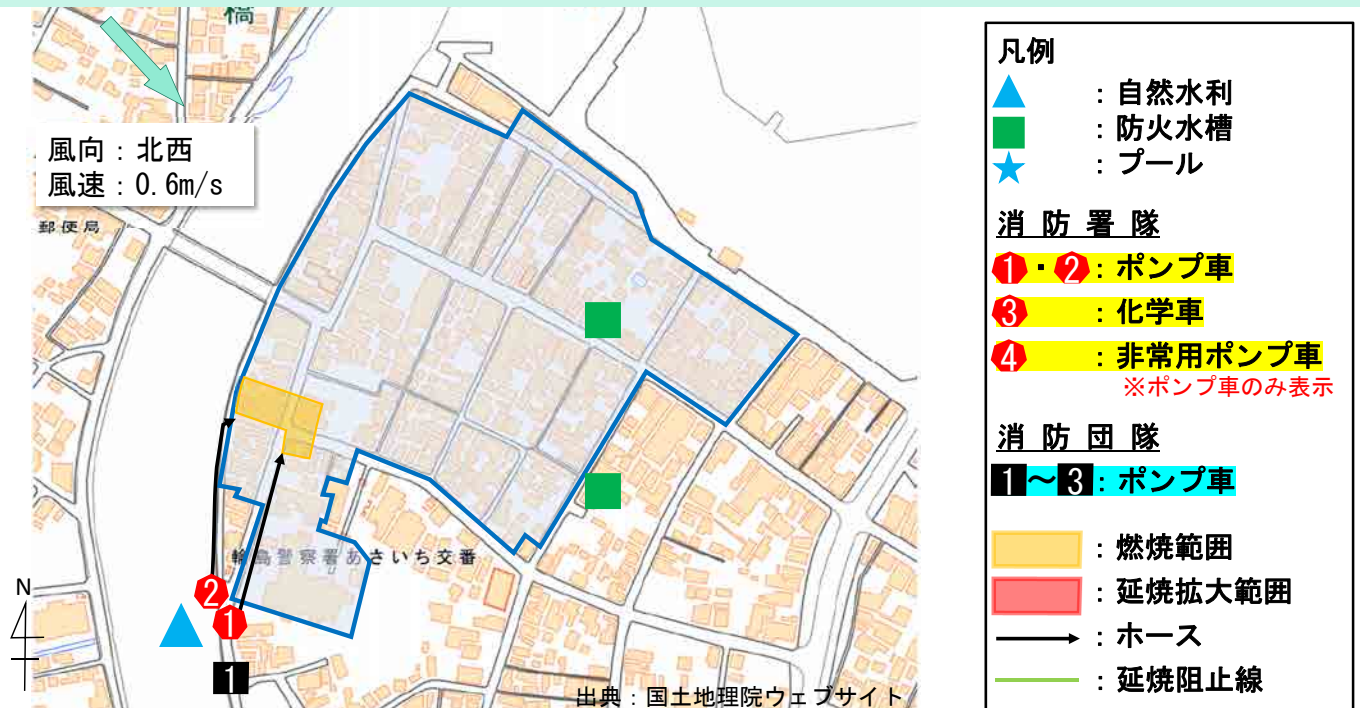
焼損範囲と水利状況等



使用可能な水利



最先着隊現場到着(17:26) から 第2着隊放水開始(18:11) まで



第2着隊放水開始（18:11） から 第2線ホース延長（18:43）まで



凡例

- ▲ : 自然水利
- : 防火水槽
- ★ : プール

消防署隊

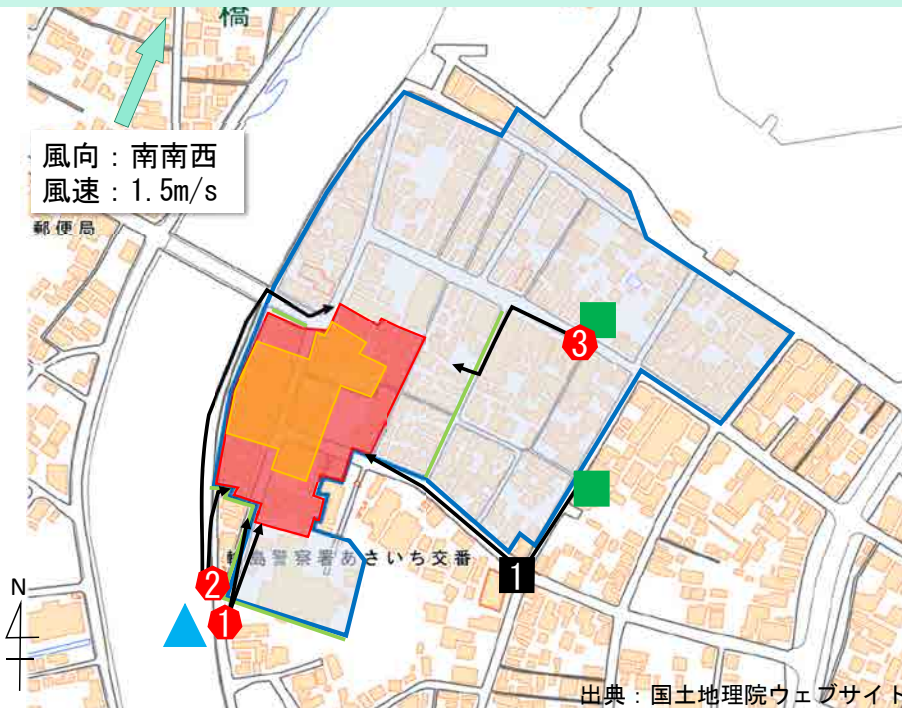
- ①・② : ポンプ車
- ③ : 化学車
- ④ : 非常用ポンプ車
- ※ポンプ車のみ表示

消防団隊

- ①～③ : ポンプ車

- : 燃烧範囲
- : 延焼拡大範囲
- : ホース
- : 延焼阻止線

第2ホース延長（18:43） から 消防団放水開始（19:20）まで



凡例

- ▲ : 自然水利
- : 防火水槽
- ★ : プール

消防署隊

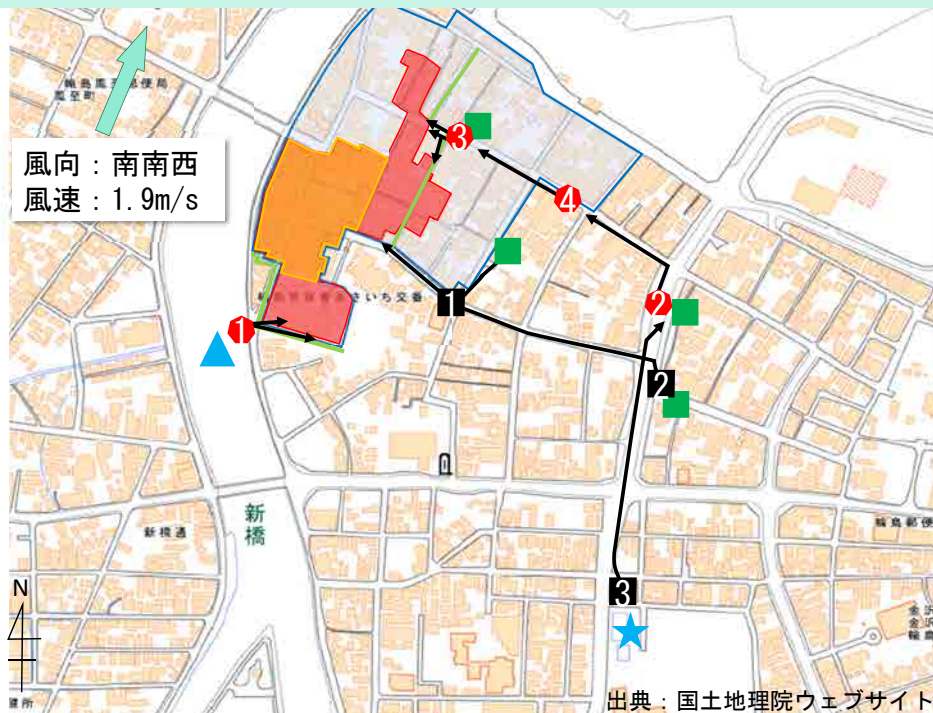
- ①・② : ポンプ車
- ③ : 化学車
- ④ : 非常用ポンプ車
- ※ポンプ車のみ表示

消防団隊

- ①～③ : ポンプ車

- : 燃烧範囲
- : 延焼拡大範囲
- : ホース
- : 延焼阻止線

消防団放水開始（19:20） から 21:30頃 まで



凡例

- ▲ : 自然水利
- : 防火水槽
- ★ : プール

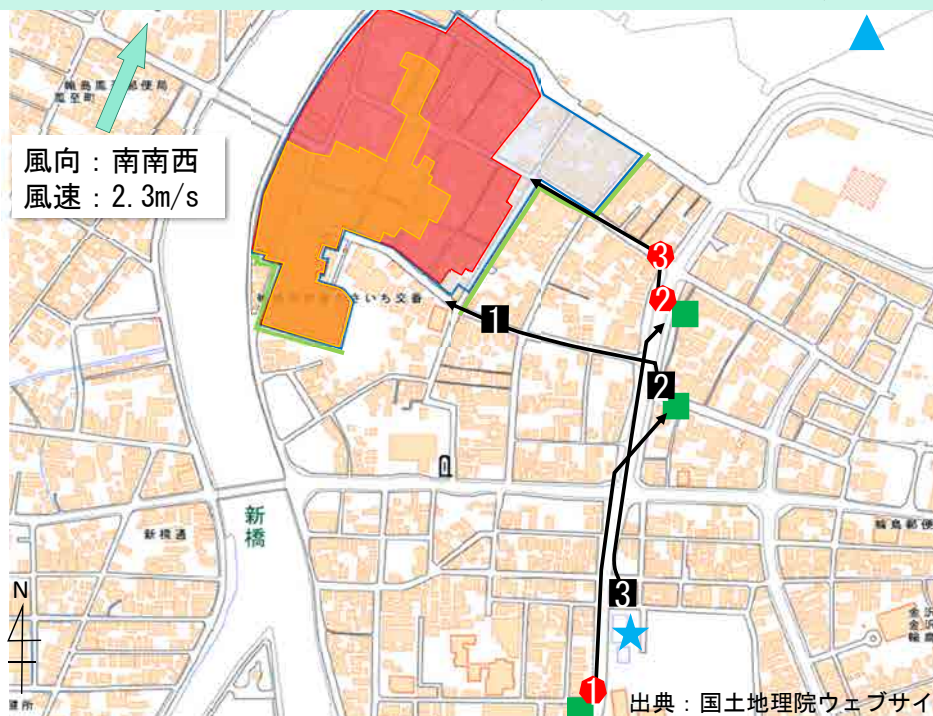
消 防 署 隊

- ①・② : ポンプ車
- ③ : 化学車
- ④ : 非常用ポンプ車
※ポンプ車のみ表示

消 防 団 隊

- ①～③ : ポンプ車
- : 燃烧範囲
- : 延焼拡大範囲
- : ホース
- : 延焼阻止線

21:30頃 から 0:00頃 まで



凡例

- ▲ : 自然水利
- : 防火水槽
- ★ : プール

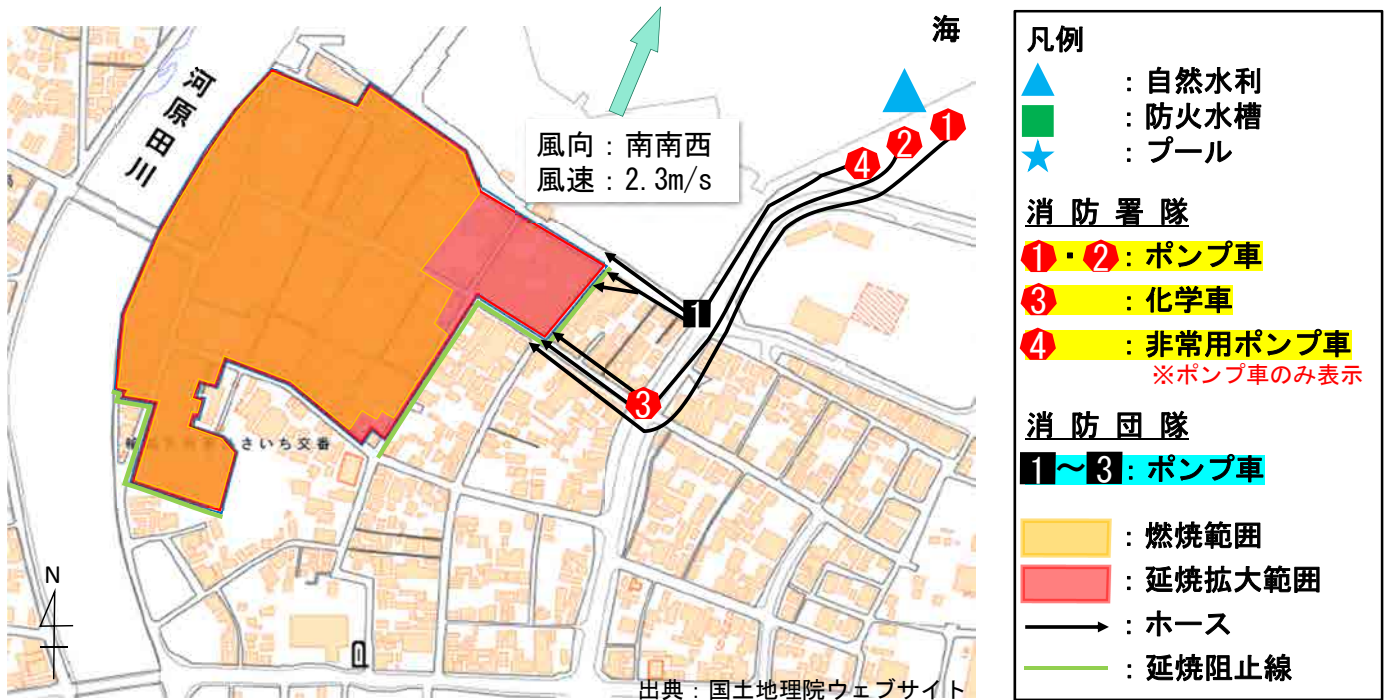
消 防 署 隊

- ①・② : ポンプ車
- ③ : 化学車
- ④ : 非常用ポンプ車
※ポンプ車のみ表示

消 防 団 隊

- ①～③ : ポンプ車
- : 燃烧範囲
- : 延焼拡大範囲
- : ホース
- : 延焼阻止線

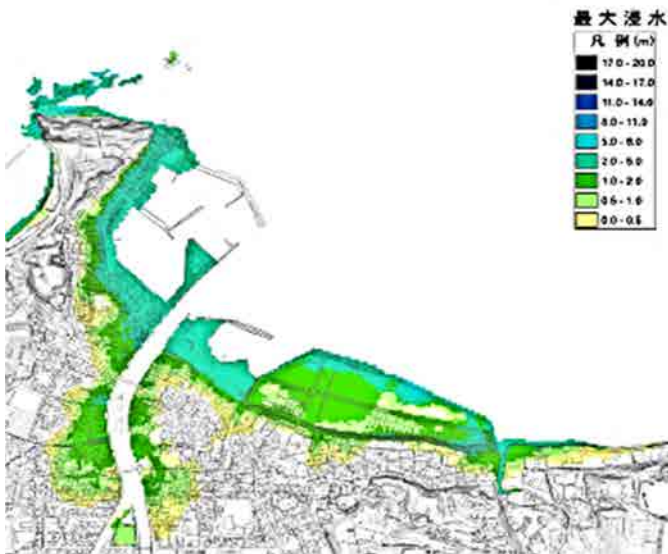
0:00頃 から 鎮圧(翌7:30) まで



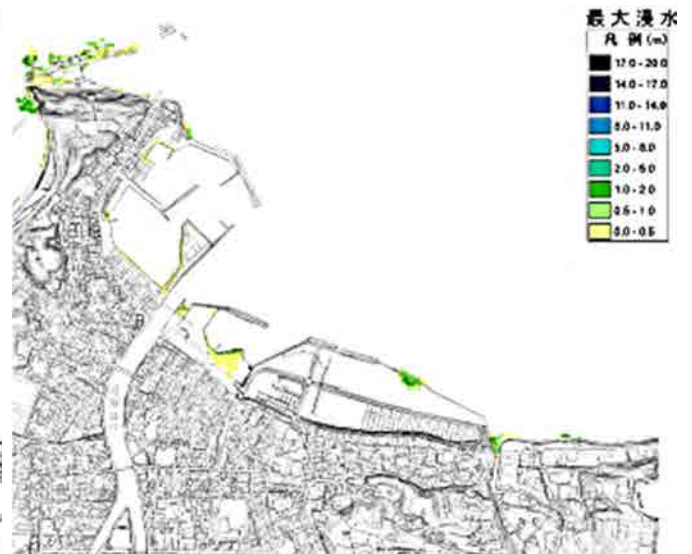
石川県津波浸水想定区域図の見直し・公表

平成23年度	石川県津波浸水想定図 見直し・公表(県独自) ※国の標準手法「陸域の地盤隆起は考慮しない」 ※県防災会議震災対策部会「より現実的なケースも想定すべき」 →地震発生時、海域だけが隆起すると同時に浸水が始まる
平成24年度	追加調査(能登半島北方沖【陸域隆起ケース】) 公表
平成26年度	国土交通省「日本海における大規模地震に関する調査検討会」 日本海の断層表示(国調査の科学的知見) 【日本海側の地震の特徴】 ・断層が浅く、かつそれが高角であることから、海底の上下変動が大きくなり、津波が高くなりやすい ・マグニチュード7クラスの地震でも、大津波の危険性がある ・周期が5～10分程度と短く浸水範囲は拡がりにくい ・海岸線に近接した断層が多く、津波到達時間が短い
平成29年度	石川県津波浸水想定図 見直し・公表

平成23年度 見直し・公表 (陸域隆起なし)



平成24年度 公表 (陸域隆起あり)



出典：石川県ウェブサイト(危機管理監室危機対策課)

平成29年度 見直し・公表

波源(震源域) F43：能登半島北方沖 断層長 95km(5つの活断層が連動)
マグニチュード 7.66(気象庁マグニチュード換算値8.1)



出典：石川県ウェブサイト(危機管理監室危機対策課)

市町	代表地点名	津波が最も高くなるケース				津波が最も早く到達するケース			
		断層	影響開始時間 (分)	最大津波高 (T.P. m)	最大津波到達時間 (分)	断層	影響開始時間 (分)	最大津波高 (T.P. m)	最大津波到達時間 (分)
輪島市	1 観地	F35	61	5.5	80	F43	5	2.3	92
	2 鹿磯	F41	55	4.8	71	F43	1分未満	2.6	63
	3 門前深見	F41	55	6.1	71	F43	1分未満	3.9	1
	4 吉浦	F43	1分未満	5.0	1分未満	F43	1分未満	2.8	1分未満
	5 皆月	F35	55	5.4	77	F43	1分未満	3.4	1
	6 大沢	F35	52	6.2	77	F43	1分未満	3.5	57
	7 鶴入	F35	56	7.5	77	F43	1分未満	4.3	57
	8 光浦	F41	42	8.8	59	F43	1分未満	2.2	67
	9 輪島	F42	37	6.3	56	F43	1分未満	3.1	27
	10 輪倉島	F43	21	9.4	26	F43	21	8.9	26
	11 惣領	F43	1分未満	5.0	1分未満	F43	1分未満	5.0	1分未満
	12 深見	F42	32	8.0	46	F43	1分未満	4.6	1
	13 名舟	F35	51	5.9	81	F43	1分未満	2.6	1
	14 曾々木	F35	48	6.7	81	F43	1分未満	4.4	1

出典：石川県ウェブサイト(危機管理監室危機対策課)

石川県津波災害警戒区域の指定(指定日:令和5年3月10日)



津波災害警戒区域指定の範囲は、既に公表している津波浸水想定区域と同一範囲です。

最大クラスの津波は、現在の科学的知見に基づき設定したものでありますが、これよりも大きな津波が発生する可能性が全く無いというものではありません。

出典：石川県ウェブサイト(土木部河川課)

写真・動画 撮影厳禁

ご協力お願いいたします



第27回消防防災研究講演会

「輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策
のあり方に関する検討会報告書」について

【概要版】

輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方に関する検討会

検討会の開催目的及び検討会の委員等について

検討会の開催目的

令和6年能登半島地震により、輪島市朝市通り周辺において発生した大規模火災における原因調査の結果等を踏まえ、消防活動等の検証を行い、今後取り組むべき火災予防、消防活動、消防体制等の充実強化のあり方について検討した。
なお、本検討会については、総務省消防庁及び国土交通省住宅局による共同事務局で開催した。

検討会の委員等

【座長】

関澤 愛※1 NPO法人日本防火技術者協会理事長(元東京理科大学教授)

【委員】

神村 登紀恵 広島市西消防団副団長(消防団等充実強化アドバイザー)
木作 尚子 名古屋大学減災連携研究センター特任准教授
岸本 孝司※2 全国消防長会警防防災委員会委員長(北九州市消防局長)
(本脇 尉勝※3 全国消防長会警防防災委員会委員長(北九州市消防局長))
木下 修 東京消防庁警防部長
小林 恭一※1 危険物保安技術協会特別顧問(元東京理科大学教授)
下重 美佐男 公益財団法人日本消防協会業務部長
白井 一広 全国消防長会予防委員会委員長(千葉市消防局長)
添谷 進※2 都道府県消防防災・危機管理部局長会会長(千葉県消防危機管理部長)
(大飼 典久※3 都道府県消防防災・危機管理部局長会会長(埼玉県危機管理防災部長))
鳥山 忠志 読売新聞論説委員会論説委員
中西 美和 慶應義塾大学理工学部管理工学科教授
永野 紳一郎 金沢工業大学建築学部建築学科教授
名畑 徹※2 京都市消防局長
(井上 元次※3 京都市消防局長)
西野 智研 京都大学防災研究所社会防災研究部門准教授
長谷川 清美※1 東京消防庁豊島消防署長(前東京消防庁板橋消防署長)
廣井 悠 東京大学先端科学技術研究センター教授
前川 弘子 石川県女性防火クラブ連絡協議会会長

【オブザーバー】

朝田 将 内閣府政策統括官(防災担当)付参事官(調査・企画担当)
今村 文彦※2 東北大学災害科学国際研究所教授
岩見 達也 国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市防災研究室長
川崎 周太郎 国土交通省都市局都市安全課都市防災調整官
下山 利浩※2 気象庁総務部企画課防災企画室長
(西潟 政宣※3 気象庁総務部企画課防災企画室長)
田嶋 勝正 和歌山県串本町長
成瀬 友宏 国立研究開発法人建築研究所防火研究グループ長



第1回検討会

※1 役職の変更
※2 令和6年4月から
※3 令和6年3月まで

輪島市大規模火災の概要等

「令和6年能登半島地震に伴い石川県輪島市で発生した大規模市街地火災に係る消防庁長官の火災原因調査報告書」より

火災の概要

- (1) 火災発生日時等
 - 発生時刻：令和6年1月1日 時分不明
 - 発知時刻：令和6年1月1日 17時23分
 - 鎮圧時刻：令和6年1月2日 7時30分
 - 鎮火時刻：令和6年1月6日 17時10分
- (2) 火元建物：石川県輪島市河井町地内
 - 木造（一部鉄骨）2階建て、外壁トタン張り築約50年
 - 1月1日16時10分頃に発生した地震による地震動で倒壊
- (3) 被害状況
 - 焼失面積：約49,000m²
 - 焼損棟数：約240棟（管轄消防本部において継続調査中）
 - 焼損床面積・死傷者数：管轄消防本部において継続調査中

輪島市大規模火災
（三重県防災航空隊撮影）

出火原因

- 火元建物全体が焼失し、詳細な出火箇所は特定できないが、目撃情報により建物1階東側から出火したと考えられる。
- 火災現場の状況や居住者の供述等から、火気器具、放火及びたばこからの出火の可能性は低い。
- 火元建物がある地域は、電力会社による送電停止前から強震動に見舞われていたこと、地震発生から50分余り経過した時点で試送電が行われたこと等を踏まえると、地震の影響により電気に起因した火災が発生した可能性は考えられる。なお、火元建物内に電気配線が溶けた痕跡が認められるものの、具体的にそれがどのように出火に関与したかは判断できない。
- 以上のことから、地震の影響により電気に起因した火災が発生した可能性は考えられるが、具体的な発火源、出火に至る経過及び着火物の特定には至らない。

延焼動態・焼け止まり

- 写真・映像より、焼失範囲の南西に位置する火元から、火災初期には南北方向に延焼し、その後東方向に延焼したことがわかった。
- 「朝市通り」北側への燃え移りは、飛び火（火の粉による出火）によるもの。
- 北部街区の延焼動態は復元できず、詳細な分析は困難だが、シミュレーションからは、飛び火から概ね東西方向に延焼拡大したと推定される。
- 火災時の風は弱く、延焼速度は阪神・淡路大震災の0.8～1.8倍程度。
- 焼失範囲の南東側と南西側の焼け止まりは管轄消防本部及び消防団による消火活動が寄与したと考えられる。



延焼動態図

市街地火災延焼シミュレーション

- 仮に消火活動が行われなかった場合、実際の被害の2倍以上にあたる約11万m²の範囲が焼失した可能性があることがわかった。

放任火災の場合の
延焼シミュレーション結果
（風向：南南西、風速：3m/s）

2

消防活動等の状況

1 奥能登広域圏消防本部及び輪島市消防団の対応

- 奥能登広域事務組合消防本部では、地震発生に伴い非番等を含む全職員を参集させ、火災や救助事案などの災害対応に従事する体制とした。
- 自宅建物の倒壊や道路の陥没等により職員の早期参集が困難であり、また、消防団拠点施設（詰所）の倒壊等により消防団車両の出動が困難であったことから、当該地区の警防計画どおりの出動部隊が確保できなかったが、最終的に奥能登広域事務組合消防本部のポンプ車等7台、消防団のポンプ車3台の計10台が出動した。
- 出火当初は北側から南側への延焼拡大を阻止するための放水活動を実施し、風向きが変わって以降は西側から東側への延焼拡大を阻止するための放水活動を実施するなど、長時間にわたる消火活動を行い、出火から約14時間後（1月2日7時30分）に鎮圧することができた。
- 今回の火災は、
 - ・道路の陥没・消防施設の被災等により職員の参集や車両の出動が困難
 - ・飛び火や倒壊建物による延焼拡大
 - ・水道管の断水による消火栓の使用不能
 - ・倒壊建物による一部防火水槽の使用不能
 - ・地盤の隆起や大津波警報により自然水利の確保が困難など、消火活動の支障となる様々な要因があった。

市街地の状況と防火水槽



「令和6年能登半島地震に伴い石川県輪島市で発生した大規模市街地火災に係る消防庁長官の火災原因調査報告書」より

当日の消防活動状況



写真提供：奥能登広域事務組合消防本部

2 応援等の状況

- 緊急消防援助隊の陸上部隊として、大阪府大隊（先遣隊）は1月2日午後12時に到着したが、火災は鎮圧状態のため、消火活動は実施しなかった。
- 航空部隊として、石川県からの要請を受け、空中消火を行うべく1月2日5時又は5時30分に消防防災ヘリコプター9機が出動した。これについては、同日9時27分に情報収集活動のため飛行した三重県消防防災ヘリコプターの情報により、空中消火の必要性が認められなかったため、実施しなかった。
- 海上部隊として、新潟県大隊の水上小隊（消防艇）が出動した。1月2日午後12時に能登半島に到着するも火災は鎮圧状態だったため、消火活動は実施しなかった。
- 石川県内応援隊は、道路状況等により1月2日午前の到着となった。火災は鎮圧状態のため、消火活動を実施しなかった。

3

全国の消防本部における地震・津波災害時の消防活動計画等の現状

1 震災時の消防活動計画等 (1)消防活動計画に震災時の活動について策定している消防本部 <u>策定済:616本部/720本部(86%)</u> (2)消防活動計画に震災時の木造密集地域での活動について策定している消防本部 <u>策定済:230本部/590本部(39%)</u> ※木造密集地域を管轄する消防本部数 590本部	5 気象台との関係構築 ○ 津波時の消防活動のため、気象台との情報共有や連携体制等の関係を構築している消防本部: <u>7本部/356本部(2%)</u>
2 津波時の消防活動計画等 (1)消防活動計画に津波時の津波浸水想定区域での活動について策定している消防本部 <u>策定済:110本部/356本部(31%)</u> ※沿岸部を管轄する消防本部数 356本部 (2)消防活動計画に津波到達後の活動再開について策定している消防本部 <u>策定済:17本部/110本部(15%)</u> ※上記(2)①で策定済の消防本部数 110本部	6 消防水利の整備等 (1) 消防水利の整備等 ①消防車両や海水利用型消防水利システム(スーパーポンパー)等を用いた遠距離送水に係る計画の策定状況 <u>策定済:31本部/720本部(4%)</u> ②木造密集地域の消防水利について優先的な整備をしている消防本部 <u>54本部/590本部(9%)</u> ※木造密集地域を管轄する消防本部数 590本部 ③津波浸水想定区域に対する消防活動を想定した消防水利を整備をしている消防本部 <u>6本部/356本部(2%)</u> ※沿岸部を管轄する消防本部数 356本部
3 津波浸水想定区域にある木造密集地域での消防活動計画等 (1)津波浸水想定区域にある木造密集地域を管轄する消防本部と箇所数 <u>178本部/356本部(50%)</u> , <u>1537箇所</u> ※沿岸部を管轄する消防本部数 356本部 (2)上記のうち、消防活動計画に津波浸水想定区域にある木造密集地域での活動について策定している消防本部 <u>策定済:36本部/178本部(20%)</u>	7 119番通報等 (1) 消防指令システムが設置された建物の耐震化や、資機材等の転倒防止など、震災時の対策をしている消防本部: <u>603本部/720本部(84%)</u> (2) 震災時、消防指令システムがダウンしたときの対応について定めている消防本部: <u>499本部/720本部(69%)</u>
4 沿岸部を管轄する地域における津波浸水想定区域の設定方法等 (1)沿岸部を管轄する地域で設定されている津波浸水想定区域の設定方法 ○想定最大津波高のみで設定 : <u>245本部/356本部(69%)</u> ○津波警報の種類に応じて設定: <u>84本部/356本部(24%)</u> ○その他 : <u>27本部/356本部(7%)</u> ※沿岸部を管轄する消防本部数 356本部 (2)津波警報の種類に応じてそれぞれの区域に津波が到達した場合を想定した消防活動計画の策定状況: <u>4本部/84本部(5%)</u> ※津波浸水想定区域を津波警報の種類に応じて設定 84本部	8 火災予防対策 ○ 震災時に大規模な火災につながる地域において、感震ブレーカーの設置促進、住警器や消火器の普及啓発などの出火防止等の措置を講じている消防本部 <u>166本部/720本部(23%)</u>

4

輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方

明らかになった課題

- 1 条件不利地域である半島部での大規模火災**
 - 道路の寸断により陸路での早期応援が困難
- 2 地震・津波発生時における沿岸部での大規模火災**
 - 住民・消防職団員が避難を要することによる火災発見・通報、初期消火の遅れ
 - 地震による車両、消防団拠点施設(詰所)等消防施設の被災や管内での災害同時発生による消防力の低下
 - 断水、地盤の隆起及び津波により消火栓や自然水利の確保が困難
 - 津波警報下での津波浸水想定区域における消防活動
- 3 古い木造建物密集地域での大規模火災**
 - 道路が狭隘であり、火災が発生すると延焼拡大しやすい
 - 倒壊した建物等が通行障害の原因となるとともに延焼媒体となった可能性



輪島市大規模火災(三重県防災航空隊撮影)

今後の対応策

1 地元消防本部等の体制強化

- **震災時の木造密集地域での活動について勘案した計画の策定等**
 - ・優先的な部隊投入や延焼阻止線の設定など震災時に対応できる計画の策定
 - ・市街地火災延焼シミュレーション等の活用、応援消防本部を含めた関係機関との連携した訓練の実施
- **津波の状況に応じた活動のための効果的な情報収集等**
 - ・消防機関と気象台とのホットラインの構築等を通じた、津波災害時のきめ細やかな情報収集体制の構築
 - ・消防機関独自の津波監視や情報収集を行う体制の充実・強化
 - ・都道府県等が提供している海面監視カメラ、津波監視情報の活用
- **津波時の浸水想定区域での活動について勘案した計画の策定等**
 - ・活動時間や活動エリアの設定、退路の確認、安全管理、情報連絡体制等に関する計画等の策定
 - ・関係機関と連携した訓練の実施
 - ・津波浸水想定区域における活動時の装備等の充実
- **消防水利の確保が困難である場合等における消火方策**
 - ・空中消火(実施する条件、要請手順、空中消火の散水要領等の検討、計画の策定)
 - ・延焼危険のある倒壊建物等の除去(ブルドーザーなどの必要な重機の配備、重機所有の事業者等との協力体制の事前構築)

5

輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方

今後の対応策

1 地元消防本部等の体制強化

○ 火災の早期覚知、情報収集のためのドローン、高所監視カメラ等の整備促進

・災害状況を迅速的確に把握するための自動航行ドローン、発災地点の特定や地図表示が可能な画像解析AIを組み込んだ高所監視カメラ等の導入

○ 消防署・消防団拠点施設(詰所)等消防施設の耐震化・機能維持

・消防本部、指令センター、消防署、出張所、消防団拠点施設(詰所)等の耐震化や設備・資機材の転倒防止、津波浸水想定区域外への移転、非常電源設備の整備
・指令システムがダウンしたときに備えた通報受付マニュアルの策定や、119番回線のう回経路の整備(消防署等に直接通報が入るよう切替)

○ 消防水利の確保

・大容量の耐震性貯水槽の整備、耐震性貯水槽の分散配置、津波災害時の活動の安全を勘案した耐震性貯水槽の追加配置、建物倒壊等の影響を受けない区域への移設
・海水利用型消防水利システム(スーパーポンパー)等の車両の整備、複数の消防車両による遠距離送水計画の策定、ディスクストレーナー等の整備

○ 消火活動の省力化、無人化の促進

・放水銃を装備した遠隔操作型消防用ロボット(無人走行放水ロボット)、消防用ホースに接続し水幕を形成して飛び火等での延焼防止を行うことのできるノズル(水幕ノズル)、上空から遠隔操作で消火する消防用ドローン等の整備促進

○ 新技術の導入に向けた研究開発の推進

・隊員の安全確保・消防活動に資する新技術の導入に向けた競争的研究費活用等による研究開発の推進
・市街地火災延焼シミュレーションの更なる研究開発

○ 消防団の充実など地域防災力の強化

・消防団拠点施設(詰所)の耐震強化、狭隘な道路や悪路でも通行できる機動性の高い小型車両等の整備
・小型化・軽量化された救助用資機材等の整備、迅速な情報収集が可能なドローン、災害情報や団員の出動状況の共有等が可能なアプリケーションなどのデジタル技術の活用
・入団促進に向けた広報や、処遇の改善、機能別分団制度や消防団協力事業所表示制度の活用、企業や大学等と連携した入団促進への取組



ドローン



海水利用型消防水利システム(スーパーポンパー)

6

輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方

今後の対応策

2 応援部隊の体制強化

○ 悪条件下での進出・活動を可能にするための、車両の小型化、資機材の軽量化

・道路が狭隘でも通行可能で人員輸送等が可能な車両、悪路等の悪条件下でも救助可能な車両等の配備
・緊急消防援助隊の陸路以外での柔軟な進出に向けた部隊編成及び出動計画等の見直し
・電動式で小型軽量の資機材一式(電動チェーンソー、電動コンビツール等)をパッケージ化し、全国の緊急消防援助隊に整備

○ 小型車両等を有する先遣部隊の編成、ピストンによる進出

・被災地へ人員・資機材をピストン輸送できる普通車クラスの車両や軽量の資機材の配備(人員輸送車、小型救助車等)
・小型車両、軽量の資機材を有する先遣部隊の編成

○ 空路・海路での応援部隊及び車両・資機材の投入、関係機関との連携強化

・自衛隊、海上保安庁等の関係機関との円滑な連携に向けた体制整備、連携訓練、関係機関の輸送機等で輸送可能な消防車等の確定
・道路啓開技術を有する民間建設業者との協力体制の事前構築

3 地震火災対策の推進

○ 地域における火災予防の推進

・家具転倒防止対策、耐震自動消火装置の付いた火気設備、住宅用火災警報器や防災品、住宅用消火器等の普及
・まちぐるみでの消火器等を用いた消火訓練等による地域防災教育の実施

○ 大規模地震時の電気火災対策

・感震ブレーカー等の普及推進に向けた具体的な計画の策定(普及率の目標値、スケジュール、設置の支援等)
・感震ブレーカー等の普及について、課題を整理した上で制度的な位置づけや支援措置の検討

4 まちづくり

○ 都市構造の不燃化や密集市街地の整備改善及び住民等の地域防災力の向上に資するソフト対策の引き続きの推進

・特に危険性の高い「地震時等に著しく危険な密集市街地」はもとより、それ以外の密集市街地においても、ハード・ソフト両面から安全性を向上させる取組
・延焼を抑制し、避難路となる道路の整備、避難場所となる公園・空き地の整備、老朽建築物の除却や延焼防止性能の高い建築物への建替え等の推進
・防災マップの作成、防災訓練や防災に関する人材育成など、地域防災力の向上に資する取組の推進
・老朽木造住宅が密集している区域で津波浸水被害が予想される区域については、地域の意向を十分に踏まえつつ、防火地域等に指定するなど、重点的な不燃化
・大規模な延焼火災が発生する可能性が高い市街地がないか、改めての確認

○ 老朽木造家屋や避難・消防活動上重要な沿道の建築物等の耐震化の促進

・老朽木造家屋や避難・消防活動上重要な沿道の建築物等の耐震化
・所有者に対する働きかけの工夫や高齢者が居住する老朽木造家屋の耐震化に向けた課題の整理、住宅の耐震化を中心とした幅広い地震被害軽減方策の検討
・津波浸水被害が予想される区域については、重点的な建築物等の耐震化



悪路走行可能な小型車両



令和6年能登半島地震における小型軽量化された消防車の輸送の様子

7

激震時の同時多発火災と大規模火災リスクにどう備えればよいか ～ 輪島市大規模火災があらためて喚起した課題 ～

特定非営利活動法人日本防火技術者協会 関澤 愛

1. 令和6年能登半島地震における輪島市大規模火災のインパクト

2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震では、輪島市河井町の朝市通り周辺で起きた火災が、津波警報下であったことや消防水利が初期に得られなかったことなどにより消火活動が有効に行えず、大規模に延焼拡大して糸魚川市大規模火災（2016年）を上回る市街地火災となった。総務省消防庁の資料¹⁾によれば、焼失区域の面積は約49,000m²、焼損棟数は約240棟とされている。

火災のあった朝市通り周辺の地区は、古い木造家屋の密集地域（以下「木密地域」と略）ではあったが、国土交通省が定義する「地震時等に著しく危険な密集市街地」²⁾には該当しておらず、輪島市内の他の地区や全国至るところにおいても普遍的によく見られる古い木造市街地であり、特に火災危険度が高い地区としてされているわけではなかった。したがって、今回起きた輪島市の火災は決して特別な火災ということではなく、地震時に似たような困難な条件で火災が発生した場合には、全国のどこでも大規模延焼火災が起きる可能性があることを示したといっておくのではない。その意味で、今回の令和6年能登半島地震は、激震時における火災に対してどのように備えればよいのかという課題をあらためて喚起したといえる。

2. 木密地域の大規模火災リスクに対する認識の変遷

筆者は、輪島市大規模火災のあと幾つかの報道機関から異口同音に「なぜこのような大規模延焼火災が起きたのか、何か特殊な理由でもあるのか」といった質問を受けた。しかし、私にはこのこと自体が不思議でならなかった。なぜなら、1995年の阪神・淡路大震災をはじめ、2011年東日本大震災などの震度7の激震時には、既に幾つも大規模延焼火災が発生している事実があり、何も不思議な現象が起きたわけではないからである。つまり、木密地域がある限り、地震時に同時多発火災が起きたり、断水で消火栓が使えなかったりすれば、公設消防隊でも初期消火ができないために自ずと大規模に火災が延焼拡大するのは自明の理だからである。

しかしながら、経験の浅い若手の記者らには、ふだん大規模に延焼する火災を取材する機会が極めて少なくなった今日、大規模市街地火災自体が珍しい災害として受け取られているのかも知れないと気づくに至った。それでは、どうして木密地域の大規模火災リスクに対する認識の時代格差があるのか、以下ではその背景を探ってみる。

2.1 酒田市大火以降40年間起きなかった平常時の都市大火

2016年に発生した糸魚川市大規模火災が起きるまで、最近では平常時の都市大火のことを心配する人はきわめて少なかったのではないだろうか。しかしながら、第2次世界大戦の終戦後も1960年代までは、焼損棟数が数百棟から数千棟に及ぶ大火（建物焼損床面積33,000m²以上の火災）が

毎年数件くらいの頻度で日本の各地で発生していた。

図1は、1945年以降2020年まで5年刻みで、平常時の都市大火の発生頻度を棒グラフにして示したものである。戦後間もなくの5年間では16件、すなわち毎年3件くらい平常時の都市大火が起きていた。その後、徐々に減少し1976年の酒田市大火以降は、阪神・淡路大震災時等の地震火災や大規模倉庫・工場などの単体大規模施設での大火を除き、40年間にわたり平常時の都市大火は糸魚川市大規模火災の発生まで0を続けていた。

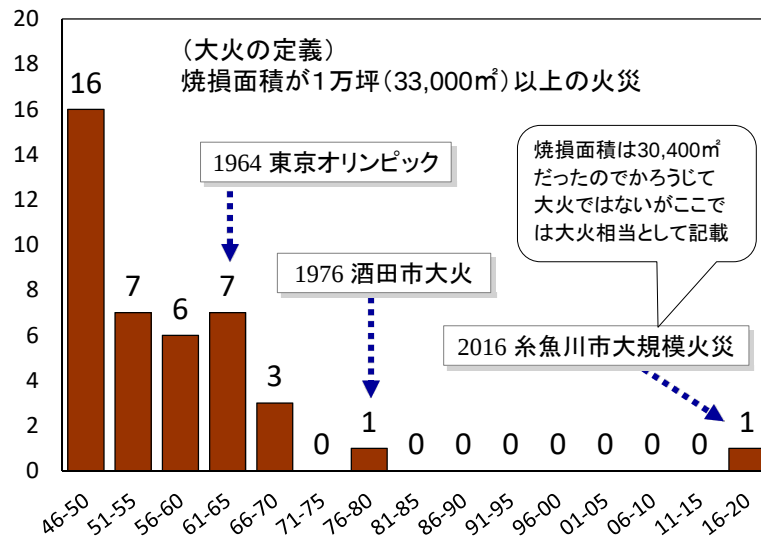


図1 戦後の都市大火発生件数の推移

※消防白書³⁾より筆者作成

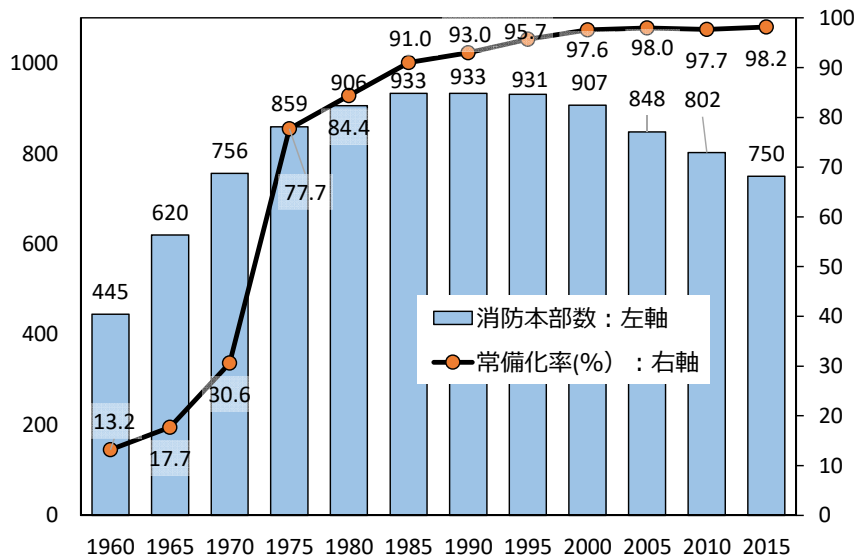


図2 消防本部の数と常備化率(%)

※消防白書³⁾より筆者作成

2.2 平常時の都市大火リスクを激減させたのは常備消防力の整備

この間に平常時の大火が激減した理由は何であろうか。ひとつは、都市における鉄筋コンクリート造建物など耐火造建築の増加、また、木造建物の外壁不燃化を図った防火構造建築の普及など、市街地が延焼しにくい構造となったというハードの要因を誰しもが思い浮かべるであろう。しかしながら、それだけでは説明には不十分である。なぜなら、都市の不燃化は都市中心部など一部に留まり、またその歩みも遅く、現在に至るも大都市のみならず地方都市においても多くの木密地域が残っており、上述の糸魚川市大規模火災にみるように、今でも平常時の都市大火の潜在的风险が存在し続けているからである。

それでは、その他の決め手となった要因は何だろうか。実は、もうひとつの重要な要因が公設の常備消防力の整備という、いわばソフトの要因である。図2の棒グラフは全国の消防本部の数、折れ線グラフは消防の常備化率の推移を示す。常備化率というのは、常備消防、いわゆる市町村の公設消防がカバーしている管轄区域の人口の全人口に対する割合のことである。常備消防の整備は、1961年に初めて定められた消防力の基準に基づいて全国共通の考え方で一気に進められた。

図2から、1965年から1975年にかけて常備化率が急激に伸びていることがわかる。伸びはじめの1965年にはまだ18%くらいであったのが、その10年後の1975年には78%になっている。わずか10年の間に全国で約80%に達し、ほとんどの地域で公設の消防機関が24時間待機してカバーする状態に劇的に変化したのである。この結果、ほとんどの火災が出火した火元建物だけ、あるいは近隣の数件焼損の規模で消せるようになり、そのおかげで市街地大火にまで拡大する火災が激減し、1976年酒田市大火を最後に2016年糸魚川市大規模火災までの40年間、平常時の都市大火は発生しなかったのである。しかしながら、1960年代以降の消防力の常備化が平常時の都市大火の終焉をもたらしたことは、火災や消防防災を専門に研究している人以外にはよく知られておらず、一般の人の間では都市大火へのリスク認識の低下につながったとも言える。

3. 阪神・淡路大震災で喚起された地震時の同時多発火災のリスクと公設消防力の限界

今日、平常時には大規模な市街地火災が起きることはきわめてまれである。なぜなら、常備消防力の整備によって、通常は一つの火災に対して多数の消防車がかけつけて圧倒的優勢の消防力により火災初期のうちに消火してしまうからである。しかし、大規模地震時には、その地域にある消防ポンプ車数を上回る火災件数が発生する場合があります、そうすると全ての火災に対応できないために消防力が劣勢となり、一部の火災は否応なしに延焼してしまう可能性がある。たとえば、1995年阪神・淡路大震災では、神戸市長田区などの木密地域で同時多発火災が発生し、幾つもの大規模延焼火災が起きた。

表1は、神戸市、西宮市、芦屋市において、地震当日の17日午前7時までに発生した建物火災の状況とこれらに対する初動時の消防活動条件をまとめたものである⁴⁾。神戸市では午前7時までに、地震直後に出動可能であった40の消防ポンプ車数を上回る63件の火災が発生していた。さらに、地震被害も火災も少なかった垂水、北、西の3区を除いて考えると、同時多発火災62件に対して出動可能なポンプ車数は、火災件数を遥かに下回る28台しかなかったことになる。要するに、1件の火災に対して消防車1台が出動するという計算でも、34件の火災には初期対応できなかったのである。もちろん、このときの大規模延焼火災発生の背景には、火災件数に対しての消防隊の劣勢に加えて、広範に断水が起き平常時に頼りにしている消火栓が使えなくなったこと

や、家屋等の倒壊によって道路閉塞が起きるなど、激震時に伴う多数の消防活動障害の発生も大きな要因としてあった。

表 1 兵庫県南部地震直後の神戸市、西宮市、芦屋市における火災発生状況と消防活動条件⁴⁾

市 区	管轄或内 世帯数	全焼損 棟数	火災1件 当たり 平均焼 損棟数	17日7:00までに出火した建物火災*			地震直後に 出動したポン プ車数(可能 だった隊数)	消火栓使用 の可否状況	防火水槽の 数(公+私)
				出火件数	1000㎡以上焼損 の件数 割合(%)	1棟火災 ()内はRC			
西宮市	163,785	90	2.4	16	2(13%)	7(3)	21**	使用不能	927
芦屋市	33,906	23	1.8	7	0(0%)	5(4)	8**	使用不能	60
神戸市	581,700	7,326	53.5	63	37(54%)	17(15)	40	ほぼ使用不能	1,303
東灘	77,000	367	16.0	9	4(44%)	3(3)	5	最長2時間	38
灘	55,000	559	29.4	13	7(54%)	2(2)	4	使用不能	100
中央	56,000	107	4.1	9	2(22%)	6(5)	5	一部可能	147
兵庫	53,000	1,038	45.1	11	6(55%)	3(2)	5	使用不能	104
長田	53,000	4,814	218.8	13	11(85%)	2(1)	5	使用不能	93
須磨	66,000	432	27.0	7	4(57%)	1(1)	4	使用不能	129
垂水	87,000	6	1.0	0	0(0%)	0(0)	4	使用不能	77
北	71,000	2	2.0	0	0(0%)	0(0)	5	——	259
西	63,700	1	1.0	1	0(0%)	1(1)	3	使用不能	356

*ほぼ火災で事後に消防機関に報告されたものを除く（1995年11月現在のデータ）

**消防団のポンプ車を含む

4. 激震時の同時多発火災と大規模火災リスクにどう備えればよいか

今後 30 年の間に、南海トラフ巨大地震や首都直下地震が 70%以上の確率で発生する怖れがあると警鐘が鳴らされている。また、わが国では全国至るところでいつ何時、今回の能登半島地震のような激震が発生してもおかしくはない。そして、もし消防力を上回る同時多発火災が発生したときに、どうすれば火災被害を抑えることができるのだろうか。また、激震に伴う様々な消防活動障害の発生に備えて、我々はどのように備えればよいのだろうか。以下には、その対策の要点について述べてみたい。

- まず、第一は木密地域の解消である。東京など大都市の周辺部だけでなく全国至る所に木密地域が存在している。もし、首都直下地震など、震度 6 強以上の地震が首都圏を襲った時には、阪神・淡路大震災時の神戸市長田区で起きたように消防力を上回る同時多発火災が発生し、初期段階で消火できなかった火災が市街地延焼火災となって成長拡大していくことは今後も起こり得る事態であり起こっても不思議ではない。こうした市街地延焼火災の防止あるいは被害軽減のためには、道路の拡幅や沿道の不燃化による延焼遮断帯の構築や、木密地域の解消という都市計画的対策を進めることが基本であり根本的対策である。このハード対策が進まない限り、また、木密地域が存続する限り、我々はいつまで経っても激震時の大規模火災リスクから脱することはできないと自覚すべきである。
- ただ、木密地域の解消の実現には予算面でも住民合意形成の面でも、また建設の上でも気の遠くなる努力と時間が必要となる。また、わが国には、京都市の街並みや全国にある伝統的建造物群保存地区など、歴史的文化的に価値のある残したい木密地域があることも否定できない。したがって、木密地域の全面的解消とまでは行かなくとも、街並みの中の延焼危険上弱点となる箇所を選んでの沿道不燃化や隣接家屋間の延焼防止を図るための不燃壁の設置、あるいは

個々の建物の耐震化・不燃化の推進など、少しでも延焼リスクを減らすための延焼防止対策の地道な積み重ねが次善の策としてぜひとも必要である。

- 市街地や建物の不燃対策というハードと並行して重要な地震火災対策は、いわばソフト対策とも言うべき地域の消防力の持てる能力を最大限発揮させるための事前準備を行うことである。それには多くの課題があるが、最も重要なポイントを挙げればそれは耐震性防火水槽を整備することに尽きる。今回の輪島市大規模火災を受けて、水利不足対策としてたとえば空中消火の必要などを指摘する声も聞かれるが、そのような大袈裟な対応に頼らずとも、要は地震時にも信頼性の高い消防水利さえ確保することができれば、地上のポンプ車と消防隊員による放水で十分対応可能なのであり、それこそが最も頼りになる消火対策なのである。輪島市大規模火災での地元消防による消防活動はこのことを実証したともいえる。
- ただし、耐震性防火水槽の増設も多くの予算と年月を要する地道な対策である。そこで、工夫の余地があると思われるのは、既存の防火水槽の耐震化に加え、木密地域周辺にある自然水利（海水、河川、池など）の活用と、これらからの防火水槽への補水や中継送水のための地中配管などの設置や発災時に展開する装備の備えを行い、発災時に幾つかの重要な防火水槽をあたかも無限水利のように活用するような工夫を行うことである。
- 消火栓は往々にして断水で使用不能となるので、消防は震災時の消防水利としては防火水槽を基本とするが、消火栓が使えないことによる消防力低下は無視できない。水道配管の耐震化は、消火活動だけでなく住民の避難生活の早期改善、復旧の視点からも極めて重要であり、本来、国土強靱化の基軸政策の一つに据えてでも取り組むべき課題だと筆者は考える。
- 上記のいわば公的な対策（公助）のほかに、少しでも地震火災リスクを減らすための身近に各家庭で行える対策（自助）として、様々な耐震装置付き機器の使用、マイコンメータや感震ブレーカなどの設置による出火防止の努力、消火器や消火水の備え、住宅の耐震化、家具転倒防止などは大変効果的な防災対策である。
- また、地域の防災力（共助）としては、消防団、自主防災組織等の活性化、地震時に住民も使える消防水利の確保と可搬消防ポンプやスタンドパイプのような消火器具の整備と習熟などが地域防災力向上にとって重要である。

さいごに強調しておきたいのは、地震火災への対策や都市防災対策の推進には即効薬も特効薬もないということである。上記の根本的対策（公助）を進める一方で、身近に行える対策（自助、共助）の合わせ技で備えることが必要である。

参考文献

- 1) 消防庁：輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方に関する検討会(資料 2) 令和 6 年能登半島地震において発生した輪島市大規模火災における消防庁長官の火災原因調査, 2024.3.
- 2) 国土交通省：報道発表資料「地震時等に著しく危険な密集市街地」について, https://www.mlit.go.jp/report/press/house06_hh_000102.html
- 3) 消防庁：令和 3 年版「消防白書」
- 4) 関澤愛：阪神・淡路大震災による市街地火災と喚起された課題, 日本建築防災協会「建築防災」, 2014.12

第 27 回消防防災研究講演会資料

令和 6 年 11 月 21 日 発行

禁無断転載

発行 消防庁 消防研究センター

〒182-8508

東京都調布市深大寺東町 4-35-3

TEL 0422-44-8331

<https://nrifd.fdma.go.jp/>
