

## □ 令和6年能登半島地震における 輪島市大規模火災の延焼状況

消防庁消防大学校消防研究センター 技術研究部  
大規模火災研究室長 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<sup>1)</sup>。この地震で震度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 m<sup>2</sup>、焼損棟数約240棟の被害<sup>2)</sup>となった。本稿では、この火災の延焼状況について調べた結果を紹介する。まだ延焼状況が明らかになっていない区域も複数あるが、これまでに明らかになった範囲について報告する。

### 2. 延焼状況の推定方法

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. 風の状況

最初に、延焼に与える影響が大きい風の状況について示す。輪島市内で測定された気象データは、以下に示す通り火災覚知から鎮圧時までの間、風

が弱いことを示していた。

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0.2m/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0.4m/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

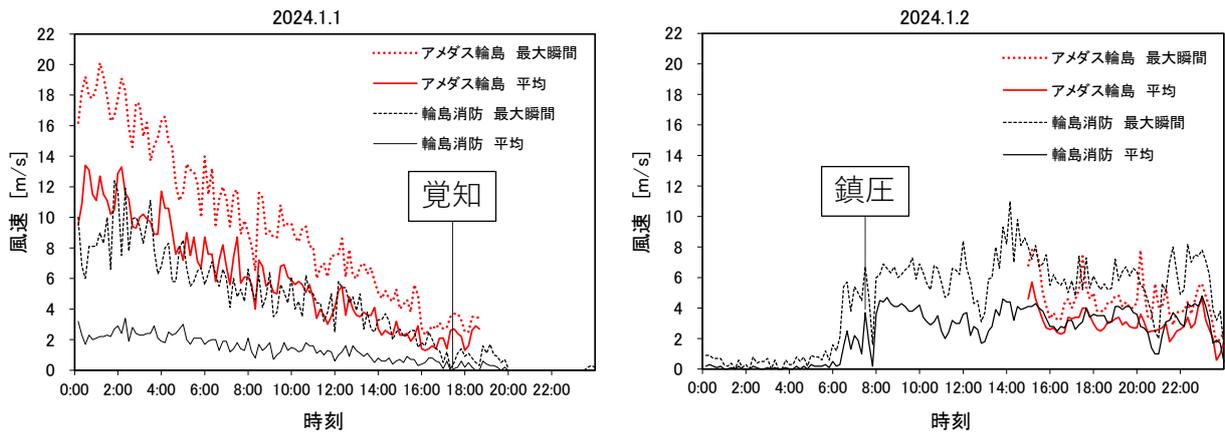


図1 1月1日、2日の最大瞬間風速と平均風速の変化

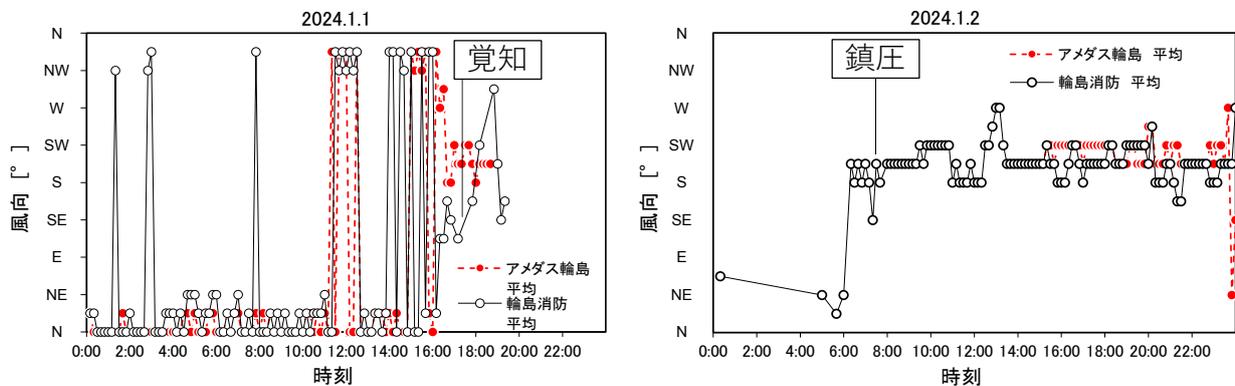


図2 1月1日、2日の平均風向の変化

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1.3～2.9m/sである。同じ時間帯の輪島消防の平均風速は0～0.6m/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。

延焼中の風が南寄りの弱い風であったことは、4.1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。

## 4. 延焼状況の推定結果と分析

### 4.1 延焼動態

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旋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、断続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。特に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るのみで、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 延焼動態図

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ことは分かった。

#### 4.1.1 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0～0.6m/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。

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にはほぼ一致する。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。

#### 4.1.2 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情報がなく、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。

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0～0.3m/sでほぼ無風である。

## 4.2 延焼速度

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。結果を表1に示す。

風上（南）方向の延焼速度は35m/hとなった。この延焼の始点は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。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0～0.6m/sで、平均0.2m/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21m/hとなった。延焼速度の始点は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。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0～0.2m/sである。4.1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。

これらの延焼速度を表2に示す過去の市街地火災の延焼速度と比較する。比較の対象は、弱風下

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 $V_w$ [m/h]	阪神・淡路大震災(表2)の延焼速度 $V_H$ との比 $V_w/V_H$	糸魚川市大規模火災(表2)の延焼速度 $V_I$ との比 $V_w/V_I$
風上	南	南南西	0.2	76	17:58	20:08	130	35	1.4-1.5	0.7-1.1
風横	東	*注	*注	83	19:24	23:24	240	21	0.8-1.8	0.4-0.5

\*注: 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

表2 過去の大規模市街地火災の延焼速度

	風上		風横		風下	
	風速 [m/s]	延焼速度 [m/h]	風速 [m/s]	延焼速度 [m/h]	風速 [m/s]	延焼速度 [m/h]
阪神・淡路大震災 $V_H$ <sup>3)</sup>	1.0	23, 26	1.0	23, 26	1.0	23, 26
	1.1	23	1.1	12, 18	-	-
糸魚川市大規模火災 $V_I$ <sup>4)</sup>	9.8	33	10.9	40, 56	12.7	28*
	11.1	48	11.4	59		

\* 飛び火の影響を含まない出火直後の延焼速度

での延焼火災となった阪神・淡路大震災での風速1.0、1.1m/s 下での延焼速度と、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（以下、糸魚川火災）での9.8～12.7m/s 下での延焼速度である。両火災とも、一つの風速に対して複数の延焼経路上の異なる延焼速度が得られた場合があるため、表2には資料<sup>3,4)</sup>に掲載された延焼速度を風速毎にすべて記した。

比較の結果を表1に示す。輪島火災の風上方向への延焼速度は阪神・淡路大震災の約1.5倍であり、糸魚川火災の0.7～1.1倍である。輪島火災の風横方向の延焼速度は阪神・淡路大震災の0.8～1.8倍、糸魚川火災の半分程度である。輪島火災の風下方向への延焼速度は、今のところ風上・風横方向と同等の精度では求められない。ただ、4.1.1節に記した通り20時頃までは風上方向とほぼ同程度である。よって、輪島火災の風下方向延焼速度が風上方向延焼速度35m/hと等しいと仮定すると、阪神・淡路大震災での風下方向延焼速度は表2に示した通り23～26m/hなので、輪島火災の風下方向延焼速度は阪神・淡路大震災の風下方向延焼速度の1.3～1.5倍、糸魚川火災の風下方向延焼速度は28m/hなので糸魚川火災の風下方向延焼速度の1.3倍となる。ここで、糸魚川火災の延焼速度には、飛び火の影響を含まない出火直後の値を用いている。

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、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かもしれない。つまり、火災前線の端部は中央部に比

べて火炎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耐火建物<sup>2)</sup>や、そのすぐ南側の道路からの消火<sup>5)</sup>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21m/hよりも遅くなっている可能性がある。

### 4.3 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4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

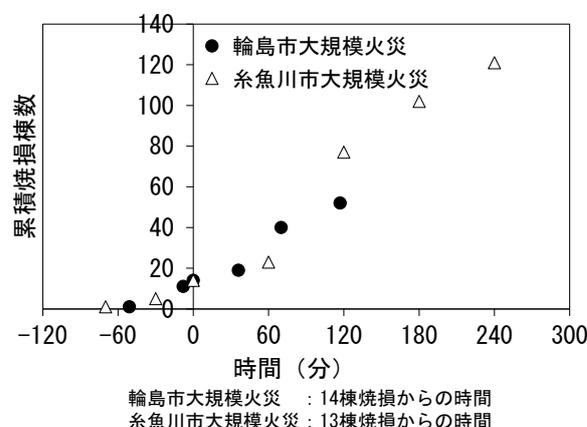


図4 累積焼損棟数の時間変化

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推定時刻が不明で覚知時刻しか分からない。出火時刻と覚知時刻を時間軸の同じ原点とすると、焼損棟数の時間変化の比較が正しくできない。そこで両火災の焼損棟数がほぼ等しい時点、つまり輪島火災は14棟焼損時、糸魚川火災は13棟焼損時を図の横軸の原点とした。

図4より、両火災の初期の傾きに大きな違いは見られない。これについて詳細に見るために、各時刻の1時間あたりの焼損棟数の時間変化を調べたものが図5である。この図は図4から後退差分で求めたものである。ここで、輪島火災の14棟焼損時点（横軸0分）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、17時23分に1棟の火災が覚知された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5より、輪島火災の20時11分までの1時間当たりの焼損棟数は、8～37棟/時の間で変化する。糸魚川火災は出火2時間後から3時間後頃間に複数の街区で急激に延焼が進み、図5で言えば120分の時点で1時間あたりの焼損棟数が54棟/時まで急増する。輪島火災ではこれほどの急増は見られないが、両火災の1時間当たりの焼損棟数は、糸魚川火災が急増するまでは、それほど大きくは異なる値を示していることが分かる。また、増減傾向は両火災で酷似している。延焼状況が異なる両火災に対して、なぜこのような結果が得られたのかについては、現在分析中である。

## 5. おわりに

弱い南寄りの風の下で延焼した本火災は、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。本火災の延焼速度は、阪神・淡路大震災の風速1.0、1.1m/s 下での延焼速度と比べると風上方向は約1.5倍、風横方向は0.8～1.8倍、糸魚川市大規模火災の延焼速度と比べると風上方向は0.7～1.1倍、風横方向は半分程度であった。火災初期の1時間当たりの焼損棟数は糸魚川市大規模火災と同程度であった。ここで得られた結果についてはさらに分析を進め、また、延焼状況が分かっていない区域については情報収集を継続する必要がある。

## 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

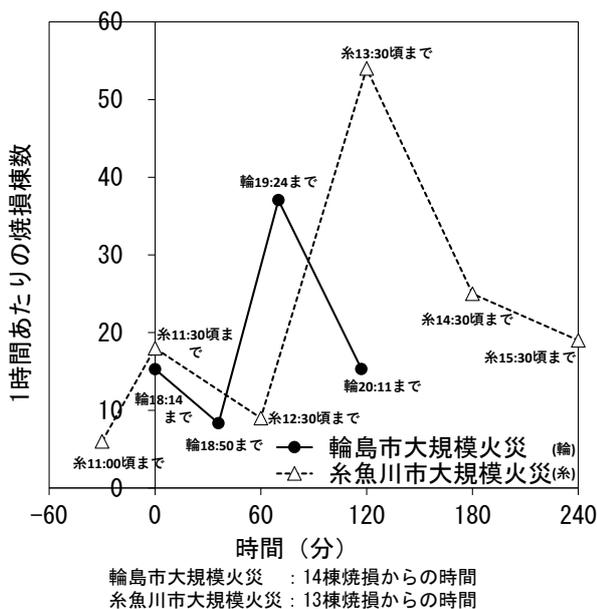


図5 1時間あたりの焼損棟数の時間変化

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6月27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](http://nrifd.fdma.go.jp/research/saigai_chousa_shien/notohantou_jishin/files/20240215_1.pdf)（2024年6月27日アクセス）

- 3) 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.
- 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，消防研究技術資料第84号，2018.
- 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（第1回），資料6，地元消防本部と消防団の活動状況等，[https://www.fdma.go.jp/singi\\_kento/kento/post-148.html](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-148.html)（2024年6月27日アクセス）