

延焼シミュレーションに資する延焼火災の実態

Actual Conditions of Fire Spread that Contribute to Improving Accuracy of Fire Spread Simulation

桑 名 秀 明

要 約

近年、市街地火災、大規模建物火災などが発生している。施工対象である棟単位の建物に関しては、耐火性能、避難安全性能を確認することで安全を検査することができる。しかし、地震後火災のような、建物が延焼していくことで、街区が広く燃えることは実態としても多くないため、どのような状況になるのか想定するのが困難である。延焼火災が起きることで避難が困難になることも考えられるため、延焼を事前に検討するシミュレーションシステムを構築中である。今回は、延焼シミュレーションに資する、過去の大火および延焼火災について知見をまとめた。大火事例からは地域特性、気象特性などの関係性を、火災統計からは延焼火災の規模や頻度などの状況を、糸魚川の調査からは延焼を阻止する要因などを把握することができた。

目 次

- I. はじめに
- II. 過去の大火事例
- III. 火災統計報告に見る延焼火災
- IV. 糸魚川市大規模火災
- V. おわりに

I. はじめに

「火災」とは、爆発を除くと、①人の意図に反して発生、拡大すること、②消火の必要がある燃焼現象であること、③消火のための道具を必要とすること、と定義されている¹⁾。火災は身近な現象であるが、備えとしては火災保険が中心で、避難まで検討できている人は多くないと考えられる。火災が発生すると、物が燃える以外に大量の煙や有毒ガスが発生し、避難者に多大な影響を与える。また、放射熱や飛び火により、火災が届かなくても周辺建物へ延焼する危険性がある。

市街地が延焼するような大規模火災においては、延焼が徐々に拡大することで避難時に延焼範囲に取り囲まれ逃げ場を失う可能性がある。そこで、火災リスクの評価や延焼の影響を受けにくい避難経路の事前検討などに活用することを目的として、市街地延焼シミュレーションシステムを構築中である。

本報では、構築の準備として、過去の大火事例や火災統計などから延焼に関する知見についてまとめたので報告する。

II. 過去の大火事例

大火とは、消防白書では焼失面積 33,000 m² (1 万坪) 以上の場合と定義²⁾している。1945 年以降の大火の事例²⁾を Table 1 に、発生した市区町村の位置を Fig.1 に示す。34 番は新潟地震、42 番～47 番は兵庫県南部地震、49 番・50 番は東北地方太平洋沖地震を起因とした地震火災である。死傷者数は火災が原因と推定されるものである。風速は主に所轄消防署に設置されている観測装置の値である。市区町村位置は 2011 年の行政区分を基に作成した。

時系列でみると、昭和 44 年まではほぼ毎年発生している。以降の減少の理由としては、①建築基準法や消防法の改正、②消防力の強化、③裸火（煙突、焚火）取扱いの減少、④密集市街地の減少、⑤防火意識の向上などが挙げられる。

出火場所を都道府県別の件数（同じ地震を起因とした火災は 1 件とする。）でみると、秋田県が 6 件、北海道と新潟県が 5 件、長野県と青森県が 3 件と北日本に集中している。Fig.1 に示されるように、沿岸地域での発生が多い。発生原因の多くはたばこ、ストーブ、煙突、こんろ等であり、小さな火種から拡大している。焼損棟数の少ない、41 番、51 番、52 番は倉庫、35 番、48 番は工場である。工場・倉庫は窓が少ないことから消火活動が困難であり、消火に時間を要し、焼損面積が大きくなったと思われる。市街地火災は死者数が少ないのも特徴であるが、死者数の多い 20 番は、洞爺丸台風襲来時の夜間に発生し、風が強く風向きも変動したためである。

キーワード：火災、延焼、シミュレーション、大火、糸魚川
Keywords：fire, spread fire, simulation, large fire, Itoigawa

Table 1 1945年以降の大火の事例
(Large Fire since 1945 Year)

番号	出火場所	出火年月日	死者数	焼損棟数	焼損面積 (㎡)	出火原因	平均 風速 (m/s)	最大 風速 (m/s)
1	新潟県村松町	昭和21年 5月8日	2	1,337	135,231	煙突の火の粉	8.0	15.0
2	福島県田島町	昭和21年 5月20日	—	515	44,781	マッチの火が油に引火	3.3	11.3
3	長野県飯田市	昭和21年 7月15日	—	198	33,500	台所の煙突の過熱	4.0	12.0
4	青森県五所川原町	昭和21年 11月23日	—	594	76,303	たばこの吸がら	10.0	15.0
5	新潟県両津市	昭和22年 4月17日	—	315	57,806	煙突の過熱	4.0	15.0
6	長野県飯田市	昭和22年 4月20日	—	3,742	481,985	煙突の火の粉	5.5	13.0
7	茨城県那珂湊町	昭和22年 4月29日	—	1,508	80,451	煙突の火の粉	4.3	11.7
8	北海道三笠町	昭和22年 5月16日	2	488	40,260	煙突の過熱	13.0	20.0
9	宮崎県宮崎市	昭和22年 12月7日	—	65	33,000	煙突の過熱	1.8	4.3
10	北海道喜茂別村	昭和23年 5月11日	1	180	35,805	ストーブの不始末	3.0	12.0
11	秋田県能代市	昭和24年 2月20日	3	2,238	210,411	ストーブの残火の不始末	15.7	15.7
12	北海道古平町	昭和24年 5月10日	2	721	103,274	ストーブの不始末	15.0	30.0
13	山梨県谷村町	昭和24年 5月13日	—	334	60,222	モーターの過熱	13.0	14.3
14	静岡県熱海市	昭和25年 4月13日	—	1,461	141,900	たばこ	15.0	30.3
15	長野県上松村	昭和25年 5月13日	18	615	85,000	ストーブの残火の不始末	10.0	15.0
16	秋田県鷹巣町	昭和25年 6月1日	—	599	61,727	取灰の不始末	10.0	10.0
17	山形県温海町	昭和26年 4月24日	—	376	45,124	不明	13.0	15.0
18	三重県松阪市	昭和26年 12月16日	—	1,155	52,315	たばこの吸がら	7.1	12.0
19	鳥取県鳥取市	昭和27年 4月17日	3	7,240	449,295	機関車の飛火	10.8	22.5
20	北海道岩内町	昭和29年 9月26日	33	3,299	321,311	火鉢の残火	21.7	33.0
21	秋田県大館市	昭和30年 5月3日	1	345	38,211	不明	13.0	13.0
22	新潟県新潟市	昭和30年 10月1日	1	892	214,447	漏電	20.2	33.6
23	鹿児島県名瀬市	昭和30年 12月3日	—	1,361	65,997	たばこの吸がら	5.4	8.0
24	秋田県能代市	昭和31年 3月20日	—	1,475	178,933	七りんこんろ	14.5	21.7
25	福井県芦原市	昭和31年 4月23日	1	737	72,498	こたつ	14.8	25.0
26	秋田県大館市	昭和31年 8月18日	—	1,344	156,984	たばこ	8.7	12.2
27	富山県魚津市	昭和31年 9月10日	5	1,677	175,966	不明	9.3	17.0
28	新潟県分水町	昭和32年 4月2日	—	378	36,274	煙突	7.4	—
29	鹿児島県瀬戸内町	昭和33年 12月27日	—	1,628	66,314	七りんこんろの不始末	10.0	15.0
30	岩手県新里町	昭和36年 5月29日	5	1,062	53,047	かまど	30.0	—
31	青森県八戸市	昭和36年 5月29日	—	720	51,752	放火	14.2	—
32	北海道森町	昭和36年 10月23日	—	554	44,664	たばこ	5.5	—
33	長崎県福江市	昭和37年 9月26日	—	486	64,698	マッチ	7.5	15.0
34	新潟県新潟市	昭和39年 6月16日	—	346	57,282	不明(新潟地震)	5.2	—
35	岐阜県各務原市	昭和39年 10月1日	—	6	34,116	不明	1.0	—
36	東京都大島町	昭和40年 1月11日	—	585	37,453	たばこ	22.0	—
37	青森県三沢市	昭和41年 1月11日	—	282	53,537	ガスこんろ	22.0	25.0
38	秋田県大館市	昭和43年 10月12日	—	281	37,790	たき火	5.7	—
39	石川県加賀市	昭和44年 5月18日	—	68	33,846	不明	8.0	—
40	山形県酒田市	昭和51年 10月29日	1	1,774	152,105	不明	12.2	26.3
41	滋賀県甲西町	昭和55年 1月12日	—	2	47,871	不明	0.0	—
42	兵庫県神戸市長田区	平成07年 1月17日	8	441	75,840	不明(兵庫県南部地震)	5.0	—
43	兵庫県神戸市長田区	平成07年 1月17日	60	750	57,459	不明(兵庫県南部地震)	1.0	—
44	兵庫県神戸市長田区	平成07年 1月17日	73	996	89,099	不明(兵庫県南部地震)	5.0	—
45	兵庫県神戸市兵庫区	平成07年 1月17日	40	699	94,787	不明(兵庫県南部地震)	5.0	—
46	兵庫県神戸市長田区	平成07年 1月17日	48	1,130	142,945	不明(兵庫県南部地震)	1.0	—
47	兵庫県神戸市長田区	平成07年 1月17日	5	404	72,295	不明(兵庫県南部地震)	4.0	—
48	栃木県黒磯市	平成15年 9月8日	—	1	39,581	不明	3.0	—
49	岩手県山田町	平成23年 3月11日	—	270	35,910	不明(東北地方太平洋沖地震)	1.0	—
50	岩手県山田町	平成23年 3月11日	—	223	33,082	不明(東北地方太平洋沖地震)	1.0	—
51	埼玉県三芳町	平成29年 2月16日	—	1	43,981	排気管	1.0	—
52	宮城県岩沼市	令和02年 4月30日	—	1	43,836	不明・調査中	4.0	—

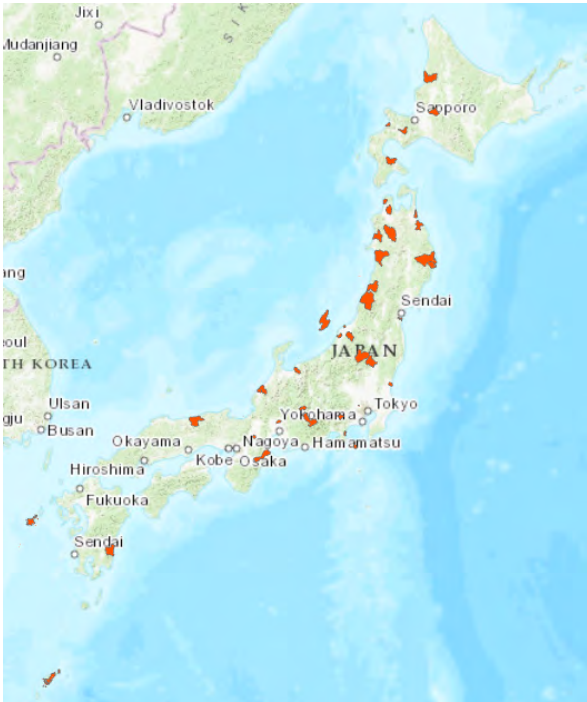


Fig.1 1945年以降に大火の発生した市区町村
(Municipalities with Large Fires since 1945 Year)

Ⅲ. 火災統計報告に見る延焼火災

総務省消防庁では、平成7年度以降国内で発生した火災1件ごとに状況をデータベース化しており、統計概要を年度末に報告³⁾している。また、データベースは情報開示請求により取得が可能である。データベースの内容は、覚知・放水・鎮圧・鎮火等の日時、発火源・経過・着火物等の原因、気候・建物構造・階数・用途等の諸元、焼損状況・延焼状況・死傷者数等の人的・物的損失の結果など数多くのデータが登録されている。

火災の実態を把握するために、基礎データに関して年度ごとの推移をFig.2からFig.4に示す。Fig.2とFig.3は平成10年から令和2年版まで、Fig.4は平成10年から平成28年までの建物火災データで示す。

火災の種類は、建物、林野、車両、船舶、航空機、その他と区分されている。Fig.2に火災による総出火件数と建物火災件数および総出火件数に対する建物火災の割合の推移を示す。総出火件数は平成14年に約6万3千件の最大を示したあとは漸減しており、令和2年では約3万4千件となっている。建物火災件数は平成14年に約3万4千件を最大に漸減し、平成28年以降は約2万件で推移している。火災件数の減少の理由の一つには、住宅火災警報器が平成18年に新築住宅に、平成23年に既存住宅に設置が全国で義務化されたことが考えられるが、建物火災割合でみると55%前後で推移し、減少は見られない。

Fig.3に全火災における死傷者数および火災1000件あたりの死傷者割合の推移を示す。死者数は平成15年の約2250人から、負傷者数は平成17年の約8850人から漸減し、令和2年では死者約1300人・負傷者約5500人と減少しているが、死亡率、負傷率ともに減少は見られない。

Fig.4に建物火災のうち、延焼火災に至った火災の件数およびその割合を示す。延焼火災は、データベースから、爆発を除いた建物火災で、焼損棟数1棟以上、焼損床面積1㎡以上のものを抽出した。データレコード数は約11万件となった。

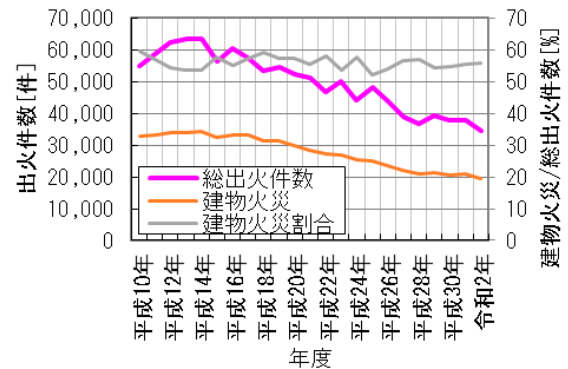


Fig.2 総出火件数, 建物出火件数
(Total Number of Fires, Number of Fires from Buildings)

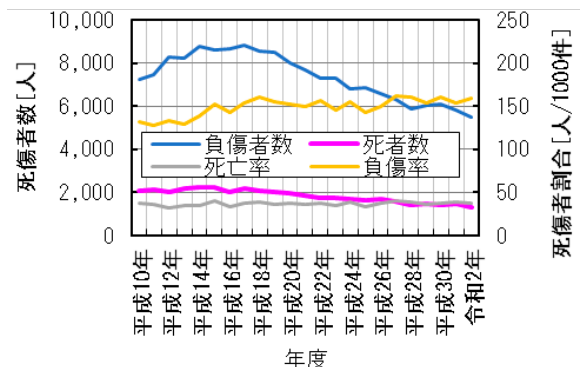


Fig.3 火災による死傷者数
(Number of Casualties by Fire)

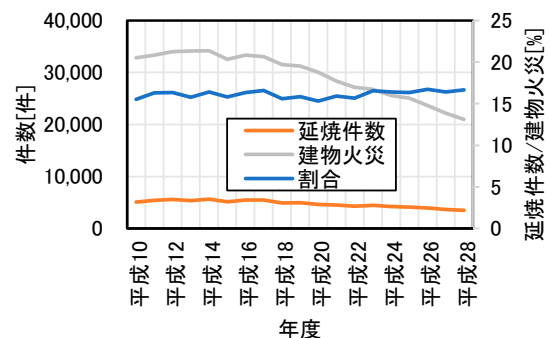


Fig.4 建物火災のうち延焼にいたる火災の件数と割合
(Percentage of Building Fire Spread)

た。延焼火災に至る件数の減少傾向はほかと同じであるが、延焼火災に至る割合は16%前後で推移している。

平成25年に報告された、中央防災会議における首都直下地震の被害想定項目および手法⁴⁾では、Table 2に示すように被害想定的前提条件(想定シーン)を設定している。すべてのシーンで風速は平均的な3 m/sと、比較的強い8 m/sの2種類を設定している。

Table 2 被害想定的前提条件(想定シーン)
(Precondition of Damage Assumption)

シーン設定	想定される被害の特徴
① 冬・深夜	<ul style="list-style-type: none"> ・多くが自宅で就寝中に被災するため、家屋倒壊による死者が発生する危険性が高く、また津波からの避難が遅れることにもなる。 ・オフィスや繁華街の滞留者や、鉄道・道路利用者が少ない。
② 夏・昼12時	<ul style="list-style-type: none"> ・オフィス、繁華街等に多数の滞留者が集中しており、自宅外で被災する場合が多い。 ・木造建物内滞留人口は、1日の中で少ない時間帯であり、老朽木造住宅の倒壊による死者数はシーン①と比較して少ない。
③ 冬・夕18時	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅、飲食店などで火気使用が最も多い時間帯で、出火件数が最も多くなる。 ・オフィスや繁華街周辺のほか、ターミナル駅にも滞留者が多数存在する。 ・鉄道、道路もほぼ帰宅ラッシュ時に近い状況でもあり、交通被害による人的被害や交通機能支障による影響が大きい。

Fig.5に延焼火災が発生した月ごとの時間帯の件数を示す。件数は6月～8月の夏季に少なく12月～4月の冬から春にかけて多い。1か月の中では朝6時頃が少なく日中14時頃に多い傾向を示している。中央防災会議の想定(Table 2)では③の状況に近い。

Fig.6に対数横軸に焼損床面積を、対数縦軸にその面積での延焼火災発生件数としたものを示す。焼損床面積は火災の発生した建物の値であり、件数は当該建物以外に焼損を与えた火災を抽出している。つまり延焼が発生した件数を表している。1㎡から100㎡程度までは約1000件で推移し、100㎡を超えると漸減していく結果となった。この傾向は、小林が報告⁹⁾している傾向と同様である。

Fig.7に対数横軸に焼損床面積を、縦軸に各水準を超える件数を全件数で除した比率=延焼火災が発生した割合を示す。例えば、焼損床面積100㎡を超える件数は約4万6千件であり、これを全件数約11万件で除した場合は約0.42となる。

る。つまり、延焼した火災の内、火災発生建物が100㎡以上焼損した火災は、約40%の割合であった。

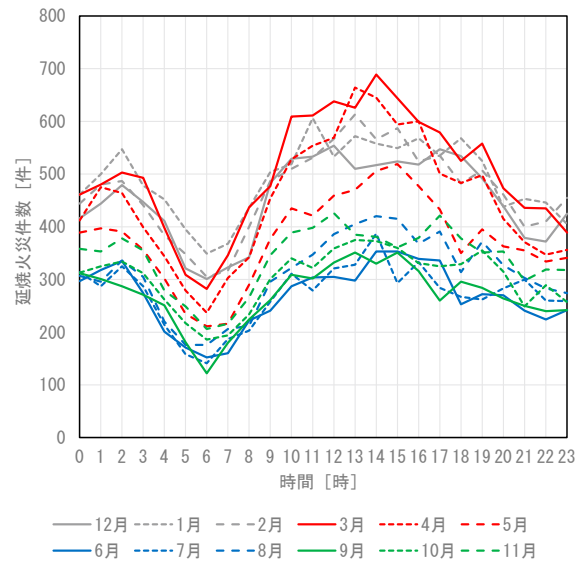


Fig.5 延焼火災が発生した月ごとの時間帯の件数
(Number of Times per Month of Fire Spread)

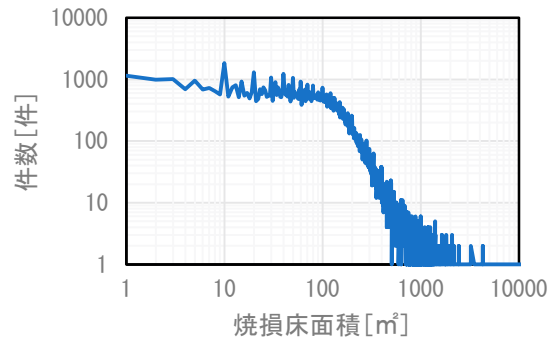


Fig.6 延焼火災の焼損床面積と発生件数
(Burned Floor Area and Number of Fire Spread)

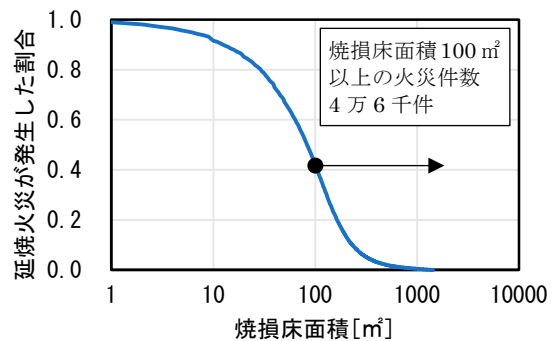


Fig.7 延焼火災が発生した割合
(Percentage of Fire Spread)

IV. 糸魚川市大規模火災

本大規模火災は2016年12月22日・午前10時に糸魚川市駅に近い店舗から出火した。原因は大型コンロの消し忘れであり、店主が戻った際に壁が燃えている状況であった。その後近隣に拡大し、消防隊の消火力を超え、強風による飛び火により同時に複数個所で火災拡大したものである⁹⁾。

20日ほど後の2017年1月11日に延焼状況を現地調査した。写真はすべて筆者が撮影したものである。調査当日は数日前から撤去作業が開始され、道路・歩道は通行可能であるが、敷地は立ち入り禁止であった。Fig.8に延焼範囲を示す。図上が日本海、図右下が北陸新幹線・糸魚川駅である。Photo 1に初期火災地点の状況を、Photo 2に延焼範囲で周囲が全焼していながら延焼しなかった住宅を、Photo 3に駐車場を挟んで全焼した家屋(左)とはぼ被害無しの家屋(右)の状況を、写真の位置をFig.8中に示す。消火活動や周囲建物との離隔、屋根・外壁の防火状況が延焼を防いだものと思われる。



Photo 1 初期火災地点
(Initial Fire Point)



Photo 2 延焼を免れた住宅
(Houses that Escaped the Fire Spread)

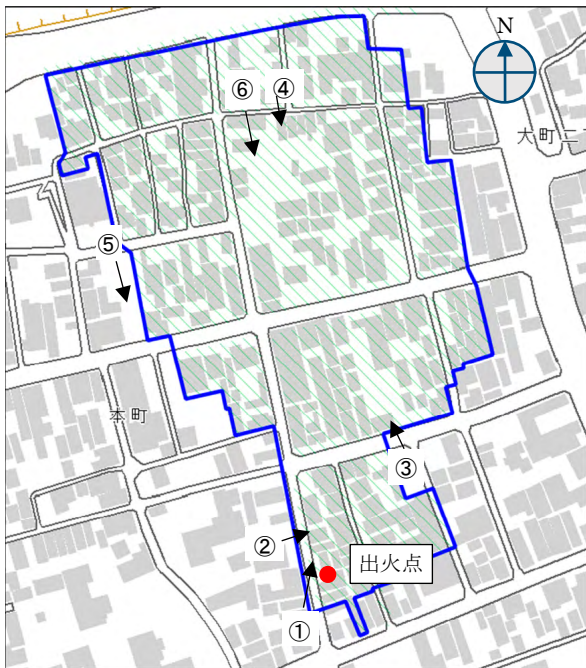


Fig.8 延焼範囲
(Fire Spread Area)



Photo 3 延焼阻止線(駐車場)
(Fire Stopping Line)

Photo 4 に全焼した造り酒屋に残っていた樹木を示す。左側の建物は Photo 2 の④に示す延焼を免れた建物である。岩崎⁷⁾は、この樹木はネズミモチであり、遮熱効果により延焼阻止に寄与した可能性を指摘している。ネズミモチは火炎が到達しうる距離範囲の植樹に適する防火効果のある樹種とされている⁸⁾。



Photo 4 延焼阻止に寄与した樹木
(Trees that Helped Stop the Spread Fire)

V. おわりに

延焼シミュレーションを構築するにあたり、延焼の実態を調査した。大火事例からは地域特性、気象特性などの関係性を、火災統計からは延焼火災の規模や頻度などの状況を、糸魚川の調査からは延焼を阻止する要因などを把握することができた。なお、糸魚川で延焼拡大した要因の一つである飛び火について検討中である。

延焼拡大要因、延焼阻止要因を組み合わせて、より実態に即した延焼シミュレーションを構築していく予定である。

Actual Conditions of Fire Spread that Contribute to Improving Accuracy of Fire Spread Simulation

Hideaki Kuwana

The reality of fire in disasters is not well known, despite its familiarity to us. Fires in urban areas and large-scale buildings are always a concern. For buildings that are to be constructed, fire resistance and evacuation safety can be verified to determine the safety of each building. However, it is difficult to imagine how a fire will spread because it is not common for a fire to spread from one building to another and burn a large area, as in the case of a post-earthquake fire. Therefore, a simulation system is being developed to study the spread of fire in advance. In this report, we summarize the findings of past large fires and fire spreading that contribute to making fire spread simulation more accurate. For the case of large fires, we were able to understand the relationships among regional and weather characteristics, the scale and frequency of fire spread from fire statistics, and the factors that prevent fire spread on the basis of a large-fire survey done in the city of Itoigawa.

参考文献

- 1) 防災行政研究会編;火災報告取扱要領ハンドブック 11 訂版, 東京法令出版, 2007.5.
- 2) 総務省消防庁;令和2年版消防白書,
<https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/r2/> (2022年7月アクセス).
- 3) 総務省消防庁;消防統計(火災統計), 1995年~2018年.
- 4) 中央防災会議 防災対策推進検討会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ;被害想定手法の概要 ~人的・物的被害~,
https://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_butsuri.pdf, 2013.12 (2022年7月アクセス).
- 5) 小林裕;統計データ等を用いた火災リスク研究とデータ科学について, 日本火災学会誌, 69巻1号, 2019.2, pp.17-22.
- 6) 総務省消防庁;糸魚川市大規模火災を踏まえた今後の消防のあり方に関する検討会報告書,
https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento209_15_houkokusyo.pdf, 2017.5 (2022年7月アクセス).
- 7) 岩崎哲也;糸魚川市駅北大火における被災樹木の実態について, ランドスケープ研究(オンライン論文集), 12巻, 2019, pp.10-13.
- 8) 日本火災学会;火災便覧第4版, 2018, p.568.