

都市防災ハンドブック

第5章 その他の防災対策

5.1 都市部における自然災害による火災の危険性とその対策

東京理科大学総合研究院火災科学研究所 教授

小林恭一

都市部において火災危険を伴う自然災害は第一に大規模地震であるが、東日本大震災では津波も各地で大きな火災を引き起こした。高潮も火災を引き起こすことがあるが、河川氾濫による洪水で大規模な火災を引き起こした例は知られていない。また、強風下で火災が発生すると、大規模な市街地延焼火災に発展することがある。

以下、これらの火災の事例や公的被害予測を紹介するとともに、その延焼メカニズムから対策についても考えてみたい。

5.1.1 大規模地震に伴う火災

(1) 大規模地震に伴う大規模な市街地延焼火災

日本では、大規模地震が大規模な市街地延焼火災（以下「市街地火災」）を引き起こすことは良く知られている。最も典型的な例は関東大震災と阪神・淡路大震災である。東日本大震災では、地震動又は津波（後述）に起因する火災は全国で286件発生しているが、地震動起因の市街地火災は発生しなかった¹。

一般に、ほとんどの火災は、火源又は高温の物体と可燃物とが接触することによって起こる。このため、通常はそれらの間に距離をとるか遮蔽物を入れるかして、相互に接触しないようにしているのだが、地震によりそのような措置が破壊されて両者が接触すれば、必ず火災になる。

これは諸外国でも同様であるが、日本はその火災が、しばしば市街地火災に繋がってしまう。その理由は、日本の都市の建物の不燃化度合いが低いためである。諸外国の都市部の建物は、先進国だけでなく多くの発展途上国でも、煉瓦造等により不燃化されているため、火災が発生しても大規模な延焼火災になることはあまりない。ところが、日本では、煉瓦造の住宅が地震に弱く結露等の問題もあるため普及せず、都市部であってもいまだに木造主体の戸建て住宅が多い。このため、そのような住宅が密集している地域では、地震によって複数の火災が同時に発生すると、消火出来なかった火災が市街地火災に繋がってしまう。

(2) 防火構造と消防体制

地震動起因でなくても、木造密集市街地で火災が発生すると容易に市街地火災に発展することは古くから知られている。このため、日本では密集市街地の木造建築物の延焼のお

¹ 平成23年（2011）版消防白書

そのある部分²を防火構造³とするとともに、屋根を不燃化して⁴飛び火火災を防ぐことにより延焼速度を遅らせ、その間に消防隊が駆けつけて消火することにより市街地火災を防ぐ戦略をとっている。

防火構造は、外壁と軒裏をモルタルでコーティングし、開口部には防火性能の高い戸を入れるという構造が典型的なものである。現在は、その他にも様々な乾式工法が開発されているが、その耐火時間は30分である⁵。

このような防火構造の延焼防止性能に合わせて、消防力が整備されている。消防庁の定めた消防力の整備指針⁶により、各市町村は、通報から消防車が現場到着して放水を開始するまでに原則として8分以内になるように消防体制を整備することが求められている。

この指針に従って消防体制が整備されていれば、防火構造の木造住宅が密集している地域で火災が発生しても、普通は市街地火災になることはほとんどない。

戦後頻発していた市街地大火（建物の焼損面積の合計が3万3千m²以上の火災）が1970年頃までにほとんど撲滅された（図1参照）のは、戦後復興に伴い都市部の木造住宅の防火構造化が進むとともに、通報から8分で放水開始できる消防体制の整備が進んだためである。

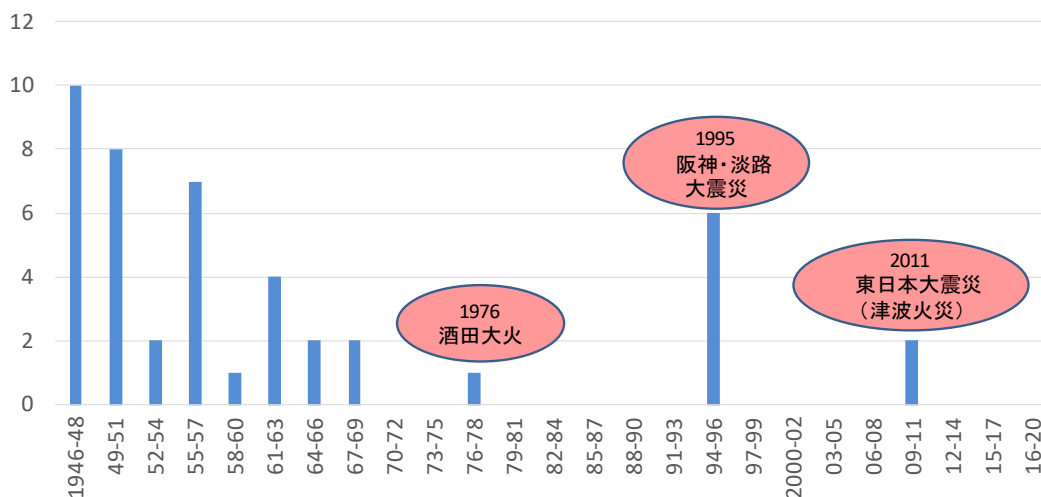


図1 焼損面積33,000m²以上の市街地大火(1946-2020)
消防白書より作成

² 建築基準法第2条第6号

³ 建築基準法第2条第8号

⁴ 建築基準法第22条、第62条

⁵ 建築基準法施行令第108条

⁶ 平成12年(2000)消防庁告示第1号(前身は昭和36年(1961)8月制定の「消防力の基準」)

だが、このように、市街地の大部分を防火構造化した木造住宅で形成し、併せて消防力を整備して市街地火災を防ぐ戦略をとっている国は日本くらいのものである。発展途上国も含めて多くの国では、都市部の密集市街地の住宅は煉瓦等の不燃材料で造られており、建物の不燃化を徹底することにより市街地火災を防ぐ戦略をとっているのである。

(3) 防火構造は地震火災には不適

日本の市街地火災防止戦略では、大規模地震などで消防体制が十分機能しなければ、木造密集市街地の多くで市街地火災が発生してしまう可能性がある。このことは、図1で1995年（阪神・淡路大震災）に6件の市街地大火が発生しているのを見れば明らかである。

典型的な防火構造である木造モルタル造は、木造建築物の外壁の下地として木ずりという薄い木製の横板を隙間を空けながら貼り付け、その上に鉄網を貼り、その鉄網にモルタルを付着させて外壁を形成する。このような構造であれば、外部から炎にさらされても一定時間は延焼を防ぐことができる。だが、強い地震動に見舞われると、このモルタルが鉄網ごと剥がれ落ちることが多い（図2参照）。モルタルが剥がれ落ちて木ずりが剥き出しになった木造住宅は、極めて延焼しやすい。このことが、阪神・淡路大震災の時の市街地火災頻発の原因の一つになっている。



図2 熊本地震の際に剥がれ落ちた防火構造のモルタル被覆
熊本県益城町(筆者撮影)

防火構造は、所詮は木造で耐火時間はせいぜい30分しかないため、たとえモルタルが剥離落下しなくても、周囲の建物の火災を消火できなければ、やがて延焼し、建物構造自体も延焼媒体となって更なる延焼を引き起こす。耐火建築物でも、延焼のおそれのある部

分に設けられている開口部の防火戸の耐火時間は20分⁷なので、そこから内部に火が入って火災になることはある（図3参照）が、外壁など構造体が燃えてさらなる延焼を引き起こすことはない。



図3 市街地火災で延焼した耐火建築物（2016年12月糸魚川大規模火災）
（撮影 総務省消防庁消防研究センター）

以上のように、防火構造化された木造建築物は、消防力が機能する通常時は市街地火災を防止するのに十分な性能を持っているが、大規模地震の際のように、同時多発火災の数が消防力を上回り又は給水網が破壊されて水が出ないなどにより初期消火に失敗すれば、容易に市街地延焼火災に発展する危険性を秘めた構造なのである。

（4） 不燃領域率を70%以上とすることが目標

大規模地震による市街地火災に関する政府の被害予測は以前から多々出されているが、たとえば中央防災会議では、東日本大震災後に、南海トラフ地震については最大76万4千棟⁸、首都直下地震については最大41万2千棟⁹の建物が地震起因の市街地火災で焼失するなどとしている。

このような市街地火災を防ぐため、政府としても木造密集市街地の不燃化は大きな政策課題になっている。阪神・淡路大震災後の1997年に「密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律」が制定された。この法律に基づき、国土交通省では、2003年7月

⁷ 建築基準法施行令第109条の2

⁸ 中央防災会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ「南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）」2012年8月

⁹ 中央防災会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ「首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）」2013年12月

に重点密集市街地の解消を目指す事業を立ち上げ、さらに2010年9月には、地震時等に著しく危険な密集市街地（新重点密集市街地）を重点的に解消していく事業を開始するなど、積極的に取り組んでいる。

この事業では、不燃領域率が40%以下で地震時の建物倒壊等により道路等が閉塞されるなど特に危険性の高い地域を「新重点密集市街地」として設定し、その地域の不燃領域率を70%以上とすることを目標として事業を行っている。不燃領域というのは、空地と耐火建築物の建蔽部分を合計した領域のことである。準耐火建築物の延焼防止性能は耐火建築物の80%相当とみなすことができるとされている。阪神・淡路大震災以降の研究で、この不燃領域の割合（不燃領域率）が地域面積の70%以上であれば、たとえ消防力が十分機能しなくても市街地火災には発展していかないことが知られている。新重点密集市街地は、2012年には全国で197地区、5,745haあったとされている。

東京都では、東日本大震災の後、木造住宅密集地域の改善を一段と加速させるため、2012年に「木密地域不燃化10年プロジェクト」を立ち上げた。このプロジェクトでは、特に甚大な被害が想定される整備地域を対象に、特別な支援により不燃化を推進する不燃化特区制度の活用と、延焼遮断帯を形成する主要な都市計画道路である特定整備路線の整備を一体的に進める事業を行った。このプロジェクトは、2021年3月に終了したが、達成率が不十分だったためか、具体的な施策のうち、不燃化特区制度の活用と特定整備路線の整備については、取組を5年間延長し、引き続き、整備地域の防災性の向上を進めている。

「木密地域不燃化10年プロジェクト」終了後の2022年5月に東京都防災会議で定められた「東京都の新たな被害想定～首都直下地震等による東京の被害想定～」では、最も被害が大きいとされる都心南部直下地震の場合、冬の夕方風速8mの時に地震が発生すると、18万8千棟が焼失するとされており、東京でも、大規模地震による市街地火災対策は、まだまだ不十分であることがわかる。

(5) 準防火地域と防火構造

一つの火災が市街地火災に拡大しないようにするため、都市部の延焼リスクが高い地域は都市計画で防火地域や準防火地域に指定されることになっており¹⁰、建築基準法で床面積や階数に応じて不燃性の高い建築物が建築されるように措置されている¹¹。この制度は建築基準法が制定された1950年から行われているので、既に70年以上経過しており、これまで述べて来たように、消防力の整備と相まって、普通の市街地火災の撲滅には大きく貢献したのだが、大規模地震に伴う市街地火災を防ぐことには成功していない。

その理由の一つは、準防火地域には、防火構造とした木造建築物の建築がいまだに認め

¹⁰ 都市計画法第8条第5号

¹¹ 建築基準法第5節（第61条～第66条）

られているからである、というのが筆者の考えである。防火地域は原則として耐火建築物か準耐火建築物にしなければならずハードルが高いため、市街地火災のリスクの高い密集市街地の多くは準防火地域に指定されているのだが、このことが問題を深刻にしている。

先述のように、木造住宅密集市街地不燃化プロジェクトでは、防火構造とした木造住宅は除却したり建て替えたりする対象なのだが、建築基準法では、その地域に再び防火構造とした木造住宅を建設することが認められている¹²。これでは、施策に一貫性がないと言われてもしかたがない。

準防火地域に依然として防火構造とした木造建築物を建てるのが認められている理由は、日本人の木造嗜好が強いとか、木造は地球環境に優しいとか、里山環境の維持保全のためには適正量の木材使用が必要とか、建設技能者が木造建築にシフトしているとかいろいろありそうだ。だが、準防火地域に木造建築物を建てたいなら、既に1993年から、木造準耐火建築物にする途が開かれている。準耐火建築物であれば、防耐火性能が確認されており、不燃領域の構成要素としても認められている。

2018年に建築基準法令の集団規定に関する大幅な改正があり、防火地域と準防火地域に建設できる建築物が性能の視点から見直されて非常にスッキリしたが、その中に防火構造が取り残されていること自体に大きな違和感がある。

大規模地震に伴う市街地火災で大量の焼失家屋が発生することは、日本の都市防災の最大の課題の一つである。準防火地域に防火構造とした木造建築物の建設を認めることは早急にやめるべきである、というのが筆者の考えである。

(6) 危険物施設の火災

大地震により、石油コンビナートなど危険物を扱う施設が破壊されると、危険物の流出などにより火災になる可能性がある。東日本大震災では、千葉県市原市のコスモス石油千葉製油所の液化石油ガスの貯蔵施設で火災が発生し、複数のガスタンクが炎上・爆発して近隣の危険物製造所等や指定可燃物施設へ燃え移った。付近住民に対して避難勧告が出されるなどして、出火から鎮火まで10日間を要した。この火災以外に、全国で地震起因の危険物施設の火災は5件発生している¹³。

石油コンビナートなどでは、地震の際に、大型石油タンクの浮き屋根が地震動により揺すられて（スロッシング）発火したり、浮き屋根が破損して油中に沈み引火しやすい油面が剥き出しになって発火したりする火災が知られている。前者の例としては新潟地震

（1964年6月）の昭和石油新潟製油所の火災が、後者の例としては十勝沖地震（2003年9月）の出光興産苫小牧工場の火災がある。

大地震により危険物施設が破壊されて大規模な爆発や火災を起こす潜在的危険性は極め

¹² 建築基準法施行令第136条の2

¹³ 平成23年（2011）版消防白書

て高いが、関係者も関係行政機関もそのことは十分承知しており、それらの施設を一般市街地から離すゾーニングを行っているほか、普段から入念な対策を講じている。東日本大震災で、青森県から神奈川県までの太平洋岸にあった危険物施設は多数あるが、全体として上記程度の事故で済んだのは、予め講じていた対策が奏功したとみるべきだと考えている（図1参照）。

5.1.2 大津波に伴う市街地火災

(1) 大津波に伴う市街地火災の例

表1は、東日本大震災の際に、大津波に伴い市街地火災が発生した主な事例である。このうち岩手県山田町の火災と宮城県気仙沼市鹿折の火災は、消防白書でも市街地大火として記録されている¹⁴。

発生日月	発生場所	焼損面積	概要
2011年3月	岩手県山田町	107,600㎡	市街地火災
	岩手県大槌町	130,000㎡	市街地火災と林野火災
	宮城県気仙沼市	102,000㎡	市街地火災と林野火災
	宮城県石巻市	56,100㎡	市街地火災
	宮城県名取市	16,200㎡	市街地火災

消防白書(2011年度版)より作成

大津波は、津波による洪水の被害が甚大であり、津波と火災が直感的に結びつきにくいこともあって、大津波に伴う火災（以下「津波火災」）は忘れられがちだが、昭和三陸地震津波（1933年3月）や奥尻島の津波（1993年7月）の際にも市街地火災が発生しており、そう珍しいことではない。

(2) 津波火災のメカニズム

津波火災のメカニズムは、津波火災跡地の調査や被災者からの聞き取り調査、当時の映像などから、筆者は、以下のようなことではないかと考えている。

津波が堤防を越えて市街地に押し寄せると、木造の建物は、浮き上がって流されるか、柱、梁、壁、床などの木造構造部材が破壊されてばらばらになり、その取用物とともにデブリとなって流される。津波はある程度の標高の地点まで達すると遡上をやめて引き始める（引き波）。この時、運ばれて来たデブリの相当部分は津波の最大到達地点近くや、津波の流れを妨げる大型建造物の周囲に取り残され、道路や空き地はデブリで埋め尽くされる（図4）。

¹⁴ 平成23年(2011)版消防白書

図4 家屋と家屋の間に取り残された津波のデブリ



国土地理院「被災地の空中写真」 2011年3月13日撮影⁵

津波は何度か押し寄せるが、その時、たまたま火の着いた物品が流されて来ると、取り残されたデブリに着火して火災が発生し、地震にも津波にも耐えて残っていた建築物にも延焼する。消防隊は津波が再度襲って来る可能性があり、デブリで消防車が走れないこともあって活動できないため、市街地火災に発展してしまう。

津波火災については、以下のことがわかっている。

- ① 津波火災が発生するのは、津波が遡上をやめる山際か、デブリのたまりやすい工場など大型建造物の周囲が多いが、普通の市街地の場合もある。
- ② 火がついたまま流されて来て火災の原因となるものとしては、海水で電気系統が短絡することにより発火した自動車、火源の転倒・落下等や電気の短絡等により出火した建物などである。
- ③ デブリは直前までは乾燥していたものであるため、表面が濡れていても着火にはほとんど支障がない。

このような津波火災のメカニズムを考えると、津波火災を防ぐ一つの有力な手段は、津波危険地域に木造建築物を建てないことであることがわかる。

(3) 大津波によるその他の火災

大津波により燃料油のタンクが破壊されたり流されたりして、内部の油が流出して海面を覆い、それに着火する場合もある。東日本大震災では、宮城県気仙沼の港湾火災がその例であり、一時湾内の海面全体が燃えているような状況になった。この火災が大規模な市街地火災に直結することはなかったようだが、海岸近くの建物火災や林野火災の幾つかはこの火災に起因したものだと考えられる。

岩手県山田町では延焼した市街地の中に津波で流されてきた大きな燃料タンクが取り残

されていた（図5）。このような事例は他にもあり、流出した油が延焼を助長した可能性もあるものと考えられる。

図5 津波跡地に取り残された燃料油タンク（岩手県山田町陸中山田駅周辺）



（撮影：東京大学都市工学科山田研究室）

6

また、東日本大震災では、宮城県多賀城市の石油コンビナート地区で、津波後に発生した火災により屋外タンクや工場の建物が焼損し、さらに隣接する高圧ガス施設が爆発する危険があったため、付近住民に対して避難指示が出された¹⁵。

さらに、東日本大震災では、茨城県日立港の輸出用自動車の駐車場で、多数集積されていた自動車の電気系統が海水で短絡して火災になり数百台が焼損する火災が発生した。同じような火災は、2018年台風21号（2018年9月）の高潮により、神戸市と西宮市で発生している¹⁶。

このほか、仙台港にあったくず鉄の貯蔵場が海水を被り、酸化反応（さび）が進んで内部に蓄熱され、発火して火災になった事例がある。

5.1.3 強風に伴う市街地火災

強風に伴う市街地火災としては、酒田大火（1976年10月）が有名である（図1参照）。この火災は、時に風速30mに達する強風が吹き荒れていた日の夕方に木造の映画館から出火し、隣のデパートに延焼した後、デパートの上階から火炎放射器のように吹き出す炎と火の粉によって風下に燃え広がり、22.5ha、1,774棟を焼損したものである¹⁷。この

¹⁵平成23年（2011）版消防白書

¹⁶ 都司嘉宣ら、2018年台風21号の高潮による西宮市、及び神戸市の自動車火災について、津波工学研究報告第36号（2019）

¹⁷ 酒田市大火の延焼状況等に関する調査報告書、自治省消防庁消防研究所、1977年10月

火災は、1970年以降では、地震・津波起因以外の唯一の市街地大火であるが、今から50年近く前の市街地構造で、極めて風の強い日に起こった特異な事例であると考えられて来た。

ところが、2016年12月に新潟県糸魚川市で同じく強風下で焼損面積30,213㎡、焼損棟数147棟の大規模火災（市街地大火の基準である3万3千㎡は超えていないため、大火としては扱われていない）が発生した¹⁸ため、改めて強風に伴う市街地火災が注目されることになった。

強風下で火災が発生すると、大量の火の粉が風下に飛び、その火の粉が防火性能の弱い建物に付着したり隙間に入り込んだりすると、複数の建物がほぼ同時に炎上する可能性がある。その火災の数が消防力を超えると消火出来ない建物が残り、次々に延焼して市街地火災になる。

今回、糸魚川市で延焼した地域は準防火地域に指定されていたため、地震・津波起因以外の火災では市街地火災を防止する能力があると考えられていた防火構造が、実は強風下の火災でも十分な延焼防止能力を有していないのではないか、ということが問題となった。これについては、国土技術政策総合研究所と建築研究所の研究報告書¹⁹で、

- ① 延焼地域は1932年12月に発生した市街地大火で368棟が全焼した地域であり、翌年再建された古い家屋が多数残っていた特殊な地域である。
- ② 延焼火災は、火の粉が多数の古い家屋の隙間の多い屋根瓦や古い剥き出しの木造部分に入り込んで着火したもので、これにより同時多発火災になった結果、消防力を上回って市街地火災になったものである。

という趣旨の報告を行っている。

この報告書は、現在の工業化された屋根瓦と防火構造の組み合わせであれば、強風下の市街地火災を十分防止できることを示していると考えられる。

¹⁸ 平成28年（2016）版消防白書

¹⁹ 平成28年（2016）12月22日に発生した新潟県糸魚川市における大規模火災に係る建物被害調査報告書、国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所、2017年7月