

2012年度日本建築学会大会（東海）  
防火部門  
研究協議会資料

# 地震・津波による火災への備え

## －東日本大震災での被災実像から－

2012年9月

日本建築学会  
防火委員会

## 2012年度日本建築学会大会（東海）防火部門研究協議会資料集

### 地震・津波による火災への備え －東日本大震災での被災実像から－

#### 目 次

1. 危険物施設等の火災・津波被害 西晴樹（消防研究センター）	1
2. 気仙沼市における津波火災に対する考察 北村芳嗣（日本消防設備安全センター）	7
3. 津波火災の実態から見た津波危険地域における建築物再建のあり方 ～木造は制限すべきではないか～ 小林恭一（東京理科大学）	11
4. 津波避難ビルの周りに漂着した可燃物の状況と火勢 西野智研（神戸大学）	15
5. 津波火災危険域における避難拠点建物への火災影響と防火対策 野竹宏彰・森田武・近藤史朗（清水建設技術研究所）	21

#### 主旨説明

東日本大震災では、被災様相が多岐にわたり、我々の認識に十分に届いていない現象が見られるが、その1つが津波火災による被災である。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震とともに発生した津波は、その衝撃力により、今回の津波浸水区域で一般的に使用されていたLPガスボンベ、及び、自動車のガソリンタンク、港湾施設にある危険物タンク等を破壊して可燃性液体・ガスを流出・噴出させ、火災が各所で多数発生し、数箇所では大規模な市街地火災や林野火災に拡大した。津波から避難した被災者は、2次避難を行うなど、延焼拡大した火災に対応する必要に迫られるとともに、避難していた建物の位置によっては周囲を津波による増水や瓦礫に阻まれて避難ができず、焼死した人々も発生した。

危険物が集積する箇所に木造密集地区が隣接する地域では、特に津波火災からの人命危険性が高いといえるので、これらの地域での津波火災防止をどのように考えるのか、また、津波避難ビルにおける火災への備えをどのようにするか等、今後の地震・津波に備えた対策として必要である。そこで、この研究協議会では、地震・津波火災による被災実像に迫り、今後の備えに向けた研究を協議する。

神戸大学 北後明彦

## 津波火災の実態から見た津波危険地域における建築物再建のあり方 ～木造は制限すべきではないか～

小林 恭一  
KOBAYASHI Kyoichi

東京理科大学大学院、教授、博士（工学）  
(102-0073 東京都千代田区九段北 1-14-6, urayakoba119@nifty.com)  
Graduate School of Global Fire Science and Technology, Tokyo University of Science, Professor, Dr. Eng.

東日本大震災では、大津波に伴い各地で大規模な延焼火災が発生し、避難所が火災になって二次避難を余儀なくされた例もある。津波に伴う火災は、日本では大津波のたびに繰り返し発生してきたが、海外の津波で大きな火災が発生した例は認められず、日本特有の現象である可能性がある。その理由の一つは、日本の家屋の多くが木造のため津波で破壊されやすく、可燃性の家具調度類とともに流出して、大量の可燃性瓦礫として堆積することにあるのではないかと推測される。津波危険地域に木造家屋が再建されれば、次の大津波で再度大火災に襲われる可能性もある。このため、津波危険地域に木造家屋を建築することを制限すべきではないか、と提案する。

Big fires occurred in many tsunami disaster areas by the Great East Japan Earthquake. These disasters may be peculiar to Japan. I guess the cause might be many houses are wooden in Japan. I suggest wooden houses in tsunami hazardous area should be restricted.

## 地震、津波、大火、木造家屋、制限

## 1. はじめに

東日本大震災では、大津波に伴い各地で大規模な延焼火災が発生し、避難所が火災になって二次避難を余儀なくされた例も報告されている。このような津波に伴う火災（以下「津波火災」という。）は、日本では大津波のたびに繰り返し発生してきた<sup>1)</sup>が、スマトラ沖地震等の大地震に伴う津波の被害などを見ても、海外では、アラスカ地震の際の石油タンクからの流出オイルによる湾内火災を除き<sup>2)</sup>、大きな火災が発生した例は見あたらない。

本稿では、津波火災の被害を概観するとともに、津波火災のメカニズムについて考察し、津波被災地域に建物を再建する場合に留意すべき点について述べる。

## 2. 東日本大震災の延焼火災

東日本大震災の津波に起因して発生した大規模な延焼火災については、火災学会などで多くの報告がなされている<sup>3)</sup>。大学・研究機関等で調査された焼損面積 1ha 以上の火災は 7箇所、10ha 以上の津波火災だけでも 3 地区（岩手県山田町八幡町から長崎地区的火災（焼損面積 17.6ha）、宮城県気仙沼市鹿折地区的火災（同 14.2ha）及び岩手県大槌町中央部市街地の火災（同 10.8ha））に上るとされている<sup>4)</sup>。

### 3. 津波火災のメカニズム

津波により大規模な火災が発生するメカニズムについても様々な場で意見が述べられているが<sup>5)6)7)</sup>など、その内容はほぼ同様で、筆者なりに整理すれば以下のとおりである。

### (1) 津波火災の類型

- ① 堆積物着火型
    - a. 山裾型（三陸リアス海岸など）
    - b. 平地型（仙台平野など）
    - c. 大規模建築物側壁への車堆積型
  - ② 漏洩油着火型（気仙沼）
  - ③ 以上の混合型

## (2) 津波火災のメカニズム

#### (2-1) 堆積物着火型の場合

- ① 木造家屋が津波で流され、その残骸や収納家具  
調度類などの大量の可燃物が山裾や建物と建  
物の間などに堆積

② 堆積物に火源が流れ着いて着火

○この場合の火源としては映像などから

  - ・安全弁が作動して噴き出したプロパンガスに  
着火したガスボンベ
  - ・着火した車
  - ・着火した家屋

などが認められている。

○着火源としては、

- ・衝撃による火花
  - ・塩水に起因する電気系統のショート
  - ・家屋内で使用中の火気
- などではないかと推測される。

○漂流してきた車が堆積物に衝突して発火し、堆積物に着火したという証言もある（多賀城市の工場地帯など）。

○灯油タンクから流出した油が流れ着いて着火しやすくなっていた堆積物もあったと推測される。ただし、堆積物の瓦礫の多くは表面が濡れても内部は乾燥した木材などであり、油類が無くとも大きな火源があれば容易に着火したものと考えられる。

- ③ 瓦礫に阻まれて消防活動ができる状況ではないため、放任火災となって延焼

(2-2) 漏洩油着火型の場合

- ① 漁船用の重油タンク等が津波で転倒又は流出して大量の油が海面に流出
- ② 津波の引き波により、破壊された家屋や家具調度類などの可燃性の瓦礫が大量に海面に浮遊
- ③ 海面の可燃性の瓦礫が灯芯のような役割をし、何らかの火源から海面上の油に着火
  - ・海面の重油は容易に着火しないが、破壊されてしまふ立った木片等が灯芯のような役割を果たすと、比較的容易に着火する<sup>④</sup>。
  - ・火源としては、(2-1)②と同様のものが考えられる。
- ④ 油と可燃性の瓦礫が燃える大規模な海面火災に成長
- ⑤ 津波の押し波、引き波により、海面火災が湾内を移動し、沿岸部の複数の集落や山林に延焼

#### 4. 木造家屋と津波火災

##### 4. 1 日本の津波火災と海外の例

大津波に伴う火災は、今回に限らず、日本では過去に何度も発生している。



図1 明治三陸地震津波の記録図

1896年明治三陸大津波の被害を描いた図1には、2箇所で火災が発生している様子が描かれているし、1958年昭和三陸地震（八戸町）、1964年新潟地震（新潟市）、1993

年北海道南西沖地震（奥尻島）でも、数百戸単位の家屋が焼失する大規模火災が報告されている。

このように、津波火災は日本では珍しくないが、外国で津波火災が発生したという記録は、1964年アラスカ地震を除き、見あたらない。このアラスカ地震津波では、石油タンクが破壊されて海面に大量の油が流出し、大規模な海面火災に発展して沿岸部の町を焼失させており、3.(1)で言えば気仙沼の漏洩油着火型火災にあたるものと考えられる。

2004年スマトラ沖地震津波の場合、ガスボンベや車が発火した例があった可能性はあるが、報道や記録を見る限り、大規模な延焼火災に発展した例はなかったのではないかと推測される。

#### 4. 2 津波火災の原因と対策

堆積物着火型の津波火災の発生メカニズムが3.(2-1)で述べたようなものであるなら、その発生可能性は、津波被災地域のエネルギー密度（着火源となるものの密度）と堆積可燃物密度（津波により流出し堆積する可燃性の瓦礫や油類の密度）に関係すると考えられる。

この両方がある閾値を超えると大規模な津波火災が発生すると考えられるが、1958年の昭和三陸地震で発生しているのに2004年のスマトラ沖地震津波では発生していないと考えられることを考慮すれば、堆積可燃物密度に、より大きく依存している可能性がある。すなわち、日本の津波被災地の堆積可燃物密度がインド洋周辺地域など諸外国に比べて相当高いのではないか、ということである。

その理由の一つは、日本の家屋内に収納されている可燃物量がこれらの地域に比べてはるかに多いと考えられる<sup>⑤</sup>ことであり、もう一つはその大量の可燃物を大量の木材を使用したシェルター（木造家屋）の中に収納していることであると考えられる。

木造家屋は津波で破壊されて流される可能性が高い。津波で木造家屋が破壊されると、建材も家財も多くは可燃性の瓦礫となって流出し、最終的に山際や建物脇に堆積して、延焼火災の原因となる。逆に言えば、もしこれらの木造家屋がRC造や煉瓦造であれば、建材や家財の流出は押さえられ、可燃性瓦礫の堆積物も少なくなって、大規模火災に発展する可能性も低くなる、ということである。

このような推論が正しいなら、導かれる結論は、津波危険地域に普通の木造家屋を建設することは適当でなく、津波で破壊されにくく、かつ、内部の家具調度類の流出も妨げる性能（「耐波性能」とでも言うべき性能）を有している必要がある、ということになる。

#### 5. 中野小学校の事例に関する考察

##### 5. 1 中野小学校の被災状況

仙台市宮城野地区の津波被災地に「中野小学校」とい

う避難所に指定された建物がある。周囲は海岸近くに広がる住宅地になっており、付近に丘陵などがないため、住民は日頃から中野小に避難する津波避難訓練を繰り返していた。今回も、地震発生直後から約400人の住民が避難した。

津波は中野小の2階の床上1m程度にまで達した。校舎に避難した住民は屋上に逃れて助かったが、校舎に隣接した体育館に避難した住民には犠牲者も出たという。

住民が屋上に避難してしばらくした頃、同小の北西側2箇所で火災が発生した（図2参照）。

暗闇の中、火災は400人が避難している同小に向けて延焼して来ているように見えたため、避難者から消防に消火・救助を求める必死の要請があった。



図2 中野小学校周辺の状況（作成：小林）

仙台市消防局は要請を受けて消防隊を向かわせたが、火災現場から遙かに離れた地点で津波の瓦礫に阻まれて前進できなくなった。避難所の周囲は津波による冠水と瓦礫のため、とても避難できる状態ではなく、（図3参照）、同小の周囲は可燃性の瓦礫が積み上がっていたため（図4参照）、もし火災が延焼してくれば、避難所自体が火災となって、多数の犠牲者がいる恐れもあった。

仙台市消防局ではヘリコプターによる空中消火も試み、結果的に、同小のかなり手前で延焼は止まって「避難所が火災になる」という最悪の事態は避けられた。



図3 家屋と家屋の間が可燃物で埋め尽くされ消防車の接近も避難も不可能（中野小学校北西400m地点）  
(国土地理院「被災地の空中写真」3月13日撮影)



図4 中野小学校の周囲に堆積した可燃物（撮影：小林）

## 5. 2 中野小学校自体が火災になる可能性

実は、同小には別の火災危険があった。

同小の周囲には、多数の車が流れて来て堆積しており（図5参照）、中には窓を突き破って校舎内や体育館内に流れ込んだ車も複数台あった（図6～7）。これらの車にはガソリンが積まれているため、一つ間違えば避難所内部から出火して延焼し（図8）、避難者がさらに被災する可能性もあったのである。



図5 中野小学校体育館前の車の堆積（撮影：小林）



図6 中野小学校校舎内に流れ込んだ車2台（撮影：小林）



図7 中野小学校体育館内に流れ込んだ車（撮影：小林）



図8 折り重なった車が火災になった跡（撮影：小林）  
(中野小学校西北西 400m 地点)

実際、石巻市の門脇小学校と大槌町の大槌小学校では、避難者が乗って来て校庭に駐車していた多数の車が津波のために校舎に打ち寄せられ、発火して校舎が火災になったため、避難者が裏山に再度避難する、という事態が発生している（図9参照）。

門脇小と大槌小は山裾に位置していたため、裏山に避難できたが、中野小の場合はそうはいかず、大きな被害に繋がった可能性がある。



図9 石巻市門脇小学校（撮影：東大山田研究室）

### 5. 3 津波避難ビルの火災対策

門脇小や大槌小は、避難所として指定されていたの

に津波に襲われ、火災になった。今後は、今回のような大津波の可能性も考慮して、より安全なところに避難所を指定すべき、というのが模範解になるだろう。

しかし、中野小の場合は付近に小高い丘等がないため、そうはいかない。避難所としての機能だけでなく、津波避難ビルとしての機能も求められることになる。

中野小の状況からわかるのは、津波避難ビルは、津波の激しい水流に耐えるだけでなく、開口部から車等が流れ込むことを防ぐ機能も必要だということである。1階外壁部分はできるだけ堅牢にかつ開口部を小さく作るとか、建物の周囲に防波ブロックのようなものを設置する、などということが必要である。

防波ブロックと言っても大袈裟なものは必ずしも必要ない。図5を見るとサッカーコートでもそれなりに効果があるよう見える。野球のバックネット、子供の遊び場となる壁のようなものでもよいから、万一の場合にこの種の火災リスクの減少に役立つ対策をさりげなく施しておくことが必要だと考える。

### 6. まとめ

津波火災は日本特有の現象である可能性があり、その理由の一つは、日本の家屋の多くが木造であることによると考えられる。

このまま津波危険地域に木造家屋が再建されれば、その加害性から、次の大津波で再度大火災に襲われる可能性もあるため、一定の制限が必要であると考える。

### 参考・引用文献

- 1) 1958年昭和三陸地震、1964年新潟地震、1993年北海道南西沖地震など
- 2) 1964年アラスカ津波、米国における津波の歴史、[http://inpaku.dpri.kyoto-u.ac.jp/jp/think/sea/tsunami\\_us/contents/1964alaska.html](http://inpaku.dpri.kyoto-u.ac.jp/jp/think/sea/tsunami_us/contents/1964alaska.html)
- 3) 日本火災学会東日本大震災調査委員会編：東日本大震災火災等調査報告書（速報版），2011
- 4) 山田常圭、東日本大震災による三陸沿岸津波火災と消防団の活動、消防科学と情報、No108、2012、pp13
- 5) 小林恭一、津波による火災被害、平成23年度市民講座開催企画「津波と建築」資料、社団法人日本建築学会 災害委員会、2012
- 6) 関澤愛、東日本大震災における火災の全体像と津波起因火災の考察、消防科学と情報 No108、2012、pp9
- 7) 山田常圭、東日本大震災による三陸沿岸津波火災と消防団の活動、消防科学と情報 No108、2012、pp13-14
- 8) 関澤愛、東日本大震災における火災の全体像と津波起因火災の考察、消防科学と情報 No108、2012、pp9-p11
- 9) 定量的なデータは見あたらないが、「地球家族（TOTO 出版）」に掲載されているベトナム（pp16-109）、タイ（pp110-113）、インド（pp114-117）の普通の家庭の所蔵物品の量と日本（pp134-137）のそれとを比較すれば、その違いは明らかである。