

8. 火災被害予測

8.1 火災被害予測の概要

本調査では、以下に示す方針で火災の被害予測を行う。

- ①火災の被害は発生時刻や気象によって状況が大きく異なることから、気象条件と発生時刻に基づいて、1地震あたり3つのケース（冬5時・夏12時・冬18時×風速強風（最悪））を想定して実施する。なお、風速による延焼結果の違いを把握するため、関東平野北西縁断層帯主部の地震については、（冬5時・夏12時・冬18時×風速平均値）、および、（冬5時・夏12時・冬18時×風速15m/秒）における想定も実施する。
- ②主要な出火源を一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線、化学薬品とし、全壊率－出火率の関係により、市町村別の全出火件数を予測する。ただし、漏洩ガスのような時間遅れの出火については想定の対象としない。
- ③市町村別の全出火件数から、住民の初期消火活動で消しきれない炎上出火件数を求める。初期消火率は、地震動の大きさにより設定する。
- ④出火の設定は250mメッシュ単位で行う。そのため、市町村別の炎上出火件数を出火危険度の高いメッシュに振り分け、出火点メッシュを設定する。
- ⑤消防力を考慮し、消火可能な出火点メッシュを算定する。
- ⑥出火点メッシュのうち、自然鎮火するものや消火可能なものを除いたものを延焼出火点メッシュとする。
- ⑦延焼出火点メッシュの建物から火災が延焼に至るとみなし、延焼シミュレーションを行う。この際、消防庁消防大学校 消防研究センターによる建物1棟単位のシミュレーションが可能な消防力最適運用支援情報システム（以下、消防システムと呼ぶ）を用いて時系列の延焼範囲を予測し、焼失数を算定する。なお、延焼出火点メッシュ内の出火建物の設定については、延焼シミュレーションによる12時間後の焼失数が最大となる建物とする。

以上、①～⑦の流れをフローチャートにして図8.1-1に示す。

なお、火災の想定におけるパラメータとして、建物を木造、防火造、耐火造に分類する必要があるが、本調査では建物構造に応じて、以下のように設定する。

木造：裸木造

防火造：防火木造・軽量鉄骨造・軽量鉄骨プレハブ造

耐火造：鉄筋コンクリート造・鉄骨造

また、消防システムにおいては、建物に対して木造・非木造の構造を設定する必要があるが、本調査では建物単体（ポリゴン）面積が500㎡以上のものを非木造と設定する。

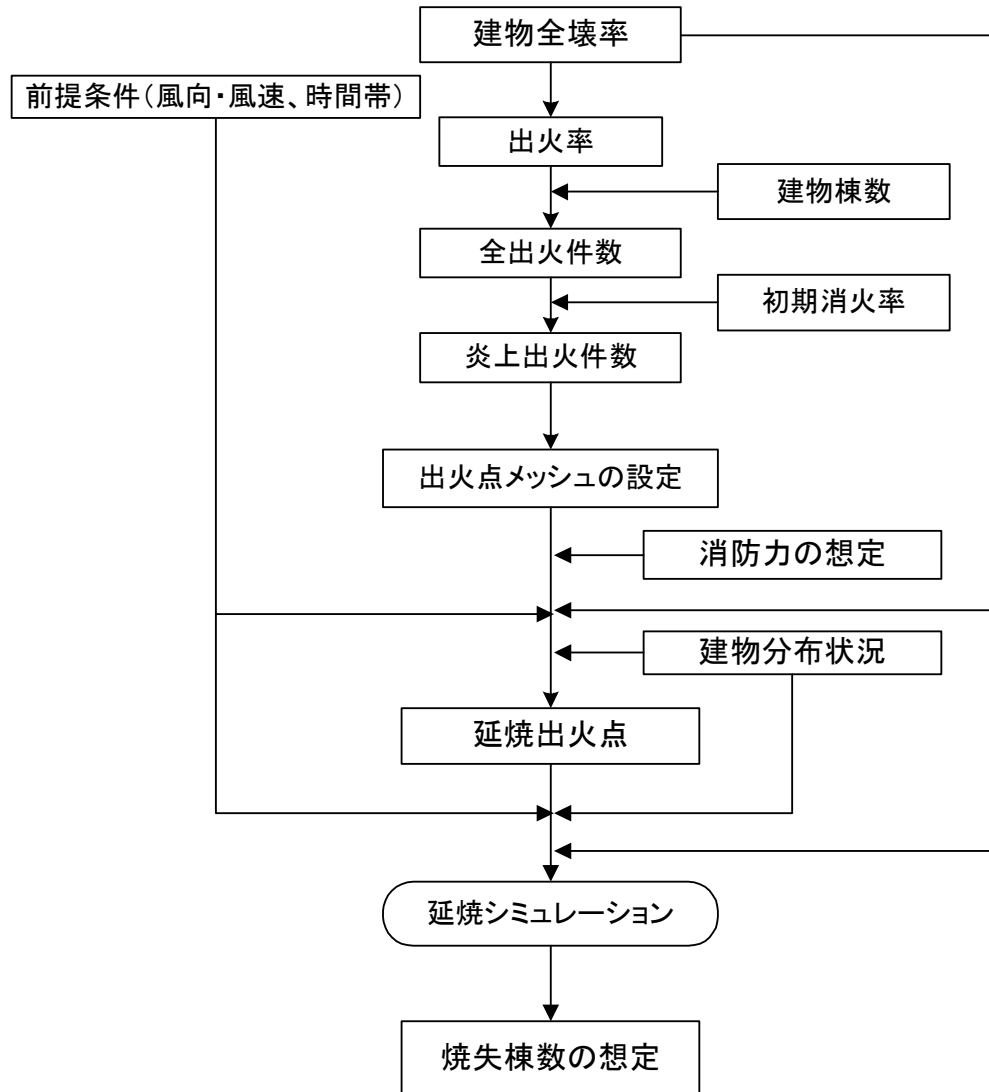


図8.1-1 火災の想定のフローチャート

8.2 前提条件

火災の被害は気象や発生時刻などの前提条件によって状況が大きく異なる。本調査では、季節、時間帯の条件を組み合わせ、1995年兵庫県南部地震と条件が同じくケース1：冬、朝5時>と、地震による出火が最も多くなる条件として<ケース2：冬、夕18時>、日中の平均的なケースとして<ケース3：夏、昼12時>の3つのケースを基本として想定する。

各ケースに対応する気象条件は2002年1月～2011年12月の過去10年間の前橋地方気象台の観測記録のうち、冬期は12月～2月、夏期は6～8月の値から設定する。

風速については、1日の最大風速（10分間平均風速の最大値）の平均値に、データのばらつきの度合いを示す標準偏差（ σ ）と、その2倍の値を加えた結果を示す（表8.2-1）。統計的に全体のデータの95%強は「平均値+2 σ 」より小さい値を示すことがわかっている。この値を参考に群馬県における「強風」の風速を設定する。風向については頻度分布から、冬は北西、夏は東南東とする（表8.2-2、図8.2-1）。湿度については1日の平均湿度の平均値をから設定する（表8.2-1）。このように設定した気象条件を表8.2-3に示す（関東平野北西縁断層帯主部の地震については8.1①も反映）。

表 8.2-1 前橋地方気象台における冬季・夏季の最大風速平均値と標準偏差

前橋 地方気象台	最大風速 平均値(m/秒)	標準偏差 σ	平均値+1 σ	平均値+2 σ	平均湿度 (%)
冬	5.7	1.8	7.5	9.4	53.2
夏	4.4	1.2	5.6	6.8	69.2

表 8.2-2 前橋地方気象台における
冬季・夏季の最大風速の風向頻度分布

風向度数	冬	夏
北	66	15
北北東	0	2
北東	0	0
東北東	1	3
東	1	22
東南東	38	449
南東	18	138
南南東	4	37
南	0	24
南南西	0	6
南西	0	2
西南西	9	13
西	33	16
西北西	56	12
北西	437	117
北北西	239	64

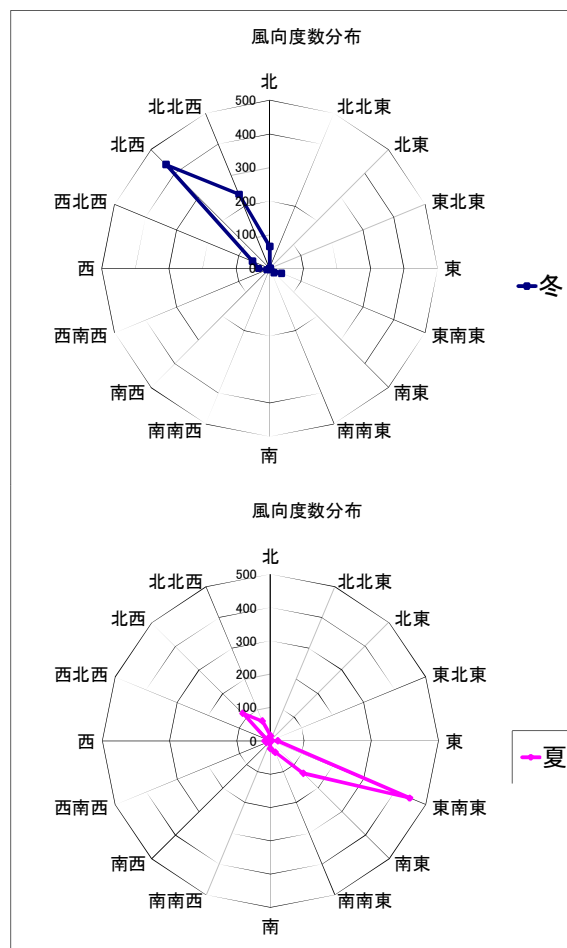


図 8.2-1 前橋地方気象台における
冬季・夏季の最大風速風向分布図

表 8.2-3 火災の想定に関する気象条件

項目		冬			夏	
風速 (m/秒)	共通	9			7	
	関東平野北西縁 断層帯主部のみ	6	9	15	4	7
風向		北西			東南東	
湿度(%)		50			70	

8.3 火災予測手法

本調査では様々な出火原因のうち、最も影響の大きい一般火気器具・電熱器具からの出火および化学薬品からの出火を対象とする。

想定のお考え方としては、①建物全壊率の大きさと出火率の関係から全出火件数を算定し、地震動の大きさを考慮した上で住民が初期消火活動を行っても消火でない炎上出火件数を予測する、② ①の結果より炎上出火するメッシュを設定し、地域の消防力を適用させて最終的に延焼する出火点の推定を行う（図 8.1-1）、という流れで行う。

●全出火件数の想定

全出火件数は、中央防災会議(2004)を参照して、兵庫県南部地震による全壊率（全建物）－全出火率の関係から出火件数を想定する。

中央防災会議(2004)では、兵庫県南部地震時の建物全壊と出火の関係に基づき、標準出火率を設定し、これに時間帯別火気使用状況調査結果等による時間帯別出火率に補正し、各ケースごとの出火要因別の算定式を次式のように導出している。なお、中央防災会議(2004)では、秋の12時としているところを本調査では、概ね同等として、夏の12時として設定する。

・一般火気器具

$$\text{冬5時} : \text{全出火率} = 0.00018 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-1)}$$

$$\text{冬18時} : \text{全出火率} = 0.0022 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-2)}$$

$$\text{夏12時} : \text{全出火率} = 0.00041 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-3)}$$

・電熱器具

$$\text{冬5時} : \text{全出火率} = 0.00036 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-4)}$$

$$\text{冬18時} : \text{全出火率} = 0.0043 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-5)}$$

$$\text{夏12時} : \text{全出火率} = 0.00082 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-6)}$$

・電気機器・配線

$$\text{全出火率} = 0.00036 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-7)}$$

(季節・時刻によらない)

・化学薬品

$$\text{全出火率} = 0.000066 \times \text{揺れによる全壊率}^{0.73} \quad \text{----- (8.3-8)}$$

(季節・時刻によらない)

●炎上出火件数の想定

市町村別の炎上出火件数は、前項で求めた市町村別の全出火件数に住民の初期消火率を考慮して、次式により算定を行った。

$$\text{炎上出火件数} = \text{全出火件数} \times (1 - \text{初期消火率}) \quad \text{----- (8.3-9)}$$

住民の初期消火率は、市町村ごとの平均的な震度の大きさを算定し、表8.3-1に示す震度階と初期消火率の関係（中央防災会議，2004）から推定を行う。なお、この関

係は、人口集中地区とその他郊外地区とで、設定値が異なっているが、群馬県においてはすべて、その他郊外地区として予測を行う。

表8.3-1 初期消火率（％）と震度階

震度階	人口集中地区	その他郊外地区
震度5	68.4	78.6
震度6	45.9	51.8
震度7	23.8	43.9

●炎上出火点メッシュの設定

本調査では、延焼シミュレーションを行って焼失棟数の算定を行うため、炎上出火点があるメッシュを設定する必要がある。その設定は以下の手順で行う。

- ①メッシュごとの全壊数の比率に応じて、市町村ごとの炎上出火件数をメッシュに振り分ける。
- ②①の値において、小数部分を切り捨てた値をメッシュの炎上出火件数とする。
- ③②の総計が市町村ごとの炎上出火件数より下回る場合には、さらにその差分だけ小数部分の大きいメッシュから順に1件ずつ振り分けていく。

●消防力を想定した延焼出火点の想定

推定した炎上出火点に対しては延焼する、しないに関わらずにすべての点で消火活動が行われる。この際、消防力（消防自動車の数、口数）、駆けつけ時間、消防水利の有無などが考慮に入れられ、出火点に対し消火可能かどうかを判定する。この結果、消火活動を行っても消火できずに周辺に延焼する出火点を延焼出火点として設定する。

なお、本調査での消防力の想定は、消防署における1次運用を対象に想定を行う。その考え方をフローチャートにして図8.3-1に示す。
基本的な考え方は以下の通りである。

- ①出火は地震発生と同時に起こる。
- ②消防力は消防署、消防団の活動を考慮する。
- ③出火点の消火を行う順序は消防隊がより早く到達できる点を優先する。
- ④出火点からホースの届く範囲に消防水利の存在がない場合はその出火点は消火不能とする。なお、消防水利は地域別の数量を建物密度で分配することで設定する。
- ⑤もっとも早く到着できる消防拠点の駆けつけ時間を求め、その駆けつけ時間での火面長を計算する。次に、その火面長を取り囲める必要放水口数を算定し、消防拠点が有している消防力の放水口数と比較して消火可能かどうかを決定する。
- ⑥上記で消火不能と判断された場合は、順次早く到着できる消防拠点の放水口数の総和とその駆けつけ時間から算定される火面長を取り囲める必要放水口数を比較して消防拠点の放水口数の総和が上回った場合には、その出火点は消火可能と

する。

- ⑦出火点が消火可能と判断された場合は消火に要した消防力は使用されたものとし、その分の消防力が他の出火点に転戦することは考慮しない。
- ⑧出火点より延焼が拡大する延焼速度式は、東京消防庁(1997)で提案された東消式97を用いる。

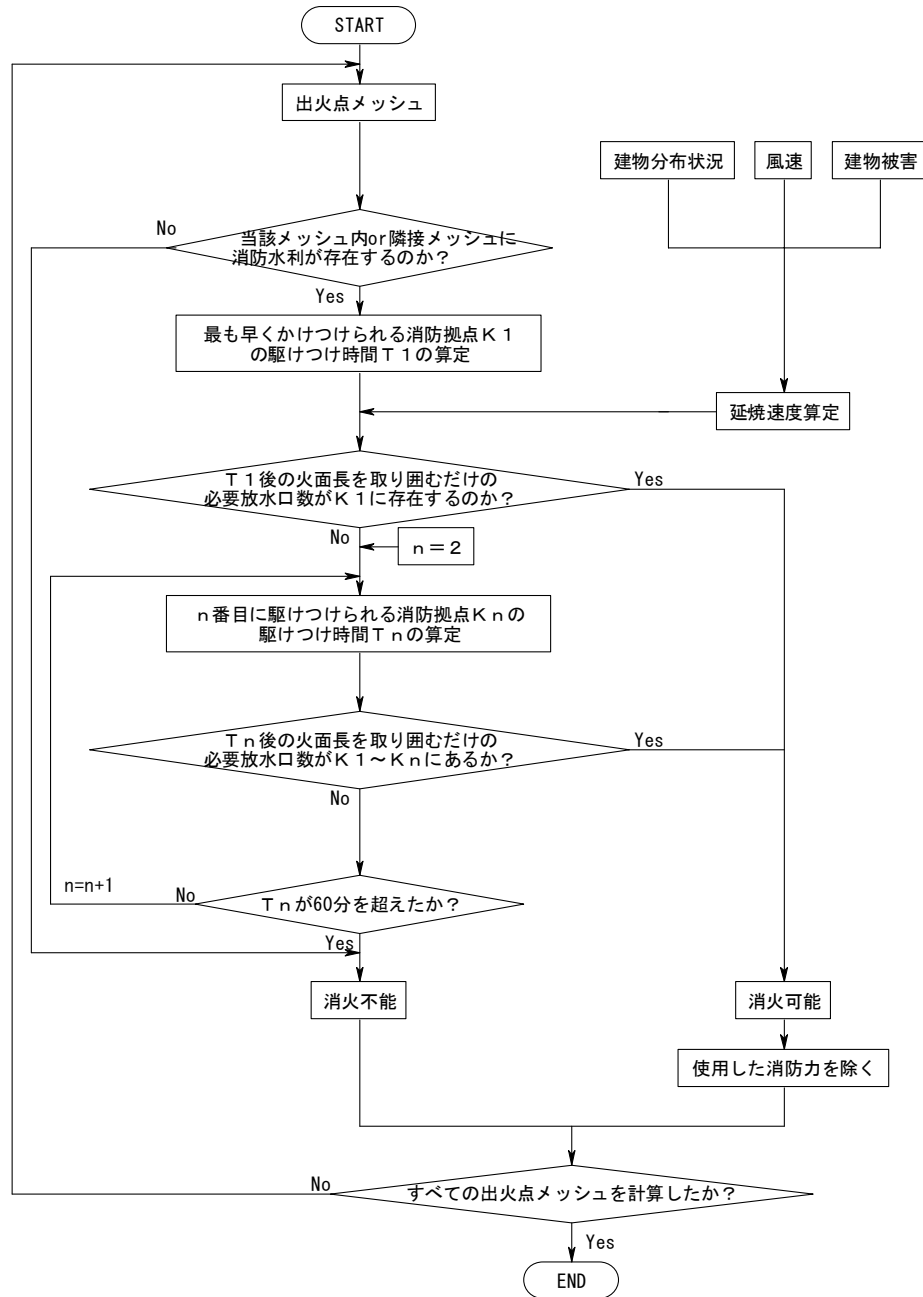


図 8.3-1 消防力の想定フローチャート

以下に、消防力の想定に関して、設定したパラメータ、条件を項目ごとに述べる。

①出火点

出火点の位置は便宜上出火点メッシュの中心に位置するものとする。

②消防隊

消防署から火元へ直接かけつける部隊（消防力の1次運用）を想定する。

③消防水利

消防水利としては、防火水槽と消火栓を想定する。ただし、消火栓については震度6弱以上になると、水道管破裂の影響で消火栓が使用できなくなると想定されるため、出火点において震度5強以下の場合に利用可能であるとする。

④取水可能範囲

ホース1本20mとし、20本まで連結できるとすると、ホースが格子状に置かれた場合を仮定してホースの届く範囲は約250mとなる。したがって、出火点から半径250m以内に存在する消防水利を取水可能とする。

⑤駆けつけ時間

駆けつけ時間は次式のように定義する。

$$\text{駆けつけ時間} = \text{出動準備時間} + \text{走行時間} + \text{ホース延長所要時間} \quad \text{----- (8.3-10)}$$

⑥出動準備時間

通常火災の場合、消防署では出動指令から30秒～1分程度で出動可能となる。しかし、大地震が発生した際には覚知の遅れ、情報の錯綜、通信機器の被害等により出動準備時間は大幅に遅れるものと想定される。いくつかの被害想定調査においては、消防署における地震時の出動準備時間を8分（東京都、埼玉県、静岡県）や10分（神奈川県、宮城県等）と設定を行っている。本調査では、安全側をみて消防署における地震時の出動準備時間を10分として設定を行う。一方、消防団の出動準備時間は、消防署の2倍の20分として設定する。

⑦走行時間

走行時間は走行距離を走行速度で割ることで算定される。

走行距離は格子状に道路が分布していると仮定して、出火点の位置と消防拠点の直線距離に $\sqrt{2}$ 倍した値とする。

走行速度は、通常火災においては、消防署の消防車両で約40km/h（時速）程度である。しかしながら、大地震が発生した際には停電や建物倒壊による信号機故障、交通渋滞などで通常よりもかなり走行速度が遅くなることが想定される。実際、他の調査の想定値を取りまとめた結果（表8.3-2参照）は、通常速度よりもかなり遅

く、消防署の消防車両で10km/h～25km/hの範囲で予測を行っている。

本調査では消防署の消防車両で15km/hと設定し、消防団の消防車両では、9km/hと設定する。

表8.3-2 各自治体で設定した地震時の消防ポンプ車の走行速度
(損害保険料率算定会(1998)に加筆)

自治体		消防署	消防団
秋田県	主要道路上	25km/h	15km/h
神奈川県	それ以外	15km/h	9km/h
島根県、川崎市		20km/h	12km/h
埼玉県		24km/h	考慮せず*
東京都	震度6以上	10km/h	9km/h
	震度5以下	15km/h	9km/h
宮城県沖地震(実績)		35km/h	—
日本海中部地震(実績)		20km/h	—

⑧ホース延長所要時間

ホース延長所要時間の算定式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{震度6以上} & \quad t_H = 25 \cdot 5N_H + 15 \\ \text{震度5以下} & \quad t_H = 17N_H + 15 \end{aligned} \quad \text{----- (8.3-11)}$$

t_H : ホース延長時間(秒)

N_H : ホース本数

東京都(1997)による

ホース延長時間は、ホース1本20mとして、出火点から消防水利までの距離の $\sqrt{2}$ 倍に相当する長さ分の本数をつなぐとして計算した。

⑨消防車両の担当火面長

消防署では、消防ポンプ車1台あたり3口と設定し、1口あたりの担当火面長は10m、1台あたりの担当火面長は30mとする。一方、消防団では、小型動力ポンプ付積載車1台あたり1口と設定し、1台あたりの担当火面長は10mとする。

⑩消火活動に必要な水量

消火に必要な放水時間は20分、放水速度は1口当たり $0.5\text{m}^3/\text{分}$ とする。(神奈川県, 1993)

⑪延焼速度式

消防力の1次運用を評価するため、メッシュ中心点からの延焼範囲を評価するための延焼速度式は東京消防庁(1997)が提案した東消式97を用いる。

⑫火面長の算定

火面長は時間とともに拡大していく。火災域拡大の概念図を図8.3-2に示す。

出火と同時に、風下方向へは風速Uに応じた延焼速度 Vm_u 、風横方向へは風速0に応じた Vm_0 、風上方向に対しては初期延焼速度 V_0 と仮定し、その形状は風下方向、風上方向にそれぞれ形状の異なる楕円とみなす。したがって、火災域の火面長は風上方向へは、短半径 $V_0 \cdot t$ 、長半径 $Vm_0 \cdot t$ の半楕円、風下方向では短半径 $Vm_0 \cdot t$ 、長半径 $Vm_u \cdot t$ の半楕円となる。これより、時刻tにおける火面長S(t)は次式のようになる。

$$S(t) = 2Vm_u \cdot t \cdot \int_0^\pi \sqrt{1 - \varepsilon_1^2 \sin^2 \theta} \cdot d\theta + 2V_0 \cdot t \cdot \int_0^\pi \sqrt{1 - \varepsilon_2^2 \sin^2 \theta} \cdot d\theta \quad \text{---- (8.3-12)}$$

ただし、 ε は楕円の離心率

$$\varepsilon_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{Vm_0}{Vm_u} \right)^2}, \quad \varepsilon_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{V_0}{Vm_0} \right)^2}$$

風下、風横の延焼速度 Vm_u 、 Vm_0 はtの関数であり、時間経過とともに延焼速度が増大していく。一方、風上の延焼速度 V_0 はtの関数ではなく、時間経過による延焼速度の増大はないものとする。

なお、東京都(1997)に基づき、全建ぺい率18%未満のメッシュの出火点では、火面長の50%を取り囲む消防力があれば、その出火点は消火可能とした。

以上により、炎上出火点のうち、消防水利が周辺に十分に存在しない出火点、あるいは消防水利が存在したとしても水量が足りない出火点、既存の消防力で火面を取り囲むことが不可能な出火点を延焼出火点として設定する。

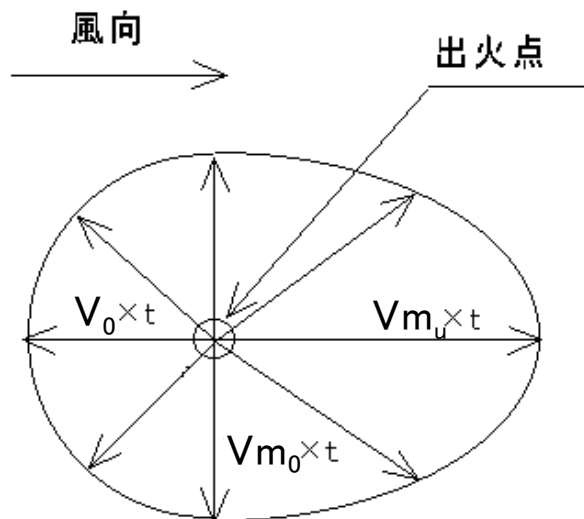


図8.3-2 火災域拡大の考え方

表 8.3-3(1) 消防本部別所属ポンプ車数一覧（その1）（平成23年4月1日時点）

消防本部名	署所名	所在地(〒)	所在地(住所)	ポンプ車等 数一覧	消防団 ポンプ車数
前橋市消防局		371-0014	前橋市朝日町四丁目22-2		68
	中央消防署	371-0014	前橋市朝日町四丁目22-2	4	
	千代田分署	371-0022	前橋市千代田町一丁目1-2	1	
	赤坂分署	371-0007	前橋市上泉町1425-2	2	
	東消防署	371-0221	前橋市樋越町62-1	3	
	宮城分署	371-0242	前橋市馬場町896	3	
	西消防署	371-0854	前橋市大渡町二丁目3-7	2	
	利根分署	371-0831	前橋市小相木町392-1	2	
	南消防署	379-2131	前橋市西善町766-2	2	
	城南分署	379-2117	前橋市二之宮町1320	2	
北消防署	371-0051	前橋市上細井町1794-1	4		
白川分署	371-0115	前橋市富士見町小沢191-1	1		
高崎市等 広域消防局		370-0861	高崎市八千代町一丁目13番10号		104
	高崎中央消防署	370-0861	高崎市八千代町一丁目13番10号	3	
	西分署	370-0885	高崎市若田町32番地8	1	
	高崎東消防署	370-0852	高崎市中居町二丁目21番地63	4	
	群南分署	370-0011	高崎市京目町615番地1	1	
	高崎北消防署	370-0073	高崎市緑町一丁目27番地8	4	
	倉測分署	370-3402	高崎市倉測町三ノ倉437番地	1	
	箕郷分署	370-3105	高崎市箕郷町西明屋450番地	1	
	群馬分署	370-3523	高崎市足門町818番地4	1	
	榛名分署	370-3345	高崎市上里見町249番地1	1	
	安中消防署	379-0116	安中市安中一丁目10番30号	4	
郷原分署	379-0135	安中市郷原135番地1	1		
松井田分署	379-3015	安中市松井田町五料392番地4	1		
桐生市消防本部		376-0027	桐生市元宿町13番38号		44
	桐生消防署	376-0027	桐生市元宿町13番38号	5	
	東分署	376-0034	桐生市東一丁目9番16号	3	
	南分署	376-0002	桐生市境野町七丁目1799-2	2	
	桐生みどり消防署	379-2311	みどり市笠懸町阿佐美1912-6	5	
	大間々新里分署	376-0102	みどり市大間々町桐原247	2	
黒保根東分署	376-0102	みどり市東町荻原188	1		
伊勢崎市 消防本部		372-0031	伊勢崎市今泉二丁目895番地		56
	伊勢崎消防署	372-0031	伊勢崎市今泉二丁目895番地	4	
	伊勢崎消防署北分署	372-0015	伊勢崎市鹿島町429-5	1	
	伊勢崎消防署南分署	372-0834	伊勢崎市堀口町656-1	1	
	伊勢崎消防署西分署	372-0803	伊勢崎市宮古町89	1	
	赤堀消防署	379-2209	伊勢崎市西久保町二丁目341-3	2	
	東消防署	379-2233	伊勢崎市東小保方3238	2	
	境消防署	370-0125	伊勢崎市境荻原1753	3	
玉村消防署	370-1105	佐波郡玉村町大字福島548	2		
太田市消防本部		373-0063	太田市鳥山下町409番地1		47
	中央消防署	373-0063	太田市鳥山下町409番地1	5	
	宝泉出張所	373-0845	太田市泉町1327番地1	1	
	沢野分署	373-0829	太田市高林北町931番地1	1	
	東部消防署	373-0022	太田市只上町364番地	2	
	斐川出張所	373-0025	太田市熊野町2番1号	1	
	九号分署	373-0817	太田市飯塚町87番地1	3	
	西部消防署	370-0341	太田市新田金井町607番地	3	
	尾島分署	370-0421	太田市粕川町432番地1	2	
	藪塚分署	379-2302	太田市山之神町243番地2	2	
	大泉消防署	370-0535	大泉町大字寄木戸614番地1	4	
城之内出張所	370-0518	大泉町城之内2丁目25番2号	1		
利根沼田 広域市町村圏 振興整備組合 消防本部		378-0056	沼田市高橋場町2049番地1		71
	中央消防署	378-0056	沼田市高橋場町2049番地1	4	
	東消防署	378-0301	沼田市利根町平川1269番地	1	
	西消防署	379-1412	利根郡みなかみ町羽場59番地4	1	
	北消防署	379-1617	利根郡みなかみ町湯原1681番地	1	
館林地区 消防組合 消防本部		374-0039	館林市美園町7-3		49
	館林消防署	374-0039	館林市美園町7-3	5	
	北分署	374-0008	館林市細内町687-3	1	
	西分署	374-0057	館林市北成島町1647-1	2	
	板倉消防署	374-0132	邑楽郡板倉町大字板倉3427-5	3	
	明和消防署	370-0708	邑楽郡明和町南大島265-1	1	
	千代田消防署	370-0722	邑楽郡千代田町大萱野1218-1	1	
邑楽消防署	370-0603	邑楽郡邑楽町大字中野2647-1	2		
渋川広域 消防本部		377-0008	渋川市渋川1815番地51		41
	本署	377-0008	渋川市渋川1815番地51	4	
	東分署	379-1125	渋川市赤城町上三原田468番地2	1	
	西分署	377-0102	渋川市伊香保町伊香保558番地4	1	
	南分署	370-3606	北群馬郡吉岡町大字上野田1201番地3	1	
北分署	377-0205	渋川市北牧158番地1	1		
多野藤岡広域 市町村圏 振興整備組合 消防本部		375-0024	藤岡市藤岡982番地		30
	藤岡消防署	375-0024	藤岡市藤岡982番地	4	
	吉井消防署	370-2132	高崎市吉井町吉井541番地1	2	
	新町消防分署	370-1301	高崎市新町3152番地1	1	
	鬼石消防分署	370-1401	藤岡市鬼石171番地1	1	
	奥多野消防分署	370-1506	多野郡神流町大字黒田101番地4	1	
上野消防出張所	370-1614	多野郡上野村大字川和19番地	1		

表 8.3-3(2) 消防本部別所属ポンプ車数一覧 (その2) (平成23年4月1日時点)

消防本部名	署所名	所在地(〒)	所在地(住所)	ポンプ車等 数一覧	消防団 ポンプ車数
富岡甘楽 広域市町村圏 振興整備組合 消防本部		370-2316	富岡市富岡1922-7		37
	富岡消防署	370-2316	富岡市富岡1922-7	4	
	甘楽分署	370-2202	甘楽郡甘楽町大字小幡162-4	1	
	一ノ宮分署	370-2452	富岡市一ノ宮1607-2	1	
	妙義分署	379-0206	富岡市妙義町中里298-1	1	
	下仁田消防署	370-2623	甘楽郡下仁田町大字下小坂162-1	2	
	南牧分署	370-2806	甘楽郡南牧村大字大日向1039-1	1	
	西牧分遣所	370-2626	甘楽郡下仁田町大字南野牧6079-5	1	
吾妻広域町村圏 振興整備組合 消防本部		377-0801	吾妻郡東吾妻町大字原町35		47
	東部消防署	377-0801	吾妻郡東吾妻町大字原町35	2	
	中之条分署	377-0423	吾妻郡中之条町大字伊勢町564-1	1	
	西部消防署	377-1711	吾妻郡草津町大字草津449-1	2	
	長野原分署	377-1305	吾妻郡長野原町大字与喜屋甲14	1	
	嬭恋分署	377-1612	吾妻郡嬭恋村大字大前125-1	1	

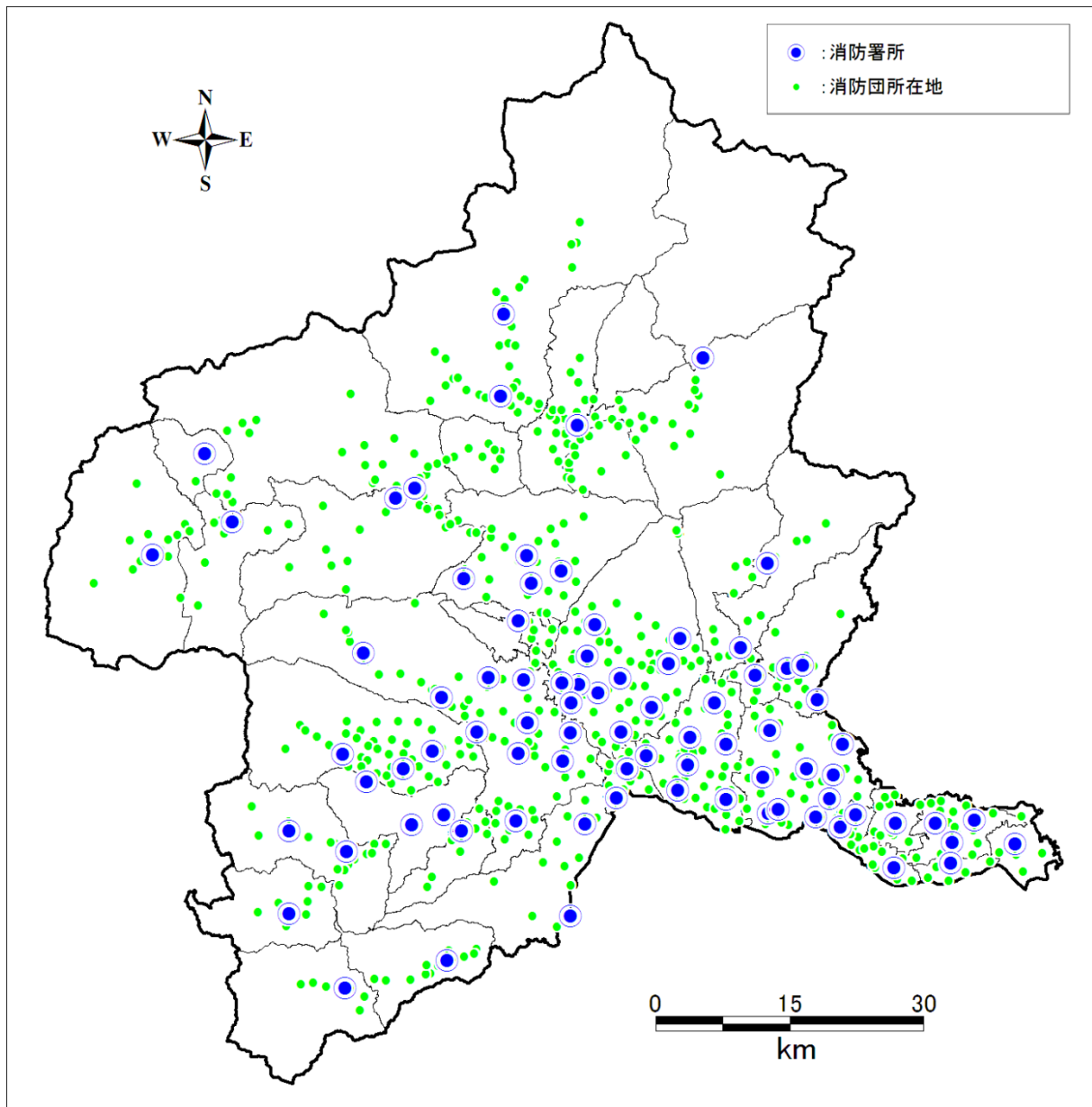


図 8.3-3 消防署所・消防団分布
(※消防団については地点特定が可能なもののみ表示)

●延焼シミュレーションによる延焼拡大の想定

消防力1次運用で消し止められなかった延焼出火点より次第に火災が燃え広がっていく。本調査ではこの状況を、消防システムを用いて時系列の延焼範囲を建物1棟単位の延焼シミュレーションで予測し、焼失棟数を算定する。

本調査では、延焼シミュレーションを行うにあたって以下のような仮定を設定する。

- ① 延焼の単位は建物1棟単位とし、出火点は250mメッシュ内で12時間後の焼失数が最大となる木造建物に設定する。
- ② 風向・風速は延焼シミュレーション時間内で一定の条件とする。
- ③ 建物間の燃え移りは、図8.3-4に示すように、建物の中心（ポリゴンの幾何重心）を結ぶ直線に沿って、出火建物の重心から外壁、隣接建物の外壁、隣接建物の重心へと燃え進み、さらに同様に次の隣接建物に燃え進んで行く。ある建物から隣接建物に延焼するまでの時間 t は式8.3-13のとおりである。

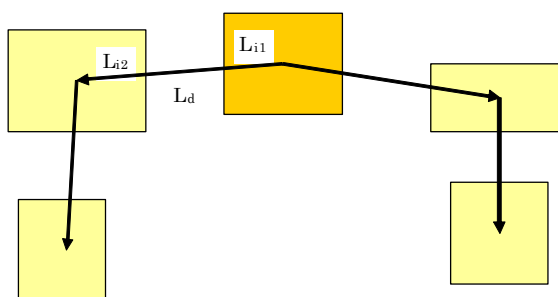


図8.3-4 延焼経路のイメージ

$$t = \frac{L_{i1} + L_{i2}}{V_i} + \frac{L_d}{V_d} \quad \text{----- (8.3-13)}$$

ただし、

- L_{i1} : 延焼元建物の重心から外壁までの延焼距離
- L_{i2} : 延焼先建物の重心から外壁までの延焼距離
- L_d : 延焼元・延焼先建物の外壁間の延焼距離
- V_i : 建物内の延焼速度
- V_d : 建物間の延焼速度

- ④ 焼失棟数を算定する延焼時間は12時間とする。兵庫県南部地震において、5,000m²以上の大規模延焼が22件あり、発生から鎮圧までの平均的な時間は約20時間である。しかしながら、実際に鎮圧するまでには、他県からの応援を含めてかなりの消防力が投入されていると推測される。一方、本調査による手法が消防力の2次運用や他県からの応援を想定していないことから、本調査において20時間で予測すると、焼失棟数はかなり過大評価となる。そこで、20時間の半分程度である12時間で焼失棟数を想定することとする。図8.3-5に延焼拡大の想定の流れを示す。

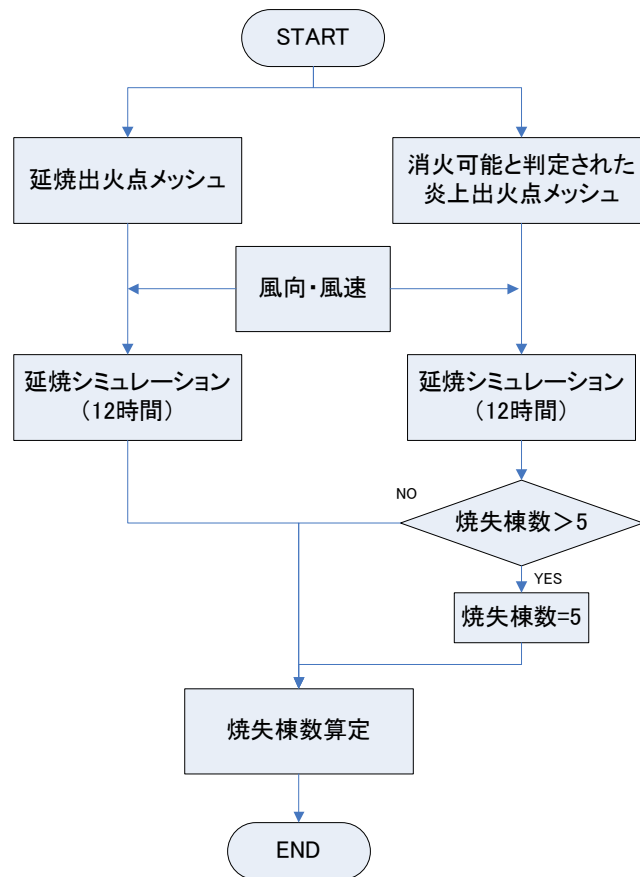


図8.3-5 延焼拡大の想定の流れ

●焼失棟数の想定

焼失棟数は、延焼シミュレーションにおいて地震発生後12時間以内に焼失する建物数とする。

なお、延焼出火点の想定の際に消火可能とされた地点の焼失棟数は最大5棟とする。この際、消火可能とされた地点においても延焼シミュレーションを行い、得られた結果が5棟を下回る場合はそちらを採用し、最小でも火元の建物は1棟焼失するものとする。

図8.3-6に群馬県のデータを整備したうえで、群馬県庁周辺における延焼シミュレーションの試行（北西の風9m/秒）を行った結果を示す。

●ダブルカウントの除去

延焼シミュレーションで求めた焼失棟数には、揺れ・液状化による全壊建物も区別なく含まれている。焼失棟数と、揺れ・液状化による全壊棟数を合計する際には、ダブルカウント（揺れ・液状化によって全壊し、かつ焼失した建物数）分を以下の式で除去した焼失棟数を用いる。この式では、焼失建物にも、同じ割合で全壊建物が含まれると仮定している。

焼失棟数（ダブルカウント除去後）

$$= \text{焼失棟数（ダブルカウント除去前）} \times (1 - \text{揺れ・液状化による全壊率})$$

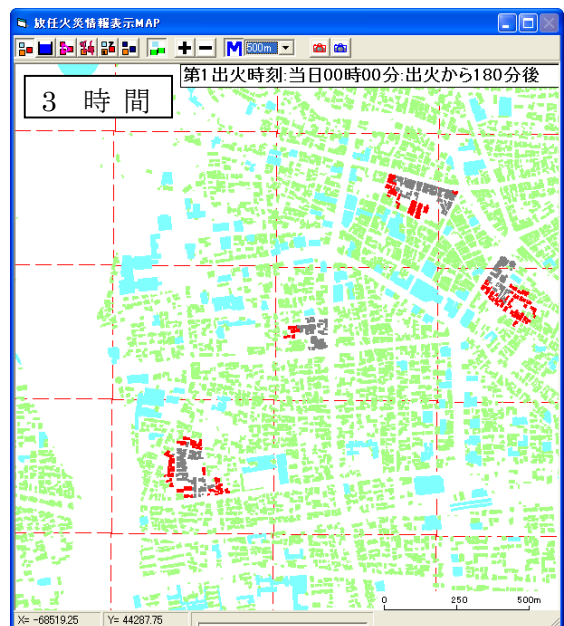
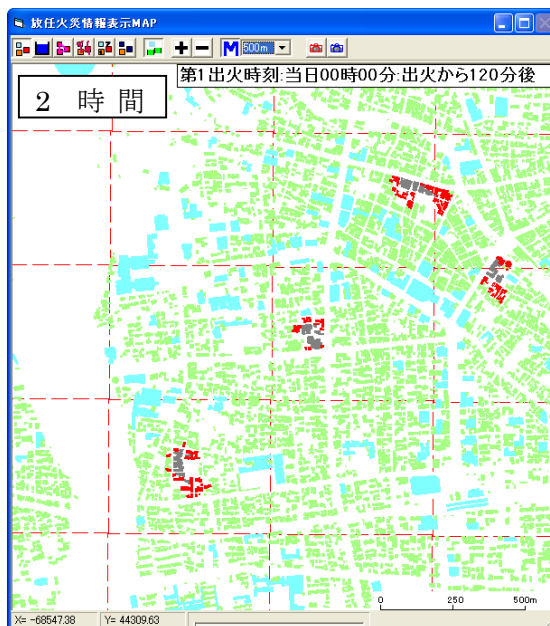
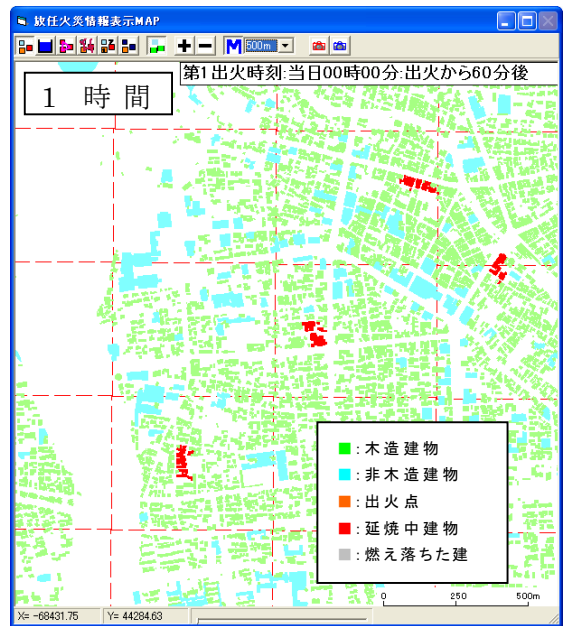
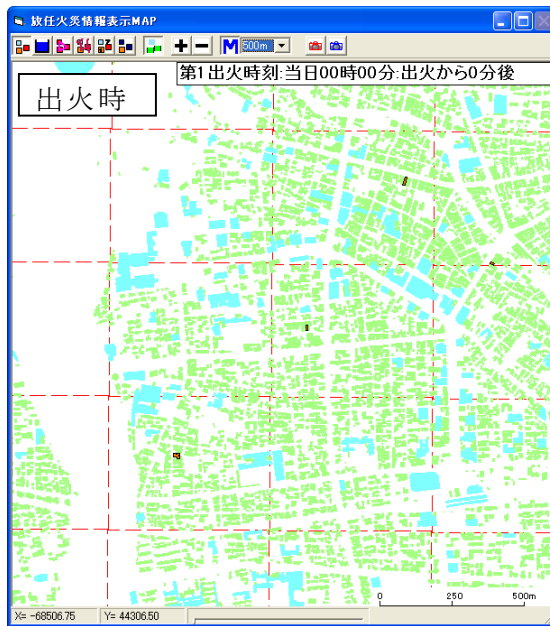


図8.3-6 延焼シミュレーション結果イメージ

8.4 火災被害予測結果

表 8.4-1 火災被害予測結果まとめ

関東平野北西縁 断層帯主部	出火件数			強風時(冬9m/秒/夏7m/秒)				平均風速時(冬6m/秒/夏4m/秒)				風速15m/秒			
				6時間後		12時間後		6時間後		12時間後		6時間後		12時間後	
	全 出火	炎上 出火	延焼 出火	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率
冬5時	27	14	4	1,137	0.1%	1,682	0.1%	941	0.1%	1,504	0.1%	1,328	0.1%	1,697	0.1%
夏12時	47	24	5	1,100	0.1%	1,747	0.1%	773	0.1%	1,282	0.1%	1,368	0.1%	1,858	0.2%
冬18時	197	102	55	9,487	0.8%	15,238	1.3%	7,094	0.6%	13,239	1.1%	12,786	1.1%	16,699	1.4%

太田断層	出火件数			強風時(冬9m/秒/夏7m/秒)			
				6時間後		12時間後	
	全 出火	炎上 出火	延焼 出火	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率
冬5時	16	8	1	307	0.0%	450	0.0%
夏12時	23	12	5	692	0.1%	1,265	0.1%
冬18時	82	42	25	3,025	0.3%	4,768	0.4%

片品川左岸断層	出火件数			強風時(冬9m/秒/夏7m/秒)			
				6時間後		12時間後	
	全 出火	炎上 出火	延焼 出火	焼失 棟数	焼失率	焼失 棟数	焼失率
冬5時	0	0	0	0	0.0%	0	0.0%
夏12時	0	0	0	0	0.0%	0	0.0%
冬18時	1	0	0	0	0.0%	0	0.0%

※ 率については、小数点以下第2位で四捨五入している。

火災被害予測結果を表 8.4-1 にまとめる。また、この中で関東平野北西縁断層帯主部による地震については、設定した風速と 12 時間後の焼失棟数との関係を図 8.4-1 に示す。風速が大きくなるにつれて、焼失棟数の増加が見られるが、例えば冬 18 時のケースでは、風速 9m/秒と 15m/秒における焼失棟数の差は、風速 6m/秒と 9m/秒の差よりも小さくなっており、風速を徒に大きくしても焼失棟数が極端に多くなることがない傾向が見られる。発生頻度が少ない風速 15m/秒（12 時間風速 15m/秒が継続する）よりも、風速 9m/秒の方が現実的に起こり易いことから、風速 9m/秒の火災被害予測の方が妥当であると考えられる。

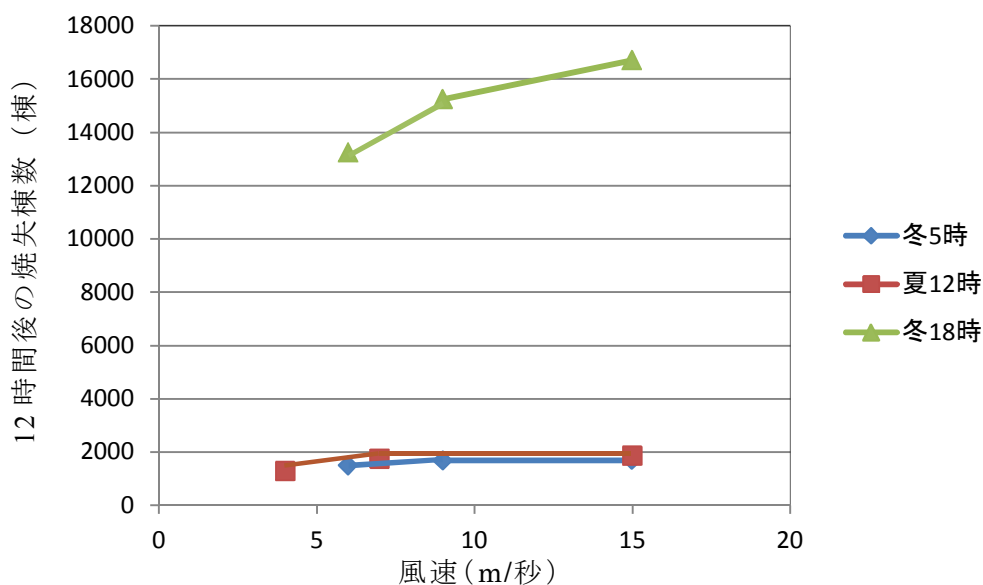


図 8.4-1 関東平野北西縁断層帯主部による地震における風速と焼失棟数予測の関係

8. における参考文献

- 1) 関沢 愛・高梨健一・遠藤 真・座間信作・山瀬敏郎・篠原秀明・佐々木克憲(2001): リアルタイム延焼予測に基づく消防活動支援情報の出力システム, 地域安全学会梗概集, 117-120.
- 2) 中央防災会議(2004): 「首都直下地震対策専門調査会」, <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/>.
- 3) 東京消防庁(1997): 直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策, 火災予防審議会答申.
- 4) 損害保険料率算定会(1998): 地震被害想定資料集.
- 5) 東京都(1997): 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書, 東京都防災会議地震部会.
- 6) 神奈川県(1993): 神奈川県西部地震被害想定調査報告書, 神奈川県地震被害想定調査委員会.