

2. 火災の被害

地震火災は地震の二次災害で最も大きい災害である。地震火災の対策の重要性は、1923年関東地震の延焼火災の甚大さ（東京都：約40万棟、神奈川県：約7万棟焼失）によって認識されるようになり、その後防火対策として、都市の不燃化・防火水槽の設置等の対策が進められるようになってきた。

近年においても、1995年兵庫県南部地震では早朝という時間にもかかわらず、多くの地点で出火し、約7千棟の建物が焼失している。宮城県では、過去に大規模な地震火災が発生したという記録は見あたらないものの、仙台市周辺や各都市の市街地周辺では木造建物の密集度が高い地域があり、地震火災が発生する危険性は十分有しているため、予測を行って火災の危険度の高さを認識することは防災上重要である。

なお、火災は気象条件や社会条件によって、被害が大きく変わるという特性を持つため、本調査では表2-2-1に示した平均的な状況のケース（夏昼12時）と最悪に近い状況のケース（冬夕18時）の2つのケースを想定した。

a) 想定対象

本調査では、火災における出火件数および焼失棟数を予測し、その予測にあたっては、地域の消防力を考慮する。それぞれの内容は以下の通り。

・ 出火

出火の要因としては、半壊以下の建物については、出火件数の大部分を占める一般火気器具・電熱器具からの出火を想定し、全壊建物についてはさらに漏洩ガス、配線等の出火を含めて想定を行った。なお、出火は同時出火とし、通電火災等による時間遅れの出火はここでは想定していない。

出火件数としては、炎上出火件数と延焼出火件数を予測した。炎上出火件数は住民の初期消火で消火不能な出火件数、延焼出火件数は炎上出火件数のうち、消防力においても消火不可能であり、かつ数棟の火災で自然鎮火せずに、周辺に燃え広がって、延焼火災となる可能性がある出火のことを意味する。

・ 焼失棟数

本調査では、地震後6時間後における焼失棟数を想定した。なお、火災の延焼予測に必要な建物の木造、防火造、耐火造の建物の分類は、木造 - 裸木造、防火造 - 防火木造 + 鉄骨造、耐火造 - 鉄筋コンクリート造と仮定した。なお、延焼については500mメッシュ単位で想定すると焼失エリアとして大きすぎるため、250mメッシュ単位で想定を行うこととした。

・ 消防力

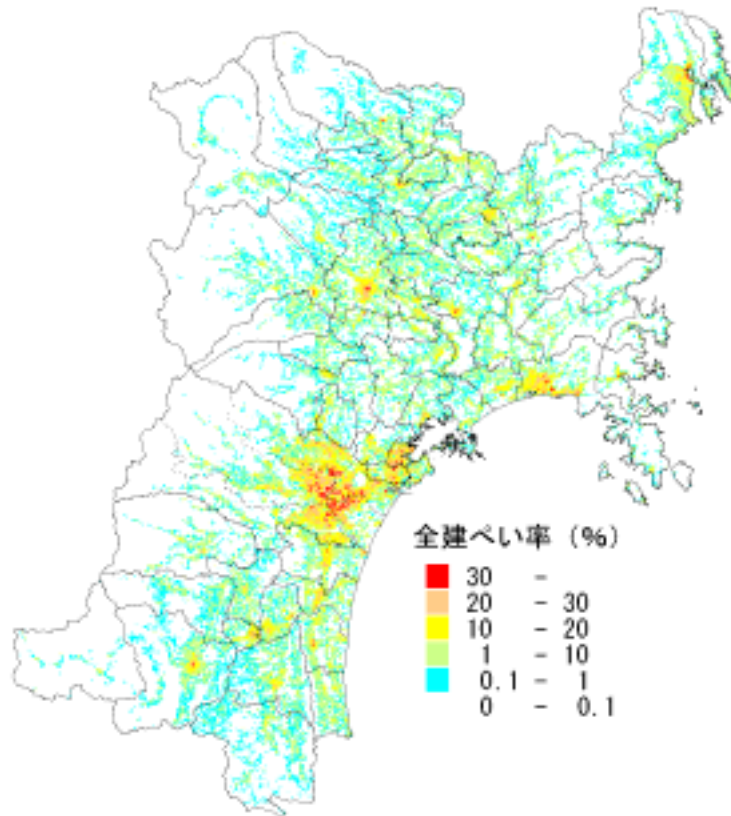
消防力は、宮城県内の消防署から直接出火点に駆け付けて消火活動を行う一次運用について想定する。その後の転戦による二次運用や他県からの応援については考慮していない。

b) 現況データ

火災のための現況データとして、建物の現況データから建物の密集度（＝建物全建ぺい率）および延焼のしやすさ（＝不燃領域率）を推定した。推定した分布を図4-2-1に示す。

消防力については、消防署の位置・部隊数、防火水槽・消火栓の箇所数を収集した。全県で消防署は 103 箇所、176 部隊、防火水槽・消火栓の箇所数は 8、386 箇所、28、381 箇所であった。

全建ぺい率



不燃領域率

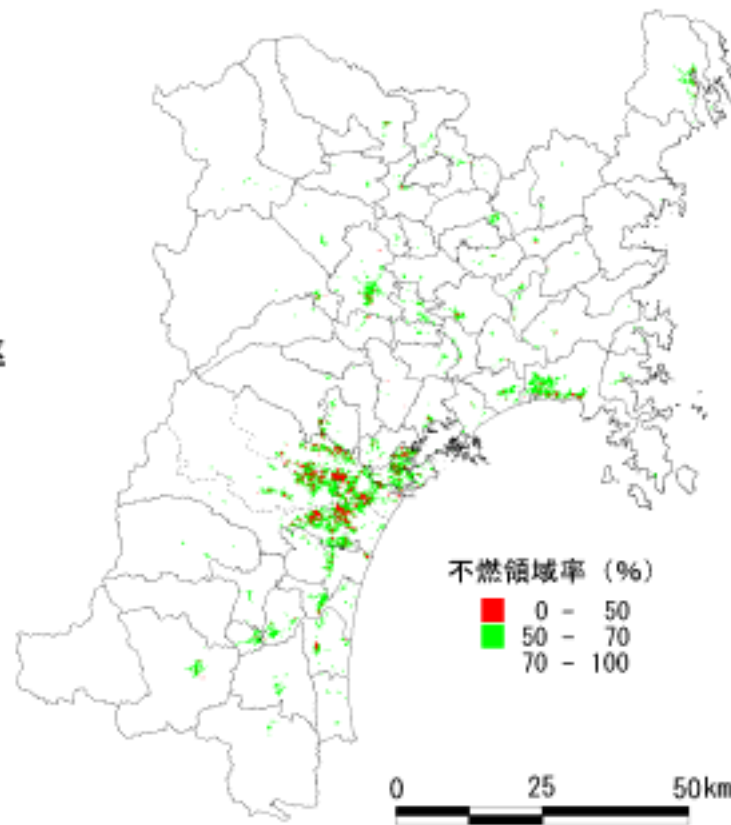


図 4-2-1 全建物建ぺい率分布および不燃領域率分布図

c) 予測手法

火災の想定は、以下の手順で実施した。

地震動の結果より炎上出火件数を予測。

炎上出火件数から炎上出火点メッシュを設定。

炎上出火点メッシュに地域の消防力を想定して、延焼出火点メッシュを想定。

延焼出火点メッシュより、延焼シミュレーションを行い、焼失棟数を予測。

以下、それぞれの項目について手法の概要を説明する。

炎上出火件数の予測

炎上出火件数の予測は、揺れによる半壊以下の建物と全壊建物とを分けて、炎上出火の想定を行っている。

・半壊以下の建物

半壊以下の建物については建物ごとの応答加速度、建物用途の分布状況から、対応する出火率を推定し、現況数から出火件数を算定する。

建物用途別出火率については、東京消防庁(1997)で設定されている用途別の加速度 - 出火率の関係に基づいた。なお、建物用途別出火率は、火気器具使用状況は季節や時間帯で異なるため、前提条件ごとに算定される。本調査では、詳細な建物用途が不明のため、東京消防庁(1997)の用途区分より、戸建住宅、共同住宅、非住家について、

戸建住宅	住宅
共同住宅	共同住宅
非住家すべて	事務所

の値を利用した(表4-2-1参照)。

用途	季節・ 昼夕別	代表加速度(gal)					
		150	250	350	500	700	1000
住宅	夏・昼	0.001%	0.001%	0.003%	0.005%	0.006%	0.007%
	夏・夕	0.001%	0.002%	0.004%	0.008%	0.010%	0.012%
	冬・昼	0.001%	0.002%	0.007%	0.013%	0.017%	0.022%
	冬・夕	0.001%	0.004%	0.014%	0.027%	0.036%	0.048%
共同住宅 (木造)	夏・昼	0.001%	0.001%	0.004%	0.007%	0.010%	0.014%
	夏・夕	0.001%	0.002%	0.006%	0.011%	0.015%	0.020%
	冬・昼	0.001%	0.003%	0.011%	0.020%	0.027%	0.037%
	冬・夕	0.002%	0.005%	0.023%	0.042%	0.056%	0.077%
共同住宅 (非木造)	夏・昼	0.001%	0.001%	0.003%	0.005%	0.006%	0.007%
	夏・夕	0.001%	0.002%	0.004%	0.008%	0.010%	0.012%
	冬・昼	0.001%	0.002%	0.007%	0.013%	0.017%	0.022%
	冬・夕	0.001%	0.004%	0.014%	0.027%	0.036%	0.048%
事務所	夏・昼	0.002%	0.004%	0.020%	0.039%	0.057%	0.070%
	夏・夕	0.001%	0.001%	0.007%	0.013%	0.019%	0.023%
	冬・昼	0.002%	0.005%	0.024%	0.047%	0.070%	0.089%
	冬・夕	0.001%	0.002%	0.009%	0.018%	0.027%	0.035%

表4-2-1 用途別加速度別出火率

東京消防庁(1997) により抜粋

・全壊建物

全壊建物からの出火については、出火要因が建物と一緒に倒壊や転倒、破壊等を起こすような状況下では、出火機構の分析が困難であるため、全壊建物1棟あたりの出火率を兵庫県南部地震の事例を参考に算定した。そのため、一般火気器具、電気器具の他にも漏洩ガス、自動車等からの出火も含まれる。なお、兵庫県南部地震の発生時間は5時46分と早朝であるため、東京消防庁(1997)で調査した住宅における火気器具の時間帯別の使用比率をもとに昼と夕の全壊棟数1棟あたりの出火率を推定した。

その結果、全壊建物1棟あたりの出火率は夏昼が0.0520%、冬夕が0.0745%と設定した。

炎上出火点メッシュの設定

市区町村ごとに各メッシュの炎上出火件数を集計して、その件数分、出火危険度の高いメッシュから順に振り分けることで炎上出火点メッシュを設定する。

地域の消防力を考慮した延焼出火点メッシュの設定

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、東京都(1997)を参照して、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。

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)消防力は消防署の活動のみを考慮する。
- 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)消防水利は、震度5強以下のメッシュでは防火水槽と消火栓が使用可能であり、震度6弱以上では、防火水槽のみ使用可能と仮定した。
- 5)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。
- 6)最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を比較して消火可能かどうかを決定する。
- 7)上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。
- 8)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。
- 9)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。

焼失棟数の予測

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、市街地の構造別の建築面積、建物の被害、風向、風速などから推定し、焼失棟数として算定する。

本調査では、延焼の想定を行うにあたって次のような仮定を設定した。

- 1) 延焼の単位は250mメッシュとし、出火点は250mメッシュの中心に置いた。
- 2) メッシュ内では、建物、宅地等の分布は均一なものとした。
- 3) メッシュ間の燃え移りは辺の中心および頂点とし、延焼拡大するメッシュは各辺の中心および各頂点の計8点の延焼着火時間を計算する。メッシュ間の燃え移りの概念図を図4-2-2に示す。
- 4) メッシュ間の燃え移りの計算は延焼ブロックごとに行う。延焼ブロックとは、不燃領域率70%以下の隣接しあうメッシュ群を指す。なお、不燃領域率は建設省(1997)のデータを基に木防建ぺい率からの経験式により推定した。
- 5) 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。
- 6) 焼失率は建設省総合開発プロジェクト(1982)に基づき、不燃領域率・風速と焼失率の関係式から設定する。
- 7) メッシュ間の延焼拡大は建設省総合開発プロジェクト(1982)のシミュレーション結果より、焼失率30%以上のメッシュが隣接メッシュへ燃え移るものと設定した。
- 8) 焼失棟数を算定する延焼時間は6時間とする。

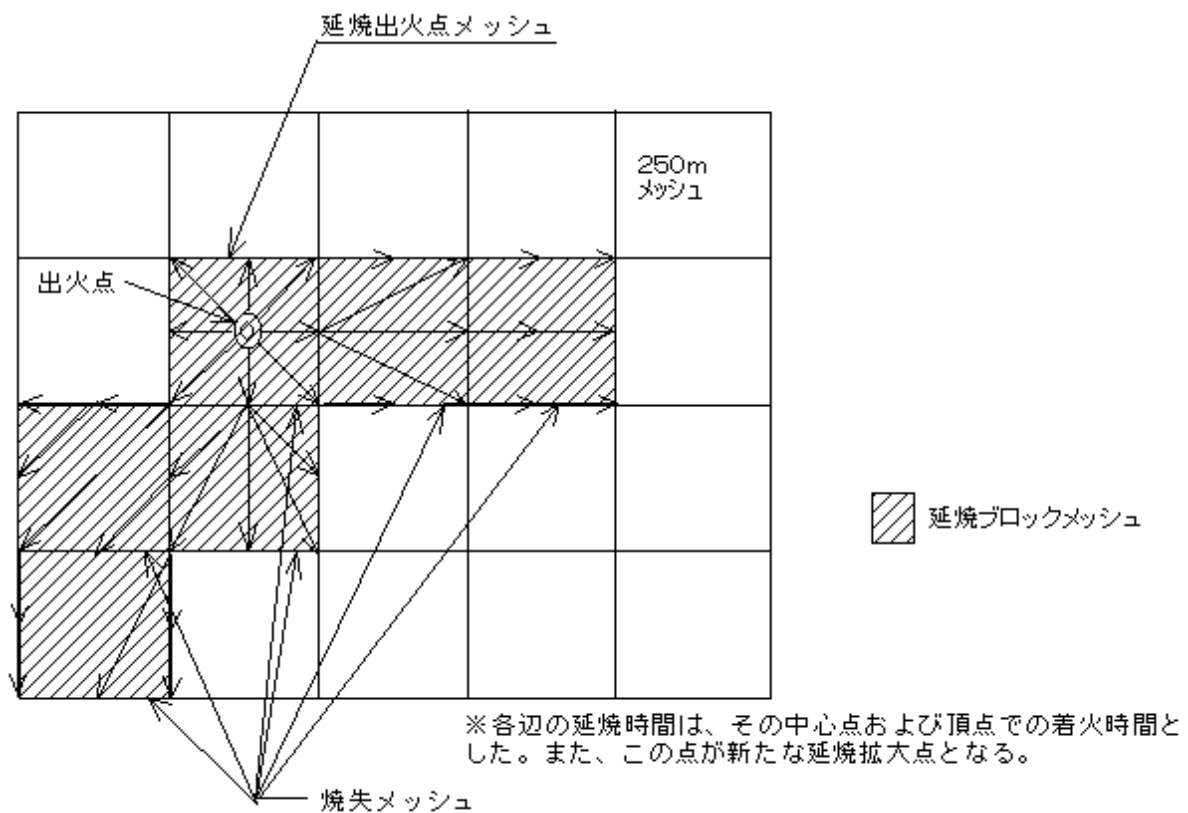


図4-2-2 メッシュ間の燃え移りの概念図

d) 予測結果

想定地震および前提条件別に全県の集計結果を表 4-2-2、炎上出火および焼失棟数分布図を図 4-2-3～5 に示す。

被害の分布としては、建物が密集する都市部に延焼火災が発生する傾向が見られる。夏昼と冬夕の比較では、暖房器具を多く使用しているため、冬夕での被害が大きい。冬夕において焼失棟数が 100 棟を超えると想定される市区町村は、

宮城県沖地震（単独）：仙台市内の全 5 区、塩釜市、古川市の 7 区市

宮城県沖地震（連動）：仙台市内の全 5 区、石巻市、多賀城市の 7 区市

長町 - 利府線断層帯：仙台市内の全 5 区

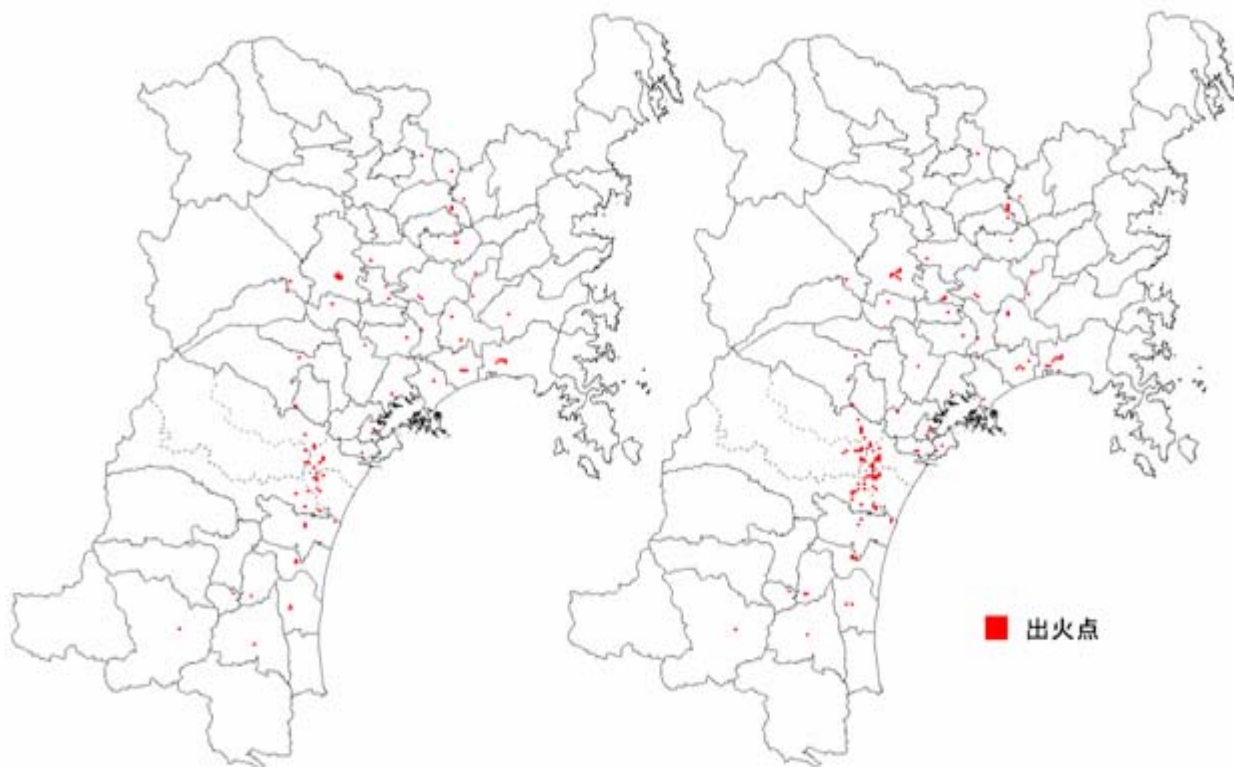
となる。

表 4-2-2 宮城県全体の火災被害予測結果一覧表

項目	内容	前提条件	宮城県沖地震(単独)	宮城県沖地震(連動)	長町 - 利府線断層帯
出火	炎上出火数(件)	夏12時	78	95	83
	うち延焼出火数(件)		37	49	52
	炎上出火数(件)	冬18時	122	158	199
	うち延焼出火数(件)		71	95	119
延焼	焼失数(棟)	夏12時	762	957	1,526
		冬18時	2,482	2,874	4,509

夏 12時：出火

冬 18時：出火



夏 12時：焼失

冬 18時：焼失

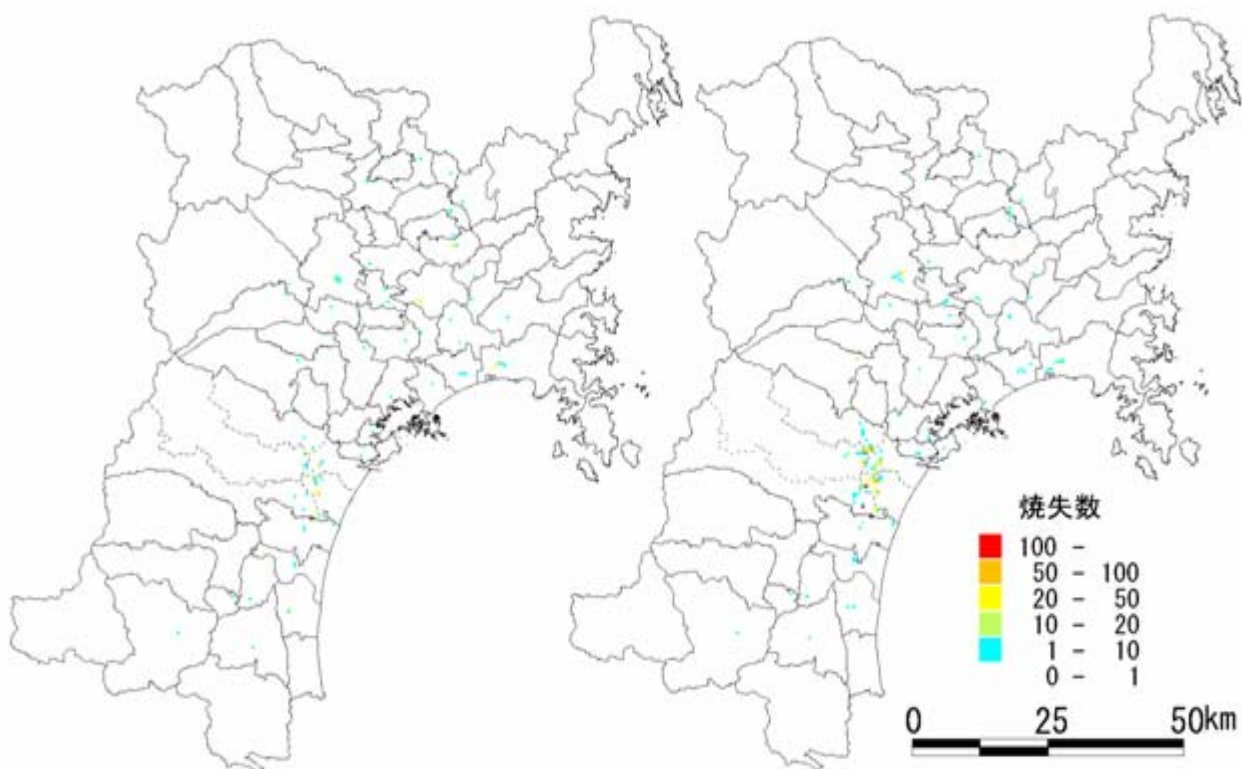
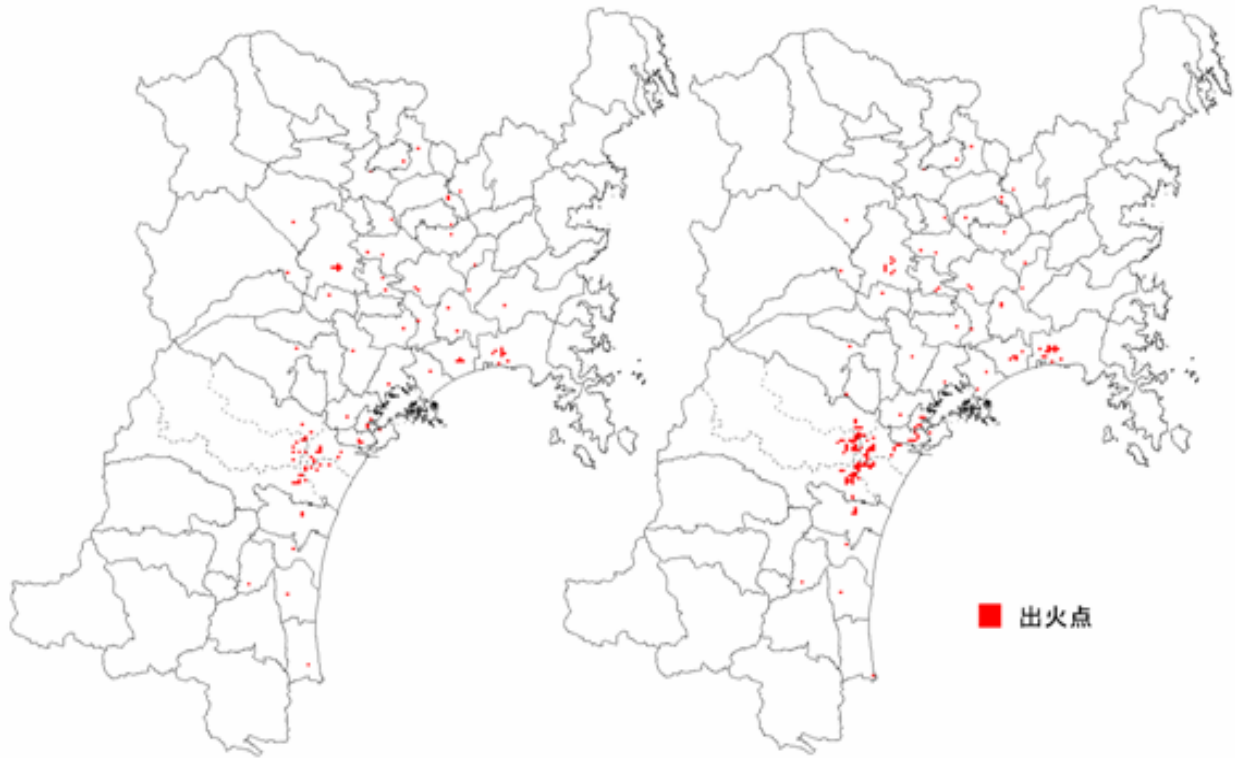


図 4-2-3 炎上出火点分布および焼失棟数分布図（宮城県沖地震(単独)）

夏 12時 : 出火

冬 18時 : 出火



夏 12時 : 焼失

冬 18時 : 焼失

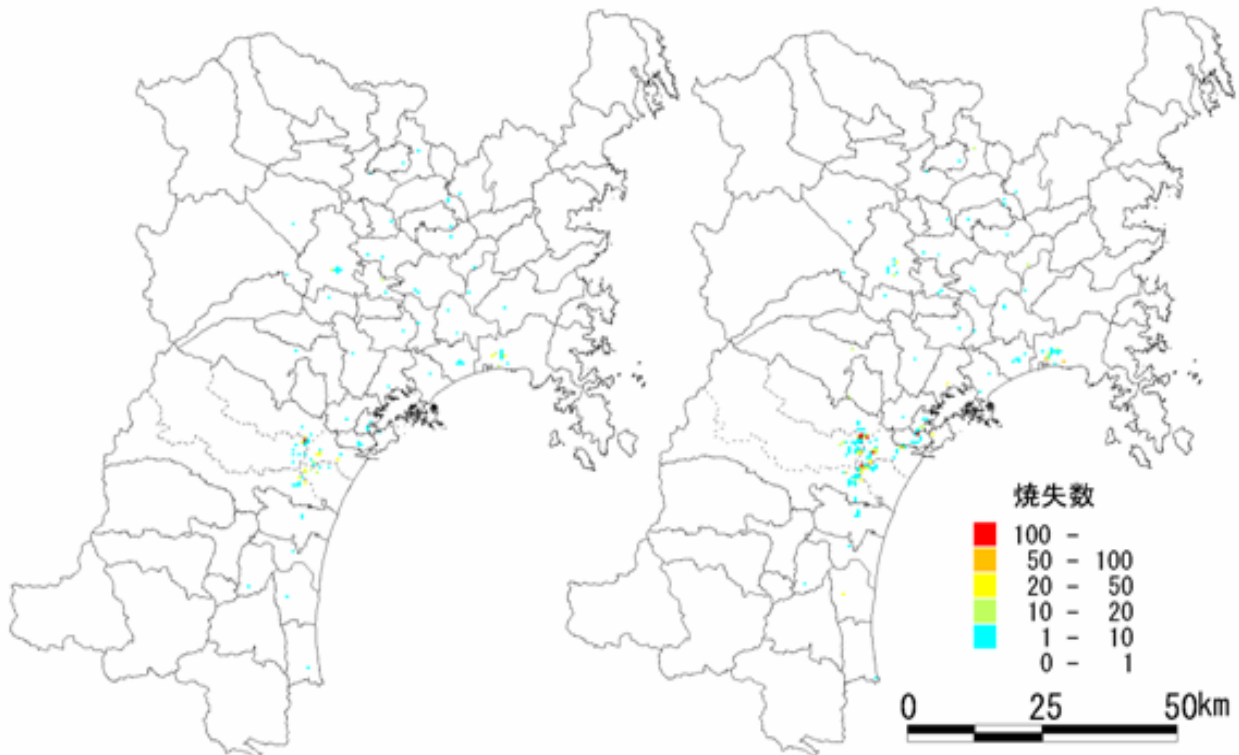


図 4-2-4 炎上出火点分布および焼失棟数分布図 (宮城県沖地震(連動))

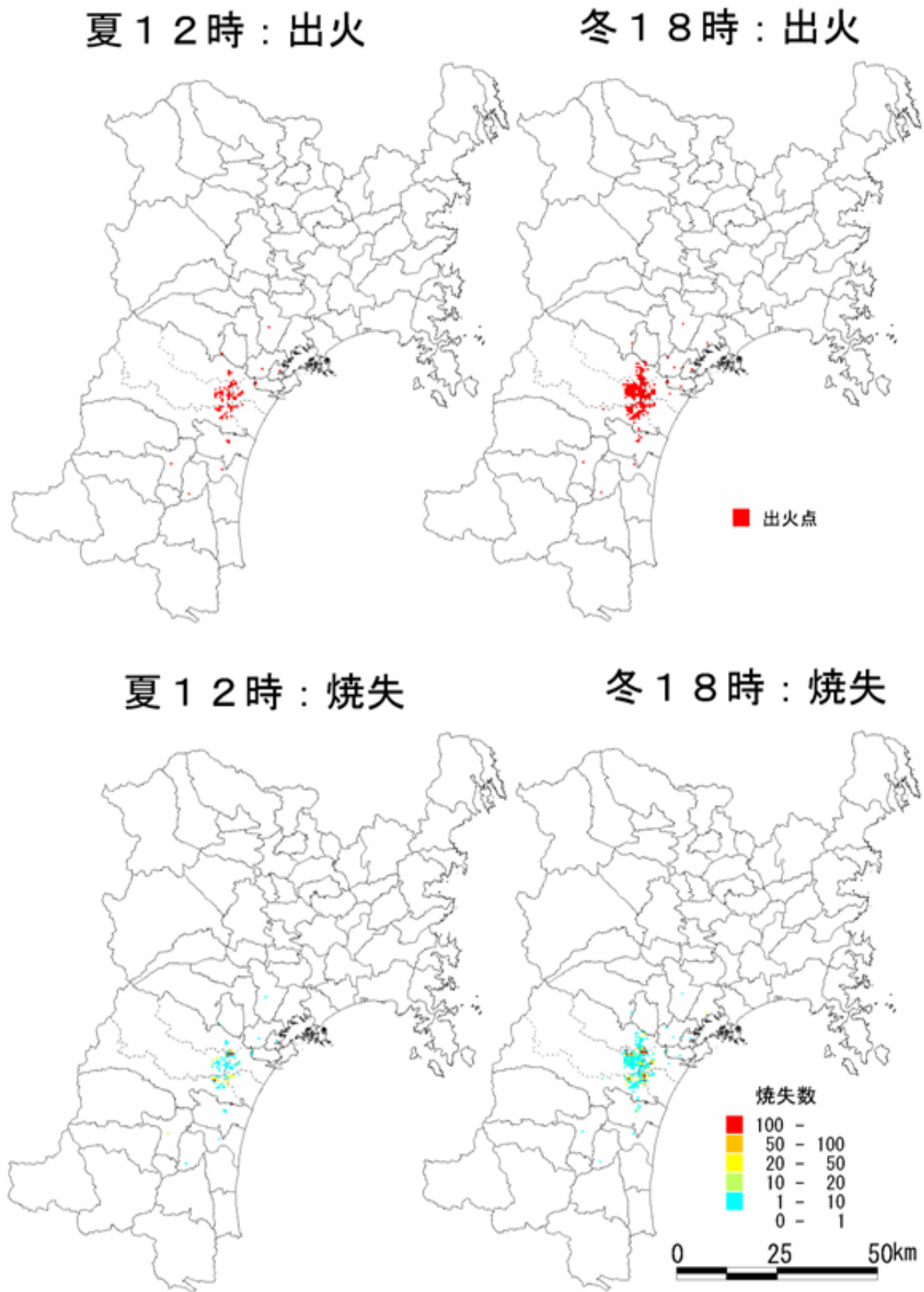


図 4-2-5 炎上出火点分布および焼失棟数分布図（長町 - 利府線断層帯）