

4 本評価手法による延焼危険評価結果

4.1 はじめに

ここでは、本評価手法による延焼危険の代表的な評価結果を示す。

まず、代表的な市街地を6地区取り上げ、航空写真、クラスターの生成状況、東京都直下地震における建物の焼失確率より、各地区的特性を述べる。なお、航空写真は、アルプラス社プロアトラス航空写真DVD¹⁾を用いた。

次に、全国を対象として、建物の出火確率を一律とした場合の全国、首都圏、阪神圏、中京圏の焼失危険の評価結果を示し、更に、関東地震の再来、東海・東南海・南海地震の同時発生の2つのケースにおける焼失危険の評価結果を示す。

4.2 代表市街地の評価結果

代表的な市街地を6地区取り上げ、航空写真、クラスターの生成状況、東京都直下地震における建物の焼失確率より、各地区的特性を述べる。代表市街地として、大都市中心部から郊外へ向けて、各地域の代表的な市街地を取り上げることとする。都心中心部の商業業務地区、インナーシティの木造密集市街地、戦争直後から形成された木造密集市街地、高度経済成長期に形成された木造密集市街地、大都市の計画住宅地、ニュータウン戸建住宅地の6箇所を取り上げた。表4-1に各市街地の焼失棟数の期待値、焼失確率を示す。

表4-1 代表市街地の焼失棟数、焼失確率

	焼失棟数の期待値	全棟数	焼失確率
都心中心部の商業業務地区	2	5,200	0%
インナーシティの木造密集市街地	1,200	11,000	11%
大都市の木造密集市街地：戦直後形成	4,000	10,000	40%
大都市の木造密集市街地：高度経済成長期形成	6,500	9,694	67%
大都市の計画住宅地	230	4,800	5%
ニュータウン戸建住宅地	36	3,600	1%

(集計単位は、次頁以降の各図の図郭)

4.2.1 都市中心部の商業業務地区

この地区は、東京都心の中高層の商業ビルの立ち並ぶ商業業務地区である。一部の街区では、木造の古い住商併用住宅が残っているが、ほとんどの建物は耐火造である。道路については、広幅員道路が碁盤目状に存在し、スーパー・ブロックを形成している。ブロック内も幅員8m以上の道路で区切られている（図4-1）。

クラスターの生成状況をみると、細かく分節化されており、道路越えたクラスターは存在しない（図4-2）。

焼失確率は、全域にわたってほぼゼロであり、どのクラスターもほとんど延焼しない（図4-3）。この図郭内での焼失棟数の期待値は、わずか2棟であった。



図4-1 都市中心部の商業業務地区（プロアトラス航空写真DVD）

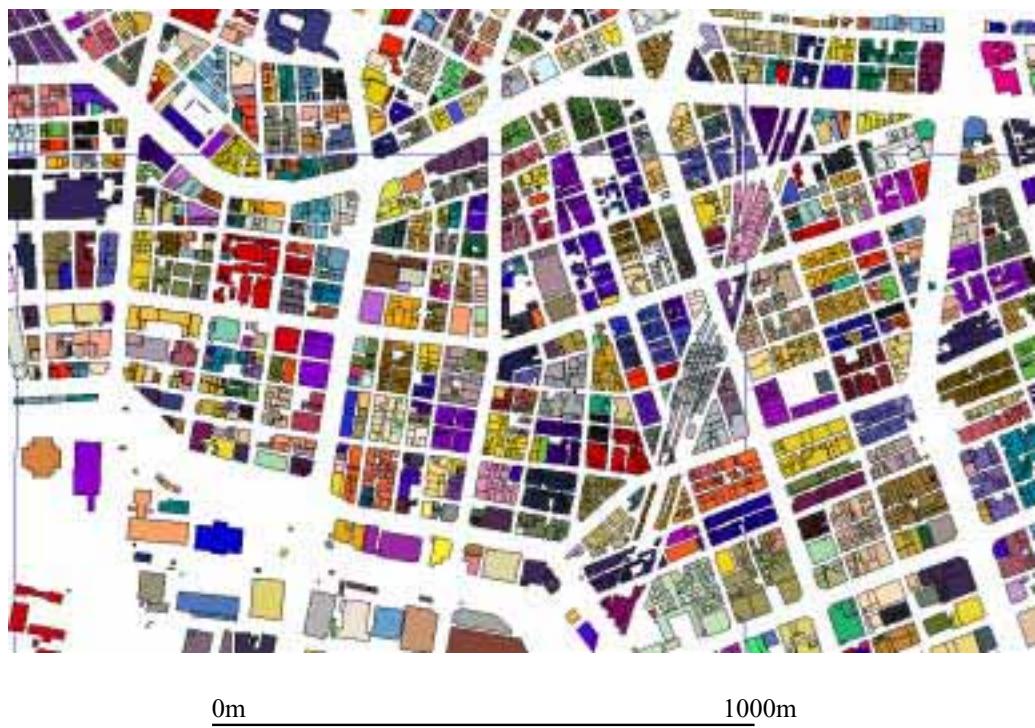


図 4-2 都市中心部の商業業務地区（クラスター生成状況）



図 4-3 都市中心部の商業業務地区（区部直下地震における焼失確率）

4.2.2 大都市インナーシティの木造密集市街地

東京下町の典型的な木造密集市街地である。高密に木造建物が集積しており、密集度は高い。6地区の中では最も図郭中の建物数が多い。関東大震災以降、基盤未整備のまま、急速に市街化がすすんだ地区である。都心に近いこともあり、古くから幹線道路の整備がなされている。概ね800m程度の間隔で広幅員の道路が入っている。ただし、広幅員で囲まれた区域の中では、昔のあぜ道が唯一の生活道路である（図4-4）。

クラスターの生成状況をみると、広幅員の幹線道路でクラスターが分断されている。ひとつのクラスターを構成する建物数は多く、数千棟単位である（図4-5）。

焼失確率をみると、0.1未満、或いは、0.1以上0.2未満である。一般に思われるほど焼失確率は高くない（図4-6）。この図郭内での焼失棟数の期待値は約1,200棟、焼失確率11%であった。



図4-4 大都市インナーシティの木造密集市街地（プロアトラス航空写真DVD）

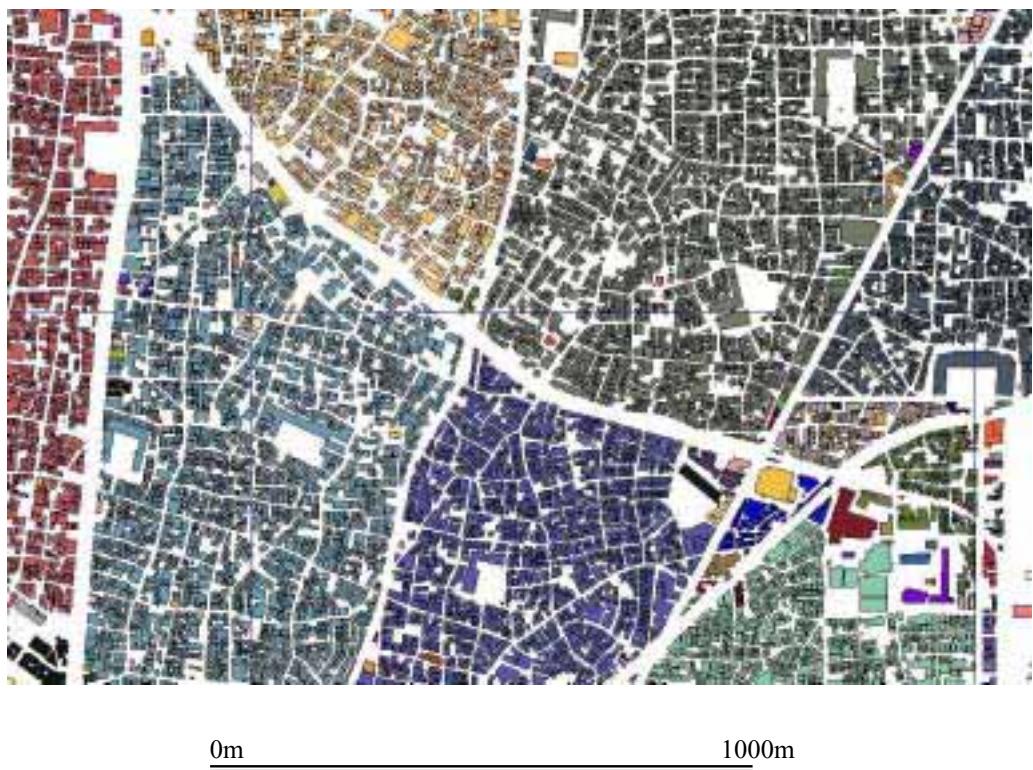


図 4-5 大都市インナーシティの木造密集市街地（クラスター生成状況）

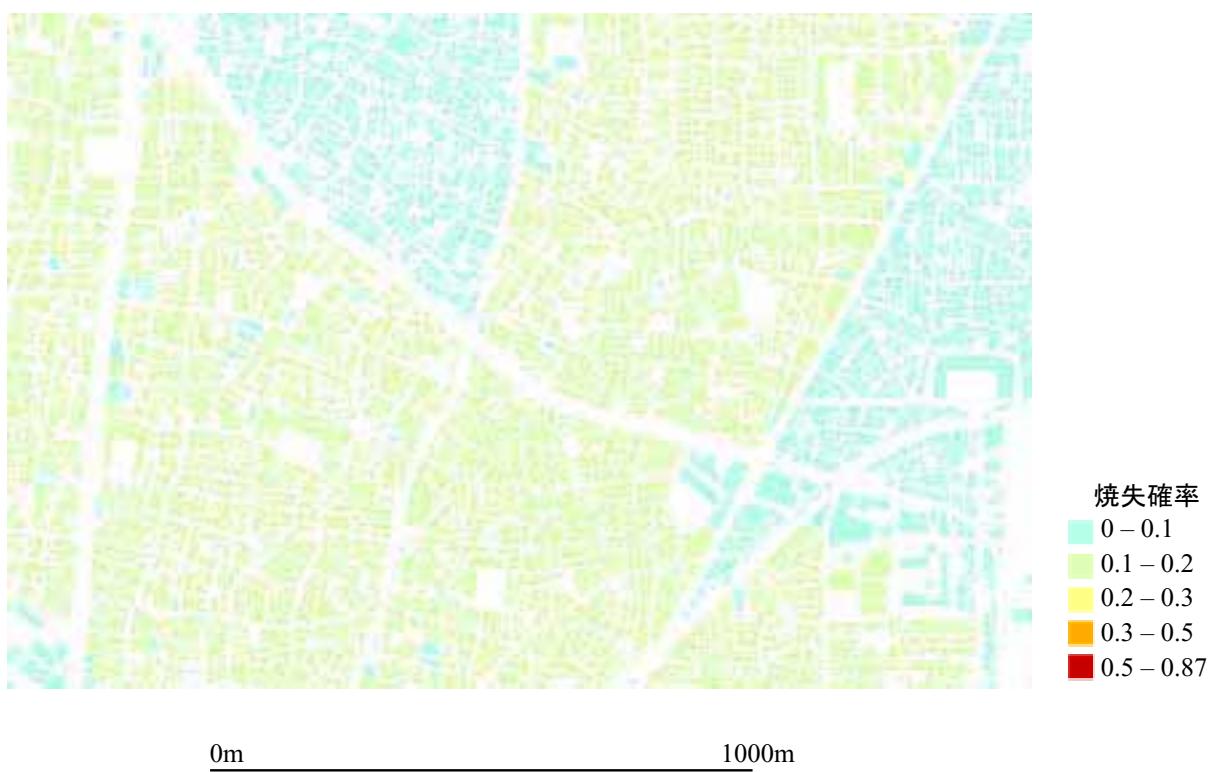


図 4-6 大都市インナーシティの木造密集市街地（区部直下地震における焼失確率）

4.2.3 大都市の木造密集市街地—戦争直後形成—

東京郊外のスプロール市街地である。戦争直後より、基盤未整備のまま、急速に市街化が進んだ区域である。広幅員の道路の密度が低い（図 4-7）。

クラスターの生成状況をみると、広幅員道路が少ないため、クラスターのサイズは、かなり大きい（図 4-8）。

焼失確率をみると、0.3 以上 0.5 未満の建物がほとんどを占める（図 4-9）。この図郭内での焼失棟数の期待値は約 4,000 棟、焼失確率 40% であった。



図 4-7 大都市の木造密集市街地—戦争直後形成—（プロアトラス航空写真DVD）

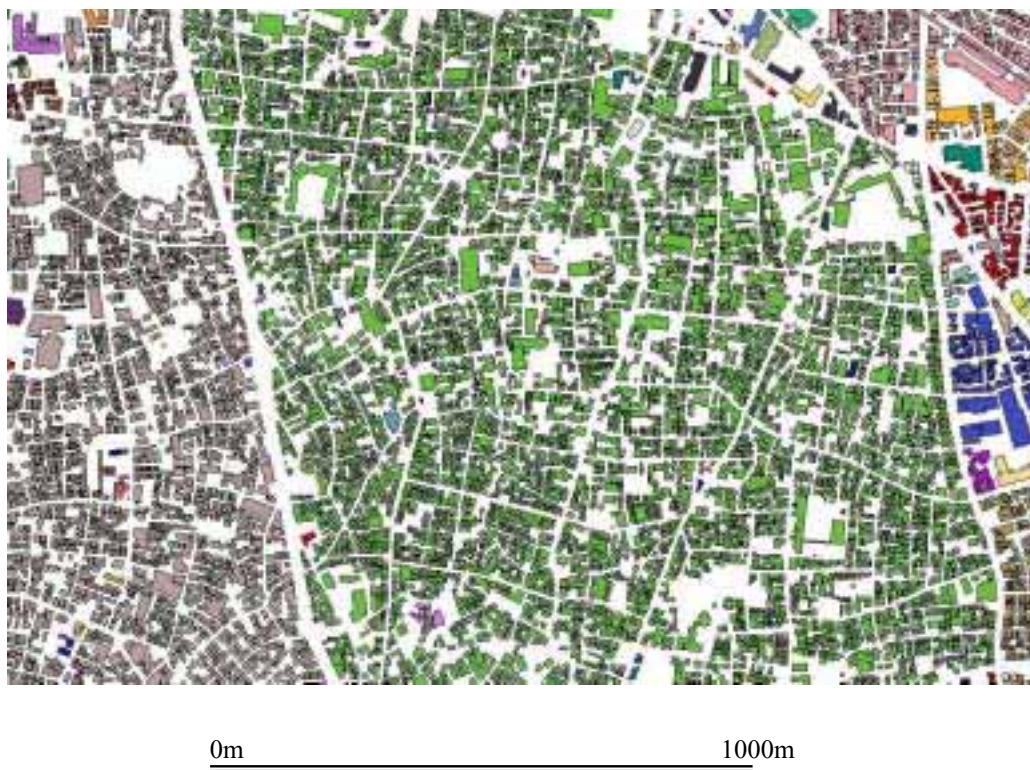


図 4-8 大都市の木造密集市街地－戦争直後形成－（クラスター生成状況）



図 4-9 大都市の木造密集市街地－戦争直後形成－（区部直下地震における焼失確率）

4.2.4 大都市の木造密集市街地－高度経済成長期形成－

東京山の手の密集市街地である。高度経済成長期に作られた木造賃貸住宅、狭小な木造戸建住宅が高密度に集積する地域である。基盤は未整備なまま市街化が急速に進んだため、広幅員道路は存在しない。唯一、図郭上方に東西の道路があるが、幅員は片側1車線の道路に過ぎない（図4-10）。

クラスターの生成状況をみると、唯一存在する東西方向の道路によってクラスターが分断されているが、南北方向には、道路が存在しないため、かなり広い範囲で同一のクラスターとなっている。このクラスターのサイズは、道路北側（濃紺）が約5,000棟、南側（黒）は約22,000棟にものぼる。南側のクラスターは、およそ3km×1.2kmの非常に広範囲に及んでいる（図4-11）。

焼失確率をみると、北側クラスターでは、0.38、南側クラスターでは0.87に至っており、地震火災の発生の恐れは極めて高い。特に南側のクラスターについては、焼失する可能性が極めて高い。この図郭内での焼失棟数の期待値は約6,500棟、焼失確率67%であった（図4-12）。



図4-10 大都市の木造密集市街地－高度経済成長期形成－（プロアトラス航空写真DVD）

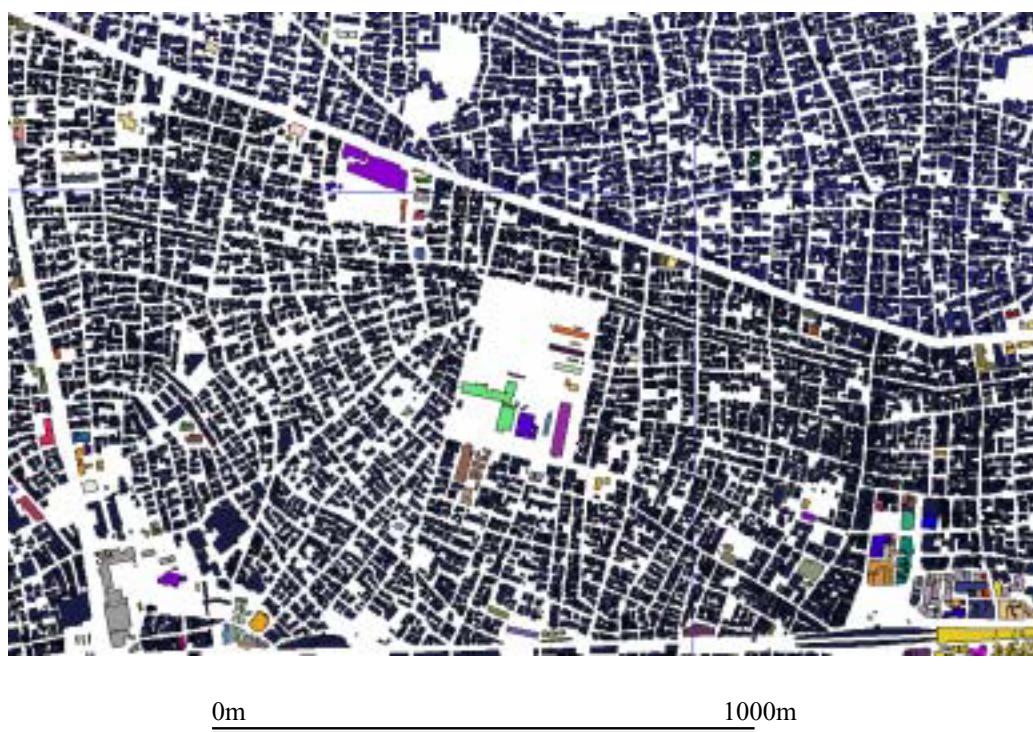


図 4-11 大都市の木造密集市街地－高度経済成長期形成－（クラスター生成状況）

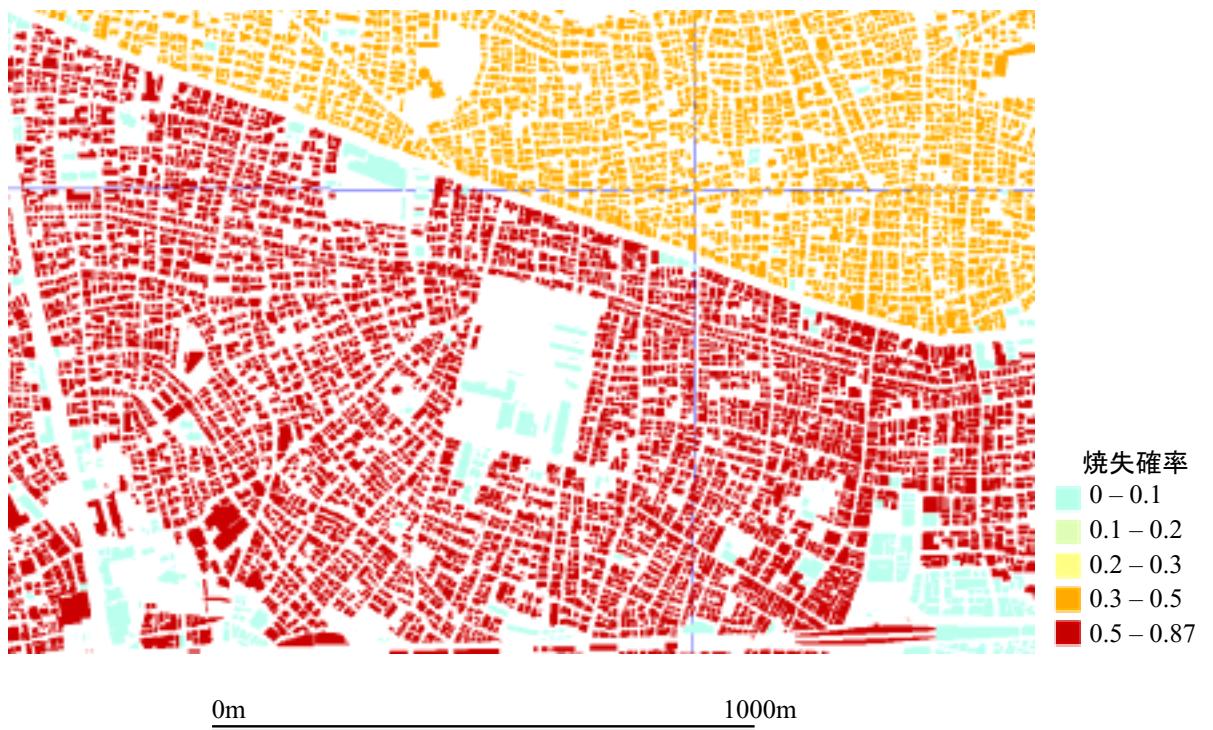


図 4-12 大都市の木造密集市街地－高度経済成長期形成－（区部直下地震における焼失確率）

4.2.5 大都市の計画住宅地

東京を代表する計画住宅地を中心とする地区である。大正時代に計画的に建設された。道路は、駅を中心に放射・環状型に整備されており、この区域では、100坪以上の敷地の住宅が立ち並ぶ低密な計画住宅地である。その西側の住宅地は、この住宅地が開発された後、徐々に市街化が進み、形成された市街地である。この区域では、道路幅員、敷地が相対的に狭い（図 4-13）。

クラスターの生成状況をみると、計画住宅地では、道路幅員に加えて、敷地面積に余裕があるため、道路を越えたクラスターはほとんど存在しない。一方、図郭西側の住宅地では、敷地面積に余裕がないため、道路を越えるクラスターが散見される（図 4-14）。

焼失確率は、ほぼ全域にわたって 0.1 を下回っており、延焼の恐れは小さい（図 4-15）。

この図郭内での焼失棟数の期待値は約 230 棟、焼失確率 5% であった。



図 4-13 大都市の計画住宅地（プロアトラス航空写真 D V D）

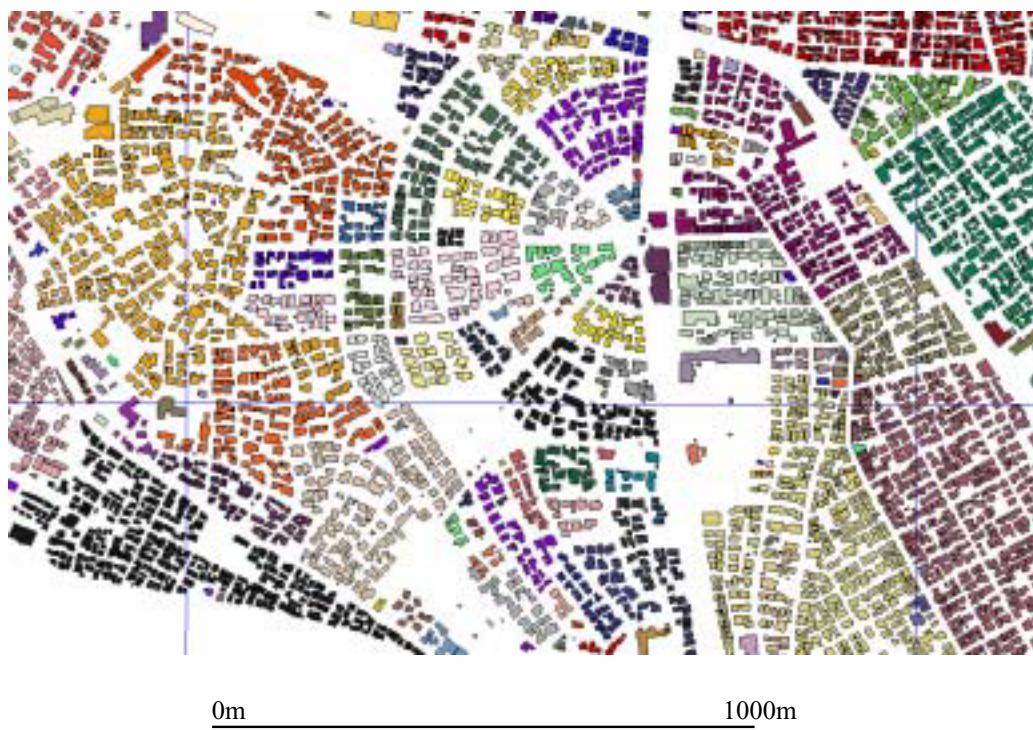


図 4-14 大都市の計画住宅地（クラスター生成状況）

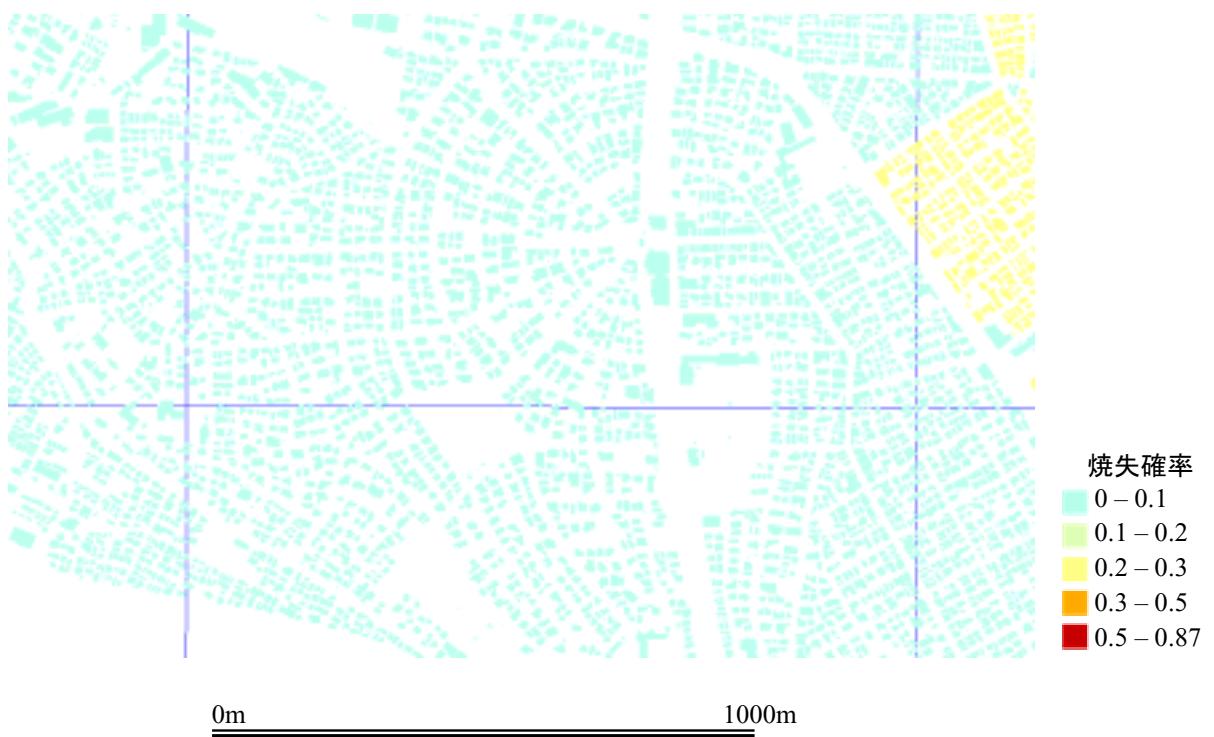


図 4-15 大都市の計画住宅地（区部直下地震における焼失確率）

4.2.6 ニュータウンの戸建住宅地

東京のニュータウンの戸建住宅団地である。比較的敷地に余裕がある。道路は6m以上の道路が入り、8m以上の道路も多い（図4-16）。

クラスターの生成状況をみると、前項の計画的住宅地よりクラスターは大きい。敷地規模の大きさが起因しているようである。前項の西側区域の自然発生的に市街化が進んだ区域と比べれば、クラスターは小さい。各クラスターは、8m道路と思われる道路と庭が面する6m道路で分節されている（図4-17）。

焼失確率は、全域で0.1未満であり、延焼の恐れはほとんどない（図4-18）。この図郭内での焼失棟数の期待値は約36棟、焼失確率1%であった。



図4-16 ニュータウンの戸建住宅地（プロアトラス航空写真DVD）

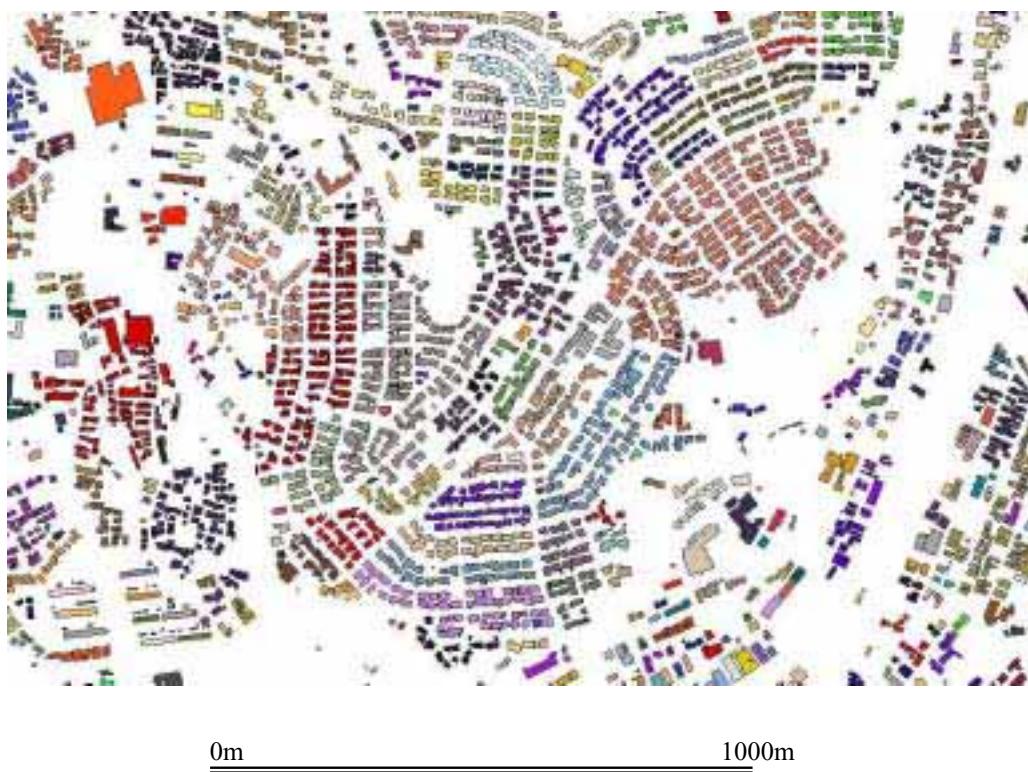


図 4-17 ニュータウンの戸建住宅地（クラスター生成状況）



図 4-18 ニュータウンの戸建住宅地（区部直下地震における焼失確率）

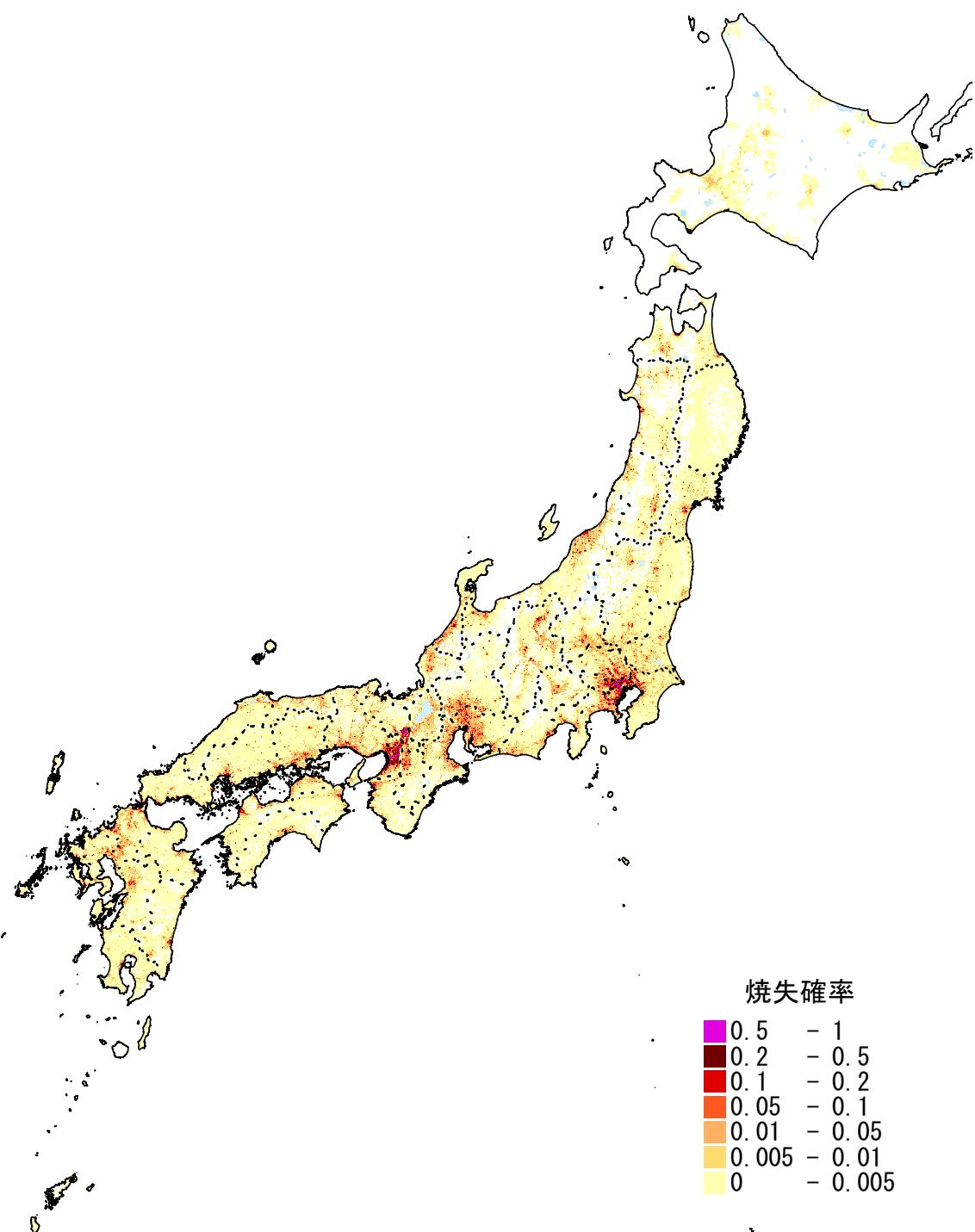


図 4-20 全国一律の出火確率（各建物 : 0.00048）の時の焼失確率（地域標準メッシュ（第3次地域区画））：三大都市圏を中心に都市域において焼失確率が高くなっていることが分かる。※北海道については、地図データが整備されていない地域が多数ある。

4.3 延焼危険のマクロ評価

4.3.1 建物の出火確率を一律とした場合の全国評価

地域標準メッシュ（第3次地域区画）を用いて、広域での評価結果を確認する。まず、建物の出火確率を一律とした場合について、全国を対象とした評価を行う。これは、地震の揺れの強さの違いによる出火確率が偏在するという影響を排し、クラスターの大きさの違いによる延焼危険の違いを確認することが目的である。

ここでは、全国のすべての建物に出火確率 0.00048 を与えた。この数値は、東京都の地震被害想定²⁾における地表面加速度が 1,000gal のときの戸建て住宅の出火確率に相当するものである。1,000gal は、概ね震度 6 強から 7 に対応すると考えてよい加速度である。

クラスターを構成する建物数と建物の焼失確率との関係は、式(7)で表されるので、各建物の出火確率が 0.00048 の場合、図 4-19 のような関係になる。表 4-2 に示すように、クラスターを構成する建物数が多いほど、焼失確率は大きくなる。当然のことではあるが、大きなクラスターで構成される市街地ほど、焼失確率の期待値は大きくなる。

図 4-20 に全国での評価結果、図 4-21、図 4-22、図 4-23 にそれぞれ、首都圏、阪神圏、中京圏をズームアップしたものを示す。

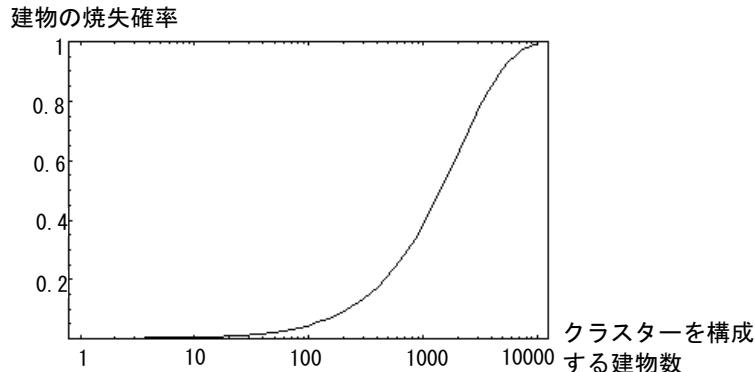


図 4-19 クラスターを構成する建物数と焼失確率との関係（建物出火確率 $p=0.00048$ ）

表 4-2 クラスターを構成する建物数と焼失確率の関係（建物出火確率 $p=0.00048$ ）

クラスターを構成する建物数	10	100	1,000	10,000
焼失確率	0.0048	0.047	0.38	0.99

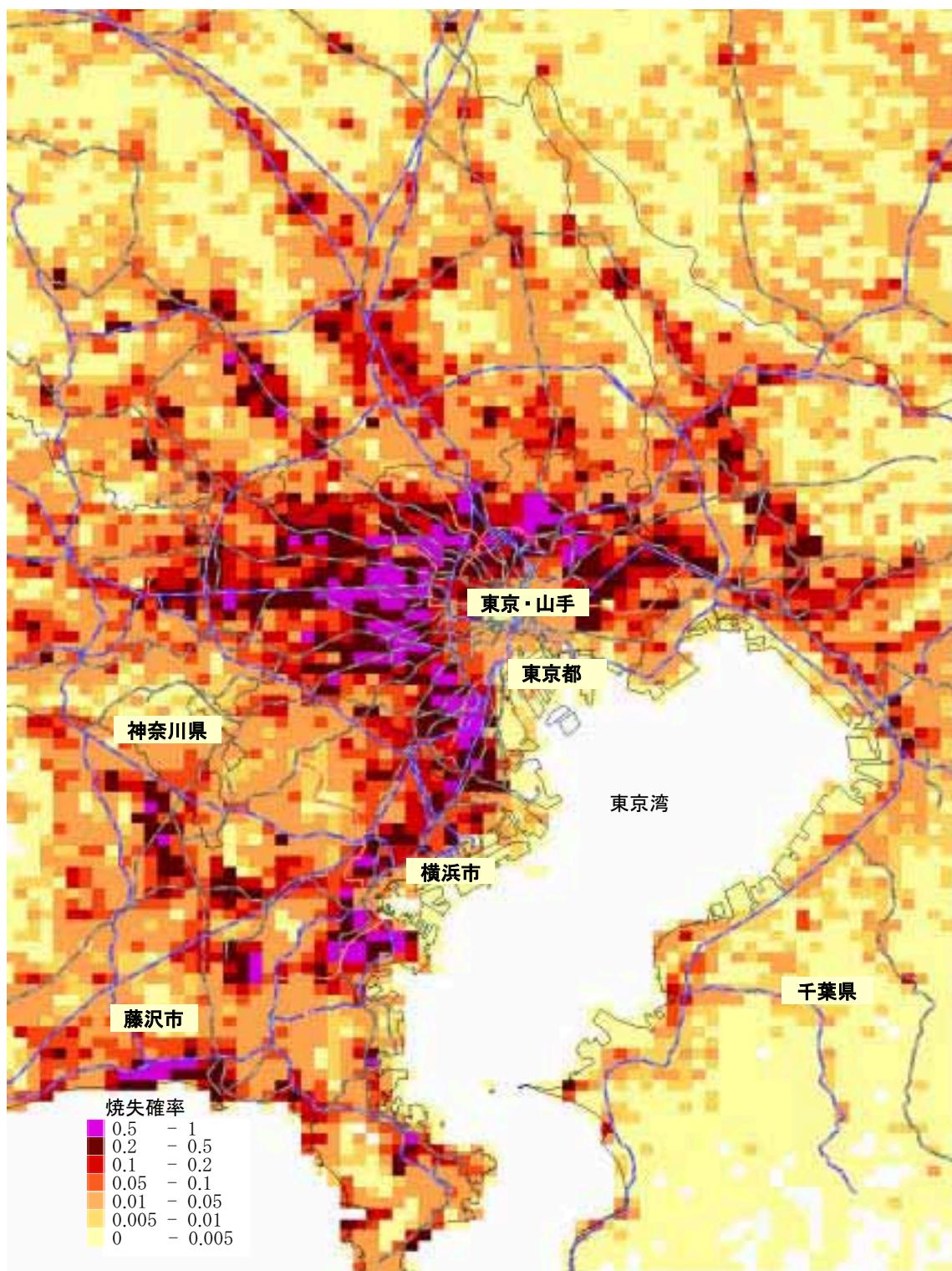


図 4-21 全国一律の出火確率（各建物 : 0.00048）の時の焼失確率（地域標準メッシュ（第3次地域区画）：首都圏）：東京都の山手線外側にドーナツ状に焼失確率の高い区域が広がる。またこの他にも横浜市中区、藤沢市の海岸沿いでも出火確率の高い区域が見られる。

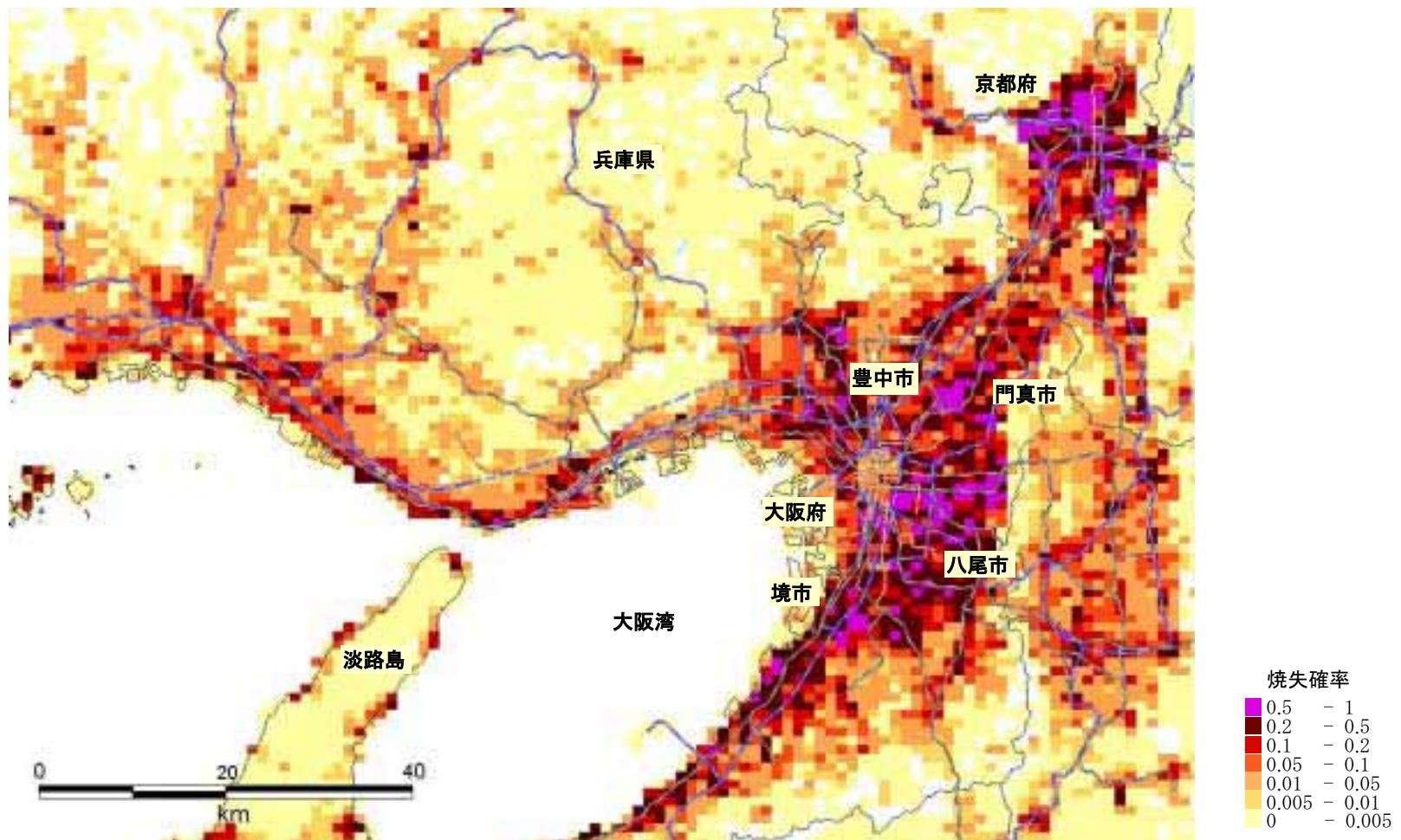


図 4-22 全国一律の出火確率（各建物 : 0.00048）の時の焼失確率（地域標準メッシュ（第3次地域区画）：JR 大阪環状線外側に焼失確率が高い区域が散在している。門真市・寝屋川市、平野区から八尾市にかけて、堺市、豊中市などに見られる。また京都市中心地も焼失確率が高い。

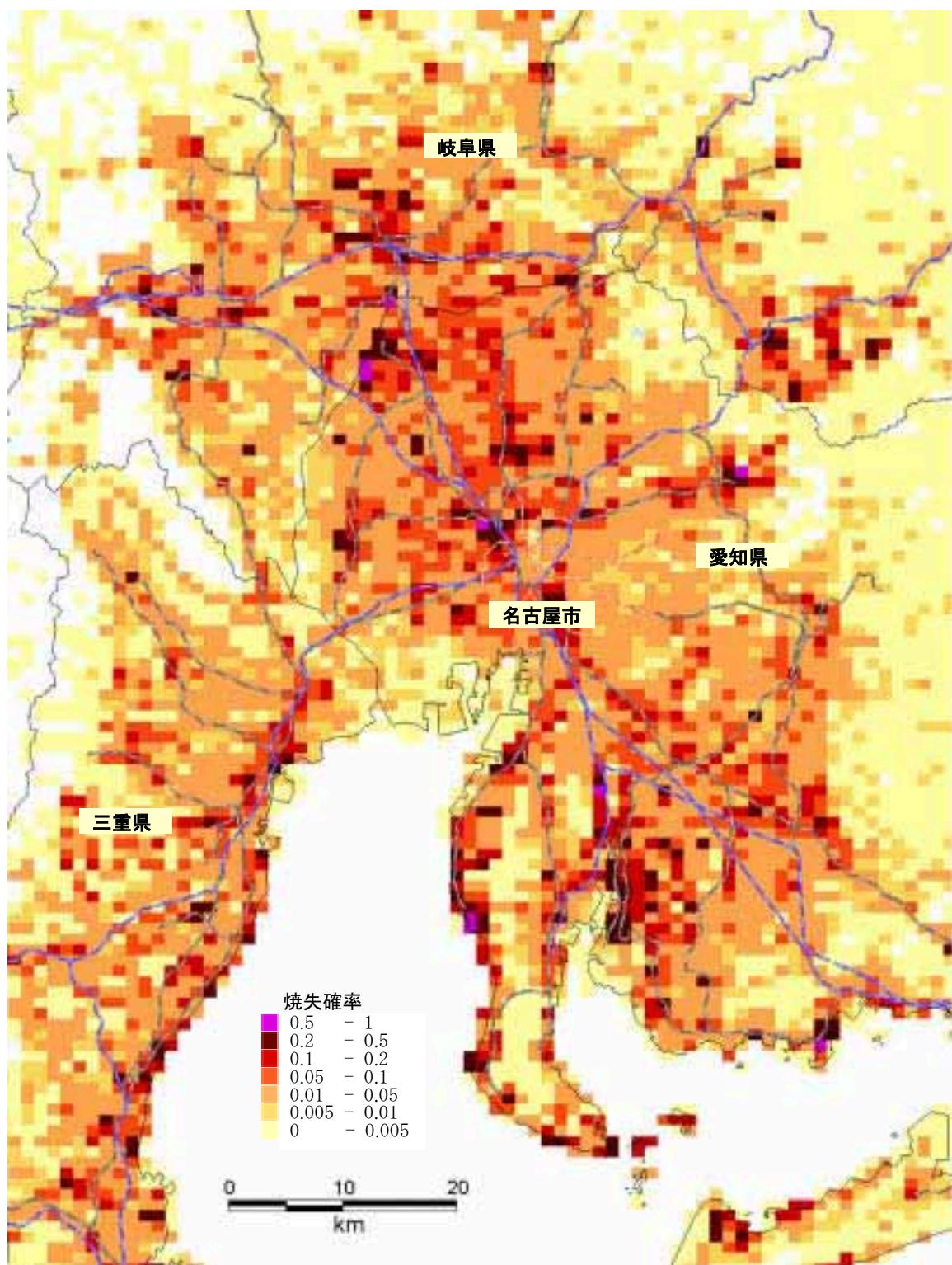


図 4-23 全国一律の出火確率（各建物 : 0.00048）の時の焼失確率（地域標準メッシュ（第3次地区区画）：中京圏）：中京圏は、首都圏、阪神圏と比べると、焼失確率が高い区域は少ない。焼失確率が 50%を超える区域はほとんどみられない。

4.3.2 関東地震の再来，東海・東南海・南海地震における評価

次に，想定される代表的な想定地震における焼失危険の評価を行う。想定地震としては，関東地震の再来，東海・東南海・南海地震の同時発生の2つの地震を取り上げる。図4-24，図4-25に関東地震の再来における出火確率と焼失確率，図4-26，図4-27に東海・東南海・南海地震の同時発生の出火確率と焼失確率を示す。なお，ここで用いた出火確率は，初期消火等を考慮していないため，高めに評価されている。

出火確率の地域分布をみると，想定震源域からの等距離線上に市街地分布を重ね合わせたような分布になっている。揺れが強く，そこに揺れる建物があれば，同じように出火するというメカニズムが反映している。それに対して延焼被害の地域分布は，想定震源域からの距離の影響が小さい。例えば，図4-25の関東地震の再来をみると，震源域か相対的に遠い東京都区部で焼失棟数が大きくなっている，また，千葉県や埼玉県の市街地が連坦している地域で焼失棟数が相対的に大きくなっている。出火件数と比べ，濃い色となっているのが特徴的である。図4-27の東海・東南海・南海地震についても同様で，大阪府，愛知県三河地方，甲府市で震源域からの距離に対して相対的に焼失棟数が大きくなっている。出火件数が少なくとも，大きなクラスターがそこに存在していれば，大きな被害をもたらすということを反映している。

参考文献

- 1) アルプス社：プロアトラス航空写真DVD，2003.
- 2) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，1997.

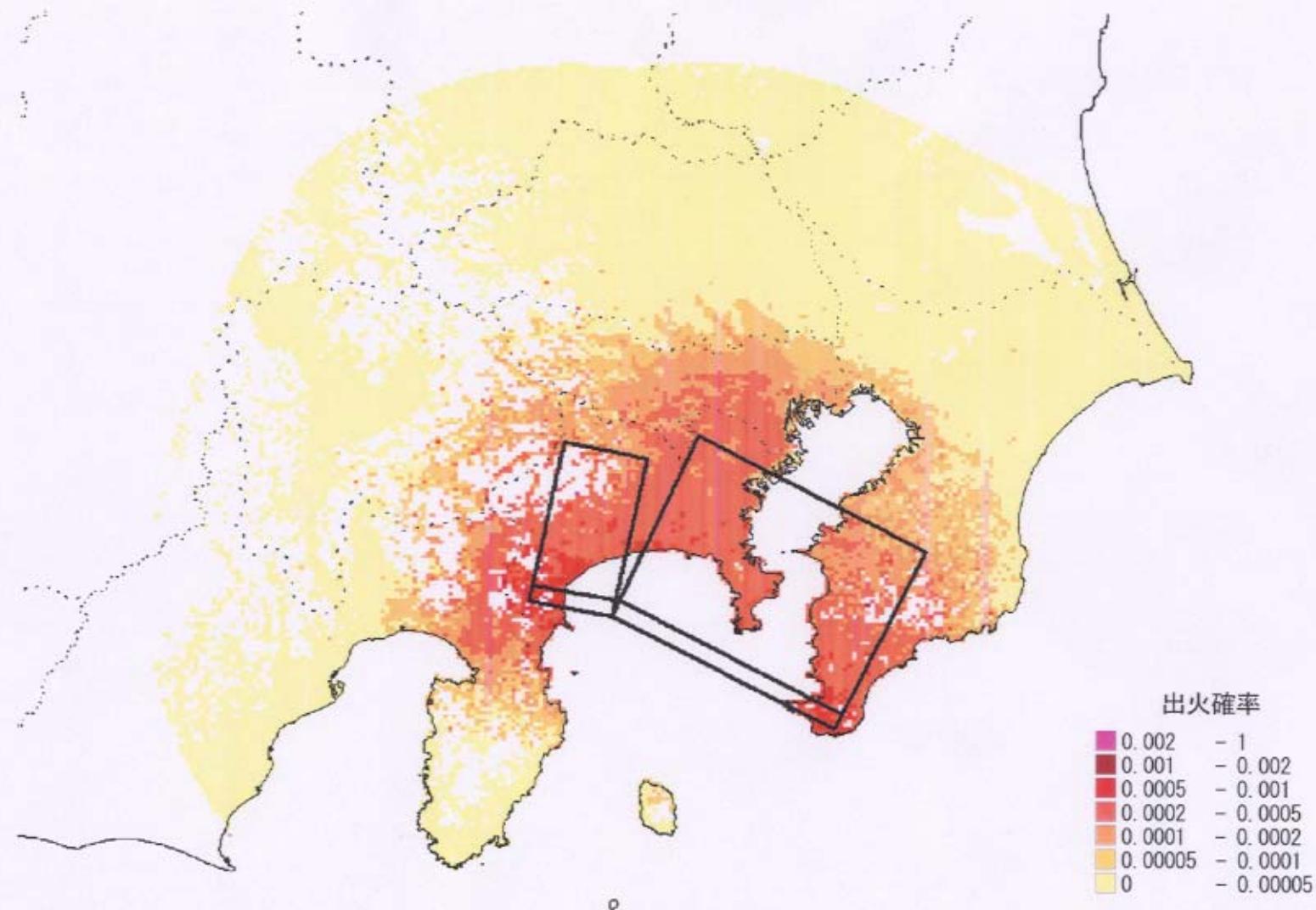


図 4-24 出火確率（関東地震の再来）

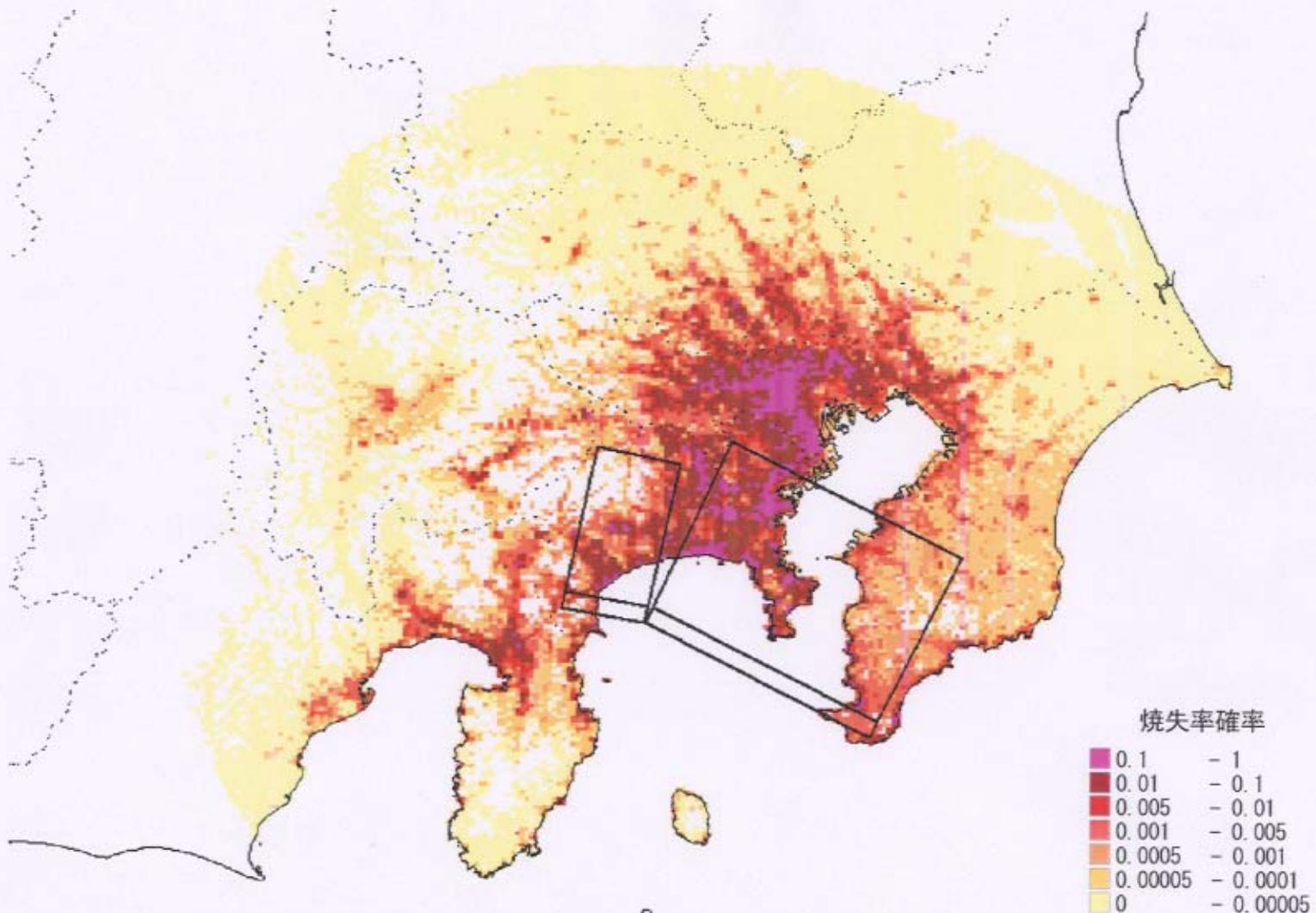


図 4-25 焼失確率（関東地震の再来）

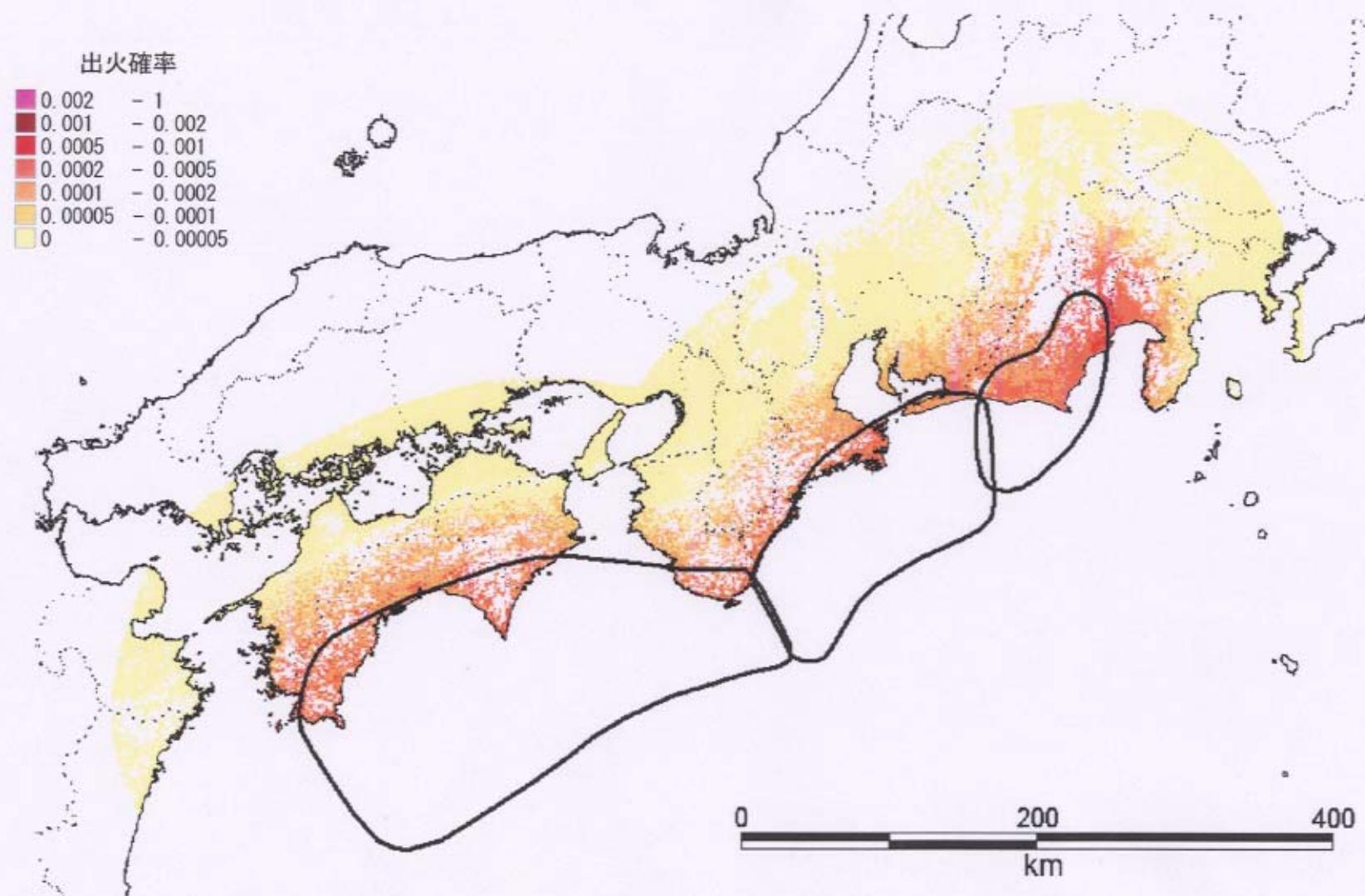


図 4-26 出火確率（東海・東南海・南海地震）

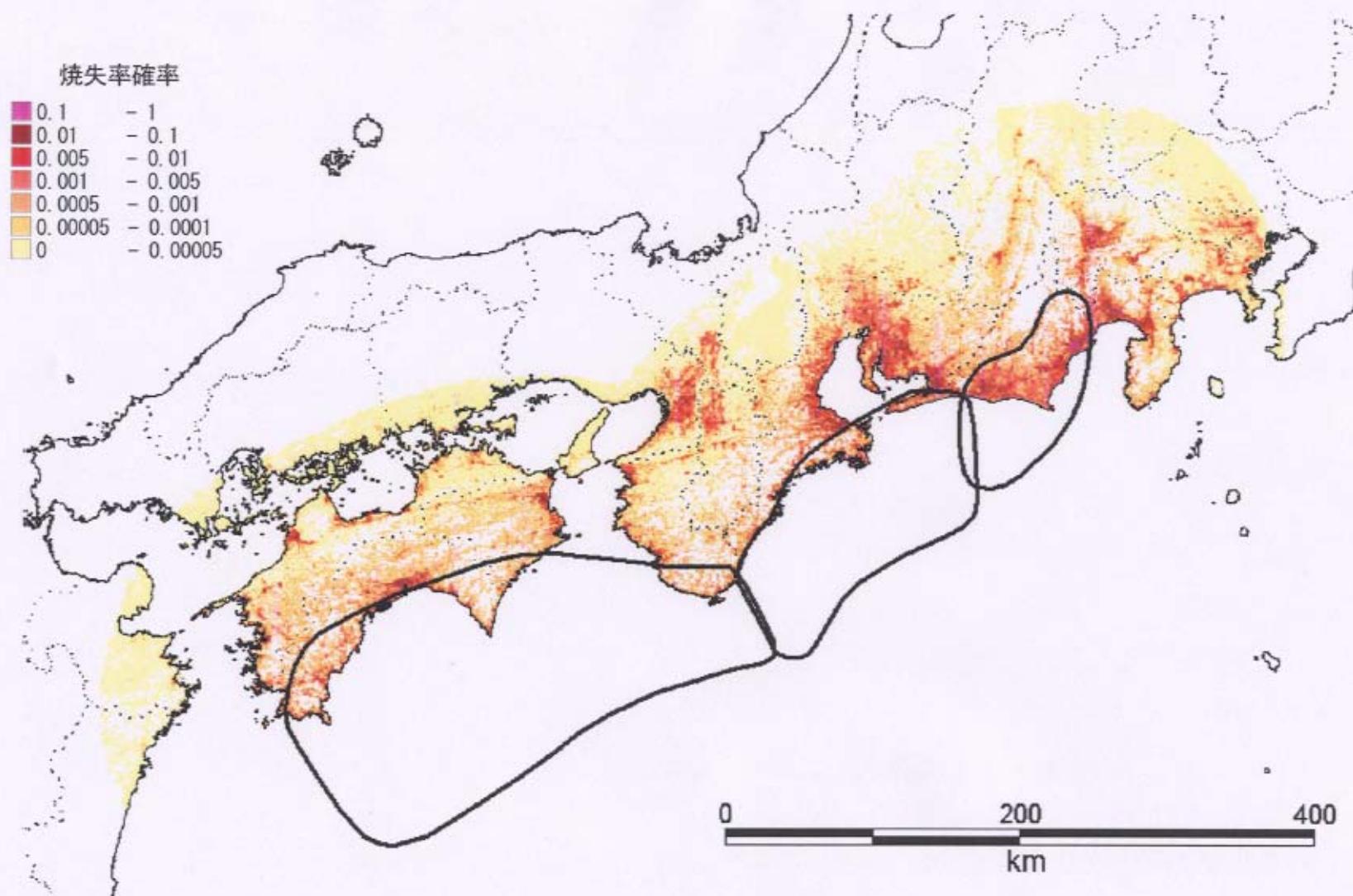


図 4-27 焼失確率（東海・東南海・南海地震）

5 まとめ

5.1 本研究の成果

本研究では、既存の延焼危険の評価方法の課題と、コンピューターの性能の向上、デジタルマップの普及といった状況をふまえて、建物戸別のデジタルマップを利用した新しい評価方法を構築し、全国を対象に実用時間内に延焼危険が評価できる仕組みを構築した。

本手法の特徴は、以下のとおりである。

- 建物単位で評価できること
- 出火と延焼を統合した評価となっていること
- 被害の絶対値で評価できること。

建物単位では、出火確率を考慮した焼失確率という絶対値で評価される。

任意の集計単位では、焼失棟数という絶対値で評価される。

- 二次利用しやすいアウトプットであること。

建物単体の評価であるため、任意の集計単位で焼失棟数を算出することができる。

建物の属性毎に集計すれば、属性別の焼失棟数を求めることができる。

本研究の成果の意義として2点、挙げることができる。

- 全国を対象とした建物戸別のデジタルマップを用いた評価を行うことができることを実証したこと。
全国の建物戸別のデータを対象に複雑な処理を行うことは、一昔前ならば、発想さえしなかったことである。本研究が初めての試みである。
- 全国を対象とした建物単位の評価は、従来のものと比べ、使いやすく、分かりやすい。

本手法では、建物単位が評価結果の最小単位となっている。そのため、利用目的に応じた任意の集計単位で誤差なしで再集計することができる。例えば、メッシュ、行政界等、で再集計可能等、任意単位で集計することによって、その単位の焼失棟数を求めることができる。一般によく行われる集計単位のデータ変換（例えば、行政界からメッシュへの変換）では、誤差が生じるが、今回的方法では、誤差は皆無である。

また、建物単位の評価は、非常に分かりやすいものになっている。特に、「運命共同体」を意味するクラスターの色分け表現は、焼失確率の主題図とあわせてみるとことにより、より分かりやすくリスクを伝えることができるものになっている。

利用のしやすさ、分かりやすさという点で、従来の手法より一步進んだ感がある。

5.2 今後の課題・展望

第一は、延焼過程のモデル化についてである。今回は、延焼過程を「延焼限界距離 $1.5 d^*$ 」のみでモデル化しているが、本来、延焼という現象は、シミュレーションに見られるようにダイナミズムを有すものである。単体火災、複数棟火災、そして市街地火災に至る過程を評価方法の中に組み込んでいくつ必要があろう。

第二は、構造割り当ての精緻化である。今回は、特定の行政の GIS データ分析をもとに行つたが、十分な検証を行ったとは言えない。今後、各棟について構造の判明している多数のデータを用いて、現在の仮定の妥当性についてさらに検証を行い、必要に応じて改善していく必要があろう。

第三は、出火確率の評価方法の精緻化である。今回の手法では、建物単位で焼失確率を求められるようになった。しかし、現在のところ、建物単位で出火確率を評価する手法が存在しない。本研究において出火と延焼の評価が統合されているものの、両者の間に空間的な精度感に乏しが見られるのである。現在の出火確率の評価方法では、地域標準メッシュ（第3次地域区分）のような集計単位内にある建物は、すべて同じ出火確率となってしまう。本来ならば、メッシュ内でも出火の危険性は偏在しているはずである。空間的な精度の高い出火確率の評価方法を構築する必要があると考えている。デジタルマップを活用すれば、比較的容易に実現できるであろう。

第四は、データの更新作業の簡便化である。今回は、データが整備済みの全国の市街地を対象に評価を行った。市街地の変化に合わせて、再評価を今後行っていく必要がある。今回のデータと評価結果を基礎データとし、クラスターの生成状況と焼失棟数の関係、また、各クラスターの形状と延焼危険との関係、さらに各クラスターの形状とクラスターを構成する建物の変化に対する延焼危険の感度との関係等について研究をすすめることにより、データを更新すべき地域、評価精度を高めるべき地域、評価精度を落としてもよい地域等を抽出できるようになる可能性がある。そうすることによって、限られた資源（時間、費用、コンピューター能力）を効率よく使い、さらに延焼危険の評価精度を向上させることができるかもしれない。

地震保険研究 6
市街地特性を考慮した
地震火災の延焼危険評価手法の開発

平成17年1月31日発行

発行 損害保険料率算出機構

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町1-9
TEL 03-3233-4418 (直通)
FAX 03-5281-1053
E-mail risk@nliro.or.jp
URL <http://www.nliro.or.jp/>

印刷 株式会社 三千和商工

〒104-0032 東京都中央区八丁堀3-13-9