

高知市の地域特性を考慮した南海地震による木造建物の倒壊危険地域の抽出の変動

1110362 山本真弓

高知工科大学工学部社会システム工学科

高知市を町丁目単位でゾーニングし、365町丁目を建物・人口・面積データから指標を作成した。人的被害も考慮するため、その指標を組み合わせ、倒壊による人的被害の危険性の評価指標を作成した。その結果を8年前のものと比較し分析した。比較した結果、変動が見られた。

Key Words: 木造建物倒壊率、木造建物率、建物密度、人口密度、人的被害危険指数

1. はじめに

高知市の木造建物率は神戸市の62%に比べて71%もある。神戸市で木造建物の倒壊により6千名近くの死者が出た。このような人命損傷危険度に着目して、高知市の現状がどのようになっているのかに着目した。本研究の目的は、木造建物の倒壊危険地域の抽出しさらに木造建物の倒壊による危険性に関して建物密度、人口密度等も考慮して8年前の結果と現在の結果がどのように変動しているのかを分析することとした。

2. 研究方法

8年前に高知市を町丁目単位でゾーニングし、それぞれの建物・人口・面積データから、地域特性を指標化した。その指標を組み合わせ、倒壊による人的被害の危険性の評価指標を作成した。当時は297町丁目を評価したが今回の行政区画変更のため365町丁目（春野町、鏡村、土佐山村を除く）となった今回の分析と比較する。

3. 木造建物の倒壊危険地域抽出のための指標

3.1 使用したデータの詳細

本研究にあたり使用したデータは、建物データ、人口データ、面積データである。建物・面積データは高知市より提供を受けた。建物データには、建物一棟ごとの地番、床・延床面積、構造種別、用途、屋根材、階数、建築年が含まれている。

人口データは高知市のサイトより入手した。人口データは、各年齢における性別人口を町丁目ごとに示したデータであるが、本研究では地域の総人口のみを用いた。なお、使用した人口データは夜間人口のデータである。

3.2 設定した指標

3.2.1 設定した指標

建物・人口・面積データを用いて設定した木造建物の倒壊危険地域抽出の為の指標は以下の通りである。

- ・木造建物倒壊率 (A)
- ・木造建物率 (B)
- ・建物密度 (C)
- ・人口密度 (D)

3.2.2 木造建物倒壊率(A)

中央防災会議が公表している予測では、高知市における南海地震による揺れの度合いは震度6強の地域がほとんどである⁴⁾。一方、兵庫県南部地震において神戸市の一部の地域では、震度7という激しい揺れが観測された。そこで本研究では、南海地震時の高知市の木造建物への入力地震動と、兵庫県南部地震時の神戸市の木造建物への入力地震動を同程度と想定し、兵庫県南部地震時の神戸市における木造建物の建築年代と被害割合の関係を高知市に適用した(図3-1参照)。

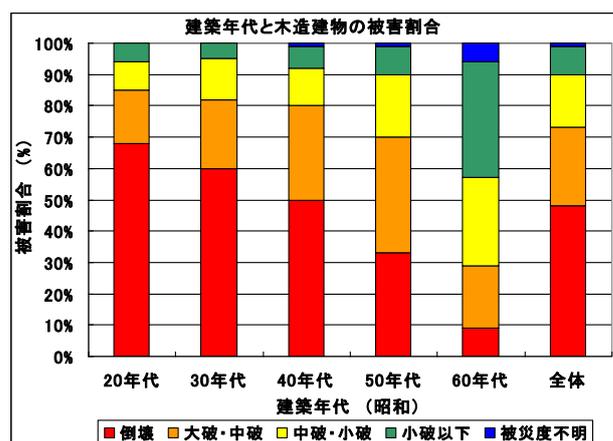


図3-1: 神戸市における木造建物の年代と被害割合⁵⁾

図3-1は、横軸に建築年代を、縦軸に「倒壊」、「大破・中破」、「小破以下」、「被災度不明」の各被害に属する木造建物の割合を取ったものである。特に本研究では木造建物の倒壊割合(倒壊率)に着目した。ある建築年代の木造建物の倒壊率を式(3.1)で算出した。

$$\text{ある建築年代の木造建物の倒壊率} = \frac{\text{ある建築年代の倒壊木造建物棟数}}{\text{ある建築年代の全木造建物棟数}} \quad (3.1)$$

前述のように、高知市に提供いただいた建物データには、一棟ごとの属性データの1つとして建築年が入力されている。そこで図3-1の各年代における木造建物の倒壊率を参照し、一棟ごとの建築年から倒壊率を導出するための回帰式を作成した(図3-2)。作成した回帰式は、建築年が1982年以前と以降で回帰式が異なる。式(3.2)は建築年が1982年以前の木造建物の倒壊率の回帰式であり、式(3.3)は建築年が1982年以降の木造建物の倒壊率の回帰式である。

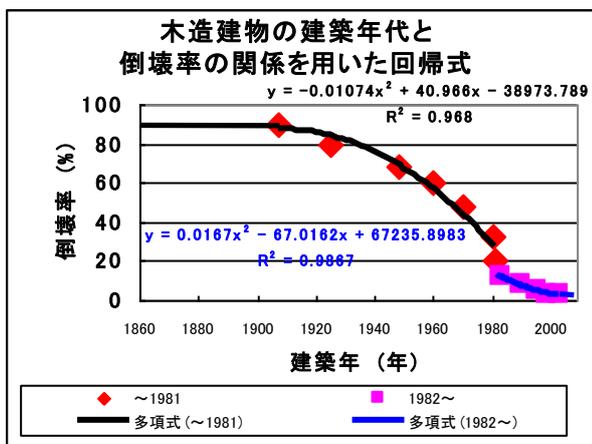


図3-2: 木造建物の建築年代と倒壊率の関係を用いた回帰式

$$A_i = -0.01074x_i^2 + 40.966x_i - 38973.789 \quad (3.2)$$

$$A_i = 0.0167x_i^2 - 67.0162x_i + 67235.8983 \quad (3.3)$$

なお、 A_i : 木造建物の倒壊率、 x_i : 木造建物の建築年(西暦)である。

この回帰式を用いて木造建物一棟ごとに倒壊率を算出し、その平均値を各地域における木造建物倒壊率(A)とした。(式(3.4))

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (3.4)$$

なお、 A_i : 一棟ごとの倒壊率、 n : 全木造建物棟数である。

3.2.3 木造建物率(B)

建物データにおいて建物の構造種別は、本研究で着目した木造のみならず、鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨(S)造、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造、レンガ造、2×4など多岐に渡っている。

ここで、木造建物の倒壊による危険性を考慮した場合、さまざまな構造の建物の総数に対して木造建物棟数の割合がどの程度かを考慮する必要があると考えた。

従って、木造建物率(B)を式(3.5)によって算出

する。

$$\text{木造建物率 (B)} = \frac{\text{木造建物棟数}}{\text{全建物棟数}} \quad (3.5)$$

3.2.4 建物密度(C)

都市防災の観点から密集市街地の性状を把握し、必要に応じて対策を講じることは極めて重要である。そこで、建物の密集度合いを評価する指標として建物密度(C)を設定した。建物密度(C)は式(3.6)で算出する。

$$\text{建物密度 (C)} = \frac{\text{全建物棟数}}{\text{可住地面積}} \quad (3.6)$$

可住地面積とは、地域面積から山地、河川の面積を除いたものである。

3.2.5 人口密度(D)

木造建物の倒壊による人的被害を考慮する必要があると考え、式3.7のような人口密度も考慮した。

$$\text{人口密度 (D)} = \frac{\text{地域人口}}{\text{可住地面積}} \quad (3.7)$$

これは夜間人口とした。

3.3 各指標により地域の評価とその結果

3.3.1 各指標による地域の評価とその結果

次に3.2.2~3.2.5までで提案した、木造建物倒壊率(A)、木造建物率(B)、建物密度(C)、人口密度(D)の各指標の値を今回365町丁目毎に算出した。

3.3.1.1 木造建物倒壊率(A)の値による地域のランク分け

木造建物倒壊率(A)の値のヒストグラムを図3-3に示す。横軸に木造建物倒壊率(A)の値を0.05刻みで取り、縦軸にその範囲に属する町丁目の数を取ったものである。

木造建物倒壊率(A)の最大値は0.73、最小値は0.03である。また、平均値 μ は0.35、標準偏差 σ は0.14である。

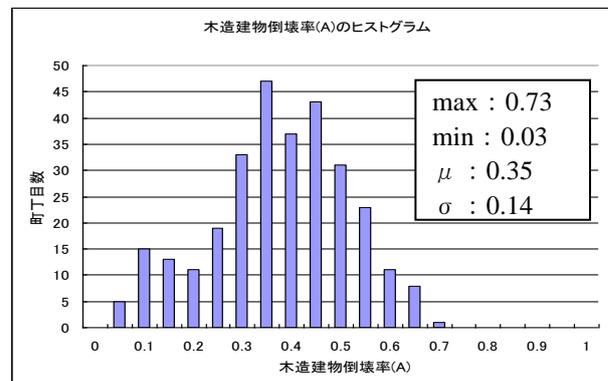


図3-3: 木造建物倒壊率(A)の値のヒストグラム

3.3.1.2 木造建物率(B)の値による地域のランク分け

木造建物率(B)の値のヒストグラムを図3-4に示す。木造建物率(B)の最大値は0.95、最小値は0.03である。また、平均値 μ は0.63、標準偏差 σ は0.19である。横軸に木造建物率(B)の値を0.05刻みで取り、縦軸にその範囲に属する町丁目の数を取ったものである。

木造密集地域および早急に整備すべき市街地の指標の一つとして、木造建物棟数率が70%以上とされている。この指標は本研究における木造建物率(B)と同一の指標である。

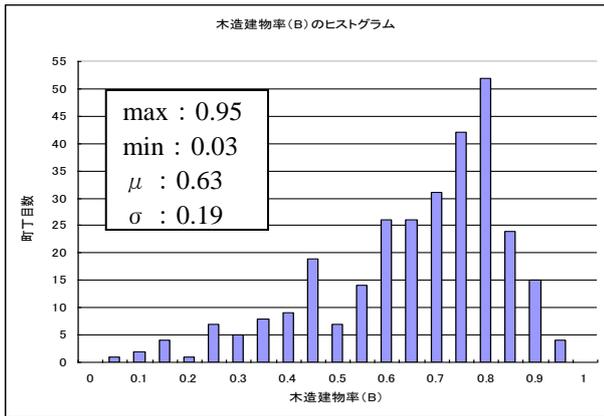


図3-4:木造建物率(B)の値のヒストグラム

3.3.1.3 建物密度(C)の値による地域のランク分け

建物密度(C)の値のヒストグラムを図3-5に示す。横軸に建物密度(C)の値を、縦軸にその値を示す町丁目の数を取ったものである。

建物密度(C)の最大値は140.8(棟/ha)、最小値は0.24(棟/ha)である。また、平均値 μ は32.83(棟/ha)、標準偏差 σ は19.49(棟/ha)である。

木造密集地域および早急に整備すべき市街地の指標の一つとして、住宅戸数密度(世帯密度)も定義されており、木造密集地域の住宅戸数密度の水準は55(世帯/ha)以上となっており、早急に整備すべき市街地の住宅戸数密度の水準は80(棟/ha)以上となっている。

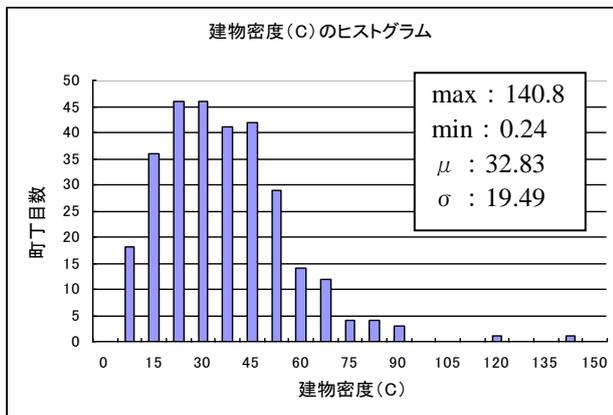


図3-5:建物密度(C)の値のヒストグラム

3.3.1.4 人口密度(D)の値による地域のランク分け

人口密度(D)の値のヒストグラムを図3-6に示す。横軸に人口密度(D)の値を、縦軸にその値を示す町丁目の数を取ったものである。

人口密度(D)の最大値は1050.0(人/ha)、最小値は0.35(人/ha)である。また、平均値 μ は78.25(人/ha)、標準偏差 σ は69.94(人/ha)である。

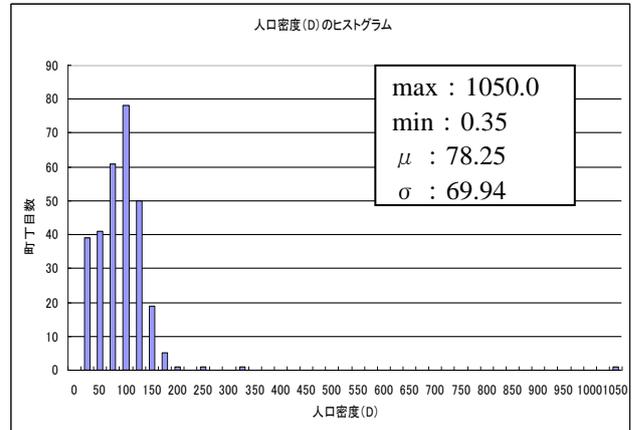


図3-6:人口密度(D)の値のヒストグラム

3.3.2 各指標による地域の評価結果と比較

以上のように各指標の値により地域をランク分けした結果をマップ化した(図3-7-1~3-10-2)。

図3-7-1と図3-7-2から、木造建物倒壊率(A)は、8年前に比べ区画が変更したため、きちんと対応はしていないが、倒壊率は全体的に減っていると言える。これは、この8年間の間に木造建物が取り壊しや新築・改築し、他の構造種別に変ったところもあると考えられる。

図3-8-1と図3-8-2から、木造建物率(B)は、高知市北部にて木造建物率の上があるところがあり、全体的に見ると木造建物率は下がっている。これだけでは、新築の木造建物もあるため、何とも言えない。

図3-9-1と図3-9-2から、建物密度(C)は全体的に増えている傾向にある。これは、高知市北部の久礼野には新興住宅地ができ、高知市中心地にはオフィスビルなどが増えたためと思われる。

図3-10-1と図3-10-2から、人口密度(D)は行政区画が変わったことも関係していると思われるが、少しずつ変化している。

凡例	
1	60% 以上
2	50 ~ 60%
3	40 ~ 50%
4	40% 未満

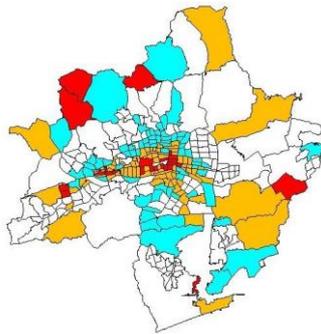


図 3-7-1: 木造建物倒壊率(A)による地域の評価結果マップ(2003)

凡例	
1	70% 以上
2	50 ~ 70%
3	30 ~ 50%
4	30% 未満

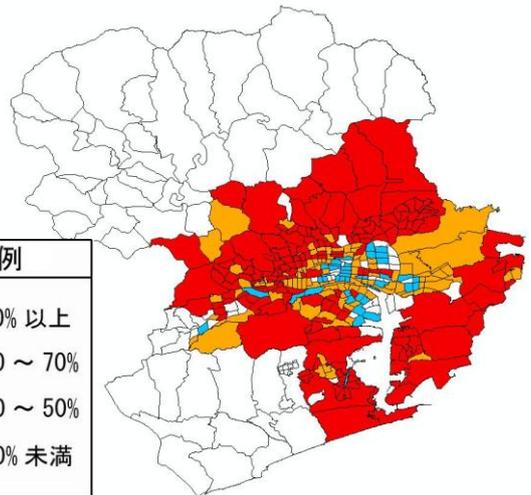


図 3-8-2: 木造建物率(B)による地域の評価結果マップ(2010)

凡例	
1	60% 以上
2	50 ~ 60%
3	40 ~ 50%
4	40% 未満

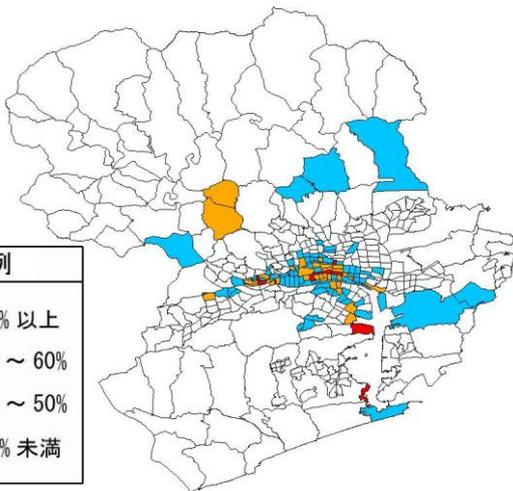


図 3-7-2: 木造建物倒壊率(A)による地域の評価結果マップ(2010)

凡例	
1	60 棟 /ha 以上
2	40 ~ 60 棟 /ha
3	20 ~ 40 棟 /ha
4	20 棟 /ha 未満

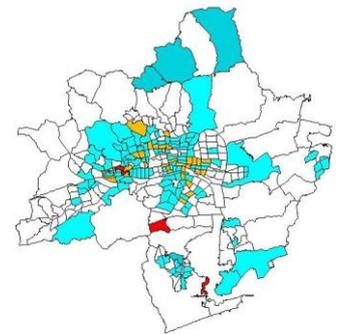


図 3-9-1: 建物密度(C)による地域の評価結果マップ(2003)

凡例	
1	70% 以上
2	50 ~ 70%
3	30 ~ 50%
4	30% 未満

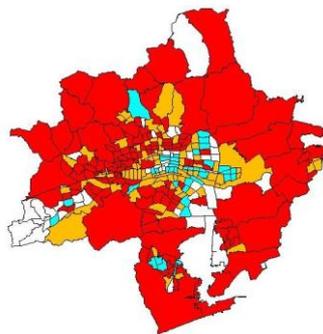


図 3-8-1: 木造建物率(B)による地域の評価結果マップ(2003)

凡例	
1	60 棟 /ha 以上
2	40 ~ 60 棟 /ha
3	20 ~ 40 棟 /ha
4	20 棟 /ha 未満

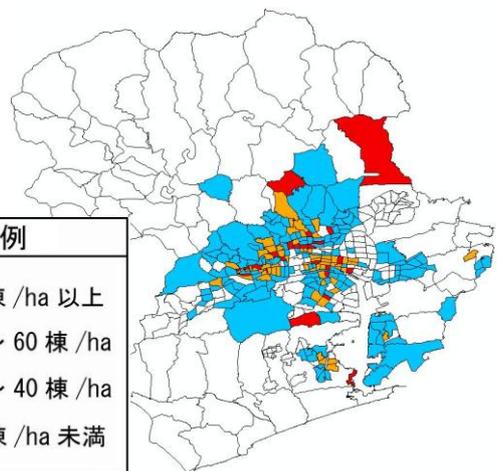


図 3-9-2: 建物密度(C)による地域の評価結果マップ(2010)

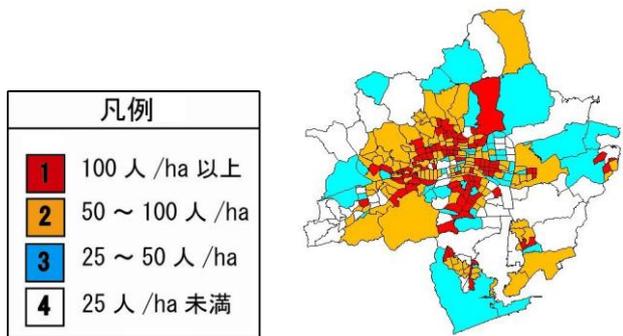


図 3-10-1:人口密度(D)による地域の評価結果マップ (2003)

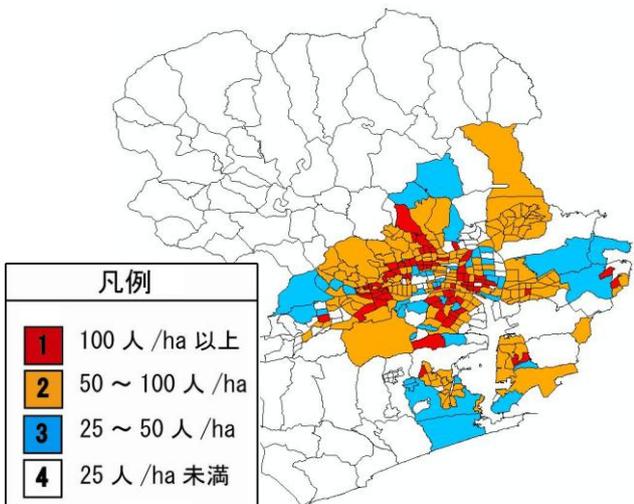


図 3-10-2:人口密度(D)による地域の評価結果マップ (2010)

4. 指標のオーバーレイ

倒壊木造建物密度(ABC の積)により、倒壊木造建物の密集度合いについて評価することが可能であるが、地域人口の評価指標がなく、倒壊による人的被害の危険性を考慮することが出来ない。

そこで、地域人口の密集度合いを評価する指標である人口密度(D)を用いることにした。

倒壊木造建物密度(ABC)と人口密度(D)をオーバーレイした ABCD は単位面積あたりに存在する木造建物が、単位面積あたりに存在する地域人口に与える危険性を相対的に表現できると考えた。

ここで、ABCD を人的被害危険指数と定義する。

なお、人的被害危険指数(ABCD)は、倒壊木造建物密度(ABC)と人口密度(D)の積であるから、単位は棟・人/ha²となる。

5. 人的被害危険指数(ABCD)による地域の評価

5.1 人的被害危険指数(ABCD)による地域の評価とランク分け

365 町丁目ごとに人的被害危険指数(ABCD)の値を算出した。図 5-1 は人的被害危険指数(ABCD)の値を大きい地域から順に並べたものであり、縦軸に人的被害危険指数(ABCD)の値を、横軸に各町丁目を取っ

たものである。

また、人的被害危険指数(ABCD)の値のヒストグラムを図 5-2 に示す。

人的被害危険指数の最大値は 13690.3、最小値は 0.00 である。また、平均値 μ は 827.5、標準偏差 σ は 1284.3 である。

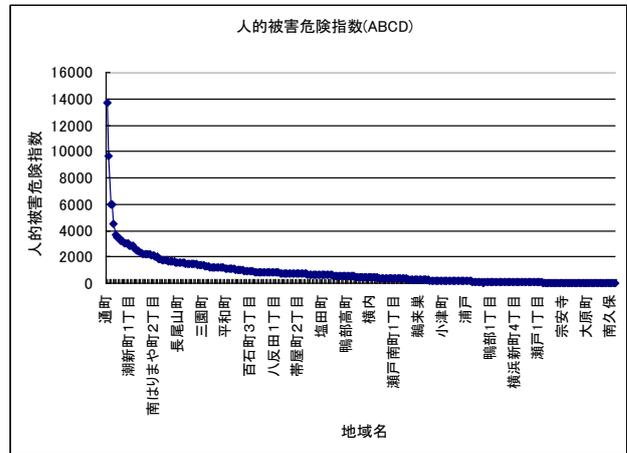


図 5-1:365 町丁目の人的被害危険指数(ABCD) (2010)

5.2 人的被害危険指数(ABCD)による地域の評価結果と比較

人的被害危険指数(ABCD)の値のヒストグラムを図 5-2 に示す。

人的被害危険指数(ABCD)の値により、地域をランク分けした結果をマップ化した(図 5-3-1、図 5-3-2)。

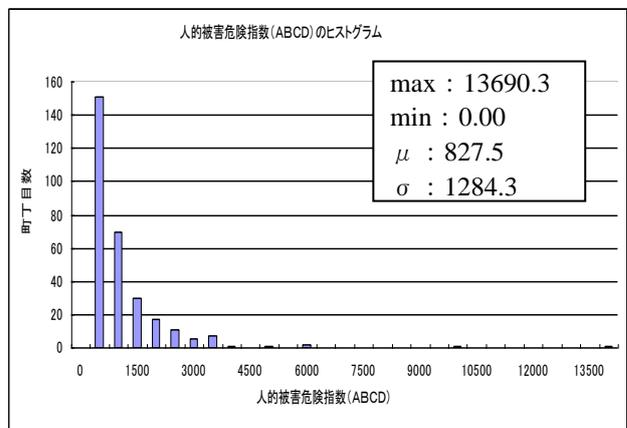


図 5-2:人的被害危険指数(ABCD)の値のヒストグラム

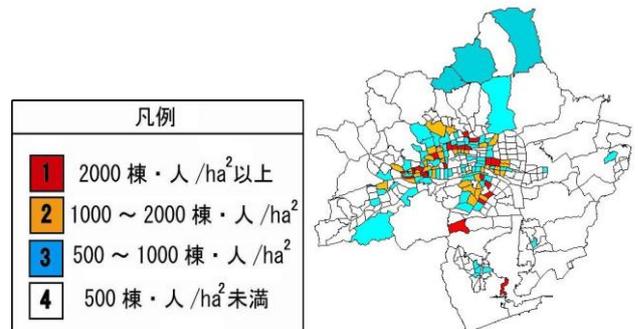


図 5-3-1:人的被害危険指数(ABCD)による地域の評価結果マップ(2003)

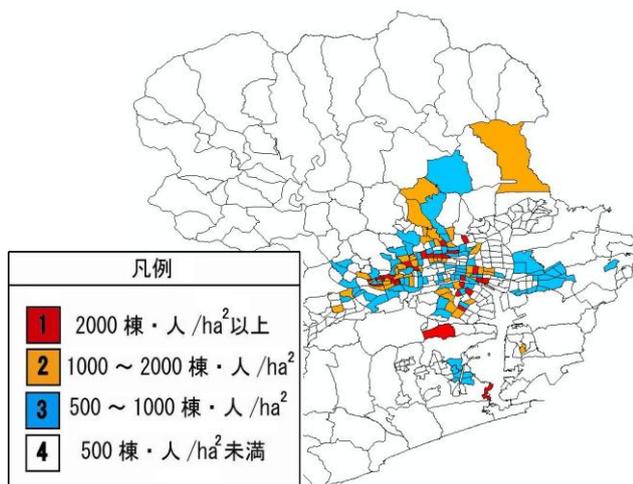


図 5-3-2: 人的被害危険指数(ABCD)による地域の評価結果マップ(2010)

図 5-3-1 と図 5-3-2 から、高知市中心部の分布は変わっていないが、北部の危険指数が上がっている。

6. 結論

2003 年度に調査した段階から 8 年経過して高知市の人的被害危険指数をまとめなおした結果、その傾向はある程度変動していることが判明した。町丁目の区画数が 297 から 365 に代わったことから、人的被害危険指数の値が局部的に大きくなるものもあった。これは、建物密度が増えていることも危険指数が増えている原因と考えられる。

今後数年でその傾向は変動することが予測され、少なくともこのような分析が 5 年毎になされるべきではないかと実感した。

7. 参考文献

- 1) 消防庁 平成 19 年版消防白書 第 1 章第 7 節 1(2) 平成 7 年(1995 年)兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災))
<http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h19/h19/index.html> 2010.12 取得
- 2) 警察庁 平成 7 年警察白書 第 1 章第 3 節 阪神淡路大震災と警察活動
<http://www.npa.go.jp/hakusho/index.htm> 2003.10 取得
- 3) 阪神・淡路大震災調査報告書編集委員会(日本建築学会、地盤工学会、土木学会、日本機会学会、日本地盤学会) 1998 阪神・淡路大震災調査報告 建築-4 木造建築物、建築基礎構造 第 8 章 8.1.4 死者発生住宅 p.240
- 4) 中央防災会議 東南海・南海地震等に関する専門調査会
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/index.html> 2003.10 取得
- 5) 日本住宅・木材技術センター 平成 7 年阪神・淡路大震災木造住宅震災

調査報告書

- 6) 高知県 2003.8 高知県木造住宅耐震診断マニュアル
- 7) 高知県、社団法人 高知県建築士事務所協会 2002.10 木造住宅耐震安全性調査委託業務報告書
- 8) 高知市 高知市の統計(総合政策課) 高知市の人口 町丁別世帯数・人口
<http://www.city.kochi.kochi.jp/soshiki/2/toukei.htm> 2010.12 取得
- 9) 高知市 高知市町村名一覧表
<http://www.city.kochi.kochi.jp/uploaded/attachment/1268.pdf> 2010.12 取得