

第2編

地震動・液状化・山崖崩れの想定

1. 概要

愛媛県における活断層分布や過去の地震発生履歴を整理し、想定地震を設定した。また、県内の地盤を61種類に分類して、想定地震の発生による地震動・液状化危険度・山崖崩れの想定を行った。図1-1に本調査における想定の流れを示す。

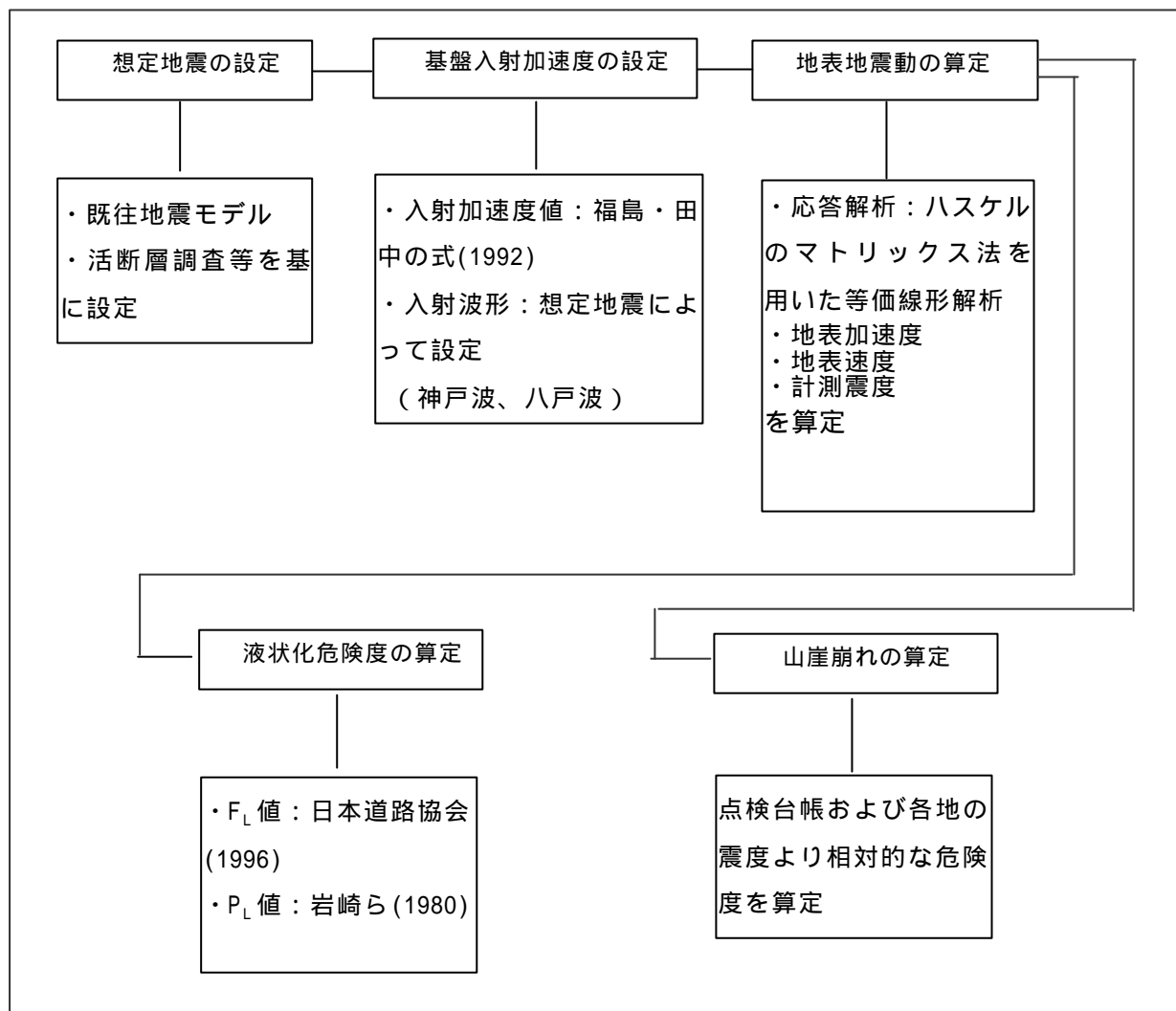


図 1-1 想定の流れ

・本調査における想定単位

本調査では、国勢調査等で用いられる、緯度・経度で規定される標準地域メッシュのうち、3次メッシュ（緯度30秒、経度45秒）を縦横2等分した緯度15秒、経度22.5秒を縦横1辺とする4次メッシュ（約500mメッシュ）を単位とする。

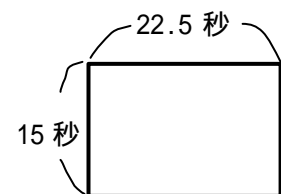


図 1-2 想定単位

なお、山崖崩れの場合は、箇所重心をもって評価を行う。

2 . 想定する地震

本調査では、愛媛県における活断層の分布状況や地震履歴を勘案し、愛媛県に大きな被害を与えうる可能性のある想定地震を設定した。設定した想定地震は、以下のとおりである。

表 2-1 想定地震

名 称	内 容	マグニ チュード
想定地震 1	川上・小松断層セグメントが活動して発生する地震	7.6
想定地震 2	石鎚 - 池田・三野断層セグメントが活動して発生する地震	8.0
想定地震 3	伊予断層が活動して発生する地震	7.1
想定地震 4	伊予灘沖海底活断層が活動して発生する地震	7.8
想定地震 5	安政南海地震 (1854) (相田, 1981)	8.4

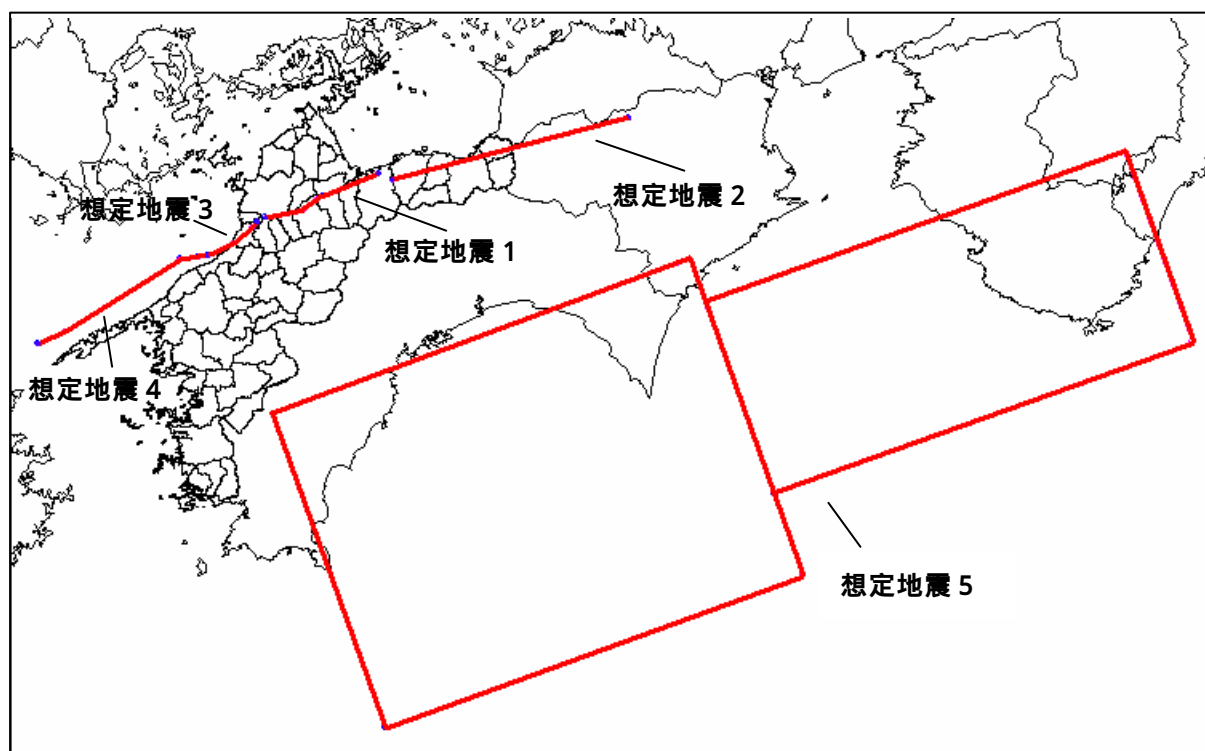


図 2-1 想定地震の発生領域

3. 地盤分類

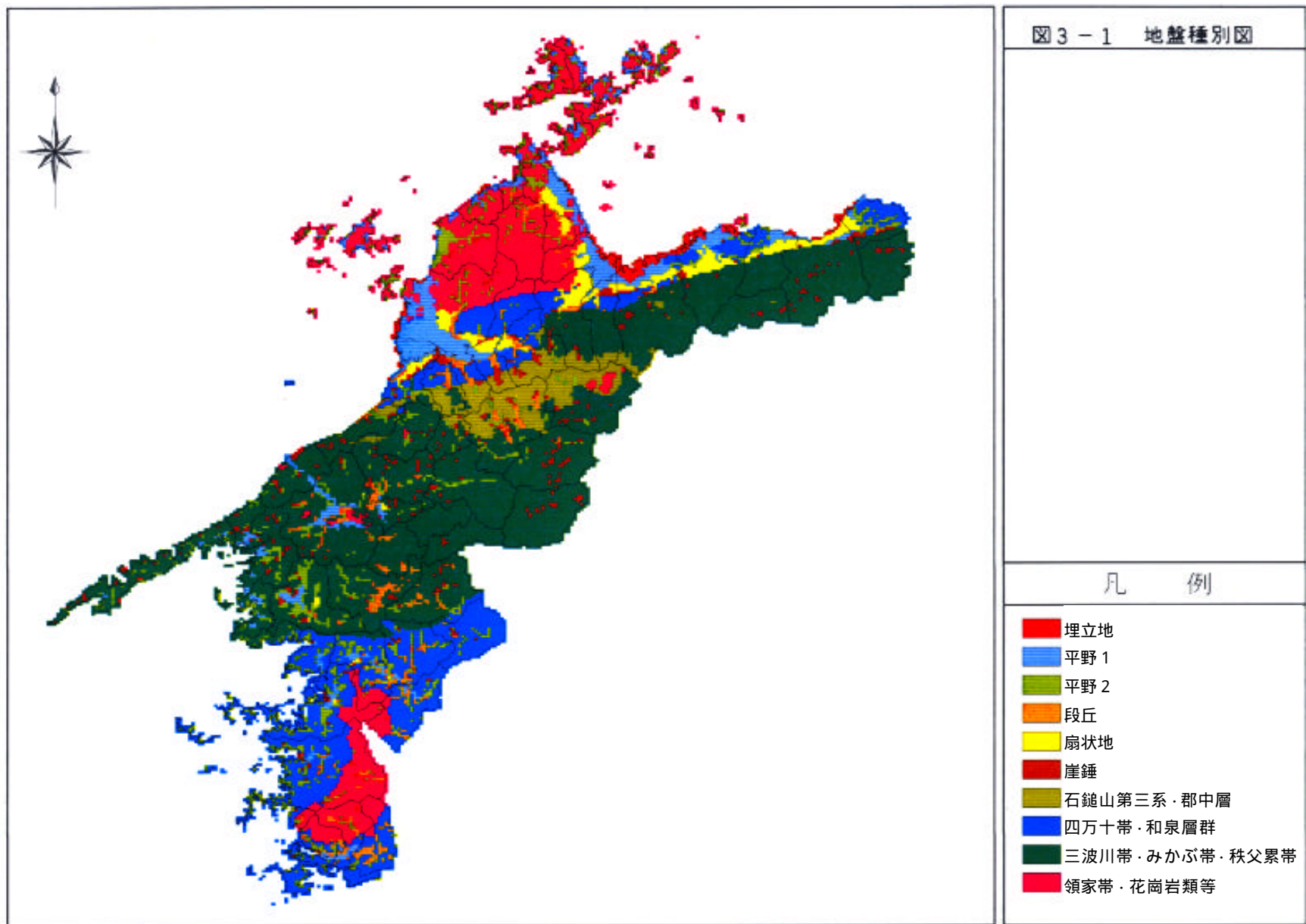
本調査では、地震動の想定から被害の想定まで一貫して4次メッシュを1つの単位として取り扱った。愛媛県内の既存の地形・地質分類図やボーリングデータを基に、愛媛県内の表層地盤の構造を61種類に分類した。分類されモデル化された地盤構造を地盤種と呼ぶ。地震動の想定に用いる地震応答解析に必要な地盤モデルとして、4次メッシュごとに地盤種を割り当てた。

また、表層地盤と工学的地震基盤との境界は原則として第四紀層の最下層としたが、松山平野をはじめ洪積世の礫層が厚く堆積し、面的に下位層との境界を把握することが困難な地域では、N値が50以上の洪積世の礫層が出現した層準とした。

地形・地質区分と地盤数、分布地域や特徴について表3-1にとりまとめた。また、地盤種別図を図3-1に示した。

表3-1 地形・地質区分と地盤種の特徴

地形・地質区分	地盤種の数	分布地域	特徴
埋立地	7	瀬戸内海沿岸の都市に隣接した海岸地域	最上部に数m厚の盛土地盤がある。
平野1	35	松山・西条・新居浜・今治等、県北部の海岸沿い、および大洲・宇和等の内陸盆地、河川海岸沿い	主要な市街地は、沖積平野沿いに立地しており、防災対策を考える上でも重要な地盤である。背後山地の地質や堆積環境によって、地盤構成や厚さなどが大きく異なっている。
平野2	5	山間部の河川沿いや海岸沿い	背後山地の地質や堆積環境の違いから、砂礫層や砂層、粘土層が分布している。
段丘	3	肱川沿いや松山平野など	砂礫からなる洪積層が十数m堆積している。
扇状地	3	中央構造線沿い、四国山地の河川沿い	背後山地の隆起が盛んな地域に発達している。一般に礫質だが、瀬戸内海沿いでは粘土質な地盤もある。
崖錐	3	山間部の谷底平野沿い、四国山地の地すべり地域	角礫などが数m～十数m堆積、地すべりによる土塊も崖錐に含めた。
基盤	5	高縄半島、四国山地などの山地・丘陵地	岩種・岩相によって細分した。
合計	61	-	-



4．地震動

4．1 想定手法

本調査では、設定した想定地震による県内の地震動として 地表加速度・ 地表速度・ 震度の3項目について算定した。想定の流れは、図4.1-1に示すとおりである。

(1) 基盤入射加速度波形の設定

想定地震の断層面から、本調査の調査単位である4次メッシュの中心までの最短距離を計算し、福島・田中の式(1992)を使用して入射基盤上における加速度値を算定した。算定した加速度値より入射波形の大きさを設定した。

福島・田中の式(1992)

福島・田中は、日本で発生した地震の観測記録にカリフォルニアなどの震源距離が短いデータを加えて、最大加速度の算定式を求めた。この算定式は、断層からの距離が遠くなるほど地震動が小さくなるという性質を表したもので距離減衰式と呼ばれるものである。

この式は、阪神・淡路大震災(1995)における観測記録と整合がとれたものである。

入射波形

地震の波形は、地震の発生機構の違いによって異なる。本調査では、想定地震1から4までは、「1995年兵庫県南部地震において神戸市がポートアイランドの地下83mに設置した地震計によって観測された波形」を用いた。また、想定地震5については「1968年十勝沖地震において八戸で観測された波形」を用いた。

(2) 地表の地震動の計算

入射基盤加速度を本調査で設定した地盤モデルに入射し、地震応答解析によって計算した表層の増幅特性を掛け合わせて地表における地震動を計算した。

地震応答解析

地震波は地表近くに来ると、その振幅・速度・加速度を増幅させる。この増幅の割合を増幅度という。この増幅度は、振動特性を持ち、振動数により増幅度が異なる。この振動数と増幅度の関係は地盤固有のものであり、本調査では重複反射理論(等価線形計算)により解析を行った。

地表における地震動

本調査では、地表加速度、地表速度、震度を計算した。震度の計算は、計測震度の計算方法(気象庁(1996))によって計算した。

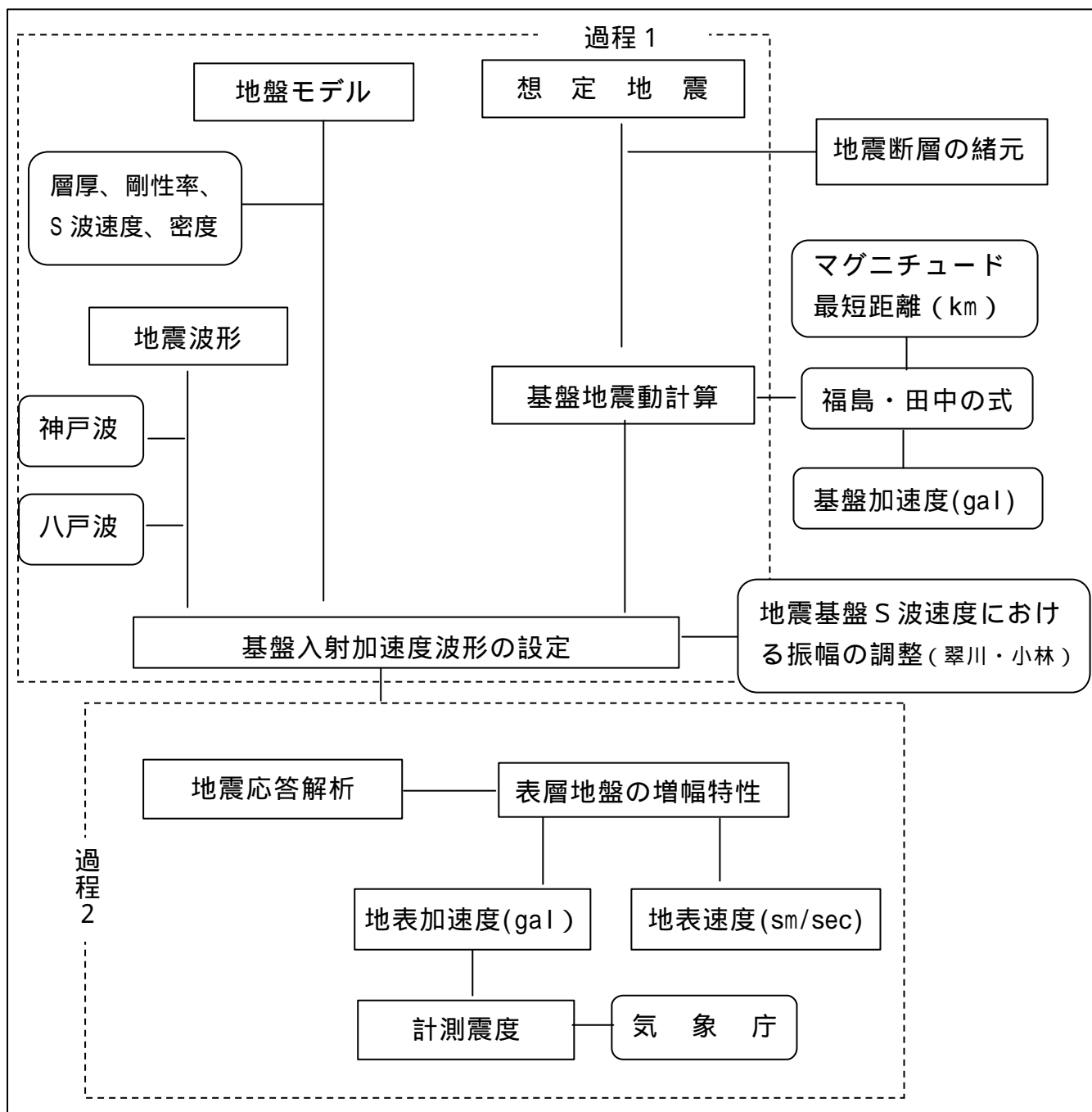
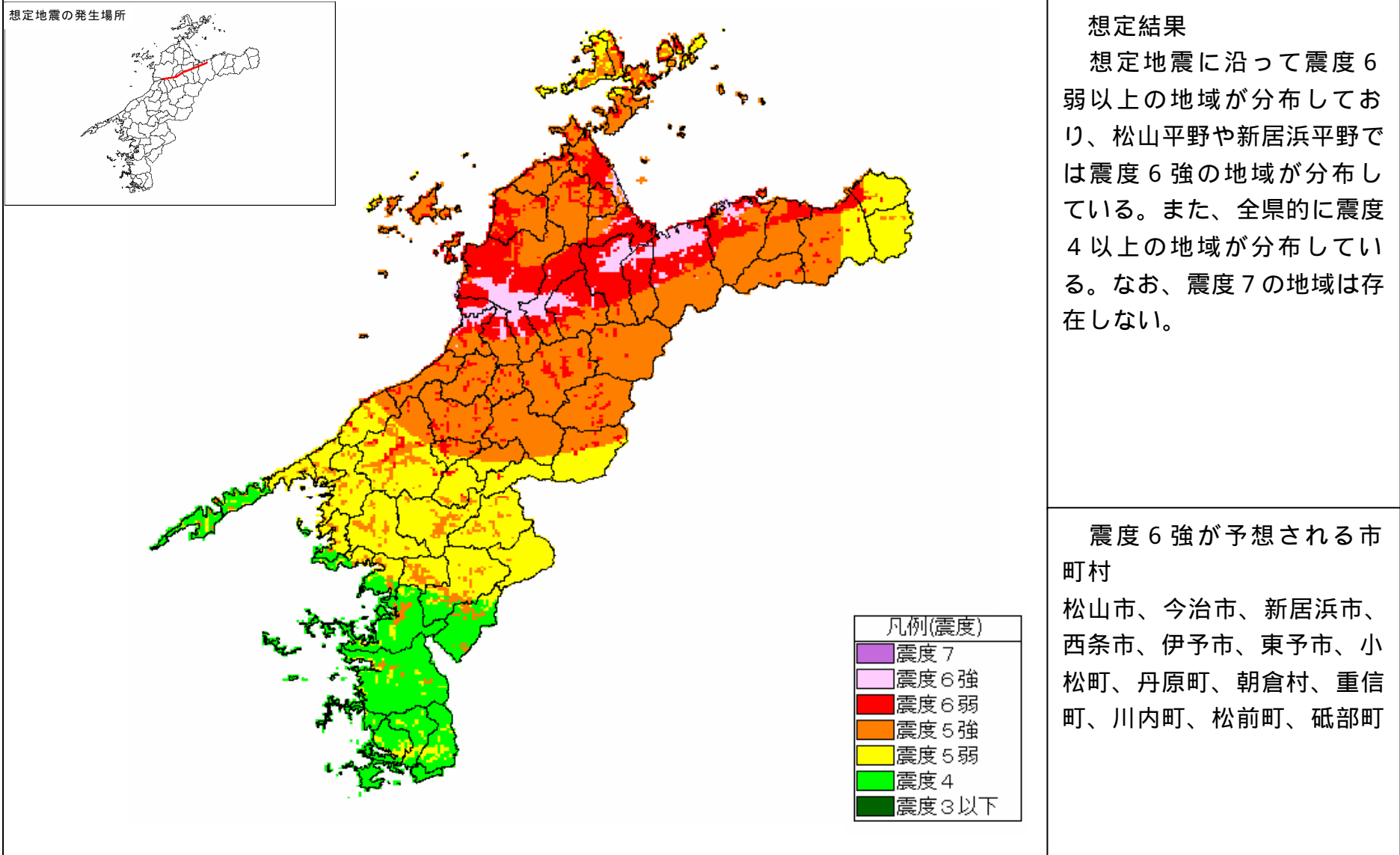


図 4.1-1 地震動の想定手順

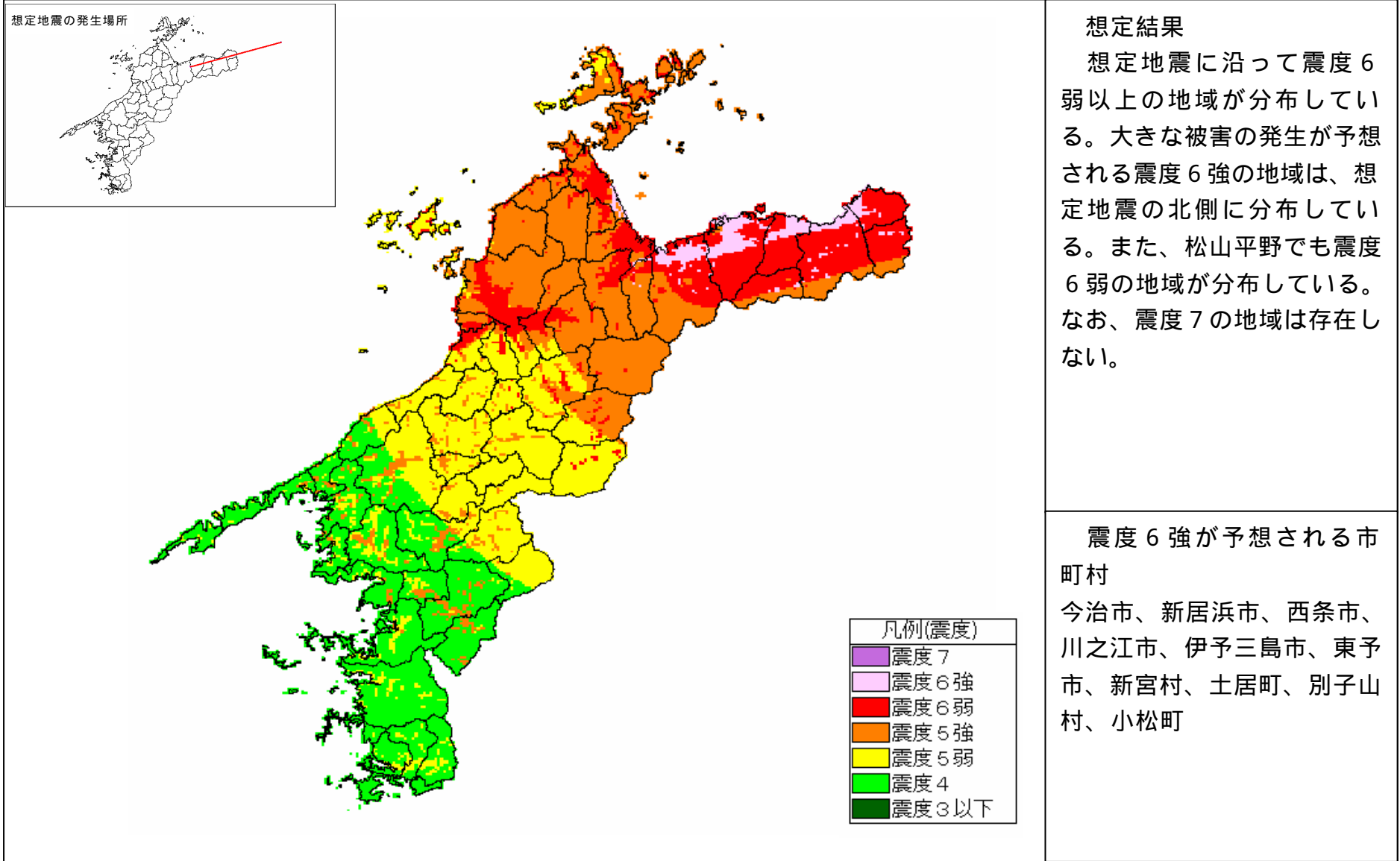
4.2 想定結果

本調査で設定した想定地震による震度の想定結果を以下に述べる。なお、本想定結果は 500mメッシュにおける結果であり、メッシュ内で、想定結果より大きい地域や小さい地域が存在する可能性がある。

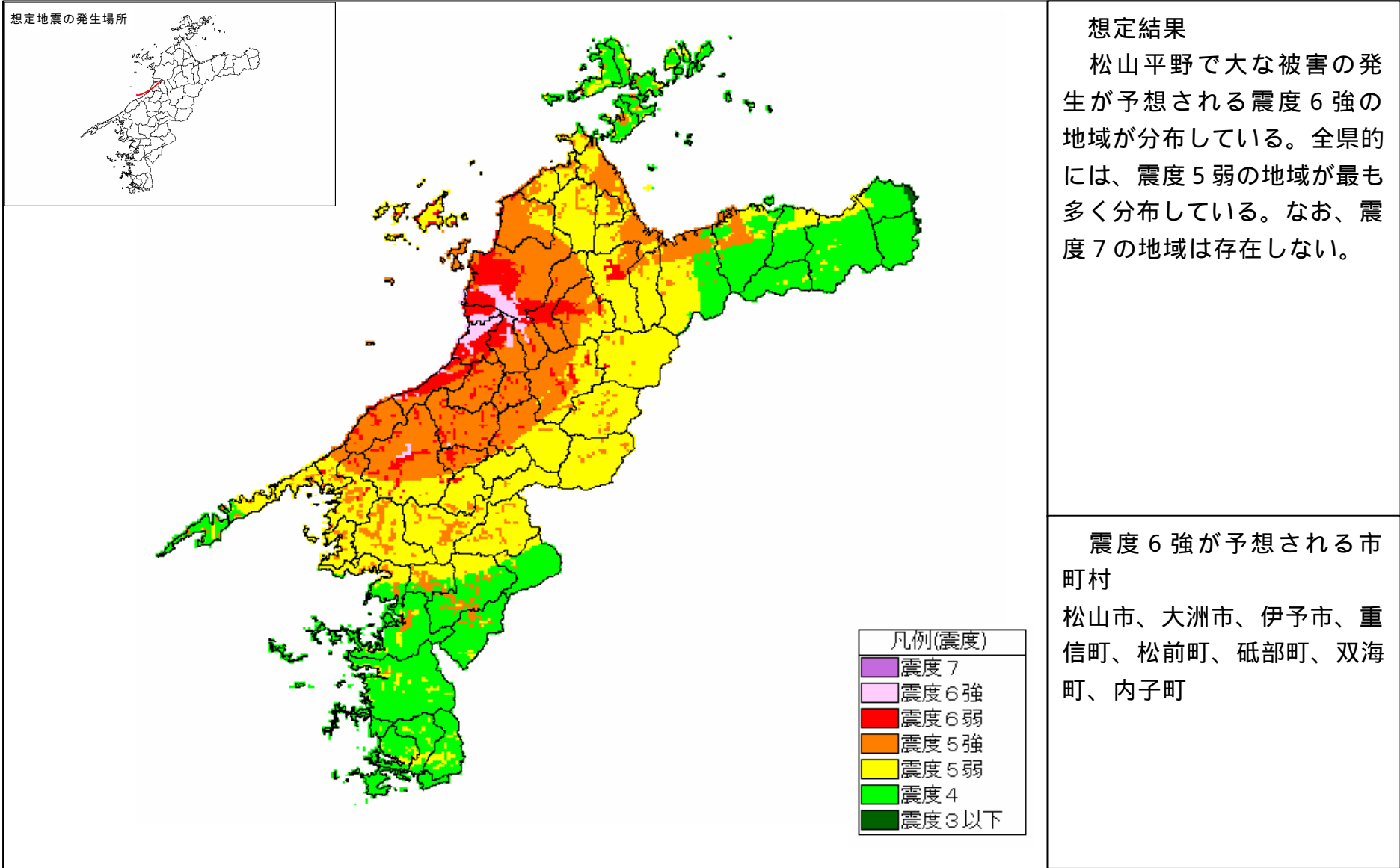
想定地震 1



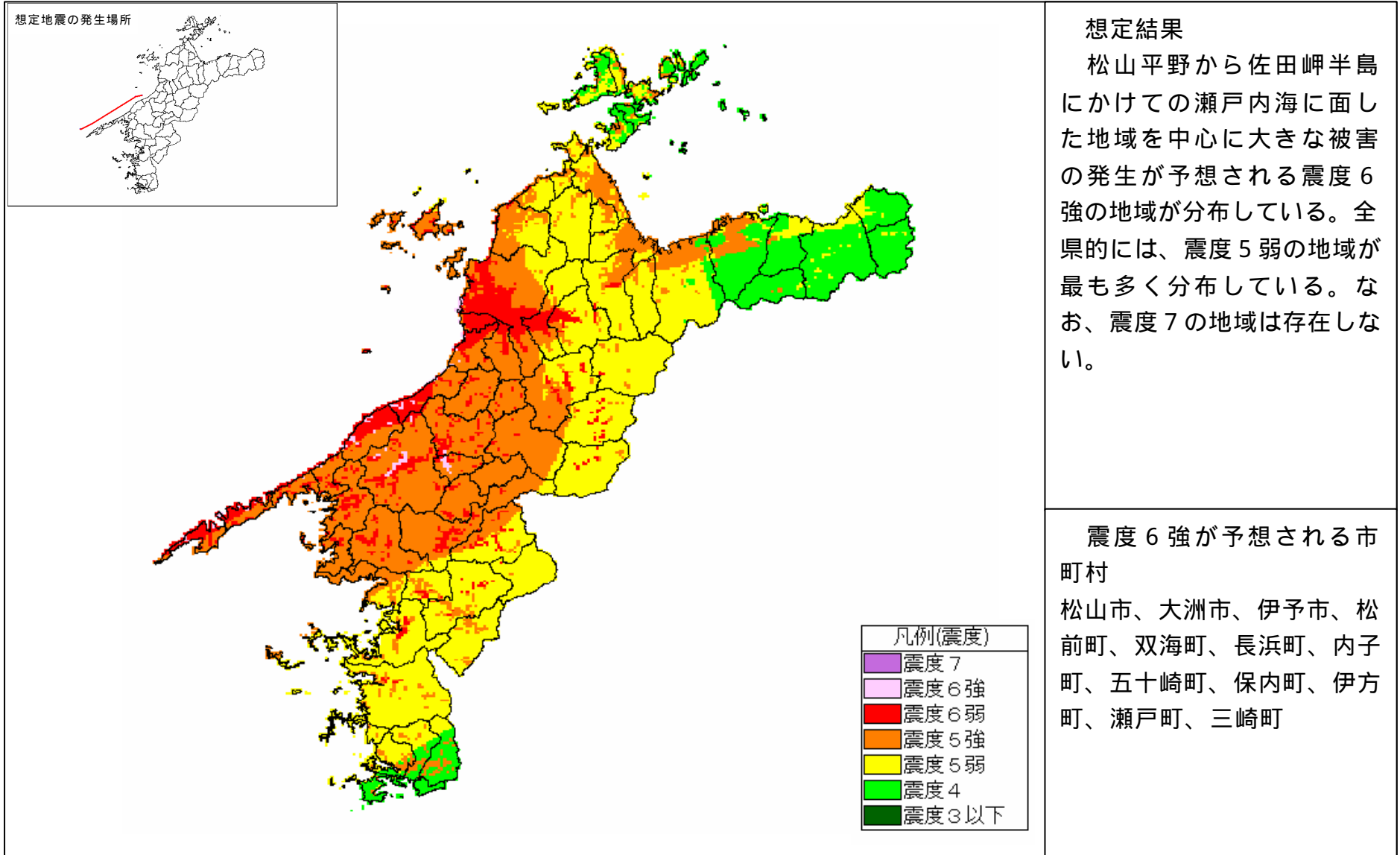
想定地震 2



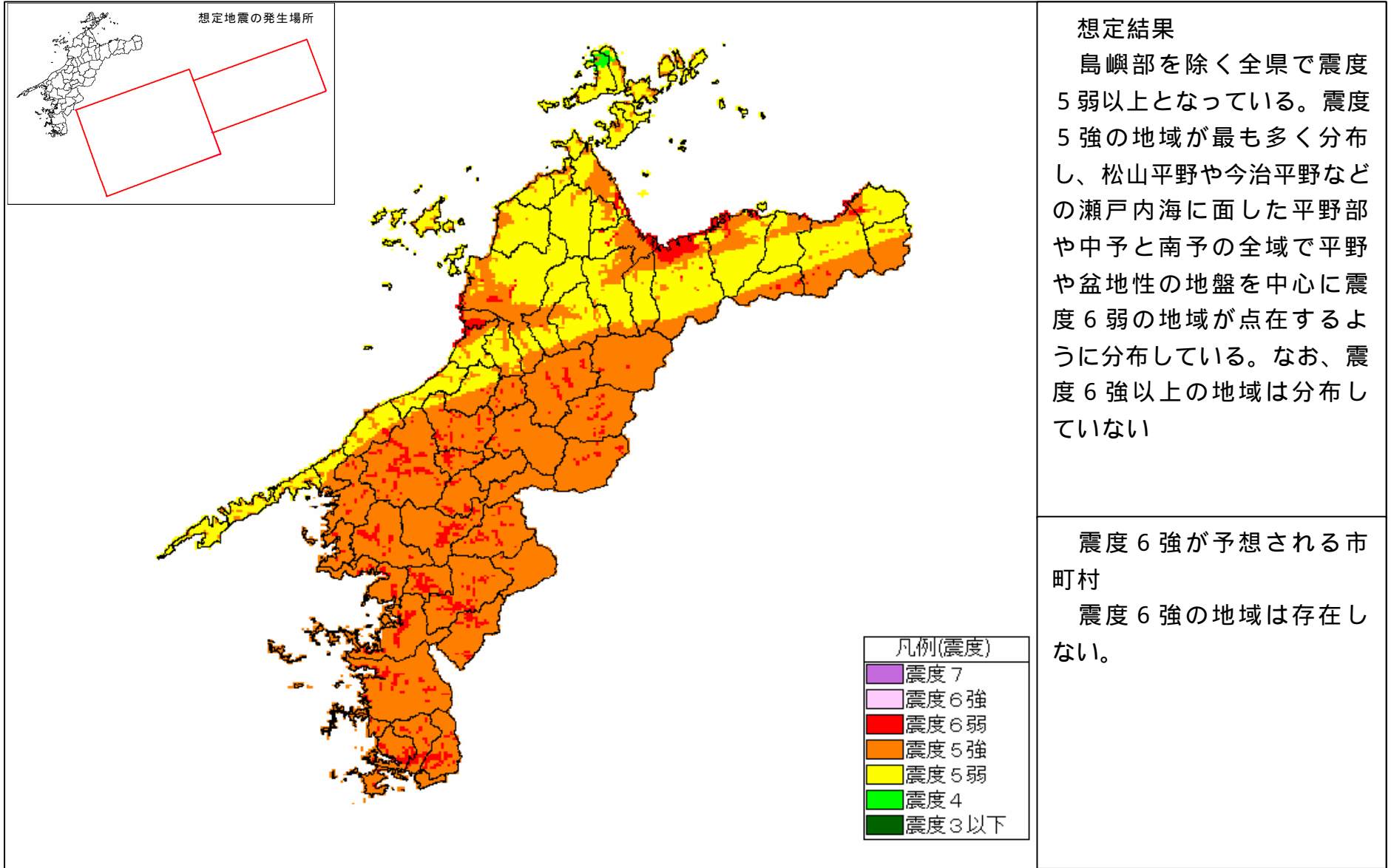
想定地震 3



想定地震 4



想定地震 5



5 . 液状化危険度

5 . 1 想定手法

液状化危険度の算出は、地震により液状化を起こそうとするせん断力と各土層の液状化に抵抗する力を比べて行うものである。本調査では日本道路協会(1996)の道路橋示方書にもとづく方法によって行った。

算出方法は、液状化すると考えられる地盤種において深度 1 m ごとの液状化の安全率 (F_L 値) を 20m まで算出し、地盤としての液状化の程度ないし危険度を表す液状化指数 (P_L 値) を求めて危険度判定を行うものである。

F_L 値 : F_L 値とは、地盤のある深さにおける、「地震が液状化を起こそうとする力」と「地盤が液状化に抗する力」の比である。 F_L 値が 1 以上の時は、その深さでは液状化は発生せず、 F_L 値が 1 より小さいとき、その深さで液状化が発生する可能性があると考えられる。値が小さいほど液状化が発生する可能性が高い。

P_L 値 : 発生した時に地上への影響があると思われる地下 20m までの F_L 値を基に地表での危険度を評価したものが P_L 値である。

本調査における液状化危険度の流れは、図 5.1-1 に示すとおりである。

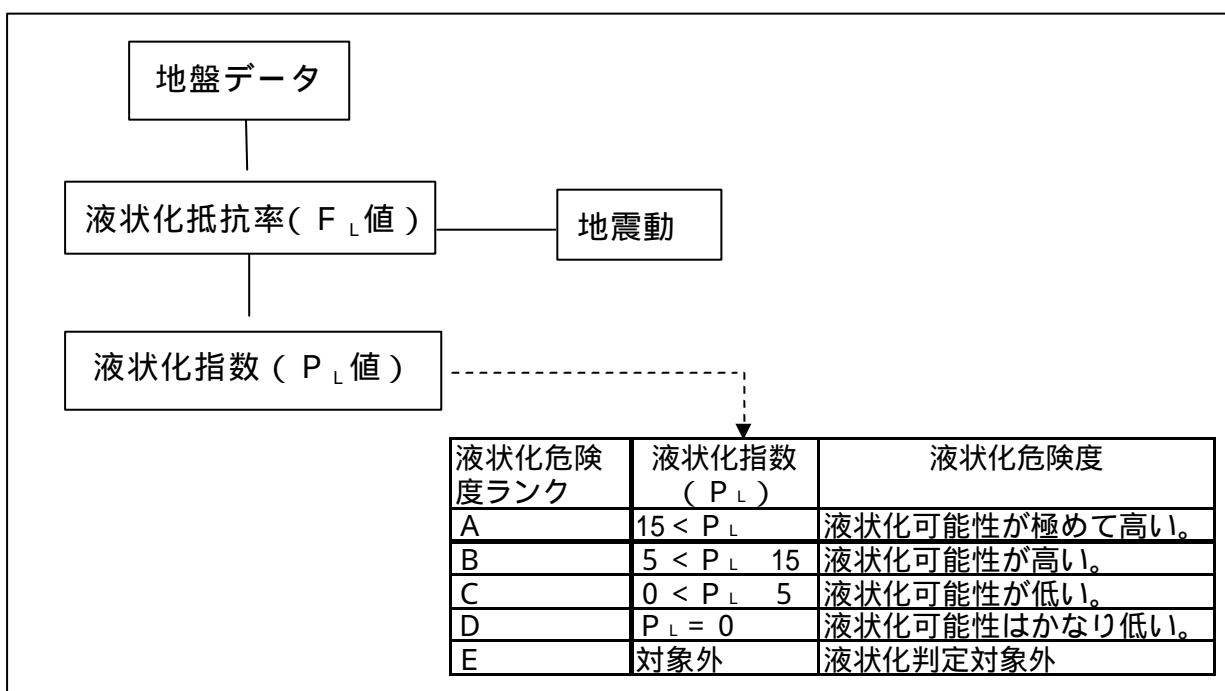


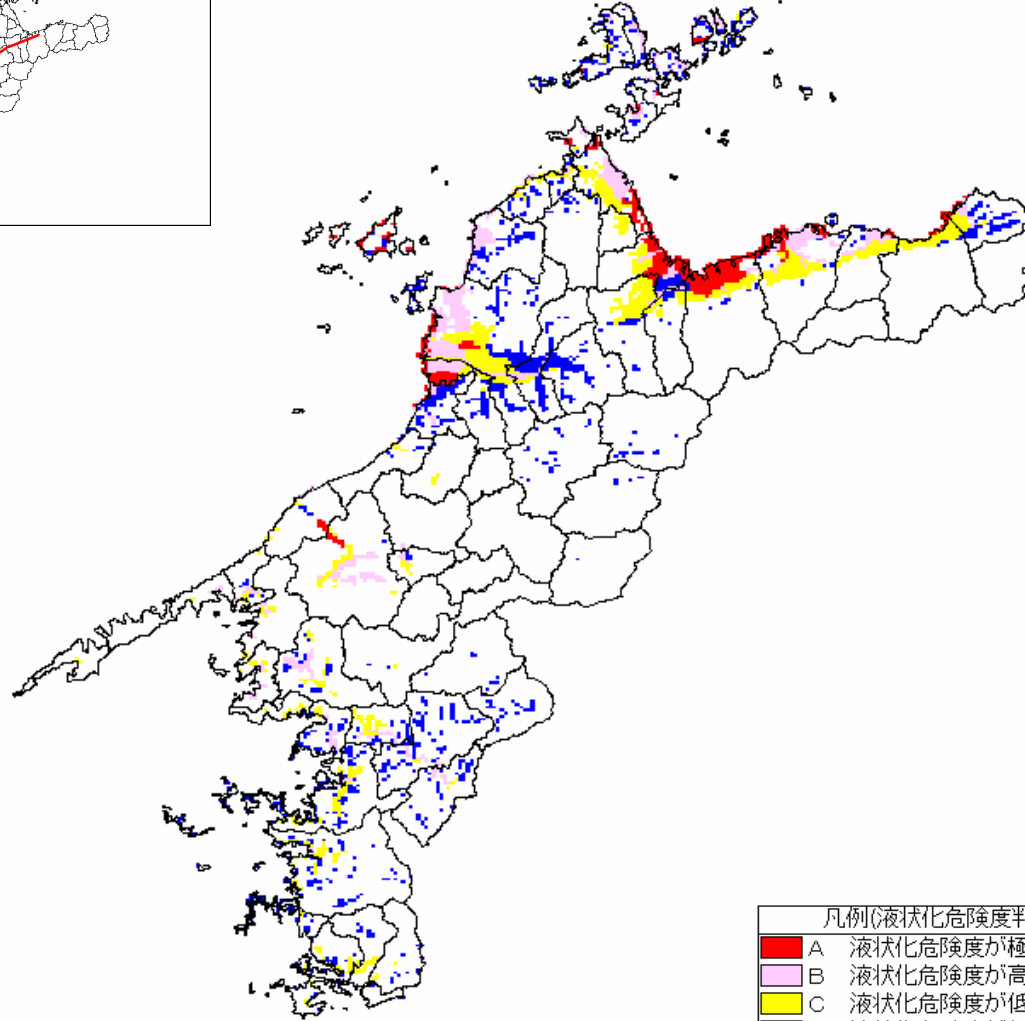
図 5.1-1 液状化危険度算定の手順

5 . 2 想定結果

地震時に発生する地盤の液状化現象としては、地盤の流動化や噴砂だけでなく、建築物や埋設管路等など被害が広範囲に生じることが予想される。なお、本想定単位は、約 500m メッシュと大きいため、液状化の危険性が低いと想定された地域においても注意が必要である。

想定地震 1

想定地震の発生場所



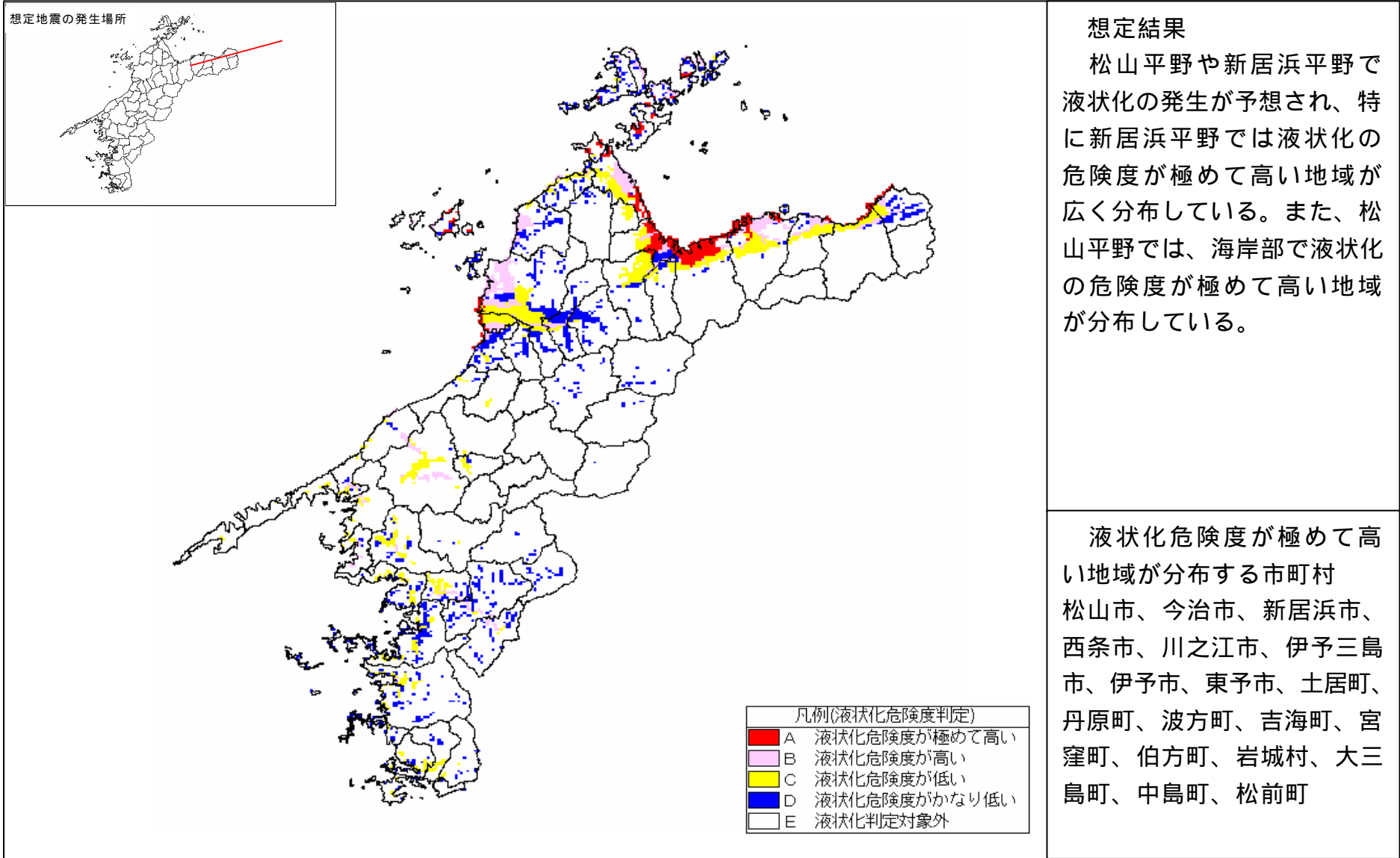
凡例(液状化危険度判定)	
■	A 液状化危険度が極めて高い
■	B 液状化危険度が高い
■	C 液状化危険度が低い
■	D 液状化危険度がかなり低い
■	E 液状化判定対象外

想定結果

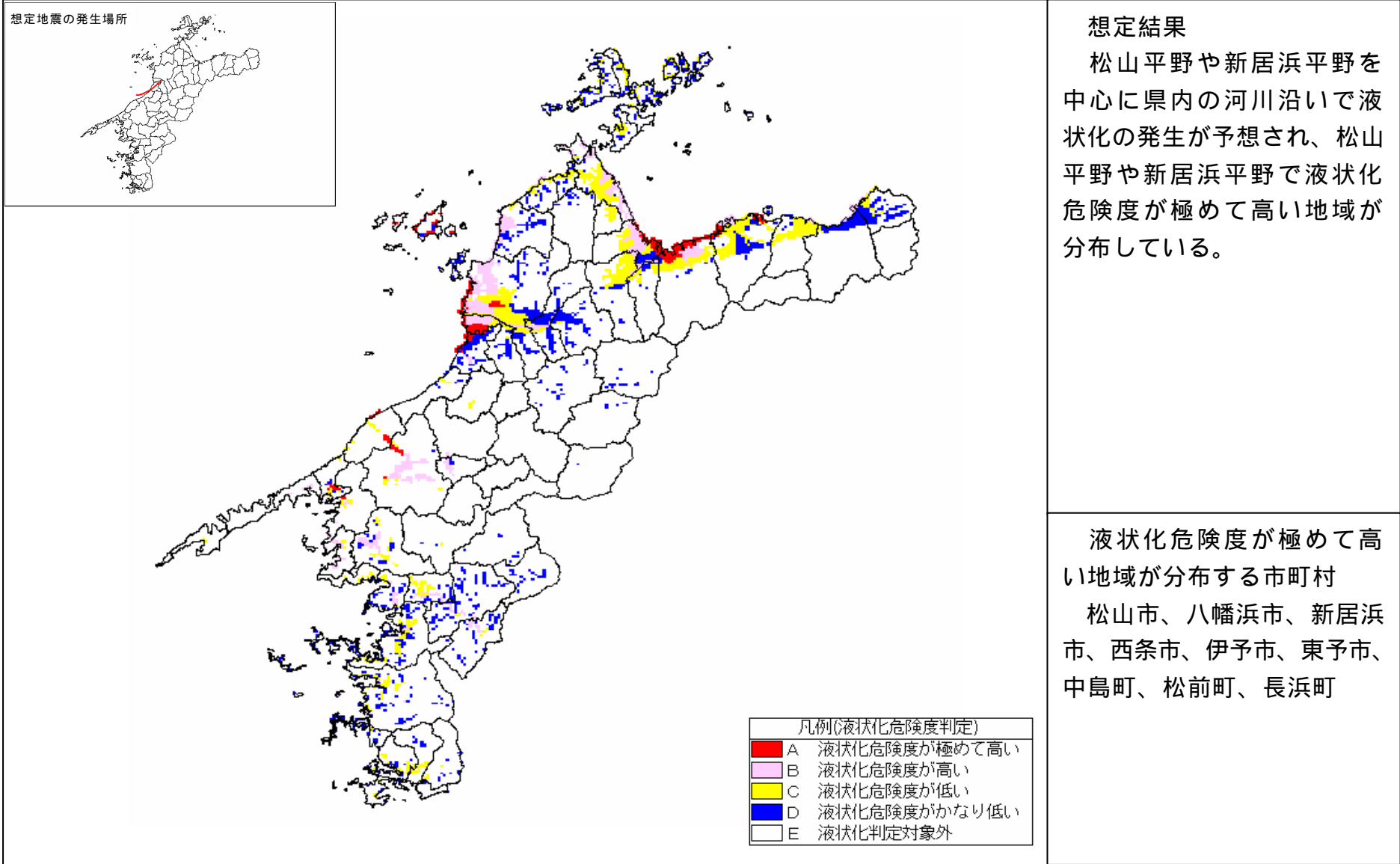
県内の松山平野や新居浜平野で液状化の発生が予想され、松山平野と新居浜平野の両地域で液状化危険度の極めて高い地域が分布している。

液状化危険度が極めて高い地域が分布する市町村
松山市、今治市、新居浜市、西条市、大洲市、川之江市、伊予三島市、伊予市、北条市、東予市、土居町、丹原町、波方町、吉海町、宮窪町、岩城村、大三島町、中島町、松前町、長浜町

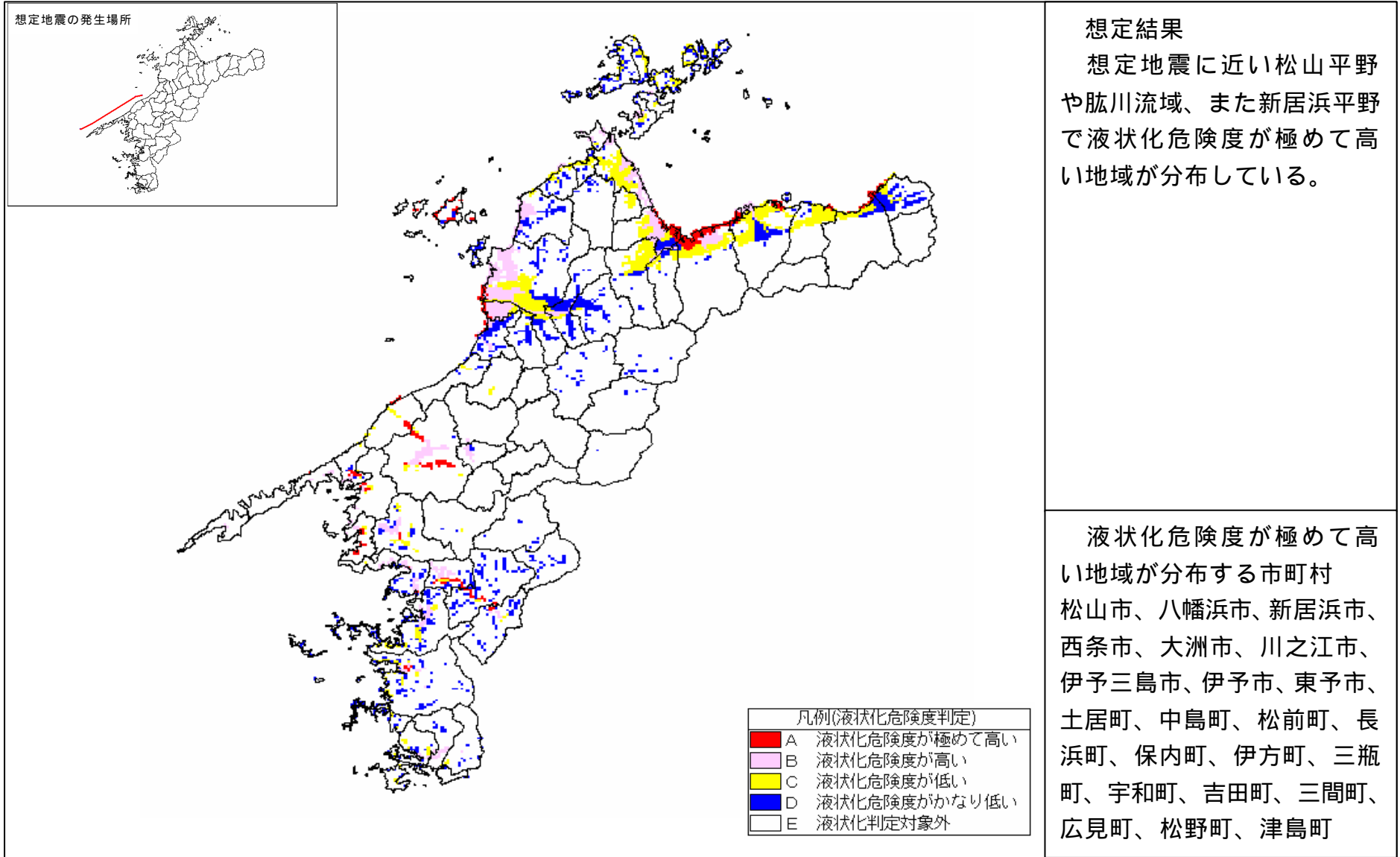
想定地震 2



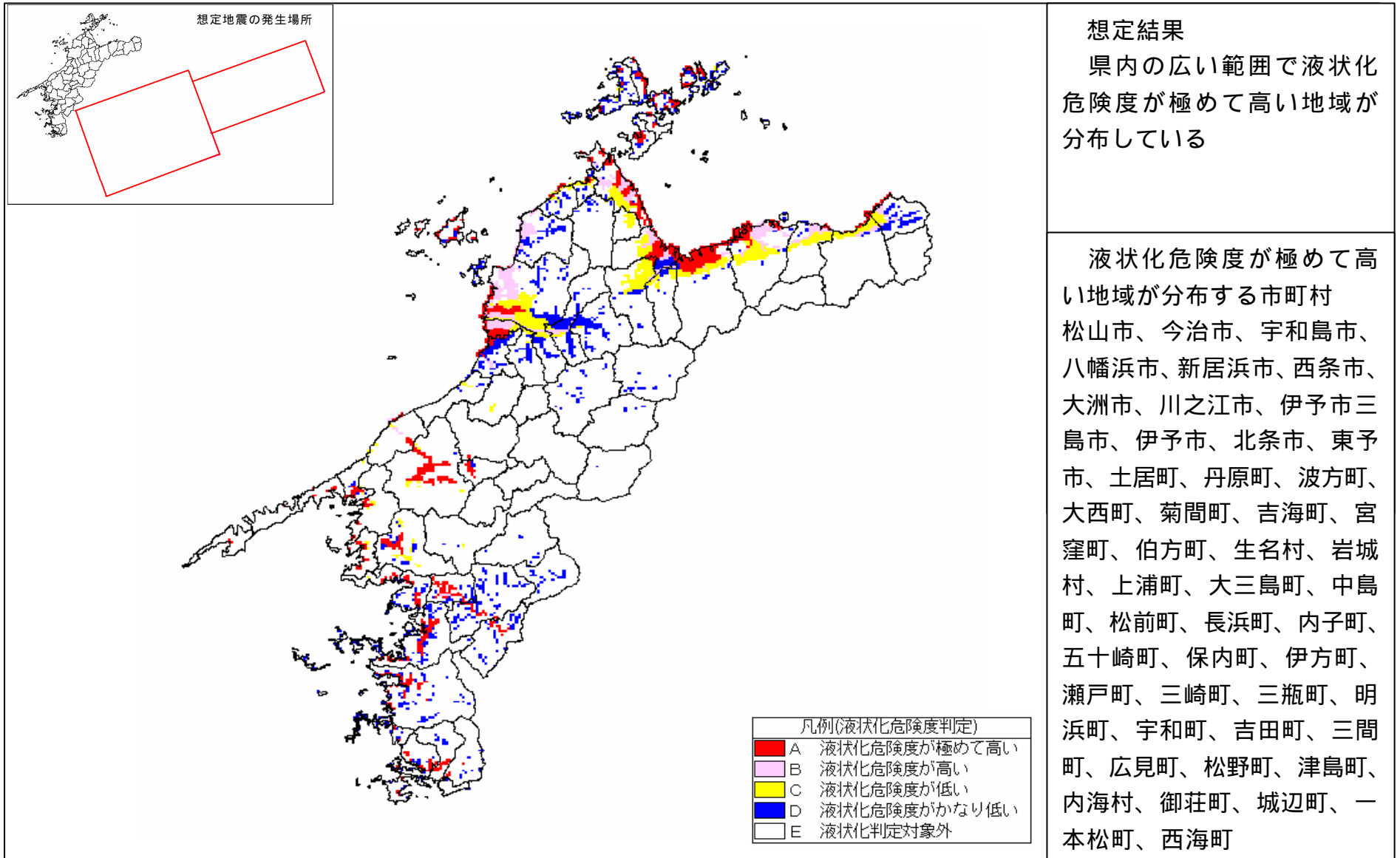
想定地震 3



想定地震 4



想定地震 5



6 . 山崖崩れ

6 . 1 想定手法

本調査では、点検要領によって調査された斜面の性状を基に、地震に対する崖の危険度の判定を行った。この第一次判定の仕方は、崖地の地形的要因や地質的要因、湧水などの崖地の環境を得点化して行う方法が一般的である。さらに、実際に想定地震による危険度を判定する方法は、各崖地の地震動と一次判定結果を掛け合わせて行った。以下に急傾斜地崩壊危険箇所と地すべり危険箇所別の想定手順を述べる。

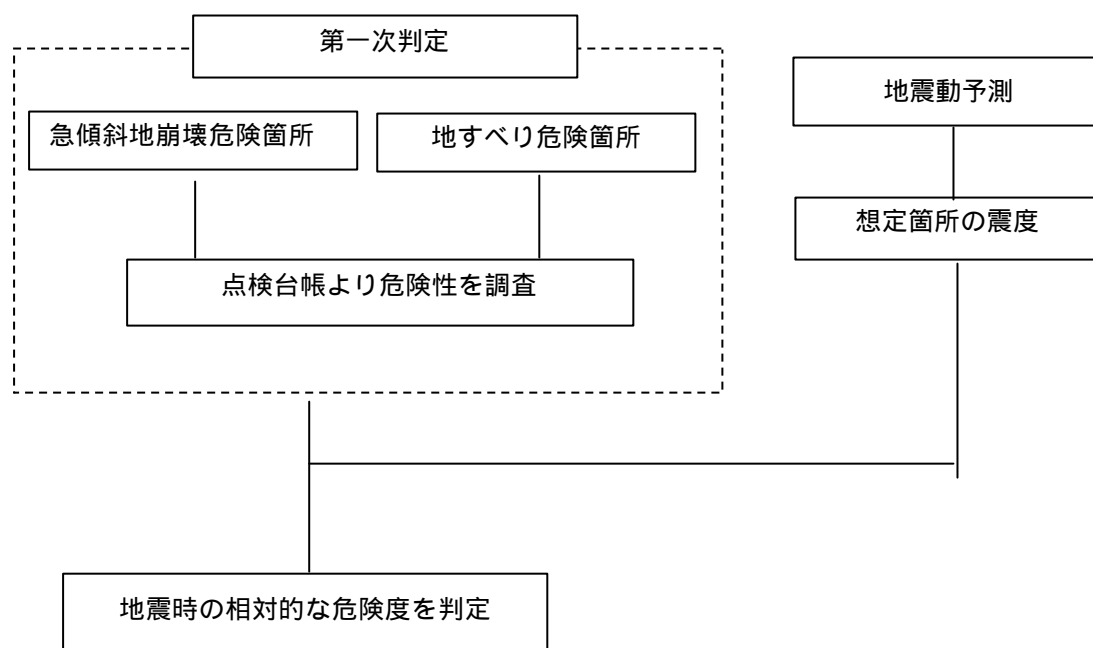


図 6.1-1 危険度の予測手順

本調査で基としたデータ

急傾斜地崩壊危険箇所（平成 8 年調査結果）

地すべり危険箇所（平成 10 年調査結果）

本県における急傾斜地と地すべり地の分布傾向

急傾斜地崩壊危険箇所は、全県的に分布している。

地すべり危険箇所は、三波川帯やみかぶ帯に沿った地域に分布している。

6.2 想定結果

(1) 急傾斜地

地震時には、急傾斜地では、土砂の崩落、岩塊の崩落、土砂の滑落、岩塊の滑落、落石等の発生が予想される。なお、本調査による判定結果は相対的な危険度を示したものであり、危険度が高いと予想されなかった箇所についても地震時には被害が発生しないという訳ではなく十分な警戒が必要である。

想定地震	想定結果
想定地震1	東予、中予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震2	東予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震3	中予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震4	中予、南予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震5	中予、南予を中心に危険度が高い箇所が分布している。

(2) 地すべり地

地震時には、地すべりや落石の発生が予想される。なお、本調査で危険度が低いと予測された箇所についても、相対的な危険度を評価しただけであり、地震時には十分な警戒が必要である。

想定地震	想定結果
想定地震1	中予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震2	東予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震3	中予を中心に危険度が高い箇所が分布している。
想定地震4	中予から南予にかけて危険度が高い箇所が分布している。
想定地震5	中予から南予にかけて危険度が高い箇所が分布している。

地震時に発生が予想される被害

今回の想定では、急傾斜地間および地すべり地間の相対的な危険度を評価した。実際に地震が発生したときに予想される被害は次のとおりである。

	予想される被害
急傾斜地	土砂の崩落、岩塊の崩落、土砂の滑落、岩塊の滑落、落石等の発生
地すべり地	地すべり、落石の発生

用語の解説

震源

地震は岩盤の破壊によって生じるが、最初に地震波が発せられた点、すなわち破壊の始まった点を震源という。

マグニチュード

マグニチュードとは地震の規模を示す指標をいう。

計測震度

震度とは、ある地点における地震動の大きさを表すもので、観測された地震波形を基に算定される。

gal

地震学や地震工学の分野で用いられている加速度の単位。天文学者のガリレオ・ガリレイにちなんで、 1 cm/s^2 の加速度を1 gal といっている。ちなみに、地球の重力加速度は 980 cm/s^2 である。

N値

地盤の強度を求めるために行われる「標準貫入試験」によって測定される数値で、円筒形のサンプラーを高さ75cmの所から63.5kgのハンマーを自由落下させて打撃し、30cm貫入するのに要した落下回数である。N値が大きいほど地盤の強度は強い。

液状化現象

ゆるく堆積した砂の地盤に強い地震動が加わると、地層自体が液状化になり建物などを支える力を失う現象。

急傾斜地

急傾斜地とは、斜面の傾斜が30度以上ある土地で、崖崩れや崩壊のおそれのある地区である。実際に、急傾斜地崩壊危険箇所の基準は、急傾斜地崩壊危険箇所点検要領によると、傾斜度30度以上、高さ5m以上の急傾斜地で想定被害区域内に人家5戸以上（5戸未満であっても官公署、学校、病院、駅、旅館等のある場合を含む）となっている。

地すべり地

地すべりは一般的に比較的ゆるい斜面（20度前後）が緩慢に移動する現象である。地すべり地は管轄対象によって調査基準がことなり、同一に判断することは難しい。地すべり危険箇所調査要領によると、地すべりの発生するおそれのある箇所と規定されている。