

地方における地震防災マップ作成事例



荒井 秀和¹・阿曾 克司¹・今市 雅彦¹・森 市郎²

1. はじめに

地震防災マップは地震災害情報の事前提供により住民の自主的な被害軽減行動を促進するためのものであり、『揺れやすさマップ』と『地域の危険度マップ』の2点による構成を基本としている。『揺れやすさマップ』は、近傍の活断層、海溝型地震、直下型地震等を想定し、各地震について50mメッシュごとに推定した震度分布から起こりうる最大の震度分布を表したものである。『地域の危険度マップ』は、揺れやすさマップに表示する揺れが発生した場合の50mメッシュごとの建物の全壊率を表したものである。

今回、石川県珠洲市で作成した地震防災マップは、この他に地震時の円滑な避難活動のための事前情報として、揺れやすさマップ上に緊急路および避難所を記載した『地震あんしんマップ』を加えた。

2. 地震防災マップ作成の背景と目的

近年、阪神大震災や平成16年中越地震、平成19年能登半島地震、平成19年中越沖地震など大規模地震が多発しており、今年6月にも東北地方で平成20年岩手・宮城内陸地震が発生したばかりである。新潟県中越地方においては、わずか3年のうちに2度の震災に見舞われており、地震はいつどこで発生しても不思議ではないことを改めて認識させるものであった。

国は地震による被害の軽減を目的とし「建築物の耐震改修の促進に関する法律」を改正（平成17年）し、平成27年度までに住宅・特定建築物の耐震化率を75%（平成15年度）から90%に



図1 珠洲市位置図

向上することを目標に掲げている。石川県も平成19年に策定した「石川県耐震改修促進計画」において、住宅・特定建築物の耐震化率の90%達成を目標に掲げている。この流れを受け珠洲市も同年度に「珠洲市耐震改修促進計画」を策定することとなった。

珠洲市は、能登半島最北部に位置し面積約250km²、人口約19,000人の都市である。市内の主な居住地域は海岸沿いの平野部や山から海へ流れる河川によって作られた河岸段丘に多くが見られ、山間部の世帯数は少ない。珠洲市では、近年平成5年能登半島沖地震、平成19年能登半島地震など2度の大地震を経験しているものの、耐震化への意識が低く、現時点での住宅の耐震化率は25%程度とかなり低い状態にある。この原因として、市全域において高齢化が急速に進行しており住宅の建て替えが進まず、古い住宅が多いことが耐震化促進の大きな阻害要因となっていると考えられる。

¹ 株式会社日本海コンサルタント

² 珠洲市建設課

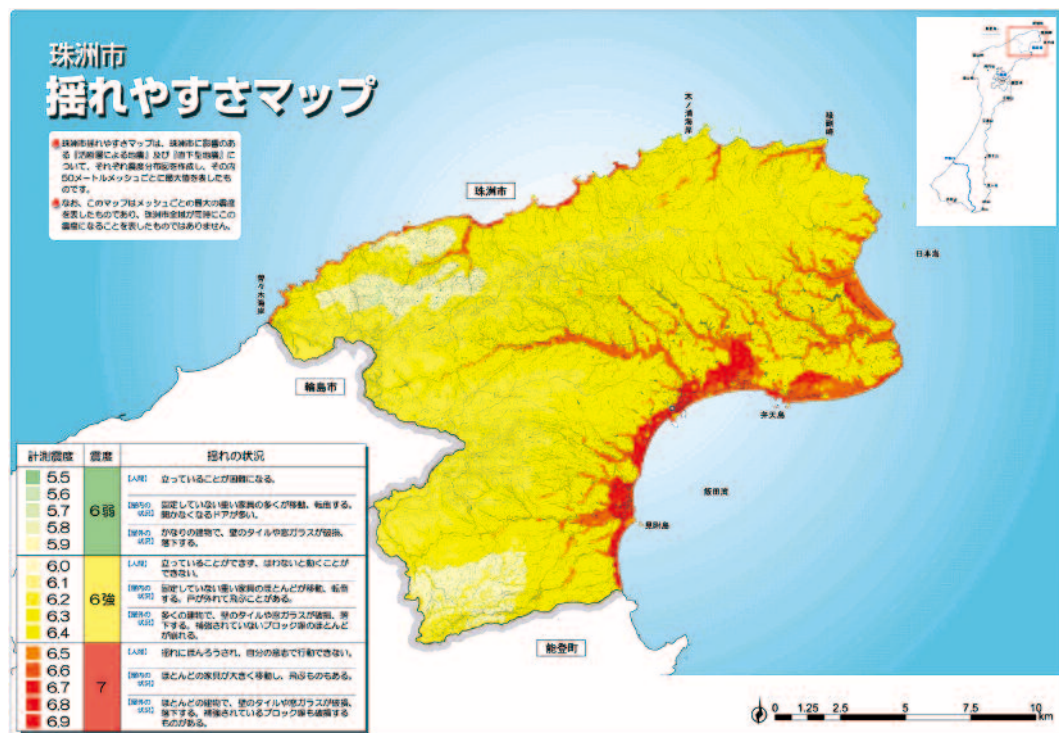


図2 地域の危険度マップ

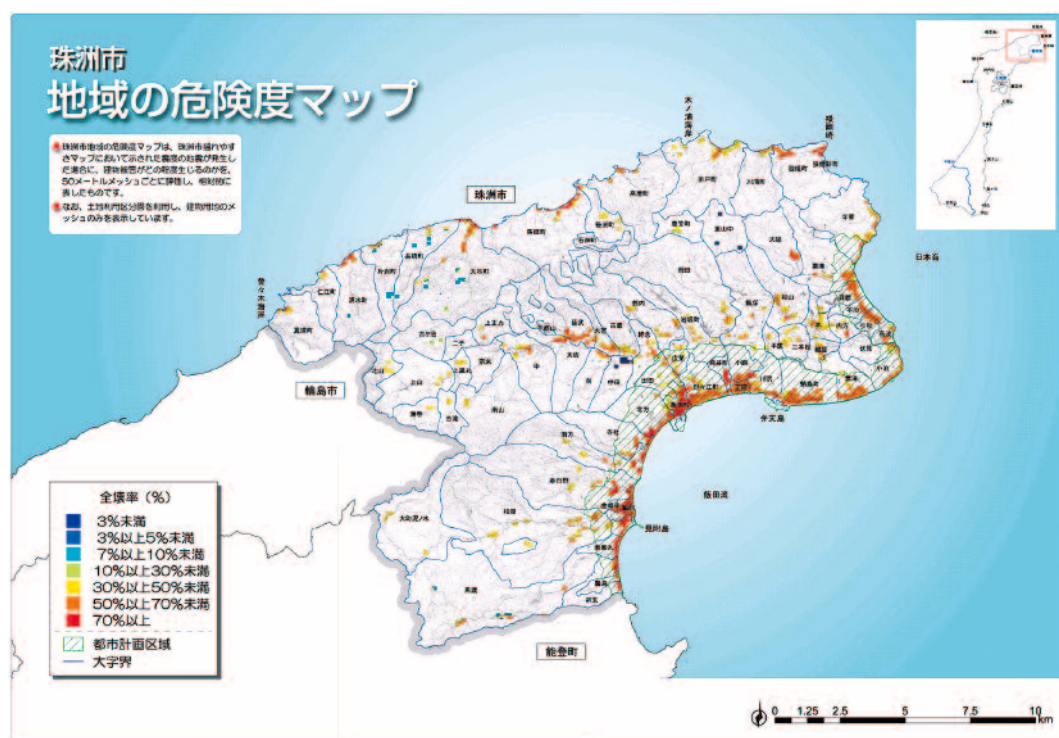


図3 地域の危険度マップ

今回作成した地震防災マップは、珠洲市耐震改修促進計画の策定に当たって、(1)市内の揺れやすい地域の把握、(2)住民の防災意識の向上、(3)住宅の耐震改修の促進といった補助ツールとして大きな役割を担っ

ている。また、建物の全壊率を表示した『地域の危険度マップ』については、珠洲市耐震改修促進計画で定める耐震改修を重点的に進める重点地区（補助率が高い）の設定根拠として用いている。

3. 地震防災マップの作成

3.1 地震防災マップ作成支援システムの開発

地震防災マップの作成にあたって、地質や家屋に関する情報を用いて50mメッシュごとの計測震度分布及び家屋の全壊率分布を解析する地震防災マップ作成支援システムを開発した。今回開発したシステムには、地震防災マップのほかに、液状化危険度マップ作成ツールも追加した。

本システムは、GISソフト（SIS Ver.6.2）上に組込んで作成されたものであるため、GISとしての機能も有しており、避難所等の施設についてGISデータとして整備されている場合は、各マップ上に容易に位置をプロットすることも可能である。また、本システムを使用することで解析手法の簡素化や解析結果を図面として確認でき、時間短縮やコストダウンを図ることができた。

データとして条件設定することで、精度良く揺れの強さを推定することが重要な鍵となる。

①地盤データ

今回の解析では、地形区分図²⁾及び地質図幅³⁾を基に微地形区分図を作成し、珠洲市の地盤の基礎データとした。

また、市内全域で実施された242本のボーリングデータ、及び区画整理事業による盛土

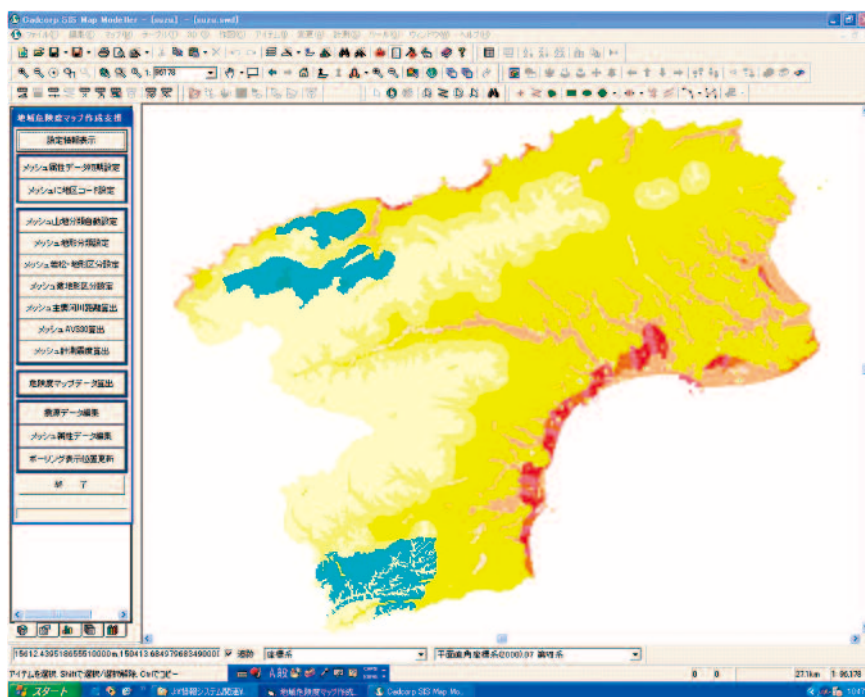


図4 システム画面

3.2 地域特性データ

震度分布を求める解析手法は、内閣府が公表している地震防災マップ作成技術資料¹⁾に準拠しており、全国どこの地域でも適用が可能である。したがって、対象地域での揺れやすさに影響を及ぼす地盤情報と発生する恐れのある地震情報（位置及び規模）を地域特性

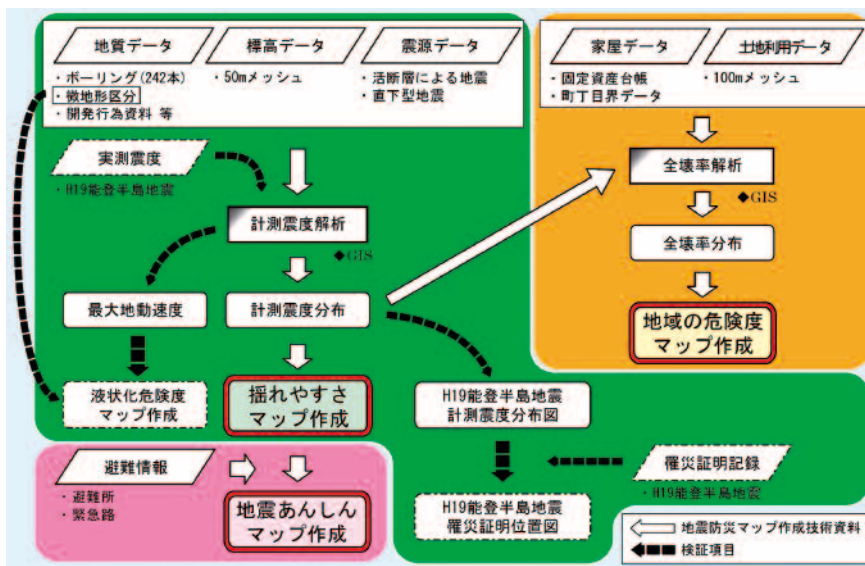


図5 地震防災マップ作成フロー

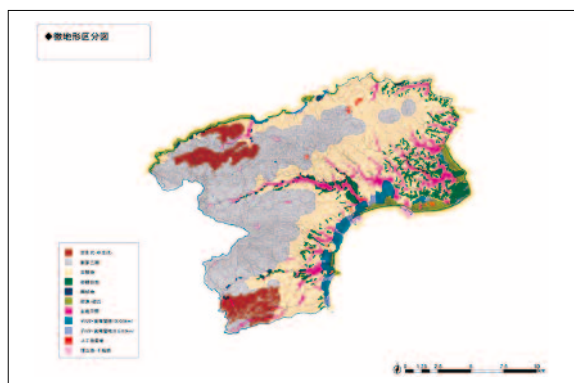


図6 微地形区分図

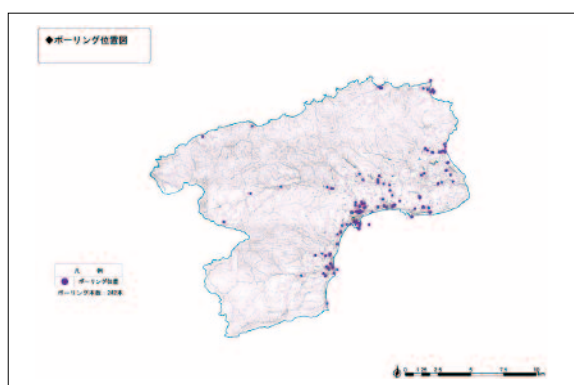


図7 ボーリング位置図

や埋め立てなどの20ヶ所の人工改変地データを詳細な地盤データとして使用した。

②地震データ

珠洲市近傍において想定される地震として、新編日本の活断層⁴⁾や関連HP⁵⁾等から5つの活断層地震と直下型地震を想定した。それぞれの地震の規模は断層長や文献から設定した。通常、今後発生する恐れのある地震のみを想定するが、珠洲市では平成5年能登半島沖地震及び平成19年能登半島地震を経験しており、解析結果と観測結果、被害記録からシステムの妥当性判定に用いるため、これらについても震源として設定した。今回、海溝型地震については珠洲市近傍に存在しないことからデータとして取り入れなかった。

3.3 解析結果の妥当性

①揺れやすさマップの精度向上

地震防災マップのうち、地域の危険度マッ

表1 想定する震源及び地震規模

震 源	地震規模
直下型地震	M6.9
H19能登半島地震	M6.9
能登半島北方沖断層（H5能登半島沖地震）	M7.0
邑知潟断層	M7.1
海底断層	M6.9
能登海岸起震断層	M6.4

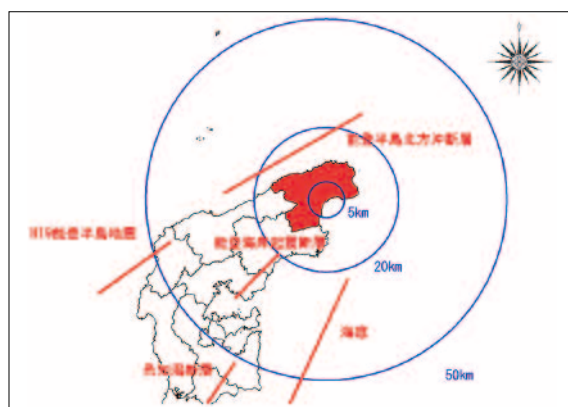


図8 想定する震源位置図

プ及び地震あんしんマップは、揺れやすさマップに情報を付加して作成されるため、全てのマップの基となる揺れやすさマップの精度を上げることが地震防災マップの精度を上げることとなる。

精度向上の手法として、工学的基盤（S波速度600m/s基盤）上から表層へ揺れが伝わる過程で、揺れが増幅される点に着目した。工学的基盤（S波速度600m/s基盤）上の最大速度に対する表層地盤の最大速度の増幅度は次式で表される。次式の切片（□）は、±0.16と調整幅を持つことから、この切片として複数值を設定し、解析結果の精度向上を図った。

$$\text{Log}G = 1.83 - 0.66\text{LogAVS30} \pm 0.16$$

ここに、

G：S波速度600m/s基盤の最大速度に対する表層地盤の最大速度の増幅度

AVS30：表層30mの平均S波速度の推定値

②観測記録との比較

珠洲市は平成19年能登半島地震で被災し、珠洲市内の3ヶ所の観測所（珠洲、大谷、正

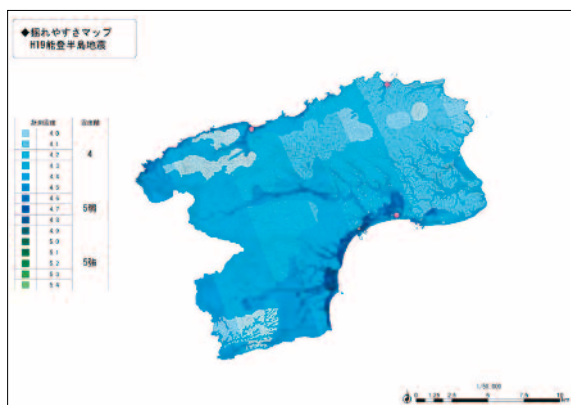


図9 揺れやすさマップ
(平成19年能登半島地震 パラメータ：-0.16)

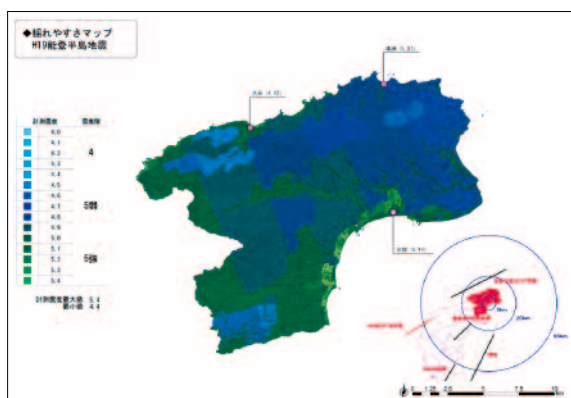


図10 揺れやすさマップ
(平成19年能登半島地震 パラメータ：+0.16)

表2 市内の観測値（平成19年能登半島地震）

観測所	計測震度			
	観測値	切片 -0.16	切片 0	切片 +0.16
珠洲	5.07	4.0	4.2	4.7
正院	5.14	4.2	4.4	4.9
大谷	4.82	4.8	5.1	5.4
残差 平方和	—	2.03	1.38	0.53

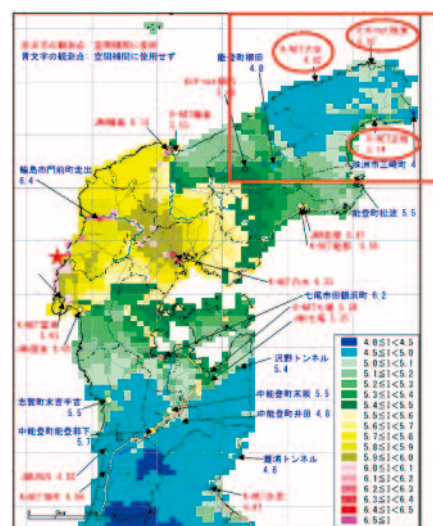


図11 地震防災マップ作成フロー
(出典：日本技術開発株式会社HPより)

表3 気象庁震度階級関連解説表（抜粋）

震度階級	木造建物
5弱	耐震性の低い住宅では、壁や柱が破損するものがある。
5強	耐震性の低い住宅では、壁や柱がかなり破損したり、傾くものがある。
6弱	耐震性の低い住宅では、倒壊するものがある。耐震性の高い住宅でも、壁や柱が破損するものがある。
6強	耐震性の低い住宅では、倒壊するものが多い。耐震性の高い住宅でも、壁や柱がかなり破損するものがある。
7	耐震性の高い住宅でも、傾いたり、大きく破壊するものがある。

院）での観測記録（計測震度）が存在する。解析結果の妥当性の判断材料として、この観測結果と平成19年能登半島地震を想定した場合の解析結果の比較を行うこととした。①の方法で切片を調整し算出した解析結果の中から、残差平方和が最も小さくなる+0.16を珠洲市の地盤条件を反映する値として使用した。

③罹災証明記録と解析結果

平成19年能登半島地震後、珠洲市役所から発行された罹災証明書の記録746件（平成20

年1月8日現在）の位置と解析結果を重ね合わせることで、システムで求めた計測震度分布と実際に被災した家屋の分布状況を把握した。

罹災証明記録によると、全ての被災家屋において被災状況は一部損壊扱いであった。気象庁震度階級関連解説表⁶⁾では、震度階級別に木造建物の被害程度を示している。珠洲市では耐震化されていない家屋が多く、被害が一部損壊程度であったことから、気象庁震度階級関連解説表によれば珠洲市内で罹災証明

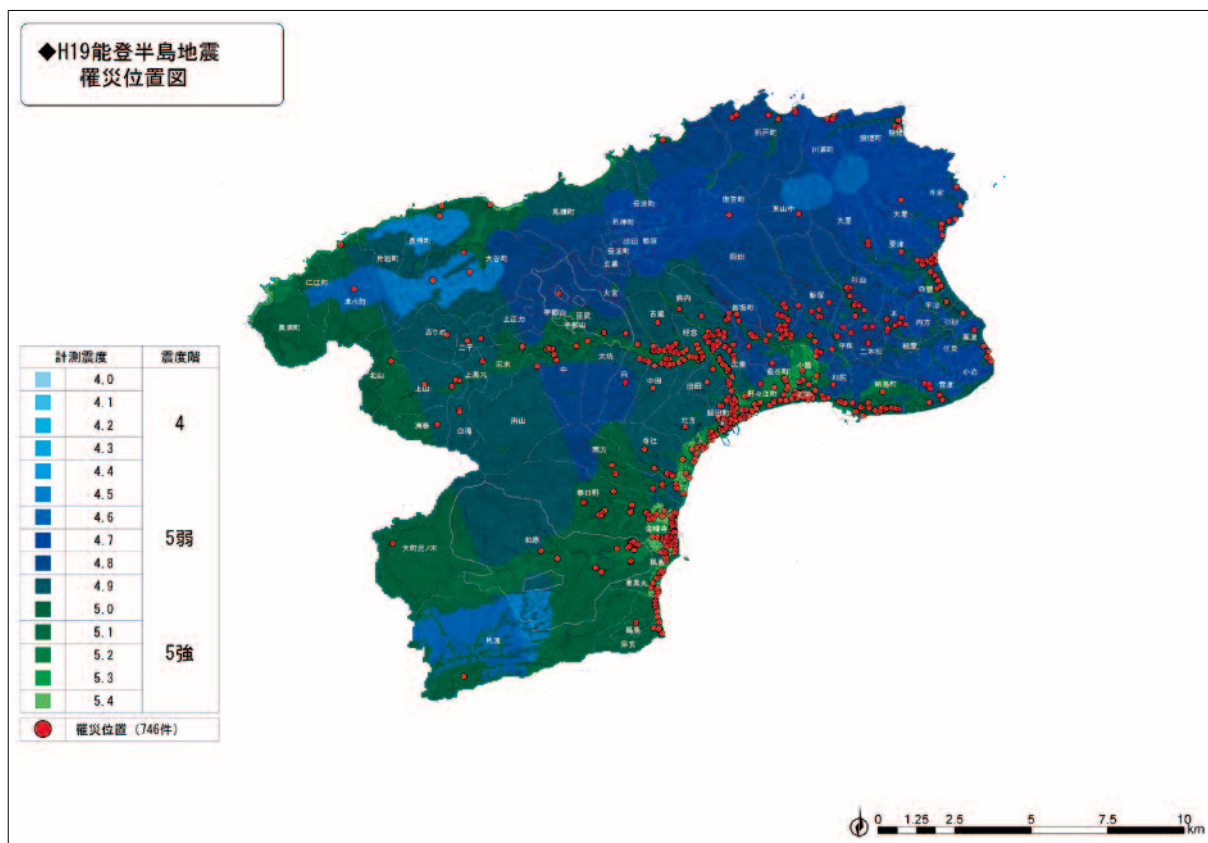


図12 平成19年能登半島沖地震罹災位置図

表4 液状化が発生する最大地動速度

微地形区分	液状化が発生する地動速度
埋立地・干拓地・自然堤防・河道・砂丘末端斜面・砂丘間低地	15cm/s
後背湿地・谷底平野・デルタ	25cm/s
砂州・扇状地	35cm/s

表5 液状化危険度ランク

ランク	参考手法の設定基準	改良した設定基準
極大	—	基準値の2.5倍以上
大	基準値の1.25倍以上	基準値の1.25～2.5倍
中	基準値の1～1.25倍	基準値の1～1.25倍
小	基準値の0.75～1倍	基準値の0.75～1倍

書が発行された地域では同地震の震度が5弱から5強程度であったと想定できる。

図12に示すように罹災位置は、計測震度4.9～5.4（震度5弱～5強）に大半が位置しており、気象庁震度階級関連解説表から想定できる震度と一致する。

④液状化危険度マップの作成

地震時には地盤の液状化が建物の転倒や地下埋設物の隆起などの被害の大きな要因となっている。しかし、液状化の予測は土層の粒度構成が分からなければ精度の高い予測は不可能であり、珠洲市で収集したボーリング

柱状図等の情報のみでは、液状化の判定に資するものはほとんど得られなかった。そのため、次善の策として、微地形区分と最大地動速度の関係より液状化の危険度を算定する手法⁷⁾を参考にし、最大震度の地震が発生した場合の液状化危険度マップを作成した。

この手法では、微地形区分ごとに液状化が発生する時の最大地動速度の基準を表4の通り定めており、最大震度の地震が発生したときの最大地動速度と比較し、大小関係から液状化危険度をランク『大』『中』『小』として定めている。今回作成した液状化危険度マッ

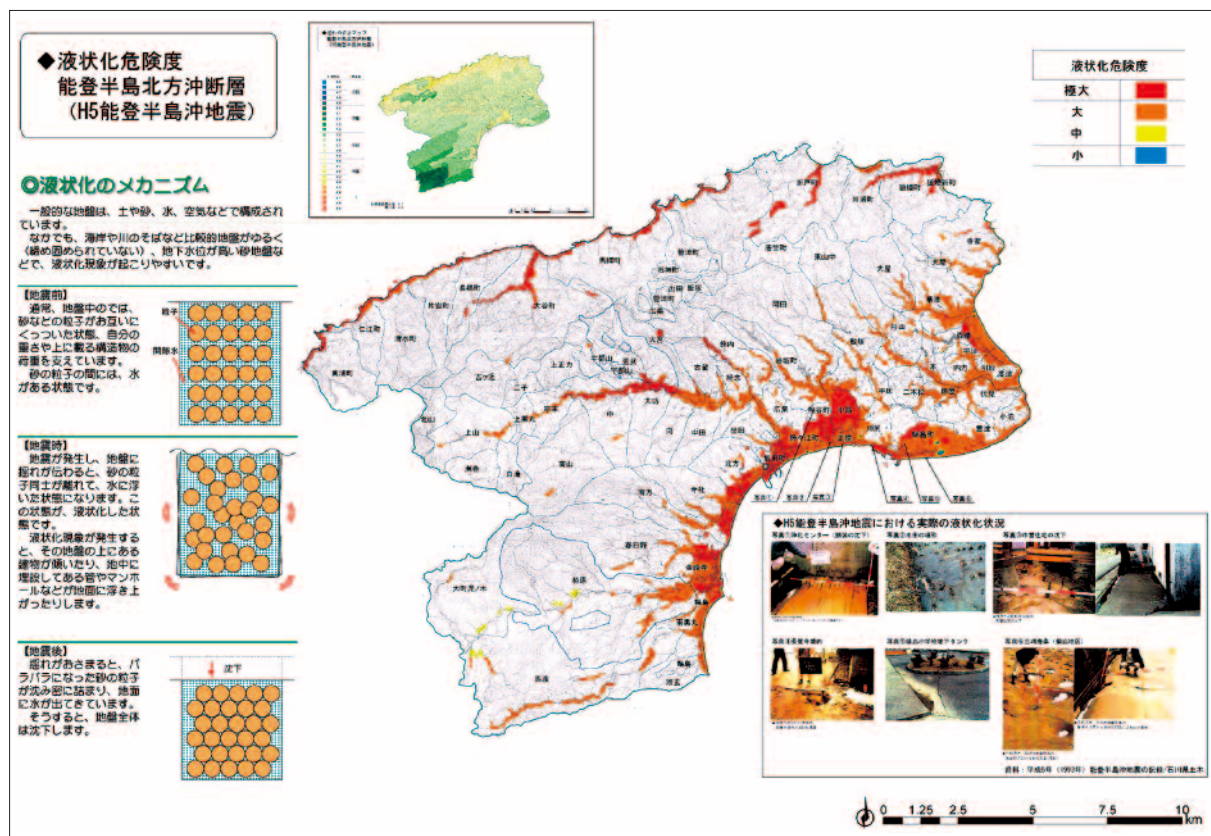


図13 液状化危険度マップ（平成5年能登半島沖地震）

ブでは、ランク『大』を『大』と『極大』の2段階に区分することで、解析結果をより詳細に表せるように改良した。

平成5年能登半島沖地震の液状化記録が存在することから、同地震を想定した場合の液状化危険度マップと液状化発生位置を比較し、危険度の高いエリアにおいて実際の液状化の記録があることから、概ね妥当であることを確認した。

4. まとめ

地震防災マップ作成支援システムを開発し、地震防災マップ及び液状化危険度マップを作成した。GISを活用したシステムであることから、解析結果が瞬時に図として確認でき複数の解析結果の比較が容易であった。また、解析結果上に避難所等のGISデータを重ね合わせることができ、震度分布と施設の位置関係の把握に有効であった。

今回紹介した珠洲市の事例では、これまでに被害を受けた平成5年能登半島沖地震及び平成19年能登半島地震の2度の大規模地震の被災記録や観測結果を用いて解析結果の評価が行うことができた。しかし、大規模地震を経験していない地域や、被災経験がある場合でも十分な記録が残っていない地域での解析結果の評価方法に課題が残る。

本システムで算出した解析結果はGISデータとしてアウトプットされるため、行政担当部局において洪水ハザードマップ（浸水想定区域）や土砂災害危険区域等のデータと併せて、GIS上で総合的な防災情報として管理が可能となる。このようなGISデータを用いて、災害時には住民に的確かつ迅速に避難情報を提供するとともに、常時から災害に備えた対策立案などに活用されることが期待される。

本システムについては、家屋単価や火災発生率等のデータを組み合わせることで被害額

算出するツールなど、新たな機能の追加改良が可能と考える。

発表日：2008年6月18日

■参考文献

- 1) 内閣府（防災担当）：地震防災マップ作成技術資料、2005
- 2) 石川県：地形分類図 宝立山・能登飯田・珠洲岬、同左、1995
- 3) (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター：地質図幅 珠洲岬・能登飯田及び宝立山、同左、2002
- 4) 活断層研究会：【新編】日本の活断層分布図と資料、(財)東京大学出版会、(pp.236-245)、1995（第6刷発行）
- 5) (独)産業技術総合研究所：活断層データベース、<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/activefault/index.html>
- 6) 国土交通省 気象庁:気象庁震度階級関連開設表、<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/kaisetsu.html>
- 7) 若松、久保、松岡、長谷川、杉浦：日本の地形・地盤デジタルマップ、(財)東京大学出版会、(pp.55-65)、2005

■発表者

荒井 秀和（あらい ひでかず）

株式会社日本海コンサルタント

E-mail：h-arai@nihonkai.co.jp