

2007 年能登半島地震

被害調査報告

平成19年5月



総合建設コンサルタント

日本技術開発株式会社

Japan Engineering Consultants Co., Ltd.

目 次

1. 調査概要	1
2. 地震動	3
2.1 震源	3
2.2 地震動分布	4
2.3 サイト増幅特性	9
3. 地盤災害	35
3.1 崖崩れ	35
3.2 盛土崩壊	40
3.3 液状化	43
4. 住宅被害	49
4.1 輪島市	49
4.2 輪島市門前町	52
4.3 穴水町	56
4.4 基礎の影響調査	58
5. その他	60
5.1 能登島大橋とツインブリッジのと	60
5.2 鹿磯橋付近	63
5.3 文化財の被害	64
6. ライフライン	66
7. おわりに	69

1. 調査概要

2007年3月25日9時41分57.9秒に、能登半島沖（北緯37度13.2分 東経136度41.1分）の深さ11kmでM=6.9の地震が発生した。平成19年（2007年）能登半島地震と命名されている（気象庁発表¹⁾）。被害状況（4/20現在、消防庁発表²⁾）は、死者1名、重傷者29名、全壊582棟、半壊1101棟である。被害の多くは輪島市、ついで穴水町、七尾市、志賀町でのものである²⁾。震度分布を図1.1に示す¹⁾。輪島市、穴水町、七尾市で震度6強の強い揺れが観測されている。

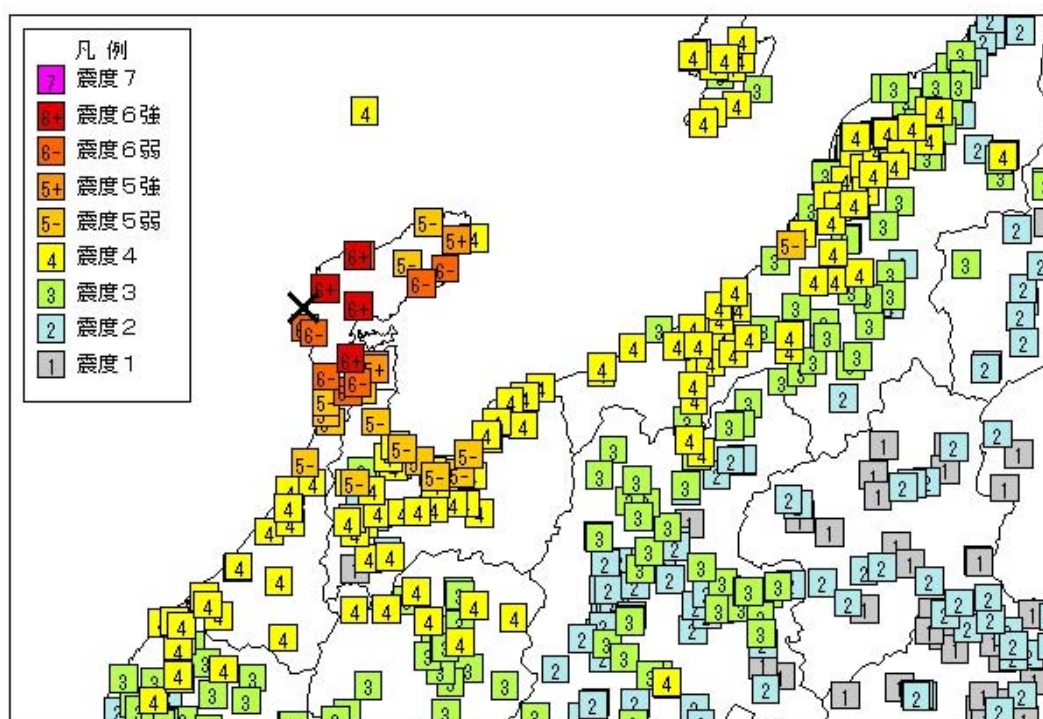


図 1.1 震度分布図（気象庁による¹⁾）

当社では、被害の概略をつかむ調査と、被害の詳細や復旧について把握する調査の2回の調査を実施した。

1回目の調査は、3月28～29日に行った。主な調査地点を図1.2に示す。

およそのルートは、下記の通りである。

28日：能登空港→輪島市中心部→輪島市門前町地区

29日：和倉温泉→七尾市中島町→穴水町→志賀町富来

2回目の調査は、4月9～10日に行った。地震観測点、斜面崩壊、住宅・液状化・災害対応と班別に調査を行った。

本報告は、以上を取りまとめたものである。当社ホームページ (<http://www.jecc.co.jp>) に多くの写真を掲載しているので、本報告では代表的なものに絞っている。

今後、詳細分析を行った項目については、個別に学会等で発表していく予定である。



図 1.2 主な調査地点（緑線で囲った部分）

なお、このエリアの平成の市町村合併は以下のようなものである。

平成 16 年 10 月 1 日 旧七尾市、鹿島郡田鶴浜町、鹿島郡中島町、鹿島郡能登島町の 1 市 3 町が合併し、七尾市となる。合併後の人口は、約 62,000 人である。

平成 17 年 9 月 1 日 旧志賀（しか）町、旧富来（とぎ）町が合併し、志賀町となる。

平成 18 年 2 月 1 日 旧輪島市、門前町が合併し、輪島市となる。合併後の人口は、約 35,000 人である。

参考文献

1)気象庁ウェブサイト：「平成 19 年（2007 年）能登半島地震」の特集、

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/index.html

2)消防庁ウェブサイト：<http://www.fdma.go.jp/>

2. 地震動

2.1 震源

本震および余震の震央分布を図 2.1.1 に示す¹⁾。被害が大きかった輪島市門前町は、余震域の直上にあることがわかる。発震機構解は西北西—東南東方向に圧縮軸をもつ横ずれ成分を含む逆断層型であり、地殻内で発生した地震である。能登半島周辺では、1993年2月7日にM=6.6の能登半島沖地震が発生し珠洲市を中心に被害をもたらしているが、その地震とほぼ同様のメカニズム解を示している²⁾。

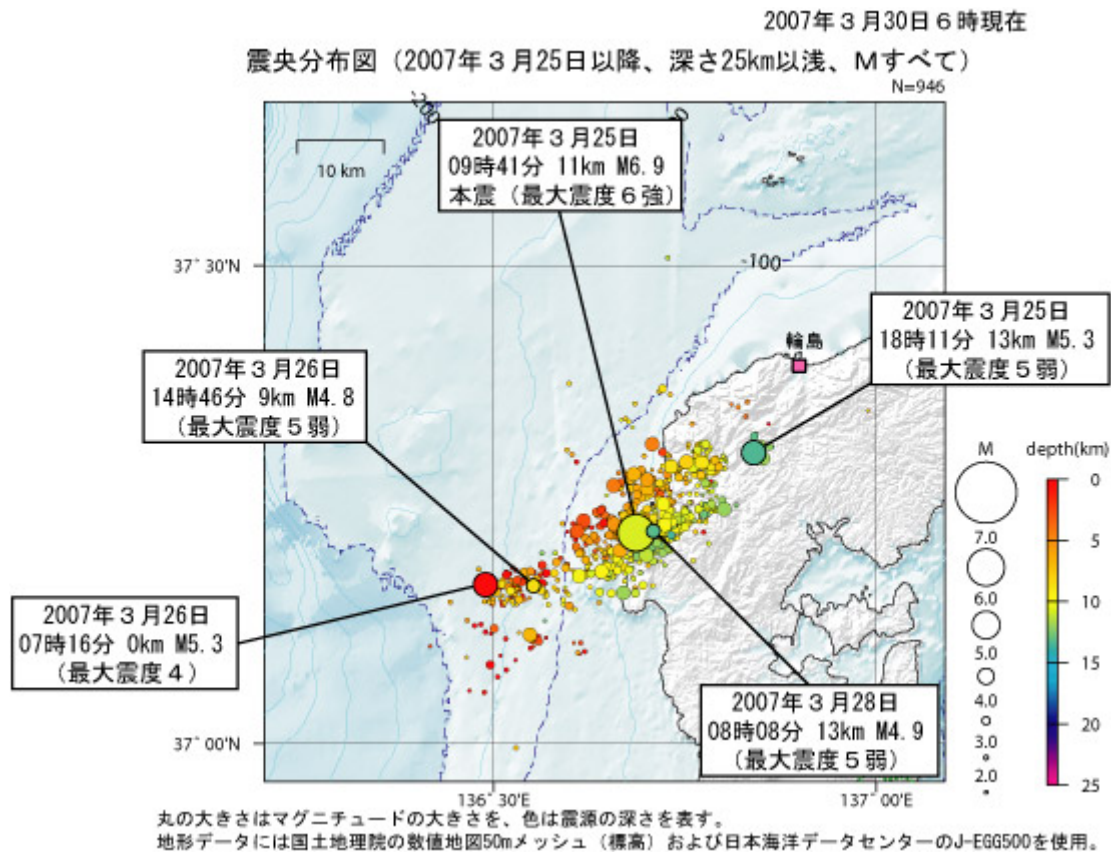


図 2.1.1 震央分布 (気象庁による)

参考文献 (2.1)

1)気象庁：平成 19 年(2007 年)能登半島地震の特集、

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/index.html

2)防災科学技術研究所：2007/03/25 能登半島地震、<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/noto070325/>

2.2 地震動分布

地震動の大きさと被害の関係を考える上では、地震動分布が必要となる。ここでは、能登半島地震本震で得られた地震動指標を整理するとともに、観測値の空間補間により、面的な地震動分布推定¹⁾を行う。

能登半島地震の震源域の観測点における観測値は、表2.2.1に示す通りである。強震波形が得られているこれらの16地点(K-NET 9地点、KiK-net 2地点、JMA 5地点)の観測値を空間補間に用いる。

面的な地震動分布推定を行う上では、表層地盤の増幅特性を考慮することが必要となる。表層地盤の増幅度を評価する方法としては、地形分類に基づく方法とボーリングデータに基づく方法とに分けられ、さらに両者を統合する方法も末富らによって提案されている²⁾。震源域での既存の地盤資料の調査を行ったが、例えば「石川県平野部の地盤図集」³⁾で対象とされているのは七尾市以南であるなど、能登半島地方は、地盤情報の乏しい地域であるため、ここでは、図2.2.1に示す若松らによる1kmメッシュ地形分類⁴⁾に基づく評価を行うこととする。最初に、松岡ら⁵⁾による次式を用いて、地形分類に応じて深さ30mまでの平均S波速度 (V_{s30}) を評価する。

$$\log V_{s30} = a + b \log E_v + c \log S_p + d \log D_m \quad (1)$$

ここで、 a, b, c, d ： 回帰係数

E_v ： 標高

S_p ： 傾斜(正接の1000倍)

D_m ： 先第三系・第三系の山地・丘陵からの距離(km)

である。これらの説明変数を加えることで、標高が高いほど、傾斜が大きいほど、山地や丘陵に近いほど V_{s30} の値が大きくなるモデルとなっている。 V_{s30} から地震動指標の地盤増幅度への変換は、最大速度については翠川ら⁶⁾、計測震度については末富ら⁷⁾を用いている。

単純な補間方法では震源からの距離の影響を考慮できないので、Shabestari and Yamazakiの距離減衰式⁸⁾をトレンド成分(平均値)としたsimple Kriging法を用いる。ただし、今回は点震源からの距離を断層最短距離として用いている。残差成分は、平均値0の指数分布とし、相関距離を20kmとする。

以上により空間補間された最大速度分布および計測震度分布をそれぞれ図2.2.2、図2.2.3に示す。図2.2.3には、強震波形が公表されていないものの計測震度が分かっている、石川県震度情報ネットワークや国土交通省河川・道路等施設の地震計ネットワークの観測点での観測値を、翠川・三浦⁹⁾を引用して併せて示す。これらの観測点での観測値は空間補間には用いていない。

作成された地震動分布では、輪島市中心部、輪島市門前地区、穴水町および志賀町富来地区の範囲に震度6弱以上のエリアが広がっている。震度6強(計測震度6.4)が観測された、輪島市門前町走出の震度計周辺は、木造建物の被害が甚大であったが、谷筋の八ヶ川に沿って集落が形成されているこの地域は谷底平野にあたり、空間補間によると震度6強と推定されており、定性的ではあるが、被害イメージとの対応は良いと考えられる。この他にも震度6強と推定されている地域がいくつか見られる。輪島市中心部のJMA輪島観測点付近や穴水町のK-NET穴水観測点付近で震度6強となっているあたりは、谷底平野～海岸平野にあたり、表層地盤条件により増幅度が大きい地点であると言える。また、輪島市門前地区から志賀町富来地区にかけての海岸沿いで震度6強と推定されているあたりは、砂礫質台地であり、良好な地盤であるが、震源からの距離が近いため大きな震度となっている。強震波形が公表されていない他の観測点についても、ほぼ計測震度0.5程

度以内の範囲の誤差(震度1階級以内の範囲の誤差)におさまっているが、七尾市田鶴浜では、震度6強(計測震度が6.2)が観測されているのに対し、推定値は震度5強(計測震度5.3)となっており、震度2階級の誤差となっている。気象庁の報道発表¹⁰⁾もなされているが、現地調査を行った結果、この地点では周辺地盤の液状化により震度計が傾斜しており、能登半島地震本震では、実際よりも大きな震度が記録された可能性があると考えられる。

今後、断層の形状やすべり分布を考慮するなど、推定精度を高める必要がある。

表2.2.1 能登半島地震の震源域における観測値

観測点 コード	観測点名称 [観測機関]	経度 [deg]	緯度 [deg]	PGA [gal]	PGV [kine]	SI値 [kine]	計測 震度
ISK005	K-NET穴水	136.9069	37.2277	896.1	103.4	127.2	6.33
E10	JMA輪島	136.8983	37.3900	472.2	98.6	108.5	6.14
ISK006	K-NET富来	136.6927	37.1572	933.7	59.4	61.5	5.93
915	JMA能登	137.1533	37.3033	261.1	52.1	61.8	5.67
914	JMA富来	136.7283	37.1417	513.7	55.2	59.2	5.65
ISK004	K-NET能都	137.1500	37.3050	665.6	25.0	37.5	5.55
ISK003	K-NET輪島	136.9113	37.3889	546.3	43.9	51.2	5.53
ISKH02	KiK-net柳田	137.0442	37.3617	366.5	35.2	35.5	5.48
535	JMA七尾	136.9717	37.0300	258.2	35.9	40.0	5.35
ISK007	K-NET七尾	136.9711	37.0397	217.9	34.8	40.9	5.28
ISK002	K-NET正院	137.2908	37.4413	175.1	29.5	31.5	5.14
ISKH01	KiK-net珠洲	137.2875	37.5236	360.1	23.3	25.6	5.07
ISK008	K-NET羽咋	136.7813	36.8888	407.5	23.9	21.8	4.94
TYM002	K-NET氷見	136.9777	36.8630	172.9	20.6	25.2	4.87
ISK001	K-NET大谷	137.1794	37.4969	179.3	15.6	16.6	4.82
CCB	JMA羽咋	136.7817	36.9250	226.4	16.4	13.9	4.53

参考文献(2.2)

- 1) 防災科学技術研究所川崎ラボラトリー: 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト III.1 震災総合シミュレーションシステムの技術の開発 III.2 大都市特性を反映する先端的な災害シミュレーションの技術の開発 公開ソフトウェア, CD-R, 2007.
- 2) 末富岩雄, 石田栄介, 福島康宏, 磯山龍二, 澤田純男: 地形分類とボーリングデータの統合処理による地盤増幅度評価と2004年新潟県中越地震における地震動分布の推定, 日本地震工学会論文集, 第7巻, 第4号, pp.1-12, 2007.
- 3) (監修)建設省北陸地方整備局北陸技術事務所: 石川県平野部の地盤図集 [4]ボーリング柱状図(2の1), 社団法人北陸建設弘済会, 1982.
- 4) 若松加寿江, 松岡昌志, 久保純子, 長谷川浩一, 杉浦正美: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築, 土木学会論文集, No.759/I-67, pp.213-232, 2004.
- 5) 松岡昌志, 若松加寿江, 藤本一雄, 翠川三郎: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均S波速度分布の推定, 土木学会論文集, No.794/I-72, pp.239-251, 2005.
- 6) 翠川三郎, 松岡昌志, 作川孝一: 1987年千葉県東方沖地震の最大加速度, 最大速度にみられる地盤特性の評価, 日本建築学会構造系論文集, 第442号, pp.71-78, 1994.
- 7) 末富岩雄, 石田栄介, 磯山龍二: 空間補間による地震動分布推定の高精度化のための一検討, 第28回地震工学研究発表会, 土木学会, 2005.
- 8) Shabestari, K. T. & Yamazaki, F.: Attenuation relation of strong ground motion indices using K-NET records, 第25回地震工学研究発表会講演論文集, pp.137-140, 1999.
- 9) 翠川三郎, 三浦弘之: 2007年能登半島地震における強震動と強震観測点での常時微動特性(速報), <http://www.enveng.titech.ac.jp/midorikawa/index1.html>, 2007.
- 10) 気象庁: 臨時震度観測点「七尾市田鶴浜町」の観測開始について, 報道発表資料, <http://www.jma.go.jp/jma/press/0703/28d/rinjishindo200703281830.pdf>, 2007.

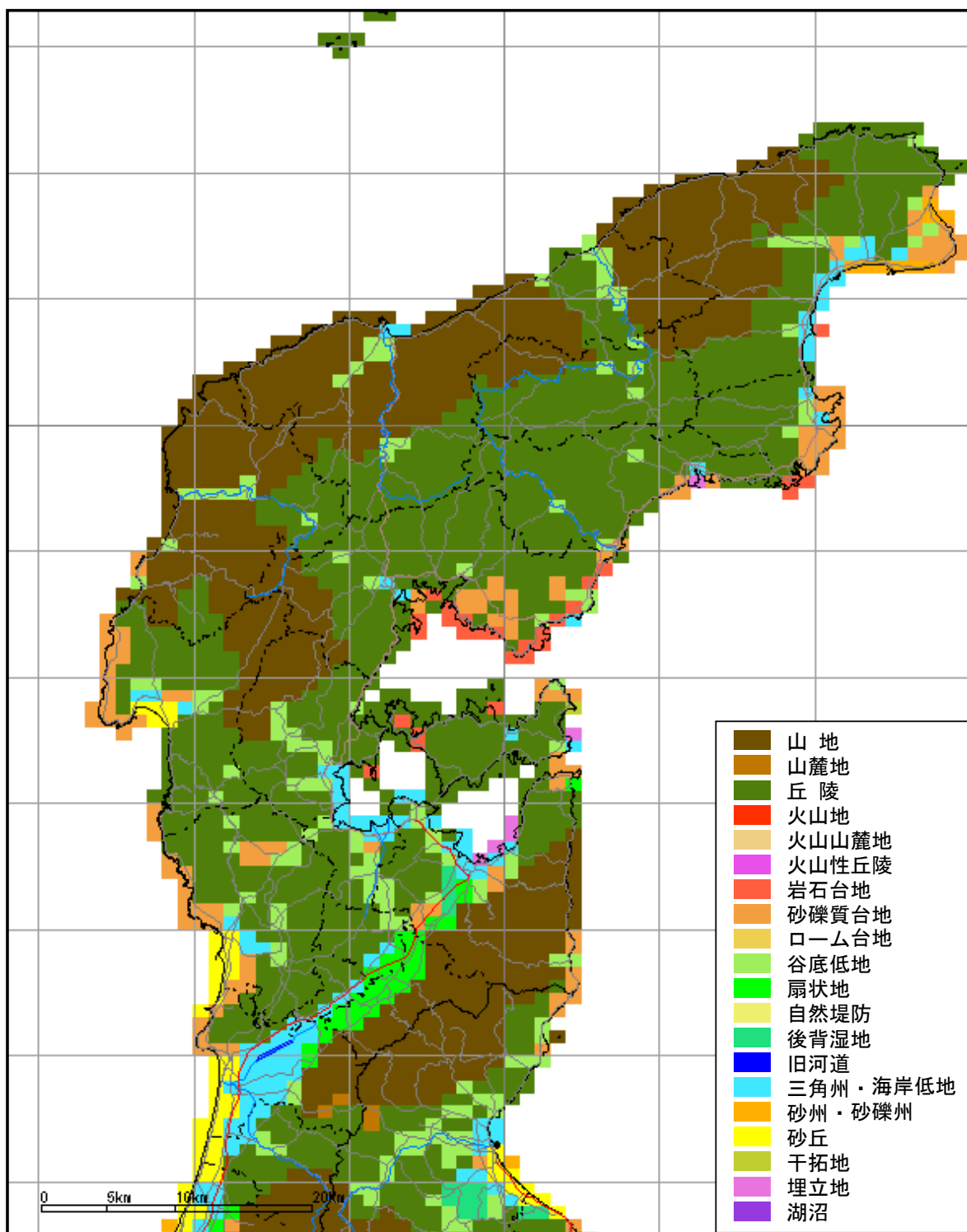


図2.2.1 若松らの1kmメッシュ地形分類

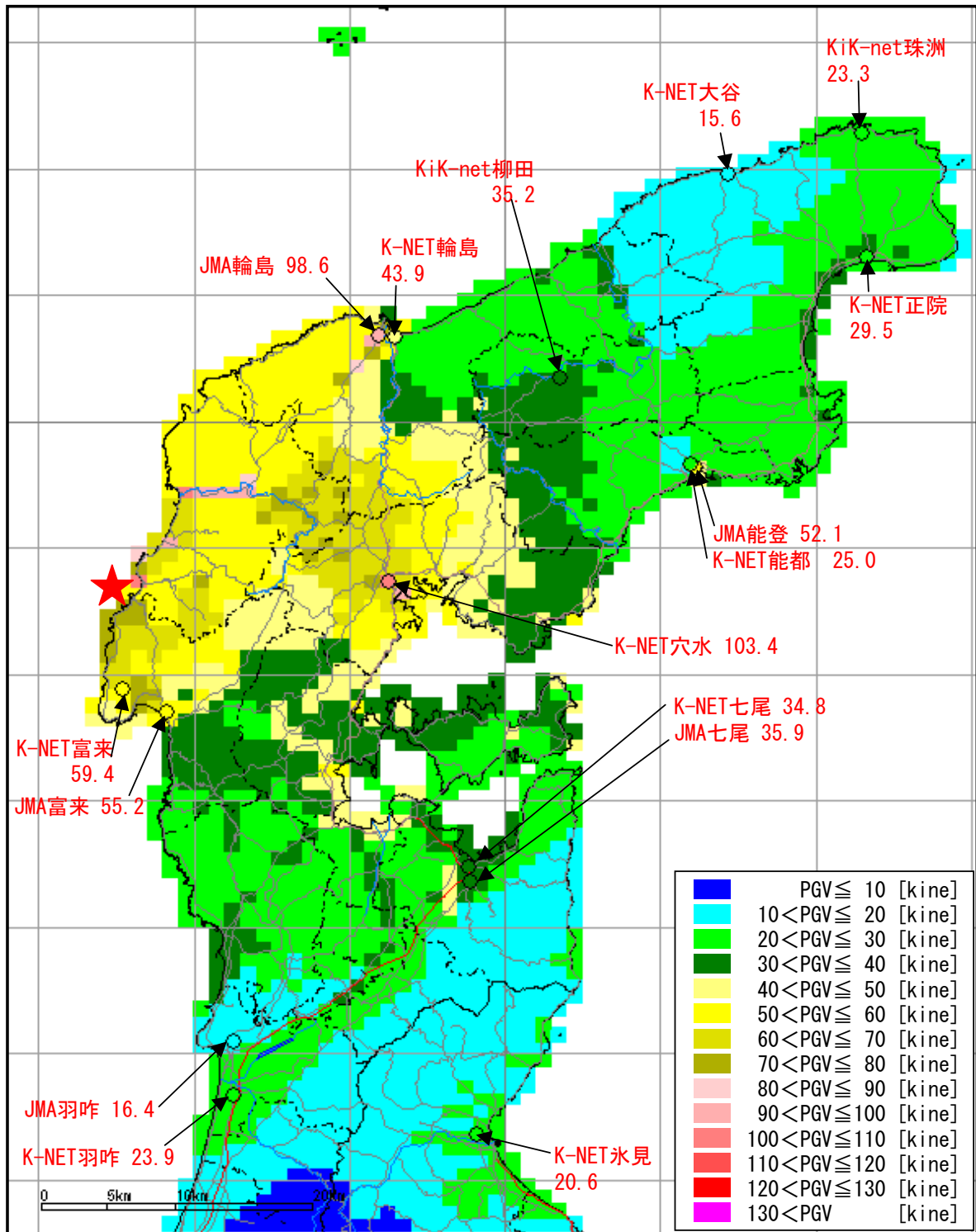


図2.2.2 最大速度の補間推定結果

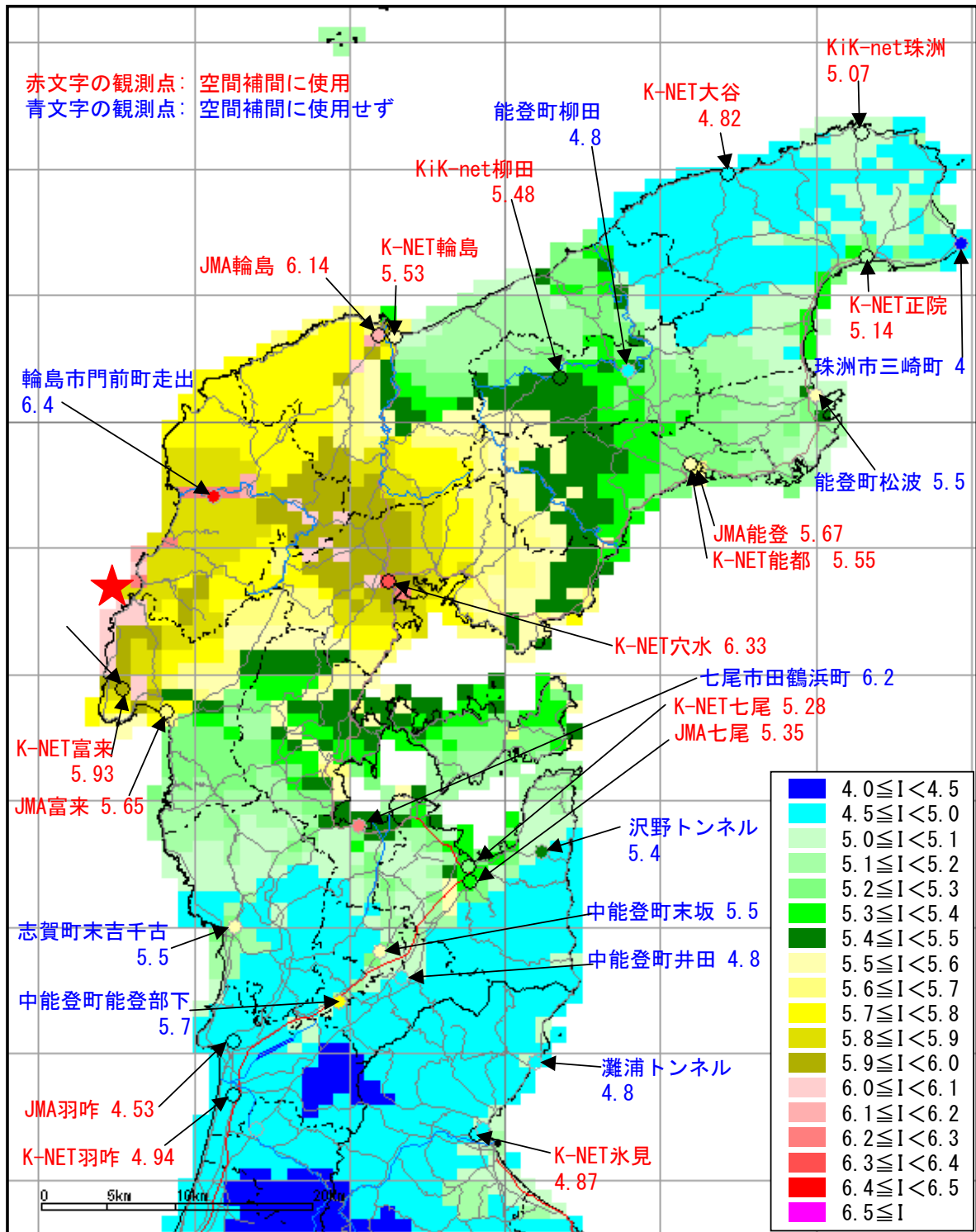


図2.2.3 計測震度の補間推定結果

2.3 サイト増幅特性

石川県内の強震観測点については、西川らによって経験的サイト増幅特性の評価や震度増幅度の評価が行われている¹⁾²⁾。また、翠川・三浦は、地震発生後に能登半島地震の震源域の強震観測点で常時微動観測を行い、サイト特性についての検討がなされている³⁾。

2.2では、観測値の空間補間による面的な地震動分布の推定を行ったが、震源域の各地域では、地点間距離が比較的小さい2観測点で強震記録が得られている。ここでは、各地域ごとに、強震波形やそのスペクトル特性を比較し、既往の研究と併せて、サイト特性の相違について考察する。

2.3.1 輪島市

(1) 輪島市中心部

輪島市中心部では、**図2.3.1**に示すように、JMA輪島観測点(輪島市鳳至町震度観測点, E10)とK-NET輪島観測点(ISK003)とで強震波形が得られている。K-NET輪島は、ボーリング柱状図を**図2.3.2**に示す通り良好な地盤である。一方、JMA輪島は、ボーリングデータはないものの、河川に囲まれた沖積平野に位置しており、K-NET輪島の地盤より軟弱であると考えられる。

両地点における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を**図2.3.3**に、水平動粒子軌跡を**図2.3.4**に示す。水平動粒子軌跡は、速度波形で最大値をとる前後各3秒について示している。2地点間の距離は1km強程度であるが、JMA輪島の最大速度はK-NET輪島の2倍以上の99kineで、K-NET輪島より長周期成分に富んでいる。また、JMA輪島では、周期2秒弱の卓越が顕著で、疑似速度応答値は450kineに達している。

翠川・三浦は両地点で常時微動観測を行っている³⁾が、そのH/VスペクトルはJMA輪島で約0.9秒が卓越し、K-NET輪島では明瞭なピークが見られないとしている。また、JMA輪島での地震動のH/Vスペクトルについて、最大加速度100gal程度以下の地震では0.8~0.9秒、最大加速度が約130galの1993年能登半島沖地震では1秒が卓越しているが、今回の地震の本震では約2秒が卓越しており、地盤の非線形化の影響が見られたことを指摘している。

図2.3.5には、JMA輪島とK-NET輪島の両地点で強震波形が得られている地震について、K-NET輪島に対するJMA輪島の水平動フーリエスペクトル比を示す。赤色のラインが能登半島地震本震である。それ以外は能登半島地震以前の地震で、そのほとんどは2004年新潟県中越地震本震およびその余震である。これからも、JMA輪島は地震によらずK-NET輪島に比べて増幅特性が大きいことが分かる。また、能登半島地震本震では、それ以前の地震と比べてピーク周波数が低下し、1Hz以上の高周波数領域の比も小さくなっており、JMA輪島の地盤の非線形化が生じたことを示している。

JMA輪島のある鳳至町では、古い木造住宅の被害が少なからず見られた。これらの住宅は、柱も細く壁も不十分で、比較的卓越周期が長いと考えられる。住宅の新旧の差異のみならず、住宅の建物周期と地盤の卓越周期が近いことも被害を大きくした要因と考えられる。



図2.3.1 輪島市中心部の強震観測点位置

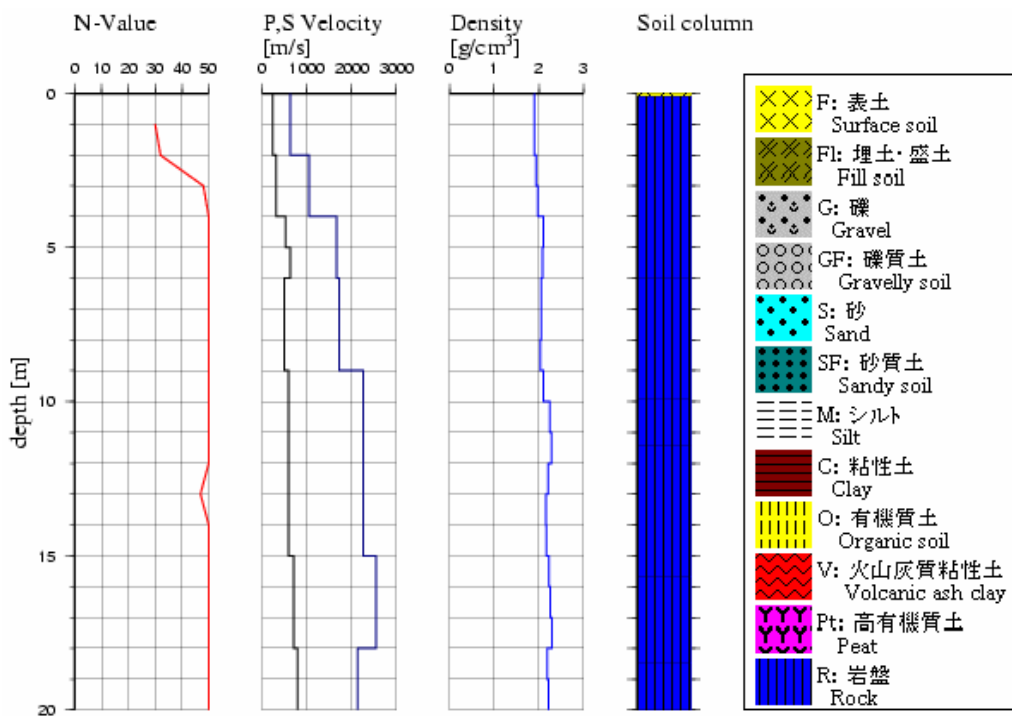
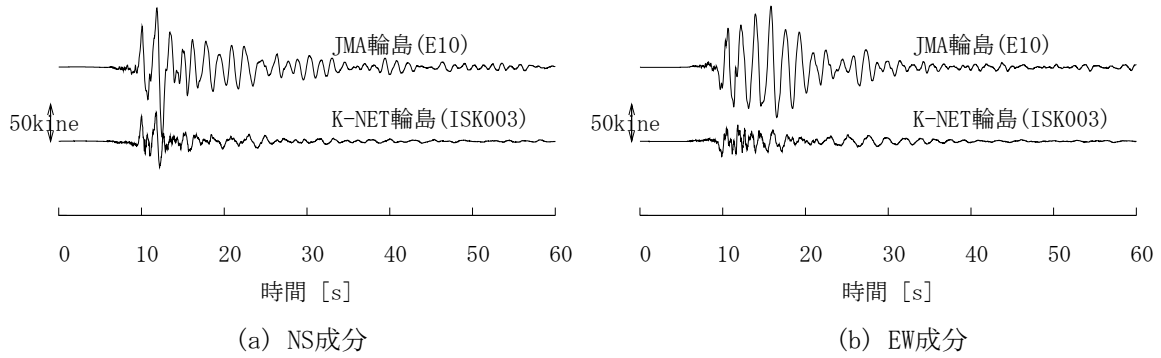
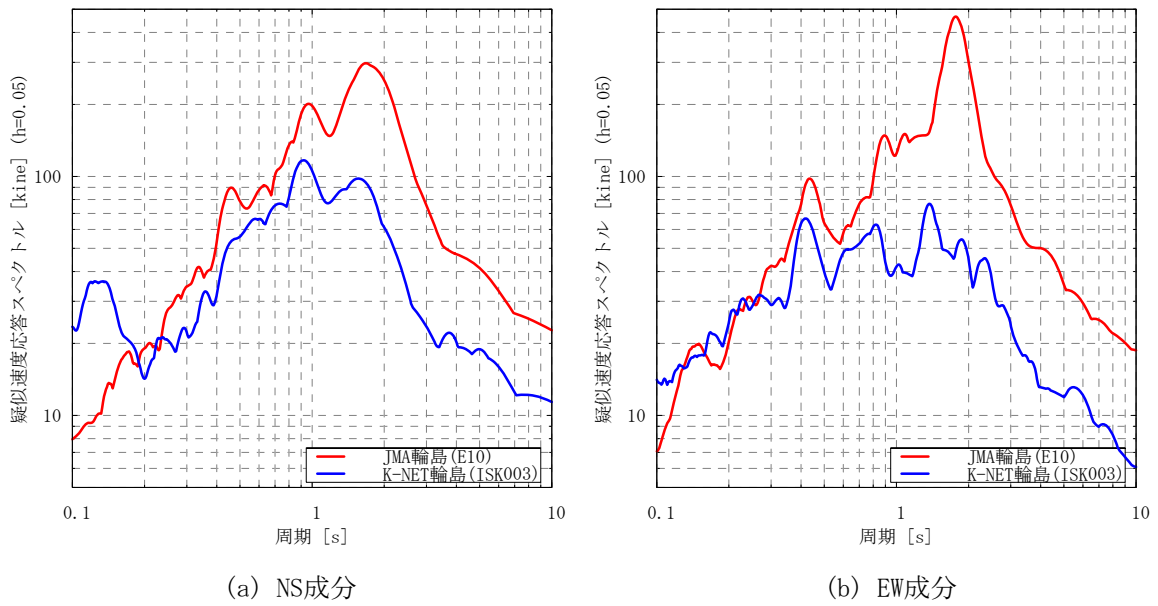


図2.3.2 K-NET輪島のボーリング柱状図 (防災科研K-NETウェブサイトより引用)



(1) 速度波形 (0.1~10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル (減衰5%)

図2.3.3 輪島市中心部での強震記録

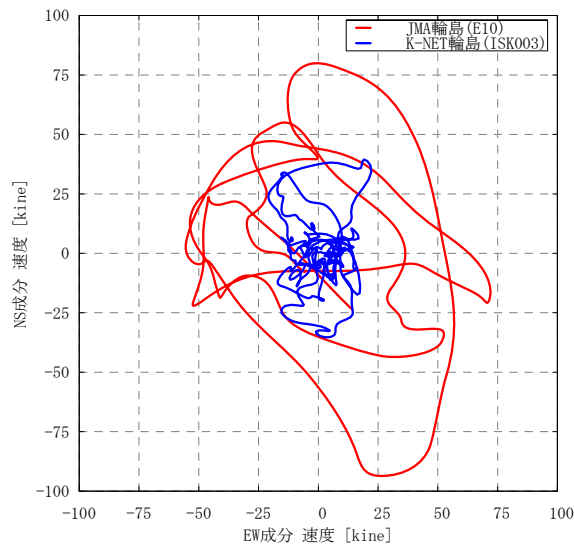


図2.3.4 輪島市中心部での水平動粒子軌跡

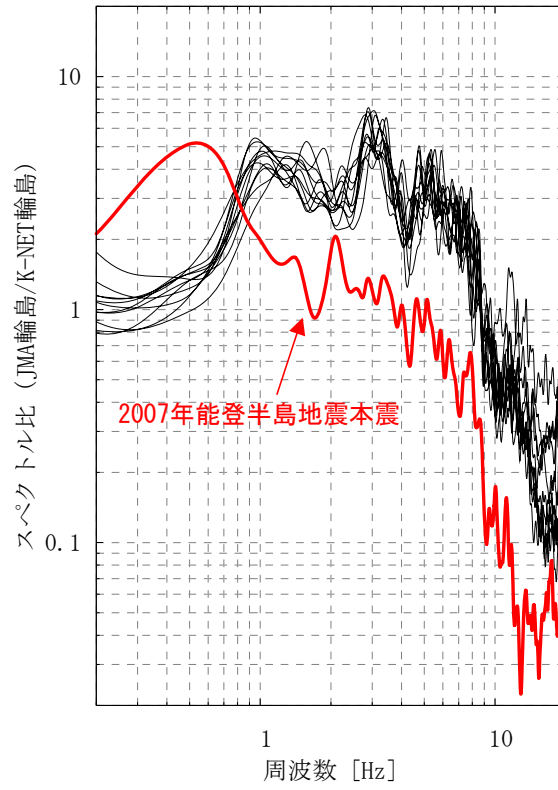


図2.3.5 JMA輪島/K-NET輪島の水平動フーリエスペクトル比

(2) 輪島市門前地区

輪島市門前地区(旧門前町)では、図2.3.6に示す、石川県の震度観測点(輪島市門前町走出)で計測震度6.4(震度6強)が観測されている³⁾。強震波形は残っていない。この地点は、JMA輪島やK-NET輪島の位置する輪島市中心部から南西方向に約15kmの地点である。計測震度が得られている地点の中で最も高い震度となっているが、震源インバージョン解析によって断層のすべりが大きかったとされる⁴⁾⁵⁾ところの直上にあたり、周辺の被害状況からも震度7に近い観測値は妥当と思われる。

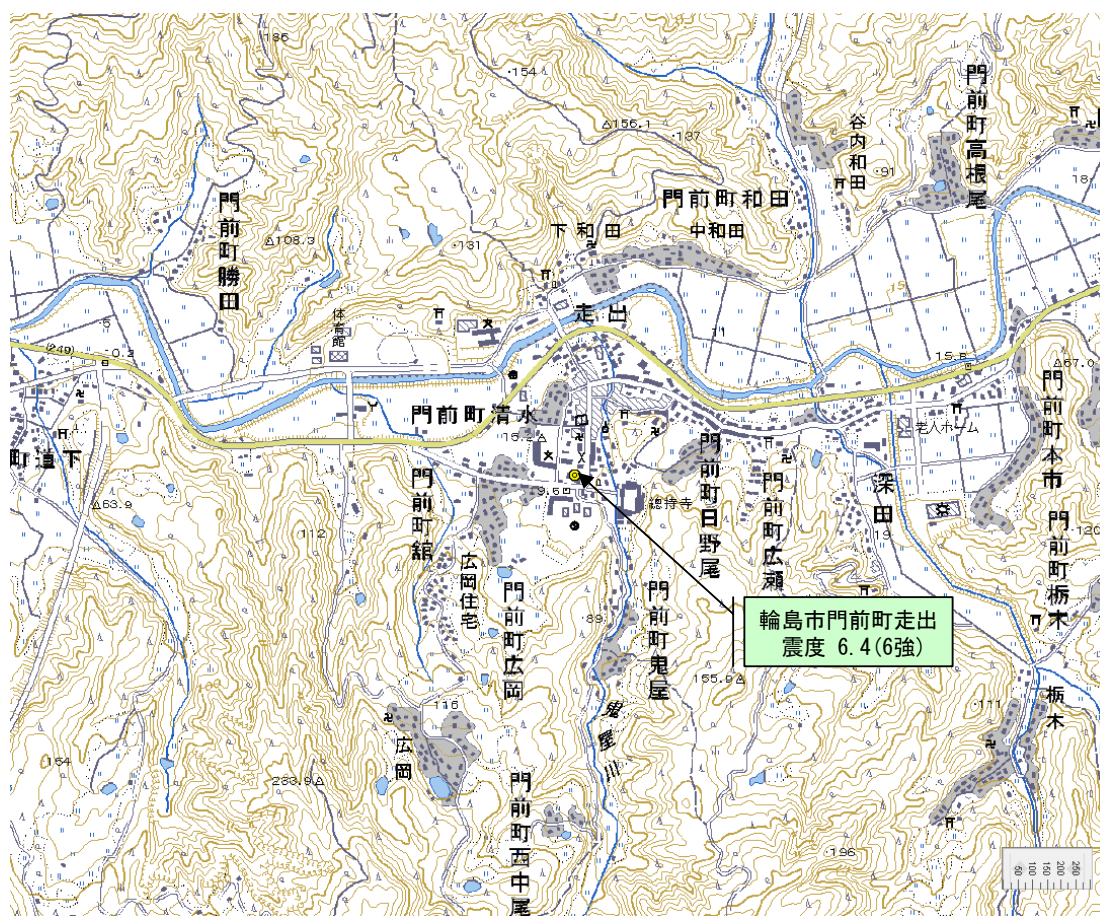


図2.3.6 輪島市門前地区の強震観測点位置

2.3.2 穴水町中心部

穴水町では、**図2.3.7**に示すように、**K-NET**穴水観測点(**ISK005**)で強震波形が得られている。ボーリング柱状図を**図2.3.8**に示す通り、厚く有機質土が堆積する極めて軟らかい地盤である。

K-NET穴水における強震記録の速度波形($0.1\sim 10\text{Hz}$)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を**図2.3.9**に、水平動粒子軌跡を**図2.3.10**に示す。水平動粒子軌跡は、速度波形で最大値をとる前後各3秒について示している。

K-NET穴水で得られた強震記録は、計測震度6.3、最大速度103kine、SI値127kineと、今回の地震で波形データが得られている中では最強の揺れを観測している。この大きさは、1995年兵庫県南部地震や2004年新潟県中越地震での観測記録と比べても遜色がない。水平動粒子軌跡は、東西方向に卓越していたことを示している。周期1秒が卓越しており、疑似速度応答値は300kineを越えている。上述のように極めて軟らかい地盤上に設置されていることが、周期1秒程度の強い揺れをもたらしたと考えられる。**K-NET**穴水観測点付近には、山王川、小又川が流れているが、現在の合流地点から河口までの流路は、1964年からの河川改修によるものであり⁶⁾、それまでは、**K-NET**穴水観測点のすぐ横を流れる水路が本流であったことが旧版地図⁷⁾によって確認できる。**図2.3.11**に、**K-NET**穴水付近の明治43年の地形図と現在の地形図を示す。

図2.3.12には、本震および6つの余震のH/Vスペクトルを示す。多くの地震で卓越周波数は約1.1Hzであり、本震といくつかの余震で0.9Hz付近に低下している。また、本震では高振動数成分での比が他より小さくなっている。これらは、地盤の非線形化が生じたことを示している。翠川・三浦らは常時微動のH/Vスペクトルと地震動のH/Vスペクトルを比較しているが³⁾、本震前の地震動は常時微動と同じ0.8秒前後が卓越しており、本震では地盤の非線形化の影響で1.0秒と卓越周期が長くなり、本震以降は再び0.8秒前後に戻っていると指摘している。

地盤の非線形化の影響を明らかにするため、**K-NET**の地盤データに基づき、地盤モデルを仮に設定した(動的変形特性がどの程度妥当かは定かでない)。深さ17m付近で岩盤が現れているものの、S波速度は290m/sにとどまっていたので、ここでは深さ20mに500m/sの工学的基盤層を設定し、この層へのはぎとり解析(等価線形解析)を行い、伝達関数を評価した。これを**図2.3.13**に示す。EW成分の場合、最大せん断ひずみは1%を超えている。

なお、穴水町には、**K-NET**穴水の東方向約6kmの地点の山中に**KiK-net**穴水観測点(**ISKH05**)が設置されている。能登半島地震は欠測であるが、翠川・三浦による常時微動観測³⁾や西川らによる経験的サイト増幅特性の評価¹⁾から、0.1~0.15秒程度が卓越している地点であることが分かる。現地調査の結果、**KiK-net**穴水が敷地内にある旧岩車小学校の校舎には被害は見られなかった。2.2での地震動の空間補間推定からも、**K-NET**穴水での強い揺れは局所的なものであったと言えるであろう。

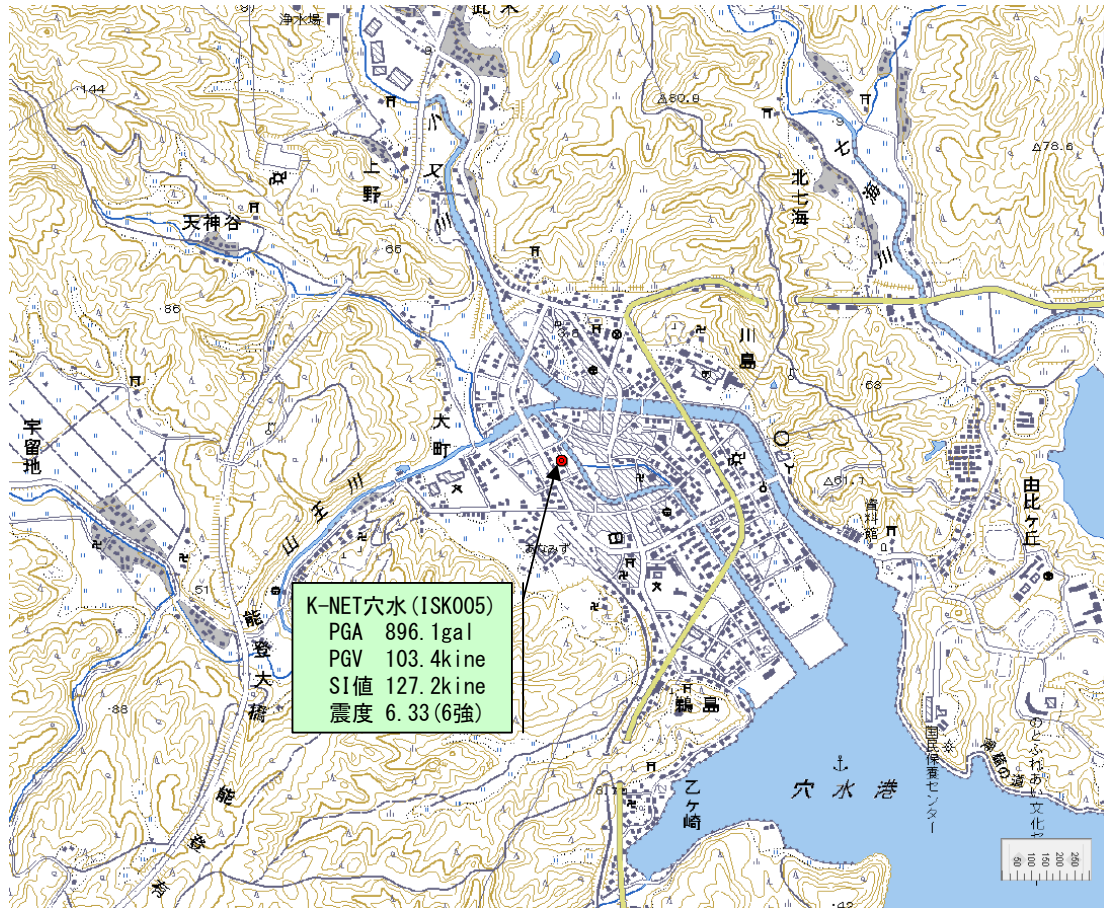


図2.3.7 穴水町中心部の強震観測点位置

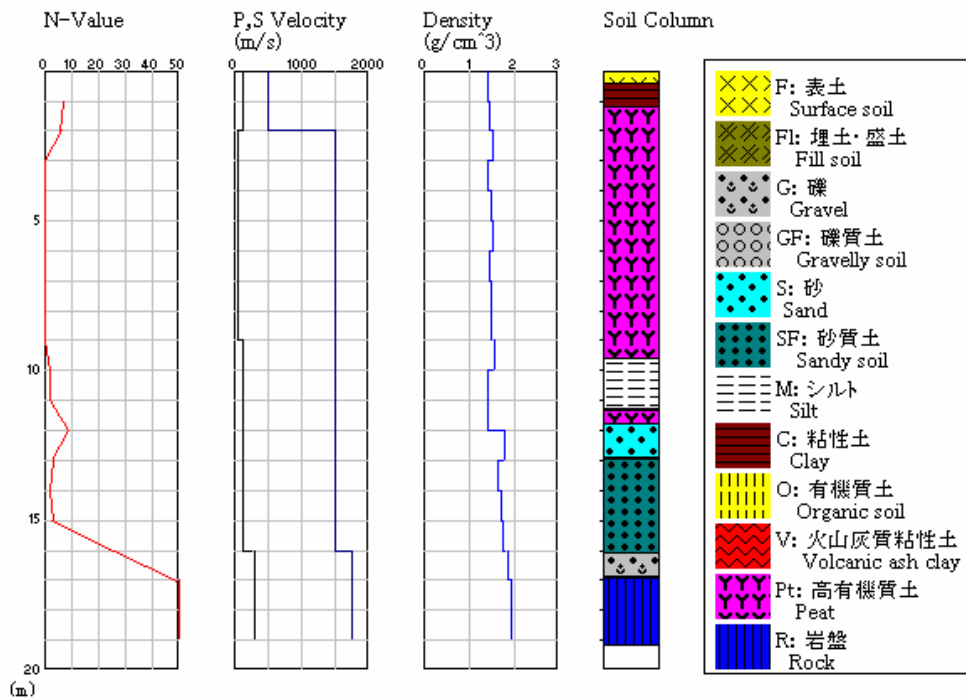
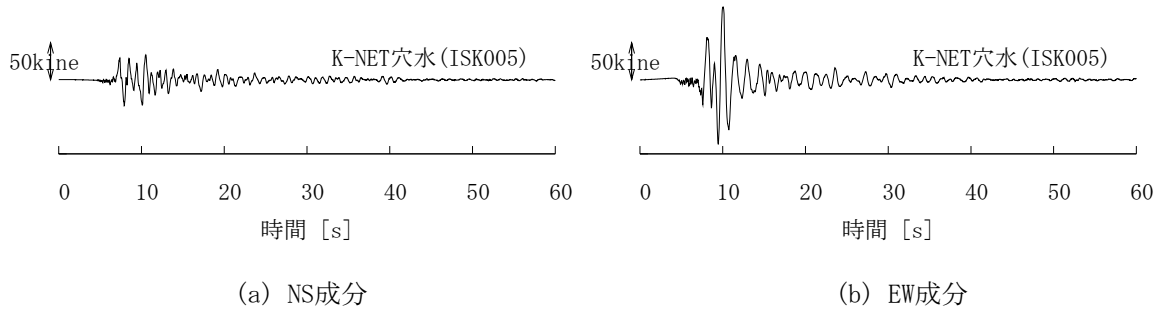
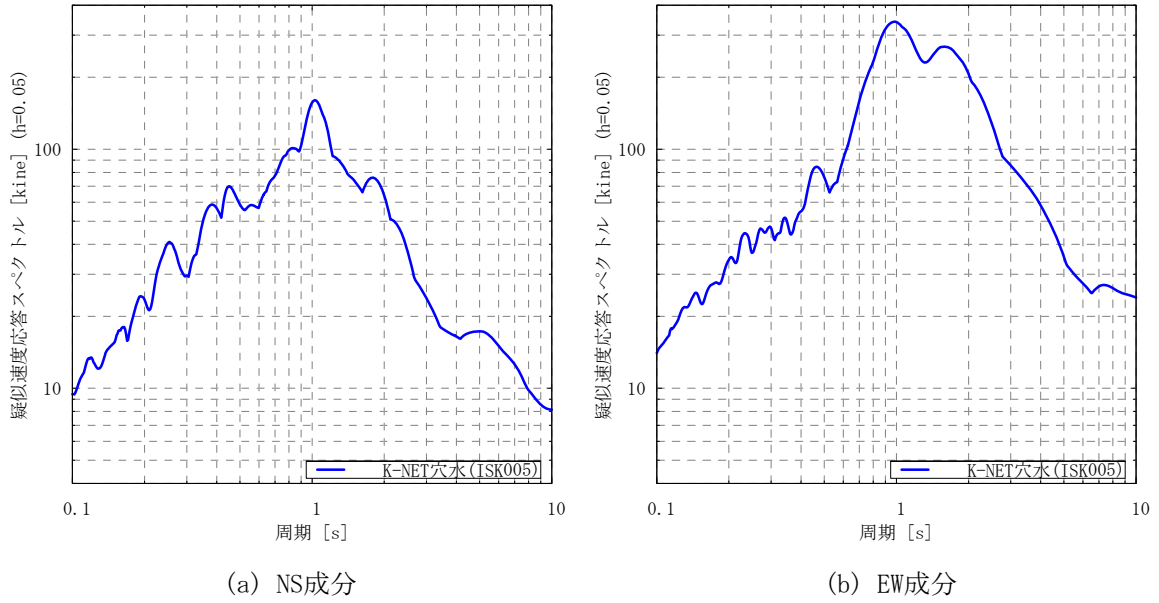


図2.3.8 K-NET穴水のボーリング柱状図 (防災科研K-NETウェブサイトより引用)



(1) 速度波形 (0.1~10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図2.3.9 穴水町中心部での強震記録

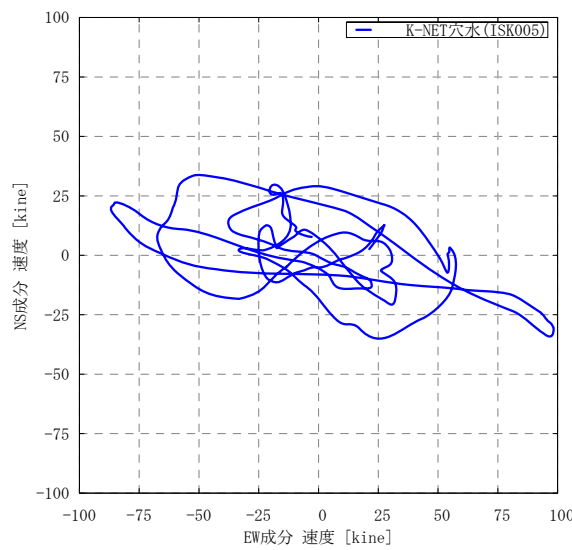


図2.3.10 穴水町中心部での水平動粒子軌跡

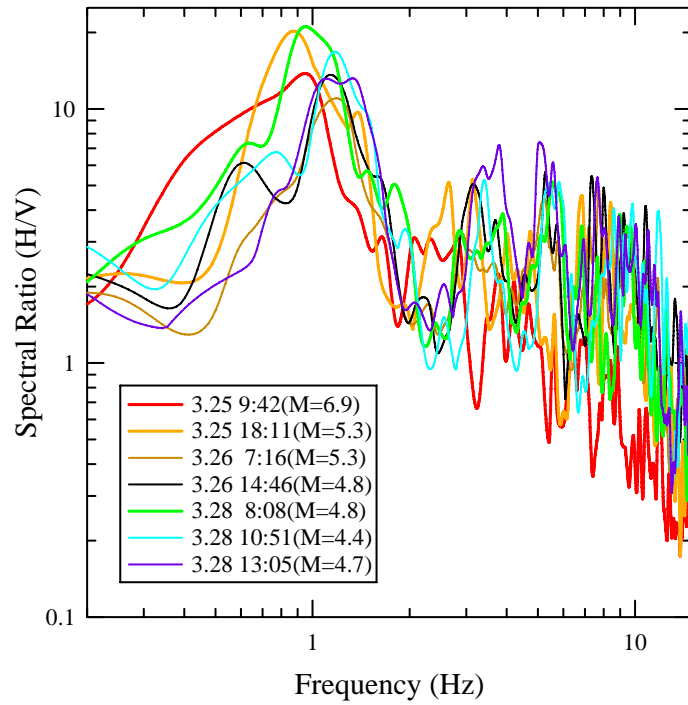


図2. 3. 12 K-NET穴水における能登半島地震本震および余震のH/Vスペクトル

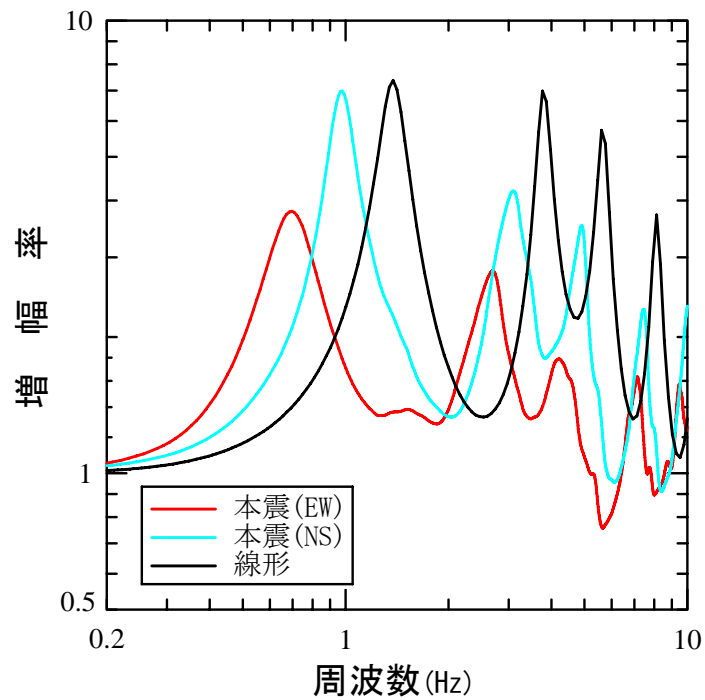


図2. 3. 13 K-NET穴水での伝達関数

2.3.3 志賀町

(1) 志賀町富来地区

志賀町の富来地区では、**図2.3.14**に示すように、気象庁のJMA富来観測点(志賀町富来領家町、914)とK-NET富来観測点(ISK006)とで強震波形が得られている。K-NET富来でのボーリング柱状図を**図2.3.15**に示す。JMA富来ではボーリングデータはないものの、若松らの地形分類⁸⁾では砂州・砂丘に相当する。近くに海水浴場があり、比較的しまった砂地盤と推察される。

両地点における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を**図2.3.16**に、水平動粒子軌跡を**図2.3.17**に示す。水平動粒子軌跡は、速度波形で最大値をとる前後各3秒について示している。K-NET富来での最大加速度934galは、今回の地震で強震波形が得られている中では最大であり、JMA富来と比べると約1.8倍となっている。速度波形で見ると、両地点の波形の形状は概ね似ており、最大速度もそれほど変わらないが、卓越周期に違いが見られる。K-NET富来の水平動粒子軌跡は北西-南東方向に卓越しているが、JMA富来では概ね東西方向が卓越しており、サイト特性の違いが現れていると考えられる。両地点は4km弱離れており、JMA富来が平地であるのに対し、K-NET富来は山地であり、約70mの標高差がある。

西川ら、翠川・三浦はともに両地点での常時微動観測を行っているが、そのH/Vスペクトルの卓越周期について、西川らでは両地点とも明瞭なピークが見られないとしている¹⁾のに対し、翠川・三浦はJMA富来では約0.4秒、K-NET富来では約0.15秒となっている³⁾。図のピークは明瞭であり、地震動との対応もよい。

図2.3.18には、JMA富来とK-NET富来の両地点で強震波形が得られている地震について、K-NET富来に対するJMA富来の水平動フーリエスペクトル比を示す。赤色のラインが能登半島地震本震である。それ以外は全て2004年新潟県中越地震本震およびその余震である。能登半島地震本震では、卓越周期が低下し高振動数域で値が小さくなっているため、JMA地点では地盤の非線形化が生じたものと思われる。ただし、K-NET富来の方が断層面に近い影響など他の要因も含まれていると考えられ、地盤条件や建物の影響(志賀町役場富来支所庁舎の1階に設置されている)など、今後詳しい検討が必要である。

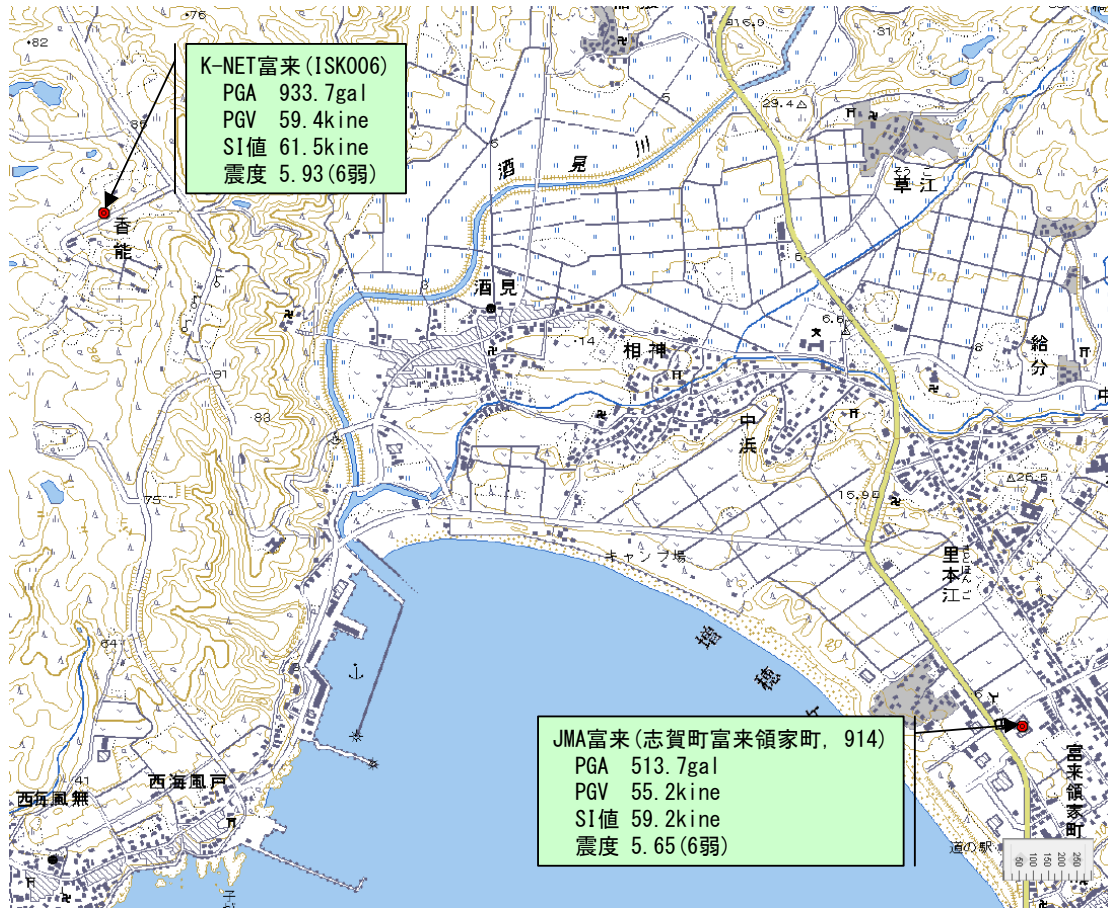


図2.3.14 志賀町富来地区の強震観測点位置

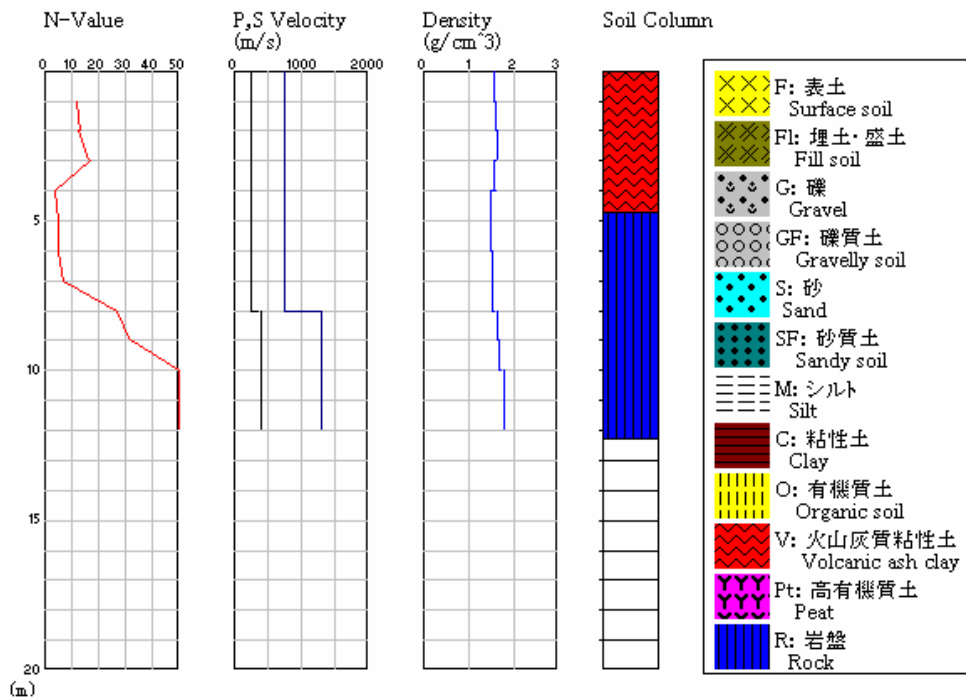
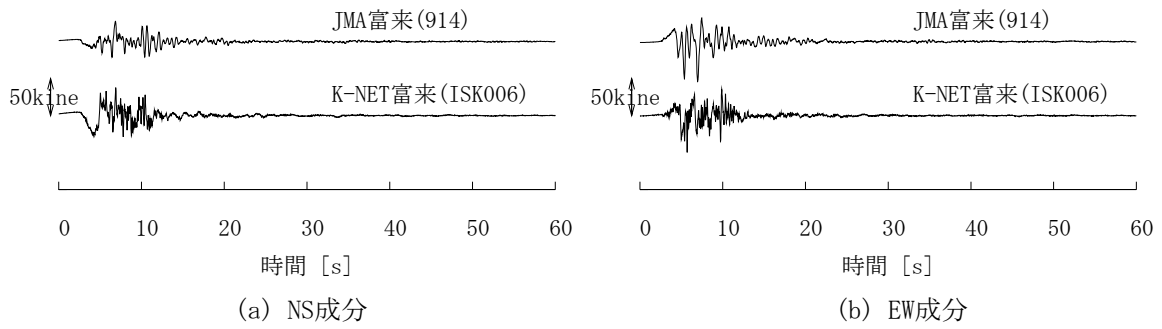
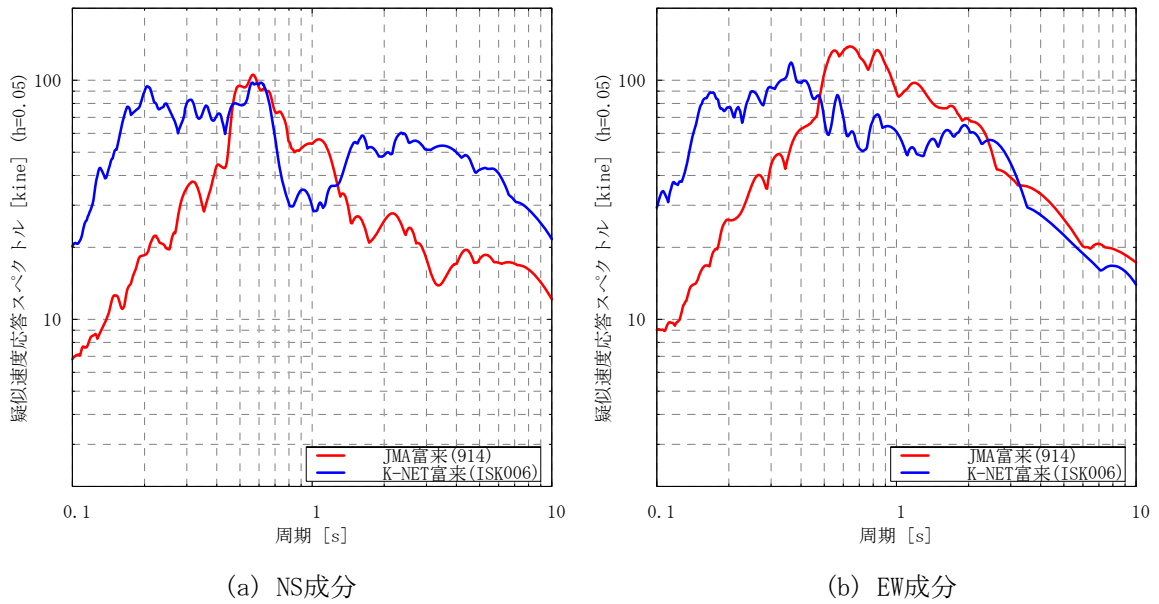


図2.3.15 K-NET富来のボーリング柱状図(防災科研K-NETウェブサイトより引用)



(1) 速度波形 (0.1~10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図2.3.16 志賀町富来地区での強震記録

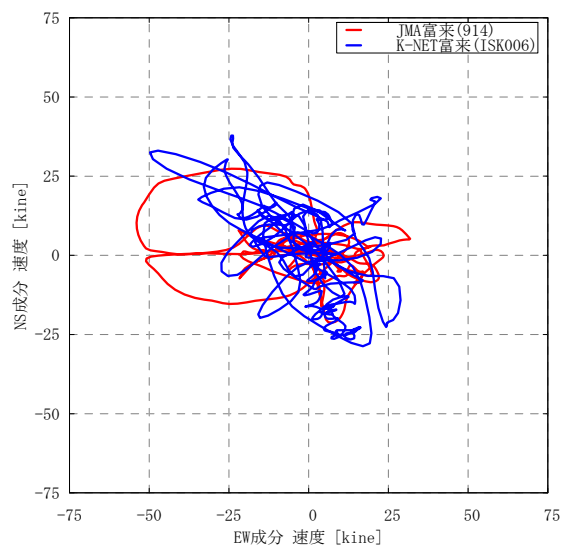


図2.3.17 志賀町富来地区での水平動粒子軌跡

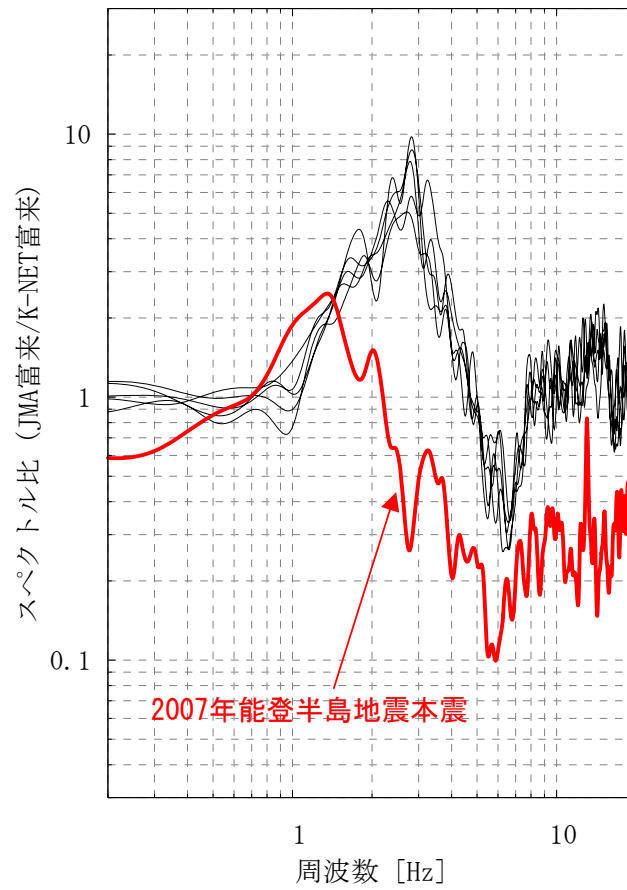


図2. 3. 18 JMA富来/K-NET富来の水平動フーリエスペクトル比

(2) 志賀町中心部

志賀町中心部(旧志賀町)では、図2.3.19に示す、石川県の震度観測点(志賀町末吉千古)で計測震度5.5(震度6弱)が観測されている³⁾。強震波形は残っていない。JMA富来から南南東方向に約16kmの地点である。K-NET富来やJMA富来よりも震源から遠く、計測震度も小さくなっている。観測点周辺の被害もほとんど見られない。

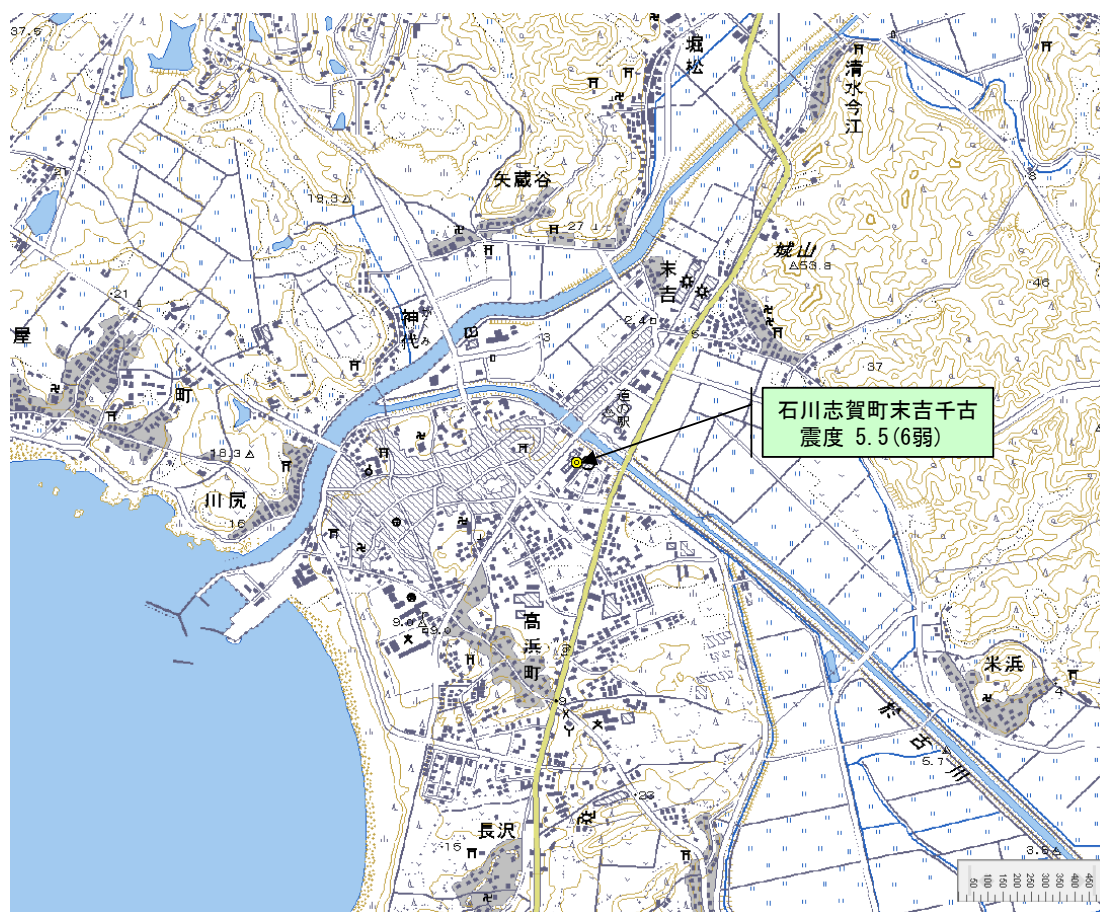


図2.3.19 志賀町中心部の強震観測点位置

2.3.4 七尾市

(1) 七尾市中心部

七尾市中心部では、**図2.3.20**に示すように、JMA七尾観測点(七尾市本府中町, 535)とK-NET七尾観測点(ISK007)とで強震波形が得られている。K-NET七尾、JMA七尾付近でのボーリング柱状図を**図2.3.21**、**図2.3.22**に示す。両地点とも軟弱な地盤である。

両地点における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を**図2.3.23**に、水平動粒子軌跡を**図2.3.24**に示す。水平動粒子軌跡は、速度波形で最大値をとる前後各3秒について示している。

両地点は約1km程度離れているが、波形の形状や最大振幅はよく似ている。EW成分では、K-NET七尾よりJMA七尾のほうが長周期成分に富んでいる。JMA七尾の近くには二ツ池があり、地盤が軟らかいことが窺える地点である。両地点とも沖積平野に位置し、軟弱な地盤上にあり、地盤条件の差はそれほどないものと考えられる。

翠川・三浦による常時微動観測³⁾によると、そのH/Vスペクトル比の卓越周期は、JMA七尾で約1.5秒、K-NET七尾で約1秒となっている。

図2.3.25には、JMA七尾とK-NET七尾の両地点で強震波形が得られている地震について、K-NET七尾に対するJMA七尾の水平動フーリエスペクトル比を示す。赤色のラインは能登半島地震本震、青色のラインは2000年6月7日の石川県西方沖の地震(Mj=6.2)である。それ以外はほとんどが2004年新潟県中越地震本震およびその余震である。地震の相違による影響はあまり見られない。それぞれの地点のフーリエスペクトルでは、能登半島地震ではピーク周波数が若干低下している。したがって、それぞれ地盤の非線形化は生じていると思われるが、同程度であるために、このケースでは2地点間のスペクトル比の変化は小さいものと考えられる。

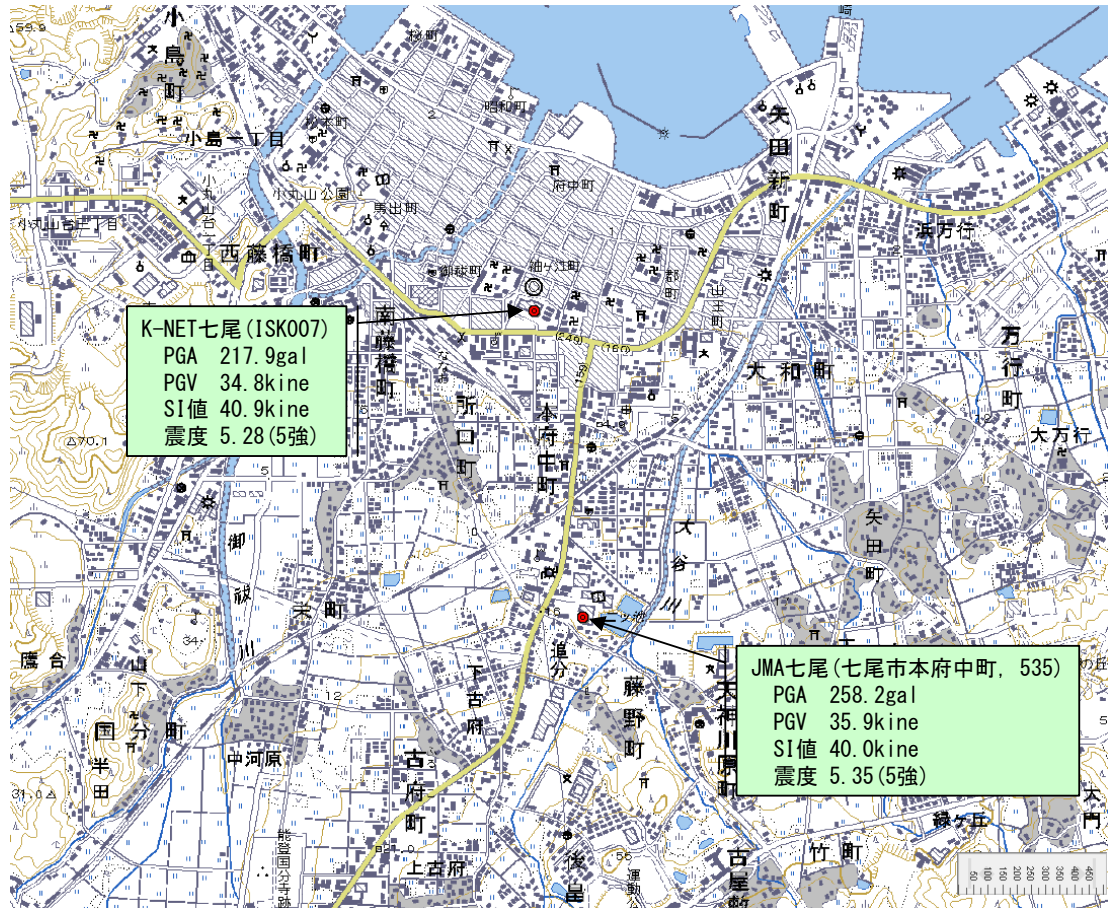


図2.3.20 七尾市中心部の強震観測点位置

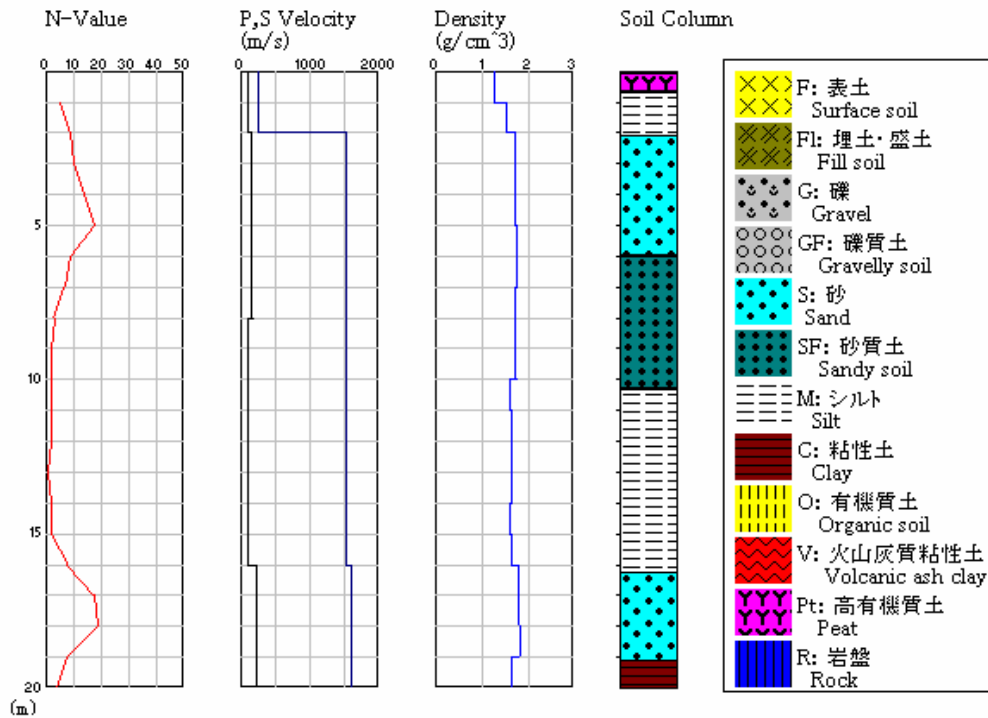


図2.3.21 K-NET七尾のボーリング柱状図(防災科研K-NETウェブサイトより引用)

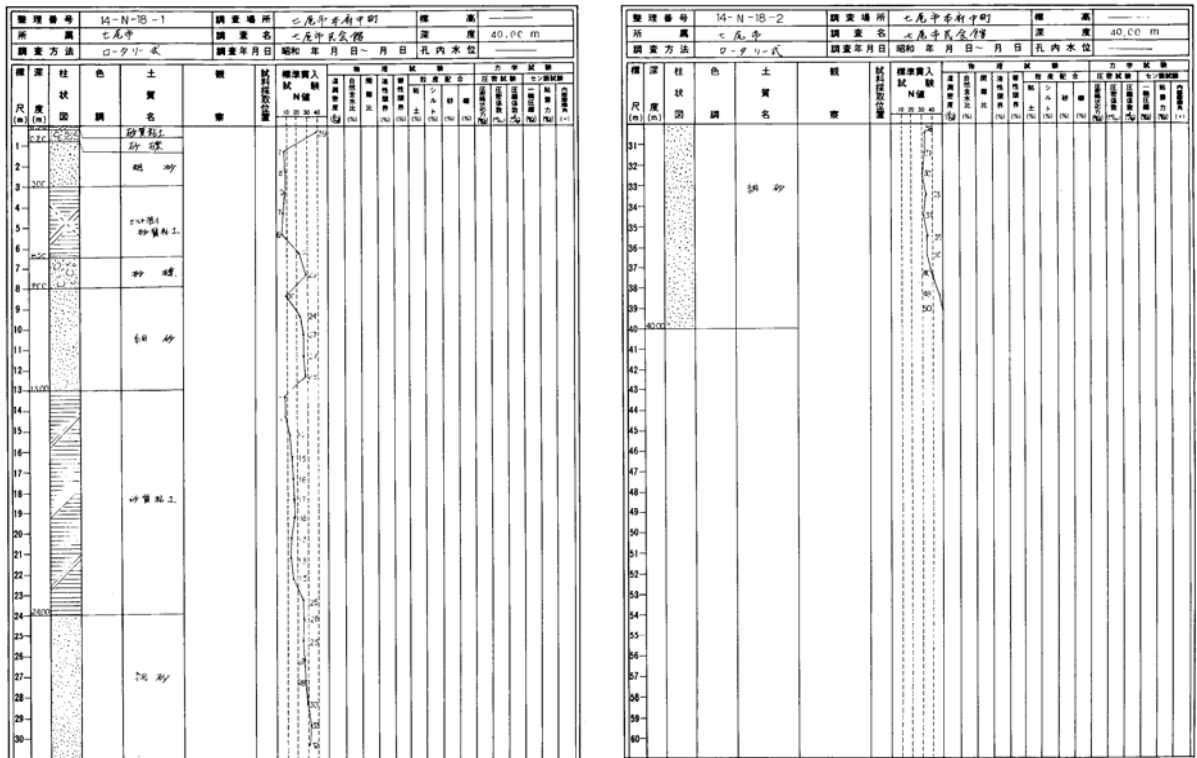


図2.3.22 JMA七尾付近のボーリング柱状図(「石川県平野部の地盤図集」⁹⁾より引用)

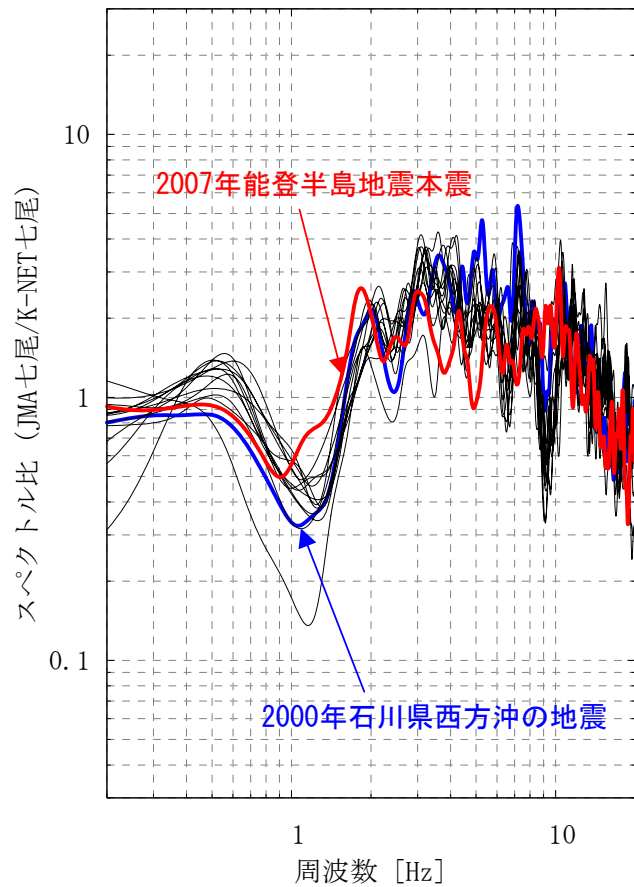
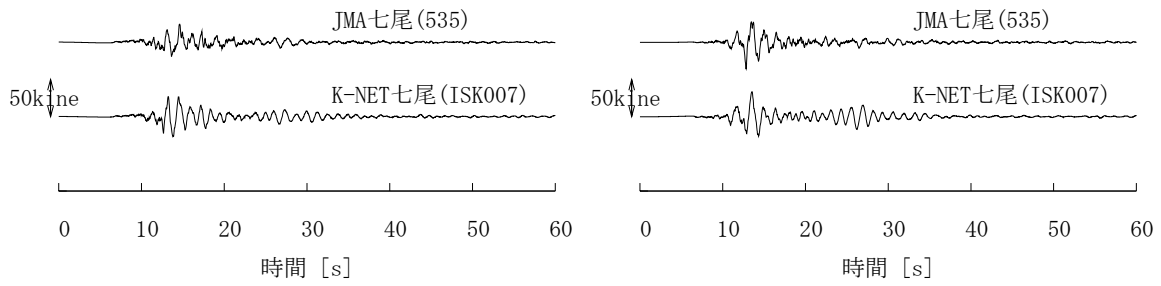


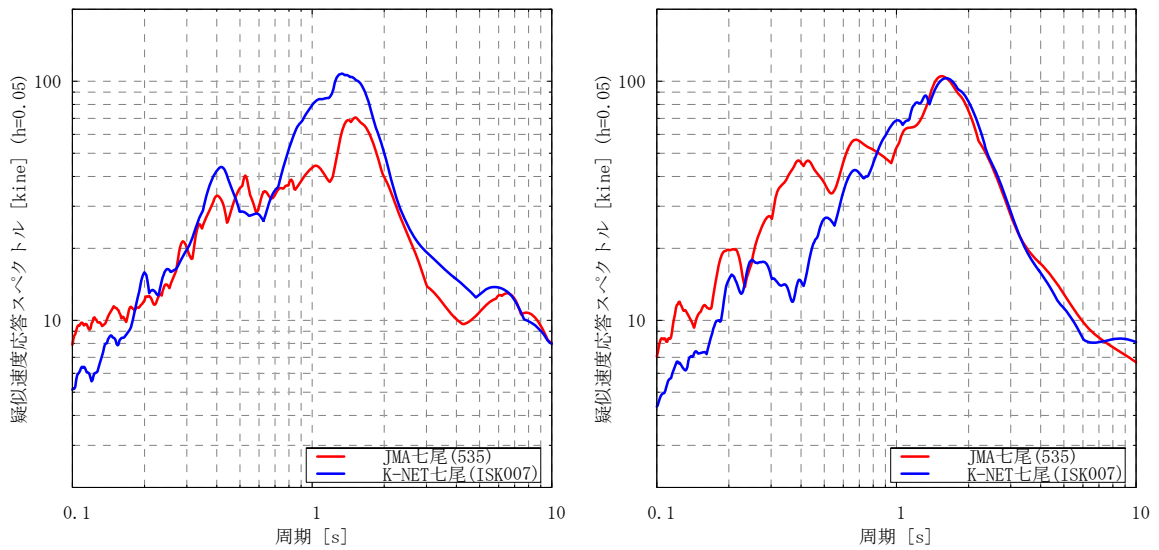
図2.3.25 JMA七尾/K-NET七尾の水平動フーリエスペクトル比



(a) NS成分

(b) EW成分

(1) 速度波形 (0.1~10Hz)



(a) NS成分

(b) EW成分

(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図2.3.23 七尾市中心部での強震記録

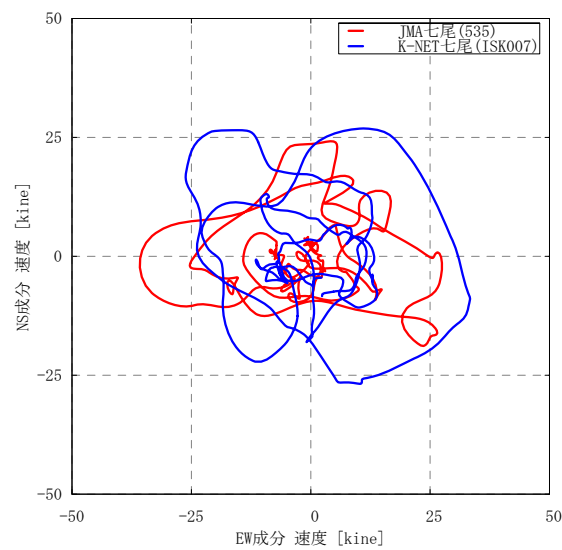


図2.3.24 七尾市中心部での水平動粒子軌跡

(2) 七尾市田鶴浜地区

七尾市田鶴浜地区(旧田鶴浜町)では、図2.3.26に示す、石川県の震度観測点(七尾市田鶴浜)で計測震度6.2(震度6強)が観測されている³⁾。強震波形は残っていない。この地点はJMA七尾やK-NET七尾が位置する七尾市中心部より西方向に約7kmの地点である。田鶴浜の震度観測点付近のボーリング柱状図⁹⁾を図2.3.27に示すが、図2.3.21や図2.3.22に示したK-NET七尾やJMA七尾の地盤よりも良好であり、周辺の家屋被害も特にない。少し離れた場所で古い木造住宅の被害はあったようである。JMA七尾、K-NET七尾に比べて震源にやや近いことを考慮しても両地点より計測震度が0.9も大きいことは考えにくい。田鶴浜の震度観測点では、気象庁の報道発表¹⁰⁾にもあるように、液状化の痕跡により計測装置が傾斜しており、周辺の実際の揺れよりも大きな震度が記録された可能性が高いと考えられる。



図2.3.26 七尾市田鶴浜地区の強震観測点位置

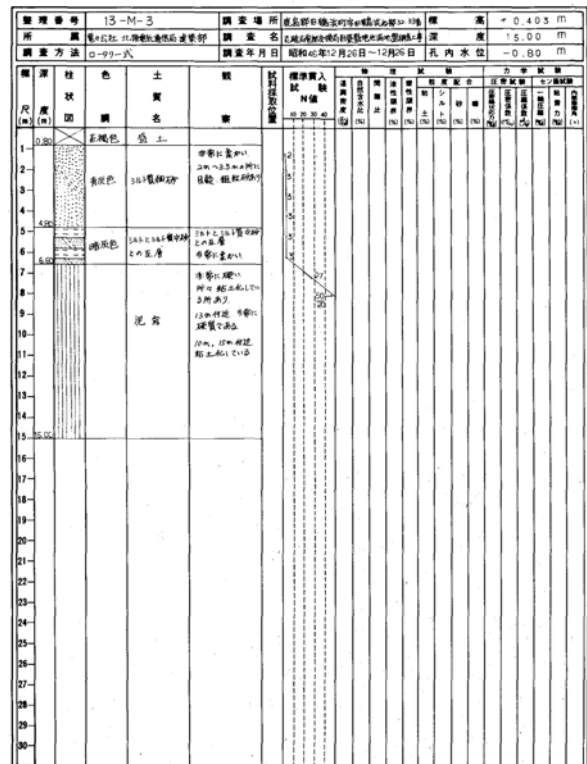
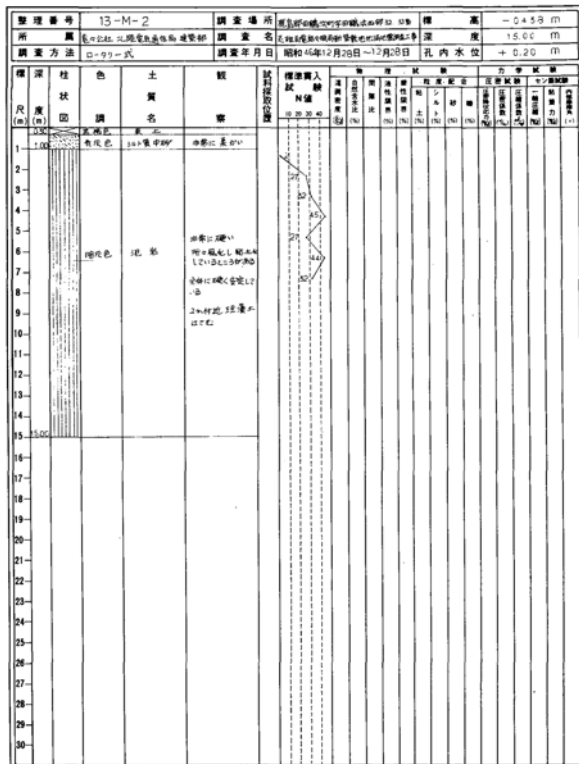


図2. 3. 27 田鶴浜震度観測点付近のボーリング柱状図

(「石川県平野部の地盤図集」⁹⁾より引用)

2.3.5 能登町

能登町の能都地区では、**図2.3.28**に示すように、**JMA能登観測点**(能登町宇出津, 535)と**K-NET能都観測点**(ISK004)とで強震波形が得られている。**K-NET能都**でのボーリング柱状図を**図2.3.29**に示す。

JMA能登と**K-NET能都**における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を**図2.3.30**に、水平動粒子軌跡を**図2.3.31**に示す。水平動粒子軌跡は、速度波形で最大値をとる前後各3秒について示している。

JMA能登と**K-NET能都**は、約300mしか離れていないが、地震動の特徴は全く異なっている。**JMA能登**は、**K-NET能都**と比べて最大加速度は約半分、最大速度は約2倍となっている。卓越周期は**K-NET能都**が約0.5秒であるのに対し、**JMA能登**では約1.5秒である。水平動粒子軌跡についても、**JMA能登**が南北方向に卓越しているのに対し、**K-NET能都**では特徴的な方向性は見られない。このことも両地点でのサイト特性が大きく異なっていることを示している。

翠川・三浦による常時微動観測³⁾によると、そのH/Vスペクトル比の卓越周期は、**JMA能登**で約0.9秒、**K-NET能都**で約0.4秒となっている。

図2.3.32には、**JMA能登**と**K-NET能都**の両地点で強震波形が得られている地震について、**K-NET能都**に対する**JMA能登**の水平動フーリエスペクトル比を示す。赤色のラインは能登半島地震本震、青色のラインは2000年6月7日の石川県西方沖の地震(Mj=6.2)である。それ以外の多くは2004年新潟県中越地震本震およびその余震である。能登半島地震では、他の地震と比べてピーク周波数が低下している。複数の地震のフーリエスペクトルを比較すると、両地点とも能登半島地震では地盤の非線形化によりピーク周波数が低下しているが、**JMA能登**のほうがより低下の程度が大きい。**K-NET能都**での地盤データによると、表層13mは軟弱層であるが、それより下層は岩盤である。一方、**JMA能登**は、海に面した能登町役場にあり、軟弱層が**K-NET能都**より厚く堆積しているものと考えられる。**JMA能登**の震度計は能登町役場庁舎(5階建て)の1階に設置されており、建物のロッキングの影響が含まれている可能性があると考えられる。

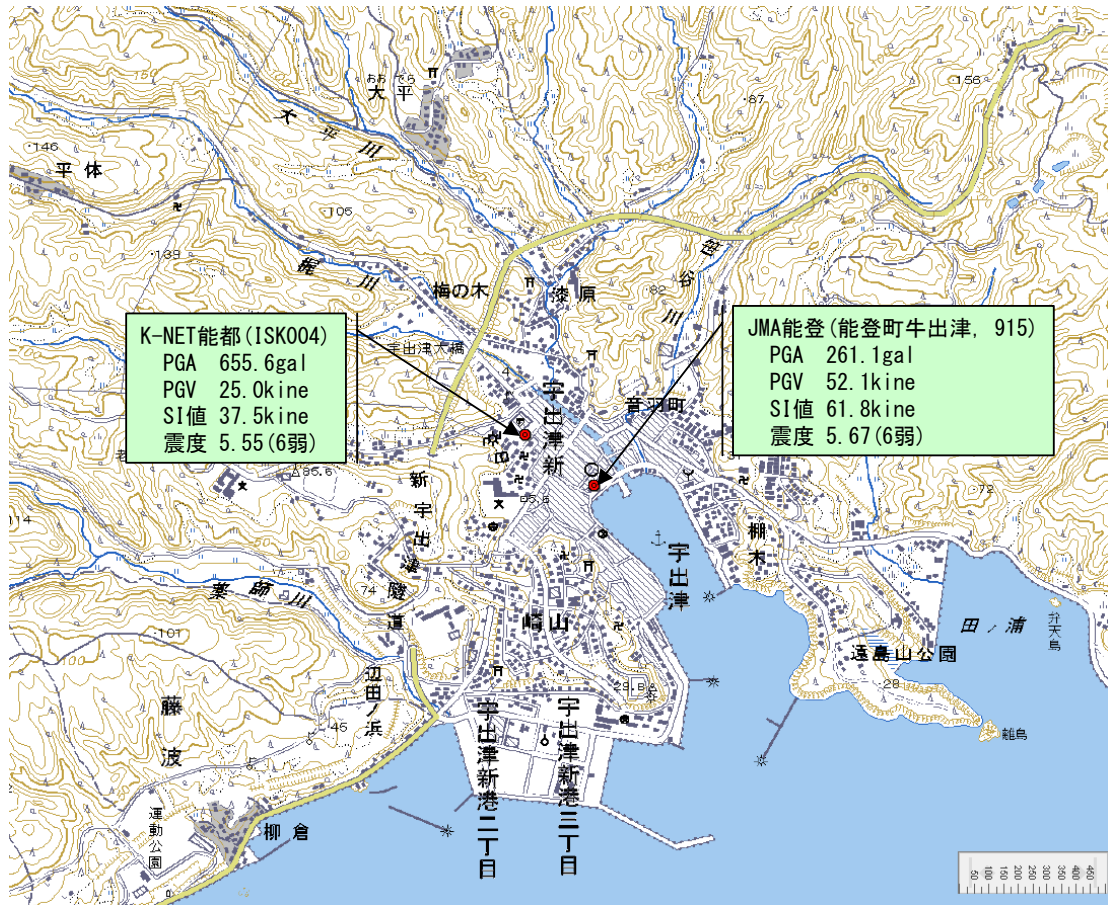


図2.3.28 能登町能都地区の強震観測点位置

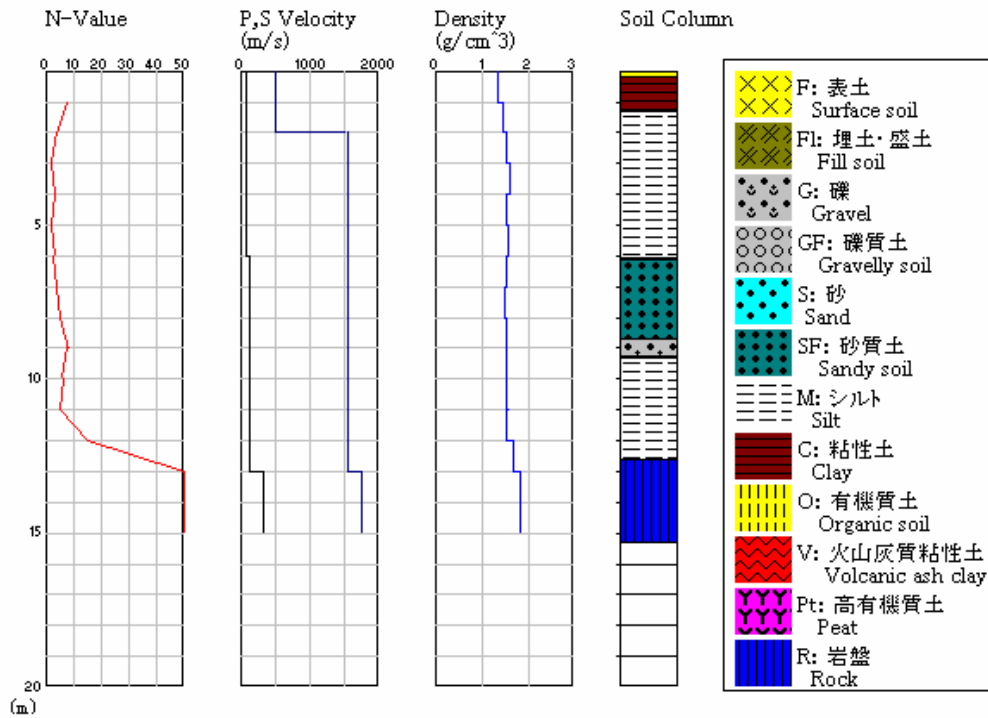
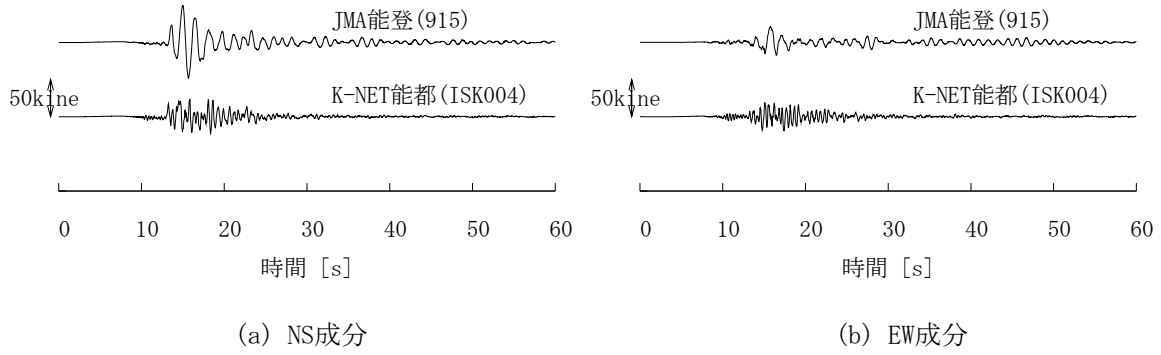
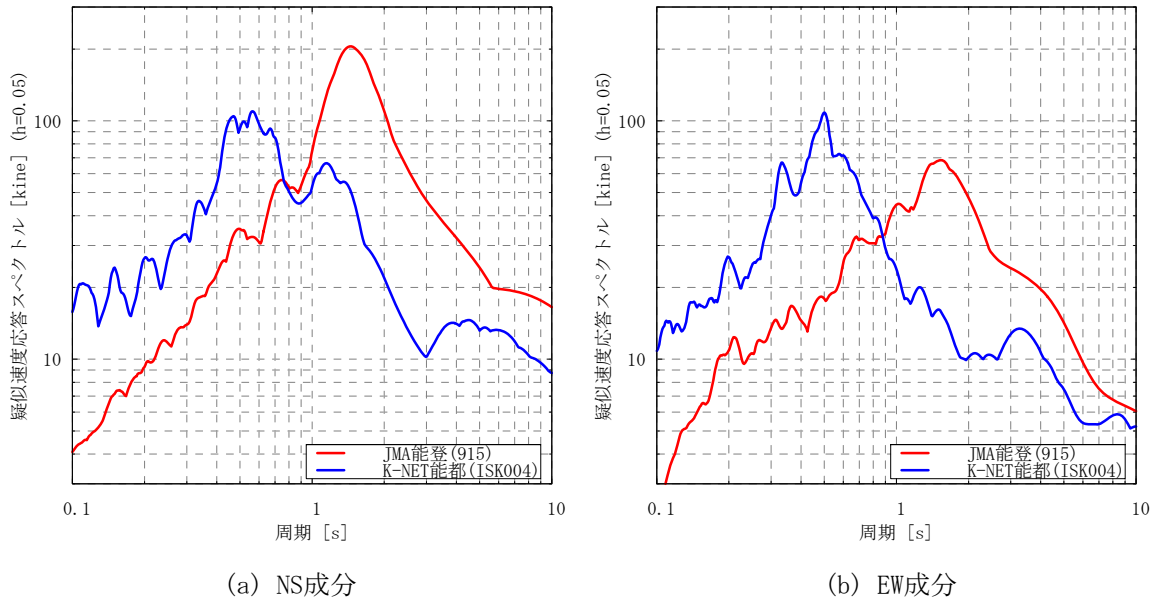


図2.3.29 K-NET能都のボーリング柱状図(防災科研K-NETウェブサイトより引用)



(1) 速度波形 (0.1~10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図2.3.30 能登町能都地区での強震記録

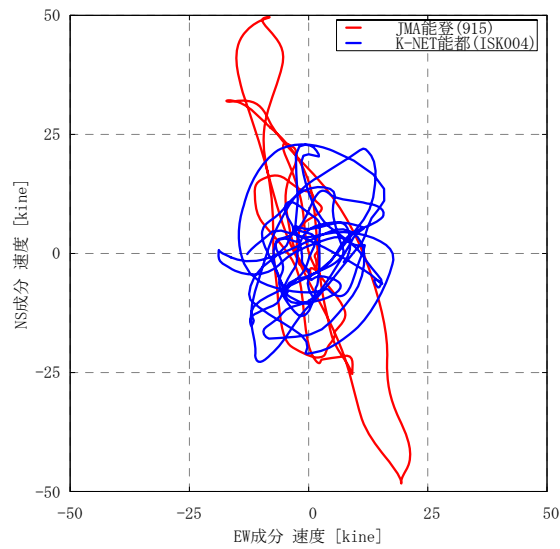


図2.3.31 能登町能都地区での水平動粒子軌跡

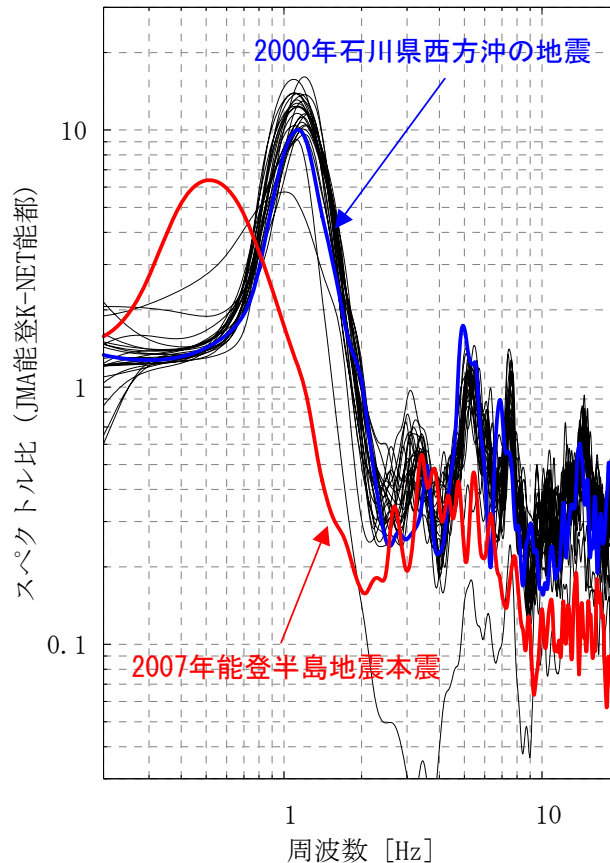


図2. 3. 32 JMA能登/K-NET能都の水平動フーリエスペクトル比

参考文献(2.3)

- 1) 西川隼人, 北浦勝, 宮島昌克: 2000年石川県西方沖地震の強震動特性に関する考察, 土木学会論文集, No.731/I-63, pp.257-266, 2003.
- 2) 西川隼人, 宮島昌克, 堂下翔平, 北浦勝: 石川県内の観測点における地盤増幅度の評価, 日本地震工学会論文集, 第7巻第2号(特集号), pp.96-109, 2007.
- 3) 翠川三郎, 三浦弘之: 2007年能登半島地震における強震動と強震観測点での常時微動特性(速報), <http://www.enveng.titech.ac.jp/midorikawa/index1.html>, 2007.
- 4) 八木勇治: 2007年3月25日能登半島沖の地震, http://www.geo.tsukuba.ac.jp/press_HP/yagi/EQ/20070325/, 2007.
- 5) 青井真, 関口春子: 近地地震動記録による能登半島地震の震源インバージョン(暫定版), <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/k-net/topics/noto070325/>, 2007.
- 6) 国立国会図書館:第052回国会 災害対策特別委員会第3号会議録, 国会会議録検索システム, <http://kokkai.ndl.go.jp/SENTAKU/syugiin/052/0168/05207290168003a.html>
- 7) 大日本帝国陸地測量部: 5万分の1地形図 穴水(明治43年測量大正元年製版), 旧版地図, 国土地理院
- 8) 若松加寿江, 松岡昌志, 久保純子, 長谷川浩一, 杉浦正美: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築, 土木学会論文集, No.759/I-67, pp.213-232, 2004.
- 9) (監修)建設省北陸地方整備局北陸技術事務所: 石川県平野部の地盤図集 [4]ボーリング柱状図(2の1), 社団法人北陸建設弘済会, 1982.
- 10) 気象庁: 臨時震度観測点「七尾市田鶴浜町」の観測開始について, 報道発表資料, <http://www.jma.go.jp/jma/press/0703/28d/rinjishindo200703281830.pdf>, 2007.



(a)南側からアプローチ



(b)



(c)



(d)



(e)北側からアプローチ



(f)

写真 3.1 輪島市竜ヶ崎における被害状況

3.1.2 輪島市曾々木

国道 249 号線の輪島市町野町曾々木にある八世乃（はせの）洞門（図 3.2 に赤丸で位置を示す）で、崖が崩壊した。海岸線に沿った浸食崖で、岩倉山の沢筋にあたる。連続するトンネル間の明かり部で、落石対策工が複数設置されている。斜面高は約 40～45m である。

凝灰岩が主体である。海側は亀裂が多く、崩壊箇所も相当程度の亀裂があったと推測される。地震により連鎖的な岩盤崩落が起きたと推測される。既設洞門は斜め上および側方からの衝撃により、柱がせん断破壊している。重力式擁壁は軽微な損傷。崩壊は本震翌日の余震で発生（現地業者談）であり、本震で緩み余震で崩落したと考えられる。

この箇所の復旧は容易でなく、珠洲市大谷方面へは迂回路経由を余儀なくされた。



図 3.2 輪島市曾々木



写真 3.2 八世乃洞門の被害概況



(a)遠景



(b)



(c)



(d)センサー設置状況

写真 3.3 八世乃洞門における被害

3.1.3 七尾市中島町塩津

豊岡笠師保停車場線（県道 253 号）の塩津付近で崖崩れが見られた。幸い、平地であり、写真 (a) に示すように片側通行を確保できている。砂岩の風化が進んでいる。2004 年新潟県中越地震以来とおもわれるが、トンパックを用いた土砂の抑えによる緊急措置が一般化したようであり、ここだけでなく随所で見受けられた。



(a)



(b)

写真 3.4 崖崩れの状況（七尾市中島町塩津）

3.2 盛土崩壊

能登地方では、大規模な宅地造成地はなく、宅地における盛土被害は規模も小さく、数も多くないようである。道路や鉄道についても、高盛土は少なく、地震動の大きさの割には、盛土崩壊は少ない。ただし、能登有料道路は例外であり、盛土部分が多く、被害箇所も多い。

3.2.1 能登有料道路の被害

能登有料道路は、金沢市と穴水町を結んでおり、長さ 82.9km と一般有料道路としては国内最長である。「日本の道 100 選」にも選定されている。昭和 57 年の開通であり、石川県道路公社¹⁾が管理している。

ここでは、我々が調査した 2 地点について報告するが、(独)土木研究所²⁾や国際航業³⁾・パスコによる航空写真を見ると、徳田大津 IC と穴水 IC の間では、盛土の被害率がかなり高いようである。

横田 IC と徳田大津 IC の間の豊川橋の北側で、大規模な盛土崩壊が見られた。写真(f)に見られるように、下の一般道の近くにまで、すべり先端が達している。写真(c)に見られるように、NTT のものと思われるケーブルも巻き込まれている。

写真(g)と(h)は、2 回目の調査の際における復旧工事の状況である。下部をトンパックで抑え、道路面付近の工事を行っている。横田 IC までは 4/20、穴水 IC までは 4/27 に、予定通り全線の供用を再開している。本格復旧工事はこれからであり、10 月頃までに補強盛土による工事が行われる予定となっている。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)復旧工事の様子



(h)復旧工事の様子

写真 3.5 能登有料道路（土川付近）における盛土崩壊

横田 IC の料金所を抜け、本線に流入するところで谷を埋めた盛土が崩壊した。



(a)



(b)

写真 3.6 能登自動車道（横田 IC 付近）における盛土崩壊

3.2.2 志賀町大福寺付近（国道 249 号）

他では、国道 249 号線の志賀町と輪島市の境に近い大福寺辺りで、盛土崩壊等の被害が集中して見られた。写真に示した箇所は、幸い脇に旧道が残っており、片側通行による再開が早期に可能となった。



(a)



(b)

写真 3.7 国道 249 号大福寺付近における盛土崩壊

3.3 液状化

能登半島で規模が大きい港湾は、七尾港程度である。七尾港は震源から離れていることもあり、地震動は特に大きくはなく、液状化による噴砂等はあったものの、港湾機能に大きく影響するものではなかった。他の港でも、液状化は見られたものの、機能に大きく影響することはなかった。ここでは、我々が調査した2地点について、状況写真を示す。

門前町の道下地区や門前総合支所付近などでも、液状化による噴砂は見られたが、いずれも限定的なものである。建物被害に特に影響するようなものは、ほとんどなかったと思われる。

3.3.1 和倉港

わくわくプラザで多くの噴砂が見られた。この液状化の影響で、写真(f)に見られるように、岸壁がせり出していたが（東側に押されている）、漁港の岸壁には大きな変状はなく、船の利用には問題はなさそうであった。



図 3.3 和倉温泉付近



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

写真 3.8 和倉港における液状化

和倉温泉駅の近くでも、埋め戻し土によると思われる噴砂が見られた。



(a)

(b)

写真 3.9 和倉温泉駅付近で見られた噴砂

3.3.2 七尾港

七尾港のうち、図 3.4 の位置図に示すように、中心市街地に程近い、七尾マリンパーク（赤丸）と矢田新町の岸壁（黄丸）にて調査を行った。

地震発生後、2 週間が経過していたが（4 月 9 日～10 日に調査）、液状化に伴う噴砂現象の痕跡は残っていた。なお、シルトを多く含んだ砂や比較的荒い砂が噴出していた。

写真(a)～(d)は、矢田新町の岸壁での被害状況である。噴砂により、岸壁の背後地盤が沈下し、路面に亀裂が生じている。岸壁も若干せり出している可能性がある。

写真(e)～(h)は、七尾マリンパークにおける被害状況である。噴砂は、随所で発生しており、場所によっては相当量の砂が噴いたようで、地盤沈下が相当広範囲で発生していた。また、併設施設の能登食祭市場を取り囲むように、目立った地盤変状が見られたが、雨水管の埋め戻しが原因と見られる。食祭市場の近くの新しい部分の岸壁は写真(g)(h)に示すように、変状は見られなかった。背後地盤が液状化により沈下し、境界部で明瞭な段差が生じていることがわかる。脇の古い部分では、護岸流動によるはらみ出しを窺わせる亀裂がみられた。また、護岸自体に亀裂が入ったものや、継ぎ目部分で、剥離が発生しているものも見られた。

写真(i)(j)は、食祭市場の道路反対側にある駐車場での噴砂の状況である。岸壁以外でも見られたことから、七尾港付近では、小規模の噴砂は他にもあったかと思われ、地震動がもう少し強ければ、被害も大きくなっていた可能性がある。



図 3.4 七尾港



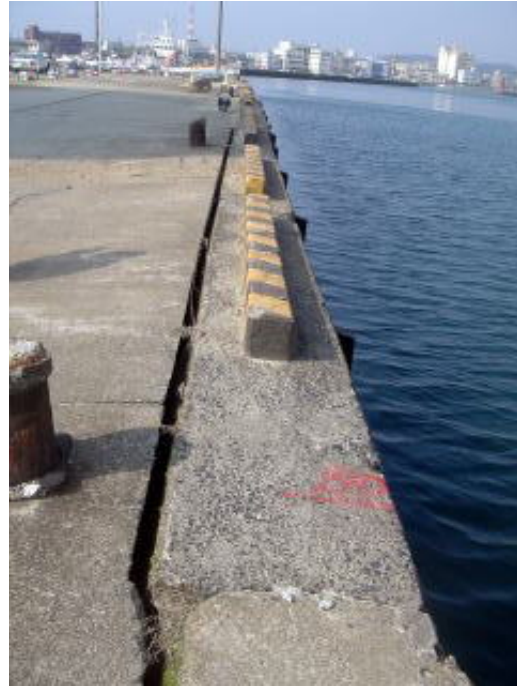
(a) 矢田新町の岸壁での噴砂・亀裂



(b)



(c) 矢田新町の岸壁



(d)



(e) マリンパークでの噴砂と段差



(f)



(g) マリンパークの岸壁



(h)



(i) マリンパーク前の駐車場



(j)

写真 3.10 七尾港における液状化被害状況

参考文献

- 1) 石川県道路公社ウェブサイト：<http://www.pref.ishikawa.jp/douken/kousya/index.html>
- 2) (独) 土木研究所ウェブサイト：能登半島沖地震の被害調査（速報）、
<http://www.pwri.go.jp/team/volcano/notohantooki/notohantooki.htm>
- 3) 国際航業（株）ウェブサイト：【速報】平成19年（2007年）能登半島地震、
http://www.kkc.co.jp/social/disaster/200703_ishi/index.html

4. 住宅被害

今回は特に古い木造住宅の被害が顕著であった。非木造建物は数が少ないこともあり、被害は少ない。和倉温泉では10階前後の建物が見られたが、外見では特に被害はない。ただし、すぐには営業を再開できていない宿も少なくないので、内装や設備関係で被害は出ているようである。

4.1 輪島市

輪島市の中心部では、鳳至（ふげし）町（合同庁舎付近）と河井町（朝市周辺）で被害が大きかったように思われる（図4.1）。他にも、神社・寺など古い木造建造物の被害が大きかったようである。



図 4.1 輪島市中心部

鳳至町では古い木造住宅が多く、倒壊・大破したものが少なくない。写真(a)のように木材を加工する施設が多いことが、今回の能登半島地域の特徴であり、安いコストで広い空間を確保するということのため、大きな被害を受けた例が少なくない。このエリアの輪島地方合同庁舎の敷地に、震度6強を観測したJMAの地震計が設置されている。なお、写真(d)に示すように噴砂も合同庁舎付近で見られた。



(a)



(b)



(c)



(d)

写真 4.1 輪島市鳳至町における住宅被害

河井町の朝市通りの建物は、写真(d)のように、ほとんど被害はない。南北の裏側で、他の写真のように古い木造住宅の被害が見られた。商店街の建物は弱いと言われるが、ここは観光地であり、新しいまたは手入れが行われているといったことにより、建物が強度を有していたと思われる。



(a)



(b)



(c)



(d)

写真 4.2 輪島市河井町（朝市付近）における住宅被害

4.2 輪島市門前地区

門前総合支所の震度計で震度6強を観測しており（波形データなし）、図4.2に示す門前総合支所及び総持寺周辺のエリアでは古い木造住宅の被害が多く見られた。支所、門前東小、門前高はRC造であるが、目立った被害はない。支所や門前高は事前に耐震補強が行われていた。建物は新しくはないので、補強していなければ、柱にひび割れが生じるような被害が発生していた可能性があり、耐震補強の効果を示す好例と思われる。



図 4.2 輪島市門前町門前総合支所付近



(a)



(b)



(c)



(d)

写真 4.3 輪島市門前町の門前総合支所付近における住宅被害

門前町道下地区は、今回の地震で最も被害率が高かったと思われる。

写真(i)と(j)は、被害をほとんど受けていない数少ない住宅である。被害を受けた住宅に比べ若干新しく壁のバランス等も違うようではあるが、本質的には同じような造りである。ただし、基礎がしっかりしている点が明らかに異なっているように思われた。倒れているものは、独立基礎が多く、このことが全壊のひとつの要因になったと思われる。詳しくは、4.4で述べる。



図 4.3 輪島市門前町道下



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)

写真 4.4 輪島市門前町道下地区における住宅被害

4.3 穴水町

2章で示したように、K-NET 穴水では、表層地盤が軟らかいことにより、特に強い揺れが観測されている。ただし、地震計の隣の住宅は、外見はほぼ無被害である。穴水駅と K-NET の間のエリアで、多くの住宅被害が見られた。いずれも古い木造住宅の被害である。K-NET の直近では、建物がやや新しいことによると思われる。

写真(d)は、新旧の住宅が並ぶ典型的な例である。建物の被災度判定は過去の地震に比べて早く、写真(c)のように安全を示す緑色の紙が貼られており、住民の早期の平常生活復帰に役立ったのではないかとと思われる。また、輪島市では板張りが多かったが、穴水町ではモルタル壁が多い。

穴水小の体育館で、写真(f)に示すように被害を受けている。穴水小学校の校舎は耐震補強が行われており、校舎の被害はなかった。輪島市門前町のところでも述べたが、ここ数年、自治体により学校建築の耐震診断・補強が進められてきており、その効果が現れたと言える。仮に被害を受けていると、授業中であれば生徒・教師の生命が脅かされるし、クラック程度で済んだ場合でも、避難所として使えなかったり、授業を行えなかったり、様々な重大な障害が生じる。このような確実に効果が見込まれることについては、他でも早急に対策が講じられるべきと思われる。



図 4.4 穴水駅周辺



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

写真 4.5 穴水駅付近における住宅被害

4.4 基礎の影響調査

木造建物被害に対する基礎の影響を調べるため、門前町道下地区の木造建物（以下、単に建物と記述する）の調査を実施した。図 4.5 に示す調査エリア内の、道路から確認できた 132 棟の建物について、応急危険度判定結果と建物基礎の様子を一棟ずつ調査して集計を行った。

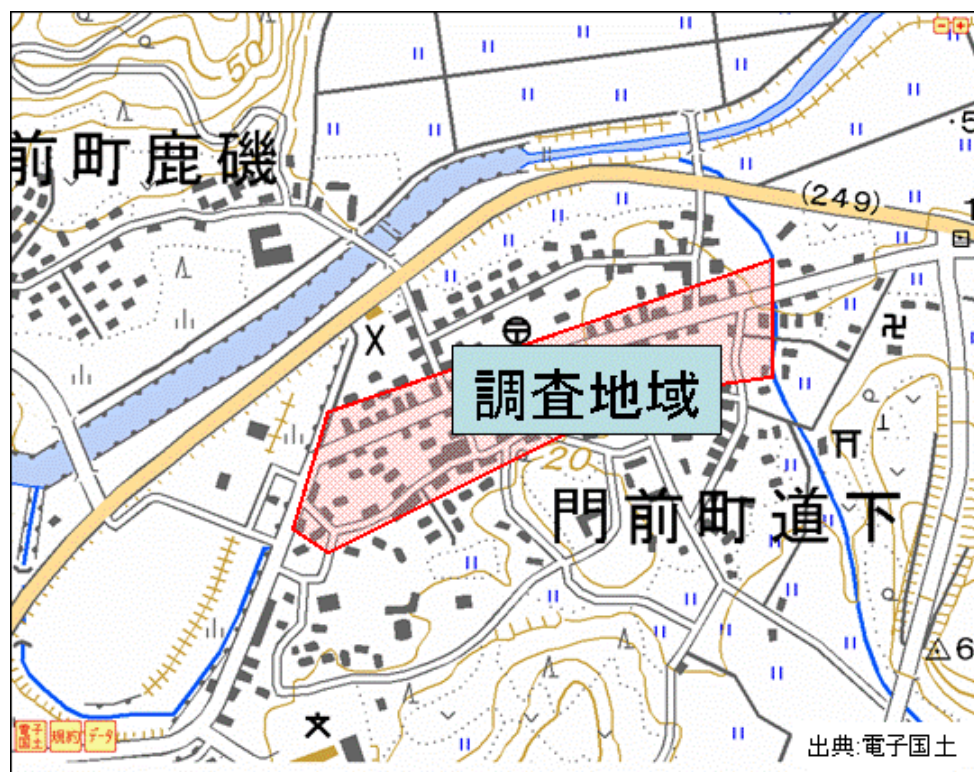


図 4.5 調査エリア

応急危険度判定結果については、建物に貼られている調査票を道路から判読し、「危険（赤）」と「注意（黄）」の区別を行った。「調査済（緑）」の紙は貼られていなかったため、張り紙のない建物で明らかに外見上被害のない建物は調査済建物（無被害）とした。基礎についても道路からの目視で判定を行い、布基礎（あるいはべた基礎）か独立基礎（束石基礎）かの区別を行った。道路からの判定なので、どちらの種類の基礎であるのかよくわからない建物も存在した。当然ではあるが、布基礎（べた基礎）でも、基礎と建物が金属でしっかり固定されているかまでは判別できなかった。

表 4.1 は、調査結果を集計したものである。図 4.6 は、全体、基礎の種類別に被害の内訳をグラフ表示したものである。調査した範囲では、およそ 4 割の建物が大きな被害を受けており、およそ 7 割の建物が何らかの被害を受けていた。そして独立基礎の建物は、6 割近くが大きな被害を受けており、被害を受けていない建物は 1 割あまりに過ぎなかった。一方、布基礎の建物は、6 割近くの建物が被害を受けておらず、基礎形状で被害の傾向が明らかに違っていた。しかし、布基礎のものでも大きな被害を受けたものが 2 割弱あり、大きな間口や瓦屋根による重い上部構造が一因であると考えられる。

輪島市門前町道下地区の建物被害調査を行ったところ、基礎形状が被害に大きく影響している可能性を示す結果が得られた。ただ、被害が大きかった独立基礎の建物は、古い建物が多いので、

その影響で大きな被害が出た可能性も否定できない。基礎構造と建物被害の因果関係をちゃんと明らかにするためには、一棟ごとに建物内部構造や築年等を調べるなど、詳細な調査が必要であろう。

なお、基礎形状の区別、建物被害の要因に関する考察は、独自の判断に基づくものである。

表 4.1 建物被害調査の集計結果

	独立基礎	布基礎	計
危険（赤）棟数	42	10	52
注意（黄）棟数	22	15	37
軽微（緑）棟数	10	33	43
計	74	58	132

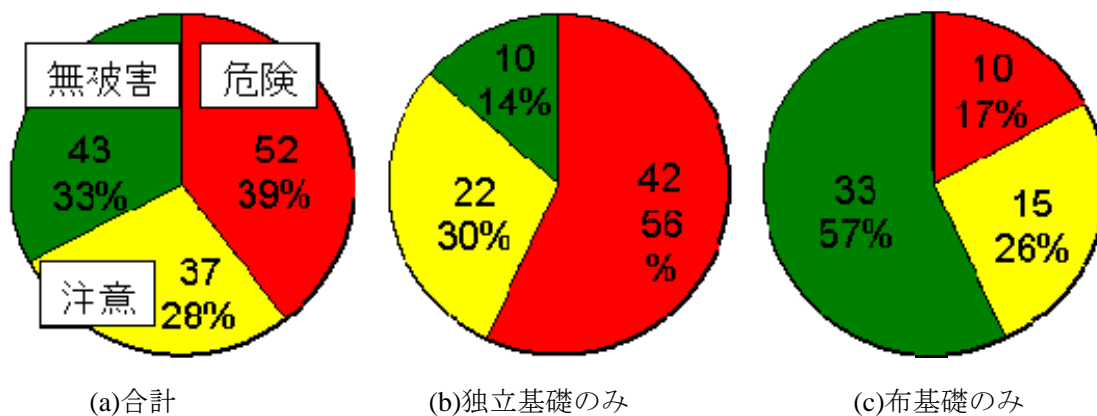


図 4.6 基礎構造別の被害棟数の割合

5. その他

5.1 能登島大橋とツインブリッジ

能登島は、2つの橋で本土とつながっている。今回、能登島大橋は通行止め、能登農道橋（ツインブリッジのと）も、総重量 5t 未満のみ通行可能という被害を受けた。能登島の人口は 3000 人を越えており、孤立した場合の脱出は容易ではなかった。

能登島大橋が橋脚部損傷により 3月27日から通行止めとなったため、本土-能登島ルート確保を目的にツインブリッジのとの応急復旧がなされたようである。27日～4月2日まで昼間は重量制限（5t）、片側交互通行、夜間は補修工事のため通行止めとなっていた模様である（3日以降は重量制限と夜間通行止めが解除された模様）。なお、能登島大橋は4月2日に応急復旧を終え、重量制限(20t)つきで通行止めが解除されたようである。その後、石川県道路情報や七尾市ホームページ等によれば、ツインブリッジのとは、4月14日より復旧工事のため通行止めとなり、27日17:00解除となっている。本土-能登島間の交通は、能登島大橋により重量(20t)、徐行(30km/h)の制限つきで確保されている¹⁾。



図 5.1 能登島と2つの橋梁

北陸地方整備局²⁾によれば、能登島大橋は中間付近の橋脚部にひびわれが生じたことにより、発災初期に通行止めの規制が実施されている。第2回調査時（4月9日、10日）では、写真(a)(b)にみられるように応急の補修工事は完了している模様である。1回目調査時で既に写真(c)(d)の状態であったので、何らかの補強工事を行っていた最中であつたかと思われる。

橋の本土側では、写真(e)のように岸壁にずれが生じているほか、写真(f)のように近くにある広

場で地盤の変状が確認された。能登島大橋へと繋がる道路の路面や橋取付部では目立った損傷は見られなかった。



(a)



(b)補修工事を行っている



(c)元々、工事中であった様子



(d)



(e)岸壁のずれ



(f)広場での亀裂

写真 5.1 能登島大橋

ツインブリッジのとでは、能登島側の取付部で段差が生じており、写真(d)に見られるように段差解消の補修の跡がみられる（第2回被害調査：4月10日現在）。取付部の両側面にはブルーシートが掛けられており、盛土が若干流出あるいは滑落したかと思われる。取付部付近では作業車が止まっており、ケーブルを抜き出す（あるいは設置？）作業が行われていた。これにより、一部で片側交互通行となっていた。



(a)作業車のアームからケーブル（？）が下がっている



(b)



(c)



(d) 応急復旧による取付部段差の修復跡と思われる
写真 5.2 ツインブリッジのと

5.2 鹿磯橋付近

輪島市門前町道下にある鹿磯（かいそ）橋付近でいくつかの被害が見られた。位置関係は、図 3.5 に示した通りである。橋自体は、写真(b)に見られるように少し地盤の変位により圧縮されているのと、盛土の取り付け部で沈下している程度である。写真(c)(d)のように管路にも若干の被害が見られる。上が水道、下が NTT かと思われる。写真(e)(f)のように、護岸の変状も見られる。写真(g)(h)のように河川堤防が崩れている。写真(i)(h)は近くの木材加工所での被害である。



(a)



(b)



(c)



(d)





写真 5.3 輪島市門前町道下の鹿磯橋付近の被害

5.3 文化財の被害

輪島と言えば、輪島塗が有名である。今回、漆器を製造、販売する事業所の多くが何らかの被害を受けたようである。特に、木地を作る木工所は大きな被害を受けている。土蔵は耐震性に配慮されないの、今回も数多く崩れている。

輪島市門前町黒島地区は、黒い瓦屋根と下見板張りという伝統的な家並みが続くところで、輪島市では能登観光のひとつとして、文化財保護法による「伝統的建物群」としての保存を検討し始めていたところであった。しかしながら、地震により、多くの住宅が深刻な被害を受けた。特に、県指定文化財の「角海家（かどみけ）住宅」が、壁や塀が崩れるなど大きな被害を受けてしまったのは残念なことである。山本正紀氏のウェブサイト (<http://www.myjo.org/photo/01170209.htm>) に2005年時の写真が掲載されている。黒島は、江戸時代は天領として、北前船の寄港地として栄えたところで、角海家住宅はその当時の船問屋の建物である。街並みの再建は容易ではない。住民の多くが高齢者であり、一人暮らしの高齢者も多い。元々、2割が空き家である。

總持寺周辺（門前総合支所周辺）でも、總持寺周辺地区まちづくり協議会が平成15年に設けられ³⁾、總持寺の門前としての調和と統一感ある街なみの形成を進めるため、表参道の土塀の整備

や、建物の修景を進めてきている。街なみ修景助成金を利用し、これまでの改装で失われた当初の姿を再現するものである。工事の際には、痛んでいる部材の補修も当然行われるので、地震対策としての効果も多少あったものと思われる。



(a)



(b)



(c) 角海家住宅



(d)

写真 5.4 伝統的街並みの残る黒島地区における被害

参考文献（5章）

- 1) 石川県：平成 19 年能登半島地震に関する被害の状況、<http://www.bousai.pref.ishikawa.jp/top.asp>
- 2) 国土交通省北陸地方整備局：3月25日能登半島沖で発生した震度6強の地震に対する対応状況、http://www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H190325/0325_top.html
- 3) 門前町総持寺周辺地区まちづくり協議会ウェブサイト：<http://www.phisnet.ne.jp/monzen/>

6. ライフライン

6.1 電力（北陸電力発表に基づく）

能登半島へは北陸電力が供給している。最大停電戸数は約 16 万戸（石川県：約 11 万戸、富山県：約 5 万戸）と少なくないが、地震発生当日の 16 時時点で、志賀町富来で 29 戸、穴水町で約 400 戸、輪島市で 57 戸である。

全体としては早い段階で電力を利用できていたようで、今回の地震での停電の影響は小さかったようである。

6.2 通信（内閣府発表に基づく）

能登半島では NTT 西日本が通信サービスを行っている。交換機や中継伝送路の被害による通信サービスへの影響はなかった。電話の輻輳も、13 時 47 分には解消している。携帯電話は、NTT ドコモと au では特段の被害はなく、規制も当日 15 時前後に解除している。ソフトバンクモバイルでは、停電の影響で、25 日 20 時頃から基地局 1 局が停波し、仮設局を設置し 30 日 23 時前に復旧している。

電力・通信を早い段階で利用できたことにより、関係機関の連絡等が比較的スムーズに行えたものと思われる。

6.3 上水道（厚生労働省及び石川県発表に基づく）

最大で石川県内で約 13000 戸、富山県内で約 50 戸の断水被害が生じている。

七尾市：1,500 戸、志賀町：3,600 戸、能登町：2,100 戸など翌 26 日昼までには復旧している。

穴水町では、断水戸数は 550 戸であるが、全戸復旧は 3/28 である。

揺れが大きく、建物被害も大きい輪島市で水道被害も大きく、復旧に日数を要している。断水戸数は 5,500 戸で、27 日 2,536 戸、3/31 日で 823 戸となり、全戸復旧したのは 4/7 日の 8 時である。

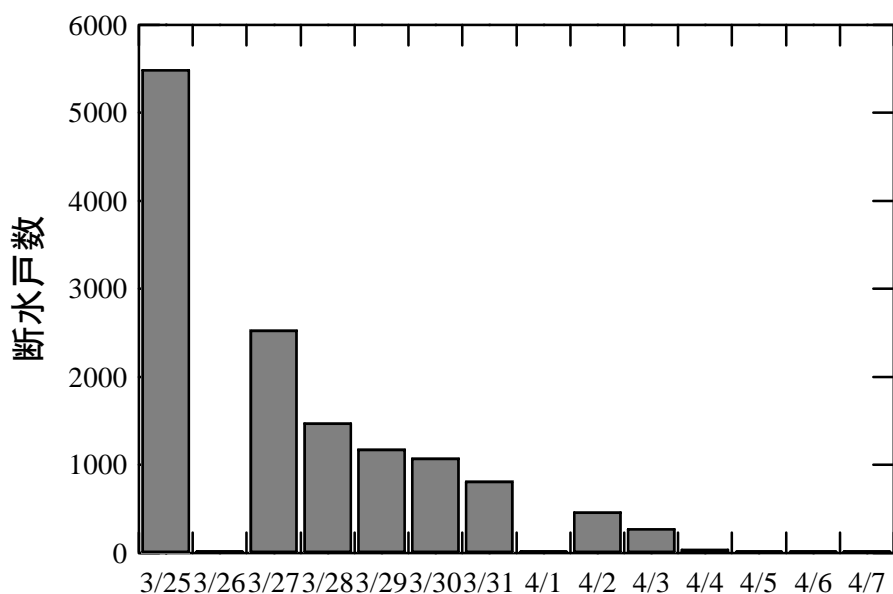


図 6.1 輪島市における復旧状況

6.4 下水道（国土交通省発表に基づく）

門前水質管理センターで配管破損など施設の損傷があったが、水処理に支障はなかった。他の施設も同様である。また、マンホールの浮き上がりも 100 ケ所程度生じたが、早くに仮復旧が行われたことにより、大きな影響はなかった。浮き上がり量も、せいぜい 10cm 程度であったので、交通に大きな影響を及ぼすようなこともなかったと思われる。

6.5 道路交通（国土交通省発表に基づく）

能登有料道路が通行止めとなった。「別所岳サービスエリア」に 137 名が孤立してしまったものの、当日 17:20 に解消している。横田 IC までは、4/20（金）15 時、そして GW 直前の 4/27（金）10 時に予定通り、全線供用を再開している。もちろん、甚大な被害を被った箇所については、本格復旧工事はこれからであり、10 月頃までに補強盛土による工事が行われる予定となっている。

また、補助国道 249 号で落石・陥没等が 9 箇所が発生し、27 日時点で 4 箇所が通行止めとなっている。30 日時点で、八世乃（はせの）洞門の崩壊地点が通行止めである。

輪島市道の被災により輪島市門前町の 2 地区が孤立した。六郎木（ろくろぎ）地区（8 世帯 16 名）は、3 月 25 日 17 時に、深見地区（37 世帯 87 名）は 3 月 26 日 17 時に孤立は解消されている。六郎木地区については、3 月 28 日に全世帯が自主避難していたが、4 月 5 日に避難解消。深見地区については、迂回路として応急復旧した市道五十洲深見（いぎすふかみ）線を利用しているが、余震や降雨により夜間での通行に不安が残ることから、引き続き自主避難を継続している。

朝日新聞の報道によれば、深見地区の住民の大半は 70 代以上の高齢者であり、かつて船員をしていた人が多い。退職前後に建てられた築年数の浅い家が多く、家屋本体の倒壊はなかった。住民のうち、約 60 名は 25 日夕に定置網漁船に乗るなどして、避難している。板谷区長らが残り、そのご子息らが食料を持って訪ねるところが報道された。この行動がどのように世間に捉えられたか不明であるが、赤ちゃんを連れての行動が危険であったことは言うまでもない。緊急時に冷静な判断をすることは困難であり、日頃から行政と住民が話し合い、共同認識を持つことが重要である。

6.6 鉄道交通（国土交通省発表に基づく）

安全確認のため、上越新幹線や北陸線で運転を中止したが、被害のなかった路線は当日中に運転を再開している。被害があったのは、JR 西日本の七尾線とのと鉄道である。JR 西日本の津幡一七尾間では、レールのずれが数ヶ所あったため、翌 26 日始発に運転を再開している。和倉温泉駅でケーブル損傷があったが、七尾一和倉温泉間も 26 日 13 時過ぎに、運転を再開している。

のと鉄道では 25 ケ所で被害があり、3 月 30 日始発より運転を再開している（それまでは、代行バスを運行）。のと鉄道は、昭和 63 年に設立されており、能登線は昭和 63 年に営業を開始したが平成 17 年に営業廃止となっている。七尾線は平成 3 年に営業を開始し、穴水一七尾の 33.1km の区間を走り（8 駅）、JR 西日本の七尾線と接続している。

6.7 航空（国土交通省発表に基づく）

能登空港で滑走路に亀裂が生じたため、当日は閉鎖したが、翌日未明に復旧作業を終了し、8

時から通常運用を再開している。

能登空港は、2003年7月7日に開港した新しい空港である。滑走路の長さは、2000mである。
(独) 土木研究所による報告の写真を見ると、液状化による噴砂のように見えるが(液状化層厚は薄い)、1枚の写真だけではよくわからない。

都市ガスについては、石川県内は、金沢市(金沢市企業局)と小松市(小松ガス株式会社)のみであり、今回の地震での被害はない。ただし、プロパンガスでもマイコンメーターは設置されており、これが作動し、その再開方法に関する問い合わせが多数あったようである。

参考文献(6章)

- 1)北陸電力:「平成19年能登半島地震」に対する当社の対応について、
http://www.rikuden.co.jp/index_noto.html
- 2)内閣府:防災情報のページ、<http://www.bousai.go.jp/>
- 3)厚生労働省:平成19年(2007年)能登半島地震による被害状況及び対応について、
<http://www.mhlw.go.jp/>
- 4)国土交通省:防災情報、<http://www.mlit.go.jp/bosai/disaster/>
- 5)(独)土木研究所ウェブサイト:能登半島沖地震の被害調査(速報)、
<http://www.pwri.go.jp/team/volcano/notohantooki/notohantooki.htm>

7. おわりに

本調査は、今回の地震の特徴を把握するための初動調査であり、被害原因等については、今後情報収集を行った上で進めていく予定である。今回の地震の特徴としては、以下の点が挙げられる。

- 1) 地震動は、数点で最大級の大きな揺れが観測されている。岩盤露頭に近い点と軟弱地盤上というような表層地盤条件が顕著に異なる記録が、震源特性の差異を無視できる範囲で得られている例が少なくなく、表層地盤増幅の重要性を明らかにする上で重要である。また、地盤の非線形化の影響を明らかにする上で、地盤調査や常時微動観測が必要になってくると思われる。
- 2) 家屋被害は、輪島市の中心部、門前町道下、同門前、穴水駅前に集中して見られた。輪島地区の家屋は江戸時代からの伝統的な様式が多い。古い、伝統的な日本家屋の被害であり、柱が細く、内部に壁のない、瓦屋根、といったことが要因である。古い住宅でも差異が見られたのは、基礎である。被害大はおおむね玉石、束石などの独立基礎で、上部との固定はない。布基礎、ベタ基礎の家屋の被害は軽微であった。住宅基礎の問題は、今回詳細な調査が行われるべきと思われる。
- 3) 橋梁などの土木構造物には大きな被害は見られなかった。盛土、斜面の崩壊も、地形や道路の様子や地震動の大きさから考えると、地震発生直後に予測したほどではなかった。能登有料道路が約1ヶ月通行不能であった以外は、道路交通に大きな影響を与えることはなく、比較的スムーズな救援活動が行われたように思われる。
- 4) 液状化は港湾など一部の人工地盤や埋設管の埋め戻しなどで見られたものの、大規模なものはなく、影響は限定的なものであった。