

2007年能登半島地震に伴う地殻変動と能登半島の海成段丘

浜田昌明^{1)*}・野口猛雄¹⁾・穴田文浩¹⁾・野原幸嗣¹⁾・宮内崇裕²⁾・渡辺和樹²⁾・山口弘幸³⁾・佐藤比呂志⁴⁾

¹⁾北陸電力株式会社・²⁾千葉大学大学院理学研究科・³⁾株式会社大和地質研究所・⁴⁾東京大学地震研究所

Crustal Deformation Associated with the 2007 Noto Hanto Earthquake and Late Quaternary Marine Terrace Distribution on the Western Coast of the Noto Peninsula

Masaaki Hamada^{1)*}, Takeo Noguchi¹⁾, Fumihiro Anada¹⁾, Koji Nohara¹⁾, Takahiro Miyuchi²⁾, Kazuki Watanabe²⁾, Hiroyuki Yamaguchi³⁾ and Hiroshi Sato⁴⁾

¹⁾Hokuriku Electric Power Co., Ltd., ²⁾Graduate School of Science, Chiba University, ³⁾Daiwa Geological Laboratory, Inc., ⁴⁾Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Abstract

The 2007 Noto Hanto earthquake produced a coastal uplift in the epicentral area, where several coastal terraces are widely distributed. To reveal the long-term activity of the source fault, we compared the altitude distribution of the former shorelines on coastal terraces and Holocene emerged shoreline with coseismic uplifts associated with the Noto Hanto earthquake. The 1-m digital elevation model obtained by airborne LiDAR was used for identifying of the former shorelines and evaluating the altitude of coastal terraces. The altitude pattern of the former shorelines on the middle coastal terrace, which corresponds to sea level of 120 ka (MIS5e), is concordant with the crustal deformation associated with the 2007 Noto Hanto earthquake. Under the assumption that the coastal uplift represents the cumulative crustal deformation produced by similar earthquake events to the 2007 one, the average recurrence interval of earthquake events is estimated to be 1500 years.

Key words: the 2007 Noto Hanto Earthquake, marine terraces, Airborne LiDAR, crustal deformation, Holocene emerged shoreline topography

1. はじめに

2007年3月25日9時42分に、能登半島北西部の沿岸地域を震源とする能登半島地震 (M_j 6.9) が発生した。この地震に伴い、震源断層上盤にあたる陸域の海岸部において隆起が見出された (Ozawa *et al.*, 2008)。佐渡島や男鹿半島では、このような内陸地震時の海岸部の上下変動が累積し、第四紀後期の海成段丘の高度形成を担ってきたことが知られている (例えば太田ほか, 1976)。能登半島には第四紀海成段丘が発達しており、海成段丘の分布・編年、旧汀線高度については、太田・平川 (1979)、

小池・町田 (2001) によりおよそ明らかにされている (Table 1)。これらの資料と日本海東縁で起こった過去の造地形的地震性地殻変動の事実に基づけば、能登半島西岸の海成段丘の高度形成も、地震性地殻変動の累積による可能性が示唆され、両者の関係を詳細に検討する必要がある。2007年能登半島地震に伴う地殻変動については、栗田ほか (2007)、山本ほか (2007)、穴倉ほか (2007) が、カキ類、ヤッコカンザシなどの海棲生物の分布高度を用いて海岸部の隆起量・沈降量を求めている。また、野原ほか (2007) は、地震前後の航空レーザ計測結果を

*e-mail: m.hamada@rikuden.co.jp (〒930-8686 富山市牛島町 15-1)

Table 1. Classification and correlation of marine terraces on the western coast of Noto Peninsula.

Ota・Hirakawa (1979)	Koike・Machida (2001)	This study
T1~T6	mT17~mT27	Highest terraces
T7	mT15	Higher terrace 1
H1	mT13	Higher terrace 2
H2	mT11	Higher terrace 3
H3	mT9	Higher terrace 4
H4	mT7	Higher terrace 5
M1	mT5e	Middle terrace

用いて今回の地震による地殻変動量を求めている。Ozawa *et al.* (2008) は、GPS と Synthetic Aperture Radar Interferometry (InSAR) の結果を用いて推定した断層モデルから求めた今回の地震による垂直変位のパターンと 12 万年前（海洋酸素同位体ステージ 5e）の海成段丘の分布高度のそれが調和的であるとしている。

本研究では、更新世海成段丘の旧汀線高度分布、完新世離水地形の高度分布と能登半島地震に伴う地殻変動量を比較し、今回の地震の特徴について検討した。まず航空レーザ計測による 1 m-DEM から第四紀後期（更新世）海成段丘群の旧汀線高度分布を読み取り、ついで現地での地形測量によって完新世離水海岸地形の高度を明らかにした。これらの高度分布と地震性変動の関係について検討し、その累積性や断層の活動セグメントについて考察を行った。なお、能登半島地震に伴う地表の地殻変動量については、野原ほか（2007）の地震前後の航空レーザ計測による 1 m-DEM の差分値を用いた。また、地震に伴う地殻変動量が小さいと推定される震源域南方の海岸線において、海棲生物の分布高度に関するデータを補完した。

2. 研究の方法

2.1 航空レーザ計測

能登半島地震の震源域を含む能登半島西岸の猿山岬から羽咋市滝町にかけて、能登半島地震発生前の 2006 年 10 月～12 月に航空レーザ計測を実施した。また、地震発生直後の 2007 年 3 月 26 日および 4 月 7 日に、海士岬以北について再度航空レーザ計測を実施した。航空レーザ計測で取得したデータをもとに 1 m-DEM を作成した。1 m-DEM は、航空レーザ計測で直接得られる高さのデータから建物や樹木の高さを取り除くフィルタリング作業を行い、これにより得られた地表面の高さのデータを用いて作成した。なお、航空レーザ計測の詳細につい

ては、野原ほか（2007）で報告されている。

2.2 海棲生物の高度分布調査

震源域南方の志賀町生神から羽咋市滝町付近の海岸線において、2007 年 11 月 2～3 日にかけてヤッコカンザシの分布高度調査を行い、採取した試料の放射性炭素年代測定を実施した。ヤッコカンザシは岩礁地帯に群生あるいは単体で付着している試料を採取した。それらの分布高度の測定については、各地点での海面位置からの比高として読み取り、基準を輪島験潮場として潮位の時間補正を行った。年代測定については、株式会社パレオ・ラボに依頼し、加速器質量分析法による放射性炭素年代測定を行った。¹⁴C 年代は AD1950 年を基点とし、Libby の半減期 5,568 年を用い、較正プログラム (OxCal3.10) により較正したものである。

2.3 更新世海成段丘のマッピングと高度計測・地殻変動量計測

猿山岬から羽咋市滝町の範囲を調査対象として、更新世の海成段丘分布図を作成した。更新世の海成段丘の分類・対比は、国土地理院発行の縮尺 2 万分の 1 の空中写真と地震発生前に実施した航空レーザ計測データから作成した 1 m-DEM を用い、旧汀線高度の把握は、1 m-DEM を用いた。また、1 m-DEM による地形図を用いて現地調査を行い、段丘地形および構成層を観察した。火山灰分析については、株式会社古澤地質に依頼した。

2.4 完新世離水海岸のマッピング

能登半島地震の震源断層下盤にあたる輪島市鹿磯北方から光浦町にかけた海岸線を含む海士岬以北の能登半島西岸について、空中写真判読および現地での地形調査を実施した。住宅地として利用されている箇所や、砂丘等によって覆われている場所についても、離水地形を原型としている可能性があるため、それらも含めてレーザ簡易測距儀を用いて断面測量を行った。現海面を高度の基準として測量し、基準港を珠洲として潮位の時間補正を行った。

3. 2007 年能登半島地震に伴う地殻変動

3.1 地震直前直後の航空レーザ計測による鉛直地殻変動

能登半島地震直前直後に能登半島地震の震源域を含む範囲で実施した航空レーザ計測の解析結果から、震源域周辺の陸域における鉛直地殻変動分布が詳細に把握されている。Fig. 1 に野原ほか（2007）による道路上の DEM の標高差分から作成した 200 m メッシュの鉛直地殻変動図を示す。

これによれば、海岸線付近の隆起量は、海士岬以南で

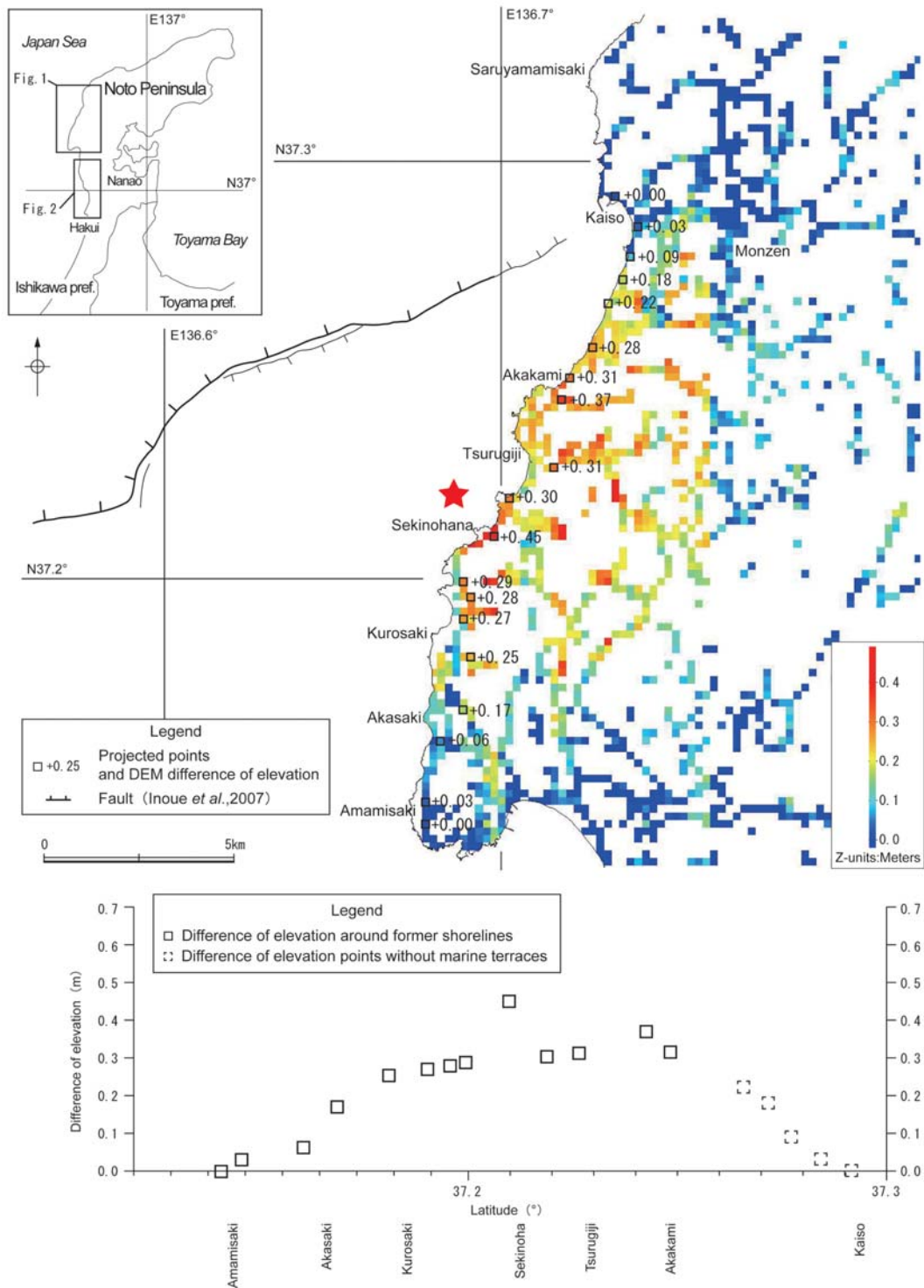


Fig. 1. The vertical displacement map and longitudinal profile between Amamisaki to Kaiso. The vertical displacement map found by DEM difference of elevation on along the road. Longitudinal profiles of difference of elevation projected onto a north-south direction. Red star indicated the epicenter of the main-shock.

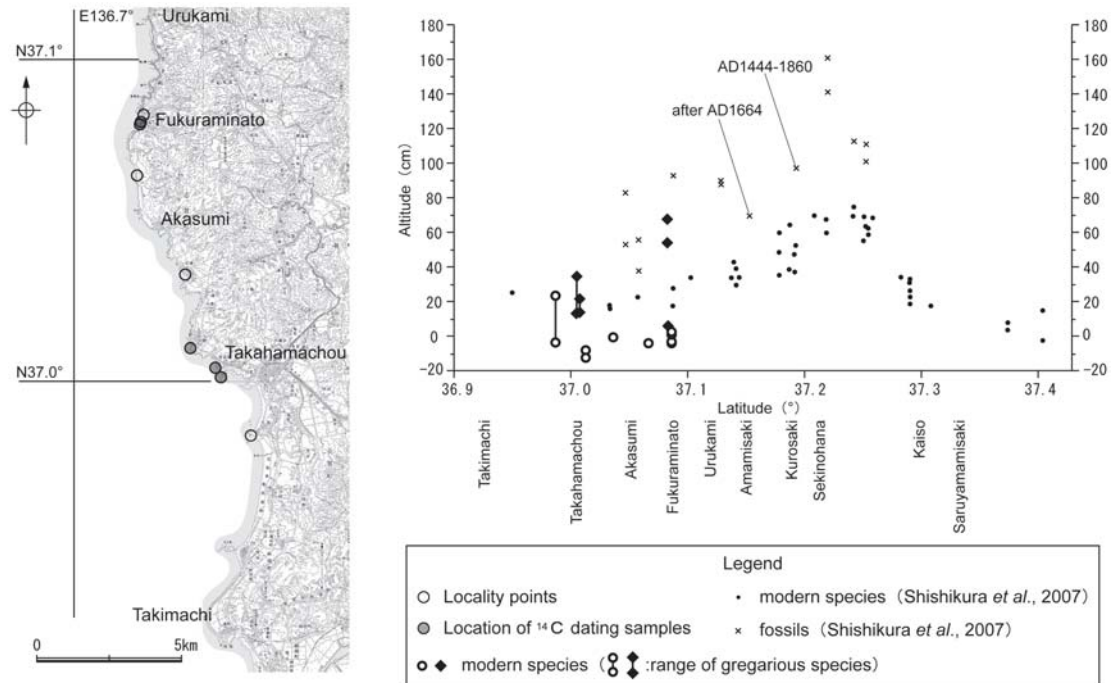


Fig. 2. Location of investigation and height distribution of *Pomatoleios kraussii*. Rhombic mark is ¹⁴C dating samples.

はほとんど検出されないが、海士岬から北に向かうほど増大し、関野鼻で最高値の0.45 mを示し、赤神までは約0.3 m以上であり、さらに北方の鹿磯にかけては急激に減少し、鹿磯以北ではほとんど検出されない。

海岸線から内陸部では、今回の地震による地殻変動は、海岸線に沿って約8 km 範囲で顕著に隆起し、井上ほか(2007)に示された海域の断層に近いほどその隆起量が大きくなる傾向が認められる。また、海域の断層延長の海岸線から約3 km 内陸の門前付近では顕著な変動はほとんど認められない。

3.2 海棲生物の高度分布

生神から滝町北方の海岸線において実施したヤッコカンザシの高度分布調査では、9 地点で14 試料の分布高度を測定した(Fig. 2)。そのうち3 地点の5 試料は遺骸であり、個体の大きさは群生しているもので管長1 cm 未満と小さいものが多いが、単体で付着しているものの管長は5 cm 以上であり、能登半島地震以前に幼生定着し成熟したと思われる。

現在棲息するヤッコカンザシは、高浜町から福浦港付近では標高0 cm 付近で確認され、高浜町周辺では標高-10~20 cm 付近に群生するヤッコカンザシが確認された。ヤッコカンザシの遺骸は、高浜町周辺で標高10~40 cm に、福浦港周辺では標高10~70 cm 付近で確認された。高浜町の標高14~21 cm に見られる群生したヤッコ

カンザシと福浦港付近の標高6 cm, 54 cm, 68 cm の単体のものについて放射性炭素年代測定を行った。その結果、年代測定を行った個体は、いずれもAD1950年より若い年代を示す値(modern)となり、現生の遺骸個体であった。よって、福浦港付近では成熟したヤッコカンザシの現生種が海面より70 cm 程度上方まで分布する。

4. 能登半島西岸における第四紀後期海成段丘の分類と記載

能登半島地震の震源域を含む能登半島西岸の猿山岬から滝町にかけた地域について、空中写真の判読結果をもとに、段丘面および旧汀線の分布高度やそれらの連続性、開析の程度、テフラとの関係、堆積物および古土壌の性状等の検討を行い、更新世海成段丘を区分した(Fig. 3)。併せて完新世離水海岸地形についても区分した。以下に各段丘面および完新世離水海岸地形について記載する。

最高位段丘群: 標高130~390 m に分布し、旧汀線は不明瞭でほとんど連続せず、礫は完全にくさり礫化している。

高位段丘群: 標高60~200 m に分布する。地形面の連続等により高位から高位段丘1面~高位段丘5面に細分した。いずれも表層には顕著な赤色~赤褐色土壌が認められ、礫にはくさり礫化しているものが多い。

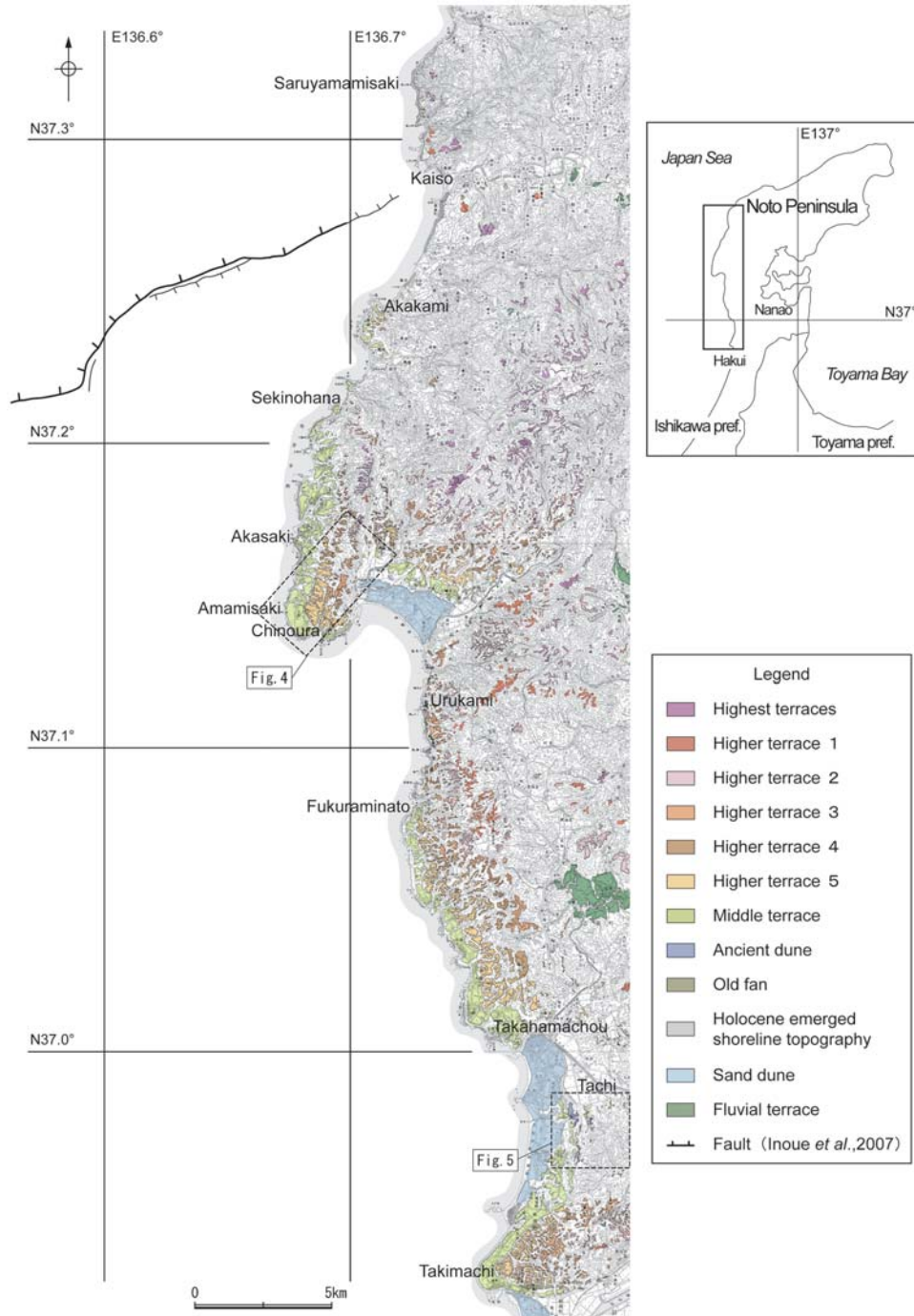


Fig. 3. Distribution map of the terraces surface in the western coast of Noto Peninsula.

中位段丘: 標高 25~70 m に分布し、表層に赤褐色~褐色土壌が認められ、礫にはくさり礫化しているものも認められが、全体としては新鮮である。

以下、段丘発達の良い志賀町千の浦付近と志賀町^{やどめ}宿女付近の状況について詳細を述べる。

(1) 志賀町千の浦付近 (Fig. 4)

航空レーザ計測による 1 m-DEM によれば、千の浦付

近の標高 10~25 m には、開析はほとんど進まず明瞭な平坦面を示す地形面が広く分布し、旧海食崖下で勾配変換点が認められ、北に向って連続して追跡することができる。この勾配変換点は旧汀線であると判断でき、千の浦付近では標高 20 m であり、北に向かうほど標高が高くなり、赤崎付近では標高 40 m となる。千の浦付近 (Loc. 1) で実施したピット調査の結果、深さ 1.7 m に砂層から

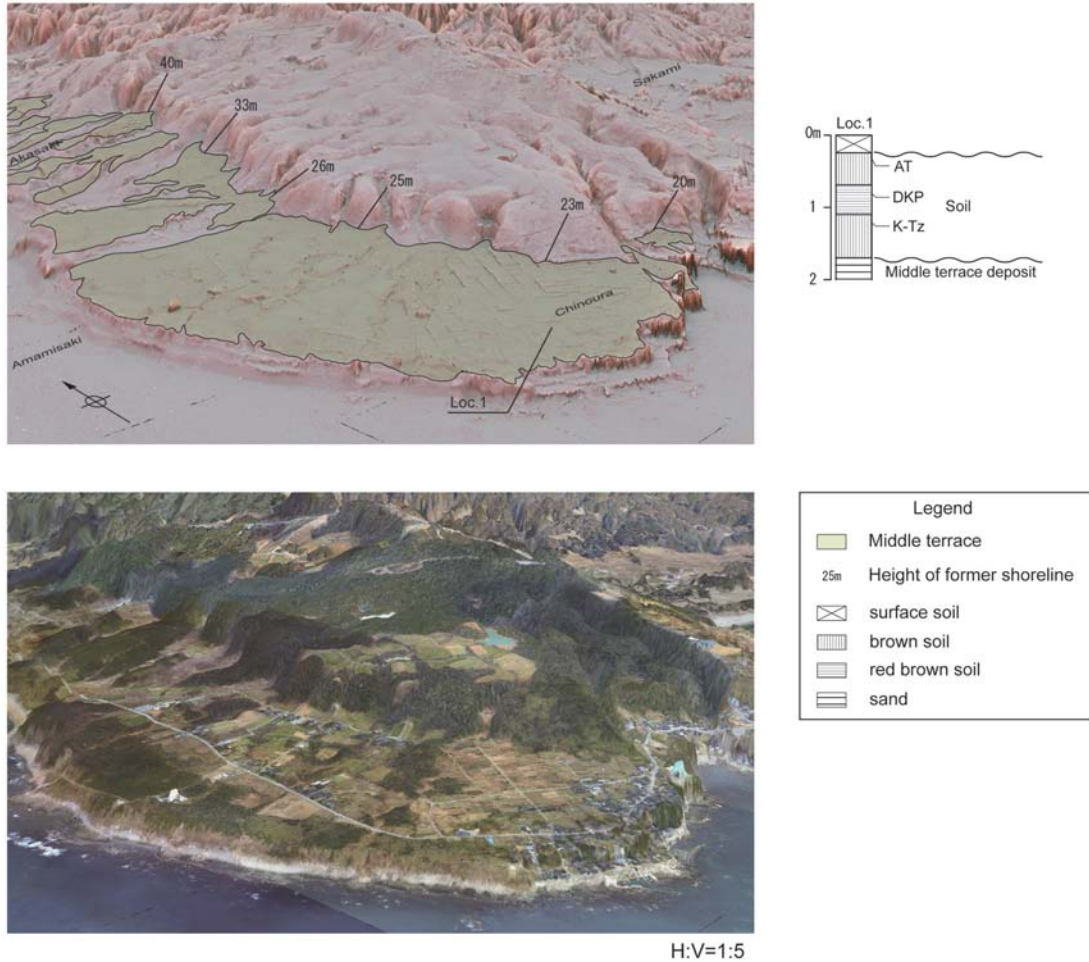


Fig. 4. The birds-eye view of Red Relief Image Map of 1 m-DEM (upper) and Ortho Image (lower), and columnar section at Chinoura.

なる堆積物が認められ、その堆積物を覆う土壤が確認された。土壤は赤褐色～褐色土壤からなり、深さ 1.2m 土壤に認められた火山灰は、分析の結果、火山ガラスの形態、高温型石英 (β -石英) を含むことなどから、鬼界葛原テフラ (9.5 万年前: 町田・新井, 2003) と判定された。

(2) 志賀町宿女付近 (Fig. 5)

航空レーザ計測による 1 m-DEM によれば、宿女から坪野にかけて中位段丘よりやや高度が高く凹凸のある地形が分布している。現地調査の結果、宿女付近 (Loc. 2) では、締まったシルト質砂層からなる中位段丘堆積層が認められ、それを古砂丘と考えられる未固結の砂層が覆っていることが確認された。また、航空レーザ計測による 1 m-DEM によれば、館付近には地形面の広がりには小さいものの、周囲の中位段丘とほぼ同標高の地形面が分布し、その東方には、これらよりに比べ標高が高く、平坦性の乏しい地形面が分布する。現地調査の結果、西方の地形面 (Loc. 3) には、シルト質砂層が認められ、そ

れを周辺の中位段丘と同程度の色調を呈する褐色土壤が覆っていることが確認された。一方、東方の地形面 (Loc. 4) には、基盤岩である砂岩層とその上位にシルト質砂層が認められ、それを周辺の高位段丘と同程度の色調を呈する赤色～赤褐色土壤が覆っていることが確認された。

完新世離水海岸地形: 輪島市光浦町から志賀町千の浦にかけて実施した空中写真判読および現地での地形調査に基づくと、能登半島西岸のうち、特に輪島市から門前、そして震源断層が通過したとされる鹿磯から南方の千の浦付近までには、少なくとも 2 つのレベルに完新世に離水したと思われる波食棚・ノッチなどの海岸地形が認められる。以下、高位に位置する汀線を示唆する地形を L1、低位のそれを L2 と仮称する。調査結果を、北から反時計回りに、輪島地区、皆月地区、門前地区、剣地地区、富来地区に分けて順次記載する (Fig. 6)。完新世離水海岸地形と判断される地形単元は小さいため、その分布範

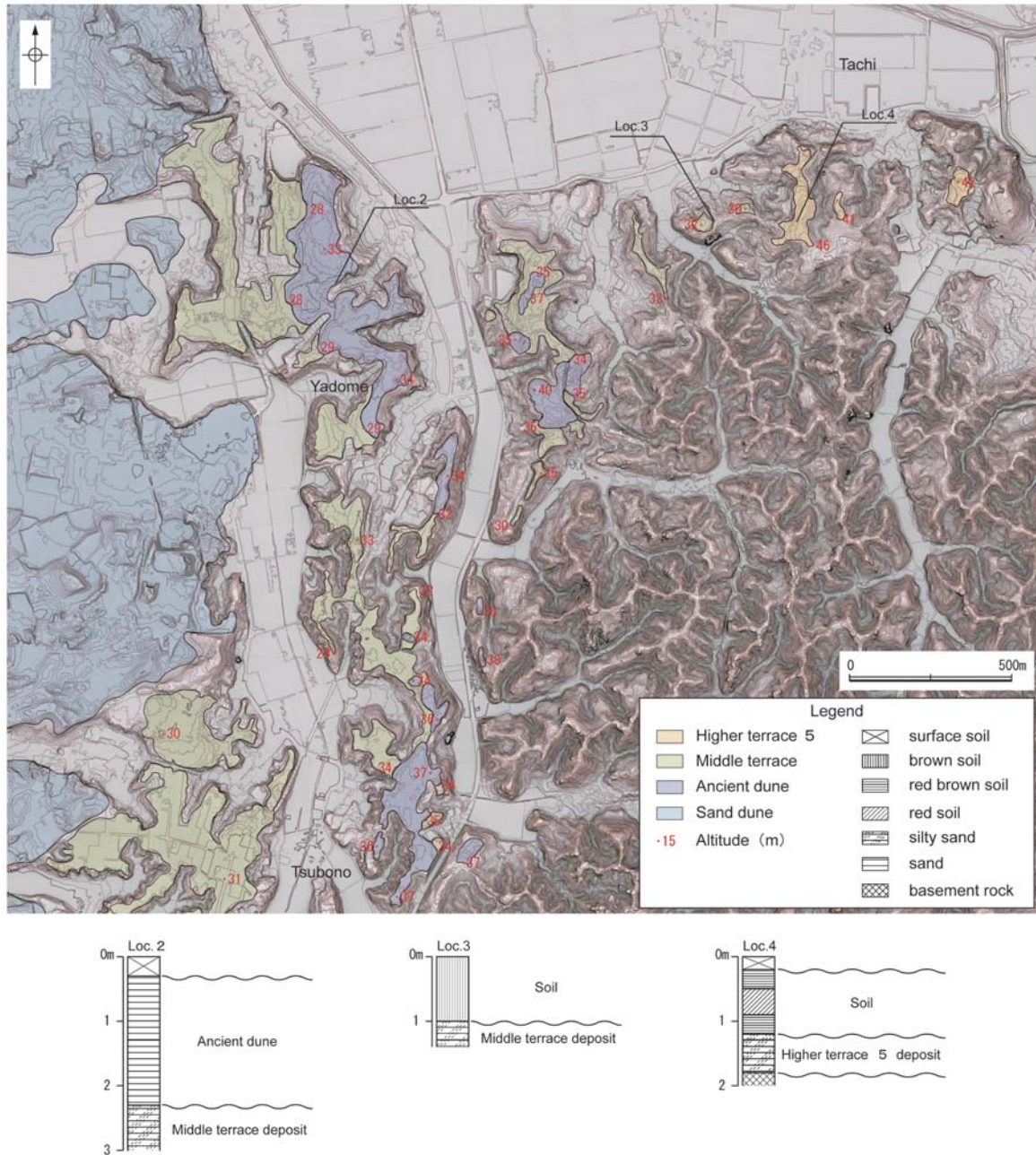


Fig. 5. Topography and columnar sections at Yadome.
Map is using the Red Relief Image Map of 1 m-DEM.

図の概略を示す (Fig. 7~Fig. 11). また, 各地点で計測された L1, L2 の高度分布を Fig. 12 に示す.

(1) 輪島地区 (Fig. 7)

輪島市街の西方, 光浦トンネル付近の海岸線 (通称ダルマ瀬) に沿って 2 つのレベルに完新世離水海岸地形が認められる. L1 は B 断面において標高 7~8 m に平坦な地形をもち民家等が建っている. L2 は標高 3~5.5 m に分布する同様の平坦な地形であり, 主に国道となっている. いずれの離水地形上には海浜堆積物はほとんど認め

られないので, いずれも波食棚と判断される.

(2) 皆月地区 (Fig. 8)

輪島市光浦町から西方へ, 吉浦付近までの海岸線では, 海食崖下に岩石侵食海岸が連なり, 連続的に離水海岸地形が見られる. 標高 8~11 m にある L1 は C, D, K 断面において観察され, 旧汀線高度の最高値は 11 m 程度である. L2 は標高 4~6 m ほどに分布する波食棚であり, とくに旧海面の位置を示唆する地形として F 断面では標高 3.8 m にノッチ (波食窪) が認められた.

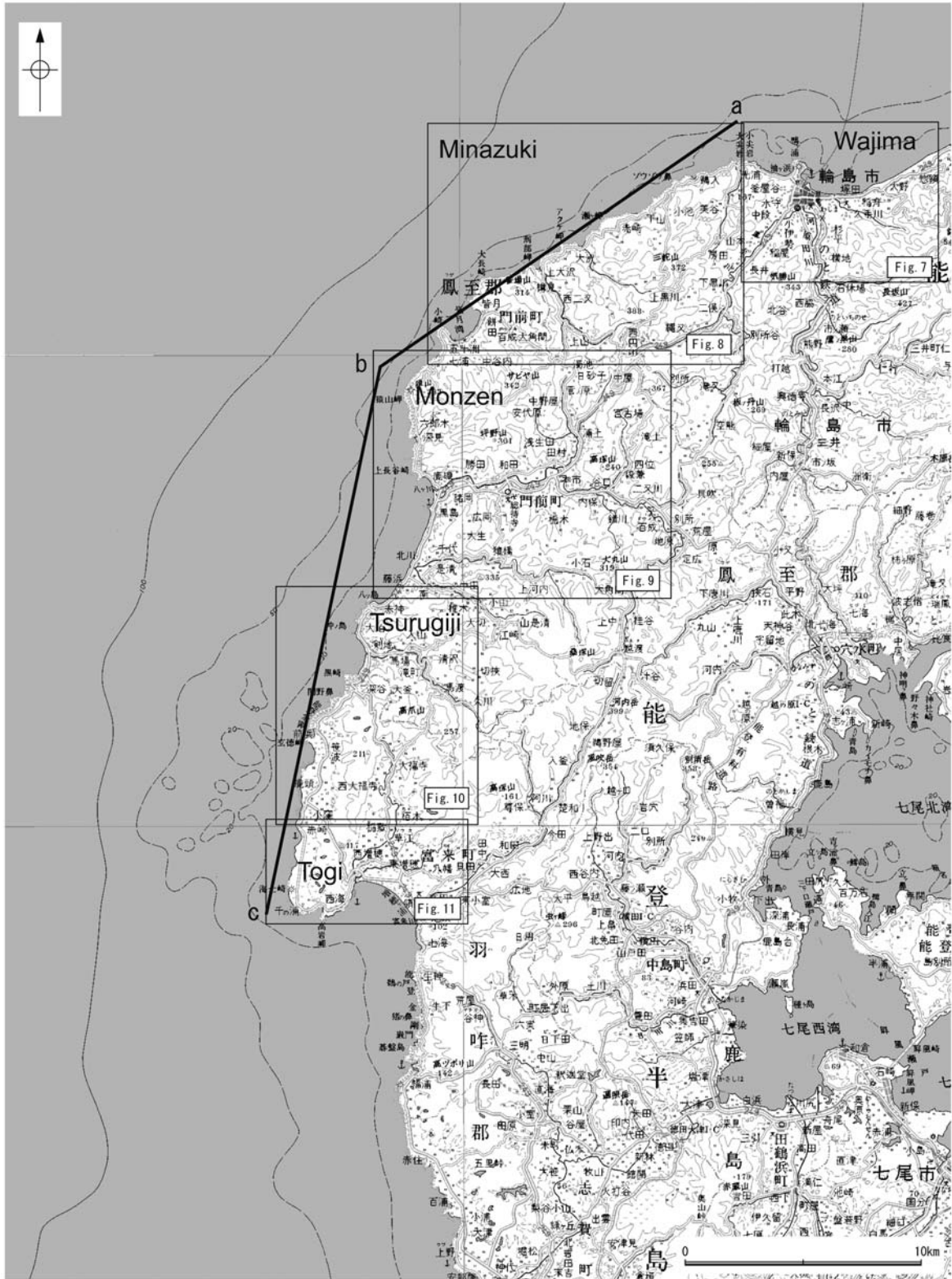


Fig. 6. Index map of the detailed description of Holocene emerged shoreline topography.

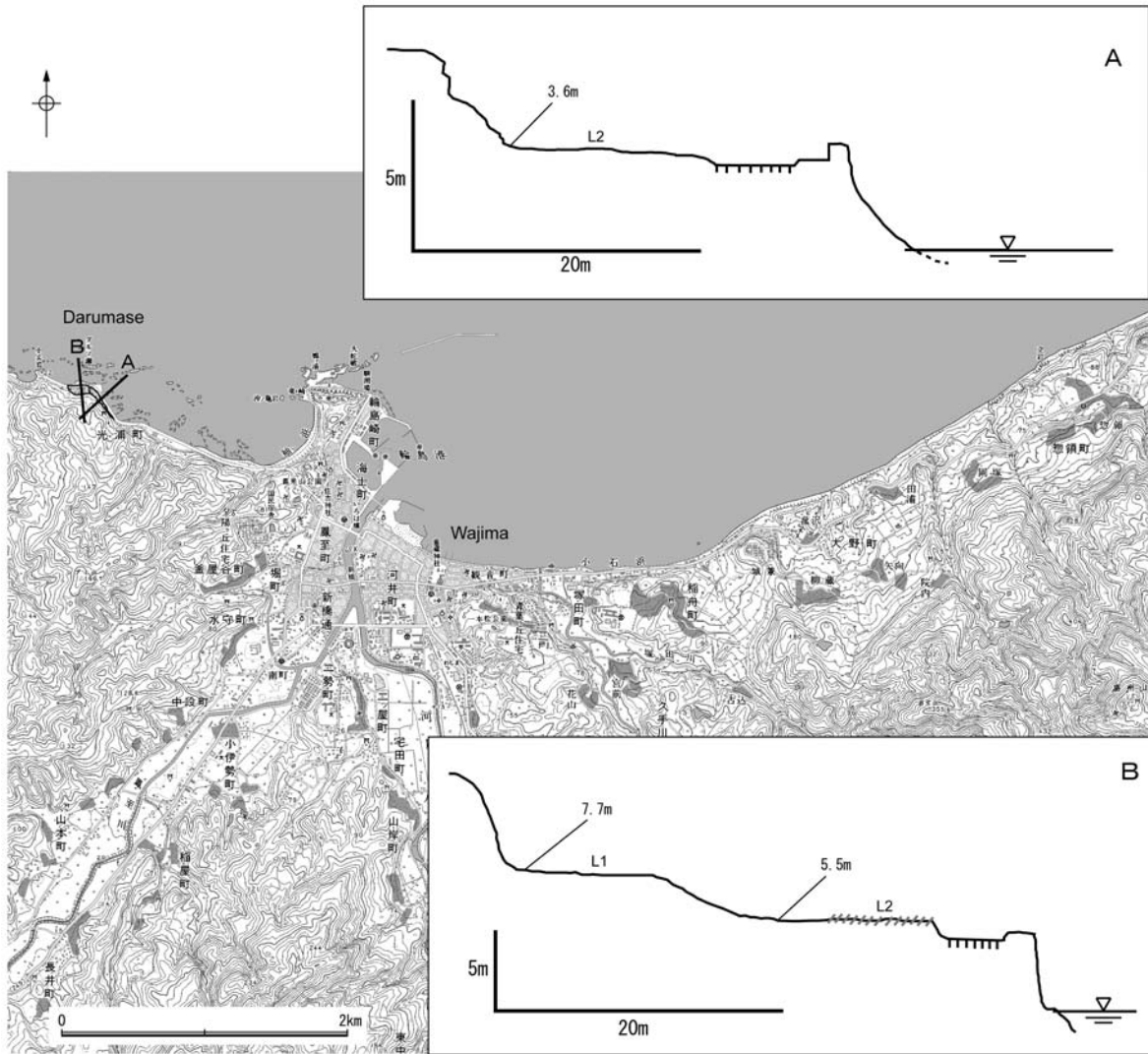


Fig. 7. Distributions (dotted area) and topographic cross sections (insets) of Holocene emerged shoreline topography in Wajima area.

(3) 門前地区 (Fig. 9)

2007年能登半島地震の震源断層が通過すると考えられる鹿磯付近を含む南北走向の海岸線に沿って、ほぼ連続的に離水海岸地形が分布する。鹿磯より北では、岩石侵食海岸地形、鹿磯から南では砂丘に覆われる堆積性海岸地形となっている。L、M断面では砂質堆積物が露出し、海浜堆積物と砂丘砂との判別が難しい。また、黒島付近のM断面は緩傾斜の地形断面を示し、砂丘砂に広く覆われていて旧汀線地形の位置は判定しにくい状況である。

(4) 剣地地区 (Fig. 10)

海岸侵食の強い海岸線であり、離水海岸地形の分布は悪い。剣地の北にある大泊では、集落のあるL1相当の波食棚、沖合いのキノコ岩上の離れ岩が認められる (N

断面)。キノコ岩の周辺はノッチ状の波食が進行し、roof point (ノッチの上面で屋根状に海岸に突き出た場所) の標高は3.0m、retreat point (ノッチの最奥部に削りこまれた場所) の標高は2.3mであり、高度からみると北部のL2相当の離水地形と思われる。能登金剛の海岸付近には旧汀線高度5.6mの離水波食地形があり、高度からみてL1相当と判断される (O断面)。

(5) 富来地区 (Fig. 11)

富来西方には更新世段丘地形の発達の良い半島があり、その西側にはほぼ連続的に完新世離水地形も分布する。P断面には標高約5mのL1相当の波食棚地形がある。灯台のある海士岬付近でも同様に標高約5mのL1相当の離水波食棚が見られ (Q断面)、その連続性は良い。最南部の千の浦では、標高約3mにL2相当の波食

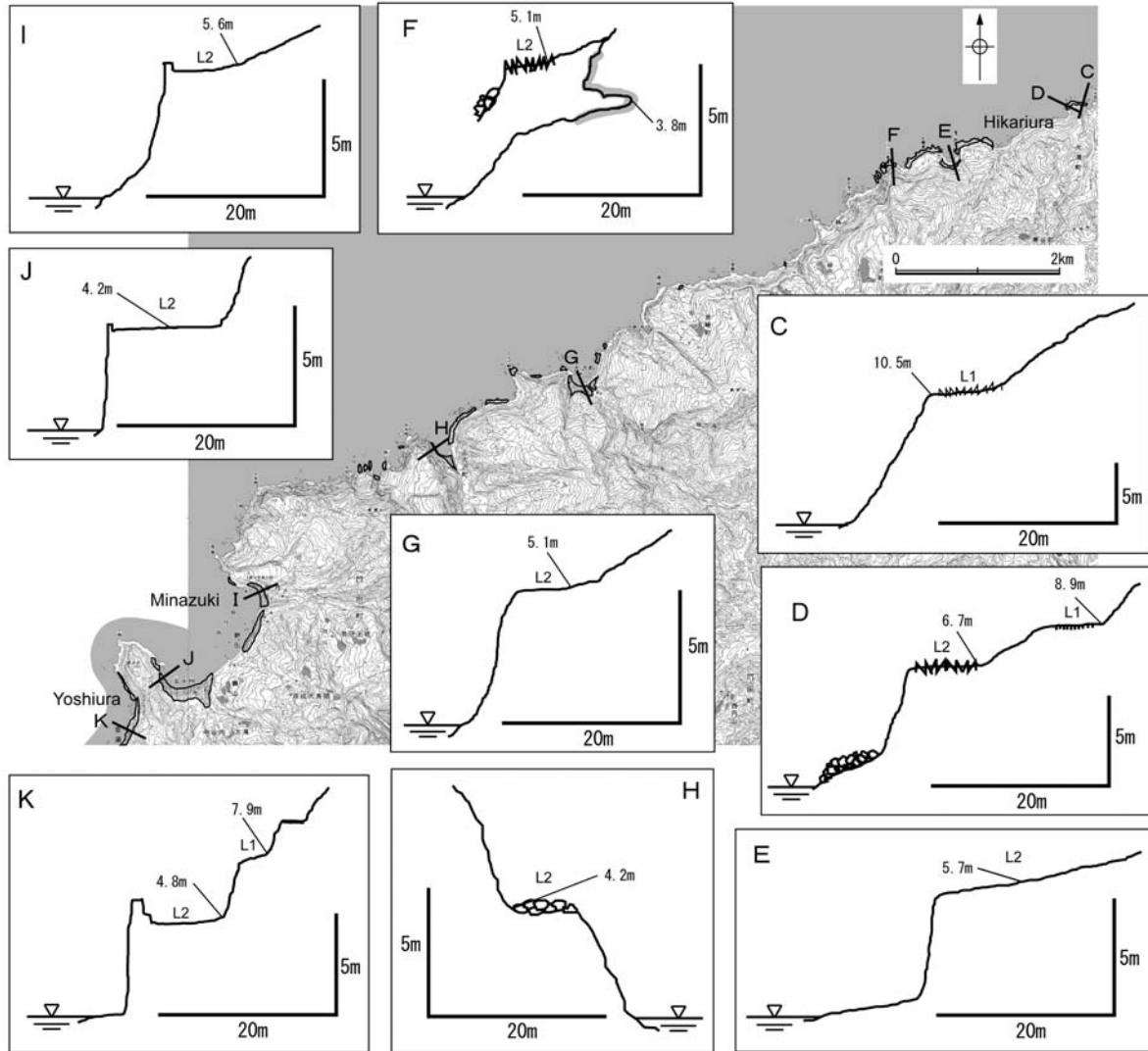


Fig. 8. Distributions (dotted area) and topographic cross sections (insets) of Holocene emerged shoreline topography in Minazuki area.

棚地形があり、現海岸線との間の標高 1.5 m に別の離水波食棚が認められる (R 断面)。

5. 第四紀後期海成段丘の高度分布から知られる地殻変動

5.1 更新世段丘の変動様式と隆起速度

航空レーザ計測による 1 m-DEM を用いて検討した中位段丘の旧汀線高度分布を Fig. 13 に示す。これによれば、中位段丘の旧汀線高度は滝町から福浦港北方までは標高約 30 m で緩やかな波状を示しているようにも見える。一方、海士岬から北方については、海士岬付近では標高 26 m であり、関野鼻付近では一度標高を減ずるものの、赤神の標高 63 m まで徐々に高度が上昇している。その高度差は最大で 37 m である。このように、滝町か

ら福浦港北方までの区間と海士岬から赤神までの区間では、振幅が大きく異なる 2 つの波状変位が存在していると考えられ、海士岬以北は北から南へ高度を減ずる傾動隆起を示しているようである。

また、Omura (1980) によれば能登半島北部の中位段丘 (M1 面) を構成する平床貝層の年代測定結果は 12 万～13 万年前とされており、太田・国土地理院 (1997) によれば中位段丘 (M1 面) の形成は最終間氷期の海進時とされている。よって、中位段丘の隆起速度については、中位段丘の形成時期を約 12.5 万年前と仮定し、海面変化を無視した場合、最高値は赤神 (標高 63 m) で 0.5 m/千年程度となり、最低値は海士岬 (標高 26 m) で 0.2 m/千年程度となる。

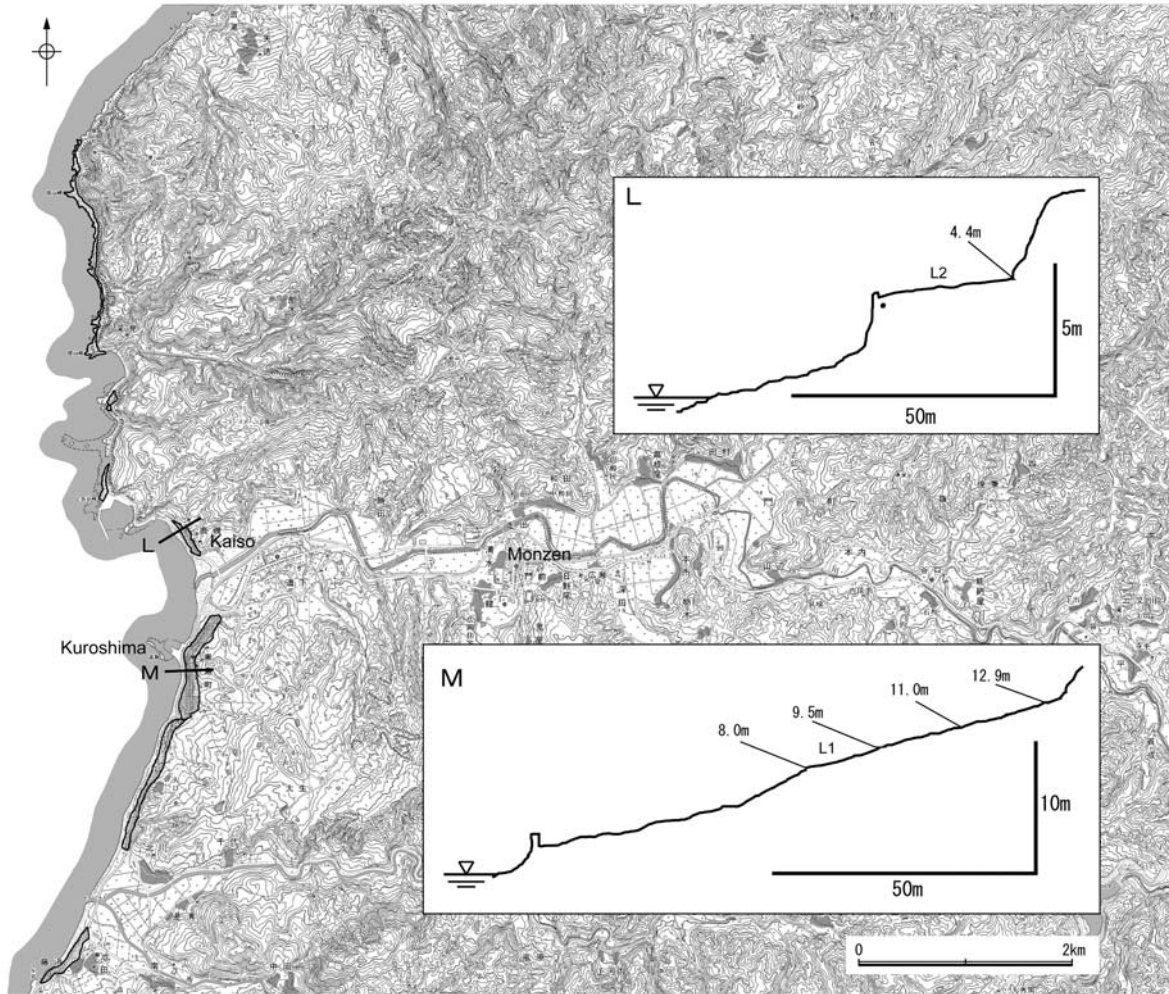


Fig. 9. Distributions (dotted area) and topographic cross sections (insets) of Holocene emerged shoreline topography in Monzen area.

5.2 完新世離水海岸地形から知られる地殻変動

各地点において計測された旧汀線近くの高度分布をまとめ、対比される可能性のある離水地形の単元で見ると、大局的には北から南へ高度を減じているように見られる (Fig. 12)。輪島から西方の皆月 (A~K)、鹿磯付近 (L) までの L1 は標高 8~10 m であり、それ以南では順次高度を下げ、千の浦 (R) では標高 6 m 以下になる。同様に L2 も標高 6 m から 3.5 m へ低くなる。これらの離水地形の離水プロセスについては、詳細は不明である。完新世後半の相対的な海面の変化量は大きくても 2 m 程度 (太田ほか, 1982) とされてきたが、最近の氷床融解モデルによる絶対的な海面変化曲線などによれば上下振動はほとんどないことが示されている (中田・Lambek, 1988; Clark *et al.*, 1978)。これらの海面変化曲線に基づけば、本地域の離水地形の高度形成は海面変化以外の原因による可能性が高い。L1, L2 の高度分布は海

面変化量を含まないとすると、ほとんどがテクトニックな隆起を示唆しているものと考えられる。更新世段丘と比較してみると、震源断層が通過すると考えられる鹿磯 (L) 以南では、南への傾動という点では同様の様式である (Fig. 13)。しかし、赤神付近 (N) を極大値とする波状隆起パターンと厳密には一致せず、今回の震源断層以北の下盤と考えられる海岸部に、上盤地域以上に標高の高い完新世離水地形が存在していることになる。

これらの事実は本地域のサイスモテクトニクスを考慮する上で重要である。すなわち、今回の地震で顕著な隆起を伴わなかった断層下盤側により高い離水地形があることは、それらを隆起させるテクトニックな理由が必要となる。輪島北西沖には南傾斜の逆断層が推定されており (岡村, 2007)、その活動によって隆起を繰り返してきた可能性がある。今回の震源断層のみならず、周辺海域の活構造と能登半島の隆起プロセスの関係を明らかにし

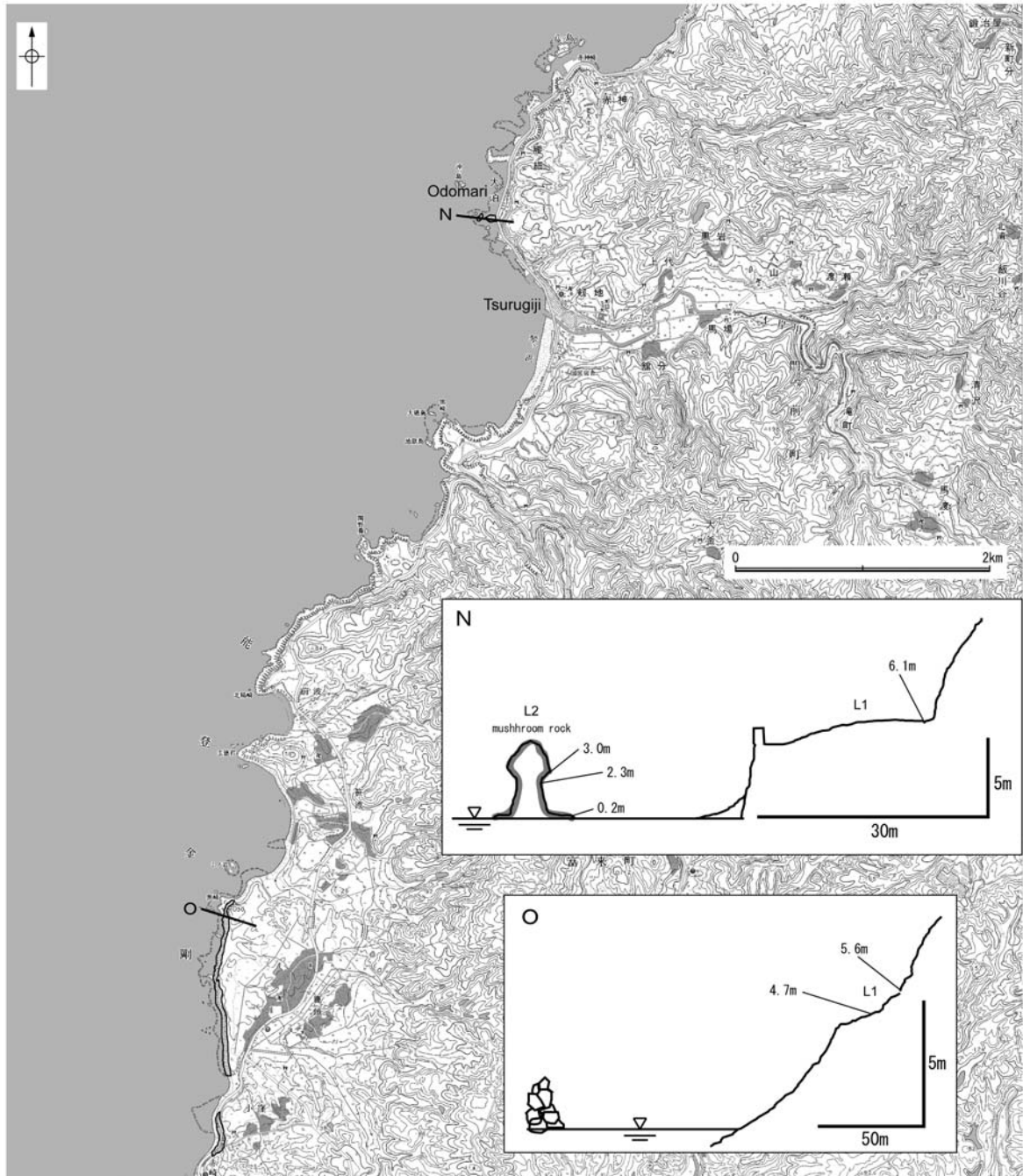


Fig. 10. Distributions (dotted area) and topographic cross sections (insets) of Holocene emerged shoreline topography in Tsurugiji area.

ていく課題が残されたといえよう。

6. 2007年能登半島地震性地殻変動とその累積性に関する考察

3.1で述べたように地震直前直後の航空レーザ計測による1m-DEMの標高差分値から作成した鉛直地殻変動図(Fig. 1)によれば、海岸線付近では海士岬から鹿磯に

かけて隆起し、関野鼻から赤神にかけて0.3~0.45mの値を示す波状の隆起が確認された。海士岬以南については、海棲生物の分布高度やInSARの結果を踏まえても今回の地震による変位量はほとんど認められない。

このようにして求めた海岸部における能登半島地震に伴う鉛直地殻変動の様式は、中段段丘の旧汀線高度分布から分かる変動様式と極めて調和的である(Fig. 13)。

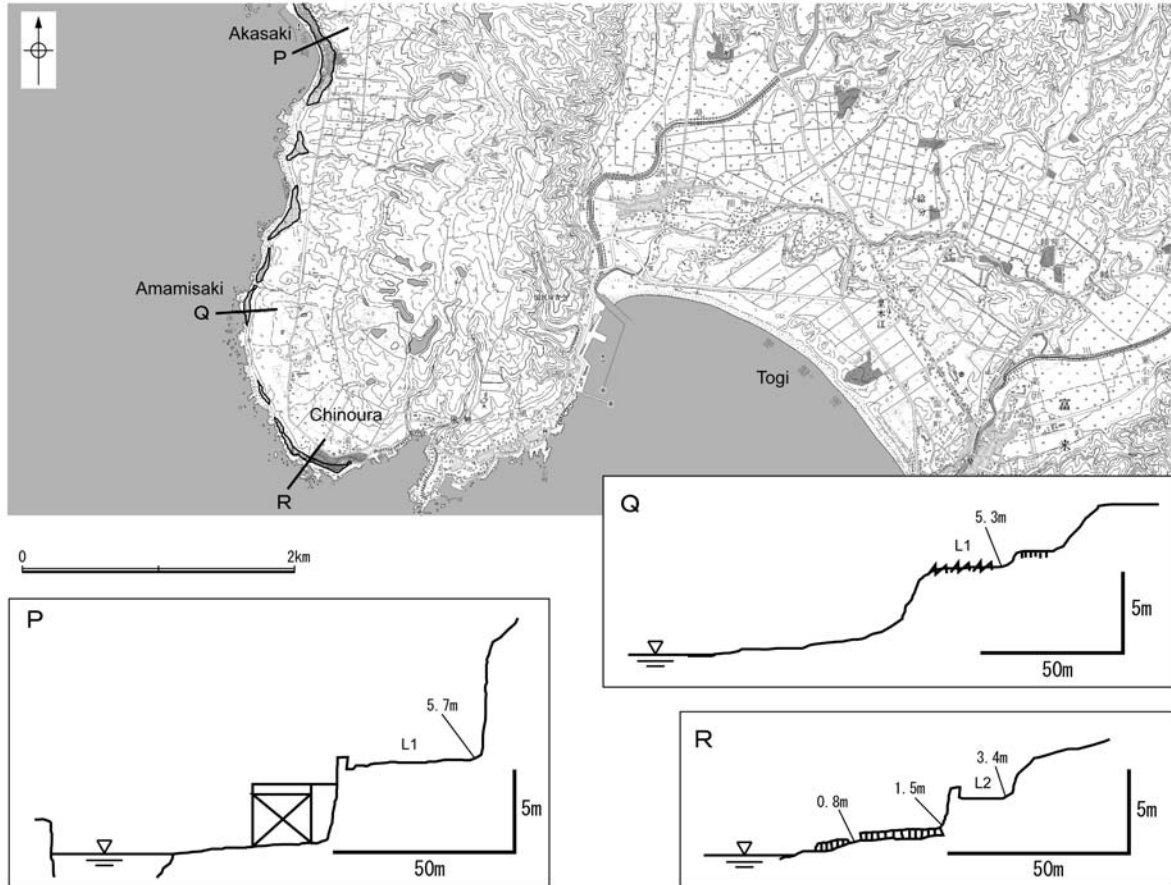


Fig. 11. Distributions (dotted area) and topographic cross sections (insets) of Holocene emerged shoreline topography in Togi area.

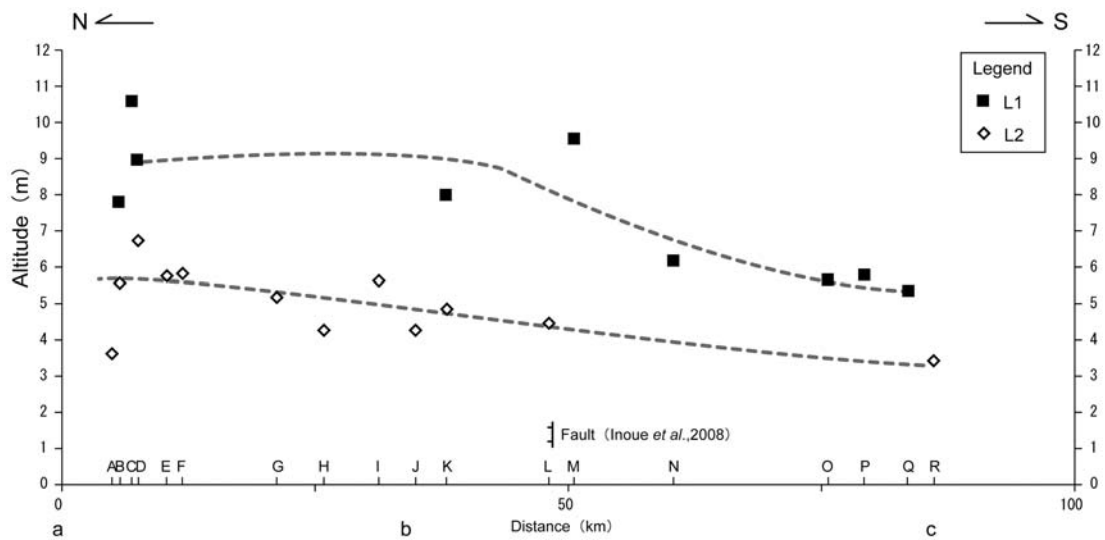


Fig. 12. Height distribution of Holocene emerged shoreline topography.
a, b, c is points on the projection line and A~R indicate the position of topographic cross-sections.

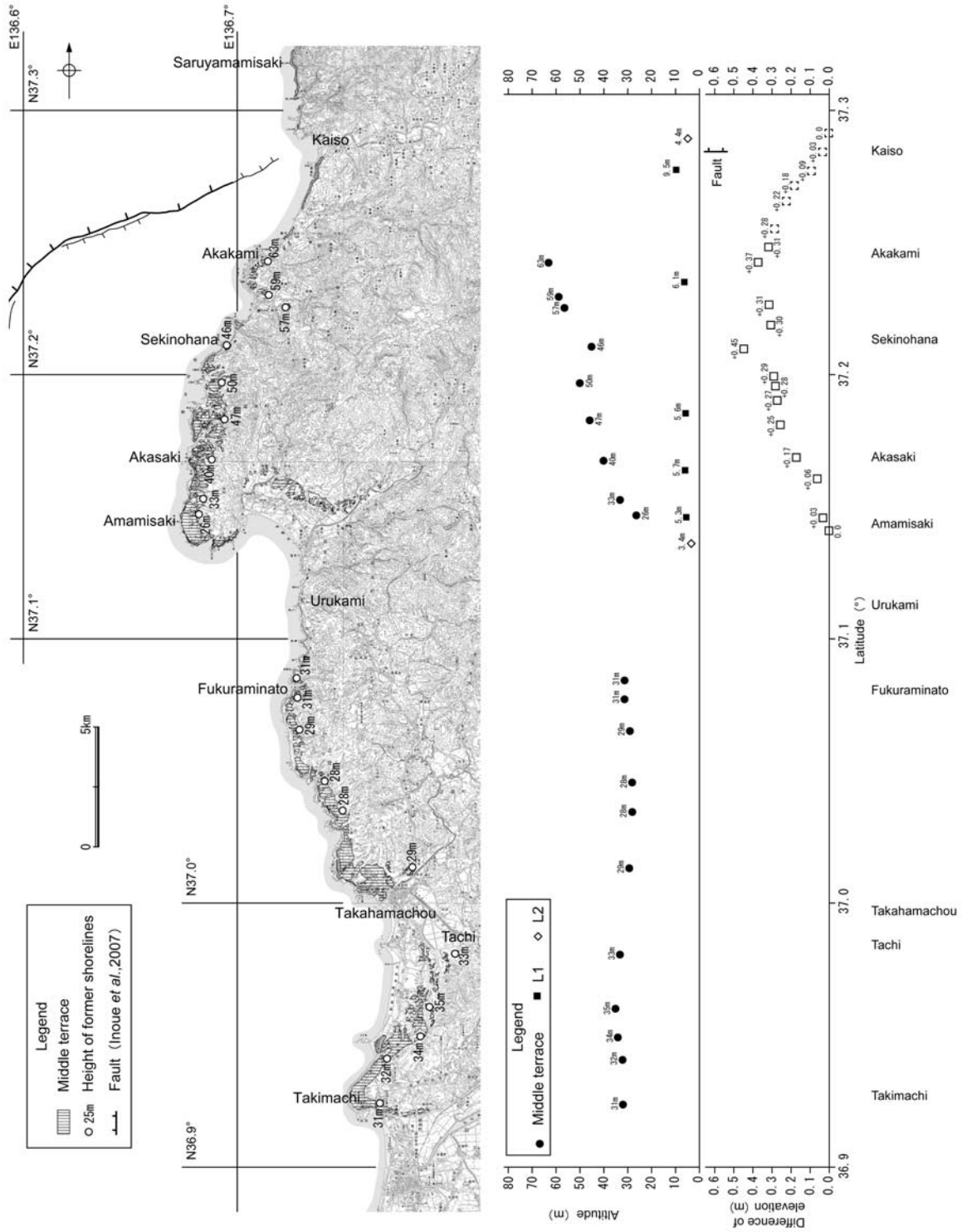


Fig. 13. Height distribution of former shorelines of middle terrace, L1, L2 and crustal movement with The 2007 Noto Hanto Earthquake.

よって、海士岬から赤神までの旧汀線の高度分布は傾動隆起の累積を示していると考えられる。旧汀線高度の最低値に着目し傾動成分を分析する宮内(2001)の手法に基づいた場合、旧汀線高度の最高値を示す赤神(標高63m)と最低値を示す海士岬(標高26m)の標高差37mが傾動成分となる。一方、地震前後の1m-DEMから求めた傾動隆起成分は0.45mであることから、今回の地震と同様の地殻変動が地震のたびに繰り返すと仮定した場合、中位段丘が形成された12.5万年前以降、83回(37m÷0.45m)の地震が発生したこととなり、その平均活動間隔は1,500年前後と推定される。

滝町から福浦港北方までの区間には、海士岬以北とは異なる緩やかな波状変位を伴う段丘変形が認められることから、今回の地震セグメントとは別のセグメントに由来する可能性がある。

7. まとめ

2007年能登半島地震の発生直前直後の航空レーザ計測による1m-DEMを比較することにより得られた鉛直地殻変動の様式は、同じ範囲の中位段丘の旧汀線高度分布からわかる変動様式と調和的であることがわかった。海成段丘の波状隆起は今回の地震と同様の地殻変動の累積と考えることが可能である。2007年能登半島地震の示差的隆起成分(0.45m)が中位段丘のそれ(37m)を生み出したと仮定した場合、中位段丘形成以降に今回のタイプと同じ地震が83回起きたことになり、平均活動間隔は約1,500年と推定される。

謝 辞

現地調査に際しては、(株)ダイヤコンサルタントの高瀬信一氏、富岡伸芳氏、橋徹氏、(株)大和地質研究所の齊藤晃氏に御協力を頂いた。本研究の一部には、平成19年度科学技術振興調整費(平成19年(2007年)能登半島地震に関する緊急調査研究)を用いた。

文 献

栗田泰夫・遠田晋次・金田平太郎・吾妻 崇・堀川晴央・穴倉正展・越後智雄, 2007, 旧汀線の高度分布から検出された

- 2007年能登半島地震に伴う上下地殻変動, 日本地球惑星科学連合2007年大会予稿集, Z255-P022
- Clark, J.A., W.E. Farrell, and W.R. Peltier, 1978, Global changes in postglacial sea level: A numerical calculation, *Quaternary Res.*, **9**, 265-287.
- 井上卓彦・村上文敏・岡村行信・池原 研, 2007, 2007年能登半島地震震源域の海底活断層, *地震研究所彙報*, **82**, 301-312.
- 小池一之・町田 洋編, 2001, 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会, 105p.
- 町田 洋・新井房夫, 2003, 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会, 336p.
- 宮内崇裕, 2001, 旧汀線高度からみた東北日本弧北部の広域地殻変動. 米倉伸之・岡田篤正・森山昭雄 編「大学テキスト変動地地形学」, 古今書院, 157-169.
- 中田正夫・Lambeck, K., 1988, 後氷期海面変化とマントルレオロジー—南極の融解の歴史—, *地震*, 第2輯, **41**, 3, 443-455.
- 野原幸嗣・野口猛雄・穴田文浩・浜田昌明・小野田敏・沼田洋一・山野芳樹・鈴木雄介・佐藤比呂志, 2007, 航空レーザ計測による2007年能登半島地震の地殻変動, *地震研究所彙報*, **82**, 321-331.
- 岡村行信, 2007, 能登半島西方海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, 61 (CD), 産業技術総合研究所
- Omura, A., 1980, Uranium-series age of the Hiradoko and Uji shell beds, Noto Peninsula, Central Japan, *Transaction of Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., **117**, 247-253
- 太田陽子・松田時彦・長沼和雄, 1976, 佐渡小島地震(1802年)による土地隆起量の分布とその意義, *地震*, **29**, 55-70
- 太田陽子・平川一臣, 1979, 能登半島の海成段丘とその変形, *地理学評論*, **52**, 169-189
- 太田陽子・松島義章・森脇 広, 1982, 日本における完新世海面変化に関する研究の現状と問題—Atlas of Holocene sea-level records in Japan を資料として—, 第四紀研究, **21**, 133-143.
- 太田陽子・国土地理院, 1997, 1:100,000 地殻変動土地条件図能登半島, 国土地理院技術資料, D・1-No. 347
- Ozawa, S., H. Yagai, M. Tobita, H. Une, and T. Nishimura, 2008, Crustal deformation associated with the Noto Hanto Earthquake in 2007 in Japan, *Earth Planets Space*, **60**, 95-98.
- 穴倉正展・越後智雄・行谷佑一・村上文敏・井上卓彦・岡村行信, 2007, 過去にも生じていた能登半島地震—2007年震源断層の南西延長が1982年に活動した?—, 日本地震学会2007年度秋季大会予稿集, P1-028
- 山本博文・奥山大嗣・江戸慎吾, 2007, 生物指標から見た平成19年(2007年)能登半島地震における海岸隆起, 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要, **14**, 33-46.

(Received February 1, 2008)

(Accepted March 9, 2008)