



2024年度秋季学術大会シンポジウム 「令和6年能登半島地震から考える大地の動き」 の概要

安江健一^{*1}・廣内大助^{*2}・楳原京子^{*3}・副田宜男^{*4}

Overview of the 2024 fall meeting symposium: Crustal movement considered from the 2024 Noto Peninsula Earthquake

Ken-ichi Yasue^{*1}, Daisuke Hirouchi^{*2}, Kyoko Kagohara^{*3} and Yoshio Soeda^{*4}

の専門家からご講演を頂いた。

1. シンポジウムの全体概要

2024年11月3日、信州大学長野（教育）キャンパスにおいて、公開シンポジウム「令和6年能登半島地震から考える大地の動き」が一般社団法人日本活断層学会の主催、フォッサマグナミュージアムの後援によって開催された。本シンポジウムには、会員、非会員をあわせて、約130名の参加があった。本稿は、本シンポジウムの概要を報告するものである。

本シンポジウムは、2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震（以下、「2024年地震」という）に関連する調査・研究の成果について知り、この地震を通して大地の動きに関して多面的に考えることを目的に実施した。2024年地震は、能登半島北部から中部を中心に地震動や斜面崩壊等により大きな被害をもたらした。石川、富山、新潟、福井などでは、この地震に伴い液状化が多くの地点で生じたほか、各所で津波が確認されている。2024年地震では、能登半島北側の海域に分布する活断層がずれ動き、沿岸部では著しい隆起で海が干上がった。また、内陸部では、珠洲市若山川沿いで上下変位2 mを超える線状の地表変状が出現した。これらの現象などを対象として、多くの研究者が緊急調査・研究を精力的に進めてきた。本シンポジウムでは、2024年地震に係る地殻変動、地質構造、地形変化、海岸隆起、地表変状、津波などの調査・研究をしている7名

2. 各講演の概要

ここでは7件の講演について、その概要を紹介する。

(1) 小林知勝氏（国土地理院）から、「人工衛星から視る令和6年能登半島地震の地殻変動と断層運動」と題して、人工衛星が捉えた地殻変動や地形変化、地表の動きから推定した地下の断層の特徴などについて講演がなされた(第1図)。

地表の動きを知れば地下の動きを知ることができることから、できるだけ詳しく地表の動きを知る必要がある。その道具として衛星測位システム（GNSS）と合成開口レーダー（SAR）が用いられており、それぞれの仕組みや観測データについて動画を用いて詳しく説明された。GNSS観測の成果としては、2007年能登半島地震や2024年地震の地殻変動が紹介された。SARは、GNSSの観測点がないところでも空間的に画像として視覚的に変動の位置と量がわかることが最大の特徴であり最大の長所であること、天候が悪くてもデータが取得できることなどが説明された。SARが観測した2024年地震の地殻変動は、半島の西端で4 m程度、半島の東部で2 m程度の隆起と非常に大きな変動であり、電波の反射強度の画像を確認するなどの他の手法の結果も確認して、地殻変動や沿岸部の地形変化の分布を公表したとのことである。また、このように地表の動きから推

^{*1} 富山大学
^{*2} 信州大学
^{*3} 山口大学
^{*4} 西日本技術開発株式会社

^{*1} University of Toyama
^{*2} Shinshu University
^{*3} Yamaguchi University
^{*4} West Japan Engineering Consultants, Inc.

定した断層面は、内陸側へ40°から50°傾いており、4 m隆起した地点の地下5 kmほどのところで10 mほどずれたことが紹介された。

地殻変動は、2024年地震の後も続いており、地震後3ヶ月間のGNSS観測では、能登半島が北西方向へ3 cm程度じわじわ動いており、最大5 cm程度沈降していることが紹介された。また、そのメカニズムについて、下部地殻や上部マントルの動きと合わせて説明された。

詳細は、小林知勝氏からの報告を参照いただきたい。



第1図 小林知勝氏による講演。

Fig. 1 Photograph of the lecture by Dr. Tomokazu Kobayashi.

(2)石山達也氏（東京大学）から、「令和6年能登半島地震震源域周辺の地殻構造と断層構造」と題して、地球物理学的データ・構造探査データから示唆される本州弧・日本海の地殻構造と活断層の構造的特徴、能登半島・富山トラフ周辺の海底活断層の構造的な特徴などについて紹介され、能登半島周辺で発生している地震がどのように理解されるかについて説明された。

日本列島全体の第四紀のテクトニクスを考える際の主要な構造として、中新世の日本海拡大期のリフティングの構造、鮮新世以降の東北日本弧における歪みの局所化、東北日本弧の地殻構造断面の特徴などについて説明された。とくに、日本海東縁は、日本海の海洋地殻と島弧あるいは大陸地殻の遷移的境界部であり、この場所でこれまでに大きな地震が多発していることが説明された。

一方、富山トラフ周辺は、海洋地殻が形成されていないが、P波速度が速い下部地殻の構造が見られ、世界中のリフト系で見られる構造とよく似ていることが示された。海陸統合探査から得られた能登半島の先端部から富山トラフを通り飛騨山地北西縁までの深部構造断面では、2024年地震の震源域で中新世に形成されたハーフグラベン群を切るような、地下で低角になる断層が活動したことがわかってきたこととして説明された。また、2024年地震の震源域の北東側に分布する上越冲断層帯は、2024年地震を引き起

こした断層に比べて、構造的に規模が大きく、このような構造の活動性が気になることが述べられた。

能登半島では、段丘面の分布と旧汀線高度の分布から南へ傾き下がるような現象が見られ、富山トラフの断層と能登半島北部の断層との長期間の地殻変動で段丘面が形成されていることが説明された。さらに、能登半島の北東部には従来知られている活断層よりも多くの活断層が分布していることがわかってきており、段丘面上に向斜状の変形や逆向き低断層崖などが存在していることが示された。

2024年地震は、富山トラフ周辺のリフト系の外側にあった正断層のいくつかが逆断層として活動した地震であり、比較的小さく見える構造でも連動すると大きな地震になるという重要な例であるとのことである。

(3)塚脇真二氏（金沢大学）から、「令和6年能登半島地震における岩体の崩壊ならびに海底の隆起にともなう地形変化」と題して、石川県全域にわたってドローンを使って撮影した2024年地震の前の貴重な写真を用いて、同じ地点の地震後の写真と比較しながら2024年地震で起こった地形・地質の変化が多く紹介された。

観光地でもある見附島は、2023年5月5日の地震で一部が崩壊していたが、さらに2024年地震で形が変わるほど大きく崩壊したことが紹介された。見附島の地質である珪藻質泥岩は、能登半島北東部を中心に分布しており、震源から離れた場所でも崩壊が見られていること、ブロック状になって壊れる傾向があることなどが紹介された。また、珠洲市仁江町の千畳敷などに分布する火砕岩類の斜面は、表層での崩壊が酷く、粗いものも細かいものも一緒になって瓦礫のように崩壊していることが紹介された。輪島市町野町曾々木では、岩窟不動付近があちこちで崩れた上に、2024年9月の奥能登豪雨の際に土石流が発生して、地震後の復旧が進んでいたところが壊れたとのことである。さらに、大きな崩壊の一つとして、泣き砂の浜で有名な琴ヶ浜の玄武岩岩体の柱状節理が大規模に崩壊したことが、横からと上からの写真で紹介された。

海岸の隆起・海岸線の変化としては、珠洲市の禄剛崎・木ノ浦・ゴジラ岩・堂ガ崎、輪島市の塩水プール・輪島港、隆起量が大きかった輪島市門前町付近の各所など、数多くの地震前後の写真が紹介された。また、輪島市町野町を流れる町野川の河口付近の写真から、2024年地震と奥能登豪雨の影響による河道の変化が示された。

構造物の被害・地盤の崩落としては、内灘町の地盤の液状化、かほく市の地割れや建物被害、輪島市白米千枚田の地震と豪雨に伴う地盤の崩落などが紹介された。その他に、輪島市の名舟漁港では、隆起した港に奥能登豪雨によって大量の流木が流入し、さらに復旧に時間がかかっているこ

となどが紹介された。

詳細は、塚脇真二氏からの報告を参照いただきたい。

(4) 宍倉正展氏（産業技術総合研究所）から、「能登半島地震における海岸の隆起と低位段丘の分布との関係」と題して、生物遺骸群集と低位段丘の調査から2024年地震の前に何がわかっていたかについて説明された。

2007年能登半島地震後の調査において、平均海面付近に分布するヤッコカンザシというゴカイの一種の遺骸から、半島西部の海岸付近が最大50 cmほど隆起したこと、1回数十cmの隆起が過去1,000年以内に3回あったことが明らかにされた。このような隆起の痕跡が能登半島西部だけでなく、北部の海岸付近でも見つかったことから、能登半島はM7以下の地震が数百年間隔で起こり、数十cmずつ隆起していると考えられた。さらに、その隆起だけでは説明できない1 mを超える大きな隆起によって形成されたと考えられる海成段丘の低位面が、能登半島北部に少なくとも3面分布していることが示された。低位面は、縄文海進の6,000年前以降にできているとすると、数千年に1回のタイミングで海底活断層のセグメントが複数連動してM7.5超の大きな地震が起きていると考えられるとのことである。

また、門前沖セグメントの活動においては、2007年能登半島地震でわずかに隆起した場所が2024年地震で非常に大きく隆起したことが紹介された。従来、一度動いた断層はしばらく動かないと考えられているが、17年後にもっと大きく動いたと考えられ、一度隆起して終わりではなく、その後にもっと大きく隆起する地震が起ころうことが説明された。

さらに、能登半島の地形を規定するような長期的な地殻変動は、2024年地震のような複数のセグメントが連動する数千年に1度起こる変動が規定しており、その間を埋めるように少しずつ隆起が発生していると考えられるとのことである。

(5) 立石良氏（富山大学）から、「令和6年能登半島地震に伴う海岸隆起と海底変状」と題して、2024年地震に伴う海岸隆起を現地で詳しく計測した結果と海底地形の調査状況について講演がなされた（第2図）。

2024年地震直後の1月3日には、地震で隆起して海面より上となった場所に、ピリヒバという紅藻が赤色で分布していたが、数日後には白くなったことが示された。繁茂しているピリヒバの上には、波の侵食作用によって形成されたノッチが分布しており、さらにその上にヤッコカンザシの群集が見られた。白いピリヒバの上面が隆起前の平均海面、赤と白のピリヒバの境界を現在の平均海面として、それらの差を隆起量として、能登半島の北西部から北東部にか

て95地点の隆起量を計測したことが紹介された。その結果、隆起量の分布に大きく2つのピークが見られることが示された。また、例外はあるものの険しい地形や高い山があるところは、隆起量の値が大きい傾向にあることが紹介された。

海岸の隆起は、海底の活断層の変位を反映しており、海底に断層が出現している可能性が考えられたことから、ゴムボートを使い、魚群探知機と水中ドローンで海底地形の調査を行っている。従来から示されている海底活断層付近で撓曲崖と思われる地形が分布しているが、そうでないところでも崖があり、そのような崖の成因などの調査が必要であるとのことである。水中ドローンでは、淘汰が悪い堆積物や破片状になった海藻が見られ、生物活動が見られなかったことから、地震で海底地形が変形している部分にあたることが説明された。

詳細は、立石良氏からの報告を参照いただきたい。



第2図 立石良氏による講演。

Fig. 2 Photograph of the lecture by Dr. Ryo Tateishi.

(6) 白濱吉起氏（東京大学）から、「能登半島北部谷底平野に現れた背斜状の地表変状」と題して、2024年地震の際に能登半島内の若山川、鈴屋川、鳳至川に沿って現れた地表変状の特徴とその成因などに関する講演がなされた。

2024年地震で能登半島北部が大きく隆起したことから、内陸に何かしらの変動が起きているかもしれないと考え、地震後の航空写真を判読し、現地調査で地表変状を確認したとのことである。珠洲市を流れる若山川沿いでは、延武地区、中地区、宗末地区、上山地区にわたる約6.8 kmにわたって断続的に地表変状が確認でき、上下変位が水平短縮変形によって形成されていることが説明された。また、地表変状は、若山川の南西延長上にあたる輪島市の鈴屋川沿いや里町でも観察できたことが紹介された。さらに、奥能登豪雨で護岸が流された地点において、断層が繰り返し活動していることがわかる露頭が観察できたことなどが紹介された。

輪島市の鳳至川では、北東-南西走向を示す複数の背斜状の地表変状が雁行しており、南東側へ張り出すような弧を描く特徴があり、北西側から地塊の移動があってこれらの地表変状が形成されたのではないかと説明があった。

これらの地表変状と地質構造との対応については、若山川沿いの地表変状の位置が岡田背斜によく一致しており、この背斜の成長を担う変形と考えられることが説明された。また、山地斜面が谷側へ移動し、層面すべり断層によって斜面物質が移動し、谷部で短縮変形が生じたと考えられることが説明された。

詳細は、白濱吉起氏からの報告を参照いただきたい。

(7) 呉修一氏（富山県立大学）から、「令和6年能登半島地震における富山沿岸部での津波と住民避難の調査報告」と題して、現地での津波調査と津波の数値計算の結果、津波と海底地すべりの関係、2024年地震で明らかになった津波に関する課題などについて講演がなされた（第3図）。

富山湾沿いの津波の遡上高は、能登半島の東部で5~6 m、富山付近は1~2 m程度であり、新潟方面へいくにつれて大きくなることが紹介された。また、海岸沿いに設置されているビデオカメラの映像が津波の特徴の把握に役に立ったとのことである。

東北大学のグループと一緒にしている津波の数値計算の成果として、珠州市鶴飼地区では第1波より第2波が大きく、半島の各所で反射してきた波が重なりあって浸水していく状況が動画を使って説明された。富山の津波の特徴として引き波ではじまっており、海底地すべりで引き波が起る原理が映像を使用してわかりやすく説明された。今回の地震だけから計算すると、最初の引き波が再現できなかったが、津波の到達時間が早い地点から推定した海底地すべりの位置を考慮して計算すると再現できたことが説明された。

津波からの避難については、アンケート調査から、津波がくると思ったから、津波警報を見聞きしたからというこ

とで、多くの人が早めに避難したことが紹介された。課題としては、車で避難した住民が多くて交通渋滞が発生したこと、ハザードマップを見たことがない人が5割程度いたこと、避難指示の解除のタイミングや仕方が難しいことなどが挙げられた。また、海底地すべりを今後どう考えるか、複数の断層の連動の影響について住民へどうやって説明していくかなども課題であるとのことであった。

詳細は、呉修一氏からの報告を参照いただきたい。



第3図 呉修一氏による講演と会場の様子。

Fig. 3 Photograph of the lecture by Dr. Shuichi Kure and venue situation.

3. おわりに

本シンポジウムが、能登半島地震でどのような現象が起きたのか、地震前後で地形・地質がどのように変化したのかを詳しく知る機会になるとともに、能登半島周辺で発生する地震のメカニズムや能登半島の地殻変動の理解促進につながれば幸いである。ご講演頂いた講師の皆様に改めて御礼申し上げます。

(2025年4月14日受付)

(2025年4月25日受理)

キーワード

能登半島地震、断層、隆起、津波、地形変化

Noto peninsula earthquake, fault, uplift, tsunami, landform change