

## 生物指標からみた令和6年能登半島地震における海岸隆起

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 福井大学地域環境研究教育センター 公開日: 2024-11-28 キーワード (Ja): 令和6年能登半島地震, 生物指標, 地殻変動, カキ, 越前海岸 キーワード (En): 作成者: 山本, 博文, Yamamoto, Hirofumi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/0002000367">http://hdl.handle.net/10098/0002000367</a>

# 生物指標からみた令和6年能登半島地震における海岸隆起

## Tectonic uplifting by the 2024 Noto Peninsula Earthquake estimated from the height distribution of the marine livings.

山本 博文\*<sup>1</sup>

(福井大学 学術研究院 教育・人文社会系部門 教員養成領域)

### 1. はじめに

2024年1月1日16時10分、石川県能登地方の深さ16kmを震源とするマグニチュード7.6の地震（令和6年能登半島地震）が発生し、石川県輪島市門前町走出および志賀町香能で震度7を観測したほか、奥能登地方の広い範囲で震度6強を、また福井県、石川県、富山県、新潟県を中心とするの広い範囲で震度5弱以上の揺れを観測した。地震調査委員会(2024a)によればこの地震の発震機構(CMT解)は、北西-南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型であり、GNSS観測によると地震に伴って輪島市で最大約2mの西南西方向への水平変位、新潟県から関東地方の広い範囲でも北西方向への広域地殻変動が観測された。「だいち2号」による合成開口レーダー画像の解析によると、輪島市で最大4m程度の隆起、珠洲市北部でも2m程度の隆起が推定された(国土地理院, 2024)。この地震を発生させた震源断層としては、能登半島西方沖から北東沖にかけて北東-南西方向に延びる複数の南東傾斜の逆断層が推定されており、海底地形変位も観測されている(地震調査委員会, 2024a,b)。

一方、能登半島では2007年3月25日に能登半島西岸を震源とするマグニチュード6.9の地震があり、能登半島西方海域の北東-南西方向に延びる長さ約20kmの逆断層(F14およびF15断層：片川ほか, 2005)が活動している。この地震活動に伴い輪島市門前町鹿磯から志賀町赤崎付近までの南北15kmの範囲で10cmを超える隆起があり、釧路では最大の約40cmの隆起を計測した(山本ほか, 2007)。今回の令和6年能登半島地震の隆起域は、この2007年の地震による隆起域と南西部で重複しており、両地震の関係性について検討が必要である。

そこで筆者は地震後の4月から6月にかけて現地に入り、山本ほか(2007)の調査方法を参考に海岸部において隆起量調査を行った。調査範囲は、南は石川県羽咋市の滝港から北東は輪島市東部の名舟漁港までの約75kmの範囲、29地点である(図1)。名舟漁港から能登半島の先端、禄剛崎付近にかけても2m程の地震隆起が推定されているが、今回は測定を行っていない。

本報告では、今回の隆起量の測定方法について述べるとともに、求めた地震隆起と2007年の地震隆起との比較、能登半島に広く形成されている海成段丘高度との関連性について考察を行った。また福井県の越前海岸沿いにおいても300~400年前の数mを超える隆起が明らかになっており(山本ほか, 2010; 山本・平井, 2015, 2018)、両地域の比較も行った。

(キーワード：令和6年能登半島地震, 生物指標, 地殻変動, カキ, 越前海岸)

\*<sup>1</sup> Hirofumi Yamamoto  
(Geological Lab., Faculty of School of Education, Univ. of Fukui)

## 2. 能登半島の地形・地質概略

能登半島は石川県の北半部を占める南北約 100km、東西約 50km の日本海側最大の丘陵性の半島であり、半島南部には丘陵地を断ち切るように<sup>おうちがた</sup> 邑知潟地溝帯が北東-南西方向に延びている。邑知潟地溝帯の北側ではおおむね標高 200m 以下の小起伏山地からなり、標高 400 m を超える地域は半島北端部の鉢伏山 (544 m)、宝立山 (471 m) を中心とする区域のみである。また能登半島は山地の高度分布に基づいていくつかの山地塊に分けられており (吉川・矢沢, 1955)、邑知潟以北では南より眉丈山地、桑塚山地、猿山山地、鉢伏山地、宝立山地と呼ばれている。

能登半島には海成段丘が広範囲に分布している。太田・平川 (1979)、小池・町田 (2001) は半島部に分布する海成段丘を細分し、能登半島の大部分が更新世中期以降の隆起によって形成されたことを明らかにした。また太田・平川 (1979) は海成段丘高度の不連続から能登半島は数個の傾動地塊に分かれており、傾動地塊の境界は山地塊の境界と一致するとしている (図 2)。

## 3. 能登半島周辺の活断層

能登半島南部には丘陵地を断ち切るように邑知潟断層帯が北東-南西方向に延び、邑知潟地溝帯を形成している (太田ほか, 1976; 活断層研究会, 1991)。邑知潟の北側半島西岸域では、断層を挟んで段丘高度に食い違いが認められる活断層としては富来川南岸断層、酒見断層 (太田・平川, 1979; 尾崎, 2010) が知られている (図 2)。

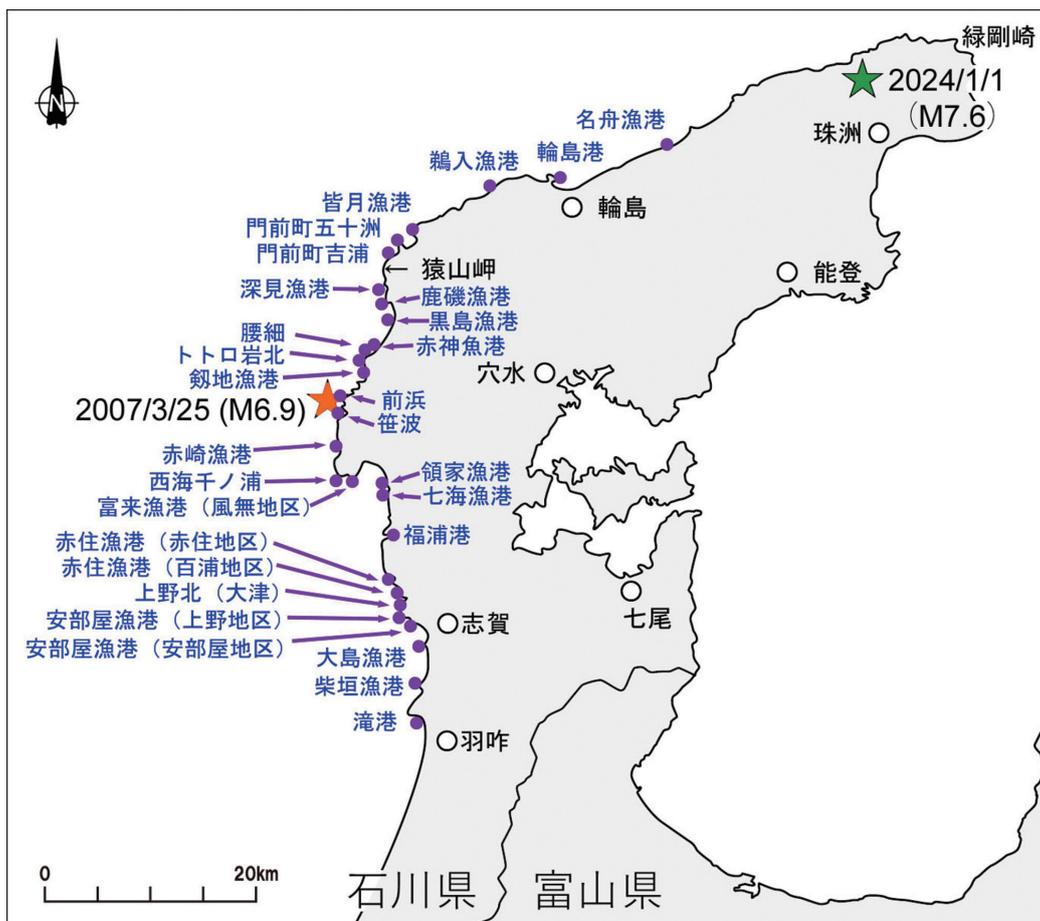


図1. 生物指標を用いた令和6年能登半島地震における隆起量測定地点 (港), および2007年の能登半島西岸での地震 (M6.9) ならびに2024年の令和6年能登半島地震 (M7.6) の震央位置 (星印).

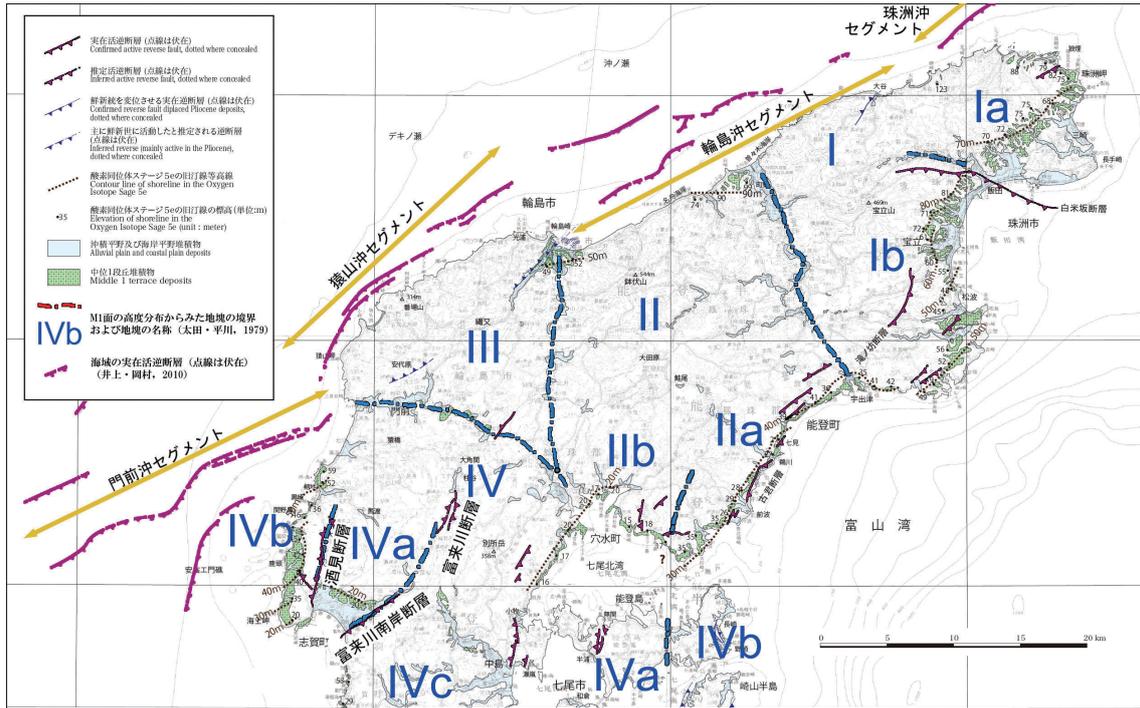


図2. 能登半島北部のステージ5e海成段丘と旧汀線高度、活断層、ならびに段丘高度分布から見た傾動地塊の境界およびその名称. 図は尾崎 (2010) を元とし、太田・平川 (1979) の地塊の境界・名称、井上・岡村 (2010) の海域活断層およびセグメントの区分・名称を加えた。

また門前沖から能登半島北岸沖、さらには禄剛崎北西にかけての海域には、北東-南西方向に活断層が断続的に分布している。これらの活断層は南東傾斜の逆断層からなり、その連続性から西より門前沖セグメント、猿山沖セグメント、輪島沖セグメント、珠洲沖セグメントに分けられ、門前沖セグメントは2007年の地震の際に活動している (図2: 井上・岡村, 2010)。

#### 4. 隆起量の測定方法

海岸部における地震隆起を求めるための指標として、潮間帯付近に生息する生物の分布上限高度がしばしば用いられてきた。例えば茅根ほか (1987)、西畑ほか (1988) は三浦・房総半島においてヤッコカンザを生物指標として、山本ほか (2007) は2007年の能登半島地震に伴う地殻変動量をカキ、セッコイソウ類等を生物指標として、また宍倉ほか (2020) は能登半島北部海岸においてヤッコカンザシ等を生物指標として隆起量を明らかにしている。

今回の隆起量測定においては、変動量をより正確に求めるために、山本ほか (2007) を参考に、生物指標の選択や測定位置の設定、波の影響の除去、潮汐補正等について検討を行った。

使用する生物指標としては、広範囲に分布していること、指標となる高度が明瞭に読み取れること、地震後、しばらくはそのまま残っていること (移動しないこと、剥落しないこと) が不可欠である。また海面からの比高の測定が容易であることも重要な要素である。今回の調査では、山本ほか (2007) が主に用いた港内の岸壁に付着しているカキの上限を指標とすることとした。カキは港内の岸壁にびっしり付着していることが多く、上限が良く揃っており、かつ地震半年後でも剥落せずよく残っている (写真3)。またカキは一般に付着生活に入った以降は移動することはなく、また垂直な岸壁では海面からの比高の測定が容易である。隆起した岩石海岸をみると、隆起した岩礁に付着しているセッコイソウが明瞭であり (写真1)、その上限を指標とすることも考えられるが、波の影響により上限の高さが若干



- 写真1：深見漁港南方からみた深見漁港周辺の岩礁の離水状況。本研究では深見漁港で440cmの隆起が見積もられている。岩礁の白い付着物は主にセッカイソウであり、その上限は離水前のおよその海面位置を示している。
- 写真2：鹿磯漁港北側の離水した波食棚。計測された鹿磯漁港の隆起量は399cmである。
- 写真3：1mの標尺を用いた七海漁港でのカキ上限測定。カキの上限がよくそろっている。海面高度とカキ上限との比較から、七海漁港では12cmの隆起が求められている。
- 写真4：鹿磯漁港の地震により破損した防波堤。遠望からもカキの上限がよくそろっている様子がうかがえるが、その高さは防波堤ブロックの変位により、写真左側へと低くなっている。
- 写真5：隆起により干上がった黒島漁港（国土地理院空中写真正射画像）。本研究では黒島漁港で345cmの隆起が計測された。黒島漁港は防波堤の多くが岩盤の上の直接設置されており、変位・変形は少ない。
- 写真6：約4m隆起した鹿磯漁港の岸壁。5mのガラス繊維製の標尺（ロッドテープ）を岸壁に垂らし、測定を行っている。岸壁の変形はこの写真からはほとんど認められないが、岸壁上面エプロン部に段差が形成されており、漁港内の他の岩盤上に直接設置されている岸壁での測定値と比べると、約10cm低く計測された（測定値としては使用していない）。
- 写真7：剣地漁港でのノンプリズムレーザー距離計インパルスでの比高測定。同一地点において標尺を用いた測定とインパルスを用いた測定を行ったところ、その違いは最大でも5cmと比較的小さかった。
- 写真8：三国験潮場の南南東約200mにある梶漁港でのカキ上限標高調査。測定時は干潮に近い時間帯であり、カキが海面上に露出していた。三国験潮場の潮位を基に、カキの上限標高（TP）を求めたところ、三国験潮場周辺の漁港平均で $42 \pm 1$  cmであった。この岸壁ではカキの上限より高位にカサガイ（矢印）が付着しており、測定時には注意が必要である。

異なっていること、また波の静かな港内ではセッカイソウの上限が不明瞭なことが多いことから用いていない。また離水海蝕地形も明瞭であるが（写真2）、2007年の隆起と区別できないこと等から用いていない。

岸壁に付着したカキの上限をより正確に求めるため、港内でもカキがより密集し、かつ港外からの波の影響の少ない岸壁を測定位置として選択した。カキが密集して付着している岸壁ではその上限が水平に良く揃っているが、付着が少なくなってくると、その上限を読み取ることが次第に困難となり、上限をやや低く見積もる可能性がある。そこで今回の測定では、カキの付着の状態をやや離れた地点から写真撮影し、幅2～3mの範囲の付着上限を読み取ることにより、カキの密集状態の影響を少なくした。また港の奥の波の穏やかな岸壁と、港外からの波が頻繁に当たる岸壁を比べると、後者の方がやや高い位置までカキが付着している（山本ほか、2007）。そこで測定位置として港内でも港外からの波が直接当たる地点は避け、常に波の穏やかな港内岸壁で測定を行った。

カキが付着した岸壁が、強い地震動により変形し、沈み込んでいる箇所もしばしば認められた（写真4）。このような地点では、カキの付着上限から隆起量を求めることはできない。岸壁の変形は、砂浜海岸に設置された港で特に顕著であった。そこで今回の測定では岩石海岸域に設置されている港（写真5）のうち、目視で岸壁等の変形がほとんど無い位置で測定を行った。さらにできるだけ港内の複数個所で測定を行い、その値がほぼそろっていることを確認した。

カキは必ずしも港内の岸壁に多数付着してるとは限らない。場所によってはカキがほとんど見当たらず、セッカイソウがびっしり付着してるところもあった。このような所では基本、計測は行っていないが、測定地点の都合上、門前町吉浦の港では参考値としてセッカイソウ密集帯の上限を計測した。

付着していた生物指標の高さは、海面からの比高として読み取った。比高の読み取りのため、長さ1mのアルミ製の標尺をロープで海面まで下ろし、海面高およびカキの上限を同時に読み取った（写真3）。隆起量が大きく、長さ1mの標尺では海面とカキの上限を同時に測定できない場合には、長さ5mのガラス繊維製の標尺（ロッドテープ）を用いた（写真6）。ロッドテープを岸壁から垂直に下ろすため、その先端に鉛の重りをつけ、ロッドテープが真直ぐ安定するようにした。海面位置の読み取りは波の影響を取り除くため、1分以上にわたり海面付近を撮影した動画を基に行った。滝港では波

高1cm程の波の静かな時に海面変化を読み取っていた際、海面高が数分程度の周期で数センチの変動を繰り返すことが観察された。即ちこの測定方法では数センチ程度の誤差は避けることはできないことになる。

隆起量が大きな港では、海面が港の岸壁から離れたところまで後退している地点も見られた（写真5）。このような港では標尺を用いた計測はできない。そこで岸壁のカキの上限の高さと港外の海面高の高さをそれぞれ計測することにより比高を求めた。計測に用いたのはレーザーテクノロジー社製ノンプリズムレーザー距離計インパルスである（写真7）。インパルスの測定精度は、カタログ上では斜距離で3～5cm、角度で0.1度となっており、斜距離と傾斜角から高低差を求めている本計測では、測定距離20mで高さ3cm、40mで7cm程の誤差が生じることになる。測定精度を高めるためこの装置を三脚に固定し測定し、ターゲットの高さを正確に合わせるため、微動雲台（Vixen社製）を用いた（写真7）。また本装置のターゲットスコープには1.5～4倍のズーム機能が備わっており、必要に応じて使用した。

このノンプリズムレーザー距離計を用いた測定値を前述の標尺を用いた測定値と比較するため、劔地漁港および腰細で同一測定位置で両測定方法での測定を行った。隆起量は劔地漁港では78cm、腰細では87cmである。ノンプリズムレーザー距離計での計測では、同一測定位置で10回以上計測を繰り返し、その平均をとった。計測距離は10～18mであった。劔地漁港で5点、腰細で3点計測を行ったところ、8点での両計測値の違いは、最大で5cm、8点の平均で2cmであり、両計測方法による測定値の違いは小さいと確認できた。

海面の高さは時間とともに変化してゆく。三国での潮位変化は、大潮差でも16.4cm（沿岸海洋研究会、1985）と小さいが、隆起量を求めるためには潮位を補正する必要がある。調査地域周辺にある験潮場としては、国土地理院が計測している輪島験潮場（令和6年能登半島地震により亡失）および三国験潮場があり、今回の調査では三国験潮場の測定値を用いた。

カキの上限の標高（TP）を求めるために、国土地理院の三国験潮場周辺の3漁港の5点において、カキの上限と海面との比高の計測を行った（写真8）。計測時の三国験潮場での海面標高と海面とカキ上限の比高からカキ上限の標高（TP）を求めたところ、 $42 \pm 1\text{cm}$ であった。

## 5. 隆起・沈降量の測定結果

今回の測定結果を表1に示す。測定は波の比較的静かな4月22～23日、5月5～6日、11～12日、25～26日、6月16～17日、および19日に実施した。いずれの日も港外の波高は1.5m以下、港内の波高はほとんどの測定位置で10cm以下であった。また同一港内の複数の位置で計測を行うとともに、いくつかの測定地点では同一の測定位置で、測定日、測定時間を変えて複数回計測し、測定値（三国験潮場の潮位を基準とした場合のカキ上限標高（TP））に大きな違いがないことを確認した。

三国験潮場の観測潮位を基準とした隆起量を図3、表2に示す。南端の滝港～柴垣漁港ではほとんど変位が認められなかったが、大島漁港～赤住漁港（赤住地区）にかけては-9～-16cmの沈降を示した。七海漁港から前浜では+12～+29cmと海岸の様子からも隆起していることが伺えるようになり、劔地漁港から腰細では78～87cmと明瞭な隆起が認められた。赤神港以北は1m以上と急激に隆起量が大きくなり、黒島漁港で345cm、鹿磯漁港で399cm、深見漁港で440cm、門前町吉浦で460cm（参考値）、門前町五十洲で419cm、皆月漁港で363cmと求められた。これ以西では隆起量はやや少なくなり、鶴入漁港で39cm、輪島港で145cm、名舟漁港で162cmであった（表2）。

表1-1. 生物指標による令和6年能登半島地震に伴う海岸部の地殻変動調査測定結果一覧。測定時刻における海面標高は三国検潮場での観測値（標高（TP））を記した。海面—カキ上端の比高測定は主に1mの標尺または5mのロッドテープを用いて測定しているが、背景色が黄色の値はノンプリズムレーザー距離計インパルスを用いて測定したものである。隆起量は三国検潮場の潮位にカキ上端までの比高を加えた上端標高（TP）値から三国でのカキ上端標高（42cm）を差し引いて求めたものである。なお門前町吉浦（29）では岸壁にカキの付着が無く、セッカイソウ密集帯の上限を計測し、カキの上限標高を山本ほか（2007）に基づき13cm差し引いて求めたものであり、参考値としている。

測定地点		測定地点（港）内の 測定位置	計測年月日	海面高 計測時刻	三国検潮 所潮位 (TP : cm)	港内波高 (cm)	海面-上端 比高 (cm)	上端標高 (三国TP) (cm)	隆起量 (cm)
No.	地点（港）名								
1	滝港	滝港②	2024/5/12	6:30	29	8	5	34	-8
		滝港③	2024/5/12	6:48	30	5	9	39	-3
		滝港④	2024/5/12	6:52	30	5	11	41	-1
		滝港⑤	2024/5/12	6:56	31	5	12	43	1
		滝港⑥	2024/5/12	7:00	30	8	14	44	2
		滝港③	2024/6/16	17:23	40	3	4	44	2
		滝港④	2024/6/16	17:33	43	2	-4	39	-3
		滝港⑤	2024/6/16	17:36	42	3	6	48	6
		滝港③	2024/6/17	5:33	40	10	1	41	-1
		滝港④	2024/6/17	5:35	39	10	-2	37	-5
		滝港③	2024/6/17	13:41	41	3	2	43	1
		滝港④	2024/6/17	13:44	42	3	2	44	2
		滝港⑤	2024/6/17	13:46	41	5	2	43	1
		滝港③	2024/6/17	17:00	31	3	12	43	1
		滝港④	2024/6/17	17:03	30	3	7	37	-5
滝港⑤	2024/6/17	17:06	31	3	5	36	-6		
滝港②	2024/6/17	17:15	32	3	3	35	-7		
2	柴垣漁港	柴垣漁港①	2024/4/23	7:10	8	3	30	38	-4
		柴垣漁港②	2024/4/23	7:20	8	5	40	48	6
		柴垣漁港①	2024/5/5	9:35	17	2	26	43	1
		柴垣漁港②	2024/5/5	9:45	19	2	26	45	3
		柴垣漁港⑥	2024/5/5	10:15	19	2	20	39	-3
		柴垣漁港①	2024/5/12	7:30	31	6	5	36	-6
		柴垣漁港⑥	2024/5/12	7:35	31	5	8	39	-3
		柴垣漁港①	2024/5/12	7:45	30	5	9	39	-3
柴垣漁港②	2024/6/17	6:50	41	5	0	41	-1		
3	大島漁港	大島漁港①	2024/5/5	11:40	24	5	10	34	-8
		大島漁港②	2024/5/5	11:45	24	5	8	32	-10
4	安部屋漁港 (安部屋地区)	安部屋漁港（安部屋地区）①	2024/5/5	12:30	26	3	10	36	-6
		安部屋漁港（安部屋地区）③	2024/5/5	12:40	25	2	7	32	-10
		安部屋漁港（安部屋地区）④	2024/5/5	13:00	26	3	4	30	-12
		安部屋漁港（安部屋地区）⑤	2024/5/5	13:10	26	2	5	31	-11
5	安部屋漁港 (上野地区)	安部屋漁港（上野地区）①	2024/5/6	6:40	17	10	5	22	-20
		安部屋漁港（上野地区）②	2024/5/6	6:55	20	20	10	30	-12
		安部屋漁港（上野地区）③	2024/5/6	7:05	20	25	2	22	-20
		安部屋漁港（上野地区）④	2024/5/6	7:12	20	20	7	27	-15
		安部屋漁港（上野地区）⑤	2024/5/6	7:25	22	20	12	34	-8
		安部屋漁港（上野地区）⑥	2024/5/6	7:40	23	30	16	39	-3
		安部屋漁港（上野地区）⑦	2024/5/6	7:50	21	25	7	28	-14

表1-2. つづき

測定地点		測定地点(港)内の 測定位置	計測年月日	海面高 計測時刻	三国検潮 所潮位 (TP:cm)	港内波高 (cm)	海面-上端 比高 (cm)	上端標高 (三国TP) (cm)	隆起量 (cm)
No.	地点(港)名								
6	上野北 (大津)	上野北(大津)①	2024/5/6	8:15	23	10	6	29	-13
		上野北(大津)②	2024/5/6	8:20	23	10	10	33	-9
		上野北(大津)③	2024/5/6	8:25	23	10	9	32	-10
7	赤住漁港 (百浦地区)	赤住漁港(百浦地区)①	2024/5/6	8:50	26	10	5	31	-11
		赤住漁港(百浦地区)③	2024/5/6	9:15	26	10	2	28	-14
8	赤住漁港 (赤住地区)	赤住漁港(赤住地区)①	2024/5/12	8:33	31	20	-1	30	-12
		赤住漁港(赤住地区)②	2024/5/12	8:38	32	15	-8	24	-18
		赤住漁港(赤住地区)③	2024/5/12	9:02	31	15	-6	25	-17
		赤住漁港(赤住地区)④	2024/5/12	9:10	32	15	-5	27	-15
		赤住漁港(赤住地区)⑤	2024/5/12	9:22	33	15	-8	25	-17
9	福浦港	福浦港①	2024/5/12	11:15	35	20	8	43	1
		福浦港②	2024/5/12	11:20	35	10	2	37	-5
		福浦港②	2024/6/16	16:05	41	8	0	41	-1
		福浦港①	2024/6/16	16:09	40	8	1	41	-1
		福浦港②	2024/6/17	6:50	41	15	1	42	0
		福浦港①	2024/6/17	6:55	43	10	-3	40	-2
		福浦港①	2024/6/17	15:05	41	10	3	44	2
		福浦港②	2024/6/17	15:08	38	15	5	43	1
10	七海漁港	七海漁港①	2024/5/6	10:05	31	10	21	52	10
		七海漁港②	2024/5/6	10:10	31	10	21	52	10
		七海漁港③	2024/5/6	10:17	35	10	27	62	20
		七海漁港④	2024/5/6	10:23	34	10	22	56	14
		七海漁港⑤	2024/5/6	10:30	33	10	20	53	11
		七海漁港⑥	2024/5/6	10:38	34	11	22	56	14
		七海漁港④	2024/6/16	15:13	44	3	9	53	11
		七海漁港②	2024/6/16	15:18	43	4	11	54	12
		七海漁港③	2024/6/16	15:22	42	4	9	51	9
11	領家漁港	領家漁港④	2024/5/5	17:05	16	3	49	65	23
		領家漁港④	2024/6/17	7:30	44	5	20	64	22
12	富来漁港 (風無地区)	富来漁港(風無地区)②	2024/5/5	14:50	22	5	40	62	20
		富来漁港(風無地区)③	2024/5/5	15:00	22	3	41	63	21
		富来漁港(風無地区)④	2024/5/5	15:05	20	3	45	65	23
		富来漁港(風無地区)⑤	2024/5/5	15:10	21	5	50	71	29
		富来漁港(風無地区)⑦	2024/5/5	15:25	19	4	53	72	30
		富来漁港(風無地区)⑦	2024/6/17	8:13	45	5	25	70	28
		富来漁港(風無地区)⑧	2024/6/17	8:24	44	5	23	67	25
		富来漁港(風無地区)⑤	2024/6/17	8:33	47	5	21	68	26
		富来漁港(風無地区)④	2024/6/17	8:37	45	5	21	66	24
13	西海千ノ浦	西海千ノ浦①	2024/5/5	15:55	18	4	55	73	31
		西海千ノ浦②	2024/5/5	16:00	19	6	53	72	30
		西海千ノ浦③	2024/5/5	16:05	18	3	52	70	28
		西海千ノ浦④	2024/5/5	16:10	18	3	52	70	28

生物指標からみた令和6年能登半島地震における海岸隆起

表1-3. つづき

測定地点		測定地点(港)内の 測定位置	計測年月日	海面高 計測時刻	三国検潮 所潮位 (TP: cm)	港内波高 (cm)	海面-上端 比高 (cm)	上端標高 (三国TP) (cm)	隆起量 (cm)
No.	地点(港)名								
14	赤崎漁港	赤崎漁港①	2024/5/6	11:20	37	10	35	72	30
		赤崎漁港②	2024/5/6	11:25	35	10	31	66	24
		赤崎漁港⑤	2024/5/6	11:55	39	10	26	65	23
		赤崎漁港⑤	2024/5/26	16:16	37	5	32	69	27
		赤崎漁港①	2024/5/26	16:39	37	5	34	71	29
		赤崎漁港②	2024/5/26	16:45	38	5	37	75	33
		赤崎漁港⑤	2024/6/17	9:13	48	10	26	74	32
		赤崎漁港①	2024/6/17	9:26	47	10	24	71	29
		赤崎漁港②	2024/6/17	9:31	46	10	25	71	29
15	笹波	笹波①	2024/5/11	9:15	26	4	46	72	30
		笹波②	2024/5/11	9:26	26	3	43	69	27
16	前浜	前浜①	2024/5/11	10:05	27	5	43	70	28
		前浜②	2024/5/11	10:10	27	8	43	70	28
		前浜③	2024/5/11	10:18	27	5	41	68	26
		前浜④	2024/5/11	10:24	27	4	44	71	29
		前浜⑤	2024/5/11	10:30	26	4	47	73	31
		前浜⑥	2024/5/11	10:36	26	8	43	69	27
		前浜⑦	2024/5/11	10:44	27	4	42	69	27
17	剣地漁港	剣地漁港①	2024/5/11	11:20	29	5	94	123	81
		剣地漁港②	2024/5/11	11:25	28	4	90	118	76
		剣地漁港③	2024/5/11	11:32	28	5	94	122	80
		剣地漁港④	2024/5/11	11:40	28	4	90	118	76
		剣地漁港⑤	2024/5/11	11:52	29	4	89	118	76
		剣地漁港⑥	2024/5/11	11:58	31	5	88	119	77
18	トトロ岩北	トトロ岩北①	2024/5/11	12:42	34	5	83	117	75
		トトロ岩北②	2024/5/11	12:50	34	3	81	115	73
19	腰細	腰細①	2024/5/11	14:44	38	4	89	127	85
		腰細②	2024/5/11	14:48	39	4	90	129	87
		腰細③	2024/5/11	14:55	38	3	94	132	90
		腰細④	2024/5/11	15:02	38	3	90	128	86
		腰細⑤	2024/5/11	15:07	38	3	89	127	85
		腰細⑥	2024/5/11	15:12	38	2	90	128	86
20	赤神魚港	赤神魚港①	2024/5/11	15:50	39	8	124	163	121
		赤神魚港②	2024/5/11	16:00	40	4	117	157	115
		赤神魚港③	2024/5/11	16:10	37	3	118	155	113
		赤神魚港④	2024/5/11	16:40	38	4	121	159	117
		赤神魚港⑤	2024/5/11	16:45	37	3	119	156	114
		赤神魚港⑦	2024/5/26	14:57	36	3	115	151	109
		赤神魚港⑧	2024/5/26	15:11	41	3	118	159	117
		赤神魚港⑤	2024/5/26	15:20	38	3	116	154	112
		赤神魚港⑥	2024/5/26	14:35	38	5	115	153	111
21	黒島漁港	黒島漁港 C	2024/5/26	13:08	38	10	349	387	345
		黒島漁港 D	2024/5/26	13:08	38	10	347	385	343
		黒島漁港 E	2024/5/26	13:08	38	10	347	385	343
		黒島漁港 F	2024/5/26	13:08	38	10	351	389	347

表1-4. のつづき

測定地点		測定地点（港）内の 測定位置	計測年月日	海面高 計測時刻	三国検潮 所潮位 (TP : cm)	港内波高 (cm)	海面-上端 比高 (cm)	上端標高 (三国TP) (cm)	隆起量 (cm)
No.	地点（港）名								
22	鹿磯漁港	鹿磯漁港①	2024/5/26	11:10	30	3	411	441	399
		鹿磯漁港④	2024/5/26	11:40	31	2	406	437	395
		鹿磯漁港④	2024/5/26	12:00	34	3	404	438	396
		鹿磯漁港⑤	2024/5/26	12:10	36	2	410	446	404
23	深見漁港	深見漁港	2024/5/26	9:45	28	5	454	482	440
24	門前町吉浦	門前町吉浦	2024/6/16	9:23	49	5	466	515	473
25	門前町五十洲	門前町五十洲 B	2024/6/16	10:44/11:05	51/51	10	411	462	420
		門前町五十洲 C	2024/6/16	10:44/11:05	51/51	10	411	462	420
		門前町五十洲 D	2024/6/16	10:44/11:05	51/51	10	408	459	417
26	皆月漁港	皆月漁港B	2024/5/26	8:24	29	5	375	404	362
		皆月漁港C	2024/6/16	11:35	50	5	355	405	363
27	鵜入漁港	鵜入漁港①	2024/5/25	10:37	37	5	42	79	37
		鵜入漁港②	2024/5/25	10:45	39	10	43	82	40
		鵜入漁港③	2024/5/25	10:53	37	10	44	81	39
28	輪島港	輪島港①	2024/5/25	11:43	40	10	145	185	143
		輪島港②	2024/5/25	11:52	40	10	148	188	146
		輪島港③	2024/5/25	12:25	43	5	146	189	147
		輪島港④	2024/5/25	12:33	42	8	143	185	143
29	名舟漁港	名舟漁港①	2024/5/25	13:26	42	5	159	201	159
		名舟漁港②	2024/5/25	13:31	41	5	156	197	155
		名舟漁港③	2024/5/25	13:35	43	5	158	201	159
		名舟漁港④	2024/5/25	13:39	44	10	155	199	157
		名舟漁港⑤	2024/5/25	13:48	44	5	158	202	160
		名舟漁港⑥	2024/5/25	13:59	42	3	173	215	173
		名舟漁港⑦	2024/5/25	14:11	41	5	172	213	171
		名舟漁港⑧	2024/5/25	14:20	42	10	161	203	161

表2. 測定地点（港）別の2007年および2024年隆起量，並びに測定地点近隣のステージ5e海成段丘の旧汀線高度および平均隆起速度（m/1000年）. 滝港からの距離は滝港からの直線距離を示しているが，深見漁港より北東の測定地点については，滝港-猿山岬間の直線距離に猿山岬から測定地点までの距離を加えたものである. 2007年の隆起量は山本ほか（2007）を基にしている. 旧汀線高度および隆起速度は小池・町田（2001）による. なお門前町吉浦の隆起量は参考値である.

測定地点 No.	滝港からの距離(km)	測定地点（港）名	隆起量（cm）		近隣の5e海成段丘	
			2007年	2024年	旧汀線高度（m）	平均隆起速度（m/1000y）
1	0.0	滝港		-1	25	0.16
2	3.1	柴垣漁港	0	-1	30	0.20
3	7.2	大島漁港	3	-9	40	0.28
4	9.2	安部屋漁港（安部屋地区）	2	-10	17	0.10
5	10.4	安部屋漁港（上野地区）	-1	-13	17	0.10
6	11.2	上野北（大津）	-2	-11	20	0.12
7	12.4	赤住漁港（百浦地区）		-12	21	0.13
8	14.0	赤住漁港（赤住地区）	-2	-16	24	0.15
9	18.1	福浦港	4	-2	30	0.20
10	22.9	七海漁港	4	12	44	0.31
11	23.5	領家漁港	5	23	45	0.32
12	24.6	富来漁港（風無地区）	6	25	19	0.11
13	25.0	西海千ノ浦	5	29	20	0.12
14	28.2	赤崎漁港	29	28	40	0.28
15	31.1	笹波		29	41	0.29
16	31.9	前浜	29	28	41	0.29
17	34.8	劔地漁港	36	78	52	0.38
18	35.4	トト口岩北		74	50	0.36
19	35.6	腰細	38	87	50	0.36
20	36.4	赤神魚港	37	114	50	0.36
21	39.9	黒島漁港	30	345		
22	41.3	鹿磯漁港	22	399		
23	42.8	深見漁港	-10	440		
24	46.4	門前町吉浦	-9	460		
25	47.5	門前町五十洲		419		
26	49.0	皆月漁港	-1	363		
27	58.8	鶴入漁港		39		
28	62.6	輪島港	2	145	49	0.35
29	73.6	名舟漁港		162	80	0.60

## 6. 考察

令和6年能登半島地震における生物指標を用いた海岸隆起調査において、最大で4mを大幅に上回る隆起が確認できた。この調査結果について、1) 調査手法の有効性、2) 2007年と2024年の地震隆起の比較および海成段丘との対比、3) 同様の海岸隆起が知られている越前海岸との対比を行った。

### 1) カキを指標として用いた海岸隆起量調査の有効性とその精度について

今回の調査では、山本ほか(2007)を基に、港の岸壁に付着しているカキの上限標高(TP)を海面からの比高の計測によって求めた。この調査手法の利点としては、事前に基準点等を設置し、計測しておく必要がないこと、1人でも計測可能なこと、数mを超える大きな隆起でなければ標尺とカメラという簡易な計測装置で可能なことである。この計測手法の精度を左右する項目としては、岸壁におけるカキ上限の読み取り精度、海面の高さの読み取り精度、海面の高さ(標高)の精度、および地震動による岸壁の変形の影響である。カキ上限の読み取り精度については、標尺とともにカキが岸壁に密集して付着している地点を離れたところから撮影し、幅2~3mの範囲における上限高度をPC画面上で読み取っている。カキの付着状態が良ければ、読み取り誤差は±1cm程度であった。海面の高さの読み取りでは海面に達した標尺を約1分間ビデオ撮影し、PC画面上で読み取っている。波が静かな状況では±1cmで読み取り可能であるが、波高10cm以上の波があると、±2~3cmの読み取り誤差が発生している可能性がある。また前述のように数分という長周期の海面変動が確認されており、波の静かな状況においても±3cm程度の誤差を含む可能性がある。しかし岸壁が地震動により変位している地殻変動量を計測したことにはならない。調査ではできる限り、岩盤の上に直接設置された岸壁において計測を行った(写真5)。設置状況が確認できない場合には、周囲の状況や岸壁の状態から変異していないと判断できる地点で行った。

海面の高さは山本ほか(2007)では輪島験潮場のデータを用いていたが、今回の地震により輪島験潮場は亡失し、データが得られなくなってしまった。そこで今回、三国の験潮場のデータを用いることとした。三国験潮場は滝港から直線距離で92km、輪島港からは144km離れており、三国検潮所の潮位計測値が能登半島での海面高度の値として使えるかという問題がある。輪島験潮場が地震により失われる前年の2023年4月~6月のうち、隆起量測定を行った日と同様な比較的穏やかな気圧配置の10日間の計測値を三国検潮場と輪島験潮場で比較したところ、輪島の潮位は三国に比べ平均で約10cm低く、また両地点での30秒毎の潮位差のばらつきは±3cmと比較的小さかった。

三国験潮場の潮位計測値を海面の高さとして用いる場合、輪島験潮場の方が約10cm、潮位の標高(TP)が低いという補正をどうするのかという問題がある。この差を三国験潮場からの距離で按分し、その地点の潮位補正值とすることが考えられる。一方、変動前のカキの上限標高(TP)を考えた場合、同様に三国より輪島の方が10cm程低いことになる。この補正も潮位と同様、三国験潮場からの距離で按分し、その地点の潮位とすることも考えられる。しかし潮位の標高もカキの上限標高も同じ補正をすることになり、地殻変動量を求めるにあたっては打ち消し合い、三国験潮場の潮位標高をそのまま用いても同じ値を得ることができることになる。このため、表1での潮位標高は三国での観測値をそのまま当てはめており、特に補正はしていない。

以上のように、計測値には様々な誤差が含まれる可能性がある。そこで同一の測定地点(港)において複数の測定位置、異なる計測日、異なる計測時間の測定値の比較を行った。その結果、同一港内で10回以上の計測を行った6測定地点の測定値のばらつき(標準偏差)は最小で3.0cm、最大でも3.8cmであった。ノンプリズムレーザー距離計を用いた計測では、標尺を用いた測定との比較では、測定距離が20m以下の比較的短い計測であったが、実際の測定では計測距離は20~40mであり、より大きな誤差を含む可能性がある。実際に計測した同一測定地点(港)内での複数の計測位置の値を比べてみると、隆起量は黒島では345cm, 343cm, 343cm, 347cm、鹿磯漁港では399cm, 396cm, 404cm、五十洲漁港では420cm, 420cm, 417cmと測定位置間での違いは小さい。以上のことからすると、カ

キ上限を指標とする本計測方法の誤差は、±5cm程度と考えられる。

今回、カキ上限高度測定から求めた地殻変動量を国土地理院が公表している地震後の水準測量による標高補正パラメータと比較した。標高補正図からすると、大島漁港南から赤住漁港（赤住地区）北にかけて-10cm以上の沈降、七海漁港南より北は+10cm以上の隆起を示しており、今回、生物指標としてカキを用い、海面高の基準として三国検潮所の値を用いた今回の計測値と大きな違いはなく、今回の測定方法は十分な精度を持っているといえる。

## 2) 2007年、2024年の地震隆起と海成段丘から求められる平均隆起速度との比較

図3に2007年、2024年時の海岸隆起量および測定地点付近の海成段丘から求めた平均隆起速度を示す。

2007年の地震隆起では赤崎漁港から鹿磯漁港にかけての区間（約13km）で最大で40cm程の明瞭な隆起を示し、その北側、深見漁港以北では僅かに沈降していた。この地震では能登半島北岸沖の活断層群のうち、門前沖セグメントが活動したとされている（井上・岡村，2010）。門前沖セグメントを構成する活断層の東端は能登半島西岸の鹿磯方向へと伸びており（図2）、鹿磯漁港は隆起、その北の深見漁港は沈降という変位は、本セグメントの断層活動と調和的である。一方、2024年の地震隆起では七海漁港以北で10cmを超える隆起を示しており、猿山岬を中心とする10km程の範囲では3mを超える隆起を示した。この地震では門前沖セグメントから珠洲沖のセグメントにかけての活動が海域の調査から明らかにされている（地震調査委員会，2024b）。門前沖セグメントは2007年に活動し、17年後の2024年にも再活動したことになるが、2007年、2024年の海岸隆起パターンはこれと矛盾しない。

2007年、2024年の地震隆起量と海成段丘から求められた平均隆起速度と比較した。海成段丘は一般に陸の隆起と氷河性海水準変動が組み合わさって形成され、平均隆起速度は海成段丘の形成年代、旧汀線高度および古海面高度から求めることができる。そこで今回の地震隆起量と、能登半島のス

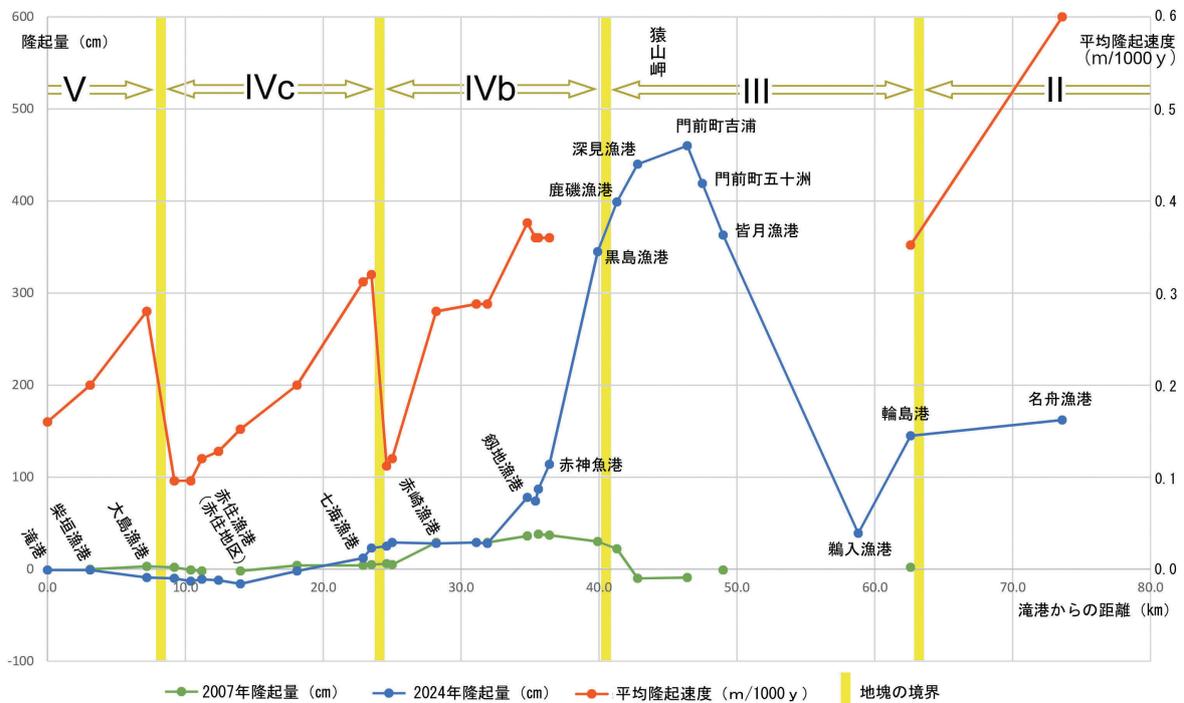


図3. 生物指標から求めた2007年地震時の隆起量，2024年の隆起量，測定地点近傍のステージ5e海成段丘旧汀線高度から求められた平均隆起速度（m/1000 y），ならびに太田・平川（1979）によるステージ5e海成段丘高度分布から見た傾動地塊の名称と境界。

テージ 5e (12.5 万年前) の海成段丘から求められる平均隆起速度 (太田・平川, 1979; 小池・町田, 2001) との比較を行った。なお, 地震隆起量との比較では, 海成段丘の旧汀線高度と比較することが多いが, 段丘高度が比較的低い場合, 古海面高度 (小池・町田 (2001) では 5 m としている) が旧汀線高度に占める割合が大きくなる。そこで今回は地震隆起量と平均隆起速度を比較することとした。

図 3 には測定地点付近の海成段丘高度から求められた平均隆起速度を, 2007 年, 2024 年の地震隆起量とともに示した。太田・平川 (1979) は旧汀線高度の不連続から能登半島は一辺が 10 ~ 20km の数個の傾動地塊に分かれており, その境界には活断層の存在が推定されるとしている。段丘高度分布から示されている傾動地塊の境界は V と IVc の境界は大島漁港と安部屋漁港 (安部屋地区) の間に, IVc と IVa, IVa と IVb の境界はいずれも領家漁港と富来漁港 (風無地区) の間に, IVb と III の境界は黒島漁港と鹿磯漁港の間に, III と II の境界は輪島港東側に位置している。ステージ 5e 海成段丘の旧汀線高度は小池・町田 (2001) によれば, 形動地塊 V では南側の滝港付近で 25m, 北側の大島漁港西方で 40m, IVc では南側の阿部屋漁港 (安部屋地区) で 17 m, 北側の領家漁港付近で 45m, IVb では南側の富来漁港 (風無地区) で 19m, 北側の赤神漁港付近で 50m と北側ほど高度が高く, 傾動が明瞭であるとともに, 地塊境界部での段丘高度の違いも明瞭である。一方, 傾動地塊 III では, 一部に海成段丘は認められるものの, ステージ 5e の海成段丘とされているのは, 輪島港付近の 49m のみである。傾動地塊 II では南西側の輪島港南東で 50m, 名舟漁港付近で 80m である。

図 3 の 2007 年, 2024 年の海岸隆起量と海成段丘から求めた平均隆起速度を比べてみると, その形状は全く異なっている。傾動地塊 V と IVc の境界部では 2007 年, 2024 年とも両側の変動量に違いはない。傾動地塊 IVc と IVa, IVa と IVb の境界においては傾動地塊 IVa 内に計測点がないためはっきりしないが, 傾動地塊 IVc 北部と IVb 南部の 2007 年, 2024 年の計測値に大きな違いはない。傾動地塊 IVc と IVa の境界部には富来川南岸断層があり (図 2), 2024 年の地震時には南上がり数 10cm の変位が生じた (鈴木・渡辺, 2024) とされているが, 海岸部での調査では傾動地塊 IVc と IVb の海岸隆起量に明瞭な差は認められなかった。以上のように, 今回の地震では, 海岸隆起量で見ると, 傾動地塊の境界部において, 海成段丘高度 (平均隆起速度) から推定されるような明瞭な隆起量の違いは認められなかった。

### 3. 越前海岸との比較

今回の令和 6 年能登半島地震では, 海岸部において 3 m を超える隆起が約 10km にわたって認められ, 所によっては 4m を超える隆起が計測された (珠洲市域については調査をしておらず, 含まれていない)。一方, 福井県の越前海岸においても, 離水した波食窪, 波食棚, 海食洞などの海食微地形等から 300 ~ 400 年前に 3m を超える隆起が 25km 以上にわたって認められ, 所によっては 7m 隆起したことが推定されている (図 4: 山本ほか, 2010; 山本・平井, 2015, 2018)。またステージ 5e 海成段丘の旧汀線高度も, 20km 以上の区間にわたり 80 m を超えている (図 4: 山本ほか, 2010)。

越前海岸沿いには, 能登半島北岸と同様に海岸に沿って陸側隆起の逆断層群 (柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部/北部) が通っており (図 5), これらの活動に伴い海岸隆起がもたらされている。令和 6 年能登半島地震では, GNSS 観測では輪島で 2m を超える右横ずれの水平変位が観測されている (地震調査委員会, 2024a)。今回の地震で 3m を超える海岸隆起が認められた黒島漁港から皆月漁港の沖合では, 断層トレースが門前沖セグメントの西南西 - 東北東から南南西 - 北北東へと反時計回りに約 60 度左屈曲しており (図 2, 5), 断層の右横ずれ成分にとっては拘束性屈曲となり, より大きな隆起となったと思われる。一方, 越前海岸沿いで特に大きな隆起量を示した越前海岸北部区間は, 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の一般的な走向である北西 - 南東方向から時計回りに約 60 度右屈曲しており, 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の一般的な左横ずれにとって同様に拘束性屈曲となっている (図 5)。

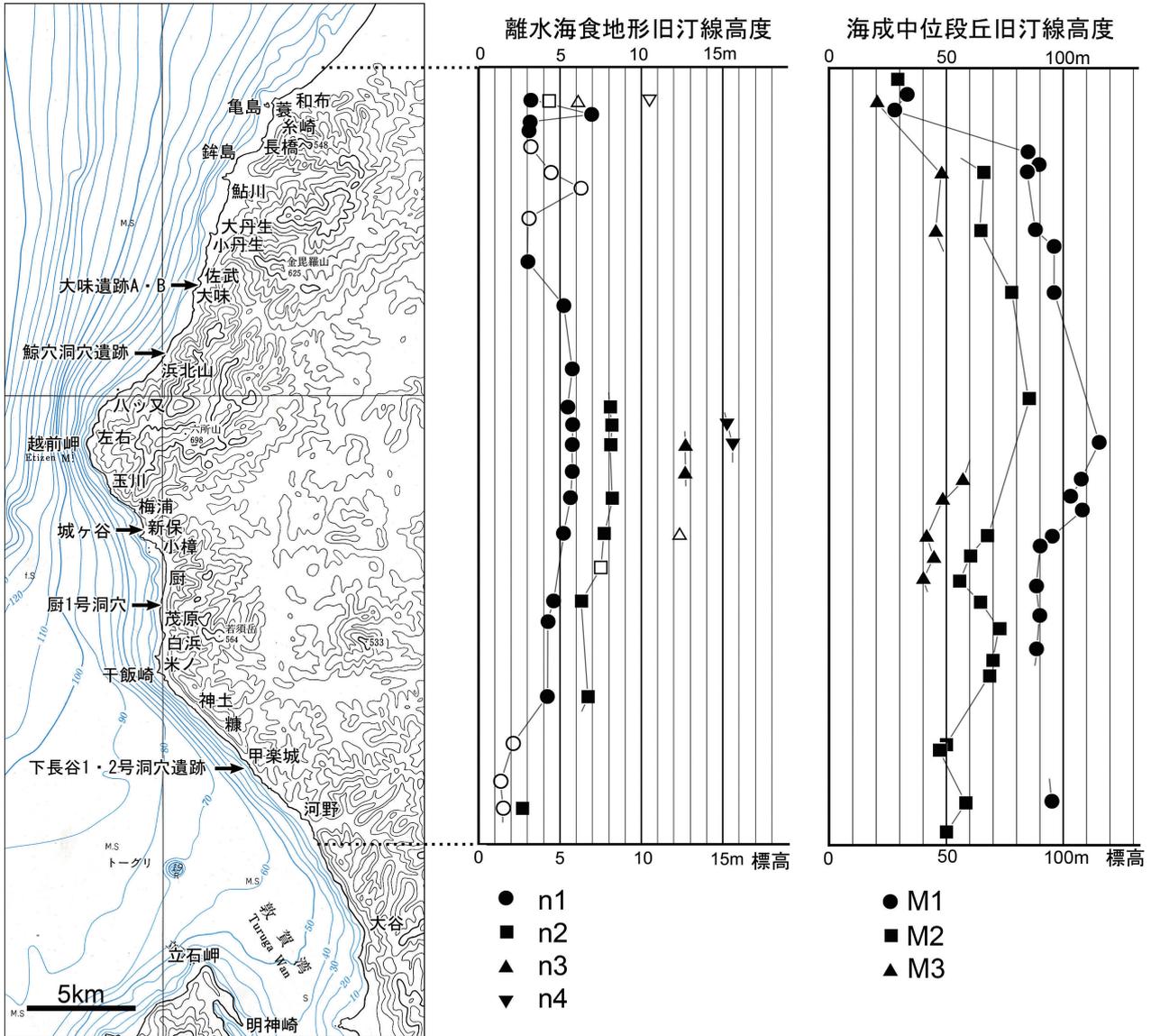


図4. 越前海岸における離水海蝕地形および海成中位段丘の旧汀線高度分布（山本ほか, 2010を一部改変）. 最も低位のn1離水海蝕微地形は約300~400年前の隆起によるものであり, 3mを超える隆起が25km以上にわたって認められる. 海成中位段丘高度分布からは能登半島のような地塊に分かれている様子はみられない.

また図6に示した地形断面から明らかなように, 能登半島北部, 越前海岸東側(丹生山地)とも, 山地高度は海岸近くが最も高く, 断層に沿った海岸側へは急傾斜, 反対側へは徐々に低くなるという傾動地塊の形状を呈している. 丹生山地では, 海成段丘高度分布から見る限り, 能登半島のようにいくつかの明瞭な傾動地塊に分かれているということはないが, 丹生山地に分布する河成段丘堆積物調査から傾動に伴い, 西に流下する河川系から東へ流下する河川系に移り変わっていることが明らかになっている(岡島・山本, 1995など).

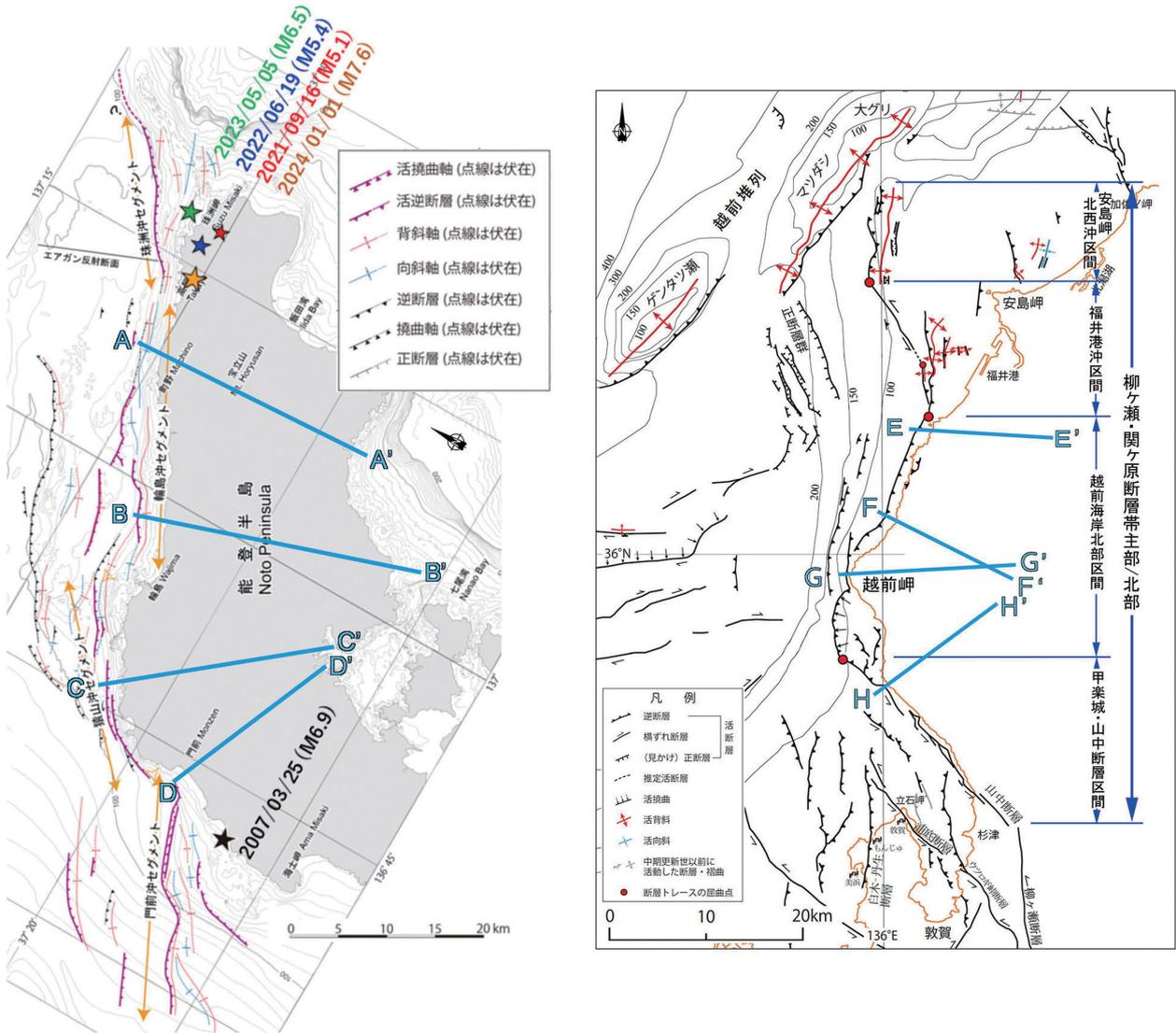


図5. 能登半島と越前海岸における海岸沿いの断層分布. 左図は能登半島北岸（井上・岡村，2010；比較のため反時計回りに60度回転），右図は同じスケールの越前海岸域（断層位置及び名称は杉山ほか，2013による）。なおA－A’からH－H’は図6の地形断面図位置。

## 7. まとめ

今回、カキの付着上限を指標として、能登半島地震に伴う海岸部での隆起・沈降量の計測を行った。計測は4月22～23日，5月5～6日，11～12日，25～26日，6月16～17日，および19日に行った。海岸隆起量の測定範囲は，南は羽咋市の滝港から北東は輪島市の名舟漁港までの約75kmの範囲であり，小さな漁港を中心に29地点で測定を行った。

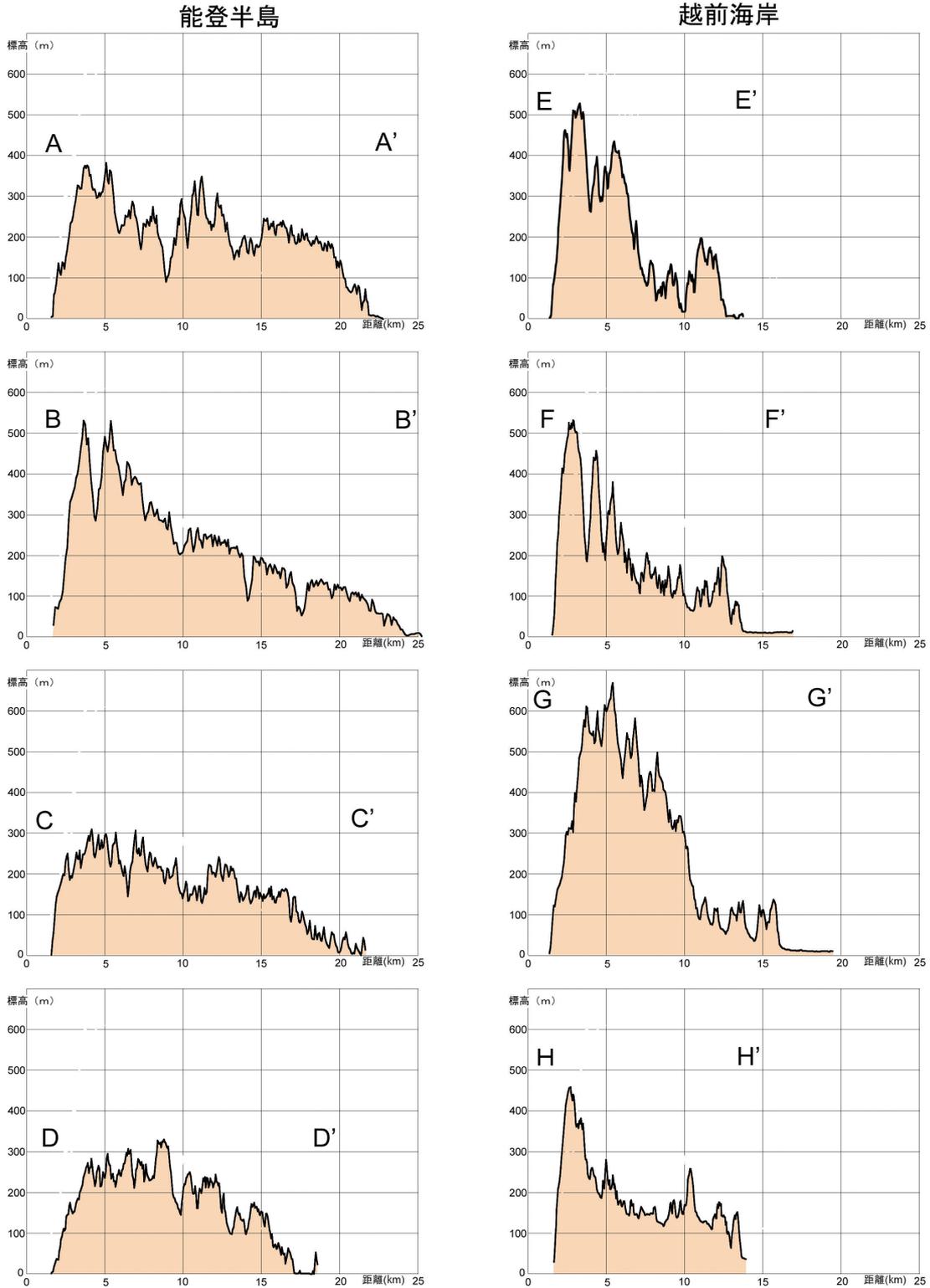


図6. 能登半島北部および越前海岸東側（丹生山地）の地形断面の比較（地形断面図は国土地理院HP上にて作成したもの。断面位置は図5参照）。両地域とも断面図左の海岸沿いに陸側隆起の活断層があり、山地の形状は断層沿いの海岸（左側）へは急傾斜、反対側（右側）へは徐々に山地高度が低くなる傾動地塊の様相を示している。なお能登半島のA-A'断面は宝立山地(I), B-B'は鉢伏山地(II), C-C'は猿山山地(III), D-D'は桑塚山地(IVb)の地形断面である。

1. 隆起量の測定にあたり、生物指標の選択、波の影響の除去、潮汐の補正等の検討を行った。測定は港内の岸壁から標尺を垂らし、カキの付着上限と海面との比高を求めた。また隆起量の大きな地点ではノンプリズムレーザー距離計を用いて比高を求めた。この手法により求めた隆起・沈降量の測定精度は±5cm程度と考えられる
2. この地震により10cmを超える隆起は志賀町七海漁港以北の全ての測定点で認められ、特に輪島市門前町の黒島漁港から皆月漁港にかけては3m以上の隆起量が計測された。一方、南部の安部屋漁港(安部屋地区)から赤住漁港(赤住地区)にかけては10cm程度の沈降が計測された。
3. 能登半島北岸と越前海岸はともに海岸背後の山地の形状は、山地高度は海岸近くが最も高く、海側へは急傾斜、反対側へは徐々に低くなるという傾動地塊の様相を呈している。また大きな地震隆起を示している区間は、ともに断層の拘束性屈曲が関連すると思われるなど、共通点が多い。

なお本研究を進めるにあたり、(株)サンワコンから頂いた奨学寄附金および福井大学地域環境研究教育センターの研究支援経費を使用した。記してお礼申し上げます。

## 引用文献

- 沿岸海洋研究部会 編 (1985) 日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会, 1106p.
- 井上卓彦・岡村行信 (2010) 能登半島北部 20 万分の 1 海域地質図説明書. 海陸シームレス地質情報集, 能登半島北部, 数値地質図 S-1, p.1-15.
- 地震調査委員会 (2024a) 令和 6 年能登半島地震の評価.  
([https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101\\_noto\\_3.pdf](https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101_noto_3.pdf))
- 地震調査委員会 (2024b) 2024 年の地震活動の評価.  
([https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/2024\\_04.pdf](https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/2024_04.pdf))
- 片川秀基・浜田昌明・吉田 進・廉澤 宏・三橋 明・河野芳輝・衣笠善博 (2005) 能登半島西方海域の新第三紀～第四紀地質構造形成. 地学雑誌, vol.114, p.791-810.
- 活断層研究会編 (1991) 新編 日本の活断層一分布と資料一. 東京大学出版会, 437p.
- 茅根 創・山室真澄・松本英二 (1987) 房総半島南東岸における旧汀線の指標としてのヤッコカンザシ. 第四紀研究, vol.26, p.47-57.
- 小池一之・町田 洋 (2001) 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会, 105p.
- 国土地理院 (2024) 「だいち 2 号」観測データの 2.5 次元解析による令和 6 年能登半島地震 (2024 年 1 月 1 日) に伴う地殻変動. (<https://www.gsi.go.jp/common/000254168.pdf>)
- 西畑正文・山室真澄・茅根 創 (1988) 三浦半島西岸および南岸における旧汀線の指標としてのヤッコカンザシとベンチ. 第四紀研究, vol.27, p.31-38.
- 岡島尚司・山本博文 (1995) 福井県丹生山地における河川系の変遷 (予報). 福井大学積雪研究室研究報告「日本海地域の自然と環境」, no.2, p.1-8.
- 太田陽子・平川一臣 (1979) 能登半島の海成段丘のその変形. 地理学評論, vol.52, p.169-189.
- 太田陽子・松田時彦・平川一臣 (1976) 能登半島の活断層. 第四紀研究, vol.15, p.109-128.
- 尾崎正紀 (2010) 能登半島北部 20 万分の 1 地質図. 海陸シームレス地質情報集, 能登半島北部, 数値地質図 S-1, p.1-15.
- 宍倉正展・越後智雄・行谷佑一 (2020) 能登半島北部沿岸の低位段丘および離水生物遺骸群集の高度分布からみた海域活断層の活動性. 活断層研究, vol.53, p.33-49.
- 鈴木康弘・渡辺満久 (2024) 令和 6 年能登半島地震をめぐる予測の課題. 科学, vol.94, p.638-645.
- 山本博文・平井祐太郎 (2015) 空中写真測量から見た越前海岸の離水微地形. 福井大学地域環境研究教育センター紀要「日本海地域の自然と環境」, no.22, p.1-25.
- 山本博文・平井裕太郎 (2018) 越前海岸沿い活断層の最新活動時期と隆起量の再検討. 福井大学地域環境研究教育センター紀要「日本海地域の自然と環境」, no.25, p.23-33.

- 山本博文・木下慶之・中川登美雄・中村俊夫（2010）福井県越前海岸沿い断層群の活動履歴について. 福井大学地域環境研究教育センター紀要「日本海地域の自然と環境」, no.17, p.57-78.
- 山本博文・奥山大嗣・江戸慎吾（2007）生物指標からみた平成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紀要「日本海地域の自然と環境」, no.14, p.33-46.
- 吉川虎雄・矢沢大二（1955）能登の自然. 九州学総合調査報告「能登」, p.4-22.

