

## 越前海岸沿い活断層の最新活動時期と隆起量の再検討

|       |   |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: jpn<br>出版者:<br>公開日: 2019-04-03<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 山本, 博文, 平井, 祐太郎<br>メールアドレス:<br>所属: |
| URL   | <a href="http://hdl.handle.net/10098/10600">http://hdl.handle.net/10098/10600</a>                           |

# 越前海岸沿い活断層の最新活動時期と隆起量の再検討

Re-examination of timing and displacement of the last faulting event of  
the northern part of Yanagase-Sekigahara Fault Zone (main part),  
Echizen Coast, Fukui Prefecture, Japan.

山本 博文\*  
(福井大学教育学部地学教室)  
平井祐太郎\*\*  
(豊川市立金屋小学校)

## 1. はじめに

本州の幅が最も狭くなる敦賀湾と伊勢湾を結ぶ構造線（敦賀湾－伊勢湾構造線）の存在は、古くより地形学的、地質学的に指摘され（岡山, 1956；金折, 1996 など）、その北端部に位置する越前海岸南部（河野海岸）は典型的な断層海岸（辻村, 1929）として知られてきた。この河野海岸沿いの断層は甲楽城断層（塚野, 1965）と呼ばれ、甲楽城断層の北方延長海域の調査から、断層はさらに越前海岸沿いに北～北東へ伸び（福井県, 1997；山本ほか, 2000）、さらに北方海域の断層へと連なる可能性が示された（阿部ほか, 2011）。

これらの調査結果を受け、敦賀湾－伊勢湾構造線の北部に位置する断層群（柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部／北部：杉山ほか, 2013）の北端部の確認および最新活動時期と変位量の解明を目的として、2012年度の文部科学省委託事業により、海域ではブーマーを音源とするマルチチャンネル音波探査および海底コアリングを、海岸域では空中写真測量、現地踏査を行った。その結果、海域での調査から、断層は従来、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部／北部の北端とされてきた福井市鮎川町付近から、更に北方海域へと伸びていることが明らかとなった（杉山ほか, 2013）。また海岸域の調査では、広い範囲で5～6m、最大で7mの最新隆起量が求められた（山本・平井, 2015）。また隆起した岩礁に残されていた生物遺骸の年代測定を行い、遺跡・遺物の年代と合わせて最新活動時期について検討を行ってきた。本報告はこの最新活動についての検討結果について述べる。

## 2. 越前海岸沿い断層群の概略

甲楽城断層は前述のように古くより地形的特徴から推定されてきた海岸沿いの断層であるが、断層自体の報告としては、海上保安庁水路部（1980）が音波探査により河野海岸の約1km沖に基盤深度の急変点を認め、推定伏在断層として示したのが最初である。福井県（1997）、山本ほか（2000）は音波探査記録から甲楽城断層の北方に連なる越前岬沖の東側隆起の断層を明らかにするとともに、越前岬の北側においても、音波探査記録では捉えていないものの、基盤深度分布等より越前海岸沿いに東側隆起の断層が延びていると推定した。杉山ほか（2012）は既存探査記録の再解析等により、河野海岸沿いに雁行状に配列した甲楽城断層を示すとともに、越前海岸沿いに北～北東へ、さらには北方の海域へと延びる断層を図示した。さらに杉山ほか（2013）は越前岬北の海域で音波探査を実施し、越前海岸の沖合約1kmに海岸線にほぼ平行に延びる断層、さらには和布付近から北方海域へと延びる断層を明らかにした（図1）。これらの断層群は何れも東側隆起を示す逆断層および東側隆起成分を伴う左横ずれ断層である（杉山ほか, 2013）。

なお本報告においては、甲楽城断層北方に連なる越前海岸沿いの断層（越前海岸北部区間）について、

（キーワード：柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯、活断層、最新活動時期、隆起量、越前海岸）

\* Hirofumi Yamamoto (Faculty of Education, University of Fukui, Fukui, 910-8507)

\*\* Yutaro Hirai (Kanaya Elementary School, Toyokawa City, 442-0067)

越前岬の北方5km付近を境に断層が不連続になっていること、また走向もNSからNNE-SSW方向へと変わることから、この地点を境に南側を越前岬沖断層、北側を大味沖断層と呼ぶこととした(図1)。越前岬沖断層はほぼ南北走向で長さ12~13km、その北東に位置するの大味沖断層は走向N30°Eで長さ15~16kmである。

これらの越前海岸沿い断層群の活動度に関し、断層西側(隆起側)である越前海岸では、海成段丘群の形成年代及び旧汀線高度から、甲楽城断層沿いで0.7 m/千年、越前岬沖断層沿いで0.6~0.9m/千年、大味沖断層沿いの南部で0.7 m/千年、北部で0.3 m/千年という隆起速度が求められている(山本ほか, 1996)。一方、断層西側(沈降側)の海域では、甲楽城断層と越前岬沖断層との境界部付近において確認されたプログラデーショントーンの積み重なりとその深度から、0.5~0.6 m/千年という沈降速度が求められている(杉山ほか, 2013)。以上の陸側の隆起速度と海域での沈降速度からすると、甲楽城断層北部~越前岬沖断層では平均垂直変位速度は1.0 m/千年を超えると推測される。

### 3. 隆起時期を示す遺跡の年代と生物遺骸の年代

越前海岸沿い断層群の平均垂直変位速度は、前述のように広範囲にわたって1.0m/千年を超えると考えられる。一方、活動履歴に関しては海域調査からは明らかになっていないが、断層が海岸線のごく近傍を通ることから海岸の隆起履歴から求めることは可能である。これまで山本ほか(2010)は離水海食微地形から最大で4段(低位よりn1, n2, n3, n4)の旧汀線を読み取り、最新活動に伴う隆起量は広い範囲で5mを超えること、岩礁に残された生物遺骸の<sup>14</sup>C年代、遺跡の年代等から最新活動を示すn1の離水時期は17世紀前後であることを報告している。

そこで今回、この最新活動に関して、5mを超える隆起が一度の活動によるものかどうか、最深活動時期は17世紀前後なのかどうか、さらには甲楽城断層、越前岬沖断層および大味沖断層が同時に活動したのかどうか等について再検討を行うこととした。

再検討を行うにあたり、離水地形が比較的明瞭で岩礁に生物遺骸がより多く見出されている断層沿いの8地区(北より和布(めら)地区、亀島(がめじま)地区、鮎川地区、佐武(さぶ)地区、大味地区、越前岬地区、梅浦地区および米ノ地区)を選定し(図1)、詳細な地形測量、現地踏査、生物遺骸採取等を行うこととした。地形測量は大縮尺の垂直空中写真を撮影し、これを基に詳細地形図および地形断面図を作成、踏査結果とあわせて旧汀線高度を求めた。その結果、最も低位(n1)の旧汀線高度は和布地区では3.2~3.4m、亀島地区では6.8~7.0m、鮎川地区では6m程度、佐武地区では5.3~5.4m、越前岬地区では5.6~6.0m程度、梅浦では5.6~5.9m、甲楽城断層・山中断層区間北端部付近の米ノでは4~5mと求められた(山本・平井, 2015)。一方、断層活動時期については、隆起後を示す遺跡・遺物の年代および隆起前を示す隆起した岩礁に残されている穿孔貝やヤッコカンザシ等の生物遺骸の<sup>14</sup>C年代から検討を行った。以下にその詳細について述べる。

#### 3-1. 離水後を示す遺跡・遺物の年代

遺跡・遺物は、人々がそこで活動していたことを示すものであり、その年代は断層活動に伴い海岸部が隆起した後を示すものといえる。福井県の遺跡地図(福井県教育委員会, 1993)によれば、n1旧汀線高度より低い位置にある年代の明らかな遺跡は調査範囲には示されていない。一方n1とほぼ同じ高さにある遺跡・遺物としては福井市浜北山にある離水海食洞内の遺跡(鯨穴洞穴遺跡:青木, 1988)、および越前町新保(城ヶ谷)の遺物(山本ほか, 2010)がある(図1)。鯨穴洞穴遺跡は「洞窟中程の床面には3ヶ所、焚き火跡が見られた。洞窟内出土土器が日常生活に必要な各種の土器を含むことから、江戸時代初期(17世紀中葉頃)の一時期、海とかかわりのある仕事をする人が居住した洞窟」と報告されている。また越前町新保(城ヶ谷)ではn1低位段丘堆積物を覆う表土より、遺物として17世紀の越前赤瓦が見出されている(山本ほか, 2010)。いずれも最新活動による隆起後の年代を示すと考えられる。

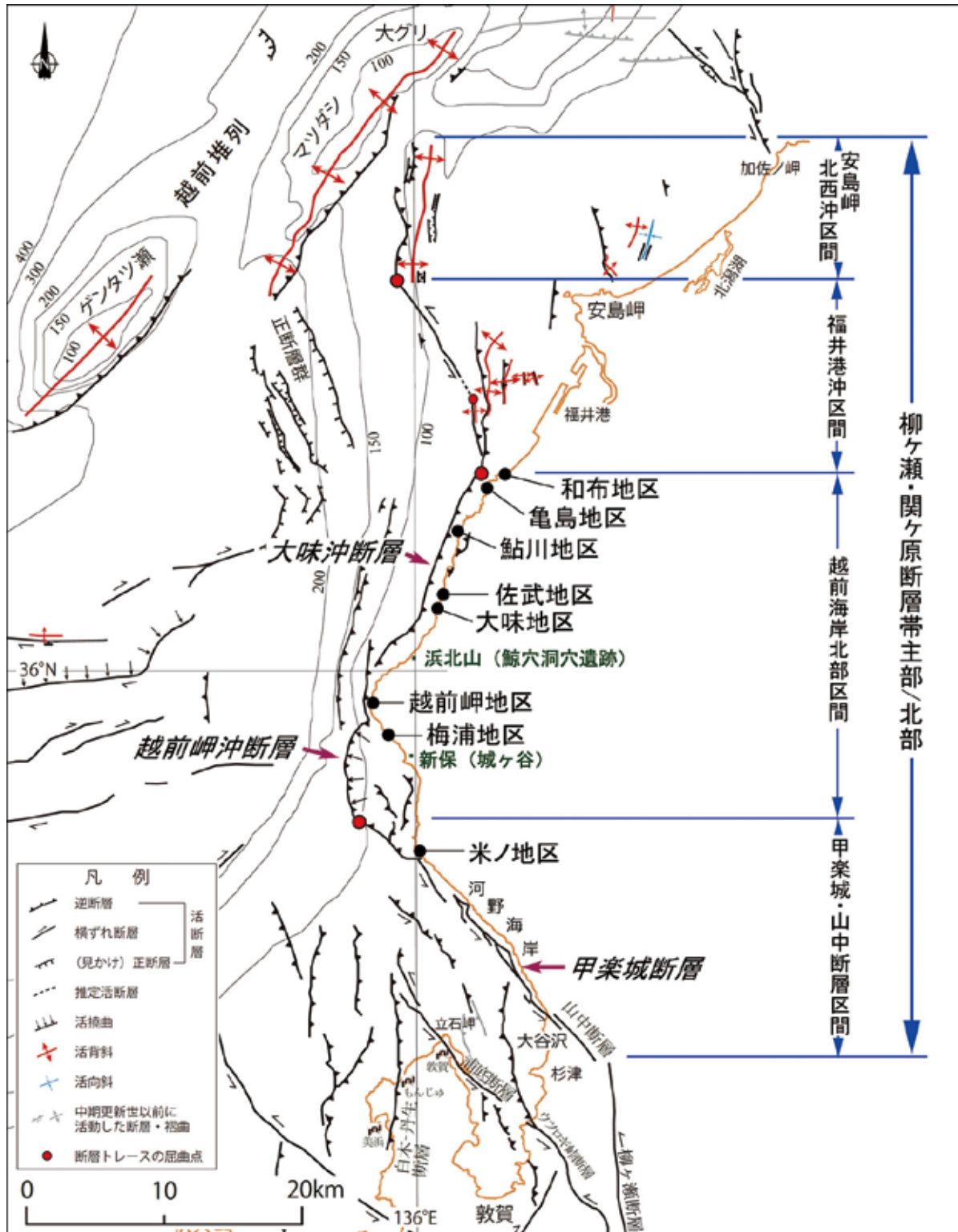


図1. 越前海岸沖～若狭湾周辺の活断層(杉山ほか, 2013に加筆)および調査地区位置.

### 3-2. 離水前を示す生物遺骸の年代

離水した岩礁に残されている生物遺骸の<sup>14</sup>C年代値は、その生物が海中で生息していた年代、すなわち離水前の年代を示している。今回、n1旧汀線高度より低い位置で見出され、年代測定を行った生

物遺骸種はヤッコカンザシおよび二枚貝（主にカモメガイ、トマヤガイ）である。ヤッコカンザシは、中潮位付近の岩礁に固着して生息している石灰質の棲管を持つゴカイの仲間である。またカモメガイは潮間帯に生息する穿孔貝の仲間であり、その巣穴は入り口が狭く、中が広い徳利状の形状をしている。トマヤガイなどの二枚貝も、カモメガイの巣穴の中で見出されたものである。産出状況等から、これらの生物遺骸は生息していた場所から移動していないと考えられる。

今回、離水年代の検討に用いた<sup>14</sup>C年代値は、今回新たに測定した50試料の測定値に加え、山本ほか（2010）で報告している測定値のうち、n1旧汀線高度以下で採取された生物遺骸の測定値（ $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行っていない2試料を除く）を加えた69試料の年代値である（表1、図2）。種類別ではヤッコカンザシ32試料および二枚貝37試料であり、二枚貝の内訳はカモメガイ20試料、トマヤガイ11試料、ミミエガイ（*Striarca* sp.）などの他の二枚貝6試料である。調査地区別では、和布地区11試料、亀島地区15試料、鮎川地区6試料、佐武地区5試料、大味地区7試料、越前岬地区17試料、梅浦地区4試料、米ノ地区4試料である。また生物遺骸を採取した高さ（標高）は、レーザー測距儀で海面から試料採取位置までの比高を計測し、海面の高さを同時刻における三国験潮所における潮位データから求め算出した。以下、各調査地区別の生物遺骸の産出状況、およびその<sup>14</sup>C年代値について述べる。

和布地区では離水海食微地形から求めた旧汀線高度は3.2～3.4mである（旧汀線高度は山本・平井（2015）による、以下同じ）。標高3.04mから1.72mにかけて採取したの11試料のうち、最も高位の3.04mのヤッコカンザシ（和布4-1、4-2）の<sup>14</sup>C年代はそれぞれAD 1060～1200、AD 1200～1300（ADで示した<sup>14</sup>C年代は、ローカルリザーバー効果の補正をしていない暦補正年代（2 sigma calibrated result）を示す。以下同じ）というやや古い年代値を示すが、2.41mのヤッコカンザシ（和布4-4）はAD 1550～1680、2.03mのヤッコカンザシはAD 1640～1700という新しい年代値を示した（表1、図2）。また高さ3.15mまで連続的に保存状態の良い穿孔貝の巣穴が残されていた（図3）。

亀島地区では離水海食微地形から求めた旧汀線高度は6.8～7.0mである。標高3.55mから1.01mにかけて得られた15試料のうち、最も高位の3.55mのトマヤガイ（亀島3-1）はAD 1020～1140とやや古い年代を示すが、すぐ下位の3.47mのトマヤガイ（亀島2-1）はAD 1500～1650、3.06mのトマヤガイ（亀島1-3）はAD 1670～1810、1.56mのヤッコカンザシ（亀島6-2）はAD 1660～1720という新しい年代値を示した（表1、図2）。保存状態のよい穿孔貝の巣穴は島の南東側では5.82mまで（図4）、また島の北側では6.2mまで（山本ほか、2010）、連続的に認められた。

鮎川地区では、離水海食微地形から求めた旧汀線高度は約6mである。標高4.33mから1.52mにかけて得られた6試料のうち、最上位の4.33mのヤッコカンザシ（鮎川1-3）はAD 1450～1520であるが、またこれとほぼ同じ高さの4.25mのヤッコカンザシ（鮎川1-2）はAD 1490～1640、4.24mのヤッコカンザシ（鮎川1-1）はAD 1560～1690と新しい年代を示した（表1、図2）。保存状態のよい穿孔貝の巣穴は今回の調査では5.22mまで、山本ほか（2010）では5.9mまで連続的に認められた。

佐武地区（離水海食微地形から求めた旧汀線高度は5.3～5.4m）と大味地区は比較的近くに位置していることから、ここでは一括して述べる。標高3.86mから1.35mにかけて得られた14試料のうち、最上位の3.86mのヤッコカンザシ（大味4-1）はAD 1310～1420とやや古い年代を示しているが、3.05mのヤッコカンザシ（大味5-3）、2.99mのヤッコカンザシ（大味5-1）はAD 1590～1690、AD 1640～1700という新しい年代値を示している（表1、図2）。保存状態のよい穿孔貝の巣穴は3.85mまで認められた。

越前岬地区では、離水海食微地形から求めた旧汀線高度は5.6～6.0mである。標高5.24mから0.8mにかけて得られた17試料のうち、最上位の5.24mのヤッコカンザシ（越前岬7-1）がAD 1060～1220とやや古い年代を示しているが、そのすぐ下の4.94mのヤッコカンザシ（越前岬6-2）はAD 1660～1720、4.05mのヤッコカンザシ（越前岬8-1）はAD 1700～1890、2.40mのヤッコカンザシ（越前岬3-2）は1680～1830という最も新しい年代を示している（表1、図2）。保存状態の良い穿孔貝の巣穴は4.96mまで認められた。

梅浦地区では、離水海食微地形から求めた旧汀線高度は5.6～5.9mである。標高4.8mから2.2m

にかけて得られたの4試料のうち、最上位の4.8mのカモメガイ（森腰隧道1-1）はAD 1082～1405とやや古い年代を示している。この下位、2.9mのヤッコカンザシ（一本木1-1）はAD 1590～1690、2.45mの二枚貝（*Striarca* sp.）（森腰隧道2-1）はAD1650～1710という新しい年代を示している（表1、図2）。保存状態の良い穿孔貝の巣穴は4.9mまで、またこの地区の北側の玉川付近では5.7mまで認められた（山本ほか、2010）。

米ノ地区では、離水海食微地形から求めた旧汀線高度は4～5mである。標高2.16mから1.2mにかけて得られた4試料のうち、最上位の2.16mのヤッコカンザシ（米ノ3-1）はAD 1500～1650、2.16mのヤッコカンザシ（米ノ3-1）はAD 1500～1650と新しい年代値を示している（表1、図2）。保存状態の良い穿孔貝の巣穴は3.9mまで、また米ノの北側では4.2mまで認められた（山本ほか、2010）。

#### 4. 越前海岸沿い断層群の隆起量と最新活動時期の再検討

山本ほか（2010）で報告した越前海岸沿い断層群の最新隆起年代および隆起量を、今回の調査で得られた生物遺骸の年代値を加えて、再検討を行った。

##### 4-1. 岩礁の生物遺骸の年代から見た最新活動に伴う隆起量

岩礁に残されていた生物遺骸の年代値は、その生物が海中で生きていた年代、すなわち離水前の年代を示している。一方、最新活動に伴う隆起量としては、離水海食微地形から広い範囲で5～6m、最大で7mであると推定されている（山本・平井、2015）。今回、最新活動によって離水したと推定される岩礁から採取した生物遺骸の<sup>14</sup>C年代から、この5mを超える隆起量が全て最新の活動によるものなのかについて再検討を行った。

今回検討に用いた69試料の<sup>14</sup>C年代値（Conventional radiocarbon age）を見ると、500～549 yBPが1試料、550～599 yBPが5試料、600～649 yBPが7試料、650～699 yBPが8試料、700～749 yBPが7試料、750～799 yBPが8試料、800～849 yBPが8試料、850～899 yBPが4試料、900～949 yBPが0試料、950～999 yBPが2試料、と5割以上が600～849 yBPに集中していた。一方1000 yBPより古い年代値を示す試料は、1000 yBP台が3試料、1100 yBP台が4試料、1200 yBP台が3試料、1300 yBP台が2試料、1400 yBP台が4試料、1500 yBPより古い年代値が3試料と数は少なくなるものの全体の3割弱含まれていた。以上のように離水海食微地形から最新の活動によって離水したと推定される岩礁に残されていた生物遺骸の<sup>14</sup>C年代値に、かなりのばらつきが認められた。

年代値がばらつく原因の一つとして、広い範囲で5～6m、最大で7mという最新隆起量が、複数回の隆起を含んでいる場合が考えられる。この場合には岩礁から得られた生物遺骸の年代値は、岩礁上部は古い年代、下部は新しい年代を示し、少なくとも上部からは新しい年代を示す試料は得られないはずである。そこで得られた<sup>14</sup>C年代値と試料採取の高さおよび調査地区との関連を検討した。

図4に試料を採取した高さ（標高）と得られた<sup>14</sup>C年代値（Conventional radiocarbon age）を示す。この図に示されるように、試料を採取した高さが高くなるほど年代値が古くなるという傾向は全く認められなかった。このことは保存状態の良い穿孔貝の巣穴が多く、多くの地点で連続的に認められること、すなわち海食離水微地形から推測される最新隆起量は巣穴の保存状態からは1回の隆起による（山本・平井、2015）ということと矛盾しない。

次に、ほぼ同時期に離水したと考えられるにもかかわらず、岩礁から得られた生物遺骸の年代値に数100年をこえるばらつきがみられる原因について考察した。図4では生物遺骸の種類別に試料を採取した高さ（標高）、<sup>14</sup>C年代値を示している。採取した高さ（標高）に着目すると、4mを超える高さから採取された7試料中6試料がヤッコカンザシと二枚貝試料に比べ多く得られているものの、年代値は種類の違いによって明瞭な差異は認められない。一方、900 yBPより古い年代値を示す21試料について種類別でみると、ヤッコカンザシが6試料、カモメガイが11試料、トマヤガイが4試料であった。古い年代値を示す生物遺骸が含まれる原因としては、その生物遺骸がその死後も岩礁から取り除

表1. 年代測定を行った生物遺骸の試料番号, 標高, 採取試料の種類および<sup>14</sup>C年代測定結果一覧. ローカルリザーバー効果は補正していない. なお, 試料番号, 標高および年代値 (Conventional radiocarbon age) に “\*” を付したものは, 山本ほか (2010) によって報告された値であることを示している.

| 試料番号   | 標高 (m) | 採取試料の種類  | Conventional radiocarbon age (y BP) | ΔR=0                           |                                |
|--------|--------|----------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|        |        |          |                                     | 1 Sigma calibrated result (AD) | 2 Sigma calibrated result (AD) |
| 和布1-1* | 2.31   | トマヤガイ    | 773 ± 82*                           | 1485 ~ 1629                    | 1420 ~ 1678                    |
| 和布1-2  | 1.75   | カモメガイ    | 1230 ± 30                           | 1170 ~ 1230                    | 1120 ~ 1250                    |
| 和布2-1* | 2.13   | カモメガイ    | 988 ± 80*                           | 1324 ~ 1434                    | 1256 ~ 1488                    |
| 和布2-2* | 2.13   | カモメガイ    | 780 ± 30                            | 1500 ~ 1540                    | 1480 ~ 1590                    |
| 和布2-3* | 2.03   | ヤッコカンザシ  | 640 ± 30                            | 1660 ~ 1690                    | 1640 ~ 1700                    |
| 和布2-4  | 1.92   | カモメガイ    | 810 ± 30                            | 1480 ~ 1520                    | 1460 ~ 1540                    |
| 和布2-7  | 2.09   | カモメガイ    | 1490 ± 30                           | 890 ~ 960                      | 840 ~ 1000                     |
| 和布2-8  | 1.72   | カモメガイ    | 790 ± 30                            | 1490 ~ 1530                    | 1470 ~ 1560                    |
| 和布4-1  | 3.04   | ヤッコカンザシ  | 1280 ± 30                           | 1080 ~ 1170                    | 1060 ~ 1200                    |
| 和布4-2  | 3.04   | ヤッコカンザシ  | 1160 ± 30                           | 1230 ~ 1280                    | 1200 ~ 1300                    |
| 和布4-4  | 2.41   | ヤッコカンザシ  | 680 ± 30                            | 1630 ~ 1670                    | 1550 ~ 1680                    |
| 亀島1-1  | 1.01   | カモメガイ    | 1560 ± 30                           | 790 ~ 880                      | 780 ~ 910                      |
| 亀島1-3  | 3.06   | トマヤガイ    | 590 ± 30                            | 1680 ~ 1710                    | 1670 ~ 1810                    |
| 亀島1-7  | 2.06   | カモメガイ    | 890 ± 30                            | 1440 ~ 1460                    | 1420 ~ 1480                    |
| 亀島1-10 | 1.65   | カモメガイ    | 2530 ± 30                           | BC320 ~ BC190                  | BC340 ~ BC160                  |
| 亀島2-1  | 3.47   | トマヤガイ    | 740 ± 30                            | 1530 ~ 1630                    | 1500 ~ 1650                    |
| 亀島3-1  | 3.55   | トマヤガイ    | 1340 ± 30                           | 1040 ~ 1080                    | 1020 ~ 1140                    |
| 亀島3-3  | 3.13   | ヤッコカンザシ  | 1410 ± 30                           | 990 ~ 1030                     | 950 ~ 1050                     |
| 亀島3-5  | 3.04   | トマヤガイ    | 890 ± 30                            | 1440 ~ 1460                    | 1420 ~ 1480                    |
| 亀島3-6  | 2.56   | ヤッコカンザシ  | 740 ± 30                            | 1530 ~ 1630                    | 1500 ~ 1650                    |
| 亀島3-8  | 1.97   | カモメガイ    | 760 ± 30                            | 1510 ~ 1560                    | 1490 ~ 1640                    |
| 亀島3-9  | 1.97   | カモメガイ    | 830 ± 30                            | 1460 ~ 1500                    | 1450 ~ 1530                    |
| 亀島5-2  | 2.97   | トマヤガイ    | 800 ± 30                            | 1480 ~ 1530                    | 1460 ~ 1550                    |
| 亀島6-2  | 1.56   | ヤッコカンザシ  | 610 ± 30                            | 1680 ~ 1700                    | 1660 ~ 1720                    |
| 亀島6-4  | 2.09   | ヤッコカンザシ  | 660 ± 30                            | 1650 ~ 1680                    | 1590 ~ 1690                    |
| 亀島6-7  | 1.91   | ヤッコカンザシ  | 820 ± 30                            | 1470 ~ 1510                    | 1460 ~ 1530                    |
| 鮎川1-1  | 4.24   | ヤッコカンザシ  | 670 ± 30                            | 1640 ~ 1680                    | 1560 ~ 1690                    |
| 鮎川1-2  | 4.25   | ヤッコカンザシ  | 760 ± 30                            | 1510 ~ 1560                    | 1490 ~ 1640                    |
| 鮎川1-3  | 4.33   | ヤッコカンザシ  | 840 ± 30                            | 1460 ~ 1500                    | 1450 ~ 1520                    |
| 鮎川2-3  | 1.90   | トマヤガイ    | 820 ± 30                            | 1470 ~ 1510                    | 1460 ~ 1530                    |
| 鮎川2-4  | 1.87   | カモメガイ    | 950 ± 30                            | 1400 ~ 1440                    | 1340 ~ 1450                    |
| 鮎川3-1  | 1.52   | トマヤガイ    | 1090 ± 30                           | 1290 ~ 1320                    | 1270 ~ 1330                    |
| 佐武1-1* | 1.7*   | ヤッコカンザシ  | 800 ± 60*                           | 1465 ~ 1565                    | 1435 ~ 1655                    |
| 佐武1-2* | 2.2*   | ヤッコカンザシ  | 750 ± 60*                           | 1500 ~ 1645                    | 1460 ~ 1680                    |
| 佐武1-3* | 2.9*   | ヤッコカンザシ  | 1020 ± 60*                          | 1310 ~ 1415                    | 1280 ~ 1445                    |
| 佐武2-1  | 2.38   | ヤッコカンザシ  | 750 ± 30                            | 1520 ~ 1590                    | 1500 ~ 1650                    |
| 佐武2-2  | 2.35   | ヤッコカンザシ  | 890 ± 30                            | 1440 ~ 1460                    | 1420 ~ 1480                    |
| 大味2-1* | 1.35   | Arca sp. | 750 ± 30                            | 1510 ~ 1630                    | 1480 ~ 1660                    |
| 大味2-2* | 1.35   | カモメガイ    | 1401 ± 74*                          | 925 ~ 1085                     | 825 ~ 1174                     |
| 大味3-1* | 2.97   | トマヤガイ    | 1131 ± 80*                          | 1199 ~ 1342                    | 1092 ~ 1407                    |
| 大味3-3  | 2.74   | カモメガイ    | 1410 ± 30                           | 990 ~ 1030                     | 950 ~ 1050                     |
| 大味4-1  | 3.86   | ヤッコカンザシ  | 1010 ± 30                           | 1330 ~ 1400                    | 1310 ~ 1420                    |
| 大味5-1  | 2.99   | ヤッコカンザシ  | 640 ± 30                            | 1660 ~ 1690                    | 1640 ~ 1700                    |
| 大味5-3  | 3.05   | ヤッコカンザシ  | 660 ± 30                            | 1650 ~ 1680                    | 1590 ~ 1690                    |

表1. (つづき)

| 試料番号     | 標高 (m) | 採取試料の種類      | Conventional radiocarbon age (y BP) | Δ R=0                          |                                |
|----------|--------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|          |        |              |                                     | 1 Sigma calibrated result (AD) | 2 Sigma calibrated result (AD) |
| 越前岬1-2*  | 2.59   | トマヤガイ        | 870 ± 76*                           | 1410 ~ 1529                    | 1329 ~ 1619                    |
| 越前岬1-3*  | 3.28   | 二枚貝          | 572 ± 80*                           | 1669 ~ 1852                    | 1587 ~ 1949                    |
| 越前岬1-5*  | 2.96   | ヤッコカンザシ      | 630 ± 30                            | 1660 ~ 1690                    | 1650 ~ 1710                    |
| 越前岬2-1*  | 3.27   | カモメガイ        | 1660 ± 40                           | 690 ~ 780                      | 670 ~ 800                      |
| 越前岬2-2*  | 3.0*   | ヤッコカンザシ      | 574 ± 63*                           | 1673 ~ 1814                    | 1629 ~ 1949                    |
| 越前岬3-1*  | 1.60   | ヤッコカンザシ      | 748 ± 62*                           | 1508 ~ 1627                    | 1460 ~ 1671                    |
| 越前岬3-2*  | 2.40   | ヤッコカンザシ      | 560 ± 30                            | 1700 ~ 1810                    | 1680 ~ 1830                    |
| 越前岬3-3*  | 2.17   | ヤッコカンザシ      | 710 ± 30                            | 1550 ~ 1650                    | 1530 ~ 1670                    |
| 越前岬3-4*  | 1.72   | カモメガイ        | 690 ± 63*                           | 1554 ~ 1665                    | 1471 ~ 1724                    |
| 越前岬3-5*  | 1.60   | Arca sp.     | 591 ± 63*                           | 1663 ~ 1805                    | 1567 ~ 1898                    |
| 越前岬4-1*  | 2.6*   | カモメガイ        | 811 ± 63*                           | 1446 ~ 1554                    | 1422 ~ 1646                    |
| 越前岬5-1*  | 0.8*   | イワホリガイ       | 622 ± 63*                           | 1629 ~ 1767                    | 1527 ~ 1863                    |
| 越前岬5-2*  | 1.0*   | 二枚貝          | 660 ± 30                            | 1650 ~ 1680                    | 1590 ~ 1690                    |
| 越前岬6-1   | 4.43   | ヤッコカンザシ      | 710 ± 30                            | 1550 ~ 1650                    | 1530 ~ 1670                    |
| 越前岬6-2   | 4.94   | ヤッコカンザシ      | 610 ± 30                            | 1680 ~ 1700                    | 1660 ~ 1720                    |
| 越前岬7-1   | 5.24   | ヤッコカンザシ      | 1270 ± 30                           | 1090 ~ 1180                    | 1060 ~ 1220                    |
| 越前岬8-1   | 4.05   | ヤッコカンザシ      | 530 ± 30                            | 1710 ~ 1830                    | 1700 ~ 1890                    |
| 一本木1-1*  | 2.9*   | ヤッコカンザシ      | 660 ± 30                            | 1650 ~ 1680                    | 1590 ~ 1690                    |
| 一本木1-2*  | 2.2*   | カモメガイ        | 1316 ± 84*                          | 1024 ~ 1190                    | 915 ~ 1264                     |
| 森腰隧道1-1* | 4.8*   | カモメガイ        | 1134 ± 83*                          | 1192 ~ 1341                    | 1082 ~ 1405                    |
| 森腰隧道2-1  | 2.45   | Striarca sp. | 630 ± 30                            | 1660 ~ 1690                    | 1650 ~ 1710                    |
| 米ノ2-1*   | 1.2*   | カモメガイ        | 715 ± 64*                           | 1534 ~ 1649                    | 1468 ~ 1695                    |
| 米ノ3-1    | 2.16   | ヤッコカンザシ      | 740 ± 30                            | 1530 ~ 1630                    | 1500 ~ 1650                    |
| 午房ヶ平1-1* | 1.8*   | トマヤガイ        | 1156 ± 95*                          | 1156 ~ 1332                    | 1052 ~ 1401                    |
| 午房ヶ平1-2* | 1.8*   | ヤッコカンザシ      | 680 ± 30                            | 1630 ~ 1670                    | 1550 ~ 1680                    |

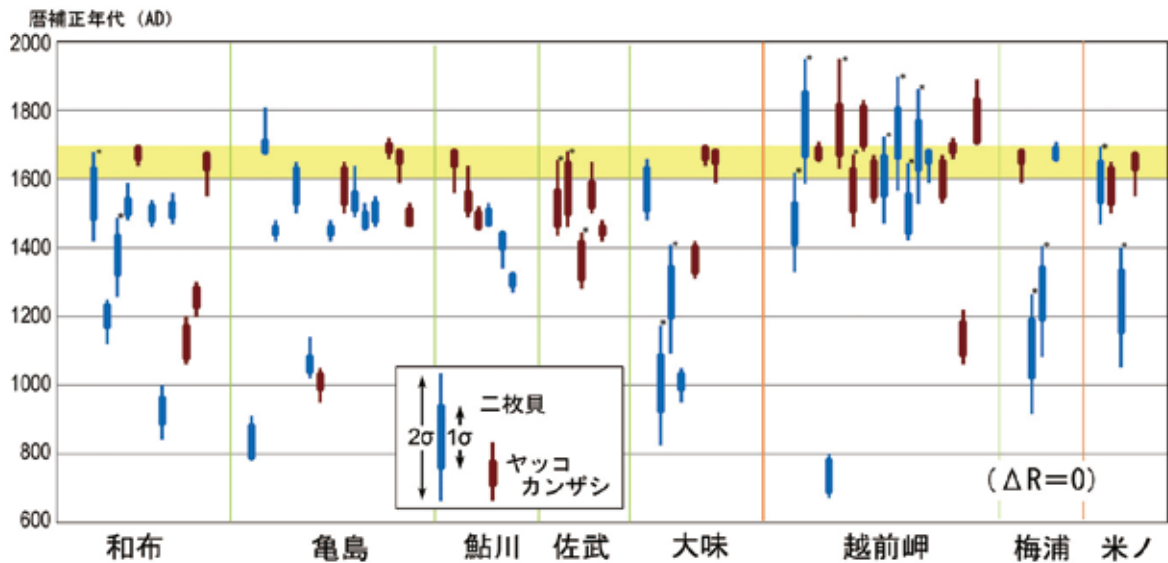


図2. 調査地区別の生物遺骸年の<sup>14</sup>C年代 (暦年代補正值, ローカルリザーバー効果は0). \*印を付けた年代値は山本ほか (2010) による報告値. また黄色の帯は17世紀を示す. なお亀島地区の1試料 (亀島1-10) の測定値 (BC 340~160) については, この図の範囲外となっている.





図3. 和布地区の離水波食棚と岩礁に残された穿孔貝の巣穴。黄破線は推定された旧汀線，赤矢印は保存状態の良い穿孔貝の巣穴のうち，最上部付近に位置しているものを示している。

かれずに残ったためと推察される。ヤッコカンザシは岩の表面に石灰質の殻（棲管）を付着させており，岩礁から剥がれにくい。カモメガイはヤスリ状になっている貝殻を回転させることにより岩に巣穴を開けて生息する二枚貝であり，巣穴の形状は入口が狭く，中が広い徳利状となっている。このため，カモメガイの貝殻は岩が削られ入り口が広がる，または貝殻が壊れることがない限り，巣穴の外へ出ることはない。今回の調査においても，試料採取の際には巣穴を壊して取り出した試料が大半であった。またトマヤガイは穿孔貝ではないが，岩や小石に足糸で付着している二枚貝であり，大半はカモメガイの巣穴の中に入った状態で見出された。以上のように古い年代を示した生物遺骸はその死後も岩礁から取り除かれにくく，残りやすかったためと推測される。特にカモメガイは岩に開けた入口の狭い徳利状の巣穴の中にぴったりと貝殻が入っており，ヤッコカンザシやトマヤガイに比べ岩礁に長い期間残りやすいと考えられる。カモメガイでは，900 yBP より古い年代値を示す割合が20 試料中11 試料とヤッコカンザシやトマヤガイよりも多く含まれていたことと矛盾しない。

#### 4-2. 甲楽城断層，越前岬沖断層，大味沖断層の最新活動時期

岩礁に残されていた生物遺骸の年代および遺跡の年代から甲楽城断層，越前岬沖断層，大味沖断層の最新活動時期の検討を行った。

大味沖断層においては，離水後を示す遺跡・遺物の年代としては，断層南端部付近の鯨穴洞穴遺跡（17 世紀中葉）のみである。一方，離水前を示す生物遺骸の<sup>14</sup>C 年代値では，暦補正年代値としては，17 世中葉以降の年代を示すものが4 試料（亀島 1-3：AD 1670～1810，亀島 6-2：AD 1660～1720，和布 2-3：AD 1640～1700，大味 5-1：AD 1640～1700）見出されている。鯨穴洞穴遺跡の年代と合わせると，離水時期，すなわち断層の活動時期としては17 世紀中葉に限定されることになる。

越前岬沖断層については離水後を示す遺跡・遺物としては越前町新保の越前赤瓦（17 世紀）がある。離水前を示す生物遺骸の暦補正年代値としては，17 世紀中葉以降の年代を示すものが5 試料（越前

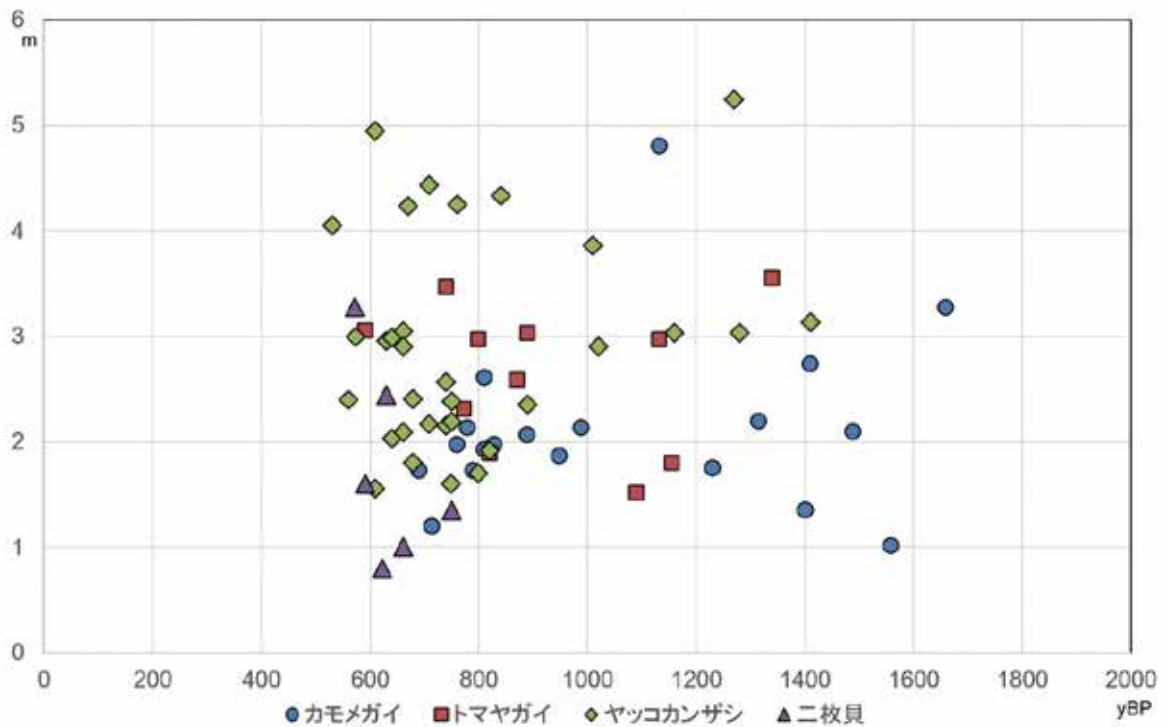


図4. 生物遺骸の採取高度（標高）と<sup>14</sup>C年代値（Conventional radiocarbon age）. なお亀島地区の1試料（亀島1-10:1.65mの高さから採取したカモメガイ,）の測定値（2530 yBP）については、この図の範囲外となっている。

岬 8-1 : AD 1700 ~ 1890, 越前岬 3-2 : AD 1680 ~ 1830, 越前岬 6-2 : AD 1660 ~ 1720, 越前岬 1-5 : AD 1650 ~ 1710, 森腰隧道 2-1 : AD 1650 ~ 1710) 見出されており, 18世紀初頭以降を示す試料も含まれている. 以上からすると越前岬沖断層の活動時期としては, 17世紀後半ないし18世紀初頭の可能性が高いと考えられる.

一方, 甲楽城断層については, 離水後を示す遺跡・遺物は見出されていないが, 離水前を示す生物遺骸の年代値としてAD 1550 ~ 1680 (午房ヶ平 1-2) という比較的新しい年代値が得られており, 越前岬沖断層や大味沖断層と同じ時期に活動した可能性がある.

以上の結果から, 大味沖断層は17世紀中葉, 越前岬沖断層は17世紀後半ないし18世紀初頭にかけて活動した可能性が高い. この断層活動に伴う海岸部の隆起量は, 大味沖断層では北端部を除くほぼ全域で5mを超え, 越前岬沖断層では越前岬地区で5.6 ~ 6.0mと大きく, 甲楽城断層においても北端部の米ノ地区では4 ~ 5mとなっている. 大味沖断層の長さは15 ~ 16km, 越前岬沖断層は12 ~ 13kmであり, 20kmに満たない断層が単独で動いて5mという(海域の沈降を加えればさらに大きな)垂直変位を一度の活動で発生させたとは考えにくい. また垂直変位量の分布をみると, 大味沖断層, 越前岬沖断層, 甲楽城断層の境界部で大きな違いはなく, これらの3つの断層が連動して, または相次いで活動した可能性が高い.

今回, 遺跡・遺物の年代とともに離水した岩礁に付着していた生物遺骸の<sup>14</sup>C年代から, 越前海岸沿いでは17世紀後半を中心とした時期に断層の最新活動があり, 広い範囲で海岸部の隆起量が5mを超えたことが明らかとなった. しかしこの断層活動を示唆する古文書等の記録は, 筆者の知る限り見出されていない. 近隣地域の17世紀後半を中心とした時期の地震の記録としては, 1662年の寛文近江・若狭地震があるが, 被害分布(宇佐美, 1996)からしても越前海岸沿いの断層が活動したとは考えにくく, さらなる検討が必要である.

## 5. まとめ

越前海岸沿いの大味沖断層、越前岬沖断層および甲楽城断層の最新活動を明らかにするために、岩礁に残された生物遺骸の<sup>14</sup>C年代測定を行うとともに、遺跡・遺物の年代、離水海食微地形の踏査・計測結果から、最新活動時期および隆起量について検討を行った。

- (1) 最新隆起以後の年代を示す遺跡・遺物の年代としては、17世紀中葉の鯨穴洞穴遺跡、および低位段丘堆積物を覆う腐植質層から得られた17世紀の越前赤瓦があり、最新隆起はこれ以前であるといえる。
- (2) 隆起以前を示す岩礁の生物遺骸の<sup>14</sup>C年代値 (Conventional radiocarbon age) は600～849 yBPに集中していたが、1000 yBPより古い年代値を示す試料も3割弱含まれていた。
- (3) 試料採取した高さとその年代値からすると、離水海食微地形から広い範囲で5mを超えるとされた最新隆起量は、一度の隆起によるものである。
- (4) 岩礁に残された生物遺骸の<sup>14</sup>C年代 (暦補正年代) および遺跡・遺物の年代からすると、大味沖断層、越前岬沖断層および甲楽城断層の最新活動時期は17世紀後半を中心とした時期である。
- (5) <sup>14</sup>C年代からすると、越前岬沖断層が大味沖断層に比べ若干新しい時期に活動した可能性もあるが、離水海食微地形から求めた隆起量分布からすると、3つの断層が連動ないし相次いで活動したと考えられる。

## 謝 辞

本調査の実施に際しては、福井県安全環境部の危機対策・防災課、自然環境課には調査の計画段階からご協力・ご指導を戴いた。また産業技術総合研究所の杉山雄一氏、岡村行信氏には調査計画や調査結果の取りまとめに関し、多くのご協力を頂いた。羽水高校の中川登美雄氏には貝の鑑定をお願いした。以上の皆様に御礼申し上げます。

## 引用文献

- 阿部信太郎・伊藤谷生・山本博文・荒井良祐・中山貴隆・岡村行信, 2011, 福井平野東縁断層帯海域延長部における断層分布と活動性について. 活断層・古地震研究報告, no.11, p.151-175.
- 青木豊昭, 1988, 第二編 第一章 原始. 越廼村誌編集委員会編「越廼村誌」, p.137-168.
- 福井県, 1997, 柳ヶ瀬断層帯 (柳ヶ瀬断層, 山中断層, 甲楽城断層) に関する調査成果報告書. 福井県, 165p.
- 福井県教育委員会, 1993, 「福井県遺跡地図」. 福井県.
- 伊藤大輔・木下慶之・山本博文, 2002, 越前海岸にみられる海食洞と旧汀線高度について. 福井大学教育地域科学部紀要 第Ⅱ部 (自然科学), no.54, p.11-38.
- 海上保安庁水路部, 1980, 5万分の1沿岸の海の基本図及び海底地形地質調査報告 若狭湾東部. 海上保安庁水路部, 25p.
- 金折裕司, 1996, 敦賀湾-伊勢湾構造線について:総説. 岐阜大学教養部研究報告, no.34, p.317-336.
- 岡山俊雄, 1956, 柳ヶ瀬断層と敦賀湾伊勢湾線. 駿台史学, no.7, p.75-101.
- 杉山雄一・阪本 泉・滝野義幸・宇佐美琢哉・岸本弘樹・永田高弘, 2012, 浦底-柳ヶ瀬山断層帯の形状・規模と過去の活動に関する検討. 活断層・古地震研究報告, no.12, p.149-193.
- 杉山雄一・山本博文・村上文敏・宇佐美琢哉・畑山一人・嶋崎裕行, 2013, 柳ヶ瀬-関ヶ原断層帯主部北方延長域 (坂井市沖～福井市沖) における活断層の分布と活動性. 活断層・古地震研究報告, no.13, p.145-185.
- 辻村太郎, 1929, 日本地形誌. 古今書院, 455p.
- 塚野善蔵, 1965, 越前海岸の地形と地質. 越前海岸自然公園学術調査報告書. 日本自然保護協会, p.19-42.
- 宇佐美龍夫, 1996, 新編 日本被害地震総覧. 東京大学出版会, 493p.
- 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・上嶋正人・岸本清行, 2000, 「ゲンタツ瀬海底地質図及び同説明書」, 海洋地質図, no.50, 35p.
- 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・中川登美雄・新井房夫, 1996, 越前海岸に発達する海成中位段丘群の対比と隆起速度, 第四紀研究, vol.35, p.75-85.