

3. 2. 1. 2 津波堆積物の調査

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 8か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
 - 1) 平成25年度
 - 2) 平成26年度
 - 3) 平成27年度
 - 4) 平成28年度
 - 5) 平成29年度
 - 6) 平成30年度
 - 7) 平成31年度
 - 8) 平成32年度
- (e) 平成26年度業務目的

(2) 平成26年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1) 輪島市舳倉島地区
 - 2) 能登半島北部の海岸露頭
 - 3) 石川県珠洲地域
 - 4) 富山湾奥地域
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成27年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

2.1.2 津波堆積物調査

(b) 担当者

| 所属機関 | 役職 | 氏名 |
|----------------|------|-------|
| 新潟大学災害・復興科学研究所 | 准教授 | 卜部厚志 |
| | 教授 | 矢田俊文 |
| | 准教授 | 高清水康博 |
| | 准教授 | 片岡香子 |
| 福井大学教育地域科学部 | 教授 | 山本博文 |
| 秋田大学地域創生センター | 准教授 | 鎌瀧孝信 |
| 島根大学総合理工学部 | 准教授 | 酒井哲弥 |
| 富山大学理学部 | 教授 | 酒井英男 |
| | 教授 | 竹内 章 |
| 北海道大学 | 名誉教授 | 平川一臣 |

(c) 業務の目的

北海道から九州に至る日本海沿岸域での津波堆積物の新たな認定手法も含めた検討と履歴・遡上範囲の解析を行い、歴史時代以前における津波波源の推定に必要な基礎資料を得る。

(d) 8か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成25年度：

福井県の若狭湾沿岸の海岸平野において、津波堆積物の調査を行った。調査は、敦賀・小浜・高浜地域において、簡易ボーリング、浅層を対象としたオールコアボーリングや地層定方位抜取装置を用いて試料を採取した。このうち高浜町の菌部地区では、中世、約1000年前、約5200年前と推定される3層準のイベント堆積物が認められた。これらのイベント堆積物は、津波によってもたらされた可能性が高いことが明らかとなった。

2) 平成26年度：

石川・富山地域の日本海沿岸や海岸平野において、浅層を対象としたボーリング調査や深度5m程度までを対象とした定方位地層抜き取り装置による調査を行う。礫質海岸については、露頭調査や現有の簡易ボーリング機器による調査を行う。試料は層相、年代や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定と履歴を明らかにする。

3) 平成27年度：

山陰・九州地方を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析する。

4) 平成28年度：

引き続き山陰・九州地方を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析する。

5) 平成29年度：

北海道日本海沿岸地域を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析する。

6) 平成30年度：

東北地方北部を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析する。

7) 平成31年度：

引き続き東北地方北部を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析する。

8) 平成32年度：

津波堆積物の補足調査を行い、年代・古環境（珪藻）などの試料も補足的に解析し、日本海沿岸域の津波堆積物の履歴・同時性を明らかにし、モデル構築のための基礎資料とする。

(e) 平成26年度業務目的

石川・富山地域の日本海沿岸や海岸平野において、浅層を対象としたボーリング調査や深度5m程度までを対象とした定方位地層抜き取り装置、簡易ボーリング機器による調査を行う。能登半島沿岸などの礫質海岸については、海岸付近の露頭調査や簡易ボーリング機器による調査を行う。ボーリング調査等によって採取した試料は、層相の観察を行いイベント堆積物の認定や層相全体の堆積環境の推定を行う。また、イベント堆積物の年代や粒度組成などを解析し、イベント堆積物が津波によるものであるかを検討するとともに、イベント堆積物（津波堆積物）の地域間での対比と履歴を明らかにする。

(2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

富山県の富山湾沿岸および石川県の能登半島、舳倉島等の海岸平野や海岸露頭において、津波堆積物の調査を行った。海岸平野での調査は、富山県射水市旧放生津潟地区（2地点）、富山県射水市足洗潟地区（2地点）、富山県氷見市地域旧十二町潟地区（4地点）、富山県黒部市生地地区（2地点）において、オールコアボーリングを行い数層準のイベント堆積物が認められた。また、石川県珠洲市の森腰、野々江、宝生地区では、定方位簡易ボーリング装置を用いて深度2～3m程度までの試料を採取した（12地点）。このうち野々江地区では、2層準のイベント堆積物が認められた。海岸露頭の調査では、石川県輪島市舳倉

島、輪島市鰐崎、石川県能登町赤崎の海岸部の低位段丘状の地形を構成する堆積物中に、複数層準の礫質なイベント堆積物が認められた。

(b) 業務の実施方法

津波堆積物の調査は、津波が襲来する可能性があり、かつ、堆積物が残存できる地形環境での検討を行う必要がある。このため、沿岸の地形や地形発達史、既存資料に基づく沿岸の平野を構成する地層の層相などを検討し、調査地点を選定した。

ボーリング調査は、現有機器をもちいた簡易ボーリング（深度数 m 程度まで）、一般的なボーリング機器によるオールコアボーリング（深度 10～50m 程度まで）で実施した。採取した試料は、層相の観察・記載を行ったのち粒度組成、砂層の粒子配列測定、年代分析などを行った。

海岸露頭の調査は、野外においてイベント堆積物を認定し、地形測量、層相の記載、年代分析用試料の採取などを行った。

(c) 業務の成果

富山・石川県内における歴史記録による津波は、1833 年天保庄内沖地震による津波によって、石川県輪島市（現在の市街部）において津波高約 6m が記録され、被害が発生したことが知られている^{1) 2)}。しかし、歴史記録では、このほかの津波被害の記録として確実性の高いものは知られていない。このため地層に記録された歴史時代以前の津波堆積物から両県の津波の履歴を明らかにする必要がある。

調査地区の対象としては、1833 年の庄内沖地震による津波被害を参考とすると、山形県沖等で発生した津波は、輪島市の舳倉島や輪島市街部などの能登半島北岸で津波高が高くなることが予測されるため、まず、舳倉島や能登半島北岸の海岸部の低位段丘状の地形や海岸低地において調査を行った。また、石川県による津波浸水想定や 2014 年 8 月に公表された国の「日本海における大規模地震に関する調査検討会」による津波想定によって、津波高や浸水想定が比較的大きくなる珠洲地域の海岸平野において調査をおこなった。さらに、富山湾奥部の海岸付近に立地する（立地した）潟湖において、富山湾奥部まで到達する津波の履歴についての検討を行った。なお、石川県の河北潟なども海岸付近に立地する潟湖であるが、潟湖と日本海を境とする砂丘列の標高が高く、砂丘列の分布が広い。このため、砂丘列を直接乗越えて津波が潟湖側に到達する可能性は非常に低く、潟湖からの流出河川からの河川遡上が予測される。しかし、河北潟の流出河川の河口部は人工的な改変が進んでいるため、調査に適した地点が得られなかった。各地区での調査結果を以下に述べる。

1) 輪島市舳倉島地区

周囲 5 km 程度の岩礁性の海岸に囲まれた島であり、海岸部には標高 5～6 m 程度の低位海岸段丘が発達する。海岸付近の地形と表層堆積物の分布調査から、冬期等の暴浪の影響が及ばない海岸から約 50m はなれた地点の低位段丘において、段丘を構成する堆積物の調査を行った。この結果、地表下数～5cm 程度に直径 10 cm 程度の扁平な円礫の密集層が認められた。礫の密集層の層厚は、10～15 cm 程度である。扁平な円礫は海岸の波打ち際

などにおいて波浪によって形成されたものであることから、海岸から低位段丘の陸域にもたらされたものであると考えられる。現在の海岸線の位置からも冬期の暴浪が及ばない地点であることから、これらの礫は津波などの定常時の波浪より大きなイベントによる堆積物であると推定できる。礫層の年代は、礫層間の有機質土壌の年代を参考とすると AD1802 - 1925 を示し、地表の直下であることや 1833 年の天保庄内沖地震の津波が高くなる地域であることを総合すると、1833 年の天保庄内沖地震の津波によるイベントであると推定できる（図 1）。

2) 能登半島北部の海岸露頭

珠洲市鱒崎と能登町赤崎の海岸露頭において、礫質なイベント堆積物を認定した。珠洲市鱒崎地点では、標高 4.4 m 程度の段丘状の地形を構成する堆積物の中に、2 層準の礫質なイベント堆積物が認められる（図 2）。これらのイベント堆積物の年代は、堆積物の上下層準の有機質な土壌の年代を参考とすると、上位のイベントが約 9~10 世紀、下位のイベントが約 1800~2000 年前と推定できる。

能登町赤崎地点では、標高 3.0 m 程度の段丘状の地形を構成する堆積物の中に、1 層準の礫質なイベント堆積物が認められる。このイベント堆積物の年代は、堆積物に含まれる炭化物片の年代から約 10~11 世紀と推定できる。

2 地点のイベント堆積物の同時性については今後の検討課題である。なお、新潟県佐渡市の春日崎地点（佐渡島の能登半島に面した地点）では、およそ 9 世紀と 11 世紀と推定される 2 層準の津波と推定されるイベント堆積物が認められており（ト部他私信）、能登半島でのこれらの堆積物との同時性についても検討していく必要がある。

3) 石川県珠洲地域

珠洲市の三崎町森腰、野々江、宝生町地区の海岸低地において、簡易ボーリング装置を用いて深度 2~3 m までの地層を採取し、イベント堆積物の有無を検討した。

三崎町森腰地区は、海岸部に標高 8~12 m 程度の浜堤とその内陸側に標高 8~9m 程度の低地地形が発達する。低地部において 4 地点の掘削を行った。この低地を構成する堆積物は主に約 6000 年前の浜堤背後の生物擾乱の発達した塩水湿地の層相を示しており、隆起による離水後も約 1000 年前までの低湿地の堆積物が認められた。しかし、約 6000~1000 年前の地層では、明瞭なイベント堆積物は認められなかった。

野々江地区は、海岸部に標高 2.5~3m 程度の浜堤とその内陸側に標高 1~1.5m 程度の低地地形が発達する。低地部において 5 地点の掘削を行った。この低地を構成する堆積物は主に約 4000 年前から約 1200 年前までの浜堤背後の低湿地の層相を示しており、有機質な泥層や砂層から構成されている。この地区では、2 層準のイベント堆積物が認められ、特に上位の層準の堆積物は泥質堆積物に挟在される淘汰のよい砂層として特徴的である。これらのイベント堆積物の年代は、約 2500 年前と約 3500 年前と推定できる（図 3）。

宝生町地区は、海岸部に標高 2~3 m 程度の浜堤とその内陸側に標高 2~4m 程度の低地地形が発達する。低地部において 3 地点の掘削を行った。この低地を構成する堆積物は主に約 2000 年前から約 1000 年前までの浜堤背後の砂質な低湿地の層相を示している。この地区では、1 層準のイベント堆積物が認められたが、連続性が明瞭ではなく、年代も特定できなかった。

4) 富山湾奥地域

富山湾沿岸地域では、海岸部の潟湖（旧潟湖）で泥質な堆積環境が推定される地域において、共通するイベント堆積物の抽出を目的として、オールコアボーリングによる調査を行った。

氷見市は、海岸部に約 500～1000 m 程度の幅を有する砂丘列（浜堤）と内陸部に十二町潟と呼ばれる潟湖が分布する。現在の十二町潟は、砂丘列を縦断する人工河川によって排水されているが、改変以前は小規模な河川によって砂丘間から流下していた。このため、現在のように砂丘列が発達した段階では、内陸側の潟湖に津波が遡上する可能性が低いものと推定でき、浜堤が発達する初期の地形での潟湖側でのイベント堆積物を対象に検討する必要がある。このため、地形発達過程を考慮しながら、初期の浜堤背後の潟湖側の地点で 2 箇所（掘進長 20 m と 10 m）、十二町潟の中央部で 2 箇所（掘進長 10 m×2 箇所）の掘削を行った。この結果、初期の浜堤が成立する以前は砂質な内湾の堆積環境であり、初期の浜堤が成立した時点でも、十二町潟の中央部まで砂質なラグーン的环境が広がっていたことが明らかとなった（図 4）。十二町潟は、浜堤の発達に伴って最終的には泥質な堆積環境となる。イベント堆積物は、現在の海岸から約 500～800 m に位置する浜堤が当時の海岸線であった時代に 2 層準の粗粒なイベント堆積物が認められる。

射水市の旧放生潟は、約 2～4m 程度の標高の浜堤を介して広がっていたと推定できる。現在の流出口は港湾改修により、1762 年に浜堤を縦断して形成された排水路を拡幅して造成されたものである。このため、旧放生潟の地形を考慮しながら、浜堤を越えてイベント堆積物が潟湖側に流入する可能性の高い地点でオールコアボーリングを行った。ボーリングは、より古い時代までの地形形成過程とイベント堆積物の有無を検討するため、掘進長が 50 m と 30 m となる 2 地点を選定した。この結果、旧放生潟の掘削地点での堆積環境は、内湾、デルタ沖合、浅海、浜堤、泥質な潟湖へと変遷したことが明らかとなった（図 5）。また、旧放生潟を特徴づける泥質な堆積環境は深度 9 m 程度までであることが明らかとなった。内湾環境から一連の堆積環境の変遷のなかで、波浪や河川起源と推定できるイベント堆積物は、14～15 層準程度あり、このうち旧放生潟が成立以後は 4 層準である。この 4 層準のイベント堆積物については 2 地点での対比を詳細に検討し、年代の特定を含め広域的な対比について検討を行う。

射水市の足洗潟は、約 2～4 m 程度の標高の浜堤を介して内陸側に広がっていたと推定できる。このため、足洗潟の改変前の地形を考慮しながら、浜堤を越えてイベント堆積物が潟湖側に流入する可能性の高い地点でオールコアボーリングを行った。ボーリングは、より古い時代までの地形形成過程とイベント堆積物の有無を検討するため、掘進長が 20 m と 10 m となる 2 地点を選定した。この結果、旧足洗潟の掘削地点での堆積環境は、デルタ沖合、浅海、浜堤、泥質な潟湖へと変遷したことが明らかとなった（図 6）。また、旧足洗潟を特徴づける泥質な堆積環境は深度 4 m 程度までであることが明らかとなった。一連の堆積環境の変遷のなかで、波浪や河川起源と推定できるイベント堆積物は、潟湖が成立後の 3～5 層準程度である。これらのイベント堆積物については 2 地点での対比を詳細に検討し、年代の特定を含め広域的な対比について検討を行う。

黒部市の生地地区には、越ノ湖と呼ばれた潟湖が約 2～4 m 程度の標高の浜堤を介して

内陸側に広がっていたと推定できる。このため、旧地形を考慮しながら、浜堤を越えてイベント堆積物が潟湖側に流入する可能性の高い地点でオールコアボーリングを行った。ボーリングは、2地点で潟湖の基底となる河川成の礫層までを対象深度として行った（KRB-1地点：9 m，KRB-2地点：5 m）。この結果、旧越ノ湖の掘削地点での堆積環境は、礫質なデルタ（河川成）から泥質な潟湖へと変遷したことが明らかとなった（図 7）。また、旧越ノ湖を特徴づける泥質な堆積環境は深度 4～7 m 程度までであることが明らかとなった。一連の堆積環境の変遷のなかで、波浪や河川起源と推定できるイベント堆積物は、潟湖が成立後の 2～3 層準程度である。これらのイベント堆積物については 2 地点での対比を詳細に検討し、年代の特定を含め広域的な対比について検討を行う。

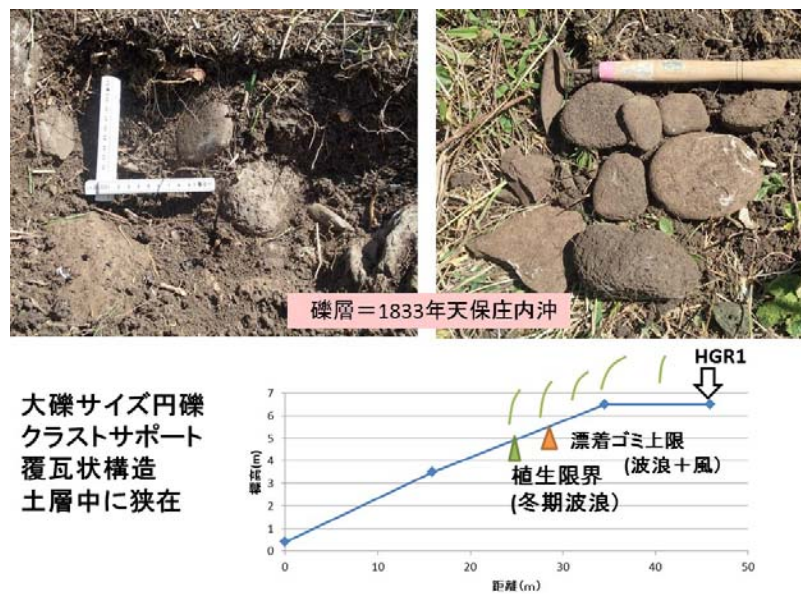


図 1 石川県輪島市舳倉島の低位段丘中に含まれるイベント堆積物

能登半島北部: 鰐崎



図 2 石川県珠洲市鰐崎の海岸露頭で認められるイベント堆積物

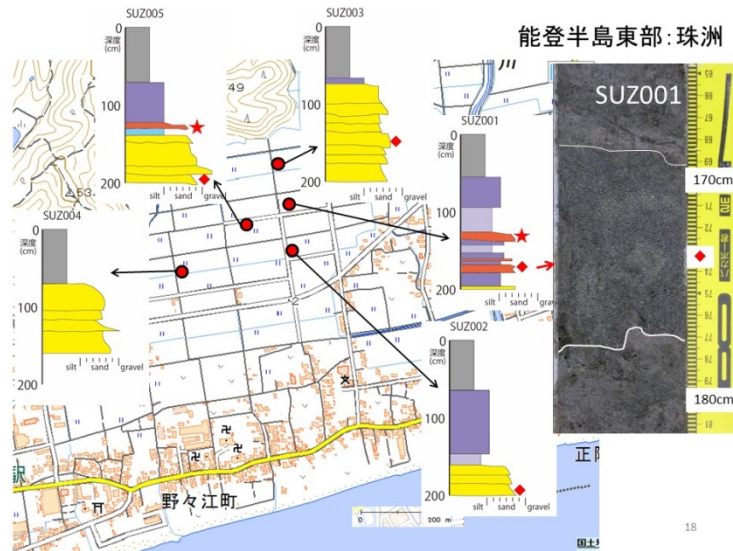


図 3 石川県珠洲市野々江地区で認められるイベント堆積物

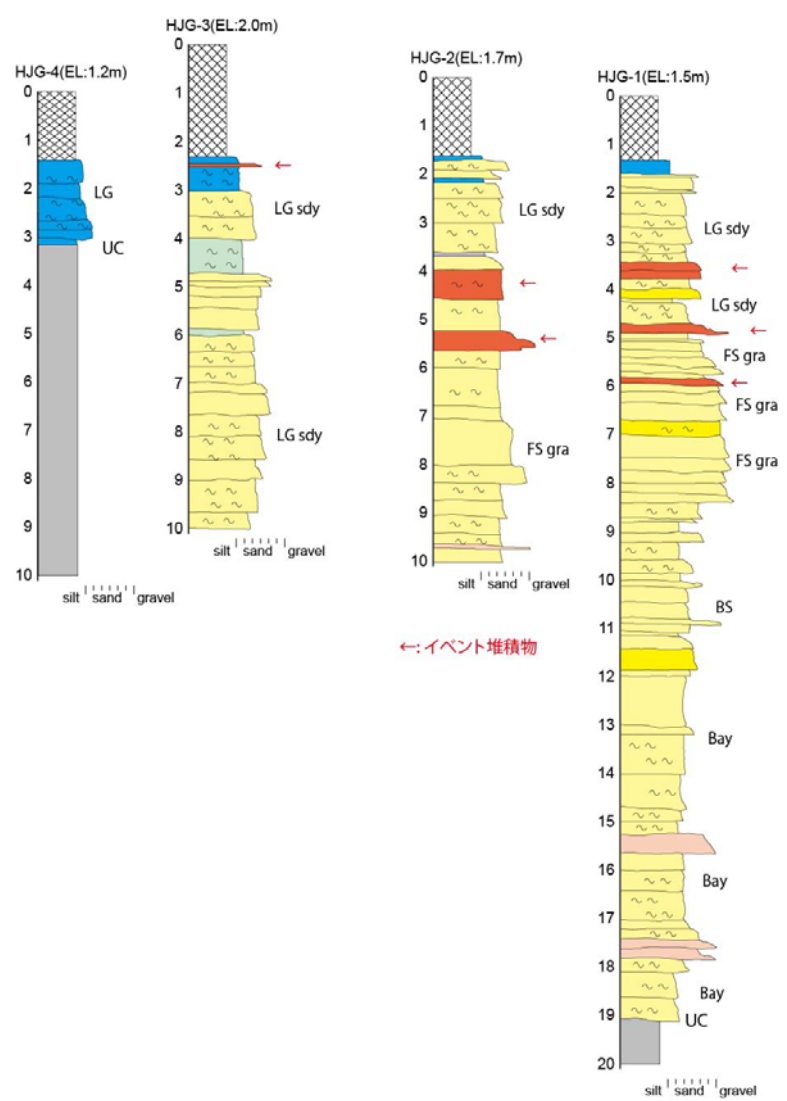


図 4 石川県氷見市旧十二町潟地区の沖積層の層相とイベント堆積物

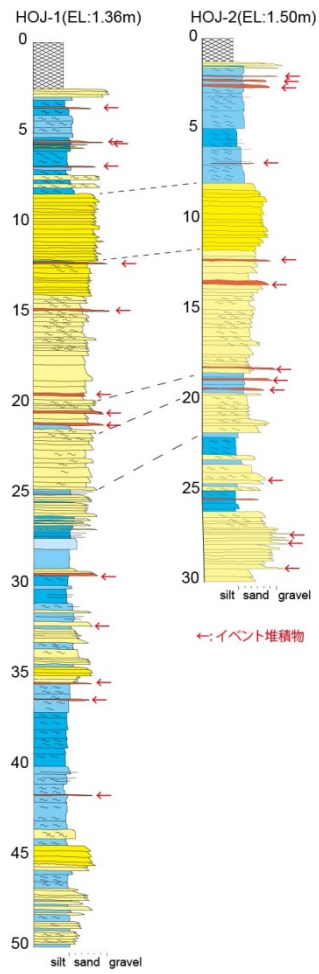


図 5 石川県射水市旧放生津潟地区の沖積層の層相とイベント堆積物

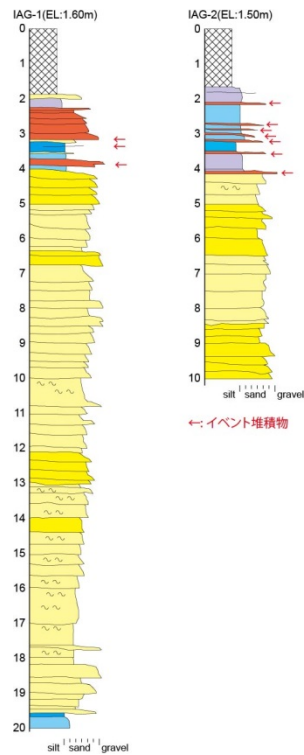


図 6 石川県射水市旧足洗潟地区の沖積層の層相とイベント堆積物

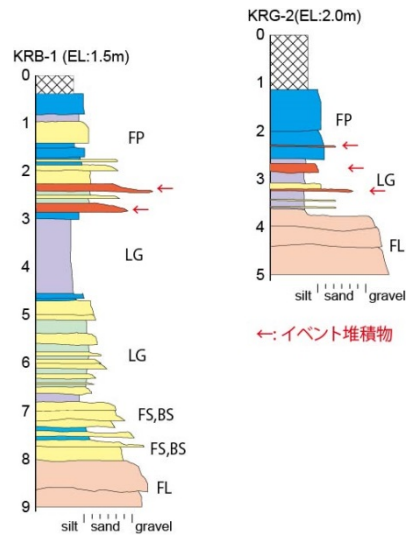


図 7 石川県黒部市生地地区の沖積層の層相とイベント堆積物

(d) 結論ならびに今後の課題

富山県の富山湾沿岸および石川県の能登半島、舳倉島等の海岸平野や海岸露頭において、津波堆積物の調査を行った。海岸平野での調査は、石川県珠洲市、富山県射水市、富山県氷見市、富山県黒部市生地地区の合計 22 地点において、オールコアボーリングを行い数層準のイベント堆積物が認められた。海岸露頭の調査では、石川県輪島市舳倉島、珠洲市鰯崎、石川県能登町赤崎の海岸部の低位段丘状の地形を構成する堆積物中に、複数層準の礫質なイベント堆積物が認められた。

今後、これらのイベント堆積物の成因を詳細に検討していくとともに、イベント堆積物の広域的な認定と対比を行う必要がある。

(e) 引用文献

- 1) 輪島市史編纂専門委員会：輪島市史資料編。第 1 巻、1978。
- 2) 大林 綾：1833 年（天保 4 年）加賀藩輪島町における津波被害について一能登輪島住吉神社文書を中心に一。歴史地震、21 号、pp、191-199、2006。

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

| 著者 | 題名 | 発表先 | 発表年月日 |
|--|--------------------------------|-------------------------|-----------------|
| 山本博文・ ト部厚志・ 佐々木直広・ 高清水康博・ 片岡香子 | 若狭湾沿い海岸低地における津波堆積物調査（予報）（口頭発表） | 日本地球惑星科学連合大会 2014 年横浜大会 | 平成 26 年 5 月 2 日 |

| | | | |
|--|---|---------------------------------|----------------------|
| ト部厚志・ 山本博文・ 佐々木直広・ 高清水康博・ 片岡香子 | 若狭湾沿いの海岸平野における 津波堆積物調査（口頭発表） | 日本第四紀学会 2014 年大会 | 平成 26 年 9 月 6 日 |
| 山本博文・ ト部厚志・ 佐々木直広・ 高清水康博・ 片岡香子 | 若狭湾沿い海岸平野におけるト レンチ、コアリングによる津波堆 積物調査（口頭発表） | 日本地質学会第 121 年 学術大会鹿児島大会 | 平成 26 年 9 月 13 日 |
| ト部厚志・ 山本博文・ 佐々木直広・ 高清水康博・ 片岡香子 | 福井地域の海岸平野における津 波堆積物調査（口頭発表） | 日本地質学会第 121 年 学術大会鹿児島大会 | 平成 26 年 9 月 13 日 |
| 山本博文・ ト部厚志・ 佐々木直広 | 福井の津波調査の現状と津波の 可能性について（口頭発表） | 日本応用地質学会中部 支部研究発表会 | 平成 26 年 10 月 17 日 |
| 山本博文 | 福井県沿岸の津波の可能性と津 波堆積物調査（口頭発表） | 平成 26 年度防災・日 本再生シンポジウム 福井 | 平成 26 年 11 月 2 日 |
| 平川一臣 | 日本海東縁の古津波堆積物と巨 大津波履歴（口頭発表） | 日本地震学会 2014 年 度秋季大会 | 平成 26 年 11 月 24 日 |

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 27 年度業務計画案

山陰地域（京都、兵庫、鳥取、島根）の日本海沿岸の海岸平野において、浅層を対象としたボーリング調査を行う。礫質海岸については、露頭調査や現有の簡易ボーリング機器

による調査を行う。試料は層相、年代や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定と履歴を明らかにする。