

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2013

課題番号：21540467

研究課題名(和文) 地形・地質が地震動に与える影響の解明

研究課題名(英文) Investigation into affection of the topography and geology to quake motion

研究代表者

川邊 孝幸 (Kawabe, Takayuki)

山形大学・教育文化学部・教授

研究者番号：00214685

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：表層地質の違いが地震動とそれによる地震動被害に影響を与える可能性を、表層地質のHDサンプラーによるボーリング資料の採取と簡易間入試権による調査で詳細な検討するとともに、地質調査で明らかになった表層地質が変化する場所において地震計を設置して連続観測することで、表層地質の違いによる地震動の変化を顕像的に捉えることを目的に調査をおこなった。

調査の結果、地震被害が、砂質の地層と泥質の地層との漸移部で起こっていることが明らかになり、それぞれの場所における地震波の速度応答スペクトルが、泥質堆積物の分布地域で遅くなり、両者を跨いで建つ住家において被害が発生していることなどを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Three dimensional geological survey with boring samplings and handy dynamic cone penetrometer was held to reveal the detailed surficial geology and also held recording of seismometers on different surficial geology, to reveal the quake motion and its disaster controlled by surficial geology. According to the detailed three dimensional geological survey and analysis of records of seismometers, frequency of quake on muddy surficial geology is lower than sandy surficial geology, and such difference of quake motion causes the disaster of houses standing on such different surficial geology.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：地質災害 地質ハザード 表層地質 堆積環境 地震動特性 速度応答スペクトル

1. 研究開始当初の背景

大きな地震が起きるたびに道路や構造物、敷地などに被害が生じる。申請者も含めて被害地震が起きるたびに被害調査がおこなわれ、表層地質と被害に密接に関連していることが明らかになってきた(1995年兵庫県南部地震に関する川辺(1995)、藤田ほか(1995)、2004年新潟県中越地震に関する川辺ほか(2005)、荒川ほか(2005)、内藤ほか(2005)、2005年福岡県西方沖地震における川辺(2005)、2006年宮城県東方沖地震における川辺(2006)、2007年能登半島沖地震における川辺ほか(2007a)、川辺ほか(2007b)、2007年新潟県中越沖地震における川辺ほか(2007c)、風岡ほか(2007))。また、軟弱地盤の液状化や斜面災害、造成によって谷埋めされた盛土地盤に関する災害について研究が進み、問題点が明らかにされてきた。2008年岩手・宮城内陸地震では、強震動による地すべり・崩壊が多数発生した。

しかし、軟弱地盤の液状化も含めて、自然の緩斜面の住宅地において、被害が発生したその場所での表層地質に関しては、ほとんどが地形および周囲の表層地質の分布から推定しているだけで、被害を被った場所そのものの具体的なデータに基づいて論じている研究は限られていて(Kazaoka et. al, 1992, 風岡, 1993, 風岡, 2003)、さらに調査・研究をおこなう必要がある。

表層地質と被害との関係に関する調査・研究では、表層を構成する堆積物が、どのような物質から構成されていて、いつ、どのような堆積環境で堆積したのかを、具体的に明らかにする必要がある。そのためには、トレンチ掘削断面や不攪乱ボーリングコアの観察による層相解析や粒度分析による堆積環境の推定、年代測定による年代決定等が必要である。その上で物性データを加えて地震時の震動特性との関係を検討する必要がある。

2. 研究の目的

表層地質の詳細と地震災害との関係のうち、研究期間内では、砂丘背後の砂丘砂二次堆積層および沖積層の堆積環境と地震動特性を中心に研究をおこなう。

研究では、第1に、過去の液状化・流動化被害の発生地域の地質条件(層相の3次元分布の把握と堆積環境史の復元)を明らかにする。第2に各堆積環境における堆積物の物性的特性を明らかにする。第3に、実際に地震計アレー観測によって地震動特性の実体を把握する。

(1) 過去の液状化・流動化被害の発生地域の地質条件の解明

2007年能登半島地震の被災地および2007年新潟県中越沖地震の被災地、1983年日本海中部地震の被災地および2008年岩手・宮城内陸地震の被災地において、液状化・流動化被害の発生地域の地質条件(層相の3次元分

布の把握と堆積環境史の復元)を明らかにする。

2007年能登半島地震における被災地のうち、現在調査を進めている道下地区において、1箇所でおこなったトレンチ発掘とボーリング調査で、倒壊率の高い部分は、砂丘堆積物とその内側のラグーン堆積物と思われる境界付近であることが予想されている。また、2007年新潟県中越沖地震の被災地についても、これまでの調査で、ある程度予想がついているが、それぞれの地域で、どの時期にどのような地理であったかを、年代測定を含めて、被害に遭わなかった地域も含めて、面的に調査・比較検討して、被害を及ぼす堆積環境的要因を解明する。

同様な調査・研究を、2007年新潟県中越沖地震の被災地、2008年岩手・宮城内陸地震での被災地、1983年日本海中部地震の被災地においておこなう。

(2) 過去の液状化・流動化被害の発生地域の地質の物性的特性の解明

以上のような地域において、液状化・流動化の発生している堆積物の層相を明らかにする。

(3) 過去の液状化・流動化被害の発生地域の地質の震動特性の解明

実際にこれらの被災地のうち特徴的な地質の場所に、場所による堆積相の変化によって地震動の違いを明らかにするために、地震計アレーを設置して、実際に地震が起きた場合の地質断面に対応した地震動特性を明らかにする。

以上の3点をもとに、地震によって被害を及ぼす堆積環境的要因の一般化をおこなう。

3. 研究の方法

(1) 調査地域の層相分布と堆積環境発達史の復元

表層地質と被害との関係に関する調査・研究では、表層を構成する堆積物が、どのような物質から構成されていて、いつ、どのような堆積環境で堆積したのかを、具体的に明らかにする必要がある。そのためには、トレンチ掘削断面や不攪乱ボーリングコアの観察による層相解析や粒度分析による堆積環境の推定、年代測定による年代決定などによって、調査対象地域の地質・地形発達史を明らかにすることが必要である。

2007年能登半島地震の過去の地震被災地である、石川県輪島市門前町道下地区、2007年新潟県中越地震の被災地である新潟県柏崎市東長崎地内および同市新橋において表層地質の踏査およびHD-サンプラーによるコアの採取と堆積相の肉眼観察、および簡易貫入試験による物性と層相の把握をおこなった。これらの結果をもとに、層相分布と堆積環境発達史の復元をおこなった。

また、今後の地震動と被害との事前の地質

の解明として、山形県村山市白鳥地区において、活断層が横切ると予測される扇状地の表層地下地質・岩相分布の綿密な調査をおこなった。

(2) 地震動計測

地質調査によって明らかになった表層地質の層相の異なる場所で、地震動の連続観測を行った。計測は RS232C-USB 接続による地震計を 12V 駆動の小型パソコンによっておこなった。電源は、基本的には商用電源をお借りできる場所においては商用電源をお借りしておこなった。また、2011 年 3 月 11 日以降、地震が頻発するようになってからは、臨時的にはバッテリー駆動によって、計測をおこなった。

地震データの解析は、基本的には自作の解析ソフトおよび T. Kashima (IISEE, BRI) 氏開発の強震加速度記録の解析ソフトである viewWAave、米国 Goldensoftware 社製 Grapher を使用した。

(3) 研究機関中の 2011 年 3 月 11 日に発生した巨大地震である 2011 年東北地方太平洋沖地震が発生し、多大な被害が発生した。被害の多くは津波によるものであったが、津波が襲来する前の強震動による被害を明らかにするため、三陸沿岸地域～仙台平野南部にかけての被害調査を行い、津波被害と強震動による地質被害との分離を行い、地質被害と表層地質の岩相分布を明らかにする調査を行った。

4. 研究成果

(1) 石川県輪島市門前町道下地区の 2007 年能登半島沖地震による倒壊害地における地質と震動特性による被害について

① 表層地質の状況と堆積環境

石川県輪島市門前町道下地区では、倒壊被害が発生したが、地形的には、海岸砂州の東側の背後、門前町を西に流れる八ヶ川の低位段丘の川から南に離れた地域のものであった。この地域の地質を明らかにするために、被害家屋の敷地内でトレンチ調査と HD サンプラーによるボーリング調査および簡易貫入試験によって、表層地質を明らかにし、年代測定の結果を踏まえて、2 サイクルの滞水域の未固結粘土層と、波打ち際の淘汰の良い砂層との繰り返りで、下の粘土層が約 3000

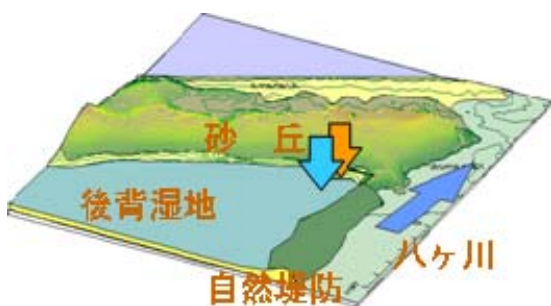


図 1 石川県輪島市門前町道下地区の被災地の堆積環境

年前、上位の粘土層が約 900 年前であることが明らかになった。粘土層は、西側の海岸砂州に向かって薄くなり、東側に向かって厚くなる傾向を示している。これらの堆積環境を図にすると、第 1 図のようになる。

このように、被災地の地下は、ほぼ東から西方向に、岩相が、泥層優勢から砂層優勢に変化している。

② 地震動特性

このように東西方向に岩相変化が見られる道下地区の被災地において、地震計を設置し、地質状況の違いによって地震動特性の違いがみられるか、2009 年夏から西方向に 3 個の地震計を設置して、連続観測をおこなった。2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震を含む 2011 年 5 月上旬まで観測をおこなったが、使用した地震計でデータが検討できる地震は、2011 年 2 月 27 日 05 時 38 分頃に発生した岐阜県飛騨地方 (36° 09.3' N 137° 27.2' E) を震源とした M5.5 の地震である。2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震の場合には、遠地震であるため、波形が全体的に不明瞭であったため、検討に適さなかった。図 2 は、設置した一番東側の泥層の卓越した部分で得られた加速度波形である。なお、使用した地震計はノイズレベルが最高 1gal 程度と高いため、波形データに対して 2Hz (周期 0.5 秒) のフィルタをかけてノイズを除去して扱った。最大加速度は、東西方向で 6.1gal である。

第 2 図は西側の砂層卓越部における速度応答スペクトルと約 30m 東側の泥層卓越部における速度応答スペクトルである。両者のスペクトルはかなり類似しているが、ピークの値

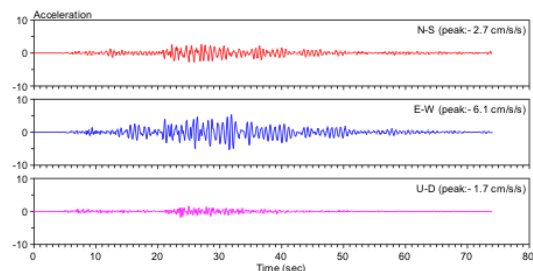


図 2 道下地区の泥質層卓越部における 2011 年 2 月 27 日の岐阜県飛騨地方の地震波形

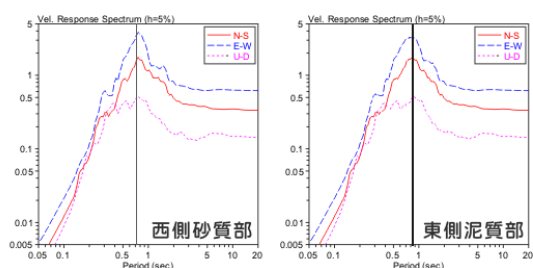


図 3 道下地区の約 30m 東西に離れた西側砂質部と東側泥質部における 2011 年 2 月 27 日の岐阜県飛騨地方の地震の速度応答スペクトル

は、西側砂層卓越部では周期約 0.72 秒にあるのに対して、東側泥層卓越部では周期約 0.85 秒程度と、卓越周期が遅い方にシフトしている、また、東側泥層卓越部では、約 2 秒までの周期のものが、西側砂質部に対して強い。

③表層地質の岩相の違いによる地震動特性の違いと被害との関係

以上のように、道下地区では、倒壊家屋は、岩相が西側の砂層卓越部から東へ泥層卓越部との漸移部を跨いで建てられていた。これらの表層地質の岩相の異なる地表部における地震動特性は、僅かであるが、東側の泥質部が遅くなる傾向を示している。また、加速度粒子軌跡を描かせると、両者とも東西方向に卓越した軌跡になる、後者の方がより南北方向にやや伸びた楕円に近い軌跡になる。一方、上下成分は、西側砂質部の方が 2.0gal、東側泥質部は 1.7gal と、西側の砂質部の方がやや大きい値を示している。

八ヶ川の沖積低地は東西方向に伸びている。地震動は、この地に南から到達している、S 波は、ほぼ東西方向がトランスバース方向になり、沖積低地の伸びの方向に一致する。従って、沖積層東側の泥質部は、到達した地震動によって東西方向に揺られることになる。同時に、西側は海岸砂丘からなる砂質部があり、これに反射することによって表面波が生じる。このような地質環境によって泥質部での地震波は東西方向に固有の動きをすることになる。数秒～10 秒程度の周期の波形が地震到達後、約 1 分間減衰しながら続くが、このような地質環境が影響していると考えられる。

倒壊した家屋は、建築年代が数十年の古い家屋であり、基礎は布基礎であった。家の西側と東側では、地震動の周期が異なり、これによって、家自体に圧縮力、引張力、ねじれの力が直接加わったと考えられる。それによって、家屋の倒壊がもたらされた可能性が高い。

このような表層地質の違いによる地震動の違いを連続的にとらえた研究は本研究によって始めて得られた成果である。

(2) 新潟県柏崎市新橋における深度による地震動の違いについて

新潟県柏崎市においては、2007 年 7 月の新潟県中越沖地震によって被害の発生した東長崎地区において、表層地質と被害との関係について、本研究の始る前から研究をおこなっていた。この地域の調査をおこなっている途中に、JR 柏崎駅の西側にある柏崎市新橋地盤沈下観測所において、2007 年新潟県中越沖地震の際に、112m 井、43m 井、23m 井と深さの異なる 3 基の観測井 (図 4) のダイヤルゲージおよびデジタル変位計のゲージが計測基台との衝突によって破壊され、観測は停止した状態であったが、基台のステンスプレートに、ゲージが破壊されるまでの変位記

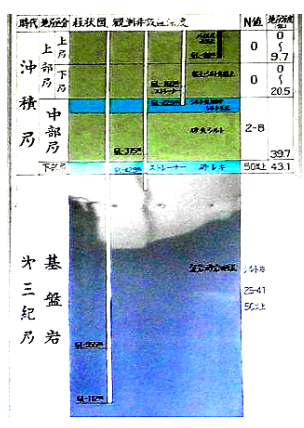


図 4 新潟県柏崎市新橋の深度それぞれ 112m, 43m, 23m の深さの異なる地盤沈下観測井の地質。

深度 39.7m までが沖積層で、それ以下は新第三紀層。

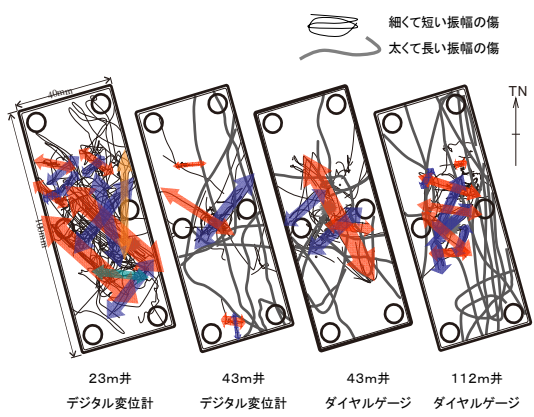


図 5 各深度のダイヤルゲージ/デジタル変位計のゲージによって付けられたステンレス製基台の傷 (ゲージと基台との相対的変位記録)。基台のサイズは、長さ 100mm×幅 40mm。

録が残されていた。

それぞれのゲージ先端によって付けられた基台の傷をトレースしたものが図 5 である。これらの記録は、傷の切断関係から、初期に上下方向の衝突によるによる穴が複数空いており、その後、北北西-南南東方向のものと東北東-西南西方向の 2 方向の直交する傷が卓越するが、方向が後のものは左回転に次第にずれ、北西-南東方向と北東-南西方向を向くようになる。このような傷の方向の回転は、振動方向が破壊領域が西側に進展することで震源域に近い柏崎市では、時間経過とともに震動方向が左回転でずれていったことを意味していると考えられる。

観測井の深度による傷の違いは、深い深度のものから浅い深度のものになるにつれて、傷の振幅が大きくなっている。

地質的には、112m 井は、沖積層とその基盤の新第三紀層との不整合面からさらに約 60m の深さで基盤中に据えられているもので 43m 井は、不整合面直下の基盤の最上部に、23m 井は沖積層中の礫層に据えられている。

このような地質状況からは、地表に地下づくにつれて、特に不整合面より上位の沖積層において、震動が大きくなることを示していると考えられる。しかし、逆に、浅いほど基台の据えられている地表面の動きに類似し

てくるとも考えられ、研究期間中には電源の問題があって連続観測がおこなえなかったが、今後連続観測をおこなって、さらに検討が必要である。

(3) 2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による地震動による地質被害について

仙台平野の海岸部は、2011年3月11日14時46分に発生したMj9.0の平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震によって発生した津波によって、多大な人的犠牲を含む甚大な被害が発生した。一方、津波の及ばない仙台平野の丘陵部では、とくに丘陵部を開いて造成された住宅地において、谷埋め盛土の地すべりや崩壊などの地質被害が顕著におこった。地震時における地質災害は、関東平野の沿岸部や内陸部の利根川などの河川流域では、地震動による液状化等の表層地質の変形に伴う災害が多く発生した。仙台平野の沿岸部においても起こった可能性はある。しかし地震後に発生した津波による被害があまりにも甚大であったため、表層地質の調査は行なわれておらず、実態は不明であった。

表層地質の違いによる地震動特性の違いを明らかにする前段階として、まずは被害のなかから津波被害を分離して地質災害を抽出するとともに、表層地質の詳細を明らかにする調査のために概査三陸沿岸地域から仙台平野南部についておこなった。

その結果、仙台平野の沿岸部において、津波被害の調査をおこなった際、住宅地の残された基礎部分に変形して、布基礎に開口割れ目ができていたり、ベタ基礎でも緩く傾いている事例をいくつかの場所で観察した。そのような場所では、道路が波打って沈下したり、水田の畦や畑地の道路部分なども、津波に浸食されずに残っている部分で沈下している変形も見られた。そこで、仙台平野のうち、仙台空港の東部海岸地域において詳細な調査をおこなった。

仙台平野では、国土地理院によって、2011年東北地方太平洋沖地震前後の2009年と2012年の航空レーザー測量による基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュDEMが公表されている。これらのDEMの差分を得ることで、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う構造運動による広域的沈降運動、圧密や液状化などによる表層地質の変形、津波による地表の侵食と堆積などの変化の積分が得られる。右の図は、仙台空港の滑走路を基準に、43cmの垂直方向のオフセットを与えた差分を示す図である。この図のように、貞山堀と海岸との間で、津波による浸食とともに周囲に比べて沈下している様子がわかる。このような場所は、陸地測量部の迅速図では、湿地や水田で示される場所で、表層部には、軟弱な堆積物が堆積している場所であることがわかる。これに対して、この沈下部分を分断して沈下量も少ない領域がある。地形的には微高地になっていて震災以前には住宅地であった。

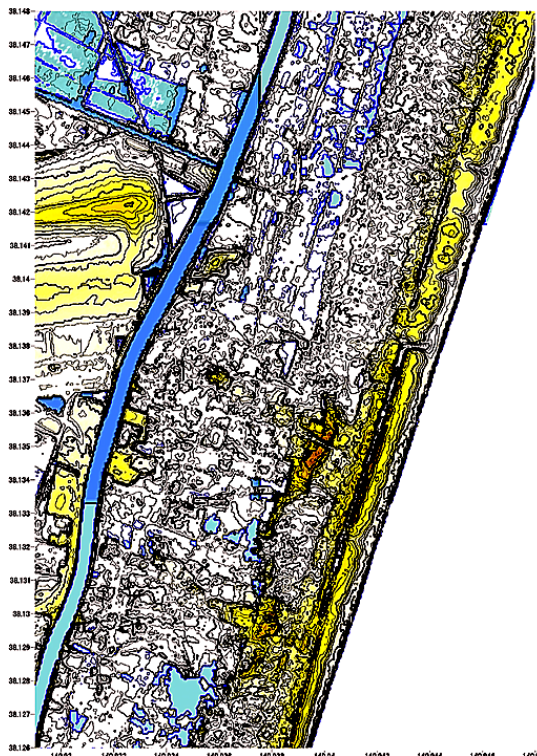


図6 仙台空港東側における2009年と2011年の5mメッシュDEMの差分。茶系統の色が地震後高くなった部分で、水色系統が地震後低くなった部分。

DEMで示される沈下域や沈下域を分断する沈下量の少ない部分の表層地質の実態を明らかにするために、トレンチおよびHDサンプラー、簡易貫入試験による現地調査をおこなった。

その結果、沈下量の少ない部分は、基本的に、黒雲母を含む河川成の砂層が少なくとも2m以浅にあることが確認できた。現地の人によれば、地下5mまで砂が連続し、5mで砂礫に変わるとのことである。また、沈下量の大きい場所では、植物根を多く含む湿地堆積物が1m以上の厚さで発達していた。

以上のような仙台平野海岸部の調査範囲では、海岸と平行にラグーンがあり、ラグーンを横切るかたちで、阿武隈川の旧河道がシフトしながら粗粒堆積物を残していったと考えられ、ラグーンや砂丘堆積物を基本に、阿武隈川による自然堤防堆積物、河道堆積物、放棄河道堆積物が複雑に分布していることが明らかになった。

従って、それぞれの層相の地層ごとの震動特性は今後の課題であるが、復興に伴う工事をおこなう際には、少ない数のボーリングデータに頼るのではなく、綿密な表層地質の調査が必要であることを明らかにすることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計13件)

- ① 川辺孝幸・志岐常正・風岡 修, 2013, 仙台平野における 2011 年東北太平洋沖地震による標高変化の要因—広域的沈降・浸食堆積・表層地質変形. 環境地質学シンポジウム論文集, 23, 11-16.(査読無)
- ② Kawabe Takayuki, Tsunemasa Shiki, Osamu Kazaoka, 2013, Geologic and human factors of elevational change in Sendai Plain by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake - tectonic subsidence, erosion-sedimentation and deformation of surficial geology. Proceedings of International Symposium on Man-Made Strata and Geo-Polution, 47-52, IUGS-GEM working group on Man-Made Strata and Geo-Polution.(査読無)
- ③ 川辺 孝幸, 池田 碩, 橋 徹 ほか, 2013, 2011 年日本大震災津波災害調査報告. 月刊地球 35(1), 2-15.(査読有)
- ④ 川辺孝幸, 中野 啓二, 2013, 2011 年東北地方太平洋沖地震による温泉湧出異常と誘発地震. 東北地区災害科学研究, 49, 17-22.(査読無)
- ⑤ 川辺孝幸, 志岐常正, 2012, 2011 年東日本大津波の調査で明らかになった津波痕跡調査上の問題点. 環境地質学シンポジウム論文集, 22, 195-200, (査読無)
- ⑥ 池田 碩, 開沼 淳一, 川辺孝幸, 三上 禎次, 志岐 常正, 鈴木 壽志, 橋 徹, 2012, 2011 年東北日本津波災害調査写真報告. 地球科学 66(6), 205-208.(査読有)
- ⑦ 川辺孝幸・中野啓二, 2012, 温泉湧出量変化, GPS 変位および余震活動からみた 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動とそのメカニズム. 環境地質学シンポジウム論文集, 21, 111-116.(査読無)
- ⑧ Takayuki Kawabe, 2012, Distribution and facies of sunamite by the Off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in 2011 in Sendai Plain, Noreast Japan. IGC, 4.5, #051.(査読有)
- ⑨ Kawabe Takayuki, 2012, Mechanizm of induced earthquakes by the Off the Pacific coast of Tohoku Earthquakein 2011 according to the Change of geothermal water lebel and its temperature, aftershock activity and geologic structure in Northeast Japan, IGC, 34, 37.2, #3452.(査読有)
- ⑩ 川辺孝幸・大沼由佳・佐々木 愛, 2012, 2011 年東北地方太平洋沖地震による仙台平野の津波の侵入過程と津波堆積物. 環境地質学シンポジウム論文集, 21, 93-98.(査読無)
- ⑪ 川辺孝幸, 2010, 山形県村山市北畑における小国沢川ミニ扇状地の表層地質と浅層地下水流動. 環境地質学シンポジウム論文集, 20, 59-62.(査読無)
- ⑫ 川辺孝幸・風岡修・古野邦雄, 2010, 2007

年新潟県中越沖地震による柏崎市の地盤観測井に残された変位波形記録の解析, 環境地質学シンポジウム論文集, 20, 271-276.(査読無)

- ⑬ 川辺孝幸, 2010, 山形盆地に分布する鳥居の既往地震による被害状況について. 山形応用地質, 24, 45-50.(査読無)

〔学会発表〕(計7件)

- ① 川辺孝幸・志岐常正・風岡 修, 2013, 仙台平野海岸部における津波被害と液状化被害の識別. 日本地質学会講演要旨, 120, 2013/09/17, 宮城県仙台市青葉区東北大学川内キャンパス.
- ② 川辺孝幸・志岐常正, 2013, 仙台空港東方沿岸地域における平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波による侵食と堆積の局所的変化. 日本堆積学会 2013 年千葉大会プログラム・講演要旨, 66-67, 2013/04/13, 千葉県千葉市稲毛区千葉大学.
- ③ 川辺孝幸・中野 啓二, 2012, 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震に伴う温泉湧出異常と誘発地震の地質学的意義, 日本地質学会第 119 年学術大会講演要旨, 280, 2012/09/16, 大阪府堺市中区大阪府立大学.
- ④ 川辺孝幸・中野啓二, 2012, 地震時のローカル応力のベクトル変化の指標としての温泉湧出異常. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SCG68-P01. 2012/05/24, 千葉県千葉市美浜区幕張メッセ.
- ⑤ 川辺孝幸・佐々木 愛・大沼由佳, 2011, 山形盆地における平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震による石造鳥居の被害と 1964 年新潟地震による被害の比較. 日本地質学会第 118 年学術大会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会講演要旨集, 252-252, 2011/09/17, 茨城県水戸市文京町茨城大学.
- ⑥ 川辺孝幸, 2011, 2011 年東北地方太平洋沖地震による山形盆地周辺の地震被害と東北日本地質区の地質構造との関連について. 資料名(日本語)=地学団体研究会総会講演要旨・巡検案内書, 65, 50-51, 2011/08/20, 青森県弘前市文京町弘前大学理工学部.
- ⑦ 佐々木 愛・川辺孝幸・大沼由佳, 2011, 空中写真判読からみた 2011 年東北地方太平洋沖地震による福島県北部～岩手県南部沿岸地域の津波・津波堆積物の到達範囲. 地学団体研究会総会講演要旨・巡検案内書, 65, 99, 2011/08/20, 青森県弘前市文京町弘前大学理工学部.

〔その他〕

ホームページ等

<http://kescriv.kj.yamagata-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川邊 孝幸 (KAWABE Takayuki)

山形大学・地域教育文化学部・教授

研究者番号: 00214685