

2019年6月18日に発生した地震による山形・新潟両県の被害 —被害地域の地質環境に関して—

仲川隆夫¹

1: 〒950-0911 新潟市中央区笹口 3-41

Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019, in Yamagata and Niigata Prefectures, Northeast Japan -Geologic environment of the damaged area-

Takao NAKAGAWA¹

1: 3-41, Sasaguchi, Chuou-ku, Niigata, 950-0911 Japan

Keywords: damage, geologic environment, earthquake of 2019, Yamagata and Niigata Prefectures, Northeast Japan

はじめに

2019年6月18日、山形県沖の日本海東縁 (Fig. 1) で、M6.7の地震 (震源の深さ14km) が発生し、新潟県村上市府屋で震度6強、山形県鶴岡市温海川で震度6弱などを観測した (気象庁, 2019a)。消防庁 (2019) によれば、今回の地震によって、両市を中心に、重軽傷者43人、住家の半壊36棟、一部破損1,245棟などの被害を生じた (2019年7月31日現在)。なお、本地震の名称に関しては、気象庁は特に命名をしていないので、報道機関が使用した、山形県沖地震を用いる。

筆者は、2004年新潟県中越地震 (M6.8)、2007年新潟県中越沖地震 (M6.8)、長野県北部の地震 (2014年, M6.7) などに伴う被害の調査をおこなうとともに、このたびの山形県沖地震で被害のあった、鶴岡市や村上市など日本海沿岸地域の地殻変動や地質構造などの地質環境を検討してきた (たとえば、仲川, 2000; 2005a; 2005b; 2008; 2016)。今回、これらの結果をふまえ、山形県沖地震に伴う被害の調査を日本海に面する鶴岡市加茂から村上市寒川 (かながわ) にかけての地域を中心におこなったので、被害の概要と被害地域の地質環境について報告する。

調査地域の概要

調査をおこなった鶴岡市加茂から村上市寒川にかけての地域 (Fig. 1, Fig. 2a, Fig. 2b) における地質環境の概要を述べる。なお、鶴岡市と村上市では、1964年に今回の地震の震央から南西に36km程離れた粟島沖で発生した、新潟地震 (M7.5, 震源の深さ34km) の際にも被害を被っており、その規模は今回よりも大きかった (たとえば、宇佐美ほか, 2013)。

調査地域は、葡萄山地北部の日本海沿いに位置する。中新統の礫岩・砂岩・泥岩・安山岩質火砕岩・粗粒玄武岩などからなり (日本の地質『東北地方』編集委員会編, 1989; 土谷ほか, 1999)、急峻な斜面を主とする。海岸線に沿って、JR羽越本線と国道7号線 (村上市勝木以南は国道345号

線) が走っている。平地としては、山地から流下する河川の河口付近には沖積低地が分布し、その上流側の多くには谷底平野がみられるが、いずれも規模は小さい。一方、調査地域の北東には、葡萄山地を隔てて、鶴岡市の市街地が立地する沖積低地 (庄内平野) が広がっている。

葡萄山地の日本海側斜面には、小規模な海成更新世段丘

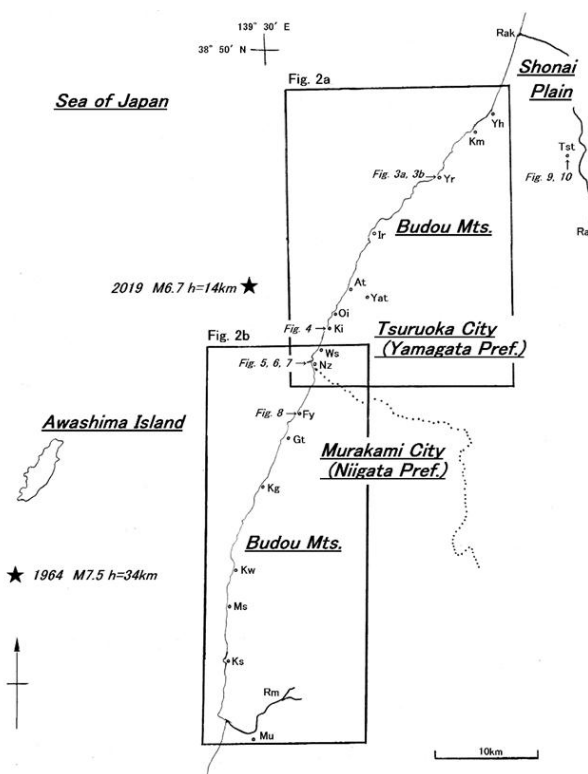


Fig. 1 Index map. Solid star indicates the epicenters of damaging earthquakes which rocked the surveyed area. Those year, magnitude and focal depth are also shown. At: Atsumi, Fy: Fuya, Gt: Gatsugi, Kg: Kangawa, Ki: Koiwagawa, Km: Kamo, Kw: Kuwagawa, Ir: Iragawa, Mu: Murakami, Nz: Nezugaseki, Oi: Ooiwagawa, Rak: Akagawa River, Rm: Miomote River, Tst: JR Tsuruoka Station and the central part of Tsuruoka City, Ws: Wasada, Yh: Yunohama, Yr: Yura, Yat: Yuatsumi.



Fig. 3 Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019. The location is given in Fig. 1. a) Collapse and waving ("Jinami") of road (after restoration of the collapse) in Yura, Tsuruoka City, Yamagata Prefecture. Photo in June 26, 2019 (Left photograph). b) Damage of wooden house in Yura, Tsuruoka City, Yamagata Prefecture. Photo in June 26, 2019 (Right photograph).

Table 1 Tilted blocks of the surveyed area (northern part of the Budou Mountains). Their uplift rate, tilting direction and rate since the Last Interglacial (Oxygen Isotope Stage 5.5) are also shown. Adopted from Nakagawa (2000).

Block	Range of block	Tilting direction and rate	Uplift rate (m/1,000 years)
Yunohama	Yunohama to Yura	N131° E, $2.2 \times 10^{-3}/y$	0.84 to 0.92
Iragawa*	Yura to Oguni River	N42° W, $6.5 \times 10^{-3}/y$	0.76 to 0.92
Wasada *	Oguni River to Nezugaseki River	N66° E, $3.3 \times 10^{-3}/y$	0.80 to 0.92
Gatsugi*	Nezugaseki River to Budou River	N46° W, $7.3 \times 10^{-3}/y$	0.68 to 0.92
Kuwagawa	Budou River to Kuwagawa River	N66° E, $4.2 \times 10^{-3}/y$	0.76 to 1.00

*: Damage such as destruction of tiled roofs of wooden houses occurred.

動ブロック毎に木造家屋の瓦屋根などの被害の有無も示してある。

報道にもとづいて、被害の概要を把握した後、瓦屋根の破損など木造家屋の被災状況と地盤の液状化現象の存否に主眼を置き、現地調査を2019年6月21日、6月26日、7月5日に実施した。瓦屋根が破損した木造家屋は、鶴岡市由良から村上市勝木にかけての地域に分布しており、それ以北や以南の地域には認められず、液状化現象に関しては、舗装された路面などの段差や亀裂といった、発生の可能性を示す地点がいくつかみられたが、地震翌日の6月19日の降雨(鶴岡市鼠ヶ関で20.5mmを観測(気象庁,2019b))による噴砂の流出の可能性があり、発生の確認ができなかった。一方、法面や斜面の崩壊については、わずかに村上市府屋でみられたのみであった。山形県沖地震によって生じた被害を日本海沿岸の代表的な集落について北から記す(Fig. 1)。

鶴岡市由良

由良集落は、日本海に面した小規模な沖積低地に立地し、集落の背後には、周囲から独立した標高40m程の2つの小さな平頂丘陵が存在する。集落では、瓦屋根が破損した木造家屋が所々にみられた。なかでも、2つの平頂丘陵の間を通り、国道7号線から海岸に向かう道路に沿って顕著な被害が集中しており、道路には段差を生じ、路面が緩く波

打つ地波現象(楡井ほか,1986)も認められた。段差が修復された後の写真をFig. 3aに掲げた。この地点では、液状化が発生した可能性が考えられるが、調査時点では、噴砂の跡を確認できなかった。この海岸側(Fig. 3aの右手奥)では、道路沿いの木造家屋が破損、瓦屋根も被害を受け、ブロック塀が損壊していた(Fig. 3b)。これらの被害は、N60°W方向に延びる長さが500m程の線に沿って分布していた。

鶴岡市温海と湯温海

温海(あつみ)集落は、温海川河口右岸の小規模な沖積低地に主に立地する。集落の被害は軽微で、調査時点では、瓦屋根が破損した木造家屋が少数みられたにすぎなかった。一方、河口から2km程上流の温海川沿いの谷底平野に立地する湯温海(ゆあつみ)集落(温海温泉)では、木造家屋の瓦屋根が破損しており、破損した家屋の頻度は温海集落よりも高かった。被害は、谷沿いの斜面よりも谷底平野の部分で顕著で、報道(産経新聞,2019)によれば、送湯管が破損し、営業を休止した温泉旅館もあった。

鶴岡市大岩川と小岩川

大岩川集落は、小国川河口の沖積低地に主に立地する。集落の被害は軽微で、調査時点では瓦屋根が破損した木造家屋がわずかにみられたにすぎず、集落のはずれにある墓地でも墓石の転倒は、認められなかった。

小岩川集落は、丘陵によって隔てられた2本の小川川の河口近くに生じた小規模な沖積低地に主に立地し、丘陵の集落の背後にあたる部分には崩壊地形が認められる。崩壊地形は、最上部が最終間氷期に形成した段丘の高度(110m)より低い標高70m付近から始まっていることに加え、最終間氷期以降に形成した更新世段丘の高度に相当する遷緩線もみられないことから、最終氷期もしくはそれ以降の崩壊によって生じた可能性が高い。

集落の被害は、北東約1.5kmに位置する大岩川集落の被害が軽微であったのとは対照的に大きく、随所で木造家屋



Fig. 4 Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019. The location is given in Fig. 1. Destruction of tiled roofs of wooden houses and their emergency restoration using "Blue sheets" in Koiwagawa, Tsuruoka City, Yamagata Prefecture. Panoramic photograph taken in June 26, 2019.

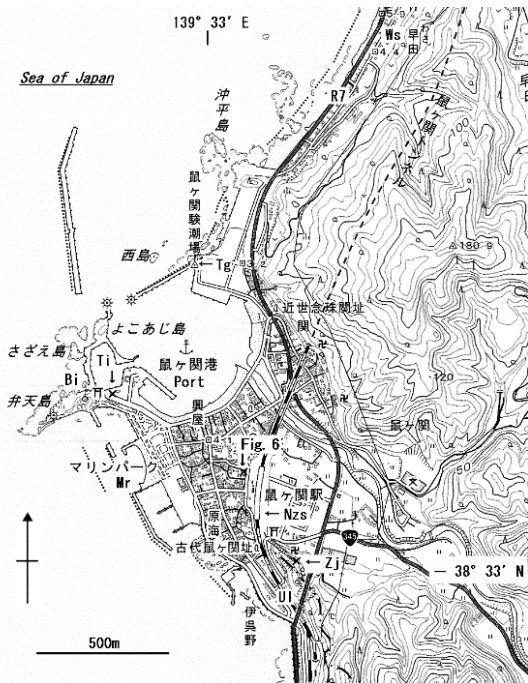


Fig. 5 Landform of Nezugaseki, Tsuruoka City (a part of 1:25,000 topographic map sheet of "Nezugaseki" published by the Geospatial Information Authority of Japan). Damage due to this earthquake and the Niigata Earthquake of 1964 occurred along the line where Benten Island, Nezugaseki Station and the temple were connected. Bi: Benten Island, Mr: Marine Park, Nzs: JR Nezugaseki Station, R7: National Road 7, Tg: Tide gauge station, Ti: Torii of "Itsukushima Jinjya (Shintou shrine)" (Fig. 7), Ul: JR Uetsu Line, Zj: Temple ("Zenjuji").

の瓦屋根が破損しており (Fig. 4), なかには「被災建築物応急危険度判定」で「危険」の赤い貼り紙のある家屋もみられた。瓦屋根の破損は、木造3階建てのような背の高い家屋で顕著で、瓦の大半が落下してしまった事例もあった。

集落の西側、海岸線に沿って造られた国道7号線の小岩川陸橋では、高い盛土からなる鶴岡側の取り付け部分で、路面に亀裂と路肩に段差を生じていた。この地点では、小

規模な噴砂を伴った可能性があるが、調査時点では、確認できなかった。なお、集落の北と南のはずれには、いずれも高さ1m程の石塔が4~5基建てられていたが、それらが転倒した形跡はなかった。

鶴岡市鼠ヶ関

鼠ヶ関集落は、鼠ヶ関川河口の沖積低地に位置し、沖合の巖島神社のある弁天島との間には砂州が形成されており、近年では、漁港やマリパークなどの建設のために、海岸の埋め立てが進んでいる (Fig. 5)。

集落内では、JR鼠ヶ関駅前を中心に、木造家屋の瓦屋根の破損 (Fig. 6)、大谷石で造られた古い石塀の損壊などの被害があり、弁天島近傍では、漁港の岸壁に小さな段差を生じ、巖島神社の花崗岩で造られた鳥居 (親柱のほかに稚児柱をもつ両部鳥居と呼ばれる形式。本論では鳥居の形式・各部の名称は、藤本編著 (2019) によった。) の一部が損傷し、北側の親柱と稚児柱を結ぶ貫が落下していた (Fig. 7)。木造家屋の瓦屋根の破損は、沖積低地に立地する集落のみならず、標高40m程の丘陵末端部に位置する寺院 (善住寺) でも生じており、被害は鼠ヶ関川左岸、弁天島-鼠ヶ関駅-善住寺を結ぶN50°W方向の長さ1km程の線に沿って分布していた。一方、調査した範囲では、鼠ヶ関験潮所やマリパーク周辺の埋立地では噴砂など液状化が発生した痕跡は確認できなかった。

なお、後にも触れるが、55年前の新潟地震 (1964年、M7.5) の際にも、今回と同様、弁天島-鼠ヶ関駅-善住寺を結ぶ長さ1km余りの線に沿って、巖島神社の花崗岩造りの両部鳥居の損壊、道路の亀裂、建物の破損などの被害が発生しており (南雲, 1964), 被害の程度は今回よりも大きかった。巖島神社の両部鳥居 (南雲 (1964) の Fig. 4) を例にすると、扁額・額束・貫・木鼻が落下、南側の2本の稚児柱とそれらと親柱と結ぶ貫が全て倒壊し、親柱の基部、亀腹の直上に亀裂が入っていた。現在、親柱の基部が藁座状にコンクリートで囲われている (Fig. 7) のは、亀裂を修



Fig. 6 Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019. The location is given in Fig. 5. Destruction of tiled roofs of wooden houses and their emergency restoration using "Blue sheets" in Nezugaseki (near JR Nezugaseki Station), Tsuruoka City, Yamagata Prefecture. Panoramic photograph taken in July 5, 2019.



Fig. 7 Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019. Destruction of the torii (stonework) of "Itsukushima Jinjya (Shintou shrine)" in Nezugaseki, Tsuruoka City, Yamagata Prefecture (photo in July 5, 2019). The location of the torii is given in Fig. 5.



Fig. 8 Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019. Collapse of artificial slope on the side of the gymnasium ("Sanpoku Sougou Taiikukan") in Fuya, Murakami City, Niigata Prefecture (photo in July 5, 2019). The location is given in Fig. 1.

復したためとみられる。

今回と 55 年前の 1964 年新潟地震の際に、同じ線に沿って被害を生じたのは、この地点が傾動ブロックの境界（早田地域と勝木地域，Table 1）に相当するためと考えられる（仲川，2000）。

村上市府屋

震度 6 強を記録した府屋集落は、大川河口に形成された沖積低地に立地し、海岸沿いには、小規模な砂丘が存在する。集落では、TV などで報道されたように、山北総合体育館脇の植栽で覆われた、高さ 10m 程の法面が幅 15m 余りにわたって崩壊した (Fig. 8)。この地点は、体育館やグラウンドなどを建設するために、標高 50m 程の丘陵を平坦にした造成地の末端にあたり、観察できた範囲では、崩壊箇所は 2m×1m を超える大きなコンクリートブロックを含む粘土質粗粒砂を matrix とする緩い礫層からなっていたことから、造成地の盛土部分に相当すると考えられる。本体育館では、法面の崩壊に加え、建屋自体も地震によって損傷したが、避難所に使われたとの報道があった (朝日新聞，2019)。

他方、集落内では、木造家屋の瓦屋根の破損、大谷石で造られた古い石塀の損壊などの被害があったが、被害の程度は鼠ヶ関集落よりも小さかった。盛土したとみられる道路には亀裂を生じていた箇所もあったが、噴砂など液状化が発生した痕跡は確認できなかった。

JR 鶴岡駅前の液状化

今回の調査の目的である液状化の発生に関しては、鶴岡市由良から村上市勝木にかけての地域では、噴砂の跡を確認することができなかった。

一方、由良集落の東方約 13km、鶴岡市街地の一角、JR 鶴岡駅前の鶴岡市末広町の空き地 (Fig. 1, Fig. 9) では、液状化が発生し、小型の自動車が噴砂に半ば埋もれた状況が TV などで報道されていたので、現地調査をおこなった。調査時点では、自動車は移動され、整地がおこなわれていたが、赤川西方の後背低地に位置する、空き地の一部の直径 7m 程の範囲がわずかに陥没し、この部分で、液状化が発生したことを示していた (Fig. 10)。調査をおこなった限りでは、空き地周辺で、噴砂など液状化が発生した痕跡を見いだす



Fig. 9 Aerial photograph around JR Tsuruoka Station before the earthquake, showing the liquified site of Fig. 10. The photograph (a part of CTO20167-C8-43) was taken in June 2016 (after Geospatial Information Authority of Japan, 2019). Tst: JR Tsuruoka Station, Ul: JR Uetsu Line.

Fig. 10 Damage due to the earthquake rocked at June 18, 2019 (6). Liquefied site of human-made strata, near JR Tsuruoka Station. Photo in June 21, 2019 (Right Photograph).

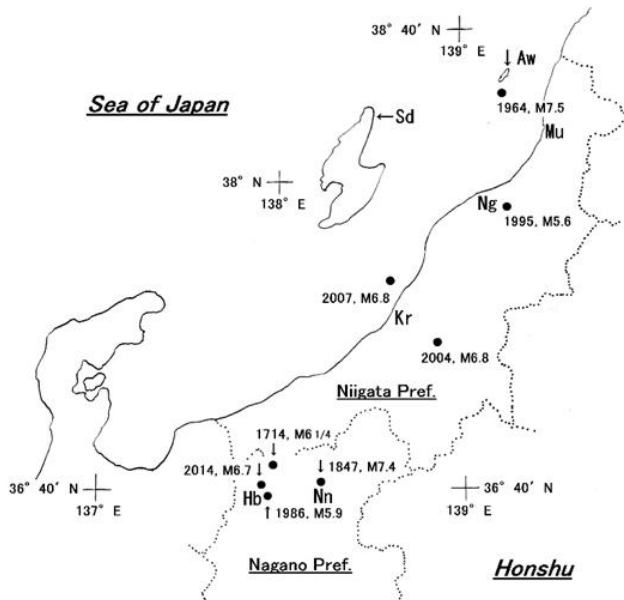


Fig. 11 Map showing locations of Hakuba Village (Hb) and Kariwa Village (Kr). Slightly modified from Nakagawa (2015). Solid circle indicates epicenter of major damaging earthquake. Aw: Awashima Island, Mu: Murakami, Ng: Niigata, Nn: Nagano, Sd: Sado Island.

ことができなかった。

この空き地は、2005年に閉店した大規模商業施設「ジャスコ鶴岡店」の跡地(河北新報,2019)で、いつ施設が解体され、整地がおこなわれたかは、調べた範囲では不明であったが、国土地理院(2019)に掲げられている、2016年6月撮影の空中写真(CTO20167-C8-43)には、現在に近い状況が写っているの、この時点までに解体・整地が終わっていたとみられる(Fig. 9)。本地点の液状化現象については後に触れる。

被害地域の地質環境と被害の繰り返し現象などに関して

今回の山形県沖地震による被害の規模、被害が大きかった集落の地質環境、被害の繰り返し現象と人工地層の液状化現象について述べる。

被害の規模に関して

今回の地震による被害は、木造家屋の瓦屋根の破損を除いて、全体として小さく、液状化が発生した(あるいはその可能性が高い)地点も僅かで、斜面(法面)が崩壊した箇所も震度6強を記録した府屋集落の山北総合体育館脇のみであった。これは、震央が被災地域からいく分離れた沖合にあったことに加え、地震波の卓越周期によって、発生する被害が異なることが知られているように、瓦屋根の破損をもたらす周期の地震波が卓越していたことが考えられる。

被害が大きかった集落の地質環境

全般的に被害が小さかったとはいえ、傾動ブロックの境界にあたる鶴岡市鼠ヶ関に加え、同市由良、湯温海(温海温泉)、小岩川および村上市府屋の各集落では、瓦屋根の破損などの被害が大きかった。鼠ヶ関以外の集落の地質環境について述べ、被害が大きくなった理由を考察する。

鶴岡市由良では、N60°W方向に延びる、長さ500m程の線に沿って、道路の段差や木造家屋の瓦屋根の破損などの被害が集中していた。被害の分布状況と由良付近が傾動ブロックの境界(湯野浜地域と五十川地域, Table 1)にあたることに着目すると、傾動ブロックの境界が被害の発生に関与したことが考えられる。

鶴岡市湯温海(温海温泉)では、木造家屋の瓦屋根が破損しており、その頻度は海岸沿いの温海集落より高かった。温海温泉は玄武岩質安山岩の裂罅から自然湧出していること(黒田ほか,1966)から、被害の発生には、谷底平野を構成する沖積層の層厚や層相よりも温泉を湧出している裂罅が関与している可能性がある。

鶴岡市小岩川では、随所で木造家屋の瓦屋根が破損していた。集落の背後には崩壊地形が存在する、集落の北東約

1.5km の小国川河口に位置し、傾動ブロックの境界（五十川地域と早田地域、Table 1）にあたると推定される、大岩川集落の被害は軽微であったことに着目すると、①集落が崩壊で生じた軟弱な崩土上に立地する、②傾動ブロックの境界が当初の推定（小国川付近）よりも南にずれることが考えられる。

村上市府屋では、木造家屋の瓦屋根の破損などの被害があったが、盛土からなる法面の崩壊を除くと、鼠ヶ関集落よりも被害の規模は小さかった。これまでに調べた範囲では、本地域に傾動ブロックの境界が存在するとは考えにくいので、顕著な被害には、沖積層の厚さや層相などが関わった可能性があるが、この点については、検討を続けたい。

被害の繰り返し現象

鶴岡市鼠ヶ関では、今回の山形県沖地震の際に、傾動ブロックの境界にあたる、長さ 1km 程の線に沿って、木造家屋の瓦屋根の破損などの被害が発生していた。この線に沿っては、55 年前の新潟地震（1964 年、M7.5）の時にも、石造りの鳥居の損壊や建物の破損など、今回よりも大きな被害が発生している（南雲, 1964）。このように、地震によって、被害を被った地点では、地質環境が原因となって、数年から 40 年程の間隔で発生した地震の際に、同様な被害を繰り返した事例がある。仲川（2015 ; 2016）にもとづいて述べる（Fig. 11）。

長野県白馬村堀之内では、2014 年に発生した M6.7 の長野県北部の地震の際に、木造家屋の全半壊など大きな被害が発生した。堀之内集落では、1986 年にやはり長野県北部で発生した M5.9 の地震時に、2014 年に比べ規模は小さいが、家屋の破損や道路の亀裂などの被害を生じている。ここでは、糸魚川—静岡構造線と斜交する無名称の短い活断層が存在する（仁科, 1991）ために、被害を繰り返したことが考えられる。

新潟県の東京電力柏崎刈羽原子力発電所の東方約 1km、荒浜砂丘の東斜面に位置する、刈羽村刈羽では、1964 年の新潟地震（M7.5）、2004 年の新潟県中越地震（M6.8）、2007 年の新潟県中越沖地震（M6.8）の際に、いずれも地盤が液状化し、木造家屋などが破損している。本地点で、液状化が繰り返し発生したのは、荒浜砂丘の基盤をなす、上部更新統の番神砂層に由来する緩い砂層（崩土とみられる）が分布することに加え、地下水位が高いことが考えられる。

上述のような地点は、今後の地震時にも、同様な被害が生ずることが推定できるので、Hazard map に明示し、住民に周知するとともに、被災した家屋の修復や建て替えなどの際には耐震性を高める、重要な施設の建設を控えるなどの対策が不可欠であろう。

液状化現象に関して

先に指摘したように、地震の際に高い盛土や堤防の天端で噴砂が生じるのは、それらの人工地層内部に存在した小規模な帯水層（宙水）が液状化を引き起こしたためと考えられる（仲川, 2006）。この考えに立脚すると、JR 鶴岡駅

前の空き地で液状化が発生し、噴砂がみられたのは、上記の土地の来歴と本地点のみが液状化していたことに着目すると、液状化は、「ジャスコ鶴岡店」の地下室のような構造物や解体工事の際に生じた掘削跡などを埋め戻した、緩い人工地層中にあった小規模な帯水層に起因したもので、本地域に分布する沖積層（自然地層）中の帯水層は、液状化に関与しなかったとみられる。

まとめ

2019 年 6 月 18 日、山形県沖の日本海東縁で、M6.7 の地震が発生し、山形県と新潟県の日本海沿岸を中心に、住家の半壊や一部破損などの被害が発生した。山形県鶴岡市から新潟県村上市にかけての日本海沿いの地域で、今回の地震による被害状況を調べ、地質環境などとの関係を検討した。鶴岡市鼠ヶ関では、傾動ブロックの境界にあたる、線状の地点で、木造家屋の瓦屋根の破損などの被害が集中しており、傾動ブロックの境界が被害の発生に関与したことを示していた。また、この地点では、55 年前の 1964 年新潟地震（M7.5）の際にも、建物の破損など、今回よりも大きな被害が発生している。このように、地震によって、被害を被った地点では、地質環境が原因となって、数年から 40 年程の間隔で発生した地震の際に、同様な被害を繰り返した事例が他にも認められる。これらの地点では、今後の地震時にも、同様な被害が生ずることが考えられるので、住民に周知するとともに、被災した家屋の修復や建て替えの際には耐震性を高めるなど対策が不可欠であろう。

本論文の概要は、日本地質学会第 126 年学術大会（2019 年 9 月）の緊急展示で発表したものである。

引用文献

- 朝日新聞, 2019, 震度 6 強「家壊れる」。朝日新聞 2019 年 6 月 20 日 新潟版。
- 藤本頼生編著, 2019, 鳥居大図鑑。グラフィック社, 191p。
- 河北新報, 2019, <新潟・山形地震> 液状化被害の JR 鶴岡駅前公有地、売却公募に希望事業者。https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201907/20190702_53036.html (2019 年 7 月 18 日閲覧)
- 気象庁, 2019a, 令和元年 6 月に震度 1 以上を観測した地震。http://www.jma.go.jp/jma/press/1907/08a/1906felt-eq.pdf (2019 年 7 月 9 日閲覧)
- 気象庁, 2019b, 過去の気象データ・ダウンロード。http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php (2019 年 7 月 4 日閲覧)
- 国土地理院, 2019, 地図・空中写真閲覧サービス。https://www.mapgs.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1 (2019 年 7 月 18 日閲覧)
- 黒田和男・鈴木 孝・川野昌樹・阿部喜久男, 1966, 新潟地震前後における温泉の変動状況。地質調査所特別報告, no.3, 100-111。
- 南雲昭三郎, 1964, 新潟地震踏査概報。東京大学地震研究所研究速報, 第 8 号, 27-35。

- 仲川隆夫, 2000, 新潟県北部～山形県南部沿岸地域の後期更新世以降の地殻変動速度と地質構造. 第 10 回環境地質学シンポジウム論文集, 77-82.
- 仲川隆夫, 2005a, 新潟県中越地震 (2004 年) による新潟平野南部の被害—とくに液状化に関して—. 地質汚染—医療地質—社会地質学会誌, 1 巻, 35-40.
- 仲川隆夫, 2005b, 新潟県中越地震と新潟地震による新潟平野の液状化現象. 地質汚染—医療地質—社会地質学会誌, 1 巻, 100-107,
- 仲川隆夫, 2006, 人工地層の分布を考慮した新潟市の地震災害予測. 地質汚染—医療地質—社会地質学会誌, 2 巻, 110-121.
- 仲川隆夫, 2008, 新潟県中越沖地震による柏崎平野の被害—液状化現象を中心に—. 地質汚染—医療地質—社会地質学会誌, 4 巻, 29-38.
- 仲川隆夫, 2015, 地震にともなう被害の集中と繰り返し現象—新潟県と長野県の事例から—. 第 25 回環境地質学シンポジウム論文集, 1-6.
- 仲川隆夫, 2016, 2014 年 11 月 22 日に発生した地震による長野県白馬村の被害. 社会地質学会誌, 12 巻, 10-15.
- 日本の地質『東北地方』編集委員会編, 1989, 日本の地質 2 東北地方, 共立出版, 338p.
- 楡井 久・佐藤賢司・古野邦雄・高梨裕司・森 範幸, 1986, 地震時における地波現象と帯水層の液状化. 地質学論集, 27 号, 109-114.
- 仁科良夫, 1991, 1986 年長野県北部地震の震央付近における震害分布. 地球科学, 45 巻, 233-244.
- 産経新聞 (SankeiBiz), 2019, 山形・あつみ温泉, 21 日には全施設復旧 地震被害. <https://www.sankei.com/affairs/news/190620/afr1906200045-n1.html> (2019 年 8 月 3 日閲覧)
- 消防庁, 2019, 山形県沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況 (第 16 報). <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/yamagataoki16.Pdf> (2019 年 8 月 6 日閲覧)
- 土谷信之・高橋 浩・柳沢幸夫・山元孝広・久保和也, 1999, 1:200,000 地質図 村上, 地質調査所.
- 宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子, 2013, 日本被害地震総覧 599-2012. 東京大学出版会, 694p.