

北海道胆振東部地震緊急フォーラム



高松 泰 (たかまつ やすし)

北海道大学公共政策大学院客員教授

1954年北海道生まれ。77年北海道大学工学部卒業。同年北海道開発庁（現国土交通省）入庁、北海道開発局小樽開発建設部小樽道路事務所長、局長官房開発調整課防災対策官、国土交通省北海道局参事官、大臣官房審議官、北海道開発局長、北海道局長などを経て、2014年特任教授を経て18年4月から現職。

平成30年9月6日午前3時7分、北海道胆振地方中東部を震源とするマグニチュード6.7の大きな地震が発生しました。胆振地方中東部では震度7を記録、死者41人、負傷者750人、建物被害（住家・非住家合計）全壊1,593棟、半壊2,811棟、一部損壊15,092棟（被害状況等（第115報）（H30.12.7）（北海道））となったほか、全道で停電となり大きな被害がもたらされました。犠牲になられた方々には深く哀悼の意を表しますとともに、被災された皆様方に心からお見舞い申し上げます。

北海道大学では、10月22日、この地震をテーマとする緊急フォーラムを開催しました。フォーラムでは、冒頭、北海道大学名和豊春総長から開会挨拶があり、理学研究院・農学研究院・工学研究院・公共政策大学院所属の研究者からの報告を行い、その後、大学院法学研究科の山崎幹根教授をコーディネーターとして地震対策等に関する横断的な議論を行いました。本稿は、本フォーラム前半の6名の研究者による報告を要約して紹介するものです。

1 北海道胆振東部地震の発生メカニズムと強震動

（理学研究院教授 谷岡 勇市郎）

北海道胆振東部地震の余震活動は石狩低地東縁断層東側で活発です。余震分布を東西断面で見ると、本震は深さ37kmぐらいのところから線状に浅い方に向かって分布し、地震断層面を示しています。角度は高角で、

*1 gal (ガル)
加速度の単位。地震波の加速度を表すのに用いられる。1ガルは1秒間に1cmずつ加速すること。

緊急フォーラム

主催：北海道大学突発災害防災・減災共同プロジェクト拠点
北海道大学公共政策大学院

【緊急報告】

「北海道胆振東部地震の発生メカニズムと強震動」
北海道大学理学研究院教授 谷岡 勇市郎

「地震による厚真町の斜面崩壊」
北海道大学農学研究院特任教授 小山内 信智

「地震による液状化被害」
北海道大学工学研究院教授 渡部 要一

「地震による建築被害」
北海道大学工学研究院特任教授 岡田 成幸

「地震による経済被害等」
北海道大学公共政策大学院特任教授 石井 吉春

「被災者支援等について」
北海道大学公共政策大学院客員教授 高松 泰
公共政策大学院修士2年 長尾 龍明
公共政策大学院修士1年 金 丹丹

浅い方に伸びて深さ15kmぐらいまで余震が分布しています。本震震度分布を見ると、大きく揺れた場所は厚真町や安平町で、札幌でも震度6になっている場所があります。札幌は地盤の影響です。

地震の最大加速度波形を見ると、安平町では上下方向で1,591gal*1という非常に大きな値が観測されています。断層は、上端は深さ約16km、下端は深さ約31kmではほぼ南北方向の高角な逆断層*2と推定されます。

*2 逆断層
断層面に沿って上の地層が下の地層の上のし上がっている断層。横から強く圧縮を受けた場合に行われる。

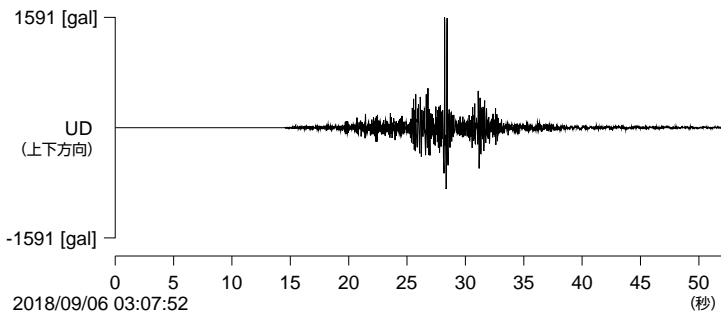


図1 地震最大の加速度波形（上下成分）

（出展：防災科学研究所HPより
http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html20180906030750/main_20180906030750.html）

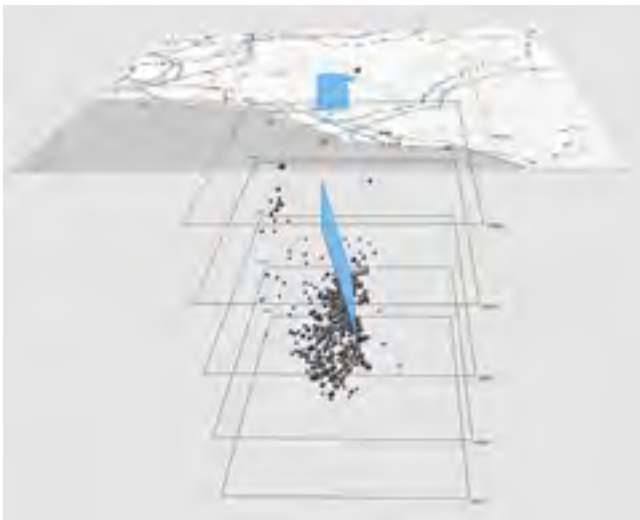


図2 震源断層モデル

青色：矩形：推定された震源断面層

黒丸：余震震源

（出展：国土地理院HPより
<http://www.gsi.go.jp/cais/topic180912-index.html>）

今回のような内陸地震は、深さ20kmより浅い部分で滑り出すのがほとんどですが、胆振東部地震は、深いところが割れているところに特徴があります。また、深いにもかかわらず強い揺れになっていることも一つの特徴です。

その理由は、日高山脈が特殊な構造をしていることに起因しています。日高山脈は、その下で千島弧からの地殻と東日本からの地殻が日高山脈の下でぶつかり、地殻が厚くなっています。地殻内で非常にたくさんの地震が起こり、特殊な場所になっています。今回は、37kmと深い地震ですが、深い地震を起こしやすい地下構造になっています。

2 地震による厚真町の斜面崩壊

（農学研究院特任教授 小山内 信智）

震央から少し北の厚真町あたりで、稠密な崩壊があり、36の方が土砂災害で亡くなりました。強い地震で斜面が崩れるのは一般的な現象で、1999年の台湾の集集地震、それから平成16年の中越地震でも同じような形の崩壊がありました。

今回のように広い範囲で稠密に崩れるというのは珍しく、一つの要因としては小さな尾根地形の張り出しが沢山あることにより、尾根の両サイドの斜面が崩れてその下の谷地形に流れ込んだことによると考えられます。標高100m～200mの低標高の丘陵地に小さな尾根地形が入っており稠密な崩壊が起こっています。



図3 多数の山腹斜面崩壊

もう一つの条件としては、斜面の上には緩く降下火砕物・火山灰の層が堆積しており、余り固結していない状態で今まで残って、今回一気に崩れてしまいました。特に「樽前d」という、9000年前の噴出物が、今回崩れたエリアで大体1m以上、場所によってはそれ以上の厚さで存在していました。「樽前d」の下部が粘土化し、そこが強震動によって水分を出しながら斜面が動き出したものが多かったと考えられます。

崩壊のタイプは大まかに3つに分けられ、「斜面崩壊」はさらに3つに分けられます。

I-a 斜面崩壊・平滑タイプ

I-a' 斜面崩壊・表層すべりタイプ

I-b 斜面崩壊・谷状タイプ

- I-c 斜面崩壊・複合タイプ
- II 谷地形流出タイプ
- III 大規模地すべりタイプ

土砂の移動は、一般的に雨で崩れたときに起こる地滑りや崖崩れに比べると、長距離移動しているものが多いというのが特徴です。

大規模地滑りの場所では、川を閉塞しており、1ヵ月半後には上流側で水が溜まっています。湛水量が大きくなると問題ですが、そうならないように、既に国土交通省で対応が始まっています。そのほか河道埋塞（河川や道路が土砂崩れ等によってふさがれること）と呼んでいる範囲に水溜まりがたくさんあります。大量の水をためることはできないのですが、泥水として流れ出すことがあります。

それから、斜面の上部にクラック（裂け目、割れ目）が多く見られ、今後、人家の近くであれば状況に応じて対策が必要です。また、崩れていない斜面も緩んでいる可能性が高いので、土砂災害警戒基準の引き下げ運用が必要です。

3 地震による液状化被害

（工学研究院教授 渡部 要一）

(1) 液状化

地下水位よりも深い所の飽和した地盤では、地震が起きると（せん断変形の繰り返し）、土粒子同士がより詰まった状態になろうとして、見かけの体積が小さな「密」な状態になろうとします。このとき、水が抜けてその分だけ地盤が沈下しますが、水が抜けるのには時間がかかります。その時、土粒子同士が離れ離れになり、あたかも液体状になる状態が「液状化」です。土粒子間で、互いに力を伝え合うことがなくなってしまふので、中にある軽いものは浮いてきます。マンホー

ルの浮き上がりがこれに該当します。一方、重たいもの（建物や道路盛土など）は沈み込みます。これらが、液状化の被害として現れてきます。

(2) 苫小牧東港

苫小牧東港は、震度6弱の揺れを受け、コンテナを置いてあるあたりでは噴砂*3の跡がありました。護岸周辺で液状化の対策をしていない場所でも、液状化の痕跡が見られます。液状化対策をしている護岸（主要な係留施設）では変状はなく、地震から5日後には東港コンテナターミナルのオペレーションが始まりました。発電所の敷地内はほとんど液状化していません。液状化対策を行っていれば被害は発生しないということを確認できます。

(3) 地下鉄東豊線

地下鉄建設は、道路を掘削してトンネル躯体（基礎、床、壁、柱など）をつくり、購入土で埋め戻しをしています。札幌市の北の方は、地下水位が高く、激しい地震によって液状化が生じて陥没が生じました。

(4) 清田区里塚

札幌市里塚では、今回の地震で大きな被害を受けました。里塚は、2003年の十勝沖地震では、被害が報告されていなかった地区です。十勝沖地震で被害が報告されていたのは、清田団地や美しが丘で、今回も液状化が発生しました。札幌市のハザードマップでは、いずれの地域も「液状化の可能性ある」、「液状化の可能性が高い」と分類されています。

里塚の被害は、液状化範囲が帯状に極めて限定的な場所に限られています。液状化のメカニズムは、台風による雨などで地下水位が高い状態になり、そこに強い地震があり、液状化を起こしやすい状態になっていた土が液状化して流動化したと考えられます。標高差があったために、高い圧力が地中から作用して、アス

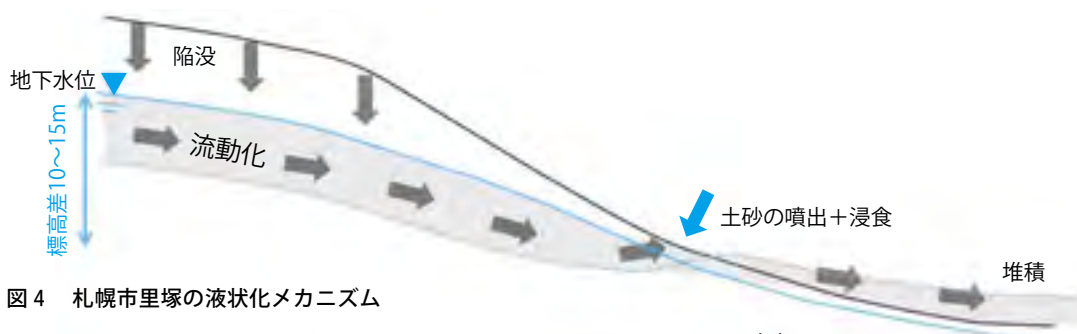


図4 札幌市里塚の液状化メカニズム

*3 噴砂

地震で地盤が液状化した際に、地盤の亀裂から砂を大量に含んだ地下水が噴出する現象。

ファルトなどが剥離^{はくり}されて地表にその土砂が吹き出てきたところに、水道管破裂で大量の水が流れ、さらに侵食が進んだと考えられます。この地域の地盤は火山灰質土で、粒径がそろっており、単位体積重量・密度が小さく、これが緩く詰まっていたため液状化しやすい状態になっていたようです。ここに地下水位が上昇し、強い地震で揺すられたことが原因と考えられます。

4 地震による建築被害

(工学研究院特任教授 岡田 成幸)

(1) 震動被害

斜面崩壊、液状化被害は自助ではどうしようもありませんが、震動被害に対しては、自助の努力で何とか対応できる場所もあります。

厚真は震度7、安平・むかわが6強でした。道庁の発表では、多くの建物の全壊・半壊が報告されていますが、行政の報告は復旧の観点からの判定の方法です。厚真町では、斜面崩壊によるものはたくさんありましたが、役場付近で全壊判定は3軒しかなく、震度7という大きな揺れでしたが、震動被害自体はそれほど大きくありませんでした。

むかわ町は、役場付近の商店街に沿って1階部分が潰れる大きな被害が目立ちました。私たちは建物の崩壊パターンを外観目視で判定しています。完全に1階部分が潰れたものは、ダメージレベル5以上です。ダメージレベルとは、その数が大きいほど被害の程度が大きいということです。潰れているものは数軒で、商業用の1階部分に耐力壁の少ない建物でした。住家はほとんど被害はなく、壁に亀裂が入るか程度のものでした。

安平町は、追分地区ではほとんど震動被害はなく、早来地区で役場付近に震動被害が見られましたが、被害の傾向はむかわ町と同様でした。

構造種別では、全壊・半壊はほとんど木造です。建築年数については、古いと判断されたものは大きな壊れ方をしています。なお、リフォームした家はサイディングを張ってしまうと非常にきれいに見えるため、外観目視だけでは見抜けないことがあります。

建物の用途が併用住宅・店舗・オフィスで、専用の戸建て住宅ではないもので1階の壁量が少ないものに被害が見られました。夜の地震で人がいなかったことが、不幸中の幸いだったのではないかと思います。

それから新しくわかった大きな問題として蟻害^{ぎかい}がありました。今まで北海道にはシロアリはいないというふうに思われていたのですが、厚真町にもありました。

(2) 人的被害

日本では、木造建物の場合、建物が壊れると100軒潰れたら1人の割合で亡くなりますが、今回は、震動被害ではどなたも亡くなっていません。その理由は、1階が崩壊する壊れ方が戸建て専用住宅ではほとんど無く、これが非常によかったということです。北海道の住宅は非常に強いと胸を張っていいと思います。それから、生活スタイルが食・住分離であったために、危ない建物には夜、人がいなかったことが挙げられます。

5 地震による経済被害等

(公共政策大学院特任教授 石井 吉春)

(1) 経済被害

今回は、地震と停電の双方が重なり合ったことで被害が大きくなりました。経済被害は(北海道とりまとめ(10月5日まで))、地震で約1,927億円、停電で約163億円です。停電については出荷影響額への影響として約1,300億円という推計があり、観光ではキャンセルで360億ぐらいの売り上げ低下という推計があるので、これらを合わせると3,800億円となります。

飛行機については、道外が9月の1カ月で約23%の乗客数減少、道内のほうが比較的ビジネス客が多いと思いますが少し影響額が小さく、全体で1カ月約22%の減少です。JRは、運休もありましたが、2割を超える水準で乗降客が減っています(10月8日時点)。宿泊については、海外のお客さんのウエートの高い登別周辺・札幌近郊の2カ所で大きな減少幅です。市内のホテルは、主要ホテルベースで4割近い宿泊客数が減少、インバウンドの影響が現れていると思われます。

観光客落ち込みの影響は、休みの稼働率と宿泊単価の低下をもたらします。風評被害は、東日本大震災で

の東北、熊本地震での熊本で影響はかなり長期化しました。東日本大震災でも北海道は風評被害の影響を受けました。その時と同じような影響が続くと、インバウンド人数が飛躍的に増えているので影響は大きなものになります。

(2) 生活面への影響

電力については、停電自体は復旧しました。石油については、給油施設が停電で動かせなくなり物流に大きな影響を与えました。交通は、新千歳空港が被災しましたが、フェリーは通常運航を続け、9月6日から10日では本州との輸送は1.5~1.6倍という実績です。物流については、運輸会社は自家用給油施設を持っているのですが停電で給油できなくなったり、自動倉庫*4が停電と荷崩れにより復旧に時間を要しました。工業は、節電要請もあり通常操業に戻すまで少し時間がかかりました。商業は、バラツキがありましたが、結構開店して緊急対応を行いました。交通事故は、停電期間中は事故が減っています。救急搬送は、札幌市全域で600件ぐらい増えています（地震発生後2週間）。

(3) 今後の対応に向けて

停電は地震被害を拡大しました。安定的な電源確保のための取り組み、電源の立地の分散化も含めて対応していく必要があります。風評被害の広がり懸念されます。地震報道のあり方も、北海道は広いので、単に北海道と報道されること自体で影響も広がります。余震に関しても、不安心理をあおるといようなことの悪影響もあります。

自家発電設備の設置促進は必要です。医療施設もバラツキがあり、圧倒的に長時間の自家発電施設を持っているのは北大病院だけで、緊急時に備える対応が必要です。交通事故が減りましたが、災害が起きたときの協力連帯意識が高く、発災後の治安・安全面もレベルが高いところを積極的に評価し、増進し、情報発信していくことも考えて良いと思います。

6 被災者支援等について

(公共政策大学院客員教授 高松 泰)

今回の地震では死者41人、負傷者は749人、避難者

数は約350人です（10月18日現在）。被災した方々への支援は、自助・共助・公助があり、公的支援については災害対策基本法・災害救助法・被災者生活再建支援法等に基づいて実施されます。

住宅が壊れた場合には、避難所での生活が必要となり、自宅が復旧するまでの仮住まいを経て、本格的な住まいの復旧・復興というプロセスになります。

「避難」には、水害・土砂災害・津波等の時の、避難勧告や避難指示に従い直ちに自分の身を守るために避難をする「緊急避難」があります。また、今回の地震のように、住むところが壊れていたり、ライフライン途絶による生活困窮を解消するための「生活避難」の2種類があります。

今回の地震では、9月7日がピークで約1万3,000人が避難所に行きました。その理由は、家が住める状態ではない、食料や水の不足、ライフライン途絶等によるものと考えられます。

世界の大災害を見ると、被害額・保険金額・死者数に特徴があり、日本は保険金で復旧・復興するところが未発達ようです。生活再建支援法だけでは住宅再建の資金は不十分で、地震保険の活用も望まれます。北海道では地震保険の加入率が低く、今後、保険制度も上手に使っていく必要があると思います。

最後に、ボランティアは、「受援」というのがキーワードです。特に行政は、手伝ってくれる方々に参画してもらうための環境づくりについて積極的に取り組んでほしいと思います。

7 あとがき

今回の地震は、震度7を記録する強い揺れとなり、斜面崩壊や液状化といった地盤災害が発生するとともに、北海道全体が停電となり経済活動や生活に大きな影響を与えるものとなりました。本報告は、分野横断的に速報としてポイントをまとめたものです。北海道大学では引き続き質の高い研究成果をとりまとめるべく、研究活動を進めていくこととしています。このような取り組みを通じて、地域の皆様、行政や企業の方々にも研究成果が役に立てれば幸いです。

*4 自動倉庫

荷物を荷棚に収納して保管・管理し、出し入れをコンピュータ制御により自動的に行う倉庫。