

平成 30 年 12 月 18 日
国土交通省国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人建築研究所
一般財団法人ベターリビング
地方独立行政法人北海道立総合研究機構

平成 30 年(2018 年)北海道胆振東部地震による建築物の基礎・地盤被害 に関する調査報告(第 1 編:札幌市清田区里塚地区の悉皆調査)

1. 悉皆調査の目的

平成 30 年(2018 年)北海道胆振東部地震により札幌市清田区里塚地区で生じた建築物基礎・地盤の甚大な被害の様相を把握するため、国土交通省都市局都市安全課の要請を踏まえて、悉皆調査を行った。

2. 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所	建築研究部	主任研究官	柏 尚稔
同	都市研究部	主任研究官	大橋 征幹
国立研究開発法人建築研究所	構造研究グループ	上席研究員	新井 洋
一般財団法人ベターリビング	つくば建築試験研究センター		
建築基礎・地盤業務部	上席試験研究役		久世 直哉
地方独立行政法人北海道立総合研究機構			
建築研究本部	北方建築総合研究所	地域研究部	研究主幹 戸松 誠
同	同	地域研究部	主査 竹内 慎一
同	建築性能試験センター	安全性能部	主査 千葉 隆史
環境・地質研究本部	地質研究所	地域地質部	主査 廣瀬 亘

3. 悉皆調査の日時と範囲

2018 年 9 月 18 日(火) 8:45~13:00 頃(10:00~10:30 頃の間を除く)



図 3.1 札幌市清田区里塚地区と震央¹⁾の位置(背景地図:国土地理院電子地形図(タイル))

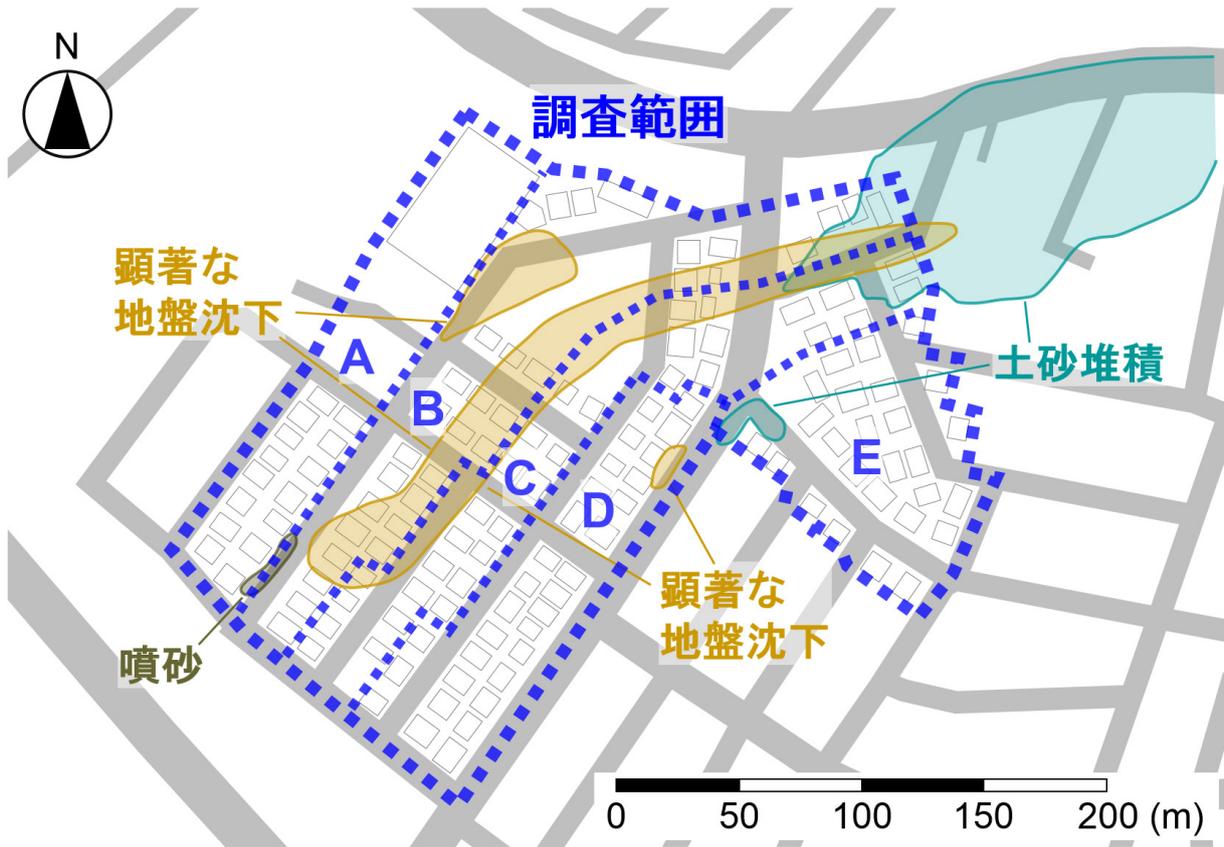


図 3.2 里塚地区の悉皆調査の範囲および顕著な地盤沈下と土砂堆積の生じた地域（文献 2 を参考に作図）

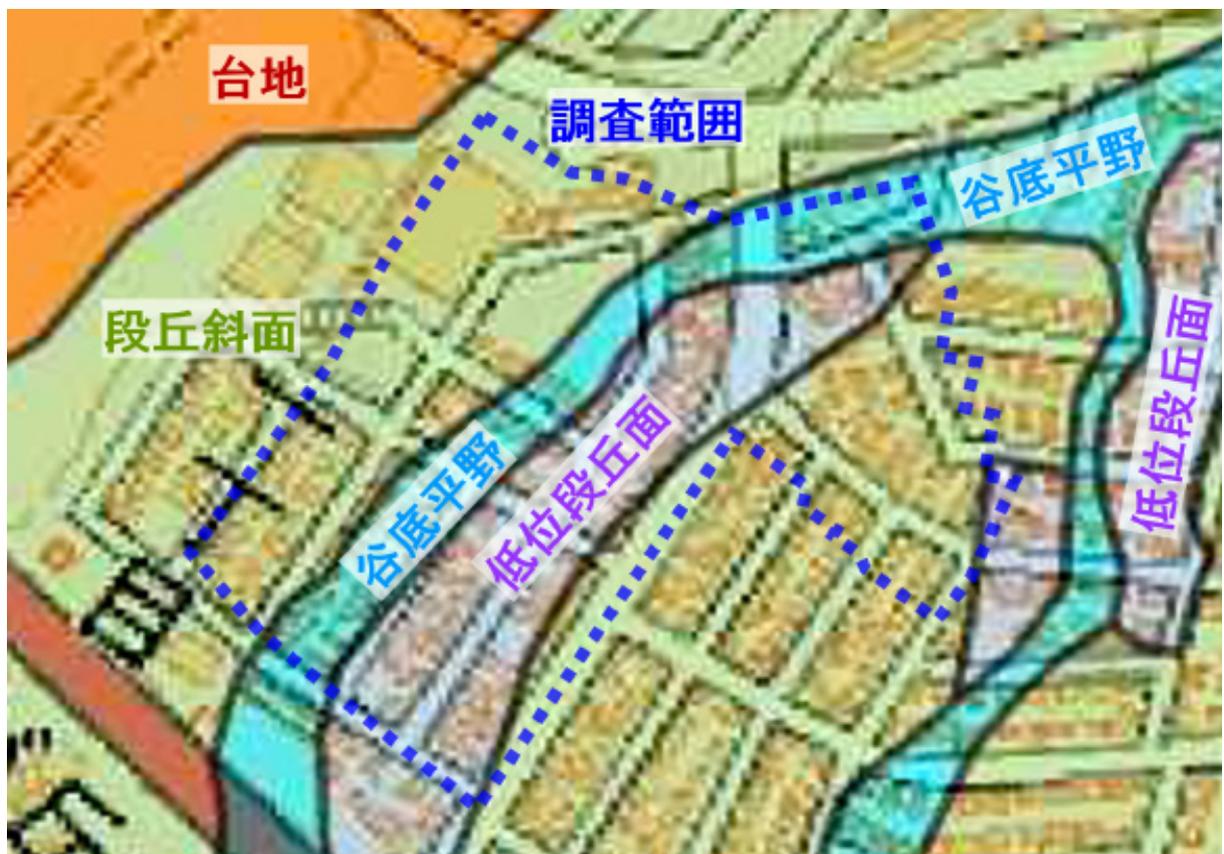


図 3.3 里塚地区の地形復元図（文献 3 に加筆）

図 3.1 に札幌市清田区里塚地区と震央¹⁾の位置を、図 3.2 に里塚地区の悉皆調査の範囲および顕著な地盤沈下と土砂堆積の生じた地域（文献 2 を参考に作図）を、図 3.3 に里塚地区の地形復元図（文献 3 に加筆）を、それぞれ示す。悉皆調査の範囲（図 3.2 に青点線で示す範囲）は、既往の報道等の情報と文献 2 を参考に、顕著な地盤沈下が生じた地域を概ね包含するよう、可能な調査時間・人員などの条件を勘案して選定した。図 3.2 と図 3.3 の対比から、顕著な地盤沈下は、主として、地形分類では谷底平野とされる長さ 300m 程度の帯状の地域で生じている。

なお、文献 2 の顕著な地盤沈下と土砂堆積の生じた地域は、地震直後の 2018 年 9 月 6-8 日の現地踏査に基づいて作図されている。また、図 3.2 の噴砂の記載は、文献 2 に基づくもので、地盤の液状化の痕跡と推察される。一方、文献 3 の地形復元図は、1961 年撮影の空中写真判読により作成されている。

4. 悉皆調査の方法

2 名を 1 チームとする計 4 チームに分かれて、図 3.2 に青点線で示す範囲にある 138 棟の建築物を調査した。調査では、各棟の位置を記録し、写真を撮影するとともに、基礎形式、敷地の地盤変状の有無、上部構造（基礎より上の部分の躯体）の損傷による被災度、基礎の損傷による被災度を、外観目視に基づく合議により判定した。この際、上部構造の損傷による被災度区分は、文献 4 の方法を参考に、D0（無被害）、D1（一部損壊）、D2-D3（半壊）、D4（全壊）の 4 段階とした。基礎の損傷による被災度区分は、無被害、部分的、顕著、不明の 4 段階とした。また、各棟の基礎立上り部分の傾斜（梁間方向と桁行方向）について、簡易傾斜計を用いて計測した。ここで、「傾斜」とは、鉛直面内での剛体的な回転を意味し、損傷により生じた変形の寄与は含まない。なお、築年数（建築年）、用途、構造種別、階数については、平成 26 年度（2014 年度）札幌市都市計画基礎調査データを参照し、Google Street View⁵⁾の画像情報により補正した。

5. 悉皆調査の結果（暫定）

調査範囲では、図 3.2 に示すとおり、地盤沈下の顕著な地域と、そうでない地域が明瞭に識別できることから、建築物の基礎・地盤の被害は、これらの地域ごとに様相が異なると想像される。そのため、調査範囲を図 3.2 に示す A、B、C、D、E の 5 地区に分けて、調査データの整理と分析を行う。B と C は顕著な地盤沈下の見られた帯状の地域の北西側と南東側の地区、D は一部に顕著な地盤沈下の見られた地区、A と E は顕著な地盤沈下の見られなかった地区である。

図 5.1 は、全 138 棟の敷地における地盤変状の有無の分布を示している。ここで、「地盤変状」とは、地表面が整地された常時の状況から何らかの変化（例えば、沈下、陥没、水平変位、亀裂など）の生じた状況を指す。図 5.1 より、地盤変状は、地区 B と C の 8-9 割程度および地区 D の 5 割程度で認められる。また、図 3.2 および図 3.3 との対比から、地盤変状は、顕著な地盤沈下が生じた帯状の地域および地形分類では谷底平野または低位段丘面とされる地域を中心に、広い範囲で生じている。

図 5.2 および図 5.3 は、全 138 棟の用途および構造種別の分布を示している。これらの図から、この地域の建築物の殆どは住宅（店舗併用を含む戸建住宅と共同住宅）で、これは 138 棟の 135 棟を占める。また、A 地区の住宅は全て簡易耐火構造であり、一方、B～E 地区の住宅の殆どは木構造である。なお、図 5.3 の構造種別（木構造、耐火構造、簡易耐火構造）は、札幌市都市計画

基礎調査データに記載されている表現を、そのまま使用している。

住宅 135 棟について、図 5.4 に階数の分布を、図 5.5 に基礎形式の分布を、図 5.6 に建築年の分布を、それぞれ示す。建築年の分布は、建築基準法が大きく改定された 1981 年と 2000 年を境界にして 3 つの年代区分で表示している。ただし、最も古い建築年は 1979 年である。これらの図から、この地域の住宅の殆どは、A 地区では 2000 年以降の布基礎の 2 階建て、B～E 地区では 1979 年以降の布基礎の 2 階建てである。B～E 地区では、2000 年以降に建てられた住宅や高基礎の 2 階建て住宅（RC 造の車庫 1 層の上に 2 層の住宅を建設したもの）も少なからず（それぞれ 19 棟ずつ）散見される。なお、図 5.5 の「布基礎+杭状地盤補強」2 棟は、顕著な地盤沈下によって杭状の地盤補強が露出したことで確認されたが、これら以外にも同様の地盤補強を施した住宅があるかもしれない。この杭状地盤補強が露出した 2 棟には、傾斜は見られなかった。

図 5.7、図 5.8、図 5.9 は、住宅 135 棟について、上部構造の損傷被害の分布、基礎の損傷被害の分布、基礎立上り部分の傾斜の角度と方向の分布を、それぞれ示している。基礎立上り部分の傾斜は、計測した梁間方向と桁行方向の結果をベクトル合成し、傾斜角度は 0.1 度の位を四捨五入して正の整数とした。傾斜方向は、図 5.9 において、傾斜角度の頻度（棟数）を示す棒グラフの頂部に、南西、北西、北東、南東に 4 分割した方向に傾斜した棟数を記載することで大凡の分布を示した。これらの図と図 3.2 および図 3.3 との対比から、次の点が指摘される。なお、住宅の構造種別、階数、基礎形式、建築年によらず、基礎の損傷や傾斜の被害は発生している。

- a) 図 5.9 より、顕著な地盤沈下の生じた B～D 地区（全 94 棟）では、半数を超える 58 棟の住宅の基礎に傾斜が生じている（最大 14 度（1/4））。一方、顕著な地盤沈下の生じなかった A 地区と E 地区では、基礎に 2 度（1/30）以上の傾斜が生じた住宅は見られない。これらより、顕著な地盤沈下の有無が住宅の基礎の傾斜に強く影響した可能性が示唆される。
- b) 図 5.9 より、住宅の基礎の傾斜方向は、B 地区では南東または北西の場合が、C 地区では北西または北東の場合が、D 地区では北西の場合が多い。これらの方向は、それぞれの地区から見て、顕著な地盤沈下の生じた帯状の地域の谷底筋（B 地区と C 地区の境界線付近）に向かう方向、すなわち、この地盤沈下により地表面が傾斜したと考えられる方向と概ね対応している。
- c) 住宅の基礎に傾斜が生じた分布（図 5.9）と、何らかの損傷被害が生じた分布（図 5.8）は、似た形状をしている。すなわち、いずれの被害棟数も、B 地区または C 地区が最大、次いで D 地区が多く、A 地区と E 地区がほぼゼロである。基礎に 6 度（1/10）以上の傾斜が生じた分布と、顕著な損傷被害の生じた分布にも、同様の傾向が見られる。これらより、住宅の基礎の傾斜が大きくなると基礎の損傷被害も大きくなる傾向が示唆される。
- d) 住宅の上部構造の損傷被害の分布（図 5.7）は、前述の基礎の傾斜の分布（図 5.9）や基礎の損傷被害の分布（図 5.8）と、概ね似た形状をしている。また、上部構造の損傷被害は、写真 5.1 と写真 5.2 に示すように、基礎の損傷を伴って土台の直上で生じていることから、上部構造の慣性力により生じたのではなく、地盤・基礎の強制変位により生じたように見える。これらより、上部構造の損傷被害にも顕著な地盤沈下が少なからず影響した可能性が示唆される。

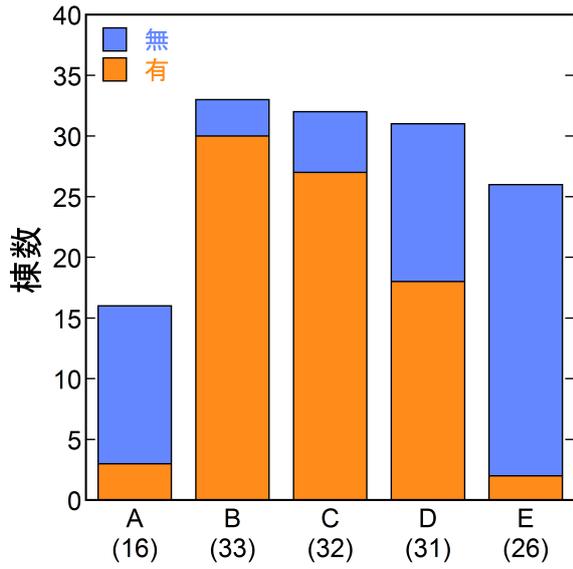


図 5.1 全 138 棟の敷地の地盤変状の有無の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

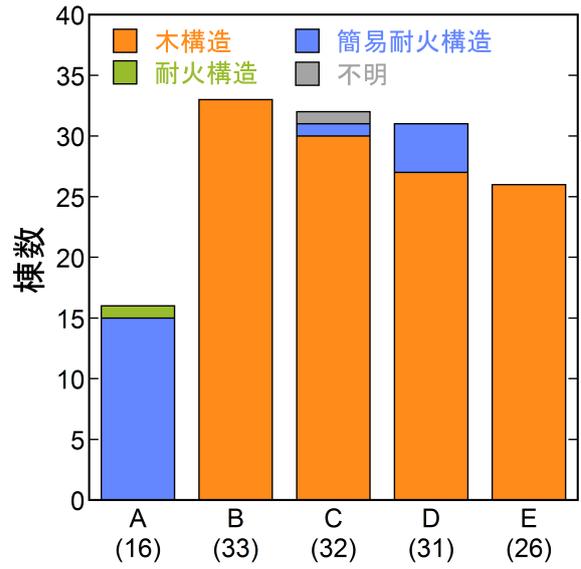


図 5.3 全 138 棟の構造種別の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

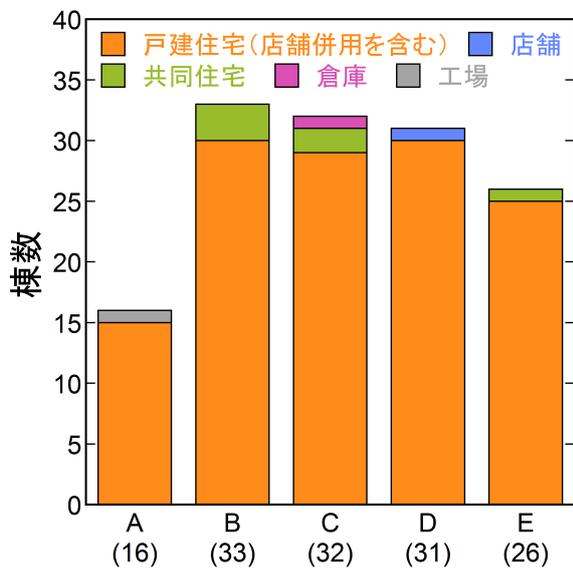


図 5.2 全 138 棟の用途の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

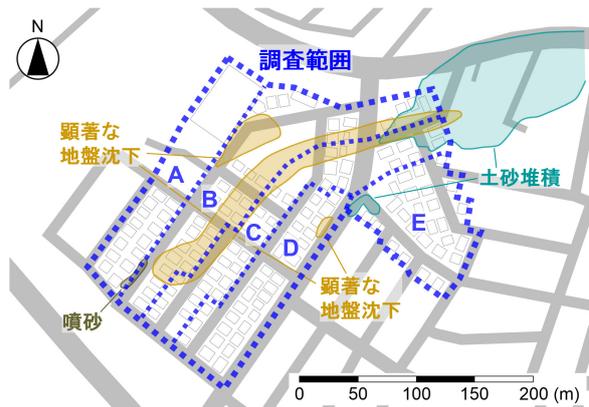


図 3.2 (再掲)



図 3.3 (再掲)

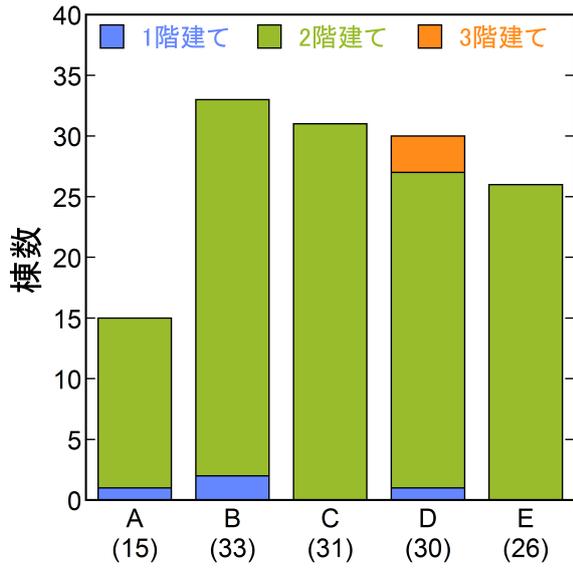


図 5.4 住宅 135 棟の階数の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

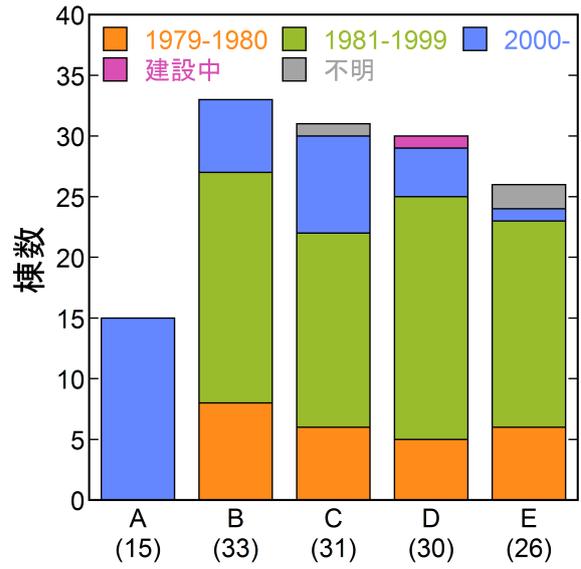


図 5.6 住宅 135 棟の建築年の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

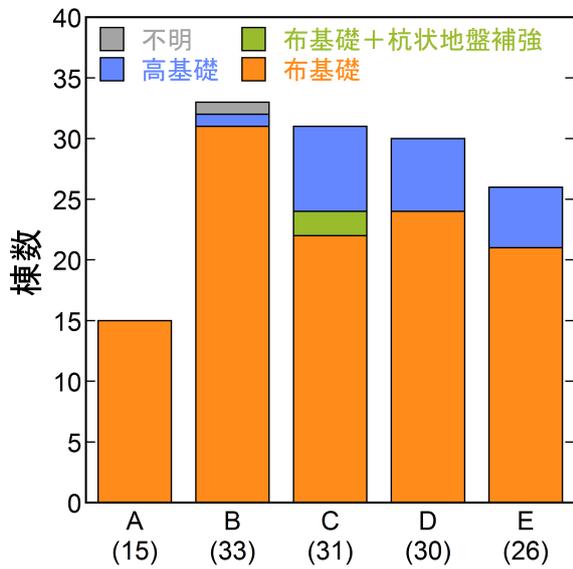


図 5.5 住宅 135 棟の基礎形式の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

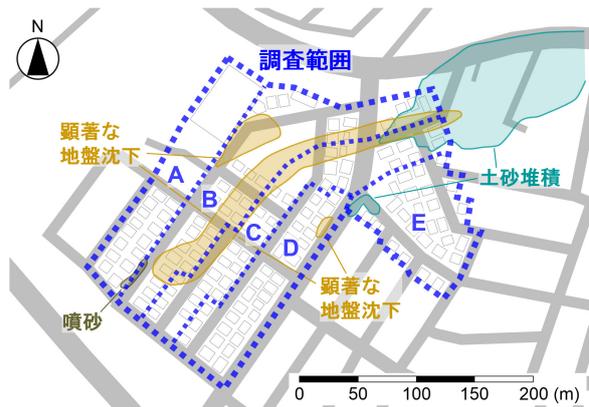


図 3.2 (再掲)



図 3.3 (再掲)

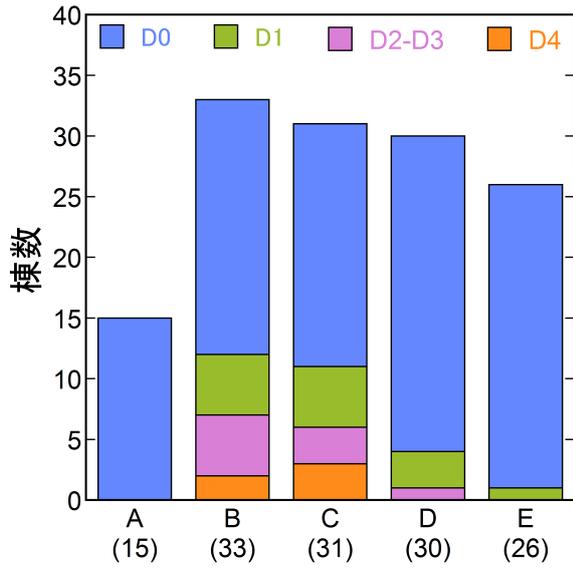


図 5.7 住宅 135 棟の上部構造の損傷被害の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

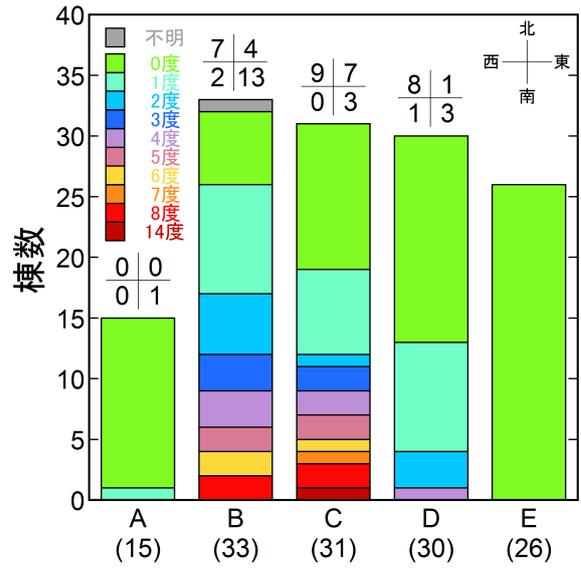


図 5.9 住宅 135 棟の基礎の立上り部分の傾斜の角度と方向の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

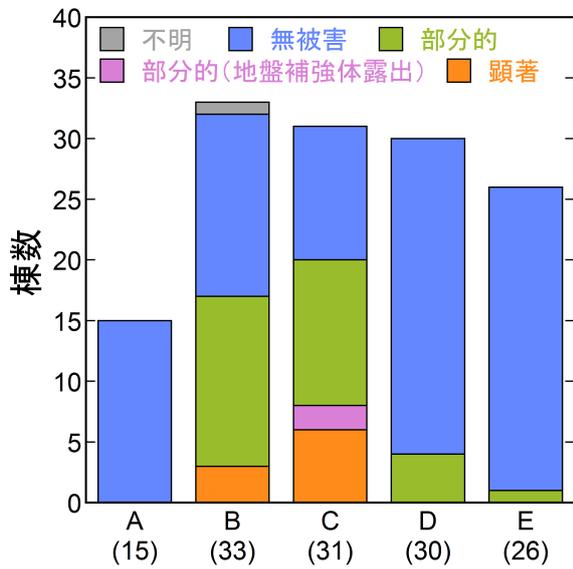


図 5.8 住宅 135 棟の基礎の損傷被害の分布 ()内の数値は各地区の棟数)

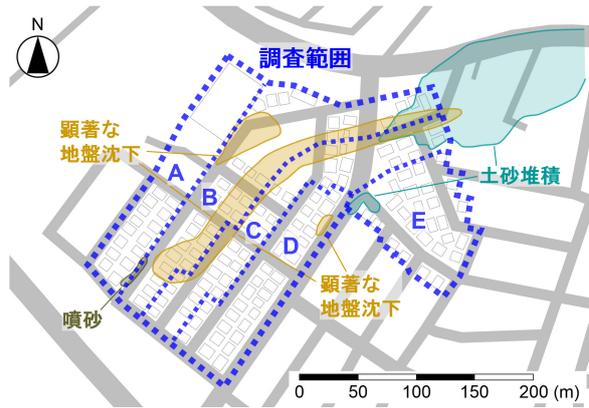


図 3.2 (再掲)



図 3.3 (再掲)



写真 5.1 地盤変状により基礎・上部構造ともに損傷したように見える共同住宅



写真 5.2 地盤変状により基礎・上部構造ともに損傷したように見える戸建住宅

6. まとめと今後の課題

平成 30 年（2018 年）北海道胆振東部地震により札幌市清田区里塚地区で生じた建築物基礎・地盤の甚大な被害の様相を把握するため、悉皆調査を行った。本調査から得られた知見は、暫定的に、以下のようにまとめられる。

- i) 顕著な地盤沈下の有無が住宅の基礎の傾斜に強く影響した可能性が示唆される。
- ii) 住宅基礎の傾斜方向は、顕著な地盤沈下により地表面が傾斜したと考えられる方向と概ね対応している。
- iii) 住宅の基礎の傾斜が大きくなると基礎の損傷被害も大きくなる傾向が示唆される。
- iv) 上部構造の損傷被害にも顕著な地盤沈下が少なからず影響した可能性が示唆される。

今後、本調査結果ならびに第 2 編の調査結果等を踏まえて、顕著な地盤沈下のメカニズム解明、建築物基礎・地盤の被害要因の検討を行う必要があると考えられる。

おわりに

本調査は、国土交通省都市局都市安全課の要請を踏まえて、札幌市都市局宅地課、同市建設局道路維持課ならびに北海道開発局事業振興部都市住宅課のご協力を得て実施した。関係各位に記して謝意を示す。

本調査の結果を受けて、札幌市清田区里塚地区においては、まずは宅地に顕著な地盤沈下を生じさせない対策を講じることが望ましいが、住宅の上部構造や基礎の設計・施工にあたって、被害軽減のため、上部構造の耐力が十分であることに加えて、特に基礎の耐力についても十分な検討が求められよう。同地区において住宅の再建を行う際には、この結果を踏まえた取組が行われることを期待する。

最後に、被災された方々に心よりお見舞い申し上げるとともに、一日も早い復旧復興をお祈りする。

参考文献

- 1) 公益財団法人地震予知総合研究振興会ホームページ：
http://www.adep.or.jp/kanren/Eq_data/180906.html (参照 2018 年 11 月 5 日)
- 2) 石川達也、清田隆、池田隆明：北海道胆振東部地震による液状化被害、2018 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震の被害調査速報会、土木学会地震工学委員会ホームページ公開資料、http://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/報告会_20180921_石川修正版_0.pdf (参照 2018 年 11 月 5 日)
- 3) 国土交通省国土地理院：札幌市清田区の地形復元図（地形分類図）、平成 30 年(2018 年)北海道胆振東部地震に関する情報ホームページ、<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html> (参照 2018 年 11 月 5 日)
- 4) 岡田成幸、高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン、日本建築学会構造系論文集、No.524、pp.65-72、1999.10
- 5) <https://www.google.com/streetview/> (参照 2018 年 11 月 5 日)