

特集  
記事

# 北海道・東北地方の地震防災力 向上を目指して

編集委員会

企画・総括 片岡 俊一\*

編集担当 石川 裕彦\*\*・岡田 成幸\*\*\*・立川 康人\*\*・村尾 修\*\*\*\*  
矢守 克也\*\*

## はじめに

片岡 俊一\*

一昨年（2003年）の十勝沖地震の際にも指摘されたように、北海道から東北地方の太平洋岸では、マグニチュード8クラスの大規模地震が繰り返して起きている。また宮城県沖では、これよりはマグニチュードはやや小さいものの、M7クラスの地震が約40年間隔で繰り返し起きていることが確認されている。このように、北海道から東北地域にかけての太平洋岸は、地震災害が発生する可能性が高い地域と言えよう。

現在では、東海地震や東南海・南海地震による災害が多くの人に懸念されているが、東北地方における災害もこれらの地震と同列に考えるべきではないか。折しも「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係わる地震防災対策の推進に関する特別措置法」が、平成16年4月に公布された。

そこで、本特集では北海道および東北地域を対象として、近い将来において、地震対策を講ずる上で、必要となる事象を解説願うことを意図した。本文にもあるように、現在は特別措置法の施行に向けての各種検討が進められており、具体的な対策についての紹介はないが、本特集の記事が対象地域の防災力の向上につながればと思っている。

## 1. 「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」の概要

尾崎 友亮\*\*\*\*

### 1.1 はじめに

「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」(以下、「特別措置法」という)は、日本海溝・千島海溝周辺で発生する大規模な海溝型地震への防災対策を推進することを趣旨とする法律で、平成16年4月2日に公布された。この法律において対象とする地震については、「房総半島の東方沖から三陸海岸の東方沖を経て択捉島の東方沖までの日本海溝及び千島海溝並びにその周辺の地域における地殻の境界又はその内部を震源とする大規模な地震」(第2条)とされている。また、この法律は公布から1年6ヶ月までに施行することとされており、施行後、法律で定める各種対策が推進されることとなる。現在、法律の施行に向け、中央防災会議の「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(以下、「専門調査会」という)において検討が進められているところである。

\* 弘前大学理工学部  
\*\* 京都大学防災研究所  
\*\*\* 名古屋工業大学

\*\*\*\* 筑波大学大学院システム情報学研究科  
\*\*\*\*\* 内閣府(防災担当)地震・火山対策担当参事官補佐

## 1.2 特別措置法の概要

法律では主に以下の点について定めている。

- ・ 推進地域の指定
- ・ 各種計画の作成

それぞれについて概要を述べる。

### (1) 推進地域の指定

当特別措置法では、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震により著しい被害を受ける可能性があり対策を進める必要がある地域を「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域（推進地域）」として指定すること（第3条）、国及び地方公共団体は、推進地域において避難地、避難路、消防用施設など地震防災のための施設の整備等に努めること、整備にあたっては積雪寒冷地であることに配慮すること（第10条）等を定めている。

### (2) 各種計画の作成

特別措置法では、津波からの避難等、地震防災対策のための各種計画を作成し、その実施を進めることとされている。法律で定められている計画の概要は以下の通り。

- ①基本計画・・・中央防災会議で作成。国の日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震への防災対策についての基本方針等を定める。
- ②推進計画・・・各省庁、関係自治体、指定公共機関（日銀、日赤、NHK等）で作成。津波からの防護や円滑な避難、避難地・避難路・消防用施設の整備などについて定める。
- ③対策計画・・・民間事業者（日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波への対策を講じる必要がある者（基本計画で定める）に限る）で作成。津波からの円滑な避難等について定める。

特別措置法の施行後、内閣総理大臣により推進地域が指定されるとともに、関係機関において上記各計画が作成され、地震防災対策の推進が図られることとなる。

### 1.3 検討対象とする地震について

本法律の施行に際し、推進地域の指定などにあたって、具体的にどういった地震や津波を想定するのかを定めておく必要がある。こうした、地震

防災対策上想定すべき地震や津波については、現在、中央防災会議に有識者より成る「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」（以下、「専門調査会」という）を設置し、過去に発生した地震や津波の整理等を通じて検討を進めているところである。

専門調査会は、平成15年10月に第1回を開催して以来、これまでに6回（平成16年12月末現在）開催されている。以下、これまでの検討の概要を述べる。なお、以下の内容は、検討過程のものであり、今後の議論や新たな知見等により修正される可能性があることに留意する必要がある。

#### (1) 検討対象とする地震、津波についての考え方 検討対象領域を

- ①大きな地震が繰り返し発生している領域
- ②繰り返しは確認されていないが大きな地震が発生した領域
- ③大きな地震の発生が確認されていない領域

に分類し、それぞれについて、検討すべき地震像を整理する。

これらの領域で発生する地震について、震源域を想定し、地震動及び津波の検討を行う。津波を発生させる震源断層としては、津波地震等に配慮し、強震動の震源断層より海溝軸付近まで広げた領域を考える。

#### (2) 各領域で想定する地震

「大きな地震が繰り返し発生している領域」における地震としては、択捉島沖～宮城県沖のプレート間地震を想定する。

「繰り返しは確認されていないが大きな地震が発生した領域」における地震としては、1933年M8.1 昭和三陸地震、1993年M7.5 釧路沖地震、1994年M8.2 北海道東方沖地震等のプレート内地震、1938年福島県沖地震等を想定するが、プレート間地震による強震動、津波と比較し、プレート間地震に包含されるものについては除外する。

「大きな地震の発生が確認されていない領域」における地震としては、1933年昭和三陸地震の南側の領域において、プレートの破壊に伴う歪が蓄積されている可能性が否定しきれないことから、取り扱いについて今後検討を進める。

このほか、浦河沖地震(約50年毎に発生、局地的ながらも震度6弱程度を記録)、房総沖の地震(1677年M8.0により津波が発生)についても、取り扱いについて今後検討を進める。

### (3) 検討対象とするプレート間地震について

プレート間地震については、現在、対象領域を、択捉島沖、色丹島沖、根室沖、十勝沖、三陸沖北部(三陸沖中部の沖合いを含む)、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖に分類して検討が進められている。検討状況の概要について記す。

- ① 択捉島沖～十勝沖については、プレート面上、深さ10～40 km程度に震源断層をもつ地震を想定する。
- ② 三陸沖北部の領域については、プレート面上、深さ10～60 km程度に震源断層をもつ地震を想定する。
- ③ 宮城県沖については、陸側の領域と、陸側と海側の全領域(プレート面上、深さ10数～60 km程度の震源断層を想定)の連動とを想定する。
- ④ 福島県沖・茨城県沖については、1938年の福島県沖の地震の震源域を想定する。
- ⑤ 北海道東部沿岸地域の津波堆積物から約500年間隔で巨大津波をもたらしたと考えられている地震については、根室沖～十勝沖の全領域が連動して発生した可能性について検討を進める。
- ⑥ 1896年明治三陸地震について、津波の試算を行い検討を進める。

今後は、対象とすべき地震について更に検討を進め、これらの地震に伴う震度分布、津波高さ等をシミュレーション等により求めるとともに、推進地域の指定基準の設定、被害想定の実施、防災対策の検討等を順次進めていく予定である。

### 1.4 おわりに

日本海溝・千島海溝沿いの地震・津波については、東南海・南海地震等に比べ、歴史地震の被害資料等に乏しく、想定すべき地震像を特定するにあたっては様々な困難がある。一方、当該領域の地震については、現在数多くの研究が進められており、これらの最新の知見を適宜反映させつつ、今後、想定すべき地震像を明らかにしていく予定

である。

## 参考文献

中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(第1回～第5回)資料

## 2. 北海道・東北地域の過去の被害地震

鏡味 洋史\*

### 2.1 はじめに

北海道から東北にかけての太平洋側は千島・日本海溝沿いに海溝型の巨大地震が繰り返し発生している地域である。地震調査委員会では宮城県沖をかわきりに三陸沖から房総沖、千島海溝沿いと順次地震活動の長期評価を行ってきている<sup>1)</sup>。評価は過去の被害地震の履歴から固有地震の繰返し周期を求め一つ前の地震からの経過時間を考慮して今後の発生確率を求めている。したがって、過去の被害地震の評価が重要な鍵となってくる。筆者は、明治以降の地震については当時の新聞などの資料から新たな被害が発掘できるのではとの観点から、主要な地震について文献調査を進めている<sup>2-7)</sup>。本論では、根室沖、八戸沖、宮城県沖の過去の被害地震についてそれらの特徴を述べる。

### 2.2 1894年根室沖地震

日本被害地震総覧<sup>8)</sup>によると、発震時:1894.3.22, 19h 23m, M7.9, 根室、厚岸、釧路で全壊11、半壊17などとなっている。この地震は1891年濃尾地震を契機に発足した震災予防調査会にとって初めての本格的な被害地震であり精力的に調査研究が行われ震災予防調査会報告に報告がなされている<sup>9-11)</sup>。根室・厚岸・釧路以外の報告は少なく、浦河で単に器物の転落のみ、幌泉で地震鳴動あり被害なしの記述があるのみである。

当時の根室は根室県の県庁がおかれ千島を含めた道東の中心地であった。それを反映し地方新聞の根室新聞が1889年に発刊されていた。しかし、根室は太平洋戦争末期に空襲を受け市街地の大半が焼失し、多くの史料が焼失している。明治期の

\* 北海道大学大学院工学研究科

根室新聞は根室市の郷土資料館に断片的に残されているのみであり1894年根室地震の記事を見つけることは出来なかった。唯一号外が北海道立文書館に保存されていた。それによると根室の被害については詳細に記されているが他の地域の被害については余り触れられていない。最初の北海道史の編纂に従事した河野常吉の膨大な資料・草稿は北海道立図書館に残されており、その中に「災変：地震津波其他地変」<sup>12)</sup>の自筆の冊子がある。根室大地震については約1000字の記述がある。その中に十勝国大津の被害についての記述を新たに見つけた。原文を以下に掲げる。

十勝國大津モ激震全村百三十九戸ノ内五十三戸ハ多少ノ被害ヲ蒙リ十二名負傷シ民心忽々一時雜踏狼狽セリ、十勝川ヨリ大津ノウツナイニ亘ルー里半ノ處ニ長五十尺餘、幅三尺餘ノ亀裂五十餘箇所、其深往々三文餘ニ達スルモノアリ何レモ裂目ヨリ泥水ヲ噴出セリ、又大津川トウツナイト合一シタル箇所アリ、或ハ川中ヨリ噴出シタル土砂堆積シテ瞬時ニ小嶋九個ヲ形勢セリ殊ニウツナイ鮭漁納屋内ニ幅二尺長十五尺餘ノ裂目ヨリ上水ヲ噴出セシ光景凄カリキ

大津は現豊頃町大津地区で十勝川の河口に位置する。大津は十勝地方の入植が始められた1896年以前から港町として十勝の重要な拠点であった。半数近い住宅が被害を受け、十勝川、ウツナイ川周辺で50余りの亀裂、噴砂があるなど、大規模な液状化が生じたことが記されている。1952年および2003年の十勝沖地震でも同様の被害を生じている。1894年の地震で大津は震度5強と判断され、震度5の範囲は根室、釧路から十勝南部に及んでいたと考えられる。今回および1952年の十勝沖地震の震度分布と比較すると良く似たものになっており、1894年の地震は十勝沖の領域における1952年の一つ前の地震としての可能性が高いと思われる。2つの地震の間隔は56年で、1952年の51年後に2003年の地震が発生したと整合する。

### 2.3 1901年、1931年八戸沖地震

青森県東方沖を震源とする海溝型の地震として1968年十勝沖地震があり、その再来が懸念されている。「三陸沖から房総沖にかけての長期予測」<sup>1)</sup>では青森県東方沖の領域を三陸沖北部と位置付け1968年十勝沖地震の前の固有地震は1856年の地震であるとしている。しかし、2つの地震の間隔は112年と長く、その間にも被害地震が複数あり、固有地震の可能性を秘めている。中でもM=7.4、7.6と大きく八戸を中心に被害を生じた1901年、1931年の地震を取上げ既往の被害調査報告および当時の地方新聞記事から被害の詳細を明らかにした。ここではその概要を述べる。

1901年の地震についての、池上の報告<sup>13,14)</sup>が地学雑誌にある。「八戸地方の強震」と題し八戸の被害を中心に述べているが、青森市などの被害報告はない。1931年の地震についての調査報告は地震学会誌「地震」に島谷孝信「昭和6年3月9日東北地方の震災」<sup>15)</sup>があるのみである。これは、震災予防調査会からの命による青森県下の震災の状況並びに化学薬品の収蔵設備状況調査報告である。八戸高等小学校で薬品の落下による出火があったことを受けての調査となっている。当時の青森県の地方新聞に現在の代表地方紙の東奥日報がある。函館の記事については函館毎日新聞を参照した。各市町村の被害を宇佐美の「歴史地震のための震度表」<sup>16)</sup>を参照して、建物の傾斜・倒壊のある場合を震度5+、壁の剥落のある場合を5、その他の軽微な被害のある場合を4と置換え震度分布図を作成した。1901年の地震では震度5+は八戸、青森周辺に見られ、震度5は下北に及んでいる。1931年の地震の青森県内の被害は八戸の他、青森を始め津軽地方、下北半島、函館に広がっていることが明らかにされた。

人的被害について日本地震総覧<sup>8)</sup>などには記載はないが、新聞記事の中では多くが報じられている。1901年の地震では青森市で4、荒川村1、野辺地村1、三本木村4、八戸町1などであり、転落、転倒など避難時の怪我が多い。1931年の地震については、三本木町(屋根石落下)、八戸市(天井の落下)、北川村(奔馬に蹴られ)、青森市

(避難中)の各1名である。

ライフラインの被害については、1931年の地震で停電が八戸市で変圧器の落下により生じ午後4時ごろまで続き、青森では発電所水路に雪崩があり郡部の復旧が遅れたことが報じられている。電信、電話が一時不通になったことも報じられている。1901年の地震では鉄道、電信の不通が報じられている。火災については1931年の地震で八戸市の薬店および高等小学校で薬塚の破損による火災が発生している。また、天ぷら屋からも出火しているが何れも延焼火災にはなっていない。

以上まとめると、建物被害は八戸のみならず、青森、下北、函館で見られ震度5の範囲は両地震とも広がった。八戸は両地震とも被害の中心となった。青森は1901年の地震の方が多くの箇所被害が生じている。負傷者は十数名発生したが、いずれも転落、転落など避難時の負傷であった。1931年の地震では学校、薬店での薬品の落下による出火があり、特に学校での薬品の取扱いが問題とされた。1931年の地震は冬季間に発生した地震であり、雪による初期消火が行なわれたこと、雪崩による停電、復旧の遅延を上げることができる。

#### 2.4 1897年、1936年宮城県沖地震

1978年の宮城県沖地震の前の地震として、1936年、1897年の地震が固有地震として上げられている。日本被害地震総覧<sup>8)</sup>など地震カタログによれば両地震とも死者はなく被害程度も軽微であったため記載事項も少ない。

当時の地元の新聞、河北新報、奥羽日日新聞等から被害記事をまとめた。1897年の地震の人的被害については怪我の報告が、仙台の宮城女学院で2名、鉄砲町、東八番丁、東一番丁で1名ずつ、集治監で1名、宮城大林区署で2名の作業員である。いずれも避難時の転倒などによるものである。この他、古川では室内の落下物による負傷がある。さらに石巻町、村田町、槻木村、宮村などでの負傷を加えると16名を数える。建物被害については、住家の全壊(潰家・傾斜)は本吉郡柳津村1、桃生郡鹿又村1、蛇田村1、石巻町2、不動堂村1、

南郷村1、刈田郡白石町3、の10棟が数えられる。新聞記事の中には被害なし、安全の記述も多く見られる。被害の多くは壁の落下、亀裂、煙突の折損である。鉄道の被害は東北線大河原で一時不通になったが、即日開通している。その他、電報の輻輳が報じられている。

1936年の地震の発生は11月3日の午前5時46分ごろであるが、人的被害について日本被害地震総覧<sup>8)</sup>には4名の負傷者がカウントされているが、新聞記事では3名の記事を確認できた。本吉郡鹿折村陣山の崖が崩れ民家3戸が倒壊し2名が軽傷を負っている。また、桃生郡宮戸村では戸外に避難した際、門柱の重さ20貫位の笠石が落下して女性がひざを骨折している。建物被害について、住家の倒壊の記述のあるのは、本吉郡鹿折村の3棟と相馬郡大野村の1棟であるが、いずれも山崩れによるものである。非住家の倒壊では土蔵の倒壊は桃生郡飯野川町の4棟のほか相馬郡磯部村の魚市場の上屋が倒壊しているのみである。壁の亀裂・落下、屋根の破損は、石巻市を始め桃生郡、宮城郡松島町、塩竈町および福島県相馬郡中村町に多く見られる。仙台市内は住家の被害は軽微で一部損傷程度である。

1897年の地震では、被災範囲は広く、1978年の被災域に近くなっている。しかし、被害の程度は大きく異なる。1978年宮城県沖地震の仙台市内の木造住家の被害は緑が丘、小松島など宅地造成地域での被害を除けば、大半が東部の低平地で発生している。東北本線以西の扇状地上に展開する旧市街地では、家屋の被災件数は全壊7、半壊75で全被害の1~2%で、その後市街化された地域に比べ格段に被害が少なかった。1897年の地震では建物被害は軽微であったが、当時の市街地は1978年の地震で被害が少なかった区域と一致する。

3つの地震の特徴をまとめると、震源位置は1897年の地震がやや陸よりであるが、震源の決定精度および震源域の広がりを考えれば大差はないと考えられる。マグニチュードは7.4ないし7.5であり大差ない。1978年宮城県沖地震の被害は1936年、1897年の地震と比べて著しく大きなも

のとなっている。1978年宮城県沖地震が地震動として特に強かったのか、市街地の拡大など地震を受ける側の社会環境が大きく変化し脆弱性が増したのか、明らかにしていかなければならない大きな課題である。そして、来るべき次の宮城県沖地震の災害がどのようなものになるのかを判断しなければならない。

## 2.5 むすび

北海道・東北の日本海側は海溝型の巨大地震が繰り返し発生している。過去の被害地震に学ぶところは大きい。特に明治期以降の地震については残された新資料も多いはずである。小論では、筆者の新聞記事等による文献調査をもとに、北海道東北の主な被害地震について概要と特徴を述べた。被害の詳細については、個別に報告している論文を参照されたい。

## 参 考 文 献

- 1) 地震調査委員会ホームページ: <http://www.jishin.gov.jp>
- 2) 鏡味洋史: 1936年11月3日宮城県沖地震の被害—繰返し発生した宮城県沖地震の被害関連資料の整理—, 日本建築学会技術報告集 15, pp. 359-362, 2002.
- 3) 鏡味洋史: 1897年2月20日宮城県沖地震の被害—繰返し発生した宮城県沖地震の被害関連資料の整理—, 日本建築学会技術報告集 15, pp. 363-366, 2002.
- 4) 鏡味洋史: 1897.2.20 および 1936.11.3 宮城県沖地震の前後の地震による被害—繰返し発生した宮城県沖地震の被害関連資料の整理—, 日本建築学会技術報告集 17, pp. 531-534, 2003.
- 5) 鏡味洋史: 1931.3.9 三陸北部(青森県八戸沖)の地震被害に関する文献調査, 日本建築学会技術報告集 19, pp. 351-354, 2004.
- 6) 鏡味洋史: 1901.8.10 三陸北部(青森県八戸沖)の地震被害に関する文献調査, 日本建築学会技術報告集 20, pp. 363-366, 2004.
- 7) 鏡味洋史: 1894年3月22日根室沖地震の被害関連資料の発掘, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集 23, pp. 23-24, 2004.
- 8) 宇佐美龍夫: 最新版日本被害地震総覧, pp. 605, 2003.
- 9) 北海道庁: 北海道地震, 震災予防調査会報告 3, pp. 142, 1895.
- 10) 大森房吉: 明治 27 年北海道地震概報, 震災予防調査会報告 3, pp. 27-46, 1895.
- 11) 石井敬吉: 明治 27 年北海道震災略報, 震災予防調査会報告 3, pp. 47-67, 1895.
- 12) 河野常吉: 災変, 地震津波其他地変, 168 p., 1920 年ごろ出版年未詳(自筆本, 北海道立図書館蔵)
- 13) 池上稲吉: 八戸地方の強震, 地学雑誌 13, pp. 62-9-633, 1901.
- 14) 池上稲吉: 八戸の強震(承前), 地学雑誌 13, pp. 690-699, 1901.
- 15) 島谷孝信: 昭和 6 年 3 月 9 日東北地方の震災, 地震 3, pp. 323-330, 1931.
- 16) 宇佐美龍夫: 歴史地震事始, 卷末付表第 4 表, p. 186, 1968.

## 3. 津波について—世界で有数な常襲地帯—

今村 文彦\*

### 3.1 津波常襲地域

地震に伴う災害の代表的なものである津波について紹介したい。房総半島の東方沖から三陸海岸沖を経て択捉島の東方沖までの日本海溝及び千島海溝並びにその周辺の地域は、プレート境界又は海洋プレート内部で発生する大規模な地震の発生地域であり、同時に多くの津波を生じさせている。ここでは、標準的な地震による津波もあれば、地震のゆれは小さいが大きい津波を発生させた「津波地震」もある。また、数百年または千年に一回といわれるハルマゲドン地震も指摘されている。量および質的に多彩な地域である。また、津波発生の規模も大きいことに加え、複雑な海岸地形を有している海岸線もあり、津波の高さが増幅され、多大な被害を出している。表 3-1 は、1700 年以降、世界で発生した千名以上の犠牲者を出した津波事例をまとめているが、25 例の中でも、明治三陸大津波(2万2千名)と昭和三陸大津波(3千名)は大きい<sup>1)</sup>。

\* 北海道大学大学院工学研究科

表 3-1 1700年以降 千名以上の犠牲者を出した津波 (地震などの犠牲者を区別できない場合も多い)

年月日	津波名	国	犠牲者
1741	渡島大島 (火山)	日本	2,000 以上
1755	リスボン	ポルトガル	62,000
1771	八重山	日本	9,209
1783	バルミ	イタリア	1,504
1792	島原普賢岳・眉山 (火山)	日本	15,200
1815	バリ	インドネシア	10,253
1854	安政東海	日本	2~3,000
1854	安政南海	日本	数千
1856	サンガール (火山)	インドネシア	3,000
1868	チリ沖	チリ	25,000
1883	クラカタウ (火山)	インドネシア	36,000
1896	明治三陸	日本	22,000
1906	チリ沖	チリ	3,760
1922	チリ沖	チリ	1,000
1933	昭和三陸	日本	3,064
1944	昭和東南海	日本	1,223
1946	昭和南海	日本	1,330
1960	チリ沖	チリ	5,700 (日本 139 名)
1976	ミンダナオ	フィリピン	8,000
1992	フローレス	インドネシア	1,713
1998	シッサノ	バブアニューギニア	2,300 以上

### 3.2 地震と津波の主な活動

現在、中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」での検討が進められている (図 3-1 参照)。その中では、検討対象地域について地震発生の特徴から、以下の 3 つに大きく分類するのが適切と考えられている<sup>2)</sup>。

- 大きな地震が繰り返し発生している領域
- 繰り返しは確認されていないが、大きな地震が発生した領域
- 大きな地震の発生が確認されていない領域

根室沖の領域では、1973 年 M 7.4 の地震が発生し、それ以前にも 1894 年 M 7.9 の地震が発生している。しかし、後者の地震は、十勝沖の領域にまたがって発生した可能性が高い地震とされている。十勝沖の領域では、1952 年 M 8.2、2003 年 M 8.0 とほぼ同程度の規模の地震が発生している。これら地震の震源域については、強震動を発生するアスペリティは殆ど同じであるが、津波から

みると 2003 年十勝沖地震では根室沖に接する領域の一部が破壊されていないとの指摘がある。また、北海道東部沿岸地域の地質学的な古地震調査から、過去 7 千年間にわたり約 5 百年間隔で、これまで知られている津波よりもより陸域側の海岸から 3 km 以上の場所に、津波堆積物をもたらすような「イベント」が発生していることが判明し、最近では、17 世紀に発生したとされている。これは、これまでのところ根室沖と十勝沖の全領域が連動するプレート間地震とするモデルが現象を最も良く説明できるとされているが、慶長三陸津波との関連や十勝沖での海底地滑り等の検討も関心のあるところである。

三陸沖北部の領域では、1856 年 M 7.5、1968 年 M 7.9 の地震が発生している。後者はこの領域全体を震源域とするのに対し、前者は領域の陸域側を震源域とする地震と考えられている。この領域では、M 7 クラスの地震が繰り返し発生するのに加え、時には領域全体を震源域とする M 8 クラスの地震が混在して発生すると考えられる。また、宮城県沖の領域では、陸側の領域を震源域とする地震 (1897 年 M 7.4、1936 年 M 7.4、1978 年 M 7.4)、海側の領域を震源域とする地震 (1897 年 M 7.7)、全領域を震源域とする地震 (1793 年 M 8.2) が発生している。この領域では、地震が繰り返し発生するのに加え、時には領域全体を震源域とする M 8 クラスの地震が混在して発生する領域と考えられる。今後、発生するであろう宮城県沖地震が、単独なのか (陸側か沖側か) 連動 (全領域) なのか、関心の高いところである。エネルギー的には連動型の方が沖側単独よりも大きい、南三陸沿岸での津波高さ分布は、後者の方が大きいという報告もある。津波の初動が影響しているようである。最後に、福島県沖から茨城県沖の領域では、M 8 クラスの地震の発生は確認されていない。しかし、M 7 クラスの地震 (1938 年 M 7.0、7.5、7.3 など) が、比較的短期間に集中して発生している領域と考えられる。過去資料は少ないが、この領域は、M 7 クラスの地震が集中的に発生する状態が繰り返し発生する可能性がある領域と考えられる。

海溝	領域	陸域近くの地震		海溝軸付近の地震	
		プレート内地震	プレート間地震	プレート内地震 正断層型	プレート間地震
千島海溝	択捉島沖		1918 / <b>1963</b> / 1995		
	色丹島沖	<b>1958</b>	<del>1899.3</del> / <b>1969</b> / 1978 / 1978		
	根室沖	1978 / 1994	<b>1843</b> / <b>1894</b> / 1900 / 1924 / 1961 / 1973		
	十勝沖	1993	1915 / <b>1952</b> / <del>1992</del> / 1971 / <b>2003</b>		
日本海溝	三陸北部		1931 / 1935 / 1943 / 1945 / 1960 / <b>1968</b> / 1968 / 1989 / 1994 / 1995	<b>1993</b>	<b>1763</b> / <b>1856</b>
	三陸沖中部				<b>869</b> / <b>1611</b> / <b>1677</b> / <b>1783</b> / <b>1896</b> / <b>1897</b>
	宮城県沖	2003	1897 / 1915 / 1936 / 1937 / 1978 /		
	福島県沖	1938			
	茨城県沖				
	房総沖			1953	<b>1677</b>

図 3-1 千島海溝・日本海溝での最近の地震活動（太字は 2 m 以上の津波を伴った）

### 3.3 繰り返してない地震と津波

繰り返しは確認されていないが、大規模な地震がプレート内と海溝軸付近で発生している。プレート内地震には、海溝寄りのプレート内地震（1933年 M 8.1 昭和三陸地震）と、陸域近くのプレート内地震（1958年 M 8.1, 1994年 M 8.2, 1993年 M 7.5, 2003年 M 7.1, 1938年 M 7.4, 1938年 M 6.9）がある。海溝軸付近で発生するプレート間地震には、三陸沖の 1896年 M 8.5（明治三陸沖地震）と、房総沖の 1677年 M 8.0 のプレート間地震が知られている。

このうち、前者については、その震源域が三陸沖北部の領域と三陸沖中部の海溝寄りの領域にわたるものであり、津波地震の代表的なものである。稀に発生する地震ではあるが、三陸沖北部の領域で発生する地震の一つとして取り扱うこととする。最後に、慶長三陸地震（1611年 M 8.1）や貞観地震（869年 M 8.6）がある。これらの地震については、甚大な被害を出したことは確かであるが、

資料が乏しく震源域が不明であることから、検討対象に含まれていない場合が多い。しかし、この地域に最も影響を与えた地震および津波である。

### 3.4 主な地震津波の事例

(1) 明治三陸地震津波（小さな揺れで巨大津波）

1896年（明治29年）6月15日は旧暦の端午の節句であった。男の子がいる家では親族が集まって祝い膳を囲んでいたようである。午後7時32分、沿岸部で震度2～3という小さな揺れがあった。この地震発生後35分たった午後8時7分に津波の第一波が三陸沿岸に襲来、続いてその8分後の午後8時15分に津波の第二波が襲ったと言われている。最大の津波は大船渡市（三陸町）綾里で実に38.2mという想像を絶する高さであった。綾里湾から浸入した津波が遡上し、峠を越えて、隣の湾に抜けたという報告がある。通常、津波での死者は溺死と思われるが、綾里地区の「明治三陸大津波伝承碑」の碑文には「綾里村の惨状」



「綾里村の如きは、死者は頭脳を砕き、或いは手を抜き、足を折り名状すべからず」と書かれているように、犠牲者は打撲が多く、原型を止めないほど遺体が損傷する悲惨なものであった。

### (2) 昭和三陸地震津波(震災予防評議会の提案)

明治津波から40年経たずに、大災害が繰り返される。昭和8年3月3日早朝、激震の後に大津波が三陸地方に襲来し、3千人もの命が犠牲となった。ここは、明治29年大津波で2万2千人を超える犠牲を出した地域であり、この二つの津波のため、三陸地方は津波常襲地帯として世界的に知られることとなった。昭和三陸大津波の後で、震災予防評議会が「津浪災害予防に関する注意書」<sup>3)</sup>をまとめた。「高地への移転、浪災予防法として最も推奨すべきは高地への移転なりとす。尤も漁業或いは海運業の為に納屋事務所等を海浜より遠ざけ難き場合あらんも、然れども住宅、学校、役場等は必ず高地に設くべきものとす。三陸沿岸の町村部落は概して山岳丘陵を以て圍繞せらるるを以て多少の工事を施すに於ては適當なる住宅地を得るに甚だしき困難を感せず、但し漁業者にして往々高地住居の不便を唱ふるものあれども、業務上の施設を共同にし且つ適當なる道路を敷設するに於ては其の不便を除くを得べし、実に船越村山の内の如きは古来此の方法を実行し千数百年来未だ曾て津浪の害を被りたること之れなしと称せり」と述べている。これは、石碑建立を中心とした従来の対策から大きく踏み出した内容であり、当時の並々ならぬ実質的な対策実施への意志が見られる。提案書の中には、防浪堤、防潮林、護岸、防浪地区、緩衝地区、避難道路、津浪警戒、津浪避難、記念事業が挙げられており、現在の総合的な津波対策の基本を成したと言える。

### (3) チリ地震津波(思わぬ津波の来襲)

この地震発生は今回の特集の対象ではないが、大きな被害を出した事例である。日本時間にして1960年5月23日午前4時11分、チリ沖で巨大地震(M8、モーメントマグニチュードMw9.5)が起こり、大津波が発生した。チリの沿岸から太平洋に広がった津波は、約23時間後、日本へエネルギーを集中させて来襲した。津波はほとんど

が地震を原因としており来襲の前には地盤の揺れを伴うとした、当時の気象庁の専門家や住民の常識を覆す出来事であった。我が国に来襲する前に、ハワイから津波による被害を受けた事は気象庁に伝えられたが、まさか、我が国まで到達するとは予想することができなかつたために、津波警報は発令されなかつた。24日の早朝に始まった突然の引き波(津波の第一波)は、太平洋側の全地域で観測され、1時間以上の周期を持つ津波が繰り返し来襲した。三陸では、大船渡、気仙沼、志津川など比較的大きな湾での波高増幅が見られ、全国で142名もの犠牲者を出した。我が国の津波対策の見直し、及び国際的な太平洋津波警報組織設立への契機となった。

### 3.5 おわりに

繰り返し発生している地震や津波に対しては、想定や設計対象を設定しやすい。しかし、この地域は、それ以外の事例があり、しかも歴史的に古く被害も甚大である。これらの事例をどのように評価し、津波解析に反映させるのが重要である。例えば、津波地震のようなタイプをプレート境界の極近傍に設定して評価するなど、さまざまな検討が必要である。最終的な評価に基づいて、特別措置法の推進地域の指定が行われる予定であるが、その地域だけでなく全域にわたって津波対策の充実を望む。

### 参考文献

- 1) 今村文彦・首藤伸夫：世界語になったTSUNAMIの研究・技術、土木学会誌、12月号、pp. 59-64、2000。
- 2) 中央防災会議、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会資料。
- 3) 首藤伸夫：津波小史、東北大学津波工学研究報告、第17号、pp. 1-19、2000。

## 4. 地震動

護 雅史\*

### 4.1 はじめに

ここでは、北海道・東北地方の地震動特性を概説することを念頭において、地震調査研究推進本部地震調査委員会が、北海道・東北地方においてこれまでに行ってきた断層帯や海溝域で発生する地震の長期評価結果、確率論的地震動予測地図—地域限定（北日本版）<sup>1)</sup>、宮城県沖地震、三陸沖北部の地震を想定した強震動評価結果<sup>2, 4)</sup>、および2003年十勝沖地震における強震動予測手法の検証結果<sup>5)</sup>について紹介する。また、北海道・東北地方の地下構造についても触れたい。

### 4.2 北海道・東北地方で発生する地震の長期評価

図4-1に、地震調査委員会が長期評価の対象としている主な断層帯及び周辺海域を示している。図中には、今後30年以内に地震が発生する確率が相対的に高い断層帯及び周辺海域に対する確率値も示している。この結果から、日本海溝・千島海溝周辺で発生する海溝型地震の地震発生確率は、この地域の活断層で発生する地震に比べると相対的に高い。ただし、活断層で発生する地震の発生確率が相対的に低いことが、決して安心情報ではないことを特記しておきたい。

### 4.3 北海道・東北地方の地下構造<sup>2)~5)</sup>

地震波は、一般的には震源断層から上部マントル層を含む地下を伝わり、次第に減衰していく。しかし、地震基盤から上の工学的基盤までの深い地盤構造は広域な地震動（特に長周期帯域）、工学的基盤から地表付近に分布する表層地盤は、ごく地域的な地震動（特に短周期帯域）に影響を与える。したがって、地表で観測される地震動の特性を知るためには、地下構造の特徴も把握しておく必要がある。図4-2は、北海道・東北地方の地震基盤上面の等深線図である。宮城県北部では、地

震基盤が最も深いところで2 kmを超えている。また、三陸沖における地震基盤の傾斜は急で、起伏も大きい。東北地方の陸域では、青森県東部において地震基盤がやや深い。北海道地方では、石狩平野周辺、十勝平野周辺、根釧台地の中部から北部で地震基盤が深くなっている。特に、石狩平野の中部から勇払平野では、地震基盤が7 km程度と非常に深い。

図4-3は、工学的基盤（ $V_s=400$  m/s）より浅い地下構造による最大速度の増幅率分布図<sup>1)</sup>である。これより、仙台市周辺と宮城県北部の旧北上川下流域、八戸市、青森市のごく一部、および石狩平野、勇払平野、十勝川河口付近、釧路平野周辺等、特に沖積平野で増幅率の高い地域が見られる。

### 4.4 確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定—北日本）の概要

「確率論的地震動予測地図」とは、対象地域に影響を及ぼす地震すべてを考慮し、各地震の発生の可能性と地震動レベルの不確実性を確率論的手法で評価し、将来予想される地震動強さやその確率を表現した地図である。

図4-4は、北海道・東北地方に対して、2003年1月を起点とした今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率（試算値）を示している<sup>1)</sup>。確率が3%以上である領域が、宮城県仙台平野、十勝から根室の北海道太平洋沿岸部と北方四島に及んでおり、日本海溝、千島海溝周辺で発生する海溝型地震の影響が大きいことが分かる。ただし、山形盆地断層帯等、活断層で発生する地震の影響も現れていることにも着目しておく必要がある。この地震動予測地図の公表後に2003年十勝沖地震が発生し、図4-4中の地震発生確率が高いところで震度6弱以上が観測される傾向が見られた。

### 4.5 震源断層を特定した強震動評価

ここでは、震源断層を特定した強震動評価として、宮城県沖地震、三陸沖北部の地震を想定した強震動評価結果について概説する。

\* 文部科学省研究開発局地震・防災研究課

4.5.1 震源断層モデル

(1) 宮城県沖地震を想定した震源断層モデル

図 4-5(1) に想定した震源断層モデルを示す。震源断層モデルは、「長期評価」等に基づき、1978年の地震(ケース A1)と1936年の地震(ケース A2)のそれぞれの震源域に対応するように想定した。アスベリティの位置は、過去の地震の観測記録を解析した結果に基づき設定した。震源断層とアスベリティの形状、震源断層パラメータ等は、地震動計算結果が1978年宮城県沖地震で得られている観測記録と調和するように修正した。

(2) 三陸沖北部の地震を想定した震源断層モデル

図 4-5(2) に想定した震源断層モデルを示す。震源断層パラメータは、この領域における最新の活動である1968年十勝沖地震における断層パラメータ等の既往の解析結果を参照したが、1978年宮城県沖地震と比べると、解析に使用できる情報が少ないため、一部のパラメータについては、「宮城県沖地震を想定した強震動評価」<sup>2)</sup>の際に得られた情報も用いた。

4.5.2 強震動評価結果

(1) 宮城県沖地震を想定した強震動評価結果

ケース A1 (左図) とケース A2 (右図) の強震動予測結果を図 4-6 に示す。ケース A1 では、浅い地盤構造の増幅率の高かった旧北上川下流域の広い範囲において震度 6 弱 (橙色) を示し、その中のところどころで震度 6 強以上 (赤色) を示している。一方、ケース A1 より地震規模が小さく設定されたケース A2 では、アスベリティや破壊開始点が、評価範囲の地震動を大きくするような位置にないこともあり、ケース A1 と比べ全体的に小さめの地震動を示している。

(2) 三陸沖北部の地震を想定した強震動評価結果

図 4-7 に地表における震度分布を示す。震源断層に比較的近い八戸市北部から三沢市にかけての広い範囲、および、むつ市北部の一部などで、震度 6 弱が予測された。震度 5 強 (黄色) となる範囲は、一部の山地を除いた青森県の中東部の広い

範囲に及んでいる。

4.6 2003 年十勝沖地震の観測記録を用いた強震動予測手法の検証

「平成 15 年 (2003 年) 十勝沖地震」(M 8.0) では、海溝型地震の強震動予測手法の妥当性を検証する上で有用な観測記録が多数得られた。そこで、予測手法の検証として、2003 年十勝沖地震の震源断層を用いた強震動計算を実施したので、最後にその一部を紹介する。

4.6.1 震源断層モデル

震源断層モデルは、既往の研究成果に基づいて設定した。震源断層の位置や形状は、Honda *et al.* (2004)<sup>6)</sup> を参照した。アスベリティの個数は、震源インバージョン解析結果を参考に 3 個とした。アスベリティの位置は、既往の研究成果と、2003 年十勝沖地震の余震観測記録を用いた検討結果から、破壊開始点付近、震源断層中央付近、および震源断層北端部に設定した (図 4-8 参照)。また、アスベリティの応力降下量の推定に用いた加速度震源スペクトルの短周期レベルとしては、観測記録から推定された値を用いた。宮城県沖地震にも共通するが、東北日本太平洋岸における海溝型地震の短周期レベルは、既往の研究成果による平均的な値に比べるとやや大きめで、今回の検討では、平均的な値の 2 倍程度であった。

4.6.2 強震動評価結果の概要

図 4-9 は、計測震度分布の比較結果であるが、両者は概ね対応した結果が得られている。図 4-10 は、火山フロントの北側の観測点 (HKD033, HKD037) に対して、地域的な減衰特性を考慮した場合の擬似速度応答スペクトルの計算結果と観測記録との比較結果である。ここでは、火山フロントよりも北側の減衰特性を、中村・植竹 (2002)<sup>7)</sup> 等によって推定された三次元 Q 構造を参考に下式で与えている。

$$Q = 100 \cdot f^{0.5} \quad (f \geq 1.0\text{Hz}) \quad (1)$$

$$Q = 100 \quad (f < 1.0\text{Hz})$$

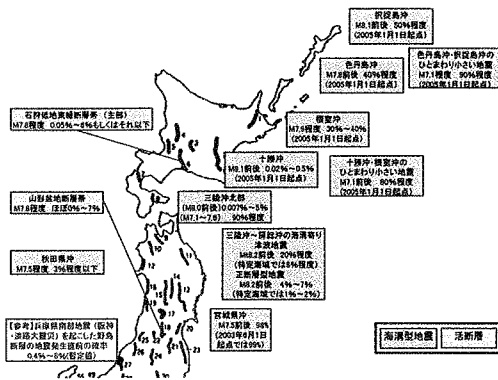


図 4-1 地震調査委員会がこれまでの評価を公表した主な断層帯及び周辺海域（北海道・東北地方。想定規模と今後 30 年以内に大地震が起こる確率。起点が表示されていない場合は、公表時が起点。）

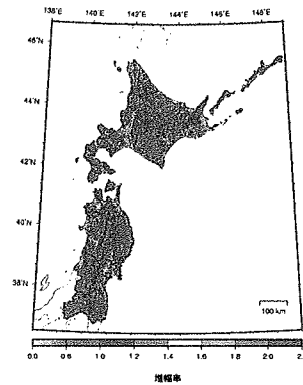


図 4-3 地盤の最大速度増幅率の分布（工学的基盤（S 波速度 400 m/s の地層の上層）に対する地表の増幅率）

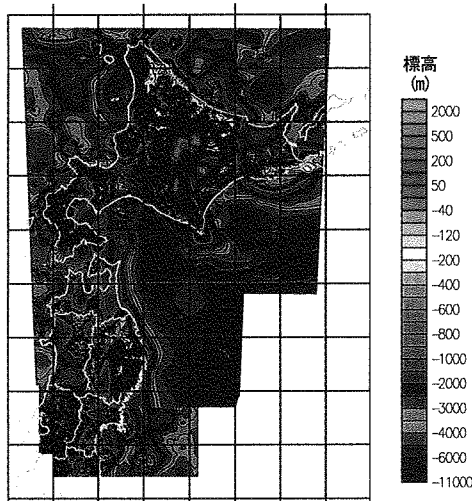


図 4-2 北海道・東北地方の深い地盤構造（地震基盤上面の等深線図。提供：（独）防災科学技術研究所）

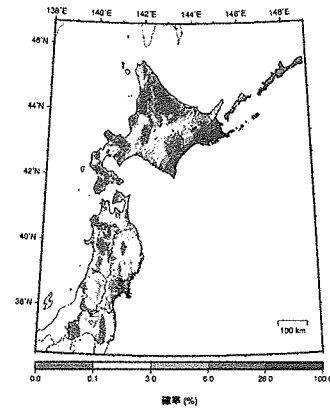


図 4-4 今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率（試算値）

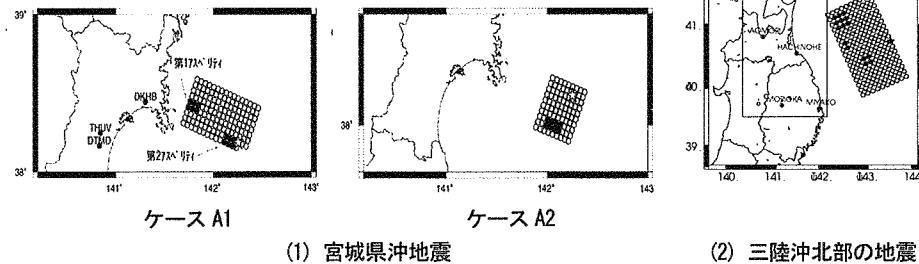


図 4-5 想定した震源断層モデル（☆：破壊開始点、●：アスペリティ）

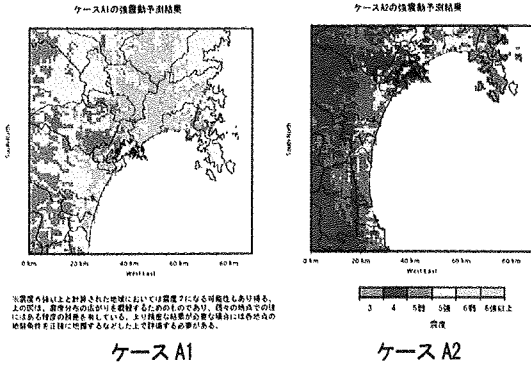


図 4-6 地表の震度分布 (宮城県沖地震)

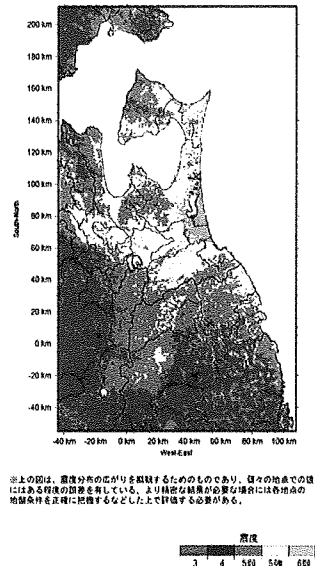


図 4-7 地表の震度分布 (三陸沖北部の地震)

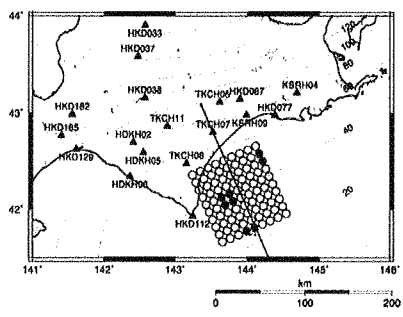


図 4-8 震源断層モデル (☆: 破壊開始点, ●: アスペリティ, 図中の記号は K-NET, KiK-net の観測点を示す)

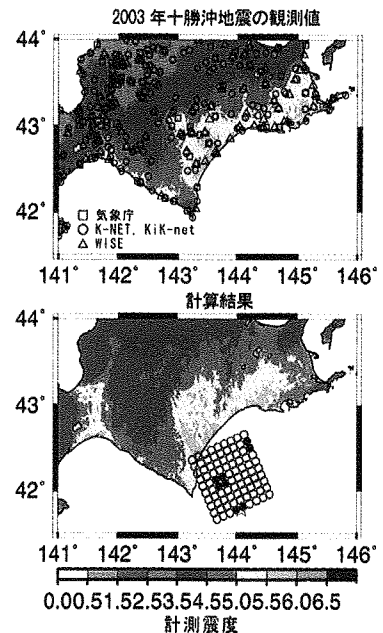
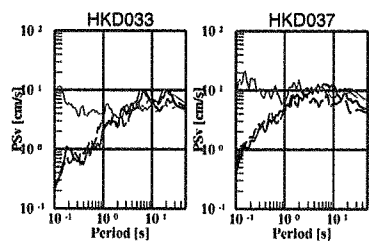
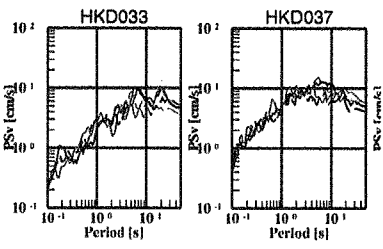


図 4-9 観測地 (上図) とハイブリッド合成法による強震動計算結果 (下図) の計測震度分布の比較



(a) 地域的な減衰特性を考慮しない場合



(b) 地域的な減衰特性を考慮した場合

図 4-10 火山フロントより北側にある観測点での疑似速度応答スペクトル (減衰 5%) の比較結果 (減衰特性の違いによる影響。黒線: 観測記録, 赤線: 計算結果)

ここで、 $f$ : 周波数 (Hz)。

この結果から、これらの観測点では、短周期側の対応関係が向上しており、面的な情報としては十分ではないが、評価地域の地域的な減衰特性を得られれば、短周期側の予測精度の向上が期待できることが分かった。

以上、北海道・東北地方で想定される地震動について概説した。長期評価結果、強震動評価結果の詳細については、地震調査研究推進本部のホームページ (<http://www.jishin.go.jp>) を参照されたい。

### 参 考 文 献

- 1) 地震調査委員会強震動評価部会：確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定：北日本），2003。
- 2) 地震調査委員会：宮城県沖地震を想定した強震動評価，2003。
- 3) 地震調査委員会：山形盆地断層帯の地震を想定した強震動評価，2003。
- 4) 地震調査委員会：三陸沖北部の地震を想定した強震動評価，2004。
- 5) 地震調査委員会強震動評価部会：2003年十勝沖地震の観測記録を利用した強震動予測手法の検証，2004。
- 6) Honda et al.: Ground motion and rupture process of the 2003 Tokachi-oki earthquake obtained from strong motion data of K-NET and KiK-net, Earth Planets Space, 56, 317-322, 2004.
- 7) 中村亮一・植竹富一：加速度強震計記録を用いた日本列島下の三次元減衰構造トモグラフィ，地震第2輯，第54巻，pp. 475-488, 2002。

## 5. 北海道の地震時地盤災害

三浦 清一\*・八木 一善\*\*

### 5.1 はじめに

2003年十勝沖地震による地盤災害は、社会基盤を構成する構造物や各種の生活機能に甚大な被害をもたらした。以下では、この地震に関するものを中心に地盤特性に起因する被害の特徴について記す。

この地震による地盤災害の特徴の1つは、札幌市や北見市近郊の端野町など、震央から230 km以上も離れた地点において地盤の液状化による被害が発生したことである。これらの地盤は、いずれも火砕流堆積物による火山灰造成地であった。

また、砂質土の液状化による被害は多数の港湾施設で生じ、河川周辺では泥炭層を含む軟弱地盤上に構築された河川堤防などの盛土が破壊した。

橋梁関係では支承の破壊、橋桁の横ずれ、橋台盛土背面の沈下が生じた。道路盛土では震源に近い十勝と釧路地方で被害が多発し、道路の亀裂、段差、陥没やすべり崩壊がもたらされている<sup>1)</sup>。

### 5.2 北海道の地盤特性

北海道の表層地盤は、火山砕屑物や泥炭で構成されている地域が多い。図5-1と図5-2に、北海道の火山砕屑物と泥炭の分布<sup>2,3)</sup>を示す。第四紀火山から大量噴出した火山灰土は北海道の表層の約半分を覆い、北海道の北方よりも地震活動が活発な南方（太平洋側）に広く分布する。このため、地震時の被害としては火山灰土の液状化に起因するものが多く認められている。

高い圧縮性を示す泥炭層は主に河川近傍やその下流域に堆積し、大地震の際は河川堤防などで基盤となる泥炭層の沈下による被害が生じやすい。

### 5.3 火山灰土の地盤災害

表5-1は、北海道における火山灰土の液状化被害の代表的な事例を示している。これらの被害の詳細は既報<sup>2)</sup>で詳しく記されている。

1968年十勝沖地震の際には、札幌市（震度IV）において火山灰盛土の液状化と多数の家屋被害が生じていた。しかし、火山灰土は液状化すると広く北海道で認識されたのは、1993年釧路沖地震の際に釧路市緑ヶ岡や標茶町茅沼の住宅地で盛土の崩壊と家屋被害（写真5-1）が生じてからである。

1993年以降からマグニチュード7.0を超える大地震が北海道周辺で頻発し、1993年北海道南西沖地震と1994年北海道東方沖地震の際に自然堆積状態にある駒ヶ岳の火山砕屑物や摩周火山を

\* 北海道大学大学院工学研究科

\*\* (株)地崎工業土木部

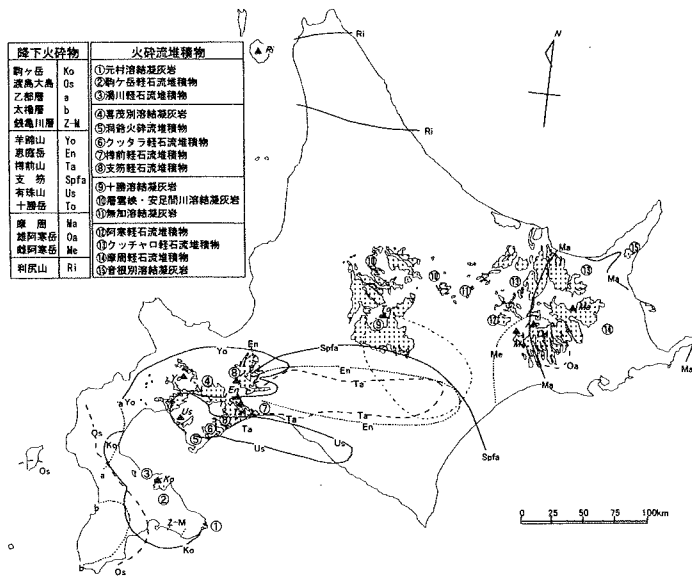


図 5-1 北海道の火山砕屑物の分布域<sup>2)</sup>

起源とする降下軽石で液状化が生じた(写真5-2)。この軽石は粗粒かつ多孔質で粒子破碎が生じやすい。

また表5-1で示したように、液状化は火砕流堆積物(軽石流堆積物)による盛土で多発した。写真5-3は、2003年十勝沖地震の際に北見市近郊の端野町協和で生じた農地の大規模流動崩壊である。本震時の震度はV弱、最大加速度は109.4 gal(南北成分), 123.6 gal(東西), 47.1 gal(上下)を観測した。この箇所は沢地形だったところをクッチャロ軽石流堆積物で埋め立てている。勾配約3%の緩斜面が長さ約200m, 幅30~60mにわたって流動し、最大3.4mの沈下がもたらされた。また流動崩壊した随所で火山灰土の噴出が認められた。

この地震により、札幌市(震度V弱)でも液状化による支笏軽石流堆積物の噴出と道路と家屋の被害が生じた(写真5-4)。ここも宅地造成以前に軽石流堆積物で沢部を埋め立てたところである。

このように、端野町や札幌市の被害は盛土前の地形が液状化に至る重要な要因になっている。なお、クッチャロ軽石流堆積物は道東の北見市~斜

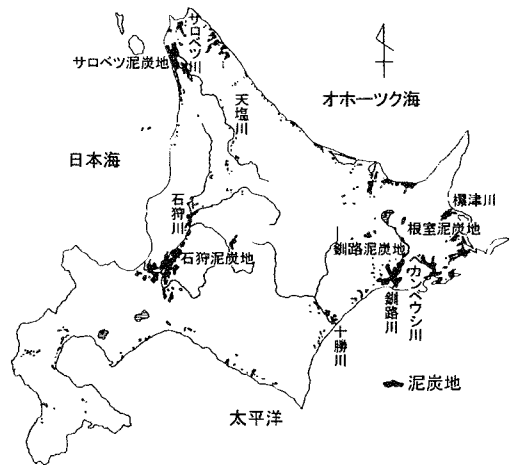


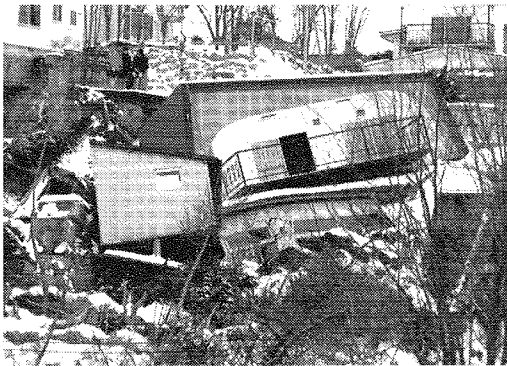
図 5-2 北海道泥炭の分布図<sup>3)</sup>

里町~釧路市の地域、支笏軽石流堆積物は札幌市~千歳市~苫小牧市などの道央圏に広く分布し、有効な建設材料として利用されている。

図5-3は、マグニチュードと液状化が生じた限界震央距離との関係<sup>4)</sup>に表5-1の噴砂が生じた事例をプロットしている。北海道にて火山灰地盤の

表 5-1 代表的な北海道火山灰土の液状化事例<sup>2)</sup>

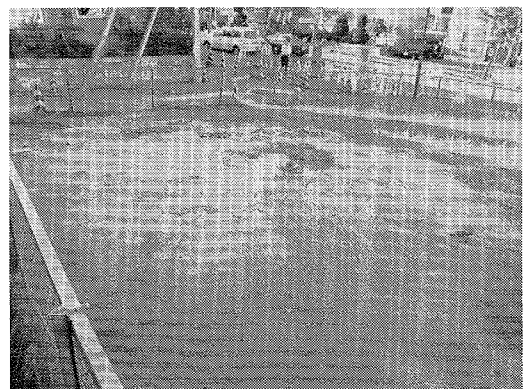
地震名	M	地点	火山灰土と被害の概要
1968年 十勝沖地震	7.8	札幌市	支笏軽石流堆積物：SpII 沢部を盛土。住宅地で多数の家 屋が損壊，地盤沈下，噴砂現象
1993年 釧路沖地震	7.8	釧路市	クッチャロ軽石流堆積物：KcII 二次堆積物で盛土。住宅地で斜 面崩壊，家屋損壊，噴砂現象
		標茶町	軽石流堆積物（シラルトロ層） 泥炭上に盛土された宅地で盛土 の崩壊，家屋損壊
1993年 北海道南西沖 地震	7.8	森町 七飯町	駒ヶ岳降下軽石と火砕流堆積物 自然堆積地盤で道路・家屋・ラ イフライン等の被害，噴砂現象
1994年 北海道東方沖 地震	8.1	標茶町	軽石流堆積物（シラルトロ層） 1993年釧路沖地震と同一箇所。 噴砂現象と盛土崩壊，家屋損壊
		中標津町	摩周降下軽石：Ma-I 自然堆積地盤で家屋損壊と斜面 崩壊。粗粒な軽石の噴砂現象
		端野町	クッチャロ軽石流堆積物：KcII 沢部を埋め立てた農地で大規模 液状化，流動崩壊，噴砂現象
2003年 十勝沖地震	8.0	札幌市	支笏軽石流堆積物：SpII 1968年被災地点を含む沢部を盛 土した住宅地2箇所で大規模液 状化，家屋および道路の沈下，噴砂現象
		端野町	クッチャロ軽石流堆積物：KcII 1994年北海道東方沖地震の被害 と同一箇所，農地の大規模流動

写真 5-1 火山灰盛土の崩壊（1993年釧路沖地震：  
釧路市）

液状化をもたらした地震のマグニチュードは7.8以上になるが，液状化は砂地盤に関する限界震央距離の範囲内で生じていたことがわかる。

#### 5.4 砂質土および泥炭の地盤災害

2003年十勝沖地震では，十勝地方の豊頃町と浦幌町において被害が甚大であった。特に地震は

写真 5-2 摩周降下軽石の液状化と噴砂現象（1994  
年北海道東方沖地震：中標津町 市街地）写真 5-3 クッチャロ軽石流堆積物の盛土の大規模流  
動崩壊（2003年十勝沖地震：端野町 農地）写真 5-4 支笏軽石流堆積物の噴出跡（2003年十勝  
沖地震：札幌市 市街地）



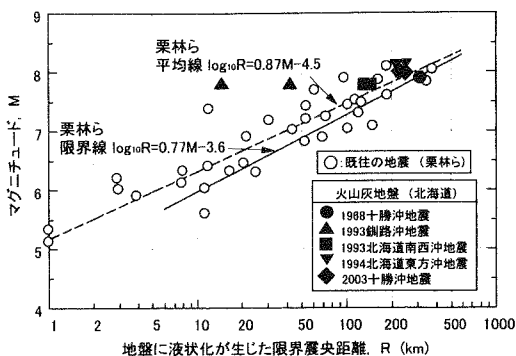


図 5-3 マグニチュードと地盤に液状化が生じた限界震央距離との関係 (安田 (1988) の図に加筆)

泥炭層が分布する十勝川水系 (総延長 26,540 m) の河川堤防で大きな被害を与えている。

写真 5-5 は、泥炭上に造られた十勝川大津築堤の盛土の崩壊状況である。これらの河川堤防の被害は、被災域・規模等で 1993 年釧路沖地震のそれをはるかに上回る。それは 1993 年釧路沖地震に比べて①震源が浅く地震動が大きいこと、②地震動の継続時間が長いことが理由として挙げられる。

河川堤防の破壊では周辺地盤の盛り上がりがないものが多く、また堤内で噴砂現象が認められたことから、液状化に伴う築堤内の崩壊が主因と考えられた。しかし、地震動の慣性力そのもので堤防が破壊された可能性も否定できない。

港湾施設では、十勝港、苫小牧東港、白老港、釧路港などの太平洋沿岸の重要港湾において顕著な被災が見られた。地震発生時の各地の震度は十勝港・釧路港で震度 V 強、苫小牧東港で震度 V 弱、白老港で震度 IV とされ、港湾施設はかなり強い地震動を受けている。液状化による周辺道路の亀裂や陥没といった現象は各港湾で共通して見られた。特に釧路市では、千代の浦漁港で砂の液状化による全面的な施設の破壊 (写真 5-6)、釧路港で最大 80 cm の沈下や多量の噴砂 (写真 5-7) が生じた。

### 5.5 まとめ

過去の地震では、砂地盤だけではなく火山灰地盤の液状化や泥炭性軟弱地盤上における土構造物

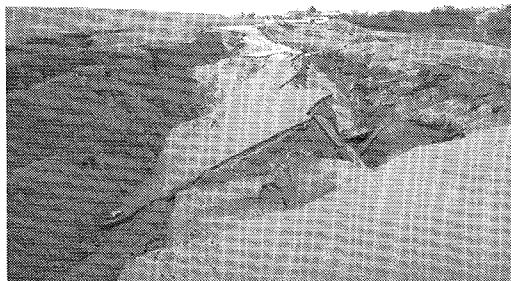


写真 5-5 大津築堤の崩壊 (2003 年十勝沖地震 : 十勝川)



写真 5-6 千代の浦漁港の崩壊 (2003 年十勝沖地震 : 釧路市)

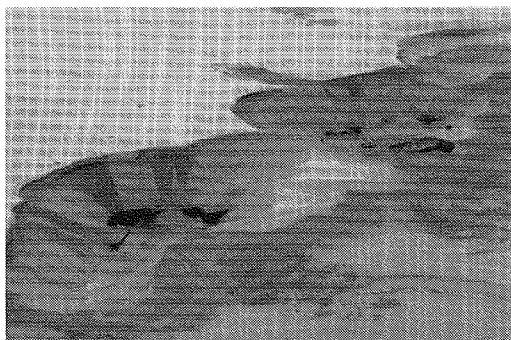


写真 5-7 釧路港 西港第四埠頭での噴砂 (2003 年十勝沖地震 : 釧路市)

の被害が多発している。このような状況から、地震被害の範囲や程度を最小化するために、火山灰地盤および泥炭性地盤の動的破壊機構の調査・研

究を行うことが急務となっている。

### 参 考 文 献

- 1) 2003年十勝沖地震 地盤災害調査委員会(委員長 三浦清一): 2003年十勝沖地震地盤災害調査報告書, 地盤工学会, pp. 23-28, 2004.
- 2) 北海道火山灰土の性質と利用に関する研究委員会(委員長 三浦清一): 実務者のための火山灰土, 地盤工学会北海道支部, 2003.
- 3) 土質工学会: 日本の特殊土, pp. 139-149, 1974.
- 4) 安田 進: 液状化の調査から対策工まで, 鹿島出版会, 22 p., 1988.

## 6. 東北地方の地震時地盤災害

風間 基樹\*

### 4.1 はじめに

将来発生する地震における東北地方の地盤災害を考えると、この地方特有の地質・土質の特徴を踏まえた上で、過去の災害事例に学ぶことが重要である。東北地方の地質を大局的に見れば、盛岡-白河構造線を境に、太平洋側の非火山性古期岩類からなる北上・阿武隈両山地と西方日本海側の新第三紀の火山岩分布地域(グリーンタフ地域)に分けられる。前者の岩盤は、チャート・粘板岩・石灰岩など堅固な岩石から成っているため、地震に対して比較的安定している。一方、後者は凝灰質砂岩・シルト岩・泥岩などの軟岩が多く、これまでも地震に限らず、風化した軟岩ではスレーキング、膨張性地山、地すべりなどの工学的問題を発生する場合があった。地震に対する脆弱性という意味では、新潟中越地震において新第三紀の流れ盤での泥岩が崩壊したことから、内陸直下型地震によって中越地震と同様な岩盤斜面の崩壊が発生する潜在的可能性がある(図6-1参照)。

一方、これまでの地震時地盤災害の事例では、第四紀に形成された沖積地での事例の方が圧倒的に多い。若令で固結の進んでいないことに加えて、人間活動と密接な関係があるためである。本章では東北地方の過去の地震地盤災害を土質の観点から説明し、将来予想される地震地盤災害について

私見を述べたい。

### 6.2 火山灰質砂質土による盛土被害

東北地方には多数の火山が存在し、第四紀の火山活動による堆積物が広く分布している(図6-1参照)。奥羽山脈沿いには、八甲田山・十和田・八幡平・岩手山・焼石岳・栗駒山・蔵王山・吾妻山・安達太良山・磐梯山が並び、日本海側には岩木山・鳥海山・月山などがあって、それぞれ付近を火山性岩および火山砕屑物で覆っている。これらは、その成因や堆積環境によって、様々な特徴的土質を形成している。火山灰質粘性土(ローム)・黒ぼく・しらすなどがその代表例である。これらの土は、自然状態では比較的安定しているものの、一旦乱すと軟弱化が著しく、土工工事などでしばしば問題を引き起こしている。

地震時の地盤災害の事例としては、火山灰質砂質土を材料とした宅地や道路盛土が被災した事例が多いことが注目される。1968年の十勝沖地震

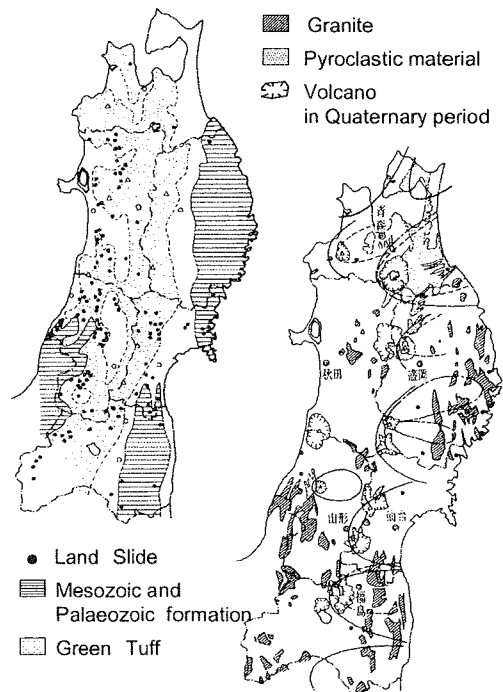


図6-1 グリーンタフ・花崗岩・火山性堆積物の分布(柳沢<sup>1)</sup>より、凡例を修正)

\* 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻

の災害調査報告書<sup>2)</sup>によれば、土粒子の比重が小さい火山灰質砂質ロームを材料とした青森県三戸郡目時の国道4号線の盛土は地震によって大きく崩壊した。1978年の宮城県沖地震<sup>3)</sup>においては、多量の浮石を混入した火山灰質凝灰岩からなる土で盛土された白石市寿山団地の斜面が泥流状に流れ出し、1名が巻き込まれ死亡している(写真6-1)。1994年三陸はるか沖地震において被害を受けた八戸市松ヶ丘団地の宅地盛土はシラスによって造成されたと報告されている<sup>4)</sup>。同じく青森県新郷村では、切上したシラスの土捨て場が地震時に流れ出した<sup>5)</sup>。記憶に新しいところでは、2003年三陸南地震において、軽石を多く含む火砕流堆積物で埋め立てられた農地造成盛土が泥流状に流れ出している<sup>6)</sup>。

これらの特徴をあげると下記のとおりである。

- ・被害のほとんどは、沢や谷部を埋立てた盛土が崩壊したものであり、元々集水地形であったため、地下水位が高かったと考えられる。
- ・火山灰質砂質土は軽石を多く含み、土粒子自身が多孔質で密度が小さい。このため保水性が高く自然含水比も高い。実際、砂質土としては非常に高い自然含水比が報告されている。
- ・盛土材料としては、締固めにくく、良質な材料とは言えない。
- ・谷部の下流側にため池が存在した例も多く、盛土部分の排水性の悪さも指摘されている。
- ・被害調査報告には、降雨との関係を指摘して

いるものもある。

- ・特に、泥流状になって高速に長距離を流れ下った事例も多く見られる。地すべり学会では、「高速長距離運動型の土砂崩れ現象」と称している<sup>7)</sup>。

このような現象のメカニズムはよくわかっていない部分も多いが、斜面が崩壊する引き金となる震動や土の強度低下の研究に加えて、土が泥流状に相変化するための条件などの研究が必要と考えている。筆者ら<sup>8)</sup>は、振動による土中の水分特性の変化やサクションの低下の影響の可能性を指摘している。地震防災上の視点としては、火山性碎屑物を材料として沢部や谷部を埋めた盛土は、重点的に点検が必要である。

### 6.3 液状化被害

(1) 日本海側の沖積低部液状化被害に関連して

1964年新潟地震では、新潟市内で大きな液状化被害が発生したことはよく知られているとおりである。しかし、この地震によって山形県酒田市内や秋田県八郎潟干拓堤防でも液状化による著しい被害が発生したことはあまり知られていない。

1983年日本海中部地震では、秋田市から能代市にかけての日本海側の市町村で、液状化による著しい被害が発生している。Asada<sup>9)</sup>による詳しい調査研究によれば、このとき

- ・地下水位が地表から2m以深、すなわち非液

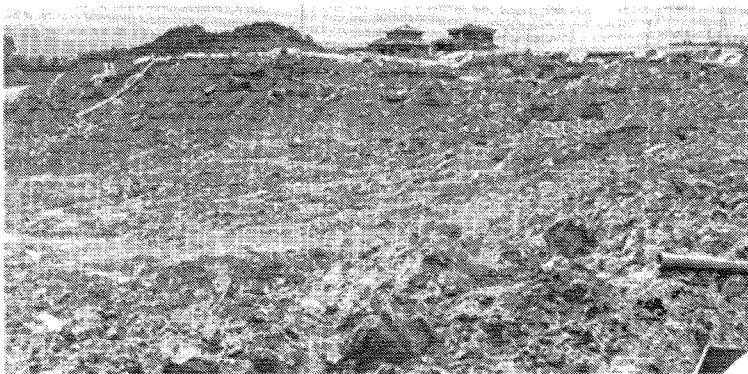


写真6-1 Landslide of Kotobukiyama Danchi during the 1978 Miyagiken-oki earthquake. (after reference 3)

状化層厚が2m以上の住家の被害は一部破損か無被害であった。

- ・非液状化層厚が2mより浅く、液状化層厚(地下水位以深の砂層のN値が15以下の厚さ)が非液状化層厚より大きい地盤上の住家は全壊あるいは半壊に至った。

としている。このように日本海側の青森・秋田・山形・新潟には、砂丘性の低位平坦地が発達しており、粒度のそろったきれいな砂が分布している。このうち、液状化を生じた地盤の多くは、沖積粘土地盤上に均等な粒径を持つ砂丘砂が浅い地下水位以下に極めて緩く堆積した場合がほとんどであるとされている。

一方、臨港埋立地の液状化被害は、自然堆積地盤の液状化とやや異なる事情がある。これは液状化現象が認識される以前に、地域で産出される良質な砂を埋立材料として用いたことに起因する。当時は砂を十分に締固めないまま用いていたが、現在ではほとんどの重要施設では、液状化対策が講じられている。

## (2) 太平洋側の沖積低地部液状化被害に関連して

太平洋側の沖積低地で見られる液状化被害は、日本海側とは事情が異なり、人工的な地形改変あるいは埋立地の液状化被害がほとんどである。例えば、2003年宮城県北部地震において液状化による噴砂が多く観察された鳴瀬町浜市・牛網地区はほ場整備の土地利用履歴と大きな関係があることがわかっている<sup>10)</sup>。また、2004年中越地震でも、越路町岩野地区において、同様のほ場整備地盤の液状化が明らかになっている。

一度液状化が生じた地盤で、後の地震で再度液状化現象が発生する再液状化現象も数多く報告されている。1978年宮城県沖地震と2003年宮城県北部地震、あるいは1964年新潟地震と2004年中越地震などがその代表的な例である。これは緩い砂地盤が一端液状化しても、再堆積地盤が十分に密にならないためである。このような特性は、要素試験でも観察されるものであり、地震動が同程度でも数回の液状化が生じることは容易に推定される。このような事例は過去に液状化被害があっ

た箇所は再び液状化被害を生じる潜在的危険性を持っていることを示唆している。また、40年程度の期間を経てもきれいな砂はセメンテーションが発達しないこともわかる。

近年、都市部の地盤沈下は沈静化しているからである。しかし、液状化被害について言えば、この状況は逆に危険度が増している。過去の地震が地下水位の低い状況下で生じていた場合、過去に被害が無いからといって今後も地震で液状化被害が生じないとは言えない。地下水位の季節変動が大きい地域もあるので、注意すべきである。

### (3) マンホール・電柱などの埋戻し土の液状化

新聞報道によれば2004年新潟中越地震では、液状化によって下水道マンホールの隆起・沈下が1,300箇所以上生じている。この原因は埋め戻しに用いられた砂質土の液状化であると考えられている。筆者はこの原因の一つには、在来の周辺地盤が泥炭や軟弱粘性土地盤であったため、埋戻し砂を液状化しない程度まで締固めることが困難であったことにあると考えている。また、過去の地震では傾斜した電柱が道路交通を妨げた事例もあり、適切な対策が必要である。

## 6.4 おわりに

過去の事例を参考にして、筆者が考える東北地方の地震時地盤災害の特徴の概略を説明させていただいた。地盤災害は、その地域特有の地質・土質と密接に関係がある。このような地震を受ける側の特性のほか、海洋性の比較的継続時間の長い地震と内陸直下の衝撃的な地震、あるいは大きな断層変位を伴う地震など、震動外力の特性によっても被害は違った様相を呈するであろう。また、地震という自然現象に起因するという意味で、大枠は自然災害と言えるが、人間の活動に密接に係わる部分も多いことから、減災の工夫は至る所にあるとも考えられる。

## 参考文献

- 1) 柳沢栄司：東北地方の地盤工学，pp.34-45，1997。
- 2) 佐々木康・飯島尚：土木研究所報告第141号

- 1968年十勝沖地震災害調査報告, 第6編道路の被害, pp. 1-11, 1971.
- 3) (社) 土木学会東北支部: 1978年宮城県沖地震調査報告書, 1980.
  - 4) 吉川謙造: 東北地方の地盤工学, pp. 86-106, 1997.
  - 5) 海野寿康・清原雄康・渦岡良介・高村浩之: 1994年三陸はるか沖地震の青森県新郷村における軽石混じり火山灰質砂質土の泥流状崩壊について, 三陸はるか沖10周年記念シンポジウム論文集, pp. 140-145, 2004.
  - 6) (社) 地盤工学会: 2003年三陸南地震・宮城県北部地震被害調査報告書, 2003.
  - 7) 日本地すべり学会調査団・文部科学省科学技術振興調整費APERIF調査団: 三陸南地震時に発生した宮城県築館町の高速長距離運動型の土砂崩れ現象, 日本地すべり学会誌, Vol.40, No.2, pp. 45-46, 2003.
  - 8) 風間基樹・渦岡良介・仙頭紀明・海野寿康: 2003年三陸南地震, 宮城県北部地震による斜面崩壊基礎工, Vol.32, No.9, pp. 45-49, 2004.
  - 9) Asada, A.: An Empirical Method for Predicting and Reducing Liquefaction-induced Damage to Dwellings, A Case Study of Liquefaction-induced Damage during the 1983 Nihonkai-chubu Earthquake, Tohoku Institute of Technology, 2004.
  - 10) 原口強他: 人工地盤と液状化—宮城県鳴瀬町の液状化被害を中心に, 第39回地盤工学研究発表会, pp. 2075-2076, 2004.

## 7. 北海道の住家の耐震性

岡田 成幸\*・戸松 誠\*\*・西川 忠\*\*\*

### 7.1 はじめに

時間のない読者のために, 本稿の結論をまず述べておく。

わが国においては, 積雪寒冷地(特に北海道)の木造住家は, 屋根材にトタンを使用しているものが多く上部構造が軽量である・窓等の開口部が小さく家全体の剛性が高い・鉄筋補強によるコンクリート製布基礎の普及率が高く不同沈下を起こしにくい等々の理由より, 一般に耐震的であると

言われている。しかしその定説は正しくはなかった。2003年十勝沖地震において北海道の木造住家の脆弱性が露見したのである。

この結論に何か引っかけられるものを覚えた読者は, この先を読んで頂きたい。以下に, 北海道住家の定説の謂われ, 露見した脆弱性とその宿罪背景, そこから学び取るべき教訓について順に記す。

### 7.2 マクロ的にみた北海道の住家の耐震性 — 定説の謂われ—

北海道の住家は耐震的であると言われ続けてきた。それを裏付けているのが図7-1(1)である。1952年十勝沖地震以降の北海道及びその周辺で発生した地震のうち, 主として地震動で住家に大きな被害を与えたものについて, 震度と住家の被害率の関係を集落(市町村)単位でプロットしたものの<sup>1)</sup>である。

この図から, まず, 時代の経過と共に被害率が小さくなってきていることが指摘できる。この傾向は全国的なものでもありそれを生み出す背景として, 一般には戦後の住家金融公庫基準の整備が進み時代を経て木造住家施工に徐々に浸透してきたこと, 建築基準法の改正に伴い必要壁量が引き上げられ木造住家の耐震性能が強化されてきたことに理由を求める場合が多い。それは確かに理由の一つであろう。しかし北海道の場合, 主要被災地はその多くが太平洋沿岸であり, その地域においては耐震的に問題の残る住家は次々襲う地震により次第に淘汰されてきたという事情も忘れてはなるまい。このことは住家の耐震化に向けての積極的な意味での政策とは別の, 成り行き上の結果である。

そのような事情から北海道は1980年代以降, 被害率においては全国平均を下回るようになった(図7-1(2))。図には震度と被害率に関する全国平均の被害率関数(バルナラビリティ関数, フラジリティ曲線)<sup>2)</sup>を併記してあるが, 1982年浦河沖地震・1993年釧路沖地震・2003年十勝沖地震共に北海道の市町村の住家被害率は全国平均を下回っている。以上みてきたように, マクロ的に被害率でみるならば, 近年の地震に対しては北海道の住

\* 名古屋工業大学

\*\* 北海道立北方建築総合研究所

\*\*\* 株式会社コンステック

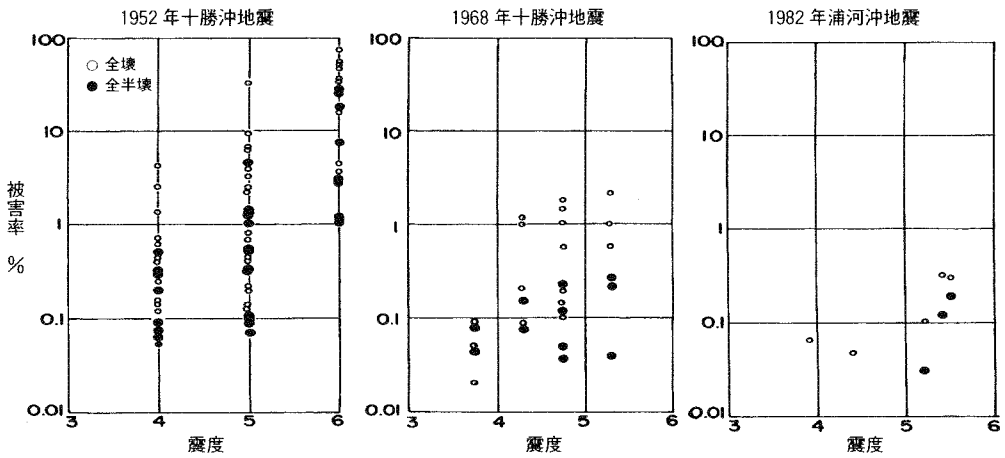


図 7-1 (1) 北海道における震度と住家被害率との経年変化<sup>1)</sup>。時代を経るに従い、同じ震度でも住家の被害率が小さくなってきている。

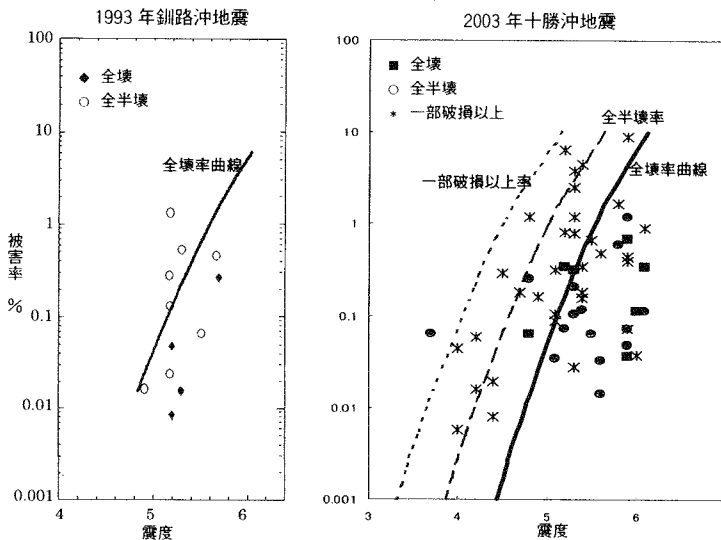


図 7-1 (2) 北海道における震度と住家被害率との経年変化。図中の被害率曲線はわが国の平均的なものを示している。北海道の市町村は平均よりも小さな被害率に止まっているように見える。

家は耐震的であるように見える。但し、取り上げられている市町村は太平洋岸に限定されていることを記憶しておくべきである。

### 7.3 地域性が反映した被害の特徴 — 露見した脆弱性 —

災害は地域性である。正にこのことを再認識さ

せてくれたのが 2003 年十勝沖地震である。前項のとおり被害率で見ると限りにおいては北海道の住家の耐震性を誇る結果である。しかし個別に被害をみていくと、北海道特有の被害とも言うべき脆弱性が露見したのである。

十勝沖地震における住家の被害調査に、日本建築学会北海道支部及び北海道立北方建築総合研究

所(北総研)が主体となって行ったものがある。ここでは、北総研による被害調査の結果<sup>3)</sup>から、住家被害の特徴を列挙する。

- 斜面造成地で地割れが発生し、束基礎が傾斜した例が見られた。北海道では布基礎が普及しているとはいえ、農漁村地区では束基礎の住家が未だ多く存在している。
- 基礎が著しく破壊し、躯体が不同沈下した例が多く見られた。この場合、1階部分が大きく傾斜(1/20超)している。
- 断熱気密工法が原因で内部結露が発生し、それに伴う壁の下地板や柱の腐食が進行し、著しく断面欠損し耐力低下した例が多い。
- 過去の地震(1982年浦河沖地震)で発生した被害を適切に補修しなかったため、今回の地震で被害が進行した例も少なからず認められた。

一般に建築年数と耐震性能とは良い相関関係を示し、古い建物ほど地震で壊れやすいことは良く知られている。阪神淡路大震災の木造住家の被害率にも如実に表れており、1981年以前に建築された木造の被害率は80%近くが大破(全壊とほぼ同義)したのに対し、1982年以降に建てられたものは90%近くが無被害であった<sup>4)</sup>。しかし、本地震の特徴として前記したような被害は、比較的新しい建物(昭和50年代築)にも多く見られた。図7-2は十勝沖地震の浦河町及び静内町における木造被害について全壊数と全壊率(都市計画基礎調査の年代別棟数を分母として計算)を求め示したものである。過去の統計資料が十分でないため、

全壊率は昭和40年以降についてのものであるが、昭和50年代に際立ったピークが認められる。参考までに、1995年兵庫県南部地震における区別の木造住家建築年代と被害率の関係を図7-3に示す。北海道の住家はこのような年代と被害率の正相関の傾向から明らかに外れている。

被災地域(浦河町・静内町)の地震動(震度6弱)と、この地域の被害建物の損傷度(D3~D4, Damage Index=0.4~0.8)とから、この地域の建物の耐震性能(耐震診断値 $I_{S-WF}$ )を推定してみると、 $I_{S-WF}=0.2\sim0.4$ 程度と評価される(図7-4参照)<sup>5)</sup>。木造住家の耐震診断値( $I_{S-WF}$ )は建物の基礎状態・建物形状・壁配置・有効壁・老朽度等から判断されるものであり、数値的意味は0.7未満が倒壊危険のある建物、0.7以上1.0未満がやや危険な建物、1.0以上1.5未満が一応安全な建物、1.5以上が安全な建物を意味する。日本木造住

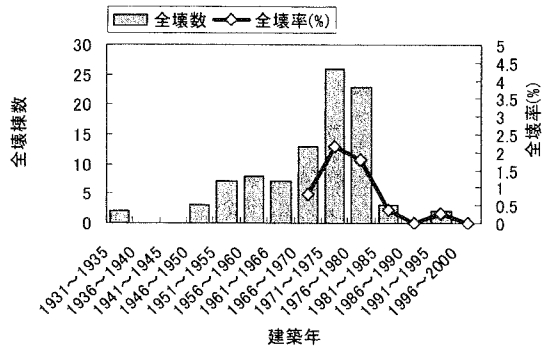


図7-2 浦河町・静内町における建築年別被害率

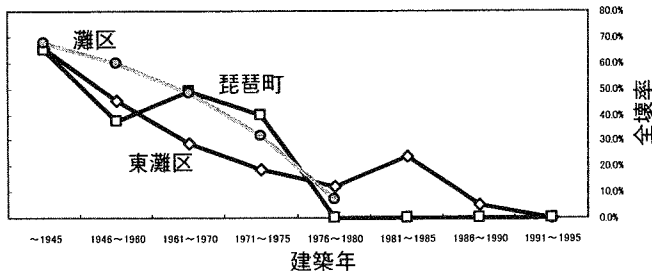


図7-3 神戸における建築年別被害率

家耐震補強事業者協同組合（木耐協）が実施した全国の耐震診断値調査によれば、昭和50年代築の木造住家の耐震診断値は全国平均で見ると  $I_{s,WF}=0.5$  程度であるので、これまで言われてきた北海道の住家は耐震的であるという定説を覆し、この年代に作られた北海道の住家は、全国平均で比較し脆弱であるということになる。これには北海道の住家施工法の歴史が深く関わっているようである。

#### 7.4 耐震性を決めた北海道の住家施工法の歴史 - その宿罪背景 -

北海道における木造住家施工法は、最近の30年程度の間急速な変化を遂げてきている。その主な理由は、断熱気密性能の向上や施工性向上を図るためと考えられるが、結果的に住家の耐震性能に影響を及ぼしているものが少なくない。

まず、ポジティブな影響から概観する。北海道の木造住家の構造仕様の変遷を図7-5に示すが、軸組・非構造部材・水平構面のいずれにおいても仕様の経年変化は耐震性向上に寄与している。た

例えば、軸組仕様には柱梁接合部における補強金物使用・筋かい端部における金物プレートの使用・筋かいに替わる面材の使用が急増している。非構造部材の仕様においては、内装材の下地には12mm厚の石膏ボードに密なる釘打ちがなされるようになり耐力壁仕様に近い耐力を有している。また、水平構面仕様では、床組・小屋組共にコンパネや構造用合板の面材が使用され普及率も50%を超えてきている。それらの結果として、構造仕様の変遷に歩調を合わせた住家は耐震性が強化されてきたと言える<sup>6)</sup>。表7-1は北海道の構造仕様の変遷を考慮した木造住家壁体の静的水平加力実験の結果である。建設が想定される年代を昭和40年代・50年代・60年代以降に3区分し、実験結果より換算壁倍率を求め建築基準値と比較したものである。年代が進むに連れて換算壁倍率が大きくなってきていることが分かる。すなわち、同じ筋かい入り耐力壁であっても、補強金物が使用されている最近の住家の方が強度が大きく、内外装材についても古い年代の住家ではほとんど耐力を期待できないのに対して、最近の住家では耐力壁

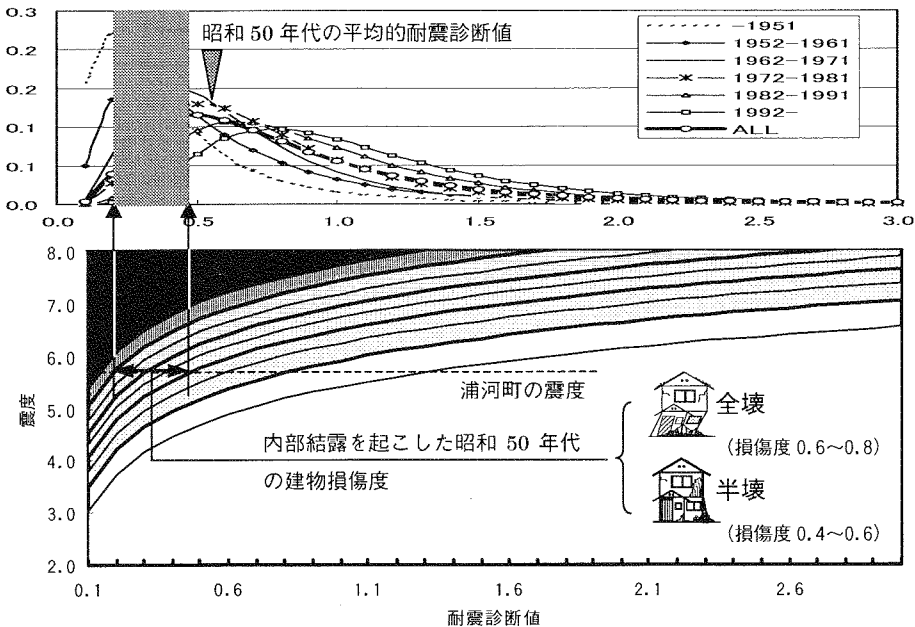


図7-4 内部結露を起こした昭和50年代の建物の耐震診断値の損傷度関数<sup>4)</sup>による推定。



年代	昭和					平成
	30年台	40年台	50年台	60年台		
構造荷重	屋根形状 切妻・三角		変形	無落雪 (M型)	フラット	複色
水平耐力	壁率 規定	S25年 基準法制定	S28年 断熱正 強化	S56年 法改正 強化 (告示100年 断熱標準増加)		H16年 告示例19年 多量地震への対応策
	接合部	釘とかすかい		S53年 公庫仕様にてマーク金物の 規格制定と使用の推奨	S57年 公庫仕様にて金物 による繋結方法を明示	補強金物 (含マーク) S53年 3階建に ホールダウン金物
	耐力壁	隅助交		3つ割・2つ割筋交		面材 (構法用合板・シーリングボードなど)
	外装	下見板		モルタル		サイディング
	内装	塗り壁	プリント合板	化粧石膏ボード	石膏ボード9mm	石膏ボード
水平構面	床下地	板敷き			コンパネ	構造用合板
	屋根下地		四分板		コンパネ	OSB 構造用合板
耐久性	断熱厚 (壁)	20mm	50mm	100mm		100mm+ $\alpha$ 高性能化
	防湿層 通気層				普及率 90%超	
社会情勢	ブロック住宅全盛	オイルショック ツーバイフォー工法 金融公庫 木造融資	オイルショック 結露・不朽被害多発	北方型住宅	阪神大震災	パブル景気

図 7-5 北海道における木造在来工法住宅の構造仕様の変遷。

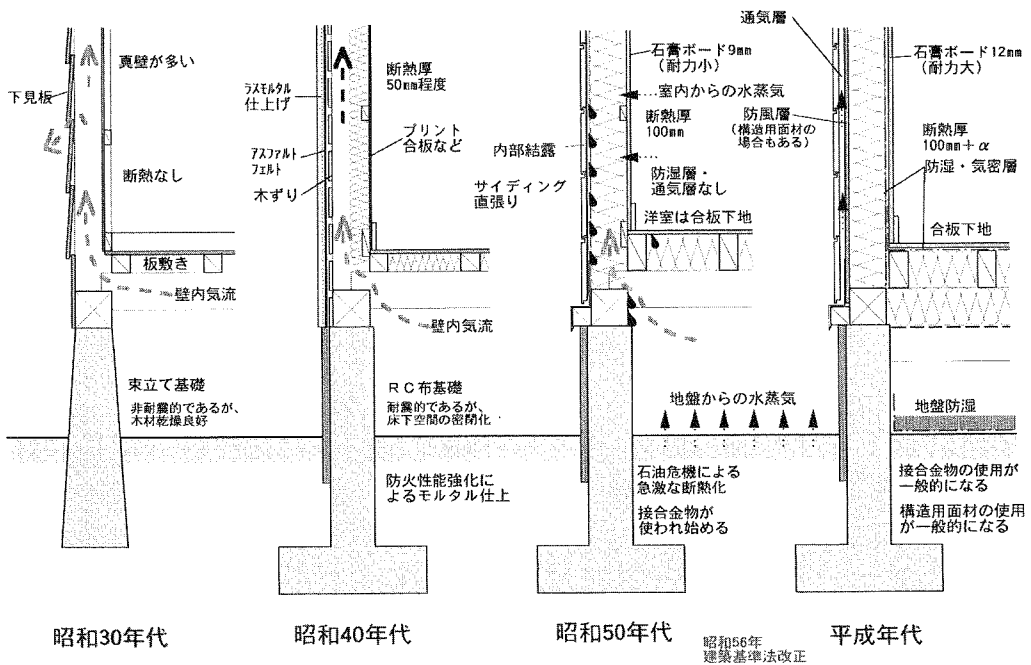


図 7-6 各年代の断熱防湿仕様の特徴。

表 7-1 年代別の標準的な仕様を再現した壁体の換算壁倍

耐力要素	想定する年代			耐力要素の仕様	柱脚接合部	壁倍率	
	S40年代	S50年代	S60年代~			実験値	建築基準法上
軸組	○	○		3つ割筋かい 端部釘打ち(2-N90)	かすがいC-120	圧縮側 1.13 引張側 0.58	1.5
	○	○		2つ割筋かい 端部釘打ち(2-N90)	かすがいC-120	圧縮側 1.34 引張側 0.51	2.0
			○	3つ割筋かい 端部筋かいPL	山形PL	圧縮側 1.52 引張側 1.15	1.5
			○	2つ割筋かい 端部筋かいPL	山形PL	圧縮側 1.50 引張側 1.15	2.0
			○	構造用合板9mm N50@150	山形PL	2.10	2.5
			○	シーリングボード12mm SN40 外周@100 中間@200	山形PL	1.58	1.0
			○	OSB9.5mm CN50@150	山形PL	2.14	2.5
外装	○			ラスモルタル20mm h=13mmタッカー縦横@200 12×75木摺り 20mm目透かし張り 2-N50	かすがいC-120	0.42	0.5
		○		サイディング横方向直張り(w=450) リングネイル40mm	かすがいC-120 +ほぞへ2-N90	0.90	0.0
		○		サイディング縦方向直張り(w=450) リングネイル40mm	かすがいC-120 +ほぞへ2-N90	0.80	0.0
		○		ALC板50mm直張り 専用ビス	山形PL	0.86	0.0
			○	通気胴縁18×45 N75@450の上、 サイディング横張り リングネイル40mm	山形PL	0.84	0.0
			○	FP板30mm+通気胴縁18×45 N75@450の上、 サイディング横張り リングネイル40mm	山形PL	0.70	0.0
内装	○			プリント合板 カラー釘25mm@200	かすがいC-120	0.42	0.0
		○		石膏ボード9.5mm ボード釘30mm@200	かすがいC-120	0.49	0.0
			○	石膏ボード9.5mm GN釘38mm 外周@100 中間@150	山形PL	1.76	0.0

は法規上の壁倍率に満たないもの

に近い強度を有していることが分かる。また、在来工法は線材を組み合わせた軸組構造であり、接合部の強度が住家全体の耐震性を決定するといっても過言ではない。従って、接合部の強度が小さい古い年代の住家においては、地震動によって接合部が外れることによって、粘りなく崩壊するケースが考えられる。

問題は耐久性である。北海道のような寒冷地では、躯体内部での結露の有無が耐久性を大きく左右する。図 7-6 は各年代の断熱防湿仕様の特徴を示したものである。内部結露を防止するため、現在では防湿層や外壁通気層の設置が一般化してい

るが、断熱層の室内側および床下地盤の防湿層は昭和 50 年頃に設置され始め、昭和 55~60 年の間に急速に普及した。外壁通気層については、防湿層から 3~4 年程度遅れて設置されはじめ、やはり昭和 60 年頃までには ALC 直張り工法など一部の外装仕様を除いて標準的に設置されるようになっていく。北海道ではオイルショックを契機に外壁の標準断熱厚が 50 mm から 100 mm になったが、防湿層と通気層が一般化したのはその数年後であることから、100 mm 断熱の時点で防湿がなく、外側がモルタルにより密封状態になっている住家はかなり存在することになる。特にこ

の時期は旧耐震基準の年代にあたり、初期耐力もそれほど大きくないものが多いと考えられ、構造部材の劣化が加わることによる構造耐力の低下が懸念される。2003年十勝沖地震でみられた住家被害は、正にこの結果である。

北海道の住家が耐震的であるというのは、適切な工法が広く普及している地域に言えることであり北海道全域に当てはまることではない。非耐震的な住家を多く抱える地域は対策を迫られている。

#### 7.5 おわりに —学び取るべき教訓—

以上の指摘は北海道特有の問題であるが、以下の点で他地域の防災を考える際に重要な示唆を与える。地域防災の基本資料として地震被害想定を行う自治体が増えている。被害評価の手法は想定されるハザードに建物等の被害率関数を考慮して求めるのが普通である。この被害率関数は、上記のような地域の歴史的背景を十分に考察した上で適切なものを採用しなければ、誤った評価を与えることとなる。阪神淡路大震災後、この地震で得られた被害率関数が標準として用いられることが多いが、神戸地域のこの地震前に分布していた建物群に当てはめられた被害率関数であり、全国一律の標準的な手法の援用は誤りであろう。地域性こそが、地震被害の特徴であることを強調しこの稿を終える。

#### 参 考 文 献

- 1) 鏡味洋史：建物被害からみた耐震性変化の事例研究，第20回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集，1983。
- 2) 岡田成幸・鏡味洋史：震度による地震被害系統評価のためのパルナラビリティ関数群の構成，地震Ⅱ，44(2)，1991。
- 3) 北海道立北方建築総合研究所：平成15年(2003)十勝沖地震災害調査報告，(2005)。
- 4) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：建築編 4 木造建築物，阪神・淡路大震災調査報告，丸善，1998。
- 5) 岡田成幸・高井伸雄：木造建築物の損傷度関数の提案と地震防災への適用—地震動入力を確定的に扱う場合—，日本建築学会構造系論文集，582，2004。

- 6) 西川 忠：北海道における木造住家の耐震性に関する研究，北海道立寒地住家都市研究所 平成8年度共同研究報告書，1996。

## 8. 北東北地域の住宅の耐震性

小林 淳\*

### 8.1 はじめに

生活拠点として最も重要な住居を自然災害から守ることは、防災の基本とも言えよう。先の新潟県中越地震でも報道されているように、地震による直接被害ばかりでなく、自家に居住不能となれば種々の二次災害が発生することもあり得る。

一方、阪神・淡路の震災と比較して中越地震では、記録された地震動の強さに対する建物被害はそれ程顕著ではなく、豪雪地帯である中越地方の住宅の特性が現れているとも考えられる。住宅の構造設計に際して雪荷重が考慮されているとすれば、積雪期以外には、一般の住宅よりも強度的に優れた性能を示すと推察されるからである。このような観点から本報では、中越地方と同様に多雪地帯である北東北という地域特性を念頭におき、住宅の耐震性について考察することとした。

### 8.2 北東北地方の住宅の特徴

北東北地域における気候上の一般的特性は多雪・寒冷という点であり、青森・秋田では積雪量が多いこと、岩手では内陸部の低温、さらには、日本海側に面した地域では冬の季節風があげられよう。これらに対してまず予想されるのは、屋根を軽くして構造材を強くし、断熱性を考慮して開口は小さめに、また、凍上対策として深い基礎を設けることなどである。さらには、日本海沿岸地域では冬の季節風による風圧力に対する水平抵抗力が要求されることから、耐震的に有利となる要因がある。

しかしこれらとは対照的に、冬の季節風に対しては、瓦葺きなどの重い屋根を用いて安定性を確保するという習慣もあるように感じられる。潮風あるいは海岸沿いに走る鉄道からの鉄粉の飛来に

\* 秋田県立大学建築環境システム学科

よる屋根葺き鋼板の腐食を嫌うという観点からも、秋田県の海岸線に沿う地域では瓦葺き屋根が多く見られる。おそらく、鋼板の防錆技術が確立されておらず、良質のスレート瓦などが得られなかった時代の習慣の名残と考えられる。

以上のような特性を有する北東北の住宅について、それぞれの要因が耐震性にどのように影響するのかを検討することとする。

### 8.3 木造住宅の構造設計

建築基準法では住宅の設計に際して構造計算は義務付けられていない。各種の構造仕様に関する規定を設け、これらを満足するように構造骨組を設計することで構造安全性が確保されるようになっている。たとえば常時作用する鉛直荷重に対しては柱の最小径などが、また、地震力・風力などのような水平荷重に対しては、建物の規模と構造形式に応じて、壁または筋かいを設けた軸組の量を確保するための仕様規定（以下、「壁量規定」と呼ぶ）が定められている。

したがって、住宅に関しては厳密な意味での構造設計はなされていないが、仕様規定を遵守することで、一定の構造安全性が確保されるように配慮されている。これらの仕様規定の内容と一般建築物の構造設計に際して考慮されるべき荷重条件などを考察しながら、仕様規定に基づいて設計される住宅の耐震性について検討する。

#### (1) 積雪荷重

建築基準法施行令により、積雪深さ1mあたり2kN/m<sup>2</sup>の積雪荷重を考慮するように定められている。多雪地域においては、雪の比重を考慮して3kN/m<sup>2</sup>という単位荷重を想定することになっている。一方、木造住宅における屋根部分の一般的な荷重は床面積に対して1.0~2.4kN/m<sup>2</sup>程度であり、これに内・外壁部分のうち屋根に近い部分(1/2)の重量を加えると、1.4~3.2kN/m<sup>2</sup>という値になる。これらの値をまとめて表8-1に示す。

屋根の重量と積雪荷重を比較すると、積雪量が1mの場合には、瓦葺きなどの重い屋根の場合には自重とほぼ同程度の雪荷重を想定しなければ

ならないことになる。さらに、鉄板葺きなどの軽い屋根の場合は、自重のおよそ2倍の雪荷重を考慮することになる。

この積雪荷重がそのままの値で住宅の設計に考慮されているとすれば、積雪期以外には優れた耐震性を示すものと予想される。しかしながら、一時的に（短期荷重として）作用する積雪荷重と地震荷重は、それぞれの最大値が同時には作用しないという考え方にに基づき、地震時に考慮すべき積雪荷重は、上表に示される値の35%と定められている。さらに、建築基準法施行令に示される木造住宅の壁量規定に関しては、積雪量に関する規定はない。積雪を考慮して壁量規定の水準を上回るような自主規制がなされる場合を除き、特に地震時の雪荷重については考慮されていないことになる。この点については後述する耐震診断事例からも確認できるが、慣行として雪下ろしが行われるという前提のためと考えられる。

ただし、積雪荷重を鉛直荷重として単独に考える場合には上記の積雪荷重を考慮することになっており、柱・小屋組などの部材寸法を大きくするなどの配慮はなされているようである。しかしながら、これらの部材強度は地震による水平方向の荷重に対して直接的な効果を発揮するものではなく、耐震性能という観点からは、積雪の影響が考慮されていないというのが実情である。

#### (2) 風荷重

風荷重に対しても壁量規定がある。風荷重と地震荷重に対する壁量規定の代表例を比較して表8-2に示す。

地震荷重に関しては床面積あたりの壁量を規定しているのに対して、風荷重に対しては建物の見

表 8-1 屋根に作用する荷重 (床面積あたり)

屋根の自重 (kN/m <sup>2</sup> )	
鉄板葺きなどの軽い建物	1.4
瓦葺きなどの重い建物	2.0
特に重い建物 (土蔵など)	3.2
積雪荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	
積雪量 1 m の場合	3.0
積雪量 2 m の場合	6.0

付面積に対する規定となっている。したがって、平面的に細長い建物の場合、風荷重で壁量が決まる場合もある。総2階の住宅の場合、平面的に見た辺の水平長さが建物高さ(約6m)の1.5倍以下(約9m以下)であればその方向の壁量は風荷重で決まることになり、耐震的にはゆとりがあることになる。しかしながら、この規定は全国共通であり、積雪地域の特性を表すものではない。

(3) 凍上対策

北海道では、凍上(地盤が凍結膨張することにより建物が不均一に持ち上げられて支障をきたす現象)対策として、基礎底版下面の位置を地盤の凍結深度よりも深く掘り下げる規定がある。たとえば、北見、帯広、釧路などでは条例や指導により1mと定められており、その分、建物を支える布基礎の強度・剛性が高くなるため、地震力に対して有利になると考えられる。

一方、北東北3県では住宅に対する凍結深度を定める条例等はなく、一部例外的に、道路または水道工事担当部門で慣用的に用いられる凍結深度に関する規定を参考として行政指導を実施している地域が存在するのみである。ちなみに、青森県では、45~70cm程度の値をもとに指導を行っている地域があるとのことであった。この値は一般の住宅基礎底版の位置と大差はなく、北東北地域では、凍上対策による耐震性能の向上は期待できないと考えられる。

8.4 北東北地域の住宅様式

日本の住宅は「夏をもって旨とする」といわれるように、伝統建築では、外壁に関しては障子、内部間仕切りに関しては襖を多用している。現代の住宅に関してもこの考え方が残っており、欧米の様式に比べれば開口部が多く、耐震要素となる

表 8-2 壁量規定の例(2階建て軽い屋根の1階)

風荷重に対して(見付面積あたり)	50 (cm/m <sup>2</sup> )
地震荷重に対して(床面積あたり)	33 (cm/m <sup>2</sup> )

壁の量は少ない。

近年、欧米風の工法を用いた木質系壁式構造の住宅も増加しつつあるが、外壁面に関しては壁量が増加しているとは考えられない。なぜならば、一般的な住宅の部屋割りはそれ程大きいものではなく、その各室に採光を必要とすることから、開口面積(開口高さ)は小さくとも、地震に対して有効な筋かいなどを配置できる壁の量は、それ程変わらないからである。さらに、断熱性の優れたサッシ類が普及したことにより、北東北の住宅に関しても、外壁面の開口面積は必ずしも小さくはなっていない。

個室化が進んでいることから間仕切りとしての障子・襖の類は減少し、内壁の量は確実に増加していると考えられるが、これは特に寒冷地特有の傾向ではなく、北東北といえども、国内一般の住宅様式と変わる点はほとんどないと言える。

8.5 耐震診断事例

秋田県南部の海岸に近い本荘市(人口:4.5万)において、住宅の耐震診断を行った事例<sup>1)</sup>がある。海岸に近いことから、秋田県内では降雪量が比較的少ない地域であるが、冬から春にかけて風の強い日が多いという特徴がある。本荘市の位置を図8-1に示す。

(1) 調査の概要

市内における区域ごとの住宅の特性を把握することが調査の目的であったため、調査は以下に示した3区域について実施された。

- ①比較的新しく開発された住宅区域(市南部)
- ②市中心部の住宅区域(市街地北部・小吉川沿い)
- ③市中心部にある商業区域

①の住宅区域は比較的最近に建てられた建物が多いものの、元は水田であったため地盤があまり良くない地域であり、逆に③の商業区域は地盤が良いものの築後数十年経つ古い家屋が大半を占める。また②の中心部の住宅区域には、古い家屋と新しい家屋が混在しており、それぞれが異なる特徴を持つ地域となっている。

調査は、建築図面と築年・構造種別等のヒアリングに基づいており、図面が入手できない場合に

は略平面の実測調査を行った。それらをもとに、日本建築防災協会の一般診断法<sup>2)</sup>(1985版)に準じて耐震性能指標を算出した。この判定に用いられる指標値と判定結果の対応を表8-3に示す。この指標値は、主に、壁量と壁に配置されている筋かい種別に基づいて算出されるものであり、積雪荷重の影響は考慮されていない。指標値1.0が基準法で定められた最低水準と考えられ、それ以上であれば「一応安全」と判定され、1.5以上の場合には、余裕を持って「安全」と判定される。

(2) 調査結果の概要

調査件数は3区域で総計58棟であるが、それらの築年数の分布を図8-2に、屋根の形式を図8-3に示す。屋根の仕様に関しては、瓦葺きが約30%を占めている。

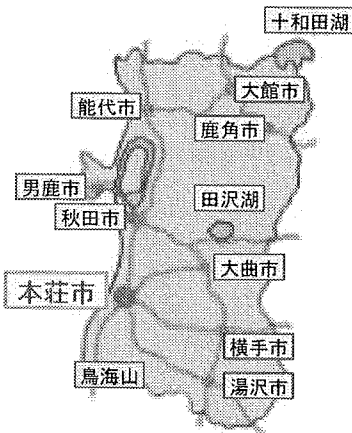
建築図面がない場合には筋かいの情報が得られない場合があり、その場合には、耐震性能が過小評価される。調査の結果を区域毎に示したものが

図8-4である。③区域は古くからの商業地域であることから老朽建物が多く、「安全」と判定されたものは無い。また、①、②の住宅地域に関しても、「安全」と判定されたのは1割程度である。

図8-5は建築年代と判定結果の関係を示したものであるが、現行基準が施行された1981年以前のものでは、「安全」と判定されるものは無く、それ以降では「危険」と判定されるものが少なくなっている。また、1981年以降でも危険と判定されるものがあるが、その主な原因は、図面が無いため筋かいの有無が確認できず、耐震性能が過小評価されていることによる。

(3) 積雪荷重への配慮

指標値1.0が現行基準法で定められた最低水準と考えられることから、表8-1に示した積雪荷重に対する配慮がなされていれば、指標値としては「安全」に相当する1.5を超えているはずである。しかしながら「安全」と判定されたものは、1981年以降のものに限ってみても2割程度しかなく、



秋田県

図8-1 本荘市の位置

表8-3 耐震指標と判定

耐震指標値	判定
1.5 以上	安全
1.0 ~ 1.5	一応安全
0.7 ~ 1.0	やや危険
0.7 以下	危険

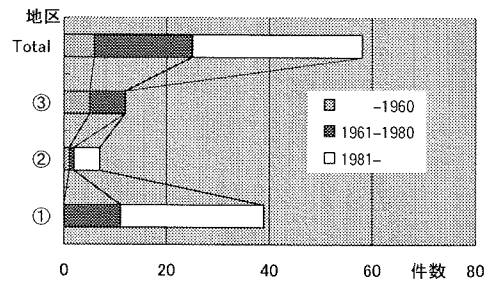


図8-2 地区ごとの調査件数

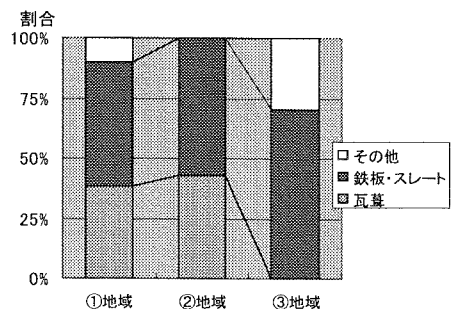


図8-3 屋根葺き材の形式

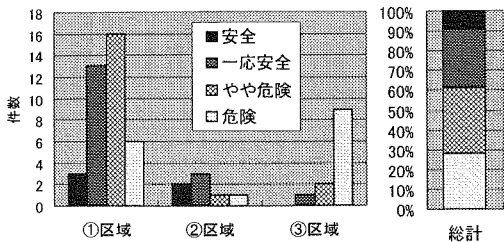


図 8-4 耐震診断結果 (地区別)

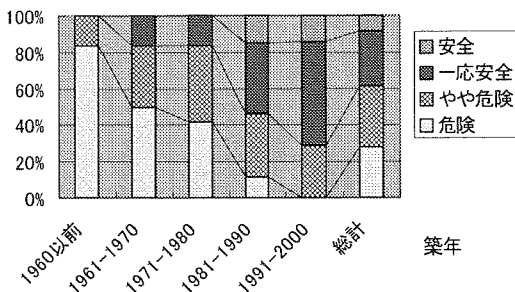


図 8-5 耐震診断結果 (建築年代別)

それらについても、単に耐震的な余裕を目指したのか、積雪荷重に配慮した結果なのかは定かではない。

以上の結果から、一般の建築物の設計に際しては積雪荷重が考慮されるべき地域においても、住宅の設計にはその影響が考慮されていないものと推察される。

### 8.6 まとめ

積雪や季節風への配慮、凍上対策など、耐震性能の確保に有利な要因があると予想される北東北地域の木造住宅について検討した結果、それらの要因が必ずしも有効に働いておらず、一般の住宅と大差ないという実情が判明した。逆に、積雪期間中に地震が発生すれば、むしろ一般地域よりも大きな住宅の被害が発生する可能性が高いものと考えられる。

北東北地域で地震災害が発生した場合、兵庫県南部地震のような都市近郊の災害に比べ、人口の過密に起因する混乱は小さいものと考えられる。

生活物資の不足、火災の発生など、二次災害は少ないであろうし、被災人口もそれ程大きくはないと考えられるので、救援・復旧活動も効率的に進められると予測される。しかしながら、これらの予測は、良好な気候条件を前提としている。新潟中越地震の被災地では、冬季に向けて仮設住宅の確保が進められているが、充足させるにはさらなる対応が必要とされている。

住宅設備は改善され、寒冷地の冬季生活の厳しさは緩和されているが、それらの利便性を得るためには電力供給が必須条件である。電力が無くなれば暖を取ることも不可能になる。また、近年の寒冷地住宅では、暖房用の大型石油タンクやFF暖房用の灯油配管などが設置されており、これらは大火災発生の原因にもなり得るなど、利便性がむしろ危険性を高める要素にもなり得る。

また、鉄道、道路などの輸送路についても、北東北地域では十分に整備されているとは言い難く、交通網の遮断、さらには積雪による交通障害などを考慮すると、救援活動が円滑に行われる保障は無い。したがって、地震災害発生後の一定期間は生活拠点である住居を確保しながら、自助・互助によって急場をしのぐ覚悟が必要であろう。特に、災害弱者といわれる人々にとっては安全な居所が不可欠である。

以上のような事情を考慮すると、生活拠点として最も重要な住居の安全性を確保するために、住宅の耐震性に対して日常的な点検と対策が是非とも必要であろう。仮に諸般の事情により十分な耐震対策が施せない場合があるにしても、少なくとも、どの部分に弱点があり、どの部分が安全なのかなど、被害の状況を予測して、緊急時の対応を可能とするための心構えと、万が一に備えての生活必需品の準備・備蓄などが望まれる。

### 参考文献

- 1) 寺本尚史 他：秋田県本荘市における木造住宅の耐震性調査，日本建築学会東北支部研究報告集，日本建築学会東北支部，2001.6.
- 2) 設省住宅局監修：増補版 木造住宅の耐震精密診断と補強方法，日本建築防災協会，1985 (2004)

年改訂版あり)。

## 9. 市民防災力の向上を目指して

水田 恵三\*・清水 裕\*\*・西道 実\*\*\*

田中 優\*\*\*\*・福岡 欣治\*\*\*\*\*

堀 洋元\*\*\*\*\*・松井 豊\*\*\*\*\*

### 9.1 はじめに

本稿は防災に関する心理学貢献の可能性を探るものである。災害に関する心理学的研究は阪神・淡路大震災以前にも<sup>1)</sup>あった。しかし、1995年の阪神・淡路大震災の後、心理学的研究は大きく変わったといわれている。それは研究方法に関してもそれまでの実験室や質問紙中心の研究からフィールドワークの重要性が認識された点もあるが、ボランティアの重要性や発災後の心のケアも研究がされた。しかしそれ以上に災害後の避難所や仮設所の問題など災害後の人の動きに注目されるようになった。我々は、阪神・淡路大震災後の避難所リーダーの働きにまず注目し<sup>2)</sup>、それ以後は地域防災組織の意識調査<sup>3)</sup>などの研究を行い、最近では避難所のシミュレーションゲームを通じて、市民の防災力向上を模索している。

このような取り組みが災害を目の前にしている、様々な立場の人々に有用になることを意図して、本章を記す。

### 9.2 市民防災力の必要性

社会心理学者である林は、著書<sup>4)</sup>において建物の下に生き埋めになった人の生存救出が期待できるのは、災害発生から最初の3日間が限度であるというデータを基に、ライトレスキューの重要性を指摘した上で、近隣における自助の力、互助の力を前もって高めておくことが防災力を高める上で重要であると述べている。これは最近 AED (自動体外式除細動器) が緊急の心臓発作等に対応し

て、民間人も扱うことが許可されたことと類似している。医療の現場でも緊急を要するときにはその場にいる市民の力が必要であるとされてきている。住民間の交流が促進されることで、平常時においても、あるいは災害発生時においても、お互いに助け合うことができるという「安心感」を共有することができ、地域の防災力を高めることにつながる。そうであるなら、自主防災組織を中心とした地域防災体制を考える際には、物をそろえたり、システムを整備したりすることで、高めることができる防災力とともに、住民間の心理的なつながりが生み出す防災力にももっと目を向け、それらを培い、高めていく方策を整備する必要がある。

また林は、防災力に関して、被災者の心の問題に注目することをアメリカの防災力の特徴として述べている。震災からの復旧の担い手になる被災者自身が、ストレスに苦しむことになれば、その分復旧が遅れると考えるのである。そのため、防災という見地に立って、被害を最小限に抑え、速やかな復旧を目指すには、被災者の心の問題は見逃ごせない視点であると指摘している。また同じ文脈で、これまでの日本における防災は、災害に対する抵抗力を物的な力—いわゆる耐震性—を中心に考えてきたために、心の問題はまったく思いもよらない課題だったとも述べている。心のケアが災害の後で重要になるのと同じように、事前の備えにおいても心の問題に目を向けることは重要なはずである。おそらく、近隣における自助の力・互助の力につながる住民間の交流は、単に平常時のコミュニティ活動を活発にするだけでなく、災害発生時には、ライトレスキューを担う重要な防災力として機能する。このことは震災の経験が示している。さらに林は社会の防災力を災害に対する抵抗力を高めることと災害に対する回復力を高めることとし、後者には避難所の運営や開設住宅への移住やさらには日常生活に復活するまでを含めている。そこでは行政の対策とともに市民の意識の向上が回復力を高める一因となると考えられる。

\* 尚絅学院大学総合人間科学部

\*\* 昭和女子大学

\*\*\* プール学院大学

\*\*\*\* 大妻女子大学

\*\*\*\*\* 静岡文化芸術大学

\*\*\*\*\* 社会技術研究システム

\*\*\*\*\* 筑波大学



### 9.3 避難所リーダーの研究

我々は1995年の神戸大震災の後、避難所の運営に関して、特にそのリーダーの活動に注目して研究を進めてきた。また、2004年の新潟中越地震に関しても避難所の調査を行った。その中で、避難所運営に関しては図9-1のような組織的運営を提唱している。すなわち発災後初期の段階においては施設スタッフや行政によって避難所の運営を進めるが、次第に災害ボランティアそして地域住民を中心とした地域ボランティアに運営を移すべきであるという内容である。組織安定期に入ると壮年者の減少が顕著となり、組織運営の主体が主婦や高齢者に移行することが多くなる。また、自宅や仮設住宅などへの移動も増えてくるため、周囲の復興状況に対応しながら避難者の自立を支援し、将来への不安を低減させるなど、災害ボランティアよりも地域ボランティアのリーダーシップが期待される。また、初期の段階から自治会が住民の要求をとりまとめたり、分配を自主的に行っていた避難所は、運営がうまくいっていたが、その数は多くなく、「コミュニティ否定論」も議論された。しかし、いずれにせよ行政頼みにせず、被

災者の問題は被災者でという姿勢は災害に対する回復力を高めることとなる。

### 9.4 地域防災組織の研究

次に我々は、2001年10月に地域防災組織責任者に対して、防災意識を調査している。これは、神戸地区、東京地区、そして仙台であるが、ここでは仙台の結果を記述する（松井ほか<sup>3)</sup>参照）。この調査は、地域防災体制の現状と問題点の把握、地域防災体制構築の抑制要因の解明、地域防災体制の地域差などを探る目的で、地域防災体制の責任者となっている方を対象として行われた。配布地域は仙台市内五区であり、2001年10月から11月に実施した。30地区78名に配布した。配布の方法は仙台市消防局と相談の上、各地域で開催されている消防訓練の際に配布をした。仙台市での回答数は47票で60%であった。ちなみに東京地区では74.2%であった。神戸市は100%である。しかも東京地区は依頼も郵送である。仙台地区は直接依頼したにも関わらず、回収率は3地区でもっとも低かった。その結果の一部を示したのが図9-2である。

これは地域における責任者が見た防災に対する住民の意識である。調査が、2003年の宮城県北部地震や2004年の新潟中越地震の前であるということ considering することはならないが、仙台地区の人々は、まず災害が起きないであろうと思っている人が他地域に比べて多い。また、防災意識の高い人が少なく、さらには災害が起きたら誰かが助けてくれると思うという他人任せの姿勢が強い。また他の質問箇所では防災組織のメンバーの高齢化、意欲の低さ、交流の低さ、関心の薄さが指摘されていた。このように仙台地区の防災組織は災害に対する意識が低いという結果が得られたのである。また、岩手県の岩手山の噴火危険性、福島県における磐梯山の噴火危険性などでも、その地域住民は危険性を認識しているものの、防災訓練に実際に参加する人は多くはなく、また地域の観光収入が優先されるなど、神戸や東京に比べて東北地方は、防災意識に関する温度差があるように思われる。

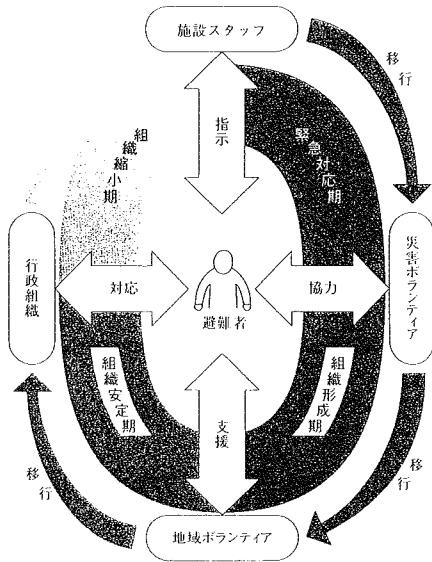


図9-1 避難所運営における組織化プロセスと連携組織の移行モデル

## 問12 防災に対する住民の意識(複数回答)

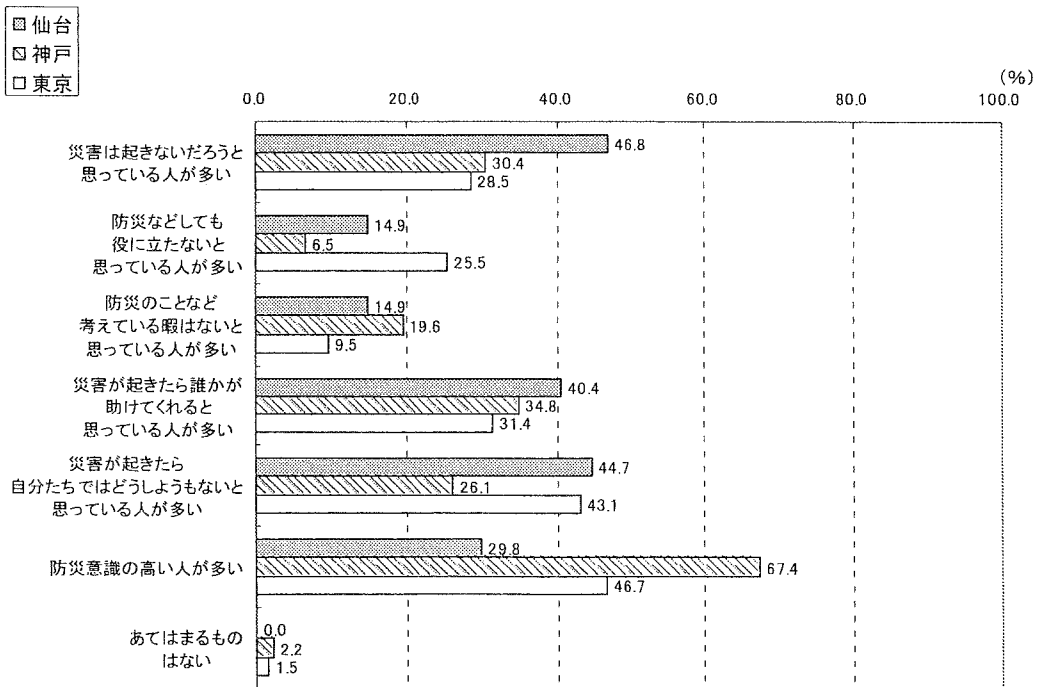


図9-2 防災に対する住民の意識

## 9.5 市民防災力の向上を目指して

我々は、災害に関するシミュレーションを地域防災のリーダーや地域住民に実施することで市民の防災意識を高めることができずか考えた。災害に関するシミュレーションゲームとしては、既に「災害図上訓練 DIG」という優れたゲームが公表され、多くの地方自治体で採用されている。DIG は参加者が楽しめながら、地域の危険箇所や起こりうる被害について理解できるようになっている。しかし、地域住民やボランティアが活躍する大きな舞台となるべき、避難所運営はゲームの中心になっていない。阪神・淡路大震災では、30万人を超える人々が避難所に避難し、避難所の運営は半年を超える長期間にわたった。今後起こりうる広域災害においても、避難所の役割は重要になるものと予想される。こうした問題意識にたち、水田ほか<sup>5)</sup>は災害ボランティア研修(宮城災害ボランティアのメンバー対象)に参加した青年に対

して、避難所シミュレーションゲームを行った。その結果、若い世代の防災意識や災害に対する効力感を高めるために、こうしたゲームは有効であることが示唆された。ただし、水田が行ったゲームでは口頭説明が中心となり、十分な構造化ができていなかった。そこで、本研究では、水田他のゲームを基にしてゲームの構造化を進め、避難所運営に関する新たなゲームを作成し、その有効性について検討する。新たに開発したゲーム(仮称 STEP, Simulation Training of Earthquake shelter Program)試作版の内容について記述する。

図上訓練の核となるプログラムの構成はガイダンスの後に、避難所の具体的なイメージを抱いてもらうために、被災地のビデオを見せる。訓練の説明後、「2時間前にこの地域において阪神淡路大震災クラスの大地震が起きました。この近所にある小学校に避難したところ、他の住民から避

難所のとりまとめ役になって欲しいと依頼されました(大意)」という状況が提示され、この状況で「まとめ役」としてどのように行動するかを話し合うに求めた。話し合いの結果とるべき行動が決まったら、それをホワイトボードなどに記録するように教示した。インストラクターは、行動がとられたり、時間がある程度経過すると、「2年2組の教室から来た人が『20人ぐらいの避難者が入っていて、場所争いになっている』と訴えてきました」などの「出来事」を、提示し、対応を求めた。以下、同様に「被災」の経過に沿って、3時点の状況を提示し、各状況において4～6の「出来事」が提示された(ただし、実際には、話し合いの進行に応じて提示する出来事の数も異なっていた)。インストラクターは、参加者から質問があった場合には、マニュアルに沿った状況説明か、即興の回答を口頭で教示した。必要に応じて各種資料を提示した。

現在我々はこのゲームを学生や、防災組織のリーダーに実施中である。このシミュレーションゲームそのものが将来の防災力の向上に役立つことも必要であるが、それとともにこれを地域住民に実施することで地域の防災力が向上することを願っている。

### 参 考 文 献

- 1) 広瀬弘忠: 生存のための災害学, 新曜社, 1984.
- 2) 松井 豊・水田恵三・西川正之編: あのと時避難所は, プレーン出版, 1998.
- 3) 松井 豊ほか: 広域災害に対する地域防災体制のあり方に関する社会心理学的研究, 科学研究費基盤研究C報告書, 2003.
- 4) 林 春男: いのちを守る地震防災学, 岩波書店, 2003.
- 5) 水田恵三ほか: 地域防災体制に関する社会心理学的研究(9) - 災害ボランティア及び地域防災組織に対するアクションリサーチ -, グループダイナミックス学会発表論文集, 2003.