

宮島 昌克
Masakatsu Miyajima

金沢大学地球社会基盤学系、教授、工学博士 (miyajima@se.kanazawa-u.ac.jp)
School of Geosciences and Civil Engineering, Kanazawa University, Professor, Dr. Eng.

人が住み、人が住居などの構造物を造ることによって、大きな自然営力(地震や豪雨、豪雪などの Natural hazard)が発生すると、そこに被害が発生し、災害 (Disaster) となる。このような観点から見ると「すべての災害は人災」と考えることもできるが、人間活動をすべて否定することはできないので、許容できる災害レベル、あるいは許容しなければならない災害レベルというものがあり、そこに人災と天災の境界があるのではないかと考える。天災と人災の境界はどこか、これまでに行ってきた海外地震被害調査の経験をもとに考える。

天災、人災、海外地震被害調査、無補強組積造、1999年コロンビア・キンディオ地震
Natural disaster, Man-made disaster, International reconnaissance work, URM, 1999 Colombia Quindio Earthquake

1. はじめに

砂漠の真ん中で地震が起こったとしても当然のことながら被害は発生しない。熱帯雨林のど真ん中で短時間集中豪雨が降っても被害は発生しない。人が住み、人が住居などの構造物を造ることによって、大きな自然営力(地震や豪雨、豪雪などの Natural hazard)が発生すると、そこに被害が発生し、災害 (Disaster) となる。このような観点から見ると「すべての災害は人災」と考えることもできるが、人間活動をすべて否定することはできないので、許容できる災害レベル、あるいは許容しなければならない災害レベルというものがあり、そこに人災と天災の境界があるのではないかと考える。

2011年東北地方太平洋沖地震の際には未曾有の大津波に襲われ、これを「想定外」と呼んだことから、これが科学者、工学者の言い訳のように受けとられ、社会からバッシングを受けた。起こりうるすべての自然営力の最大レベルを想定することには限界があり、仮に想定してきたとしても極めて稀にしか起こらない自然営力のレベルに対して構造物を構築することは現実的ではなく、経済的な観点も含めて現実的な想定レベルを設定することになる。したがって、工学の立場から言えば、東日本大震災における大津波は「想定以上」の自然営力に見舞われた、ということになる。「想定以上」の自然営力による災害が天災ということだろうか。

強大な地震が発生した場合には比較的抵抗強度の大きな構造物から設計基準を遵守していない構造物、欠陥のある構造物まで、抵抗強度の異なるさまざまな構造物が一気に被害を受けることになる。しかし、地震の規模がそれほど大きくない場合には、都市の弱点を洗い出すかのように抵抗強度があるレベルに達していない構造物だけが選択的に被害を受ける。今年6月に発生した大阪府

北部の地震はそのような地震であった。

天災と人災の境界はどこか、これまでに行ってきた海外地震被害調査の経験をもとに考えてみたい。

2. 1999年コロンビア・キンディオ地震の事例

1999年1月25日に南米コロンビアのキンディオ県を震源として直下型地震が発生し、1,000名以上の犠牲者が出た。マグニチュードは6.2であり、震源深さは10km以内であった。被害の最も激しかったアルメニア市の死者率が最も高く、人口千人当たり2.8人/千人となっている。これは阪神・淡路大震災の東灘区、灘区、長田区(いずれも5.0人/千人以上)よりも小さいが、兵庫区とほぼ同じ値である。アルメニア市の全壊建物数は10,000棟以上であり、死因のほとんどが倒壊建物によるものであった。

建物の多くは鉄筋コンクリートで柱と梁を造り、その中に煉瓦あるいは穴あき煉瓦を積んで壁を作る枠組み組積造や無補強の組積造である。煉瓦の壁と柱、梁が鉄筋を用いずにモルタルのみで接合されている場合が多く、壁がそのまま倒れ落ちた。また、煉瓦そのものの強度や煉瓦と煉瓦を接合するモルタルの強度が十分でない場合には、壁に大きな亀裂が入り崩れ落ちた。さらに、梁と柱の接合が不十分な場合には、枠組みごと崩れ落ち倒壊に至った。このようにして、多くの建物が倒壊した。コロンビアでは1984年に建築基準法が改正されたが、市の中央部は古い建物、いわゆる既存不適格建物が多く、県庁舎、市庁舎、病院、消防本部、警察本部など防災拠点となる建物が軒並み全壊した。市の南部には低所得者層が集中しており、建物が古く、地盤も悪いいため、最も被害が多かった。

地震の前日まで、アルメニア市議会では市街地総合土地利用計画が審議されており、何度かの徹夜審議を経て、



写真1 無補強組積造の住宅の倒壊
(2012年イラン・北西部(アハール)地震)

ようやく策定期限である1月24日をわずかに過ぎた地震当日25日の午前1時頃に承認された。この土地利用計画策定のための調査で、都心部に活断層があること、深い谷を緩く埋め立てた地域があることが明らかとなっており、これを受けて、土地利用計画の内容は、地震時を想定して断層を挟む幅400mの区域と埋め立て地の一部から家屋をすべて排除し、防災緑地帯を設けるという衝撃的なものとなっていた。この地震でこの活断層が動いた形跡は見られなかったが、甚大な被害が生じ、たくさんの犠牲者を出した地域と防災緑地帯にしようとしていた地域がよく対応していた。地震発生12時間前に承認された市街地総合土地利用計画において地震の危険性が予告されていた場所で、実際に多くの犠牲者を出したという点で、まるでコロンビアのノーベル賞作家ガルシア・マルケスの小説「予告された殺人の記録」のタイトルが現実となったかのような事例であった。

3. 海外地震被害調査から学ぶ

人口約12万人の都市で約3万人の犠牲者を出した2003年イラン・バム地震を含め、地震国イランで発生した被害地震で何度となく現地調査を行ってきた。また、コロンビア、イラン以外にも米国、中国、台湾、エルサルバドル、サモア、ニュージーランド、インドネシア、トルコ、パキスタン、トルコ、イタリア、アルジェリアなど10か国以上で海外地震被害調査を行ってきたが、そこで明らかとなった課題は先に述べたコロンビアの事例と共通する点が多岐にわたる。それらをまとめると以下の通りである。

- ・いわゆるノン・エンジニアード(non-engineered)建物といわれる無補強組積造構造物が多く、地震で倒壊しても、住民の手で同じ材料、同じ工法で再建される場合が多岐にわたる。
- ・建築基準法で耐震設計が規定されていても、罰則規定がなく拘束力がない場合がある。罰則規定があっても遵



写真2 鉄筋コンクリート造の不適切な配筋
(2018年イラン・ケルマンシャー地震)

守されていない場合も多い。

- ・既存不適格構造物が多岐にわたる。
- ・鉄筋コンクリート造の帯筋間隔が多岐にわたるなど、不適切な配筋となっている。現場施工者が、帯筋は作業効率を上げるために主筋を束ねるためのものと解釈している場合もある。

これらのいくつかは我が国においても当てはまる。最新の技術で造られた建造物は十分な耐震強度を有しているものの、既存不適格構造物は未だにたくさん存在し、戦前、終戦直後、あるいは高度成長期に建てられた建物には発展途上国で指摘されている課題がそのまま潜んでいる場合が少なくないように思われる。

4. まとめ

天災と人災の境界はどこか、について海外地震被害調査の事例を通して考えようとしたが、答えが簡単に見つかるはずもなかった。それぞれの国、地域の社会水準、経済水準、技術水準、さらには文化水準などから、それぞれの許容できる災害レベル、あるいは許容しなければならない災害レベルというものが設定されてくるのであろう。

しかし、人為的要因による震災という観点から見ると、現場施工者の技術力や建築基準法の遵守の問題など、開発途上国においても人為的要因に帰する問題が多岐にわたる存在しているのは確かである。これらの解決には我々がこれまでに行ってきた、海外地震被害調査を通しての現地の技術者との技術交流も一助になると考えている。また、最も根源的なところは、我が国も同様であるが「防災教育」の充実だと思われる。

参考文献

宮島昌克、橋本隆雄：予告された殺人の記録 1999年コロンビア・キンディオ地震被害調査速報、事故・災害、土木学会誌、Vol. 84, pp. 42-45, 1999. 6.