

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波被害と低地における微地形の関係 Influence of microtopography in lowland to tsunami disaster of 2011 Tohoku Earthquake

五十里 和也^{1*}; 奈良間 千之²
IKARI, Kazuya^{1*}; NARAMA, Chiyuki²

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科, ² 新潟大学理学部

¹Graduate School of Science & Technology, Niigata University, ²Faculty of Science, Niigata University

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震(M9.0)に伴って東日本に大津波が押し寄せ、特に岩手・宮城・福島の3県で甚大な被害を出した。特に海沿いの低地では、津波から逃れるためには内陸に向かわざるを得ず、避難の途中で飲み込まれるケースが問題となった。その点では三陸地方のリアス式海岸は地形的な高台に恵まれているが、仙台平野のような低地は津波に対して極めて脆弱である。本研究では、低地の防災計画に役立つデータを提供するために、仙台平野の津波被害と低地の微地形が遡上に与える影響を分析し、その危険度を定める地形的要因についての評価をおこなった。

仙台平野には浜堤は3列あり、その発達には地域差がみられる。仙台地区では内陸側の浜堤は小さく、分布も不連続である。名取・岩沼地区における現成の浜堤の規模は6mを超え、内陸側にも複数の浜堤が発達する。亘理・山元地区では現成の浜堤の規模は小さいが、内陸側には幅500mわたって比高1-2mの複数の浜堤が形成されている。なお海岸から2-3km内陸側には、盛土を中心とした比高約5mの高速道路がある。

GIS Team of Niigata Univ. (2012) による家屋被害マップのポリゴンデータと、国土院提供の空中写真(2011/3/12)・GoogleEarthの衛星画像(2011/4/6, 2012/4/12)を用いて、浸水域内の家屋を3つのダメージカテゴリに分類した(①津波に跡形もなく流された家屋, ②津波後1年以内に解体された家屋, ③津波1年後も残存している家屋)。このうち、②は流出を免れたものの壊滅的なダメージを受けたため処分され、③は修復の可能性が残っていると判断した。また、電柱・防潮林・流木・侵食痕の方向をマニュアルでデジタルイズし、津波の侵入過程を再現した。特に、電柱と海岸林が倒れた方向は第1波の侵入方向を示し、流木と侵食痕の方向は第2波以降や引き波で流された方向も示すと判断した。

仙台平野の家屋被害について、11,601棟の流出、4,845棟の解体、13,845棟の残存を確認した。海岸から1km圏内では家屋の8割以上が流出したことから、現成の浜堤や防潮林はこの大津波に対する減衰効果をほとんど持たなかったとみられる。一方、海岸から1kmより内陸側の微高地に立地する居住地の被害には地域差がみられた。特に浜堤がほとんどみられない仙台地区では、流木や瓦礫などの漂流物が海岸から1-3km地点まで流されており、家屋被害も内陸側までおよんでいた。ところが浜堤の規模が大きい名取・岩沼地区や、複数の浜堤がみられる亘理・山元地区では内陸側の家屋被害は比較的小さく、漂流物のほとんどが堤間低地に留まっていた。また津波の侵入方向をみると、海岸から1kmまでは直進してきた津波が、内陸側では堤間低地の傾斜を下り降りる方向や、微地形の谷を駆け上がる方向に流れた痕跡がみられ、内陸側の後背湿地になだれ込んで進路が変わっていた地区もあった。また蛇行河川である阿武隈川では、攻撃斜面側の低地に逆流遡上する方向と、海岸の浜堤を乗り越える2方向から津波が侵入しており、滑走斜面側の居住地は浸水を免れていた。これらの結果から、浜堤の存在が漂流物の侵入を防ぎ、堤間低地や微地形の谷が津波の進路となり、わずかな凹地形が津波に対する遊水地の役割を果たしたことが、仙台平野における家屋被害の地域差を生み出したと考えられる。すなわち海岸から1kmより内陸側では、比高わずか1-2mの微高地が家屋被害を軽減させたのである。

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震, 津波, 仙台平野, 低地, 微地形, 空中写真

Keywords: 2011 Tohoku Earthquake, tsunami, Sendai Plain, lowland, microtopography, aerial-photographs

インドネシア, リンジャニ火山の13世紀カルデラ形成噴火 Eruptive Sequence of Rinjani Caldera, 13th Century, Lombok, Indonesia

古川 竜太^{1*}; 高田 亮¹; Nasution A.²; Taufiqurrohman R.³
FURUKAWA, Ryuta^{1*}; TAKADA, Akira¹; NASUTION, Asnawir²; TAUFIQURROHMAN, Roni³

¹ 産業技術総合研究所地質調査総合センター, ²ITB, ³CVGHM

¹ Geological Survey of Japan, AIST, ²Institute Technology of Bandung, ³Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation

リンジャニ火山はインドネシア, ロンボク島北半分に配列する第四紀成層火山体群の中心にあり, 山頂西部にある径6x8kmのカルデラは13世紀の破局的噴火で形成された(Nasution et al., 2003; 高田ほか, 2003; Nasution et al., 2010; Lavigne et al., 2013). カルデラ形成に先立って, およそ2万年前から1万年前にかけてリンジャニ火山が標高3726m, 総体積100km³の成層火山体を建設した. およそ5000年前からは爆発的噴火を間欠的に起こし, 13世紀の破局的噴火に至った.

カルデラ形成噴火の推移は噴火堆積物から6フェイズに区分できる. 各フェイズ間に顕著な時間間隙を示す証拠は見つかっていない. フェイズ1の小規模な水蒸気噴火のあと, フェイズ2ではプリニー式噴火によって発泡の良い軽石を主体とする降下火砕物を西側の広い範囲に堆積させた. フェイズ2末期では粒径が細くなり, 異質岩片が増加する. フェイズ3では火砕流が発生し, 北麓で層厚10m以上の無層理塊状の軽石流堆積物を分布させた. 南西麓や遠方の地域には成層した火山灰流堆積物が広く分布する. 層厚数cm~50cmまで層厚が変化し, 地形的凹地では厚く堆積し, 下位の降下軽石層を削り込むことがある. 推定噴出源から50km近く離れた南西地域や, 海を隔てたギリ諸島にも堆積していることは, 高い噴煙柱から崩壊した希薄な火砕流堆積物であることを示唆する. フェイズ4はふたたびプリニー式噴火となる. 降下軽石堆積物は級化構造の繰り返しと細粒火山灰が挟在することから, フェイズ2に比べてプリニー式噴煙が不安定であったことを示唆する. フェイズ5では, ふたたび火砕流が発生し, 厚い無層理の軽石流堆積物が山麓を30km以上の範囲を覆って海岸線に到達した. 火砕流堆積物には花崗閃緑岩など地表に露出しない岩石が含まれる. フェイズ6ではプリニー式噴火が発生したが, フェイズ2と4に比べると規模は小さい.

噴火に関与したマグマはSiO₂=62.5-66wt.%, Na₂O+K₂O=7.5-8.7wt.%の粗面安山岩から粗面岩質である. フェイズ3から4にかけてより珪長質な軽石が増加する. フェイズ4のプリニー式噴煙が不安定で, フェイズ5で大規模な火道の浸食が起こったことを考慮すると, フェイズ4から大幅な火道の拡大あるいは新たな火道形成によって, それまで噴出していなかったマグマが吸い出された可能性がある. フェイズ6のプリニー式噴火は崩壊したカルデラ床によって閉塞された細い火道から起こったと考えると説明可能である.

南極およびグリーンランドの氷床試料では西暦1258?1259年相当の層準に硫酸酸性の強いスパイクがあることが以前から指摘されていた(Palais et al., 1992など). 氷床試料から抽出した火山ガラス片の主成分化学組成はこれまでメキシコのエルチヨン火山に対比されていたが, リンジャニカルデラ形成噴火の火山ガラス組成は, 両極地方の火山ガラス組成により近い. よってリンジャニカルデラの形成は1258?1259年頃である可能性がある. Lavigne et al., (2013)は同様の手法で噴火を対比して, 噴火時期は古文書から1257年とした. 両極地方の硫酸堆積量から計算されたSO₂放出量は200メガトンであり(Langway et al., 1988), 最近千年間で最大である. リンジャニカルデラ形成噴火が地球規模の気候変化に影響を与えた可能性が大きい.

キーワード: 火山, カルデラ, 火砕流, インドネシア, 火山灰, アイスコア

Keywords: volcano, caldera, pyroclastic flow, Indonesia, ash, icecore