2005年7月のハリケーンEmilyによるメキシコ・ヌエボレオン州モンテレー市周辺山地における土砂災害

The landslide disasters induced by the precipitation with Hurricane Emily in July 2005 at the cities of San Pedro and Monterrey along the mountain range of Sierra Madre Oriental, Nuevo Leon, Mexico

久保田哲也／九州大学大学院農学研究院

Tetsuya KUBOTA／Kyushu University, Faculty of Agriculture

イスラエル・カントウ・シルバ／

メキシコ・ヌエボレオン州立大学森林科学部

Israel Cantu Silva／University of Nuevo Leon,

Faculty of Forest Science, Nuevo Leon, Mexico

1. はじめに

2005年は、日本でも台風14号が九州地方に激しい土砂災害を引き起こしたが、カリブ海地域では強力なハリケーンが数多く発生し、ハリケーンKatrinaに代表されるような記録的な規模の災害を生じる年となった。ここでは、このような大西洋－カリブ海のハリケーンにより土砂災害が生じた事例として、メキシコ東部ヌエボレオン州（Nuevo Leon）東シエ

ラマドレ山地（Sierra Madre Oriental）周辺におけるハリケーン・エミリー（Emily）による土砂災害現地調査の機会を得たので報告したい。

災害現地は、アメリカのテキサス州に隣接するメキシコ東部のモンテレー市（Monterrey）およびその近郊のサンペドロ市（San Pedro Garza Garcia）に位置する（図－1、図－2、写真－1）。モンテレー市は、地下鉄2路線や都市高

速道路を持つ工業都市で、近郊を合わせた人口も400万以上と言われる。その衛星都市であるサンペドロ市は自然にも富み、シエラマドレ斜面に位置するチピンケ森林自然公園（El parque ecologico Chimpinque）も立地するが、ここに九州大学とヌエボレオン州立大学が共同で設置した雨量計では、ハリケーンEmily（7月20日～21日）において総雨量約420 mmを観測した。

図－1 モンテレー市などの位置図

図－2 東シエラマドレ山地の衛星写真（褶曲などが良く分かる）

写真－1 サンペドロ市と東シエラマドレ山地の遠望（久保田撮影，以下断りのないものも同じ）

これは、2005年9月の台風14号に伴う宮崎県内の総雨量である1300mm（谷口ら2005）に比べると1/3程度であるが、この地域では豪雨と言える（久保田2004）。また、この地域では降雨終了後の土壌水分の減少が、地質の類似した日本の森林流域（福岡県北部、中生代・古生代の粘板岩と片岩類から成る）に比べて、「初期減少速度」で10倍以上、「半減期」でも10倍程度などと観測されており、かなり遅いことが判明しつつある。つまり、降雨の土質強度低下や地すべり地での地下水位上昇へ及ぼす影響が比較的長時間続くことが考えられる。

また、この地域は一部が半乾燥地気候でもあるので、一見すると水災害や土砂災害とは無縁のように見える。しかし、年間降水量は約400mm、雨季である8月～10月の月間降水量が160mm程度にはなる地域でもある上（久保田2004）、ひとたびハリケーンなどの気象条件が整

えば激しい豪雨となり、洪水災害も多い。加えて、斜面の都市開発も進み、土砂災害が増加しており、連邦政府関係部局や自治体も開発行為の適正化などに注意を払っている。しかし、都市化に伴う斜面の開発圧力が大変強く、斜面災害つまり土砂災害と森林環境破壊が強く懸念されている地域である。

2. チピンケ自然公園内の表層崩壊

1) アラナス地区 (Camino Las Aranas, 写真-2)

崩壊土量約263m³、平均勾配約32度の表層崩壊で、公園用循環道路の排水が影響して発生した可能性がある。

地質は中生代の粘板岩や片岩 (lutitas) などである。植生は主としてコナラ林 (*Quercus encinos*) と松林 (*Pinus pinos*) である。

2) チピンケ自然公園内バド・ウノ地区の表層崩壊拡大 (Camino Vado Uno, 写真-3)

崩壊土量約2270m³、平均勾配約34度の表層崩壊で、公園用循環道路の退避場の盛土が影響し、拡大発生した可能性がある。

どちらにしても、周囲の自然斜面は40度以上の勾配があり、不安定な斜面であることは否めない。地質は中生代の粘板岩である。植生は主としてコナラ林となっている。

3. モンテレー市サンヘロニモ地区 (San Jeronimo) の地すべり

新興住宅地の丘陵斜面に発生した地すべりで、ハリケーン後も拡大を続けており、周辺住民の大規模な避難が行われている (写真-4)。規模は、現地での簡

写真-2 ラス・アラナス (Camino Las Aranas) の崩壊

写真-3 バド・ウノ (Camino Vado Uno) の崩壊

(1)

(2)

(3)

写真-4 モンテレー市サンヘロニモ地区 (San Jeronimo) の地すべり
(写真(1)サンヘロニモ地区 (San Jeronimo) の地すべり全景と被災したビルなど、
(2)サンヘロニモ地区地すべりの頭部と滑落崖上の幹線道路・住宅街、
(3)サンヘロニモ地区地すべりの脚部・末端部下流)

(1)

(2)

写真-5 チピンケ地区森林斜面及びその他の災害 (写真(1)溪流からの土石流による道路の埋没, (2)法面崩壊など, いずれも, Dr. Israel Cantu Silva提供)

易測量により, 長さ約120m, 幅約125m, 深さ約9m~10m, 崩壊土量約15万3千 m^3 , 地表平均勾配約12度(脚部は7度程度)となっている。地質は古生代~中生代の石灰岩(calizas)からなる。この石灰岩層は大規模な褶曲の影響を受け節理の発達が著しく, ブロック化している。

節理で分断された背斜軸周辺の層理がすべり面になって発生したものと思われるが, 対策としては, 当初の滑落崖周辺への雨水浸透防止対策と上部の排土, 及び警戒・避難, 移動土塊上のビルと家屋の取り壊しなどが行われている。地下水排除工や杭工などその他の対策は行われていない。また, 将来の対策計画も無い

ようであった。移動量も測量でのみ観測・確認されている。

現在も滑落崖上部の住宅地に, 幅2m長さ数十m程度の亀裂が新たに現れており, メキシコ第2とも第3とも言われる百万都市モンテレー市の中心部に近い場所でもあるので, 今後の動向が心配される。

4. チピンケ地区森林斜面及びその他の災害

上記の土砂災害の他に, サンペドロ市内では, 宅地開発された斜面の表層崩壊や幹線道路への斜面崩壊, 森林公園内道路への小規模土石流や土砂流出などが見

られたが, 幸いなことにこれらによる被害は限定的であった(写真-5)。

5. 結 語

この地域には, 豊かな自然環境と森林景観を有するシエラマドレ山麓に宅地を求める富裕層が多く, 斜面に対する都市開発の圧力が大きい。つまり, わが国の神戸市などに類似した状況が見られ, 土砂災害への危険性が指摘されている。しかし, 土地規制制度の不備や予算不足のために, 災害対策は進捗していない。このような中で生じた, 今回のハリケーン災害は, 死者こそ出なかったものの, 今後の当地域における土砂災害対策への新たな教訓となったものと考ええる。

最後に, 研究協力者のヌエボレオン州立自治大学(UANL)森林科学部のIsrael Cantu Silva準教授(連邦天然環境資源省ヌエボレオン支局兼務), サンペドロ市都市開発環境部のJorge Garza環境課長主任技師, 同市のレスキュー隊(Den-fensa Civil)隊員の皆様には大変お世話になりましたので, 記して感謝いたします。また, この調査の一部は, 平成17年度科学研究費補助金(基盤研究B, 課題番号17380097)により行いました。

引用文献

- 久保田哲也(2004):メキシコ東シエラマドレ山脈における山麓開発と斜面対策, 日本地すべり学会誌, Vol.41, No.3, pp.90-92.
- 谷口義信, 内田太郎, 大村 寛, 落合博貴, 海堀正博, 久保田哲也, 笹原克夫, 地頭蘭 隆, 清水 収, 下川悦郎, 寺田秀樹, 寺本行芳, 日浦啓全, 吉田真也(2005):2005年9月台風14号による土砂災害, 砂防学会誌, Vol.58, No.4, pp.46-53.

(原稿受付2006年1月24日,
原稿受理2006年2月5日)