

2009年10月台風ペペンによるバギオ市とその周辺の土砂災害調査

井口 隆*・中須 正**・佐藤照子***

Landslide Disaster around Baguio City caused by Typhoon Pepeng in 2009

Takashi INOKUCHI*, Tadashi NAKASU**, and Teruko SATO***

* *Disaster Prevention Research Center*

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan

inokuchi@bosai.go.jp

** *International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of the UNESCO,*

Public Works Research Institute, Japan

*** *Visiting Researcher, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention,
Tokiwa University, Japan*

Abstract

From September to October 2009, two typhoons hit the Philippines and caused massive floods and landslides. The heavy downpour brought about by the second one, Typhoon No. 17, caused massive landslides in Baguio City and in many parts of northern Luzon, leaving more than 200 casualties. We did a half-day survey of the extent of the landside damage and here we report the results. The damage from the landslide was due to the unprecedented amount of rainfall, but social factors, such as the unregulated overbuilding of houses on the steep slopes, also contributed largely to the damage.

Key words : Landslide disaster, Typhoon Pepeng, Philippine, Baguio City

1. はじめに

2009年秋にフィリピンを相次いで2つの台風が襲った。このうち、10月に上陸した台風17号（フィリピン名ペペン(Pepeng)）がもたらした豪雨によって、ルソン島中部のバギオ(Baguio)市からバンゲット州にかけての広い範囲において地すべり・土砂崩れ・土石流が多発し、200名を超える死者・行方不明者を出す大災害を生じた。

この地域の土砂災害に関して、短時間であったがバギオ市を中心として被災地の現地調査を行なうとともに、バギオ市庁などの関係機関に対しての聞き取り調査を行なう機会を得ることができた。本稿では現地調査に基づき土砂災害の発生状況の概要を述べるとともに、関係各機関における聞き取り調査で入手した資料に基づき、土砂災害の要因などについて述べて見たい。

2. 台風ペペンによる土砂災害の被害の概要

10月2日に一度ルソン島に上陸した台風ペペンは大雨をもたらしながらルソン島を東から西に横断して北西に抜けた後、台風18号との相互作用である藤原効果の影響もあって（下川ほか、2011）、コースを大きく変えて再びルソン島を北西から再上陸し、大雨をもたらした。台風ペペンがもたらした豪雨は、この台風の上陸と再上陸を繰り返した複雑な動きによって大きく2つのピークからなる。最初の台風の通過によってバギオ市では10月3日に531mmの豪雨を記録している（表1）。その後2日おいて、6日から8日までの3日間に、260mm、276mm、685mmと合わせて1,200mmを超える記録的な豪雨となった。その結果、ルソン島北部を中心に地すべり・土砂崩れが多数発生し、バンゲット州およびバギオ(Baguio)都市圏な

* 独立行政法人 防災科学技術研究所 防災システム研究センター

** 独立行政法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター（元 防災科学技術研究所 契約研究員）

*** 独立行政法人 防災科学技術研究所 客員研究員（常磐大学）

表1 地すべり災害の概要と豪雨状況

Table 1 Summary of landslides and heavy rain conditions.

Station/Date	Oct. 03	Oct. 04	Oct. 05	Oct. 06	Oct 07	Oct. 08
Laoag	90.6	402.6	197.3	47.5	60.0	33.0
Vigan/Sinait	168.9	417.3	126.2	75.4	68.6	111.8
Baguio	531.0	38.2	4.6	260.0	276.0	685.0
Dagupan	159.5	8.0	T	36.2	52.0	443.5

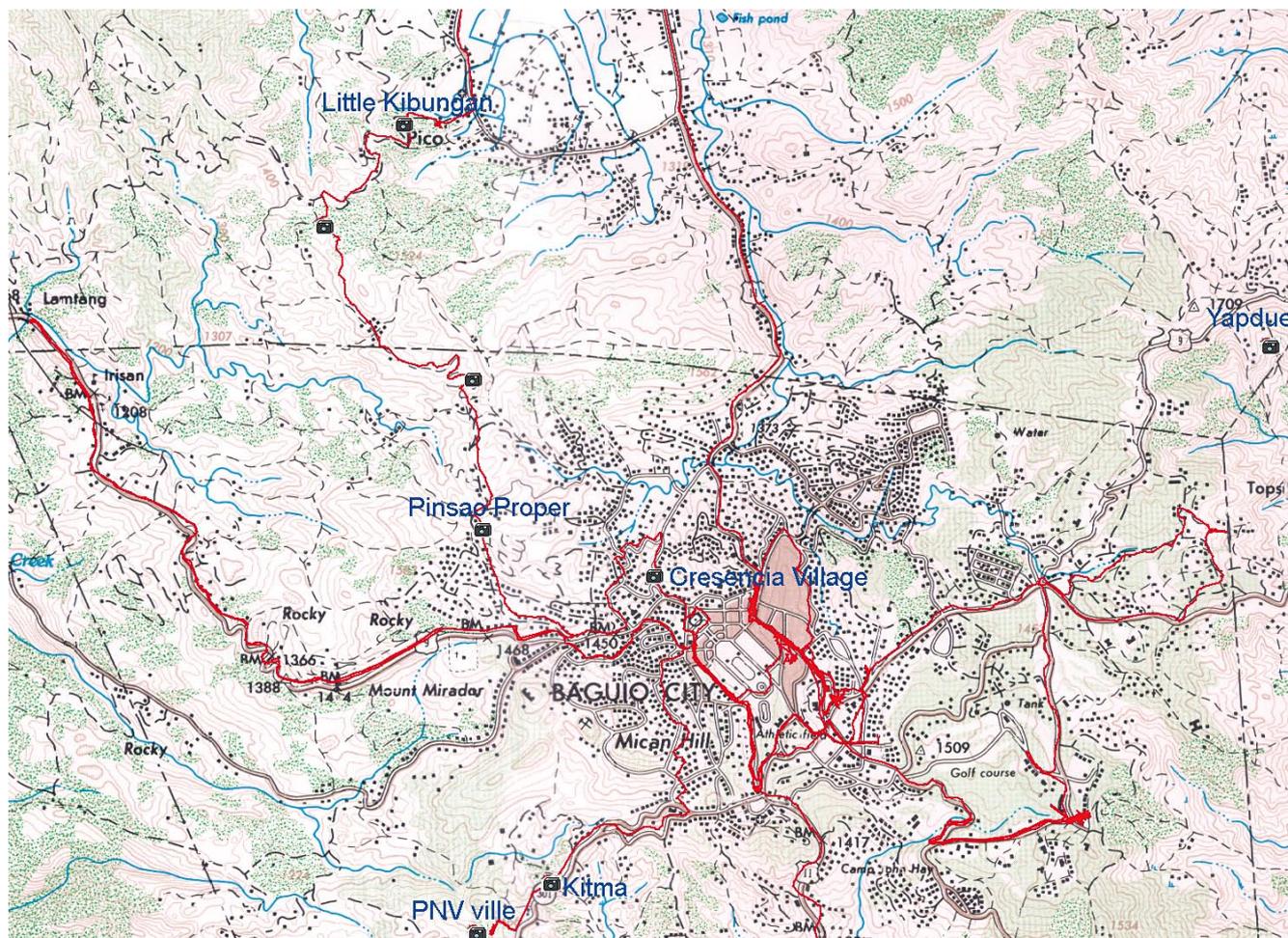


図1 バギオ市とその周辺において調査した土砂災害の発生場所
Fig. 1 Location of landslides investigated in Baguio City and surrounding areas.

どにおいて死者不明者 200 人を超える甚大な被害をもたらした。そのなかでも、被害が最大規模のものが、85 名の死者を出したベンゲット州ラ・トリニダード・リトルキブングンにおける大規模な地すべりであった。バギオ市において土砂災害が起きたのは後半の降雨のピークである 8 日から 9 日にかけて多く発生している。

バギオ市周辺とベンゲット州における土砂災害調査は 11 月 27 日に実施した。バギオ市長への聞き取り調査のあと、5 か所ほど土砂災害の被災状況に関する現地調査を実施した。調査した場所を図 1 に示す。聞き取り調査を除くと実質的に半日という短時間の調査しか出来なかった

ので、被災状況の詳細は現地でも収集した報告書などの資料を基にまとめた。

3. バギオ市内において発生した土砂災害の概要 3.1 バギオ市 Kitma で起きた土砂崩れ

最初に案内された土砂災害の現場は、バギオ市内から南西に続く稜線沿いを走る幹線道路 (Marcos Highway) の路肩脇の直下の斜面で発生した幅約 20 m の土砂崩れで、道路脇に建てられていた住宅もろとも斜面の下に崩れ落ちて被害を出した (口絵 1, 写真 1)。この土砂崩れによって子ども 6 名を含む一家 8 名が死亡している。



写真1 Kitmaの土砂崩れ現場。ここにあった住家は斜面下に崩れ落ちた。

Photo 1 Landslide in Kitma. The house in this photo collapsed down into the slope.

崩壊した斜面の中央部にあった建物はほとんど残っておらず、跡には赤褐色の風化土が露出している。隣接する建物も土台部分が残すのみの状態である。隣の商店に居合わせた住民からの聞き取りでは、この斜面は10月9日の午前1時ごろに崩れたという証言が得られた。バギオ市においては前日の8日に685 mmの雨量が記録されていることから、この豪雨を誘因として発生したと考えられる。

ただ斜面のすぐ上は舗装された幹線道路であり、雨水の地中への浸透がほとんど生じない場所である。ここで発生した土砂崩れは、集水面積が全くない地形条件下で発生した特異な土砂崩れである。写真2に示す様に、道路脇の滑落崖に露出した土層の断面には下水管とおぼしきコンクリート製の土管が埋設されていた。

道路面に降った降水をどのように処理しているのかに関しての調査を行なう時間が取れなかったが、調査範囲では排水管以外には他に原因らしいものが見当たらないため、路肩部分に埋設されていた排水管からの漏水が原



写真2 Kitmaの土砂崩れ上部に埋積された下水管

Photo 2 Sewage pipes found buried under the upper portion of the landslide in Kitma.

因となった可能性も考えられる。また災害前にどのような建物があったか分からないが、周囲の建物を見ても急な斜面にかなり無理をして建てられていることから、雨による斜面の緩みによって不安定な建物が斜面とともに崩壊を起こした可能性も考えられる。

3.2 PNB Ville で起きた地すべり災害

次に案内されたのはPNB ville で起きた地すべりである。地すべり直下にあった民家一戸が被災し、家族4名が亡くなったとのことであった。発生現場は緩やかな起伏のある山地斜面が幹線道路に近いところから虫食い状に開発が進みつつある住宅地で、斜面上部には松などの樹林がまだ残された地域である。現地調査時点では災害発生後2か月ほどしか経過していないにも関わらず、発生場所と示された個所はすでに大半が草で覆われていたため、最初は地すべりが起きた跡地とは思えない状態であった。写真3にバギオ市庁から提供された発生直後の写真を示す。ここで発生した地すべりは、20数度の比較的緩斜面で起きた、幅、奥行きとも10数m程度の傾斜20数度の小規模なすべりである。写真3から推定すると、現場は厚い風化土層からなる自然斜面であり、谷型斜面の様相を呈しているが、集水面積はさほど広くない。

この場所が開発された詳細な経緯については不明な点もあるが、豪雨の際には崩れる危険性のある山地斜面の安全性について考慮せずに、無秩序に住宅を建てたことも被害を大きくした要因として指摘できる。



写真3 PNB Ville 地すべりの発生直後の状況 (バギオ市庁より提供)

Photo 3 PNB Ville site right after the landslide (Provided by the Baguio City Government).

3.3 Cresencia Village で起きた土砂崩れの概要

3番目に案内されたのが、写真4に示したCresencia Villageで起きた土砂崩れである。ここは最初に現地調査したkitmaで起きた土砂崩れと同様に、道路の路肩の直下から崩れた土砂災害である(口絵2)。ここでは斜面の下方まで階段状に住宅が立ち並んでいたため、上部から崩れた土砂と建物によって、道路の路肩から下方30～40mの範囲にあった住宅がほぼ全壊し、合計23名の住民が死亡している(写真4)。



写真4 Cresencia Village の土砂崩れによる住宅密集斜面における被災状況
 Photo 4 Damage of houses along the slope due to the landslide in Cresencia Village.



写真6 Pinsao Proper で起きた地すべりの発生状況
 Photo 6 Landslide in Pinsao Proper.



写真5 Cresencia Village で起きた土砂崩れの発生斜面の状況
 Photo 5 Condition of the slope where landslide occurred in Cresencia Village.



写真7 Yapdue 付近の土砂崩れの発生状況
 Photo 7 Landslide in Yapdue area.

土砂崩れの発生現場はバギオ市庁舎から僅か 500 m 程しか離れていない市の中心部に近い住宅街で(図1)、道路からの眺望は極めて良く、高台の様な様相を呈している場所の直下である。崩れたのは道路のすぐ直下の急斜面で、最大幅は約 20 m、崩壊斜面長は約 25 m、勾配 30 数度である(写真5)。周囲の状況と入手した地形図から判断して、元の地形は谷の源頭部に相当していたと思われる。断定はできないが、崩壊斜面の上部を通る道路を造成する際に、谷の一部を盛土した可能性が考えられる。崩れた斜面側の道路脇には側溝などの排水施設は設けられておらず、傾斜している道路面を伝わって周囲に降った雨水が斜面に流れこんだことが誘因として作用した可能性も考えられる。

土砂災害の危険性が高い谷状の地形を呈する場所に密集して住宅が建てられていたことが、この土砂崩れによって大きな人的被害を出した最大の要因と考えられる。

3.4 バギオ市内で起きたその他の土砂災害

バギオ市内においては上記の3か所の被災地以外は変動した斜面内に立ち入って調査する時間はとれなかった。それ以外の土砂災害の発生地については道路脇に車を停

めて、そこからの観察と写真撮影を中心とした限られた調査である。それらについても災害地の写真を掲載し、バギオ市で起きたその他の土砂災害の状況を概観してみたい。

写真6は市内の Pinsao Proper で発生した地すべりで、厚い風化土層が発達した緩斜面で起きた変動である。これはこれまで調査した土砂崩れより深いすべり面を持つ地すべりで、地すべり域内に建てられている住家が大きく傾いている。地すべり変動の地点からかなり離れた位置から遠望したため、正確な変動規模は不明であるが、およそその変動幅は 100 m 近くに達すると推定され、奥行きも 100 m を超える規模と推測される。この地すべりも背後の集水域がほとんどない場所で起きている。バギオ市で記録された総雨量 1,000 mm を超える雨の浸透によって地下水が上昇したために発生したと推測される。この近くの斜面でも2名の死者が出た土砂災害があったということであるが、場所を確認することはできなかった。

写真7は Yapdue 付近の急斜面で起きた土砂崩れを遠望した写真である。崩壊土量はさほど多くない様に見えるが、斜面上部で崩れた土砂によって広い範囲が削割されている。被害については未確認である。同様のタイプ

の土砂崩れはバギオ市内の各所で散見される。この現場では崩れた直下に住宅は建てられていなかった様だが、すぐ手前の斜面下部には住宅があり、少しずつ場所が発生していれば、多大な人的被害を生じた可能性も考えられる。その他にも各所で大小様々な地すべり・土砂崩れが発生している。

3.5 バギオ市における土砂災害の教訓について

バギオ市庁の調査によると市内では確認されているだけで約100箇所地すべり災害が発生し、その結果58名が死亡し、5名が行方不明と報告されている(バギオ市庁)。バギオ市は標高1,000mの山地の稜線部が開発されたマニラなどからの避暑を目的として開かれた都市で、もともと平地や緩斜面が少ない土地環境にあった。バギオ市長への聞き取り調査では、急速な人口の増加と危険な場所への住宅地の無秩序な開発が災害発生に関する問題であると認識されていた。比較的緩やかな土地は早くから開発が進んでいたため、最近の住宅は残された急斜面に建てざるを得ない状況が問題となっているとのことであった。現地調査の際にも口絵4に示すように、急な斜面に密集して住宅などが建てられている状況が各所で見受けられた。

バギオ市では土砂災害のハザードマップの作成も行われはじめているが、人口増を抱える地域だけに、安全とされる場所を選んで住宅を建てることは難しく、経済的な問題もあって簡単には解決しない課題であると感じた。豪雨時における避難体制の確立などソフト対策などを含めて多面的な災害対応の必要性を痛感した。

4. ベンゲット州ラ・トリニダード リトルキブンガンで起きた高速地すべり災害

ここは今回の台風ペーンによる災害において1か所で、85名の死者を出すという最大の人的被害を生じた地すべり災害である。この地すべりはバギオ市からベンゲット州の庁舎が置かれた町に向かう道沿いの斜面が大きく崩れたもので(図1)、被災場所はベンゲット州ラ・トリニダード

ドのリトルキブンガンというところである。発生規模が大きいため、バギオ市庁から提供された空撮写真(写真8)を用いてその全体像を示す。この写真の右上部の植生が削り取られて土がむき出しになった範囲が地すべりの発生地点である。地すべりの土砂はこの地点から道路を横切って矢印の方向に流下し、写真中央を右上から左下に伸びる谷へと流下して、そのまま谷沿いに建てられていた住家を襲って85名の死者を出す甚大な人的被害を引き起こした(写真8の楕円で囲った範囲)。

地すべりが発生したのは道路に直接面した高さ約25mの急な斜面である(写真9)。なだらかな頂部を持つ丘陵状の小ピークの稜線に近い部分からえぐられたように崩れ落ちている。この地すべりの発生規模は幅約30m、奥行き約35mである。地すべり発生域の右側方崖はこの斜面を斜めに切っていた断層面を境としており、楔形の形状で崩れている。地すべりの上部はほとんど稜線に達しており、発生域の背後にはほとんど集水域がない状況である。そのため崩れた斜面部分に降った大量の雨が地中に浸透して発生したものと推測される。浸透した雨水が断層面に遮られてその上の土層に集中した可能性が考えられる。



写真9 リトルキブンガン地すべりの崩壊源の状況
Photo 9 Origin of landslide in Little Kibungan.



写真8 リトルキブンガン地すべりの発生状況
Photo 8 Landslide in Little Kibungan.

この地すべりで崩れ落ちた大量の土砂は直下の谷の中に流入し、数100m下流まで高速で流下して大きな被害を引き起こす結果となった。この谷の両側には沿って住家が立ち並ぶ集落となっており、流路に近い場所にあった住家は流失もしくは全壊した。調査時点ではかなり復旧工事が進められていたため、被災当時の状況はあまり残されていないが、写真10によって高速地すべりが通過した流路と住宅地の立地状況の関係をみる事ができる。

複雑で不均質な地盤状況を持つ斜面で起きる土砂災害の発生場所を的確に予測することは難しいが、谷の流路に近い場所は地形的に高い危険性を有する場所なので、住宅を建てる場所として避けるべきであることは言うまでもない。この災害を教訓に住宅などの土地利用に関しては土砂災害の危険性に対しても十分に配慮すべきである。



写真10 リトルキブンガン地すべりで被災した谷沿いに建てられていた住宅の被災状況

Photo 10 Damage in houses built along the valley where landslide occurred in Little Kibungan.

5. Kennon Road 沿いで発生した土砂災害

バギオ市の調査を終えてマニラ市に戻る移動経路は、Kennon Road を下るルートをとった。この道路はバギオ市が外部と繋がる数少ない道路のひとつである。台風被害直後はバギオ市に繋がる道路は地すべり・土砂崩れによって各所で寸断された。そのため町は一時孤立状態になり、食料品などの生活物資の供給が一時途絶えた。道路が復旧したあともしばらくは片側通行状態が継続され、時間による通行規制が行われた。

洪水調査のためマニラに向かう帰路を利用して、道中の数か所において道路沿いで発生した土砂災害の発生状況を概観し、写真撮影を行なった。停車して見ることができた発生現場は少ないが、それ以外にも道路の両側などに土砂や落石等が散乱している個所についてもGPS受信機によって位置を記録した。その結果、得られた主な被災個所を図2にマークで示した。

口絵7に示したのは上流の斜面崩壊から流下した土石流で被災した個所である(図2-A)。数mの巨礫を含む土砂が道路脇に除けられており、台風直後は長期間にわたり道路が不通になったと思われる。道路は応急的に復旧されていたが、交互通行と悪路で徐行を余儀なくされるため、交通渋滞が発生していた。

こういった道路が河川を横切る地点では上流からの土石流の可能性などを考慮して高い橋などを架けるか、川の両側に道路を通して、片側が被災しても対岸の道路が利用できる様な対策を講じることで早い災害復旧が可能となる。

口絵8はKennon Road脇の岩斜面が崩れたものである(図2-B)。現場の状況を概観する限り、もともと亀裂の多い岩斜面の亀裂に沿って大量の雨水が浸透したことに加え、直下を流れる河川の水流によって斜面の足元が侵食されて不安定化したことから岩滑りを起こしたと推定される。

こういった場所の岩滑りの発生予測はかなり難しいが、今回すべり面となった亀裂を境に以前から微小な変形を

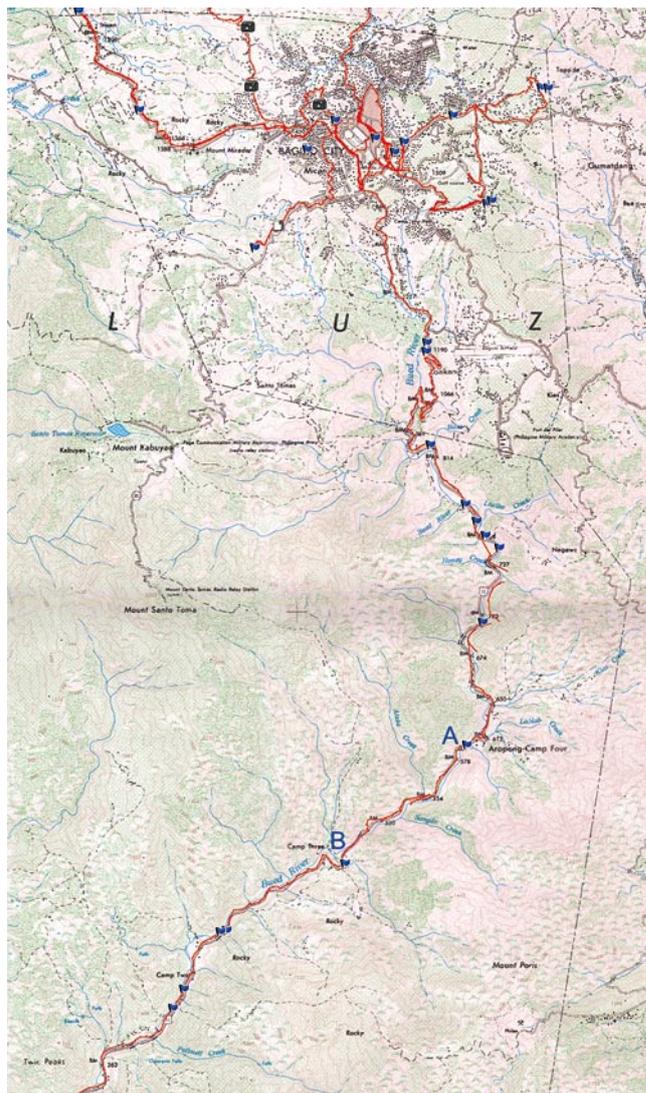


図2 Kennon Road 沿いで発生した土砂災害の分布
Fig. 2 Distribution of landslides along Kennon Road.

生じていた可能性も考えられる。植生に覆われた場所であるだけに、そういった前兆を見いだすのはかなり困難であるが、道路の管理の一環として定期的な点検体制をとることも、防災対策の一つとして考慮すべきだと思われる。

6. まとめ

台風ベベンによってフィリピンのルソン島北部で起きた土砂災害について、短期間であったが調査を実施した。バギオ市内では小規模ではあるが各所で地すべり・土砂崩れが100個所近い場所で発生し、死傷者を出している。現地調査を実施したいくつかは道路の路肩直下の急斜面が崩れたもので、直下の斜面に立地していた住家に土砂が流入して多数の被害を生じた。バギオ市は人口が急増してきたことから崩れる危険性が高い斜面にも住宅が建てられていることが災害の被害拡大の要因になっている。その背景には本報告書の中須の指摘の様に急激な人口増があることが指摘できる(中須, 2011)。

バギオ市の周辺各所でも土砂災害が多数起きており、中でもベンゲット州ラ・トリニダードでは大規模な高速地すべりによって死者85名の被害をだす惨事を起こした。ここでは谷沿いの危険な場所に多くの住家が建てられていたことが災害を大きくした最大の要因であり、フィリピンの様に毎年の様に台風が接近・上陸するような国では、住宅地に対する土地利用の適正化などの対策を徹底するべきと考えられる。

謝辞

現地調査にあたっては、フィリピン在住の志賀氏に調査用の車の手配や宿の予約等に加え現地調査においてもお世話になった。またバギオ市の調査においては地元のコミュニティーラジオ局のローズさんとミリンダさんの

尽力によってバギオ市長をはじめ、防災関係機関への聞き取り調査を実現することができた。短時間にも関わらず効率的な調査が実現できたのは、両氏をはじめフィリピンの多くの方々の好意によるものである。ここに合わせて感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 中須 正(2011)：台風オンドイおよびペン災害における人的被害拡大と災害対応。防災科学技術研究所主要災害調査，**45**，87-96.
- 2) 下川信也，飯塚 聡，栢原孝浩，鈴木真一，村上智一(2011)：藤原効果；T0917とT0918の相互作用。防災科学技術研究所主要災害調査，**45**，17-21.

(原稿受理：2010年11月25日)

要 旨

2009年9月から10月にかけてフィリピンに上陸した2つの台風によって土砂災害・洪水災害が発生した。このうち2つめの台風17号がもたらした豪雨によってバギオ市を中心とするルソン島北部に数多くの土砂災害が発生し、200名を超える人的被害を生じた。現地調査は実質的に半日の短期間であったが、土砂災害調査を行なったので、報告する。これらの土砂災害は未曾有の豪雨がもたらしたものであるが、急な斜面に無秩序に密集して住家が建てられるなどの社会的要因によって被害を大きくした要素も大きい。

キーワード：地すべり災害，台風ペベン，フィリピン，バギオ市