

# インドネシア・アンボン島の地すべり及び泥流災害

---

伊藤 駿\*・Edi P.U<sub>TOMO</sub> \*

---

## Landslide and Mudflow Disasters in Ambon Island, Indonesia

Takeshi I<sub>TO</sub> \* and Edi P.U<sub>TOMO</sub> \*

### Abstract

This is an urgent report on landslide and mudflow disasters occurred from the late of May to the beginning of August, 2012 in Ambon Island, Maluku Regency, Republic of Indonesia. The main reasons are based on the frequent heavy rainfall, landslide, mudflow, earthquake, and social background of residential lots.

The events claimed 33 human lives, 21 people injured and 299 houses destroyed completely, and hit particularly Batu Gajah, Batu Merah, Kuda Mati and Karang Panjang in Ambon city.

Landslide disaster areas are almost standing on the steep side of the upstream of the river, mudflow events observed mainly at the middle reaches, and flood disasters together with high tide appeared at the downstream. These disasters were highly influenced by human activities. Although the disaster statistic data in Ambon are not kept under perfect control, however, the authors inform urgently the peculiarity to make clear the disaster problems, to propose several analytical items and to express the investigated results for the disaster mitigation in the present paper.

キーワード：インドネシア・アンボン島，豪雨，地震，地すべり及び泥流災害，複合型災害，集落災害

Key words : Ambon Island-Indonesia, Heavy Rainfall, Earthquake, Landslide and Mudflow Disasters, Multi-phased Disaster, and Village Disaster.

---

\* インドネシア国立科学研究所  
Indonesian Institute of Sciences

本報告に対する討論は平成25年11月末日まで受け付ける。

## 1. まえがき

2012年5月下旬から同年8月初頭にかけて、インドネシアのスラウェシ (Sulawesi) とパプア (Papua) の中間に位置するアンボン島 (Ambon Island) で死者33名、重軽傷者21名、全半壊家屋1,476棟に達する災害が発生した。主たる災害は地すべり、泥流災害であるが、これに高潮洪水が複合的に生じた。さらに、現地は地震の頻発地帯である。災害の主な誘因は度重なる地震の影響による地盤の崩壊現象と、これに引き続く豪雨であると推察される。次に、素因は急傾斜角の斜面をもつ丘陵地形と、この斜面を構成する脆弱な地質環境にある。当該地域は豪雨地帯であり災害発生頻度が高いにもかかわらず、現在まで殆どこの地域の災害について取り上げた事例が無く、また災害知見もほとんど無い。そこで、当該地域で発生した災害を契機に現地調査を行い、防災上の諸問題について検討した。

この災害は、川の上流域では主に地すべり災害、中流域では泥流災害、下流域では高潮と重なった洪水災害が発生し、全体的には幾つかの災害が混合して発生した複合型災害と言える。

現地は熱帯雨林気候帯に属し、年間降水量は3,000mmを優に越す。この降水量の大半が5～7月に集中していた。インドネシアの政治・経済・文化の中心地である首都ジャカルタのあるジャワ島をはじめ、他の地域ではこの時期は乾季であった。このため情報が錯綜し、救助活動が遅れ、災害状況も判然としない等の異常事態が発生した。さらに、この災害には素因、誘因に加え、地域住民の宗教的対立による宅地造成等、土地開発問題における人為的要素が深く関与していた。

そこで筆者らは現地において取材調査を行い、これにアンボン開発計画機構及びインドネシア気象地理物理庁 (以下 BMKG と略す) から収集した2012年8月時点までの資料に基づき、この災害報告を取りまとめた。その結果、この地域特有の災害の特徴を明らかにし、これまでインドネシアで報告されることがなかった幾つかの重要な知見を得た。さらに、防災上、重要な問題点を指摘する。

この災害は我が国の中山間地の災害にも似た点があり参考となる。以下にこれらの諸問題について考察した事項を報告する。

## 2. 災害概況

災害が発生したアンボン島は、図1に示すように南緯3°30′～3°48′、東経127°55′～128°22′にあり、ほぼ赤道直下に位置する。中心都市のアンボン市は、海岸線のきれいな観光スポットとして知られる。図1には今回の災害による主な被災箇所を示す。災害発生箇所は島全体に点在したが、特にアンボン市のうちバツガジャー (Batu Gajah)、バツメラ (Batu Merah)、クダマティ (Kuda Mati)、カラパンジャン (Karang Panjang) 地区に集中した。狭い範囲の人口密集地域であるが、しかし、発生地区、災害の種類、規模等の時系列的で詳細な情報については、政府機関でも未だ正確に把握できていない。

被災地は主に海岸線に接した丘陵急傾斜地形に集中していた。その地域の地域住民は幾つかの谷に別れて居住し、特に谷を流れる川沿い及び河口付近に住宅密集地帯が形成されている。これらの河川は川幅数mの谷川で勾配が大きい。いずれの地区でも標高の高い谷の源頭付近や尾根部に教会や学校等の公共施設が建ち、その下位の急斜面に民家が建ち並んでいる。建物は急斜面をテラス状に整地して建てられ、未舗装の狭い道路沿いに連なっている。この地域での交通手段は主としてバイクである。中流域はU字形の谷であり、川の両岸は30°以上の急斜面となっている。こうした地域では一度集中豪雨が生じると、たちまち地すべり及び泥流災害が併発し、複合型災害が生じるリスクが大きい。

災害の原因としては、この地域の地盤は未圧密で雨水がしみ込み易く、流失し易いことにある。また、急斜面の谷を一気に流下し激流となるため、中流域では泥流災害を招く。こうした災害はインドネシアの雨季に多い典型的な地すべり及び泥流災害として知られ、東部ジャワ州ジェンベル (Jember) でも2005年12月末から2006年1月初頭にかけて大規模な災害が発生した<sup>1)</sup>。

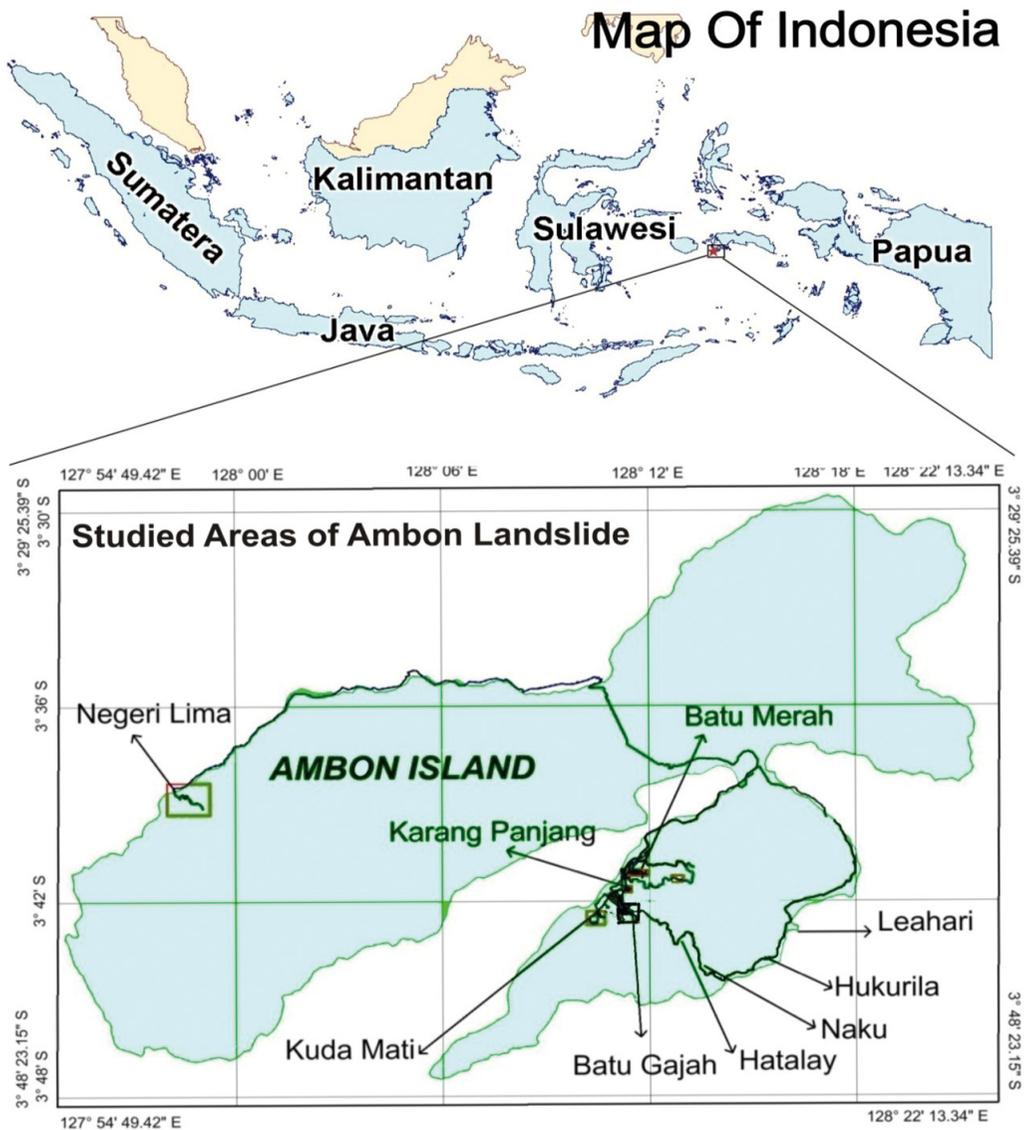


図1 災害が発生したアンボン島の位置と主な被災箇所

泥流は地理的勾配が大きい地形を流れ、中流部から下流部の平坦地に向かうにつれて流勢を増し、洪水を引き起こし、現地語のいわゆるバンジュール (Banjir : 冠水災害) となる。

特に2012年は洪水の発生と高潮とが重なり、被害を拡大させた。いずれの地区でも川沿いの住家の密集地が洪水流の直撃を受けている。

災害種別を河川の区間で見ると、上流部では主

に地震による地盤の破壊現象が見られ、豪雨が地すべりを引き起こし、これに伴う建物被害が多く見られた。中・下流域では泥流災害と高潮洪水災害によって人的被害が多く出たことが特徴的である。

一連の災害は2012年5月下旬に始まり8月初頭まで断続的に発生した。この期間の被害を集計すると、死者33名、重軽傷者21名、全壊家屋299棟、

半壊家屋1,177棟、橋の損壊12箇所、道路の切断・路肩決壊等による通行止めが5箇所、家屋地盤の陥没12箇所、家屋の基礎部決壊に伴う谷側への転落危険家屋が235棟となった。

集落ごとの災害状況を簡単にまとめると、例えば、バツガジャー（図1参照）では、キリスト教会等の公共の建物に被害が多く見られた。これらの建物は丘陵のほぼ頂部に立地するが、今回の調査では地震によって発生したクラックとその後の豪雨による地すべりにより、急傾斜地の建物基礎が崩壊、陥没する等の被害が生じた（写真1参照）。幸いこの地区では死者は出ていない。

一方、バツメラー（図1参照）はイスラム教徒が多く居住しており、バツメラー川の兩岸の低平地に住家が密集している。人口密度の高い地区であったため、泥流及び高潮洪水災害によって人的被害が多く出た。

### 3. 地質環境と災害

インドネシアの地すべり地帯は総じて未圧密の赤茶けたラテライト系の土質が表層地盤の大半を占める<sup>2)</sup>。アンボンの土質も概ね同様である。こうした表層土はアンボンでは2～5 mの厚さで堆積し斜面を構成するが、この地層の中に強風化角礫岩、石灰岩、強風化凝灰岩が混在する。強風化凝灰岩は粘土化して地すべりのすべり面を形成し易い。表層土質は未圧密でスポンジ状になって



写真1 地震によって尾根部に発生した地盤のクラックと陥没の状況（バツガジャーにて2012.7.13撮影）

いるため、雨水が浸透しやすく、指で押すとすぐ崩れる状態である。中には砂岩が風化したと見られる地層も存在し、バツメラーでは校舎の基盤地盤が崩壊し、その露出部には未固結で斜交層理状の砂層や珊瑚質が入り乱れる地層が観察された。このことからアンボン島は海底地盤が隆起してきたものと考えられ、地質学的には第三紀後半から第四紀の若い地質年代の地層で構成されており、従って未固結かつ崩壊し易い地層で構成されていると考えられる。

図1に示すアンボン島の湾曲部は主断層によって形成され、さらにその派生断層が島の谷を形成し<sup>3)</sup>、そこに人が居住し集落が形成されたと推察されている。

### 4. 宗教戦争と集落災害

今回の災害発生の背景には、集落の立地条件の影響が考えられる。

インドネシアは周知のようにイスラム教徒が80%以上を占める。アンボン市にはキリスト教徒も居住しており、土地をめぐる宗教対立があった。1998年にはこの対立が激化し、地域住民の銃撃戦にまで発展している。この時、インドネシア政府はこの内戦を仲介したが、双方とも住み分けを決める際に仲間同士が離散する移転を嫌った。結局、両者は異なる谷ごとに集団で住み分けするようになった。この時、限られた地域の急斜面に無理に新たな宅地造成を行って残留した。一方で、元来地すべりが起こりやすい急斜面である所を開発し、そこに転居した。このため、そうした地区に地すべりが頻発するようになった。これらの地域では、2001、2006、2007、2008、2010、2012の各年に地すべりが観測されている。

写真1にバツガジャーにおける地震によるクラックの発生及び陥没状態を示す。公共施設は高位段丘斜面、あるいは、テラス状、崖錐上の地形に建てられている。そうした建物は、例えば写真2に示すように、倒壊の危機にさらされている。今回の調査ではこのような建物の崩壊が数多く見られた。さらに写真3(a)（矢印）のように急斜面に建った家が3週間後には写真3(b)のように変



写真2 尾根部に建つ学校の基礎部破損状況 (バツガジャーにて2012. 7. 13撮影)



写真3 (a) 急斜面で発生した地すべりによる住家被害 (バツガジャーにて2012. 7. 13撮影)



写真3 (b) 同上矢印が3週間後さらに破壊された状態 (2012. 8. 2撮影)

状し壁が消失し、崩壊寸前に至る現象も観察された。この写真で示すように、上位の建物が崩壊し、それが直接下位の建物を押し潰したり、崩壊現象が連鎖していく様子が見受けられる。上位斜面に密集した集落が下位の集落の災害に波及していく連鎖反应的な危機状態がこの地域全体に拡大していた。インドネシアのこうした現象は都市から離れた中山間地に多く見受けられる。

写真4も同様の事例を示す。上位の建物の基礎地盤崩壊が下位に連鎖し、下位の家が潰されていく様子がわかる。この他、斜面上位の住家の基礎が下位家屋の屋根の高さに位置し、わずか1mも離れていない家並みも数箇所見られた。

こうした所で集落災害が発生した場合、その救助活動は非常に困難となる。中山間地での災害救助活動ではヘリコプターが機動力を発揮するが、今回そうした救助活動はみられなかった。

以上から特に災害が大きかった2012年の災害の場合、もとは同一地域で居住していた住民同士が、宗教的対立で紛争を起こし、地すべりの発生し易い急斜面に無理に宅地造成を行い、新たに集落を形成したため、今回そうした所に地すべり被害が多く現れたと言える。

## 5. 地すべりタイプ

中山間地の集落における災害を深刻化させた要因としては、集落の道路事情が考えられる。そこで道路が被災した事例に着目すると、写真5に示



写真4 上位の建物破壊が下位の建物破壊に波及 (バツガジャーにて2012. 8. 2撮影)

すような地すべりによって、道路が切断された被害がアンボン周辺で5箇所発生した。インドネシアの農山村部では軽ワゴン車を改造したヒッチハイク式乗合いバス（現地語でMini bus:小型バス）による交通手段が発達している。街から集落への人の移動、物資の輸送は、ほとんどこれに依存している。このため道路の寸断は地域住民のライフラインの寸断を意味し、極めて深刻な問題である。

写真5の崩壊面を観察すると、固結度の低い脆弱な土質が冠頭部からすべり面全体を構成していた。この斜面は強風化凝灰質の未圧密な土質で構成され、雨水の浸透が早く、水を含むとたちまち泥流化し、泥流災害に発展し易い。また、こうした段丘崖や滑落崖などの急斜面における地盤のクラックや変状等の開口部は、地震によっても発生し、さらに、拡大する可能性を有する。そこに雨水が浸透すると、地すべりを誘起する事は容易に想像される。遮蔽シートで開口部を覆うなど緊急対策措置が必要である。

写真5に示す崩壊性地すべりは、いわゆる初生型地すべりとみなされる。初生型の地すべりは豪雨や宅地造成、道路開設を契機に発生する場合が多く、斜面長が限定され、表層土層が余り厚くないため、比較的すべり面の浅い小さな地すべりとなる。アンボンで観察された地すべりの多くは、薄い表層土の地すべりが大半を占め、すべり面の



写真5 道路を切断した地すべり（人が立っている地点が旧道）（バツメラーにて2012. 7. 13撮影）

深い、いわゆる大型の深層地すべりは見当たらなかった。

ラテライト系の土質斜面で発生した地すべりによる家屋崩壊の様子を図2に示す。これはバツガジャー川の上流域における平面図（上図）とその地すべり発生断面図（下図）である。この川の兩岸の斜面は30°以上の傾斜角となっており、尾根筋に向かう上位斜面はさらに急峻となっていた。その尾根部に教会が建っている。図2の平面図ABに沿う崩壊状況を下図の模式的断面図に示す。住居は特に川沿いに密集しており、家屋への被害が多く現れた。幸いこの集落では人的被害は軽微なものであった。

なお、図2に示されるような崩壊形態は谷の源頭付近まで続いていた。この種の崩壊現象は、豪雨の発生の度、繰り返し続くことが考えられる。宅地開発やガリー侵食が進行することにより、さらに崩壊は源頭部へと後退し、遷急崖が消失し、やがて遷急崖を乗り越える新たな地すべりの発生が懸念される。宅地開発は植生の密生を妨げ、土壌を緩め、降雨によるガリー侵食を促す。このため、将来再び災害の発生が予測されるため、被災地からの移転を促すなど、新たな防災対策が必要である。

一方で、斜面の中でもあまり地すべりの影響を受けていなかった地域があった。この地域には深根木のガンダリアの大樹が植わっていた。一般的に深根性樹木は地すべり防止に対し有効であると言われるが、樹木の植生は斜面における宅地開発を行う上で必ずしも万全ではない。しかし、地層の浅い地すべりには一応の効果があったものと思われる。

## 6. 降水量と災害発生の関係

BMKG（前掲）によれば、近年のアンボンにおける降水状況は図3のようであった。この図から、2001～2010年における最近10年間の月別降水量の平均は5～7月に集中して多いことがわかる。これに対し、首都ジャカルタのあるジャワ島では、この時期は逆に乾季になっている<sup>4)</sup>。このため、ジャカルタでは他所の大雨災害に対して関

心は低く、また災害ニュースもあまり報道されない。従って、救助活動は大規模かつ迅速さが求められるが、当面地元の地方行政の手に委ねられる。防災費、救助活動費についても中央政府が後日現地調査し判断するが、一般に緊急対応性は低

く、長期間放置される事が多い。

これを示すものとして写真3(a)に見る家屋(矢印)が、その後の降雨によって写真3(b)(三週間後)に見るように移動し、壁が崩壊し、土砂に埋没していく様子が見られる。また、図2の下

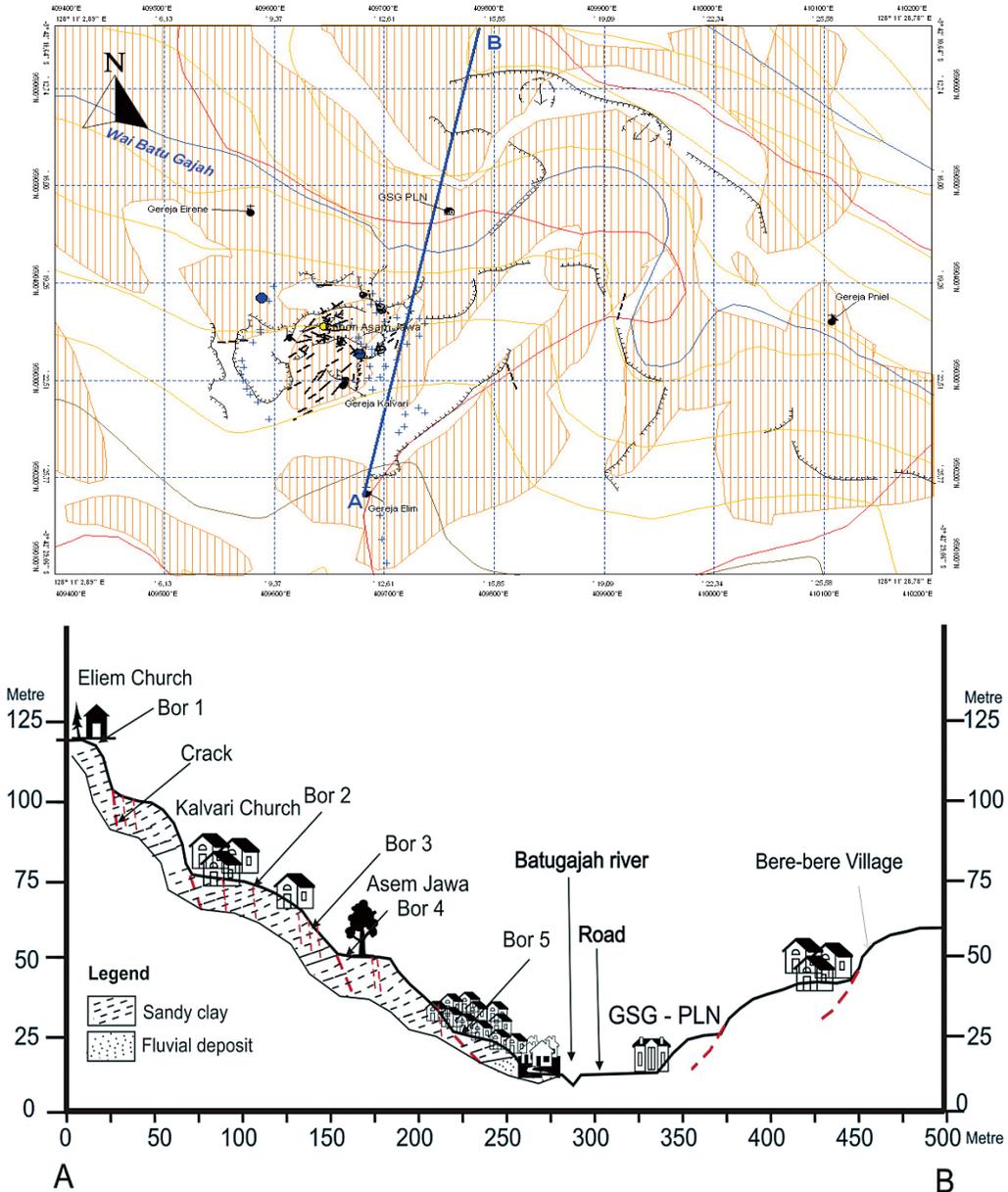


図2 バツガジャー (Batu Gajah) 川流域における地すべり断面

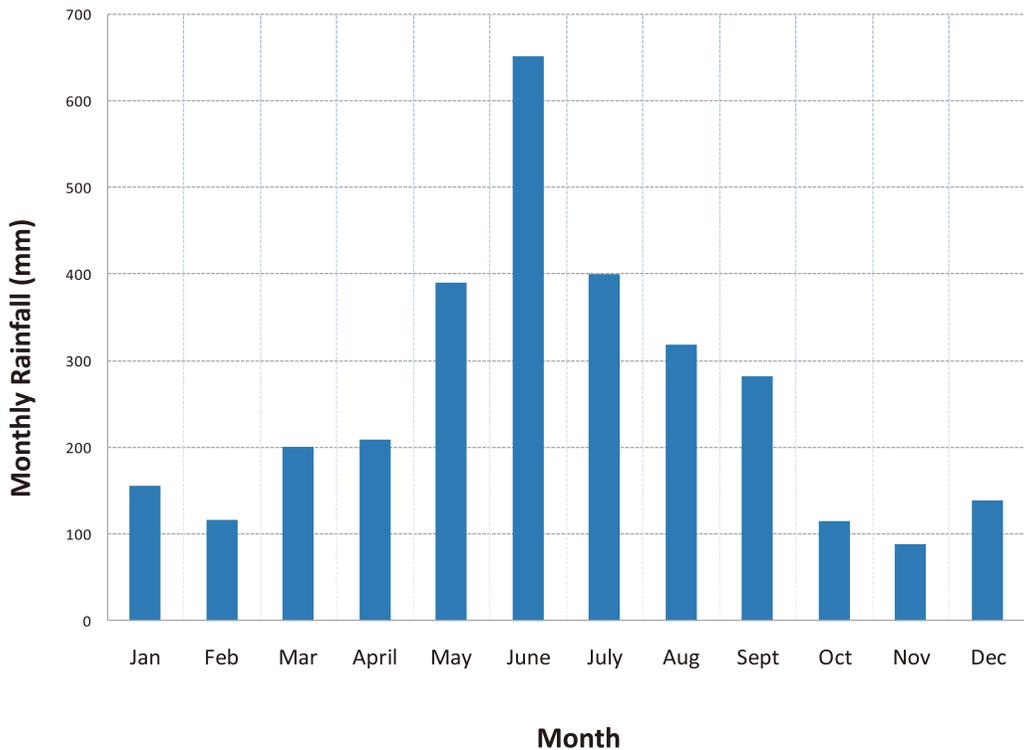


図3 2001～2010年におけるアンボン市の月別平均降水量

図のバツガジャー川付近でもこうした降雨を原因とする地すべりが発生し、住宅が崩壊している。

ところでインドネシアの気候は概ね乾季と雨季に分かれ、日本のように変化に富んだ季節感がなく、また季節によるさまざまな気象変化に対応した防災意識も少ない。従って防災に対する姿勢には日本とかなり隔りがある。アンボンでは5～7月に集中豪雨に見舞われることから、雨の降り方を詳細に調べてみると<sup>4)</sup>、インドネシアの中でもこの地域は他と異なる降り方を示していた。すなわち、一般的にインドネシアの雨季は11～4月であるのに対し、アンボン島を含むマルク (Maluku) 州一帯は5～7月に多量の雨となる特異な地域であった。その理由としては次のように考えられる。

この時期に、太平洋から深海の湧昇流が南下し、スラウェシとパプアの間を通り抜け、インド洋に流れる。インドネシアでは赤道直下を通り抜け、鯨を運ぶというこの低温海流をアルリンド

(Arlindo) と呼んでいる。これがこの一帯の赤道直下に寒気をもたらすため、気象擾乱が生じて大雨となる。一方、2012年の場合、さらにエルニーニョ終末期における積雲の活発化と重なり、このような局地的集中豪雨が発生し、降雨強度が増大したと推定されている。

災害に関する資料を解析した結果、降雨量と地すべりの発生の間には相関が認められた。具体的にはアンボンの地すべり及び泥流災害は、5～7月の期間における降水量が、特定の値に達した際に発生した事がわかった。

図4において地すべり及び泥流災害が併発した年の年間総降水量を調べてみると、いずれの年も3,000mmを越す降水量であった。これらの災害が5～7月に集中していることからわかるように、この期間における降雨状況で災害規模も決まると言ってもよい。特に2008年には年間降水量が5,600mmを越えた。それが5～7月に集中していたことを想定すると、この期間内における災害

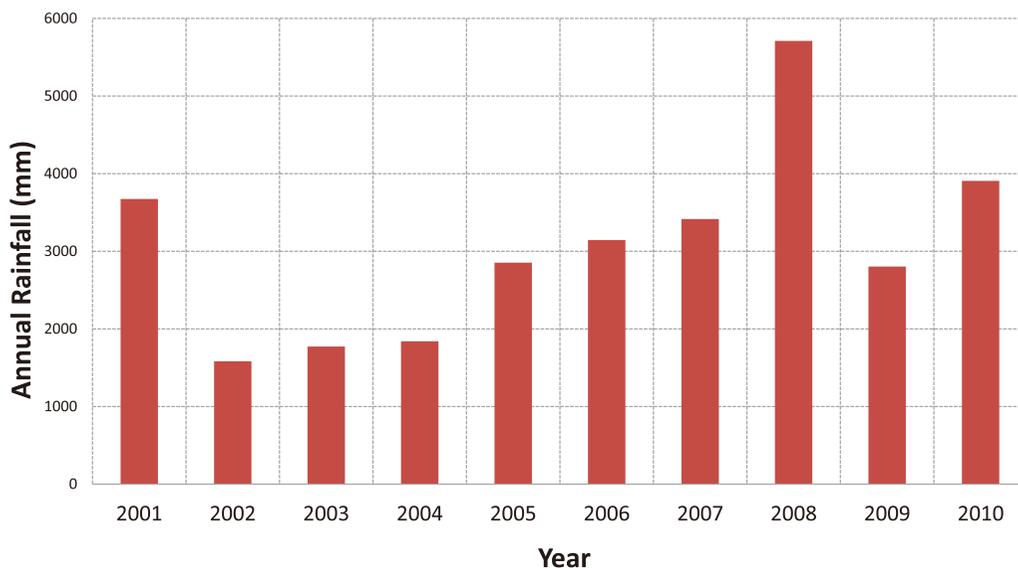


図4 2001～2010年におけるアンボン市の年間累積降水量

が如何に大きかったか想像に難くない。しかし残念ながら災害記録は残されておらず、当時の災害発生のプロセスも知る事ができない。

なお、ジャワ島では特に2,400mm/年を超すと地すべり及び泥流災害が増加していた事が報告されている<sup>5)</sup>。ジャワ島のような人口密度のより高い所では土地開発利用度も高いため、アンボンより少ない降水量でも災害が発生することを示している。

次に、2011年1月から2012年7月までの月別降水量を図5示す。2011年と2012年の両年において5～7月の3ヶ月間の降水量に着目すると、その合計降水量は共に約2,900mmであった。この期間における降水量は、前掲の図4に示す過去10年間の年間平均降水量にほぼ匹敵する。さらに2012年の場合、5～7月の3ヶ月間は毎月900mm以上の降水量が記録され、この期間だけで1年分の雨が降ったことになる。このように5～7月に集中的に降る豪雨域であったため、この期間は絶えず災害の危機に曝されていた。以上から、アンボンでは5月あるいは6月の時点で累計3,000mmに達する場合、地すべり及び泥流災害の併発の可能性が非常に高いと言える。しかし、年間総雨量

3,000mmで災害発生を予測することは防災情報として十分でない。この地域の地すべり及び泥流災害がいつ発生したか、さらに短い期間に着目し、情報を検討する必要がある。そこで短期間内における災害発生時の降水量を考察するため、2012年5月1日から同年8月1日までの累積降水量を図6に示した。また、地すべり及び泥流災害が併発した月日を矢印で併示した。その結果、降水量が200mm/日を超過した際に、地すべり及び泥流災害が併発することが明らかとなった。

図6に示すように、2012年の場合、5月27日の未明を初めとして、次いで6月7日、6月18日、7月15日そして8月1日と5回に亘って災害が発生していた。いずれの災害時にも200mm/日以上降水量が観測されていることから、地すべり及び泥流災害は、短期的降雨強度200mm/日を超えると発生する可能性が高い事を示している。この数値はアンボン地区における災害発生の一つの指標と考えられる。こうした災害情報を地域住民に提供し、防災の注意喚起を促していくことは災害頻発地域においては非常に重要である。しかしながら、現地では時間降水量の観測値は得られていない。

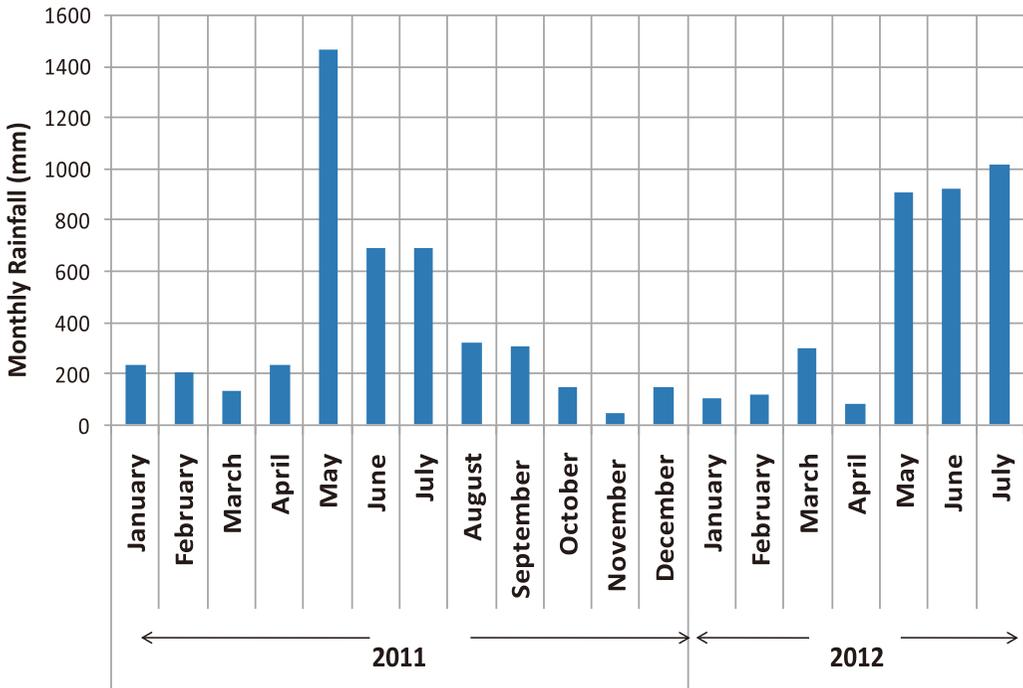


図5 アンボン市における2011年1月～2012年7月までの月別降水量

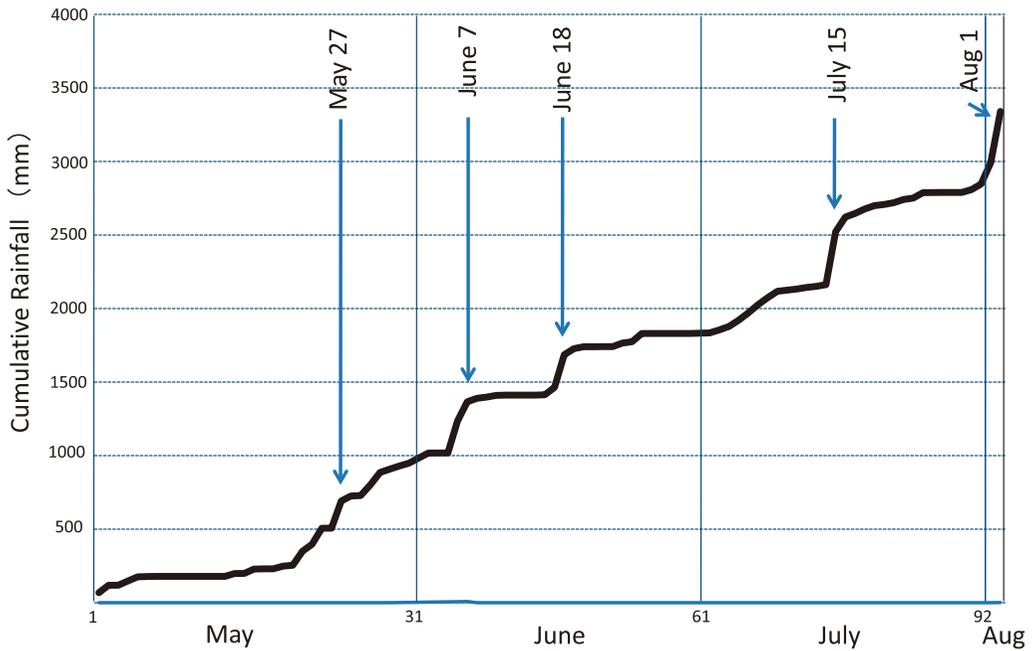


図6 2012年5月1日を起点に同年8月1日までの累積降水量

次に地すべり及び泥流災害の発生時に、下流部において併発した洪水災害について述べる。洪水災害が大きかったバツメラ川河口付近の住宅密集地帯の様子を写真6に示す。川幅はおよそ4～5 mである。7月31日に146mm、8月1日に348mmの記録的大雨が降った。このため河口付近に流下した濁流は高潮と重なり住宅街に逆流し、大規模な高潮洪水災害が発生した。実際に痕跡を確認できなかったが、高潮によって水位が7 mも上昇したとされる。写真6は潮が引いた後の8月2日の様子で、写真の楕円付近が最も人的被害及び家屋流失が生じた箇所である。その原因として、この地区は川の蛇行部の外岸側に当たり、流れが急であったためと考えられる。当該地区にはモニタリングシステムや警報装置、避難場所等は設けられていなかった。

以上のことから、この地域では地震はもとより高潮や集中豪雨及び洪水災害に備え、時間スケールの雨量、河川水位、潮位変動を常時モニタリングする必要がある。そして、警報装置の設置、避難先の指定等は防災の基本として実施することが極めて重要である。また、地域住民に対し、情報収集の重要性を浸透させ、防災に備える必要がある。このことから地域防災教育の重要性があらためて認識される。



写真6 高潮洪水災害が発生したバツメラ川の河口付近（楕円部分が川の蛇行部のため被害甚大、バツメラにて2012.8.2撮影）

## 7. 地震の影響

インドネシアでは地震による地すべりや岩屑なだれも結構多く、最近でもジャワ島の大規模な災害が報告されている<sup>6,7)</sup>。今回アンボンでは、豪雨が続きした後で地すべり及び泥流災害が発生した。その前駆現象として地震があったこと、さらに5～7月の降雨期間中に発生した地震の影響も考慮する必要がある。地震による地盤に生じたクラックは、写真1でも示したように、地すべり発生前にも存在していたことが指摘されている。急斜面ではクリープ性クラックが自然発生することもあるが、地震動はこうしたクラックを拡大させ、地盤を陥没、滑動させる大きなエネルギーとなる。現地でのヒアリング調査でもクラックが5月になって増加したと指摘されており、地すべりに与える地震の影響は大きかったと考えられる。

そこで2012年の5～7月におけるアンボン島周辺の地震記録（BMKG）を図7に示す。アンボン市及び周辺域では規模は小さく震源も浅いが、しかし直下型のものが多発していたことがわかる。アンボン島周辺はインドネシアの中でも地震が多いことで知られ、津波に対する防災意識は高いが、地すべり等地盤災害に関しては近年ようやく認識が高まりつつある。

今回の調査結果では、地震によって直接地すべり災害が単独で発生したという事例は認められなかった。しかし、地震が地すべり発生の大きな素因となり得ることは今回の調査からも十分示された。

## 8. 災害の特徴に関するまとめ

インドネシアのアンボン島で発生した災害について調査を実施した。その結果、この災害についての特徴が明らかになった。本調査で得られた主要な結果を以下にまとめる。

(1) インドネシアの気候は乾季と雨季に分かれ、5～7月は乾季とされるが、アンボン島周辺域では深海湧昇流（アルリンド）がもたらす寒気の影響により、雨季となる。その期間中に集中豪雨が発生し種々の災害が発生した。季節（乾季期間）外れの異常降雨と見なされ、災害情報の錯綜

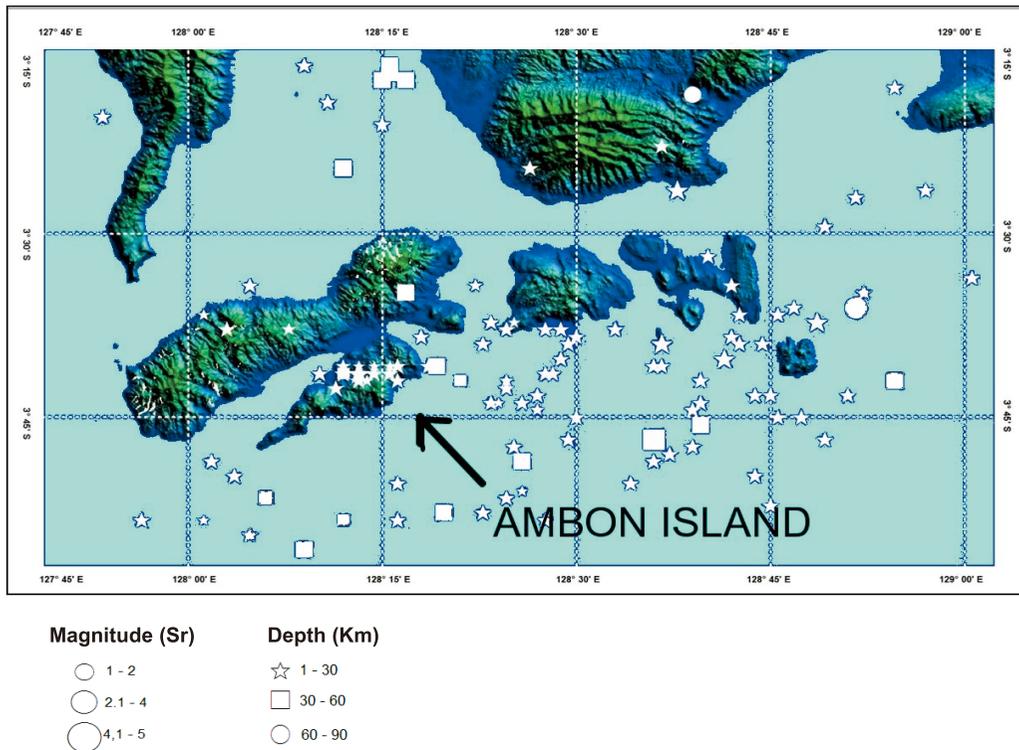


図7 アンボン島周辺における2012年5月～7月の地震分布図

があり、中央政府の救助活動が遅れた。

(2) アンボンでの災害は、地すべり、泥流災害、高潮洪水が連鎖的に発生したいわゆる複合型災害であった。

(3) 現地の地すべりが発生した斜面の土質は、雨水が浸透し易く、また、泥流化し易い脆弱なラテライト系であったため、地すべりが泥流災害に進展する要因となった。

(4) 地すべり斜面は強風化土質で構成され、2～5 mの厚さで堆積する。このためアンボンでは比較的すべり面の浅い地すべりが多く、その多くは初生型地すべりであった。

(5) 災害種別を河川の区間毎にみると、川の上流域では主に地すべりによる建物被害が、中・下流域では泥流災害、高潮洪水に伴って人的被害が多く生じた。

(6) アンボンでは、短期的降雨強度が200 mm/日を越えると地すべり及び泥流災害が併発し、こ

れらの豪雨イベントは5～7月の期間に集中していた。この降雨強度はこの地区における災害発生の警戒閾値と考えられる。

(7) 災害による被害を増大させる要因として地域住民の内戦が挙げられる。地域紛争により地すべりの起こり易い急斜面に集団宅地開発を行ったため、これらの地域がより地すべりで被災することとなった。また、谷川に沿って、中流域や河口付近にも人口密集地帯が形成された。その低平地が泥流、高潮洪水の直撃をうけた。このように地域紛争により移住し、形成された集落において災害による被害が集中した。

(8) 中山間地では斜面の狭いスペースに集合した住宅地が形成されることが多い。こうした住宅地では地すべりによって上位から徐々に家屋崩壊が起こり、下位に連鎖する集落災害が見られた。また、地震によって地盤にクラックや陥没等が生じ、これが地すべり発生の要因になったと考えら

れる。

## 9. 防災対策への提言

今後この地域での防災対策をどのように進めれば良いか以下に提言する。

(1) 地域住民の宗教的対立が生じ、移住用の宅地確保のため、無理な斜面開発が行われた。その結果、多くの地すべり災害をもたらし、泥石流災害、高潮洪水災害へと連鎖的に発展し、複合型災害を招いた。豪雨地域であり、また脆弱な急斜面上に住家が建ち並ぶことから、豪雨襲来の際に災害が再発する可能性が高いままである。従って、安全な土地への移転を検討し、地域住民との十分な話し合いを行い、科学的根拠を示して説得する必要がある。

(2) 定住した土地は離れがたい。移住しないのであれば減災策、適応策を検討する必要がある。その際、自然環境が似て安全である地域を探し、その模範に学ぶ。

(3) おおよその災害発生条件(200mm/日)が把握できたので、ソフト対策、ハード対策の両面からどのように防災を推進するか十分検討する。

(4) ソフト対策としては、まず地域住民の防災知識を深める事が重要である。地すべりや泥石流災害、高潮洪水がなぜ起こるのか基本的な防災教育を行う。

(5) ハード対策としては、どこが危険であるか地盤のクラック、陥没箇所、家屋基礎部の決壊による谷側への転落危険箇所等の分布を調査し、ハザードマップを作り、さらに危険な土地利用に関するルールを策定する。また、洪水や地すべり危険箇所には絶対に家を建てさせない等の強い指導を行う。

(6) 防災に関する地域住民のコミュニティーによる連絡網を作り、地域全体の防災に関する巡視体制を確立させる。

(7) 危険箇所については第一に土留め工事や遮水シート等の緊急対策を施す。例えば地盤崩壊防止のためには土のう、蛇籠等の簡単な作り方を地域のコミュニティー活動を通じて行う。

(8) 危険箇所は緊急に移転等の対策を進める。

(9) 地震活動が活発な地域であるから、地震に伴い地すべり災害が加速される可能性が高い。地震情報に加え、地域の防災情報として短時間雨量の観測、地すべり観測、潮の干満の観測システム及び警報システムを整備する。これによって観測データを分析し、防災上、前以って地域住民に対し情報を発信し、災害に対する注意を促し地域の防災に努めることが求められる。

(10) 避難場所を設けどんな時に危険か避難訓練を実施する。

(11) 根の深い草や樹木等の植生技術を導入し、斜面崩壊を防ぐ植生活動を推進する。

(12) 中山間地では緊急災害時の対応が全くできない。緊急対策用重機が入れる道の整備、空からの救助体制等人命救助を優先した課題を検討する。

## 10. 結言

インドネシア・マルク州アンボン島の災害調査を通じて、今回の災害の特徴について考察し、資料解析によって得られた知見を述べ、さらに防災対策上の提言を行った。インドネシアは人口2億4千万人を抱えた多島国、多民族国家であり統括の難しい国であるが、我が国と同じ災害が頻発する国でもある。災害資料や気象資料について一般に公開されておらず専門家が育ち難い環境にあり、また、防災システムも殆ど構築されていない。従って、地方の小さな島の災害事故について、首都ジャカルタの中央政府に災害SOSをどのように発信するかも大きな課題である。

前章で述べた提言を全て同時に実施することは困難であるが、一つずつ着実に実現していくことで、この地域の防災力が徐々に向上することを期待する。アンボンでの複合型災害は、驚異的な豪雨による自然災害に加え、人為的要素も加わり、それが反映されたいわゆる典型的集落災害であった。この種の災害現象はアンボンだけではない。我が国の中山間地でも共通の要素が見受けられる。

アジアの発展途上国では開発を優先する結果、弱者が災害による被害を受けるケースが多い。自然環境とうまく共存して行くためには、現地それ

ぞれの環境の特徴を良く把握し、その環境に適応するような開発が必要である。この現地調査及び資料解析によってこのことが浮き彫りとなった。

急斜面では特に降雨と地すべり及び地震情報に注意し、無理な開発は絶対避けるべきである。インドネシアでは30°以上の斜面での耕作地はもとより宅地の開発も禁じられている。しかし、実際には宅地等の造成を規制することができず、この危険箇所での災害の発生を許してしまった。

本報告は、今までインドネシアの当該地域について明らかにされていなかった初めての災害情報かつ知見である。防災対策を進める上で、本報告が当該地域のみならず他の関連地域においても役立てられれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 伊藤 驍・Edi P.Utomo・Gatot M.Soedrajat：インドネシア東部ジャワ州ジェンベル県で発生した地すべり及び泥流災害，自然災害科学，Vol.27, No.4, pp.363-374, 2009.
- 2) Takeshi ITO, Edi P.Utomo: Landslide Hazards along the Tectonic Zone in Java Island, Indonesia, Proceedings of the Int'l Conf. on Management of Landslide Hazard in the Asia-Pacific Region, pp.579-589, 2008.
- 3) Van Bemmelen: The Geology of Indonesia, Vol 1A, The Hague, P610.1949.
- 4) National Coordinating Agency for Survey & Mapping & Meteorological & Geophysical Agency: Atlas of Rainfall Indonesia, 116 pp., 2004.
- 5) 伊藤 驍・Edi P.Utomo：インドネシア・ジャワ島における地すべりについて，第26回日本自然災害学会学術講演会講演概要集，日本自然災害学会，pp.71-72, 2007.
- 6) 伊藤 驍・エデイ Pウトモ：2009年9月のインドネシア・タシクマラヤ地震による岩屑なだれ，地すべり，第46巻，第3号，pp.76-78, 2009.
- 7) 伊藤 驍・エデイ Pウトモ・スランタ：タシクマラヤ地震後の豪雨によって発生したインドネシア西ジャワ州のチウイデー地すべり，地すべり，第47巻，第3号，pp.47-48, 2010.

(投稿受理：平成24年11月30日)

訂正稿受理：平成25年3月18日)