

13. 2010年10月奄美豪雨における降雨・土砂災害の特徴とその適応策の方向性

安福 規之^{1*}・大嶺 聖¹・荒木 功平¹

九州大学大学院工学研究院建設デザイン部門 (〒819-039福岡市西区元岡744)

* E-mail: yasufuku@civil.kyushu-u.ac.jp

本論文では、平成22年10月に発生した奄美大島における豪雨災害、特に土砂災害の状況に焦点を当て、降雨の特徴、今後の適用策のあり方と課題について言及している。具体的には、まず、奄美大島における過去の降雨の特性を概観するとともに、災害時の降雨状況を分析した。次いで、土砂災害の概要を紹介するとともに、土砂災害の詳細な現地調査結果を踏まえて今後の土砂災害復旧や適応策としての防災対策の方向性と早急に取り組むべき課題を取りまとめた。

Key Words : Amami-Oshima island, heavy rainfall, sediment disaster, disaster prevention, adaptation, climate change

1. はじめに

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) による第4次評価報告書 (平成 19 年) では、地球の気候システムに温暖化が起きているとほぼ断定し、地球温暖化に伴う大雨の増加、台風の強度の増大、海面水位の上昇等を予測している。

内閣府¹⁾によれば、『昭和53年から平成19年までの30年間 (1978-2007年) を振り返ると、ここ10年間の気象には、短時間に激しく降る大雨の発生回数が明らかに多いなど、異常なもの見られ、毎年のように台風、熱帯低気圧、梅雨前線などに伴う豪雨災害が頻発している』ことが指摘され、『こうした中で、気候変動による豪雨や台風の強度の一層の増大、海面水位の上昇などにより、過去の統計や経験が通用しなくなる事態が生じることも想定されており、過去の気候を踏まえた防災体制等を整えてきた各地域においては、水害や土砂災害、高潮災害等の頻度や規模の増大による被害の発生がより一層増加する』ことが懸念されている。このため、気候変動への対応の視点を踏まえて、防災・減災対策について、従来の枠組みを超えた発想による対応が求められている。

本論文では、平成22年10月に発生した奄美大島における豪雨災害、特に土砂災害の状況に焦点を当て、今後の適応策のあり方と課題について言及している。具体

的には、まず、奄美大島における過去の降雨の特性を概観するとともに、災害時の降雨状況を分析した。次いで、土砂災害の概要を降雨との関係で示すとともに、今後の土砂災害復旧や適応策としての防災対策の方向性と早急に取り組むべき課題を取りまとめた。

2. 奄美大島における気候変動

気象庁²⁾では、ホームページで各観測所の過去の気象データを公開している。図-1に奄美市名瀬観測所における1897年~2010年までの年平均気温を示す。この図より、奄美市において100年で約0.94度上昇しており、温暖化してきていることがわかる。また、直近50年では約2倍のペースで温暖化してきている。

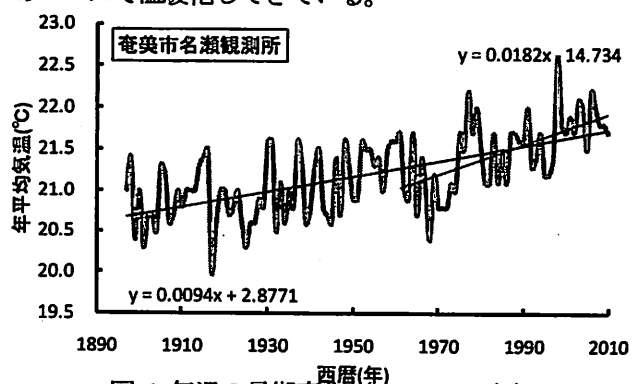


図-1 気温の長期変化 (1897~2010年)

表-1に名瀬観測所における過去に記録した日降水量、日最大10分間降水量、日最大時間降水量の1位～5位までを示す。色付きセルは1990年以降に記録した値を示している。この表より、昨年の奄美豪雨（2010.10.20）により日降水量が過去最大値を記録したことがわかる。2位の1903年以来107年ぶりとなっており、日降水量の1位と2位の差は約75mmと大きく更新された。日最大時間雨量については1990年以降5位以内にランキングしていない。これは95mm以上の雨を過去にすでに5回記録しており、1999年に時間雨量90mm以上を記録しているが、それでも6位であり、更新しにくいと考えられる。

表-1 奄美市名瀬観測所の降水量ランキング

(1) 1位～5位

要素名／順位	1位	2位	3位	4位	5位	統計期間
日降水量 (mm)	622 (2010/10/20)	547.1 (1903/5/29)	538.5 (1976/9/10)	424 (1990/9/18)	421.5 (1906/11/13)	1896/12 2011/2
日最大10分間降水量 (mm)	28 (1968/9/23)	27.5 (2008/11/6)	26 (2008/9/26)	26 (1990/9/18)	24 (1973/6/28)	1937/1 2011/2
日最大1時間降水量 (mm)	116.4 (1949/10/21)	105 (1973/6/28)	102.9 (1915/6/16)	97 (1982/1/4)	95.2 (1903/5/29)	1896/12 2011/2

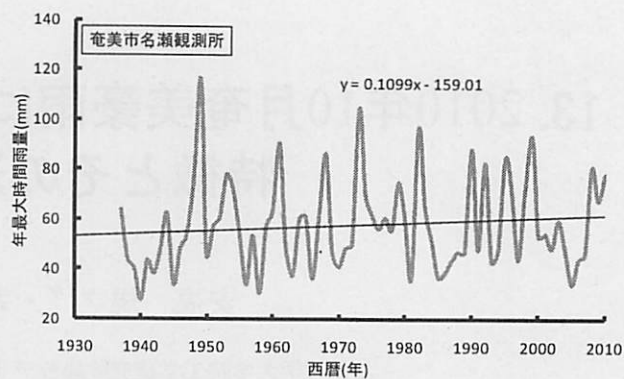
(2) 6位～10位

要素名／順位	6位	7位	8位	9位	10位	統計期間
日降水量 (mm)	416.4 (1944/7/30)	407 (1916/8/22)	398.6 (1959/11/12)	397.9 (1957/9/5)	393 (1975/7/2)	1896/12 2011/2
日最大10分間降水量 (mm)	23.5 (1999/6/11)	23 (1995/9/22)	23 (1990/8/4)	22.5 (2002/6/28)	22.1 (1960/6/10)	1937/1 2011/2
日最大1時間降水量 (mm)	93.5 (1999/6/11)	90.9 (1961/7/29)	88.5 (1990/9/18)	86.5 (1968/9/23)	85 (1995/9/22)	1896/12 2011/2

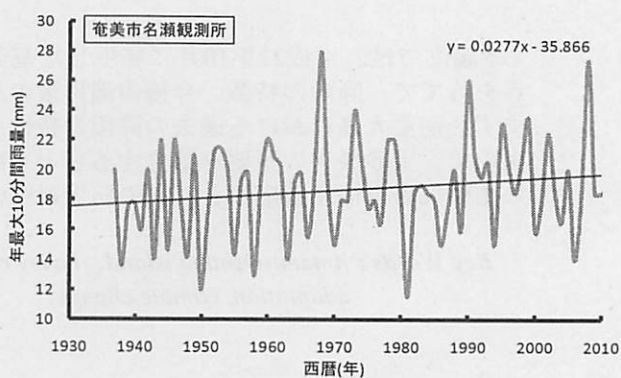
図-2(1)、(2)に年最大時間雨量および年最大10分間雨量の長期変化（1937～2010年）を示している。図中の直線は、経年変化に対する年最大時間雨量、年最大10分間雨量の最小二乗法による線形回帰直線を示している。年最大時間雨量の線形回帰直線は経年変化に対して右肩上がりの傾向がみてとれる。一方、年最大10分間雨量はほぼ横這いか、やや右肩上がりの傾向がある。

図-3は1937年～2010年まで（1936年までのデータ無し）の時間雨量50mm、70mm以上を記録した年間日数を示している。図中の直線は線形回帰直線である。この図より時間雨量50mm以上、時間雨量70mm以上を記録した年間日数は経年変化に対し線形回帰直線は右肩上がりであった。

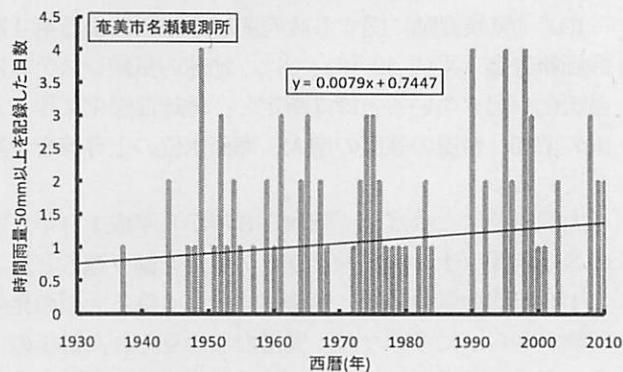
したがって、線形回帰直線の傾向に関して言えば、今後においてもこの地域は、将来にわたってゲリラ豪雨に対する効果的な適応策を検討していく必要があると考えられる。



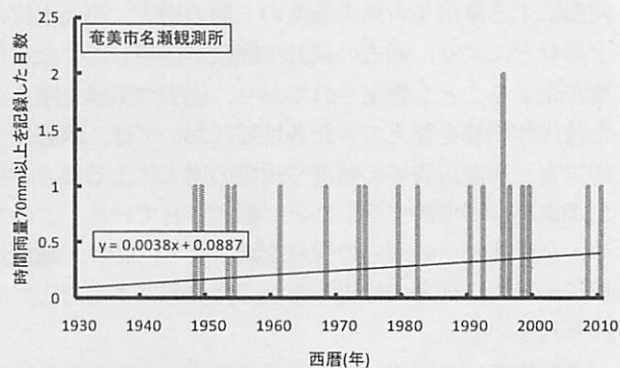
(1) 年最大時間雨量(mm)



(2) 年最大10分間雨量
図-2 降雨強度の長期変化



(1) 時間雨量 50mm 以上の年間発生日数



(2) 時間雨量 70mm 以上の年間発生日数

図-3 大雨の発生日数の長期変化

3. 平成 22 年 10 月奄美豪雨の状況

(1) 概要

2010 年 10 月 19 日～21 日にかけて、秋雨前線と台風 13 号の影響により、鹿児島県奄美大島で記録的な豪雨が発生した。最も豪雨が続いた 20 日の日積算雨量は住用支所で 691 ミリ、奄美市名瀬で 622 ミリ、瀬戸内町古仁屋 286.5 ミリを記録し、台風の影響を受けやすい奄美大島でも、過去最大級の雨量となった。秋雨前線と台風の影響が重なって起きる大雨は、平成 12 年の「東海豪雨」などの例がある。特に紀伊半島や四国では、流れ込む空気が高い山にぶつかって上昇しやすいため、大雨になりやすい。しかし、奄美大島のような標高の低い離島では、こうした大雨は例がなく、気象庁は「非常にまれな現象」とみて詳しいメカニズムの解明が必要と考えている³⁾。

(2) 発生メカニズム

19 日から 20 日夜遅くにかけて、奄美大島付近に停滞していた秋雨前線に、台風 13 号の東側を北上する暖かく湿った不安定な空気が大量に流入したことによって、記録的な豪雨となった。

以下の 3 種類の雨雲が断続的かつ複合的に影響し、結果として、長時間の豪雨となった可能性が考えられている⁴⁾。

- ① 奄美大島～沖永良部島のすぐ南海上で断続的に発生して北上、通過した積乱雲。この積乱雲の発生域は、動きの遅いシアラインまたはメソ低気圧と対応していた可能性がある。
- ② 奄美大島の山地で発生、停滞した雨雲。この雨雲は、地形性上昇によって発生した下層を中心とした雨雲であったと推測される。
- ③ 南海上から断続的に北上し、比較的速い速度で通過した雨雲。



図-4 雨雲のイメージ

(3) 奄美大島の降雨量の地域特性

鹿児島県から 2010 年 10 月 19 日～21 日にかけての降雨データの提供を受けた。その降雨データの分析結果について以下にまとめた。

図-5 は奄美大島における気象庁および鹿児島県保有の観測所の位置を示している。2010 年 10 月 20 日に記録した最大時間雨量を示している。なお、時間雨量 80mm 以上を赤枠、時間雨量 70～80mm を青枠で示している。

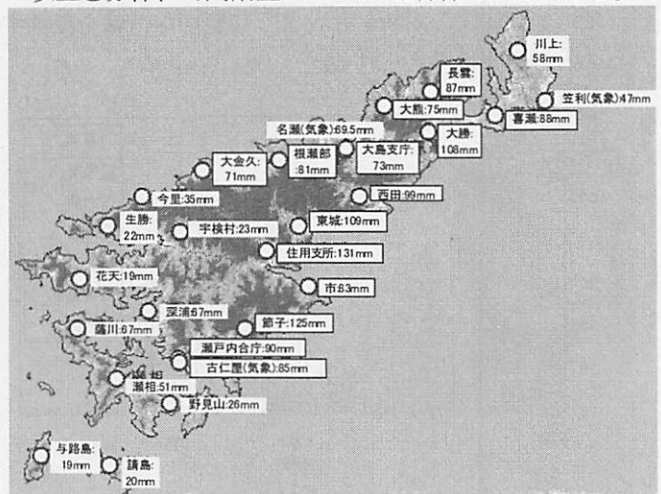


図-5 雨量観測所位置と日最大時間雨量

特に住用支所で 131mm、節子で 125mm、東城 109mm、大勝 108mm と、時間雨量 100mm 以上が続出していることがわかる。

時間雨量が 70mm 以上を示した 14 箇所について、降雨パターンにより、一山型豪雨地区と二山型豪雨地区の二つに分類した。以下にその降雨データと考察を示す。

a) 一山型豪雨地区

図-6 には一山型豪雨地区の時間～降雨量関係を示している。当日午前中までは大きくても 40mm であった時間雨量が、午後に入ると 70mm 以上に急増していることがわかる。このようなケースでは降雨に備える余裕がなかった可能性がある。特に住用支所の雨量計では、3 時間で 356mm と驚異的な雨量を計測している。

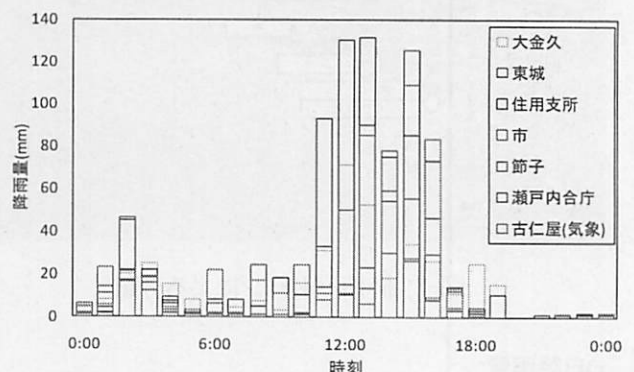


図-6 一山型豪雨に分類される降雨パターン

b) 二山型豪雨地区

図-7には奄美大島北部域における時間降雨量を示している。この図より、当日6時頃に一度降雨のピークが来

て、正午頃に雨が止み、18時頃に再びピークを迎えていることがわかる。正午頃に雨が止んだことで住民が降雨に対して一度油断してしまう恐れがある。住民の気の緩みと地盤の緩みが相乗的に働く可能性があることから、行政は地域住民が油断しないような適切な情報を提供することが必要と考えられる。

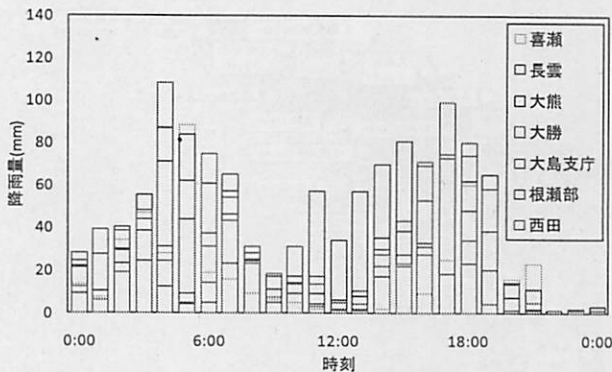


図-7 二山型豪雨に分類される降雨パターン

図-8には図-5で時間雨量70mm以上を記録した14観測所のうち、一山型豪雨地区に分類された観測所を赤枠、二山型豪雨地区に分類された観測所を青枠で示している。この図より、奄美大島南部では一山型豪雨となっており、北部では二山型豪雨となっている。

今後の課題として、降雨パターンがどのようなメカニズムで北部と南部で分かれたのかを解明することが必要と考えられる。

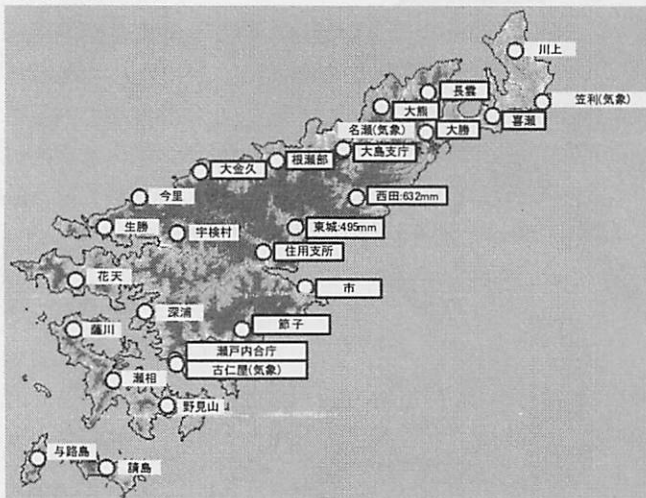


図-7 降雨パターンによる分類

c) 日降雨量

図-9は2010年10月20日の日降雨量を示している。なお、日降雨量400mm以上を赤枠、時間雨量300~400mmを青枠で示している。

大熊で716mm、大勝で715mm、住用支所で691mm、西田632mm、長雲626mm、名瀬622mm、根瀬部621mm、大島支庁

573mmと、日降雨量500mm以上が続出していることがわかる。日降雨量が700mmを超えた大熊や大勝は前述の二山型豪雨に該当する。また、観測所の中で最も大きい日降雨量を示した大熊の時間雨量が75mm(参照図-5)であるのに対し、日降雨量が300mm以下の瀬戸内合庁や古仁屋(気象)観測所では、時間雨量85mm以上を記録している(参照図-5)。

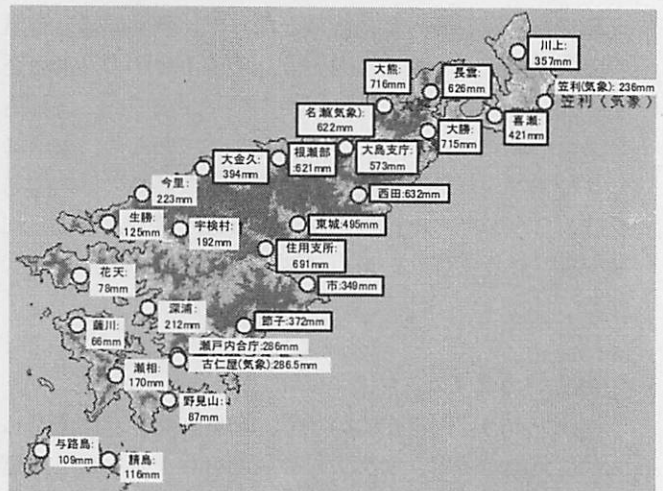


図-9 雨量観測所位置と日降雨量

4. 土砂災害の発生状況

今回の記録的な奄美大島における集中豪雨による土砂災害は55件発生した。図-10に示すように内訳としては土石流20件、地すべり4件、がけ崩れ31件となっている。土砂災害による人的な被害は死者1人、負傷者1人となった。土砂災害による家屋被害は全壊6戸、半壊1戸、一部損壊8戸となった。土砂災害の発生地区と前章で整理した最大時間雨量および日降雨量の多い地域との相関は高いことが確認される。

著者らは、九州大学奄美大島豪雨災害調査団の土砂災害調査メンバーとして、この豪雨による斜面災害の中でも、特に地盤工学的な視点から特徴的であると判断された以下の7箇所について綿密な現地調査を実施した⁵⁾。なお、調査地点を図-10に示す。

- ① 龍郷町瀬留地区における斜面崩壊地
- ② 龍郷町瀬留地区 (JA 裏) における斜面崩壊地
- ③ 住用町石原地区 (市道三太郎線) における斜面崩壊地
- ④ 住用町石原地区 (立籠地区) における斜面崩壊地
- ⑤ 名瀬平田町「第三エースマンション林」における斜面崩壊地
- ⑥ 名瀬浦上町与蓋川における土石流の発生地
- ⑦ 名瀬浦上町国道58号盛土斜面の崩壊地

今後、雨の降り方が局所的かつ強くなる可能性が示唆される中で、7箇所での詳細な現地調査、土質試験、数値解析、聞き取り調査を通して、崩壊状況とその特徴およびその復旧対策の考え方について、特徴的な知見とそれを踏まえた今後の復旧・防災対策の考え方と課題について次章でまとめた。



図-10 調査箇所位置図

5. 復旧・防災対策への提言

地球温暖化に伴う気候変動によって、今後、雨の降り方が大きく変化することが懸念されている。その中で基本的な対策のあり方については、将来を見据えて考えておく必要がある。現状では、原形復旧が基本とされているが、人口減少・高齢化社会において原形復旧のみならず強化復旧の考え方を議論する時期にきていると思われる。学術的には、コストをかけない強化復旧のための適応技術の開発が求められる。

次に調査結果等を踏まえた地盤工学的な知見とそれから想定される課題を整理すると次のようである。1) 龍郷町浦地区での斜面崩壊を例にして、今回、尾根部で非集水地形での自然斜面の崩壊が発生している。このため、今後、局地的に強い雨が降った場合など、雨水が十分に地盤内に浸透しないような条件下においても、尾根部・非集水地形の斜面が崩壊するリスク（災害ポテンシャル）が高まる傾向にあことに留意が必要である。2) 石原地区（立龍地区）での斜面崩壊は、尾根部で道路などが介在する人工的な集水地形を有した自然斜面での崩壊であると判断される。したがって、自然斜面の背後からの雨水を浸透させないために、想定以上の雨をも想定した道路の排水能力の維持と点検のあり方を検討しておくことが極めて重要である。3) 名瀬真名津町における斜面崩壊を例として集水地形での切土のり面の崩壊が少なからず発

生した。その崩壊メカニズムの検討から、斜面保護された切土面内部の地盤の風化にともなう劣化が想定される以上に早く進んでいることが示唆された。このことを踏まえると、特に集水地形にある切土地盤の劣化の評価手法やメンテナンス技術の確立が今後、学術的に重要な課題となろう。4) 7箇所の現地調査結果から、対策工の方針を示す上で、地盤調査を適切に実施することは極めて重要であると言える。適切な調査を行うことで、結果としてトータルとして対策工のコスト削減に繋がることに留意すべきである。5) 今回の奄美豪雨災害調査から土砂災害に対するハード対策の有効性が確認されている。したがって、先の基本的な考え方に基づいて、要対策の箇所について着実にハード的な対策を実施するとともに、砂防堰堤の延命化など土砂の流出を抑制する機能を維持するための方策が予算措置を含めて必要である。例えば、与蓋川の土石流では、今回の災害で既設堰堤の容量はほぼいっぱいになっており、機能維持のための対応が急務であると思われる。また、限られた予算の中で、ハード対策の優先順位を効率的・合理的に行えるリスク評価手法の開発も今後さらに推進されるべき研究課題である。さらに、気候特性の情報は年々高精度化しており、それに見合った斜面危険度をリアルタイムに予知・予測する解析手法（システム）の高度化は強く求められるところである。

奄美大島の地形的特徴として、山と川と海が近いことがある。今回のような想定を超える極めて強い雨が短時間に降った場合、土砂災害と河川災害の複合的な災害の危険性が短時間で急激に高まる可能性が示唆される。このような場合を想定した避難シミュレーションを住民と自治体が連携して行い、実際に機能するように日ごろから訓練しておくことが必要である。また、聞き取り調査の結果から、今回の災害で防災担当の職員が災害時に役場に登庁できないなど、行政としての本来の機能が果たせなかったケースが存在した。このような状況をも想定した避難発令のシステムや伝達方法のあり方を検討し、周知しておくことが今後、求められる。

土砂災害対策は、「施設整備」「警戒避難」「土地利用制限」の3本柱で進められるが、内閣府が掲げている“死者ゼロを目指して”には、行政・住民の役割分担や両者の活動内容の質が大きく関与する。すなわち公助（行政）、共助（地域コミュニティ）、自助（住民個人）の三者が一体となった防災活動が質の高い「減災」を実現していく上で重要である。つまり、行政には、住民あての情報伝達（避難勧告など）を分かり易い言葉で一人一人に語りかけることが必要であり、地域住民は地域リーダーを決め、積極的な自主防災の活発な活動を行うことが肝要と思われる。自主防災活動には、地域に即

した防災マップを行政・住民一体となって作成することや、住民の根拠のない過信を是正するための講習会などが含まれる。この防災マップや講習会は、発生する災害に対する意識・認識が共通である町内会単位が理想である。幸い、聞き取り調査等からは、奄美大島の地域住民間の横のつながりは大変強いことが推察され、この地域の力を防災への取組に活かすことが望まれる。

5. まとめ

気象庁が公開している雨量データ及び鹿児島県から提供を受けた降雨データをもとに、奄美大島の気候変動と奄美豪雨（2010. 10. 20）の降雨データについて分析を行った。その結果、奄美大島において、経年変化とともに雨が強くなってきており、また、強い雨の発生回数も多くなってきている傾向のあることがわかった。

台風 13 号が秋雨前線を刺激し、大雨をもたらした結果、奄美大島の東海岸側で強い雨が降り、北部で多量の雨が降ったことがわかった。降雨パターンにより、一山型豪雨地区と二山型豪雨地区の二つに分類できることを示した。一山型豪雨地区では降雨に備える余裕がなかった可能性があり、二山型豪雨地区では正午頃に雨が止んだことで住民が降雨に対して一度油断してしまう恐れがあることを述べた。最後に、奄美大島における土砂災害の詳細な現地調査に基づいて、今後、考えておくべき適応策、災害復旧と防災対策に関する考え方と継続的に取り組むべき課題をとりまとめた。

建設・土木系の大学や研究機関、調査・建設コンサルタンツといった民間機関においても精力的な調査・研究が進められ、個別の土砂災害を起こし得る斜面等に

対する技術的対応については、補強も含めかなりのことができるようになった。しかしながら、対策を必要とする危険箇所は全国的にも九州内においてさえも膨大な数に上り、その数は増えることはあっても減ることは無いと考えられる。気候変動が想定される中、今後とも土砂災害の定量的予測の精度を上げ、その結果から合理的に優先順位をつけながら、被害を最小限に留めることを念頭に置いて、災害対策を地道に施していくことが必要である。

謝辞：本論文をまとめるに当たり、九州大学奄美大島災害調査団の土砂災害調査メンバーの支援を得てなされている。また、九州大学からは、調査に当たり財政的な支援を得た。加えて、本研究は、環境省の環境研究総合推進費（S8-2(2)）により実施された。ここに、深甚の謝意を申し上げたい。

参考文献

- 1) 内閣府ホームページ：http://www.bousai.go.jp/hakusho/h20/bousai2008/html/honbun/1b_0joshu_03.htm
- 2) 気象庁ホームページ：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 3) 産経ニュース：<http://megalon.jp/2010-1113-2210-31/sankei.jp.msn.com/affairs/disaster/101022/dst101020907001-nl.htm>
- 4) 株式会社ウェザーニューズホームページ：<http://weathernews.com/ja/nc/press/2010/101026.html>
- 5) 九州大学奄美大島豪雨災害調査団報告書、九州大学、2011. 3.

(2011. 4. 11 受付)
(2011. 6. 23 受理)

Sediment Disaster Characteristics due to Heavy Rainfall in Amami-Oshima Island in October 2010 and the direction of the Adaptation

Noriyuki YASUFUKU¹, Kiyoshi OMINE¹ and Kouhei ARAKI¹

¹Dept. of Civil and Structural Engineering, Kyushu University

In this paper, the heavy rainfall disaster occurred in Amami-Oshima island in October, 2010 is discussed, paying attention to the rainfall characteristics and a direction of adaptation measures against slope failure to the climate change due to global warming. Rainfall characteristics in Amami-Oshima island are first overviewed based on the meteorological records over the past nearly 100 year's past records. Outline of sediment disaster is then introduced. Further, the subjects concerned are summarized for the sediment disaster restoration and prevention methodology as an adaptation policy.