

2009年9月29日サモア諸島沖地震 津波に関する現地調査

高橋 智幸*・鈴木 進吾**・奥村 与志弘***

Field Investigation on Samoa Islands Region Earthquake Tsunami of 29 September 2009

Tomoyuki TAKAHASHI*, Shingo SUZUKI**
and Yoshihiro OKUMURA***

Abstract

A large earthquake of moment magnitude 8.0 occurred in Samoa Islands Region in the early morning on 29 September 2009 (local time). A tsunami generated by the earthquake attacked Samoa, American Samoa and Tonga. The field investigation on tsunami disaster was carried out in Tutuila Island, American Samoa. The tsunami damaged several villages along south coast and 34 people were killed. Further, important infrastructures in relief and restoration phases such as thermal power plant and international airport were also severely damaged.

キーワード：地震，津波，現地調査，火力発電所，空港

Key words： earthquake, tsunami, field investigation, thermal power plant, airport

1. はじめに

2009年9月29日早朝、サモア諸島沖を震源 (Fig. 1) とするマグニチュード8.0の地震が発生した。この地震により引き起こされた津波はサモア独立国、米領サモア、トンガなどへ来襲し、180名以上の死者を出す甚大な被害が発生した。

また、救援や復旧に重要となる国際空港や火力発電所などのインフラも津波により被災した。

このような津波災害の実態を明らかにし、今後の津波防災に寄与することを目的として、被災直後に米領サモアで現地調査を実施した。ただし、サモア独立国政府からの調査自粛要請や調査中に

* 秋田大学工学資源学部
Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University

** 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

*** 人と防災未来センター
Disaster Reduction and Human Renovation Institution

本速報に対する討論は平成22年5月末日まで受け付ける。

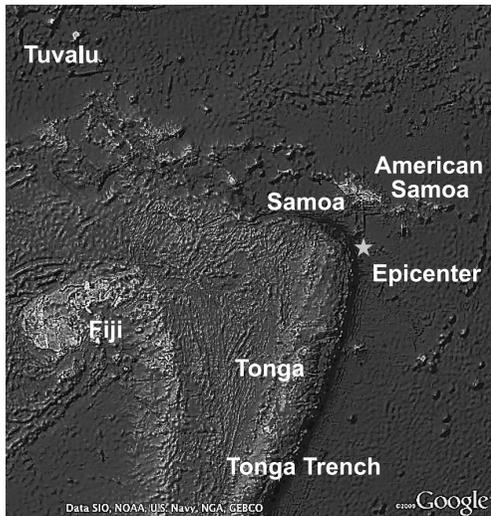


Fig. 1 Epicenter, Tonga Trench and neighbor countries. (Using Google Earth Image)

発令された津波警報により、調査期間は限られたものとなった。そのため、詳細な測量データについては後の研究論文に任せることとし、本稿では急ぎ得られた調査結果を報告する。

2. 地震および津波の概要

この地震は現地時間で2009年9月29日午前6時48分（日本時間30日午前2時48分）に発生した。USGS (2009) による CMT 解を Table 1 に示すが、震源は太平洋プレートがオーストラリアプレートの下に沈み込むトンガ海溝付近 (Fig. 1) に位置している。ただし、プレート境界ではなく、太平洋プレートのアウターライズで起きた正断層の地震と考えられ (山中, 2009), 1933年に日本で発生した昭和陸地震と類似している。同海域ではこれまでも小規模の津波を伴う地震が発生している (1919年, 1975年, 1977年, 1981年, 1987年, 1995年) が, 1917年6月26日に発生した M_w 8.0の地震が最大であり, 現在のサモア独立国の Upolu 島南部海岸 (Fig. 2) に12mの津波が来襲している (Tsunami Laboratory, 2009)。

今回の津波により、米領サモアでは35名の死者・行方不明者が発生した。さらに火力発電所や

Table 1 CMT Solution by USGS (2009)

Date	29 September 2009 17:48:10.57 (UTC)	
Epicenter	15.418°S, 172.005°W	
Depth	10 km	
M_w	8.0	
M_0	1.2×10^{21} Nm	
Strike (°)	345	124
Dip (°)	52	46
Slip (°)	-61	-120

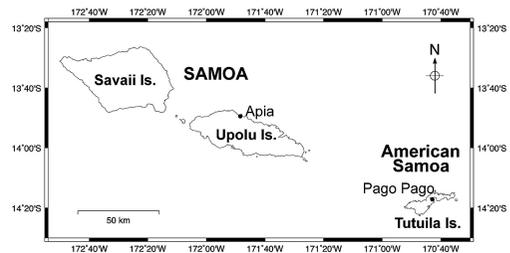
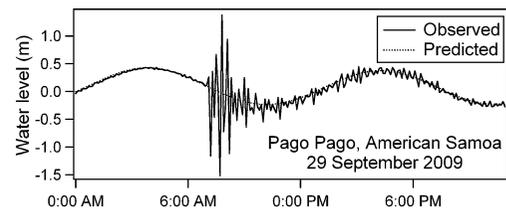
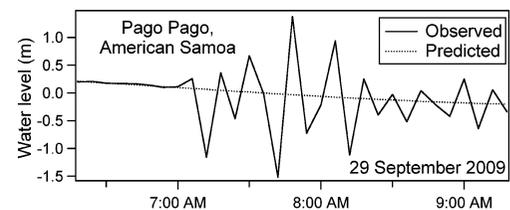


Fig. 2 Samoa and American Samoa.



(a) For 24 hours



(b) For 3 hours

Fig. 3 Water level change at Pago Pago Harbor on 29 September 2009 (NOAA, 2009).

空港などのインフラにも被害が及んだ。Pago Pago 港の検潮記録 (NOAA, 2009) を Fig. 3 に示す。データは6分毎に記録されている。実線が観

全体の被災分布や主要インフラの被害状況と復旧状況の把握、重要地点での津波痕跡の測量に焦点を絞った。しかし、10月7日午前11時3分（米領サモア時間）にバヌアツ沖でMw7.6の地震が発生し、津波警報が発令された。そのため、調査を中断し、海を見渡せる高台に避難した。午後2時頃に津波警報が解除されたのを確認して調査を再開したが、作業時間はさらに短いものとなった。このように極めて限られた調査期間であったが、得られた結果を以下に示す。

(1) 各村の被災状況

本調査で訪れた Tutuila 島の各村を Fig. 4 に示す。被災後8日目から調査に入ったが、被災地での主な作業は救出から復旧の段階に移っており、既に多くのがれきが片付けられていた。これまで被災直後に現地調査を行った国々に比べると対応が迅速であるとの印象を受けた。津波により損傷

した橋も補修され、道路は復旧していたため、海岸沿いの幹線道路に沿って各村の被災状況を調べた。調査範囲は、幹線道路の西側最端の村である Fagamalo から反時計回りに島を半周し、被害が発生していないことが確認できた Onenoa までとした。また、Tutuila島の全体的な浸水分布を掴むため、西部の Fagamalo、中央部に位置する国際空港と火力発電所、東部の Tula では遡上高などの測量を行った (Fig. 4 中の星印)。なお、測量値の潮位補正には Pago Pago 港の検潮記録 (NOAA, 2009) を用い、最高水位1.41mが発生した午前7時48分での潮位を基準とした。

Fagamalo では汀線に近い3軒の家が床上浸水 (Photo 1) したが、地震を感じてすぐ裏手の高所に避難したため、死者はなかった。目撃者から、津波は3波から4波来襲したとの証言を得た。また、押し波から始まったとの証言もあった。ただし、どの時間から津波を観察し始めたか不明であ



Photo 1 A house inundated above the floor level in Fagamalo.



Photo 3 Destroyed houses in Amanave.

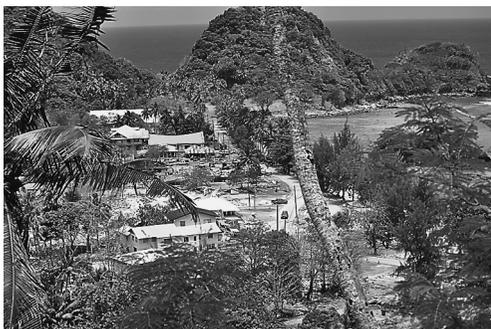


Photo 2 A view of damaged area of Amanave.



Photo 4 Workers for restoration in Amanave.

るため、目視で確認できるほどの大きな波は3回以上来襲したという情報以外は参考程度にとどめるべきであろう。この村は海岸沿いの幹線道路の最西端であるため、津波痕跡の測量を行った。その結果、遡上高は6.25mと5.34m、遡上距離は72.44mと47.66mであった。

Amanave では多くの家屋が流失している (Photo 2, Photo 3) が、避難したため死者はなかった。調査時には、復旧のために周辺の村から多くの作業員が来ていた (Photo 4)。

Leone でも多くの家屋が流失しており (Photo 5, Photo 6, Photo 7)、死者11名、行方不明者1名と Pago Pago に次ぐ大きな被害が発生していた。幹線道路にかかっていた橋も損傷し、被災直後は通行できなかったが、調査時には既に応急復旧が完了していた (Photo 8)。この村でも復旧のために多くの作業員と重機が投入されていた (Photo 9)。

Fagatogo から Pago Pago までの範囲は米領サモア

の中心地区であるが、Pago Pago 港の奥に位置し、今回の津波で最も大きな被害が発生した地域である。特に Pago Park 周辺 (Photo 10, Photo 11, Photo 12) は壊滅状態であり、Pago Shopping Plaza (Photo 13) の駐車場にも津波が浸入した。

Pago Pago より Tula までの地域は十分な調査時間が取れなかったため、主に津波被害の有無の確認を行った。Amaua では被害がみられなかったが、Faga'itua では高校の校舎の一部が津波により被災していた (Photo 14)。Pagai では幹線道路より海岸側にも住宅があり損壊していたが (Photo 15)、避難したため死者はなかった。Alofau (Photo 16) では住宅が浸水していたが、損壊はみられなかった。ここでは、コンテナが流されたとの証言を得た。Amouli では海岸沿いの幹線道路が浸水した程度であった。Alao では津波が来襲しているが、家屋被害はみられなかった。

Tula は広範囲に津波が浸水し、多くの家屋が流



Photo 5 A damaged coast in Leone.



Photo 7 A drifted vehicle in Leone.



Photo 6 A damaged building in Leone.



Photo 8 A temporary restored bridge in Leone.

失っていた (Photo 17, Photo 18, Photo 19)。測量の結果、遡上高は4.75mと4.97mであった。しかし、避難したため、死者はなかった。

OnoeaはTutuila島の西端付近に位置する。地震は感じたか、津波は来襲していないことを証言と海岸付近の状況で確認した。よって、上述の



Photo 9 An excavator for restoration in Leone.



Photo 10 Damaged houses along Vaipito stream in Pago Pago Park.



Photo 11 A damaged building in Pago Pago Park.

Tulaが被災地域の最西端となる。

(2) 火力発電所の被害状況

米領サモアには火力発電所が2基あり、1基はPago Pago港奥の海岸付近 (Fig. 4)、もう1基は空港付近の内陸部に設置されている。Pago Pago



Photo 12 A drifted boat in Pago Pago Park.

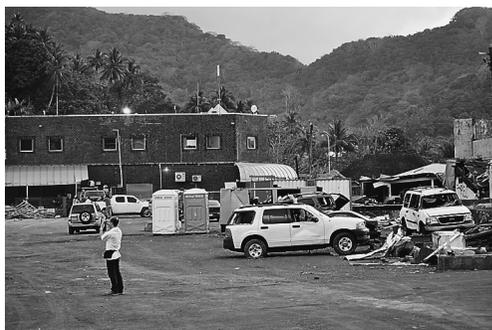


Photo 13 Pago Shopping Plaza in Pago Pago.



Photo 14 A damaged high school in Faga'itua.

では米領サモア最大の被害が発生していることから分かるように、大きな津波が来襲しており、火力発電所も被災した (Photo 20, Photo 21)。発電所内に浸入した海水により、ディーゼル発電機が水没したため使用不能になり、米国本土からの代替のディーゼル発電機の到着を待っている状態であった。そのため米領サモアでは1基のみの火力発電所で Tutuila 島全村に電気を供給しており、調査中も日中は断続的に停電が起っていた。

目撃者より、地震発生から約15分後に津波は来襲し、押し波から始まったとの証言を得た。また、大きい波は4回繰り返して来襲し、第1波目が最大だったとのことである。ただし、どの時間から津波を観察し始めたかは不明であるため、目視で確認できるほど大きい波は4回以上続いたこと以外は参考にとどめるべきであろう。



Photo 15 A damaged house in Pagai.



Photo 18 Damaged houses in Tula.



Photo 16 An inundated house in Alofa'u.



Photo 19 A drifted vehicle in Tula.



Photo 17 A damaged coast in Tula.



Photo 20 An inundated thermal power plant in Pago Pago.

敷地内の調査を行おうと試みたが、調査時間内に許可が得られなかった。そのため、漂流物が付着しているフェンス (Photo 22) の測量を行ったところ、遡上高は4.15m、浸水深は2.31mであった。ただし、津波はフェンスを乗り越えているため、実際にはより高かったと考えられる。



Photo 21 Damaged facilities in the power plant.



Photo 22 A fence with debris of the thermal power plant in Pago Pago.



Photo 23 A shallow sea around Tafuna Airport.

(3) 空港の被害状況

航空機の離着陸時に津波が滑走路へ浸入すれば



Photo 24 A damaged fence enclosing runway in Tafuna Airport.
(Provided by Mr. Chris Soti, DPA)



Photo 25 Damaged beacon lights on runway in Tafuna Airport.
(Provided by Mr. Chris Soti, DPA)



Photo 26 Debris on runway in Tafuna Airport.
(Provided by Mr. Chris Soti, DPA)

大惨事が発生する危険性は極めて高い。しかし、それに加えて、救出・救援の段階でも、人や物資の輸送のために空港が機能していることは重要である。さらに、復旧・復興の段階でも、同様に安定したサービスを提供することは必要であり、空港が災害時に果たすべき役割は大きい。

米領サモアの国際空港である **Tafuna Airport** は Tutuila 島中央部の南部海岸付近に位置している (Fig. 4)。標高は高くないが、サンゴ礁などの浅瀬が広がっており、高波浪の侵入を防いでくれている (Photo 23)。しかし、津波は波長が長いために流れのように来襲し、空港も被災した。前回の大きな津波は1917年に発生しているため、現在の空港は津波を考慮していなかったと考えられる。

滑走路を囲っていたフェンスや滑走路の安全標識

灯はいたるところで破損し (Photo 24, Photo 25)、砂や岩、サンゴ、草木などの漂流物が滑走路に浸入した (Photo 26)。Department of Port Administration (DPA) の協力の下に測量した結果、滑走路の中央部 (Photo 27) は津波来襲時の潮位から2.17mの高さであり、ここを津波は乗り越えていった。また、滑走路を囲んでいるフェンスに残された漂流物の痕跡 (Photo 28) から浸水深は0.7~0.8mであったことが判明した。

滑走路に散在した漂着物のため空港は閉鎖され、人力で片付けなくてはならないため (Photo 29)、夜になってやっと応急復旧した。しかし、フェンスの修理は調査中もまだ継続していた (Photo 30)。米領サモアと同様の条件の空港は、この地域に多いと考えられる。今後は津波を対象とした防災アセスメントが必要であろう。



Photo 27 Measurement on runaway in Tafuna Airport supported by DPA.



Photo 29 Removing debris from runway in Tafuna Airport. (Provided by Mr. Chris Soti, DPA)



Photo 28 A tsunami trace on the fence indicating inundated depth. (Provided by Mr. Chris Soti, DPA)



Photo 30 Repairing fence in Tafuna Airport.

4. おわりに

調査自粛要請や津波警報による調査中断などにより短期間の現地調査となったが、米領サモア全体の被災状況を把握することができた。特に被災後に重要なインフラである国際空港や火力発電所の被災状況や復旧状況を明らかにした。この地域の国々の多くは米領サモアと同様の条件であることが予想されるため、今後の津波防災においては今回の米領サモアの被災状況を詳しく分析し、参考にすべきである。

また、米領サモアでは来襲した津波の規模に比較して人的被害が少なく、避難がうまく行われていたと考えられる。よって、今後は住民の避難行動や行政対応に関する調査が重要となる。また、サモア独立国との対比も、この地域の将来の津波防災計画においては重要な情報になると考えられる。

謝 辞

本調査の一部は国土交通省建設技術研究開発助成制度（研究代表者：河田恵昭）の支援を受けて実施した。また、バヌアツ地震による津波警報が発令された際には埼玉大学の原田賢治氏に地震と津波の情報を提供していただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- NOAA Tides and Currents, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/index.shtml>, 2009年10月23日
- Tsunami Laboratory, Historical Tsunami Database for the World Ocean, <http://tsun.sccc.ru/nh/tsunami.php>, 2009年10月23日
- USGS, Magnitude 8.0-SAMOA ISLANDS REGION, <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/recenteqsww/Quakes/us2009mdbi.php>, 2009年10月23日
- 山中佳子, NGY 地震学ノート No. 22, http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2009/NGY22.html, 2009年10月23日

(投稿受理：平成21年10月26日)