

南西諸島とフィリピン・マヨン火山の噴煙自動観測

木下紀正¹・八木原 寛²・金柿主税^{3,4}・三仲 啓³

土田 理³・松井智彰³・飯野直子⁵・福澄孝博^{6,7}

¹鹿児島大学産学官連携推進機構, ²鹿児島大学南西島弧地震火山観測所, ³鹿児島大学教育学部,
⁴熊本県甲佐中学校, ⁵熊本大学教育学部, ⁶中之島天文台, ⁷十島村歴史民俗資料館

Automatic Observation of Eruption Clouds in Nansei Islands and at Mt. Mayon, the Philippines

KINOSHITA Kisei¹, YAKIWARA Hiroshi², KANAGAKI Chikara^{3,4}, MINAKA Akira³,
TSUCHIDA Satoshi³, MATSUI Tomoaki³, IINO Naoko⁵ and FUKUZUMI Takahiro^{6,7}

¹Innovation Center, Kagoshima University, ²Nansei-Toko Observatory for Earthquakes and
Volcanoes, Kagoshima University, ³Faculty of Education, Kagoshima University, ⁴Kosa
Junior-High School, ⁵Faculty of Education, Kumamoto University, ⁶Nakanoshima
Astronomical Observatory, ⁷Toshima-mura Folklore Museum

Abstract

The performance of the long time automatic observation of eruption clouds by Kagoshima University Research Group in remote islands in southwest Japan is reported. The interval recordings at Satsuma-Iojima volcano by digital still and video cameras started in July 1998. A remote control and monitoring system was constructed by using a network camera and a server computer, and it was installed at a school building in Nakanoshima, 25 km north-east of Suwanosejima volcano in August 2002. It recorded many large eruptions. The network camera was replaced by a near-infrared (NIR) type in February 2004 so as to obtain clearer images in misty conditions. A web-camera system connected with the internet was also installed in Satsuma-Iojima in February 2003 and changed into a NIR type in December 2003. The advantages of a NIR camera include the detection of faint aerosols (almost undetectable in the ordinary view), and identification of hot anomalies. Based on these methods, long time automatic observation of Mayon volcano in the Philippines in collaboration with PHIVOLCS started in June 2003 at an observatory 11 km away from the summit crater, initially by using digital still and video cameras. Visible and NIR network cameras with a network attached-storage facility were later installed in February 2004, and connected with the internet two months afterwards. Numerous night-time images of hot lava flows during the summer 2006 eruption of Mayon volcano were subsequently obtained by both the NIR camera, and the video camera using night-shot mode.

1. はじめに

鹿児島には霧島火山群—桜島—開聞岳—南西諸島の火山島に及ぶ線に沿って多くの活火山が並んでいる。これらの火山は、北は由布・鶴見岳や阿蘇山も含めた西日本火山帯の火山フロントに沿って配列し、環太平洋火山帯の一部をなしている。この西日本火山帯の成因は、東側のフィリピン海プレートが西南日本を乗せたユーラシアプレートの下に南海トラフに沿って急角度で沈み込む機構から理解される。鹿児島大学では、九州から南西諸島地域の地震や火山活動の精密な観測を行ってこの地域の地殻構造を解明し、地震と火山噴火の予知の基礎的研究を進めることを目的に理学部の附属施設として南西島弧地震火山観測所が1991年に設立された。観測所では、広域に高精度地震観測網を展開して観測研究を行うとともに、大学内外の研究者と協力して火山活動の様々な観測と研究を進めている。また、大学では地の利を活かして様々な専門の立場から防災など生活との関わりも含めて活火山をめぐる諸問題が研究され、学際的な共同研究も度々行われている。ここでは、その一つである噴煙研究グループの最近の研究活動について簡単に報告する。云うまでもなく、全国的・国際的な拠点としての鹿児島における火山に関

する研究とその成果の教育活動は、太平洋の火の環につらなる西太平洋・東アジア地域の発展に貢献すべきものである。

桜島の噴火活動は今世紀になってから徐々に収まり、激しい降灰はめったに見られなくなった。しかし、2006年6月の昭和火口噴火や時折の爆発的噴火もあり、気象庁の活火山評価では全国で13火山指定されているランクAのひとつとして要注意であることに変わりはない。他方、トカラ列島の諏訪之瀬島の活動が活発化し、最近数年の日本では最も激しい噴火活動として注目されている。また、薩摩半島の南にある薩摩硫黄島では噴煙と火山ガスの放出が継続している。鹿児島大学噴煙研究グループでは、2002年度に学長裁量経費プロジェクト「南西諸島における火山噴煙の観測解析と配信」によって諏訪之瀬島・薩摩硫黄島の噴煙映像ネットワークカメラシステムを構築し、桜島の多点観測体制を強化した。さらに2003年度のプロジェクト「西太平洋域における火山噴煙自動観測体制の展開」によってこれらの火山の近赤外映像観測を開始するとともに、フィリピンで最も活動的なマヨン火山における噴煙自動観測体制を構築した。その後これらの火山について噴煙映像観測体制を出来るだけ維持・継続して現在に到っている。初期の成果は2002年11月に鹿児島大学で開催した多島域フォーラム「列島火山の噴煙活動を探る」の幾つかの報告にまとめられている（木下編,2003）。ここでは、その後に重点をおいて報告する。

2. 南西諸島における噴煙観測

噴煙映像の長期自動観測を行っている薩摩硫黄島と諏訪之瀬島の位置を図1に示す。南西諸島の火山島の大部分は奄美大島以北であり、この図に含まれるが、さらに南に沖縄県に属する無人島の硫黄島島があり、西表島の沖合の海底火山へと続いている。

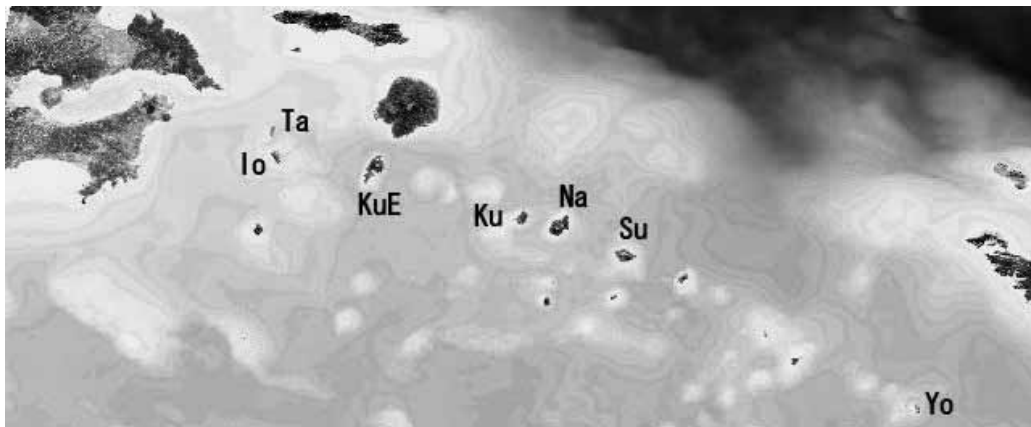


図1. 西方上空から見た鹿児島県本土から奄美大島にかけての海と南西諸島の火山島列
Io：薩摩硫黄島，Ta：竹島，KuE：口永良部島，Ku：口之島，Na：中之島，Su：諏訪之瀬島，Yo：横当島。背景を海洋情報研究センター1000mメッシュ海底地形データにより海深を濃淡で表現し，SiPSEシステム（木下他 2005b）で作成。画面右上の深海は南海トラフ

2-1. 硫黄岳噴煙のインターバル撮影による長期自動観測

大隅海峡を南へ30km進むと、約7300年前に海中大噴火を起こし東日本にまで火山灰を降らせた鬼界カルデラが海底の窪地となっていて、薩摩硫黄島と竹島はカルデラ壁の北縁部にあたっている（小林・奥野,2003）。俊寛伝説の舞台である薩摩硫黄島では、硫黄岳（703m）の山頂火口と壁面から有史以来数百年にわたって火山ガスを放出し、山頂部

では硫黄や珪石の採掘が行われた時期もある。デジタルカメラとビデオカメラのインターバル撮影による噴煙活動の長期観測記録は、1998年7月23日に鹿児島大学教育学部のグループと日鉄鉱業の共同で開始され、撮影システムを更新しながら継続して来た(木下他, 2003)。観測点は火口から約3 km西南西にあたる三島村総合体育館で、ガラス窓越しに硫黄岳を望んでいる(図2)。デジタルカメラによる図3のような1時間毎の記録は初期からインターネットで公開して来た。主に10分間隔0.5秒撮影のビデオ映像はMpegに変換してCDにまとめ、一部を公開した。これらを用いて噴煙高度と流向の気象条件との相関を解析した(Matsui et al., 2006)。通常の噴煙活動では、噴煙高度は山頂から100mから400mの程度で、爆発的噴火はほとんどなく定常的な放出が主である。弱風時には1000m以上に達することもあり、流向と拡散形態は鹿児島地方気象台における指定気圧面900hPa(海拔約1000m)の高層風と強い相関がある。これは火山活動がほぼ一定のレベルで推移したためと考えられるが、火山性地震との詳細な相関の検討は今後の課題である。

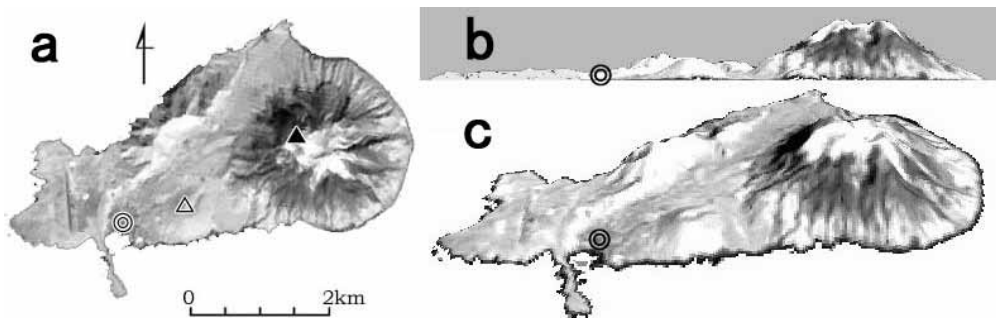


図2. 薩摩硫黄島における観測点(◎)と硫黄岳の山頂(▲)、及び火砕丘の稲村岳(△)
a: 平面図, b, c: 南方とその上空から見た立体表示で、LANDSAT/TM 4 近赤外画像による



図3. 硫黄岳噴煙の1時間毎の例. 2002年8月22日

インターバル撮影では約3ヶ月毎にメディアの交換と再起動が必要であり、得られた大量のデータの処理解析は2004年度まで教育学部物理教室の卒業研究として取り組まれた。観測には三島村役場と硫黄島出張所や三島小中学校の方々の協力が得られた。この方式での経験は、フィリピン・マヨン火山の観測や中国長春とモンゴルにおける黄砂の映像観測に活かすことが出来た(木下他, 2005d)。観測システムをwebカメラとパソコンを用いたシステムに更新し、近赤外観測を行っていることについては以下に述べる。なお、日量数百トンと見られる大量のSO₂を主とする火山ガスについて詳しい現地調査は、毎年産総研のチームによって行われている(篠原他, 2003)。薩摩硫黄島など火山島の火山性地震や空中熱映像観測は、京大防災研によって実施されている(井口他, 2003)。

2-2. 諏訪之瀬島御岳のネットワークカメラによる遠望観測

諏訪之瀬島は度々激しい噴火をして来た火山島であり、1813年の文化噴火や1884年の明治噴火では大量の溶岩が流出し無人島になったこともある(嶋野, 2003)。図4に示すように、中央部にU字型カルデラが東に開いており、その中で御岳(799m)が活動している。最近50年間では日本国内でもっとも活発な火山の1つとされ、特に2002年以後では日本で噴火の最も激しい火山となっている。2002-2006年度に実施された文部科学省科学研究費特定領域研究「火山爆発のダイナミクス」では「火山爆発の発生場と発生過程」を解明するために諏訪之瀬島火山が重点的に取り上げられ、地震・地殻変動・電磁気・火山ガスや噴煙・赤熱状態等の火山観測が総合的に行われた(田中, 2007)。南西島弧地震火山観測所では1998年10月から諏訪之瀬島火山における傾斜観測を行っているが、このプロジェクトに参加して火山性地震の震源分布や噴火活動に伴う傾斜変化などを解明した(八木原他, 2004; 八木原他, 2006; 八木原他, 2007; 井口他, 2007)。

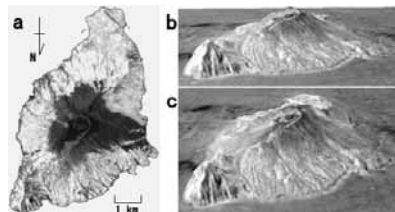


図4. 諏訪之瀬島のLANDSAT近赤外画像 (a) と北方上空から見たそのSIPSEによる立体表示 (b, c) 北端の侵食の進んだ山体は富立岳 (536m)

インターバル撮影による島内からの御岳火山の噴煙観測を、平島小中学校諏訪之瀬島分校の協力を得て、2001年夏から校内や近隣の民家から断続的に行って来た。しかし近くの樹木や手前の山体に遮られて、集落のある南側からは広い展望を得ることは困難であった。そこで、御岳火山北東25kmの中之島にある中之島小中学校にネットワークカメラとデータ蓄積用のパソコンのシステムを2002年8月に設置した。ネットワークカメラにはカメラヘッドとサーバー機能が内蔵されているので、インターネット回線に接続して毎日のデータ転送や鹿児島大学からの遠隔操作による実時間監視が出来るようにした。この年は2000年12月以来の激しい噴火活動の最盛期であり、多くの爆発噴煙を記録

し、Terra-MODIS等による衛星データでも検出することが出来た（金柿他, 2003; 金柿他 2004b）。遠望観測のデータと共に、多くの方々が諏訪之瀬島内外で撮影したフィルムとデジタルの写真も貴重な研究資料となった。これらの噴火は国際的にも注目され、スミソニアン博物館の火山情報ホームページでも紹介された。南西諸島の噴火活動は桜島とともに航空機の安全運行にとって国際的関心事である。2002年7月から1年間と2004年の春、豪航空安全火山灰監視センターのA. Tupper氏が鹿児島大学に滞在して共同研究を行った（Kagoshima Univ. Volcanic Cloud Research Group, 2004）。

2-3. 近赤外映像観測

中之島から海を隔てた諏訪之瀬島御岳の遠望観測では、冬季に多いモヤや大陸からの汚染気塊のため映像が不鮮明な場合が多い。大気エアロゾルの透過力が可視光よりも優れている近赤外光を用いれば、より鮮明な映像が得られる。また、青空を背景としたごく薄い噴煙や高温熱異常の検出に近赤外映像は効果的である（金柿他, 2004a; Kinoshita et al., 2004a）。そこで、2004年2月からは中之島小中学校に設置したネットワークカメラを近赤外仕様に変更して遠望観測を続けて来た。これは、近赤外まで感度を有するネットワークカメラに可視光をカットするIRフィルターを装着したものである。図5に遠望カメラによる御岳噴煙の近赤外画像の例を示す。山体では植生が明るく裸地は暗く見え、太陽の直射の陰影で地形による起伏が強調されるのは近赤外映像の特徴で、衛星データを用いた図2、図4とも共通する性質である。

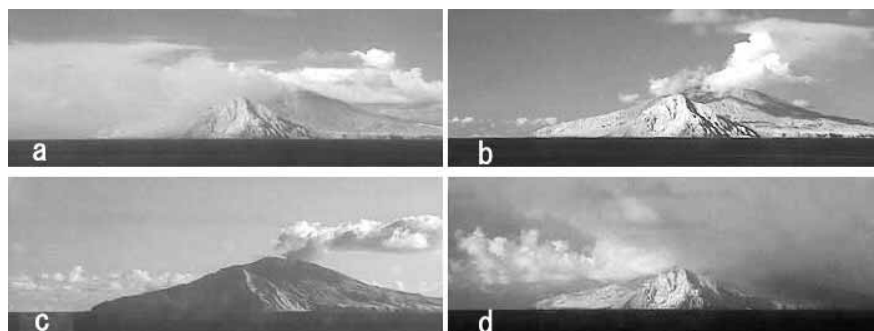


図5. 近赤外ネットワークカメラによる2006年夏の諏訪之瀬島御岳噴煙
(a)7.17—7:30. (b)7.28—7:30. (c)8.24—17:30. (d)8.27—7:30

薩摩硫黄島では、2003年2月に体育館の隣の三島村開発総合センターにWebカメラとパソコンによるシステムを設置してインターネット回線に接続した。パソコン内部に画像を保存し、20分おきの画像を1日1回まとめて大学に送信するなどして来た。可視光観測のWebカメラを2003年12月にIRフィルターを装着した近赤外仕様に変更して、薄い噴煙や高温熱異常の検出とモヤがあっても鮮明な映像を得るようにした。図6に近赤外画像の例を示す。山体は日射の方向によって見え方が大きく異なる。



図6. 硫黄岳噴煙の近赤外画像（2006年8月8日）。(a)9:00, (b)12:30, (c)17:00

2004年6月に米国で開かれた「火山灰と航空安全に関する第2回国際会議」の全体会議で鹿児島大学グループの噴煙研究について報告したが、近赤外自動映像観測は類例のない方法として注目された(Kinoshita et al., 2004b)。なお、全国の火山活動監視を業務としている気象庁では、2003年3月から三島小中学校と中之島小中学校に可視高感度カメラを設置し、硫黄岳と諏訪之瀬島御岳による専用回線による監視が福岡管区気象台の管轄でなされるようになった。このカメラはモヤに弱いが夜間にも火山映像監視が出来る利点がある。

2-4. デジタルカメラパッケージによる自動撮影

交流電源が使えない所で自動撮影を行うために、省電力のデジタルカメラと外付バッテリーのパッケージをつくり、諏訪之瀬島御岳火口や口永良部島・阿蘇火山で噴煙観測に用いた(金柿他, 2004b, 2006)。南太平洋の火山島で用いることも協議したが、実現していない。他方、ゴビ砂漠南部の孤立した気象観測所で約20日間の黄砂映像観測に用いた(Kinoshita et al., 2006)。太陽電池パネルは目立つので盗難の恐れや火山灰の堆積で使えなくなることがあるが、上述のパッケージは適当なカメラさえあれば簡便で有用である。

3. マヨン火山の噴煙と溶岩流の観測

20世紀最大級の噴火である1991年のピナツボ大噴火のあと、フィリピンではマヨン火山(2462m)が最も活動的として警戒されている。図7に示すように、ルソン島南部にあるマヨン火山は国際航空路に近く、噴火の影響が警戒されている。この火山は円錐形よりも尖った秀麗な山容であるが(図8), 1993年と2000-2001年には火砕流が度々発生し溶岩が流下する激しい噴火活動があった。鹿児島大学グループは、山頂火口から11km南南東のレニヨン丘中腹の観測所で、長期自動映像観測を2003年6月からフィリピン火山地震研究所PHIVOLCSと共同で行っている。始めは穏やかな噴煙活動が続いていたが、2005年には山頂溶岩ドームの高温熱異常が見られることがあり、警戒が続いた。2006年7月から大量の溶岩を流出する激しい噴火が起こり、周辺住民約4万人が避難する事態となったが、9月には徐々に収まり、10月には沈静化した。

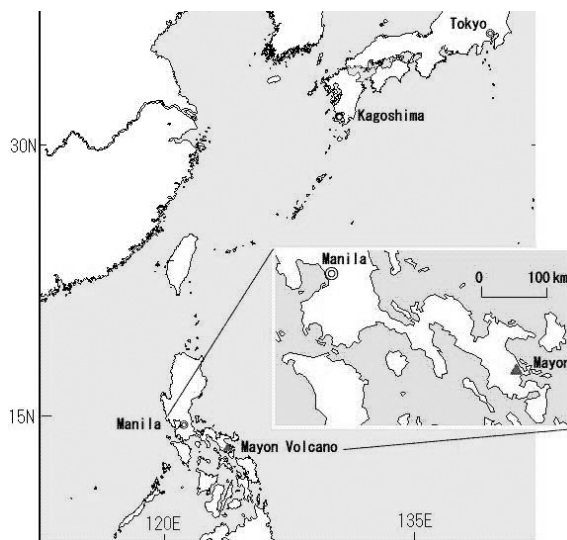


図7. フィリピン・ルソン島とマヨン火山の位置



図 8. レガスピ空港から見たマヨン火山と、観測所 (○) のあるレニヨン丘

3-1. 観測システム

自動映像観測はデジタルカメラとビデオカメラのインターバル撮影で開始した。その記録から、平常時の噴煙流の特徴と熱帯気象の関連をつかむことが出来た (浜田他, 2004)。2004年2月23日には可視および近赤外のネットワークカメラと画像データ蓄積のためのハードディスクを持ったNetwork Attached Storage (NAS) のシステムを設置し、同年4月からインターネットに接続し日本からも時々アクセス出来るようになった。安定した接続運用は困難であったが、噴火が活発化した2006年8月には日本から遠隔操作や画像蓄積が可能となった。映像データは観測所に置かれたNASに貯蔵し、現地でノートパソコンに回収する。平行してビデオカメラのインターバル撮影を続けている。これは昼間の可視撮影が基本であるが、夜間に高温熱異常が視認できる場合、近赤外域も含めて高感度にしたナイトショットモードにしてインターバル撮影を行った。溶岩流出が激しい時には連続撮影がなされた。これらの操作やネットワークカメラシステムの管理はPHIVOLCSの観測所員の判断で行われた。日本へのデータ回収は、郵送のほかTupper氏やGPS観測を行っている藤原健治氏 (気象研究所)・最近の噴火の地質学的研究を行っている小林哲夫教授 (鹿児島大理) と M. H. Mirabueno さん (PHIVOLCS, 鹿児島大理) の観測所訪問の機会に協力して頂いた。

3-2. 最近の回収データ

非常に活発に活動していた2006年8月4～22日の噴煙や溶岩流出の画像がリアルタイムで得られ鹿児島大のサーバーに蓄積出来た (金柿他, 2006; 飯野他, 2006)。特に、近赤外画像で捉えられた夜間の溶岩流出を強調処理や重ね合せで分かり易くした画像をインターネットで公開し、新聞報道や科学雑誌にも取り上げられた (西日本新聞, 2006, 南日本新聞, 2006; 木下, 2006)。

その後、NASに蓄積された2006年11月までの大量のデータとビデオカメラのインターバル撮影・連続撮影およびPHIVOLCSによる航空撮影の記録を得たので、DVDアーカイブとして編集し (木下・坂本, 2007; 木下他, 2007)、ハイライトシーンをホームページで公開している。

3-3. 2006年夏の噴火と溶岩流出

図9aに、本格的な溶岩流出が始まった2006年7月14日の10日前の近赤外画像を示す。1993年と2000-2001年の噴火による南東斜面と西斜面の溶岩流の跡は植生がないため、黒っぽく見える。図9bは15日夜のナイトショットモードによるビデオ映像で、高温の溶岩流が明るく見える。溶岩の噴出が激しくて輝度が高いと普通の可視モードでも赤黄色

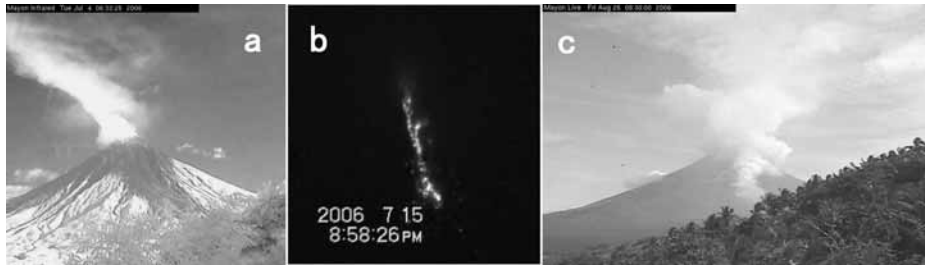


図9. マヨン火山観測所からの2006年夏の画像。(a) 近赤外画像, 7.4—6:33。(b) ナイトショットモードのビデオ映像, 7.15—20:58。(c) 可視画像, 8.25—8:30。(何れも現地時間)

で認められる。2000mを越える山頂火口から溶岩が流下し、時には大きな岩塊となって転がり落ちる様子は、ナイトショットの連続撮影でしばしば記録された。図9cは溶岩の噴出が盛んに続いた8月末の可視画像で、熱い溶岩から噴煙が立ち昇っている。

10月には噴火が収まって犠牲者を出さずに警戒体制は解かれたあと、11月30日から翌日にかけてスーパー台風Reming（別名Durian）の直撃による異常豪雨で今までにない規模の火山泥流と土石流が発生し、約千人の犠牲者が出た。この時流れたものは以前からの噴出物が大部分で、避難警報が軽視されたことが最大の問題とのことである。なお、マヨン火山周辺の火山砂防と避難対策は、フィリピン政府の要請によって国際協力事業団JICAが取り組んでいる（井上, 2006）。

4. 終わりに

火山噴煙の長期自動映像観測は、南西諸島に取り組む前から桜島を対象に様々な方法で行われ、現在も続いている（木下・金柿, 2004; Kinoshita et al. 2004c）。その研究から明らかになった噴煙と火山ガス地表濃度との関係は、2000年噴火以来4年半の全島避難が続いた三宅島における火山ガス対策に役立った（木下他, 2005a）。マヨン火山と三宅島では、SO₂放出量のリモートセンシングが日常的に行われ、火山噴火予知とガス対策の基礎資料となっているが、鹿児島島の火山では持ち込まれた機材で年数回測定されるだけであった。測定方法の進歩と簡便化は著しく、SO₂放出量連続測定体制の整備が望まれる。南西諸島では、火山島の居住地域における火山ガス地表濃度の連続測定も検討されるべきである。

インターネットによるデータ収集と配信は、様々なテーマで取り組まれてきた（三仲編, 1999; 木下他, 2005c）。離島や海外の映像観測では回線の安定性の確保に困難があり、桜島の多点観測でも大学側のネットワーク仕様変更が障害となって、即時性の確保は容易ではない。しかし、現地のサーバーに蓄積したデータは研究資料として重要である。大量の噴煙映像を今後の活用のためにデジタルアーカイブとして関連データと統合して整備することは、現在取り組んでいる課題の一つである。

ここで述べた南西諸島や桜島の火山噴煙については次のトップページからたどることが出来る。

<http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/volc/>

マヨン火山については、英文で次のページにまとめられている。

<http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/volc/Mayon/mayontop.htm>

謝辞： 離島火山の噴煙観測に御協力頂いた諸機関や噴煙映像データを御提供頂いた方々、PHIVOLCSの火山観測部長Corpuz博士とマヨン火山観測所Laguerta所長、日本へのMayon観測データ回収に御協力頂いた方々に深く感謝致します。噴煙観測・研究に対する鹿児島大学と日鉄鉱業のご支援に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 浜田智志・木下紀正・土田理, E. G. Corpuz, E. P. Laguerta 2004. マヨン火山における噴煙シミュレーション解析, 2004年地球惑星科学関連合同学会, V065-014.
- 井口正人・鍵山恒臣・味喜大介 2003. 薩南諸島の火山活動と熱映像観測, 南太平洋海域調査研究報告, 37, 106-115.
- 井口正人・八木原寛・為栗健・平林順一 2007. 地球物理学観測によって明らかになった火山爆発機構, 「火山爆発のダイナミックス」H18年度報告書, 82-90.
- 飯野直子・金柿主税・木下紀正・土田理・福原稔・片野田洋 2006. 桜島とマヨン火山の2006年夏季火山活動のリモートセンシング, 日本リモートセンシング学会第41回学術講演会論文集, 189-192.
- 井上公夫 2006. 2000年のマヨン火山噴火と警戒・避難対策, 建設技術者のための土砂災害の地形判読実例問題 中・上級編, 古今書院, 122-125.
- Kagoshima Univ. Volcanic Cloud Research Group 2004. Volcanic Eruption Clouds in the Western Pacific—ground and satellite based observations and analyses—, Kagoshima Univ., 142p.
- 金柿主税・木下紀正・三仲啓・土田理・八木原寛・福澄孝博 2003. 観測カメラと衛星からみた諏訪之瀬島噴煙, 南太平洋海域調査研究報告, 37, 136-143.
- 金柿主税・川野和昭・木下紀正2004a. ビデオカメラによる近赤外画像の利用研究, 鹿大教育学部研究紀要自然科学編, 55, 11-24.
- 金柿主税・木下紀正・八木原寛 2004b. 地上カメラと衛星による離島火山の噴煙観測, 「火山爆発のダイナミックス」H15年度電子版報告.
- 金柿主税・木下紀正・土田理・飯野直子・福澄孝博 2006. 西南日本とマヨン火山における噴煙自動観測, 2006年日本火山学会秋季大会予稿集, 161.
- 木下紀正編 2003. 列島火山の噴煙活動を探る, 南太平洋海域調査研究報告37, 184p.
- 木下紀正・富山美智隆・町田昌一・高原弘幸 2003. 硫黄岳噴煙の継続観測と解析, 南太平洋海域調査研究報告, 37, 122-129.
- 木下紀正・金柿主税 2004. 地上映像観測と衛星による噴煙・火山ガス研究, 「火山爆発のダイナミックス」H15年度報告書, 426-430.
- Kinoshita, K., C. Kanagaki, A. Minaka, S. Tsuchida, T. Matsui, A. Tupper, H. Yakiwara and N. Iino 2004a. Ground and Satellite Monitoring of Volcanic Aerosols in Visible and Infrared Bands. Proc. CEReS Int. Symp. on Remote Sensing, Monitoring of Environmental Change in Asia, (Chiba, Japan), 187-196.
- Kinoshita, K., S. Tsuchida, C. Kanagaki, A. C. Tupper, E. G. Corpuz and E. P. Laguerta 2004b. GROUND-BASED REAL TIME MONITORING OF ERUPTION CLOUDS IN THE WESTERN PACIFIC, Proc. 2 nd. Int. Conf. on Volcanic Ash and Aviation Safety, Alexandria, U.S.A., Session 2, 25-29.
- Kinoshita, K., C. Kanagaki, S. Iwata, M. Koyamada, K. Goto, K. Hidaka, A. Tupper and N. Iino 2004c. Ground observation of volcanic plumes and high sulphur-dioxide concentrations around Sakurajima volcano, South Pacific Studies, 25, 27-34
- 木下紀正・飯野直子・坂本昌弥 2005a. 噴煙映像観測と火山ガス防災, 「火山爆発のダ

- イナミックス」H16年度報告書, 372-378.
- 木下紀正・富岡乃夫也・戸越浩嗣 2005b. SiPSEによる3D衛星画像の作り方と読み方—日本の自然を空から見る, 古今書院, 111p.
- 木下紀正・三仲啓・金柿主税 2005c. 物理学教材Web配信の諸問題, 応用物理教育, 29, 41-46.
- 木下紀正・三仲啓・土田理・松井智彰・八木原寛・飯野直子・浜田智志・金柿主税 2005d. 東アジアにおける噴煙と黄砂の映像自動観測, 地球惑星科学関連学会2005年合同大会, U087-007.
- Kinoshita, K., N. Iino, S. Hamada, H. Kikukawa, T. Batmunkh, D. Jugder, N. Wang, G. Zhang and A. Tupper 2006. Automatic image recording network of sand storm and dusty airs in northern Asia, *Proc. IRS 2004: Current Problems in Atmospheric Radiation*, Busan, Korea, A. Deepak Pub., Vir., pp.319-322.
- 木下紀正 2006. フィリピン・マヨン火山の噴火活動を捉える, 科学, 76, 1179-1181.
- 木下紀正・坂本昌弥 2007. 火山噴煙・防災映像のDVDアーカイブ作成について, 自然災害総合研究協議会西部地区部会報, 31, 99-102.
- 木下紀正・金柿主税・土田理・飯野直子・福澄孝博 2007. 西南日本の火山とMt. Mayonにおける噴火活動の映像観測, 「火山爆発のダイナミックス」H18年度報告書, 339-348.
- 小林哲夫・奥野充 2003. 南九州および南西諸島における火山の噴火史, 南太平洋海域調査研究報告, 37, 2-11.
- Matsui, T., K. Kinoshita, S. Machida, H. Takahara, M. Yamamoto and C. Kanagaki 2006. Automatic Long-Time Observation of the Volcanic Clouds at Satsuma-Iojima, Kyushu, Japan, *South Pacific Studies*, 27, 1-12
- 三仲啓編 1999. ネットワークを利用した環境データ収集・提供システムの構築とその教育利用, 科研費報告書.
- 南日本新聞 2006. 9. 2. 赤外線撮影で火山活動鮮明, 鹿大の研究グループ, ネットカメラで長期観測.
- 西日本新聞 2006. 8. 24. 2000キロかなた赤い筋, 鹿大グループ比の火山撮影.
- 嶋野岳人2003. 諏訪之瀬島火山の最近の噴出物の比較, 南太平洋海域調査研究報告, 37, 130-135.
- 篠原宏志・風早康平・斉藤元治・松島喜雄・川辺禎久 2003. 薩摩硫黄島の活動状況, 南太平洋海域調査研究報告, 37, 116-121.
- 田中良和 2007. A01班「火山爆発の発生場と発生過程」, 「火山爆発のダイナミックス」H18年度報告書, 13-16.
- 八木原寛・平野舟一郎・井口正人・為栗健・森健彦・高山鉄朗・大倉敬宏・吉川慎 2004. 諏訪之瀬島火山の火山性地震の発生位置: 速度構造および観測点補正值の推定と震源分布, 「火山爆発のダイナミックス」H15年度報告書, 90-94.
- 八木原寛他 諏訪之瀬島人工地震探査グループ 2006. 諏訪之瀬島火山における人工地震探査, 「火山爆発のダイナミックス」H17年度報告書, 49-54.
- 八木原寛・萩原慎太郎・為栗健・井口正人 2007. 傾斜計データからみた諏訪之瀬島火山の噴火, 「火山爆発のダイナミックス」H18年度報告書, 75-81.

追記: 本報告のあと, 中之島と薩摩硫黄島に設置した近赤外カメラによる自動観測システムを2007年夏に撤収し, 蓄積映像のデジタルデータベース化に取り組んでいる。続報として次の2編がある。

- Kinoshita, K., E. Laguerta, E. G. Corpuz S. Tsuchida, C. Kanagaki, T. Fukuzumi, and N. Iino 2007. Network Camera Monitoring of the Mayon 2006 Eruption and Insular Volcanoes in Southwest Japan, Cities on Volcanoes 5 Conf., Shimabara, Japan, 12-P-79.
- 木下紀正・土田理・飯野直子・金柿主税・福澄孝博 2007. 火山噴煙と黄砂の映像自動観測とアーカイブ, 第33回リモートセンシングシンポジウム講演論文集, 計測自動制御学会リモートセンシング部会, 27-30.