

火山活動と微動 - 阿蘇火山 -  
須藤靖明 (京都大学大学院理学研究科)

Volcanic Tremors and Eruptions at Aso Volcano  
Yasuaki SUDO, AVL, Kyoto University

阿蘇火山では火山性微動は火山活動の尺度を表す重要な指標となっている。そこで、阿蘇火山での爆発前後の微動の変化をまとめてみた。近代的な観測がなされてからの、主な爆発が生じたときの爆発前から爆発へ至る過程での活動の様相と微動の変遷を述べる。事例が沢山あるので、その全てを述べる事が出来ないで、ここに概要をまとめておく。

1929年10月,11月の第4火口の爆発活動 - 最初の微動観測 - 活動期の前に微動振幅は増大し極大をししばらく保ち、その後、減少になった時に最初の爆発が生じている。爆発して噴煙が勢いよく噴出活動中は、微動の振幅が概して極小であった。

1930年8月,9月の第4火口の爆発活動 - 第1,2種の発見 - 第4火口は前年11月中旬からこの年の9月までは静穏であった。1930年8月末になって、沸騰現象が生じ、微動が出現し始めた。これが第1種微動の出現であり、同時に第2種も出現し始めた。

1932年の第1火口の活動 - 第3,4種の発見 - 1月7日の小爆発以後、鳴動とともに巨大な噴煙が昇り泥水を1kmも噴出する活動が断続した。第2種微動の周期変化は、1932年5月:4.08秒,6月:4.21秒,7月:4.34秒,8月:5.84秒と周期が徐々に伸び、1930年よりも長い。9月4日極めて静かに音もなく黒煙を噴出し、これが端緒となって、1933年まで未曾有な大爆発活動期が始まった。第1種微動は8月下旬から頻度および継続時間とも増大しはじめ、8月25日に極大値(0.15 $\mu$ )となって、その後、減少しはじめた。9月4日に0.03 $\mu$ まで振幅が減少した。第2種微動も同様の変化を示し、黒煙噴出前に増大した後、極大を保ち、やがて減少となって黒煙が放出した。唯第1種と異なったのは、減少は一定値を保つか増大傾向にあったことである。この第2種微動の状態から火山活動としてはまだ本格的ではなく、次にさらに活発な活動が来るのではと考えられていた。その予測の通り、1933年1月27日に第1火口が1ヶ月ぶりに爆発した。第3種微動は1932年8月から9月の活動期間に発見された。しかしその後は観測されず、一時的なものであった。振動の周期は0.4秒から0.6秒程度あり、第1種微動より短い。振幅は時間経過とともに大きく変動した。第4種微動は1932年9月5日黒煙が噴出し始めた30分間だけ観測され、第3種微動に重なっていた。周期0.2秒程度で4つの微動の中で最も短周期の微動である。振幅は非常に小さく、連続的に記録された。発見時は、第1火口が長い静穏期の後で、黒煙が噴き出した時であったことから、火口底に新しい火道が開通するときの振動現象と考えられた。

1933年2月から3月までの第2火口の大活動 - 最大規模の爆発 - 第1火口の大活動は1932年12月17,18日がピークで、12月下旬には衰えた。12月28日に第2種微動の振幅が減少し始め、第1種微動も12月31日に振幅が小さくなり、1933年になると極小値となった。1月27日に第1火口が爆発して、30日には第1種では0.5 $\mu$ から2.6 $\mu$ へ、第2種では4 $\mu$ から10 $\mu$ へ急大した。この第1火口の活動は12月末まで続いた。一方、第2火口は、1933年1月当時はまだ湯だまりがあった。2月10日には第1,2種微動の振幅はともに急減し、11日には急増しすぐに減少し、第2火口で初めて土砂噴出が生じ、15日になると第2火口の底は露出し、同日夕方には多量な黒煙を噴出した。21日には第1種が極小値となり、23日には第2種が極小値となった時に、第2火口の活動が急速に活発化し、赤熱の噴石を放出するようになった。24日になると活動が活発化し有史以来の大爆発をし、3月4日まで9日間、未曾有の大爆発活動期になった。24日に第1種は周期が1秒前後であるが6 $\mu$ から40 $\mu$ になり、25日までの2日間極大値のままとなった。第2種は5 $\mu$ から35 $\mu$ へ増加し、周期は最盛期で5秒であった。24日の半日間極大値を保った。第1種は、第2種が減少してもまだ極大値のまま、爆発直前で減少した。

1949年12月26日の爆発 - 微動停止・増大型 - 10月まで湯だまりの第1火口は11月末に土砂噴出が始まった。この間の短周期微動振幅の変化は激しく、11月14日まで5 $\mu$ のが15日に8 $\mu$ へ増大し発生個数の増加し、16日には5 $\mu$ に戻り、23日に6 $\mu$ 、24日に急速に衰退し1 $\mu$ になった。25日には一時的に8 $\mu$ まで増大した。12月14日になって、第1火口内で噴石が飛び、26日の9時38分の爆発した。爆発の10日前から4日前まで微動が停止し、その後、振幅が増大した。

1950年4月15日の爆発 - 突発型 - 1950年1月まで続いた第1火口の噴石活動は2月に静穏化し3月に湯だまりとなった。4月10日まで土砂噴出が断続し、15日の早朝水蒸気爆発が生じ、噴煙が2000mに昇った。この爆発には、前兆現象らしいものは全く観測されず、微動も変化が認められず、静穏の時に突然突発的に起こったものである。

1953年4月27日の爆発 - 微動停止型 - 1953年3月になって湯だまりは消え赤熱し、4月8日には火山灰が出た。27日11時31分の第1回目の爆発が発生した。爆発の60日前に赤熱状態となり、19日前と12日前に

火山灰の噴出があり、9日前に火映が見られ、4日前から火山灰の噴出が本格的になった。1日前の26日2時50分から微動が出現しなくなって爆発した。

1955年7月25日の爆発 - 微動連続無変化型 - 1955年6月まで第1火口は湯だまりであった。5月下旬に中央部が赤熱し、7月13日に土砂噴出が生じ、20日から22日に赤熱部分が拡大し、噴石と火山灰が出るようにまでなった。そして25日10時13分の爆発が生じた。爆発前の状態は、60日前まで湯だまりが存在していたが、それが消滅し赤熱状態となった。12日前から土砂噴出がはじまり6日前に開孔活動で火山灰出るように立った。この時、微動振幅は変動しなかった。

1957年12月4日、5日、6日の爆発 - 微動停止型 - 1957年9月まで湯だまりがあり時々土砂噴出が生じたものの静穏であった。10月末になって湯だまりが消え、火山灰も出た。11月2日から爆発的な噴出も生じ、噴石が飛んだ。湯だまりはまだあり、火孔が開いて火山灰を出してもすぐに湯で埋まることを繰り返した。そして11月30日になって、微動が27時間停止し、12月2日には35時間停止状態となった。12月4日19時21分に1回目の爆発が生じた。

1958年6月24日の爆発 - 突発型 - 1957年12月の活動が1958年4月まで続いたが、5月に全面湯だまりとなり6月下旬に火口底が露出しはじめた。この時に24日の午後10時過ぎに突然大音響とともに爆発した。1958年6月にはさらに微動振幅が小さくなり、爆発直前までこの状態が続き、24日22時12分に突然振幅が1 $\mu$ （周期0.4秒）となった。これが爆発前3分である。22時13分にはさらに振幅が2 $\mu$ となり、22時14分には5 $\mu$ まで増大した。22時15分に周期0.2秒とやや短くなって、その直後に大爆発した。爆発中（22時16分）はその振動のため振幅が増大したが、周期はさらに短く0.1秒となってその後逆に伸びて0.4秒までになった。爆発が終わると微動振幅は2 $\mu$ に減少し、爆発前の状態に戻った。

1958年10月13日の爆発 - 微動連続無変化型 - 9月末に湯だまりが減少し、噴石が飛ぶようになった。10月には連日噴石の放出が見られ、10月13日には赤熱噴石も見られた。そして、17時22分に爆発が生じた。微動が停止するような変化が無いまま、爆発振動が現れた。この爆発は、火口底にはまだ、一部であるが湯だまりが存在したままの状態が生じた。

1963年4月21日の小爆発 - 微動連続無変化型 - この爆発は規模がそれほど大きくないが、第1火口が全面湯だまりの状態の中で突発的に水蒸気爆発をした点で、1958年の爆発とやや似て、爆発時刻の点でも夜間であったことが共通し、もしこの二つの爆発が観光客の多くいる昼間に生じたら大きな惨事となったであろう。前兆らしい現象が観測されていない。

1963年11月17日の爆発 - 微動連続増加型 - 11月14日に湯だまりの中で土砂噴出が見られるようになり、17日の5時50分に爆発が生じた。この爆発は土砂噴出があるものの、湯だまりがあってもほぼ静穏な状態であったときに生じたものである。2日前には微動の振幅が急に増大した。

1965年10月31日の爆発 - 微動停止型 - 1965年1月に湯だまりと土砂噴出が無くなり2月から赤熱し、6月には全面となり火山灰を噴出した。6月下旬から7月上旬の大雨で全面湯だまりとなり、その後土砂噴出が活発化した。8月中旬から湯だまりが急減し、土砂噴出が盛んになり、9月中旬には大きな噴石を飛ばす爆発的な土砂噴出が生じ、9月末には大部分が赤熱するようになった。微動は、10月19日まで周波数2Hzで振幅が0.1-0.2 $\mu$ であったが、この日から1Hz近くに低下し周期が伸びた。振幅はやや大きくなった（0.2 $\mu$ 程度）。20日に火山灰がわずかに噴出し、翌日火孔が拡大し、22日には火災が上り、火山灰が多量に噴出し、赤熱した噴石が飛ぶようになった。23日になると、それまで連続的な赤熱噴石と火山灰の噴出が間欠的となって、10時34分に小爆発が起こった。しかし微動の振幅は大きな変化を示さなかった。その後、噴煙も徐々に白煙に変わり、25日には活動が急速に静穏化し、白色噴煙のみで、鳴動も無くなった。27日は、微動の振幅さらに小さくなり微動停止状態となった。28日には赤熱現象も消滅し、火孔から弱く白煙が出るだけになり、異常なほどの静穏状態となった。29日に孤立型微動が記録された。波形は紡錘型で振動継続時間が10秒程のものである。この微動の変化があったので、翌日の30日に警戒処置が発動され、その後すぐに爆発が生じた。

1974年8月4日の噴火 - 微動連続無変化型 - 3年間の長期にわたる赤熱状態の後には、湯だまり・赤熱状態を交互に繰り返し、1973年10月下旬になって湯だまりが無くなった。これ以後は、大雨で火孔が閉塞されることがあっても、すぐに火山灰を噴出して開孔状態となる活動を続けた。このような活動をしている時、8月4日の22時に赤熱の噴石を噴き上げるストロンボリ型噴火活動を始めた。この活動は爆発的ではなく、また、微動の様子にも顕著な変動が認められないままストロンボリ型噴火へ移行した。

1977年7月20日の小爆発 - 微動連続無変化型 - この爆発は規模こそ小さいが、爆発の生じた当日12時の火口状況（爆発発生1時間前で、白煙が僅かに出て、鳴動もない状態）や微動の様相（振幅は0.3 $\mu$ 程度で小さく、それが増大あるいは減少するような変化が無い）から爆発が全く予想されない時に発生し、火口周辺にいた観光客相手の業者に被害を与えた点で注目される。しかし、爆発のほぼ一月前までは、火山灰が多量に噴出し、時々火口周辺で揺れを感じられる有感微動が発生していた。梅雨の大雨で火孔が閉塞されてから一ヶ月後に爆発となったので、この一ヶ月間を前兆と考えることも出来るが、それは爆発が起こった後でわかることである。

1977年11月8日の爆発 - 微動連続無変化型 - 7月の爆発活動は短期間で終了し、8月には第1火口は全面湯だまりになった。9月、10月は全面湯だまりの中で、時々土砂噴出が生じた程度で、ほぼ静穏であった。10月10日15時30分、11月1日8時17分に中岳火口を震源とする火山性地震が発生したが、11月8日7時4分の爆発まで大きな変化が無いま経過した。この爆発は、湯だまりの水を放出する水蒸気爆発である。

1979年6月13日の爆発 - 微動停止型 - この爆発は爆発と言うより噴出型で、またこれ以後のストロンボリ型噴火活動の端緒となるものとして位置づけられる。1979年5月に湯だまりが減少し、土砂噴出が始まり、6月にはさらに活発化した。この結果、湯だまりの減少し、11日から微動の振幅が増大し鳴動が生じ開孔活動へ移行した。12日には規模の大きい土砂噴出が生じ、鳴動が一層激しくなった。しかし、同日の18時22分に微動の振幅が急激に減少し、19時40分から火山灰の噴出が始まった。13日3時36分から微動振幅はさらに減少し、爆発までの約11時間あまり、微動の停止した。この頃には、湯だまりはほとんど消滅した。爆発は、13日15時10分に生じた。

1979年9月6日の爆発 - 微動停止型 - 1979年6月から始まったストロンボリ型噴火活動は8月上旬まで連日続いた。8月10日13時10分から噴煙量と噴石とがともに急に少なくなり、逆に鳴動が強くなりだした。8月26日から28日の台風11号による降雨で火口が閉塞し、27日4時から連続微動の中に短周期微動が現れだし、5時から連続微動の振幅が急に小さくなった。5時から6時までと9時に短周期微動が間欠的に現れ、孤立微動的になった。9月3日から4日の台風12号の降雨で火口は完全に閉塞してしまった。そして9月6日13時6分の爆発となった。観光客が噴石の直撃にあい、3人が無くなり、11人が負傷するという惨事となった。

1979年11月2日の爆発 - 微動停止型 - この爆発は、1979年の活動の終息期へ至る過程で生じたものである。9月の爆発後、火口の閉塞は一時的にあったものの連日多量の火山灰が噴出し、10月4日午後から6日午前にかけて火山性地震が多数発生し、噴煙活動が活発化し、赤熱の噴石が飛ぶようになった。爆発の当日、11月2日は、9時より白色の噴煙となり、火山灰が出なくなって、微動の振幅が減少した。そして、16時26分に爆発を起こした。

1980年1月26日の爆発 - 微動停止型 - この爆発も1979年6月に始まった一連の活動の終末期に生じたもので、この爆発で活動が終了した。1979年12月初旬に鳴動が強くなったものの、19日から23日の降雨により火口内に湯だまりが形成されはじめ、土砂噴出が始まった。しかし、それもまもなく終わり、25日13時から微動の振幅が小さくなり、短周期微動が出現後、停止状態となった。そのままの状態が1980年1月にも続き、26日21時7分に爆発を生じた。

1989年7月16日の爆発 - 微動増大・停止・増大型 - この爆発と次に述べる11月一連の爆発は、1989年から1991年までの猛烈な火山灰を噴出した最近では比較的規模の大きいマグマ活動とそれに続く1992年から1993年への湯だまりからの規模の大きい土砂噴出の端緒となったものである。1988年10月に出来た赤熱現象は翌年5月には火口底の5割まで拡大してきた。火口底に中央部に一時湯だまりが出来ると激しい土砂噴出が生じた。5月30日について湯だまりが無くなった。6月4日は火口から火山灰を噴出する開口活動が生じ、火炎が伴うようになり、6日に赤熱現象が急速に衰退し始め、11日には火口から火炎が出、火山灰と噴石が噴出する開口活動が始まった。7月14日に微動の振幅が大きくなって、16日の11時55分にさらに震幅が大きくなったが、13時3分に小さくなり、13時44分に再び大きくなって、13時40分に噴煙を1000m噴出して、13時55分に噴出型の爆発をした。噴煙が2500mに上昇した。この噴火はその直前で微動の変化が激しいのが特徴である。

1989年11月17日、26日、28日の爆発 - 微動増加型 -

1990年4月20日の爆発 - 微動増大停止型 -

1992年8月、9月、10月の爆発 - 微動停止型・連続型・突発型・停止型 -

60余年間の阿蘇火山における爆発現象を列記し、その時の微動の様子を簡単に述べ、爆発予知に有効かどうかを見てみた。多くの場合は活動の高まりが把握でき、それなりの対策が講じられるが、そうでない場合がある。