2002 年 10 月に桜島火山において発生した特異な爆発地震

Peculiar seismograms of explosion earthquakes in October 2002, at Sakurajima Volcano

井口　正人[1]，為栗　健[2]
Masato Iguchi[1], Takeshi Tameguri[2]

[1] 京大・防災研，[2] 京大・防災研・火山活動研究センター
[1] SVO, [2] SVRC,DPRI,Kyoto Univ.

桜島火山では，南岳山頂においてブルカノ式の火山爆発が繰り返されている．多くの場合，空気振動を伴って，噴石，噴煙が放出され，継続時間は長くても数分程度であるが，その後連続噴煙活動に移行することもある．噴火に伴って発生する爆発地震は，よく似ており，その波形のインバージョン解析から，深さ 2km において等方的な爆発が発生した後，火道が収縮すると考えられている．また，初動から 1 秒後にみられる低周波主要動の解析からは火口底における爆発に相当する等方膨張が発生するものと推定されている(Tameguri et al., 2002)．連続噴煙活動に移行した場合は，2-5Hz の周波数帯域をもつ連続微動が地震動として観測される．

2002 年 10 月 11 日および 12 日に発生した火山爆発はいくつかの点でこれまでの爆発と異なる．11 日の爆発は 11:15 に発生したが，初動から約 1 分の記録は典型的な爆発地震の記録に類似している．押し波の初動の直後に引き波が観測され，振幅の大きい低周波主要動が続く．その後は，振幅は時間とともに小さくなったが，波形は徐々にモノトニックなものに移行し，5 分後には明瞭なハーモニック微動が認められるようになった．そのスペクトルは 1.3Hz を基本周波数としてその整数倍にピークが現れ，桜島においては C 型と呼ばれる微動に類似していた．しかも，そのピーク周波数は互いに整数倍の関係を保ちながら，徐々に高周波側にシフトし，12 分後には，基本周波数が 3.1Hz になった．

12 日の噴火は 9:56 に小振幅の微動から始まった．微動開始とほぼ同時に噴火が発生．小振幅の微動は高周波成分に富み，爆発地震低周波主要動に相当するような位相はみられなかった．微動は約 5 分間継続し，噴煙は約 3000m の高度に達した．その間，0.5Pa 程度の小振幅の空気振動が連続的に発生した．この空気振動は 60Hz まで周波数帯域が伸びており，桜島火山観測所でも鳴動として聞くことができた．微動開始から 6 分後には，地震動，空気振動ともノイズレベル程度に小さくなっていたが，9 分後に爆発地震の低周波主要動に類似した低周波振動がみられ，更に 10－12 分後にはハーモニック微動が発生した．11 日の微動と同様に 1.8Hz から 3.1Hz に基本周波数が徐々に増加していった．

多くの爆発地震は，単発で終わるか，その後連続微動に移行するものが多い．10 月 11 日，12 日に発生した爆発地震は，ハーモニック微動に移行した点においてこれまでのものと異なる．桜島においては，B 型地震の群発においてその波形が徐々に単色化し，C 型に移行した後，爆発活動が活発化することが知られており，C 型微動は，基本周波数とその整数倍の周波数にピークがあることから両端固定あるいは，両端開放の境界条件をもつ火道内のマグマ柱の固有振動により発生すると考えられている（西，1984）．ところが，11 日，12 日に発生したハーモニック微動は，C 型微動と同様のスペクトル構造をもっているが，噴火開始後に発生しているので，火口底は開口した状態であり，固定端になることができない．共鳴体であるマグマ柱が火道内の浅い部分にあるとすると，その境界条件は両端開放であると考えられる．両端固定であるとすると，共鳴体は深い場所になければならない．また，そのピーク周波数が高周波側にシフトすることは，マグマ柱内部の音速の増加かマグマ柱の長さの短縮が考えられる．ハーモニック微動が発生している間，傾斜計は火口方向の地盤の沈降を示しており，火道内では減圧に伴う温度低下が進行していると思われるので，音速の増加とは考えにくく，共鳴体となるマグマ柱の短縮過程を反映している可能性が高い．伸縮計の火口方向の成分に着目すると爆発の発生から 1 分間は伸張が，約 5 分間停滞した後，収縮に転じている．爆発後ほぼ一様に沈降する傾斜変化とあわせて考えると収縮部分が浅い場所から深い場所に移動したように見える．噴火による火山灰放出によりマグマ柱のヘッドが下がり，その結果，共鳴体としてのマグマ柱の長さが短縮するとともに，火道の上端から下方へ収縮が進み，収縮力源が下方へ移動したのかも知れない．

12 日の噴火の開始から 8 分後に観測された長周期主要動は，爆発地震の低周波主要動に類似しており，その震源の位置とメカニズムを求めたところ，爆発地震の低周波主要動と同様に深さ 0.3km の等方膨張力源であることがわかった．爆発前の溶岩ドームの形成や初速度の大きい噴石の放出，爆発に伴う歪ステップから，爆発地震の低周波主要動は，火口直下に形成された高圧のガス溜りの膨張であると考えられているが(Tameguri et al., 2002)，12 日の低周波主要動については，噴火発生後の火道が開口した後に発生しており，高圧のガス溜りの存在は低周波主要動発生の必要条件ではないかもしれない．