

2000年代後半以降の雌阿寒岳の活動経過*

Volcanic activity of Meakandake Volcano since the latter half of the 2000s

札幌管区気象台地域火山監視・警報センター
Regional Volcanic Observation and Warning Center,
Sapporo Regional Headquarters, JMA

1. 概要

1980年代以降の雌阿寒岳は、ポンマチネシリ火口が活動の中心となっている。ポンマチネシリ火口では、1980年代から2000年代初頭にかけて噴煙活動や火口温度の高い「熱活動が相対的に高い時期」であったのに対して、2000年代後半以降は熱活動の明瞭な低下がみられ、「熱活動が相対的に低い時期」となっている（第1図、札幌管区気象台, 2015, 2018）。この「熱活動が相対的に低い時期」には、ポンマチネシリ赤沼火口及び北西斜面で噴火した2006年3月や、ポンマチネシリ96-1火口及び第4火口で噴火した2008年11月のように何度か火山活動の顕著な高まりが観測されている。

本稿では、熱活動が相対的に低い時期のポンマチネシリ火口にポイントを絞って、雌阿寒岳の中長期的な火山活動経過を整理する。以下に、雌阿寒岳における火山活動の高まりが観測される場合の活動推移等をまとめた。

2. 雌阿寒岳における火山活動の推移に関する整理

(1) 熱活動の推移

ポンマチネシリ火口では、2008年末～2009年前半、2015年～2016年前半のように熱活動の高まり（噴煙量の増加、地熱域の拡大、火口温度の上昇など）が何度か認められている（第2図 b、c）。噴煙長とポンマチ南東の全磁力値は対応がよい（第2図 b、d）。ポンマチネシリ火口（主に96-1火口周辺）での熱活動の推移を把握する上で、ポンマチ南東の全磁力値は参考になると考えられる。

2006年や2008年の噴火前後に着目すると、2006年3月噴火（ポンマチネシリ赤沼火口及び北西斜面で発生）の前は、熱活動の高まりを示す変化は認められなかった（第2図 c 等）。その一方で、2008年11月噴火（ポンマチネシリ96-1火口、第4火口で発生）の前は、ポンマチネシリ第4火口の温度上昇や地熱域の拡大を10月の現地調査で確認しており、熱活動の高まりが観測された。このように、噴火前に熱活動の明瞭な高まりがみられるとは限らない。

(2) 地震活動の推移

雌阿寒岳では、ポンマチネシリ火口付近での地震の増加が度々みられている。雌阿寒岳で地震が増加する際によくみられる特徴として以下の3点があげられる（第2図 f、第3図）。

- ① 振幅の大きい地震が増加する
- ② 低周波成分を含む地震がやや増加する
- ③ 震源が浅くなる

これらの特徴が最も顕著に現れていたのは、噴火前（2006年2月、2008年9月）であり、地震日回数は最大で600回を超えていた。また、火山性微動も同時期に急増しており、地震活動の活発化と噴火との関連性が推察される。

* 2018年12月6日受付

(3) 地殻変動の推移

GNSS 連続観測では、ポンマチネシリ 96-1 火口周辺での膨張性の地殻変動を 2015 年から 2016 年にかけて観測している（第 2 図 g, h）。この時期は、熱活動や地震活動の高まりが認められるなど、雌阿寒岳の火山活動が活発化していたが、噴火には至らなかった。2006 年や 2008 年の噴火前は明瞭な地殻変動がなかったが、2015 年から 2016 年のように火山活動の高まりに対応して膨張性の地殻変動を観測できた事例はある。このことから、今後の噴火で事前の地殻変動を捉えられる可能性はある。

3. 雌阿寒岳における火山活動の推移に関する解釈

熱活動が相対的に低い時期の雌阿寒岳について、熱活動・地震活動・地殻変動の 3 点から活動経過を整理した。その結果、最も顕著な活動を示していたのは地震活動である。地震増加時は前述した①～③のような特徴を持ち、噴火が発生した事例ではその傾向が顕著に現れる。特に、振幅の大きい地震は噴火が発生しなかった事例と比較して、その回数が急激に増加している（第 4 図）。これらの特徴を踏まえて、雌阿寒岳の地下で起きていることの解釈を試みた。

地下深部から供給される火山性流体（火山性ガス、熱水など）の量が増加すると、地震増加や噴煙量の増加など火山活動の高まりに繋がると考えられる。噴火前の雌阿寒岳で地震が増加する要因として、火山性流体の供給量の増加が推定される。

2000 年代以降の熱活動が低下した雌阿寒岳では、噴火前後でも噴煙量が少ない。この原因は特定されていないが、雌阿寒岳の地下で噴煙が出づらいつつ状況になっていたことが疑われる。このような閉塞的環境で火山性流体の供給が増加すれば、地下での増圧が引き起こされ、エネルギーの解放を求めて周囲の岩石を破壊して地震が発生し、その規模も大きくなると考えられる。さらに火山性流体の供給が続けば、一連の活動は岩石を破壊しつつ次第に浅い場所へ移っていくと予想される。噴火に至った 2006 年や 2008 年の事例では地震回数の急増や震源の浅くなる傾向がみられている。また、低周波成分を含む地震や火山性微動も増加していたが、火山性流体が関与していたと考えると調和的である。

以上のように、火山性流体の供給（上昇）を関連付けることで、雌阿寒岳の噴火に向けた活動を整理することとし、活動の推移を 5 段階（ステージ 0～4）にまとめた（第 5～6 図）。なお、2000 年代後半以降の雌阿寒岳では活動ステージ 2 までしか至っておらず、活動ステージ 3（水蒸気噴火の繰り返し発生を想定）及び 4（マグマ噴火を想定）は更に発展したケースを想定したものである。

4. 2018 年 7 月以降の火山活動について

雌阿寒岳では、2018 年 9 月下旬～10 月中旬にかけて地震回数が日数十回とやや増加したほか、10 月 15 日に振幅が小さく継続時間の短い火山性微動が発生した。震源の多くはポンマチネシリ火口の南東部またはポンマチネシリ赤沼火口の浅い所と推定される。また、7 月にポンマチネシリ火口のやや深い場所で地震が 20 回弱発生したこともあり（第 7 図）、活動の推移を注視していた。

2018 年 7 月以降の地震活動を、前述した地震増加時の特徴及び火山活動の推移に関する解釈に照らし合わせて、次のとおりまとめた（第 8 図）。

- ・地震日回数は多くて 50 回程度。
- ・地震の振幅は小さいものが多く、2006 年や 2008 年の噴火前のように振幅の大きい地震が初期に急増する傾向はみられない（第 4 図）。
- ・9 月以降の震源は浅い地震が多く、震源の移動は認められない。ただし、7 月 17～18 日にポンマチネシリ火口のやや深い場所で地震が 20 回弱起きており、それを含めて考えると浅くなった

とも捉えることができる。

- ・10月15日に振幅が小さく継続時間の短い火山性微動が1回発生した。
- ・10月に実施したGNSS繰り返し観測によると、2016年からみられていた山体浅部の収縮と考えられる変動が停滞していると推定される（第9図）。
- ・噴煙量の増加は認められない。また、10月に実施した現地調査によると、地熱域の拡大、火口温度の上昇など熱活動の高まりは認められなかった（第2図c）。

これらのことから、9月下旬から10月中旬にかけての雌阿寒岳の活動状況は『ステージ1』に相当すると判断した。この活動では、地下深部から火山性流体の供給量が増えて、地震回数の増加や山体浅部の地殻変動に影響したと考えられる。ただし、地震回数の増加については、増加が顕著だった過去事例と比べると地震回数が格段に少ない。2000年代後半以降の雌阿寒岳では時々みられる程度の増加である。また、振幅の大きい地震もほとんど増えていない。地殻変動については、今回の地震増加と共に、地下深部からの火山性流体の供給に対応している可能性がある。

以上を踏まえて、10月中旬時点でのその後の推移を以下のように検討した。

（想定1）9月下旬程度の活動が継続、または活動の低調化（ステージ1以下で推移）

- ・地震活動は日数十回程度で推移、または次第に低調化する（日数回）。地震活動が低調化した後も何度か地震回数の増加がみられる可能性あり。
- ・熱活動の高まり（噴煙量の増加、地熱域の拡大など）が一時的にみられる可能性あり。
- ・山体浅部で膨張性の変動がみられる可能性あり。
- ・噴火には至らない。

（想定2）地震回数が急激に増加（ステージ2へ移行）

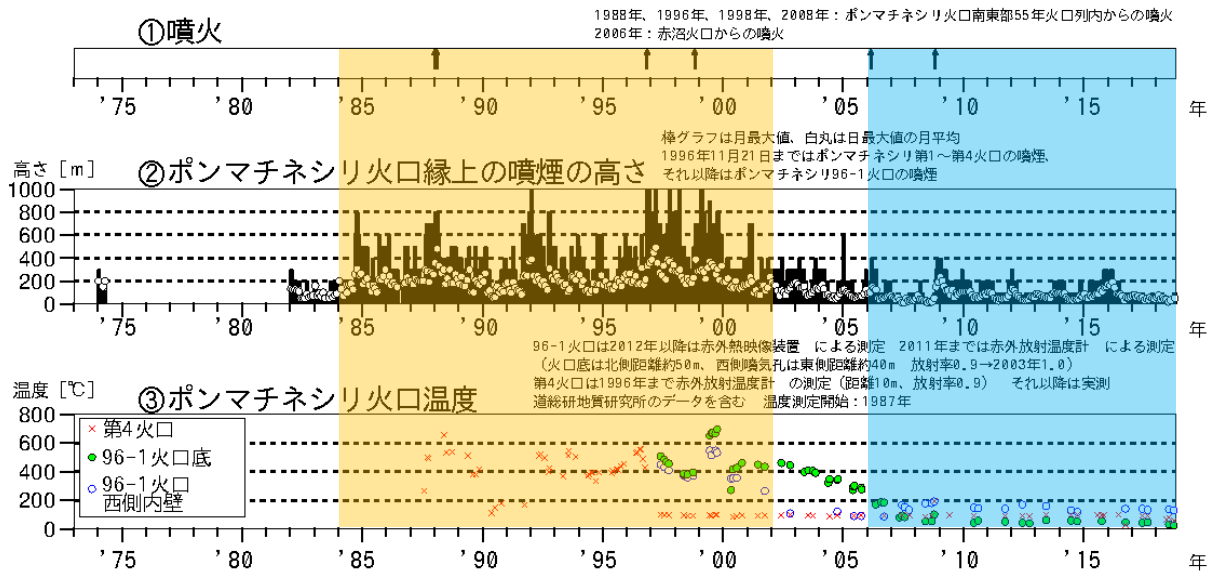
- ・地震回数が急激に増加する（日数百回）。振幅の大きい地震が増加する。
- ・火山性微動が増加する。
- ・熱活動の高まり（地熱域の拡大、火口温度の上昇など）がみられる可能性あり。
- ・山体浅部で膨張性の変動がみられる可能性あり。
- ・噴火に至る。

また、2018年9月下旬～10月中旬の地震活動と2015年の地震活動を比較した。2015年は結果的に噴火に至らなかったが、地震活動や熱活動に明瞭な高まりが認められた時期であった（ステージ1に相当）。2015年と比較すると、地震の日回数や振幅の大きい地震は少なかった。震源が浅くなっている可能性はあるが、2015年と比べて不明瞭である。以上から、2018年9月下旬～10月中旬にかけての地震活動の高まりの度合いは、2015年よりも低く、想定1にとどまる（ステージ1が継続する）可能性が高いものと考えた。

なお、10月下旬以降は地震回数が減少したが、11月20日以降に地震回数が急増し、火山活動の高まりが認められた。この活動に関しては、別途まとめて報告する予定である。

5. 参考文献

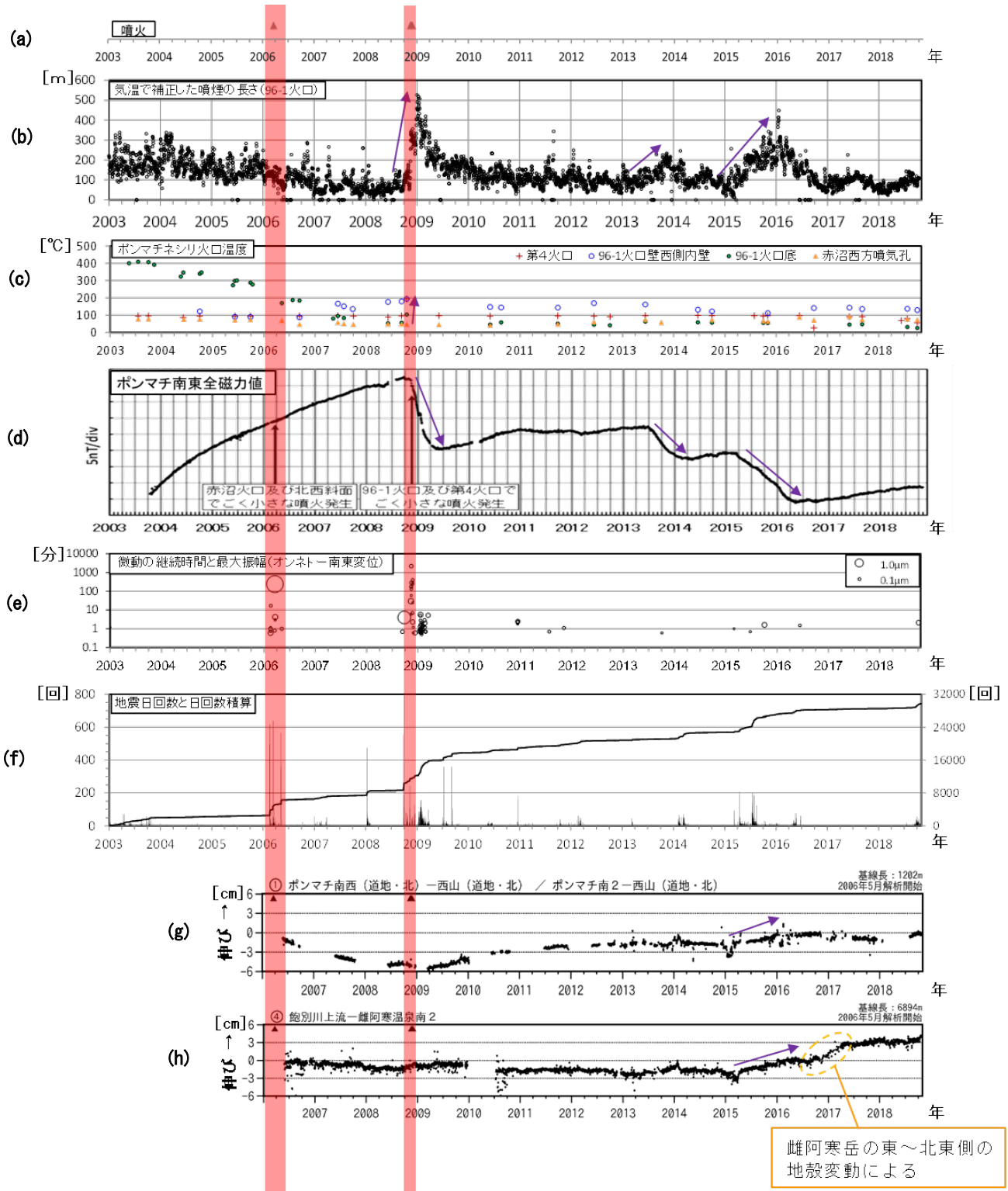
- 1) 札幌管区気象台（2015）：第133回火山噴火予知連絡会資料（その5の1），3-20.
- 2) 札幌管区気象台（2018）：第140回火山噴火予知連絡会資料（その2の2），3-21.



第1図 雌阿寒岳 火山活動経過図 (1973年1月～2018年10月31日)

橙色のハッチは「熱活動が相対的に高い時期」、
青色のハッチは「熱活動が相対的に低い時期」にそれぞれ対応している。

Fig. 1. Summary of volcanic activity at Meakandake Volcano (January, 1973-October 31, 2018).

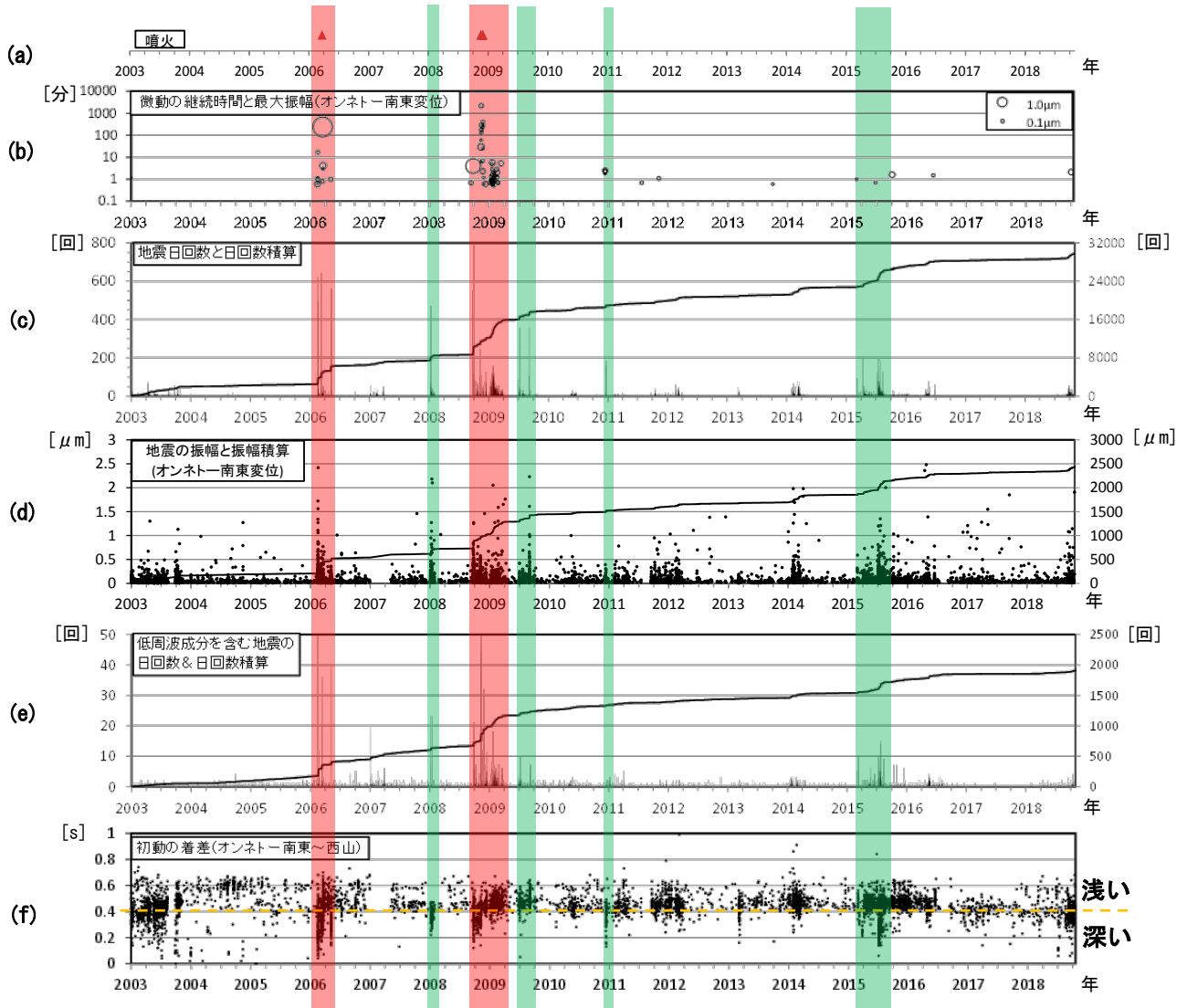


第2図 雌阿寒岳 火山活動経過図 (2003年1月～2018年10月31日)

赤色のハッチは噴火前後の時期に対応している。

- ・2000年代後半以降も熱活動の高まりが何度か認められている (b, c)。96-1火口の噴煙の長さ
とポンマチ南東の全磁力の変化は対応がよい (b, d)。
- ・地震の増加は度々観測されている。2006年及び2008年の噴火前には地震回数が特に多く、
火山性微動も多発した (e, f)。
- ・96-1火口周辺浅部の膨張を示唆する地殻変動が2015～2016年に認められたが、2006年及び
2008年の噴火前には明瞭な地殻変動はなかった (g, h)。

Fig. 2. Summary of volcanic activity at Meakandake Volcano (January, 2003–October 31, 2018).

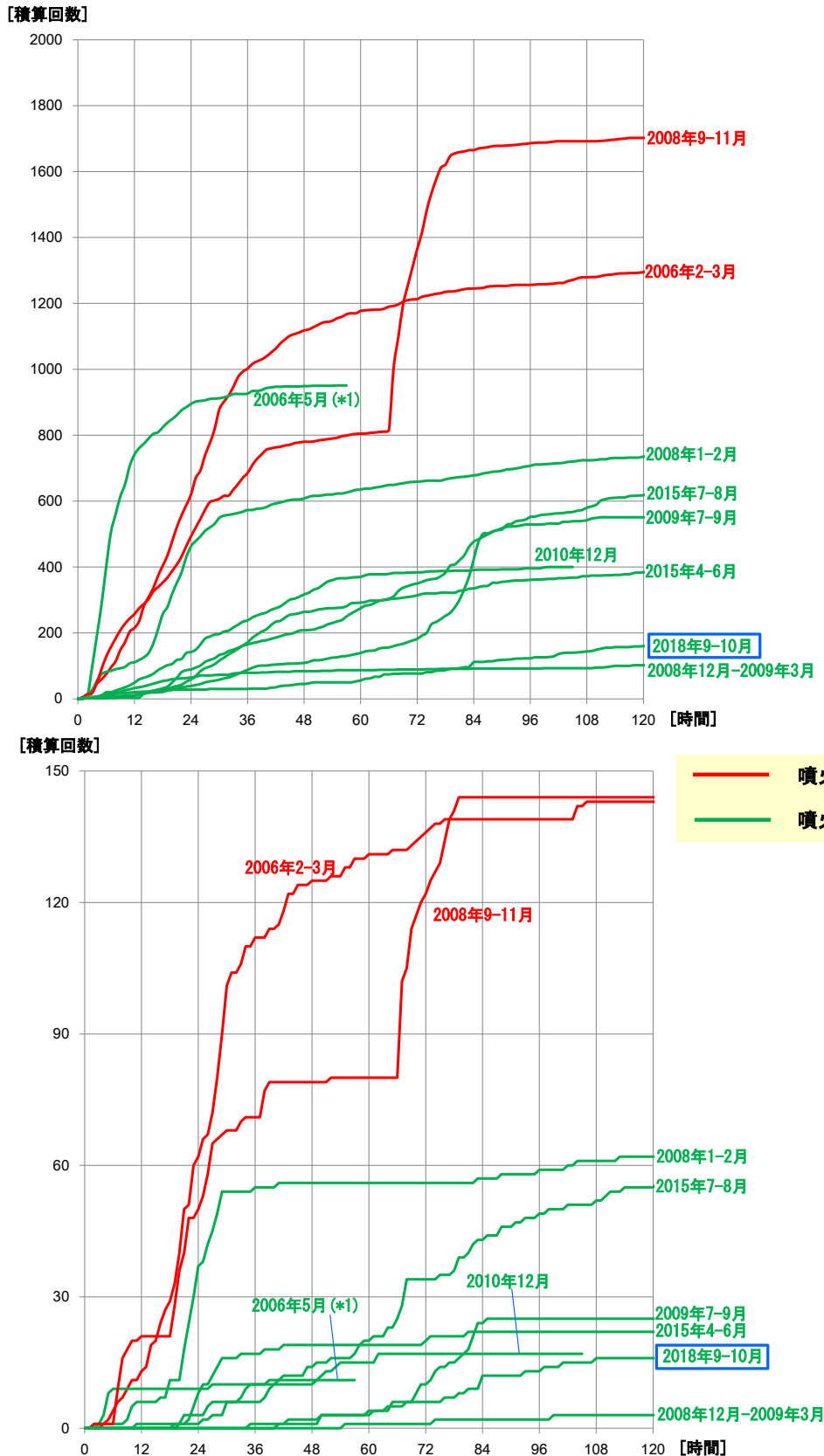


第3図 雌阿寒岳 地震活動経過図 (2003年1月～2018年10月31日)

赤色のハッチは噴火前後で地震が増加した事例、
 緑色のハッチは噴火していない時期に地震が増加した事例を示す。

- 地震の増加時には、①振幅の大きな地震の増加 (d)、②低周波成分を含む地震の増加 (e)、③震源が浅くなる傾向 (f) が認められる。2006年及び2008年の噴火前は地震回数が特に多く、①～③の傾向も顕著であった。

Fig. 3. Summary of seismic activity at Meakandake Volcano (January, 2003-October 31, 2018).



第4図 雌阿寒岳 地震の特別回数積算の推移（地震増加開始から120時間後まで）

上段：オンネトー南東の最大振幅 $\geq 0.05 \mu\text{m}$ （計数基準以上）の地震

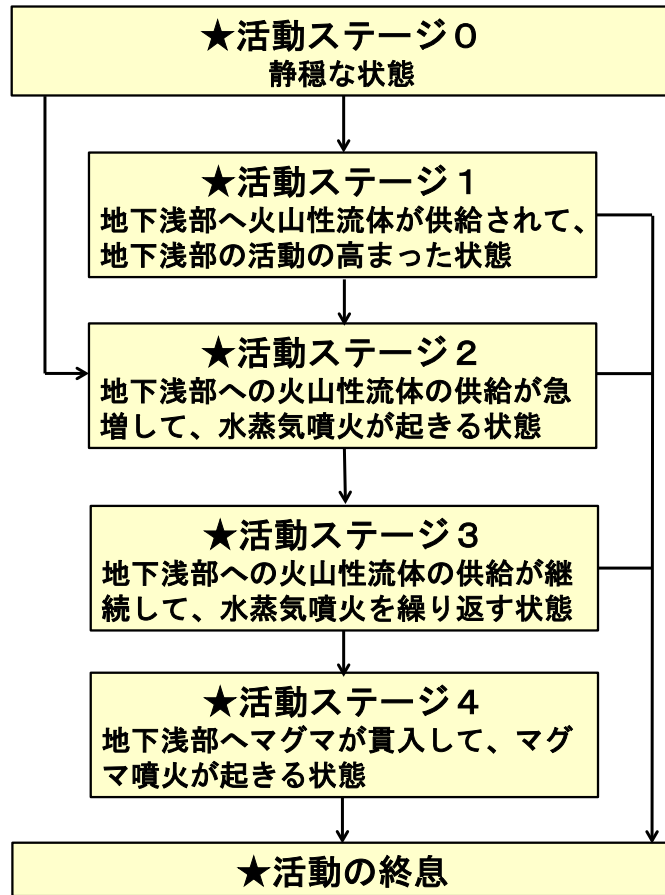
下段：オンネトー南東の最大振幅 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ の地震

*1 2006年5月は、地震回数が多いが短期間で収まっており、振幅の小さい地震が多かった。

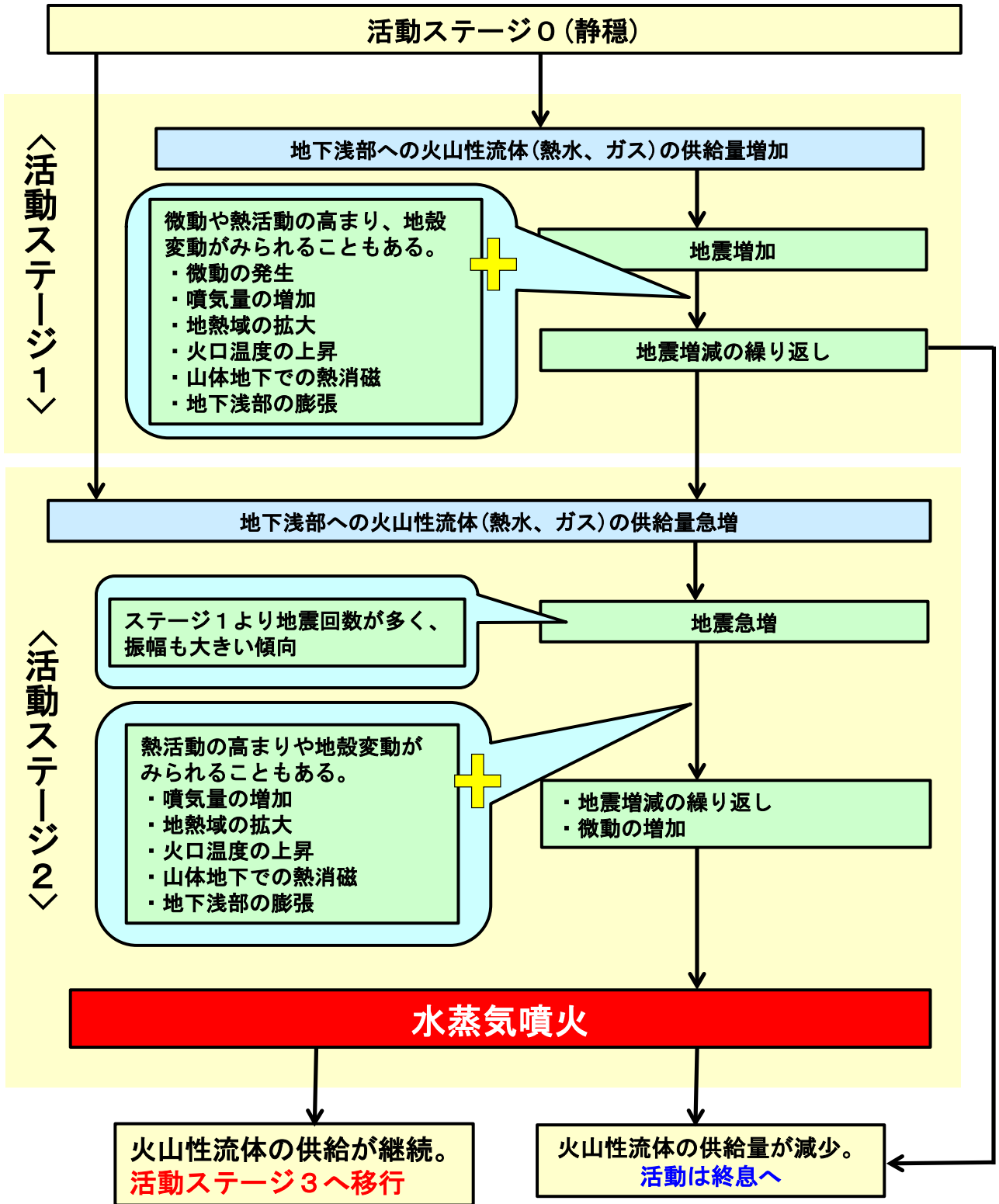
Fig. 4. Cumulative hourly number of volcanic earthquakes for 120 hours after the volcanic earthquakes increased.

Upper : maximum amplitudes of earthquake at Southeast of Onneto more than $0.05 \mu\text{m}$

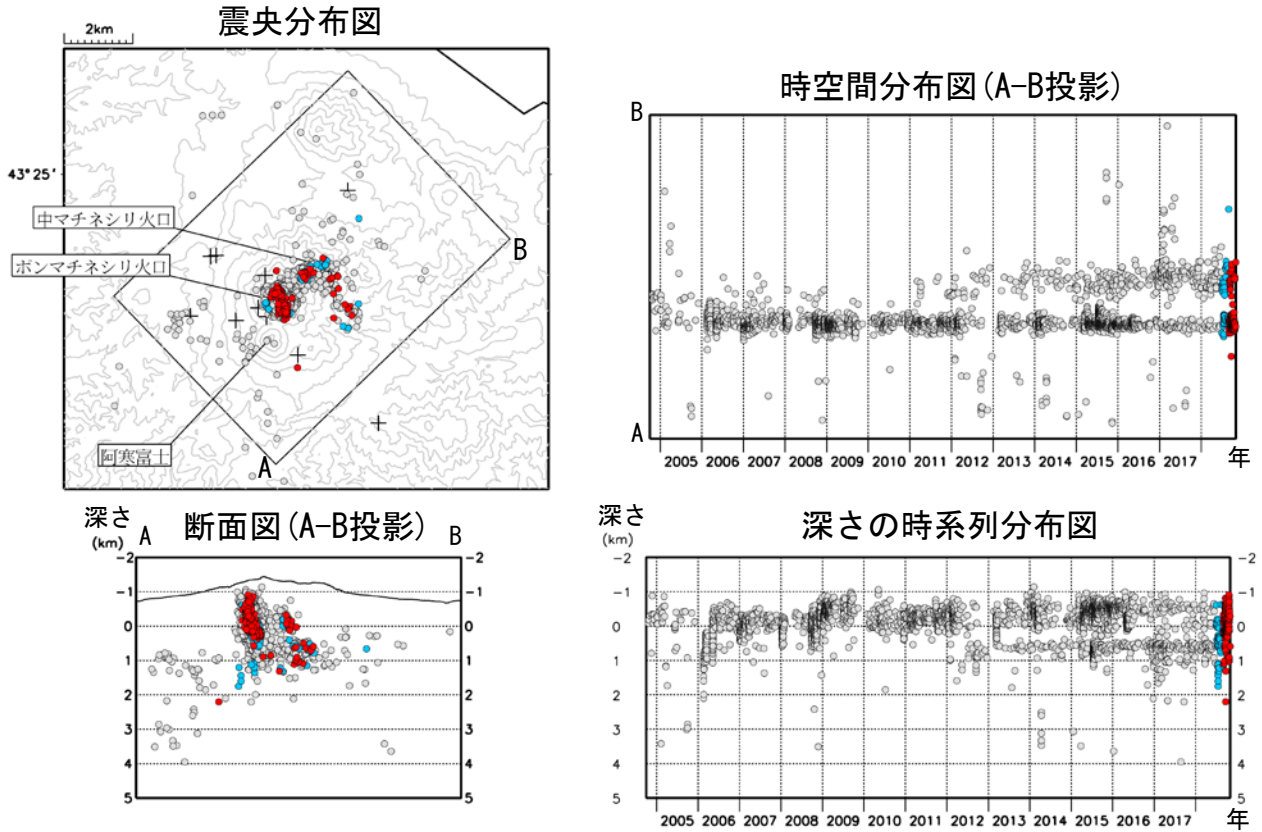
Lower : maximum amplitudes of earthquake at Southeast of Onneto more than $0.5 \mu\text{m}$



第5図 雌阿寒岳の活動イメージ（概要）
Fig. 5. Process of volcanic activity at Meakandake Volcano.



第6図 雌阿寒岳の活動イメージ (ステージ0～2)
Fig. 6. Process of volcanic activity at Meakandake Volcano (Stage 0-2).

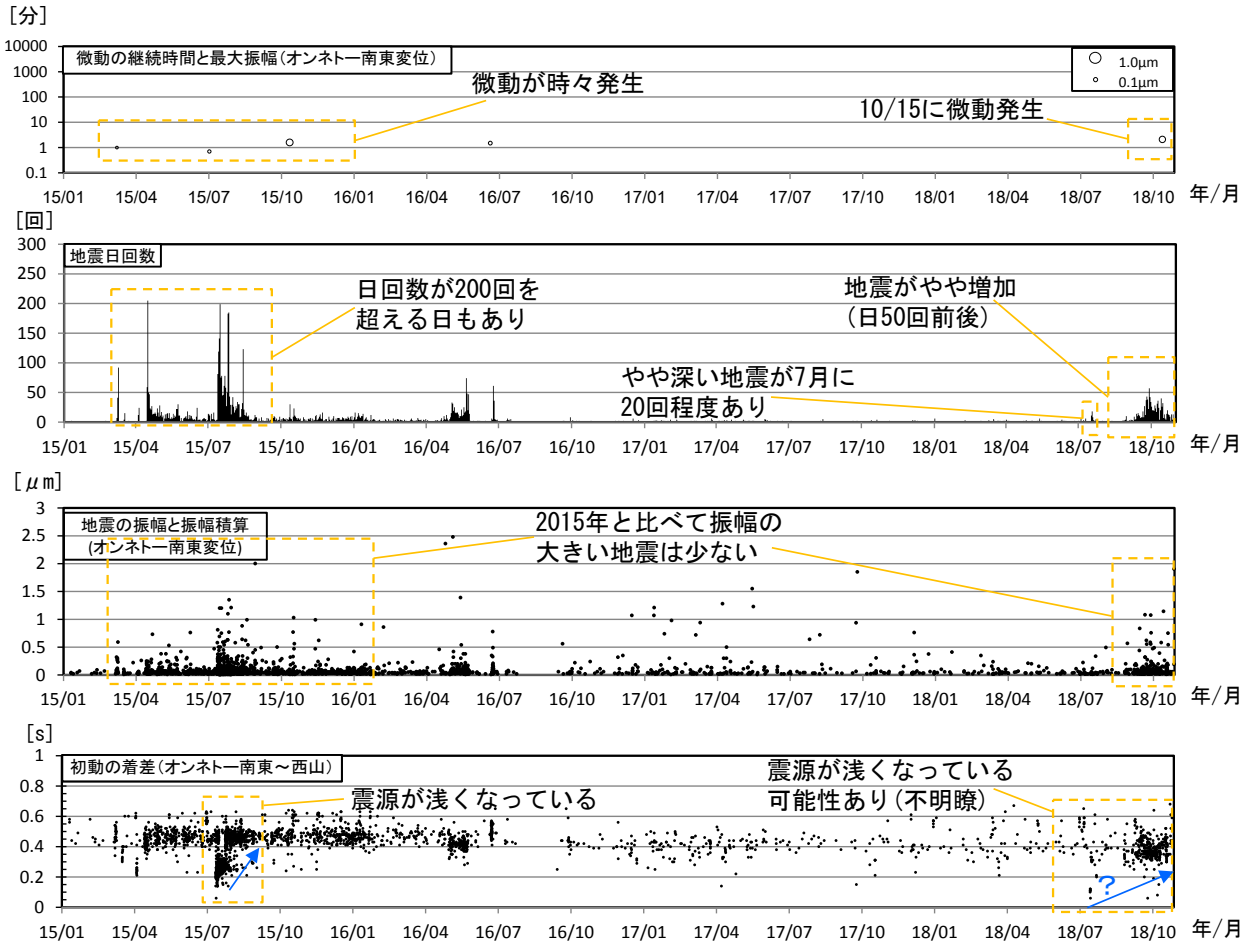


第7図 雌阿寒岳 ポンマチネシリ火口周辺の震源分布図 (2004年10月～2018年10月31日)

- : 2004年10月1日～2018年6月30日の震源
- : 2018年7月1日～8月31日の震源
- : 2018年9月1日～10月31日の震源
- +印は地震観測点を示す。
- 一部観測点の欠測のため震源決定数や震源精度は一定ではない。
- この地図の作成には国土地理院発行の「数値地図50mメッシュ(標高)」を使用した。

Fig. 7. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes around Meakandake Volcano (October, 2004-October 31, 2018).

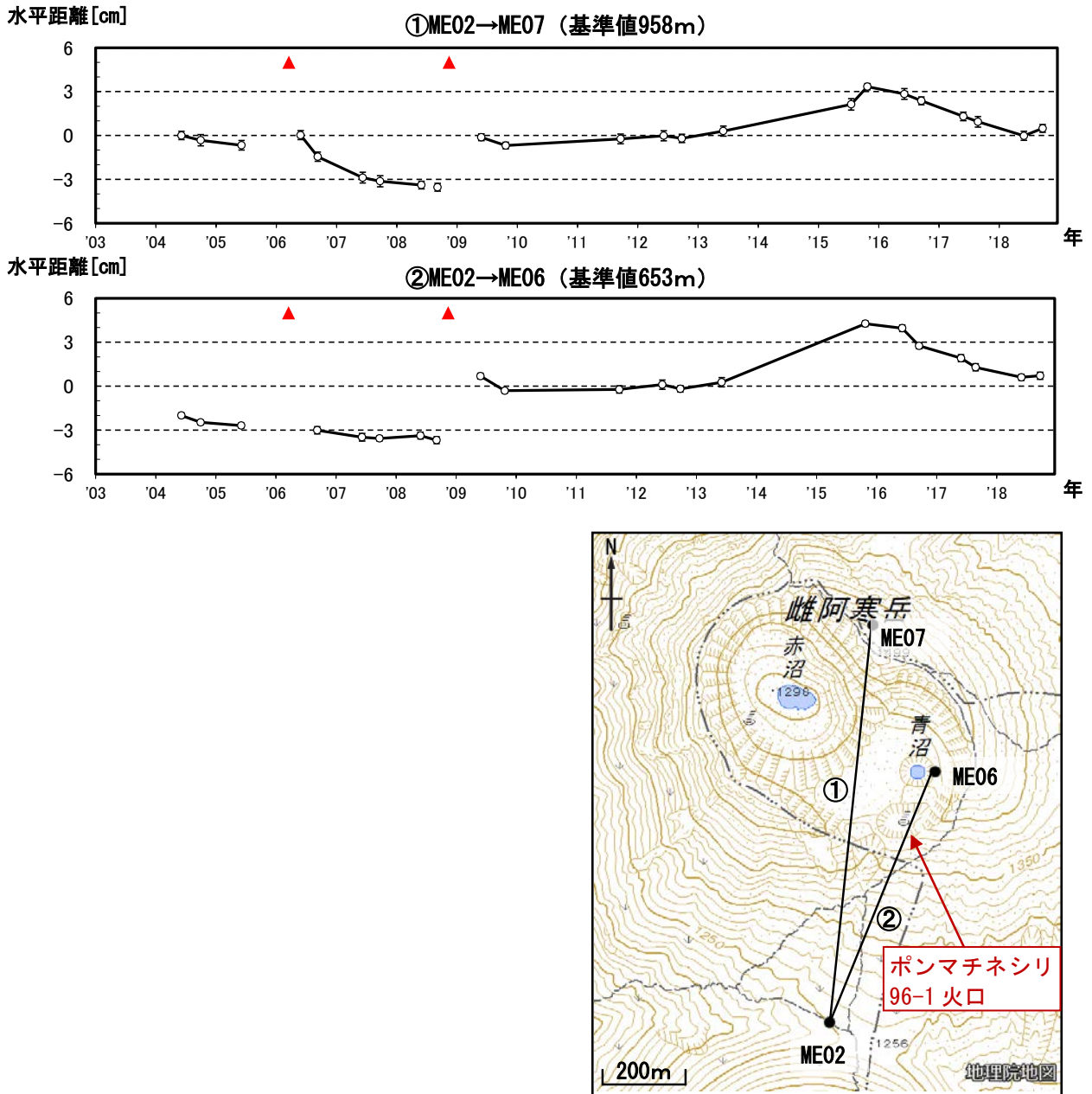
- : Hypocenter from October 2004 to June 2018.
- : Hypocenter from July 2018 to August 2018.
- : Hypocenter from September 2018 to October 2018.



第8図 雌阿寒岳 地震活動経過図 (2015年1月～2018年10月31日)

・2018年9～10月の地震活動は2015年と比較して低い状態で推移している。

Fig. 8. Summary of seismic activity at Meakandake Volcano (January, 2015-October 31, 2018).



第9図 雌阿寒岳 GNSS 繰り返し観測によるポンマチネシリ火口付近の水平距離変化及び観測点配置 (2003年7月～2018年10月)

GNSS 基線①、②は観測点配置図の①、②に対応している。

図中の▲は2006年3月及び2008年11月の噴火を示す。

この地図の作成には国土地理院発行の「電子地形図 (タイル)」を複製した。

- ・2018年10月の観測によると、2016年からみられていた山体浅部の収縮と思われる変動が停滞していると推定される。

Fig. 9. Result of GNSS campaign observation around Meakandake Volcano (July,2003-October,2018) and Distribution of GNSS campaign observation points at Meakan Volcano.