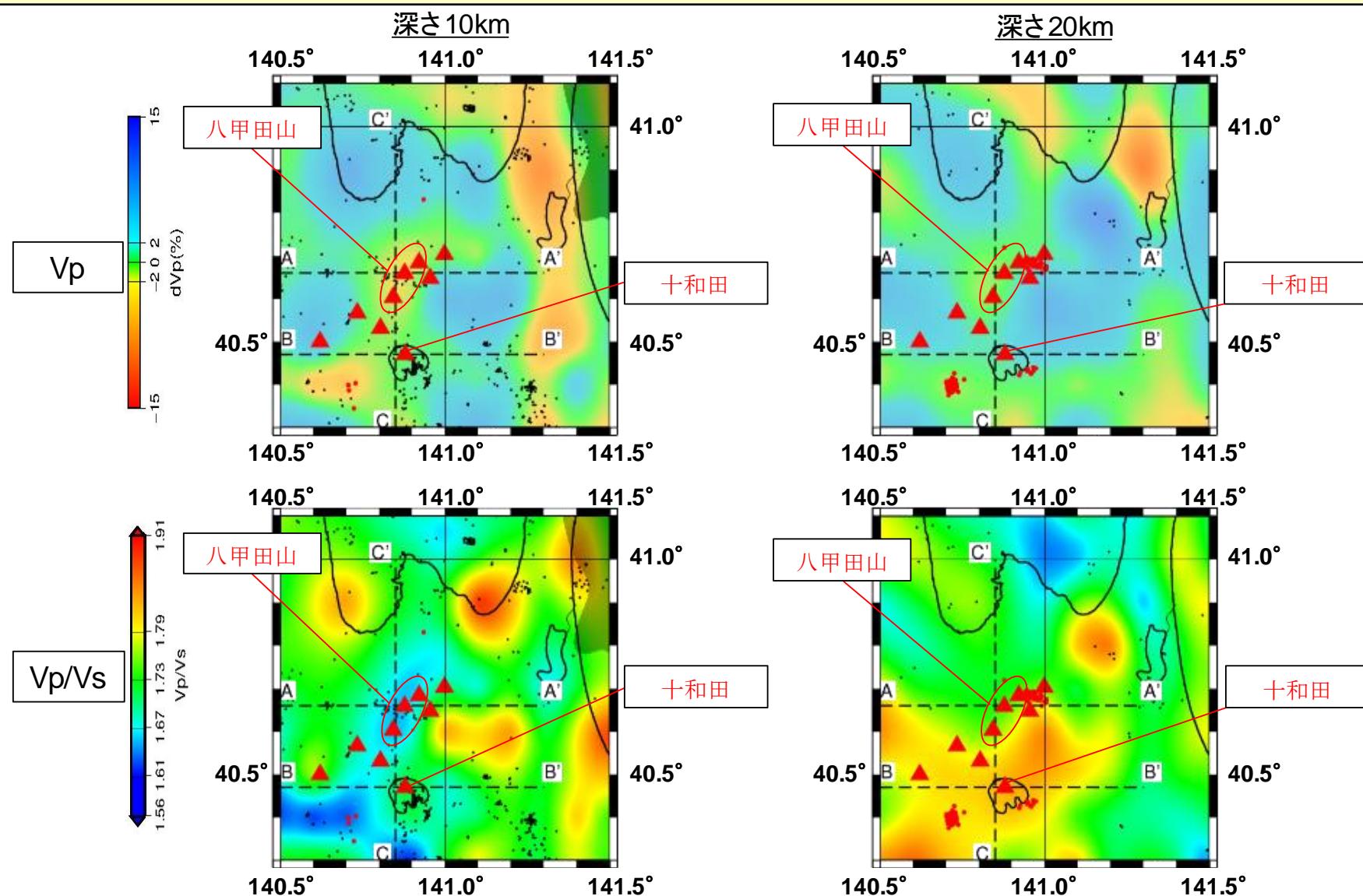


2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

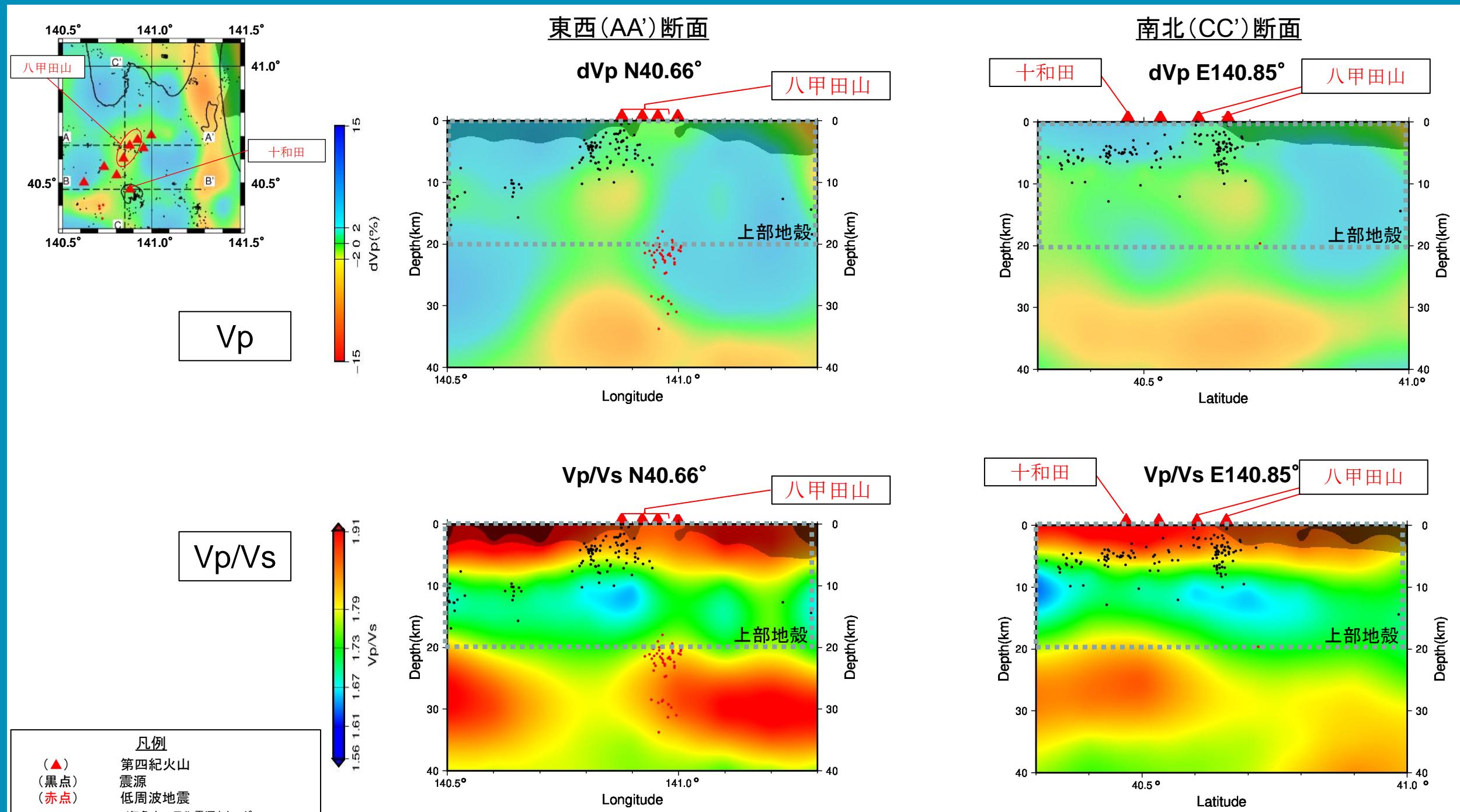
地球物理学的調査(地下構造)③〔文献調査:地震波速度構造(水平断面)〕

- 浅森・梅田(2005)によると, 低速度領域には流体や高温異常の存在を示唆しているとされている。また, Nakajima et al.(2001b)によると, 活火山直下の低Vp, 低Vs及び高Vp/Vs領域には, メルトの存在を示唆し, 低Vp, 低Vs及び低Vp/Vs領域には, 水の存在を示唆するとしている。
- 防災科学技術研究所HP上において, 「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」として, 陸地のHi-net, 海底のS-net及びDONETの観測網による地震記録を用いた, 海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している(解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2019)に記載)。その公開データを用いて, 当社が十和田・八甲田山地域における水平・鉛直断面図を作図した。
- 防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは, 八甲田山直下の上部地殻内(約20km以浅)には, 顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。
- 深さ10km~15km付近で見られる低Vp領域は, 低Vp/Vsであることから水が存在する可能性があるとして解釈できる。
- なお, 「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2017年版)」の公開データを用いて作図した結果と比較して有意な差は認められない。



防災科学技術研究所HP (http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/) 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」地震波トモグラフィ解析結果の公開データを基に当社が作図 (解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2019)に記載)

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地下構造)④〔文献調査:地震波速度構造(鉛直断面)〕



凡例

- (▲) 第四紀火山
- (黒点) 震源
- (赤点) 低周波地震
(気象庁一元化震源カタログ
期間:1997年10月~2018年12月)
- (半透明黒色部) チェッカーボードテストの復元率が20%以下の範囲
(チェッカーボードサイズ
水平: 約20km × 約20km
(緯度 0.2° × 経度 0.2°)
鉛直: 5km (深さ 0~10km)
:10km (深さ 10km~40km)

防災科学技術研究所HP (http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozou/) 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」地震波トモグラフィ解析結果の公開データを基に当社が作図 (解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2019)に記載)

防災科学技術研究所HP上において、「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」として、同(海域拡大2017年版)の地震記録に加え、陸地のHinet、海底のS-net及びDONETの観測網による2016年4月~2018年6月の地震記録から読み取られた到着時間データを用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している。その地震波トモグラフィ解析結果を用いて、水平方向及び鉛直方向の断面を図化した。鉛直断面に記載している火山は、断面位置を中心に約10km内の火山を投影。なお、水平方向の分解能は約20km。鉛直方向の分解能は深さごとに異なるが、深さ0km~10kmでは分解能約5km、深さ10km~40kmでは分解能約10kmである。なお、Matsubara et al.(2019)によると、深さ0km~5kmの解像度はまだ良くないとしている。

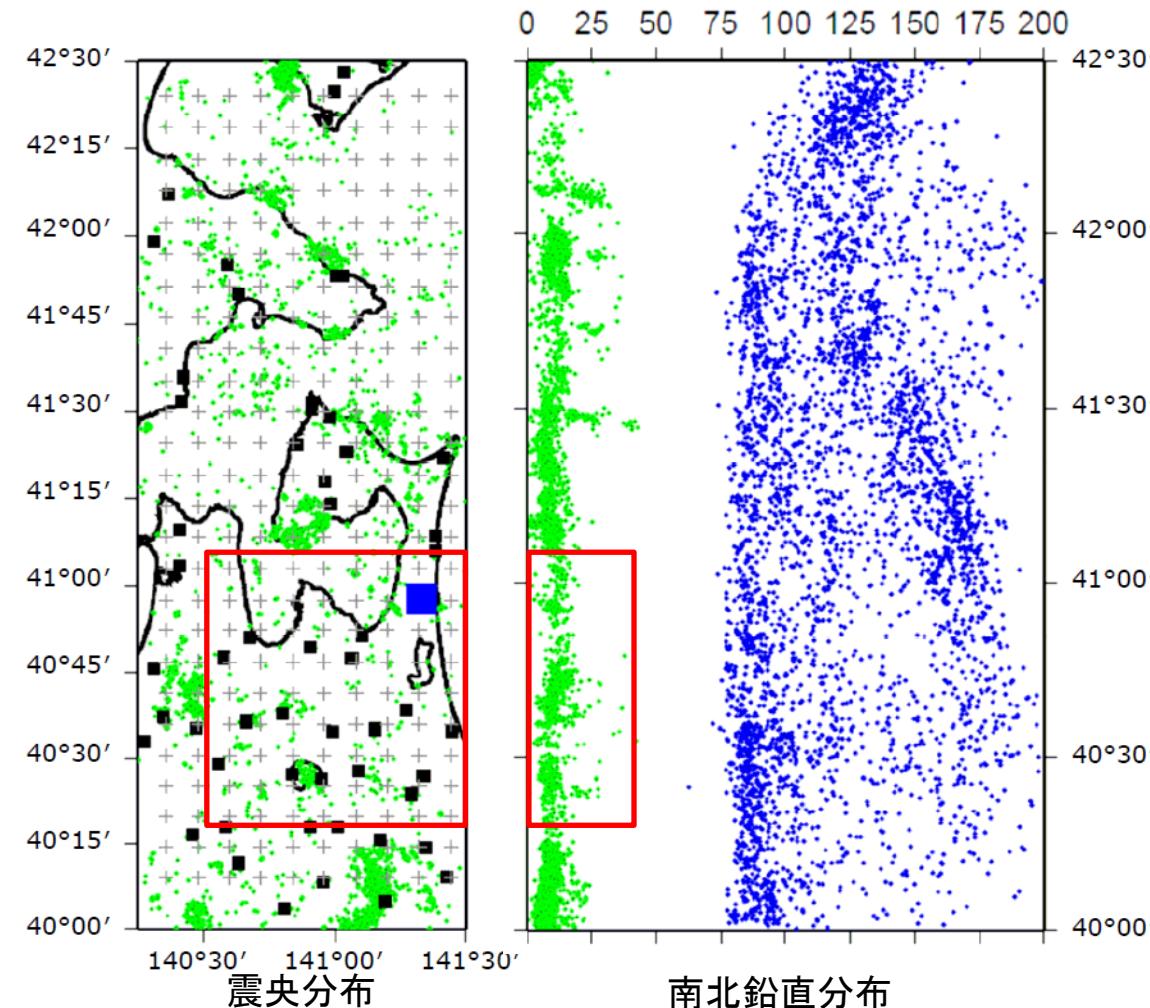
余白

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地下構造)⑤〔当社解析結果:地震波速度構造(解析に用いたデータ)〕

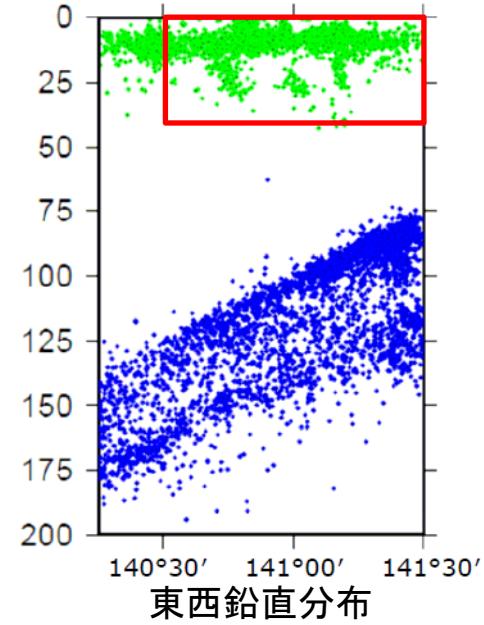
【地震波トモグラフィ解析に用いたデータ】

- Hi-netに加えて, 東北大学等の独自の観測点を用いて, 十和田及び八甲田山付近も含む地震波トモグラフィ解析を実施した。
- 解析に用いた地震の諸元は以下のとおりである。
 - ・地震観測期間: 1997年10月～2007年3月
 - ・地震数 : 9,085地震
 - ・観測範囲 : 右図の通り
 - ・解析結果の表示範囲
右図の赤枠の範囲
 - ・解析結果の表示範囲の解析グリッド間隔
水平方向: 10km
鉛直方向: 10km
 - ・解析結果の表示範囲の分解能
水平方向: 20km
鉛直方向: 20km



震央分布

南北鉛直分布



東西鉛直分布

凡例

- : 内陸地殻内地震
- : プレートの沈み込みに伴う地震
- : 敷地
- : 観測点

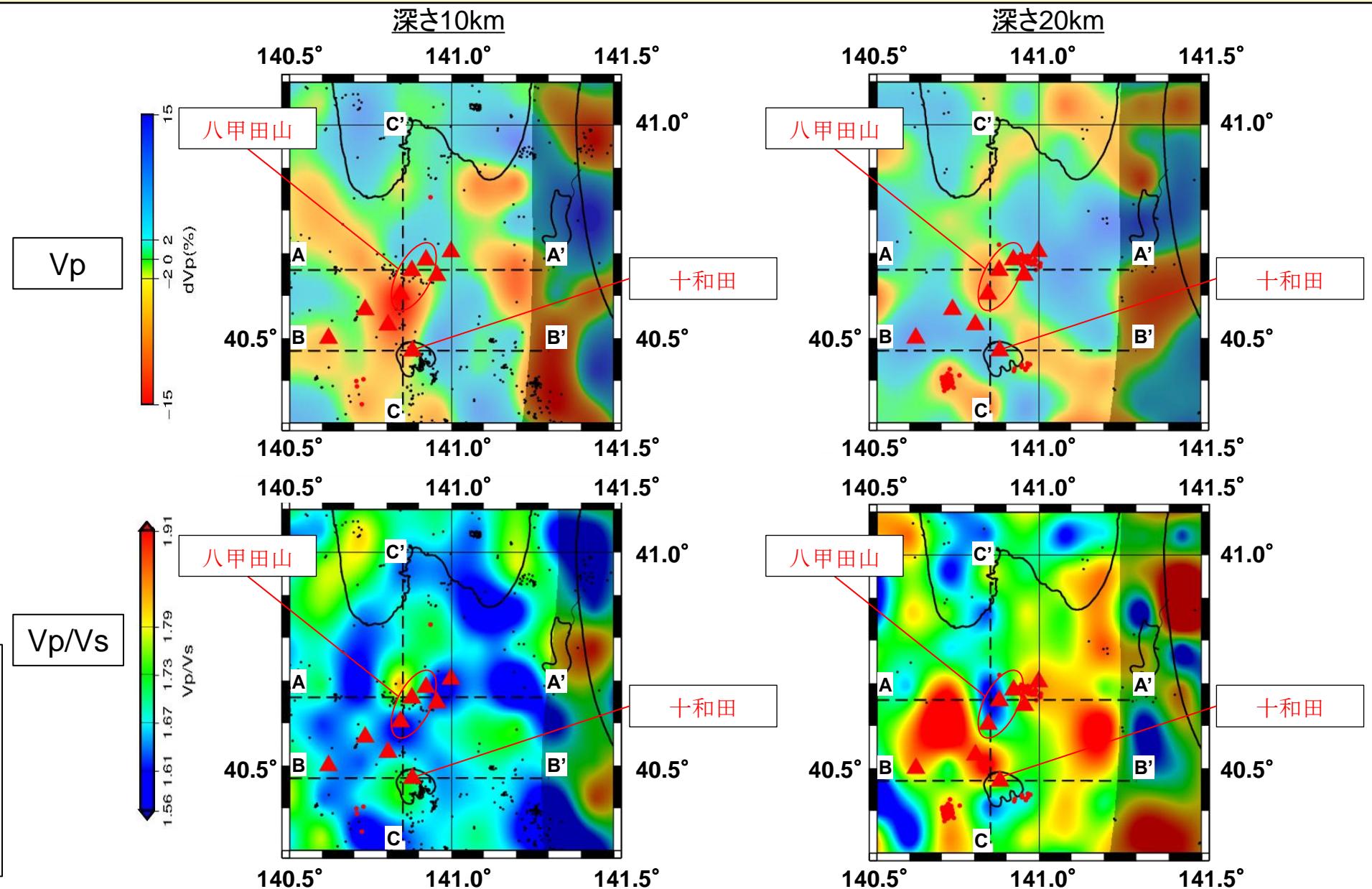
※震源位置はトモグラフィ解析により再決定したものを示す。

地震波トモグラフィ解析に用いた震源分布

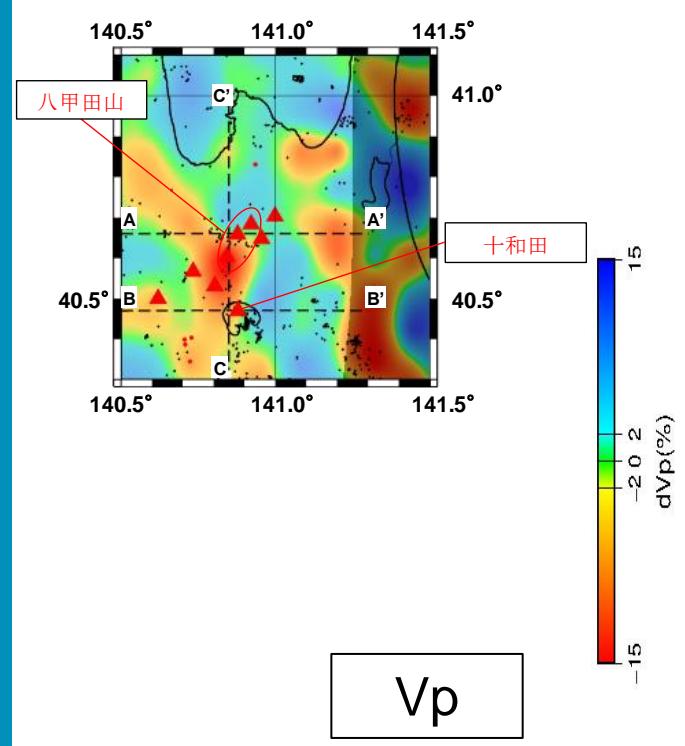
2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地下構造)⑥〔当社解析結果:地震波速度構造(水平断面)〕

- 地震波トモグラフィ解析結果に基づくと、上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は確認出来ない(次頁図中の①)。また、八甲田山の深さ10km～20km付近及び十和田と八甲田山間の深さ5km～20km付近に低Vpかつ低Vp/Vsの領域(次頁図中の②及び③)が確認される。加えて、八甲田山の深さ30km付近～40kmにかけて、低Vpかつ高Vp/Vsの領域(次頁図中の④及び⑤)が確認される。以上から、八甲田山直下については次のように解釈できる。
- ・上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・深さ5km～20km付近で見られる低Vp領域は、低Vp/Vsであることから水が存在する可能性がある。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・最上部マントルにあたりと考えられる深さ30km付近～40kmは、低Vpかつ高Vp/Vsの領域であることからマグマ等の流体が存在する可能性がある。これは、Nakajima et al.(2001b)の結果と整合的である。

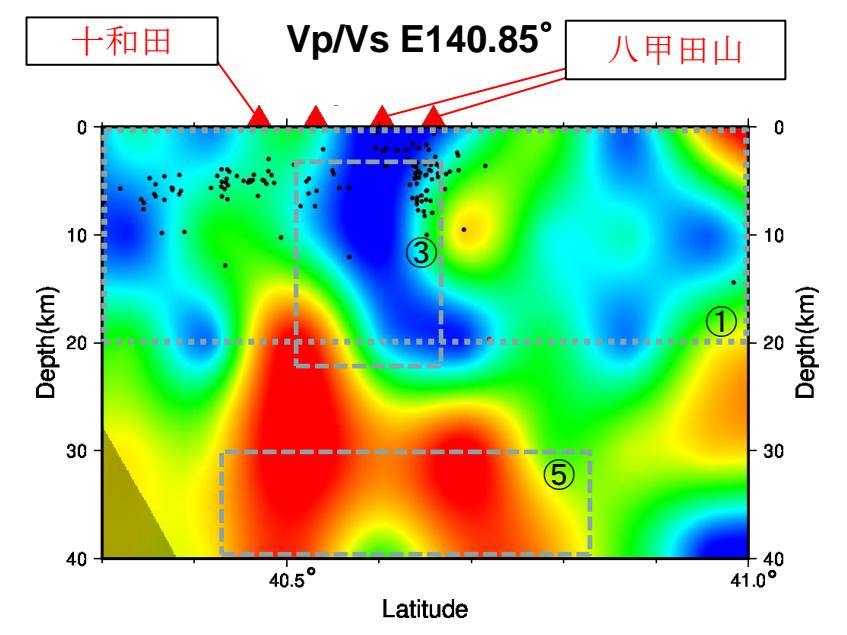
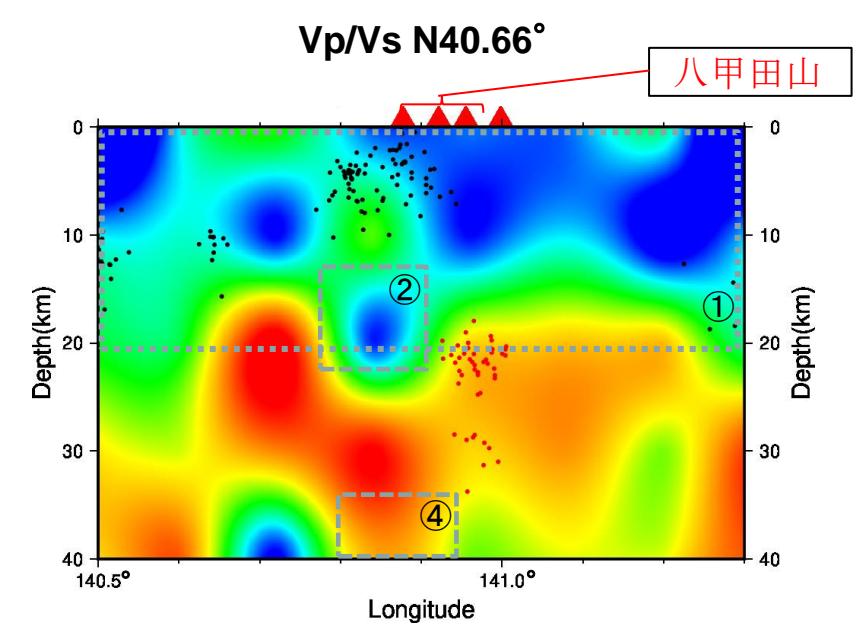
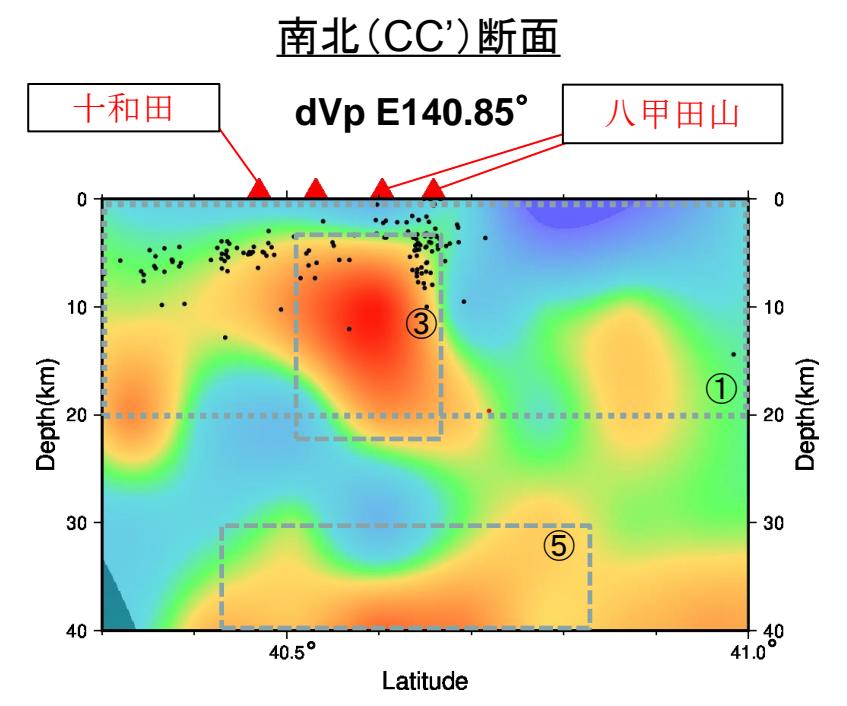
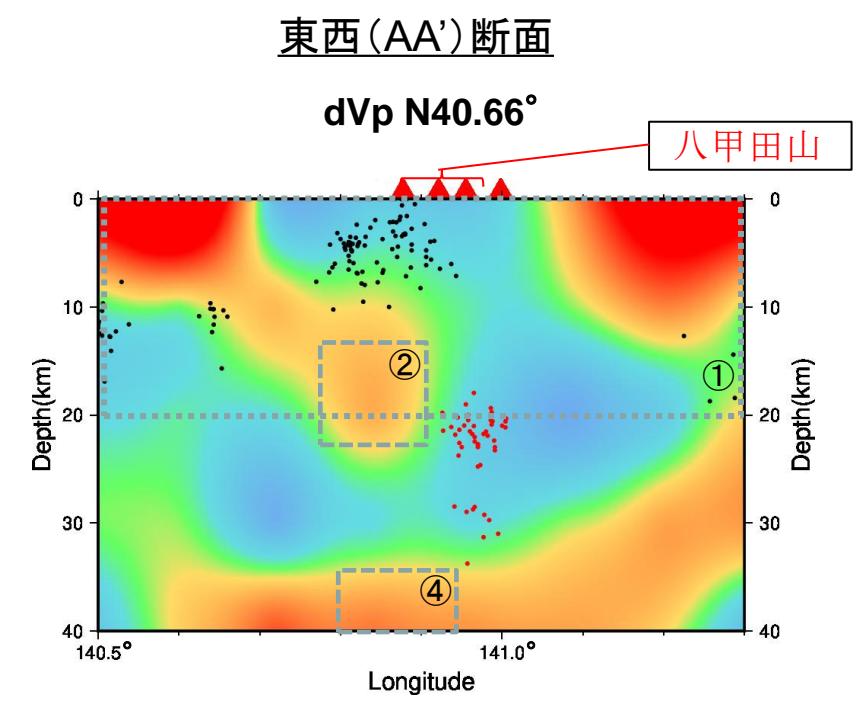


2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地下構造)⑦〔当社解析結果:地震波速度構造(鉛直断面)〕



Vp

Vp/Vs



- 凡例
- (▲) 第四紀火山
 - (黒点) 震源
 - (赤点) 低周波地震
 - (気象庁一元化震源カタログ 期間:1997年10月~2018年12月)
 - (半透明黒色部) チェッカーボードテストの復元率が30%以下の範囲 (チェッカーボードサイズ 水平:20km×20km, 鉛直:20km)

※鉛直断面に記載している第四紀火山及び震源は、断面位置を中心に10km内のものを投影。

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価 地球物理学的調査(地下構造)⑧〔文献調査:比抵抗構造〕

小川(1991)において、八甲田地域のMT法データを用いて、以下のとおり八甲田山の深部比抵抗構造に関する考察が示されている。

■二次元解析に使用したデータ

測線位置: (HKK2測線)北八甲田火山群及び八甲田カルデラを通る東西方向

(HKK4測線)南八甲田火山群を通る東西方向

二次元解析に使用した観測点:全観測点50点のうち、HKK2測線は9点、HKK4測線は9点。

周期:1/100秒~128秒

その他: Ogawa(1987)で示されているような周囲の広域的な比抵抗構造の影響も考慮するために調査地域の外側もモデル化されている。

■インダクションベクトル(次頁)

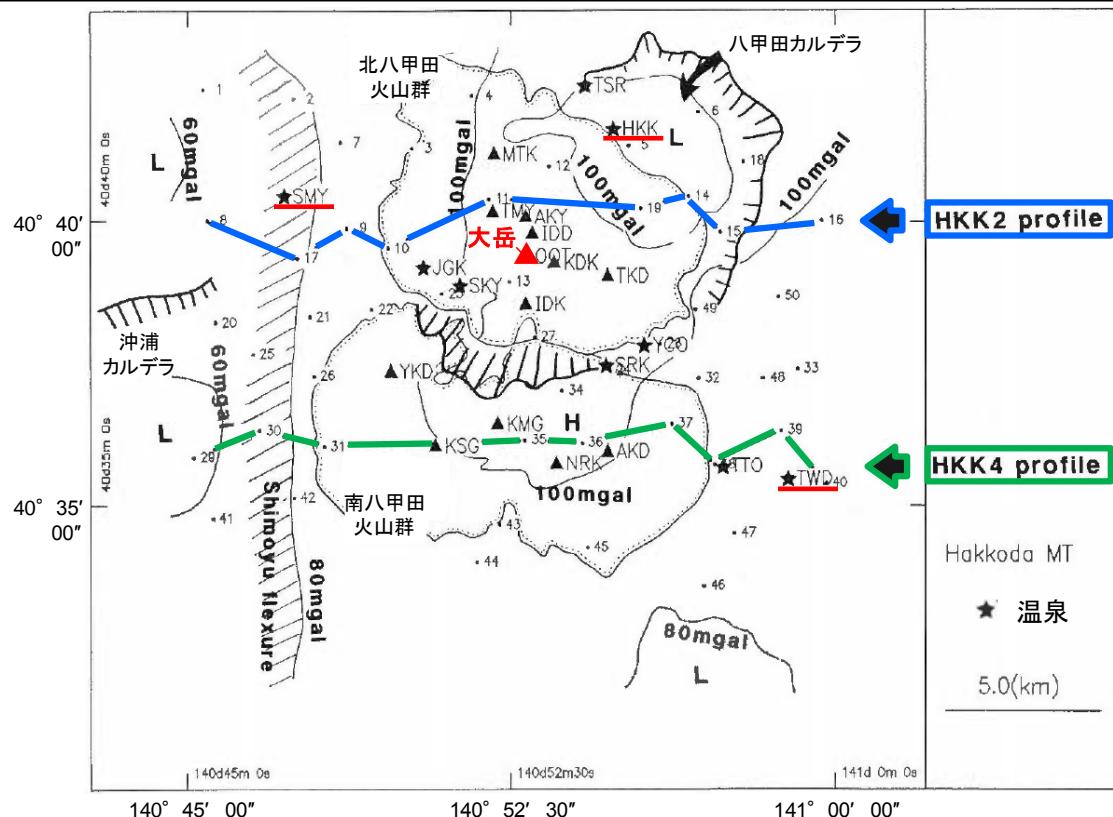
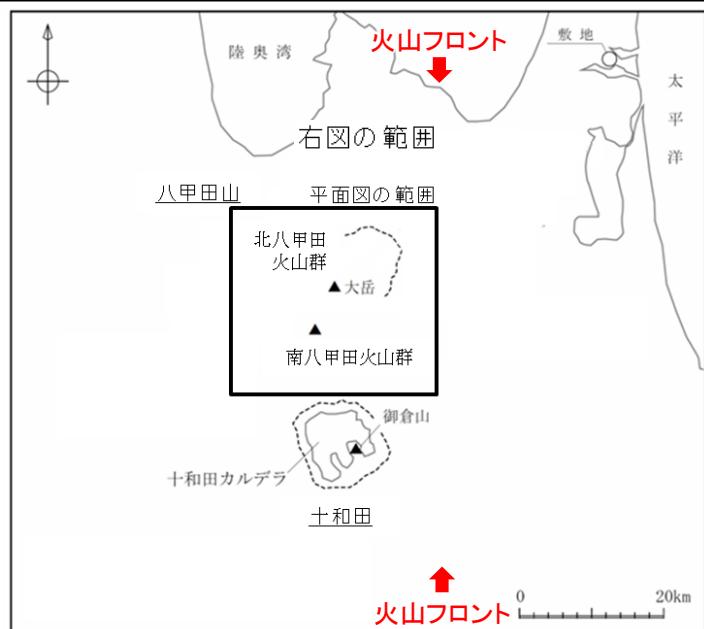
➤ 周期64秒では津軽海峡の誘導電流の影響で北向き成分が卓越するとしているが、調査域の東半分のインダクションベクトルの北向き成分が小さいことから深部に低比抵抗異常が存在することを示唆している。これはOgawa(1987)の東北日本弧スケールの広域的な検討による火山フロント付近の低比抵抗異常を表しているとしている。

➤ 周期1/8秒では、見掛比抵抗等から八甲田温泉(HKK)付近と下湯温泉(SMY)から十和田温泉(TWD)方向へ北西-南東方向の地熱兆候に沿って延びる低比抵抗が認められるが、インダクションベクトルでは北西-南東方向の低比抵抗帯を追跡できないことから、局所的な浅部の低比抵抗をたまたまサンプリングしていることによる可能性が高いとしている。

■二次元比抵抗構造(次次頁)

➤ 八甲田地域の深度10km以深に低比抵抗帯が存在するとしている。

➤ 八甲田山地域の深度10km以浅には、顕著な低比抵抗領域は認められない。



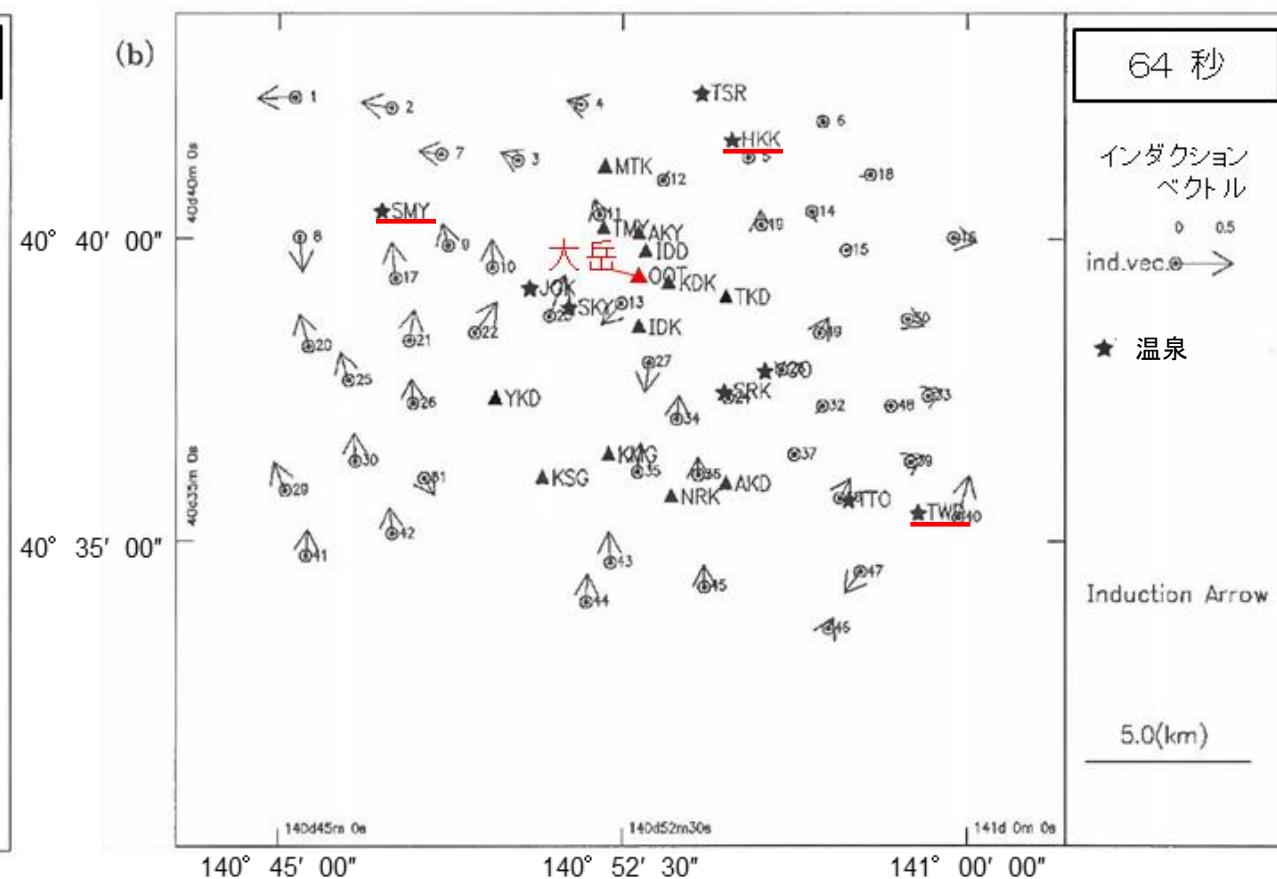
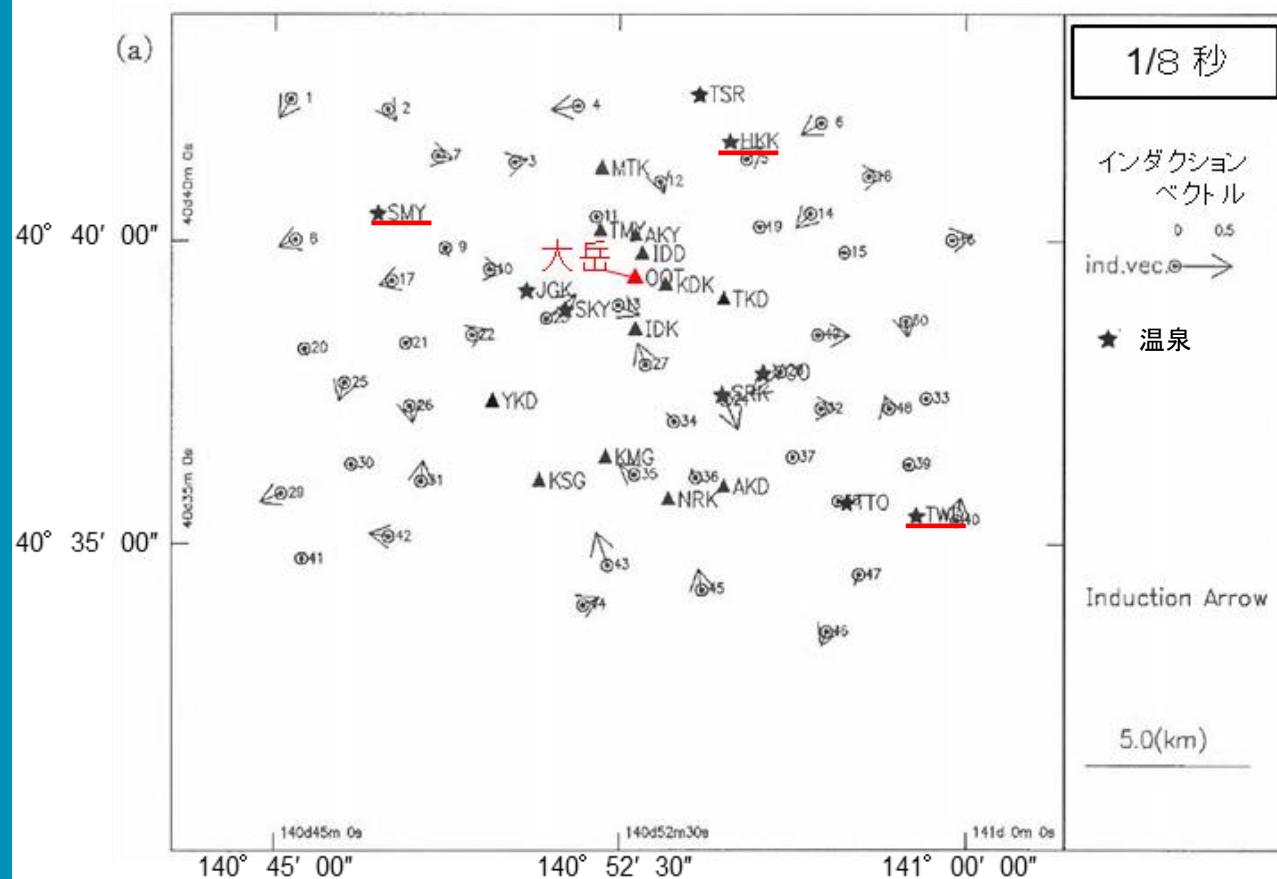
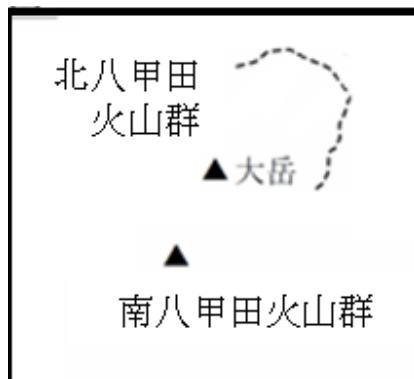
八甲田山のMT法測点の分布

小川(1991)に加筆

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地下構造)⑨〔文献調査:比抵抗構造(インダクションベクトル)〕

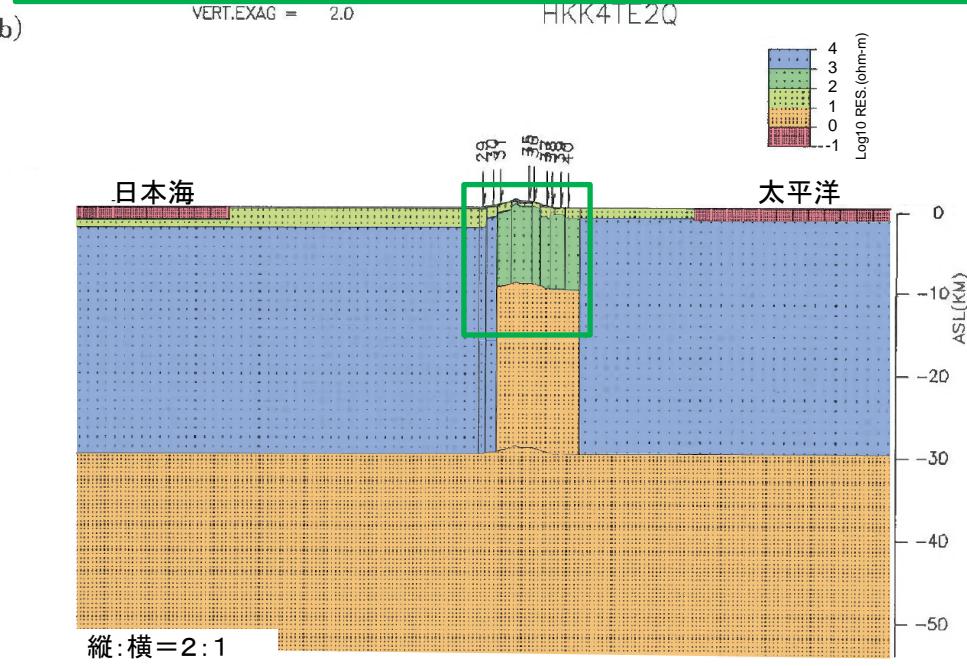
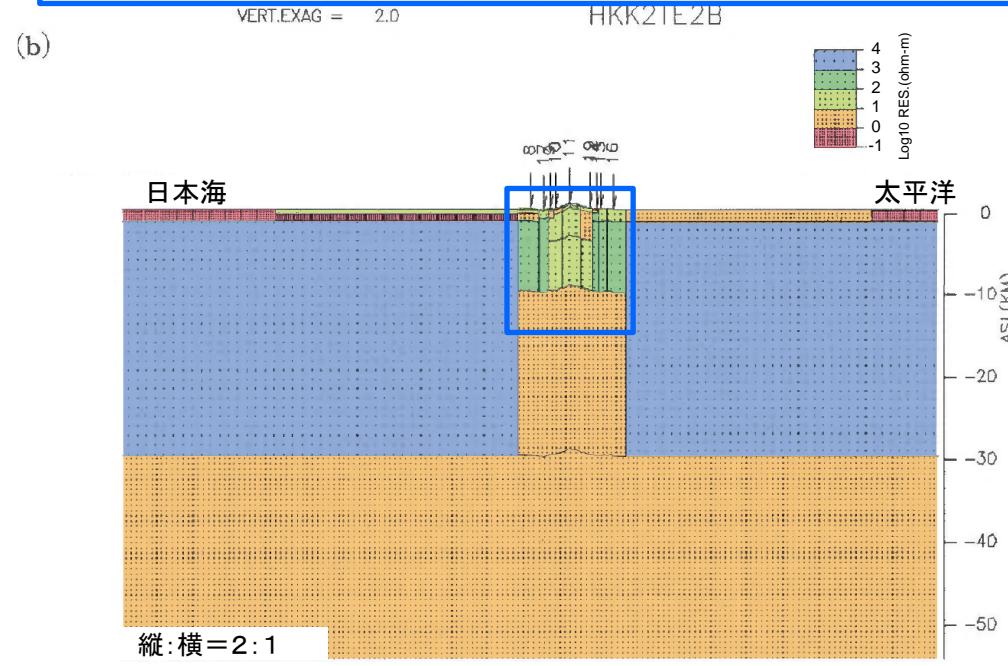
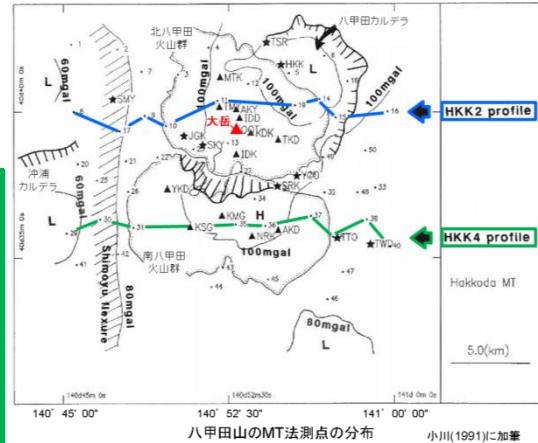
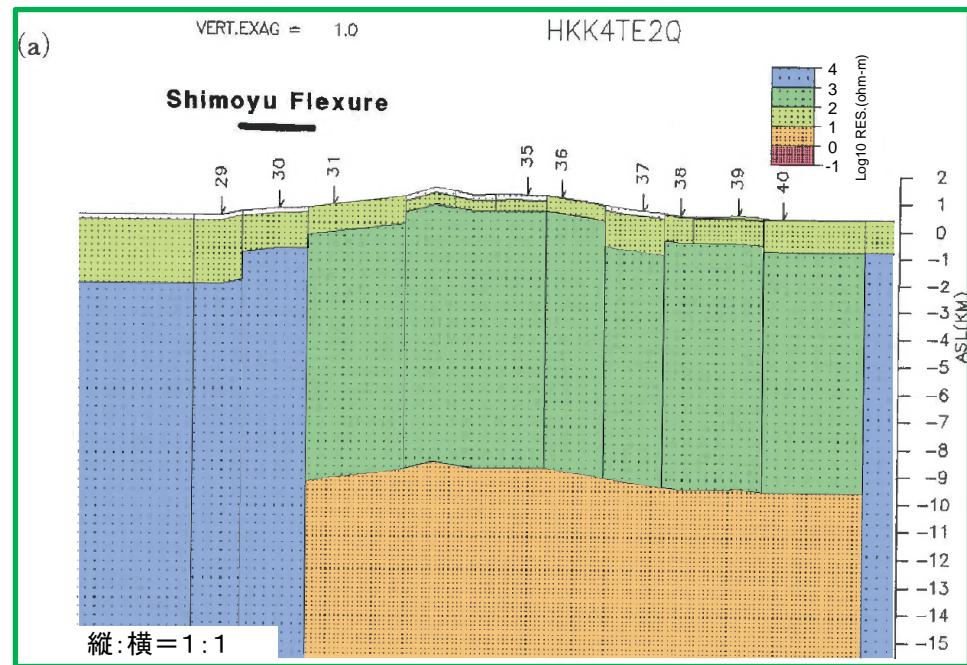
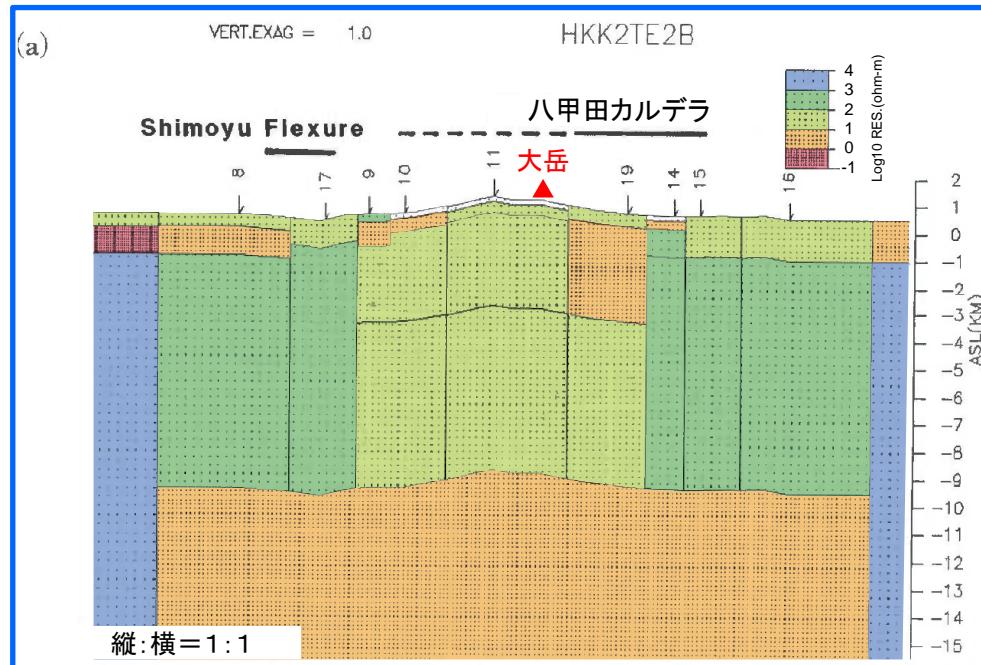
下図の範囲



インダクションベクトルの実部の分布

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地下構造)⑩ [文献調査:比抵抗構造(東西方向の鉛直断面)]



北八甲田火山群と八甲田カルデラを切る測線(HKK2)の比抵抗構造

南八甲田火山群を切る測線(HKK4)の比抵抗構造

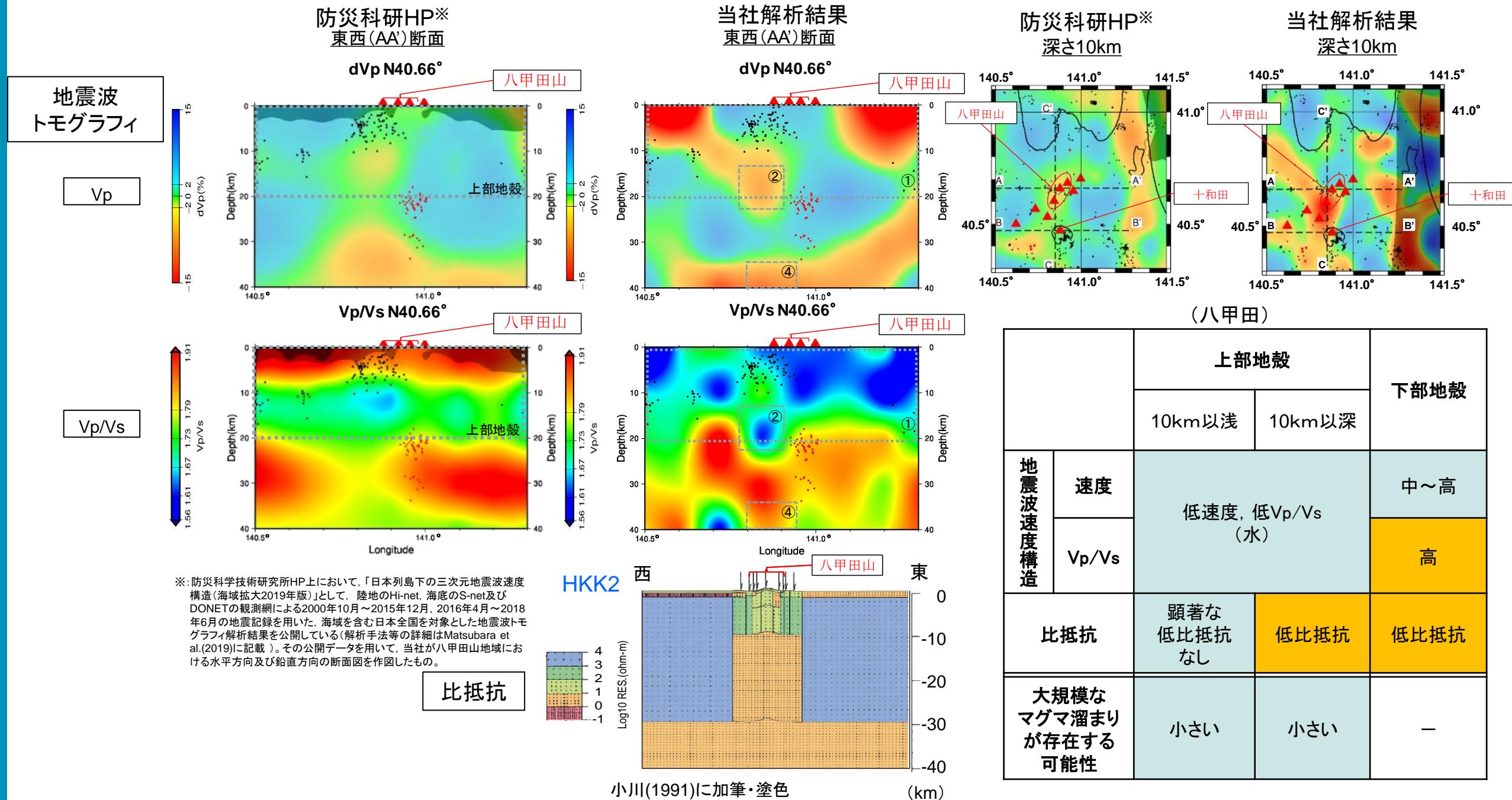
小川(1991)に加筆・塗色

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価 地球物理学的調査(地下構造)⑪〔地震波速度構造と比抵抗構造の統合的な解釈〕

十和田で実施した地震波速度構造と比抵抗構造の統合的な解釈を八甲田山でも実施した。

■八甲田山

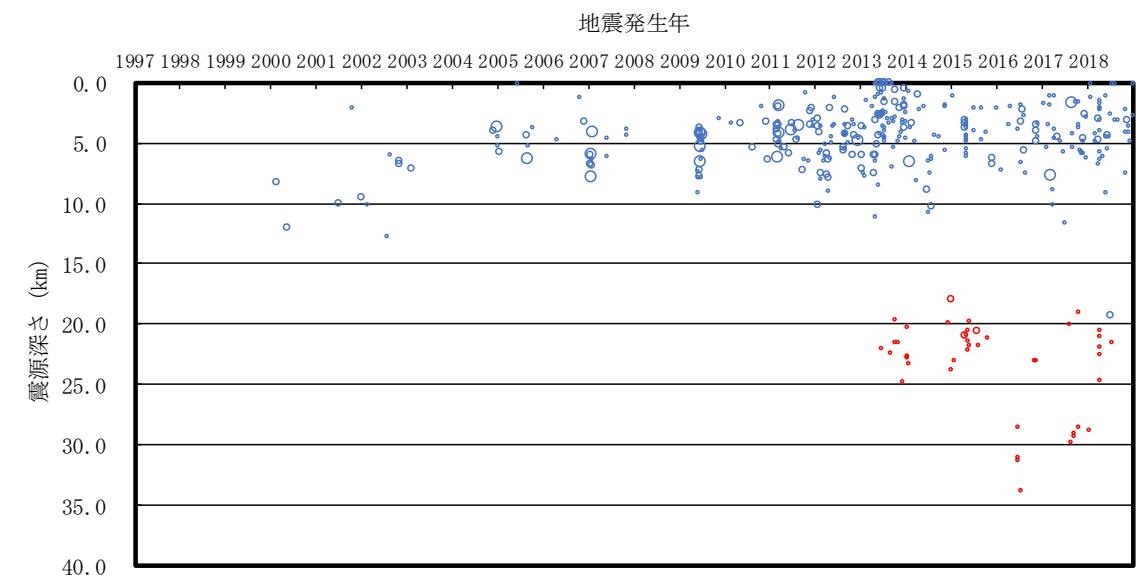
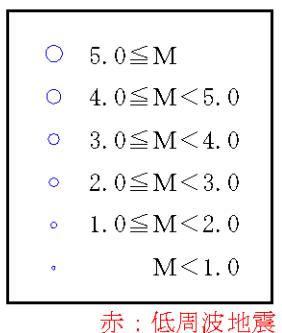
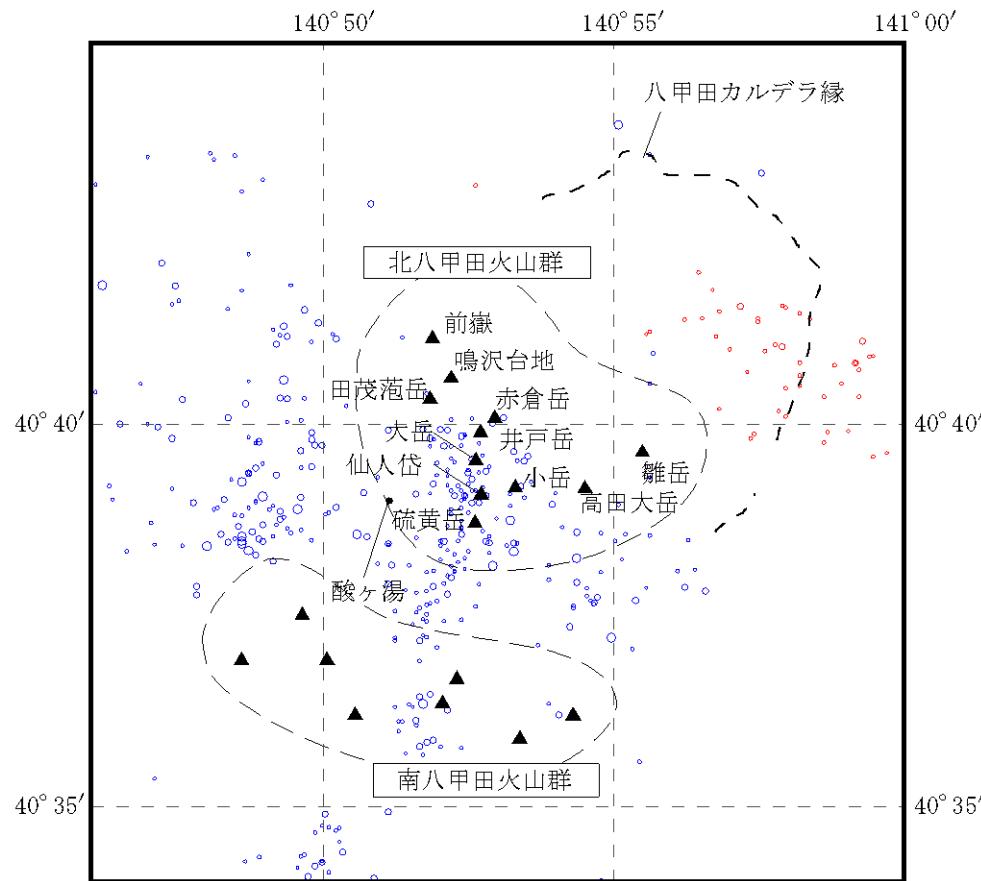
- 防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)」の地震波トモグラフィ解析結果, 当社の地震波トモグラフィ解析結果及び小川(1991)に示される解析結果に基づく, 八甲田山直下の上部地殻内の10km以深は低比抵抗領域であるが, その領域は低Vpかつ低Vp/Vsであることから, 上部地殻内に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高Vp/Vsかつ低比抵抗領域は認められない。
⇒八甲田山の上部地殻内には, 十和田と同様に大規模なマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さいと考えられる。



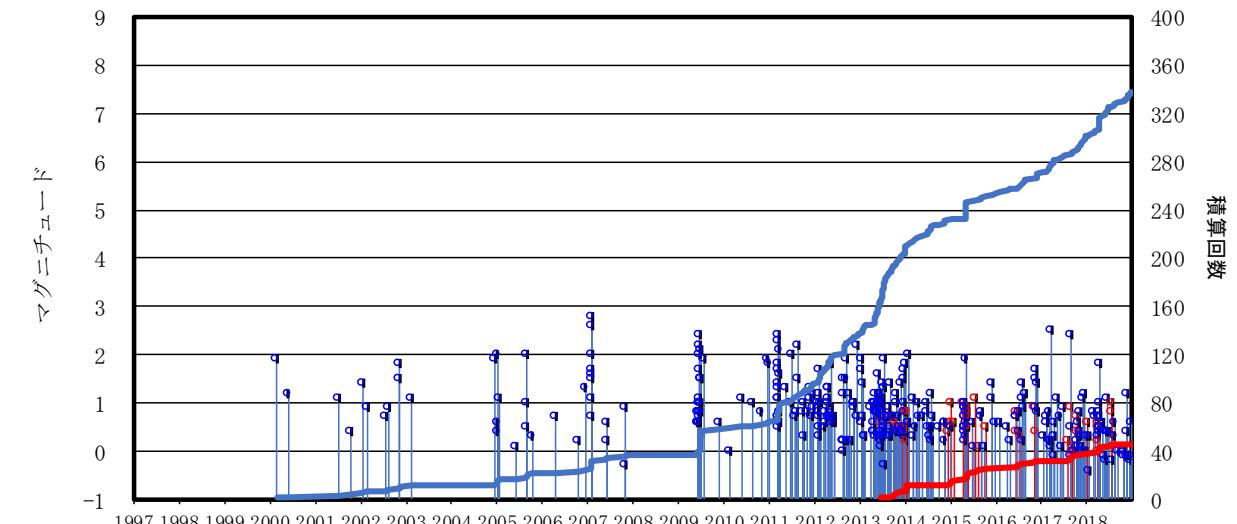
2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地震及び地殻変動)①〔地震活動〕

- 気象庁一元化震源カタログから作成した下図より、八甲田山では、地震が観測期間を通じて北八甲田火山群付近の深さ10km以浅に集中している。低周波地震は八甲田カルデラ付近の深さ20km～35km付近で発生している。
- 「八甲田山の火山活動解説資料(令和元年10月7日)」(気象庁, 2019b)によると、2019年10月7日6時以降、大岳山頂の西約4km、深さ約1km付近を震源とする地震が増加し、14時まで61回発生したとしている。また、2018年4月10日に日回数22回を観測するなど、これまでも周辺で一時的な地震の増加がみられたが、地震活動以外に火山活動の活発化は認められず、低周波地震及び火山性微動は観測されていないとしている。



震源深さの時間変化図



地震活動経過図及び回数積算曲線

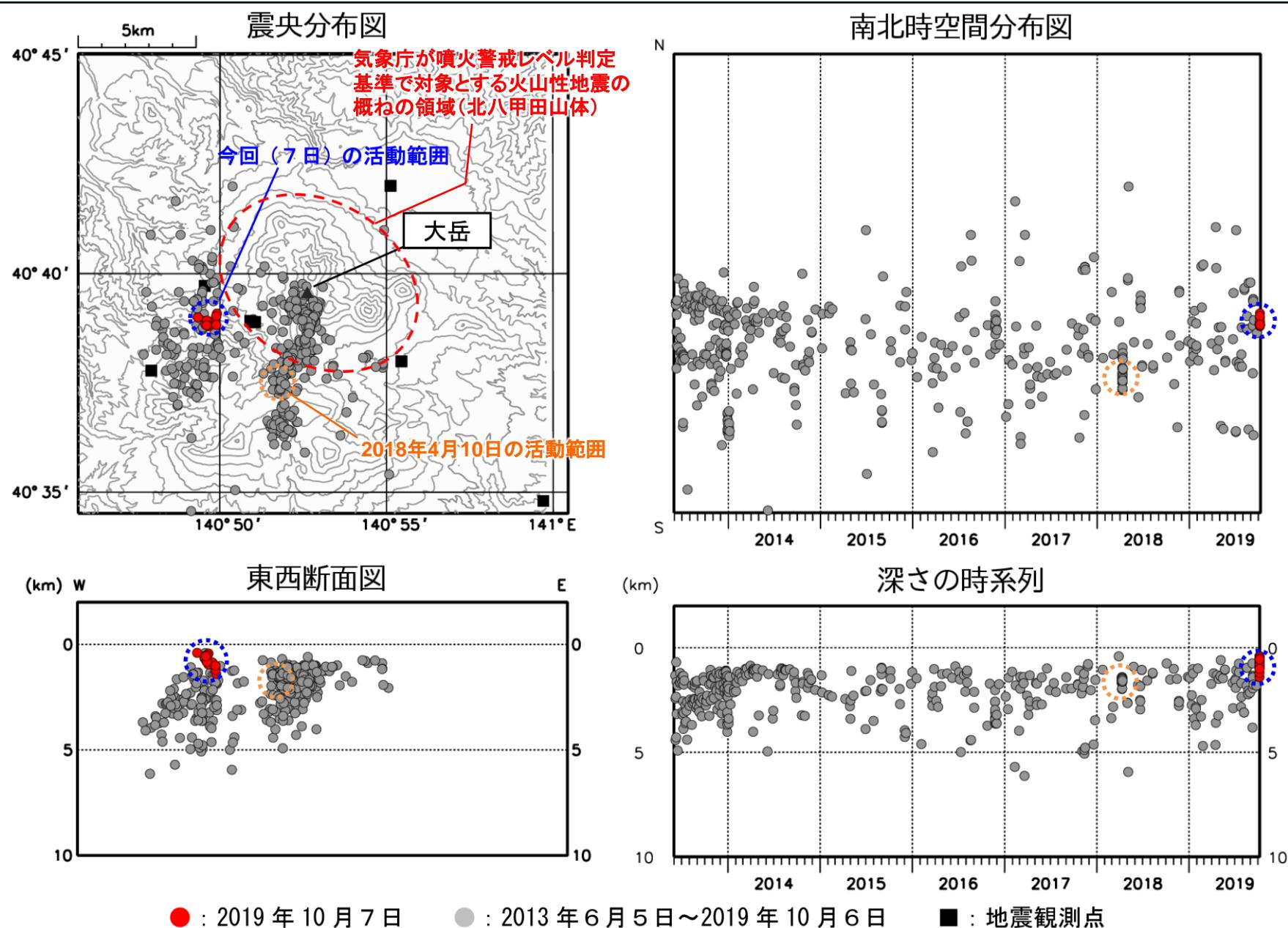
赤：低周波地震

※当社が整理した気象庁一元化震源の震源記録は、「K: 気象庁震源(精度良く震源決定されたとする地震)」と「S: 参考震源(精度は良くないが参考として登録する地震)」の双方の地震を合わせて、表示している。なお、マグニチュードが不定のものは除く。

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地震及び地殻変動)②〔地震活動〕

- 「八甲田山の火山活動解説資料(令和元年10月7日)」(気象庁, 2019b)によると, 2019年10月7日6時以降, 大岳山頂の西約4km, 深さ約1km付近を震源とする地震が増加し, 14時まで61回発生したとしている。また, 2018年4月10日に日回数22回を観測するなど, これまでも周辺で一時的な地震の増加がみられたが, 低周波地震及び火山性微動は観測されておらず, 地震活動以外に火山活動の活発化は認められないとし, 噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることを留意)の予報事項に変更はないとしている。
- なお, 「火山の状況に関する解説情報: 八甲田山(令和元年10月8日)」(気象庁, 2019c)によると, 2019年10月8日10時以降, 上記の地震は観測されていないとしている。加えて, 低周波地震や火山性微動は観測されておらず, 地殻変動に火山活動に伴う変化はみられない。また, 監視カメラによる観測では, 地獄沼付近及び大岳周辺に特段の変化はみられず, 火山活動の活発化を示す変化は認められないとしている。

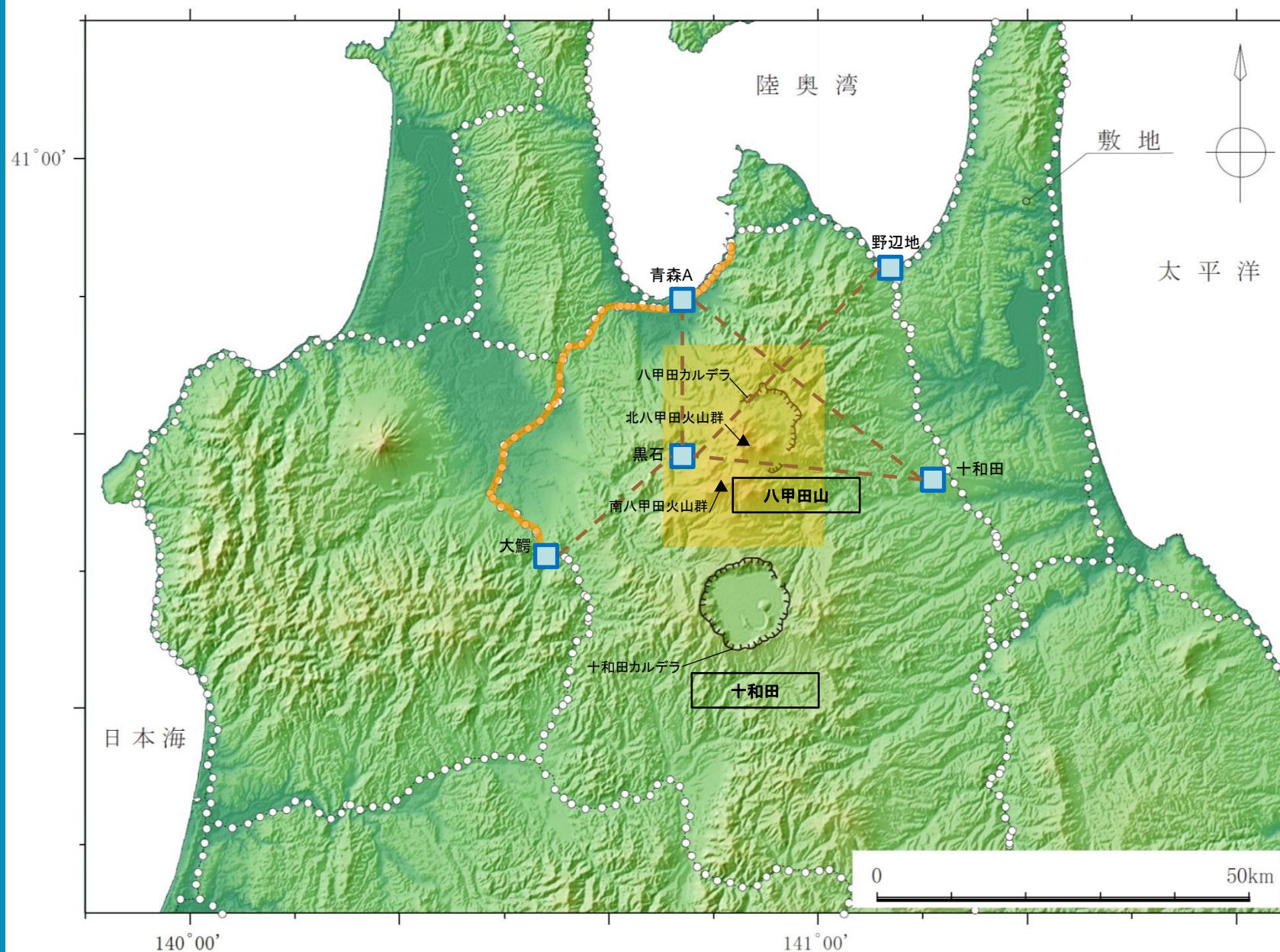


「八甲田山の火山活動解説資料(令和元年10月7日)」(気象庁, 2019b)に加筆

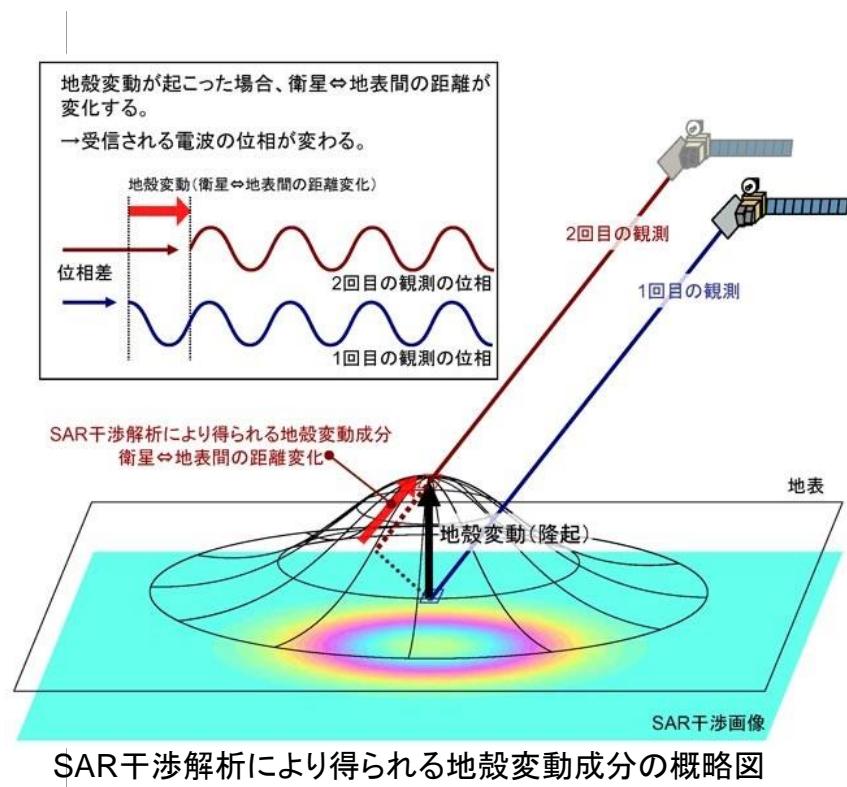
2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査(地震及び地殻変動)③〔地殻変動〕

➤ 地球物理学的調査のうち地殻変動について、電子基準点データ、干渉SARデータ、及び水準測量の記録を確認した。



国土地理院「基盤地図情報」及び「一等水準点検測成果収録」をもとに当社が作成



国土地理院HPより抜粋
(<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2007-0720b-0720b-2.html>)

- 凡例**
- 電子基準点 (評価に用いた点)
 - 基線
 - 干渉SARの範囲
 - 1等水準点(水準路線)
 - 評価に用いた1等水準路線

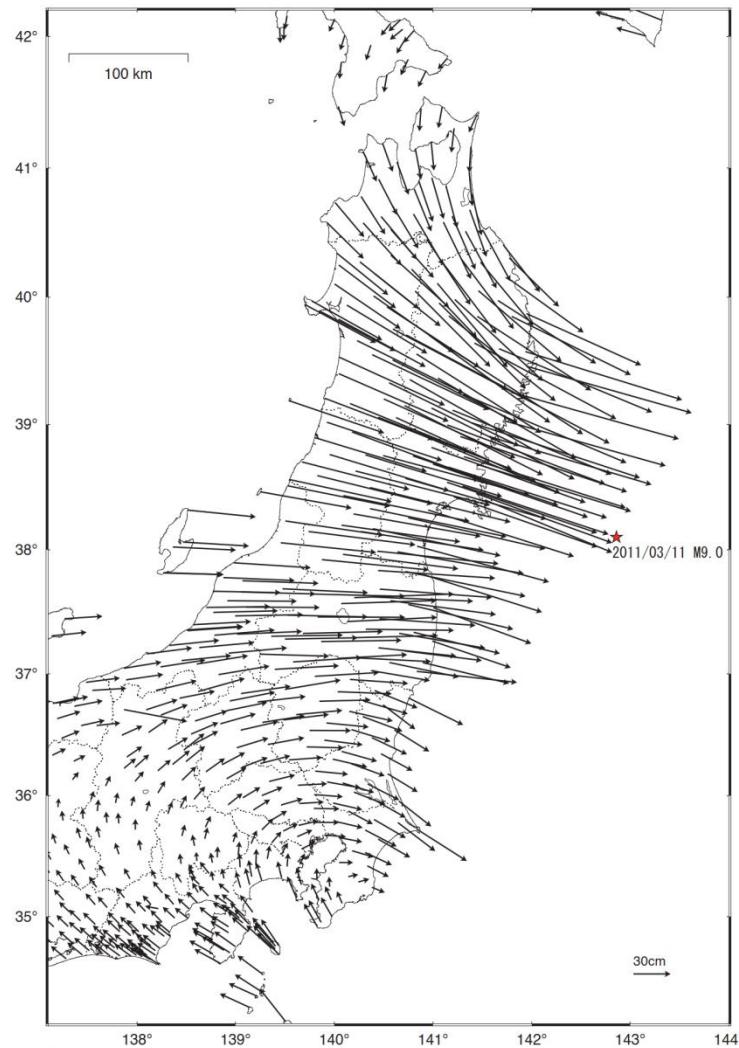
2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)④〔地殻変動:東北地方の余効変動〕

- 国土地理院(2018a)によると,平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後の余効変動が,東日本の広い範囲で見られるとしている。
- 火山噴火予知連絡会での国土地理院の資料(国土地理院,2014)において,2013年に観測された八甲田山の火山性地殻変動について,八甲田山付近の電子基準点での火山性地殻変動を把握するため「東北地方太平洋沖地震後の余効変動による影響を取り除くため,2012年2月から2013年2月までの一次トレンドを除去している」としている。

➤ したがって,八甲田山においても東北地方太平洋沖地震に伴う余効変動が継続している。

東北地方太平洋沖地震(M9.0)後の地殻変動(水平)一本震翌日から7年間の累積

基準期間:2011/03/12-2011/03/12 [F3:最終解]
比較期間:2018/02/01-2018/02/10 [F3:最終解]



☆ 固定局:福江(長崎県)

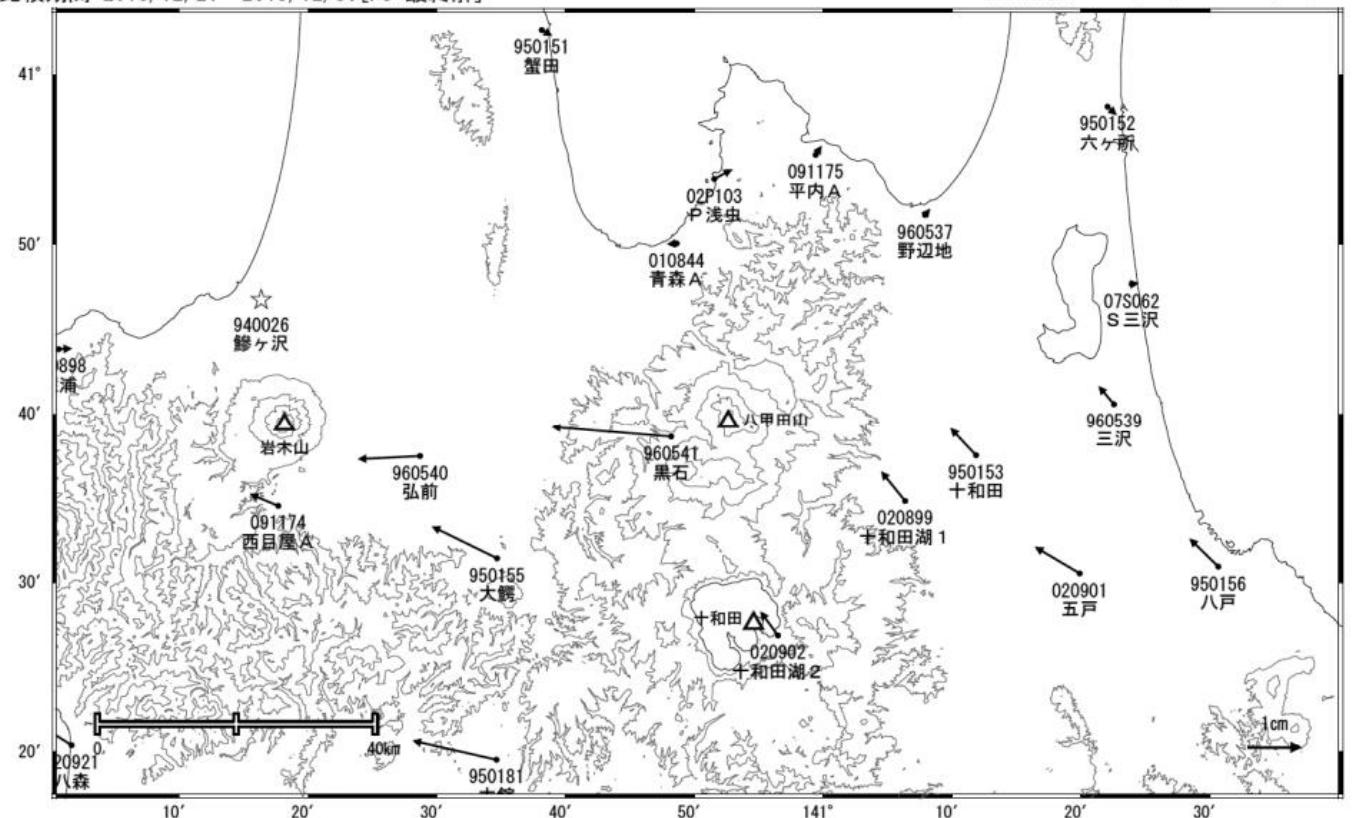
国土地理院(2018b) 国土地理院

本震翌日から7年間の累積変位

八甲田山周辺の地殻変動(1年:1次トレンド除去)

基準期間:2012/12/21-2012/12/30 [F3:最終解]
比較期間:2013/12/21-2013/12/30 [F3:最終解]

計算期間:2012/02/01-2013/02/01



☆ 固定局:鯉ヶ沢(940026)

※ 電子基準点の保守等による変動は補正済み

国土地理院
八甲田山

八甲田山における2013年の地殻変動

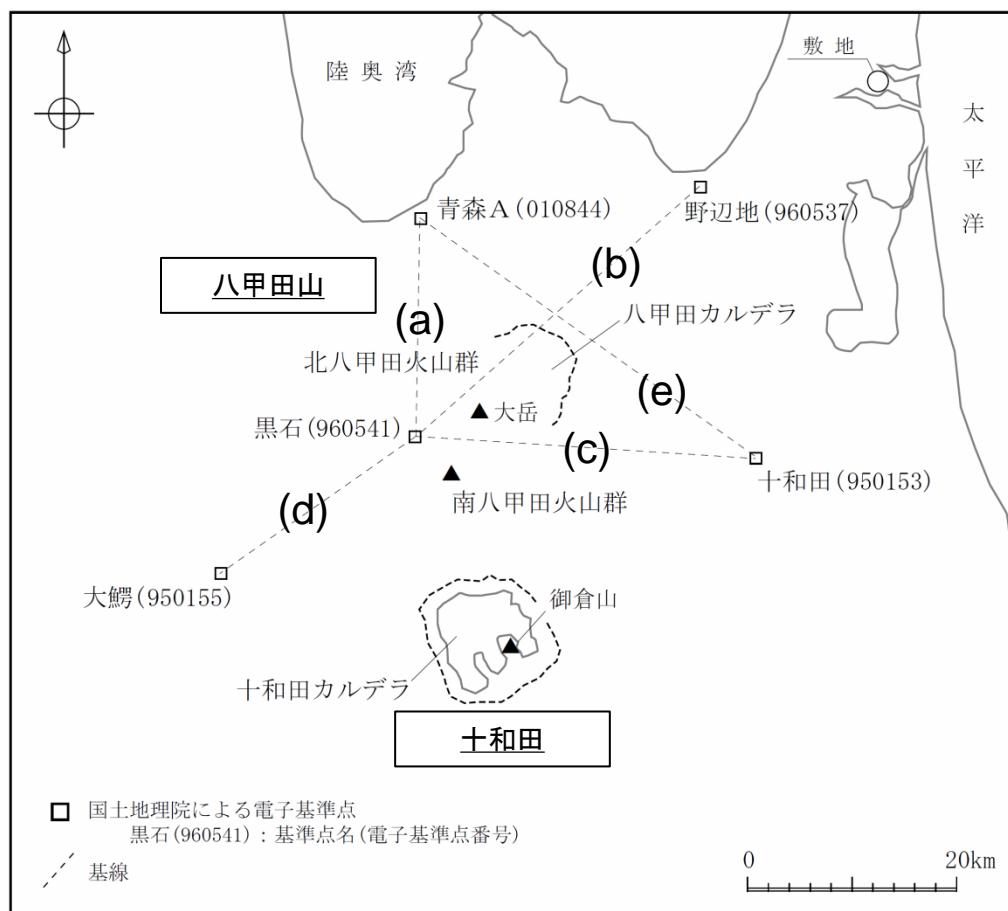
国土地理院(2014)

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

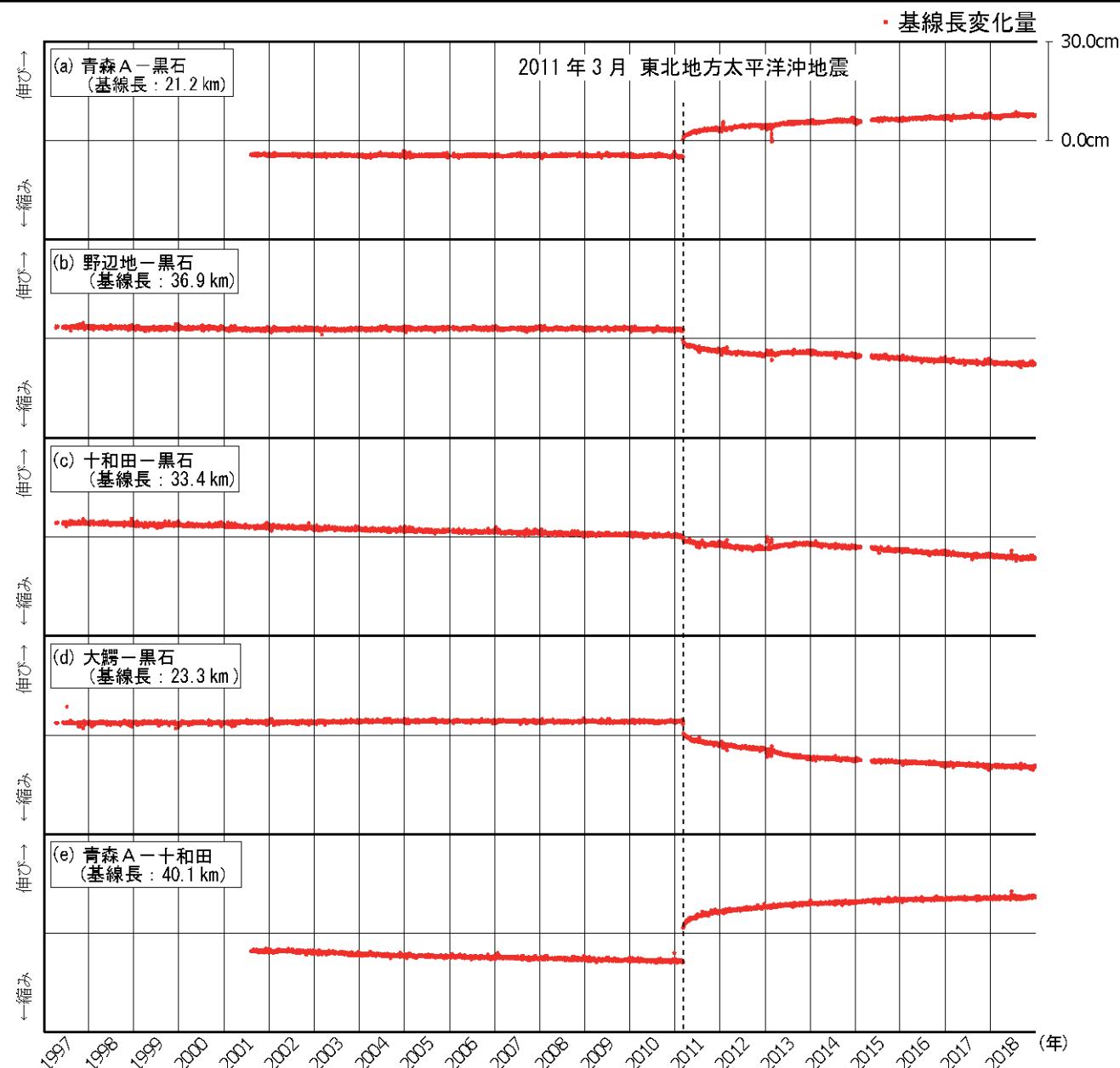
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)⑤〔地殻変動:電子基準点データ(基線長の時間変化)〕

➤ 八甲田山では、東北地方太平洋沖地震前において、基線(c) (十和田ー黒石) 及び基線(e) (青森Aー十和田)は継続的な縮みが確認されていた。しかし、東北地方太平洋沖地震以降、すべての基線において余効変動が継続している。

➤ 「八甲田山の火山活動解説資料(平成26年6月)」(気象庁, 2014)によると、2013年2月頃以降わずかな膨張を示す地殻変動がみられていたが、8月頃から鈍化し、11月頃からは停滞しその状態が続いているとしている。



電子基準点及び基線位置図



※各観測点の保守(アンテナ交換等)によって生じたオフセットは補正済
国土地理院の電子基準点データから当社が作成

基線長の時間変化

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)⑥〔地殻変動:余効変動の影響〕

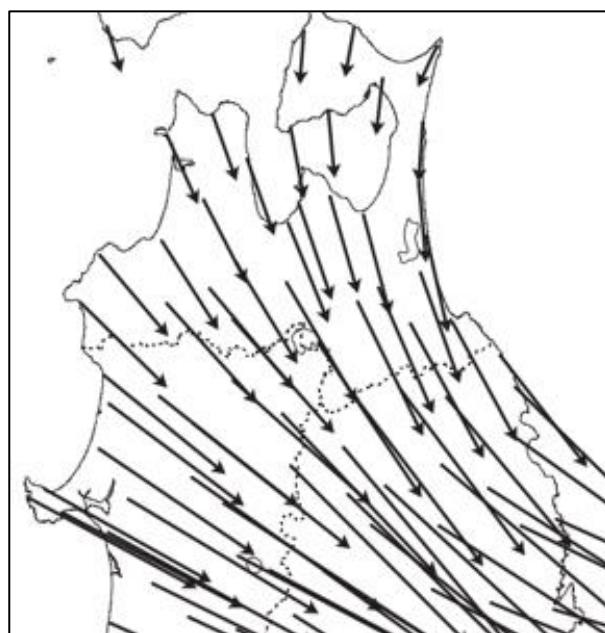
- 八甲田山の最新火口の直近の電子基準点である黒石と周辺の電子基準点を結ぶ基線の変化率は東北地方太平洋沖地震からの時間経過とともに小さくなっており、一般的な余効変動の傾向と一致する。
- また、火山性の地殻変動が生じた際にも影響を受けない2つの電子基準点間の変位を内挿した結果、気象庁が指摘した2013年の火山性地殻変動が生じた期間を除き、黒石の電子基準点の変位の実測値と内挿値の傾向は概ね一致する。
- したがって、八甲田山は周辺と同様の傾向の余効変動が継続していると考えられる。

【内挿による基線長変化量の算出方法】

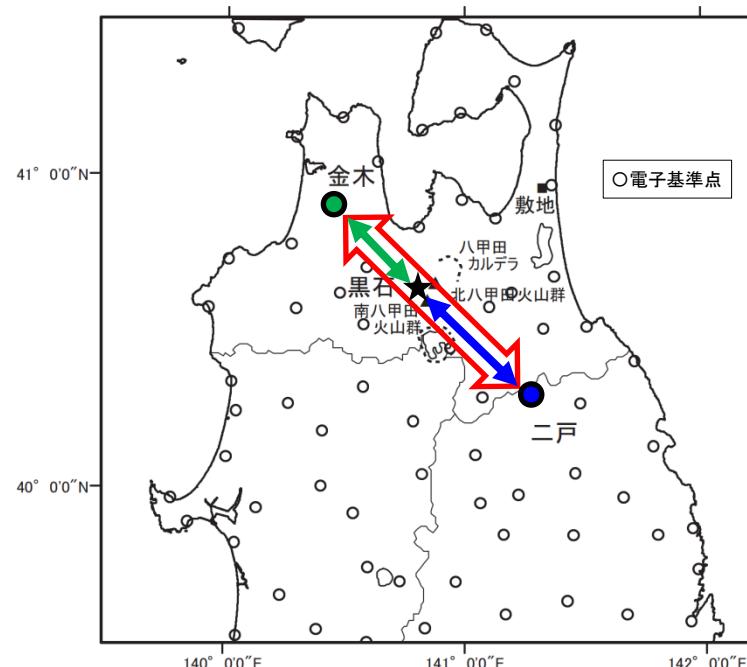
- 黒石を通り余効変動の方向と概ね平行な基線を設定する。: 金木-二戸
- 金木-二戸の基線長変化量に、金木-黒石と金木-二戸の基線の長さの比を乗じることにより内挿値を算出し、金木-黒石の基線長変化量と比較する。

$$\left[\text{「金木-黒石の変化量」(内挿値: 緑)} = \text{「金木-二戸の変化量」(赤)} \times \frac{\text{「金木-黒石の距離」(緑)}}{\text{「金木-二戸の距離」(赤)}} \right]$$

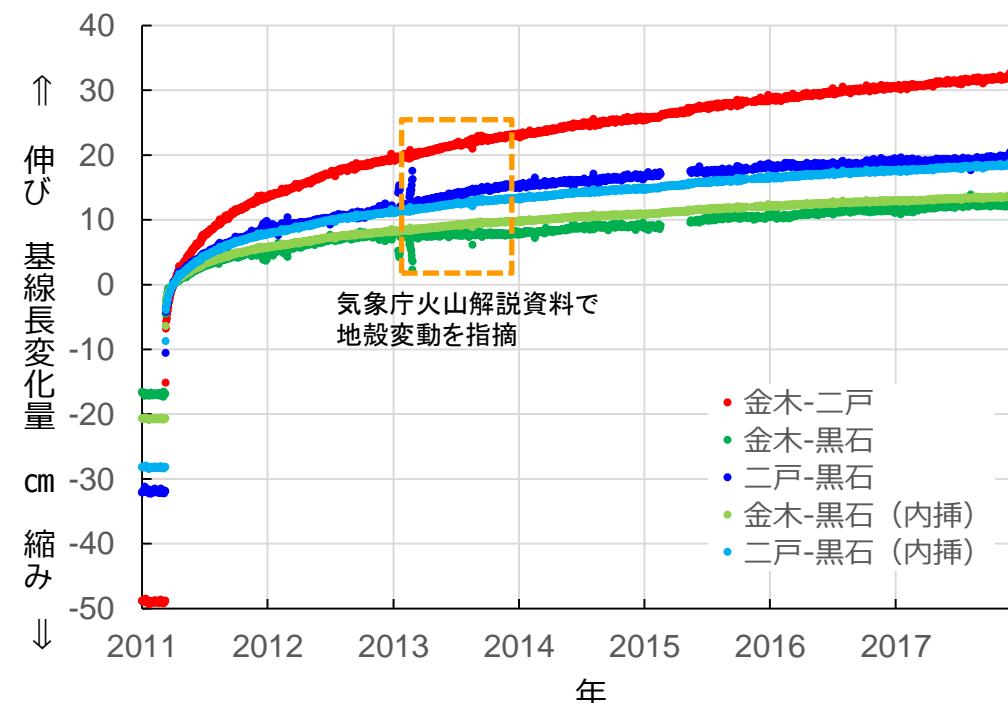
- 二戸-黒石についても同様に基線長変化量の内挿値を算出し、実測値と比較する。



八甲田山周辺の地震後7年間の累積変位



基線長変化量の内挿を検討した電子基準点の位置図



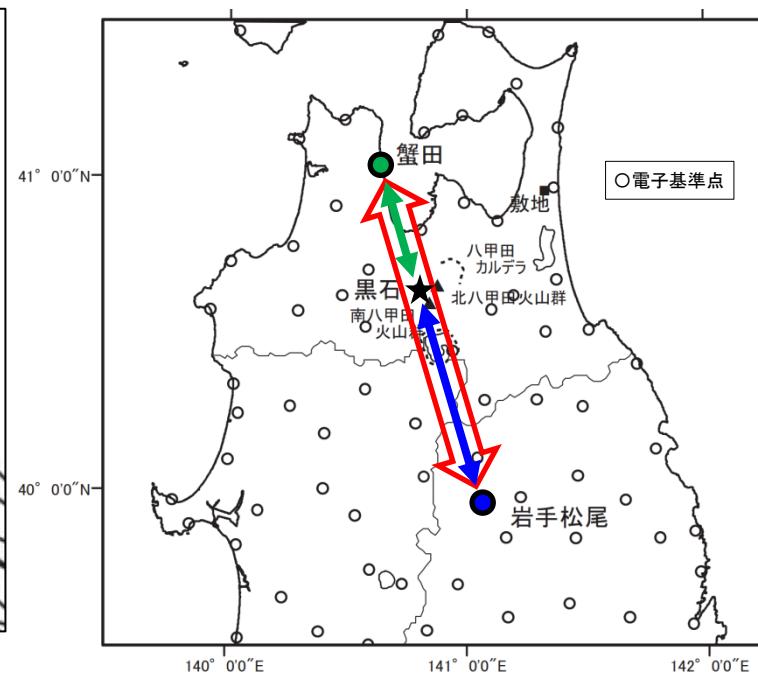
2011年4月1日の変化量を基準とした基線長変化量

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)⑦ [地殻変動:余効変動の影響]

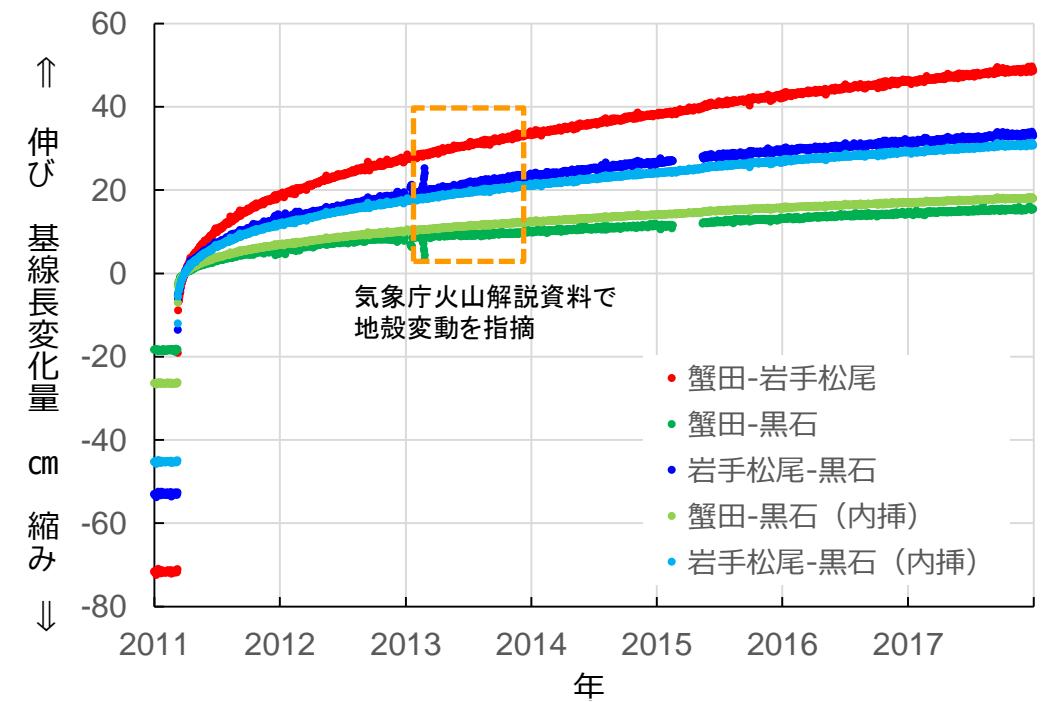
➤ 余効変動の方向と概ね平行で、同様の基線が設定可能な、蟹田-岩手松尾についても検討した結果、内挿値と実測値の傾向は概ね一致する。



八甲田山周辺の地震後7年間の累積変位

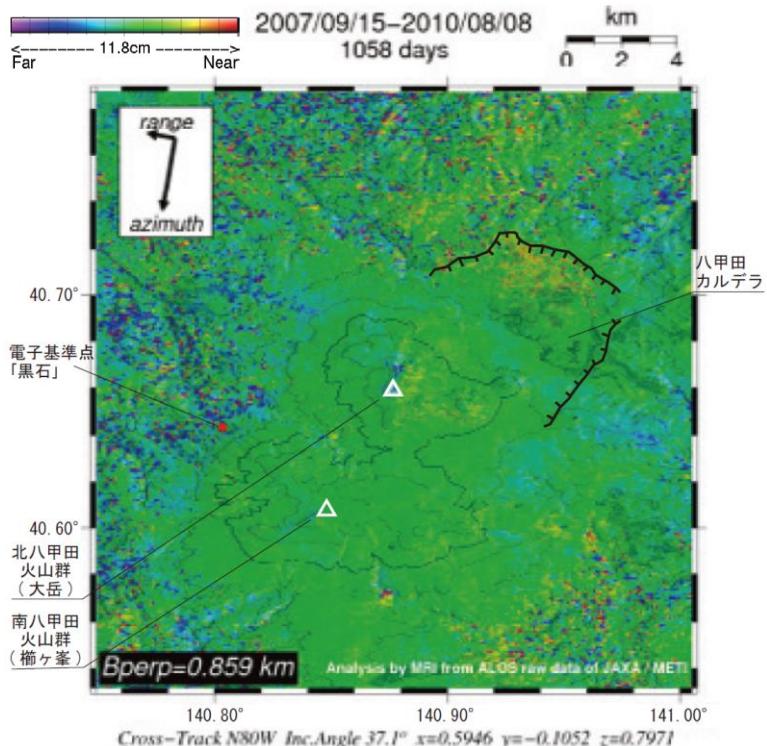


基線長変化量の内挿を検討した電子基準点の位置図

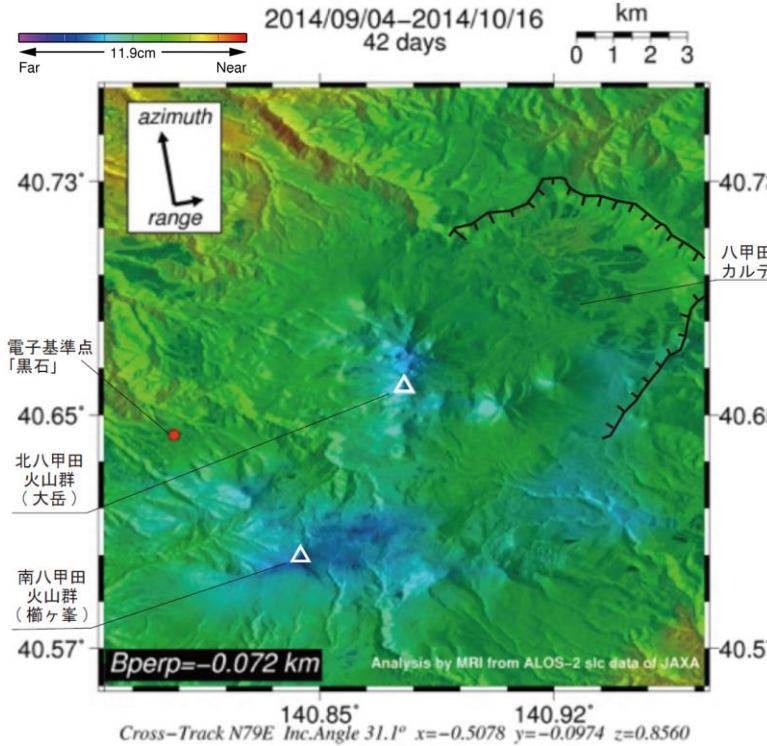


2011年4月1日の変化量を基準とした基線長変化量

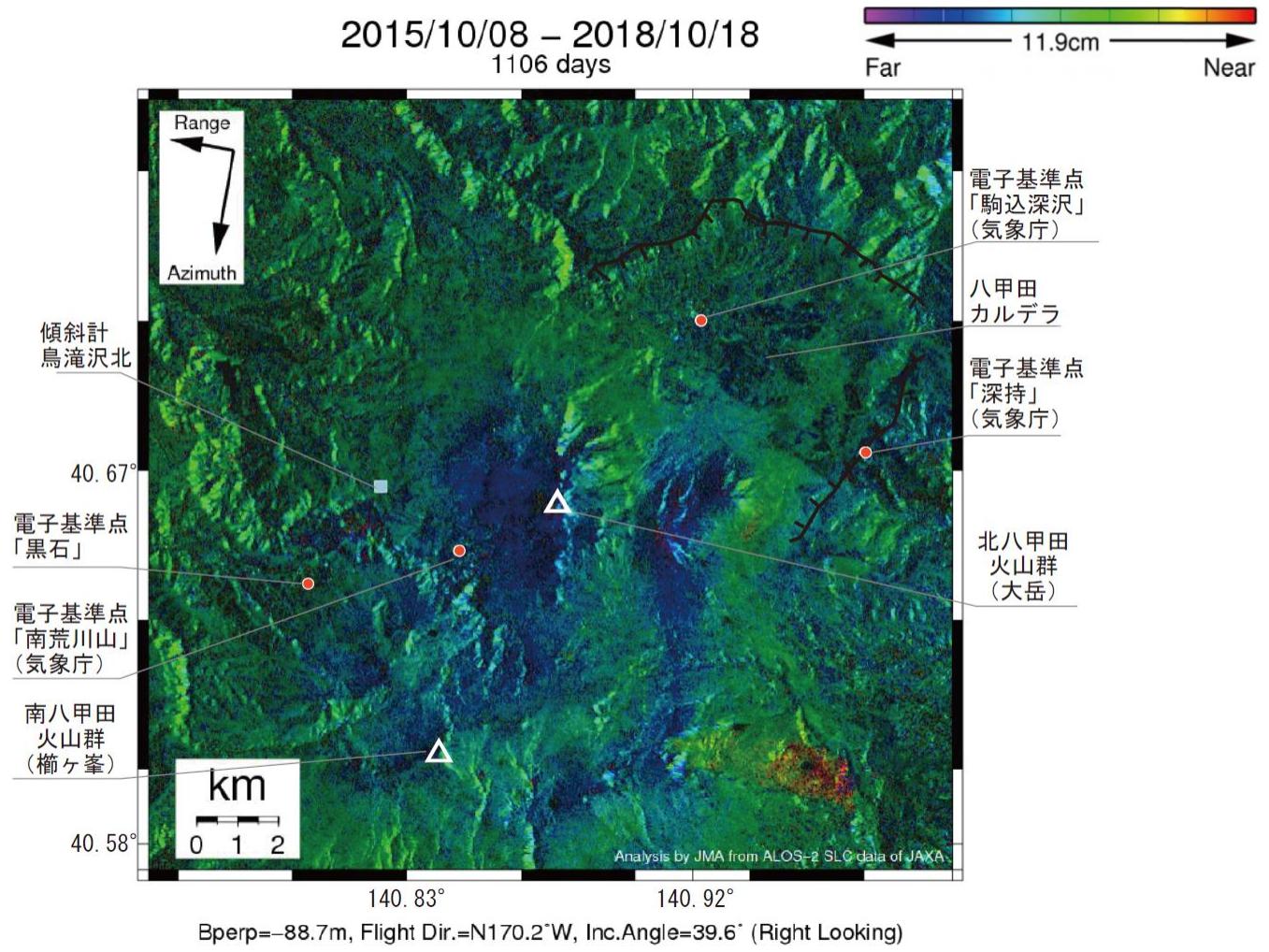
2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)⑧〔地殻変動(上下変動):干渉SAR〕



八甲田山周辺における干渉SAR解析結果
気象研究所技術報告第69号(安藤,2013)に加筆



八甲田山周辺における干渉SAR解析結果
第131回火山噴火予知連絡会資料(気象庁,2015)に加筆



八甲田山周辺における干渉SAR解析結果(第143回火山噴火予知連絡会資料(気象庁,2019d)に加筆)

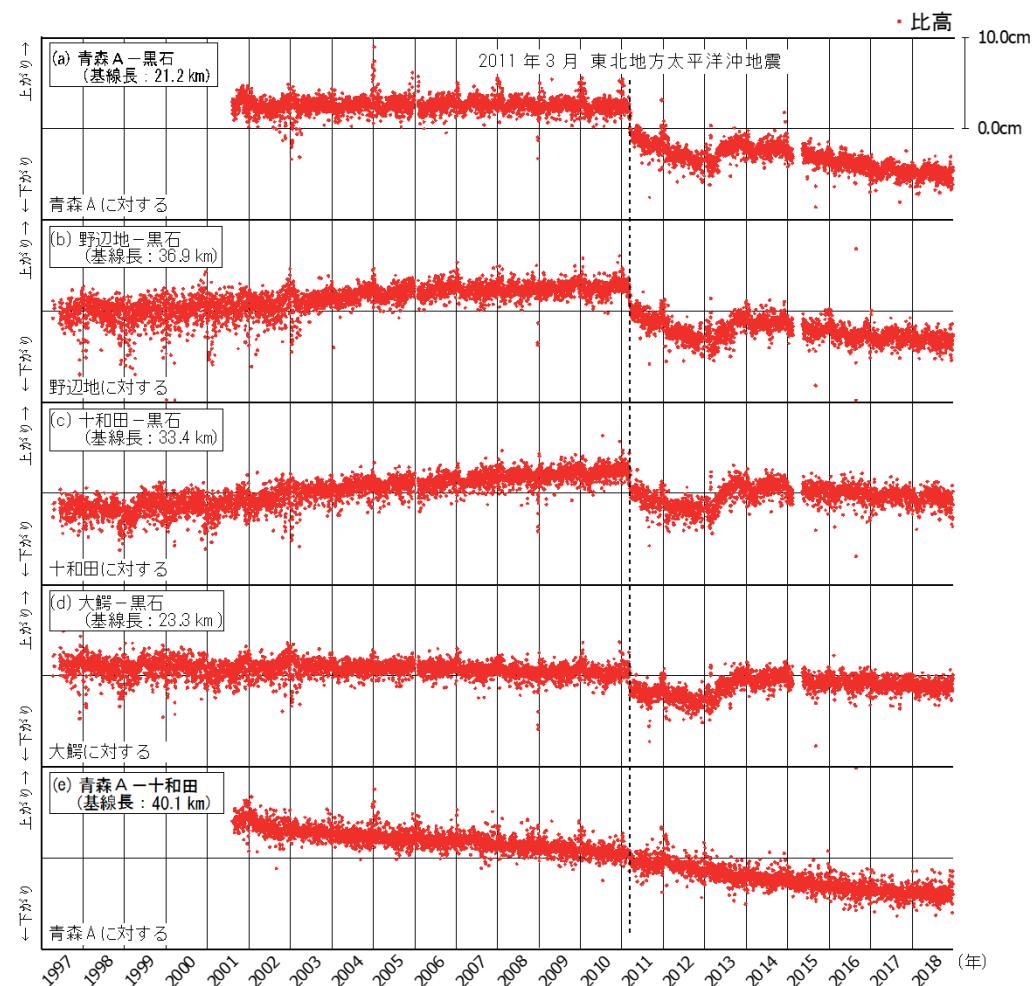
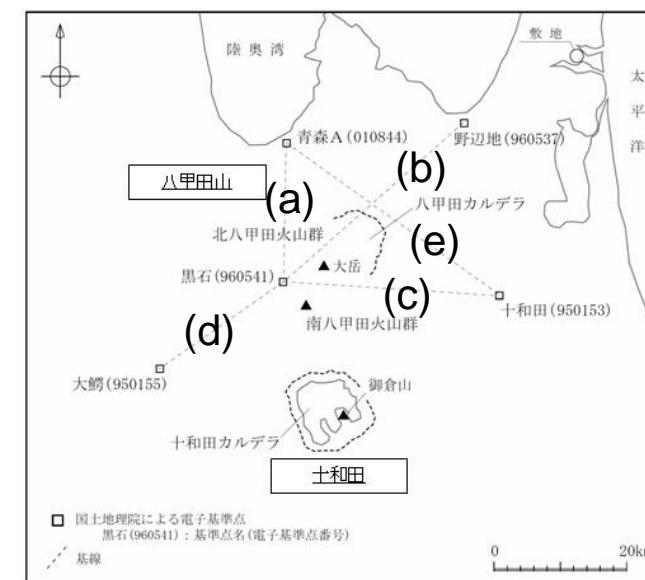
- 2007/9/15 - 2010/8/8**
- 気象研究所技術報告第69号(安藤,2013)において, 国内の活火山周辺における干渉解析結果が示されており, 位相変化が認められる火山について, その特徴を記載しているが, 八甲田山については記載がない。
- 2014/9/4 - 2014/10/16**
- 第131回火山噴火予知連絡会資料(気象庁,2015)によると, 下図の八甲田山周辺における干渉解析結果について, ノイズレベルを超える位相変化は認められないとしている。
- 2015/10/8 - 2018/10/18**
- 第143回火山噴火予知連絡会資料(気象庁,2019d)によると, 下図の八甲田山周辺における干渉解析結果について, 山頂西側周辺で衛星視線方向伸長の位相変化が認められるが, 気象ノイズによる可能性があるとする。

➤ 八甲田山周辺における干渉解析結果について, ノイズレベルを超える位相変化は認められない。

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

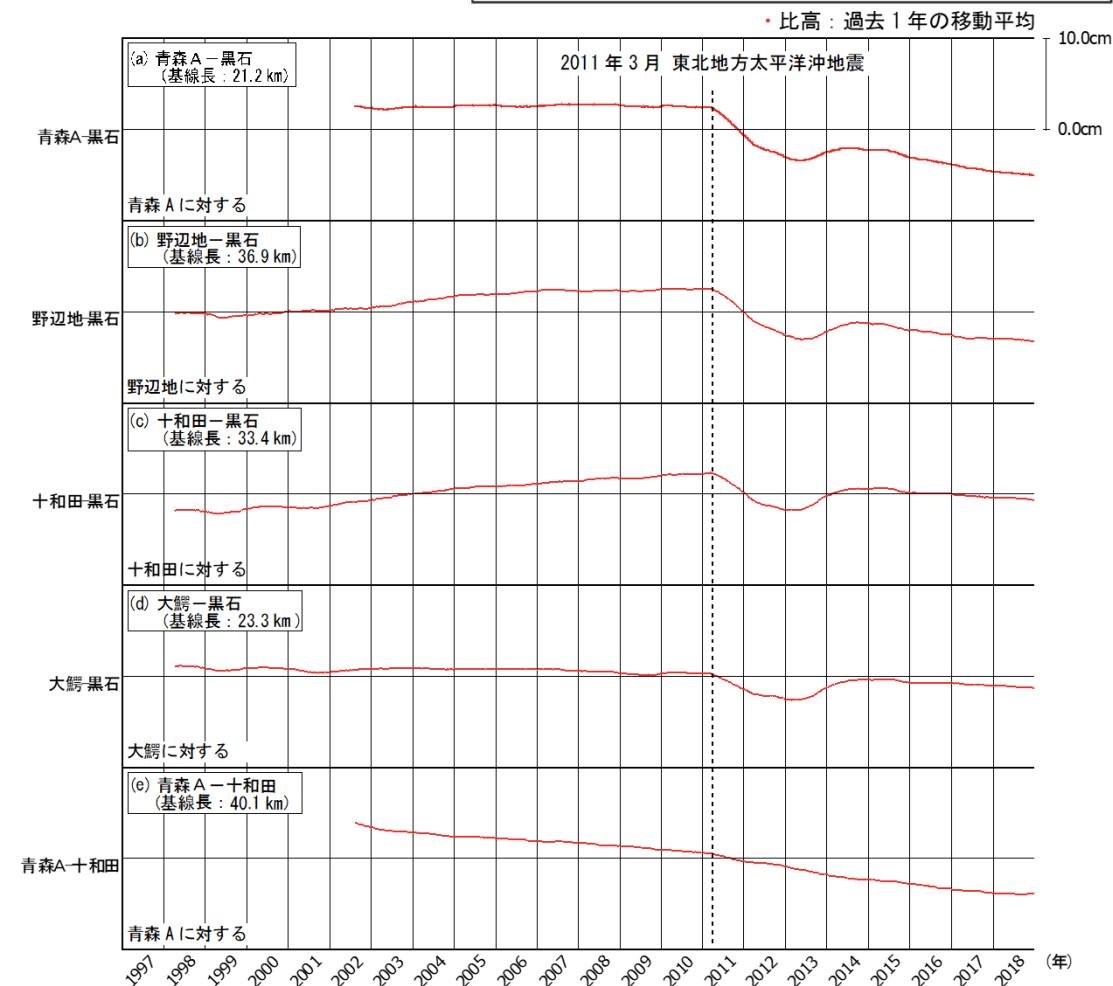
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)⑨〔地殻変動(上下変動):電子基準点データ(比高の時間変化)〕

- 比高変化からも、「八甲田山の火山活動解説資料(平成26年6月)」(気象庁, 2014)による2013年2月頃以降のわずかな膨張, 8月頃から鈍化, 11月頃から停滞しその状態が続いているとしている傾向が認められる。
- この期間を除き, 八甲田山を取り囲む電子基準点における上下変動には, 継続的な変位の累積は認められない。



※各観測点の保守(アンテナ交換等)によって生じたオフセットは補正済み

電子基準点間の比高の時間変化

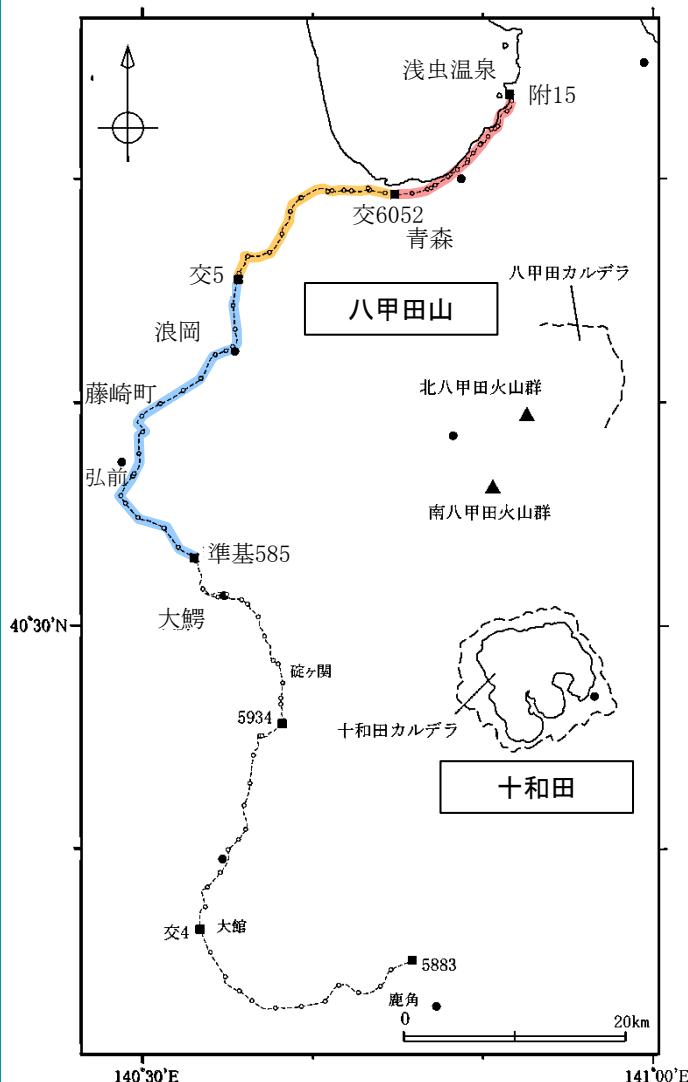


※各観測点の保守(アンテナ交換等)によって生じたオフセットは補正済み

電子基準点間の比高の時間変化(過去1年の移動平均)

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査(地震及び地殻変動)⑩ [地殻変動(上下変動):水準測量]

■水準路線

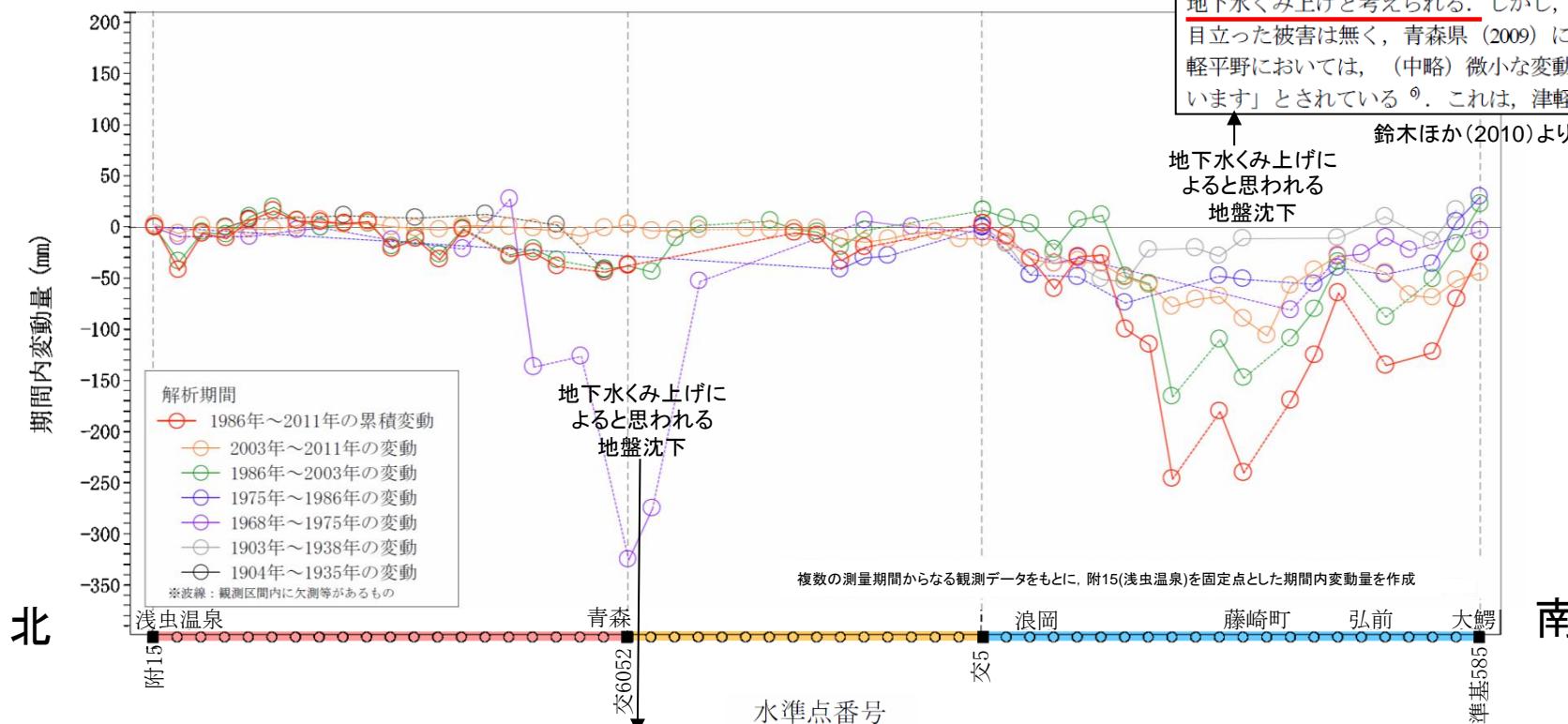


水準測量

 八甲田山の評価に用いた水準路線
 一等水準点(水準路線)
 ※検討に用いた水準点・路線のみ示す
 ●電子基準点

国土地理院「基盤地図情報」及び「一等水準点
検測成果収録」をもとに当社が作成

■路線沿いの期間内変動量



(1) 干渉 SARによって検出された地盤沈下
 2006年4月27日と2007年4月30日のALOS/PALSARの観測データを用いて解析を行ったところ、津軽平野の一部で約2km四方の地盤沈下が検出された(図-1)。最大の沈下量は4~5cmであり、原因は融雪のための地下水くみ上げと考えられる。しかし、現地において目立った被害は無く、青森県(2009)によると、「津軽平野においては、(中略)微小な変動にとどまっています」とされている。これは、津軽平野において

地下水くみ上げによると思われる地盤沈下
 鈴木ほか(2010)より抜粋し加筆



青森市
Aomori City
地盤沈下の現況

本市では、国土地理院が昭和47年に実施した水準測量によって、昭和43年から44年間に、最大21.7cmも地盤が沈下していることが確認されました。また、県の港湾関係機関が実施した水準測量結果により、海岸線が大きく沈下していることも判明しました。これが契機となり、地盤沈下の状況を総合的に把握するため、昭和47年10月に国・県・市・国鉄(現JR)が協力して水準点を市内主要箇所150点設置し、以来水準測量を継続的に実施しています。

また、本市が実施した地下水利用実態調査や青森県が実施した地下水収支解析調査等各種調査の結果、本市における地盤沈下の原因は、地下水の過剰な汲み上げにより地層の脱水減圧が生じることに伴う圧密収縮であることが判明しました。このため、昭和49年1月に青森市公害防止条例の一部を改正し、地盤沈下の主因である地下水の過剰な汲み上げを規制しています。

この結果、調査開始当初の昭和48年には半年で6cm以上の沈下が観測されるなど急激に進行していた地盤沈下が、昭和50年・51年には年間最大沈下量3cmを超える地域が新町地区等一部に狭まるなど、鈍化傾向を示すようになりました。それ以後、大きな沈下現象は認められていません。

青森市HPより抜粋し加筆

(<https://www.city.aomori.aomori.jp/kankyo-seisaku/shiseijouhou/matidukuri/kankyoutorikumi/kougai-taisaku/04.html>)

➤ 八甲田山付近の一等水準路線の上下変動には、青森及び藤崎町付近において地盤沈下による局所的な変動はあるが、八甲田山に最も近い青森付近の一等水準点には継続的な変位の累積は認められず、八甲田山を中心とした継続的な変位の累積は認められない。

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価
地球物理学的調査〔まとめ①〕

現在のマグマ溜まりの状況(八甲田)

	地震波速度構造			比抵抗構造	地震 (低周波地震)	地殻変動	評価
	Nakajima et al.(2001b) 中島(2017)	防災科研 HP※	当社	小川(1991)			
上部地殻	東北地方の火山地域 の上部地殻内には 大規模な(>10km) マグマ溜まりは存在 しない〔中島(2017)〕	低速度, 低Vp/Vs	低速度, 低Vp/Vs	顕著な低比抵抗 領域は認められない (10km以浅) 低比抵抗 (10km以深)	低周波地震はほとん ど認められない	余効変動を超える 継続的な変位の累積 は認められない。	巨大噴火が可能な量 のマグマ溜まりが存 在する可能性は十分 小さく、大規模なマ グマの移動・上昇等 の活動を示す兆候も 認められない。
下部地殻	中～高速度, 高Vp/Vs	中～高速度, 高Vp/Vs	中～高速度, 高Vp/Vs	低比抵抗	低周波地震が群発 的に認められる	—	—
最上部 マントル	大量のメルトを示唆 する	低速度・ 中Vp/Vs	低速度・ 高Vp/Vs	低比抵抗	不明	—	—

※:防災科学技術研究所HP上において、「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年度版)」として、陸地のHi-net、海底のS-net及びDONETの観測網による地震記録を用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している(解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2019)に記載)。その公開データを用いて、当社が十和田・八甲田山地域における水平・鉛直断面図を作図したもの。

2.3 八甲田山の評価 2.3.1 巨大噴火の可能性評価

地球物理学的調査〔まとめ②〕

＜各地球物理学的調査の特徴＞

- 流体の存在に敏感な比抵抗構造と流体のうちメルトか水か推定が出来る地震波速度構造は相補的な関係であり、これらと併せて、マグマの移動・上昇等の活動を示す地震及び地殻変動について、以下のとおり評価を行った。

＜地下構造(地震波速度・比抵抗)＞

- ＜地震波速度構造＞Nakajima et al.(2001b), 中島(2017), 防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年度版)」の地震波トモグラフィ解析結果及び当社の地震波トモグラフィ解析結果に基づくと、いずれの結果でも八甲田山直下の上部地殻内(約20km以浅)に、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。

＜比抵抗構造＞ 流体の存在に敏感に反応する比抵抗構造においても、八甲田山直下の上部地殻内の10km以浅に顕著な低比抵抗領域は認められない。(小川, 1991)

- ＜地震波速度構造＞及び＜比抵抗構造＞を統合的に解釈すると、八甲田山直下の上部地殻内の10km以深は低比抵抗領域であるが、その領域は低Vpかつ低Vp/Vsであることから、上部地殻内に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高Vp/Vsかつ低比抵抗領域は認められない。

＜地震及び地殻変動＞

- 「八甲田山の火山活動解説資料(令和元年10月7日)」(気象庁, 2019b)によると、2019年10月7日6時以降、大岳山頂の西約4km, 深さ約1km付近を震源とする地震が増加し、14時までに61回発生したとしている。また、2018年4月10日に日回数22回を観測するなど、これまでも周辺で一時的な地震の増加がみられたが、低周波地震及び火山性微動は観測されておらず、地震活動以外に火山活動の活発化は認められないとし、噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意)の予報事項に変更はないとしている。
- 「八甲田山の火山活動解説資料(平成26年6月)」(気象庁, 2014)によると、2013年2月頃以降わずかな膨張を示す地殻変動がみられていたが、8月頃から鈍化し、11月頃からは停滞しその状態が続いているとしている。また、この期間を除く、八甲田山周辺の電子基準点データ、干渉SAR解析結果及び水準測量結果には、八甲田山を中心とした、2011年東北地方太平洋沖地震以降の余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。



- 地球物理学的調査の結果、現状、八甲田山直下の上部地殻内(約20km以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。

2.3 八甲田山の評価

2.3.1 巨大噴火の可能性評価[まとめ]

巨大噴火に該当する噴火は、八甲田第1期火砕流(見かけの噴出量: 37km^3)及び八甲田第2期火砕流(見かけの噴出量: 36km^3)を噴出した噴火である。したがって、この2回の巨大噴火を対象に評価を実施。

- 活動履歴については、工藤ほか(2004)によると、八甲田カルデラの形成後の約40万年前以降に活動を開始した後カルデラ火山群である北八甲田火山群について、その活動のピークは40万年前～10万年前までの間にあったと考えられ、10万年前以降の火山活動は比較的低調になっており、長期的にみると終息へと向かっているとしている。
- 地質調査及び火山学的調査結果から、2回の巨大噴火のうち過去最大規模の噴火である八甲田第2期火砕流は敷地には到達していないと評価。
- 地球物理学的調査の結果、現状、八甲田山直下の上部地殻内(約20km以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。
- 文献調査結果から、八甲田山について、現状、巨大噴火が起こる可能性があるとする知見は認められない。



- 八甲田山の現在の活動状況は、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的根拠があるとはいえないことから、少なくとも施設運用期間中は、巨大噴火の可能性は十分小さいと評価した。なお、過去最大規模の火砕流も敷地には到達していないと評価。
- 八甲田山の最近の火山活動の推移を確認することの重要性も考慮し、八甲田山を対象に、科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため、施設の運用期間中火山活動のモニタリングを行い、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価した根拠が継続していることを確認する。

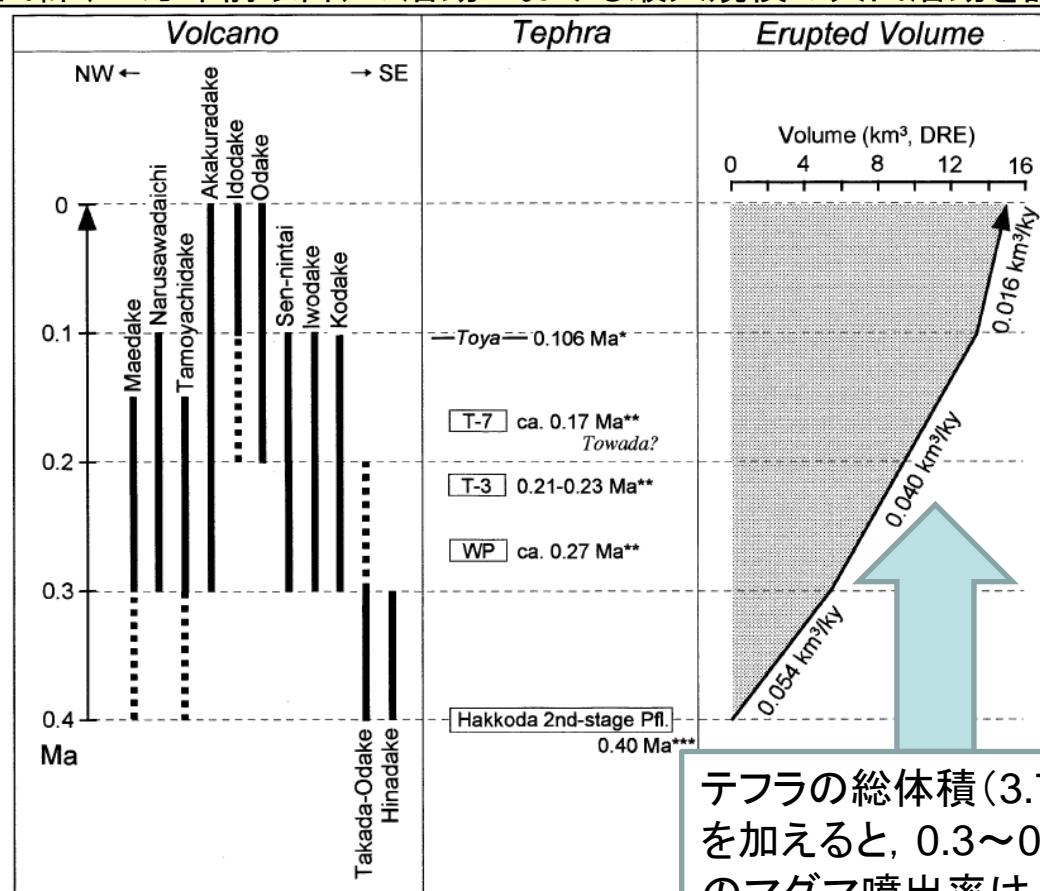
余白

2.3 八甲田山の評価 2.3.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価 活動履歴〔北八甲田火山群の火山活動〕

工藤ほか(2004)を要約

- 北八甲田火山群は、八甲田カルデラの形成後の約40万年前以降に活動を開始した後カルデラ火山群である。
- 北八甲田火山群のマグマ噴出率の時間変化を見ると、40～10万年前では $0.054 \sim 0.040 \text{ km}^3/\text{ky}$ と高マグマ噴出率で活発な活動を行い、10万年前以降では $0.016 \text{ km}^3/\text{ky}$ と低マグマ噴出率となり(左図)、活動は比較的低調になったと判断出来る。
- また、噴出中心が火山群中央部に収束する傾向が認められることから(右図)、北八甲田火山群の活動は、長期的にみると終息へと向かいつつある状態と解釈できる。

- 2018年3月7日原子力規制委員会資料「火山影響評価ガイドの「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」の基本的考え方」によると、設計対応不可能な火山事象の評価のうち、巨大噴火以外の火山活動の評価について、「その活動の可能性が十分小さいと判断できない場合には、火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価を行うこととなる。噴火の規模を特定することは一般に困難であるため、(中略)当該検討対象火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を用いる。」とされているが、当社は北八甲田火山群の場合、10万年前以降の火山活動は比較的低調になっており、長期的にみると終息へと向かいつつある状態であることから、40～10万年前の活動の可能性は十分小さいと評価してきた。
- しかし、第267回審査会合(2019年3月29日)にて「最後の巨大噴火が発生した約40万年前以降で最大の噴火規模を対象として評価すること。」と指摘を受けた為、最後の巨大噴火(八甲田第2期火砕流を噴出した噴火)以降の火山活動の評価として、より安全側に、後カルデラ火山群である北八甲田火山群(40万年前以降)の活動における最大規模の火山活動の評価する。



テフラの総体積(3.7km³)を加えると、0.3～0.1Maのマグマ噴出率は $0.059 \text{ km}^3/\text{ky}$ となる。

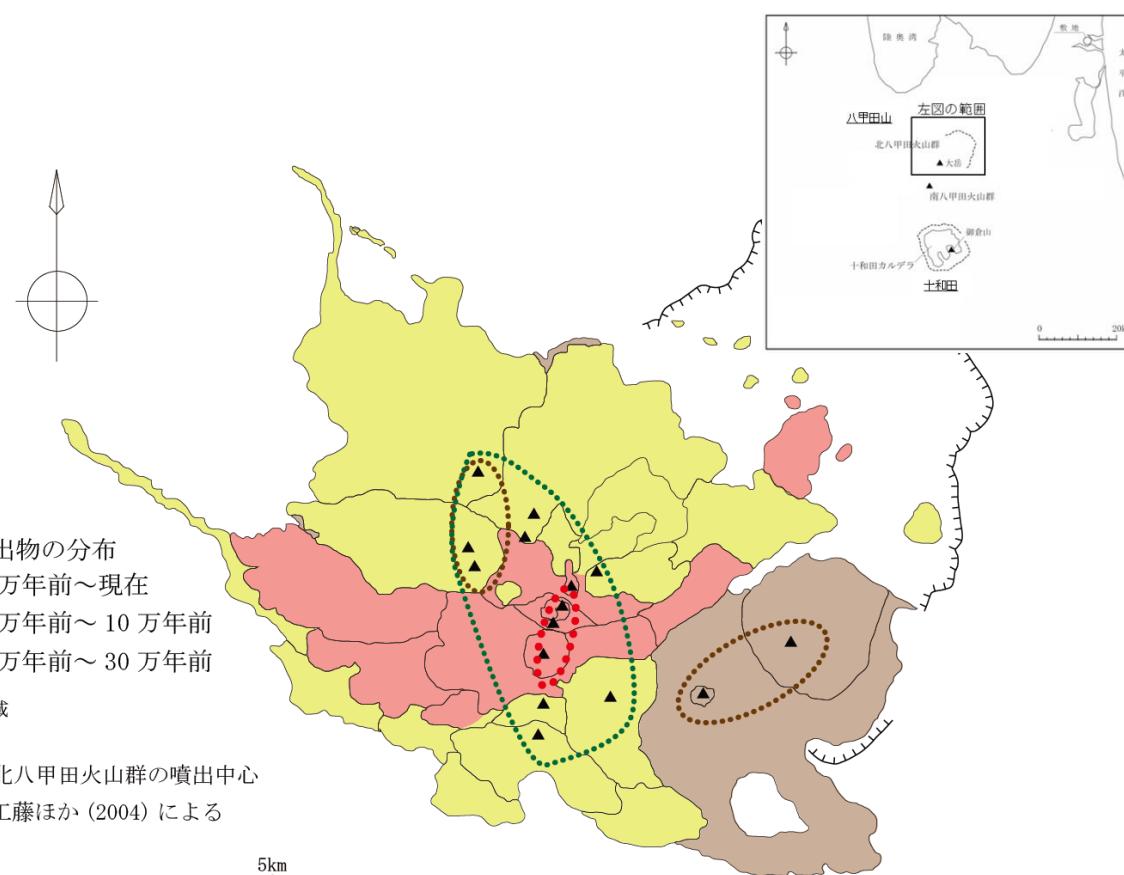
時代ごとの噴出中心及び噴出物の分布

- 10万年前～現在
- 30万年前～10万年前
- 40万年前～30万年前

▲ 噴出中心の集中域

▲ 北八甲田火山群の噴出中心
地質区分：工藤ほか(2004)による

0 5km



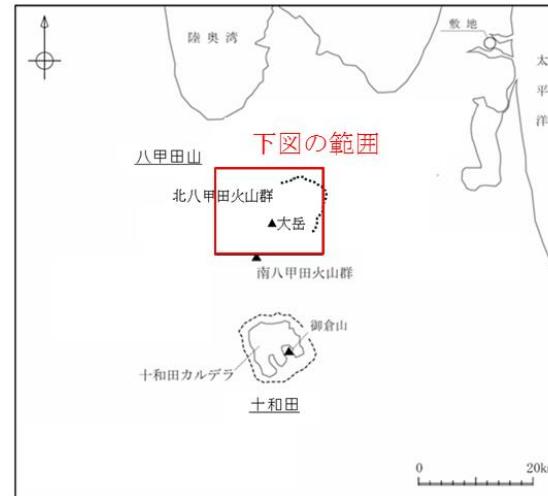
工藤ほか(2004)より当社が作成

北八甲田火山群起源の火山噴出物の分布

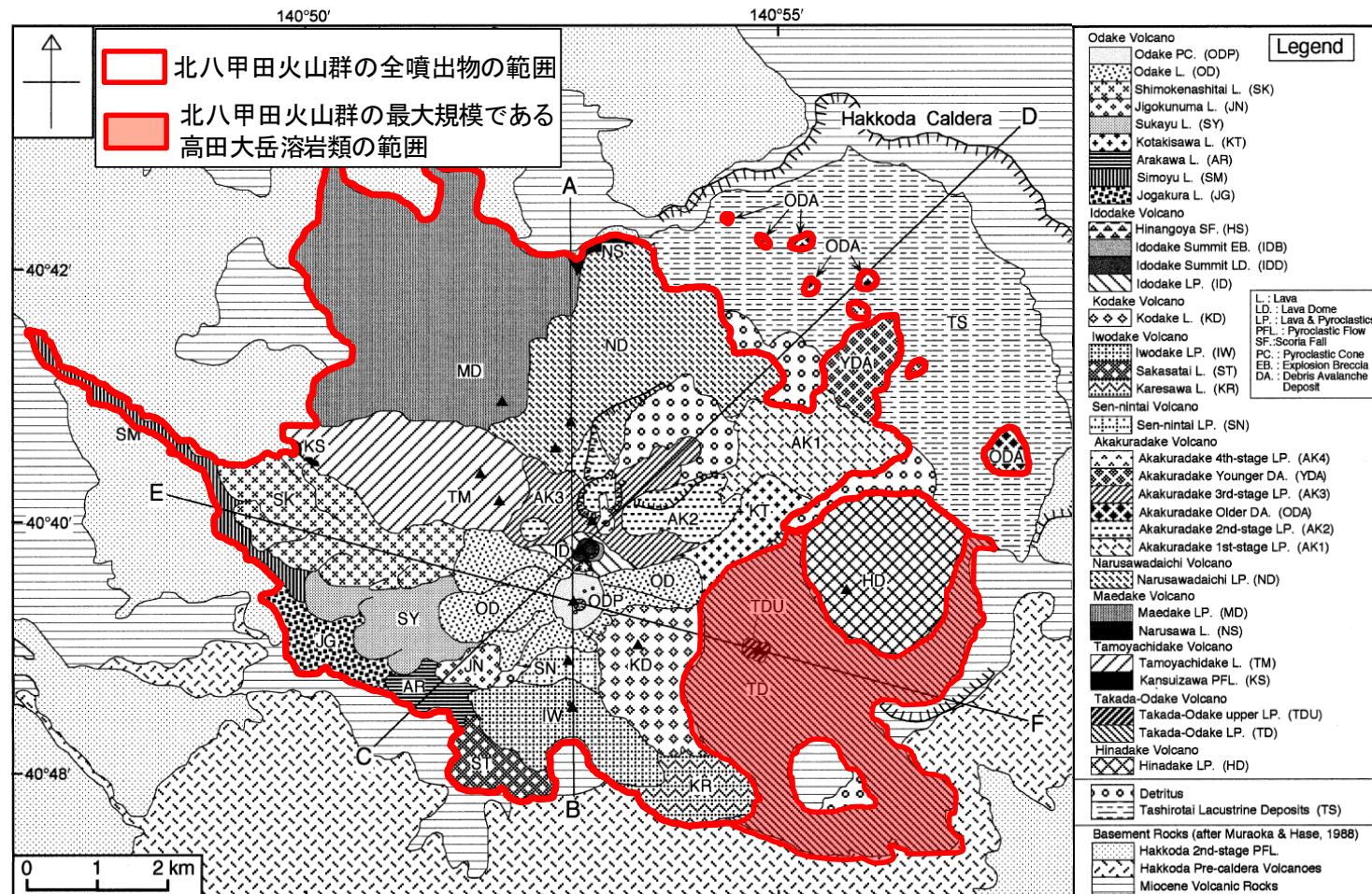
2.3 八甲田山の評価 2.3.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価
活動履歴〔北八甲田火山群の最大規模の噴火に伴う噴出物〕

工藤ほか(2004)に基づく、最後の巨大噴火以降の火山活動である北八甲田火山群(40万年前以降)の活動における最大規模の噴火に伴う噴出物は高田大岳溶岩類(右表参照:3.2km³DRE)である。

最大規模の噴火に伴う噴出物である高田大岳溶岩類の分布は噴出中心付近に限られ、敷地が位置する北東方向では、八甲田カルデラを越えた位置の分布は認められていない(下図赤塗色)。
なお、北八甲田火山群の全噴出物や岩屑なだれを含めた分布も、八甲田カルデラを越えた位置の分布は認められていない(下図赤枠線内)。



Volcano	Geological Unit* Abbreviation	Volume** (DRE, km ³)	
Odake	ODP Odake PC.	0.01	
	OD Odake L.	0.18	
	SK Shimokenashitai L.	0.27	
	JN Jigokunuma L.	0.02	
	SY Sukayu L.	0.22	
	KT Kotakisawa L.	0.09	
	SM Shimoyu L.	0.17	
	AR Arakawa L.	0.11	
	JG Jougakura L.	0.19	
	Total	1.3	
Idodake	HS Hinangoya SF.	0.001	
	IDE Idodake Summit EB.	0.001	
	IDD Idodake Summit LD.	0.004	
	ID Idodake LP.	0.25	
		Total	0.25
Kodake	KD Kodake L.	0.45	
	Iwodake	IW Iwodake LP.	0.23
		ST Sakasatai L.	0.11
	KZ Kozawa L.	0.09	
		Total	0.43
Sen-nintai	SN Sen-nintai LP.	0.51	
Akakuradake	AK4 Akakuradake 4th-stage LP.	0.002	
	AK3 Akakuradake 3rd-stage LP.	0.11 (0.02)	
	AK2 Akakuradake 2nd-stage LP.	0.79 (0.23)	
	AK1 Akakuradake 1st-stage LP.	0.39 (0.08)	
		Total	1.6
Narusawadaichi	ND Narusawadaichi LP.	1.3 (0.09)	
	Total	1.4	
Maedake	MD Maedake LP.	0.88	
	NS Narusawa L.	0.03	
		Total	0.91
Tamoyachidake	TM Tamoyachidake L.	2.9	
	KS Kansuizawa PFL.	0.02	
	Total	2.9	
Takada-Odake	TDU Takada-Odake upper LP.	0.003	
	TD Takada-Odake LP.	3.2	
	Total	3.2	
Hinadake	HD Hinadake LP.	2.1	
Debris	YDA Akakuradake Younger DA.	0.03	
Avalanche	ODA Akakuradake Older DA.	0.40	
Total		15	



北八甲田火山群起源の設計対応不可能な火山事象の分布(赤線内)

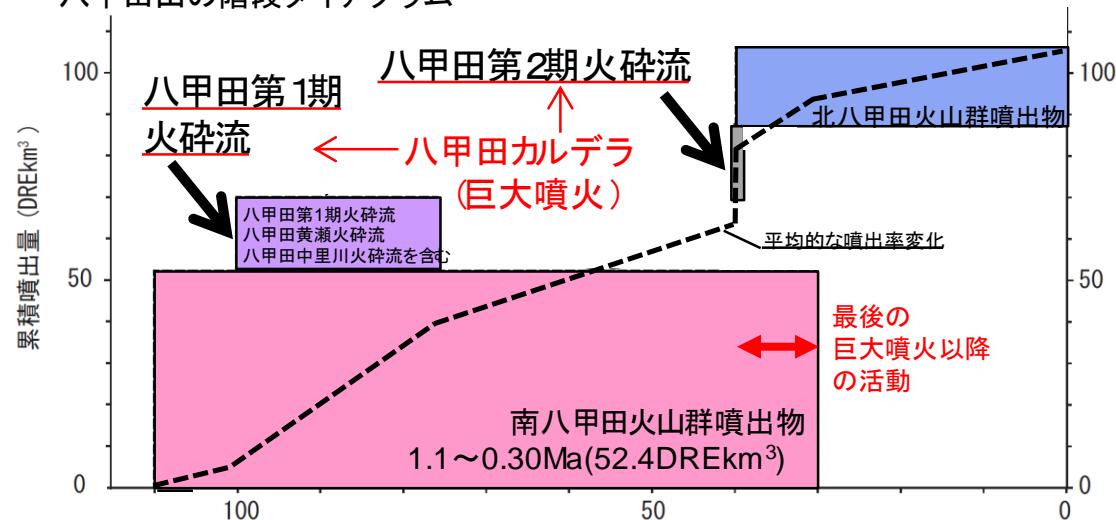
工藤ほか(2004)に一部加筆

2.3 八甲田山の評価 2.3.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価 活動履歴〔南八甲田火山群〕

宝田・村岡(2004)を要約

- 八甲田カルデラの先カルデラ火山である南八甲田火山群は、約1.1Ma頃に活動を開始し八甲田カルデラの形成後の約0.3Maまで活動したとされる。
- その噴出物は、約1.1Ma～0.8Maの南八甲田第1ステージ溶岩・火砕岩、約0.8Ma～0.5Maの南八甲田第2ステージ溶岩・火砕岩、約0.5Ma～0.3Maの南八甲田第3ステージ溶岩・火砕岩等に区分され、約0.3Maに黄金平溶岩、駒ヶ峯溶岩・火砕岩が噴出したとされる。
- 最後の巨大噴火である約0.4Maの八甲田第2期火砕流以降の南八甲田火山群の噴出物は、南八甲田第3ステージ溶岩・火砕岩、黄金平溶岩、駒ヶ峯溶岩・火砕岩であり、一部火砕流(火砕岩)の発生が認められる。
- 南八甲田火山群は最後の巨大噴火(約40万年前)以降、約30万年前まで活動したとされるが、それらの噴出物の分布は南八甲田火山群の山体周辺に限られ、敷地が位置する北東方向では、八甲田カルデラを越えた位置の分布は認められていない。

八甲田山の階段ダイアグラム

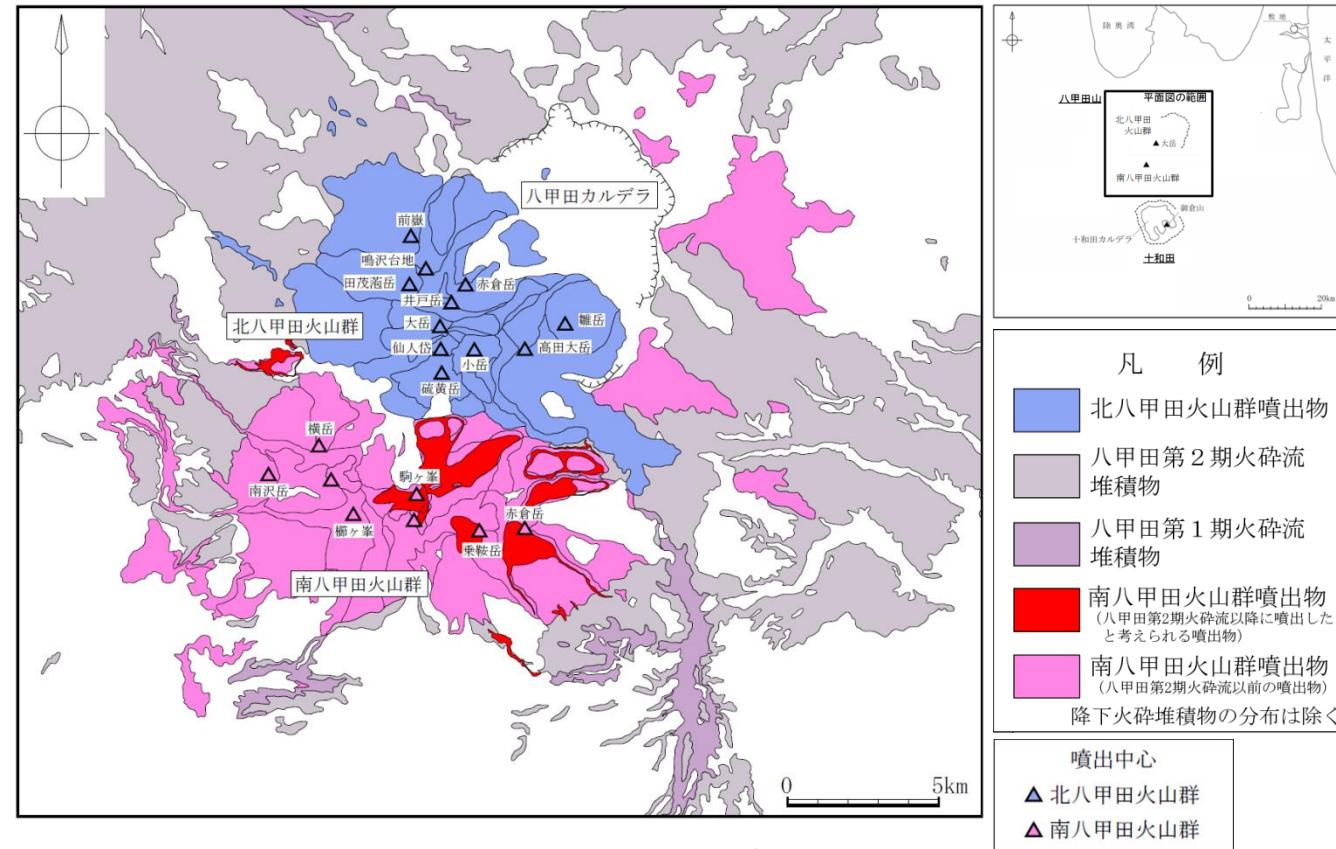


年代は中野ほか編(2013), 噴出量はUmeda et al.(2013), 工藤ほか(2004)及び工藤ほか(2011)に基づく 年代(万年前)

南八甲田火山群起源の火山噴出物

噴出物	噴火様式	年代	体積
駒ヶ峯溶岩, 駒ヶ峯火砕岩	溶岩流, 溶岩ドーム, 火砕岩	0.3Ma	最後の 巨大噴火以降 の活動 52.4 km ³ (DRE)
黄金平溶岩	溶岩流	0.3Ma	
南八甲田第3ステージ溶岩・火砕岩	成層火山体: 溶岩流, 火砕岩	0.5Ma~0.3Ma	
鳶川火砕堆積物	降下火砕物, 火砕流	0.65Ma~0.35Ma	
南八甲田第2ステージ溶岩・火砕岩	成層火山体: 溶岩流, 火砕岩	0.8Ma~0.6Ma	
黄瀬川火砕流	火砕流	1.0Ma~0.8Ma	
南八甲田第1ステージ溶岩・火砕岩	成層火山体: 溶岩流, 火砕岩	1.1Ma~0.8Ma	

宝田・村岡(2004), Umeda et al.(2013)に基づき作成。なお、鳶川火砕堆積物は八甲田第2期火砕流(0.4Ma)よりも下位層準である。



八甲田火山起源の火山噴出物の分布

村岡・高倉(1988), 宝田・村岡(2004)より当社が作成

2.3 八甲田山の評価

2.3.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価[まとめ]

- 約40万年前の最後の巨大噴火以降、後カルデラ火山群である北八甲田火山群の活動は継続しており、一方、先カルデラ火山である南八甲田火山群は約30万年前まで活動した。
- 北八甲田火山群の最大規模の噴火に伴う噴出物である高田大岳溶岩類の分布は噴出中心付近に限られ、敷地が位置する北東方向では、八甲田カルデラを越えた位置の分布は認められていない。
- 南八甲田火山群は最後の巨大噴火以降、約30万年前まで活動したとされるが、それらの噴出物の分布は南八甲田火山群の山体周辺に限られ、敷地が位置する北東方向では、八甲田カルデラを越えた位置の分布は認められていない。
- 新しい火口の開口及び地殻変動については、敷地が北八甲田火山群の火口及びその近傍に位置せず、火山フロントより前弧側に位置することから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。(P16参照)



- 最後の巨大噴火以降の火山活動の設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。

1. 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出
2. 「原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において抽出された火山の火山活動に関する個別評価
2.1 原子力施設に影響を及ぼし得る火山における設計対応不可能な火山事象の敷地への到達可能性評価
2.2 十和田の評価
2.2.1 巨大噴火の可能性評価
2.2.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価
2.3 八甲田山の評価
2.3.1 巨大噴火の可能性評価
2.3.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価
2.4 「原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において抽出された火山の火山活動に関する個別評価のまとめ
3. 火山モニタリング及び対処方針
4. 設計対応が可能な火山事象
参考

2.4 「原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において抽出された火山の火山活動に関する個別評価のまとめ

原子力施設に影響を及ぼし得る火山(21火山)を対象に、設計対応不可能な火山事象について、発生実績、過去最大規模の噴火等の知見に基づき敷地への到達可能性について評価した。

【設計対応不可能な火山事象の到達可能性】

- 施設に影響を及ぼし得る火山(21火山)の火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火山の離隔等から、過去最大規模の噴火を想定しても、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 火砕物密度流については、文献調査の結果、十和田及び八甲田カルデラの巨大噴火において、火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる。(八甲田カルデラに南八甲田火山群・北八甲田火山群を合わせて「八甲田山」とする。)
⇒十和田及び八甲田山を対象に詳細な調査・検討を実施。

【十和田】

- 過去に火砕流を伴う巨大噴火が発生。
- <巨大噴火の可能性評価>地質調査及び火山学的調査から、敷地は巨大噴火による火砕流の末端に位置すると考えられるが、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、地震・地殻変動データ等から、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的根拠があるとはいえないことから、少なくとも施設運用期間中は、巨大噴火の可能性は十分小さいと評価した。
- <最後の巨大噴火以降の火山活動の評価>活動履歴、地質調査及び火山学的調査から、最後の巨大噴火以降の最大規模の火砕流が敷地に到達していないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。また、火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。

【八甲田山】

- 過去に火砕流を伴う巨大噴火が発生。
- <巨大噴火の可能性評価>地質調査及び火山学的調査から、巨大噴火による火砕物密度流は敷地に到達していないと考えられる。また、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、地震・地殻変動データ等から、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的根拠があるとはいえないことから、少なくとも施設運用期間中は、巨大噴火の可能性は十分小さいと評価した。
- <最後の巨大噴火以降の火山活動の評価>活動履歴、地質調査及び火山学的調査から、最後の巨大噴火以降の火山活動の設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。

1. 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出
2. 「原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において抽出された火山の火山活動に関する個別評価
3. 火山モニタリング及び対処方針
3.1 モニタリングの基本的考え方
3.2 地殻変動の管理基準
3.3 地震の管理基準
3.4 地殻変動及び地震の「平常からの変化」の判断基準(案)
3.5 モニタリングの判断フロー(案)
3.6 巨大噴火への発展可能性がある場合の対処内容
4. 設計対応が可能な火山事象
参考

3.1 モニタリングの基本的考え方 〔モニタリングの概要〕

【モニタリング対象火山】

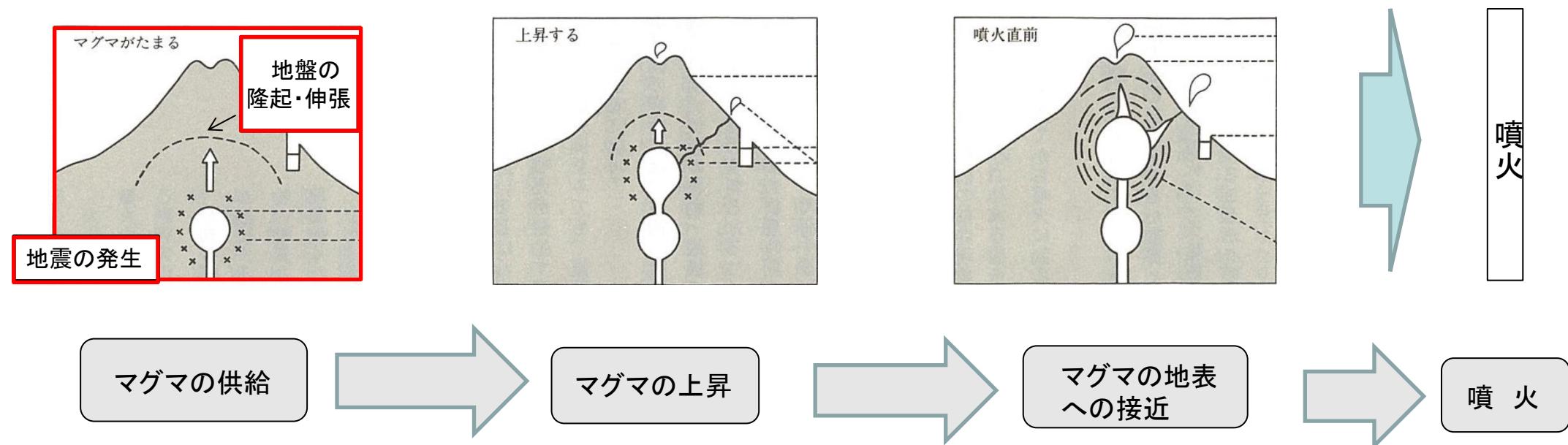
十和田及び八甲田山

【モニタリングの目的】

「2.2 十和田の評価」及び「2.3 八甲田山の評価」に示すとおり、十和田及び八甲田山の巨大噴火の可能性が十分小さいと評価している。火山モニタリングは、この評価の根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知することを目的とする。

【モニタリング方法】

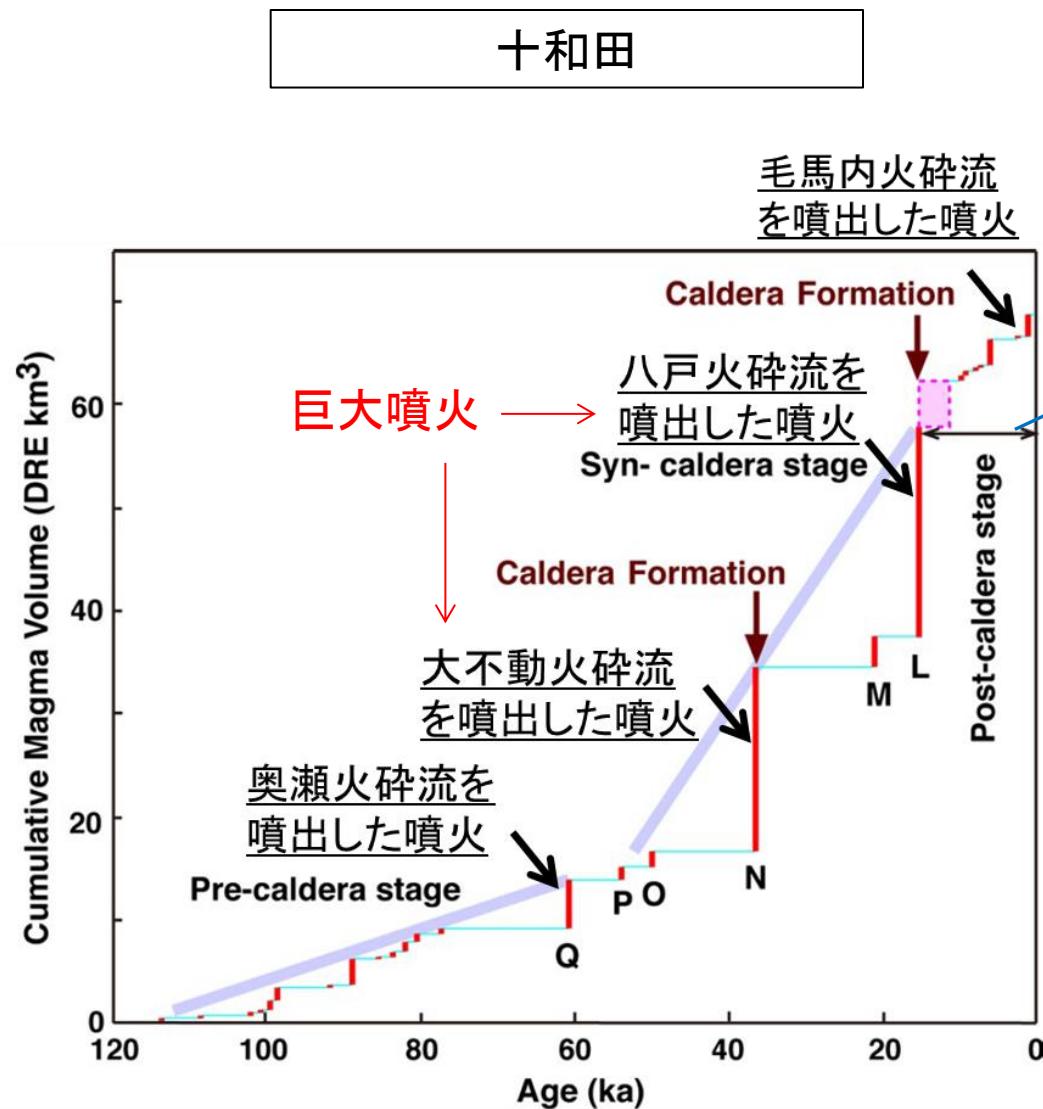
公的機関の観測網による地殻変動及び地震活動の観測データ、公的機関による発表情報等を収集・分析する。



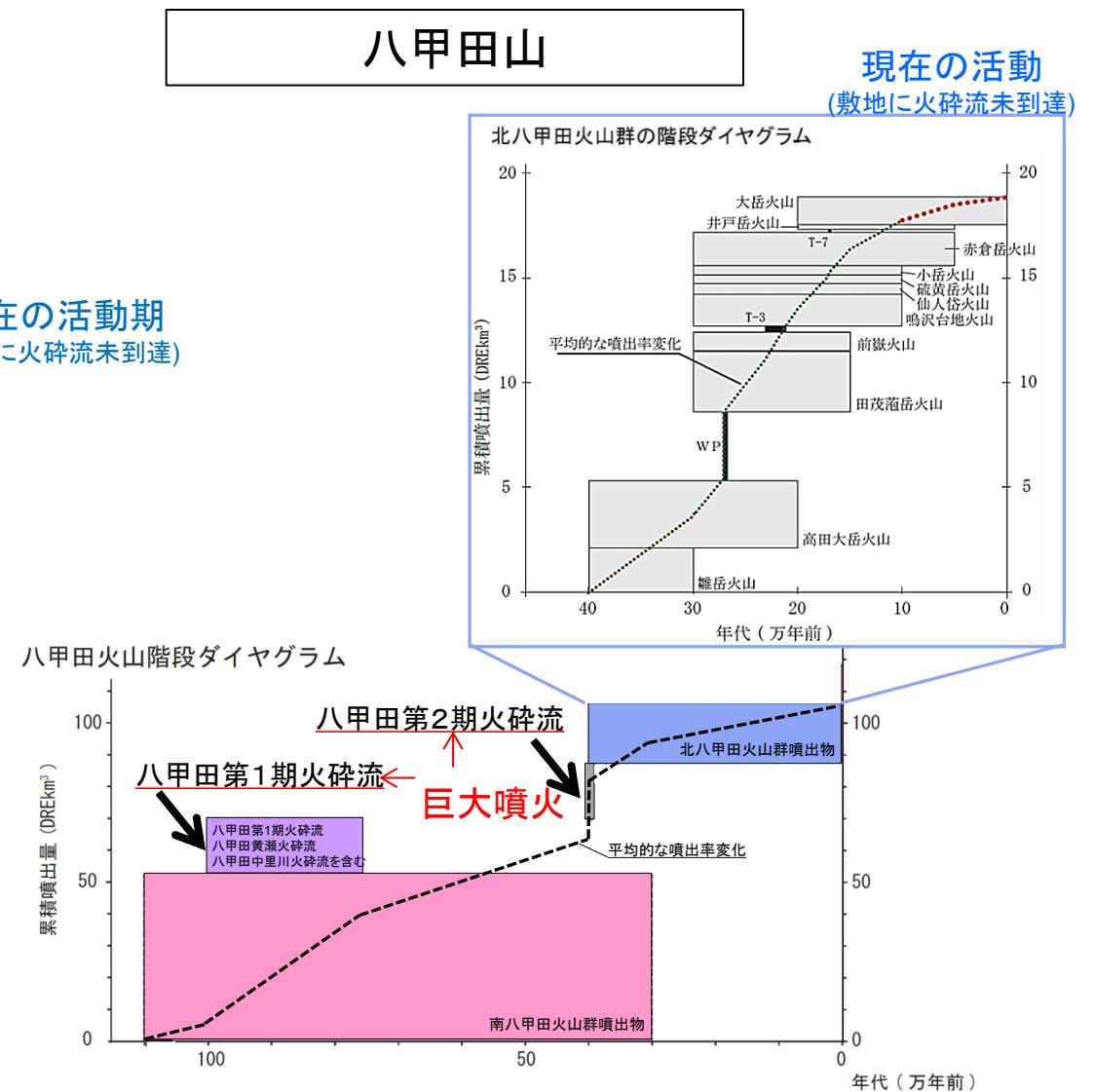
【モニタリングの体制】

- ・モニタリング結果については、定期的(原則として1年に1回)に、火山専門家等による第三者の助言を得ながら、十和田及び八甲田火山の活動状況を確認する。
- ・データを蓄積し、最新の知見も踏まえ、火山専門家等の助言を得ながら、判断基準を随時更新する。
- ・当社の定める警戒レベルが「注意」以上の場合においては、火山専門家等による第三者の助言を得ながら、必要に応じ、臨時観測を実施する。

3.1 モニタリングの基本的考え方 〔過去の活動履歴を踏まえたモニタリングの基本的考え方〕



Yamamoto et al. (2018)に一部加筆



年代は中野ほか編(2013), 噴出量はUmeda et al.(2013) 及び工藤ほか(2004)に基づき階段ダイアグラムを作成

・十和田・八甲田山ともに、過去に巨大噴火を起こしているが、少なくとも施設運用期間中は、巨大噴火の可能性は十分小さい。
・科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため、施設の運用期間中火山活動のモニタリングを行い、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価した根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知する。

3.1 モニタリングの基本的考え方 〔モニタリングの評価方法〕

〔Ⅰ 公的機関の評価〕

① 評価の収集

発行機関	更新頻度	参照元(URL)
国土地理院	1回/月	火山周辺地域における地殻変動 (http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/kazan_index.html)
気象庁*	3回/年	火山噴火予知連絡会資料 (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE08.html)
	1回/月	火山活動解説資料(東北地方) (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.htm#v200)
	1回/週	週間火山概況 (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/weekly_report/weekly.htm)
その他 (大学等)	適宜	学会誌等

※2016年12月1日に十和田及び八甲田山は、気象庁の常時観測火山に追加されたことから、今後より詳細な情報が公開される。

〔Ⅱ 当社の評価〕

① データの収集 ⇒ ② 分析 ⇒ ③ 評価

発行機関	データ更新頻度	参照元(URL)
国土地理院	1回/2週※ 程度	地殻変動情報 (http://mekira.gsi.go.jp/project/f3_10_5/ja/index.html)
気象庁	随時	一元化处理震源データ(気象庁, 大学, 防災科学技術研究所等) (http://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja/index.html)

※国土地理院の最終解は、IGSから、観測した週の2週間後に提供される最終暦を用いて計算しているため。

〔Ⅲ 総合評価〕

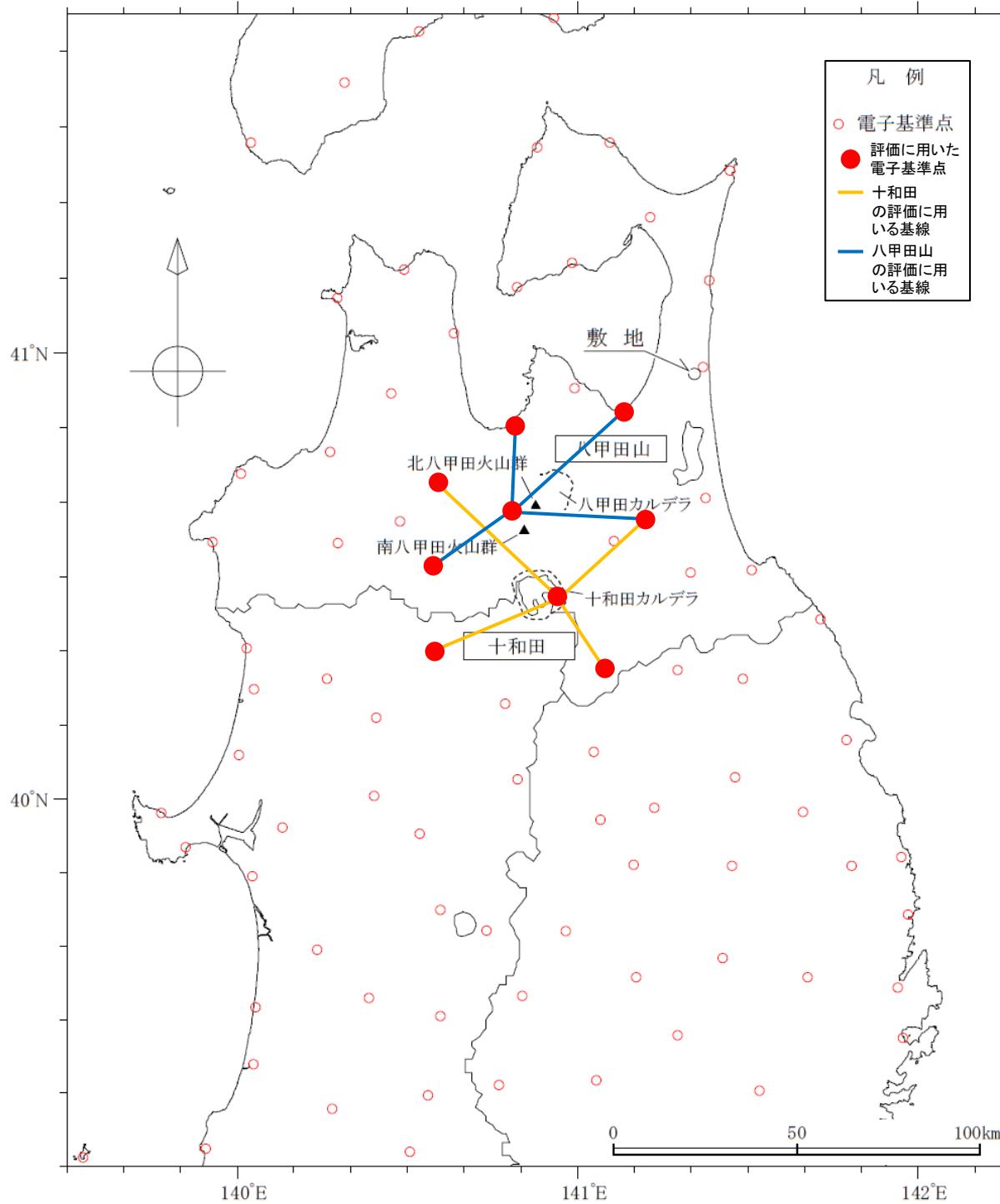
- 公的機関及び当社の評価等に基づき、火山活動の変化の有無を判断する。
(変化の発生時には臨時で、火山専門家に助言を得る)

月1回

火山専門家の助言

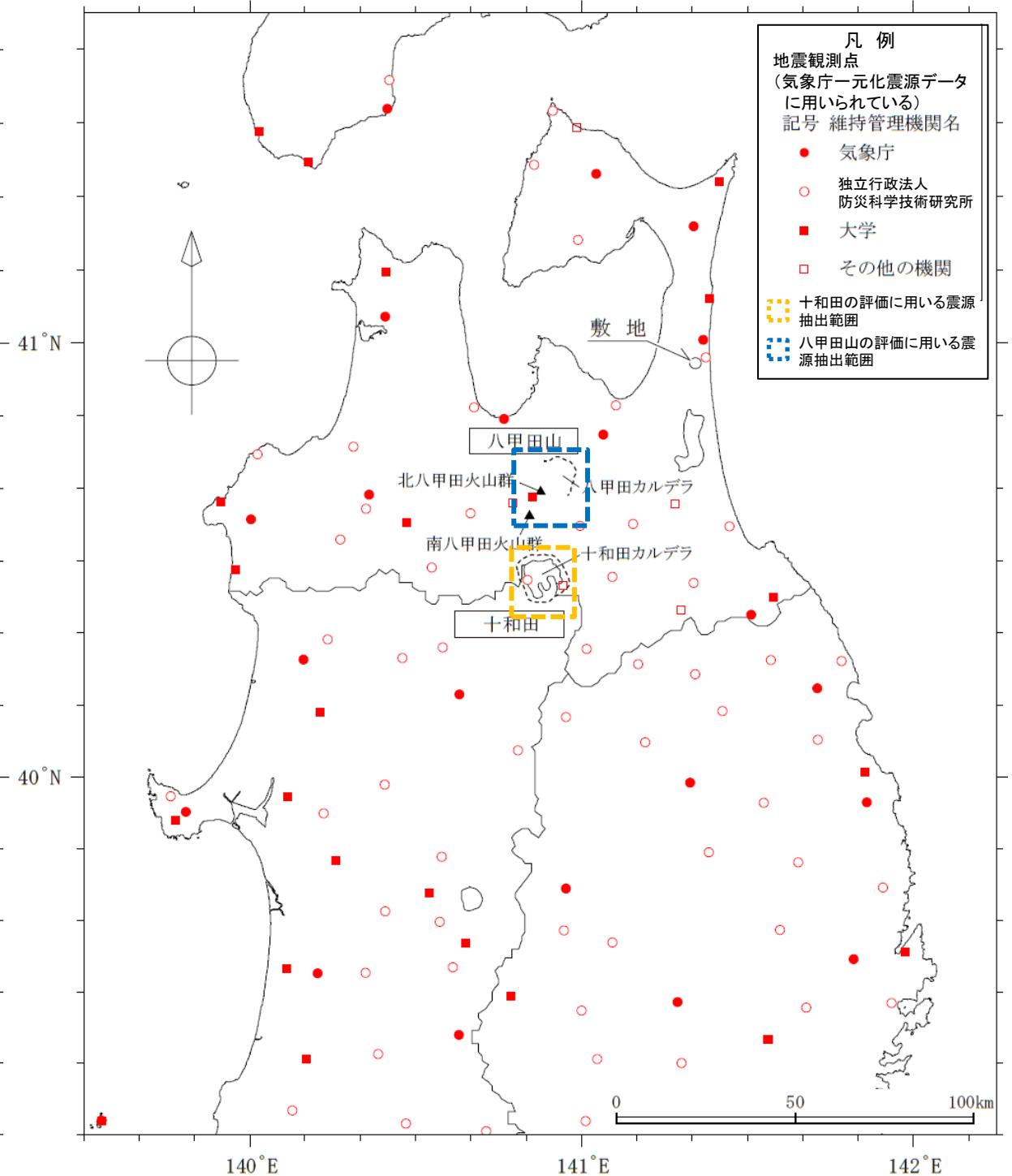
定期的評価は1回/年, 臨時の場合はその都度評価

3.1 モニタリングの基本的考え方 〔公的機関の観測網と評価に用いる観測点等〕



国土地理院「基盤地図情報」より作成

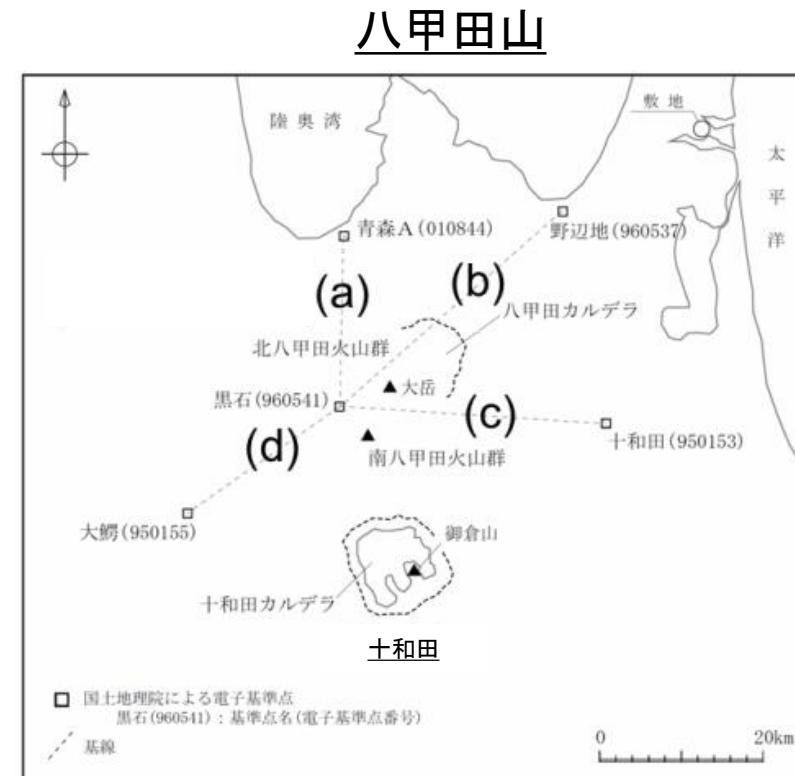
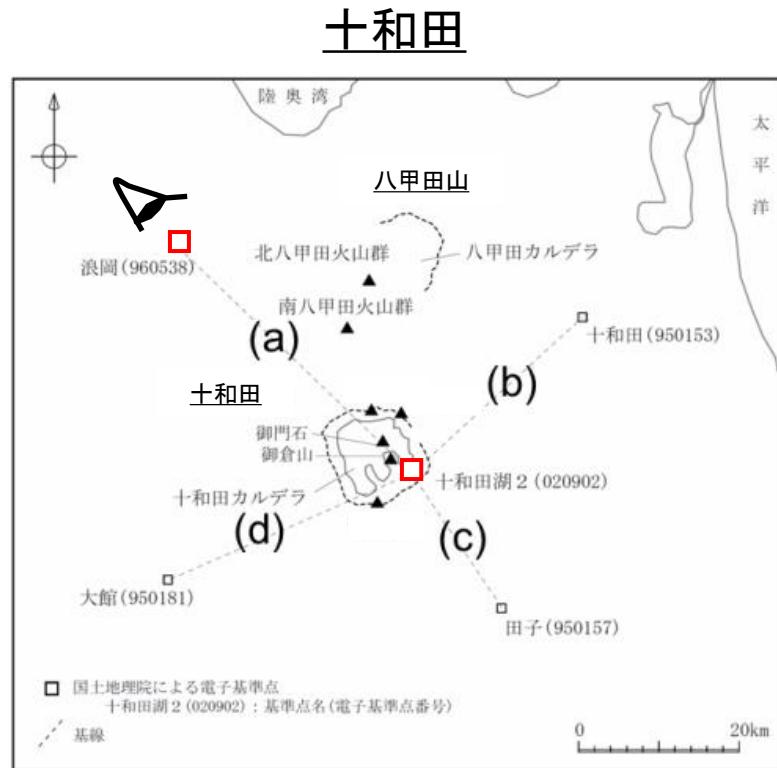
地殻変動の観測点
(国土地理院の電子基準点の公開データに用いられている)



防災科学技術研究所HP (Hi-net 高感度地震観測網)より作成
<http://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja>

地震観測点
(気象庁一元化震源データに用いられている)

3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の考え方〕



・地殻変動の評価には、以下の特徴も踏まえ、電子基準点の公開データを用いて「比高(鉛直)」と「基線長(水平)」を整理する。

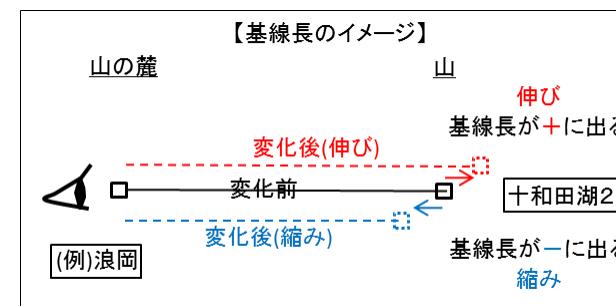
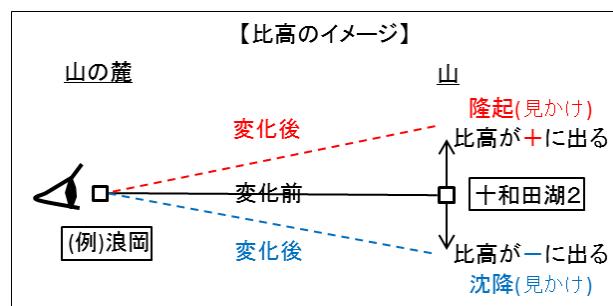
【電子基準点の観測精度の高さ】

基線長(水平) > 比高(鉛直)

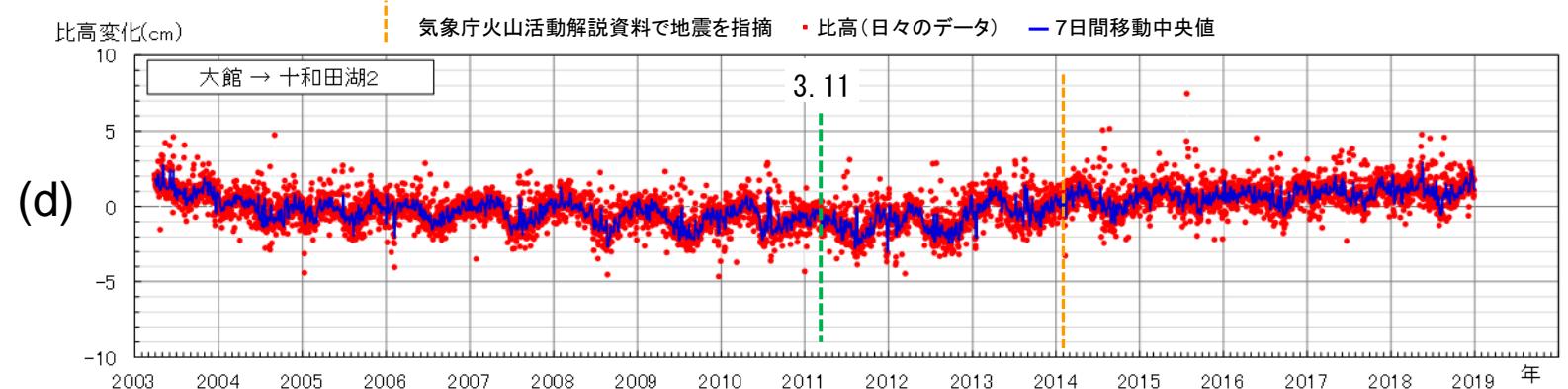
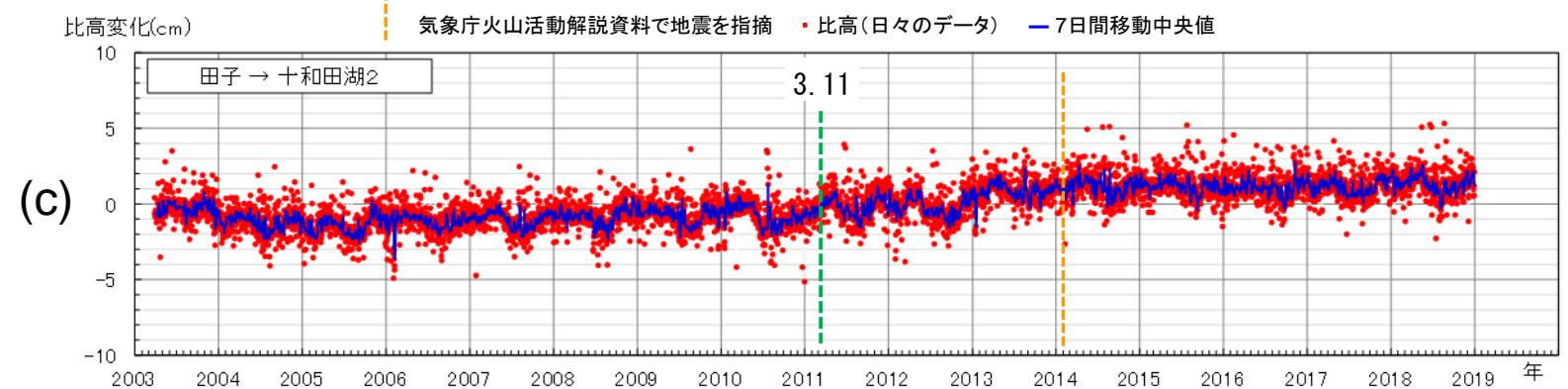
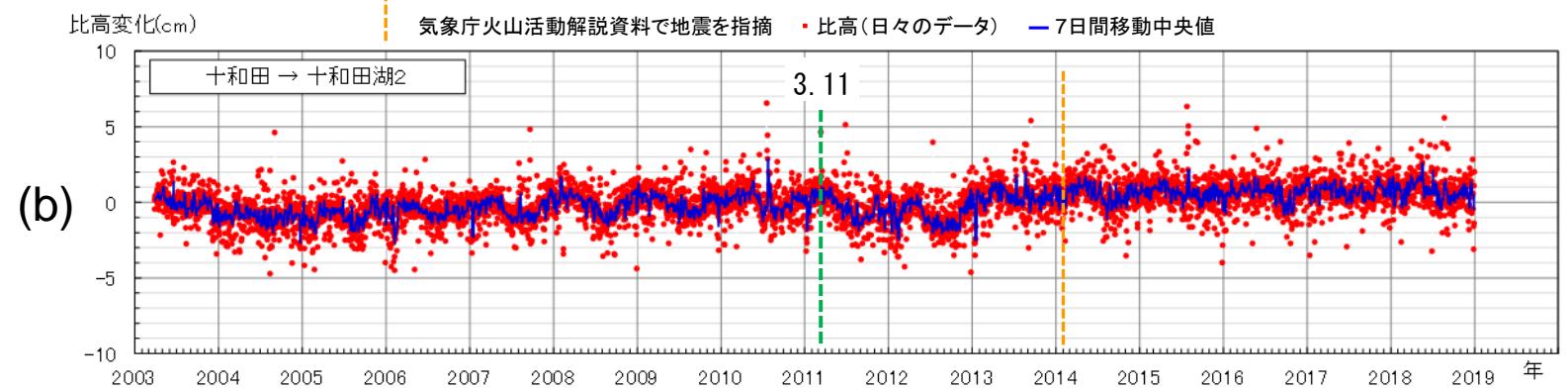
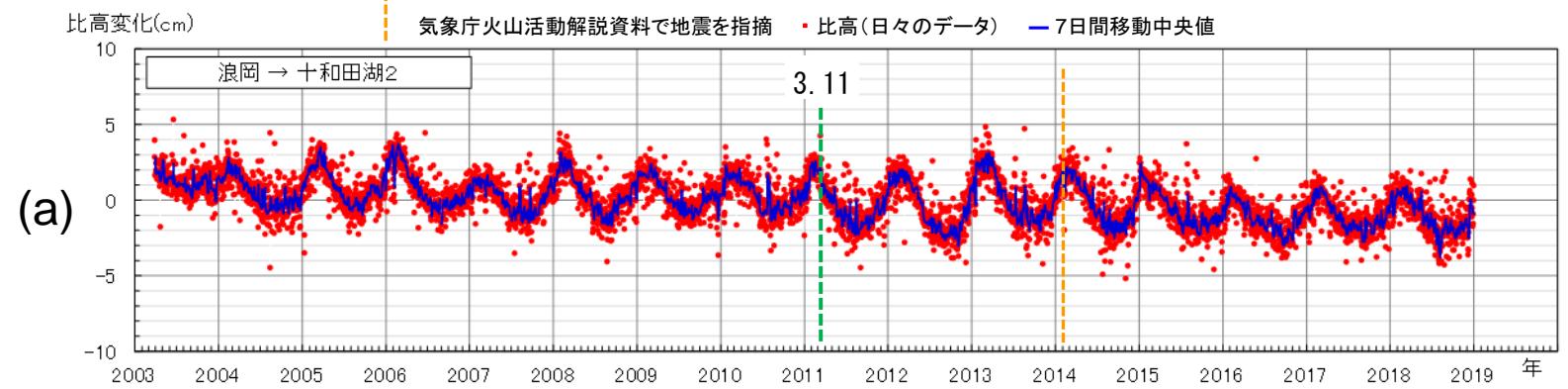
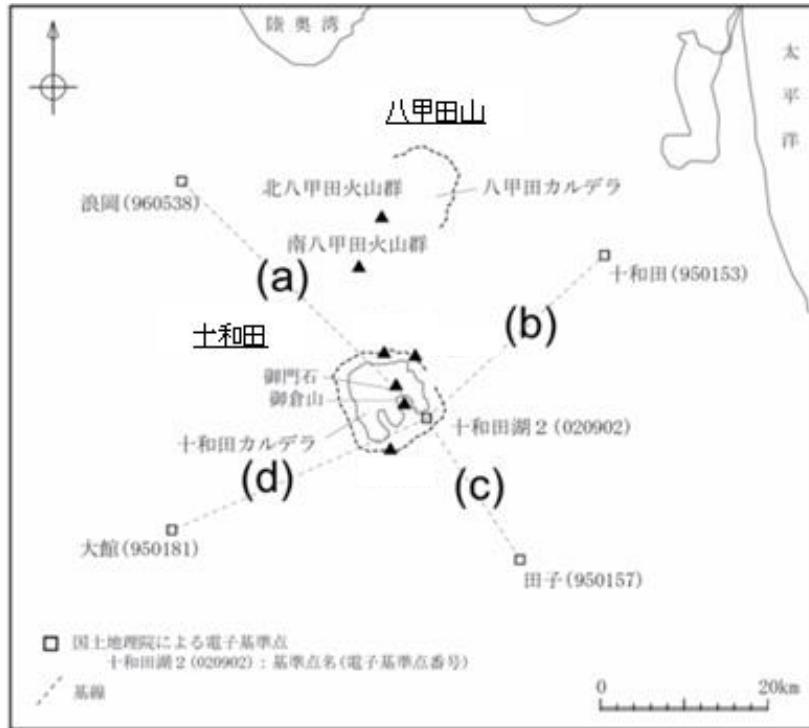
【マグマ供給時の変動量の一般的関係】

(マグマ供給位置の直上)
比高(鉛直) > 基線長(水平)
(マグマ供給位置から離れた地点)
基線長(水平) > 比高(鉛直)

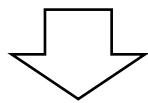
・火山に近い電子基準点を中心とし、周辺の電子基準点で差し引いて比高及び基線長の日々のデータを算出。(下図のイメージ)



3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(比高)【十和田】〕

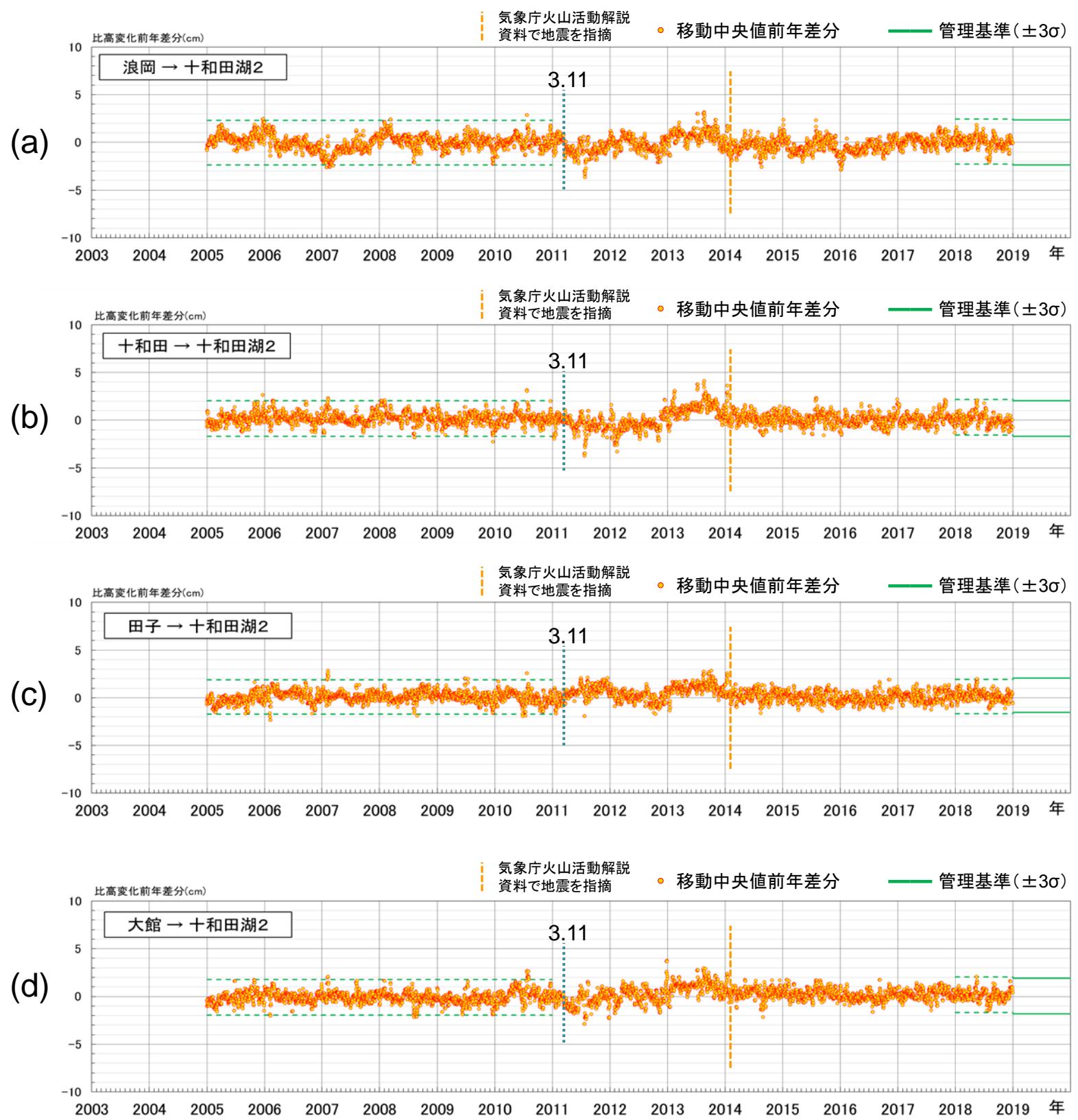
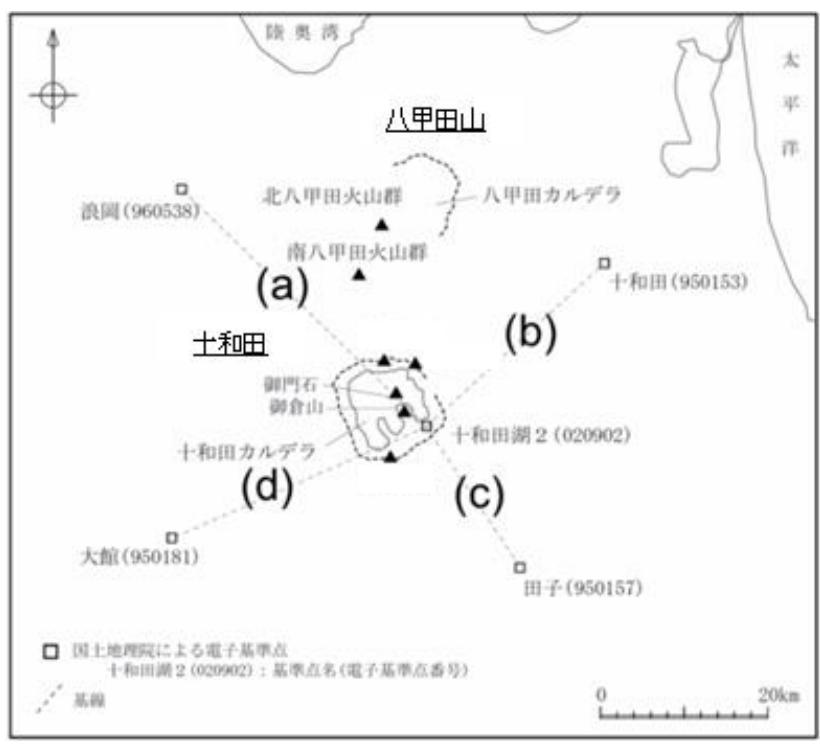


十和田に近い電子基準点の「十和田湖2」を中心とし、周辺の電子基準点で差し引いた比高の日々のデータとその7日間移動中央値を算出。



- ・季節変動の影響が顕著。
- ・日々のデータは、バラつきが大きい。
- ・そのため、火山活動に係る変動が把握しづらい。

3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(比高)【十和田】〕



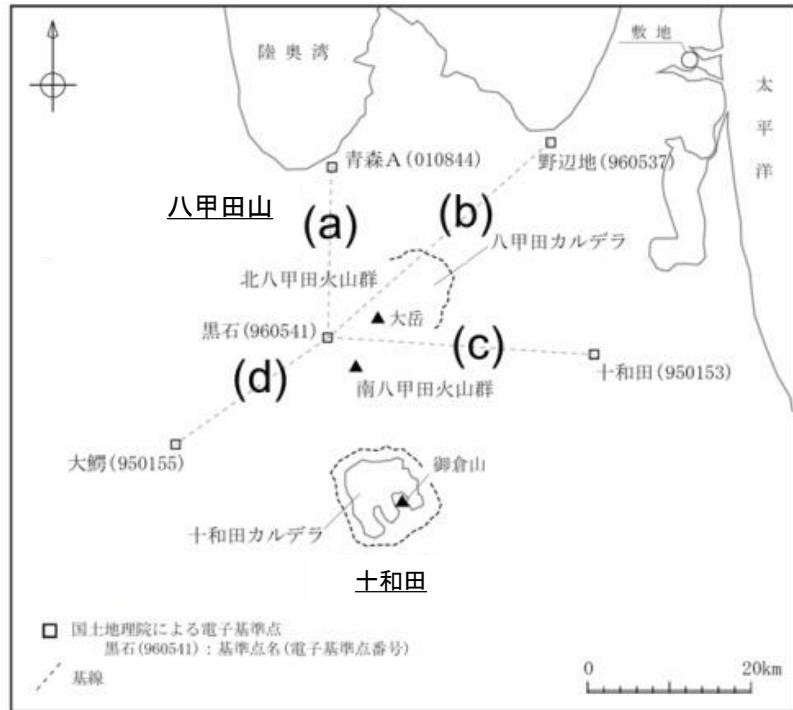
データの日々のバラつきを考慮して、7日間の移動中央値とした上で、さらに季節変動を極力除くため、その前年との差分を算出(移動中央値前年差分)。

測地学において誤差範囲の設定に「 $\pm 3\sigma$ 」が用いられていることから、平常時の管理基準として、7日間移動中央値の前年差分を用いて、 $\pm 3\sigma$ を設定した。
その際の基礎データとしては、東北地方太平洋沖地震前の安定した6年間(2005~2010年)のデータを用いた。

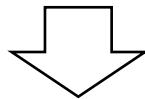
今後の管理としては、例えば2019年の管理基準は、前年(2018年)の平均値に $\pm 3\sigma$ の幅を設定する。

管理基準幅:2005年~2010年の平均値 $\pm 3\sigma$ (初期値は2018年平均値で補正)

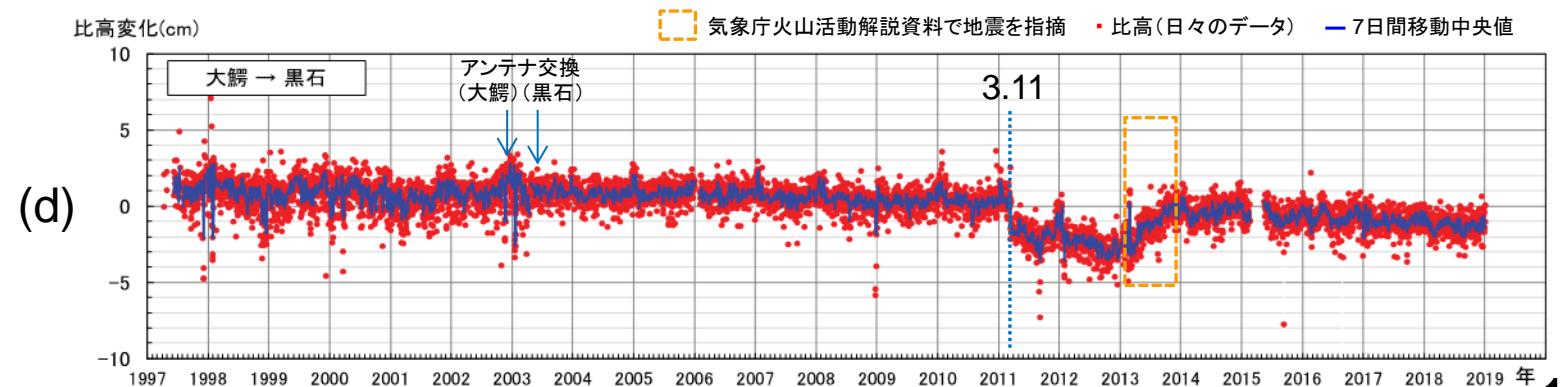
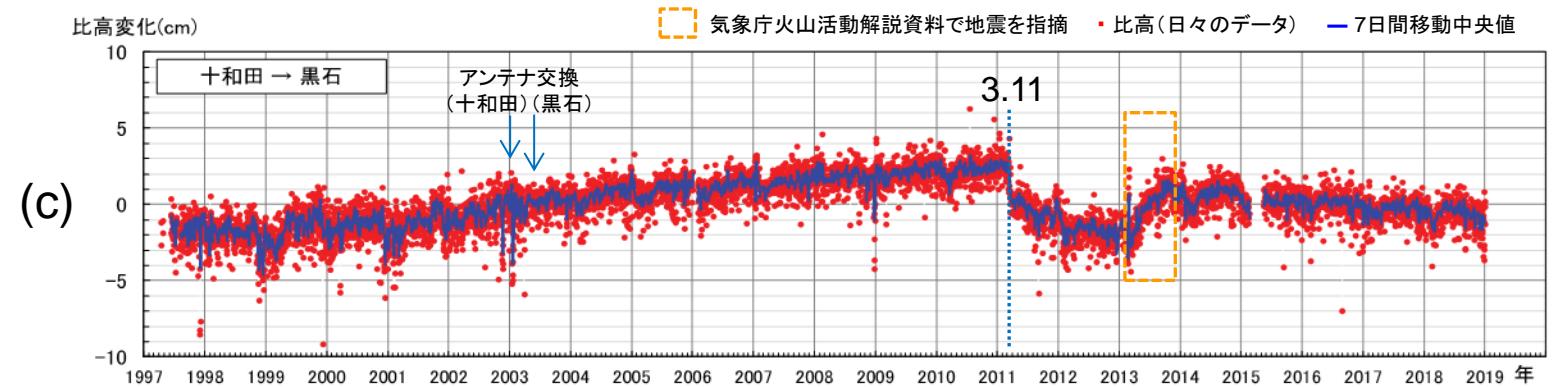
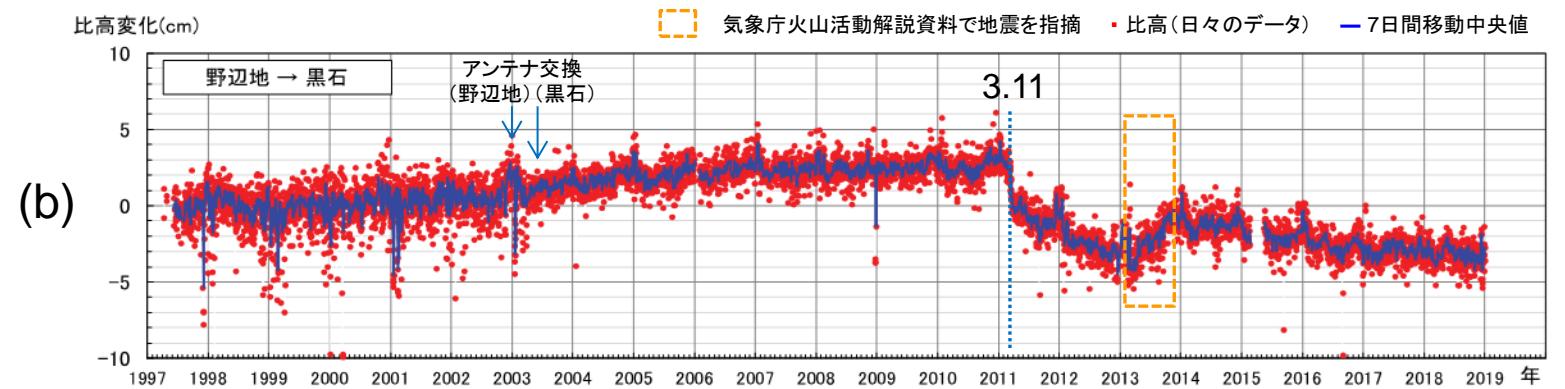
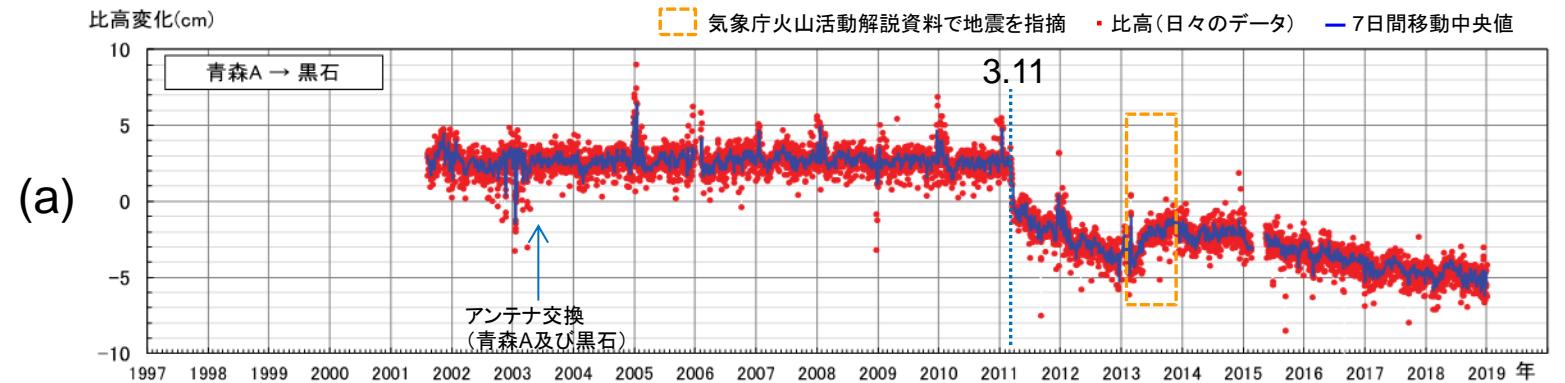
3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(比高)【八甲田山】〕



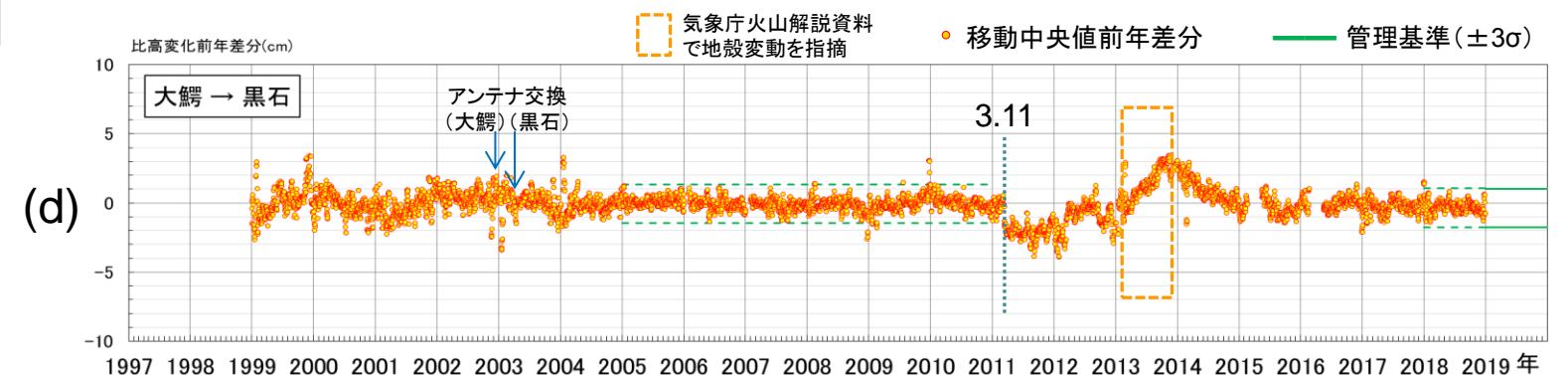
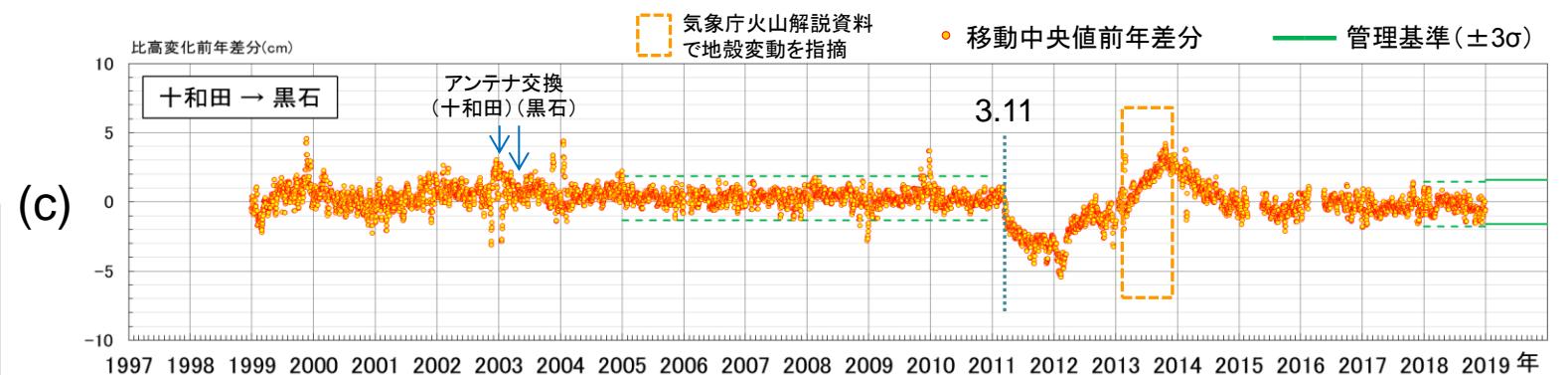
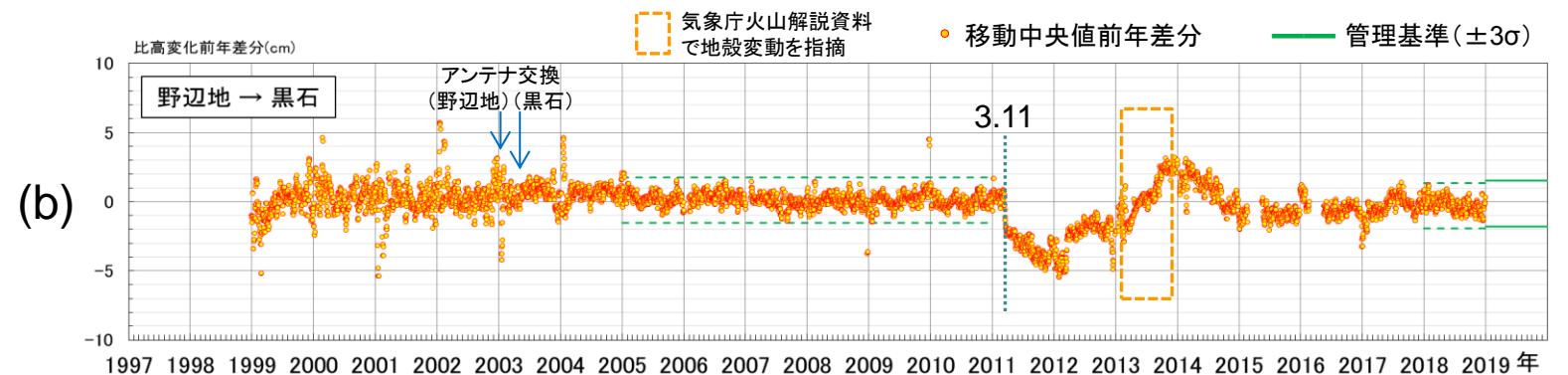
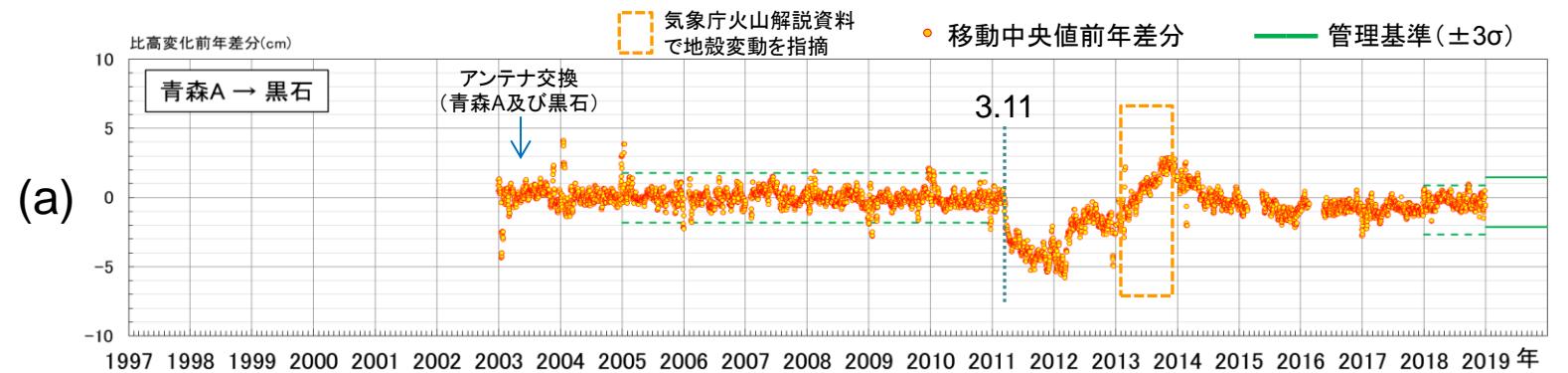
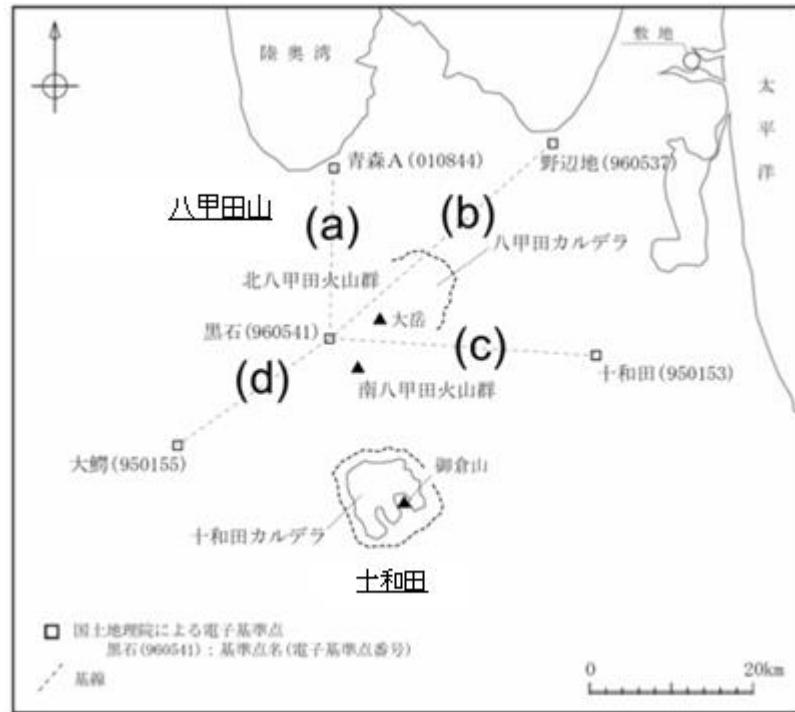
八甲田山に近い電子基準点の「黒石」を中心とし、周辺の電子基準点で差し引いた比高の日々のデータとその7日間移動中央値を算出。



- ・季節変動の影響が顕著。
- ・日々のデータは、バラつきが大きい。
- ・そのため、火山活動に係る変動が把握しづらい。



3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(比高)【八甲田山】〕



データの日々のバラつきを考慮して、7日間の移動中央値とした上で、さらに季節変動を極力除くため、その前年との差分を算出(移動中央値前年差分)。

測地学において誤差範囲の設定に「±3σ」が用いられていることから、平常時の管理基準として、7日間移動中央値の前年差分を用いて、±3σを設定した。
その際の基礎データとしては、東北地方太平洋沖地震前の安定した6年間(2005~2010年)のデータを用いた。

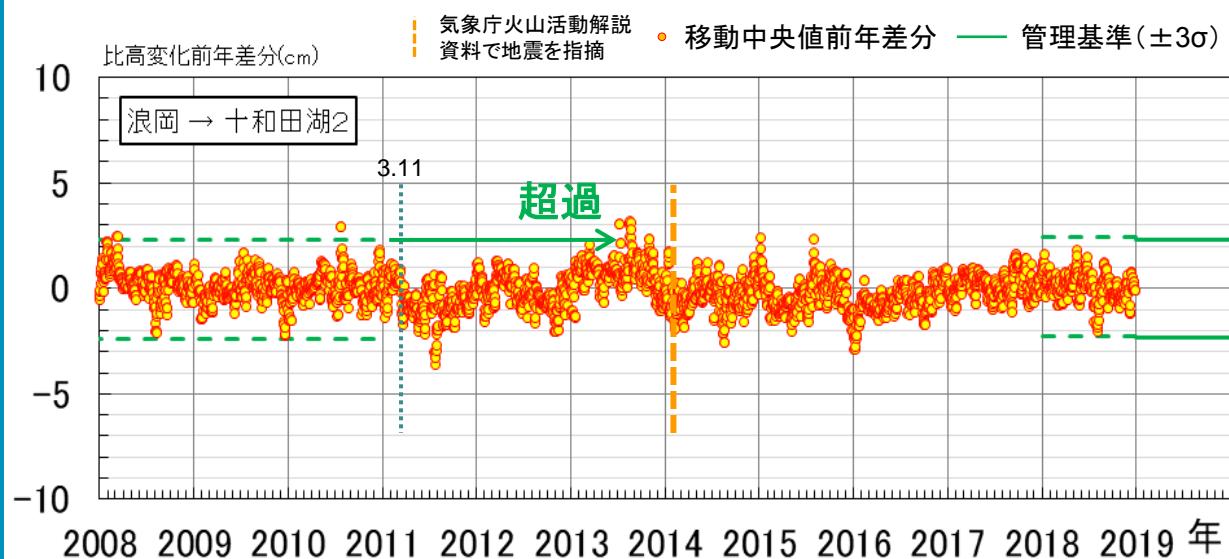
今後の管理としては、例えば2019年の管理基準は、前年(2018年)の平均値に±3σの幅を設定する。

管理基準幅:2005年~2010年の平均値±3σ(初期値は2015年平均値で補正)

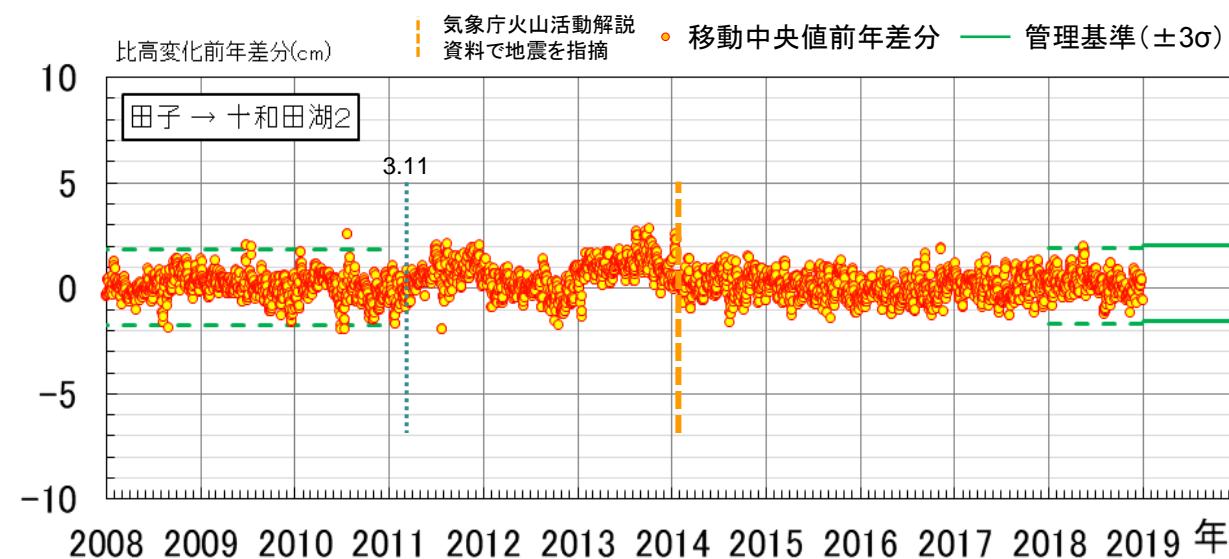
3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(比高)の過去への適応(1)〕

十和田

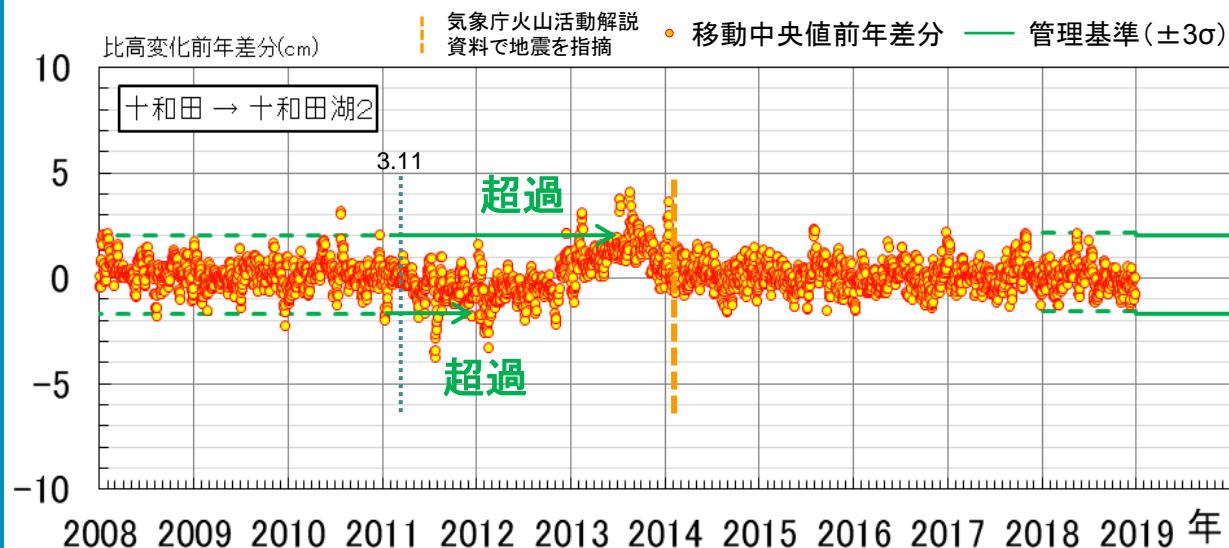
(a) 浪岡(960538) → 十和田湖2(020902)



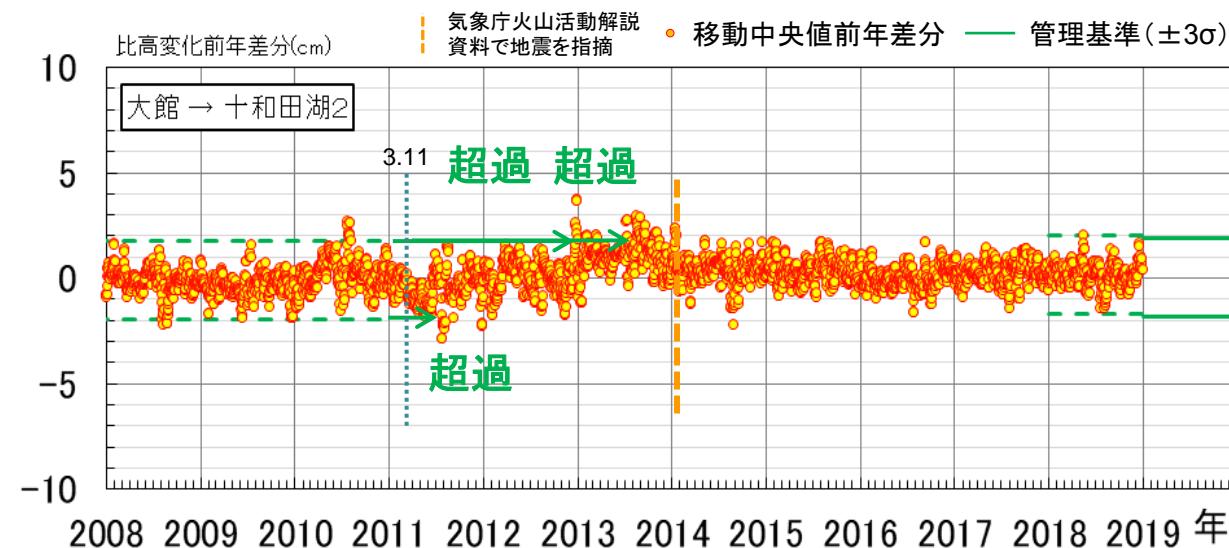
(c) 田子(950157) → 十和田湖2(020902)



(b) 十和田(950153) → 十和田湖2(020902)



(d) 大館(950181) → 十和田湖2(020902)



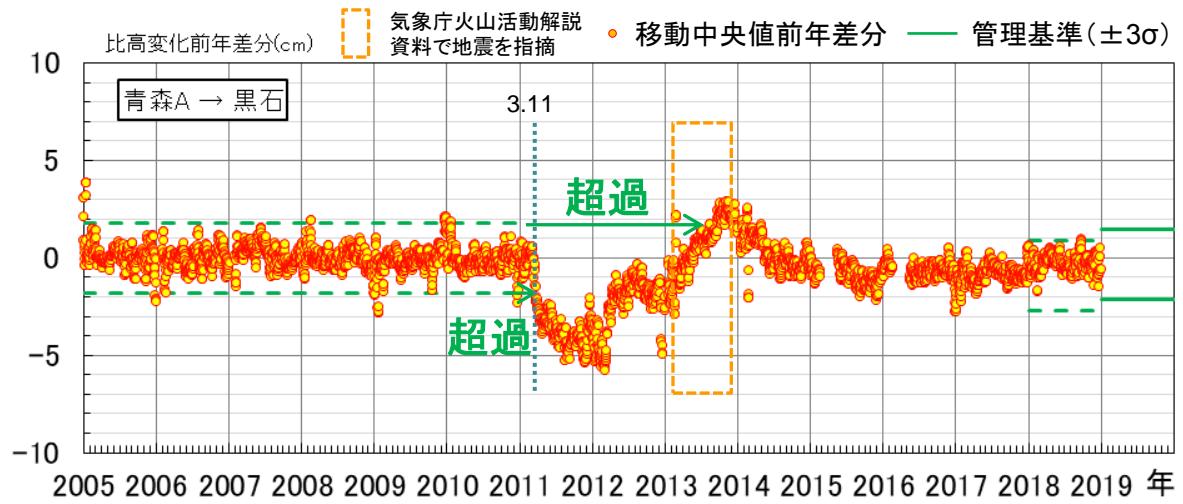
管理基準幅: 2005年～2010年の平均値±3σ (初期値は2015年平均値で補正)

・比高の管理基準である7日間移動中央値の前年差分の±3σを、過去のデータ(東北地方太平洋沖地震後)に適応した場合、気象庁が臨時の火山活動解説資料を公開し指摘した2014年1月の地震活動活発化の直前に、4基線のうち3基線で管理基準を7日間以上連続で上回る結果が得られた

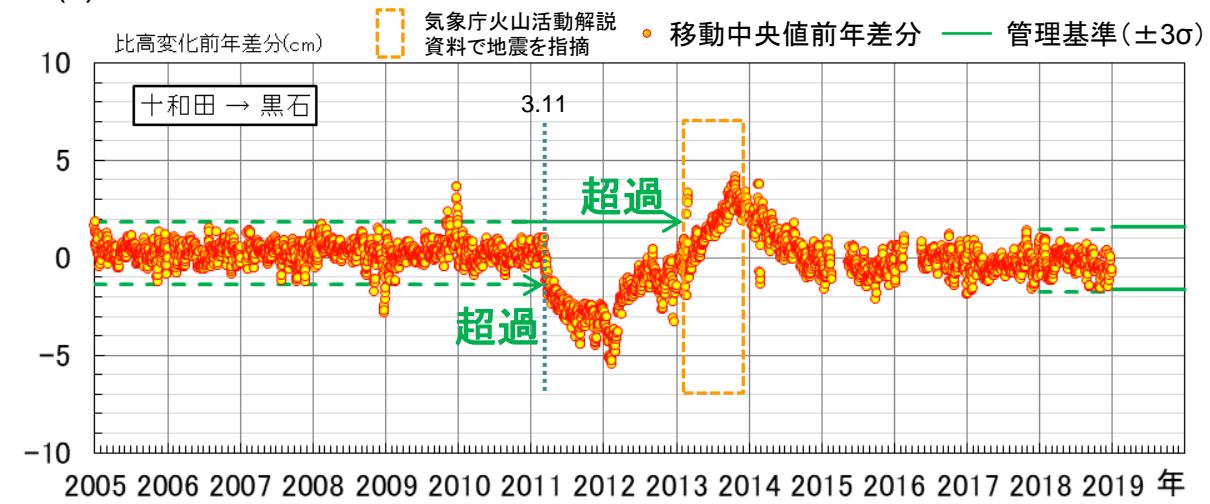
3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(比高)の過去への適応(2)〕

八甲田山

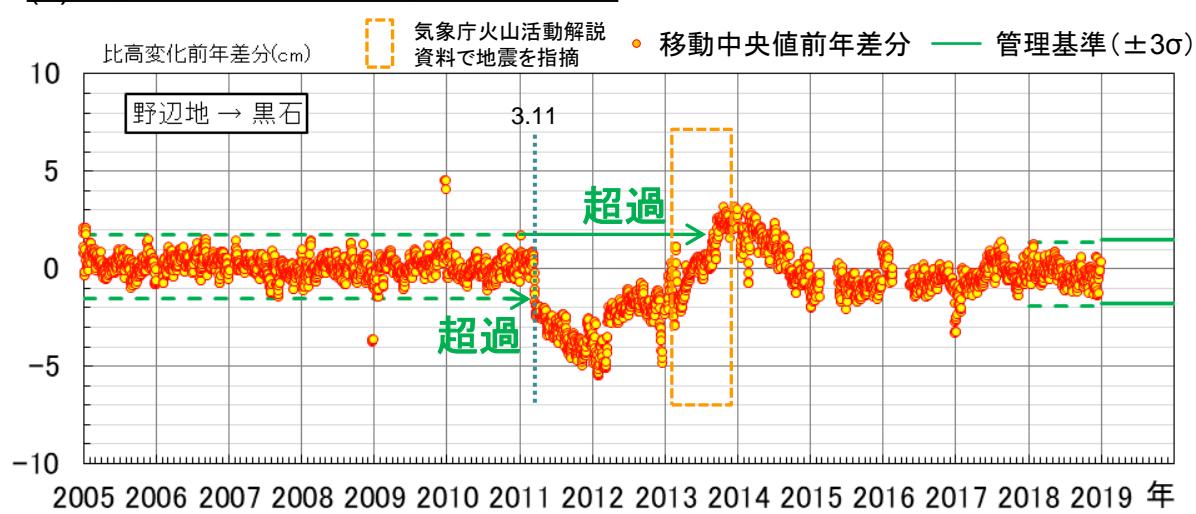
(a) 青森A(010844) → 黒石(960541)



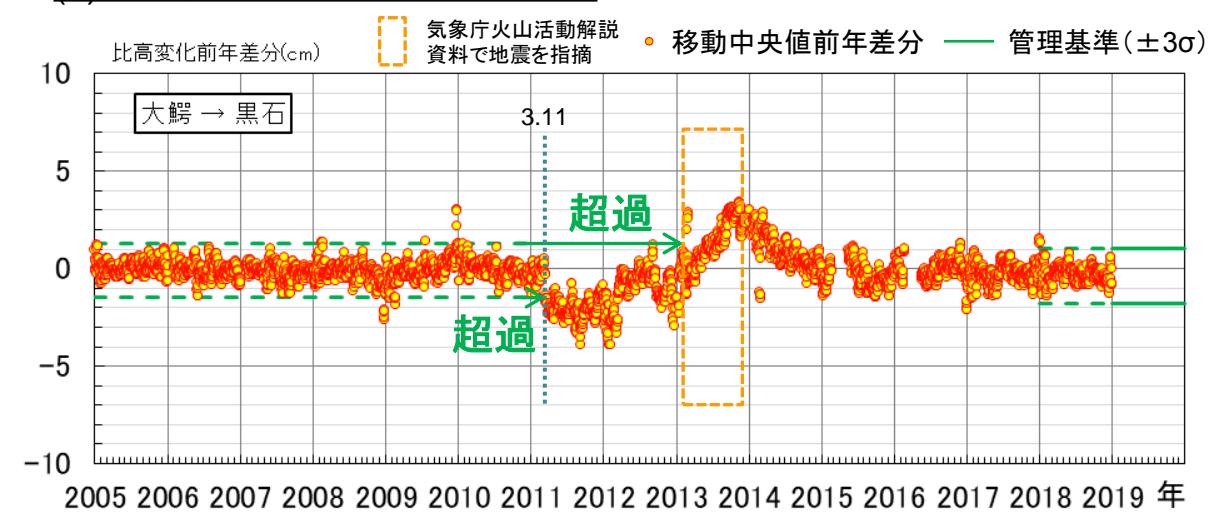
(c) 十和田(950153) → 黒石(960541)



(b) 野辺地(960537) → 黒石(960541)



(d) 大鰐(950155) → 黒石(960541)



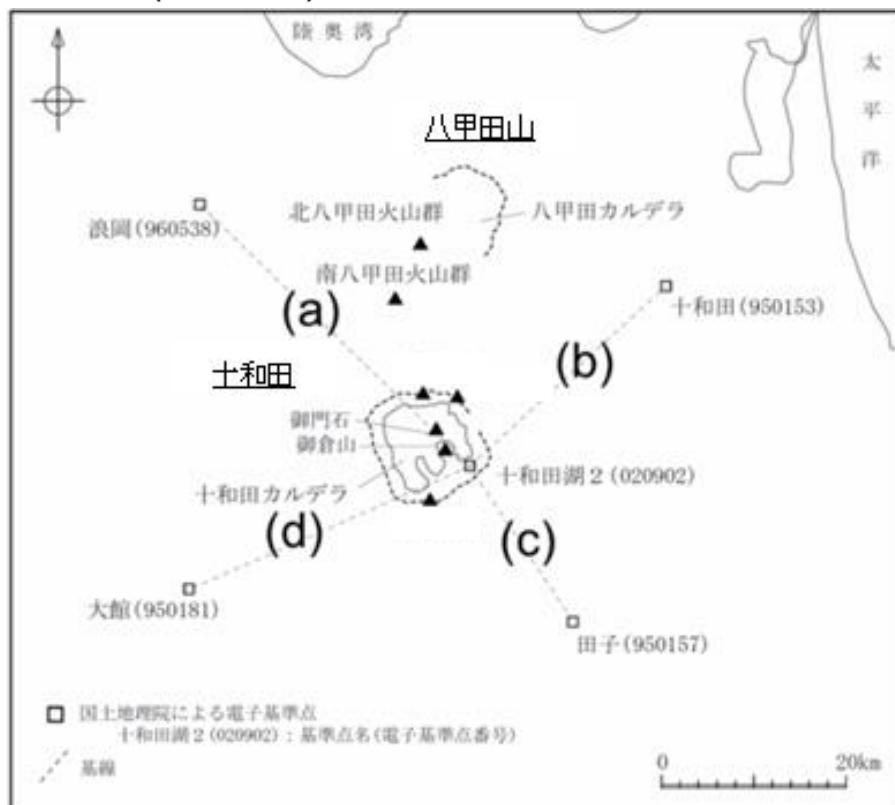
管理基準幅:2005年~2010年の平均値±3σ(初期値は2015年平均値で補正)

・比高の管理基準である7日間移動中央値の前年差分の±3σを, 過去のデータ(東北地方太平洋沖地震後)に適応した場合, 気象庁が火山活動解説資料を公開し指摘した2013年2月~11月の地殻変動時に, 全ての基線で管理基準を7日間以上連続で上回る結果が得られた。また, 東北地方太平洋沖地震の発生直後にも全ての基線で管理基準を超過したが, これは余効変動による影響と考えられる。

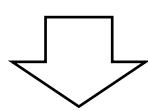
・十和田・八甲田山ともに, 気象庁が火山活動の活発化を指摘した際には, 管理基準を超過していることから, 妥当な管理基準と判断できる。したがって, 判断基準は, 2基線以上(1基線の場合, 麓の変動の可能性があるので)7日間連続で管理基準を超過とする。

3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(基線長)【十和田】〕

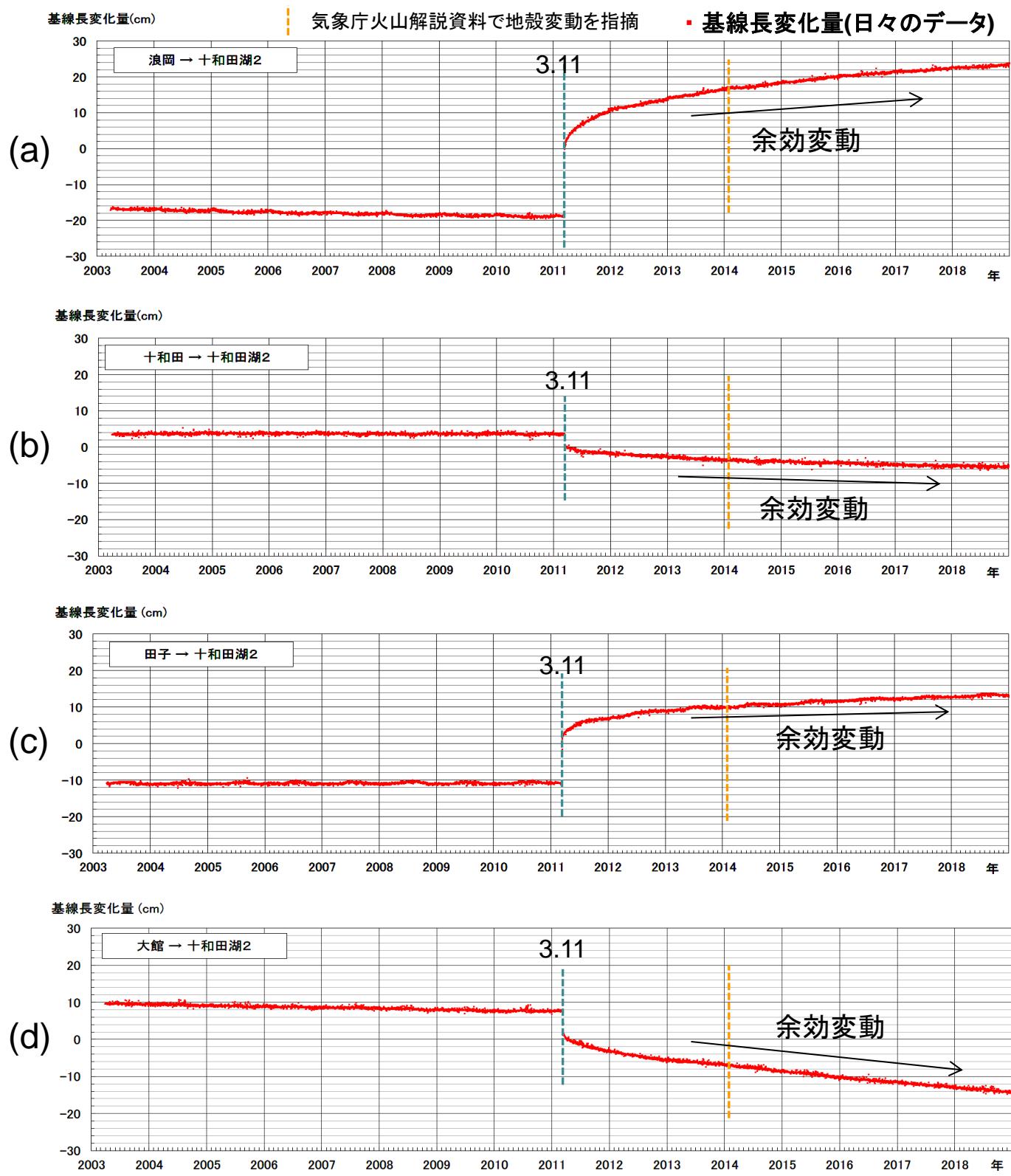
【地殻変動(基線長)】



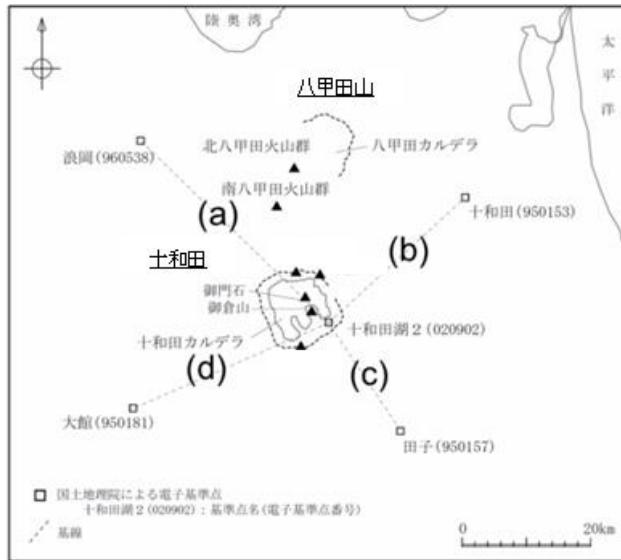
・十和田に近い電子基準点の「十和田湖2」を中心とし、周辺の電子基準点で差し引いて基線長の日々のデータを算出。



・評価に用いている電子基準点は、東北地方太平洋沖地震(3.11)に伴う余効変動が続いている。
・そのため、火山活動に係る変動が把握しづらい。



3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(基線長)【十和田】〕

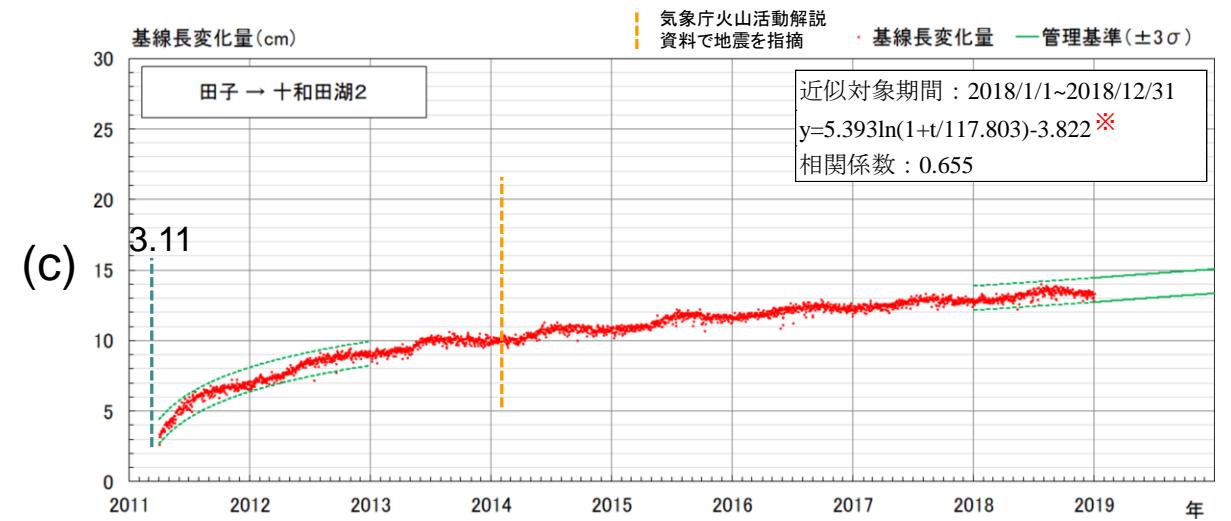
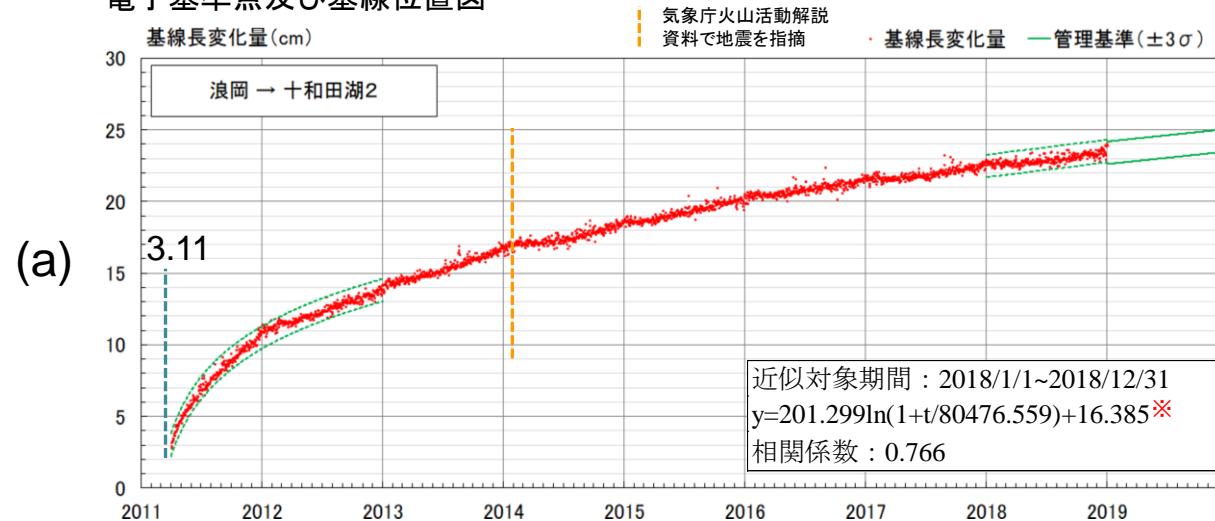


- ・余効変動の影響を極力除くため、余効変動(日々のデータ)を近似し、その近似値と日々のデータ(基線長変化量)のバラつきから $\pm 3\sigma$ を算出。
- ・なお、近似にあたっては、国土地理院の木村ほか(2013)において、東北地方太平洋沖地震の余効変動への適用性が議論されている対数関数の近似式を用いた。
- ・平常時(余効変動のみの変動)のバラつきを考慮した管理基準とするため、気象庁が火山活動を指摘した、2013年(八甲田火山)・2014年(十和田)を除いた、2011.4.1~2012.12.31のデータを用いた。



- ・今後の管理として、例えば2019年の管理基準は、前年(2018年)データを用いて求めた近似式を、前年の平均値の位置に置き、 $\pm 3\sigma$ の幅を設定する。

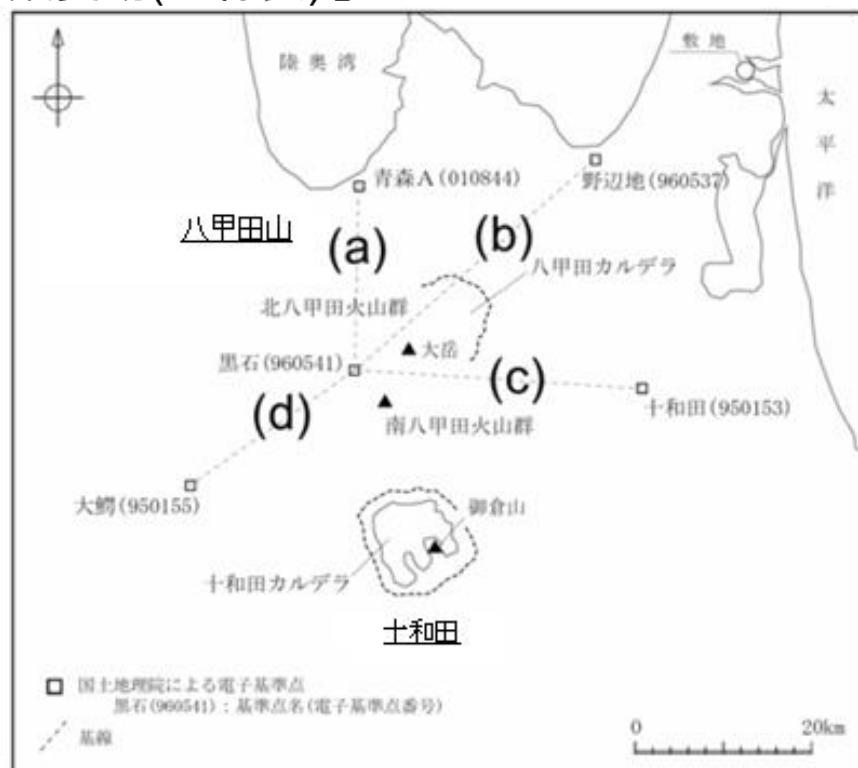
電子基準点及び基線位置図



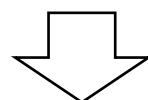
※本近似式は、2018年のデータを近似したもので、余効変動全体を近似したものではない。

3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(基線長)【八甲田山】〕

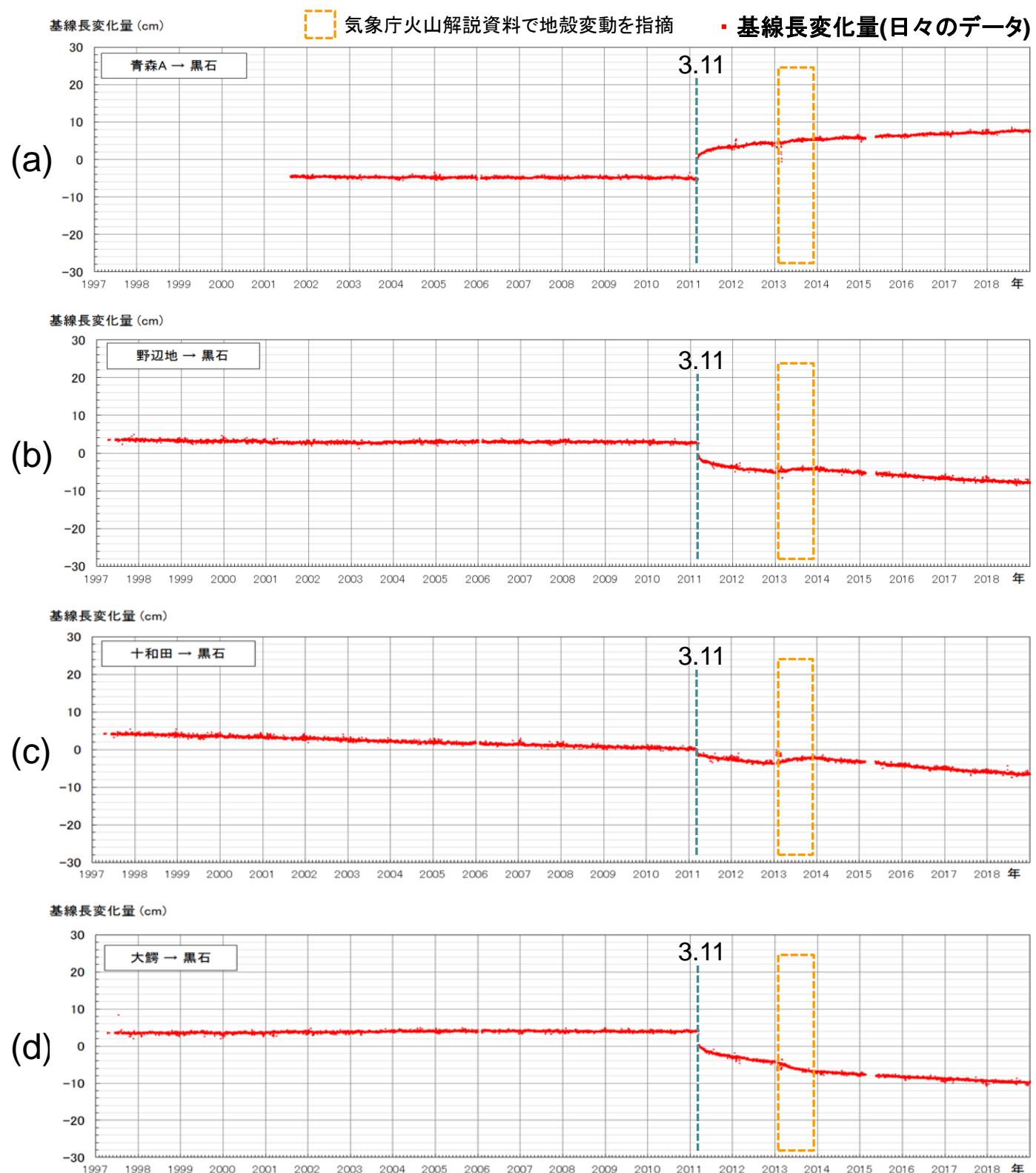
【地殻変動(基線長)】



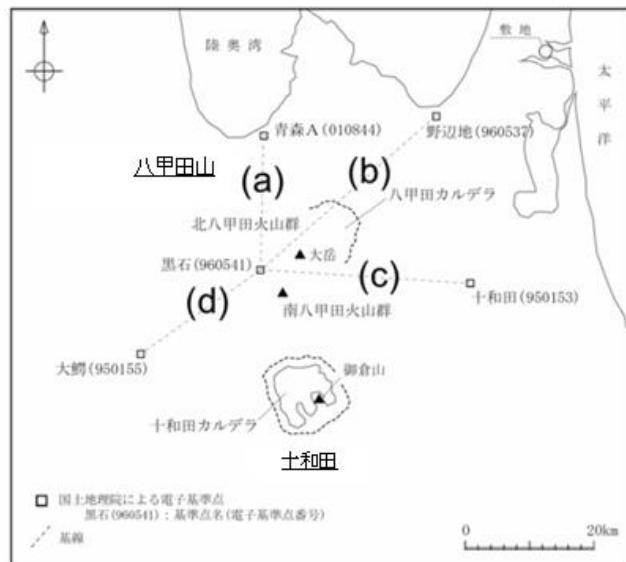
・八甲田山に近い電子基準点の「黒石」を中心とし、
周辺の電子基準点で差し引いて基線長の日々の
データを算出。



・評価に用いている電子基準点は、東北地方太平洋沖地
震(3.11)に伴う余効変動が続いている。
・そのため、火山活動に係る変動が把握しづらい。



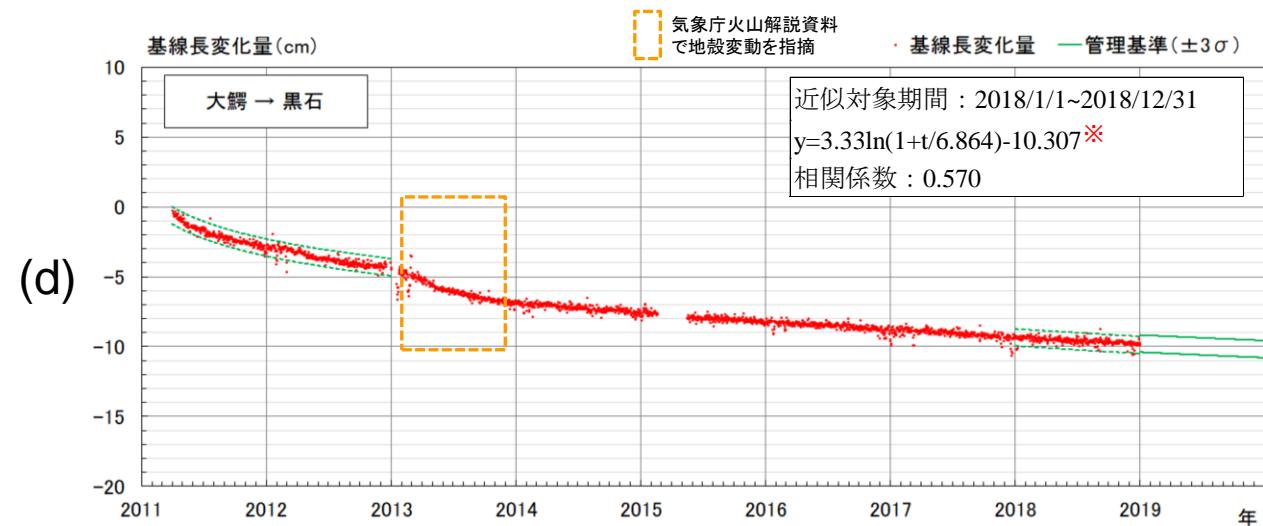
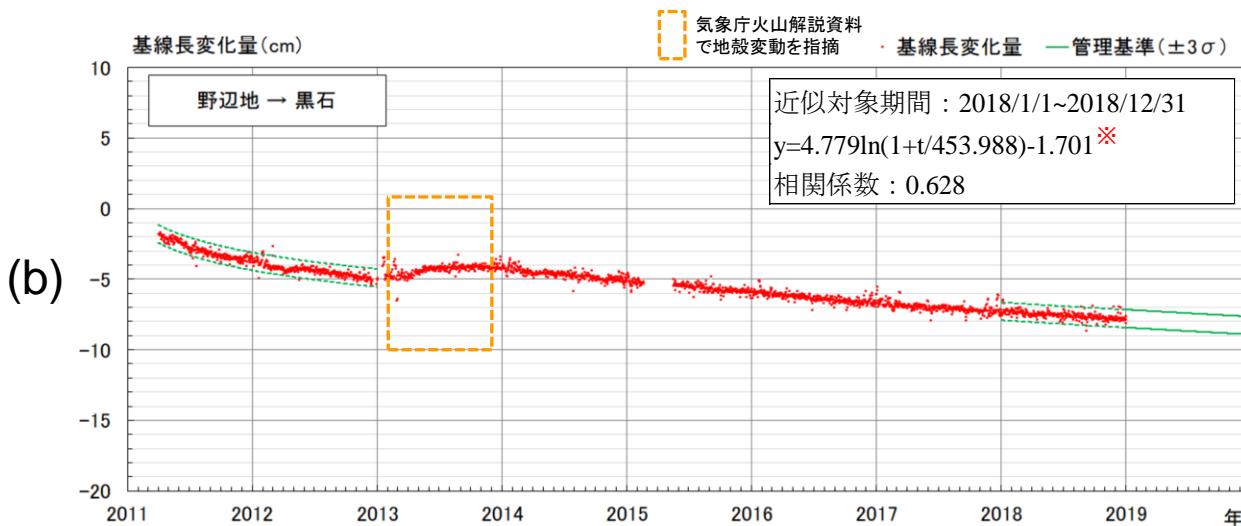
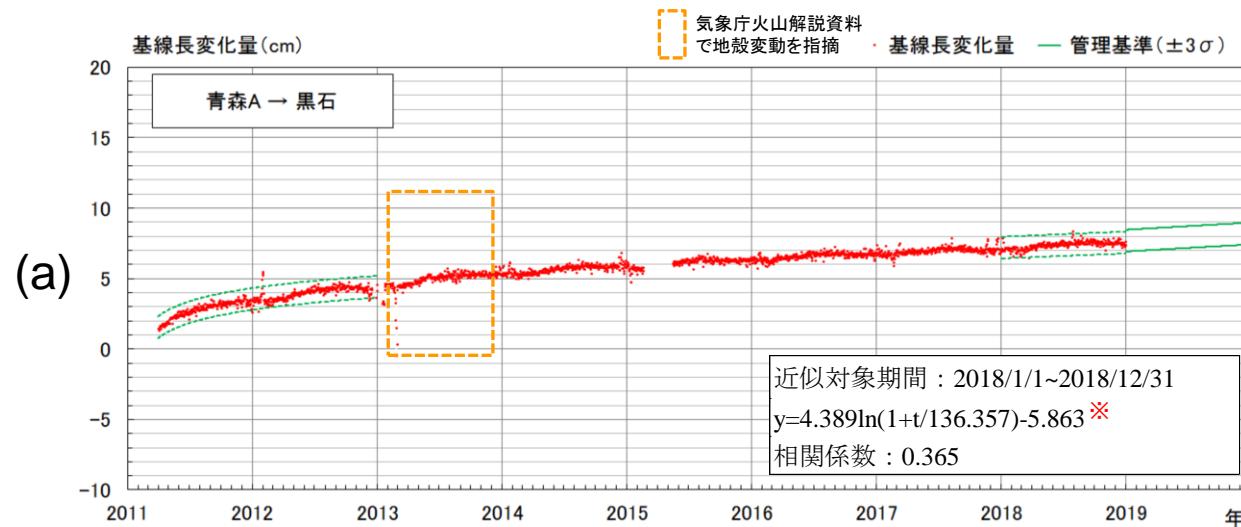
3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(基線長)【八甲田山】〕



- ・余効変動の影響を極力除くため、余効変動(日々のデータ)を近似し、その近似値と日々のデータ(基線長変化量)のバラつきから $\pm 3\sigma$ を算出。
- ・なお、近似にあたっては、国土地理院の木村ほか(2013)において、東北地方太平洋沖地震の余効変動への適用性が議論されている対数関数の近似式を用いた。
- ・平常時(余効変動のみの変動)のバラつきを考慮した管理基準とするため、気象庁が火山活動を指摘した、2013年(八甲田火山)・2014年(十和田)を除いた、2011.4.1~2012.12.31のデータを用いた。

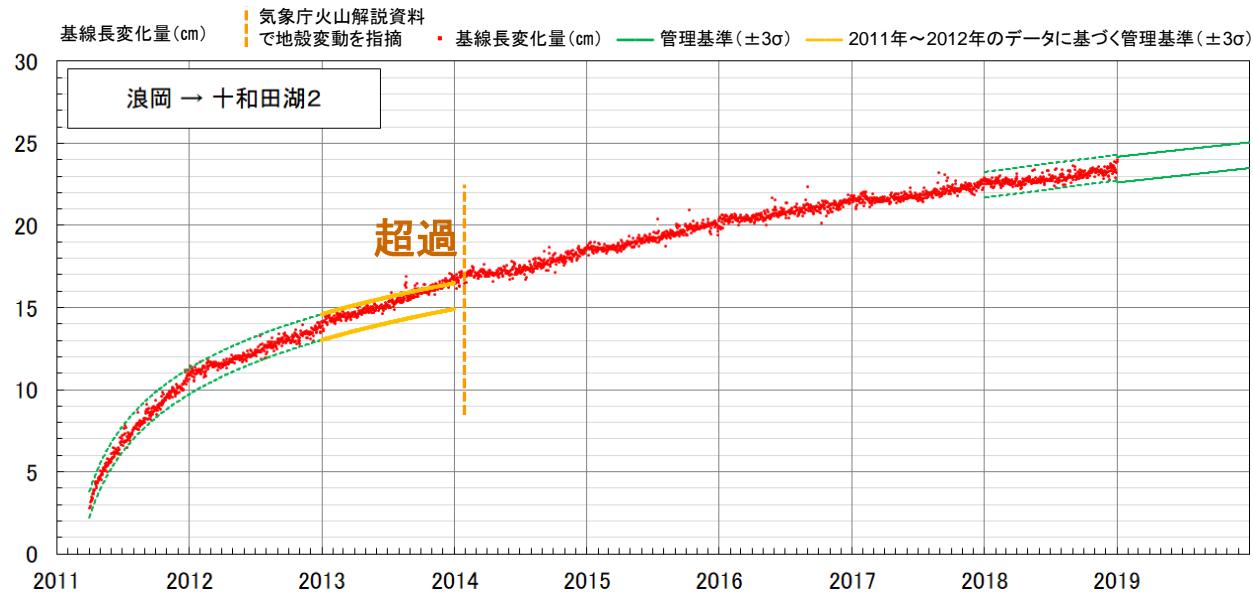


- ・今後の管理として、例えば2019年の管理基準は、前年(2018年)データを用いて求めた近似式を、前年の平均値の位置に置き、 $\pm 3\sigma$ の幅を設定する。

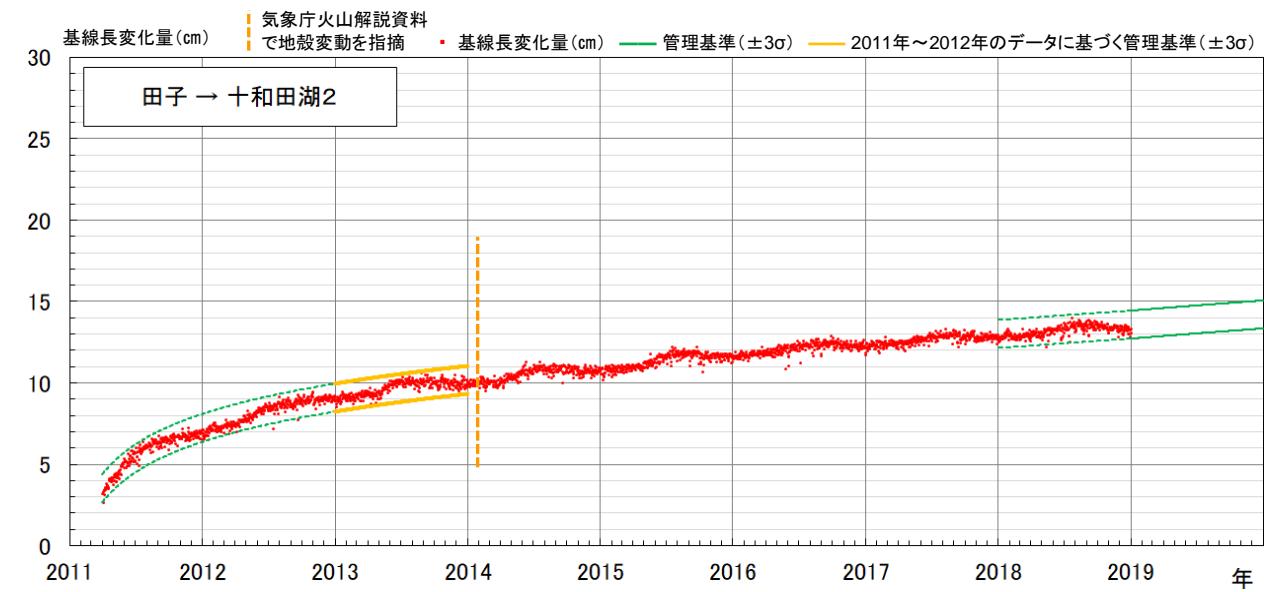


3.2 地殻変動の管理基準 〔地殻変動の管理基準(基線長)の過去への適応(1)〕

(a) 浪岡(960538) → 十和田湖2(020902)

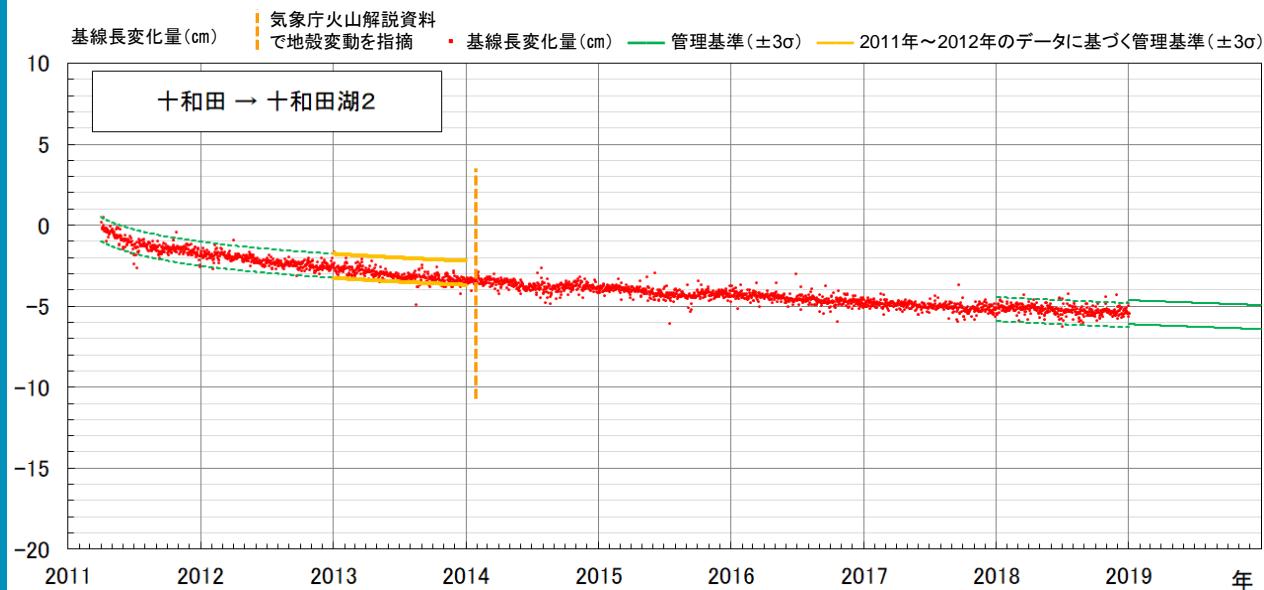


(c) 田子(950157) → 十和田湖2(020902)

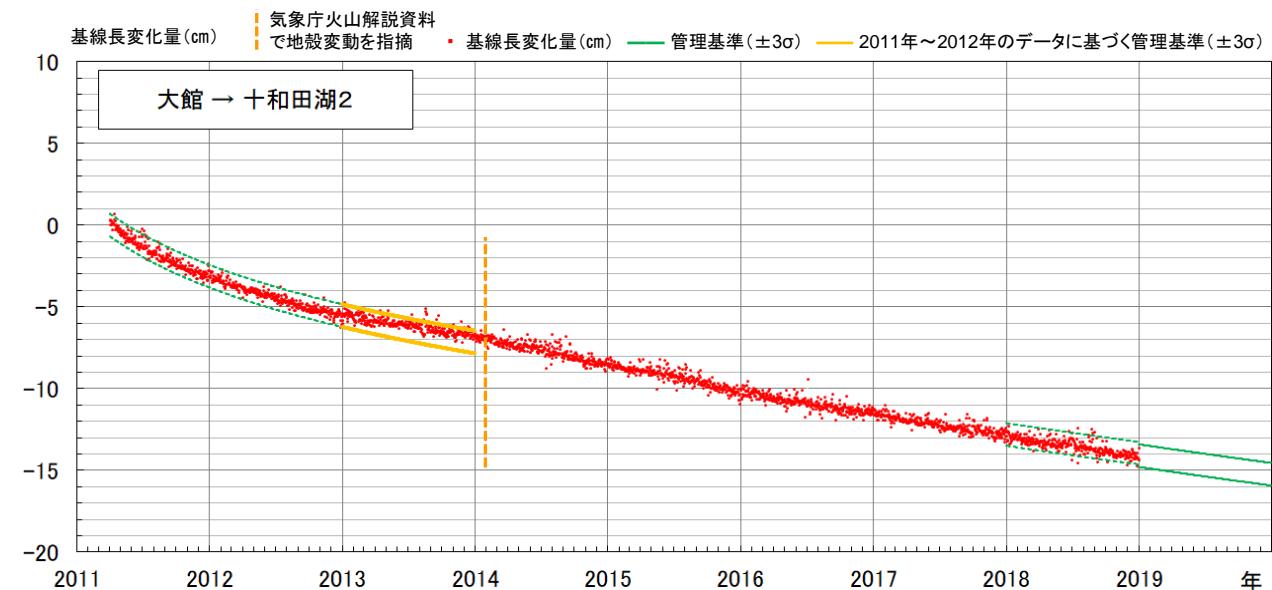


十和田

(b) 十和田(950153) → 十和田湖2(020902)



(d) 大館(950181) → 十和田湖2(020902)



管理基準幅: 2011年4月~2012年12月の近似値 $\pm 3\sigma$ (初期値及び近似曲線は2018年の値に基づく)

・基線長の管理基準である近似曲線との差分(バラつき)の $\pm 3\sigma$ を, 過去(2013年)のデータに適応した場合, 気象庁が臨時の火山活動解説資料を公開し指摘した2014年1月の地震活動活発化の直前に, 4基線のうち1基線で管理基準を7日間以上連続で上回る結果が得られた。

3.2 地殻変動の管理基準

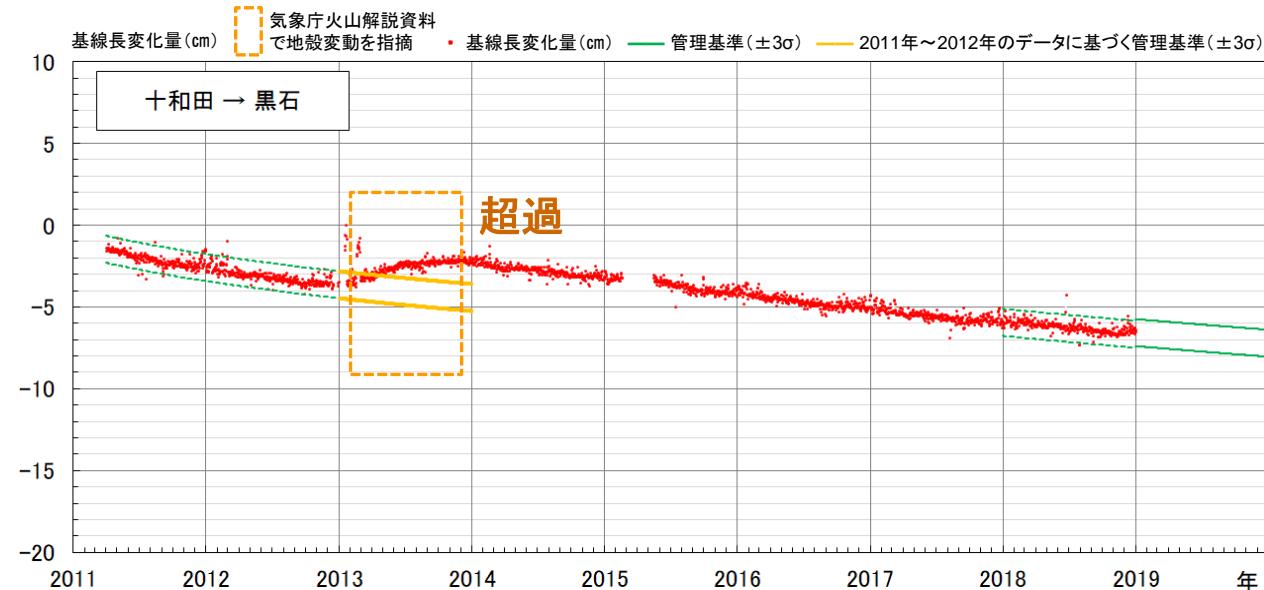
〔地殻変動の管理基準(基線長)の過去への適応(2)〕

八甲田山

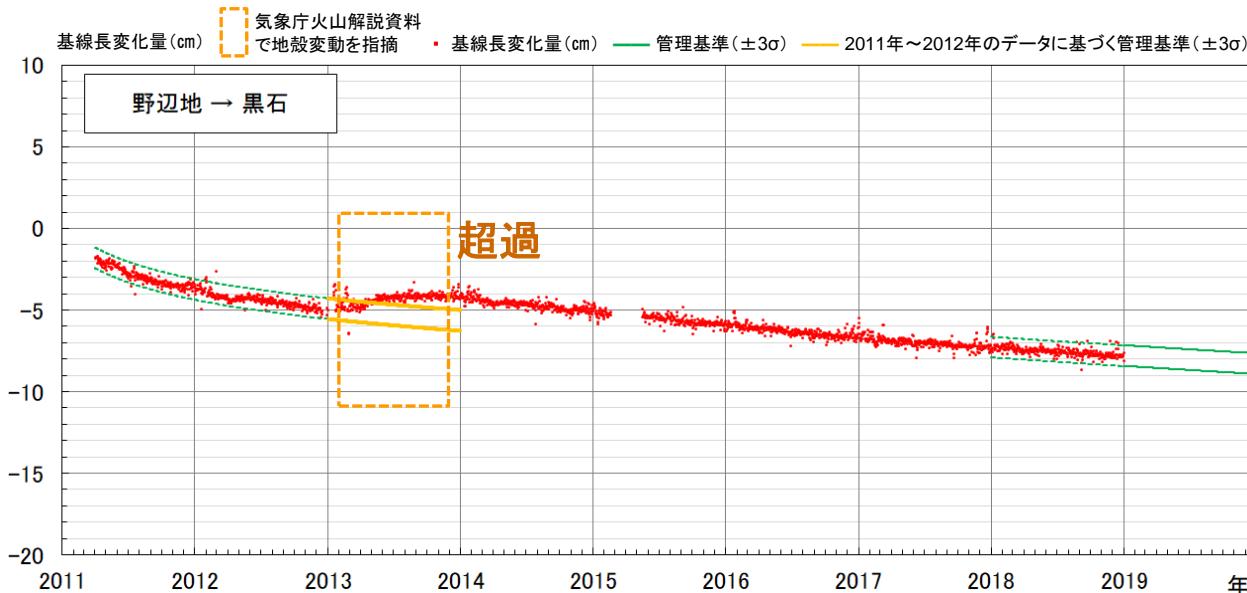
(a) 青森A (010844) →黒石(960541)



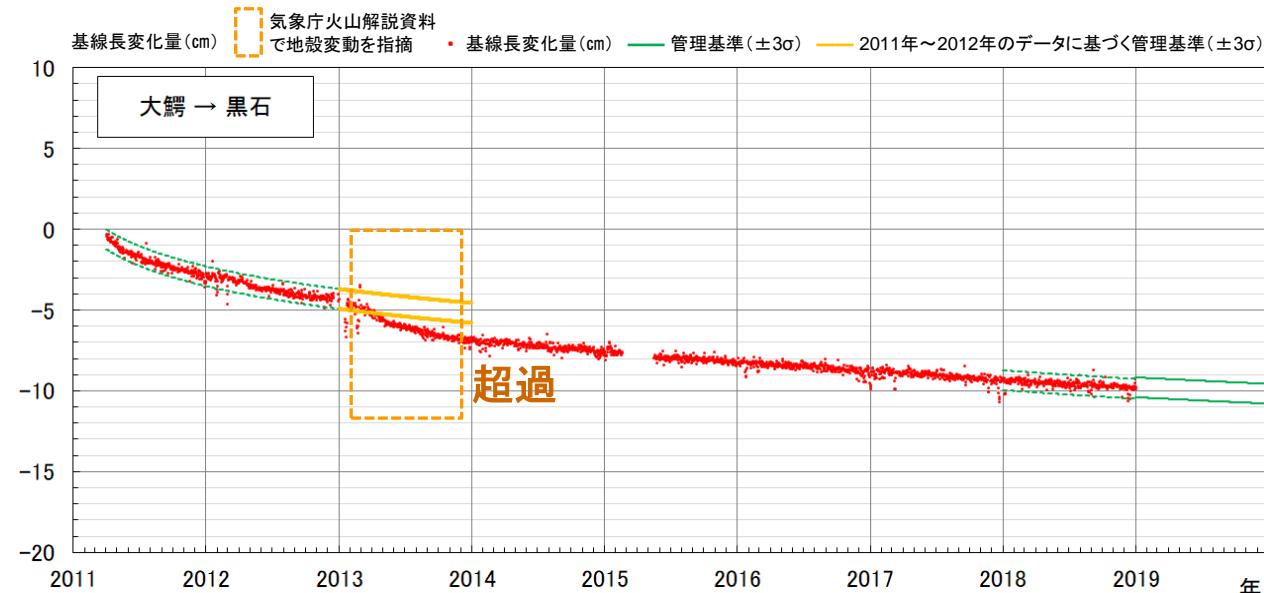
(c) 十和田(950153) →黒石(960541)



(b) 野辺地(960537) →黒石(960541)



(d) 大鰐(950155) →黒石(960541)



管理基準幅:2011年4月~2012年12月の近似値±3σ(初期値及び近似曲線は2018年の値に基づく)

・基線長の管理基準である近似曲線との差分(バラつき)の±3σを、過去(2013年)のデータに適応した場合、気象庁が火山活動解説資料を公開し指摘した2013年2月~11月の地殻変動時に、4基線のうち3基線で管理基準を7日間以上連続で上回る結果が得られた。

・十和田・八甲田山ともに、気象庁が火山活動の活発化を指摘した際には、管理基準を超過していることから、妥当な管理基準と判断できる。したがって、判断基準は、2基線以上(1基線の場合、麓の変動の可能性があるので)7日間連続で管理基準を超過とする。

3.3 地震の管理基準 〔十和田の地震〕

十和田カルデラを囲む範囲(東西約17km, 南北約19km)を震源とする地震及び低周波地震を抽出した。地震については、検知能力($M_c=0.5$)を考慮し、M1以上の地震を抽出した。

■地震

- ・気象庁の火山活動解説資料(2014年1月28日)によると、1月27日から地震が活発化したが、翌日には地震回数は減少しており、火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候は認められないとされている。
- ・2014年1月には115(回/月)のM1以上の地震が発生。

■低周波地震

- ・過去に最大で、6(回/月)の低周波地震が発生。

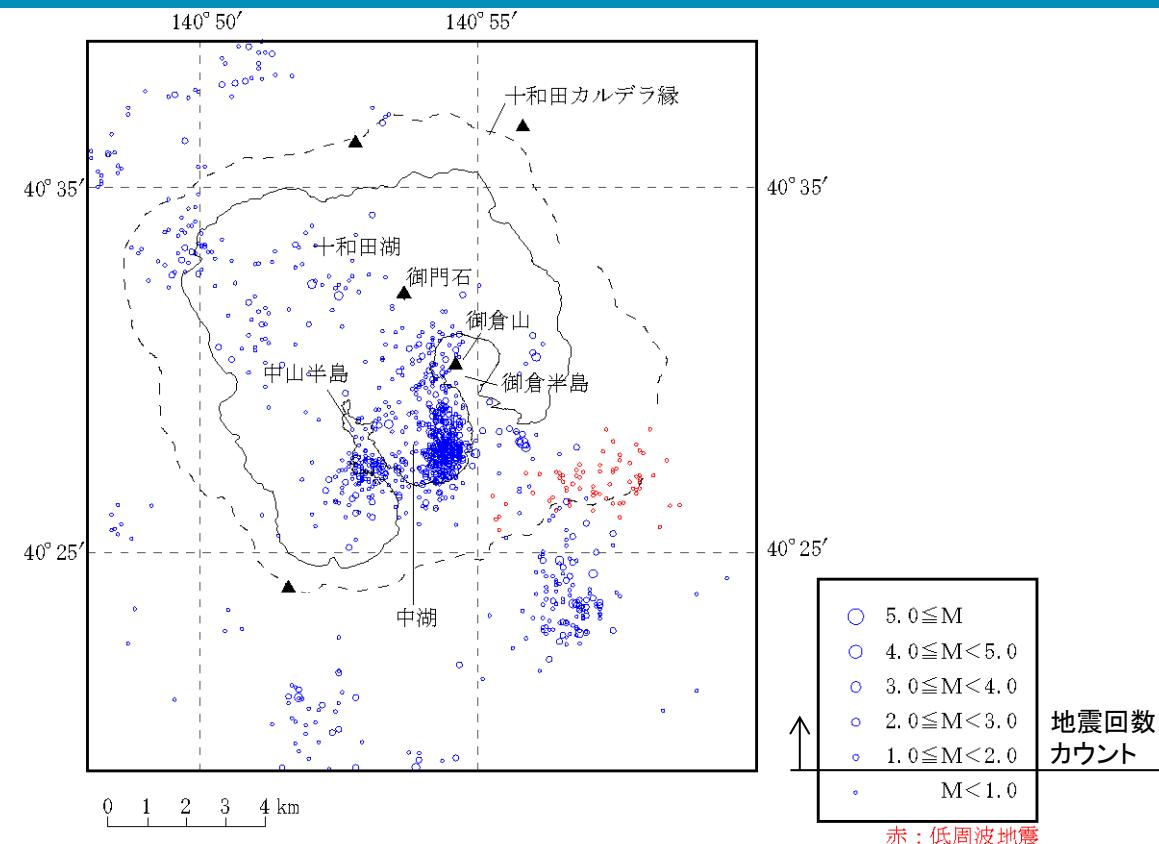
地震の発生回数とそれに伴う噴火実績がないことを踏まえ、以下に地震の管理基準を示す。

■地震

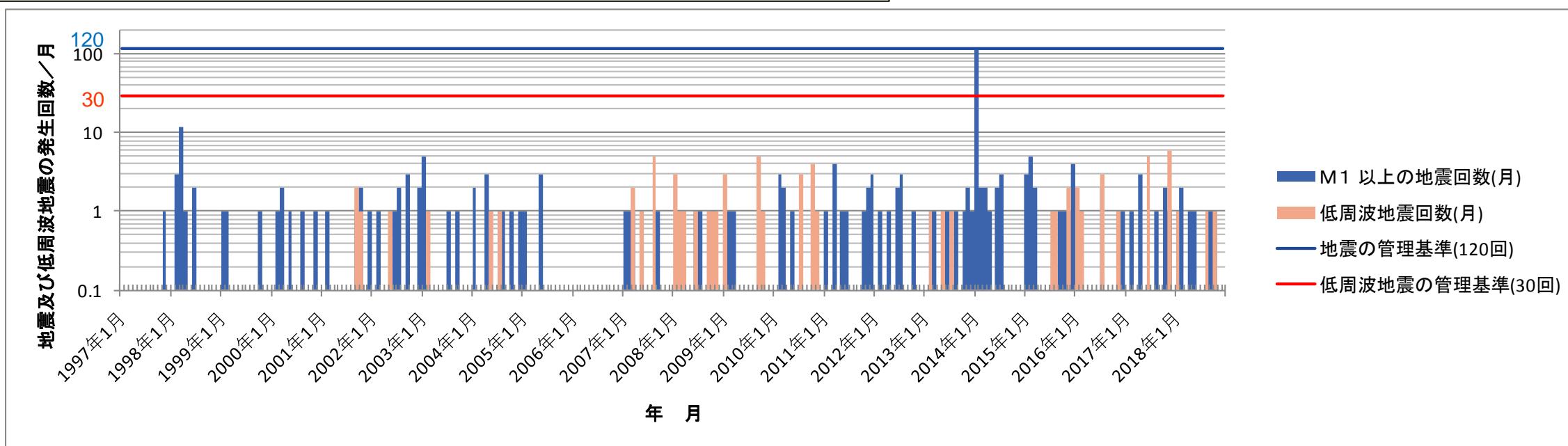
- ・M1以上の地震, 120回/月
(2014年1月のM1以上地震回数(115回/月)とほぼ同値)

■低周波地震

- ・30回/月
(低周波地震発生時の回数(1~6回/月)より1オーダー高い)



震源の抽出範囲: 十和田カルデラを囲む範囲
(経度 $140^{\circ} 48' \sim 141^{\circ} 00'$, 緯度 $40^{\circ} 22' \sim 40^{\circ} 32'$)



※気象庁一元化処理震源データから当社が作成

地震及び低周波地震の発生回数と管理基準

3.3 地震の管理基準 〔八甲田山の地震〕

八甲田山(北八甲田火山群, 八甲田カルデラ, 南八甲田火山群)を囲む範囲(1辺約20km)を震源とする地震及び低周波地震を抽出した。地震については, 検知能力($M_c=0.5$)を考慮し, M1以上の地震を抽出した。

■地震

- ・過去に最大で, 10(回/月)のM1以上の地震が発生。

■低周波地震

- ・過去に最大で, 5(回/月)の低周波地震が発生。

※噴火実績はない。

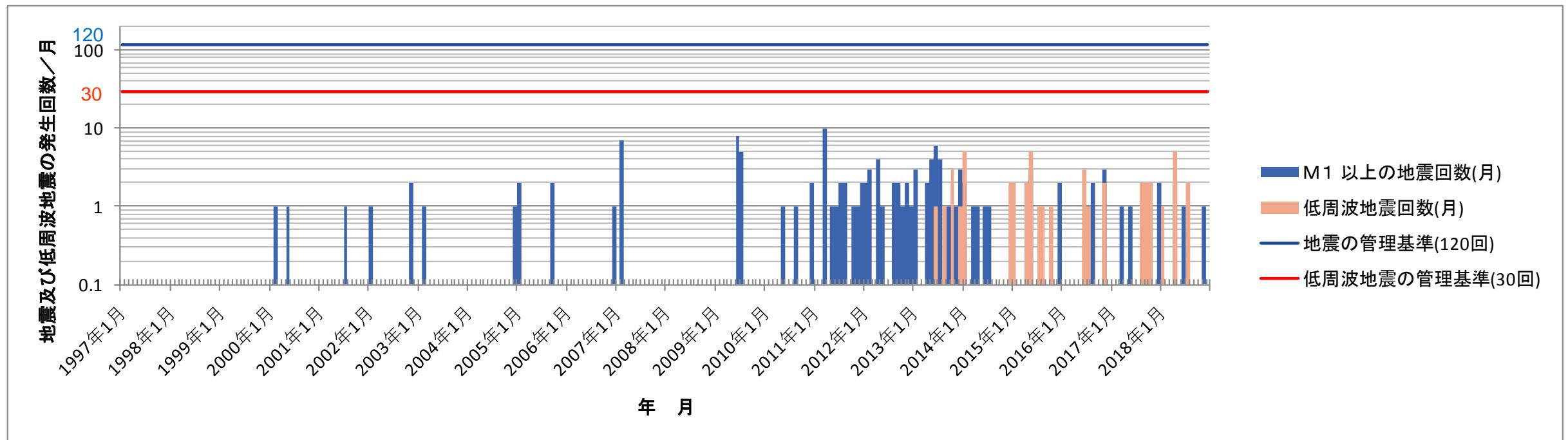
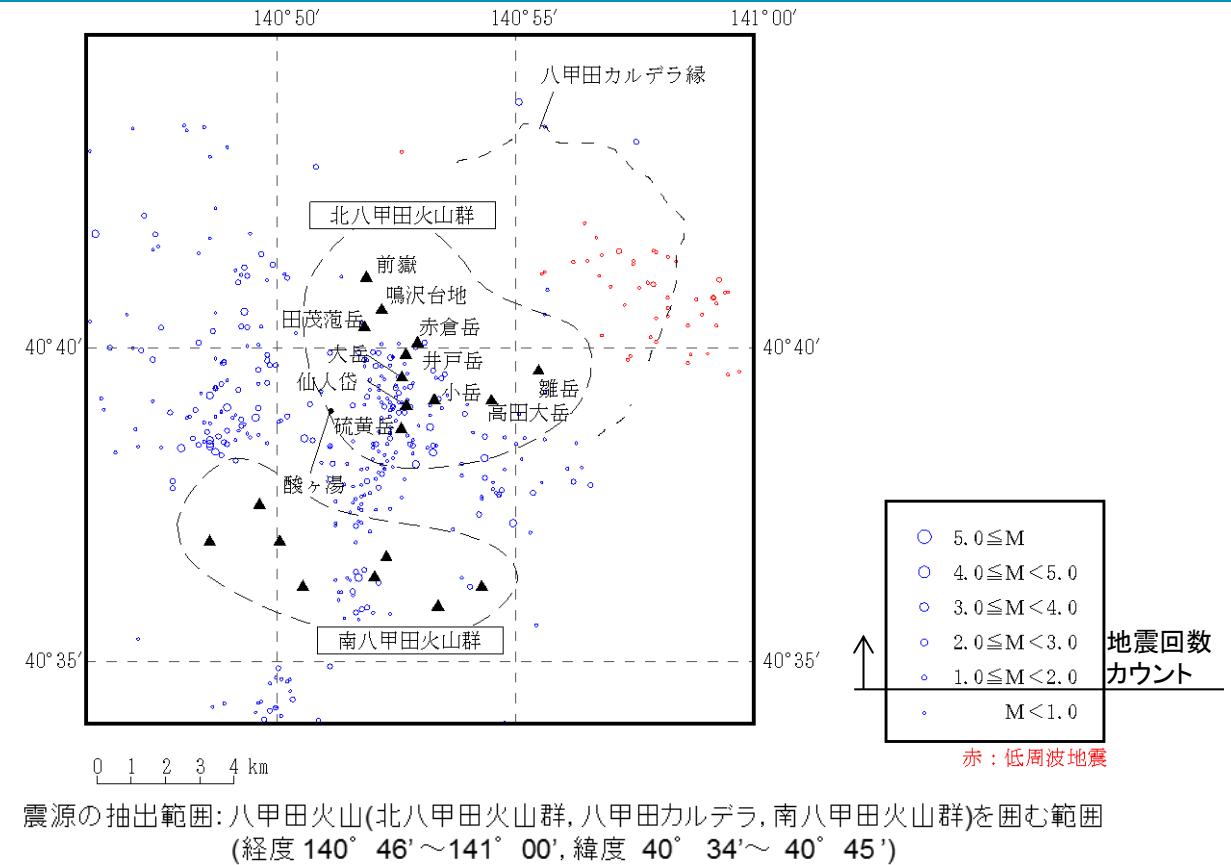
以下に十和田の事例も踏まえた地震の管理基準を示す。

■地震

- : M1以上の地震, 120回/月
(十和田と同じ管理基準とした)

■低周波地震

- : 30回/月
(低周波地震発生時の回数1~5回/月より1オーダー高い)



※気象庁一元化処理震源データから当社が作成

地震及び低周波地震の発生回数と管理基準

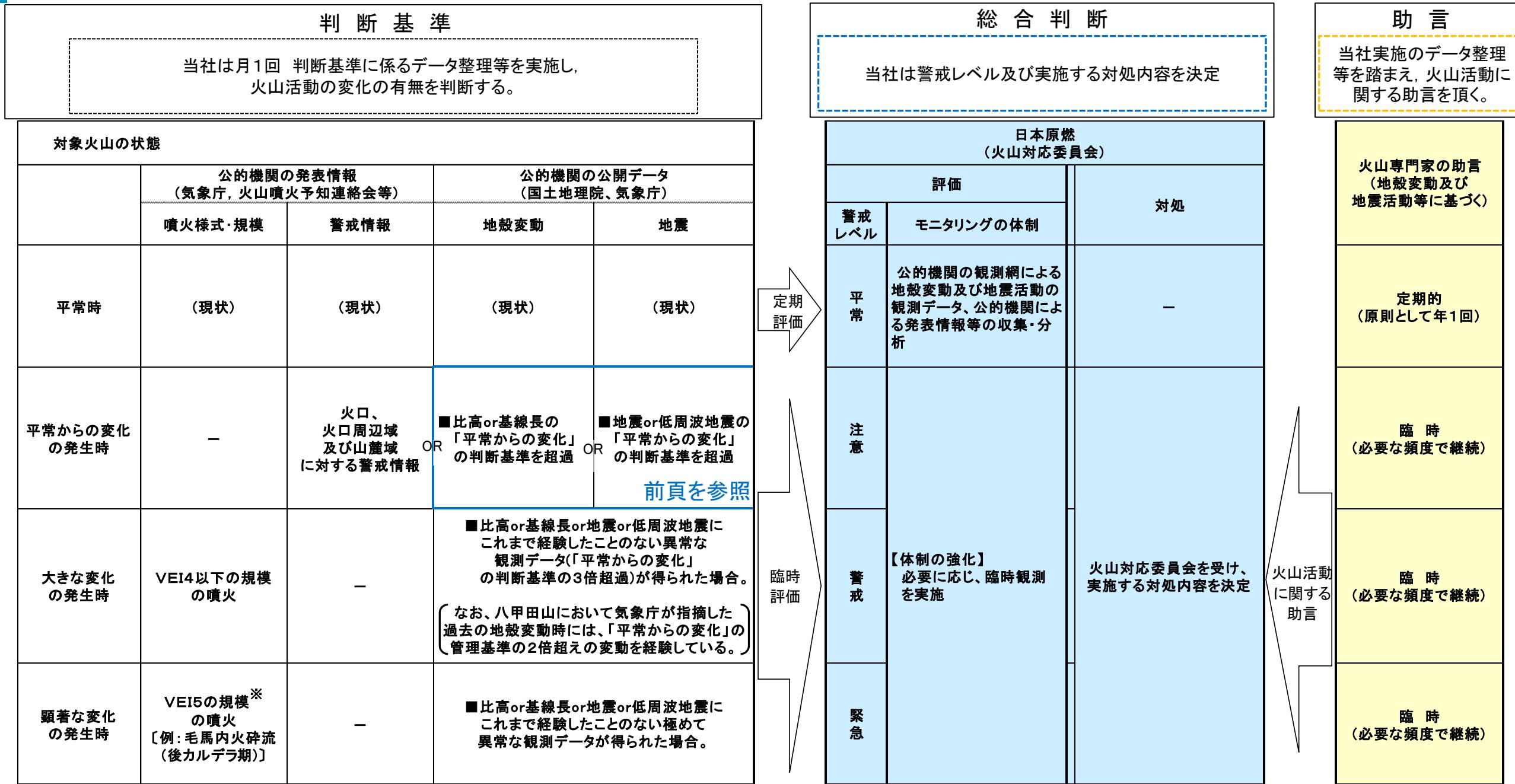
余 白

3.4 地殻変動及び地震の「平常からの変化」の判断基準(案)

			十和田	八甲田山
地殻変動	評価指標		比 高, 基線長	
	管理基準	比高	7日間移動中央値の前年差分の $\pm 3\sigma$ (2005~2010年のデータを元に算出)	
		基線長	余効変動の近似値と日々のデータのバラつきの $\pm 3\sigma$ (2011年4月~2012年12月のデータを元に算出)	
地震活動	評価指標		地震, 低周波地震	
	管理基準	地震	M1以上の地震 120回/月	
		低周波地震	30回/月	
「平常からの変化」の判断基準			[地殻変動]比高:管理基準を2基線以上で7日間連続超過 OR 基線長:管理基準を2基線以上で7日間連続超過 OR [地震活動] 地震:(120回/月超過) OR 低周波地震:(30回/月超過)	

※ 干渉SARや水準測量も実施し, モニタリング精度の向上に努める。

3.5 モニタリングの判断フロー（案）



注) モニタリング、火山活動の評価技術等の進展によって、モニタリングの判断基準は適宜見直す。

※ 十和田の後カルデラ期の最大規模(VEI5)の火砕流である「毛馬内火砕流」は、十和田カルデラから主に河川沿いに確認されているが、敷地には到達していない。

- ・当社は「2.2 十和田の評価」及び「2.3 八甲田山の評価」に示すとおり、十和田及び八甲田山の巨大噴火の可能性が十分小さいと評価している。火山活動のモニタリングは、この評価の根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知することを目的に行い、上記の火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があったか判断し、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い対処内容を決定する。
- ・判断基準は、データを蓄積し、最新の知見も踏まえ、火山専門家等の助言を得ながら随時更新する。また、長期的な地殻変動の傾向についても電子基準点の日々のデータを用いて確認し、評価する。
- ・また、最新の知見を収集し、干渉SARや水準測量も実施し、モニタリング精度の向上に努める。

3.6 火山の状態に応じた対処方針

前頁に記載のとおり、火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があった場合は、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い対処内容を決定する。

対処にあたっては、その時点の最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行う。

各施設ごとの対処例は下記のとおり。

○各施設共通

- 火山現象による影響が発生し又は発生するおそれがある場合において、保全のための活動を行うため、必要な資機材の準備、体制の整備等を実施

○再処理施設対処例

- 外部電源喪失時の電源系統の切替運転による電力の供給
- 換気設備の風量の低減措置、制御建屋の中央制御室内空気を再循環する措置、外気の取り込みの停止
- 降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備に堆積した降下火砕物等の除去
- 換気設備及び外気取入口への除灰用のろ布及び降下火砕物用フィルタの追加設置
- 可搬型中型移送ポンプ及び可搬型空気圧縮機からの供給
- 溶液の沸騰開始までの時間が24時間未満の機器の希釈又は冷却の実施
- 使用済燃料の受入れ停止、新たなせん断処理の停止
- 工程内の核燃料物質等の払い出し(ウラン／プルトニウム溶液の製品化、高レベル廃液のガラス固化の実施)
- 核燃料物質である使用済燃料、回収ウラン粉末及びウラン・プルトニウム混合酸化物粉末の搬出

3.6 火山の状態に応じた対処方針

○廃棄物管理施設対処例

- 換気設備の外気の取り込みの停止
- 降下火砕物防護対象設備を収容する建屋に堆積した降下火砕物等の除去
- ガラス固化体の受入れ停止

○MOX燃料加工施設対処例

- 降下火砕物防護対象設備を収容する建屋に堆積した降下火砕物等の除去
- 加工施設の安定な状態への移行(全工程停止, 全送排風機の停止及び施設内で保有するMOX粉末の燃料集合体への加工)
- 燃料集合体の出荷による核燃料物質の搬出

余 白

1. 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出
2. 「原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において抽出された火山の火山活動に関する個別評価
3. 火山モニタリング及び対処方針
4. 設計対応が可能な火山事象
4.1 設計対応が可能な火山事象の抽出
4.2 降下火砕物の層厚
4.2.1 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物
4.2.2 甲地軽石
4.2.3 甲地軽石以外の降下火砕物
4.2.4 降下火砕物シミュレーション
4.2.5 設計に用いる降下火砕物の層厚
4.3 降下火砕物の密度
4.4 まとめ
参考

4.1 設計対応が可能な火山事象の抽出

火山事象	対象火山	抽出の有無	評価結果
降下火砕物	半径160km内外の原子力施設に影響を及ぼし得る火山	有り	降下火砕物の層厚及び密度について、次頁以降に示す。
火山性土石流, 火山泥流及び洪水	半径120km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (13火山) (横津岳, 恵山, 陸奥燧岳, 恐山, 岩木山, 田代岳, 藤沢森, 南八甲田火山群, 北八甲田火山群, 八甲田カルデラ, 十和田, 先十和田, 八幡平火山群)	なし	敷地近傍には敷地を中心とする半径120kmの範囲に存在する, 施設に影響を及ぼし得る火山を起源とする火山性土石流, 火山泥流及び洪水に伴う堆積物は確認されず, また, 敷地は, 太平洋及び陸奥湾を境にする下北半島脊梁部の台地上に位置し, これらの火山を源流に有する河川流域に含まれないことから, 施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
火山から発生する飛来物(噴石)	半径10km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (なし)	なし	敷地を中心とする半径10kmの範囲には, 施設に影響を及ぼし得る火山が分布しないことから, 噴石が敷地に到達することはなく, 施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
火山ガス	半径160km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (21火山)	なし	敷地は, 太平洋及び陸奥湾を境にする下北半島脊梁部の台地上に位置し, 火山ガスが敷地に滞留する地形ではないことから, 施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
その他火山事象 (火山活動による大気現象, 火山性地震とこれに関連する事象, 熱水系及び地下水の異常, 静震)	半径160km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (21火山)	なし	火山と敷地とは十分な離隔があることから, 施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。

4.2 降下火砕物の層厚 【概要】

敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物

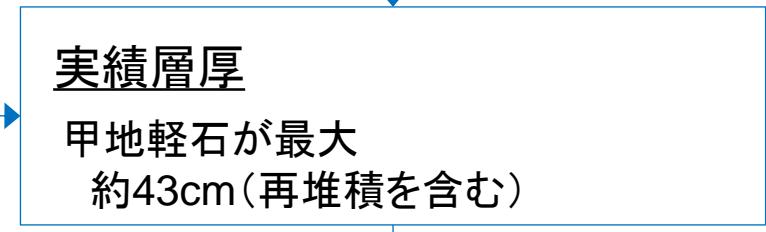
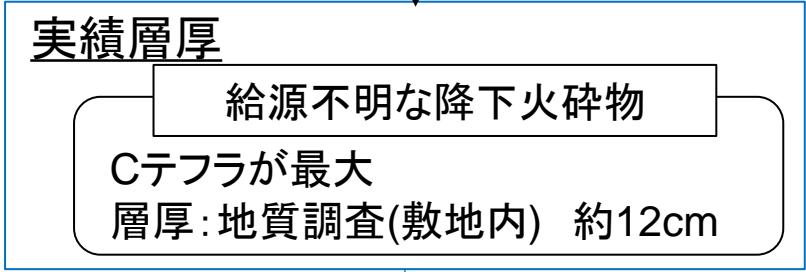
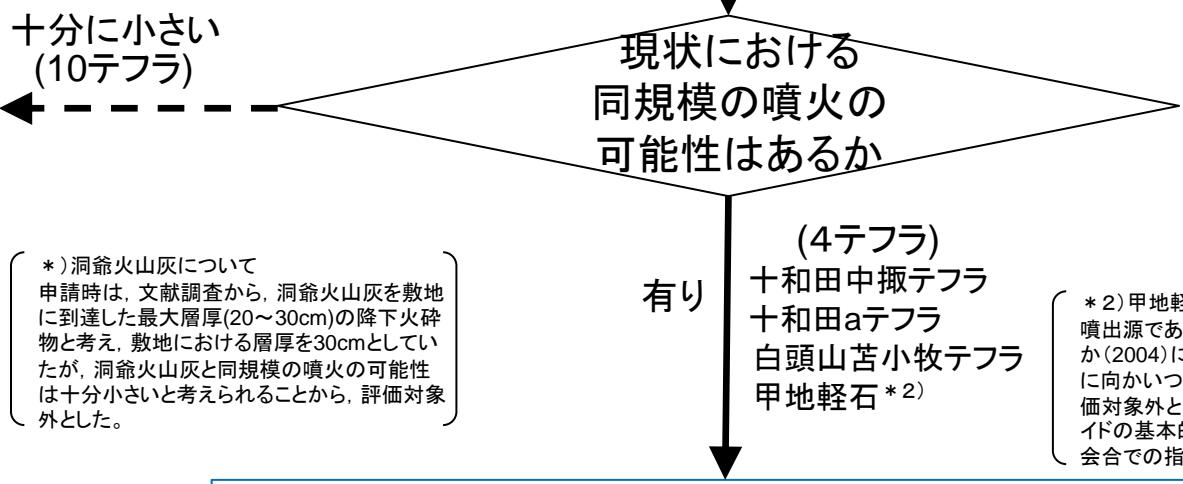
給源を特定できる降下火砕物(14テフラ)

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|---------|
| 十和田aテフラ | 十和田切田テフラ | 白頭山苦小牧テフラ | 鬼界葛原テフラ |
| 十和田中掬テフラ | 十和田レッドテフラ | 始良Tnテフラ | 洞爺火山灰 |
| 濁川テフラ | オレンジテフラ | 支笏第一テフラ | |
| 十和田八戸テフラ | 甲地軽石 | 阿蘇4テフラ | |

給源不明な降下火砕物(4テフラ)

- Aテフラ(敷地内)
- Bテフラ(敷地内)
- Cテフラ(敷地内)
- Dテフラ(敷地内)

- END**
- 濁川テフラ
 - 十和田八戸テフラ
 - 十和田切田テフラ
 - 十和田レッドテフラ
 - オレンジテフラ
 - 始良Tnテフラ
 - 支笏第一テフラ
 - 阿蘇4テフラ
 - 鬼界葛原テフラ
 - 洞爺火山灰*)



<確認>

念のため、その他の降下火砕物が甲地軽石に比べ、施設に与える影響が十分に小さいかを確認。

<参考14>

活動が終息に向かいつつある北八甲田火山群に対して、1000年単位で頻りに噴火を続けている十和田についても、最後の巨大噴火以降の最大規模の噴火である十和田中掬テフラを対象に降灰シミュレーションを実施。風向の不確かさを考慮したケースにおいて、敷地での層厚は35cm。

降下火砕物シミュレーションの対象

地質調査結果(最大層厚)及び噴出量等から、甲地軽石で実施

降下火砕物シミュレーションの結果

風向の不確かさを考慮したケースにおいて、敷地での層厚**53cm**

設計対応可能な火山事象として降下火砕物の層厚**55cm**を評価対象とする

↑4.2.2章・4.2.3章
↓4.2.4章

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.1 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物①

	敷地と火山の距離	敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物	年代 (ka)	噴出源 () : 該当噴火の活動時期	火山から敷地への方角 (距離 (km))	現状における同規模の噴火の可能性 (○ : 有り, × : 可能性は十分小さい)		各降下火砕物の最大層厚		降下火砕物噴出量等	シミュレーションの要否 (○, ×)
						手法	敷地及び敷地近傍最大層厚	手法	敷地及び敷地近傍最大層厚		
半径160km内	十和田aテフラ (To-a)	AD915 ^{*1}	十和田 (後カルデラ期)	北東 (約66km)	○	-	地質調査	約5cm以下 (パッチ状) ^{*1}	噴出量1.51km ³ *6	×	
							文献調査	0cm~5cm ^{*4*6}			
	十和田中掬テフラ (To-Cu)	(6.2) ^{*2}	十和田 (後カルデラ期)	北東 (約66km)	○	-	地質調査	約5cm ^{*1}	噴出量6.68km ³ *6	○	
							文献調査	10cm以下 ^{*4*6*7}			
	甲地軽石 (WP)	(280~180) ^{*5}	北八甲田火山群	北東 (約51km)	○	-	地質調査	約43cm (敷地内) ^{*2}	噴出量8.25km ³ *9	○	
							文献調査	20cm~50cm ^{*9}			
	濁川テフラ (Ng)	(15) ^{*4}	濁川カルデラ	南南東 (約148km)	×	将来の活動可能性のない火山	地質調査	約1cm ^{*1}	-	×	
							文献調査	ほぼなし ^{*4}			
	十和田八戸テフラ (To-HP)	(15.5) ^{*3}	十和田 (カルデラ形成期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約21cm ^{*1}	-	×	
							文献調査	0cm~10cm ^{*4*8}			
	十和田切田テフラ (To-KR)	(36) ^{*2}	十和田 (カルデラ形成期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約3cm ^{*1}	-	×	
							文献調査	0cm~10cm ^{*4*8}			
	十和田レッドテフラ (To-Rd)	(61) ^{*2}	十和田 (カルデラ形成期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約20cm (パッチ状)	-	×	
							文献調査	0cm~10cm ^{*4*8}			
オレンジテフラ (Or-P)	(約170)	十和田 (先カルデラ期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約29cm	-	×		
						文献調査	30cm以下 ^{*9}				
半径160km外	白頭山苦小牧テフラ (B-Tm)	(1) ^{*4}	白頭山	東 (約1111km)	○	-	地質調査	約3cm以下 (パッチ状) ^{*1}	[敷地はB-Tmの分布のほぼ中央(主軸上)に位置する。]	×	
							文献調査	5cm~10cm ^{*4}			
	始良Tnテフラ (AT)	(30~28) ^{*4}	始良カルデラ	北東 (約1406km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	-	×	
							文献調査	0cm~5cm ^{*4}			
	支笏第1テフラ (Spfa-1)	(44~42) ^{*4}	支笏カルデラ	南 (約201km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	-	×	
							文献調査	0cm以上 ^{*4}			
	阿蘇4テフラ	(90~85) ^{*4}	阿蘇カルデラ	北東 (約1272km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	層厚不明瞭	-	×	
							文献調査	15cm以上 ^{*4}			
	鬼界葛原テフラ (K-Tz)	(95) ^{*4}	鬼界カルデラ	北東 (約1501km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	-	×	
							文献調査	0cm~2cm ^{*4}			
	洞爺火山灰 (Toya)	(115~112) ^{*4}	洞爺カルデラ	南南東 (約188km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	約10cm	-	×	
							文献調査	20cm~30cm ^{*4}			
	給源不明	Aテフラ	-	給源不明	-	-	-	地質調査	約7cm	-	-
								文献調査	-		
Bテフラ		-	給源不明	-	-	-	-	地質調査	約11cm	-	-
								文献調査	-		
Cテフラ	-	給源不明	-	-	-	-	地質調査	約12cm	-	-	
							文献調査	-			
Dテフラ	-	給源不明	-	-	-	-	地質調査	約10cm	-	-	
							文献調査	-			

給源を特定できる降下火砕物

- 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物について、現状における同規模の噴火の可能性はあるか確認。
- その結果、十和田aテフラ、十和田中掬テフラ、甲地軽石※、白頭山苦小牧テフラが抽出される。

〔※噴出源である北八甲田火山群が、工藤ほか(2004)によると、長期的にみると終息に向かいつつある状態であること等から、甲地軽石を評価対象外としていたが、火山影響評価ガイドの設計対応不可能な火山事象の評価の基本的考え方および第267回審査会合での指摘を踏まえ評価対象とした。〕

- そのうち、地質調査によると甲地軽石が最大で層厚約43cm。
- 文献調査によると甲地軽石が最大で層厚20cm~50cm。
- 降下火砕物シミュレーションの対象は、同規模の噴火の可能性、地質調査結果(最大層厚)及び噴出量等から甲地軽石とする。

給源不明な降下火砕物

- 地質調査によるとCテフラが最大で層厚約12cm (敷地内)。

*1 : 中野ほか編(2013), *2 : 工藤ほか(2019), *3 : 工藤ほか(2011), *4 : 町田・新井(2011), *5 : 第82回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合資料1-1, *6 : Hayakawa(1985), *7 : 早川(1983), *8 : 工藤(2005), *9 : 工藤ほか(2004)

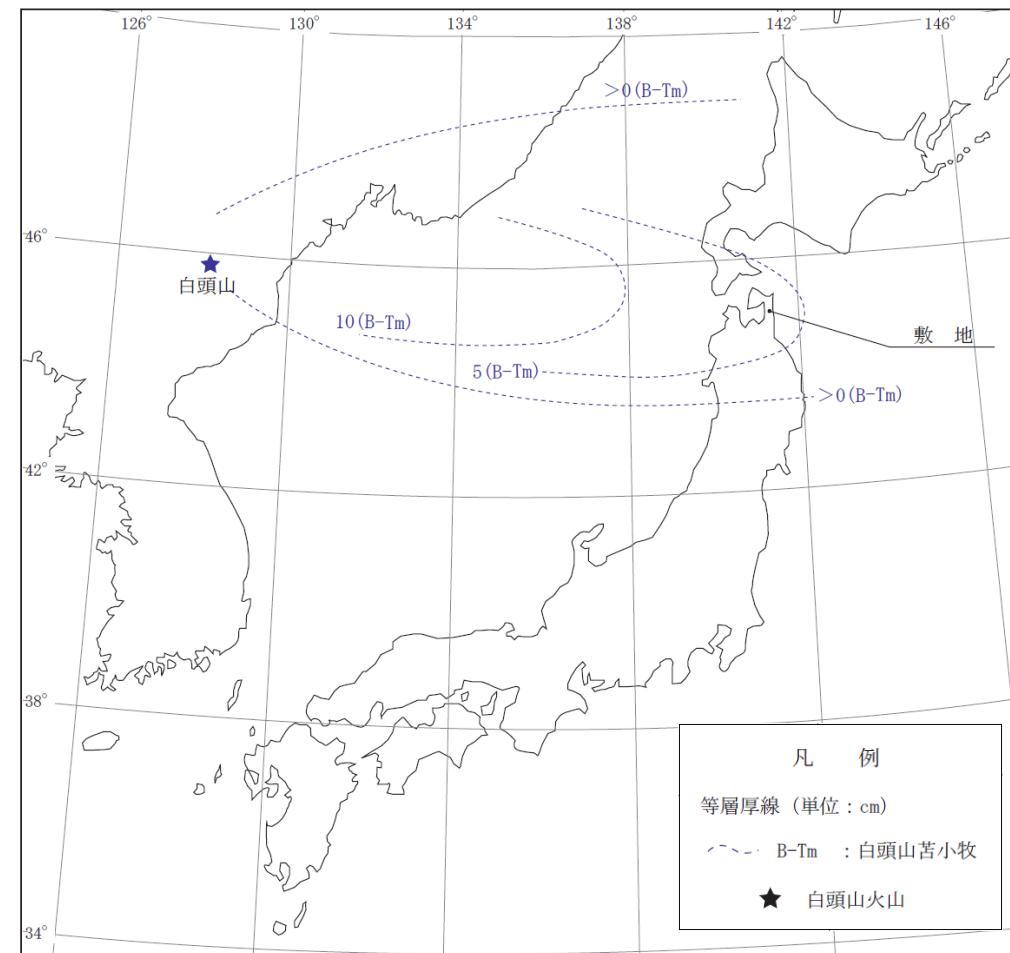
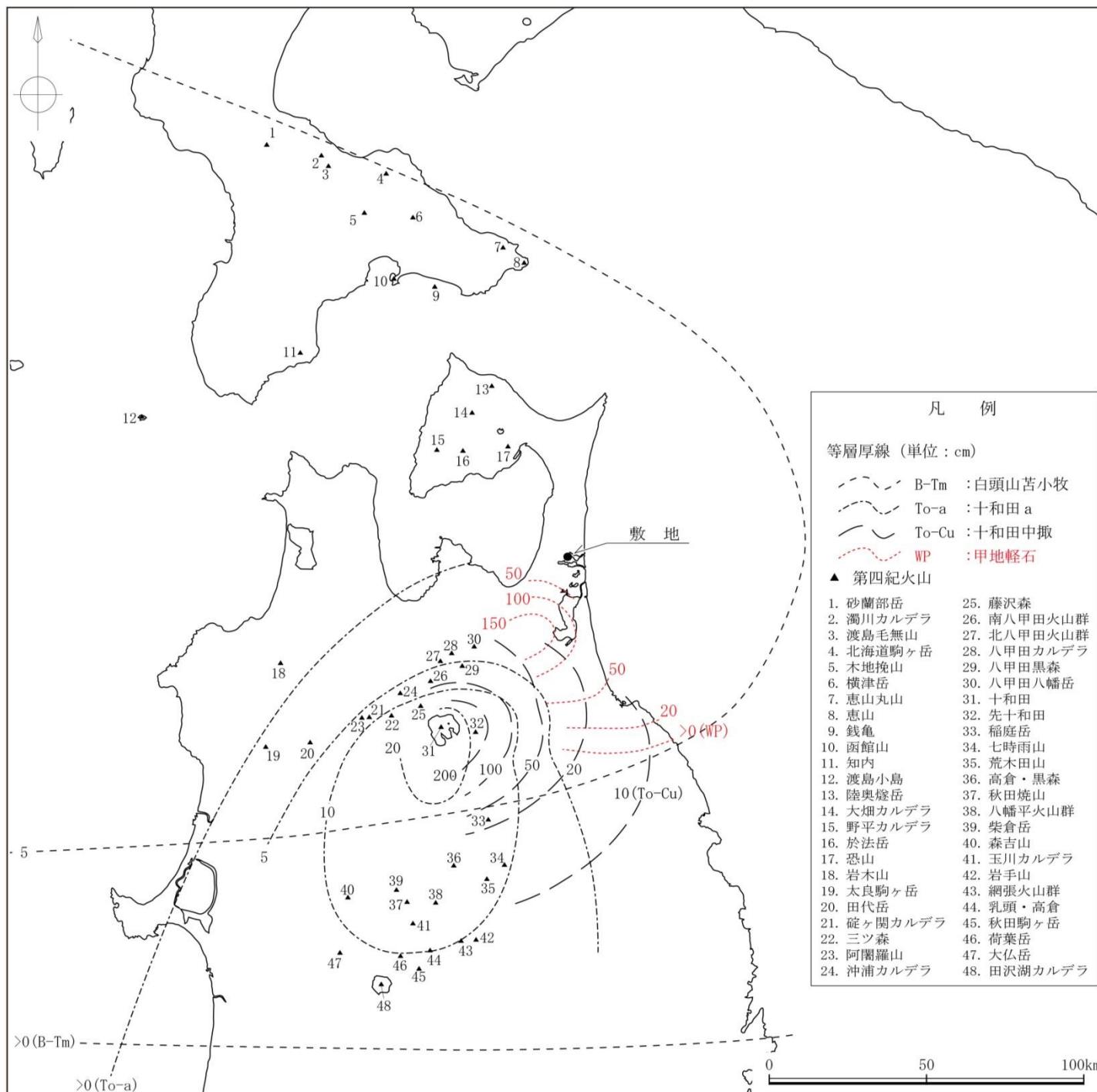
※1 : 文献の等層厚線図によると敷地及び敷地近傍でも堆積が予想されるものの地質調査からは確認出来ないため、その周辺での層厚を記載

※2 : 再堆積を含む

余 白

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.1 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物②(文献調査)



火山名および火山分布は中野ほか編(2013),
白頭山苦小牧テフラ, 十和田aテフラ, 十和田中掬テフラの等層厚線は町田・新井(2011),
甲地軽石の等層厚線は工藤ほか(2004)に基づき作成

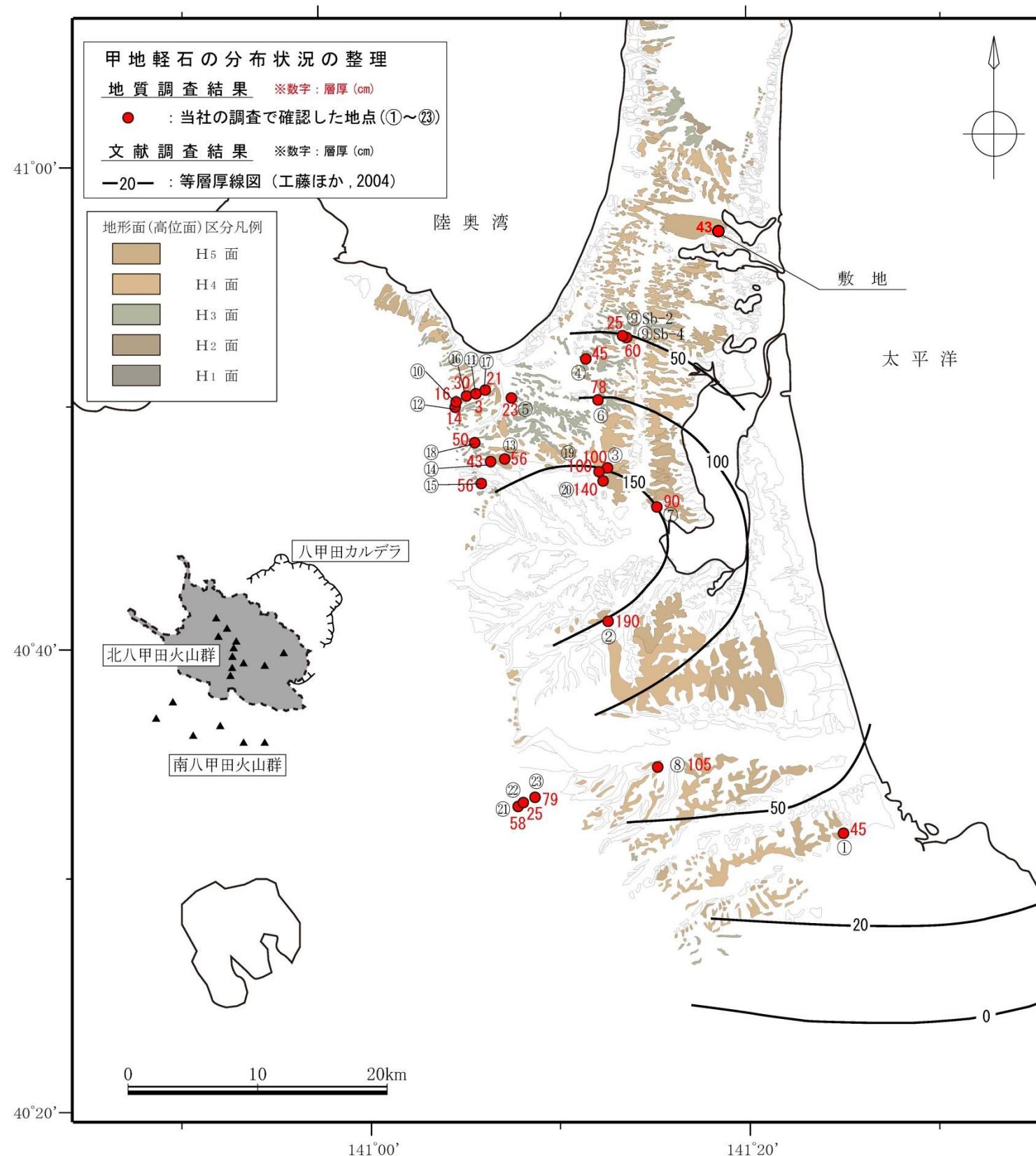
敷地付近において最大層厚となるのは甲地軽石である。
敷地付近は, 甲地軽石の層厚が20~50cmの間に入ると考えられる。

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石①

(北八甲田火山群：甲地軽石の火山から敷地にかけての堆積状況)

R1.7.12
資料1-1
p161 再掲



No.	地点	甲地軽石 層厚(cm)
①	八戸市南部山公園	約45
②	十和田市大沢田1	約190
③	東北町乙供	約100
④	東北町淋代2	約45
⑤	東北町長者久保西方	約23
⑥	東北町輝ヶ丘北方	約78
⑦	東北町甲地	約90
⑧	十和田市伝法寺	約105
⑨	東北町豊畑南方 (オーガー)	Sb-2:約25 Sb-4:約60
⑩	野辺地町枇杷野付近 (ボーリング)	約16
⑪	野辺地町枇杷野付近 (ボーリング)	約3
⑫	野辺地町枇杷野付近 (ボーリング)	約14
⑬	七戸町字菩提木付近 (ボーリング)	約56
⑭	七戸町字菩提木付近 (ボーリング)	約43
⑮	七戸町字菩提木付近 (ボーリング)	約56
⑯	野辺地町枇杷野付近	約30
⑰	野辺地町枇杷野付近	約21
⑱	東北町字秋取山付近	約50
⑲	東北町乙部南方	約60~100
⑳	東北町緑町付近	約140
㉑	十和田市切田付近 (ボーリング)	約58
㉒	十和田市切田付近 (ボーリング)	約25
㉓	十和田市切田付近 (ボーリング)	約79

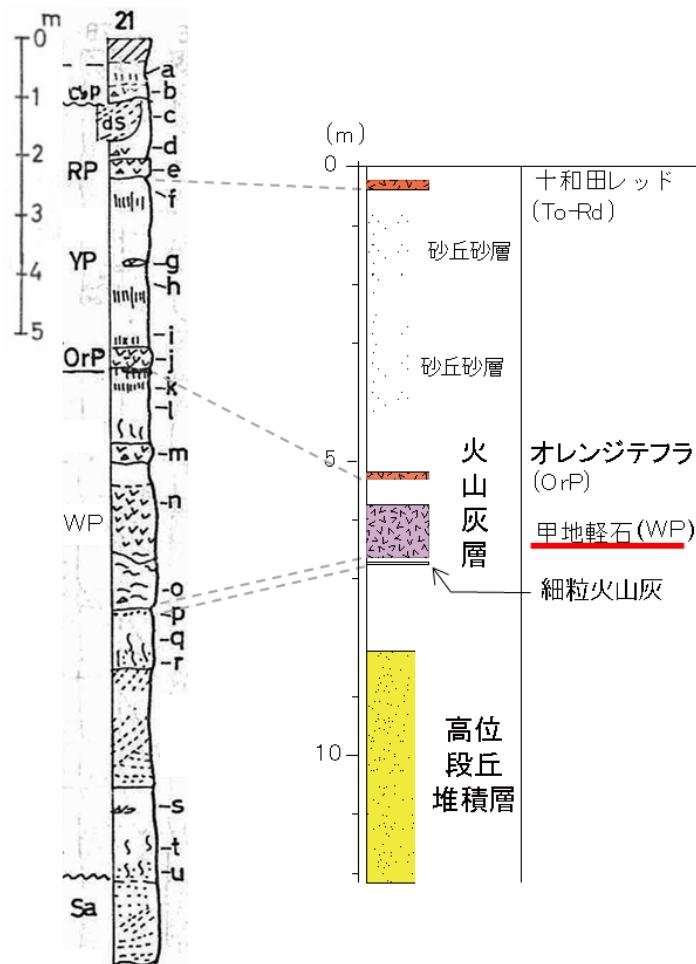
4.2 降下火砕物の層厚
4.2.2 甲地軽石②

(甲地軽石の模式地と層序(露頭⑦ 東北町甲地))

R1.7.12
資料1-1
p163 再掲



地形面標高：約50m
縮尺1/25,000地形図からの読み取り値



本露頭付近の
露頭柱状図

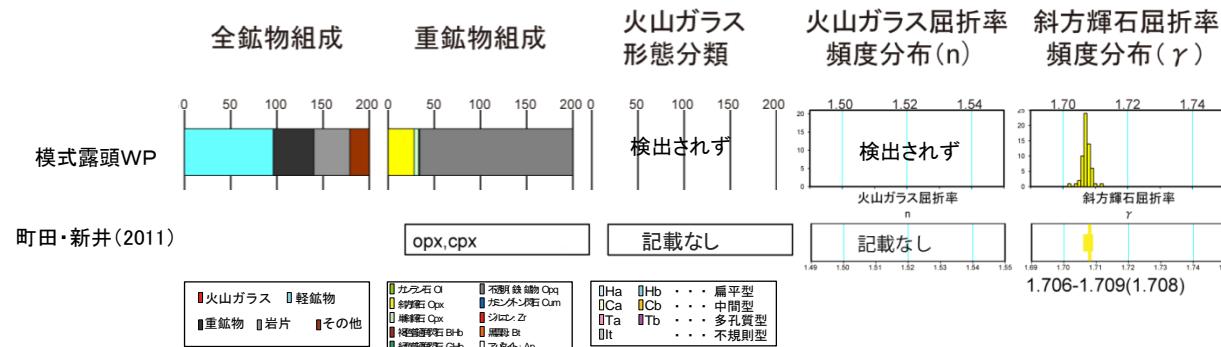
当社の調査結果に基づく
露頭柱状図

東北地方第四紀研究
グループ(1969)を加除修正



- ・本露頭が位置する、東北町甲地は町田・新井(2011)によると甲地軽石の模式地とされている。
- ・海成堆積物を覆う火山灰層の下部に、甲地軽石(WP)を狭在する。
- ・甲地軽石(WP)の上位にはオレンジテフラ(OrP)、下位には細粒火山灰がみられる。

※：本露頭は現在も土取による地形改変が進行していること等から、既往研究の露頭面と、現在観察できる露頭面の位置は必ずしも一致しない。

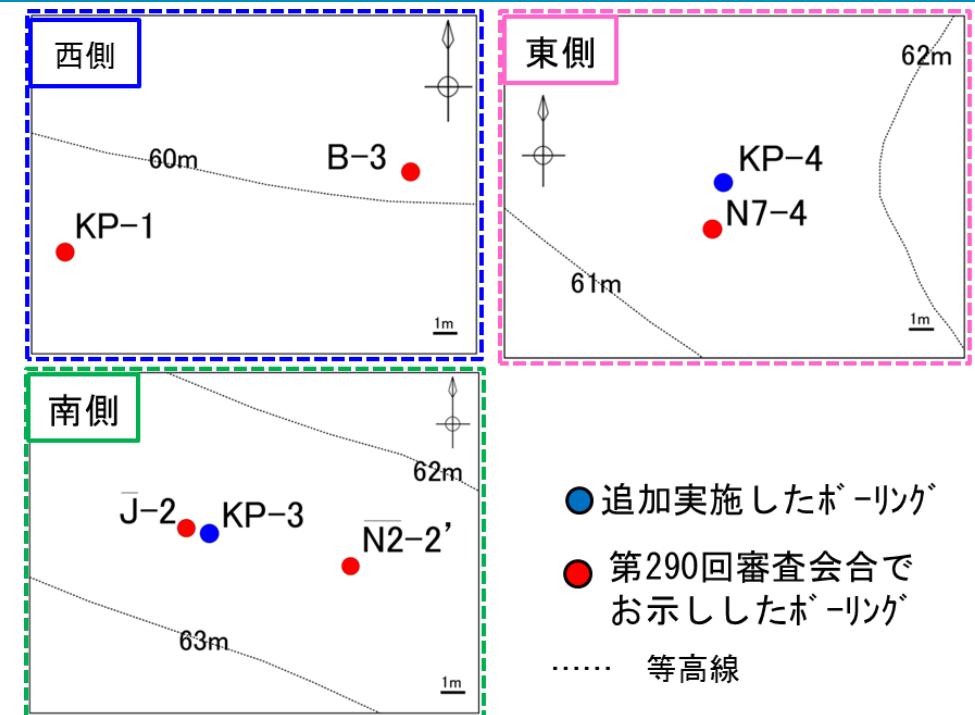
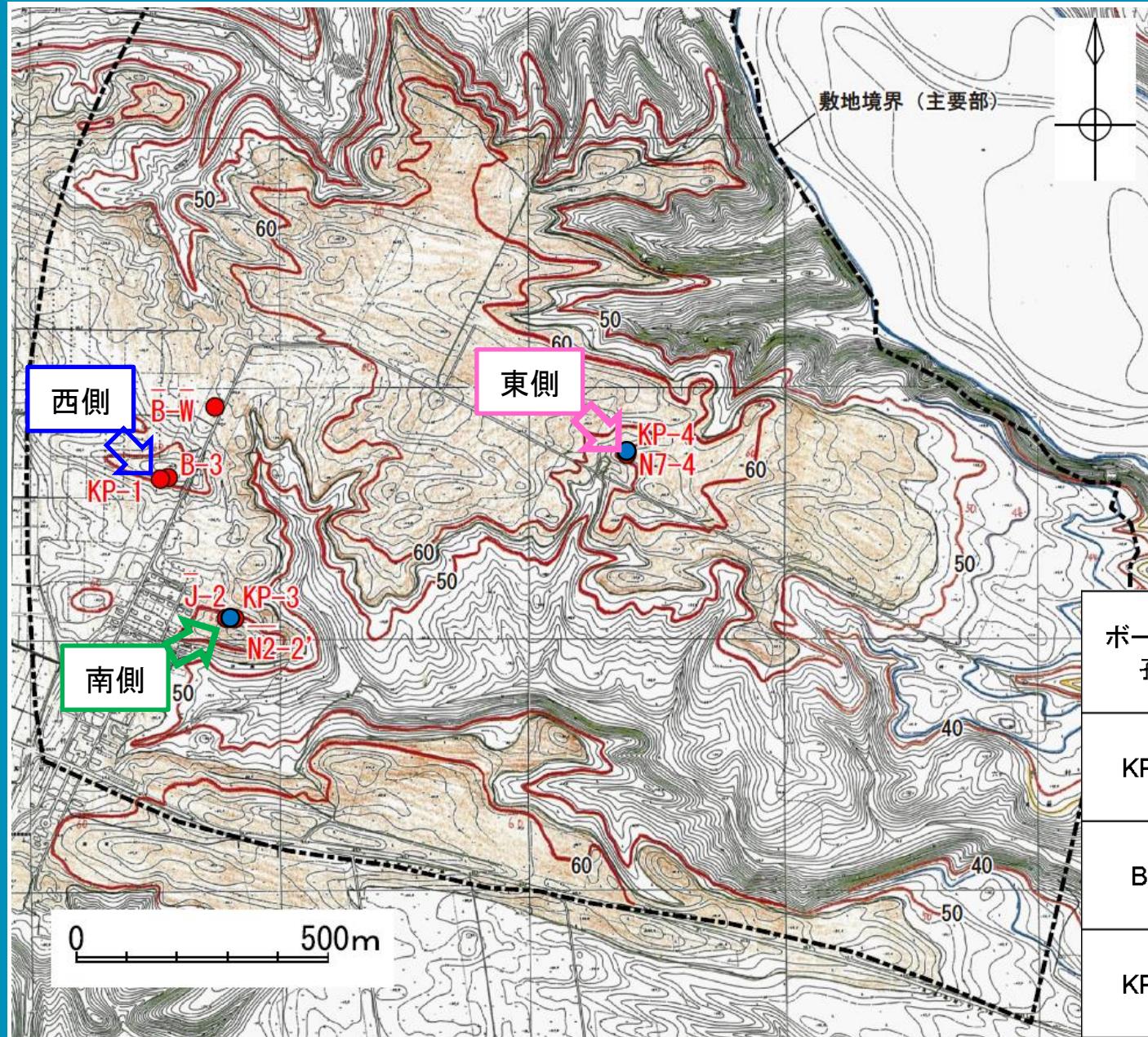


◆示標テフラの分析結果
・本露頭のテフラは、層序、分布範囲、微量元素組成及び斜方輝石屈折率等から、WPであると判断される。火山ガラスは、風化によって粘土化しており、検出されなかった。

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石③

(敷地内におけるボーリング調査位置)



- 追加実施したボーリング
- 第290回審査会合でお示したボーリング
- 等高線

敷地内ボーリング位置図
(敷地造成前の原地形, 着色部はH₅面)

ボーリング 孔名	実施年	第290回 審査会合	今回(第308回)の審査会合	
		層厚	層厚	備考
KP-1孔	2019年	43cm	43cm	・火山灰質シルト(甲地軽石の再堆積含む) 22cm ・甲地軽石(主部) 21cm
B-3孔	1985年	39cm	37cm	・火山灰質シルト(甲地軽石の再堆積含む) 5cm ・甲地軽石(主部) 32cm
KP-3孔	2019年		—	・第290回審査会合後に実施 ・シルト質砂層中に散在するため 層厚評価不適
N2-2' 孔	1987年	2cm	—	シルト質砂層中に散在するため 層厚評価不適
J-2孔	2006年	10cm	10cm	参考12に記載
KP-4孔	2019年		17cm	第290回審査会合後に実施
N7-4孔	1985年	16cm	16cm	
B-W孔	2011年	8cm	—	第290回審査会合後の分析の結果, 甲地軽石は認められない。

4.2 降下火砕物の層厚

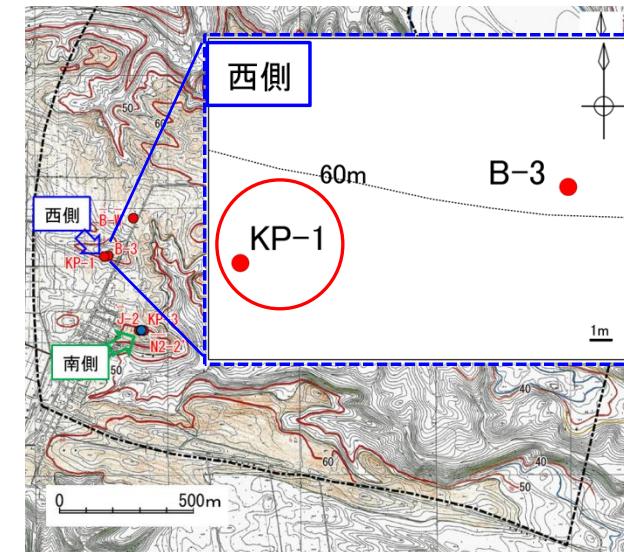
4.2.2 甲地軽石④

(KP-1孔のコア観察結果)

KP-1孔 (掘削深度 : 0.00~5.00m, 孔口標高 : 53.79m)

第290回審査会合での甲地軽石の評価範囲 (43cm)

第290回審査会合コメントの範囲



① 腐植と火山灰質シルトの境界



深度2.90 m

- ・深度2.90 mより上方は黒色の腐植からなる
- ・深度2.90 mより下方は火山灰質シルトからなり、わずかに腐植や軽石を含む。

② 火山灰質シルトと甲地軽石(主部)の境界



深度3.08 ~ 3.09m 深度3.12 m

- ・甲地軽石(主部)では軽石が比較的密に集積する。
- ・深度3.08~ 3.09mにおいて、軽石中にシルトを挟在する。
- ・軽石の含有量は上方に向かうにつれて減少する。

③ 甲地軽石(主部)と腐植質シルトの境界



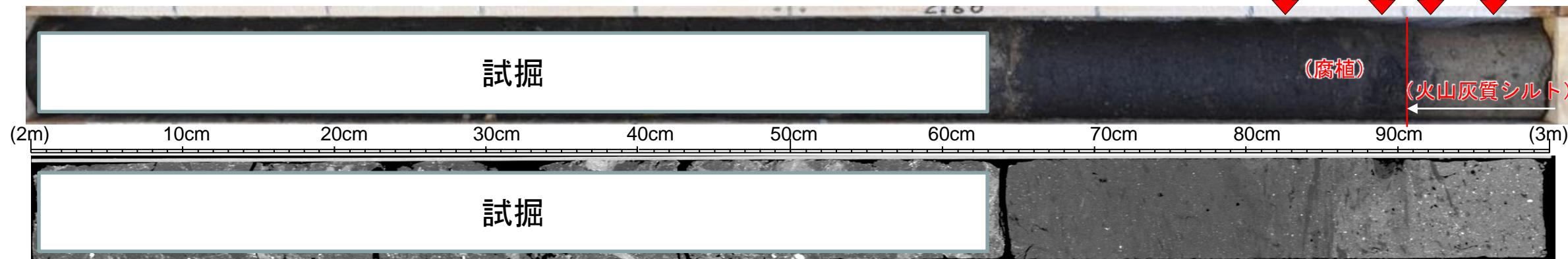
深度3.33 m 深度3.36 m ~ 3.37 m

- ・深度3.33 mより下方は腐植質シルトからなる。
- ・深度3.36 mより下位に約1cmの腐植層が形成されている。
- ・さらにその下位に軽石が散在する。

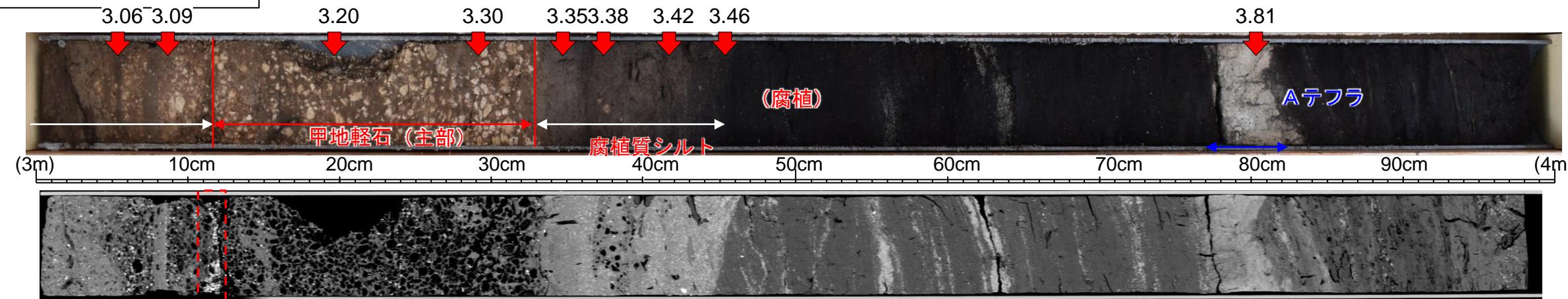
4.2 降下火砕物の層厚
 4.2.2 甲地軽石⑤
 (KP-1孔のCT解析結果)

深度： 2.00～3.00m

↓ : 分析試料採取位置



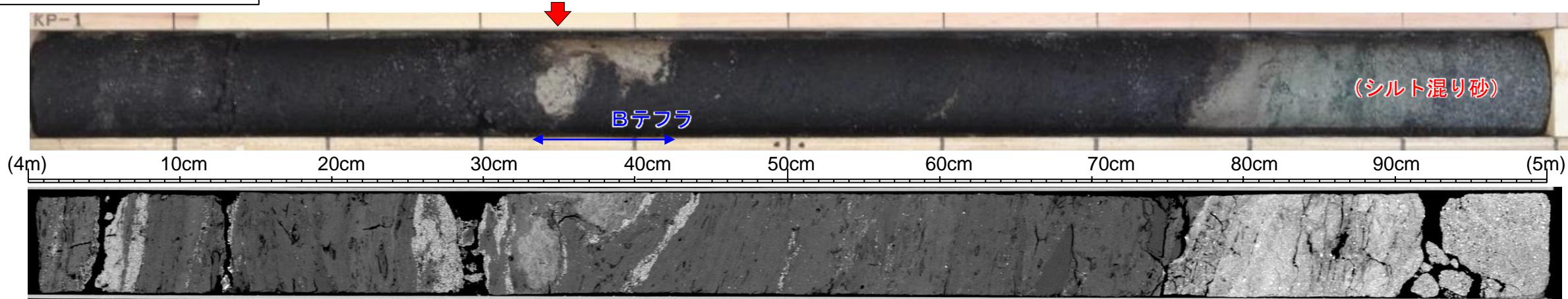
深度： 3.00～4.00m



高密度な粒子(粗粒な砂)の密集

※コア分割・写真及びCT撮影時点で乾燥に伴い腐植が2cm程度収縮

深度： 4.00～5.00m

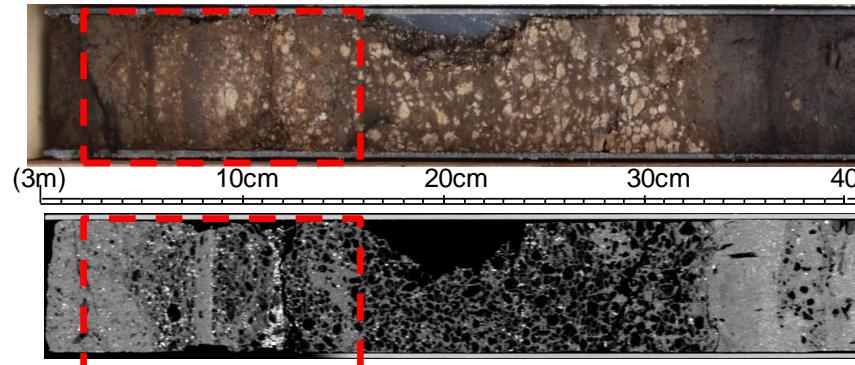


CT画像設定： WL:500 WW:2000 スライス厚:0.5mm

4.2 降下火砕物の層厚 4.2.2 甲地軽石⑥

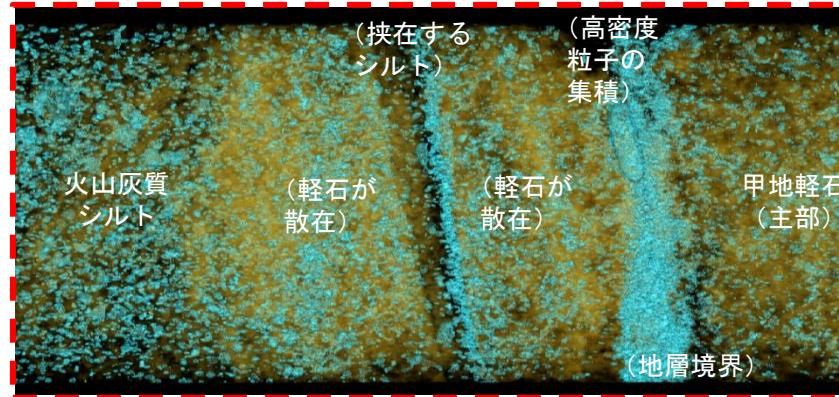
(KP-1孔のCT解析結果(甲地軽石(主部)と火山灰質シルトの境界))

深度：約3.02m～約3.16m



CT画像設定 WL:500 WW:2000 スライス厚:0.5mm

3次元CT画像



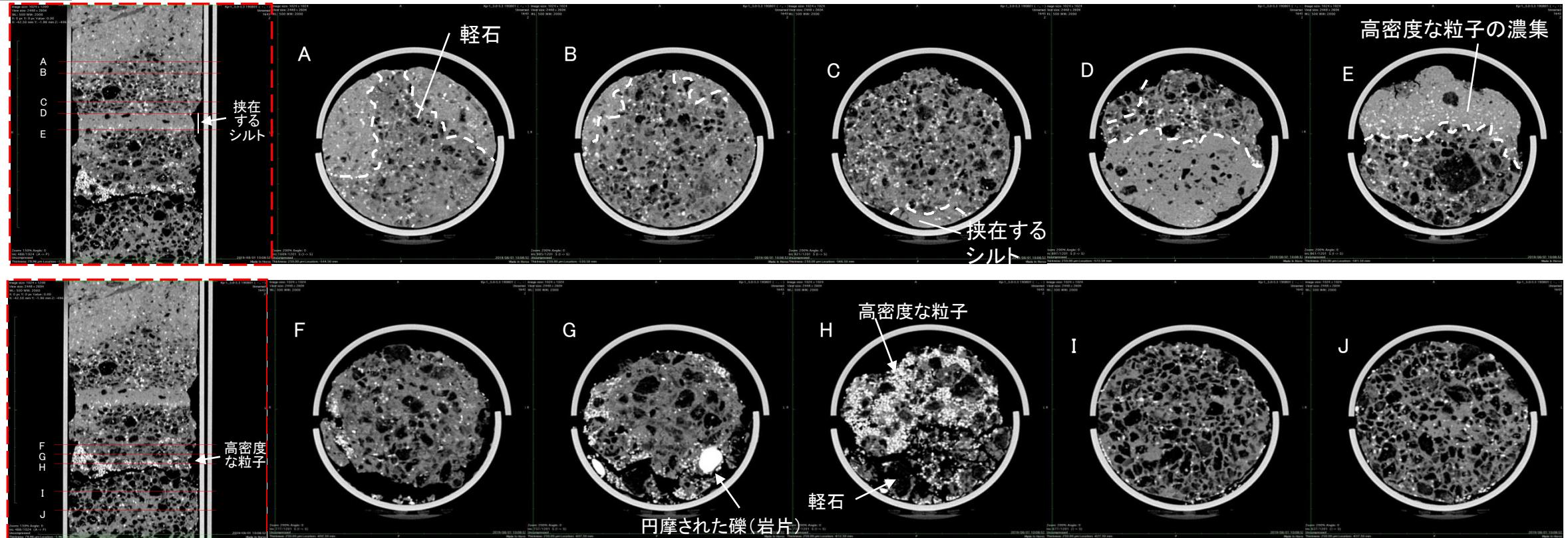
三次元CT凡例

使用ソフト：Horos (Ver. 3.3.5)
表示モード：3D Volume Rendering

不透明度 (α値)		不透明度 (α値)	
CT値	不透明度 (α値)	CT値	不透明度 (α値)
1100	0.000	350	0.000
1000	0.640	270	0.010
980	0.000	140	0.000

※範囲外は無着色 スライス厚0.5mm

2次元断面



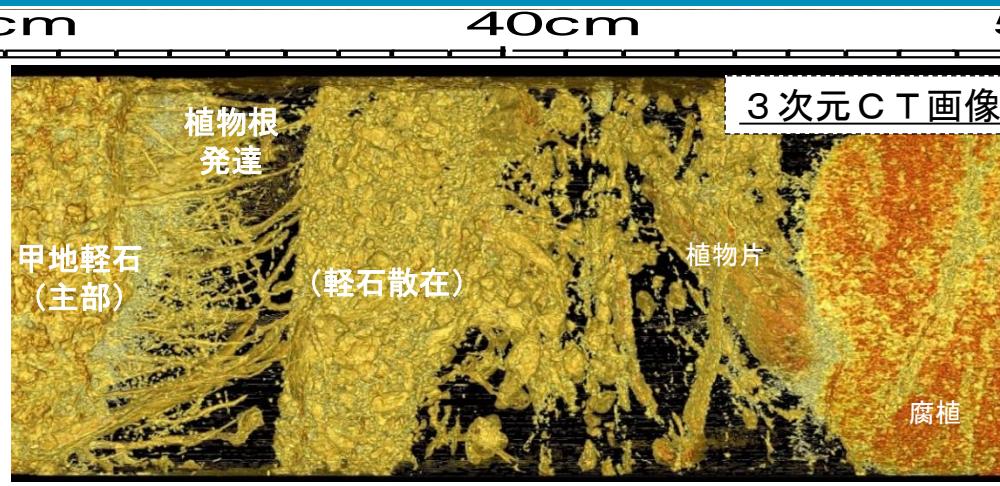
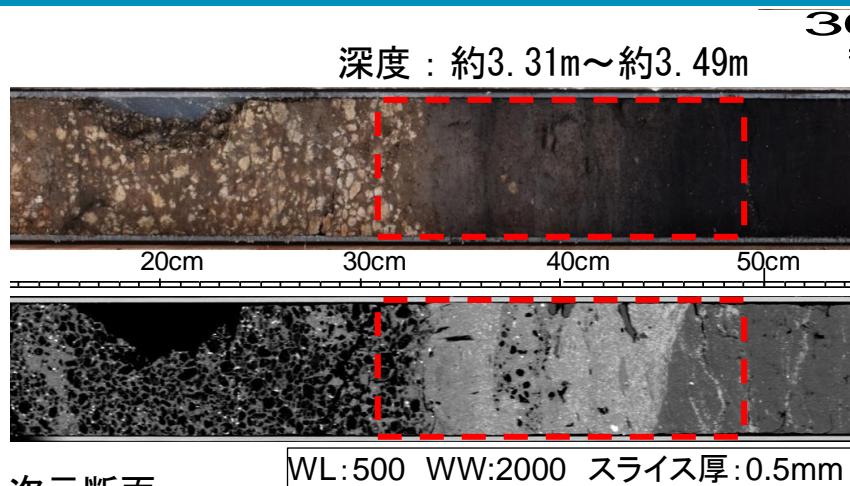
CT画像設定 WL:500 WW:2000 スライス厚:0.25mm

---:層相境界

- 深度3.08m付近で軽石を含む層中にシルトが挟在する。
- 深度3.12m付近の高密度粒子は甲地軽石に含まれる本質的物質ではなく、噴火に直接由来しない異質粒子であると考えられる。
- 以上より、深度3.12mより上位は再堆積であると考えられる。

4.2 降下火砕物の層厚
4.2.2 甲地軽石⑦

(KP-1孔のCT解析結果(甲地軽石(主部)と腐植質シルトの境界))



三次元CT凡例

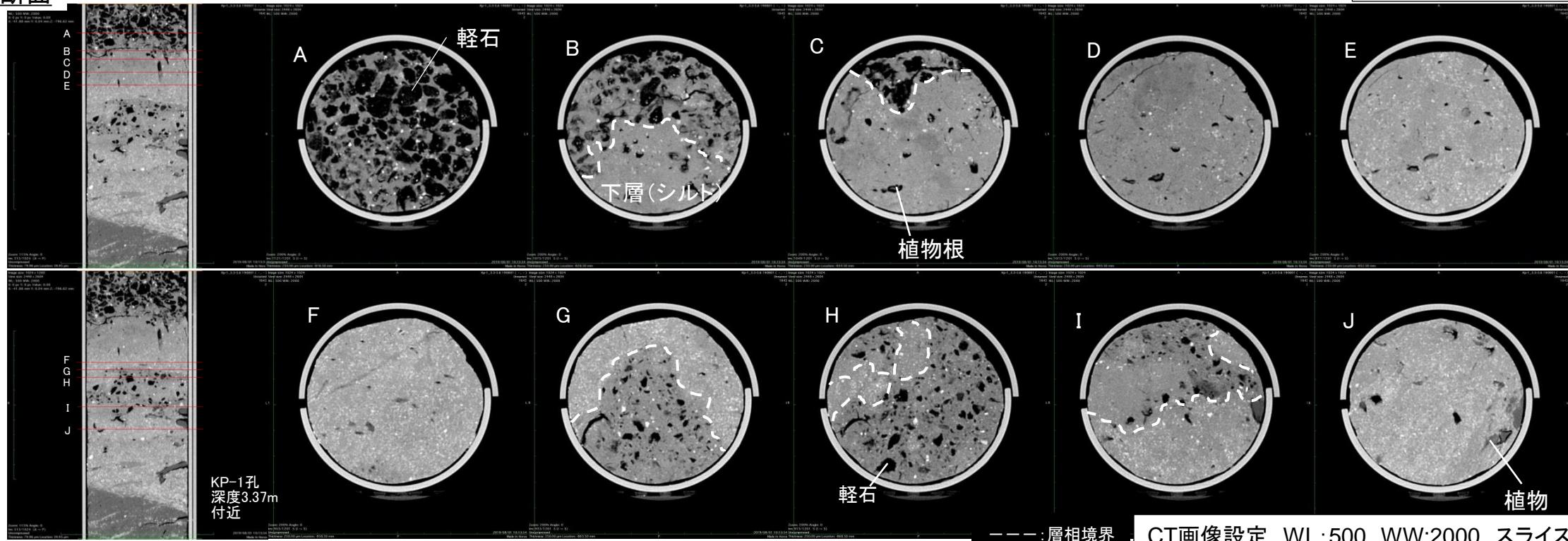
使用ソフト：Horos (Ver. 3.3.5)

表示モード：3D Volume Rendering

CT値	不透明度 (α値)
350	0.000
270	0.600
140	0.000

※上記範囲外は無着色
スライス厚0.5mm

2次元断面

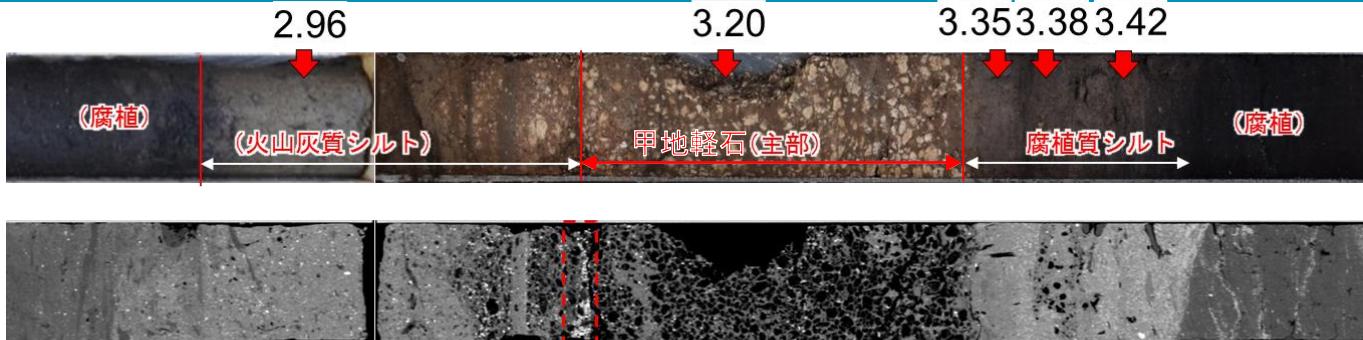


- 甲地軽石(主部)の直下では、甲地軽石と下位の地層との境界は凹凸がみられる。
- 甲地軽石(主部)の直下の腐植質シルト(深度約3.33～3.37m)中には植物根が発達しており、軽石は認められず、また同深度の腐植質シルト中には約1cmの腐植層を挟むことから、腐植質シルト(深度約3.33～3.37m)の堆積開始から甲地軽石が噴出するまでには、地質学的に有意な時間が経過していると考えられる。
- 甲地軽石より約4cm下方の腐植質シルト中(深度約3.37～3.40m)に、軽石が散在する層を挟在する。
- 散在する軽石を含む層は下位の腐植質シルトを削り込むように堆積し、散在する軽石粒子の淘汰は悪い。

4.2 降下火砕物の層厚

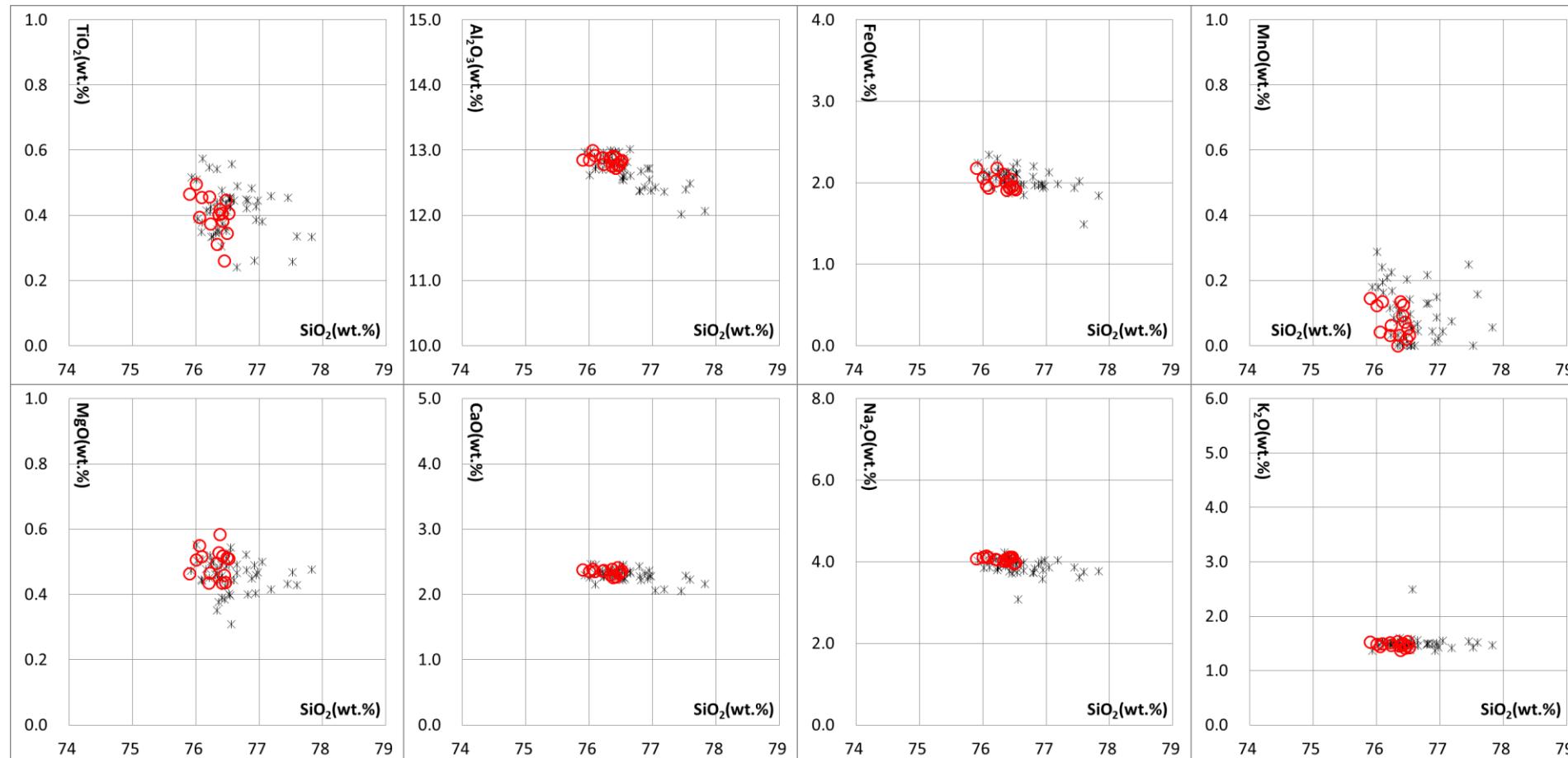
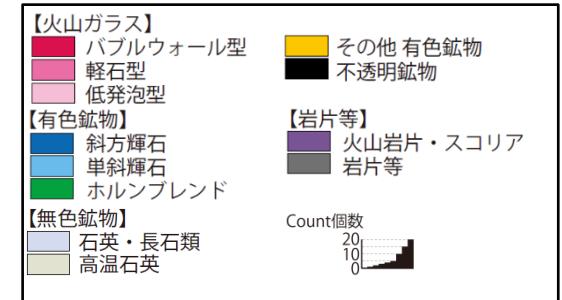
4.2.2 甲地軽石⑧

(KP-1孔の火山灰分析結果)



WL:500 WW:2000
スライス厚:0.5mm

深度 (m)	柱状図	試料名称	テフラ名	顕微鏡観察結果			屈折率測定結果		
				鉱物構成 (300粒子中) (個数)	鉱物構成 (岩片等を除いた割合) (%)	特記事項	火山ガラス (nd)	斜方輝石 (γ)	ホルンブレンド (n2)
3		KP-1_2.96	火山灰質シルト (甲地再堆積)			ホルンブレンド多い			
		KP-1_3.2	甲地軽石			斜方輝石 > 単斜輝石			(含有なし)
		KP-1_3.35	腐植質シルト			石英含む			
		KP-1_3.38	軽石						
		KP-1_3.42	腐植質シルト			石英含む			
町田・新井 (2011)		甲地軽石			斜方輝石, 単斜輝石				



* Matsu'ura et al.(2019):WP
○ KP-1_3.2

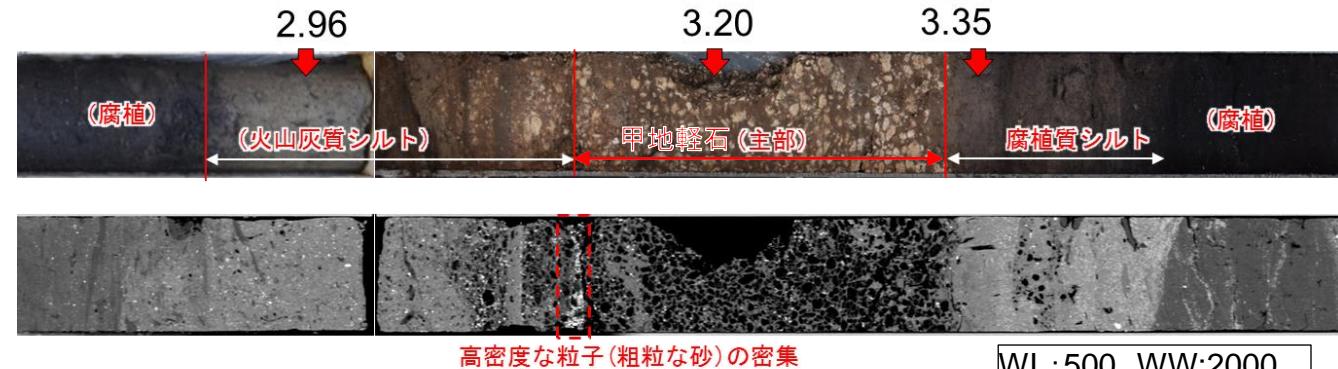
- 甲地軽石(主部)(深度3.2 m)の斜方輝石の屈折率および主成分分析結果は、甲地軽石と概ね一致する。
- 甲地軽石(主部)を挟んだ上下層準での火山ガラスの屈折率は甲地軽石(主部)よりも系統的に低く幅も広く、ホルンブレンドや石英が含まれる。
- 深度3.37m~3.40mの軽石は、甲地軽石とは異なる特徴を示す。

4.2 降下火砕物の層厚

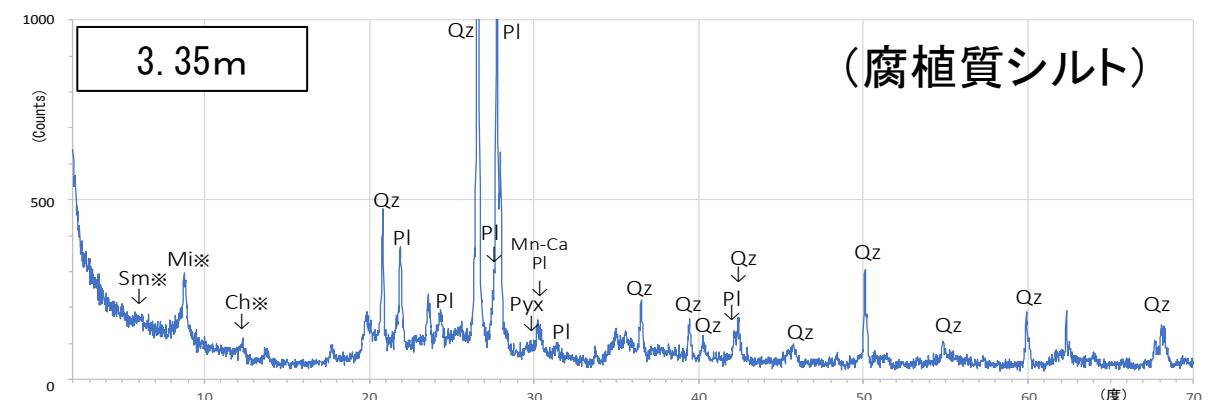
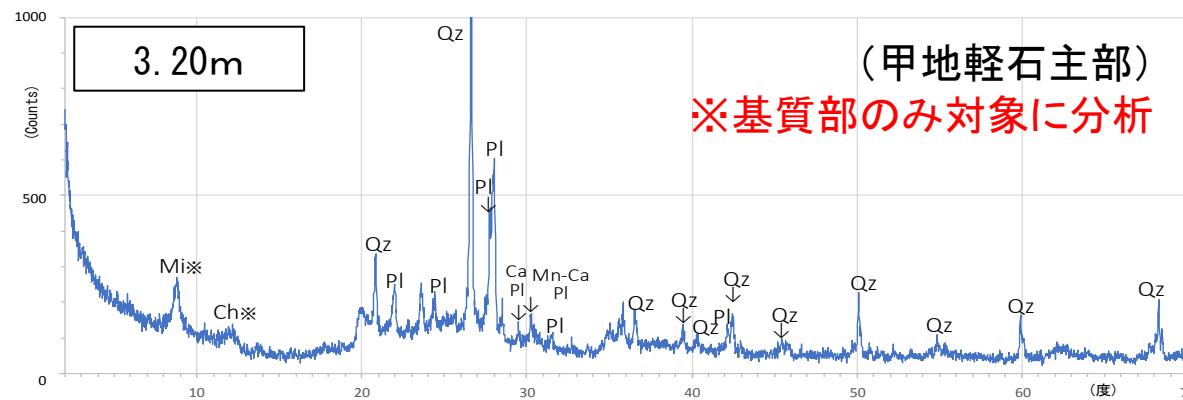
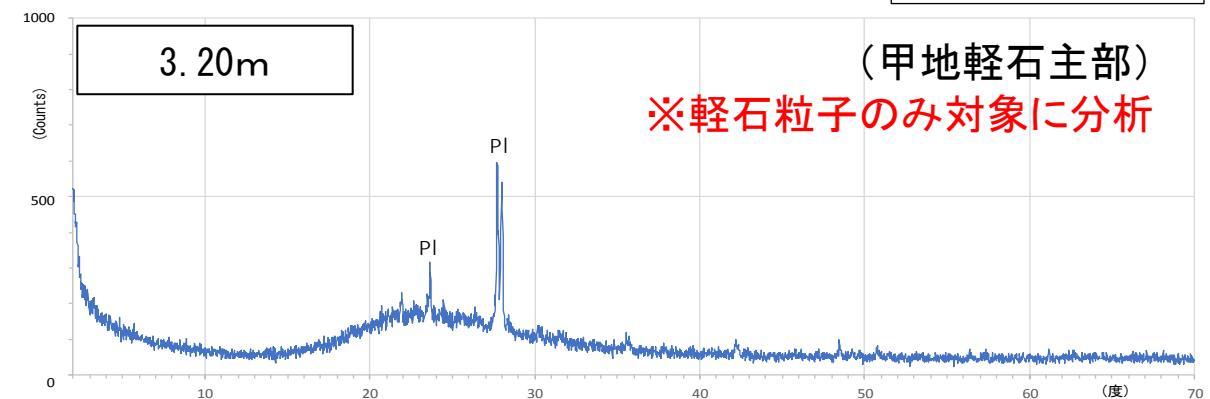
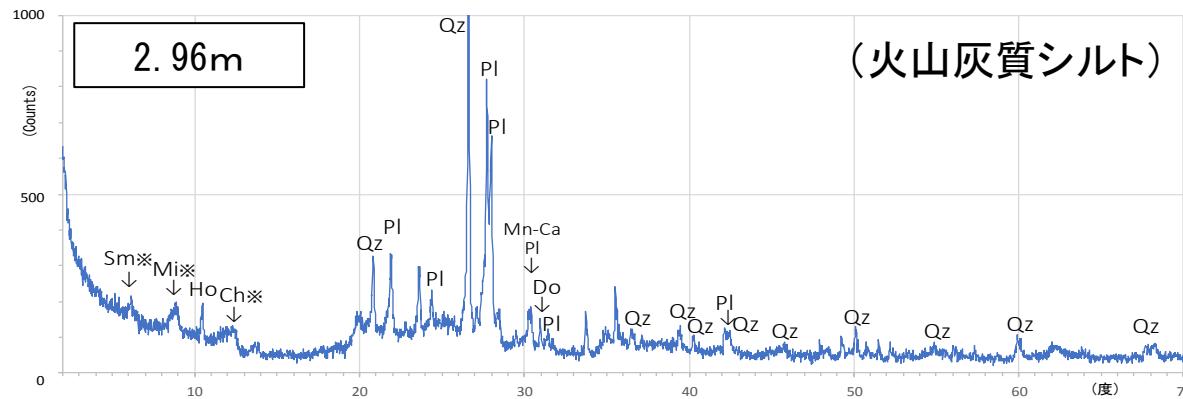
4.2.2 甲地軽石⑨

(KP-1孔のXRD分析結果)

- 甲地軽石主部の軽石のみの結果は、斜長石を除いて明瞭なピークは認められない。
- 一方、甲地軽石主部の基質部と甲地軽石主部の上下層では、甲地軽石に本来含まれない石英を多く含むことから、軽石間を充填する基質は二次的に混入したシルトであると考えられる。
- 甲地軽石(主部)より浅部(KP-1_2.96以浅)ではホルンブレンドのピークが認められ、顕微鏡観察結果とも矛盾しない。



WL:500 WW:2000
スライス厚:0.5mm



- | | |
|----------------------|----------------|
| Sm: スメクタイト(もしくは緑泥石)※ | PI: 斜長石 |
| Mi: 雲母類※ | Ho: ホルンブレンド |
| Ha: ハロイサイト※ | Pyx: 輝石 |
| Ch: 緑泥石(もしくはカオリナイト)※ | Ca: 方解石 |
| Ze: 沸石類 | Do: 苦灰石(ドロマイト) |
| Gyp: 石膏 | Ank: アンケライト |
| Gib: ギブサイト | Mn-Ca: マンガン方解石 |
| Cri: クリストバライト | Py: 黄鉄鉱 |
| Qz: 石英 | |
- ※不定方位法のため粘土鉱物の一部は未確定

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑩

(KP-1孔のまとめ)

➤ KP-1孔の甲地軽石の上部 (火山灰質シルト 22cm (2.90m~3.12m))

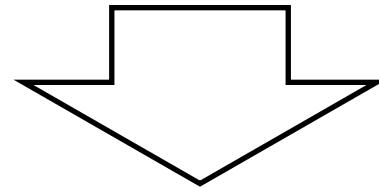
- ① 甲地軽石の主部と比較して軽石は少なく散在する。
- ② 甲地軽石の火山灰粒子を含むが、甲地軽石に本質的に含まれないホルンブレンドや高密度な粒子を含む。
⇒火山灰質シルトの構成物は甲地軽石のほか、起源が異なる多様な粒子を含み、全体に渡って再堆積している。

➤ 甲地軽石 (主部 21cm (3.12m~3.33m))

- ① 甲地軽石に対比される軽石が比較的密に集積する。
- ② 上位の火山灰質シルト及び下位の腐植質シルトと同様に、甲地軽石には本来含まれない石英を含む。石英は、シルトからなる基質部に含まれる。
⇒本孔の甲地軽石は水中に降下し、下位層と同様のシルトを二次的に混入しながら堆積したと考えられ、甲地軽石そのものの層厚よりも厚く見積もられている可能性がある。

➤ 甲地軽石の下位層 (腐植質シルト 3.33m~3.46m)

- ① 甲地軽石の直下の腐植質シルト(深度約3.33~3.37m)中には、植物根が発達しており、軽石は認められない。
- ② 3.37m付近に約1cm程度の腐植層が挟まれる。
- ③ 腐植質シルト中の3.37m以深には軽石が散在する層を挟在するが、火山灰分析の結果、甲地軽石とは異なる。
⇒甲地軽石の下位層は腐植を含んだ堆積性のシルトからなり、甲地軽石を含まない。
腐植質シルトの堆積開始から甲地軽石が噴出するまでには地質学的に有意な時間が経過していると考えられる。



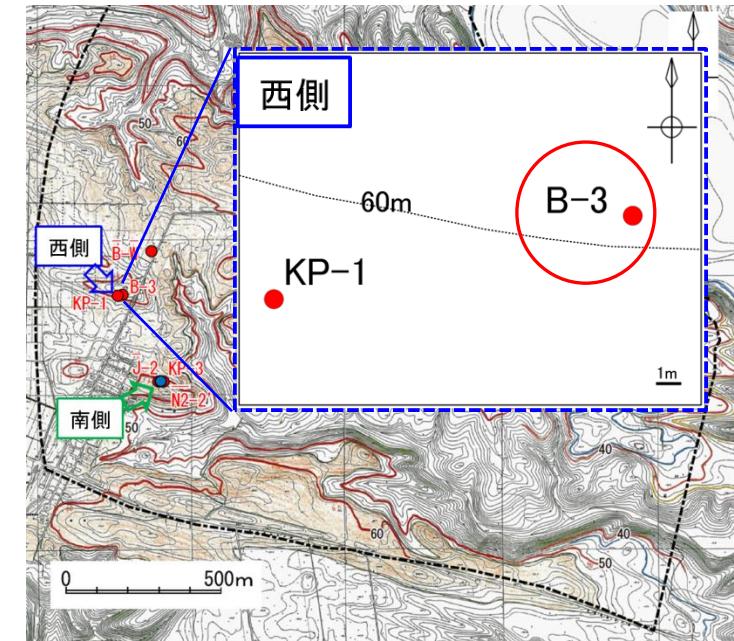
➤ 再堆積を含む甲地軽石の層厚は43cmと評価

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑪

(B-3孔のコア観察結果)

B-3孔 (掘削深度 : 5.00~10.00m, 孔口標高 : 59.92m)



第290回審査会合での甲地軽石の評価範囲 (39 cm)



4.2 降下火砕物の層厚

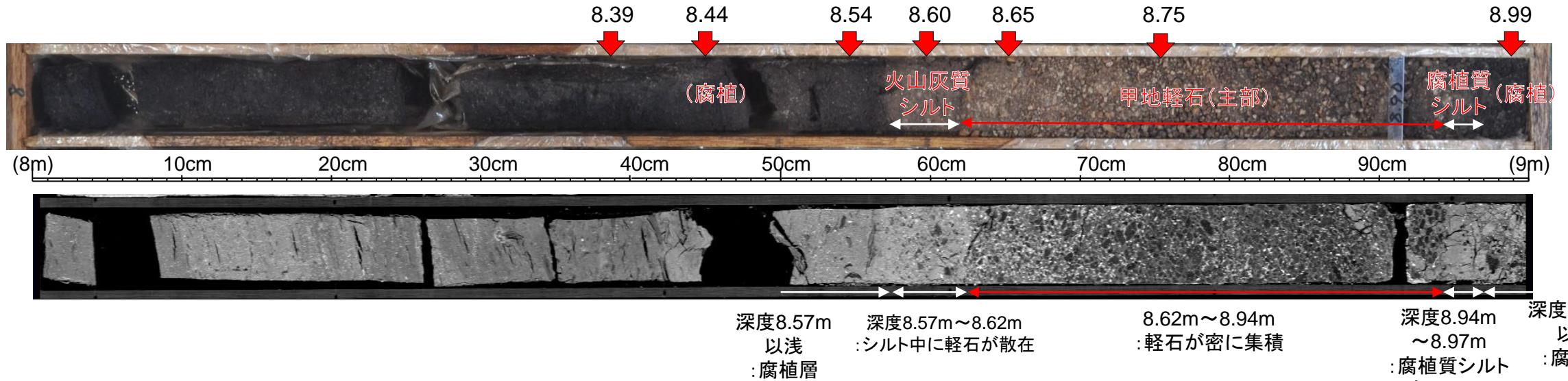
4.2.2 甲地軽石⑫

(B-3孔のCT解析結果)

深度：8.00～9.00m
※CT画像はサンプリング実施後

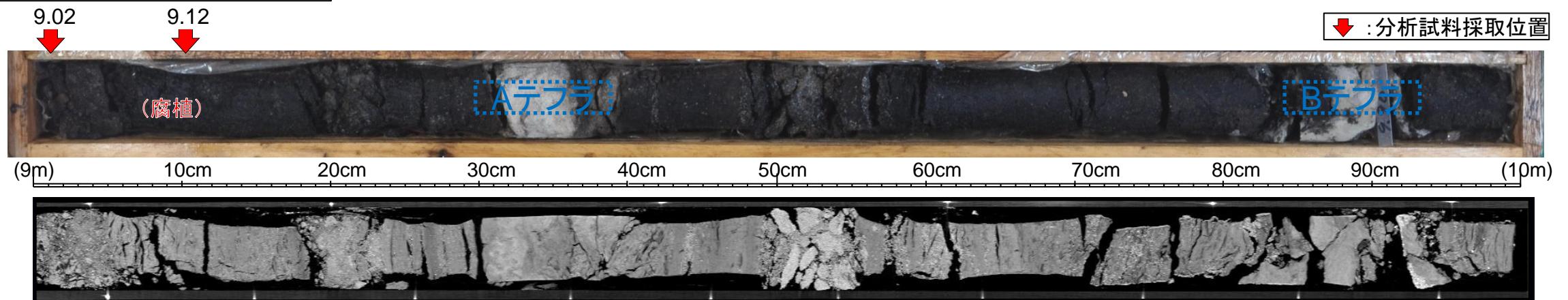
CT画像設定 WL:300 WW:2500 スライス厚:0.5mm

↓ : 分析試料採取位置



深度：9.00～10.00m
※CT画像はサンプリング実施後

↓ : 分析試料採取位置

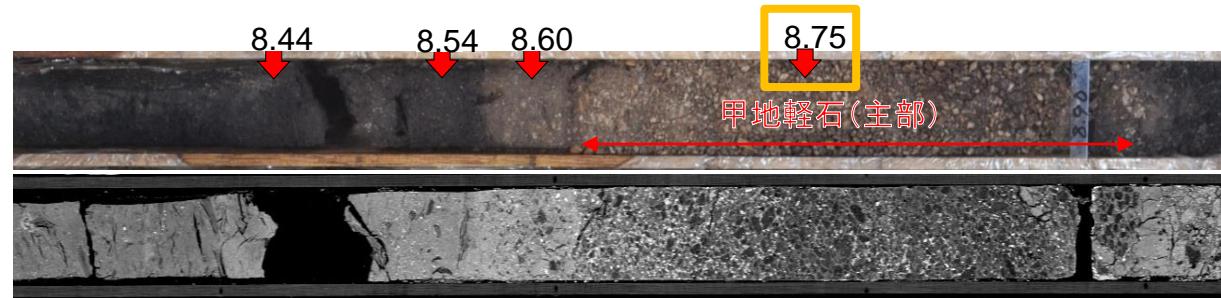


- 甲地軽石 (主部) (深度8.62m～8.94m) に軽石 (CT画像では最大1cm程度の黒色粒子) が密に集積している。
- 甲地軽石 (主部) より上位 (深度8.57m～8.62m) ではシルト中に軽石が散在する様相が確認できる。
- 甲地軽石 (主部) の下位の腐植質シルト (深度8.94m～8.97m) は、KP-1孔と同様に軽石を含まない層 (深度8.94m～8.96m) を挟んで、より下位に (深度8.96m～8.97m) 淘汰の悪い軽石が散在する。

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑬

(B-3孔の火山灰分析結果)



WL: 300
WW: 2500
スライス厚: 0.5mm

- 軽石主部(8.75m):
 - 火山ガラスと斜方輝石の屈折率および主成分分析結果は、甲地軽石と概ね一致する。
- 主部上位の火山灰質シルト(8.60m):
 - 甲地軽石に本質的に含まれないホルンブレンドを含有する。
 - 火山ガラス及び斜方輝石の屈折率は幅が広く、甲地軽石に由来しない粒子も含む。

深度 (m)	柱状図	試料名称	テフラ名	顕微鏡観察結果			屈折率測定結果																			
				鉱物構成 (300粒子中)					鉱物構成 (岩片等を除いた割合)					火山ガラス (nd)				斜方輝石 (γ)				ホルンブレンド (n2)				
				(個数)					(%)					1.500 1.510 1.520 1.530 1.540				1.700 1.710 1.720 1.730				1.670 1.680 1.690				
8		B-3_8.44		[Bar chart showing mineral composition]					[Bar chart showing mineral composition]					[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				
		B-3_8.54		[Bar chart showing mineral composition]					[Bar chart showing mineral composition]					[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				
		B-3_8.60		[Bar chart showing mineral composition]					[Bar chart showing mineral composition]					[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				
		B-3_8.75	甲地軽石	[Bar chart showing mineral composition]					[Bar chart showing mineral composition]					[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				(含有なし)
3.20		KP-1_3.2m	甲地軽石	[Bar chart showing mineral composition]					[Bar chart showing mineral composition]					[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				(含有なし)
		町田・新井 (2011)	甲地軽石	[Bar chart showing mineral composition]					[Bar chart showing mineral composition]					[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				[Refractive index plot]				



4.2 降下火砕物の層厚

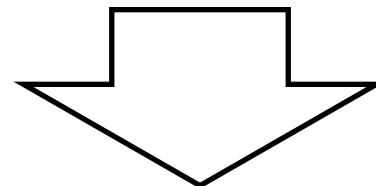
4.2.2 甲地軽石⑭

(B-3孔のまとめ)

- 甲地軽石の上位層(火山灰質シルト 5cm(8.57m~8.62m))
 - ① 甲地軽石の主部と比較して軽石は少なく、シルト中に散在する。
 - ② 甲地軽石の火山灰粒子を含むが、甲地軽石に本質的に含まれないホルンブレンドを含有する。
⇒火山灰質シルトの構成物は甲地軽石のほか、起源が異なる多様な粒子を含み、全体に渡って再堆積している。

- 甲地軽石(主部 32cm(8.62m~8.94m))
 - ① 甲地軽石に対比される軽石が比較的密に集積する。
 - ② 上位の火山灰質シルト及び下位の腐植質シルトと同様に石英を含む。
⇒本孔の甲地軽石は水中に降下し、下位層と同様のシルトを二次的に混入しながら堆積したと考えられ、甲地軽石そのものの層厚よりも厚く見積もられている可能性がある。

- 甲地軽石の下位層(腐植質シルト 8.94m~8.97m)
 - ① KP-1孔と同様に軽石を含まない層を挟んで、より下位には淘汰の悪い軽石が散在する。



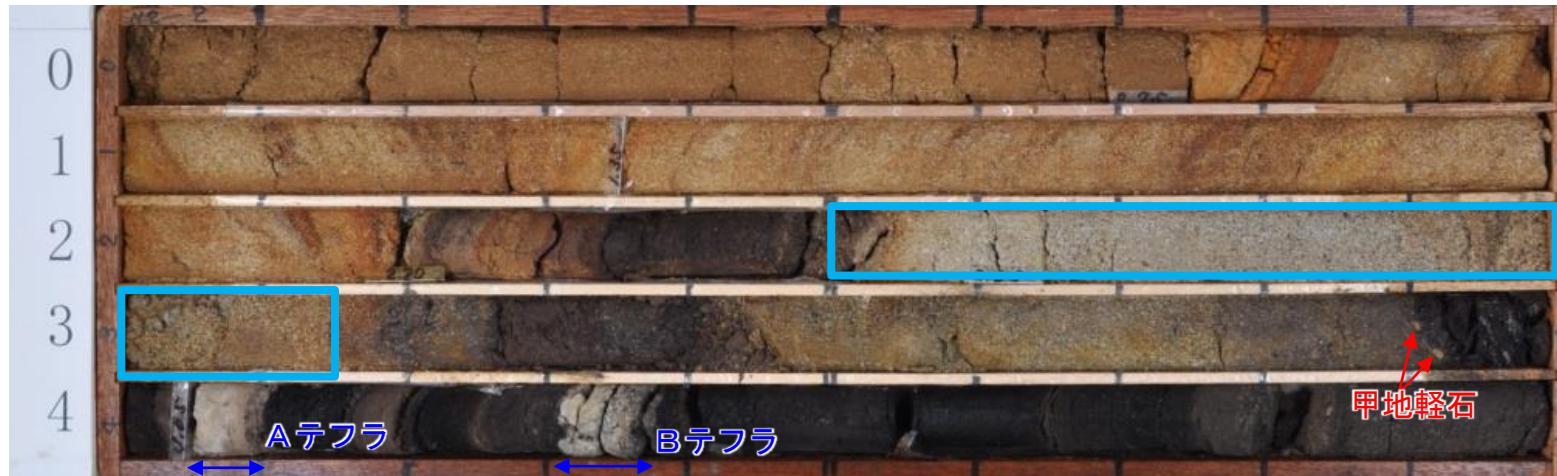
➤ 再堆積を含む甲地軽石の層厚は37cmと評価。

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑮

(N2-2' 孔及びKP-3のコア観察結果)

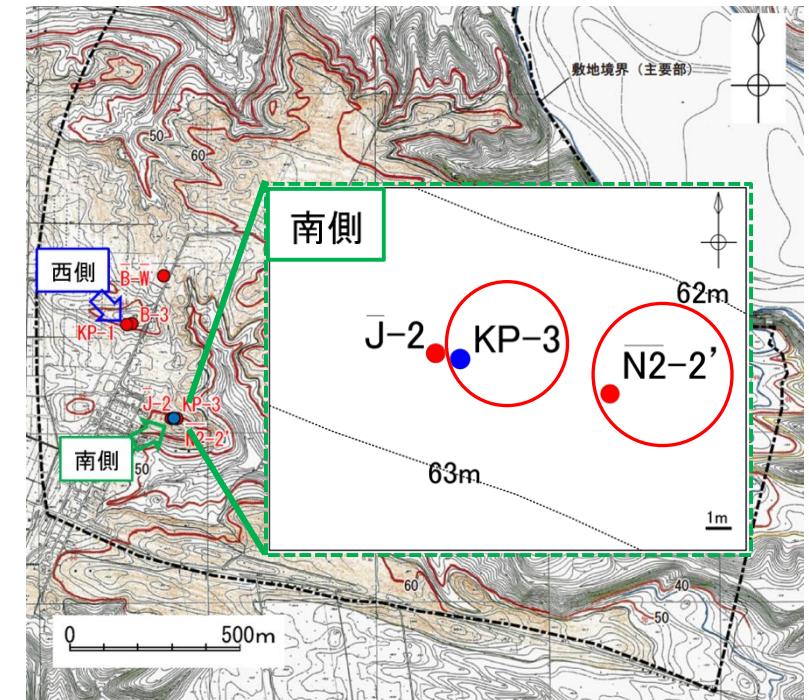
N2-2' (掘削深度 : 0.00~5.00m, 孔口標高 : 54.99m)



KP-3 (掘削深度 : 0.00~6.00m, 孔口標高 : 55.25m)



第290回審査会合
コメントの範囲



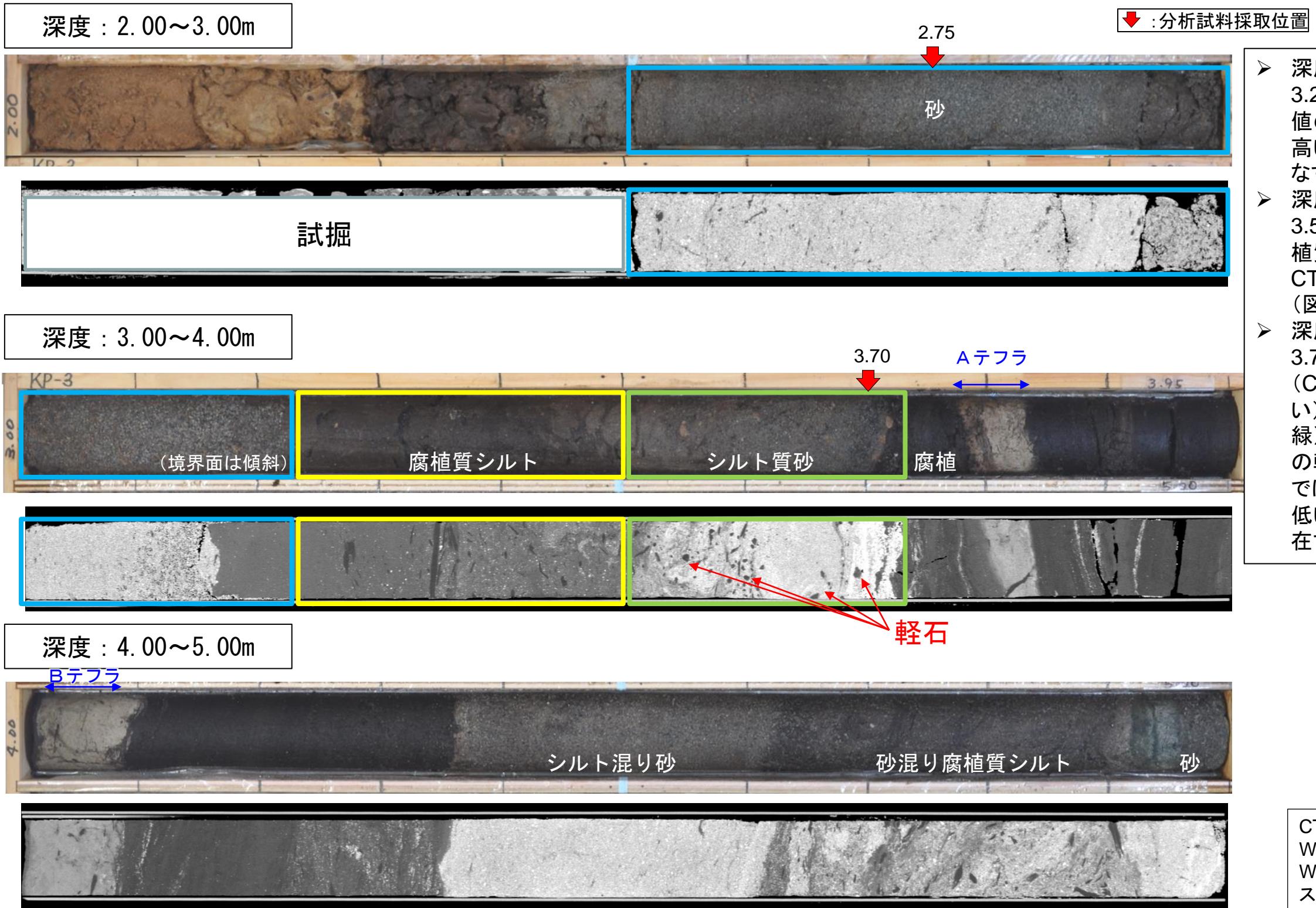
- ・N2-2' 孔の近傍でボーリング調査(KP-3 孔)を新たに実施した。
- ・N2-2' 孔とKP-3孔の層相・出現深度は概ね一致する。
- ・N2-2' 孔の深度2.50m~3.25mは砂からなり、乾燥により灰白色を呈するが、KP-3孔では2.43m~3.22mは灰色の砂からなる。
- ・N2-2' 孔の深度3.40m~3.42m, KP-3孔の深度3.50m~3.72mの砂中に軽石が散在する。

※N2-2' 孔及びJ-2孔の近隣 (J-2孔の1m東) でボーリング調査を新たに実施

4.2 降下火碎物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑬

(KP-3のCT解析結果)



- 深度2.50m～約3.20mにかけてCT値の高い(密度の高い)粒子が砂層をなす(図中青)。
- 深度約3.20m～約3.50mにかけて腐植質シルトでありCT値(密度)が低い(図中黄色)。
- 深度約3.50m～約3.72mまでは砂層(CT値(密度)が高い)となり(図中緑), 最大1cm程度の軽石(CT画像上ではCT値(密度)が低いため黒色)が散在する。

CT画像設定
WL:500
WW:2000
スライス厚:0.5mm

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑰

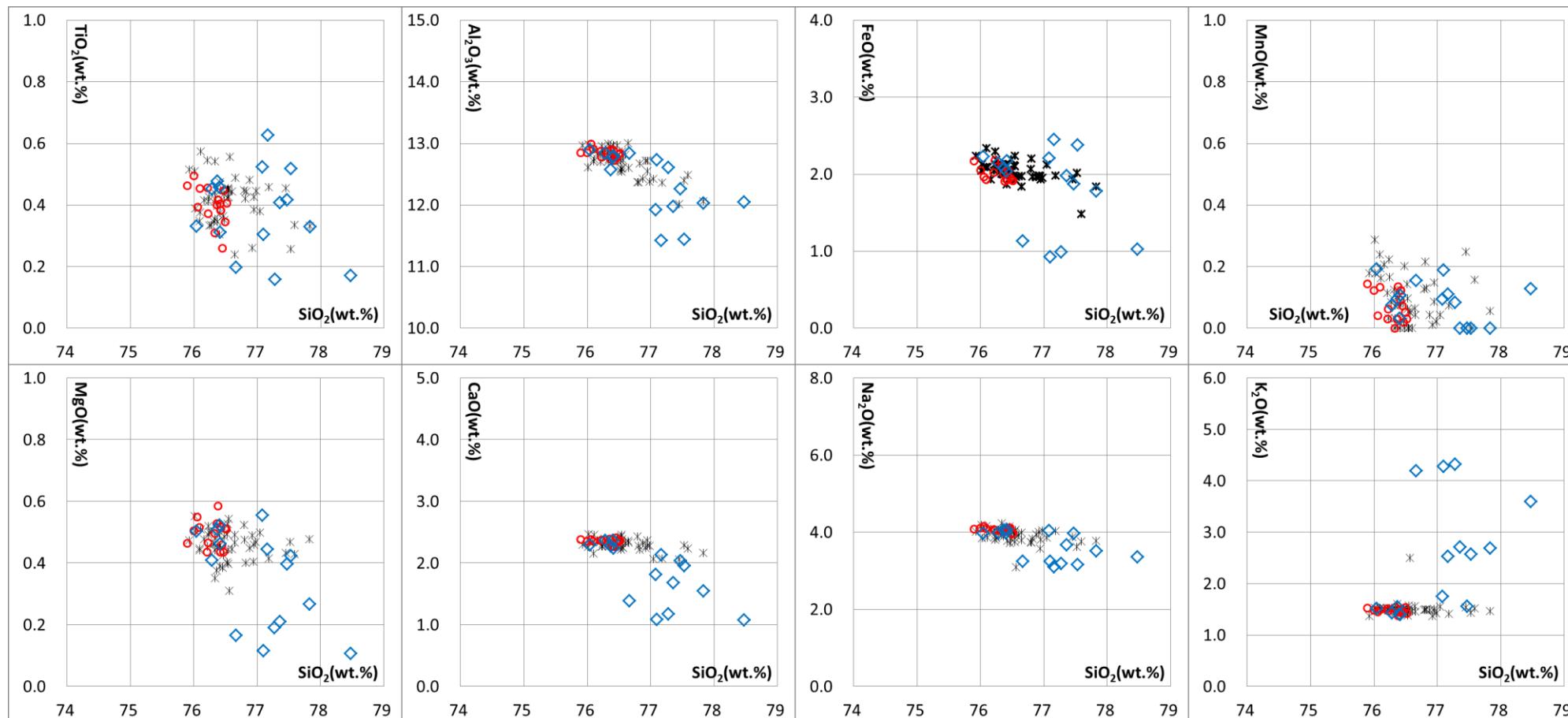
(KP-3の火山灰分析結果)



深度 (m)	柱状図	試料名称	テフラ名	顕微鏡観察結果			屈折率測定結果		
				鉱物構成 (300粒子中) (個数)	鉱物構成 (岩片等を除いた割合) (%)	特記事項	火山ガラス (nd)	斜方輝石 (γ)	ホルンブレンド (n2)
		KP-3_3.70	甲地軽石を含む			ホルンブレンド含む			

(※散在する軽石粒子を対象にして実施)

3.20		KP-1_3.2m	甲地軽石			斜方輝石>単斜輝石			(含有なし)
		町田・新井 (2011)	甲地軽石			斜方輝石, 単斜輝石			



* Matsu'ura et al.(2019):WP
 ○ KP-1_3.2
 ◇ KP-3_3.70

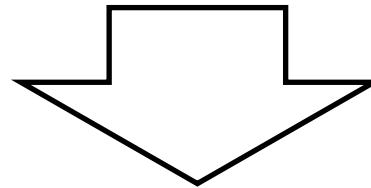
- 甲地軽石に本質的に含まれないホルンブレンドを含有する。
- 火山ガラスと斜方輝石の屈折率および主成分分析結果は、甲地軽石に由来しない粒子も含むと考えられるが、甲地軽石と概ね一致する。

4.2 降下火碎物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑱

(N2-2' 孔及びKP-3のまとめ)

- N2-2' 孔深度2.50m～3.25mは砂からなり、乾燥により灰白色を呈する。
- KP-3孔では2.43m～3.22mは灰色の砂からなる。
- なお、N2-2' 孔とKP-3孔は同様に砂層に甲地軽石の粒子がわずかに散在する。
(甲地軽石の出現深度はN2-2' 孔では3.90m～3.92m, KP-3孔では深度3.50m～3.72mである)。



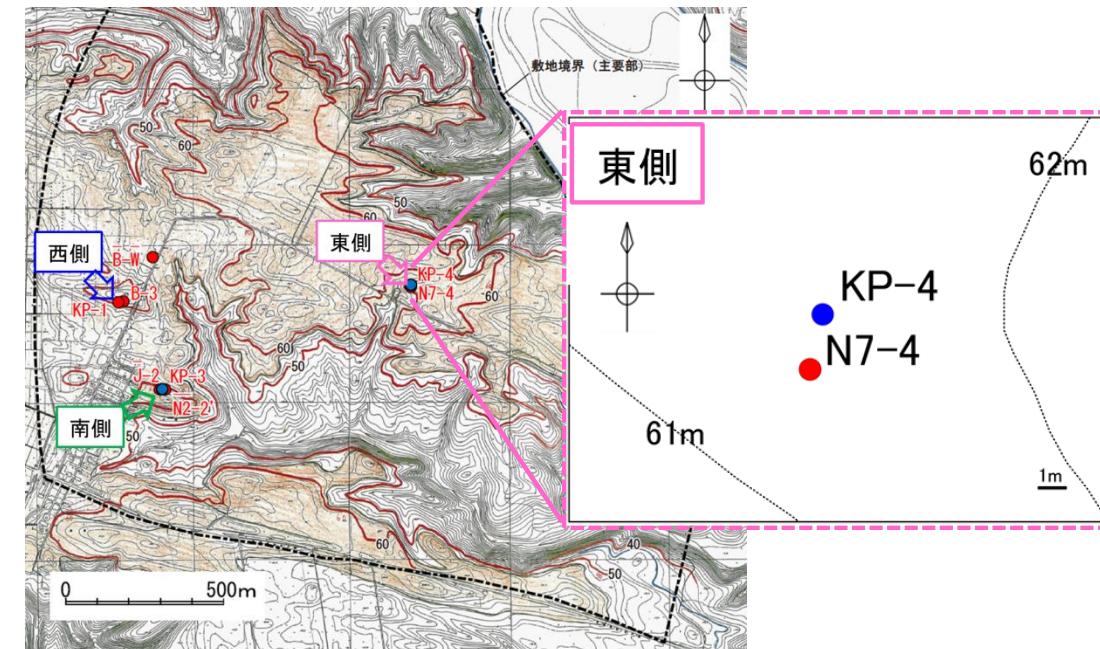
- N2-2'孔及びKP-3孔においては、甲地軽石は砂層中に散在しており、層を成していないため、両孔は層厚評価には適さない。

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石⑬

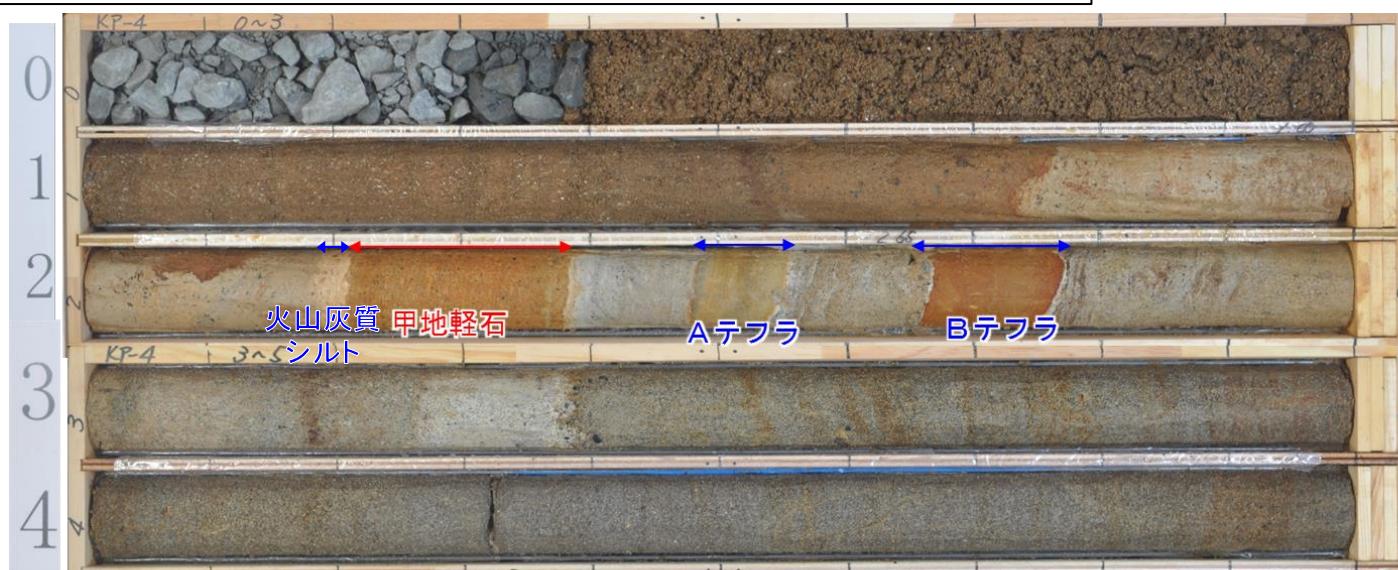
(N7-4孔及びKP-4孔のコア観察結果)

N7-4 (掘削深度 : 0.00~10.00m, 孔口標高 : 61.03m)



第290回審査会合
コメントの範囲

KP-4 (掘削深度 : 0.00~5.00m, 孔口標高 : 55.44m)



- ・N7-4孔の近隣(1m北)でボーリング調査(KP-4孔)を新たに実施した。
- ・N7-4孔では, 深度7.50m~7.66mは甲地軽石, 7.66m~7.76mは砂層, 7.76m~7.80mは細粒火山灰(Aテフラ), 7.80m~7.90mは砂層, 7.90m~8.01mは細粒火山灰(Bテフラ)からなり, AテフラとBテフラは連続しておらず, KP-4孔でも同様の関係である。

※N7-4孔の近隣(1m北)でボーリング調査を新たに実施(敷地造成により甲地軽石の出現深度が異なる)

4.2 降下火砕物の層厚

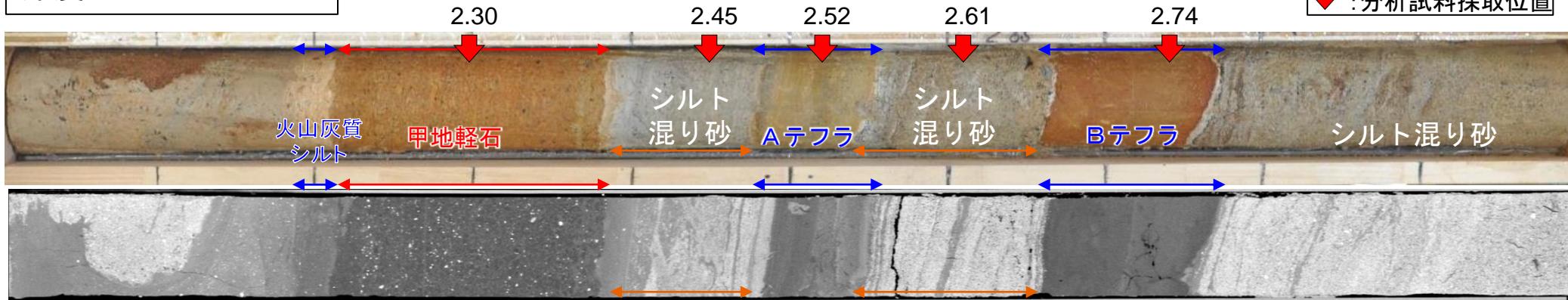
4.2.2 甲地軽石⑳

(KP-4孔のCT解析結果)

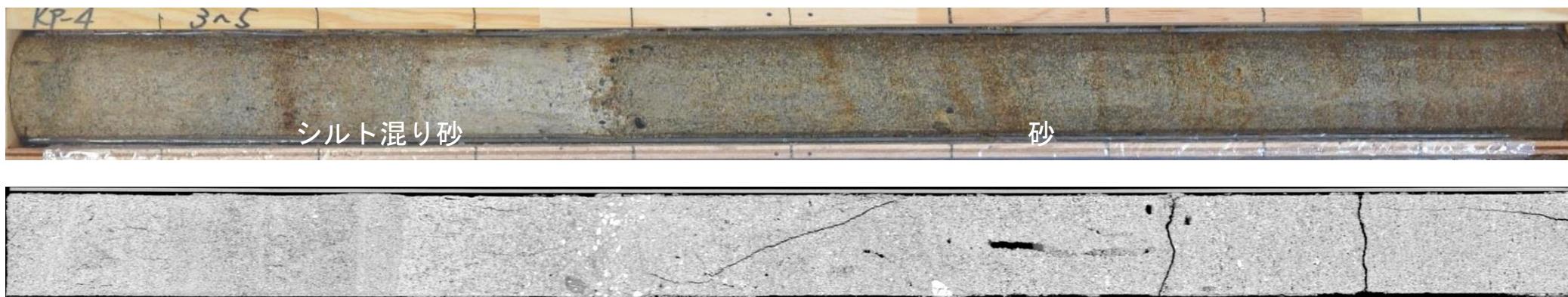
深度 : 1.00~2.00m



深度 : 2.00~3.00m



深度 : 3.00~4.00m



- KP-4孔で深度2.21~2.38mは明褐色に風化した軽石(甲地軽石)を挟む。
- 深度2.48~2.55mは明黄褐色の細粒火山灰(Aテフラ), 深度2.66~2.76mは赤褐色の細粒火山灰(Bテフラ)を挟む。
- 甲地軽石とAテフラの間(深度2.38~2.48m)は軽石および細粒火山灰よりもCT値(密度)が高いシルト混り砂からなり, AテフラとBテフラの間(深度2.55~2.66m)も同様シルト混り砂からなる。

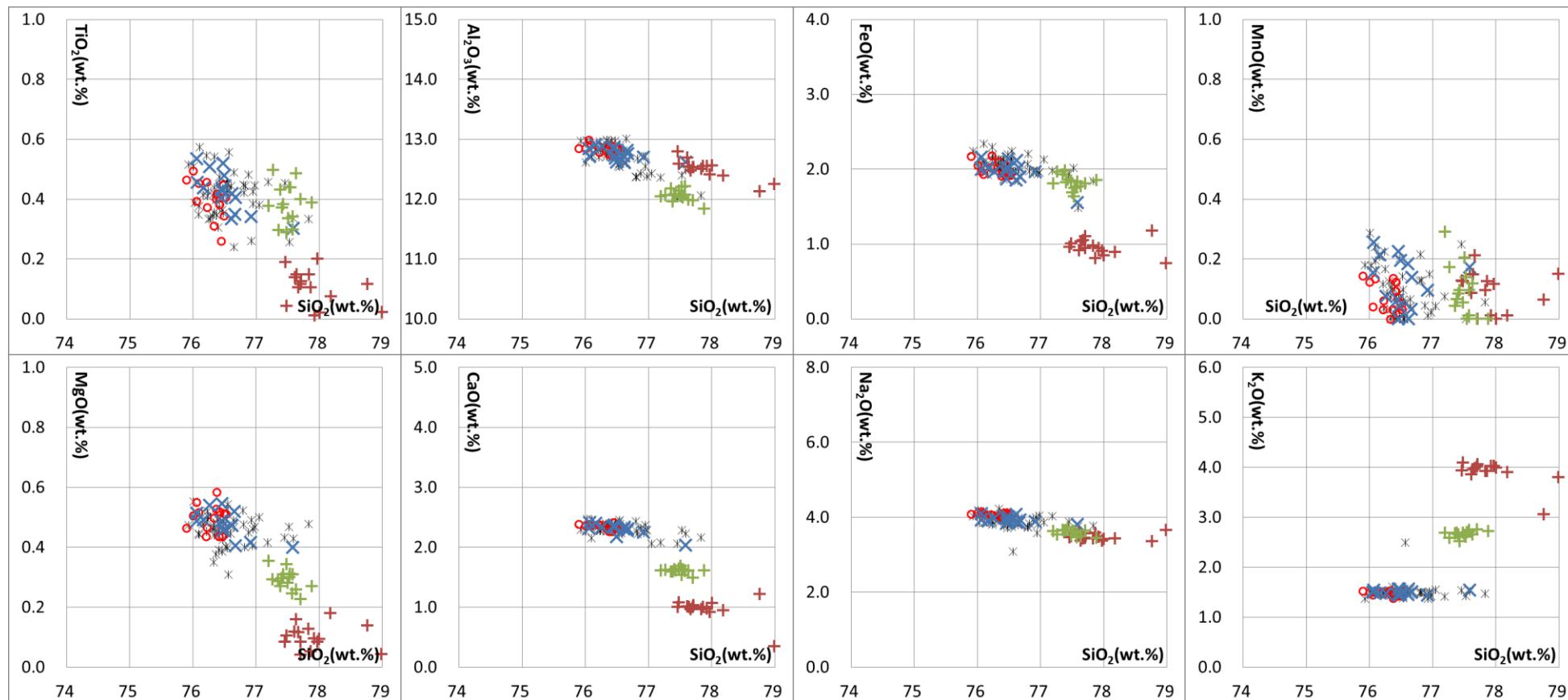
CT画像設定
WL:500
WW:2000
スライス厚:0.5mm

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石②①

(KP-4孔の火山灰分析結果)

深度 (m)	柱状図	試料名称	テフラ名	顕微鏡観察結果			屈折率測定結果		
				鉱物構成 (300 粒子中) (個数)	鉱物構成 (岩片等を除いた割合) (%)	特記事項	火山ガラス (nd)	斜方輝石 (γ)	ホルンブレンド (n2)
				0 50 100 150 200 250	0 20 40 60 80 100		1.500 1.510 1.520 1.530 1.540	1.700 1.710 1.720 1.730	1.670 1.680 1.690
2		KP-4_2.30	甲地軽石			斜方輝石 > 単斜輝石			(含有なし)
		KP-4_2.52	給源不明火山灰 A テフラ						
		KP-4_2.74	給源不明火山灰 B テフラ						(含有なし)
3.20		KP-1_3.2m	甲地軽石			斜方輝石 > 単斜輝石			(含有なし)
	町田・新井 (2011)		甲地軽石			斜方輝石, 単斜輝石			



* Matsu'ura et al.(2019):WP
 ○ KP-1_3.2
 × KP-4_2.30
 + KP-4_2.52
 + KP-4_2.74

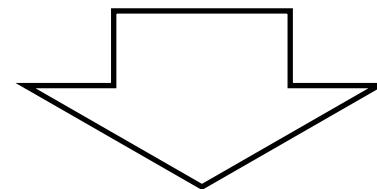
- 深度2.30mの軽石層は、斜方輝石と単斜輝石を含み、ホルンブレンドは含まない甲地軽石の特徴と一致する。
- また、火山ガラスと斜方輝石の屈折率および主成分分析結果も、甲地軽石と概ね一致する。
- 一方、給源不明のAテフラ、Bテフラは甲地軽石とは明瞭に異なる。

4.2 降下火砕物の層厚

4.2.2 甲地軽石②

(N7-4孔及びKP-4孔のまとめ)

- N7-4孔とKP-4孔の層相は概ね一致しており、甲地軽石とAテフラの間およびAテフラとBテフラの間にはシルト混じり砂層が存在する。
- KP-4孔
 - 甲地軽石 (17cm (2.21m~2.38m))
 - ・明褐色の軽石からなり、甲地軽石に同定される。
 - ・火山灰分析の結果、甲地軽石とAテフラ、Bテフラはそれぞれ異なる降下火砕物である。
- N7-4孔
 - 甲地軽石 (16cm (7.50m~7.66m))
 - ・粘土化した褐色の軽石からなり、KP-4孔の調査結果より甲地軽石と判断。



甲地軽石の層厚は17cmと評価。