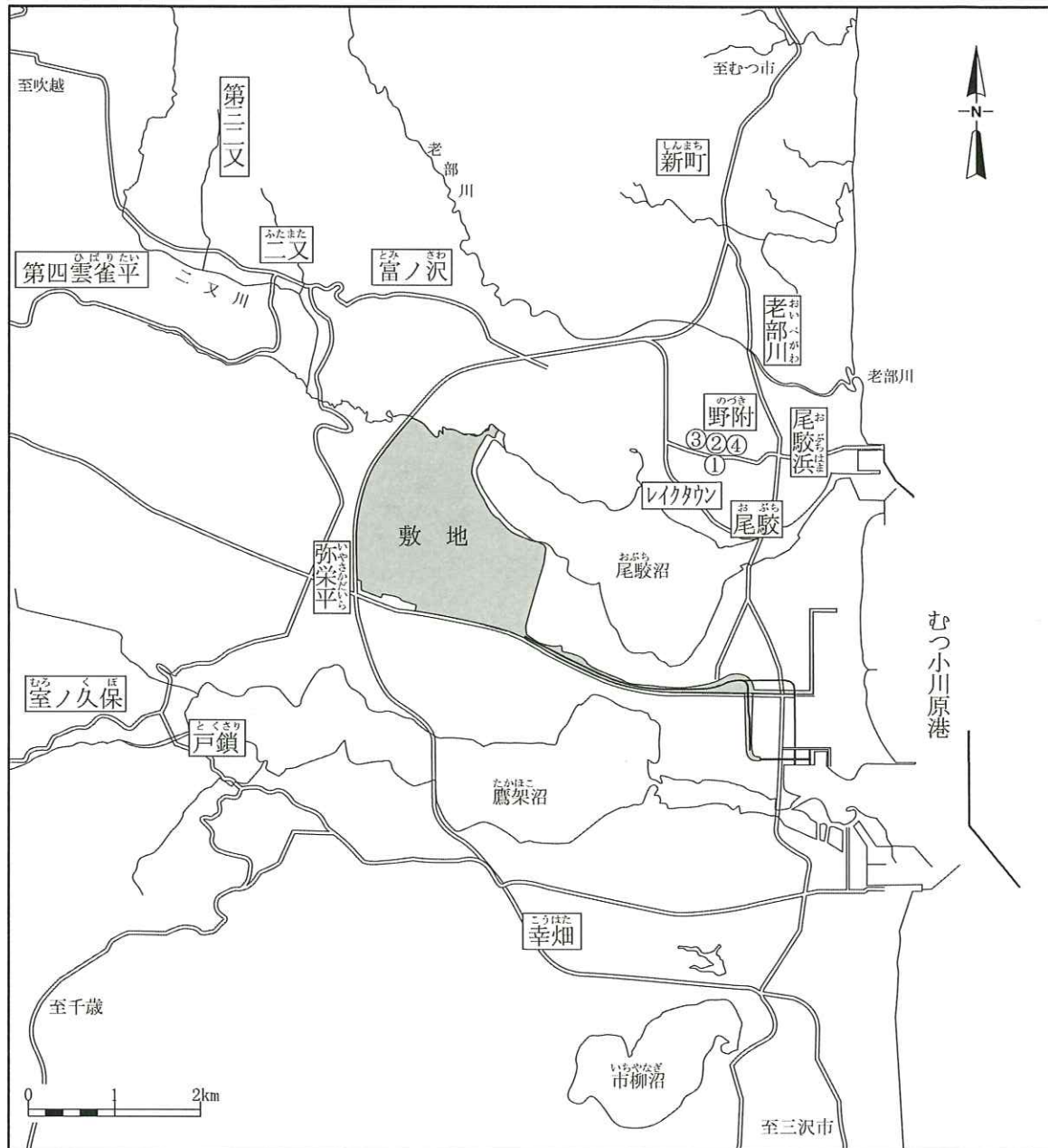


添付書類三 6. 社会環境を以下のとおり補正する。

ページ	行	補正前	補正後
** 3-6-17 から 3-6-22 まで	—	下記の図を右記のとおり変更する。 第6.2-1図 廃棄物管理施設 付近の集落，学校，幼稚園， 保育所及び医療機関の位置 から 第6.6-2図 六ヶ所都市計画 図	別紙-1の図に変更する。
** 3-6-18 の次	—	(追加)	別紙-2の図を追加する。

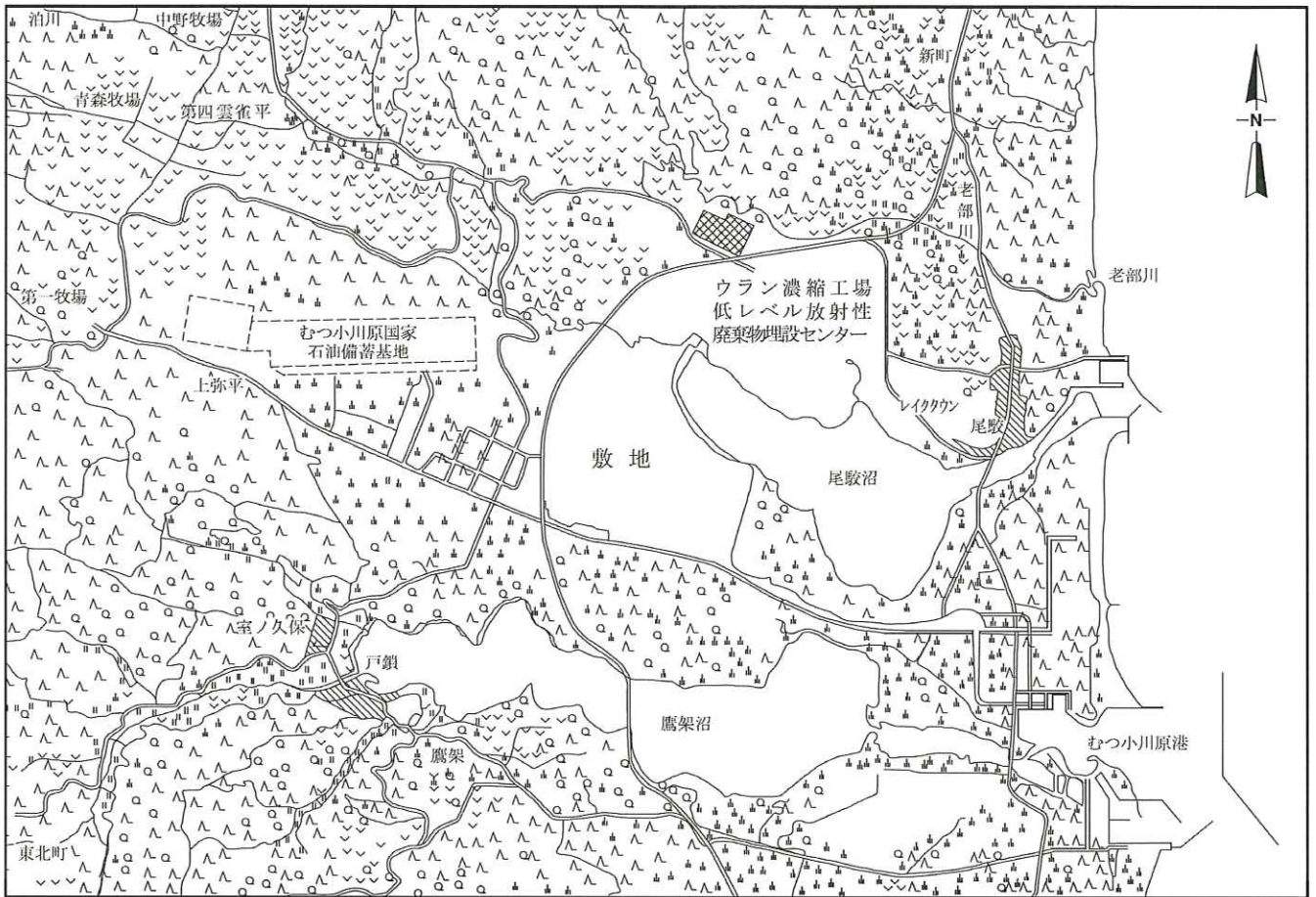
なお，**を付したページは，平成29年5月9日付け，2017再計発第75号で一部補正のページを示す。



注：口内の名称は集落名を示す。

凡 例	
①	第一中学校
②	尾駸小学校
③	おぶちこども園
④	六ヶ所村地域 家庭医療センター

第6.2-1図 廃棄物管理施設付近の集落，学校，認定こども園
及び医療機関の位置

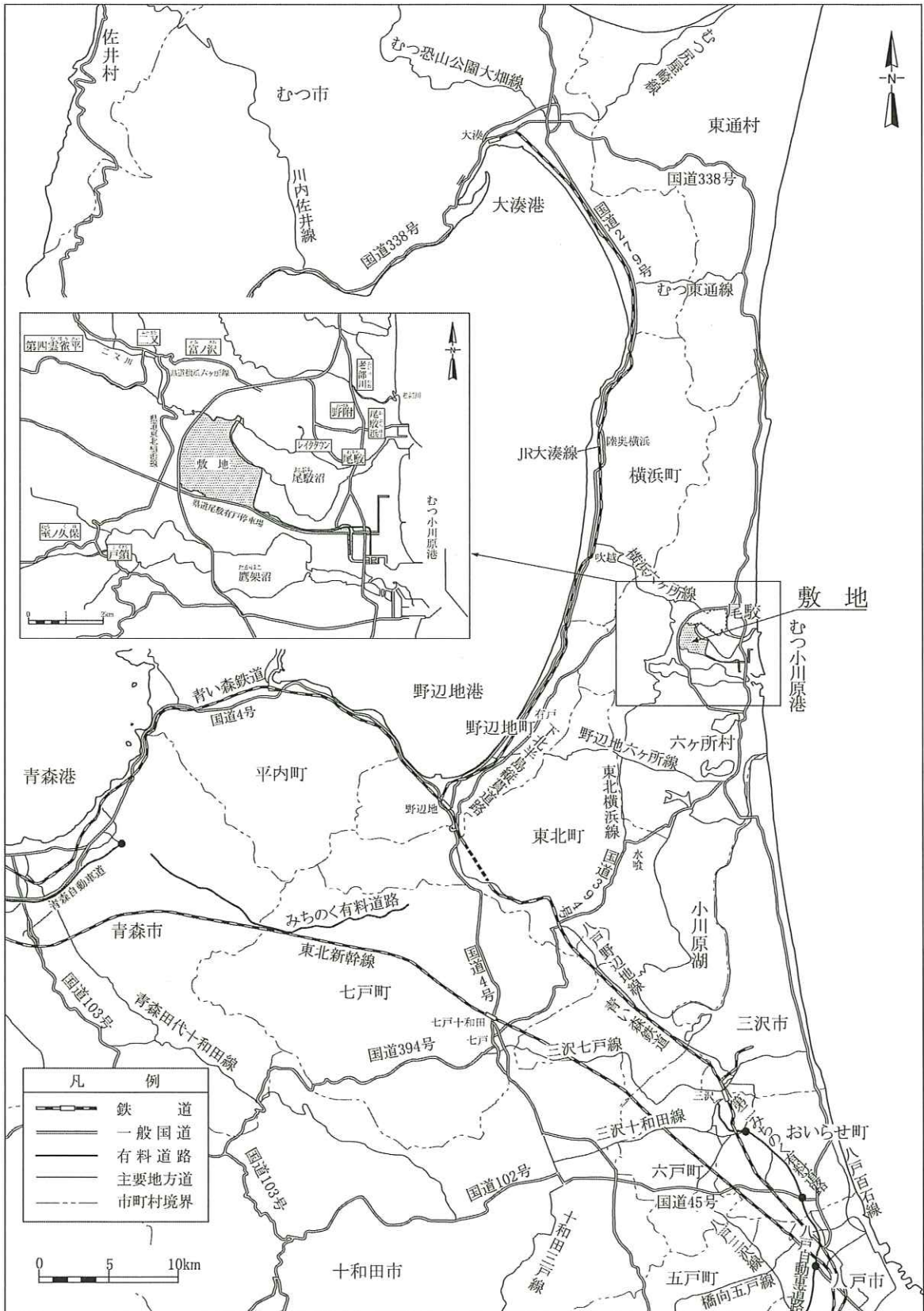


「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を使用したものである。(承認番号 平25東使, 第7号)」

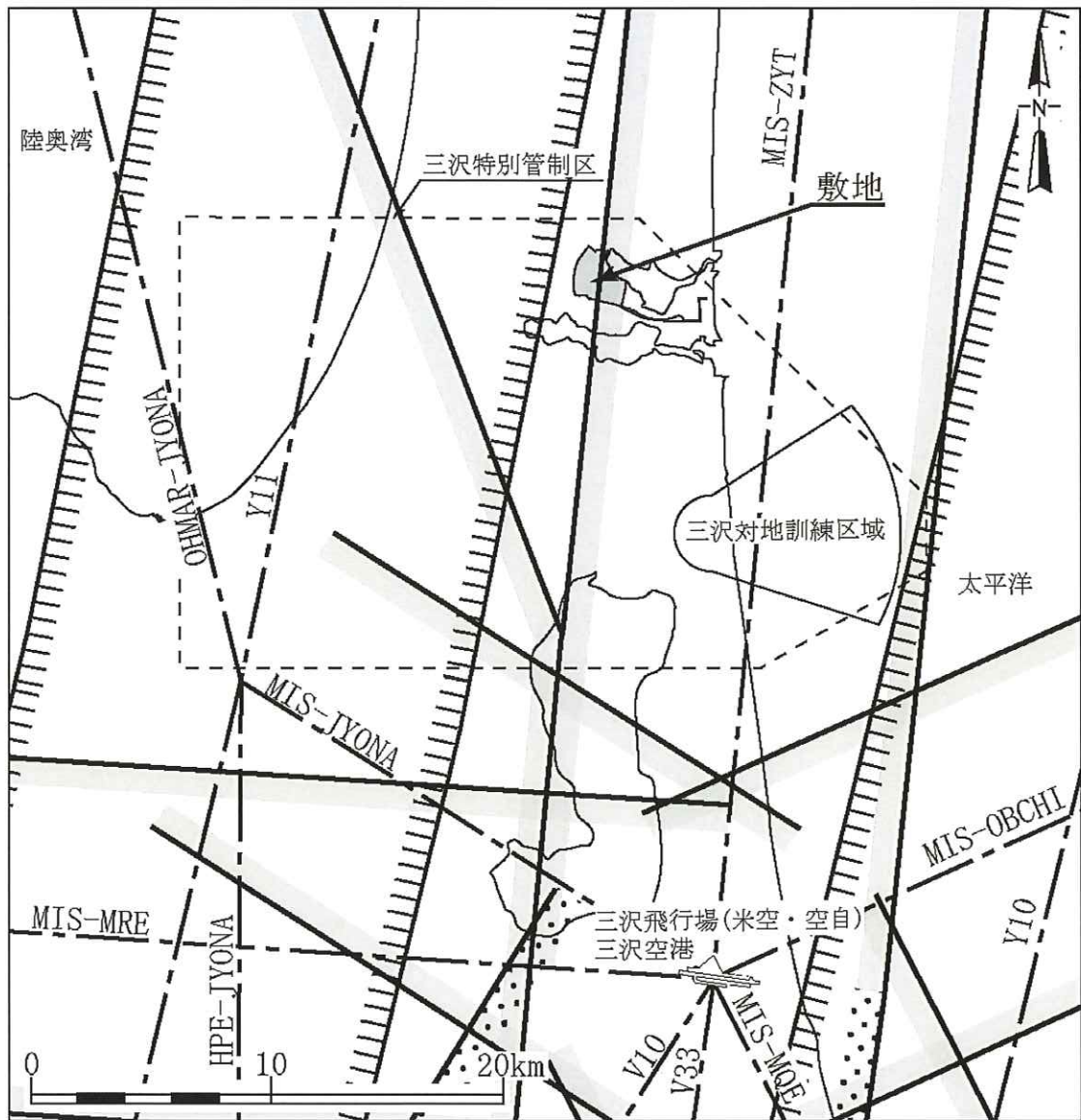
凡 例

集 落		畑・牧草地	
公共施設		荒 地	
田		混合樹林	

第 6.3-1 図 廃棄物管理施設付近の土地利用状況図



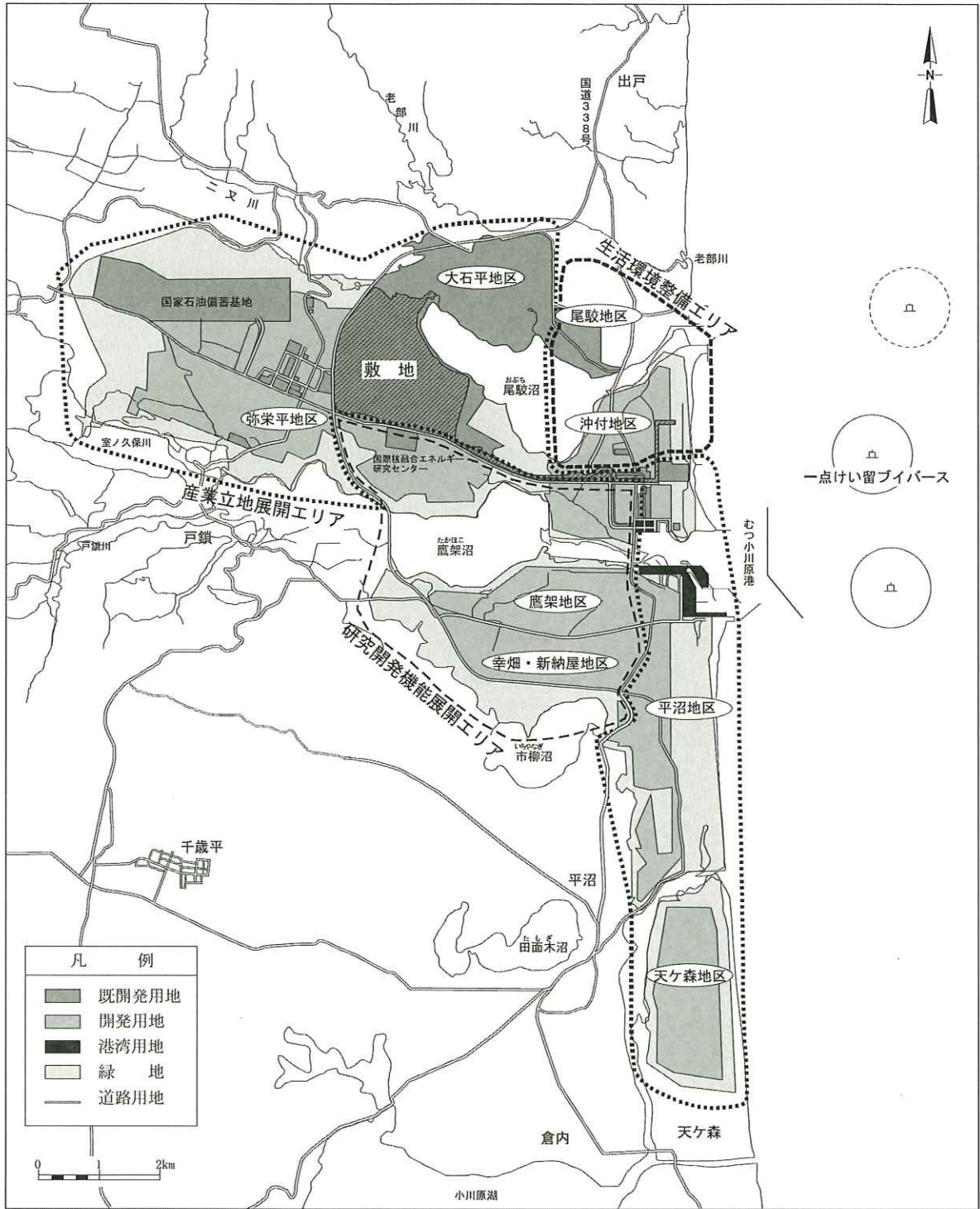
第6.4-1図 廃棄物管理施設周辺の主要な道路，鉄道及び港湾



凡 例	
	航空路
	RNAV経路
	直行経路
	制限空域
	航空路等の中心線

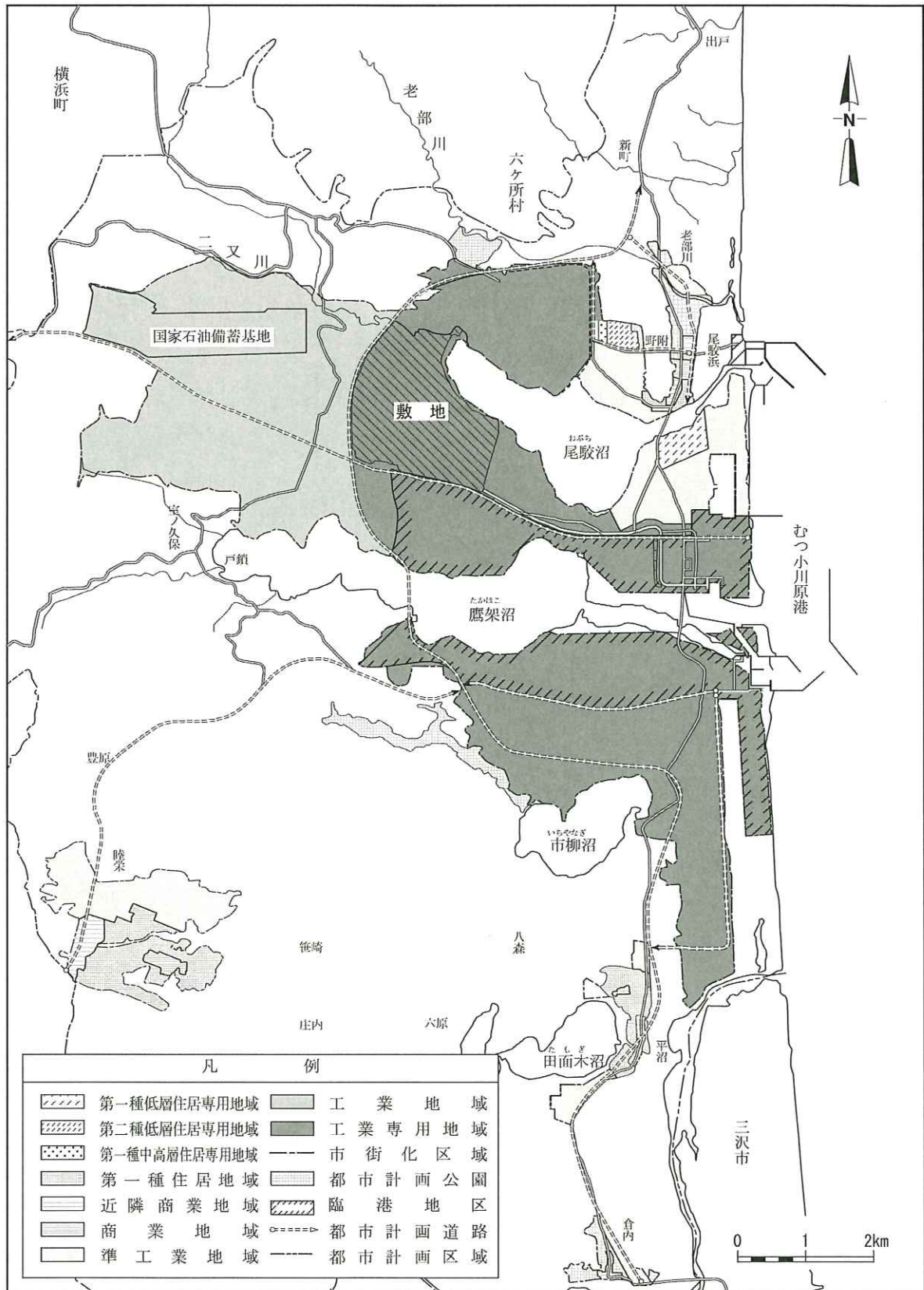
(AIP-JAPAN⁽¹⁴⁾を参考にして作成した。)

第6.4-2図 廃棄物管理施設周辺の航空路等図



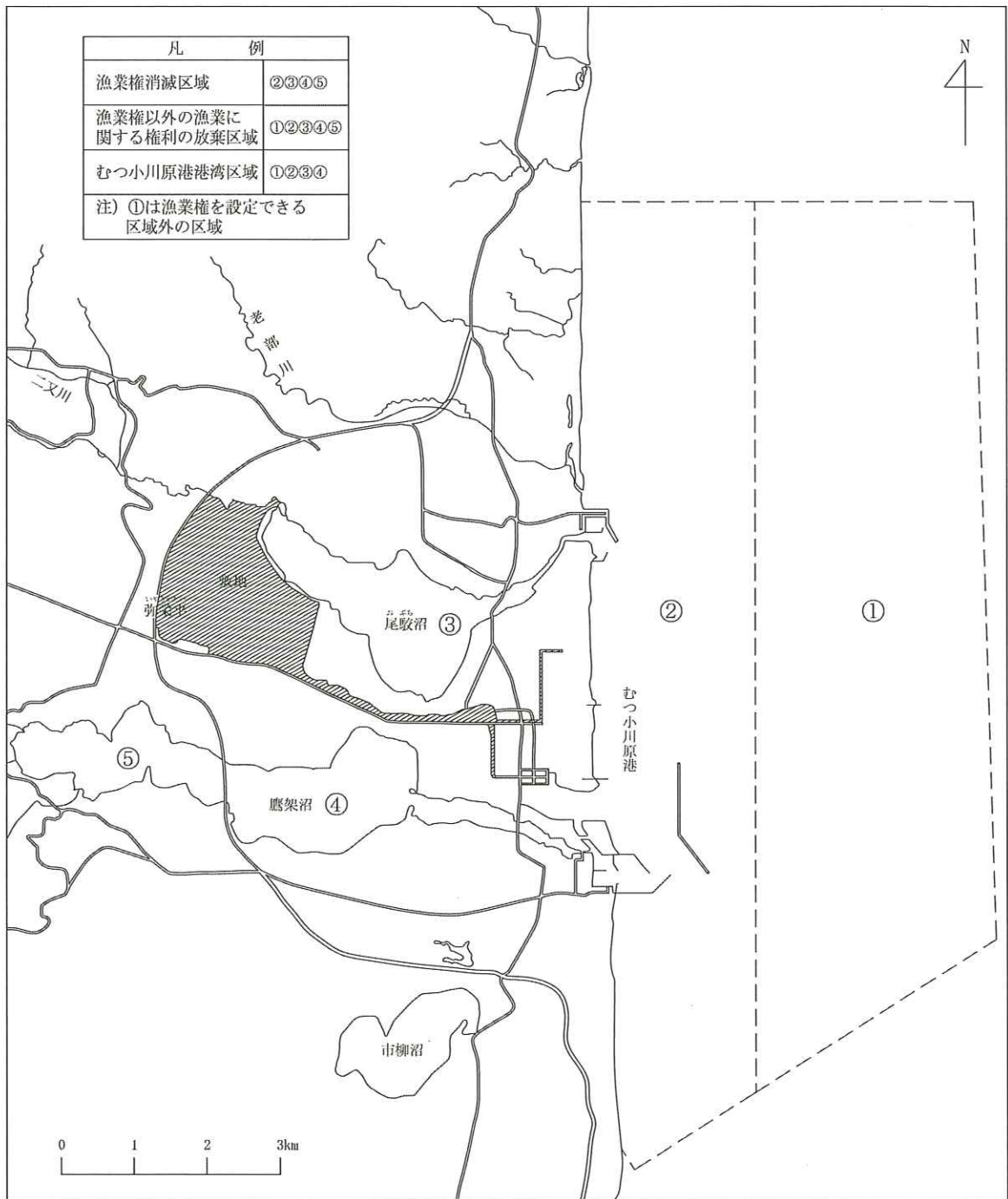
新むつ小川原開発基本計画（平成19年5月 青森県）
 むつ小川原港要覧2006（平成18年 十和田県土整備事務所）を参考にして作成した。

第6.6-1図 むつ小川原開発地区の土地利用想定図



六ヶ所都市計画図（平成20年）を参考にして作成した。

第6.6-2図 六ヶ所都市計画図



(免許漁業原簿を参考にして作成した。)

第6.3-2 図 廃棄物管理施設周辺の漁業権等状況図

添付書類三 7. 火 山を以下のとおり補正する。

ページ	行	補 正 前	補 正 後
—	—	下記項目を右記のとおり変更する。 7. 火 山	別紙-1のとおり変更する。

7. 火 山

7.1 検討の基本方針

自然現象に対する設計上の考慮として、想定される自然現象が発生した場合においても廃棄物管理施設（以下「7. 火 山」では「施設」という。）が安全機能を損なわないことを確認するため、火山影響の可能性について検討し、施設の運用期間中における影響について確認する。

評価は、立地評価と影響評価の2段階で行う。

立地評価では、施設に影響を及ぼし得る火山を抽出し、設計対応不可能な火山事象が施設の運用期間中に影響を及ぼす可能性について評価を行う。施設に影響を及ぼし得る火山のうち、設計対応不可能な火山事象の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれ、過去に巨大噴火が発生した火山については、「巨大噴火の可能性評価」を行った上で、「最後の巨大噴火以降の火山活動の評価」を行う。巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した場合でも、火山活動のモニタリングを行い、施設の運用期間中において巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した根拠が維持されていることを確認する。

影響評価では、施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について評価を行う。

7.2 調査及び検討内容

7.2.1 文献調査

第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）のうち、施設に影響を及ぼし得る火山を抽出し、立地評価及び影響評価を行うことを目的として、第四紀火山について、敷地を中心とする半径 160 km の範囲（以下「地理的領域」という。）を対象に文献調査を実施した。

地理的領域内の第四紀火山の文献調査は、年代、活動様式等が網羅的に整理されているカタログを用いた。カタログは、「日本の火山（第3版）」（中野ほか編，2013⁽¹⁾），「日本活火山総覧（第4版）」（気象庁編，2013⁽²⁾），「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」（西来ほか編，2012⁽³⁾），「第四紀噴火・貫入活動データベース」（西来ほか編，2014⁽⁴⁾），「日本の第四紀火山カタログ」（第四紀火山カタログ委員会編，1999⁽⁵⁾），「1万年噴火イベントデータ集」（産業技術総合研究所地質調査総合センター編，2017⁽⁶⁾）及び各種「地質図幅」である。また、カタログの引用文献等についても収集し、加えて、「海域火山データベース」（海上保安庁海洋情報部⁽⁷⁾），「日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図」（山元，2015⁽⁸⁾）及び「新編 火山灰アトラス」（町田・新井，2011⁽⁹⁾）についても文献調査を実施した。さらに、文献収集の更なる網羅性向上のため、補足的に国内外の主な科学技術系論文データベースを用いて、地理的領域内の第四紀火山に関する論文等について文献調査を実施した。

なお、降下火砕物については、上記文献を用いて、地理的領域外の火山についても文献調査を実施した。

また、施設に影響を及ぼし得る火山のうち、設計対応不可能な火山事象の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる火山については、地球物理学的調査の知見や近い将来の巨大噴火の発生可能性についても文献

調査を実施した。

7.2.2 地形調査

主に国土地理院撮影の空中写真及び同院発行の地形図を使用して空中写真判読を行い、敷地を中心とする半径 30 km の範囲及びその周辺地域において、第四紀火山の可能性のある地形の有無を把握した。

7.2.3 地質調査

地理的領域内の第四紀火山の噴出物を対象に地表踏査等を実施し、敷地を中心とする半径30kmの範囲及びその周辺地域において、噴出物の種類、分布、第四紀火山の活動時期等を把握した。

7.2.4 火山学的調査

地質調査において確認した降下火砕物及び火砕流堆積物を対象に，堆積物の厚さ，空間分布等を把握した。

7.2.5 地球物理学的調査

施設に影響を及ぼし得る火山のうち、設計対応不可能な火山事象の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる火山を対象に、地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討を実施し、現在のマグマ溜まりの状況について把握した。

7.3 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域内の第四紀火山の分布を第 7.3-1 表及び第 7.3-1 図に、火山地質図を第 7.3-2 図に示す。地理的領域内には 48 の第四紀火山が分布する。敷地が位置する下北半島は、北側は津軽海峡に、東側は太平洋に、西側は陸奥湾にそれぞれ面している。敷地は、下北半島南部の太平洋側に位置し、この位置は火山フロントの前弧側（東方）にある。

地理的領域内の第四紀火山の形式、活動年代及び最後の活動からの経過期間を第 7.3-2 表に示す。これらの火山について、施設に影響を及ぼし得る火山を抽出した。

7.3.1 完新世に活動を行った火山

「日本の火山（第 3 版）」（中野ほか編，2013⁽¹⁾）及び「日本活火山総覧（第 4 版）」（気象庁編，2013⁽²⁾）を参照し、地理的領域内の第四紀火山のうち、完新世に活動を行った火山（以下「活火山」という。）を抽出した。

その結果、北海道駒ヶ岳^{ほっかいどうこまがたけ}、恵山^{えさん}、恐山^{おそれざん}、岩木山^{いわきさん}、北八甲田火山群（気象庁編（2013）⁽²⁾による「八甲田山」に相当する。）、十和田^{とわだ}、秋田焼山^{あきたやけやま}、八幡平火山群（気象庁編（2013）⁽²⁾による「八幡平」に相当する。）、岩手山^{いわてさん}及び秋田駒ヶ岳^{あきたこまがたけ}の 10 火山を完新世に活動を行った火山として抽出した。

7.3.2 完新世に活動を行っていない火山

完新世に活動を行っていない火山（38 火山）について、「日本の火山（第3版）」（中野ほか編，2013⁽¹⁾）等の記載年代に基づき，最後の噴火から現在までの経過期間の方が，全活動期間あるいは活動期間内の最大休止期間よりも短いとみなせる場合は，将来の活動可能性が否定できない火山と評価した。

その結果，^{よこつだけ}横津岳，^{むつひうちだけ}陸奥燧岳，^{たしろだけ}田代岳，^{ふじさわもり}藤沢森，南八甲田火山群，八甲田カルデラ，先十和田，^{たまがわ}玉川カルデラ，^{あみはり}網張火山群，^{にゅうとう}乳頭・^{たかくら}高倉及び^{かようだけ}荷葉岳の 11 火山を将来の活動可能性が否定できない火山として抽出した。

7.3.3 施設に影響を及ぼし得る火山

施設に影響を及ぼし得る火山として、「7.3.1 完新世に活動を行った火山」及び「7.3.2 完新世に活動を行っていない火山」より、北海道駒ヶ岳、恵山、恐山、岩木山、北八甲田火山群、十和田、秋田焼山、八幡平火山群、岩手山、秋田駒ヶ岳、横津岳、陸奥燧岳、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、八甲田カルデラ、先十和田、玉川カルデラ、網張火山群、乳頭・高倉及び荷葉岳の21火山を抽出した。

7.4 施設に影響を及ぼし得る火山の火山活動に関する個別評価

7.4.1 詳細調査対象火山の抽出

施設に影響を及ぼし得る火山（21火山）について、活動履歴に関する文献調査により、立地評価の対象となる設計対応不可能な火山事象の発生実績、過去最大規模の噴火による火山噴出物の敷地への到達可能性等について第7.4-1表に整理した。

火砕物密度流については、敷地近傍では火砕流堆積物の分布は認められないものの、十和田及び八甲田カルデラの過去最大規模の噴火における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（第7.4-1図、第7.4-2図参照）。一方、十和田及び八甲田カルデラ以外の施設に影響を及ぼし得る火山については、発生実績や敷地からの離隔等より、火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

溶岩流、岩屑^{がんせつ}なだれ、地滑り及び斜面崩壊については、敷地から50km以内に分布する恐山及び八甲田カルデラが評価対象火山となる。恐山については、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊に伴う堆積物は敷地周辺には分布しない。一方、八甲田カルデラについては、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊の発生実績が認められない。その他の19火山については、敷地から50km以内に分布しないことから、評価対象外である。したがって、これらの火山事象が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

新しい火口の開口及び地殻変動については、敷地が、施設に影響を及ぼし得る火山の過去の火口及びその近傍に位置しないこと、並びに火山フロントより前弧側（東方）に位置することから、これらの火山事象が敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

以上のことから、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、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と評価した。

一方、火砕物密度流については、敷地及び敷地近傍が十和田及び八甲田カルデラの火砕流の到達可能性範囲に含まれることから、十和田及び八甲田カルデラについて、詳細な調査・検討を実施した。なお、八甲田カルデラについては、隣接する南八甲田火山群及び北八甲田火山群を含めて「八甲田山」として詳細な調査・検討を実施した。

7.4.2 十和田

気象庁編 (2013)⁽²⁾によると、十和田は先カルデラ成層火山群、十和田カルデラ及び後カルデラ成層火山・溶岩ドームからなるとしている。その活動は、Hayakawa (1985)⁽¹⁰⁾によると、先カルデラ期、カルデラ形成期及び後カルデラ期に区分されるとしている。

Hayakawa (1985)⁽¹⁰⁾及び工藤ほか (2011)⁽¹¹⁾によると、カルデラ形成期に火砕流を伴う規模の大きな噴火を3回（十和田奥瀬火砕流^{おくせ}、十和田大不動火砕流^{おおふどう}、十和田八戸火砕流）起こしている（第7.4-3図参照）。

一方、Yamamoto et al. (2018)⁽¹²⁾は、地球化学的特徴から十和田奥瀬火砕流を噴出した噴火を先カルデラ期とみなすとしており、見解が分かれている（第7.4-4図参照）。

Hayakawa (1985)⁽¹⁰⁾によると、後カルデラ期に毛馬内火砕流^{けまない}（見かけの噴出量は約 5 km^3 ）を噴出したとしている。

これらの噴火のうち巨大噴火に該当する噴火は、十和田大不動火砕流（見かけの噴出量は約 40 km^3 ⁽¹⁰⁾）及び十和田八戸火砕流（見かけの噴出量は約 40 km^3 ⁽¹⁰⁾）を噴出した噴火（以下それぞれを「噴火エピソードN」及び「噴火エピソードL」という。）である。したがって、この2回の巨大噴火と最後の巨大噴火（噴火エピソードL）以降の噴火を対象に評価を実施した。

なお、十和田奥瀬火砕流（見かけの噴出量は約 10 km^3 ⁽¹⁰⁾）を噴出した噴火は巨大噴火に該当しないが、噴火の様式と規模に基づきカルデラ形成期として整理した。

7.4.2.1 巨大噴火の可能性評価

(1) 活動履歴

工藤ほか (2011)⁽¹¹⁾によると、現在の活動期である後カルデラ期は、高

頻度（噴火間隔3,400年以下）かつ一回の噴出量が 2.5DRE km^3 以下であり、カルデラ形成期の低頻度（噴火間隔22,000年～4,000年）かつ一回の噴出量 $1.2\text{DRE km}^3\sim 20.3\text{DRE km}^3$ とは異なるとしている（第7.4-3図参照）。一方で、十和田の10万年前以降のマグマ供給率はほぼ一定であり、また、後カルデラ期は先カルデラ期後期と活動様式が類似していることから、今後マグマ供給率が減少しなければ、長期的（数万年スケール）には再びカルデラ形成期に移行する可能性が指摘されるとしている。しかし、過去の活動履歴から、大規模噴火の前には数万年にわたって局在的な低噴出率期（噴火エピソードNの前は $0.07\text{DRE km}^3/\text{千年}$ 、噴火エピソードLの前は $0.12\text{DRE km}^3/\text{千年}$ ）が先行するとしており、現在の活動は、約15,000年間にわたって高噴出率期（ $0.70\text{DRE km}^3/\text{千年}$ ）にあり、噴出量 1DRE km^3 以下の小規模噴火も数多く発生していることから、現状ではカルデラ形成期のような状態に至っていないと考えられるとしている。したがって、今後も短期的（数百年～数千年スケール）には、過去15,000年間と同様な活動が継続すると推定され、仮に、今後カルデラ形成を伴う大規模噴火が発生するとしても数万年先になると予想されるとしている。なお、工藤ほか（2011⁽¹¹⁾）の「カルデラ形成を伴う大規模噴火」は、「巨大噴火」に相当する。

一方、Yamamoto et al.（2018⁽¹²⁾）において、階段ダイアグラム（第7.4-4図参照）が示されており、これに基づき噴出率の傾向を確認した結果、カルデラ形成期の巨大噴火前は低噴出率期（噴火エピソードNの前は約 $0.11\text{DRE km}^3/\text{千年}$ 、噴火エピソードLの前は約 $0.15\text{DRE km}^3/\text{千年}$ ）であるが、現在の後カルデラ期は高噴出率期（約 $0.71\text{DRE km}^3/\text{千年}$ ）となっている。これは、工藤ほか（2011⁽¹¹⁾）

による噴出率の傾向と同様である。

また、文献調査により、十和田における近い将来の巨大噴火の発生可能性に言及した文献について調査した結果、高橋⁽¹³⁾及び工藤ほか⁽¹¹⁾には、現状、巨大噴火の可能性が低いとする主旨の知見は認められるが、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。また、十和田火山防災協議会⁽¹⁴⁾（2018）による十和田火山災害想定影響範囲図においても、巨大噴火を想定していない。

(2) 地質調査及び火山学的調査

十和田における巨大噴火に伴う2回の大規模火砕流（十和田大不動火砕流及び十和田八戸火砕流）の噴出物を対象に調査を実施し、その分布を確認した。十和田近傍から敷地を中心とした地域にかけての地質柱状図を第7.4-5図に示す。なお、巨大噴火には該当しないものの、十和田奥瀬火砕流は敷地には到達していないことを確認した。

a. 十和田大不動火砕流

十和田大不動火砕流を伴う巨大噴火では、火砕流の噴出に先立って爆発的噴火に伴う降下火砕物（十和田^{きりだ}切田テフラ）が噴出しており、火砕流堆積物の直下に、この堆積物が認められる。十和田大不動火砕流堆積物及び十和田切田テフラの分布を第7.4-6図に示す。

十和田大不動火砕流堆積物は、六ヶ所^{たかほこ}鷹架西（L o c. 33）及び野辺^{めのこし}地目ノ越1（L o c. 50）において、ローム層中に軽石混じり火山灰層（火砕流堆積物）が層厚約16 cm及び約3 cmのパッチ状として認められる。

また、敷地を含むさらに北方の地域では、層相から火砕流堆積物と判断できないものの、ローム層中に十和田大不動火砕流起源に対比される径約1 cm以下の軽石が認められ、敷地内（L o c. 26）においては最

大平均粒径約 4 mm の軽石が認められる (第 7.4-7 図参照)。

したがって、十和田大不動火砕流は敷地に到達した可能性が高いと考えられるが、火砕流堆積物の分布及びその層相の特徴より、敷地はその到達末端に位置すると評価した。一方、十和田切田テフラは、北方に向かって層厚を減じ、東北^{さびしろ}淋代 2 (Loc. 19)、六ヶ所^{ひらぬま}平沼 1 (Loc. 23) 等において層厚約 3 cm ~ 約 7 cm で確認した。

b. 十和田八戸火砕流

十和田八戸火砕流を伴う巨大噴火では、火砕流の噴出に先立って爆発的噴火に伴う降下火砕物 (十和田八戸テフラ) が噴出しており、火砕流堆積物の直下に、この堆積物が認められる。十和田八戸火砕流堆積物及び十和田八戸テフラの分布を第 7.4-8 図に示す。

十和田八戸火砕流堆積物は、塊状無層理で淘汰が悪く、軽石を主体として褐灰~灰白色火山灰の基質からなる。敷地近傍では、ローム層中に軽石混じり火山灰層 (火砕流堆積物) が層厚約 5 cm ~ 約 20 cm のパッチ状として認められ、敷地内 (Loc. 26) においても、層厚約 20 cm のパッチ状を呈する火砕流堆積物として確認した (第 7.4-7 図参照)。

また、敷地より北方の地域では、層相から火砕流堆積物と判断できないものの、ローム層中に十和田八戸火砕流起源に対比される径約 1 cm 以下の軽石が認められる。

したがって、十和田八戸火砕流は敷地に到達したと考えられるが、火砕流堆積物の分布及びその層相の特徴より、敷地はその到達末端に位置すると評価した。一方、十和田八戸テフラは、北方に向かい急激に層厚を減じ、三沢市野口 (Loc. 17) より北方では確認できない。

(3) 地球物理学的調査

下司 (2016)⁽¹⁵⁾ によると、大規模噴火が発生するためには、その火山のシ

システムにあらかじめマグマを蓄積させておくことが必要であるとしており、この大規模噴火を引き起こすマグマシステムは、下部地殻物質の部分溶融等による珪長質メルトの生成、発生したメルトの分離・上昇、上部地殻への集積等が起こり、地殻全体に広がる巨大で複雑なシステムであると考えられるとしている。また、物理探査（地球物理学的調査）によってカルデラ火山の地下に検出されつつある低速度領域や低比抵抗領域は、このような部分溶融した貫入岩体の複合体を見ていると考えられるとしており、カルデラの陥没量とカルデラ形成噴火の噴出量がほぼ一致するとしている。なお、下司⁽¹⁵⁾の「大規模噴火」の噴火規模は、「巨大噴火」の噴火規模を包含する。

以上のことから、巨大噴火に直接寄与する上部地殻におけるマグマ溜まりは、カルデラを超える範囲まで部分溶融域が広がっていると考えられるため、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性及び大規模なマグマの移動・上昇等の活動に着目して地球物理学的調査を実施し、現在のマグマ溜まりの状況について評価した。

地球物理学的調査として、地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討を実施した。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可能な地震波速度構造は相補的な関係であるため、これらより、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性を把握した。また、地震活動及び地殻変動に関する調査を行い、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を把握した。

a. 地震波速度構造及び比抵抗構造

地震波速度構造について、Nakajima et al.⁽¹⁶⁾ (2001)によると、火山フロントに沿った最上部マントルの低 V_p 、低 V_s 及び高 V_p/V_s は、大量のメルトの存在を示唆するとしている。また、火

山フロントに沿った下部地殻のうち活火山の直下の低 V_p 、低 V_s 及び高 V_p/V_s は、メルトの存在を示唆するとしている。加えて、火山フロントに沿った上部地殻のうち活火山の直下の低 V_p 、低 V_s 及び低 V_p/V_s は、水の存在を示唆するとしている（第 7.4-9 図参照）。中島⁽¹⁷⁾によると、Nakajima et al.⁽¹⁶⁾（2001）の解析結果等から、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な（ $>10\text{ km}$ ）マグマ溜まりは存在しないとしている（第 7.4-10 図参照）。

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）」（Matsubara et al., 2019⁽¹⁸⁾）の地震波トモグラフィ解析結果（第 7.4-11 図参照）及びHi-netや東北大学等の観測点の観測データを用いた地震波トモグラフィ解析結果（第 7.4-12 図参照）に基づくと、いずれの結果でも十和田直下の上部地殻内（約 20 km 以浅）に、メルトの存在を示唆する顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。

一方、比抵抗構造について、Kanda and Ogawa⁽¹⁹⁾（2014）によると、インダクションベクトルの実部は本質的に低比抵抗の方向を指す傾向があるとしている。Kanda and Ogawa⁽¹⁹⁾（2014）のインダクションベクトル（第 7.4-13 図参照）に基づくと、16 秒周期では、十和田に向くベクトルは認められず、顕著な低比抵抗異常は推定できない。また、磁場 3 成分を用いたインバージョン解析により、インダクションベクトルを再現できる北東北の三次元比抵抗構造が示されており、その解析結果（第 7.4-14 図参照）に基づくと、十和田直下の上部地殻内にマグマ若しくは高塩濃度流体を示唆する顕著な低比抵抗領域は認められない。

地震波速度構造及び比抵抗構造を統合的に解釈すると、十和田直下の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 V_p/V_s かつ低比抵抗領域は認められない。

b. 地震活動

気象庁一元化震源カタログ（地震月報（カタログ編）⁽²⁰⁾（期間：1997年10月～2017年12月）及び気象庁一元化処理震源要素⁽²¹⁾（期間：2018年1月～2018年12月））より作成した十和田付近の震央分布及び地震活動の時間変化を第7.4-15図に示す。地震は、十和田の後カルデラ期の最新の噴火（十和田a）の火口である十和田湖中湖付近及びその周辺の震源深さ5km～10km付近に集中する一方で、低周波地震はそれらよりやや深い25km～35km付近で発生している。

また、「十和田の火山活動解説資料（平成26年1月）」（気象庁，⁽²²⁾2014）によると、2014年1月27日昼前から夜にかけて地震活動が活発な状況になったが、27日の夜から地震回数は減少し、2月に入ってから概ね静穏な状況であり、低周波地震、火山性微動は観測されていないとしている。また、火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候は認められず、2007年12月1日の噴火予報（平常）の発表以降、予報警報事項に変更はないとしている。

c. 地殻変動

国土地理院⁽²³⁾（2018）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。

国土地理院による電子基準点データから作成した十和田周辺の基準点間の基線長（斜距離成分）の時間変化（期間：2003年1月～2018年12月）を第7.4-16図に示す。十和田では、2011年東北地方太平洋沖地震以降の余効変動が継続しているが、地震発生前を含め、十和田を中心と

した地域では、こ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。

また、「十和田の火山活動解説資料（平成 26 年 1 月）」（気象庁，⁽²²⁾2014）において、2014 年 1 月に地震活動が活発化した際の地殻変動観測結果によると、地震増加時及びその前後で十和田付近の地殻変動に変化は認められないとしている。

加えて、第 131 回火山噴火予知連絡会資料（気象庁，⁽²⁴⁾2015）によると、十和田周辺における干渉 SAR の解析結果（2014 年 9 月 4 日と 2014 年 10 月 16 日）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おり、第 143 回火山噴火予知連絡会資料（気象庁，⁽²⁵⁾2019）においても、十和田周辺における干渉 SAR の解析結果（2015 年 10 月 8 日と 2018 年 10 月 18 日）について、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められないとしている。

さらに、国土地理院による基盤地図情報及び一等水準点検測成果収録を基に作成した、十和田付近の一等水準路線の上下変動（第 7.4-17 図参照）によると、大館付近において局所的な変動はあるが、十和田に最も近い碓ヶ関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、十和田を中心とした継続的な変位の累積は認められない。

d. 地球物理学的調査の評価

地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討の結果、現状、十和田直下の上部地殻内（約 20 km 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。

(4) 巨大噴火の可能性評価のまとめ

活動履歴から、巨大噴火が発生したカルデラ形成期と現在の活動期で

ある後カルデラ期は、噴火の頻度・噴出量・噴出率が異なる（巨大噴火前には数万年間の低噴出率期が先行する傾向が見られるが、後カルデラ期は高噴出率期である）こと等から、現状ではカルデラ形成期のような状態には至っていないと考えられる（工藤ほか，2011⁽¹¹⁾）。

地質調査及び火山学的調査結果から、敷地は、巨大噴火に伴う2回の大規模火砕流であるカルデラ形成期の十和田八戸火砕流及び十和田大不動火砕流の到達末端に位置すると評価した。

地球物理学的調査の結果、現状、十和田直下の上部地殻内（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。

文献調査の結果、十和田について、高橋（2008⁽¹³⁾）及び工藤ほか（2011⁽¹¹⁾）には、現状、巨大噴火の可能性が低いとする主旨の知見は認められるが、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。また、十和田火山防災協議会（2018⁽¹⁴⁾）による十和田火山災害想定影響範囲図においても、巨大噴火を想定していない。

以上のことから、十和田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、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。

7.4.2.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価

(1) 活動履歴

最後の巨大噴火（噴火エピソードL）以降の活動期である後カルデラ期は、1,000年単位で頻繁に噴火を続けており、後カルデラ期と同規模の活動可能性は十分に小さいと判断できない。

したがって、最後の巨大噴火以降の火山活動の評価対象としては、後カルデラ期の最大規模の火砕流を伴う噴火である、噴火エピソードAの毛馬内火砕流（見かけの噴出量は約 5 km^3 ⁽¹⁰⁾）とした（第7.4-18図参照）。

(2) 地質調査及び火山学的調査

町田・新井⁽⁹⁾及びHayakawa⁽¹⁰⁾は、毛馬内火砕流堆積物を十和田カルデラから主に河川沿いに図示している。また、十和田火山防災協議会⁽¹⁴⁾は、広井ほか⁽²⁶⁾等を考慮し、毛馬内火砕流堆積物及びOYU-2bの火砕サージ堆積物の確認地点を基に、十和田カルデラの周囲約20kmの範囲を火砕流・火砕サージの推定到達範囲として図示している。それらを併せて第7.4-19図に示す。

いずれの知見においても、毛馬内火砕流は、敷地には到達していない。

(3) 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価のまとめ

活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、最後の巨大噴火以降の最大規模の毛馬内火砕流が敷地に到達していないことから、火砕物密度流が施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。また、火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、「7.4.1 詳細調査対象火山の抽出」に記載するように、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した。

7.4.3 八甲田山

気象庁編 (2013)⁽²⁾ によると、八甲田山は、少なくとも 17 以上の成層火山や溶岩ドームからなり、南八甲田火山群及び北八甲田火山群に区分され、八甲田カルデラは、北八甲田火山群の直下～北東に存在するとしている。

中野ほか編 (2013)⁽¹⁾ 及び宝田・村岡 (2004)⁽²⁷⁾ によると、南八甲田火山群は、八甲田カルデラの先カルデラ火山であり、約 1.1Ma～0.3Ma に活動したとしている。

村岡・高倉 (1988)⁽²⁸⁾ によると、八甲田カルデラの噴出物として、八甲田第 1 期火砕流堆積物及び八甲田第 2 期火砕流堆積物が示されている。

中野ほか編 (2013)⁽¹⁾ 及び工藤ほか (2011)⁽²⁹⁾ によると、八甲田山の活動を南八甲田火山群、八甲田カルデラ及び北八甲田火山群の活動に区分し、このうち、八甲田カルデラにおいては、約 1Ma (八甲田中里川), 0.90Ma (八甲田黄瀬^{おうせ})、0.76Ma (八甲田第 1 期) 及び 0.40Ma (八甲田第 2 期) に大規模火砕流を噴出したとしている。

工藤ほか (2004)⁽³⁰⁾ によると、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としている。

これらを踏まえた八甲田山の各火山の分布と階段ダイアグラムを第 7.4-20 図に示す。

これらの噴火のうち、巨大噴火に該当する噴火は、八甲田カルデラの八甲田第 1 期火砕流 (見かけの噴出量は 37 km^3)⁽⁵⁾ 及び八甲田第 2 期火砕流 (見かけの噴出量は 36 km^3)⁽⁵⁾ を噴出した噴火である。したがって、この 2 回の巨大噴火と最後の巨大噴火 (八甲田第 2 期火砕流を噴出した噴火) 以降の噴火を対象に評価を実施した。

7.4.3.1 巨大噴火の可能性評価

(1) 活動履歴

八甲田山は、約 110 万年前から活動を開始し、南八甲田火山群及び八甲田カルデラの活動後、最近 30 万年間では北八甲田火山群のみ活動が継続している。

工藤ほか⁽³⁰⁾によると、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。また、北八甲田火山群の噴出率及び活動様式の時間変化から、その火山活動のピークは 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いるとしている。加えて、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、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ている（第 7.4-21 図参照）。

また、文献調査により、八甲田山における近い将来の巨大噴火の発生可能性に言及した文献について調査した結果、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ず、八甲田山火山防災協議会⁽³¹⁾（2014）による火山災害予想区域図においても、巨大噴火を想定していない。

(2) 地質調査及び火山学的調査

八甲田山において、過去最大規模の火砕物密度流を噴出した八甲田カルデラの噴出物を対象に調査を実施した。

村岡・高倉⁽²⁸⁾、第四紀火山カタログ委員会⁽⁵⁾（1999）によると、八甲田第 1 期火砕流の見かけの噴出量は 37 km^3 、八甲田第 2 期火砕流の見かけの噴出量は 36 km^3 とされているが、八甲田第 1 期火砕流堆積物は、工藤ほか⁽³²⁾、工藤ほか⁽²⁹⁾等によって示された年代測定、化学分析結果等によると、異なる時代の複数の火砕流堆積物で構成

されている可能性がある」とされている。これらのことから、2回の巨大噴火のうち八甲田第2期火砕流が、八甲田山の過去最大規模の火砕流であると評価した。

八甲田第2期火砕流堆積物は、第7.4-22図に示すように、八甲田山周辺に広く分布し、敷地方向では八甲田山から東北町西部にかけて分布し、八甲田山近傍のこほろない小幌内川林道 (Loc. A05) 及び十和田砂土路 (Loc. A01) では層厚約6m及び約4m、東北南平赤川支流 (Loc. B13) では層厚約2.5m以上の火砕流堆積物として確認した。一方、東北ちょうじゃくほ長者久保西方 (Loc. B01) においては、オレンジテフラ、甲地かっち軽石 (工藤 (2005)⁽³³⁾ による「八甲田白ベタテフラ」に相当する。) 及び複数の降下火砕物 (袋町ふくろまちテフラ群：桑原 (2004)⁽³⁴⁾ の「袋町1~13テフラ」に相当する。) が確認され、これらの間に挟まる袋町9aテフラは、概ね淘汰良好な軽石を主体とすることから、降下火砕物と評価した。また、その年代及び鉱物的特徴 (石英を非常に多く含む等) は、八甲田第2期の噴出物と類似することから、八甲田第2期の噴火に伴って噴出した降下火砕物と考えられる。しかし、本地点では、同噴火に伴う火砕流堆積物は確認できない。このことは、本地点には、八甲田第2期の噴火に伴う火砕流は到達していないことを示唆している (第7.4-23図参照)。加えて、桑原 (2004)⁽³⁴⁾ 及び桑原ほか (2007)⁽³⁵⁾ によると、野辺地町袋町地点における露頭から、降下火砕物等の層序等に関する報告がされているが、八甲田第2期火砕流堆積物は認められていない。

以上のことから、これらの地点より北方に位置する敷地に火砕流は到達していないと評価した。

(3) 地球物理学的調査

地球物理学的調査として、十和田と同様に、地震波速度構造、比抵抗

構造、地震活動及び地殻変動に関する検討を実施した。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可能な地震波速度構造は相補的な関係であるため、これらより、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性を把握した。また、地震活動及び地殻変動に関する調査を行い、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を把握した。

a. 地震波速度構造及び比抵抗構造

地震波速度構造について、Nakajima et al. (2001)⁽¹⁶⁾によると、火山フロントに沿った最上部マントルの低 V_p 、低 V_s 及び高 V_p/V_s は、大量のメルトの存在を示唆するとしている。また、火山フロントに沿った下部地殻のうち活火山の直下の低 V_p 、低 V_s 及び高 V_p/V_s は、メルトの存在を示唆するとしている。加えて、火山フロントに沿った上部地殻のうち活火山の直下の低 V_p 、低 V_s 及び低 V_p/V_s は、水の存在を示唆するとしている（第 7.4-9 図参照）。中島⁽¹⁷⁾ (2017)によると、Nakajima et al. (2001)⁽¹⁶⁾の解析結果等から、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な (>10 km) マグマ溜まりは存在しないとしている（第 7.4-10 図参照）。

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）」(Matsubara et al., 2019)⁽¹⁸⁾の地震波トモグラフィ解析結果（第 7.4-11 図参照）及びHi-netや東北大学等の観測点の観測データを用いた地震波トモグラフィ解析結果（第 7.4-12 図参照）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 20 km 以浅）に、メルトの存在を示唆する顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。

一方、比抵抗構造について、Kanda and Ogawa (2014)⁽¹⁹⁾

によると、インダクションベクトルの実部は本質的に低比抵抗の方向を指す傾向があるとしている。小川 (1991)⁽³⁶⁾ によると、周期 64 秒のインダクションベクトル (第 7.4-24 図参照) 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としている。また、小川 (1991)⁽³⁶⁾ の広域的な比抵抗構造の影響も考慮した二次元比抵抗構造 (第 7.4-25 図参照) によると、八甲田地域の深度 10 km 以深に低比抵抗帯が存在するとしているが、八甲田山直下の上部地殻内の 10 km 以浅に顕著な低比抵抗領域は認められない。

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 10 km 以深は低比抵抗領域であるが、その領域は低 V_p かつ低 V_p/V_s 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 V_p/V_s かつ低比抵抗領域は認められない。

b. 地震活動

気象庁一元化震源カタログ (地震月報 (カタログ編)⁽²⁰⁾ (期間: 1997 年 10 月~2017 年 12 月) 及び気象庁一元化処理震源要素⁽²¹⁾ (期間: 2018 年 1 月~2018 年 12 月)) より作成した八甲田山付近の震央分布及び地震活動の時間変化を第 7.4-26 図に示す。八甲田山においては、通常地震が観測期間を通じて北八甲田火山群付近の深さ 10 km 以浅に集中している。

また、「八甲田山の火山活動解説資料 (令和元年 10 月 7 日)」 (気象庁, 2019)⁽³⁷⁾ によると、2019 年 10 月 7 日 6 時以降、大岳山頂の西約 4 km、深さ約 1 km 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，活火山であることに留意）の予報事項に変更は無いとしている。

加えて、「火山の状況に関する解説情報（八甲田山第3号）令和元年10月8日16時00分」（気象庁，2019⁽³⁸⁾）によると、2019年10月7日6時頃から始まった八甲田山周辺での地震は、2019年10月8日10時以降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としている。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。

c. 地殻変動

国土地理院（2018⁽²³⁾）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。

国土地理院による電子基準点データから作成した八甲田山周辺の基準点間の基線長（斜距離成分）の時間変化（期間：1997年1月～2018年12月）を第7.4-27図に示す。八甲田山では、2011年東北地方太平洋沖地震前において、十和田-黒石及び青森A-十和田の基準点間で継続的な縮みが確認されていた。しかし、2011年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。

また、「八甲田山の火山活動解説資料（平成26年6月）」（気象庁，2014⁽³⁹⁾）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。

加えて、第 131 回火山噴火予知連絡会資料（気象庁，2015⁽²⁴⁾）によると、八甲田山周辺における干渉 SAR の解析結果（2014 年 9 月 4 日と 2014 年 10 月 16 日）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おり、第 143 回火山噴火予知連絡会資料（気象庁，2019⁽²⁵⁾）において、八甲田山周辺における干渉 SAR の解析結果（2015 年 10 月 8 日と 2018 年 10 月 18 日）について、山頂の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している。

さらに、国土地理院による基盤地図情報及び一等水準点検測成果収録を基に作成した、八甲田山付近の一等水準路線の上下変動（第 7.4-28 図参照）によると、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。

d. 地球物理学的調査の評価

地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討の結果、現状、八甲田山直下の上部地殻内（約 20 km 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。

(4) 巨大噴火の可能性評価のまとめ

活動履歴について、工藤ほか（2004⁽³⁰⁾）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期火砕流は敷地に到達していないと評価した。

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20 km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。

文献調査の結果、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ず、八甲田山火山防災協議会⁽³¹⁾(2014)による火山災害予想区域図においても、巨大噴火を想定していない。

以上のことから、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、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。

7.4.3.2 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価

(1) 活動履歴

最後の巨大噴火(八甲田第2期火砕流を噴出した噴火)以降の活動について、北八甲田火山群は、工藤ほか⁽³⁰⁾(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としていることから、北八甲田火山群における最大規模の火山活動を評価した。

一方、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については、宝田・村岡⁽²⁷⁾(2004)によると、約1.1Ma頃に活動を開始し八甲田カルデラ形成後の約0.3Maまで活動したとしていることから、最後の巨大噴火(約40万年前)以降、約30万年前までの活動における最大規模の火山活動を評価した。

(2) 地質調査及び火山学的調査

工藤ほか⁽³⁰⁾によると、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（3.2 D R E k m³）であり、そ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て分布していない。なお、北八甲田火山群の全噴出物や岩屑なだれを含め、八甲田カルデラを越えて分布していない（第 7.4-29 図参照）。

一方、宝田・村岡⁽²⁷⁾によると、八甲田カルデラ⁽²⁷⁾の先カルデラ火山である南八甲田火山群について、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て分布していない（第 7.4-30 図参照）。

(3) 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価のまとめ

活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、後カルデラ火山群である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て分布していない。一方、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て分布していない。

また、新しい火口の開口及び地殻変動については、「7.4.1 詳細調査対象火山の抽出」に記載するように、敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

以上のことから、八甲田山の最後の巨大噴火以降の火山活動に伴う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した。

7.4.4 まとめ

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。

火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象については、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。

一方、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伴う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ことから、十和田及び八甲田山について、詳細な調査・検討を実施した。

十和田の巨大噴火の可能性評価については、地質調査及び火山学的調査の結果、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、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。また、最後の巨大噴火以降の火山活動については、活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、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く、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した。

八甲田山の巨大噴火の可能性評価については、地質調査及び火山学的調査の結果、巨大噴火による火砕流は敷地に到達していないと考えられ、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、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。また、最後の巨大噴火以降の火山活動については、活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、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した。

7.5 火山活動のモニタリング

7.5.1 モニタリング対象火山

施設の運用期間中における十和田の巨大噴火の可能性は十分に小さいが、過去の巨大噴火による火砕流が、到達末端とは考えられるものの敷地に到達したと評価したことから、モニタリング対象火山とする。

一方、八甲田山についても、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性が十分に小さく、過去の巨大噴火による火砕流も敷地には到達していないと評価したが、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、モニタリング対象火山とする。

以上のことから、十和田及び八甲田山を対象に、科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため、火山活動のモニタリングを行い、施設の運用期間中において巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した根拠が維持されていることを確認する。

7.5.2 モニタリング項目

十和田及び八甲田山について、評価時からの状態の変化の検知により、巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した根拠が維持されていることを確認することを目的として、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・分析し、観測点の比高・基線長、地震の発生回数等に基づく判断基準を用いて、モニタリングを行う。また、判断基準については、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た上で随時更新する。加えて、干渉SARや水準測量も実施し、モニタリング精度向上に努める。

7.5.3 定期的評価

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）又は臨時（観測データの有意な変化の発生時）に、火山専門家等による第三者の助言を得る。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。

なお、添付書類五「1.6.8.8 火山の状態に応じた対処方針」に記載するように、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。

7.6 施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の影響評価

施設に影響を及ぼし得る火山（21火山）について、現状における活動可能性及び規模を考慮し、施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について検討した。

なお、降下火砕物については、地理的領域外の火山を含めてその影響を評価した。

7.6.1 降下火砕物

7.6.1.1 給源を特定できる降下火砕物

「新編 火山灰アトラス」（町田・新井，2011）⁽⁹⁾等による、地理的領域内外における降下火砕物の分布を第7.6-1図及び第7.6-2図に示す。

町田・新井（2011）⁽⁹⁾及び地質調査により、敷地及び敷地近傍において確認される主な降下火砕物として、下位より、甲地軽石、オレンジテフラ、洞爺火山灰、鬼界葛原テフラ、阿蘇4テフラ、十和田レッドテフラ、支笏第1テフラ、十和田切田テフラ、始良T_nテフラ、十和田八戸テフラ、濁川テフラ、十和田中撮テフラ、十和田aテフラ及び白頭山はくとうさん苦小牧とまこまいテフラが挙げられる（第7.6-1表参照）。

地理的領域内の火山を給源とする降下火砕物のうち、十和田のオレンジテフラ、十和田レッドテフラ及び十和田切田テフラは最後の巨大噴火以前の、また十和田八戸テフラは最後の巨大噴火の噴出物であり、現在は、最後の巨大噴火以降の活動である後カルデラ期の活動が継続していることから、これらの降下火砕物を評価対象外とした。加えて、濁川テフラの給源である濁川カルデラは「7.3 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において、施設に影響を及ぼし得る火山ではないと評価したことから、評価対象外とした。

一方、地理的領域外の火山を給源とする降下火砕物のうち、巨大噴火に

伴う噴出物である洞爺火山灰，鬼界葛原テフラ，阿蘇4テフラ，支笏第1テフラ及び始良Tnテフラを噴出した各火山は現在，後カルデラ火山の活動を継続しており同規模噴火の可能性は十分小さいことから，これらの降下火砕物を評価対象外とした。このうち，敷地及び敷地近傍での層厚が最も大きい洞爺火山灰（20cm～30cm）を噴出した洞爺カルデラの階段ダイアグラムを第7.6-3図に示す。

以上のことから，評価対象となる降下火砕物は，甲地軽石，十和田中振テフラ，十和田aテフラ及び白頭山苦小牧テフラである。文献調査及び地質調査の結果，敷地における層厚が最も大きい降下火砕物は甲地軽石であり（第7.6-1表参照），敷地内の複数の地点で確認した（第7.6-4図参照）。再堆積を含む層厚が最大であるKP-1孔（第7.6-5図参照）において，軽石が比較的密に集積する主部（層厚21cm）と，その上位に堆積する甲地軽石を含む再堆積層（火山灰質シルト：層厚22cm）を確認したことから，再堆積を含む甲地軽石の層厚を43cmと評価した。

7.6.1.2 給源不明な降下火砕物

地質調査により敷地及び敷地近傍において確認した主な給源不明な降下火砕物として，A～Dテフラがある（第7.6-1表参照）。これらの降下火砕物のうち，最も層厚が大きい降下火砕物はCテフラ（約12cm）である。

7.6.1.3 降下火砕物シミュレーション

降下火砕物シミュレーションの実施に当たって，解析可能な給源を特定できる降下火砕物について，同規模噴火の可能性，地質調査結果（最大層厚），敷地と火山との離隔及び噴出量を検討し，敷地に最も影響を与える甲地軽石を対象に解析を実施した。

本解析は，移流拡散モデルを用いた解析プログラムであり，降下火砕物

が全て降下するまで、一定方向に同じ風速の風が吹き続けるという保守性を考慮した上で実施した。

降下火砕物シミュレーションに用いる入力パラメータについては、甲地軽石が28万年前～18万年前の噴火と非常に古く、噴火に係る入力パラメータの情報が乏しいことから、工藤ほか(2004)⁽³⁰⁾の等層厚線の分布主軸方向の風を抽出・平均した風を用いて、その等層厚線を概ね再現できる解析結果(第7.6-6図参照)に基づき設定した。再現解析結果を踏まえた入力パラメータを第7.6-2表に示す。

月別平年値の風を用いた解析の結果は、敷地における降下火砕物の層厚が6.0cm～25cmとなる(第7.6-7図参照)。

一方、不確かさの検討については、敷地が八甲田山の北東方向に位置していることから、敷地方向の風を考慮した風向の不確かさの影響が最も大きくなると考えられる。したがって、八甲田山から敷地に向かう風を抽出・平均して作成した敷地方向の風を用いた風向の不確かさケースを実施した結果、敷地での層厚が53cmとなった(第7.6-8図参照)。

7.6.1.4 降下火砕物の密度

軽石の密度に関する文献調査の結果、新版地学事典(2007)⁽⁴⁰⁾によると、軽石について、火山碎屑物の一種で、多孔質で見かけ密度が小さく淡色を呈するとしている。また、小尾ほか(2019)⁽⁴¹⁾において、細粒火山灰との比較検討として有史以降の噴火の軽石を対象とした堆積密度を計測しており、乾燥状態では約 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ ～約 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、自然状態では約 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ ～約 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、湿潤状態(試料を2日間浸水させて計測した密度)では約 $0.6\text{g}/\text{cm}^3$ ～約 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ の結果を示している。

層厚が最大となる甲地軽石を対象に密度試験を実施した結果、乾燥密度は $0.43\text{g}/\text{cm}^3$ 、湿潤密度は $1.16\text{g}/\text{cm}^3$ 、飽和密度は $1.25\text{g}/\text{cm}^3$

であり（第 7.6-9 図参照），文献調査結果と整合的である。

7.6.1.5 設計に用いる降下火砕物の層厚及び密度

敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物のうち，給源を特定できる降下火砕物については，甲地軽石の層厚が最大で，地質調査によると再堆積を含み 43 cm であり，文献調査によると 20 cm～50 cm である。また，給源不明な降下火砕物については，C テフラの層厚が最大で，地質調査の結果，約 12 cm である。加えて，現状における同規模の噴火の可能性，地質調査結果及び噴出量等を踏まえ，甲地軽石を対象とした降下火砕物シミュレーションを実施した結果，風向の不確かさを考慮したケースにおいて，敷地での層厚は 53 cm となった。

甲地軽石の密度試験の結果，乾燥密度 0.43 g/cm^3 ，湿潤密度 1.16 g/cm^3 ，飽和密度 1.25 g/cm^3 である。

以上のことから，設計に用いる降下火砕物の層厚及び密度を，層厚 55 cm，密度 1.3 g/cm^3 （湿潤状態）とする。

7.6.2 その他の火山事象

その他の火山事象として、土石流、火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物（噴石）、火山ガス、津波、^{せいしん}静振、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について、文献調査、地質調査等の結果より検討した。

土石流、火山泥流及び洪水については、敷地近傍には敷地を中心とする半径 120 km 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^{せきりょう}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と評価した。

火山から発生する飛来物（噴石）については、敷地を中心とする半径 10 km 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と評価した。

火山ガスについては、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と評価した。

津波については、「8. 津波」に記載するように、敷地周辺に大きな影響を及ぼした、火山現象による歴史津波の記録は知られていないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

静振、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については、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と評価した。

7.7 参考文献一覧

- (1) 中野俊, 西来邦章, 宝田晋治, 星住英夫, 石塚吉浩, 伊藤順一, 川辺禎久, 及川輝樹, 古川竜太, 下司信夫, 石塚治, 山元孝広, 岸本清行編. “日本の火山”. 第四紀火山. Ver. 2.30, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2013, 2019-10-21 更新. https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html, (参照 2019-11-25).
- (2) 気象庁編. 日本活火山総覧 (第4版). 2013.
- (3) 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編. 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース 地質調査総合センター速報. No. 60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2012.
- (4) 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本齊編. 第四紀噴火・貫入活動データベース. Ver. 1.00, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2014.
- (5) 第四紀火山カタログ委員会編. 日本の第四紀火山カタログ. 1999.
- (6) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編. 1万年噴火イベントデータ集. Ver. 2.3, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2017.
- (7) 海上保安庁海洋情報部. “海域火山データベース”. <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>, (参照 2016-09-06).
- (8) 山元孝広. 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図. 地質調査総合センター研究資料集. No. 613, 産総研地質調査総合センター, 2015.
- (9) 町田洋, 新井房夫. 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺].

- 東京大学出版会, 2011.
- (10) Yukio Hayakawa. Pyroclastic Geology of Towada Volcano. Bulletin of the Earthquake Research Institute University of Tokyo, 1985, Vol. 60.
- (11) 工藤崇, 小林淳, 山元孝広, 岡島靖司, 水上啓治. “十和田火山における噴火活動様式の時代変遷と長期的予測”. 日本第四紀学会講演要旨集. 徳島, 2011-08-26/28, 日本第四紀学会, 2011.
- (12) Takahiro Yamamoto ; Takashi Kudo ; Osamu Isizuka. Temporal variations in volumetric magma eruption rates of Quaternary volcanoes in Japan. Earth, Planets and Space, 2018, Vol. 70.
- (13) 高橋正樹. 破局噴火-秒読みに入った人類壊滅の日. 祥伝社新書, 2008.
- (14) 十和田火山防災協議会. “十和田火山災害想定影響範囲図”. 青森県防災危機管理課・秋田県総合防災課・鹿角市総務課・小坂町総務課. 青森県防災ホームページ.
<http://www.bousai.pref.aomori.jp/DisasterFireDivision/council/towadaAgreement/index.html>, (参照 2018-03-27) .
- (15) 下司信夫. 大規模火砕噴火と陥没カルデラ：その噴火準備と噴火過程. 火山. 2016, Vol. 61, No. 1.
- (16) Junichi Nakajima ; Toru Matsuzawa ; Akira Hasegawa ; Dapeng Zhao. Three-dimensional structure of Vp, Vs and Vp/Vs and beneath northeastern Japan : Implications for arc magmatism and fluids. Journal of Geophysical Research, 2001, Vol. 106, No. B01.
- (17) 中島淳一. 東北地方の火山周辺の地震波速度・減衰構造：地殻構造と低周波地震・S波反射面との関係. 東京大学地震研究所彙報. 2017,

Vol. 92.

- (18) Makoto Matsubara ; Hiroshi Sato ; Kenji Uehira ; Masashi Mochizuki ; Toshihiko Kanazawa ; Narumi Takahashi ; Kensuke Suzuki ; Shin' ichiro Kamiya. "Seismic Velocity Structure in and around the Japanese Island Arc Derived from Seismic Tomography Including NIED MOWLAS Hi-net and S-net Data". Seismic waves - Probing Earth System. Masaki Kanao, ed. IntechOpen, 2019.
- (19) Wataru Kanda ; Yasuo Ogawa. Three-dimensional electromagnetic imaging of fluids and melts beneath the NE japan arc revisited by using geomagnetic transfer function data. Earth, Planets and Space, 2014, Vol. 66.
- (20) 気象庁. 地震月報 (カタログ編) . 気象庁ホームページ. <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/hypo.html> (参照 2019-03-17)
- (21) 防災科学技術研究所. 気象庁一元化処理震源要素. 防災科学技術研究所ホームページ. <https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja> (参照 2019-03-17)
- (22) 気象庁. 十和田の火山活動解説資料 (平成 26 年 1 月) . 2014.
- (23) 国土地理院. 平成 30 年 5 月の地殻変動. 国土地理院ホームページ. <http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2018-goudou0608.html> (参照 2018-06-08)
- (24) 気象庁. 第 131 回火山噴火予知連絡会資料. 2015-02-24.
- (25) 気象庁. 第 143 回火山噴火予知連絡会資料. 2019-09-27.
- (26) 広井良美, 宮本毅, 田中倫久. 十和田火山平安噴火 (噴火エピソード)

- ド A) の噴出物層序及び噴火推移の再検討. 火山. 2015, Vol. 60, No. 2.
- (27) 宝田晋治, 村岡洋文. 八甲田山地域の地質 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2004.
- (28) 村岡洋文, 高倉伸一. 10 万分の 1 八甲田地熱地域地質図説明書 特殊地質図. 通商産業省 工業技術院 地質調査所, 1988, No. 21.
- (29) 工藤崇, 檀原徹, 山下透, 植木岳雪, 佐藤大介. “八甲田カルデラ起源火砕流堆積物の層序の再検討”. 日本第四紀学会講演要旨集. 徳島, 2011-08-26/28, 日本第四紀学会, 2011.
- (30) 工藤崇, 宝田晋治, 佐々木実. 東北日本, 北八甲田火山群の地質と火山発達史. 地質学雑誌. 2004, Vol. 110, No. 5.
- (31) 八甲田山火山防災協議会. “火山災害予想区域図 (数値シミュレーション計算結果)”. 第 5 回八甲田山火山防災協議会, 平成 26 年 3 月 26 日, 14p. 青森県防災ホームページ.
<http://www.bousai.pref.aomori.jp/DisasterFireDivision/council/hakkodaAgreement/index.html> (参照 2018-03-27).
- (32) 工藤崇, 植木岳雪, 宝田晋治, 佐々木寿, 佐々木実. 八甲田カルデラ南東地域に分布する鮮新世末期～中期更新世火砕流堆積物の層序と給源カルデラ. 地学雑誌. 2006, Vol. 115, No. 1.
- (33) 工藤崇. 十和田地域の地質 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2005.
- (34) 桑原拓一郎. 青森県東部上北平野における海成段丘構成物の層序と相対的海面変化. 地質学雑誌. 2004, Vol. 110, No. 2.
- (35) 桑原拓一郎, 檀原徹, 山下透. 青森県, 上北平野北部に分布する袋

- 町 1~9 テフラの記載岩石学的特徴. 第四紀研究. 2007, Vol. 46, No. 1.
- (36) 小川康雄. 八甲田火山群の深部比抵抗構造に関する考察. 地質調査所報告. 1991, No. 275.
- (37) 気象庁. 八甲田山の火山活動解説資料 (令和元年 10 月 7 日). 2019.
- (38) 気象庁. “火山の状況に関する解説情報 (八甲田山第 3 号) 令和元年 10 月 8 日 16 時 00 分発表”. 気象庁ホームページ. http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/volinfo/VK2019100816000_203.html, (参照 2019-11-25)
- (39) 気象庁. 八甲田山の火山活動解説資料 (平成 26 年 6 月). 2014.
- (40) 地学団体研究会 新版地学事典編集委員会編. 新版地学事典. 平凡社, 2007.
- (41) 小尾亮, 藤沢康弘, 厚井高志, 池田暁彦, 堤宏徳, 山本陽子. “降灰後の土石流発生に関わる火山灰特性 (軽石の堆積密度) について”. 2019 年度砂防学会研究発表会概要集. 岩手, 2019-5-21/23. 砂防学会, 2019.
- (42) 雁澤好博, 紀藤典夫, 柳井清治, 貞方 昇. 北海道駒ヶ岳の最初期テフラの発見と初期噴火活動史の検討. 地質学雑誌. 2005, Vol. 111, No. 10.
- (43) 高田倫義, 中川光弘. “南西北海道, 横津火山群の地質と岩石: 150 万年間の活動様式とマグマ化学組成の時間変遷”. 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨. 東京・桜上水, 2016-9-10/12, 日本地質学会, 2016.
- (44) 新エネルギー総合開発機構. No. 13-南茅部地域- 地熱開発促進調査報告書. 1988.

- (45) 宝田晋治. 岩屑流の流動・堆積機構-田代岳火山起源の岩瀬川岩屑流の研究-. 火山. 1991, Vol. 36, No. 1.
- (46) 工藤崇. 十和田湖周辺地域における前期～中期更新世火山活動史. 地質調査研究報告. 2018, Vol. 69, No. 3.
- (47) 須藤茂. 5万分の1仙岩地域中心部地熱地質図説明書(21-5). 地質調査所, 1992.
- (48) 工藤崇, 内野隆之, 濱崎聡志. 十和田湖地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2019.
- (49) 早川由紀夫. 十和田火山中掬テフラ層の分布, 粒度組成, 年代. 火山第2集. 1983, Vol. 28, No. 3.
- (50) 萬年一剛. 降下火山灰シミュレーションコード Tephra2 の理論と現状-第四紀学での利用を視野に. 第四紀研究. 2013, Vol. 52, No. 4.
- (51) 内閣府(防災担当), 消防庁, 国土交通省水管理・国土保全局砂防部, 気象庁. 火山防災マップ作成指針. 2013.
- (52) 気象庁. 気象観測統計指針. 2018.
- (53) 中川久夫, 中馬教允, 石田琢二, 松山力, 七崎修, 生出慶司, 大池昭二, 高橋一. 十和田火山発達史概要. 東北大學理學部地質學古生物學教室研究邦文報告. 1972, No. 73.
- (54) 土井宣夫. 盛岡市付近に分布する十和田一大不動・八戸火砕流堆積物の産状. 日本地質学会東北支部会報. 1993, No. 22.
- (55) 村岡洋文, 山口靖, 長谷紘和. 八甲田地熱地域で見出されたカルデラ群. 地質調査所報告. 1991, No. 275.
- (56) 大沢穠, 三村弘二, 広島俊男, 中島和敏. 20万分の1地質図幅 青森 第2版. 通商産業省 工業技術院 地質調査所, 1993.

- (57) 大沢穠, 須田芳朗. 20 万分の 1 地質図幅 弘前及び深浦. 工業技術院 地質調査所, 1978.
- (58) 長森英明, 宝田晋治, 吾妻崇. 青森西部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2013.
- (59) 青森県史編さん自然部会. 青森県史 自然編 地学. 青森県史友の会, 2001.
- (60) Yasuo Ogawa. Preliminary interpretation on detailed magnetovariational profilings in the Northern Tohoku district, *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, 1987, Vol. 39.
- (61) 上嶋誠. MT 法による電気伝導度構造研究の現状. 2009, 地震第 2 輯, vol. 61.
- (62) Koji Umeda ; Masao Ban ; Shintaro Hayashi ; Tomohiro Kusano. Tectonic shortening and coeval volcanism during the Quaternary, Northeast Japan arc. *Journal of Earth System Science*, 2013, Vol. 122, No. 1.
- (63) 近藤玲介, 塚本すみ子, 工藤崇, 遠藤邦彦, 小林淳, 坂本竜彦. レス堆積物の pIRIR 年代測定による十和田火山周辺におけるテフラ降下年代の推定. 日本第四紀学会講演要旨集. 埼玉, 2012-08-20/22, 日本第四紀学会, 2012.
- (64) 工藤崇, 小林淳. 十和田火山, 先カルデラ期～カルデラ形成期テフラの放射年代測定. 地質調査研究報告. 2013, Vol. 64, No. 9/10.
- (65) 桑原拓一郎. 青森県上北平野に分布する白ベタテフラ (WP) のジルコン・フィッシュョン・トラック年代. 第四紀研究. 2007, Vol. 45, No. 5.

- (66) リサイクル燃料貯蔵株式会社. リサイクル燃料備蓄センター 使用済燃料貯蔵事業許可申請書 平成 19 年 3 月 (平成 21 年 4 月一部補正, 平成 21 年 6 月一部補正, 平成 21 年 8 月一部補正, 平成 21 年 12 月一部補正, 平成 22 年 4 月一部補正) .
- (67) 曾屋龍典, 勝井義雄, 新井田清信, 堺幾久子, 東宮昭彦. 有珠火山地質図 (第 2 版) . 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2007.
- (68) 中川光弘, 松本亜希子, 田近淳, 広瀬巨, 大津直. 有珠火山の噴火史の再検討: 寛文噴火 (1663 年) と明和噴火 (1769 年) に挟まれた 17 世紀末の先明和噴火の発見. 火山. 2005, Vol. 50, No. 2.

第7.3-1表 地理的領域内の第四紀火山
(中野ほか編(2013)⁽¹⁾に基づき作成)

火山名	位置		敷地からの 距離 (km)	火山名	位置		敷地からの 距離 (km)
	北緯	東経			北緯	東経	
1 砂間部岳 (さらんべたけ)	42° 08' 21"	140° 14' 05"	160	25 藤沢森 (ふじさわもり)	40° 31' 53"	140° 48' 14"	65
2 瀬川カルデラ (にこりかわ)	42° 07' 11"	140° 26' 47"	148	26 南八甲田火山群 (みなみはちこうだ)	40° 36' 12"	140° 50' 33"	57
3 渡島毛無山 (おしまけなしやま)	42° 05' 15"	140° 28' 14"	144	27 北八甲田火山群 (きたはちこうだ)	40° 39' 32"	140° 52' 38"	51
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	42° 03' 48"	140° 40' 38"	134	28 八甲田カルデラ (はちこうだ)	40° 41' 00"	140° 55' 00"	46
5 本地坂山 (きじびさきやま)	41° 57' 07"	140° 36' 09"	126	29 八甲田集落 (はちこうだぐらもり)	40° 38' 51"	140° 57' 18"	47
6 積津岳 (よこつだけ)	41° 56' 16"	140° 46' 17"	118	30 八甲田八幡岳 (はちこうだはちまんだけ)	40° 42' 11"	140° 59' 54"	40
7 恵山丸山 (えさんまるやま)	41° 51' 07"	141° 05' 35"	101	31 十和田 (とわだ)	40° 28' 12"	140° 52' 45"	66
8 恵山 (えさん)	41° 48' 16"	141° 09' 58"	95	32 先十和田 (せんとうわだ)	40° 27' 10"	141° 00' 05"	63
9 銭亀 (ぜにかめ)	41° 44' 21"	140° 51' 05"	95	33 稲庭岳 (いなになにわだけ)	40° 11' 54"	141° 02' 47"	88
10 雨館山 (あみたてやま)	41° 45' 33"	140° 42' 14"	103	34 七時雨山 (ななしくりやま)	40° 04' 09"	141° 06' 20"	101
11 知内 (しりうち)	41° 32' 33"	140° 22' 17"	103	35 荒木田山 (あらかだやま)	40° 01' 35"	141° 02' 27"	107
12 渡島小島 (おしまこじま)	41° 21' 27"	139° 48' 27"	135	36 高倉・黒森 (たかくら・くろもり)	40° 04' 06"	140° 55' 23"	105
13 陸奥磯岳 (むつひらちだけ)	41° 26' 20"	141° 03' 10"	58	37 秋田焼山 (あきたやひやま)	39° 57' 49"	140° 45' 25"	121
14 大畑カルデラ (おおはた)	41° 22' 00"	140° 59' 00"	54	38 八幡平火山群 (はちまんたい)	39° 57' 28"	140° 51' 14"	118
15 野平カルデラ (のたい)	41° 16' 00"	140° 52' 00"	51	39 柴倉岳 (しばぐらだけ)	39° 59' 44"	140° 42' 49"	119
16 於法岳 (おほうだけ)	41° 15' 47"	140° 57' 29"	46	40 森吉山 (もりよしざん)	39° 58' 36"	140° 33' 38"	128
17 恐山 (おそれざん)	41° 16' 42"	141° 07' 11"	39	41 玉川カルデラ (たまがわ)	39° 54' 00"	140° 46' 38"	127
18 岩木山 (いわきざん)	40° 39' 21"	140° 18' 11"	93	42 岩手山 (いわてざん)	39° 51' 09"	141° 00' 04"	126
19 本良駒ヶ岳 (だいらこまがたけ)	40° 24' 46"	140° 15' 04"	109	43 網走火山群 (あみほり)	39° 51' 03"	140° 57' 06"	127
20 田代岳 (たしろだけ)	40° 25' 42"	140° 24' 31"	98	44 乳頭・高倉 (にゅうとう・たかくら)	39° 48' 17"	140° 50' 18"	135
21 碓ヶ岡カルデラ (いかりがせき)	40° 30' 35"	140° 36' 35"	79	45 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	39° 45' 40"	140° 47' 57"	141
22 三ツ森 (みつもり)	40° 29' 54"	140° 41' 49"	74	46 笹葉岳 (さようだけ)	39° 48' 23"	140° 43' 50"	138
23 阿閉羅山 (あじやらやま)	40° 29' 37"	140° 35' 36"	81	47 大仏岳 (だいはつだけ)	39° 48' 49"	140° 30' 56"	145
24 沖浦カルデラ (おきうら)	40° 34'	140° 44'	67	48 田沢湖カルデラ (たざわこ)	39° 43' 14"	140° 39' 43"	149

第7.3-2表 地理的領域内の第四紀火山における活動可能性
(中野ほか編(2013)⁽¹⁾, 西来ほか編(2012)⁽³⁾, 西来ほか編(2014)⁽⁴⁾等に基づき作成)

火山名*	形式*	活動年代* (千年前)	原子的形態に影響を及ぼし得る火山(2.1火山) 完新世に活動を 行った火山 (1.0火山) *		火山名*	形式*	活動年代* (千年前)	原子的形態に影響を及ぼし得る火山(2.1火山) 完新世に活動を 行った火山 (1.0火山) *	
			最後の活動 からの 経過期間 (千年間)	活動年代* (千年前)				最後の活動 からの 経過期間 (千年間)	活動年代* (千年前)
1 砂原野原 (はつこうろ)	複成火山	1,800	○	29 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	1,750	○	1,600	○
2 洞川カルデラ (ほらがわ)	カルデラ-火砕流	15		30 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	1,800		1,600	
3 藤島山 (ふじま)	溶岩流	前更新世 後更新世		31 八甲田山群 (はつこうろ)	カルデラ-火砕流 溶岩ドーム	200		AD915	○
4 北海野原 (きたあいの原)	複成火山	3000前 1100 ^a		32 八甲田山群 (はつこうろ)	複成(複合)火山	650 2,530 ^b		450	○
5 大野原 (おのの原)	複成火山	1,900	○	33 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	3,000		2,600	○
6 磯原 (いそ)	複成火山	1,100 1,710 ^a		34 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山, 溶岩ドーム カルデラ-火砕流	1,100		900	
7 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	200		35 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	2,100		1,900	
8 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	50	○	36 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	3,200		2,500	
9 八甲田山 (はつこうろ)	カルデラ-火砕流	45		37 八甲田山群 (はつこうろ)	溶岩ドーム	500		AD1987	○
10 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	1,200		38 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	1,200		7	○
11 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	2,500		39 八甲田山群 (はつこうろ)	複成(複合)火山	2,600		2,000 ¹⁰	
12 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	160				1,200			
13 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	1,200	○	40 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山 溶岩ドーム	1,100		700	
14 八甲田山 (はつこうろ)	カルデラ	3,000		41 八甲田山群 (はつこうろ)	カルデラ-火砕流	2,000		and 1,000	○
15 八甲田山 (はつこうろ)	カルデラ	1,900		42 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	700		AD1919	○
16 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	2,000		43 八甲田山群 (はつこうろ)	複成(複合)火山	1,620		300	○
17 八甲田山 (はつこうろ)	火砕流-カルデラ 溶岩ドーム	1,300	○ ¹¹	44 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山 溶岩ドーム	600		100	○
18 八甲田山 (はつこうろ)	溶岩ドーム	650	○	45 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山, 型 溶岩ドーム, 小 溶岩ドーム	2,200		AD1971	○
19 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	200		46 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山, 型 溶岩ドーム	2,200		900	○
20 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山 溶岩ドーム	600	○	47 八甲田山群 (はつこうろ)	複成火山	3,000		2,100	○
21 八甲田山 (はつこうろ)	カルデラ-火砕流	2,600		48 八甲田山群 (はつこうろ)	カルデラ 複成火山, 溶岩ドーム	1,800		1,400	
22 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	1,900							
23 八甲田山 (はつこうろ)	複成(複合)火山	1,000							
24 八甲田山 (はつこうろ)	カルデラ-火砕流 溶岩ドーム	1,700 ⁷ 900 ⁷							
25 八甲田山 (はつこうろ)	溶岩流	3,500	○						
26 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山	1,100	○						
27 八甲田山 (はつこうろ)	複成火山 溶岩ドーム	400	○						
28 八甲田山 (はつこうろ)	カルデラ-火砕流	900	○ ¹²						

※中野ほか編(2013)⁽¹⁾, 西来ほか編(2012)⁽³⁾, 西来ほか編(2014)⁽⁴⁾に基づき作成
¹¹: 西来ほか編(2012)による
¹²: 西来ほか編(2014)による
¹³: 西来ほか編(2012)による
¹⁴: 西来ほか編(2012)による
¹⁵: 西来ほか編(2012)による
¹⁶: 西来ほか編(2012)による
¹⁷: 西来ほか編(2012)による
¹⁸: 西来ほか編(2012)による
¹⁹: 西来ほか編(2012)による
²⁰: 西来ほか編(2012)による
²¹: 西来ほか編(2012)による
²²: 西来ほか編(2012)による
²³: 西来ほか編(2012)による
²⁴: 西来ほか編(2012)による
²⁵: 西来ほか編(2012)による
²⁶: 西来ほか編(2012)による
²⁷: 西来ほか編(2012)による
²⁸: 西来ほか編(2012)による

第7.4-1表 設計対応不可能な火山事象とその噴出物の敷地への到達可能性評価
(地理的領域内の第四紀火山の文献調査結果に基づき作成)

火山名	敷地からの 離隔 (km)	設計対応不可能な火山事象				
		火砕物 密度流	溶岩流	岩屑なだれ、 地滑り及び 斜面崩壊	新しい火口 の開口	地殻変動
		検討対象となる火山の敷地からの離隔				
		160km以内	50km以内	50km以内	-	-
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	134	○ (7km)	検討不要		○*1	○*1
6 横津岳 (よこつだけ)	118	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
8 恵山 (えさん)	95	○ (4km)	検討不要		○*1	○*1
13 陸奥燧岳 (むつひうちだけ)	58	○ (8km)	検討不要		○*1	○*1
17 恐山 (おそれざん)	39	○ (15km)	○ (9km)	○ (15km)	○*1	○*1
18 岩木山 (いわきさん)	93	○ (6km)	検討不要		○*1	○*1
20 田代岳 (たしろだけ)	98	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
25 藤沢森 (ふじさわもり)	65	◎	検討不要		○*1	○*1
26 南八甲田火山群 (みなみはっこうだ)	57	○ (13km)	検討不要		○*1	○*1
27 北八甲田火山群 (きたはっこうだ)	51	○ (10km)	検討不要		○*1	○*1
28 八甲田カルデラ (はっこうだ)	46	× (42km)	◎	◎	○*1	○*1
31 十和田 (とわだ)	66	× (100km)	検討不要		○*1	○*1
32 先十和田 (せんとわだ)	63	○ (24km)	検討不要		○*1	○*1
37 秋田焼山 (あきたやけやま)	121	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
38 八幡平火山群 (はちまんたい)	118	◎	検討不要		○*1	○*1
41 玉川カルデラ (たまがわ)	127	○ (41km)	検討不要		○*1	○*1
42 岩手山 (いわてさん)	126	○ (20km)	検討不要		○*1	○*1
43 網張火山群 (あみはり)	127	○ (8km)	検討不要		○*1	○*1
44 乳頭・高倉 (にゅうとう・たかくら)	135	◎	検討不要		○*1	○*1
45 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	141	○ (13km)	検討不要		○*1	○*1
46 荷葉岳 (かようだけ)	138	◎	検討不要		○*1	○*1

◎：当該火山の活動履歴上、発生実績が認められない火山事象
○：当該火山の活動履歴上、発生実績は認められるが、敷地近傍への到達可能性が十分に小さい火山事象
×：過去の最大規模の噴火による火山噴出物が、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある火山事象
○内の距離：過去の最大規模の噴火による火山噴出物の到達距離
検討不要：敷地からの離隔による判断
*1：敷地は過去の火口及びその近傍に位置しないことによる

第7.6-1表 評価対象とする降下火砕物の選定及び諸元

	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	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		
						手法	敷地及び敷地近傍最大層厚	
各降下火砕物の諸元	半径160km内	十和田aテフラ (To-a)	AD915 ^{*1}	十和田 (後カルデラ期)	○	—	地質調査 約5cm以下 (バッチ状) ^{*1} 文献調査 0cm~5cm ^{*4,5}	
		十和田中振テフラ (To-Cu)	(6.2) ^{*2}	十和田 (後カルデラ期)	○	—	地質調査 約5cm ^{*1} 文献調査 10cm以下 ^{*4,5,6}	
		甲地軽石 (WP)	(280~180)	北八甲田火山群	○	—	地質調査 約43cm (敷地内) ^{*2} 文献調査 20cm~50cm ^{*8}	
		濁川テフラ (Ng)	(15) ^{*4}	濁川カルデラ	×	将来の活動可能性が十分に小さい火山	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)	×	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 ^{*4,7}	
		十和田切田テフラ (To-KR)	(36) ^{*2}	十和田 (カルデラ形成期)	×	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 ^{*4,7}	
		十和田レッドテフラ (To-Rd)	(61) ^{*2}	十和田 (カルデラ形成期)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査 約20cm (バッチ状) 文献調査 0cm~10cm ^{*4,7}	
		オレンジテフラ (Or-P)	(約170)	十和田 (先カルデラ期)	×	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 ^{*8}	
		半径160km外	白頭山苦小牧テフラ (B-Tn)	(1) ^{*4}	白頭山	○	—	地質調査 約3cm以下 (バッチ状) ^{*1} 文献調査 5cm~10cm ^{*4}
			始良Tnテフラ (AT)	(30~28) ^{*4}	始良カルデラ	×	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 (Sp1a-1)	(44~42) ^{*4}	支笏カルデラ	×	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	×	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	×	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	×	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 —	

*1: 中野ほか編 (2013)⁽¹⁾, *2: 工藤ほか (2019)⁽⁴⁾⁽⁵⁾, *3: 工藤ほか (2011)⁽¹⁾⁽¹¹⁾, *4: 町田・新井 (2011)⁽⁷⁾⁽⁸⁾, *5: Hayakawa (1985)⁽²⁾⁽⁹⁾, *6: 早川 (1983)⁽⁴⁾⁽⁹⁾, *7: 工藤 (2005)⁽¹⁾⁽¹¹⁾, *8: 工藤ほか (2004)⁽⁸⁾

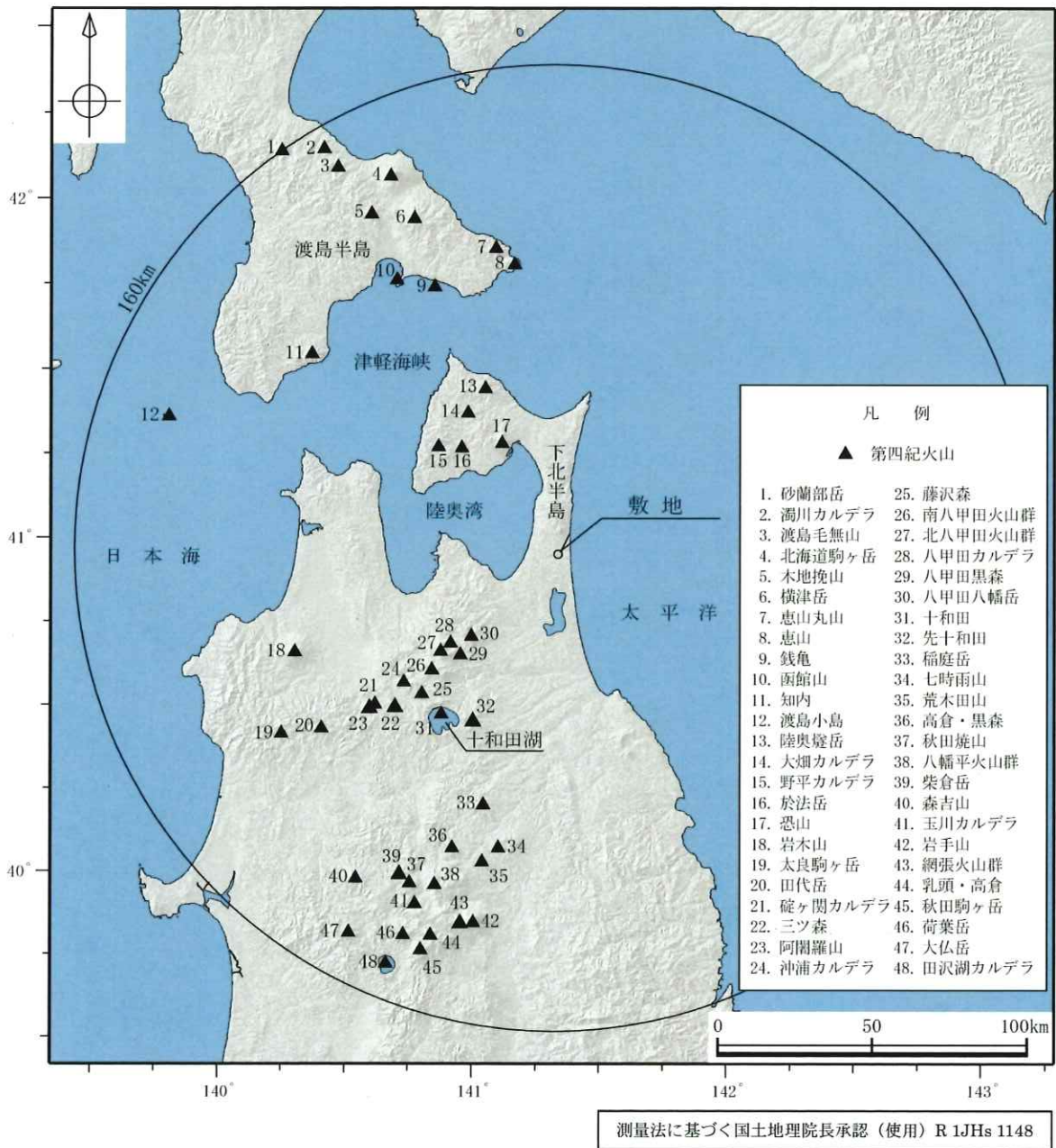
※1: 文献の等層厚線図によると敷地及び敷地近傍でも堆積が予想されるものの地質調査からは確認出来ないため、その周辺での層厚を記載

※2: 再堆積を含む

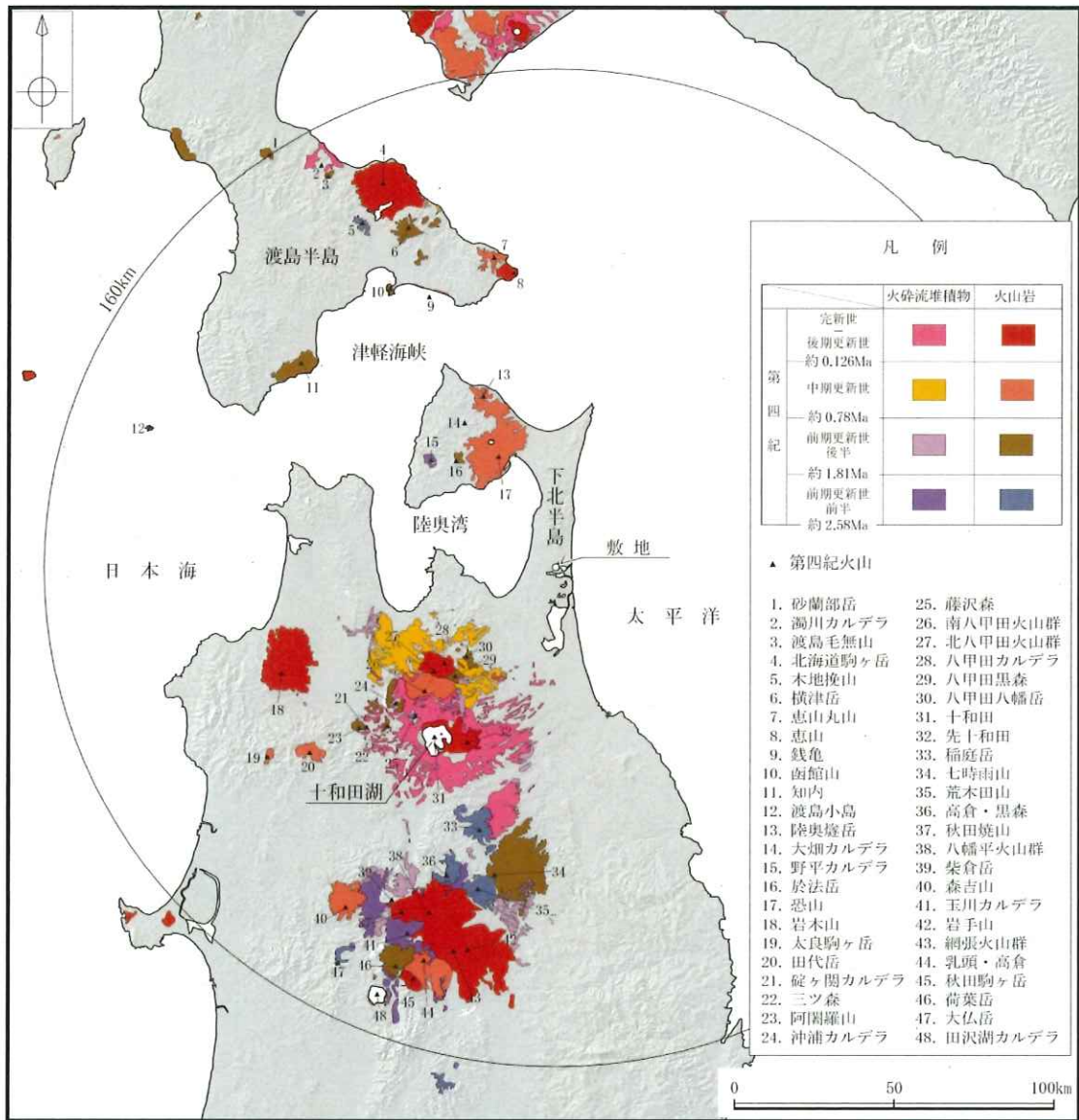
第 7.6-2 表 降下火砕物シミュレーションの主な入力パラメータ

想定 噴火規模	パラメータ	単位	値	設定根拠等	
甲地軽石	噴出物量	kg	8.25×10^{12}	工藤ほか (2004) ⁽³⁰⁾ の甲地軽石の噴出量: 3.3DREkm^3 , マグマ密度: 2.5t/m^3 に基づき設定	
	噴煙柱高度	m	25,000	再現解析の結果に基づき設定	
	粒径	最大	ϕ ($2^{-\phi \text{mm}}$)	-10 ($1.02 \times 10^3 \text{mm}$)	Tephra2 推奨値
		最小	ϕ ($2^{-\phi \text{mm}}$)	10 ($9.77 \times 10^{-4} \text{mm}$)	Tephra2 推奨値
		中央	ϕ ($2^{-\phi \text{mm}}$)	-3 (8mm)	再現解析の結果に基づき設定
		標準偏差	ϕ	2.5	再現解析の結果に基づき設定
	岩片密度	t/m^3	2.6	Tephra2 推奨値	
	軽石粒子密度	t/m^3	1.0	Tephra2 推奨値	
	渦拡散係数	m^2/s	0.04	万年 (2013) ⁽⁵⁰⁾ に基づき設定	
	拡散係数	m^2/s	75,000	再現解析の結果に基づき設定	
	Fall Time Threshold	s	3,600	万年 (2013) ⁽⁵⁰⁾ に基づき設定	
	給源	X 座標 (UTM: 54N)	m	489,622	大岳山頂の UTM 座標
		Y 座標 (UTM: 54N)	m	4,500,900	
		標高	m	1,584	
	風	月別平年値の風 [*]		気象庁の 1981~2010 年の 30 年間の観測値 の平均をもとに算出 (秋田地方気象台)	
風向の不確かさの風		ワイオミング大学の HP 上の 1973~2018 年 の秋田地方気象台の高層気象観測データを用いて、敷地方向の風を抽出し作成			
標高 データ	500m メッシュ		国土地理院の数値地図 50m を 解析用に 500m メッシュに変換		

※ 「火山防災マップ作成指針」(内閣府ほか, 2013)⁽⁵¹⁾ によると, シミュレーションに用いる風向・風速は, 気象庁ホームページの気象庁統計情報にある過去の気象データ検索 (高層) で紹介されている月平均値を使うと良いとされており, この月平均値の風は, 気象観測統計指針 (気象庁, 2018)⁽⁵²⁾ において「その時々気象や天候を評価する基準」として示されている月別平年値の風に相当する。

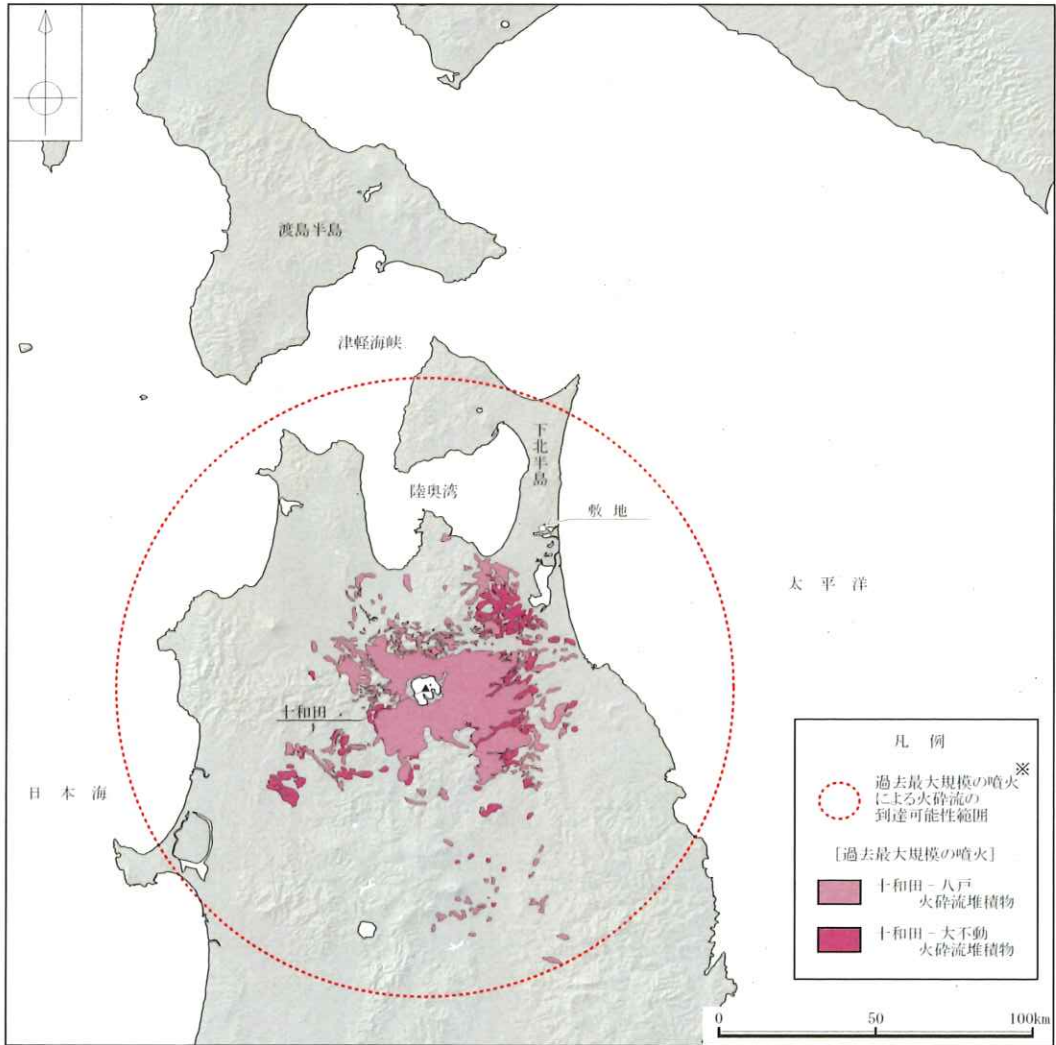


第 7.3-1 図 地理的領域内の第四紀火山
(中野ほか編 (2013)⁽¹⁾に基づき作成)



測量法に基づく国土地理院長承認 (使用) R 1JHs 1148

第 7.3-2 図 地理的領域内の火山地質図
(中野ほか編 (2013)⁽¹⁾に基づき作成)

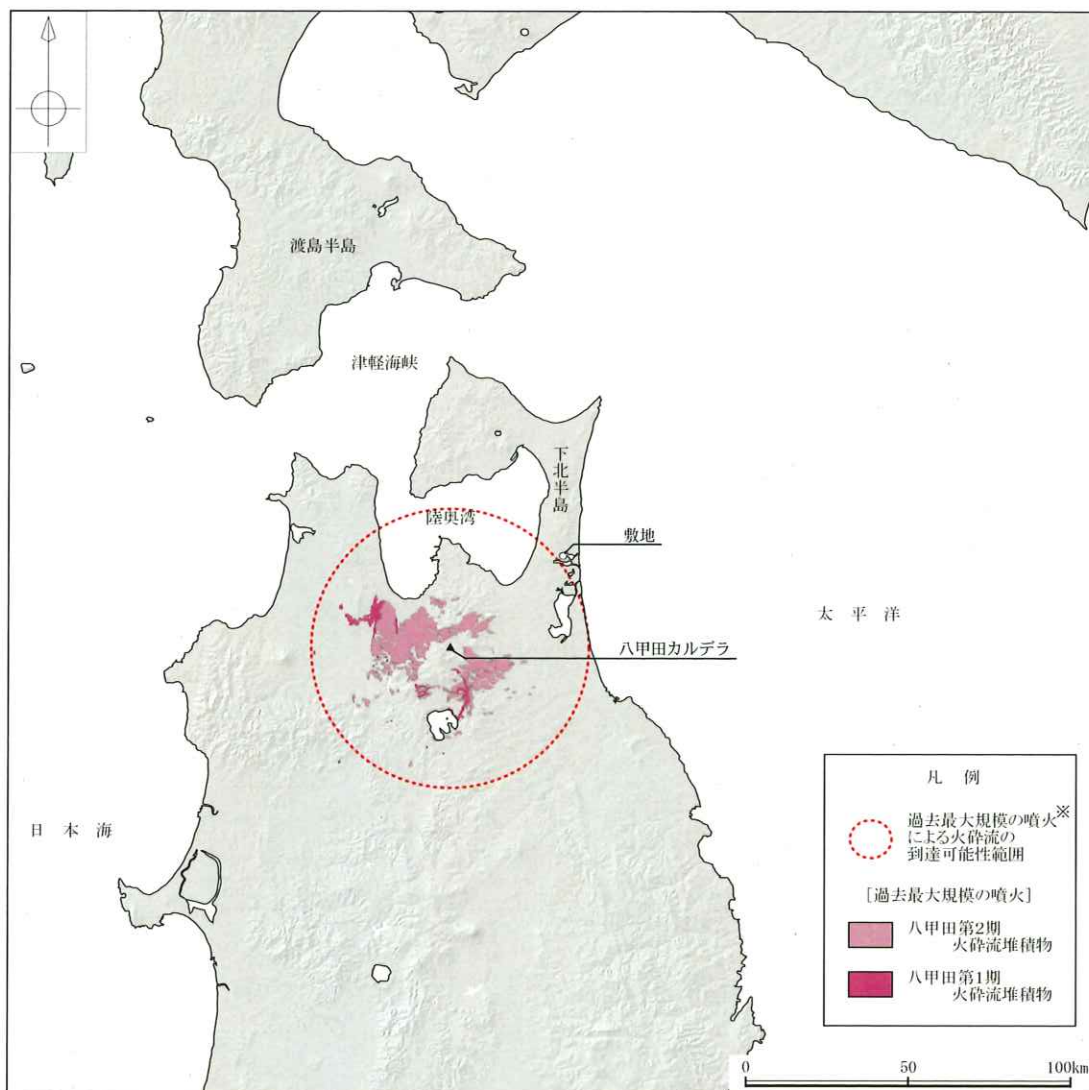


※到達可能性範囲は、火山を中心に過去の最大規模の噴火に伴う火砕流の最大到達距離を半径とし、円を描いた。

測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 1JHs 1148

第 7.4-1 図 十和田における過去最大規模の噴火による
火砕流堆積物の分布と到達可能性範囲

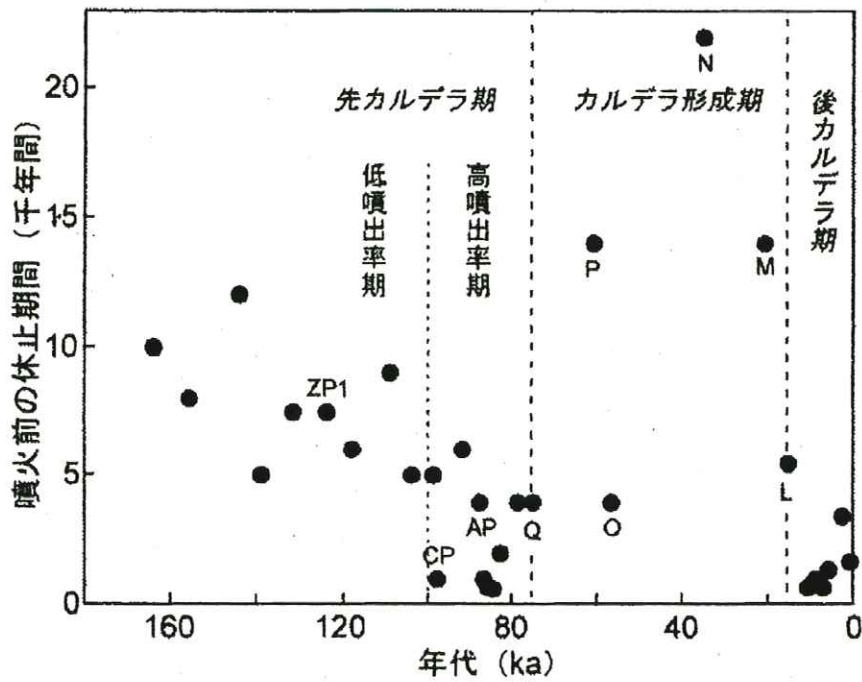
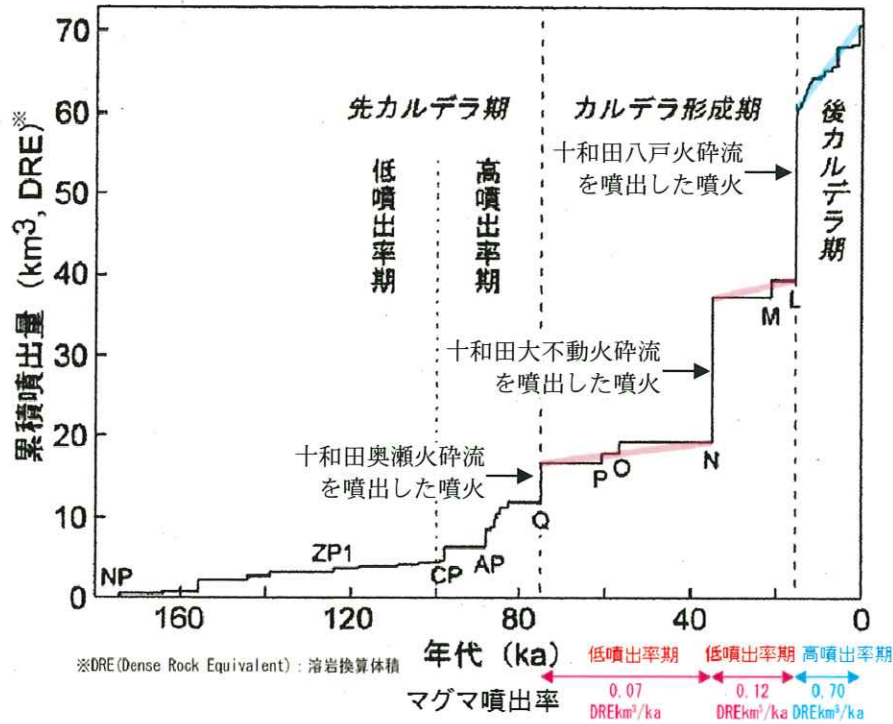
(中川ほか (1972)^(5.3), 土井 (1993)^(5.4), 村岡ほか (1991)^(5.5), 大沢ほか (1993)^(5.6), 大沢・須田 (1978)^(5.7), 町田・新井 (2011)⁽⁹⁾, 長森ほか (2013)^(5.8) に基づき作成)



※到達可能性範囲は、火山を中心に過去の最大規模の噴火に伴う火砕流の最大到達距離を半径とし、円を描いた。

測量法に基づく国土地理院長承認(使用) R 1JHs 1148

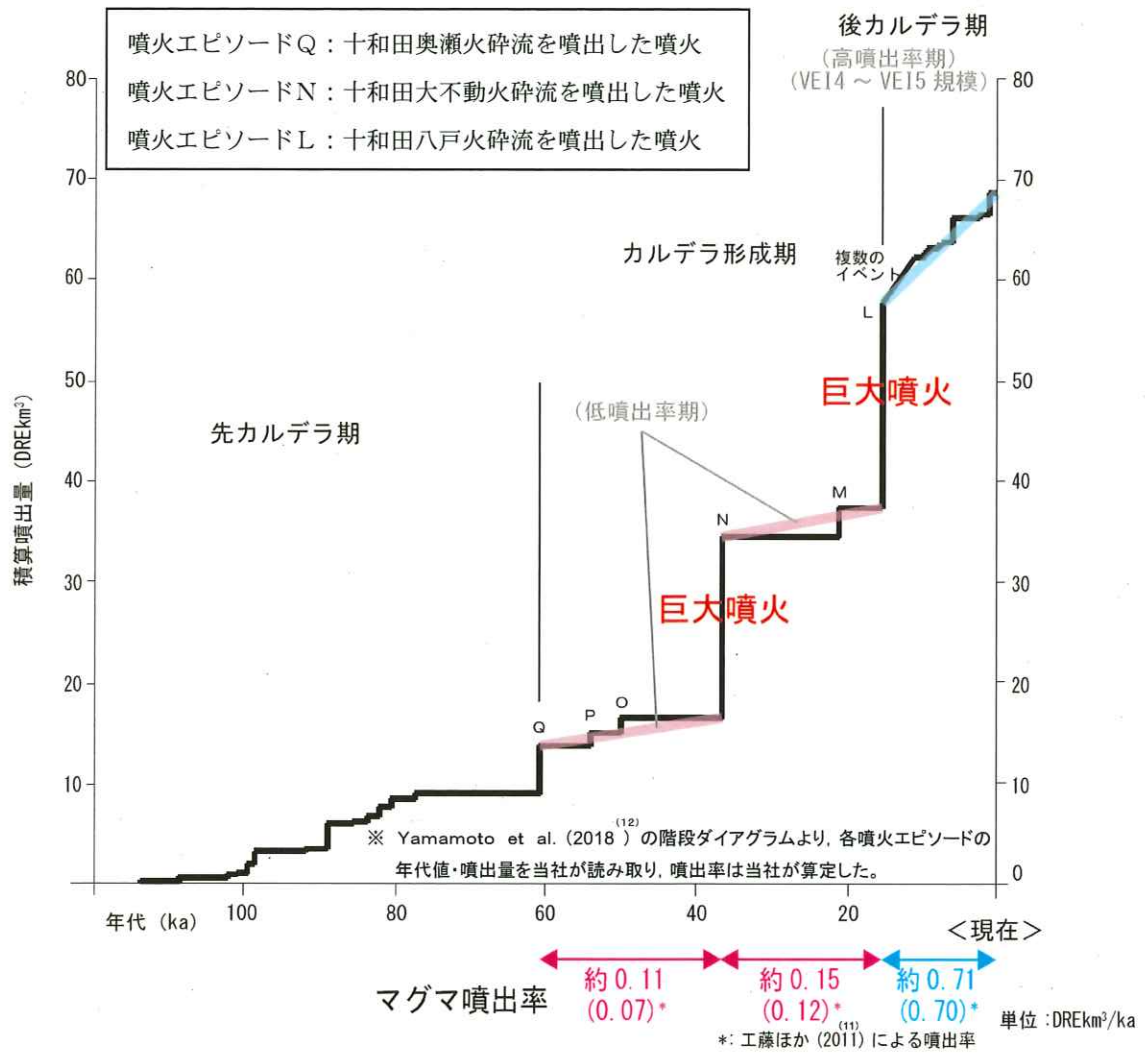
第 7.4-2 図 八甲田カルデラにおける過去最大規模の噴火による火砕流堆積物の分布と到達可能性範囲
 (村岡・高倉^(2,8)，村岡ほか^(5,5)，大沢ほか^(5,6)，
 青森県史編さん自然部会^(5,9)，長森ほか^(5,8)，工藤ほか^(4,8)
 (2019)に基づき作成)



[カルデラ形成期]	[先カルデラ期]
L: 十和田八戸火砕流及び八戸テフラ	AP: 十和田アオスジテフラ
M: 十和田ビスケット2テフラ	CP: 十和田カステラテフラ
N: 十和田大不動火砕流及び切田テフラ	ZP1: 十和田ザラメ1テフラ
O: 十和田合同テフラ	NP: 十和田ヌカミソテフラ
P: 十和田キビダンゴテフラ	
Q: 十和田奥瀬火砕流及びレッドテフラ	

注) 八甲田白ベタテフラの年代を 190ka とした場合における各噴出物の年代

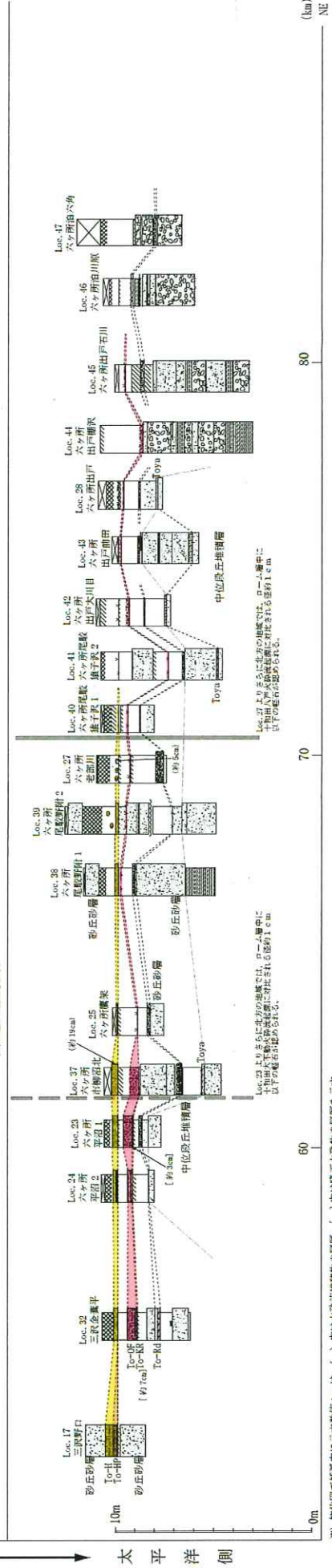
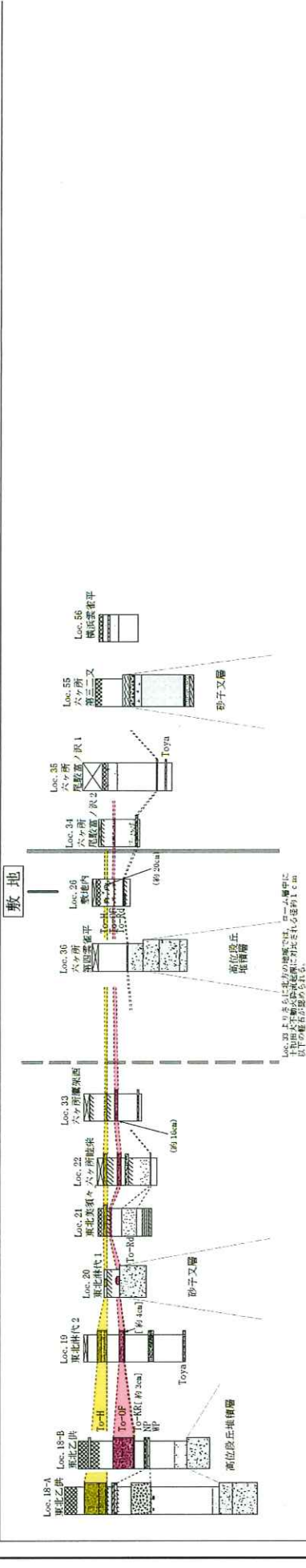
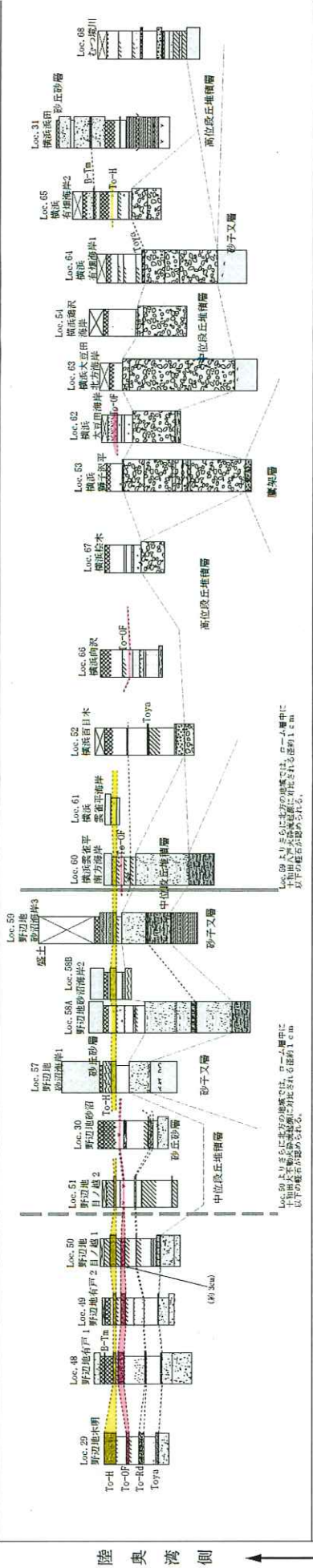
第 7.4-3 図 十和田の階段ダイアグラム及び噴火前休止期間の時間変化
(工藤ほか (2011)⁽¹¹⁾ に基づき作成)



第 7.4-4 図 十和田の階段ダイアグラム

(Yamamoto et al. (2018) に基づき作成)

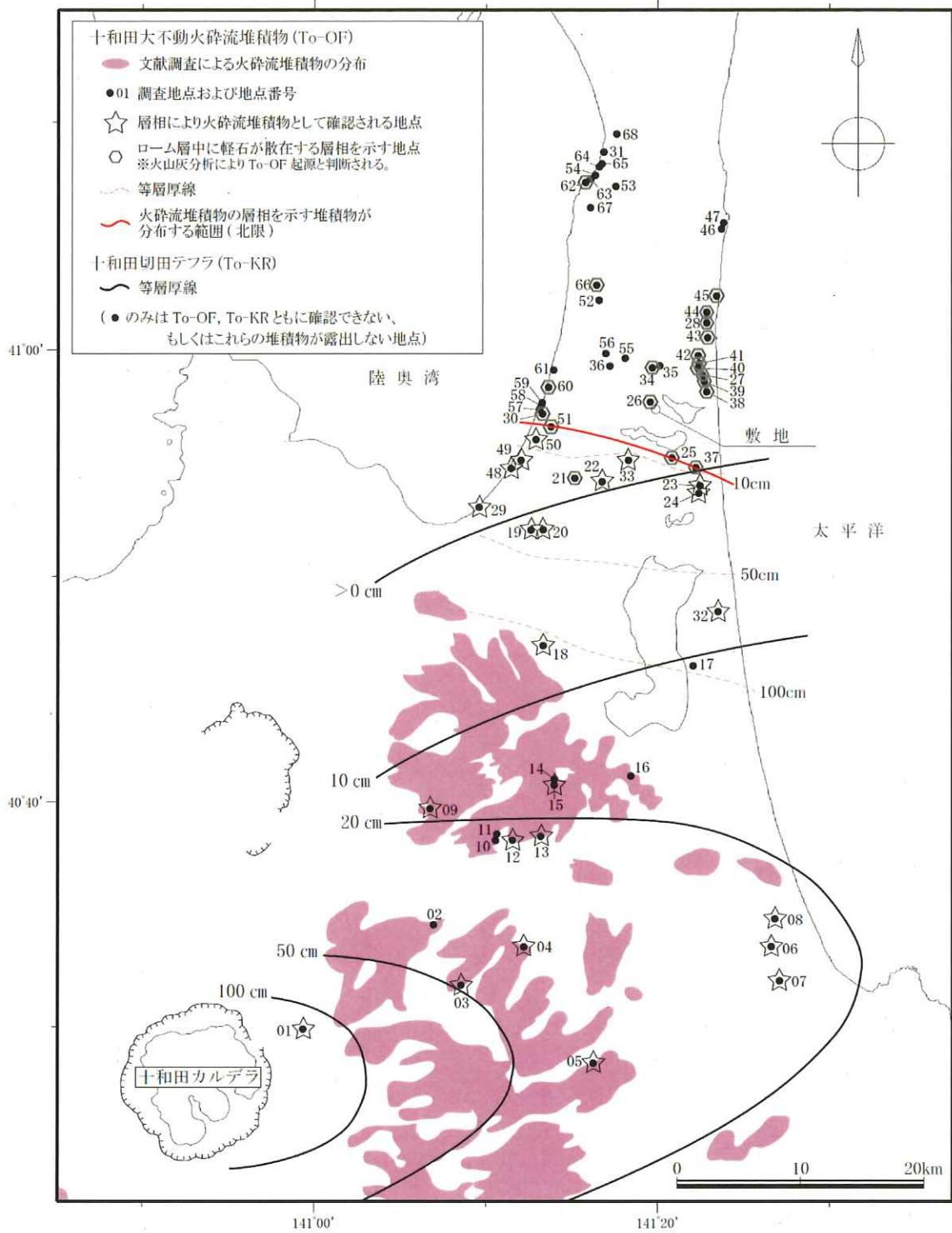
南 (十和田側) ← 北



第 7.4-5 図(2) 巨大噴火に伴う火砕流堆積物に着目した地質柱状図 (各調査地点の位置は第 7.4-6 図及び第 7.4-8 図に示す)

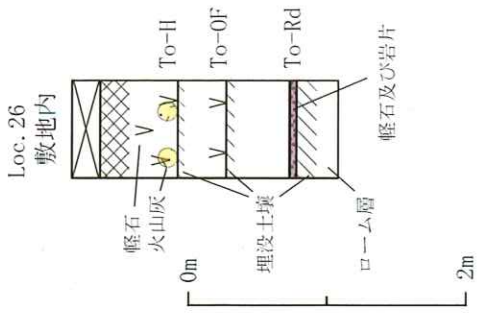
十和田からの距離・方位

注) 柱状図で断層内に示す数値:cm は、() 内は火砕流堆積物の層厚、[] 内は降下火砕物の層厚を示す。



(土井 (1993)^(5,4) 及び町田・新井 (2011)⁽⁹⁾ に基づき当社が作成)

第 7.4-6 図 十和田大不動火砕流堆積物の分布及び十和田切田テフラの等層厚線図
(各調査地点の地質柱状図は第 7.4-5 図に示す)



柱状図及び露頭写真

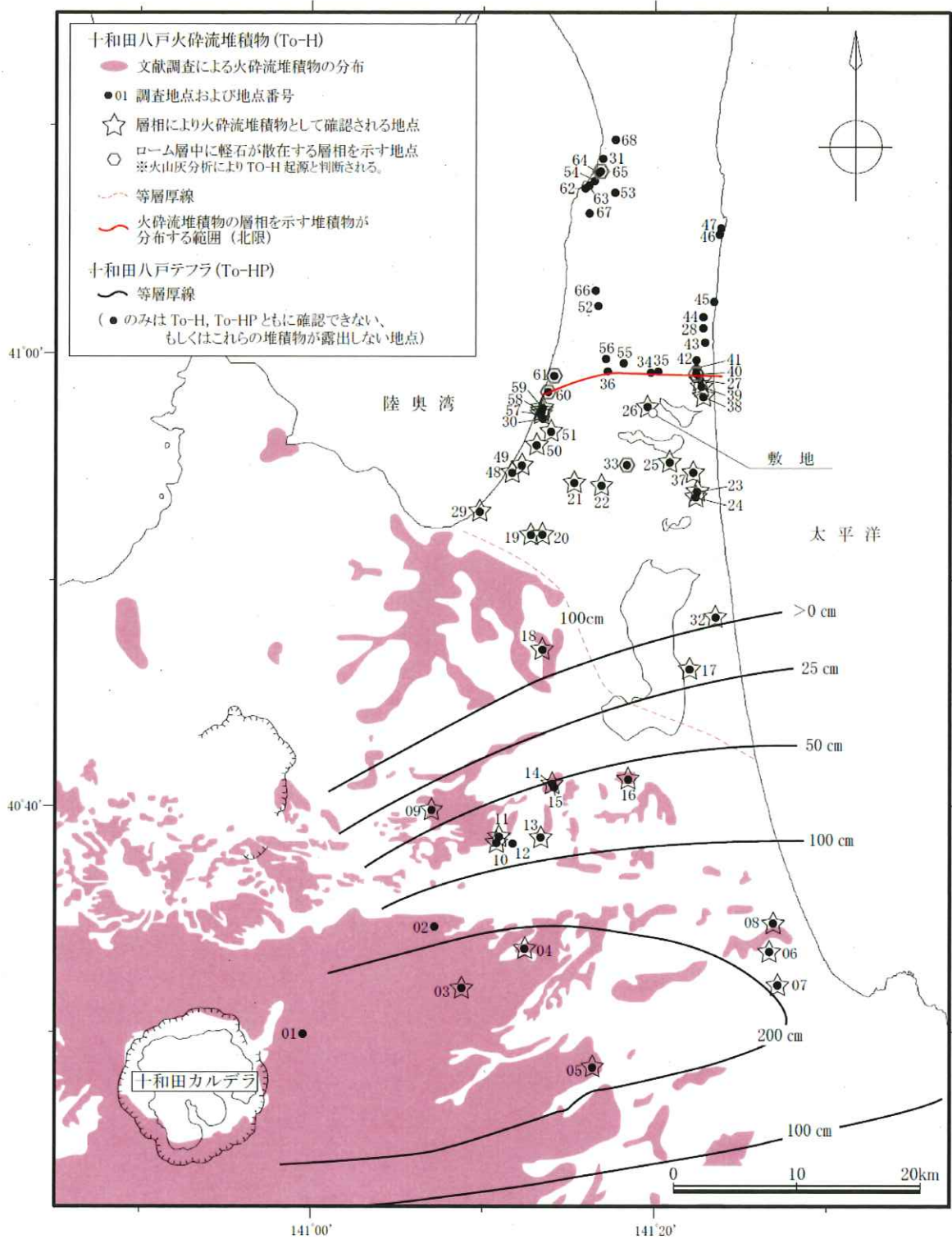
上位より、十和田八戸火砕流堆積物 (To-II)、十和田大不動火砕流堆積物 (To-0F) 起源の軽石が散在する層準、並びに軽石及び岩片が密集する十和田レッドテフラ (To-Rd) が確認される。

十和田大不動火砕流堆積物起源の軽石層相から火砕流堆積物と判断できないが、ローム層中に、僅かに軽石が点在する。最大平均粒径は約 4 mm である。

十和田八戸火砕流堆積物軽石混じり火山灰がハッチ状に認められる。層厚は約 20 cm、最大平均粒径は約 2 mm である。土壌化や植生による擾乱が著しい。

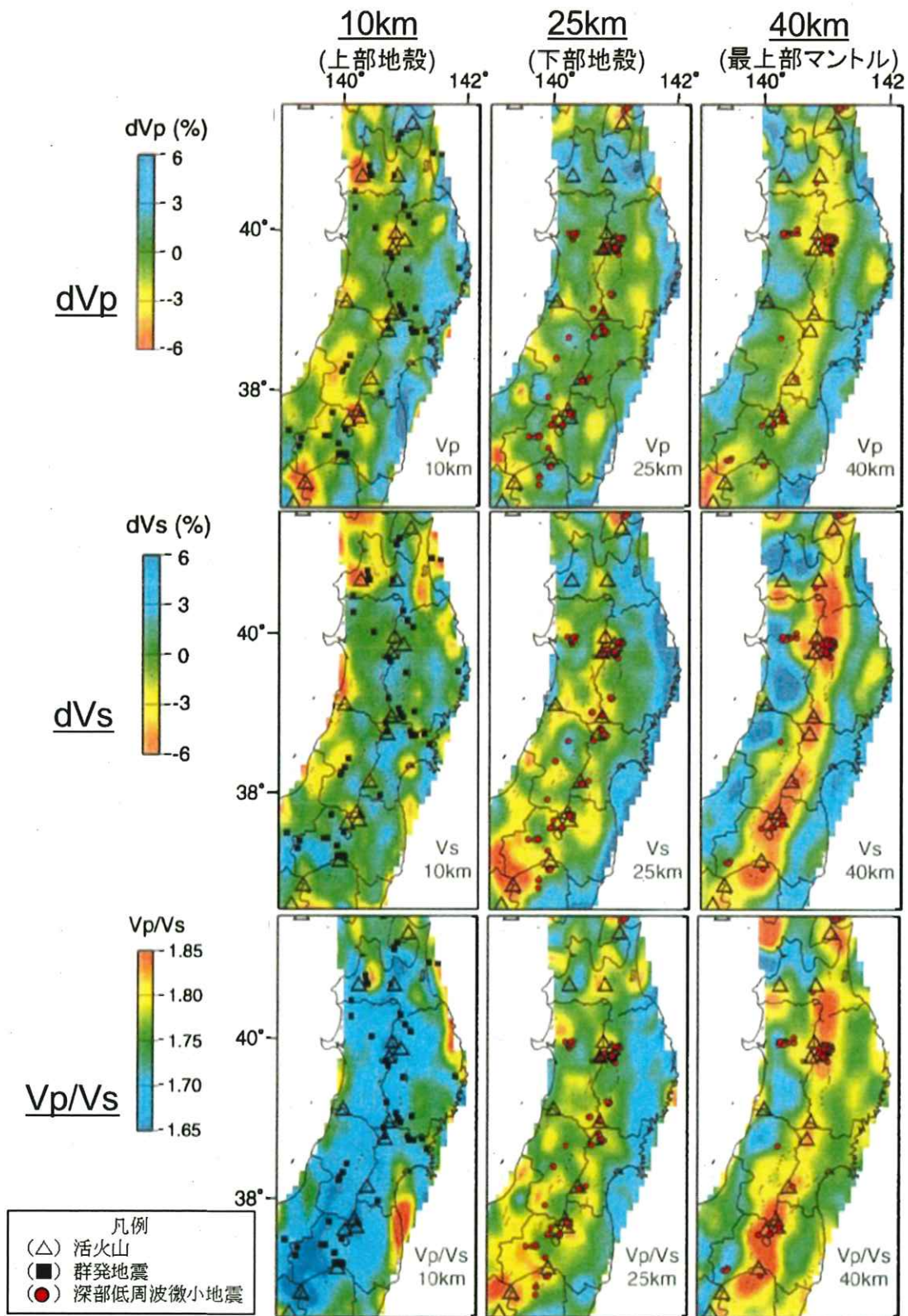
露頭位置図

第 7.4-7 図 敷地内 (Loc. 26) における十和田八戸火砕流堆積物及び十和田大不動火砕流堆積物の状況

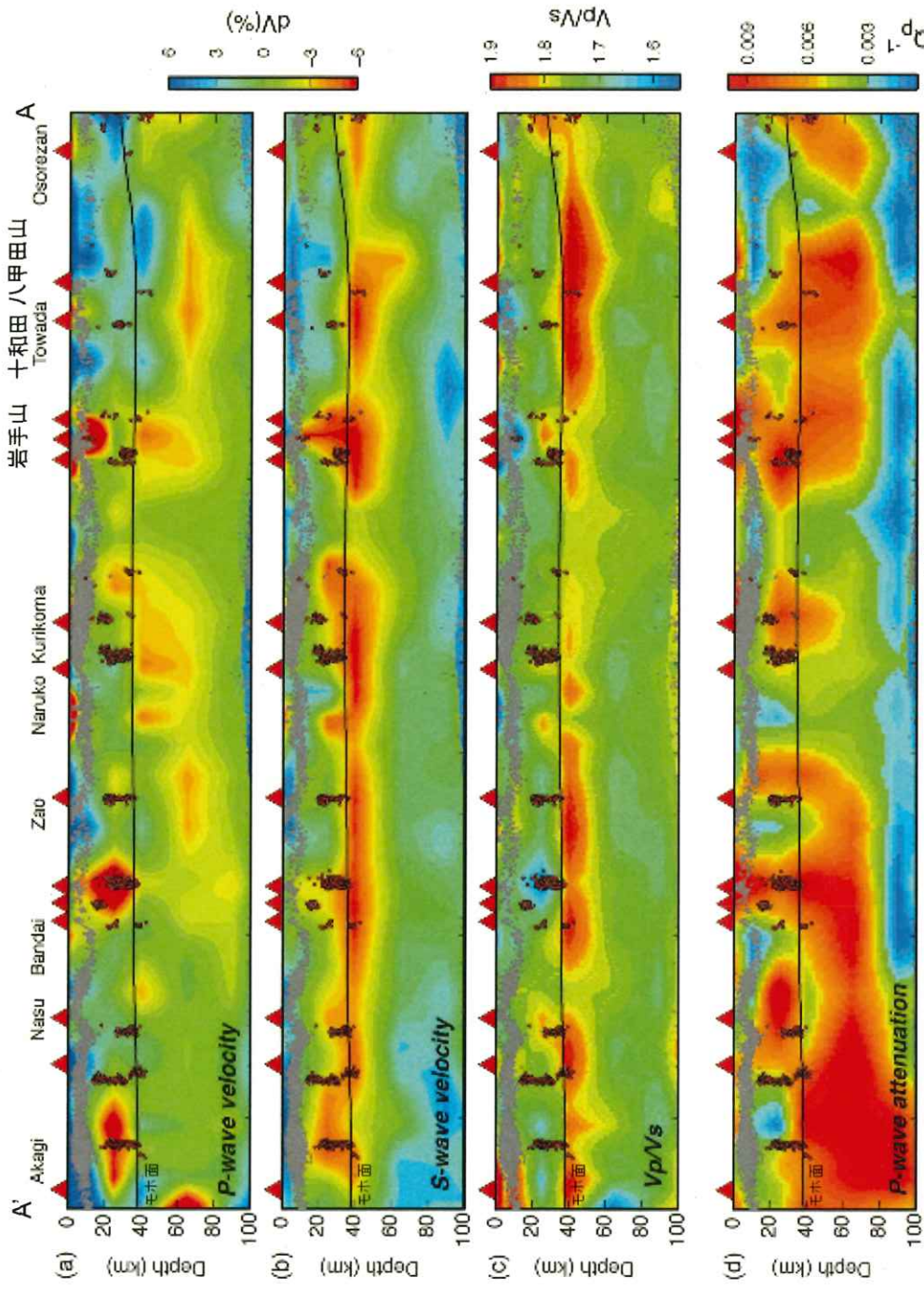


(土井 (1993)^(5.4), 村岡ほか (1991)^(5.5), 大沢ほか (1993)^(5.6), 大沢・須田 (1978)^(5.7) 及び町田・新井 (2011)⁽⁹⁾ に基づき当社が作成)

第 7.4-8 図 十和田八戸火砕流堆積物の分布及び
十和田八戸テフラの等層厚線図
(各調査地点の地質柱状図は第 7.4-5 図に示す)

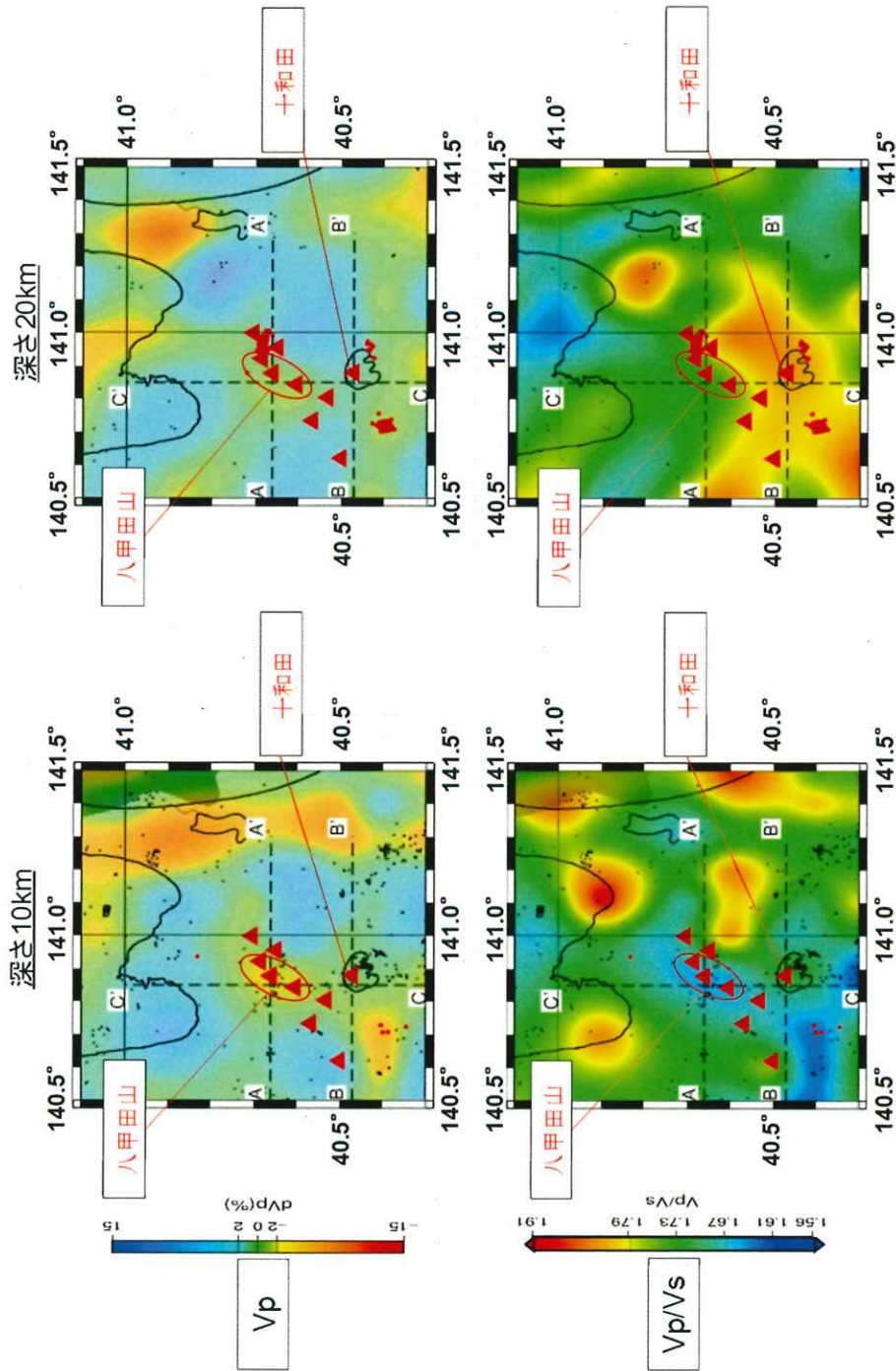


第7.4-9図 Nakajima et al. (2001)⁽¹⁶⁾の
地震波トモグラフィ解析結果
(Nakajima et al. (2001)⁽¹⁶⁾に加筆)



※(a)~(c)の解析結果はNakajima et al.(2001)⁽¹⁶⁾と同じ

第7.4-10 図 中島 (2017)⁽¹⁷⁾ の地震波トモグラフィ解析結果
(中島 (2017)⁽¹⁷⁾ に加筆)



凡例

- (▲) 第四紀火山
- (●) 震源
- (●) 低周波地震

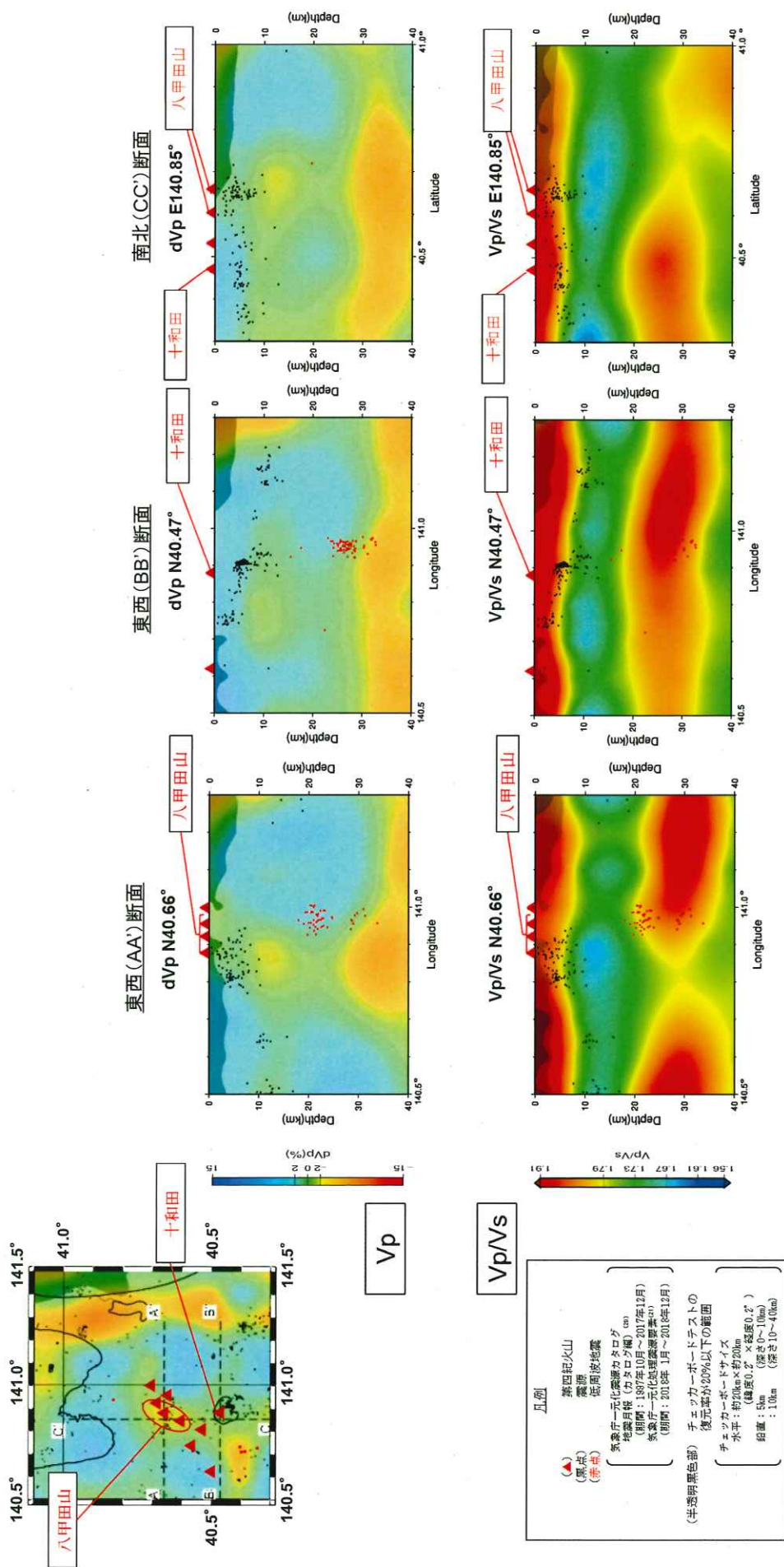
気象庁一元化震源カタログ
地震目録(カタログ編)⁽⁵⁰⁾
(期間: 1987年10月~2017年12月)
気象庁一元化処理震源要素⁽⁵¹⁾
(期間: 2018年1月~2018年12月)

(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10~40km)

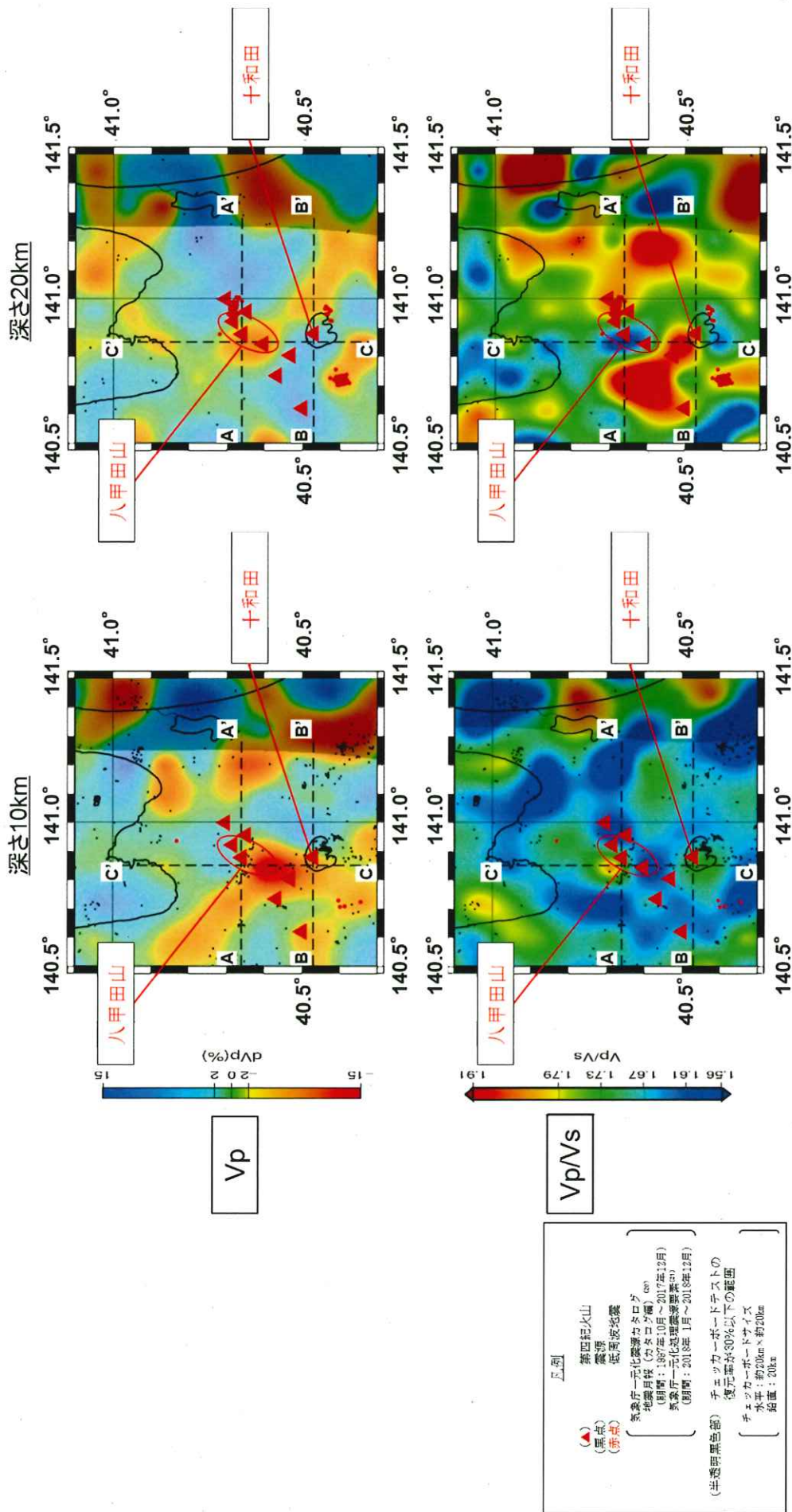
第7.4-11 図(1) 防災科学技術研究所 HP 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造 (海域拡大 2019 年版)」
の地震波トモグラフィ解析結果

(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)」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 (解析手法等はMatsubara et al. (2019)⁽¹⁸⁾ に記載))

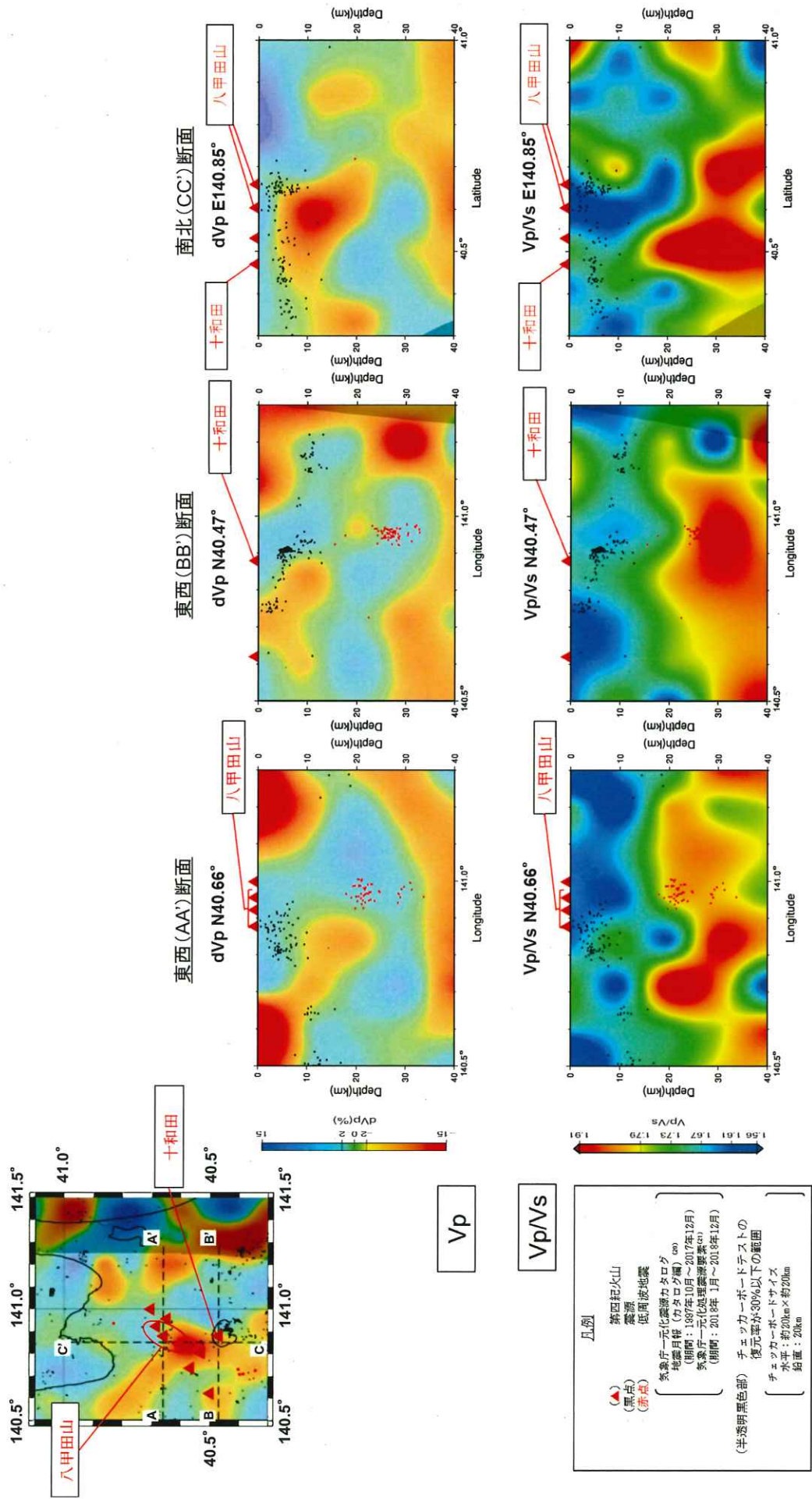


第7.4-11 図(2) 防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造 (海域拡大2019年版)」の地震波トモグラフィ解析結果

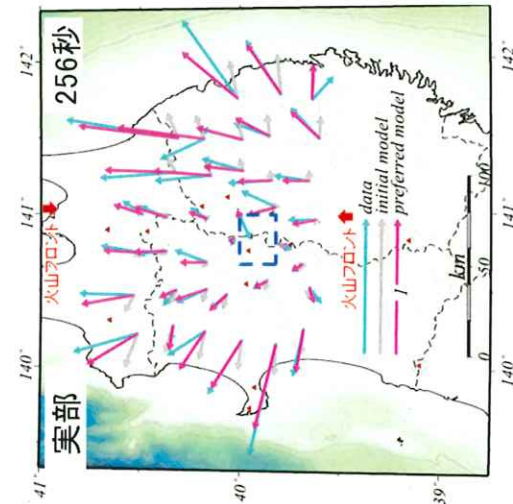
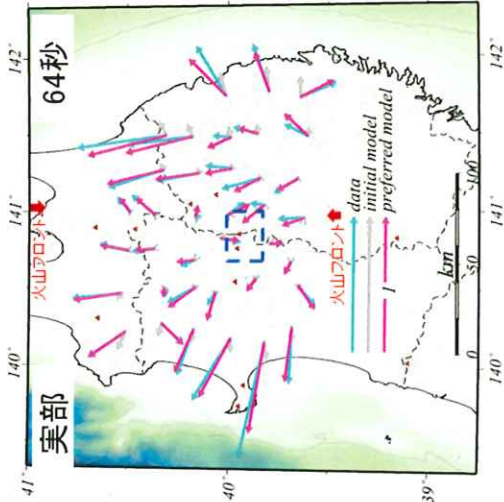
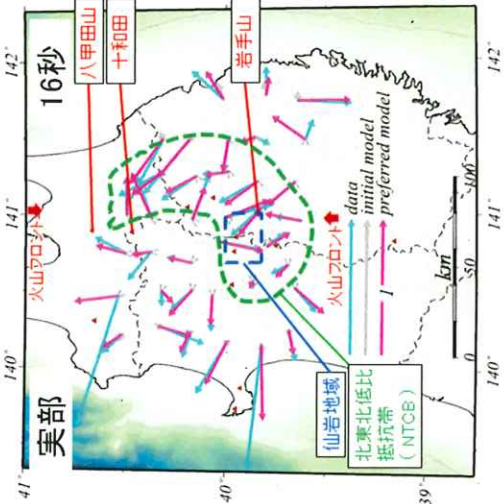
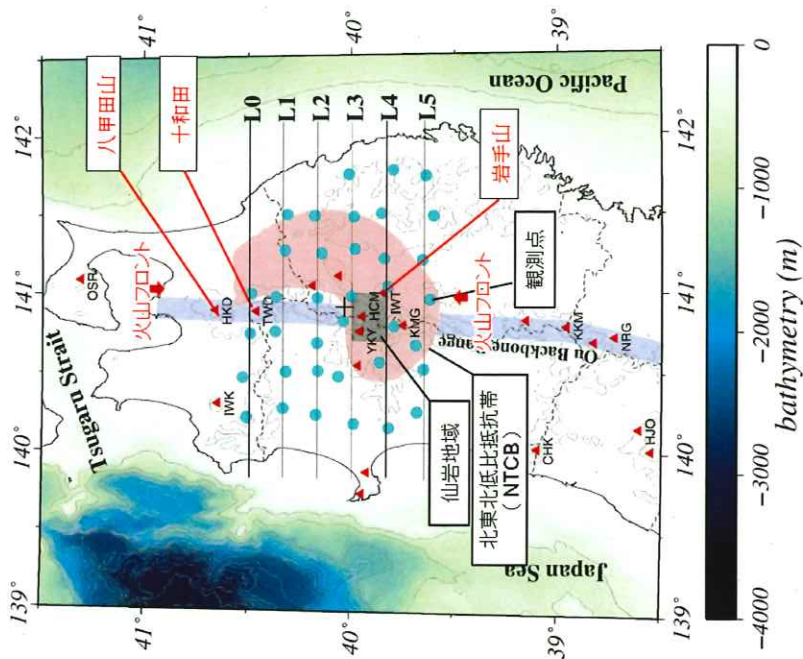
(防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造 (海域拡大2019年版)」地震波トモグラフィ解析結果の公開データを基に当社が作図 (解析手法等はMatsubara et al. (2019)⁽¹⁸⁾に記載))



第7.4-12 図(1) Hi-net や東北大学等の観測点の観測データを用いた地震波トモグラフィ解析結果



第7.4-12 図(2) Hi-netや東北大学等の観測データの観測データを用いた地震波トモグラフィ解析結果



Kanda and Ogawa(2014)⁽¹⁹⁾のインダクションベクトルのうち青矢印は、Ogawa(1987)⁽⁶⁰⁾で示された観測データに基づくインダクションベクトルと同じ。

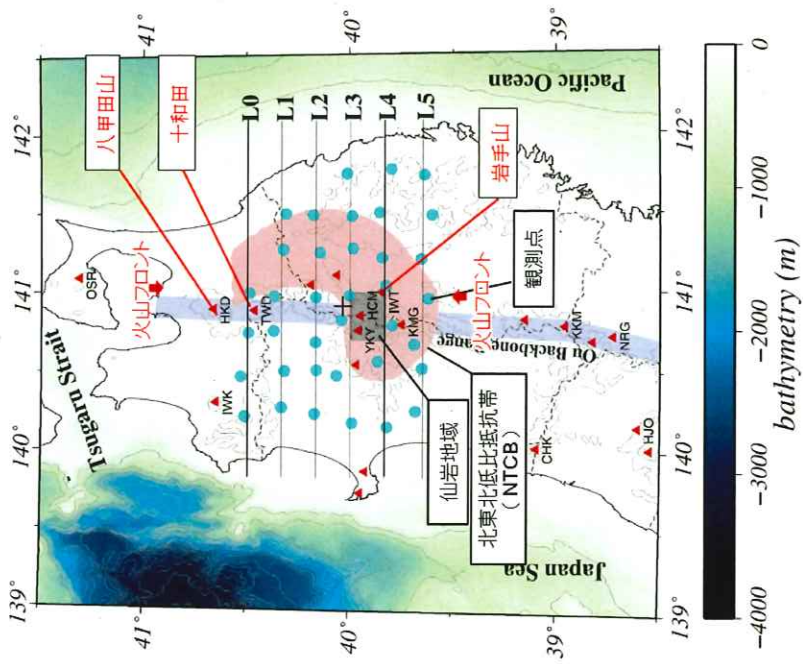
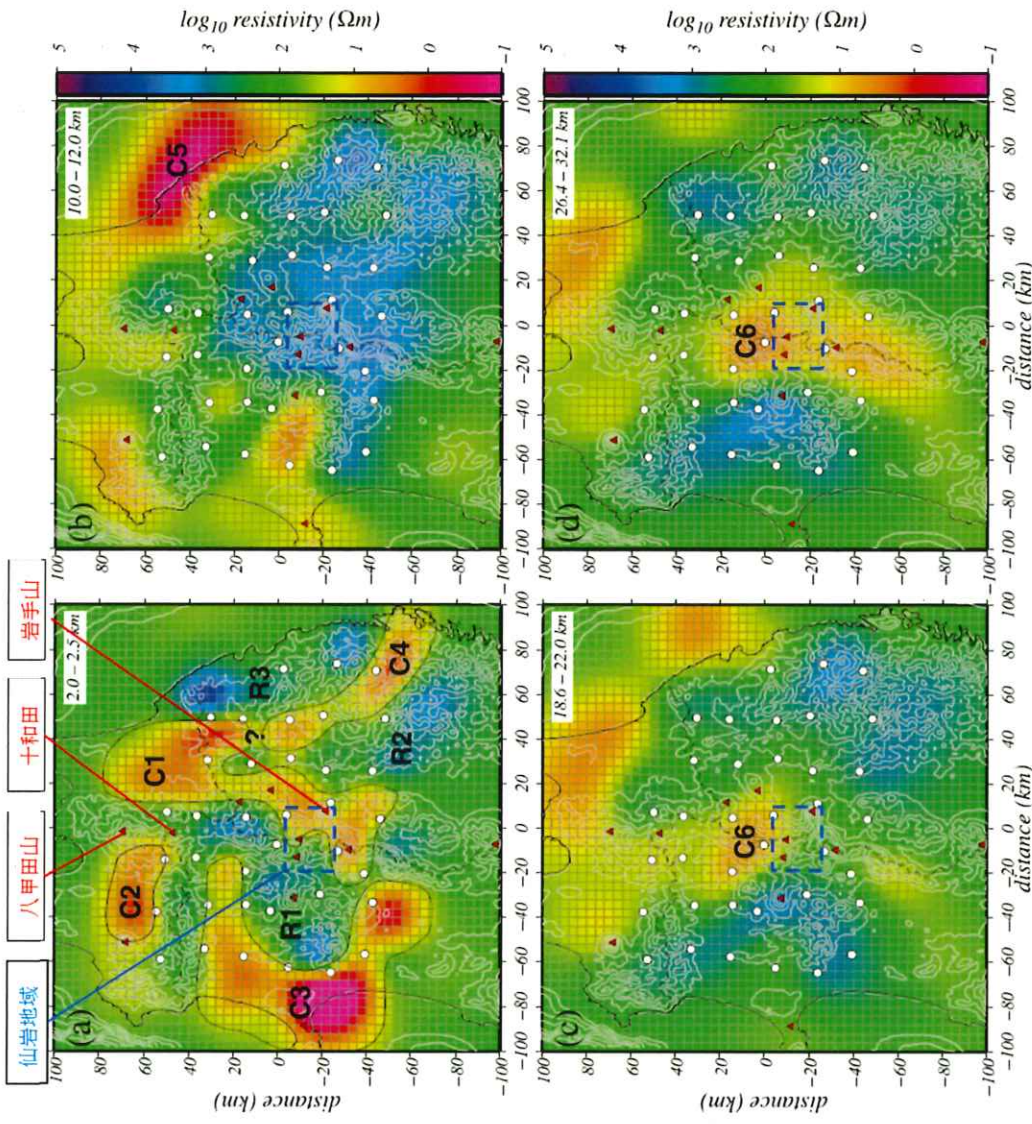
Skin depthは、観測する周波数帯域の電磁場がどれくらいの深さの情報を持っているかの指標となる。上嶋(2009)⁽⁶¹⁾に基づけば、大地の比抵抗を100Ωmと仮定すると、

- ・16秒周期では深さ約20km以浅
- ・64秒周期では深さ約40km以浅
- ・256秒周期では深さ約80km以浅

の比抵抗構造を反映する。

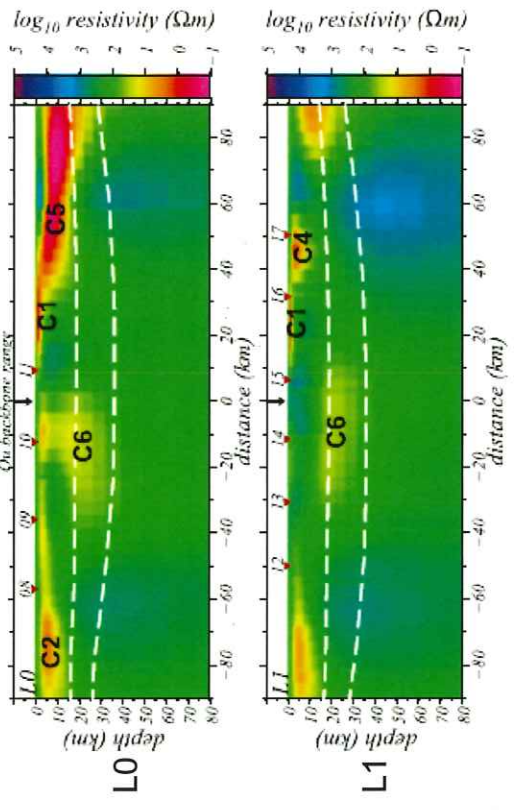
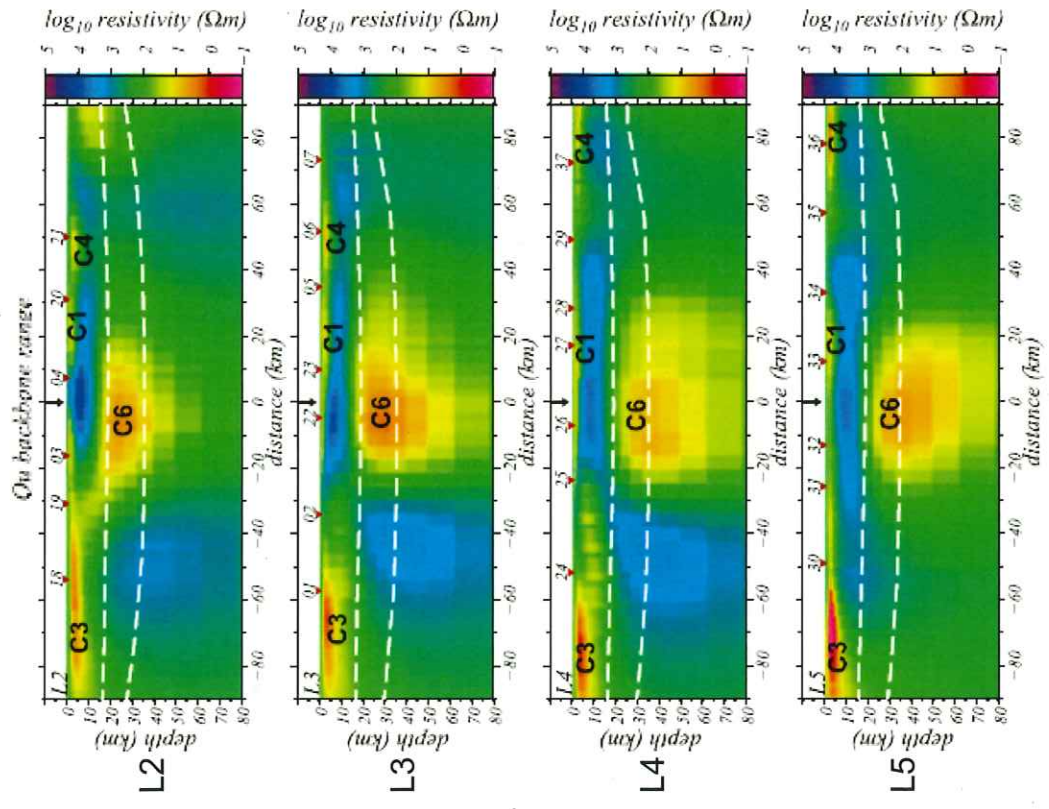
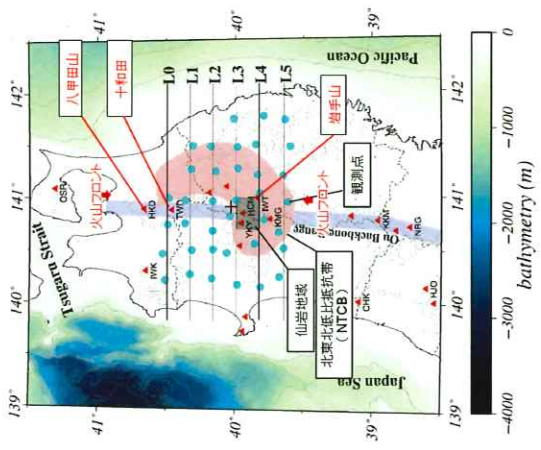
第7.4-13 図 北東北における観測及びモデル化されたインダクションベクトル

(Kanda and Ogawa (2014) に加筆)
(19)



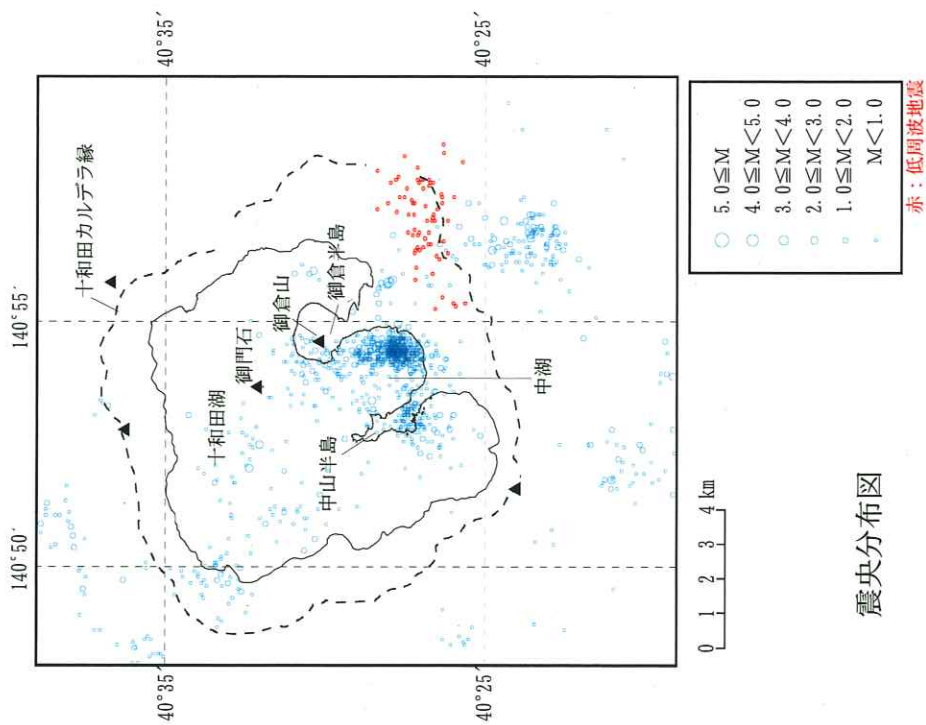
第 7.4-14 図(1) 北東北の三次元比抵抗構造 (水平断面)

(19)
(Kanda and Ogawa (2014) に加筆)

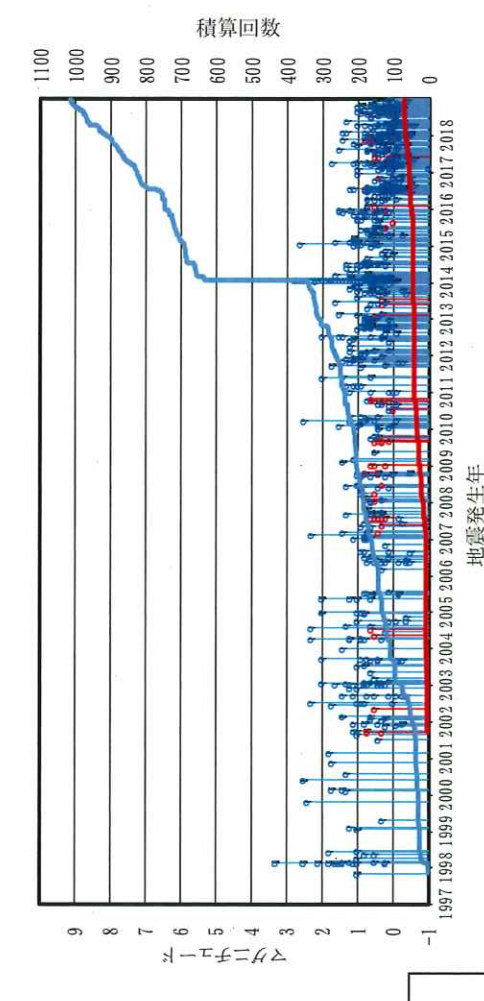
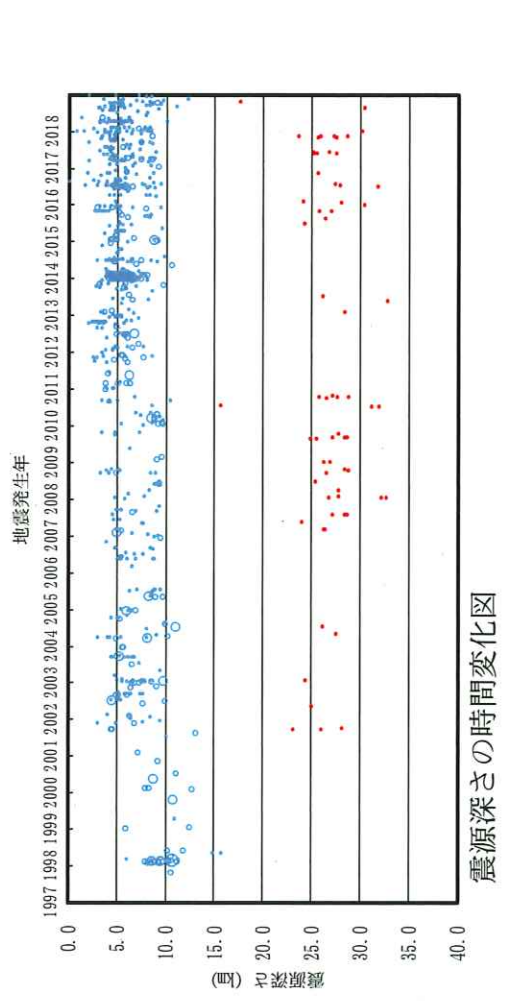


第 7.4-14 図(2) 北東北の三次元比抵抗構造 (鉛直断面)

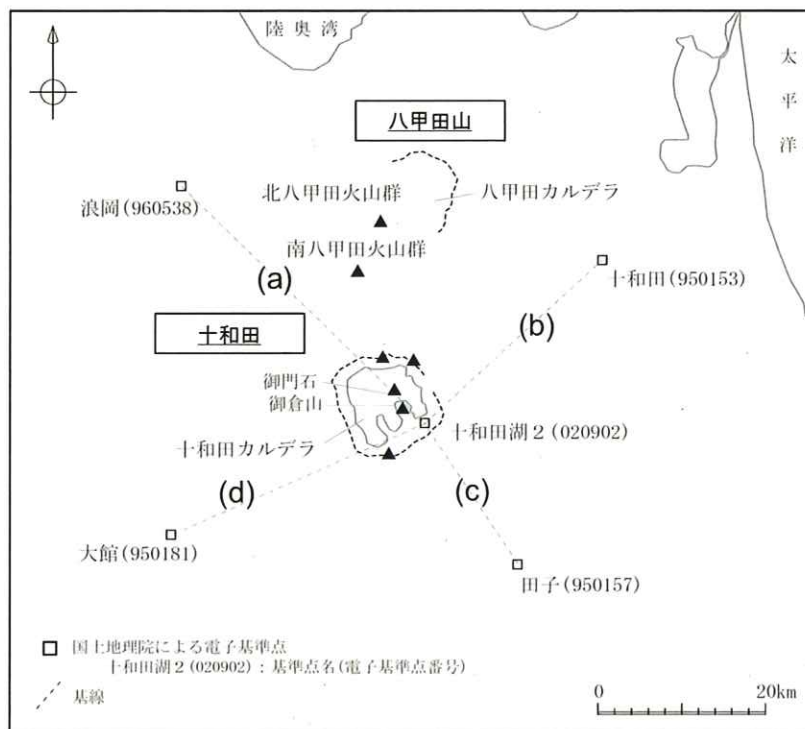
(Kanda and Oogawa (2014) に加筆)



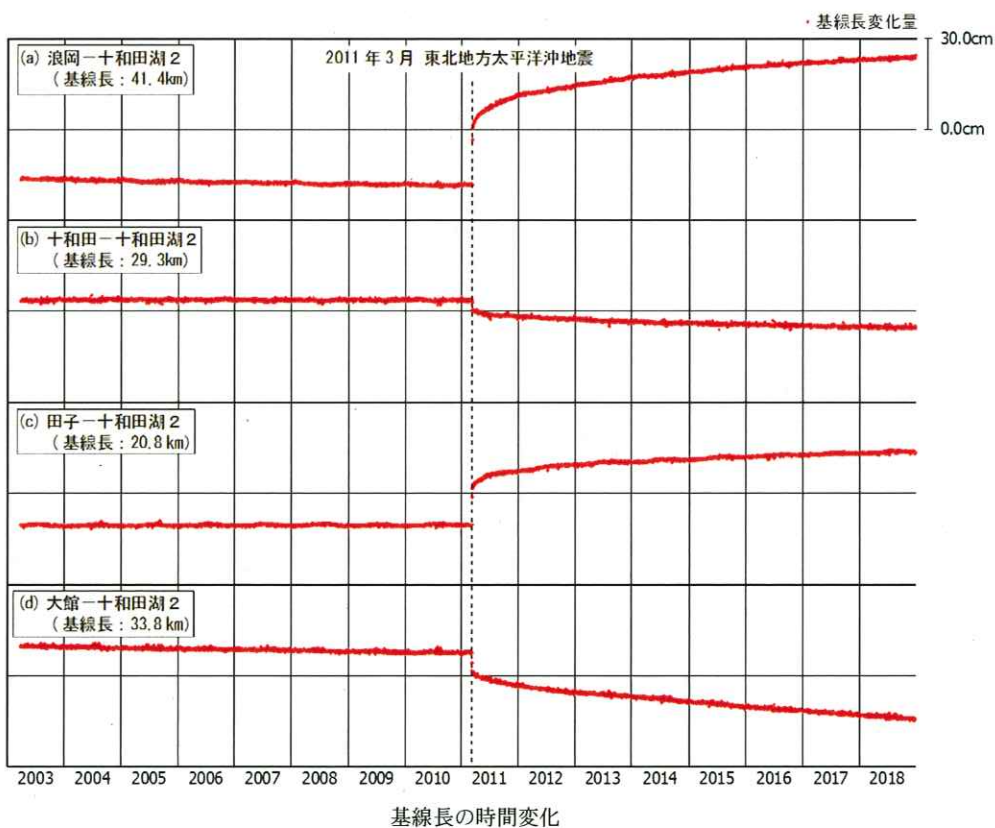
気象庁一元化震源カタログ
 地震月報 (カタログ編)^(2.0) (期間: 1997年10月~2017年12月)
 気象庁一元化処理震源要素^(2.1) (期間: 2018年1月~2018年12月)
 に基づき作成



第7.4-15図 十和田付近における地震活動



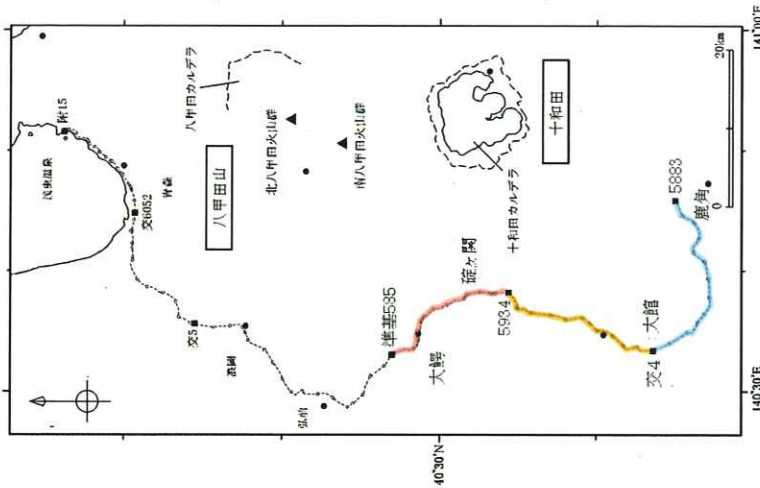
電子基準点及び基線位置図



第 7.4-16 図 十和田を囲む電子基準点間の
基線長の時間変化 (斜距離成分)

(国土地理院の電子基準点データより作成 (期間: 2003年1月~2018年12月))

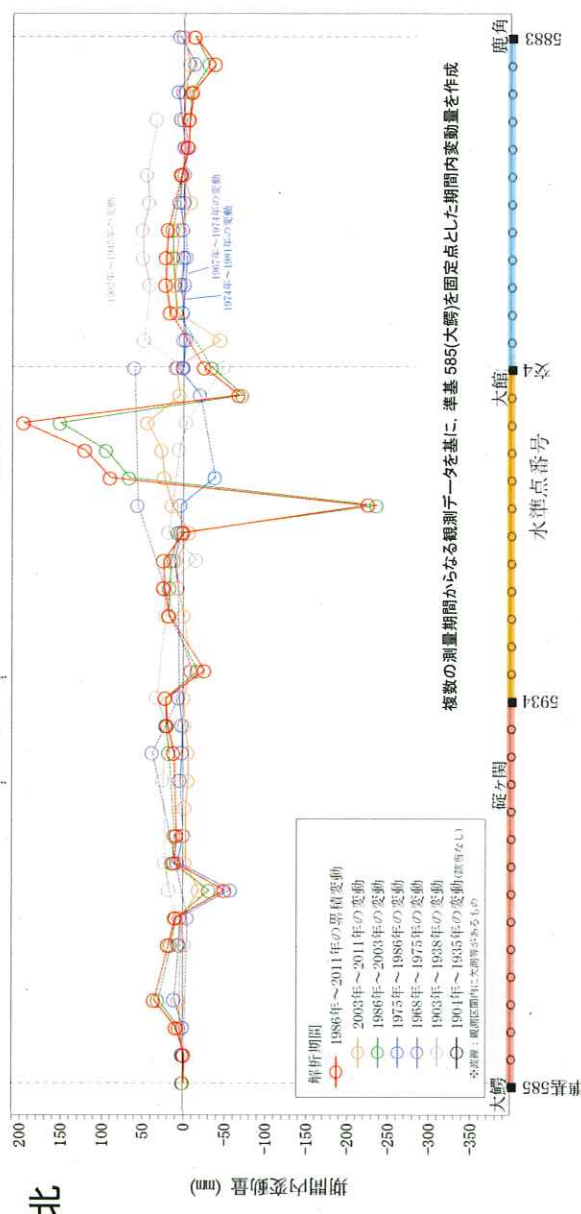
■ 水準路線



■ 路線沿いの期間内変動量

十和田に最も近い
一等水準点

南



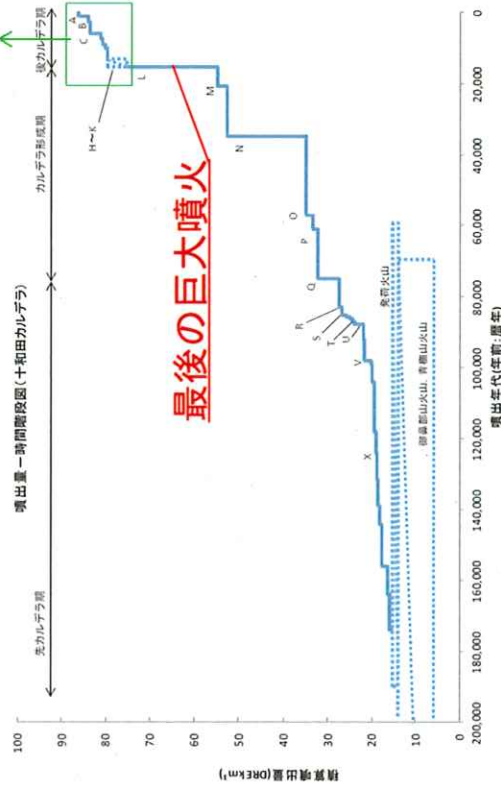
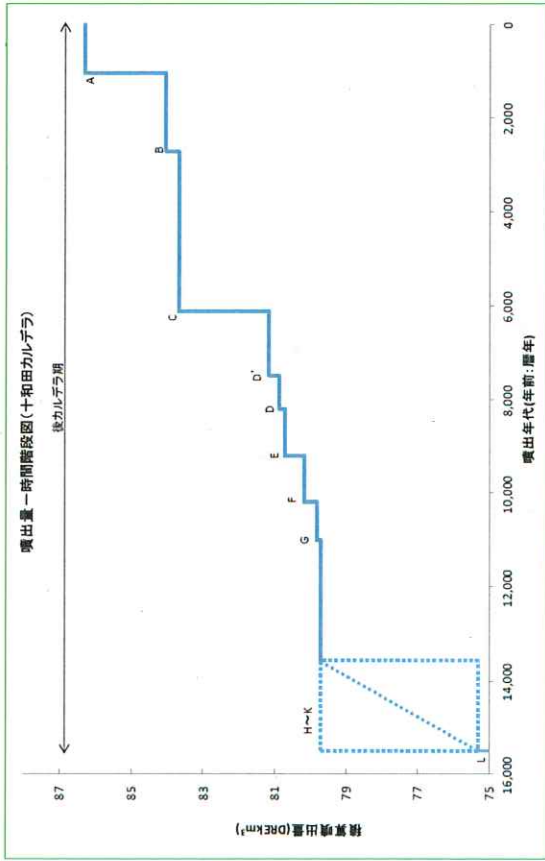
第 7.4-17 図 十和田付近の一等水準路線の

上下変動の期間内変動量

(国土地理院による基盤地図情報及び一等水準点検測成果収録より作成)

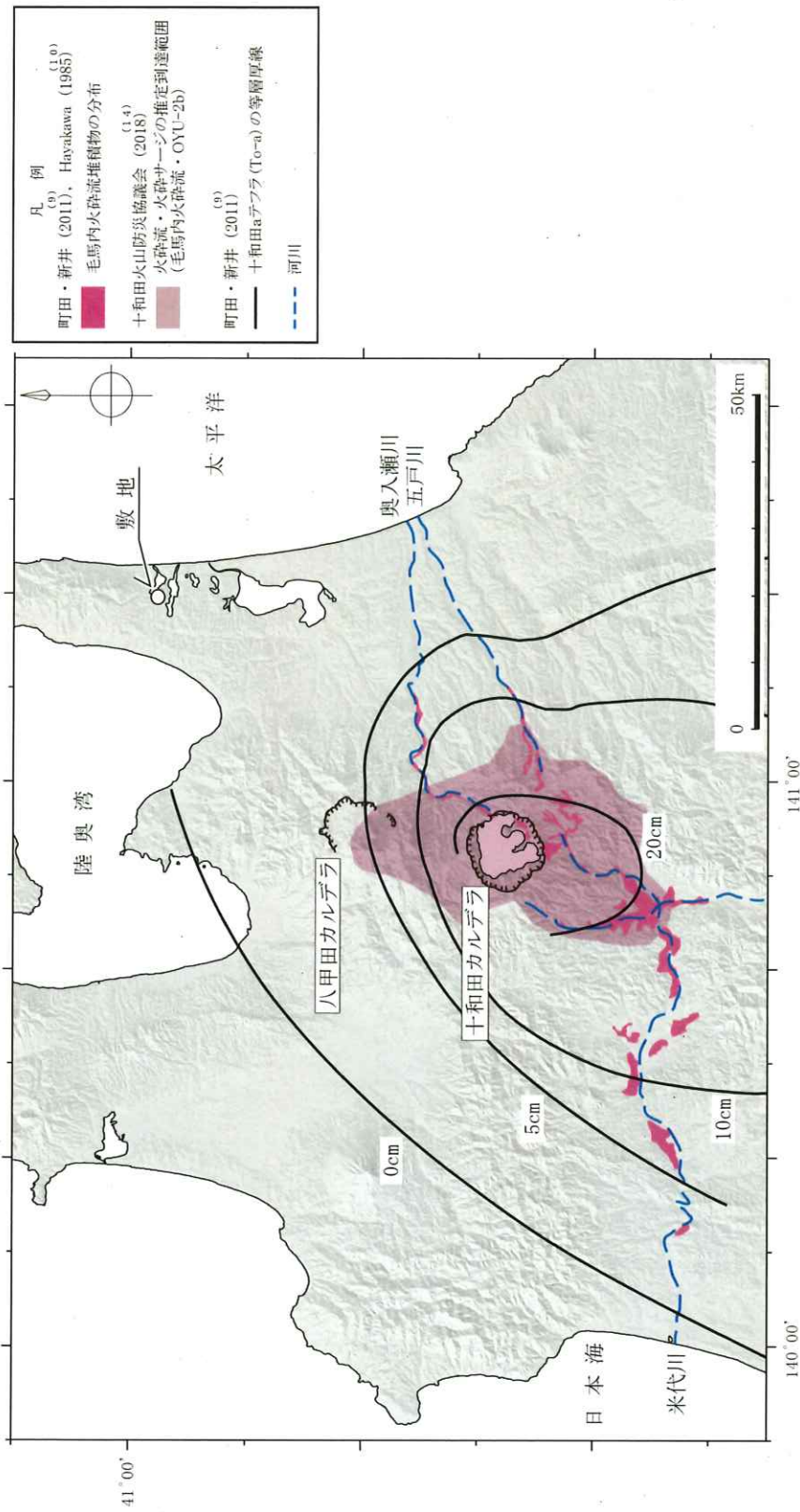
活動期	噴火エピソード (Hayakawa, 1985)	噴出物	マグマ種類	噴火様式	体積: km ³ (溶体はDRE 下輪は見かけの噴出量)	
後カルデラ 成層火山・ 溶岩ドーム (後カルデラ 期)	A	十和田アトラ				
		毛馬内火砕流	流紋岩～ デイサイト	火砕流	2.27 ^{※2}	
		大湯3軽石	-	降下軽石	6.51 ^{※3}	
	B	大湯2火山灰(OYU-2)			降下火山灰, 火砕サージ	
		大湯1軽石	流紋岩	降下軽石		
		惣部火山灰	-	降下火山灰	0.35 ^{※2}	
		迷ヶ平軽石	流紋岩	降下軽石	0.84 ^{※3}	
	C	宇樽部火山灰	デイサイト	火砕サージ, 降下火山灰		
		金ヶ沢軽石	デイサイト	降下軽石	2.52 ^{※2}	
		中瀬軽石(CU)	安山岩～ デイサイト	フリニー式噴火: 降下軽石	9.18 ^{※3}	
	D'	御門石溶岩	デイサイト	溶岩ドーム	0.29 ^{※2}	
		御倉山溶岩	デイサイト	溶岩ドーム	0.325 ^{※3}	
		戸来火山灰	デイサイト	マグマ水蒸気噴火: 降下火山灰	19 ^{※1}	
中ノ沢火山灰		-	降下火山灰	0.16 ^{※2}		
D	小国軽石	デイサイト	降下軽石, 降下火山灰	0.34 ^{※3}		
	貝守火山灰	-	降下火山灰	0.54 ^{※2}		
E	南部軽石	デイサイト	フリニー式噴火: 降下軽石	2.51 ^{※3}		
	柵山火山灰	安山岩	降下火山灰, スコリア	0.36 ^{※2}		
F	夏坂スコリア	安山岩	降下スコリア	1.26 ^{※3}		
	新郷軽石	デイサイト	降下軽石	0.7 ^{※2}		
H	五色岩火山, 二の倉アトラ群 (二の倉期後, 中, 前期)	玄武岩質 安山岩	溶岩流, 降下スコリア, 降下火山灰	4.42 ^{※2}		
				10.4 ^{※3}		

※1: 第四紀火山カタログ委員会編 (1993) より引用 ※2: 文献中で DRE 換算されている値を階段図等から読み取った体積
 ※3: Hayakawa (1985) より引用



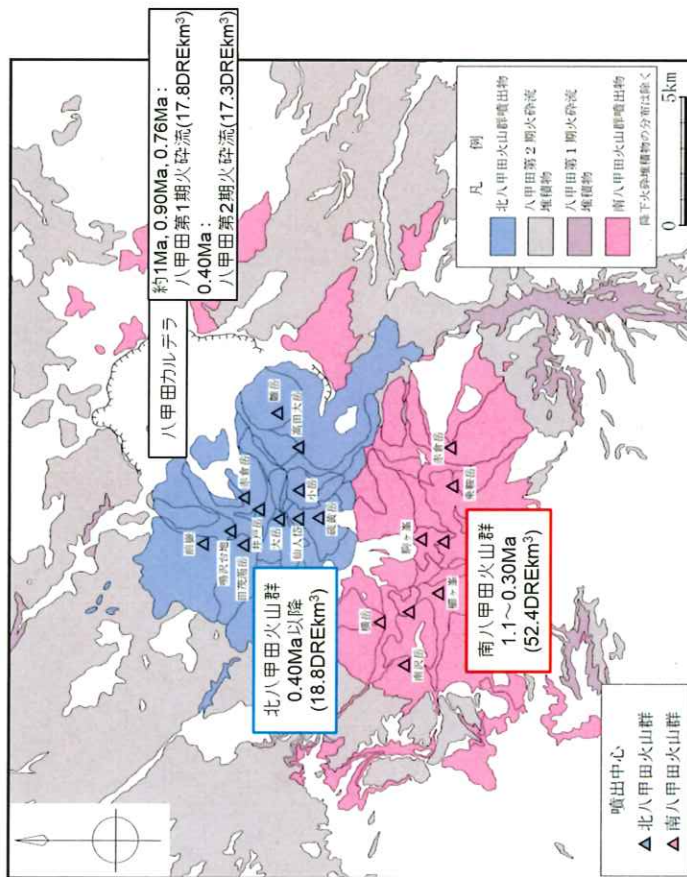
第7.4-18 図 十和田の後カルデラ期の階段ダイヤグラム

(山元 (2015) に基づき作成)

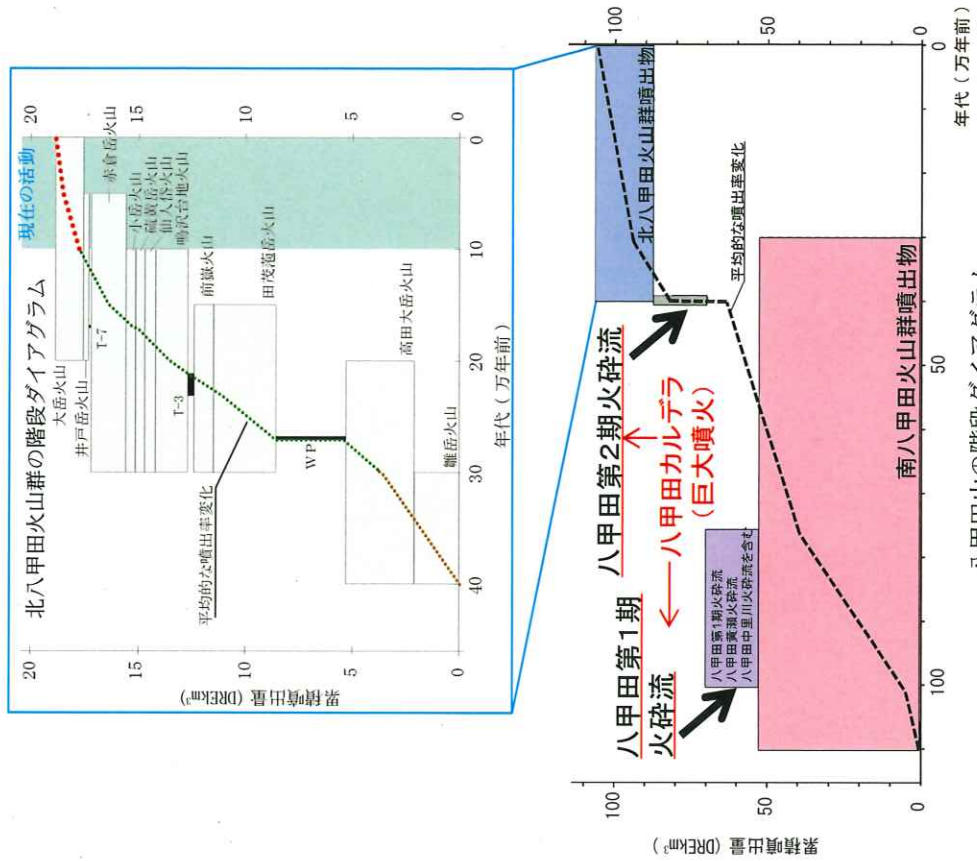


第 7.4-19 図 十和田毛馬内火砕流堆積物の分布及び十和田-aテフラの等層厚線図

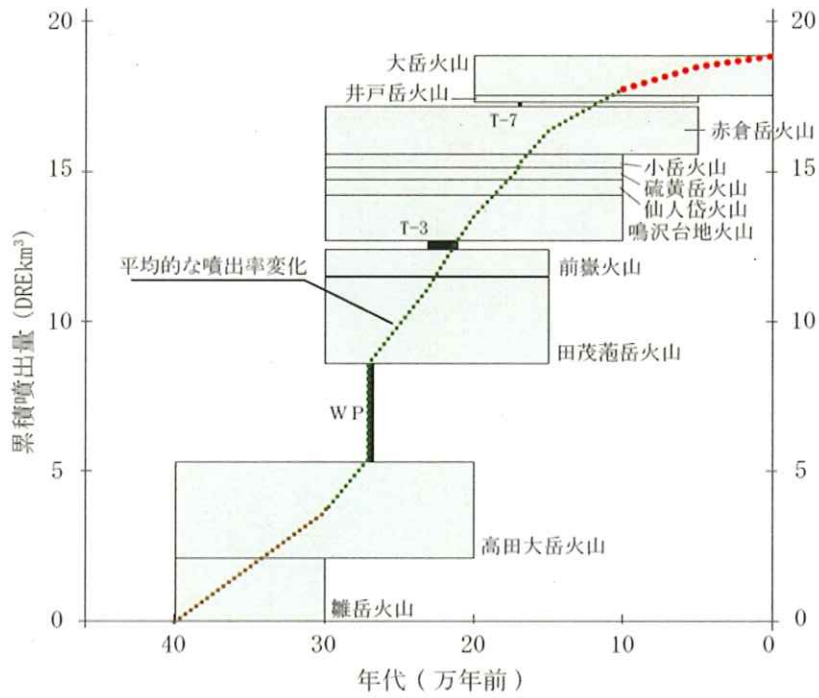
(十和田火山防災協議会 (2018)⁽¹⁴⁾, 町田・新井 (2011)⁽⁹⁾, Hayakawa (1985)⁽¹⁰⁾ に基づき作成)



八甲田山の地質図



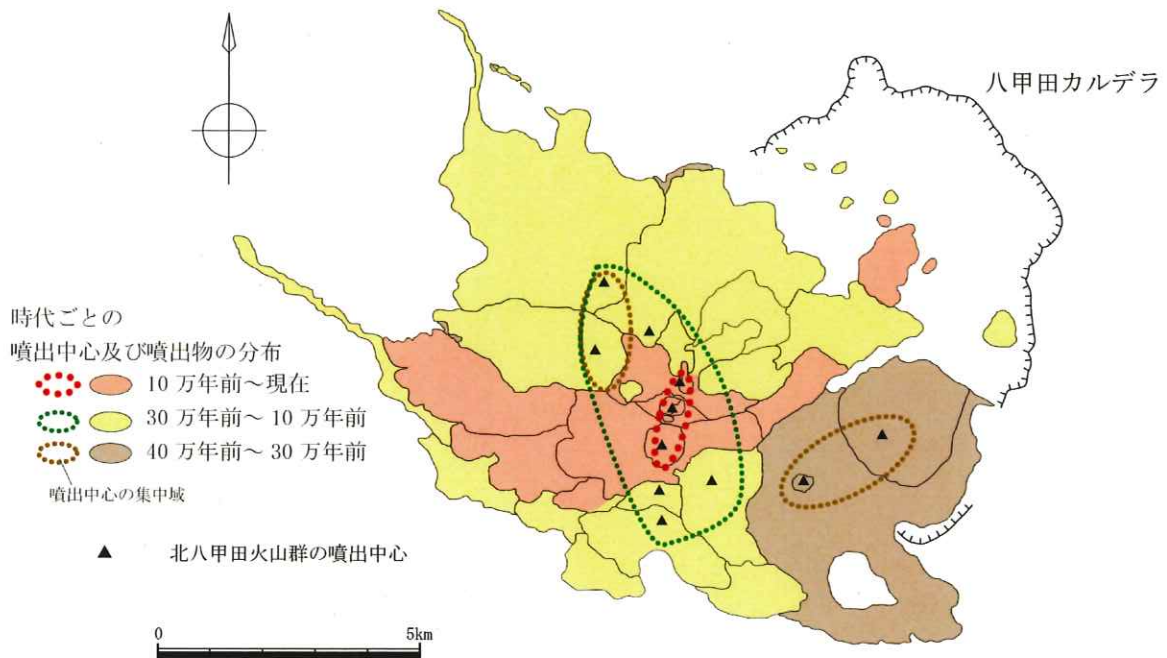
第7.4-20 図 八甲田山の噴出物の分布と階段ダイアグラム
(村岡・高倉 (1988)^(2,8), 宝田・村岡 (2004)^(2,7), 中野ほか編 (2013)⁽¹⁾, 工藤ほか (2011)^(2,9), Umeda et al. (2013)^(6,2), 工藤ほか (2004)^(3,0) に基づき作成)



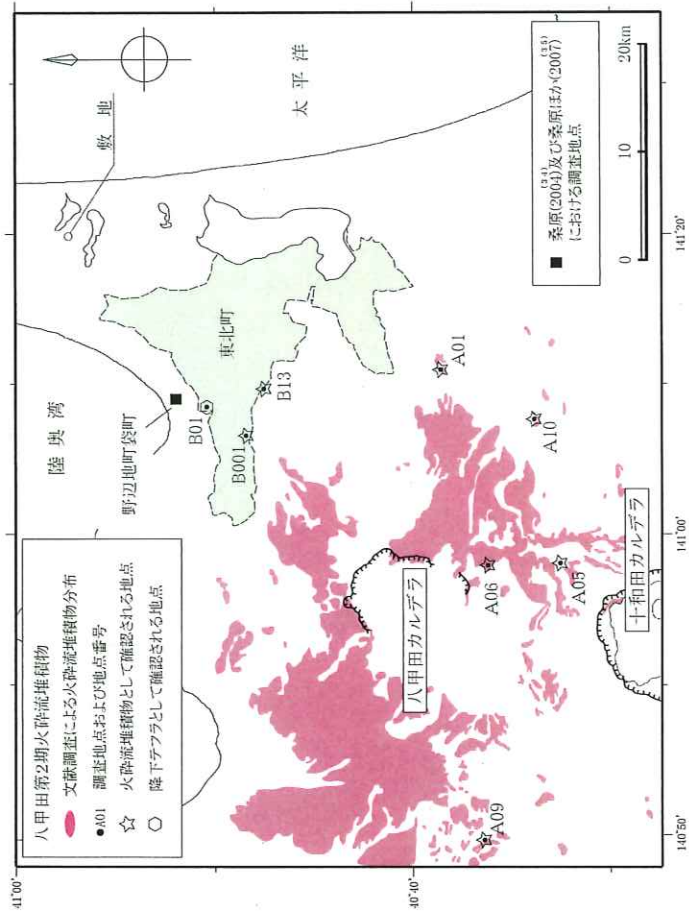
火山体	年代	噴出量	降下火砕物	年代*	噴出量
大岳火山	0.2Ma ~ 現在	1.3DREkm ³	T-7	0.17Ma	0.1DREkm ³
井戸岳火山	0.2Ma ~ 0.1Ma 以降	0.25DREkm ³	T-3	0.23Ma ~ 0.21Ma	0.3DREkm ³
赤倉岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma 以降	1.6DREkm ³	甲地軽石 (WP)	0.27Ma	3.3DREkm ³
小岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	0.45DREkm ³			
硫黄岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	0.43DREkm ³			
仙人岱火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	0.51DREkm ³			
鳴沢台地火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	1.4DREkm ³			
前嶽火山	0.3Ma ~ 0.15Ma	0.91DREkm ³			
田茂菴岳火山	0.3Ma ~ 0.15Ma	2.9DREkm ³			
高田大岳火山	0.4Ma ~ 0.2Ma	3.2DREkm ³			
雛岳火山	0.4Ma ~ 0.3Ma	2.1DREkm ³			

※八甲田第2期火砕流堆積物と洞窟火山灰の年代及び堆積物間の土壌層厚からの推定値

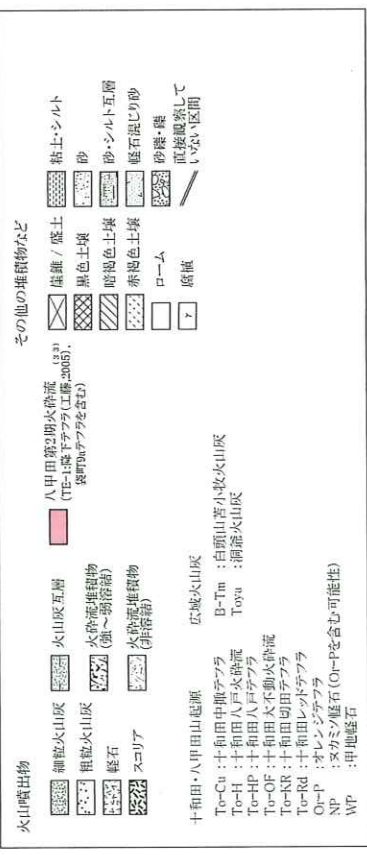
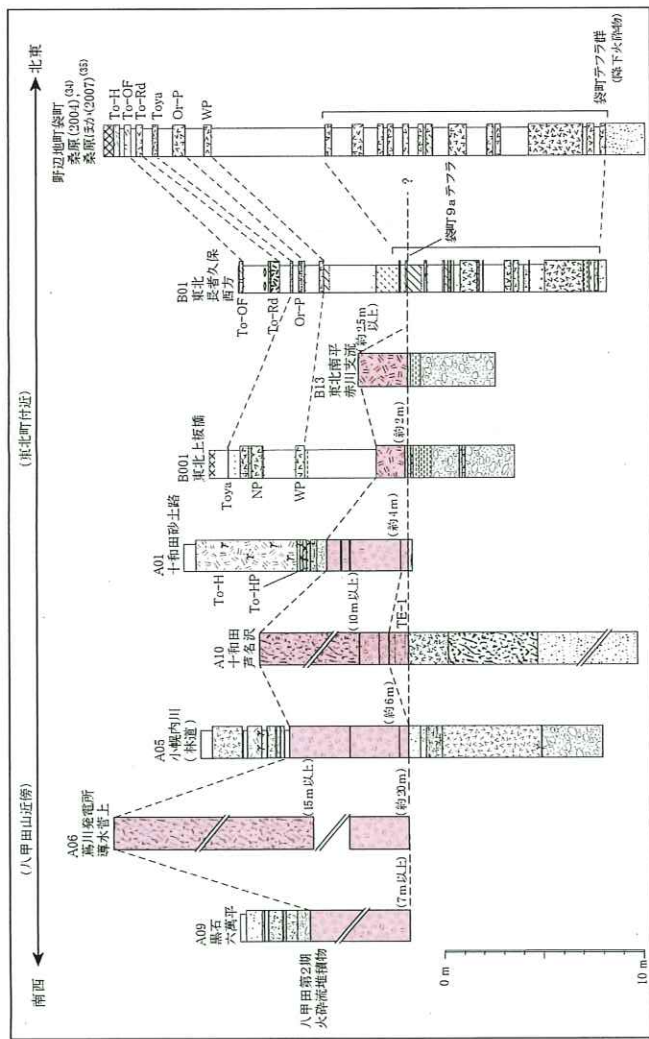
※北八甲田火山群の噴出物の区分⁽³⁰⁾年代及び噴出量は工藤ほか(2004)に基づく



第 7.4-21 図 北八甲田火山群の噴出率の時間変化及び噴出中心の時空間分布 (工藤ほか (2004)⁽³⁰⁾に基づき作成)

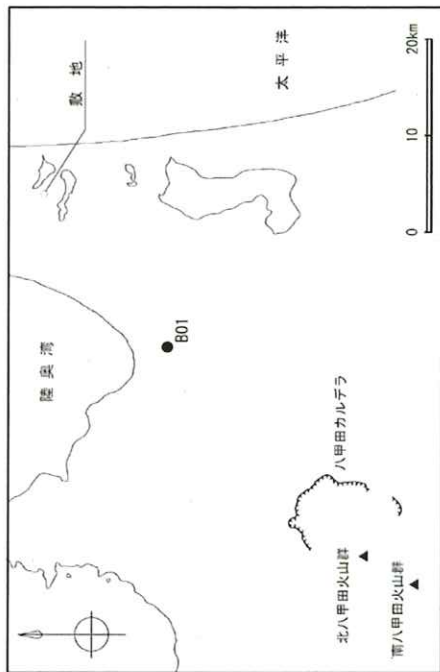


(28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35)
 (村岡・高倉(1988), 村岡ほか(1991), 大沢ほか(1993), 青森県史編さん自然部会(2001), 桑原(2004)及び桑原ほか(2007)に基づき作成)

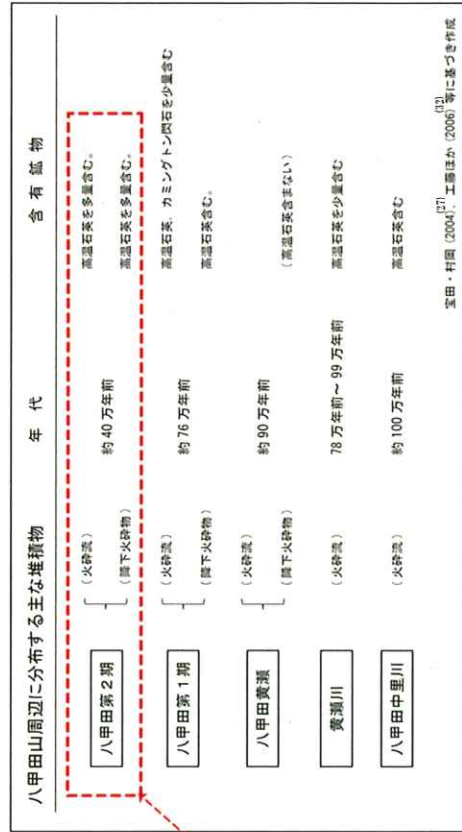
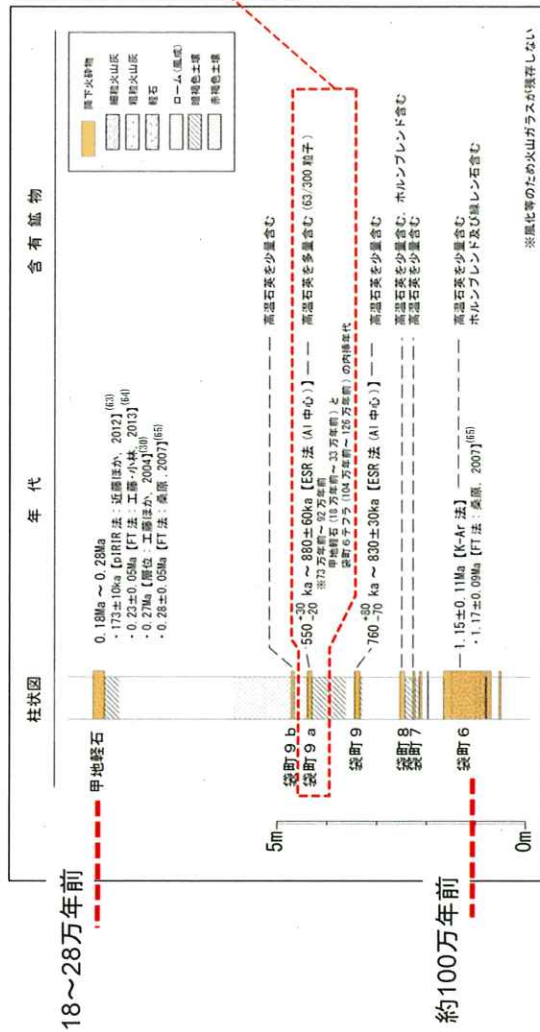


第7.4-22図 八甲田第2期火砕流堆積物に着目した地質柱状図

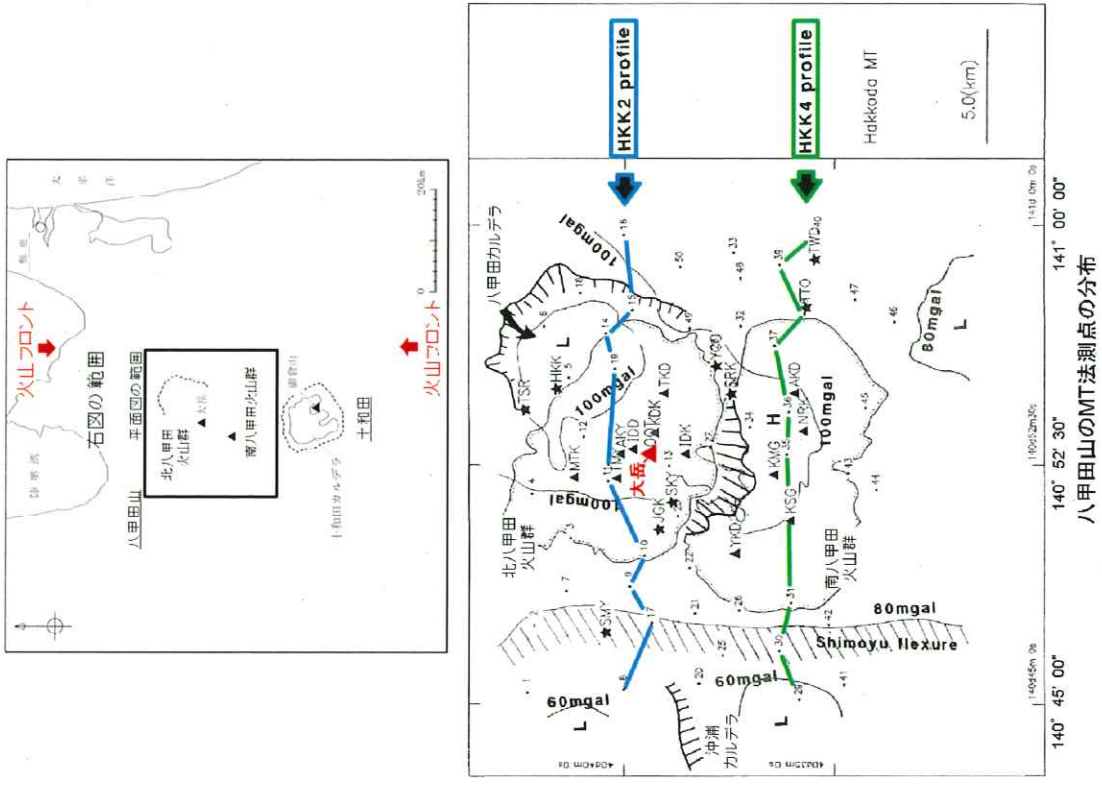
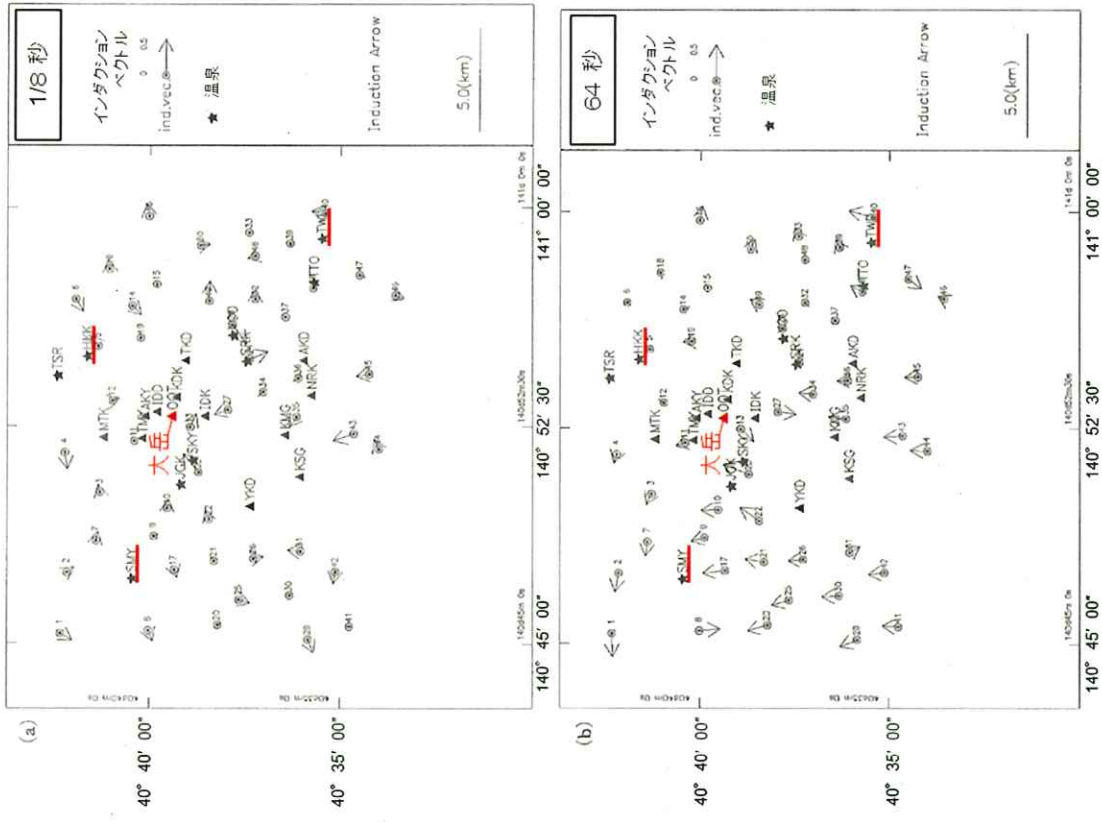
【東北町の露頭：B01地点】



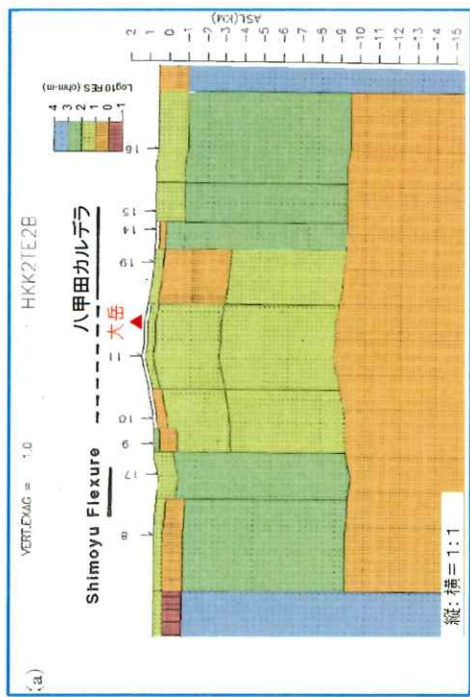
露頭写真



第7.4-23図 Loc. B01における八甲田カルデラの噴出物に着目した地質柱状図等

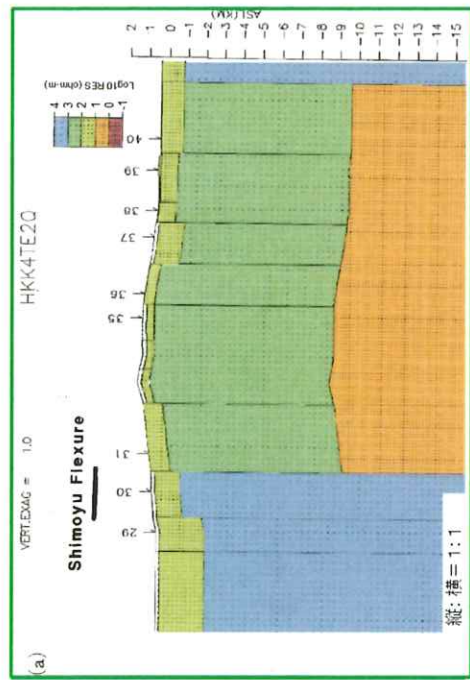


第 7.4-24 図 八甲田山におけるインダクションベクトルの実部の分布
(小川 (1991) に加筆)



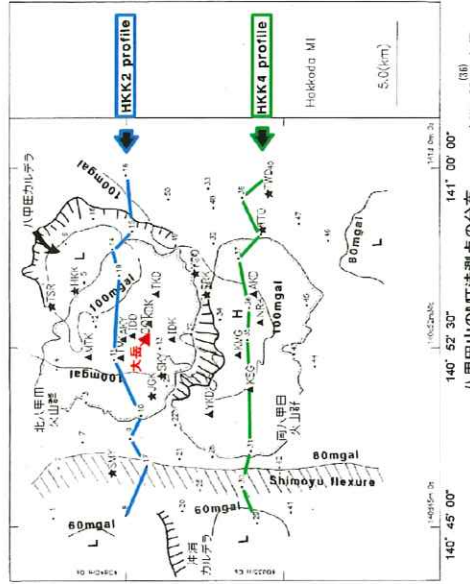
(a)

(b)

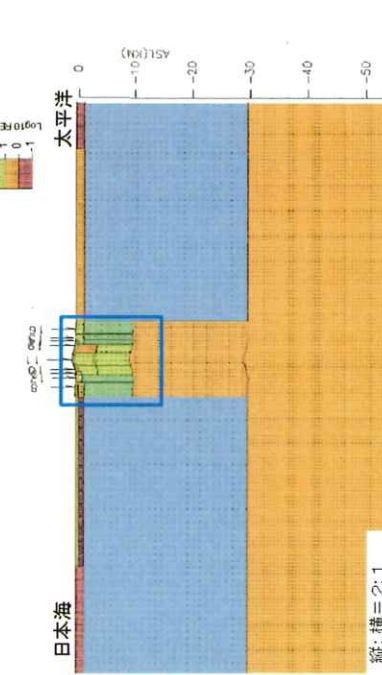


(a)

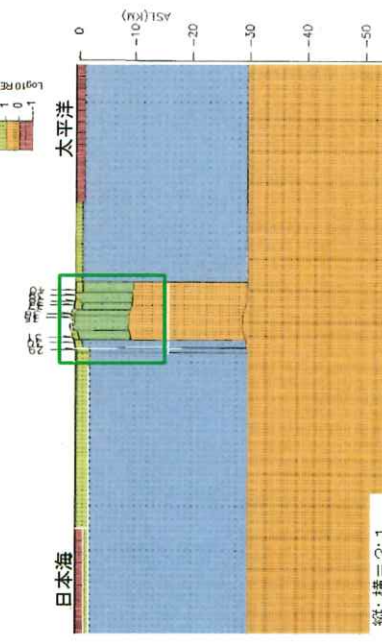
(b)



八甲田山のMMT法測点の分布
小川(1991)に加盟

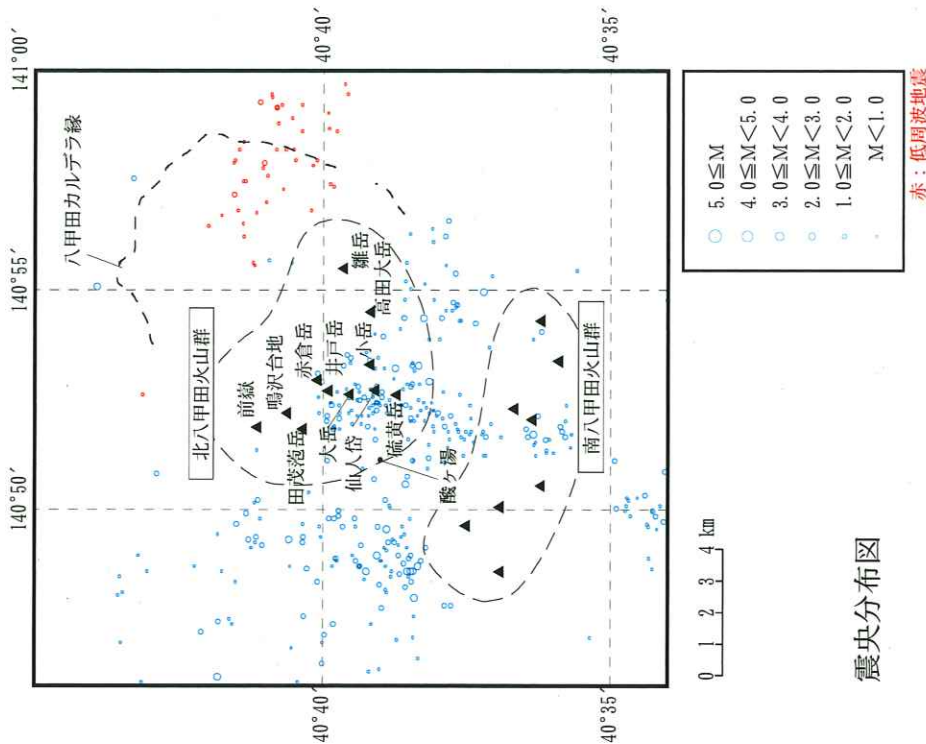
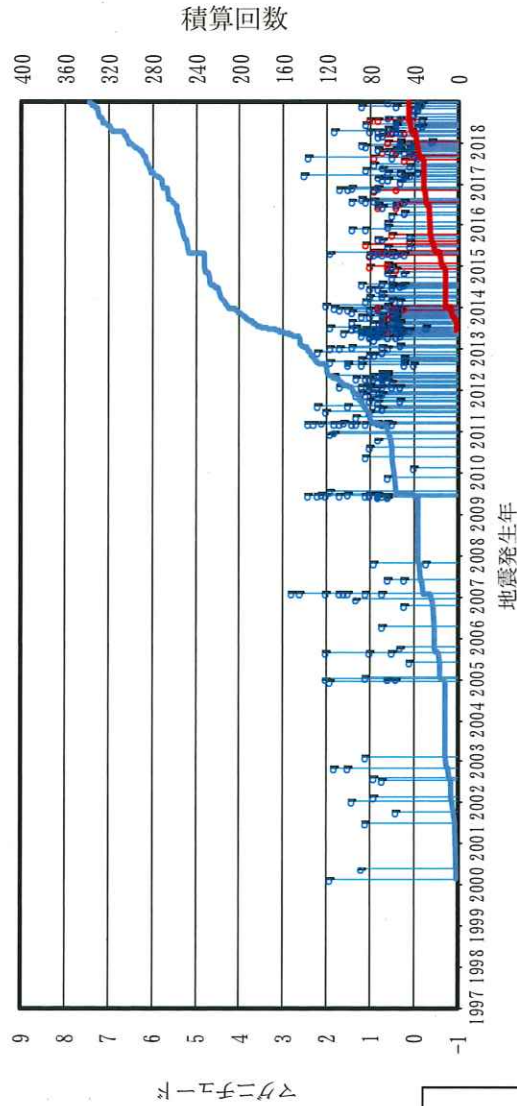
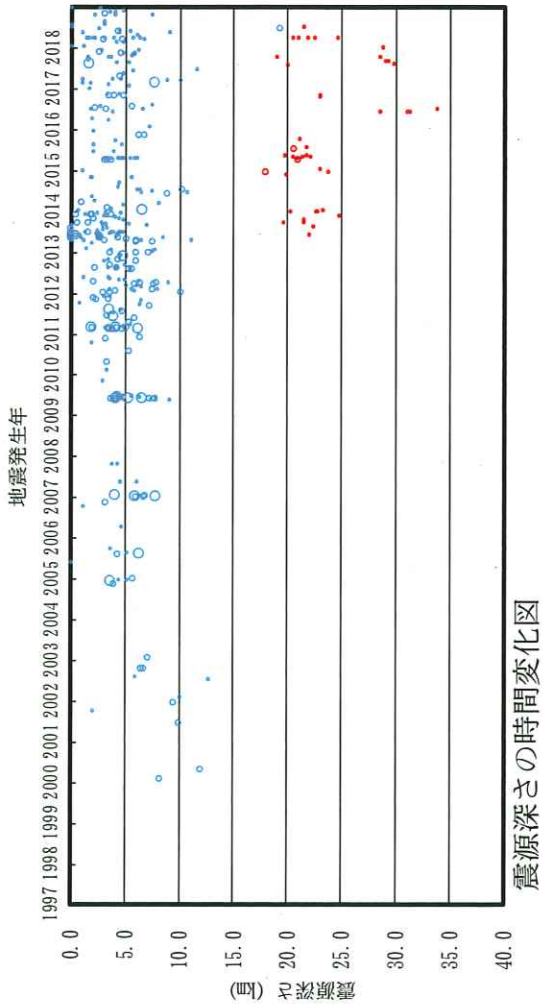


北八甲田火山群と八甲田カルデラを切る測線 (HKK 2)



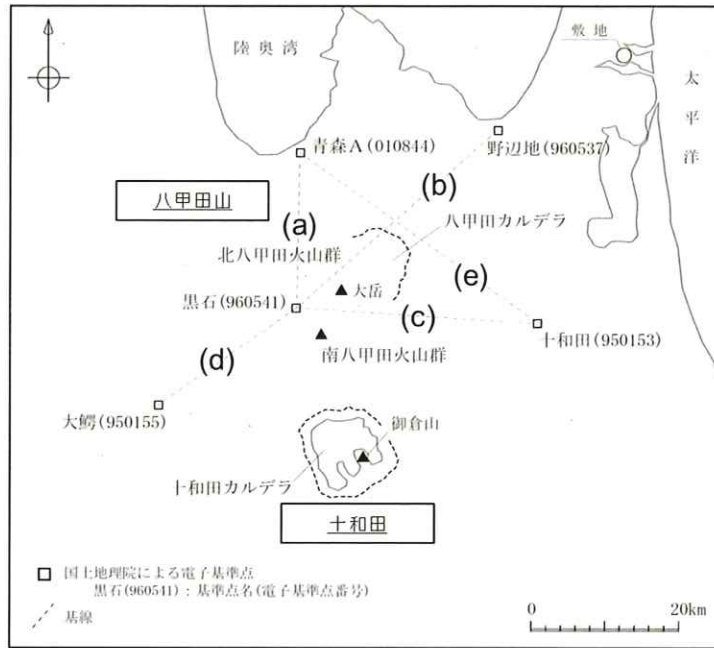
南八甲田火山群を切る測線 (HKK 4)

第 7.4-25 図 八甲田山の比抵抗構造
(小川(1991) に加筆及び塗色)

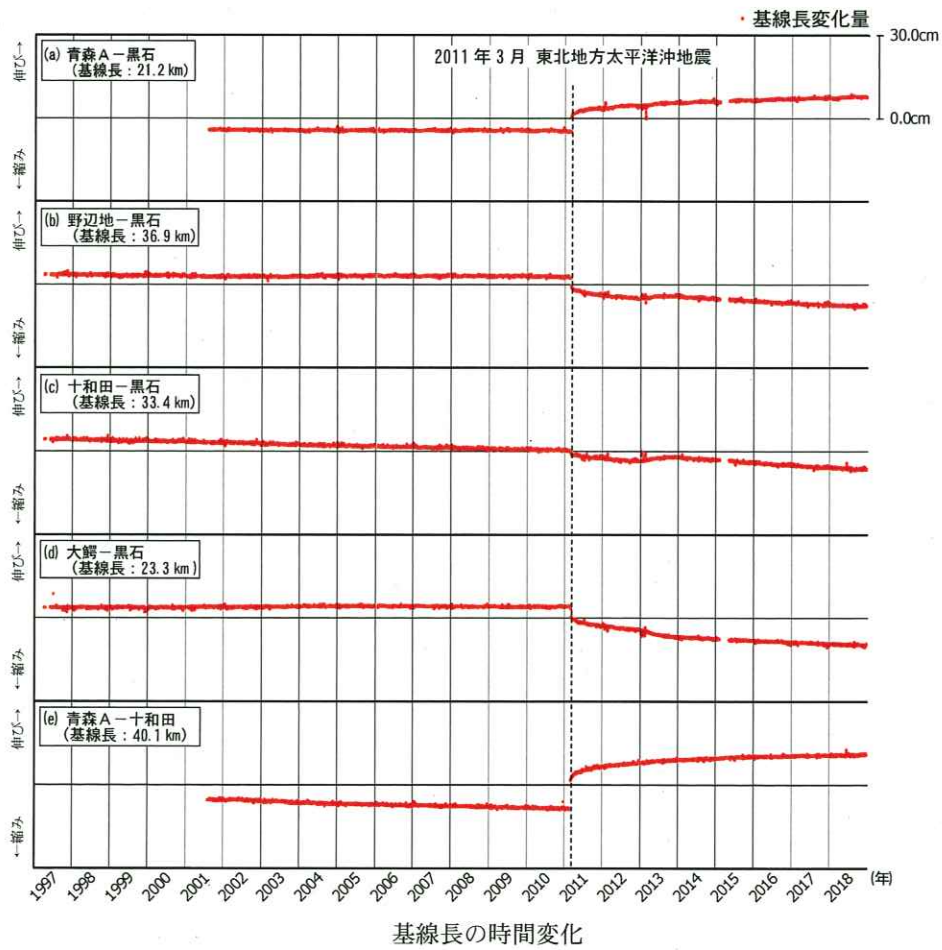


気象庁一元化震源カタログ
地震月報 (カタログ編) (期間：1997年10月～2017年12月)
気象庁一元化処理震源要素 (期間：2018年1月～2018年12月)
に基づき作成

第 7.4-26 図 八甲田山付近における地震活動



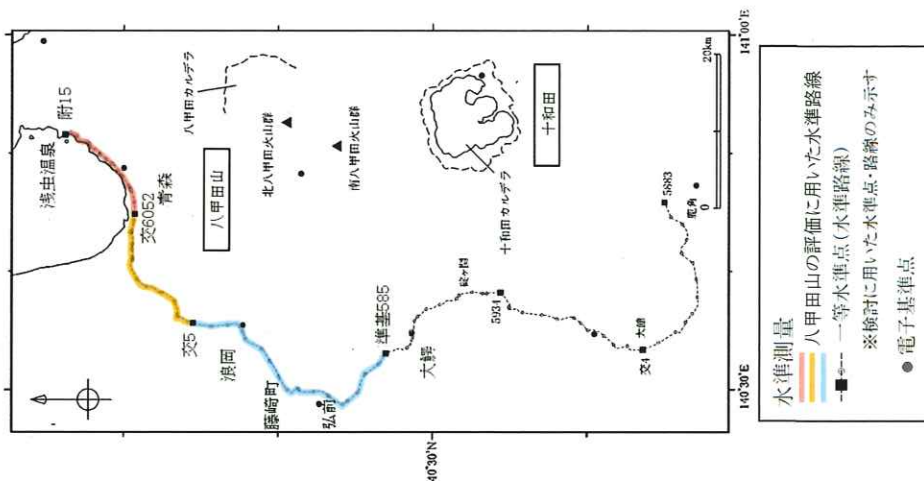
電子基準点及び基線位置図



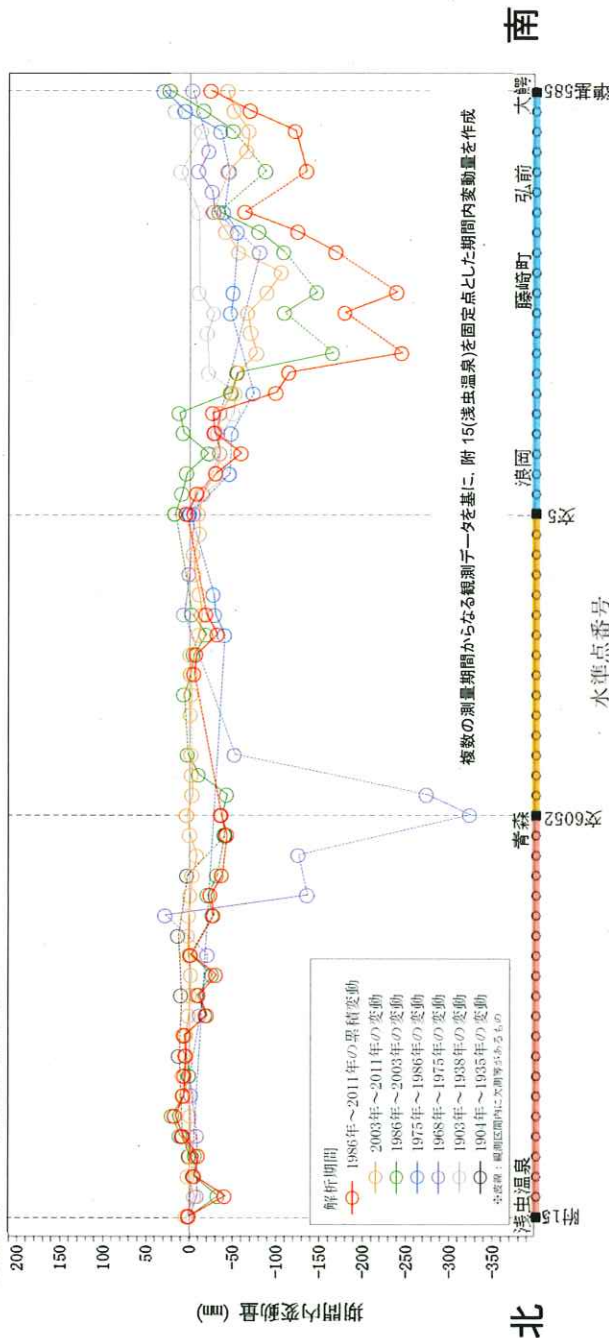
第 7.4-27 図 八甲田山を囲む電子基準点間の
基線長の時間変化 (斜距離成分)

(国土地理院の電子基準点データより作成 (期間: 1997年1月~2018年12月))

■ 水準路線



■ 路線沿いの期間内変動量



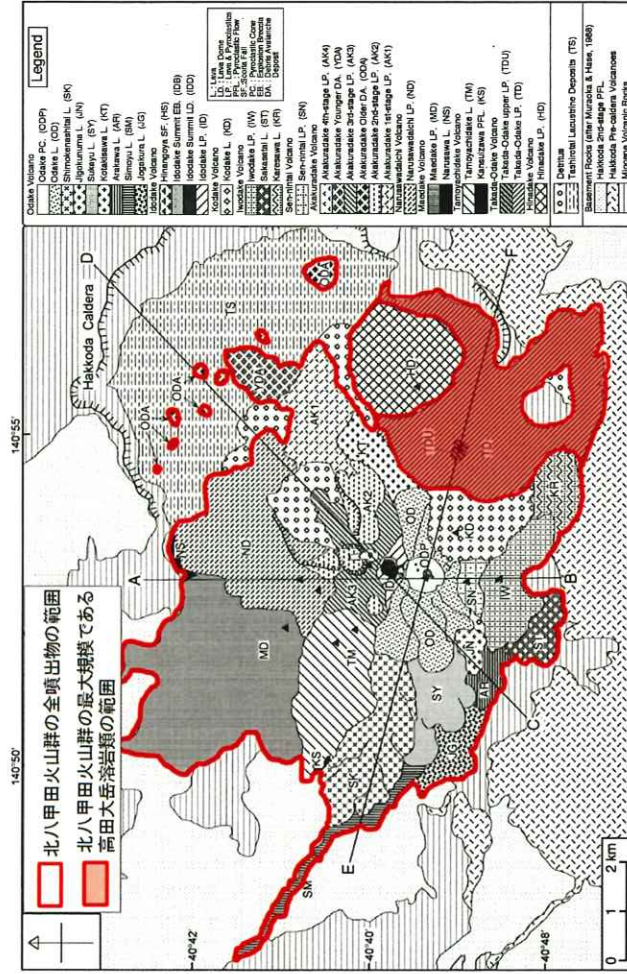
第 7.4-28 図 八甲田山付近の一等水準路線の
上下変動の期間内変動量

(国土地理院による基盤地図情報及び一等水準点検測成果収録より作成)

Volcano	Geological Unit* Abbreviation	Volume** (DRE, km ³)
Oodake	ODP Oodake PC.	0.01
	OD Oodake 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
	IW Iwodake LP.	0.23
	ST Sakasatai L.	0.11
	KZ Kozawa L.	0.09
Total	0.43	
Sen-nintai	SM Sen-nintai LP.	0.51
	Total	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
Narusawadachi	ND Narusawadachi 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 Kansuzawa PFL.	0.02
	Total	2.9
Takada-Oodake	TDU Takada-Oodake upper LP.	0.003
	TD Takada-Oodake LP.	3.2
Total	3.2	
Hinadake	HD Hinadake LP.	2.1
	Total	0.03
Debris	YDA Akakuradake Younger DA.	0.40
	ODA Akakuradake Older DA.	0.03
Avalanche	ODA Akakuradake Older DA.	0.40
Total		15

北八甲田火山群起源の噴出物

第 7.4-29 図



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)

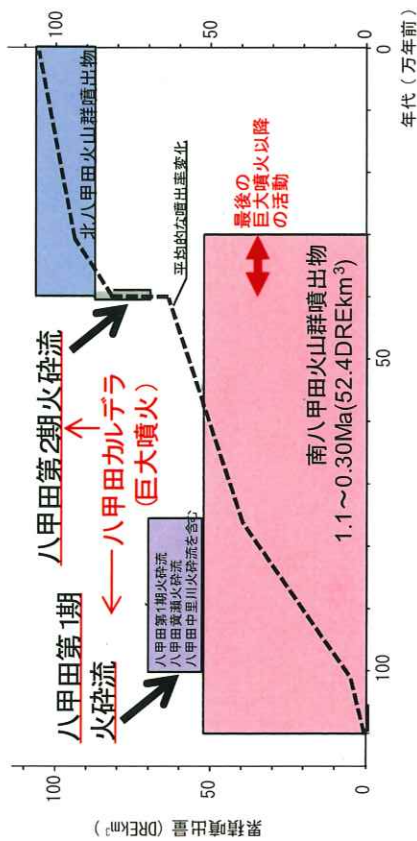
北八甲田火山群起源の設計対応不可能な火山事象の分布

(工藤ほか (2004)^(3,0) に加筆)

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
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	52.4 km ³ (DRE)
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	

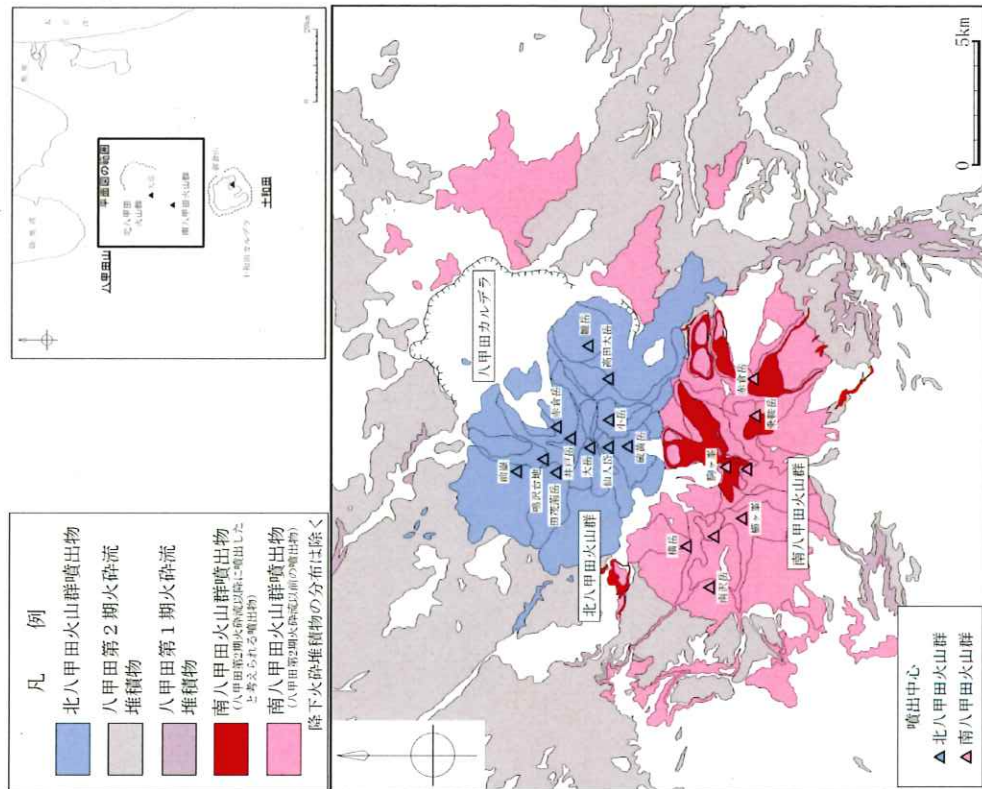
宝田・村岡 (2004)⁽³⁷⁾, Umeda et al. (2013)⁽⁶²⁾ に基づき作成。
なお、鳶川火砕堆積物は八甲田第2期火砕流 (0.4Ma) よりも下位層準である。



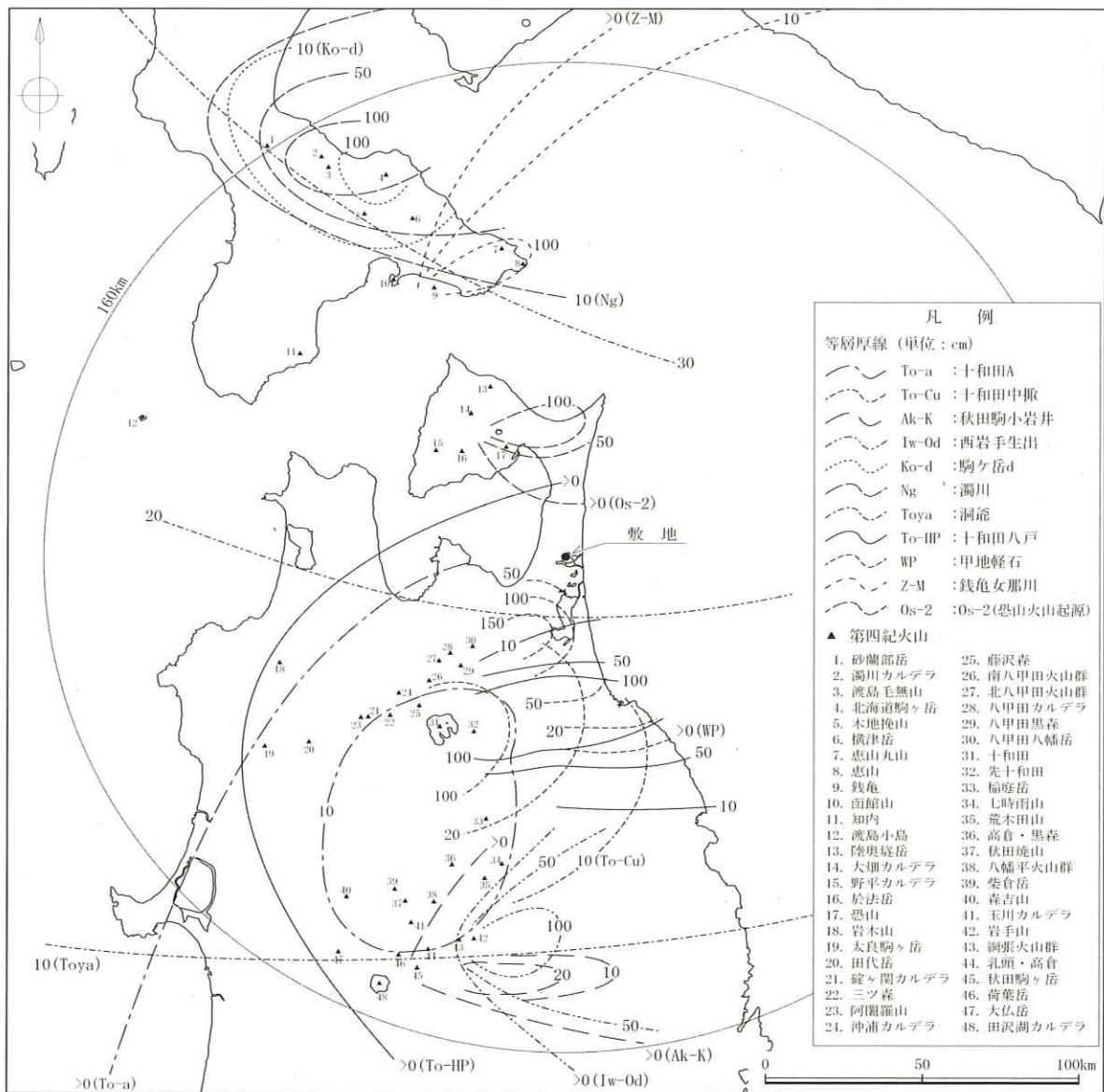
年代は中野ほか編 (2013)⁽³¹⁾, 噴出量は Umeda et al. (2013)⁽⁶²⁾, 工藤ほか (2004)⁽³⁰⁾ 及び 工藤ほか (2011)⁽²⁹⁾ に基づく

八甲田山の階段ダイアグラム

第 7.4-30 図 南八甲田火山群起源の設計対応不可能な火山事象の分布

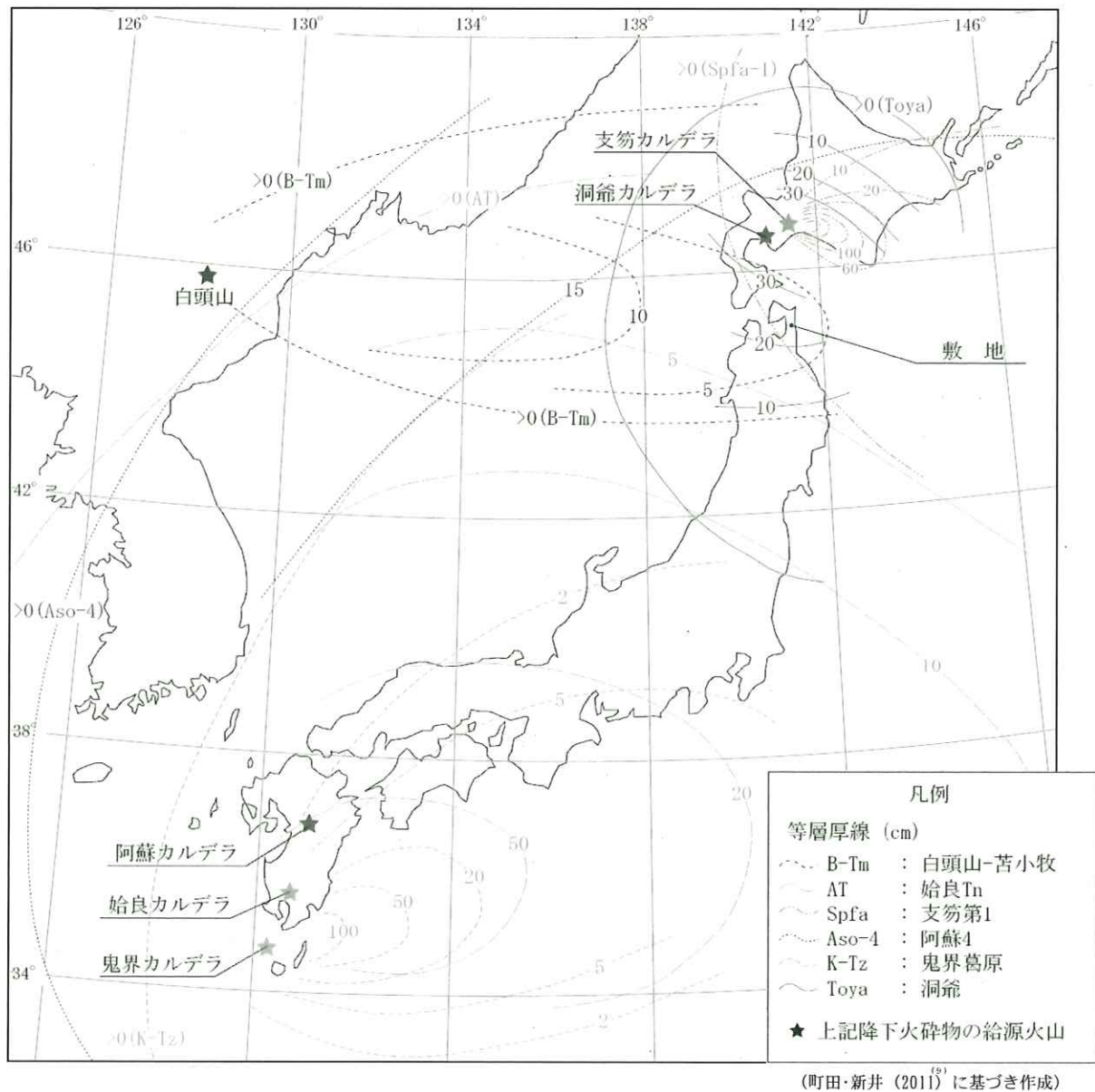


八甲田山起源の火山噴出物の分布



(第四紀火山の位置及び名称は、中野ほか編 (2013)⁽¹⁾に基づき作成)
 (降下火砕物の名称及び等層厚線は、町田・新井 (2011)⁽⁹⁾、工藤ほか (2004)^(3, 9)及びリサイクル燃料貯蔵株式会社 (2007)^(6, 6)に基づき作成)

第 7.6-1 図 地理的領域内の第四紀火山起源の主な降下火砕物の分布
 (敷地及び敷地近傍に分布する主な降下火砕物については地理的領域外のものも併せて示す)

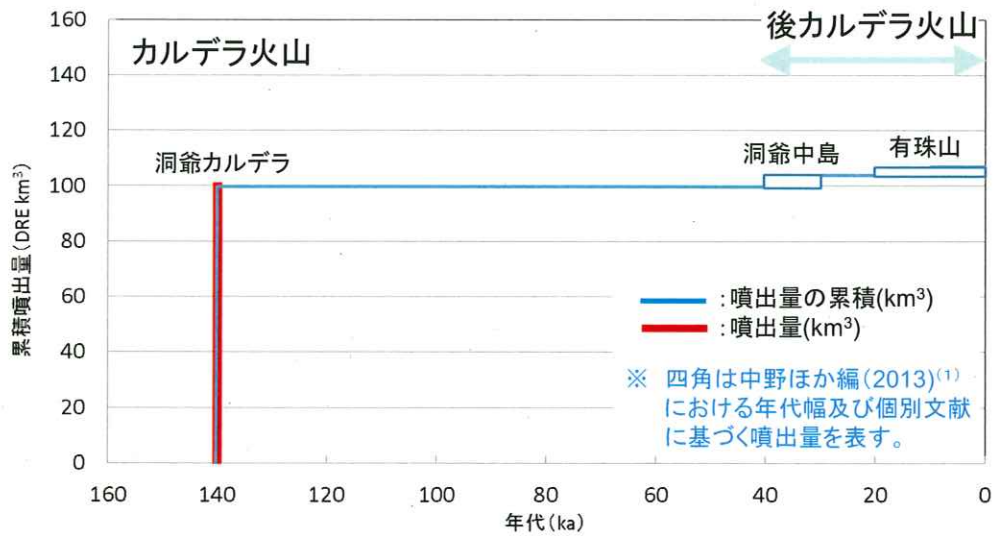


第 7.6-2 図 地理的領域外の第四紀火山起源の主な降下火砕物の分布
(敷地及び敷地近傍に分布する主な降下火砕物)

洞爺カルデラ・洞爺中島・有珠山の活動履歴

年代 (ka)	活動期, 火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD.2000	後カルデラ火山	有珠山	2000年噴火 1663年噴火(Us-b) 有珠外輪山溶岩 等	中野ほか編(2013) ⁽¹⁾ 町田・新井(2011) ⁽⁹⁾ 菅屋ほか(2007) ⁽⁶⁷⁾ 中川ほか(2005) ⁽⁶⁸⁾ 第四紀火山カタログ委員会編(1999) ⁽⁶⁾
20ka 30ka 40ka		洞爺中島	中島火山噴出物	
140ka	カルデラ火山	洞爺カルデラ	洞爺火砕流 洞爺火山灰※	

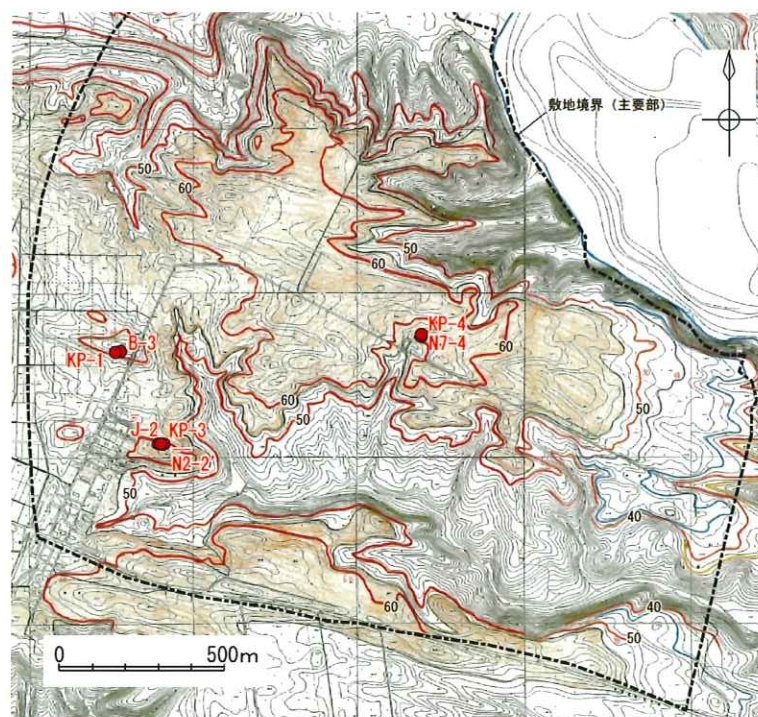
※町田・新井(2011)⁽⁹⁾によると、
11.2~11.5万年前に噴出したテフラとしている。



第 7.6-3 図 洞爺カルデラの階段ダイアグラム

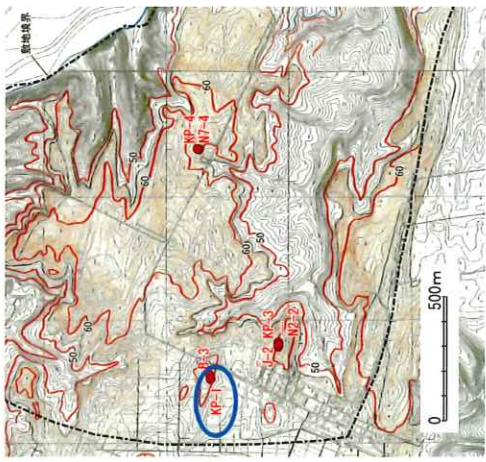
敷地内で確認した甲地軽石の層厚

ボーリング 孔名	層厚	確認深度 (確認標高)	備考
KP-1 孔	43cm	2.90m～3.33m (50.46m～50.89m)	・火山灰質シルト（甲地軽石の再堆積含む）22 c m ・甲地軽石（主部）21 c m
B-3 孔	37cm	8.57m～8.94m (50.98m～51.35m)	・火山灰質シルト（甲地軽石の再堆積含む）5 c m ・甲地軽石（主部）32 c m
KP-3 孔	—	—	シルト質砂層中に散在（深度：3.50m～3.72m, 標高：51.53m～51.75m）するため層厚評価不適
N2-2' 孔	—	—	砂層中に散在（深度：3.90m～3.92m, 標高：51.60m～51.62m）するため層厚評価不適
J-2 孔	10cm	3.60m～3.70m (51.48m～51.58m)	
KP-4 孔	17cm	2.21m～2.38m (53.06m～53.23m)	
N7-4 孔	16cm	7.50m～7.66m (53.37m～53.53m)	



甲地軽石を確認した敷地内ボーリング調査位置図

第 7.6-4 図 甲地軽石に着目した地質調査結果

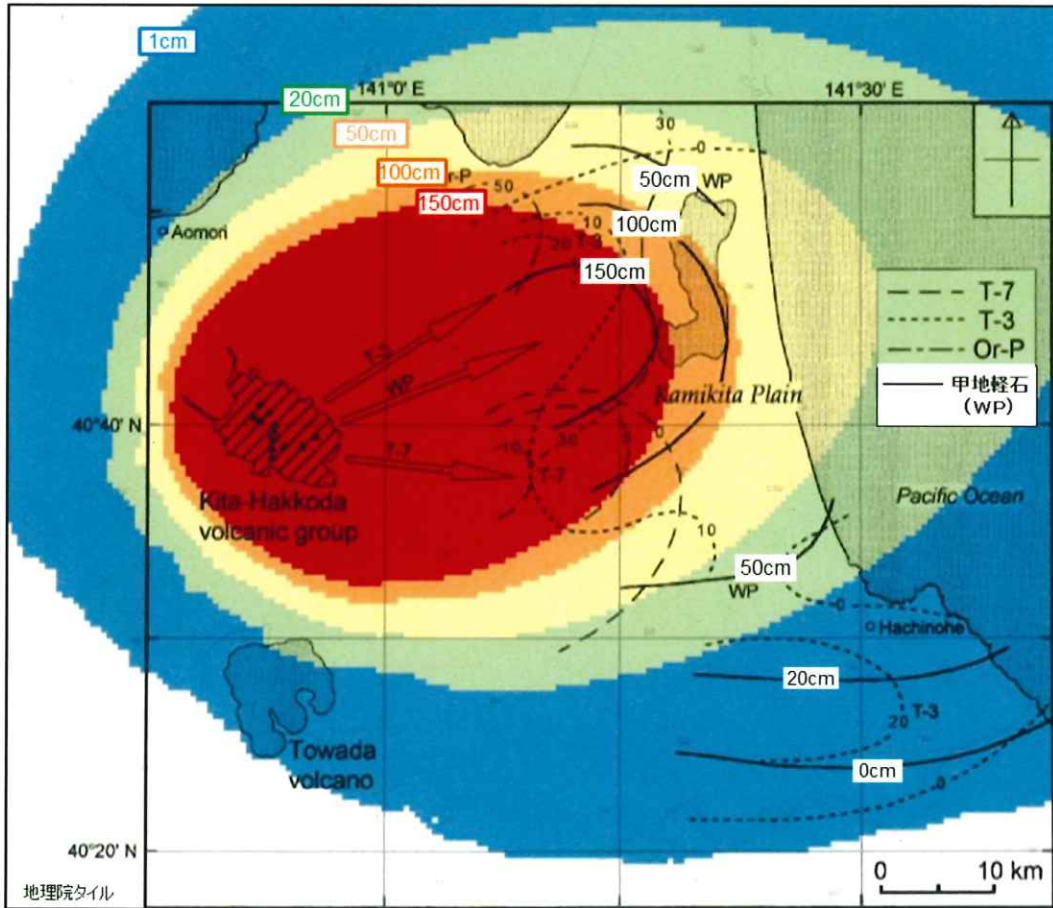


敷地内のボーリング位置図

KP-1 孔の各深度のコア写真 (上) とCT画像 (下)

- 深度 2.90m ~ 3.12m (層厚 22cm): 再堆積層火山灰質シルトからなる。下部 5cm に軽石が散在し、基底部に粗粒砂が密集する。
- 深度 3.12m ~ 3.33m (層厚 21cm): 甲地軽石 (主部) 灰白色の軽石からなる。有色鉱物を多く含まない。軽石は亜角 ~ 亜円形で、指圧で潰れる程度に風化をうける。軽石の間隙はシルトで充填される。

第 7.6-5 図 再堆積を含む甲地軽石の層厚が最大である KP-1 孔のボーリングコア写真とCT画像



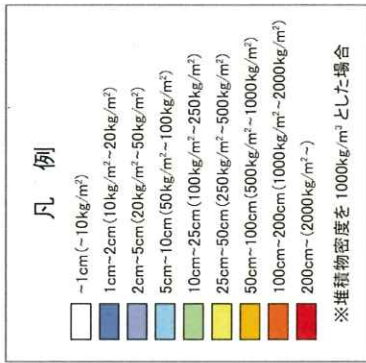
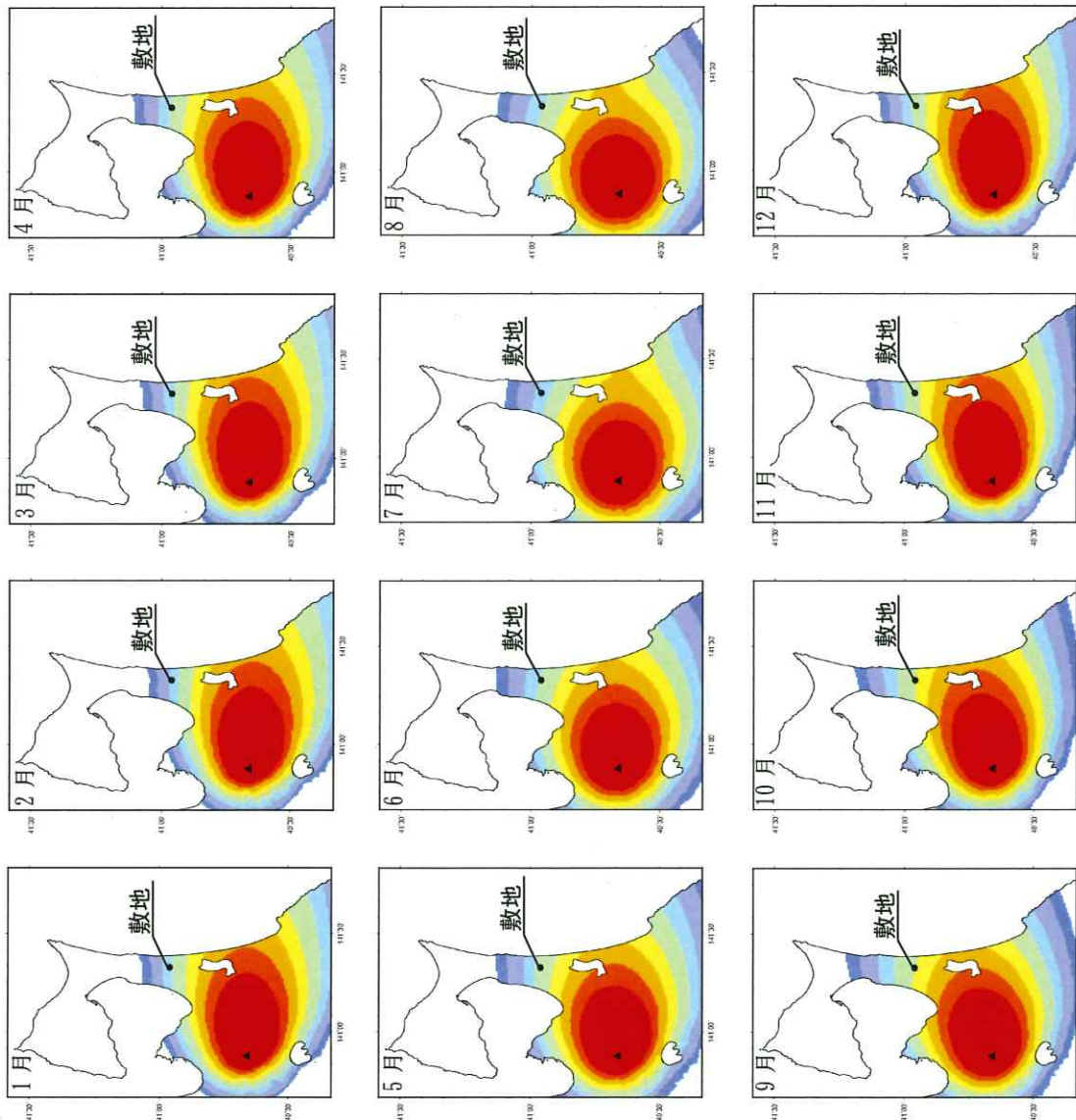
層厚 (cm)	
●	1cm~20cm
●	20cm~50cm
●	50cm~100cm
●	100cm~150cm
●	150cm~

※工藤ほか⁽³⁰⁾の等層厚線に当社の解析結果等を重ね合わせて作成

第 7.6-6 図 再現解析における最も再現性が良い解析結果

	質量 (kg/m ²)	層厚 (cm)
1月	8.4×10 ¹	8.4×10 ⁰
2月	6.1×10 ¹	6.1×10 ⁰
3月	8.8×10 ¹	8.8×10 ⁰
4月	1.1×10 ²	1.1×10 ¹
5月	1.3×10 ²	1.3×10 ¹
6月	1.1×10 ²	1.1×10 ¹
7月	6.7×10 ¹	6.7×10 ⁰
8月	9.3×10 ¹	9.3×10 ⁰
9月	2.5×10 ²	2.5×10 ¹
10月	2.5×10 ²	2.5×10 ¹
11月	1.9×10 ²	1.9×10 ¹
12月	1.3×10 ²	1.3×10 ¹

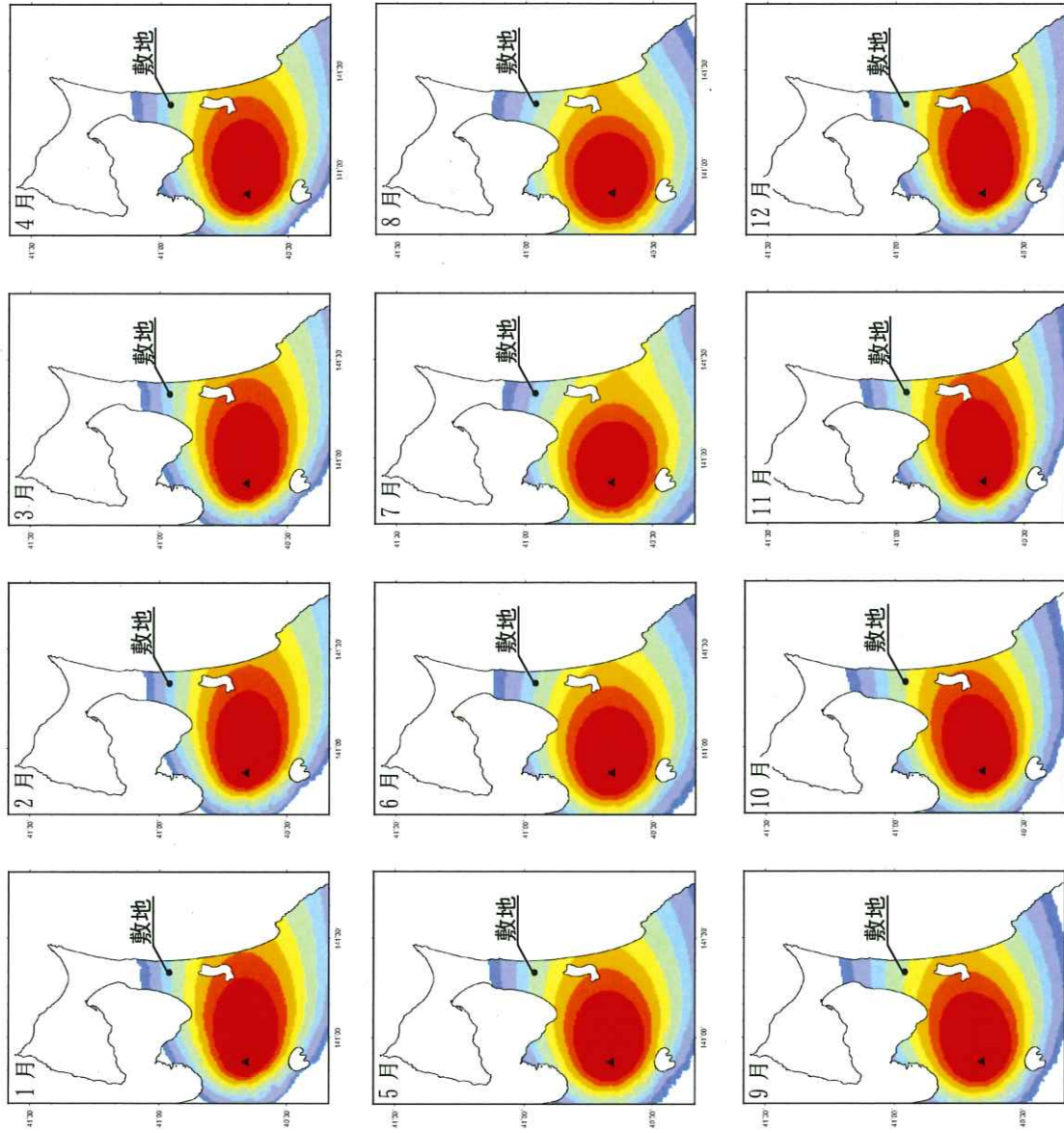
月別平年値(9時)の風の敷地の際の敷地での層厚(1981~2010年)



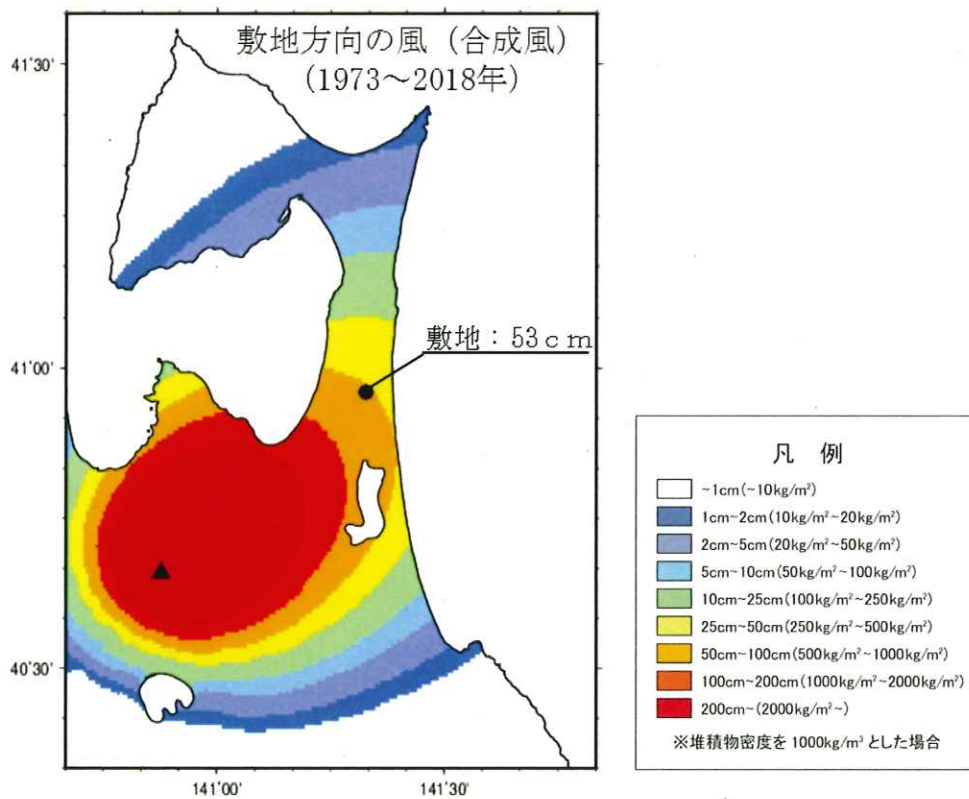
第7.6-7図(1) 降下火砕物シミュレーションの解析結果(月別平年値の風:9時)

	質量 (kg/m ²)	層厚 (cm)
1月	8.9 × 10 ¹	8.9 × 10 ⁰
2月	6.5 × 10 ¹	6.5 × 10 ⁰
3月	8.6 × 10 ¹	8.6 × 10 ⁰
4月	1.1 × 10 ²	1.1 × 10 ¹
5月	1.3 × 10 ²	1.3 × 10 ¹
6月	9.9 × 10 ¹	9.9 × 10 ⁰
7月	6.0 × 10 ¹	6.0 × 10 ⁰
8月	9.0 × 10 ¹	9.0 × 10 ⁰
9月	2.3 × 10 ²	2.3 × 10 ¹
10月	2.4 × 10 ²	2.4 × 10 ¹
11月	1.8 × 10 ²	1.8 × 10 ¹
12月	1.3 × 10 ²	1.3 × 10 ¹

月別平年値 (21時) の風の敷地での層厚 (1981~2010年)



第7.6-7図(2) 降下火砕物シミュレーションの解析結果 (月別平年値の風: 21時)

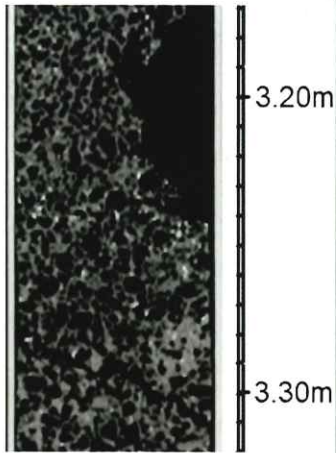


第7.6-8図 降下火砕物シミュレーションの解析結果
（風向の不確かさの考慮）

甲地軽石の密度試験結果

試料名		試料1	試料2	試料3	平均
乾燥密度	g/cm ³	0.36	0.50	0.42	0.43
湿潤密度	g/cm ³	1.14	1.20	1.14	1.16
飽和密度	g/cm ³	1.21	1.30	1.25	1.25

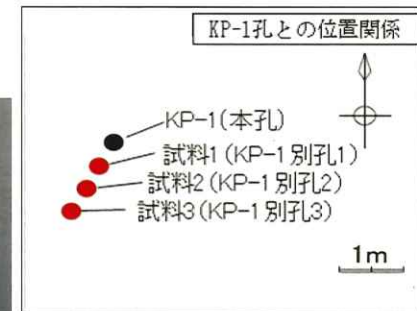
KP-1孔（本孔）の
甲地軽石（主部）
のCT画像



CT画像設定:
WL:500 WW:2000
スライス厚:0.5mm



密度試験に用いた供試体の写真



試料採取位置

第7.6-9図 甲地軽石の密度試験結果