

女川原子力発電所2号炉  
火山影響評価について  
(審査会合からの変更内容)

---

令和元年 8月 9日  
東北電力株式会社

## 第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容

No.	第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容	説明頁
1	敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山の活動時期を示す表について、全活動期間及び最新活動からの経過時間が明確になるよう変更した。	p2~4
2	中野ほか編(2013)のWEB版(2019.3.19)の更新内容を踏まえた検討を追加した。	p2~6
3	土井(2018), 古川ほか(2018)及びYamamoto et al.(2018)を反映した。	p8~16
4	十和田について、「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について」で定義される「巨大噴火」の記載を追加した。	p18~20
5	降下火砕物シミュレーションの対象火山の噴火規模を評価する上で、現在の活動状況を確認しているため、前回の審査会合以降に発表された最新の情報に変更した。	p22~24, 27~30
6	降下火砕物シミュレーションの対象火山の噴火規模を評価する上で、2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動に関する検討を行っており、その内容について参照する文献を追加し、資料の充実化を図った。	p22, 26~30

## 第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容

No.	第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容
1	敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山の活動時期を示す表について、全活動期間及び最新活動からの経過時間が明確になるよう変更した。
2	中野ほか編(2013)のWEB版(2019.3.19)の更新内容を踏まえた検討を追加した。

### 【変更概要】

- 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山の活動時期を示す表に、全活動期間及び最新活動からの経過時間を追記し、将来の活動可能性が明確になるよう整理した。  
＜該当ページ＞  
本資料:p10, 12
- 中野ほか編(2013)のWEB版(2019.3.19)では、高松岳及び安達太良山からそれぞれ奥宮山及び西鴉川を分離したことが記載されているが、2013年の発行以降に新たな文献等が追加されたものではなく、中野ほか編(2013)で参考に行っている文献には変更がないことから、これまでどおり高松岳及び安達太良山に含めて整理する。なお、念のため、奥宮山及び西鴉川の活動性について検討を行い、「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山」に該当しないことを確認した。

＜該当ページ＞

本資料:p8～10

補足説明資料:p128, 129

## 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山【抽出火山の活動時期:変更前】

➤ 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山(31火山)に関する活動時期は以下のとおり。

No.	火山名※1	敷地からの距離(km)	活動時期※2			
			第四紀		完新世	
			100万年	10万年	1万年	現在
1	青ノ木森	134				
2	松倉山	126	◆			
3	川尻三森山	111	◆			
4	焼石岳	102		■		
5	鳥海山	148		■		
6	甌山	123	■			
7	小比内山	109		■		
8	高松岳	100		■		
9	栗駒山	87		■		
10	鬼首カルデラ	85		■		
11	鳴子カルデラ	76		■		
12	赤倉カルデラ	85	■			
13	向町カルデラ	94		■		
14	肘折カルデラ	117				◆
15	月山	129		■		
16	葉葉山	72	■			

No.	火山名※1	敷地からの距離(km)	活動時期※2			
			第四紀		完新世	
			100万年	10万年	1万年	現在
17	七ツ森カルデラ	64	■			
18	船形山	77		■		
19	安達	76			◆	
20	大東岳	86	◆			
21	神室岳	90	◆			
22	雁戸山	92		■		
23	青麻山	85		■		
24	蔵王山	97		■		
25	三吉・葉山	107	■			
26	白鷹山	117		■		
27	笹森山	130	■			
28	吾妻山	140		■		
29	安達太良山	136		■		
30	磐梯山	153		■		
31	猫魔ヶ岳	156		■		

■ : 活動期間を示す。  
◆ : 単一活動として評価。

※1 中野ほか編(2013)による。

※2 中野ほか編(2013)等による。

笹森山については、山元(2015)で示されている蓬萊火砕流の年代値を新たに反映し、活動時期を約370~200万年前から約370~180万年前に変更した。



敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山【抽出火山の活動時期:変更後】

本資料 p10

➤ 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山(31火山)に関する活動時期は以下のとおり。

No.	火山名※1	敷地からの距離(km)	最新活動からの経過期間(万年)	全活動期間(万年)	新第三紀		第四紀		活動年代※2			
					100万年前	10万年前	10万年前	1万年前	現在			
1	青ノ木森	134	約200	約10			210	200				
2	松倉山	126	更新世中期以降	更新世前期			◆219.5					
3	川尻三森山	111	更新世中期以降	更新世前期			◆240					
4	焼石岳	102	約5	約95			100			5		
5	鳥海山	148	—	約60			60					
6	甑山	123	約140	約60			200	140				
7	小比内山	109	約60	約40			100	60				
8	高松岳	100	約20	約10					30	20		
9	栗駒山	87	—	約76			76					
10	鬼首カルデラ	85	約20	約10					30	20		
11	鳴子カルデラ	76	—	約19						19		
12	赤倉カルデラ	85	約200	約100			300	200				
13	向町カルデラ	94	約60	約40				100	60			
14	肘折カルデラ	117	約1.2	—							1.2	◆
15	月山	129	約30	約58				88		30		
16	葉菜山	72	約100	約70			170	100				
17	七ツ森カルデラ	64	約160	約90			250	160				
18	船形山	77	約56	約89			145			56		
19	安達	76	約8	—							8	◆
20	大東岳	86	約170	—			◆170					
21	神室岳	90	約170	—			◆170					
22	雁戸山	92	約30	約10					40	30		
23	青麻山	85	約30	約10					40	30		
24	蔵王山	97	—	約135								
25	三吉・葉山	107	約230	約10			240	230				
26	白鷹山	117	約80	約20					100	80		
27	笹森山	130	約180	約190			370	180				
28	吾妻山	140	—	約118					118			
29	安達太良山	136	—	約55						55		
30	磐梯山	153	—	約90					90			
31	猫魔ヶ岳	156	約40	約103					143		40	

— : 活動期間を示す。 ※1 中野ほか編(2013)による。  
 ◆ : 単一活動として評価。 ※2 中野ほか編(2013)等による。

中野ほか編(2013)のWEB版(2019.3.19)では、高松岳及び安達太良山からそれぞれ奥宮山及び西鴉川を分離したことが記載されているが、2013年の発行以降に新たな文献等が追加されて分離したものではないことから、これまでどおり高松岳及び安達太良山に含めて整理する。なお、念のため、奥宮山及び西鴉川の活動性について検討を行い、「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山」に該当しないことを確認した(詳細は補足説明資料p128、129)。

# 中野ほか編(2013)のWEB版の更新内容を踏まえた影響検討について【奥宮山:新規】

- 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山については、中野ほか編(2013)を参考に抽出しており、このうち、高松岳(D42)については、奥宮山を含めて活動年代等を整理している。
- この中野ほか編(2013)にはWEB版があり、2019年3月19日の更新において、高松岳から奥宮山を分離したことが記載されている。
- ただし、WEB版の更新にあたり、2013年の発行以降に新たな文献等が追加されたものではなく、参照している文献は同じであるため、これまでどおり、奥宮山を高松岳に含めた形で整理し、第四紀火山には含めないこととする。
- なお、念のため、奥宮山の活動性について検討を行い、「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山」に該当しないことを確認した。

奥宮山の概要

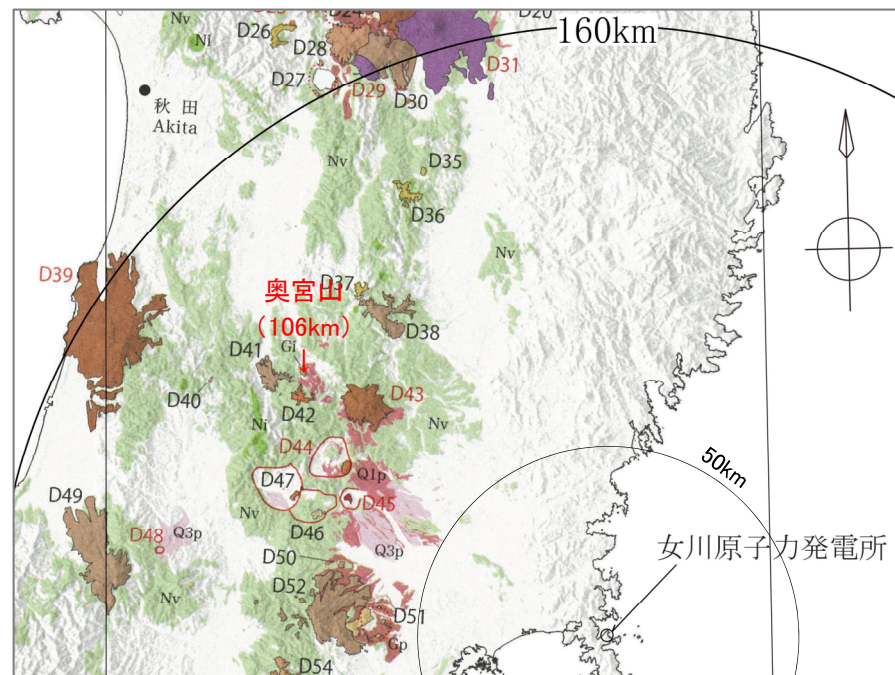
火山名	奥宮山
敷地からの距離	約106km
火山の形式	複成火山
活動年代	約230万年前～約170万年前

奥宮山の評価

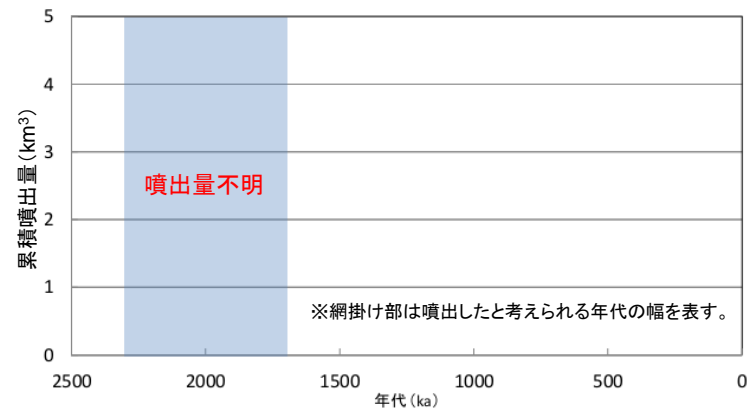
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、将来の活動可能性はない。

奥宮山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km <sup>3</sup> )	参考文献
第四紀	完新世	奥宮山石英安山岩	不明	臼田ほか(1981) 竹野(1988) NEDO(1990) 高島ほか(1999) 中野ほか編(2013)
	更新世			
	2.30			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)  
(中野ほか編(2013)には奥宮山は図示されていない)



奥宮山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

# 中野ほか編(2013)のWEB版の更新内容を踏まえた影響検討について【西鴉川:新規】

- 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山については、中野ほか編(2013)を参考に抽出しており、このうち、安達太良山(D63)については、西鴉川を含めて活動年代等を整理している。
- この中野ほか編(2013)にはWEB版があり、2019年3月19日の更新において、安達太良山から西鴉川を分離したことが記載されている。
- ただし、WEB版の更新にあたり、2013年の発行以降に新たな文献等が追加されたものではなく、参照している文献は同じであるため、これまでどおり、西鴉川を安達太良山に含めた形で整理し、第四紀火山には含めないこととする。
- なお、念のため、西鴉川の活動性について検討を行い、「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山」に該当しないことを確認した。

西鴉川の概要

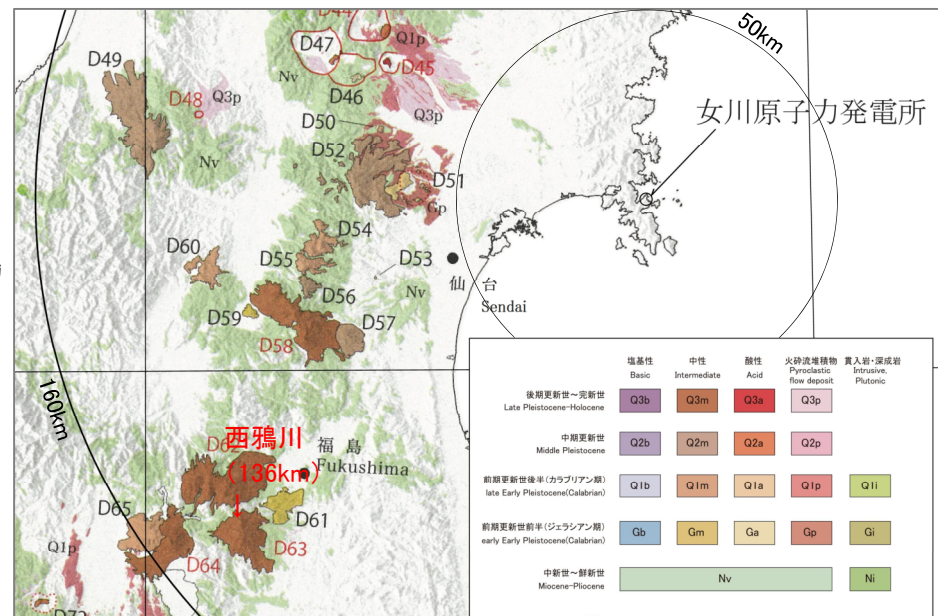
火山名	西鴉川
敷地からの距離	約136km
火山の形式	複成火山
活動年代	約185万年前～約114万年前

西鴉川の評価

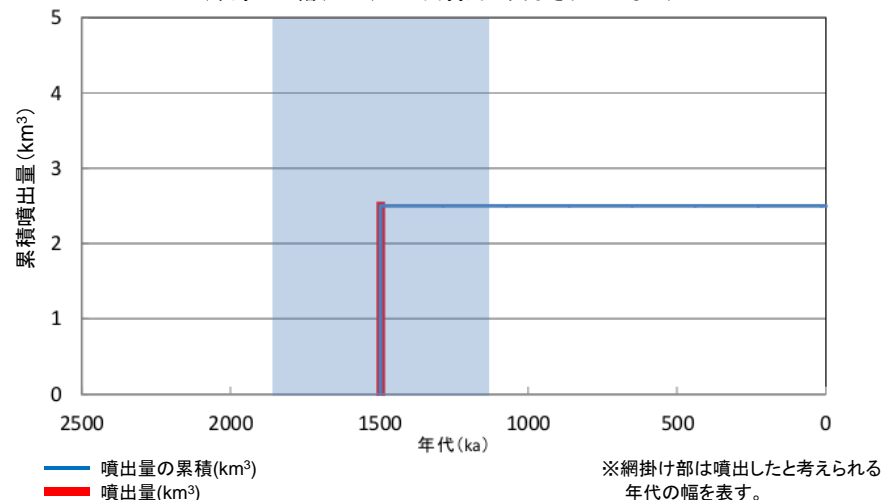
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、将来の活動可能性はない。

西鴉川の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km <sup>3</sup> )	参考文献
第四紀	完新世	西鴉川安山岩	2.5	NEDO(1990) 阪口(1995) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)
	更新世			
	1.85			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)  
(中野ほか編(2013)には西鴉川は図示されていない)



西鴉川の噴出量-年代階段ダイアグラム

※網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅を表す。

余白

## 第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容

No.	第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容
3	土井(2018), 古川ほか(2018)及びYamamoto et al.(2018)を反映した。

### 【変更概要】

- 栗駒山について, 土井(2018)を踏まえ, 確認されている火砕物密度流を1層から5層に変更したが, 火砕物密度流の到達に関する評価に変更がないことを確認した。  
<該当ページ>  
本資料:p20,21
- 吾妻山について, 古川ほか(2018)(5万分の1地質図幅「吾妻山」)を踏まえ, 以下の内容の変更を行ったが, 火砕物密度流の到達に関する評価及び降下火砕物シミュレーションの対象火山の抽出結果に変更がないことを確認した。
  - 噴出量一年代階段ダイヤグラムを更新した。
  - 3層の火砕物密度流を追加した。
  - 火山タイプを, 火砕岩卓越タイプから溶岩卓越タイプに変更した。<該当ページ>  
本資料:p37,40,55,56
- 十和田について, Yamamoto et al.(2018)を踏まえても, 現在が後カルデラ期の高噴出率期であることに変更がないことを確認した。  
<該当ページ>  
本資料:p81

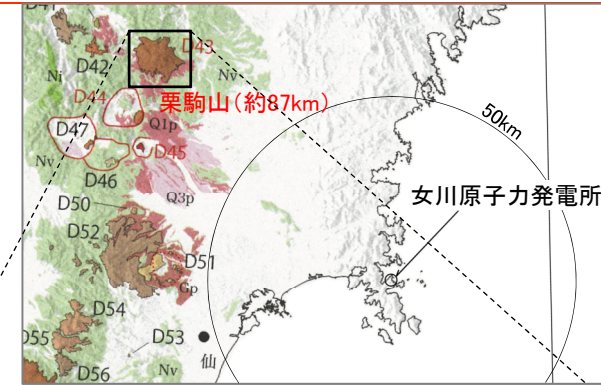


# 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

## 【栗駒山の活動履歴及び火砕物密度流に関する評価: 変更前】

栗駒山の概要

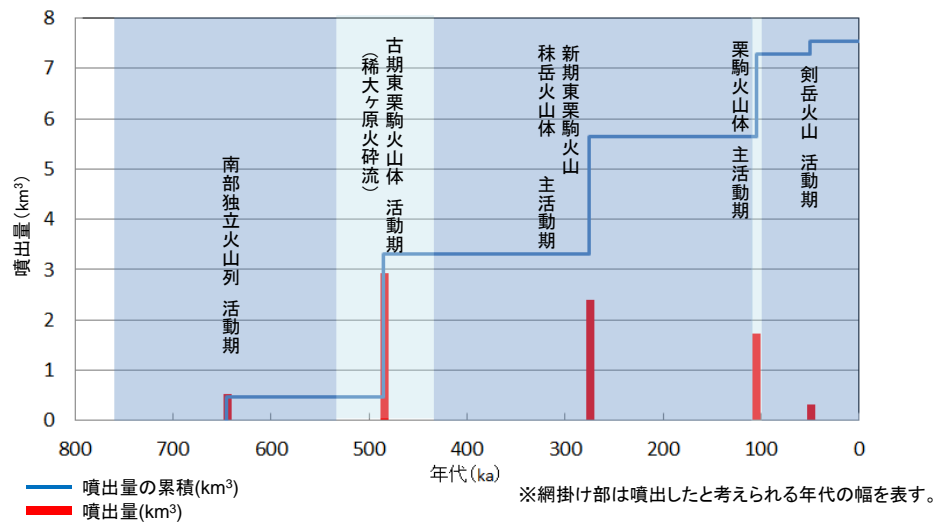
火山名	栗駒山
敷地からの距離	約87km
形式/タイプ	複成火山、溶岩ドーム/溶岩卓越タイプ
活動年代	約76万年前～AD1944年
概要	栗駒山(標高:1,627m)は、岩手県、秋田県、宮城県の間境付近に位置し、複数の山体から成り、東方に東栗駒山、西方に御駒山、南西方に虚空蔵山、南方に大地森など小さな火山体が北北西-南南東方向に配列する。主に安山岩からなる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 最大噴出量は約3.3km<sup>3</sup>、古期東栗駒及び南部独立火山列の活動期(44～53万年前)に噴出。</li> <li>➢ 最新の噴火活動は、少量の火砕物を伴った小規模水蒸気噴火で1944年に発生。</li> <li>➢ 火砕物密度流は、1層のみ確認されており、分布範囲は山体周辺に限られる。</li> </ul>



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図  
(中野ほか編(2013)による)

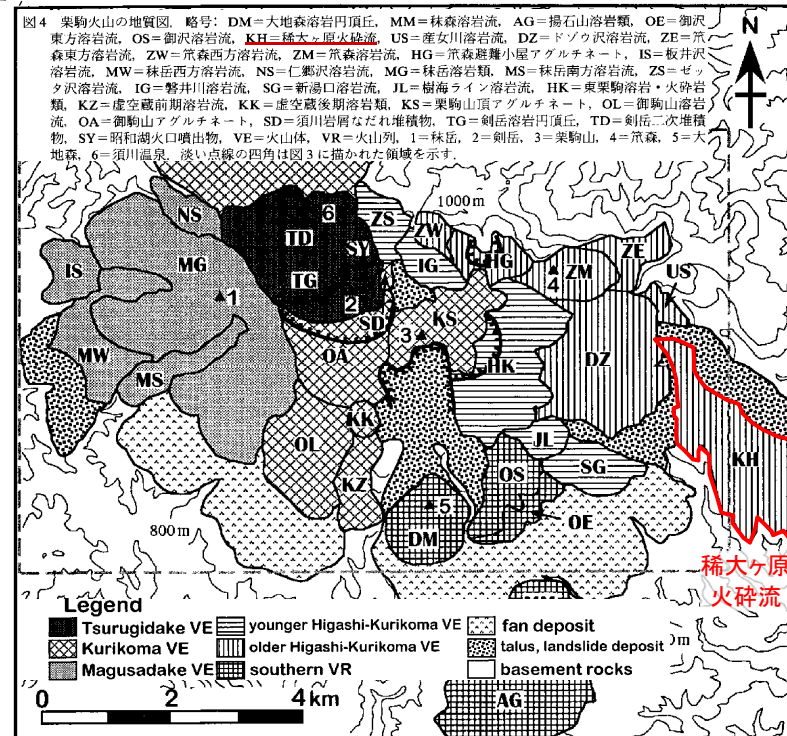
栗駒山の火砕物密度流の評価

火砕物密度流は栗駒山周辺に限られることから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。



栗駒山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

※網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅を表す。



栗駒火山の地質図(藤縄ほか(2001)に一部加筆)

概要の表及び噴出量一年代階段ダイヤグラムは、藤縄ほか(2001)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。噴出量一年代階段ダイヤグラムについては、山元(2014)との比較・検討を行い、概ね整合していることを確認した。

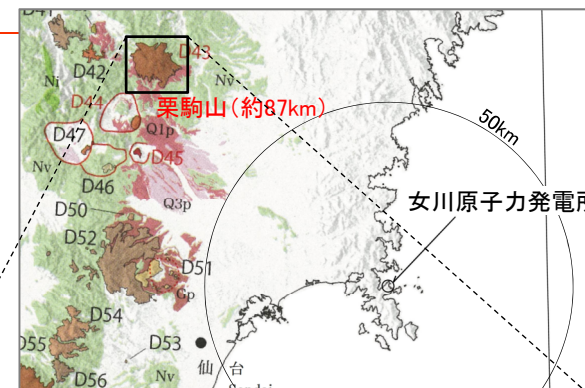
# 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

## 【栗駒山の活動履歴及び火砕物密度流に関する評価: 変更後】

本資料 p20

栗駒山の概要

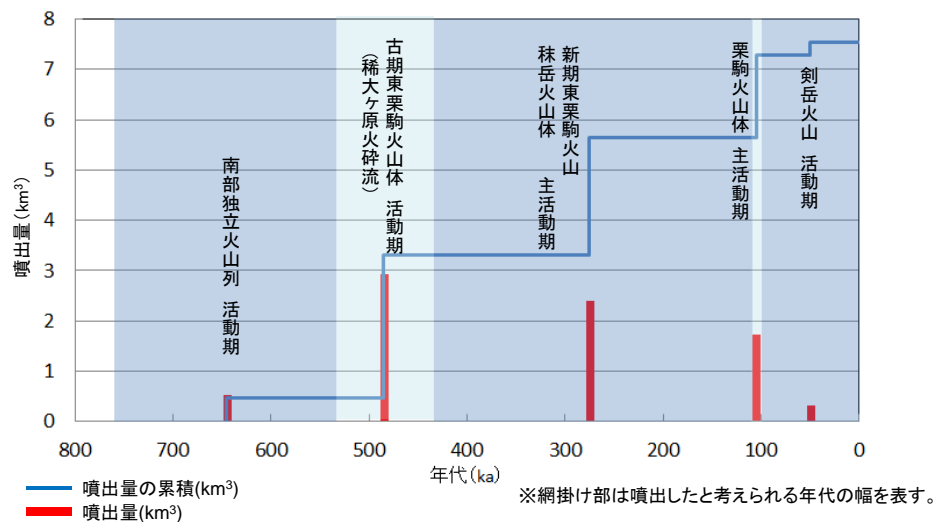
火山名	栗駒山
敷地からの距離	約87km
形式/タイプ	複成火山、溶岩ドーム/溶岩卓越タイプ
活動年代	約76万年前～AD1944年
概要	栗駒山(標高:1,627m)は、岩手県、秋田県、宮城県の間境付近に位置し、複数の山体から成り、東方に東栗駒山、西方に御駒山、南西方に虚空蔵山、南方に大地森など小さな火山体が北北西-南南東方向に配列する。主に安山岩からなる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 最大噴出量は約3.3km<sup>3</sup>、古期東栗駒及び南部独立火山列の活動期(53万年前～44万年前)に噴出。</li> <li>➢ 最新の噴火活動は、少量の火砕物を伴った小規模水蒸気噴火で1944年に発生。</li> <li>➢ 火砕物密度流は、5層確認されており、分布範囲は山体周辺に限られる。</li> </ul>



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)

栗駒山の火砕物密度流の評価

火砕物密度流は栗駒山周辺に限られることから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。



栗駒山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

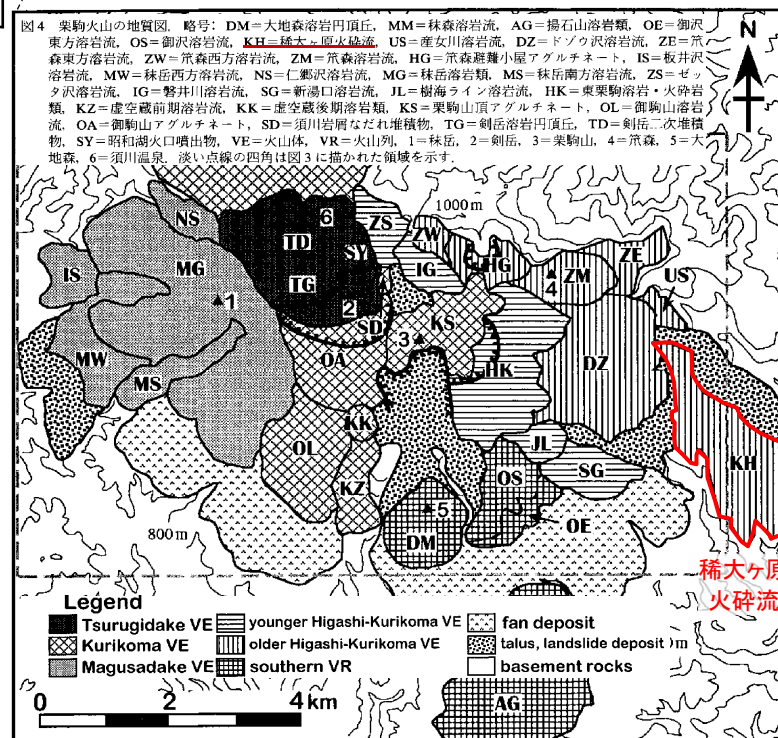


図4 栗駒火山の地質図。略号: DM=大地森溶岩円頂丘, MM=林森溶岩流, AG=揚石山溶岩類, OE=御駒山東方溶岩流, OS=御沢溶岩流, KH=稀大ヶ原火砕流, US=産女川溶岩流, DZ=ドソウ沢溶岩流, ZE=飛森東方溶岩流, ZW=飛森西方溶岩流, ZM=飛森溶岩流, HG=飛森懸崖小屋アグルチネート, IS=板井沢溶岩流, MW=株岳西方溶岩流, NS=仁麩沢溶岩流, MG=株岳溶岩類, MS=株岳南方溶岩流, ZS=ゼツタ沢溶岩流, IG=磐井川溶岩流, SG=新湯口溶岩流, JL=樹海ライン溶岩流, HK=奥栗駒溶岩・火砕岩類, KZ=虚空蔵前期溶岩流, KK=虚空蔵後期溶岩類, KS=栗駒山頂アグルチネート, OL=御駒山溶岩流, OA=御駒山アグルチネート, SD=須川岩屑なだれ堆積物, TG=剣岳溶岩円頂丘, TD=剣岳二次堆積物, SY=昭和湖火口噴出物, VE=火山体, VR=火山列, 1=株岳, 2=剣岳, 3=栗駒山, 4=飛森, 5=大地森, 6=須川温泉。淡い点線の四角は図3に描かれた領域を示す。

栗駒火山の地質図(藤縄ほか(2001)に一部加筆)

(稀大ヶ原火砕流以外の火砕物密度流の詳細は次頁に示す)

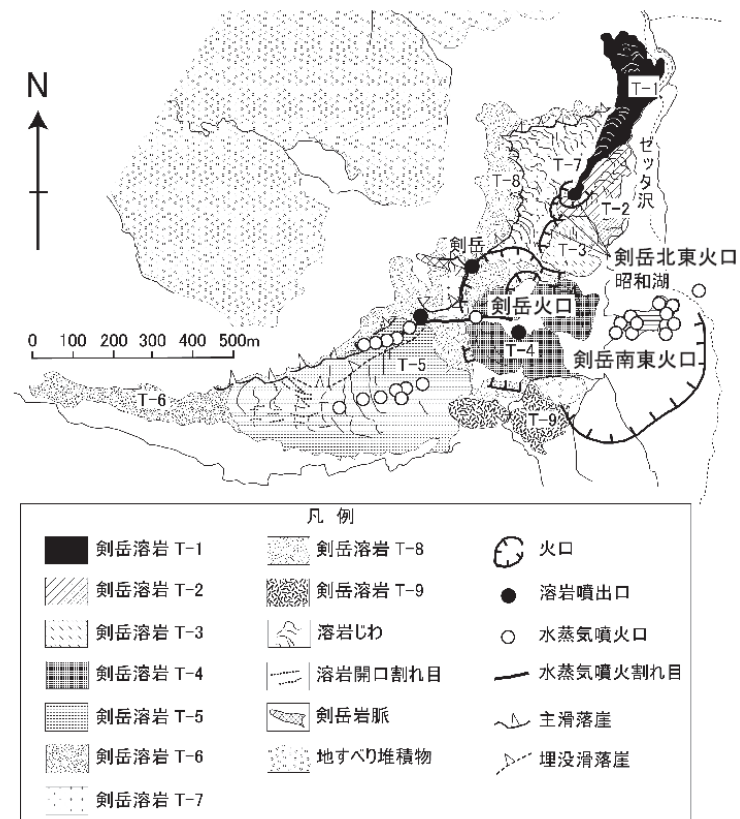
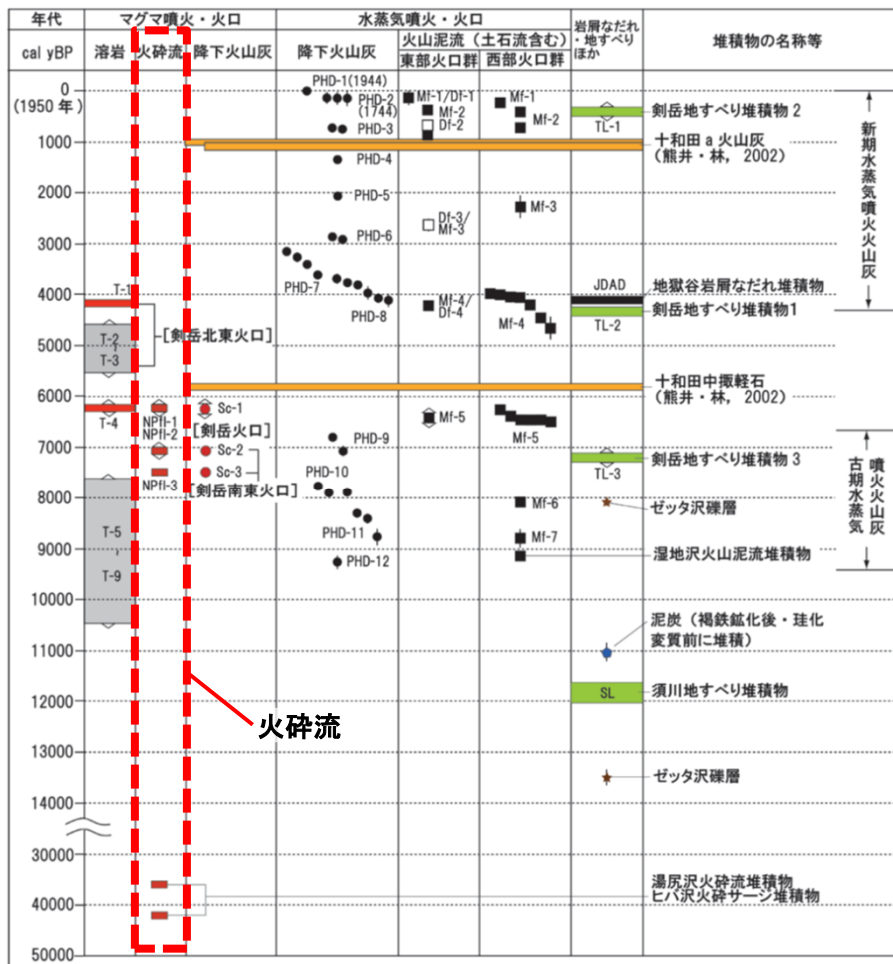
概要の表及び噴出量一年代階段ダイヤグラムは、藤縄ほか(2001)、土井(2018)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。噴出量一年代階段ダイヤグラムについては、山元(2014)との比較・検討を行い、概ね整合していることを確認した。

# 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

## 【栗駒山の活動履歴及び火砕物密度流に関する評価:文献調査結果:新規】

本資料 p21

- 土井(2018)では、稀大ヶ原火砕流以外の火砕物密度流が4層確認されている旨の記載はあるものの、地質図上には図示されていない。



完新世剣岳の地質図  
(土井(2018))

栗駒火山の完新世噴出物の年代図  
(土井(2018)に一部加筆)



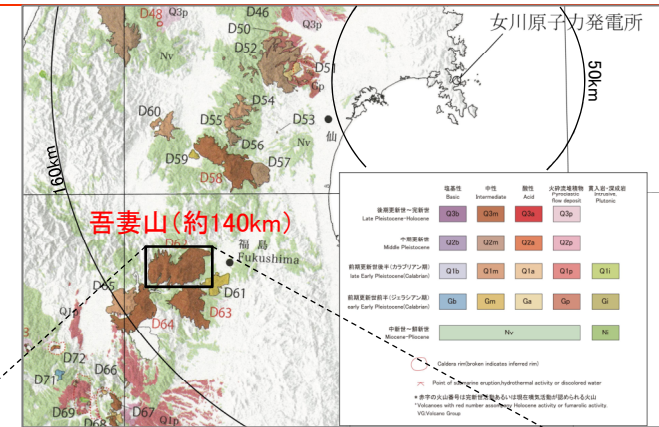
余 白

# 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

## 【吾妻山の活動履歴及び火砕物密度流に関する評価: 変更前】

吾妻山の概要

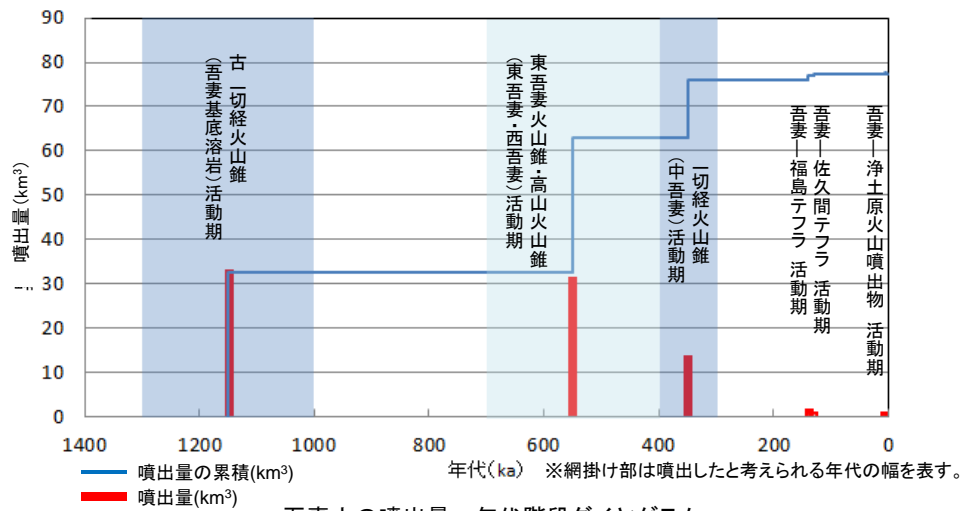
火山名	吾妻山
敷地からの距離	約140km
形式/タイプ	複成火山、火砕丘/火砕岩卓越タイプ
活動年代	約130万年前～AD1977
概要	吾妻山は、山形県と福島県の県境にある多数の成層火山からなる火山群である。噴出物は玄武岩～安山岩で、西吾妻火山、中吾妻火山、東吾妻火山に分けられ、噴出中心は東南東～西北西に走る南北の2列に大別される。有史以降の噴火は、大穴火口とその周辺の爆発で、現在その南～東斜面には噴気地域が広く分布する。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 最大噴出量は約32.5km<sup>3</sup>、基底溶岩活動期(100～130万年前)に噴出。</li> <li>➢ 最新の噴火活動は、火砕物の降下・泥水を伴う水蒸気噴火で1977年に発生。</li> <li>➢ 火砕物密度流は報告されていないが、吾妻山周辺に噴出物が確認されている。</li> </ul>



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)

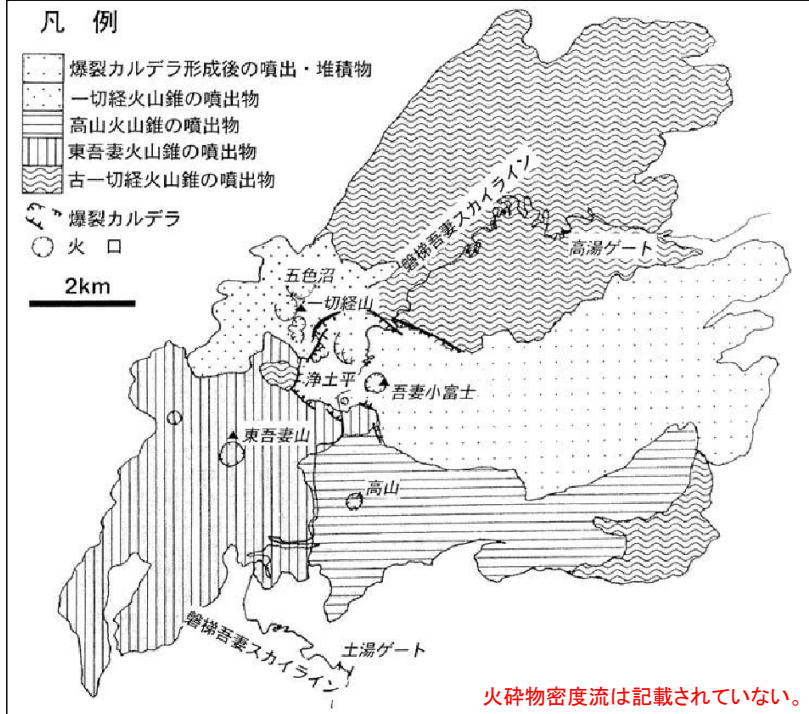
吾妻山の火砕物密度流の評価

仮に噴出物が火砕物密度流と考虑しても、噴出物は吾妻山周辺に限られていることから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。



吾妻山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

概要の表及び噴出量一年代階段ダイヤグラムは、藤縄・鴨志田(1999)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。噴出量一年代階段ダイヤグラムについては、山元(2014)との比較・検討を行い、概ね整合していることを確認した。



火砕物密度流は記載されていない。

吾妻山地質図(藤縄・鴨志田(1999)に一部加筆)

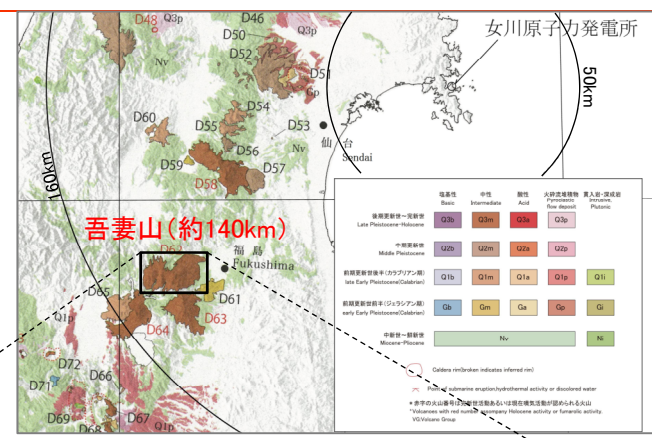
# 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

## 【吾妻山の活動履歴及び火砕物密度流に関する評価: 変更後】

本資料 p37

吾妻山の概要

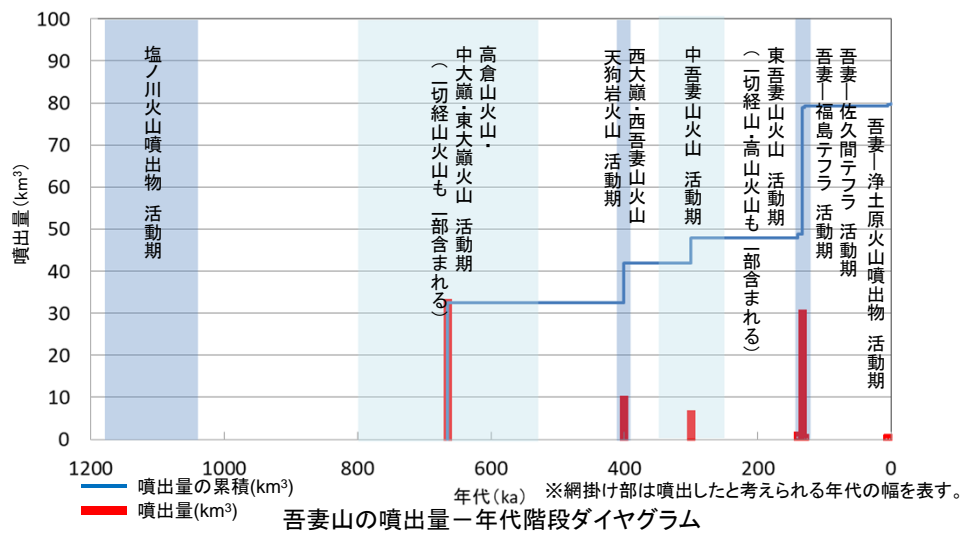
火山名	吾妻山
敷地からの距離	約140km
形式/タイプ	複成火山、火砕丘 / <b>溶岩卓越タイプ</b>
活動年代	約118万年前～AD1977年
概要	吾妻山は、山形県と福島県の県境にある多数の成層火山からなる火山群である。噴出物は玄武岩～安山岩で、西吾妻火山、中吾妻火山、東吾妻火山に分けられ、噴出中心は東南東～西北西に走る南北の2列に大別される。有史以降の噴火は、大穴火口とその周辺の爆発で、現在その南～東斜面には噴気地域が広く分布する。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 最大噴出量は約32.5km<sup>3</sup>、<b>高倉山火山・中大巖・東大巖火山活動期(80万年前～53万年前)に噴出。</b></li> <li>➢ 最新の噴火活動は、火砕物の降下・泥水を伴う水蒸気噴火で1977年に発生。</li> <li>➢ <b>火砕物密度流は3層報告されており、分布範囲は山体周辺に限られる。</b></li> </ul>



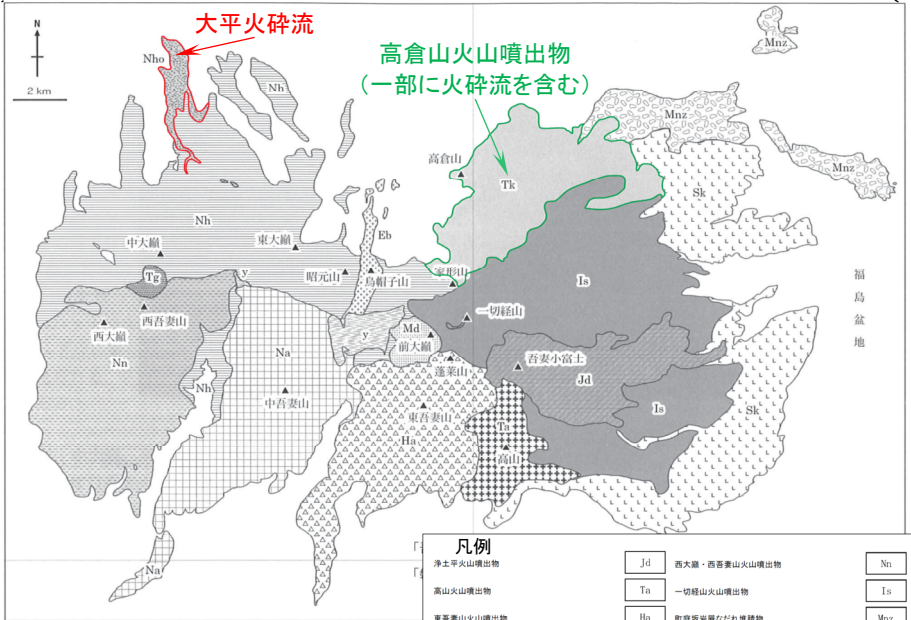
敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)

吾妻山の火砕物密度流の評価

火砕物密度流は吾妻山周辺に限られることから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。



概要の表及び噴出量一年代階段ダイヤグラムは、古川ほか(2018)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。



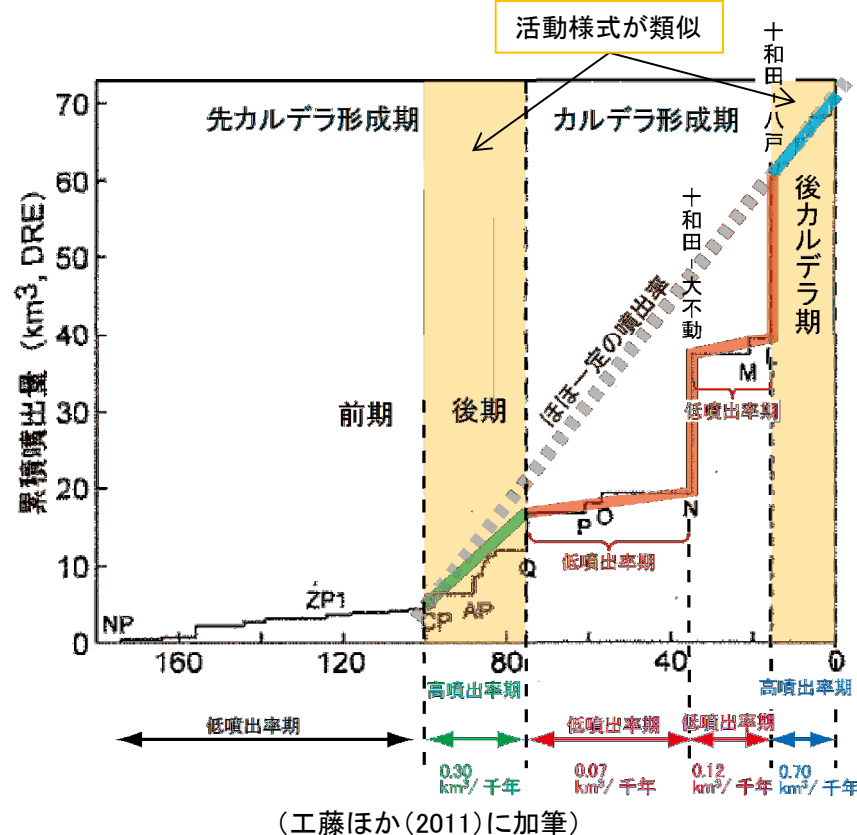
吾妻山地質図 (古川ほか(2018)に一部加筆)

谷地平湖の湖成堆積物中に認められる火砕流は、分布不明のため図示されていない。

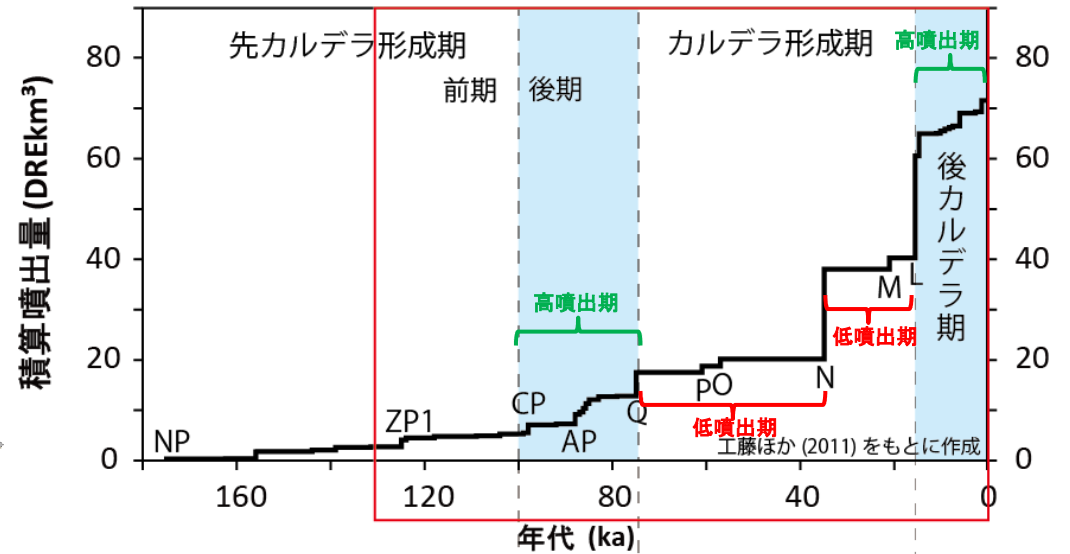
## シミュレーション 【噴火規模の検討: 十和田の活動性②: 変更前】

- 町田・新井(2003), Hayakawa(1985), 工藤(2010)によれば, カルデラ形成期では, VEI5とVEI6規模の噴火が発生するもののVEI4規模の噴火は発生せず, 後カルデラ期では, VEI4とVEI5規模の噴火が発生している(右図・右下図)。
- カルデラ形成期では, 数万年間の低噴出率期(0.07km<sup>3</sup>/千年, 0.12km<sup>3</sup>/千年)を経た後, カルデラ形成を伴う大規模噴火(十和田-大不動, 十和田-八戸)が発生している(下図)。

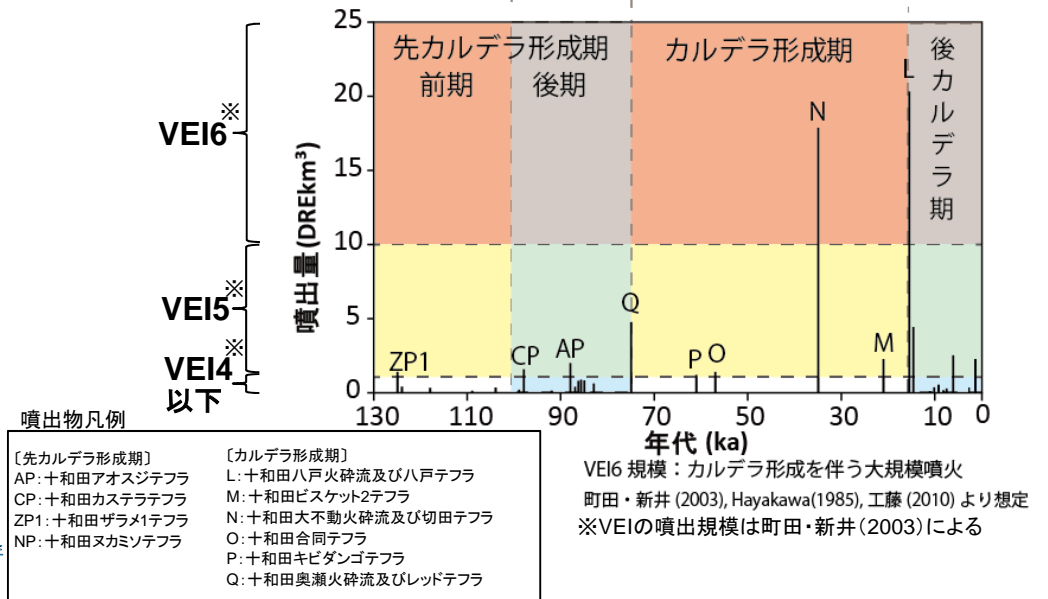
現在は, 後カルデラ期の高噴出率期(0.70km<sup>3</sup>/千年)であり, カルデラを形成するような状態には至っていないと考えられることから, 後カルデラ期の最大の噴火を考慮することとする。



十和田火山の階段ダイヤグラム



活動ステージと噴火規模の関係

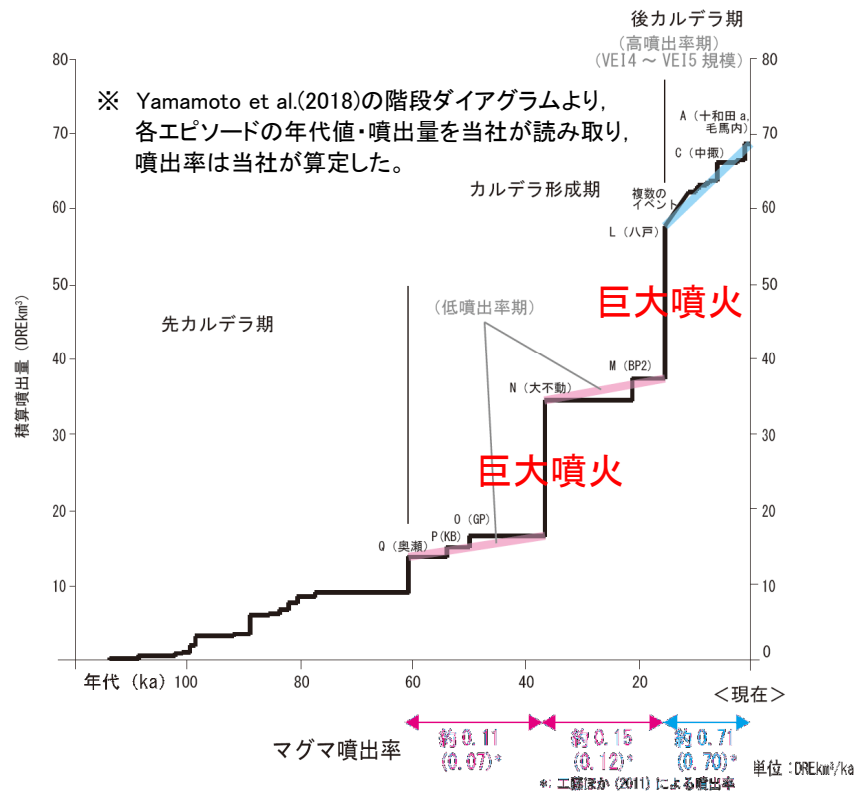




# シミュレーション 【噴火規模の検討:十和田の活動性②:変更後】

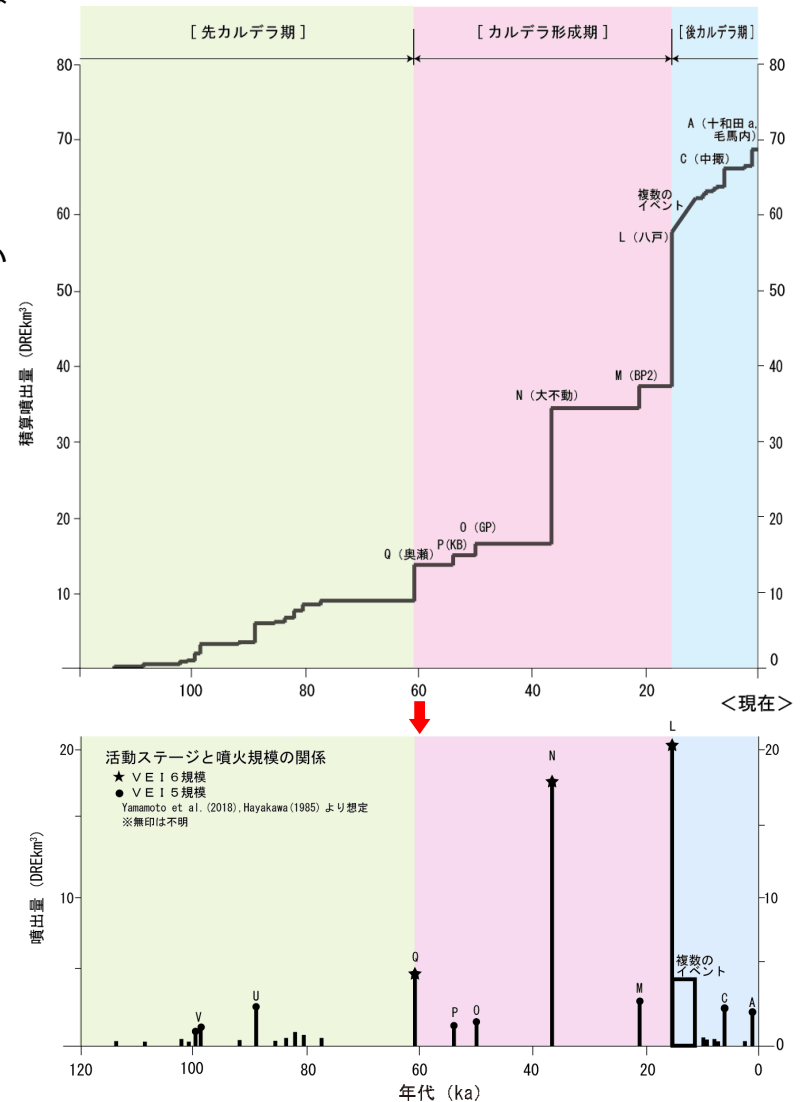
- Yamamoto et al.(2018)において、新たな階段ダイアグラムが示されているが、巨大噴火の可能性についての言及はない。これについて、Yamamoto et al.(2018)の階段ダイアグラムに基づき噴出率の傾向を確認した結果、巨大噴火前の低噴出率期(噴火エピソードNの前は約0.11km<sup>3</sup>/千年、噴火エピソードLの前は約0.15km<sup>3</sup>/千年)が先行し、後カルデラ期は高噴出率期(約0.71km<sup>3</sup>/千年)である。
- 工藤ほか(2011)によると、巨大噴火前には数万年間の低噴出率期(N(大不動)の前は0.07km<sup>3</sup>/千年、L(八戸)の前は0.12km<sup>3</sup>/千年)が先行する傾向が見られるとし、一方、後カルデラ期は高噴出率(約0.70km<sup>3</sup>/千年)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ており、Yamamoto et al.(2018)の知見を踏まえても、大きく変更されることはないことを確認した。

現在は、後カルデラ期の高噴出率期(0.70km<sup>3</sup>/千年)であり、巨大噴火の可能性は十分小さいことから、巨大噴火以降(後カルデラ期)の最大規模の噴火を考慮することとする。



## 十和田の階段ダイアグラム

Yamamoto et al.(2018)の階段ダイアグラムより、各エピソードの年代値・噴出量を読み取り当社が作成



余 白

## 第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容

---

No.	第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容
4	十和田について、「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について」で定義される「巨大噴火」の記載を追加した。

### 【変更概要】

- 工藤ほか(2011)の「カルデラ形成を伴う大規模噴火」は、2018年3月7日原子力規制委員会資料「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について」で定義されている「巨大噴火」に相当することを追加で記載した。

<該当ページ>

本資料:p80

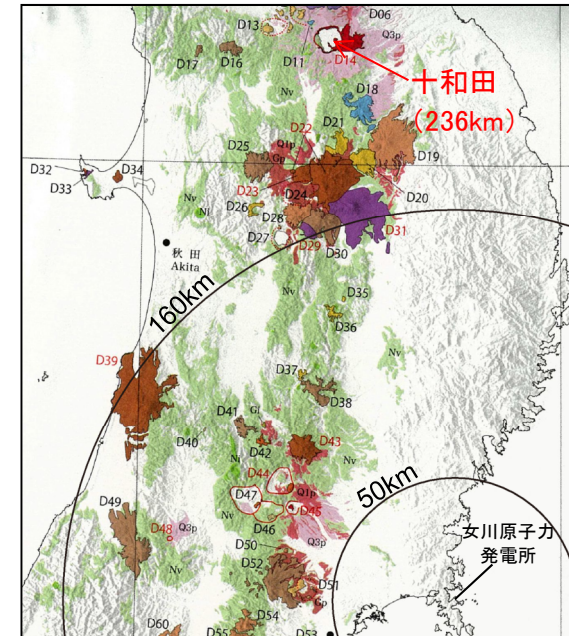
## シミュレーション 【噴火規模の検討:十和田の活動性①:変更前】

十和田の概要(中野ほか編(2013))

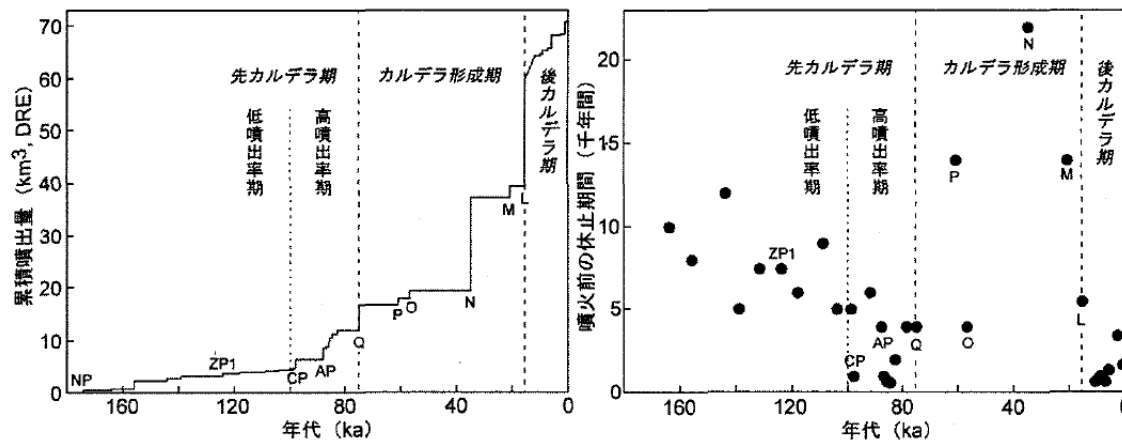
火山名	十和田
敷地からの距離	約236km
火山の形式	カルデラ, 複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約20万年前以降~A.D.915

工藤ほか(2011)によれば, 十和田の活動性について以下の内容が述べられている。

- 現在, 十和田は後カルデラ期とされ, 同期間の噴火は高頻度(噴火間隔3,400年以下)・低噴出量(2.5km<sup>3</sup>以下)となっている。それに対し, カルデラ形成期の噴火は低頻度(噴火間隔22,000~4,000年)・高噴出量(1.2~20.3km<sup>3</sup>)であり異なっている。
- マグマ噴出率は, 100ka以降からほぼ一定である。現在の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おり, 今後, マグマ供給率が(先カルデラ期前期のように)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へと移行する可能性が指摘される。
- 過去の活動履歴から, カルデラ形成期では噴出量1km<sup>3</sup>以下の(小規模な)噴火が発生していない。大規模噴火前(十和田-大不動, 十和田-八戸)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, 現在の十和田は, 15,000年間にわたって高噴出率期にあり, 噴出量1km<sup>3</sup>以下の小規模噴火が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は至っていないと考えられる。
- 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, 仮にカルデラ形成を伴う大規模噴火が発生するとしても, それは数万年先になると予想される。



東北地方の火山地質図(中野ほか編(2013)による)



(工藤ほか(2011))

### 【カルデラ形成期】

- L: 十和田八戸火砕流及び八戸テフラ
- M: 十和田ビスケット2テフラ
- N: 十和田大不動火砕流及び切田テフラ
- O: 十和田合同テフラ
- 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

### 【先カルデラ形成期】

- AP: 十和田アオスジテフラ
- CP: 十和田カステラテフラ
- ZP1: 十和田ザラメ1テフラ
- NP: 十和田ヌカミノテフラ



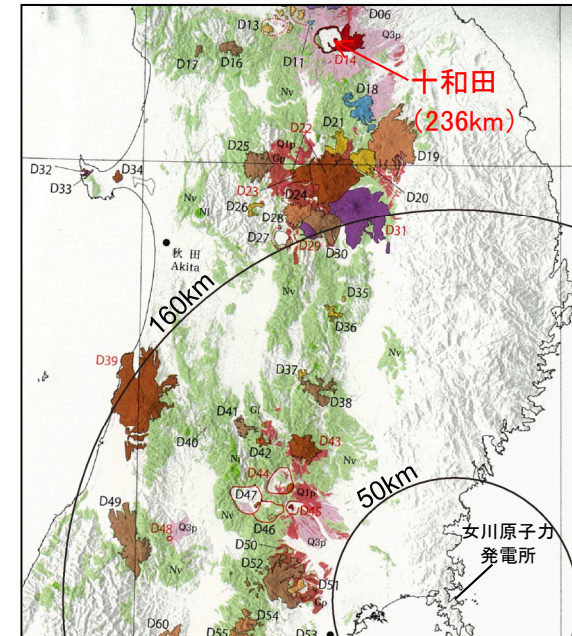
## シミュレーション 【噴火規模の検討:十和田の活動性①:変更後】

十和田の概要(中野ほか編(2013))

火山名	十和田
敷地からの距離	約236km
火山の形式	カルデラ, 複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約20万年前~AD915年

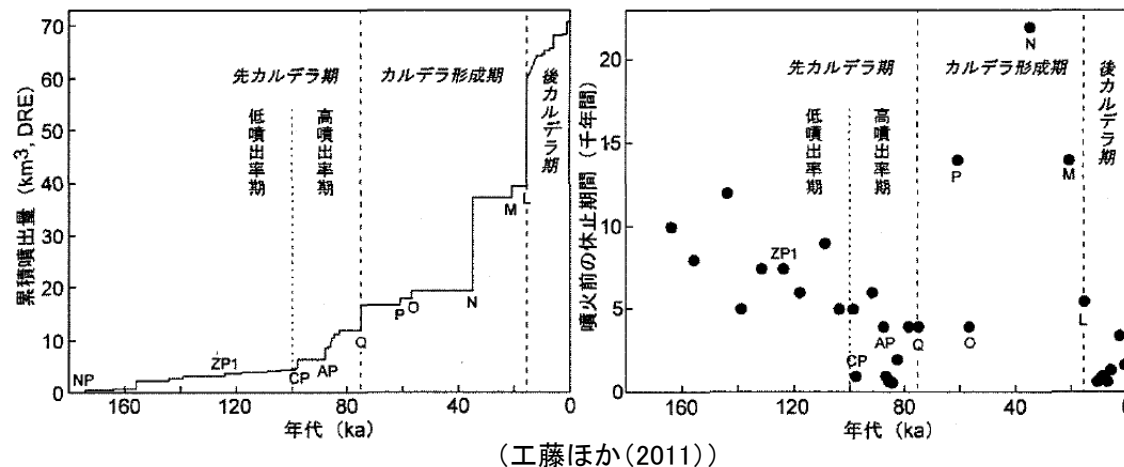
工藤ほか(2011)によれば, 十和田の活動性について以下の内容が述べられている。

- 現在, 十和田は後カルデラ期とされ, 同期間の噴火は高頻度(噴火間隔3,400年以下)・低噴出量( $2.5\text{km}^3$ 以下)となっている。それに対し, カルデラ形成期の噴火は低頻度(噴火間隔22,000~4,000年)・高噴出量( $1.2\sim 20.3\text{km}^3$ )であり異なっている。
- マグマ噴出率は, 100ka以降からほぼ一定である。現在の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おり, 今後, マグマ供給率が(先カルデラ期前期のように)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へと移行する可能性が指摘される。
- 過去の活動履歴から, カルデラ形成期では噴出量 $1\text{km}^3$ 以下の(小規模な)噴火が発生していない。大規模噴火※前(十和田-大不動, 十和田-八戸)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, 現在の十和田は, 15,000年間にわたって高噴出率期にあり, 噴出量 $1\text{km}^3$ 以下の小規模噴火が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は至っていないと考えられる。
- 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, 仮にカルデラ形成を伴う大規模噴火※が発生するとしても, それは数万年先になると予想される。



東北地方の火山地質図(中野ほか編(2013)による)

※ 工藤ほか(2011)の「カルデラ形成を伴う大規模噴火」は, 2018年3月7日原子力規制委員会資料「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について」で定義されている「巨大噴火」に相当する。



【カルデラ形成期】

- L: 十和田八戸火砕流及び八戸テフラ
  - M: 十和田ビスケット2テフラ
  - N: 十和田大不動火砕流及び切田テフラ
  - O: 十和田合同テフラ
  - 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
- 【先カルデラ形成期】
- AP: 十和田アオスジテフラ
  - CP: 十和田カステラテフラ
  - ZP1: 十和田ザラメ1テフラ
  - NP: 十和田ヌカミソテフラ

余 白

## 第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容

No.	第446回審査会合(H29.2.24)からの変更内容
5	降下火砕物シミュレーションの対象火山の噴火規模を評価する上で、現在の活動状況を確認しているため、前回の審査会合以降に発表された最新の情報に変更した。
6	降下火砕物シミュレーションの対象火山の噴火規模を評価する上で、2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動に関する検討を行っており、その内容について参照する文献を追加し、資料の充実化を図った。

### 【変更概要】

- 鳴子カルデラについて、火山噴火予知連絡会(第143回)(気象庁(2019a, b)), 火山噴火予知連絡会(第143回)(国土地理院(2019a))の内容を反映し、地殻変動に関するデータの更新を行った。また、2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動に関して、Ozawa and Fujita (2013), Takada and Fukushima (2013), 塚本ほか(2014), 高橋ほか(2016)の内容を反映した。  
 <該当ページ>  
 本資料:p61~64, 82
- 蔵王山について、火山噴火予知連絡会(第143回)(気象庁(2019c)), 火山噴火予知連絡会(第143回)(国土地理院(2019b))の内容を反映し、地殻変動に関するデータの更新を行った。また、2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動に関して、Ozawa and Fujita (2013), Takada and Fukushima (2013)の内容を反映した。  
 <該当ページ>  
 本資料:p68~74
- 肘折カルデラについて、火山噴火予知連絡会(第143回)(気象庁(2019a, b)), 火山噴火予知連絡会(第143回)(国土地理院(2019a))の内容を反映し、地殻変動に関するデータの更新を行った。  
 <該当ページ>  
 本資料:p77~79

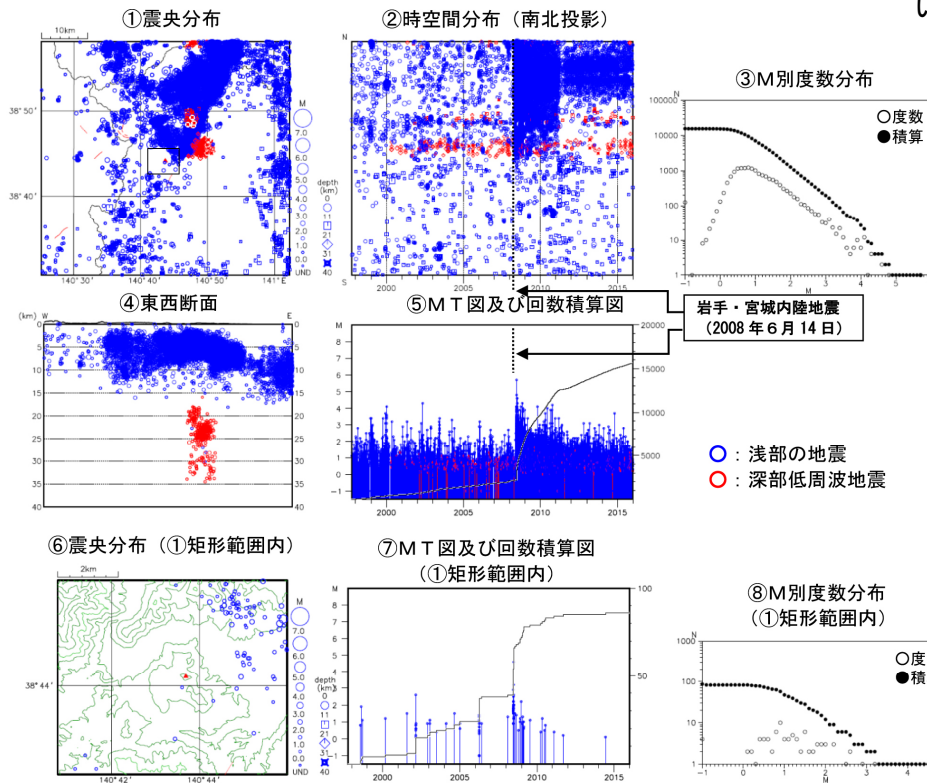
# シミュレーション 【噴火規模の検討: 鳴子カルデラの現在の活動・地殻変動①: 変更前】

## 【現在の活動】

- 火山噴火予知連絡会(第134回)(気象庁(2016a))では、鳴子カルデラについて「火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない」とされており、火山噴火予知連絡会(第136回)(気象庁(2016b))でも「ノイズレベルを超える変動はみられない」とされている。
- また、鳴子カルデラ付近を震源とする地震は観測されず、噴気などの異常に関する通報もされていない。

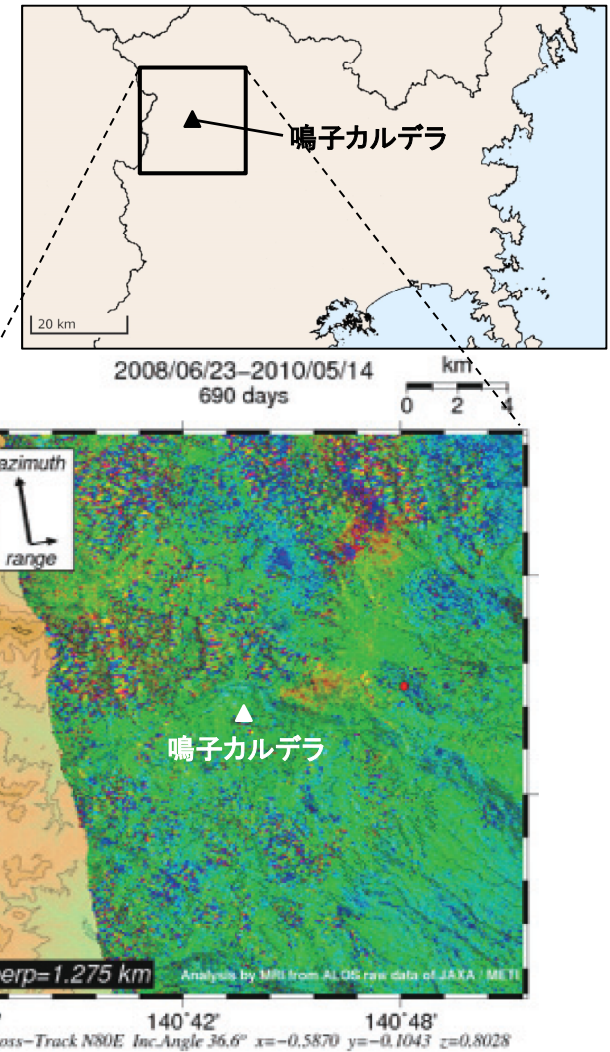
## 【地殻変動①】

- 気象研究所技術報告第69号(安藤(2013))では、国内の火山周辺における干渉解析結果を示し、地殻変動(位相変化)が認められる火山について報告しているものの、鳴子カルデラは報告されていない。



第1図 鳴子 一元化震源による鳴子周辺の地震活動 (1997年10月~2015年12月31日)  
注) 2001年10月以降、検知能力向上  
2011年3月11日以降、東北地方太平洋沖地震の活発な余震活動により、規模の小さな地震については未処理のものがある。  
この図の作成にあたっては、国土地理院発行の「数値地図 25000 (地図画像)」、「数値地図 50mメッシュ (標高)」を使用した。

(火山噴火予知連絡会(第134回)(気象庁(2016a)))



● : GPS観測点(国土地理院) 鳴子カルデラ周辺における干渉SAR解析結果 (気象研究所技術報告第69号(安藤(2013))に加筆)  
Far 11.8cm Near





# シミュレーション 【噴火規模の検討:鳴子カルデラの現在の活動・地殻変動①:変更後】

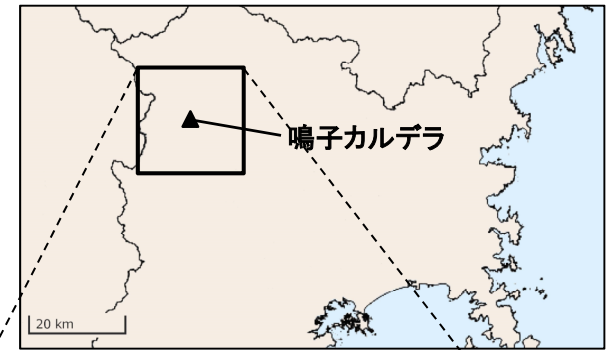
本資料 p61

## 【現在の活動】

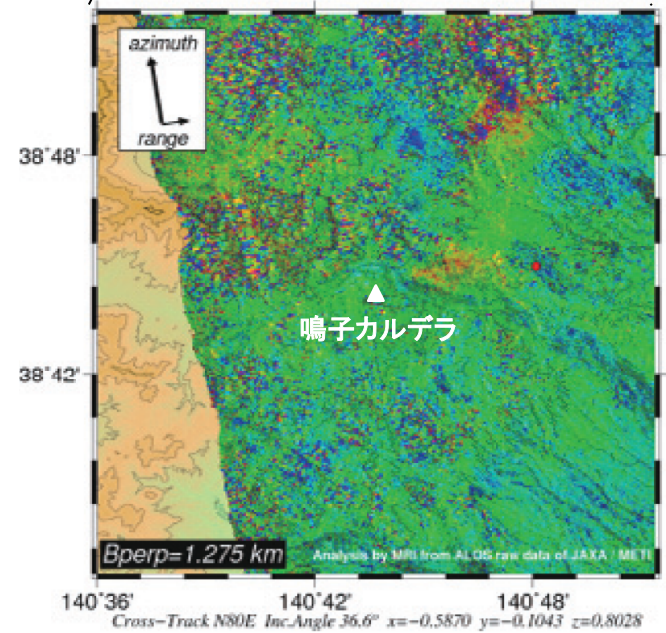
- 火山噴火予知連絡会(第143回)(気象庁(2019a))では、鳴子カルデラについて「火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない」とされており、火山噴火予知連絡会(第143回)(国土地理院(2019a))でも「ノイズレベルを超える変動はみられません」とされている。
- また、鳴子カルデラ付近を震源とする地震は観測されず、噴気などの異常に関する通報もされていない。

## 【地殻変動:2011年東北地方太平洋沖地震以前】

- 気象研究所技術報告第69号(安藤(2013))では、国内の火山周辺における干渉解析結果を示し、地殻変動(位相変化)が認められる火山について報告しているものの、鳴子カルデラは報告されていない。

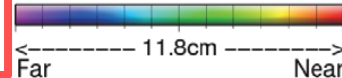


2008/06/23-2010/05/14  
690 days



● : GPS観測点(国土地理院)

鳴子カルデラ周辺における干渉SAR解析結果  
(気象研究所技術報告第69号(安藤(2013))に加筆)



より、そう、ちから。  
**東北電力**

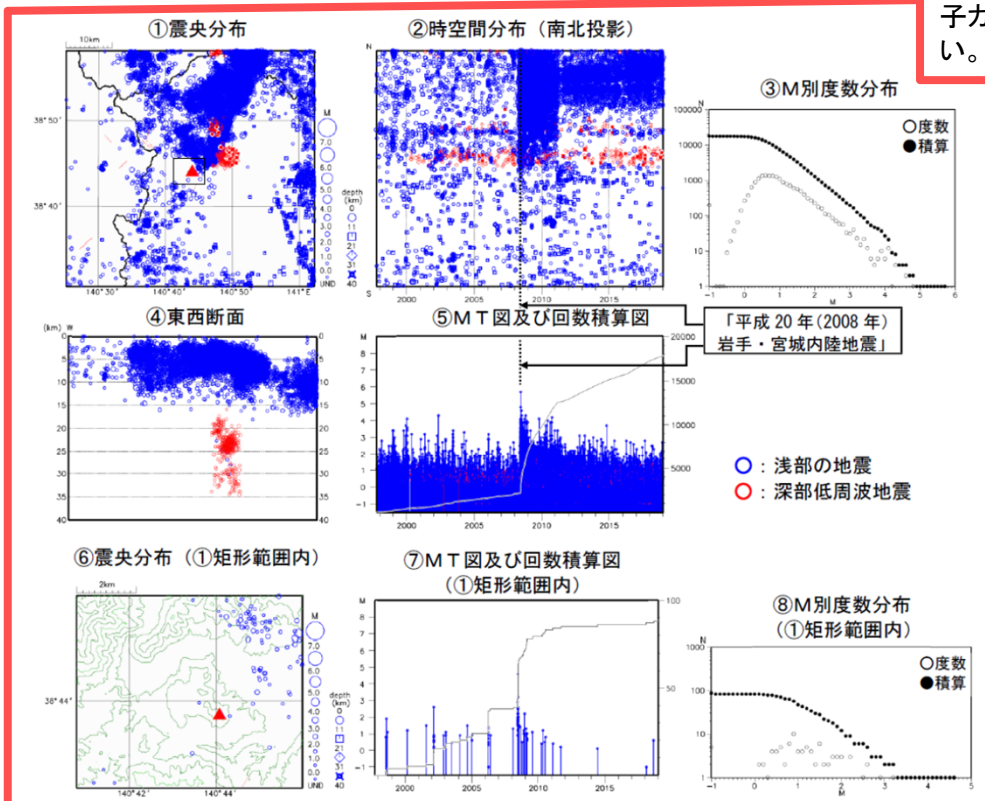


図4 鳴子 一元化震源による鳴子周辺の地震活動(1997年10月~2018年12月31日)

注)2001年10月以降、検知能力向上  
この図の作成にあたっては、国土地理院発行の「数値地図25000(地図画像)」、「数値地図50mメッシュ(標高)」を使用した。  
・表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものが表示されることがある。

(火山噴火予知連絡会(第143回)(気象庁(2019a)))

余白

## 【地殻変動: 2011年東北地方太平洋沖地震の影響】

- Ozawa and Fujita (2013) 及び Takada and Fukushima (2013) は InSAR 解析より, 2011年東北地方太平洋沖地震の影響に伴って, 栗駒山から鳴子カルデラにかけての火山地域で 2~5cm の沈降が生じたことを報告している(右図(b)). この沈降は栗駒山から鳴子カルデラにかけての火山地域の下に強度が低い高温岩体が広く分布していることから, 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う東西引張の力を受けて引き伸ばされ, 沈降した可能性があるとして報告している。
- また, 塚本ほか(2014), 高橋ほか(2016)では, 鳴子カルデラをほぼ東西に走る国道47号線に沿った二等水準路線の約10km区間で水準測量を行い, Ozawa and Fujita (2013) で確認された沈降が継続していることを報告している。

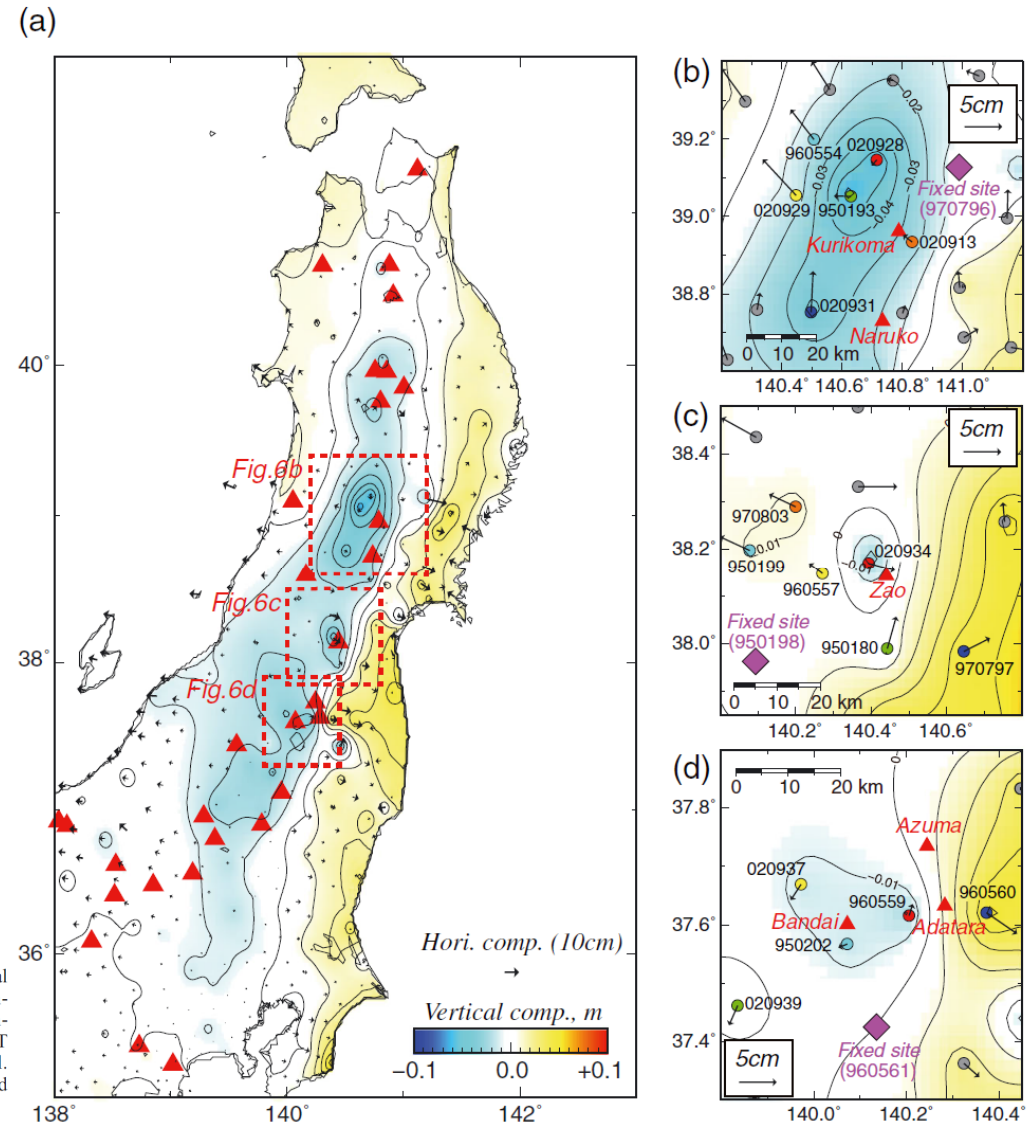


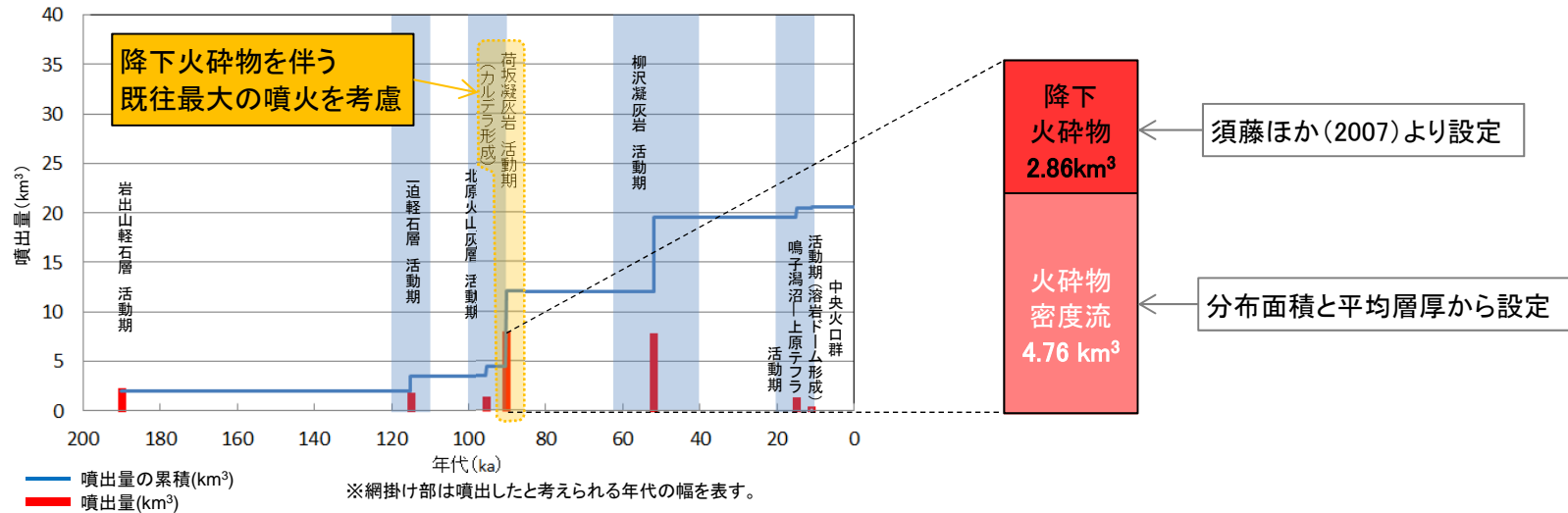
Figure 6. (a) Residual of GEONET deformation from the fault model. The arrow denotes the horizontal component of the residual, and the color denotes the vertical component of the residual. Thin contours indicate a vertical component of the residual at intervals of 1 cm. Dashed red boxes correspond to areas indicated in Figures 6b, 6c, and 6d. Red triangles indicate locations of volcanoes. (b) Residual of GEONET deformation around the Kurikoma volcano. The purple diamond indicates the fixed site for the residual. Circles indicate GEONET stations, and colors are the same as in Figure . (c) Same as Figure 6b but around the Zao volcano. (d) Same as Figure 6b but around the Azuma volcano.

## シミュレーション【噴火規模の検討:鳴子カルデラのまとめ:変更前】

活動履歴 (噴火ステージ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>伊藤ほか(1997), 気象庁編(2013)及び山元(2014)によれば, 鳴子カルデラの噴火ステージは「後カルデラ期」とされる。</li> </ul>
地下構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ogawa et al.(2014)によれば, 鳴子カルデラ直下付近には深部へと連続する低比抵抗体が確認され, これらはマグマもしくは熱水流体の可能性が示唆される。</li> <li>Okada et al. (2014)によれば, 鳴子カルデラ直下から深度約15km以浅では熱水流体の存在が推測され, それ以深ではマグマ溜りの存在が推測される。</li> </ul>
現在の活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山噴火予知連絡会(第134回)(気象庁(2016a))では「火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない」とされている。</li> <li>鳴子カルデラ付近を震源とする地震は少なく, 噴気などの異常に関する通報はされていない。</li> </ul>
地殻変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象研究所技術報告第69号(安藤(2013))では, 地殻変動(位相変化)が認められる火山として鳴子カルデラは報告されていない。</li> </ul>

鳴子カルデラの現在の噴火ステージは「後カルデラ期」であると考えられ, 今後も「後カルデラ期」の活動が継続するものと判断されるが, 地下深部にはマグマの存在が示唆されることから, 全活動期間の既往最大の噴火を考慮する。

↓  
下図のとおり, 鳴子カルデラの降下火砕物シミュレーションに用いる噴出量は2.86(km<sup>3</sup>)とする。



鳴子カルデラの噴出量一年代階段ダイヤグラム

(早田(1989)及び阪口・山田(1988)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。)

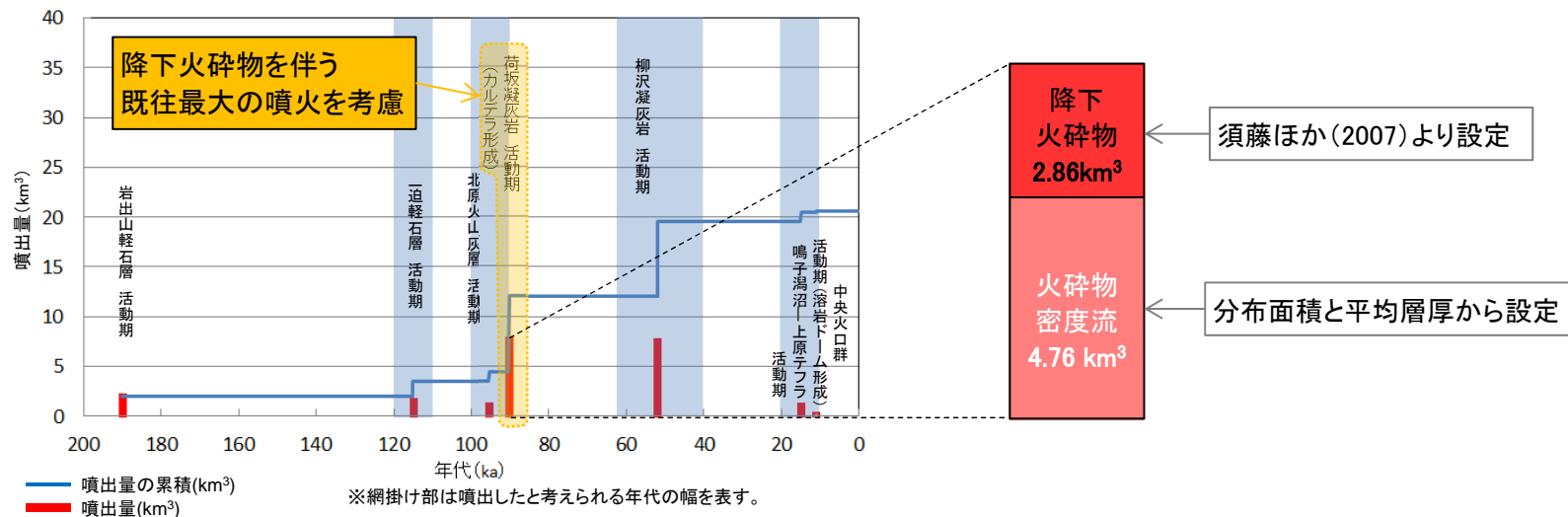


## シミュレーション 【噴火規模の検討: 鳴子カルデラのまとめ: 変更後】

活動履歴 (噴火ステージ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>伊藤ほか(1997), 気象庁編(2013)及び山元(2014)によれば, 鳴子カルデラの噴火ステージは「後カルデラ期」とされる。</li> </ul>
地下構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ogawa et al.(2014)によれば, 鳴子カルデラ直下付近には深部へと連続する低比抵抗体が確認され, これらはマグマもしくは熱水流体の可能性が示唆される。</li> <li>Okada et al. (2014)によれば, 鳴子カルデラ直下から深度約15km以浅では熱水流体の存在が推測され, それ以深ではマグマ溜りの存在が推測される。</li> </ul>
現在の活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山噴火予知連絡会(第143回)(気象庁(2019a))では「火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない」とされている。</li> <li>鳴子カルデラ付近を震源とする地震は少なく, 噴気などの異常に関する通報はされていない。</li> </ul>
地殻変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ozawa and Fujita(2013), Takada and Fukushima(2013), 塚本ほか(2014)及び高橋ほか(2016)によれば, 鳴子カルデラ周辺は2011年東北地方太平洋沖地震以降, わずかに沈降傾向が確認される。</li> </ul>

鳴子カルデラの現在の噴火ステージは「後カルデラ期」であると考えられ, 今後も「後カルデラ期」の活動が継続するものと判断されるが, 地下深部にはマグマの存在が示唆されることから, 全活動期間の既往最大の噴火を考慮する。

↓  
下図のとおり, 鳴子カルデラの降下火砕物シミュレーションに用いる噴出量は2.86(km<sup>3</sup>)とする。



鳴子カルデラの噴出量一年代階段ダイヤグラム

(早田(1989)及び阪口・山田(1988)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。)

## シミュレーション【噴火規模の検討:変更前】

- 鳴子カルデラ, 蔵王山, 肘折カルデラ及び十和田の①活動履歴, ②地下構造, ③現在の活動及び④地殻変動を検討した結果は, 下の表のとおりである。
- これらの結果を踏まえ, 降下火砕物のシミュレーションに用いる噴出量と噴煙柱高度を設定した。

	鳴子カルデラ	蔵王山	肘折カルデラ	十和田
①活動履歴 (噴火ステージ)	「後カルデラ期」と判断される。	活動期IV(御釜一五色岳火山体)である。	噴火ステージは不明である。	現在は, 後カルデラ期の高噴出率期(0.70km <sup>3</sup> /千年)であり, カルデラを形成するような状態には至っていないと考えられる。
②地下構造	地下深部にはマグマの存在が示唆される。	地下深部にはマグマの存在が示唆される。	地下深部にはマグマの存在が示唆される。	
③現在の活動	噴火の兆候は認められない。	噴火の兆候は認められない。	噴火の兆候は認められない。	
	火山性地震は少ない。	火山性地震は少ない。	火山性地震は少ない。	
	噴気などの異常通報なし。	噴気などの異常通報なし。	噴気などの異常通報なし。	
④地殻変動	地殻変動は報告されていない。	蔵王山山体の広い範囲では隆起傾向の地殻変動が確認される。	地殻変動は報告されていない。	

考慮すべき 噴火規模	全活動期間の既往最大の 降下火砕物	全活動期間の既往最大の 降下火砕物	全活動期間の既往最大の 降下火砕物	後カルデラ期の最大の 降下火砕物
	↓	↓	↓	↓
噴出量	2.86km <sup>3</sup>	0.98km <sup>3</sup>	0.69km <sup>3</sup>	6.68km <sup>3</sup> ※1
噴煙柱高度※2	25km	25km	25km	25km

※1 Hayakawa(1985)より設定。

※2 町田・新井(2003)に基づき, 各火山の噴出物量に対応する噴煙柱高さを設定。

## シミュレーション【噴火規模の検討: 変更後】

- 鳴子カルデラ, 蔵王山, 肘折カルデラ及び十和田の①活動履歴, ②地下構造, ③現在の活動及び④地殻変動を検討した結果は, 下の表のとおりである。
- これらの結果を踏まえ, 降下火砕物のシミュレーションに用いる噴出量と噴煙柱高度を設定した。

	鳴子カルデラ	蔵王山	肘折カルデラ	十和田
①活動履歴 (噴火ステージ)	「後カルデラ期」と判断される。	活動期IV(御釜一五色岳火山体)である。	噴火ステージは不明である。	現在は, 後カルデラ期の高噴出率期(0.70km <sup>3</sup> /千年)であり, カルデラを形成するような状態には至っていないと考えられる。
②地下構造	地下深部にはマグマの存在が示唆される。	地下深部にはマグマの存在が示唆される。	地下深部にはマグマの存在が示唆される。	
③現在の活動	噴火の兆候は認められない。	噴火の兆候は認められない。	噴火の兆候は認められない。	
	火山性地震は少ない。	火山性地震は少ない。	火山性地震は少ない。	
	噴気などの異常通報なし。	噴気などの異常通報なし。	噴気などの異常通報なし。	
④地殻変動	<u>鳴子カルデラ周辺は2011年東北地方太平洋沖地震以降, わずかに沈降傾向が確認される。</u>	蔵王山山体の広い範囲では隆起傾向の地殻変動が確認される。	地殻変動は報告されていない。	
考慮すべき噴火規模	全活動期間の既往最大の降下火砕物	全活動期間の既往最大の降下火砕物	全活動期間の既往最大の降下火砕物	後カルデラ期の最大の降下火砕物
	↓	↓	↓	↓
噴出量	2.86km <sup>3</sup>	0.98km <sup>3</sup>	0.69km <sup>3</sup>	6.68km <sup>3</sup> ※1
噴煙柱高度※2	25km	25km	25km	25km

※1 Hayakawa(1985)より設定。

※2 [町田・新井\(2011\)](#)に基づき, 各火山の噴出物量に対応する噴煙柱高さを設定。