

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉

火山影響評価について

【補足説明資料1】

平成29年4月4日

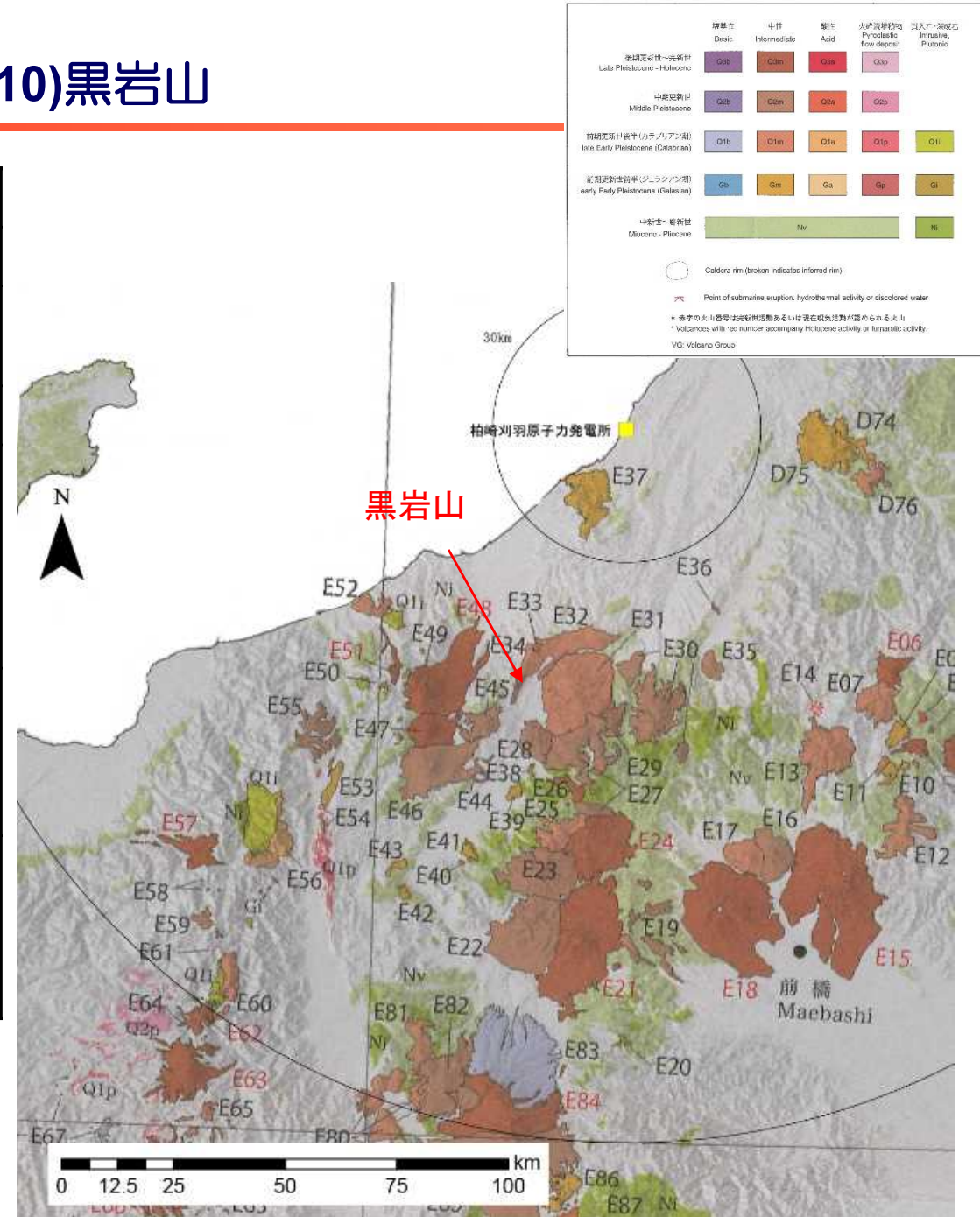
東京電力ホールディングス株式会社 **TEPCO**

1. 火砕物密度流に関する個別評価	・・・	2
2. 1 広域火山灰の影響可能性	・・・	72
2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性	・・・	90
2. 3 敷地周辺で確認されている火山灰の分布 (噴出源が同定でき、その噴出源が将来同規模の噴火をする可能性が否定できるもの)	・・・	105
3. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について	・・・	115

1. 火砕物密度流に関する個別評価

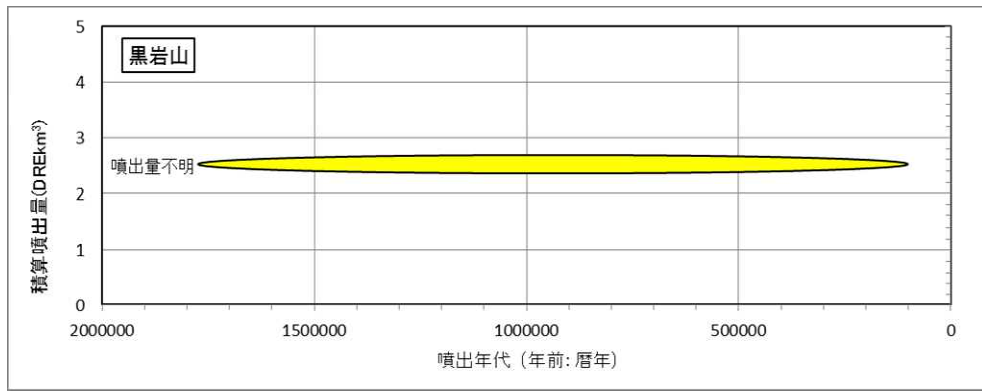
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (10)黒岩山

火山名	黒岩山 (E34)
敷地からの距離	約62km
火山の形式・タイプ	複成火山?
活動年代	前期～中期更新世
概要	黒岩山周辺に分布する火山岩類は、柳沢ほか(2001)において鮮新～下部更新統の大川層(関田火山に相当)を覆うことから下部～中部更新統とされている。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は不明。 ✓ 噴出物は主に溶岩及び火砕岩からなる。
評価	噴出物は主に溶岩及び火砕岩からなりその分布は黒岩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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

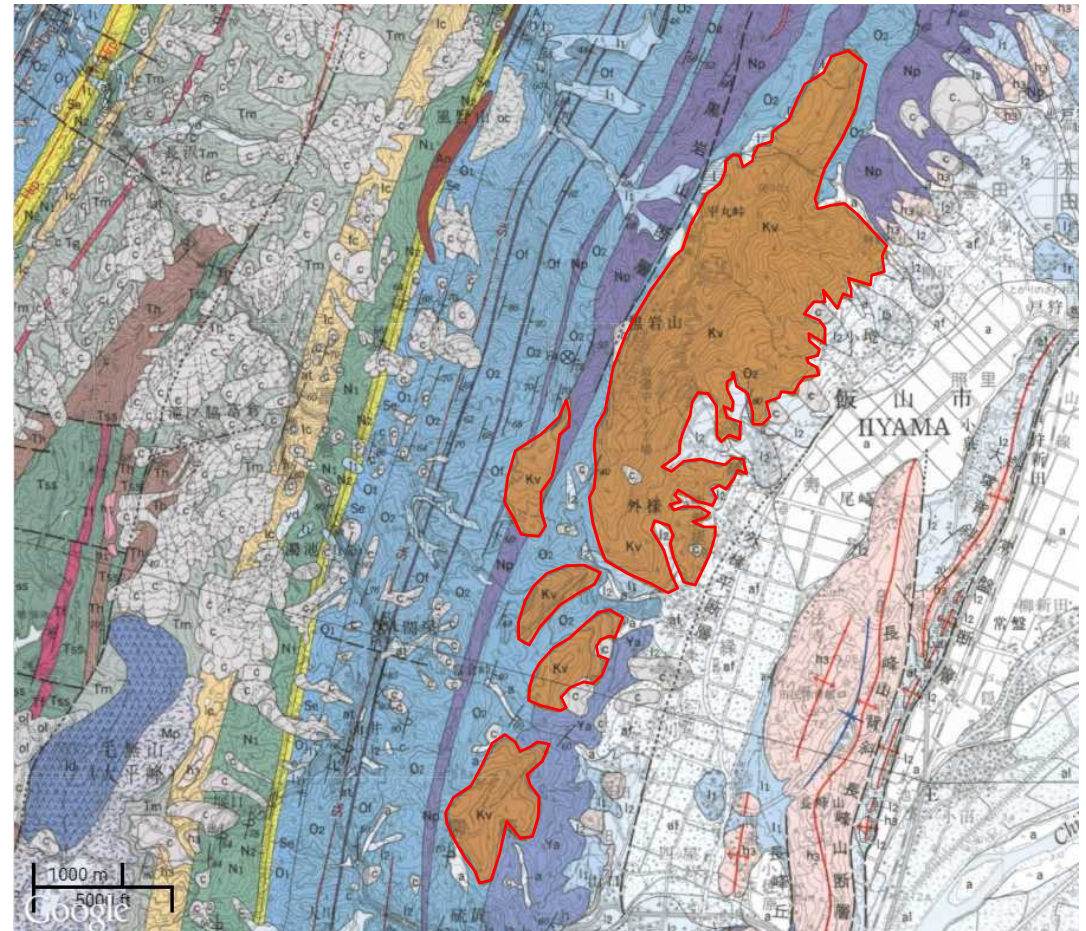
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (10)黒岩山



凡例
 年代、噴出量が不明なイベント
 ※横内の幅は想定される活動期間に相当

第四紀噴火・貫入活動データベースに基づき作成

黒岩山の噴火階段図



黒岩山火山岩類
 Kuroiwayama Volcanic Rocks

黒岩山の分布

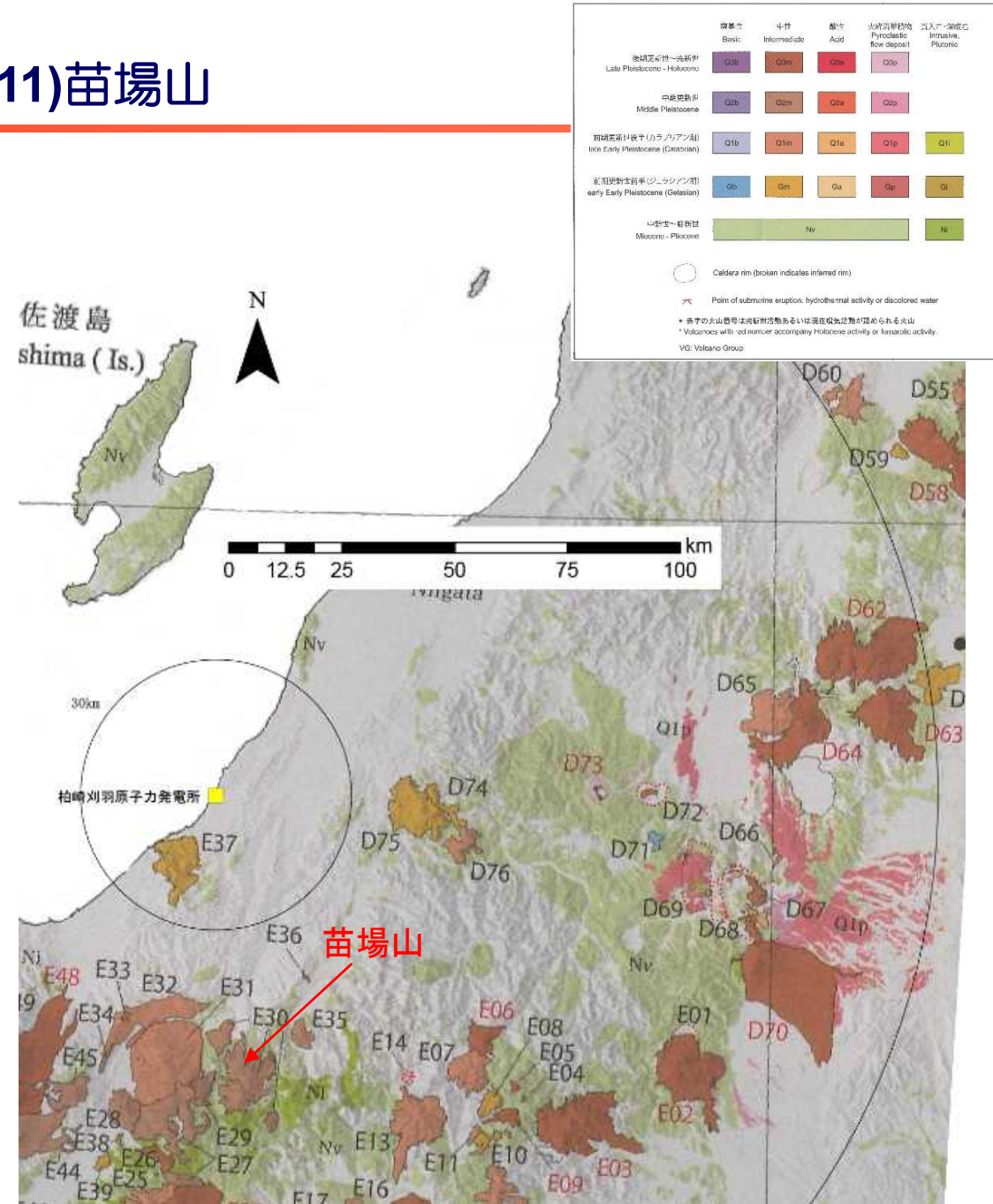
Kv

普通輝石紫蘇輝石安山岩溶岩、普通輝石安山岩溶岩及び火砕岩
 Hypersthene-augite andesite lava, and augite andesite lava and pyroclastic rocks

黒岩山の地質図 (柳沢ほか(2001))

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (11) 苗場山

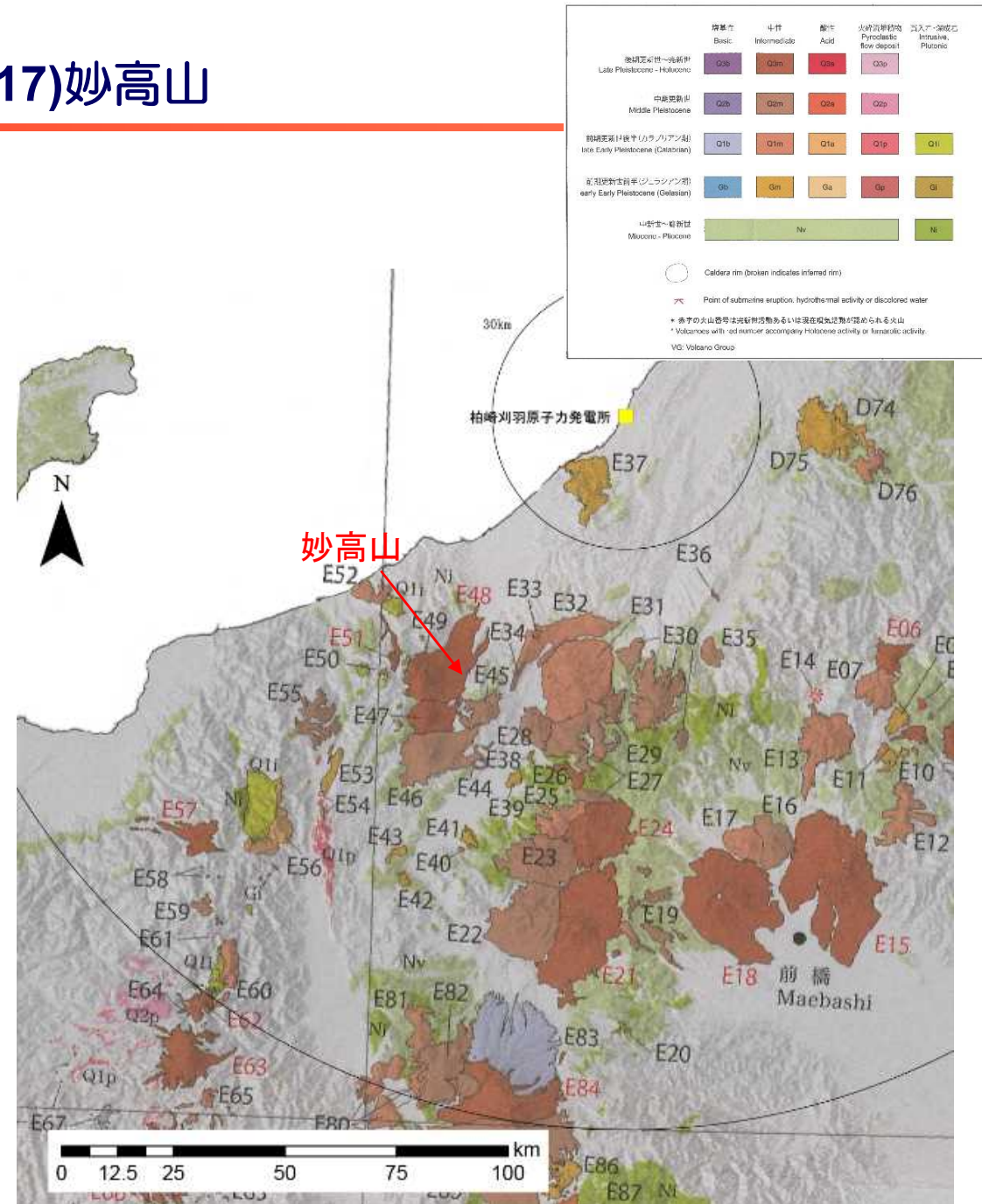
火山名	苗場山 (E30)
敷地からの距離	約66km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	0.8-0.2 Ma
概要	苗場山は、0.8Ma以降活動を開始した成層火山で火山形成史は古・新期に二分される。苗場山の活動は4期に分けられ、第1期は火砕流と溶岩流を噴出し、第2期～第4期は溶岩流を噴出した。
噴出物	✓ 噴出物は主に火砕流・溶岩流からなり、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕流・溶岩の分布が苗場山周辺に限られることから、発電に影響を及ぼす可能性はない。



火山噴出物分布 (中野ほか (2013) に一部加筆)

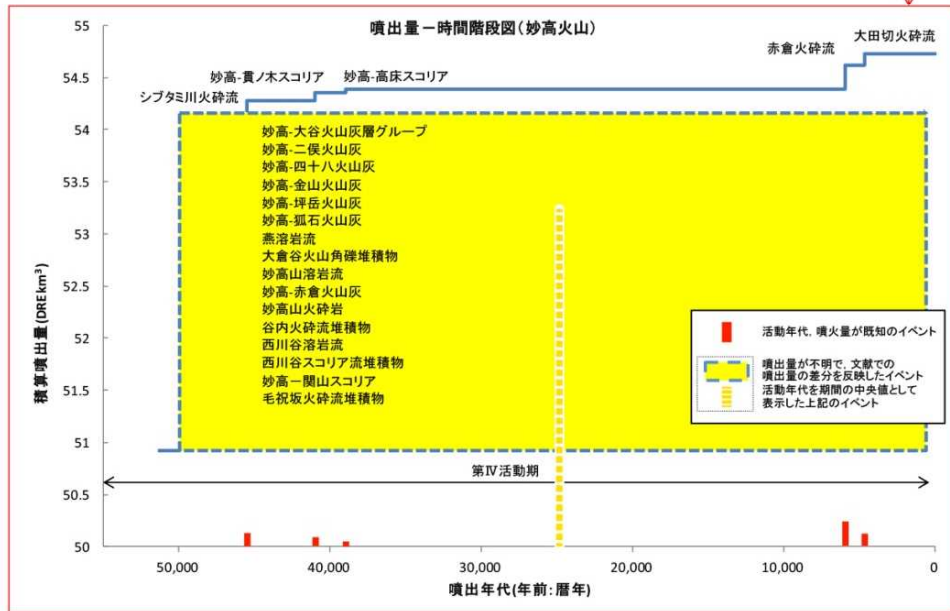
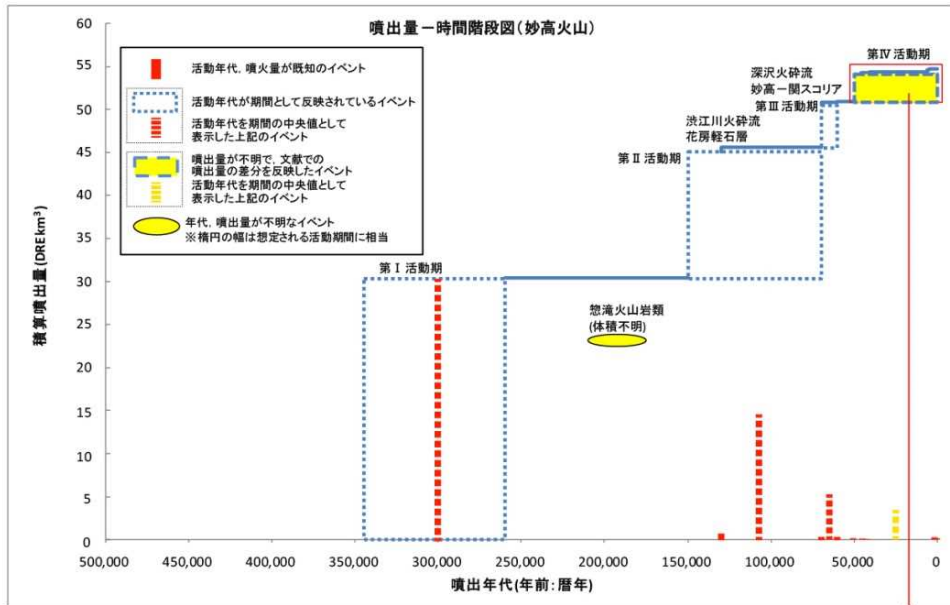
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (17)妙高山

火山名	妙高山 (E48)
敷地からの距離	約74km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	約30万年前以降。最新噴火： 1600-1300年前の間
概要	妙高山は約30万年前から活動を開始し、活動休止期をはさみそれぞれ数万年の寿命を持つ4つの独立した成層火山がほぼ同じ位置で古い火山体の上に新しい火山体を重ねて形成された多世代火山である。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最大噴出は第 I 期活動期である。 ✓ 最新の噴火活動は、1600-1300年前の水蒸気噴火である。 ✓ 火砕物密度流としては、渋江川火砕流の噴出量が最も大きく、最大層厚は約40mに達する。(早津(2008))
評価	火砕物密度流の分布は妙高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。



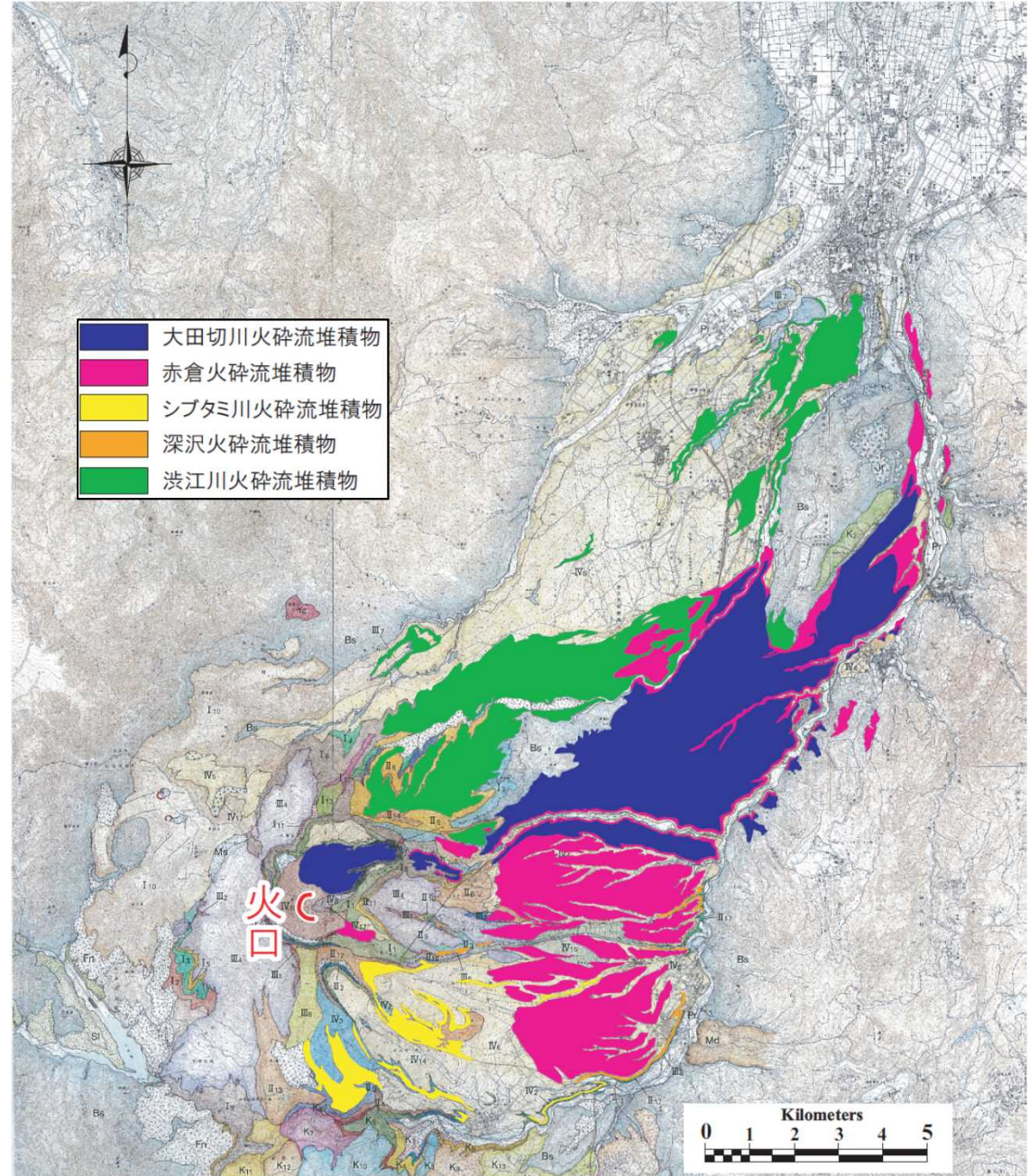
火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (17)妙高山



山元, 2014に基づき作成

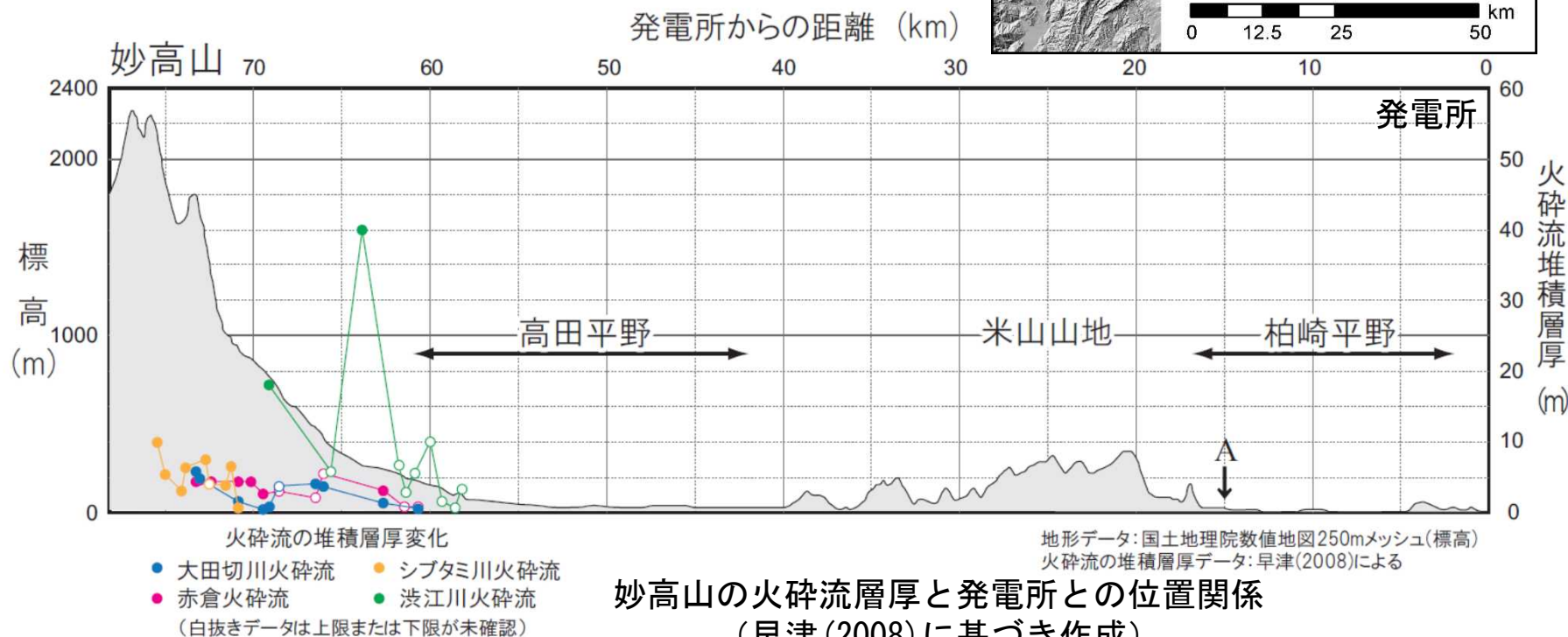
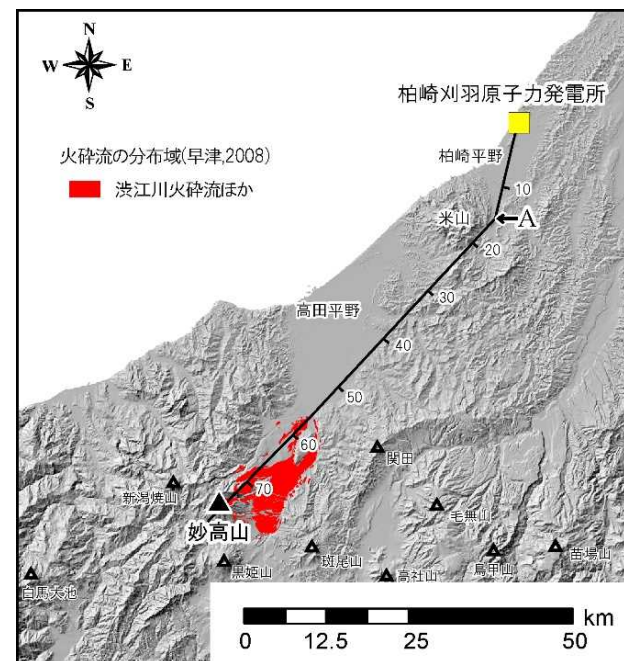
妙高山の噴火階段図



妙高山の火砕流分布図 (早津 (2008) に基づき作成)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (17)妙高山

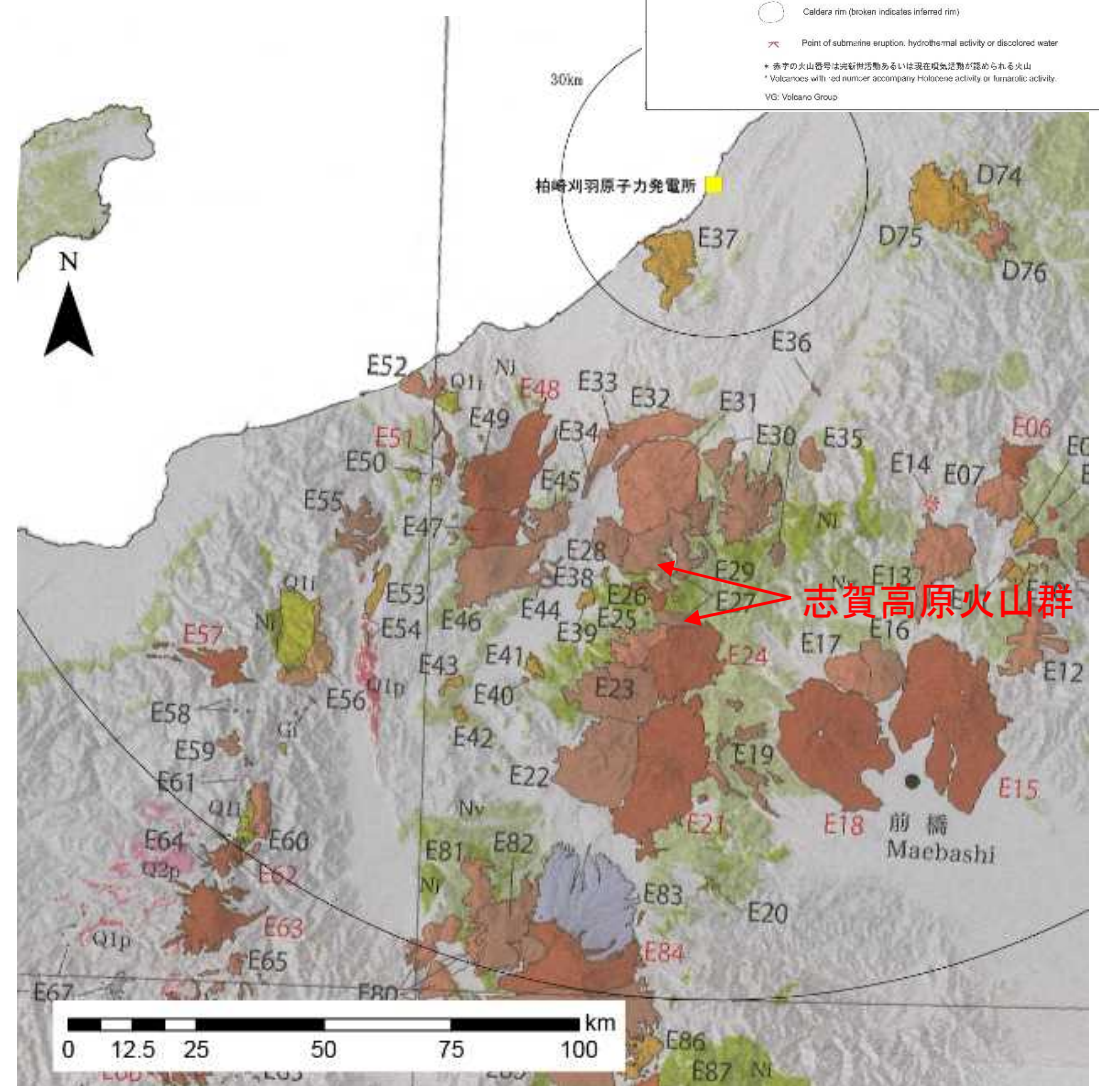
- 妙高山から発電所までの地形断面図に妙高山の火砕流層厚を投影した。
- 噴出量が最大の渋江川火砕流については堆積層厚も厚く、高田平野まで火砕流が到達したと考えられるが、敷地に到達したとは考え難い。



余 白

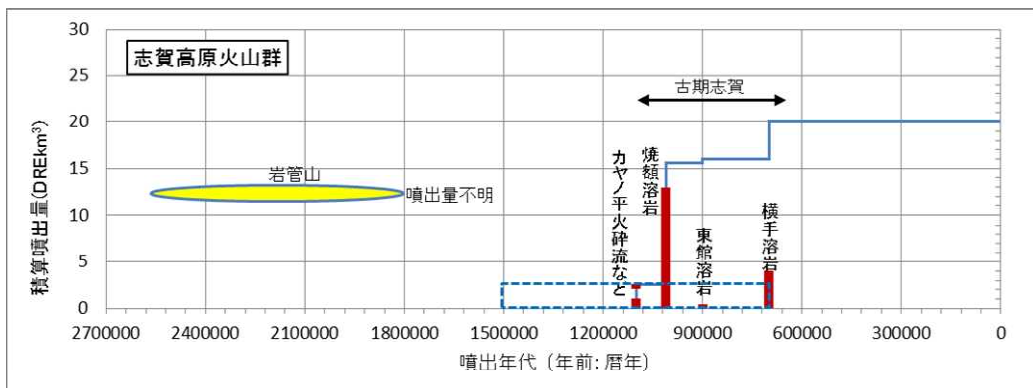
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (18)志賀高原火山群

火山名	志賀高原火山群 (E27)
敷地からの距離	約75km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	約110～65万年前(古期志賀) ジェラ期(岩菅山)
概要	志賀高原火山群は志賀高原に分布するいくつかの小規模な火山群からなる。横手、笠ヶ岳、焼額、岩菅、カヤノ平、などを含む。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は彦衛門沢軽石流, 大念山火砕流。 ✓ 火砕物密度流は彦衛門沢軽石流, 大念山火砕流などが認められるが, その分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は志賀高原火山群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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

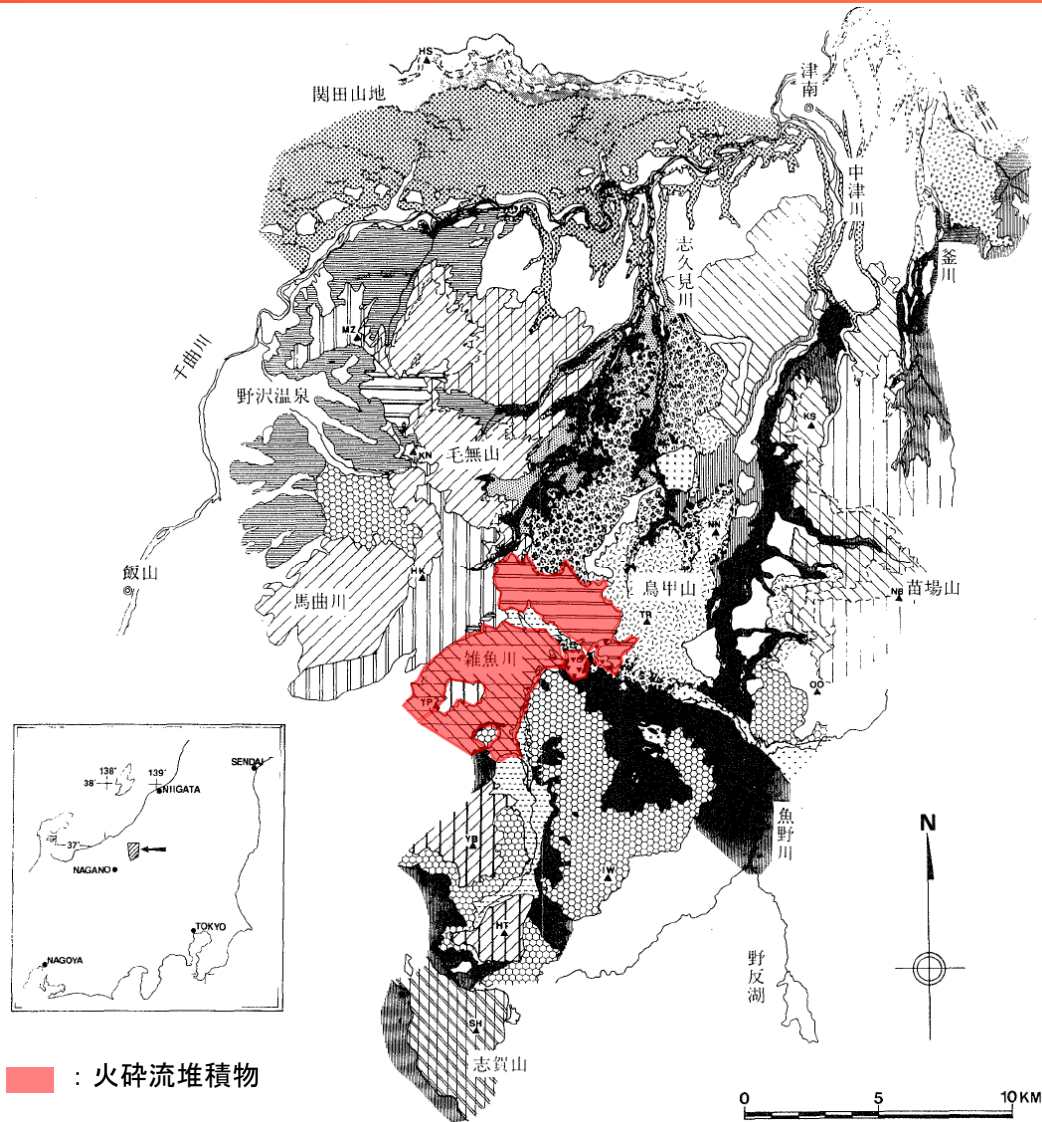
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (18)志賀高原火山群



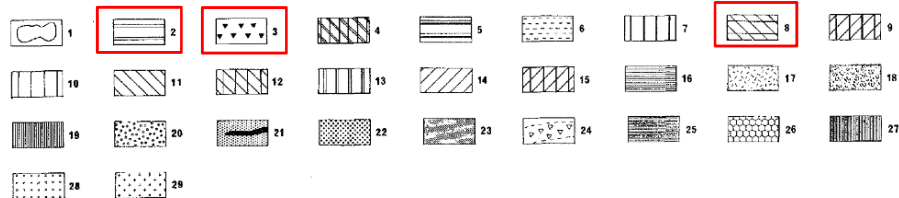
金子ほか, 1989に基づき作成

- 凡例
- 活動年代、噴火量が既知のイベント
 - 活動年代が期間として反映されているイベント
 - 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント
 - 年代、噴出量が不明なイベント
※楕円の幅は想定される活動期間に相当

志賀高原火山群の噴火階段図



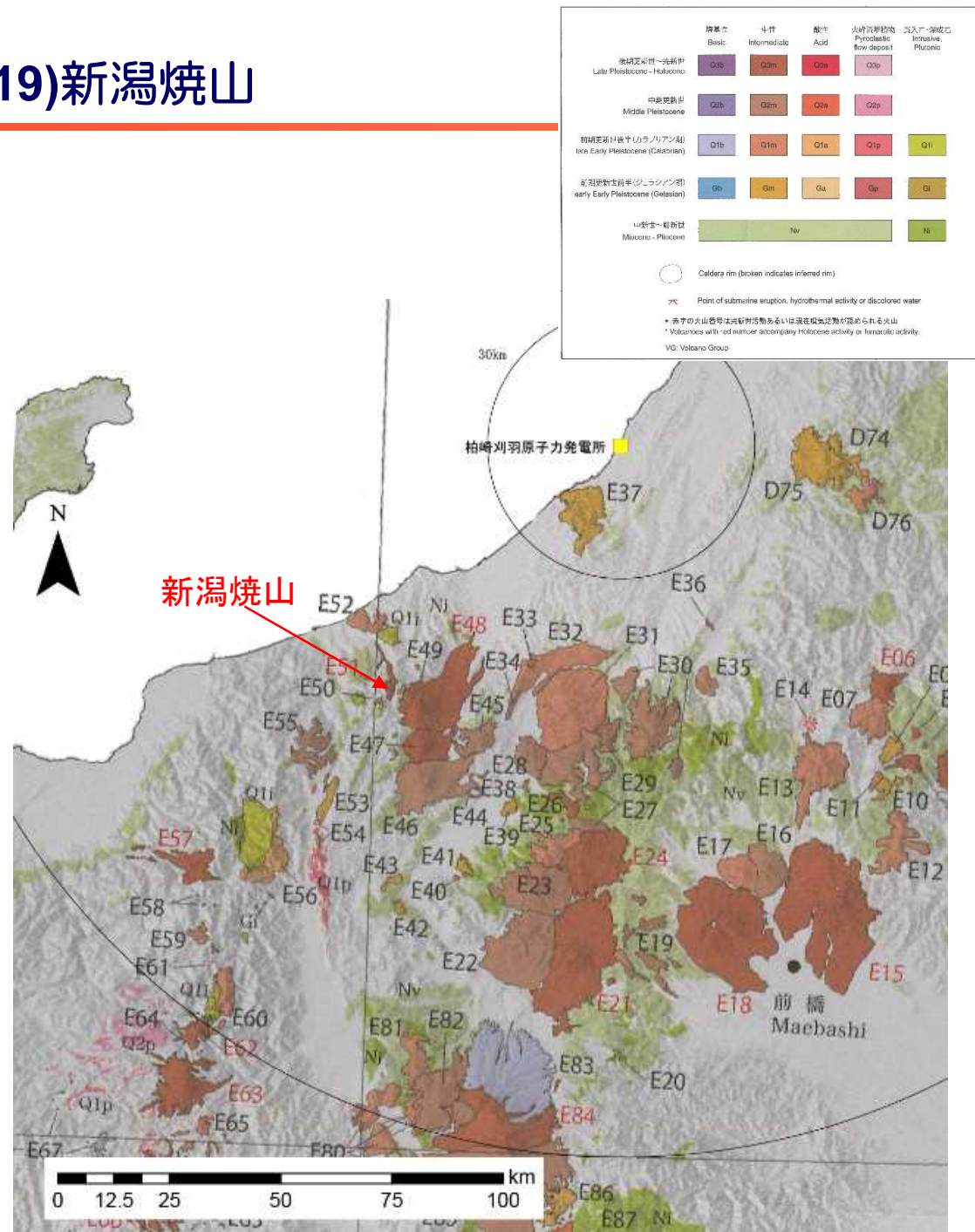
■ : 火砕流堆積物



志賀高原火山群の地質図 (五十嵐ほか, 1984)

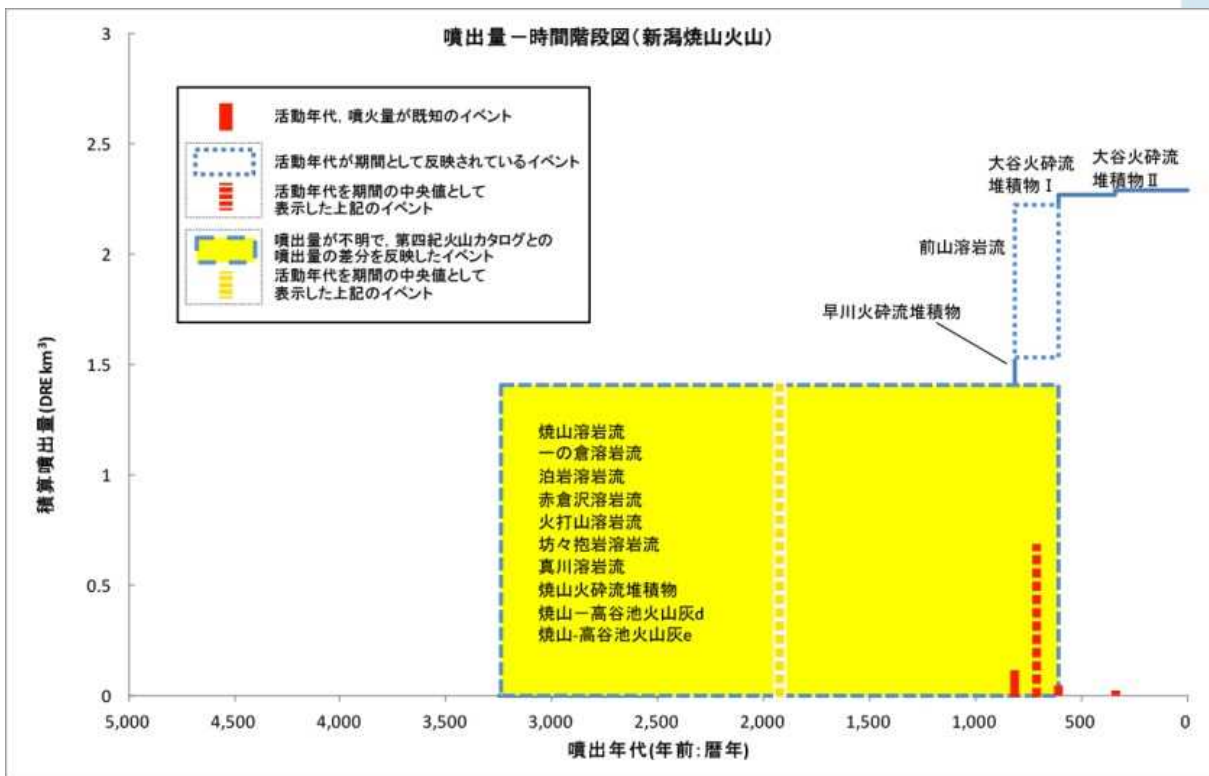
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (19)新潟焼山

火山名	新潟焼山 (E51)
敷地からの距離	約76km
火山の形式・タイプ	溶岩ドーム、複成火山
活動年代	約3000年前以降。最新噴火：1998年
概要	新潟焼山は約3000年前から活動を開始し、噴出物は珪長質安山岩質～デイサイト質であり、噴火は火砕流の噴出と粘性の大きい溶岩流に特徴づけられる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1998年の水蒸気噴火である。 ✓ 日本海海岸まで約1.5kmの地点で、大谷火砕流堆積物 I が認められる。(早津(1994)) ✓ 早川火砕流よりはるかに規模の小さい大谷火砕流 I が日本海の近くまで達している事実からみて、早川火砕流も日本海まで達した可能性が高い。(早津(1994))
評価	火砕物密度流の分布は新潟焼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。

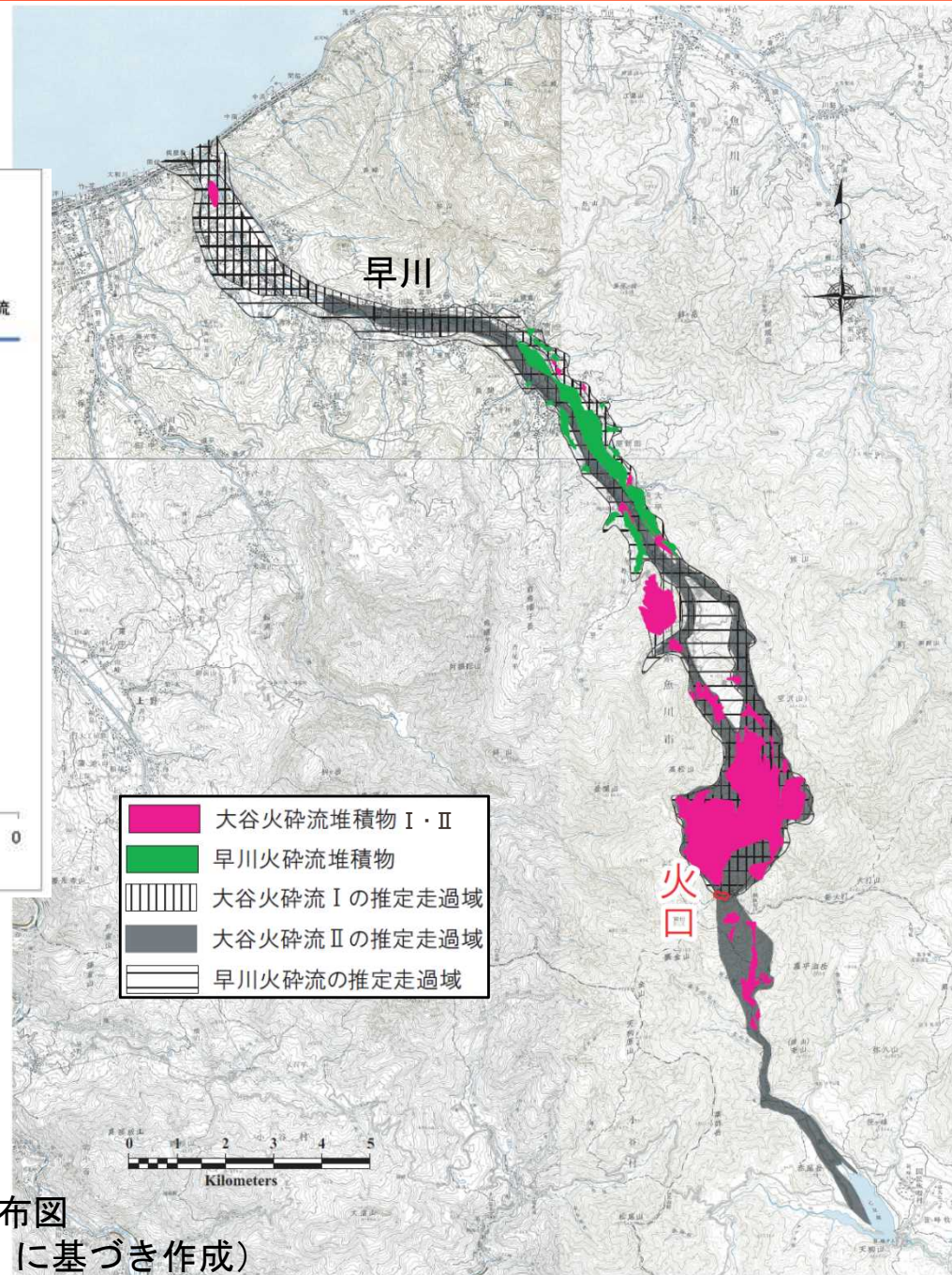


火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (19)新潟焼山



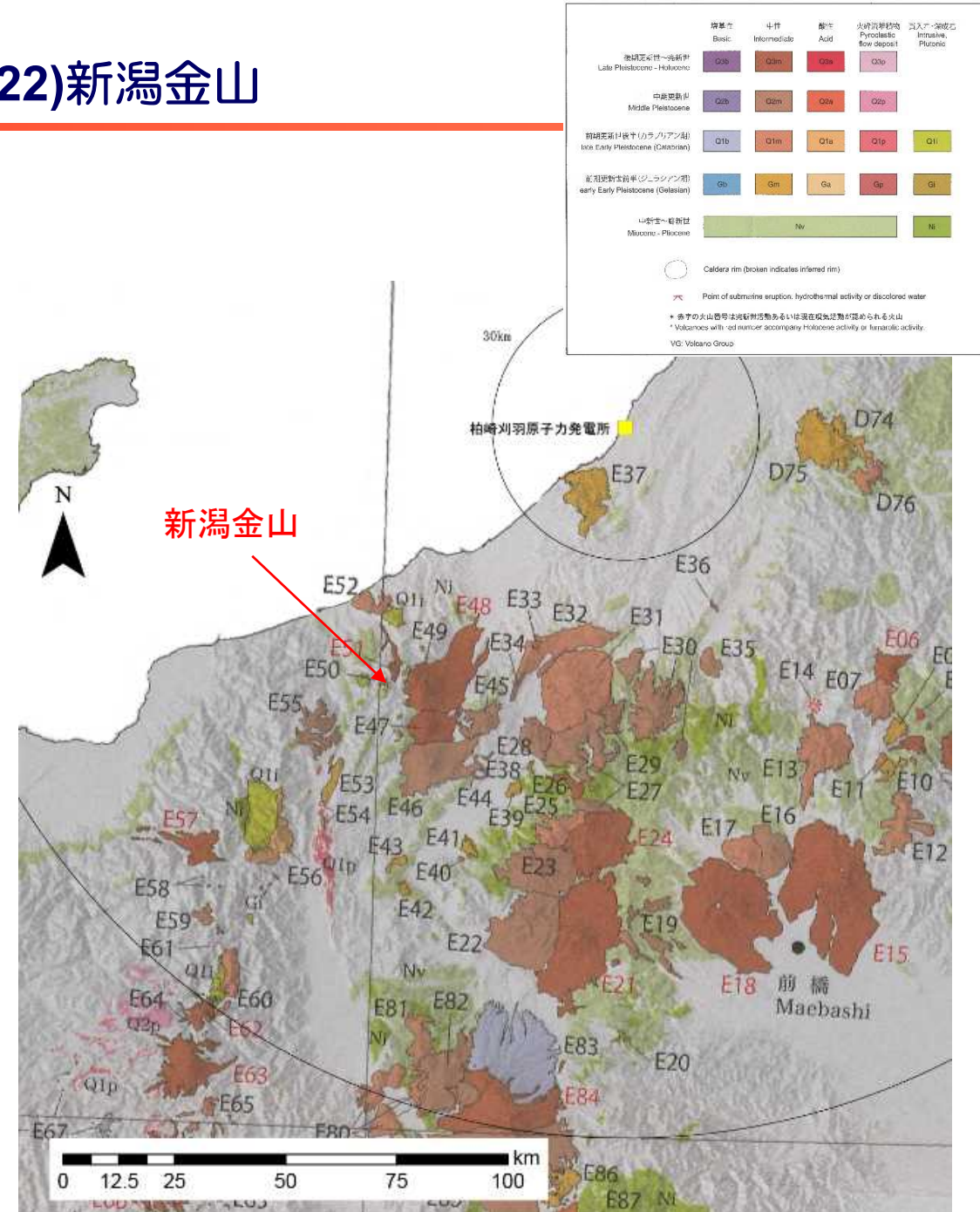
新潟焼山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)



新潟焼山の火砕流分布図
(早津(1994)及び早津(2008)に基づき作成)

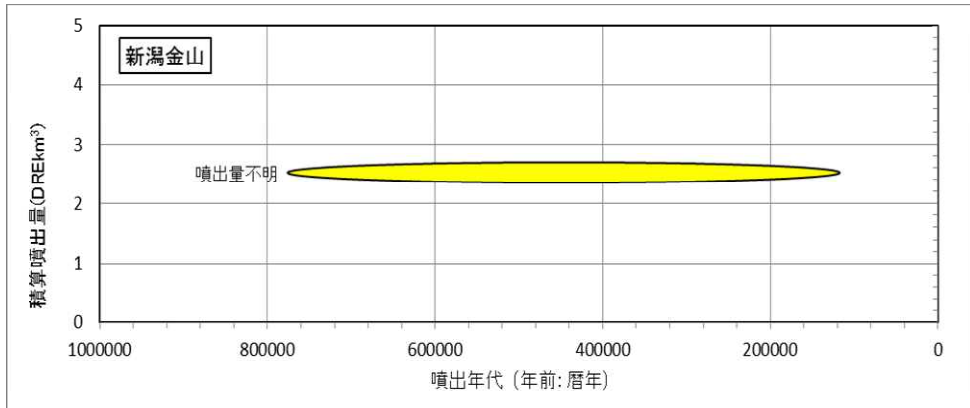
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (22)新潟金山

火山名	新潟金山 (E50)
敷地からの距離	約78km
火山の形式・タイプ	複成火山？
活動年代	中期更新世？
概要	新潟焼山南西，金山周辺に分布する火山岩類は、竹内ほか（1994）で中期更新世の火山岩類とされたが具体的な年代等は示されていない。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は不明。 ✓ 噴出物は主に溶岩流からなる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなりその分布は新潟金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。



火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

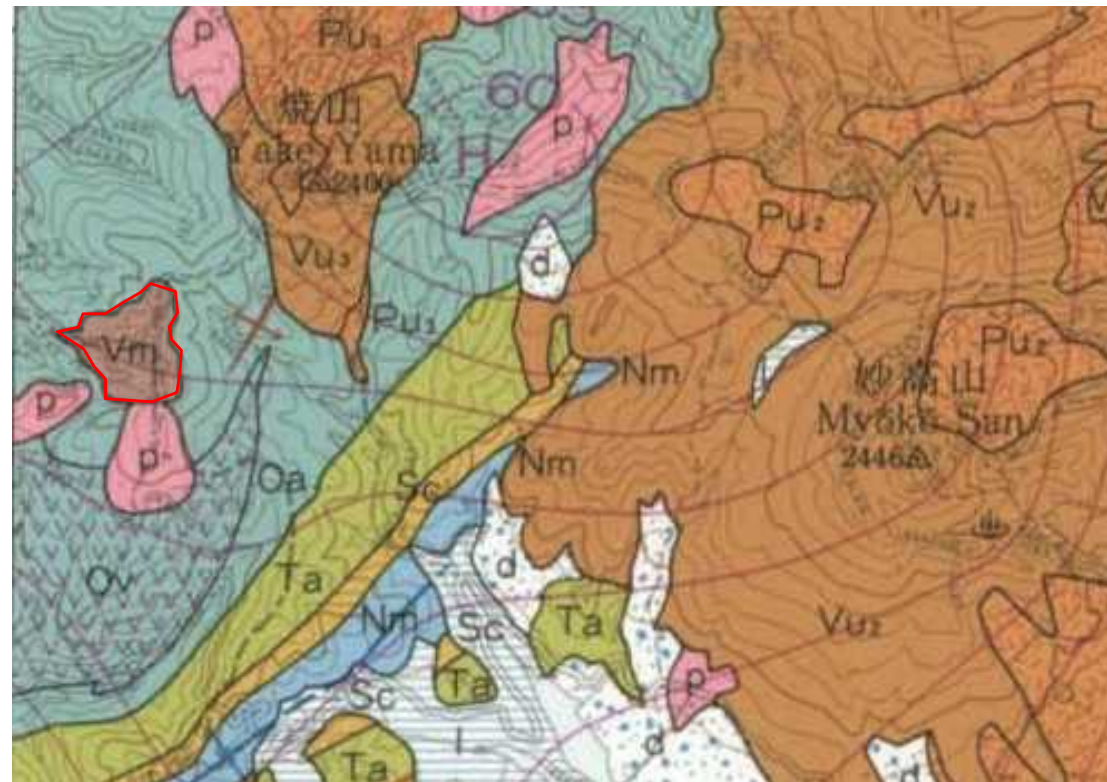
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (22)新潟金山



凡例
 ● 年代・噴出量が不明なイベント
 ※ 横円の幅は想定される活動期間に相当

第四紀噴火・貫入活動データベースに基づき作成

新潟金山の噴火階段図

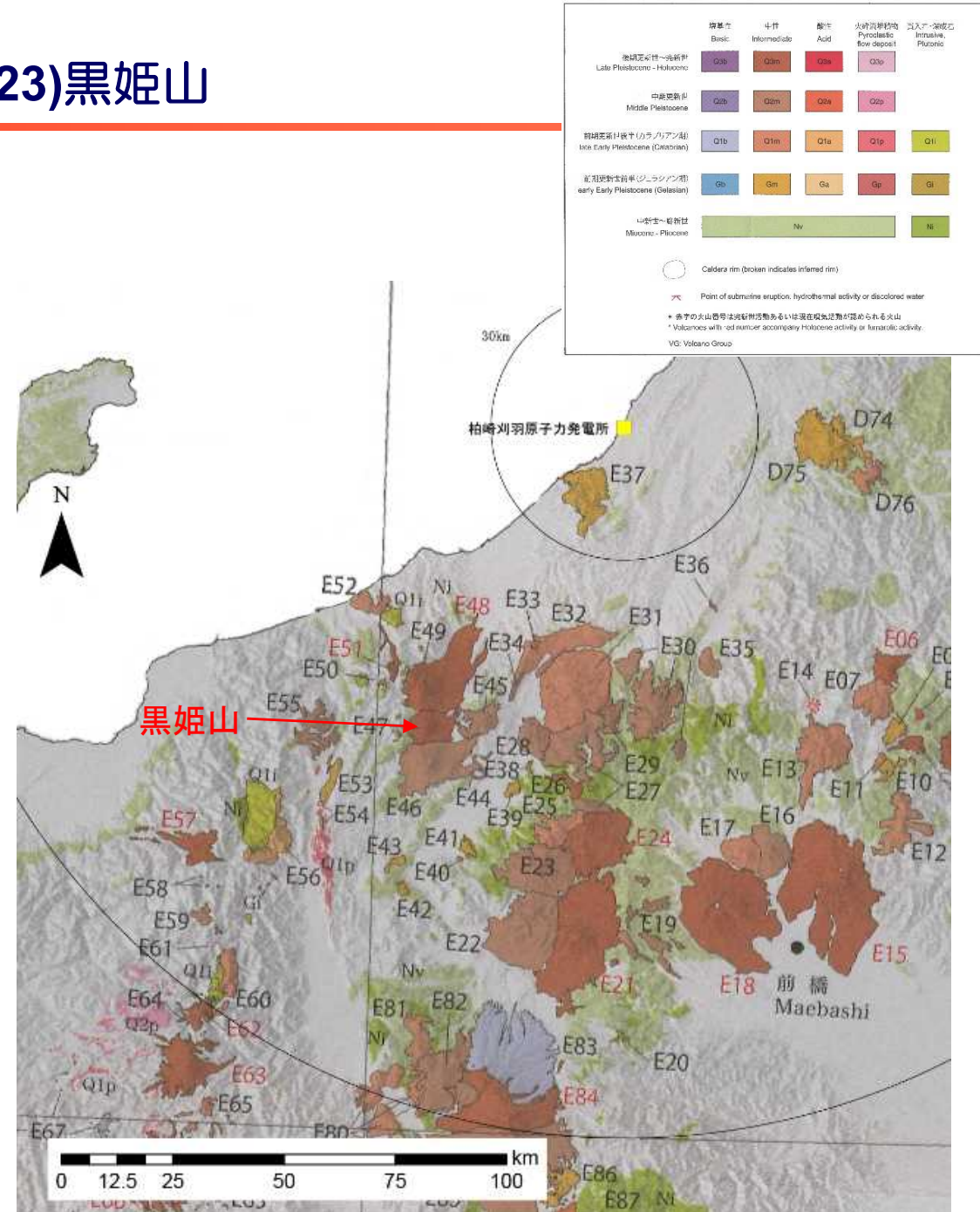


更新世中期 Middle Pleistocene	高位段丘堆積物 Higher terrace deposits	th	礫及び砂 Gravel and sand	新潟金山の分布
	湖成層 Lake deposits	lh	泥及び砂 Mud and sand	
	飯縄火山 (Pm ₁ , Vm ₁)・高社火山 (Pm ₂ , Vm ₂)・志賀山火山岩類 (Pm ₃ , Vm ₃)・苗場火山 (Pm ₄ , Vm ₄)・飯土火山 (Pm ₅ , Vm ₅) など Iizuna (Pm ₁ , Vm ₁) and Kōsha (Pm ₂ , Vm ₂) Volcanoes, Shigayama Volcanics (Pm ₃ , Vm ₃), Naeba (Pm ₄ , Vm ₄) and Iiji (Pm ₅ , Vm ₅) Volcanoes and others	Vm, Vm ₁₋₃ Pm ₁₋₅	輝石安山岩溶岩 Pyroxene andesite lava 輝石安山岩火山砕屑物 Pyroxene andesite volcanoclastic deposits	
更新世前期 Early Pleistocene	西層・久米礫層及び豊野層 Nishi Formation, Kume Conglomerate Bed and Toyono Formation	Y	砂・礫及び泥 Sand, gravel and mud	
	斑尾火山 (Pl ₁ , Vl ₁)・平隠火山岩類 (Pl ₂ , Vl ₂)・毛無火山 (Pl ₃ , Vl ₃)及び鳥甲火山 (Pl ₄ , Vl ₄) Madarao Volcano (Pl ₁ , Vl ₁), Hirao Volcanics (Pl ₂ , Vl ₂) and Kenashi (Pl ₃ , Vl ₃) and Torikabuto Volcanoes (Pl ₄ , Vl ₄)	Vl ₁₋₄ Pl ₁₋₄	輝石安山岩溶岩 Pyroxene andesite lava 輝石安山岩火山砕屑物 Pyroxene andesite volcanoclastic deposits	

新潟金山の地質図 (竹内ほか(2004))

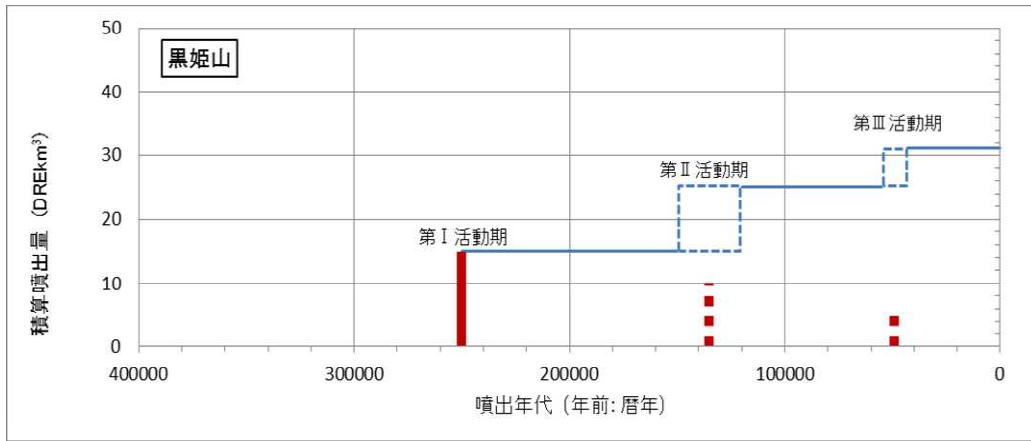
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (23)黒姫山

火山名	黒姫山 (E47)
敷地からの距離	約81km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	0.25~0.05Ma
概要	黒姫山は成層火山で約25万年前から4.3万年前までの火山活動は、約25万年前の第Ⅰ期、約15万年前から12-13万年前の第Ⅱ期、5.5-4.3万年前の第Ⅲ期の3つの時期に分けられる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は5.5-4.3万年前。 ✓ 最大噴出は第Ⅰ期活動期である。 ✓ 火砕物密度流は西沢火砕流などが認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は黒姫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。



火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (23)黒姫山



早津, 2008に基づき作成

黒姫山の噴火階段図

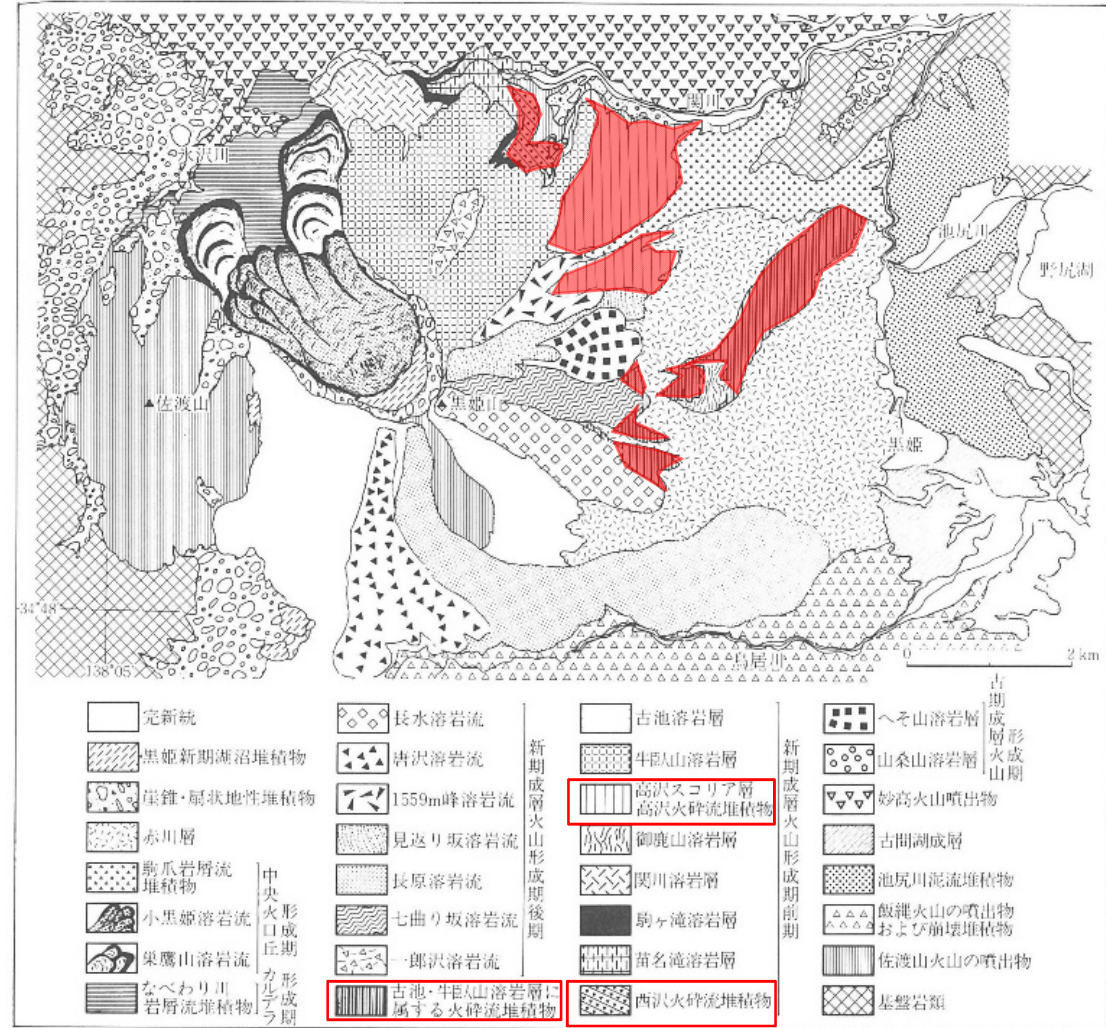
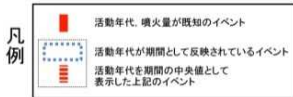


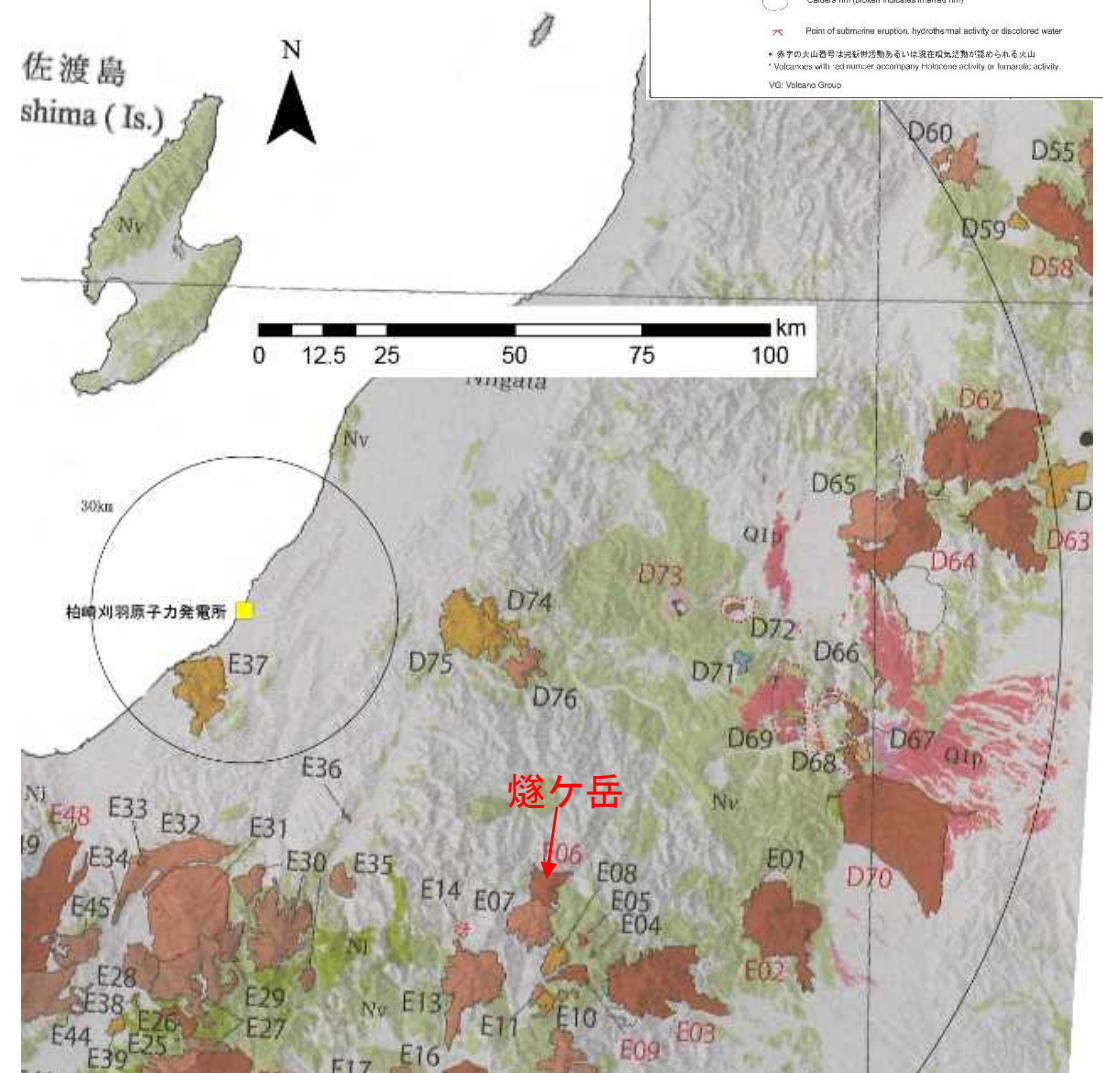
図 5.9 黒姫火山の地質図 (早津, 1985)

■ : 火砕流堆積物

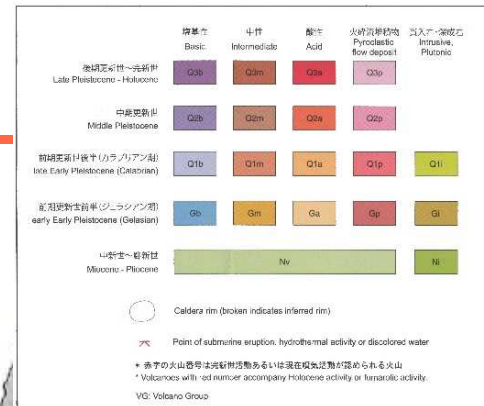
黒姫山の地質図 (植村ほか, 1988) 日本の地質4

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (24)燧ヶ岳

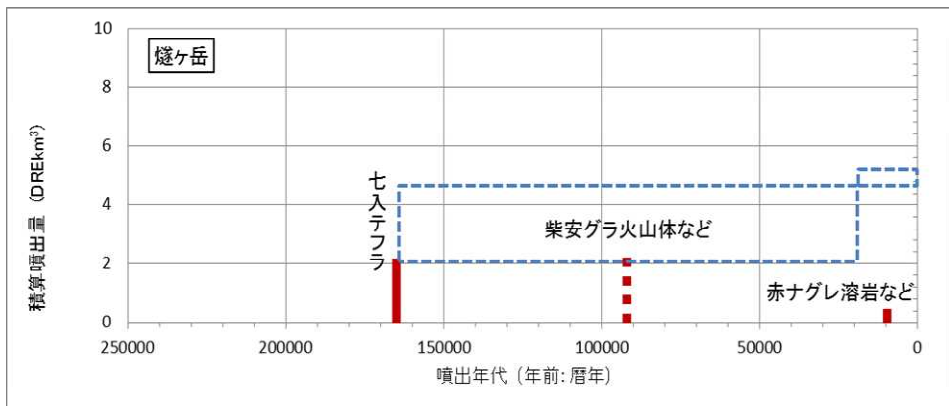
火山名	燧ヶ岳 (E06)
敷地からの距離	約81km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	約16万年前以降。最新噴火1544年
概要	燧ヶ岳火山は、福島県南西縁の尾瀬沼の北にある小型の成層火山である。活動前半の噴出物は斜方輝石や単斜輝石斑晶のみからなるが、後半には輝石以外に普通角閃石・黒雲母・石英斑晶が出現するようになる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1544年の水蒸気噴火。 ✓ 最大噴出は七入テフラ（モーカケ火砕流及び七入軽石）である。 ✓ 火砕物密度流はモーカケ火砕流などが認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は燧ヶ岳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。



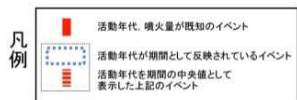
火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)



1. 火砕物密度流に関する個別評価 (24)燧ヶ岳

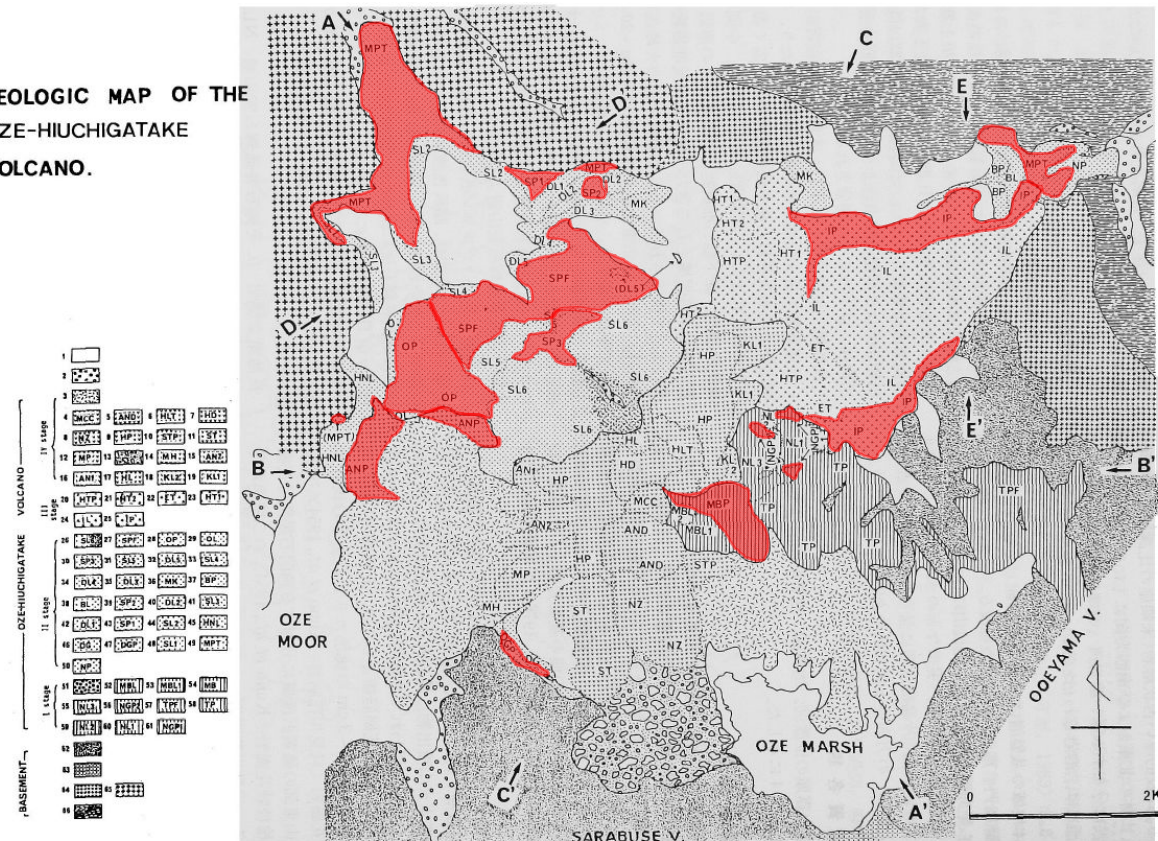


早川ほか, 1997及び山元, 2012に基づき作成



燧ヶ岳の噴火階段図

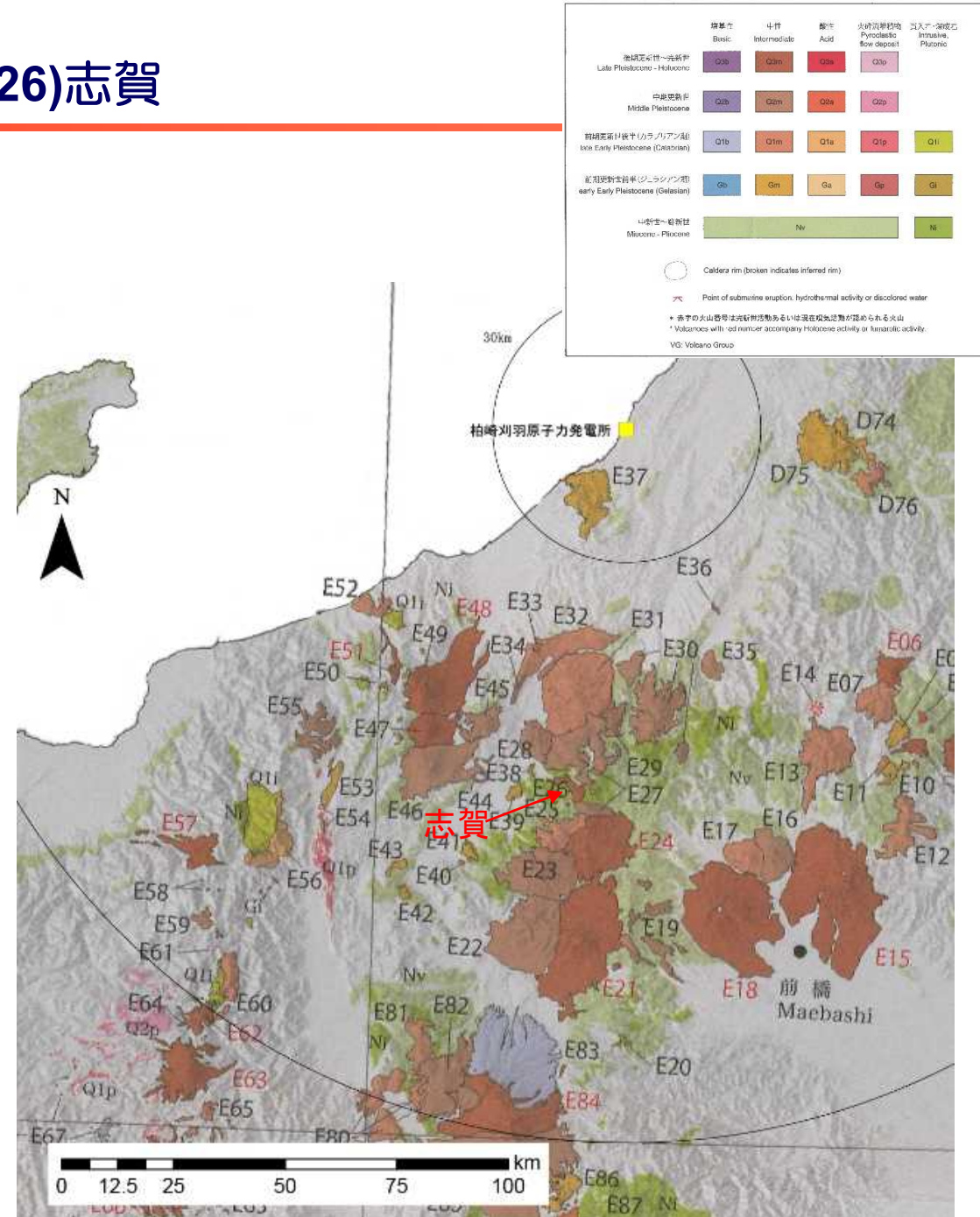
GEOLOGIC MAP OF THE OZE-HIUCHIGATAKE VOLCANO.



燧ヶ岳の地質図 (渡辺, 1989) ■ : 火砕流堆積物

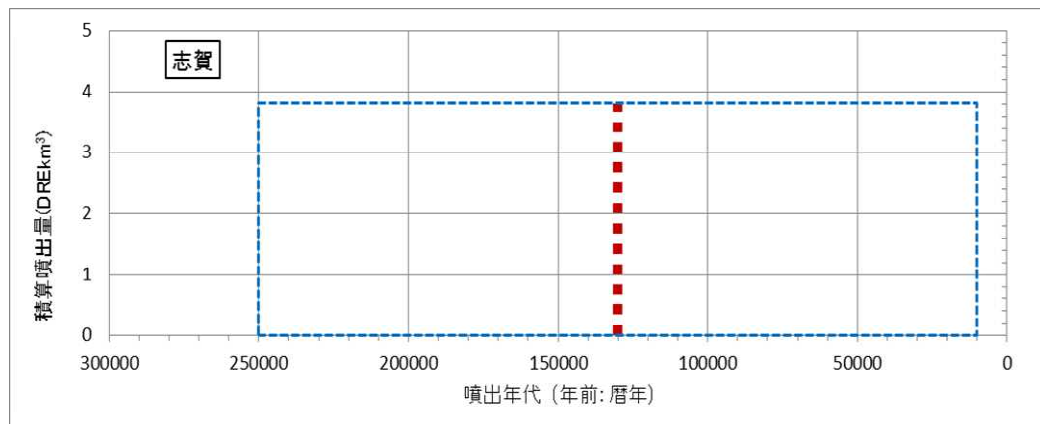
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (26)志賀

火山名	志賀 (E26)
敷地からの距離	約83km
火山の形式・タイプ	溶岩流及び小型楕状火山
活動年代	0.25~0.01Ma
概要	志賀は志賀高原に分布するいくつかの小規模な火山群のうち、新期に活動したものである。
噴出物	✓ 噴出物は主に溶岩流からなり、分布は山体周辺に限られる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなりその分布は志賀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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

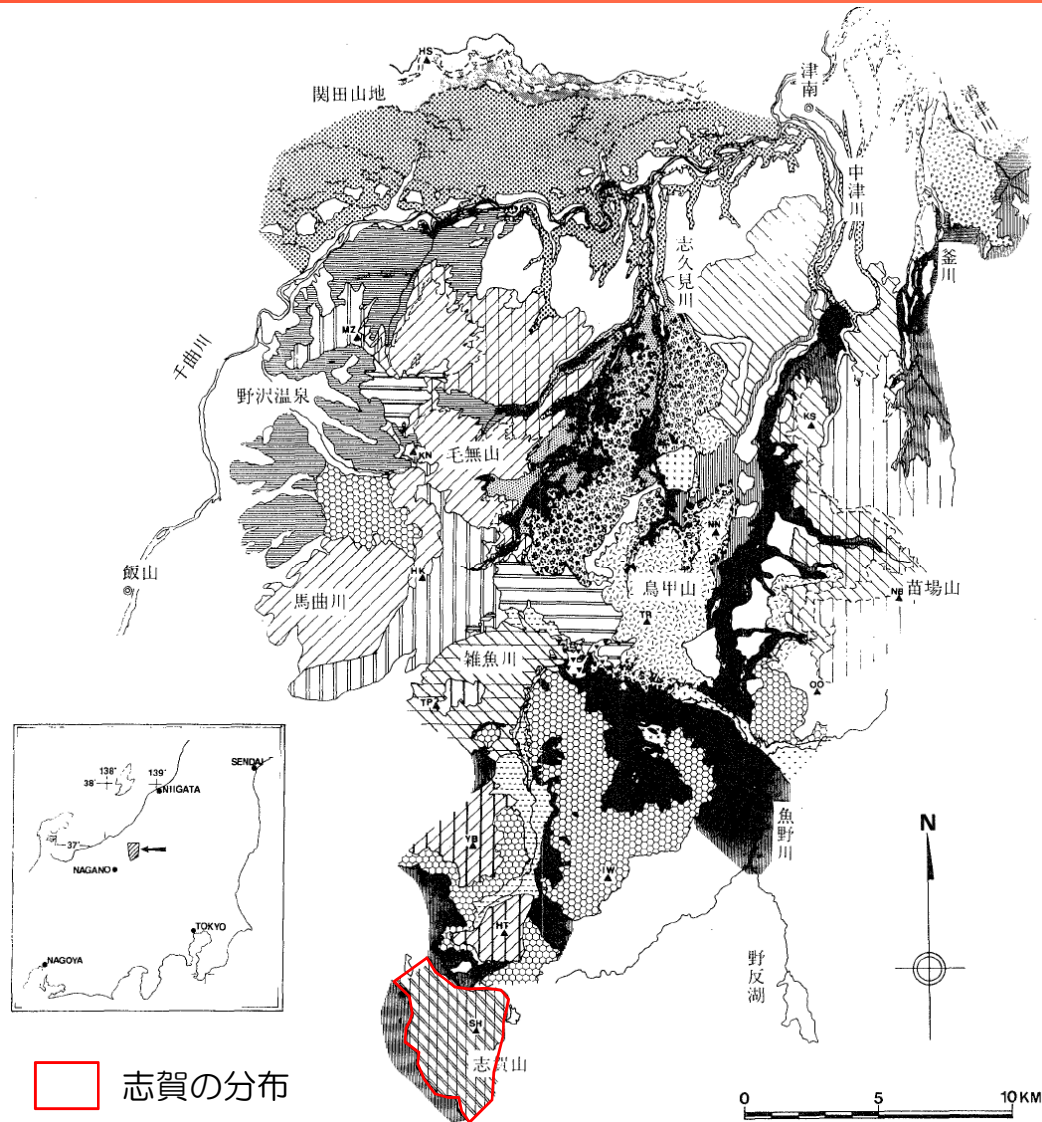
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (26)志賀



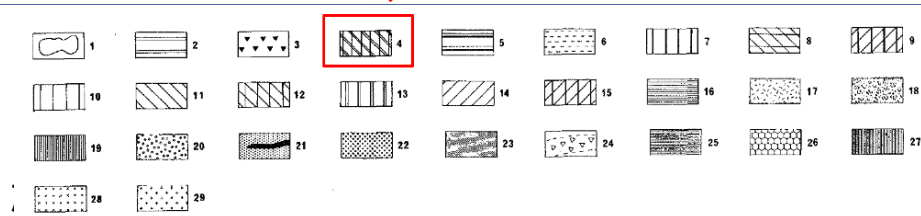
凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

金子ほか, 1989に基づき作成

志賀の噴火階段図



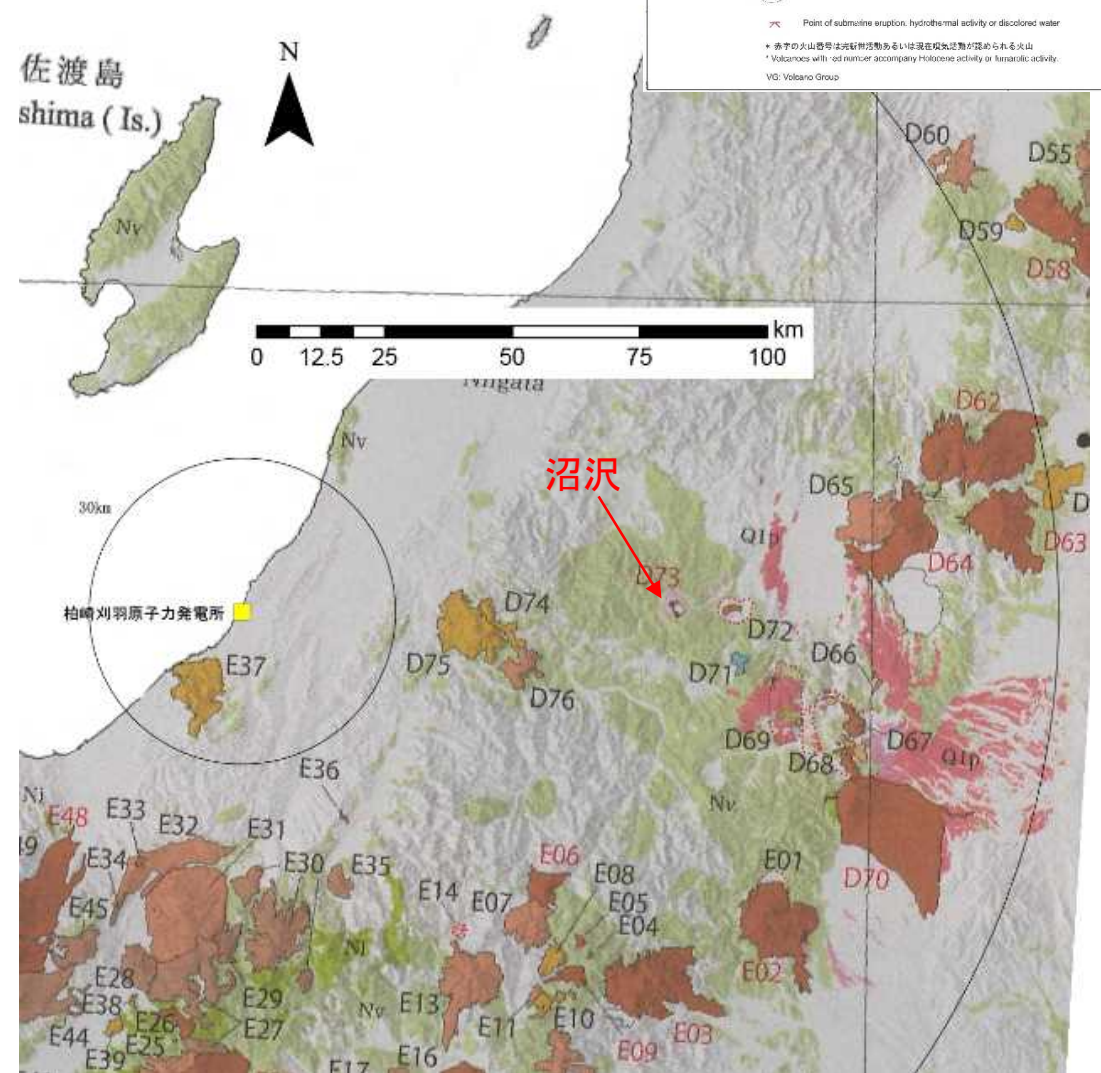
志賀の分布



志賀の地質図 (五十嵐ほか, 1984)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (29)沼沢

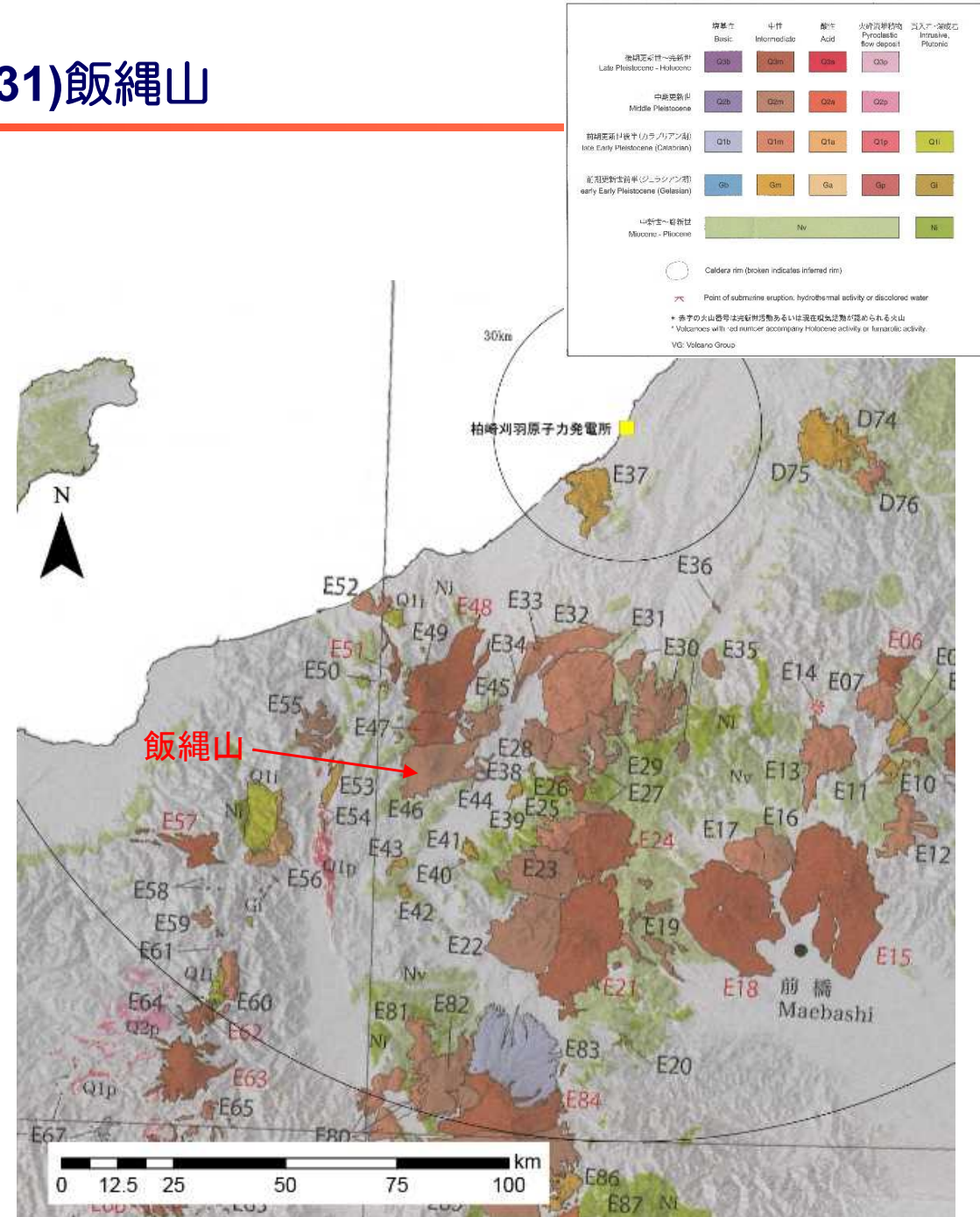
火山名	沼沢 (D73)
敷地からの距離	約86km
火山の形式・タイプ	溶岩ドーム、カルデラ
活動年代	約11万～5400年前。約5万年前と5,400年前に大規模な噴火。最新噴火：5,400年前
概要	沼沢は福島県西部に位置する小型のカルデラ火山で、活動期間は約11万～5400年前であり、そのうち約5万年前と5,400年前に大規模な噴火が発生した。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、約5,400年前の沼沢湖噴火。 ✓ 最大噴出は約5,400年前の沼沢湖テフラである。 ✓ 火砕物密度流は沼沢湖テフラなどが認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は沼沢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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

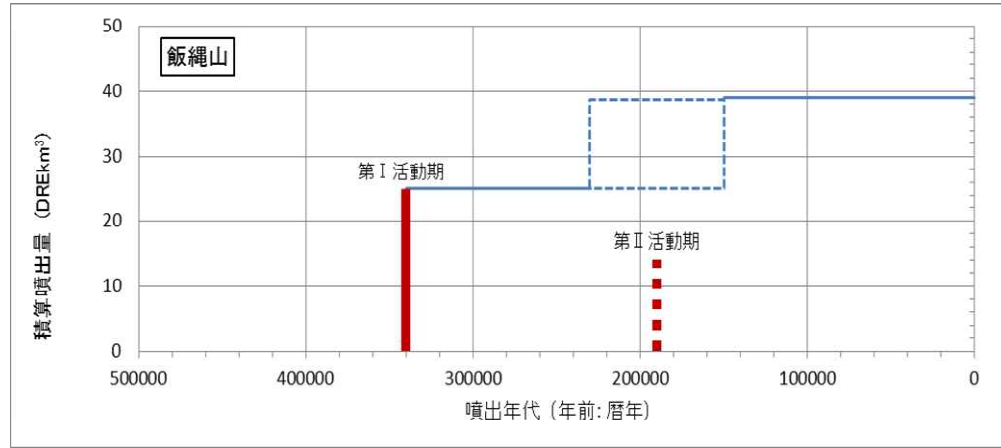
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (31)飯縄山

火山名	飯縄山 (E46)
敷地からの距離	約87km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	0.34~0.15Ma
概要	飯縄火山は直径約10kmの成層火山で、火山活動はほぼ同じ噴出中心でなされ、休止・侵食期をはさんで、約34万年前の第I活動期、約20万~約15万年前成層火山の形成と山頂崩壊によるカルデラ形成、溶岩ドーム群形成の第II活動期の2回の活動期に大別される。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、約6万年前。(水蒸気爆発) ✓ 最大噴出は第I活動期である。 ✓ 火砕物密度流は飯縄火砕流などが認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は飯縄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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

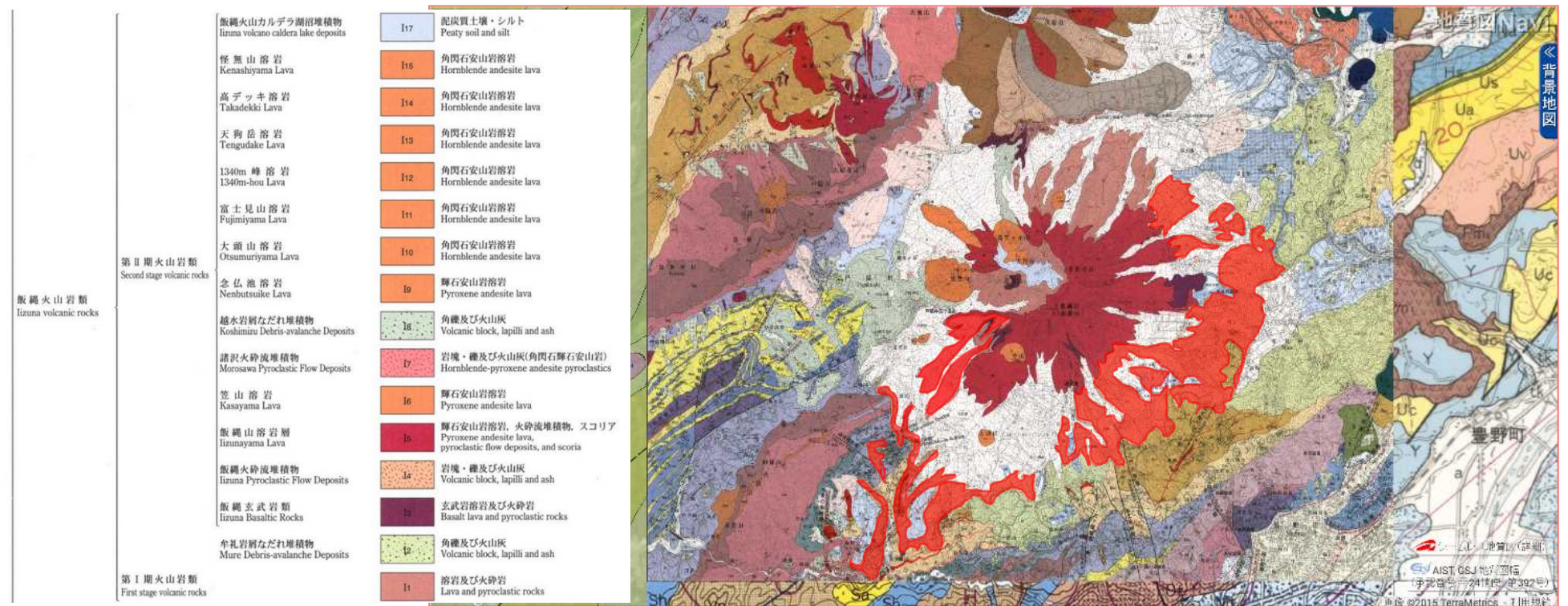
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (31)飯縄山



凡例
 ■ 活動年代、噴出量が既知のイベント
 □ 活動年代が期間として反映されているイベント
 ▨ 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

飯縄山の噴火階段図

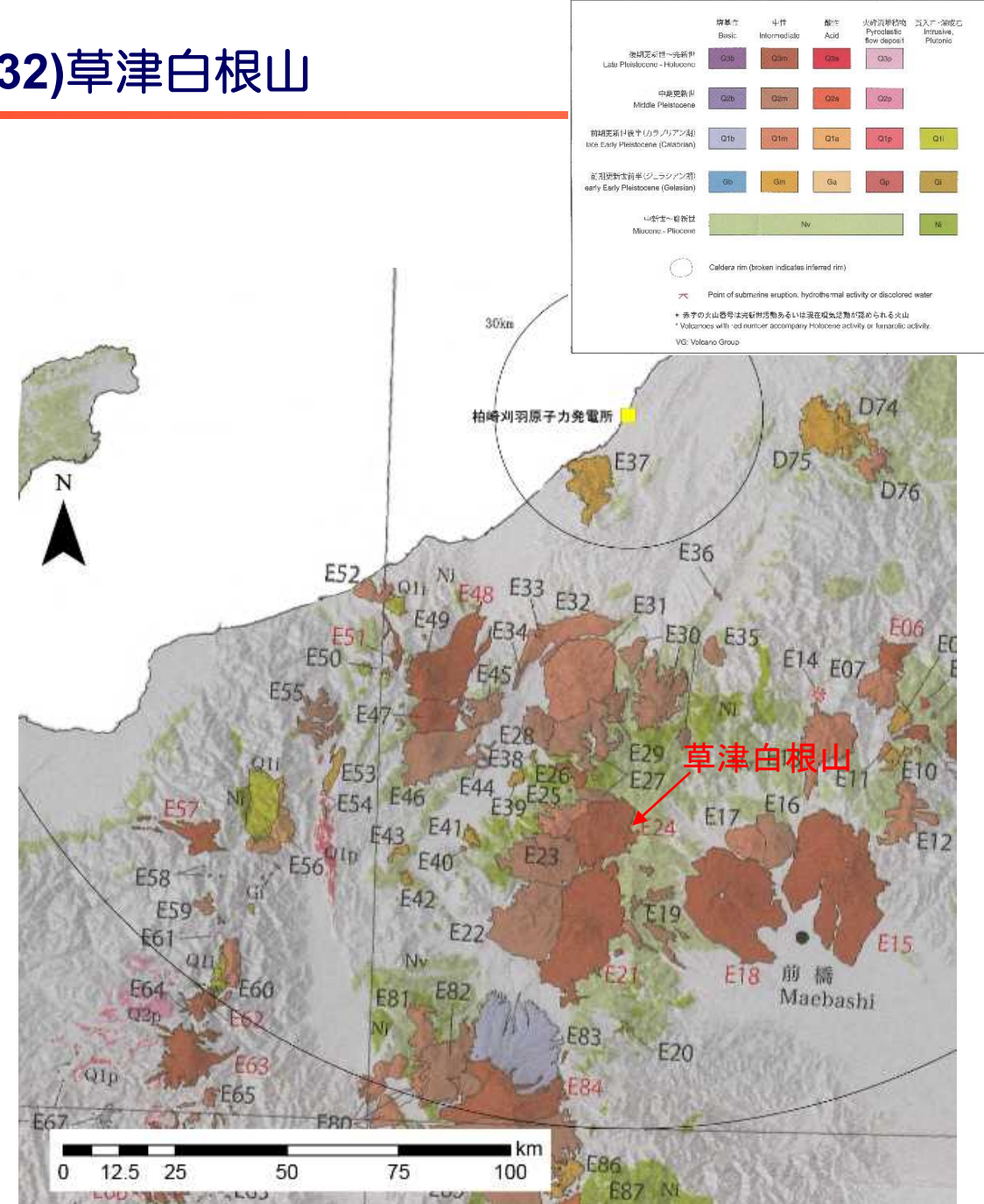
早津, 2008に基づき作成



飯縄山の地質図 (長森ほか(2003)) ■ : 火砕流堆積物

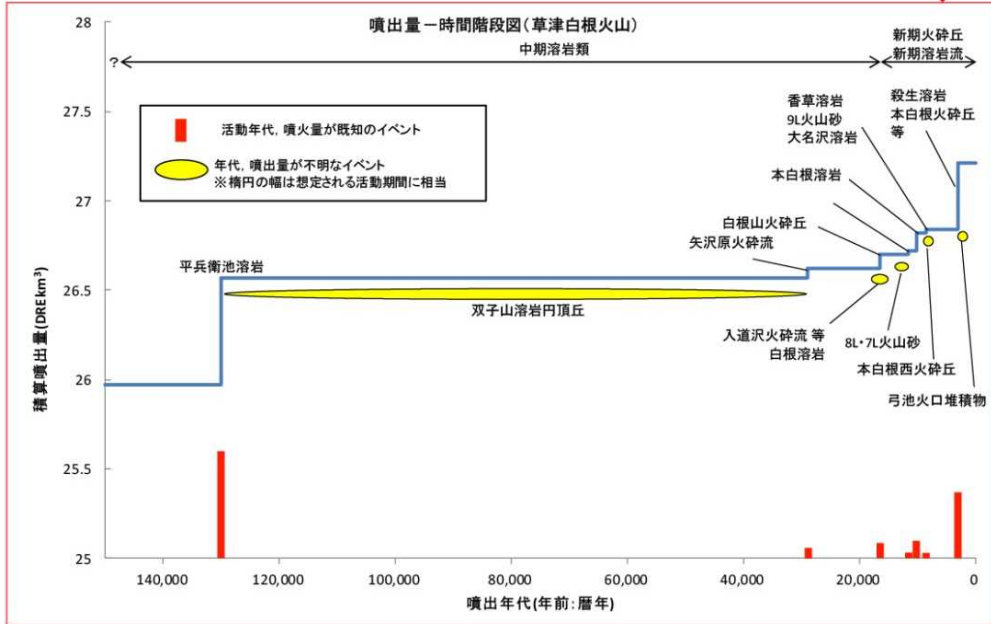
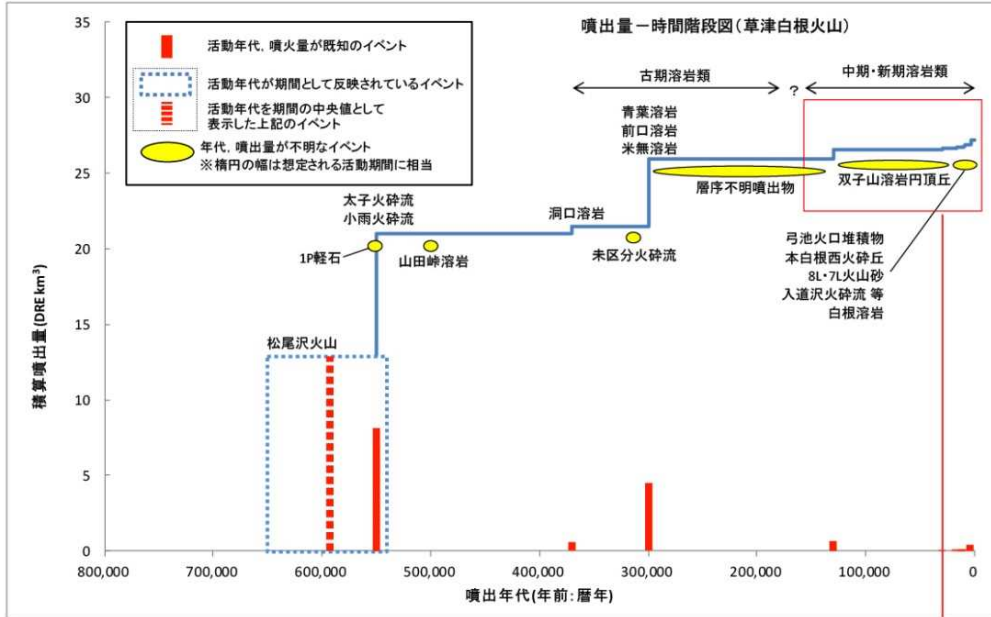
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (32)草津白根山

火山名	草津白根山 (E24)
敷地からの距離	約90km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	60万年前以降。最新噴火：1983年
概要	草津白根山の形成は第1から第3の3つの噴火期に分けられ、主な火山地形は第2期噴火期（約60万～30万年前）噴出物の太子火砕流堆積物と溶岩流により形成された。第1噴火期の松尾沢火山は現在では山体はほとんど失われている。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1983年の水蒸気噴火。 ✓ 最大噴出は太子火砕流堆積物 (8km³DRE)。 ✓ 火砕物密度流は太子火砕流などが認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は草津白根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。

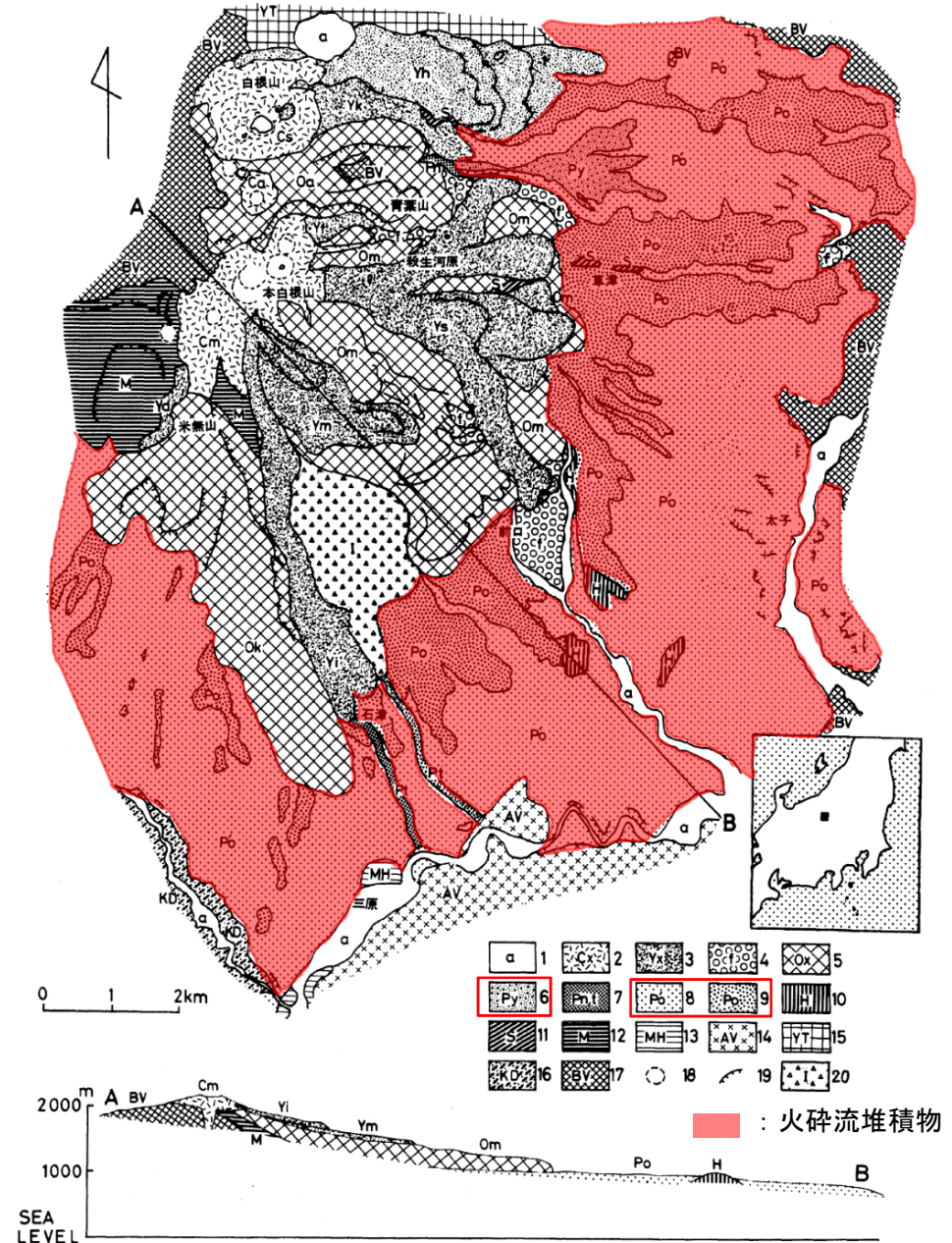


火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (32)草津白根山



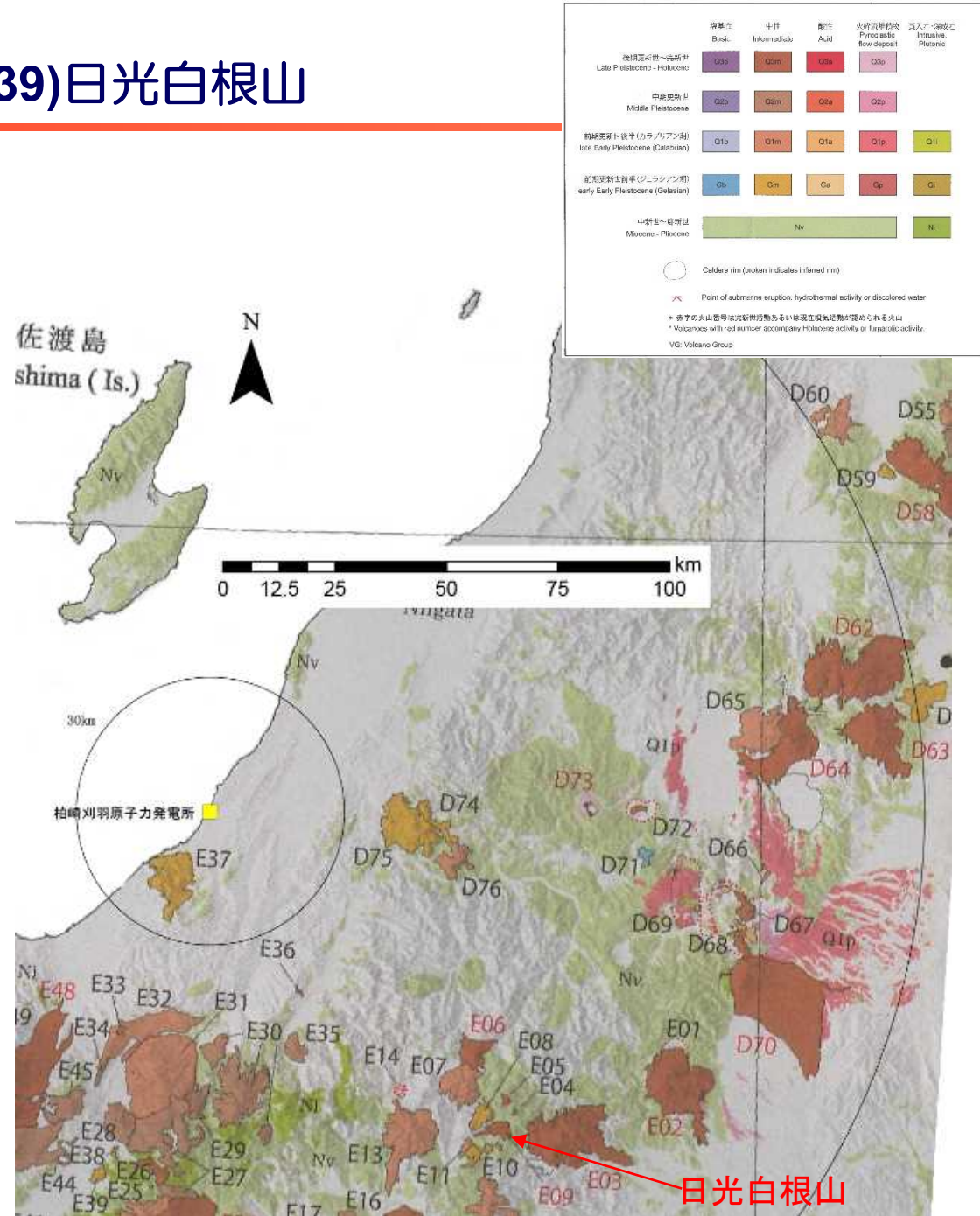
草津白根山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)



草津白根山の地質図 (早川・由井, 1989)

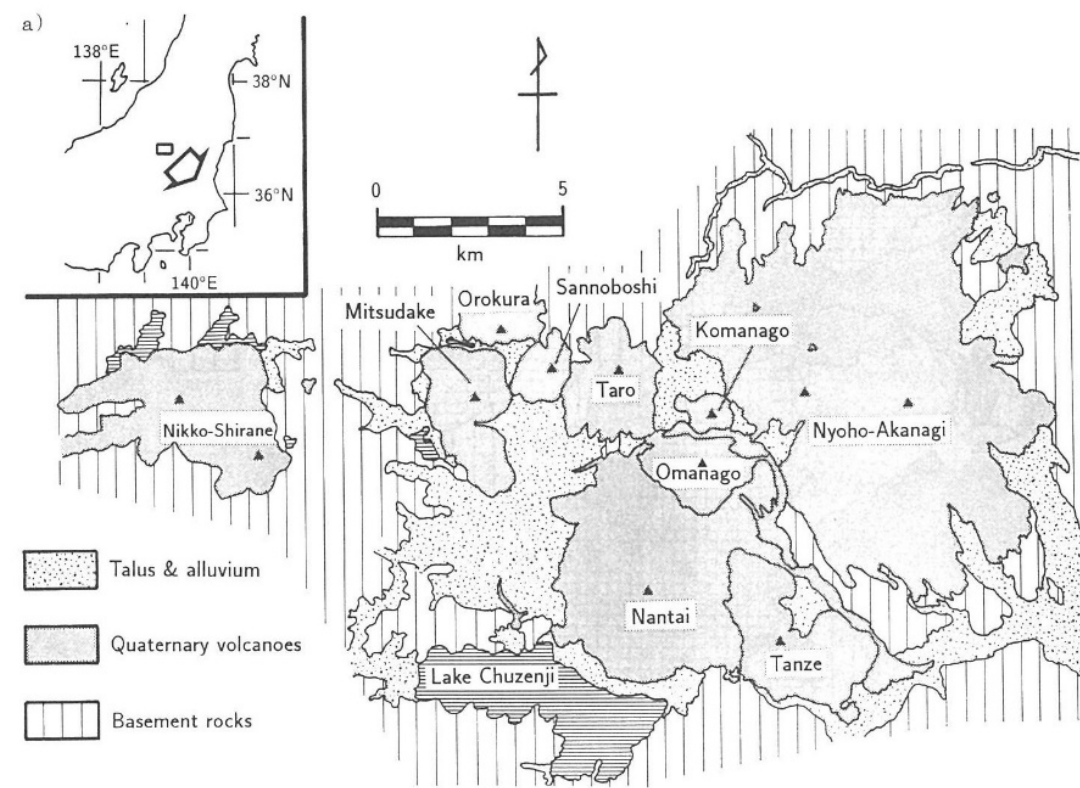
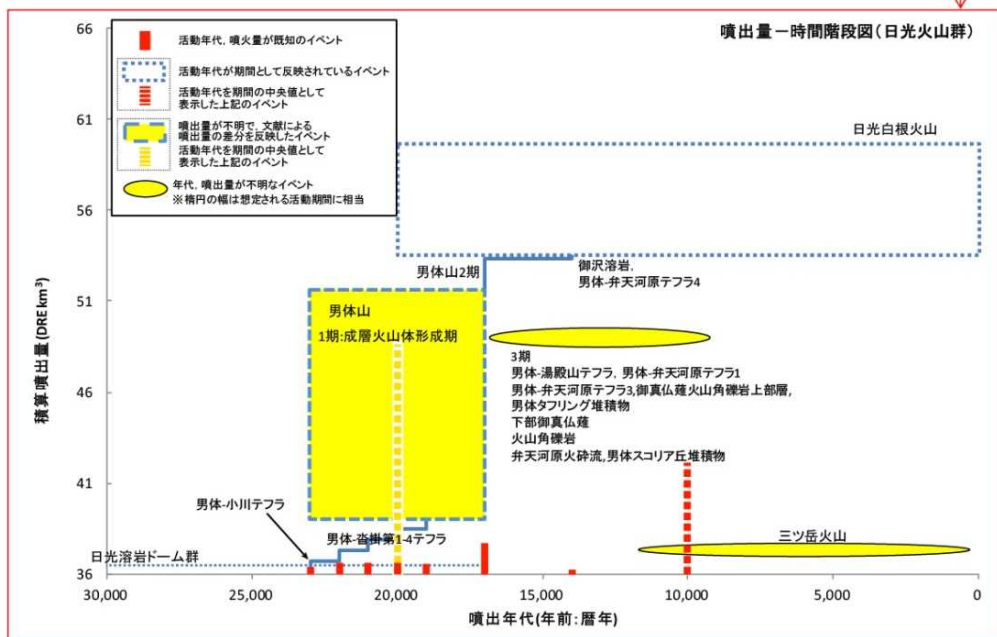
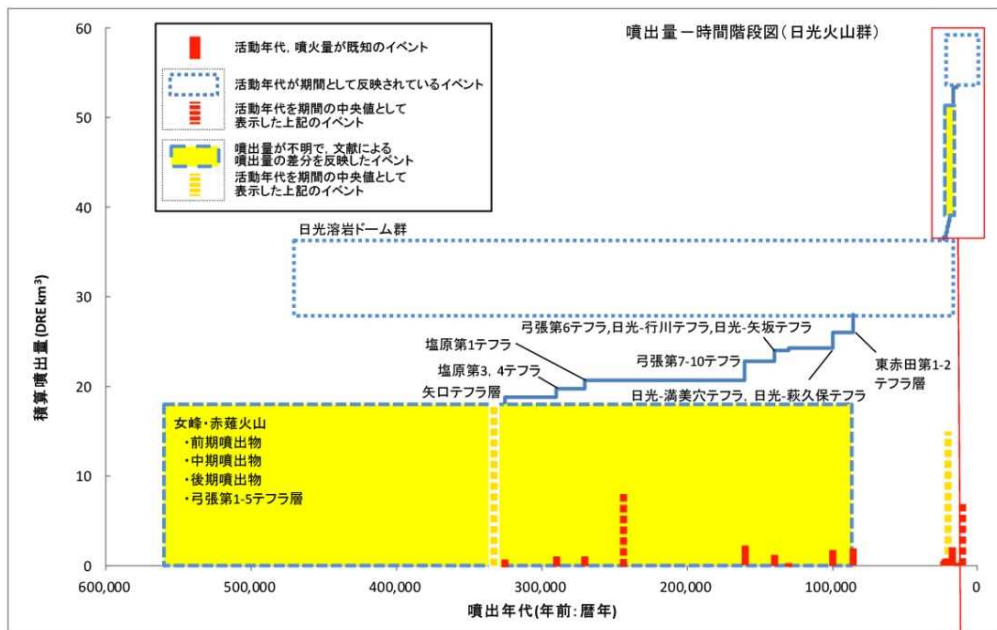
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (39)日光白根山

火山名	日光白根山 (E09)
敷地からの距離	約99km
火山の形式・タイプ	溶岩流及び小型楕状火山、溶岩ドーム
活動年代	約2万年前以降。最新噴火：1890年
概要	日光白根火山は、栃木・群馬県境に分布する直径約1000m、高さ約300mの溶岩ドームといくつかの厚い溶岩流からなる安山岩・デイサイト火山であり、6.3ka以前の噴火については良くわかっていない。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1890年の水蒸気噴火。 ✓ 噴出物は主に溶岩流からなり、分布は山体周辺に限られる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなり分布は日光白根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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (39)日光白根山

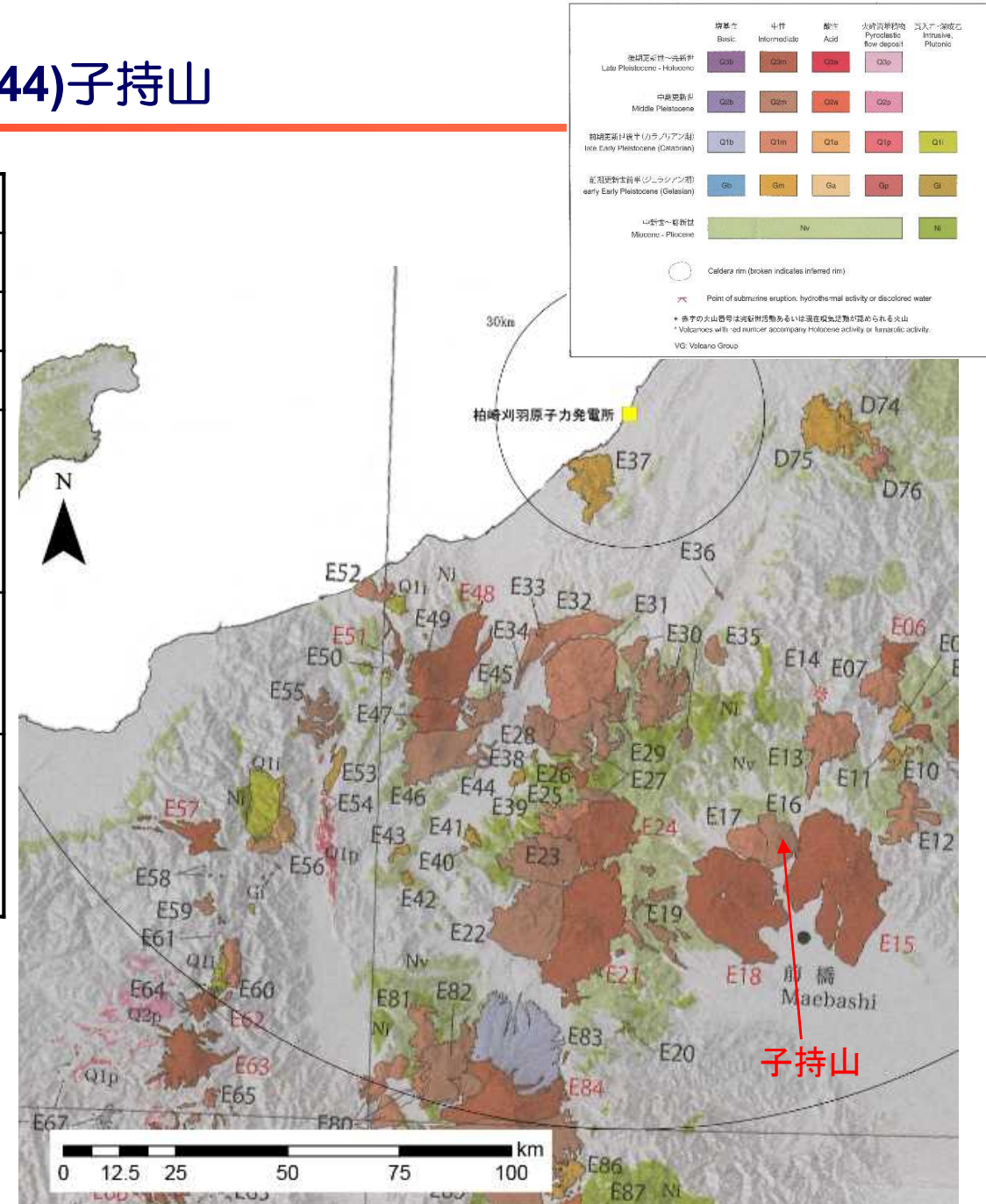


日光白根山の地質図 (佐々木, 1994)

日光火山群の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

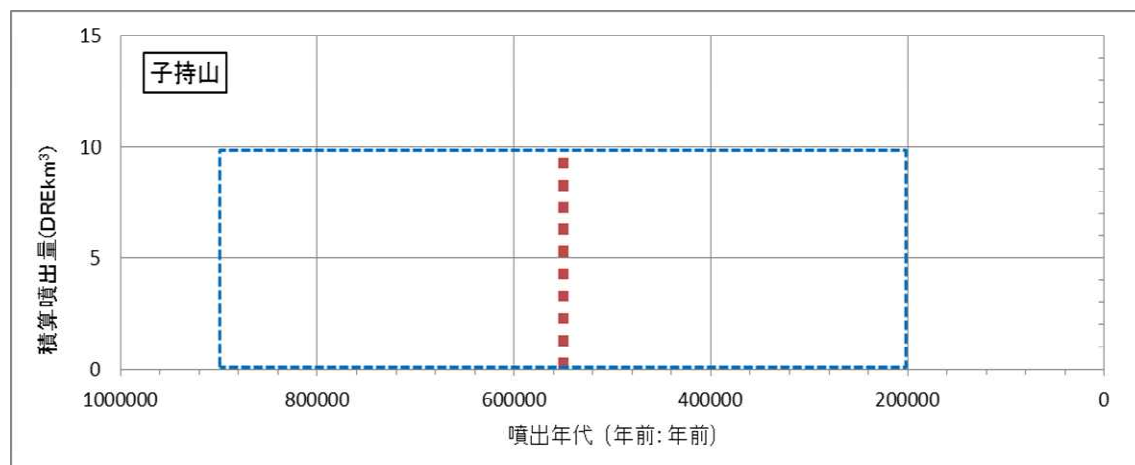
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (44)子持山

火山名	子持山 (E16)
敷地からの距離	約100km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	0.9~0.2Ma
概要	子持山は赤城山の西側約10kmに位置し、その活動期間は前期と後期に分けられる。山体は開析され、多数の岩脈が露出している。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、約0.2Ma。 ✓ 噴出物は主に溶岩流からなり、分布は山体周辺に限られる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなり分布は子持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。



火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

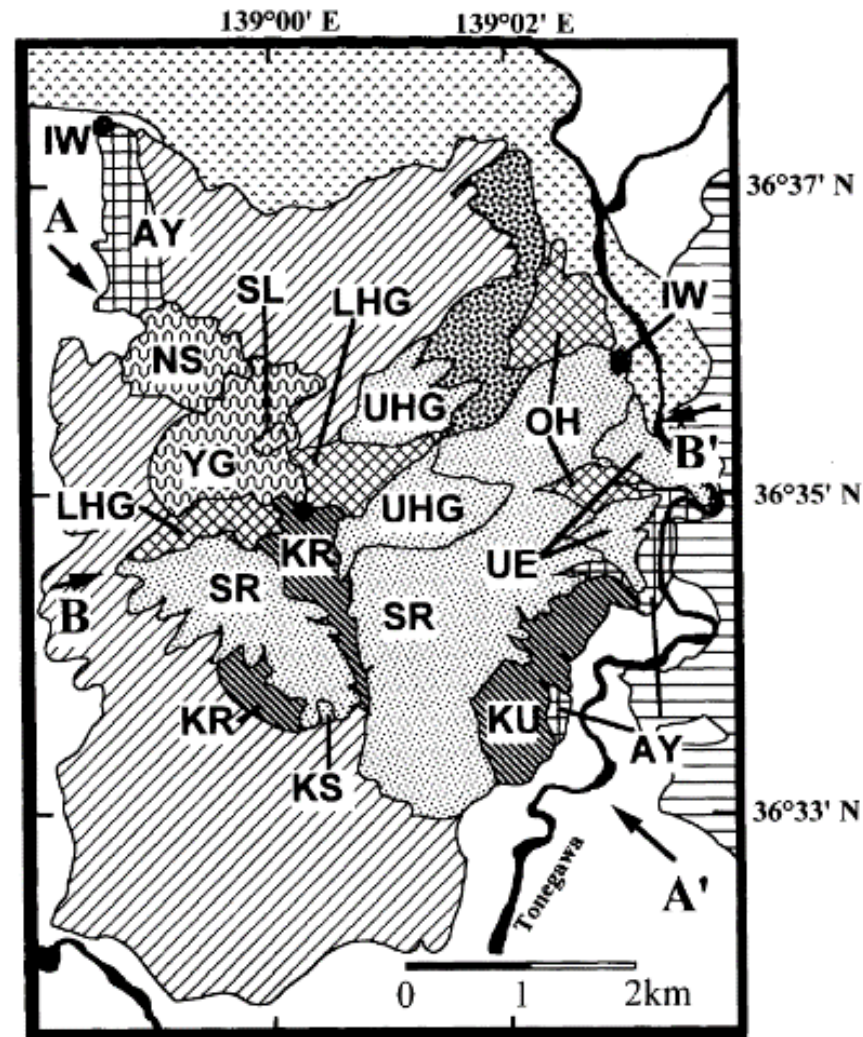
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (44)子持山



飯塚, 1996に基づき作成

凡例
 [Blue dashed box] 活動年代が期間として反映されているイベント
 [Red dashed line] 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

子持山の噴火階段図

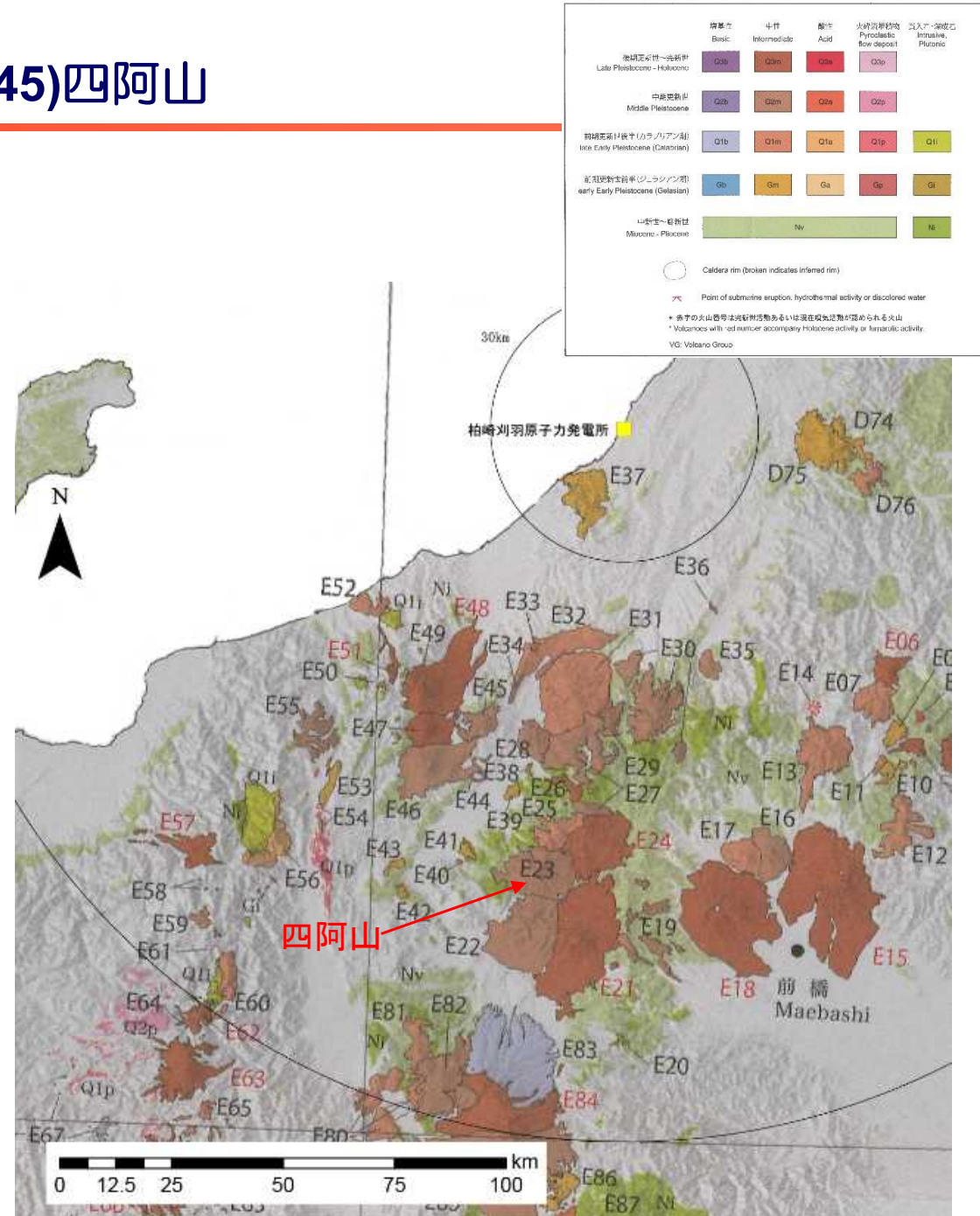


- | | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 [White box] | 2 [Diagonal lines] | 3 [Horizontal lines] | 4 [Black circle] |
| 5 [Dotted pattern] | 6 [Wavy pattern] | 7 [Diagonal lines] | 8 [Cross-hatch pattern] |
| 9 [Grid pattern] | 10 [Grid pattern] | 11 [Solid black] | 12 [Wavy pattern] |

子持山の地質図 (飯塚, 1996)

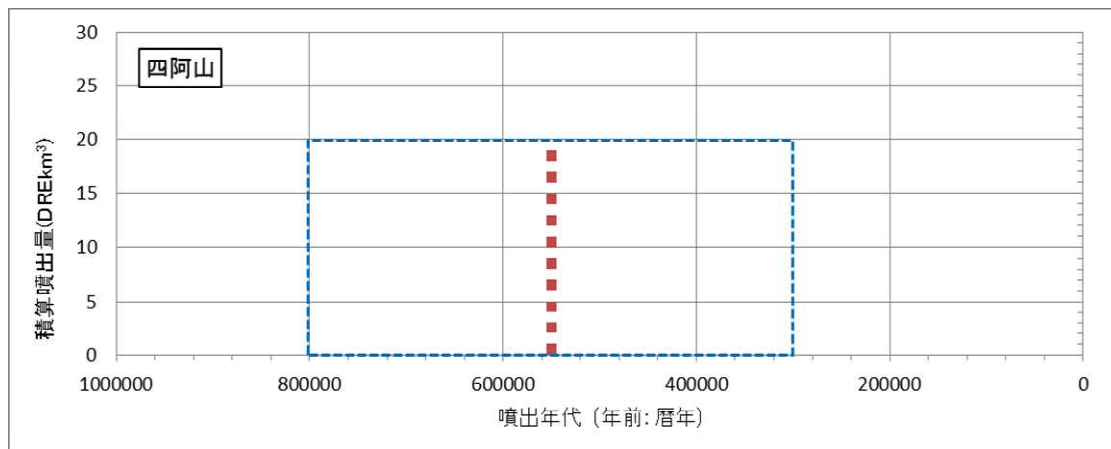
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (45)四阿山

火山名	四阿山 (E23)
敷地からの距離	約100km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	約80万年前～30万年前
概要	四阿山は、3つの成層火山体（初期火山体、根子岳火山体及び浦倉山火山体：約80～45万年前）及び岩石学的特徴から四阿山と区別される鳴岩火山（約30万年前）に分けられる。（西来ほか，2014）
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 約24万年前の菅平第2軽石を四阿山の噴出物とする知見もある。（大石，2009） ✓ 噴出物は主に溶岩流からなり，分布は山体周辺に限られる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなり分布は四阿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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (45)四阿山



西来ほか (2014), 日本の第四紀火山カタログに基づき作成

凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

四阿山の噴火階段図

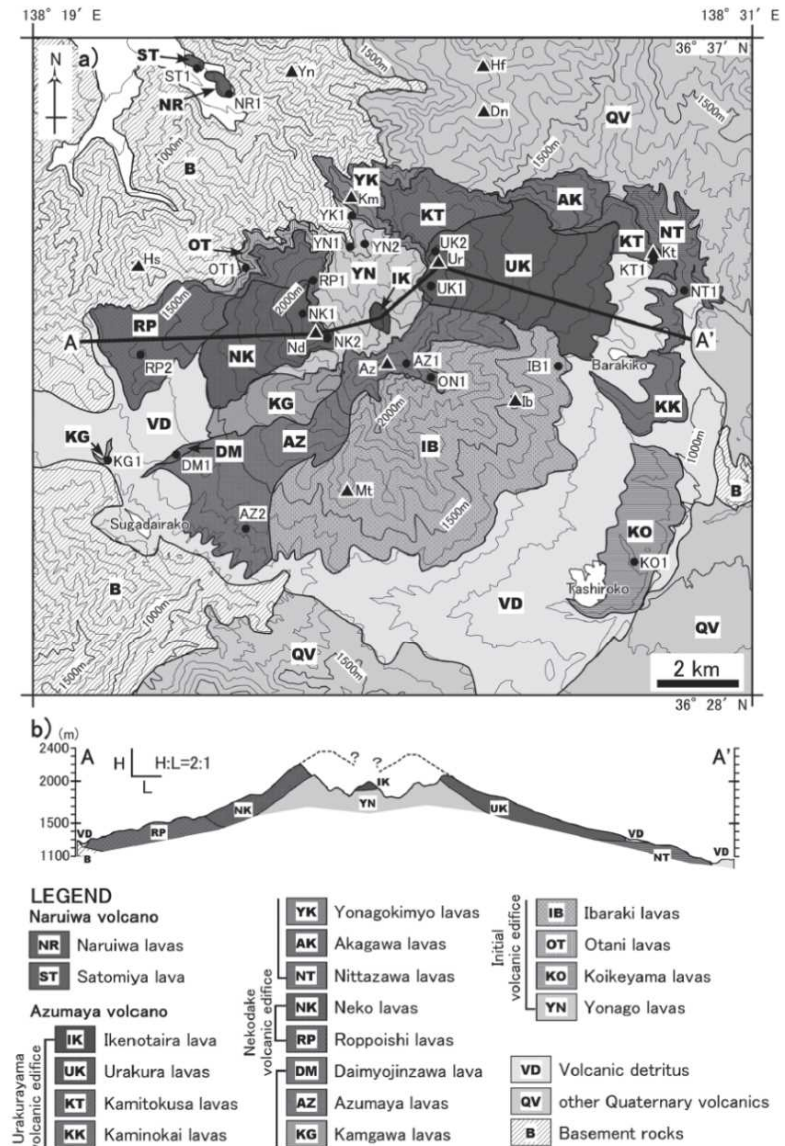
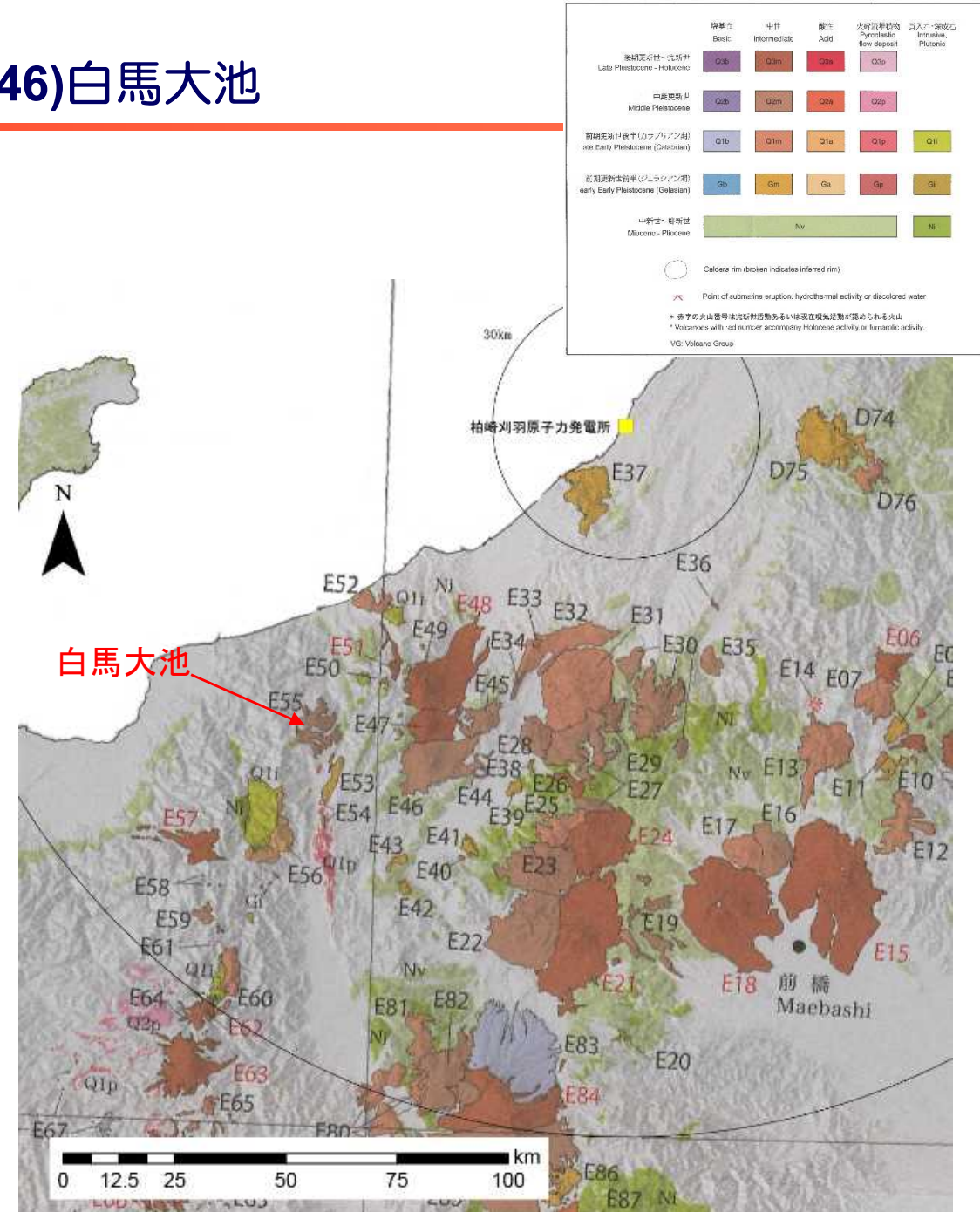


Fig. 2. a) Geological map of Azumaya volcano and Nariuiwa volcano. Solid circles indicate the outcrops of sampling localities. This map is based on those of Ota and Katada (1955) and Nakano et al. (1998), which were partly revised by considering the stratigraphic results of this study. Abbreviations: Yn, Yonagoyama; Hf, Hafudake; Dn, Donabeyama; Km, Kimyosan; Hs, Hashigoyama; Ur, Urakurayama; Kt, Kamitokusayama; Az, Azumayasan; Nd, Nekodake; Ib, Ibarakiyama; Mt, Matoiyayama. b) Cross-section along the line A-A' on the geological map.

四阿山の地質図 (西来ほか, 2014)

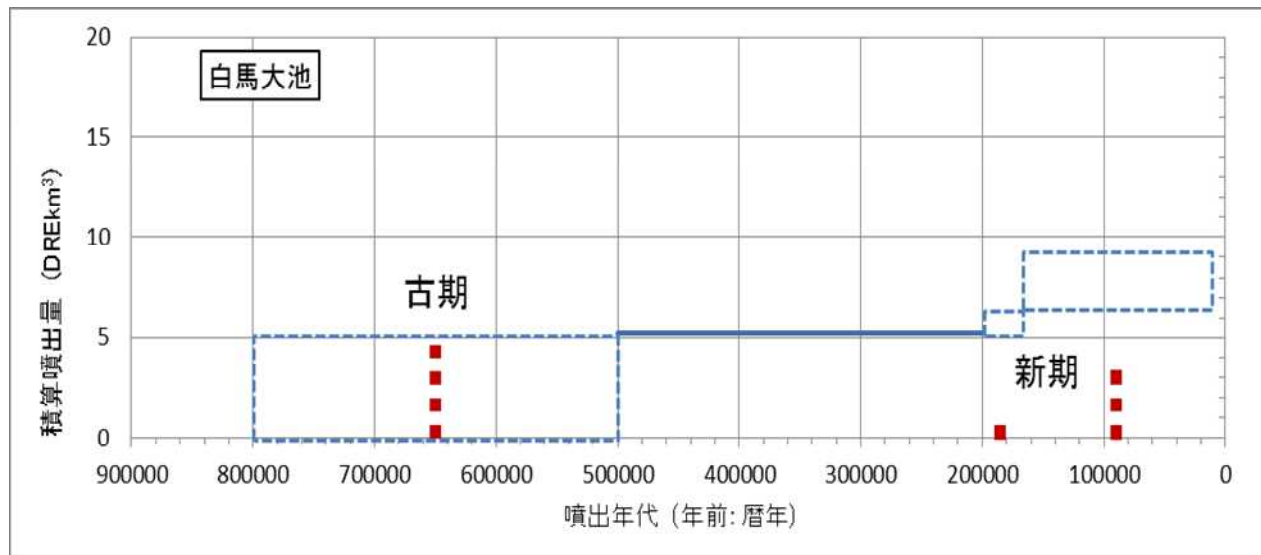
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (46)白馬大池

火山名	白馬大池 (E55)
敷地からの距離	約101km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	古期火山は80万-50万年前、新期火山は20万年前以降。
概要	白馬大池の噴出物は、旧期噴出物（Ⅰ期，Ⅱ期）と新期噴出物（Ⅲ期）に区分され、新期の風吹岳付近では馬蹄形カルデラがあり、その内側に溶岩ドームと火砕流堆積物が分布する。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、風吹大池周辺に割れ目火口列があり、完新世の可能性がある。 ✓ 火砕物密度流は風吹岳火砕流が認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は白馬大池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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

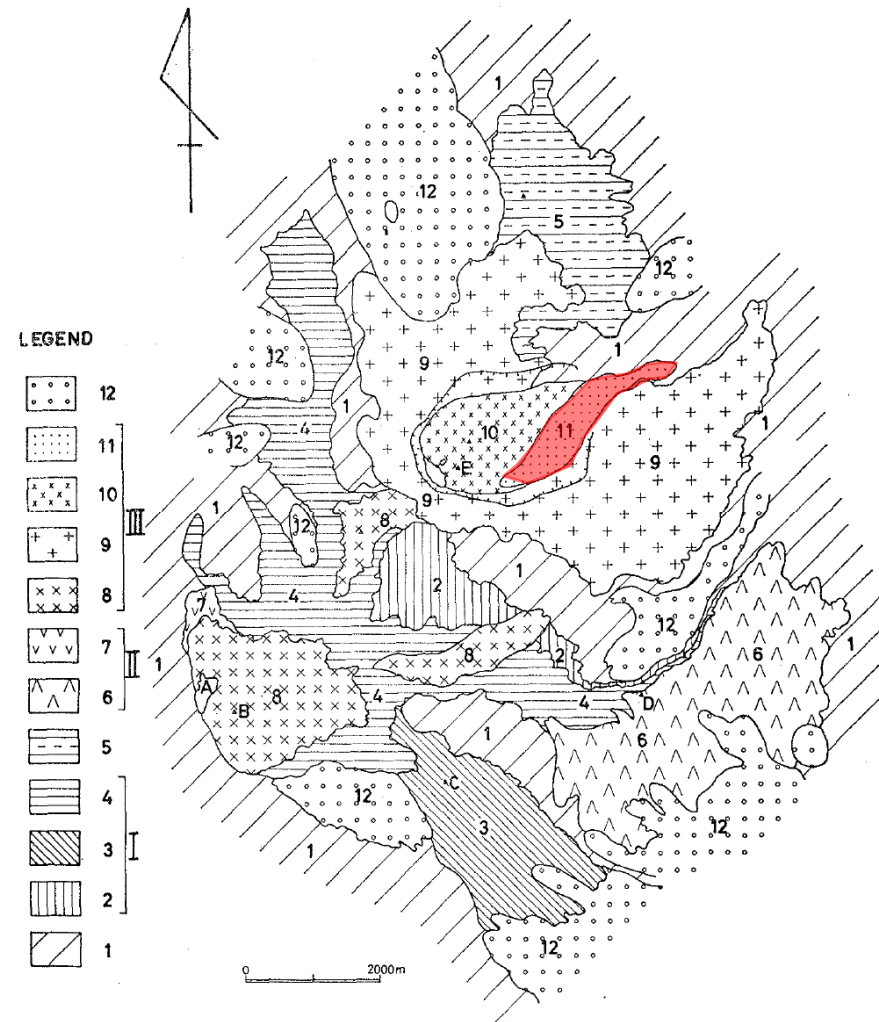
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (46)白馬大池



凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

及川ほか, 2001に基づき作成

白馬大池の噴火階段図

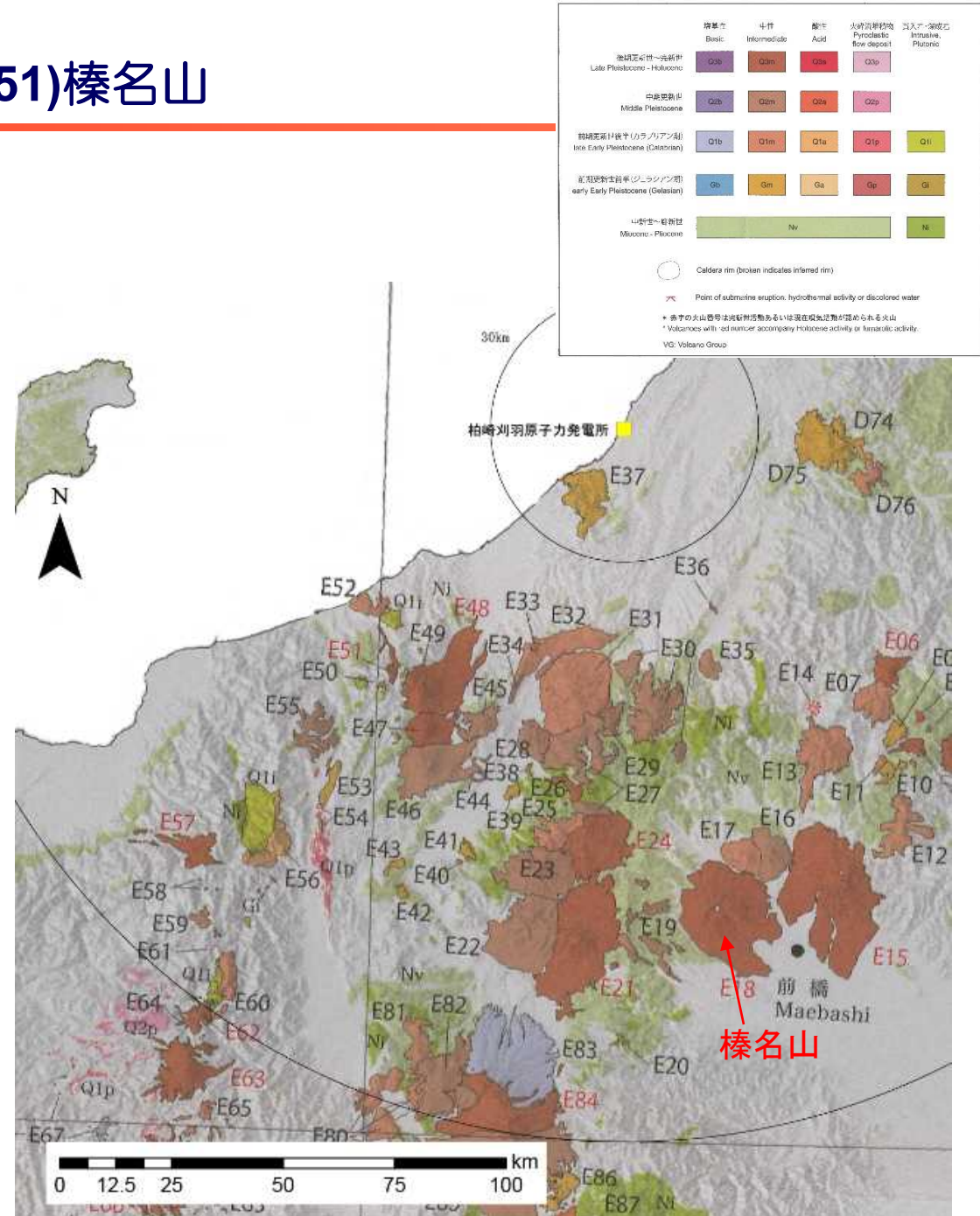


■ : 火砕流堆積物

白馬大池の地質図 (柵山, 1980)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (51) 榛名山

火山名	榛名山 (E18)
敷地からの距離	約108km
火山の形式・タイプ	複成火山-カルデラ、溶岩ドーム、火砕丘
活動年代	50万年前から活動。最新噴火：6世紀後半-7世紀初頭
概要	<p>榛名火山は底面の直径約25km、標高1449mの大型の成層火山で、侵食の進んだ成層火山体とその山頂に噴出した溶岩ドーム群からなる。成層火山体の山頂部には東西約3km、南北2kmのカルデラ地形（榛名カルデラ）が認められる。</p> <p>榛名火山は、侵食の進んだ古期榛名火山と山頂部の榛名カルデラの形成期以降の新时期榛名火山に大別される。</p> <p>古期榛名火山は約50万年前頃から活動を開始し、約24万年前頃まで活動したと考えられている。その後、約20万年間の休止期間を経て、約5万年前から新时期榛名火山の活動が開始したと考えられている。現在知られている最新の活動は伊香保降下軽石、伊香保火砕流及びニッ岳溶岩を噴出した6世紀の噴火である。</p>
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、降下火砕物・火砕流→溶岩ドーム、泥流を伴う6世紀後半-7世紀初頭のマグマ噴火→マグマ水蒸気噴火→マグマ噴火→(泥流発生)。 ✓ 最大噴出は古期榛名火山。 ✓ 火砕物密度流は、その分布が火山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は榛名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。



火山噴出物分布 (中野ほか (2013) に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (51) 榛名山

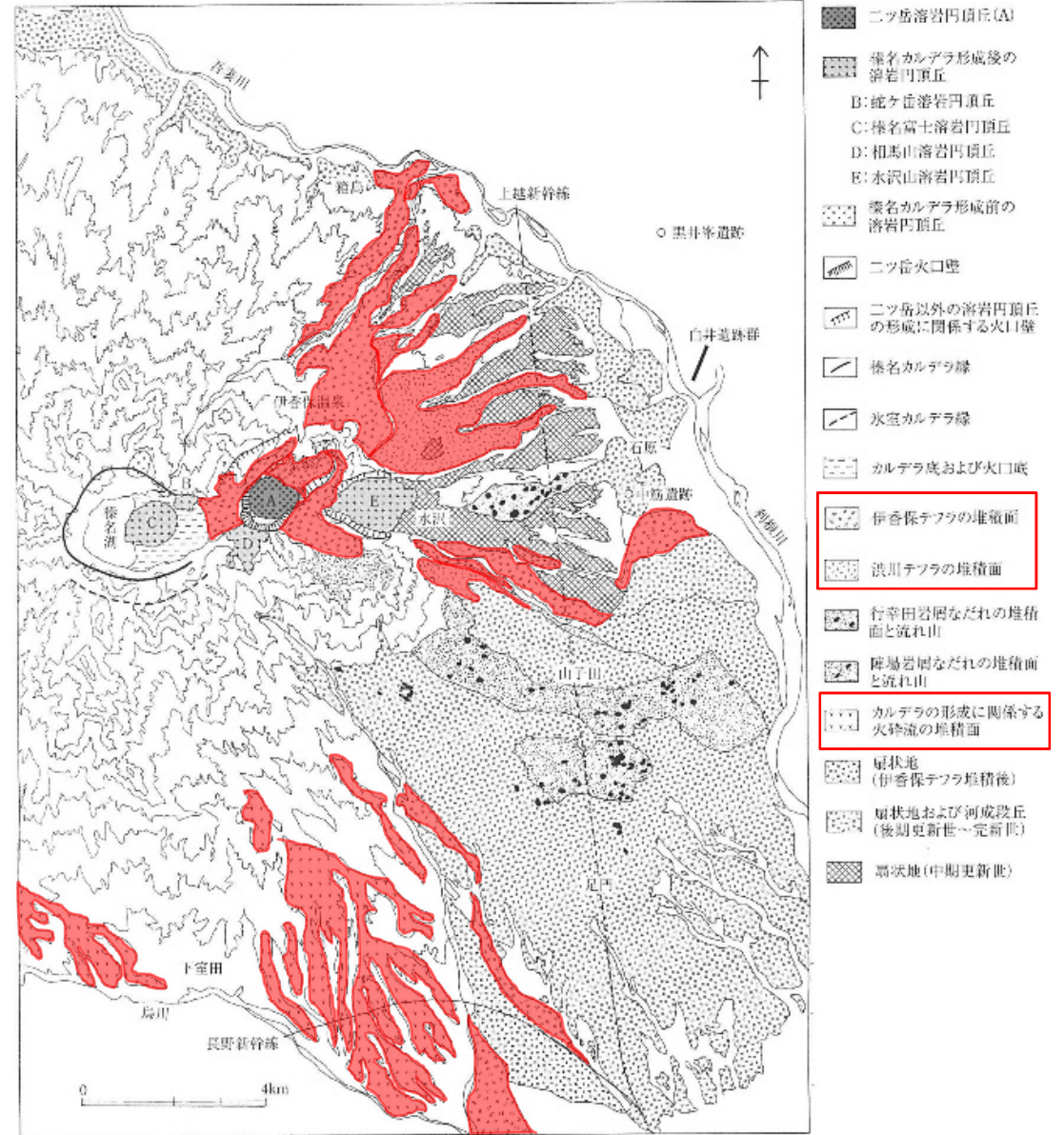
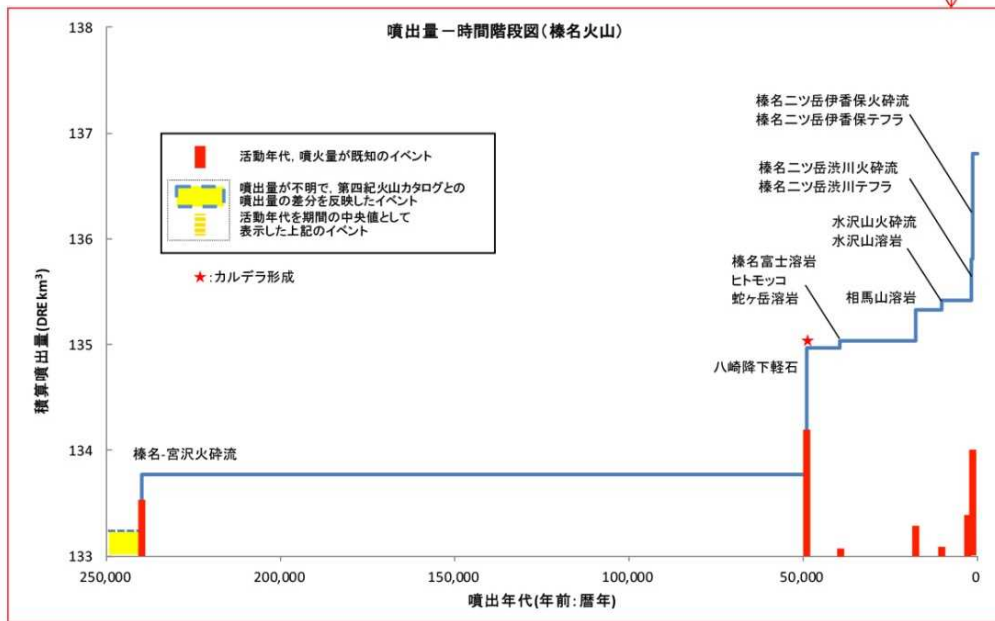
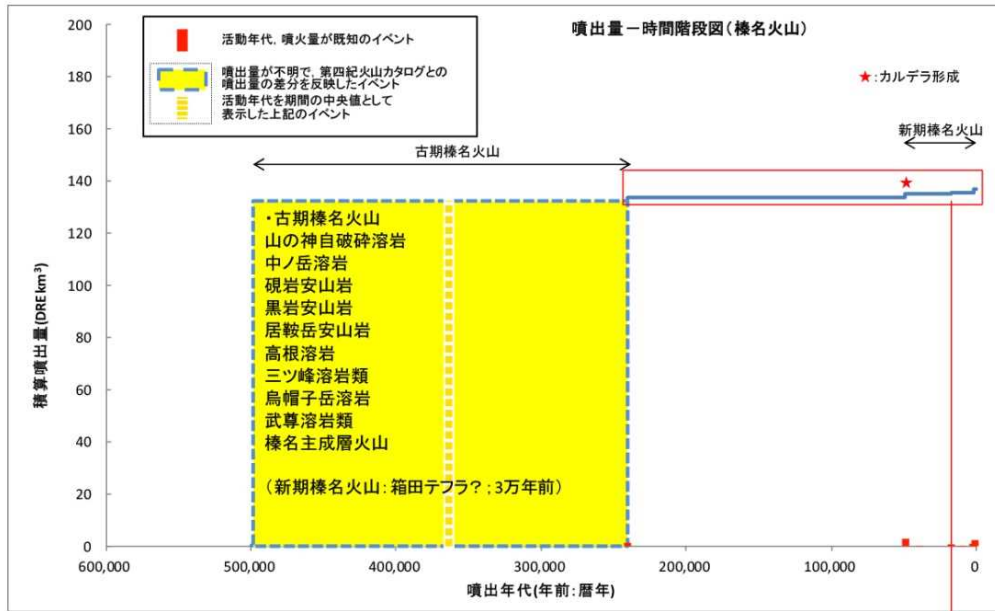


図 2.2.7 榛名火山東部の地形学図 [Soda, 1996 を簡略化]

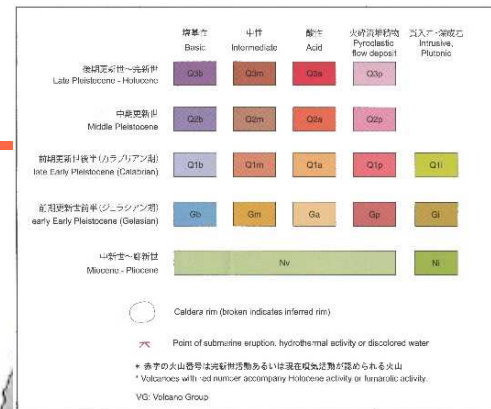
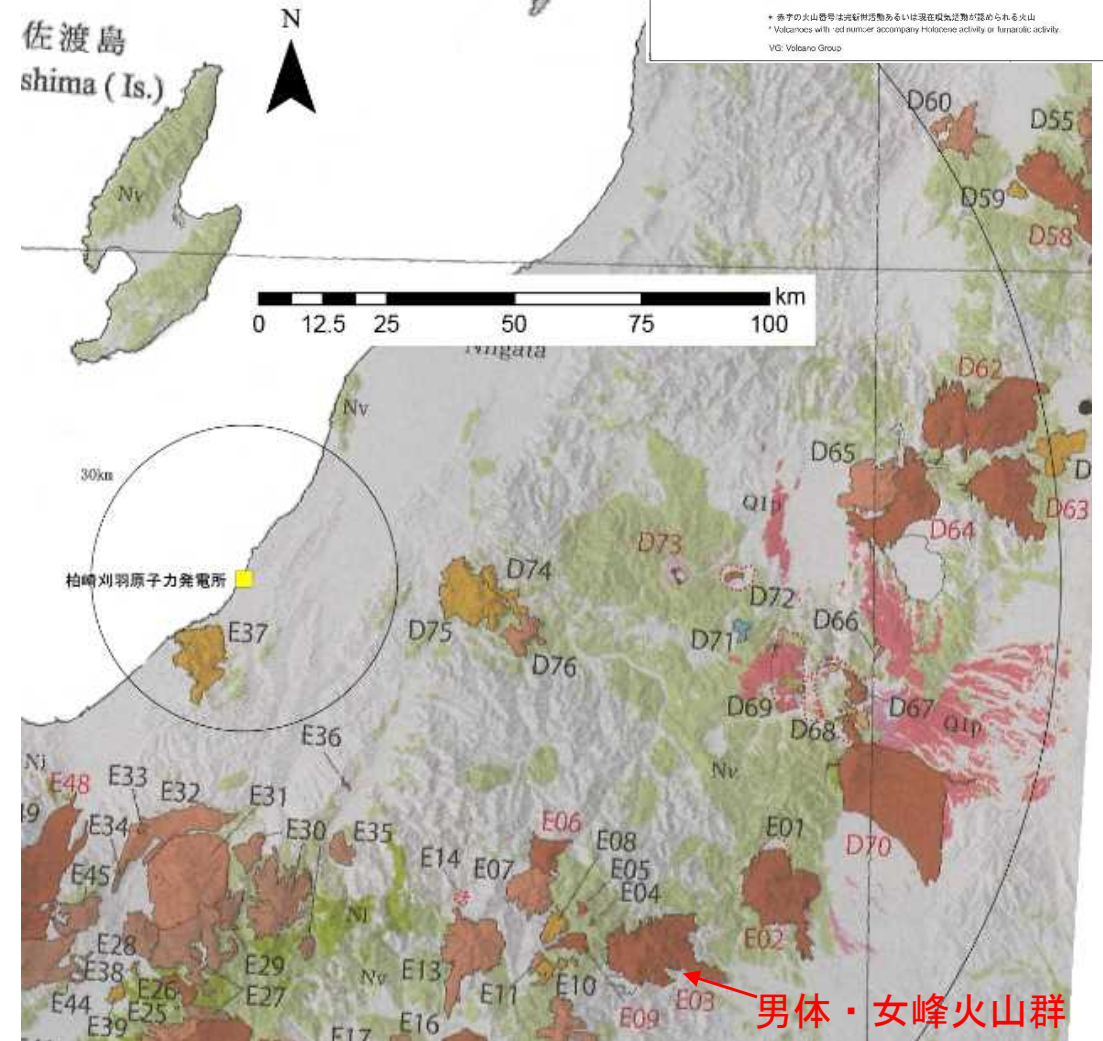
■ : 火砕流堆積物

榛名山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

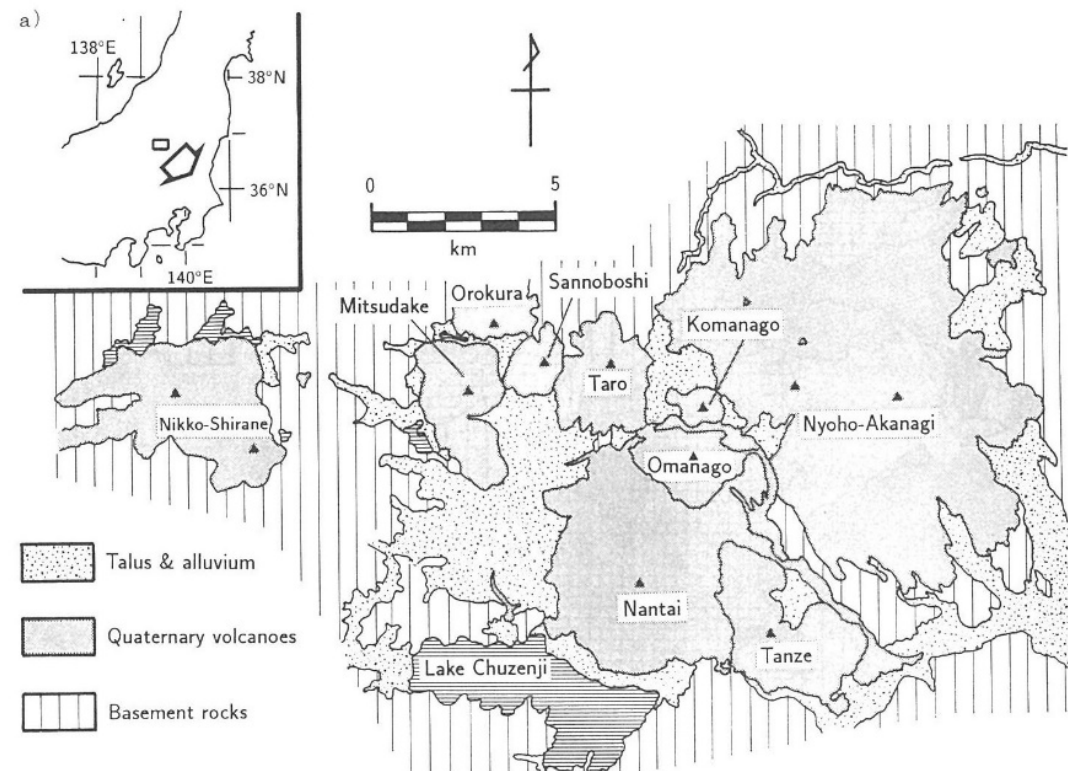
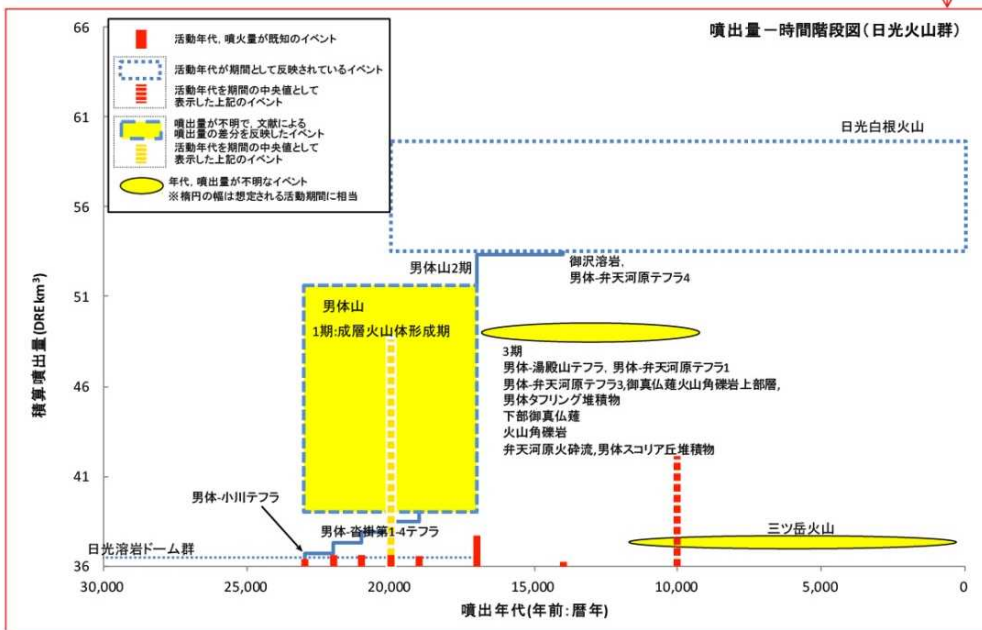
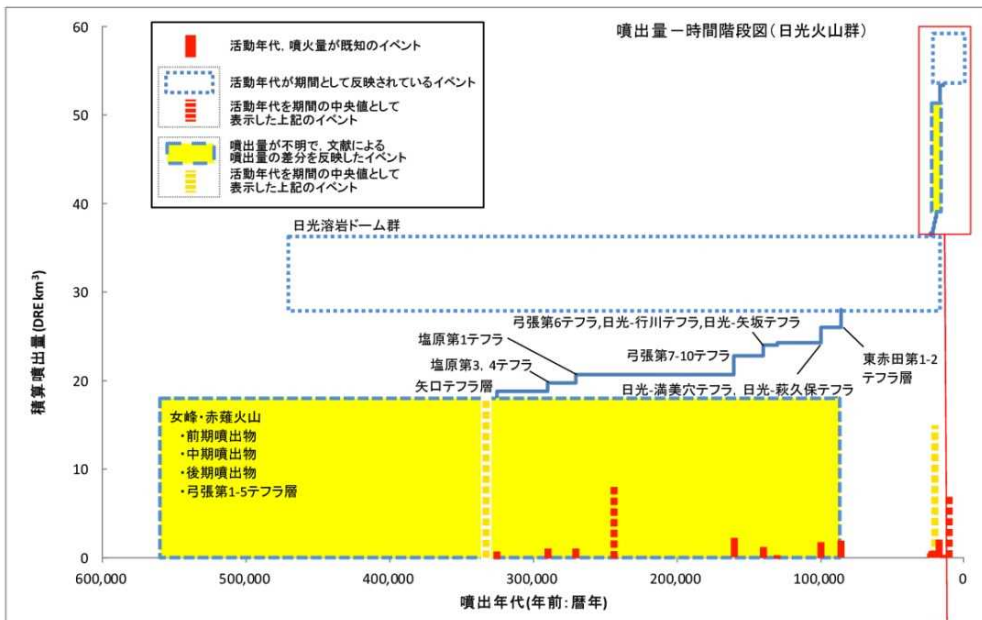
榛名山の地質図 (貝塚ほか, 2000)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (52)男体・女峰火山群

火山名	男体・女峰火山群 (E03)
敷地からの距離	約108km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	約56万年前以降。最新の噴火：7,000年前(男体山)
概要	男体・女峰火山群は、火山群東部に位置する女峰赤薙火山の活動から始まり、ついで中部にほぼ南東-北西に配列する大真名子火山群が形成され、西部の男体山が活動した。いずれの活動においても火砕流堆積物が認められる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、約7,000年前 ✓ 最大噴出は、男体七本桜・今市テフラ (or 日光-満美穴テフラ) ✓ 火砕物密度流は、分布が山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は男体・女峰火山群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。



1. 火砕物密度流に関する個別評価 (52)男体・女峰火山群

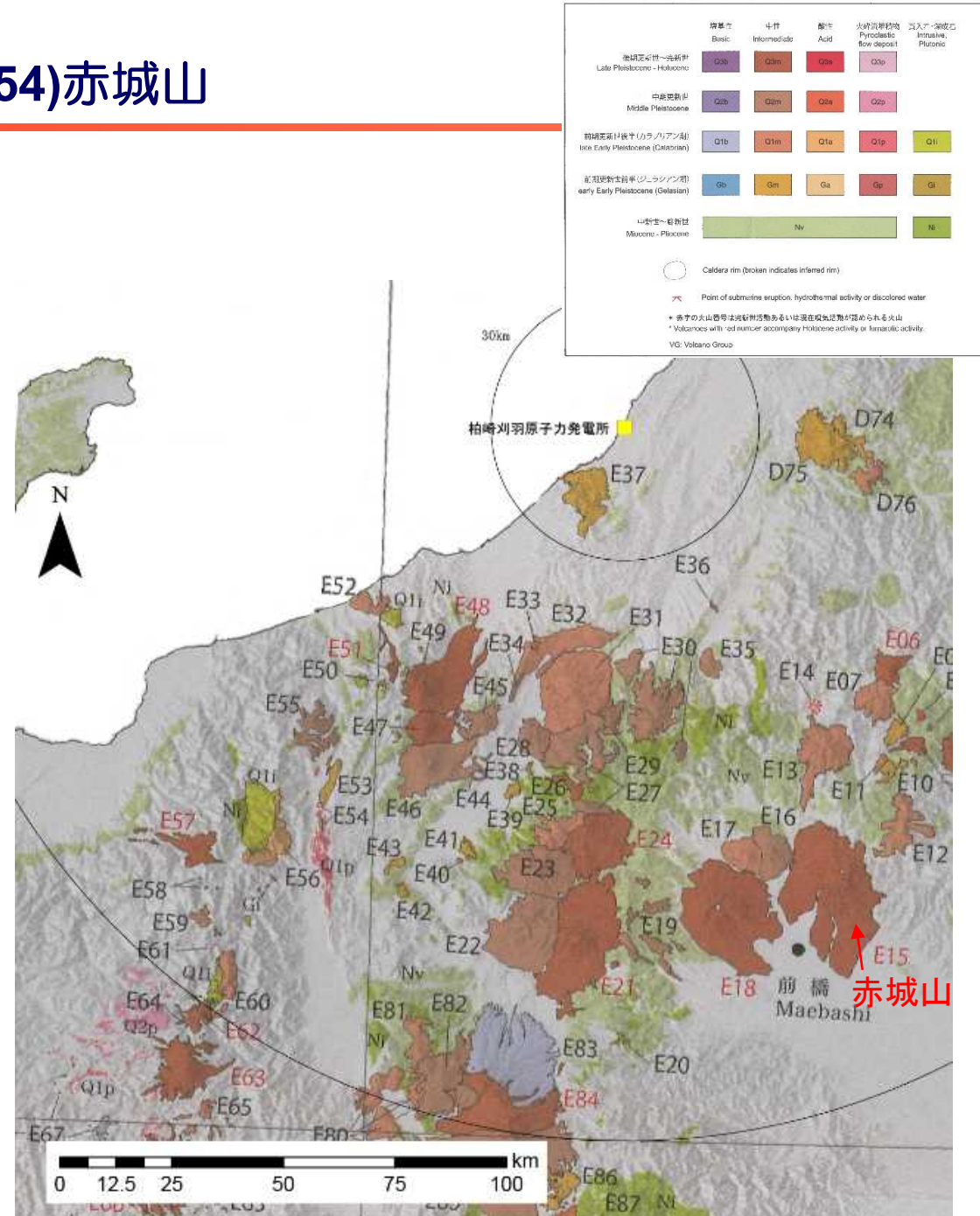


男体・女峰火山群の地質図 (佐々木, 1994)

日光火山群の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (54)赤城山

火山名	赤城山 (E15)
敷地からの距離	約110km
火山の形式・タイプ	複成火山-カルデラ、溶岩ドーム
活動年代	30万年前より古くから活動。最新噴火：1251年（及川，2012）
概要	赤城火山の形成史は、古期成層火山形成期，新期成層火山形成期，中央火口丘形成期の3つの時期に分けられる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1251年噴火の記録は山火事の可能性があります。赤城山の最新の噴火は2万4千年前頃に起こったと推定されている。 ✓ 最大噴出は赤城鹿沼テフラ (Ag-KP: 5km³) ✓ 火砕物密度流は、分布が山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は赤城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。



火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (54)赤城山

- 火山噴出量については複数の知見が認められるが、最新の火山データベースである山元（2014）により設定し、 5km^3 とした。
- 山元（2013）によると、降下火砕物の体積については、テフラの層厚と等層厚線が囲む面積の関係からLegros（2000）を用いて体積を見積もっている。

〔山元孝広(2013):栃木ー茨城地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化,地質調査研究報告,第64巻,第9-10号,PP.251-304.〕

- Legros（2000）によると、降下火砕物の噴出量（ V ）は、降下火砕物の層厚（ T ）、等層厚線が囲む面積（ A ）、層厚毎の面積変化率（ k ）から（1）式を示している。

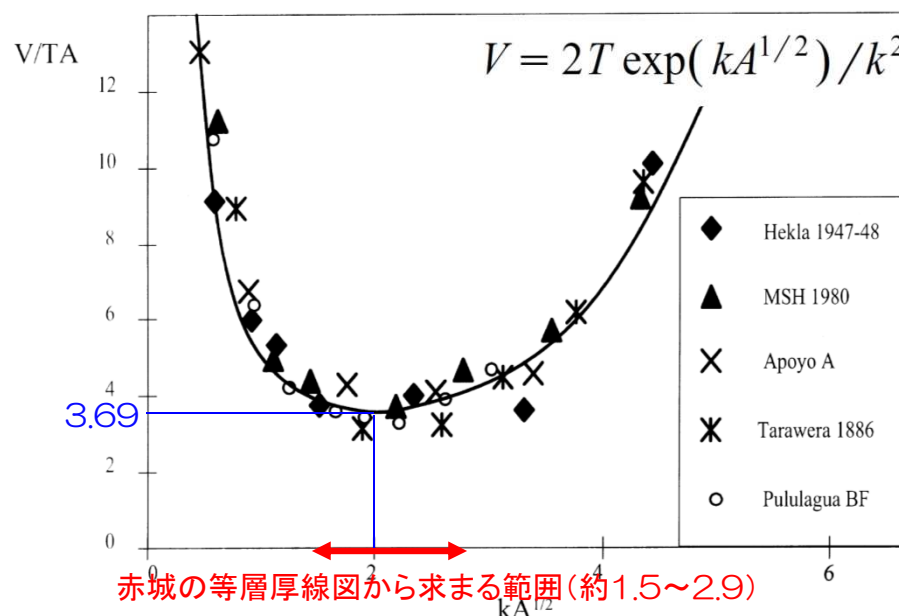
$$V = 2T \exp(kA^{1/2}) / k^2 \dots (1)$$

ここに

- V : 降下火砕物の噴出量（体積）
- T : 降下火砕物の層厚
- A : 等層厚線が囲む面積
- k : 層厚毎の面積変化率

V/TA と $kA^{1/2}$ の関係を図示すると右図となり、その極小値を元に最小体積 V_{min} として（2）式を提案している。

$$V_{min} = 3.69TA \dots (2)$$

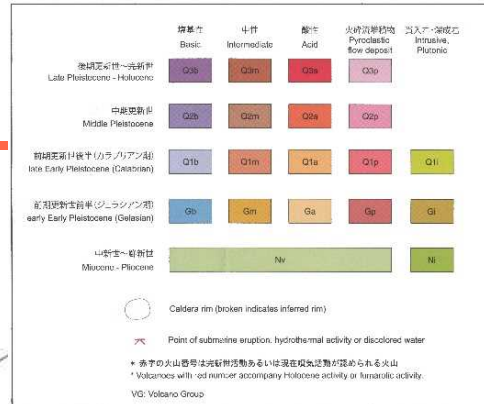


V/TA と $kA^{1/2}$ の関係
(Legros (2000) に一部加筆)

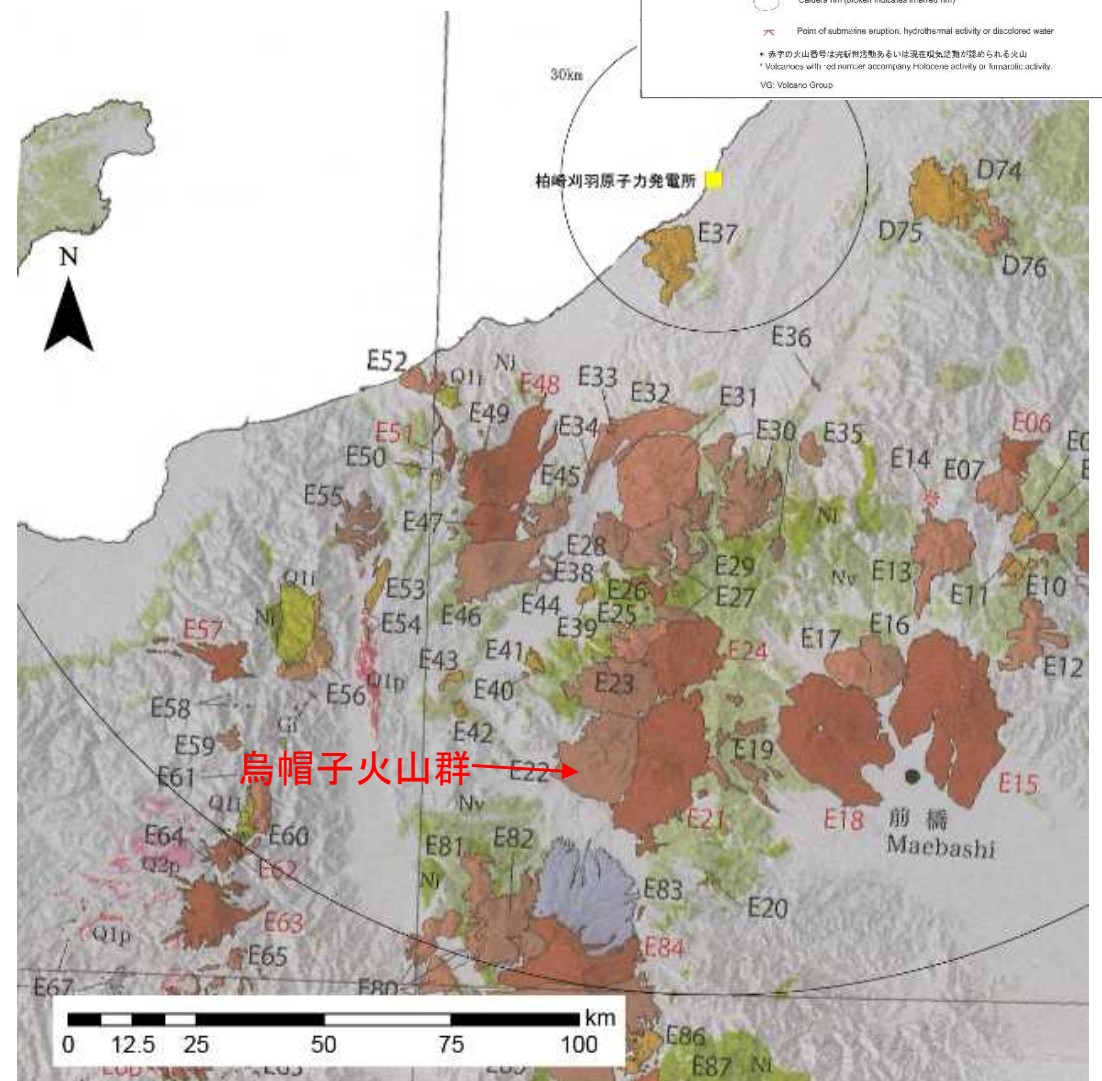
〔Legros, F. (2000) Minimum volume of tephra fallout deposit estimated from a single isopach. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 96, 25-32.〕

- 山元（2013）の等層厚線（32cm, 64cm, 128cm）から求まる $kA^{1/2}$ が約1.5~2.9の範囲となり、（1）式で求める体積とLegros(2000)に示される簡易式で求められる体積はほぼ同程度であり、Legros式による算定結果は妥当なもの判断される。

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (56)烏帽子火山群

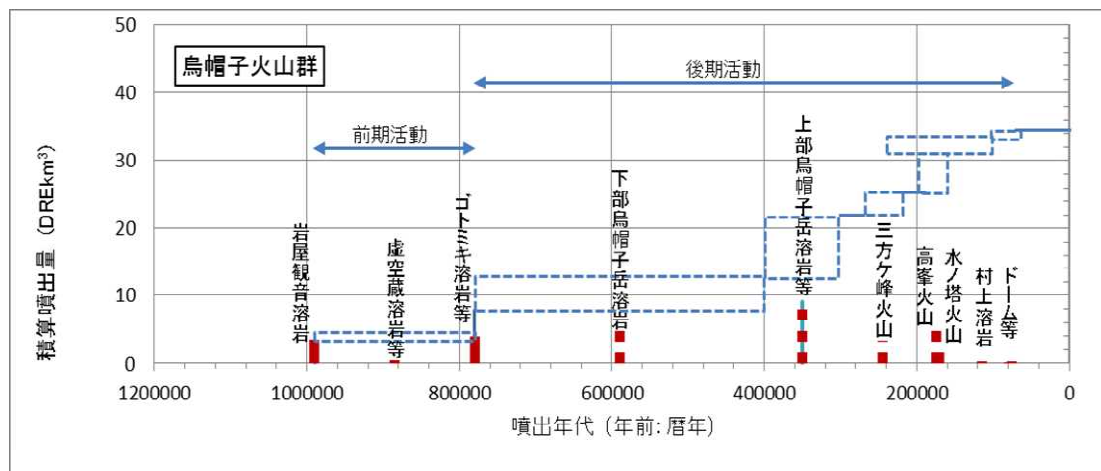


火山名	烏帽子火山群 (E22)
敷地からの距離	約113km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	1.0~0.1Ma
概要	複成火山である烏帽子山 (2066 m) -湯ノ丸山 (2098 m)、西籠ノ登山-東籠ノ登山 (2227 m)、高峰山 (2092 m) などのほか、棧敷山、村上山などの溶岩ドームからなる。
噴出物	✓ 火砕物密度流は岩屋観音溶岩層やゴトミキ溶岩層に挟在するが、その分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は烏帽子火山群周辺に限られることから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。

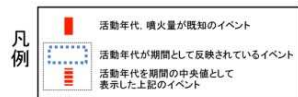


火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

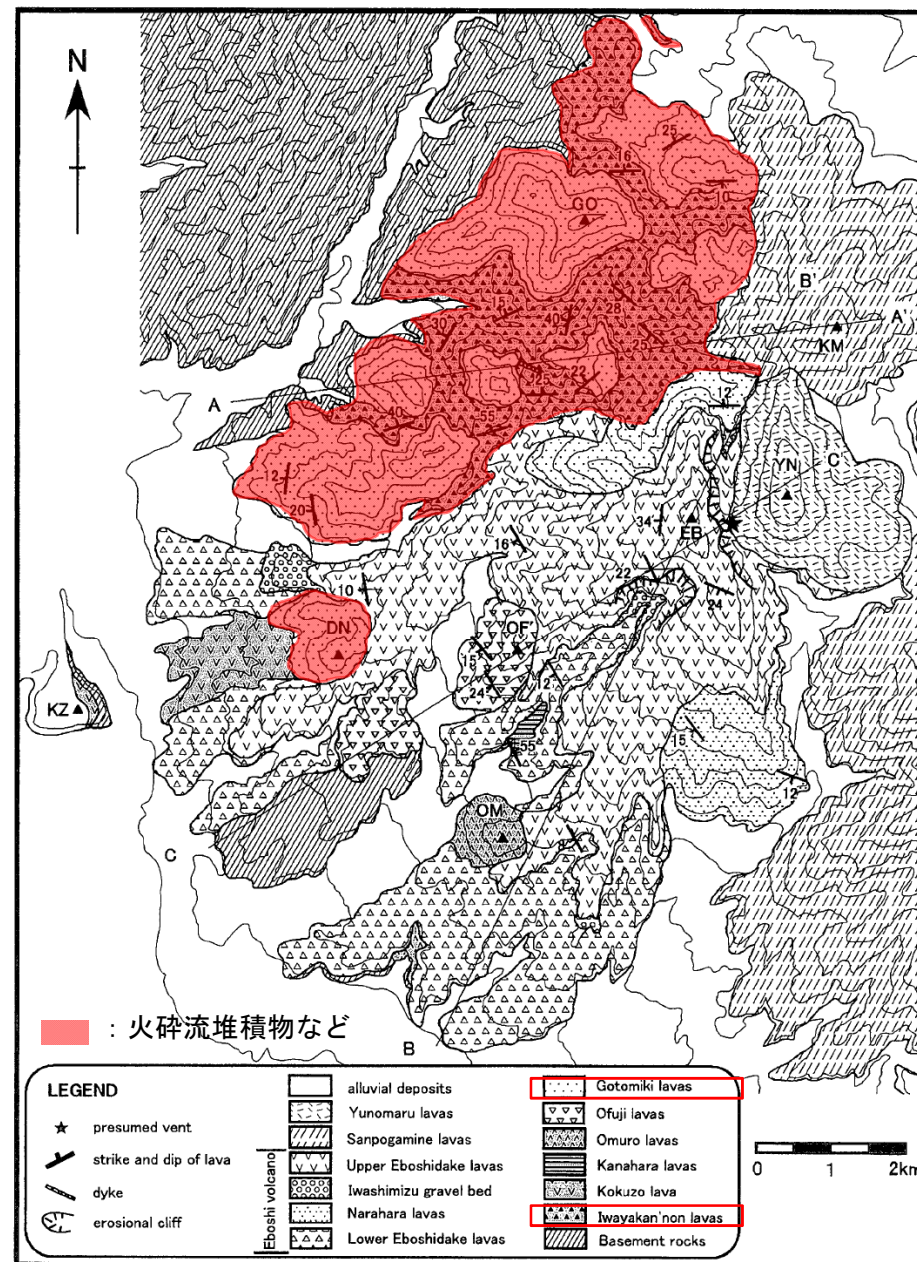
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (56)烏帽子火山群



高橋康 (2004), 高橋正樹ほか (2013) に基づき作成



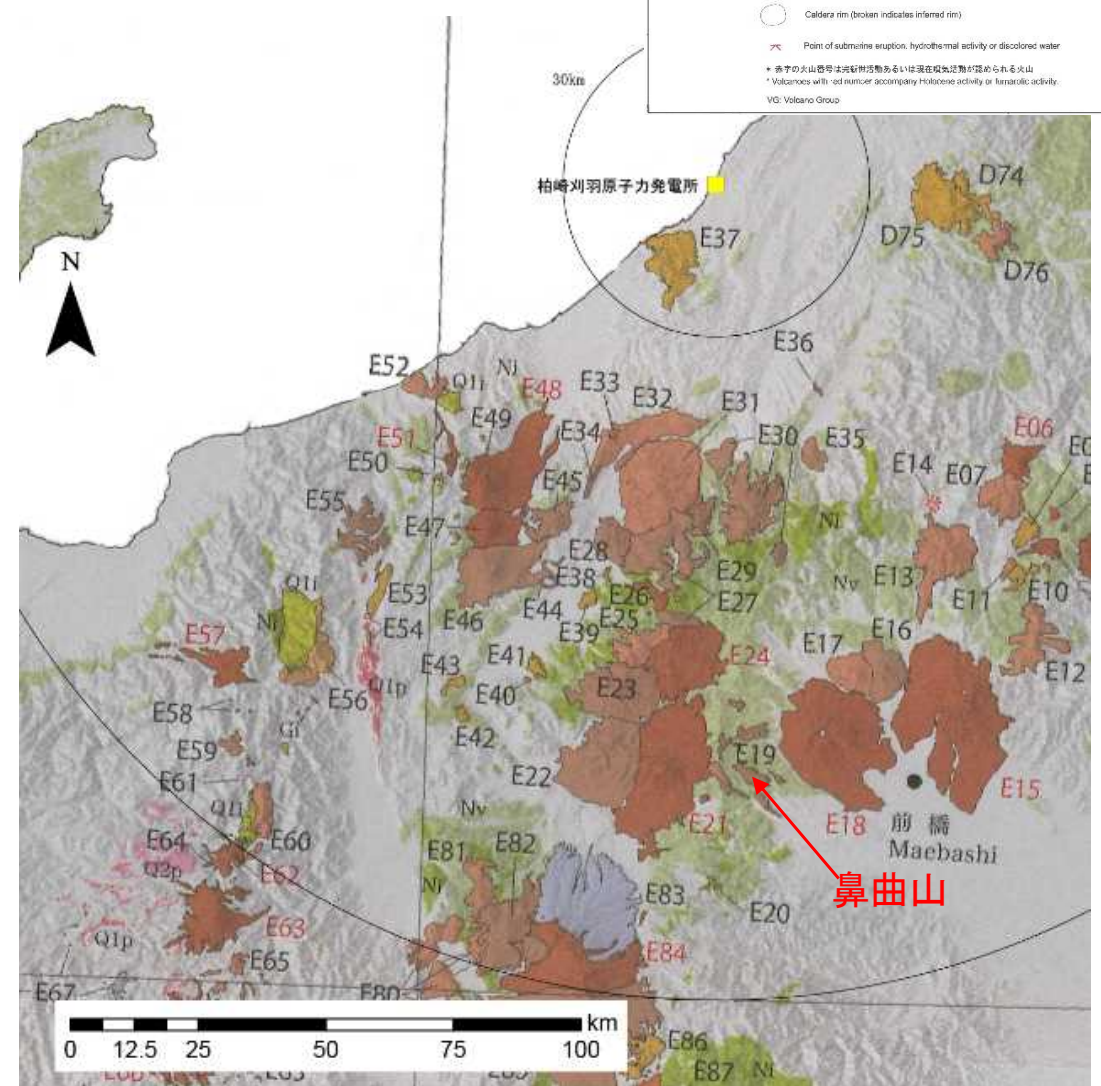
烏帽子火山群の噴火階段図



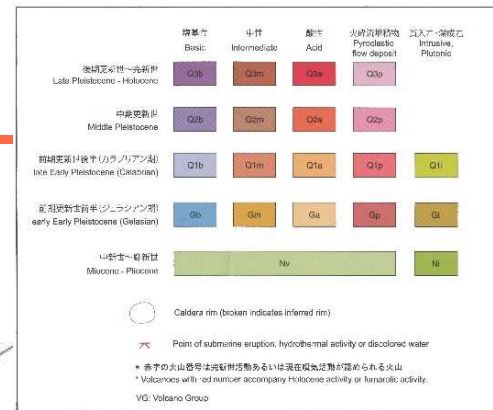
烏帽子火山群の地質図 (高橋, 2004)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (57)鼻曲山

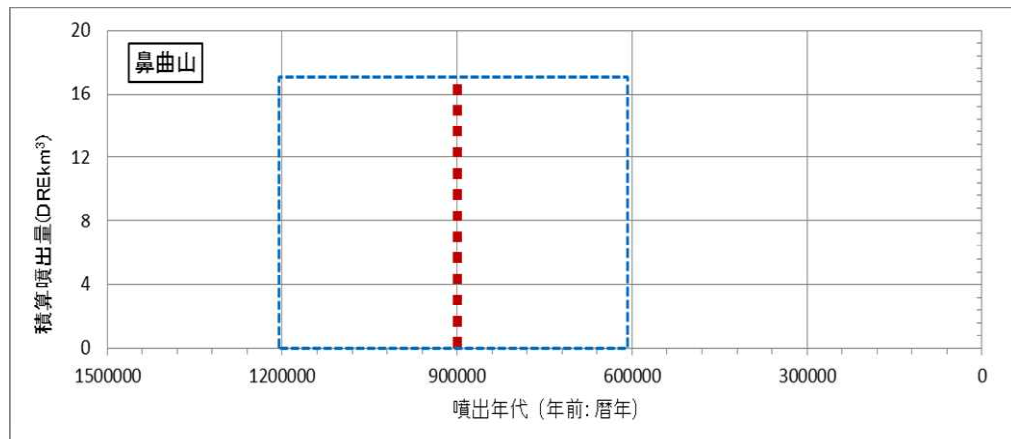
火山名	鼻曲山 (E19)
敷地からの距離	約113km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	約120万年前～60万年前。先鼻曲は270万年前から180万年前。
概要	鼻曲山は、碓氷峠北の一の字山から鼻曲山付近の稜線部を形成する安山岩質の溶岩・火砕岩からなる火山であり、鼻曲山付近の主要な成層火山体があったと考えられている。
噴出物	✓ 噴出物は主に溶岩流からなる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなり分布は鼻曲山周辺に限られることから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)



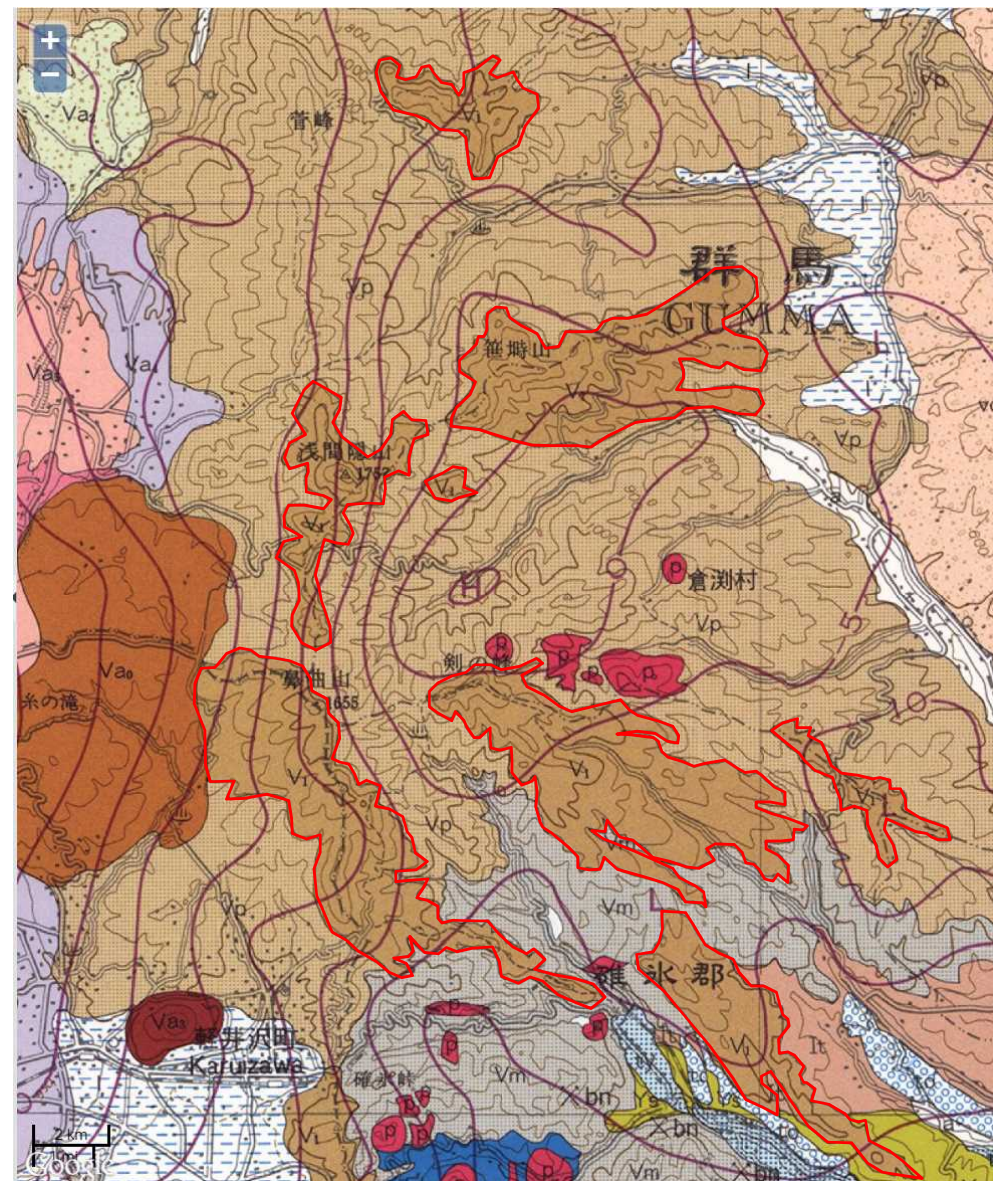
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (57)鼻曲山



金子ほか, 1989に基づき作成

凡例
 [Dashed blue box] 活動年代が期間として反映されているイベント
 [Red dashed line] 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

鼻曲山の噴火階段図



鼻曲山の分布

新第三紀 Neogene
 最新中新世-最新世 Late Miocene to Pliocene
 前期-中期更新世 Early to Middle Pleistocene
 噴 Enrt

横手火山(V₅)及び四阿火山(V₆)
 Yokote Volcano(V₅) and Azumaya Volcano(V₆)

鼻曲一帯の隴火山岩類(V₁)、子持火山(V₂)、
 小野子火山(V₃)及び御嶽火山(V₄)
 Hanamagari-Kenomine Volcanic Rocks(V₁), Komochi Volcano(V₂), Onoko Volcano(V₃) and Omeshi Volcano(V₄)

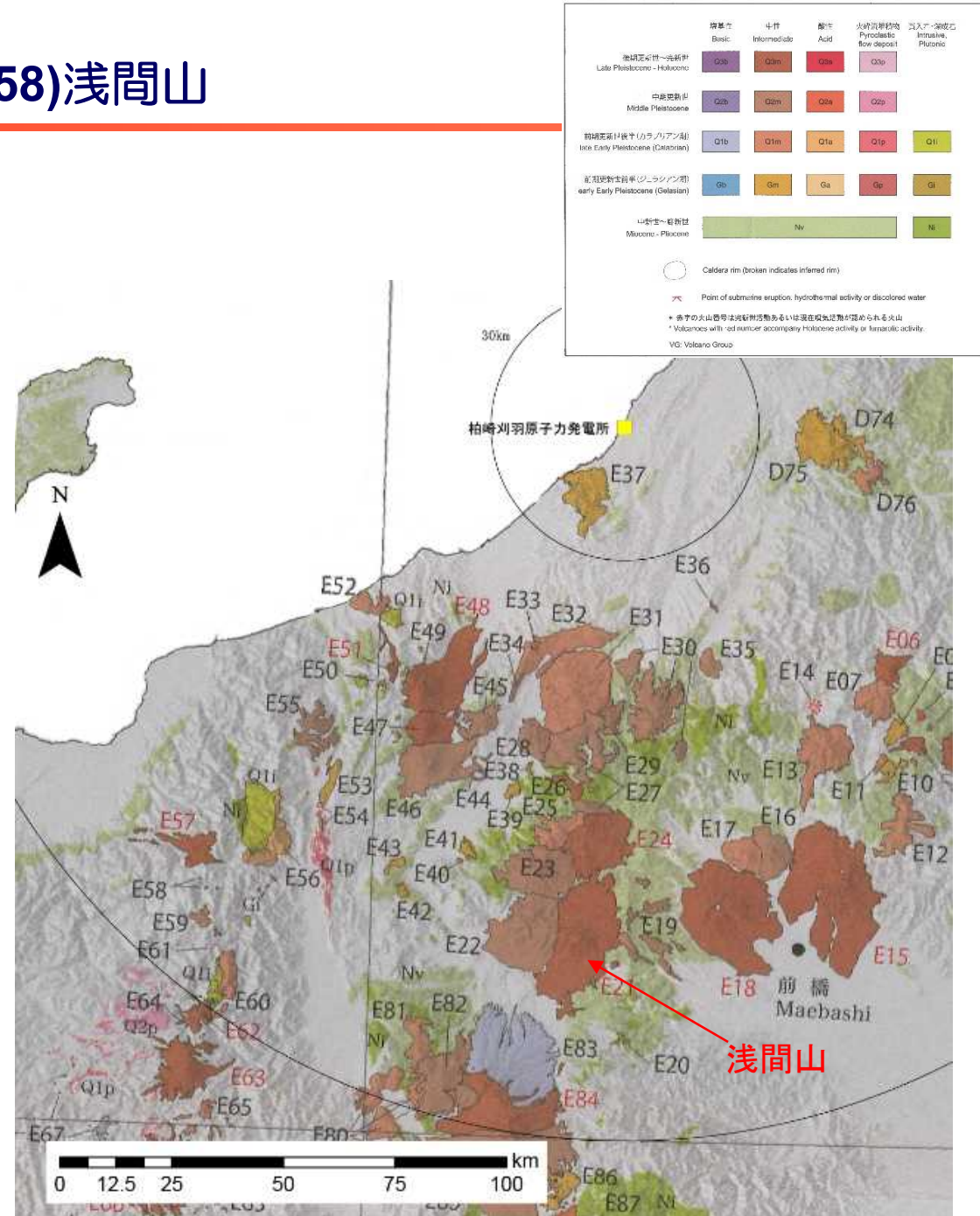
貫入岩類
 Intrusive rocks

- V₅₋₆ 安山岩溶岩及び火砕岩
Andesite lava and volcanoclastics
- V₁₋₄ 安山岩溶岩及び火砕岩
Andesite lava and volcanoclastics
- p 閃緑斑岩(一部安山岩)
Diorite porphyry (partly andesite)
- qd 石英閃緑岩、花崗閃緑岩、花崗斑岩、花崗岩及び流紋岩
Quartz diorite, granodiorite, granite porphyry, granite and rhyolite

鼻曲山の地質図 (中野ほか(1998))

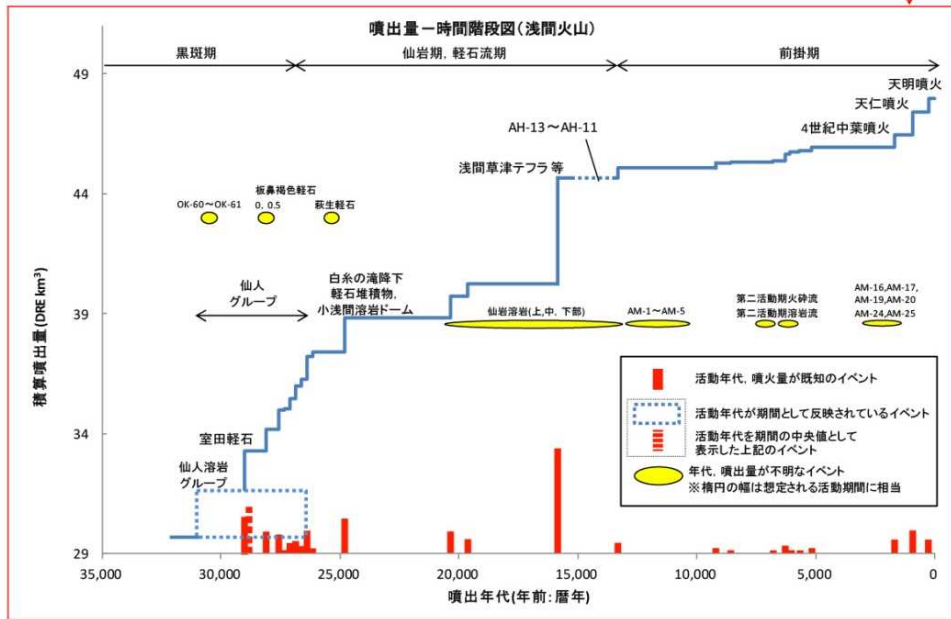
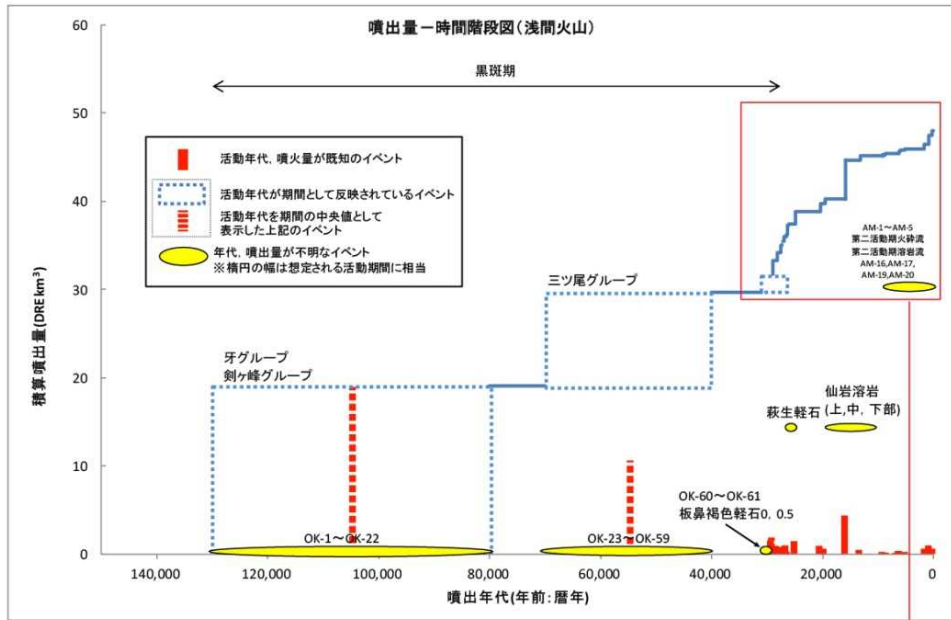
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (58)浅間山

火山名	浅間山 (E21)
敷地からの距離	約114km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩流及び小型楕状火山、溶岩ドーム
活動年代	約13万年前以降。最新噴火：2009年
概要	<p>浅間火山は、西側の黒斑火山と東側の仏岩火山、中央部の前掛火山から構成される。</p> <p>黒斑火山は約2万年前までに玄武岩質安山岩～の噴出物により成層火山体が形成された。仏岩火山は約2万年前から11000年前にかけて活動し、安山岩～流紋岩質マグマを噴出した。約15000年前の噴火は仏岩火山最大の噴火で小諸第1火砕流を噴出し、南北麓を広く覆った。前掛火山の活動は1万年前以降現在まで継続し、安山岩～デイサイト質の降下軽石・火砕流・溶岩流の噴出を繰り返している。</p>
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、降下火山灰を伴う2009年の水蒸気噴火→マグマ噴火 ✓ 火砕物密度流は、その分布が山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は浅間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。

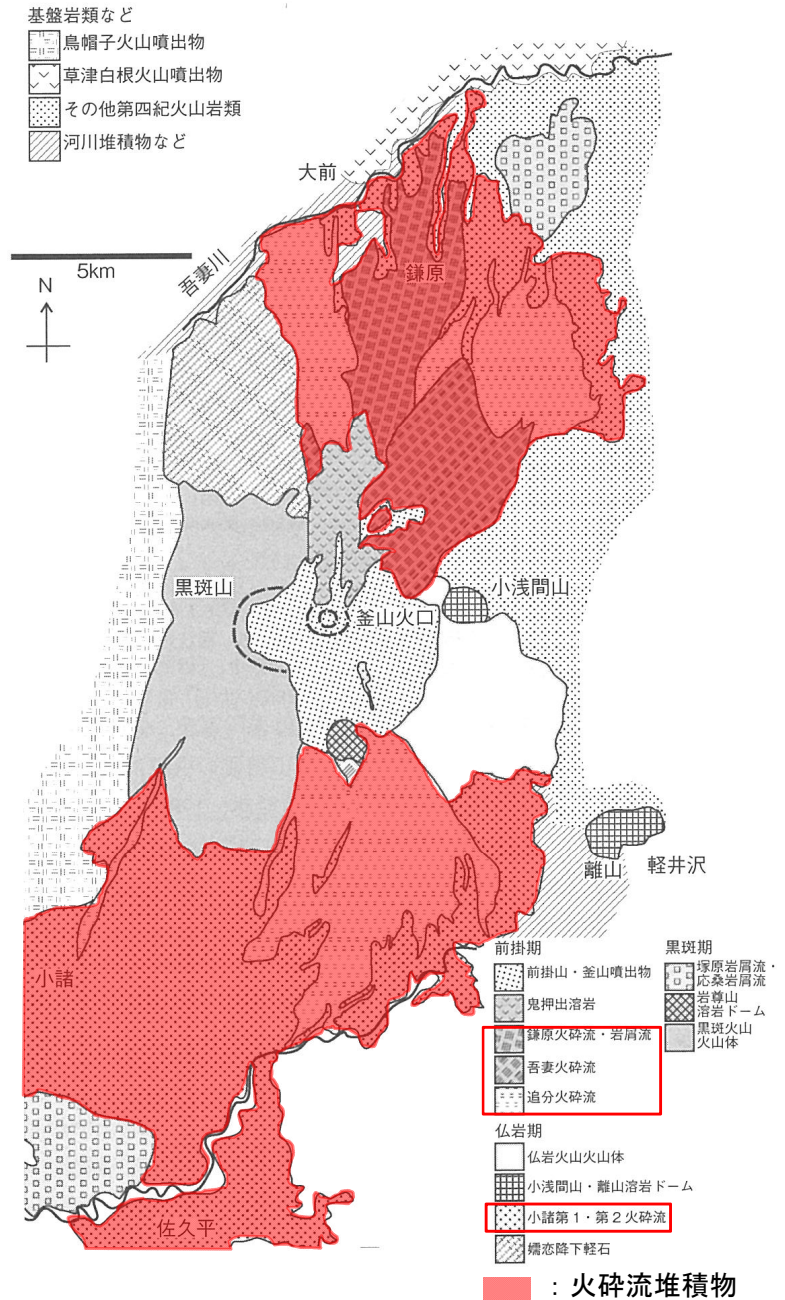


火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (58)浅間山



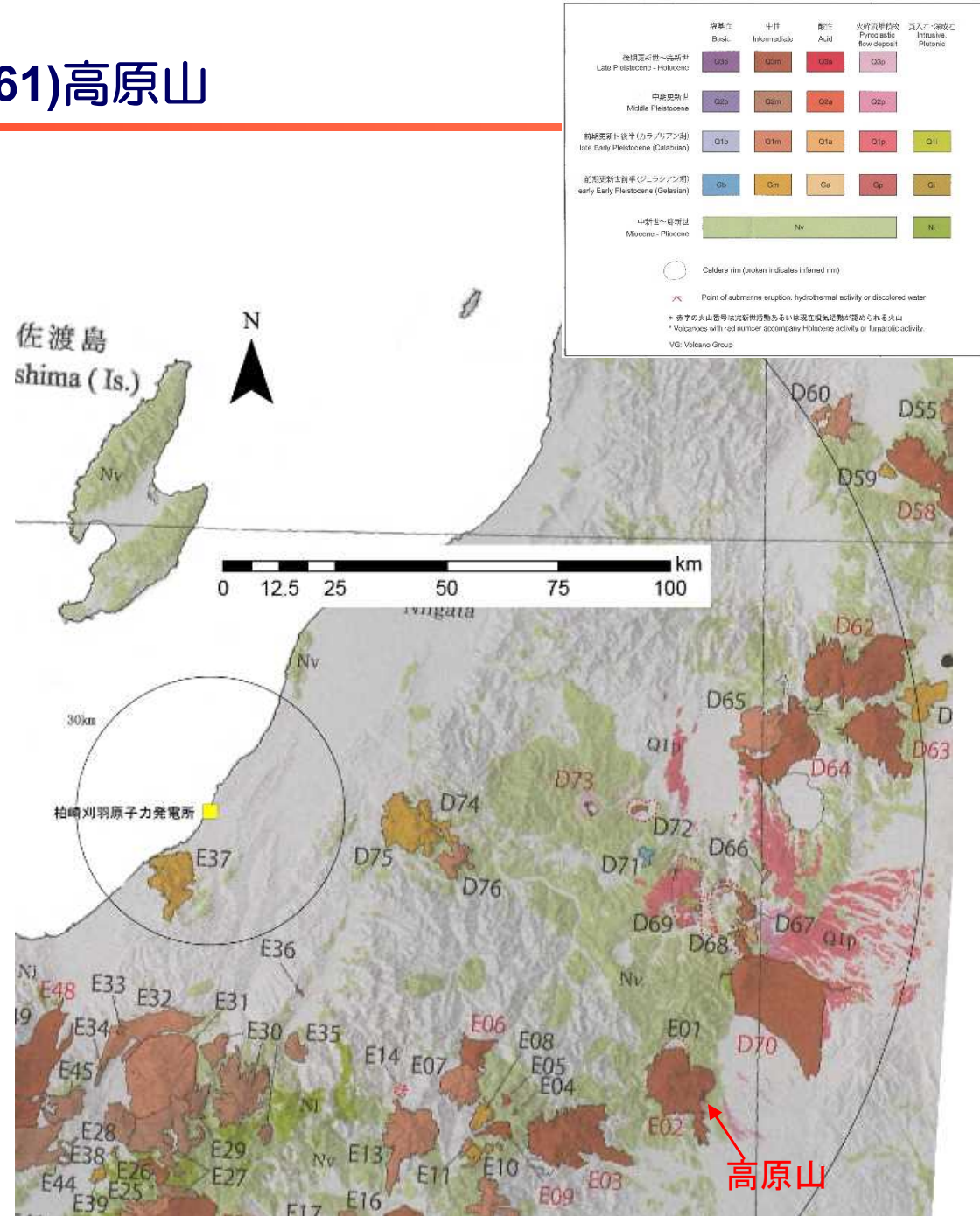
浅間山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)



浅間山の地質図 (日本地質学会, 2008 (荒牧, 1993))

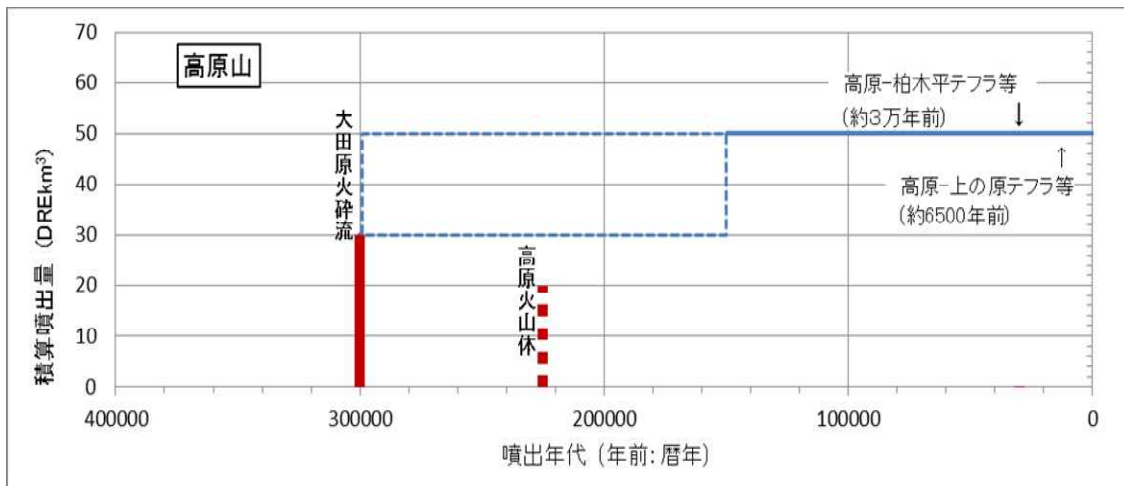
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (61)高原山

火山名	高原山 (E02)
敷地からの距離	約120km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	約30万年前～6,500年前。最新噴火：6,500年前。噴気活動あり
概要	高原山は約30万年前から活動を開始し、成層火山体形成に先立ち大規模な火砕流（大田原火砕流）の流出とカルデラの形成があったと考えられている。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、6,500年前。 ✓ 噴出物は、分布が山体周辺に限られる。
評価	仮に噴出物が火砕物密度流と考えるとしても、噴出物は高原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。



火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (61)高原山



凡例
 ■ 活動年代、噴出量が既知のイベント
 ○ 活動年代が期間として反映されているイベント
 □ 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

山元, 2012に基づき作成

高原山の噴火階段図

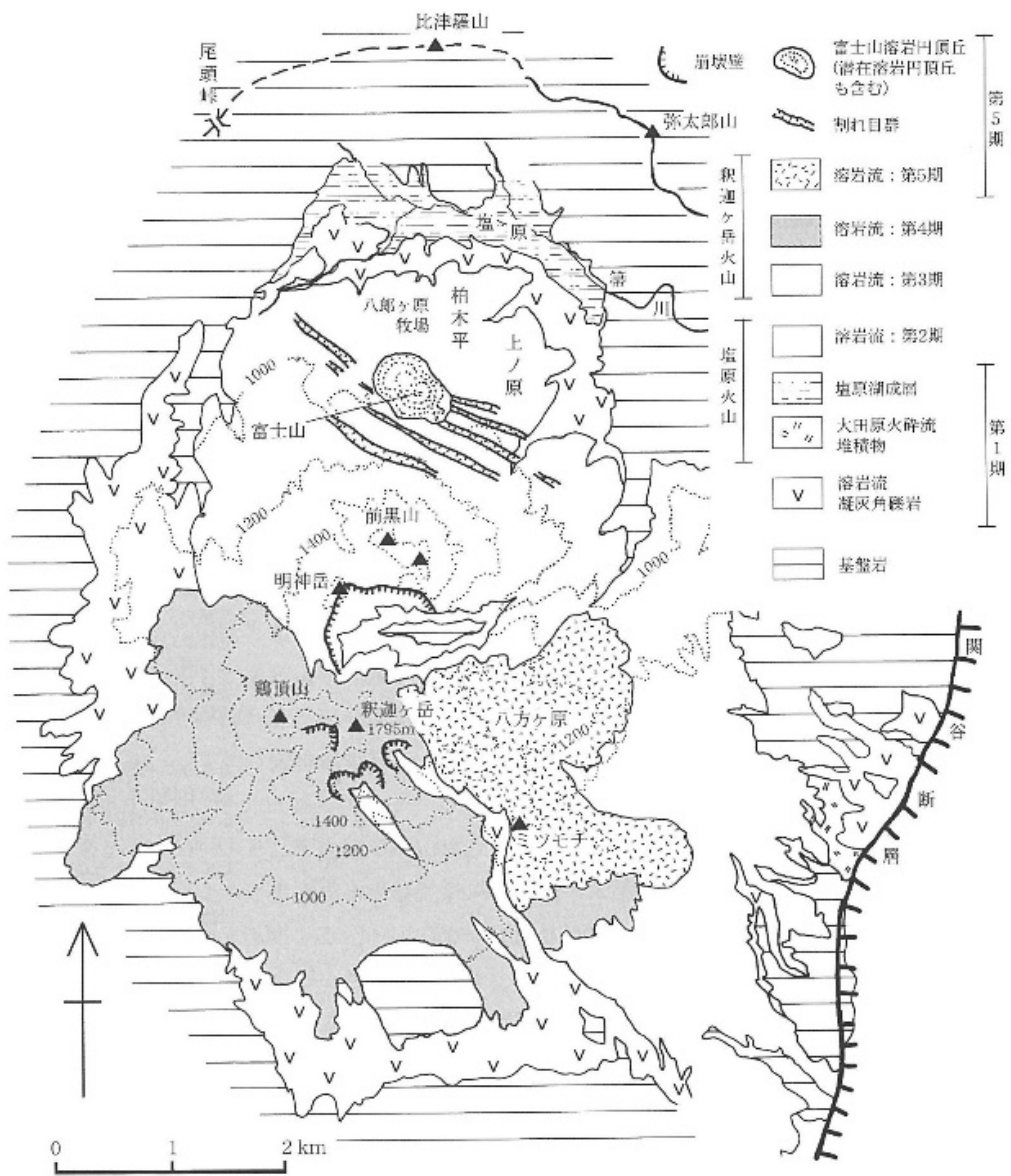
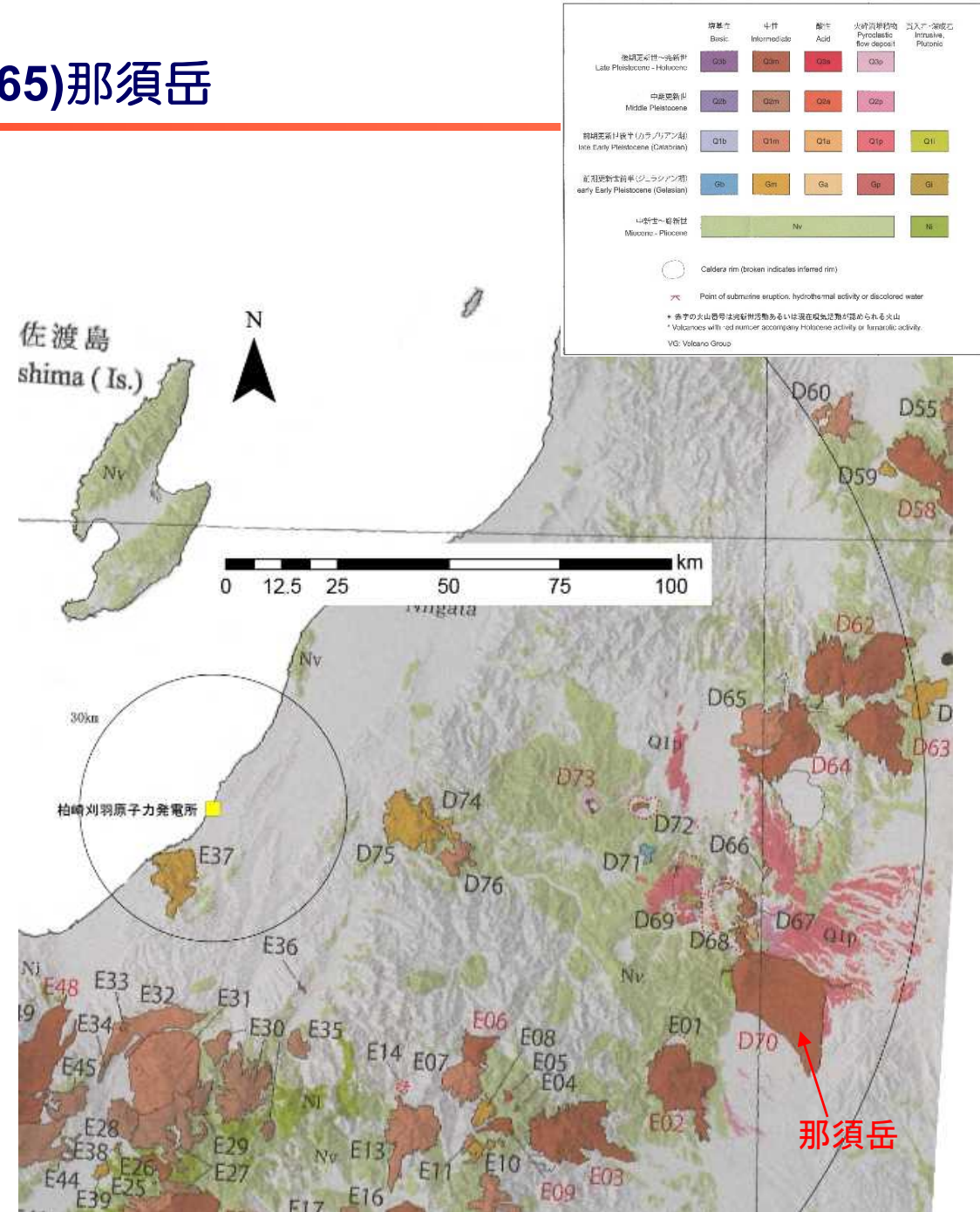


図 2.2.3 高原火山の地形・地質 [鈴木毅彦原図] 帯川左岸の弥太郎山、比津羅山、尾頭峠を結んだ実線・破線は、塩原カルデラの北縁推定位置を示す。

高原山の地質図 (貝塚ほか, 2000)

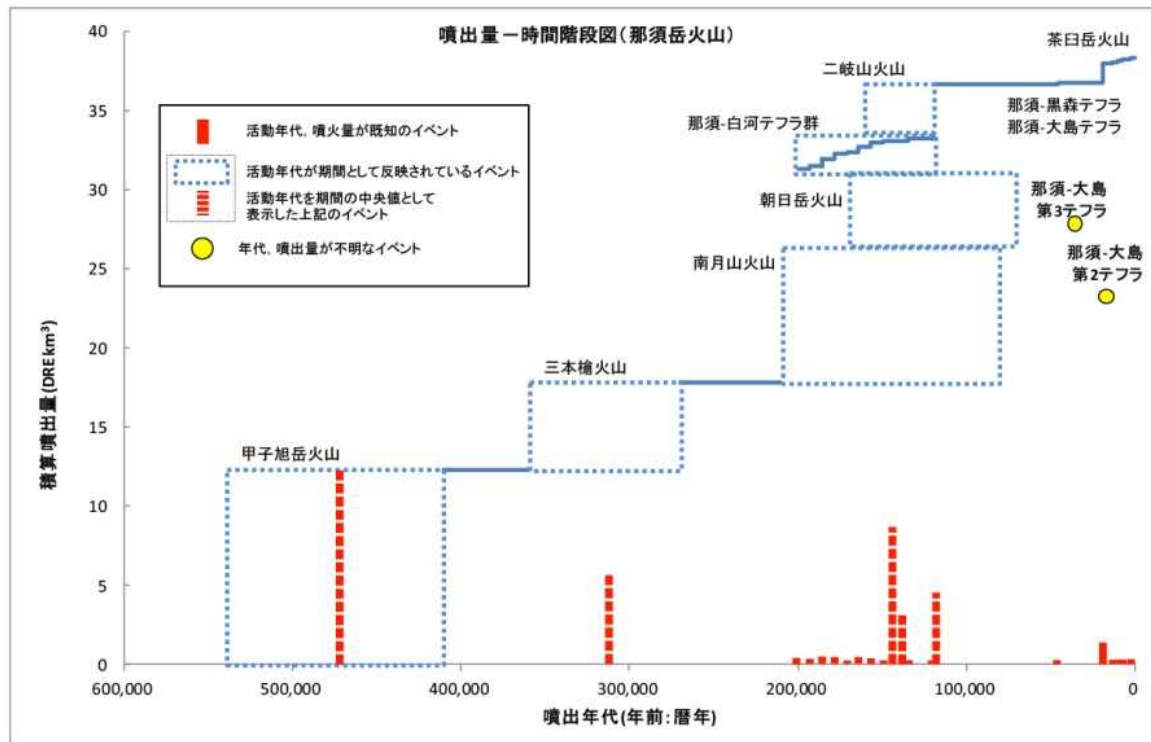
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (65)那須岳

火山名	那須岳 (D70)
敷地からの距離	約126km
火山の形式・タイプ	複成火山
活動年代	約50万年前以降。茶臼岳火山は1万6000年前以降。最新噴火：1963年
概要	<p>那須岳は、茶臼岳を主峰とする、東北日本弧の火山フロントに位置する複成火山である。</p> <p>約50万年前から甲府旭岳付近で活動を開始し、噴火位置を南部に移動し30万年前頃に三本槍岳の成層火山を形成、さらに噴火位置は南下し20-10万年前に南月山を中心に溶岩流出を繰り返して成層火山を形成した。1万6000年前以降、茶臼岳を中心とした活動が続いている。</p>
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1963年の降下火砕物を伴う水蒸気噴火。 ✓ 火砕物密度流は、分布が山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は那須岳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。



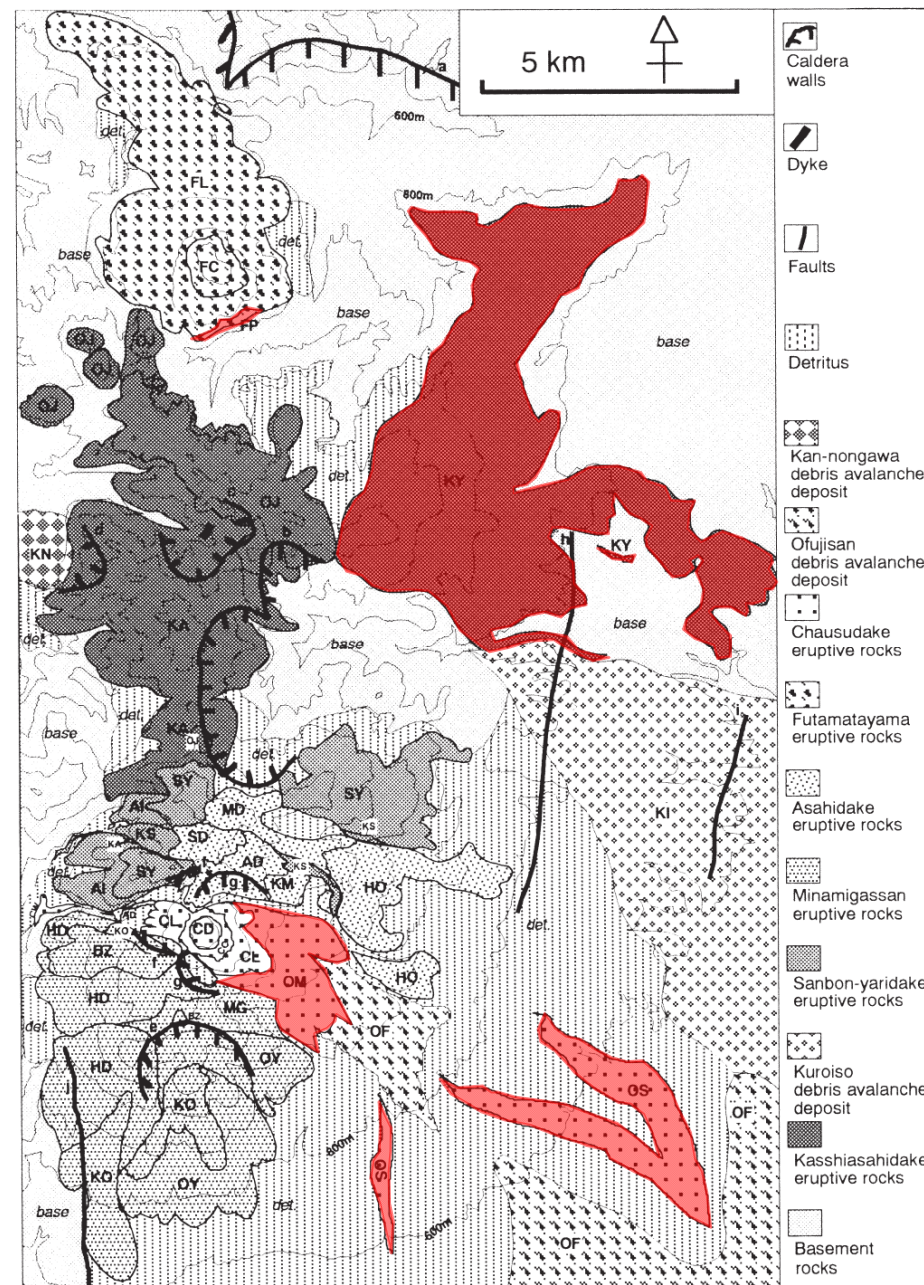
火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (65)那須岳



那須岳の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

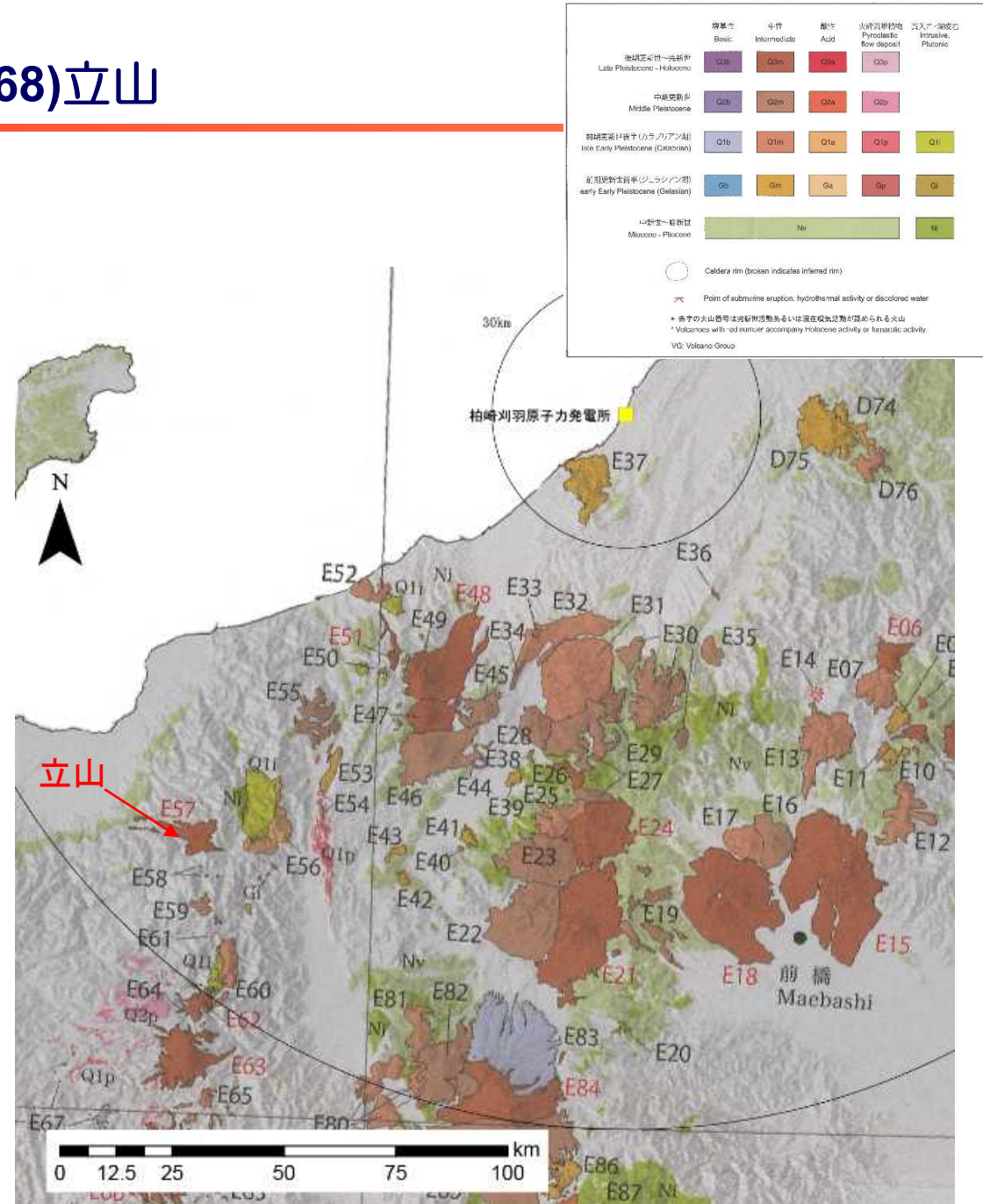
■ : 火砕流堆積物



那須岳の地質図 (伴・高岡, 1995)

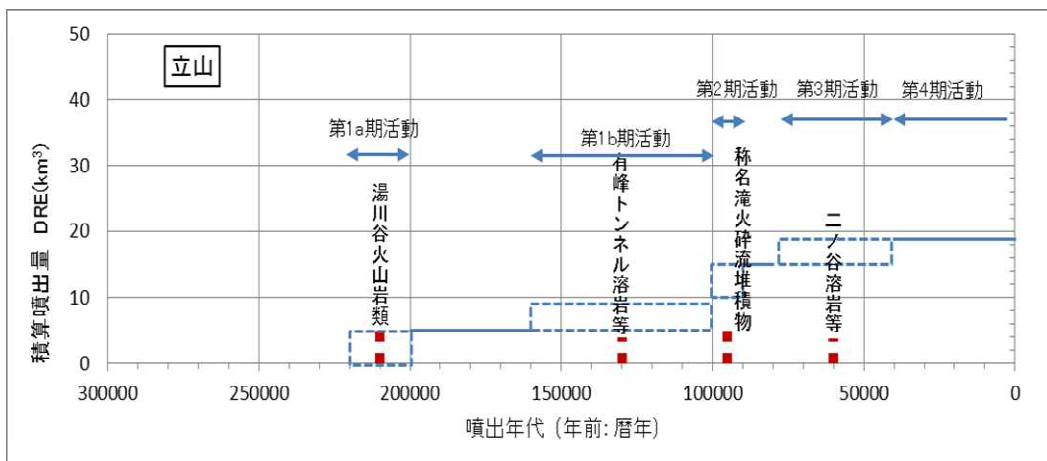
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (68)立山

火山名	立山 (E57)
敷地からの距離	約131km
火山の形式・タイプ	複成火山-カルデラ、火砕流台地、溶岩流
活動年代	約22万年前以降。最新噴火：1836年
概要	立山は約22万年前に活動を開始し、第1a期、第1b期、第2期、第3期に区分される。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、1836年の水蒸気噴火。 ✓ 火砕物密度流は称名滝火砕流が認められるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は立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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (68)立山



及川, 2003及び中野ほか, 2010に基づき作成

立山の噴火階段図

凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

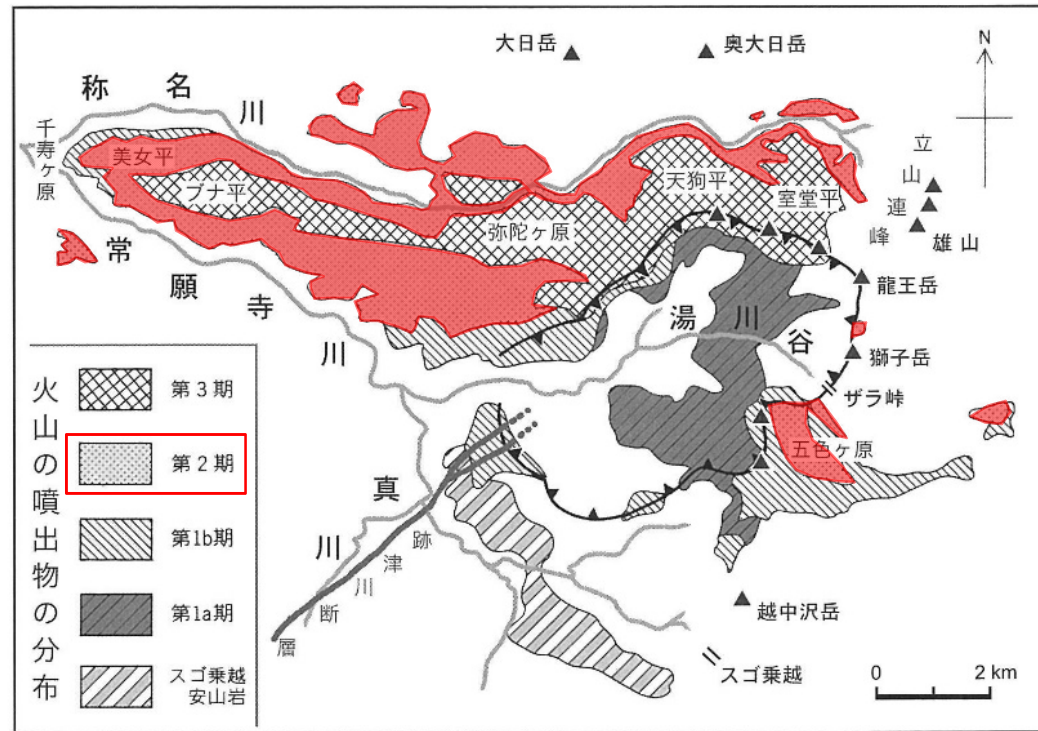


Fig. 1 Simplified geological map of Tateyama Volcano (modified from Fig. 87 in Harayama et al., 2000). Sugonokkoshi Andesite is a member of Kaminoroka Volcanic Rocks (Harayama et al., 1991).

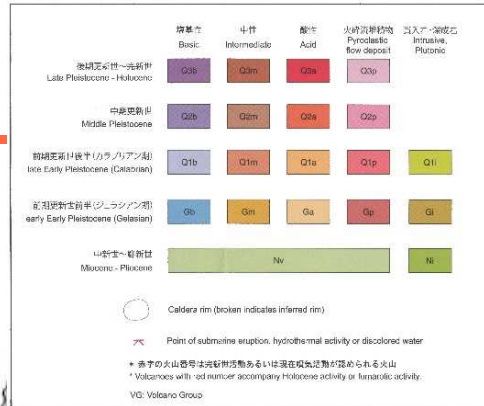
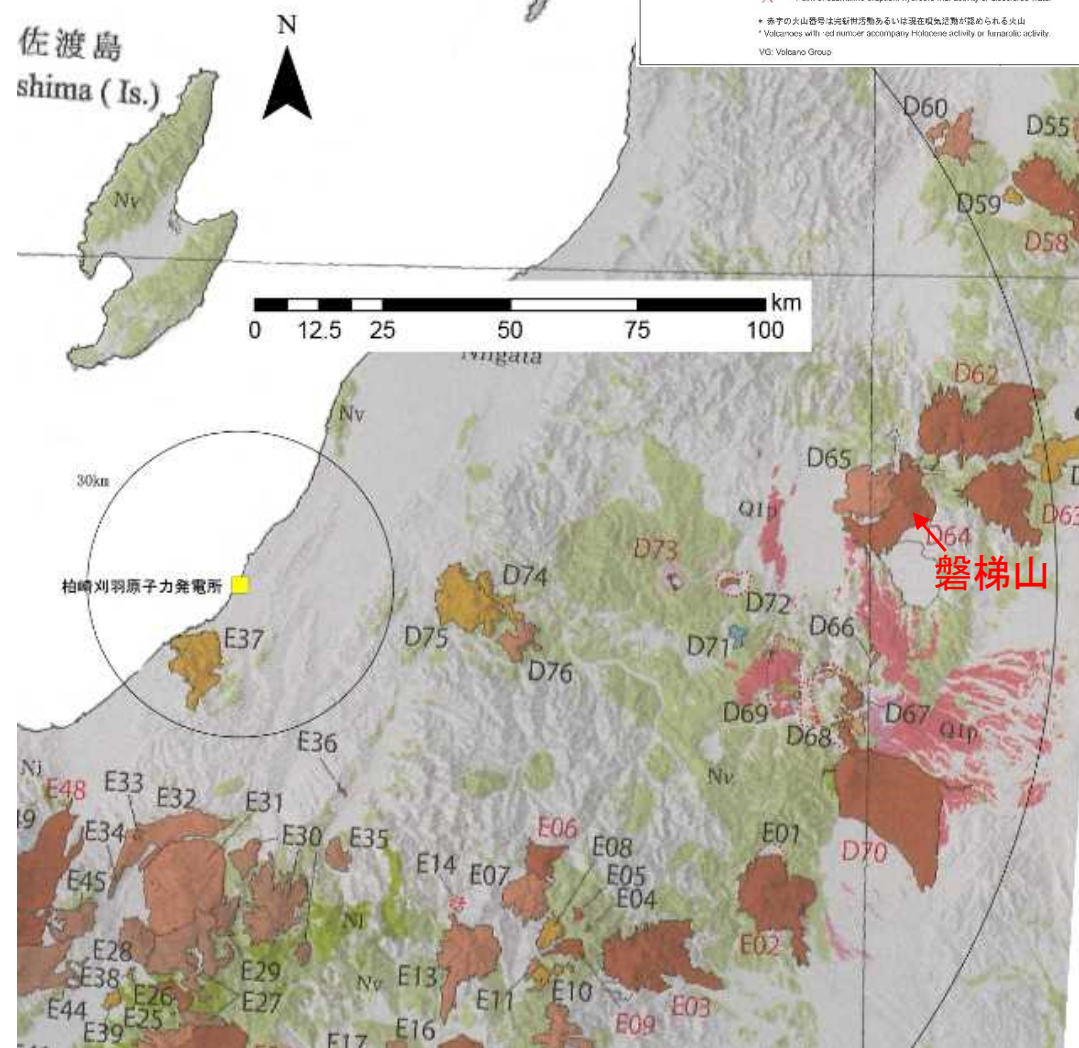
第1図 立山火山の地質概略図。活動期による区分を示した。原山ほか(2000)の第87図に加筆修正。スゴ乗越安山岩は上廊下火山岩類の一部(原山ほか, 1991)。

立山の地質図 (中野ほか, 2010)

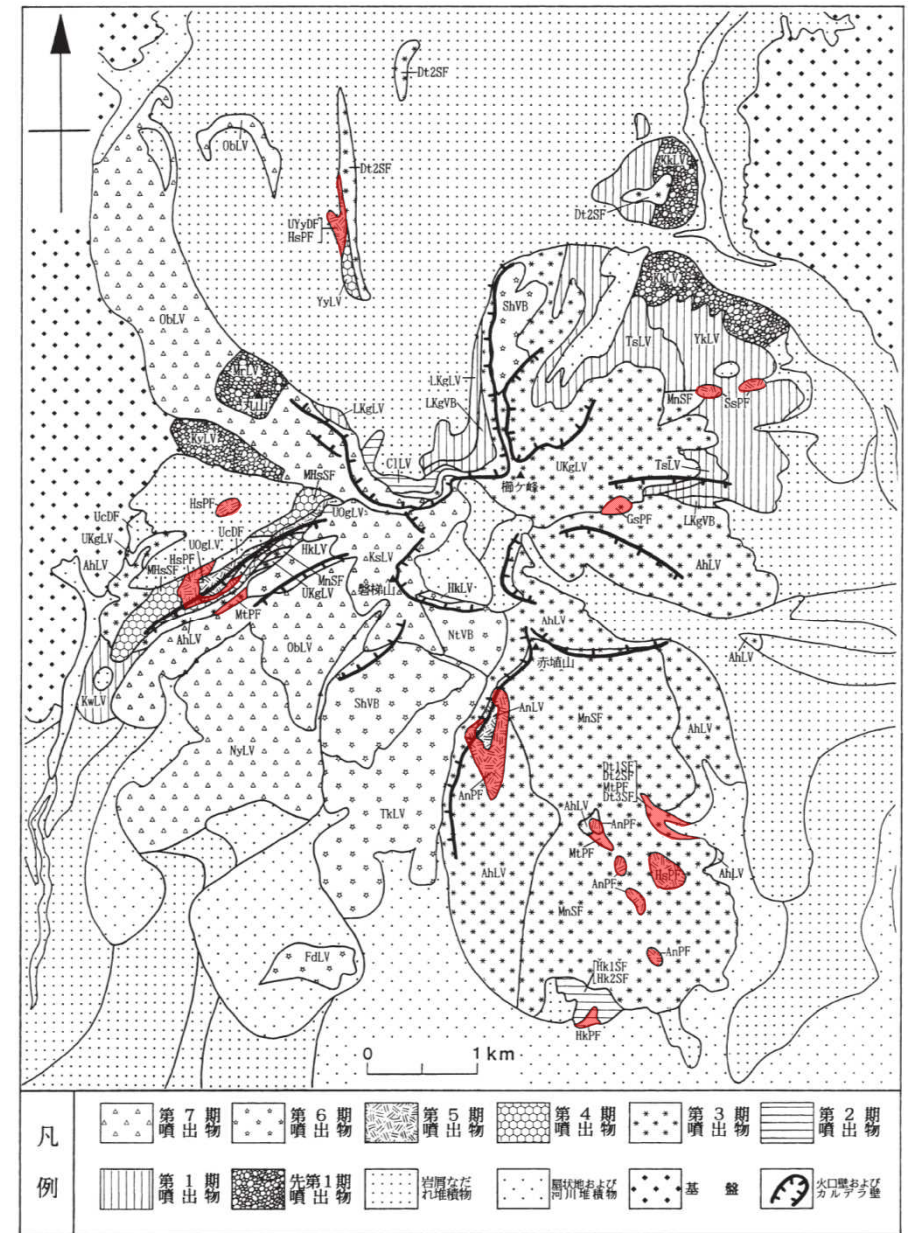
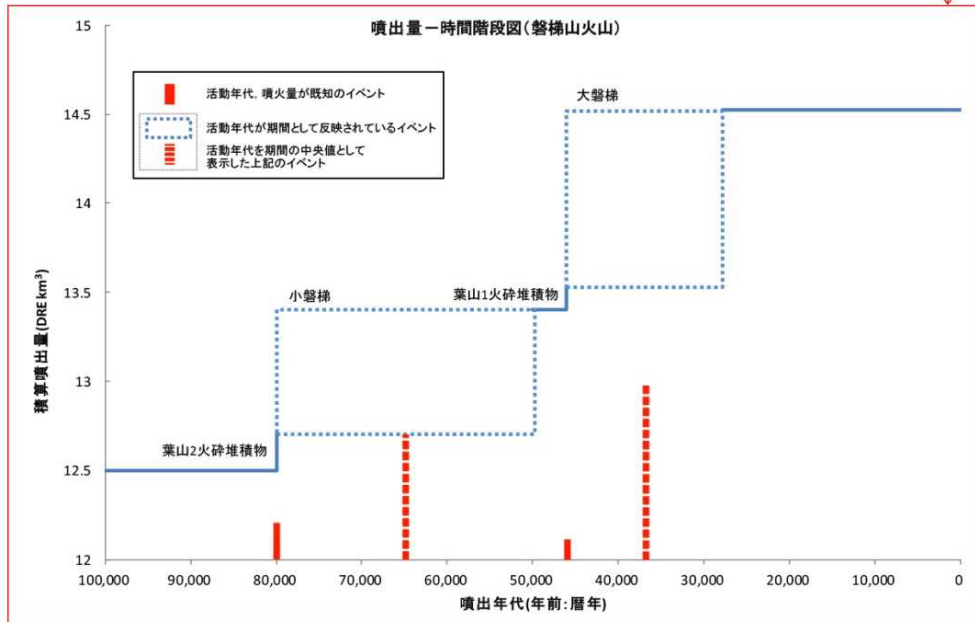
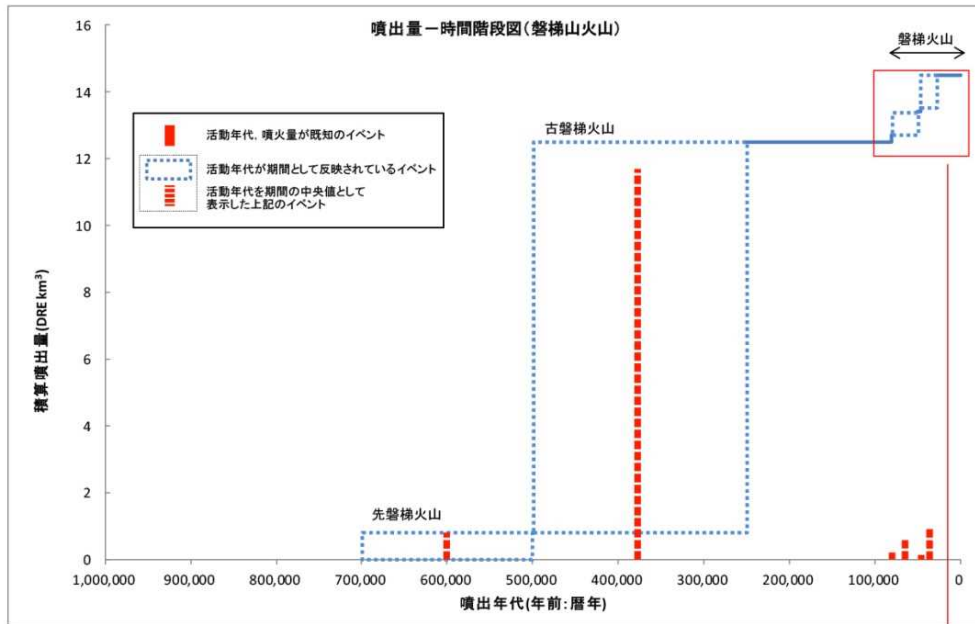
■ : 火砕流堆積物

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (69)磐梯山

火山名	磐梯山 (D64)
敷地からの距離	約131km
火山の形式・タイプ	複成火山／溶岩・火砕岩タイプ
活動年代	約70万年前～AD1888
概要	<p>磐梯山は、福島県猪苗代湖の北に位置する安山岩質の成層火山である。赤埴山、大磐梯、櫛ヶ峰などが沼ノ平火口を取り囲んで、円錐形火山体が形成されているが、過去に山体崩壊が何度か繰り返され、現在の山容となった。1888年噴火で形成されたカルデラ壁や山頂沼ノ平火口には微弱な噴気孔が点在する。</p>
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最大噴出は、古磐梯火山活動期（25～50万年前）である（11.7DREkm³）。 ✓ 最新の噴火活動は、山体崩壊を伴った中規模水蒸気噴火で1888年に発生した。 ✓ 火砕物密度流は、6層確認されており、分布範囲は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流は磐梯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。



1. 火砕物密度流に関する個別評価 (69)磐梯山



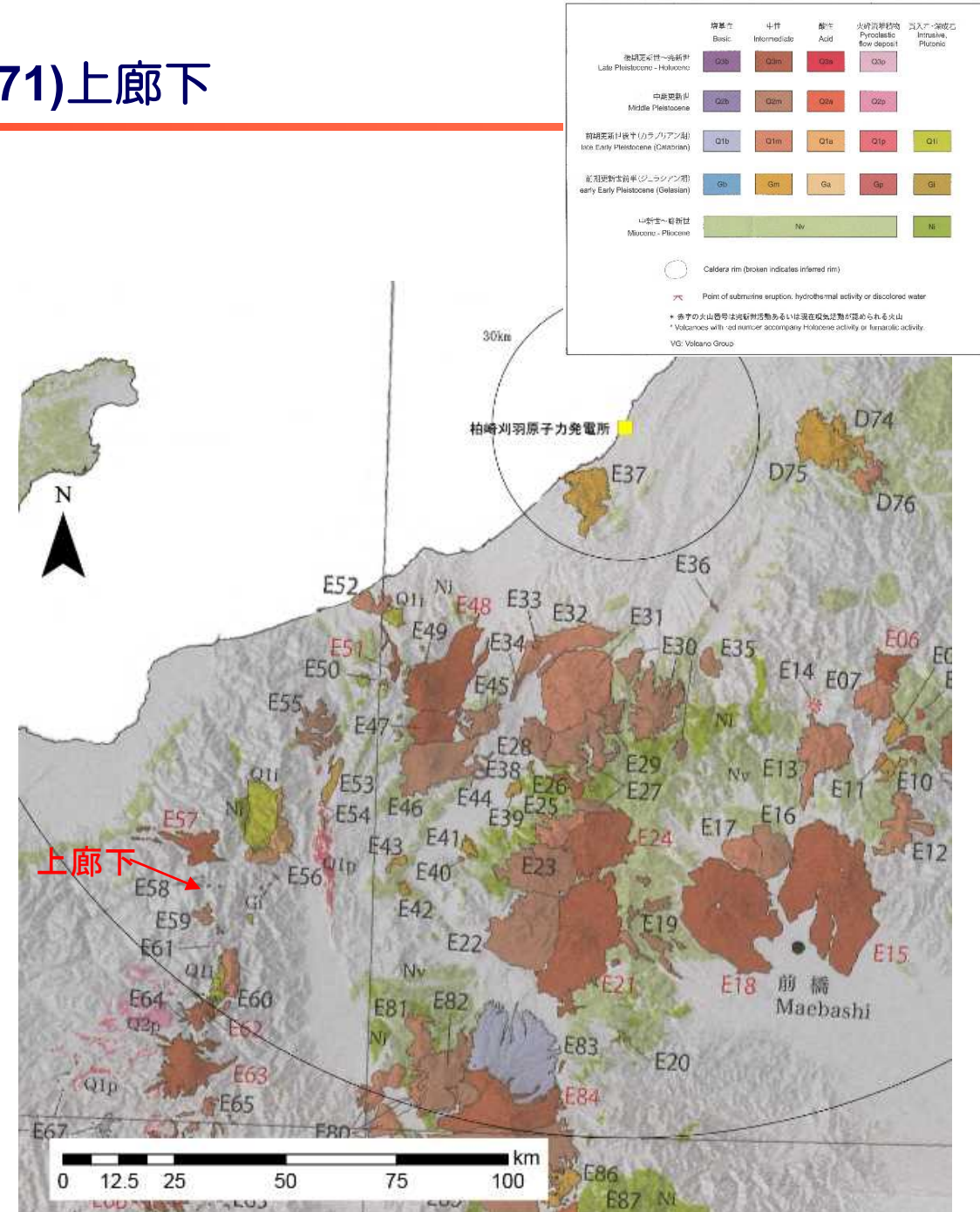
■ : 火砕流堆積物

磐梯山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

磐梯山の地質図 (千葉(2009)一部加筆)

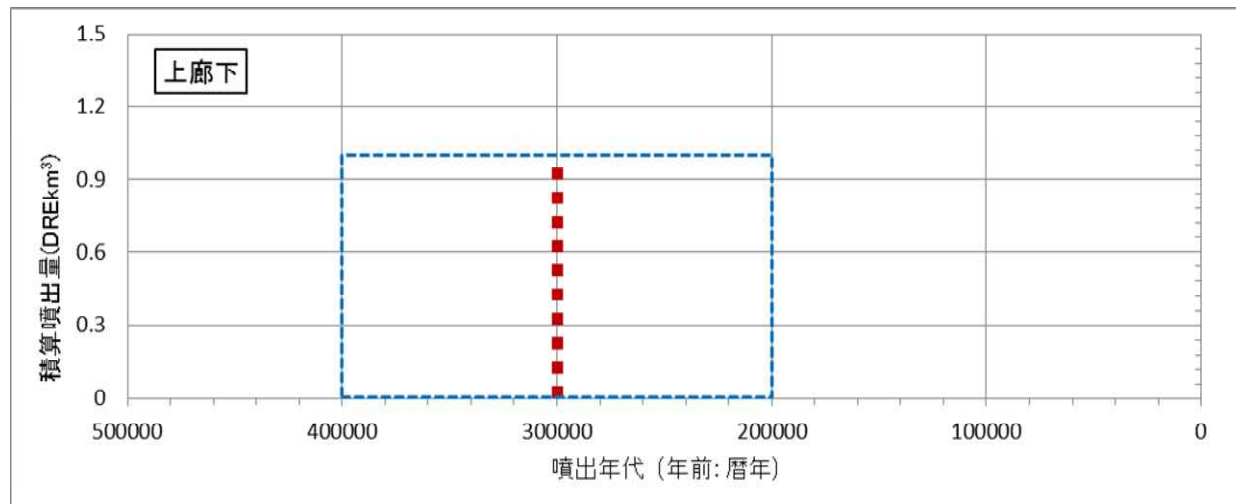
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (71)上廊下

火山名	上廊下 (E58)
敷地からの距離	約139km
火山の形式・タイプ	溶岩流
活動年代	0.4~0.2Ma
概要	上廊下は、飛騨山脈の上廊下周辺に分布する火山岩類の総称で、薬師見平デイサイト、スゴ乗越安山岩、読売新道安山岩などから構成される。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は約0.2Ma ✓ 噴出物は主に溶岩流からなる。
評価	噴出物は主に溶岩流からなり分布は上廊下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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (71)上廊下



凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

及川, 2003に基づき作成

上廊下の噴火階段図

上廊下の分布

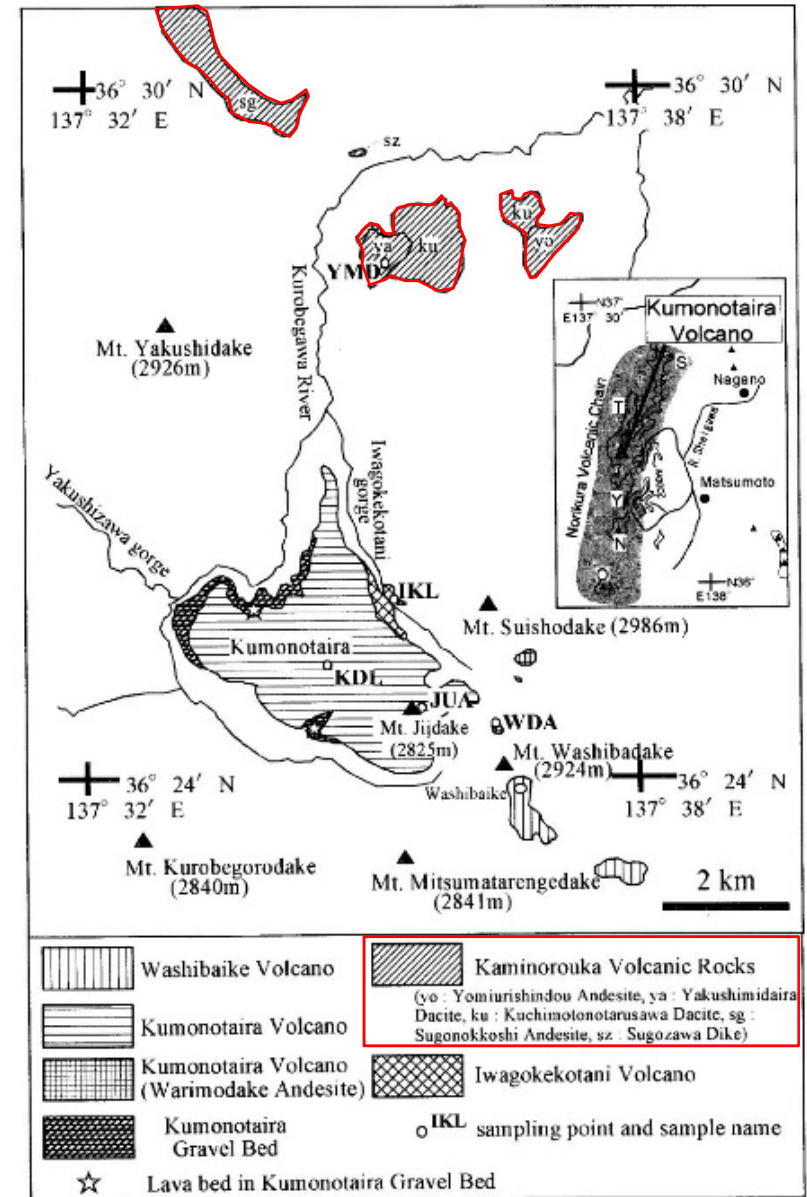
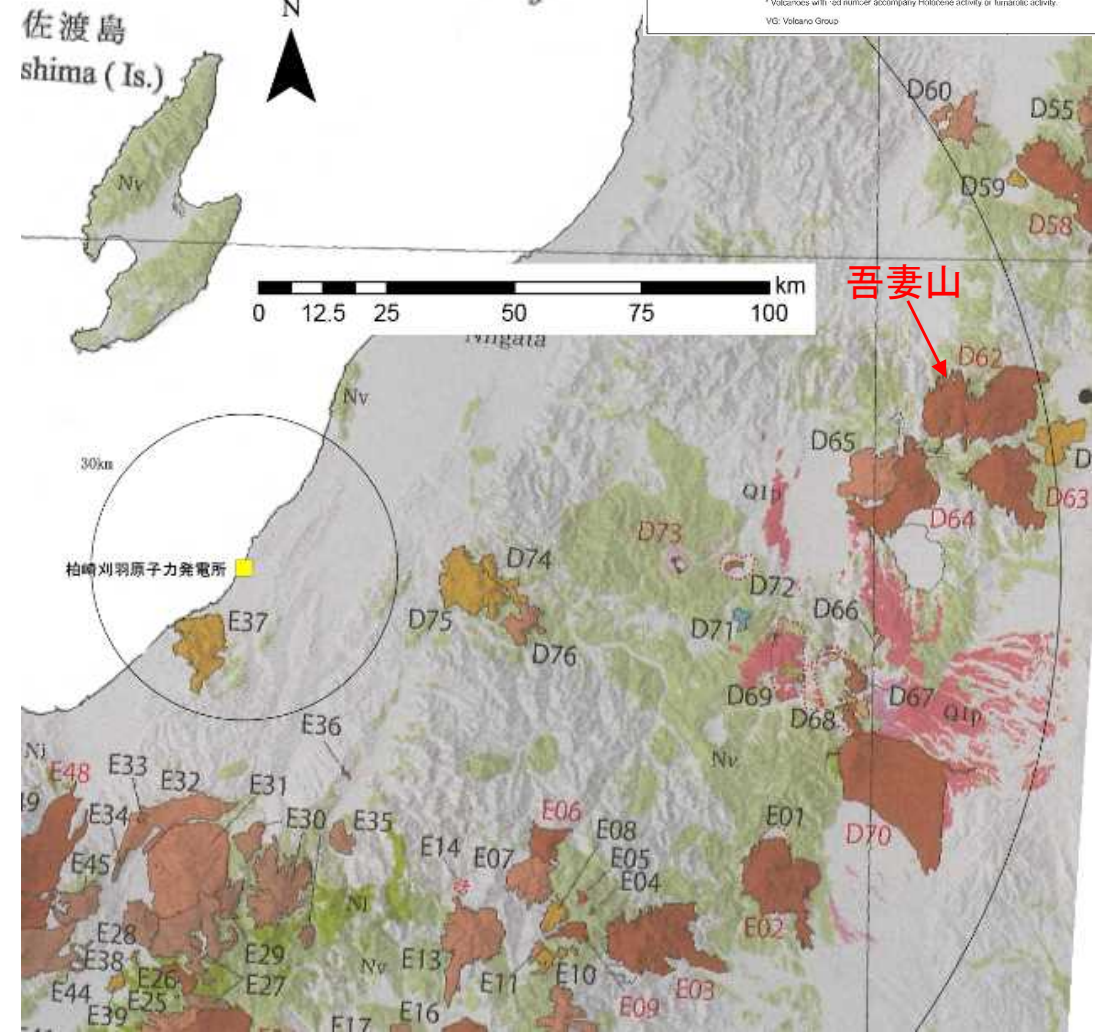


Fig. 1. Simplified Geological map of Quaternary volcanic products and gravel deposits in the Kaminorouka-Kumonotaira area. Map simplified and modified after Harayama *et al.* (1991) and Harayama *et al.* (2000). Sampling localities for K-Ar dating and sample names are also shown. S: Shirouma-Oike Volcano, T: Tateyama Volcano, Y: Yakedake Volcano Group, N: Norikura Volcano and O: Ontake Volcano.

上廊下の地質図 (及川ほか, 2003)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (72)吾妻山

火山名	吾妻山 (D62)
敷地からの距離	約140km
火山の形式・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"> ✓ 最大噴出は、基底溶岩活動期（43～127万年前；約32.5km³）。 ✓ 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年に発生した。 ✓ 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。
評価	仮に噴出物が火砕物密度流と考えても、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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

Legend for geological periods and volcano groups:

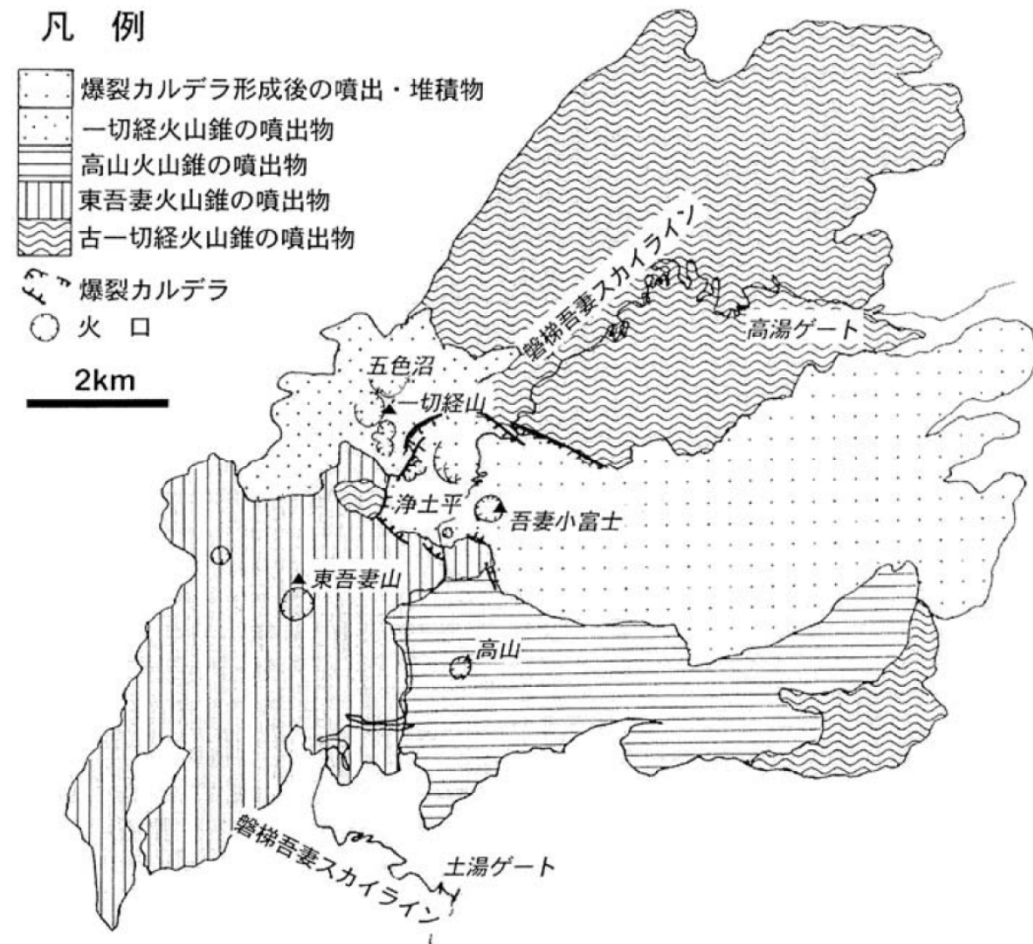
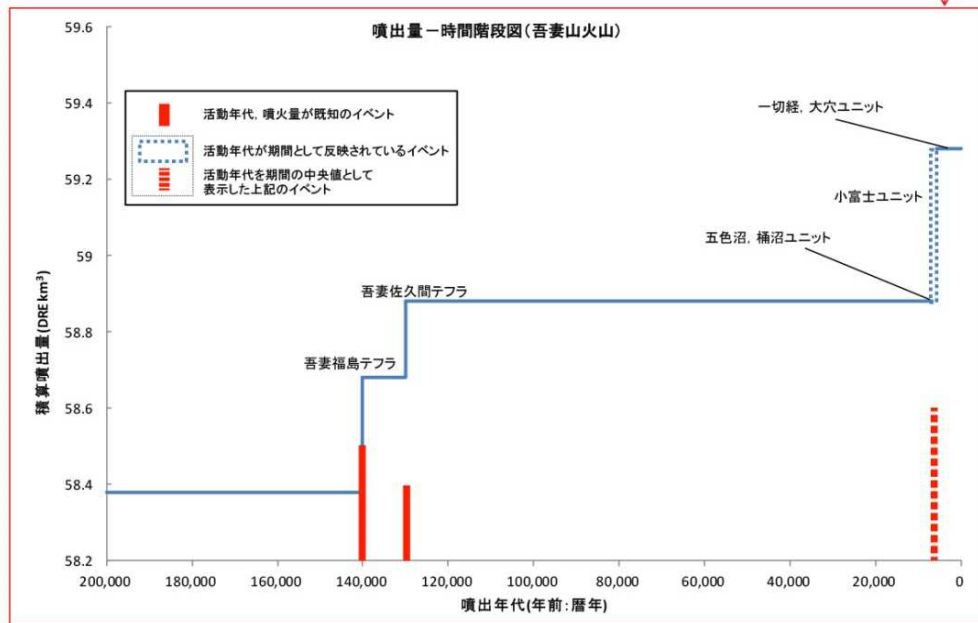
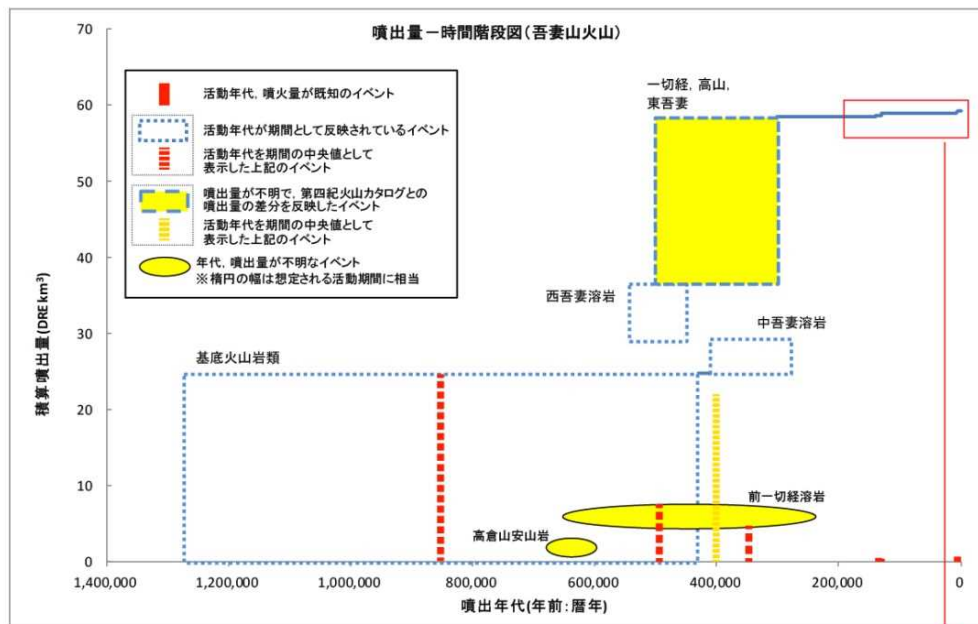
- 後期更新世～最新世 (Late Pleistocene - Holocene): Q3b, Q3a, Q3p
- 中期更新世 (Middle Pleistocene): Q2b, Q2m, Q2a, Q2p
- 前期更新世後半(カラリアン期) (Late Early Pleistocene (Calabrian)): Q1b, Q1m, Q1a, Q1p, Q1i
- 前期更新世前半(シラシアン期) (early Early Pleistocene (Gelasian)): Q0, Qm, Qa, Qp, Qi
- 中新世～新第三紀 (Miocene - Pliocene): Nv, Ni

Caldera rim (broken indicates inferred rim)

Point of submarine eruption, hydrothermal activity or discolored water

赤字の火山番号は最新噴火活動あるいは現在観測活動が認められる火山
* Volcanoes with red number accompany Holocene activity or historical activity.
VG: Volcano Group

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (72)吾妻山

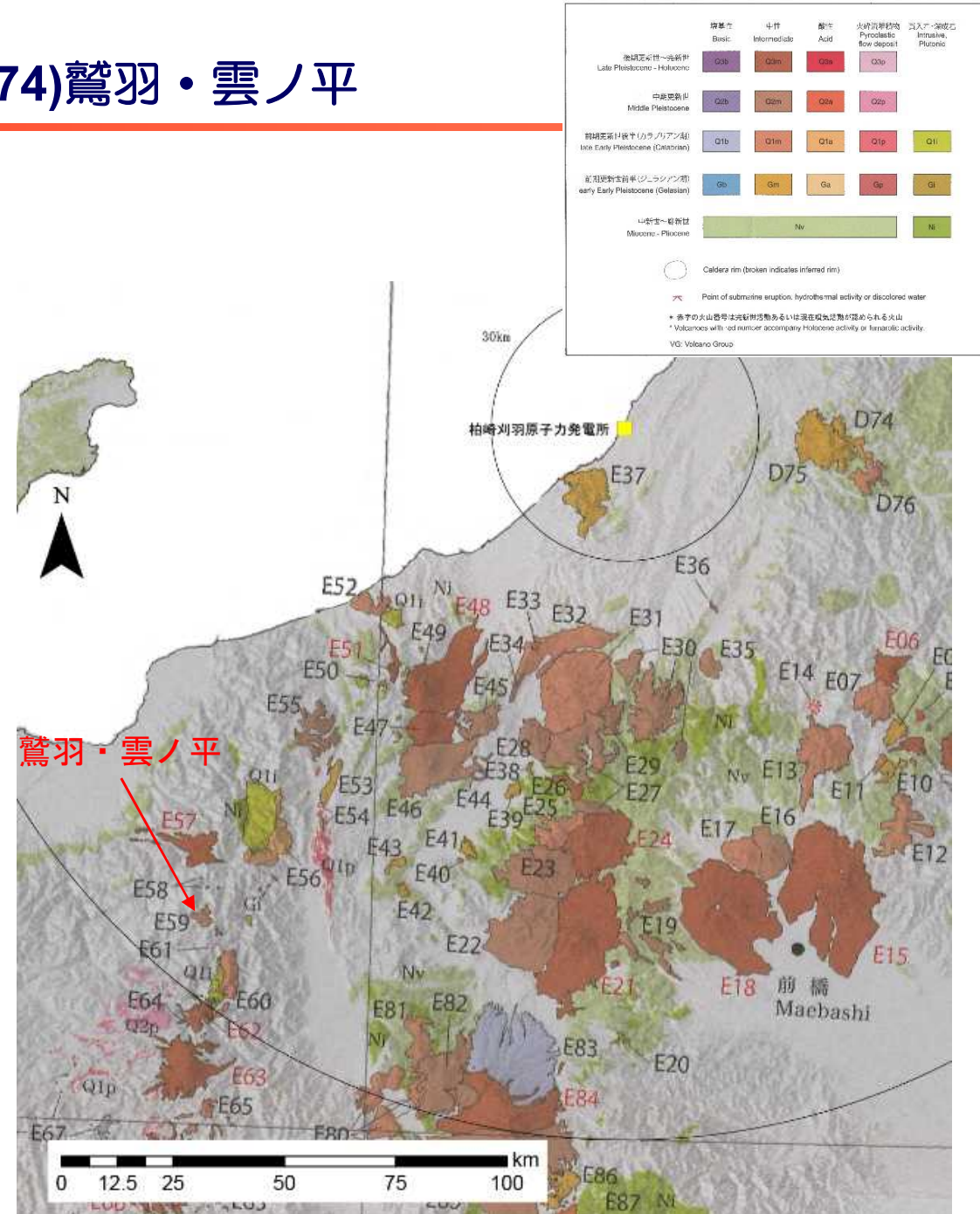


吾妻山の地質図 (藤縄・鴨志田(1999))

吾妻山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

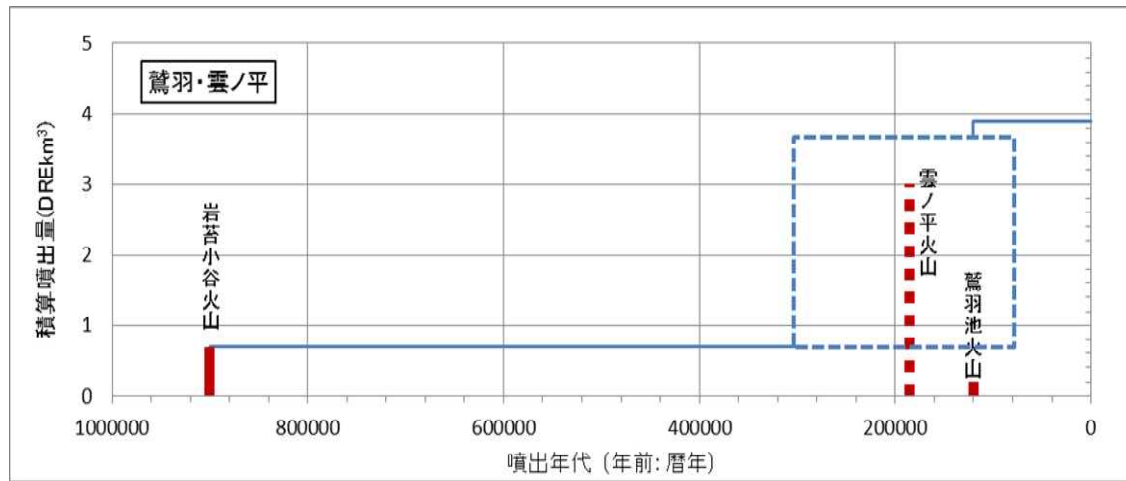
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (74)鷲羽・雲ノ平

火山名	鷲羽・雲ノ平 (E59)
敷地からの距離	約145km
火山の形式・タイプ	溶岩流及び小型楕状火山
活動年代	雲ノ平の旧複成火山体（岩苔小谷火山）は約90万年前、新期火山（雲ノ平火山）は30-10万年前。鷲羽池火山は12万年前以降。
概要	飛騨山脈中央部の雲ノ平周辺に分布する噴出量数km ³ の第四紀火山で、上廊下火山岩類、雲ノ平火山、ワリモ岳安山岩、鷲羽池火山に区分される。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、鷲羽池火山の12万年前以降。 ✓ 噴出物は、分布が山体周辺に限られる。
評価	仮に噴出物が火砕物密度流と考えても、噴出物は鷲羽・雲ノ平周辺に限られていることから、発電に影響を及ぼす可能性はない。

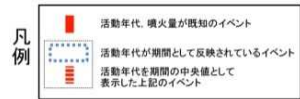


火山噴出物分布 (中野ほか (2013) に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (74) 鷲羽・雲ノ平



及川, 2003 及び 及川ほか, 2003 に基づき作成



鷲羽・雲ノ平の噴火階段図

□ 鷲羽・雲ノ平の分布

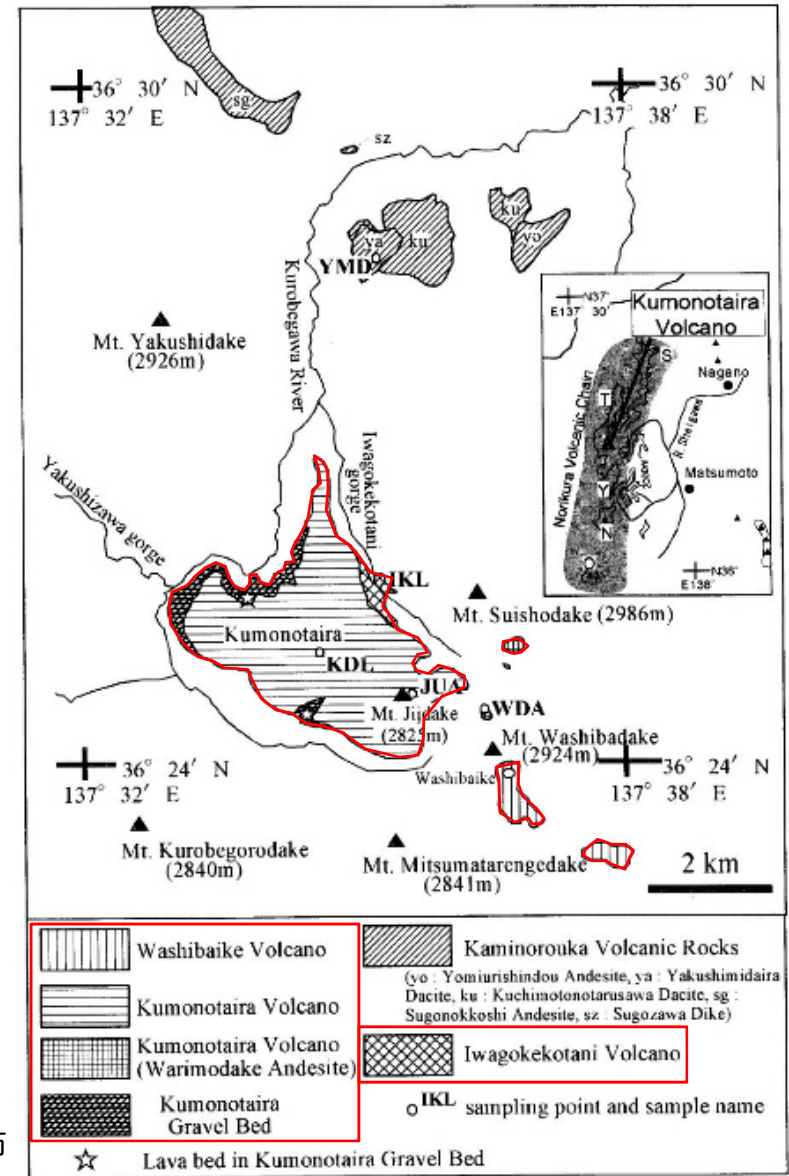
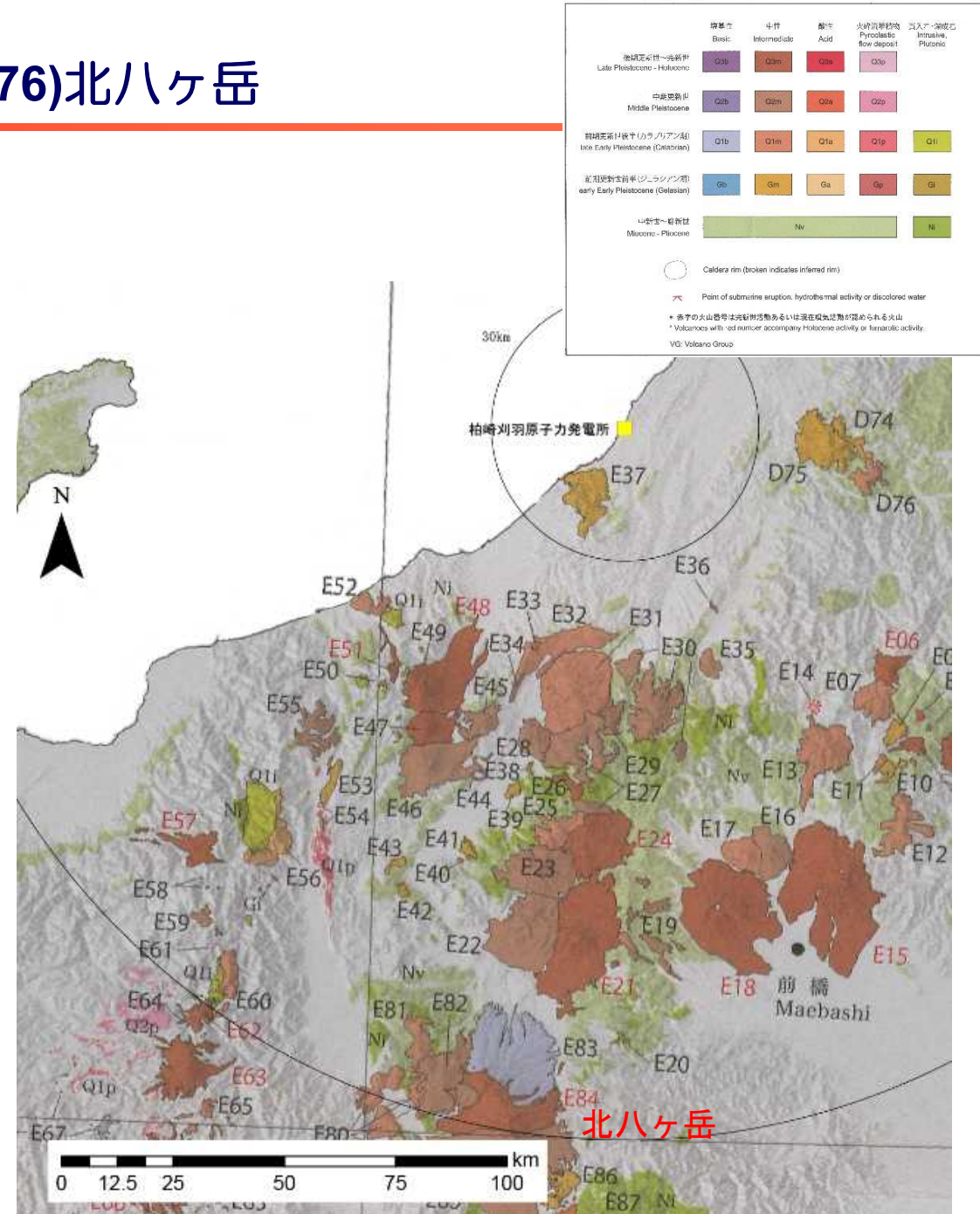


Fig. 1. Simplified Geological map of Quaternary volcanic products and gravel deposits in the Kaminorouka-Kumonotaira area. Map simplified and modified after Harayama *et al.* (1991) and Harayama *et al.* (2000). Sampling localities for K-Ar dating and sample names are also shown. S: Shirouma-Oike Volcano, T: Tateyama Volcano, Y: Yakedake Volcano Group, N: Norikura Volcano and O: Ontake Volcano.

鷲羽・雲ノ平の地質図 (及川ほか, 2003)

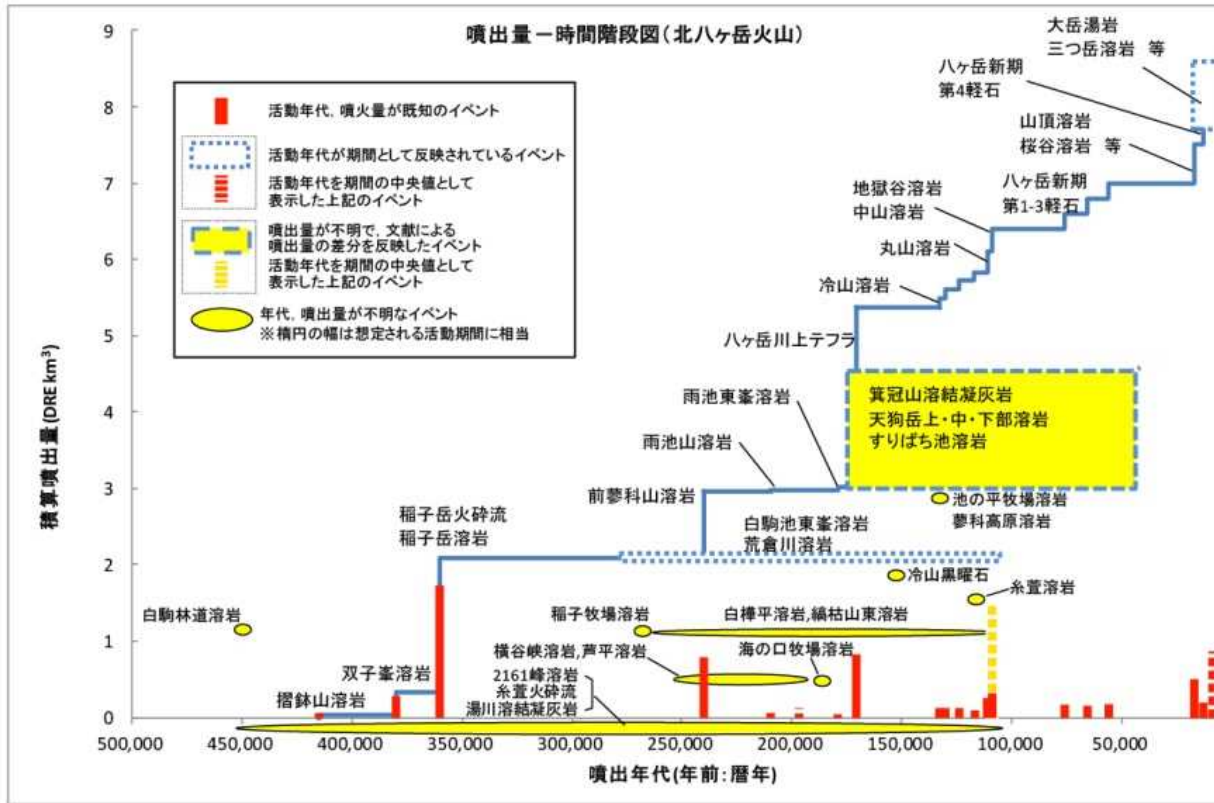
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (76)北八ヶ岳

火山名	北八ヶ岳 (E84)
敷地からの距離	約150km
火山の形式・タイプ	複成火山、溶岩ドーム
活動年代	約50万年前以降。最新噴火：約900-700年前（横岳）
概要	八ヶ岳は、その山頂部及び裾野の地形、活動様式や岩質によって夏沢峠付近を境に南・北の火山群に分けられる。八ヶ岳北部の蓼科山、横岳、縞枯山、茶臼山、双子峰などをあわせて北八ヶ岳と呼ぶ。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、約900-700年前（横岳）の降下火砕物と溶岩流を伴うマグマ噴火。 ✓ 火砕物密度流は、南平火砕流堆積物、雨塚火砕流堆積物などがあるが、分布は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流の分布は北八ヶ岳周辺に限られることから、発電に影響を及ぼす可能性はない。

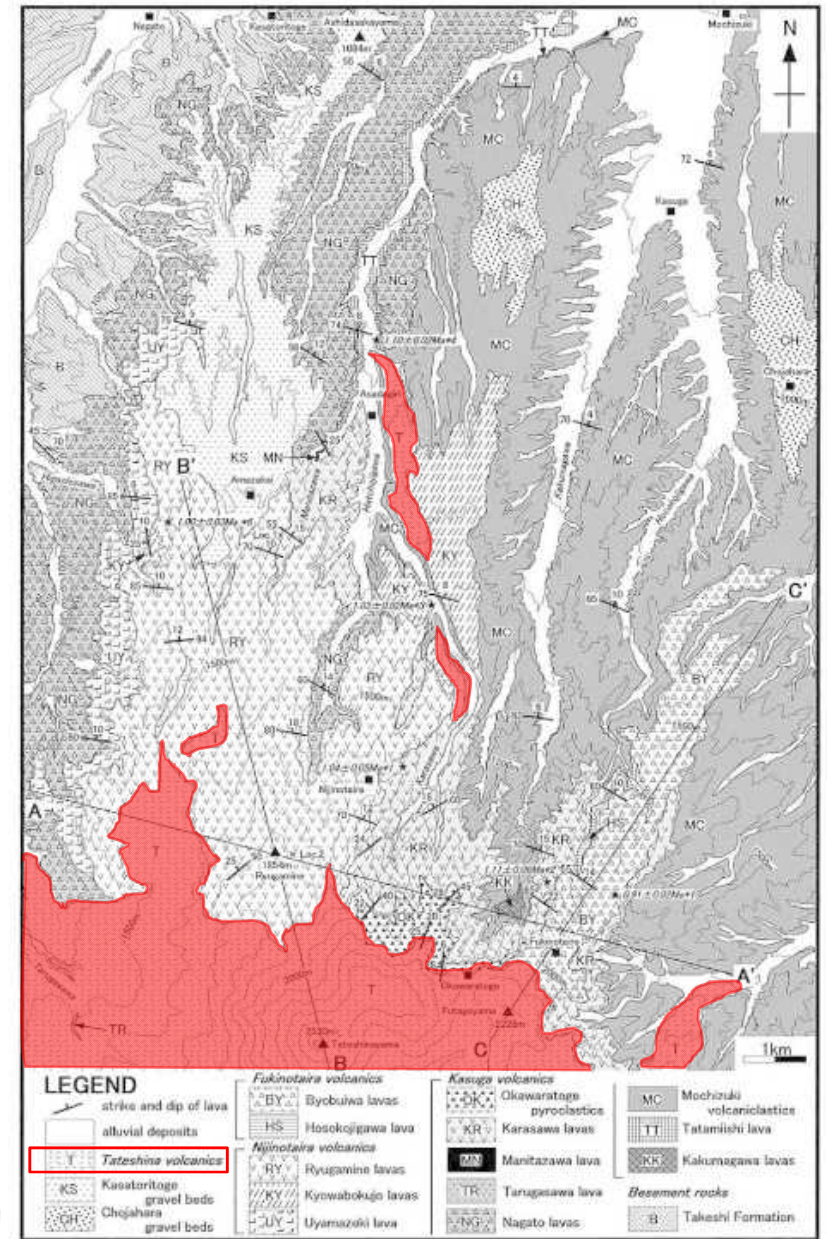


火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (76)北八ヶ岳



北八ヶ岳の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)



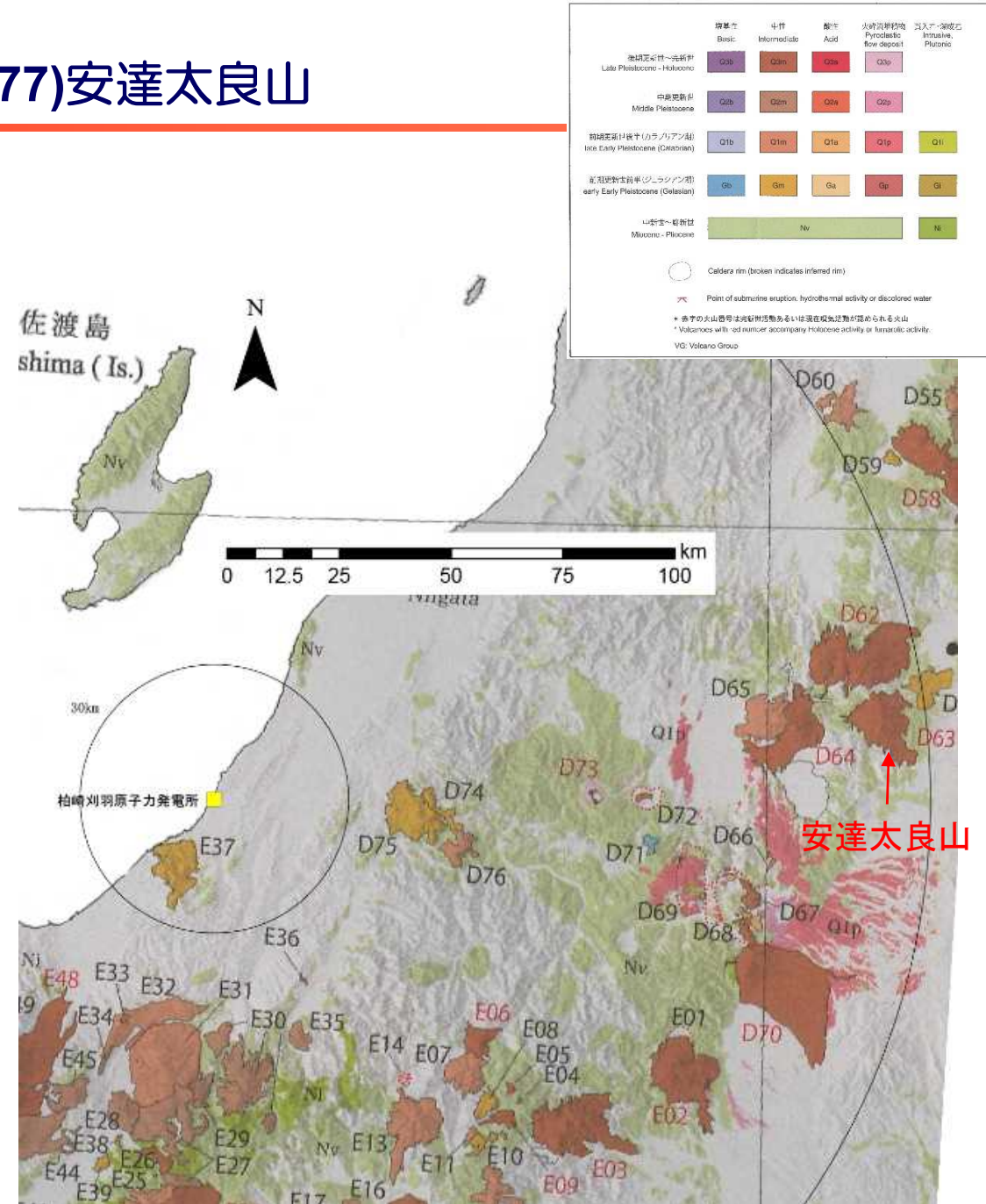
■ : 火砕流堆積物

北八ヶ岳の地質図 (高橋・西来, 2006)

Fig. 4. Geological map of the Northern Yatsugatake volcanoes. The contour interval is 100m. Solid stars indicate sampling localities of the K-Ar dating samples after Kaneoka et al. (1980), Kaneoka and Kawachi (1983) and Kawachi (1998). Locality 1 and 2 represent sample points of the paleomagnetic polarities after Akinoto et al. (2002).

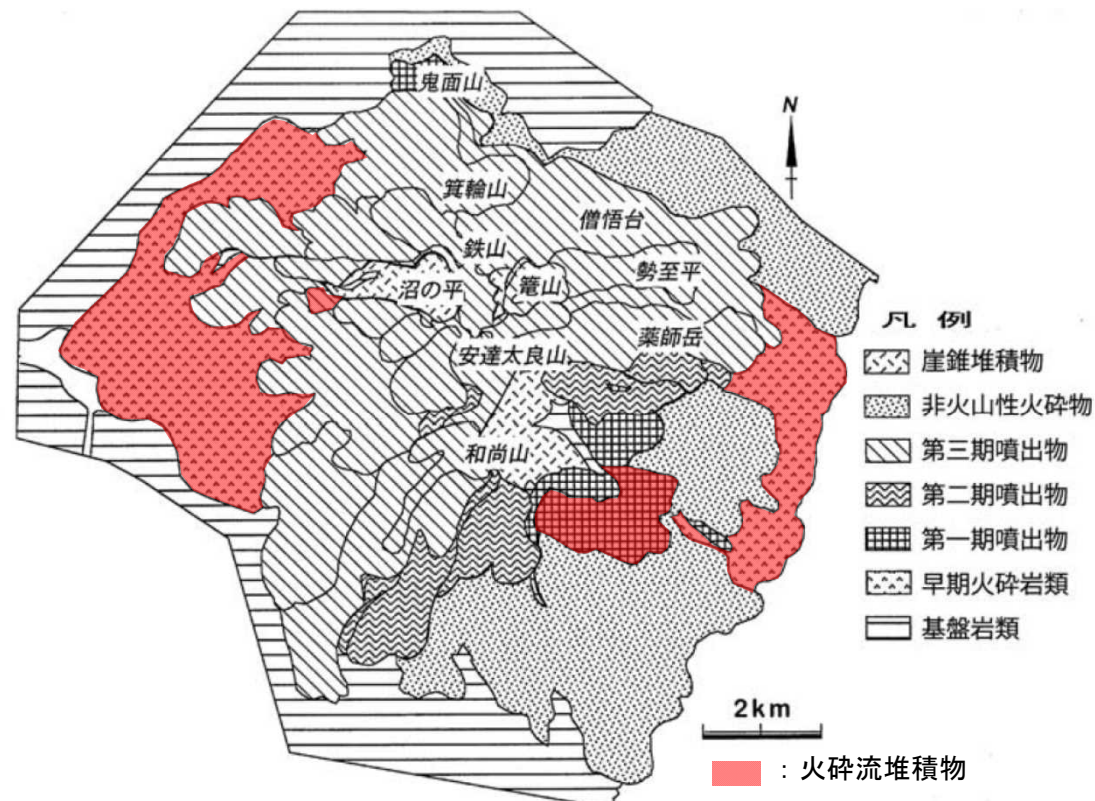
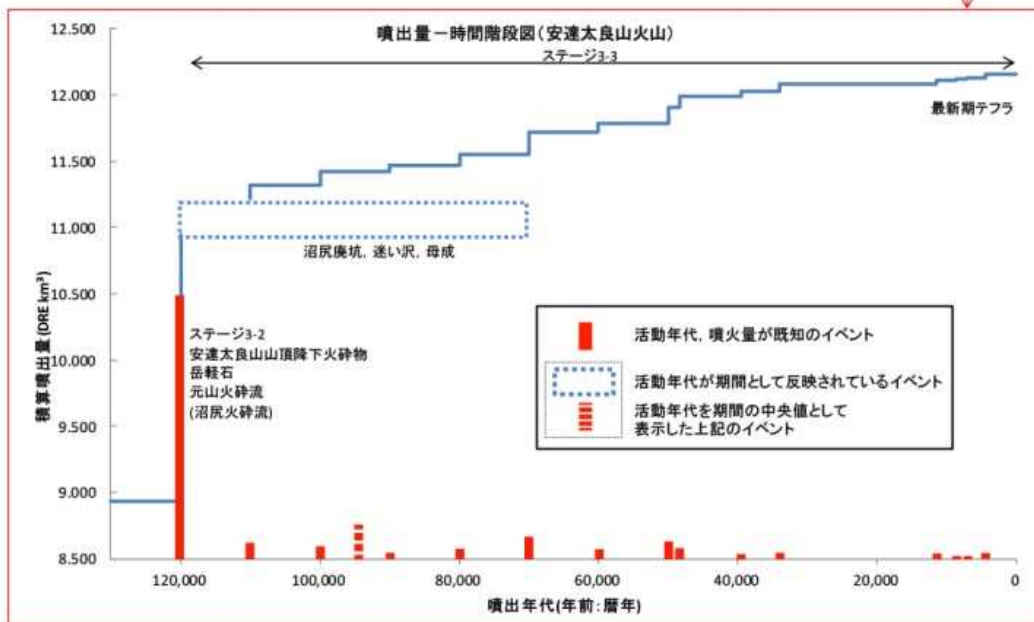
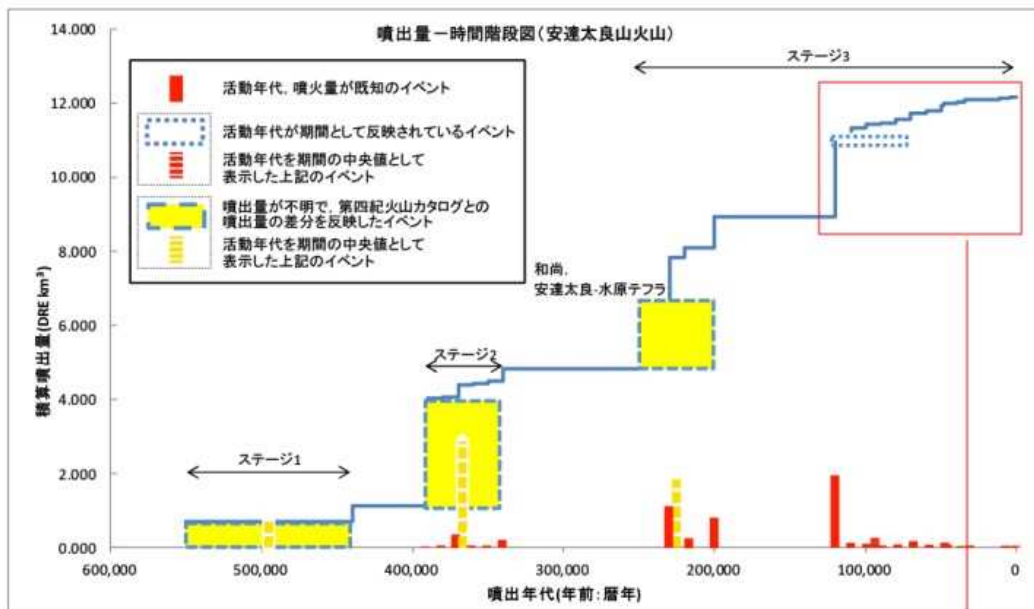
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (77)安達太良山

火山名	安達太良山 (D63)
敷地からの距離	約150km
火山の形式・タイプ	複成火山／溶岩卓越タイプ
活動年代	約55万年前～AD1900
概要	安達太良山は、福島市の南西に位置する玄武岩～安山岩の成層火山群である。主峰の安達太良本峰の山頂部には西に開く沼ノ平火口がある。この火口の内外には、噴気・温泉地帯が存在する。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、低温サージや降下火砕物を伴った中規模水蒸気噴火で1900年に発生。 ✓ 火砕物密度流は、4層確認されており、分布範囲は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流は安達太良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。



火山噴出物分布
(中野ほか (2013) に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (77)安達太良山

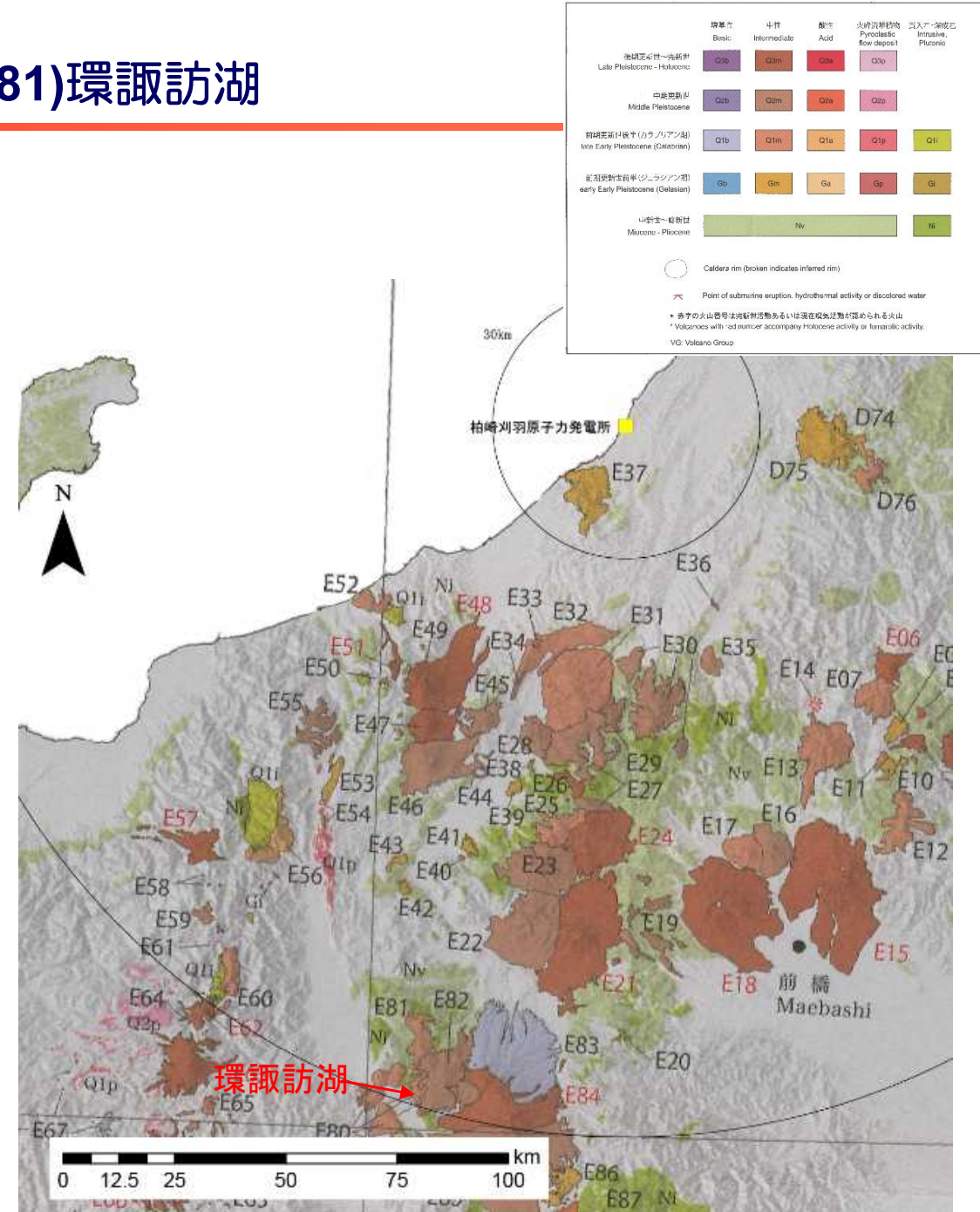


安達太良山の火山地質図 (藤縄(1999)一部加筆)

安達太良山の噴火階段図 (山元(2014)に一部加筆)

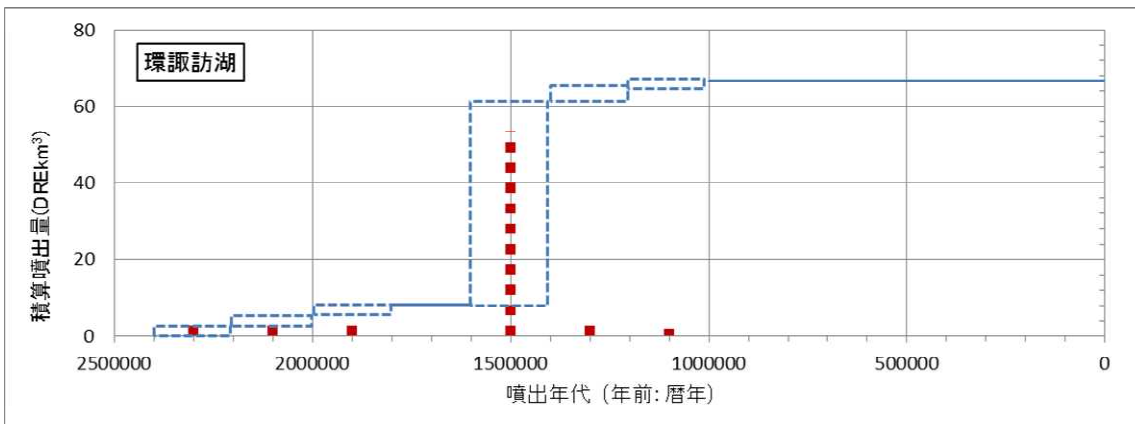
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (81)環諏訪湖

火山名	環諏訪湖 (E80)
敷地からの距離	約155km
火山の形式・タイプ	複成火山群
活動年代	2.2~1.1Ma
概要	環諏訪湖は、塩嶺火山岩類のうち、美ヶ原火山と霧ヶ峰火山を除いたもの及び沢村・大和(1953)が諏訪湖周辺の火山と呼んだものに相当する。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、約1.1Ma。 ✓ 最大噴出は、1.6-1.4Maの期間の活動(53.5km³) ✓ 噴出物は、分布が山体周辺に限られる。
評価	仮に噴出物が火砕物密度流と考えても、噴出物は環諏訪湖周辺に限られていることから、発電に影響を及ぼす可能性はない。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

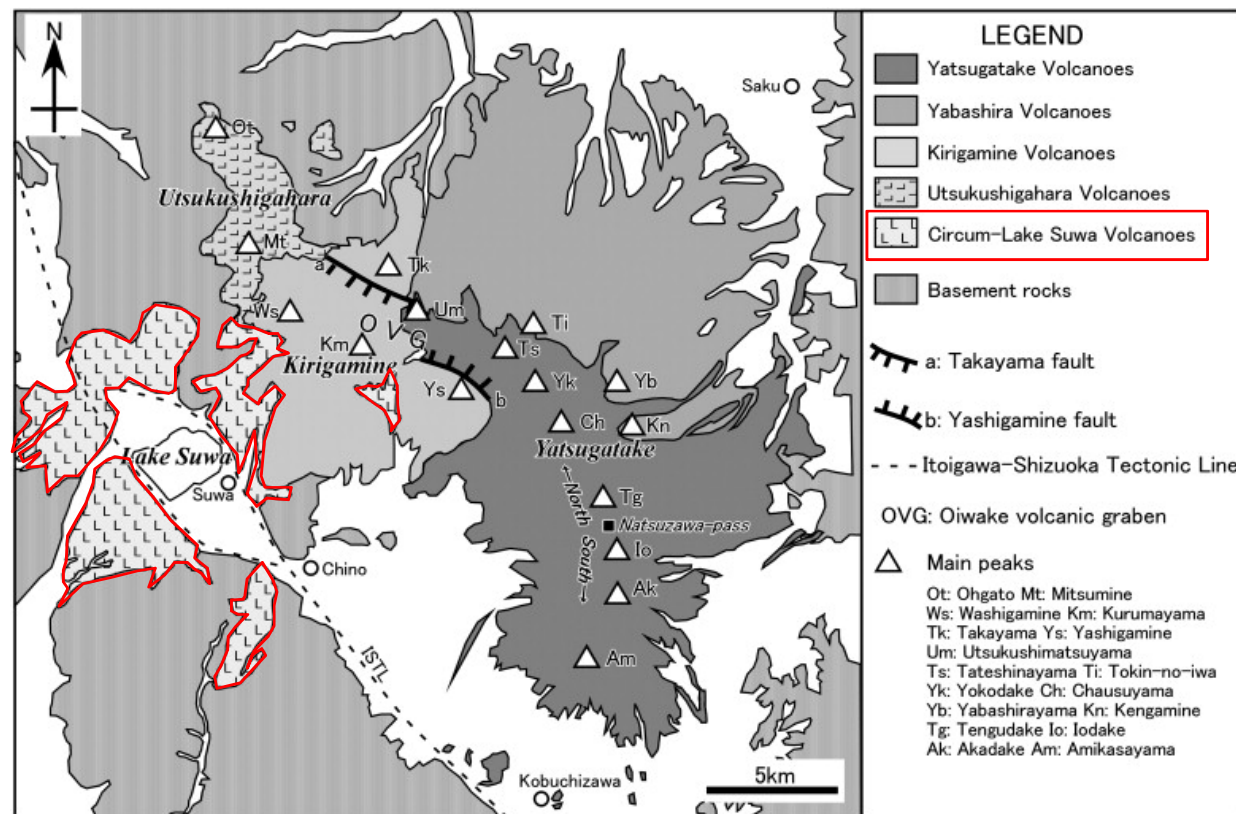
1. 火砕物密度流に関する個別評価 (81)環諏訪湖



Nishiki et al., 2011に基づき作成

凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

環諏訪湖の噴火階段図



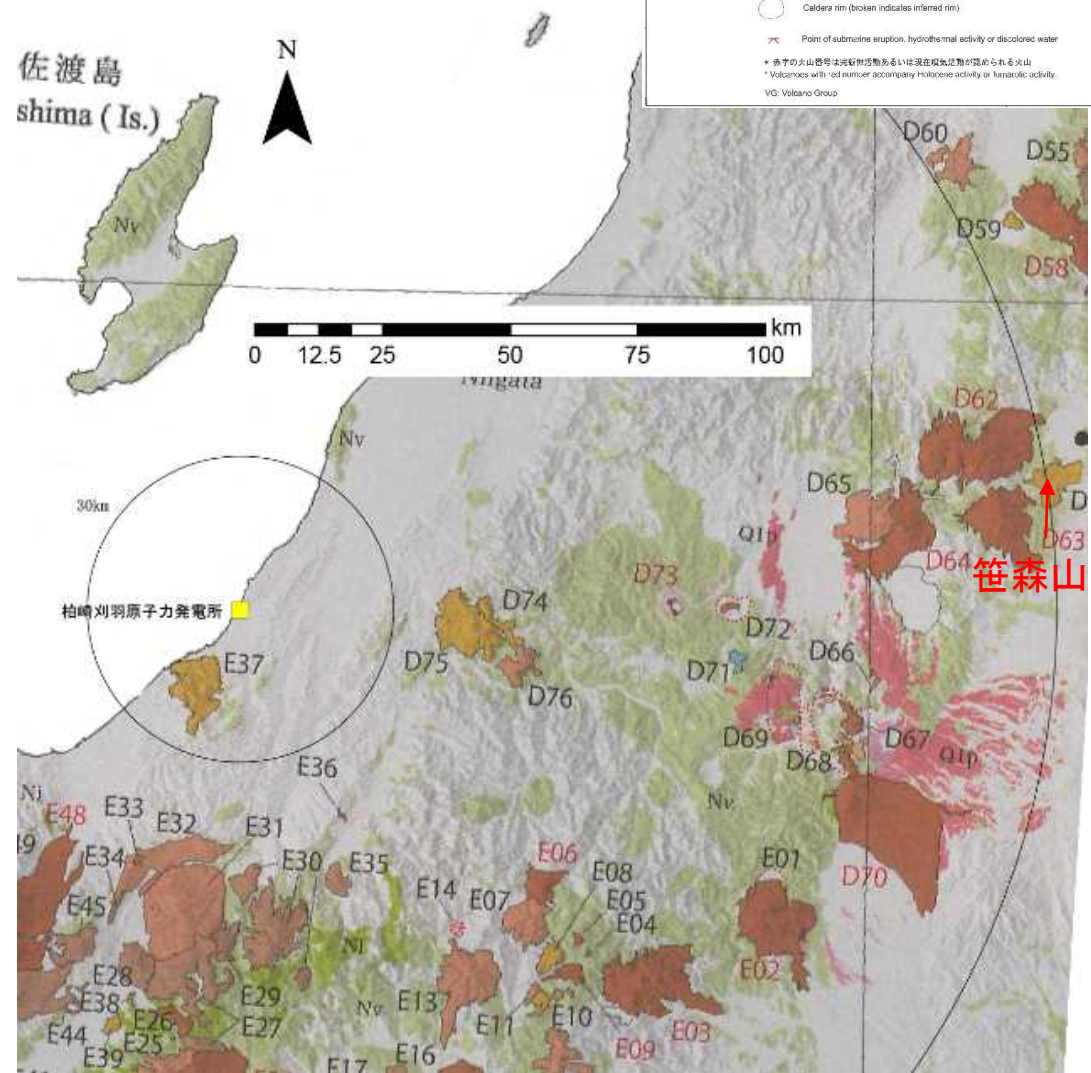
環諏訪湖の分布 環諏訪湖の地質図 (Nishiki et al., 2011)

1. 火砕物密度流に関する個別評価

(82) 笹森山

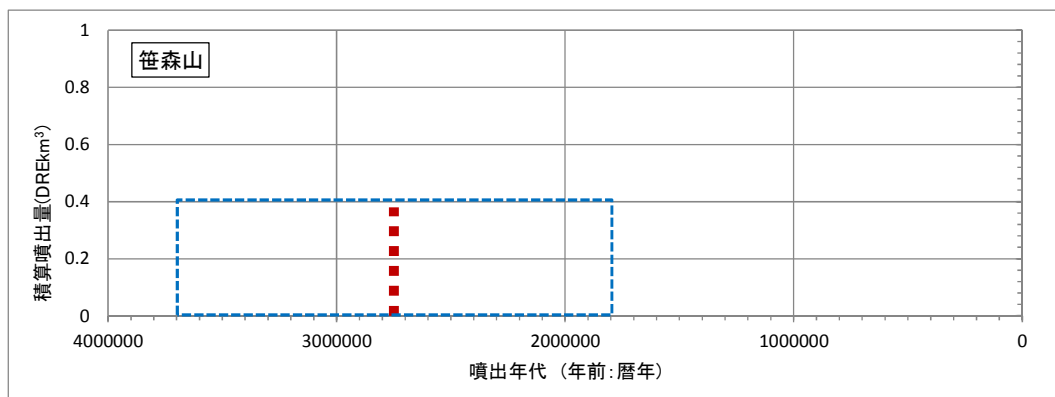
加除修正

火山名	笹森山 (D61)
敷地からの距離	約160km
火山の形式・タイプ	複成火山?
活動年代	3.7~1.8Ma
概要	笹森山は、福島市の南西部、安達太良火山の東に位置する安山岩を主体とする火山体からなる。
噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最新の噴火活動は、最末期の蓬莱火砕流から1.9~1.8MaのFT年代が報告されている。 ✓ 火砕物密度流は、蓬莱火砕流堆積物が確認されており、分布範囲は山体周辺に限られる。
評価	火砕物密度流は笹森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。



火山噴出物分布
(中野ほか(2013)に一部加筆)

1. 火砕物密度流に関する個別評価 (82)笹森山

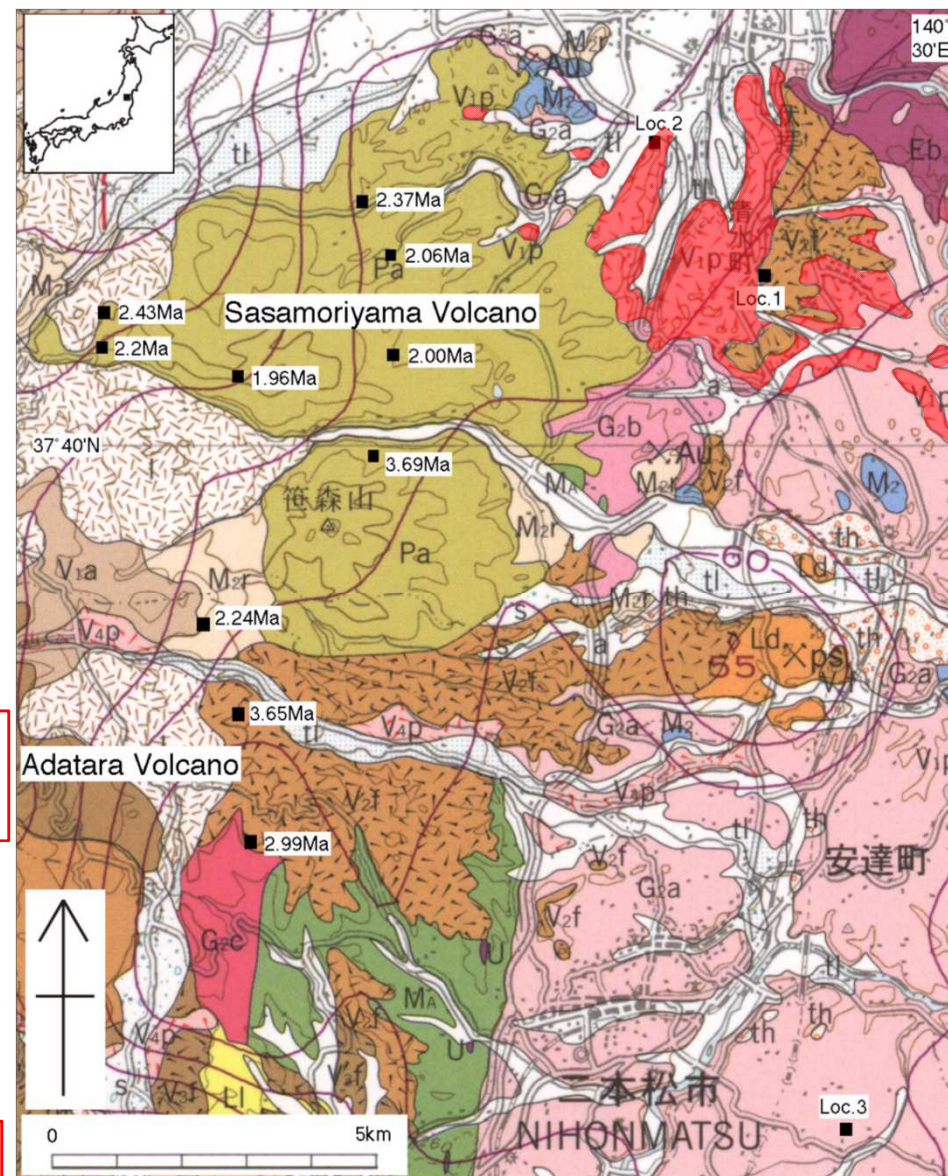


Umeda et al., 2013に基づき作成

凡例
 活動年代が期間として反映されているイベント
 活動年代を期間の中央値として表示した上記のイベント

笹森山の噴火階段図

前期更新世 Early Pleistocene	白河火砕流堆積物群及び清水町層 Shirakawa Pyroclastic Flow Deposits and Shimizumachi Formation 古期吾妻、西鴉川、猫魔、及び会津布引山火山 Old-stage Azuma, Nishikarasugawa, Nekoma, Aizu-Nunobikiyama Volcanoes	Vip	デイサイト凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩 (大部分溶結)、礫・砂、及び泥を伴う Dacite tuff breccia and lapilli tuff (mostly welded) with gravel, sand, and mud
	三春及び鉢森山火砕流堆積物など (カルデラ外流出火砕流堆積物) Miharu and Hachimoriyama Pyroclastic Flow Deposits, and their equivalents (extracaldera pyroclastic flow deposits)	Via	安山岩溶岩・火砕岩 Andesite lava and pyroclastic rocks
	横間層のカルデラ湖堆積物 Caldera-lake deposits of the Yokomuki Formation	Pp	デイサイト凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩 (一部溶結)、礫岩及び砂岩を伴う Dacite tuff breccia and lapilli tuff (partly welded) with conglomerate and sandstone
	横間層及び上戸層のカルデラ埋積火砕流堆積物及びカルデラ陥没角礫岩 Intracaldera pyroclastic flow deposits and caldera-collapse breccia of the Yokomuki and Joko Formations	Pl	礫岩・砂岩・シルト岩及びデイサイト火砕岩 Conglomerate, sandstone, siltstone, and dacite volcanoclastic rocks
	デイサイトー流紋岩溶岩及び貫入岩 Dacite and rhyolite lava and intrusive bodies	Pc	デイサイト凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩 (一部溶結)、角礫岩を伴う Dacite tuff breccia and lapilli tuff (partly welded) with breccia
鮮新世 Pliocene	笹森山安山岩 Sasamoriyama Andesite	Pd	デイサイトー流紋岩 Dacite to rhyolite
		Pa	安山岩溶岩・火砕岩 Andesite lava and volcanoclastic rocks



■ : 火砕流堆積物

笹森山の地質図 (山元, 2015)

2. 1 広域火山灰の影響可能性

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (1)鬼界アカホヤ・鬼界葛原テフラ

鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)及び鬼界葛原テフラ(K-Tz)と同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)は、南九州鬼界カルデラから約7,300年前に噴出した降下軽石、火砕流堆積物とその降下火山灰をさす。
- 鬼界葛原テフラ(K-Tz)は鬼界カルデラを給源とし、約9.5万年前に噴出した巨大火砕流堆積物とその降下火山灰（coignimbrite ash）をさす。

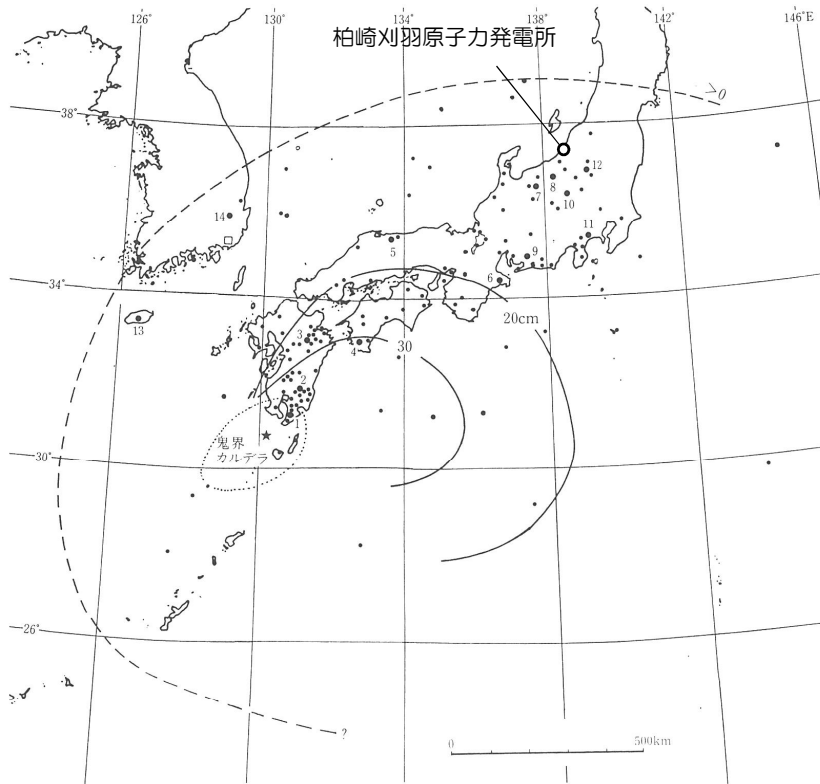


図 2.1-2 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) の等層厚線図と主な産出地点。

点線内は火砕流堆積物 (K-Ky) の分布範囲を示す。

模式地 (大きな黒丸): 1. 垂水市堀切, 2. 霧島町永池, 3. 久住町一帯, 4. 宿毛市小川, 5. 関金町鴨ヶ丘, 6. 大台町筋原, 7. 立山町弥陀ヶ原, 8. 妙高町大久保, 9. 作手村大野原, 10. 軽井沢町成沢, 11. 二宮町押切川新幹線下, 12. 尾瀬ヶ原, 13. 西瀬浦, 14. 古礼里。

[Machida & Arai (1983) を改訂]

鬼界アカホヤテフラ (K-Ah) の分布
(町田・新井 (2011), 一部加筆)

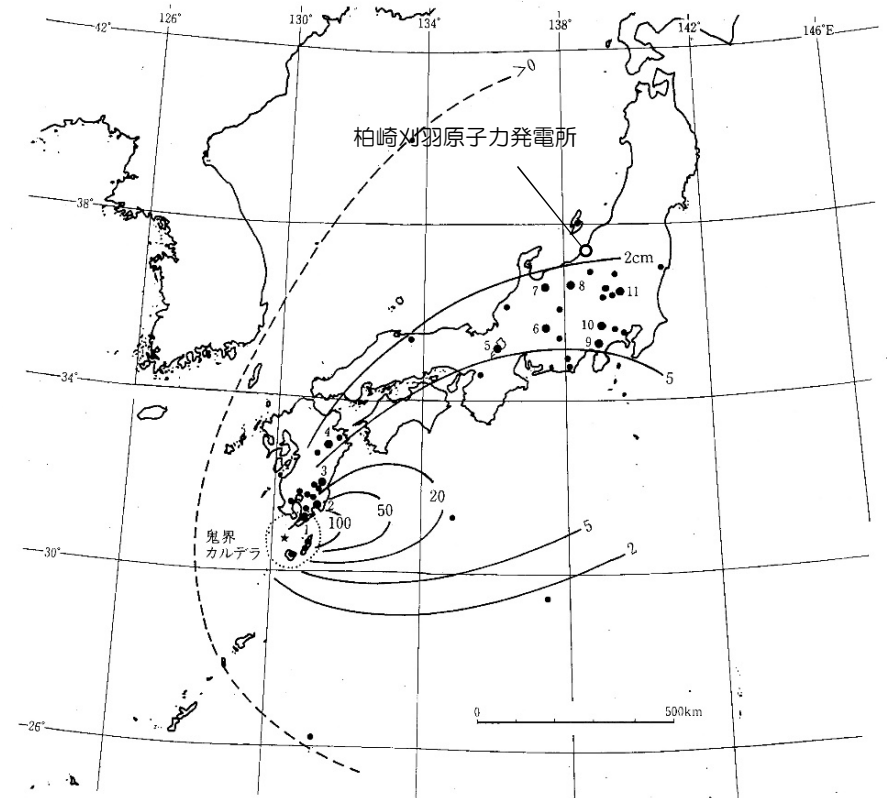


図 2.1-12 鬼界葛原火山灰 (K-Tz) の等層厚線図と主な産出地点。

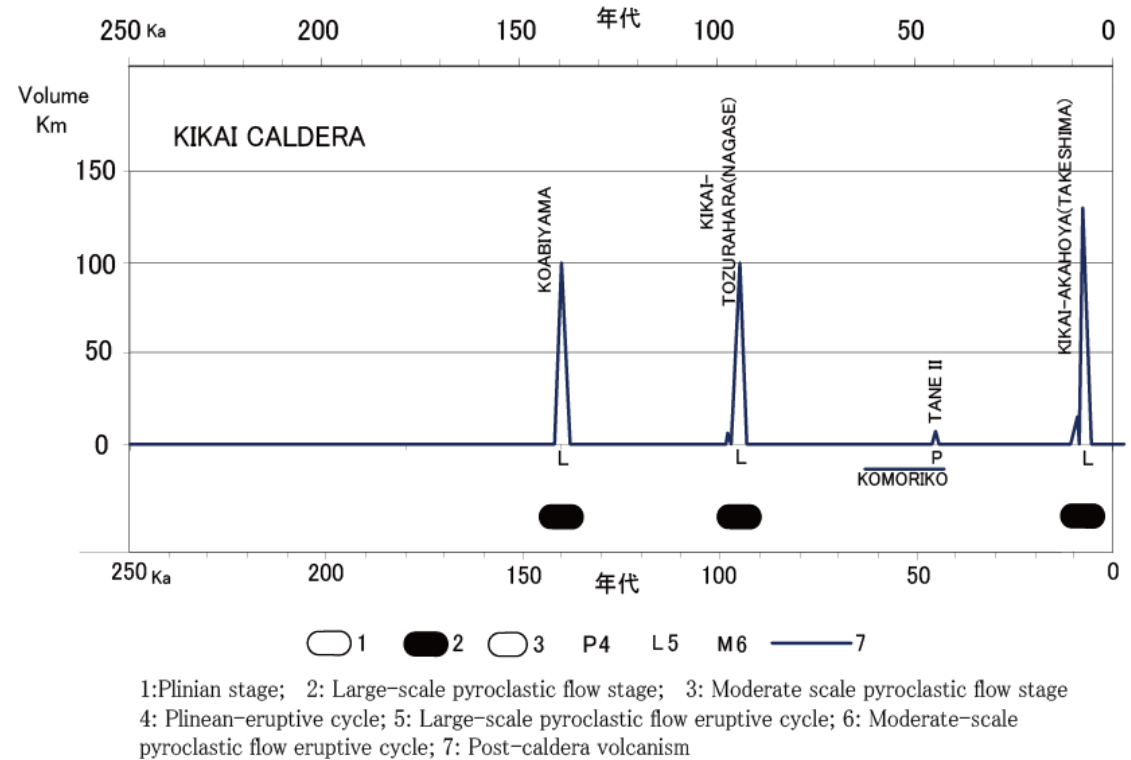
模式地: 1. 根占野ヶ崎, 2. 志布志港, 3. 国富町川上, 4. 萩町野鹿, 5. 琵琶湖高島沖, 6. 御嶽高原, 7. 大山町裏川, 8. 長野市高野, 9. 小山町生土西沢, 10. 上野原町鶴島, 11. 新里村高泉。このほかに中国山東半島のレス中にも認められた¹³⁾。

鬼界葛原テフラ (K-Tz) の分布
(町田・新井 (2011), 一部加筆)

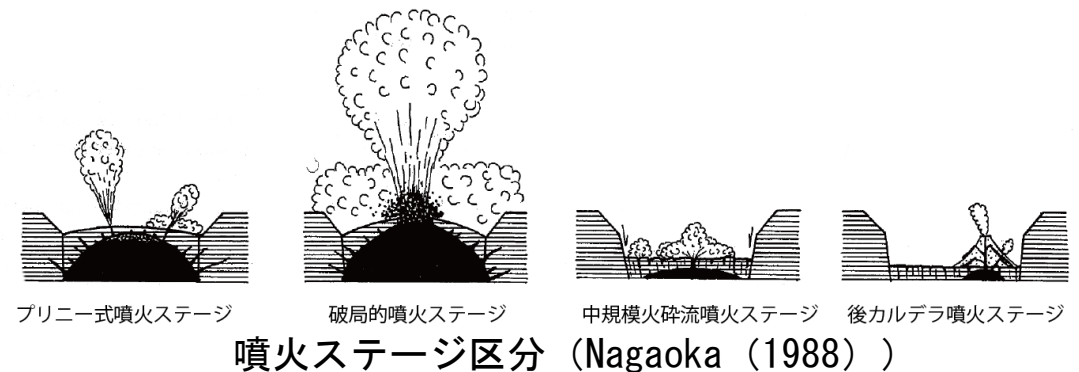
2. 1 広域火山灰の影響可能性 (1)鬼界アカホヤ・鬼界葛原テフラ

- 鬼界カルデラの破局的噴火の活動間隔（約5万年以上）は、最新の破局的噴火の経過時間（約0.7万年）と比べて長いことから、破局的噴火までには十分時間的な余裕があると考えられ、発電所運用期間にこの規模の噴火の可能性は十分低いと考えられる。
- 最近数年間には、マグマの供給に伴う膨張等の地殻変動は認められないことから、鬼界アカホヤ噴火以降の数千年間で地下浅部に大規模なマグマ溜まりを形成するようなマグマの供給があった可能性は低いと考えられる。（井口ほか，2002）
- 火山ガスの放出量から、80km³以上のマグマ溜まりが推定されているものの、火山ガスの起源のほとんどを地下深くに潜在しているマグマとしていることから、マグマ溜まりのほとんどは玄武岩マグマであり、破局的噴火を発生させるものではないと考えられる。（篠原ほか，2008）

以上より、現在の鬼界カルデラは、後カルデラ噴火ステージであり、鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)及び鬼界葛原テフラ(K-Tz)と同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。



鬼界カルデラの噴火史 (Nagaoka (1988))



2. 1 広域火山灰の影響可能性 (2)始良Tnテフラ

始良Tnテフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 始良Tnテフラは、南九州始良カルデラを噴出源とし、約2.6～2.9万年前に噴出した降下軽石、巨大火砕流堆積物とその降下火山灰をさす。(町田・新井, 2011)

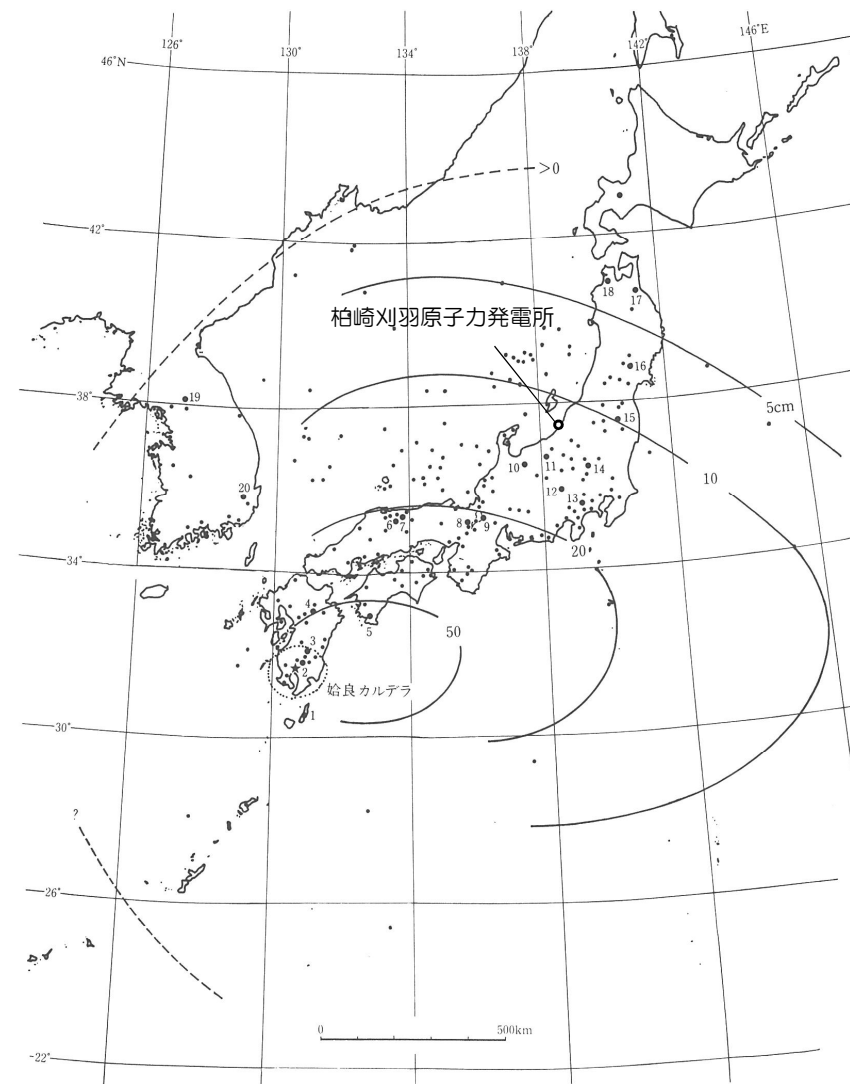


図 2.1-6 始良 Tn 火山灰 (AT) の等層厚線図と主な産出地点。

点線内は入戸火砕流堆積物 (A-Itō) の分布範囲を示す。

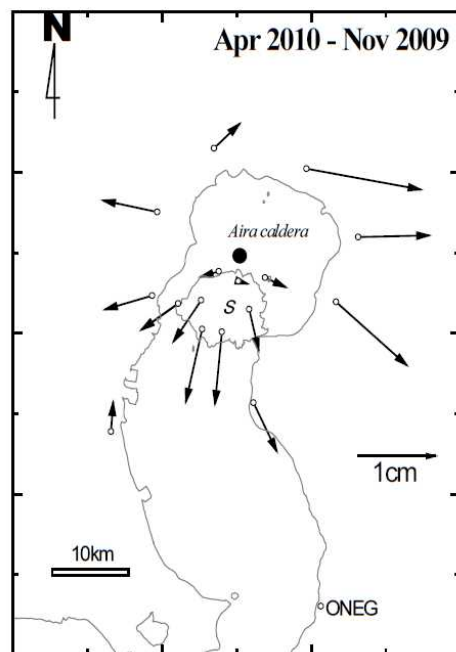
模式地：1. 中種子町野間, 2. 国分市白蔵原, 3. 小林市南原町, 4. 萩町桜町, 5. 宿毛市小川, 6. 八束村花園, 7. 関金町安歩, 8. 京都市大原, 9. 彦根市大堀, 10. 立山町千垣, 11. 妙高高原町笹ヶ峰, 12. 川上村野辺山, 13. 奏野市ヤビツ峠北, 14. 前橋市上細井, 15. 二本松市岳温泉, 16. 鳴子町川渡, 17. 八戸市多賀合, 18. 木造町出来島, 19. 全谷里, 20. 古礼里。

[Machida & Arai (1983) を改訂, ほかに河合 (2001) は主に陸上資料から描いている]

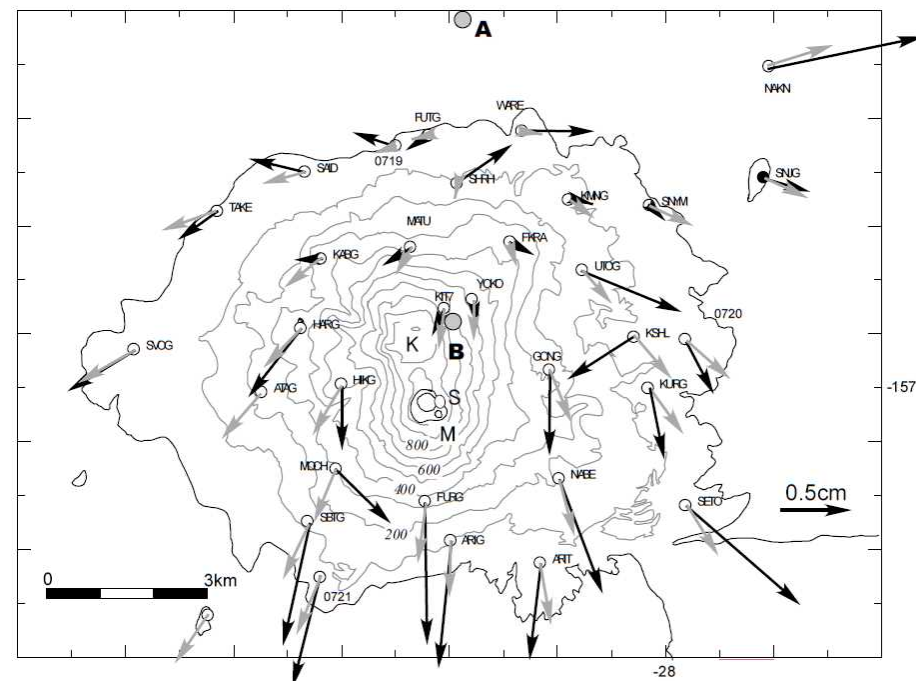
始良Tnテフラの分布 (町田・新井 (2011))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (2)始良Tnテフラ

- 井口ほか（2011）によると，GPS連続観測より得られた水平変位ベクトルより，深さ約6kmに桜島のマグマ溜まりが推定され，始良カルデラ中央部のマグマ溜まりは深さ12kmにあると推定されている。
- 東宮（1997）による爆発的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点深度7kmより深い位置にある。



始良カルデラの水平変位ベクトル図
(井口ほか (2011))

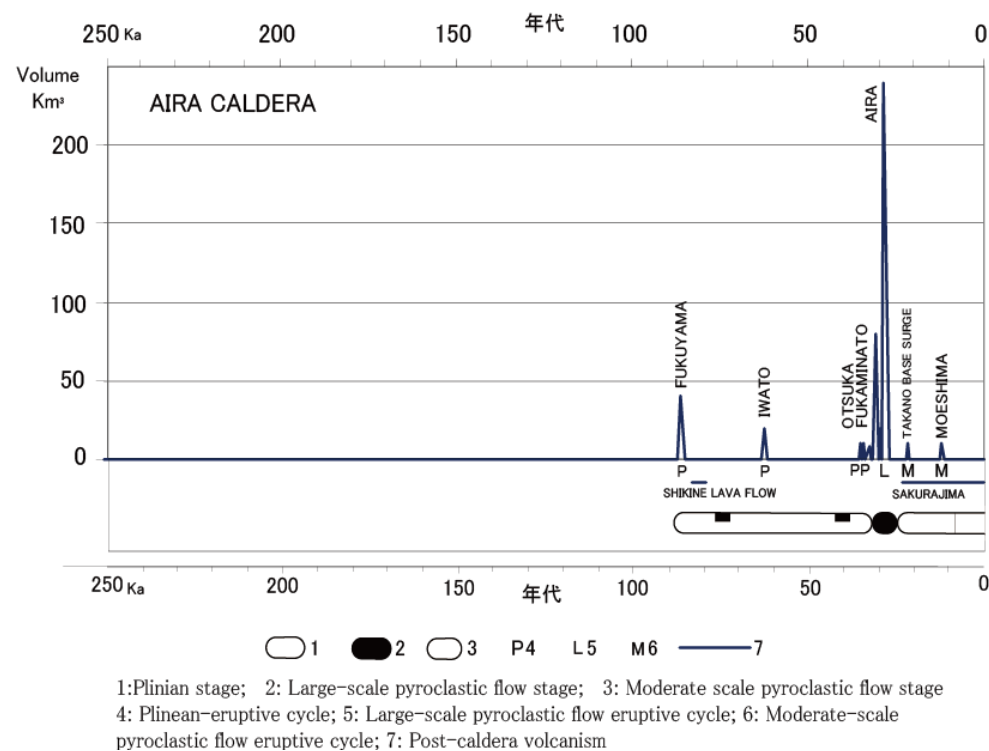


桜島の水平変位ベクトル図
(井口ほか, 2011)

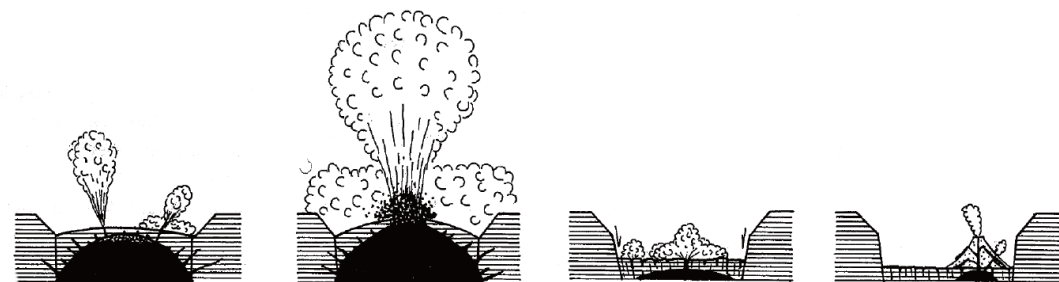
2. 1 広域火山灰の影響可能性 (2)始良Tnテフラ

- Nagaoka(1988)によると、現在の始良カルデラの噴火ステージは、後カルデラ噴火ステージ (Post-caldera volcanism) とされている。
- 始良カルデラの破局的噴火の活動間隔 (約6万年以上) は、最新の破局的噴火の経過時間 (約3万年) と比べて十分長いこと、破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候は現在認められないことから、破局的噴火までには十分時間的な余裕があると考えられる。

以上より、現在の始良カルデラは、後カルデラ噴火ステージであり、始良Tnテフラと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。



始良カルデラの噴火史 (Nagaoka (1988))



噴火ステージ区分 (Nagaoka (1988))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (3)大山倉吉テフラ

大山倉吉テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 大山倉吉テフラ（DKP：敷地内の厚さ>0cm）の給源である大山火山は、鳥取県米子と倉吉の間に位置し、火山活動はおよそ1Ma から0.017Ma まで断続的に継続している。
- 津久井（1984）によれば、大山の火山噴出物は古期大山寄生火山溶岩、古期大山溶岩、蒜山溶岩及び新期テフラ層の溶岩と同層の火砕流堆積物に区分される。古期の噴出物は広大な裾野をつくる大量の凝灰角礫岩と厚い溶岩流からなり、新期噴出物は古期噴出物を覆う多数の降下火砕物・火砕流堆積物に特徴づけられる。
- 大山火山の主要なプリニー式噴火は約350ka 以降中期更新世に13回、後期更新世に7回以上発生したと結論づけられる（木村ほか，1999）。プリニー式噴火の発生頻度は比較的一定しており、単純に平均を取ると16ka に1回プリニー式噴火が起こったこととなる。

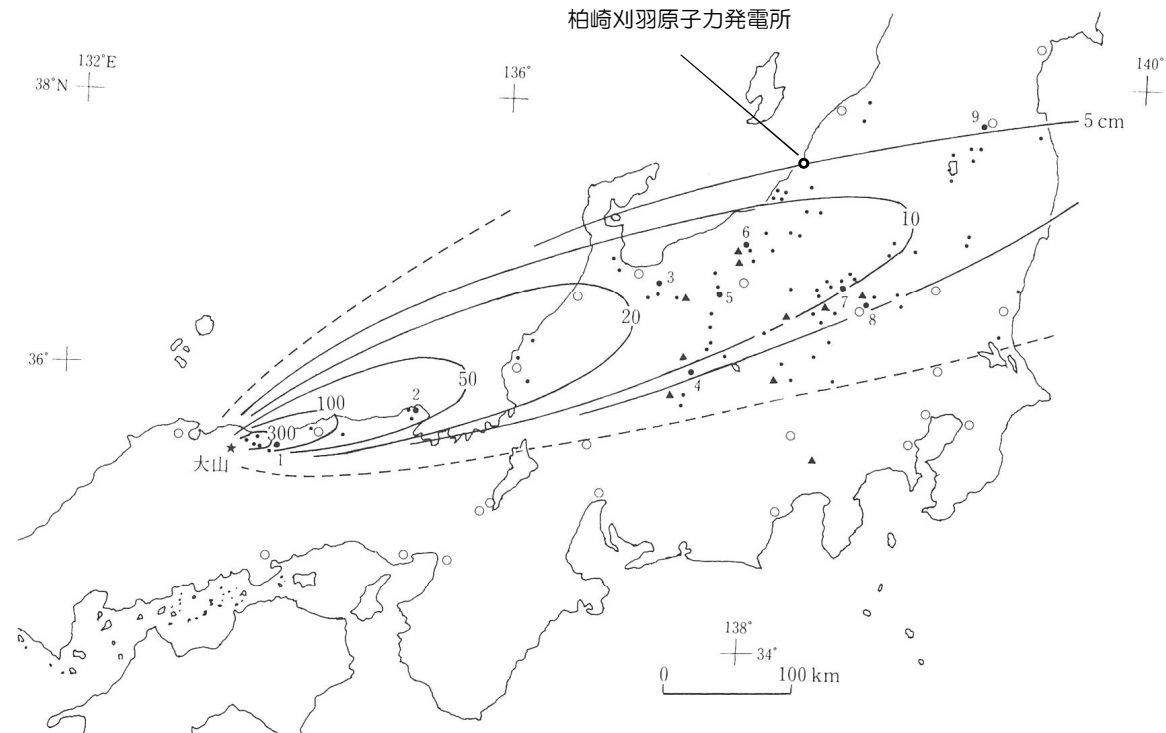


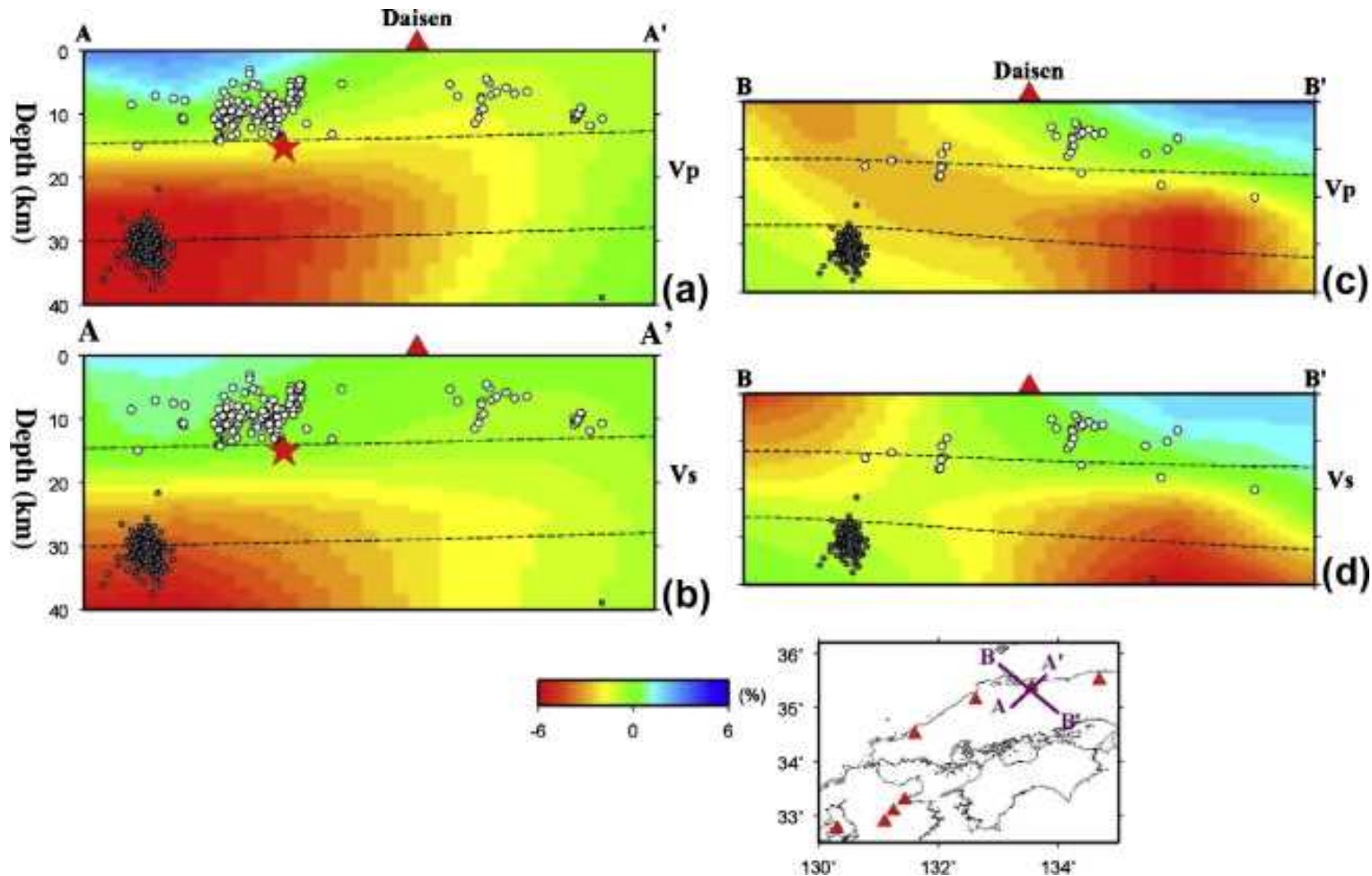
図 2.2-2 大山倉吉テフラ（DKP）の等層厚線図と主な産出地点。

模式地：1. 関金町大山池，2. 丹後町間人，3. 立山町天林，4. 奈川村黒川，5. 大町市居谷里池，6. 妙高町大鹿，7. 高山村中山峠，8. 新里村高泉，9. 福島市佐原町。○印は都府県庁所在地（以下の図でも同様）。[町田・新井（1979），竹本（1991）などより改訂編集]

大山倉吉テフラの分布（町田・新井（2011））

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (3)大山倉吉テフラ

- Zhao et al.(2011)によると、大山の地下深部に広がる低速度層と、大山の西で生じている低速度層の存在から地下深部にマグマ溜まりの存在する可能性を示唆している。
- 大山の地下深部の低速度層をマグマ溜まりとして評価した場合においても、低速度層は20km以深に位置しており、東宮（1997）による爆発的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点深度7kmより深い位置にある。



大山周辺の地震波速度構造 (Zhao et al. (2011))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (3)大山倉吉テフラ

- 大山火山は、更新世中期に活動を開始し、少なくとも2万年前以降まで、その活動を続け、現在は第4期の活動に整理されている。第4期の噴出量は第1期～3期に比べて少なく、数km³とされている。
- 40万年前以降、最も規模の大きな噴火は、大山倉吉軽石（DKP）であったが、DKP噴火に至る活動間隔は、DKP噴火以降の経過時間に比べて十分長いことから、次のDKP規模の噴火までには、十分時間的な余裕が有ると考えられ発電所運用期間中にこの規模の噴火の可能性は十分低いと考えられる。
- 数km³以下の規模の噴火については、DKP噴火以前もしくは以降においても繰り返し生じている。
- 保守的に大山の地下深部の低速度層をマグマ溜りとして評価した場合においても、これらの低速度層は20km以深に位置しており、爆発的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点深度7kmより深い位置にある。

以上のことから、大山火山については、DKPと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (4)阿蘇4テフラ

阿蘇4テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 阿蘇カルデラ（阿蘇山，根子岳，先阿蘇）における破局的噴火については，約27万年前～約25万年前に阿蘇1噴火が，約14万年前に阿蘇2噴火が，約12万年前に阿蘇3噴火が，約9.0万年前～約8.5万年前に阿蘇4噴火が認められる。

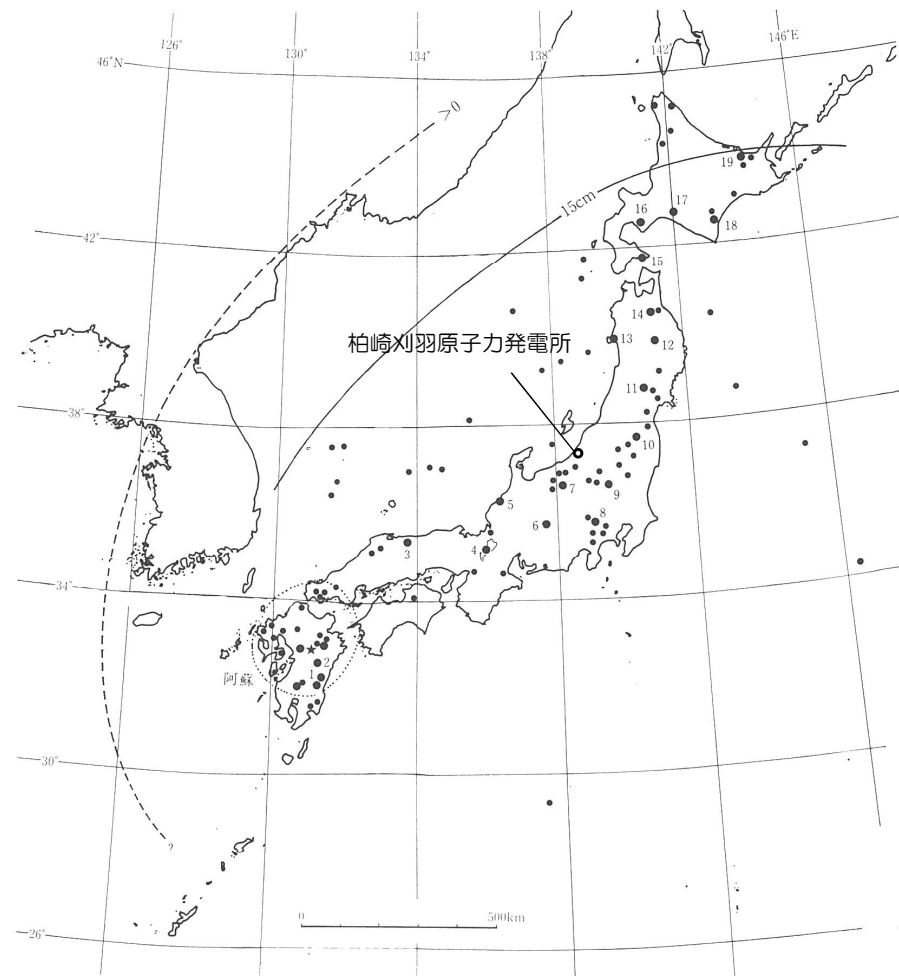


図 2.1-11 阿蘇4火山灰 (Aso-4) の等層厚線図と主な産出地点。

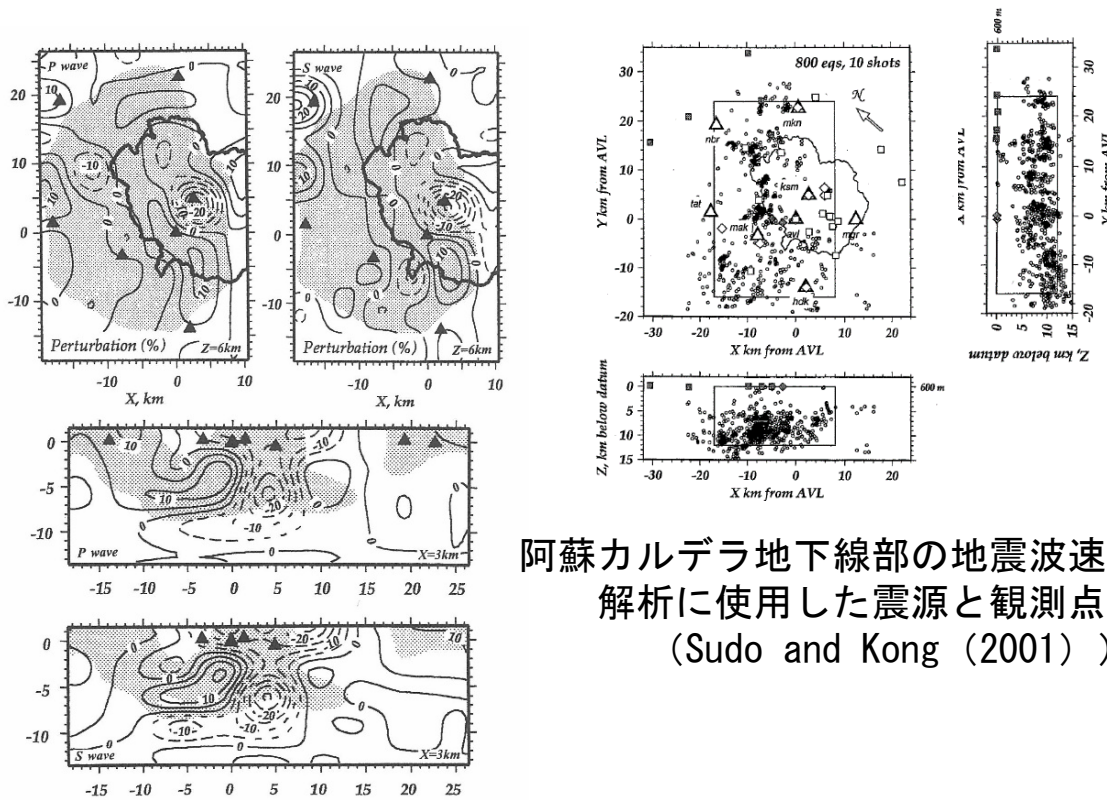
点線内は阿蘇4火砕流堆積物 [Aso-4 (pfl)] の分布範囲を示す。

模式地：1. 国富町川上，2. 竹田市・荻町一帯，3. 関金町大山池，4. 琵琶湖高島沖，5. 加賀市黒崎，6. 木曾福島町，7. 長野市高野，8. 上野原町鶴島，9. 新里村高泉，10. 福島市佐原町，11. 鳴子町鬼首北流，12. 玉山村新田，13. 男鹿市安田海岸，14. 五戸町鹿内，15. 尻岸町女那川，16. 伊達市館山，17. 厚真町軽舞，18. 広尾町ピラオトリ，19. 網走市藻琴湖西岸。

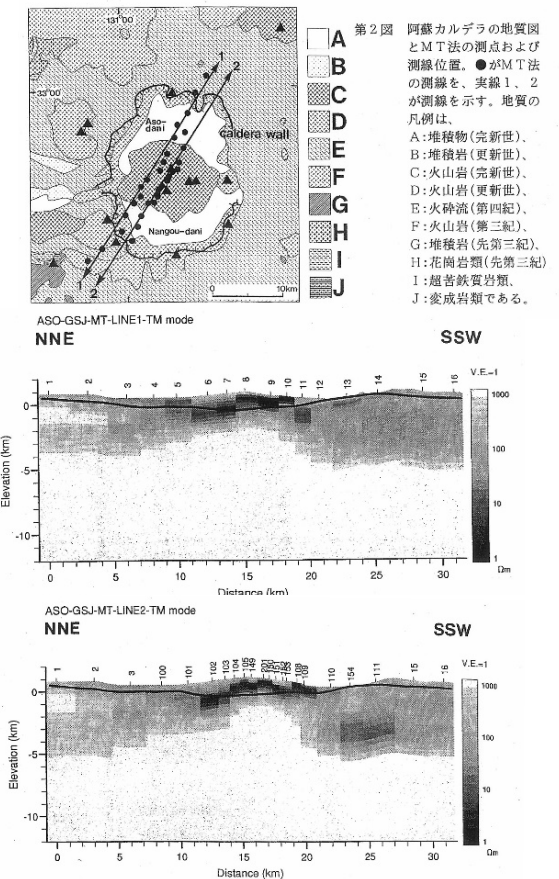
阿蘇4テフラの分布（町田・新井（2011））

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (4)阿蘇4テフラ

- 地震波トモグラフィ解析結果において、カルデラ中央部に小規模な低速度領域は認められるものの、カルデラ中央部に苦鉄質火山噴出物の給源火口が分布することから、大規模な珩長質マグマ溜まりはないと考えられる。(Sudo and Kong (2001))
- 比抵抗構造解析結果において、阿蘇カルデラの地下10km以浅に低比抵抗域は認められないことから、地下10km以浅に大規模なマグマ溜まりはないと考えられる。(高倉ほか(2000))



阿蘇カルデラ地下線部の地震波速度構造の解析に使用した震源と観測点配置 (Sudo and Kong (2001))

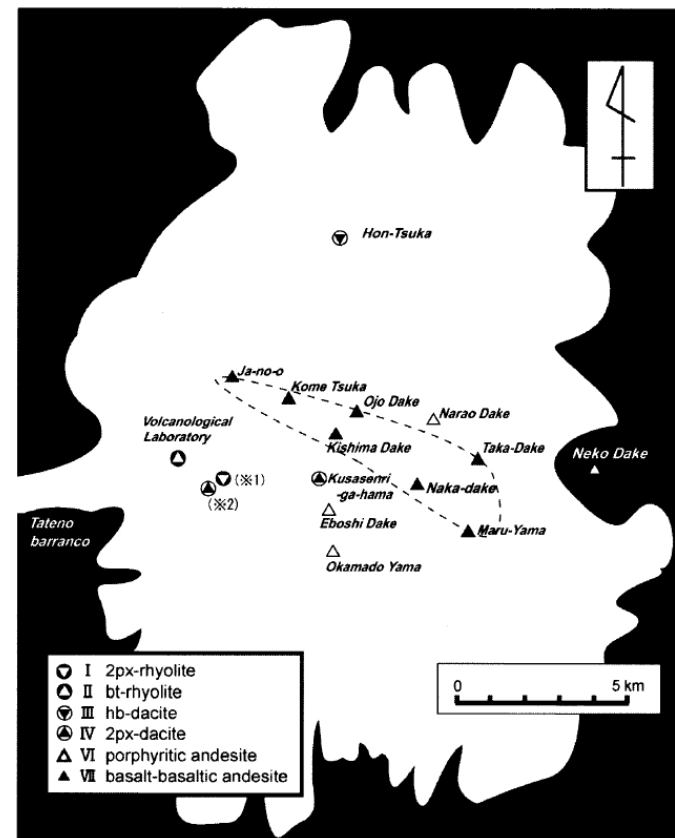


阿蘇カルデラ地下浅部の比抵抗構造 (高倉ほか(2000))

阿蘇カルデラ地下線部の地震波速度構造 (Sudo and Kong (2001))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (4)阿蘇4テフラ

- 破局的噴火の活動間隔（約2万年）は，最新の破局的噴火の経過時間（約9万年）と比べて短いため，破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性，破局的噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性等が考えられる。
- 阿蘇カルデラの現在の噴火活動は，最新の破局的噴火以降，阿蘇山において草千里ヶ浜軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生していることから，阿蘇山における後カルデラ噴火ステージと考えられる。
- 苦鉄質火山噴出物及び珪長質火山噴出物の給源火口の分布から，大規模な珪長質マグマ溜まりはないものと考えられる。（三好ほか，2005）



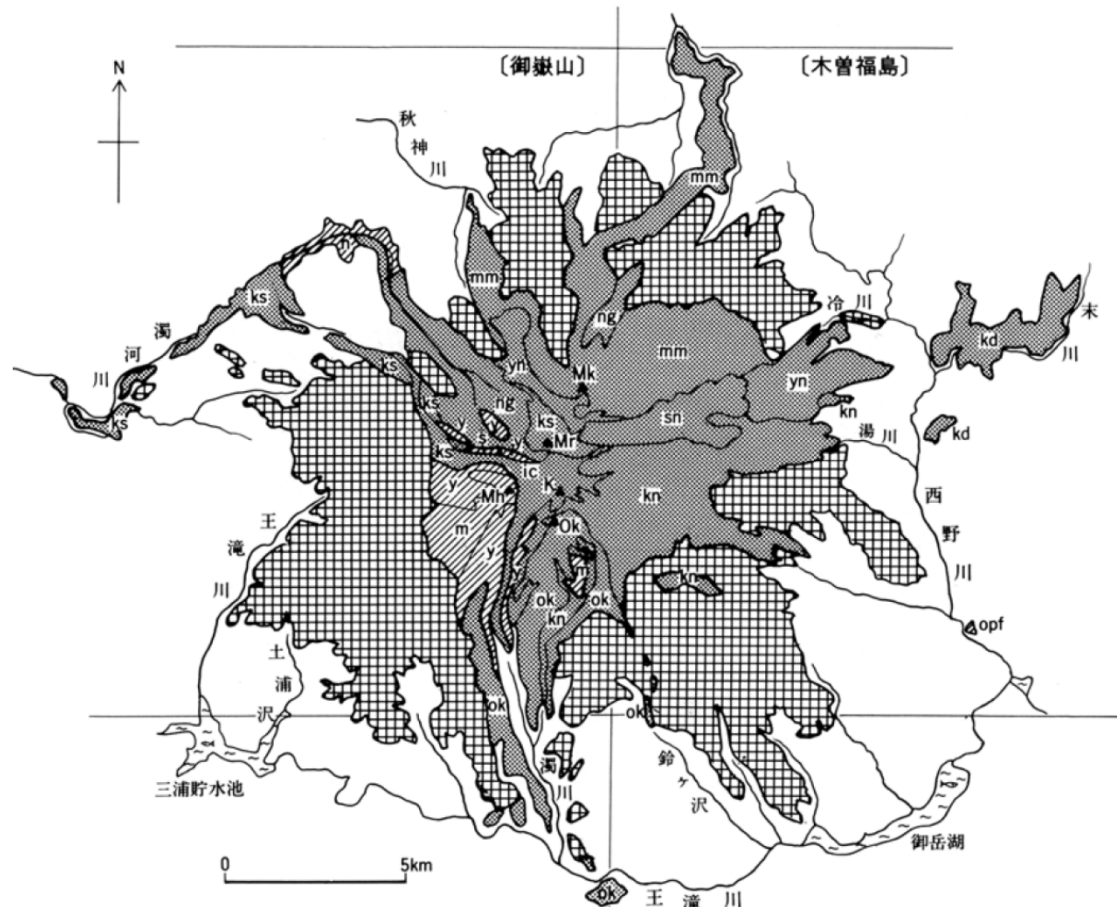
阿蘇中央火口丘の火口の溶岩のタイプ別分布
(三好ほか (2005))

以上より，阿蘇カルデラについては，現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく，現在の噴火ステージが継続するものと考えられ，阿蘇4テフラと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (5)御岳第1テフラ

御岳第1 (On-Pm1)テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 御嶽山は、乗鞍火山列の南端に位置する成層火山で、古期・新期の火山体が侵食期をはさんで重なり、新期御嶽の初期にはカルデラが生じたが、引き続き活動によってカルデラや放射谷が埋積されて、ほぼ円錐状の現在の地形がつけられた。最新期の活動では、山頂部に南北方向に並ぶ数個の安山岩の小成層火山を生じた。火口のいくつかは現在火口湖となっている。



黒色部は古期御嶽、網掛部は継母岳火山群、打点部が摩利支天火山群、継子岳火山群は、大洞軽石流堆積物 (opf)・シン谷溶岩層 (s)・湯ノ谷溶岩層 (y)・濁流火砕流堆積物 (n) 及び三浦山溶岩層 (m) から、摩利支天火山群は濁河火山 (ng)・金剛堂火山 (kn)・奥の院火山 (ok)・草木谷火山 (ks)・継子岳火山 (mm)・一ノ池火山 (ic)・四ノ池火山 (yn)・三ノ池溶岩層 (sn) 及び木曾谷泥流堆積物 (kd) からなる

新期御嶽火山の噴出物の区分 (竹内ほか (1998))

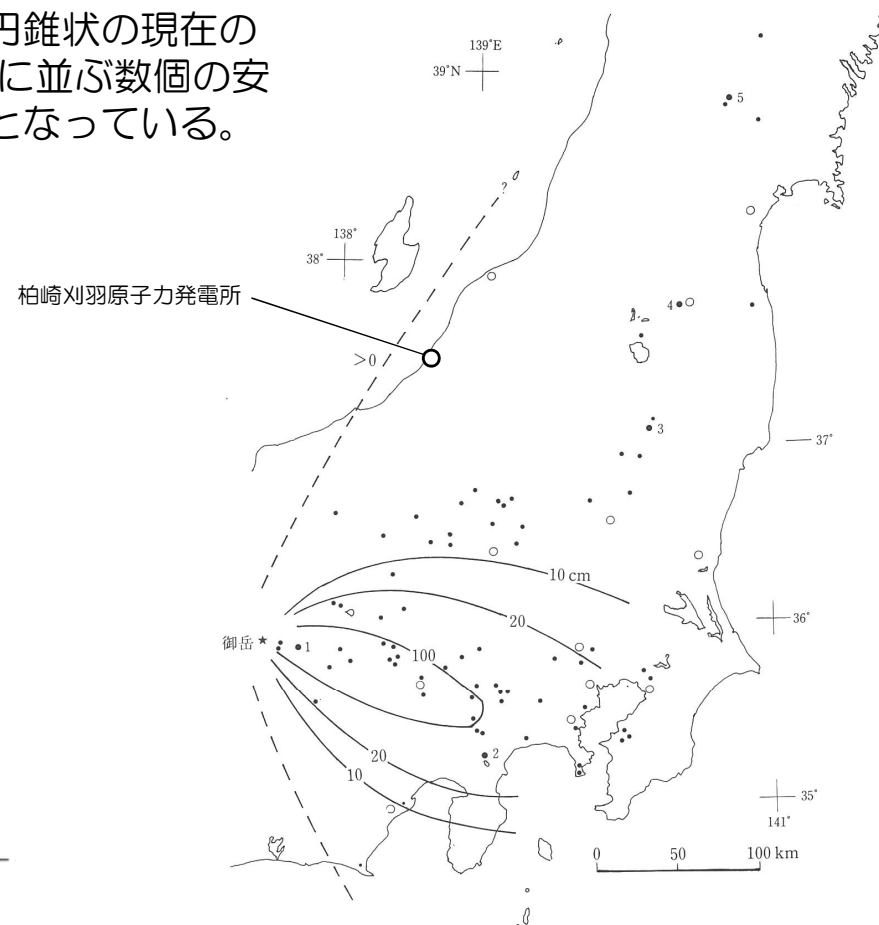


図 2.3-1 御岳第1テフラ (On-Pm1) の等層厚線図と主な産出地点。

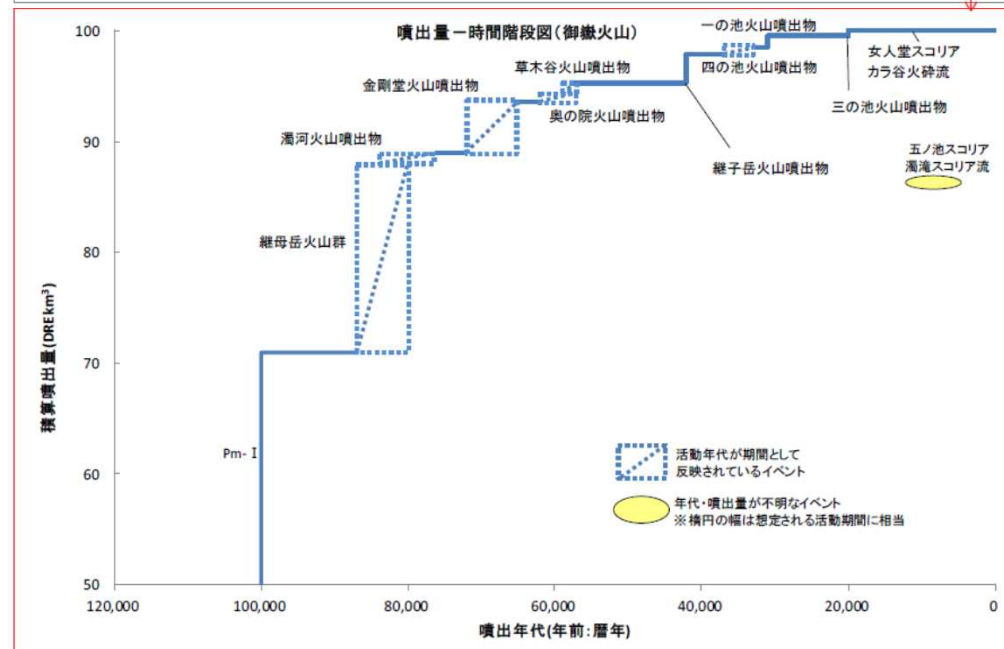
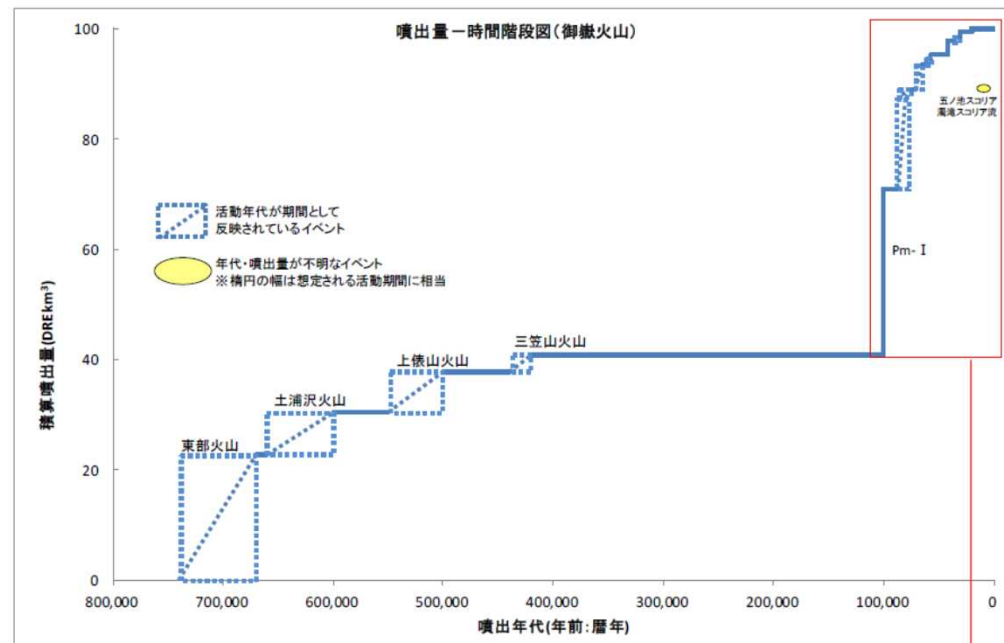
模式地：1. 木曾福島町石亀平, 2. 小山町生土西沢, 3. 那須町高久, 4. 福島市佐原町, 5. 鳴子町鬼首北流。

[町田 (1990) に加筆]

御岳第1テフラの分布 (町田・新井 (2011))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (5)御岳第1テフラ

- 御嶽山は乗鞍火山帯の南端に位置し、約30万年間の活動休止期間をはさんで更新世中期に活動した古期御嶽火山（約75-42万年前）と、更新世後期に活動した新期御嶽火山（約10-2万年前）に区別される。
- 新期御嶽火山の初期にカルデラが形成されたが、御岳第1テフラ（On-Pm1）を噴出した噴火によるものと考えられている。



御嶽山の階段ダイヤグラム (山元(2014))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (5)御岳第1テフラ

- 木村（1993）によれば，新期御嶽火山の活動は，デイサイトー流紋岩質のプリニー式噴火とカルデラ陥没及び溶岩ドームの形成（O1ステージ），安山岩溶岩の大量噴出による成層火山の形成期（O2ステージ），山頂付近の小円錐火山群の形成（O3ステージ）に分けられている。
- 最も新しく噴出した溶岩は約2万年前の三ノ池溶岩流であり，それ以降は水蒸気爆発を中心とした比較的静穏な時期とされている。
- 一方で，最近の研究では過去1万年以内に少なくとも4回のマグマ噴火が確認されている（鈴木ほか，2009；及川・奥野，2009）。

Air-fall pyroclastics		Lava & pyrocl. flow dep.		Rock	Stage			
Up. Hata L. Fm.	III	★ ★ ★ UpSL	Sa Ni	HKCA And.	O3	III	Small cone stratovolcanoes formation arranged N-S direction	
	II	★ ★ ★ MdSL	Ic					II
	I	★ ★ ★ LwSL	Si					I
soil		nonconformity				Hiatus (dormant)		
Lw. Hata L. Fm.	II	★ ★ SP	Ok	HKTH And. HKCA Dac.	O2	II	Cone-shaped stratovolcano formation and collapse	
		★ S-1	Hy p.f.d.					Dn
		★ AuOr ★ S-0 ☆ SmPm						
		★ ★ ★ KmSc	Ma		I			
soil		nonconformity				Hiatus (dormant)		
Osakada L. Fm.	II	☆ Pm-3D	Sr3	MKCA Dacite	O1	III	Thick lava (dome) formation and collapse	
		☆ Pm-3C	Sr2					
		☆ Pm-3B	Tg p.f.d.					
		☆ Pm-3A	Sr1					
		☆ Pm-2B	Ng p.f.d.					
		☆ Pm-2A						
	☆ Pm-1B	Ni p.f.d.						
I	☆ Pm-1'			I	Outrider period			

後期更新世以降の御嶽山の活動ステージ（木村（1993））

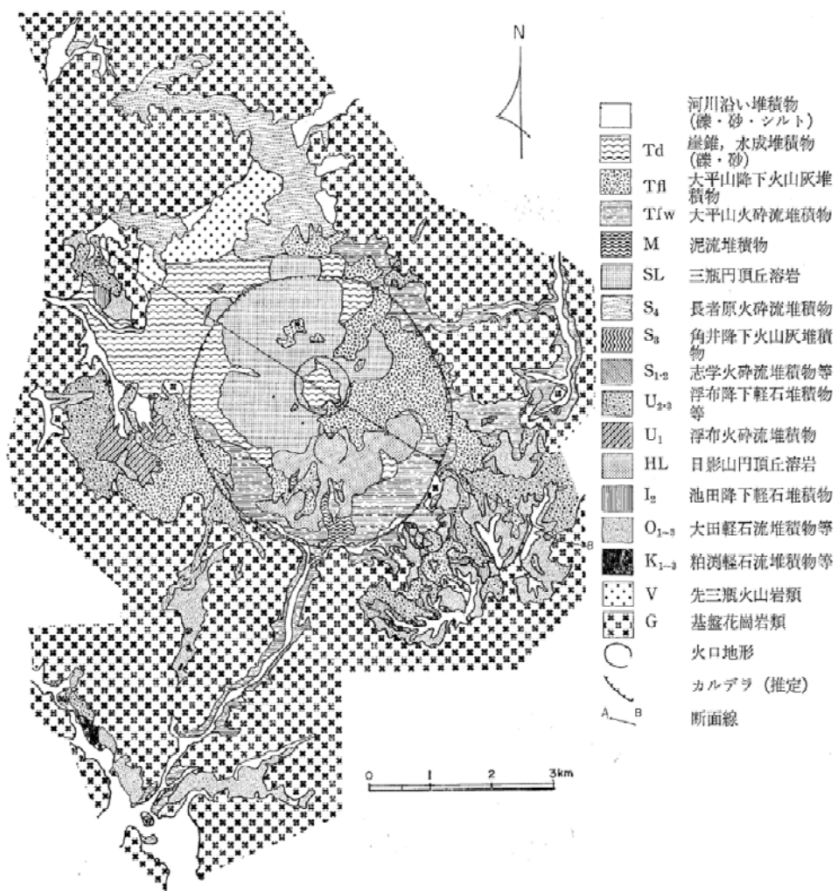
Ni p. f. d : 西野川軽石流堆積物, Ng p. f. d : 濁滝軽石流堆積物, Sr1 : 白川1溶岩, Tg p. f. d : 滝越軽石流堆積物, Sr2 : 白川2溶岩, Sr3 : 白川3溶岩, Ma : 摩利支天溶岩類, Dn : 伝上川溶岩, Hy s. f. d : 百間滝スコリア流堆積物, Ok : 奥ノ院溶岩類, Si : 四ノ池溶岩類, Ic : 一ノ池溶岩類, Ni : ニノ池溶岩類, Sa : 三ノ池溶岩類
MKCA : 中カリカルクアルカリ, HKCA : 高カリカルクアルカリ, HKTH : 高カリソレライト

以上より，御嶽山については，現在の噴火ステージが継続するものと考えられ，御岳第1テフラと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (6)三瓶木次テフラ

三瓶木次(SK)テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 三瓶木次 (SK) テフラは、三瓶山からおよそ11~11.5万年前に噴出した降下軽石を主体とする。
- SKの給源である三瓶山は直径約5 kmのカルデラと、カルデラ形成期の軽石流堆積物及びカルデラ中央のデイサイト溶岩ドーム山体からなる複成火山とされている。



三瓶山火山の地質図 (松井・井上 (1971))

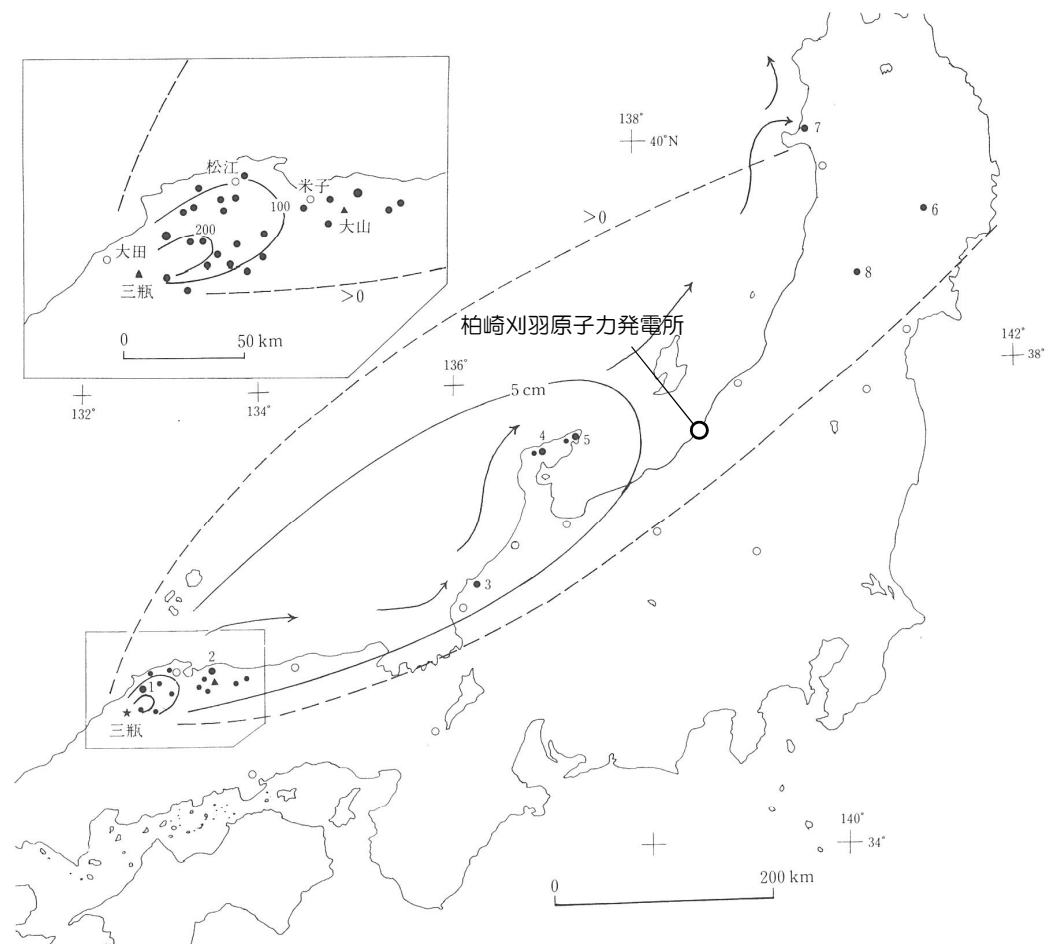


図 2.2-3 三瓶木次テフラ (SK) の等層厚線図と主な産出地点。

矢印は漂着軽石の漂流経路を示す。

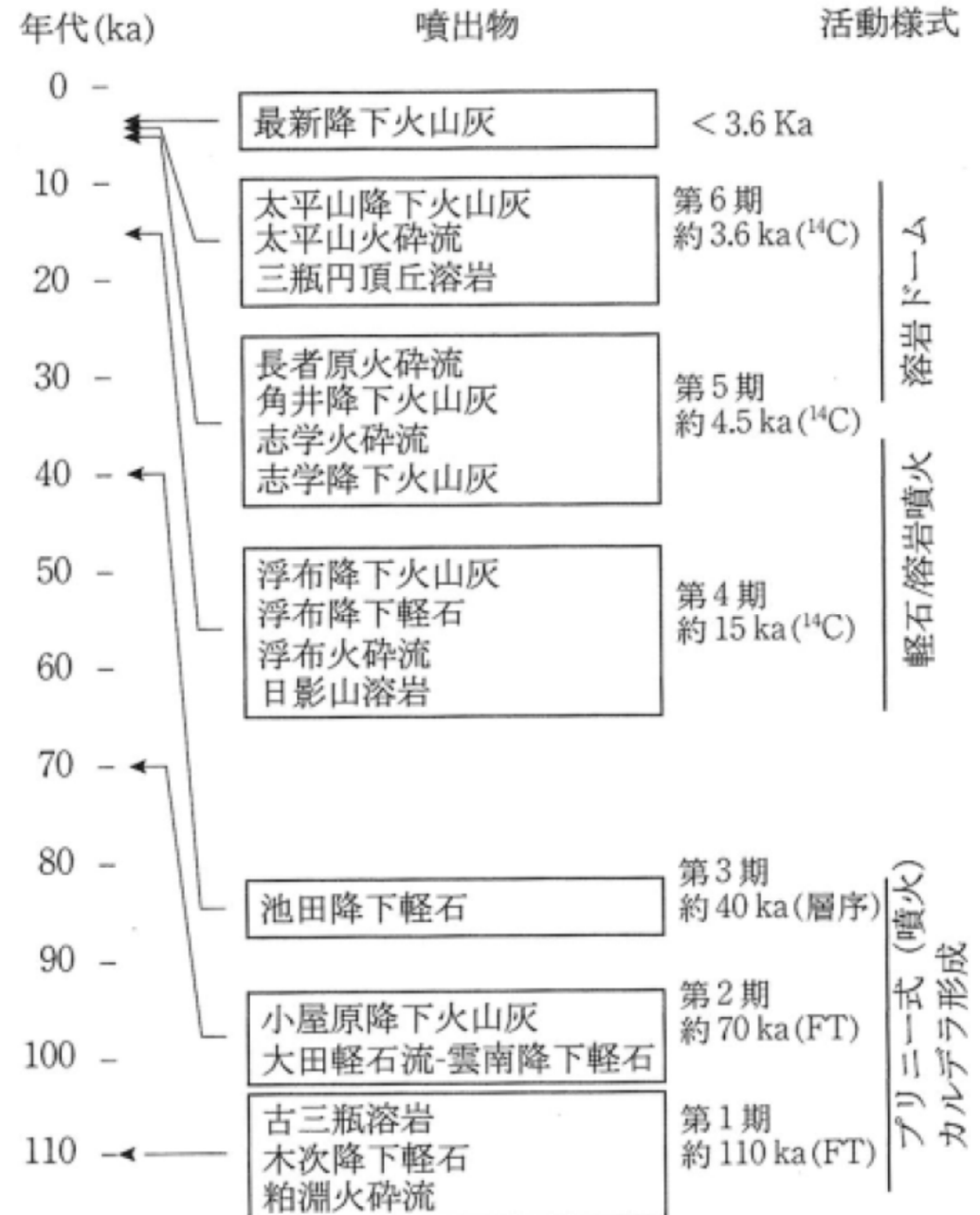
模式地：1. 木次町寺領, 2. 赤碓町宮本, 3. 三国町浜地, 4. 輪島市稲舟, 5. 珠珠市宇治, 6. 胆沢町愛宕, 7. 大潟村福米沢 (漂着軽石), 8. 新庄市芦沢。

【豊歳ほか (1991), 白石ほか (1992) より編集】

三瓶木次テフラの分布 (町田・新井 (2011))

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (6)三瓶木次テフラ

- 約11万年前の噴火以降は、第1期から第6期に区分されており、最終噴火が約3,600年前とされている。
- さらに、三瓶山の活動は、爆発的軽石噴火が優勢な第1-3期及び溶岩の噴出が優勢な第4-6期の2つに分けられるとしている。
- 第1期から第3期にかけては、3回のプリニー式の流紋岩質軽石噴火があったとし、これらの爆発的噴火により、現在のカルデラが形成されたとしている。
- 第4期においてもサブ・プリニー式の噴火が発生しているが、噴出物はデイサイト質（日影山溶岩）に変わり、第5期以降は溶岩ドームを形成する活動へと変化し、爆発性が低下したとされている。（日本地質学会編，2009）

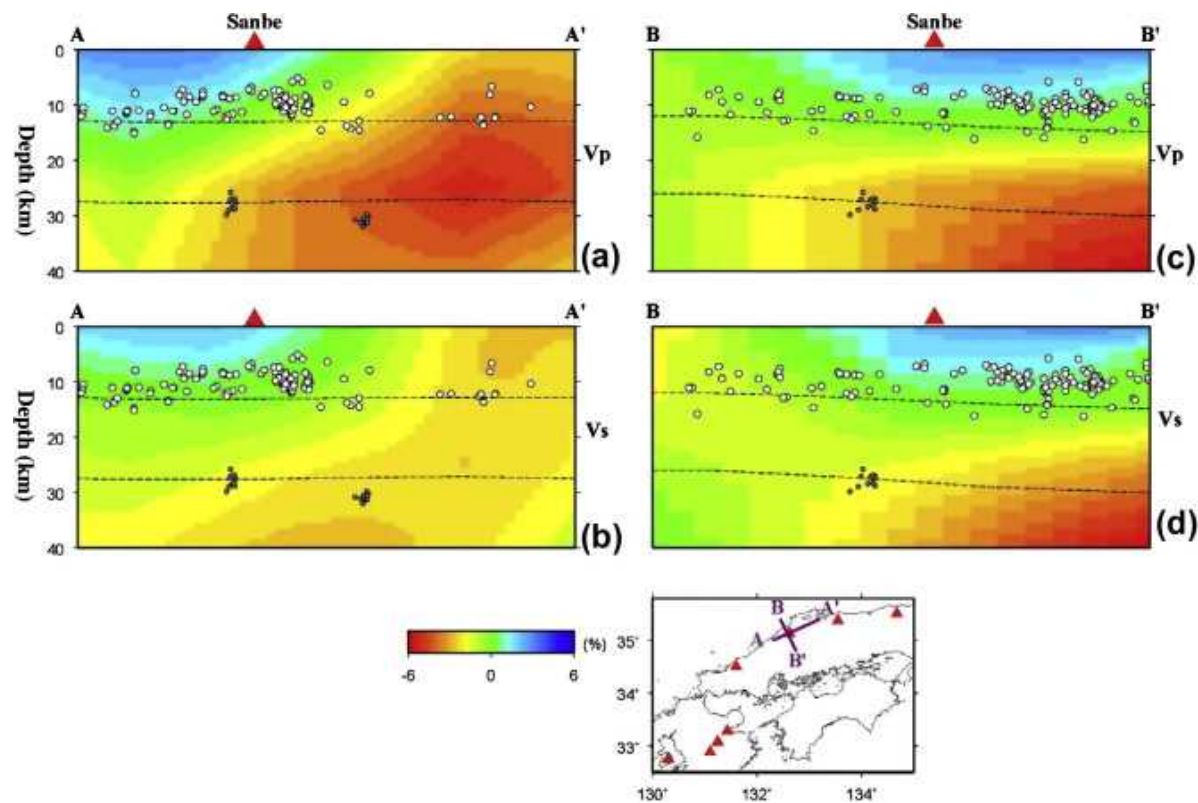


三瓶山の噴火史（日本地質学会編（2009））

2. 1 広域火山灰の影響可能性 (6)三瓶木次テフラ

- Zhao et al.(2011)によると、三瓶山の地下深部に広がる低速度層から地下深部にマグマ溜まりの存在する可能性を示唆している。
- 東宮(1997)によると、マグマ溜まりは、マグマの密度と地殻の密度の釣り合う深さ（浮力中立点）よりも浅部には形成されていないとし、幾つかの火山の事例から約6km～約12kmの深さに形成されているとしている。
- 三瓶山の地下深部の低速度層をマグマ溜まりとして評価した場合においても、低速度層は東宮（1997）による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度よりも深い位置にあると考えられる。

以上のことから、三瓶木次(SK)テフラと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。



三瓶山周辺の地震波速度構造 (Zhao et al. (2011))

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の 影響可能性

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (1)飯縄上樽テフラ

飯縄上樽テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 飯縄上樽テフラ (In-Kt: 敷地内の厚さ>0cm) の給源である飯縄山は、鮮新世～前期更新世の地層の上に噴出した直径約10km のソレアイト質玄武岩及び高アルミナ玄武岩を親マグマとする成層火山である。
- 活動は第Ⅰ活動期と第Ⅱ活動期に大別され、第Ⅰ休止期はこの二つの活動期には含まれた期間であり、第Ⅱ休止期は第Ⅱ活動期終了から現在までの期間である。(早津(2008))
- 第Ⅰ活動期は約34万年ほど前になされ、その後第Ⅰ休止期に入り山体の開析が進んだ。この開析の進んだ第Ⅰ活動期山体を土台として、第Ⅱ活動期が開始した。第Ⅱ活動期は、成層火山期・カルデラ期・溶岩ドーム期の3期に区分できる。第Ⅱ活動期は、約22～23万年前に活動を開始し、溶岩ドーム期の約15万年前頃からその活動は急速に衰退した。
- 6万年前に水蒸気爆発が発生しているが、それ以降の噴火の形跡はなく、噴気活動や高温の温泉の湧出などは全く認めることができず、現在、火山活動は完全に停止状態にあると考えられる。(早津(2008))

飯縄山の噴火史 (早津(2008))

年代 (ka)	形成史区分	地層名				岩質	
		火山体	指標テフラ層	崩壊堆積物	その他		
	第Ⅱ休止期		高山火山灰層 (IZ-TY)				
150	第Ⅱ活動期	溶岩ドーム期	怪無山溶岩流 高デッキ溶岩流 天狗岳溶岩流 1340m峰溶岩流 富士見山溶岩流 大頭山溶岩流 念仏池溶岩流	上樽軽石層 (IZ-KT) 西山軽石層 (IZ-NY)		角閃石安山岩質 (H) ～ デイサイト質 (H) 輝石安山岩質 (H)	
			カルデラ期		越水岩層なだれ堆積物		
			第3期	諸沢火砕流堆積物			
170-190	成層火山期	第2期	笠山溶岩流 飯縄山溶岩層 飯縄火砕流堆積物	古間スコリア層 (IZ-FM)		輝石安山岩質 (P)	
220-230			第1期	鹽原溶岩層 大沢溶岩層 鳥居川火砕流堆積物 1017m峰スコリア層 瑪瑙山溶岩層 黒瀧スコリア層 西沢溶岩層		牟礼岩層なだれ堆積物	かんらん石・輝石安山岩質 (P) 玄武岩質 (P)
	第Ⅰ休止期						
340	第Ⅰ活動期		桂沢溶岩層 殿沢溶岩層 瑪瑙沢溶岩層			安山岩質 (H) ～ デイサイト質 (H)	

H: しそ輝石質岩系, P: ビジョン輝石質岩系

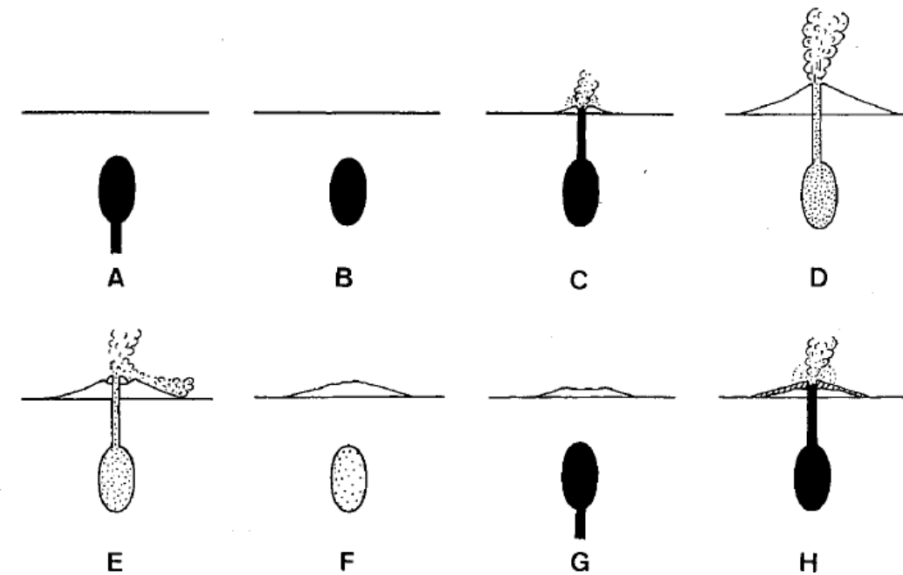
2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (1)飯縄上樽テフラ

- 妙高火山は、4つの活動期に大別され、4つの独立した成層火山がほぼ同じ位置で古い山体の上に新しい山体が順次積み重なって出来た多世代火山である。また、各活動期で噴出されるマグマの性質は、玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化する。また、妙高火山群を構成する黒姫火山・飯縄火山・斑尾火山においても、妙高火山同様に多世代火山とみなせることができる。(早津(2008))
- 飯縄山の第Ⅱ期活動期においても、噴出するマグマの性質が玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化しており、現在は活動休止期間となっている。

以上より、飯縄上樽と同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。

多世代火山としてみた妙高火山群の概要 (早津(2008))

火山名	世代	活動期間 (ka)	寿命 (×1,000年)	休止期の長さ (×1,000年)	噴出物の量 (km ³)	噴出速度 (km ³ /1,000年)	岩質の変化
妙高火山	4	43→5	38	17	5	0.13	玄武岩質(N)→安山岩質(R)→デイサイト質(R)
	3	70→60	10	40	7	0.7	玄武岩質(N)→安山岩質(N)→デイサイト質(R)
	2	140→110	30	160	20	0.67	玄武岩質(N)→安山岩質(N→R)→デイサイト質(R)
	1	ca. 300	50 >?		40	0.8 <?	玄武岩質(N)→安山岩質(N・R)→デイサイト質(R)
	3	55→43	12	65-75	6	0.5	安山岩質(N→R)
黒姫火山	2	150→120-130	20-30	100	9	0.3-0.45	玄武岩質(N)→安山岩質(N→R)
	1	ca. 250	50 >?		13	0.26 <?	安山岩質(R)→デイサイト質(R)
飯縄火山	2	220-230→150	75	110-120	14	0.2	玄武岩質(N)→安山岩質(N→R)→デイサイト質(R)
	1	ca. 340	50 >?		25	0.5 <?	安山岩質(R)→デイサイト質(R)
斑尾火山	3	550→510	40	ca. 50	中	?	安山岩質(N→R)
	2	ca. 600	?	ca. 100	小	?	デイサイト質(R)
	1	ca. 700	?		多	?	安山岩質(N・R)
焼山火山	1	3.0→0	> 3.0		5	1.7	安山岩質(R)→デイサイト質(R)



妙高火山群の形成とマグマだまりの関係 (早津(2008))

- A: 玄武岩質マグマの上昇によるマグマだまりの形成
- B: 地下深部からのマグマの供給停止
- C: 玄武岩質マグマの噴出による噴火活動開始
- D・E: マグマは玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化し山体が成長
- F: マグマは自力噴火の能力を失い、噴火活動が終了
- G: 地下深部から新たな玄武岩質マグマが上昇し、前回とほぼ同じ地点にマグマ溜まりを形成
- H: 玄武岩質マグマによる新たな噴火活動開始

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (2)阿多鳥浜テフラ

阿多鳥浜テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 阿多カルデラ起源の阿多鳥浜テフラ（Ata-th：敷地内の厚さ4cm）は、235-240kaに発生した大規模火砕流と広域降下テフラを伴った大規模プリニー式噴火である阿多鳥浜噴火によるもので、阿多鳥浜噴火以降、ほぼ同じような場所で間欠的にプリニー式噴火や小規模火砕流噴火を繰り返したが、100-105ka前に阿多カルデラで阿多テフラを伴う大規模噴火が発生した。（町田・新井（2011））
- 阿多火砕流噴火の後、5ka程度の間知林ヶ島周辺の海域で今泉・田代の火砕流噴火が発生したが、70ka～30kaの間は比較的静穏であったと考えられる。

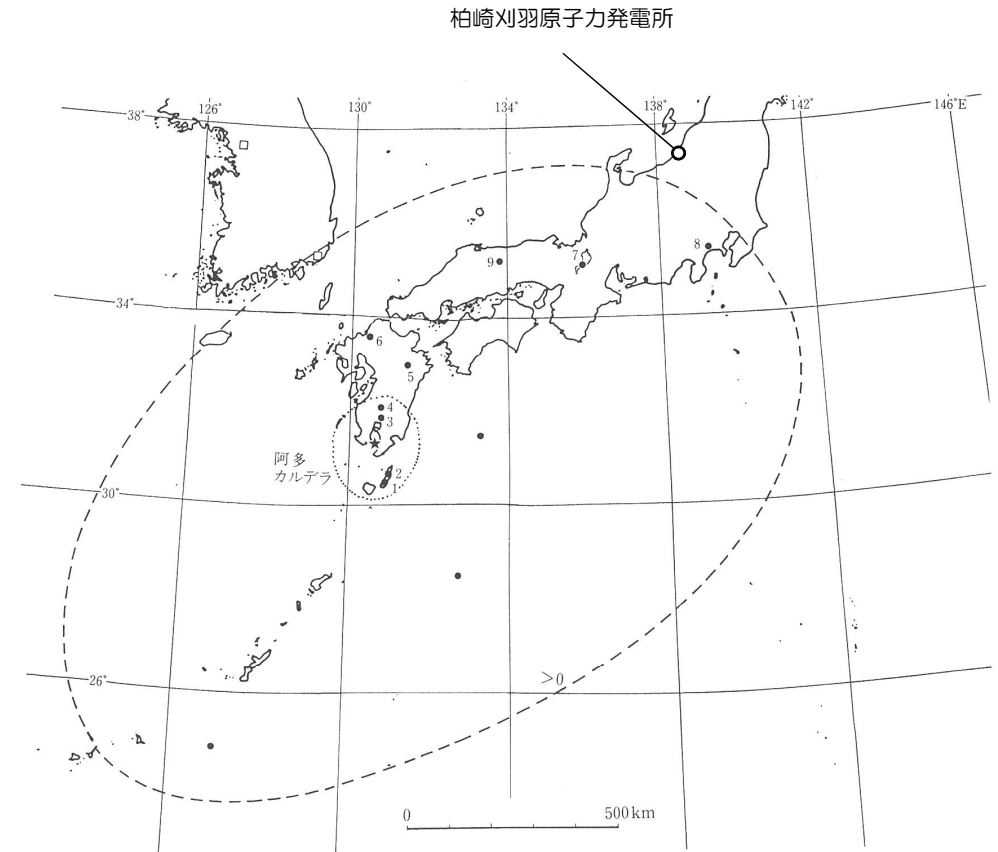


図 2.1-14 阿多テフラ（Ata）の主な産出地点と予想される分布域。

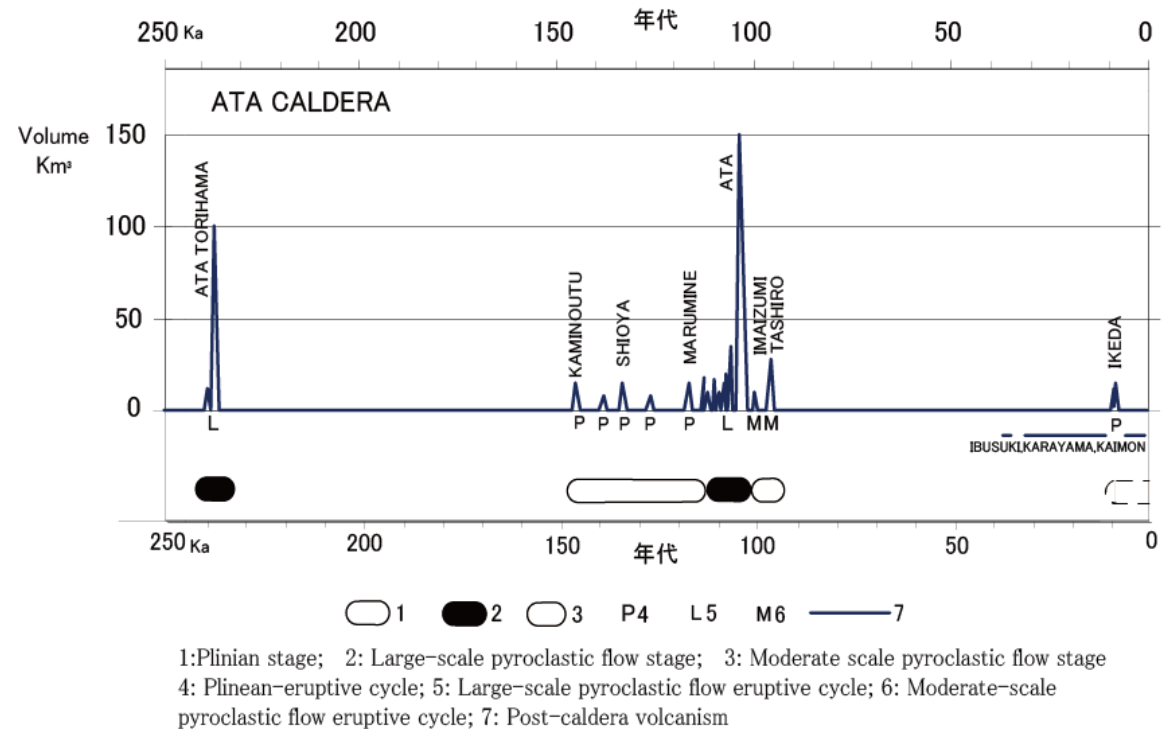
点線内は阿多火砕流堆積物 [Ata (pfi)] の分布範囲を示す。

模式地：1. 南種子町上中, 2. 西之表市住吉, 3. 国分市重久, 4. えびの市池牟礼, 5. 荻町野鹿, 6. 福岡市奈多, 7. 琵琶湖高島沖, 8. 平塚市人増, 9. 八束村。

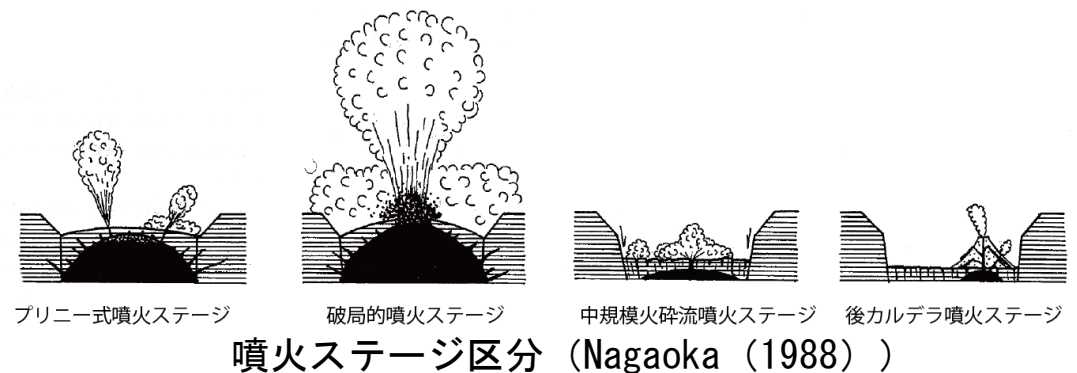
阿多鳥浜テフラの分布
(町田・新井 (2011) より一部加筆)

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (2)阿多鳥浜テフラ

- 阿多カルデラの破局的噴火の活動間隔（約14万年以上）は、最新の破局的噴火の経過時間（約11万年）と比べて長いこと、破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候の可能性がある池田噴火が認められるものの、過去のプリニー式噴火ステージの破局的噴火までに継続時間（数万年）は、池田噴火からの経過時間（約0.6万年）に比べて十分長いことから、破局的噴火までには十分時間的な余裕があると考えられる。
- 阿多カルデラにおける現在の噴火活動は、開聞岳における後カルデラ噴火ステージもしくは池田におけるプリニー式噴火ステージの初期段階と考えられる。

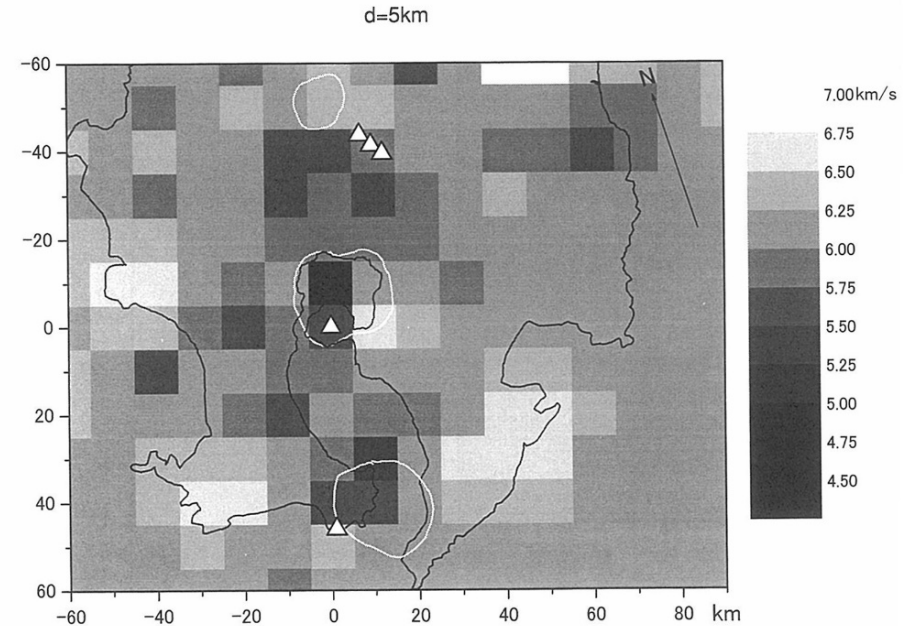


阿多カルデラの噴火史 (Nagaoka (1988))



2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (2)阿多鳥浜テフラ

- 阿多カルデラ地域の地震波速度構造において、深さ5kmに火山活動に関連する可能性がある低速度異常が認められるものの地下浅部に大規模なマグマ溜まりはないと考えられる。(西ほか, 2001)



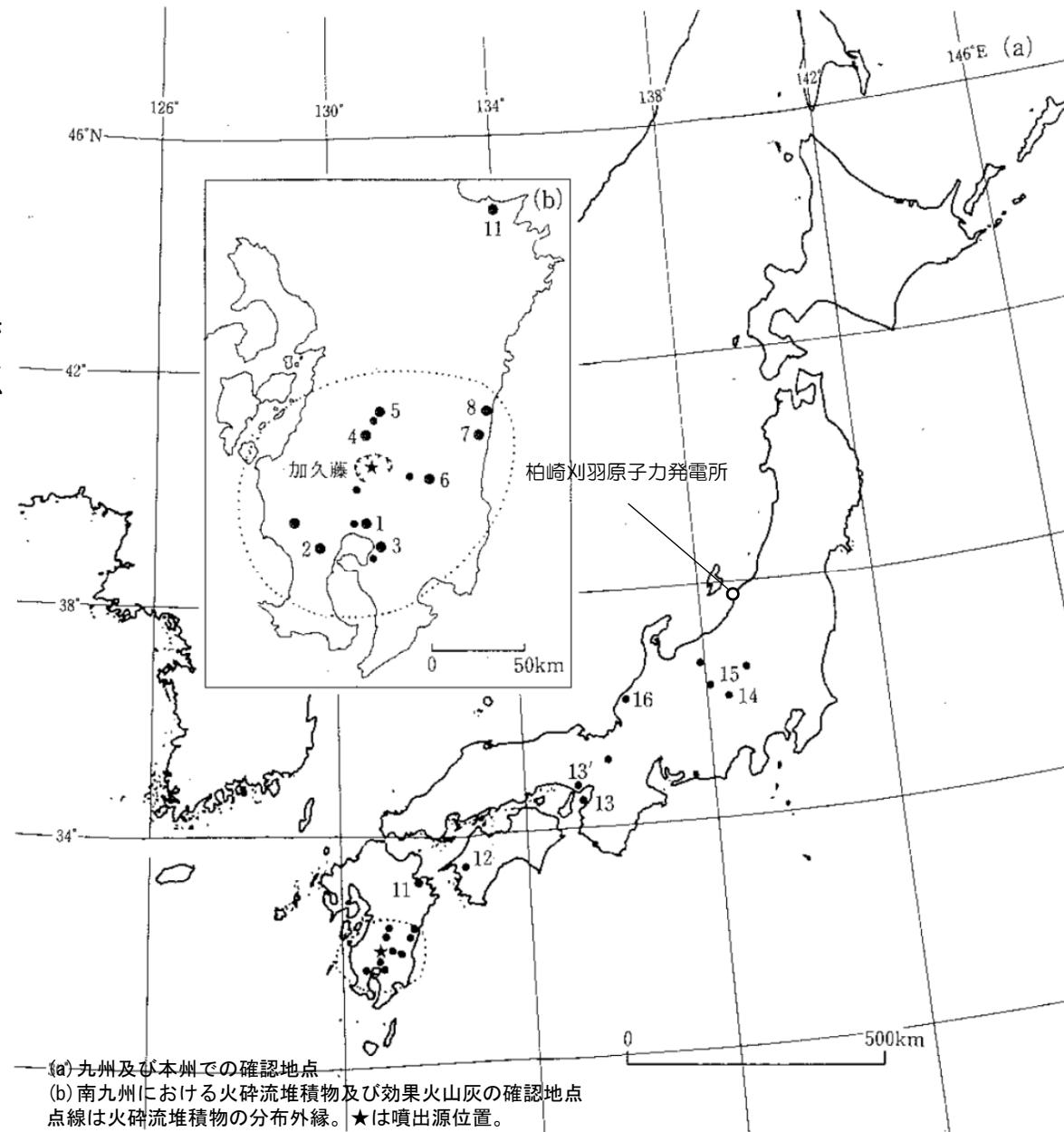
阿多カルデラ周辺の地震波速度構造
(西ほか, 2001)

以上より、阿多鳥浜テフラと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (3)加久藤テフラ

加久藤テフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

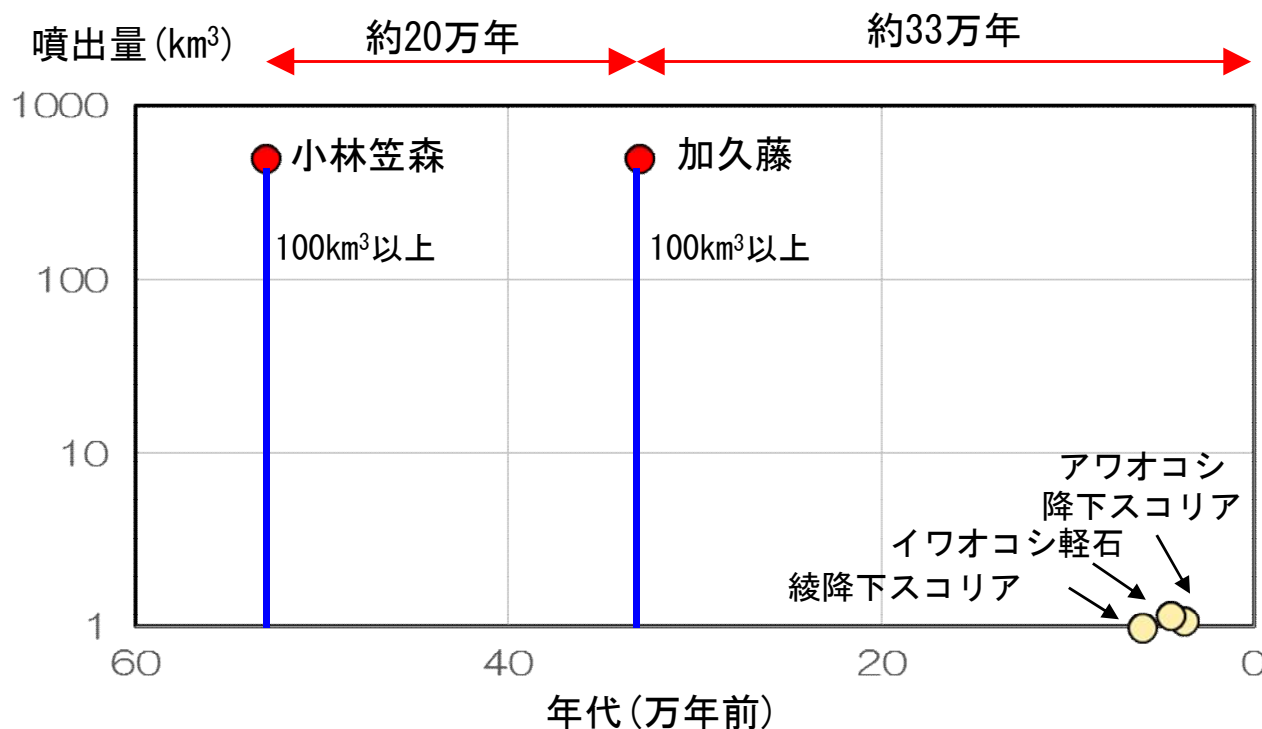
- 加久藤カルデラを給源とする加久藤テフラは、約33万年前に火砕流堆積物を主体として噴出した火山灰であり、南九州を中心に本州中部を含むいくつかの地点で確認されている。



加久藤テフラの分布
(町田・新井(2011)より一部加筆)

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (3)加久藤テフラ

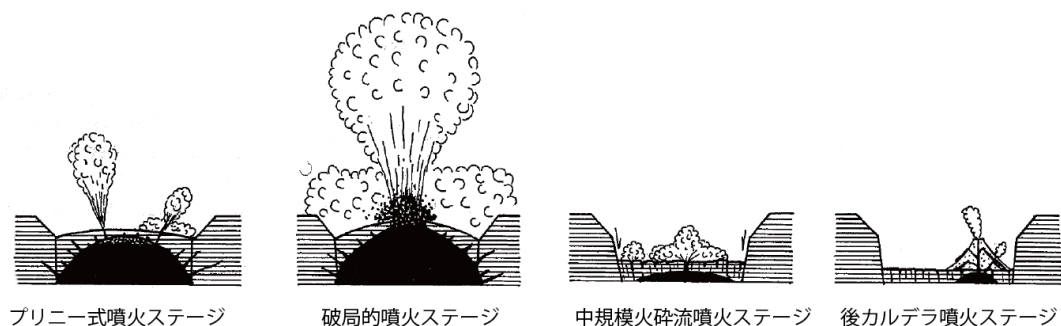
- 加久藤・小林カルデラ（霧島山・先霧島含む）における破局的噴火については、約53万年前に小林笠森噴火が、約33万年前に加久藤噴火が発生している。
- 最新の破局的噴火からの経過時間（約33万年）は、破局的噴火の活動間隔（約20万年）に比べて長く、破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性は低く、破局的噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性が考えられる。
- 加久藤・小林カルデラにおける現在の噴火活動は、最新の破局的噴火以降、霧島山においてイワオコシ軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生していることから、後カルデラ火山噴火ステージであると考えられる。



加久藤・小林カルデラの噴出履歴



南九州の主な第四紀火山とカルデラ（井村・小林(2001)）

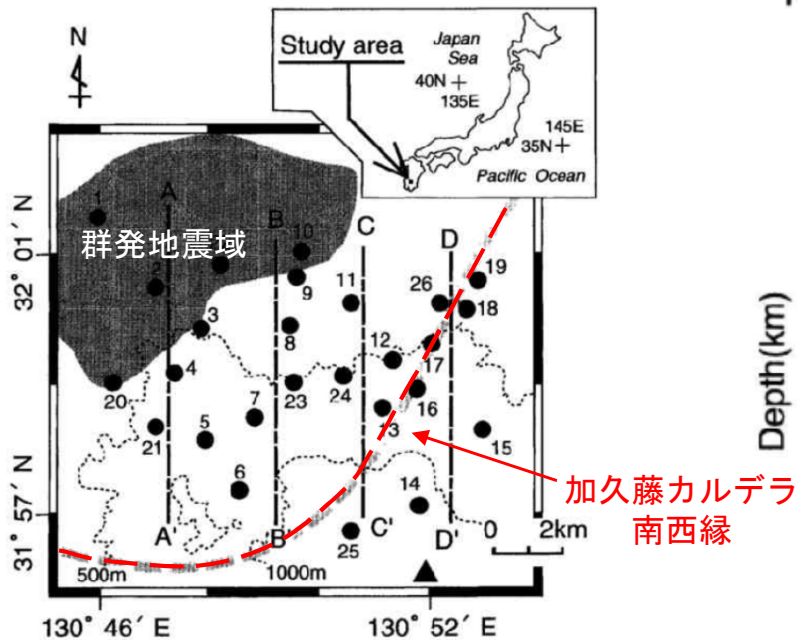


噴火ステージ区分 (Nagaoka (1988))

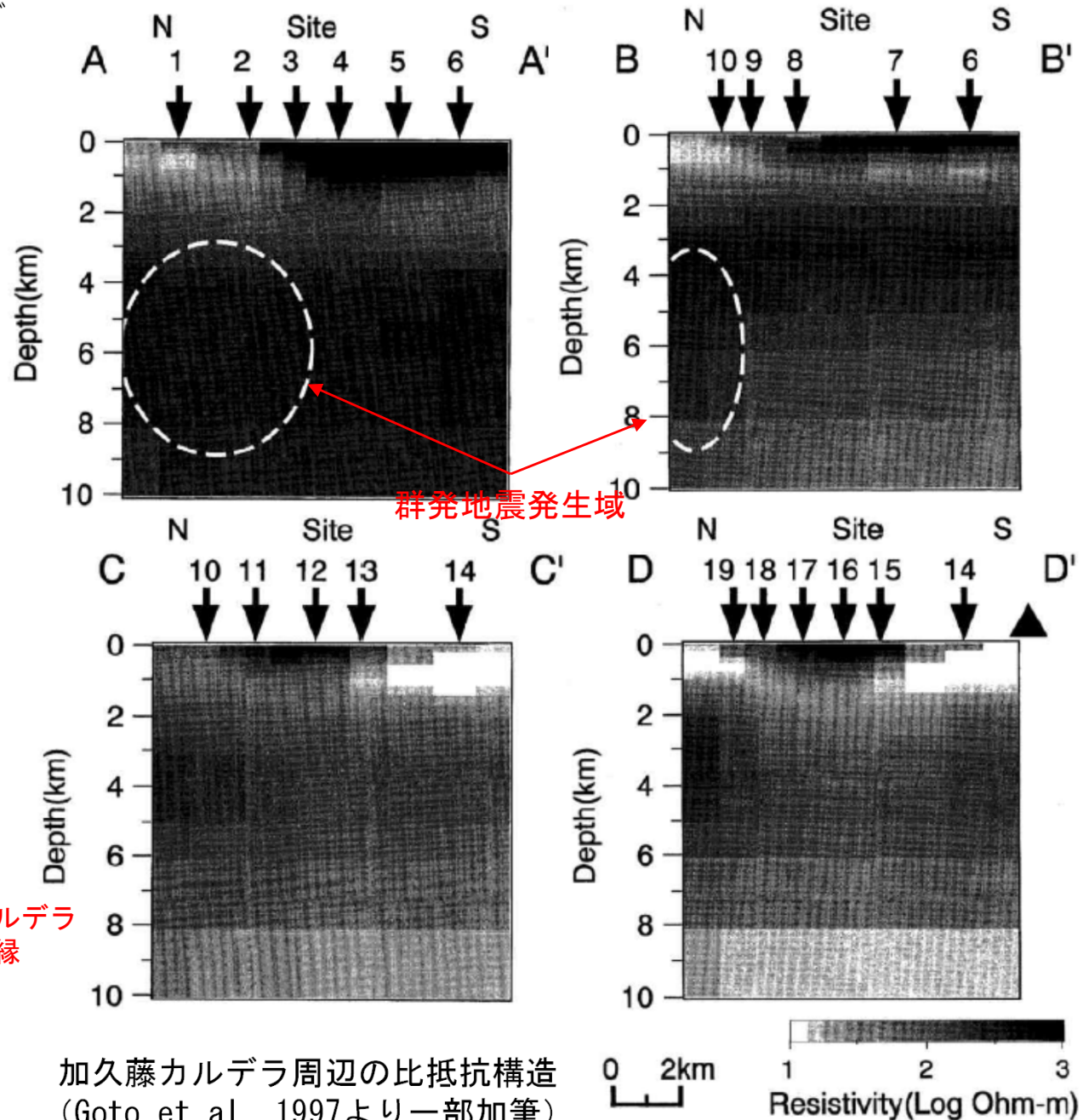
2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (3)加久藤テフラ

- Goto et al.(1997) によると、加久藤カルデラでの群発地震発生領域(1968年のえびの群発地震等)を対象とした電磁法探査(MT法)による調査結果から、当該領域に大規模な流体は存在しないとしている。
- 当該調査による比抵抗構造によると、加久藤カルデラ周辺では深さ約10km以浅で低比抵抗領域は認められず、大規模なマグマ溜まりはないものと考えられる。

以上より、加久藤テフラと同規模噴火の発生可能性は十分小さいと判断される。



加久藤カルデラ周辺の比抵抗探査位置
(Goto et al., 1997より一部加筆)



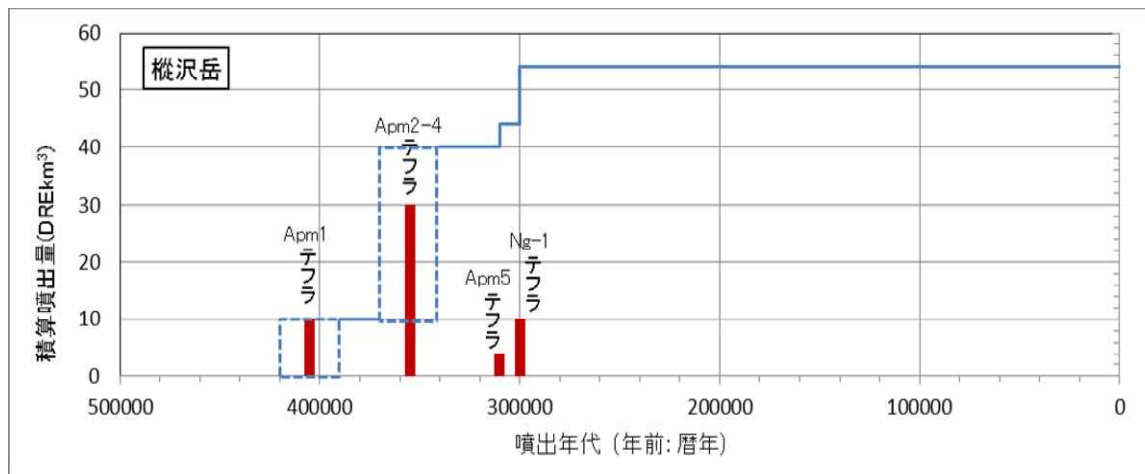
加久藤カルデラ周辺の比抵抗構造
(Goto et al., 1997より一部加筆)

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (4)大町Apmテフラ

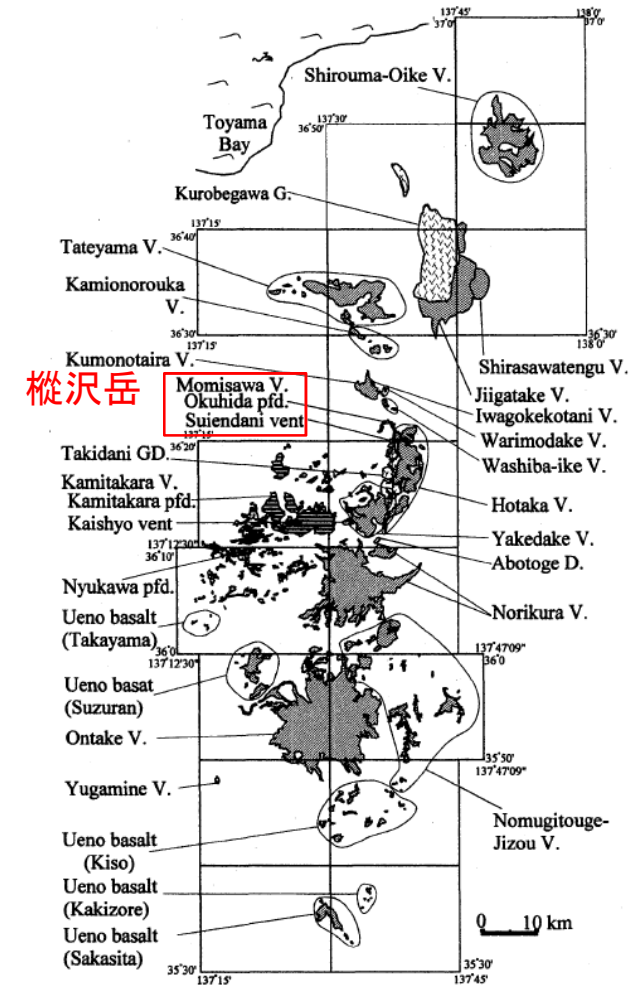
大町Apmテフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 大町Apmは、槍ヶ岳西方の尾根や鎌田川の流域に分布する奥飛騨火砕流堆積物に対比されると考えられ、その給源として水鉛谷火道が挙げられている。(原山, 1990: 町田・新井, 2011)
- 樺沢岳は水鉛谷火道と奥飛騨火砕流堆積物から構成され、その活動期間は0.4Ma前後の期間であり休止期間が十分長いことから、樺沢岳の活動可能性は低いと考えられる。

以上より、樺沢火山において、大町Apmテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。



樺沢岳の階段ダイヤグラム

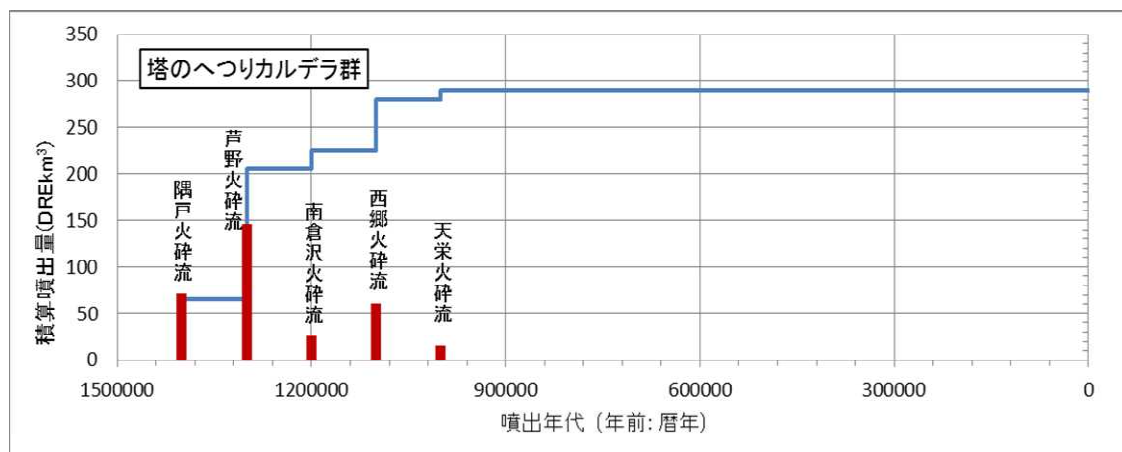


飛騨山脈における第四紀火山 (及川 (2003))

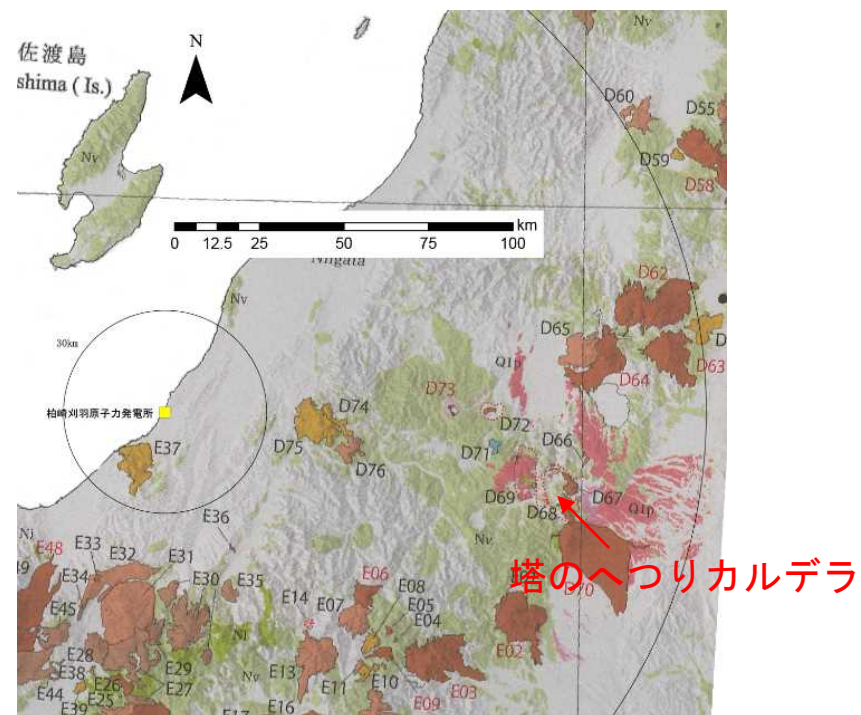
2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (5)魚沼ピンクテフラ

魚沼ピンクテフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 魚沼ピンクテフラ (Pk: 敷地周辺30km 圏内の最大厚さ>300cm) の給源である塔のへつりカルデラ (水野 (2001)) を含む会津カルデラ火山群は、約7Ma から最近まで活動を続けている (山元 (1992a))。個々のカルデラの形成間隔は数10万年から200万年の長期にわたり、その噴出中心は狭い範囲 (50x30km) に集中している。 (山元 (1992a))
- 塔のへつりカルデラの活動としては、約140万年から約110万年前の期間に隈戸火砕流 (1.4Ma), 芦野火砕流 (1.3Ma), 南倉沢火砕流 (1.2Ma), 西郷火砕流 (1.1Ma), 天栄火砕流 (1.0Ma) を噴出した (Yamamoto (2011))。



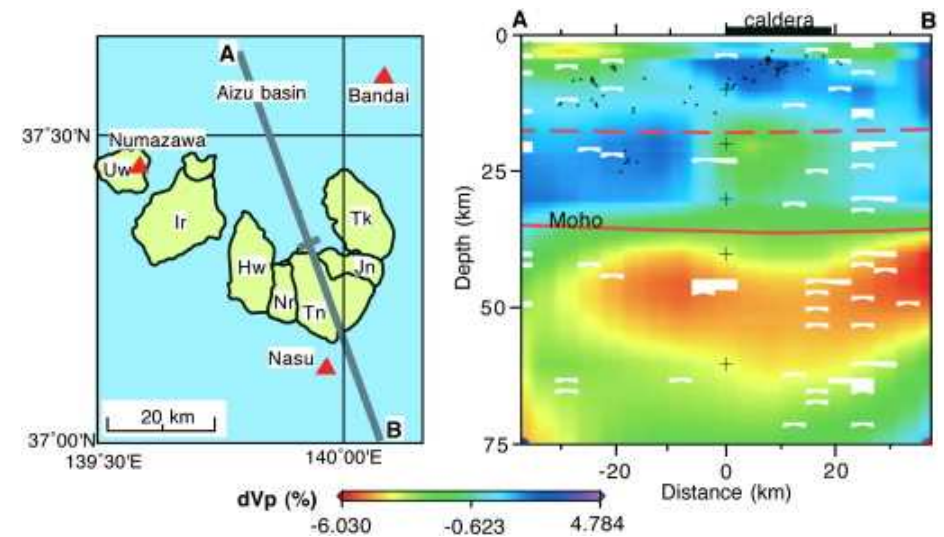
塔のへつりカルデラの階段ダイアグラム



火山噴出物分布 (中野ほか (2013), 一部加筆)

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (5)魚沼ピンクテフラ

- 東北本州弧の応力場は、中期中新世以降は σ_{Hmax} が北東-南西方向を向く弱い圧縮応力場あるいは引張応力場であったとされ、上部地殻内に定置した珪長質マグマに由来するカルデラが主に形成されたのに対し、3.5Ma以降の東西圧縮応力場により第四紀に入ると火山活動はカルデラ火山を主とする活動から多数の安山岩質成層火山を主とする活動に変化した。(吉田(2009))
- 会津地域において、更新世中期以降は苦鉄質-中性複成火山体を形成し、沼沢火山のカルデラや砂子原カルデラは塔のへつりカルデラと比較して小型化しており、噴出率も低い。(梅田ほか(1999))
- また、カルデラ地下浅部には地震波低速度層は認められない。(Yamamoto(2011))



塔のへつりカルデラ周辺の地震波速度構造
(Yamamoto(2011))

以上のことから、塔のへつりカルデラにおいて、魚沼ピンクテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (6)飛騨山脈を給源とするテフラ

飛騨山脈を給源とするテフラ（出雲崎テフラ，SK110テフラ，辻又川テフラ，武石テフラ）と同規模噴火の発生可能性について検討した。

- 出雲崎テフラ，SK110テフラ，辻又川テフラ，武石テフラの各テフラの給源は飛騨山脈周辺に推定されている。（町田・新井（2011））

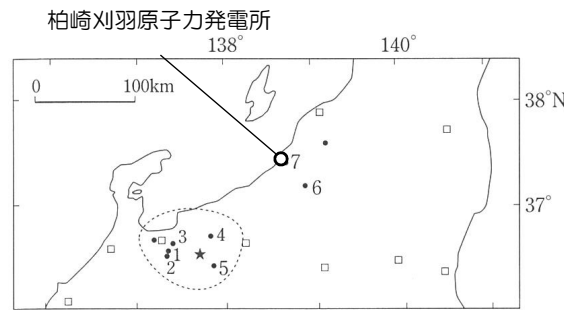


図 4.2-7 谷口テフラの分布。

地点 1-7 は表 4.2-4 参照。★印は噴出源の推定位置。点線は火砕流堆積物の分布域（さらに広い可能性あり）。新潟の南の地点は文献 11)。

武石テフラの分布 (町田・新井 (2011))

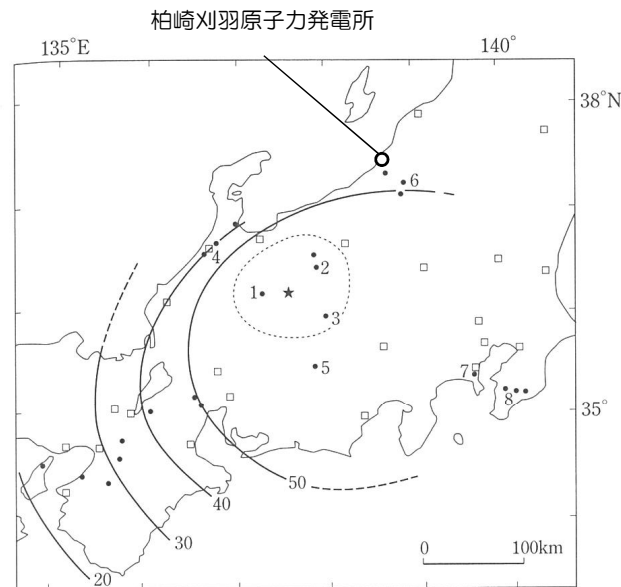


図 4.2-6 恵比須峠福田テフラの分布 [吉川ほか (1994) に新しく認定された数地点を加えた]。

地点 1-8 は表 4.2-3 参照。名古屋以西の地点は代表的なものを選んだ。等厚線は文献 15) の図 9 よりステージ 1 と 2 を合わせた降下テフラの厚さ (cm)。点線の範囲は火砕流堆積物のおよその分布域。★印は噴出源の推定位置。

辻又川テフラの分布 (町田・新井 (2011))

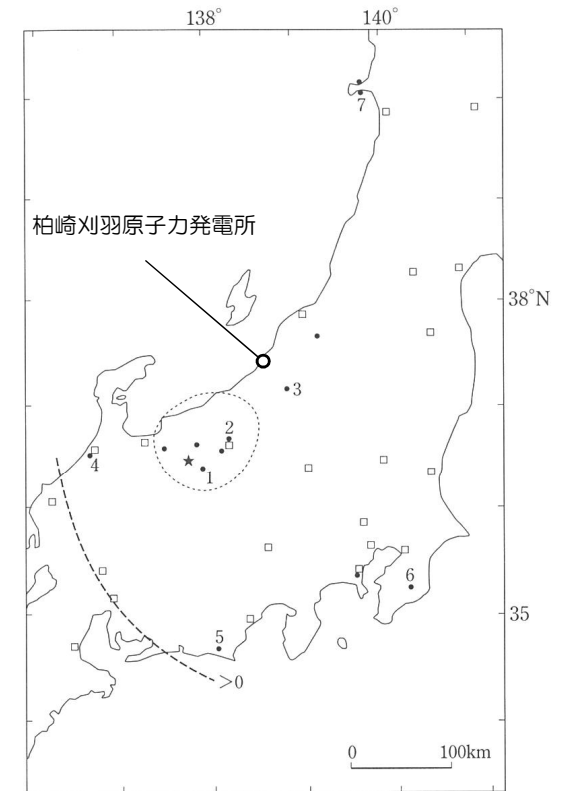


図 4.2-5 大峰テフラの分布^{1, 2, 7, 8, 12, 13)}。

破線は分布域西縁のおよその位置。点線は大峰火砕流の分布範囲（もっと広い可能性あり）。地点 1-7 は表 4.2-2 参照。★印は噴出源の推定位置。

SK110テフラの分布 (町田・新井 (2011))

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (6) 飛騨山脈を給源とするテフラ

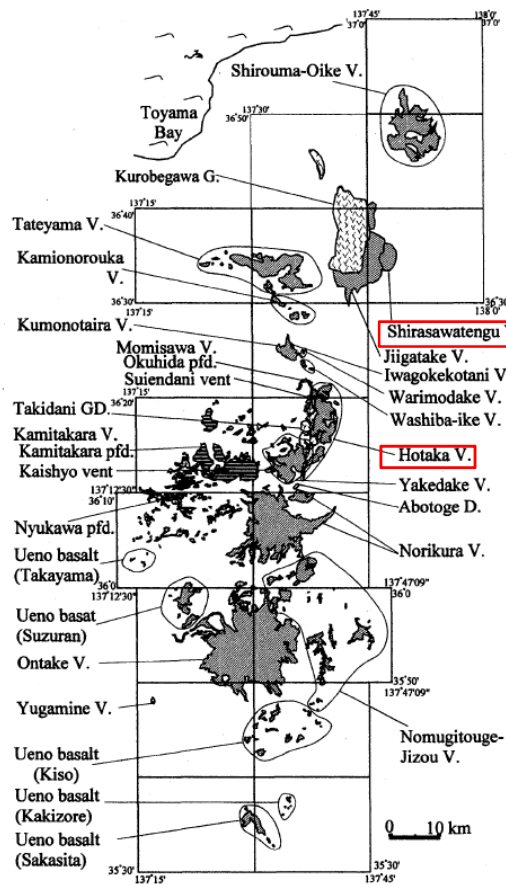
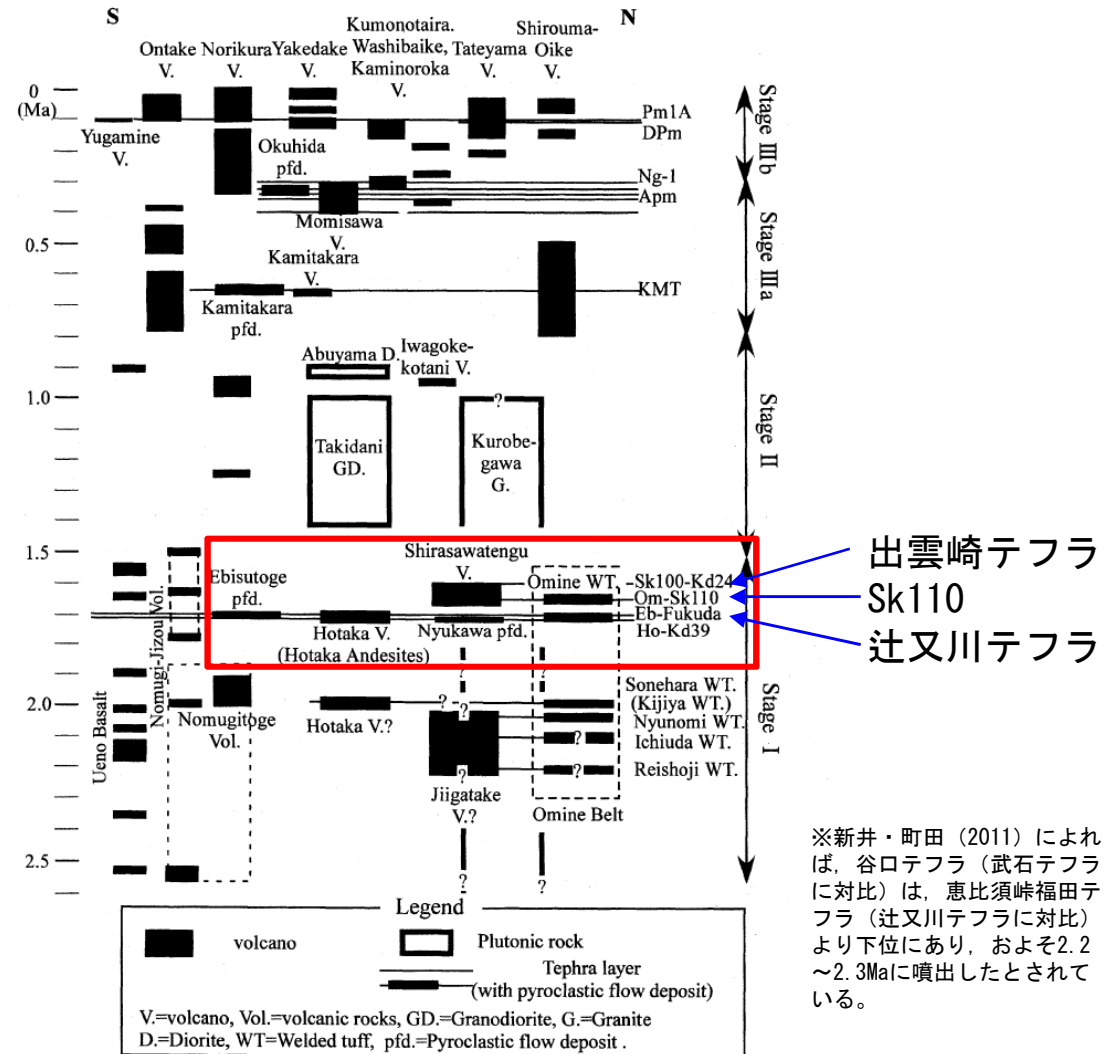


図 2 飛騨山脈における後期鮮新世—第四紀の火山。
表 1 の文献から作成。

Fig. 2 Distribution of the late Pliocene-Quaternary volcanics and intrusives in the Hida Mountain Range
This map was drawn on the basis of the papers shown in Table 1.

飛騨山脈における第四紀火山
(及川 (2003))



出雲崎テフラ
Sk110
辻又川テフラ

※新井・町田 (2011) によれば、谷口テフラ (武石テフラに対比) は、恵比須峠福田テフラ (辻又川テフラに対比) より下位にあり、およそ2.2~2.3Maに噴出したとされている。

図 3 飛騨山脈における鮮新世—第四紀の火成活動

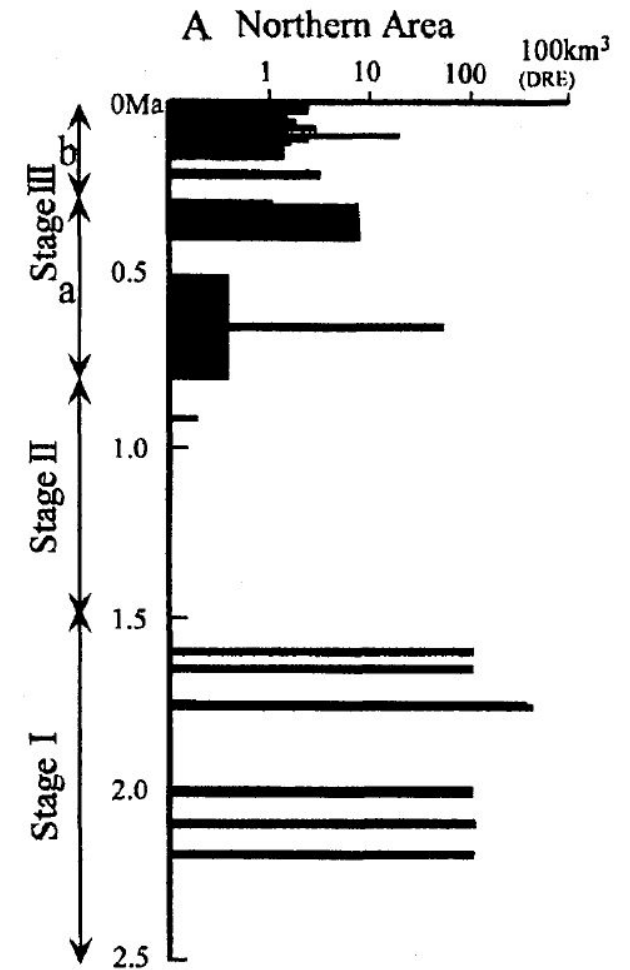
Fig. 3 The summary of Pliocene-Quaternary volcanic and plutonic activities in the Hida Mountain Range (Norikura volcanic chain)

飛騨山脈における第四紀の火成活動
(及川 (2003))

2. 2 敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性 (6) 飛騨山脈を給源とするテフラ

及川(2003)は飛騨山脈の火成活動を3つのステージに区分した。

- Stage III (0.8~0Ma) は東西圧縮の地殻応力場で成層火山の活動が主であり、10km³程度かそれ以下の規模の活動が卓越し、Stage I (2.5~1.5Ma) に比べて噴出量は1桁以上小さい。
- Stage II (1.5~0.8Ma) は火山活動が低調であった。
- Stage I (2.5~1.5Ma) は伸張から中間応力場に卓越する大型カルデラ火山と独立単成火山群の活動からなり、総マグマ噴出量1250km³と推定される非常に大規模な活動であった。



飛騨山脈におけるマグマ噴出量の時間変化
(及川 (2003))

以上より、現在の火成活動のステージであるstage IIIにおいて、鮮新世~中期更新世以前に活動した出雲崎テフラ、SK110テフラ、辻又川テフラ、武石テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。