

泊発電所

火山影響評価について

(参考資料)

令和6年10月4日
北海道電力株式会社

検討概要

- ニセコ・雷電火山群起源の降下火砕物については、以下の理由から、火山影響評価上、降下火砕物の層厚評価の検討対象としていない。
 - ・文献調査及び当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍にニセコ・雷電火山群起源の降下火砕物は認められない
 - ・ニセコ・雷電火山群起源の降下火砕物について、火口付近の等層厚線図を示している文献は認められるが、分布状況が広がり有する知見は認められない
- しかし、敷地に比較的近い第四紀火山であるニセコ・雷電火山群（敷地からの距離約20km）について、仮に水蒸気噴火が発生した場合の、降灰の程度を参考として確認する。
- 検討の手順及び結果を以下に示す。



- 【①国内の水蒸気噴火に伴う降下火砕物の噴出物量に関する知見の確認】(P5～P11参照)
- 国内の水蒸気噴火に伴う降下火砕物の噴出物量を把握するため、以下の知見を確認する。
 - ・及川ほか(2018)：過去に発生した水蒸気噴火の規模、頻度、噴火推移のパターン等について体系的に取りまとめている知見
 - ・Kametani et al.(2021)：及川ほか(2018)以降に発生した国内の水蒸気噴火に関する知見
 - また、水蒸気噴火が発生した場合に想定される噴出物量が示されている火山ハザードマップについても併せて確認する。

<①-1 噴出物量に関する知見の確認>

(及川ほか, 2018)

○ 10^6m^3 (10^{-3}km^3) オーダのものが一番多い

(Kametani et al. 2021)

○2018年草津白根山噴火では $3.4\sim 4.9\times 10^{-5}\text{km}^3$ が噴出

<①-2 火山ハザードマップの確認>

(会津磐梯山)

○1888年噴火相当の 3000万m^3 ($3\times 10^{-2}\text{km}^3$) を想定

(その他の事例)

○草津白根山、蔵王山及び栗駒山山麓地域の各自治体が示す、想定噴出物量は 100万m^3 (10^{-3}km^3) オーダ

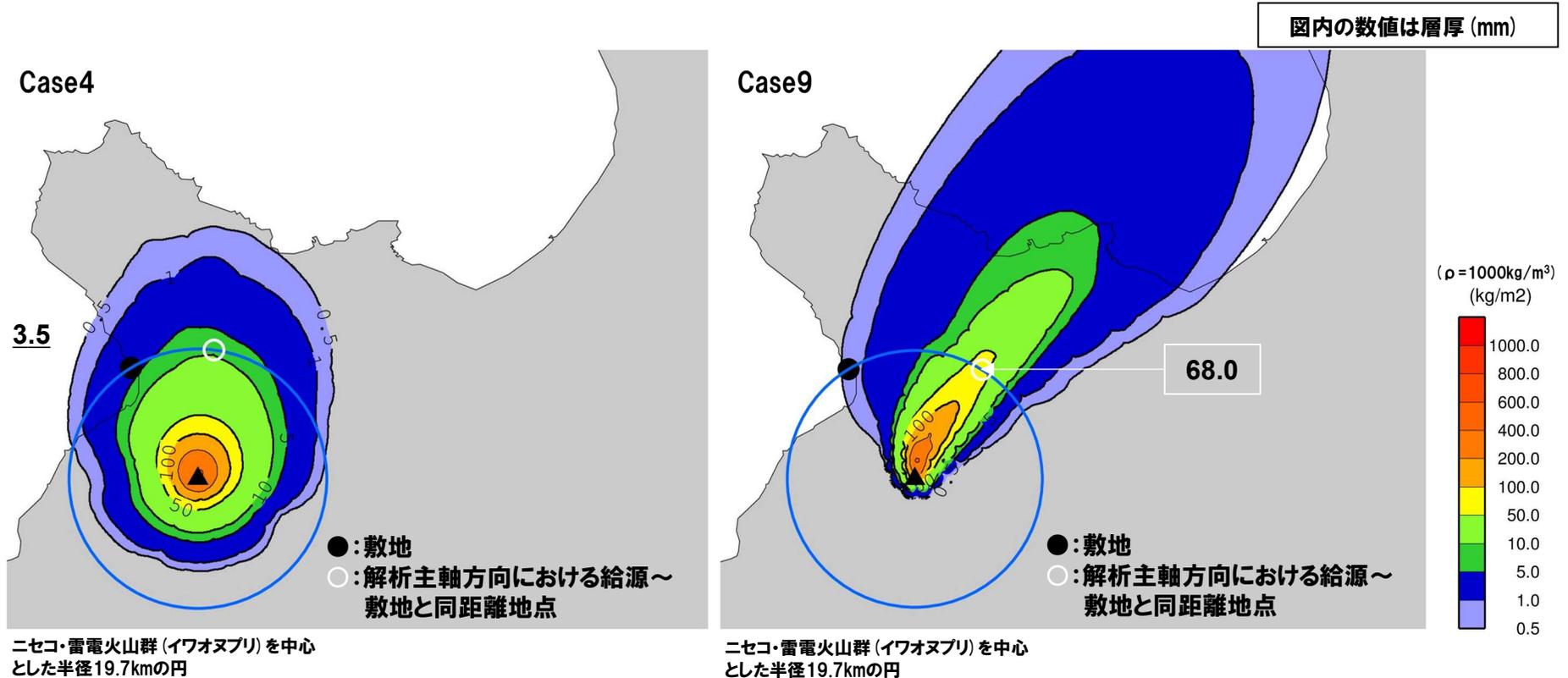


- 【②ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション】(P12～P17参照)
- ニセコ・雷電火山群において、仮に水蒸気噴火が発生した場合の、敷地における降灰の程度を参考として確認するために、1888年会津磐梯山噴火相当の噴出物量を用いて降下火砕物シミュレーションをTephra2により実施する。
 - 検討においては、現在の活動中心であると考えられるイワオヌプリを給源に設定する。
 - 本シミュレーションは、影響評価でYo-1(羊蹄山)の月別解析に用いた7月の風データを使用する(Yo-1の月別解析の結果は、R6.7.19審査会合本編資料5.1.2章参照)



- シミュレーションの結果、敷地における層厚は0.1cm～0.4cm (0.6mm～3.5mm) となった(0.4cm (3.5mm) となったケースを次頁に示す)。
- また、解析主軸方向における給源～敷地と同距離地点の層厚は0.6cm～6.8cm (5.8mm～68.0mm) となった(6.8cm (68.0mm) となったケースを次頁に示す)。

ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーションの解析結果



噴煙柱高度 (km)	拡散係数 (m^2/s)
5	10000

シミュレーション結果のうち、
敷地における層厚が
0.4cm (3.5mm) となったケース

噴煙柱高度 (km)	拡散係数 (m^2/s)
15	500

シミュレーション結果のうち、
解析主軸方向における給源～敷地と同距離地点における層厚が
6.8cm (68.0mm) となったケース

余白

① 国内の水蒸気噴火に伴う降下火砕物の噴出物量に関する知見の確認(まとめ)

- 国内の水蒸気噴火に伴う降下火砕物の噴出物量を把握するため、過去に発生した水蒸気噴火の規模、頻度、噴火推移のパターン、噴出物に含まれる熱水変質鉱物及び水蒸気噴火で発生する現象について体系的に取りまとめている及川ほか(2018)を確認した。
- また、及川ほか(2018)以降に発生した国内の水蒸気噴火に関する知見のうち、噴出物量の推定を行っているKametani et al.(2021)を確認した。
- 上記の知見の確認により、国内の水蒸気噴火に伴う降下火砕物の一般的な噴出物量は十分に把握できると考えられるものの、火山山麓に位置する各自治体において、水蒸気噴火が発生した場合に想定される噴出物量が示されている火山ハザードマップについても併せて確認した。

(噴出物量に関する知見の確認)

- 及川ほか(2018)によれば、日本列島において地層として残されている水蒸気噴火堆積物は、 10^7m^3 (10^{-2}km^3) オーダのものを上限にして、 10^6m^3 (10^{-3}km^3) オーダのものが一番多いとされている(次頁参照)。
- Kametani et al.(2021)に示されている降下火砕物の総重量と平均密度を踏まえると、2018年草津白根山噴火に伴う降下火砕物の総噴出物量は $4.9 \times 10^{-5}\text{km}^3$ 及び $3.4 \times 10^{-5}\text{km}^3$ に換算される。(P7参照)。

(水蒸気噴火した場合に想定される降下火砕物の噴出物量が示されている火山ハザードマップの確認)

- 会津磐梯山の避難計画を定めた磐梯山火山防災連絡会議(2017)によれば、当該火山においては水蒸気噴火として1888年噴火相当の 3000万m^3 ($3 \times 10^{-2}\text{km}^3$) を想定している(P8参照)。
- 草津白根山、蔵王山及び栗駒山山麓地域の各自治体が示す、水蒸気噴火に伴う降下火砕物の想定噴出物量は 100万m^3 (10^{-3}km^3) オーダである(P9~P11参照)。

①-1 噴出物量に関する知見の確認(1/2)

【及川ほか(2018)】

○水蒸気噴火に伴う降下火砕物の噴出物量を把握するため、過去に発生した水蒸気噴火の規模、頻度、噴火推移のパターン、噴出物に含まれる熱水変質鉱物及び水蒸気噴火で発生する現象について体系的に取りまとめている及川ほか(2018)を確認した。

- ・同文献によると、近年、日本列島で発生した水蒸気噴火によるテフラ量は、 10^9kg (100万トン) オーダのものを上限として、 $10^8\sim 7\text{kg}$ (10~1万トン) オーダのものが多くとされている(下表参照)
- ・日本列島において地層として残されている水蒸気噴火堆積物は、 10^7m^3 オーダのものを上限にして、 10^6m^3 オーダのものが一番多いとされている

Volcano	Erption year	Tephra volume	Tephra weight	Ref.
		(m^3)	($\times 10^7\text{kg}$)	
Meakan	2008		1.2	Ishimaru et al.(2009)
	2006		0.9	Hirose et al.(2007b)
	1998		0.11	Hirose et al.(2007a)
	1996		3.6	Hirose et al.(2007a)
Usu	2000(Apr. 1-2)		2.1	Takarada et al.(2001)
	2000(Apr. 4)		4.9	Takarada et al.(2001)
Hokkaido-Komagatake	1996		12	Ui et al.(1997)
Akita-Yakeyama	1997	1×10^3		Ohba et al.(2007)
Asama	2008		2.8-3.5	Maeno et al.(2010)
Ontake	1979	$0.95-1.23 \times 10^6$	186	Maeno et al.(2016), Takarada et al.(2016)
	2014		63-140	Maeno et al.(2016), Takarada et al.(2016)
Hakone	2015		0.01	Mannen(2016)
Shinmoedake (Kirisimayama)	2008		19	Geshi et al.(2010)

最近の水蒸気噴火に伴う降下火砕物の総噴出物量および総重量
(及川ほか, 2018)

①-1 噴出物量に関する知見の確認 (2/2)

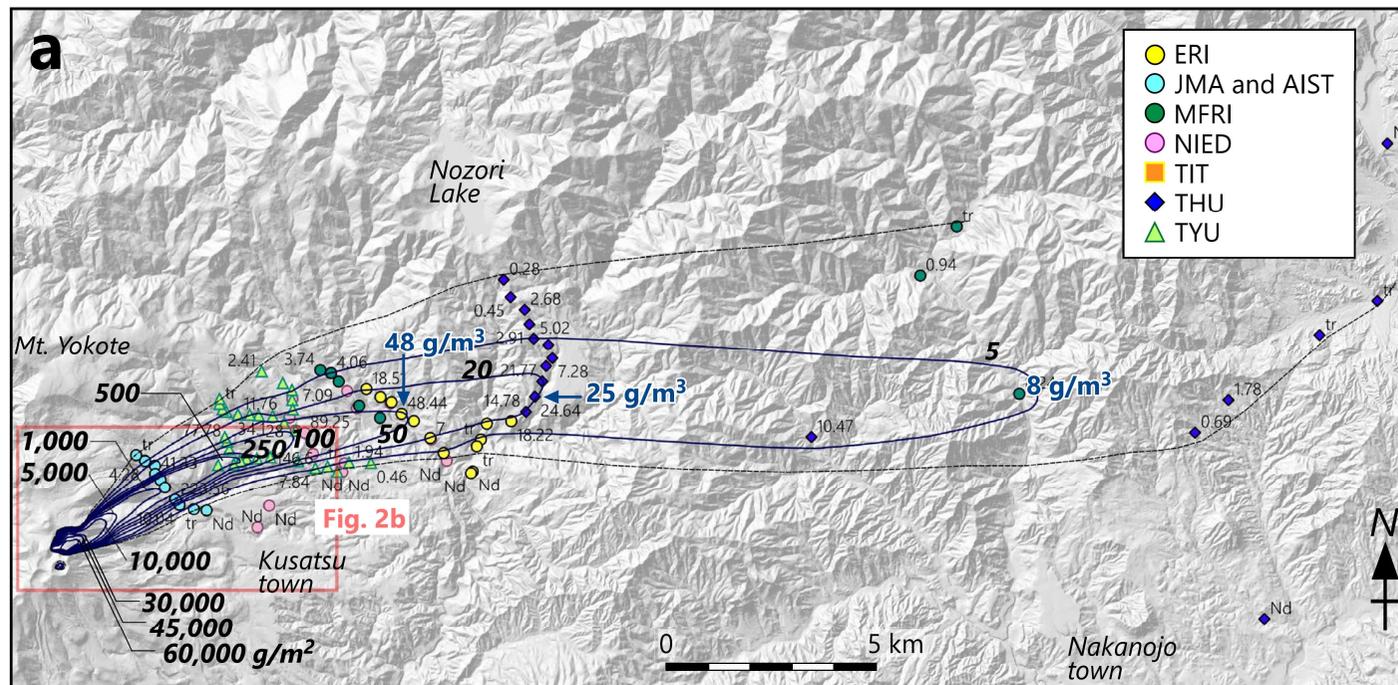
【Kametani et al. (2021)】

○及川ほか (2018) 以降に発生した国内の水蒸気噴火に関する知見のうち、噴出物量の推定を行っているKametani et al. (2021) を確認した。

- ・同文献によると、2018年草津白根山噴火に伴う降下火山灰は火口から東北東方向に約25km地点まで降灰したとされている
- ・降下火砕物の総重量を2つの手法を用いて求めたところ、 3.4×10^4 t及び 2.4×10^4 tとなったとされている
- ・なお、降下火砕物の密度は火口付近で採取した2試料の平均値 (700kg/m^3) とするとされている



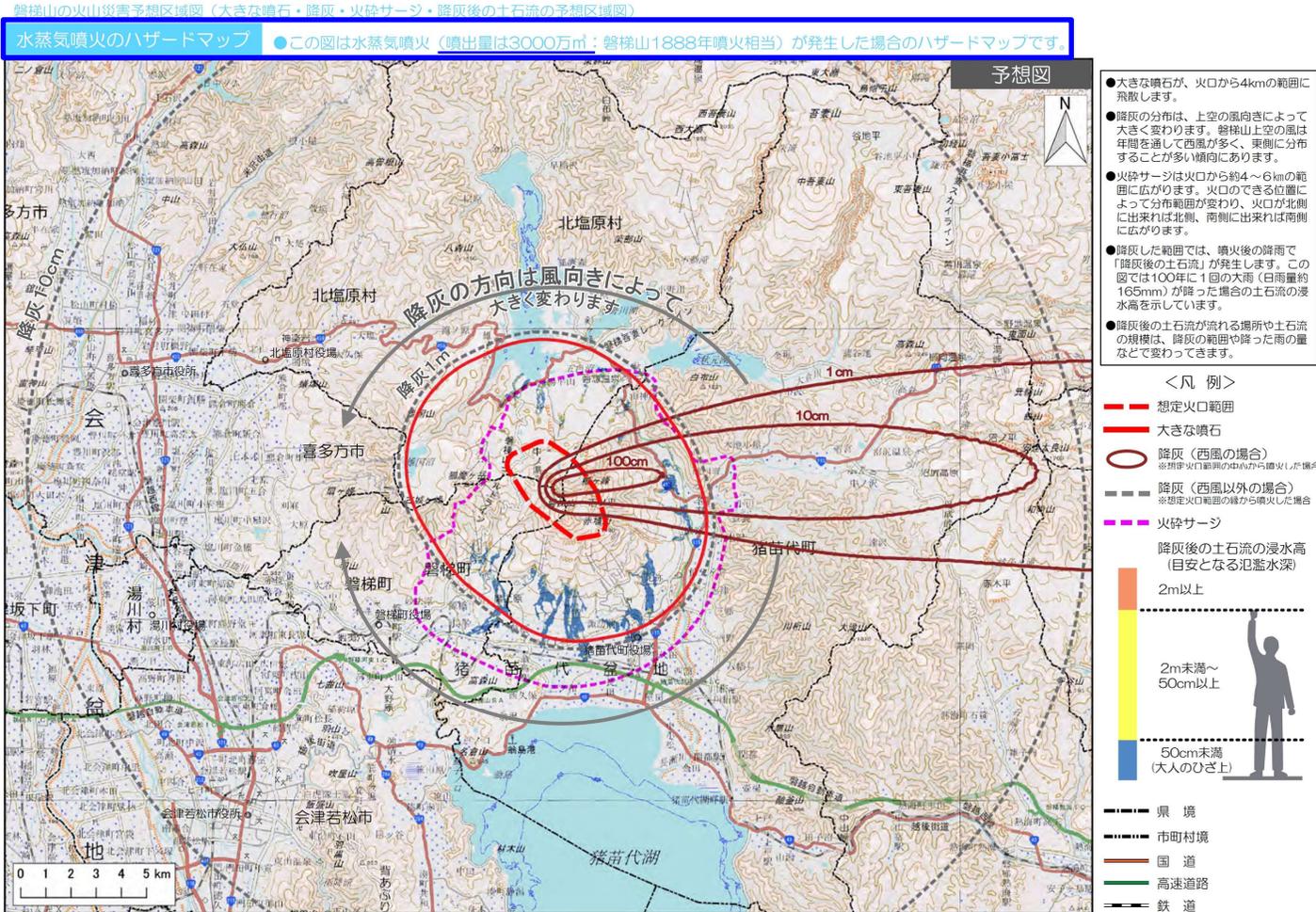
○Kametani et al. (2021) に示されている降下火砕物の総重量と平均密度を踏まえると、2018年草津白根山噴火に伴う降下火砕物の総噴出物量は $4.9 \times 10^{-5}\text{km}^3$ 及び $3.4 \times 10^{-5}\text{km}^3$ に換算される。



2018年草津白根山噴火に伴う降下火砕物の到達範囲及び等重量線図
(Kametani et al. 2021)

①-2 水蒸気噴火が発生した場合に想定される降下火砕物の噴出物量が示されている火山ハザードマップの確認 (1/4)

○会津磐梯山の避難計画を定めた磐梯山火山防災連絡会議 (2017) によれば, 当該火山においては, 水蒸気噴火の想定規模を1888年噴火に相当する3000万m³としている。



※「火砕サージ」災害予測区域図は、想定火口範囲の10地点から火砕サージが発生した場合の想定範囲を数値計算により算出して全て重ねたもので、1回の噴火で全ての方向に火砕サージが流れるわけではありません。
 ※「降灰後の土石流」災害予測区域図は、磐梯山に濃霧をもち大雨に100年に1回の大雨 (日雨量約165mm) が降った場合に、各流域内に降った水量とその水量で下流に運ばれた土砂が形成した場合の想定範囲を数値計算により算出したものです。

磐梯山の火山災害予測区域図
(磐梯山火山防災連絡会議 (2017) に加筆)

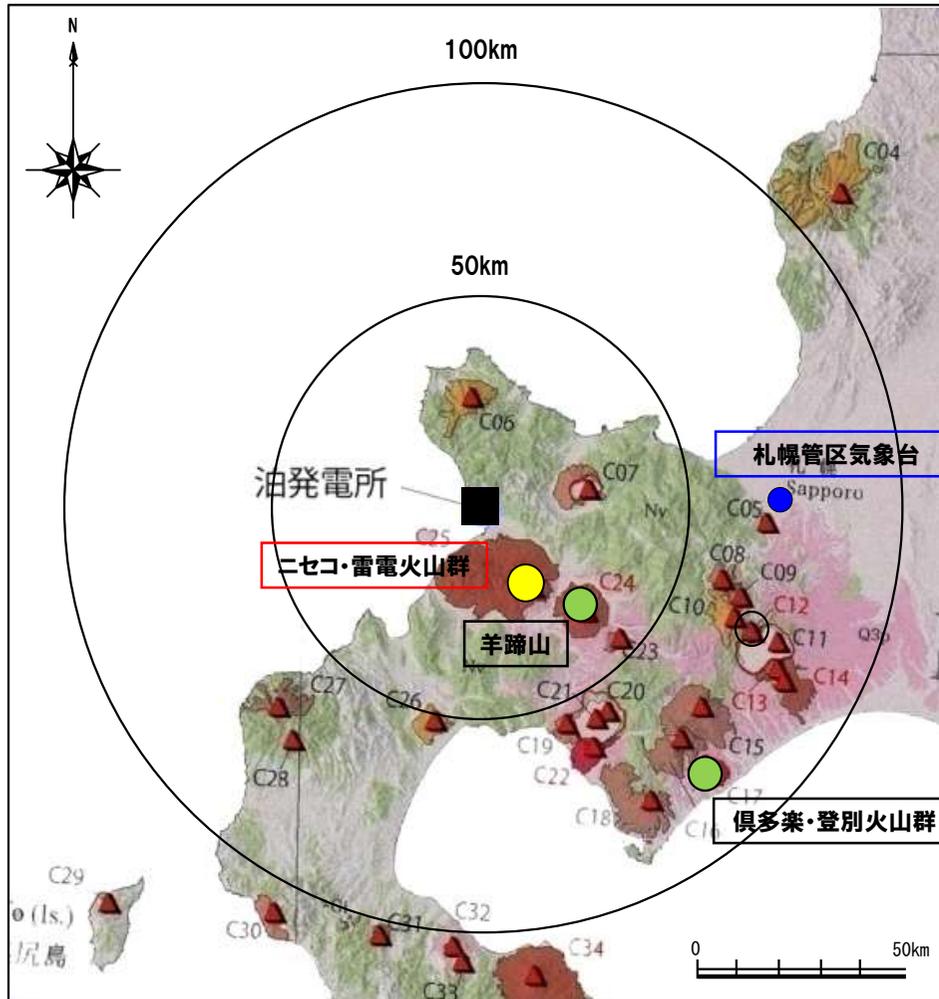
② ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション (まとめ) (1/2)

- ニセコ・雷電火山群において、次頁に示すフローに基づき、仮に水蒸気噴火が発生した場合の、敷地における降灰の程度を参考として確認するために、降下火砕物シミュレーションをTephra2により実施した(火山の位置図については、次頁左図参照)。
- 検討においては、現在の活動中心であると考えられるイワオヌプリを給源に設定する。
- 本シミュレーションは、影響評価でYo-1(羊蹄山)の月別解析に用いた7月の風データを使用する(Yo-1の月別解析の結果は、R6.7.19審査会合本編資料5.1.2章参照)。
- また、シミュレーションは、以下に示す入力パラメータを用いて、全12ケースを実施した。

【入力パラメータ】

- 入力パラメータの設定については、主に文献により設定した(一覧及び設定根拠については、P14参照)。
 - 噴出量は、1888年会津磐梯山噴火相当の噴出物量(3000万m^3 ($3 \times 10^{-2}\text{km}^3$))を設定。
 - 噴煙柱高度及び拡散係数は、文献の記載に幅があるため、複数のパラメータを設定。
 - その他入力パラメータについては、固定パラメータとして設定。
-
- シミュレーションの結果、敷地における層厚は0.1cm~0.4cm(0.6mm~3.5mm)となった。
 - また、解析主軸方向における給源~敷地と同距離地点の層厚は0.6cm~6.8cm(5.8mm~68.0mm)となった。

② ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション(まとめ) (2/2)



火山の位置図

- 影響評価において、シミュレーション対象とした火山
- 今回シミュレーション対象とした火山
敷地に比較的近い第四紀火山:ニセコ・雷電火山群(イワオヌプリ)

【対象となる降下火砕物】

- ・ニセコ・雷電火山群(イワオヌプリ)を給源とした水蒸気噴火

【気象データ※1, 2】

- ・風向 ・風速
(1983~2013年)

【入力パラメータ】

- ・噴煙柱高度 ・噴出物量
・拡散係数 ・粒径 等

【降下火砕物シミュレーション】

- ・噴煙柱高度及び拡散係数:文献の記載に幅があるため、複数のパラメータ
- ・上記以外のパラメータ:固定パラメータ

12ケースの降下火砕物の層厚を算定

※1 データダウンロード元:アメリカ海洋大気庁(NOAA)HP
(<https://www.ncei.noaa.gov/>)

データ取得年:2013年

※2 所定の気圧面における風向及び風速。

② ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション（入力パラメータ）

入力パラメータ一覧及び設定根拠

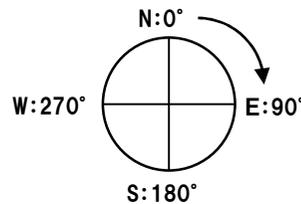
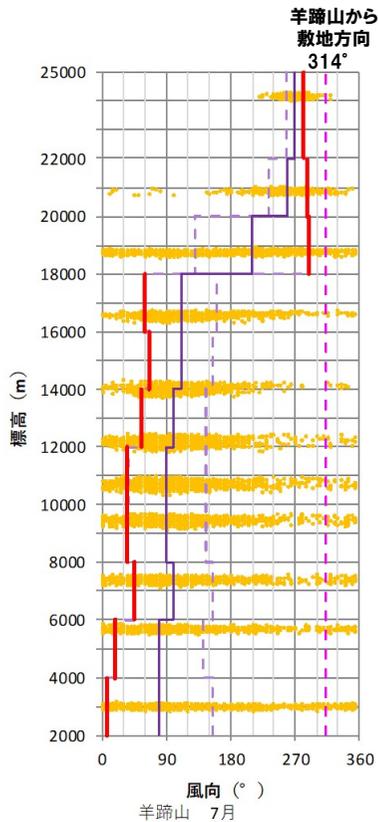
パラメータ		単位	値	設定根拠	
複数の パラメータ	噴煙柱高度	km	5, 10, 15	町田・新井 (2011) による噴煙柱高度 (VEI3:3~15km) を参考に設定※1	
	拡散係数	m ² /s	500, 1000 5000, 10000	萬年 (2013) を参考に設定	
固定 パラメータ	噴出物量	kg	3.00E+10	会津磐梯山のハザードマップに示される値により設定	
	粒径	最大粒径	φ	-10	Tephra2に関する文献※2より設定
		最小粒径	φ	10	Tephra2に関する文献※2より設定
		中央粒径	φ	1.0	Tephra2に関する文献※2より設定
		標準偏差	φ	1.5	Tephra2に関する文献※2より設定
	密度	岩片密度	kg/m ³	2600	萬年 (2013) より設定
		軽石密度	kg/m ³	1000	萬年 (2013) より設定
	みかけ渦拡散係数	m ² /s	0.04	萬年 (2013) より設定	
	落下時間閾値	s	3600	萬年 (2013) より設定	
	計算分割高	m	約100	萬年 (2013) より設定	
噴煙放出下限高度比	—	0.2	萬年 (2013) を参考に設定		

※1 町田・新井 (2011) において示される噴煙柱高度の範囲と、引用元とされているNewhall and Self (1982) の噴煙柱高度の範囲には相違がないことを確認している。

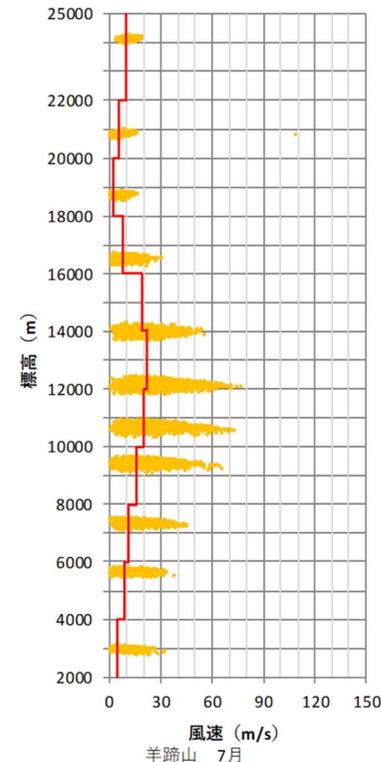
※2 Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2, Michigan Technological University

② ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション (風データ)

- 本シミュレーションの対象としているニセコ・雷電火山群 (イワオヌプリ) から敷地への方向と、羊蹄山から敷地への方向は、同様である。
- 羊蹄山を給源とするY0-1における月別解析の結果、最も敷地に影響のある月が7月である (Y0-1の月別解析の結果は、R6.7.19審査会合本編資料5.1.2章参照)。
- これらのことから、本シミュレーションにおいては、Y0-1の月別解析に用いた7月の風データをそのまま用いることとした。



● 作成に使用したデータ (1983~2013年データ)
 — 最頻値 (μ) 風向
 - - 最頻値 (μ) ± σ 方向
 — 最頻値 (μ) ± σ の範囲で、より敷地に近づく方向



● 作成に使用したデータ (1983~2013年データ)
 — 合成風速

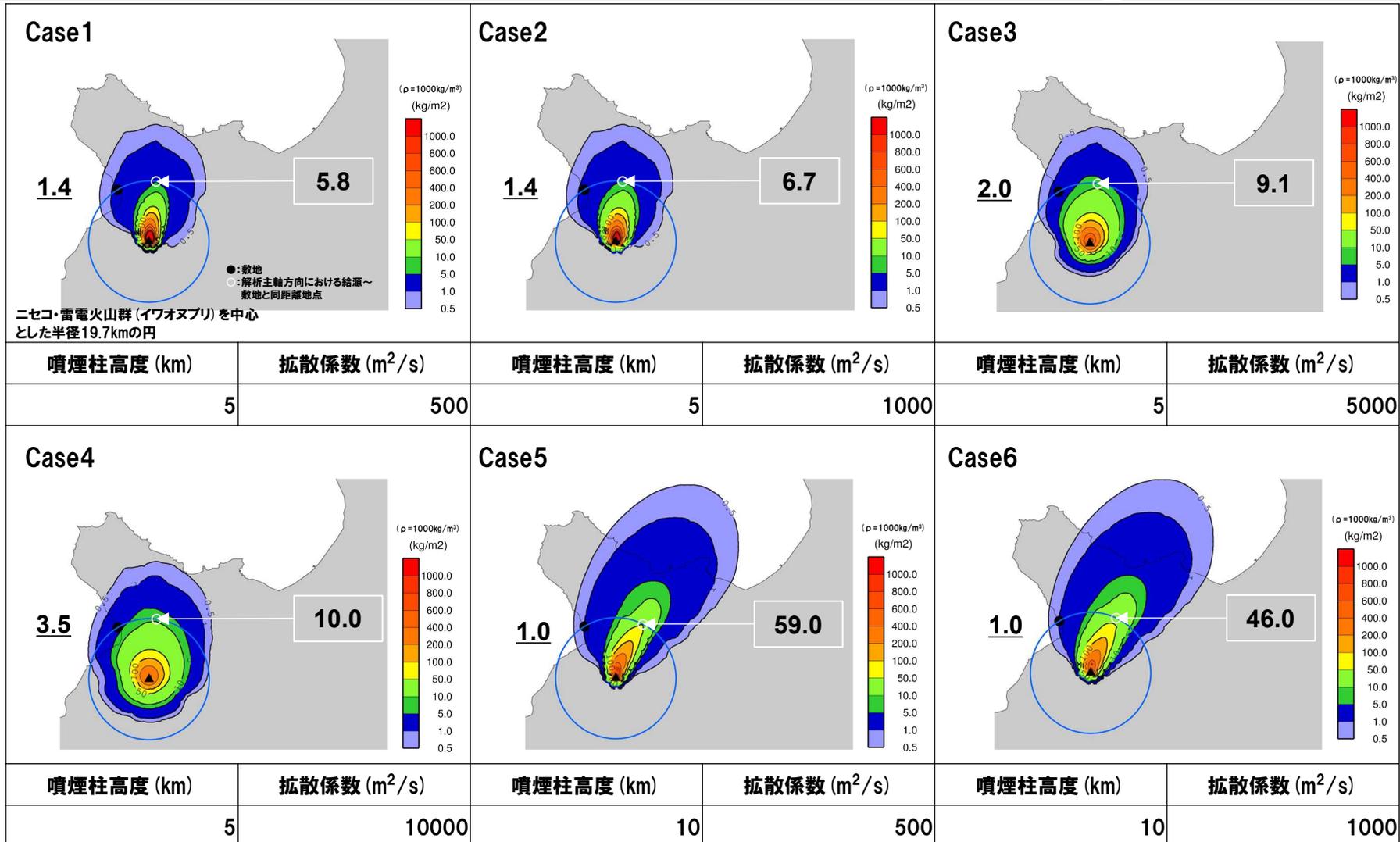
本シミュレーションに用いた風向
 (Y0-1の月別解析 (7月) に用いたものと同様)

本シミュレーションに用いた風速
 (Y0-1の月別解析 (7月) に用いたものと同様)

② ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション (解析結果) (1/2)

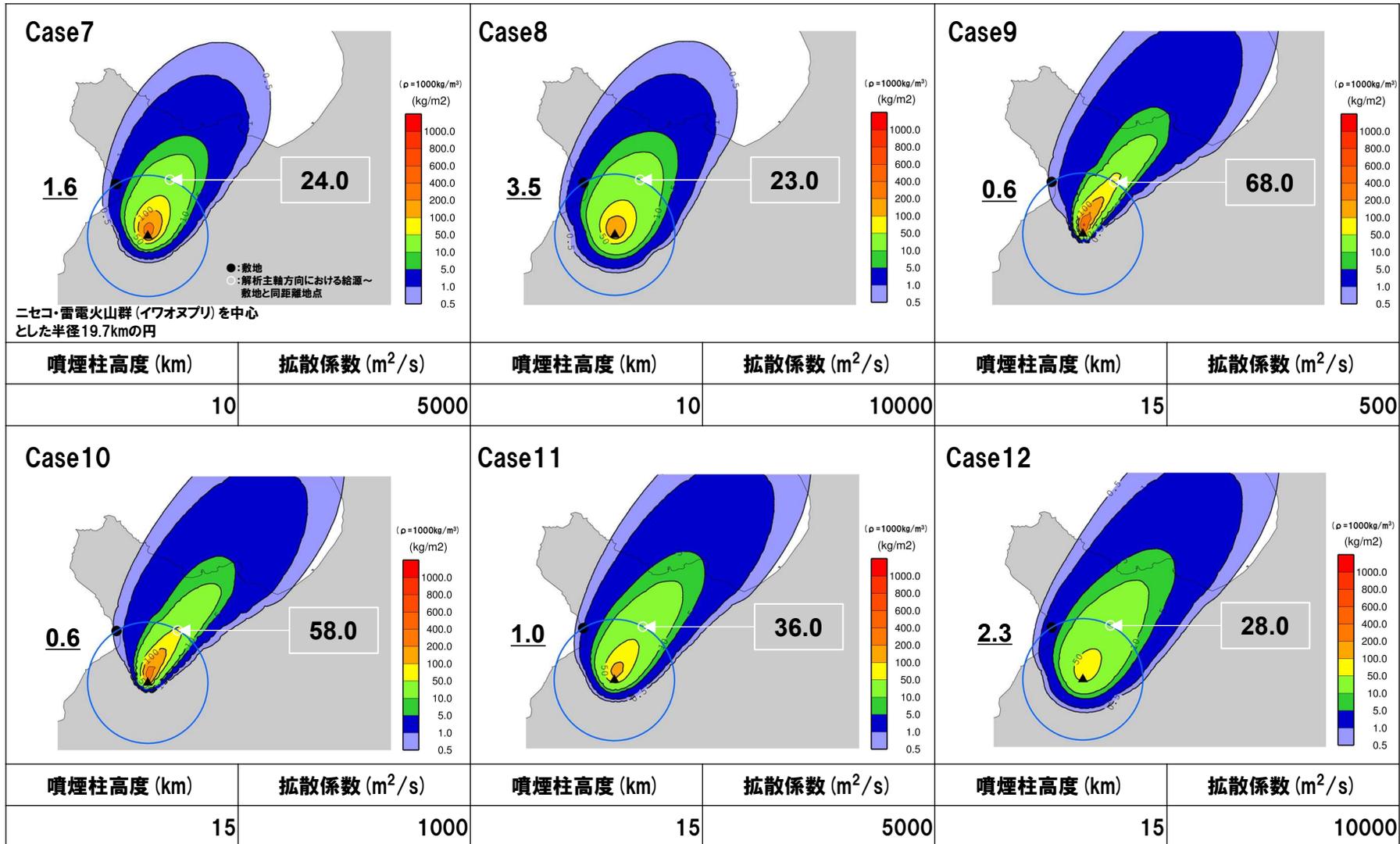
- Case1～Case12の各ケースの解析結果を下図及び次頁に示す。
- 敷地における層厚は0.1cm～0.4cm (0.6mm～3.5mm) となった。
- 解析主軸方向における給源～敷地と同距離地点の層厚は0.6cm～6.8cm (5.8mm～68.0mm) となった。

図内の数値は層厚 (mm)



② ニセコ・雷電火山群における水蒸気噴火に伴う降下火砕物シミュレーション（解析結果）（2/2）

図内の数値は層厚 (mm)



- (1) 早川由紀夫 (1991) : 火山で発生する流れとその堆積物-火砕流・サージ・ラハール・岩なだれ. 火山, 36, 3, pp.357-370.
- (2) 及川輝樹・大場司・藤縄明彦・佐々木寿 (2018) : 水蒸気噴火の地質学的研究, 地質学雑誌, 第124巻, 第4号, pp.231-250.
- (3) 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 (2007) : 北海道の活火山, 北海道新聞社.
- (4) 松尾良子・中川光弘 (2017) : 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌプリ火山の形成史と活動年代, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, SVC50-P13.
- (5) Kametani, N., Ishizaki, Y., Yoshimoto, M., Maeno, F., Terada, A., Furukawa, R., Honda, R., Ishizuka, Y., Komori, J., Nagai, M., Takarada, S. (2021) : Total mass estimate of the January 23, 2018, phreatic eruption of Kusatsu-Shirane Volcano, central Japan, Earth, Planets and Space, 141, 73.
- (6) 磐梯山火山防災連絡会議 (2017) : 磐梯山火山ハザードマップ.
- (7) 草津白根山防災会議協議会 (2019) : 草津白根山火山ハザードマップ.
- (8) 蔵王山火山防災協議会 (2017) : 蔵王山火山防災マップ.
- (9) 栗駒山火山防災協議会 (2020) : 栗駒山火山ハザードマップ.
- (10) 町田洋・新井房夫 (2011) : 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会.
- (11) 萬年一剛 (2013) : 降下火山灰シミュレーションコードTephra2の理論と現状-第四紀学での利用を視野に, 第四紀研究 (The Quaternary Research) 52 (4) p.173-187.
- (12) Newhall, C. G. and Self, S. (1982) : The volcanic explosivity index (VEI) : An estimate of explosive magnitude for historical volcanism, Jour. Geophys. Res., 87, 1231-1238.

(WEB)

- (13) アメリカ海洋大気庁 (NOAA) <https://www.ncei.noaa.gov/>
- (14) Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2 : <http://www.cas.usf.edu/~cconnor/vg@usf/tephra.html/>
- (15) 国土交通省 気象庁 <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>