

大規模噴火時の広域降灰対策について ―首都圏における降灰の影響と対策―
～富士山噴火をモデルケースに～（報告）【別添資料】

降灰シミュレーションのパラメータと計算結果

令和2年 4 月

大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ

検討対象とする降灰のケースの設定

- ・噴火の総噴出量、噴出率、継続時間は、富士山の最近の山頂噴火及び山腹噴火の活動時期（須走-b期）以降で火砕物が主である噴火の中で最大の噴火であり、噴火・降灰の実績が研究により最もよく判明している噴火である、宝永噴火の実績を用いた。
- ・降灰分布が大きく依存する風向風速については、過去10年の館野の高層観測データ（気象庁）から、
 - 宝永噴火の実績に類似する西風卓越ケース
 - 影響下の人口・資産が大きくなる西南西風卓越ケース
 - 風向の変化が比較的大きい南よりの風のケースを設定した。

	ケース1	ケース2	ケース3
規模・噴出率	宝永噴火の規模・噴出率		
継続時間	15日間		
風向	西風卓越 (2018年12月16～30日)	西南西風卓越 (2010年10月14～28日)	変化が大きい南よりの風 (2012年9月2～16日)
降灰分布	神奈川県と千葉県に降灰分布の中心	神奈川県と東京都に降灰分布の中心	山梨県、静岡県、神奈川県に降灰分布の中心
ケースの特徴	宝永噴火の実績と類似。	10cm以上の降灰範囲の人口・資産が比較的大きい。	比較的風向の変化が大きい。

- ・ここで計算した降灰分布は、対策を検討するためのケースであり、将来の富士山噴火時の降灰分布の予測ではないことに留意。

降灰シミュレーションの設定

○ シミュレーションは以下のモデル・設定を用いて実施。

- **モデル**: 改良版Tephra2 (万年委員ご提供)
- **噴出量・噴出率**: Miyaji et al. (2011) の文献値を用いて設定。各噴火ユニット (A~Q) 毎に計算を実施。

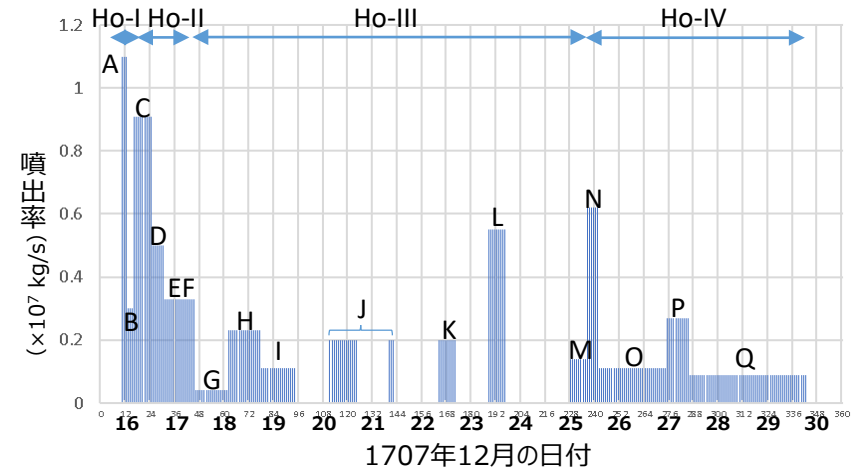
宝永噴火各ユニット毎の噴出量・噴出率等 (Miyaji et al., 2011に内閣府加筆)

Group	Unit	Mass ($\times 10^{10}$ kg)	Duration (h)	Flux ($\times 10^7$ kg/s)	Hb (km)	Ht (km)
I	A	5.7 ± 0.3	1.5	1.1 ± 1.2	17 ± 3	23 ± 5
	B	4.4 ± 0.3	4.0	0.30 ± 0.34	14 ± 4	18 ± 4
II	C	26 ± 0	8.0	0.91 ± 0.92	17 ± 3	22 ± 4
	D	8.9 ± 0.8	5.0	0.50 ± 0.54	15 ± 4	19 ± 5
	E	13 ± 1	15.5	0.33 ± 0.35	14 ± 4	18 ± 4
III	F	5.5 ± 0.1		0.33 ± 0.35		
	G	2.1 ± 0.2	15.5	0.04 ± 0.04	10 ± 3	12 ± 4
	H	14 ± 1	17.5	0.23 ± 0.26	13 ± 4	17 ± 4
	I	6.6 ± 0.8	16	0.11 ± 0.14	12 ± 4	15 ± 4
	J	12 ± 0	16.5	0.20 ± 0.22	13 ± 4	16 ± 4
	K	6.2 ± 0.5	8.5	0.20 ± 0.24	13 ± 4	16 ± 4
	L	18 ± 2	9.0	0.55 ± 0.64	15 ± 4	20 ± 5
IV	M	4.1 ± 0.5	8.0	0.14 ± 0.17	12 ± 4	15 ± 4
	N	10 ± 1	4.5	0.62 ± 0.77	16 ± 4	20 ± 5
	O	13 ± 1	33.5	0.11 ± 0.13	11 ± 5	15 ± 4
	P	11 ± 1	11.5	0.27 ± 0.33	13 ± 4	17 ± 5
	Q	18 ± 3	57	0.09 ± 0.11	11 ± 4	14 ± 4

噴出量

噴出率

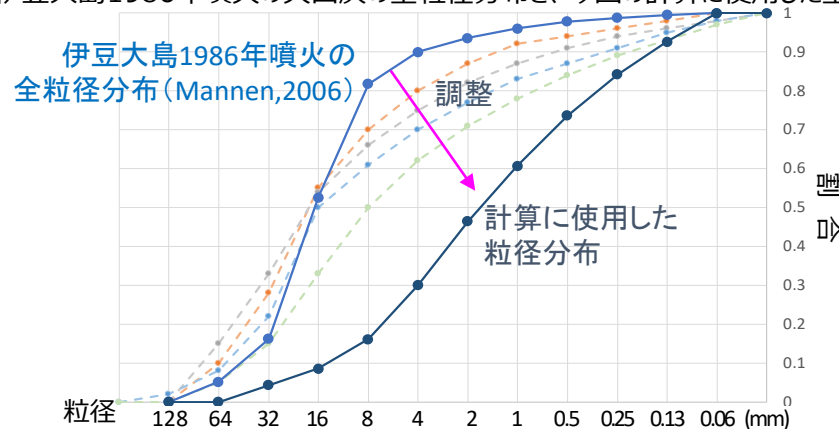
宝永噴火のユニット毎の噴出率の変化



※ Miyaji et al, 2011を元に内閣府作成

- **全粒径分布**: 宝永噴火について分析されたものはないため、同じ玄武岩質の伊豆大島1986年噴火の火山灰 (TB-2テフラ) を対象に推定された全粒径分布の値 (Mannen, 2006) をもとにしながら、最終層厚が宝永噴火に近づくよう調整。

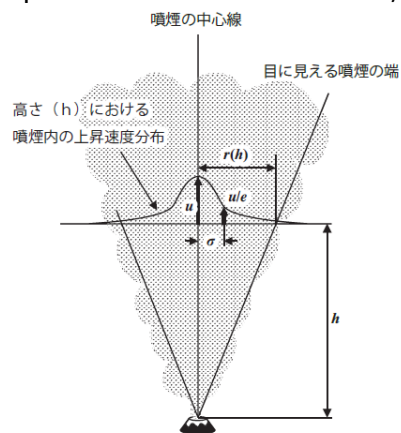
伊豆大島1986年噴火の火山灰の全粒径分布と、今回の計算に使用した全粒径分布



降灰シミュレーションの設定

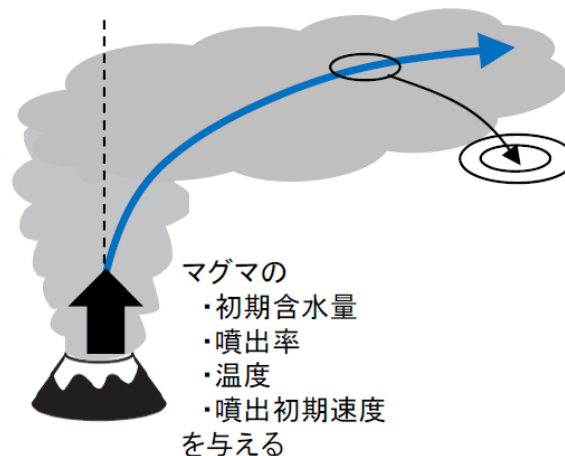
- **噴煙柱の形状**: 改良版Tephra2により、火口から垂直に上昇する噴煙柱が、上空で風に流されて傾くと仮定して給源を設定。

Tephra2の噴煙の概念図 (萬年, 2013)

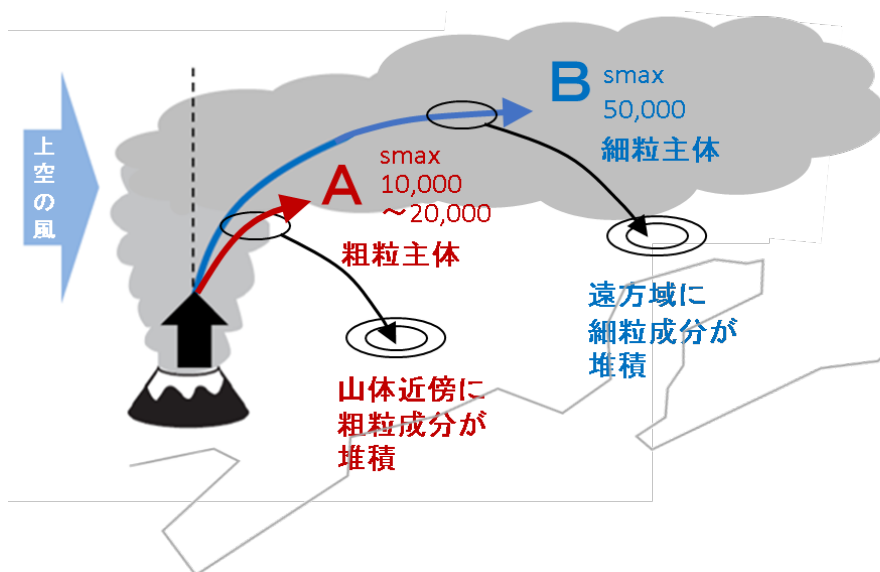


改良版Tephra2の噴煙の概念図

風データ
・高度
・風速
・風向
・温度
・圧力
を与える



さらに、再現率向上のために、各噴火ユニットについて粗粒主体と細粒主体の2パターンのパラメータセットを作成して計算を実施。



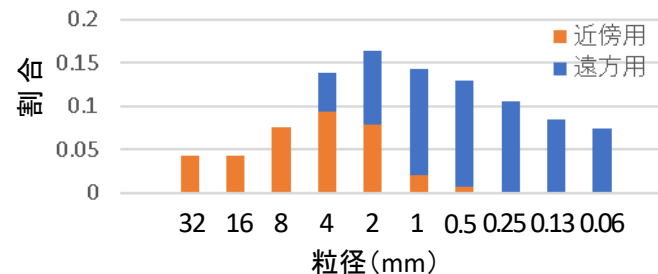
・噴出量の配分

30% 70%

Aに配分

Bに配分

・粒径の度数分布の配分



上空の風の風向の出現頻度

○上空の風の風向の出現頻度

- ・大規模噴火時の降灰分布への影響が大きいと考えられる上空約10,000mと約5,000m付近における風向の出現頻度は、過去10年間の館野の高層観測データによると、南西～北西の占める割合が大きい（1～6月、10～12月は南西～北西方向が概ね9割を占めている。一方、7～9月は南西～北西以外の風向が2～3割存在していて比較的ばらつきが大きい）。
- ・長期間降灰が継続し、降灰が厚くなる可能性は火口の東側で高い。

過去10年間の館野の指定気圧面の風向の割合

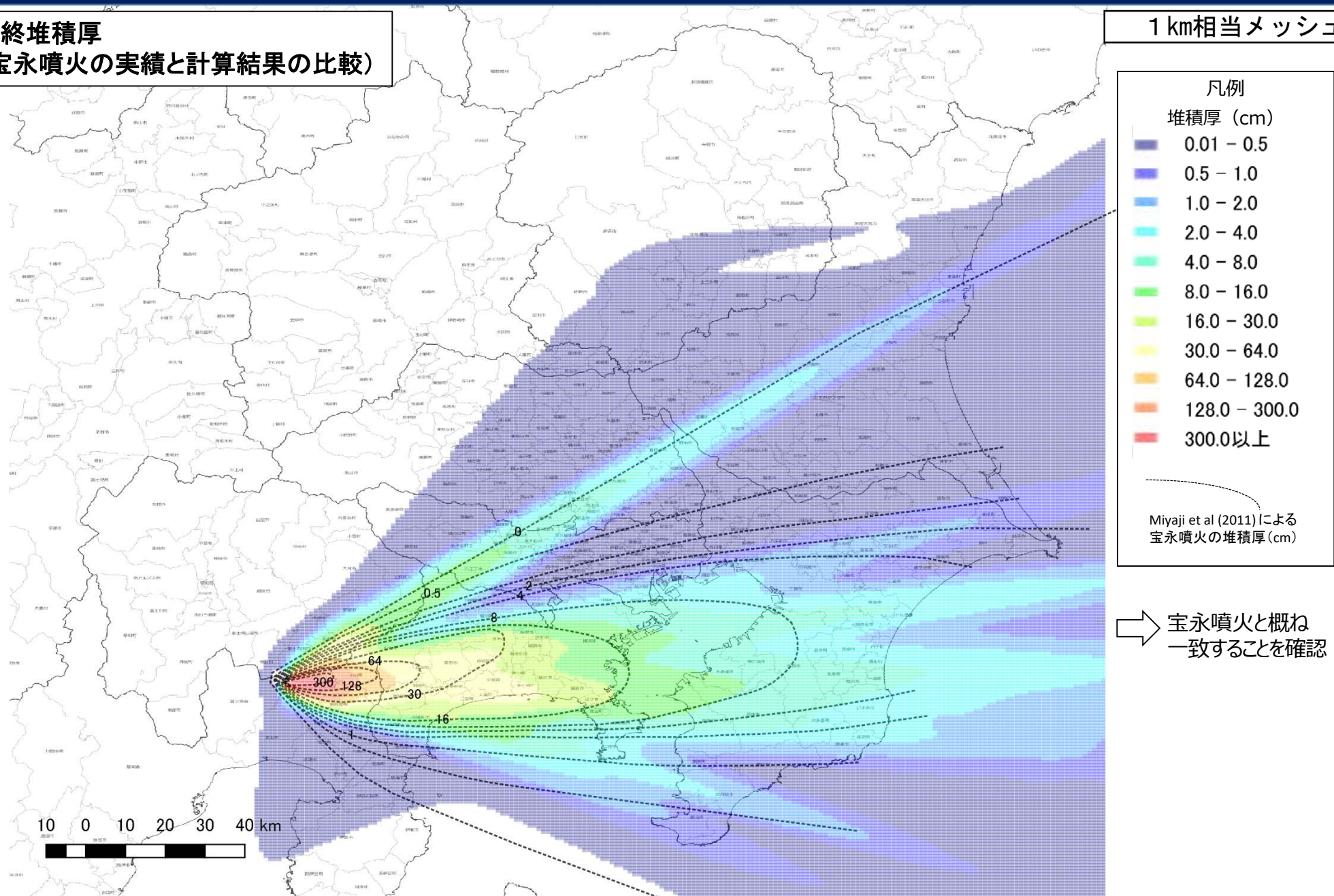
%	300hpa												500hpa											
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
北	0%	0%	0%	2%	2%	1%	6%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	2%	3%	5%	1%	0%	0%	0%
北北東	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%	0%	1%	3%	1%	0%	0%	0%
北東	0%	0%	0%	1%	1%	0%	2%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	3%	2%	0%	0%	0%	0%
東北東	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%
東	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
東南東	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
南東	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%
南南東	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	2%	3%	0%	0%	0%
南	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	1%	3%	4%	1%	0%	0%
南南西	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	4%	4%	3%	2%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	1%	4%	4%	6%	3%	1%	1%
南西	2%	4%	6%	7%	10%	5%	10%	8%	13%	16%	7%	4%	4%	4%	7%	8%	10%	8%	11%	10%	13%	12%	9%	8%
西南西	21%	19%	23%	31%	29%	27%	17%	18%	30%	35%	35%	37%	17%	19%	27%	30%	22%	26%	20%	19%	26%	34%	32%	30%
西	61%	59%	51%	35%	36%	43%	23%	21%	28%	36%	45%	48%	48%	44%	39%	27%	32%	33%	24%	19%	28%	34%	44%	44%
西北西	14%	17%	15%	18%	10%	15%	13%	14%	9%	9%	9%	9%	24%	25%	18%	20%	13%	16%	11%	13%	8%	11%	9%	13%
北西	2%	1%	3%	4%	6%	3%	13%	8%	4%	2%	1%	1%	6%	5%	6%	7%	6%	6%	9%	8%	4%	3%	4%	3%
北北西	0%	0%	0%	2%	3%	2%	10%	8%	2%	1%	1%	0%	1%	0%	1%	2%	5%	2%	9%	7%	3%	1%	1%	0%
南西～北西	100%	99%	99%	95%	91%	93%	75%	69%	83%	97%	97%	100%	99%	97%	97%	92%	84%	89%	76%	68%	79%	94%	97%	98%

風向のデータは気象庁HP「過去の気象データ検索（高層）」による

計算結果（ケース1：西風卓越（宝永噴火に近いケース））

最終堆積厚
（宝永噴火の実績と計算結果の比較）

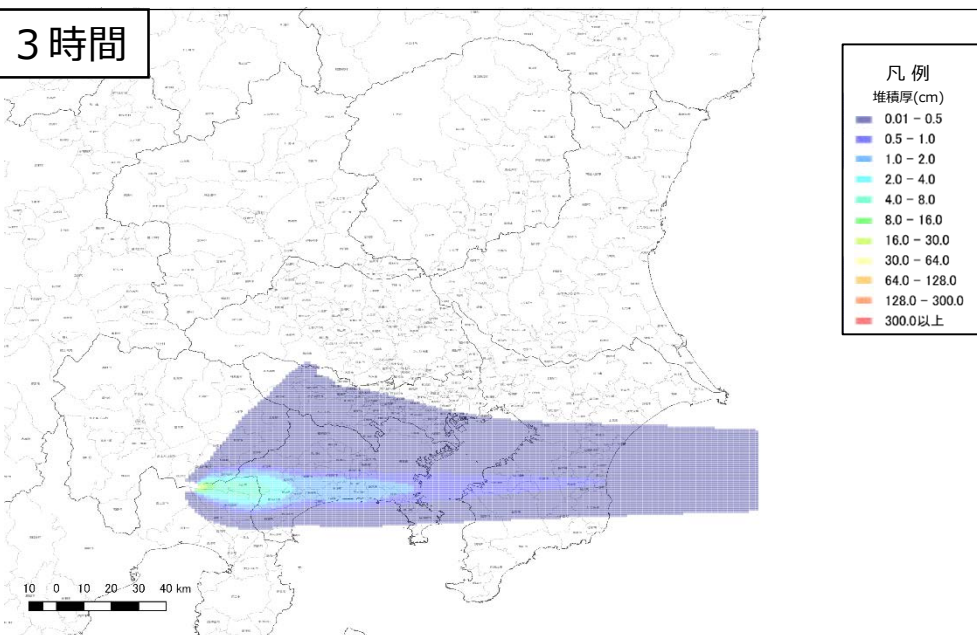
1 km相当メッシュ



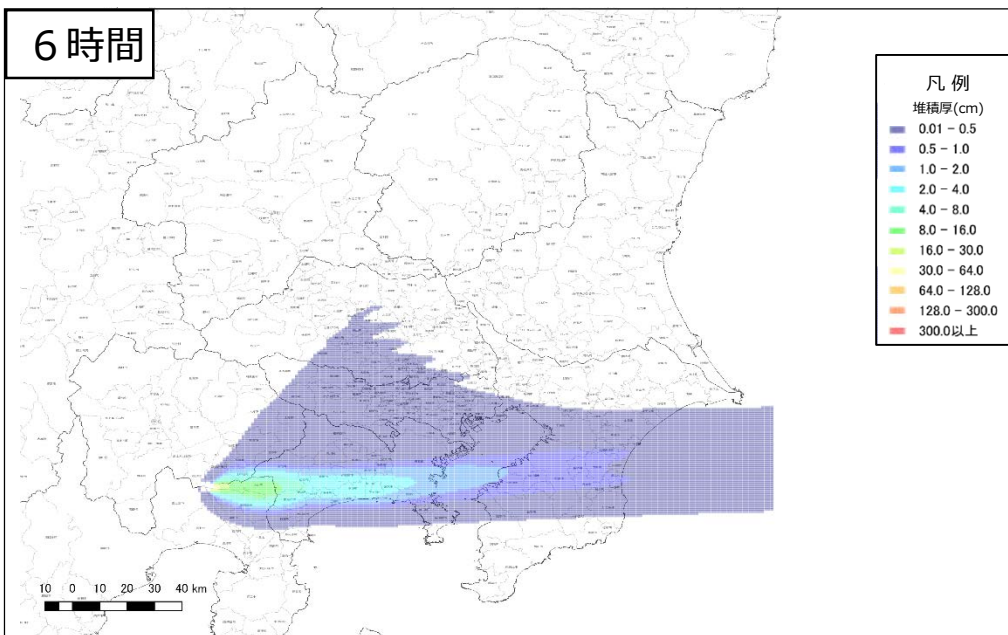
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

降灰の分布状況の時間変化（ケース1：西風卓越（宝永噴火に近いケース））①

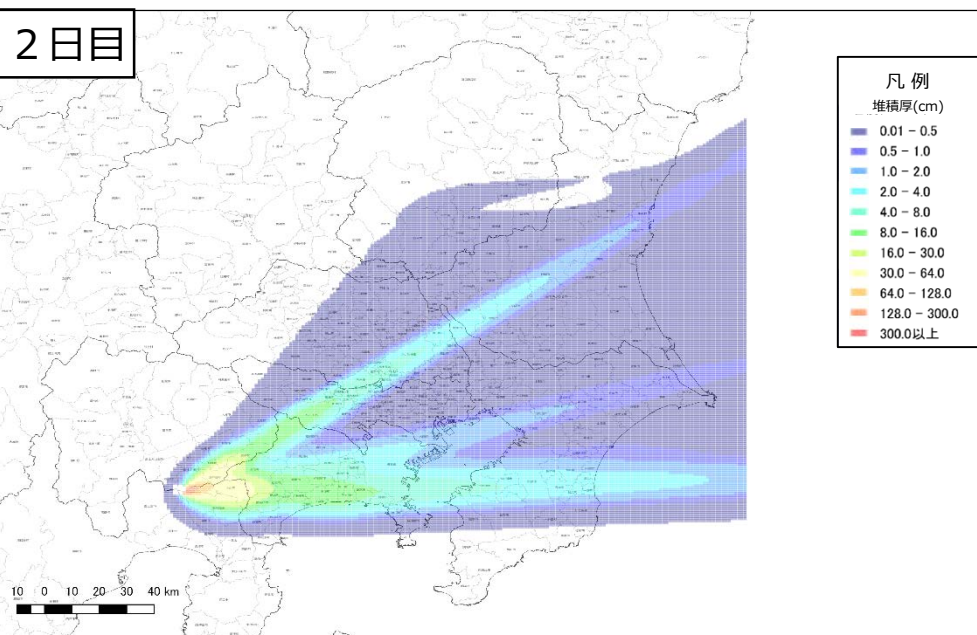
3時間



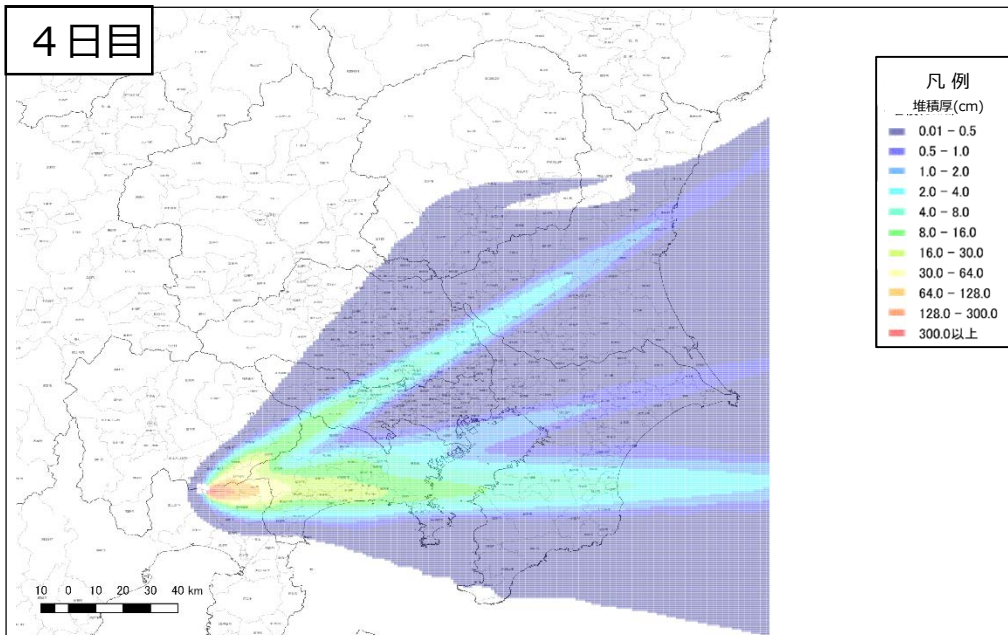
6時間



2日目



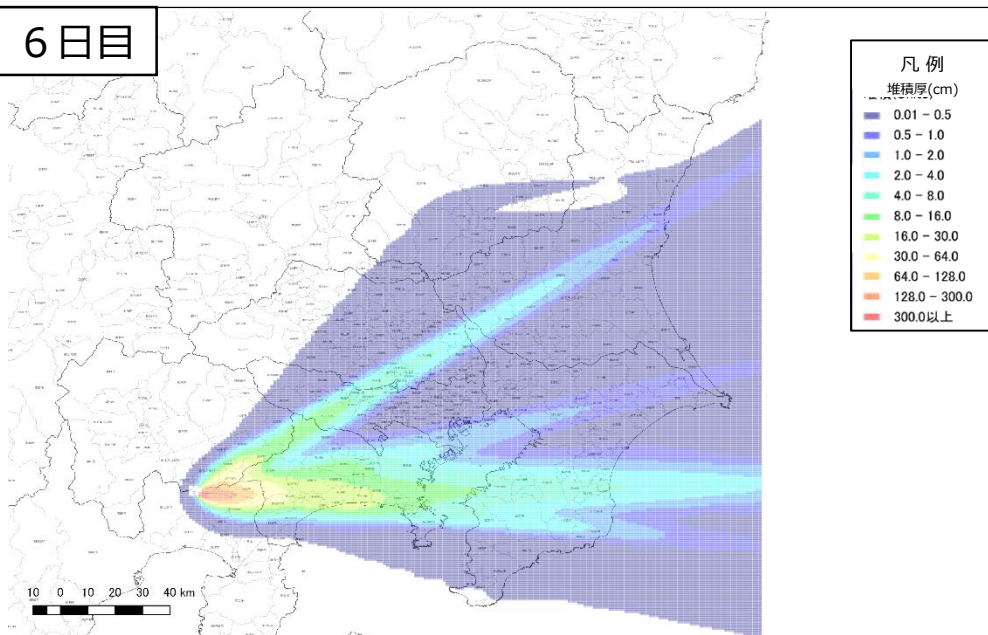
4日目



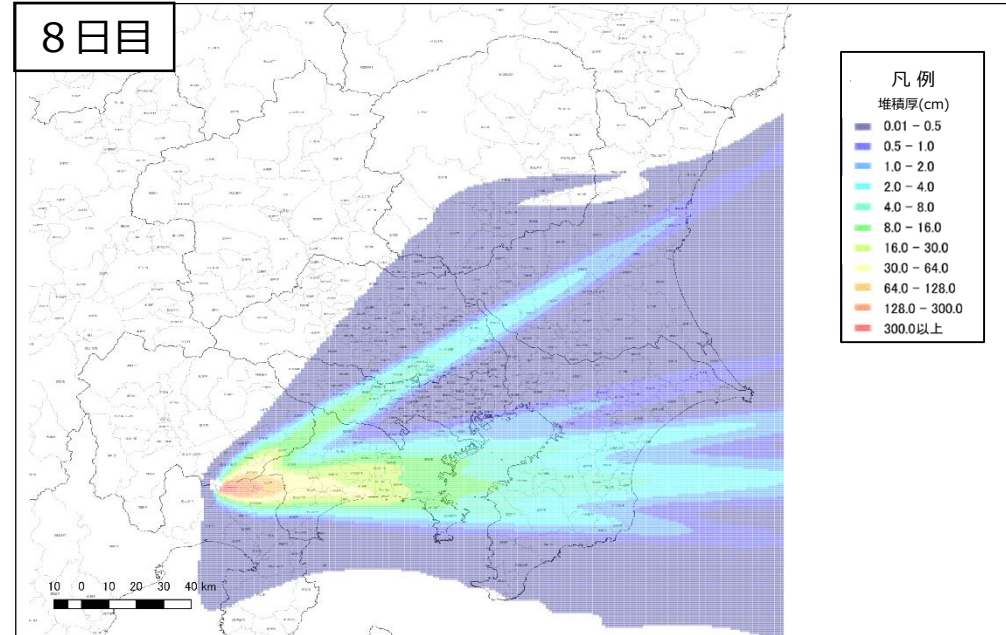
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

降灰の分布状況の時間変化（ケース1：西風卓越（宝永噴火に近いケース））②

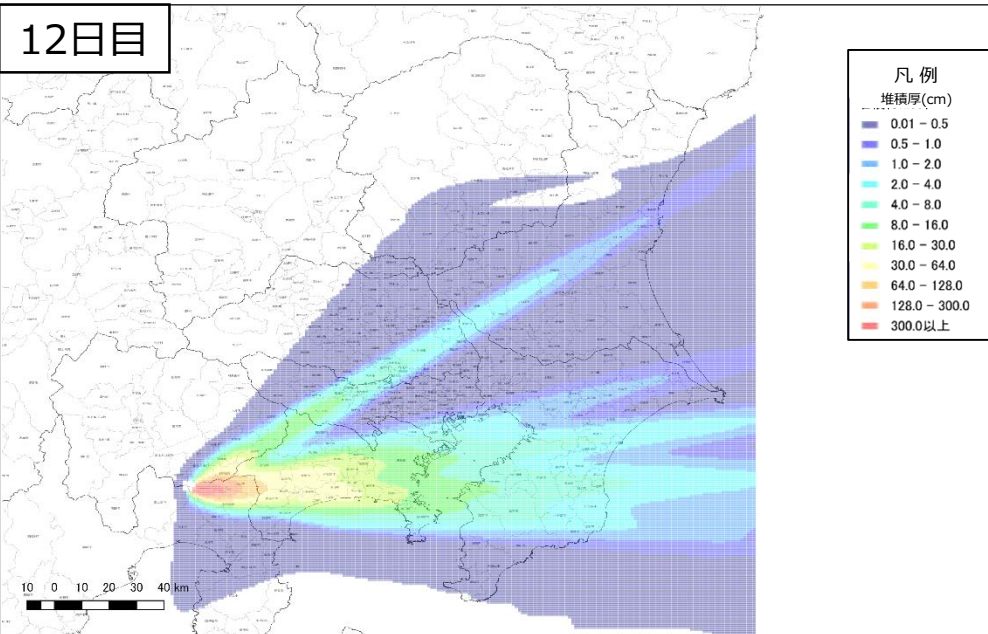
6日目



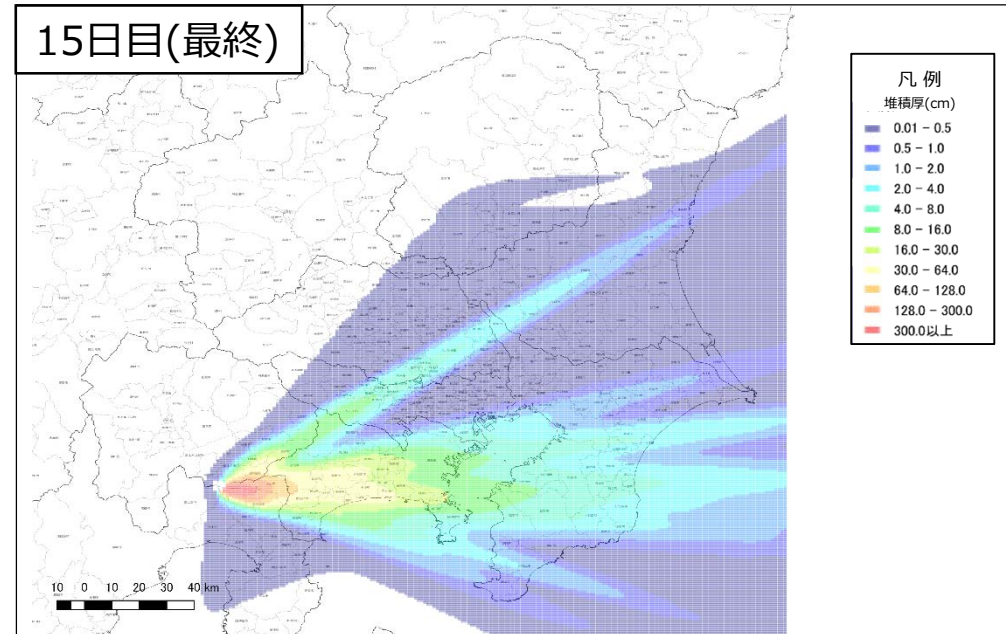
8日目



12日目



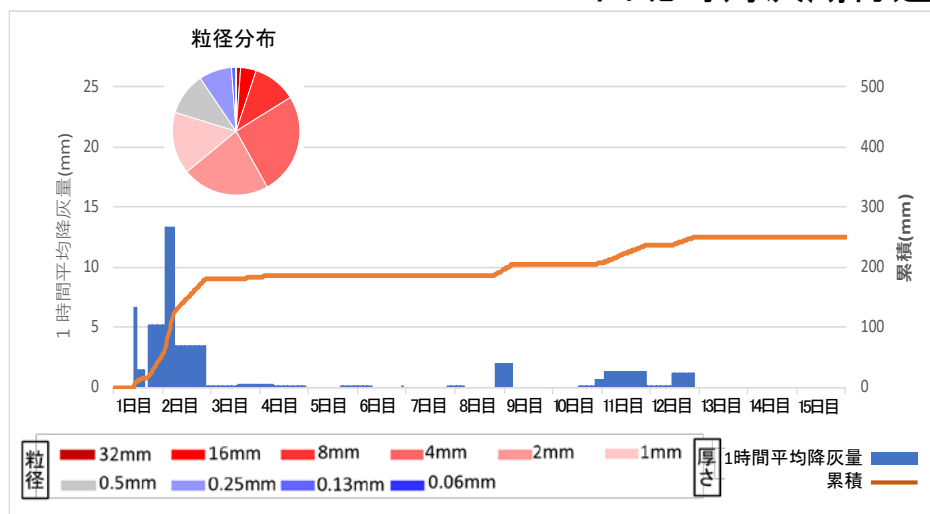
15日目(最終)



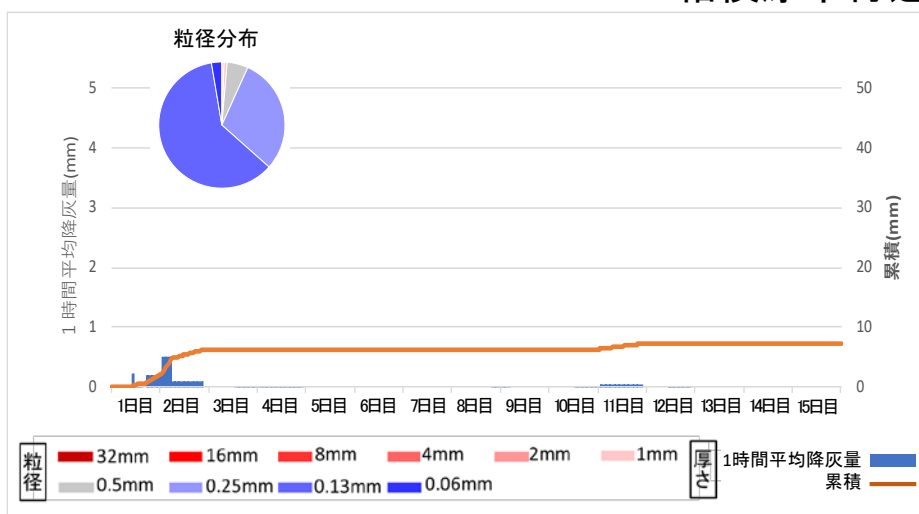
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース1：西風卓越（宝永噴火に近いケース）） ①

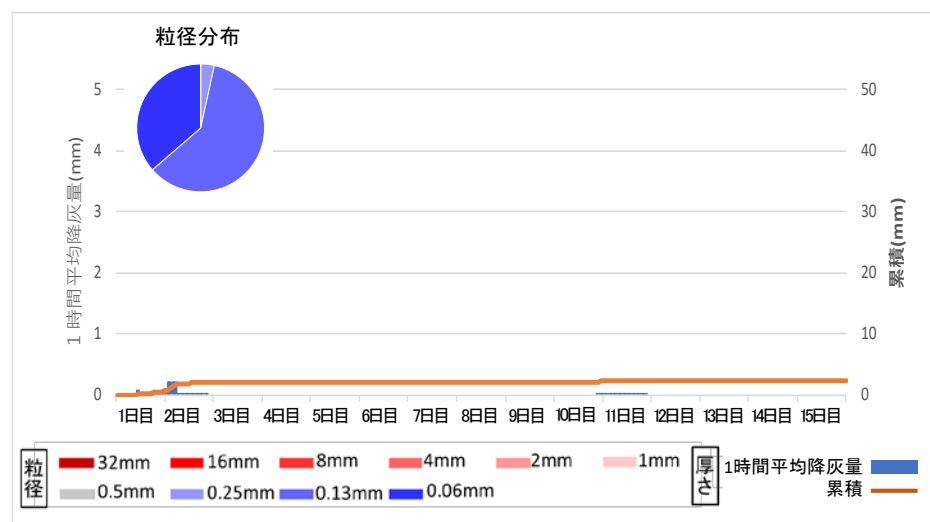
山北町丹沢湖付近



相模原市付近



三鷹市付近

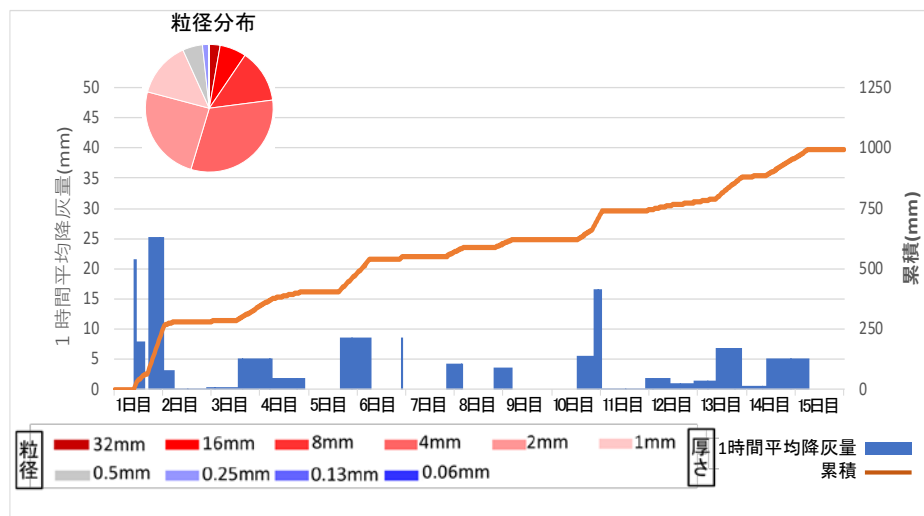


※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。

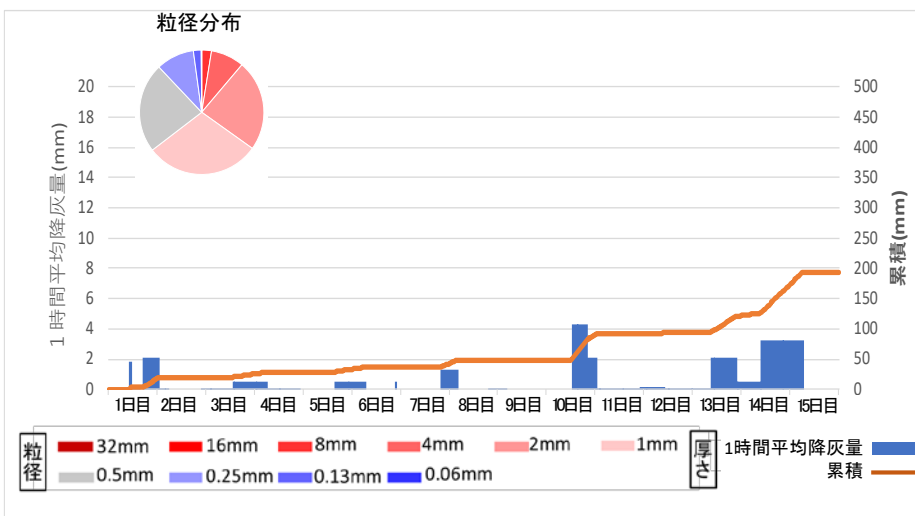
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース1：西風卓越（宝永噴火に近いケース））②

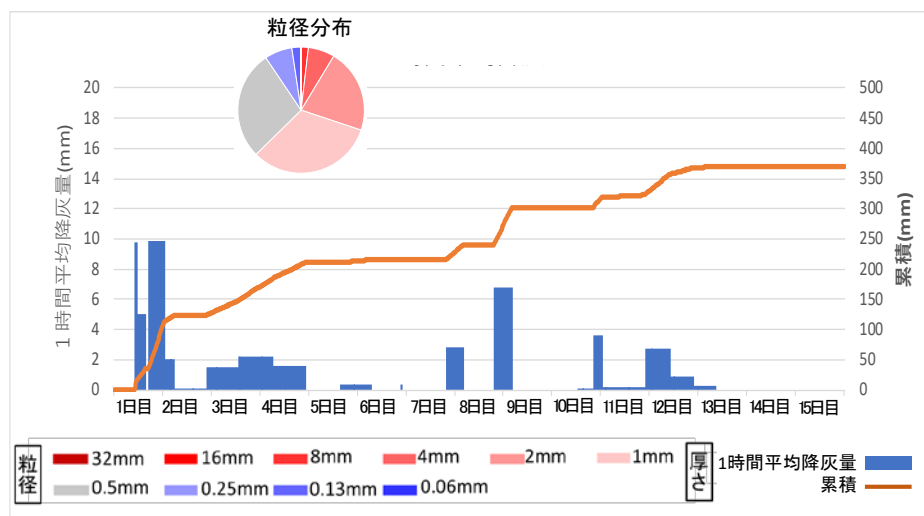
御殿場市付近



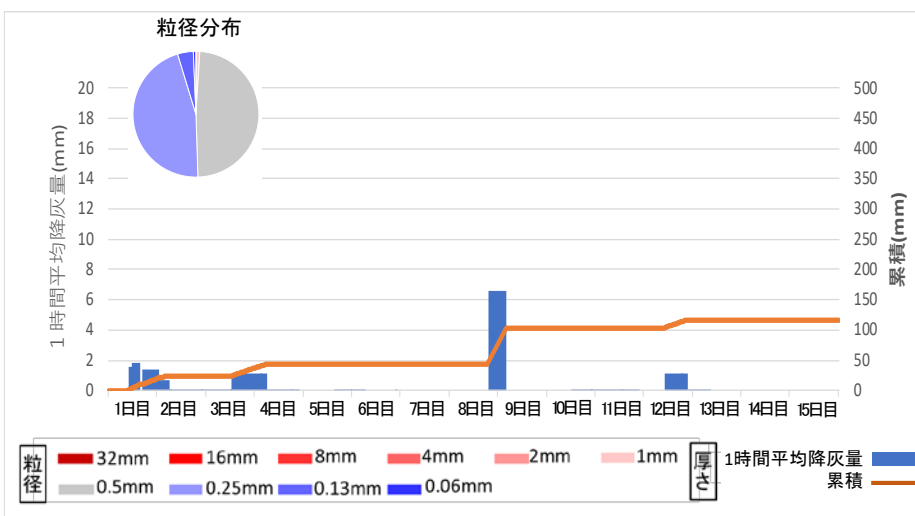
小田原市付近



秦野市付近



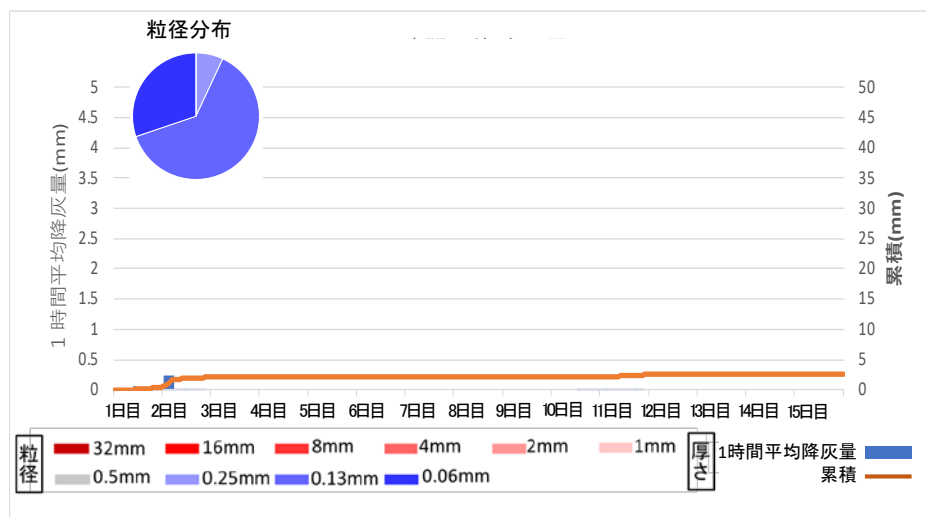
横浜市付近



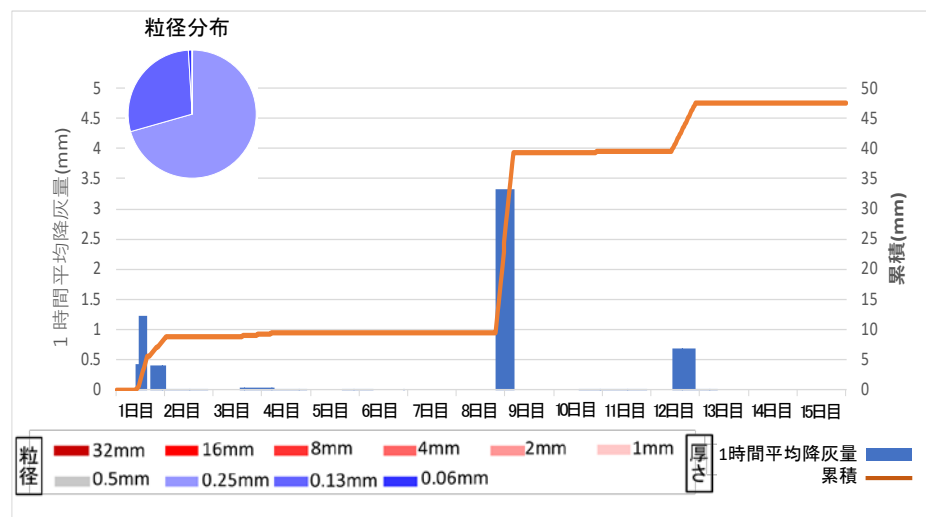
※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。
 ※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース1：西風卓越（宝永噴火に近いケース））③

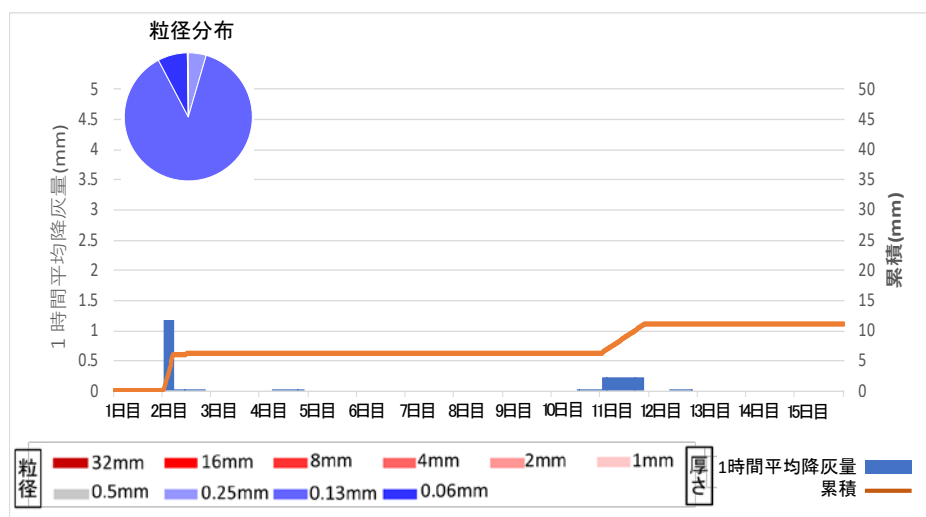
新宿区付近



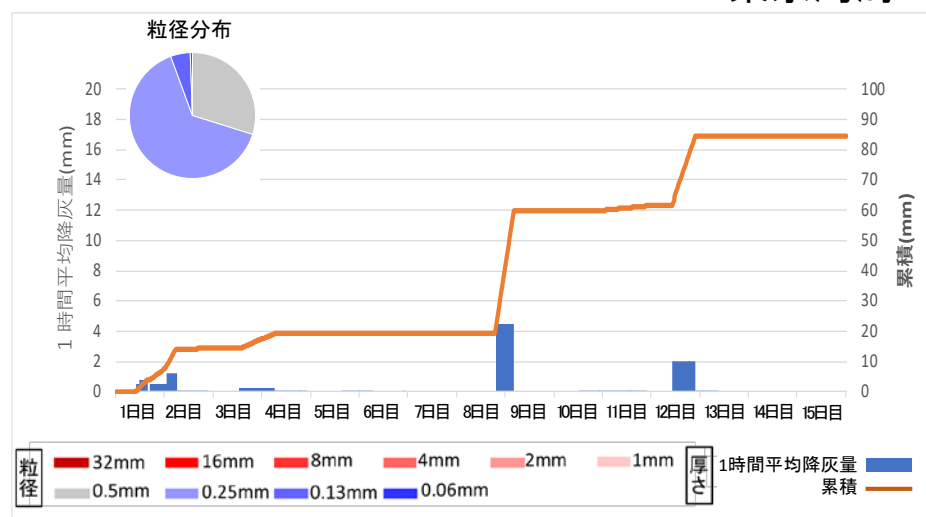
市原市付近



成田市付近



東京湾海上

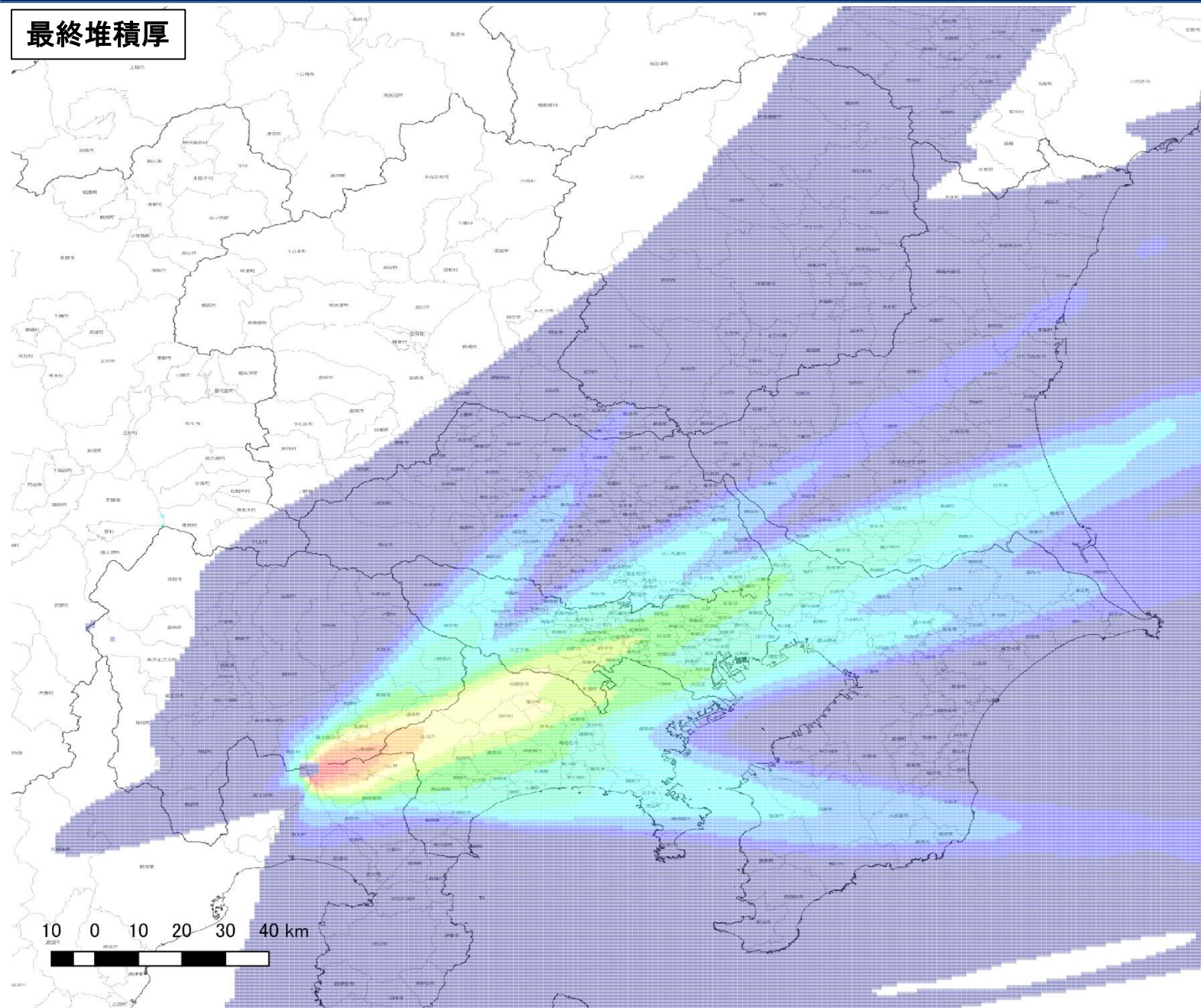
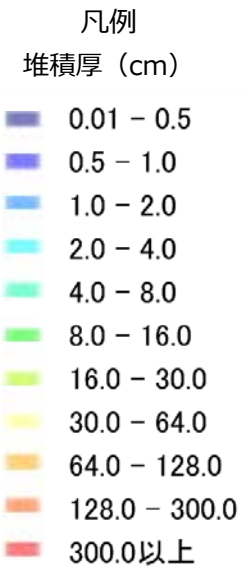


※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。
 ※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

計算結果（ケース2：西南西風卓越）

最終堆積厚

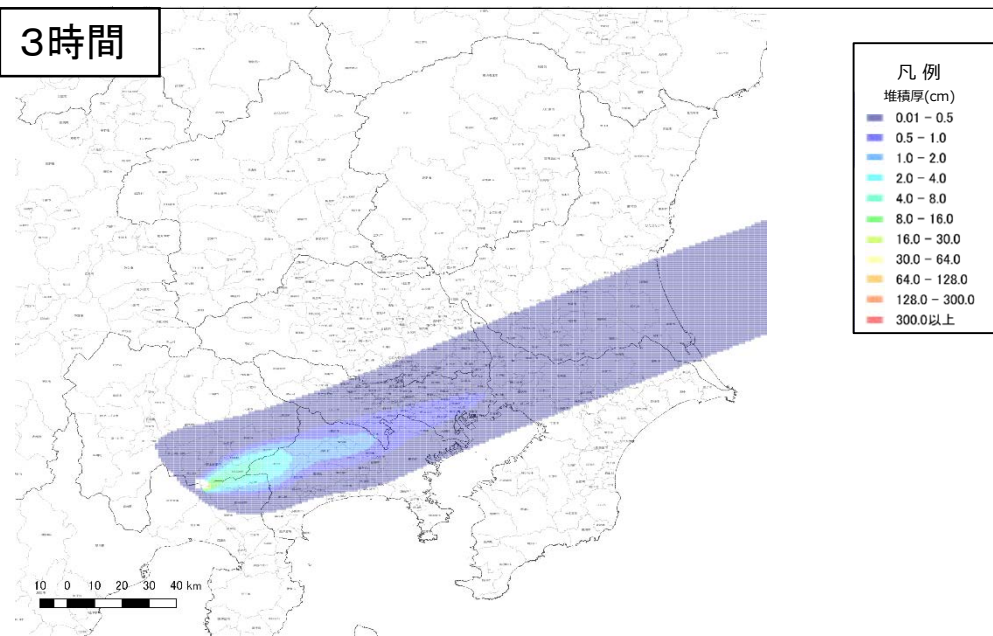
1 km相当メッシュ



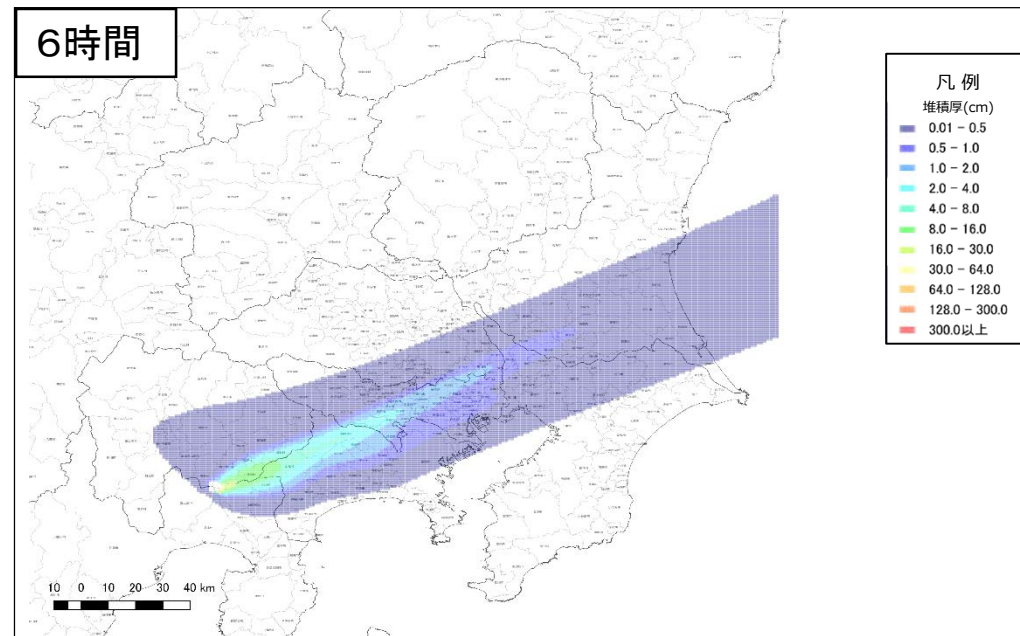
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

降灰の分布状況の時間変化（ケース2：西南西風卓越）①

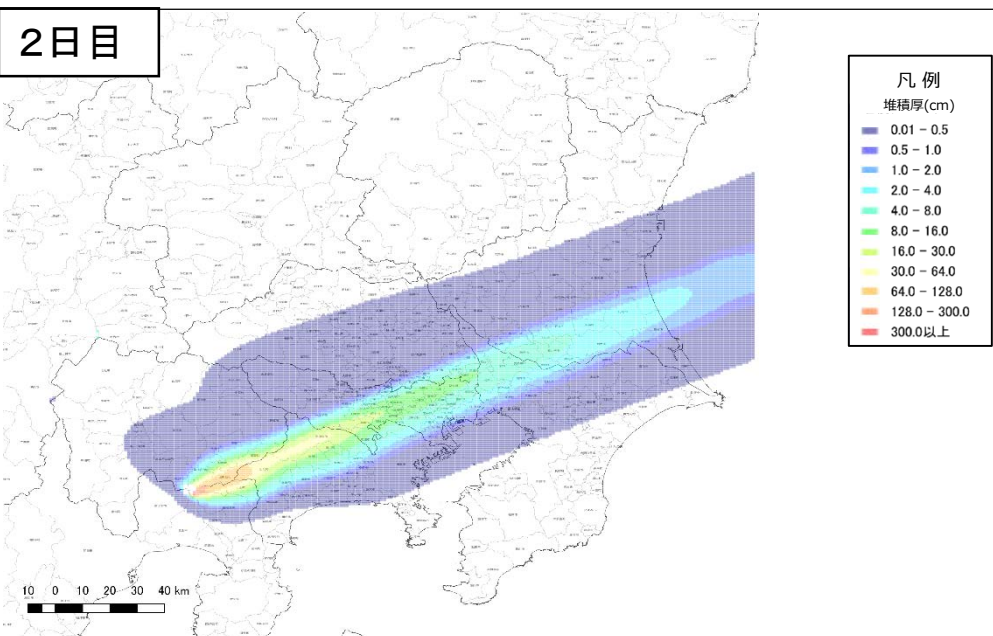
3時間



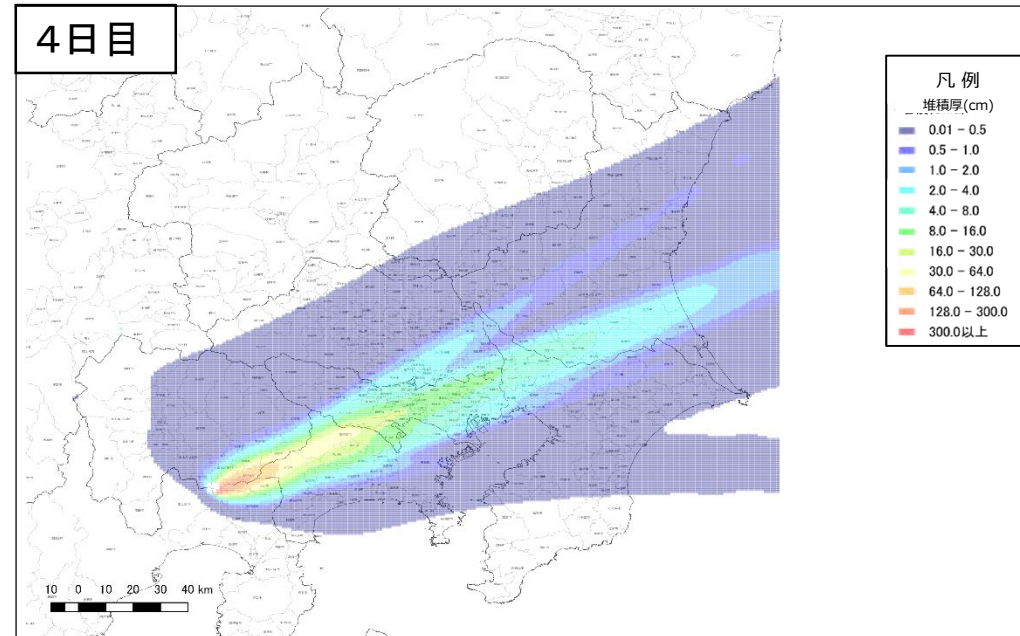
6時間



2日目



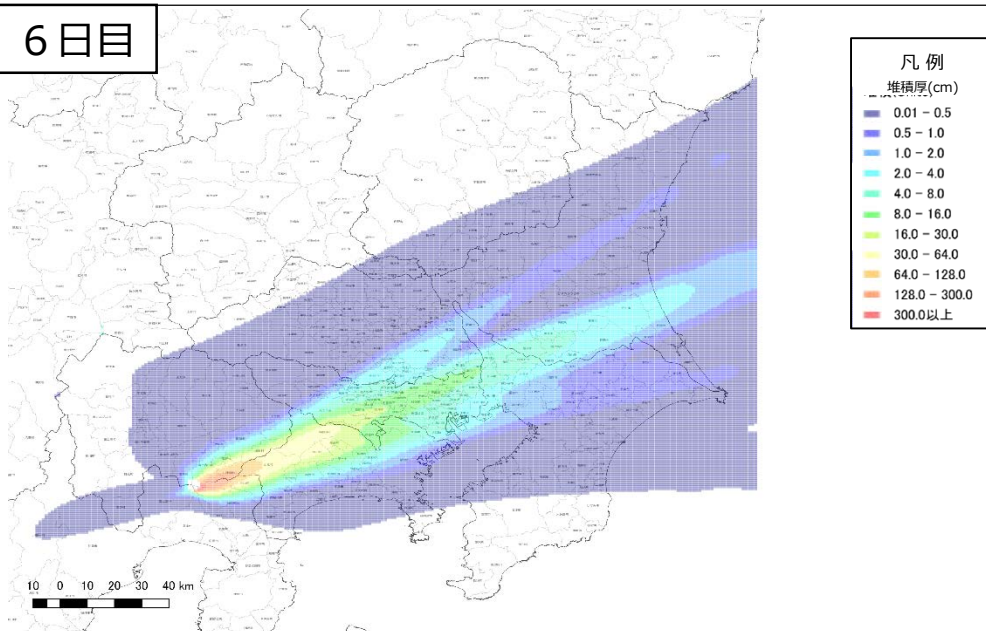
4日目



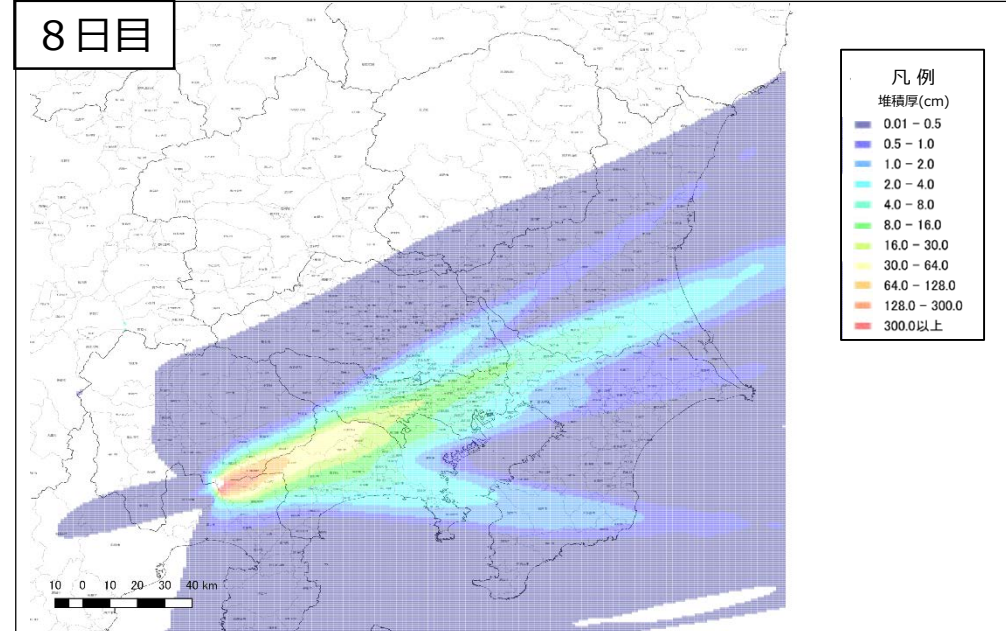
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

降灰の分布状況の時間変化（ケース2：西南西風卓越）②

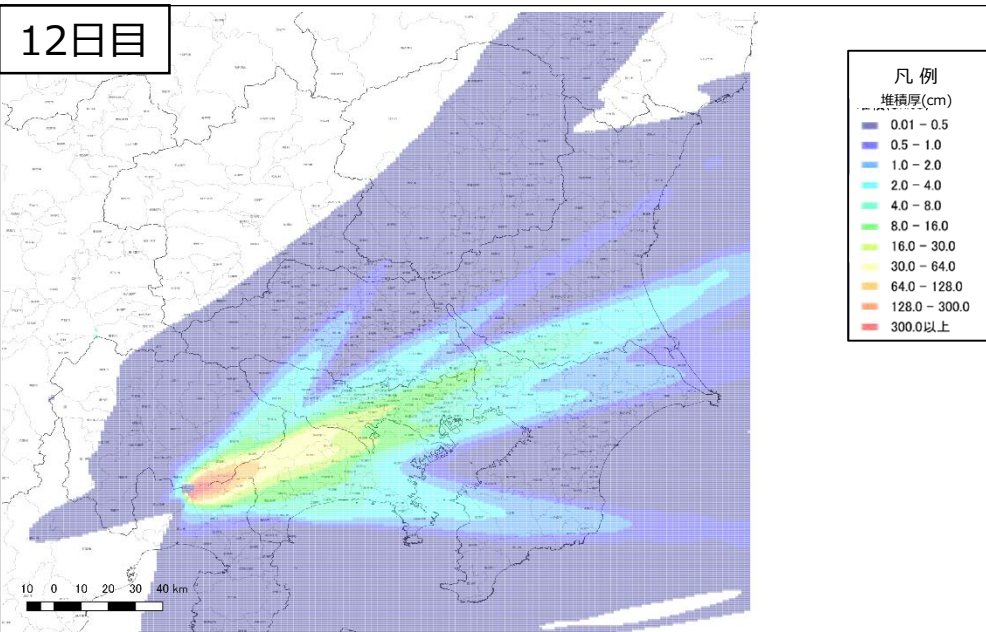
6日目



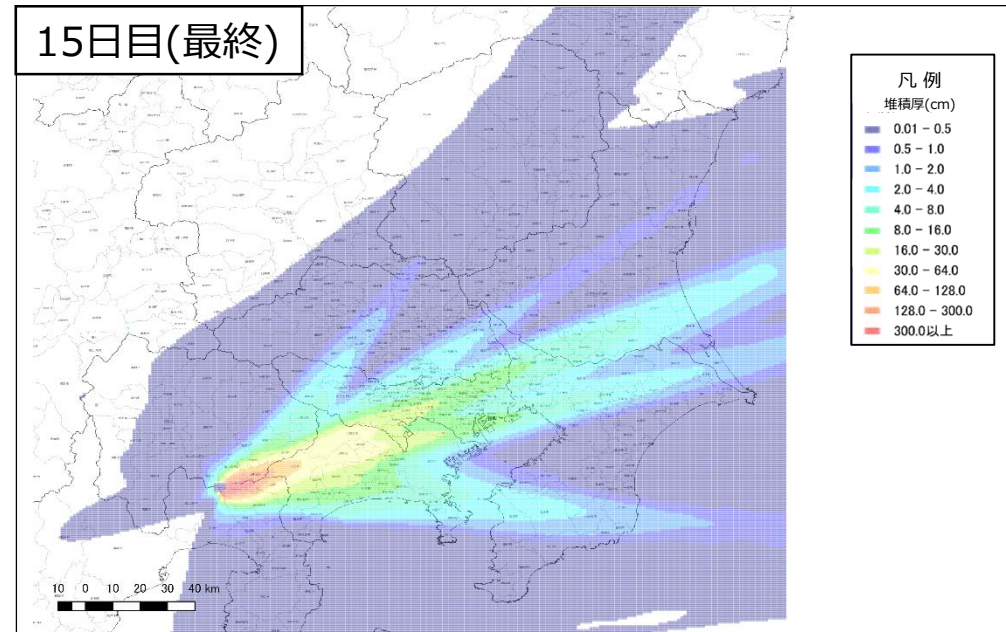
8日目



12日目



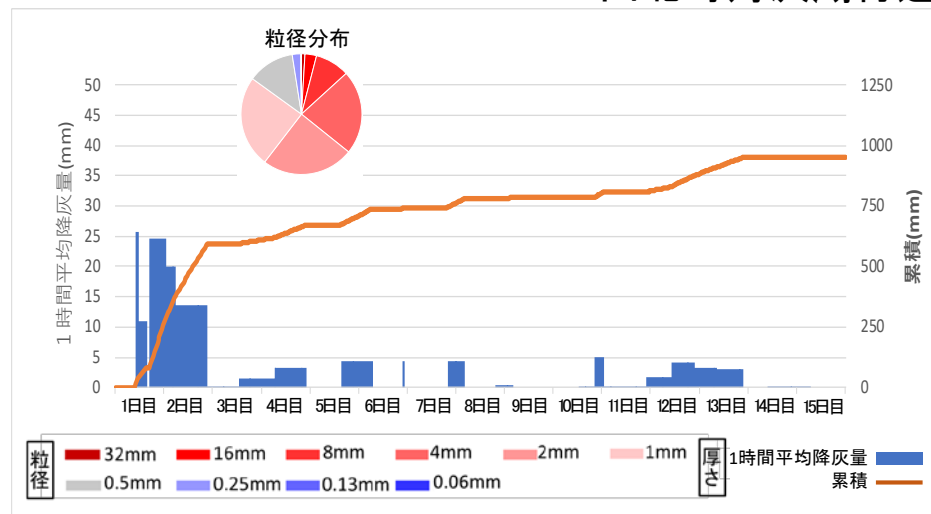
15日目(最終)



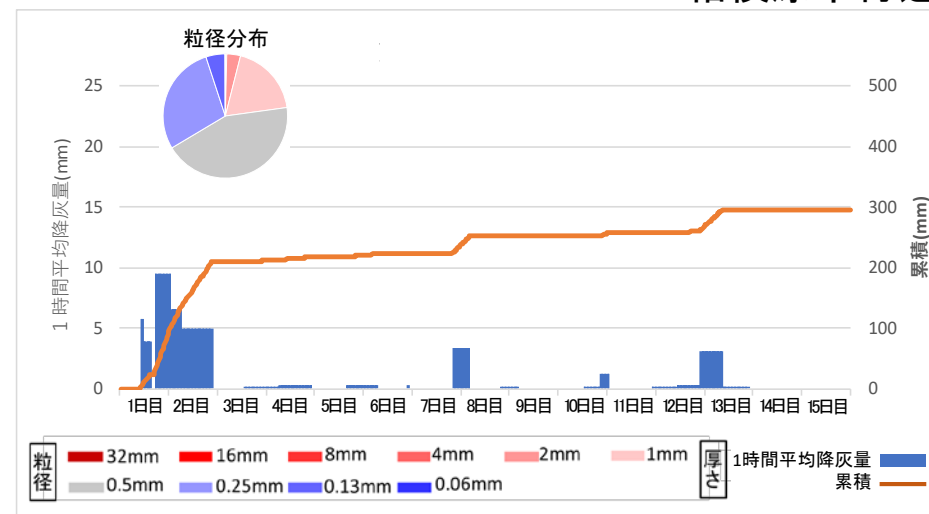
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース2：西南西風卓越）①

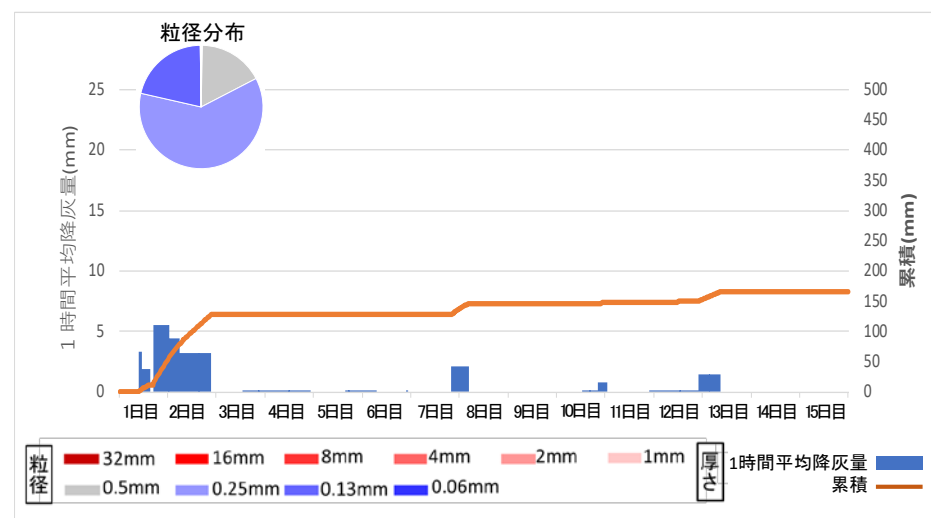
山北町丹沢湖付近



相模原市付近



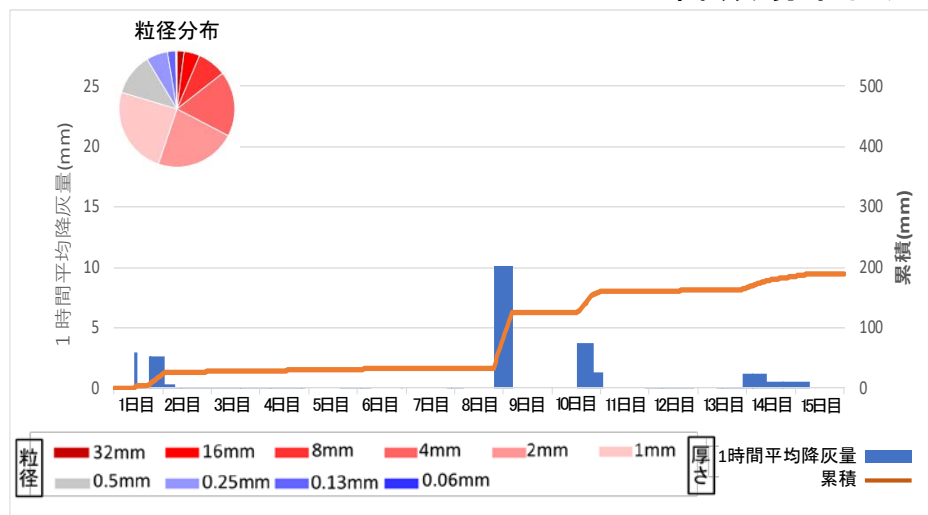
三鷹市付近



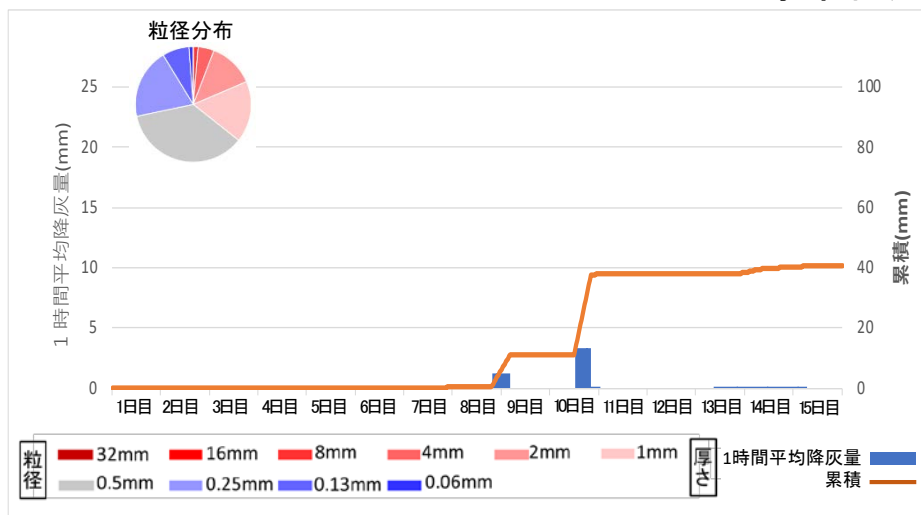
※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。
 ※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース2：西南西風卓越）②

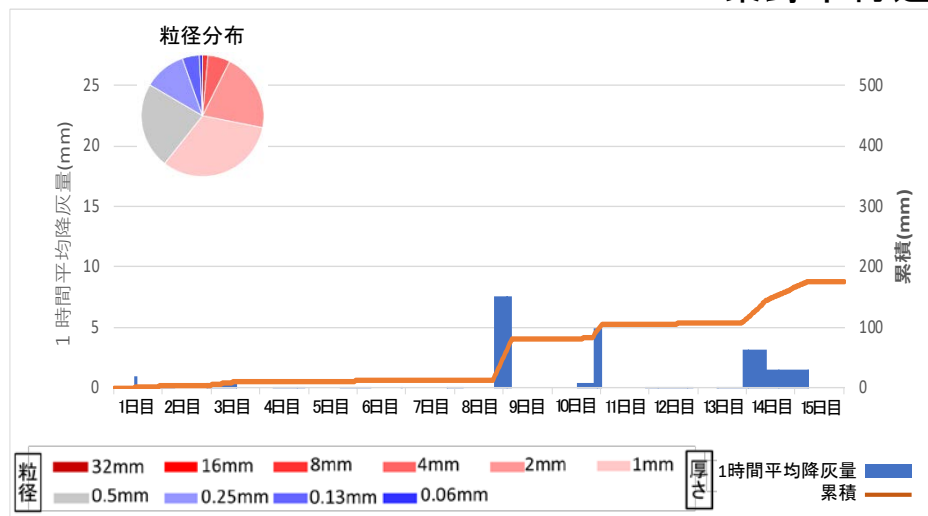
御殿場市付近



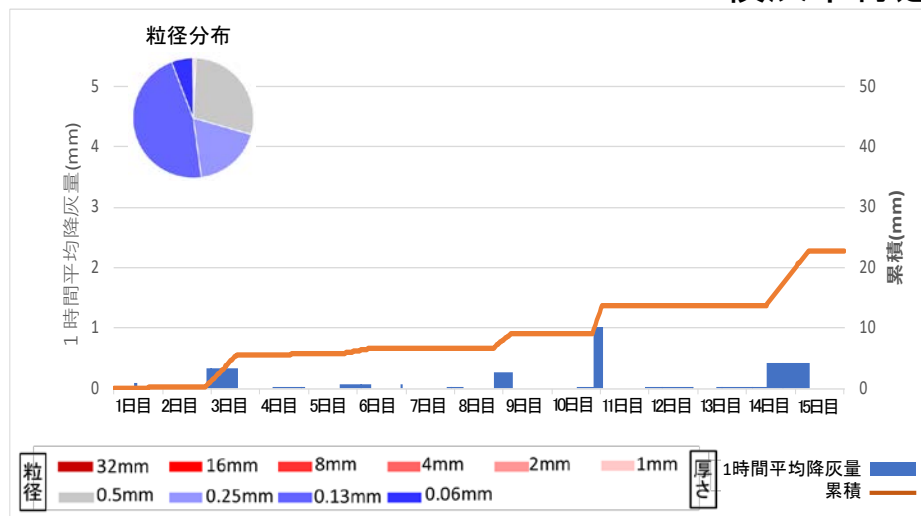
小田原市付近



秦野市付近



横浜市付近

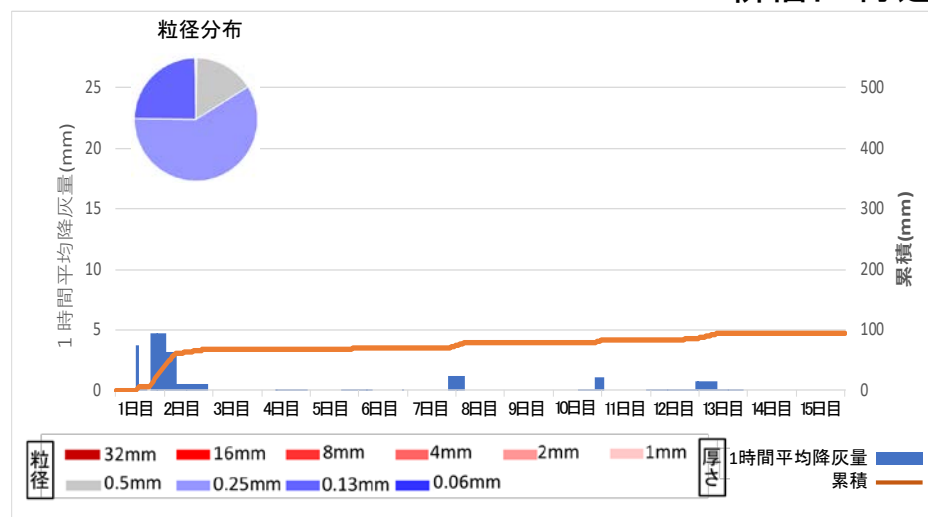


※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。

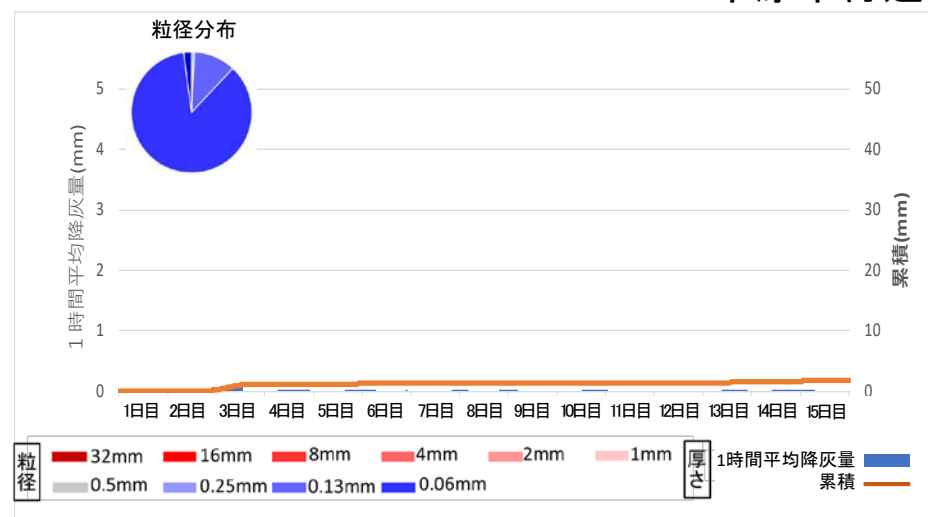
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース2：西南西風卓越）③

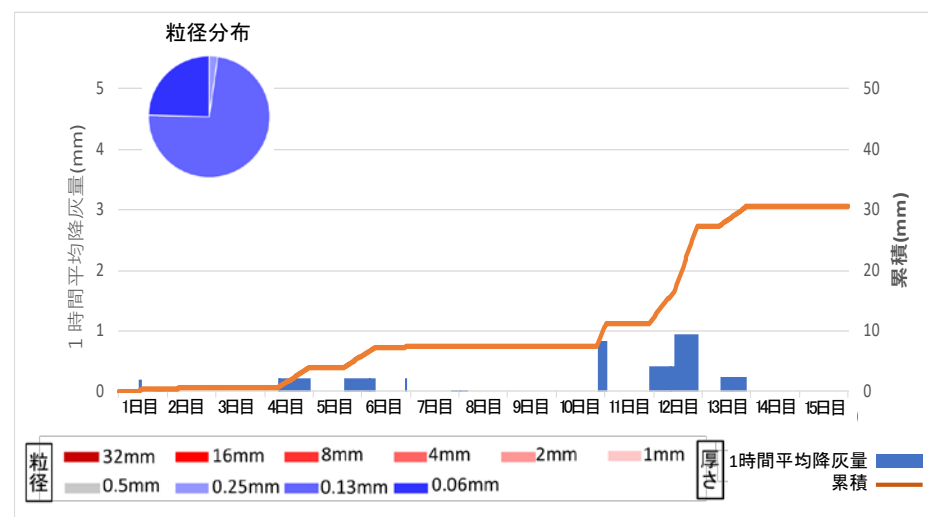
新宿区付近



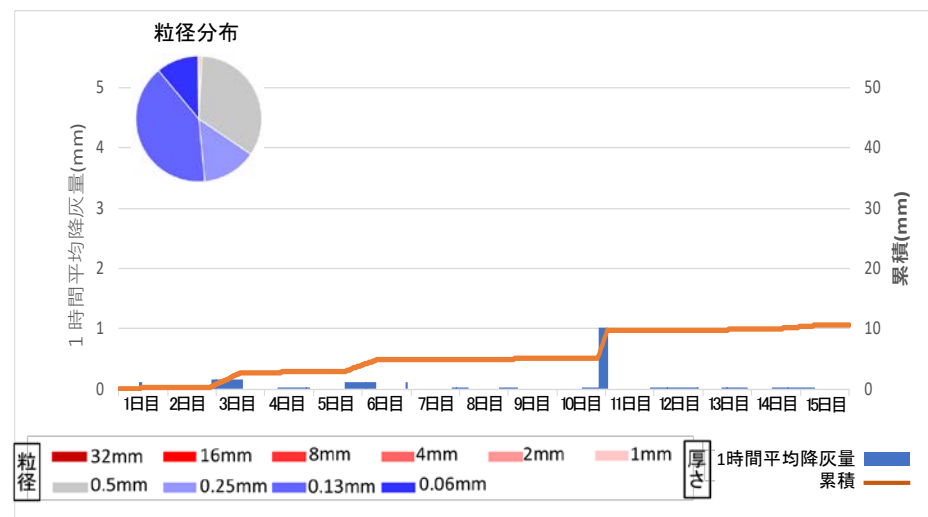
市原市付近



成田市付近



東京湾海上



※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。

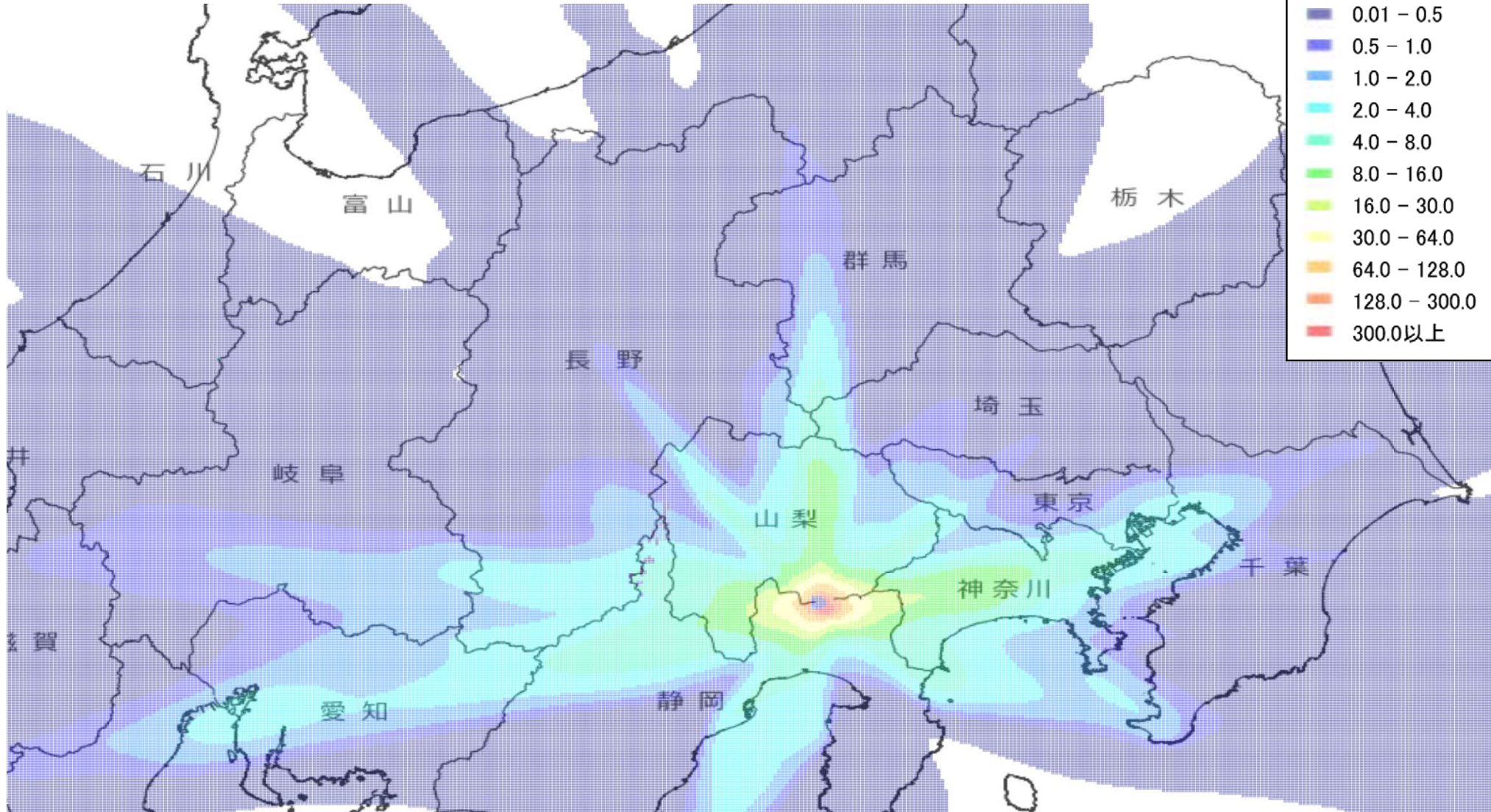
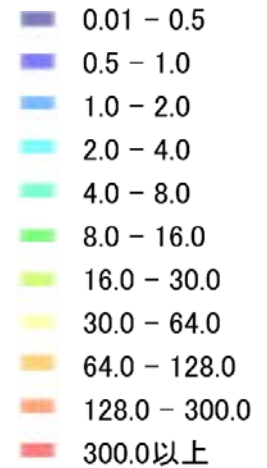
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

計算結果（ケース3：風向の変化が大きい南よりの風）

1 km相当メッシュ

最終堆積厚

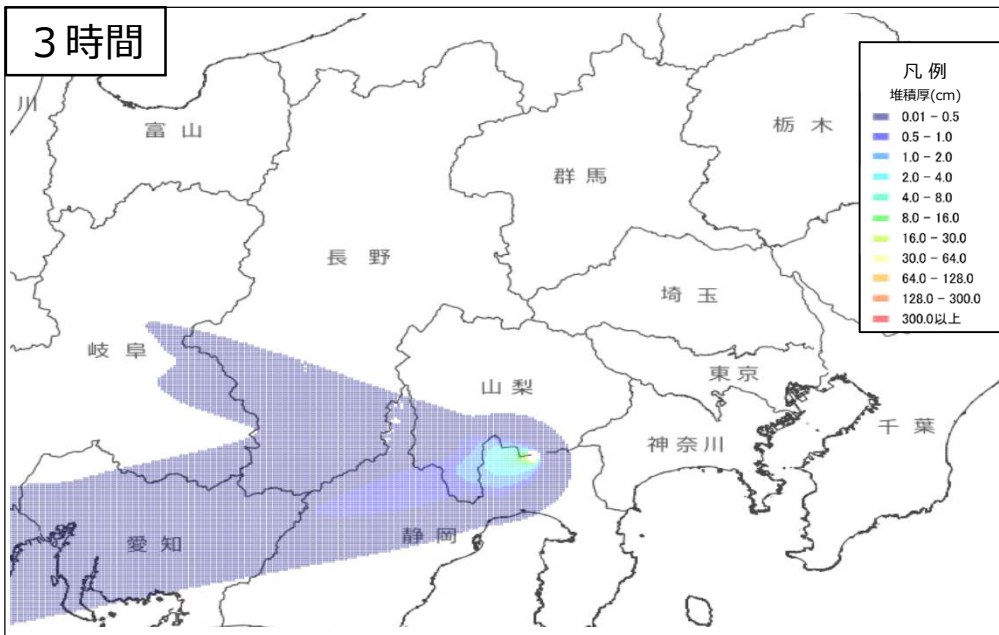
凡例
堆積厚 (cm)



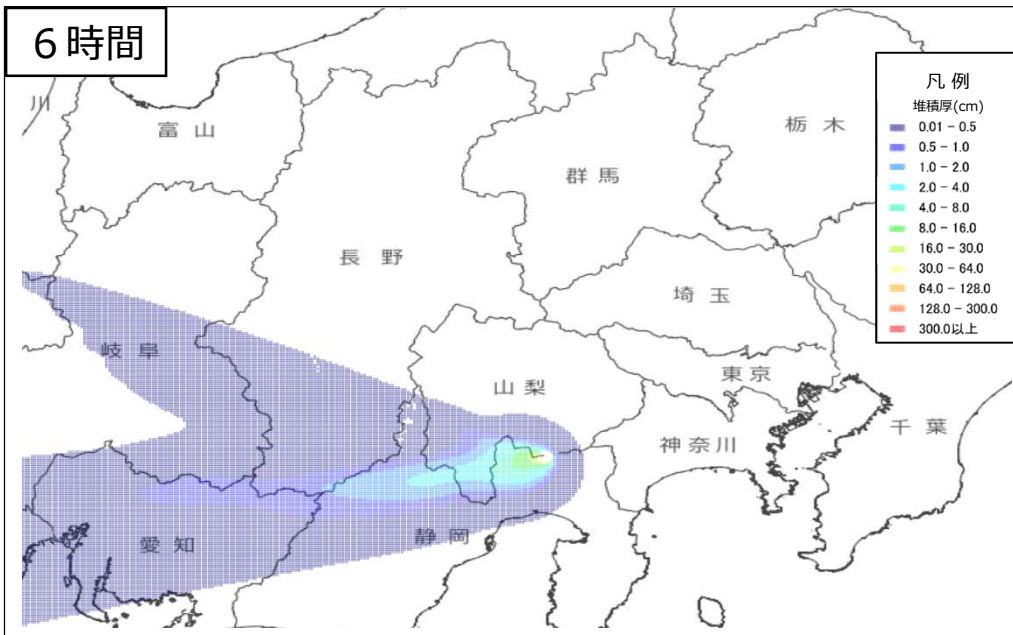
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

降灰の分布状況の時間変化（ケース3：風向の変化が大きい南よりの風）①

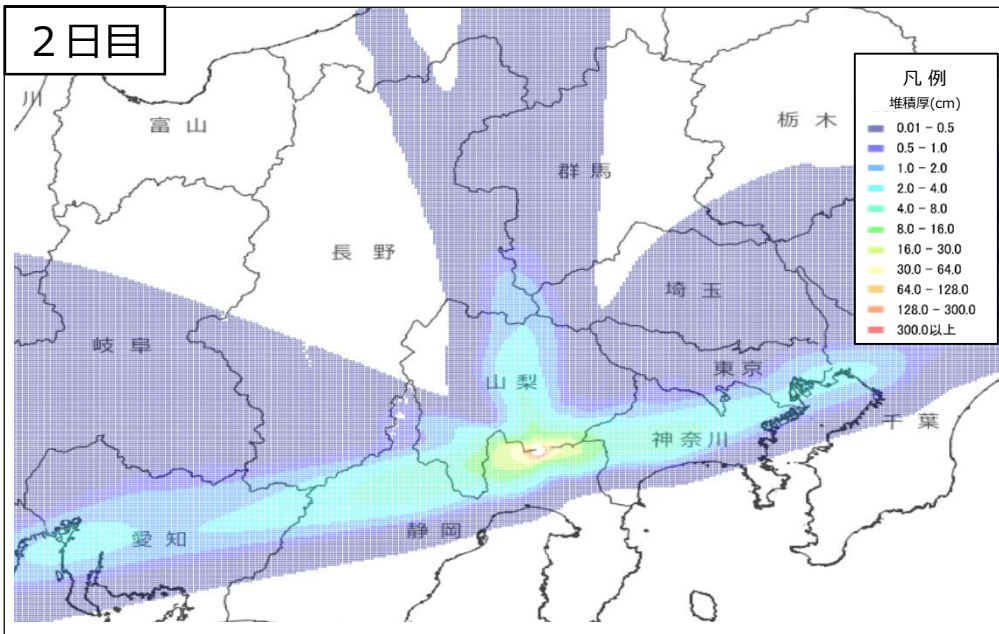
3時間



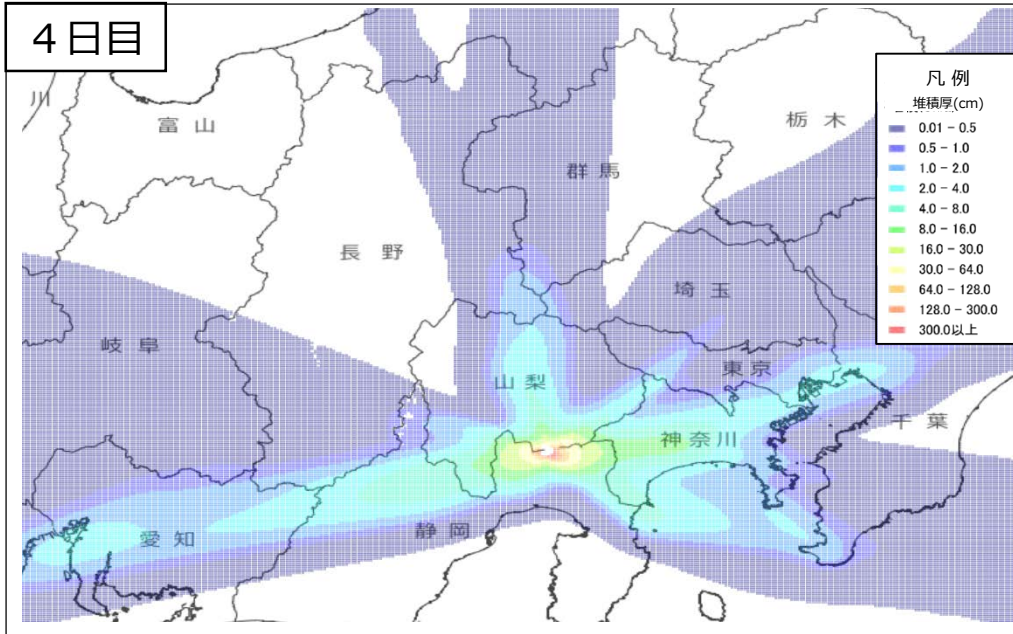
6時間



2日目



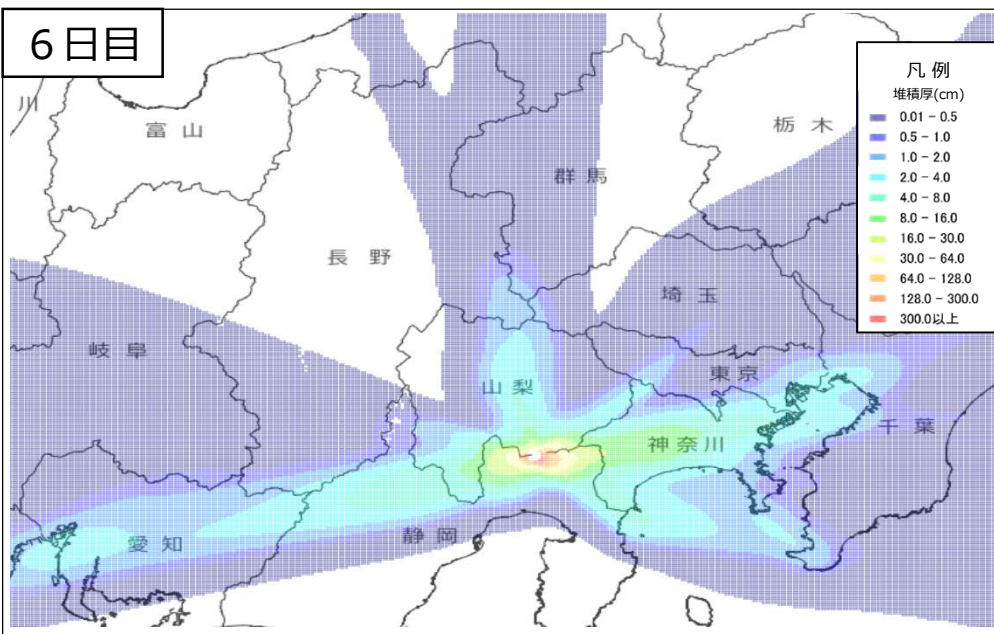
4日目



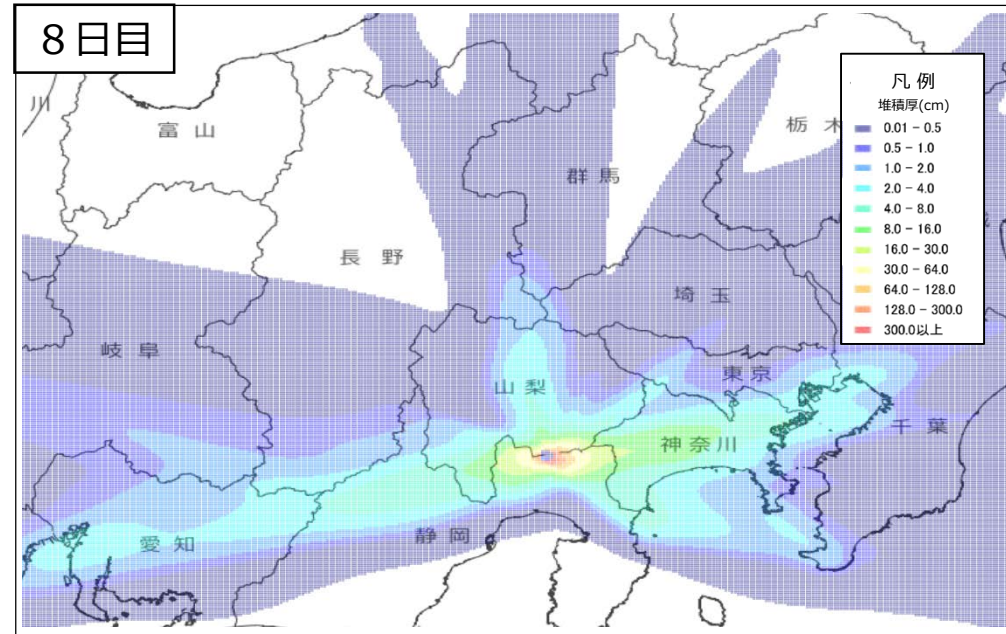
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

降灰の分布状況の時間変化（ケース3：風向の変化が大きい南よりの風）②

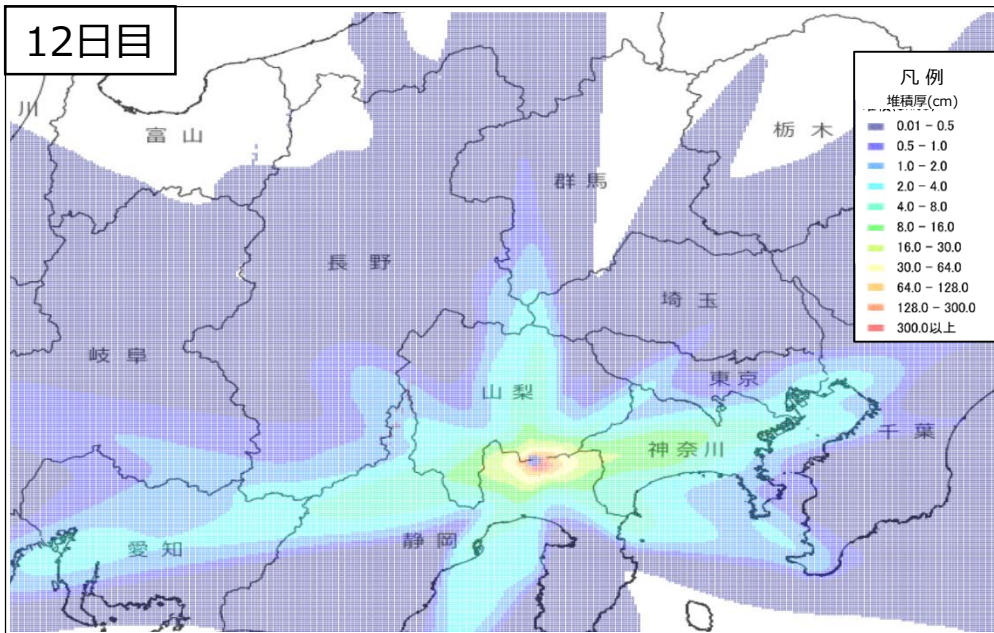
6日目



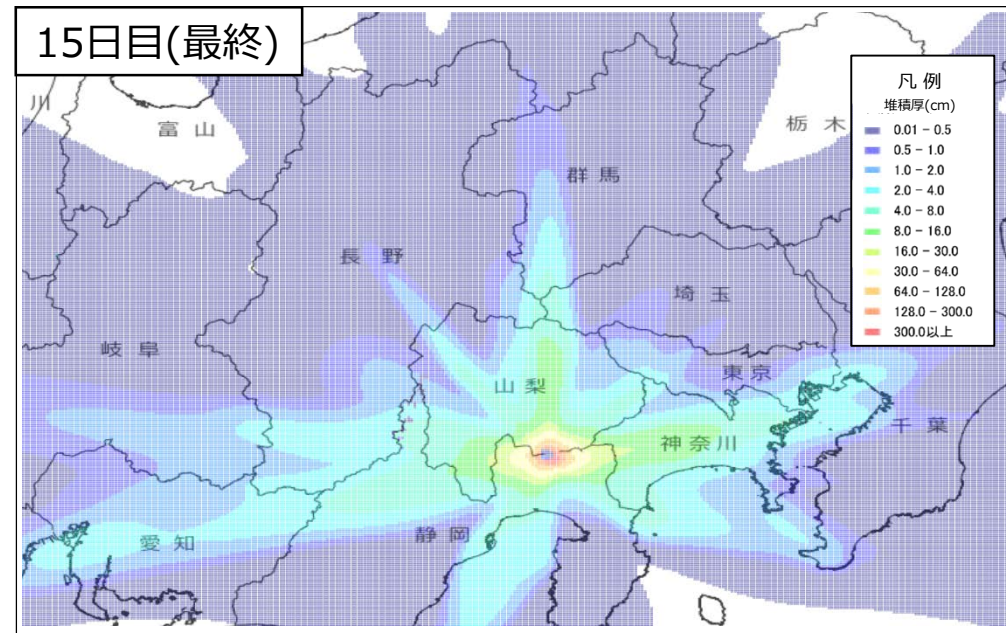
8日目



12日目



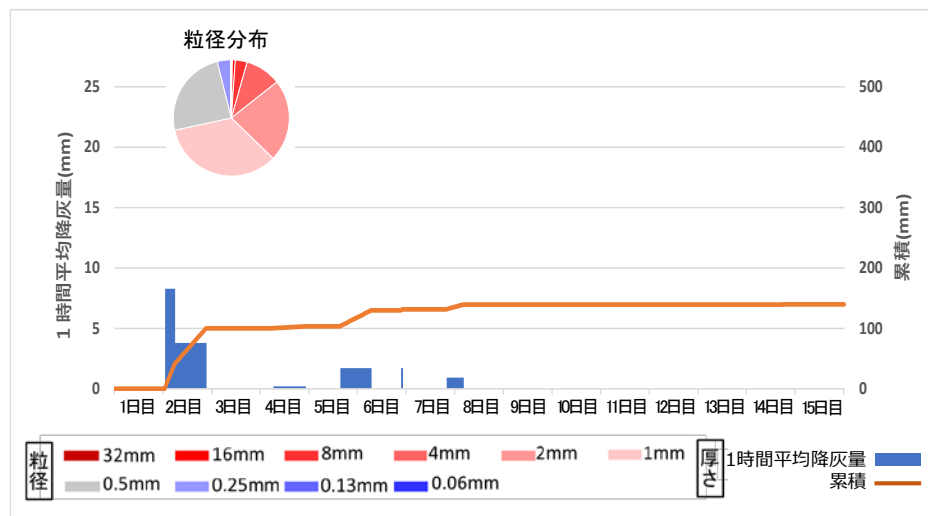
15日目(最終)



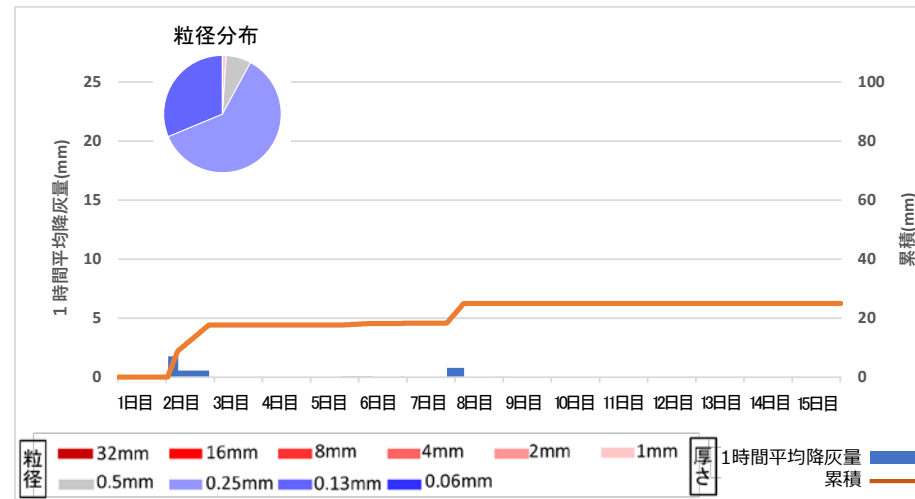
※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース3：風向の変化が大きい南よりの風）①

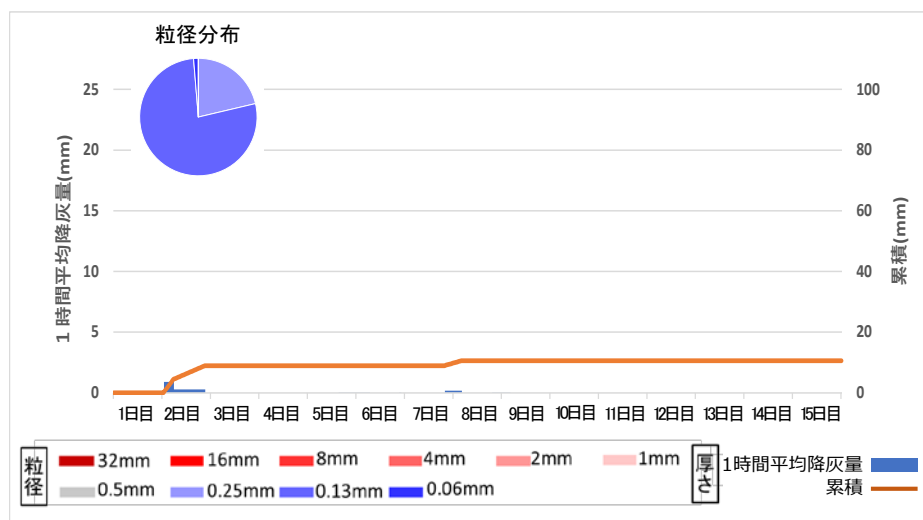
山北町丹沢湖付近



相模原市付近



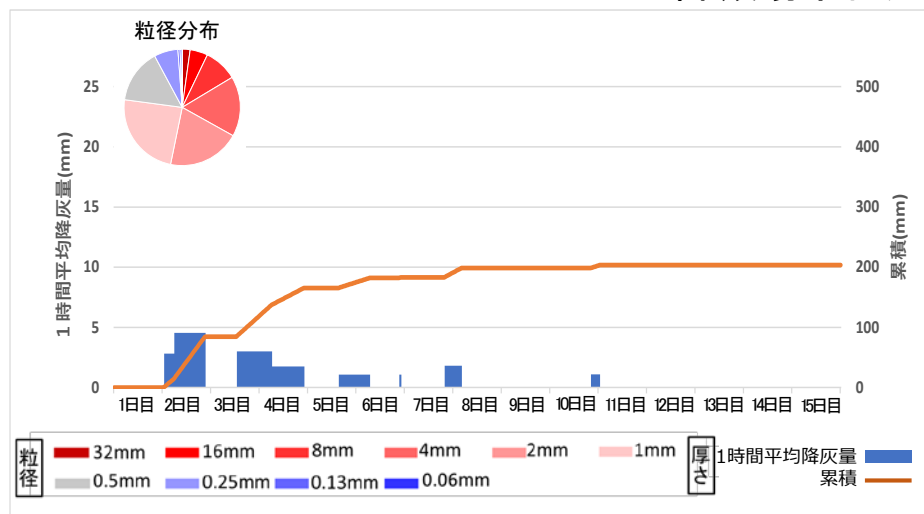
三鷹市付近



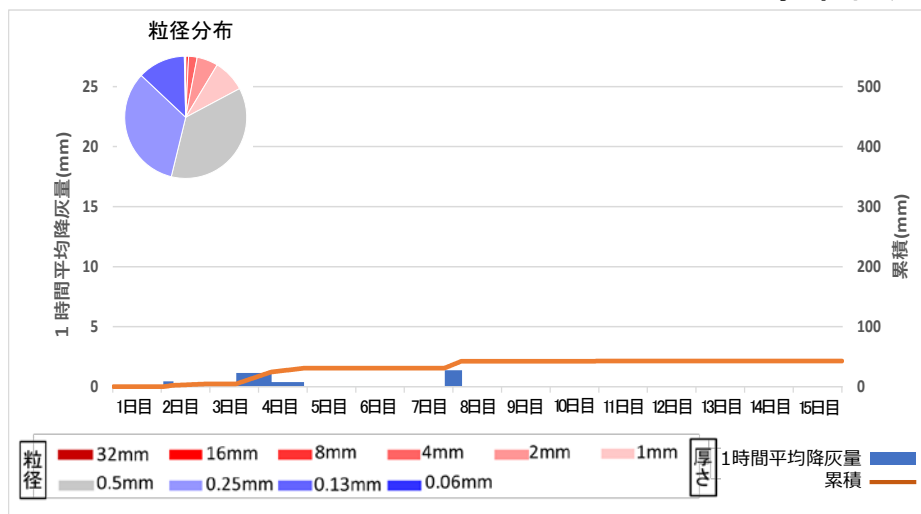
※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。
 ※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース3：風向の変化が大きい南よりの風）②

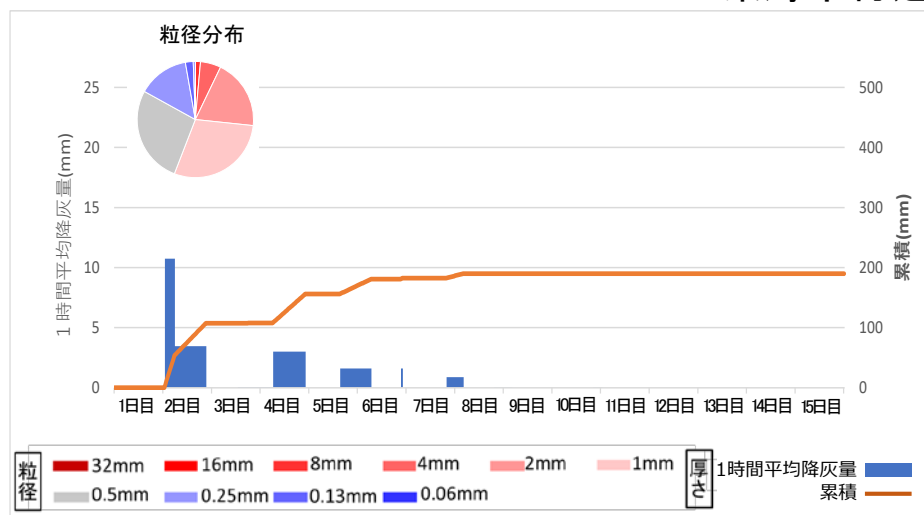
御殿場市付近



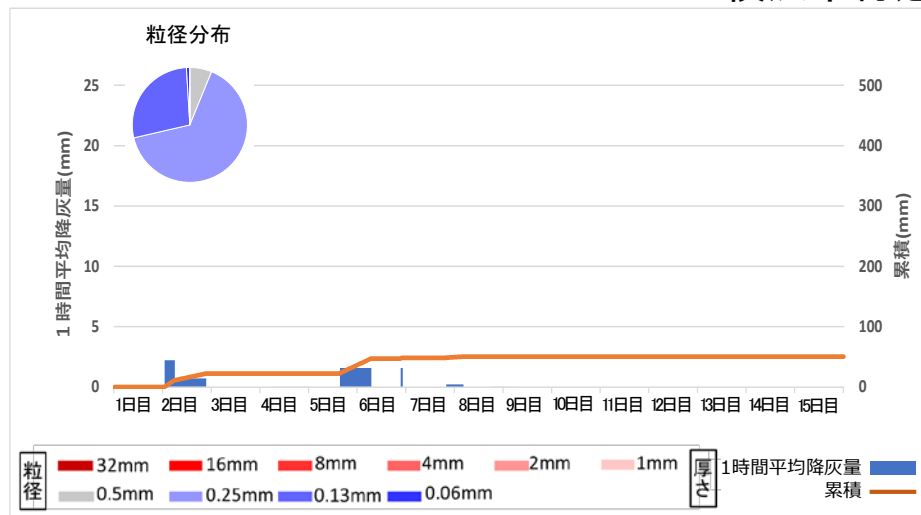
小田原市付近



秦野市付近



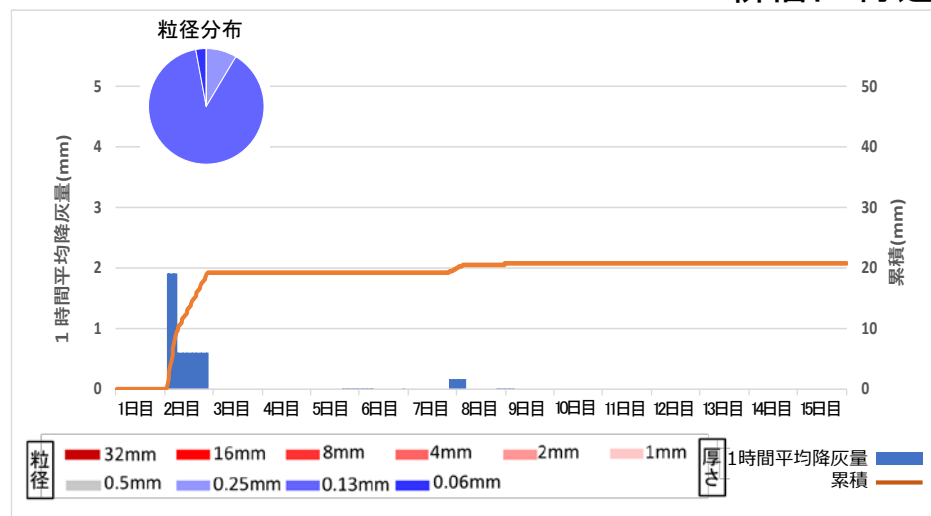
横浜市付近



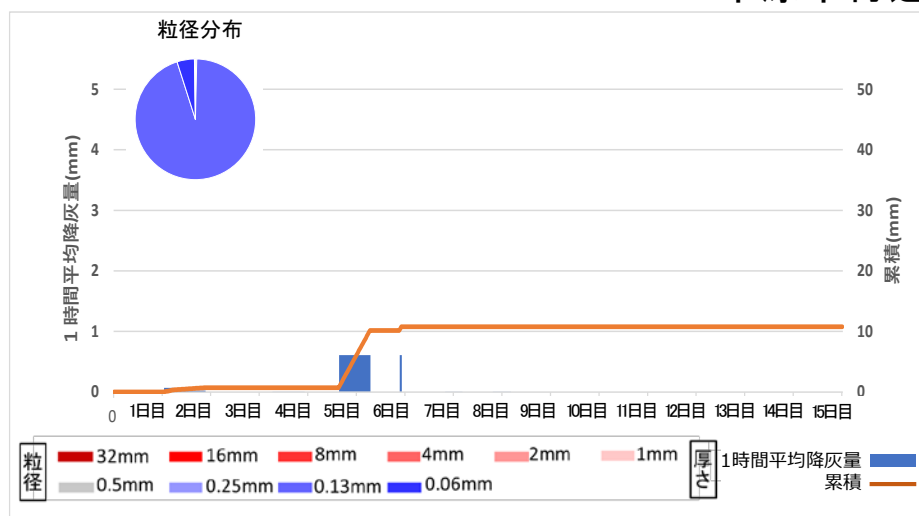
※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。
 ※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

主な地域における降灰の状況（ケース3：風向の変化が大きい南よりの風）③

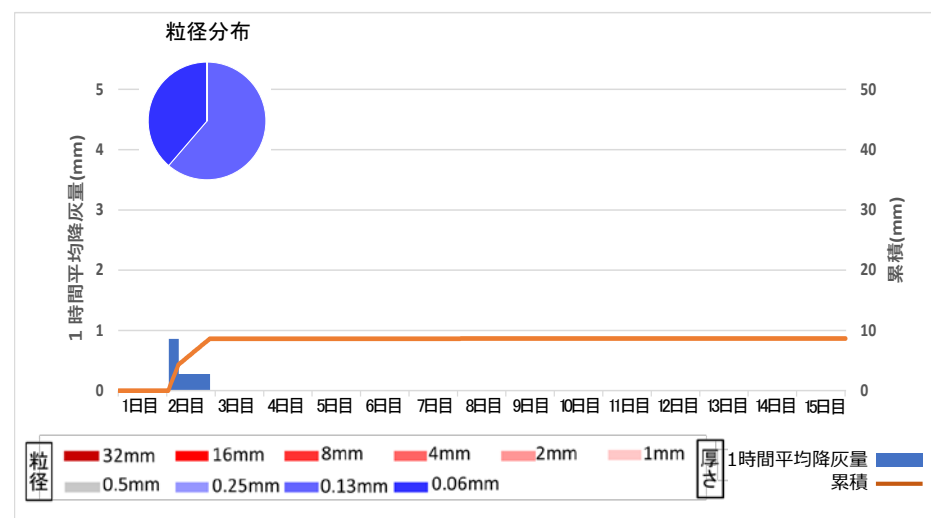
新宿区付近



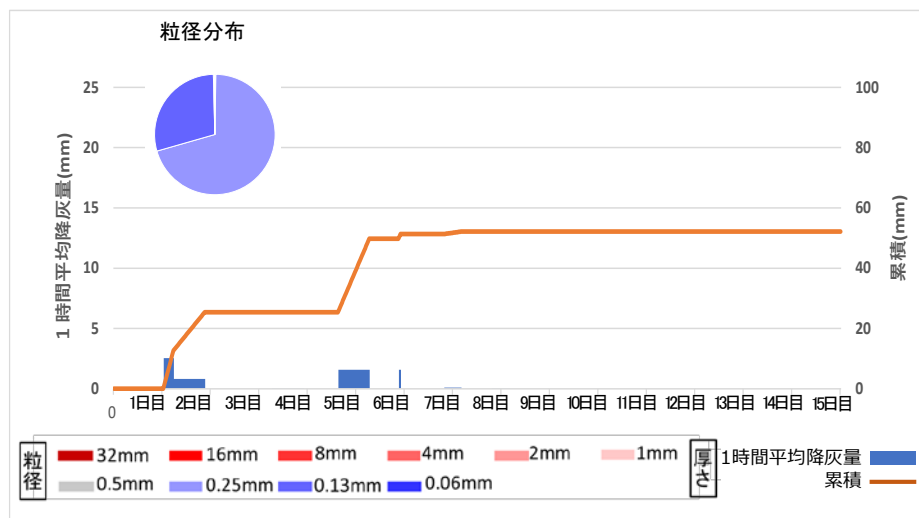
市原市付近



成田市付近



東京湾海上



※ 1時間平均降灰量は、各噴火ユニット毎の堆積厚を噴火ユニットの継続時間で除算して、1時間平均降灰量を算出。
 ※ 降灰地域は噴火の推移（噴出率／噴煙柱の高さ）・風向風速によって変わる。計算結果はケーススタディのための一例である。

(付録) 降灰シミュレーションの入力値

① 粒径分布

粒径		粗粒主体 (A)	細粒主体 (B)	合計 (A+B)	合計 (累計)
(mm)	(Φ)				
64	-6	0.00	0.00	0.00	0.00
32	-5	0.04	0.00	0.04	0.04
16	-4	0.04	0.00	0.04	0.09
8	-3	0.08	0.00	0.08	0.16
4	-2	0.09	0.04	0.14	0.30
2	-1	0.08	0.09	0.16	0.46
1	0	0.02	0.12	0.14	0.61
0.5	1	0.00	0.13	0.13	0.74
0.25	2	0.00	0.11	0.11	0.84
0.13	3	0.00	0.08	0.08	0.93
0.06	4	0.00	0.07	0.07	1.00

② 主な設定パラメータ

噴火ステージ	Ho-I	Ho-I	Ho- II	Ho- II	Ho- II	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	Ho-III	備考
ユニット	A	B	C	D	EF	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
ERUPTION_MASS	5.7E+10	4.4E+10	2.6E+11	8.9E+10	1.85E+11	2.1E+10	1.4E+11	6.6E+10	1.2E+11	6.2E+10	1.8E+11	4.1E+10	1E+11	1.3E+11	1.1E+11	1.8E+11	総噴出量(kg) 〔※1〕
DIFFUSION_COEFFICIENT	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	拡散係数
EDDY_CONST	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	みかけ渦拡散係数(m²/s) 〔モデル初期値〕
FALL_TIME_THRESHOLD	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	分散の式を粗粒用-細粒用に切り替える落下時間[調整可]
PUMICE_DENSITY	800	800	1500	1500	1500	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	軽石の密度(kg/m3) 〔※2〕
LITHIC_DENSITY	800	800	1500	1500	1500	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	岩片の密度(kg/m3)
VENT_EASTING	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	295464.583	給源火口の座標（経度）
VENT_NORTHING	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	3913472.701	給源火口の座標（経度）
VENT_ELEVATION	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	2590	給源火口の座標（高度）
INITIAL_WATER_CONTENT	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	マグマの初期含水量[モデル初期値]
MAGMA_DISCHARGE_RATE	11000000	3000000	9100000	5000000	3300000	400000	2300000	1100000	2000000	2000000	5500000	1400000	6200000	1100000	2700000	900000	噴出率[kg/s] 〔※1〕
MAGMA_TEMPERATURE	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	マグマの温度[モデル初期値]
INITIAL_PLUME_VELOCITY	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	噴火時の初期速度(m/s) [モデル初期値]
S_MAX	細粒側	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	ブルーム中心の計算長さ(m) [調整可]
	粗粒側	20000	20000	20000	20000	20000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	

※ 1 Miyaji et al. (2011)
※ 2 宮地（1984）

Kazutaka Mannen(2006)Total grain size distribution of a mafic subplinian tephra, TB-2, from the 1986 Izu-Oshima eruption, Japan: An estimation based on a theoretical model of tephra dispersal, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 155, 1-17.

Naomichi Miyaji, Ayumi Kan'no, Tatsuo Kanamaru, Kazutaka Mannen(2011)High-resolution reconstruction of the Hoei eruption (AD 1707) of Fuji volcano Japan, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 207, 113-129.

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, 52, 4, 173-187.

宮地直道(1984)富士火山1707年火砕物の降下に及ぼした風の影響,火山,第2集,第29巻,第1号,17-30.