

表 4.7 に示した条件で実施された溶岩流のシミュレーション計算結果のうち、最大流動深の結果を、図 4.29 及び図 4.30 に示す。なお、最大流動深は、シミュレーション計算中の任意の地点における堆積物（溶岩流）の最大の深さ（厚さ）を示すものであり、一般にハザードマップ等を作成する際には、最大流動深で示された到達範囲が影響範囲として示される。

これらの計算結果から、最大到達範囲内を溶岩流の影響範囲とし、図 4.31 及び図 4.32 に示す。なお、鶴見岳については、想定火口の中心（鶴見岳山頂）だけでなく、北西にある「地獄谷赤池噴気孔」からの流出についても想定し、それぞれのシミュレーション結果を重ね合わせて最大到達範囲を影響範囲として設定している。

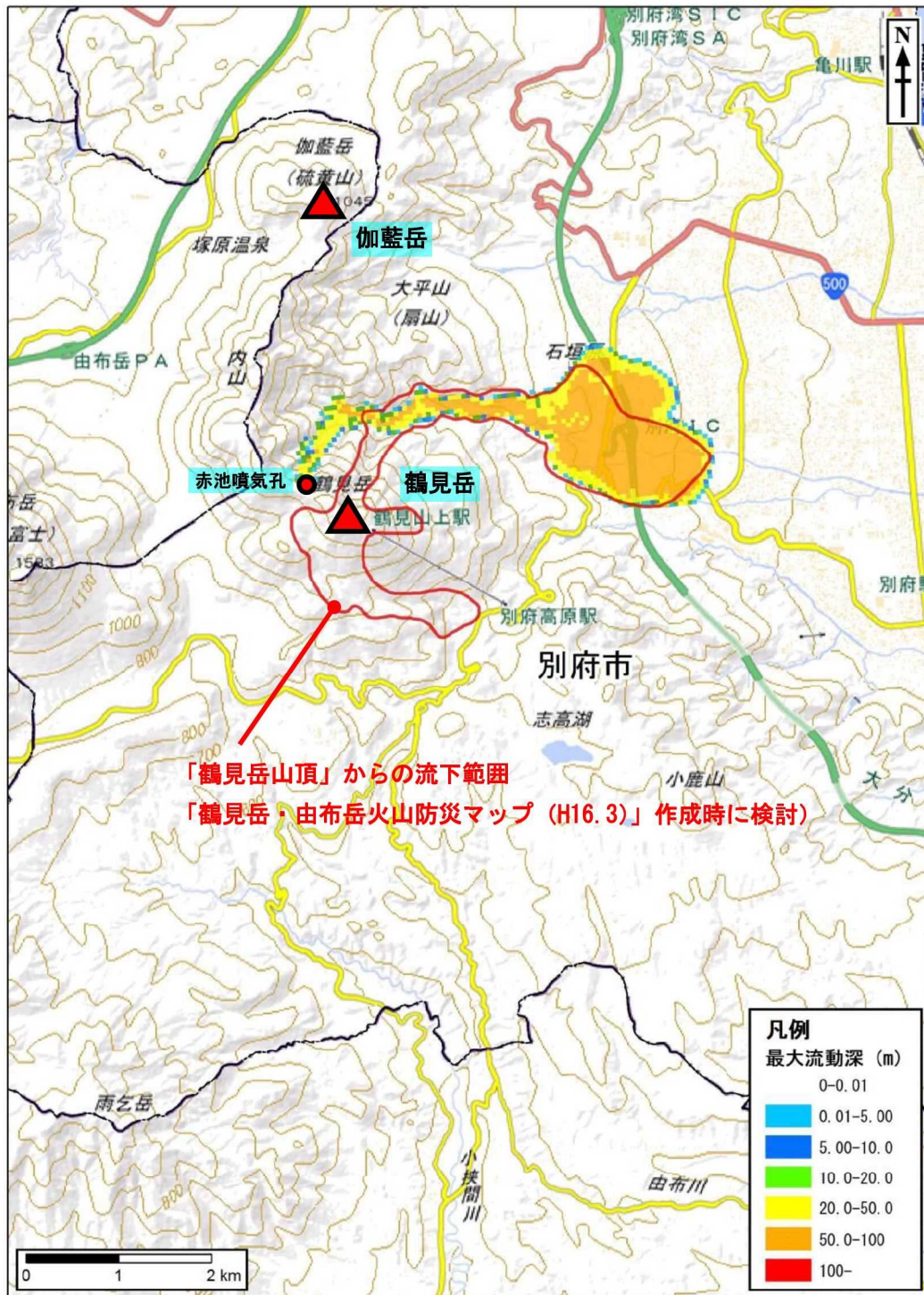


図 4.29 溶岩流のシミュレーション計算結果 (鶴見岳)



図 4.30 溶岩流のシミュレーション計算結果 (加藍岳)



図 4.31 溶岩流の影響範囲（鶴見岳）



図 4.32 溶岩流の影響範囲（加藍岳）

(4) 火砕流

火砕流については、過去の火山防災マップ「鶴見岳・由布岳火山防災マップ（H16.3）」及び「鶴見岳・伽藍岳火山防災マップ（H28.5）」の検討時に実施した二次元数値シミュレーションによる計算結果をもとに想定している。

火砕流のシミュレーションは、まだ十分な研究が進んでいないが、流れの体積に関する保存則と粒子に対する保存則とに分け、非圧縮流体としての流れの体積（空間）の保存則、その空間に占める粒子の濃度に関する方程式及び空間と粒子からなる流れに関する運動方程式に書き換えた方程式をもとに、スタaggerド・スキームを適用した風上差分を用いた数値計算を使用して検討されている。

また、火砕流の発生様式、規模、特性等は多様であるが、鶴見岳・伽藍岳で想定される噴火シナリオ時系列（図 4.17）に示すように、鶴見岳・伽藍岳においては、①噴煙柱崩壊型、②溶岩ドーム崩落型の2つの種類の火砕流（図 4.33）が想定されることから、それぞれのタイプの火砕流について、その影響範囲が検討されている。

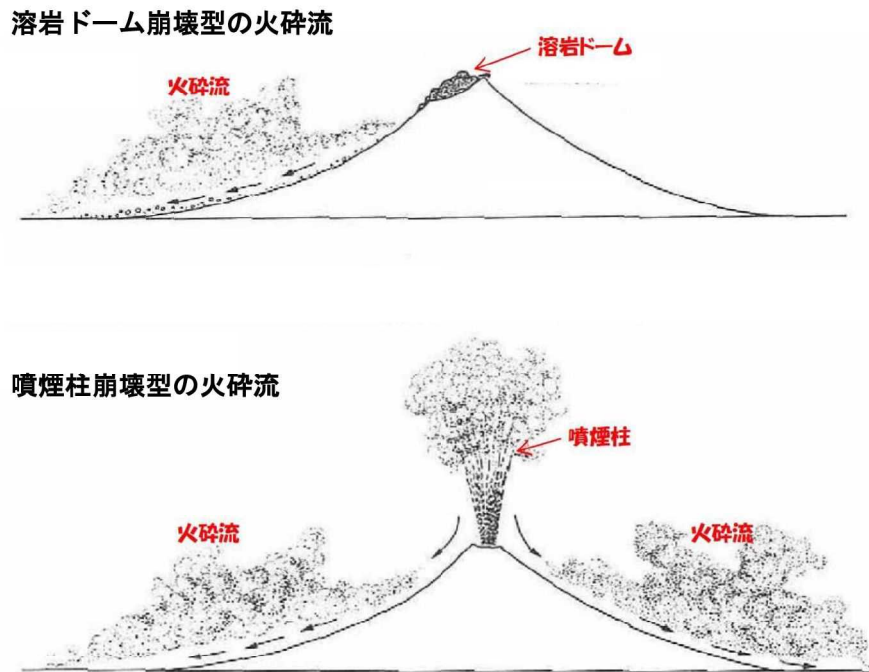


図 4.33 鶴見岳・伽藍岳で想定される火砕流のタイプ

[Francis (1993) を編集]

① 噴煙柱崩壊型の火砕流

図 4.33 に示した 2 つのタイプの火砕流のうち、噴煙柱崩壊型の火砕流の影響範囲に関する設定条件を、表 4.8 に示す。

表 4.8 火砕流（噴煙柱崩壊型）の影響範囲に関する設定条件

項目	単位	設定値	備考
粒子間摩擦係数	-	0.1、0.25	0.1（一般値、堆積勾配の1.5～2倍程度として算出） ^{*1)} 0.25（雲仙普賢岳の平成噴火で発生した火砕流の流下距離と標高差の関係より算出） ^{*2)}
火砕流の礫密度	g/cm ³	2.5	一般値
火砕流代表粒径	cm	5.0	現地調査より
堆積層砂礫の容積濃度	-	0.6	一般値
継続時間	s	360	1929年北海道駒ヶ岳の火砕流噴火実績を参考に設定
流量	m ³ /s	53,000	火砕流が定常的に供給されるものとし、総噴出量（1,900万m ³ ）÷継続時間（360s）の一定流量として設定
使用地形メッシュ	m	50	-

*1) 鶴見岳山頂からの火砕流、2) 鶴見岳地獄谷赤池火口及び伽藍岳からの火砕流

（使用するプログラムや地形データが異なるため係数が異なる）

噴煙柱崩壊型の火砕流の設定条件（表 4.8）において、粒子間摩擦係数が、「鶴見岳山頂からの火砕流（0.1）」と、「鶴見岳地獄谷赤池火口及び伽藍岳からの火砕流（0.25）」で異なっているが、これは、シミュレーション実施年度が異なり（前者は平成9年度、後者は平成27年度）、使用するプログラムや地形データが異なることを考慮したためである。

また、噴煙柱崩壊型の火砕流は、噴煙が想定火口上空の数百～数千mの高さまで上昇した後、噴煙柱が崩壊して形成されることを想定しているため、火口周辺の地形にかかわらず想定火口から全方向へ流下すると想定している。したがって鶴見岳（鶴見岳山頂及び地獄谷赤池火口）においては、山頂から全方向へ均等に噴出量を供給してシミュレーションを実施している。鶴見岳山頂のシミュレーション結果（最大流動深）を図 4.34 に、鶴見岳地獄谷赤池噴気孔のシミュレーション結果（最大流動深）を図 4.35 に示す。

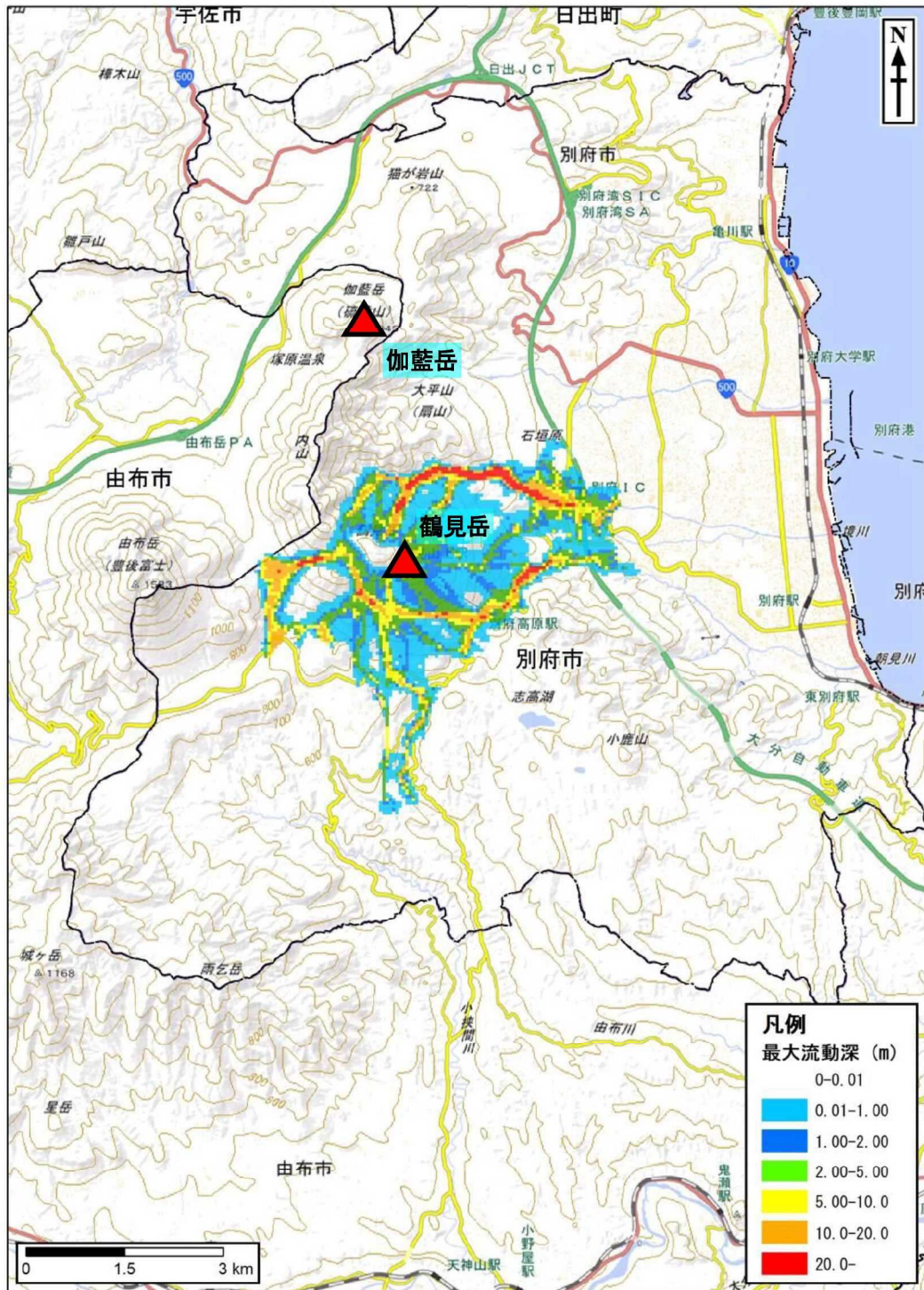


図 4.34 火砕流（噴煙柱崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂）

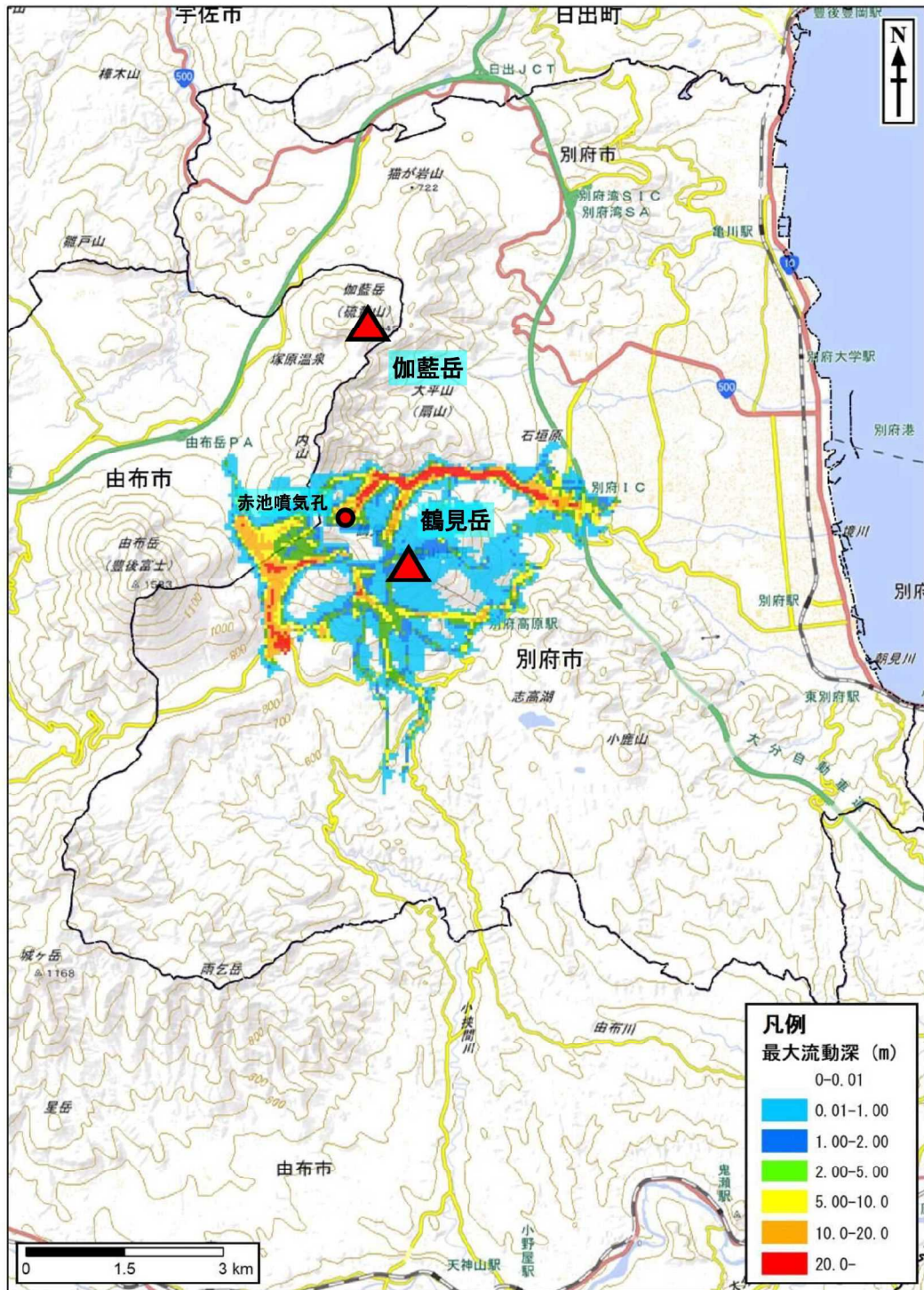


図 4.35 火砕流（噴煙柱崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳地獄谷赤池噴気孔）

一方、伽藍岳においては、火口が西側に開いており、火砕流は西向きに多く流下する可能性が高いため、西・東・北の3方向に分けて、それぞれの供給する噴出量をあらかじめ配分してシミュレーション計算を実施している（図 4.36）。

伽藍岳の3方向のシミュレーション結果を、図 4.37～図 4.39 に示す。

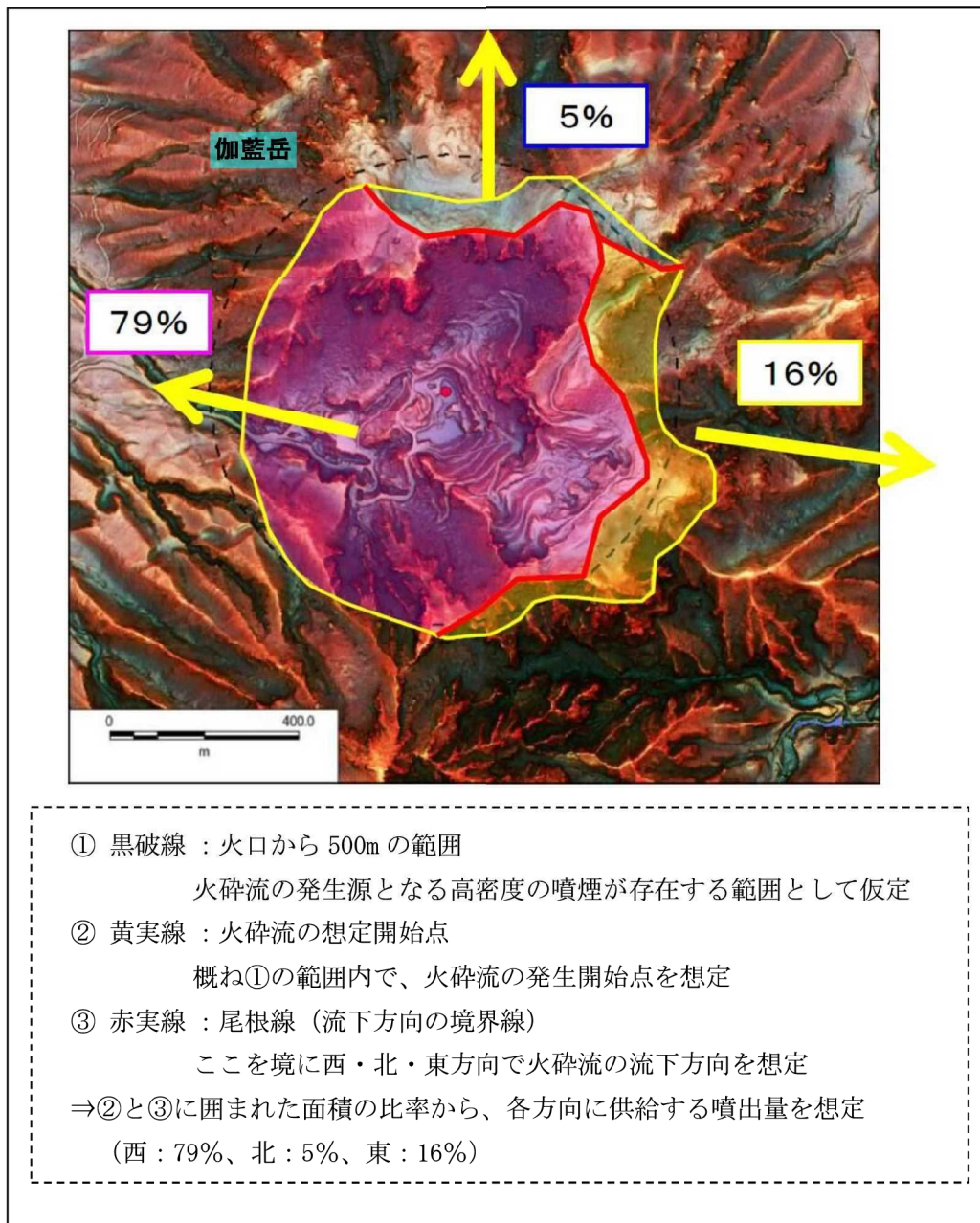


図 4.36 伽藍岳における火砕流（噴煙柱崩壊型）の方向別供給量

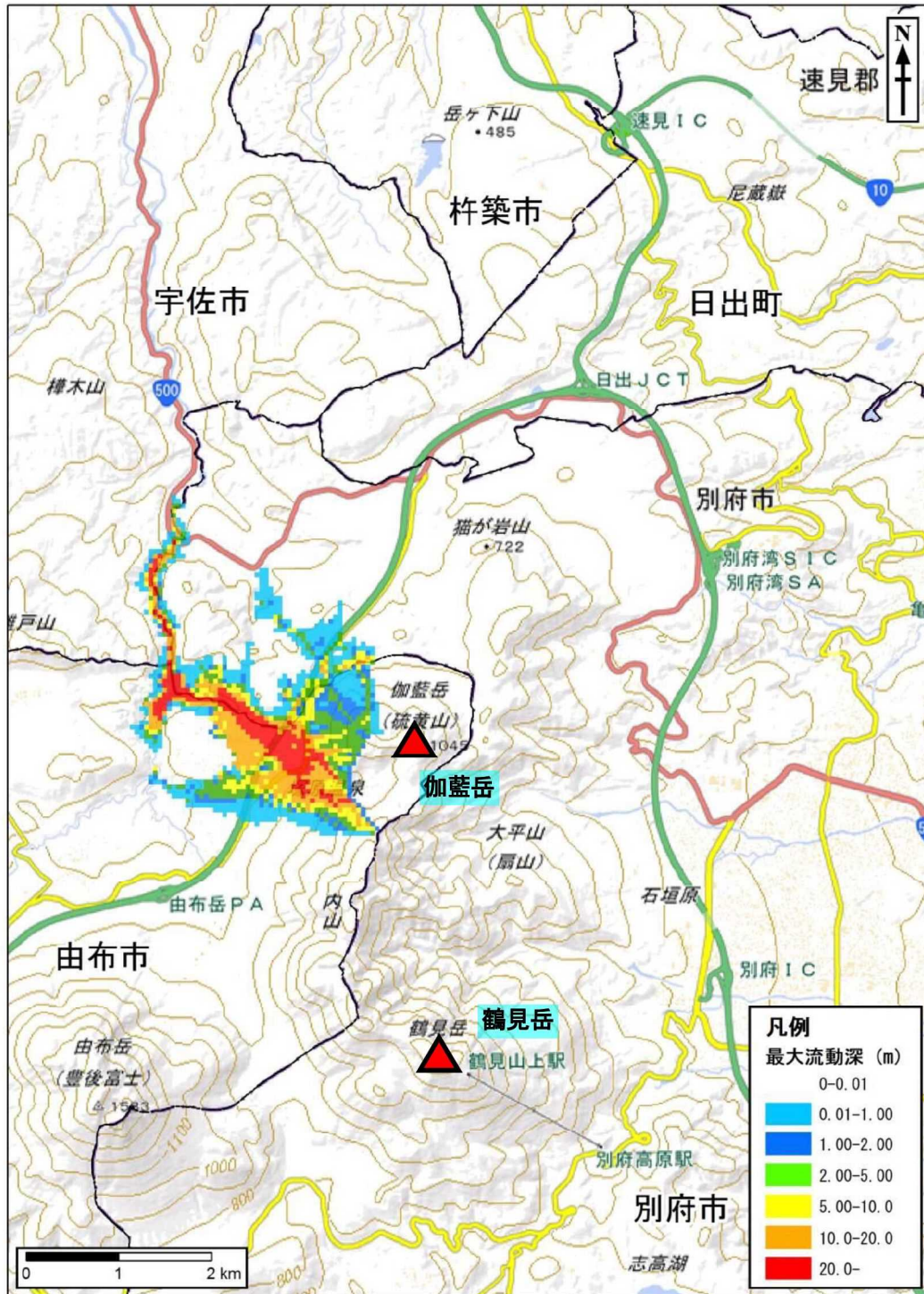


図 4.37 火砕流（噴煙柱崩壊型）のシミュレーション計算結果（加藍岳：西方向）

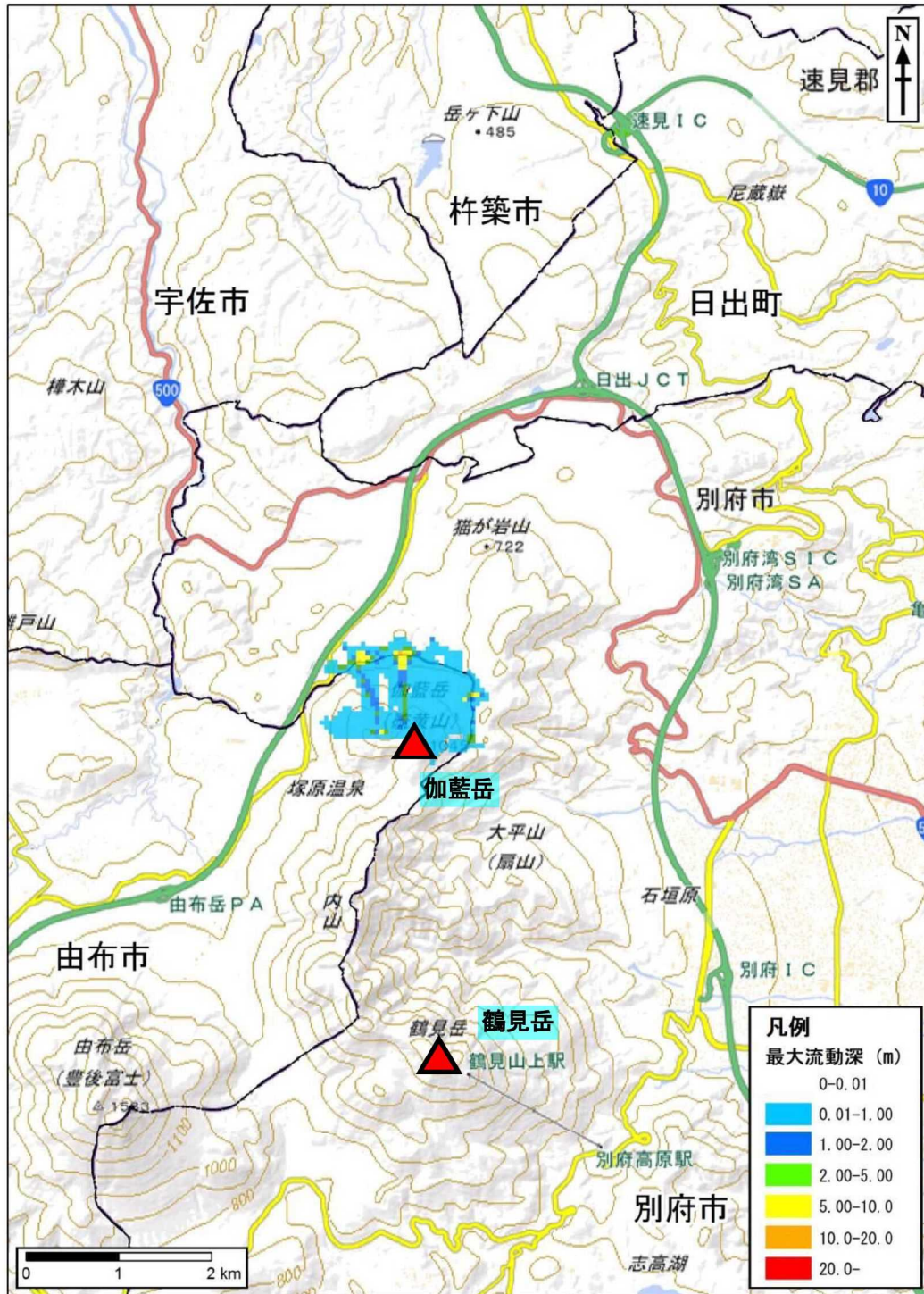


図 4.38 火砕流（噴煙柱崩壊型）のシミュレーション計算結果（加藍岳：北方向）



図 4.39 火砕流（噴煙柱崩壊型）のシミュレーション計算結果（加藍岳：東方向）

② 溶岩ドーム崩壊型の火砕流

図 4.33 に示した 2 つのタイプの火砕流のうち、溶岩ドーム崩壊型の火砕流の影響範囲に関する設定条件を、表 4.9 に示す。

表 4.9 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）の影響範囲に関する設定条件

項目	単位	設定値	備考
粒子間摩擦係数	-	0.25	雲仙普賢岳の平成噴火で発生した火砕流の流下距離と標高差の関係より算出
火砕流の礫密度	g/cm ³	2.5	一般値
火砕流代表粒径	cm	5.0	現地調査より
堆積層砂礫の容積濃度	-	0.6	一般値
継続時間	s	450 (×5波) (ただし1波目は350)	1991年9月15日の雲仙普賢岳の実績より設定 *1)
流量	m ³ /s	8,900	火砕物が定期的に供給されるものとし、総噴出量(400万m ³) ÷ 継続時間(450s) の一定流量として設定
使用地形メッシュ	m	50	-

*1) 火砕流の継続時間（ハイドログラフ形状）については、図 4.40 に示す

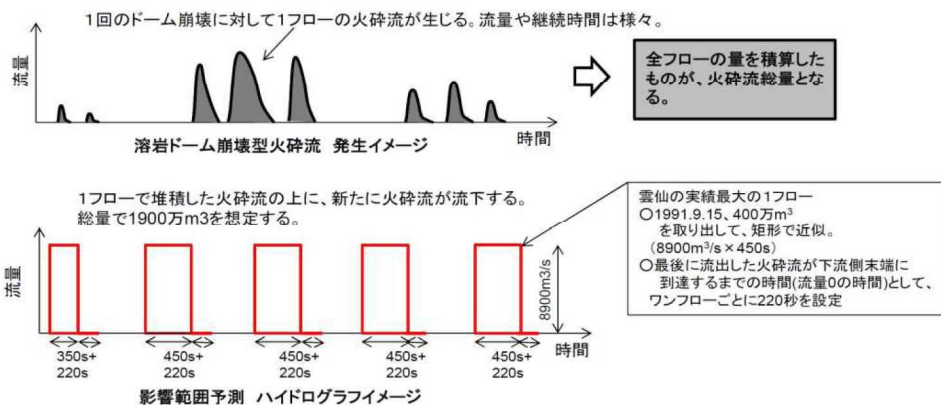


図 4.40 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）の継続時間（ハイドログラフ形状）イメージ

溶岩ドーム崩壊型の火砕流は、溶岩ドームが形成される場所によって発生パターンが異なることを想定している。

鶴見岳地獄谷赤池噴気孔及び伽藍岳においては、想定火口位置でシミュレーション計算を実施している。鶴見岳地獄谷赤池噴気孔からのシミュレーション結果（最大流動深）を図 4.41 に、伽藍岳からのシミュレーション計算結果（最大流動深）を図 4.42 に示す。

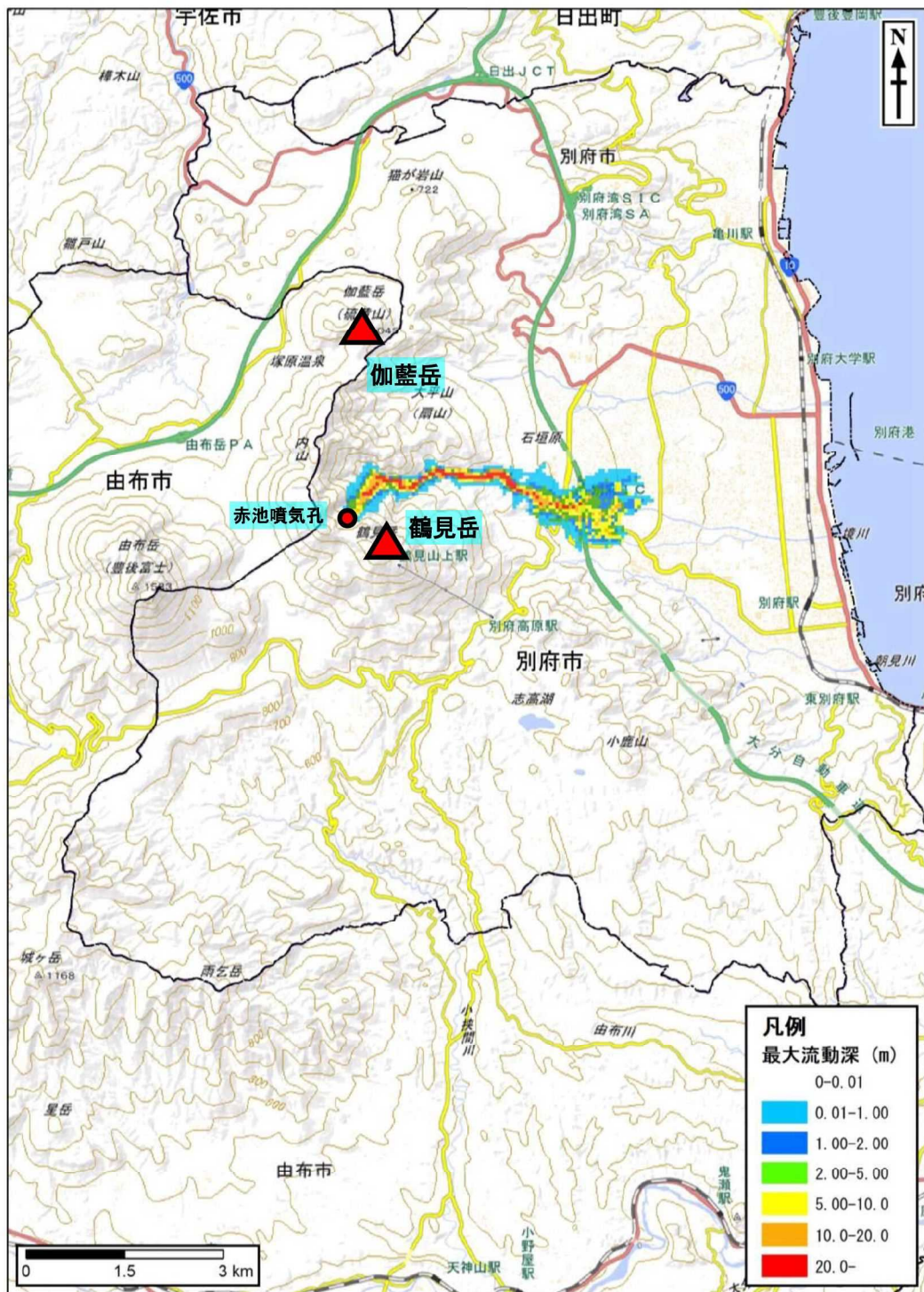


図 4.41 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳地獄谷赤池噴気孔）

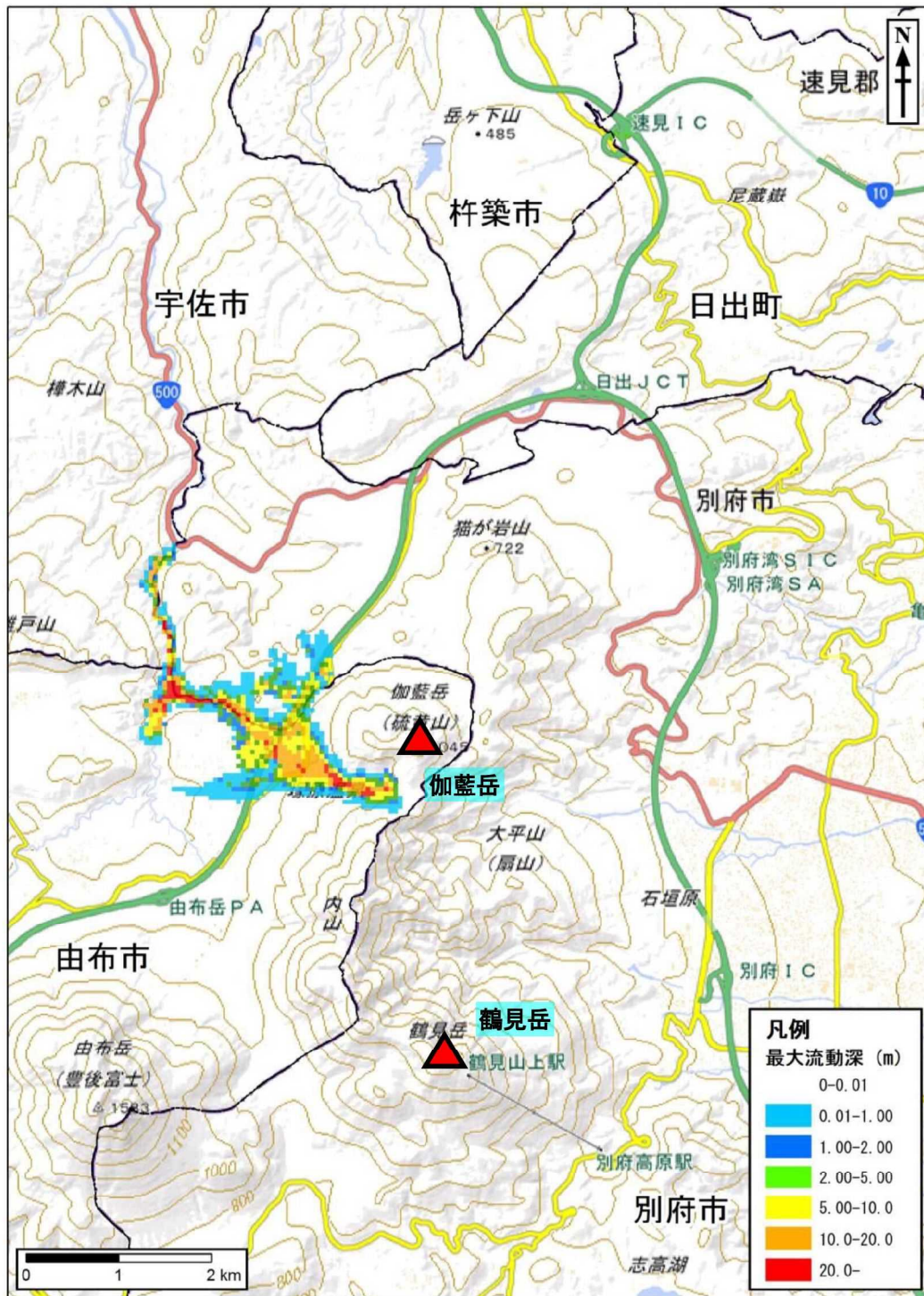


図 4.42 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（加藍岳）

一方、鶴見岳山頂においては、溶岩ドームの形成箇所が急斜面の場合、溶岩の噴出地点で直ぐに崩壊して火砕流が発生すること、緩斜面の場合、緩斜面に溶岩が堆積し急斜面となる地点で崩壊して火砕流が発生することを想定(図 4.43)し、流域界を考慮して9方向(図 4.44の1~9)にそれぞれ噴出量を供給してシミュレーション計算を実施している。鶴見岳山頂から9方向のシミュレーション結果(最大流動深)を、図 4.45~図 4.53に示す。

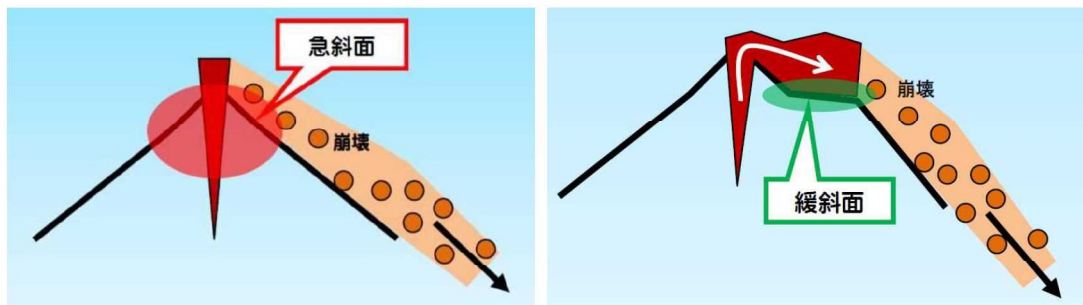


図 4.43 鶴見岳における火砕流(溶岩ドーム崩壊型)の発生パターン

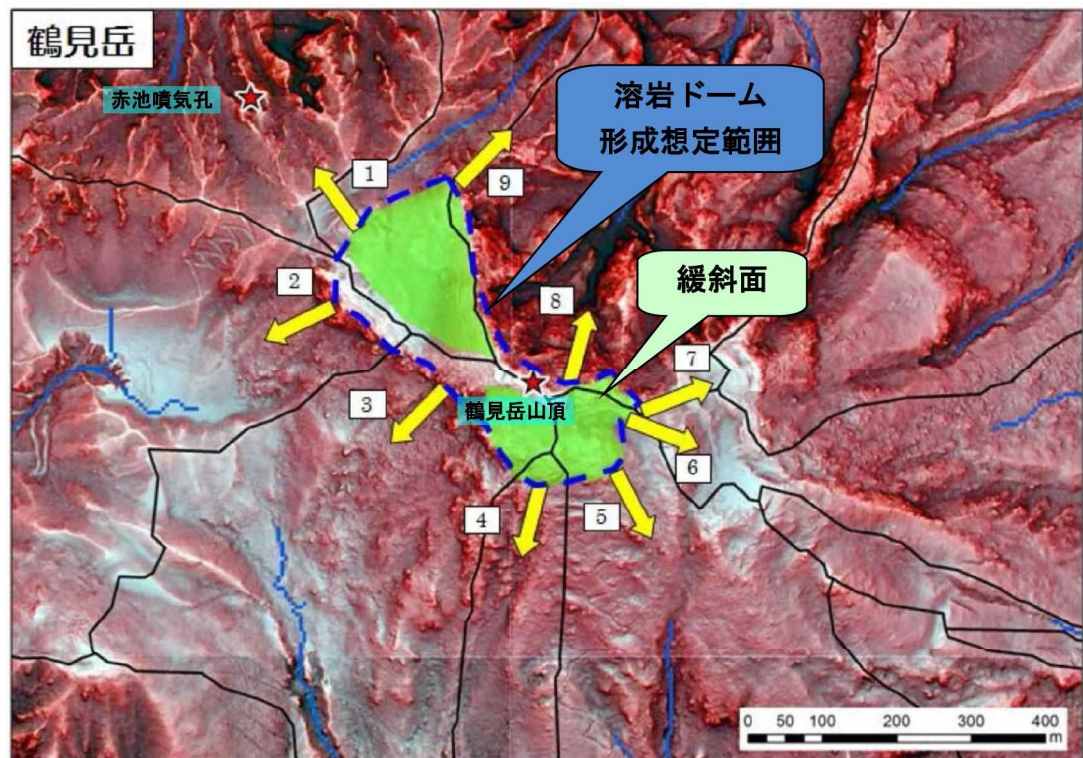


図 4.44 鶴見岳山頂における火砕流(溶岩ドーム崩壊型)の供給方向

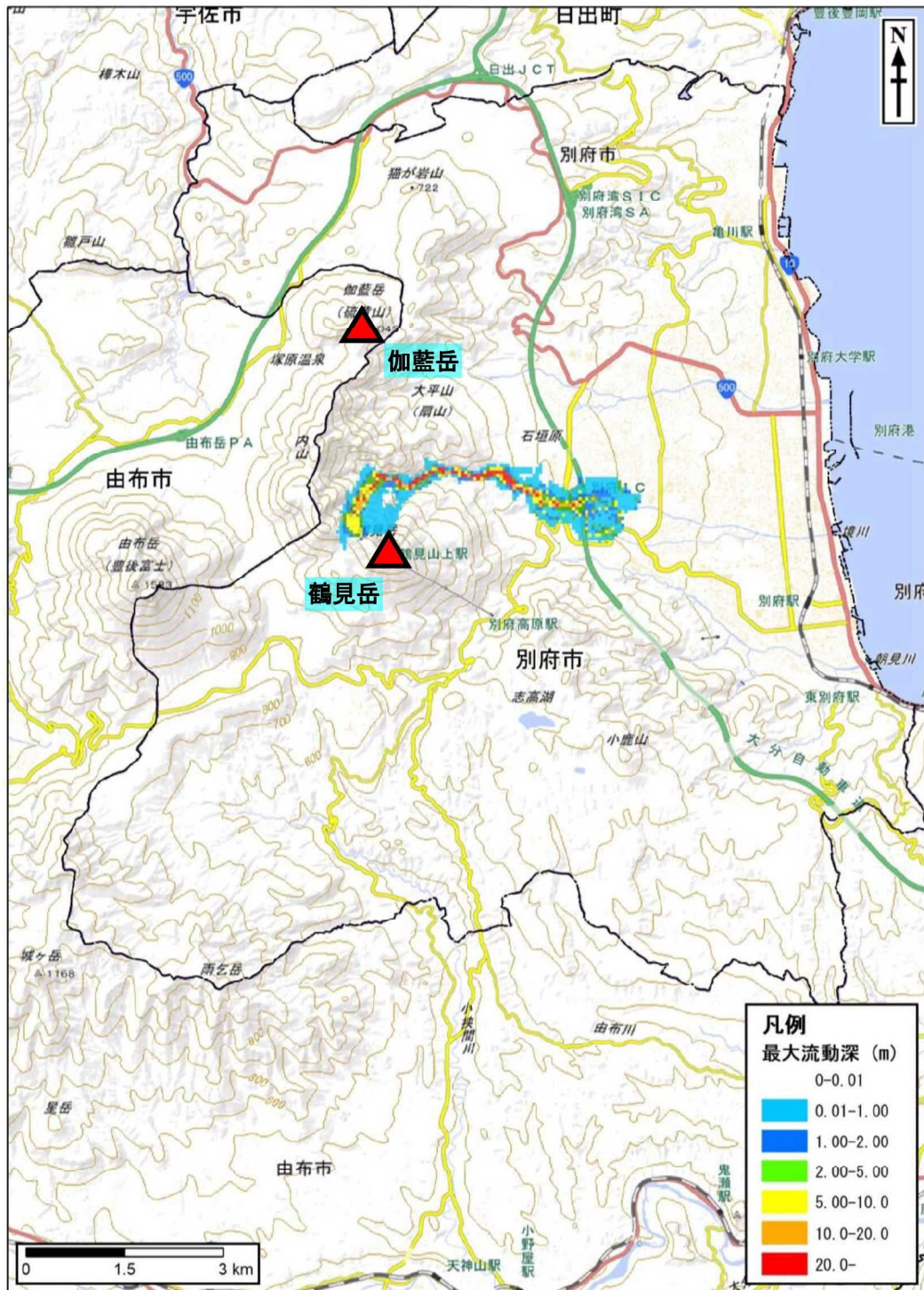


図 4.45 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：1）

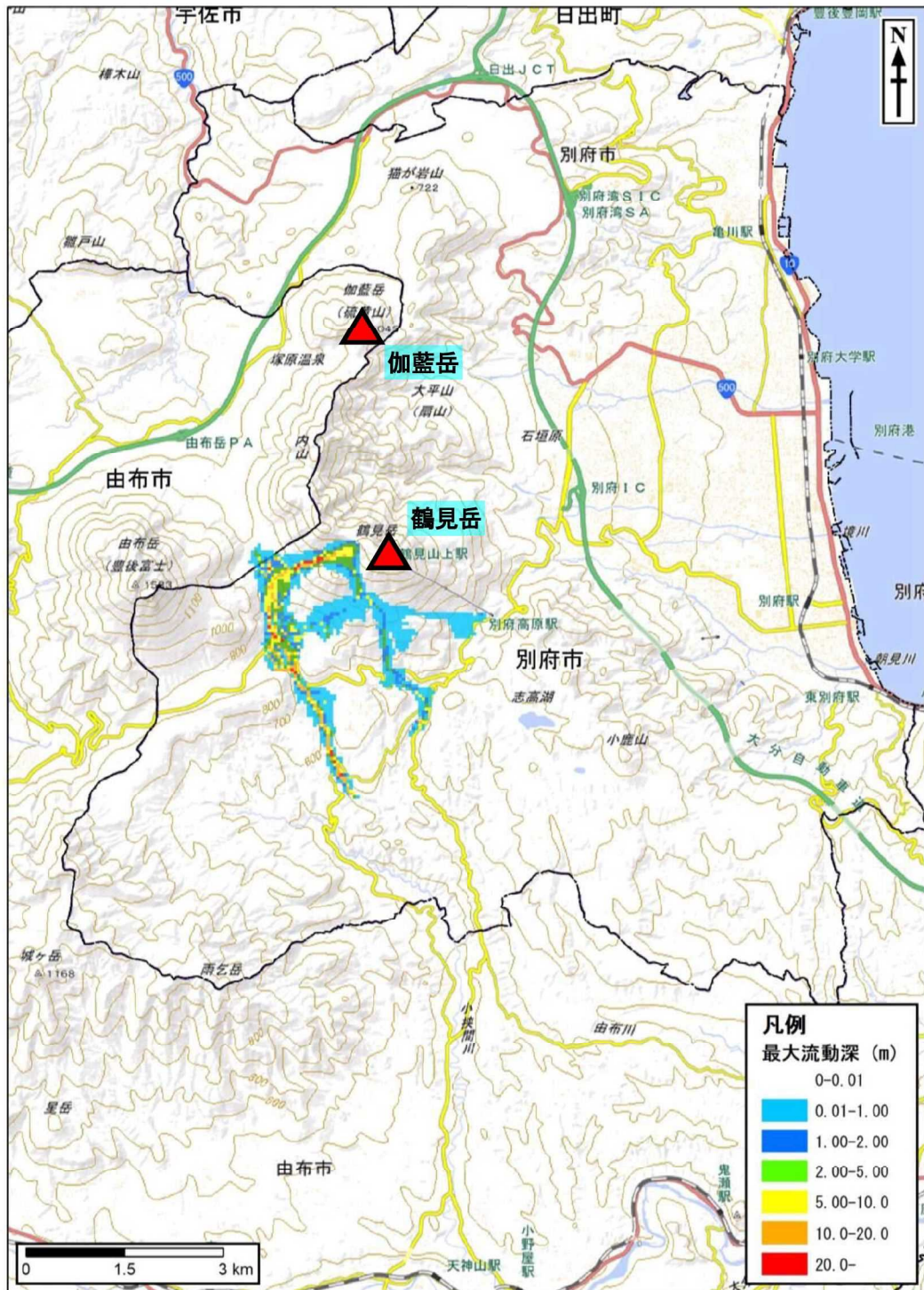


図 4.46 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：2）

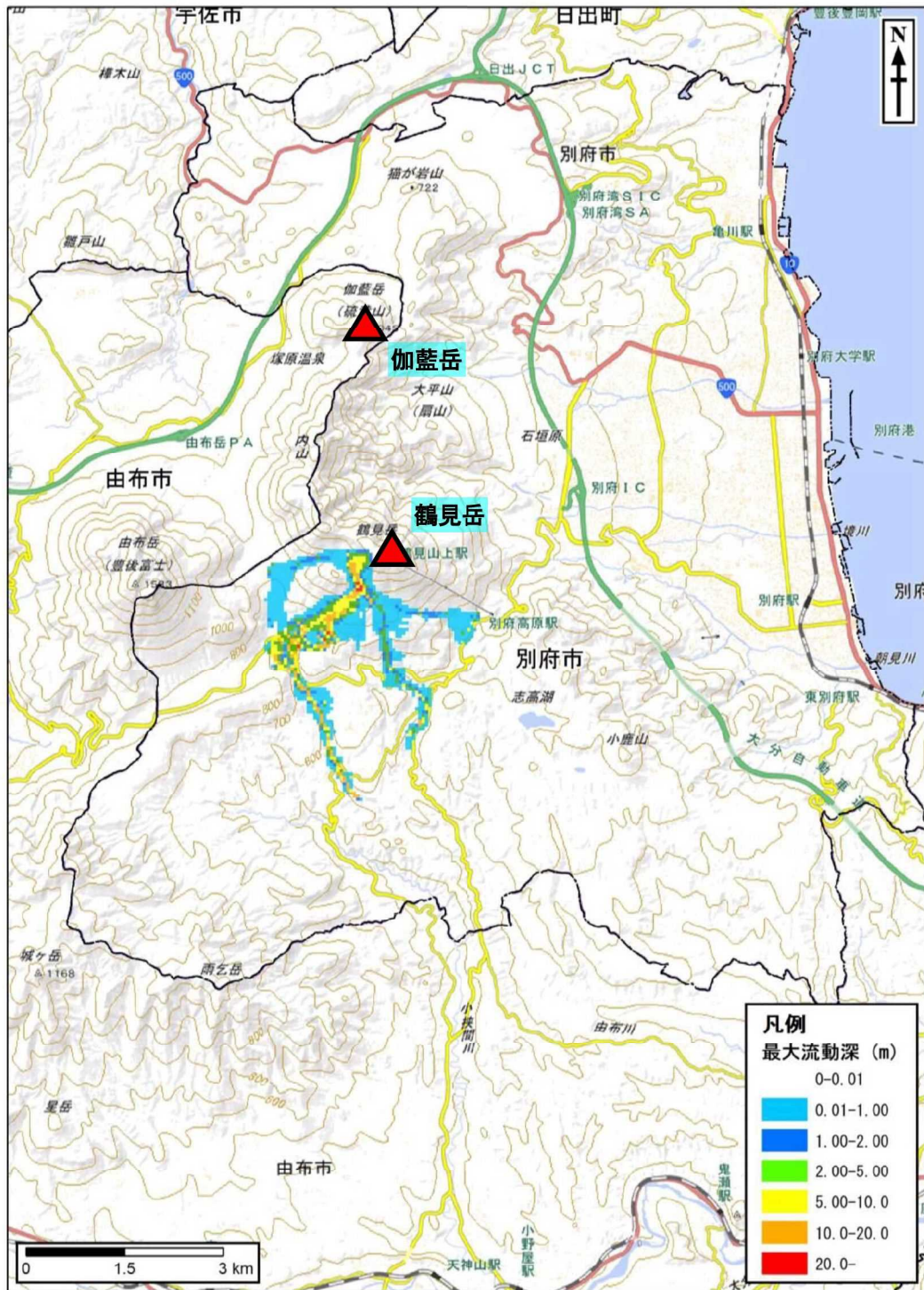


図 4.47 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：3）

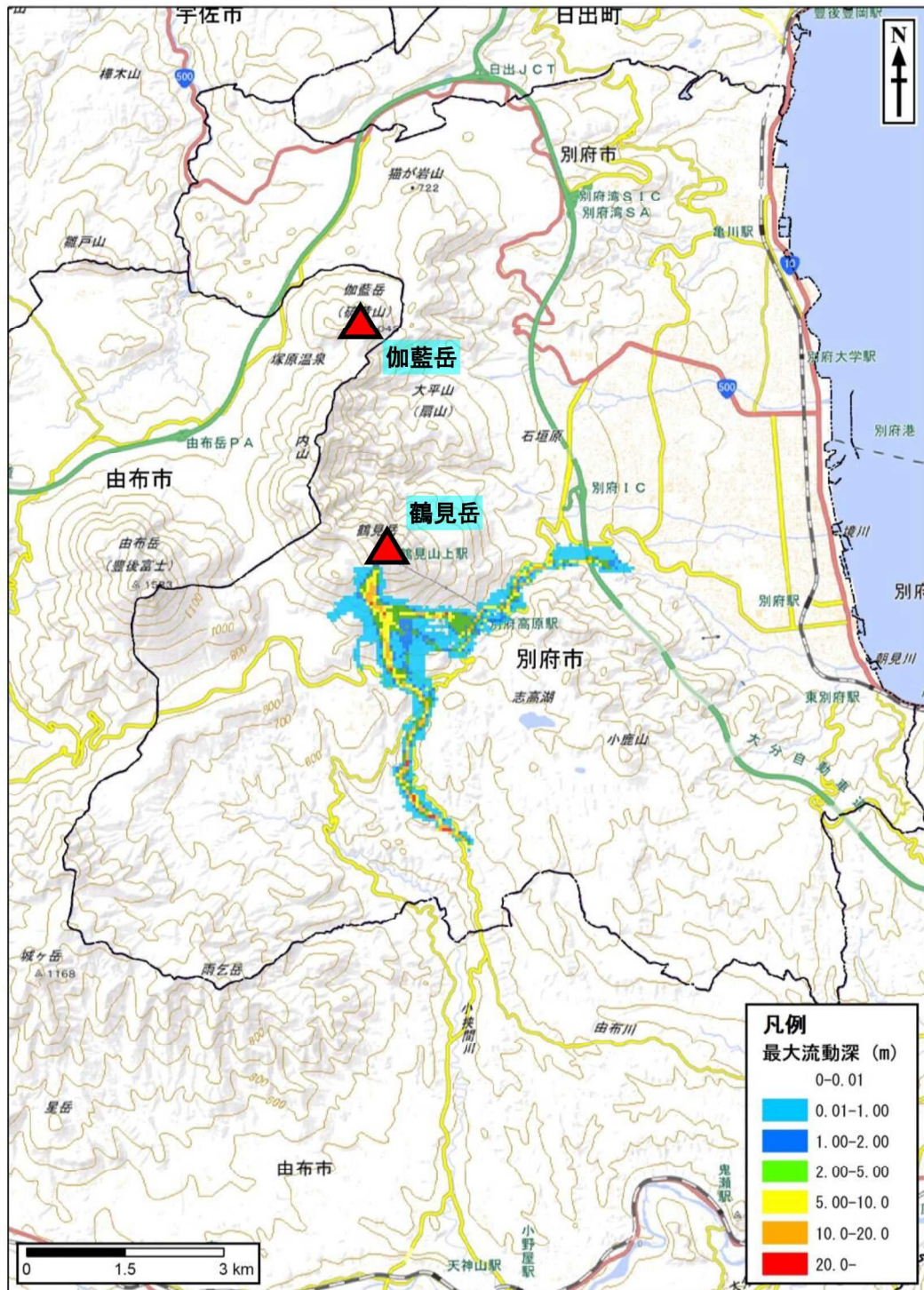


図 4.48 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：4）

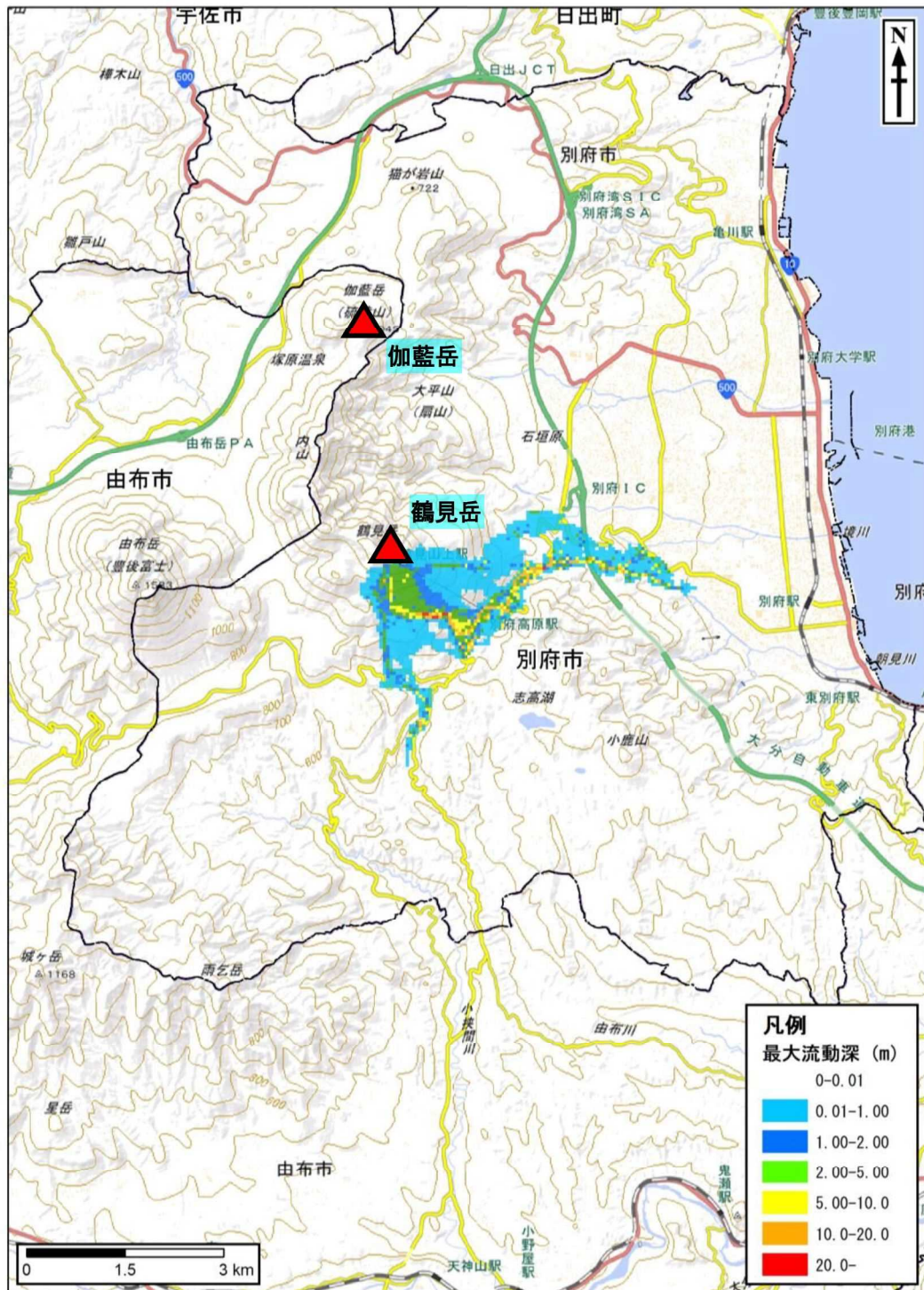


図 4.49 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：5）

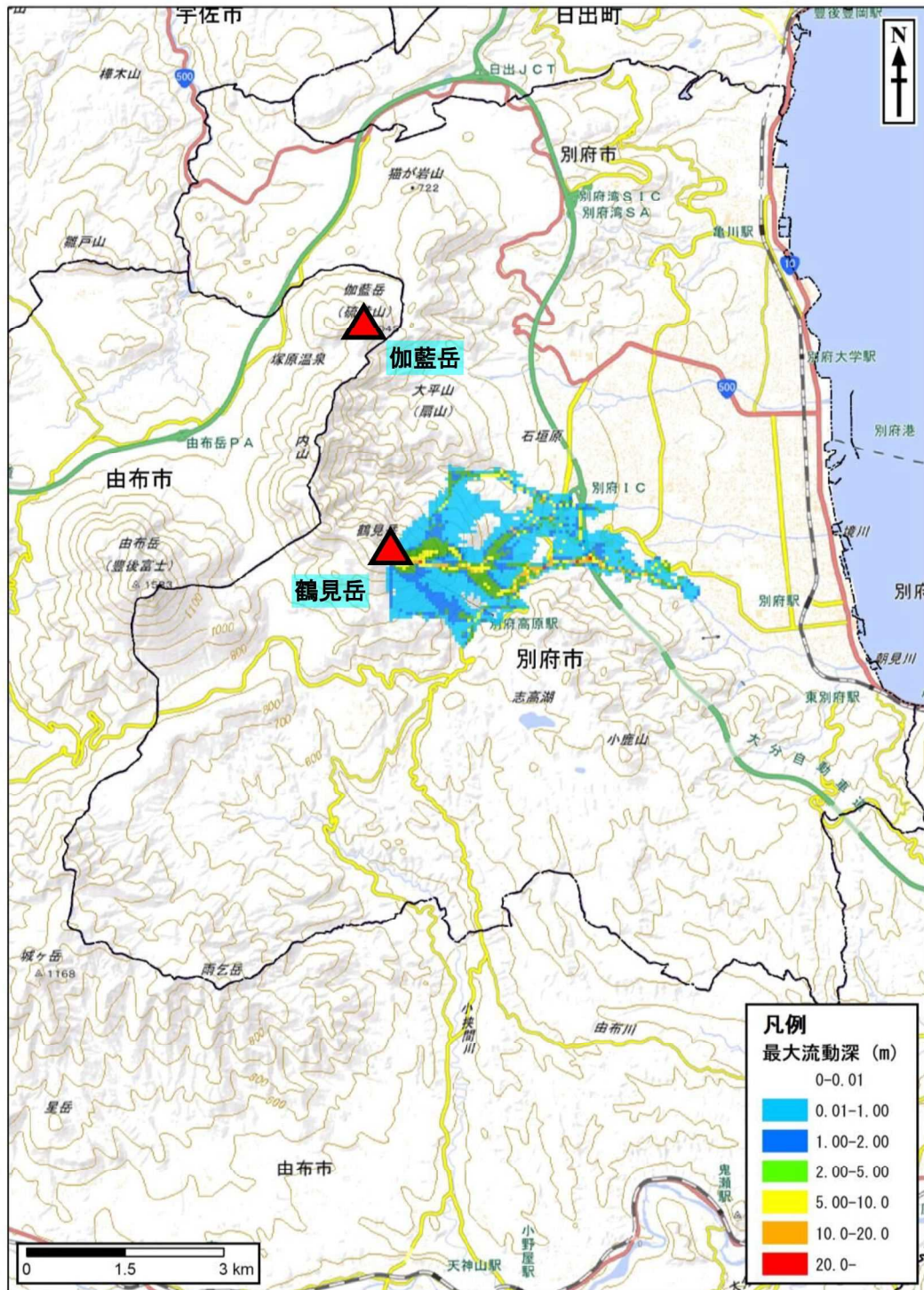


図 4.50 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：6）

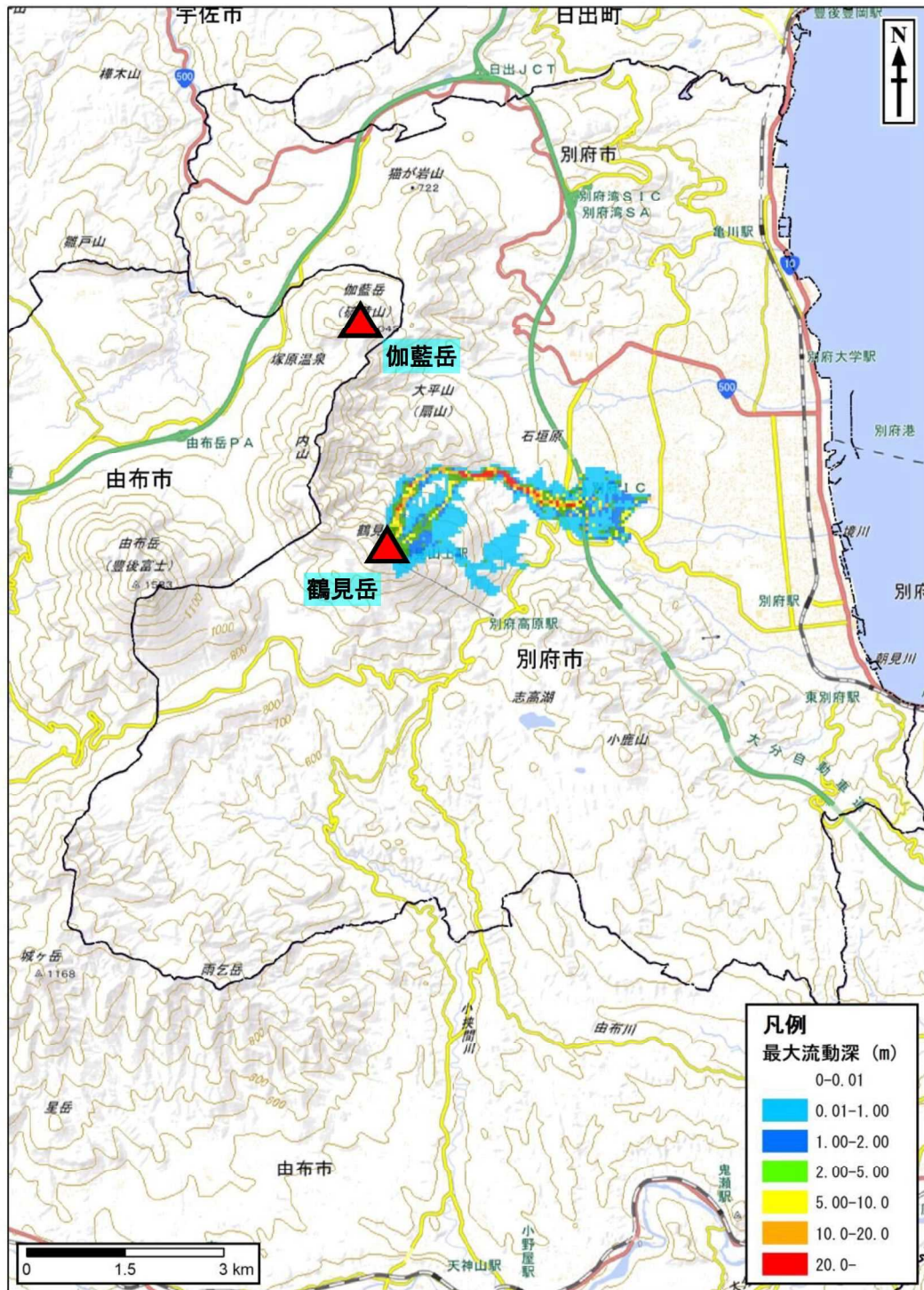


図 4.51 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：7）