

火山ハザードマップの読み取りに対するドリルマップ提示の効果

村越真・小山真人
静岡大学教育学部

キーワード：ハザードマップ、ドリルマップ、読み取り、リスクコミュニケーション

1. はじめに

洪水や津波、あるいは地震や火山災害など多様な自然災害に見舞われる日本において、ハザードマップに対する関心は高まり、作成されたハザードマップが一般市民にも配布されるようになった。2000年の有珠山噴火の際には、事前に配布されたハザードマップが住民の迅速で円滑な避難に効果を上げたと言われた（岡田ほか 2005）。また、地域防災力を高めるための啓発材料としてハザードマップを活用するべきであるという提言がなされている（日本地理学会災害対応委員会 2004）。その一方で、ハザードマップの実質的な効果については疑問視する専門家もいる。ハザードマップが被災時の避難誘導などに利用されているとは言いがたい（碓井 2003）、洪水ハザードマップ上で被害の可能性に関する誤解がある（赤桐 2003）、あるいは、有効活用法については必ずしも明確ではない（鈴木ほか 2003）といった指摘がある。ハザードマップでは過去の災害実績やシミュレーションに基づく予測とその集約による表現がとられることが多い。こうした表現は一般の人々には理解が難しいことが指摘されている（たとえば、竹内 2005、山口 2004）。ハザードマップは、災害についてのリスクコミュニケーションのツールとして重要な役割を果たす可能性を持つとは言え、ハザードマップが一般市民にとって十分に利用されているのか、あるいは効果的なリスクコミュニケーションが成立する条件は何かを探る実証的な研究を積み重ねる必要がある。

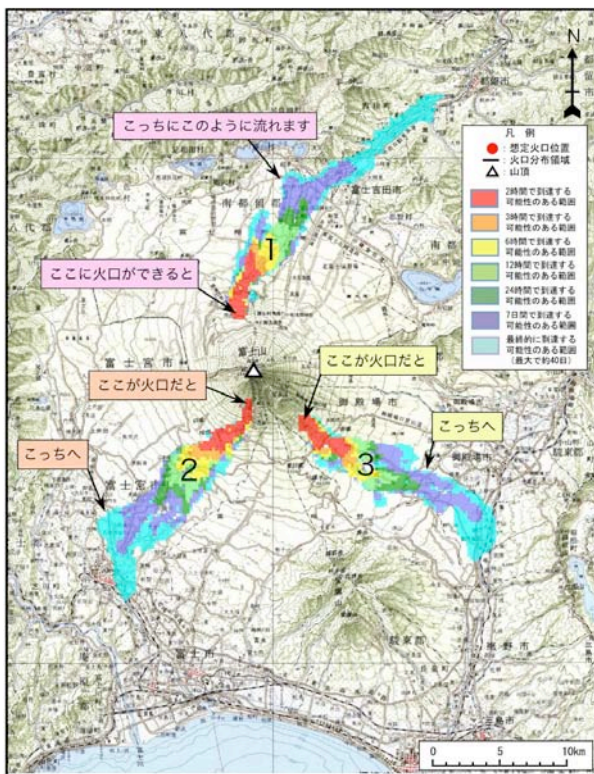
このような観点から、村越・小山(2006)は、中学生と大学生の被験者を対象に、火山のハザードマップの内容が適切に読み取られているかと、ハザードマップの表現方法を変えることが読み取りに効果を持つかを、試作されている富士山火山防災マップ（内容詳細については表1、ゾーニング表現については図2参照）をもとに検討した。このハザードマップを使い、緊急火山情報が出されたという想定の下で対応を考えさせる課題を行った結果、大学生においても、示されたハザードの分布から各地域の危険の程度や緊急度を読み取

り、それを反映させた対応を回答した者は少数派であった。また、感想からも「状況によってハザードマップの見方を変えなければならなく、色々な場合の予想をするのが難しかった」「1つだけでなく複数の地図を参考にしながら考えなければならなかったのが難しかった」、「色がぬってあるところが色々あって混乱した」「いくつかのパターン（火山灰や溶岩）での危険エリアが示されていたので、結局どこがどれだけ危険か今いちわからない」といった読み取り上の問題点が指摘された。このような問題が指摘される理由として、提示したハザードマップでは各種の地図・情報が並列的に示されていることに加え、示された危険のゾーニングが様々な想定のもとに得られたハザードの影響予測を集約したものであり、実際の各地区の危険度が状況に応じて異なることが十分理解されていないことが考えられる。

表1：富士山火山防災マップの項目とその内容

噴火時にハザードの影響が及ぶエリア図（富士山全域）	「火口ができる範囲」「噴火しそうな時、噴火が始まった時すぐに避難が必要な範囲（火砕流または噴石による被害、3時間以内に溶岩が到達するかもしれない、のいずれかに当たる地域）」、「火口の位置によっては避難が必要な範囲」、の3段階で危険の程度がゾーニング
噴火時にハザードの影響が及ぶ地域図（富士宮地区拡大）	上に同じ。ただし避難所等詳細情報を表示
過去のハザード災害実績図	溶岩流、岩屑、雪泥流、火砕流の過去の実績を記載
降灰被害想定図	降灰量と土石流発生よそ区域を富士山から東京にかけての広域で記載
発生するハザード	溶岩流、土石流、火砕流、岩屑なだれ、噴石、融雪型火山泥流、雪泥流、降灰、等についての写真と解説
避難する時の注意	避難時の持ち出し品、避難時にふさわしい服装、その他避難時の注意事項について記述
気象庁が発表する火山情報	3ランクの情報について内容を解説
火山の恵み	火山の生み出す恩恵について解説

溶岩流の流れ方の3つの例：たとえばこんな感じで流れます



溶岩がどこまで流れるかは、火口的位置、溶岩の
出た量や勢いによって変わります。
溶岩流数値計算結果図
規模：0.7km²、噴出レート：200m³/sの場合

図1：提示されたドリルマップ

ハザードマップが有効に活用されるためには、住民が状況に応じて、各々の居住地区のリスクをハザードマップから適切に判断できる必要があるが、現状では一般市民のマップ読み取りは十分な状態にあるとは言えない。それを補うためには、地形図学習を含めたワークショップ的な学習機会が必要だという指摘（岡本ほか 2005）や、ハザードマップの作成過程などを説明することで理解度が上がった（竹内ほか 2005）という報告がなされているが、こうした介入によってハザードマップからの効果的な読み取りが可能になったかどうかについては実証されていない。

村越・小山（2006）に示されるように、ハザードマップからの効果的な読み取りを阻害する要因が危険度のゾーニング表現の理解にあるとすれば、ドリルマップ（具体的な火口想定に基づく溶岩到達の様子を噴火後の経過時間ごとにシミュレーションした結果を示した地図であり、実際のハザードマップはその結果を集約して危険度のゾーニングがなされている）を提示してハザードマップの成り立ちを説明することで、ゾーニング表現に対する理解が進み、マップの適切な読み取りが促進され、マップが有効に活用されると考えら

れる。そこで本研究では、多種多様なハザードが存在し、なおかつ火口の想定によって異なる被害予測を集約的に描くという複雑な特徴を持つ火山のハザードマップを取り上げ、ドリルマップを使いハザードマップの特性や成り立ちを説明することによって、ハザードマップの情報がより適切に読み取られるようになるかを検討する。ハザードの種類が多く複雑な火山ハザードマップで得られた知見は、他のハザードマップについても示唆的であると思われる。

本研究は二つの実験からなる。実験1では大学生と中学生の被験者を、ハザードマップの作成の基礎となったドリルマップを提示するとともに読み取りのヒントを与えた実験群と、それらを与えない統制群とに割り当て、「火山が噴火した時どのような行動を取るか」をハザードマップを使って回答する課題と印象評定から、ドリルマップ提示の効果を検討する。実験2では、同様の統制群と実験群に対して、火山噴火に伴う火山周辺の緊急度をハザードマップを使って判断する課題を実施し、ドリルマップ提示によるハザードマップ読み取りの効果をより直接的に検討する。

2. ハザードマップ活用へのドリルマップ提示の効果（実験1）

1) 方法

(1)被験者

富士宮市の中学生 113 名と静岡大学の大学生 33 名を被験者とし、概ね二人を1組とし、中学生を 55 組、大学生を 16 組の計 71 組とした。大学生の被験者は、実験群と統制群にランダムに割り当てられた。また中学生は、両クラスの学力に大きな差がないことを担任教員に確認した上で、一方のクラスを実験群、他方を統制群とした。

(2)手続き

表2に示す項目により事前アンケートを行った後、火山のハザードのうちもっとも危険なものを3つ指摘する（以下「ハザードの指摘」とする）ことを求めた。以下に説明する課題終了後、火山ハザードの性質に関する7題からなる正誤問題（以下「正誤問題」と呼ぶ）への回答と「ハザードの指摘」を再度求めた。課題以外の全ての回答は個人を対象に行われた。

実験群に対してはドリルマップを提示し、それがハザードマップ作成の基礎となったことを説明した後、読み取りのヒントとして、a)地図だけを見れば済むのでしょうか、b)本当に避難が必要でしょうか、c)避難

の前にしておくこと、避難のときに注意することは何でしょう、d)噴火によって起こるできごとのうち、本当に危険なのは何でしょうか、を印刷したものを課題回答時に提供し、適宜参照するように指示した。これらは、いずれも実際の火山活動によってハザードの影響が異なることへの注意を促すことを狙ったものであった。

課題は、「冬に緊急火山情報が気象庁から発令された」という想定で、中学生群では富士宮市北山中学校近く、大学生群では富士市大淵中学校近くに居住する、小学生の子どもを持つ住民であるという状況設定で、ハザードマップを参考にして、その時とるべき行動をグループで回答するものであった。ハザードマップ試作版は各グループに1枚づつ配布された。このハザードマップは村越・小山(2006)で使われたものと同じ内容のものであった。上記の状況設定は、融雪型火山泥流への配慮の有無を確認し、家族を想定することで「即座に遠くに逃げる」といった単純な回答を排除するためのものであった。居住地として指定された2地点は、いずれもハザードマップ上「すぐに危険にはならないが火口の位置によっては避難が必要」なゾーンの周辺部にあたる。ハザードマップを見ながら、上記課題に対して、各組ごとにA4の罫紙に25分間で回答することを求めた。

(3)分析方法

第二著者(火山を専門とする研究者)が、課題回答を以下の視点で評価した。なお実験条件は伏せられていた。評価の視点は、a)具体的な行き先明記の有無(以下「行き先明記」、b)ハザードマップ上の危険度ゾーニングの考慮(以下、「ゾーニングの考慮」、c)実際の噴火場所や噴火活動状況が不確定であることの考慮(以下、「不確定性の考慮」、d)考慮されたハザード現象の数、e)融雪型火山泥流等のハザードの影響を受けやすい季節と川の流路の考慮(以下、「季節と川の考慮」、f)総合評定、の6つであった。

a)-c)については記述の有無の2段階で評定した。実験条件ごとに評価値の中学/大学差を検討した結果、実験群における「季節と川の考慮」で学校差が見られたのみだったので、大きな学校差はないとみなし、学校をまとめて実験条件間の比較をおこなった。両群の比較にあたっては、群による記述有無の比率の違いを検定するため Fisher の直接確率検定(岡 1990)を行った。

d)については記述されたハザードの数(0-5個)、e)

については考慮の程度により3段階で、f)については3段階で評定を行った。これらの評定値は順序尺度値とみなした。こちらも大きな学校差はなかったので、学校をまとめて実験群と統制群の比較を、順序尺度に対する2群の比較検定であるマン・ホイットニのU検定(岡 1990)により行った。

「正誤問題」「ハザードの指摘」については正答数を集計した。前者は満点が7点、後者は満点が3点であった。また事前・事後アンケートは5段階評定であった。これらの項目に対しては、学校による違い、実験群/統制群間の違い、両要因が相乗的に影響していることを示す交互作用の検討を行うため、中学校/大学と実験群/統制群の2要因による分散分析を行なった。「近くに富士山のような火山があるのは不安だ」「課題は面白そう(面白かった)」「ハザードの指摘」正解数は、課題の前後で計2回問うたので、前後の差を求め、やはり2要因の分散分析を行った。

2) 結果

(1)個人の質問紙回答

個人を対象として行った事前・事後のアンケート項目、正誤問題、ハザードの指摘正解数に関する結果は表2のとおりであった。学校の主効果は、表2に示す8項目で見られたが、このうち「火山活動が始まりそうな時、どうしたらいいかが分かった」以外は、実験群統制群いずれの平均値も大学生の方が大きく、大学生の結果が良かったと言える。条件の主効果があったのは、(事後アンケート1)「火山活動が始まりそうな時、どうしたらいいかが分かった」、(正誤問題7)「火山が噴火したら、ハザードマップで色がついた場所はすべて危険になる」(誤)で、前者は中学校で統制群4.06に対して実験群3.72、大学ではそれぞれ3.59と3.13と有意に統制群の方が評価が高かった。後者については交互作用があるので、後述する。

交互作用については、「富士山のことに興味がある」「火山が噴火したら、ハザードマップで色がついた場所はすべて危険になる」「正誤問題」正答数「課題の面白さの差(事後-事前)」で見られた。「富士山のことに興味がある」では、中学生統制群3.29に対して実験群3.07で単純主効果が見られなかったのに対して、大学生では統制群2.88に対して実験群3.56で単純主効果が有意な傾向であった($F(1,133)=3.00, p<0.1$)。「火山が噴火したら、ハザードマップで色がついた場所はすべて危険になる」では、中学生統制群0.51に対して実験群0.48で単純主効果が見られなかったのに対し

	中学		大学		学校の主効果	条件の主効果	交互作用
	統制群 n=52 (人)	実験群 n=59 (人)	統制群 n=17 (人)	実験群 n=16 (人)			
事前アンケート							
1)ハザードマップに興味がある	2.81	2.64	2.53	2.50			
2)これからやる課題は面白そうだ	3.25	3.25	3.53	2.94			
3)近くに富士山のような火山があるのは不安だ	3.52	3.18	3.06	3.00			
4)富士山のことには興味がある	3.29	3.07	2.88	3.56			*
ハザードの指摘(正解数)	0.08	0.12	0.71	0.56	*		
事後アンケート							
1)火山活動が始まりそうな時、どうしたらいいかが分かった	4.06	3.72	3.59	3.13	*	*	
2)課題はおもしろかった	3.90	3.60	3.29	3.63			
3)近くに富士山のような火山があるのは不安だ	3.88	3.41	3.35	3.56			
4)ハザードマップを使うのは難しかった	2.46	2.64	2.65	2.94			
ハザードの指摘(正解数)	0.33	0.50	1.41	1.19	*		
火山ハザードの性質に関する正誤問題(「正誤問題」)(正答率)							
1)色がついていないところは、火山が噴火しても安全(×)	0.86	0.62	1.00	1.00	*		
2)山梨県側だけに火口ができることもある(○)	0.73	0.67	0.65	0.88			
3)噴火すれば、必ず火砕流(かさいりゅう)が発生(×)	0.36	0.34	0.47	0.75	*		
4)噴火しても、溶岩流が発生するとは限らない(○)	0.63	0.35	0.59	0.69			
5)小さな噴火の場合市街地に全く被害が及ばないこともある(○)	0.57	0.57	0.41	0.38			
6)溶岩流や泥流は、必ず低い場所を流れる(○)	0.51	0.48	0.59	0.75			
7)火山が噴火したら、ハザードマップで色がついた場所がすべて危険になる(×)	0.51	0.48	0.47	1.00	*	*	*
正誤問題正答数	4.15	3.51	4.18	5.44	*		*
不安差(事後-事前)	0.36	0.23	0.29	0.56			
ハザードの指摘(正解数の差: 事後-事前)	0.25	0.38	0.71	0.63	*		
課題の面白さの差(事後-事前)	0.63	0.38	-0.24	0.69			**

注: *は5%水準、**は1%水準で有意

て、大学生では統制群 0.47 に対して実験群 1 で単純主効果が有意であった ($F(1,138)=10.13, p<0.01$)。また実験群にのみ中学生と大学生の単純主効果が見られた ($F(1,138)=14.72, p<0.001$)。「正誤問題」正答数では、中学生統制群 4.15 に対して実験群 3.52 という統制群の方がよい単純主効果が見られた ($F(1,140)=4.58, p<0.05$) のに対して、大学生統制群 4.18 に対して実験群 5.44 という実験群の方がよい単純主効果が見られた ($F(1,140)=18.63, p<0.001$)。また実験群にのみ中学生と大学生の単純主効果が見られた ($F(1,140)=18.63, p<0.001$)。「課題の面白さの差(事後-事前)」では、中学生統制群 0.63 に対して実験群 0.38 と単純主効果が見られなかったのに対して、大学生統制群 -0.24 に対して実験群 0.69 と単純主効果が有意であった ($F(1,133)=9.44, p<0.01$)。また統制群にのみ中学生と大学生間の単純主効果が見られた ($F(1,133)=12.50, p<0.01$)。

(2)課題の回答

実験群と統制群の各組から得られた回答結果に対する Fisher の直接確率検定の結果、「行き先明記」、「不確定性の考慮」に関しては有意な差は見られなかった(それぞれ、 $p=0.291, p=0.116$) が、「ゾーニングの考慮」では、統制群が 34 組中 3 組しか考慮がなかったのに対して、実験群では 37 組中 15 組に考慮が見られた。これは 1%水準で有意であった。マン・ホイットニの検定の結果、両群間には「季節と川の考慮」では有意な傾向、総合評定では有意差が見られ、いずれも

	条件	n(組)	U値	Z値	有意水準
考慮されたハザード現象数	統制群	34	569.5	0.68	ns
	実験群	37			
季節と川の考慮	統制群	34	527	1.17	ns
	実験群	37			
総合評定	統制群	34	414.5	2.46	**
	実験群	37			

注: **は1%水準で有意を示す
U値は各群の各測定値が他方の各測定値より大きい場合の総数を示し、Z値は帰無仮説の下でのU値の確率を評価するために標準化したもの

実験群のほうがよかった(表3)。考慮されたハザード現象の数には有意差はなかった。

課題解決の様子として、中学校の担当教員からは、実験群において与えられた情報が多く、混乱しているようだという指摘があった。

3) 考察

ハザードマップを使った課題解決において、「ゾーニングの考慮」、「季節と川の考慮」「総合評定」において実験群と統制群の間に有意な差ないしは傾向が見られたことは、実験群の被験者はゾーニングによる危険度の違いを考慮し、また地形を読み取り、それを反映した、より適切な対応を回答したことを意味する。このことから、ドリルマップと読み取りヒントの提示は、ハザードマップからの適切な読み取りに効果的に影響し、ハザード発生時の対応行動について効果的であったと考えられる。提示されたドリルマップは、具体的な噴火口の位置を想定し、それに対応した溶岩流の被害をシミュレートしたものである。ドリルマップを見せられることで、火口の場所が違えば被害を受ける場所が異なることが分かり、ハザードマップに示される危険がその集約的な表現であることや、実際の危険は状況によって異なるものであることが理解しやすくなったためと考えられる。

一方で、印象面ではドリルマップを提示することはネガティブな効果を持っていたと考えられる。「火山活動が始まった時どうしたらいいか分かった」の評価値が有意に統制条件の方がよかったことから、ドリルマップを使った説明は課題解決には有効であった一方で、情報過多となり課題が難しく感じられたと推測される。このようなネガティブな影響は、中学生で顕著であった。このことは、ハザードマップの色づけの意味を問う正誤問題の7の正答率や正誤問題正答数に交互作用があり、大学生は実験群が統制群より正答率が高いのに対して、中学生では両群の差は小さかった点、課題の面白さの差(事後-事前)にも交互作用があり、中学生では統制群で事前事後差が大きかったが、大学生では実験群の方が事前事後差が大きかった点などが根拠である。

3. ドリルマップ提示がハザードマップ表現の理解に及ぼす効果(実験2)

1) 目的

実験1では、ドリルマップ提示の効果が見られたものの、その効果は大きなものではなかった。これは、

実験1の課題が火山噴火による影響を直接的に問うものではなく、「避難計画」を求めたものであったことにも一因があると思われる。ハザードの状況が理解でき

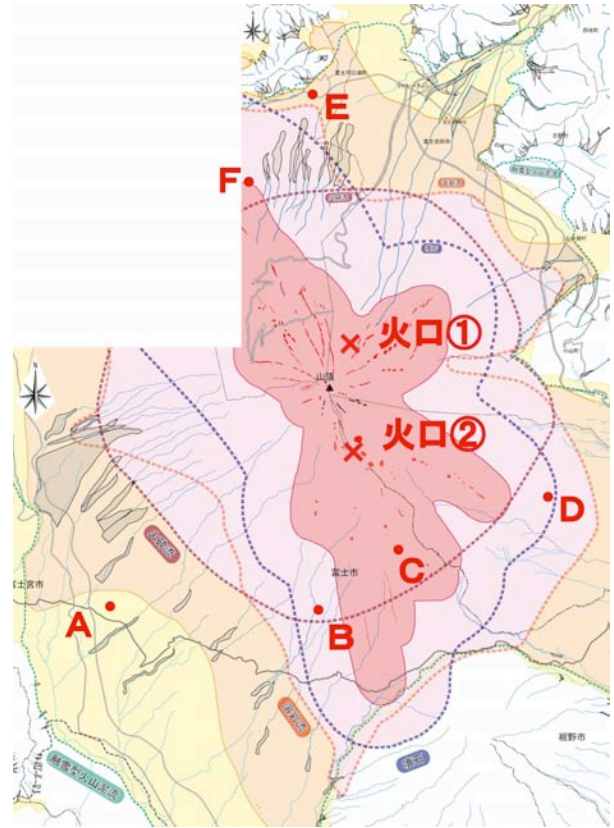


図2：提示されたハザードマップ

(北西部の欠落は、詳細マップ未作成につき入手不可能であった)

凡例：火口①②と書かれた山頂に近い部分から、「火口ができる可能性が高い範囲」(実際には赤)「噴火しそうな時、噴火が始まった時すぐに避難が必要な範囲(火砕流または噴石による被害、3時間以内に溶岩が到達するかもしれない、のいずれかに当たる地域)」(実際には紫)、「火口の位置によっては避難が必要な範囲」(実際にはオレンジ)とゾーニングされている。

火口①、火口②は、それぞれ想定2、想定3による火口位置。A-Fは緊急度を評定させた地点を示す。

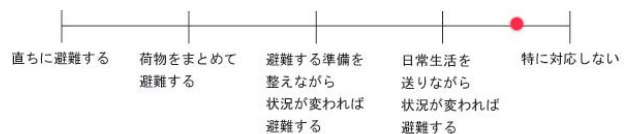


図3：評定に使われた目盛と回答例。

でも、それが十分に避難計画に反映できるとは限らないからである。そこで実験2では、ハザードマップの表現がドリルマップ提示でより適切に読み取られるかを直接検討するため、火口の位置が異なる2つの想定において、火口周辺のいくつかの地点の噴火による緊急度の評価を求める課題を実施する。もし、ドリルマップ提示の効果があるとすれば、同じ地点でも火口位置の想定に応じて緊急性に対する評価が異なってくる事が予想される。

2) 方法

(1)被験者

自発的に応募した大学生47名に対して、個人を対象に実験が行われた。火山を専攻する学生が5名含まれていたため、これらの学生は分析から除き、対象となった被験者は42名であった。被験者は、男女比がほぼ同等になるようにランダムに実験条件と統制条件に割り当てられた。男性は16名、女性は26名であった。

比較データとして、火山学を専門とする研究者10名(以下専門家群と呼ぶ)を対象に、聞き取りまたは調査用紙を渡して各自で記入してもらう形式で、同様の調査を行った。

(2)手続き

実験の趣旨とデータの取り扱いについて説明をした上で、再度実験への参加意志を確認した後、まず、「地図を読むのが好き」「地理が好き」「ハザードマップに興味がある」「近くに富士山のような火山があるのは不安だ」「富士山のことは興味がある」について回答を求めた。次にハザードマップ(図2参照。ただし火口、地点名は付されていない)を提示し、簡単な説明を行った。その後「ハザードの指摘」を求めた。次に、火山ハザードの説明一覧を提示し、その危険性を確認させた。この一覧は緊急度の評価時にも参照可能であった。その後、ハザードマップとその凡例を2分間確認させた。ドリルマップ(図1)を提示する実験群では、ドリルマップを示しながら以下の説明を加えた。

「この地図はハザードマップを作る時の参考にしたドリルマップと呼ばれるものです。コンピュータのシミュレーションによって、溶岩がどのように流れるかを計算して地図にしたものです。図のように、火口のできる位置によって、溶岩の流れ方は異なります。実際のハザードマップは、様々な場合を想定したシミュレーション結果をまとめて作られたものなので、示された範囲すべてが同時に危険になることはありません。

また溶岩以外のハザードについても、火口のできる場所によってその影響を受ける範囲は異なってきます。」

続いて、両群ともにハザードマップを提示し、「今は冬、現在は天気もよく無風です。気象庁から臨時火山情報が発表され、富士山に火山活動の兆候があることが発表されました。」という想定(想定1)を与えた。この時、ハザードマップ上に示された点Aから点F(図2参照)それぞれの場所の緊急度を評定させた。評定に当たっては、「直ちに避難する」「荷物をまとめて避難する」「避難する準備を整えながら状況が変われば避難する」「日常生活を送りながら状況が変われば避難する」「特に対応しない」という5つの指標が等間隔につけられた横線を示し、指標間の横線部に評定を記入することも認めた(図3)。「直ちに避難する」を5、「特に対応しない」を1とし、指標の間につけられた評定は、位置に応じて0.1単位で読み取った。たとえば図3の場合、1の目盛りから2の目盛りに向かって40%の位置に評定がなされているので、緊急度の評定値を1.4とした。次に、「緊急火山情報が発表され、地図の×①印のところに火口ができて、噴火が始まった模様である」という発表がありました。」という新たな想定(想定2)を示し、同様に地点Aから地点Fの緊急度の評定を求めた。さらに想定2とは異なり、火口が別の位置(×②)にできた状況で、地点Aから地点Fの緊急度の評定を求めた(想定3)。なおいずれの想定でも、評定後にその理由を口頭で求め、ICレコーダで記録した。

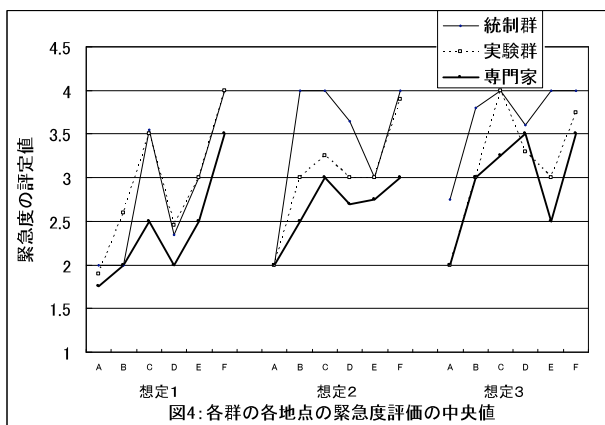
最後にハザードマップ等資料を回収し、再度「ハザードの指摘」を求め、さらに、実験1と同じ正誤問題、「課題が難しかったかどうか」、「実際の現地に居合わせたらとるであろう行動」等の質問に回答させた。なお統制条件はドリルマップについての説明がない他は、実験条件と同様の手順で行われた。実験は概ね30-40分で終了した。

専門家に対する調査では、ドリルマップや火山ハザードについての説明はなく、想定1から3それぞれについて、ハザードマップを見ながら地点Aから地点Fの緊急度の評定を求めた。

(3)分析方法

事前・事後のアンケートはt検定によって実験群と統制群の評点を比較した。また事前・事後で同一の項目があるものについては、事前・事後を被験者内要因とし、実験群・統制群を被験者間要因とする2要因の分散分析を行った。

緊急度の評定は順序尺度として扱い、中央値を求めた(図4)。火口位置の想定が変わることによって各地点の緊急度評定への影響が見られるかを確認するために、各被験者群ごとに想定2と想定3の間で符号付き順位和検定(岡 1990)を、また3群間で評定に違いがあるかどうかを見るために3群間の順序尺度に対する検定であるクラスカル・ウォリスの検定(岡 1990)を行い、3群間に差があるとされた評定値についてはどの群間に差があるかを見るため、多重比較としてマン・ホイットニの検定をライアン法(桐木 1990)によって行った。



3) 結果

地図や地理に対する関心とハザードマップの利用印象等に関連が見られるかどうかを検討するため、「地図を読むのが好き」「地理が好き」「ハザードマップに興味がある」「どうしたらいいかわかった」「ハザードマップは難しい」「正誤問題」相互間の相関を見た。その結果、「地図を読むのが好き」と「地理が好き」($r=0.559, p<.001$)、「地理が好き」と「正誤問題」($r=0.344, p<.05$)、「ハザードマップに興味がある」と「どうしたらいいかわかった」($r=0.365, p<.05$)、「どうしたらいいかわかった」と「ハザードマップは難しい」($r=-.460, p<.01$)に相関が見られた。

「どうしたらいいかわかった」「ハザードマップは難しい」「正誤問題」得点についての実験群/統制群間のt検定の結果より、両群の得点に有意な差はなかった(表4)。また「火山があるのは不安だ」の評点と「ハザードの指摘」に対する2要因の分散分析の結果、いずれも交互作用、実験条件の主効果は有意でなかったが、事前事後の間には有意な差があり、事後の方が不安が高まり、「ハザードの指摘」も増えていた(不安: $F(1,40)=8.736, p<.01$, ハザード指摘数: $F(1,40)=21.467, p<.001$)。

3群の中央値を概観すると(図4)、想定1(臨時火山情報発令時)の場合には、実験群・統制群ともに専門家より緊急度を高く評価しているが、各地点の相対的な緊急度の評価は想定1では概ね3群とも一致していた。もし、ドリルマップによる説明がハザードマップのゾーニング表現の理解に効果を持つとすれば、実験群の被験者は火口の想定位置が違えば各地点の緊急度が異なると考えるであろう。また、専門家は、このようなハザードマップの表現特性を理解していると考えられるので、実験群の緊急度の評定は、専門家のそれに近づくことが予想される。想定2と想定3の間に符号付き順位和検定(岡 1990)を行った結果から、統制群で有意な違いがあったのは地点E、実験群では地点A、C、D、専門家では地点A、Dであった(表5)。

一方、3群間の評価の違いを見るためのクラスカル・ウォリスの検定およびその後のマン・ホイットニの検定による多重比較の結果、実験群と専門家間で有意な差があったのは、想定1の地点C、Eの2地点であったが、統制群と専門家の間では想定1の地点C、想定2の地点B、C、D、F、想定3の地点Eに有意な差が見られた(表6)。

評定の理由づけでも、専門家と学生両群の評定の差が目立つ想定2の地点Cでは、統制群では、もともと危険な「火口ができるかもしれない範囲」に入っていることだけを手がかりにした理由づけが多かったが、実験群では「赤い範囲なので逃げなければいけないけれど、(ドリルマップから)こっちには多分来ないと思うので、直ちではなくて、普通に避難。」「火口と反対方向なので、来ることはないかなと。そんなに急がなくて良い。もし違うところに火口ができて危なくなったら逃げれるように、荷物はまとめておく。」といった、火口の位置を意識し、それに対応した理由付けがより多く見られた。

4) 考察

以上の結果より、具体的な想定が示された緊急火山情報条件下では、統制群は想定される火口位置に無関係に緊急度を高めて評価する傾向があるのに対して、実験群では火口の想定に応じて地点によっては緊急度評価を変え、その評価は専門家に似たものとなっていた。その原因として、火口の位置によってハザードの影響が異なることが理解されていることが、口頭による理由づけからもある程度裏付けられた。

このような結果から、ドリルマップを使ってハザー

	統制群 n=69(人)		実験群 n=75(人)		t値	有意水準
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
事後アンケート						
どうしたらいいかわかった	2.77	0.61	3.10	0.79	-1.51	ns
ハザードマップは難しい	3.43	1.12	3.20	1.01	0.69	ns
正誤問題正答数	4.35	1.18	4.90	1.37	-1.36	ns
ハザードの指摘(正解数:事前)	0.18	0.08	0.15	0.09	-	-
ハザードの指摘(正解数:事後)	0.64	0.14	0.55	0.14	-	-
火山があるのは不安(前)	2.36	1.22	2.55	0.94	-	-
火山があるのは不安(後)	2.73	0.94	3.10	0.79	-	-

注: 事後アンケートの2項目についてt検定を実施。ハザード指摘数、火山があるのは不安については事前・事後と実験群/統制群の2要因分散分析を実施。

地点	統制群		実験群		専門家群	
	Z値	有意水準	Z値	有意水準	Z値	有意水準
A	-1.89	ns	-2.08	p<.05	-2.21	p<.05
B	-1.90	ns	-0.88	ns	-1.73	ns
C	-1.10	ns	-2.67	p<.01	-1.36	ns
D	-0.35	ns	-1.96	p<.05	-2.54	p<.05
E	-3.03	p<.01	-0.48	ns	-0.54	ns
F	-0.14	ns	-1.42	ns	-0.34	ns

注: Z値は、符号付き順位和検定の統計量Tを帰無仮説の下での確率評価のために標準化したもの

	クラスカル・ウォリス検定			多重比較(ライアン法によるマン・ホイットニの検定)								
	χ ² 値	有意水準	順番	統制群-実験群			統制群-専門家群			実験群-専門家群		
				U値	Z値	有意水準	U値	Z値	有意水準	U値	Z値	有意水準
想定1												
地点A	0.090	ns										
地点B	1.676	ns										
地点C	10.297	**	続く実<専	213.5	-0.173	ns	42	-2.841	*	34.5	-2.958	**
地点D	5.223	ns										
地点E	6.375	*	続く実<専	207.5	-0.319	ns	53	-2.370	ns	51	-2.213	*
地点F	2.393	ns										
想定2												
地点A	4.489	ns										
地点B	18.102	***	続く実<専	115	-2.811	**	10	-4.301	***	71	-1.294	ns
地点C	15.328	***	続く実<専	107	-3.211	**	32	-3.673	***	86	-0.632	ns
地点D	12.724	**	続く実<専	123	-2.494	*	26.5	-3.474	**	81	-0.843	ns
地点E	0.913	ns										
地点F	9.550	**	続く実<専	161	-1.736	ns	45.5	-3.037	**	62.5	-1.739	ns
想定3												
地点A	2.371	ns										
地点B	6.403	*	続く専<実	125	-2.448	*	75.5	-1.465	ns	86.5	-0.623	ns
地点C	3.241	ns										
地点D	1.365	ns										
地点E	11.550	**	続く実<専	114.5	-2.726	**	41	-2.915	**	78.5	-0.956	ns
地点F	8.197	*	続く実<専	126.5	-2.697	*	66.5	-2.234	ns	93.5	-0.299	ns

注: *は5%水準、**は1%水準、***は0.1%水準で有意を示す。
3群間の比較をクラスカル・ウォリスの検定で行い、有意差の見られたものについて、どの群間の有意差かを多重比較により確認した。
ライアン法では、0.05の有意水準はステップ数3の場合に0.0167、ステップ数2の場合に0.0333に相当する。0.01の有意水準ではステップ数3で0.0033、ステップ数2で0.0066に相当する。
U値は各群の各測定値が他方の各測定値より大きい場合の総数を示し、Z値は帰無仮説の下でのU値の確率を評価するた

火口ができる危険性があるのか、その危険性が低下するのかといった、火山活動の詳細については、本実験では特に説明や教示をしていなかったため、それについての知識や判断の個人差が緊急度の評価にも影響を与えたと考えられる。また、「地理が好き」と「正誤問題」、「ハザードマップに興味がある」と「どうしたらいいかわかった」に相関関係が見られたことから、地図や地理に対する興味・好き嫌いがハザードマップの理解に影響し、これがドリルマップ提示の効果の個人差の一因となっていることが考えられる。

4. 結論と展望

以上の結果から、1)ハザードマップ作成の資料となったドリルマップを示し、ハザードマップの説明を行うことで、ハザードマップ表現への理解が進み、ハザードの影響をより適切に読み取れるようになり、2)避難に対してもハザードの空間的分布を考慮することができるようになった(実験1)。3)ただしその効果は大きなものではなく、また中学生ではドリルマップ提示の印象は芳しくなかった(実験1)。4)理解の進展は、ハザードの影響に関する集約的な表現がドリルマップによって理解されたためと思われる(実験2)。

ドリルマップの提示と説明がたかだか2分程度でありながら、実験群における読み取りに効果が見られたことは、ハザードマップについての一般利用者の知識が不十分であることも示唆している。実際に火山が噴火した場合、火口の位置によって地点の危険度が異なることや、ハザードマップの表現はそれらを集約したものであることは、専門家にとっては自明のことであろう。しかし、予測的・集約的な地図表現を見た経験のない市民にとっては、完成したハザードマップだけから個別の場合に応じて災害の状況が変化することを読み取ることは難しいと思われる。水害においても、ハザードマップの作成過程やシミュレーションの不確実性を示すことがハザードの理解を促進するという報告がなされている(竹内ほか 2005)。ハザードマップという完成品の背後にある作成過程についての説明は、ハザードが生むリスクについての正しい理解を促進し、それを有効に低減させるリスクコミュニケーションという点でも有効だと言える。

ドリルマップを提示することは効果があったものの、その効果には個人差が見られた。実験群の中にも場当たりの理由付けや想定の違いを十分考慮していないものも見られた。評価がゾーニングに単純に引きずら

れる傾向にある被験者もいた。また、読み取りを応用した避難計画の作成においては、「ゾーニングの考慮」が進んだり、総合評価が高まったが、効果は限定的なものであった。その原因としては、ハザードマップの性質に対する理解がある程度進み、状況に応じてハザードの影響が異なることは理解できても、具体的にどのようにすればよいかについての知識が不十分であったことが考えられる。特にその傾向は中学生で著しいと考えられる。また、正誤問題正答数や課題の面白さの差(事後-事前)に中学生ではドリルマップ提示の効果はなかったが、大学生にはあったという交互作用が見られたこと、課題解決中の担当が観察した印象からも、中学生ではドリルマップによる付加的な情報提示は阻害的に働いたと考えられる。対象者の知識や推論能力によっては、情報量が多いことは必ずしも適切なリスク・コミュニケーションにつながらないと言える。利用者の知識や地図に対する利用スキルを考慮したハザードマップづくりや利用法の啓発は今後の検討課題であろう。

参考文献

- 赤桐毅一 2003. 洪水ハザードマップの現状と今後. 地理 48(9):18-24.
- 碓井照子 2003. ハザードマップと防災 GIS. 地理 48(9):46-48.
- 岡田弘・勝井義雄・宇井忠英 2005. 役立った有珠山の最初のハザードマップ. 月刊地球 27:278-283.
- 岡本浩一 1992. 『リスク心理学入門:ヒューマン・エラーとリスク・イメージ』サイエンス社.
- 岡直樹 1990. 質的データの検定法 森敏昭・吉田寿夫(編) 『心理学のためのデータ解析テクニカルブック』 176-216. 北大路書房.
- 岡本耕平・大西宏治・廣内大助 2005. ハザードマップを地域の防災力向上へ結びつける. 2005年日本地理学会春季大会公開シンポジウム「天変地異に備えるための地理学 -2004年の気象災害と大地震を受けて-」. 日本地理学会発表要旨集 67:26.
- 桐木建始 1990. 分散分析による平均値の差の検定法 森敏昭・吉田寿夫(編) 『心理学のためのデータ解析テクニカルブック』 85-216. 北大路書房.
- 鈴木康弘・遠藤邦彦・平井幸弘 2003. ハザードマップ最前線 - 地理学からの提言 -. 地理

48(9):8-10.

竹内裕希子 2005. 住民の洪水ハザードマップ利用実態. 2005年日本地理学会春季大会公開シンポジウム「天変地異に備えるための地理学 —2004年の気象災害と大地震を受けて—」. 日本地理学会発表要旨集 67: 21.

竹内裕希子・高尾堅司・下川信也・佐藤照子・福園輝旗・池田三郎 2005. 水害リスクリテラシー学習支援ツールの検証. 防災科学技術研究所研究報告 67:63-71.

日本地理学会災害対応委員会 2004. ハザードマップを活用した地震被害軽減の推進に関する提言. 地

理 49(9):63-66.

村越真・小山真人 2006. 火山のハザードマップからの情報読み取りとそれに対する表現方法の効果. 災害情報 4:40-49.

山口勝 2004. メディアから見た地震のハザードマップ. 地理 49(9):45-48.

付記

本研究は科学研究費補助金特定領域研究「火山爆発のダイナミックス」A05班（代表：岡田弘）によるものである。

Improvements in the interpretation of volcanic hazard maps by presentation of drill maps.

by Shin Murakoshi & Masato Koyama

From two experiments, effect of drill map presentation for reading task of hazard map was examined. Two experiments were conducted to determine whether providing specialized projected volcanic activity maps (drill maps) resulted in improved interpretation of publicly available volcanic hazard maps.

In the first experiment, 113 junior high school students and 33 university students were required to formulate a plan of action in the event of a volcanic activity alert working in pairs. This task was carried out by two groups of participants: an experimental group and a control group. For the experimental group, a drill map showing projected lava flows from three different volcanic craters was presented before the task. The participants also filled out a questionnaire regarding their level of knowledge about volcanic hazards and their impressions about the task. Although no difference in performance was discernable in relation to the questionnaire responses, the general quality of plans produced by the experimental group was better than the control group.

In the second experiment the task, carried out individually, was to evaluate the urgency to evacuate at six different locations shown on a hazard map under three different hypothetical situations: 1) a volcanic activity advisory, 2) volcanic activity alert with an assumed crater location, and 3) volcanic activity alert with a different assumed crater location. Forty-two university students were randomly assigned to either the control group or the experimental group. The experimental group participants were presented with a drill map and given an explanation of the drill map. The same task was also given to ten experts on volcanic activity. The evaluation of the threat was significantly different at one location (location E) between situation 2 and 3 in the control group while at three locations (A, C, & D) in the experimental group and at two locations (location A & D) in the expert group. Also, a comparison between the three groups showed that the evaluations of the experimental group were similar to those of the experts. This indicates that presentation of drill maps enables adults with no special knowledge about hazard maps to evaluate the urgency of the threat due to volcanic activities more accurately from hazard maps.