

村越・小山

利用マニュアルとドリルマップの提示が 火山防災マップからの読み取り課題に与える影響

村越真・小山真人

Effect of user manual and drill map presentation on the volcanic hazard map reading task

Shin Murakoshi & Masato Koayama

要旨

火山防災マップからハザードによる被害状況を読み取り、臨時火山情報、緊急火山情報それぞれの発令時に対応する避難行動を 1:25000 地形図を使って計画する課題に対して、火山防災マップの利用マニュアルとドリルマップと合わせて提示することが、効果をもたらすかを中学生・高校生・大学生で検討した。高校生の一部の項目で効果が見られたものの、知識、印象、避難行動の質という点で、ドリルマップやマニュアル提示の効果は全般的に見られなかった。その一方で、火山防災マップ利用上の困難、他の地図と組み合わせて利用する時の問題点など、火山防災マップ実用上の問題点が把握できた。

キーワード：火山防災マップ、ドリルマップ、1:25000 地形図、読み取り

緒言

近年、様々な自然災害の分野でその予測が進み、その成果がハザードマップとして公開されている。特に日常的に発生する洪水や、大きな被害をもたらすが比較的噴火予知可能性の高い火山では、その作成は進んでいる。自治体や公的機関の手によって日本の火山ハザードマップが作成され始めてから四半世紀がすでに経過し、2004 年度末時点で 33 火山に対するマップが公表済みとなっている（中村, 2005）。火山のハザードマップ全般については、国土庁防災局（1992）、荒牧（2005）、宇井（1997）、国土交通省（2004）などに解説されている。個々のマップの作成経緯や問題点は、月刊地球特集号「日本の火山ハザードマップ」

（月刊地球第 27 巻第 4 および 5 号）に、実際の作成に関わった研究者によって詳しく報告されている。静岡県においても、日本の火山の象徴である富士山に対する火山防災マップが作成され、住民にも配布されている。

火山防災マップは、災害時の防災・減災のために作成されているが、実際にどの程度の効果を持つのだろうか。火山防災マップが避難の際に有効であった（岡田・勝井・宇井 2005）、あるいは洪水のハザードマップでは、事前に見ていたグループとそうでないグループでは、避難開始行動におおむね 1 時間程度の差が見られたという報告（片田研究室, 1999）があるなど、その有効性を指摘する報告があるものの、有効に活用されているとは言い難いという指摘もある（確井, 2003）。著者らも、この点については以前より懸念を感じていた。普通の地図でさえ、苦手意識を持つ

一般成人は少なくない。地図を使った簡単な経路探索実験においても、相当数のエラーの発生が報告されている（Soh & Smith-Jackson, 2004; Warren & Scott, 1993）。単に火山防災マップを配布しただけでは、それが避難に有効に活用されるとは考えにくい。また火山防災マップでは、様々な想定の下での被害予測という仮想事象が集約されて表現されている。火山防災マップ特有のこうした表現については、すでに村越・小山（2006）が、中学生から大学生にかけての年齢層を被験者とし読み取り実験を行い、表現法が読み取りに与える影響を検討している。これらの結果からは、年齢の低い中学生には鳥瞰図の利用やウェブのようなハイパーテキスト形式にすることで、火山防災マップを使った避難計画課題への興味・関心は高まるものの、現実的な効果は薄く、また大学生に対してはこうした工夫はほとんど効果を持たないことが示されている。また、現在発行されている富士山の火山防災マップは、被災の予測が 3 つの縮尺で示されるだけでなく、被災時の連絡先、事前の防災準備、噴火時の注意など、その内容が多岐にわたっている。そのため、どこにどんな情報があるかわかりにくいという感想も聞かれている（村越・小山, 2006）。

これらの点を考慮すると、複雑な内容を持つ火山防災マップが有効に活用されるためには、その内容についての説明や使い方についての教示が必要だと思われる。火山防災マップの理解という点については、村越・小山（印刷中）が、火山防災マップ作成の資料となったドリルマップ（火山噴火に伴う被災の状況を、想定される火口別にシミュレートした結果を示した地

マップ上で危険地域として色が塗られた範囲は、火口のできる位置が事前に特定できないため、実際の危険範囲より広くとられています。実際の噴火では、火口のできる場所によって、危険範囲が限られることとなります。

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



火砕流と、積雪期の泥流の流れ方の4つの例：たとえばこんな感じで流れます



図2：提示されたドリルマップ（実際はカラー）

手続き

授業の趣旨と内容の説明をした後、回答結果をデータとして提供することについての承諾を求めた。その後、地図や地理に対する関心、授業前の知識や富士山に対する印象を確認するため、事前アンケート（表1）を実施した。次に富士山防災マップについて簡単に説明した。この際実験群では上記の材料を使って、富士山防災マップの作られ方や使い方についての簡単な説明を行った。

この後、二つの課題を提示し、グループで解決することを求めた。第一の課題は、「臨時火山情報」発令時において取るべき対応行動をA4の用紙に記入するものであった。具体的な教示は以下の通りである。冬を選んだのは、火山噴火によるハザードのうち、もっとも危険なものの一つである融雪型泥流の被害の可能性を暗示するためであり、家族を持った住民を想定したのは、避難にあたって考慮すべき要因を増やすためであった。居住場所である御殿場市の原里西幼稚園付近は、すぐには危険にならないが火口の位置によっては避難が必要な範囲の周縁部に位置し、南方には課題2で想定される火口位置を集水域とする沢が流れている。また、御殿場市の市街地は、ほとんどが泥流発生時に沢や川には近寄らないようにする必要がある範囲となっている。

第二の課題は、さらに緊急火山情報が発表された時の行動をA4用紙に、避難するときの経路を1:25000

地形図上に記入するものであった。課題に出てくる原里西幼稚園や避難施設は、火山防災マップには示されているが、経路を計画する1:25000地形図には明示されていない。また、どの避難施設に逃げるべきかという指示は実験者側からはしなかった。避難施設はやはり1:25000地形図には明示されていない。

課題1：あなたは、御殿場市の原里西幼稚園付近に住んでいる家族を持った大人になったと想定してください。今は冬、風はほとんどないよい天気です。気象庁から臨時火山情報が発表になりました。あなたは、どんな行動をすればよいでしょう。ハザードマップを見ながら、グループで10分間で相談して、やるべきことを書いてください。

課題2：さらに、気象庁から緊急火山情報が発表になりました。火口は図に示す位置だという発表がありました。あなたは、どんな行動をすればよいでしょう。ハザードマップを見ながら考えて、答えを書いてください。グループで20分間で相談して、やるべきことを書いてください。また避難するとしたら、どんな経路で避難するかを、1:25,000地形図に書いてください。

終わったグループから課題回答結果（A4用紙2枚と1:25000地形図）を回収した後、課題に対する感想、危険なハザードを3つ以内で答える間と火山防災マッ

ブの正しい解釈に関する質問（表2）を配布し、答えてもらった。課題以外の質問紙は全て個人を対象としたものであった。

分析

5件法で質問した事前・事後の質問項目については各数値の度数を集計し、学校ごとに実験群と統制群の間でマン・ホイットニーの検定で比較した。また、火山防災マップの正しい解釈についての7つの問題項目は、学校ごとに実験群と統制群の正答者／誤答者の数を直接確率によって検定した。また問題項目の正答数（満点7）および、危険なハザードの正答数は、学校ごとに実験群と統制群の平均値をt検定により比較した。事前・事後の質問項目のうち、「富士山のような火山があるのは不安だ」は、事前と事後で対応しているので、符号付き順位検定を行った。

グループによる課題解決の結果については、A4用紙に記述されたものは課題1と課題2を総合して、「具体的な行き先の有無」「ゾーニングへの配慮」「火口位置への配慮」「不確定性への配慮」「火山現象別思考」「季節と川の流路への配慮」「臨時と緊急情報への対応の差別化」を考慮し、ABCDの4段階で第二著者が総合評定した。また、1:25000地形図に記載された、現在地（原里西幼稚園付近）と避難先・避難経路は、第一著者がそれぞれ3段階で評定した。現在地については、幼稚園を囲んで正しく同定されているものをA、その周囲、特に北側にある老人施設と混同していると思われるものをB、それ以外の間違っただけの場所をCとした。避難経路・避難先については、被害に最も直結しやすい融雪型泥流への配慮を重点的に評価し、箱根側の青少年会館または、箱根方面へ避難するものをA評価、小山町方面、三国峠経由で山中湖方面、市街地、ないし箱根よりを選んでの裾野方面への避難をB評価、幼稚園周辺に留まったり、もっとも泥流の影響を受ける可能性の高い原里西幼稚園の南側の沢をわたるルートで避難を計画したものをC評価とした。また道路を無視した避難経路の場合は評価を1ランク下げた。

いずれの指標も、学校ごとにマン・ホイットニーの検定で実験群と統制群の評価を比較した。

結果

事前、事後質問紙の結果

実験群と統制群の比較では、大学ではいずれの質問項目とも有意な差が見られなかったが、高校の比較では、「地図を読むのは好き」「地理は好きだ」、「ハザードマップを使うのは難しい」に有意差が、「火山活動の時どうしたらいいかわかった」に有意な傾向が見られた（表1）。事前、事後で問うた「富士山のような火山は不安だ」については、事後－事前の変化を

学校ごとに実験群と統制群を符号付き順位検定で比較した結果、高校では有意な差が見られなかった（ $Z=0.386$, ns）が、大学では、実験群の方が有意に不安が高くなっていた（ $Z=3.244$, $p<0.001$ ）。

火山防災マップに関する問題正答数とハザード正答数危険なハザードを答える課題得点、火山防災マップについての問題の合計得点においても、高校、大学とも実験群／統制群に有意な差は見られなかった（表2）。ただし、高校においては、「ハザードマップで色がついた場所は全て危険」についてのみ、実験群で有意に正答者が多かった（実験群では正答者：誤答者が23:8なのに対して、統制群では11:13であり、フィッシャーの直接確率法による有意確率は $p=0.05$ ）。

なお、火山防災マップについての問題の正答率を学校間で比較した（実験群のみ）が、差が見られたのは、「必ず火砕流が発生する」だけであった。

グループ課題回答の評価

各学校、群ごとのグループ課題に対する評価の分布は表3の通りである。高校、大学とも群による避難行動に差は見られなかった。分布から分かるように、マニュアルを使った実験群においても、相当数のD評価がある。

現在地（原里西幼稚園）の把握、避難先・避難経路についての学校ごとに実験群と統制群の評価を比較した結果、現在地の把握については有意な差が見られたが、高校では実験群が、大学では統制群がよかった。地元についての土地勘を有すると思われる高校生でも現在地の特定は難しく、半数が間違っただけの場所を特定していた。全体としても約1/3が間違っただけの場所を特定し、正答であるA評定の割合は38%であった。

避難先・避難経路についても、学校毎に実験群と統制群の評価を比較した結果、高校、大学いずれでも有意な群間の違いは見られなかった。さらに、上記3つの評価に対して、実験群のみで学校差を比較したが、有意な差は見られなかった。

難しかったことの自由記述

群による違いは見られなかったため、学校・群ごとに記述された内容を集計した。難しかったこととして多く指摘されたのは、地図の読み方および火山防災マップからの読み取り、避難経路や避難先の決定、実際の噴火によって状況が変わる中での取るべき行動の判断、1:25000地形図上での現在地の把握が多く指摘された（表4）。取るべき行動や避難経路については、具体的には以下のような回答が見られた。

- ・ 火山情報が発令されても、何をすればいいのかわからなかった。火山がどのような動

			1	2	3	4	5	合計	検定結果
1)地図を読むのは好きだ									
中学	実験		4	15	5	3	1	28	U=253.5, p<.05
	統制		3	6	10	3	2	24	
高校	実験		6	14	10	1	0	31	U=116.0, ns.
	統制		3	6	4	2	1	16	
大学	実験		4	5	6	1	0	16	
	統制		4	5	3	2	2	16	
2)地理は好きだ									
中学	実験		4	11	10	1	2	28	U=233.5, p<.05
	統制		1	7	12	3	1	24	
高校	実験		4	18	6	2	1	31	U=102.0, ns
	統制		4	5	3	2	2	16	
大学	実験		4	8	4	0	0	16	
	統制		4	8	4	0	0	16	
3)ハザードマップに興味がある									
中学	実験		5	10	9	3	1	28	U=305.0, ns.
	統制		2	6	12	1	3	24	
高校	実験		4	10	15	2	0	31	U=100.5, ns
	統制		3	5	8	0	0	16	
大学	実験		8	3	2	2	1	16	
	統制		8	3	2	2	1	16	
4)富士山のような火山は不安だ:事前									
中学	実験		7	6	9	4	2	28	U=342.0, ns.
	統制		2	5	6	4	7	24	
高校	実験		1	4	8	12	6	31	U=95.5, ns
	統制		4	5	4	3	0	16	
大学	実験		2	4	5	3	2	16	
	統制		2	4	5	3	2	16	
5)富士山のことは興味がある									
中学	実験		3	4	12	4	5	28	U=280.5, ns.
	統制		1	5	7	7	4	24	
高校	実験		1	1	9	12	8	31	U=104.5, ns
	統制		2	2	7	4	1	16	
大学	実験		1	3	4	5	3	16	
	統制		1	3	4	5	3	16	
1)火山活動時、どうしたらいいかわかった									
中学	実験			1	12	11	4	28	U=276, p<.1
	統制		0	2	19	3	0	24	
高校	実験		0	3	15	13	0	31	U=99.5, ns
	統制		2	3	6	4	1	16	
大学	実験		2	0	6	7	1	16	
	統制		2	0	6	7	1	16	
2)富士山のような火山は不安だ:事後									
中学	実験		5	5	11	6	1	28	U=370.0, ns.
	統制		1	3	7	8	5	24	
高校	実験		0	3	12	11	5	31	U=113.0, ns.
	統制		2	2	3	8	1	16	
大学	実験		0	1	7	5	3	16	
	統制		0	1	7	5	3	16	
3)ハザードマップを使うのは難しい									
中学	実験		1	7	7	5	8	28	U=215.0, p<.01
	統制		0	5	11	6	2	24	
高校	実験		0	4	4	13	10	31	U=125.5, ns
	統制		0	0	7	5	4	16	
大学	実験		0	2	5	4	5	16	
	統制		0	2	5	4	5	16	

危険なハザード	群	平均値	標準偏差	
危険なハザード 正解数(満点3)				
中学生	実験	0.54	0.69	
	統制	1.23	0.76	
高校生	実験	1.00	0.83	t(53)=1.04, ns
	統制	1.00	0.83	
大学生	実験	0.98	0.62	t(30)=-1.51, ns
	統制	0.81	0.98	
火山防災マップの特性に関する問題得点(満点7)				
中学生	実験	5.11	1.31	
	統制	5.00	1.00	
高校生	実験	4.88	1.26	t(53)=0.41, ns
	統制	4.88	1.26	
大学生	実験	5.31	1.45	t(30)=-0.14, ns
	統制	5.38	1.15	

注: 火山防災マップの特性に関する問題は、(1)ハザードマップで色がついていないところは、火山が噴火(ふんか)しても安全である、(2)山梨県県だけに火口ができることもある、(3)噴火すれば、必ず火砕流(かさりゅう)が発生する、(4)噴火しても、溶岩流が発生するとは限らない、(5)小さな噴火の場合は、市街地に全く被害が及ばないこともある、(6)溶岩流や泥流は、必ず低い場所を流れる、(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、の7問である。

		A	B	C	D	合計	
避難行動の評定							
中学	合計	1	1	3	4	9	
	群	0	0	4	2	6	
高校	合計	0	3	3	2	8	U=16, ns
	群	0	3	7	4	14	
大学	合計	1	3	2	2	8	U=16.5, ns
	群	0	1	2	5	8	
1:25000地形図上での現在地(原里西幼稚園)の把握の評定							
中学校	合計	3	5	1		9	
	群	1	0	5		6	
高校	合計	3	3	2		8	U=11.5, p<.01
	群	4	3	7		14	
大学	合計	7	0	1		8	U=9.5, p<.005
	群	1	3	4		8	
避難経路: 先の妥当性の評定							
中学	合計	3	3	3		9	
	群	0	3	3		6	
高校	合計	0	6	2		8	U=18, ns
	群	0	9	5		14	
大学	合計	3	4	1		8	U=25, ns
	群	1	6	1		8	
合計		4	10	2		16	

きを取るのかと言う知識もなかったので対策を考えられなかったこと。

- ・臨時と緊急の対処の仕方の違い、特に家族と連絡を取るかどうか。
- ・ハザードマップの読み方や何処が火口かによって溶岩流の流れ方が違うので避難経路場所が変わるところ。
- ・火山や火山灰・溶岩などがきて、どうすればいいのか、想像がつかないことに苦労した。
- ・マップを見ただけでは読み取れないこと、理解できないことも多かったので説明を読まなければいけないのが大変だった。たとえマップを見たとしてもあくまで予想な訳だから、どこか絶対に安全だということが分からないのが難しかった。
- ・噴火を体験したことが無いし、体験した人の話を聞いたりもした事がなかったなど、噴火に対する知識が無いのに噴火した時を想定してあれこれ考えた点。

	実験群	統制群
地図の読み方/ハザードマップの使い方		
中学	6	-
高校	6	9
大学	1	4
避難経路・避難先		
中学	15	-
高校	8	6
大学	9	6
とるべき行動の判断		
中学	2	-
高校	2	0
大学	3	4
現在地把握		
中学	1	-
高校	0	3
大学	2	1

考察

マニュアルとドリルマップ提示の効果

個人への事前・事後の質問項目および、火山防災マップに関する問題のほとんどを通して、マニュアルを提示した実験群と統制群の間に有意な差は見られなかった。唯一高校において、「ハザードマップで色がついた場所は全て危険」についての正答率が、実験群で高いという結果が得られた。グループでの課題解決においても、避難計画の評価には群間の差は見られなかったことに加えて、1:25000 地形図を利用した現在地の把握や避難経路作成など、避難に必要な読図結果については群間に差が見られたものの、必ずしも実験群がよいと言うわけではなかった。

このような結果より、今回の実験では、マニュアルやドリルマップの提示が十分に効果を上げたとは言

ない。村越・小山(印刷中)では、個人の被験者にドリルマップを提示することで、火山防災マップの表現の理解が進み、火口想定が変わることで被害の程度も違うという判断がなされる結果を得ていた。今回の実験で十分な効果が出なかった理由として、集団での問題解決課題として行い、しかもマニュアルと平行して情報が伝えられたため、ドリルマップの説明が十分に伝わらなかったり、理解が不十分であった可能性がある。また地形図の見方や課題解決に被験者の注意が向いてしまい、ハザードに関する知識の獲得が不十分だった可能性も考えられる。

避難経路や避難先についても、評定の低い回答が少なくなかった。その多くは、泥流の被害想定域に留まったり、泥流の被害地域を長い時間移動する経路を選択したものである。評定が低い回答が多い原因の一つは、次項で触れる火山防災マップと1:25000 地形図の対応にあると思われるが、火山防災マップで得られた被災可能性と実際の避難とを結びつけて考えることができないという、ハザードマップ活用上の根本問題があるとも考えられる。

ハザードマップと1:25000 地形図の併用

中学校の学力調査(国立教育政策研究所教育課程研究センター,2002)では、「目的に応じて縮尺の異なる地図を適切に選択することができる」の正答率は23.0%と社会科中最低の正答率であり、「イラストマップの範囲を地形図上で読み取ることができる」、「イラストマップと地形図を照合して読図することができる」は、それぞれ38.8%、37.0%と、比較的低い正答率である。本研究の地形図を使った現在地の読み取りでも、正答率が概ね40%を切っており、複数の地図を結びつけて使う作業が容易ではないことが示された。縮尺の違う複数の地図を一緒に使う場合、地図間で同一の場所を対応させる必要がある。1:25000 地形図には施設名などが表記されていないため、対応できるユニークな特徴を地図記号によって見つけなければならない。そのような、能動的な読図が十分できていない可能性が示唆される。

筆者らのこれまでの調査でも、火山防災マップだけでは避難に十分ではないという指摘が被験者からなされているものの、実際の利用に際して、現状の火山防災マップを他の地図と組み合わせて使うことも難しいことが示唆された。

全体的な困難度と問題点について

筆者らの一連の研究(村越・小山,印刷中)と比べても、今回の課題は全体に「難しい」と評価されている。火山情報の種類を増やしたことで、地形図との組み合わせを課題としたことなどが、その原因だと思われる。高校では地図利用の得意に群差があったが、それ

が火山防災マップの利用が難しいという評価に関連していた。火山防災マップからの読み取りも、基本的な読図能力と大きな関係があると考えられる。一方で、活動時にどうしたらいいかでは、高校生では、実験群の方が統制群より評価が高かった。情報の提示は、理解を促進するが、同時に複雑で難しいという評価にもつながっているのかもしれない。元々複雑な内容を持つ火山防災マップは、そのままでは一般市民が適切に使うことが難しいが、中途半端な付加情報の提供は、よけい難しい印象を与えかねないことが危惧される。

結論

一般に配布されている火山防災マップと 1:25000 地形図を組み合わせて避難計画を考える課題に対して、ドリルマップの提示と読み取りマニュアルによる読み取りと活用への効果を検討したが、期待した効果を十分に上げることができなかった。依然、火山防災マップの難しさが指摘されると同時に、二つの地図を結びつけて利用する際、現在地の同定や効率的な避難経路の計画など、多くの地図利用上の問題があることが明らかになった。

ハザードマップの有効活用には、基礎となる地図学習が欠かせないと指摘されている（岡本ら, 2005）。この点は、今回の研究でも、高校生群において地図が好きな群が実験課題に対して困難度を低く評価していたことから裏付けられたと言える。ハザードマップに、1:25000 地形図など他の地図との対応を容易にする表現上の工夫が必要であると同時に、利用の啓発・教育において、他の地図と組み合わせた利用演習などを含めた基礎的学習が、ハザードマップの有効活用を進める上では必要であろう。

引用文献

- 荒牧重雄 (2005) 日本の火山ハザードマップと防災. 月刊地球, 27, 247-252.
- 国土庁 (1992) 火山噴火災害危険区域予測図作成指針 国土庁.
- 国土庁防災局 (1992) 火山噴火災害危険区域予測図作成指針. 国土庁, 203 p.
- 国土交通省 (2004) 火山噴火への対応策-有珠山・三宅島の経験から-. 平成 14~15 年度政策レビュー結果 (プログラム評価書). 国土交通省, 135 p. <http://www.mlit.go.jp/hyouka/review/15/review06.html>
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2002), 平成 13 年度教育課程実施状況調査, 国立教育政策研究所教育課程研究センター.
- 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 -」.

片田研究室 (編) (1999), 平成 10 年 8 月末集中豪雨災害における郡山市民の対応行動に関する調査報告書, 群馬大学工学部片田研究室.

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.

村越真・小山真人 (印刷中) 「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」, 地図 45 (4).

中村洋一 (2005) データベースからみた日本の活火山ハザードマップ. 月刊地球, 27, 253-258.

Soh, B. K., & Smith-Jackson, T. L., (2004), Influence of map design, individual differences, and environmental cues on wayfinding performance. *Spatial cognition and computation*, 4, 137-165.

宇井忠英 (1997) 火山災害予測図. 宇井忠英 (編) 火山噴火と災害. 東大出版会, 117-146.

碓井照子 (2003), ハザードマップと防災 GIS, 地理, 48 (9), 46-48.

Warren, D.H. & Scott, T.E. (1993). Map alignment in traveling multisegment routes. *Environment and Behavior*, 25, 643-666.