

歴史災害痕跡データベースの表示デザインの研究

村田 泰輔¹⁾

西口 顯一²⁾

関口 洋美³⁾

要 旨

「歴史災害痕跡データベース」は、発掘調査に伴って発見される過去の災害の痕跡を集成し、それらの災害が「なに」によって、「いつ」、「どこで」、「どのように」もたらされたのかを地図上に「見える化」することを目的として、構築と公開が進められてきた。そして、災害履歴を明らかにするとともに、過去の災害あるいは被災実像の解明や災害発生メカニズムの解明に寄与することを目的とするものである。同時に発掘調査にともなって記録される地表付近の詳細な地質情報を整理し、全国の表層地質情報の標準化を進める機能も担う。このデータベースの構造や、災害痕跡を用いた過去の災害の分布や履歴の「見える化」への有効性については、Murata (2022) や村田・上相 (2022) で報告した。しかしこのような地図型のデータベースは、内容とともに、より正確に情報を伝達する必要性がある。今回、データベース上に表示される災害情報マーカーを中心に、その誘目性や視認性、さらに識別性などの検証を進め、表示マーカーのデザインを進めた成果を報告する。

キーワード：歴史災害痕跡データベース、表示マーカーのデザインと効果

1. はじめに

「歴史災害痕跡データベース (Historical Disaster Evidence Database)」（以下、HDE-GISdbという。<https://hde-gis.nabunken.go.jp/>）は、発掘調査にともなって記録される地表付近の詳細な地質情報を整理し、全国の表層地質情報の標準化を進めデータセットとして集成するとともに、地層中に記録された災害痕跡の検索を地図上でおこなえるGIS型データベースである。データベースの構造や、発掘調査の表層地質記録を用いた過去の災害履歴を「見える化」することの有効性については、Murata (2022) や村田・上相 (2022) で報告した。今回、このデータベースのもう一つの課題であるデータベースの表示方法の有効性の調査の成果について報告する。なお本研究はのうち、GIS型

2024年10月17日受付。 2024年12月9日受理。

1)埋蔵文化財センター 遺跡調査技術研究室、2)大分県立芸術文化短期大学、3)東海大学資格教育センター学校教育学系
村田:murata-t5j@nich.go.jp

検索システムを搭載するデータベース・メカニズムの開発・構築については、文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の支援を受けている。データベースの表示や入力インターフェース等の開発は、JSPS科研費20K20327「歴史災害の実像解明への考古・歴史・地質学的複合解析による災害履歴検索地図の開発」の成果の一部である。

2. データベース表示効果の検討

アイコンやマーカーは、標識やピクトグラムと同様に情報を伝達する機能を持つ。より正確に情報を伝達するためには、①誘目性、②視認性、③識別性、④記憶性、⑤連想性が必要である（仲谷・藤本編著、1993）。中でも視認性は、地図を表示するうえでは重要である。HDE-GISdbの構築にあたっては、「地震災害」、「水害」、「火山噴火災害」、「調査地点（災害痕跡なし）」について、地図上で表示するための4種類のマーカーを初期的に設定した。しかし、それらは少なくとも誘目性、視認性、連想性において表示マーカーとして機能を十分果たしているとはい難いものであった。そこで今回、より適切な表示機能を有するマーカーをデザインするために、「地震災害」、「水害」、「火山噴火災害」と、さらに「調査地点（災害痕跡のなし）」に対してイメージされる「色」について、下記の条件付で事前アンケート調査をおこなった。

調査対象者：日本国内に住む20歳から69歳の男女100名ずつ計200名

調査期間：2020年2月上旬の3日間

調査内容：「地震」、「水害」、「火山噴火」、「調査地点（災害痕跡なし）」に対し、「茶・紫・青・緑・黄・オレンジ・ピンク・赤」の中からイメージする色を1つ選択してもらう。

調査結果：「地震災害」黄（20.5%）・オレンジ（20.0%）、「水害」青（80.0%）、「火山噴火災害」赤（71.0%）、「調査地点（災害痕跡なし）」茶（29.5%）、緑（26.5%）、黄（11.5%）

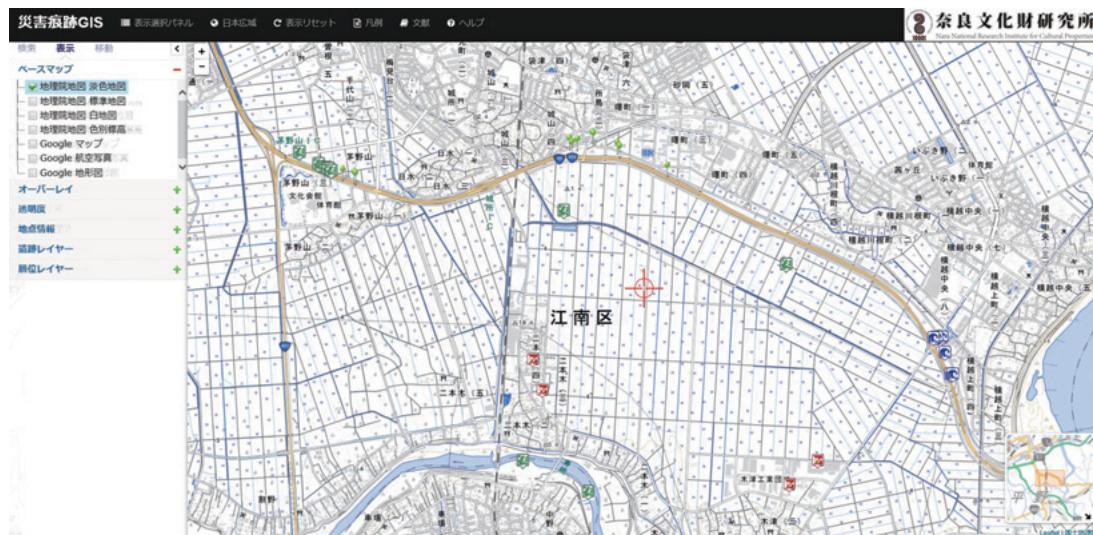


図1 田園地帯淡色地図を用いた表示マーカー調査地図

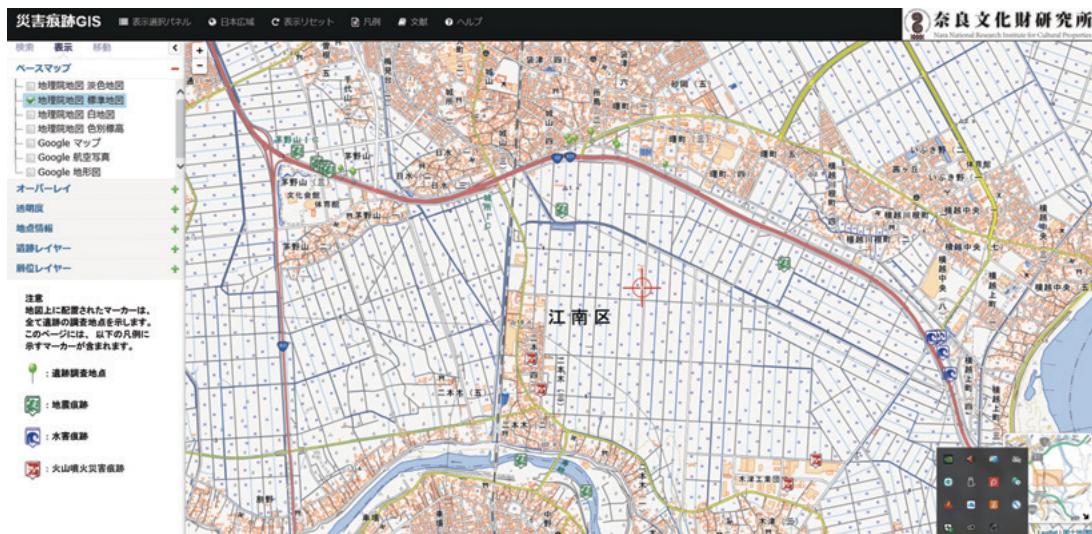


図2 田園地帯標準地図を用いた表示マークー調査地図

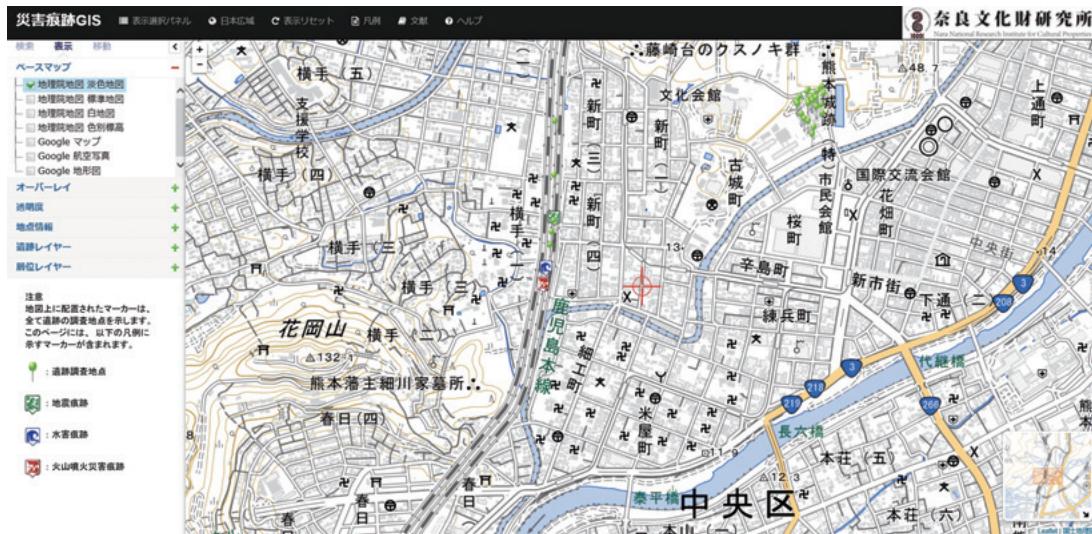


図3 市街地淡色地図を用いた表示マークー調査地図



図4 市街地標準地図を用いた表示マークー調査地図

2-1. 制作したマーカーを地図上に配置した視認性に関する調査

地図情報は視認性が重要である。HDE-GISdbで表示する地図は、緊急時に見るものではなく、平常時にゆっくりとWeb上で操作しながら見ることを想定している。したがって、見つけやすいことだけで視認性を測るのは適当ではない。紙で見る地図とWeb上で見るデジタル地図とでは目への負担は異なるため、納富他（2004）はWeb上の視認性とは、「見やすい」と「目が疲れにくい」とこととしている。また、見やすさは、わかりやすさを支える一つの重要な要因でもあることとされる（北神他、2009）。そこで、本研究では「みつけやすさ」と「見やすさ」について調査することとした。この2つの質問は、Web上で公開する地図のマーカーにおける視認性の調査項目としては適当と考えられる。

2-2. 資料と方法

調査に用いた資料と調査の条件付けは以下の通りである。

調査対象者：20代から60代の男女20名ずつ、計200名

調査実施期間：2023年1月下旬の3日間

調査資料：国土地理院が提供する淡色地図と標準地図を基盤地図として、田園地帯淡色地図（図1）、田園地帯標準地図（図2）、市街地淡色地図（図3）、市街地標準地図（図4）を用意し、それらの地図の上に「地震災害」「水害」「火山噴火災害」「調査地点（災害痕跡なし）」の4種類のマーカーを付置した調査用地図を作成した。

調査方法：各地図のマーカーに対して、「みつけやすさ」と「見やすさ」について6段階で評価。「みつけやすさ」では、とてもみつけやすかった・みつけやすかった・どちらかと言えばみつけやすかった・どちらかと言えばみつけにくかった・みつけにくかった・とてもみつけにくかったの6段階とした。「見やすさ」においては、とても見やすかった・見やすかった・やや見やすかった・やや見にくかった・見にくかった・とても見にくかったの6段階とした。また、判別しにくいマーカーの組み合わせについて尋ねる項目も用意した。

これらの調査内容の実施は、株式会社クロス・マーケティングに依頼した。なお、本研究の調査に当たっては、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会にて承認（湘-175）を受けている。

表1 みつけやすさと見やすさの評価結果

	地震痕跡		水害痕跡		火山噴火痕跡		遺跡調査地点	
	A	B	A	B	A	B	A	B
田園淡色地図	53.0	55.5	50.0	56.5	52.0	58.5	50.5	56.5
田園標準地図	54.0	55.5	56.0	57.5	55.0	58.0	58.0	58.5
市街地淡色地図	50.5	45.5	50.0	45.5	51.0	48.5	52.0	47.0
市街地標準地図	37.0	38.0	40.0	39.0	36.5	40.0	39.5	42.0

A：みつけやすさ、B：見やすさ、数値は%

表2 みつけやすさの評価結果

	地震痕跡		水害痕跡		火山噴火痕跡		遺跡調査地点	
	A	B	A	B	A	B	A	B
田園地帯淡色地図	105(53.0)	72(36.0)	100(50.0)	69(34.5)	104(52.0)	68(34.0)	101(50.5)	65(32.5)
田園地帯標準地図	108(54.0)	82(41.0)	115(56.0)	82(40.5)	110(55.0)	76(38.0)	117(58.5)	68(34.0)
市街地淡色地図	101(50.5)	65(32.5)	100(50.0)	71(35.5)	102(51.0)	70(35.0)	104(52.0)	73(36.5)
市街地標準地図	74(37.0)	66(33.0)	80(40.0)	70(35.0)	73(65.5)	70(35.0)	79(39.5)	69(34.5)

A：制作マーカー B：旧マーカー、括弧内の数値は%

表3 見やすさの評価結果

	地震痕跡		水害痕跡		火山噴火痕跡		遺跡調査地点	
	A	B	A	B	A	B	A	B
田園地帯淡色地図	111(55.5)	70(35.0)	113(65.5)	67(33.5)	117(58.5)	69(34.5)	113(56.5)	68(34.0)
田園地帯標準地図	110(55.0)	73(36.5)	115(57.5)	76(38.0)	116(58.0)	76(38.0)	117(58.5)	68(34.0)
市街地淡色地図	91(45.5)	72(36.0)	91(45.5)	73(36.5)	97(48.5)	73(36.5)	94(47.0)	75(37.5)
市街地標準地図	76(38.0)	63(31.5)	78(39.0)	65(32.5)	80(40.0)	62(31.0)	84(42.0)	68(34.0)

A：制作マーカー B：旧マーカー、括弧内の数値は%

2-3. 結果

各地図における「みつけやすさ」、「見やすさ」について6段階の評価を得た。さらに結果をわかりやすくするために、肯定的評価と否定的評価の2つに分類した（表1および図5）。「みつけやすさ」においては、『とてもみつけやすかった・みつけやすかった・どちらかと言えばみつけやすかった』を肯定的評価とした。「見やすさ」については、『とても見やすかった・見やすかった・やや見やすかった』を肯定的評価とした。それらの結果を図5に示す。田園地図においては、淡色地図、標準地図ともに、いずれのマーカーでも「みつけやすさ」、「見やすさ」の肯定的評価が50%を超える結果となった。一方、市街地淡色地図においては、「みつけやすさ」は50%を超えたが、「見やすさ」はいずれのマーカーでもわずかに50%を割り込んだ。さらに、市街地標準地図では、全てのマーカーで「みつけやすさ」、「見やすさ」の肯定的評価が50%を下回った。調査地点の「見やすさ」以外は40%以下となり、かなり低評価であった。なお表2および表3の結果から、製作したマーカーの視認性が向上したことが分かる。

判別しにくいマーカーの組み合わせについての項目では、「特になかった」の回答が67.5%と最も高かった。「地震災害」と「水害」が判別しにくいという回答は16.0%、「地震災害」と「火山噴火災害」が判別しにくいという回答は16.5%、「地震災害」と「調査地点（災害痕跡なし）」が判別しにくいという回答は15.0%であった。「水害」と「火山噴火災害」が判別しにくいという回答は12.5%、「水害」と「調査地点」が判別しにくいという回答は12.5%、「火山噴火」と「調査地点」が判別しにくいという回答は14.0%であった。いずれの組み合わせでも、判別しにくいと回答した人は低い割合になった。

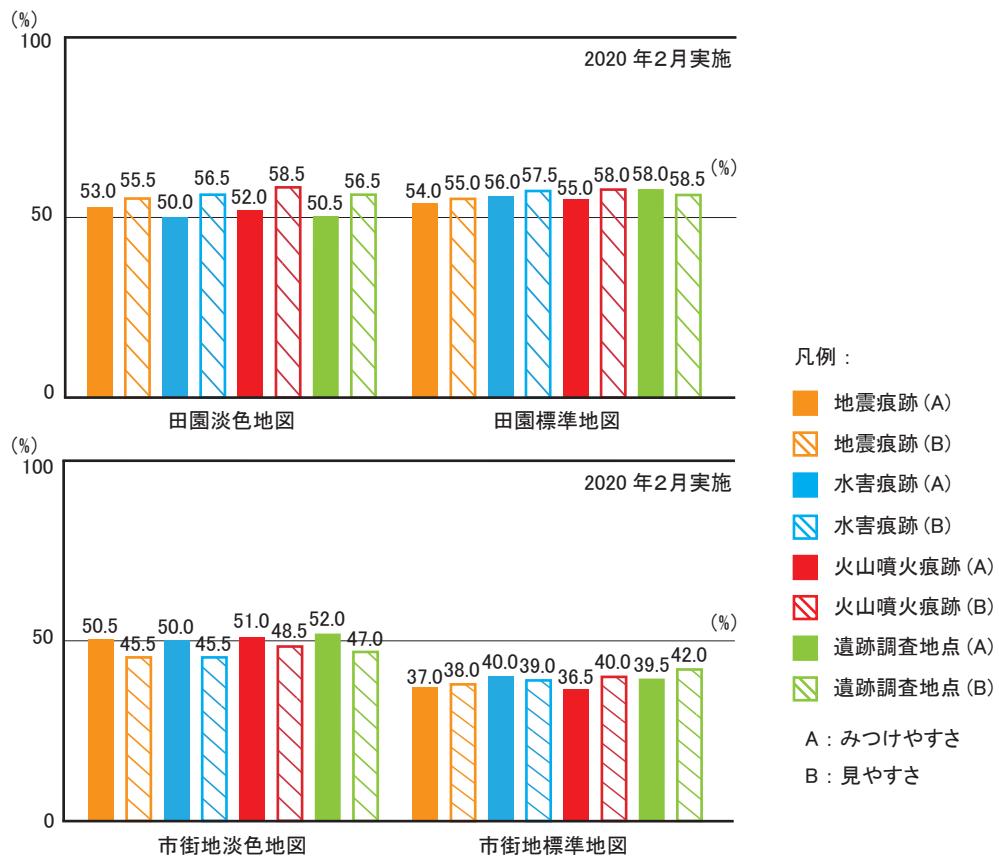


図5 制作したマーカーの各地図における視認性の評価

小結

本研究で開発している「災害痕跡地図」は、緊急時に見るものではなく、平常時に見ることを想定している。従って、瞬時に認識できる必要はない。しかし、必要以上に認識するのに時間がかかる様では、ユーザーは地図を利用しなくなってしまうであろう。制作したマーカーは、特に田園地図においては高い視認性を得た。田園地図においては、「見やすさ」においていずれも高評価でWeb上での地図に必要な条件を満たしていると判断できるであろう。また見つけやすさも高評価であった。この背景には、色のイメージに合わせたデザインとしたことがあるであろう。地図上のマーカーと同じような働きのあるピクトグラムにおいても、ピクトグラムにイメージの色を反映させ、イメージと一致することで高い評価につながるとされる（李他、2020）。災害の色のイメージと形状の工夫により、「連想性」も高まり、このような結果を得られたと考えてよいであろう。

ただし、背景地図が入り組んでおり配色も多い市街地標準地図では、高い視認性を得ることは難しかった。しかし、本データベースは地図を切り替えて表示できるため、標準地図で見にくい場合には淡色地図に切り替えてみることが可能である。このような機能があることで、市街地標準地図における視認性の低さはカバーできると考えられる。

3. 災害痕跡マーカーのデザイン

HDE-GISdbは、表層地質情報を地図上に「地震災害」、「水害」、「火山噴火災害」、「調査地点（災害痕跡なし）」の4種類の表示マーカーで示す。前項における事前アンケート調査では、これらの災害をイメージする「色」として、「地震災害」が「黄」、「水害」が「青」、「火山噴火災害」が「赤」、さらに「調査地点（災害痕跡なし）」が「茶」に対して最も高い寄与率が認められ、またそれぞれの災害をイメージする基本色に重複性がみられないことが明らかとなった。しかし識別性やカラーユニバーサルデザインの観点から、これら4種の表示マーカーは、表示するうえで単に色を前述の4色を用いて表示するだけでなく、造形的な違いも加えて区別できるように表現する必要がある。加えて、マーカーを配置する背景の地図は、HDE-GISdbがベースマップとする国土地理院地図（淡色地図、標準地図、白地図、色別標高地図）であること、標準地図と淡色地図の表示切り替えが可能であること、システムの都合上マーカーの表示サイズに条件があることから、以下の3点をデザイン制作のテーマとした。

- 1) 災害のイメージに合った配色で4種の区別がつくデザイン（連想性・識別性）
- 2) 小型化されても災害痕跡の種類が伝わるデザイン（視認性）
- 3) 背景地図に紛れないデザイン（視認性）

以下にデザイン制作テーマごとに意匠の要点と制作過程についてまとめる。

3-1) 各災害のイメージに合った配色で区別がつくデザイン

表層地質情報を示す4の表示マーカーの「色」は、事前アンケート調査でみられたそれぞれの災害をイメージする基本色に準じて配色をおこない、さらに4つの災害マーカーが区別できるように配慮しながら色設定をおこなった。

まず「地震災害」の色のイメージは、上位が「黄」「オレンジ」、次いで「茶」の寄与値が高かった。単色の背景に明度の高い黄のマーカーは視認性が低いため、黄寄りのオレンジを採用した。次に「水害」の色のイメージは、青が最も寄与値が高く、続いて「赤」であった。そこで、水へのイメージ寄与値が最も高い「青」を採用した。「火山噴火災害」の色の印象については、「赤」に続いて「オレンジ」と、火から連想される赤が最も寄与値が高く、採用となった。「調査地点（災害痕跡なし）」の色の印象については、「茶」、「緑」、「黄」の順となった。茶は土、緑は自然や安全等から

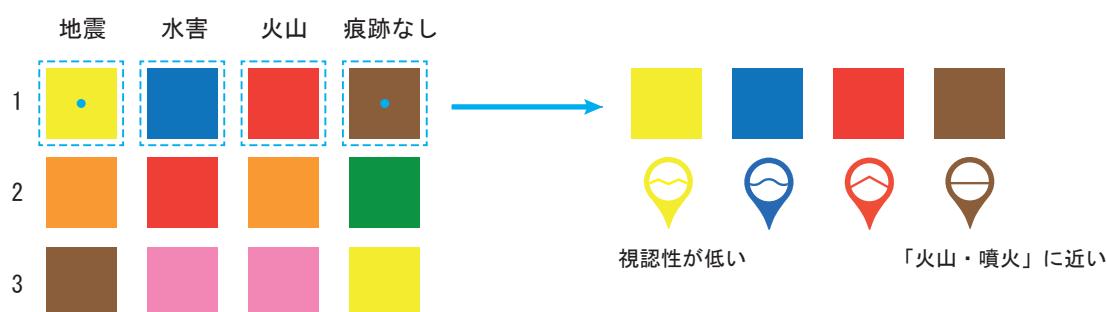


図6 最上位を用いた各災害痕跡マーカーの配色

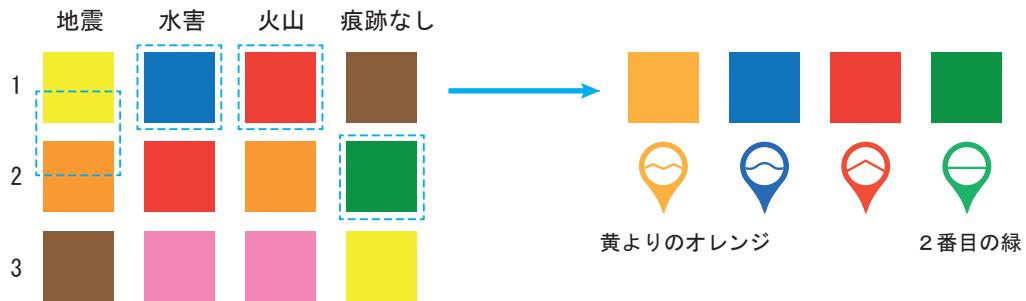


図7 調整した各災害痕跡マーカーの配色

の連想と考えられる。茶については、「地震痕跡」で採用したオレンジの色相に属し、また赤系とも区別しづらいことから、2番目となる緑を採用した(図6、7)。

3-2) 小型化されても災害痕跡の種類が伝わるデザイン

色分けに加えて視認性の向上を図るためにアイコン化する上で、2016年3月に制定されたJISZ9098「災害種別避難誘導標識システムに用いる図記号等」(図8、9)に記載された「災害種別一般図記号」を参考に、各災害を連想させる図記号のモチーフや造形と共通点を持たせた。防災に関する図記号として一般的に馴染みがある造形であること、また馴染みがない人でも認識や理解度を高めることに役立つと考えた。

災害種別	図記号			
	災害種別 一般図記号	注意図記号	避難場所図記号	避難所図記号
洪水		—		
内水氾濫	JIS Z8210-6.5.1		JISZ 8210-6.1.4	JIS Z8210-6.1.5
高潮				
津波	JIS Z8210-6.5.3	JIS Z8210-6.3.9	JISZ 8210-6.1.6 	JIS Z8210-6.1.5
土石流				
崖崩れ・ 地滑り	JIS Z8210-6.5.4	JIS Z8210-6.3.11	JISZ 8210-6.1.4	JIS Z8210-6.1.5
大規模な火事		—	JIS Z8210-6.1.4	JIS Z8210-6.1.5

出典 JIS Z 9098

図8 「災害種別避難誘導標識システムに用いる図記号等」事例

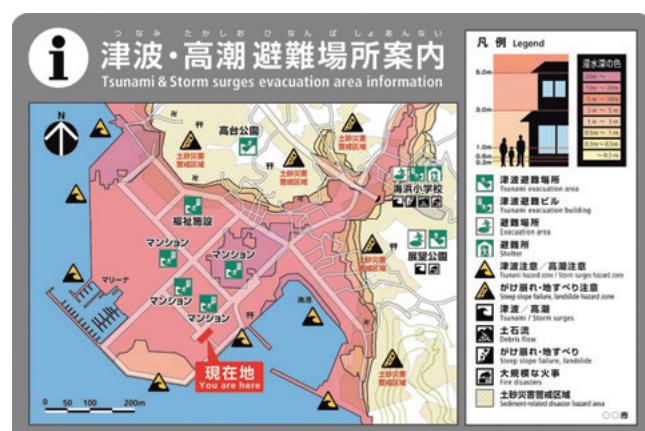


図9 「災害種別避難誘導標識システムに用いる図記号等」の記載

〈試作1〉

まず「地震災害」のマーカーは、「災害種別一般図記号」の「崖崩れ・地滑り」の図記号から『岩石』や『地割れ』をモチーフとした。さらに「水害」のマーカーは、「洪水」、「内水氾濫」、「津波」の水に関する図記号から『大きな波』をモチーフとした。「火山噴火災害」のマーカーは、噴火に伴う現象の一つである「土石流」の図記号から『山』と『噴煙』をモチーフとして、マーカーの試作を行なった。図記号に近い正方形を用いたものと、Webサイト上の地図に多く見られるマーカー型を制作した（図10）。

これらのデザインでは、前項の「マーカーを地図上に配置した視認性」の調査で用いたフラッグ型の旧マーカーのデザインから造形的要素を減らし、災害に関する既存の図記号のモチーフを参考に図案化した。しかし、いずれも実際に使用されるサイズに縮小した場合、視認性が改善されたとは言えず、更に簡略化する必要があるという課題が生じた。



図10 災害図記号を意識した〈試作1〉

〈試作2〉

造形における視認性と識別性を高めるため、「地震災害」においては『揺れ・地割れ』、「水害」においては『波・氾濫』、「火山噴火災害」については『山』、「調査地点（災害痕跡なし）」については『平地』と更にモチーフを絞り、線のみの表現に簡略化することで、縮小時の不明瞭さの軽減を図った（図11）。この災害痕跡地点マーカーにおいては、災害時の避難誘導が目的ではなく、調査地点の災害痕跡による自然災害予測や防災対策等、平常時に閲覧することを想定している。またWebページ上では、サイドバーでマーカーのアイコンとその災害名は文字で表記されている。よって、より簡略化し、地図上での視認性を重視した。尚、モチーフの特徴を線のみで表現するため、

マーカー中央の造形に対する干渉を減らすことを目的とし、円形のマーカーを採用した。

〈試作1〉に対し、造形要素を減らしたことによって白地と線の関係が明瞭となり、縮小した際の視認性が上がった。また、円の内側に横線で表現する規則性がうまれ、マーカーとしての統一感と識別性の両立ができたといえる。



図11 線の表現のみに簡略化した〈試作2〉

3-3) 背景地図に紛れないデザインについて

現在Web上で閲覧できる地図及びマーカーの代表的な事例を収集し、視認性と機能性を保持しているマーカーの傾向と特徴を考察した。その結果、以下の共通点や工夫が見られた。

- ・マーカーと背景色のコントラストを強める
- ・マーカーから地図にシャドウを落とすことで立体的に見せる
- ・マーカーの輪郭を強調することで、背景と区別する

これらを踏まえ、〈試作2〉のブラッシュアップとして、各マーカーの色のトーンを落とし、マーカーの輪郭にラインを入れ、シャドウを落とすことで背景とマーカーを分離した（図12）。歴史災害痕跡データベースで表示する地図は、自然災害予測や防災対策等を目的としている（図13）。このことから、「災害痕跡なし」のマーカーは、他の災害痕跡マーカーより主張する必要がなく、災害痕跡について調査済みであり、表層地質情報や遺跡概要等の情報が存在することが分かれば良い。よって「痕跡なし」については、「平地」を示したラインを無くし、縮小した状態で表記した。



図12 〈試作2〉のブラッシュアップ（影のみ、痕跡無しはラインなし）

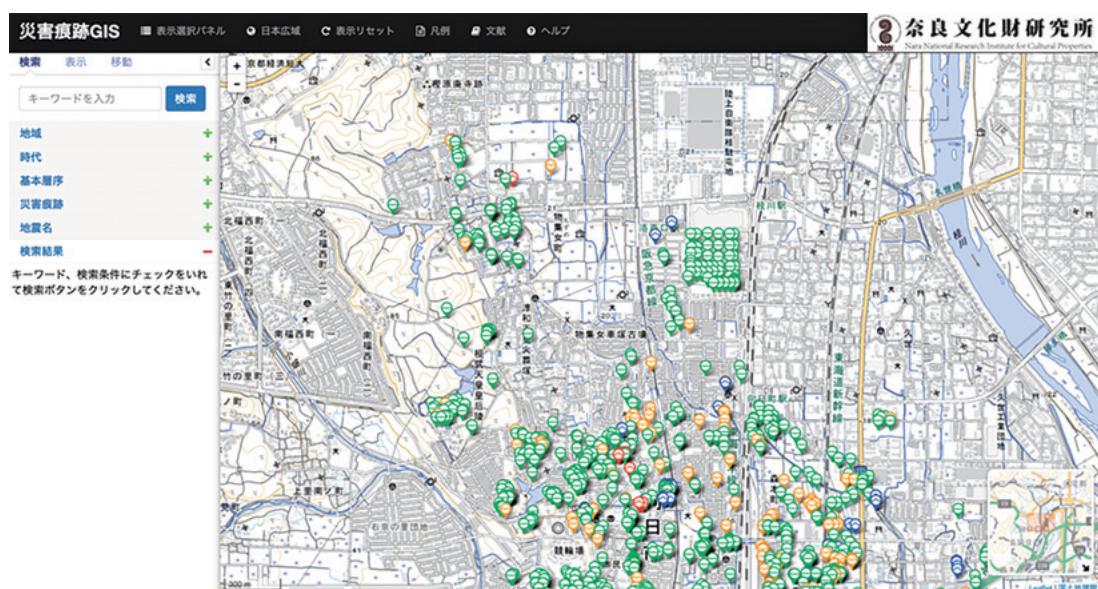


図13 災害痕跡マーク配置イメージ（国土地理院淡色地図上にマークを表示）

まとめ

災害をイメージする「色」についてのアンケート調査の成果から、HDE-GISdbの検索表示地図に表示する災害痕跡について、「地震災害」は黄、「水害」は青、「火山噴火災害」は赤、そして「調査地点（災害痕跡なし）」は緑を基調色とした災害痕跡表示マークを用いる方針を得た。

さらに視認性（みつけやすさ・見やすさ）のアンケート調査の結果、災害痕跡を表示するマークの視認性は、前述の災害別基調色を用いて表示する場合、誤認なく識別できると評価できるという結論を得た。その一方で、それらの視認性は背景に表示する地図に大きく依存し、田園地帯などの地図表示情報密度が小さい場合は視認性に問題がなくとも、都市地域などの表示情報量が多くなる場合には、どの種類の災害表示マークでも視認性が大きく低下することが明らかとなった。

これらの成果を課題としつつ、「地震災害」、「水害」、「火山噴火災害」そして「調査地点（災害痕跡なし）」を表示するマーカーのデザインを進めた。デザインにあたっては、災害別の基調色を基準（連想性）に、1) 4種類の表示マーカーの区別が容易（識別性）で、2) 縮小表示でも災害痕跡の種類が伝わる（視認性）とともに、3) 背景地図に紛れない（視認性）特性をデザインコンセプトとした。結果として、3段階の試作工程を経ることにより、これらのコンセプトを満たす4種類の災害痕跡表示マーカーのデザインを得た。

しかし一方で、2つの重要な課題も見出された。まず色覚にハンディキャップをもつ人への対応である。色覚異常の頻度は、日本においては男性の20%、女性の0.2%であり、女性の保因者は10%いると言われている（公益財団法人日本眼科学会ホームページ）。この頻度をもとにすると、色覚にハンディキャップをもつ人は、国内に約320万人いることとなる。HDE-GISdb構築および公開の主眼が防災、減災にある限り、これらの方への危機情報の適切な提供は必須といえよう。この観点を忘れずに、今後もデータベースの開発を進めていく必要がある。

2つめの課題として、同一地点において複数の災害が発生している、すなわち表示マーカーが重なる「重複」の現象が、かなり多くの地点で確認された点である（図14）。この現象は、a) 例えは1度の地震の発生によって起こった「強振動」災害が、「地すべり」災害や「地くずれ」災害を引き起こし、それによって川筋などがせき止められ、「洪水」が発生するなど、一つの災害誘因によって様々な災害が発生し同地域が被災する場合や、b) 異なる時期や時代において、同一あるいは異なる災害が発生して被災する場合、さらにc) 例えは地震災害が発生した地域で、同時期に台風などの影響による大雨によって洪水が発生するなど、複数の異なる災害の発生によって同時期の同地域が被災した場合などが考えられる。これは災害あるいは被災発生メカニズムを考えるうえで重要

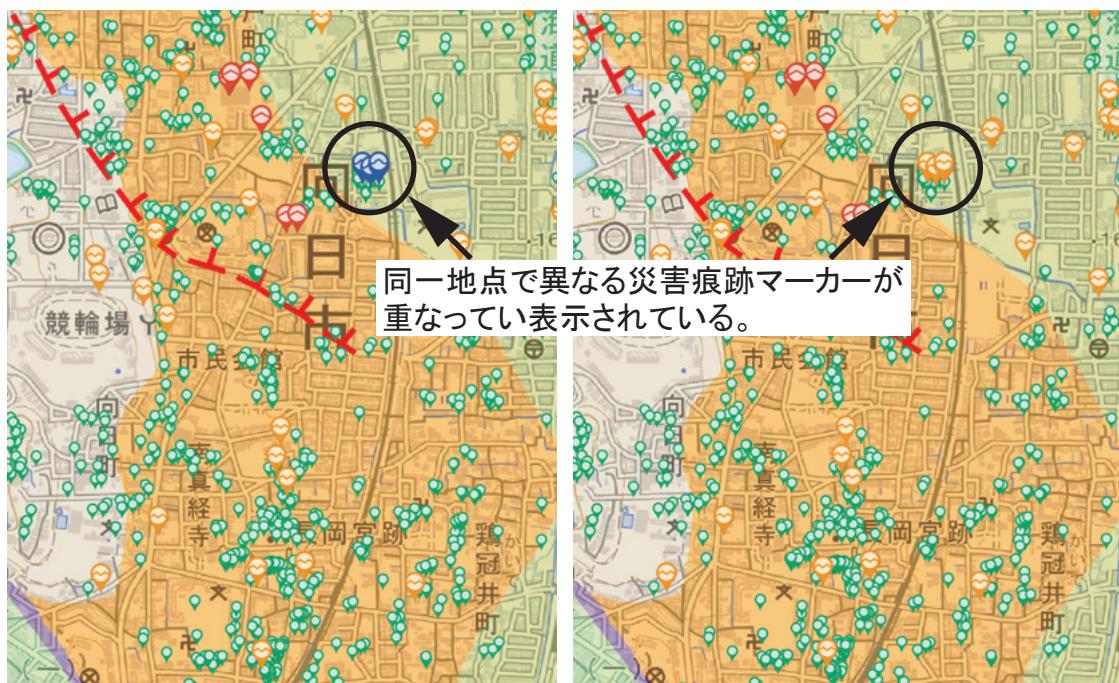


図14 表示マーカーが同一地点で重複する事例

なだけでなく、災害に対する地域性の抽出という視点からも防災・減災のうえで重要な情報となる。今後、このような地点の表示についても引き続き検討をおこなっていく必要がある。

参考文献

- 一般社団法人日本標識工業会編 2003『防災標識ガイドブック』内閣府防災情報 https://www.bousai.go.jp/zkyoiku/zukigo/pdf/symbol_02.pdf。
- 及川 康・片田 敏孝・西澤 篤 2017「避難誘導のための標識デザインに関する考察～日米調査に基づく再検証～」。カラーユニバーサルデザイン推奨配色セット制作委員会 2018「カラーユニバーサルデザイン推奨配色セット ガイドブック（第2版）」。
- 北神慎司・谷口和也・山本大介・高橋直久 2009「モバイルマップ上のランドマークを表示するアイコンのわかりやすさに関する研究」『日本教育工学会論文誌』33: 77-80。
- Google Map 2024 <https://www.google.com/maps/>
- 公益財団法人日本眼科学会ホームページ 2024 <https://www.nichigan.or.jp/public/disease/symptoms.html?catid=84>。
- 関口 洋美・村田 泰輔 2020「災害痕跡地図上のマーカーに関する調査」。
- 仲谷洋平・藤本浩一編著 1993『美と造形の心理学』、京都、北大路書房。
- 西口 顕一・関口 洋美・村田 泰輔 2023「災害痕跡地図におけるマーカーデザインの研究」。
- 納富一宏・平松明希子・斎藤恵一 2004「Web利用時の視認性を考慮した自己組織化マップによるカラーセット予測方式の提案」『バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌』6(1): 57-62。
- Murata, Taisuke, 2022, 'The Construction of the Historical Disaster Evidence Database and its Effectiveness' JDR Vol.17 No.3, pp. 420-429.
- 村田泰輔・上相英之 2022「歴史災害痕跡データベースの構築とその有効性」『奈文研論叢3』、203-212頁、奈良、奈良文化財研究所。
- 森 拓実・山本 和清・宮崎 渉・鈴木 一帆・友枝 萌子 2019「災害種別避難誘導システムのあり方とそのピクトグラムの認知度に関する研究 - 和歌山県東牟婁郡串本町を対象地として - The role of disaster classification refuge instruction system and Study on recognition of the pictogram -As the ground target in Kushimoto-cho, Higashimuro-gun,Wakayama」。
- 李沅貞・寺田真奈・松岡聖菜 2020「色彩表現によるスポーツピクトグラムの提案－東京2020オリンピックを例として－」『畿央大学紀要』17(1): 17-26。
- Leaflet 2023 <https://leafletjs.com/>
- WEB ASCENDER 2023 <https://www.webascender.com/blog/2014-web-map-design-examples-inspiration/>