

災害対策本部における避難者状況地図の作成技術支援と目標管理型対応 熊本県益城町災害対策本部を事例として

○坪井 塑太郎*¹

キーワード：熊本地震 状況認識の統一 災害時支援型調査 災害対策本部 目標管理型対応

1 はじめに

わが国の地理情報の統合整備の契機となった、1995年の阪神・淡路大震災から20年以上を経た現在においては、既に多くの地域統計情報がオープンデータ化している。本研究では、こうした潮流下における特に災害対応時の地図の利活用に関する課題と今後の方策に向けた検討を行うことを目的とする。

論考にあたっては2016年4月に発生した熊本地震における益城町災害対策本部内において、筆者が本部運営の現地応援職員として実際に行ったGISを用いた避難状況地図作成の技術支援を「災害時支援型調査」に基づき検討を行う。同調査方法は、分析者・調査者が研究対象となる社会や集団に直接的に参加しながら行う社会調査手法「参与観察調査」と同様の方法を採用するが、特に災害対応という意味決定に資する実効性のある技術支援を伴いながらこれを実施する点に特徴を持つ。

2 災害対応と地理情報システム

2.1 発災後の地図化

発災後における地図・地理情報システム利用現場では、災害対策本部における被害状況の把握・可視化を中心に行われる。既往研究¹⁾²⁾では、ICS（Incident Command System）による一元的な危機管理システムのもと、危機対応を効果的に遂行するための指揮調整機能、事案処理機能、情報作戦機能、資源管理機能、庶務財務機能の5機能が位置付けられると同時に、災害対応実務者が、被災地の様々な状況を迅速かつ的確に把握するためのCOP（Common Operational Picture）として地図作成と活用の重要性が指摘されている。

新潟県中越沖地震での実際の援用事例に関する既往研究³⁾では、これに基づいた主題図作成支援ツールの開発に向けた検討が行われ、表1に示す21項目から構成される主題図の必要性が提唱されている。また兵庫県西宮市では、1961年より全国の自治体に先駆けて業務の情報化に向けた取り組みが開始されており、1987年には、庁内で保有している事物に位置座標が付与された「西宮市方式」と称されるデータ管理手法が確立され、国内初の住所データベースに基づくGISシステムの運用が開始されている。同市では、阪神・淡路大震災で甚大な被害を受けたものの、GISによる被災者支援システムを立ち上

表1 災害対策本部で利用が想定される主題図

被災状況	人的被害 構造物被害		
対応状況	対応状況 参集状況		
復旧状況	上下水道復旧 ガス復旧 電気復旧 下水道復旧 通信復旧 公共施設	病院 危険物取扱施設 避難生活状況 仮設トイレ 仮設住宅 道路復旧	鉄道復旧 バス復旧 被害認定調査 農業用水 工業用水

表2 兵庫県西宮市の被災者支援システムGIS

	機能	内容
復旧・復興関連システム	WebGIS連携	被災状況の可視化・集計・分析を行うための基盤システム
要援護者支援システム	WebGIS連携	要援護者台帳の検索や地図上からの検索、抽出を行うためのシステム
仮設住宅管理システム	—	仮設住宅の部屋数や入居可能人数、希望者の登録、抽選等の管理システム
犠牲者・遺族管理システム	—	犠牲者名簿などの作成や遺族への通知、連絡支援システム

げ、大学や関係機関に被災データの提供を行うことで復興支援を下支えしたことが知られている。

現在では、一部Web-GISと連携させた「復旧・復興関連」「要援護者支援」「仮設住宅管理」「犠牲者・遺族管理」を中心とする8項目から構成される被災者支援システムが構築されている（表2）。

2.2 東日本大震災と地理情報システム

2007年に発生した新潟中越沖地震の災害対応において、はじめて本格的に災害対策本部にGISが導入された。2011年の東日本大震災では発災直後より、京都大学防災研究所等が主体となり、「リアルタイム」で地図作成を行うEMT（Emergency Mapping Team）による支援活動が展開され、関係機関への地図による情報提供が行われた。

一方、同災害では、被災現場や現地入りしたボランティアからの情報を集約し、ボトムアップ型で状況を可視化した取り組みとして、独立行政法人防災科学技術研究所が中心となった協働情報ALL311⁴⁾や、インターネット上で終結したボランティアが中心となって行われた「東日本大震災・みんなでつくる復興支援プラットフォーム」⁵⁾などのサイトが立ち上がり、被災者の安否情報、救難要請、避難拠点などが有志の投稿により集約され、位置情報に紐付が行われ配信された。

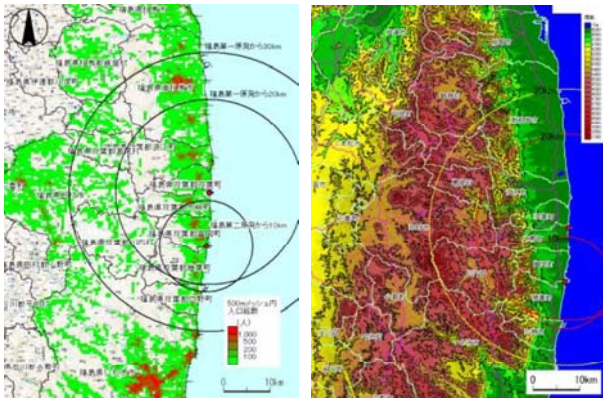


図1 原発事故の避難区域内人口と地形
注) 同心円の中心は原子力発電所位置を示す。

このほか、発災から約 10 日後には、原発事故による避難対象者数について、原発からの距離圏域とメッシュ統計人口から独自に算出が行われたほか、同地域の標高地形による放射能の拡散方向の影響に関する情報発信⁶⁾が行われ(図1)、それらはマスコミ各社によっても報道利用された。このように、近年では、災害時の地図情報は、専門オペレータに依拠しない新たな地図の作成技術支援や活用が進んでおり、インターネットを介したマッシュアップによる地図情報の発信が行われている。

2.3 地図作成の課題

地図化のための GIS ソフトウェアのうち代表的なものを表3に示す。このうち、最も多く利用されている商用ソフトのひとつに ArcGIS が挙げられるが、近年ではこれとほぼ同様の機能を持つ無償の QGIS が登場し、教育や研究、実務の現場においても、徐々にその利用が拡大している。企業や学校教育の現場において、GIS の利用・活用は一定程度認知が得られているものの、これまで課題となってきたのは、それらの導入に際してのコストや、技術伝達・教育の難しさ、GIS ソフトのもつ機能の豊富さゆえの需給ギャップなどが挙げられる。また、国勢調査をはじめ各種センサスデータの多くが統合的に公開されている一方で、2000 年代以降に進んだ市町村合併による行政境界の変化との対応の難しさが増加したことが課題ともなってきた。しかし近年では、無償の GIS ソフト

表3 代表的な GIS ソフトウェア (有償・無償)

	名称	初版	販社/開発者
有償	ArcGIS	1982年	ESRI社
	Mapinfo	1987年	Mapinfo社
	SIS	1995年	インフォマティクス
	地図太郎	2003年	東京カートグラフィック
無償	KASHIMIR 3D	1994年	DAN杉本
	MANDARA	2000年	谷 謙二(埼玉大学)
	SDAM	2004年	村山裕司(筑波大学)
	QGIS	2009年	QGIS Development team

においてもこうした課題を解消するための機能が実装されるなど、利用のための障壁は徐々に下がりつつある。

地方自治体における情報化対応の中では、使用する地図情報を統合、電子化し、一元的に管理することで組織横断型のデータ共有を可能にする「統合型 GIS」の導入が進み、全庁でこれを用いた業務体制が構築されている事例も多くみられる。しかし、被災自治体の中には必ずしもこれらが有効に機能しなかった事例もあり、近年の論調の中では、「災害時の GIS が機能するためには、平時から GIS が機能していることが必要である」とする立場からの提言(市民キャビネットスマート ICT 部会)もみられる。

関東・東北豪雨災害(2015 年)において甚大な被害を受けた茨城県常総市は、災害対応における地図利用に関する検証報告書⁷⁾の記述において「大判地図への被害・対応状況等の記入による情報集約は、災害対策本部における状況認識の統一や対策の抜け・漏れのチェックの上で有効である」(25 頁)、「情報集約は GIS によるシステムも活用可能ではあるが、その操作に高度な技量を要し、特定の担当者しか操作できないなど情報入力に無駄に時間を要してしまうようでは意味がない」(25 頁)、「避難勧告・指示の発令状況については大判地図に随時記入し、抜けや漏れがないか確認するとともに、事態の悪化を予想することも必要である」(45 頁)などの課題が示されている。

このように、自治体における災害対応時の地図による情報集約の重要性は高く認識されているものの、災害対策本部内での地図利用の具体的な作成・活用方法については現状では、地域防災計画や初動マニュアルの中において必ずしも明確には位置づけられていないものも多く、また具体的な方法論や訓練方法に関する知見も蓄積されていないことが課題として挙げられる。本稿では、上述の課題意識のもと、熊本地震の震源地となった益城町災害対策本部において、地図利用と活用の現状を踏まえたうえで、避難者状況の地図の作成支援を行った。

3 熊本地震・益城町災害対策本部

3.1 災害対策本部における地図

災害発生直後より自治体に設置される災害対策本部では、各種の情報が集約され、首長を本部長とする災害対策本部会議において対応方針が決定される。対応方針の決定の際には、災害対応実務者(本部員)が、被災地の様々な状況を迅速かつ的確に把握し、「状況認識の統一」を図ることが求められる。そのための具体的な方法として、「地図」による情報の集約と可視化が行われる。

2016 年 4 月に発生した熊本地震では、最大震度 7 を記録した益城町においては、4 月 14 日の前震により大規模な停電が発生したため、直後より庁舎前の屋外駐車場ス

ペースに災害対策本部が設置された。しかし4月16日未明の本震で庁舎基礎部分に破損が生じたことから、同日中に、町内の避難所になっていた保健福祉センターに隣接する児童館遊戯室に災害対策本部機能の移転が行われ、5月2日までの17日間にわたって使用された。

機能移転後の配席図を図2に、各組織の使用地図を表4に示す。益城町では、庁内を統合する統合型GISは導入されておらず、災害対応にあたっては各組織における益城町道路台帳地図(10,000分の1)をベースマップとする「紙地図」が利用された。また、自衛隊においては給食・給水のポイントについて、地図上に透明ビニールシートを複数枚レイヤー化して用いることで、時系列で適宜情報が更新される方法が採られた。

避難者の状況については、避難所別に人数の一覧表として集計が行われていたものの、当初、地図としての状況把握が行われていなかった。そのため、避難所ごとの人数の偏在や、指定外の避難所への対応、今後の気象・余震動向等による追加の避難情報の発信等が課題となっていた。また、益城町の地理・地形・地名に不慣れな域外の自治体から避難所運営支援に入る応援職員や報道各社からも、町全体での避難者動向の可視化要望も多く、現地において筆者を中心に、急遽、地図作成支援が行われた(写真1・図3)。本地図は、益城町の各対応班、避難所担当者、リエゾン(各組織からの現地情報連絡員)間でも共有が図られたほか、災害対策本部会議資料として提供された。その際、同時期の避難者対応の課題となっていた車中泊、テント泊のほか、自衛隊により把握されていた自主避難所(指定外避難所)についても併せて地図に示す取り組みが行われた。

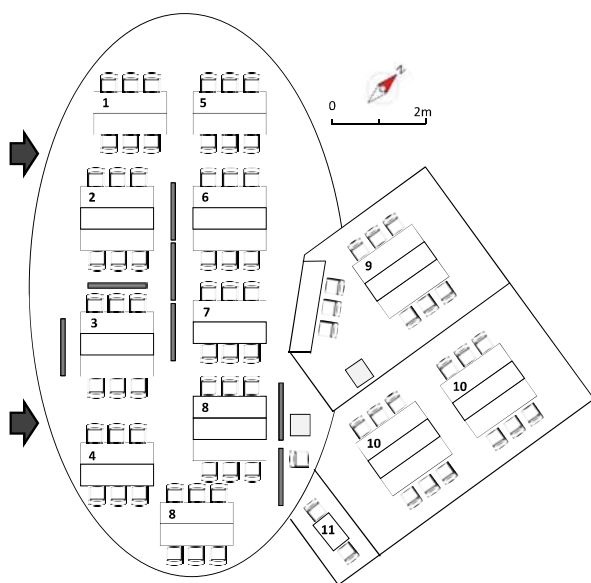


図2 益城町災害対策本部配席図

注1) 保健福祉センターへの機能移転後
注2) 2016年4月26日

表4 益城町災害対策本部内の各組織使用地図

組織	主題図	縮尺
1 自衛隊	給水・給食・救護所位置図	1:25000
2 国交省 TEC FORCE	被災箇所位置図 益城町地形図 益城町管内被災状況地図 砂防指定地域図	1:10000 1:25000 1:10000 1:10000
3 益城町衛生班	被災後空中写真	1:10000
4 会議用机	—	—
5 国交省九州地方整備局	被災箇所位置図	1:10000
6 益城町建設班	道路通行止め状況図 避難勧告・避難指示地域図(全体) 避難勧告・避難指示地域図(部分)	1:10000 1:20000 1:1500
7 益城町情報班・物資班	避難者状況地図	—
8 関西広域連合+福岡県	益城町地形図 避難者状況地図	1:25000 —
9 益城町総務班	益城町住宅地図	1:1500
10 益城町会議室	益城町水道復旧状況地図	1:10000
11 熊本県	益城町道路台帳地図	1:10000

注) 表番号は、図2の配席図内番号と共通



写真1 益城町災害対策支援本部・情報掲示板

注1) 掲示板右側に避難者状況地図掲示
注2) 2016年4月26日(筆者撮影)

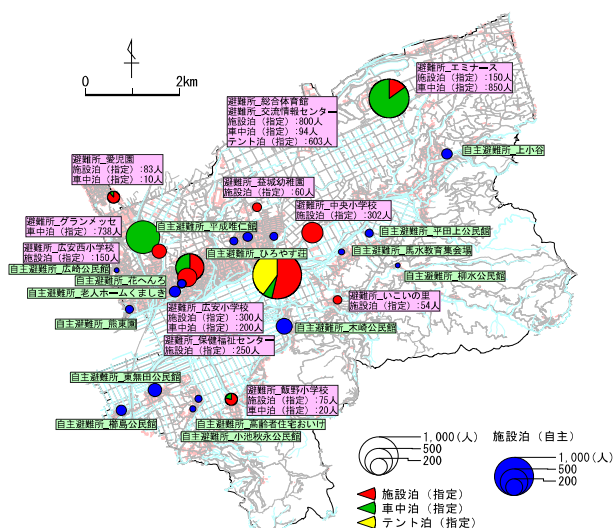


図3 益城町避難者状況地図(2016年4月26日)

注1) 使用ソフト: MANDARA <http://ktgis.net/mandara/>
注2) 使用データ: 基盤地図情報(河川・住宅・道路)
注3) 自主避難所の住所情報は自衛隊提供による。

3.2 避難者情報の集約方法と地図化の手順

益城町災害対策本部では、毎朝 9 時の時点において、各避難所担当者からの電話連絡により避難者数が集約され、これが一覧表（写真 2）としてまとめられると同時に、熊本県災害対策本部に報告が行われた。

しかし、益城町の災害対策本部会議では当初、避難者数が口頭で報告されるものの、対応課題の認識や議論が困難となっており、これを踏まえて「状況認識の統一」を図る観点から、避難者状況地図の作成と会議への提供が行われた。

本地図作成以後の災害対策本部会議では、具体的な対応方針や議論として、1) 車中泊避難者が集中している避難所に対する保健師の増員と巡回の要請、2) 今後の降雨情報から、河川からの溢水による二次被害の防止のため、沿岸低地のテント泊避難者に対する早期の避難の呼びかけ、3) 自主避難者（指定外避難所）に対する自衛隊への巡回・給食・給水の要請等が行われた。これらの項目は災害時対応において、多く行われるものではあるが、町本部職員と応援・関係組織が地図をもとに現状課題に関する状況認識の共有・統一を行ったうえで、優先目標を掲げ、その実現に向けた対応方針の合意と決定が行われた点において意義を持つものと考えられる。

避難者数に関する時系列での動向については、当初は全体の人数のみでの集計が行われていたが、避難形態別（屋内避難・車中泊・テント泊）に分類し積層グラフの作成及び配信も同時に行われた（図 4）。

益城町における避難所および避難者の特徴は、町内家屋の約半数が半壊以上となるなど、自宅での避難困難者が多かったことや、混雑する屋内避難所を避け、自家用車内での避難を選択する車中泊避難者が多かったことのほか、民間支援により供給されたテントによる避難者の存在が大きかったことが挙げられる。避難者数全体の傾向では、本震（2016 年 4 月 16 日）直後に 7,000 人を超すピークがみられたのち、5 月初頭の学校再開時にやや減少をしたものの、6 月末までの段階でも 2,000 人を超す避難状態が継続した。

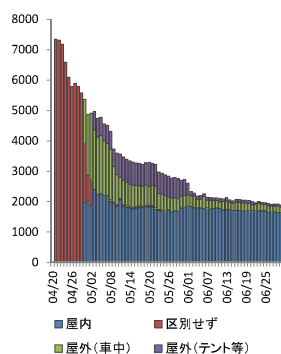
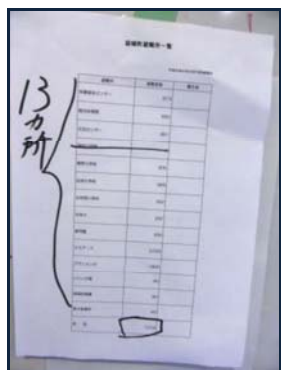


写真 2（左） 益城町避難者数一覧表（災害対策本部）

図 4（右） 益城町避難形態別・避難者数の推移

避難所状況の地図の作成に際しては、導入コストや操作の簡便性および、担当者間の引継ぎ負担を考慮し、地理情報分析支援ソフト MANDARA を用いて行っていた。同ソフトは、谷謙二氏（埼玉大学）により開発された Windows 上で作動する無償 GIS ソフトウェアであり、Excel との親和性が高い点や Shape ファイルや、XML ファイル等の利用が可能である点から、既に地理学研究者や民間においても高い利用実績を有する。また、地図作成のために新たな操作や集計作業をすることなく、益城町災害対策本部内で行われている集計用エクセル表をそのまま利用して地図加工ができる点において迅速な対応が可能であった。作図に当たっては、あらかじめ、基盤地図情報から建物形状、道路、河川に関する地物データを取得し、次いで、避難所 POINT については、個別の住所からアドレスマッチング機能を用いて緯度・経度の位置情報取得を行った後、これを結合させて BASEMAP を作成した（表 5）。次に、益城町災害対策本部で Excel を用いて集計される避難所集計用 DATABASE をもとに、1 行目に「MAP」タグで BASEMAP 名を（本図では「益城町避難所分析 DATA」）し、2 行目の「TITLE」タグで項目名（日付、避難所種別等）を、3 行目の「UNIT」タグで単位（人、箇所など）の指定を行った（図 5）。本 DATABASE から地図化をする際には、1) タグを含む全データ範囲を選択・コピー、2) スタートボタンから MANDARA を立ち上げ、3) 読み込まれたデータを操作画面の「描画開始」をクリックする 3 工程で、BASEMAP と DATABASE が自動結合され、地図が作成される（図 6）。

表 5 BASEMAP の作成概要

BASEMAP 作成	概要	道路、河川、建物等の入った基盤地図
	DATA/TOOL	国土地理院基盤地図情報
	URL	http://www.gsi.go.jp/kiban/
避難所POINT 作成	概要	緯度・経度情報を取得しBASEMAPへ挿入
	DATA/TOOL	Geo-Coding
	URL	http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/

図 5 益城町避難所集計用 DATABASE (Excel ファイル)

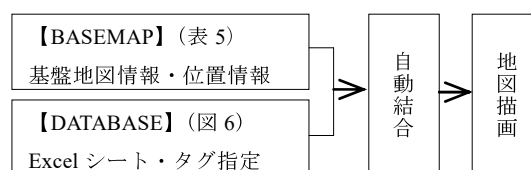


図 6 地理情報分析ソフト MANDARA の地図描画の流れ

3.3 目標管理型災害対応と災害対策本部会議

発災直後より、多岐に亘る課題と情報が集積する中で行われる自治体の災害対策本部会議では、「情報の羅列」と「結果の報告」に偏重し、今後の展開を見据えた議論が困難になるといった課題が生じる状況が多くみられる。これに対し、被災地において当面の期間においてあるべき姿（目標）を決定し、災害対応に関わる全ての関係者が被災者の視点を反映して地域全体で共有する目標を立てたうえで対応を行う「目標管理型災害対応」が重要である。この要諦は、「被災者・被災地」が、「いつまでに」「どのような状況・状態となるようにする」のかという目標のもと、この目標達成のための対応方針として、具体的な施策・対応策を立て、併せて外部に対して戦略的な広報を行う災害対応体制を指す。これを実行するための共通基盤として、本支援業務によって「地図」の作成を行い益城町災害対策本部会議（写真 3）に提供・提示を行った。会議では、同資料をもとに、関係者間で状況と情報の共有が行われ、特に同時期に課題となっていた災害応急期における避難所の混雑や感染症の発生を含む健康悪化、避難生活の長期化見通しが行われた。更に、これをふまえ、当面の対応目標を「避難環境の改善」として掲げ、人的・物的資源の再配分と応援依頼等の議論が展開され、具体的に関係機関との調整対応が行われた。

4. 結論と課題

災害対策本部において、発災直後から 72 時間（3 日間）にあたる「初動期」は、人命救助が最大の目標となり、警察・消防・自衛隊等の応援が主体となった活動が展開される。以後の「応急期」では、避難所対応のほか、支援物資の受け入れなど、自治体の責務による民生支援に重点が移行する。熊本地震では、県庁災害対策本部において防災科学技術研究所のほか国土地理院による組織的支援のもと、県全体の避難所状況のほか、インフラの復旧状況、道路状況等について GIS を用いた大判の地図作成が行われた。一方、被災した基礎自治体の多くは、統合型 GIS を有しておらず、また役場庁舎自体が被災するなど、情報収集と共有に際して、機能不全に陥る状況も見られた。益城町の同時期における最大の課題は、過密状況にある避難所の環境改善や、屋外避難者・指定外避難所の避難者への対応策の打ち出しであったものの、避難者状況の位置および量的な可視化がされておらず、応援職員を含む災害対応メンバー間において、必ずしも優先対応事項などに関する状況認識が共有・統一されていない状況であった。

本稿では、この点を鑑み「災害時支援型調査」に基づき、益城町災害対策本部において、1) 自治体において行われている避難所別集計表作成作業工程を維持しながら、2) 無償 GIS ソフトウェア MANDARA を用いて避難状況



写真 3 益城町災害対策本部会議

注 1) 保健福祉センターへの機能移転後

注 2) 2016 年 4 月 25 日

注 3) 図 3・「10」（益城町会議室）

地図の作成を行い、同地図を用いて、3) 状況認識の統一と目標管理のもと災害対応方針の決定と合意に資する技術支援を行った。

日本学術会議・地域研究委員会では、2014 年に地域の課題を分析し、地域づくりに参画する人材を育成することを目標とした提言を発表しており、このなかでは「オープンデータを活用した地域レジリエンスを高めるための減災教育の推進」が掲げられている。今後においては、本提言を基盤としながら、特に基礎自治体を対象とした平時からの「地域を伝える地図化の技術」を通して地域理解の深化を図ると同時に、災害時の地図への情報集約方法やその具体的な活用方法について、研修設計を通して検討していくことが課題である。

【参考文献】

- 1) 東田光裕・牧紀男・林春男・元谷豊：標準的な危機管理体制に基づく危機管理センターと情報処理のあり方、地域安全学会論文集，7，pp.71-78，2005。
- 2) 近藤民代・越山健治・紅谷昇平，近藤伸也：災害対策本部の組織横断型体制と指揮調整機能に関する研究，地域安全学会論文集，10，pp.177-182，2008。
- 3) 浦川豪・林春男・大村径：災害対策本部における状況認識統一のための主題図作成支援ツールの開発，地域安全学会論文集，14，pp.99-109，2011。
- 4) 東日本大震災・ALL3.11 <http://all311.ecom-plat.jp/>
- 5) 東日本大震災・みんなでつくる復興支援プラットフォーム <http://www.sinsai.info/>
- 6) MANDARA 掲示板 <http://ktgis.net/mandara/>（2011/03/22）
- 7) 常総市水害対策検証委員会：平成 27 年 常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書一，2016。

*1 人と防災未来センター 主任研究員 博士（都市科学）

A Study on Mapping for the Evacuation site and Emergency Headquarter Management by Objective

A case Study of Mashiki town KUMAMOTO Emergency Headquarter

○Sotaro TSUBOI*¹

Keywords : KUMAMOTO Earthquake, Common Operational Picture, Disaster support survey
Emergency Headquarter Management by Objective

The purpose of this research is to show the technique of creating evacuees situation maps by the Emergency Headquarter Management by Objective. The first of the important items in disaster response is "unification of situation recognition=Common Operational Picture" and the second is "target management in the disaster response". The former is an important in terms of making disaster response under the common awareness of stakeholders, and is mainly done using maps.

The latter items the figure (goal) to be in the immediate period, and all the stakeholders involved in the disaster response will make a response by reflecting the viewpoint of the disaster and setting a goal to be shared throughout the region. In this research, Mashiki Town Disaster Headquarters in the Kumamoto earthquake 1) maintain evacuation table conducted in local governments, 2) create evacuation situation map using free GIS software MANDARA, 3) Technical support to contribute to the determination and agreement on disaster response policy under unification of situation recognition and target management. In the future, training design will be conducted through map creation, especially for the local governments. Promotion of deepening regional understanding by dissemination of "technology of mapping the community". It is a challenge to consider a methodology related to map creation to build a common discussion table to examine the future image of the region.

* 1 Senior Researcher Disaster Reduction and Human Renovation Institution Ph.D (Urban Science)

地域防災力の向上に資する演習教材の作成と実践 地域の立体視と透明プラスチック容器蓋を用いた立体地形模型作成

Preparation and practice of exercise materials for the regional prevention disaster education using Stereopsis and 3D terrain model by transparent plastic container

坪井 塑太郎¹
Sotaro TSUBOI¹

¹公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構 人と防災未来センター
Disaster Reduction and Human Renovation Institution

The purpose of this study, the shape of the area, the method of making the work of the disaster prevention education, and the method of making the work of the disaster prevention education. In creating the teaching materials, we showed how to comply with the guidelines for teaching and to use open data and free GIS software. In this approach, it is a method for three-dimensionally creating the topography using the lid of the transparent plastic container and it has features that can be practiced inexpensively and safely

Keywords : Education for Disaster prevention, Terrain, Contour, Topography, 3-Dimensional model
Open-data, Geographic Information System

1. はじめに

官（自治体）・学（学校）の連携による地域防災力向上のための「防災教育」の取組みは、消火訓練、避難訓練、防災講話会、防災ワークショップ、まち歩き、危険場所マップづくりなどが挙げられ、これまでも数多くの実践事例がある。わが国では、2005年に中央防災会議の中に「災害被害を軽減する国民運動の推進に関する専門調査会」が設置されて以降、2010年に策定された「地域連携型防災活動育成促進モデル事業」において「地域で一体的に取り組む防災活動」の推進が行われてきた。また、2011年3月11日の東日本大震災を受け、翌年には、災害対策基本法の一部改正が行われ、この中に「防災教育」実施の重要性が明記されるなど、現在では、地域に属するひとりひとりの防災意識の向上を図り、地域内の主体間での連携促進が求められている。

地域防災力とは災害を未然に防止し、災害が発生した場合には被害の拡大を防ぎ、さらに災害の復旧を図る力を指し、この強化に向けては、官・学を挙げた取組みの重要度がより一層増してきている。同法改正の中ではその理念として、地域の災害履歴や防災に関する「知識」、協力して災害に立ち向かう「態度」、安全な避難や的確な救急救命を実践できる「技能」を平時から育成していくことの重要性が掲げられている。しかし、官・学双方にとって課題となっているのは、1) 事業内容や素材の技術・コストの限界、2) 参加者の常態化・年中行事化、3) 投入コストや労力に見合った効果の見えにくさ等が挙げられている。特に、初等中等教育課程にある児童・生徒にとって、発災後に実際に行動に移すための「知識・技術・動機」を普及・啓発していくためには、従来の取組みに加え、簡便な操作・作業での導入が可能な「新たな技術」により、取組み事例を蓄積していくことが重要であると考えられる。そこで、本稿では、地図と地形から考える地域の形状理解と防災取組みを基盤として、「地域の高低を体感する」ための防災教材の作成技法を示す

ことを目的とする。教材作成に当たっては、教育現場への導入や展開を考慮し、無償GISとオープンデータを用いてできる点を重視した。

本防災教育の主対象は「学」における初等・中等課程の児童・生徒であるが、地図製作のための取組みや事前準備において、「官」（自治体危機管理部局職員）および学校教職員に対しても実施した。これは官学の連携強化と同時に、市町村合併以降の地域面積拡大等により居住者においても、共通の地域理解の困難さが課題となっており、本実践を通して地域に対する「気づき」を幅広く促す効果もそのねらいとしたことがその背景にある。

2. 3D立体眼鏡による地域の立体視

(1) クロマディプス技術

立体視とは、同一の対象物を異なる位置から撮影した左右一対のステレオ写真や画像を、両眼を使って立体的にみる手法である。主として空中写真からの地形判読などにおいて用いられてきた立体視の方法には、平行法、交差法、余色法などが知られており、国土地理院によるウェブサービスでも利用が可能になっているが、この方法には若干の練習と慣れを要することが課題として挙げられる。そこで、本取組みでは、こうした負荷を軽減し、平易に地形の立体視が可能な「クロマディプス」技術による3Dメガネを用い、教材作成を行った。これは、専用のクロマディプスメガネ（写真1）をかけて見ることにより、対象物の「色相の変化」を「奥行きの変化」としてとらえることを可能にした立体視技術である。具体的には、背景が黒の場合、青系の部分はより奥に、赤系の部分は手前に飛び出して立体的に見えるものである。

一般に知られている立体視技術は左眼用と右眼用の互いに視差を有する2つの画像（ステレオペア）を必要とし、それらを立体視画像として統合（エンコード）したり、左右の絵に分離（デコード）したりする方法によってそれぞれ偏光式、シャッター式、カラーフィルター式

(アナグリフ)などに分類される。そのため、3D 映画などで用いられるアナグリフの場合は視差の異なる左右 2 枚の画像(映像)が合成して作成されるため、3D 立体メガネがない場合では左右の絵が二重に見える特徴を持っている。これに対してクロマディプスの場合は一枚の画像からメガネによって左右の画像を分離するため、3D 立体メガネがない場合でも対象の画像が二重に見えることはなく、対象の「色相(クロマ)の違い」によって「奥行き(デプス)の違い」が感知される技術である(図 1)。そのため、印刷画像は普通のグラフィックスとして見ることができるため、印刷物・配布物としての利用目的を併せ持つ「地図」などについては、技術的な親和性と汎用性が高いと考えられる。

本技術を援用した地図作成の主な利点は、実際の地図表現で用いられる高標高の彩色(赤色系統)から低標高の彩色(青色系統)がそのまま利用できることにあり、GIS 上で行う等高断彩において、簡便に自動化できることが挙げられる。

(2) 基盤地図情報を用いた GIS による標高地図の作成

クロマディプスを利用するために地形を「赤」から「青」でグラデーション彩色表現を行う地図作成に際し、まず、国土地理院・基盤地図情報より公開されている数値標高モデル(10m メッシュ)を入手する。本データは、全国版がウェブ上で無償公開されており、任意の場所についてこれを入手・ダウンロードした後、無償の GIS データビューワソフト(カシミール)等からも地図作成が可能である(図 2)。手順を以下に示す。

- ① 基盤地図情報 HP ダウンロードサービス内の「10メートルメッシュ」をクリック。
 - ② 任意の都道府県を選択し「次へ」
 - ③ ダウンロードを希望する範囲をクリックで選択し、データをダウンロードし解凍・保存
 - ④ カシミールを起動し③データをドラッグ&ドロップ
 - ⑤ 標高に応じて赤色系から青色系へ色相の指定を行う
- ※ 必要に応じて河川、建物形状等を挿入する。



図 1 クロマディプスの仕組みと色相



図 2 六甲山付近の標高地形図(兵庫県神戸市)

(3) 自治体危機管理部局職員向け防災普及啓発研修

本取組みでは、学校教育現場「学」における防災教育にとどまらず、これを包括し地域を管轄する自治体(官)と一体化させた展開を試みた。この背景には、防災教育の重要性は官・学ともに高い理解はある反面、従来までの取組みでは官(防災部局)と学(教育部局)という組織構造上、実質的には個別に行われることで、コンテンツが固定化している点が挙げられる。これについては、官・学とも近年では高い危機感を持っており、地域を伝え、学ぶための新たな方法論が求められている。そこで本取組みではこれまで導入実績が少ない、「官」を対象とした災害対応人材育成研修において地図の作成技術や演習および効果測定を試み、地図の立体視体験を通して地域を体感的に学ぶための講義を行った。「官」向けの研修事業は、公益財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構「人と防災未来センター」が主催する全国の自治体危機管理部局職員向けの災害対応専門研修の中に設置されたエキスパート B コース内の講義「防災・減災の普及啓発」(75 分)において筆者が講師としてこれを実施した。

地図の立体視は、自治体での展示・導入方法を勘案した上で、壁面やスクリーンに映写して立体視を行うもの(写真 2)と、床面に敷いた大判印刷地形図の上から立体視を行うもの(写真 3)を提示し、本地図を用いて地域の災害リスクを伝えるための方法について、受講生相互でのピアラーニングを組み込んで演習・議論を行った。

本講義終了後の受講者アンケート調査においては、「地図を立体的に見るという発想が新しく、児童・生徒にはもちろん、市民に対しても幅広く地域を伝えることができと思う」(30 代・大阪府岸和田市危機管理課)、「地域に見える化は、ある程度取り組んできたつもりであるが、子供たちの目線で伝えることの重要性を学ぶことができた」(30 代・奈良県危機管理課)、「予算や技術的にも、独自に取り組むことが可能であると感じた」

(30 代・長野県飯田市危機管理課)、「地図の重要性は理解していたが、使い方において新たな発見ができ、自治体内の小学校の防災出前講座などでも地図を作成して出展しようと考えている」(40 代・和歌山県橋本市・危機管理課)、「地図が立体的に見えることはとてもインパクトがあり、子供にも地域の高さを実感として学ぶ機会になると思う」(30 代・大阪府四條畷市・消防局)などの評価が得られた。



写真 1 クロマディプスメガネ(株式会社 TEXNAI)



写真 2 (左) スクリーンに映写した地形図の立体視

写真 3 (右) 床面に敷いた大判印刷地形図の立体視

3. 立体地形模型の作成と教育実践

(1) 等高線地図の作成

地形図において一般的に土地の高低は等高線で示されるが、その基礎的な学習は小学校 4 年生の社会科課程において行われる。一般に高さの概念は、野外学習と併せて体感的に学ぶことでその効果が得られることが知られているが、その領域は比較的「狭域」に限定されるという課題を持つ。また、地理学における認知地図に関する既往研究においては、低学齢の児童・生徒の場合、その日常行動圏に限られることから、地域の認識に一定の限界があることが知られている。しかし、本研究ではこれを「広域」に学び、体感を図る観点から、透明プラスチック容器を用いた立体地形模型作成を行うための方法を示す。

地域の標高を再現する手法のひとつに、段ボール等の厚紙やスチレンボード等を等高線に沿って切り抜き、これを積層させる方法が挙げられる。これらは、建築模型の作成等にも応用される手法であり、精巧な表現が可能である一方、低学年の児童においては難度が高く、導入が困難であることが課題として挙げられる。そこで、本取り組みでは、透明プラスチック容器蓋を用いて、「等高線を描画」することで、立体的に地形模型の作成を行った。等高線作成に際しては、前掲の基盤地図情報 10m メッシュデータと、無償 GIS 地理情報分析支援ソフト MANDARA を用い、以下の手順で等高線取得を行った。

- ① 基盤地図情報（10m メッシュ）から任意の地域のデータ範囲をダウンロードし取得する（図 3）
- ② MANDARA を起動し、「マップエディタ」→「地図データ取得」→「標高データ等高線取得」→「等高線取得」で操作画面を開く
- ③ ①で取得したデータの格納フォルダおよび取得範囲を指定した後、任意の間隔（1メートル単位で指定可能）で等高線の取得を行う（図 4）。



図 3 基盤地図情報（10m メッシュ）取得用画面

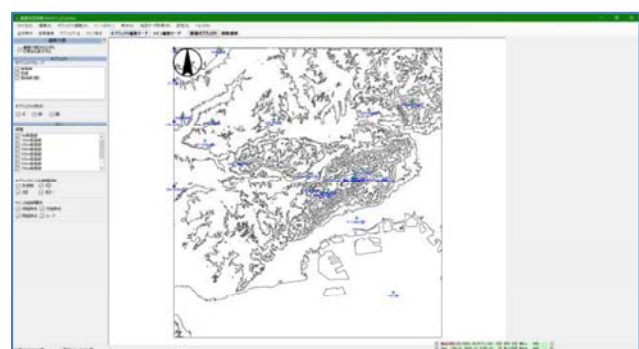


図 4 GIS/MANDARA による等高線取得画面

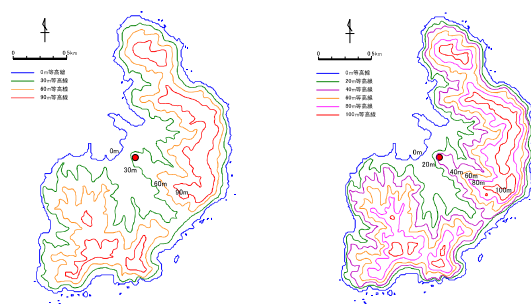


図 5 取得等高線間隔の違いによる地図（沼島）

立体地形模型の作成に際しては、作成者（演習受講者）の学齢に応じてその作業負担を考慮する必要がある。実践に当たっては、等高線取得に際し、図 5 に示す通り、低学年用には 30m 間隔を、高学年用には 20m 間隔でその間隔を変更する工夫を行った。

(2) 作成手順

立体地形模型の作成に当たっては、あらかじめ、図 6 に示す透明プラスチック容器蓋（食品トレー）を、当該地域の等高線数分（10 枚程度）を用意する。また講義・演習時間等に応じて等高線の仕組み等の概説を行ったのち、等高線のラインに対し、標高の低い方から高い方に向かって色鉛筆で等高段彩を行い、地域の形状理解を図る試みを行った。立体地形模型の作成手順を以下に示す。

- ① 透明プラスチック容器蓋を積層させるときの方向を一定にするために、容器蓋の右端に、印をつける。
- ② 透明プラスチック容器蓋の上に、等高線地図を乗せ、さらにこの上に、蓋を 1 枚重ねて、等高線の低い方から順に、同じ等高線に対して蓋 1 枚分の等高線を油性マジックでトレースする（写真 4・左）。
- ③ 前作業でトレースしたプラスチック蓋を標高の低い方から順に積み重ねる（写真 4・右、写真 5）。



写真 4 立体地形模型作成演習（兵庫県沼島小学校）

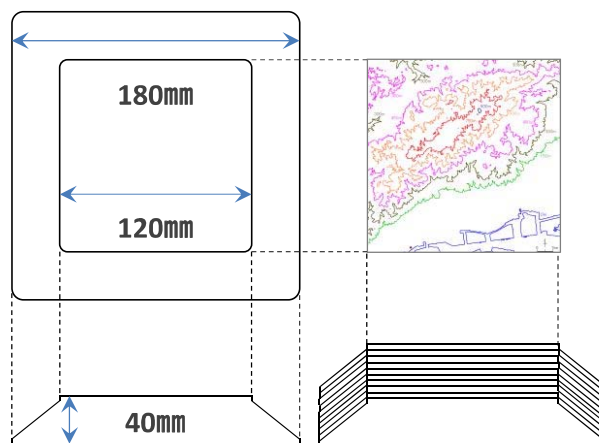


図 6 透明プラスチック容器平面図・立面図



写真5 立体地形模型（兵庫県南あわじ市・沼島）

(3) 演習用教材・地図の工夫

本演習では作業を通じて地形を立体的に把握することを重視しながらこれを「作業のみ」にとどめず、当該地域の地形を通して、災害の危険性を伝え、学ぶための工夫として、断面図（図7）の作成や旧版地形図、地質図（図8）など複数の地図を準備し、適宜、受講者からの発表を組み合わせることで、相互に理解を図る工夫を行った。また、対象地域で過去に発生した災害に関するニュース映像などの動画を準備したほか、本講義で対象とした六甲山の場合においては、地質に関して花崗岩の実物の提示を行った。講義後のアンケート自由記述においては、「六甲山の土砂災害の怖さを学ぶことが出来た」（小学校5年生）、「神戸は地震の被害だけだと思っていたけれど、土砂災害の危険性があることに気づいた」（小学校4年生）、「神戸には大きな川がないので雨が降るとすぐに水位が上がることに驚いた。今後、気を付けようと思う」（小学校6年生）等の回答が得られた。

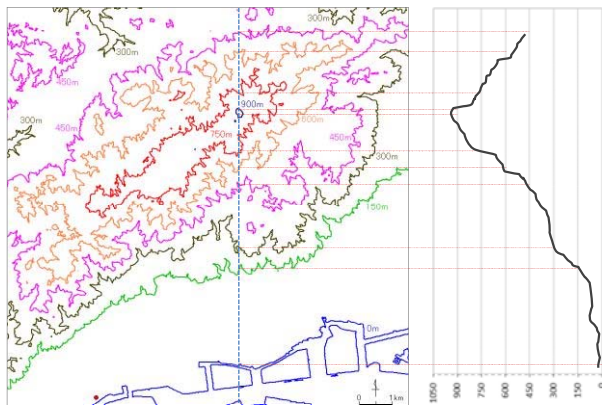


図7 等高線と地形断面図の作成（神戸市六甲山）



図8 1892年の旧版地形図と地質図（神戸市六甲山）



写真6 中国四川省防災教育フォーラムでの演習・実演

本技法は、米国NASAの衛星測量による公開データを用いることで全世界を対象に作成できることから、中国四川省で行われた防災教育フォーラム（2017年3月開催）において、筆者が講師を担当し、これによる実習・実演を行った（写真6）。

4. まとめと課題

わが国においては、災害の多発性を背景に「防災教育」の重要性は広く認知されており、教育を担当する教師・講師自身による実践的研究も蓄積されてきている。一連の取組みでは、受講する児童・生徒（子ども）が、「我がこと」として「自主的」な学びの場とすることが重要であり、この点において、本取組みでは上述の点を踏まえながら、更に、1) 地形模型の作成作業のみに終始せず、完成した模型から相互に発見した事項や災害時の留意点を話し合う相互学習方式を取り入れた点や、2) 完成模型を知識と共に、自宅へ「持ち帰り」、家族とともに話し合うという場を提供することで、大人世代への波及効果を持つという点に特徴を持つ。

また、本取組みでは、身近な部材（透明プラスチック容器蓋・食品トレイ）を用い、簡便かつ低コストで居住地域を「立体的」に作り、見ることで、特に徒歩圏内が主な生活認知領域である児童・生徒に対し、地域を広域的かつ俯瞰的にみるための「自主・体感・相互学習型」の特徴を持つ。さらに、この取組では、児童・生徒だけでなく、官（自治体危機管理部署職員）や学校教職員向けにも本講義を展開することで、技術や防災教育手法の水平展開を試みた。

演習用の等高線地形図の作成については、紙地図からの手書きによる作成も可能ではあるが、本取組みでは、オープンデータ（基盤地図情報 10m メッシュ標高データ）のほか、フリーの GIS 地理情報分析支援システムソフトを用いることで、多額のコストを要することなく、全国を対象に作成が可能である点においても利点を持つ。

本内容は学習指導要領に準拠して作成を行うことで、教育展開における新たな負荷を可能な限り軽減できる工夫を図った。今後においては、作成技法の簡便化を図ると同時に、開発教育を含めた海外における防災教育等も視野に入れた展開を図っていくことが課題である。

参考文献

- 1) 文部科学省（2017）：小学校学習指導要領・中学校学習指導要領，www.mext.go.jp
- 2) 宮下 治（2008）：理科自然体験学習の類型化と学習支援の必要性，理科教育学研究，49，97-103.
- 3) 山口一裕・斉藤亜沙実（2017）：空間認識能力を養うための地学教材の作成と活用法，日本地学教育学会講演論文集，117-118.
- 4) 地理情報分析支援ソフトMANDARA（Free Software）
ktgis.net/mandara/

六甲山の地形模型で学ぶ

中高一貫校の神戸大学付属中等教育学校(神戸市東灘区)で今年3月、中学生に当たる1〜3年生の30人が、防災教育の一環で六甲山が視覚的に分かる模型を作り、急傾斜の河川によって水害が



模型を作りながら坪井さん(左から)地形の説明を受ける生徒

起きやすい地形を学んだ。地理学に詳しい「人と防災未来センター」(同市中央区)主任研究員、坪井望太郎さん(46)が講師となった。

模型作りでは、生徒たちが15センチ四方の透明プラスチック容器のふたに、100センチの等高線を油性ペンで描く。ふたを10枚重ね合わせると、標高931メートルの六甲山の地形が立体模型のように観察できる。

坪井さんが県内の防災研修会や、防災教育などで導入を試みている手法で、生徒らは完成した模型をつぶさに見て、どんな災害が起きうるか話し合った。

坪井さんは「神戸に大きな河川はない。大雨が降ると小さい川に一気に水が流れ込む現象が起きる」と指摘。実際、神戸市内では2008年7月、灘区で都賀川の増水事故があり、河川敷で水遊びをしていた子どもたちが鉄砲水にのまれ、小学生2人、保育園児1人、大人2人が死亡した。市内は平野部が狭いため、上流の六甲山付近で局地的な大雨が発生するとすぐに水位が上昇した。坪井さんは「神戸は地震の街と言われるが、六甲山では大雨や土砂災害にも注意する必要がある」と呼び掛け、授業を受けた9年生、池田和正さんは「模型を作ったことで地形がよく分かった。通学路にも川があり、大雨の時には気を付けたい」と話していた。

【山本愛、写真も】

淡路

神戸情報大学院大学
IT専門職大学院
ITプロフェッショナルになる

情報技術研究科
情報システム専攻
(学位)
情報システム修士
専攻
専門実践教育訓練
給付金指定講座
2年間の学費のうち
最大112万円の給付可能
(給付条件あり)
説明会開催中

〒650-0001 神戸市中央区加納町2-2-7
TEL.078-262-7715
http://www.kic.ac.jp

洲本支局
〒656-0024
洲本市山手1丁目
2-12
☎ 0799(24)1660
fax 0799(24)1662
神戸総局
〒650-0035
神戸市中央区
浪花町60
☎ 078(331)4144
fax 078(331)4149
mail:kobe
@asahi.com

津波来たら…この高台へ

沼島小 立体に見える防災マップ

南あわじ市沼島の市立沼島小学校に21日、島の海岸や山などの地形を立体的に



見ることができる防災マップが完成した。子どもたちが島の地形を把握し、地震

や津波の際の避難に役立てることができれば、と「人と防災未来センター」(神戸市)の研究員が製作した。

防災マップは縦横2・5メートル。南北約2・5メートルある沼島の高低差を、10メートル間隔で色分けして表示している。立体眼鏡でのぞくと、津波の際の避難先となる高台の地形や、細い路地が入り組む港町の様子が立体的に浮かび上がる。

沼島に津波などの被害をもたらすとされる南海トラフ巨大地震などの災害に備えようと、人と防災未来センターの坪井壺太郎・主任研究員がマップを製作。21日に同小を訪れ、玄関近く

の床にマップを敷いて透明なビニールシートで覆った。

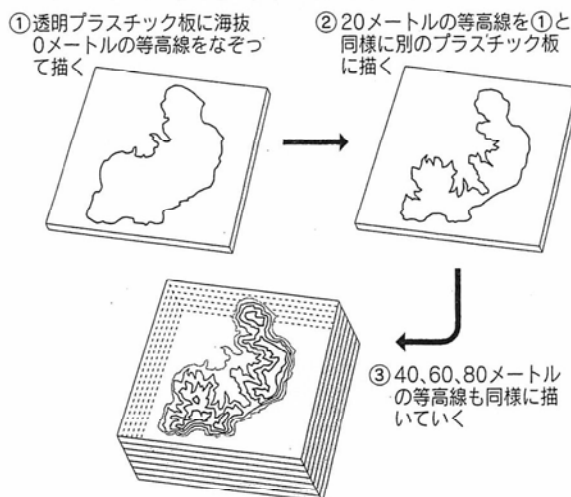
マップを眺めた同小5年の内藤美裕さん(11)は「すごく立体的に見えて面白い。学校がある場所や、どこから高い場所へ上っていくかは助かるのか分かって便利」。坪井主任研究員は「マップを通して防災の大切さを子どもたちに伝えたい。学校に来るたびにマップを見て、どこに逃げたらいいか覚えてもらえたら」と話した。

(吉田博行)

- ◆珠算検定合格者(11月26日、洲本市文化体育館)
- 【五段】森拓斗(生穂小6)
 - 【四段】山口和奏(広田小6)
 - 【四段】廣田晴菜(由良小3)
 - 【三段】伊藤実夏(二宮中3)
 - 【二段】西谷香凛(宮小6)
 - 【二段】西谷香凛(宮小6)
 - 森岡乃佳(志筑小6)

プラ板にまちの等高線 なぞると...

立体地形模型は手軽で安全に製作できる



立体地形模型 危険くつきり

自分が住むまちの地形を視覚的に捉えて災害リスクを把握しようと、透明なプラスチック板で立体地形模型を作る取り組みが注目され始めている。手軽に製作でき、土地の高低差や勾配が一目瞭然。教育現場などへの浸透に力を入れるのは阪神大震災を機に発足した人と防災未来センター(神戸市)の研究員。「防災意識を高めるきっかけにしてほしい」と話す。

出前授業 防災意識高める

「模型を上からのぞいてみる。学校が低地にあることが分かるでしょう」。1月15日、兵庫県南あわじ市の市立沼島中で行われた地理の授業。講師として招かれた同センター主任研究員の坪井聖太郎さん(46)が呼びかける。生徒は「へー、気が付かなかった」「自分の家も低いところにあるなあ」と驚きの声が上がった。

模型の材料は、坪井さんが準備した18センチ四方の透明なプラスチック板10枚。等高線が描かれている地図の上に置き、1枚目は海拔0メートル、2枚目は20メートル、3枚目は40メートル、4枚目は60メートル、5枚目は80メートルの等高線をマジックでなぞる。10枚全てを重ねて上からのぞくと、積み重なった線が立体的に浮かんで見える仕組みだ。



沼島は、南海トラフ地震が発生した場合に高さ4・4メートルの津波が到来すると想定され、学校を含め市街地は港に面した低地に密集している。同校の前川賢次校長は「模型の製作を通じて地域の地形を把握することで、生徒自身が災害発生時にどこが安全な避難場所かを判断できるようになるはず」と話す。

教育現場で地形の学習をする場合、カッターで立体地形模型の作り方を指導する坪井さん(1月、兵庫県南あわじ市)。

市)での出前授業では、六甲山の模型の製作を指導。災害という地震などに目が向きがちだが、坪井さんは「神戸市内には大きな河川がなく、海や山に近い」と地形の特徴を視覚的に理解してもらった上で、「大雨が降ると山の下の小河川に一気に水が流れ込み、川が増水する危険がある」と注意を呼び掛けた。

模型を自らの手で製作し、地形の特徴を知ることとは「災害の危険性を身をもって知ることにつながる」と坪井さん。今後も積極的に出前授業を続けていく方針で、「防災に関する教材の一つとして取り組みが広がってほしい」と話している。

出前授業では、模型製作を通して参加者に地元地形の特徴を知ってもらった上で、その土地ごとに発生するリスクが高い自然災害への備えを呼び掛けている。

17年3月に行った神戸大付属中等教育学校(神戸市)での出前授業では、六甲山の模型の製作を指導。災害という地震などに目が向きがちだが、坪井さんは「神戸市内には大きな河川がなく、海や山に近い」と地形の特徴を視覚的に理解してもらった上で、「大雨が降ると山の下の小河川に一気に水が流れ込み、川が増水する危険がある」と注意を呼び掛けた。

23 わがまち

2018年(平成30年)10月3日 水曜日

不申

淡路

■淡路総局
〒656-0026
洲本市栄町3丁目3-5
TEL...0799-22-1277
FAX...0799-23-1169
e-mail
awaji@kobe-np.co.jp

■津名支局
〒656-2131
淡路市志筑2681-15
TEL・FAX...0799-62-0237

■南あわじ支局
〒656-0436
南あわじ市八木新庄301-1
TEL・FAX...0799-42-7411

火事や事故の速報、写真、
映像提供、身近な話題、
生活情報を上記へご連絡
ください

広告のことなら

神戸新聞事業社
淡路支社
FT
AXL
00779992232041760

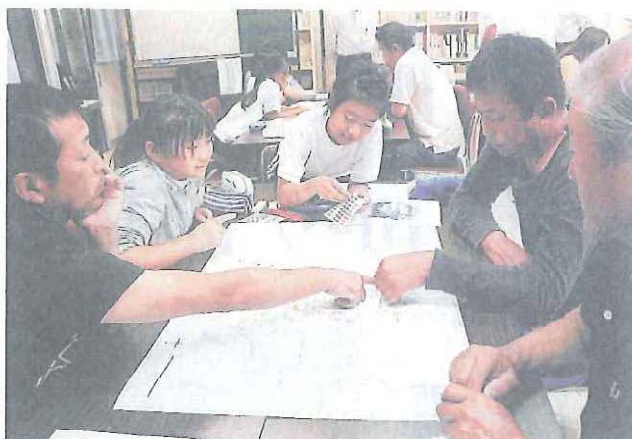
南あわじ市の沼島小学校で2日、児童と地域住民が島の地形を知り、災害時の避難方法などを考える防災学習があった。全校生徒11人と消防団員や自治会長ら計約25人が参加した。

島の想定では、離島・沼島は南海トラフ地震が発生した際、県内で最も早い44分後に津波が到達する。津波の高さは最大4・4メートルで、集落のほぼ全域が浸水する。多くの家は土砂災害警戒区域にも入っている。今回は地域住民と子どもたちが情報を共有することで有事の際に役立てようと企画した。

講師は、人と防災未来センター(神戸市中央区)でリサーチフェローを務める坪井聖太郎さん(47)が務めた。居住地区ごとに班に分かれた参加者は、自宅周辺の危険な場所や避難場所について話し合い、大きな地図に落とし込んで情報を共有。さらに津波と土砂災害では避難場所が異なることなども学び、地図を完成させた。

5年生の三宅瞳さん(11)は「津波が来ても自分や友だちの家が浸水するとは思っていなかったのでびっくりした。災害の時にどうするべきかを考えられた」。沼島地区連合自治会の島津

南あわじ・沼島小 危険な場所など情報共有



沼島の地図を使って防災を考える児童と地域住民ら＝沼島小学校

児童と住民防災学習

弘会長(77)は「子どもたちにも災害への意識を持ってもらうことで減災につながる。いい機会になった」と話した。
(赤松沙和)

台風24号で被害

洲本灘賀集線

通行止め解除

県洲本土木事務所は2

日、県道76号(洲本灘賀集

線)の洲本市由良町由良生

石―南あわじ市灘土生間

(17・5キロ)の通行止めを

解除した。
台風24号の影響で波が道

身近な危険を知ろう

沼島小 児童ら防災マップ作り

南あわじ市沼島の市立沼島小学校(児童数11人)は2日、津波や土砂災害などから身を守るための防災マップを作る授業をした。児童らや住民ら総勢約30人が参加し、災害時の身近な危険箇所や避難先を確かめながら、マップを作り上げていった。



坪井塾太郎さん(中央)のアドバイスで防災マップを作る子どもたち。南あわじ市沼島

島の地形などを把握して、災害時の避難に役立ててもらおうと実施。「人と防災未来センター」(神戸市)の坪井塾太郎・リサーチフェローがマップの作り方を指導した。

児童や住民たちは、地区ごとのグループに分かれ、沼島の地図を囲み、自宅や避難所に目印のシールを貼っていった。さらに、津波で浸水したり、土砂崩れが起きたりしそうな場所を色つきのペンで書き込んだ。

5年生の青石雪月花さん(11)は「マップを作ってみたら、津波が思ったよりも町の広い範囲にすることが分かった」。坪井さんは「自分の町をよく知っているようでも、マップを作ること、ここが危ないと気づくことがある。災害が起きたら早めに避難を」と呼びかけた。

(吉田博行)

淡路

看護・医療・教育の実績を誇る
神戸常盤大学
■保健科学部/看護学科・医療検査学科
■教育学部/こども教育学科
■短期大学部/口腔保健学科
看護学科通信制課程
神戸市長田区大谷町2-6-2