防災教育における第四紀学の貢献

—第四紀学から防災教育へのメッセージに対するコメント—

宍 倉 正 展*

第四紀学は地震、津波、火山噴火、マスマーブメントなどの現象を扱う立場から、それに由来する自然災害の起こりうる場所を事前に評価し、防災対策に役立つ多くの情報を提供することができる。また規模についてもある程度評価でき、より具体的な想定に向けた提案が可能である。それらを踏まえ、防災教育においても第四紀学は様々な貢献が期待できる。まずジオパークの整備では、自然現象のメカニズムだけでなく、人間活動との関わりについて、第四紀学から情報を発信することが災害の理解に繋がる。学校教育ではいつ起こるかわからない自然災害に対し、地域毎のリスクの認知と避難対応などの取り組みにおいて、第四紀学の知見が貢献できる部分が多い。一般市民に向けては、地形、地質、歴史といった地域を構成する要素の特性を、そこに住む人々が理解することが、地域の防災力を向上させるだろう。

キーワード：防災、第四紀学、ジオパーク、学校教育、防災リテラシー

I. はじめに

日本第四紀学会 2015 年大会シンポジウム「第四紀学から防災教育へのメッセージ」においては、5 名の話題提供者により、それぞれの立場から第四紀学と防災およびその教育に関する意見や実践例が紹介された。その内容は本特集号において、各著者によりそれぞれ紹介されている。筆者はシンポジウムにおいて、コメンテーターという立場から、全体を総括するような形で、提供された 5 つの話題の内容の中からいくつかのテーマを抽出し、自身の考えを述べさせていただいた。そこで本稿では、当日のコメント内容を「防災科学としての第四紀学」、「ジオパークを通じた防災教育」、「学校での防災教育」、「一般市民への防災教育」の 4 つのテーマでまとめ、それぞれ紹介する。

II. 防災科学としての第四紀学

1. 災害予測における第四紀学

自然災害を防ぐには、まず災害をもたらす自然現象そのものの正体を知る必要がある。自然科学の側面として

の第四紀学では、地震・津波、火山噴火、斜面崩壊等のメカニズム解明において様々な研究成果が得られ、学会等を通じて発信されている。現象の理解が防災対策の基礎データとして大きく貢献していることは論をまたないが、一方で、社会的に多くの人々が期待するのがこれらの予測である。

宮城 (2015) の中で防災科学の基本要素として取り上げられたのが、災害の発生予測におけるどこで(場所)、いつ(時期)、どれくらい(規模)の 3 要素である。この中で宮城 (2015) は「どこで」の予測を第 1 に取り上げ、災害回避行動における重要性を指摘している。場所の予測は第四紀学が最も大きく貢献できる部分である。災害が起きうる場所というのは、過去に実際に災害が起きた、あるいはそれをもたらす自然現象が地形や地質に痕跡として記録されている場所である。例えば活断層沿いや海溝沿いでは過去に地震が発生し、将来も再び起こることは予めわかっている。実際に被害をもたらすような強震動は液状化などの痕跡で、津波は津波堆積物で、それぞれ予め被災しうる場所を知ることができる。火山噴火も地質調査から過去の溶岩流や火砕流の到達範囲がわか

2016 年 2 月 4 日受付、2016 年 3 月 29 日受理。

* 産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第 7。E-mail : m.shishikura@aist.go.jp

るし、斜面崩壊も地形を調査すれば崩壊履歴や将来の崩壊のポテンシャルを測ることができる。いわゆるハザードマップの基となる情報は、ほとんどが第四紀学の手法で提供することができるのである。それに基づいて、災害が起こりうる場所を周知することにより、実際の災害回避行動に繋がると期待されている。もちろん地形・地質調査で事前に全てを網羅できると過信せず、それまで知られていなかった場所で災害が起こりうることに留意しなければならない。

予測の三要素のうち、一般的には「いつ」の予測が最も期待されているが、数日～数週間前に予め発生の時期を知るいわゆる直前予知は、いずれの現象とも非常に難しい。特に地震予知に関しては現状ではほとんどできていない。火山噴火は地震と比べて前兆現象が捉えやすいとみられるが、2014年木曾御嶽山の噴火災害のように、噴火現象としては比較的小規模なケースでは前兆がわかりにくく、やはり直前予知は難しい。一方で長期的な視点に立てば、地震や火山噴火等については発生サイクルを検討することで、数十年といった時間スケールでの予測はある程度可能であろう。過去の発生履歴の解明は第四紀学の得意とするところの一つである。

最後に「どれくらい」の予測であるが、基本的には「どこで」の予測と同様に、過去の現象を第四紀学の手法によって解明していくことが最も効果的であろう。例えば2011年東北地方太平洋沖地震がもたらした東日本大震災では、「想定外」という言葉が多く聞かれたが、実は仙台平野などの津波浸水範囲は、事前に津波堆積物調査から復元された869年貞観地震による津波とほぼ同じ規模であったことがわかっている(Sawai *et al.*, 2012; Sugawara *et al.*, 2013など)。つまり少なくとも仙台平野については、貞観地震の再来を想定していれば、津波浸水の場所と規模はおおよそ予測できたと言える。しかし一方で、地形・地質に残された痕跡が示す規模と実際の現象の規模との不一致もありうる。2011年東北地方太平洋沖地震においても津波堆積物の分布と実際の浸水域との違いが指摘されている(Abe *et al.*, 2012; 穴倉ほか, 2012など)。したがって規模の予測の高精度化においては、現在に残されている痕跡からより多くの情報を引き出す手法や新たな痕跡の検出方法の開発が必要であるとともに、シミュレーション技術も向上させながら過去の現象を復元していくことが求められる。

2. 災害想定における第四紀学

東日本大震災を教訓に、行政の防災対策は、想定外をなくすということを目標とするようになった。想定外を

なくす上ですぐにできる対応は、予め最悪の状況を想定することである。国内観測史上最大のマグニチュード9.0という規模に印象付けられ、より巨大なものへの対策を求める要望が社会から突きつけられた結果、行政では最大クラスと呼ばれる巨大な震源・波源が想定されるようになった。例えば南海トラフの地震・津波想定(内閣府, 2012など)では、津波高は最大で34m(高知県黒潮町)に達するとされている。筆者が南海トラフ沿岸の自治体関係者や学校関係者から聞く話では、従来の想定と比べてあまりにも大きい想定のため、対応に苦慮している様子が伺える。防災教育という観点からみると、本来は避難行動などをより積極的に推し進めるはずの想定が、逆に何をしてもどうせ無駄というあきらめの気持ちにさせてしまっているのだ(孫ほか, 2014)。

最大クラスの想定は、科学的に考えうる最大規模とされているが、あくまでも仮定を積み重ねていった結果であり、実際に過去にそのような現象が生じたという証拠はない。地元の声を拾っていくと、仮定の計算値よりも実際に過去に生じた証拠の方が説得力があり、防災に関する様々な対応の目安にしやすい、人々の避難行動を促しやすいという。既往最大で想定した結果が東日本大震災の想定外になったとも言えるが、前節で述べた貞観地震の研究例もあることから、第四紀学の手法によってできるだけ過去に遡って最大規模の現象を具体的に解明することが、より現実的な想定に繋がると期待される。例えば津波堆積物調査においては、目に見える痕跡の規模だけで波源の規模を測るのではなく、過去を通じて確実に浸水していない場所を明確にすることも重要であり、痕跡のある場所との間で浸水規模の上限を決めることにより、より信頼性の高い情報を提供することができる(Shishikura, 2014)。

III. ジオパークを通じた防災教育

近年、日本各地でジオパークの整備が進んでいるが、宮城(2015)や藤岡(2015)の中では、ジオパークでの防災教育について述べられている。ジオパークは一般の方々への地学現象への理解を促すことを基本としているが、同時に防災教育の側面も大きい。特に東日本大震災後に認定された三陸ジオパークでは、津波の脅威を伝えるための震災遺構などの整備が進んでおり、自然災害の実態を伝える上では重要であろう。宮城(2015)によれば栗駒山麓ジオパーク構想において、防災・減災を実現するために、地元小中学校の児童生徒を対象にした防災教育に向けて積極的に活動しているという。また藤岡

(2015) では、ジオパークの地学的な面だけでなく、産業遺産について科学技術を社会的な立場からも取り上げる観点や地域活性化に向けてのフィールドとしても取り扱われることが期待されると述べている。

ジオパークの役割として、自然現象としての地震、津波、火山噴火などのダイナミクスと同時に、我々にもたらす恵みといった面も伝えていく必要がある。特にジオパークの多くは火山を含むため、噴火の脅威と温泉など自然の恵みの両面を知るためには格好の教材となる。地震や火山噴火は災害をもたらす怖いもの、というイメージを植え付けるのでなく、人間にとって自然の恵みを享受できる住みやすい土地が、同時に地震・津波災害や噴火災害のリスクを抱えた場所であるということを学ぶ上で、ジオパークの役割は大きい。ジオパークの整備は地元経済の活性化に繋がることも恵みの一つの側面であるので、地元住民が地震・津波や火山と共存していく意識を醸成していく上で重要であろう。

ジオパークの整備の中でもう一つ強調したいのは、災害とともに生きてきた人間活動の歴史を伝えることである。歴史学や考古学の面からも自然災害に関する成果をジオパークを通じて啓発していくことが望まれ、そこにも第四紀学が大きく貢献できると考えられる。ジオパークの内容は自然科学の要素が大きい印象があるが、歴史学や考古学の手法から解明できる自然現象やそれに対して人々がどのように被害を受け、そこから復興していったかを学べるよう、より一層の整備を進めて行くべきであろう。そこでは是非、地元の郷土史家の活躍を期待したい。筆者は歴史地震研究に携わる上で、地元郷土史家の持つ情報の豊富さと精緻さにはいつも驚かされる。その一方で、それらの貴重な情報が地元の防災教育に上手く活かされていないことにももどかしさを感じており、ジオパークを通じた活用が強く望まれる。

IV. 学校での防災教育

学校での防災教育では、自然現象を扱う理科的な側面や、発災前、発災時および被災後の対応などを扱う総合的な側面など、いくつかの要素がある。第四紀学の貢献という立場からみると前者に重点があるように感じるが、子どもたちの命を守ることを大前提とすると、基本的には後者がより重要となる。自然現象の理解は、後者をより効果的な結果に導くための基盤であり、かつ促進剤となるものと期待される。

シンポジウムでは、井村 (2015) と卜部 (2015) によって学校の防災教育について実践例が紹介された。井村

(2015) によると志布志市通山小学校^{とおりやま}での避難訓練は、授業中だけでなく登下校中や昼休み中など、様々な場面で取り組んだという。学校の避難訓練にありがちなのは、昼間の授業中という 1 つのケースのみの訓練である。しかしそれだけでは、授業中以外の状況の時に発災した場合、どうして良いかわからず、思考停止状態になってしまう可能性が高い。避難訓練はあらゆる季節のあらゆる時間帯を想定して行われるべきであり、実際に文部科学省も東日本大震災後にこれを推奨している (文部科学省, 2012)。その際、対応に迷う、いわゆるマニュアル化できないようなシチュエーションが多く出てくるだろう。しかし訓練とは、そのような状況を普段から考えておくために行うものであるし、そのような状況に対処する力をつけることが本来の目的であろう。またこれらを通じて、自然現象は人間の都合に関係なく、いつ起こってもおかしくないということの理解にも繋がると期待される。

学校の防災教育には一定のマニュアルも必要であるが、一方で学校ごとにその地理的条件によって起こりうる災害も変わることから、マニュアル一辺倒では想定外の事態が生まれかねない。津波のリスクの高い海岸沿いであったり、洪水のリスクの高い河川沿いであったり、斜面災害のリスクの高い山間部であったり、火山噴火の直接的な影響の及ぶ地域であったり、学区によってリスクも異なる。またその地域の過去の災害事例から学ぶことも数多い。井村 (2015)、卜部 (2015) はともに第四紀学の研究者として、そのような観点からの防災教育を鹿児島県、新潟県でそれぞれ実践している。地域のハザードの情報などの素材提供においては、第四紀学が大きく貢献できるところである。一方で学校側としても専門家任せではなく、少なくとも各自治体の教育委員会の単位で地域の特性を活かした独自の取り組みを行い、できれば学校単位で想定されるリスクを整理していくことを望みたい。

また地域の特性を活かした防災教育は、未就学児から小中高と継続的に行われるとより効果的であり、それぞれの発達段階に応じた対応がなされることが望ましい。自分の身を守ることに重点を置く低年齢期に対し、小学校の高学年や中学高校の生徒に対しては、今すぐ起こりうる災害だけでなく、長期的にみて 20~30 年後に地域の社会で中心となって防災に貢献する人材となるための教育があっても良いだろう。これは実際に宮城県南三陸町の歌津中学校において実践されている (防災教育チャレンジプラン, 2012)。また例えば南海トラフの巨大地震

は歴史的にみて最短で90年で再来しているが、単純に計算すると、1944年昭和東南海および1946年昭和南海の地震からの経過年数は2034年および2036年で90年となり、満期に達する。その頃の自分を想定した防災教育というのも、南海トラフ沿いの沿岸地域の学校では必要と思われる。

V. 一般市民への防災教育

筆者は地震や津波を専門的に研究していることから、自治体の主催する一般市民向けの防災講演などで話す機会が多い。特に東日本大震災以降は、一般の方々の防災に対する関心は高く、そのような講演会には毎回多くの方が集まる。しかし研究者が地震や津波の発生のしくみについてひと通り話したところで、関心を持つ人は残念ながら少ない。地震の専門家から聞きたいことはメカニズムではなく、結局のところ「いつ地震が起こるか?」「そのとき自分の家は大丈夫か?」ということに尽きる。地震の専門家は事前に大地震の発生を密かに知っていると、本気で信じている人が少なからずいるのである。II章で説明したように直前予知は難しいのだが、それでも地震の発生を事前に知りたいという欲求は仕方のないことではある。ではもし仮に、数日とか数週間以内に地震が起こる可能性が高いとわかったら、一般の方々はどうか? 来るべき地震に備え、揺れても大丈夫なように家の中で倒れそうなものをどかしたり、家具の固定をしたり、被災しても大丈夫なように水や食料を備蓄したりするのではないだろうか? でもそれは地震がいつ起こるうが関係なく、普段からできる備えである。実際に講演の際、「地震の発生に怯えるのであれば、自宅の家具は耐震固定していますか?」と質問をすると、ほとんど手が上がらないというのが実情である。

このほかにも講演の際に、その地域の自治体が配布するハザードマップをスライドで見せると、急に真剣な目つきになり、自分の家の位置を確認しようと凝視する人がいる。ハザードマップの存在を知らなかったり、知っていてもきちんと確認していなかったりするのだろう。ハザードマップの周知は行政や我々専門家が努力していかなければならないのであるが、事前にハザードマップをきちんと確認している人でも、自分の家が被災するかどうかしきりに気にしておらず、例えば津波の想定浸水域からわずかでも外れていればそれで安心して防災時の対応を何も考えていない場合もある。ハザードマップの津波浸水域はもちろん様々な根拠を持って想定されているのだが、シミュレーションに用いるパラメータには不確定

要素も多く、その数字が少しでも変われば、安心していた地域も簡単に浸水域になりうる。またもし仮に被災せずに済んだ地域も、すぐ近隣の被災地域から避難してくる人を受け入れる体制を覚悟しなければならないのである。

このように一般の方々の防災に対する関心は高いのだが、一方で具体的な対策をしたり、発災時の対応を真剣に考えたりしている人は少ないのが現状である。多くの市民が、防災対策は行政に依存している状況であり、発災時でも行政の指示待ちということになるのだろう。自ら行動できるよう、防災に関する市民のリテラシー向上が望まれるところである。

これまで述べてきたように、第四紀学では地域の自然環境とその成り立ちを説明する立場にあるが、防災においてもまずはその地域がどのような災害に遭ってきたか、またそもそもその地域は各種災害に対してどの程度の脆弱性があるのかなど、そこに住む住民が知っておくべき情報を提供することができる。植木(2015)は一般市民向けの講演において、地形図や空中写真を用い、市民自らが地形発達史を読み解く目を養えるように配慮した取り組みを実践している。

多くの方々は自分たちの居る場所がどのような成り立ちかを知る機会がほとんどない。このため、例えば津波浸水や河川氾濫といったリスクに対して、海岸や河川からの距離、海面や河床面に対する地盤の高さといった基本情報も、ほとんどの住民はまったく知らないとか、気にしたこともないということが普通である。これには我々専門家によるアウトリーチの努力が必要なのであるが、全ての人々のリテラシーを上げることは容易ではない。そこで前述の植木(2015)の取り組みが注目される。それぞれの地域で地形発達などに関心を持つ者が一人でも増えれば、自主防災組織など自治会レベルでの防災力向上が期待できる。また行政の職員など、市民目線から地域(地形、地質、歴史)を見る目を持った人材を育成していくことも必要であろう。そこから裾野を広げて、それぞれの地域住民が自分たちの居る場所のリスクを周知できるようにするとともに、発災時はそのような人材が積極的に行動することで、住民全体の避難行動を促すことに繋げられることが理想である。

VI. ま と め

本稿では5人の講演者に対するコメントという立場で、各講演者の内容の中からテーマを抽出し、防災教育に対する第四紀学の貢献という視点から、私見を述べさ

せていただいた。まず防災において基本情報となる災害予測と想定について、第四紀学の手法で提供できることを紹介した。ジオパークでの防災教育については、自然がもたらす災害と恵みの両面について学べること、特に歴史学や考古学に基づいた災害の歴史から過去の災害対応や復興について知ることの大切さを述べた。学校における防災教育では、いつ来るかわからない自然災害に対応した避難行動と学校ごとのリスクの認知、また児童生徒の 20~30 年後を見越した教育の重要性について指摘した。最後に一般市民への防災教育では、防災に関するリテラシーの向上の必要性について説明し、市民が地域(地形、地質、歴史)を見る目を持つことと、それを率先する人材の育成が地域の防災力向上に繋がることを述べた。

それぞれ異なるテーマで述べたため、まとまりのない構成になってしまったが、共通することは地域とその歴史(地質時代としての歴史を含む)を知ることが防災・減災において重要であるということである。第四紀学は自然現象と人間活動の両面の研究を兼ね備え、地域の特性に関する情報を数多く提供することができ、防災・減災に大きく貢献することができる分野といえる。今後も第四紀学の専門家が防災教育の現場で活躍できる機会が増えていくことを望みたい。

謝辞 日本第四紀学会 2015 年大会シンポジウムにおいてコメントを述べる機会を与えていただき、本稿を投稿するきっかけをいただいた久保純子氏、植木岳雪氏には心より感謝申し上げます。

引 用 文 献

- Abe, T., Goto, K. and Sugawara, D. (2012) Relationship between the maximum extent of tsunami sand and the inundation limit of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Sendai Plain, Japan. *Sedimentary Geology*, 282, 142-150.
- 防災教育チャレンジプラン (2012) 2011 年度南三陸町立歌津中学校最終報告書. <http://www.bosai-study.net/2011houkoku/data/houkoku8.pdf>, 2016 年 2 月 1 日閲覧.
- 藤岡達也 (2015) 持続可能な社会と地域防災, 学校防災—なぜ自然災害の悲劇は繰り返されるのか, 防災教育の限界と希望—. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 45, 38-39.
- 井村隆介 (2015) 防災教育で何を教えるか?—学校と地域の連携: 霧島市と志布志市での実践例をもとに—. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 45, 40-41.
- 宮城豊彦 (2015) 第四紀学を踏まえて作る地域防災・減災の処方箋はあるか. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 45, 36-37.
- 文部科学省 (2012) 学校防災マニュアル(地震・津波災害)作成の手引き. http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anken/1323513.htm, 2016 年 2 月 1 日閲覧.
- 内閣府 (2012) 南海トラフの巨大地震モデル検討会・南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告). 44 p, (http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/pdf/1st_report.pdf), 巻末資料, 183 p, (http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/pdf/kanmatsu_shiryou.pdf), 2016 年 2 月 1 日閲覧.
- Sawai, Y., Namegaya, Y., Okamura, Y., Satake, K. and Shishikura, M. (2012) Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology. *Geophysical Research Letters*, 39, L21309, doi:10.1029/2012GL053692.
- Shishikura, M. (2014) Recent issues in Japan for forecasting subduction zone great earthquakes by paleoseismological study. *Journal of Disaster Research*, 9, 330-338.
- 穴倉正展・藤原 治・澤井祐紀・行谷佑一・谷川晃一朗 (2012) 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の仙台・石巻平野における分布限界. 活断層・古地震研究報告, 12, 45-61.
- 孫 英英・近藤誠司・宮本 匠・矢守克也 (2014) 新しい津波減災対策の提案:「個別訓練」の実践と「避難動画カルテ」の開発を通して. 災害情報, 12, 76-87.
- Sugawara, D., Imamura, F., Goto, K., Matsumoto, H. and Minoura, K. (2013) The 2011 Tohoku-oki earthquake tsunami: Similarities and differences to the 869 Jogan tsunami on the Sendai plain. *Pure and Applied Geophysics*, doi: 170, 831-843, 10.1007/s00024-012-0460-1.
- 植木岳雪 (2015) 危機管理からみた防災教育: 第四紀学の視点…防災に関する一般市民向けの講演の事例から. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 45, 44-45.
- 卜部厚志 (2015) 中学生にむけた防災教育の取り組み—地域の地震と洪水リスクを考える試み—. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 45, 42-43.

Contribution of the Quaternary research in the education of disaster prevention : Comments for messages to disaster prevention education from Quaternary science

Masanobu Shishikura*

Quaternary research can provide much useful information to prevent natural disasters by evaluating site hazards because it treats the phenomena of earthquake, tsunami, volcanic eruption and mass movement. It can also evaluate the magnitude of such phenomena, and can propose concrete assumptions for disaster prevention. Based on the above, we can expect various contributions for the education of disaster prevention from Quaternary research. In the promotion of the

Geopark, it helps to understand the relationship between natural disasters and human activities. In school education, information on Quaternary research contributes to recognizing the risks in each area and helps to plan actions for evacuation against an unexpected situation. In education for citizens, if the local residents understand the characteristic of geomorphology, geology, and history in each area, it will improve the potential for local disaster mitigation.

Keywords : disaster prevention, Quaternary research, geopark, school education, literacy

* Geological Survey of Japan, AIST. Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, 305-8567, Japan. E-mail : m.shishikura@aist.go.jp