

防災教育のための理科教育

高橋 治郎

(理科教育講座地学教室)

(平成15年10月23日受理)

Science Education for Education of Disaster Prevention

Jiro TAKAHASHI

キーワード：地震災害，南海地震，防災教育，理科教育

はじめに

1995年1月17日の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）後，西南日本が地震の活動期に入ったと認識され，四国四県をはじめ日本各地で活断層調査が実施されるとともにプレート境界地震である南海地震や東南海地震への備えの必要性が指摘された。日本全土が地震の活動期を迎えることになったのである。そうした中，活断層の存在しなかった，少なくとも地表では観察できていなかった鳥取県西部で2000年10月6日に地震（マグニチュード：M7.3）が発生した。さらに，2001年3月24日には芸予地震（M6.7）が，また本（2003）年5月26日に宮城県沖の地震（M7.0）が，そして7月26日には宮城県北部地震（M6.2）が発生した。こうしたいわゆる内陸部での地震が頻発する一方，今世紀前半にも発生の恐れがある「東南海」，「南海」両地震について，中央防災会議の専門調査会は本（2003）年4月17日，2つの地震が同時に発生した場合の被害想定をまとめ，公表した。7月25日には東南海・南海地震の防災対策を進めるための東南海・南海地震対策特別措置法が施行された。これを受け，政府は7月28日の中央防災会議で防災対策を強化する防災対策推進地域の指定基準づくりや地域の選定を専門調査会（座長・土岐憲三立命館大教授）に諮問し，この答申が9月17日に公表された。公表された「防災対策推進地域」の指定案に盛り込まれた市町村は，1都2府18県の497市町村に及び，マスコミは「東海・東南海・南海など3地震同時発生なら死者想定最悪2万8千人」などと言う見出しで報じた。これは当然のことながら，先の東南海，南海の2つの地震が同時に発生した時の被害想定（最大で2万人以上が死亡，63万戸の家が全壊，経済損失は約56兆円）より格段に大きいものである。

（本稿を書き上げた直後の9月26日早朝，平成15年十勝沖地震（M8.0）が発生し，27日午

前0時までのまとめで443人（その後500人超）が負傷し、約2万人が避難するなどした（朝日新聞9月27日付）。本地震は、プレート境界地震であり1.3m（場所によっては4m）の津波を伴った。また、製油所のタンク火災が発生した。）

本稿では、これまでの地震災害を振り返りながら、2003年9月17日の答申を踏まえ、防災教育のための理科教育の役割について考えてゆく。

中学校理科における防災教育

筆者は、地震災害や斜面災害の調査・研究に携わってきているが、とくに地震災害については学校教育において徹底的な防災教育をおこなう必要があると考えている。したがって様々な機会を利用して、「授業中に地震が起こったらどうする？」とか、「災害時における理科教師の役割」、「地震への備え」、「被災した児童の合同学校生活の様子」、「学校の役割」等々について発言してきている（高橋ほか、1999、2002、2003；菊地ほか、1999；高橋、2002、など）。

現行の「中学校学習指導要領」での「理科」における「災害」についての学習内容は、[第2分野]の「(7)自然と人間 イ 自然と人間」に示されている。それは、「(ア)自然がもたらす恩恵や災害について調べ、これらを多面的、総合的にとらえて、自然と人間のかかわり方について考察すること。」であり、「・・・記録や資料を基に調べること。「災害」については、地域において過去に地震、火山、津波、台風、洪水などの災害があった場合には、その災害について調べること。」（大蔵省印刷局編、1998）とある。また、「中学校学習指導要領（平成10年12月）解説 - 理科編 - 」では、「広く情報を収集して判断する力や能力を身に付けさせることが大切で」、「自然災害のうち、地震について、例えば、その記録からその地震によって生じた現象と被害の特徴を整理することが考えられる。これらを基にして、その地震で生じた現象と被害の特徴をとらえるとともに、生じた現象と被害との関係を自然と人間のかかわり方という観点で考察させ、その被害を最小限に食い止める方策を探る拠り所とすることが考えられる。・・・中略・・・、津波については、例えば、その基になる地震の規模、震源、津波が襲来した地域や波の高さなどと被害との関係を考察させるような学習が考えられる。・・・」（文部省、1999）と解説している。

筆者は、こうした学習をとおして、

- ①地域の自然環境や自然災害を知る、
- ②自然災害のメカニズムを知る、
- ③自然災害が発生した時、状況に応じて自らの安全を確保できる、
- ④常日頃から災害に対する備えを万全にし、他の人々と協力して災害を乗り切ることのできる能力を身に付ける、

ことが肝要であると考えている。これらは理科教育のねらいそのものである。

歴史に学ぶ

我が国には地震に関する記録が古くからあり、いつ、どこで、どのような地震があったかと言うことがかなり詳しく分かっている。しかし、戦国時代など世の中が騒然としていた時代には地震記録が残されていない。高知県などに大きな被害をもたらせた南海トラフ沿いの巨大地震

震については「日本書紀」の天武天皇13(684)年の項に「津波来襲して土佐の船多数沈没。土佐で田苑50余万頃(約12km²)沈下して海となった」(国立天文台編,2002)などの記録がある。これは南海トラフ沿いの地震,すなわち,いわゆる南海地震(白鳳地震)の記録としては最古のものである。また「宝永津波溺死之塚」(須崎市)などの記録もある。愛媛県においては,地震によって道後温泉が止まった(「道後温泉」編集委員会編,1982;高橋,2003)などという各種の古文書とともに,三輪田米山日記(高橋・菊川,2000)などが地震の記録をとどめている。

地震記録などが残るためには文字を書くことのできる人がいたということであり,またその文書が焼失などすることなく今日まで保存されてきたからである。こうした貴重な地震記録は,「新編日本被害地震総覧」(宇佐美龍夫著)や「理科年表」(国立天文台編),各地の市町村史(誌)などに時代順にまとめられている。なお,市町村史(誌)は地域を知る上で実に有用な書籍である。これらを通観してゆくと次のようなことが分かる。この作業は資料さえ整っていれば,中学生でも容易に同様の結論を導き出せるものである。

- 日本は至る所で地震が起こっている。
- 震源に着目すると地震には周期性がある。
- 東海・東南海・南海の3地震はほぼ同時に発生している。
- 地震の規模が同じでも時代とともに被害が増大している。

以下,上記の4点に着目して検討してゆく。

地震発生メカニズム

日本は至る所で地震が起こっている。

地震は,岩石が歪みエネルギーによって破壊されたときの震動であり,破壊は断層としてその痕跡を残す。日本列島は,太平洋プレートやフィリピン海プレート,北アメリカプレート,ユーラシアプレートの4つのプレートのぶつかり合う位置にある。したがって,地震活動や火山活動が活発で,地殻変動の激しい場所である。

地震は,火山性のものを別にすれば,「プレート境界地震(海溝型地震)」と呼ばれるプレートとプレートの境界で発生するものと「プレート内地震(内陸直下型地震)」と呼ばれるプレートの内部で発生するものがある。話題になっている南海地震や東南海地震は「プレート境界地震」,一方,兵庫県南部地震や鳥取県西部地震,芸予地震は「プレート内地震」である。

南海地震は,南のフィリピン海プレートが北のユーラシアプレートの下に潜り込むことによって発生する。すなわち,年間4cm程の速度で北西方へ潜り込むフィリピン海プレートによって四国の載るユーラシアプレートが引きずり込まれるように撓み,撓みに限界がきた時,撓んでいたユーラシアプレートの先端が跳ね上がることによって地震が発生する。これを弾性反発説と呼んでいる。プレートが跳ね上がると海水を持ち上げることになり,これにより津波が発生する。南海地震においては,太平洋側の地域では地震動被害より津波被害の方が大きいことが多い。

震源に着目すると地震には周期性がある。

プレートの潜り込む際の応力が撓みを生じさせるので,この撓み(=歪み)に使われるエネルギーの蓄積量は時間に比例して大きくなる。そして,ある限界値を超えれば2つのプレート

は接合しておれず、陸側のプレートが跳ね上がることになる。これが地震を発生させるメカニズムで、前述の歪みエネルギーの蓄積時間と限界値の関係から地震発生に周期性が生じることが理解される。ちなみに南海地震は、90年～150年の周期で発生していることが歴史記録から分かっている。また南海地震の規模は、通常 M8.4であるが、前回1946（昭和21）年12月21日の地震では M が8.0と通常のものより小さかったので、地震エネルギーをすべて放出せず残っている分があり短い期間、すなわち90年ぐらいで次の地震を引き起こす歪みエネルギーを蓄積するものと考えられている。したがって1946 + 90 = 2036年には次の南海地震が起こることになる。これが「今世紀前半にも発生の恐れがある南海地震」という表現の根拠なのである。なお、2001年9月に政府の地震調査委員会は、南海地震が今後30年以内に起こる確立は40%程度であるという評価を公表している。

東海・東南海・南海の3地震はほぼ同時に発生している。

1605年の「慶長地震」や1707年の「宝永地震」などでは、東海・東南海・南海の3地震が連動して発生しているし1854年には、安政東海地震が発生した32時間後に南海地震が連続して発生している。さらに、1944年に東南海地震が、そして2年後の1946年には南海地震が発生し、太平洋側を中心に甚大な被害をもたらせた。

このように、東海、東南海、南海の3地震が同時に発生する可能性があり、中央防災会議の専門調査会は2003年9月17日、同時に発生した場合（M8.7）、発生時刻などで被害状況は変わるものの、最悪の場合、死者は約2万8000人、震度7の激しい揺れや10メートルを超える津波で約96万棟の住宅などが全壊、経済被害は約81兆円に達するという被害想定を答申した。

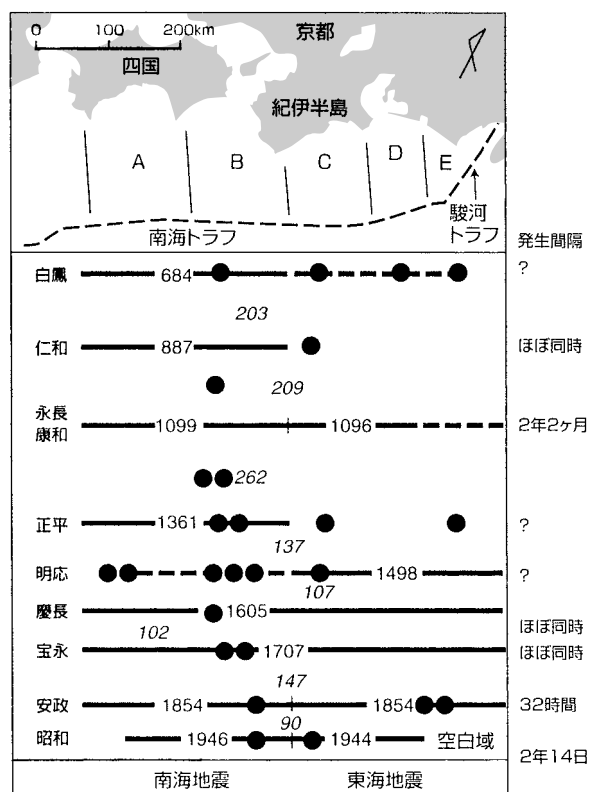


図 記録に残る南海トラフ沿いに発生した地震

進化・大型化する地震災害

地震の規模が同じでも時代とともに被害が増大している。

時代とともに地震被害が増大している理由は、人口の集中、すなわち都市化の進行に伴う被災者の増大と建築構造物の変化及び大型化、軟弱地盤地の利用、地震後の火災、等によるものである。地震災害は生活スタイルの変化にともない、確実に時代とともに進化、大型化しているのである。不幸にも1995年の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）によって私達の生活基盤がいかに脆弱であるかを思い知らされたが、残念ながら何の対応もできずにいる。現在、私達は電気が止まれば水道も止まり、トイレも使えなくなる生活をしている。そして電気やガスが供給されなければ煮炊きすらできないのである。現在、私達は自活できない社会に生きているの

である。

また近年は、都市部においては「隣は何をする人ぞ」とすら思わず、「向こう三軒両隣」の近所付き合いも崩壊している。しかし、兵庫県南部地震で大半の家屋が倒壊した淡路島の北淡町では助かった近所の人達は、「〇〇さん夫婦はこのあたりで寝ていたはず」等々と下敷きになっている人達をいち早く助け出し、被害を最小限に食い止めている。「遠くの親戚より近くの他人」なのである。こうした実話をもとに、近所付き合いや「共助」の大切さを教えたいためである。

東南海・南海地震防災対策特別措置法に基づく「防災対策推進地域」の指定案

東南海、南海両地震の防災対策を検討している中央防災会議の専門調査会は2003年9月17日、突発的に東南海と南海の2つの地震が起きた際、震度6弱以上の揺れや3メートル以上の津波に見舞われる可能性が高く、建物の耐震化や避難経路の再構築などが必要な「防災対策推進地域」の指定案を決め、公表した。案には、東は東京都の八丈町や小笠原村から西は宮崎県の南郷町までの主に太平洋、及び瀬戸内海沿岸などを含む21都府県、497市町村が盛り込まれた。その数は、東海地震の「強化地域」に指定された自治体数255市町村のほぼ2倍に達した。この「防災対策推進地域」の指定は、2003年7月25日に施行された「東南海・南海地震防災対策特別措置法」に基づくもので、予知ができず、突発的に発生する東南海、南海の2つの地震に備えて、自治体の防災対策の推進と住民の防災意識の啓発を促すためである。

防災対策推進地域に指定された各自治体は地域防災計画を見直し、消防用施設や防波堤などの整備、津波からの避難方法などを定めなければならない。また、現在あまり進んでいない学校や病院などの耐震診断とこれに基づく耐震化・耐震補強や避難経路などの対策を早急に講じる必要がある。なお、学校や病院などでは、建物の耐震化・耐震補強をおこなうに際し優先的に国の補助が得られるようになる。

現在、多くの学校の建物は耐震診断すらおこなわれていない。予算措置を早急にとって、学校の耐震診断に基づき耐震化・耐震補強をおこなわなくてはならない。

なお、「防災対策推進地域」の指定案に盛り込まれた市町村の内、四国4県関係は以下の137市町村である。

徳島県：38市町村

徳島市、**鳴門市**、**小松島市**、**阿南市**、勝浦町、上勝町、佐那河内村、石井町、神山町、**那賀川町**、羽ノ浦町、鷺敷町、相生町、上那賀町、木沢村、木頭村、**由岐町**、**日和佐町**、**牟岐町**、**海南町**、**海部町**、**穴喰町**、**松茂町**、北島町、藍住町、板野町、上板町、吉野町、土成町、市場町、鴨島町、川島町、美馬町、半田町、貞光町、木屋平村、三野町、三加茂町

香川県：7市町

高松市、**さぬき市**、**内海町**、**牟礼町**、**庵治町**、仲南町、高瀬町

愛媛県：46市町村

松山市、今治市、**宇和島市**、**八幡浜市**、西条市、大洲市、伊予市、北条市、東予市、土居町、小松町、丹原町、大三島町、重信町、川内町、久万町、面河村、小田町、松前町、砥部町、**広田村**、中山町、双海町、長浜町、内子町、五十崎町、肱川町、**河辺村**、**保内町**、**三崎町**、**三瓶町**、**明浜町**、宇和町、野村町、城川町、**吉田町**、三間町、広見町、松野町、**日吉村**、**津島**

町，内海村，御荘町，城辺町，一本松町，西海町

高知県：46市町村

高知市，室戸市，安芸市，南国市，土佐市，須崎市，中村市，宿毛市，土佐清水市，東洋市，奈半利町，田野町，安田町，北川村，馬路村，芸西村，赤岡村，香我美町，土佐山田町，野市町，夜須町，香北町，吉川村，物部村，本山町，大豊町，鏡村，土佐山村，土佐町，伊野町，春野町，中土佐町，佐川町，越知町，窪川町，大野見村，東津野村，葉山村，日高村，佐賀町，大正町，大方町，大月町，十和村，西土佐村，三原村

* 明朝体（標準）：地震動の基準，アンダーライン付：津波による基準，ゴシック体：地震動及び津波による基準，イタリック体：防災体制の確保の観点による指定

このように四国4県だけでも多くの市町村が防災対策を講じなければならないのである。ここにハード面の整備・対応とともにソフト面，とくに防災教育の必要性和重要性があり，理科教育からの対応が急がれる所以である。

理科教育からの防災教育

これまで述べてきたように近い将来，南海トラフ沿いで地震が起こることは確実なのである。残念ながら私達は次の南海地震や東南海地震を避けることはできない。では，こうした巨大地震に備えて理科教育は何を，どう担わなければならないのであろうか？ 以下，このことについて考えてゆく。

すでに述べたように，筆者は，理科教育において，①地域の自然環境や自然災害を知る，②自然災害のメカニズムを知る，③自然災害が発生した時，状況に応じて自らの安全を確保できる，④常日頃から災害に対する備えを万全にし，他の人々と協力して災害を乗り切ることのできる能力を身に付けることが大切であると考えている。こうした知識や能力は，まず教える教師自らが会得する努力をしなければならないものである。その努力を踏まえて生徒と一緒に考え，お互いが身に付けてゆけばよいのである。これらについて，四国に住む私達に一番関心の深い南海地震を例に議論してゆくこととする。

1) 南海地震についての知識量を増やす。

「敵を知り己を知らば・・・」と言うように，地震について知るとともに私達の地震に対する備えの実状についても知ることが大切である。地震に関する書物や文献は多数出版されており，どのようなものを読んでも次のようなことが必ず述べられている。

南海地震は四国の載るユーラシアプレートの下に南からのフィリピン海プレートが潜り込むことによって発生する。この地震は90年～150年の周期で南海トラフ沿いで発生しており，発生した地震の規模（M）が小さければ次の地震は90年後というように早く起こることになる。このように周期性から大まかな再来時期を知ることが出来るが，残念ながら正確な時期の予測はできない。通常の南海地震はM8.4（昭和の南海地震はM8.0と規模が小さかった）であり，揺れは2分間ほど続き，内陸部の地震より長く揺れる。

なお，南海地震のみならず東海，東南海の3つの地震が同時，あるいは時間をおいて（連動して）発生する可能性がある。

地震で死亡したりケガをしたりするのは家具や大型電化製品，倒壊した家屋の下敷きになっ

たり落下物によるものである。時代とともに生活スタイルが大きく変化し、私達の身の回りには落下したり転倒すれば生命に危害を与えるようなものが氾濫している。

また私達は、電気や水道、ガスなどのライフラインが断たれると生活できないと言う脆弱な生活環境下で暮らしている。

一方、地震動のみならず津波に対する知識も必要である。南海地震など太平洋側で発生する地震は、津波を伴うことが多い。これまで津波災害を被ったことのある海岸部の人達は、地震後直ちに高台や津波用シェルターに避難することが肝要である。

自分達の住んでいる地域の地震に対する地盤の強度を知りたいければ、過去の被害状況を文献（や聞き取り調査）で調べ、かつての湿地や湿田、埋め立て地等との関連を古い地図を使って検討すればよい。こうした作業をとおして、地盤が弱くよく揺れる場所や崖崩れ、液状化・測方流動しやすい場所等が把握できるので、これらを基に地震災害予測マップを作成することは中学生にも可能である。

2) 地震と地震災害は別である。

自然作用が誘因で人命や財産に被害が生じたとき、その現象を災害と言う。したがって、無人島や人の住んでいない地域で巨大地震が起こったとしてもそれは災害が発生したことにはならない。「兵庫県南部地震」が発生し、多くの人々が亡くなったりケガをし、甚大な被害が出たから「阪神淡路大震災」と言うのである。

日本のどこに住んでいても地震から逃れることはできないが、地震災害は防災・減災が可能である。地震災害を大きくするもの小さくするもの私達の対応如何に掛かっている。そのための一つとして、火災などの二次災害を極力少なくすることが肝要である。これを実現するためには、次の3)とも関連するが防災備蓄資器材や消火設備、自主防災組織の整備が急がれる。

3) 自治体と地域住民、個人それぞれの役割分担を明確にし対応する。

地震に強い町づくりをするために、ハード面とソフト面両方の整備を官民挙げておこなわなければならない。家屋やビル、橋、高速道路等の耐震化・耐震補強（極めて遅れている。避難場所になっている学校も経済難を理由に進んでいない）を積極的におこなうとともに、危険箇所を点検し、解消に努めなければならない。

津波災害が予想される海岸部では、防波堤や防潮堤の整備（高知県や徳島県で整備中）が急がれる。学校等の避難場所の大半は何も備蓄されていないし、避難場所の運営がスムーズにゆかない可能性が高い。これらを解消する手だてを速やかに講じなければならない。また避難経路は、現在の道路幅を考えると自動車等の障害物や落下物、転倒物のため機能しない公算が大きい。避難経路の確保が大切である。一方、救助物資の輸送路の確保とその耐震化も必要である。防災備蓄資器材の整備（自治体が備えるべきもの、住民が備えるべきものなどの明確化と実行）は早急におこなわなければならない。

現在の消防、警察、自衛隊などの人数では広域災害時には対応できないことは明白である。行政の限界を知り、自分の命は自分で守り、自分たちの町は自分たちで守るしかないことを理解しておく必要がある。そのためには、地域住民による自主防災組織をつくり「自助」から「共助」を目指さなければならない。また、災害弱者（音声による情報は聴覚障害者や日本語が理解できない外国人には伝わらない。寝たきり老人や病人、幼児・子ども等々）への対応も考えておかななければならない。

なお、南海地震は被災地の広域化が避けられないので、従来言われていた「食料や水等の備

蓄は3日分あれば他から緊急物資が届く」というような甘い考えではだめで、各個人や地域としてのこれまで以上の防災対策が必要である。

何はともあれ防災教育及び防災訓練が必要である。災害にまつわる「地域に語り継がれている話」(例えば、津波に関してはかつて、「稲むらの火」のような啓蒙的な読み物があった。これは、1854年安政南海地震発生直後、紀州藩広村(和歌山県広川町)の庄屋が稲むらに火をつけ注意を促し津波から村民を救ったと言う話で、1940年代まで国語の教科書に掲載されていた。)を理科教育に取り入れ、災害から身を守る知恵を共有させたいものである。こうした学校教育、すなわち生徒を介した「地域防災教育」をとおして新旧住民の意識の違いの解消にも役立てたい。

おわりに

南海地震や東南海地震の発生が危惧されている現在、地震に対する生徒の興味・関心がマスコミ等を通じて高まっている。こうした時期だからこそより一層の理科教育をとおしての防災教育が必要である。地震や地震災害に関する書物や文献は沢山あり、容易に手にすることができる。まず、教師がこうした地震に関する情報を集め、整理し教材化した上で生徒にも同じ作業をさせ、教師と生徒お互いが地震に対する知識や防災意識を一緒に高め合うことが大切である。災害においては教師も生徒もない。地震が起これば教師も生徒も同じように被災者になるのである。しかし、災害後の対応は当然、教師と生徒の関係でなければならない。

地震など災害にまつわるデマ(流言飛語)については触れなかったが、デマに惑わされないよう正確な情報の入手方法の教育も必要である。

防災教育は理科教育の中でしっかり取り扱わなければならない。その一方、教師は、火を使うなどの実験中に地震が起こったとき、きちんとした対応ができるのか、また、理科室や準備室の薬品管理が適切におこなえているかどうかを含めて、生徒の安全確保を最優先に対処できるようにしておかなければならない。

なお、本研究費の一部に、平成15年度科学研究費補助金(萌芽研究 研究代表者:高橋治郎「地域防災に対する学校の役割と防災教育の教材開発に関する研究」課題番号14658069)を使用した。記して感謝の意を表す。

文 献

- 「道後温泉」編集委員会編、1982、道後温泉 増補版。松山市、443p+付図3。
菊地博明・高橋治郎・山崎哲司・佐野 栄・曲田清維・平井幸弘・山本万喜雄、1999、附属中学校における防災計画。愛媛大学教育実践総合センター紀要、第17号、p 45 - 54。
国立天文台編、2002、理科年表 平成15年。丸善、942p。
文部省、1999、中学校学習指導要領(平成10年12月) 解説 - 理科編 - . 162p。
大蔵省印刷局編、1998、中学校学習指導要領。119p。
高橋治郎・山崎哲司・佐野 栄・平井幸弘・山本万喜雄・曲田清維・菊地博明、1999、防災計画と防災教育。愛媛大学教育学部紀要 教育科学、第45巻、第2号、p.135 - 144。
高橋治郎・加藤匡宏・岡部美香・馬場ゆかり・曲田清維・山本万喜雄・佐野 栄・鷲原 進・山崎哲司・川瀬

防災教育のための理科教育

- 久美子・加藤寿朗・寿 卓三・中西典子, 2002, 被災地域における教育活動の調査・研究 - 芸予地震と子どもたち - . 愛媛大学芸予地震学術調査団最終報告書, p 279 - 301 .
- 高橋治郎・菊川國夫, 2000, 三輪田米山日記にみる地震記録 . 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第18号, p .9 - 16 .
- 高橋治郎, 2002, 地震に備えて必要なあらゆる措置を . 愛媛大学教育学部紀要 教育科学, 第49巻, 第1号, p .119 - 126 .
- 高橋治郎, 2003, 道後温泉と地震 . 愛媛の地学研究, 第7巻, 第1号, p .6 - 8 .
- 高橋治郎・朝井洋晶・越智紳一郎・加茂健太・香西達一・鈴木康之・田口千歳・前田泰宏・山崎哲司・佐野 栄・川瀬久美子・曲田清維・山本万喜雄・岡部美香・馬場ゆかり・向井康雄・加藤匡宏, 2003, 被災地域における教育活動および地域防災に対する学校の役割に関する共同研究 第1報 東雲小学校, 湯築小学校児童の合同生活に関する調査 . 第2報 東雲小学校, 湯築小学校児童の通学路の安全性に関する調査 . 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第21号, p .191 - 228, p 229 - 232 .