

防災に向け、さらなる「地学」教育を

(理科教育講座) 高橋 治郎

A Further “Earth Science” Education for Disaster Prevention

Jiro TAKAHASHI

(平成23年6月10日受理)

キーワード:災害, 地学教育, 高等学校, 学習指導要領, 防災教育

はじめに

2011年3月11日に発生したマグニチュード(M) 9.0の「平成23年東北地方太平洋沖地震」(災害名:東日本大災害)と津波によって、約2万5千人という死者・行方不明者を出した。このような死者・行方不明者は、10万5千余人(国立天文台編, 2010)を出した関東大震災以来のことである。さらに、福島第一原子力発電所の事故で放射性物質が飛散するなどし、地震・津波で家屋を失った人とともに126,372人(5月1日現在)が避難生活を余儀なくされている。この未曾有の災害の被害状況が明らかになってくるにしたがって、「地学」的知識を大勢の人たちと共有できていたら2万5千人もの死者・行方不明者が出ることはなかった、と考えざるを得なかった。我が国の自然環境、それは取りも直さず自然災害環境でもあるが、このことを知らずに生活することはきわめて危険である。自然環境をきちんと理解するためには、高等学校「地学」を必修化し、16歳前後の生徒諸君に「自然災害の素因と誘因」と「自然災害の発生メカニズム」をしっかりと学んでもらわなくてはならない。

本小文では、1970年代から学問的に飛躍的發展をとげてきた「地学(地球科学)」領域の知見を平成元(1989)年、平成11(1999)年そして平成21(2009)年と10年ごとに改訂されてきた「高等学校学習指導要領」の「地学」学習内容の変遷で追いながら、21世紀の中頃には確実に起こると考えられている「南海地震」(「東海・東

南海・南海地震」が連動して発生する可能性あり)への備えとしての「地学」教育の重要性を述べ、防災・減災への対応の仕方について議論する。

何が問題か

近年の地震としては、「平成7(1995)年兵庫県南部地震」をはじめ「平成12(2000)年鳥取県西部地震」,「平成13(2001)年芸予地震」,「平成15(2003)年十勝沖地震」,「平成16(2004)年新潟県中越地震」,「平成19(2007)年能登半島地震」,「平成19(2007)年新潟県中越沖地震」,「平成20(2008)年岩手・宮城内陸地震」など、そして今回の「平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震」と、また、火山噴火としては、1990年に始まった雲仙普賢岳、2000年から始まった有珠山と三宅島(雄山)などが、台風や洪水などの気象災害としては、2004年に10個の台風が我が国に上陸し大きな被害をもたらせたことなど、が記憶に新しい。

しかし、こうした度重なる自然災害を、直接被害を被っていない人々の多くは時間とともに忘れてゆく。また、残念ながらマスコミがわかりやすく丁寧な報道をしても、多くの方は、地震や津波、活断層、火山活動、洪水などによる自然災害発生のメカニズムや避難の大切さ等を理解し覚えてはいない。そして「災害は忘れた頃にやってくる」のである。災害が起こると「ここでこんなことが起こるとは思ってもいなかった」とか「ここに60年余り住んでいるが、こんなことははじめてだ」とマスコミの取材に答える。同じ場所にそう頻繁に災害は発生しないが、他の地域で起きた災害を見聞きした以上は、それらの災害から自分自身や地域を守るすべを学んでおか

なくてはならない。すなわち、少なくとも同時代を生きているときに発生した災害は、我々全員が共有し、防災・減災に生かさなければならない。

その一方、地震や津波には再来周期があるので、歴史的に見ることも大切である。例えば近年の津波としては、明治三陸津波（1896年）や昭和三陸津波（1933年）を経験していた。これらの津波で大きな被害がでたので、「大地震の後には津波が来るからすぐ高台へ逃げよ」とか「海岸部ではなく、津波の襲ってこない標高の高いところに家を建てよ」と言い伝えられてきた。

そして今回の「東北地方太平洋沖地震」による大津波を経験したが、「地震即高台へ避難」という鉄則が残念ながら守られなかった。このことは、高さ10メートルの防潮堤ができたからとか、津波や高潮を防ぐ堤防が作られたからと安心し、「自然の猛威」に打ち勝てる、あるいは「自然をコントロール」できると勘違いしたためである。さらには津波の高さ予測を低く見積もっていたことと、より高い場所への避難ができなかったことにより、大勢の人が津波で命を落としたのである。また、津波災害後は高台に家を建て生活するが、時間の経過とともに低い場所、最終的には海岸近くで生活するようになっていたことも被害を大きくした。

近代土木工事がおこなわれる以前、すなわち江戸時代以前は、自然の「力をそぐ」ことに主眼をおいた土木工事をおこない、自然の猛威そのものを真正面から受け止め、防御するものではなかった。例えば、「信玄堤（霞堤）」は、河道を替え岩に流水をぶつけることにより流水の力を弱くしたり、河川の堤防が決壊しないように河川水を遊水地へと流れ出すよう堤防に流出路を設けて、大洪水にならないようにしていたのである。すなわち、先人は、自然との折り合いを付けて生きてきたのである。

今回の「東北地方太平洋沖地震」（「東日本大震災」）による津波をはじめ、近年、地すべり・崩壊や気象災害で、毎年のように尊い人命や財産を失っている。これらの災害事例を検討してみると、「住んでいる地域の成り立ちや自然環境を理解していない」ことに原因があることがわかる。ちなみに最近話題になった、すなわち災害や事故の発生した宅地として利用されていた場所としては、以下のようなものを挙げるができる。

①これまで何度も津波の被害を受けたことのある海岸

（リアス式海岸）部

- ②丘陵地の凸部を削り凹部を埋めた宅地造成地
- ③海岸や海、沼地、三日月湖などの埋め立て地、旧河道の上
- ④河川沿い、洪水常習地、遊水地
- ⑤崖下、山や丘陵の切り取り部
- ⑥活断層の上や近く
- ⑦地下に防空壕や坑道（地表近くの亜炭などを掘った）などの空洞がある場所

これらの場所の問題点は、以下のように説明することができる。

上述の①は、今回の東日本大震災にとどまらず何度も大きな被害の出ている三陸海岸や愛媛県南予などのリアス式海岸は、津波の被害が出るのが歴史記録からも明らかである。

- ②埋め立てた場所は年月とともに沈下し、削り取った場所と段差や地割れ、亀裂、あるいは傾斜ができる。さらに地震が起こると埋め立てた場所が地すべりを起こしたり液状化や側方流動し、家屋が沈下したり傾く。
- ③地震時に液状化や側方流動が起こり、家屋が沈下したり、傾く。
- ④洪水が発生したり、遊水地には水が流れてくる。
- ⑤崖崩れ・地すべりが起こる可能性がある。
- ⑥活断層が動き地震が起こると大きな被害が出る。
- ⑦陥没して穴が開いたり、家が傾いたりする。

これまでの地学教育

高橋（1983、'87など）が指摘したように高等学校における理科教育の中で「地学」は軽んじられ、大半の生徒諸君は「地学」を履修していない。このことは、今日でも変わらず、大学入試センターのまとめによると、2006年「物理Ⅰ」受験者数は139,620人、「化学Ⅰ」197,974人、「生物Ⅰ」177,901人、「地学Ⅰ」26,111人、2007年「物理Ⅰ」141,274人、「化学Ⅰ」200,001人、「生物Ⅰ」180,010人、「地学Ⅰ」27,561人、2008年「物理Ⅰ」142,233人、「化学Ⅰ」199,951人、「生物Ⅰ」176,766人、「地学Ⅰ」26,841人、2009年「物理Ⅰ」143,646人、「化学Ⅰ」200,411人、「生物Ⅰ」176,043人、「地学Ⅰ」25,921人、

2010年「物理Ⅰ」147,319人、「化学Ⅰ」208,168人、「生物Ⅰ」184,632人、「地学Ⅰ」24,406人と「地学」の受験者数は他に比べ桁少ないのである。

このように、大学進学のための、すなわち受験科目としての理科教育が高等学校で横行している。しかし、学校で学習するということは「生きる」知識を身に付けることであり、「地学」は主として自然界の無機的な領域を対象として、自然の成り立ちと自然災害から「生命と財産」をどう守るかを学ぶ学問領域である。

筆者はこれまで、小・中学校で「地学教育」や「理科教育」がなおざりにされているので、あらゆる機会、すなわち「防災教育」や「安全教育」等の中で「地学教育」や「理科教育」をおこなうよう提言してきた（1999, 2002a, b, '03, '04, '10など）。また、主として小学生や中学生を対象として、こうした授業を実践してきた。しかし、近年の地震災害や斜面災害、気象災害を見るに付け、小学校や中学校での「出前授業」的対応も大切ではあるが、これには限界があり、正規の高等学校レベルでの「地学」教育が必要であるとこれまで以上に考えるようになった。系統だった現代「地学（地球科学）」すなわち「新しい地球観」を次代を担う高校生へきちんと教えておくことが大切で、それではじめて生徒自らが自然を理解し自然災害や環境問題へ対応できるようになる、と思うからなのである。

現代「地球科学」の成立

40年程前までは、地質学とか堆積学、構造地質学、地震学、火山学、岩石学、等々に区分され研究されていた。こうした学問領域が、1970年代以降「プレートテクトニクス」という枠組みで統一的に議論できるようになった。これは、1960年代初めに「海洋底拡大説」が提唱され、その後、「大陸移動説」とともに地球表層部が10数枚のプレートの形成、移動、沈み込みによって改変され、また、その相互作用によって地殻変動や地震、火山活動、変成作用等が生じるという「プレートテクトニクス」が1970年代に完成したことによるものである。欧米では1970年代前半にプレートテクトニクスがほとんどの地球科学者に受け入れられ、地球科学の支配的なパラダイムとなり、地球物理学と地質学が融合し、真の地球科学と呼びうるものに発展した（泊, 2008）。

しかし、我が国においては、プレートテクトニクスの受け入れは10年遅れの1980年代になってからであった。このため、高等学校での「地学」教育へのプレートテクトニクスの反映も遅れたがその経緯は、後述する「高等学校学習指導要領」の内容の変遷として見ることができる。

なお、平成21年3月に告示された「新高等学校学習指導要領」「地学」領域の内容は、今日の地球科学の研究成果を踏まえたものである。この「新しい地球観」を、今後発生するだろう自然災害に備え、日本で生活する者は必ず学習しておかなければならないと考える。

高等学校学習指導要領「地学」領域の学習内容の変遷

「地学」の学習内容は、以下に見るように1970年代にはじまる地球科学の研究進展とともに大きく変わってきた。

平成元年学習指導要領（文部省, 1989）

「地学ⅠA」では、「(4) 地球の活動と災害」で「ア 気象とその災害、イ 火山とその災害、ウ 地震とその災害、エ その他の災害」、を学習するが、(内容の取り扱い)として「内容の(4)のア、イ及びウについては、災害にかかわる気象、火山及び地震について取り上げ、それぞれの事象の概要、災害の事例、予知・予測及び防災にも触れるが、羅列的な扱いはしないこと。エについては、地すべり、山崩れ、地盤沈下及び海岸侵食の事例や原因にも触れるが、羅列的な扱いはしないこと。」とされている。

「地学ⅠB」では、「(2) 地球の構成」の「イ 地球の内部 (ア) 地球内部の構造、(イ) 地殻の構成物質、(ウ) 地球内部のエネルギー」、を扱い(内容の取り扱い)としては「内容のイの(ア)については、地球内部の層構造、物質及び状態を中心に扱い、プレートの概念にも触れること。(イ)については、…略…。(ウ)については、地殻の熱流量、地震及び火山活動を中心に扱い、そのエネルギー源については平易に扱うこと。」が求められている。

「地学Ⅱ」では、「(1) 地球の活動 ア 地球の進化 (ア) 原始の地球 (イ) プレートの動き」を扱い、(内

容の取り扱い)は、「内容の(1)のアの(ア)については、…略…。(イ)については、大陸移動説から海洋底拡大説、プレートテクトニクス説へと発展したことも扱うこと。」とされ、さらに「ウ 日本列島の変遷 (ア) 島弧としての日本列島 (イ) 日本列島の地史」では、(内容の取り扱い)は「内容のウの(ア)については、日本列島の地球上における地学的特徴を扱うこと。」とされた。

平成11年学習指導要領(文部省, 1999)

「地学Ⅰ」では、「(1) 地球の構成 イ 地球の内部 (ア) 地球の内部構造と構成物質 (イ) 火山と地震」が教える内容で、(内容の取り扱い)は、「内容のイの(ア)については、プレートの概念も扱い、マントル内部の運動にも簡単に触れること。構成物質については、…略…。(イ)については、地震及び火山活動をプレートの運動と関連させて扱うこと。地殻内部のエネルギー源については深入りしないこと。」とされた。

「地学Ⅱ」の内容として、「(1) 地球の探究 ア プレートの動きと地殻の変化 (ア) プレートの動き (イ) 大地形の形成」を扱い、(内容の取り扱い)は、「内容の(1)のアの(ア)については、海洋プレートの生産・移動・消滅を中心に扱うこと。(イ)については、プレート境界の種類と大地形の関係、大陸地殻の成長を中心に扱うこと。」、そして「イ 日本列島の変遷 (ア) 島弧としての日本列島 (イ) 日本列島の地史」では、(内容の取り扱い)としては、「内容のイの(ア)については、日本列島の地質構造や火山・地震に見られる特徴を、日本付近のプレート境界と関連させて扱うこと。その際、地殻熱流量にも触れること。…略…」が示された。

平成21年新学習指導要領(文部科学省, 2009)

第5節理科, 第8「地学基礎」の内容に「(2) 変動する地球 変動する地球について観察, 実験などを通して探求し, 地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また, 地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。ア 活動する地球 (ア) プレート運動 プレートの分布と運動及びプレート運動に伴う大地形の形成について理解すること。(イ) 火山活動と地震 火山活動と地震の発生の仕組みについて理解すること。…略… エ 地球の

環境 …略… (イ) 日本の自然環境 日本の自然環境を理解し, その恩恵や災害など自然環境と人間生活とのかかわりについて考察すること。」とあり、(内容の取り扱い)で「内容(2)のアの(ア)については、マントル内のプルームの存在にも触れること。(イ)の「火山活動」については、プレートの発散境界や収束境界における火山活動を扱い、ホットスポットにおける火山活動にも触れること。…略… エの …略… (イ)の「恩恵や災害」については、日本に見られる季節の気象現象、地震や火山活動など特徴的な現象を扱うこと。また、自然災害の予測や防災にも触れること。」とある。

さらに、第9「地学」の内容では「(2) 地球の活動と歴史 地球に見られる様々な事物・現象を観察, 実験などを通して探求し, 地球の活動と歴史を理解させる。ア 地球の活動 (ア) プレートテクトニクス プレートテクトニクスとその成立過程を理解すること。(イ) 地震と地殻変動 プレート境界における地震活動の特徴とそれに伴う地殻変動などについて理解すること。(ウ) 火山活動 マグマの発生と分化及び火成岩の形成について理解すること。(エ) 変成作用と変成岩 変成作用や変成岩の特徴及び造山帯について理解すること。…略…」とされ、(内容の取り扱い)で「内容(2)のアの(ア)については、マントル内のプルームも扱うこと。(イ)については、世界の地震帯の特徴をプレート運動と関連付けて扱うこと。また、日本列島付近におけるプレート間地震やプレート内地震の特徴も扱うこと。地殻変動については、活断層と地形との関係にも触れること。(ウ)については、多様な火成岩の成因をマグマの分化と関連付けて触れること。また、島弧―海溝系における火成活動の特徴をプレート運動と関連付けて触れること。(エ)については、造山帯の特徴を安定地塊と対比させて扱うこと。」が求められている。

上述の「新学習指導要領」は、平成21年3月に告示されたもので、平成24年4月に入学してくる生徒諸君は、「数学」と「理科」については、他の教科(平成25年度の入学生から年次進行で実施)に先行して新学習指導要領を踏まえた学習をおこなうことになっている。「地学基礎」, 「地学」どちらもプレートテクトニクスに立脚し、地震活動や火山活動, 大地形の形成, 活断層と地形,

季節の気象現象などを扱い、自然災害の予測や防災についても触れることになっている。これらの学習内容は、前述したように自然災害の多発する日本に住むものとして必修のものである。

議論

高等学校の「地学」を学習することによって、地質学的には、日本列島は太平洋プレートや北アメリカプレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレートの4枚のプレートがぶつかり合う位置にあるので地震や火山活動が盛んな場所であることを理解する。こうした場所に我が国が位置しているので、これまで何度も地震や火山活動で大きな被害を被ってきたのである。また、私たちが住んでいる大地には地震を起こす可能性のある活断層がたくさんある。さらにプレートのぶつかり合う位置、すなわち変動帯に位置しているため脆弱な岩石が広く分布しており、このため地すべり・崩壊が起りやすい。

気象学的には、我が国は温帯モンスーン地帯に位置し、梅雨と台風シーズンに大雨が降る。このため気象災害が多発するし、雨が誘因となる地すべりや土石流などの斜面災害が発生する。一方、春夏秋冬という明瞭な季節変化があるため「物理風化」や「化学風化」、[生物風化]が進行し、大地を造る岩石の脆弱化がさらに進行する。

こうした大地に雨風などが作用し、大地が刻まれてゆく訳だが、地形学的には、周りを海に囲まれた島々から成る我が国は、その河川の延長は短く、河川勾配が急で「滝のようだ」と表現される河川水により刻まれてゆく。侵食された土砂は河川水によって運搬され扇状地や沖積平野、三角州を形成する。海岸部では、相対的に陸域が沈降した所はリアス式海岸となる。

このようにして出来上がった大地で我々は生活している。昔の人は、経験的に安全な場所に居を構えた。例えば、平家落人伝説の残る四国山地の山腹に建つ本家は、地すべり・崩壊の起こらない場所に居を構えている。さらにこの本家は、どう日照が続こうが水の枯れない水源を持っていた。しかし、分家になってゆくに従って「危なっかしい」場所に居を構えざるを得なくなっていった。ところで現在は、居を構える場合、宅地として売り出された区画を「交通の便」や「通勤・通学」、「値段」で判断し、その場所が「宅地」として適切であるかどうか

かについて「地学的」に検討することなく購入している。

その結果、前述したような問題、すなわち丘陵地を平に造成した宅地に建てた家屋が埋め立てた部分の沈下により傾いたり、地下に防空壕や坑道等の空洞がある宅地では、土地が陥没し大穴が開くなどし、住めなくなっているケースが多数出ている。また、このような場所に地震が起れば、擁壁が壊れ、埋め立てた谷の部分が流動し、元の谷地形となり宅地自体がなくなることも起る。

こうしたことを避けるためには、宅地造成前の地形図を使って造成後の地形と比べたり、その付近に古くから住んでいる人から話を聞くなどすれば良いのである。高等学校の「地学」の知識を持ち、聞き取り調査をするなどの努力を払いさえすれば、安心して住める宅地を購入することが出来るのである。もちろん、地震と津波の多発する場所に我が国が位置していることを忘れてはならない。このことは、原子力発電所などを造る際にも重要である。

自分の住む場所の安全性に注意するとともに、住んでいる地域全体の「大地の成り立ち」と「自然の猛威」についても理解しておかなければならない。すなわち、前述したように我が国は地震の多発地で、津波災害も繰り返していることを理解しておかなければならないのである。その上で、津波の常襲地域では、高さ10メートルの防潮堤や堤防があるからと言って油断をしてはならないのである。残念ながら我々人類は、自然に打ち勝ったり、自然をコントロールなどできないのである。地震があつたらすぐ津波に備えて高台へ避難する、避難する場所も可能な限り高い場所へ、という鉄則を守らなくてはならない。地震予知や津波予報のみならず科学・技術の限界についても「地学」から学んでおかななくてはならない。

21世紀の半ばには確実に発生するだろう南海地震（東海地震や東南海地震と連動する可能性あり）に向け、高等学校「地学」をとおして被害を最小限にとどめる手だてを身につけさせなければならない。さて、「次の南海地震が起こった時、石油が今と同じようにあるのだろうか」、ということも「地学」を学習する中で学んでおかななくてはならない。「もうすぐ石油は枯渇する」、「あと25年で石油はなくなる」などと言われながらも新たな油田が発見され開発されてはきているが、石油は有限な

地下資源である。石油がなくなるので原子力発電所を作り、電気自動車を開発しているわけである。しかし、「安全だ」といわれ続けてきた原子力発電所が、安全なものではなかったことが、今回の事故で周知の事実となった。

現在、東日本大震災の復旧・復興に数多くの各種重機が使われているが、石油が枯渇したときの復旧・復興には何をエネルギー源とする重機が使えるのか？、こうしたことを真剣に考え、新たなエネルギーを見いだしてゆくことも「地学」が担わなければならない。

まとめ

小学校や中学校で、あらゆる機会を利用して「防災教育」をおこなうことも大切だが、高等学校で正規の「地学」を生徒全員に履修させ、「新しい地球観」を理解させることが肝要である。その学習過程において、日本列島や住んでいる地域の地質学的、気象学的環境を学習させるとともに自然災害の発生メカニズムを理解させる。その上で自然災害から身を守る方法と地域を守る方法を考えさせ、いざというときに的確な行動のできる人に育てることが、これからの自然災害に対する防災・減災に必要な不可欠であると考え。そのためには、さらなる「地学」教育が必要なのである。

文献

- 国立天文台編, 2010, 理科年表 平成23年. 丸善, 1054p.
- 文部省, 1989, 高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編. 286p.
- 文部省, 1999, 高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編. 310p.
- 文部科学省, 2009, 高等学校 学習指導要領. 447p.
- 高橋治郎, 1983, 教員養成学部における地学教育. 愛媛大学教育実践研究指導センター紀要, 第1号, 35-42.
- 高橋治郎, 1987, 地学教育からみた教育学部学生の実態と問題点. 地学研究, 第40巻, 第6号, 177-181.
- 高橋治郎, 1999, 自然の恐さと理科教育. 日本理科教育学会四国支部会報, 第18号, 19-20.
- 高橋治郎, 2002a, 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,

119-126.

高橋治郎, 2002b, 理科教育・安全教育・防災教育. 日本理科教育学会四国支部会報, 第21号, 13-14.

高橋治郎, 2003, 理科教育と防災教育. 日本理科教育学会四国支部会報, 第22号, 29-30.

高橋治郎, 2004, 防災教育のための理科教育. 愛媛大学教育学部紀要, 教育科学, 第50巻, 第2号, 105-113.

高橋治郎, 2010, 自然の恵みと災害. 愛媛大学教育学部紀要, 第57巻, 133-138.

泊 次郎, 2008, プレートテクトニクス拒絶と受容—戦後日本の地球科学史. 東京大学出版会, 258p.