



けるならば、今後石油情勢が逼迫する過程で国際社会における日本の地位は大きく後退するだろう。20世紀には、石油権益を持つ国と持たぬ国との国力差は潜在的であったが、エネルギー情勢がより不安定化する21世紀には、これが顕在化する可能性が十分にある。最後に生き残る者は自ら耕す者であ

ることを忘れてはなるまい。文化国家日本が実行するのに最適な国際貢献として、大きなもののひとつはエネルギー分野における技術援助であると考えられる。さいわい、生産量はわずかなものとはいえ、複雑を極める地質構造をもつ日本の油田に取り組んだ経験を、もつわが国の石油開発技術者の、

「拡がる海」はなぜ止まった？

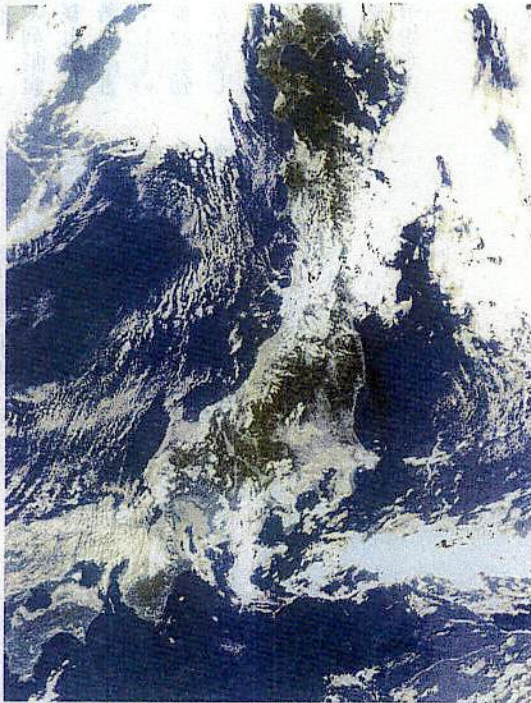
とらえきれない

プレートの行動

日 本海には大きな地球科学のナゾが残っている。

日本にとつての日本海はモノや人を運ぶ「道」だった。日本海は、古くは日本人の祖先を運んで来た。そして大陸や朝鮮からあまたの文化を運んで来た。日本が征伐や侵略をくり返し試みてきた「道」でもあった。また日本海は水産物を生む恵みの海でもある。

一方、日本の気候を左右しているのは日本海である。大陸からの季節風が冬の雪を運んで来る。そ



●地球観測衛星「みどり」がとらえた日本列島と日本海(宇宙開発事業団提供)

島村英紀
北海道大学地震研究観測センター教授

して、その雪を生んでいる水蒸気はじつは日本海から蒸発した水なのだ。大陸から吹き出した季節風

外国にはないきめこまかいノウハウは、簡単に発見・開発のできる油田が残り少なくなってきた現在、貴重な適性として評価されるはずである。「日本の技術者のレベルがこんな高いとは思わなかった」とは、海外の石油開発の現場でアメリカの石油会社や産油国のカウンセラーパートの技術者などからし

ばしば聞いた言葉である。巨木の伐採にはまさかりが必要だろうが、細かい草本類には鋭利な鎌のほうがはるかに有効である。世界一の石油消費国としてその開発のための実務を通じての国際貢献こそ、多くの産油国とのよりよき関係を発展させ、21世紀に生き残る最善の道であろう。

はもともと乾燥していたから、日本に降る雪は日本海の水が姿を変えたものである。

1日で最後の6分間

日本にとつてこれほどかわりか深い日本海だが、太古の時代には影も形もなかった。地球の歴史から見れば、日本海とは、ごく最近できたばかりの新しい海なのだ。2000万年前までは、日本海も、そして日本列島も生まれていなかった。2000万年とは途方もなく昔の事件に聞こえるだろう。しかし地球の歴史にくらべれば日本海の歴史はごく短い。地球の歴史は46億年ほどだが、それを1日にとえれば、日本海が生まれたのは最後の6分間にすぎないのだ。

日本海の始まりであり、また日本列島の誕生でもあった事件はドラムチックに始まった。ユーラシア大陸の東の端にヒビ割れが走って、その裂け目がしだいに拡がっ

た。こうして日本海が生まれることによって、はじめて日本列島も誕生したのである。

その後、日本海はひたすら拡大を続けた。日本海が大きくなるとともに、日本列島は東に東に、と追いやられ続けたのである。

ところが日本海の拡大は1500万年前には停止してしまつたらしい。1日におきかえた地球史からいえば、日本海ができて始めてでき終わるまではわずか1分半しかたっていないのだ。

もし日本海がこの10倍大きかつたら、つまり日本が大陸からあと10倍遠かつたら、私たちが住む日本は絶海の孤島として、まったく違った歴史を辿つたはずである。

一方、日本海がなかったり、あるいは、あったとしてもいまの10分の1の大きさだったら、日本の歴史は根本的に異なっていたに違いない。日本は大陸の一部だったゆえに、あるいは大陸からあまりに近いがゆえに、独自には成り立

日本海の妙技

ち得なかった、つまり日本そのものがなかったかもしれない、つまり日本人も日本語もなかったのかもしれないのである。

私たち地球科学者にとって、日本海はいまだにナゾに満ちた海であったのか、なぜ日本海が広がったのか、なぜ日本にとつて大きすぎもせず小さすぎもしない絶妙な大きさになったのか。いずれの問題にも、私たちはまだ答えを持ってはいない。いろいろな科学者がこのナゾに挑んでいるが、まだナゾが解けたというには遠い。

私たちのグループは、このナゾを解く手がかりのひとつをつかもうと南極に出かけたことがある。1991年のことだ。ある程度はナゾのシッポをつかんだが、まだナゾを解いたというには遠い。私たちは、この実験で得た手がかりをもとに、もう一度南極に行つてナゾに挑もうと、いま準備中である。

南極に拡がっていく海

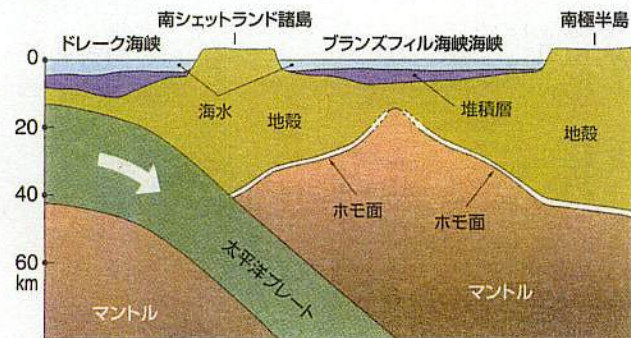
私たちが南極まで行った理由は、日本海とよく似た海がいま西南極で生まれかかっているからだ。西南極とは経度が西経にある南極、

つまり南米側の南極である。南極大陸のほとんどは古くてそれゆえ地球科学的な事件がない大陸なのに、西南極だけにはプレートが潜り込んでいたり火山が噴火するなどの事件が集中して起きている。ちなみに日本が南極に持つ昭和基地は東南極にある。

ここでは太平洋プレートと双子の兄弟のプレートが南シエトランド海溝から南極大陸の下へ潜り込んでいて、地震が起きたり火山が噴火したりして、日本列島のような島々ができた。南シエトランド諸島である。この状況はかつて日本の近辺で起きたこととそっくりだ。そして、いま南シエトランド諸島のすぐ後側には、日本海のような海が拡がりはじめている可能性が高いのである。

私たちは、私たちが作った海底地震計を日本から持って行って、西南極の陸上で昔から研究を続けていたポーランド科学アカデミー地球物理学研究所と、この地域に多くの南極基地をもつアルゼンチン国立南極研究所との三者の共同で地震探査を行った。この結果、この海域で、地殻を割って下から柔らかいマントル物質が上がってきている証拠を得ることができた

（図）。これは海が拡がっていることの有力な説明になる。しかし私たちが調べたのは「そういう地下構造がある」ということで、「いま拡がっているかどうか」を最終的に確認するためには別の方法を用いなければならない。それは、ここに地震が起きているかどうかを調べることで。陸上だと、GPSを使った測量で地面が動いているかどうかを調べることでできて、火山の観測などに使われているが、電波も届かず基準点も置けない海底が実際に動いているかどうかを調べる手段はない。このため、海底の現場に行つて、ごく小さく身体にも感じない地震がどこでどのくらい起きているかを調べるのが、海底が実際に動いているかどうかを確かめるのもっとも有力な手段なのである。これは南極にかぎらず、私たちが大西洋中央海嶺など、プレートを生み出している現場である世界各地の海嶺で使っている手法でもある。



■ブランスフィル海峡の構造

このため、もう一度西南極に私たちの海底地震計を持って行って、この海底で地震が起きているかどうか調べるべく準備を進めている。南極は地震観測網を置いていないから、はるかに遠いために、

たとえ地震が起きているとしても、よほど大きな地震でもないかぎり、検知できないところだ。私たちの経験では、陸上から地震が検知できない海底でも、たびたびごく小さな地震が起きているところがあった。ごく小さい地震まで検知するために、私たちはもう一度南極まで赴こうというわけなのだ。

大西洋の割れはじめ

プレート・テクトニクス理論によれば単純に拡がり続けているだけだと思われている大西洋にも、じつはナゾが残っている。プレート・テクトニクスでは、拡がりはじめてから現在までに起きていることは説明できても、そもそも拡がりはじめに何が起きたかは説明できないからだ。この大西洋の誕生のときに何が起きたかが、地球科学のナゾなのである。このようにプレート・テクトニクスでは解けないナゾが、まだ地球上にはいくつも残っている。

もともと大陸があったところが割れて、そこに大西洋が誕生した。あるいはその事件は日本列島が誕生した事件と似ていたかもしれない。まったく違う事件だったかもしれない。北大西洋でいえば、その事件が起きたのは約6000万年前であった。日本列島の誕生よりも3倍ほど古い。南大西洋はもう少し古い。しかし、それ

にしても地球の歴史を1日にたとえたときにはわずか18分前である。地球はかくも速く、自らの姿を変えて続けてきているのである。

地球科学にとってのナゾを深めることになったのは、この大西洋の誕生前後を探るべき証拠が、その後引き続き起きた事件で隠蔽されてしまったことだ。自然が行った証拠隠滅である。

というのは、できたばかりの割れ目から噴出してきたマグマが、生まれたばかりの海底を広く覆ってしまったのである。マグマには有珠火山や昭和新山のマグマのように粘性の高いものも、ハワイ島の火山のようにさらさらして流れていくように流れる粘性が低いものもある。海底に流れたこのマグマはとくべつに粘性が低いものだった。洪水のように拡がって流れたものなので洪水玄武岩といわれている。玄武岩はマグマが固まった黒っぽい岩だ。

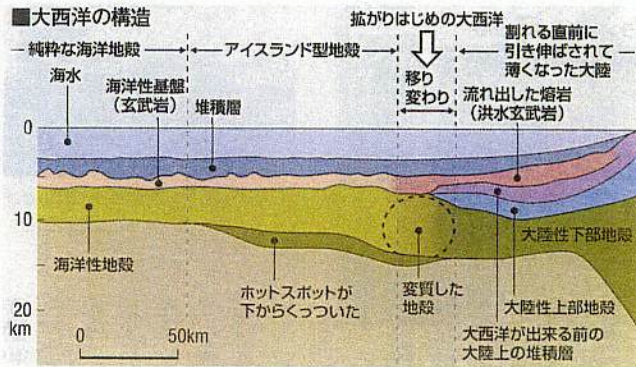
この洪水玄武岩が割れる前や割れた直後の大陸の地殻を覆い尽くしてしまつたため、この洪水玄武岩の下になががあるかを調べる。ことができなくなつてしまつた。海底の地下構造を調べる手段として一般的に行われる反射法地震探査では、地下を探るべき地震波が洪水玄武岩ですべて反射してしまつて、その下まで届かないからである。これは洪水玄武岩の音響インピーダンスが大陸地殻の音響イン

ピーダンスよりも大きいためだ。

ところが、私たちが開発した手段、つまり海底地震計を使った屈折法地震探査というものを使えば、たとえ洪水玄武岩が海底を覆つていても、その下に隠されてしまつた大陸地殻を調べる事ができる。このため、私たちはノルウェーのベルゲン大学など、欧州のいくつかの大学や研究所と協力して、10年あまり前から大西洋の割れはじめの研究を始めた。

1年や2年で決着がつく研究ではないが、このところ毎年、私たちの海底地震計を北大西洋に持つていき、欧州各国の観測船を借りて研究を続けている。その結果、洪水玄武岩の下にある昔の大陸地殻を見つけることができたし、それが太平洋が生まれて拡大する過程でどう変質しているかも分かりはじめた(図)。こうして、割れはじめから現在までに大西洋で起きた歴史が徐々に解き明かされつつある。

前兆に頼る予知の限界



99年8月と11月、トルコで2つの大地震が起きたのは記憶に新しい。この地震で少なくとも2万人以上が犠牲になった。

トルコの大地震の起き方は世界でも特異なものだ。トルコを東西に横断している北アナトリア断層という長さが1000kmもある大断層があり、この断層に沿って次々に大地震が起きてきたからである。39年にこの活断層の東の端でマグニチュード8の地震が起きてから約30年の間に、マグニチュード7から8クラスの大地震が西に移動しながら合計7つも起きた。1回前の大地震はこの西の端付近で67年に起きた。

だから、次に起きるかもしれない地震を狙つて、この大断層の西の端では、トルコをはじめ、英国、ドイツ、日本などが地震予知のための観測を展開していったのである。

いわば地震予知のための研究競争だった。各国が観測を展開したのは80年代だった。しかし、英国は地震を待たずに、数年前に研究費が尽きて撤退してしまつていた。この大断層は西端で南北に枝分かれしている。どちらで地震が起きるかかわらなかつたので、ドイツは北、日本は南のそれぞれ断層

の枝に観測網を展開した。ドイツが先に展開し、かなり遅れて、残った枝に日本が展開したのである。そして、99年8月の大地震が起きた。予想したとおり大断層の西の端に起きたのだが、震源は北の枝の上、つまりドイツの観測網のすぐ近くだった。地球物理学にかぎらず、研究や発明は運に左右されることが多い。甚大な被害を生んだ地震の研究だから言葉は穏当ではないかもしれないが、ドイツの研究者は場所を選んだ幸運を感じたという。「観測網を展開して16年も待っていた甲斐があつた」とドイツの観測のリーダーであるZ博士は私に語つた。

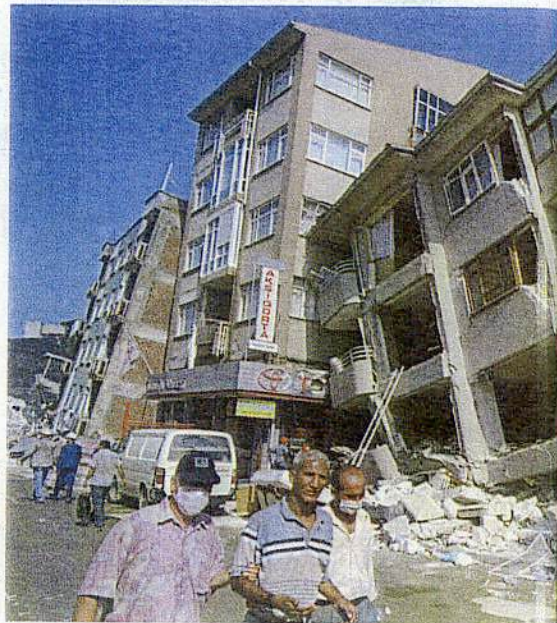
しかし、データを解析してみても、Z博士らは愕然とした。微少地震、地球電磁気、地下水や地下ガスを調べる地球化学、地下水温など、地震予知の前兆を捉えるために、考えられるあらゆる観測をドイツ流の完璧さで展開していたのに、どのデータにも前兆は記録されていなかったのだ。もちろん、日本の観測にも前兆は記録されていなかった。

これほどの大地震でも前兆が記録されないことがある。もしかしたら記録にからなかつた程度の小さな前兆があつたのかもしれないが、前兆を捉えることによつて大地震を予知しようという企てが実用段階にはまだ遠いことを、このトルコの大地震は示している。

じつは各国がトルコに地震予知のための観測の展開を始めたころは、世界的にも、地震予知の将来がバラ色に見えた時代だった。地震予知が成功して人々を避難させたときに大地震が起きたと報道された海城地震（75年、当時は遼寧省の地震といわれた）をはじめ、中国、当時のソ連、米国など各国でさまざまな前兆が報告され、その前兆を説明するように見えた理論がもてはやされた。

しかし、その後の世界の趨勢は、同じような地震が来ても前兆がなかったり、逆に、同じような「前兆」が出てても地震が来なかったりすることが増えてきた。また、もともたらしい理論はその後の検証で馬脚を現した。つまり、大地震の震源で何が起きているかという難しいが本質的な研究を進める正攻法があまりに道遠いので、前兆だけをとりえて大地震を予知しようとする便法をとった限界が各国で見えてきたのである。

じつは、東海地震が起きるのではないかといわれて78年に施行された大規模地震対策特別措置法は、時代的背景からいえば、このバラ色の時代に作られたものだ。前兆を確実に捉えて地震予知することを前提として作られた法律である。私権を制限するほか、公共機関、石油コンビナートなどは防災に関するマニュアル（手引書）を作成することを義務づけられて



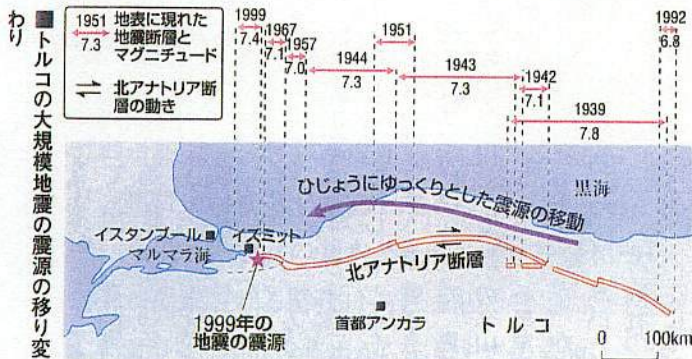
●99年8月のトルコ大地震では、町のいたるところで、大きなビルが傾き、倒壊している光景が見られた(アダバザルで)

震源が移動するナゾ

いる。また79年6月には静岡県およびその隣接地域の167市町村が地震防災対策強化地域に指定された。この件にかぎらず、一般に国は、いったん作られたものがたとえ間違つていても変えることを好まないが、かつて地震予知先進国と言われた中国も米国も地震予知をトーンダウンさせてしまつたいま、日本でも考え直すべき時期に来ているのではないだろうか。

ところで、トルコを東西に走る北アナトリア断層で、なぜ順々に大地震が起きたのかは地球科学の大きなナゾである。

39年にこの活断層の東の端に近いところでマグニチュード8の地震が起きたあと、42年、43年、44年と5年の間に次々に西へ場所を移しながら、マグニチュード7クラス



の大地震が続いた。この5年でいったん終わったように見えたのだが、50年代になって、さらに西方でマグニチュード7クラスの地震が3回も起きた。つまり67年までの約30年間の間にマグニチュード7〜8の大地震が西に移動しながら合計4つも起きた(図)。この大地震の移動していった速さが、年平均で80*、1日平均だと約200*、1分平均だと約15*。ほぼカタツムリが歩く速さである。

トルコだけではない。日本の東北地方の太平洋沖でも震源が動いていったように見える例があった。31年に下北半島の太平洋沖でマグニチュード7.5の地震が起きたあと、38年の福島沖の地震(マグニチュード7.8)まで、4つの

大地震が日本海溝沿いにつぎつぎに南へ起きていった。このうちには33年に起きた巨大地震、三陸沖地震(マグニチュード8.1)がある。これは岩手県で高さ29*にも達する津波を生み、死者行方不明3000人以上、流失した家屋が4000軒以上という甚大な被害を生んだ。このときに震源が移動した速さも7年で約450*。やはりカタツムリの速さであった。時速にして数*というのは、じつに不思議な速さ

である。地球の内部をなにかが岩をかきわけながら動いていくにしてはあまりに速すぎるし、一方、秒速数*で走る地震断層と比べると、けた違いに遅すぎる。

トルコを東西に移動した震源の移動は、60年かかって1999年の大地震でトルコの西端に達した。しかし、ここで終わりではない。この先にはマルマラ海という小さな海が拡がっていて、99年の大地震の西でこれから何が起きるか、あるいは起きないかが、世界の地球物理学者の大きな関心事なのである。

じつは私たちは、フランスのパリ大学やトルコの科学者に誘われていて、私たちの海底地震計を持って来年にもこのマルマラ海に来てほしいと言われている。大断層がこの海底でどう終わっているのか、あるいはもつと西でときに大地震を引き起こすギリシャの海底にまでつながっているものかどうかを解き明かすのが目的である。うまくいけば、このカタツムリの速さで進むものがなにか、その手がかりがつかめるかもしれない。もしマルマラ海の海底で大地震が起きれば、震動や津波で、マルマラ海の北岸にあるトルコ最大の都会で首都アンカラの3倍もの人口があるイスタンブールなど、沿岸に大被害をもたらす可能性が強い。この研究は地元のためにも大事なのである。