

# 地 殻 と 自 然 災 害

森 本 良 平

## Natural Disasters Related to the Earth's Crust

Ryohei MORIMOTO

### I. 創立百周年

東京地学協会創立百周年記念事業の一環として企画された、「地殻と人間生活」をテーマとした公開講演会における speakers のひとりに指名された私に与えられた講演題目は、「地殻と自然災害」という、きわめて一般的な、広汎な話題なので、はじめに、個人的感想を述べることによって、限られた時間での話の輪郭を明らかにしたいと思う。

今年は、東京地学協会の創立百周年。明年は、地震学会が結成されて百年、法政大学も創立 100 年を迎える。私が定年退官した一昨年、昭和52年の4月に東京大学は、その創立100周年記念式典を挙行了。中央大学、明治大学、早稲田大学なども、前後して創立百周年をすでに迎え、また迎えようとしている。私の周囲では、このところ、学協会や大学の百周年事業の声が多く聞かれるようである。このように、百周年記念事業という同じような出来事が、同じ時期に集中して行われるとそこになにか、一般的理由があるのではないかという気持を私たちに抱かせる。いまから100年ほどまえといえば、わが国の歴史上、最後の内戦であった西南戦争が終結し、明治政府が名実共に安定政権として、維新以来、国是として掲げた近代化の実施に乗り出したところである。欧米先進国の文化政策を取り入れ、近代国家に必要な人材の養成に大学もしくは大学の前身となる教育施設設立の気運が強く、その結果が、今日、大学の百周年記念事業が多く行われることになったと説明できる。欧米の科学技術を吸収発展させる学協会の設立も、また多かつたものと想像される。このような説明の根拠は、当時の資料を各大学、各学協会について調査検討することによって得られる筈である。地震学会の結成は、むしろ、その頃、横浜の付近で起こった地震が契機となったもので、社会状況よりも天然現象のほうが強く影響したのではないかという反論も出てくるかも知れない。創立の事情は、個々の大学、学協会で異なり、一律に扱えないにしても、似たような事件が時をおなじくして、日本という特定の社会に起きたという事実が、なにか背後に、そうしたことを起こす要因があったのだらうと想像させる。これは、社会現象の一例であるが、これと似た推論は、自然現象についても可能である。それについては、後章で改めて触れることになる。

地学協会が、明治一大正一昭和と変動の烈しかった時代をくぐりぬけて、100年の星霜を越えてきた、その歴史の長さを思うと、私自身には、とても及びもつかぬ時間的経過であったと感ぜられる。100年という年月は、あまりにも長いように感覚的には受け取られる。しかし、いま、その長さを、私自身が関係を持った年月と照合してみると、また別の感じにもなる。学生時代から定年退官までの約40年を東大100年の歴史とくらべると、百分の40、およそ2/5になる。地震研究所に在職した期間は32年、研究所創立20年の式典から50周年をすぎてなお在職し、おなじ計算をすれば、およそ3/5、地震学会結成100年のうち33年は会員として加入しているから1/3、地学協会は参加したのがおそく、およそ1/5が、その100年の協会の歴史に占める、私の関係した期間になる。社会の動きも学術の進歩の度合いも最近は速くなったことを考えると、100年という年月のなかに、私自身の関係した部分は、時間的には、決して negligible small な量ではなくなってしまったということになる。そこで、自己が経験した事柄だけに限って、その歴史を述べる

ことも許されるのではないかという気持ちになる。与えられた課題についても、できる限り、私自身の体験したことを通じて私見を申し述べるつもりである。地震研究所については、私しか知らないといったことが、ずいぶん多くなってしまったように感じられる。

さらに、いまひとつ、これからの私の講演の内容を規定することになった個人的経緯、いきさつを申し上げておこう。

はじめ佐藤光之助理事から記念行事についての内意を承わったときには、本日のような改まった形で講演をするつもりではなく、地質調査所長として、多勢の地質学専門家の中にあられた地球物理学者の佐藤理事と、地震研究所にあって、多くの地球物理学者を眺め暮した、地質学科出身の私と、互に対蹠的立場から、地学現象を扱かうときの地球物理家と地質家の差異といったものをお話してみたいと思ったことだった。それが、公開講演会で、各人がそれぞれの分担課題について各個に講演をするという固くるしい形になってしまったが、自然災害についても、私は、あくまで、地質学の立場から見たことを述べるという初心を捨てないつもりである。

私が地学協会の仕事に関与するようになって間もなく、編集委員会で、地理学専攻の皆様と接する機会を持ったのを多として、「地理という学問の本質はどこにあるのですか？」という無様な質問を發した。即座に「自然と人間とのつながりでしょう」と居合せられた、当時の編集委員のひとりだった保柳副会長の答が戻ってきた。アイスランドにソラリンソン博士を訪ね、低温というきびしい自然条件に対決しているアイスランドの人々の生活を見て戻って間もなかった頃でもあったし、また高校(旧制)受験にあたって文科か理科かと選択に迷い、理科に進んだのちも割り切れず、大学進学にあたって、文科と理科の中間の学問という意味で地理学科を選ぼうかと考えたことのある私に、この答えは、きわめて印象的であった。災害は人間生活に対してのことであるから自然災害は、まさしく人間と自然のつながりであり、地理学の恰好な命題であると思われる。自然災害については、昭和34年9月26日の伊勢湾台風のと、当時福井大学長だった長谷川万吉教授が主唱して研究グループが結成され、私も、思わぬきっかけから、先頃まで10年間その運営に加わった。その研究班が20年にわたって議論をした結果があるので、それを引用して説明する。

## II. 自然災害

前述の研究班は、現在では、文部省科学研究費補助金による「自然災害特別研究」に発展しているが、その概要を述べた最近の刊行物のはじめに、自然災害とは、“異常な自然現象が誘因となって地域社会の人間生活環境に多大な損害や危害を与える事象”と定義され、“加害素因”は自然現象であるが、“被災素因”は、“人間生活環境”であり、“自然災害は、異常な自然現象と人間生活環境との接触面”で発生すると書かれている<sup>1)</sup>。

災害という限り、人間にとって被害と受け取られることを指し、人間生活がそこになれば、自然がいかに猛威をふるおうとも、災害にはなり得ない。自然災害こそ、まさしく自然と人間の対決したかわりあいである。ただここで、“異常な自然現象”と書かれている点については、人間が勝手につけた形容詞であって、自然そのものにとっては異常ではなく、正常な活動のうちに含まれるのかも知れない。人間の観察した自然現象の変動の幅、もっと一般にいえば、range が、平均をすこし越えればいい、人間の感覚にいつもとはちがって感じられるから異常と呼んでいるに過ぎないだけのこと。人間の環境適応性が増して、耐えられる許容範囲がひろがってしまえば、変動の幅が平均を越えても災害にはならない。

自然災害には、いろいろな事象があるが、やはり、おなじ研究グループによる分類に従って並べてみると、(1) 異常気象、(2) 雪氷災害、(3) 強風災害、(4) 河川災害、(5) 海洋沿岸災害、(6) 地盤災害、(7) 地震動災害、(8) 地震予知、(9) 噴火予知、(10) 農業災害に大別される。この分類は、誘因となる自然現象の種類や災害発生の場所などによって、理論的に区別したものではなく、研究グループ結成にあ

たってアンケート調査をした、大学研究機関における災害研究者の研究テーマの分布をそのまま分類した、きわめて現実的なもので、逆にこの分類から、わが国における自然災害の特徴や研究の状況を知ることができる。限られた面積の国土に、これだけ多くの種類の自然災害のあることは、日本の自然条件を逆に説明していることにもなり、地震予知・噴火予知という分類は、地震や噴火については災害の一般的研究より一步進んだ、予知の問題がおもな研究テーマになっている実情を示している。農業災害だけが、別枠になっている点も日本社会に根強く残る農本主義が研究のうえにも現れていて興味深い。対象は自然現象であっても、研究するのが人間であるから、その属する社会の影響が研究分野にも及んでいる。災害の場合は、自然災害であっても、社会条件にいちじるしく左右される。前述の刊行物にも、自然災害は、“人間生活環境の変化に伴ってその様相と激甚の度合が変る”と明記され、“国土の開発や社会環境の変遷と拡大に伴い、時代の推移につれて、自然災害の様相が変貌し、複雑化するとともに、災害発生の潜在的危険性がますます増加する傾向をたどっている”と日本の現状について触れている。私も、昭和47年度から3年間、「急激な都市化に伴う災害ポテンシャルの変遷過程の研究」と題する自然災害特別研究による計画研究を主催したことがある<sup>2)</sup>。自然災害の誘因となる自然現象の起りかたに、さしたる変化はなくとも、人口が増大移動し、人類の生活活動が多様化し、その生存領域が拡大するため、科学技術の進歩に見合う防災技術の進歩はあっても、災害は増大の傾向にある。恰も医学は発達しても病気の種類は増えるといった状況に似ている。地学の普及解説には、医学を例にとると都合のよい場合が多いが、上述した異常な自然現象も、人間の側では、地球の“病理現象”と診断した病状も、地球自体にとっては、“生理現象”にすぎないかも知れないのである。災害は、むしろ、人間社会の“病気”というべきであろう。災害の増大は、人類社会の健康管理の欠陥と見做したほうが正鵠を得ているのではないか。

人間の生活領域は、水平方向にも、垂直方向にも拡大してはいるが、全地球的に大観すれば、地球の表面とみなされる。自然災害の誘因には、いろいろあっても、災害の発生は、この地球表面に集中していると見て差つかえない。従って、この地球表面を一応の基準にとって、自然災害を、その誘因となる自然現象が、この表面より上方で発生するか、または、下方で発生するかによって、2種類に大別してみる。上述の10種類に専門分野を細別するまえ、おなじ研究グループは、発足の次の年度から、研究班の組織を、(1) 風・水に伴う災害と(2) 地変(地沁り・火山・地震・地盤沈下等)に伴う災害について、それぞれ総合的に研究する2班に分けていた。今日の表現をすれば、solid earthに関連する災害とsoft earthに関連する災害とに分類していたことになる。この両者では、調査研究のtechniqueが、多くの点ではっきり違っているから、きわめて合理的な分けかたといえる。災害の発生が集中する生活面としての地球表面を基準にするばあい、海難や海洋沿岸災害のおもな舞台となる海面も、地球表面に含まれることになるが、研究調査方法の違い、媒質(海水)の物理的性質を考慮して、便宜上、海象災害を地表面から上方で起る災害のほうに含めることにする。災害の誘因となる自然現象の起点が、気圏・水圏にある災害、つまりsoft earthに起源のある災害と、岩圏に、つまりsolid earthに関連した災害とに自然災害を分類し、両者を比較しながら、講演の課題である「地殻と自然災害」の本論に入ることにする。

### III. 地殻と自然災害

誘因となる自然現象、“加害素因”としての自然現象の多発点が、地殻外部にあらうと内部にあらうと、地殻に関連した自然災害は、陸棲動物である人間の生活面、つまり地上に発生するから、一般に、日本語では、地変、英語では、earth changes または surface changes と呼ばれる。その代表的な地崩れ・地沁りなどの地変は、気象現象の台風や集中豪雨によっても、原因を地球内部に持つ地震によっても引き起こされる。その誘因がなんであろうと、地変には、soft earth での現象とはちがって、地殻構成物質である岩石、その風化生成物の土が関与してくる。反応系や運動系の中に、不均質な固体である岩石や土壌が含まれると、観測技術・調査方法が複雑困難になる。気体としての大気圏、液体としての水圏、固体とし

ての岩圏と、災害の誘因となる自然現象発生場所の媒質・媒体が単一であれば簡単であるが、災害発生の誘因の多くは、気圏・水圏・岩圏の境界もしくは境界に近く、3圏の構成物質が混在するところで起こる。大きく眺めれば、太陽から輻射熱そのほかのエネルギーの供給を受け、それ自身も内部に温度勾配を保有し、高速で公転・自転する地球の外側部にあたる岩石圏、さらにその外側を取り巻く水圏と気圏、その3圏が相互に物質を循環移動させている。こうしたところで行われている現象が、自然災害の誘因となり得るが、いかに現象そのものが烈しく行われても、起こる場所が一定し、状況の時間的変化が定常的であれば、災害は発生しない。状況変化の程度が、人間生活の耐え得る限界を越えてはじめて災害となる。当然、その災害は、人類の棲息面すなわち地表に集中する。このとき、現象に関係する媒質が、空気や水である場合は、複雑な自然現象であっても、調査・観測の technique は、比較的容易であるといえる。気体は容易に拡散して均質になり、水は容易に多くの物質を溶かし込んで、これまた、均質な溶液をつくる化学的特性を持っている。これにくらべて、固体どうしを混合して、どの部分を取り出しても、おなじ組成の混合物であるように、均質な混合物をつくるためには、まず混合すべき固体の粒度を揃えて攪拌をくりかえす仕事が必要である。均質な組成の混合物をつくるというだけでも、水の場合と、固体どうしの場合とでは、ひじょうに難易の差がある。固体の場合には、気体や液体の場合にくらべて取り扱いが面倒なことを示すために挙げた一例である。

災害は、人間生活との関連において、はじめて発生する。人間のおもな生活圏が陸上であるから、固体である地殻の表面に災害が集中し、豪雨に基因した洪水、暴風による高潮、沿岸流による海岸侵食など、いずれも地殻表面の岩石・土砂・構築物などを巻き込むことにより、その被害を増大する。気圏及び水圏内での現象それ自体は、流体として数理的に取り扱いやすくても、地表の物質が混入するにつれ、現象が複雑化し、かんたんには取り扱いえぬようになる。岩石や土砂が主要な役割りを演ずるようになれば、なおさらのこと、調査研究の方法も、かわってくる。災害に関係する地域は、固定縮小するが、現象の進行過程とくに、その時間的経過が不規則・不連続になり、災害の発生から終結までの期間も不定、長期化することもある。観測によって得られる情報が、より不確実になるのが普通である。これが気象現象であれば、地理的位置や地形に左右されるとはいっても、広域にわたって一連の物理現象として、これを把握することができるから、力学・熱力学といった物理法則の適用が容易で、気温・気圧・湿度・風向・風速などの物理量の時間的変化を示す数式が与えられれば、各地点でのこれらの量を測定することによって数値予報すら可能になる。海流についても、おなじような物理学的扱いができるであろうが、陸地に接近した沿岸流や津波の挙動は、沿岸の地形・地質に制約され、陸水ともなれば、さらに地表の局地的条件に支配される。陸地、つまり地殻の関与する程度が強くなれば、地域の地形・地質による影響が大きくなり、災害発生の地域的特色が顕著になって、一様一律の対応が困難になる。地殻に関連した災害の持つ複雑な性質は、地殻を構成する地層・岩石の不均一性に基因している。この不均一性に正確に対応した処理ができれば、災害対策は理想的であるが、実際問題としては、便宜的に適当なひろがりを決めて、その平均組成をもって代表させ、物理的性質を測定し、その値に基いて対応措置をすることになる。この適当な“ひろがり”を決めるのが地質家の役目ではないだろうか、あくまでも岩石・地層の組成・分布に対応させて決めることが望ましい。こうした配慮なしに、平均的にとらえた物理的性質にもとづいての措置では、岩石や地層の不均質性が外力を選択的に受けて崩壊の糸口になる例が地変には圧倒的に多い。いかに、岩盤力学・土質力学が発達し、測定技術が進歩しても、得られた測定値で代表し得る空間的ひろがりを決めるには、地質学的判断を必要とする。地殻に関連した自然災害の軽減及び防止における地質学の役割は、こうしたところにある。以上は、起承転結が追跡できる surface changes について的一般論であるが、その原因が、表面では観察のできない地球内部にある地変、すなわち地震や火山噴火については、どうであろうか。両者のうち、火山現象は噴出時に大気中または海水中に放散して姿をとどめない部分もあるが、噴出物は、固形物質として地表に堆積し、火山体を形成するのが普通である。地球内部物質が地表に噴出し

たものとして、具体的に私たちはとらえることができる。この火山現象にくらべて、地震現象は、土地や建造物の振動として観測でき、ときには、破壊という結果を地表に残すことはあっても、実在する物質として捕えることはできない。通り魔的な、体験的には瞬時の現象としてしか観察できない。傷跡を地表に残すことはあっても、その本体をつかまえておくことができない。おなじく地球内部に由来する現象であっても、両者は性質が根本的に違い、したがって、研究方法も異なる。物質の組成を化学的に調べることが、火山の場合には、その本質に通ずることになっても、地震の場合には適用できない。地質学教室から急に地震研究所に移った私は、地質学や岩石学がそのまま応用できる火山の研究に、まずとりついた。丁度、地震研究所に研究室を頂戴して2カ月たった、昭和21年3月11日に桜島の南岳の東側中腹で噴火が始まったこともあって、その調査に赴いた。地震のほうは、その年の12月21日に起きた南海道大地震が初舞台となったが、地質学と地震とをどう結びつけるかに、人知れぬ苦心をした思い出がある。それというのも、当時の研究所における地震に対する研究態度が私には異様にすら感じられたためであった。

#### IV. 沈黙から饒舌へ

私が理学部地質学教室の疎開先から地震研究所に移った昭和21年当時、月例の談話会に出席して奇異に感じたことは、研究発表の内容は、地震計その他計測器の考案改良、観測結果の報告、地震波の数学的取り扱いなどがおもで、地震がどうしておこるのかといった、地震の nature についての話が、まったくといってよいくらいなかったことであった。初動の押し引き分布にもとづいた発震機構の研究など、地震の原因についての論議は、戦前に、ひととおり出つくしてしまっていたのか、地震とはなんぞやといった大議論は、退官した老大家のすること、現役の研究者は、より着実な data を得ることに専心すべきだという空気が強く、地震の原因とか予知とかいったことは、むしろ禁句ですらあった。地震に関する研究発表に対する批判討論はきびしく、教授たちの容認を得られなかった研究もすくなくなかった。「地震波速度の時間的変化」と題して、なん回にもわたって発表された研究も、その多くのなかの一例だった。戦争こそ終わったものの、海外との学術上の連絡はまだ途絶えたままだったから、この仕事は、まったく日本人研究者が日本の地震について観測された資料を解析して、独自に導いた結果であった。しかし、観測誤差の範囲を越えた変化とは認められないとして、ついに承認されなかった。若い研究者が新知見として報告した発表に対して、それは以前だれだれが発表した結果と、どこが異っているのか？といった鋭い質問が列席者から撥ね返ってくることが多く、専門家とは、物知りではなく、その専攻分野に関して、なにが既知であり、どこまでが未知であるかを、つねにわきまえていなければならぬという訓練の場であった。専門家とは「知らないということを知っている人間である」という教訓を、私は教えられたと思う。「地震波速度の時間的変化」は、それから4分の1世紀たった、60年代の終りから70年代の始めにかけて、米ソの研究者により、地震予知の研究に関連して脚光を浴びることになる。シルクロード沿いのソ連ガルム地区で起きた地震の先行現象として、地震波速度の時間的変化——P波とS波の速度比の時間的変化が、ソ連の研究者によって報告されると、おなじような現象を米国の研究者が追試確認し、さらに、この現象を説明するモデルとして、日本ではSCHOLZ理論として喧伝された非弾性膨張 dilatancy モデルを提唱、地震予知可能との期待を大にした。折しも日本では、松代群発地震(1965~1966)の調査観測の経験に基づき、地震予知計画に対する国費の支出が決まって発足したばかりのところに学園紛争・研究所紛争と研究が停滞する事態が発生していた(1970~1974)頃でもあったので、この理論の提唱には、切歯扼腕した地震学者も少なくはなかった。しかし、その後の精密な観測によって、この速度変化は確実性に乏しいという反省がなされ、非弾性膨張モデルについても、すべての地震について万能ではないことになった。学術研究とは互いに批判検討しながら多くの学説が提唱されたり否定されたりして行くうちに、すこしづつ既知の領域がひろがって行く歴史を、ここ30年ほどの間に眺めることができた、私自身興味深い経験だと思っている。

近代地震学は、明治初年に来日した外人教師たちが、地震による地面の振動を、地震計を考案して正確に測定記録しようとしたことから、日本で始まったといっても過言ではない、昭和55年は、明治13年2月22日の横浜の強震を契機に、工部大学校で地質鉱物・鉱山学を教えていた外人教師、スコットランド出身のジョン・ミルンの主唱によって地震学会が結成されて、満百年になる。もっとも、この地震学会は、明治25年に解散しているから、現在の日本地震学会とは連続していない。主唱者のミルンは、もともと地質鉱物学・探鉱学を勉強した人で、日本へ来るにも海路をとらず、シルクロードを探検しつつ来日し、滞日中にも北海道・千島の探検旅行を精力的に行った自然研究者である。英国流地質学の特徴は、自然観察を積み上げて学問大系を作り上げるやりかたで、既製の学説を用いて自然を説明しようとはしない。こういう学風は、長い年月をかけて着実に産み出されたもの、地震や台風に驚かされることのない風土のなかで自然にはぐくまれたものという印象を、私自身英国留学中に強く受けた。ミルン博士の主導で、日本で始められた近代地震学は、そのご、震災予防調査会、地震研究所と、研究の主体に変遷はあっても、学風の基調は不変で、一貫して日本で起こった地震調査観測から出発した研究がおもで、輸入の学説で仕事をするには不得手ではなかったのかと私には想像される。遠地の地震を観測して、地震波の伝播や地球の構造を扱った地震学は、ミルン博士が帰国した1895年前後から、欧州で急速に発展した。日本では、大森公式にしても、震源決定にさし迫られて産まれたような感じを受ける。欧州では遠方の地震を冷静に観察して理屈を考えているように見える。研究者を取りまく自然環境が、かれらの研究の上にも影響しているように思われてならない。地震研究所で私が寺田寅彦先生門下の地震学者から受けた印象では、いつも身近かに起きている自然現象を注意深く見つめて、その物理学的説明を考えているようだった。地震の原因については、熱エネルギーから運動のエネルギーへの変換過程、地殻におけるエネルギー蓄積の容積といった抽象的な考察が行われ、その発言は神経質過ぎるほど慎重であったように見受けられた。明治以来の豊富な測量資料を使つての地殻変動の研究成果を集大成して、1962年世界に先き馳けて発表された、地震予知研究計画に関する提案<sup>9)</sup>でも、よく読んでみると、きわめて控え目で慎重な表現で書かれている。1940年の後半から60年代のはじめにかけて、私が身近かに接した日本の地震学者の、地震の原因や予知に関する発言は、ひじょうに慎重、沈黙寡言であった。1961年11月14日、今日のプレート・テクトニクスのはしりともいうべき、Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor の Nature 誌 (1961) の別刷を手し、著者の DIETZ, R. S. 博士が、地震研究所で話をしたときにも、日本の地震学者はさしたる反応を示さなかった。この学説は、50年代にはいり、米ソ超大国の冷戦の産物として、国防上の目的で始められた、地下核爆発探知を目的とした地震観測網の整備、核廃棄物処理のための海底調査が全地球的に実施された結果、自然地震の分布及び海底地形その他、海洋底の地球物理学的資料が大量に得られ、それらを総合的に解釈したことから産み出された仮説である。当時わが国力は、月面調査に代表された宇宙科学と同じように、全地球的調査についても研究手段を持ち得なかったから、この説の誕生には、日本の研究者は関係していない。輸入学説としてのプレート・テクトニクスが、日本で流行し始めたのは、60年代後半になってから、それからの爆発的な流行は、学界におけるよりも、マスコミ界において著しい。地震予知が控えめな「研究計画」から“実施計画”に衣替えした時期とも重なって、日本の地震学者は、急に饒舌になった。

## V. 地震の定性——地震の地質学

一般に、未知の物質を調べるには、まず定性をしてから定量をする。定量分析が定性分析に先行するのは逆である。前章でも触れておいたが、ここ34年間、私が身近かに接した、日本での地震学の変わりかたから受ける印象では、日本での地震研究は、ほかの自然科学とは逆に、定性の進むまゝに定量化が先行してしまつたように感じられる。その本性がなにであるかが判然としないままに、振動としての定量化が進み、計測による観察と、その結果の数理的解析が主流であった。地震の本性についての論議が聞かれず、

地震波の数値計算が盛んに行われていた雰囲気、私にこうした印象を与えたのかも知れないが、地震の啓蒙運動が普及し、規模とか震度とかいった数値が人口に膾炙している現状を見ると、なおさら、おなじ感じを受ける。宇宙空間での事象は、距離的には離れていても、観測装置を、現象の起きているところに運んで、情報を直接受けることができるのに、地震については、地下数キロに震源があっても、そこに計器を運び入れることができない。地表での振動その他の surface manifestation を観測して間接的情報に満足しているほかないのが実情である。振動という物理現象としては正確に捕えることができて、具体的にどこでなにが起こったかを直接確かめることが困難であるために、こういう状況に私達は置かれてきた。

地質学者としては、地震を抽象的な振動論として扱おうのではなく、地球内の具体的な事象として把握したい。そのためには、ひとつひとつの地震を identify することが先決である。そのためには、地震の起こった場所と時刻、このふたつを手掛りとすることによって地震を現在の地質現象として扱おうことができる。昭和25年頃だったろうか、関東地方の重力異常分布、地質構造などの資料を持ち寄って、地球物理・地質の関係者が討論会をした時に、最後に所感を求められた矢部長克先生が、細かく時代別した古地理図を作成する努力をしてみよと言われた。時代とともに海陸の分布が、どのように変遷して来たかということがわかれば、関東地方が最近の地質時代に、どういう上昇下降運動をするかという傾向が出てくる。それが、地球物理学的な資料とどう結びつくかということを考えようという意味の提言として、私にはひじょうに興味深く感じられた。ほかの講演の内容は忘れてしまったが、先生のこのときのお話だけは、まだ耳底に残っている。それというのも、南海道大地震による西南日本の地殻変動を、地質構造と関連させて検討していた私は、既製の古い地質時代の地質構造と、現在の地殻変動とは直接に結びつかない。過去の大きな地質構造は、人体の背骨のように、運動に一定の制限を与えるが、細部の地質構造は、過去の運動の結果として残ってはいても現在の地殻変動とは無関係である。地震も、測量によって検出された地殻変動も、重力異常分布も、地質図に示された古期岩層の構造には直接関係なく、地下のある深さに想定されるモホ面のような、重力異常に影響を与えている地下の物質分布の場所で“黒幕的”な動きがあり、その“黒幕”に左右されて行われている現在の動きであると苦しい解釈をしていた。今日的表現をすれば上部マントルの動きによって支配されていると書いたであろう。ただ当時の震源決定の精度では、震央分布図を、誤差を含めて作成しようとすると、現在のように小さい点として記入できなかったのも、よけいに地質図との関係がつかめなかったと思われる、地震の震源分布・重力異常・地殻変動の傾向、これらは、現在の地表の relief つまり地形を形成する傾向の地下の運動——それを黒幕と表現しておいた——に支配されているというのが私の結論である。談話会で発表したら「定年退官してからにしろ！」と袋叩きに会うことは必定であったので、ひそかに中央公論社の「自然」という雑誌にさり気なく活字として残しただけで<sup>4)</sup>、堂々と発表する勇氣はなかった。当時そのような大議論が許されたのは、月例談話会で必ず長広舌を振られた長岡半太郎先生に限られていた。

地震予知5カ年計画が実施されて、各大学に付設の微小地震観測網整備で震源決定精度が格段に向上し、地震活動と地質構造が綺麗に結ばれている観測結果が珍らしくない。震源分布を年別に記入した地図が何枚も作成されれば、それは地震についての“古地理図”ということができる。こうすることによって、ひとつひとつの地震が戸籍に登録されて、identify できることになる、松代地震は群発地震が2年間も続いた。私は地震のひとつひとつに、観測された順序に番号をつけてくれるよう萩原尊礼教授にお願いした。そうすれば、震央における地下の岩石の破壊状況を追跡できると思ったからである。残念ながら、15年まえの技術では、そこまではできないとのことで諦めるほかなかった。いまなら可能であろうにと残念に思っている。このときは、震央地域の中心、皆神山という10万年か20万年まえかの熔岩円頂丘の単一火山の北東側に近い所に、北西—南東方向の左横ずれの潜在地震断層が生じ、北東—西南方向の右横ずれの共軛断層をも伴っていたと推定されるが、この共軛断層のほうは、皆神山の固い石英安山岩に邪魔され

たのか、はっきりしてなかった。そのため付近の地表の沖積層の畑地に雁行した地割れ群を生じた。この割れ目の動きを、地割れ発生の初期から測定していた。割れ目が全部開口性であれば、火山性の物質が地表に近づいてくる前触れだろうし、割れ目の動きが横ずれなら、地震断層のせいだろうと、見当をつけるために始めた観測だった。皆神山の年代も思っていた通り古く、地割れの動きは、開口よりも横ずれが勝っていたので、群発地震は、火山性ではなく、構造性的ものと判断できた。こういうふうに監視をつづけていたところ、地割れ群の一部が、皆神山から北東に当る反対側の山の斜面に接した付近の山腹斜面に、典型的な地氈りの谷頭に出来る地割れが発生しているのを事前に発見した。その動く速さを測量から割り出し、予想される被災地の範囲を予測して、地元の役場に知らせた。私と、私の研究班の人たちが予知したのは、潜在地震断層の運動によって惹き起された地表面象としての地氈りであって<sup>5)</sup>、けっして地震を予知したのではないことを、ここで明記しておく。地下数科で行われている断層運動に伴った地震群、そのため地表にも、この動きを反映した諸種の地変を生じている。それでも、その地震活動がどうなっていくか予告はできなかった。地震活動の経過を詳しく追跡したに止った。とくに、私たちが心配したのは、群発地震地域と隣接する長野市の付近で、単発の大地震が起こりはしないかという、ひそかな“期待?”だった。伊東の群発地震と伊豆地震の例を経験しているからである。現在、伊豆半島沖地震以来、精密な地震観測その他各種地球物理的観測を実施しているのも、この過去の経験を基にして監視しているのである。いまの地震観測網は、地質構造をトレースしているかのような震央分布図を与えてくれる。こういう地表に近く起こる地震でも、追跡は詳細にできても予知は、なかなかできにくい。伊豆には、多くの第四紀層を切っている断層もあり、それらの方向と、地震活動の動きとむすびつけられそうである。新しい地質時代の地質構造と、そこで起っている地震であるから両者を結びつけて考えられる。松代の地震断層は、既存の断層に沿って生じたのではなく、断層のなかったところに新しく出来たもの、したがって、実験室での岩石破壊をそのまま自然が見せてくれたかたちになり、岩石破壊実験から割り出された、非弾性膨張モデルとよく合ったのである。あの地震でももう数科も深い所で行われていたら、よくわからなかったかも知れない。地質学の立場からは、地質と地形から、震域が地質時代から現在まで、どういう傾向の動きをつづけてきたかを調べ、それを将来に外挿して、地震が地質現象のどのような位置を占めているのかの見当をつけること、換言すれば、地震をあくまで現在の地質活動として定性することが仕事のひとつと考えられる。それで、私は立場上地震調査に責任を持つようになってから、地震の地質学的背景という題目で報告を書くことにした。古地理図を重ねて、現在の地図から未来の地図へとの方向を見当づけるのである。先に述べた全地球的に明らかにされた地球の海洋底をも含めた大地形に、巨大地震を時代別に記入して行ったのは、茂木清夫教授の研究の基礎になっている<sup>6)</sup>。無意識のうちに、地震の古地理図を作成していたものと高く評価している。令兄の昭夫博士は、海底地形図を作成されていることと併せて、兄弟で地震の定性をしているように私には見える。同じ時代に、一斉にまた引き続いて大地震が起きていることが事実として判明すると、それらの起こった地域、また地域の間、なんらかの出来事があったのだろうと推測する。講演のはじめに行った100年記念行事が続いていることについての解釈とおなじ思考である。地震は社会現象でないから、解釈の手掛りとなるのは、岩石の破壊実験についての知識である。しかし、なにも既存の構造のない“さら地”に起こるのでないから、地質構造にどうしても拘束される。巨大地震なら大構造に、群小の地震なら局地的な構造に支配される。その“ひろがり”の見当をつけるのは、地質家の役割りだと私は考えている。岩石を破壊させるに至った原因の地学現象については、はっきりと判断できる場合もできぬ場合もある。この推定もやはり地質家が関与する領域であろう。しかし、自然は複雑である。謙虚に観察を続けて行きたいと思う。

## VI. 後 記

私の本日の講演では、あまりにも私自身の個人的なことを多く述べてしまったきらいがある。そのこと



について、とくに申し上げたいことは、昨今の情報過剰の時代において、地震予知に関しての、音声・映像・活字あらゆるマスメディアを通じての情報の伝播は、とくにいちじるしく、情報伝達過程でのゆがみが烈しく、情報公害という言葉まで叫ばれ始めている。プレートテクトニクスの理論が生れるまでの過程は、全地球的な地球物理学的資料の総合解析した見事なまでの学説の提唱であったが、その結果として発表されたモデルは、きわめて簡単なもので、だれにも容易に理解され、ジャーナリズムの受け入れるところとなり、またたくまに社会一般に普及を見た。研究者以外の人にも書いたり論じたりすることが容易であるので、やたらにプレート理論を振りまわすインスタント“地震学者”が巷間に増えた。活字人口世界一のわが国の出版界に迎えられて量産された地学の解説普及書にも、地震や噴火の現場にいちども訪れたことのない著者によって生々しい報告が書かれ、専攻したことのない分野の問題について誤解された紹介がなされている例がすくなくない。こうした風潮に対して、私にできることといえば、自分が実際に直接体験したことによってのみ発表し、ひとの資料を使わない、引用する場合も、自分が深く関与した事項に限定するといった制限を自分自身に課して、情報源をできるだけ少なくすることに努めるしかない。情報の量を少なくして質の向上に努める、一種の抵抗運動なのである。自分の目で見、足で踏み、直接耳で聞いた情報に限定して発表する、講演や講義のように、専門の仕事にまだ入っていない人を対象とする場合の言動には、とくに注意をしている。それでも、原因となる自然現象が、地殻内部にある地震について、一般の理解を得るには多くの困難が残されている。物理学や化学・数学といった精密科学と呼ばれるものよりも、地球といった漠然とした大きな存在を対象にした地学の研究には、way of thinking における、一層の厳格さが要求されるのではないだろうか、恩師の坪井誠太郎会長は、よくこのことを学生に説かれた。また、教室員の研究発表には、文章の一字一句にまでも、きびしく注意された。戦後の外見的民主主義は研究機関からの刊行物に、referee のない推敲の足りない論文や報告の掲載を許すようになった。まして商業出版物にあっては、解説書ほど、学術論文以上に正確な表現が必要なことなど考えてもみないものが多い。情報公害はますます増えこそすれ、減らないのが実情であろう。残念なことである。

おわりに、講演の内容とこの文章とがちがっていると感じられる読者がおられるかも知れないが、それは私は講演の際に、聴衆の様子を見て、用意した腹案を変更することになっているためである。本篇はその腹案に忠実に書いたつもりである。公開講演会と言いながら、聴いておられたかたが、ほとんど存じ上げている地学の専門の、それも先輩のかたが多かったから、解説的なことは省略して話したせいである。また、ペルー地震の調査と引き続いての研究所紛争で害ねた健康は遂に回復せず、54年6月以来、肺炎再発に悩まされたため、記念事業の実施に当られた地学協会役員、とくに講演会を計画され講師選定にあたり連絡下さった、佐藤光之助理事及び前島郁雄編集委員長には、とくにお手数を煩わした、ここに深くお詫び申し上げその御好意に感謝する次第である。

- 1) 災害科学総合研究班「自然災害特別研究の現状と動向」学術月報、第30巻、第8号、558-587頁(1977)。“ ”で囲んだ文章及び述語は、この文献より原文のまま引用したもの。
- 2) 森本良平ほか、「急激な都市化に伴う災害ポテンシャルの変遷過程の研究」、自然災害特別研究成果 No. A-50-5, (1975年5月)。
- 3) Earthquake Prediction Research Group, “Prediction of Earthquake……Progress to Date and Plans for Further Development”, Compiled by Chuji TSUBOI, Kiyoo WADATI & Takahiro HAGIWARA, January 1962.
- 4) 最近の火山地質学の諸問題、自然通巻81号(1953年1月)ほか。
- 5) MORIMOTO, R., et al. “Landslides in the apicentral area of the Matsushiro earthquake swarm……Their relation to the earthquake fault.” Bull. Earthq. Res. Inst., 45 (1967), 241-263
- 6) 個人的談話による。