

日本の地震予知研究史 —先駆者今村明恒と当時の地震学—

西澤 修¹⁾

1. はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震のあと、地震予知や地震研究について社会の関心が高まっている。マスコミを通じて地震予知研究のあり方についての議論も各方面で行われている。しかし、このような議論の中で地震予知の論理や科学的根拠について一般の人々にわかりやすい情報が流れているだろうか。あるいは研究の歴史的経緯が人々に正しく伝えられているだろうか。専門家の間では地震予知の方法や科学的根拠についての議論はさかんであるが、その内容が一般の人々に理解できる形で伝わっているようには思えない。また、地震予知についての論争が古く関東大地震以前にまでさかのぼるということも忘れられているようである。そこでこの機会に、災害防止科学としての地震予知について、その論理と歴史をもういちど見直してみることも必要であろう。このためには、明治の濃尾地震から第二次大戦直後の南海地震まで、生涯を地震防災研究に捧げたひとりの地震学者と彼の生きた時代の地震学の歴史を知ることが役立つと考え、この記事を書くことを思い立った。なお記事の末尾には関連事項の年表を付したのでこれも参考にしていただきたい。

2. 地震予知研究—予知・予測・防災

地震予知の歴史に入る前に、現在論じられている地震予知の問題についてももう少し触れてみたい。世間では地震予知と地震危険度予測が区別されずに地震予知研究として扱われている場合がある。厳密な意味での地震予知とは、地震の前兆をとらえ日時

・場所・大きさについて事前に把握することを言う。現在日本で行われている地震予知研究の中で本格的に前兆をとらえようとしているのは、駿河湾内に震源断層が予想される東海地震だけである。なぜ駿河湾内の地震が差し迫っており、またこれを予知できるかもしれないと地震学者は考えたのか、このことは地震予知の論理や科学的根拠を論じる上で重要なことである。駿河湾内の地震発生メカニズムについては建築研究所石橋克彦氏の著書「大地動乱の時代」(岩波新書, 1994)に詳しく説明されている。

その他の地域について地震予知と呼ばれているものは、研究者の個人レベルでの予知研究であり、その多くは予知法の研究である。日本で、科学的根拠にもとづく厳密な意味での地震予知情報が出された例を筆者は知らない。人々に「予知」という印象を与えているのは、多くの場合超長期または長期の地震危険度予測であって前兆にもとづく予知ではない。また、ギリシャで行われている地電流を用いた予知(VAN法)について学者が議論しているのは、この手法の科学的評価に関してである。つまり、研究者から出される研究成果の多くは、前兆現象とその検出法(予知法)であって、予知情報ではない。

いっぽう前兆現象の信憑性に疑いを持つ科学者もいる。中でも東京大学のロバート・ゲラー氏による地震予知研究への批判はよく知られている。ゲラー氏は、そもそも地震予知法などというものは現代の科学で短時間に解決できるものではなく、疑わしい前兆現象をあてにした地震予知研究を行うより、地震時に緊急に必要なとされる救助活動など災害軽減のためのシステムづくりにこそ現代地震学の成果が生かされるはずであり、この方面にもっと力をいれるべきであると述べている(ゲラー, 1994, 1995)。そ

1) 地質調査所 地殻熱部

キーワード: 地震予知, 今村明恒, 地震学史, 地震防災

の一例として、地震予知の大きな予算に比べ、地震断層近傍での強震動を研究する地震工学が冷遇されている実状をあげ、日本でこの研究をもっと推進すべきことを主張している。地震は予知できずとも、万一地震が発生したときの地震動の強さを予測し、事前の対策によって被害を最小限にとどめ、火災などの二次災害を防止してすばやい救援活動を行えば、地震の被害は劇的に軽減される。

ところで、ゲラー氏の指摘する地震工学を世界で最初に研究し始めたのは、実は日本である。後ほどふれるが、昭和初期、当時の地震研究所所長の末広恭二が米国に招かれた際、建物に影響の大きい強震動地震波の研究を「地震工学」と称して話をしたところ、米国側はいちはやくその重要性を理解して熱心にこの研究を進めたが、日本ではその後しばらく顧みられなかったといういきさつがある。このように、日本と米国との間には地震研究についての方法論の違いが当初から存在したように思えるが、現在でも地震予知について両国の考え方は異なっている。

3. 日米の地震予知研究比較

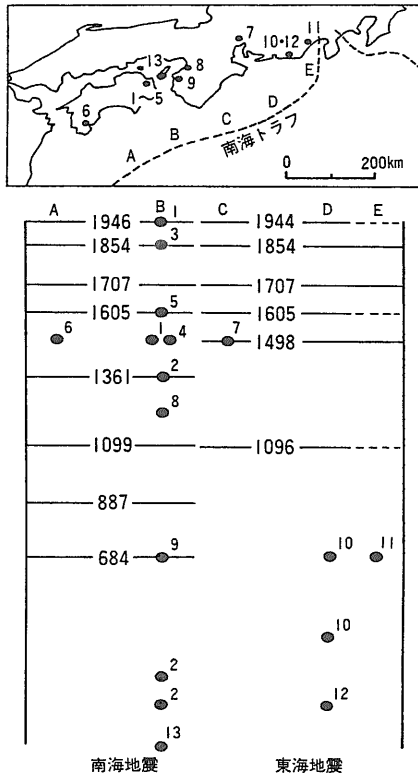
ここで地震災害軽減に関する研究を日米で比較してみよう。米国では1964年にマグニチュード(以下Mと表記)8.4(注1)のアラスカ地震が発生し、米国の地震学者の間でも地震予知についての関心が高まった。また、1970年代はシュルツ(C. Scholz)のダイランシーモデルが提案され、地震予知についての研究も始められている。しかしその後は予想した地震前兆現象が現れなかったことから、地震予知について多くの研究者の評価は否定的である。現在地震予知研究は下火になっており、地震災害の一次的要因である強震動の予測といった地震工学方面の研究と災害発生後の救援・支援体制などのシステムづくりが重視されている。この方面は地震予知に比べ着実に現実的な成果が期待できる。地震予知も完全に無視されているわけではないが、その実状は日本とはかなり異なる。ひところ地震予知が話題になったパークフィールド(Parkfield)は人口100人にも満たない町であり、予想される地震の大きさはM6程度である。このような場所でたとえ地震予知に失敗したとしても社会的影響は小さい。つまり、これ

は純粋に科学的データを取得するための実験である。

これに対し、現在日本の地震予知のモデルフィールドとなっている東海地域では、予想される最大マグニチュードは8程度と大きく、いくつかの大都市とともに鉄道、道路といった日本産業の大動脈が危険区域に含まれるので、予知情報の及ぼす社会・経済的影響は比較にならないほど大きい。地震災害防止にあたって、最も困難な「予知」を研究目標としてかかげる日本。「予知」はひとまずたなあげにして地震工学や防災システムに重点を置く米国。両国の科学者の地震災害軽減への研究法はかなり異なっているように見えるが、この違いはどこからくるのだろうか。

米国にはカリフォルニア州を縦断するサンアンドレアス断層が存在する。サンアンドレアス断層はプレートどうしが接して、互いに横ずれを起こしているトランスフォーム断層である。このため、被害地震のほとんどはサンアンドレアス断層の横ずれによるものか、その周囲の断層による地震である。したがって研究対象となる地震は、アラスカのようなプレートのしずみ込み帯を除けば、ほとんどが陸域直下型地震である。いっぽう日本は複数のプレートが会合する点に位置し、直下型地震だけでなく、海側ではプレートしずみ込み境界での巨大地震がひんぱんに発生する。日本の古文書には前兆現象の記事も豊富であり、史料にもとづいて地震の発生をかなり広い時間範囲で追うことができる。たとえば、典型的なプレート間地震である東海地震、南海地震については、史料や考古学的調査から地震発生パターンを詳しく調べることができる(第1図)。これらの地震については、プレートの支える応力が一定レベルに達したときに発生すると考えるタイムプレディクタブルモデル(Shimazaki and Nakata 1980; Scholz 1990)が提唱されている。このモデルによれば、前回の地震の規模をもとに次の地震の発生時期を予測できるが、その規模は予測できない。このモデルを検証するための古文書やフィールドの調査は現在も続けられている(寒川, 1992; 熊谷, 1995)。

長い間地震とともに暮らしてきた日本人の思考形態と、日本列島の置かれた位置の地球科学的特異性が、地震予知にみられる日本独自の地震研究スタイルを生み出しているのもあろう。日本における地



第1図 東海地震と南海地震の地震発生パターン。1944年の東南海地震では駿河トラフ(Eの部分)が破壊されておらず、ここでの地震エネルギーが蓄えられたままなので、近い将来の大地震発生が懸念されている。東海地域の観測を強化するのはこの地震の前兆をとらえるためである。黒丸は地盤液状化現象の跡が確認された場所と年代。寒川(1992)より。

震予知研究は、日本の地理的・歴史的条件下からごく自然に発生した「土着の科学」とでも呼ぶべき性格があるように思える。以下では、このような日本の地震学に見られる特徴を歴史的経過に沿ってながめることにする。

4. 大地震に備えよ—今村の警告

1906年(明治39年)1月16日付けの「東京二六新聞」に「大地震襲来説」という記事が掲載された。これには、丙午の年にはよくないことが起こるといふ迷信と著名人の死を引き合いに出しながら、東京帝国大学教授今村博士の説として以下のことが書かれてあった。

- ・新潟には今後16年の間に地震が起こる

- ・50年以内に東京は大地震にみまわれる。
- ・深川本所以下の土地は軟弱であるので、地震がくれば震動の大きさは八、九寸となり、寺院や煉瓦作りの家は倒壊。木造の家も一割以上倒壊する。山の手でも大きな被害がでる。
- ・地震によって鉄道や橋が壊れ、水道管も破裂して、安政年間にあったと同程度の大きさの地震が再度発生すれば東京は火災によって壊滅するであろう。死者の数は10万を越し20万に達する。

ここで安政年間の地震というのは、安政江戸地震(1855)のことで、これは東京都の東部から千葉県にいたる東京湾沿いに震源があったと考えられているM6.9程度の直下型地震である。この地震では江戸の下町や武家屋敷で多くの家屋が倒壊し、多数の圧死者が出たが火災による被害は小さかった。死者の数は一万人に達したであろうと推定されている(石橋, 1994)。この記事が新聞に掲載された背景には、前年の12月今村が総合雑誌「太陽」に書いた論説があった。ここから明治の地震予知論争、というより「地震騒ぎ」が始まるのであるが、この話は先の石橋氏の著書のほか、藤井(1967)、山下(1989)、池上(1987)、萩原(1982)、鈴木(1985)、山崎(1979)など地震関係の多くの書物に紹介されているほか、吉村昭の小説「関東大震災」(文春文庫)にも書かれている。したがって、詳しい話はこれらの書物を読んでいただければよいが、ここでは地震予知研究の源流を探るため、この話の要点を以下に紹介する。

まず、新聞が東京帝国大学教授今村博士として紹介しているのは、東京帝国大学助教授今村明恒(写真1)のことである。当時の東京帝国大学は大森房吉(写真2)が教授のポストにあり、今村は大森より二歳若かった。大森は日本の地震学の開祖のひとりであるミルン(J. Milne)(写真3)のもとで地震学を学び、1896年(明治29)初代の地震学教授関谷清景(「きよかげ」後に「せいけい」とも称した)(写真4)の後をついだ。関谷は日本の地震学のもうひとりの開祖であるユーイング(J. Ewing)(写真5)に師事し、ユーイングが帰国してからはミルンとともに地震の研究を続けていたが、以前から肺を患っており42歳の若さで亡くなった。そこで、そのときまだ29歳の大森が教授となり、今村はその助教授であった。



写真1 今村明恒, 1870-1948



写真2 大森房吉, 1868-1923. 生家は旧福井藩士. 1898年より2年間ドイツ留学. 1906年渡米してサンフランシスコ大地震の被害を視察. 1923年オーストラリアでの汎太平洋学術会議出席中関東大地震発生を知る. 学会誌「地震」より.

今村は1870年、元島津藩士の家の次男として生まれた。生家は維新後の苦境にあったが、幼児より秀でた素質を示したため、兄と兄嫁の父の援助により1894年に東京帝国大学物理学科を卒業し、翌年に副手、1900年より助教授となっている。今村の研究は、田中館愛橘のもとでの全国磁気測定、地震波の伝播速度決定、津波発生機構、大地震や火山の調査、古い地震についてのフィールドと文献からの調査、都市の地盤評価、地震に伴う地殻変動の調査、津波の調査など、ほとんどが地震災害に関わるものであった。研究スタイルも日本ので観測・調査を重視し、研究の目的は地震予知と震災防止のためのものであった。今村が地震学の研究をこころざした動機について、河角廣は今村の死後地震学会誌



写真3 ミルン(John Milne) 1850-1913. 本国イギリス. 1876年来日, 19年間滞在. 夫人は日本人堀川トネ. 学会誌「地震」より.

「地震」の追悼文の中で次のように書いている。
 「……明治24年(1891)の濃尾大地震の当時、大学初年級であった先生が、大学院学生であった大森博士との対談中、地震波の波長すらわかっていないことを知り、かかる震災予防の根本問題もわかっていないならばその点からだけでも人類のために働くことができると感じて地震研究を思い立たれたと云われる先生にしては当然の話であり、その後の全生涯を通じ、死の床にまで苦慮せられ遺言にまで残された問題はやはりこの点(地震予知と震災予防の研究)でありまして、先生の深い人類愛の結果であったのであります。」
 若き日の決意のとおり、今村の50年の研究生活はすべて地震の予知と震災予防のための奮闘であった。大正、昭和に入ってから彼の仕事については以下でも何度か述べることとなる。

5. 大森房吉の反論

さて、今村が雑誌「太陽」に書いた記事とは次のような内容のものであった。「明治24年の濃尾地震の後に震災予防調査会が設立され多くの有益な研究がなされている。自分はこの研究結果が活用されなければ意味がないと考え、ここに震災予防のための知識を紹介するものである。」として、自分の意図が震災防止のための知識の普及であることを述べている。「自分がこれから述べようとする警告は決して誇大なものではない。」とことわったあとで、



写真4 関谷清景, 1854-1896. 生家は美濃大垣藩の下級武士. 1876年イギリスへ留学したが肺を病み中途帰国. 病氣療養後, 菊地大麓に呼ばれてユイイングのもとで地震学を研究. 学会誌「地震」より.



写真5 ユーイング (James Alfred Ewing) 1855-1935. 本國イギリス. 1878年23歳のとき来日し, 田中館愛橋, 長岡半太郎らに物理学を教える. 5年間滞在. 学会誌「地震」より.

概略つぎのようなことを述べている.

- ・過去の地震発生場所と発生年の統計から大きな地震はほぼ東京を100年ごとに襲ってくる. 安政2年(1855)の大地震からすでに50年経っており, 近いうちに東京にも地震が来ることは避けられないであろう.
- ・もし安政大地震程度の地震が東京に発生すれば, 庄死者は3,000人, 全壊家屋は30,000程度となるであろう. ただし, これは火災のない場合のことで, 火災があれば死者は三倍程度となる.
- ・建物は西洋文物の輸入で発火・延焼が容易である. 水道管は強い振動で破壊され消火能力をなくし人々は逃げ道を失うので, 大火災ともなれば死者は10万ないし20万人に達するであろう.
- ・地震があったときは, すぐに灯火を消しむやみに戸外にとび出さずに, 家の中の安全な場所に避難せよ.
- ・ガス灯や石油ランプは火災の危険が大きいので, これを全廃し代わりに電灯を普及させるべきである. 自分は経済の細かいことはわからないが, 石油ランプと同じ明るさの電球を同じ程度の価格にしてみてもどうか. この点については識者の意見を聞きたい.

自分の書いた論説が新聞に取り上げられ世間をさわがせたことについて, 今村はただちに東京二六新聞に抗議の手紙を送っている. ここで彼は, 「震災を軽減する方案」を掲載せずいたずらに一般の恐怖

心をあおったことは心外であるとし, また, 新潟地方は高田地方の誤りであると指摘した. 新聞がこのように自分の本当に伝えたいことを書かず, 自分の警告がどのような根拠にもとづくかを省略して「予言」のように扱われるのは残念であると述べた.

さらに, 騒ぎに追い打ちをかけるように, 1月21日に東京に強い地震があった. この地震は北緯34度, 東経137度に震央を持つ三重県沖での深さ350 km, M7.6の深発地震であった(宇佐美, 1987; 茅野・宇津, 1987). これによって東京市民はますます地震に対して怖えるようになった.

世間があまりに地震についてさわぐので, 「萬朝報(よろずちょうほう)」は「大地震襲来説は浮説」と題して1月24日から26日まで記事を掲載し, 大森の言として次の見解を紹介した.

- ・地震の予知は現在は不可能. 東京付近に現在地震が起こるということはない.
 - ・大地震は夏に多く, 普通の地震は秋から冬に多い.
 - ・小地震が多くあった翌年には大地震の心配はない. 明治24年の美濃, 27年の酒田のそれぞれの大地震(濃尾地震, 庄内地震を指す; 筆者注)の前年は101回, 93回と小地震の回数は少なかった. 昨年は非常に多かったので, 今年は大地震がおこるとの心配は不要である. しかし, 今村博士の言うような震災予防法は心得ておくべきである.
- そのほか, 地盤の良否によるゆれの違い, 耐震構造

の必要性、地震時の火災予防、石油ランプから電灯に切り替えることの緊急性を説いている。

大森の意見と題された記事はこのほか「報知新聞」にも掲載された。これらの意見の中には、現在からみるとおかしな話も多い。しかし、その後地震がしばらくなかったこともあって地震さわぎはひとまず落ちついた。ところが2月23日と24日に連続して東京がゆれた。23日の地震の震央は千葉県沖でM6.3、24日のものは東京湾でM6.4であった。被害は、最初の地震では千葉県で壁に小さな亀裂のできる家が出た程度だったが、次の地震では東京の各所で土蔵に亀裂が走ったり、麻布警察署の煉瓦に亀裂が生じた。また横浜では煙突の破損・倒壊があり、横須賀、富津でも被害が出た(宇佐美, 1987)。

さらに、デマ騒ぎがこれに重なった。このデマは、第二の地震のあとに人が大勢集まる場所を選んで電話をかけ、「中央气象台」(注2)だと称して「本日午後三時より四時の間に大地震が襲来する」というものであった。

騒ぎがあまり大きくなったため、大森はここで雑誌「太陽」三月号に論説を寄せ今村に反論をあげせた。「元来不完全なる統計に依れる調査を基として、間違い無く将来の出来事の時日を予知し得べきものにも非ず。東京激震の説の如きも、結局地震の起これる平均年数より生ずるものなれば、学理上の価値は無きものと知るべきなり。」として攻撃した。さらに、安政地震を根拠として東京の震災予測を行い、石油ランプの危険性を指摘したが、この点は今村と同じである。しかし最後に、「要するに、近來流布せる大地震が近き将来に於て東京を襲ふとの説は、学理上根拠無きものなれば、浮説にして、取るに足らざるは勿論なれども、東京の如き地震地方に於ては、地震に関する注意を常に為すことは最要にして、之に関する諸種の研究は寸時も忘る可からざるなり。」と述べ、地震防災の重要性を説きながらも今村の説を「浮説」という当時としては相当に厳しい言葉で攻撃している。今村が震災軽減のためとして発表した論説は、世間にその真意を伝えることなく大森によって葬られてしまう。

大森と今村はこの後もう一度、大正に入って起こった千葉県付近での群発地震をめぐるさらに決定的に対立することになる。この話は前震についての学術論争として興味深い側面もあるが、ここでは省

略する。内容は先にあげた書物に紹介されている。これらの論争の後、大森と今村の関係は冷めきってしまい、ふたりの間には事務連絡以外の会話はなかったといわれている。

6. 震災予防調査会

ここで、今村が雑誌「太陽」に論説を発表する動機となった「震災予防調査会」での研究について書いておこう。「震災予防調査会」は学者による地震災害軽減の研究を行う組織であり、国家の政策によって設立された。学者が地震災害を軽減するための研究を行うには、強力な政策的・財政的バックアップが必要なことは昔も今も変わらない。

震災予防調査会は1891年(明治24)の濃尾地震(写真6)を契機として生まれた。その年の帝国議会で、貴族院議員菊地大麓は国立の調査局の設置を建議して認められ、翌年6月に震災予防調査会の設置が公布された。これは文部大臣の監督下に置かれ、次の各項を使命としている(今村, 1929)。

- ・如何なる材料、如何なる構造は最もよく地震に耐え得るものなるか
- ・建物の震動を軽減する方法ありや
- ・如何なる種類の建物は危険なるか、その取締法如何
- ・日本中如何なる地方は最も震災多きや
- ・地方に於いても多き部分と少なき部分との区別ありや
- ・如何なる地盤は最も安全なりや
- ・地震を予知する方法ありや否や

すでに、ここで地震予知が明確に研究目標として位置づけられていることは興味深い。

この調査会の活動として、十八項目の研究テーマを挙げている。この中には通常の地震・津波・噴火災害調査や地震観測、地震史の編さんの他に、地質調査と地磁気、地温、重力などの地球物理観測、地殻変動の観測があり、また構造材料試験、実験を含めた耐震設計の研究、構造物の調査、地盤の調査などがある。変わったところでは、地震動が遮断できるかという試験もある。最後にこれらの成果を出版することとなっている。

この中で地震動の遮断については、事実上不可能であり無意味なものとなったのは当然である。ま

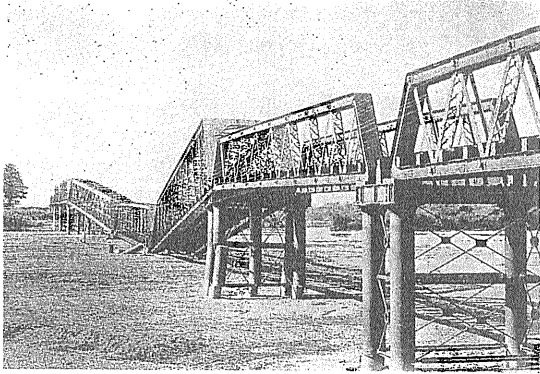


写真6 濃尾地震で倒壊した長良川鉄橋。ミルン、パートン、小川一真による写真集“The Great Earthquake in Japan, 1891”より。

た、地質調査は農商務省地質調査所の任務となったため、調査会は火山地帯だけの調査を行った。地震史の編さんは小説家田山花袋の兄、田山実が担当した。田山実は1899年に、416年(允恭5)から1865年(慶応元)までの1896個の地震について日時、地方、参照文献を付した表を完成し、これにもとづいて、「大日本地震史料」が1903年に出版された。

震災予防調査会は関東大地震後まで存続し、幹事あるいは会長として大森房吉が長期にわたって会をとりしきった。委員あるいは臨時委員として、地震に関連する科学の全分野の第一級の学者が任命された。後に述べるように、関東大地震後の地震研究所の創設に関して末広恭二、寺田寅彦など地震学とは畑違いの学者たちが動いたのも、この会を通じて科学のさまざまな分野のすぐれた研究者が震災調査に関わっていたことによる。この会は家屋の耐震構造への改良や、すぐれた地震計の開発に成果をあげ、また地震波の研究なども行った。地殻変動の調査のための測量も詳しく行われるようになった。津波についても、その原因究明のための研究がなされた。今村が雑誌「太陽」に論説を書いた動機はこの震災予防調査会での研究成果を広く社会に知ってもらい、国家と社会が地震防災に真剣にとりくんでもらうことにあった。今村は、地震予知研究と、当時その数が増してきた洋風建築物の耐震性能の研究については、調査会程度の規模では到底実施が困難であるということで、当局への交渉や篤志家の援助を訴えたが実現しないうちに関東大地震が発生してしまった。これについて今村は後年「地震」誌上で次の

ように述べている(今村1929)

「関東大地震に於いては、其災害を軽減する手段があらかじめ講究せられなかったことにつき、震災予防調査会の無能が疑われたけれども、これは会の責任よりもむしろ為政者の責任であったろう。関東大地震の災害の九割五分は火災であった。水道管はあまり強大でない地震によりても破損して暫時用をなさないものであるから、大地震の場合に於いては全然破壊されるものと覚悟しなければならぬ。このことは大森委員を主として会が最も力説したところであるけれども、為政者はこれを顧みなかった。特に委員の一人たる筆者の如きは、明治三十八年の交、東京大地震の将来を考え、右の如く非常時に於ける消防設備の用意を怠るに於いては、大地震に伴う大火災により、市の大部分を焼失せしめ、十萬あるいは二十萬の死者を生じ得べきことを論じ、これを未然に防ぐ手段を講じるよう警告する所があったけれども、この警告も失敗に終わった。そうして其時の予測が偶々十二年大震災の結果とほぼ一致するに至ったのは筆者の最も恨みとする所である。」

関東大地震の後、1925年(大正14)11月になって地震研究所と震災予防評議会が作られ、震災予防調査会は廃止される。

ところで、関東大地震のさなか、大森房吉はオーストラリアに出張中であったが、シドニーのリバビュート天文台の観測室の地震計の前に立った瞬間、地震計の針が関東大地震の波形を記録しはじめたといわれている。大森は10月4日に横浜に帰りついたが、脳腫瘍が悪化しておりすでに重態であった。一ヵ月後、後を今村に託して他界した。55歳であった。

こうして明治の「地震予知論争」は今村の「勝ち」で終わったわけであるが、竹内(1989)はこうした予知論争は根拠のない「賭け」であり、今村の論説で評価すべきはむしろ震災予測のほうであると述べている。このときの今村の「予知」は超長期的地震予測であり、当時の科学のレベルでは竹内の指摘するように「賭け」でしかなかったのもやむをえない。しかし、後年今村は地殻変動の連続観測にもとづいた地震予知を提唱し、東南海地震、南海地震の予知のために、私財をも投じて晩年の全精力を傾けるのである。これはより実用的な短期的予知の試みであった。

7. 地震研究所の設立

大正8年(1919), 今村明恒は地震前知(予知)問題のために観測所を建設する必要性を訴える文書を作っている。しかし, 今村の訴えが取り上げられないまま関東大地震が発生してしまった。今村は, 関東大震災後の1924年には「地震研究の特殊機関設立に対する意見」について為政者の了解を得ている。これは, 本部研究所を東京またはその郊外に作り, 関東4ヵ所, 関西4ヵ所, 信濃川帯に1ヵ所の観測所を作り, 人員140名で微小地震と地殻変動を主体とした観測を行おうとしたものであった。このような組織は大学ではとても運営できるものではなく, 气象台のような機関の中で観測専門の部門を作るなどの必要があった。しかし, この案は経費が膨大になるとの理由で取り上げられなかった。ここに災害予知事業としての今村の案はまたも実現が見送られることになった。

ミルンから始まり大森房吉, 今村明恒にいたる日本の地震学の系譜は, 地震と地殻変動の観測および震災の調査・記載に重きを置くものであった。関東大震災後, このような今村流地震学に対抗する新しい動きが芽生えていた(東大地震研究所, 1985; 藤井, 1967)。この中心は, 末広恭二, 寺田寅彦, 田中館愛橘, 長岡半太郎であった。末広は東大工学部教授で船舶工学の専門家, 寺田は理学部教授, 田中館と長岡は当時の物理学会の指導的立場にあった。末広と寺田は地震学の専門家ではなかったが, 彼らのめざすところは地盤と建造物の震動を, 観測, 計算, 実験によって詳しく調べ, 岩石や土の物性計測と地磁気・地電流観測などを行い, 地震現象を物理学によって理解するという, 物理学・工学に基づく地震学である。彼らは時の東大総長古在由直などを通じて, 東大に付置された研究所の設立を政府に働きかけ, ここで地震現象の基礎研究を行うことを提案した。その結果, 今村案の七分の一の予算で(注3), 地震を専門かつ総合的に研究する機関としての地震研究所が設立された(写真7)。

関東大地震の前には, 日本の地震学はもはや大森房吉の独壇場ではなくなっていた。日本の各地で地震研究が行われるようになっており, 大森, 今村以外の学者も重要な研究成果を発表しつつあった。濃尾地震の後气象台に地震計が設置されるようになっ

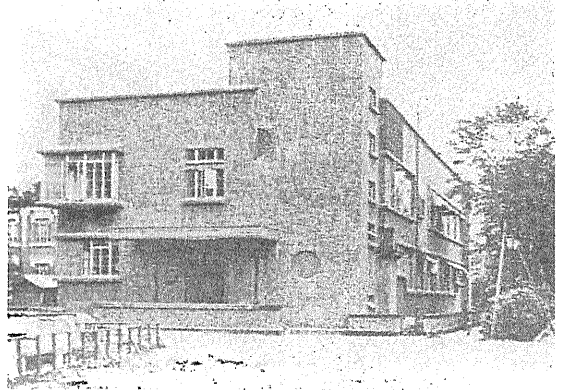


写真7 地震研究所。昭和3年落成し, 昭和40年新館が完成するまで使われた。現在あるのは新館。「地震研究所創立五十年の歩み」より。

ていたが, 関東大地震のころには, 气象台関係の地震計の数は相当数に達しており, 气象台も独自で震源が決められるようになっている。1900年には長岡半太郎によって岩石の弾性定数の測定が行われ, この後日下部四郎太によって音波法の弾性波速度測定も行われている。京都では志田順(とし)が地球潮汐の観測を始めている。また1917年に志田は地震波の最初の波の運動方向の分布(初動押し引き分布)に関する重要な事実を発表している。つまり, 関東大地震のころには地震を物理学によって研究しようという姿勢が多く物理学者によってすでに受け入れられており, 観測や調査を中心とした自然災害の学問から地球物理学の一分野として発展する準備がなされていた。したがって, 末広や寺田が考えたような方向で地震研究所が設立されたのは時代の流れといえるだろう。

「東京大学百年史」では今村や大森の地震学を次のように評している。

「当時の地震学は, 地震の調査資料を忠実に記述することや, 観測・実験によって実証的結果を得ることなどが, 研究の主たるもので, 目を世界に向けて新しい知識を意欲的且つ批判的に導入するとか, 観測で得られた結果に対して理論的な裏付けをして, 更に次の発展へ向けるというような面には欠けたところがあつた。

……中略……

大森や今村による地震学は, 地震の起こりかたなどについては極めて重要な知識を蓄積した。その流れは今日に及んでおり, 現在でもなお重要な意味を持

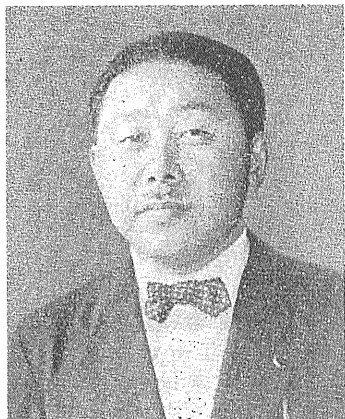


写真8 石本巳四雄, 1893-1940. 東京小石川生まれ. 水泳水府流免許皆伝で国内の水泳指導にも力をいれた. 一般向けの著書に「科学への道」(復刻版「科学を志す人々へ」講談社学術文庫)がある.



写真9 妹澤克惟, 1895-1944. 石川県出身. 船舶工学を学んだあと航空研究所を経て地震研究所所員となる.

つ部分のあることは否定できないし、その後の地震学の発展への寄与は並々ならぬものがある。しかしもう一方の見方によると、前述のように、当時の研究は単に記載的であるとの批判も成り立ち、精密科学とは言い難い面を持っていた。」

さて、末広はここで自分の懐刀ともいうべきふたりの人物を地震研究所に送り込む。地震計測の石本巳四雄(写真8)と波動理論の妹澤克惟(写真9)である。末広自身は工学部に本籍を置き、正式な所長は名乗らず所長事務取扱いとして1932年急逝するまでその職を勤める。

8. 石本巳四雄と妹澤克惟

妹澤は工学部の末広のもとで船舶工学を研究する助教授であるとともに航空研究所の所員も兼ねていた。石本は妹澤より二才年上で同じく末広のもとで船舶の振動の研究を行ったあと、三菱造船を経てフランスに留学しランジュバンのもとで音響学を研究していた。石本は1924年の2月に神戸に帰っているので、関東大地震は体験していない。末広は関東大地震の直前に震災予防調査会の委員となったため、関東大地震後深く地震と関わるようになったが、石本と妹澤のふたりはこれまで地震の研究とは全く縁のない研究者であった。ふたりが地震研究所の助教授となったとき、石本は32才、妹澤は30才であった。初期の地震研究所はこのふたりを中心と

して次々にめざましい成果をあげることとなる。そして、地震学だけでなく日本の地球物理学もめざましい躍進をとげる。このとき、今村は震災後増設された東京大学理学部地震学科にとどまり、地震研究所には兼任という形で側面から援助する。

地震研究所はこの他にも物理系研究者や地質系研究者を多く迎え入れ、観測、調査も精力的に行われるようになる。地質系には津屋弘達(ひろみち)、多田文男、坪井誠太郎などがおり、大塚弥之助は1930年から加わる。石本と妹澤は地震研究所に赴任後ただちに精力的に仕事を始め、石本は、傾斜計(1926)、水平加速度計(1931)、さらに飯田汲事とともに石本-飯田の式(1939)などの成果をあげる。石本-飯田の式は、飯田汲事の水平微動計による三年間の微小地震観測結果をまとめたものであり、地震の規模を地震波の最大振幅の大きさで表したときの規模-地震頻度の分布関数のことである。これはグーテンベルグ-リヒターのマグニチュードと地震頻度の関係と本質的に同じものであるが、石本・飯田の研究はそれより5年も早く行われていた。

妹澤は金井清とともに、表面層を持つ場合の高次のレイリー波である M_2 波の存在を理論的に示した (Sezawa and Kanai, 1935) (注4)。表面波には、レイリー波とラブ波とがあるが、実際に観測される表面波は表層の効果のため、均質な媒質を伝播するレイリー波とは相当に異なった性質を示す。レイリー波とラブ波の基本モードは上下動と水平動の振幅の違いで区別でき、ラブ波には上下の振動がない。

ところが上下動の振幅の小さい表面波が観測されることもあり、また振動軌跡が通常のレーリー波とは逆になることもある。M₂波の発見は表層の条件に応じてこうした波が生ずることをあきらかにした(佐藤, 1978)。

初期の地震研究所について語るとき忘れてならないのは寺田寅彦(写真10)である。地震研究所創立10年を機に寺田は次のような碑文を撰している。「明治二十四年濃尾地震の災害に鑑みて震災予防調査会が設立され、我邦における地震学の研究が漸く其緒に就いた大正十二年帝都並びに関東地方を脅かした大地震の災禍は更に痛切に日本に於ける地震学の基礎的研究の必要を啓示するものであった。この天啓に促されて設置されたのが当東京帝国大学付属地震研究所である。

……中略……

本所永遠の使命とする所は地震に関する諸現象の科学的研究と直接又は間接に地震に起因する災害の予防並びに軽減方策の探求とである。この使命こそは本所の門に出入する者の日夜心肝に銘じて忘るべからざるものである。

昭和十年十一月十三日地震研究所

この碑文は現在も地震研究所正面玄関の壁に掲げられている。碑文からあきらかなように、寺田は地震現象とそれに関わる諸現象の科学的解明なくして地震防災はなしえないとの信念をもっていった。寺田の有名な警句、「天災は忘れたころにくる」というのは、寺田が地震研究所にいたころに生まれたと言われていた。ところでこの警句についてはその本来の意味が正しく伝わっていないようである。関東大震災で3万8千人の死者が出た被服廠跡の大惨事(吉村 昭「関東大震災」に詳しく描かれている)を前代未聞の天災と断じた人々に対して寺田は、旧幕政時代の火災史の検討から、江戸時代には火災に対する対策が十分立てられていたにもかかわらず東京が発展するにしたがい大火に対する対策を怠ったためであると反論した。つまり経験によって災害に対処する方法がすでに見い出されていても、人々がそれを忘れ対策を怠ったところに突然天災が襲うという意味であり、災害の真の原因は人間の側にある(藤井 1966, 1967)。寺田はまた津波など地震に伴い発生するさまざまな物理現象にも関心を持ち、発光現象の考察もおこなっている。



写真10 寺田寅彦, 1878-1935. 高知県出身。著書等多数。1910年の尺八の音響学的研究に見られるように身近な現象を科学的に探求。この精神で地震など地球の諸現象を物理学として研究。物理の講座を担当しながら地震研究所の設立に腐心する。

9. 石本が考えた地震の原因(発震機構)

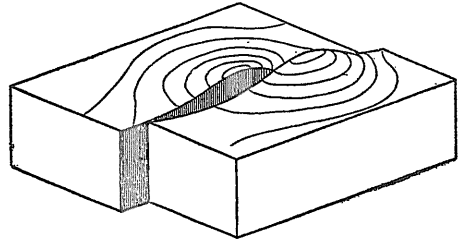
石本がかかわった有名な問題に地震波初動から地震の原因をさぐる問題がある。当時欧米では地震波と弾性論から地球の内部構造を求めることに関心があつたのに対し、日本では地震波発生の原因がさかんに議論され、地震現象そのものに強い関心が持たれていた。石本の説を安芸(1978)に沿って紹介する。

地震の原因が地下に生じたくいちがい(断層)であることは、当時まだはっきりと証明されておらず、地震の原因を断層とみるか、マグマの貫入とみるかのふたつの説が存在した。地震に伴って断層が地表に現れることは多くの地震で観測されており、地震は断層によって生じると考えるリード(H. Reid)の弾性反発説が現れていた。石本は小川琢治によるマグマ貫入説を支持している(石本, 1935)。まず彼は、地震の被害が帯状になるのは、地下の断層のためではなく地盤によるものとした。つぎに、岩石は長い時間スケールでは粘弾性的性質を示すという飯田の実験結果から、岩石は決して長時間応力を保持することはできないと言う。最後に断層はもともと以前から割れていた面であり、地震のときはもともすべりやすい面が動くのは歴然としていると言ひ、「その(断層)間には地下水の浸透して水浸しの状態にある事を思えば、単にかかる相互移動が行われた事によって世界地震として地球全般に伝播する地震波を発生する事の至難なる事を痛感する次第で

ある」と述べている。もちろん、彼は断層がすべる速度のことは問題にしているが、目撃者の談によるとして、断層のすべり速度が遅いことをあげている。このように石本は断層のラプチャー速度(破壊の伝播速度)が非常に小さいと考えていたが、現在この速さは多くに地震について毎秒2~4 kmであることがわかっており、断層運動によって地震波が放出されることは今日では疑いのない事実である。

石本はさらに、「(自分は)地殻の水平方向の運動に対して水平力の仮定を省みぬものでは決して無い。然し乍ら其の水平力が可成遠方から作用して居ると云う架空的見解を排する迄である」と述べている。その当時地殻変動の測定がかなり綿密に行われており、地震後の土地の隆起や沈降が詳しくわかっていた。したがって、石本が地震の原因を地殻の上下運動に求めたことは自然な着想であったのだろう(第2図)。地震波初動の押し引き分布は、すでに述べたように志田によって規則性が明らかにされ、中央気象台本多弘吉らによってかなり詳しいデータが得られるまでになっていた。初動の押し引き分布を説明するため、石本は頂点を合わせたふたつの円錐型の押し引き分布を考え、円錐が斜めになれば押し引きの四象限型分布に近いものが得られると考えた。その後1960年代に四象限型分布は断層運動によって生じることが理論的にも完全に証明され、現在ではほとんどの地震が断層運動によって生じることが明らかになっている。ところで、石本の提唱した円錐型分布のメカニズムはその後 CLVD (Compensated Linear Vector Dipole) と名付けられ深発地震や火山地震の説明に使われたこともある。

このように、地震研究所の創立から第二次大戦が終わるまでに、日本の地震学は着実に発展してきたが、それは主に地震学、地球物理学の基礎的な部分であって地震予知に直接つながる研究ではなかった。なお、石本、妹澤とも第二次大戦後まで存命することなく、石本は1940年(昭和15)脳溢血で、妹澤は1944年(昭和19)肺病で没している。妹澤は死の直前には地震研究所所長の座にあり、また海軍の航空技術廠と陸軍の航空技術研究所の嘱託も兼ねていた。このような、過重な職務が妹澤の体を蝕んだであろうことは想像に難くない。



第2図 断層に伴う地殻変動。断層が水平のずれを起こしてもかならず上下方向の地殻変動を伴う。これを蝶番型断層と呼んだ。石本巳四雄「地震とその研究」より。

10. 昭和初期の日本の地震学と今村明恒

さていっぽう、地震研究所を中心とした数理と物理計測にもとづいた地震学が発展しているこの時期、1929年(昭和4)に地震学会(注5)が作られ、学会誌「地震」が刊行された。今村は地震学会の会長を18年間勤める。学会誌「地震」は現在のような論文中心の学術誌ではなく、よみもの風の啓蒙記事も多く掲載されていた。今村はこの雑誌の中で論文・論説の他に啓蒙記事も執筆し、またマスコミを通じて地震防災に対する啓蒙に力を注ぐ。今村の努力によって小学校の教科書にも津波防災を啓蒙する話がとりあげられた。「地震」発刊の辞には次のように書かれている。

「我国に於いては大正十二年の関東大地震以来、優秀な専門学徒の輩出により日に月に極めて有益な研究が遂げられつつあり、古今東西を通じて至難の問題とされて居た地震予知法の如きも、机上に於いては既に幾分の解決を告げた如き観がある。但我々が常に遺憾に堪えないのは、此等内外の研究につき其概念を得ることさへ容易でなく、若し強いて然かせんとすれば、我々の全力を之に注いでも、日も猶ほ足りない有様である。」

また、

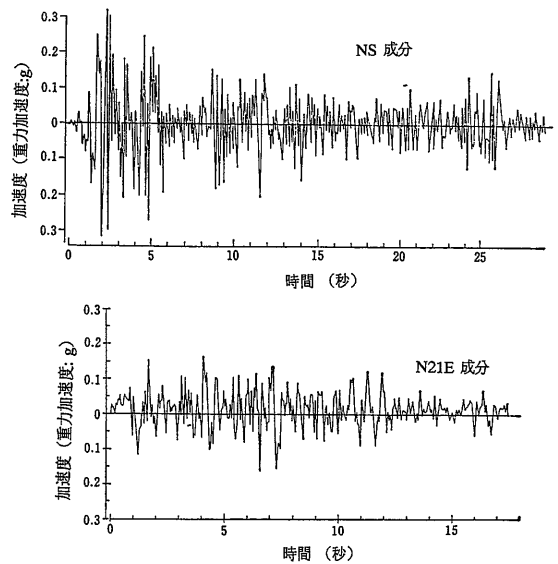
「世の地震に対して無理解な人の中には地震と震災とを混同して居る方があり、而も我々はそれを教養ある人士の中に見出すことがある。地震の予知を震災の予言と誤解して、地震予知法の研究まで呪ふのも此階級の人士に属する。元来地震は地殻の振動であって、人力を以て制御し得べからざる自然現象であるが、震災は造営物に対する地震の影響が主であって、人自ら招く災禍であり、努力の如何によりて

は之を防止し得べき人為的現象である。」と書かれており、地震と地震防災について社会一般の正しい理解を求めている。地震と震災は別のものであり、震災は人間の叡知によって防止することができる、今村は機会あるごとに語りつづけた。こうした今村の震災論は藤井(1966)に詳しく解説されている。

地震史料編さんの仕事は地震研究所設立後もさらに続けられ、早稲田大学文学部英文科出身の武者金吉が1928年からこの仕事に取り組んだ。武者は最初は寺田寅彦に、寺田の没後は今村に指導を受けながら6400にのぼる地震史料を収集編さんした。武者の労作は「増訂大日本地震史料」として出版されるが、最後の第四巻は戦争のため出版が第二次大戦後に持ち越されることとなった。戦争中戦火によって貴重な史料が焼失するのを防ぐため、今村は自邸の庭に亜鉛製の箱を埋め、この中に史料を取っていたといわれる。

さらにこの時期の今村の仕事をもうひとつつけ加えておく。彼はこれまでの機械的な機構による地震計ではなく、ロシアのガリツィンによって始められた電磁式の地震計を、真空管を用いたエレクトロニクス回路と組み合わせて実用化するため、1929年に波江野清蔵とともに研究を始めている。同時に、那須信治らとともに秋田県黒川油田で屈折法探査も行った。波江野の開発した装置によって地面の極微小振動が記録できるようになり、人工震源を用いて中央線多摩川橋梁近くの基盤を調査した。日本における物理探査の始まりである。その後波江野は商工省地質調査所の技師として石油探査などに活躍するが、1942年戦争中にシンガポール付近で飛行機事故のため帰らぬ人となった。地質調査所の物理探査系職員の親睦会「南風会(はえのかい)」は彼の名前にちなんだものである。

昭和初期の地震学でもうひとつ特筆すべきことは、地震研究所所長末広恭二が1931年(昭和6)秋に米国土木学会から招かれて渡米し、日本の地震学を紹介したことである。ここで彼は、地震波が構造物に及ぼす影響についての研究に「地震工学」(Engineering Seismology)(注6)という名称を与え、石本らの加速度計による研究を紹介した。これは米国の研究者達がたいへん興味を持つところとなり、さっそく加速度強震計をサンアンドレアス断層など地



第3図 El Centro 1940と Taft 1952の水平方向加速度強震記録(Okamoto, 1984より)。兵庫県南部地震では神戸海洋気象台で加速度強震記録が得られた(地質ニュース1995年7月号, 額額, または西澤ほか)。水平動の最大振幅は0.8g(gは重力加速度)程度で周波数1~2秒の波が含まれており、加速度、速度ともにこの図の記録よりも強い震動が起きている。建造物の耐震研究にとって断層近傍での強震動記録はたいへん貴重なデータである。

震の起こりそうな場所に設置し、1933年のロングビーチ地震では世界ではじめて断層近傍での強震動をとらえることに成功した。その後1940年のインペリアル・バレー(Imperial Valley)地震(M7.1)では、「人類が初めてキャッチした強震動の正体」(大崎, 1983)とでも呼ぶべき、エル・セントロ(El Centro)での強震波形がとらえられる。この強震波形は、1952年のカーン・カウンティ(Kern County)地震(M7.7)のタフト(Taft)での記録とともに、構造物の耐震評価のための入力用地震動波形、El Centro 1940及び Taft 1952, として日本でも耐震設計のため長く利用された(第3図)。さらに1966年のパークフィールド(Parkfield)地震では、断層からわずか80mの距離で強震動波形が記録された。この地震の後、東京大学から米国のマサチューセッツ工科大学へ赴任途中の安芸敬一はサンフランシスコで航空会社の大規模なストライキに会い足止めを余儀なくされたが、飛行機を待つ間にパークフィールドを訪れた。これがきっかけとなって強震動波形の

新たな研究が始められる。安芸は断層近傍の強震動波形を解析して強震動と断層運動との関係を明らかにしたが(Aki, 1968), この研究によって強震動波形は構造物の耐震設計だけでなく, 地震断層の形成過程とそこから放出される地震波の研究にも重要な意味を持つようになった。このように, 末広がりに蒔いた地震工学の種はその後各方面で大きな実を結ぶこととなる。

当時, 末広は米国から石本に対して「当地のエンヂニヤ—連中非常に真剣に地震工学方面にも眼を注いで居り候。吾人は落後せぬ様努力致したき者に御座候。」と書き送っている。末広はヨーロッパを経て翌年帰国するが, 一ヵ月後に他界した。強震観測については, 日本で1951年に標準強震計を試作するための委員会が組織され, 1953年にSMAC型と呼ばれる強震計が作られて本格的観測が始まる。このあとDC型も製作され, これらの強震計が国内に広く設置されるようになるのであるが, 末広の講演に刺激されすぐに観測を始めた米国に遅れること約20年であった(写真11)。

11. GHQを驚かせた地震予知研究計画と今村の南海地震予知

戦争が終わってまもなく, GHQと日本の地震学者との間で地震予知について興味深いやりとりがあった。これを「地震予知十年のあゆみ」(地震予知連絡会, 1979)の中にある萩原の記事にそって見ていこう。まず, 萩原によって書かれた部分を以下に引用する。「日本がまだ戦争による廃虚から立ち上がろうとしていた昭和21年12月5日, 中央気象台長藤原咲平と地震課長鷲坂清信は, 連合軍総司令部(GHQ)の天然資源局(National Resources Section, NRS)に呼ばれ, 「日本では地震予知が可能になっているのか」との質問を受けた。その頃中央気象台では, 地震予報という名目で, 地電流観測所新設などに大きな予算を要求しようとしていた。いうまでもなく, 当時は占領下で, 中央気象台は連合軍43気象隊(The 43rd Weather Wing)の厳しい管理下に置かれており, この隊の許可がなくては何も行えない状態にあった。しかし, 地震予報などといった耳新しい事柄は気象隊の人たちに理解できるはずもなく, 地学関係の職員がいる天然資源局で藤原台長ら

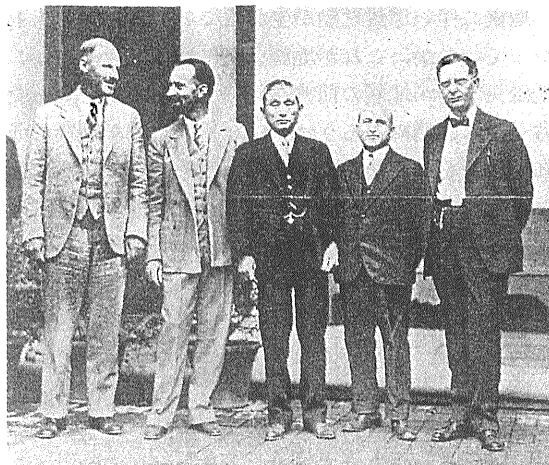


写真11 米国における末広恭二。左より, D. Buwalda, R. Martel, 末広恭二, B. Gutenberg, J. Anderson. Andersonはウッド・アンダーソン型地震計の発明者のひとりである。学会誌「地震」より。

がどのような答弁を行ったか詳しいことは知られていないが, その後の成り行きから察すると, このときアメリカの権威ある地震学者が来日して日本の実状を調査し, 助言を与えてくれるよう希望を述べたようである。」

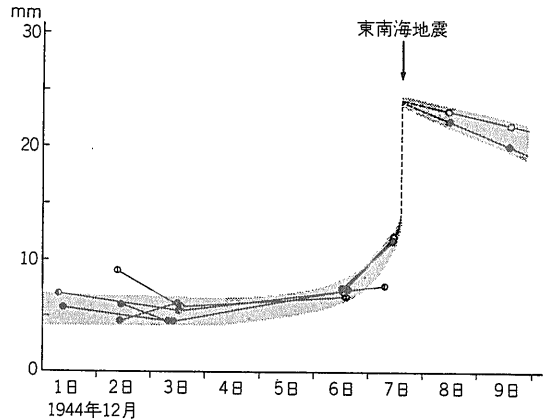
地震予知についての日米の考え方の相違が, このできごとの中に現れている。長い歴史の中で地震とともに生活してきた日本と, 地震の多いカリフォルニア州が合衆国の一員となって100年, サンフランシスコ大地震からまだ50年も経っていない米国, 両者の間に地震現象の見方に違いがあるのは当然であろう。日本では, 今村らの努力によって地震性地殻変動の測地測量, 地震発生の周期性検証のための野外調査, さらに古文書による歴史地震と前兆の調査等にもとづいた経験的データの蓄積があり, 地震予知は近い将来に実現可能である思われていた。いっぽう米国では, ウッド(H. Wood)とアンダーソン(J. Anderson)によるウッド・アンダーソン型地震計, ベニオフ(H. Benioff)による高感度地震計の開発などによって地震記録の精度が見違えるほど向上し, グーテンベルグ(B. Gutenberg)やリヒター(C. Richter)の手によって地震記象の詳細な解析が進み, その後の地震学・地球物理学分野で世界のリーダーとなる準備はすでにできていたが, 地震予知を科学的に論じるにはまだデータが不十分と考えられていた。

地震に伴い地殻変動が生じることは米国側にもわかっていましたが、これが地震予知に利用できるのか、地磁気変動が地震の前兆として現れるなどといった考えが米国側にあるはずはなく、日本が地震の予知・予報をやりたいなどと言いつつ出したことに米国側が当惑するのも当然である。これは両国の歴史だけでなく、すでに述べたようにプレート運動から見たときの地震発生原因の違い、さらに科学研究における事象の定量化についての認識の違いにも原因があるのだろう。あとで述べるように、米国側は予知の時間・空間範囲を厳密に定義したのに対し、日本側はここまでこだわらず、観測の継続によって前兆はとらえられると考えていたようである。

このできごとのすぐあと、12月21日南海地震(震源紀伊半島沖 M8.0)が起こった。この地震では死者行方不明者が1400人を越した。多くは津波によるものであった。年が明けて1947年2月28日に連合軍のムーア大佐は「今村明恒が前年の南海地震を予報したというのが事実か」と東大地震研究所の高橋竜太郎、岸上冬彦、萩原尊禮の三教授を呼んでたずねた。三教授は、「今村は将来南海地震が起こる可能性を考え、それに備えて種々の観測を実施することに力をいれていたが、その起こる日時までを予報したわけでない」と答えている。

東海地震、南海地震が百数十年を周期としてほぼ定期的に発生することは第1図に示したとおりである。今村は、太平洋側へ突き出た半島部では南側が常時沈降し、地震前にこれが隆起に転ずることを、関東大地震後の測量結果および、半島における海生生物の痕跡から推測していた。そこで昭和の初めころから、陸地測量部に依頼して紀伊半島と室戸半島の水準測量を実施するとともに、篤志家の援助によって八ヶ所の観測所を建設し、また自身も私財を投げうって観測所の運営にあたるなどして、これらの地震の前兆をとらえようとしていた。しかし、戦争中の物資不足などのため、彼の計画は完全な形で実施することができず、ついに1944年12月7日の東南海地震、その二年後の南海地震とふたつの地震が発生してしまった。

東南海地震を予知するため、今村は静岡県森町一掛川一御前崎にいたる水準測量を実施するよう陸地測量部に依頼していた。たまたま地震の前日、陸地測量部の越山敏郎らが掛川の北で測量にあたってい



第4図 東南海地震前後の地殻変動。掛川北部の北北西方向の測線に沿ってほぼ700 m ごとの区間で上下変動の測量が行われた。この図は水平距離700 m に対する上下変動で、図の上側は南南東側の隆起を意味する。地震の三日くらい前から南南東側が隆起しはじめている。(茂木1982a, bより)

たが、三日前に逆方向から測量した結果に比べ800 m で3 mm の差が生じた。そこで地震の当日も同じ区間の測量を行い、午前中に測量を終えて結果を整理してみたが再び大きな差が認められた。午後測量を再開すると今度はレベルの気泡が静止しない。風が強かったので日傘で風よけを作ったりしているうちに大きなゆれを感じ道路が波うってくるのが見えた。

後年、地震研究所の茂木清夫は当時の測量原簿を詳細に検討し、常時沈降傾向にあった南側の部分が地震直前に隆起に転じているのをつきとめた(茂木, 1982a, b)(第4図)。茂木は自身の著書の中で次のように述べている(茂木1982b)。

「それにしても、掛川のような東南海地震の北東末端部にあたる重要な場所で、まさに地震の直前及び直後測量が行われたということは奇跡に近いことである。しかし、このような一見地味とも見える測量の結果が、40年後このような重要な意義をもつようになることを誰も予想しなかったであろうが、今更ながら基礎的データを後世に遺すことの意義を感じ、今村の慧眼に敬服する次第である。」

12. ゲーテンベルグの訪日と地震予知研究連絡委員会の発足

1947年6月に米国カリフォルニア工科大学地震

研究所のグーテンベルグが来日した。彼は短期間の滞在中に中央気象台の観測状況を視察し、東京大学理学部や地震研究所を訪問し教授たちと話しあった。グーテンベルグの帰国後、藤原のあとをうけて中央気象台長となっていた和達清夫は第43気象隊フェリー中佐に書簡を送った。この中で和達は、「日本は地震の脅威にさらされている。この度第43気象隊の厚意によりアメリカの権威ある地震学者の派遣が実現し、われわれの地震観測施設を視察し地震予報に対して種々の有益な指示と示唆を与えられたことを感謝する。これを機会に連合軍の力添えで日本国民の財産を守るために日本政府がわれわれに適切な支持を与えるよう熱望する。今日までの研究によれば、もし有効な観測が行われ地殻の変動や地電流変化に関して時宜を得た徴候をつかめれば、地震の予知は可能であると信じるころまで来ている。観測の種類としては、

- 1) 地殻変動の観測(検潮儀や水準測量による上下変動。三角測量や自記器械による土地伸縮。傾斜計による土地傾斜。)
- 2) 地震波速度の観測(正確なタイムシグナルを使った高感度の地震計で平常の地震を観測する。)
- 3) 大地震前の地電流・地磁気の異常な変化の観測

がある。さしあたっては、1)長野県松代に地震予知調査のための中央地震観測所を設ける。2)地震予知を目的とした地方地震観測所を約10ヵ所設ける。3)海水面の経年的および急激な変化を観測するため約7ヵ所に特殊設備の検潮所を設ける。連合軍の好意ある理解により日本政府が予算を支出してくれるならば、これらの施設は直ちに実現できる。できるだけ早い機会に天気予報と同様に有効な地震予報の体制を確立したい(訳文萩原。)

回答は一週間たらずで返ってきた。その内容は、

- 1) 遠い将来において地震予知は可能であると信ずる。しかしこうした遠大な計画は日本政府の一機関だけでなしうるものではなく、いくつかの機関の協力によってはじめて可能となる。
- 2) 国民の生命財産を守る目的からすれば、大地震の起こる5日以内に、位置は50マイル程度の精度で予知すべきものとする。
- 3) 中央気象台長は直ちに、地震研究所、東大地球物理学教室、地理調査所、水沢緯度観測所のほ

か、学士院の適当と思われる学者と連絡し、この件に関しての協力が可能かどうか討議すべし。

というものであった。この指令にもとづいて、「地震予知問題研究連絡委員会準備会」が作られ、3回の会合が開かれた。準備会の世話役は中央気象台であった。この第2回の準備会から学士院会員として今村明恒も出席し次のような挨拶を述べたと萩原は記している(地震予知連絡会、1979)。

「ご承知のように、自分は地震の予知に深い関心を持ち一生をその仕事に捧げてきたが、自分の努力は報いられることはなかった。私の息のあるうちに、このように公然と地震予知を銘うった会に出席できることは夢にも考えていなかったことで、こんなうれいしいことはない。私はもはや棺桶に片足をつっこんだ人間でなにもできないが、どうか諸君はしっかりやってくれ給え。」

今村はその後11月まで研究連絡委員会に3回出席して意見を述べるが、翌年の1月1日に他界する。

第3回の準備会で委員予定者と研究計画を決め、必要な予算が見積もられる。そして、第1回地震予知研究連絡委員会は8月29日に開かれる。このときの地震予知研究連絡委員会は1年7ヵ月で実質的活動を終える。しかし、この間地震予知をめぐる地震学者と社会のありかたにふたたび興味ある問題を投げかけることになる。そして1960年春の地震学会での和達清夫の提案から、1962年のいわゆる「ブループリント」の作成を経て、1965年に日本の地震予知計画がスタートする。この話はまた別の機会に取り上げることにした。

13. おわりに

今村明恒の50年の研究史には、昭和・平成にわたる現在の地震予知研究の原点を見ることができ。彼の研究はすべてが地震予知と震災防止のためであり、その時代の科学で解明されていないことも経験的事実として受け入れ、克明な調査と注意深い観察によって事実の立証と実用手法の確立をめざしていたように思える。いっぽう末広恭二や寺田寅彦らは、地震防災の研究も物理学などの基礎科学の上に構築されるべきであり、記載された事実を科学的に解きあかし、体系化する中から地震予知や地震防災の手法が見いだされると主張していたように思え

る。地震学におけるこうしたふたつのアプローチは、現代にいたるまで地震予知と地震防災研究のあるべき姿を問いかけている。地震研究に携わる多くの研究者は、これらふたつのアプローチの間のどこかに身を置き、科学への貢献と社会への責任を果たすため日夜働いている。地震研究所深尾良夫所長の言葉、「あいまいな目的設定と科学的評価に耐えない成果報告は、この分野では社会と関わって危険ですらある」(深尾, 1995)を研究者は常に心に留めておかなければならない。

本文中現存する科学者の社会的発言に関するものを除いては敬称等は省略した。この記事を作成するにあたって根拠とした文献・資料の一部は本文中に明記したが、他にも多くの資料を利用した。とくに日本地震学会の記念特集号、第2輯、20巻1967、「日本の地震学の概観」、同じく第34巻、1981、「日本の地震学百年の歩み」、「地震」および「地震研究所彙報」に掲載された論文と論説などはかなりの部分で資料として利用したが、根拠として明示した一部を除き煩雑を避けるためにこれらの号、ページ等は明示していない。藤井陽一郎著「日本の地震学」には今村明恒の地震学や震災論など、ここで述べた地震学の歴史についての詳細が記されている。また今村明恒の人物とその周辺については、山下文男著「地震予知の先駆者今村明恒の生涯」に詳しく述べられている。関心あるかたがたの一読をお勧めしたい。

なお本稿を作成するにあたっては、筆者の専門分野である岩石物性研究の先駆者で、師であり職場の大先輩でもある飯田汲事先生をはじめとして、石橋克彦(建築研究所)、鈴木尉元(地熱技術開発)、小林洋二(筑波大)、塚原弘昭(信州大)、佐藤隆司(地質調査所)の各氏からコメントをいただいた。とくに石橋克彦、鈴木尉元の両氏からは、全体の構成や引用文献など本稿を改善するのに役立つ多くの貴重なコメントをいただいた。また、中嶋善人、中谷正生(東大)の両氏には資料集めに協力をいただいた。ここに記して謝意を表する次第である。

[関係事項の年表]

西暦	和歴	おもな事項
1880	明13	横浜地震(2.22). 日本地震学会設立.
1883	16	グレイ・ミルン・ユイニング型地震計.
1891	24	濃尾地震(10.28).
1892	25	震災予防調査会の官制発布. 日本地震学会解散.
1894	27	庄内地震(10.22).
1896	29	大森房吉, 関谷清景のあとを継ぎ地震講座の教授となる. 三陸地震津波(6.15).
1900	33	長岡半太郎による岩石の弾性定数測定.
1903	36	「大日本地震史料」出版.
1905	38	今村明恒雑誌「太陽」に地震防災についての論説を発表.
1906	39	東京二六新聞に「大地震襲来説」掲載(1.16). 東京に強い地震ついでデマ騒ぎ(2.23, 26). 米国・サンフランシスコ地震(4.18).
1907	40	気象台にヴィーヘルト式地震計設置.
1909	42	京都上賀茂地学観測所が震災予防調査会から京都大学に移管される(所長・志田順).
1911	44	リードの弾性反発説.
1917	大6	志田順による地震波初動押し引き分布の研究発表.
1919	8	気象台40測候所にグレイ・ミルン・ユイニング型地震計設置.
1923	12	関東大地震(9.1). 大森房吉没. 今村明恒地震学科の教授となる.
1924	13	今村による「地震研究の特殊機関設立に対する意見」.
1925	14	北但馬地震(5.23). 地震研究所, 震災予防評議会開設, 震災予防調査会廃止.
1926	昭元	石本巳四雄シリカ傾斜計を考案.
1927	2	北丹後地震(3.7).
1929	4	日本地震学会創設, 会長・今村明恒.
1930	5	北伊豆地震(11.26).
1931	6	今村明恒東京大学を定年退職. 石本巳四雄水平加速度計を製作. 末広恭二訪米し地震工学について講演.
1932	7	末広恭二没.
1933	8	三陸地震津波(3.3).
1935	10	妹澤克惟・金井清 M ₂ 波の研究を発表. 寺田寅彦没.
1939	14	石本一飯田の式.
1940	15	石本巳四雄没.
1941	16	東京大学地球物理学学科創設.
1943	18	鳥取地震(9.10).
1944	19	妹澤克惟没. 東南海地震(12.7).
1945	20	三河地震(1.13).

西暦	和暦	おもな事項
1946	昭21	南海地震(12.21).
1947	22	グーテンベルグ来日, 気象庁, 東京大学を訪問. 地震予知問題研究連絡委員会準備会開催. 地震予知研究連絡委員会開催.
1948	23	今村明恒没. 福井地震(6.28).
1949	24	第10回地震予知研究連絡委員会開催. この後委員会活動は低調となり自然消滅.
1953	28	SMAC型強震計製作される.
1960	35	地震予知研究計画小委員会の設立が和達清夫によって提案される.
1962	37	地震予知計画原案(ブループリント)完成.
1963	38	学術会議地震予知研究の推進を勧告.
1964	39	測地審議会地震予知研究計画の実施を建議.
1965	40	日本の地震予知研究スタート.

[注]

- 注1) このマグニチュードは地震波(表面波)から決められたもので、アラスカ地震のように巨大な地震ではこの種のマグニチュードでその大きさを正確に表すことはできない。このような場合は断層運動から求められるモーメントマグニチュードが用いられ、この大きさは9.2である。
- 注2) 中央気象台ははじめ内務省に属したが、明治28年文部省に移り、昭和18年運輸通信省に移り、第2次大戦後昭和20年運輸省の付属機関となり、昭和31年7月気象庁と名称を改めて現在に至っている。
- 注3) 地震研究所(1985)によると、今村案では設立に必要な臨時費は396万円(425万円としている資料もある)であるが、地震研究所設立時に支出された臨時費は三年間で60万円であった。当時の大学では一講座あたりの研究費は年間500円から1000円であった。
- 注4) この論文を地質調査所の図書室で完全な形で見ることができない。なぜなら一部が破れて欠けているからである。おそらくコピー機のない時代に地質調査所の先輩たちが一生懸命繰り返し読んだものと思われる。それほどこの論文の影響が大きかったのであろう。
- 注5) 日本地震学会は明治13年(1880)に一度作られているが、これは日本にいる外国人学者が中心となって作ったものである。この学会は1892年までミルンを中心に活動する。
- 注6) 現在地震工学は Earthquake Engineering と呼ばれることが多い。

参考文献

- ロバート・ゲラー(1994): 地震予知のおおいなる幻影. 新潮45, 1994年4月号.
- ロバート・ゲラー(1995): 再説・地震予知のおおいなる幻影. 新潮45, 1995年3月号.
- 藤井陽一郎(1967): 日本の地震学—その歴史的展望と課題—. 紀

伊國屋新書.

萩原尊禮(1982): 地震学百年. 東京大学出版会.

池上良平(1987): 震源を求めて—近代地震学への歩み—. 平凡社.

今村明恒(1929): 明治大正年間に於ける本邦地震学の発達, 地震, 1, 90-121.

石橋克彦(1994): 大地動乱の時代—地震学者は警告する—. 岩波新書.

茅野一郎・宇津徳治(1987): 日本の主な地震の表. 宇津徳治: 総編集, 地震の事典, 朝倉書店.

熊谷博之(1995): 東南海地震の時間系列と再来モデルの再考, 地球惑星科学関連学会1995年合同大会予稿集, F21-18.

寒川 旭(1992): 地震考古学, 中公新書.

Scholz, C. H. (1990): The mechanics of earthquakes and faulting, 邦訳: 地震の断層と力学, 柳谷俊訳. 古今書院, 1993.

Shimazaki, K. and Nakata, T. (1980): Time-predictable recurrence model for large earthquake. Geophys. Res. Lett., 7, 279-282.

鈴木尉元(1985): 新版日本の地震, 築地書館.

竹内 均(1988): つぎの東京大地震に備えて. 実写・実録関東大震災, 講談社.

宇佐美龍夫(1987): 新編日本被害地震総覧, 東京大学出版会.

山下文男(1989): 地震予知の先駆者今村明恒の生涯. 青磁社.

山崎文人(1979): 地震研究のあゆみ. 藤井陽一郎編: 写真図説地震, 図書刊行会.

Aki, K. (1968): Seismic displacement near a fault. J. Geophys. Res., 73, 5359-5376.

安芸敬一(1978): 地震学序説. 岩波講座・地球科学8, 地震の物理第1章, 金森博雄編, 岩波書店.

藤井陽一郎(1966): 地震学者今村明恒の震災論. 科学史研究, 10, 161-170.

深尾良夫(1995): 阪神大震災と地震予知. 科学, 1995年3月号, 巻頭言.

石本巳四雄(1935): 地震とその研究. 古今書院.

地震予知連絡会(1979): 地震予知連絡会10年の歩み, 国土地理院刊.

茂木清夫(1982a): 1944年東南海地震直前の前兆的地殻変動の時間的変化. 地震第2輯, 35, 145-148.

茂木清夫(1982b): 日本の地震予知, サイエンス社.

大崎順彦(1983): 地震と建築, 岩波新書.

佐藤泰夫(1978): 弾性波動論, 岩波書店.

Sezawa, K. and Kanai, K. (1935): The M_2 seismic waves, Bull. Earthq. Res. Inst., 13, 471.

東京大学地震研究所(1985): 地震研究所創立五十年の歩み. 1985年11月.

Okamoto, S. (1984) Introduction to earthquake engineering, 2nd ed. University Tokyo Press, pp629.

NISHIZAWA Osamu (1995): A Historical Review of Earthquake Prediction Research in Japan
—The Pioneering Work of Imamura and Other Seismologists of That Time—

〈受付: 1995年5月22日〉