

特集：迫りくる東京圏直下地震

地震 ジャーナル

10

1990年12月

巻頭言 10周年記念号の発刊に際して ● 萩原尊禮

カラー口絵 版画と文 地震と瓢箪と鯨 ● 井野盛夫

江戸-東京の直下地震 ● 萩原尊禮 — 1

首都直下のプレート構造 ● 石田瑞穂 — 7

どうやって予知する? ● 萩原幸男 — 14

直下地震の危険度は? ● 力武常次 — 22

川崎市と直下型地震 ● 杉山孝志 — 28

直下型地震に備える ● 荒 孝一 — 33

液状化対策は? ● 浜田政則 — 40

ライフラインの安全性 ● 片山恒雄 — 46

そのとき社会は? ● 廣井 脩 — 51

金融・経済へのインパクト ● 織田 薫 — 56

損害保険はどうなる? ● 長島秀隆 — 62

災害は進化する ● 柳川喜郎 — 66

地震予知連絡会情報 ● 岡田義光 — 71

猛裂! 激・裂震の様相 関東地震 ● 力武常次 — 76

● 書評 — 77

● 地震ジャーナル既刊総目録 — 82

● ADEP情報 — 84

地震予知総合研究振興会

ASSOCIATION FOR THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE PREDICTION

10周年記念号の発刊に際して

萩原尊禮

財団法人地震予知総合研究振興会は、来年1月に創立10周年を迎えることになる。本会は、地震の予知と防災の総合的な調査・研究を推進することにより、科学技術の振興をはかり、国民の生命・財産の保全に寄与することを目的として、創立以来、つぎのような事業を行なってきた。

- (1) 地震の予知・防災に関する研究。これには、地震環境に関する研究、古地震に関する調査・研究、地震情報の伝達、および社会・経済的影響に関する調査・研究なども含まれている。
- (2) 地震の予知・防災に関する研究の国際交流、および外部関係者に対する助成。
- (3) 構造物と地盤の地震時挙動および耐震性に関する研究。これには耐震設計法、および地震応答解析法に関する研究、構造物の震害予測と復旧予測に関する研究、液状化など、地盤の地震時安定性に関する研究などが含まれている。
- (4) 地震予知・防災に関する知識の普及と啓蒙。これには関係資料・情報の収集・提供、講演会などの開催、学術・啓蒙のための出版物の刊行などが含まれている。

これらの事業は、本会の基本財産の果実、寄付金、受託調査研究費などにより賄われてきたが、浮世離れた学者の集団であるため、初期にはいろいろと思いがけぬことにつつかり困惑したこともあった。しかし、幸いにして、周囲の温情のこもった支援により、その後は事業も軌道に乗り、良い成果をあげ得た。創立10周年を迎えるに当たり、本会を外部から応援して下さった方々と、毛色が変わった仕事に骨身を惜しまず働いた職員の諸君に対し深く感謝の意を表したい。

さて、本会では啓蒙とPRを兼ねて機関誌『地震ジャーナル』を昭和61年6月に創刊し、当年度2回の発行を行なってきたが、今回でちょうど第10号となる。そこで、本会の創立10周年記念と本誌の第10号発行記念を兼ね、特集号として“首都東京の地震と防災”を取り上げることになった。

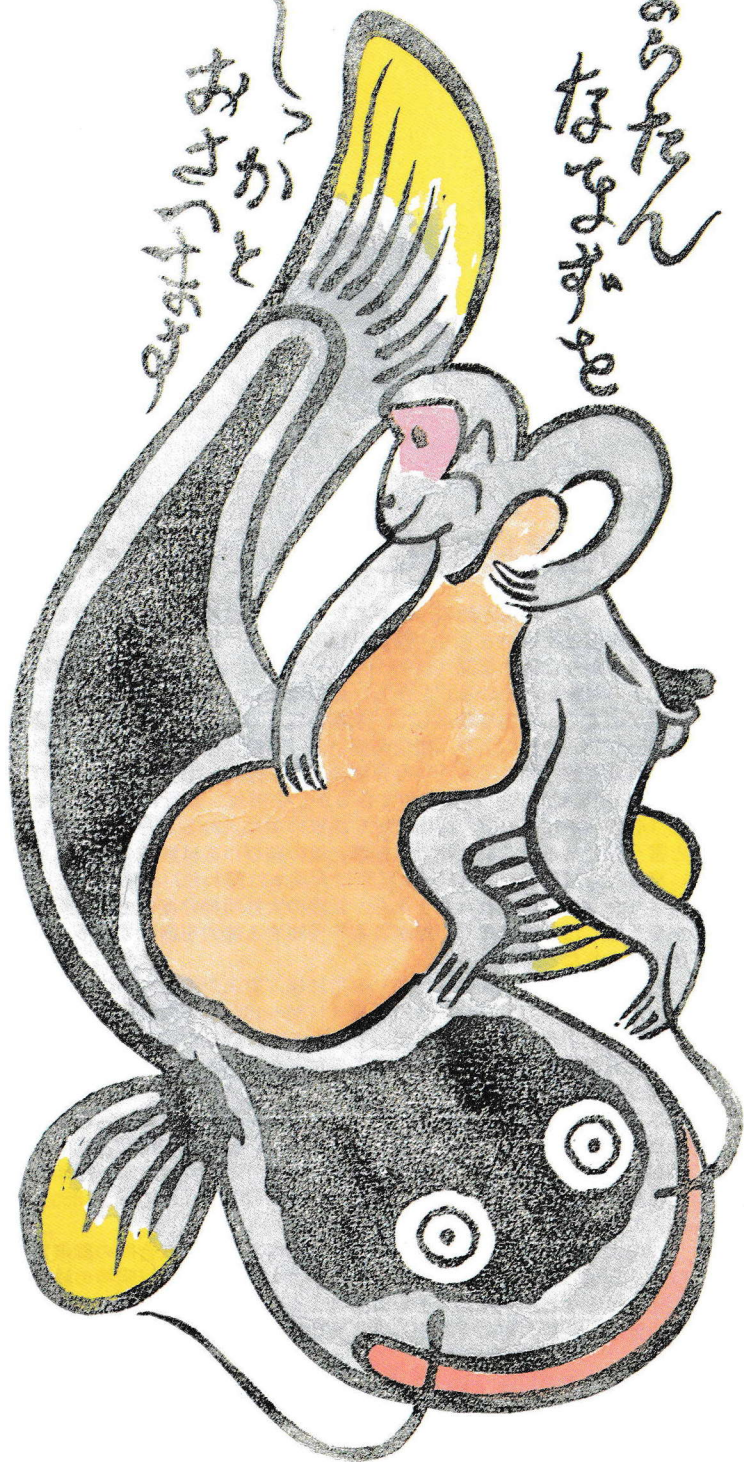
今さら言うまでもなく、東京は政治、行政、経済、金融、情報の各機能が集中し、人口だけを見ても、日本の総人口1億2233万人に対し東京区部だけで809万人、東京都全体で1,165万人、隣接の千葉・埼玉・神奈川の3県を加えると3,103万人という超過密都市である(1990年版『理科年表』)。もし、この東京が地震により大きな打撃を受けたなら、という不安は誰しも懐いていることである。経済大国の一つとなった日本の首都が打撃を受ければ、その波紋は各国に及び、世界中が大混乱に陥るにちがいない。「近いうち大地震が来るのではないか」という声が巷でささやかれているのは、この不安の表れであろう。

実際に東京の地震防災対策はどの程度まで進められているのか、東京の地震予知体制はどうなっているのか、これは誰しも知りたいところである。この特集号ではこの問題について各専門家に執筆をお願いすることとした。

[はぎわら たかひろ 地震予知総合研究振興会会長]

ひょうたん
なまよき

しんか
おせり



しんか
おせり

地震と瓢箪と鯰 井野盛夫

かねてから、地震と鯰の“いわれ”については興味を持っている。

地震を起こす動物として、静岡県松崎町の寺の襖（ふすま）の下張りから見つかった建久年間（1190～1199）の暦に、諸国を取り巻く龍のようなものが描かれている。しかし、鯰ではない。

鯰が出てくる有名な絵として、京都の臨濟宗妙心寺4代將軍足利義持（1386～1428）の命により、如拙が描いた『瓢鮎（ひょうねん）図』がある。瓢箪で鯰を押さえるという禅宗の公案を画題にしている山水画で、「瓢箪の中に鯰を入れることができるか」の問に、修行に耐え抜いた僧は「心安らかにあれば、心眼で鯰を瓢箪の中に入れることはたやすい」と言うのである。これだけでは地震と鯰の結びつきは無理である。

享保13年（1728）と15年に江戸は大洪水に襲われ、今まであまり見掛けなかった鯰が現れたことから、常陸の大杉明神の使いで未曾有の洪水を予知したと噂になり、鯰が災害を予知する能力を備えているとの俗信が生まれたと思われる。

文化・文政年間（1804～1830）の世には、町人が錦絵を手に入れることができるようになり、歌川國貞（1786～1864）が瓢箪形の中に平仮名で鯰の文字を入れた落款を使っていたこと、鯰絵の中に『世直し鯰の情』の標題を瓢箪形で困りであることなどからすると、鯰と瓢箪の結びつきは知られていたようだ。

絵草紙、人情本が広く世に出回ると、風紀が紊れたことで北町奉行により、天保12年（1841）大晦日、版木・摺本が根こそぎ焼却されることになる。絵師・作家らが処罰されて板元は大打撃を受けたが、数年にして絵草紙の出版は回復を見た。しかし、今度は安政江戸地震（1855）で町人の購買力が落ちていった。

このような背景で、板元は地震による損得番付や宗派合同の葬儀風景など、庶民の気を惹く図柄を出版、なかでも百年前の大杉明神の鯰を擬人化させるなど、庶民のストレスをうまく見抜いて、短い間に400種以上の鯰絵を江戸の町に売り出して、大儲けしたのでは…、と推理している。

これは大津絵風版画の模刻だが、猿の役目がわからない。

【版画と文 いの もりお 静岡県総務部防災局技監】

江戸—東京の直下地震

古記録から探る

萩原尊禮

江戸の地震

江戸は、古くは武蔵国豊島郡江戸郷で武蔵野の一村に過ぎなかったが、平安末、江戸氏が今の麴町台地に居館を作ってから開けはじめ、室町中期に扇谷上杉氏の家老格の太田道灌が築城し居城としてから中世町が発達した。しかし、道灌の死後は振るわず、北条氏の支配になってからは街道沿いの小さな一村落に過ぎなくなった。北条氏が秀吉に滅ぼされ、天正 18 (1590) 年、徳川家康が入城してからは、城下町の建設に力を入れた。慶長 8 (1603) 年、江戸幕府が開設され、いわゆる江戸時代に入ってからは、町は急速に膨脹し、幕末には人口 100 万の政治経済都市に発展した。

地震史料の点からいうと、江戸時代に入ってから史料の数は次第に増し、とくに江戸中期以後は文筆人口が急速に増し、史料の数もそれに伴って増すが、玉石混交なので良否判別に骨が折れるところが、江戸時代以前になると、江戸に関する地震史料は皆無といってよく、今後も発掘の望みは薄いようである。

さて本文では、江戸との対比を考え、たんに東京と書いた場合は、東京区部とその周辺といった程度の地域と考えていただきたい。江戸あるいは東京に大きな災害を与えた地震としては、1703 (元禄 16) 年の関東地震、1923 (大正 12) 年の関東地震、1855 (安政 2) 年の安政江戸地震の 3 つが有名である。このうち、安政江戸地震のみが直下地震である。

かつて今村明恒は、安政江戸地震に次ぐ江戸の大地震として慶安 2 (1649) 年の江戸地震を挙げている。東京大地震の来襲について、明治 38 (1905) 年に有名な大森・今村の論争があり、大

きな社会問題ともなったが、このとき、今村は“近い将来、東京に大地震が来るおそれあり”とする論拠の一つに、この慶安 2 年の江戸地震を挙げている。これに対し大森は、なぜかこの地震を全く無視したのである。

当時今村が、雑誌『太陽』(明治 38 年 9 月号) に載せた論説「市街地に於ける地震の生命財産に対する損害を軽減する簡法」を見ると、江戸で起こった 15 の被害地震について説明したあと、「此中最激烈なりしもの、即ち千人内外以上の死人を生じたるは慶安二年、元禄十六年、安政二年三回の大震にして、凡て皆夜間に起こり。此三大震は平均百年に一回の割合に発生し、而して最後の安政二年以後既に五十年を経過したるのみなれば、尚ほ次の大激震発生には多少の時期を剩すが如しと雖も、然れども慶安二年後五十四年にして、元禄十六年の大激震を発生したる例あれば、災害予防のこと、一日も猶予すべきにあらず。」

と述べている。これに対し大森は、翌年の『太陽』3 月号に「東京と大地震の浮説」と題した論説を載せ、

「江戸地震の中にて震害の甚しき大地震と称すべきは、安政二年と元禄十六年の地震とのみなるが、元禄地震は小田原に於て最も甚だしく眞の東京大地震は江戸開府以来単に安政二年の一回に限りたれば、東京市が非常の震災を蒙るは平均数百年に一回と見做して可能なるべければ、安政以後五十年を経たるを以て今にも東京全市が総潰れとなる程の大地震が起るべしなどと想像するは根拠無き空説なりと謂うべきなり。」

と述べ、今村説にきびしく反論している。

この慶安 2 年江戸地震に次いで、東京に大きな災害を与えた直下地震としては、明治 27 (1894)

年の東京地震がある。この頃になると、曲がりなりにも地震の器械観測が始まっているので、やや詳しい情報が入手できる。本文では、前記の慶安2年江戸地震・安政江戸地震・明治27年東京地震の3つを中心にして、東京の直下地震について考えてみたいと思う。

プレート・テクトニクスと東京直下地震

近年、地震予知計画に基づいて微小地震を含む地震観測が密に行なわれるようになった。とくに、観測強化域に指定された南関東では、東大地震研究所や防災科学技術研究所により密な地震観測網が張られている。とくに、防災科学技術研究所が設置した岩槻・下総・府中の3ヶ所の深井戸地震観測は、SN比の大きな地震記録を提供して、関東地方の震源決定の精度、特に震源の深さの精度を一段と高めることになった。

この結果として、関東地域の地下で起こっている地震発生の様相が明確になってきた。これについては、本誌に掲載されている石田瑞穂の論説「首都直下のプレート構造」に詳しく述べられている。これを読むとわかるように、関東地域では日本列島を乗せたユーラシア・プレートの下に相模トラフからフィリピン海プレートが沈み込み、その下に、さらに太平洋側から太平洋プレートが沈み込んでいる。この異なった3枚のプレートは、関東地域の下で互いに接触している、その接触の仕方はかなり複雑である。地震は、2つのプレートの接触面で起こるインター・プレート地震とプレート内部の破壊によって生じるイントラ・プレート地震に分けられる。1923年や1703年に起こった関東地震は、沈み込むフィリピン海プレートと日本列島を乗せたユーラシア・プレートの接触面で起こったインター・プレート地震と考えられているが、すべりを生じた接触面は相模湾方面であって、東京の直下地震とはいえない。

関東地域は日本でも有数の地震多発地帯であるが、茨城県南西部の地下50 km、千葉県中部の地下70 kmあたりに地震の巣があって、東京でも、しばしばここで起こった地震を人体に感じる。

これは、相模湾方面から沈みこんで来たフィリピン海プレートが、この深さのところで、ユーラシア・プレートあるいは太平洋プレートと接触していることによる。これらの地震はインター・プレート地震である。

次に問題になるのは、東京が乗っているユーラシア・プレートの内部で起こるイントラ・プレート地震である。ユーラシア・プレートは沈み込む太平洋プレートやフィリピン海プレートによって、たえずある方向に力を加えられているから、この力による歪の蓄積により地震が発生する。この地震はユーラシア・プレート上部の地殻内で起こることが多いから地殻内地震ということもできる。関東地域では、インター・プレート地震のほかに、深さ30 kmより浅い所にも地震が常時発生しているが、これは、この地殻内地震である。

関東地域の活断層

図1は、関東地域の主な活断層を示す図であり、最近、刊行された地震予知連絡会地域部会の報告

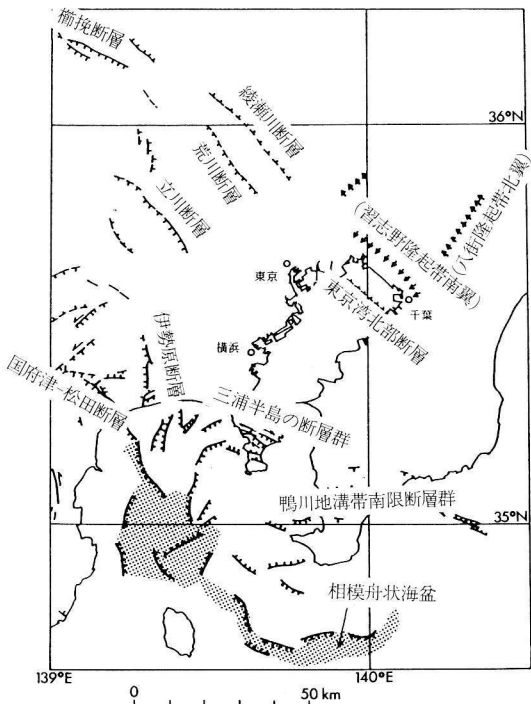


図1 首都および周辺海域の主な活断層

〈第3巻〉「首都及びその周辺の地震予知〔その2〕」（1989）から引用したものである。これを見ると関東平野では、山地に近い周辺部を除いて活断層が少ない。しかし、厚い被覆層に被われていることと、土地の人工改変が著しいために、本来ならば活断層として認められるような断層が、地表で発見されにくいこともあるのではないかと考えている。

最近では、全国の顕著な活断層についてトレンチ調査が行なわれ、断層活動の歴史が明らかになりつつある。それによると、内陸の活断層の活動の再来周期は、活動性の高いものでも1000年程度であり、多くの活断層では、もっと長いことがわかってきた。伊勢原断層と立川断層は878（元慶2）年の武蔵・相模の大地震の震源断層の候補であったが、この2つの断層のボーリングやトレンチ調査が行なわれた結果、つぎのことがわかった。元慶2年の地震の震源断層は、伊勢原断層であり、その前の活動時期は今から6500年前より古い。立川断層の最近の活動は、今から1500年前程度であり、再来周期は5000年程度である。したがって、伊勢原、立川の両断層が、近い将来活動する心配はあまりないことになる。とくに、立川断層は東京に非常に近いので心配されたが、この断層の活動による大地震発生の切迫性は薄らいだことになる。

荒川断層や綾瀬川断層は、B級（平均変位速度1~0.1m/1000年）、確実度Ⅱで検討の余地が残されている断層であるが、もし、これが本当に活断層であって将来変位を起こすようなことがあれば、東京に大被害をもたらすことになる。

また、音波探査により、東京湾の北部に断層が発見されている。この断層は先新第三紀系基盤を鉛直方向に420m変位させているが、断層変位は上方の新しい地層になるほど小さくなり、第四紀上部の地層には変位が認められないことから、現在活動するおそれはなさそうである。

江戸—東京の歴史時代の地震を調べるとき、一応、前記の活断層のことを念頭におくことも必要である。

安政江戸地震

安政江戸地震をはじめとして、他の江戸—東京に大きな災害を与えた地震が、浅い地殻内地震であったか、深い所で起こったインター・プレート地震であったか、なんとかしてはっきりさせたいところである。

浅い地殻内地震だと、Mが小さくても地表への影響は大きくなる。しかし、影響面積は狭い。余震が多い。一方、震源が浅ければ前駆現象も現れやすくなるから、予知の可能性は大きくなる。地殻内地震では、再来周期は数千年という長さになる。

深い所で起こるインター・プレート地震は、浅い地殻内地震に比べて同じMなら地表への影響は小さくなる。しかし、影響面積は広い。概して余震が少ない。震源が深いので、前駆現象はつかみにくくなる。インター・プレート地震では、再来周期は100~200年という比較的規則正しい短い間隔になる。

過去に起こった地震が浅いか深いかを知ることが、将来、起こるであろう地震を予測する上で非常に大切であるが、史料からそれを推理することは簡単ではない。

安政江戸地震は、日本の内陸で起こる他の被害地震と同じように浅い地殻内地震だ、と長い間考えられてきた。しかし、関東地域の下のプレート構造が明らかになってからは、過去の東京の被害地震の多くは、インター・プレート地震によるという考えが優勢になった。では、安政江戸地震はどちらなのか。

安政江戸地震が浅い地殻内地震だったという考えに有力な材料は、前駆現象が住民により、かなり多く観察されていることである。これらの前駆現象は、武者金吉によって調べられ同氏「安政二年江戸大地震の前駆現象に関する資料」（雑誌『地震』I第3巻）に、磁力の変化、地下水の異常、地中における鳴響、動物の態度異常など、数項に分けて解説されている。また、今村明恒の遺稿である「大地震の前兆に関する資料」が那須信治編

集で(財)震災予防協会から1976年に出版されている。この今村の遺稿の安政江戸地震の前駆現象の項は、前記、武者の書いたものの抜粋であるが、今村の私見を加えている。今村は地下水の異常に関してつぎのように書いている。

「浅草藏前の水茶屋の土間から水が湧き出たことが記してあるが、これは『安政見聞録』『安政見聞誌』『時雨廻袖』（注：廻は乃の俗字）『江戸大地震末代噺の程』『武江地動の記』などの所説が、ほぼ一致しているのみならず、その成行に関する記事までであるから、信頼し得べきものである。総合してみると、こうである。

藏前通り天王橋（今の須賀橋）の辺りに、福田屋とか福本やとか呼ぶ水茶屋の内庭に、大地震前四五日（あるいは九月下旬もしくは九月二十一日としてある）清水が湧き始めたというのである。一時は水滾々として流れ出たらしいが、地震後程経ての観察によれば、青く濁って苔を生じてゐたということである。位置は元掘井戸のあった所とされている。

同様の湧水に関して、神田平永町北側初蔵の前にも、地震前に、路地口の外から水が流れ出たといい、本所辺のある屋敷の井戸は、地震当日の朝、濁りかつ塩気があったとし、また所々の井戸に著しい増減のあったことを記している。いずれも有り得べきことである。」

また、地中に鳴響も聞いたことに関し、つぎのように書いてある。

「二日昼、深川辺にて井戸を掘らんとしけるに、地の底鳴りて、仕事ならず、かかる事は是まで聞き及ばぬ事とて、其日は仕事を止めて帰りしとぞ。」（『武江地動の記』）

「布川（利根川の沿岸、手賀沼に近き所）にて、井幹の中に俯して聞けば、数数鳴りしは十月二日の事とぞ。」（『利根川図誌』）

この他、夜、鯰が暴れたことや、発光現象のことが書かれているが省略する。このように、地震

前に地下水が湧き出たり、鳴響を聞くなどのことがあり、このような顕著な前駆現象が伴ったことは、浅い地殻内地震説に有利である。しかし、深いインター・プレート地震でも、Mが大きければ、地震前に地殻に大きな応力変化を及ぼすことも考えられるから、地表に前駆現象が現れてもよからう。1945年の南海地震（M 8.0）は、明らかにインター・プレート地震であるが、地震前に四国と紀伊半島沿岸に井戸水の水位の異常な低下が認められている（『水路要報』増刊号〔昭和23年〕『昭和21年南海大地震調査報告 地変及び被害編』）。

安政江戸地震が深いインター・プレート地震であったという考えに有力な資料としては、M7級の地震としては強い震度の範囲が広がったことである。宇佐美龍夫の『新編日本被害地震総覧』（東京大学出版会、1987）に掲げられた震度分布図を見ると震央から70 kmも離れた所に震度5の所がある。これは震源が深い地震を示唆する。

また最近、刊行された宇佐美龍夫の『地震と建築物』（市ヶ谷出版社）の中に、実際の地震のときのゆれ方を伝える例として、歌舞伎役者の中村仲蔵の興味ある手記が載っている。この役者は非常に落ちついた人で、しかも文筆の才もあり、地震が始まり、大きな揺れがきて家が潰れ、屋根へ這い出るまでのことを克明に描写している。これによると、最初の上下動から主要動がくるまでに10秒近くあったように受けとられ、浅い地震ではなかったように思われる。

以上述べたことから、安政江戸地震は深いインター・プレート地震という印象が強い。

慶安2年江戸地震

慶安2年といえば、まだ江戸初期（三代将軍家光の時代）で、地震史料の数も限られているが、およそのことは知ることができる。『増訂大日本地震史料』の綱文には、つぎのように書かれている。

慶安二年六月二十日（西暦1649.7.29）武蔵國

地震強ク、江戸城石壁及ビ諸大名の邸第以下多ク損ジ、東叡山大佛ノ頭ヲ揺リ落ス、死者多シ、是日下野國日光山モ強ク震ヒ、東照宮の瑞籬みずがき（注：玉垣、神社のまわりの垣）所々崩レ、信濃國伊那ニ於テモコノ地震ヲ感ジタリ、餘震少ナカラズ

史料そのものには、今村の言うように死者1000人以上という数字は出てこないが、史料全体を読んだ印象から、今村はそう判断したものと思う。妥当な判断といえよう。最近までは、この地震の震央は漠然と江戸の北方と考えられていた。ところが、『新収日本地震史料』に新たに掲載された「永代日記抜書」（江戸稲葉神社文書）の記事に、川越大地震で、町家が七百軒ばかり大破し、五百石の村と七百石の村の田畑が共に地形三尺余り震下げた、とあることから、川越の被害がかなり大きく、地変らしいものもあったことがわかった。川越は、江戸北方の要の城として重視され、その頃は松平信綱（知恵伊豆）が領主（6万石）であった。城下町は陸路と水路で江戸と結ばれ、物資の集散地として栄えていた。

宇佐美は、川越大地震の記事を重視して、宇佐美『新編日本被害地震総覧』では、震央を川越付近においている。この地震は、余震の多いことを考えに入れて、浅い地殻内地震とみてよいように思う。前記の田畑の地変は、地震の断層に関係あるのか、液状化現象による沈下なのかは判断しにくい。震央が川越だとすると、荒川断層が川越付近と浦和を結ぶ線上にあることから、荒川断層との関連が気になるところである。

この慶安2年江戸地震の34年前の元和1(1615)年6月1日にも、江戸に地震があり、『増訂大日本地震史料』の綱文には、「江戸地震強ク震ヒ、家破レ地裂ケ、死者多シ」と書かれている。江戸では、かなり大きな災害だったらしいことがわかるが、史料不足でこれ以上のことはわからない。

また、慶安2年江戸地震の2年前の正保4(1647)年5月14日にも大きい地震があり、『増訂大日本地震史料』の綱文に「武蔵、相模両國、地震フコト強ク、江戸城々壁及ビ馬入川渡船場等

破壊シ、東叡山金造大佛ノ頭揺落セリ、餘震月を踰ユ」と書かれている。江戸で死傷者が多かったようだが、日光に被害なく、馬入川渡船場に被害があり、さらに小田原城にも被害があった（「稲葉氏永代日記」『新収日本地震史料』）ことから、震央は江戸から離れた小田原寄りであったものと思う。

また、慶安2年地震の翌月、7月25日には江戸で震度5と思われる地震があり、川崎駅（注：宿駅、駅馬・駅舟・人夫を常備している所）の民家百四五十軒、寺7宇が潰れ、付近の四、五村の民家も破れ倒れ、人畜の被害が多かった。川崎付近で起ったM6級のごく浅い地殻内地震であろう。この種の地震は、被害範囲は狭いが、もし現在この地震が起ったと想像すると、工業都市川崎に大被害を生じたであろう。

このように、江戸時代の初期には、江戸とその周辺の地震活動は、きわめて活発であった。

明治27(1894)年の東京地震

この地震は、明治27年6月20日の午後2時4分頃に起こり、東京に大きな災害を与えた。『理科年表』（1990年版）には、つぎのように書かれている。

「震央は東京湾北部、青森から中国・四国地方まで地震を感じた。東京・横浜の被害が大きかった。神田・本所・深川で全半壊が多く、東京で死24、川崎・横浜で死7、鎌倉・浦和方面にも被害があった。」

明治24(1891)年の濃尾地震を契機として、内務省中央气象台管区の一、二等測候所に地震計を設置、官報に地震報告を掲載するようになったが、明治27年東京地震の頃は、まだ地震に関する知識は低かった。私たちが、今、知りたいことは、この地震の震源が浅かったか、深かったか、であるが、当時はまだ初期微動の概念がはっきりしていなかったから、『震災予防調査会報告』にも、『中央气象台年報』にも初期微動継続時間の

ことが明記されていない。大森房吉が有名な大森公式の原形を発表したのが、明治 32 (1899) 年だったことを考えると、無理もないことである。本郷の東京帝国大学地震学教室に据えてあった、円板に地震動の 3 成分を実大で記録する強震計 (ユース式地震計のことだと思う) が、この地震を記録することに成功したがスターターの作動が遅く、記録開始後 3 秒で主要動が始まっている。大森は、この強震計記録図について、つぎのように説明している (『震災予防調査会報告』第 28 号)。

「水平動 地震ハ最初微動ヲ以テ起ル (但シ微動ハ普通ノ地震計ニ於テハ十秒間ナリシヲ示シタレトモ此強震計ハ其微動ヲ記セス茲ニ示セル波線図ノ初発ト記スル点ニ於テハ既ニ数「ミリメートル」ノアリシ頃ナリキ然レドモ今此図ニハ該起点ヲ以テ初発ト為ス) ……」

この一文から P-S (初期微動継続時間) が 10 秒だったことが推定できる。

また、大森は『東洋学芸雑誌』第 154 号の雑録に「本年六月廿日ノ強震及ビ其余震ニ就キテ」と題する報文を載せているが、その中につきのようない文がある。

「余ガ曾テ計算セル所ニテハ濃尾、熊本、鹿児島ノ三地震ハ皆割合ニ地表面ニ近キ所ヨリ発シ其震源ノ深サハ地下一里乃至四里ナリトス 震源浅キトキハ其震央ニ於ケル地動ノ強サハ甚大ナレドモ其ヨリ四方ニ去ルニ従ヒ距離ト反対ニ非常ニ急速ニ減少スベシ。若シ又震源深キトキハ其震央ニ於ケル地動ノ強サ小ニシテ且ツ震央ヨリノ距離ニ従テ減少スル割合モ僅カナルベキナリ 前記ノ三地震ノ場合ニハ震度ノ震央ヨリノ距離ト反対ニ減少スルコト甚ダ急ナリシガ今回ノ地震ニ於テハ地表面ニ於ケル震度ノ分布ハ震央ヨリノ距離ニ由リテ非常ノ相違ヲ為サズ例スレバ東京ノ西ニ接近スル地ニテモ群馬、長野両県下ノ或ル部分ニテモ震度ニ大差ナキガ如キ之ナリ 余ハ未ダ計算ヲ試ミザレドモ今回地震ノ震源ノ深サハ前記ノ諸地震ノ場合ヨリモ大ニ

シテ十里内外ニテモアルベキカ」

大森は、このように経験的に、この地震を深い地震と判断していたことがわかる。また大森は、この地震の余震については、「僅カニ数回ノ余震アリタルノミ」であり、「地震後ノ当夜ハ許多ノ余震アルベキヲ慮リ時々微動計ヲ験セシガ別段ノ異アルコトナク地ハ既ニ静穩ノ有様ニ復シテアリキ」と書いている。

ところで、最近、たまたま文字通り東京直下に M6.0 の地震が起こり、東京、千葉、埼玉、静岡の各都県に軽微な被害があった。『気象月報』によると、東京の発震時 1988 年 3 月 18 日 5 時 34 分頃、震央 35° 39.7' N, 139.° 38.8' E, 深さ 96 km, P-S は 10.8 秒となっている。震源は太平洋プレートがフィリピン海プレートと接触する所である。前述のように安政江戸地震や明治 27 年東京地震の P-S が 10 秒だとすると、その震源は今回の地震の震源に近い所ということになる。

おわりに

これまで述べたことから、東京に大きな震度をもたらす恐れのある直下地震として、つぎの 3 つの場合が想定されよう。

- (1) M6 級のごく浅い地殻内地震 [例：慶安 2 年の川崎の地震 <M 6.4>]
- (2) M7 級の地殻内地震 [例：慶安 2 年地震 <M 7.0>]
- (3) M7 級の深いインター・プレート地震 [例：安政江戸地震 <M 6.9>, 明治 27 年東京地震 <M 7.0>]

M の値は、『理科年表』1990 年版による。

安政江戸地震や明治 27 年東京地震は、フィリピン海プレートと太平洋プレートの接触部で起こったとしたが、東京直下のインター・プレート地震としては、このほかにフィリピン海プレートとユーラシア・プレートの接触部 (石田瑞穂によれば深さ 40km くらい) で起こる地震が考えられる。しかし今回は、その例を示し得なかった。

[はぎわら たかひろ 東京大学名誉教授]

首都直下のプレート構造

地震発生のメカニズムを探る

石田瑞穂

はじめに

日本列島およびその周辺地域は、世界で最も地震活動の活発な地域として知られています。その中でも特に首都圏を含む南関東地域は、その直下で極めて活発な地震活動が観測される地域として特徴づけられています。図1は、過去約100年間に日本列島及びその周辺域で発生したマグニチュード(M)6以上の地震の分布を示していますが、関東地域では陸域に地震が多く発生していることがわかります。このことは、図2の年平均有感地震の回数分布からもよくわかります。図2によりますと、関東地域では年間およそ40回もの地震を感じているということになります。関東地域におけるこのような活発な地震活動は、従来、この地域の下方に沈み込んでいる2枚の海洋プレート（フィリピン海プレートおよび太平洋プレート）とこの地域を含む大陸を乗せたプレート（ユーラシアプレート）との相対運動で説明されてきました。東京に大被害をもたらした1923年の関東地震(M7.9)の発生機構も、こうしたプレート間の相対運動で説明されています。そこで、以下では、首都圏での地震発生のメカニズムを、プレート構造との関連から考えてみましょう。

地震の発生メカニズム

「地震の発生機構は、プレート間の相対運動で説明される」といわれていますが、それではこのプレートとは、一体何を意味するのでしょうか？

現在、地球の表面はリソスフェア（岩石圏）と呼ばれる厚さ70~100kmの岩板に覆われていて、その下にはいまだ固化しないアセノスフェア

と呼ばれる流動層が存在すると考えられています。この地球表面の岩板はいくつかのブロックに分かれ、これらブロックはあたかも剛体板のように変形することなしに運動していると考えられます。この地球を覆っている剛体のような板という意味でこれらのブロックはプレートと呼ばれています。こうしたプレートは、地震の震源の連なりによって境されています。この連なりを詳しく見てみますと中央海嶺、海溝-造山帯、トランスフォーム断層の3種類からなっていることが分かります。プレートテクトニクスによれば、少なくとも海洋プレートは、中央海嶺の下から湧き上がってきた

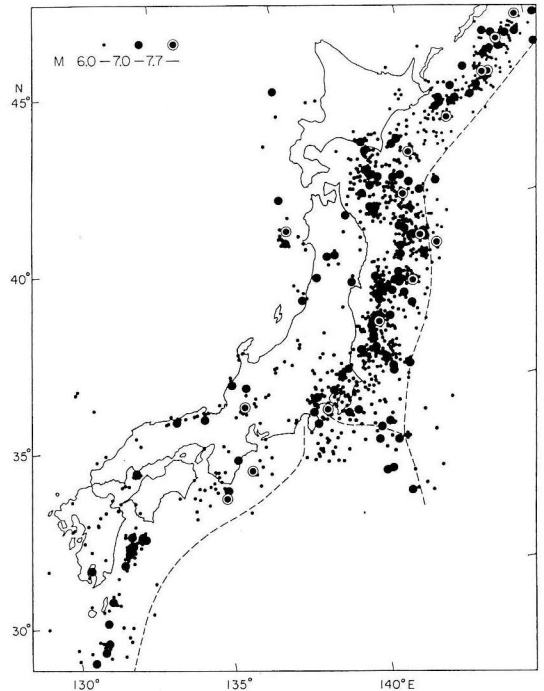


図1 過去約100年間(1885-1988)に日本列島及びその周辺で発生したM6.0以上、深さ100km以内の地震分布(茂木, 1989) データは宇津(1982)および気象庁地震カタログによる。

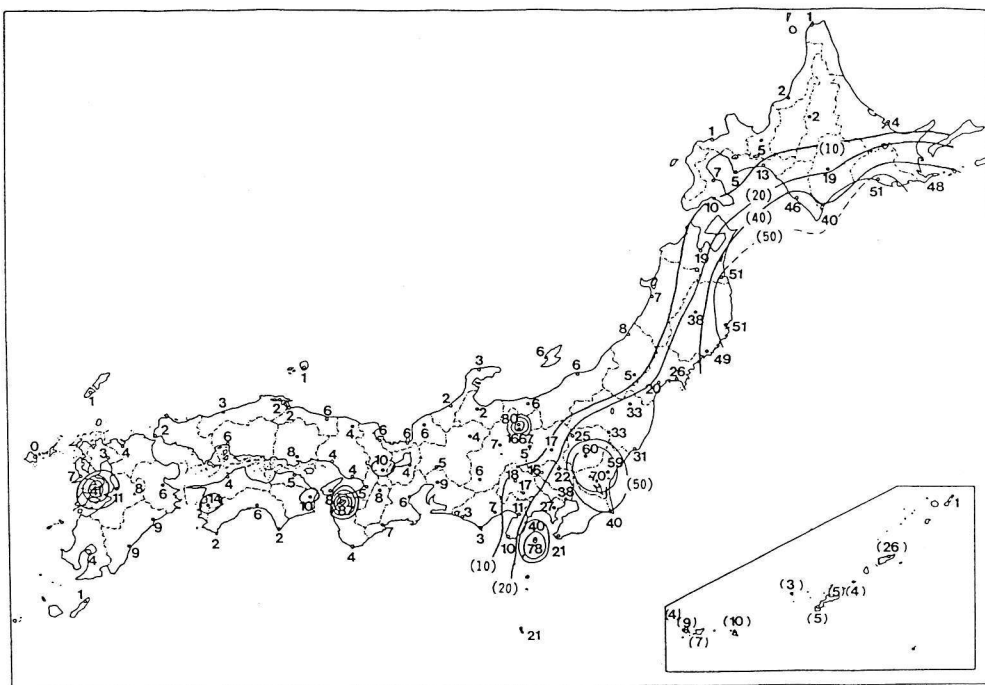


図2 気象官署における1951年～1988年(38年間)の年平均有感地震回数分布 (気象庁, 1989)

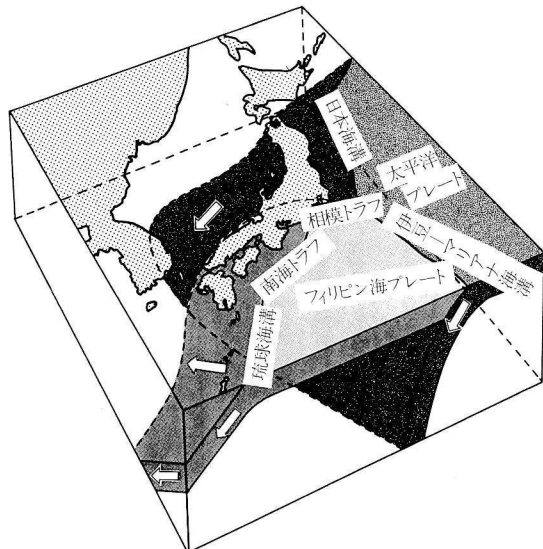


図3 日本列島およびその周辺のプレートの模式図 (上田, 1983より作成)

東北日本の下へ日本海溝から太平洋プレートが沈み込み、西南日本の下へ南海トラフからフィリピン海プレートが沈み込んでいる。中央に位置する関東地域の下へは、相模トラフからフィリピン海プレートが沈み込み、さらにその下へ太平洋プレートが沈み込み、複雑な様相を呈している。

マントル物質が地表近くで急冷し固化したもので、海溝で再びマントル深くに沈み込んでゆくと考えられています。

図3は、日本列島及びその周辺のプレートの配置を模式的に示した図ですが、日本列島は海洋プレートがマントル深く沈み込んでいく箇所に位置していることを示しています。東北日本では太平洋プレートが日本海溝から沈み込んでいますが、西南日本ではフィリピン海プレートが南海トラフ(海溝と同じ)から沈み込んでいます。関東地域周辺では相模トラフ、駿河トラフからフィリピン海プレートが沈み込んでいますが、その下にさらに海側から太平洋プレートが沈み込んでいて、プレートのありようはかなり複雑なことがわかります。このような複雑なプレートの配置は世界でも希です。こうした日本列島を乗せたプレートもその下へ沈み込んでいる海洋プレートも、年間1～10cmというスピードで移動し、このプレート間の相対運動が地震の発生メカニズムを決めていると考えられます。つまり、プレート相互の運動によってプレート境界あるいはプレート内に歪が

蓄積し、この歪の解放として地震が発生するということです。

この考えに従いますと、首都直下の地震の発生は、首都圏を乗せたユーラシアプレート、その下方へ相模トラフから沈み込んでいるフィリピン海プレート、さらにその下方へ日本海溝から沈み込んでいる太平洋プレートという3プレート間の相対運動という枠組みで論じられます。例えば、1923年の関東地震は、ユーラシアプレートと、その下へ沈み込んでいくフィリピン海プレートの境界で引き起こされた地震と考えられます。従って、地震の発生機構を解明するためにはプレートの形状を詳しく知ることが必要です。そこで、次に首都直下ではプレートがどんな形状を示しているのかみてみます。

首都直下のプレート構造

プレートの形状を求めるための、最も基本的データの 하나가地震の震源分布です。図4は、最近およそ11年間に関東・東海地域で発生した地震の震源分布を表したものです。これらの地震のうち傾斜して連なっている地震群は、主としてユーラシアプレートと、その下へ沈み込んでいるフィリピン海プレートあるいは太平洋プレートとの境界で発生している地震です。図4で地表付近の浅い箇所が発生している地震は主としてユーラシアプレート内に発生している地震と考えられます。東京直下では浅い地震も深い地震も数多く発生し、プレートの形状が極めて複雑なことが伺われます。このような地震の分布に加えて、それぞれの地震の発震機構（地震の起こり方、例えば逆断層か正断層かあるいは横ずれ断層かというような地震時の断層の形状やすべり方等）もプレートの形状を決めるのに大切な役割を果たします。ここでは詳しい説明は省きますが、地震がプレートの境界で発生しているか、プレートの内部で発生しているかによって地震の発震機構は異なってきます。他に海洋プレートの特徴として地震波の伝播速度が速いことが知られています。首都直下でも、最近地震波の伝播速度の分布が詳しく調べられた結果、

沈み込む海洋プレートを示唆するような傾斜した高速度層の存在が明らかにされ、この層は傾斜した地震の震源分布と一致することが解りました（Ishida and Hasemi, 1988）。こうしたことを全て考慮してプレートの形状を求めた結果が図5に示されています。上図には、ユーラシアプレートの下へ沈み込んでいるフィリピン海プレートと太平洋プレートの上面の深さ分布を、下図には等深線分布から推定されるプレートの形状を模式図として示していますが、これは図3の日本列島全体のプレートの模式図の関東地方近傍の拡大図と言ってよいでしょう。図5の上図で陰影を施して示してある領域が、フィリピン海プレートです。実線（一部破線）はフィリピン海プレート上面の等深線分布を、南北走向の破線は太平洋プレート上面の等深線分布を表します。フィリピン海プレートの等深線で破線の部分および薄い陰影の部分は、調べた期間中に発生した地震が少なかったためプレート上面がうまく決められなかった箇所です。

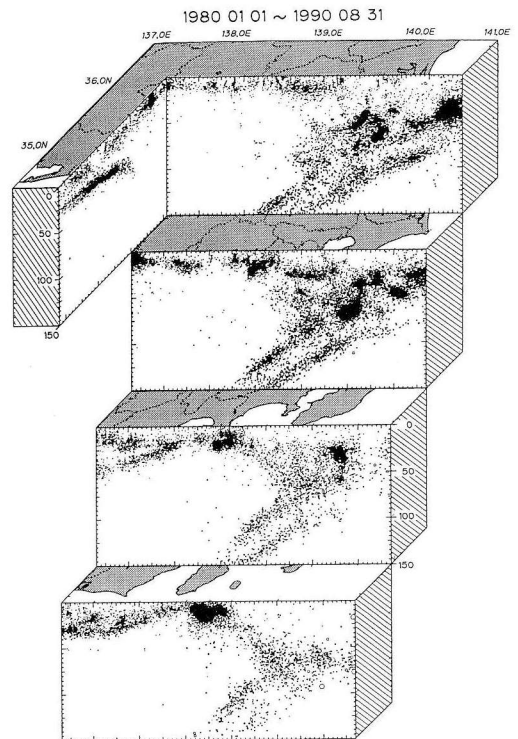


図4 関東・東海地域における地震の震源分布
（防災科学技術研究所のデータによる）
期間：1980年1月～1990年8月

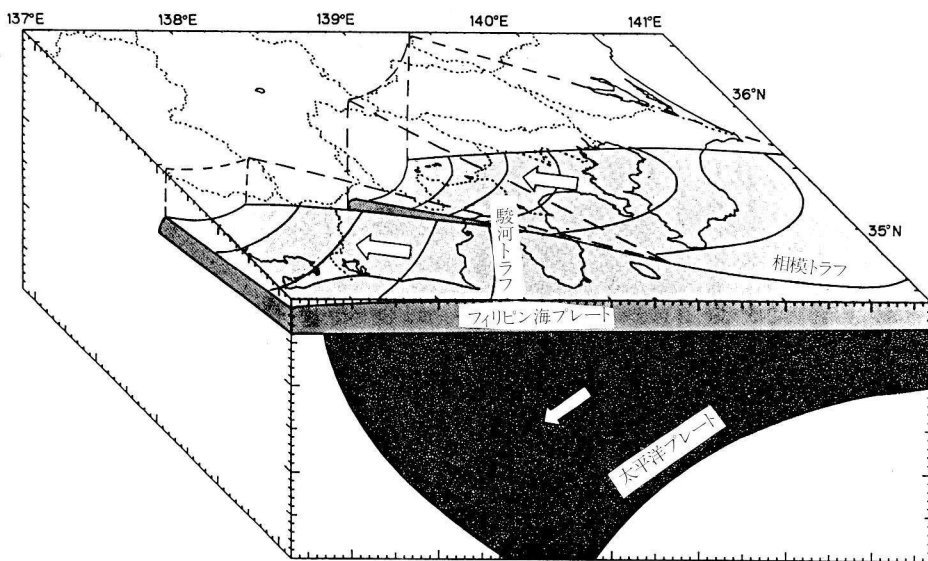
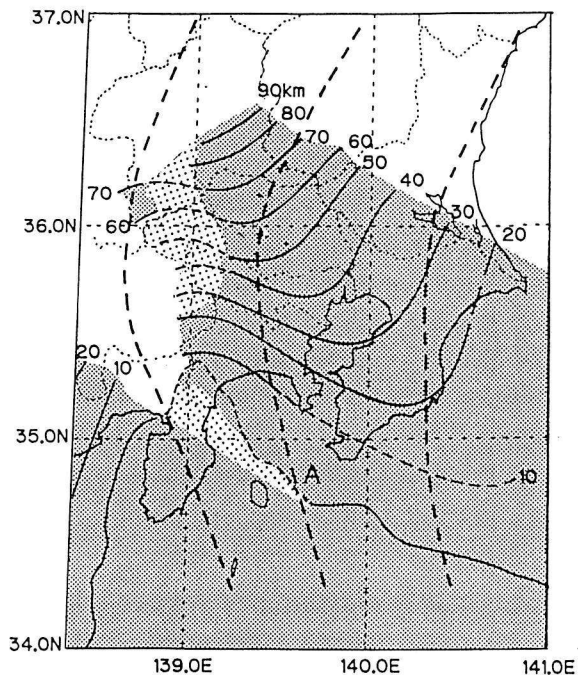


図5 フィリピン海プレートおよび太平洋プレート上面の等深線分布 (Ishida, 1989) とその模式図。上図：陰影を施した領域は沈み込んでいるフィリピン海プレートを表す。実線（一部破線）は、フィリピン海プレート上面の等深線を、破線は太平洋プレート上面の等深線を示す。数字は、等深線の深さをkmで示す。白矢印は、プレートの沈み込み方向を示す。

周辺のプレート上面の形状から類推して求められた等深線です。伊豆半島北西部では等深線が描かれていませんが、調べた期間中に全く地震が発生しなかったこと、海洋プレートの特徴づける地震波の高速度層が認められなかったことのため、

フィリピン海プレートの存在を地震観測データからは確かめられなかったからです。従って、ここでは他の地域のようにフィリピン海プレートが沈み込んでいるのかいないのか、実際には分かっていません。実は、図5のようなプレートのモデル

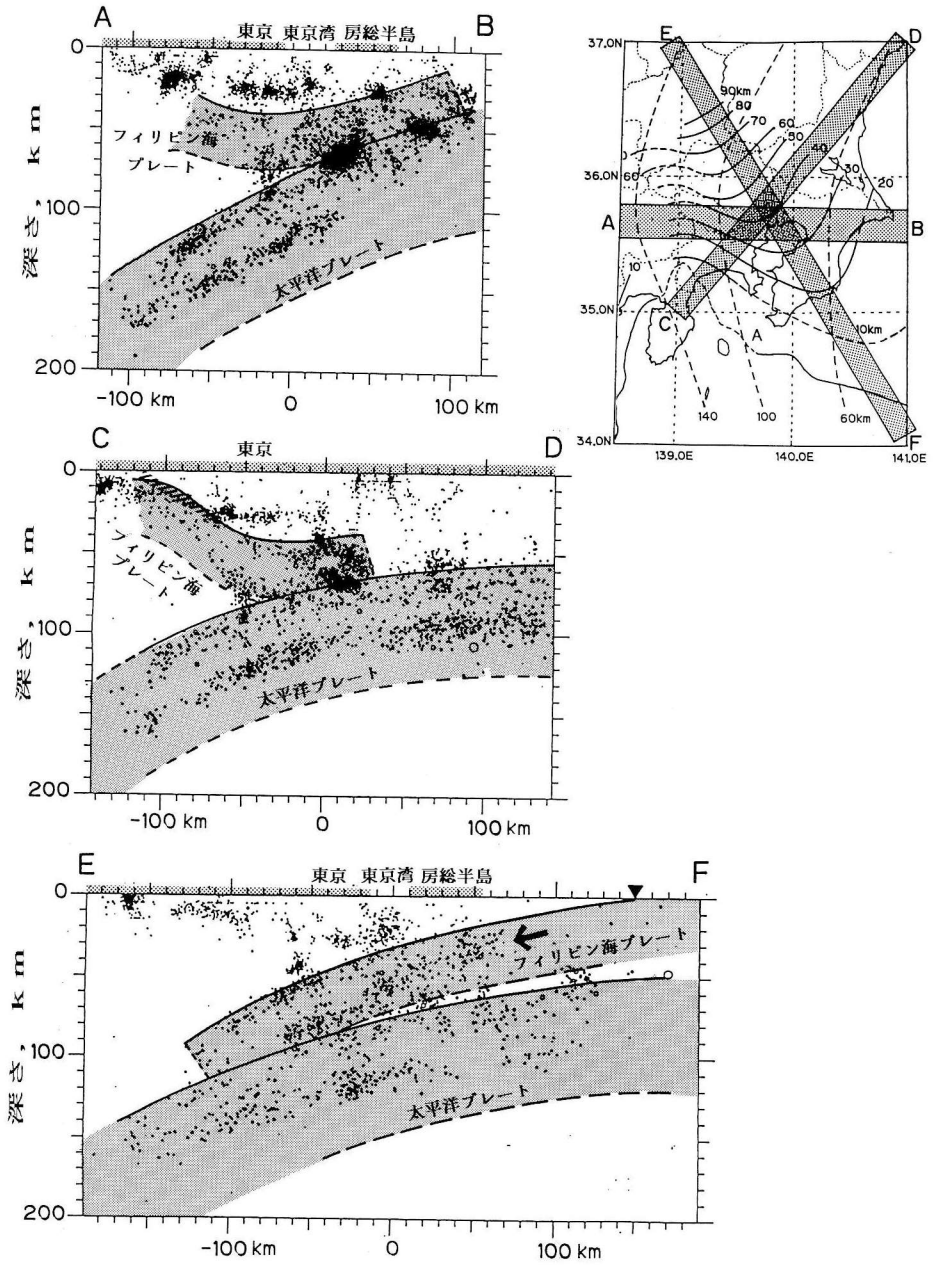


図6 鉛直断面上に投影された震源分布とプレートの形状 (Ishida, 1989)

それぞれの断面の位置は、右上に挿入した地図上に、陰影を施して示した。測線A-B, C-D, およびE-Fは断面A-B, C-D, およびE-Fに相当する。陰影を施した領域内に起こった地震の震源(1980年1月~1988年3月)が、それぞれ断面上に投影されている。図5のモデルから求められたプレートの形状を、陰影を施して示してある。上のプレートがフィリピン海プレート、下のプレートが太平洋プレートを表している。フィリピン海プレートは、断面A-Bでは右側手前から左側奥に向かって、断面C-Dでは、手前から向こう側に向かって、断面E-Fでは右側から左側に向かって沈み込んでいる。断面C-Dの斜線は、Matsu'ura et al. [1980]により求められた1923年関東地震(M7.9)の断層面のモデルを示す。▼は、トラフ軸の位置を示す。

も現時点では研究者によりそれぞれ異なっていて、統一見解のようなものはありません。しかし図5で示したモデルは、質的・量的に最も優れている最近の地震観測網からのデータに基づいた一つの結果と言えます。今後一層精度のよいデータが蓄積することによりこうしたモデルに改良が加えられ、より正確でより詳細なモデルが形成されていくと思います。

図5には示してありませんが、こうした研究からプレート上面の形状だけではなくプレートの厚さも求められています。太平洋プレートに関しては関東地域の地震観測データからだけではまだ求められていませんが、フィリピン海プレートに関しては沈み込んでいるプレートの厚さは 30 ± 5 km程度という結果が得られています (Ishida, 1989)。それは、図6のような鉛直断面上に投影された震源分布からも推定されます。

首都直下のプレート構造を三次元的に理解するために、鉛直断面上に投影されたプレートの形状と地震の分布を図6に示します。図6の鉛直断面の位置は、右上に挿入された地図に示されています。図6の断面E—F（一番下の図）は、挿入された地図に示されている北西—南東方向の側線E—Fに沿う鉛直断面です。矢印は、プレートの沈み込み方向を示しています。フィリピン海プレートはこの図面上で、右側（南東側に相当する）から左側（北西側に相当する）に沈み込んでいることを表しています。30 km前後の厚さの海洋プレートが房総半島側から東京の方に沈み込んでいる様子を想像してみてください。断面A—Bは、東京を横切る断面です。フィリピン海プレートは、この面では右側手前から左側奥へ向かって沈み込んでいます。また断面C—Dは、伊豆半島北部から東京を抜けて筑波山に至る測線に沿う断面です。この面では、手前側から向こう側に向かってフィリピン海プレートが沈み込んでいます。左上に、斜線が描いてありますが、これは Matsu'ura et al., (1980) により求められた1923年関東地震の時の断層面で、この断面C—Dが横切っている部分の断層面を示しています。

首都直下の地震活動

図4と6に示してあります震源は、最近およそ10年間に発生した地震の震源です。これらの図から、首都直下で常時どのような地震が発生しているか、それらの地震はプレートのどこで発生しているのか等が分かります。過去の大地震に関してみてみますと、1700年以降、東京で震度6を記録した地震としては1703年元禄関東地震 (M 8.1)、1855年安政江戸地震 (M 6.9)、1894年明治東京地震 (M 7.0)、1923年関東地震 (M 7.9) があげられます。これらの地震の震源がプレート上のどこで発生したかは、1923年関東地震を除くと定かではありません。図5のプレート上面の等深線分布及び図6の断面A—B、C—Dによれば、首都直下でフィリピン海プレート上面の深さはおよそ40 kmです。将来、首都圏に大被害をおよぼす地震がプレート境界（フィリピン海プレート上面）の地震であれば、1703年元禄関東地震や1923年関東地震のような大規模の地震ということになります。このような大地震は度々発生するものではなく、150~200年に1度という繰り返し間隔で発生すると考えられます。同じプレート境界に起きる地震でももう少し規模の小さな地震ならば、震源が深いため首都圏に及ぼす影響はかなり小さいと思われます。ところが、図6の断面図をみますと、首都直下で20~30 kmの深さに地震の集中している箇所があります。これらの地震は、フィリピン海プレートの北西進により圧縮力を受けた結果、ユーラシアプレート内で発生している地震と考えられます。図6に示されているこれらの地震の殆どはM 3以下の極めて小規模な地震ですが、こうした箇所にもっと大きな地震の発生する可能性は否定できません。震源が浅い場合、M 6.0~7.0程度の地震でも東京に大被害を及ぼすと思われます。但し、地震発生のメカニズムは、プレート境界の場合と異なります。過去において首都圏に大被害をもたらした地震がどこで発生したかが解れば、現在の地震活動と照らし合わせて、首都直下で今後発生し得るM 6~7

級地震のメカニズムを推定することが、ある程度は可能になるといえるでしょう。

おわりに

以上、首都圏直下の地震の分布と沈み込んでいるプレートの形状を示してきました。図5に示したプレートのモデルによれば、首都直下でフィリピン海プレート上面の深さはおよそ40kmでした。しかし、首都直下ではフィリピン海プレートの深さは20km位であるとする研究者もいます。こうした研究者は、図5のモデルでユーラシアプレート内の地震として分類された深さ20~30kmの地震をフィリピン海プレート上面の地震として分類しています。そうした場合、首都直下で予想される地震の発生メカニズムは、図5の場合とかなり異なってきます。深さ20km付近のプレート境界で地震が発生した場合、M8級程の大地震でなくても首都圏におよぼす被害は甚大と考えられます。首都圏に大被害をおよぼす大地震の発生メカニズムの推定には、プレートモデルが最も大きくかかわってきます。従って、自然科学的面的

らだけでなく地震予知という防災上の側面からも、今後首都圏直下のプレートの形状をもっと詳細に解明する必要があるとおもいます。

参考文献

- Ishida, M. and A. Hasemi, 1988, Three-dimensional fine structure and hypocentral distribution of earthquakes beneath the Kanto-Tokai district, Japan, J. Geophys. Res., 93, 2076-2094.
- Ishida, M., 1989, The configuration of the Philippine Sea plate in the Kanto-Tokai district, Japan, Abst. 25th IASPEI.
- 気象庁, 1989, 首都およびその周辺の地震予知(その2), 地震予知連絡会地域部会報告, 国土地理院, p. 10.
- Matsu'ura, M., T. Iwasaki, Y. Suzuki and R. Sato, 1980, Statical and dynamical study on faulting mechanism of the 1923 Kanto earthquake, J. Phys. Earth, 26, 119-143.
- 茂木清夫, 1989, 首都およびその周辺の地震予知(その2), 地震予知連絡会地域部会報告, 国土地理院, p. 11.
- 上田誠也, 1983, 生きている地球, 岩波書店, 64-65.
- [いしだ みずほ 防災科学技術研究所地震活動研究室長]

本誌9号(p.33)に、エベリー著『揺れ動く大地』から抜粋して、ニューマドリッド地震のすさまじい様相を紹介した。以下は、そのつづきである。

これはフィクションであるので、どの程度正しいかわからないが、地震の猛威はよく描写されている。

「余震はひっきりなしに続いて大地はいつでもゆれていた。一行は再びニューマドリッドを目ざして、倒木をさけ、地割れをよけながら進んで行った。奇妙なことに、ふつう昼間は姿をかくしている動物が何百匹、何千匹となく野原に姿をあらわしていた。鹿、熊、狼、アメリカライオン、狸、うさぎ、りすなどの多くがねそべって、あえいでいた。これらの動物の多くは傷を負っていた。倒木の枝などでやられたにちがいない。一行が近づいても、動物たちはほとんど何の関心をも示

さないほど放心状態だった。

突如、北西方向から鳴動がやってきた。それはだんだんと大きくなる。ついには気ちがいじみた咆哮となった。馬は一瞬たじろいだが、ふるえながら立止まって頭をたれた。野生の動物たちは、あらゆる方向にかけ出したり、ぐるぐる走りまわり出した。彼等はぶつかって倒れたり、急に方向を変えたりしたが、馬と同じように急に静まってしまった。

今日の地震動はものすごい水平動だった。人間は放り出され、四つ足の馬もかろうじて立っているという有様であった。みわたす限りの原野が上ったり下ったりしていた。北西の方向から大きな波がおしよせてくるようにみえた。そのスピードは、馬のかけ足ぐらいのようには思われた。この地面のうねりは10~12フィートぐらいかと思うほど高かった。」〈以下、続く〉

猛烈！ 激・烈震の様相

ニューマドリッド地震

[続1]

力武常次

どうやって予知する?

直下地震予知の現状と展望

萩原幸男

はじめに

M8級の「東海地震」の予知は可能であっても、M7級地震の予知は一般に困難と考えられている。M7地震のエネルギーはM8のその約30分の1である。M7地震約30個が同時に起って、はじめてM8地震1個分となる。M8を象に例えれば、M7は豹くらいの大きさしかない。草原をのし歩く象の姿は遠くから望見できても、草むらを潜行する豹には気づかない。

東京（江戸）に被害を与えた代表的な直下地震は1855年安政江戸地震（M6.9）と1894年東京地震（M7.0）である。いずれも予知が困難な規模の地震に属する。しかし、安政江戸地震には前兆と思われる現象がいくつか報告されている。江戸下町の各所で地震前に地下水が湧き出し、また深川では井戸掘職人が不気味な地鳴りのために仕事を中断したという話が残っている。これに対して東京地震のほうは、震度1の前震があったという以外めばしい前兆はない。

安政江戸地震はフィリピン海プレート上面の地震であって、その震源深度は20~30 kmと推定される。この程度の深さのM7地震ならば、前兆として地下水の湧出や地鳴りが発生したとしても不思議ではない。前兆的地殻圧縮歪が地下水の湧出を促し、活発な微小地震活動が地鳴りを誘発したのであろう。稠密な観測網さえあれば、今日の技術で予知できないことではない。これに対して、東京地震はフィリピン海プレート内部、あるいは太平洋プレートとの境界付近に発生したものであって、その震源の深さは60~80 kmである。この場合には、前兆的現象は期待できない。

東京（江戸）に被害を与えた直下地震は、これ

ら2つの地震だけではない。小規模な被害はM6級の地震でも生じる。M6地震のエネルギーはM8地震のそののちょうど1000分の1、予知の可能性はきわめて低い。力武常次教授の試算によれば、1991年より10年以内にM6.0以上の東京圏直下地震の発生確率は40%にのぼる。幸いにもM7.0以上の発生確率は5%以下というから、激甚災害の危険性は今のところ低いと予想されるが、軽微な被害は覚悟しておかなくてはならない。

東京の中心部は堆積層が厚く、しかも人工的ノイズに妨害される結果、地震計をはじめ各種の計器観測はきわめて困難な状況にある。そのために、東京圏における地震予知への努力は、むしろ、その周辺地域に向けられ、肝心の東京中心部は「地震予知の空白地域」として従来とり残される傾向にあった。しかし現在では、観測技術の進歩とともに、この空白域は次第に埋められつつある。本稿では、防災科学技術研究所（旧国立防災科学技術センター）の地震予知観測を中心に、その現状を紹介するとともに、予知の可能性を探ってみたい。

東京湾北部の群発地震活動

防災科学技術研究所の関東・東海地殻活動観測網は現在90点の観測点により構成されている。内訳は地震計61点、地震計と傾斜計25点、傾斜計3点、歪計1点である。これらのうち10点は他機関に属する観測点であるが、相互乗り入れ観測を実施している。東京近傍は軟弱な地盤であることと、人工的な振動が多いことから、深さ100 m程度のボーリング孔底に計器が設置されている場合が多い。なかでも岩槻・府中・下総の3観測井は、それぞれ3510 m、2750 m、2300 m

の深さに達し、東京圏内にありながらノイズレベルがきわめて低く、そこでは超高感度の地震観測が可能である。図1は首都圏における防災科学技術研究所の観測点分布を示す。

東京湾北部の地震活動はこれらの3深層観測井をはじめ、東京湾周辺の地震観測網によって把握される。東京湾北部では、しばしば群発地震活動が発生するが、なかでもたがいに相似波形をもつ一群がある。1974年から1983年までの10年間に、このような群発地震が14回発生した。図2は、その震央の位置を示す。震央分布は西北西-東南東の方向性を示し、この位置に断層の存在を思わせる。海上保安庁水路部がマルチチャンネル音波探査により発見した「東京湾北部断層」は、図2の震央分布に平行な走向をもつが、その位置は若干北寄りである。

ここで重要なことは、関東地方およびその周辺海域に発生する中小規模地震に先行して、東京湾北部の群発地震が起るという事実である。高橋末雄氏（元国立防災科学技術センター室長）によれば、これら14回の群発地震（発生順にG1~14と記す）のうち、G12およびG13を除いたすべての場合、群発活動が発生してから50日以内に、東京湾北部から半径150km以内のどこか

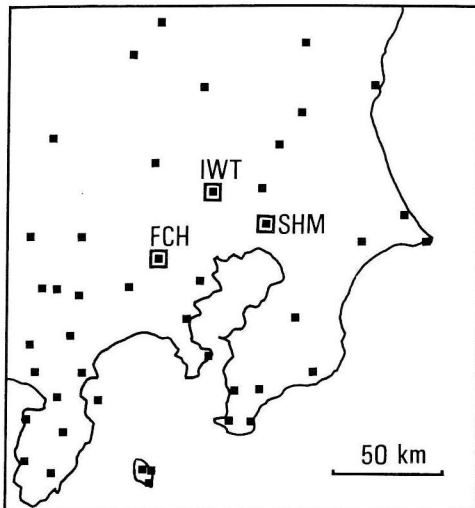


図1 東京圏における防災科学技術研究所の地殻活動観測網
FCH（府中）、IWT（岩槻）およびSHM（下総）は深層観測井。

で、M4以上の地震が発生している。

図3はG1~14に対応して発生した地震の震央位置を示す。図のなかで、G4が2ヶ所に記されているのは、G4につづいて2個の地震が発生したためである。またG10（G11）が3ヶ所に記されているのは、G10とG11の2回の群発活動がつづいて起った後に、3個の地震がほぼ同時発生的に起ったためである。

図4にG1~6についての群発活動と、それにつづく地震の発生時間関係を示す。G1は1974年伊豆半島沖地震（M6.9）に先行した群発活動である。約20日間にわたってつづいた活動の最後

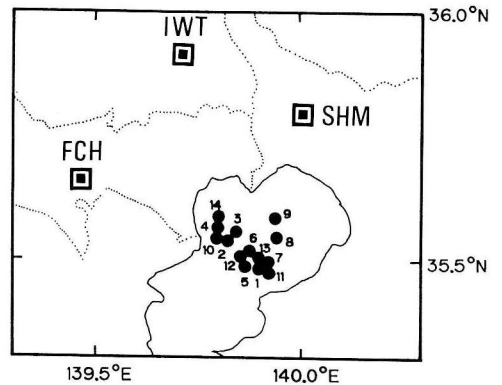


図2 東京湾北部に発生した14回の群発地震活動（1974~1983）
[高橋，1990による]

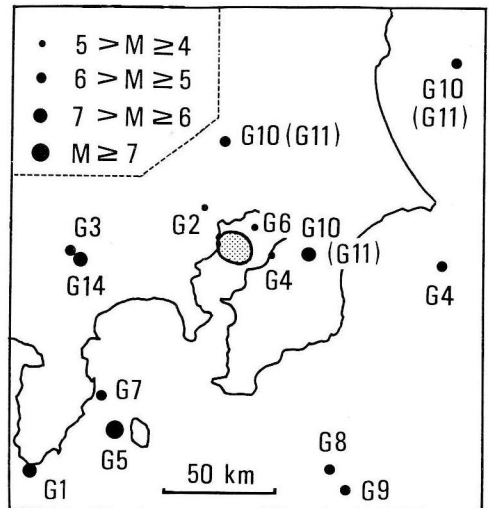


図3 東京湾北部の群発地震につづいて発生した中小規模地震の震央分布（G1~14）

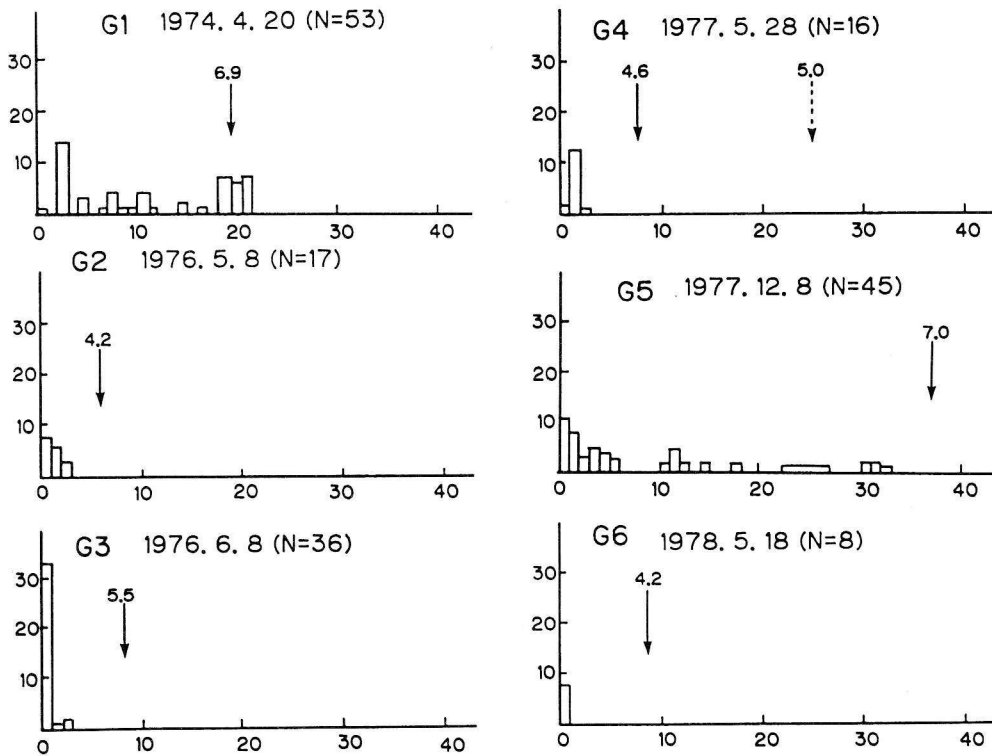


図4 図3のG1~6についての群発活動と、それについて発生した地震の発生時間関係 [高橋, 1990の原図より]

の部分で M 6.9 が発生した。G 5 は 1978 年伊豆大島近海地震 (M 7.0) に先行して 30 日あまりつづいた群発活動である。群発活動が終了してから 5 日後に M 7.0 が発生した。これら 6 例ではすべて、群発活動の終了から 10 日以内に地震が発生している。

G 7 および G 8 の場合も同様に、10 日以内に後発の地震発生をみたが、G 10 (G 11) の場合は群発活動終了後十数日を要している。いずれの場合も、群発活動がそれにつづく中小規模地震発生の先行現象であったと結論できるものと思われる。これに対して、G 9 および G 14 の場合は、群発活動終了から地震発生まで 40 日余り経過したことから、先行現象と断定するのは困難であると考えられる。

1923 年関東地震や 1953 年房総沖地震の前に、和歌山市付近の群発地震活動が活発化した事実がある。日本列島には、地殻応力が集中しやすい特異な地域があって、それはちょうどお灸の「つ

ぼ」のように、身体の敏感な部分にあたる。和歌山市付近はまさに地殻の「つぼ」である。おそらく東京湾北部も同様な場所であるに違いない。そのため、東京湾北部の微小地震活動の監視は、関東地方一帯の地震予知にきわめて効果的であるといえる。しかし、この予知法の問題点は、地震が関東地方のどこに発生するか、震源の位置を特定できない点にある。特定するためには、別の方法によらなければならない。

直下地震の検知能力

防災科学技術研究所の地震観測網は、東京直下地震の観測にとって十分に稠密と思われるかもしれないが、実のところ東京中心部を直撃する M 6 ~ 7 地震の予知のためには、かならずしも十分とはいえない。江戸に激甚災害をもたらした 1855 年安政江戸地震の震央は江戸川河口付近、震源の深さは 20~30 km と推定される。この種の地震

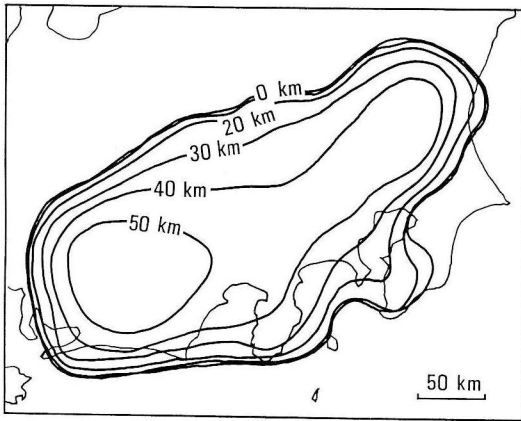


図5 防災科学技術研究所の地震観測網の地震検知能力

それぞれのコンターの範囲内では、対応する深度より浅く、かつ $M \geq 1.5$ の地震の 95% は洩れなく捕捉できる。

の予知のためには、東京湾北部のマグニチュード 1.5 以上の微小前震活動を確実に把握する必要がある。しかし、既設の 3 深層観測井をもってしても、東京湾北部の浅発地震の震源深度を正確に決定することは困難である。したがって、3 深層観測井に加えて、何本か追加する必要がある。

では、どこにどれだけ観測点を追加したらよいか、地震前兆解析研究室の松村正三室長を中心に、現在の地震観測網の地震検知能力について詳細な評価を行なった。図5は $M 1.5$ 以上の地震の検知領域を示す。図中のコンターは震源深度である。例えば 50 km のコンターは、つぎのような意味をもつ。50 km のコンターで囲まれる範囲内では、震源深度が 50 km 以浅で、しかも $M 1.5$ 以上の大きさの地震ならば、その 95% を洩れなく捕捉することができる。東海地方に主眼をおいて設置した観測網であるので、首都圏よりも東海地方で検知能力が相対的に高い。

問題なのは東京都東部から房総半島にかけての検知能力である。例えば東京湾北部には 0~20 km のコンターが走っている。つまり東京湾北部に発生する深さ 20~30 km の $M 1.5$ 地震に関する検知能力はそう高くない。まして房総半島となると検知能力はきわめて低い。東京圏直下地震の先駆現象として、東京湾北部に $M 1.5$ 程度の微小地震が頻発するようなことがあっても、その

全体像を明確な形でつかむことは現状では不十分ということになる。3本の深層観測井は東京直下地震の震源決定にきわめて有力であることは間違いないが、実をいうと東京湾北部の浅発地震についてP波距離に対する深さの分解能が悪い。つまり正確な震源深度の決定が困難である。このような欠点を補うためには、東京湾北部沿岸に観測井を追加する必要がある。

防災科学技術研究所では、東京湾北岸に 3000 m 級を、その周辺部に数本の 2000 m 級の観測井を設置する計画をもっている。微小地震の周波数 3 Hz 以上の領域では、深さ 2000 m のノイズレベルは岩観測井 3510 m の約 2 倍 ($20 \mu\text{kine}$ 程度) にのぼるが、建設費は数分の 1 (1 本 5 億円程度) ですむ。また維持が困難な傾斜計を設置せず地震計だけとし、ボーリング孔底に地震計をセメント固定することで維持費をおさえることも可能であろう。この計画が実現すれば、東京湾北部の地震検知能力は一段と向上し、 $M 1.5$ 以上の浅い地震を確実に捕捉できるようになるであろう。

GPS による地殻水平歪の連続観測

地震予知の実現のためには、地震観測だけではなく、各種の地球科学的観測を総合的に実施する必要がある。なかでも地殻変動の観測は有効である。安政江戸地震の直前に江戸下町の各所で地下水の湧出があったということは、地殻の水平圧縮によって地下水がしぼり出されたものと考えられる。もしも当時、地殻水平歪の連続観測を実施していたとするならば、地下水の湧出とほぼ同時に水平圧縮歪を検知したことであろう。

地殻水平歪の観測には、レーザ光を用いた三角測量(光波測量)の反復が有効であるが、反復回数が少ないと短期的な水平歪の変化が起っても観測洩れする可能性がある。その点 GPS(汎地球測位システム)の受信器を観測点に固定して、観測データをテレメータすれば、地震直前の地殻歪変化を把握できる。

GPS は米国が開発し、実用化しつつある人工

衛星電波測位システムである。完成すれば、高度約2万kmに、周期約半日で地球を一周する衛星が、6つの軌道に4個ずつ、計24個配置される。現在のところ15個の衛星が軌道に乗っていて、うち13個が使用可能である。全天に4個以上の衛星が同時に配置する時間帯のみGPSの観測ができる。衛星はそれぞれ原子時計を搭載していて、原理的には、4個以上の衛星が全天に配置されれば、受信点の3次元空間的位置が決定できる仕組みになっている。しかし事実上、衛星の軌道要素が正確に決まっていなかったり、1点測位（1観測点の位置決め）を独立に実施したのでは、精度が悪く実用にならない。地殻水平歪の変化を高精度でとらえるためには、ディフェレンシャルGPS法といって、ある基準点に相対的な位置決めをすることになる。

GPSによる位置変化の検出はどの程度の精度で可能であろうか。1989年7月の伊東沖海底噴火に先立って、防災科学技術研究所は伊東沖の初島と対岸の川奈崎に、それぞれ受信器を設置して、両観測点の距離約10kmの時間変化を監視していた。すると7月9日あたりから距離が伸びはじめ、13日の噴火直前に初島が川奈崎に対して、北に約14cm、東に約6cm移動したことを掴んだ。すなわち、GPSにより数mm程度の水平移動は十分に検出できることがわかった。この成功はいち早く世界に伝えられ、今日ではGPS

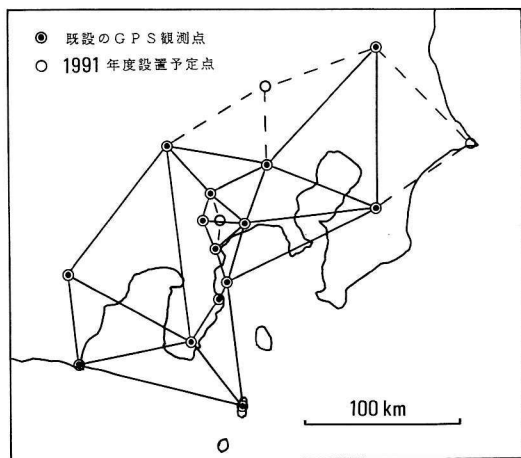


図6 防災科学技術研究所のGPS観測点（受信点）分布

の測定精度を示す好例として広く引用されている。

図6に防災科学技術研究所の1990年度現在のGPS観測点分布を示す。伊豆半島のつけ根の部分に観測点が集中しているのは、この地域にM7内陸地震の発生が懸念されているためである。東京直下地震に対しては、現在のところ全く無防備であるが、稠密な観測網の設置を計画中である。伊東沖の例からして、観測点の間隔は10km程度がよいと考えられるから、かなり稠密な観測網といえよう。ビルの屋上に受信器を置けばよいから、都会における観測の悪条件に左右されないという利点がある。

電磁波放射

室内実験で岩石サンプルを破壊すると、微弱な電磁波が放射されることがある。地震も地殻の破壊であるから、おそらく類似の現象が伴うのではなからうか。もしも大破壊の前の小破壊に伴って電磁波が放射されるものとするならば、その観測は地震の予知に効果的なことは間違いない。

地震の前に異常電磁波をキャッチしたという報告は古くからある。それも地震や地球電磁気の専門家ではなく、アマチュアからの報告が主であった。地震の前にラジオにカリカリという雑音が入ったという程度の報告である。遠くで稲妻が走れば、この種の雑音がラジオに入るであろうし、そうでなくても人工的雑音源は身のまわりにゴマンとある。そのカリカリが地殻の前兆的破壊に伴う電磁波放射（EMR）であるという確実な証拠は見当たらない。

折しもギリシャにEMRによる地震予知法が現れた。3人の研究者の名の頭文字をとってVAN法と呼ばれる。VとAは物性物理学者、Nは電子技術者であって、ともに地球科学サイドからみれば素人の集団である。彼らの道具立ては簡単で、間隔50~200mほどに埋没された電極間の電位差を連続測定する、いわゆる「地電流」観測である。このような観測点を、ギリシャ各地に十数点設けて電話回線でV教授宅へテレメータし、監視

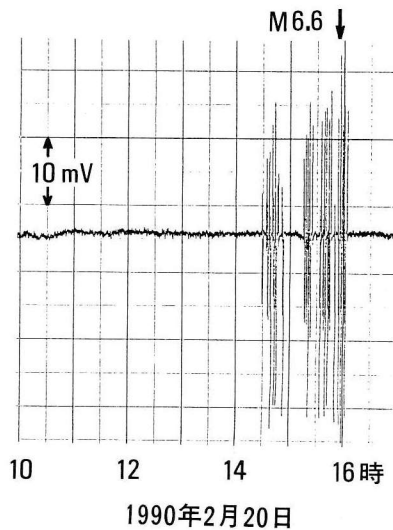


図7 防災科学技術研究所構内において観測された異常電磁波放射 (DC—0.1Hz) の例 [藤縄ほか, 1990 の原図より]
地震は1990年2月20日15時53分伊豆大島西方 (M6.6).

をつづけているわけである。その結果、彼らは地震の数時間から数日前に特徴的な信号 (SES と呼ばれる) が現われることを発見した。

しかし SES を見る限り、これが地震の前兆であるとは信じ難い。ノイズやドリフトでゴチャゴチャしている記録のなかに、微少な SES が現われたとしても見分けがつかない。継続時間1~2分のパルス状短形変化は観測点の電源の負荷変動であると指摘する声もある。わが国でも上田誠也教授が中心となって、NTT 回線を用いて VAN 法の追試が行なわれたが、よい成果が得られていない。

防災科学技術研究所の藤縄幸雄特別研究官は通信総合研究所と共同で、新しい方法でアタックした。つくば市の研究所構内にある深さ約 600 m のケーシングパイプの周囲に、半径 20 m のループ状に導線を埋めた。遠距離の空電に原因する電界強度変化は水平方向であるため、垂直成分を観測するこのシステムには拾われぬという利点がある。これに対して VAN 法や NTT 回線は水平成分を拾いやすい。

図7は地震に先行して出現した EMR の一例

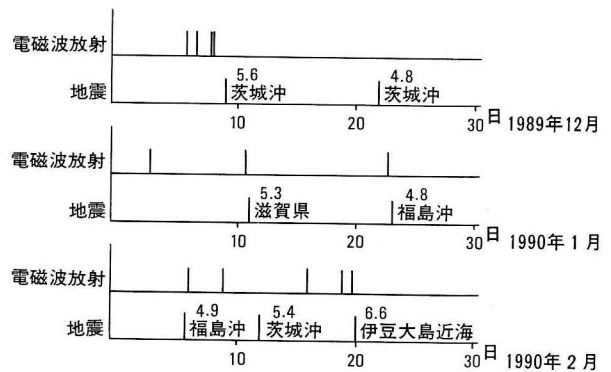


図8 異常電磁波放射 (DC—0.1Hz) と地震 (M≥4.8, 震源の深さ 60 km 以浅) の時間的關係 [藤縄ほか, 1990 の原図より]
地震に付した数字はマグニチュード、地名は震央位置。

である。実に S/N 比がよく、きわめて明瞭に EMR が記録されている。放射が地震後数分つづいた後に終了している点が、地殻の破壊過程との関連を想起させて興味深い。また図8は1989年12月からの3ヶ月間の EMR と地震発生との関係を示している。多くの例で EMR が地震に先行して出現したという事実を見ることができ

る。しかし、この装置で観測された EMR が、果たして地殻の破壊に伴って発生した現象であるか否かの確証はない。図8のなかで、1990年1月に観測された滋賀県の地震の場合、震央距離が 500 km もあるにもかかわらず、つくば市で EMR が出現したという事例は簡単には信じ難い。EMR と震央距離との関係が明瞭でない。また、EMR の出現が確率的に昼間に多いという事実から、まだ人工雑音を疑ってみる余地が残されているように思える。とにかく、つくば市から 100 km 程度離れた関東平野内に、もう2点ほど同様な装置を設置して、共通な EMR が出現するか否かをチェックしてみることが先決である。

地震前兆自動監視システム

地震を予知するためには、地震観測だけ実施していれば十分というものではない。地殻変動、地球磁気変化、地下水水位変化から地球化学的变化まで、さまざまな前兆的变化を総合的に判断しな

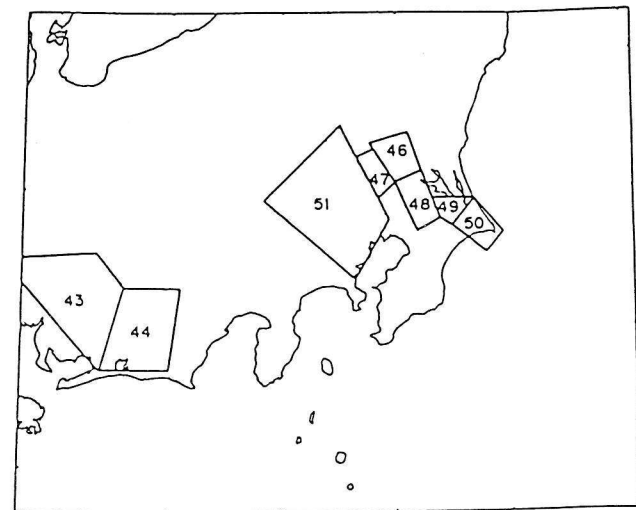
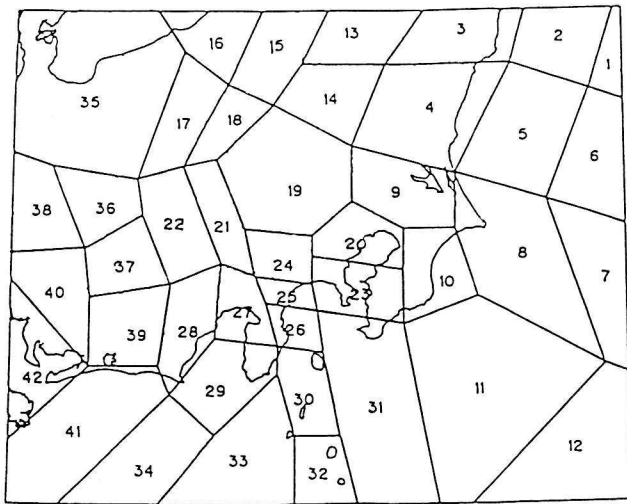


図9 防災科学技術研究所の地震前兆自動監視システムの地域割
 上図は浅部（およそ0~30 km）.
 下図は中深部（およそ20~60 km）.

くてはならない。毎日出力される微小地震観測網の多量な地震情報だけでも手に負えないのに、その他の分野の現象まで手が回らないのが実情である。そこで、多量の情報から異常を自動的に判断するコンピュータシステムの導入が不可欠となる。このような事情から、防災科学技術研究所では、「地震前兆自動監視システム」の構築を試みつつある。

まず関東・東海地域を57の領域に分割する。平面的な分割だけではなく、深さの方向にも3段階に分ける。図9の上図は浅部断面であって42

個の領域に、下図は中深部断面で9個の領域に分かれている。ほかにも深部断面があって6領域により構成されている。領域は多角柱でなく多面体であり、プレートの沈み込みを考慮して分けられたものである。

これらの個々の領域内において、例えば地震活動度に異常がみられたとか、 b 値（地震の規模別ひん度を表わすパラメータ）あるいは ν 値（地震の発生過程にワイブル分布を適用したときに得られるパラメータ）に異常がみられたとか、何らかの異常が発見されたときに、その異常指数を見積り、それを5段階の色分け表示をする。最高の段階の赤色が現われれば、その領域にかなりの確度で異常が、つまり比較的規模の大きい地震が発生する危険性が迫ってきたものとして、警戒することになる。

このシステムの構築の段階で、まず差しあたっての問題は、異常検出のために、どのような観測項目を選ぶかである。地震活動度、 b 値、 ν 値などの量が、過去に発生した地震の直前に異常値を示したか否かをチェックする。つぎに、これらの量のひとつひとつにどのような重みを掛けて、最終的に総合異常指数を求めらるかを決めなければならない。

地震前兆解析研究室の松村正三室長は、 b 値、 ν 値に加えて、微小地震の発震機構の変化、すなわちP軸（主圧力の方向）とT軸（主張力の方向）を選び、これらの量をもとに総合異常指数を試算した。その結果、M5以上の地震発生の前に総合異常指数が増えることを確かめた。図10は1986~1989年の地震データに基づいて、領域No.47の総合異常指数を求めたものである。この領域では、1987年4月と1989年2月にM5以上の地震が発生したが、図10では、その前後に総合異常指数が大きい値をとっていることがわかる。とくに1987年4月には、地震発生直前に総合異常指数が極大値を示している。

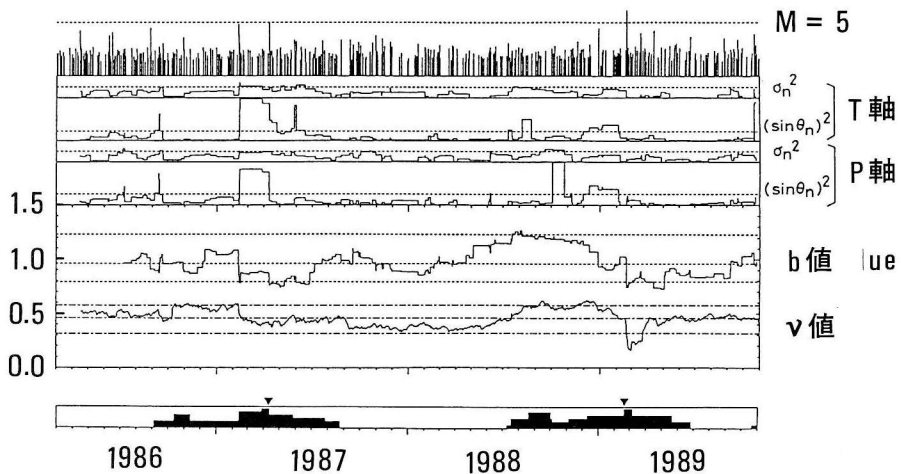


図10 地震前兆自動監視システムによる総合異常判定の例 [松村, 1990 による]
 上から地震発生とマグニチュード, T軸とP軸の変化, b値, v値, 総合異常指数。
 T軸およびP軸の θ_n は軸の平均方位からのずれの角, σ_n 標準偏差, とともにフル
 スケールが1.0 にとってある。

このことは、この方法が有効な異常判定法の一つであることを示唆するものと考えられる。

おわりに

防災科学技術研究所の関東・東海地殻活動観測網は90点の地震計-傾斜計観測点より構成されている。データはリアルタイムで電送されてくるため、刻々の地殻活動を把握することができる。東京圏の地震予知にとって、この観測システムはきわめて有効であると期待される。とくに東京湾北部の微小地震活動は、関東一円の中小規模地震発生のインディケータとして、その十分な把握は重要なものと考えられる。

90点のうちには、3000 m 深層観測井3本が含まれている。人工雑音の多い東京圏にありながら、超高感度の観測を継続している。しかし、東京湾北部に発生する地震の震源深度を確実に決定するためには、まだ十分とはいえない。防災科学技術研究所は、3000 m 級も含めて数本の観測井を東京湾北部沿岸一帯に設置することを計画中である。

地震予知のためには、地震データのほかに多項目のデータを集めて、総合的に判断することが求

められる。地震発生の前兆としての地殻水平歪の変化は、GPS 受信器を観測点に固定することにより、ほぼ連続的な監視が可能となる。防災科学技術研究所は東京圏に稠密な観測網の設置を計画している。また異常電磁波放射の観測は、地震予知への有効性についてまだ不明な点がある。それにもかかわらずテストの成果はかなり良好で、今後、この観測実験にも力を注ぐ必要がある。

多量の地震情報を自動的に処理し、異常を判定するコンピュータシステムは将来の地震予知判定に不可欠なものとなろう。「地震前兆自動監視システム」では、地域を多くの領域に分割し、各領域の総合異常指数を地震情報に基づいて自動的に計算する。現在テスト中であるが、このシステムの有効性は確かめられつつある。上記諸観測の整備とともに、判定システムの完成が東京圏直下地震の予知を実現に向けて大きく前進させるものと考えられる。

謝辞 本稿を草するにあたり、防災科学技術研究所の藤縄幸雄特別研究官と松村正三地震前兆解析研究室長にいろいろとご教示を頂いた。ここに記して謝意を表する。

[はぎわら ゆきお 防災科学技術研究所所長]

直下地震の危険度は?

確率予測の試み

力武常次

1988年、中央防災会議の地震防災対策強化地域指定専門委員会は、相模湾方面を震源域とする巨大地震の発生は当分先のことだが、南関東の内陸地震の発生はよりさし迫っているとの見解をとりまとめた。世間一般でも、東京直下の大地震が近い将来起こるのではないかと取り沙汰されている。

東京圏では、地震活動や地殻変動などを直接観測して大地震発生の見通しを立てることは、厚い沖積層などにはばまれて、目下のところ技術的にかなりむずかしい。しかし、幸いなことには江戸時代以来の地震記録が残されているので、このデータを用いて危険度評価を以下に試みる。

データは語る

最近刊行された『首都及びその周辺の地震予知 [その2]』(国土地理院, 1989)には、首都圏地震

カタログが記載されていて、江戸開府(1603)以降の江戸(東京)被害地震はほぼもれなくカバーされていると思われる。1592年の地震をNo. 0として、地震に順次番号をつけると1922年の地震がNo. 41となる。なお、関東地震(M=7.9, 1923)および元禄地震(M=8.2, 1703)のような巨大地震は除外して、いわゆる東京圏直下地震だけを対象とした。

図1は縦軸に年代、横軸に地震番号をとって、このタイプの地震の起こり方を示した図である。この図をみて、とくに気がつく点として、M=7級の慶安・安政および明治地震の前の短期間に地震が続発しているという事実がある。また、元禄や関東地震のような巨大地震の前の数十年間は地震活動度が高く、その後の数十年間は静穏化する。事実、最近60年以上もこのタイプの被害地震は発生していない。

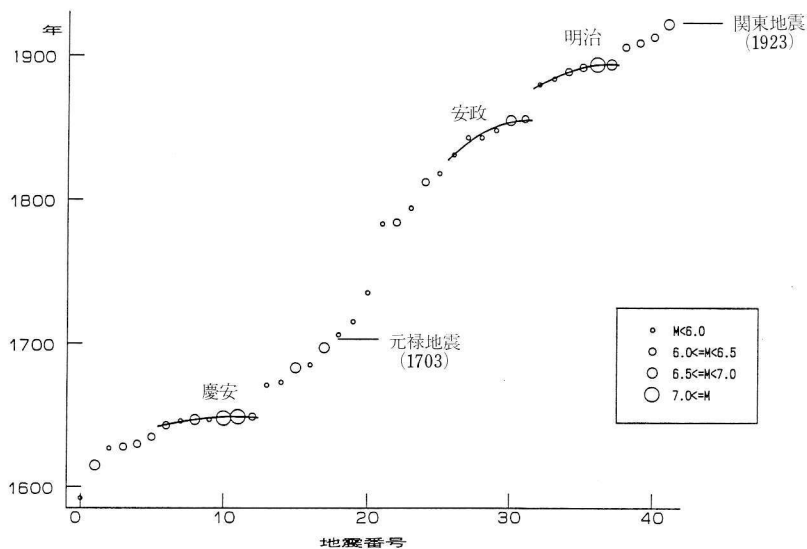


図1 江戸(東京)被害地震の発生パターン

マグニチュードが6より小さいか、またはマグニチュードが不明のデータを除くと、1600年以降の地震データは表1のようになる。なお関東地震に関連するこのタイプの余震的活動としては、1928年の東京湾北部の地震(35.6°N, 140.0°E, M=6.2)が最後であり、それ以降は東京で震度5を超える地震は発生していない。表1に記載されている地震の震央(推定を含む)は図2のように

表1 1615～1922年の期間における東京圏直下の被害地震

No.	年	震 央		M	主な被災地域・死傷者数
		緯 度	経 度		
1	1615	35.7° N	139.7° E	6.5	江戸 死者多数
	1628	—	—	6.0	江戸 相模東部
	1630	35.8	139.8	6.3	江戸
	1635	35.8	139.8	6.0	江戸
	1643	—	—	6.2	江戸
	1647	—	—	6.5	武蔵(江戸)・相模 死者あり
2	1648	35.2	139.2	7.0	相模・江戸 死者あり
	1649	35.8	139.5	7.0	武蔵・下野(川越・江戸・日光) 死者多数
	1649	35.5	139.7	6.4	川崎・江戸 死傷者あり
3	1697	35.4	139.6	6.5	鎌倉・江戸
4	1784	35.6	139.8	6.1	江戸
5	1812	35.45	139.65	6.3	神奈川・江戸・木更津 死傷者多数
6	1855	35.65	139.8	6.9	【安政江戸地震】 死約1万
	1856	35.7	139.5	6.3	江戸・立川・所沢
	1892	35.7	139.9	6.2	東京府東部
7	1894	35.7	139.8	7.0	東京府東部 死31 傷197
	1894	35.6	139.8	6.7	東京湾
8	1906	35.5	139.8	6.4	東京湾
	1909	35.6	139.8	6.1	東京湾
	1913	35.5	140.0	6.0	東京湾
9	1922	35.2	139.8	6.8	千葉県西部【浦賀水道地震】 死2 傷23

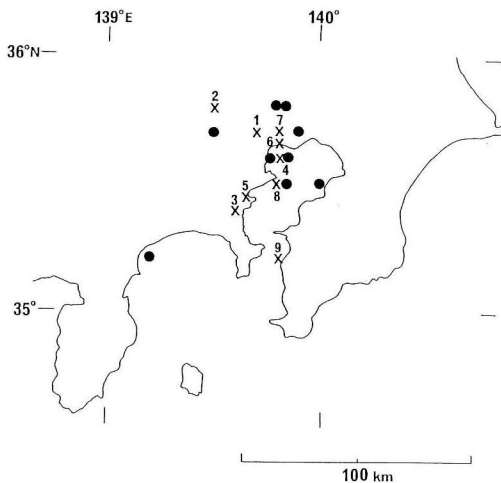


図2 表1の地震の震央(×印は番号つき地震)

分布し、ほとんどが緯度 35.2°～35.8°、経度 139.5°～140.0° の範囲に存在する。×印の番号つき地震の平均震央位置は 35.6° N, 139.7° E となり、平均マグニチュードは 6.6 である。×印の意味はつぎのパラグラフに述べる通りである。図2をみてわかるように、約 300 年間にマグニチュードが6を超える地震が東京圏直下にこれほど多く起こっていることは、一驚に値する。

つぎにマグニチュードを縦軸、年代を横軸にとって、表1の地震についてのグラフをつくると、

図3のようになる。この図をみても、前々パラグラフで述べた慶安・安政・明治年間の続発傾向が目立つ。これらの地震を全く平等に取り扱って、その発生時間間隔を統計するならば、1つの地震発生後の数年以内につきの地震が発生する確率がきわめて高いという結果が得られてしまう。つまり、大地震の前駆的地震活動の高まりならびに余震的效果を除くことを考慮しなければ、

地震発生の一連の地震活動とみなして、そのうちの最大地震によってその活動を代表させることにする。このような考えから、表1の番号を付けた地震(図2の×印の地震)について次節に述べるような統計を行なう。このような処理には当然主観性が導入されるという非難があり得るが、一応の試算と考えるならば全く無意味ではないであろう。

モデルのあてはめと地震発生確率

東京圏直下地震の発生メカニズムについて詳しいことはよくわからないが、最近ではフィリピン海プレートが関東地方の下に潜り込むときに、陸側を引きずり込み、変形が限界を超えて破壊することによるいわゆる逆断層地震ではないかという説が有力になりつつある。そうだとすれば、このタイプの地震がしばしば起こることも納得できるし、発生メカニズムについてもほぼ一定の法則があつてよいと思われる。

したがって、このタイプの地震の発生時間間隔

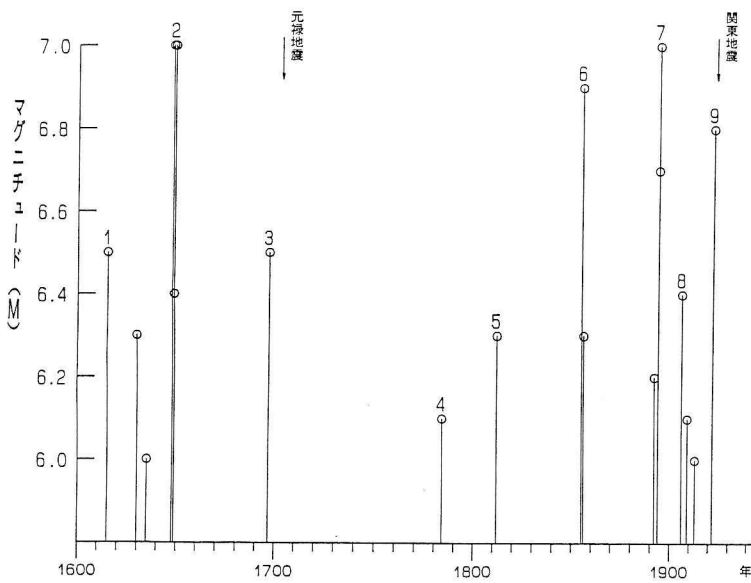


図3 東京圏直下地震のM-T図（地震番号は表1の番号を示す）

を調べて、地震発生についてなにがしか物を言うことができるのではなかろうか。詳しい研究によると、多くの場合、地震の繰り返し時間間隔の分布は例えば対数正規分布とかワイブル分布と呼ばれる確率分布関数のモデルを用いて表すことができる。話がむずかしくなるので、詳細は省略するが、要するに地震発生モードを表す数式を設定し、そのパラメータを実際のデータによって決定するのである。

パラメータが求められると、それを用いて地震

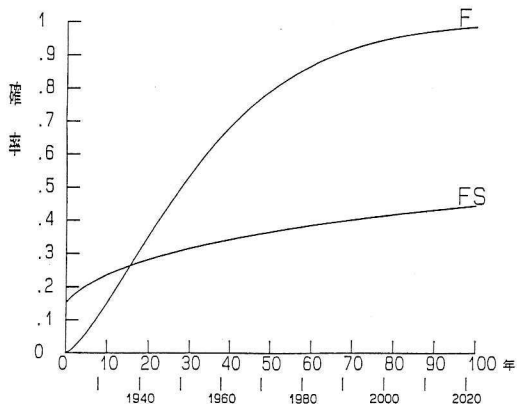


図4 東京圏直下地震発生の集積確率Fおよび瞬間危険率FS（横軸に指定した時期より10年以内に地震発生となる確率、1922年を時間の原点とした場合の推移をも示す。）

発生の確率を計算することができる。このような手法は、東海地震や北海道一千島沖の巨大地震の発生予測などに用いられている。

表1の番号を付けた9個の地震を用いて、ワイブル分布（品質管理工学でよく用いられる）をあてはめて、そのパラメータを用いると、最終地震を時間の原点として、原点からある時期までの間に、地震発生となる確率F（集積確率と呼ぶ）を図4のように求めることができる。1922年の地震（No. 9）の発生時を

時間の原点とすると、集積確率Fは1990年の時点ではほぼ90%に達し、いわば「いつ地震が起こってもおかしくない」状況になっていると考えられる。

つぎに、ある時点まで地震が起こっていないことを条件に、その時点から10年以内に地震発生となる確率FS（品質管理工学で瞬間危険率と呼ぶ）を求めることにする。このような確率のほうが、危険度の表現としてはより具体的と言えよう。図4にみられるように、FSも時間とともに増加し、1990年の時点では40%に達している。つまり、ここで取り扱ったようなマグニチュード6またはそれ以上の東京圏直下地震の現時点から10年以内の発生確率は40%に達していることになる。

マグニチュード別発生確率

前節の確率算定は、マグニチュードが6またはそれ以上の地震について行なわれている。地震発生の一般的法則として、マグニチュードが大きい地震ほど発生回数が少なくなるという法則が成り立ち、東京圏直下地震の場合も例外ではない。実際のデータより、この公式に含まれるパラメータを決定して、マグニチュードが指定した値を超える地震の発生確率を求めると、表2のようになる。

表2 東京圏直下地震が起こったとき、そのマグニチュードが M_0 を超える確率 P_0 および 1991 年より 10 年以内にマグニチュードが M_0 を超えるこのタイプの地震が起こる確率 P

M_0	P_0	$P(=P_0 \cdot FS)$
6.0	1.000	0.402
6.1	0.810	0.326
6.2	0.657	0.264
6.3	0.543	0.218
6.4	0.431	0.173
6.5	0.349	0.140
6.6	0.283	0.114
6.7	0.229	0.092
6.8	0.186	0.075
6.9	0.150	0.061
7.0	0.122	0.049
7.1	0.099	0.040
7.2	0.080	0.032

つまり、このタイプの地震が発生したとして、そのマグニチュードが指定したマグニチュード M_0 を超える確率 P_0 が表2に与えられている。

このタイプの地震のマグニチュード分布と発生時期の分布が互いに独立であるとすれば、マグニチュードが指定された値 M_0 を超える地震が 1991 年より 10 年以内に起こる確率 P は、 P_0 と FS の積で与えられ、表2に示すような値をとる。したがって、表1で番号を付けた地震のマグニチュードの平均値 6.6 以上のマグニチュードをもつ地震の当該 10 年間の発生確率は 11% くらい、激烈な災害をもたらすであろうこのタイプ最大級のマグニチュード 7.0 の地震の発生確率は同期間に約 5% となる。

地震動はどのくらい強くなるか？

前節に述べたことで、東京圏直下地震がどのくらい起こり易いかについて一応の見当がつけられた。しかし、地震対策としてより重要なことは、ある地点がある期間内にある値より強い地震動を被る程度を知ることである。したがって、このタイプの地震が起こった場合に、指定された地点の地震動（例えば加速度）を求め、その地震動が発生する確率を論じなければならない。

歴史に残っている地震データでは、震源の深さ

はほとんど不明である。この事実は地震動の強さを推定する場合の致命的な欠陥となる。そこでやむを得ず、つぎのように考えることにする。まず、ここで問題にしているタイプの地震はフィリピン海プレートの潜り込みに伴って、その上面に起こる逆断層型の地震であると仮定する。最近、関東地方におけるプレート構造が微小地震の研究などから明らかになりつつあるが、前に述べたように東京圏直下地震の平均震央位置に対応するプレート面の深さは約 30 km と想定される。したがって、問題の地震群の震源の深さを 10~30 km として議論を進めよう。

あるマグニチュードの地震がある震源距離に発生したとき、ある地点の地震動がどのくらいになるかについては、いろいろな研究があるが、ここでは片山恒雄教授が求めた水平動の最大加速度の平均値に関する実験式を用いることにする。このような式から導かれる値は平均的なものであり、実際にはローカルな地盤の影響などで相当のばらつきがあるのが当然であるが、これはやむを得ないことであろう。

まず、大体の目安を得るために震源の真上の点、つまり震央における地震動の加速度をマグニチュードと震源の深さごとに求めてみると、表3のようになる。この表をみて明らかのように、マグニチュードが6以上の地震が深さ 30 km 以浅のところでは起こると、震度5の下限が加速度 80 ガルに対応するとすれば、真上の地点ではほとんどの

表3 震央における水平動最大加速度平均値

マグニチュード	震源の深さ		
	10(km)	20(km)	30(km)
6.0	143 ガル	99 ガル	74 ガル
6.2	173	121	89
6.4	209	145	108
6.6	253	175	130
6.8	306	212	157
7.0	369	256	190
7.2	447	310	230

表4 1991年より10年以内の期間に、東京圏直下地震によって、少なくとも1地点の震度が5および6を超える確率

震源の深さ	震度5以上になる確率	震度6以上になる確率
10 km	0.402	0.114
20 km	0.402	0.049
30 km	0.326	0.000

場合震度5以上となることがわかる。表3では、マグニチュード6.0で深さ30kmとすると、80ガルを下まわっているが、マグニチュードを6.1とすれば加速度は81ガルとなる。したがって、マグニチュード6またはそれ以上のこのタイプの地震が東京圏で発生すると、ほとんど必ず震度5の地点があることになる。

震度6の下限を250ガルととれば、マグニチュード6.6以上、深さ10km以浅では震度6となる。マグニチュード7.0以上、深さ20km以浅でも同様である。しかし、深さが30kmまたはそれ以上とすると、起こり得る地震のマグニチュードの上限を7と考えるならば、震度6になる地点は存在しないことになる。

この結果を表2の確率Pと組み合わせると、マグニチュードが6を超える東京圏直下地震による地震動を想定して、少なくとも地表の1地点での震度が、それぞれ5および6を超える確率を表4のように求めることができる。この確率は1991～2000年の10年間に対応する。震源の深さについては不明の点が多いので、10、20および30kmの3つの場合について計算してある。

表4をみて分かるように、楽観的立場に立って、震源の深さが比較的深くて30kmであるとしても、震度5を超える確率は当該期間に30%以上に達している。震度5の場合には、建物の倒壊などは著しくはないかもしれないが、崖くずれ、地盤液状化などが発生するであろうから、この30%という値は要注意である。不幸にして、震源の深さが20～10kmとなるならば、震度5以上となる確率は40%を超え、震度6となる確率も

5～11%に達する。これは激甚な地震災害の確率と考えて、念頭に置いておかねばならない。

各地の震度とその確率は？

前節では、東京圏直下地震のマグニチュードおよび震源の深さのいろいろな組み合わせに対して、震央の地震動がそれぞれ震度5および6を超える確率を、1991～2000年の期間について考察した。

本節では、このような確率の算定を東京圏の各地点について行なうのであるが、話が煩雑になるので標準的モデルとして、マグニチュードとして平均マグニチュード6.6、震源位置として平均緯度経度35.6°N、139.7°Eをとり、深さ30kmを想定する。このような設定を行えば、前述の片山公式を用いて、各地点の加速度を計算することができる。このようにして求めた東京都、横浜市および川崎市の代表的地点（当該市、区、町の市役所、区役所、役場の位置）における加速度を表5に示す。五日市町では加速度が80ガルに達しないので、震度が5を超える確率はゼロであるが、表の他の地点では表2の $M_0=6.6$ に対応する $P=0.114$ を用いることになるので、震度5を超える確率はすべて0.114ということになる。加速度の値はすべて250ガルに達しないので、各地点とも震度6を超える確率はゼロである。

いっぽう、活断層の長さや位置および測地測量によって求められる断層付近に集積している地殻歪などから、活断層の活動による地震動があるレベルを超える確率を求めることが行なわれている。相模トラフや駿河トラフなどに関連する巨大地震についても同様である。問題の期間に活断層・巨大地震によって各地点が震度5を超える確率は、その算出方法の詳細は省略するが、表5に示すように求められている。したがって、この確率と直下地震による確率を組み合わせた総合確率を求めらるならば、各地点が1991～2000年の期間に震度5以上の地震動を被る確率が求められ、その値は表5の最後のコラムに示したようになる。活断層・巨大地震の寄与はこれらの地点で震度6に達しないので、震度6以上になる確率はすべてゼロ

表5 平均マグニチュード (M=6.6) の地震が平均的震源位置 (35.6°N, 139.7°E, 深さ 30 km) に発生するとして, 1991~2000 年の期間に東京-横浜-川崎の代表的地区の震度が5を超える確率

都・県	市・町・村	区	直下地震の 加速度 (<i>g</i>)	震度5を超える確率	
				活断層, 海 域巨大地震 による確率	直下地震を 加えた総合 確率
東京都	八王子市 町田市 東村山市 五日市町	千代田区	123	0.168	0.263
		新宿区	123	0.168	0.263
		品川区	130	0.168	0.263
		北区	113	0.168	0.263
		江戸川区	113	0.268	0.263
			90	0.340	0.415
			108	0.288	0.369
			101	0.231	0.319
			74	0.219	0.219
		横浜市		鶴見区	123
中区	113			0.252	0.338
金沢区	95			0.252	0.338
港北区	124			0.229	0.317
川崎市	川崎区 高津区 麻生区	川崎区	127	0.229	0.317
		高津区	127	0.168	0.263
		麻生区	116	0.204	0.295

である。

というわけで, ここで想定した標準的モデルについては, 震度5を超える確率は, 地点によって差があるが, 20~40% の値をとることがわかる。しかし, 前節で考察したように, 震源直上付近では直下地震のマグニチュードが比較的小さくとも, 震度5を超える場合があるので, モデルからややずれた場合には総合確率が50%以上に達することも考えられる。

また, マグニチュードが平均値程度であっても, 不幸にして震源の深さが浅い場合があるかもしれない。このような場合を考慮して, 表4に示したように5~10%程度の確率で震度6以上になる場合をも無視してはいけない。

なお, 表5に示した加速度の値は各地点の緯度経度をインプットすれば直ちに求められるプログラムによっているので, 要請があれば他の任意の地点についての値を求めることは容易である。

まとめ

江戸時代以来の地震カタログに基づいて, マグニチュード6.0またはそれ以上の東京圏直下地震の発生確率は, 1991~2000年の10年間に40

%であることが結論された。これらの地震の平均マグニチュードは6.6であるが, 当該期間にこの値を超えるマグニチュードの地震が起こる確率は約11%である。また, 激甚災害をもたらすであろうマグニチュード7.0以上の地震の発生確率は5%くらいである。

つぎに東京圏直下地震が起こった場合, 震源の真上の地点では, 震源の深さが30km以浅とすれば, マグニチュードが6以上の場合ほとんど震度5以上となる。深さ20km以浅でマグニチュード7.0以上の場合, 深さ10km以浅でマグニチュード6.6以上の場合には, いずれも震度6をオーバーする。

このタイプの地震の典型的モデルとして, マグニチュード6.6とし, 震央を過去の地震の平均位置(川崎市付近)にとり, 震源の深さを30kmとすれば, 東京都・横浜市・川崎市のほとんどの地点で, 震度5を超える確率は1991~2000年の期間について11%あまりとなる。これに活断層・巨大地震による確率を加えた総合確率は, 例えば東京都千代田区で26%, 八王子市で42%, 横浜市中区で34%, 川崎市川崎区で32%などということになる。

不幸にして震源の深さが10kmくらいの浅い値をとるとするならば, 当該期間に5~10%の確率で震度6に達する地点があり得ることも計算の結果求められている。

このようにして求められた確率の値をどう評価するかは, 議論の分かれるところであろう。しかし, 1989年10月, サンフランシスコに被害をもたらしたロマ・プリータ地震(M=7.1)について, アメリカ地質調査所は1988年から30年以内の発生確率を30%と算定していたことを考えると, 東京圏直下地震の発生確率は小さいとは言えないようである。そして, 長期的確率が高い地域で実際に地震が発生したことは教訓的である。したがって, 東京圏でも油断してはいけない。

1試算に過ぎないかもしれないが, このような危険度をふまえて, 国・自治体・企業さらには個人に至るまで地震対策を練って欲しいものである。

[りきたけ つねじ 日本大学教授・東京大学名誉教授]

川崎市と直下型地震

被害想定を中心にして

杉山孝志

はじめに

現代の科学技術の進歩に伴い、社会、生活様式の多様化のなかで、都市には多くの社会的な機能が集中しその利便性を増しているが、一方、1978年「宮城県沖地震」における造成地の被害のように、それまでの地震ではあまり問題にされなかった新しい型の地震被害が顕在化しており、最近の新開発した都市の地震被害に対する脆弱性が指摘されている。

川崎市は1923年「関東地震」から60余年の間に、大きな地震被害を受けたことがなく大都市として発展してきたが、関東地方南部は、国内でもとくに地震活動が活発な地域であり、将来に発生すると予想される地震による地震動および液状化現象、さらには、これらによる被害をあらかじめ明らかにし、これに基づいて地震防災対策をより効果的に進めていくことが重要である。

このため、川崎市では昭和40年代はじめから、地震防災に関する各種の調査研究を進め、これらの成果を踏まえて、川崎市の自然・地勢・社会などの環境条件に即して対応するため、従来の地震被害想定ほかに、これまでにこの種の調査ではあまりふれられることのなかった地震による物的な被害から発生する後続的な波及影響の評価や、予

過去の地震活動集計

項目	
対象期間	679~1980年
マグニチュード	6.0~8.6
震央距離	0~250km
	[市役所地点]
総数	316

想した地震被害を現況の地震防災対策との比較検討を行なったものである。これらの被害想定調査の特色をまとめるとつぎのようになる。

(1) 川崎市内に起こり得る地震被害の特徴を明らかにした。

- (2) 広い範囲にわたる調査の内容を、一連の流れとしてとらえている。
- (3) 地震によって単に物がこわれるという直接的な被害だけでなく、その波及影響まで考えた。
- (4) 地震防災対策に具体的な対応策に結びつけられるように扱った。

基礎的条件の設定

地震による被害は、地震の規模や震源の位置などの外的な条件のほか、自然条件、社会条件、人の行動の変化、経済活動などを取り上げ、想定結果を防災対策に生かすことが重要であることから、条件の設定にあたっては安全側（多少被害が大きくなるように）の条件を設定した。

想定地震

これまでの地震活動から、地震による被害などの影響は地域ごとに特徴がある。例えば地震の規模・発生頻度・位置などの過去の地震特性・被害状況を把握する必要がある。

そこで、川崎市周辺の過去の地震活動について調査を行ない、市内に被害などの影響を与えた地震とその被害程度を整理し、これらの結果に基づき、川崎市の防災対上考慮すべき地震を抽出し想定地震とした。

その結果、川崎市内でとくに加速度が大きかったと推定される地震が30回発生したことがわかり、これらを発生地域によって分類するとつぎのようになる。

- (1) 東京湾周辺：1894年東京湾北部地震、1906年多摩川河口地震、1922年浦賀水道地震など。
- (2) 関東山地～丹沢山地：1924年丹沢塊地表など。

- (3) 相模湾～伊豆：1923年関東地震、1930年北伊豆地震など。
 (4) 房総沖：1703年元禄地震など。
 (5) 東海沖：1854年安政東海地震など。

また川崎市域に与えた被害を、『日本被害地震総覧』（宇佐美、1975）に基づいて整理し、川崎市域に関する記述を抽出すると、つぎのとおりである。

- 1649年9月1日、江戸・川崎地震（M=6.4）
「川崎駅（当時の宿場）の民家140～150戸、寺7宇崩壊」
- 1703年12月31日、元禄地震（M=8.2）
「川崎（宿）では、10軒ほど残し、ほとんど全域」
- 1894年6月20日、東京湾北部地震（M=7.0）
「橋樹郡で被害がひどく、家屋半潰24、川崎大師の石塀が倒れ、死者3、傷者4、その他、煙突の倒壊、地割れなど見られた」
- 1923年9月1日、関東地震（M=7.9）
「橋樹郡で死亡1,060、負傷者1,261、行方不明33、家屋全半潰14,544、全半壊5」
- 1924年1月15日、丹沢山塊地震（M=7.3）
「橋樹郡で傷者22、全半潰14」

これらの記述によれば、過去に被害の最も大きかったのは「関東地震」であり、つぎに東京湾沿岸の近距離に発生するマグニチュード6～7の地震による被害が大きいことが判明した。

したがって、川崎市周辺の地震活動、過去の地震被害の検討結果に基づき、川崎市において地震防災上考慮すべき地震として、「南関東地震」「東海地震」「近距離地震」を設定し、被害想定を行ったが、今回は近距離地震のみを記述した。

地盤条件

地震波は震源断層で発生し、地盤を媒体として伝搬し地表に到達する。したがって、地震動を予測するためには、地震動の大きさや地盤の性質な

想定の基礎的な条件

項目	設定内容	備考
季節	冬	火気器具使用頻度高い
曜日	平日	通勤通学等外出が多い
時刻	夕方（午後5時頃）	帰宅者が多い
風向・風速	北北西 6 m/s	
潮位	川崎港平均朔望満潮位（K.P. +1.95m）	
想定地震	① 南関東地震 ② 東海地震 ③ 近距離地震	の三つの地震
地盤条件	112種類の地盤タイプによる分類	
地域の区分	1/2標準メッシュ、町丁目、地域の3種類の区分	
人口・建物など	60年4月1日現在	

想定地震

想定地震	備考
南関東地震	川崎市域に過去最大の被害をもたらした1923年関東大地震の再来
東海地震	大規模地震対策特別措置法の対象とされ、近い将来に発生が予想されている地震
近距離地震	東京湾周辺・川崎市周辺などで発生する地震

どの確に説明が要求される。

地盤の性質を明らかにするには、地形・地質に関する資料や地盤の物性に関する資料、さらに地震基盤（地殻の上面）からの地盤状況などの資料をもとに、これらの結果から地震動予測に用いるため、深層地盤で8種類、表層地盤で112種類に細分類し、地震動予測に用いるための地盤モデルを設定した。

地震動などの予測

地震による被害は、一般に震源の近くでは大きく、遠くなるに従って小さくなる。しかし、地盤の構造によって地震波の伝達の状況が大きく異なることにより、震源から遠い所でも周囲に比べて大きな被害が発生することもある。また地震の規模、発生位置、震源からの方向など、発生する側の要因によっても、地震動の大きさや性質は影響

〈ごく表層地盤の分類〉

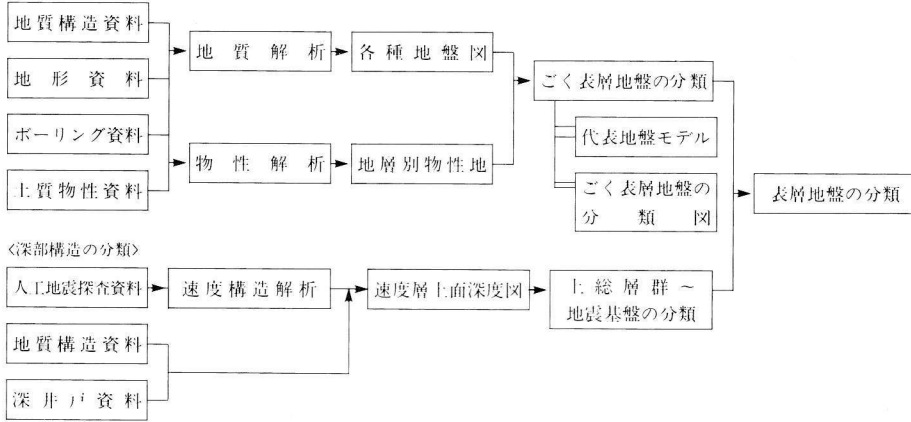


図 1

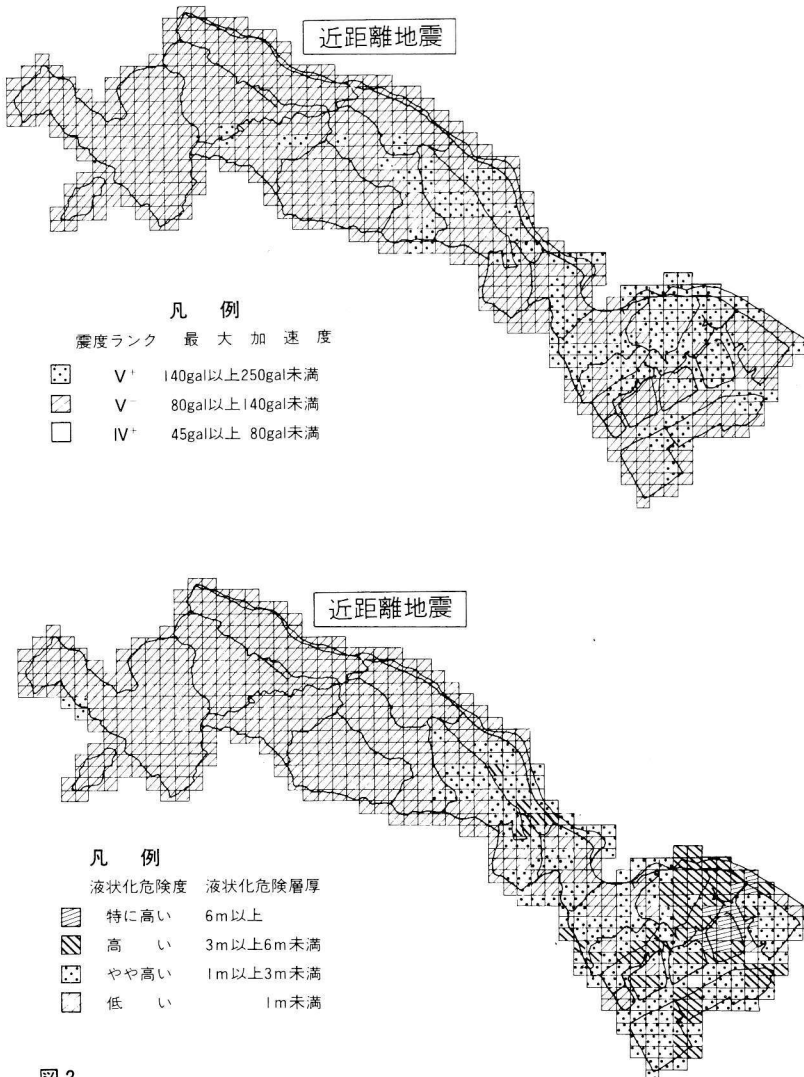


図 2

近距離地震被害

対 象	市内全域
震 度	5 ⁻ ～5 ⁺
死 者	60 (人)
負 傷 者	2,000(人)
罹 災 者	7,330(人)
罹 災 世 帯	2,750(戸)
出 火 件 数	13 (件)
焼 失 棟 数	50 (棟)
木 造 住 家 全 壊	1,740(棟)
木 造 住 家 半 壊	4,022(棟)
非 木 造 住 家 大 破	727 (棟)
非 木 造 住 家 中 破	1,113(棟)
非 木 造 住 家 小 破	3,097(棟)
ブ ロ ッ ク 塀	250 (個所)
落 下 物	838 (棟)
道 路 被 害	70 (個所)
橋 梁 被 害	18 (個所)
電 力 供 給 被 害	6,350(戸)
ガ ス 供 給 被 害	30,000(戸)

を受ける。

したがって、被害予測を行なうにあたっては、地震発生によって引き起こされる一次的な現象として、市域にどのような地震外力が及ぶかを明らかにする必要から、被害全般に影響を与える地震動、やや長周期地震動、液状化の想定および地震による津波などの予測を行なった。

被害予測

市域内で最も被害の影響の大きいのは「南関東地震」であり、直接的な被害額はほぼ1兆3000億円と推定され、これに対し「東海地震」は「南関東地震」の被害の7分の1程度の1700億円である。

「近距離地震」の直接被害総額は、3100億円であり、川崎市の人口で割ると1人あたり30万円の被害額となる。これを1978年「宮城県沖地震」の仙台市の1人あたりの被害額40万円、1964年「新潟地震」の新潟市の60万円(いずれも昭和60年換算)と比べると、全体のおよそのイメージをとらえることができると思う。

この地震は、川崎市に近い東京湾北部周辺で発生する中規模の地震であり、震源に近い市内を2

近距離地震被害額

住宅関係	137,200	
木造	40,600	火災の影響を含む
非木造	96,600	火災の影響を含む
土木関係	7,823	
道路	3,345	
橋梁	1,806	
港湾	2,672	
鉄道関係	112	軌道・土木関係のみ対象
上水道関係	17	給水管の被害を除く
下水道関係	-	管渠の被害のみ対象
電力関係	51	
ガス関係	432	
商工業関係	160,900	
被害額合計	306,535	

昭和60年現在

[単位：百万円]

分、東部の方が西部に比べ

地震動が強く被害の影響も大きい。このため、西部地域ではさほど被害は発生せず、東部に大部分の被害が集中する。なかでも、川

廃棄物量(t)	
木造建築物	61.0
非木造建築物	310.0
ブロック塀	0.7
計	371.7

崎区内は地盤の液状化の影響が大きく、全壊する木造建築物が1740棟でその約80%、大破する非木造建築物727棟の約86%が集中し、これらによって全市で、7300人が罹災することになる。

また火災については、4件の炎上出火が発生するが、消防力の二次運用によって大規模な延焼火災には至らないと予測された。

ライフライン施設の被害は一部の地域に限られ、市全域にわたって途絶するようなことはないが、地震直後に供給が停止すると思われる需要戸数は、上水道430戸、電力6350戸である。

復旧については、効率よく進めることによって1日か2日のうちにほぼ完全に復旧する。また、都市ガスについては、供給源での停止する被害状況には至っていないが一部の地域では使用できないことがある。

地震後の復興の先に、家屋などのゴミを一刻も早く処理する必要性と、生活系のゴミなど併せて速やかに処理しなければならないが、ここでは木造・非木造建築などから発生する廃棄物量は、表のとおりである。

被害の比較検討

被害量・被害額などを項目ごとに検討し、こうした被害に対して実際に応急対策や復旧対策を実施する場合は、市全域の被害状況を把握し、円滑に遂行しなければならない。

それには、各地域の被害特性を統一して表現することが必要である。

そこで地形・地質および行政上の境界などに基づいて、市域内での被害特性の分布が識別しやすくなるように、分区を再分割し15の地域区分を設定し、予測した地震動・液状化・被害額および人的被害など項目別による特徴を比較検討を行

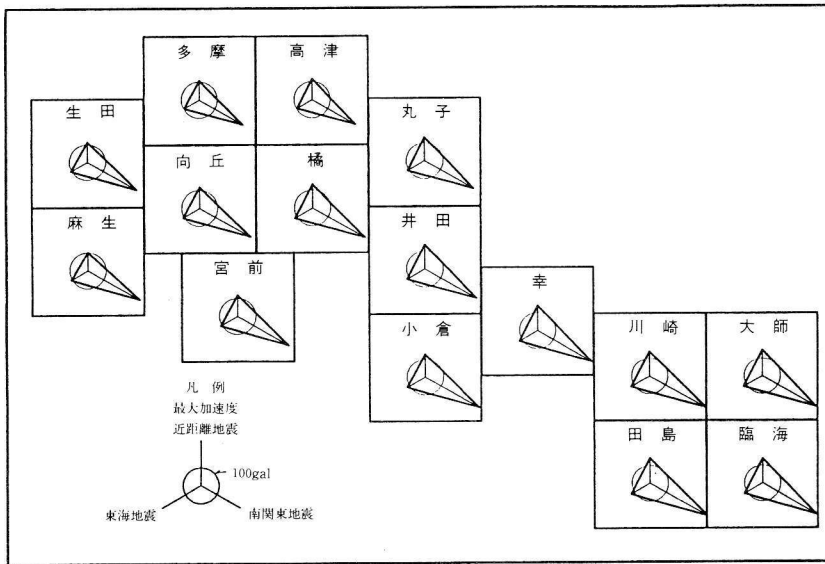


図 3

ない、各地域の被害特徴および防災対策の初動対応など一連の流れを試みた。

地震防災対策への提言

地震防災対策には、予防・応急・復旧対策がある。このうち予防対策は、被害そのものを軽減するための事前対策で、応急対策と復旧対策は、被害の影響を少なくするため、あるいはすみやかに修復するための事後対策である。

地震対策の基本は、予防対策であり、これによって被害が減少すれば、応急対策と復旧対策は軽減する。しかし、予防対策には長い年月と膨大な資金を要するものが多いため、実際には予防対策と応急対策の両者をうまく組合せる必要がある。

一般に被害の小さい地震に対しては応急対策で対処できるが、被害が大きい場合は応急対策だけでは対処しきれず、その被害そのものを低減させる対策を施しておくことが必要となる。

川崎市における近距離地震では、市の西部は東部に比べ被害が少ないことから、西部から東部への応援協力体制が重要である。

建築物の被害を多く受けるため、これらが地震後に使用できるかどうかを判定し、必要に応じて応急仮設住宅を迅速に手配する体制が重要である。

耐震化や供給地域のブロック化をさらに推進する必要がある。

その他、災害時の初動対応としての重要事項として、つぎの事項があげられる。

- 職員の平常時と災害時の業務の役割分担の周知徹底および事前調整。
- 災害時の被害状況の的確な情報収集—的確な判断および指揮系統の確立。
- 災害対策を効率よく円滑に運用するために、市民の理解と協力を得る必要があるとともに市民の防災意識の向上。

む す び

地震防災対策として、災害予防・災害応急および災害復旧の各対策を計画的かつ効率よく実施し、市民の生命・財産を保護するとともに、被害の軽減を図る目的から、災害対策基本法に基づいて、行政・防災関係機関などを含め、これまでの地震被害調査結果を踏まえて、地域防災計画を全面改正を行なったところである。

なお、本稿は川崎市防災会議地震専門部会のご指導のもとに調査研究を実施したもので、その報告書の内容を中心にまとめたものである。

[すぎやま たかし 川崎市土木局参事]

直下型地震に備える

1987年千葉県東方沖地震の教訓

荒 孝一

はじめに

1987年12月17日午前11時8分に発生した「千葉県東方沖地震」は、震源に近い千葉県に、死傷者の発生、建築物の損壊、崖くずれ、ブロック塀の倒壊、ライフラインの停止など、大きな被害をもたらし、改めて地震の怖さを認識させることとなった。

千葉県にとっては、このような大規模な地震被害は1923年の「関東大地震」以来であるが、同時に、首都圏内の地域が、ある程度広範囲にわたり被災した地震としても、64年ぶりのことである。

一方、この地震は千葉県の九十九里浜南端の沖約10km、深さ58kmを震源とする、マグニチュード6.7という中規模の地震であったが、震源の位置、地震の規模、地震の発生時刻などの条件次第では被害の程度が大きく変わったものになったと想定される。

そこで、直接的にこれを体験した千葉県のみならず、直下型地震発生時の切迫性が指摘される首都圏の地域に、多くの教訓を残したこの地震を振り返り、地震および被害の概要、今後の地震対策上の問題点などについて以下記すこととする。

地震および被害の概要

●地震の概要 この地震の震源諸元を表1に、震源分布を図1にそれぞれ示すが、最大震度は、銚子・千葉・勝浦における5である。

また、強震観測記録について、科学技術庁防災科学技術研究所に設置されてい

る「強震観測事業推進連絡会議」の資料から抜粋した県下17か所のデータでみると、震央に一番近い勝浦市で210ガルであり、最大値は木更津市の384ガルとなっている。

なお、各地域の揺れの状況について、地震を体験した県下の高校生1668人に対するアンケートにより、体感や身の回りの状況から判断して決め

表1 震源諸元（気象庁資料）

震源時	昭和62年（1987年）12月17日、11時08分
震央	北緯35°22.3′ 東経140°29.8′
震源の深さ	57.9km
規模	M6.7
最大震度	5 銚子、千葉、勝浦



図1

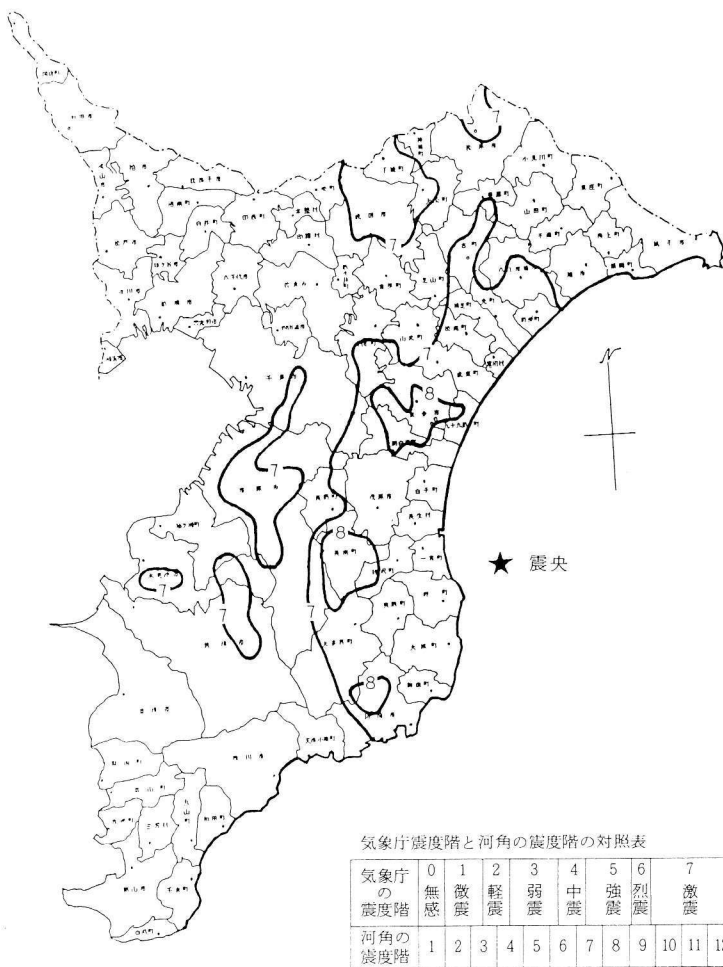


図2

る「河角の震度階」を使用し調査したところ、図2に示すとおり激しく揺れたと思われる区域は、地域的に偏在する傾向となっている。

●被害の概要 この地震による被害は、県中部を中心にほぼ県内全域に及んだが、被害の特徴としては、つぎの6点を挙げる事ができ、内容の詳細は表2、図3に示すとおりである。

- (1) 石燈籠などの倒壊下敷により、2名の死者が出たこと。
- (2) 住家被害が多数発生し、その大部分が屋根瓦の落下であったこと。
- (3) 崖くずれおよびその危険に伴って住民の避難があったこと。
- (4) ライフラインの供給停止、電話の通信機能障害が比較的多く発生したこと。

(5) ブロック塀・石塀の倒壊が多く発生したこと。

(6) 地盤の液状化現象が、広範囲に及び発生したこと。

人的被害については、死傷者数が146名で、このうち死者は2名、重傷者26名、軽傷者118名であるが、負傷の原因はガラスや瓦などの落下物によるもの、家具の転倒、てんぷら油などによる火傷、避難の際の転倒・転落などによるものであった。

住家被害の発生は、県の北西部および南部の一部を除く67市町村にも及び、県内80市町村のうちの84%の区域が被災する結果となった。全壊・半壊住家118棟のうち木造建築物は114棟を占め、一部損壊住家は昭和53年の「宮城県沖地震」の際の半数を上回る数となった。なお、火災の発生は3件で、冬季の昼前という火気を多く使用する時間帯であったにも拘らず非常に少なく、焼失面積もきわめて小さいものであった。

崖くずれによる住民避難は、地震による山地での亀裂の発見など崖くずれの危険が迫ったことにより生じたものであり、避難実施地区は6市町で11か所に及び、全体で47世帯167人が避難することとなった。その後、徐々に避難解除はなされたが、最終の解除は翌年9月22日までと長期にわたる地区も発生した。

水道・ガス・電気など、いわゆるライフラインの被害のうち、水道は水源河川への油流出による取水停止などで約5万戸、ガスは地下の埋設管の損壊などにより約5000戸で供給停止となったほか、電気は変電所の一部停止などにより約29万戸が1時間程度停電した。

また電話については、全国各地からの問い合わせや見舞いなどが集中し、その量は平常時の約

表2 千葉県東方沖地震による被害状況

被害種別		支庁名	千葉県										計	備考		
			千葉	東葛飾	印旛	香取	海匝	山武	長生	夷隅	安房	君津				
人的被害	死者	人	1								1				2	
	重傷者	人	2		1	1			12	3	6		1		26	
	軽傷者	人	9	2	4	4	2	65	26	4			2		118	
住家被害	全壊	棟	10						1	5					16	
		世帯	10						1	5					16	
		人	29						4	20					53	
	半壊	棟	4				1	10	75	12					102	
		世帯	4				1	10	75	12					102	
		人	13				2	48	336	51					450	
	一部破損 [瓦落下など]	棟	14,436	64	4,851	2,071	2,243	20,686	18,821	4,357	46	3,637	71,212			
		世帯	14,457	64	4,851	1,872	2,202	20,220	18,413	4,357	46	3,310	69,792			
		人	50,567	255	19,427	7,872	8,540	74,152	65,053	17,189	168	13,013	256,236			
非住家	公共建物	棟							7					7	全半壊のみ	
	その他	棟				3	1	25	27	4				60		
その他	文教施設	個所	269	83	75	45	30	64	59	18	4	35	682			
	病院	個所	1			1	2	2					6			
	道路	個所	203	2	32	107	38	743	605	70		32	1,832			
	橋梁	個所	10		3	1	2	27	20	1			64			
	河川	個所	14		9	6	12	73	53	9			176			
	港湾	個所	5									4	9			
	清掃施設	個所			1				2	1		1	5			
	崖くずれ	個所	18		3	5	8	151	206	35	3	5	434			
	鉄道不通	路線											20		点検によるものを含む	
	他	水道	戸	2,359	138	331	2,267	4,980	34,332	3,370	373		1,602	49,752		断水戸数
電気		戸											287,900		停電戸数	
ガス		戸	4		11			2,295	2,657				4,967		供給停止戸数	
ブロック塀等		個所	385		294	47	5	1,425	348	275	2	11	2,792			
罹災世帯数	世帯	14				1	11	80	12			118				
罹災者数	人	42				2	52	356	51			503				
火災発生	件						2		1			3				

21 倍に達したため、県内の各電話局で発信規制が行なわれ、電話のつながりにくい状態がつづいた。

ブロック塀・石塀などの被害は、転倒落下したもののから亀裂の生じた程度のものまで様々であるが、41 市町村で 2792 か所発生した。塀の種類を

分類するとブロック塀 57%、石塀 39%、その他の 4%となっている。

液状化現象の発生は、28 市町村で 277 か所確認され、その状況は図 4 に示すとおりである。発生地域は沖積平野の在来地層よりも、その上に造

今後の地震防災対策への教訓

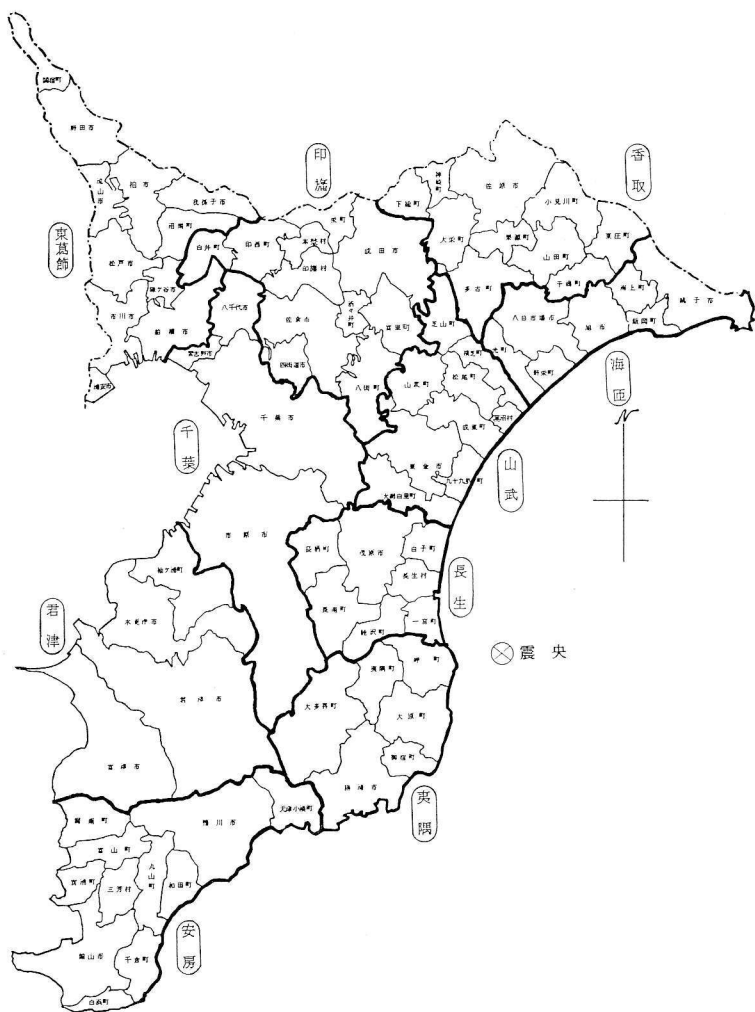


図 3

成された埋立地で多く発生しており、そのほとんどは、県が昭和 56 年度から 58 年度までに実施した「大規模地震被害想定調査」で発生の可能性を予想した地域であったが、内陸・山手地域の盛土部など、予想外の地域でも一部確認された。液状化に伴う被害については幸い大規模には至らなかったが、発生地域は相当広範囲となった。

なお、この地震による被害額は、総額で約 404 億円であり、主なものとしては、住家関係の 250 億円、道路・河川・橋梁など公共施設関係の 60 億円、商工関係の 37 億円、農林水産関係の 27 億円などである。

●総合解析調査の実施 千葉県では、この地震が 64 年ぶりのことであつたばかりでなく、多くの特徴を示したものであつたこと、あるいは、これを契機に今後発生が懸念される、さらに規模の大きい地震に対して的確に対応できる体制を整えておく必要があることなどを踏まえ、地震発生直後から「航空写真撮影による住家被害分布調査」「液状化発生状況調査」「墓石転倒による地震動分布調査」などを行ない、さらに、これら調査の結果を基に地震被害の状況と県土の地震に対する諸特性との関係および県民の地震時における行動や防災に対する意識などを詳細に把握するため、昭和 63 年度（地震発生の翌年度）に「総合解析調査」を実施した。

この結果はつぎのとおりであり、教訓とすべき多くの成

果が得られた。

- (1) 被害状況解析調査 屋根瓦の落下を主体とする住家被害の分布は、地域的に多くの特徴を示しているが、被害状況と地形、表層地質との関係は少なく、むしろ地下深部の地質構造が関与している可能性がきわめて強いということが判明した。
- (2) 地盤の液状化調査 今回確認された液状化現象の特徴、発生形態および今後留意すべき事項として、つぎのような点が判明した。
 - ① 液状化現象が多発する場所は、在来の砂層や人工の埋立層であり、軟弱な地層が堆積した上に造成された盛土層や内陸・山手の凹地部盛土層でも発生することがあること。

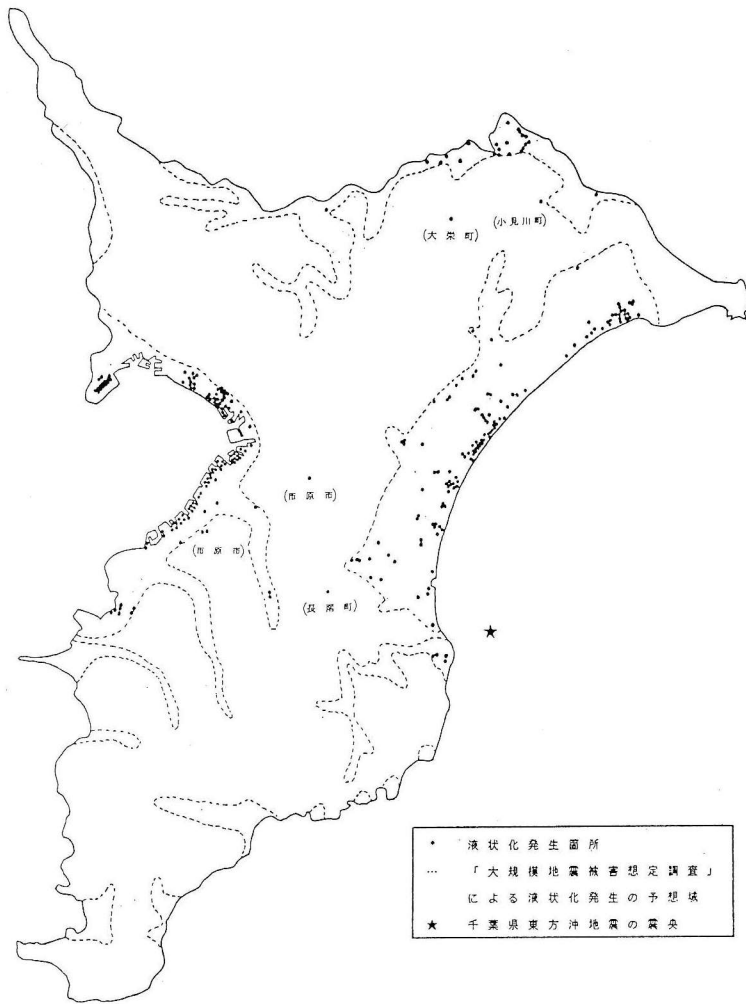


図 4

- ② 造成地では、地下水位の高低に注意が必要であること。
 - ③ 従来考えられていた砂の粒子より、かなり細粒でも液状化すること。
 - ④ 埋立地域では、埋立層の強度、密度の差等に注意が必要であること。
 - ⑤ 人工の地層では、無意識のうちに液状化の発生条件を変化させていることがあること。
- (3) 県民へのアンケート調査 県内に在住する1668人の高校生およびその家族を対象にアンケートした結果、つぎのような点が判明した。
- ① ほとんどの人が県内でこの地震を体験したが、地震直後には自宅に電話する人が多かったこと。

- ② 火気使用者が26%いたが、このうち4.8%の人は火を消すことができなかったこと。
- ③ 災害時に備えて、食糧・飲料水等の備蓄や家具の固定などを行なっている人は少ないこと。
- ④ 家族で災害時の連絡先などを事前に決めている人は少ないこと。
- ⑤ 防災訓練への参加経験は少ないが、この地震を教訓に83%の人が、今後何らかの防災対策を考えたいとしていること。

●今後の地震対策上の教訓

この地震は、多種多様な特徴を示すとともに、今後の地震対策実施上に多くの教訓を残したと考えている。

千葉県では、これらの背景を基に「総合解析調査」を実施するとともに「『千葉県東方沖地震』を踏まえた防災対策上の総点検」を行ない、今後の地震防災対策に反映させることとしているが、その主

な内容はつぎのとおりである。

- (1) 防災意識の高揚 地震の発生が午前11時8分と昼食の準備時にも拘らず火災の発生が3件と少なかったことは幸いであった。しかし、死者2名、負傷者144名が発生し、死亡原因が石灯籠・ブロック塀の下敷きによるものであったことや、負傷者のほとんどが落下物、家具類の転倒、火傷、転倒などによるものであったことなどをみると、県民一人ひとりの日頃からの備えや心構え、あるいは、地震時に我が身、我が街の安全を守るには、まず自分自身であるという基本認識を踏まえ、地震時における的確な判断・行動など、県民の防災意識の高揚を図ることが最も重要であるこ

とを再確認した。

そこで多くの機会を通じ、これら普及活動を推進すると共に、県民の防災活動が組織的・効果的に実施できるよう自主防災組織の育成・強化を図ることとしている。また発災時に的確な行動が遂行できるよう、あらゆる状況を想定した実践的な防災訓練の実施も併せて指導することとしている。

(2) 防災用資機材の整備促進 地震による住家被害の特徴として、屋根瓦の落下が挙げられるが、この復旧にあたって瓦職人の不足などにより長期間を要したことから、各家ではとりあえず防水シートによる応急措置をとらざるを得なかった。このため、被災地の多くで防水シートが不足するという事態が生じた。

千葉県では防災用資機材を県下4か所に備蓄しているが、この根拠となっている想定地震の被害規模では防水シートを備蓄の対象としていなかったため、急遽これを調達し被災者へ貸与することとした。このようなことから今後防災用資機材の備蓄にあたっては、地震被害の特性などを多角的に調査・検討し推進することとしている。

(3) 地盤地質状況の把握 地震により発生した地上での被害形態から、地質構造との関係を整理すると、

① 住家の被害分布は地域的に多くの特徴があるが、地形や表層地質との関係が少ないと考えられること。

② 墓石の転倒状況などの分布境界が、「関東大地震」で房総半島の地盤が隆起した際の境界と類似していること。

③ アンケートの結果では、激しく揺れたと思われる地域は必ずしも震源に近い訳ではなく、県内数地域に分散していること。

など、地下の地質構造が実際の地震のときに地表での揺れに大きな影響を与えることが判明した。

千葉県では、この状況を解明するため「人工地震による地下地質構造調査」を実施するとともに、各地地盤の地震時における震動特性を把握するため強震計10台を設置したところであり、地盤地質情報の集積、地震時の揺れ予測、防災アセスメントなど、今後の地震防災対策に活用していくこ

ととしている。

(4) 液状化対策の充実 地盤の液状化現象は、人工的に造成された埋立層や盛り土層の比較的浅い層を中心として277か所確認されたが、従来から考えられていた発生条件とは異なる状況や、一部地域での具体的発生機構について解明することができたことから、液状化予測地域の見直し、新たな液状化対策の検討などを今後の重点課題として取り組むこととしている。

(5) 情報収集・伝達体制の整備促進 災害対策を行なう上での基本は、迅速・的確な情報の収集・伝達体制を確立することにある。しかしながら、今回の地震では、ハード面での主要な手段である防災行政無線で、回線数の不足などにより情報収集に遅れの生じた例があったこと、あるいは、地震で大きな被害を受けた市町村では被災直後には職員が応急対策活動に追われ、情報収集のために十分な体制で臨めない例があったことなどの反省点がある。このため県では、

① 県防災行政無線システムの更新によるシステムの高度化、回線数の増加。

② 情報収集活動のための現地派遣体制の強化。

③ 市町村防災行政無線設備の整備促進。

④ 市町村の状況に応じ、防災関係機関、自主防災組織、地区住民などを含めた情報網の確立、などを推進し、情報受伝達体制の整備を図っている。

(6) 建築物の耐震性の強化 建築物被害で多数を占めたのは、住家などの木造建築物およびブロック塀や石塀の倒壊である。このため県では、

① 専門知識がなくても容易にできる耐震診断や補強方法の指導。

② 耐震知識啓発の推進。

③ ブロック塀などの正しい施工方法の周知徹底、などを継続的に実施することとしている。

一方、水道水源となっている河川の上流で、農業用ハウスの暖房用重油が、タンク元のバルブ損傷により漏洩したため、下流での取水ができなくなり、断水しなければならない地域が発生したことは、地震被害としては想定していなかったことであり、その対応として少量危険物施設などに対する指導の強化を図っている。

(7) 土砂災害対策の強化 崖くずれの発生またはその危険性が生じたことより、167人の避難が行なわれたが、今回の地震では昭和57年から運用している「災害防止区域にかかる緊急災害対策要綱」で把握している以外の箇所での崖くずれの発生があった。このため千葉県では、危険箇所の一斉点検を実施するとともに、危険箇所に係る全体的な把握方法などについて検討を行なったほか、庁内での総合的な土砂災害対策推進のための組織を整備し、各種予防・応急対策の強化などについて検討を進めているところである。

おわりに

以上、地方自治体で地震対策に携わる立場から、「千葉県東方沖地震」の概要と今後の地震防災対策を中心に記述した。

千葉県では、この地震を教訓として、総合解析調査や防災対策上の総点検を実施するとともに地

域防災計画（震災編）の修正、防災行政無線システムの全面更新などを中心に多方面にわたり地震対策の見直しを実施してきたところであり、さらに長期的視野に立ち、国の関係機関および知事の私的諮問機関として設置している学識経験者8名で構成する「千葉県地震対策会議」の指導を受けながらハード面・ソフト面双方の対策の充実を図っていく計画であるが、また同時に近隣自治体との協力態勢を堅持し、相互応援体制を確立するなど、首都圏地域が一体となって積極的な地震対策を進めていく必要がある。

今後発生が懸念される首都圏の直下型地震は、予知がきわめてむずかしいと言われており、従来の地震と同様に発災時の迅速・的確な行動が何よりも求められるところである。地震対策は、行政だけではなく県民と協調したゆめぬ努力を傾注しなければならぬ課題であり、今後とも、さらにきめの細かい施策を推進していきたいと考えている。
[あら こういち 千葉県消防防災課長]

文久元年(1861年)12月、徳川幕府の軍艦成臨丸は小笠原の調査と開拓のため、父島二見湾に到着した。安政東海地震はほぼその7年前に起こり、二見湾にかなりの津波が来襲した。当時小笠原にはすでに欧米系の島民が定住していたのである。調査にきた幕府の役人に対して、島でその津波を体験していた島民、アメリカ人のセイボレ氏は、自分達が住んでいた家が流され、また湊の汐が残らず引き去った、と語っている。このことは地震研究所で編集された『新収日本地震史料第5巻別巻5』に当時の文書が収録されていて、その状況を知ることができる。

平成2年7月、「東京における地震被害の想定に関する調査研究・島しょ分科会」の一員として、わたくしは小笠原丸での29時間の船旅の後、はじめて小笠原父島に上陸した。きてみて島の人たちの津波に対する警戒心が予想以上に高いことがわかった。これは1960年チリ津波で大きい被害を受けていたからであった。

小笠原は太平洋戦争中戦場となり、敗戦によりすべての日本人は島を離れなければならなかった。そして1946年10月に、126名の欧米系の島民のみが帰島を許

された。1968年、日本への返還が実現するまでは、これらの少数の島民が居住するのみで、1960年のチリ津波の際はこれらの少数の人々だけが、ここにいたのである。このような事情で、チリ津波の小笠原での様子が、われわれに伝えられることがなかったのである。

そして今また、小笠原での津波の状況を、セボレ氏に話してもらうことになったのである。そのセボレ氏とは東京都小笠原支庁、はまぎり丸船長、セボレ・ジョーイ氏のこと、チリ津波が島に来襲したときの様子を熱心に話してくれたのである。

チリ津波は、日本各地で周期の長い(数十分)津波であった。小笠原でも来襲の状況は、潮が徐々に上がってくるようなおだやかなものであったらしい。二見湾の奥ではかなり高く、セボレ氏の家も浮き上がってしまった。二見湾の奥がすっかり干上がったのも、安政東海津波のときと同様であった。小笠原父島では何回かの津波に襲われているが、高かったのは、この安政東海津波とチリ津波の2つで、ともに同程度の高さに達したようである。そして、文久と平成の2人のセボレ氏に、この事実を教えることになったのである。

[あいだ いさむ 地震予知総合研究振興会主任研究員]

小笠原の津波と セボレ氏

相田 勇

液状化対策は？

直下地震と地盤

浜田政則

はじめに

本年7月16日にルソン島北部で発生した地震は、ダグパン市を中心とした広範囲な地域で液状化を生じさせ、建物・橋梁・埋設管路などに大きな被害を発生させた。北部のリングエン湾に浮かぶ砂州が液状化によって水面下に沈没し、約300件の民家が浸水するなどの深刻な被害も報告されている。1964年の新潟地震により、「液状化現象」が初めて工学的に認識されたが、その後も、1983年日本海中部地震、1987年千葉県東方沖地震などにおいて液状化による被害が発生している。

昨年、サンフランシスコなどを襲ったロマ・ブリエタ地震が、湾岸の埋立地を中心に液状化を発生させて、ガス・水道など、地中ライフライン施設に大きな被害を発生させたことも記憶に新しい。サンフランシスコ市の埋立地は、83年前の1906年の地震でも液状化を起こし、これによる水道管路の被害が大火災の要因の一つになった。このように、液状化現象に反復性があることも忘れてはならない。

近年、東京などの大都市圏では臨海部の開発、いわゆるウォーターフロント開発が急ピッチで進められている。これらのプロジェクトの立地地点の大半が埋立て地盤であるため、液状化に対して十分な対策を講じておくことが重要である。本文では、液状化対策の基本的考え方と現状を報告することにする。

液状化による構造物の被害形態と対策の基本的考え方

液状化の対策には基本的につきの2方法がある。

- (1) 地盤の液状化そのものを防止する方法。
- (2) 地盤の液状化が生ずることを前提に、構造物が液状化に対して十分な強度と余裕をもつようにする方法。

前者の方法は、地盤を液状化しにくい地盤に変えてしまう方法である。一般に地盤が液状化する条件として、

- (1) 緩い（締め固まっていない）砂地盤であること、
- (2) 地下水以下の地盤であること、すなわち砂粒子間の空隙が水によって飽和されていること、が挙げられる。地盤の液状化対策の基本的考え方は地盤よりこれらの条件を取り除いてしまうことであり、

- (1) 緩い地盤を様々な方法で締固めて、堅硬な地盤に変えてしまう方法、
- (2) 地下水位を下げて、砂地盤を不飽和の状態にする方法、
- (3) 砂粒子間の水の圧力すなわち間隙水圧が一定以上に上昇しないようにする方法、

などが対策の方法として考えられる。液状化現象は地震動により間隙水の圧力が上昇することにより、砂粒子間の圧力が逆に消滅して、砂粒子が間隙水中で浮遊状態になることである。(3)の方法は、地盤中に排水性の良好な砂礫による柱あるいは孔開きパイプなどを打設することにより、上昇した間隙水を消散させ、減少させる方法である。

地盤に液状化が生ずることを前提に、構造物に対策を講じておく方法には、構造物が受ける被害形態に応じていくつかの方法がある。液状化による構造物の被害形態としては、

- (1) 地盤の支持力の減少による構造物の沈下・傾斜・倒壊、
- (2) 液状化土層の浮力によるマンホールなど地中

構造物の浮上、

- (3) 土圧の増加による護岸や擁壁など坑土圧構造物の前傾・倒壊、
 - (4) 盛土・堤防など、土構造物の崩壊、
 - (5) 液状化地盤の側方流動による基礎杭および埋設管路の被害、
- がある。

写真1は、ルソン島の地震により傾斜したビルを示す。地盤が液体状になるため、構造物を支持する力を失い、構造物は沈下・傾斜を生じ、はなはだしい場合には倒壊することになる。

写真2は、日本海中部地震における浄化槽の浮上を示す。液状化した土層の比重は、通常1.6～1.8程度になるものと考えられる。これに対し、マンホールなどの見掛け上の比重は内空体積を考慮すると1.5以下になる。このため、重い液体の中に軽い構造物が埋設されていることになりその結果として浮上する。



写真1 フィリピン・ルソン島地震
液状化による建物の傾斜。



写真2 日本海中部地震による浄化槽の浮上

写真3は、秋田港護岸の被害である。護岸背面の土砂が液状化すると、護岸に作用する土圧が増加して、設計上の土圧を上回ることになり、被害



写真3 日本海中部地震による護岸の被害



写真4 日本海中部地震による盛土の被害

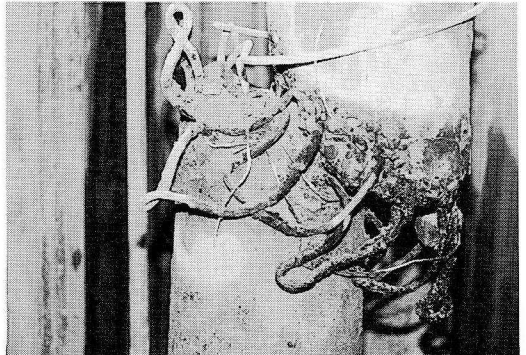


写真5 地盤の側方流動によるコンクリート杭の被害

が発生する。

構造物材料そのものが砂質土で構成されている構造物は液状化によって大きな被害を受ける。写真4は、日本海中部地震による道路盛土の被害である。

液状化した地盤が地形条件によっては数mのオーダーで側方に変位することが、日本海中部地震による被害の調査を契機に明らかにされた¹⁾²⁾。写真5は、新潟地震による地盤の側方移流によって、被害を受けたコンクリート基礎杭の被害である。コンクリートが完全に欠落し、鉄筋が折れ曲がっている。

液状化を防止する方法

液状化そのものを防止する方法には、前述したように地盤を締固める方法、地下水位を低下する方法、間隙水圧を消散させる方法の3方法がある。

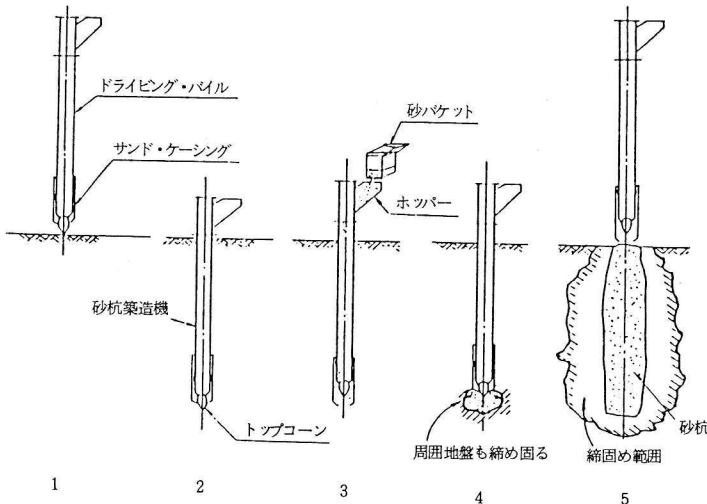


図1 サンドコンパクションパイル工法

以下2, 3の方法を示す。

地盤を締固める方法としては、バイプロフローテーション工法、サンドコンパクションパイル工法、動圧密工法などが広く採用されている。とくにバイプロフローテーション工法は、新潟地震の際に、本方法で締固められたオイルタンク・ヤードの被害が未改良の地盤に比較して、きわめて軽微であったことから、その有効性が認識され、多くの採用実績を有している。この方法は、バイプロフロットと呼ばれる“おもり”を内蔵した鋼管を地中に貫入し、“おもり”を回転して震動を与えながら引き抜くことにより、地盤を締固める方法である。

サンドコンパクションパイル工法も、図1に示すように鋼管を地中に打設し、鋼管内に砂を投入して震動を与えながら引き抜くことにより、地盤中に締固まった砂杭を構築する方法である。また、動圧密工法は重しを空中より地表面に落下させ、

その衝撃力によって地盤を締固める方法である。

バイプロフローテーション工法や、サンドコンパクションパイル工法によれば、地表面下10~20mの深度まで改良することが可能である。動圧密工法では、地表面下数mまでの改良が限度である。いずれの方法を採用するかは、推定される液状化層の深さと液状化の程度、構造物の種類、経済性、近隣環境への影響などを考慮して決定する必要がある。

過剰間隙水圧を消散させる方法

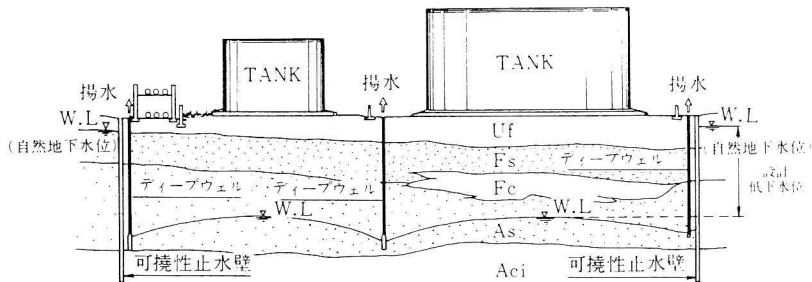


図2 可撓性止水壁による地下水位低下工法

には、碎石を材料として用いるグラベル・ドレーン工法の他に、有孔管などを用いるパイプ・ドレーン工法がある。室内や現場での実験例は報告されているが、その有効性が実際の地震で実証されたわけではない。これらの工法は、ドレーン周囲の地盤を改良するわけではないが、過剰間隙水圧が上昇始めると、間隙水を速やかに排出し、水圧の上昇時間を短くしたり、水圧の上昇量を低下させるのに効果がある。ただし、ドレーンの目詰まりや、排水に伴う地盤沈下など、解決を要するいくつかの問題が残されている。

地下水位を低下させる工法は、液状化対象層を不飽和状態にして表層の非液状化層を厚くさせるだけでなく、地下水位以深の土の有効応力を大きくすることにより液状化強度を増大させる効果をもつ。図2に示すように、川崎市の埋立地でタンク・ヤード全体を可撓性止水壁で囲い、ヤード内の地下水位を低下させた事例があるが、地下水汲み上げによる沈下の問題および地下水位を低下した状態を、常時維持する必要があることなどの問

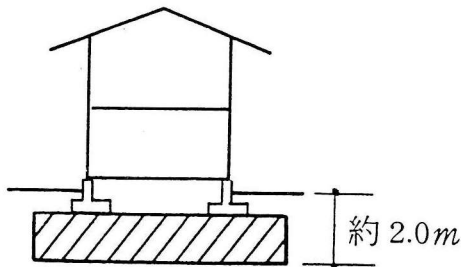


図3 マット基礎（一体基礎）

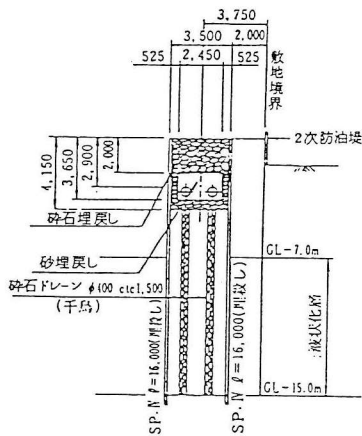


図4 電力用洞道の液状化対策の例

題点を有している。

構造物の対策

液状化による構造物の沈下・傾斜を防ぐためには、直接基礎を避け、非液状化層まで到達した杭基礎あるいはケーソン基礎などを採用することが必要である。ただし杭基礎でも、側方流動によっては写真5に示したような被害が発生することがあるので、後述するように、別途地盤側方流動を防止する対策が必要となる。

一般家屋や簡易な建物では、経済的な原因により杭基礎などの構造物を採用することは不可能である。この場合は、従来の布基礎に代えて、図3に示すようにマット基礎（一体基礎）を採用することが有効と考えられている。

洞道など地中構造物の浮上あるいは沈下を防止する方法としては、①構造物の周辺地盤を礫など透水性の高い材料に置換して、間隙水圧の上昇を抑制する方法、②矢板・地中壁などにより地盤の

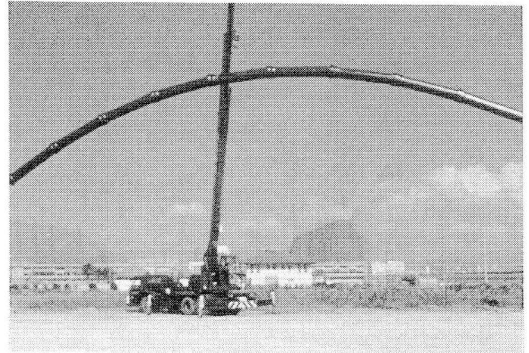


写真6 可撓性継手を有する铸铁管



写真7 Nビルの基礎杭の被害（河村^{33）による）}

変形を拘束するとともに、液状化した土層の側方流動を抑える方法、および③、①と②を併用する方法、がある。図4は、電力用の洞道に採用された礫による置換の例である。

地盤の側方流動や沈下に対する埋設管路の対策としては、①鋼管などのように強度とねばりある材料を採用する方法、②可撓性に富んだ継手を使用する方法、がある。よく知られているように、鋼材料は10%以上の引張り歪に対しても破断するようなことはない。側方流動による地盤の歪が数%程度であることから、このような材料を用いれば数mもの側方移動にも十分に対応できると考えられる。

埋設管路の可撓性継手の開発も各方面で進めら

れている。写真6は可撓性継手を有する鑄鉄管路の変形性能を示す実験である。継手の可撓性と強度に関し十分に配慮がなされれば、液状化に対しても耐震性の高い埋設管路を建設することが可能である。

地盤の側方流動に対する対策

液状化による地盤の側方流動量は数mのオーダーに達する。新潟地震では最大で11mを観測した。側方流動は、液状化が構造物に与える影響の中でも最も重大な問題である。写真5に示した基礎杭の被害を見る限り、側方流動に対処する有効な方法を見つけることはむずかしいように思われる。

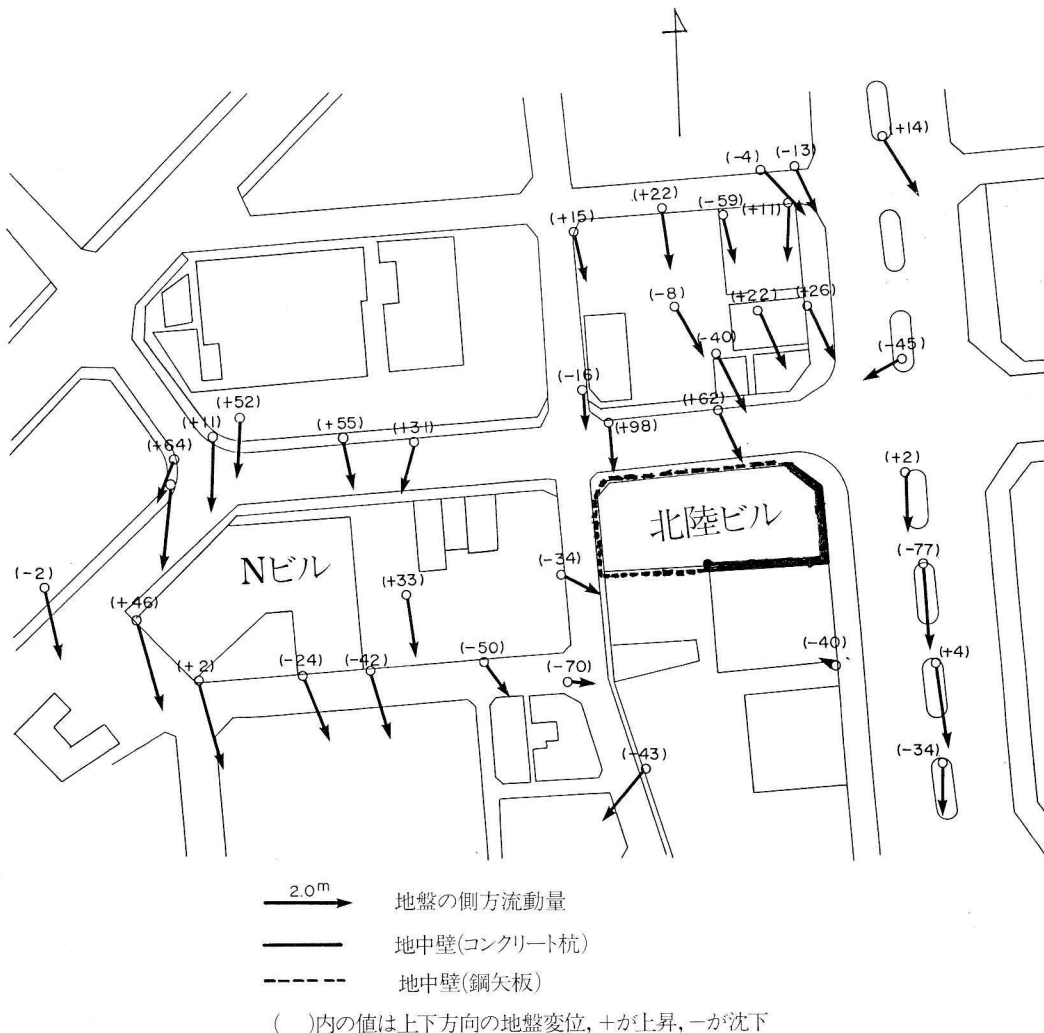


図5 北陸ビル周辺の地盤側方流動

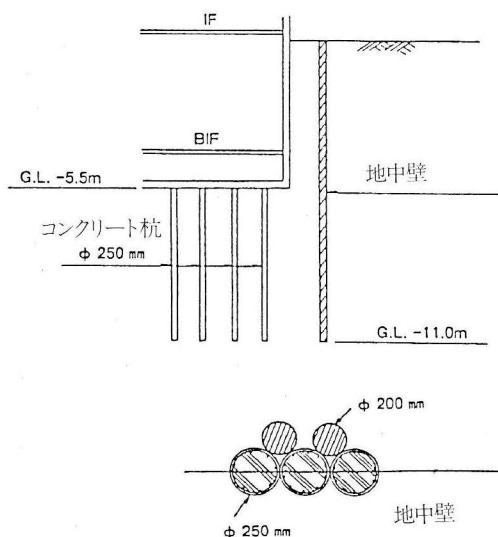


図6 北陸ビルの基礎構造（建設担当者からのヒアリングによる）

しかしながら、新潟地震では側方流動の発生領域でありながら、無被害の建物が何棟か存在した。

これら無被害の建物の構造を調査することにより、地盤の側方流動の対策方法の可能性を探ることができる。図5は、無被害の建物の一例である北陸ビル周辺の地盤変位を示す。北陸ビルは10階建てのコンクリート造であるが、地震によっても傾斜・沈下がまったく生じず、現在でも使用されている。これに対し北陸ビル近隣のNビルは、河村らが写真7で報告しているように、直径300mmの鉄筋コンクリート杭がごとごとく破壊されていた。北陸ビルの基礎も、図6に示すように鉄筋コンクリート杭であったが、①地下室がある、②地下室を建設するためにコンクリート杭による地中壁と鋼矢板による山留がなされ、建設完成後もこの山留工が残されていた、などNビルにない構造上の特徴を有している。地中壁はN値20程度の土層まで打設されており、非液状化層に到達していたと考えることができる。

図6に示すように、北陸ビルおよびNビル周辺での水平変位は2m前後であるが、注目を有するのは、北陸ビル周辺で地盤の変位が止まっているように見えることである。北陸ビルの北側では1.5~2.0mの変位が南の方向、すなわち建物方

向に生じている。これに対し、変位の測定点が少なく断定的な結論は得られないが、建物の南側では変位が著しく減少している。液状化した土砂の流動を、地中壁と鋼矢板が抑止したものと考えることができよう。液状化した土層の土圧の大きさについては、今後の研究に待たなければならないが、側方流動に対する建物基礎の対策工法を考える上で一つの示唆を与える事例である。

あとがき

本稿では、液状化対策の基本的考え方およびいくつかの具体的方法を考えて述べたが、液状化対策の問題点は、その工法の効果を定量的に把握することは一般にむずかしいという点にある。また、液状化による側方流動については、ごく最近になってその現象が認識されたこともあって十分な対応策を提案できるまでには至っていない。

液状化対策におけるもう一つの問題は、既存市街化された古い埋立地などの対策をいかに施すかということである。東京を例にとれば、江戸年間より埋立てられた古い埋立地が広く存在する。これらの埋立地には、すでに多くの構造物が建設され、地下には数多くのライフライン施設が埋設されている。これらの埋立地盤と構造物や施設には液状化の対策がほとんど施されていない。今後、このような困難な問題を、どのように解決していくか、大都市圏の地震対策を考えることが極めて重大な問題である。

参考文献

- 1) 浜田政則ほか、1986、液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文集、376号/Ⅲ-6-1986。
- 2) 浜田政則ほか、1986、液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究、土木学会論文集、376号/Ⅲ-6。
- 3) 河村壮一ほか、1985、30年後の発掘で分かった液状化による杭の被害。

〔はまだ まさのり 東海大学海洋学部教授〕

ライフラインの安全性

直下地震対策は万全か

片山恒雄

「万全か」と聞く馬鹿

地震工学の分野にいと、「関東地震に対しても備えは万全ですか」といった質問を受けることがある。ひと昔前は、これに対して、「もちろんです。関東地震の3倍の地震でも大丈夫」と答える人も少なくなかった。しかし、最近では、こんな答えをする人はあまりいない。第一、そんな質問をする人が減ってきている。それだけ利口になったのだ。

「大丈夫、大丈夫」と言っている間に、新潟地震が起こり、十勝沖地震・宮城県沖地震・日本海中部地震が起こって、それまで考えていなかったタイプの被害が発生した。もっと小さな被害を伴った地震を入れると、平均して1年に1回、または3年に2回ぐらいは、日本のどこかで被害地震が起こっている。そのたびに、程度の差こそあれ、水道やガスが止まり、電気が来なくなり、電話が切れたり混乱したりした。

これでは、もっと強い地震の揺れが南関東地域のようなところを襲ったときに、「被害は起こりません」「備えは万全です」と言えるはずもあるまい。関東地震の再来だろうが、直下の地震だろうが、被害は起こるし、それに伴う混乱だって避けられない。

むしろ大切なことは、「被害は起こらない」などという神話にすがりつくことをやめ、被害が起こることを前提とした対策を考えること、そしてまったく手落ちの無い対策はありえないという現実を直視することである。

米国では、1971年サンフェルナンド地震と昨年のロマブリエタ地震が、西岸の二大都市の近くに発生し、都市化の進んだ地域を地震が襲うと、

どんな問題が起こりそうかを身近に考える経験をしている。わが国の場合、確かに新潟地震や宮城県沖地震の経験があるとはいえ、近年、巨大な都市の周辺に大きな地震が起こった例はなく、都市型震災という言葉がそれほど現実味をもって語られているとは言えない。

サンフェルナンドの経験

1971年2月9日早朝6時、ロサンゼルス市中心から北西に40キロほど離れた山中にマグニチュード6.6の地震が発生した。とくに強い地震の揺れを感じた地域は30~40平方キロ、約40万の人口があった。死者58人のうち41人は、耐震性の低い煉瓦造りの退役軍人病院の崩壊によるものだった。

しかし、この地震が米国の地震工学者に大きなインパクトを与えた理由はほかにある。

送水管や幹線配水管の破断により、地震直後から約2万5000戸（推定10万人）の家庭が断水し、一部の地域では完全な復旧まで2週間を要した。

この地域に天然ガスを供給する輸送管を初め、本・支管、供給管に多数の破損・漏洩被害が発生し、約1万7000戸の家庭へのガス供給が停止し、復旧に12日かかった。

直流と交流の変換所や変電所で高価な機器が大被害を受け、地震の直後には約64万戸の需要家が停電した。幸い、被害がひどかったところでも2日間ではほぼ完全に復旧した。

地震後の通話の混雑を別にすれば、機器の被害によって不通となった需要家は9500戸だった。被害集中地区の電話局で交換ユニットが転倒したためである。それでも完全な復旧には40日を要

している。

下水道の被害も大きかった。被害集中地域の総延長 175 キロのうち、最終的に 22% が交換・再建を必要とし、完全な復旧を終えるまでに 2 年半もかかった。

忘れてはならない被害のひとつに、道路橋の被害がある。ロサンゼルス市の北郊外のいくつかの橋が、まさにばたばたと落ちたのである。これには米国の関係者は大きな衝撃を受けた。それまでカリフォルニア州の橋は重さの 5% ほどの水平力に対して設計されていたが、サンフェルナンド地震直後、この値を暫定的に 2.0~2.5 倍にしている。幸い、迂回路の設定がスムーズにいったため、ネットワークとしての道路交通はそれほど大きな影響を受けないですんだ。

サンフェルナンドの経験から、米国の技術者はそれまでの地震工学があまりに建物に偏りすぎていることに気づいた。近代都市の機能とそこに住む人たちの生活は、さまざまな施設やシステムに支援されている。これらをライフラインと呼び、地震時のライフラインの問題を研究する分野をライフライン地震工学と称するようになったのは、1970 年代の初め、サンフェルナンド地震以降のことと考えてよい。

ライフラインのなかには、①水の供給・処理システム、②電気・ガスなど、エネルギー供給システム、③道路網など交通ネットワーク、④各種の情報システム、を含んで考えるのが普通である。便宜的に 4 つに分けてはあるものの、結局、都市のインフラストラクチャーのすべてが対象と言ってもよいだろう。

まずライフラインが壊れる

地震災害にはいろいろなレベルがある。関東地震のように地震後の延焼火災が広い地域を壊滅させ十万を超える死者を出した震災と、新潟地震や 1968 年十勝沖地震のように建物や橋など構造物被害が起こりながらも死者は数十人ですんだ震災は、まるで次元が異なる。

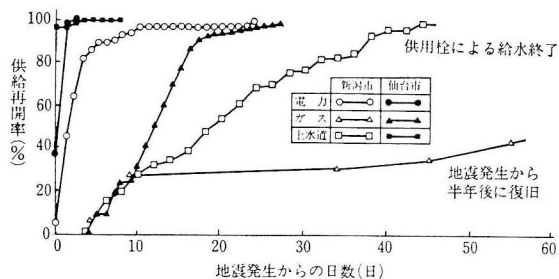


図 1 新潟市の水道の復旧は 1 カ月、ガスの復旧は半年かかった。これに比べて宮城県沖地震の仙台市のライフライン被害はずっと軽かったが、大きな社会的注目を浴びた。

しかし、これらのどの震災でも、ライフラインは例外なく壊れていたのである。ただ、たくさんの人命が失われたり、ものが華々しく壊れたときには、水道や電気やガスが止まった程度の被害は、相対的に大きな注目を集めなかったにすぎない。

新潟地震でもっとも大きな影響を受けた新潟市の場合、水道の復旧に 6 週間、ガスの復旧には 6 カ月を要した。水道は 6 週間後に復旧したというものの、需要家のおよそ半分は道路沿いに仮埋設した水道管に約 50 メートルおきに付けられた共用の水道栓を使っていた。下水道は、ちょうど施設ができあがり、これから水洗化を進めようというところだったが、下水管・ポンプ場・処理場がめっちゃめっちゃに壊れ、ほとんど初めからやり直しということになった。

当然のことだが、関東地震のときにも、ライフラインは手ひどい被害を受けた。しかし、東京市の半分、横浜市の 3 分の 2 を焼きつくした火災が起こるといふ状況のもとでは、地震後に不便な生活を強いられても仕方がないと思った人が多かったとしても不思議はない。

日本や米国では、構造物の耐震化が進み、都市化した地域における毎日の生活が、以前よりもずっとライフラインに依存するようになってきた。そんなときに、サンフェルナンド地震が起こって、ライフラインの被害は震災時の生活に大きな影響を及ぼすとともに、被害額の面からも高価なものとなり得ることに気づいたのであった。宮城県沖地震の仙台市の場合でも、ほとんどの人たちは、

その夜（地震発生は夕方5時すぎ）または翌日から普通に近い生活ができる程度の物的被害しか受けていないのに、停電・断水・ガス供給停止という生活困難に見舞われた。その結果、地元の新聞には、「ガスなし、水なし、電気なし」とか「いつまでつづく耐乏生活」とかいった論調の記事が載りつづけた。

いまや日本のどこへ行っても、電気も電話も水道もある。だからと言って、これらが地震で被害を受ければ、いつでも「ライフライン被害」というわけではない。ライフラインという言葉には、あくまでも「かけがえのない命綱」という意味合いが込められている。

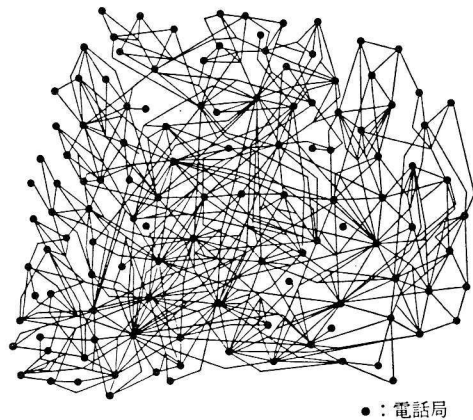
かりに水道の水が出なくなっても、井戸が使えたり、近くに小川があったりすれば、それは単に水道の被害であって、ライフラインの被害とは違う。ライフラインの問題は本質的に都市の問題である。

ライフラインはネットワーク

ライフライン地震工学の特徴のひとつは、点ではなく線を、さらに面を対象とすることである。どんなライフラインも、面的な広がりの中に、なんらかの意味での生産施設（電力システムなら発電所）、輸送施設（送電線）、中継施設（変電所）、個々の需要家への配給設備（電柱・電線）をもつ。そして、これらが有機的につながったネットワークとして、初めてその役割を果たす。

従来の地震工学が、点の施設を対象にしていたのと大きく違うところである。当然のことだが、ライフラインのどこか1カ所に起こった被害は、ネットワークのあちこちに影響を及ぼす。

新潟地震のときの新潟市の水道では、西新潟でもっとも重要な浄水場に原水を送り込み、浄水を送り出す2本のパイプが破壊したため、新潟市中心部の大部分が断水した。この浄水場は岡の上にあり、斜面に埋められたパイプが斜面崩壊でめっちゃめっちゃ壊れてしまったのである。また、東新潟の中心部への給水は信濃川の右岸に沿った900ミリの配水管1本に頼っていたため、このパイプ



●：電話局

図2 東京都区部の通信網（奥村 強, 1987, 土木学会誌, Vol. 72-4）一都心への機能集中、情報化社会の進展に伴って、東京の通信ネットワークはますます過密になっている。

が液状化により数百メートルの区間で大きな被害を受けた結果、長い期間にわたって断水・水不足が生じることとなった。

東京都の水道は、給水人口1100万、平均給水量500万トン/日という大システムである。全体としての施設能力は663万トン/日であるが、金町浄水場が28%、朝霞浄水場が26%、東村山浄水場が19%の施設能力を占めている。したがって、たとえ直下の地震であっても、これらの1つが大きな被害を被るようなことがあれば、その浄水場からかなり離れたところにも影響が及ぶ可能性が高い。

ついでに防災という側面から、日本の水道施設について1つコメントしておきたい。日本の水道技術は、施設をつくることに関しても、飲み水をつくることに関しても高いレベルをもつ。しかし、余裕が無いのである。たとえば、東京都の水道はせいぜい6時間分程度の配水池貯水容量しかもたない。1986年3月末に南関東を襲った春の大雪の記憶は比較的新しい。送電鉄塔の倒壊によって午前中から始まった停電の影響により、午後3時すぎには神奈川県南部のいくつかの自治体で水が出なくなりだしている。停電の状況がはっきりしないため、浄水池・配水池の水を無計画に使いきってしまったのだ。

昨年のロマプリエタ地震の影響を受けたサンフ

ランシスコ・オークランドの水道は、配水池に2～4日分の飲み水を貯えている。サンフランシスコ市では2日間近く停電がつづいたにもかかわらず、給水に大きな支障がなかったのは、自然流下方式を基本にしたシステムであったことに加え、貯水量に余裕があったことを忘れてはなるまい。

地盤の影響が大きい

ライフラインが面的なシステムであるということにも関係するのだが、ライフラインの耐震問題は地盤の良否に大きく影響される。首都圏のように人も産業も集中し、家や事務所や工場が地盤の条件の悪いところにもつくられていけば、それらの日常の機能をサポートするために、ライフラインもまた地盤の悪いところにも張りめぐらされることになる。地盤のよいところだけに道路・水道・電気を通すわけにはいかない。

しかも、水道・ガス・下水道はもとより、最近では電話・電気・情報のネットワークもどんどん地下化が進んでいる。都市化された地域のあらゆるところに、毛細血管のように張りめぐらされたライフラインは、多くの場合、周りの土にすっぽりと囲まれている。

周りの土が大きくひずめば、そのなかにある小さなパイプなど、ひとつたまりもない。断面の大きなパイプや共同溝といえども、無被害ではすまないだろう。とくに液状化に伴って地盤が大きく変形することが怖い。雛段のように造成された宅地では、地面が滑り出すかもしれない。大規模な液状化は実際に新潟地震のときに起こったし、宮城県沖地震のときには造成地で水道やガスのパイプが何カ所も破損した。

要するに、地下のパイプの被害は、地盤の変形に伴って発生する。地盤の変形はいろいろな原因で起こる。地震波が地中を伝わっていくだけでも地盤は変形する。しかし、実際に地震のときの地盤内のひずみを測ってみると、波動が伝わるときに発生するひずみ程度で地中のパイプが壊れるようなことはまず起こりそうもない。

軟らかい地盤と硬い地盤が隣合っているところ

をパイプが通っていたり、軟らかい地表層の厚さが急激に変化するところにパイプが埋められていると、地震のときに被害を受けやすいことは、これまでの経験からも言える。

しかしながら、なんと言っても、地中パイプの地震時被害にもっとも大きな影響を与えるのは、地盤の液状化である。前にも述べたが、新潟地震のときには、信濃川の兩岸を中心に、広い範囲で液状化が発生した。そして、液状化した地盤に埋められていた水道・ガス・下水道のパイプは、ほとんど例外なく大被害を被った。ロマプリアタ地震によるサンフランシスコ市のマリーナ地区の液状化は、それほど大規模ではなかったが、ガス管や水道管の被害の大部分は液状化によるものであろう。

東京都の湾岸地域や東部の低地には、中規模の直下の地震によって液状化する可能性の高いところが少なくない。このようなところでは、とくに直径の小さな地中のパイプが何百カ所も被害を受けるだろう。地震の起こる場所や深さによっては、また地震の規模が少し大きかったりすれば、被害

ご 案 内

本誌の既刊分（1986年6月創刊）は、まだ少数ながら在庫がありますので、ご希望の方はお申込み下さい。9号の主な内容及び申込先は下記の通りです。

地震ジャーナル 9号

エッセイ 地震対策は抜群の政治だ	秦野 章
鼎談 知られざるロマプリアタ地震	司会・吉村秀実 阿部勝征/片山恒雄
日本文学と地震	有吉 保
仏教教典にみる地震	水野教宏
猛烈！激・烈震の様相 ニューマドリッド地震	力武常次
中近東の地震	川床睦夫
国際津波警報網の構築	北沢一宏
地震予知連絡会情報	岡田義光
聞き書 父三平の地震ざらい	林家こぶ平
特別手記 日本人の見た唐山大地震	川上奈穂

- ご講読料 [郵送料を含む] 1500円
- お申込先 東京都千代田区神田美土代町3
 助地震予知総合研究振興会
 [本誌綴込みの振替用紙をご利用下さい]

地震ジャーナル・編集部



図3 液状化で被害を受けたガス管の復旧（新潟地震）一折れたガス管のなかに砂が流れ込んでしまったため、掘上げて洗浄し埋め直すという手間のかかる工事となった。

箇所が1000を超えてもちっとも不思議ではない。

性能の良い新しいパイプを使えば、確かに被害を少なくすることはできる。しかし、ライフラインはわれわれの毎日の生活をサポートするために、すでに何万キロにもわたって地中に埋められているのだ。いくら地震のためとはいえ、このすべてをつくり直す費用がどこまで正当化できるだろうか。かりに埋め直すとしても何十年もかかる。

事前の準備・迅速な復旧

直下の地震のときにもライフラインは壊れる。これを技術者の怠慢と言う人があれば、その人のほうがおかしいのだ。ライフライン特有の性質を考えなければならない。何万キロもの地中ラインには古いものもあるし、条件の良い地盤だけを選んで敷設されているわけでもない。液状化や造成地の崩壊を100%防ぐことはできない。ネットワークとしての性質も大きく影響する。

最新の理論や実験結果に基づいて解析・設計し、最良の材料と技術を用いて、新たにつくるビルや橋やダムとは話が違う。

ライフラインの地震対策は、被害の発生を前提にスタートする。すなわち、通常の耐震設計において解析に当たる部分は、ライフラインにおいては被害の予測であり、設計に当たる部分は事前の準備であり、施工に当たる部分は迅速な復旧なのである。

供給エリアのなかのどこに古くて質の悪いパイプが埋められているか、液状化などの地盤変状が起こりやすいところはどこか、どの部分が壊れるとネットワークに大きな影響を及ぼすかなどを、できるだけ定量的に明らかにしておく。

事前の準備にはいろいろなものが含まれる。システム全体を常に保守・管理し、ネットワークが老化しないように計画的に維持・補修・更新を行なうといったハードな準備がある。地震が起きたとき、いかに早く被害状況をつかまえるかを考えておくことも大切である。災害時のための情報システムや人員・機器・資材の配備と運用の計画をつくっておくといった準備のなかには、ソフトな対応が入ってくる。

そして、最後の仕上げは、実際に災害が発生したときの緊急対応である。影響を受けた地域（都市）に住む人、働く人、そこで活動する企業への支障を最小にとどめるための迅速な復旧である。

このように見てくると、従来の地震工学がプロフェッショナルの世界だったのに対し、ライフラインの地震工学は社会すべてを巻き込んだものとならざるを得ない。緊急対応の期間には、いつもはライフラインを使うだけの人たちの協力もきわめて大切になる。

関東地震だろうが直下の地震だろうが、地震に対する万全の備えなどない。

しかし、復旧という面から見ると、直下の地震には考えやすいところがある。地震の規模からいって、大きな被害を受ける面積が限られるからである。関東地震が再来すれば、東京都だけではなく、神奈川県も埼玉県南部も房総半島も相当な被害を受ける。首都圏の自治体が互いに助け合おうと言っても、まず自分のことだけで手いっぱいであろう。関東と関西を結ぶ重要な交通手段が断ち切られることも考えておかねばなるまい。

これに対し、東京直下に起こった地震によってライフラインが被害を受けたときには、その後の手の打ちかたが災害の影響度を支配する。それだけに事前の準備の良否がますます問われることになる。

[かたやま つねお 東京大学生産技術研究所教授]

そのとき社会は？

直下地震と社会混乱

廣井 脩

社会混乱をイメージしていくことにしよう。

はじめに

東京圏を直下地震が襲ったとき、いったいどのような事態が起こるのだろうか。この小論では、東京直下地震が発生したときの被害の特徴や社会混乱の内容に焦点をあてて考えていく。また、その際、一般的な定義に従って、直下地震をマグニチュードは6～7程度とさほど大きくないが、比較的浅い地下で発生するため、震央付近の震度は5～6あるいはそれ以上になり、そのため局所的な被害は非常に大きくなる、といったものに限定したい。

この種の直下地震の特徴は、まず第一に、甚大な被害を受ける地域が小さい（直径20～30キロ程度）から、海洋型の巨大地震よりも総体的な被害は少なく、また救助活動や生活必需品の提供など外部からの救援も比較的容易だ、ということである。たとえば国土庁は、「南関東地震（第二関東地震）」が冬の夕方に発生したときの東京・埼玉・千葉・神奈川の被害を、焼失棟数260万棟、死者15万人と想定しているが、東京直下地震の被害がこの数字を上回るとは考えにくい。また直下地震の第二の特徴は、その被害が震央付近の地域特性に大きく依存する、ということである。つまり、海洋型の大規模地震が発生すれば東京圏のかなり広い地域が甚大な被害を受け、被害の様相も多種多様でバラエティに富むが、直下地震は激震範囲が狭いため、たとえばビジネス街を直撃した場合と住宅地や繁華街を襲った場合では、被害の様相に大きな相違があると考えられる。

そこでつぎに、地下地震が官庁街・ビジネス街を直撃したとき、および住宅街・繁華街を襲ったときの2つのケースに場合わけして、その被害や

東京直下地震のイメージ

東京直下地震は中規模とはいえ、震央付近の被害は関東地震に匹敵するか、あるいは局部的にはそれを上回るかもしれない。いずれにしても、直下地震の被害や社会混乱を考えると、関東地震を手がかりにするのが適当であろう。

関東地震クラスの地震が襲ったときの東京圏の被害については、いままでいろいろとりあげられており、前述のように、国土庁などでは定量的な被害想定も行なっている。しかし、こうした調査は、高速道路・地下街・高層ビルなど近代施設の被害も、膨大な数の自動車が火災の拡大や住民の避難にどう影響するかなどもほとんど考慮していないため、かつてのコマーシャルのせりふではないが、まるでクリープのないコーヒーのように、何が欠けているという印象をぬぐい去ることができない。その点、しばしば「パニック」小説や「パニック」映画に出てくる大地震のシーンのほうが、はるかに生々しく迫真的だといえよう。いま筆者の手元には、こうした「パニックもの」として、小説では生田直親『東京大地震M8』（徳間文庫）、グループ915『大地震』（プレジデント社）、マンガでは黒田みのる『大地震』（芸文社）、ビデオ映画では大森健次郎監督『地震列島』（東宝映画）、マーク・ロブソン監督『大地震』（ユニバーサル映画）などがあるが、こうした作品に描かれている大地震のイメージは、きわめて具体的でショッキングである。

たとえば、ビデオ映画の『地震列島』では、①地下鉄のなかで地震に遭遇した人々が、電車を飛び出しよるめきながら出口に向かうが、出口の崩

表1 南関東地震による中枢管理機能の被害

区分 地区名	震 度	液 状 可 化 能 の 性	非木造建築物 被害		焼失率 (%) ケース1	電 水 機 能 阻 害 率 (%) ケース1	力 道 阻 害 率 (%) ケース1
			大破 (%)	中破 (%)			
霞ヶ関	6(強)	A	6.6	8.2	0	22	7
丸の内	6(強)	A	7.2	7.9	0	22	7
兜町	6(強)	A	6.9	7.5	0	22	7
日本橋	6(強)	A	7.3	7.9	0	22	7
新橋	6(強)	A	6.6	7.2	0	22	7
銀座	6(強)	C	1.6	2.0	0	22	1
永田町	5(強)	D	1.8	2.3	0	22	0
新宿西口	5(強)	D	1.8	2.3	0	22	1
新宿東口	5(強)	D	1.8	2.3	0	22	1

出所：中央防災会議 『南関東地域地震被害想定調査の結果』より。

注1：液状化の可能性

- A-メッシュ内の15%程度の面積が液状化すると考えられるもの。
- B-メッシュ内の5%程度の面積が液状化すると考えられるもの。
- C-若干は液状化すると考えられるもの。
- D-液状化するとは考えられないもの。

注2：非木造建築物被害

- 大破-柱、梁などかなり破損し、建物の一部または全部は傾斜したりして、そのままでは使用できない状態のもの。
- 中破-柱、梁などの一部が破損し、かなりの壁が剥落するものの、そのままでも使用できる状態のもの。

壊によって閉じこめられ、つづく激震によって地下の天井が崩れ、河川の水が流入して溺死するシーンをはじめ、②屋内の机・壁・テレビ・本棚などが崩れ落ち、その下敷になる人々、③割れた窓ガラスや剥がれた外壁とともに、高層ビルから絶叫をあげて落下する人々などが描写されているほか、④地割れに挟まって悶絶しながら死亡するシーン、⑤着陸中の飛行機が爆発炎上するシーンなど多彩である。また同じビデオ映画の『大地震』でも、①映画館で地震に遭った人々が騒然となって立ち上がる、と同時に天井からさまざまものが降ってくる、かれらは叫びながら外に飛び出す、出た途端に上から割れたガラスや看板が降ってくる、②高速道路を運転中の車が、地震のためハンドルをとられジグザグ運転の結果外壁を破って転落、同時に高速道路も崩壊してしまう、③いくつかのオフィスビルが崩れ落ち、崩壊を免れたビルもロッカーの転倒や窓ガラスの破壊などにより人的被害が続出、④ある高層ビルでは人々がエ

レベーターに殺到するが、避難の途中でロープが切れ、エレベーターは転落して全員死亡、などというシーンが描かれている。

もちろんこれは、被害を過度に強調したカスτροφイー映画であり、東京圏を襲う直下地震がこんな破滅的な状況を生み出すとは決していえないが、しかし昨年のロマ・プリータ地震では、高速道路 880 号線の二階部分がおよそ 2 キロにわたって崩壊した事実や、今年 7 月に発生したフィリピン・ルソン島地震でも、近代的なハイアット・テラス・ホテルが無惨に崩壊した事実を考えると、これらの映画も大げさすぎるとあなたがち無視するわけにはいかない。

官庁街・ビジネス街の被害と社会混乱

けれどもここでは、いくつかの資料を使って、もう少し地味に推定し

ていく。まず、霞が関や丸の内などの官庁街・ビジネス街を直下地震が襲ったらどうなるかからみていこう。

直下地震にかぎらず、地震がもたらす二次災害としてもっとも心配されるのは火災であるが、前述の国土庁の被害想定では、こうした官庁街・ビジネス街の火災による焼失はゼロと予想されている。また表1に示すように、それ以外の被害も建物の1割程度が大破ないし中破、電力と水道の2割が止まり、加入電話の1割が被害を受けるなどとなっている(注1)。これをみると、「南関東地震」が起こったとき、霞ヶ関や丸の内の被害は銀座・永田町よりやや大きく、なかでも破損した窓ガラスなどの落下物による死傷者は決して少なくないだろうが、他の地域とくらべれば、全体としてさほど甚大ではない。おそらく、直下地震がこうした地区を直撃した場合にも、これと似たような状況が予想される。少なくとも、相当に規模の大きい地震でないかぎり、先のパニック小説の

ように壊滅的にはならないだろうと思われる。

しかしもちろん、このことは何の社会混乱も発生しないということではない。たとえば、これらの地域には数多くの中枢管理機能が集中しており、ある調査によれば、丸の内・大手町・有楽町の3地区に本社を持つ東証一部上場企業は約120社（東証一部上場企業全体の10%）、資本金は8兆2000億円（全体の24%）、従業員数は70万人（全体の15%）もあるという^(注2)。こうした地区に地震が発生し、かりに建物の1割がほとんど使用不能になり、2割の地域で電力・水道が止まり、1割の加入電話が被害を受けるとしたら、物理的被害はさほど大きくなくとも、その社会的影響は非常に大きくなるだろう。現に、東京23区内の東証一部・二部上場企業を対象にした別の調査では、地震後に一次的にせよ本社機能が維持できなくなると答えた企業は45%もあり、その理由としては、「交通機関のストップ」「通信の途絶」「電力の停止」など、ライフラインの支障をあげる企業が、それぞれ7割を超えていた^(注3)。この回答をみるかぎり、丸の内・大手町・有楽町に本社を持つ企業のかなりの部分が、地震後一定期間その中枢管理機能を失ってしまうと予想される。

また社会心理的な要素としては、通勤・通学者の帰宅困難と連絡不能による不安・焦燥の蔓延ということもある。

昭和60年の国勢調査によれば、霞ヶ関や丸の内のある千代田区の昼間人口は約100万人、夜間人口は5万人だから何と20倍ということになる。その内訳は通勤者が83万人、通学者が13万人であり、また23区以外の都内から流入する人が10万人、東京都以外の他県から流入する人が44万人となっており、通勤・通学距離が比較的に長いのも特徴である。そして、平日の昼間に直下地震が霞ヶ関・丸の内を直撃すれば、当然ながらJRや営団地下鉄、およびバス・タクシーなど公共交通機関のほとんどは停止してしまうから、こうした通勤・通学者の多くは帰宅不能になるだろう。もっとも直下地震では大被害を受ける地域は直径20～30キロと考えられるから、この距離

を歩けば交通網が生きているというケースも多い。しかし、地震により多少とも“けが”をしていればそれもむずかしいし、地理がわからず右往左往する人も少なくないだろう。また、とくに年少の児童をもった親は、子どもたちが帰宅するまで心配で何も手につかないのではないか。

もうひとつは、電話の不通である。前述のように、霞ヶ関・丸の内地区では加入電話の被害は10%に満たないが、物理的被害は少なくとも通話不能になる危険性は非常に大きい。人々がいっせいに電話に殺到して、「異常輻輳」が生じるからである。この異常輻輳は、いままでの地震災害でもしばしばあったが、なかでも昭和62年の千葉県東方沖地震では猛烈な輻輳が発生した。これは、膨大な数の通勤・通学者たちがいっせいに電話に殺到したためと思われるが、もし平日の昼に首都圏に直下地震が発生したら、電話の異常輻輳は千葉県東方沖地震の比ではないと思われる。おそらく数百万にのぼる人々が電話に殺到し、その結果、電話は長時間にわたっていっさい機能を停止してしまうだろう。こうして、帰宅するにも帰宅できず、家族とも連絡がとれない膨大な数の人々が、不安と焦燥を感じながら官庁街・ビジネス街に滞留することになる。

住宅街・繁華街の被害と社会的混乱

つぎに、直下地震が住宅街や繁華街を襲った場合。

この場合もっとも懸念されるのは、転倒物や落下物による大量の人的被害の発生であろう。たとえば、昭和53年の宮城県沖地震によって大きな被害を受けた宮城県仙台市では、死者は13人だったが、負傷者は9300人の多数にのぼり（当時の仙台市の人口は64万人だから、7人に1人が負傷したことになる）、その大部分が倒壊物・落下物が原因であった（表2）。とくに、高層住宅の高い階ではタンスや冷蔵庫など安定した家具類までほとんど倒れ、高層住宅の地震の危険性を改めて認識させたのである。当時の仙台市に比べ、現在の東京は高層化もいちじるしく進み、また居

住空間にはところ狭しと家具類が並び、しかも各種のアンケート調査によれば家具を固定している家庭は2割程度という状況であり、こうした住宅地を直下地震が襲えば、被害は仙台市のそれを大きく上回るようになる。とりわけ、昭和20年の三河地震のように地震が深夜にでも発生すれば、倒壊家具や落下物の下敷になって膨大な死傷者が発生する可能性もある。

直下地震が住宅街を襲った場合、ブロック塀・自動販売機の倒壊や屋外落下物による人的被害も大いに懸念される。やや古い資料だが、東京都総務局災害対策部の『区市町村防災事業の現況（昭和60年度）』によれば、民間施設の約14万のブロック塀（総延長約170万メートル）を調査したところ、危険と思われるものが3万9000（8万7000メートル）もあり、なかでも住宅地域である豊島区（7500メートル）、大田区（5200メートル）などに危険なブロック塀が集中していた。また、地震時の自動販売機の危険度調査をみると、大田区では調査台数7894台のうち危険なものが3284（42%）とほぼ半数、また文京区では2520台のうち2147（85%）が危険という結果が出ている（注4）。さらに、これも東京都の調査によれば、建物の窓ガラスや屋外広告物・ウインド型クーラーなどが落下する危険があり、たとえば、避難道路沿いの3階建以上の建物7603棟のうち一部の落下のおそれがあるものは502棟（約7%）あり、千代田区のようなビジネス地区はもちろん、武蔵野市・文京区・中野区などにも、こうした危険建物が集中していた（注5）。

もうひとつ、住宅地や繁華街を襲う地震で心配なのは広域火災である。東京消防庁では、「南関東地震」が冬の午後6時に発生した場合、東京23区の出火件数は580にのぼると予想しているが、とくに品川・目黒・大田などの住宅地では木造建築物からの出火率が比較的高く、かなりの地域が延焼火災になると考えられている（注6）。

そしておそらく、膨大な数の自動車が地震火災を拡大し、また住民避難の阻害要因になるだろう。東京警視庁の調査によれば、東京に震度6の地震が発生した場合、地震直後には走行中の自動車の

表2 宮城県沖地震における負傷の内訳
仙台市医師会調査 — 医療受診者について

ガラスの破片によるケガ	22.2%
家具などの倒壊、落下物	21.5%
転倒	17.1%
衝突	4.6%
火傷	3.0%
その他（含内科的疾患）	31.6%

負傷者行動調査 — 医療受診者について
A 屋外負傷者の負傷原因

転倒、階段からの落下	38.0%
ブロック塀・門柱の倒壊	19.7%
落下してきた瓦・看板	8.0%
落下してきたガラス	8.0%
落ちたガラス	5.8%
仕事中の落下、機械・道具	4.4%
自転車・バイクで転倒	0.7%
その他	15.3%

B 屋内負傷者の負傷原因

落下してきた物	24.3%
家具などの倒壊	21.3%
落ちていたガラス	19.4%
転倒、階段から落下	10.2%
壁・天井などの破損・落下	8.4%
火・油・熱湯	4.7%
作業中の機械・道具	3.5%
その他	8.2%

資料：宮城県、『78宮城県沖地震
災害の教訓』、326頁より。

ほとんどが一時停止するが、ほぼ10分後からふたたび動きはじめ、30分後には、信号がストップしている交差点付近で動きがとれなくなるという。一方、地震火災は、地震発生から10分後くらいに隣の棟に延焼し、30分を過ぎると地域一帯に延焼していく。また、住民は大地震発生後20分くらいから行動を起こし、30分前後には多数の避難者が道路に集まってくる。大地震の発生から1時間ほど経つと、火災は大火の様相を示しはじめ、道路は多数の避難者によって混乱状況になる。そして地震から3時間前後には、道路に放置された自動車が次々と爆発をはじめ、道路上でも火災が荒れ狂うようになるという（注7）。

これはかなり恐ろしいシナリオだが、このシナリオが示唆しているのは、少なくとも木造家屋の密集地域では、3時間以内に避難しないと地震火災に巻き込まれる危険があり、この段階までに住民の避難を完了しなければならない、ということである。

しかし、このことはそんなに容易ではない。た

例えば、最近、筆者は暇をみつけては、「関東大震災」の体験者を訪ねて話を聞いているが、かれらのなかには地震直後にさっさと避難した人もいるものの、多くの人々は自分の家が危なくなるまでなかなか避難しようとせず、ぎりぎりの段階で初めて避難したという。また、現在東京には137か所の広域避難場所があるが、江東区・品川区・江戸川区の一部のように広域避難場所まで5キロ以上もあったり、さらに高齢化社会の発達とともに付添いや介護を要する老人の数も増えている。つまり、避難時の人間心理や過密都市東京の避難スペースの少なさ、あるいは社会状況の変化などのため、場合によっては多くの人々が地震火災に巻き込まれるおそれがなくもないのである。

さらにもうひとつ、直下地震が繁華街を襲った場合には、住宅街と同じく転倒物・落下物や地震火災の危険のほか、地下街・ターミナル・デパート・劇場など不特定多数の集合施設で、地震と同時に人々がいっせいに出口に殺到する「パニック」の危険がある。

現在、東京都内には、地下街が15ヶ所、20階建以上の建物が97、地下5階建以上の建物が58、劇場・映画館が113、キャバレー・ナイトクラブが190、百貨店・マーケットが3482、旅館・ホテルが2207もある(注8)。またある調査によれば、平日午後5時におけるこれら都市施設の滞留人口は、超高層ビル(世界貿易センタービル)が7300人、百貨店(高島屋)が1万1000人、映画館・劇場(帝国劇場)が2000人だったということであり(注9)、大地震が発生した場合には、こうした施設内での被災者はかなり多数になると予想される。いままで、わが国の地震災害ではほとんどパニックは起こっていないが、もしかりに直下地震直後に火災が発生したりガス爆発の危険が迫るといった状況では、避難をさせる群衆によって、こうした都市施設は大混乱におちいるかもしれない。

とくに、人々の潜在的不安が非常に高い地下空間では、地震直後に火災が発生すると深刻なパニックの起こることが十分に考えられる。たとえば、東京駅八重州地下街には火気使用場所が998ヶ

所もあり、新宿サブナード地下街には191ヶ所あるので、地震と同時にこうした場所から出火が起こる可能性は非常に高い。そして、もし出火が起これば、多くの人々が競って出口に殺到することになる。もちろん、地下空間にはふつう、非常電源やスプリンクラーが整備されているので、地震によってそれが大きな損傷を受けないかぎり、火災はすぐに消し止められるだろう。しかし、こうした施設における火災は、たとえ大規模火災に発展する危険は小さくても、人々の危機感をいっきょに高めてパニックの引き金になる可能性がある。しかも、こうした施設で地震時にかりに出火した場合、外来者への避難誘導體制がどうなっているかをみると、これも必ずしも十分とはいえない。とくに地下街には問題があって、地下街の店舗で働く従業員に対する調査によれば、避難訓練の経験がない従業員が66%もあり、また地震時に顧客を避難誘導できないと思っている人が31%もあったという(注10)。

要するに、不特定多数の集合する施設において、地震火災の防止策と従業員の防災教育が徹底しなければ、パニックの発生する可能性は決して少なくないといえるのである。

注1 「南関東地域地震被害想定調査の結果」、昭和63年中央防災会議資料。

注2 三菱地所株式会社提供資料。

注3 財団法人・都市防災研究所提供資料。

注4 東京都総務局災害対策部『昭和60年度区市町村防災事業の現況』。

注5 東京都都市計画局建築指導部「窓ガラス等の落下物実態調査結果の概要」平成2年。

注6 東京消防庁『地震時における地域別の総合出火危険予測と対策』昭和62年。

注7 警視庁警備部『避難道路の実態調査』昭和52年。

注8 東京消防庁提供資料。

注9 自治省消防庁『都市施設におけるパニック防止対策』昭和60年。

注10 東京消防庁『地下街に関する実態調査報告書』昭和54年。

[ひろい おさむ 東京大学新聞研究所助教授]

金融・経済へのインパクト

直下地震が与える国際的影響

織田 薫

南関東地域地震による被害額

1923年に関東大震災が発生して以来、70年近くが経過した。地震には周期性があると言われ、こうした周期性などにより、大地震が南関東地域にいつ発生しても不思議ではないという声も聞かれる。それでは、もし今、関東大震災級の地震が南関東地域を直撃した場合、被害はどの程度になるのでしょうか。

関東大震災級の地震が発生した場合の被害を想定したものに、1988年12月6日に国土庁から発表された「南関東地域地震被害想定調査の結果」がある。季節・時刻に関わる自然条件などにより3つのケースに分け、それぞれにつき被害を想定している(表1参照)。例えば、関東大地震と同規模(M7.9)の地震が秋の正午に発生した場合

表1 国土庁の主な被害想定結果

項目	ケース1(冬の夕方)	ケース2(冬の深夜)	ケース3(秋の正午)	
地表加速度	震度6以上に相当する地表加速度になる地域は全体の約36%			
建物被害	大破 387千棟(4.5%)、中破 419千棟(4.9%)			
火災	焼失棟数	260万棟(30%)	98万棟(11%)	257万棟(30%)
	罹災世帯	377万世帯(39%)	122万世帯(13%)	375万世帯(39%)
施設給設処被害	電気	43%	21%	42%
	上水道		32%	
	下水道		15%	
加入電話被害	37%	14%	37%	
中枢機能被害	震度は5(強)~6(強)になるが、焼失は0でライフラインに若干の被害が想定される。			
人的被害	死者	150千人	83千人	152千人
	負傷者	203千人	120千人	205千人

資料：国土庁、南関東地域地震被害想定調査の結果

(以下、「南関東地域地震」と呼ぶ)、液状化などによる建築物の倒壊は中破を含め80.6万棟、さらに東京圏の建築物の30%、257万棟が焼失、罹災世帯数は375万世帯に及ぶとしている。また、東京圏の42%の世帯で電気が使えなくなり、上水道は同32%、加入電話は同37%の世帯で利用できなくなると想定している。このように、南関東地域地震が発生した場合、非常に大きな被害が発生することが見込まれている。

国土庁の資料を前提に「南関東地域地震」による被害額を試算すると、89年度価格で93.6兆円となる(図参照)。被害額が最も大きいのは、道路・橋・港湾などの構築物であり約28兆円、次に住宅が約21兆円、住宅以外の建物が約20兆円などと考えられる。93.6兆円という金額は89年度の日本のGNPの23.5%にあたり、震災によりGNPの約4分の1の資産が一旦に消滅することとなる。

過去に発生した災害のうち被害額が最も大きかったのは関東大震災であり、89年度価格に換算すると約6.4兆円となる。「南関東地域地震」が発生した場合、被害額は関東大震災の約15倍に相当することとなる。

ただし関東大震災の被害額は当時のGNPの約4割に相当しているのに対し、「南関東地域地震」の場合は約2割である。GNP対比では「南関東地域地震」のほうが、関東大震災より

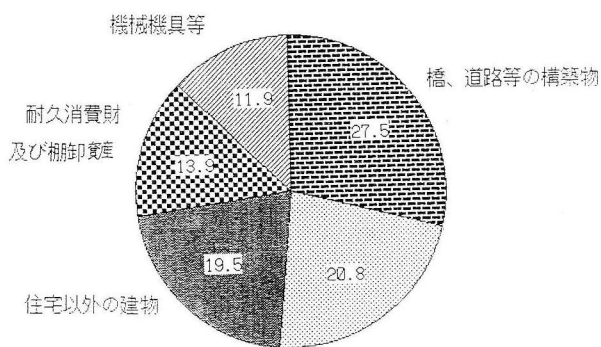


図 東京圏の被害額 (単位: 兆円) 合計 93.6 兆円
 (資料) 国民経済計算年報、県民経済計算年報最新号などを用い試算
 (注) 試算方法の詳細は、東海銀行調査月報 89 年 1 月号参照

も逆に小さくなるものと推定される。GNP を一
 国の経済的体力と見なすならば、日本は飛躍的な
 経済成長を遂げてきた結果、体力面では 1923 年
 当時よりも遙かに優っている。したがって、震災
 による被害額は「南関東地域地震」の方がかなり
 大きい、日本経済に与える衝撃度としては、体
 力が向上した結果、関東大震災よりも、むしろ小
 さいといえるだろう。

震災後の日本経済

震災後には、壊れた家屋やビル・工場などを修
 復するという動きがでてくる。こうした復興は、
 いつ頃から始まり、また、どの位のスピードで行
 なわれるのであろうか。

初めに、復興はいつ頃から始まるかを考えてみ
 よう。国土庁の想定によると、電気は東京圏の
 42%、加入電話は同じく 37% で使えなくなると
 している。例えば停電の影響として、我々は、普
 段でも雷などによる 20~30 分の停電で電車がス
 トップする、コンピュータが停止するというよう
 な混乱は経験している。電気が無いと人の移動が
 非常に不便であるばかりでなく、生産活動など経
 済的な行動を起こすことは不可能に近いというこ
 とが分かる。

また、加入電話が使用不能になった身近な例と
 して、1984 年 11 月 16 日の深夜に発生した東京
 都世田谷区の通信ケーブル火災事故が挙げられる。
 この事故は、地下に設けられた共同溝内で出火し、

通信用ケーブルが焼失したというものである。
 共同溝内のケーブルが焼失したことにより、世田
 谷区の加入電話が不通になったほか、金融機関の
 オンライン業務が停止するなど、経済・社会面に
 大きな混乱を及ぼした。東京圏には情報が集中
 しており、非常に多くの情報が地方から集められ
 、東京で判断され、東京からの指令で地方が動
 いている。例えば、工場にしても全国にあるが、
 実態として工場を動かす指令は東京から出ている
 場合が多い。したがって、電話回線が正常な状態
 に戻るまで、被害を受けた地域はもちろんのこと、
 被害を受けていない地方の生産活動にまで少な
 からず影響を与えるものと考えられる。

このように、電気・電話の機能がかなりの程
 度まで回復しないと、本格的な生産活動は開始
 されないと思われる。世田谷区のケーブル火災時
 における加入電話の回復状況をみると、仮復旧
 より全加入電話が開通するのに発生後から 8 日
 間も要している。「南関東地域地震」の場合、
 世田谷区のケーブル火災とは被害規模、範囲が大
 きく異なり、さらには電気などの使用不能も同
 時に発生する。したがって、復旧期間は世田谷
 ケーブル火災時よりも相当長くなることが予想
 される。ここでは、電気・電話などの機能障害
 の影響を考慮し、東京圏の生産活動は 1 か月間
 停止し、その後、約 3 か月間で徐々に回復して
 いくものと考えた。また、東京圏以外におい
 ても 1 か月間、生産活動が約 2 割程度低下す
 るものと想定した。

つぎに、どの位のスピードで復興が行なわれ
 るかについて考えてみよう。東京圏の国民総生
 産 (GNP) は日本全体の約 32% を占め、経済
 的特徴は第 2 次産業・第 3 次産業のウェイト
 が高いことである。しかし、東京圏で作られ
 る工業製品の出荷額のシェアは 1965 年には
 31% であったのが、87 年には 25% にまで
 低下している。こうした低下は、工場などの
 生産拠点が東京圏から東京圏以外へ移ってい
 ることを示している。東京圏内にある工場
 の数は 15.9 万であり、日本全体の 22% と
 大きなシェアを占めているが、東

表2 地震による工業製品出荷額への影響

[単位: %]

	東京圏のシェア	出荷額低下率		東京圏のシェア	出荷額低下率
出版・印刷	53.5	18.6	非鉄金属	22.5	7.8
皮製品	43.0	15.0	鉄鋼	22.5	7.8
精密機械	40.8	14.2	ゴム製品	20.5	7.1
石油・石炭製品	33.3	11.6	食料品	19.6	6.8
電気機械	31.4	10.9	パルプ・紙等	17.0	5.9
化学工業製品	29.7	10.3	家具・装備品	16.5	5.7
その他の製造品	28.1	9.8	窯業・土石	16.5	5.7
輸送用機械	24.8	8.6	飲料・飼料等	15.6	5.4
金属製品	23.6	8.2	衣服等	11.7	4.1
一般機械	23.5	8.2	木材・木製品	7.0	2.4
プラスチック	22.6	7.9	繊維工業製品	6.1	2.1

資料: 通産省, 工業統計表87年をもとに作成。

注: 出荷額低下率は, 東京圏のシェアに, 東京圏の非木造建築物の被害率34.8%を乗じたもの。

表3 南関東地域地震の日本経済への影響

[単位: %]

	前年度	初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
実質GNP成長率	5	-1	12	10	6	2	1	0
卸売物価上昇率	-2	7	13	9	3	0	0	0
消費者物価上昇率	0.5	5	8	7	5	4	4	4
為替レート (円/ドル)	138	145	165	190	200	200	200	200
経常収支 (億ドル)	845	452	-1	-119	-91	-27	18	77
財政収支 (兆円)	-11	-17	-19	-19	-19	-17	-18	-19

注: 地震は, 88年9月1日に発生したものと試算。

京圏のGNPシェアに比べると10%ほど低くなっている。

それでは, 東京圏ではどういった物が多く作られているのであろうか。日本全体に占める品目別の工業製品出荷額をみると, シェアの最も高いのが出版・印刷であり54%, 以下皮製品の43%, 精密機械の41%, 石油・石炭製品の33%と続いている(表2参照)。

震災が発生した場合, 東京圏のシェアの高い製品が大きな打撃を受け, 出荷額が低下するものと

考えられる。しかし, 東京圏のシェアが特に高い製品は, 復興とは比較的縁の薄い製品が多いといえる。シェアが40%を超える物は, 出版・印刷, 皮製品, 精密機械の3品目に過ぎない。復興に密接に関わってくると思われる, 例えば一般機械のシェアは24%, 鉄鋼23%, セメントは17%, 木材に至っては7%などとなっている。震災によって東京圏の供給が約3割低下するとしても, 例えば一般機械, 鉄鋼は8%, セメントは6%のシェア・ダウンとなるに過ぎない。また製品別の稼働率は概ね8割程度である。東京圏以外で稼働率を上昇させ, 供給を増加させれば, 地震による東京圏の出荷額の低下を十分にカバーできるものと考えられる。このように「南関東地域地震」が発生しても, 供給能力に大きく支障をきたすということはあまり考えられず, また輸入代替が可能なものも多くあるため, 供給面から日本経済が深刻な打撃を被るということはないものとみられる。すなわち, 「南関東地域地震」が発生し, 巨大な復興需要が生じても, その復興需要に応えるだけの供給力があり, 復興は急ピッチで進められるものと考えられる。

以上のことを前提に, 震災後の日本のマクロ的な姿を予測してみた(表3参照)。震災後の日本経済は一転してマイナス成長になるものと予想される。これは, 東京圏を中心に経済活動が一時的に麻痺するためである。しかしながら, その後は住宅投資・設備投資などを中心とした莫大な復興需要の発生に伴い, 高い成長が見込まれる。ただし, 復興需要が徐々に下火になる5年程度後にな

ると、景気は再び急速に冷え込むこととなろう。卸売物価・消費者物価は、復興需要の発生に伴い一時的に高くなるが、地震発生の翌年をピークに徐々に落ちていくものとみられる。

一方、経常収支の黒字幅は、震災に伴う緊急輸入の増大により急速に縮小しよう。地震発生後の2年目には、経常収支は赤字に転落し、その後4年間は赤字あるいはゼロに近い水準になることが見込まれる。為替レートは、経常収支の悪化に伴い円安方向に振れることとなろう。1ドル200円程度にまで円安になるものとみられる。また、財政赤字幅も、災害復旧による歳出増などにより、大幅に拡大することとなろう。

金融面への影響

「南関東地域地震」が発生した場合、その直後に支払い延期令（モラトリアム）が発令されるものと考えられる。支払い延期令とは、非常事態に際して国家が金銭債務者のために、法令によって一定期間、金銭債務支払いの延期を認めることである。例えば、企業間の期日到来の売掛金・買掛金の決済を、一定期間後にまで延期する、あるいは住宅ローンの支払いを一定期間猶予するというものである。

支払延期令がなぜ発令されるかという点、支払い延期令が発令されない場合には、企業の連鎖倒産が発生するものと考えられるからである。関東大震災時にも、震災から6日後の9月7日に勅令404号として9月1日から1か月間の支払い延期令が発令されている。この延期令は、銀行に限らずすべての金銭債務を対象とし、対象地域は震災地（東京圏と静岡県）に限られるというものであった。

関東大震災時と今回の予測とで大きく異なる点と考えられるのは、支払い延期令が日本全国に及ぶ可能性が非常に高いということである。これは、手形交換の8割強が東京手形交換所に集中するなど金融機能の東京一極集中化が進んでいるためである。このように、支払い延期令は全国に及ぶため、日本全体の経済活動が金融面から一時的にス

トップする可能性がある。

また関東大震災後には金融恐慌が発生した。「南関東地域地震」が発生した場合にも、同様に金融恐慌が起こり得るのであろうか。

関東大震災後に金融恐慌が発生した主な原因は、①政府が震災後、外貨ポジションの悪化、財政赤字の拡大などから引締め政策を余儀なくされたこと、②金融機関の経営基盤が脆弱であったこと、などである。これに対し、現在は、①経常収支黒字国であり、外貨準備額は豊富であること、②銀行の経営は当時より格段に健全であること、という2点で当時と大きく異なっている。日本の外貨準備高は90年3月末で735億ドルとなっており、「南関東地域地震」が発生した場合に、外貨ポジションの悪化から引締め政策を余儀なくされるといふ事態はあまり考えられない。また、金融機関の経営基盤も1923年当時に比べれば格段に強固なものとなっている。1923年当時は、金融機関（普通銀行）が1,701行を数え、うち少額資本金銀行（公称資本金100万円未満）が7割弱を占めるなど乱立状態にあった。90年3月末における全国銀行の数は155行に過ぎない。さらに、企業の生産活動も復興景気により回復していくと考えられることから、金融機関が経営の悪化から倒産し、金融恐慌が発生する可能性は極めて少ないといえよう。

世界の金融・経済への影響

日本は世界最大の債権国であり、大幅な経常収支黒字を抱えるなど、日本の国際経済に占める地位は高い。また、経済・金融のグローバル化は、急速なスピードで進行している。このため、日本経済の受けるインパクトが世界中へ波及する可能性もあろう。東京は日本および世界の金融・経済の中心地の一つであるからである。

震災が及ぼす世界の金融・経済への影響は、複雑であり多岐にわたるが、ここでは主な影響のうち、特に重要と思われるジャパン・マネーの影響について考えてみたい。

アメリカの経常収支赤字幅は、1989年におい

表4 主要国の実質GNP低下率

[単位: %]

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
世界の实質GNP	-0.3	-0.9	-1.5	-2.1	-2.4	-2.6
アメリカ	-0.5	-1.2	-1.9	-2.3	-2.7	-2.6
日本	0.0	-0.1	-0.4	-0.9	-1.5	-2.2
EC	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.1
カナダ	0.0	-0.7	-1.4	-1.9	-2.2	-2.4
フランス	-2.9	-6.9	-10.6	-13.1	-13.6	-12.1

注1: 日経世界モデルにより試算

注2: 地震は、88年9月1日に発生したものと試算

て1,100億ドルとなっている。したがってアメリカは、この巨額の経常収支赤字に対し、たえずそれに見合う資金を調達しつづけなければならない。89年におけるアメリカの資本流入額は2,147億ドルとなっており、うち海外からの国債購入は約300億ドルとなっている。これに対し、89年の日本の対米投資額は571億ドルとなっており、対米投資のなかでは証券投資の割合が高く、約2分の1を占める。このように、ジャパン・マネーはアメリカの双子の赤字ファイナンスに非常に重要な役割を果たしていることがわかる。

「南関東地域地震」が発生した場合、地震発生後2年目に経常収支は赤字に転落し、その後4年間赤字あるいはゼロに近い水準がつづくものと推定される。さらに地震の場合、復興需要のための資金が必要となるため、資本流出額が激減する可能性がある。すなわち、対米投資、なかでも米国債購入などが大きく減少することが予想される。

日本の資本流出額が半減すると仮定し、世界経済への影響を試算してみた(表4参照)。日本の資本流出額が大幅に減少することにより、世界経済の成長率(実質GNP)は大きく低下することとなる。これは、日本の資本流出額が減少することにより、アメリカの国債価格、株価などを低下させるとともに金利を上昇させ、景気をスローダウンさせるためである。また、その影響は、アメリカの金利上昇、景気スローダウンを通して世界各国へ波及することとなる。特に、累積債務国やアメリカとの関係が強い国々への影響が著しい

といえよう。

震災の経済的問題点

1923年の関東大震災のときには、震災によるショックから立ち直れず、結局は長い不況に陥ったが、「南関東地域地震」が発生した場合には、一時的に景気は悪くなるものの、その後景気は逆に良くなっていくと思われる。

しかしながら、景気が良くなるから、それで良いというわけではない。国土

庁の想定によれば、「南関東地域地震」により15.2万人の尊い命が失われ、負傷者は20.5万人、罹災世帯は375万世帯に及ぶとしている。また震災直後には、多くの世帯で電気・ガス・水道・電話が使用不能となろう。現代社会において電気・電話などは経済・社会に必要な欠くべからざるものであるだけに、経済・社会への混乱は想像しがたいものとなろう。

一方、震災後の好況は、物が壊れ、それを修復するためフローとしてのGNPが伸びるだけに過ぎない。すなわち、復興に要した資金を新規の設備投資・公共投資などに振り向けた場合、新たに積み上がったであろうストック、例えば新しい道路・ビル・設備などを失うことになる。

さらに、再建途上にある財政も、再び赤字幅を拡大させることとなろう。もちろん、緊急事態に対する財政支援は積極的に行なう必要があるが、日本の財政は現在においてさえ他の先進国に比べても健全性に見劣りがする。地震の影響を軽減するための財政出費は、結局、後世代の負担を増すことになることは間違いない。

また東京圏に地震が発生すれば、その影響は日本だけにとどまらず、海外にまで及ぶ可能性が高い。アメリカ・中南米諸国などでは、財政赤字・経常収支赤字削減のために努力が続けられているが、東京圏に地震が発生することにより、こうした努力を無にし、世界の人々を経済的苦境に追い込む危険性がある。そのとき、地震による被害を最小限度にとどめる努力が、全くなされていなか

った場合、国際的にも非難を浴びる恐れがある。

東京圏直下型地震とその影響

「東京圏直下型地震」の発生する確率がかなり高まっていると言われている。今までは、「南関東地域地震」という広域地震を想定していたが、「東京圏直下型地震」が発生した場合も、同様な被害および影響を及ぼす可能性があるのではあろうか。

「東京圏直下型地震」が発生した場合、確率としては低いものの、「関東大震災」級の災害となる可能性のあることが、日本大学の力武常次教授によって指摘されている。事実『日本地震史料』によると、1855年に発生した東京圏直下型の安政江戸地震(M6.9)は、死者1万人、家屋の倒壊1万4,346戸という大きな被害をもたらした。

もちろん、地震の被害は、規模・発生時刻などが変われば大きく異なり得る。国土庁の被害想定においても、「南関東地域地震」が冬の深夜に発生した場合では、その被害は夏の正午のケースに比べ、焼失棟数・罹災世帯数は約3分の1程度に収まるとしている。したがって、「南関東地域地震」による被害および影響の想定は、あくまでも一つのシナリオに過ぎない。しかしながら、間近に迫ったと言われる「東京圏直下型地震」が発生した場合においても、先に想定した「南関東地域地震」のシナリオと同様、あるいは、それ以上の被害および影響がもたらされる可能性のあることは否定できないものと考えられる。

求められる東京一極集中の是正

「南関東地域地震」「東京圏直下型地震」にかかわらず、「関東大震災」級の地震が東京圏に発生すれば、大きな被害が発生することは確かである。重要なことは地震による被害を最小限度にとどめるためには何が必要かということである。

地震による被害は、火災の発生により増幅される面が強い。国土庁の被害想定でも、地震による直接被害よりも、火災により発生する被害のほうが圧倒的に大きい。このため、火災防止への対応

策に万全を期すことは、まずもって必要である。

しかしながら、「南関東地域地震」が発生した場合、被害が大きくなる根本的な原因は東京圏への一極集中にある。東京圏へは政治・経済・金融・情報の諸機能が集中しており、他の地域にはそれをすべて補完する機能はないといえよう。今や、東京圏の経済規模は、イギリス、イタリアを凌ぎフランスとほぼ肩を並べるほどとなっている。このような一極集中化した東京圏に大きな地震が発生すれば、被害が大きくなるばかりでなく、その影響は日本全国および世界へと拡がるものと考えられる。しかもその際、政府中枢機能が混乱し、政府の対応が遅れる、あるいは機能しないというような状態が生ずれば、震災後の混乱は更に大きくなる危険性がある。

地震による被害を最小限度にとどめるだけでなく、国際的な立場からも、首都機能の移転などにより、東京圏一極集中を是正していくことが必要不可欠である。[おだ かおる 東海銀行調査部主任]

『資料・日本の地殻水平歪』 限定部数複製頒布のお知らせ

本書は、国土地理院の承認を得て、同院の技術資料F・1 No.6 [日本の地殻水平歪] を、当財団が研究資料として研究者の利便を目的とし、その複製版を限定発行したものです。

ご希望の方々のために、下記のような実費頒布を致しております。お問合わせ下さい。

日本の地殻水平歪 国土地理院編

- 体裁 上製・証判 本文 133頁 2色刷
付録 カラー歪図 2編
- 頒布実費 [送料を含む] 20,000円
- 申込先
〒101 東京都千代田区神田美土代町3
財団地震予知総合研究振興会
☎03-295-1966 FAX03-295-1996
- 郵便振替口座 東京1-109120

なお、限定部数のため、在庫も少数となりましたので、お問い合わせ下さい。

財団法人 地震予知総合研究振興会
〒101 東京都千代田区神田美土代町3

損害保険はどうなる？

直下地震と保険

長島秀隆

はじめに

中央防災会議の地震防災対策強化地域指定専門委員会（座長：萩原尊禮・東京大学名誉教授）の公式見解によると、「南関東地域では、マグニチュード7クラス、震源の深さ40キロメートルから50キロメートルの中規模ながら局地的に大きな被害をもたらす直下型地震の発生は、ある程度の切迫性がある。いいかえると、東京直下のプレート境界面近くで、マグニチュード7程度の地震（インタープレート地震）が、10年から20年後には発生する可能性が強いということである。ただし、首都圏は、人間活動が盛んであることとタンクローリーやダンプカーなどの車両の振動あるいは、電車などからの電氣的ノイズが多いため、この予想されている地震についての前兆現象の把握が困難なことから、その予知については、よほどの研究が進まない限り不可能である」とされている。

さて、地震が発生した場合には、とっさの火の始末と、整然とした避難行動が大切と言われている。とくに、津波や噴火の恐れのある場合には、普段より確認しておいた安全な場所への素早い避難行動が大切である。

ところで、予想されているような首都圏直下型地震が発生した場合の保険会社などの対応、とくに保険金の支払いはどうなるのだろうか。

火災保険では地震による損害は補償されない

住宅や家財が火災や爆発によって損害を被った場合、住宅火災保険や住宅総合保険などのいわゆる「火災保険」の契約がしてあれば、その損害は

補償される。しかし、地震や噴火、津波を原因として火災や爆発が生じ、それによって損害を被った場合、その損害はこれらの保険では補償されない（ただし、「地震を原因とする火災」に対しても火災保険契約者に対して何らかの補償を成すべきであるとの観点から昭和59年より『地震火災費用保険金』という制度が導入され、現在では『地震によって契約物件が半焼以上の損害を受けた場合』に火災保険金額の5%（住宅の場合の限度額は300万円）の保険金が支払われることになっている）。

本稿では、「地震保険に関する法律に基づく地震保険（以下、『地震保険』という）」についてのみ取り上げる（したがって、『地震保険』をつけることができない、工場、事務所など居住用建物でない建物や商品などの地震による損害を補償する「地震危険担保特約」については触れない）。

『地震保険』で補償される損害

では、どのような損害を受けた場合に、その損害が『地震保険』で補償されるか。

- 地震の揺れによって建物が損壊した場合、
- 地震で発生した火災によって建物や家財が焼けた場合、
- 津波によって建物や家財が損壊あるいは流失した場合、
- 噴火に伴う溶岩や火山灰や爆風によって建物や家財が損壊あるいは埋没した場合、

ということになっている。いいかえると、『地震保険』とは、地震もしくは噴火またはこれらによる津波（以下、「地震など」という）を原因とする火災、損壊、埋没、または流失によって生じた損害を補償する保険のことをいう。

困難な問題を乗り越えての『地震保険』誕生

もともと、日本は世界有数の地震国であり、地震に対する人々の関心は昔から非常に高く、長い間『地震保険』の必要性が叫ばれていた。しかし、『地震保険』を制度として実施するに当たり、

- 地震による損害は、ときとして巨大なものとなる可能性があり、保険会社の力では補償しきれないことがある。
- 地震は、その発生する度合いや損害の大きさを統計的に把握することが難しく、それらを把握しようとするためには長い観察期間が必要である。
- 地震の発生は地域的にかたよがりがあり、地震の危険が大きい地域の人々だけが保険契約をする可能性がある。いいかえると、地域的逆選択が生じやすい。
- 地震が小刻みにつづいた直後、あるいは、大地震の前触れがあった時期だけに保険契約をする可能性がある。いいかえると、時間的逆選択が生じやすい。

などのような困難な問題が想定されていたため、昭和41年まで『地震保険』は誕生しなかった。

『地震保険』の一部を政府が再保険

昭和39年6月、新潟県を中心に発生した地震、いわゆる「新潟地震」による大きな被害は、政府ならびに保険業界はもとより一般の人々の間にも『地震保険』の必要性を強く認識させることになり、こうした事情を背景に、国民生活一般の安定に寄与することを目的として、「地震保険に関する法律（法律第73号）」が昭和41年5月18日に公布・施行され、この法律に基づいて、同年6月1日、我が国で初めて『地震保険』が実施されることになった。

このとき、前に述べたような困難性を少しでも排除しようということから、いろいろな解決

策がなされたが、その一つに『地震保険』制度の特徴として、保険会社が引き受けた保険責任の一部を政府が再保険という形で補償するという制度が設けられた。

この制度は、専門的にいうと、「超過損害額再保険」とよばれるもので、「保険会社が政府へ保険料を納めることにより、1回の『地震など』により生じた損害に対し支払う保険金の額が一定の金額を越えた場合に、その越える額について政府が保険会社へ保険金を支払う」というものである。

この再保険制度による政府と保険会社とを合わせた1回の「地震など」により生じた損害に対し支払われる保険金の総支払限度額は、創設時には3000億円であったが、昭和47年5月には4000億円、昭和50年4月には8000億円、昭和53年4月には1兆2000億円、さらに昭和57年4月には1兆5000億円（ただし、政府の支払限度額1兆2715億円、保険会社の支払い限度額2285億円）と増額され現在に至っている。

政府と保険会社の保険金支払い責任分担を図1に示す。

『地震保険』の契約方法

前に述べたような困難な問題の解決策の一つとして、『地震保険』は単独での契約をできないようにして、「火災保険」に付帯して契約する制度がとられた。

また、もう一つの解決策として、「大規模地震対策特別処置法」に基づく「警戒宣言」が発せられた場合には、「警戒宣言」が発せられた地域に所在する物件については、『地震保険に関する法律』により新規の契約はできない。また、地震発生直前で被害の見込まれる地域の駆け込み契約は

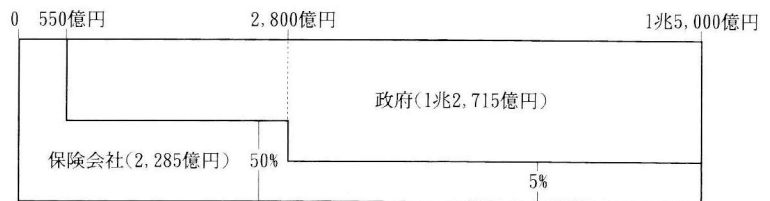


図1 政府と保険会社の保険金支払い責任分担

排除される。現在この対象となるのは、「東海地震」に対する「警戒宣言」のみである。ただし、この期間に満期を迎えた契約については、保険金額が同額以下であって、同じ契約内容であれば、継続して契約ができる。

『地震保険』の契約の対象

「地震保険」における契約の対象は、居住用建物いわゆる専用住宅および併用住宅（以下、「建物」という。）および生活用動産（以下、「家財」という）である。

「建物」には、門・へい、かきまたは物置・車庫、その他の付属建物を含めて『地震保険』をつけることができる。

また、「家財」であっても、1個または1組の価格が30万円を超える貴金属、宝石、書画、骨とうなどの高価な物や、稿本、設計書、ひな型、自動車、通貨、有価証券、預貯金証書、印紙、切手なども『地震保険』をつけることはできない。

これらのことは、『地震保険』が地震による被災者の生活の安定に寄与することを目的に創設された保険で、庶民の日常生活の復興に重点をおいているためである。

『地震保険』の保険金額の決め方

『地震保険』の保険金額は、創設時は「火災保険」の保険金額の30%のみであったが、現在は30%から50%の範囲で決めることができる。

ただし、建物は1000万円、家財は500万円が限度。

損害の程度と支払われる保険金

『地震保険』で支払われる保険金は、損害の程度により、

(1) 「建物」の場合

全損 「建物」の主要構造部（軸組・基礎・屋根・外壁）の損害額が「建物」の時価額の

50%以上の損害を被った場合または「建物」が焼失あるいは流失した部分の床面積が延べ床面積の70%以上である損害を被った場合、もしくは地震による地すべり・山崩れ・崖崩れなどにより急迫した危険性が生じ、「建物」が居住不能になった場合に「全損」としての保険金が支払われる。保険金は保険金額の全額（100%）。

半損 「建物」の主要構造部の損害額が「建物」の時価額の20%以上50%未満の損害を被った場合、または「建物」が焼失あるいは流失した部分の床面積が延べ床面積の20%以上70%未満である損害を被った場合に「半損」としての保険金が支払われる。ただし、損害を受けた「建物」を原状に回復するため、地盤などの復旧に直接必要とされる最小限の費用を、一定の条件のもとに主要構造部の損害額に含める。保険金は保険金額の50%。

(2) 「家財」の場合

全損 「家財」の損害額が時価額の80%以上である損害を被った場合に「全損」としての保険金が支払われる。保険金は保険金額の全額（100%）。

全損に至らない損害 「家財」の損害額が全損に至らない場合で、それを収容する「建物」が「全損」または「半損」に該当する損害を受けている場合に「全損に至らない損害（以下、『部分損』という）」としての保険金が支払われる。保険金は保険金額の10%。

ただし、『地震保険』では1回の「地震など」による支払保険金の合計額が1兆5000億円を越えると保険金を削減される場合がある。このことは、先に説明した「超過損害額再保険」制度による支払い責任限度額が、将来想定される「関東大地震」クラスの地震に際して、その被害の補償に対応できる体制となっているにもかかわらず、不幸にして予想以上の損害を生じて、やむなく保険金が削減されることがあるということである。

地震発生時の損害処理

ところで、予想されているような首都圏直下型地震が発生した場合の保険はどうなるのであろうか？

地震発生時の保険契約者へのサービスなどの充実をはかるため、「地震保険損害処理総合基本計画」を策定し、これに基づき「平時における準備対策」として、演習および研修などを実施している社団法人日本損害保険協会（以下、「損害保険協会」という）によると、損害査定処理の方法について、

「ひとたび地震が発生すると、一時に大量に罹災物件が発生することが多く、これの損害処理を的確、迅速かつ被保険者相互間の公平を保ちつつ、保険金を早期に支払うため、地震保険の損害処理は損害保険業界あげて協力または共同体制をとって行うことになっている。

これには、大規模地震の場合にとられる損害査定処理の方法である『共同査定』と、中規模以下の場合にとられる損害査定処理の方法である『準共同査定』とのいずれかの査定処理が行われることになっている」としている。

それでは、予想されているような首都圏直下型地震が発生した場合はどうであろうか？ この地震による被害地域はおそらく関東の各都県に及ぶ

主契約の「火災保険」の保険金額が、「建物」2,000万円、「家財」1,000万円、付帯契約の『地震保険』の保険金額が、「建物」1,000万円、「家財」500万円の場合に支払われる「火災保険」の地震火災費用保険金と『地震保険』の保険金の例。

被災の原因	地震による火災が原因の場合				地震による火災以外が原因の場合			
	「建物」		「家財」		「建物」		「家財」	
保険の目的								
損害の程度	全損	半損	全損	部分損	全損	半損	全損	部分損
「火災保険」の地震火災費用保険金	万円 100	万円 100	万円 50	万円 50	万円 0	万円 0	万円 0	万円 0
『地震保険』の保険金	万円 1,000	万円 500	万円 500	万円 50	万円 1,000	万円 500	万円 500	万円 50
保険金合計	万円 1,100	万円 600	万円 550	万円 100	万円 1,000	万円 500	万円 500	万円 50

注1：「火災保険」では、契約物件が地震により半壊以上の損害を受けた場合に「地震火災費用保険金」として、「火災保険金額」の5%の金額が支払われる（住宅の場合の限度額は300万円）。

注2：「部分損」は、「全損に至らない損害」を意味する。

ものと思われ、地震保険契約者への保険金支払いのための損害の査定処理は、被害地域全域にわたり損害保険会社全体による「共同査定」が行なわれ、保険金については契約している保険会社より支払われることになるであろう。

また、「共同査定」が実施されることになると、「共同査定実施計画」に基づき「地震保険損害処理対策本部」（以下、「対策本部」という）が「損害保険協会」内に設けられるとともに「対策本部」に付随して「保険相談室」「保険相談コーナー」が設けられ、保険相談および苦情などについて処理される。さらに、ラジオ、新聞、テレビ、広報車、掲示版などの広報媒体を使い「災害見舞広告」「共同査定調査団本部および支部設置の案内」「損害の査定業務進捗状況の案内」「保険金支払い案内」などの広報がされることになる。

おわりに

以上『地震保険』の制度についての概要と、直下型の地震が発生した場合の『地震保険』の対応についての概略を記したが、内容が、原稿依頼者の趣旨に沿ったものであるかどうか疑問とするものである。

今までも『地震保険』については、保険審議会などにおいて活発な論議がされており、答申などに

沿って保険の内容が除々に改善されてきてはいるが、まだ満足のいくものとは言えない。今後さらに、社会のニーズに沿い、より充実した『地震保険』の制度が確立されていくことが期待される。

最後に、『地震保険』で保険金が支払われる一例を示しておく。

[ながしま ひでたか 損害保険料率算定会災害研究部第2課長]

災害は進化する

直下地震への危機感

柳川喜郎

不気味な“地下の平和”

危険な一極集中

「濃尾地震」が起きてから来年でちょうど 100 年になるが、この一世紀に全国で発生した死者 1000 人以上の被害大地震は 10 回である。だが、この一世紀の間といっても 10 回の被害大地震の最後は昭和 23 年の「福井地震」で、それ以後は起きていない。つまり、過去一世紀の被害大地震は、ほぼ前半に偏り、この半世紀ちかくは異常と思えるほどの“地下の平和”がつづいているのである。

東京の“地下の平和”は、それ以上の長期間にわたっている。過去一世紀に東京で起きた震度 5 以上の地震は 12 回だが、このうち、11 回は昭和 4 年までの前半に発生し、後半は昭和 60 年の 1 回だけである。この昭和 60 年の震度 5 は、限りなく震度 4 に近いものといわれているが、いずれにしても不気味な偏りではある。

“地下の平和”がつづくことは、たいへん結構なことだが、問題は長期間の“地下の平和”の間に東京がハード面でもソフト面でも大きく変貌していることである。皮肉なことに、この“地下の平和”が首都圏の地震耐性を脆弱化させ、危機を招いているのである。

たしかに首都圏では、この半世紀あまり、都市の不燃化が進み、消防力も強化されている。だが、地震災害のバルネラビリティは著しく増大している。それなのに多くの人々は平和に慣れて、破局が近づいていることに気づこうとはしない。大いなる危機感をもたざるをえない所以である。

最大の問題は、とどまるところを知らぬ東京への一極集中である。「関東大震災」のころ、東京の周辺には横浜・横須賀・千葉など、少数の都市があっただけだが、いまでは首都圏として切れめなく都市がつながり、首都圏としての人口は当時の 9 倍にのぼっている。その過密な集積度は限界に達している。地震発生時の広域避難場所にしても、数・面積とも不足しているが、地下高騰で増設・拡張はお先まっ暗である。

ヒト・モノ・情報の過度の一極集中を排除し、大地震災害を軽減しようと、首都機能移転の論議がでているが、論議だけで実行はいっこうに進んでいない。それどころか、東京首都圏の一極集中をさらに加速するプロジェクトが急ピッチで進行している。東京湾を埋め立て新しい都市を建設する計画、ウォーター・フロント開発計画は、その典型である。東京都の「臨海副都心計画」、横浜市の「みなとみらい 21 計画」、千葉県の「幕張新都心計画」など、めじろおしの状態で計画が進行中である。

これらのウォーター・フロント開発計画の最大のモチベーションは、いずれも地価高騰による土地確保であって、首都圏への一極集中を抑制し、来るべき大地震、とくに切迫度の高い直下型地震へ備える配慮は、ほとんどなされていない。

土一升、金一升の世の中で、海を埋め立てて土地をつくり無から有を創りだす錬金術ともいえるべきウォーター・フロントのプロジェクトだが、軟弱地盤で液状化現象が予想される埋立地が地震に弱いことは、「メキシコ地震」「ロマ・プリエタ地震」などで立証されている。「最近では地盤改良

の技術・工法が進歩しているから大丈夫」ともいうが、軟弱地盤での構造物が地震時にどう動くのか、十分に解明されたとはいえない。液状化現象についても、そのメカニズムでさえ詳細には判ってはいないのが現状である。かなり有効な液状化対策の工法は開発されているが、コストとのかね合いで、実際に十分な施工が行なわれるかどうかは、これまた別の問題である。

そうした不透明さが残るなかで、ウォーター・フロント計画は十分な吟味がなされないまま、遮二無二に進んでいる。「東京臨海副都心計画」は21世紀初頭に完成の予定であるが、21世紀初頭といえば、首都圏直下型地震発生の蓋然性が高くなるころでもある。バラ色の超近代都市は誕生したとたんに、砂上の楼閣に変ずる危険性もあるのだ。それにしても、どのウォーター・フロント開発計画にも、首都圏の地震情勢を占う地震学者がほとんど参画していないのは、なぜなのだろうか。奇妙なことではある。

もう一つの問題点は、こうしたいわくつきの人工造成地に、人間でいえば脳にあたる情報通信ネットワークの拠点をつくることである。「東京臨海副都心計画」の中心となる青海地区には、地上100メートルのテレコムセンター、金融活動の国際取引業務ゾーン、通信・ソフトウェアの情報業務ゾーン、放送・出版などのマスメディア・ゾーン、シンクタンク・リサーチセンターなどをふくめた「東京レポート」が建設される。「21世紀の情報都市」をめざす「みなとみらい21計画」でも、国際的情報の発信基地となるレポートの建設が予定されている。

情報・通信の核はコンピュータ・ネットワークだが、東京には全国のコンピュータの3分の1の12万台が集中している。ウォーター・フロント計画によって、さらなるコンピュータの集中が進むことになる。コンピュータは火にも水にも地震にも弱い。しかも、軟弱地盤上でのネットワークの展開である。

「関東大震災」で東京・横浜は壊滅的な被害を受けたが、東洋の島国の首都の大災害として世界の同情は集めたものの、国際経済へのインパクト

はさほどではなかった。しかし、いまの東京はロンドン・ニューヨークとならぶ国際金融情報センターであり、別稿にもあるように東京の情報機能のダメージが世界経済に及ぼす影響は甚大である。

潜在的な危険は、水辺だけではない。首都圏への一極集中一地価の高騰一宅地の取得難から、東京西部から川崎・横浜にかけての丘陵地は、この30年間に急速に宅地化が進んでいる。丘陵地の尾根を切りとって谷に盛り土をする宅地造成は、水辺の埋め立てと同様に人工の軟弱地盤を新しくつくることである。尾根を切りとった根山の部分はともかく、谷に盛り土をした部分の宅地は地震の震動に脆弱である。昭和53年の「宮城県沖地震」での仙台周辺の新興住宅地の被害は、そのことを明確に立証している。

東京の多摩丘陵の新興住宅地では、盛り土の地域が40%を占めている。盛り土の厚さは20mもある所もある。しかし、宅地造成前の地形はまったくわからなくなっていて、住人たちも知らない。「地下の平和」が終るとき、新興住宅地がどうなるか初めてわかるだろう。

崩壊のおそれがある急傾斜地は、もっと危険であろう。家屋圧壊の可能性がある高さ5~6m以上のガケは各地に多数あり、対策は著しく不十分である。急傾斜地崩壊危険個所の指定も地主の反対にあって思うに任せず、次々と家が建てられている。いずれも、久しく大地震がなかったための危険を秘めた変貌である。

ハードの変貌

首都圏に大地震がない間に、新しいものが次々と登場している。超高層ビル・高速道路・新幹線・地下街・コンビナートなど、大型の構造物からブロック塀・自動販売機といった身近なものに至るまで、いずれも大地震の洗礼を受けていないものである。

たとえば、超高層ビルである。超高層ビルはコンピュータによる動的地震応答解析によって綿密に計算され、高度の技術によって設計施工されているから安全であるという。しかし、超高層ビル

の耐震設計には安全性の基準として、工学的に定量化されたものはない。安全かどうかは設計者の総合判断に委ねられている。

設計に用いられる地震波は、それまでに得られた強震計の記録である。「メキシコ地震」のとき、埋立地では2秒～3秒の長周期の地震動が1分以上つづいた。首都圏でも、こうした長周期の地震動が発生しやすいと考えられている。予測を超える地震動が発生したとき、超高層ビルはどういうふるまいをするのだろうか。ビルの構造体に重大な被害がでないとしても、室内の家具類の転倒、設備の変型などは考えられる。“未知との遭遇”というべきだろう。

一般のビルの耐震性は、「十勝沖地震」「大分県中部地震」「宮城県沖地震」などの苦い経験から、建築基準法施行令が再度にわたって改正されて以来、かなり良くなってきているが、問題はそれ以前の昭和30年代後半から40年代の高度成長期に建てられたビルである。来るべき直下型地震に耐えられるかどうか、それは誰も知らない。最近のビルでも気になるのは、優美さと華麗さを競いあっていることである。とくに商業ビルは、見栄えのよいイメージや使い易さという機能性に重点をおき、地震のとき耐震性を発揮する壁や柱が軽視されているような気がする。素人の杞憂であれば良いのだが…。

「サンフランシスコ地震」では、高架二層式の高速道路880号が破壊され、走行中の自動車が押しつぶされて惨事となった。首都高速道路公団では「東京の高速道路の橋脚は『関東大地震』以上の揺れにも耐えられるよう設計されている。液状化地盤の下まで杭を打ちこんであるので大丈夫」という。だが、橋脚の強度はともかく、液状化対策については疑問である。

液状化現象が地震災害として最初に注目を集めたのは、昭和39年6月の「新潟地震」からである。その「新潟地震」が起きたとき、東京の都心から羽田に至る軟弱地盤帯を走る高速道路は、完成間近かであった。少なくとも、この高速道路の設計や施工にあたっては、液状化現象は視野の外にあったはずである。それに「液状化地盤の下ま

で杭が打ってある」というが、液状化現象によって杭が折れた例はいくらでもあることは、最近の知見で明らかである。

サンフランシスコ湾岸地域の高速道路は路幅が広く、路肩の余裕を使って車線をふやしたり、バイパスを使うなどして、交通の大混乱は起きなかったが、東京の道路事情からみると、高速道路が数か所でも被害が生じたら、おそらく大混乱は必至であろう。

「関東大震災」のころ、首都圏の建物のほとんどは平屋建か二階建であったが、いまでは都市部はもとより、郊外の商店街などでも三階建以上の建物が並んでいる。この数十年間の大きな変化である。来るべき大地震のさいには、落下物による新型災害が心配される。“頭上の恐怖”である。

東京都では昭和55年度から、地震の際に落下する恐れのある三階建以上の建物の外壁・広告物・窓ガラス・クーラーなどの調査をしている。その結果、昭和62年度までに行なわれた避難路沿いのビル・繁華街・オフィス街の調査では、調査対象6万棟のうち、震度5の地震で落下物の恐れがあるのは17%、その後行なわれた区部の商店街・住宅街の調査では、調査対象9千棟のうち、8%に危険ありとなっている。

去年、北九州市の団地で、突然、タイル張りの外壁が崩落し、3人が死傷するという事故が起きた。同じようにコンクリート壁にモルタルを塗り、タイルを張りつける工法は、高度成長期の昭和40年代から50年代に建てられたビルや共同住宅で、一般的に用いられたものだという。北九州の事故は自然に起きたものだが、首都圏で大地震が起きたとき、ビルや団地の外壁は大丈夫なのか、残念ながら体系的な研究や調査は行なわれていない。

いままた好況に支えられて、首都圏では建設ラッシュがつづいているが、道路にはみ出すようにして立っているクレーン車も潜在的な“頭上の恐怖”であろう。

危険は屋外ばかりではない。東京都の調査によると、一般の住宅で家具類を止め金などで固定しているのは、14%に過ぎない。賃貸住宅なので壁

に傷をつけられない、体裁が悪い、壁がコンクリートで固定がしにくい、といったことが理由というが、やはり最大の理由は、絶えて久しく地震らしい地震がないためであろう。居住空間の高層化が進み、地震時の室内の危険は増えているのに、人々はそれに気づいていない。一般住宅ばかりではない。商店の棚、学校・体育館・オフィスの天井材、照明器具なども、屋内の“頭上の恐怖”である。

予想されるつぎの首都圏直下型地震で“凶器”になりうる恐ろしい存在としては、ブロック塀がある。ブロック塀がいつから登場したのかはさだかではないが、首都圏の地震活動平穏期に登場してきたものであることは確かだ。そして、いま住宅街の至る所にある。

かつて、東京の住宅街では敷地の境界は生け垣が主流であった。だが、過密化によって「隣家や外から家の中が見られる」といったプライバシーの理由、あるいは安価で維持に手数がかからないという経済的な理由からブロック塀は急速に普及した。昭和53年の「宮城県沖地震」でブロック塀の危険性が指摘されて以来、東京都や神奈川県などの自治体では、ブロック塀を生け垣にかえるための補助金制度を実施している。しかし、補助金制度の利用者は少なく、たまにあって生け垣の新設がほとんどで、ブロック塀の撤去は進んでいないのが現状である。「宮城県沖地震」のときは、ブロック塀の倒壊率14%の地域もあった。首都圏直下型地震では果して何%の倒壊率になるのか、それは直下型地震が起きてみないと判らない。

ブロック塀と同じように、町の至る所の道路沿いに立ち並ぶ自動販売機も新参者である。つぎなる直下型地震のさい、どういう挙動をするのだろうか。

そのほか、「関東大震災」のとき、炊事の裸火とならぶ出火源となった化学薬品は、いま、その量・種類・保管個所数とも、つかみきれないほど首都圏に集積している。高度成長期の地下水汲みあげで、東京のゼロm地帯は68km²に拡大しており、大地震では地震水害の危険性も十分にある。ライフラインの問題点は別稿にあるが、問題はラ

イフラインが切れた場合の代替手段である。かつては、都内の至る所に、飲用にも供される井戸が無数にあったが、ほとんど消えてしまった。カマド・タキギ・七輪・煉炭・豆炭なども過去のものとなった。最近では七輪など、見たことも聞いたこともない娘さんが多い。

首都圏の“地下の平和”が継続した間のハード面の変貌・変化は枚挙にいとまないが、こうした急激な変貌・変化は経験したことがないことである。

一世紀前の「濃尾地震」は、文明開化・西洋文物の導入によってもたらされた名古屋の煉瓦造の建物を破壊した。一見、強固に見えるものでも、地震の洗礼を受けていないものは脆くも崩れ去ったのである。明治時代の都市の変貌・変化も急速ではあったが、最近の首都圏の変貌・変化の比ではない。

この30年、目を見はるばかりの経済の高度成長期に、地震の静穏期がたまたま重なったことは幸運なことであるが、この間の首都圏のハード面の大変貌をみていると、皮肉なことに幸運が逆目に出てしまう可能性が高い。取り越し苦労だろうか。そうなれば良いのだが…。

ソフトの変化

ハード面だけではなく、ソフト面の変化も見逃すことはできない。首都圏の住民たちは潜在的には地震に対する恐怖心をもっているのだが、長期間にわたって被害地震がないことから防災意識は風化するばかりである。東京消防庁の調査によると、東京での防災訓練の参加者は、昭和55年の122万人をピークに減少する一方で、一昨年は104万人まで落ちている。同じ平和ボケでも、こちらは“地下の平和ボケ”とでもいうべきなのだろうか。

社会構造の変化もソフト面の問題点である。一極集中に伴って、人口の首都圏への流入が激しく、いま首都圏の住民はエトランゼが圧倒的な多数を占めている。かれらは自らが生活する土地の素性やくせを知らないし、周囲の災害の条件にも通じ

ていない。

人口の流動化で住民の定住性も低く、新興住宅地、マンション、山の手のアパートあたりでは、プライバシー尊重の気風もあって「隣りは何をする人ぞ」といった具合である。当然の結果として、かつての江戸っ子に見られた「向う三軒両隣り」といった地域の連帯感も稀薄になっており、災害時の自主防災に期待はできない。

先日の「国際防災の10年」の国際会議で、災害時のボランティア活動の重要性が話題になった。例にあげられたのは去年の「ロマ・プリエタ地震」である。サンフランシスコ湾岸地域は、白人・黒人・ヒスパニック・アジア系の住民が住み、犯罪・麻薬常用者・エイズ患者も多い町である。地震後の混乱、しかも夕方とあって、火事場泥棒・略奪・レイプなどの事件が頻発するのではないかと心配されたが、結果はゼロに近かった。

それどころか、目立ったのはボランティアのさまざまな活動であった。停電で信号機が消えた交差点では、ボランティアの市民が立ち、交通整理の警官の役割りをつとめた。町のあちこちには、いつの間にかテントが張られて、ボランティアたちが負傷者の手当や給食を行なった。火事の現場では市民たちがホースの筒先をにぎったし、高速道路の事故現場で救助活動にあたったのもボランティアたちだった。

なぜ頼まれもしない、さほど組織もされていないボランティアたちが活躍したのだろうか、国際会議に出席した何人かのアメリカの学者や専門家にきいてみた。答えの一つは、アメリカには伝統的に西部開拓時代のフロンティア・スピリットがあって、いま荒廃したといわれるアメリカでも、それが残っていたのだろう、ということであった。もう一つは、やはり教会の紐帯がうまく活かされたのだろう、とのことであった。

日本には、もともとボランティアにあたる言葉はなく、訳語もない。「関東大震災」のとき、神田の和泉町・佐久間町の住民たちは協力して襲いかかる火の手を防いだ。水が間に合わないときは、豆腐を火にたたきつけて立ち向かった、という。

いま、そうした伝統は薄れ、地域連帯の紐帯もない。

首都圏では核家族化が急速に進んでいる。かつては老人たちが日常の生活のなかで、孫たちに地震災害の恐しさを聞かせたものである。私自身、火の元に神経質なのは、幼いときに「関東大震災」を経験した祖母から耳にタコができるほど、火の恐しさを聞かされていたためと思っている。いま、そうした地震災害の伝承は断絶している。

一方では、高齢化の進展で独居老人や寝たきり老人が増えている。東京消防庁の調査によると、火災による独居老人の焼死者の数は、家族と同居している老人にくらべると3倍にのぼっている。首都圏直下型地震の発生の可能性が高まる21世紀初頭には、4人に1人が65歳以上の高齢者になる。

国際都市東京では、外国人も急増している。言葉が不自由で地域の事情に明るくない外国人は、災害のときの弱者である。老人や外国人など、災害弱者の対策は進んでいるとは決していけない。

災害というものは、進化するのである。同じ直下型地震といっても、「安政江戸地震」とつぎに来る首都圏直下型地震とでは、災害の規模も態様もまったく異なるものになるはずである。「関東大震災」とも異なるはずである。

つぎなる首都圏直下型地震まで、われわれに与えられた時間は余りないと考えるべきだろう。それにしては、やるべきことは多すぎるほどである。

恐るべきは、平和と繁栄に慣れすぎるとともに、人智の進歩を過信して、自然の営みにたいする謙虚さを失い、とめどもなく首都圏への一極集中を進め、野放図な開発をしていることである。

「東京大震災」のあと、世相風刺の演歌師、添田啞蟬坊はいつている。

文化を誇る人の子の
驕りの夢の生活を
跡形もなく破りたり
ああ一切を破りたり

[やながわ よしろう NHK解説委員]

■ 地震予知連絡会情報 ■ 岡田義光 ■

第92回（平成2年8月13日）および第93回（平成2年11月26日）地震予知連絡会に提出された議題の総数は、それぞれ50件および67件と、やや少なめであったが、連絡会開催の直前に神奈川県西部の地震（8月5日、M5.1）および雲仙火山の噴火（11月17日）がそれぞれ発生し、これらの速報が会議を賑わせた。この他、この半年間の地震活動で目立ったものとしては、6月1日銚子市付近の地震（M6.0）および9月24日東海道はるか沖の地震（M6.6）を挙げることができる。

東海地方の地震・地殻活動

東海地震の予想震源域内では、1988年夏に始まる約1年間の静穏化の後、再び地震活動が見られるようになったが、7月23日には山梨県南部にM4.3と、地震活動の復活以来最大の地震が発生した（第92回：気象庁資料）。この他、周辺でのやや珍しい地震活動として、10月16日には、岐阜県南東部中津川市付近にM4.0の浅発地震が発生し、10個余りの余震を伴った。この震源の位置は、わが国で第1級の活断層である阿寺断層に近い場所であったことが、注目を集めた（第93回：名大理資料）。

地殻変動の方では、毎回提出されている掛川に対する浜岡の沈降の進行状況に大きな変化は見られないが、最近数年で見ると沈下はやや加速気味である。これにほぼ同期して、名大の実施している三河湾周辺の光波測量結果にも、数年前より傾向の変化が見られるとの指摘があった。なお、御前崎に設置された長距離水管傾斜計の記録と、同一路線に沿う水準測量との比較結果が提出され、両者は共に 1×10^{-6} /年程度の東上がりの傾動を示していることが報告された（第93回：国土地理院資料）。

伊豆半島周辺の地震・地殻活動

伊豆半島東方沖の地震活動は依然として静けさを保っており、地殻変動にも大きな変化は見られない。国土地理院の水準測量および検潮観測の結果によれば、伊豆半島東部の隆起速度は鈍ってきており、また、光波測量やGPS観測の結果も地殻変動の停滞を示している。これらの地殻活動鈍化の開始時期は、概ね本年2月頃であるとの報告が大勢を占めた。さらに、東大震研による地磁

気観測結果も、伊豆半島東岸の2地点で昨年10月頃より見られた小変化がこの2月頃に収まり、長期的に見ても、伊東市新井における1984年頃からの地磁気減少傾向はほぼ収まったとの報告がなされた（第93回：東大震研資料）。これらの諸報告は、本誌前号に紹介した1990年2月20日伊豆大島近海の地震（M6.5）との関連を想起させる。

一方、第93回連絡会では、国土地理院より、最近2年間における伊豆大島北西部での水準測量結果が報告され、1986年11月の割れ目噴火のひとつ、C火口列を横切る地点で、現在も沈降が続いていることが確かめられた。

8月5日16時13分、伊豆半島の根元にあたる神奈川県箱根町湯本付近の深さ十数kmに、M5.1（気象庁）の地震が発生し、多数の余震が観測された。この地震の活動域は、神奈川県西部にM7級地震の発生が予測されている西相模湾断層に近く、また、当地域におけるM5級の地震としては、1933年12月8日M5.2以来の出来事であった（第92回：気象庁資料）ため、多くの関心を集めた。

図1に、神奈川県温泉地学研究所の箱根駒ヶ岳観測点で捉えられた地震活動の推移を、本震および余震の震央分布、本震の発震機構解と共に示す。同研究所はこの地震のほぼ直上に位置し、本震では166ガル（震度5相当）を記録した。13時から本震発生までの間に6個の前震が観測され、その内の最大は有感（14時24分M2.8、震度2）であったという（第92回：温地研資料）。余震活動は急速に減衰したが、本震より40時間の間に200個を超える余震が観測され、余震分布は、ばらつきが多いながら東西に分布する傾向を見せた。これは発震機構解の一方の節面の走向に一致しており、高角南落ちの面を断層面として、若干の右ずれ成分を伴った逆断層運動が生じたことになる。この発震機構は南北性の西相模湾断層とは調和せず、おそらく、フィリピン海プレートの衝突部分での内部破壊を示すものと想像される。

この地震の発生に伴って、湯河原の体積歪計（第92回：気象庁資料）や玄倉の3成分歪計（第93回：防災科研資料）などに明瞭な歪ステップが記録され、また、伊豆半島内のいくつかの地下水観測点では、水位の上昇や水温の低下、自噴量の増大などが見られた（第92回：東大理地質調査所資料）。一方、この地震に対する前兆的变化としては、湯河原の体積歪計や伊東市大崎の傾斜計が2

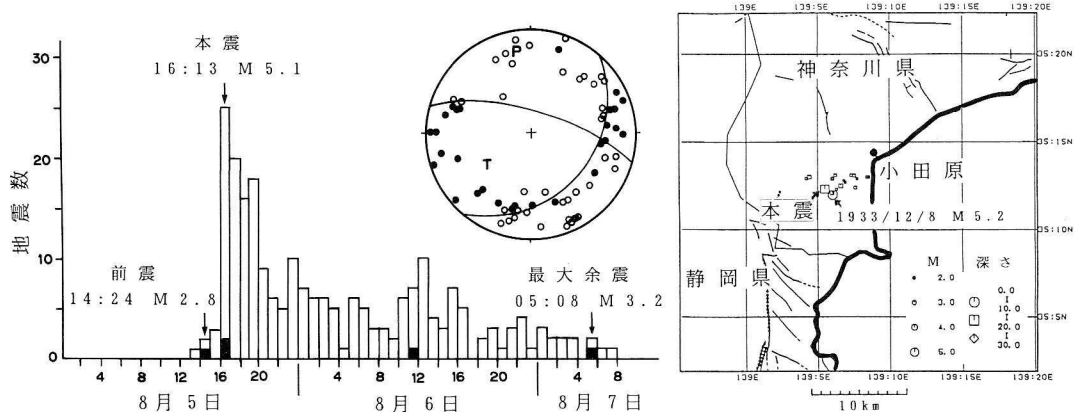


図1 1990年8月5日神奈川県西部の地震 (M5.1, 深さ14km) に際して, 箱根駒ヶ岳観測点で検知された1時間ごとの地震回数 (黒塗りは有感地震), 本震・余震の震央分布, および本震の発震機構解 (上半球投影)

[第92回: 温地研, 気象庁資料]

~3日前より異常なドリフトを示し, また, 温地研が足柄平野の3ヵ所で実施している地下水観測に, 7月28日頃から水位の上昇 (小田原で27cm, 南足柄で11cm, 大井で24cm) が認められた. この水位上昇は地震発生の

前日に加速し, 翌日の17時頃から下降を始めたことである. なお, 偶然ではあろうが, この神奈川県西部の地震が発生した8月5日には, 10時36分, 鳥島近海の深さ528kmでM6.7, また12時36分, 茨城県沖でM5.8と, 2つの大きな地震が先行発生している (第92回: 気象庁資料).

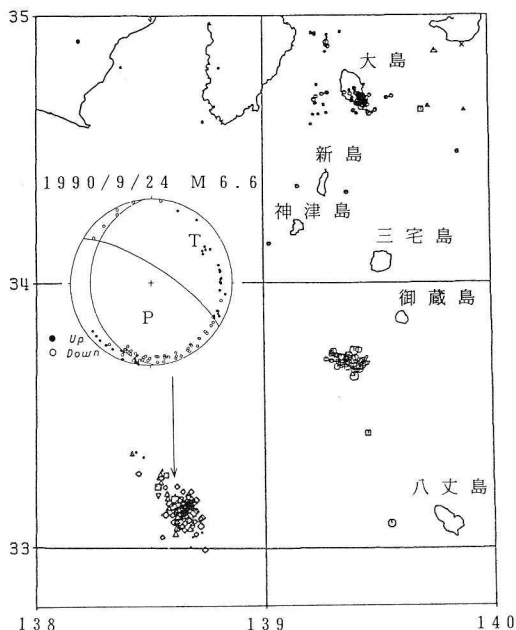


図2 1990年9月24日本州南方の地震 (M6.6, 深さ60km) の余震分布と発震機構解 (上半球投影), および10月5日からの御蔵島南西沖の群発地震

[第93回: 東大震研, 気象庁資料]

本州南方海域の地震活動

この半年間においては, 本州南方海域における地震活動が比較的活発であった. 9月24日6時13分, 銭州海嶺の南方に深さ60km, M6.6の地震が発生し, 同日7時9分の最大余震 (M6.0, 深さ42km) を含め, 200個近い余震が観測された. この海域でM6を超える浅発地震が観測されたのは, 1926年以来初めてのことである (第93回: 気象庁資料). 図2に, 余震分布と本震の発震機構解を示す. 北西-南東走向の節面を断層面とすれば, この地震は, 若干の右ずれ成分を伴った南落ちの高角正断層ということになる. この地震に関連して, 水路部からは, 南海トラフ銭州沖の精密な海底地形図が提出された (第93回).

次いで10月5日からは, 御蔵島の南西沖で活発な群発地震活動が始まり (図2), 活動のほぼ終息した10月27日に最大地震 (M4.3) が発生した. 地震の震央は御蔵海山の直下に集中しており, また, この群発地震に相前後して, 10月4日からは伊豆大島で, 10月9日からは八丈島近海で, それぞれ群発性の地震活動が生じた (第93回: 東大震研資料). なお, 今回の活動域のすぐ北方では, 1982年末から1983年初頭にかけて, M6.4を最大

とする非常に活発な群発地震活動が発生し、1983年10月の三宅島噴火に至っている。

関東地方の地震・地殻活動

6月1日10時22分、千葉県銚子市付近の深さ約50kmにM6.0の地震が発生し、本震発生後10日間に50個あまりの余震を伴った。銚子市付近は、従来より孤立した活発な地震活動のあることが知られており、M6.0はこの領域で発生するものとしては最大級である。同領域における最近約10年間での顕著な地震活動としては、1983

年12月30日(M5.3)および1989年3月6日(M6.0)の地震に伴う活動を挙げることができる。図3は、これら3つの各イベントについて、本震より10日間の地震活動の震源分布を、立体的に比較表示したものである(第92回:防災科研資料)。これらのイベントは概ね20km四方程度の狭い領域内を「住み分けて」発生しているようであり、互いに相補的な関係が見られる。なお、本震の発震機構解は西落ちの低角逆断層を示し、これは、太平洋プレート上面におけるスラスト運動を表わしているものと推察される。

この銚子市付近の地震活動に関しては、本震が余震分

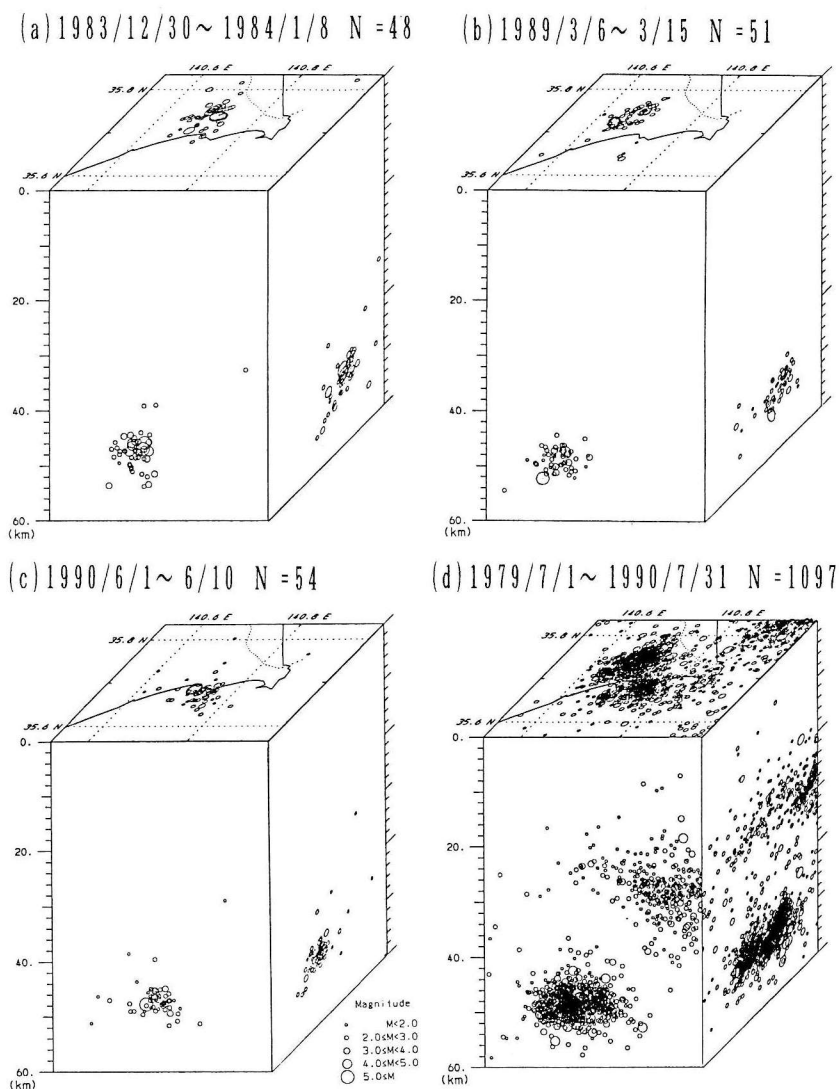


図3 銚子市付近に発生した、(a)1983年12月30日(M5.3)、(b)1989年3月6日(M6.0)、(c)1990年6月1日(M6.0)の地震より10日間、および(d)最近約11年間の震源分布 [第92回:防災科研資料]

布の南端に位置し、余震は北側に集中する傾向があるとの報告(第92回:気象庁資料)や、太平洋プレート内の高角逆断層に沿った地震活動域で発生しているとの見解(第92回:東大震研資料)も提出された。また、東大理学部からは、福島県の大葉断層上にある鹿島観測点において、この6月1日の銚子市付近の地震に24時間先行して、ラドンの異常変化を記録したとの報告がなされた。

一方、8月23日には、房総半島の九十九里沿岸にM5.4、M5.2の2つの中規模地震が発生し、50個ほどの余震が観測された。これらの地震の活動域は、1987年千葉県東方沖地震の本震の断層面よりも明らかに西側に位置し、1988年1月から3月にかけて同沿岸に見られた地震活動域とほぼ一致すること、最大地震は余震域の南端に位置すること、等が各機関より報告された(第93回:気象庁、東大震研、防災科研資料)。

この他、特記すべき事項として、10月の初旬および中旬を2つのピークとして、群馬県東部の約100kmの深さで、活発な地震活動が観測された。最大の地震は10月19日のM4.9であり、計30個ほどの地震が検知されたが、このような深さでの群発性地震は極めて珍しい(第93回:東大震研、防災科研資料)。東大震研は、これらの地震の記録波形に見られる特徴的な後続相を、沈み込んだ太平洋プレート上部の厚さ5~8kmの海洋性地殻によるSP変換波であるとする解釈を提示した。

一方、東大震研の鋸山地殻変動観測所からは、1990年8月上旬に同観測坑内で見出された異常地殻変動に関する報告がなされた(第93回:東大震研資料)。坑内に設置された伸縮計3成分と読取、自記水管傾斜計各2成分の全てに、8月始めから10日間にわたって、 2×10^{-6} 程度の湾状の異常変化が記録されたというものである。これと同期して、観測所から250m離れた地点での地下水位が、1m低下した後に80cmほど回復して安定したことが確認されているが、これらの原因については目下不明である。

北海道・東北地方における地震活動

北海道地方では、この半年、いくつかの特異な地震活動が検出された。8月6日には札幌市付近でM4級の浅発地震が発生し震度1が記録されたが、札幌で有感となる地震は稀である。この地震は4.5時間前に1個の前震を伴い、また10個近くの余震が観測された(第92回:北大理資料)。11月には、北海道とその周辺の全域にわたって、浅発地震の活動度が急激に高まった。11月11日、北空知地方にM4.6を最大とする一連の地震活動が発生し、本震の約2日前にはM3.3の前震が観測された。こ

の地震に関連して、北大理学部は、札幌から宗谷岬にかけての領域を「北海道北部浅発地震帯」とする提案を行なった。一方、11月13日には、北海道西岸沖の沿海州に近い海域でM5.7の浅発地震が発生し、その後の3日間で7個の余震が観測された。このような場所での浅発地震発生は大変に珍しく、最近15年間では、1981年2月4日の1例が知られているのみである(第93回:北大理資料)。

東北地方では、6月初旬に福島県の三島町周辺で小さな地震空白域を埋める地震の発生などが見られたが(第92回:東北大理資料)、全体としては、この半年間、地震活動は低調であった。とくに、1989年11月岩手県沖に発生したM7級を含む活発な群発地震活動の南隣りの領域である宮城県沖、並びに東北地方内陸部では、かなり明瞭な地震活動の静穏化現象が続いている。今後とも十分な注意が必要であろう(第93回:東北大理資料)。

近畿地方以西における地震・地殻活動

第93回連絡会では、国土地理院より、紀伊半島先端部の各水準点の経年変化に関する資料が提出された。紀伊半島では、1947年以来これまでに6回の水準測量が実施されている(今回:1989年7月~1990年10月、前回:1982年9月~1984年3月)。今回の測量結果は、紀伊半島南端部が明らかな沈降を始めたことを示しており、1946年南海地震の余効の変動を終えて、次の地震発生に向けた歪蓄積の段階が始まっていることを印象づけた。

近畿・中国地方のこの半年間の地震活動は、全体にやや活発であった。大阪湾南部では、4月5日のM4.0をきっかけに群発性の浅発地震活動が観測された。この地域では、過去にM3程度の地震が1985年、1986年に発生した例があるものの、M4級で、しかも地震活動が長引いたことは珍しい(第92回:東大震研資料)。一方、8月12日から13日にかけては、富山湾岸の新湊市付近でM4.3を最大とする浅発地震群が発生し、また11月16日には、能登半島七尾湾にM3.8の浅発地震が発生した。どちらも、この地域としては珍しい活動であった(第93回:京大防災研資料)。

続いて9月29日には、兵庫県佐用市付近でM5.2の浅発地震が発生した。震源は山崎断層から西へ約10km離れており、付近には「活断層の疑いがあるリニアメント」が、山崎断層にはほぼ平行する北西-南東方向に推定されているのみであった。しかし、本震の震源機構解と余震分布は、この地震が、上記とは直交する北東-南西走向の横ずれ断層であったことを示している。この地震の発生に伴って、山崎断層上の夢前観測点では、地下水温や電気伝導度の変化が観測された(第93回:京大防災

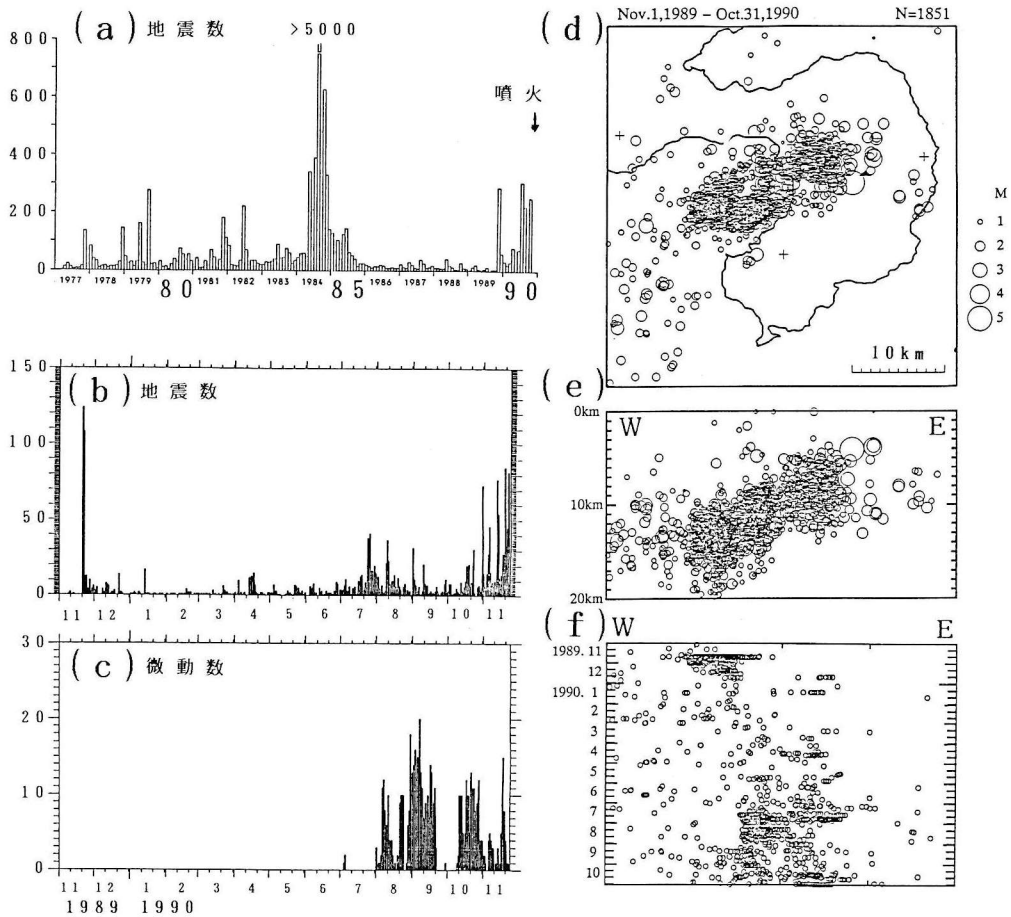


図4 雲仙火山地域における (a) 最近14年間の月別地震発生数, および最近約1年間(1989年11月~1990年11月)の (b) 日別地震発生数, (c) 日別微動発生数, (d) 震央分布, (e) 東西断面図, (f) 東西方向に投影した時空間分布

[第93回: 九大理資料]

研資料)。一方, 昨年10月から11月にかけて大規模な地震活動のあった鳥取県西部(米子市南方)では, 本年11月下旬に, 再び活発な地震活動が始まった。11月21日10時44分M4.8, 同45分M4.3, 同46分M4.6と連発した地震は, 昨年現われた北西-南東の震源分布に沿って, 北側延長部への移動性を見せた。なお, 11月23日もM4.3の地震が同じ領域で発生した(第93回: 京大防災研資料)。

島原半島付近では, 1989年11月より活発化した千々石湾での群発地震が, 同12月には島原半島内に拡大し, 1990年7月からは雲仙岳周辺に活動が集中, その規模は1984年以来最大であることが, 第92回連絡会の席で報告されていた(九大理資料)。その後, 第93回連絡会直前

の11月17日早朝に, 普賢岳は198年ぶりの噴火を見せた。図4に, 雲仙火山地域における最近14年間の地震発生数と, 最近1年間の地震および火山性微動の発生数, 震央分布, 東西断面図, および時空間分布を示す(第93回: 九大理資料)。1986年から1989年までの間は地震活動が静穏であったこと, 火山性微動は1990年8月頃より頻発し始めたこと, 震源は千々石湾から雲仙岳に向かって浅くなり, この方向への震源移動の傾向が見られたこと, 等がわかる。なお, 島原半島における地殻変動は, 同半島を東西に横切る雲仙地溝の南北方向への拡大および沈降で特徴づけられることが知られている(第93回: 地理院資料)。

[おかだ よしみつ 防災科学技術研究所研究調整官]

関東地震（マニチュード 7.9, 1923）の地震動の猛烈さを伝えるものとしては、当時、神奈川県鶴沼に在住していた阿部良夫理学士の手記（例えば、吉村昭著『関東大震災』、文芸春秋社刊、1973）が有名である。

最近、上田誠也君の指摘で、アメリカ地震学会のブレティンに、地震のとき、たまたま真鶴岬で貝を採集していたアメリカ貝類学者 D. B. Langford 慶応義塾大学教授の手記が載っていることを知った。この場合には、まさに巨大地震の震源真上であるし、地震動や津波の挙動など、興味深いと思われるので以下に要約する。この手記は、T. A. Jaggar, The Tokyo-Yokohama earthquake of Sept. 1, 1923 (Bull. Seism. Soc. America, 13, 124-146, 1923) の 1 節に引用されたものである。

「真鶴岬は、長さ約 2 マイル半、もっとも幅の広い場所でも、幅は半マイルもない小さな半島である。その頂上は比較的平坦で、おそらく平均 300 フィートくらいの高さである。両側は切り立った崖で、狭い浜は玉石や海食をうけた岩からなり、ハワイ島の東海岸に似ている。その岩石は、玄武岩と凝灰岩である。平坦な頂上には松・樟・オーク・樺が茂っている。半島の突端には、崖の下から湾に突出した岩礁がある。引き潮のときには、この岩礁が海面上に現われて数多くの水溜りができる。この岩礁の各所に、海食のためにさまざまな幅と深さの溝がえぐられている。

地震のとき、S. 石橋博士と私は、これらの溝の一つで貝を採集していた。この場所は約 4 フィートの幅で、深さは 3 フィート半くらいであった。衝撃は全く警告なしにやってきて、博士は仰向けに溝の中に投げ出され、私は溝の縁の背をまたぐように放り出された。衝撃は直下からやってきて、私たちをはずませつづけた。感知できるような横揺れはなかった。地中深く大量のダイナマイトが爆発するような鈍いドスンという音がしつづけた。

地震前に雨が降っていたにもかかわらず、空気は瞬間的に“ほこり”でみたされ、雲は一時的に真っ暗になるほどたれ込めた。海水は、多分、4 分の 1 マイルほどの距離にわたって、ほとんど瞬間的に退いた。海底のおびただしい場所から約 4 フィートもの高さに海水が吹上げられていた。ショックはやむことなくやってきて、そのたびに、これらの泉から水を噴出した。

真鶴岬の突端から約半マイルの所に、三つ石島と呼ばれる小島がある。干潮のとき、島と岬の間の一帯深い所は 8 フィートくらいの深さである。

海面の沈下の直後に、津波（そう呼ぶのが正しいとすれば）がやってきた。波は起こらなかったが、海面は非常に速さで高まった。非常に大きな石や松の大木が煮え立っている鍋の中の豆や薬のように投げ出された。島と岬の間のチャンネルを熱海のほうから海水が物凄い勢いで突進してきた。私の考えでは、50 フィートはあると思われる三つ石島は完全に海面下にかくれてしまった。この海水はナイアガラの瀧のような咆哮音を発した。

崖は壊れ出し、厚さ 100 フィートもある平板状になって落下し、あとからあとから積み重なって、約 45 度の傾斜をもつ泥と岩の山ができた。30 平方フィート以上もある岩が、大木と一緒に、この斜面をはずみながら落ちてきた。

この斜面に直角に鋭い峰が生じたが、私たちは落石を避けて、その上に逃れた。私たちは、そこに 30 分とはいなかった。この間、海は数回退いたり盛り上がりしたが、その高さは第 1 回には及ばなかった。その後何回か、崩れた崖がいやに静かなのに気づいた。強烈な興奮が神経を麻痺させたのかもしれない。」

辛うじて死を免れた 2 人の学者の衣服は土砂に埋まってしまったため、2 人は裸のまま、横浜に向かって歩き出した。

[りきたけ つねじ 日本大学教授・東京大学名誉教授]

猛烈ノ激・烈震の様相

関東地震

力武常次

■ 書 評 ■

●中国の9大地震とその予知

Ma Zongjin, Fu Zhengxiang, Zhang Yingzhen,
Wang Chengmin, Zhang Guomin, Liu Defu 著
EARTHQUAKE PREDICTION—Nine Major Earth-
quakes in China

力武常次

震』（地震出版社，1982）の英語版である。中国では、
どういふわけか、1966—1976年の期間にM7級の地震
が頻発した。表1にはこれらの地震の諸要素を取りまと
めて示す。実際には、松潘—平武地震に引き続いて、さ
らに雲南—四川境界に塩源—寧浪地震（M6.9, 1976/
11/07；M6.8, 1976/12/13）が起こっている。

1960—1970年代の中国の地震については、かなり多
くの中国語の出版物があるが、ほとんどの日本人にと
っては読破することはむずかしいので、今回これらの大地
震の概況を取りまとめた本が英文で出版されたことは大
いに歓迎できる。

本書は14章より構成されている。1章には1966年
の台地震後、周恩来首相の号令によって始められた中国
の地震予知業務を取りまとめたものである。2章は1966—1976
年間の9大地震に関する基本的事項（表1）についての
概観である。表1をみると、プレート内部地震にしては、
意外にストレス・ドロップが低いという印象を受ける。

3—9章には、各地震に関するテクニクな環境、
地震活動パターン、土地比抵抗、重力、地磁気の前兆的
異常変化、地殻変動、土地傾斜、海面変化、地殻ストレ
ス、地下水（ラドンを含む）、異常気象、動物異常行動な
どいわゆる地震予知要素の挙動が詳しく述べられている。
例えば、1974年の永善地震の約1週間前に比較的近い
観測所では、地磁気日変化が逆転するなど、にわかには
信じ難いような異常が報告されている。中国の地震前兆
現象にはファンタスティックなものが数多いが、数次に
わたって中国を訪問し、四川・遼寧省などの震源地を視
察した評者にも、どこまで信用できるのかよく分からな
い。しかし、全く真実と思われる事例もたくさんある。

10章では、これらの異常出現状況の一般化について

表1 1966—1976年に発生した中国9大地震の諸要素

地震	年月日	震央	深さ (km)	M	地震 モーメント (M_0) (dyne·cm)	ストレ ス ドロップ ($\Delta\sigma$) (bar)	省
邢台	1966/03/22	37° 32' N 115° 03' E	9	4.2	5.9×10^{25}	42	河北
渤海	1969/07/18	38.2° N 119.4° E	35	7.4	1.1×10^{26}	9.7	渤海湾
通海	1970/01/05	24.0° N 102.7° E	13	7.7	8.5×10^{26} 7.8×10^{26}	34 25	雲南
炉霍	1973/02/06	31.5° N 100.4° E	17	7.9	1.1×10^{27}	24	四川
永善	1974/05/11	28.2° N 103.9° E	14	7.1	3.1×10^{26}	74	雲南
海城	1975/02/04	40° 39' N 122° 48' E	12	7.3	5.2×10^{26}	22	遼寧
竜陵	1976/05/29	24° 22' N 98° 38' E	20	7.3	0.92×10^{26}	18.6	雲南
	1976/05/29	24° 33' N 98° 45' E	20	7.4	0.92×10^{26}		
唐山	1976/07/28	39.6° N 118.2° E	16	7.8	4.3×10^{27}	29	河北
	1976/07/28	39.9° N 118.7° E	—	7.1	1.24×10^{27}	12	
松潘 平武	1976/08/16	32° 42' N 104° 06' E	15	7.2	—		四川
	1976/08/23	32° 30' N 104° 08' E	22	7.2	—		

述べているが、いささか漠然としている。11—13章は
地震発生メカニズムに関する実験的・理論的研究の成果
で、特に新しい知見が多いとは言えない。14章にはい
わゆる中国流の step-by-step 地震予知（長期—中期—
短期—臨震）の方法について述べている。

〈Seismological Press Beijing and Springer-Verlag
Berlin Heidelberg 1990, pp. 32, ¥12,740 (丸善価格)〉

●地震防災の課題と提言

望月利男・中野尊正 編

『巨大地震と大東京圏』

力武常次

本書は1923年の関東大震災級の地震が発生したとき、

いわゆる東京圏がどんな震災を被るかについて、いろいろな角度から検討した報告書である。その根拠は、1988年12月国土庁が発表した「南関東地域地震被害想定調査の結果」であり、執筆者のほとんどは東京都立大学都市研究センターの専門家である。

1章では災害の全体像を、「トータル・イメージ」というしゃれた表現を使って、架空ドキュメンタリーとして描写している。ここで思い出すのは、サンフランシスコが地震に襲われたとして、1975年9月1日の『タイム』誌に載せられた記事である。

「……本管から洩れたガスに引火して、町のいたるところから火の手があがった。……ベイ・ブリッジへのアプローチは、数百台の自動車を乗せたまま落ちてしまった。……」。

この架空ドキュメンタリーはほとんどそっくり、1989年10月のロマ・プリータ地震で実際のものとなったのである。

十分な研究に裏打ちされた架空ドキュメンタリーは決して架空ではないであろう。したがって、本書の説くところには大いに傾聴すべき点がある。ただ、国会、政府、治安当局、自衛隊……等が、どんな危機管理を実施するか、もう少し記述して欲しいものである。

2章から7章までは、いわば各論であり、ときには専門的に過ぎて、電車の中で読むにはむずかしすぎる。2章で指摘されている地盤の問題では、下町や埋立地の軟弱地盤の危険性はかなり周知されているが、傾斜地における盛土の危険性が強調されている点は新しい。多摩丘陵などの斜面を削った土地にマイホームを構えている人びとへの警鐘であろう。

3、4章は建物の被害および火災である。ここでは、今取り上げている広域巨大地震のほかに、東京圏直下型の地震の危険性が指摘されている。国土庁の専門委員会でも、相模湾方面の巨大地震にくらべて直下型はより差し迫っているとされている。評者の試算ではマグニチュード6以上の直下型地震の発生確率はここ10年で40%、7以上では5%となっているので油断できない。本書は巨大地震を対象としているのだが、直下型を対象とする詳しい被害想定が刊行されることを望みたい。

5章以下の記述をも含めて、広域避難の困難性、ライフ・ラインの脆弱性、住民の連帯感の欠如など、あまりにも悲観的要因が多過ぎて、いささか無力感を持つことになるが、何とか地震対策を大幅にエンカレッジする方策はないものであろうか。

東京圏には大地震を経験したことのない物が数多くある。超高層ビル、JR新幹線、高速道路、地下街、地下鉄などである。これらへの震災は算定が困難のため、例えば従来の東京都の被害想定などからは省かれている。

しかし、市民がほんとうに知りたいのはこうした点であり、このような災害へのアプローチを何とか試みて貰いたいと考える。

最終の8章では、都市災害研究のベテラン中野尊正名誉教授による「地震防災の課題と提言」であり、高齢者などのいわゆる災害弱者の問題、地域住民のボランティア活動の困難性などが指摘されている。

本書は電車の中で軽く読むというわけにはいかないかもしれないが、地震防災に関心のある向き、とくに防災行政に携わる方がたは是非読んで欲しいものである。

〈本書評は、『エコノミスト』、毎日新聞社、1990年10月16日号所収のものを転載させて頂いた〉

〈日本評論社、1990年9月、A5判、300頁、3200円〉

〔りきたけ つねじ 日本大学教授・東京大学名誉教授〕

●永年の努力、蓄積の結晶

宇津徳治 編著

『世界の被害地震の表』

『地震活動・地震予知文献目録』

佐藤良輔

『地震学会ニューズレター』のVol. 1, No. 5に、宇津教授退官記念事業として同氏の編集された『世界の被害地震の表』と『地震活動・地震予知文献目録』、それにこれらの表を読み込んで検索ができるようにしたプログラムの入ったフロッピーディスクを販売するという“広告”が出たので、さっそく購入した（正確に言えば、当振興会が、であるが）。評者が、この書の評をするのに適しているかどうか、評者自身、疑問に思わないでもないが依頼を受けたので、とにもかくにもアタックしてみることにした。もともと“本”の中身は、被害地震のほうは紀元前3000年から1989年までの8366個の地震、文献目録のほうも約9500篇の文献が収録されている“表”なのであるから、それに“目を通した”だけではとても評は書けそうもないので、検索プログラムの入っているフロッピーディスクのほうに頼らざるを得ない。したがって以下は、このプログラムを使っての“表の評”である。

「被害地震」については、評者自身は世界地図へのプロットに興味があったので、その“作業”を試みた。このプログラムでは、地震番号の範囲、年号の範囲、国名（あるいは地域名）、緯度・経度の範囲、地震規模、死者数などによる抽出が可能で、大変便利かつ有用なも

のである。ただし、地名による抽出は Remarks の文字の中に、その地名の“文字”があるかどうかで検索するので、“本”にも書いてあるように、例えば Peru で抽出すると Italy の Perugia も出てくる。地震の表だけのアウトプットなら取捨できるが、地図へのプロットとなると、Peru の地震をプロットしたつもりが Italy へも震央が現れることになる。これがイヤなら、Italy のほうを、例えば Pe'rugia とでも直すか (No. 935, 965, 2453, 2498, 2720, 2844, 3004, 3497, 4140, 8115 の地震)、あるいは指定した領域内だけにプロットできるようにプログラムを直すしかない。

同じような“混信”で評者が気がついたものを書いておくと、India の地震を拾い出すと USA の Indiana (No. 4807, 5060, 5460, 8247) や Indian Ocean の地震が出てくるし、China で検索すると El Salvador の Chinameca (No. 4468) と Nicaragua の Chinandega (No. 4680) も出てくる。ほかに Lesser Antilles の Antigua で検索すると Guatemala の同じ都市名の地震が出てくる (これは“本”にも書いてある)。

ほかにも、地図へのプロットだけを見ると“異常”が現れることがあるが (例えば Hawaii という地域名で抽出すると Kamchatka にも震央の表示が現れる)、これらは指定した地域に“被害”(津波などによる)をもたらした地震の震央であることを示しているものである。

気がついたミスについても、ちょっとだけ触れておく。No. 4735 の New Zealand の地震の緯度 42.5° 、No. 6940 の Hawaii の地震の経度 155.6° はともに符号のミスであろうことはすぐに気がついた。また No. 6249, Philippines (Sulu) の緯度 60.0° は、同じ地名で出ている No. 5886 の地震の緯度 4.5° からみて、もしかすると 6.0° の誤りではないか? しかし、No. 4259, USA: Hayward (Calif.) の地震、No. 5568, Guatemala: Guilapa の地震の緯度・経度は明らかに違っているようであるが、どこを、どう訂正すればよいのか、これは“推理”ができなかった (No. 4259 については、その後、著者から私信があり「地名」は Bay of Fundy であったとか)、もう少し細かいことで気がついたこともあるが、すでに与えられた枚数を大幅に越えてしまった。

利用者のためにと、多少、重箱の隅をつつくような評(?)になってしまい、しかも『文献目録』のほうには触れられなくなってしまったが、両書とも著者の永年にわたる努力の蓄積の結晶で、評者など、とても及ばないことを今更ながら実感した次第である。誰もが知る著者の謹厳かつ勤勉な性格からみて、いずれ「宇津出版会」から正誤表のようなものが出るであろうことを期待

したいものである。そして、新しい文献や地震の追加も… (これはムシがよすぎるか)。

〈宇津教授退官記念事業出版、1990年、B5判、243頁〉

〔さとう りょうすけ 東京大学名誉教授〕

●前兆現象の取りまとめへの努力

気象研究所地震火山研究部 編
『地震前兆現象のデータベース』
気象研究所技術報告 第26号

大志万直人

本書は、1984年度から1988年度までの5か年計画で実施されてきた気象研究所の特別研究「直下型地震予知の実用化に関する総合的研究」の成果の一部である。じつは、本書については、データベースそのものを使ってみないと本当の意味で書評など書けないのである。それほど、ディスク上に収められたデータベース自体が重要な特色となっている。

本書は、第I部の「解説」と、第II部の「データファイル」の2部構成になっていて、その第I部では、データファイルについての解説と、各小項目に従って、前兆現象についての解説が行なわれている。第II部は、実際に収録されたデータのリストである。

データベースは「測地学的前兆」「傾斜・歪・応力に関する前兆」「地震学的前兆」「地球電磁気学的前兆」「地下水・地球化学的前兆」の5項目にわたるデータを扱っていて、さらに、この5項目は計35の小項目に分類され、約1100個の前兆現象が現在収録されている。これらデータは、前兆現象ファイル、震源ファイル、文献ファイルの3種類のファイルに分けられていて、MS-DOSフォーマットのフロッピーの形で提供できる予定であるという。もちろん、この本にも「第II部データファイル」として、すべてのリストが載せられているため、パソコン上でやるのに比べるべくもないが、本自体、データベースとしての利用が可能である。

このデータベースのひとつの重要な特色として、報告された前兆現象の評価ということがあげられよう。地震前兆現象のデータベースの構築という作業は、たんに文献からデータを拾い出すというだけのものではなく、じつは「前兆現象とは何なのか?」という問いに答えていく過程に他ならないといえる。評価を行なうということは、まさに、このことに対応する。この本の至る所で、著者たちが、その困難に直面した様子をうかがいとれる。

しかし、前兆現象というものが、現在のところ、ある種漠然としたイメージを伴っているため評価自体も、じつは評価していかなければならない段階であるということも言えるだろう。もちろん、そのことは概論の中の記述に見られるとおり、著者たちも十分承知している。しかしながら、ある小項目については、かなり詳しく問題点、評価の基準が解説されてはいるものの、全般的には一応の評価基準が述べられているに過ぎず、個々の評価結果は公表されていないことは残念なことである。本の中で将来行なうと約束されていることではあるが、評価の結果と、その個々の理由の公表が待たれる。ある地震についての前兆現象のイメージの確立のための重要なフィードバックになるであろうから…。

ともあれ、われわれを新しい段階に向かわせる重要な指針を与えてくれる本のひとつであることにまちがいはない。

〈気象研究所、1990年3月、B5判、329頁〉

〔おおしまん なおと 日本大学文理学部助手〕

●地震と断層の力学

Christophen H. Scholtz 著
THE MECHANICS OF EARTHQUAKES
AND FAULTING

茂木清夫

地震は地殻の断層運動によって起こる現象である。それにもかかわらず、地震は一方でまっぱら地震学者によって研究され、一方、断層は地質学者によって研究されて、両分野からの総合的な研究が十分でなかった。C. F. Richter の Elementary Seismology 以来、こういう観点に立ったテキストがないのに加えて、近年、広範な分野での研究成果が得られてきた。このギャップを埋めようと書かれたのが本書で、465頁、引用文献1200に及ぶ意欲作である。

著者は、これまでダイラタンシー・モデルや南関東地震説などを大胆に提唱したことで、日本でもよく知られているが、必ずしも著者の専門分野での研究の全体像はよく知られていないのではないだろうか。本書はユニークな研究者が、自分を岩石力学の研究者と位置づけ、地震学、地質学の豊富な知識を駆使して地震現象の総合的な解明に迫ろうとしているもので、その意気込みが伝わってくると同時に、著者の独創的な地震への取組みを知ることができる。

この本が出版されると、評者のもとに送本されてきたが、それに添えられた手紙の中で、この本の日本語版を出したいので協力して欲しいとのことであった。著者はたびたび来日し、日本の地震、測地、地質にも詳しく、本書の中でも日本の問題がずいぶん書いてあり、ことのほか日本への思い入れがあり、日本の読者に読んでもらいたいということであったろう。いくつかの出版社に相談してみたが、このような大冊の専門書の出版はむずかしく、とくに英語の本の和訳本は、標準的な教科書は別として、むずかしいとのことであった。この旨を伝え、英語版をより多くの方に読んでもらうよう考えてはどうか、との手紙を書いた次第であった。

著者は「地震と断層の力学」という学際的なテーマについて書くのに最適の人であると思う。ネバダの大学で地質学を学び、大学院はMITでBrace教授のもとで岩石力学の研究を始めた。評者とMITで知りあい、地震に取り組むきっかけとなった。室内での岩石実験を進めるのと並行して、世界各地に出発して断層の調査や地震の観測もやった。現在、コロンビア大学のラモント・ドハーティ研究所の教授として活躍中である。このように広い分野に通じ、世界各地の調査に参加した著者にして始めて、こういう本を書くことができたのである。図面も興味をそそるものが多く、膨大な文献は、さらに問題を追求しようという人に大いに役立つはずである。

本書の構成は、つぎの7つの章から成っている。

岩石の脆性破壊／岩石の摩擦／断層の力学／地震の力学／サイスミック・サイクル／サイスマテクトニクス／地震予知と地震危険度評価

本書を通読するにはかなりの努力が要るが、至るところに著者独自のアイデアを読みとることができる。地震研究者、構造地質学者、地震工学者、岩石力学研究者および学生諸君に推薦したい。

〈Cambridge U. P., GBR, 1990. 2., 480 pp.〉

丸善定価15,300円〉

〔もぎ きよお 日本大学生産工学部教授〕

●文献的価値ある活動記録

地震予知連絡会 編
『地震予知連絡会20年のあゆみ』

鈴木次郎

建設省国土地理院から『地震予知連絡会20年のあゆみ』

み』が刊行された。これは、地震予知連絡会の浅田会長を始めとする10名の編集委員が編集に当たり、数多くの関係者が執筆したものである。

本書の内容は題名通り地震予知連絡会の活動記録であるが、昭和54年に『地震予知連絡会10年のあゆみ』が刊行されているので、その続編ということになる。したがって、「20年のあゆみ」では、一応、地震予知連絡会の発足（昭和44年）以来のことが述べられているが、その重点は最近の10年間のことに置かれている。

本書の構成は、「10年のあゆみ」と同様に、第1部“地震予知連絡会の設置と活動”，第2部“トピックス”，第3部“参考資料”から成っている。

第1部では、第1章で地震予知連絡会が設置されるに至った背景と経緯が記されているが、これは「10年のあゆみ」の第1部の前半に記載されているものを、簡単にまとめたものである。第2章では連絡会の活動が、第1期（昭和44～53年度）と第2期（同54/63年度）に分けて述べられている。重点の第2期については、本会議（全体会議）と強化地域部会、特定部会の各々について記載されている。つづいて「10年のあゆみ」とは少し体裁を変え、“この10年をふり返って”と題する節で、北海道・東北・東京・名古屋・京都・九州の各大学と、防災科学技術センター、国立天文台、地質調査所、気象庁、水路部、国土地理院、静岡県などの関係機関において行なわれた予知連関係の活動が詳細に述べられている。さらに、測地学審議会、地震予知推進本部、中央防災会議といった関連組織の活動記録も添えられている。

第2部のトピックスとしては、第2期における全国の地震活動状況のほか、浦河沖地震、日本海中部地震、長野県西部地震、福島県沖地震、千葉県東方沖地震、伊豆半島東方沖群発地震について行なわれた各種の研究結果が、図や表、参考文献入りで記述されており、いわば各地震についての総合報告的な論文と言ってもよい。また、“強化地域における地震予知の問題点”では、東海地域と首都圏での地震予知関係観測の現状や問題点がまとめられている。

第3部は年表、連絡会での各委員の発言などの詳しい議事録、その他関係組織の規則、報告書などの資料である。

本書は、たんに地震予知連絡会の詳細な活動記録として、わが国の地震予知研究を歴史的に検討する際の参考資料であるにとどまらず、とくに第2部は、期間中の各地震についての総合的ケース・スタディとも言える内容を含んでおり、地震予知研究者にとっても文献的価値を持つ貴重なものと言ってよいであろう。

[すずき じろう 東北大学名誉教授]

●新刊紹介

宇佐美龍夫 著

地震と建築災害

市ヶ谷出版社、1990年7月発行、A5変形判、172頁、1545円。

NHK市民大学講座の「地震そのメカニズムと防災」についての、著者による講義を基にまとめられた。地震現象の基本的な事柄から、震動災害、地震火災、地変、津波、ライフラインなどの新しい災害、さらには地震・防災対策まで、ひろい範囲の解説がなされている。

木村松夫・石井敏夫 編著

絵はがきが語る・関東大震災 石井敏夫コレクション

拓植書房、1990年8月発行、A4判、189頁、8240円。

1923年関東大震災の直後、市中で売られた震災絵はがきを収集した「石井敏夫コレクション」の中から157枚を選び、また当時の新聞や出版物にあらわれた短い記事を添えてまとめられた。また最後に、木村松夫の写真ジャーナリズム史として見た解説と、石井敏夫の震災余聞が付されている。

米倉伸之・岡田篤正・森山昭雄 編

変動地形とテクトニクス

古今書院、1990年8月発行、菊判、254頁、3800円。

1988年秋、日本地理学会が開催した「変動地形学成果と課題」と題するシンポジウムにおいて発表された論文を基に編集された。変動地形学の視点、活断層の発掘調査、地形形成における活断層・地殻変動の役割、変動地形と地殻変動の地域性（日本列島とその周辺、海外）などが主題となっている。

伊藤和明 著

大地震・あなたは大丈夫か

日本放送出版協会、1990年9月発行、新書判、206頁、670円。

最近、発生したフィリピン地震をはじめとする内外の地震と、その災害の実例を述べ、さらに地震災害の種類・特徴を詳述する。ついで地震予知のしくみと実状を述べ、防災の基本は「自分の身は自分で守る」ことであると説いている。一般向の地震防災啓蒙書。

地震ジャーナル・既刊総目録

1号・1986年6月

〔創刊号〕

IyEI 関東大地震と安否情報 岡部慶三
 創刊の辞 萩原尊禮
 地震学者のみたメキシコ地震 阿部勝征
 対談 地震予知計画発足のころ 萩原尊禮
 聞き手：力武常次
 起こるか？ 東海地震！ 力武常次
 地震予知連絡会情報 萩原幸男
 ◇第74回〔昭和61年2月17日〕◇第75回〔5月19日〕
 書評・渡辺偉夫著『日本被害津波総覧』 梶浦欣二郎
ADEP情報 (1) 受託事業の状況
 (2) 助成・外国派遣
ユム 志摩半島甲賀の安政津波碑
ユム “さった峠” 下海岸の現況

2号・1986年12月

IyEI 地震予知学の実力のほど 三木晴男
 パークフィールドの地震予知 金森博雄
 日本がアメリカとなった話 — プレート
 テクトニクス 最近の話題 上田誠也
 地震後10年 唐山を訪ねて 高木章雄
 日本最古の地震 — 允恭天皇五年の地震文獻 山本武夫
 瓜生島沈没の謎 柳川喜郎
 地震予知と“火の玉” 力武常次
 地下核実験探知と地震学 末廣重二
 地震予知連絡会情報 萩原幸男
 ◇第76回〔昭和61年8月18日〕◇第77回〔11月17日〕
 書評・広瀬弘忠編『巨大地震 — 予知とその
 影響』 力武常次
 ・浜田和郎著『地震予知 — どこまで
 可能か』 力武常次
 ・T. Rikitake, EARTHQUAKE PREDICTION
 RESEARCH, Vol. 4, Nos. 3, 4 井野盛夫
ADEP情報 (1) 東南海地震の全体像
 (2) 津波の危険度 編集部
ユム 天変動く — 与謝野晶子
ユム 高知県宿毛の津波
ユム 土佐清水の津波

3号・1987年6月

IyEI “他山の石” — 警戒宣言の解除 柳川喜郎
 座談会 地震予知の動向 司会：力武常次
 多田亮／萩原幸男／津村建四朗／大竹政和
トルコと地震 本蔵義守
 日本海中部地震と津波学 相田 勇
 天意下る — 北原白秋 廣井 脩
 東海地震対策の現状 井野盛夫
 週刊誌に読む地震の歴史 仁尾一三
 地震予知連絡会情報 浜口博之
 ◇第78回〔昭和62年2月23日〕◇第79回〔5月18日〕
 紹介 日本の地殻水平歪(1985～1988)の刊行 力武常次
 書評・T. C. Hanks, THE NATIONAL EARTHQUAKE
 HAZARDS REDUCTION PROGRAM 力武常次
 ・J. I. Ziony, EVALUATING EARTHQUAKE
 HAZARDS IN THE LOSANGELES REGION 力武常次
 ・第23回IASPEI総会におけるソコウムのうち
 地球電磁気部門特集号
 『テクトノ磁気および電気』 力武常次
 ・廣井 脩著『災害と日本人 — 巨大地震の
 社会心理』 力武常次
 ・菅原 康著『津波』 相田 勇
 ・力武常次著『地震前兆現象』 浜田和郎

・宇津徳治編著『地震の事典』 三雲 健
 ・宇佐美龍夫著『新編日本被害地震総覧』 石橋克彦
 ・三木晴男著 (1) 『馬となますと私と』
 (2) 『検証・地震予知』 大竹政和
 ・木村政昭著『日本列島が危ない — 大災害
 回避への提言』 中村一明
ADEP情報 (1) プレート構造と地震活動
 (2) 地震テクトニクス 編集部
ユム ナマズ押さえ—大垣市の郷土玩具
ユム 地震の爪あと—天然記念物「地震動擦痕」

4号・1987年12月

IyEI “ながら族”の地震予知雑感 佐藤良輔
 対談 深発地震の発見 和達清夫／聞き手：末廣重二
 ある思想家の地震体験 清水幾太郎
 張衡の地動儀 力武常次
 微小地震で何がわかったか 石田瑞穂
 地震予知と誤報 廣井 脩
 雪崩と地震 溝上 恵／佃 為成
 茂吉と地震 萩原尊禮
 わか国の地震保険—制度と保険料率の決め方 三上康夫
 原子力発電所施設と地震動 渡部 丹
 地震・津波碑巡り 伊東市宇佐美行連寺
 地震・津波碑巡り 小田原市根府川 力武常次
 紹介 新潮社の地震防災対策 飯田 進
 地震防災デスク・メモ 田村和子
 地震予知連絡会情報 浜口博之
 ◇第80回〔昭和62年8月27日〕◇第81回〔11月16日〕
 書評・中村一明・松田時彦・守屋以智夫著
 『火山と地震の国』 垣見俊弘
 ・廣井 脩著『災害報道と社会心理』 力武常次
 ・Turner R. H., Nigg, J. M. & Paz, D. H. 著
 WAITING FOR DISASTER: EARTHQUAKE WATCH
 IN CALIFORNIA 広瀬弘忠
 ・Lee, W. H. K., Stewart, S. W. 著
 PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF MICRO-
 EARTHQUAKE NETWORKS 鈴木次郎
ADEP情報 活断層による地震危険度に関する研究 大長昭雄
ユム 伊豆半島西岸：松崎町の防潮堤 編集部

5号・1988年6月

IyEI 情報の内実を知る 柳田邦男
 鼎談 地震予知と情報 司会：伊藤和明
 力武常次／岡部慶三
 天下の奇災 — 島原大変 肥後迷惑 何かとよ 柳川喜郎
 津波災害 首藤伸夫
 大震災襲来！ — 魚たちは知っていた 吉田啓吉
 地震・津波碑巡り 徳島県海城南町浅川観音堂 相田 勇
 地震・津波碑巡り 善光寺の地震塚 力武常次
 宇宙技術と地震予知 吉村好光
 地動儀モデルいろいろ 力武常次
 地震予知連絡会情報 渡辺 晃
 ◇第82回〔昭和63年2月15日〕◇第83回〔5月16日〕
 書評・猪井達雄・澤田健吉・村上仁士著
 『徳島の地震津波—歴史資料から』 相田 勇
 ・桜井信夫『もえよ 稲むらの火』 津村建四朗
ADEP情報 (1) 静岡県地震災害史
 (2) 津波対策に関する基礎調査 編集部
ユム 「ナマズ」と地震予知 **ユム** 関東大震災と遷都論

6号・1988年12月

IyEI 東京湾開発と地震対策 大竹政和
 活断層と古地震・未来地震 垣見俊弘
 公開対談 西暦2000年における地震予知と
 地震災害評価 C. R. アレン／R. A. アンドリュース
 大地は動く — 液状化による地盤の側方移動 浜田政則
 漢詩と地震 — 頼山陽の詩 村内必典
 宇宙からみた地震雲 高橋 博

地震と切手 牧野正久
 企業の防災対策 東京ガスの地震対策 大沢隆太郎
 地震・津波碑巡り 宮古市重茂海嘯記念碑 相田 勇
 地震予知連絡会情報 渡辺 晃
 ◇第84回 [昭和63年8月22日] ◇第85回 [11月21日]
 書評・岡野健之助著『四国の地震』 岡田義光
 ・高橋博編『沿岸災害の予知と防災』 梶浦欣二郎
 ・Bruce A. Bolt 著 EARTHQUAKE REVISED
 AND UPDATED 宇津徳治
 ・Vita Finzi著 RECENT EARTH MOVEMENTS 松田時彦
 ・力武常次著『日本の危険地帯 — 地震と津波』 高橋 博
 ADEP情報 津波危険度に関する研究 編集部
 コム 猛烈! 激・烈震の様相 唐山の地震
 コム 猛烈! 激・烈震の様相 宝永地震

7号・1989年6月

1つ1 『地震観測衛星』について 小松左京
 鼎談 津波を語る — 研究・防災上の問題点 司会: 阿部勝征
 梶浦欣二郎/首藤伸夫
 月の地震 水谷 仁
 旧約聖書と地震 萩原幸男
 過去帳に残る地震 菊池万雄
 東海地震を想定した交通対策 — とに静岡県
 の場合 井野盛夫
 紹介 『唐山大地震 — 今世紀最大の震災』
 の刊行 力武常次
 宮城県沖地震10年 櫻井恵美子
 馬と地震 井崎脩五郎
 地震予知連絡会情報 青木治三
 ◇第86回 [平成元年2月20日] ◇第87回 [5月22日]
 書評・島村英紀著『地球の腹と胸の内 — 地震
 研究の最前線と冒険譚』 末廣 潔
 ・萩原尊禮編著『続・古地震 — 実像と
 虚像』 石橋克彦
 ADEP情報 ツボコム 中部日本活構造地域の地震
 テクトニクス 編集部

8号・1989年12月

1つ1 私と地震との関係 原田昇左右
 座談会 地震予知の現状を批判する 司会: 柳川喜郎
 川端信正/田村和子/力武常次
 宇津徳治
 世界の地震
 アルメニア大震災 — わか国際救援隊の活躍と
 現地事情 末廣重二
 明治中期の“煙突地震” — 明治27年6月20日
 東京・横浜の地震 茅野一郎
 紹介 地震予知連絡会報告『首都及びその周辺の
 地震予知(その2)』 萩原幸男
 企業の防災対策 山之内製菓の地震対策 宮澤 徹
 地震予知連絡会情報 青木治三
 ◇第88回 [平成元年8月7日] ◇第89回 [11月20日]
 書評・Tang Xiren著 Liu Pengxin訳 A GENERAL HISTORY
 OF EARTHQUAKE STUDIES IN CHINA 力武常次
 ・R. S. オルソン, B. ポデスタ, J. M. ニック共著
 THE POLITICS OF EARTHQUAKE PREDICTION 力武常次
 ・加藤碩一著『地震と活断層の科学』 垣見俊弘
 ・尾池和夫著『地震列島にしひかし』 長谷見晶子
 ・尾池和夫著『地震発生のしくみと予知』 石川有三
 ・陳鶴松編 THE GREAT TANGSHAN EARTHQUAKE OF
 1976: AN ANATOMY OF DISASTER 津村建四朗
 ・佐藤良輔編著『日本の地震断層パラメター・
 ハンドブック』 平澤朗郎
 ADEP情報 富士山噴火史 編集部
 コム 火山噴火と津波
 コム 写真に見る静岡県海岸の“津波防災”
 コム 地震と不意打ち

9号・1990年6月

1つ1 地震対策は抜群の政治だ 秦野 章
 鼎談 知られざるロマブリータ地震 司会: 吉村秀実
 阿部勝征/片山恒雄
 日本文学と地震 — とくに『方丈記』の元暦二年
 大地震をめぐる 有吉 保
 仏教経典にみる地震 水野教宏
 猛烈! 激・烈震の様相 ニュ・マフット地震 力武常次
 中近東の地震 — イスラーム世界を脅かした
 数々の大地震 川床睦夫
 国際津波警報網の構築 — 南太平洋における
 計画 北沢一宏
 聞き書 父三平の地震ざらい 林家こぶ平
 特別手記 日本人の見た唐山大震災 川上奈穂
 地震予知連絡会情報 岡田義光
 ◇第90回 [平成2年2月19日] ◇第91回 [5月21日]
 書評・(1)アメリカ地質調査所編 THE LOMA PRIETA
 EARTHQUAKE OF OCTOBER, 17, 1989.
 (2)G. Plafker and J.P. Galloway編
 LESSONS LEARNED FROM THE LOMA PRIETA,
 CALIFORNIA, EARTHQUAKE OF OCT. 17, 1989.
 ・阿部勝征著『地震は必ずくる』 川崎一朗
 ・河野芳輝・古瀬慶博共著『100万分の1
 日本列島重力異常図』 中川一郎
 ADEP情報 静岡県中部地域の地震活動と災害 編集部
 コム うづまの鯨 コム 陰陽師と地震予知
 コム 保存される地震断層 — 北丹後地震・郷村断層

10号・1990年12月

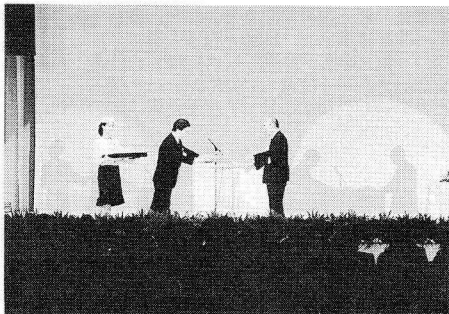
【特集:迫りくる東京圏直下地震】

巻頭言 創立10周年記念号の発刊に際して 萩原尊禮
 か-口絵 版画と文 地震と瓢箪と鯨 井野盛夫
 江戸-東京の直下地震 — 古記録から探る 萩原尊禮
 首都直下のルト構造 — 発生のメカニズムを探る 石田瑞穂
 どうやって予知する? — 直下地震予知の
 現状と展望 萩原幸男
 直下地震の危険度は? — 確率予測の試み 力武常次
 川崎市と直下型地震 — 被害想定を中心として 杉山孝志
 直下型地震に備える — 1987年千葉県東方沖
 地震の教訓 荒 孝一
 液状化対策は? — 直下地震と地盤 浜田政則
 ライフラインの安全性 — 直下地震対策は
 万全か 片山恒雄
 そのとき社会は? — 直下地震と社会混乱 廣井 脩
 金融・経済へのインパクト — 直下地震が
 与える国際的影響
 損害保険はどうなる? — 直下地震と保険 織田 薫
 災害は進化する — 直下地震への危機感 長島秀隆
 地震予知連絡会情報 柳川喜郎
 岡田義光
 ◇第92回 [平成2年8月13日] ◇第93回 [11月26日]
 猛烈! 激・烈震の様相 関東地震 力武常次
 書評・(1)Ma Zongjin, Fu Zhengxiang, Zhang Yingzhen,
 Wang Chengmin, Zhang Guomin, Liu Defu 著
 EARTHQUAKE PREDICTION — Nine Major
 Earthquakes in China 力武常次
 (2)望月利男・中野尊正編『巨大地震と
 大東京圏』 力武常次
 ・宇津徳治編著『世界の被害地震の表』 垣見俊弘
 『地震活動・地震予知文献目録』 佐藤良輔
 ・気象研究所編『地震前兆現象のデータ
 ベース』 大志万直人
 ・Christopher H. Scholtz著 THE MECHA-
 NICS OF EARTHQUAKES AND FAULTING 茂木清夫
 ・地震予知連絡会編『地震予知連絡会20年
 のあゆみ』 鈴木次郎
 ADEP情報 (1)国際防災10年記念功労者内閣総理大臣表彰
 受賞(2)力武理事防災功績者表彰受賞 編集部
 コム ニュ・マフット地震 [続1] コム 小笠原の津波と札幌氏

ADEP情報

国際防災十年記念 功労者内閣総理大臣表彰受賞

国際防災の十年が、今年からスタートしました。これを記念して去る9月27日、政府の国際防災十年推進本部および国際防災十年国民会議主催、横浜市の協力により記念式典が横浜プリンスホテルで開催されました。



海部首相より表彰を受ける萩原会長

この式典には、国連を始めとする海外からの出席者を含め、約千名が出席されました。式典では、推進本部長（内閣総理大臣海部俊樹）、国民会議議長（日本学術会議会長近藤次郎）から主催者代表挨拶が行なわれ、ご臨席の皇太子殿下のお言葉をいただき、引きつづき来賓祝詞がありました。その後、国際防災の十年を記念して、防災功労者に対する内閣総理大臣表彰が行なわれました。

この受賞は、本振興会が地震予知および防災に関する総合的な研究を推進することにより、防災科学技術の振興に多大な貢献をし、わが国の災害予防にとって大きな成果を挙げた功績によるものであります。

本振興会が、この記念式典において表彰を受けることができたのは、ひとえに昭和56年設立されてより今日まで、本振興会の諸活動に対す

る関係各位のご支援、ご協力の賜物と深く感謝申し上げます。

今年は、本振興会も設立十周年の記念すべき年でもあります。この年を新たな出発点として、本振興会に課せられた地震予知および防災科学技術の研究振興に、一層貢献して参りたいと存じます。

力武理事 防災功績者表彰受賞

本振興会・力武常次理事（『地震ジャーナル』編集長）は、去る8月30日、国土庁長官から地震防災強化地域の指定および南関東地域における地震発生メカニズムの調査検討に尽力した功績により、平成2年度防災功績者表彰を受賞されました。受賞を心からお慶び申し上げるとともに、今後のご活躍をお祈り致します。
[YS]



表彰状

編集後記

この1月22日で、当振興会は設立許可を受けてから満10年になる。また『地震ジャーナル』もこの号で第10号を迎えた。これを記念して何か面白い企画はないかと編集委員会ではかねがね議題に登っていたのだが、具体的に計画されたのは、丁度1年まえのことであった。国内では伊東沖の海底噴火が起こったり、海外ではロマプリエタ地震の大きな被害が報じられたりして、直下型地震への関心が一般に高まっていると

思われた。なかでも「首都圏の直下型地震」は起こった場合の影響の深刻さ、そう遠くない将来に起こるかも知れないという危虞の高まりからみて、是非取り上げねばと一決したのである。地震は起こってしまうのである。起こってしまえば何らかの災害、そして新しい型の災害が起こるだろう。この特集が、そのような事態に対する備えをかためるために、参考になるだろうか。むずかしい事柄をまとめて下さった執筆者の諸先生に感謝申し上げます。 [A]

地震ジャーナル 第10号

特集：迫りくる東京圏直下地震
平成2年12月20日 発行

発行所 〓101 東京都千代田区神田美土代町3
☎ 03-295-1966
財団法人
地震予知総合研究振興会

発行人 萩原 尊禮

編集人 力武 常次

本誌に掲載の論説・記事の一部を引用される場合には、必ず出典を明記して下さい。また、長文にわたり引用される場合は、事前に当編集部へご連絡下さい。

●印刷/理想社印刷所 ●装丁/鈴木 堯