

## 第3章 地震予知とは

### 3.1 地震予知の必要性

関東大震災や阪神大震災のように日本は大地震によって多くの被害を受けてきた。大地震が起こると、人物・建物に被害が及ぶだけでなく、日本の経済にも大きな影響を与える。こういった被害を最小限に抑えるために地方自治体や国が様々な対策を考えてきた。その中で東海地方の地震対策だけは、地震予知が可能であるということを前提に行われている。地震予知は大地震が起こる前に、地殻の異常などを発見し地震が起こる前に住民に危険を知らせるので、様々な防災対策の中で成功したときの効果が最も大きい。静岡県の考える予知なしの被害想定と予知が行われたときの被害想定は次のようになっている。<sup>[10]</sup>

表 3-1 静岡県の考える被害想定

| 被害区分 | 予知なし     | 予知あり     |
|------|----------|----------|
| 死者   | 2547 人   | 376 人    |
| 重傷者  | 9300 人   | 2540 人   |
| 建物大破 | 155253 棟 | 93777 棟  |
| 中破   | 278302 棟 | 292017 棟 |
| 一部損壊 | 316005 棟 | 335031 棟 |

(静岡県地震対策資料 No.80-1990)

表 3-1 のように地震予知が行われるのとそうでないとは被害の大きさがかなり違う。ギリシャや中国は地震予知を成功させた国とされているが、その成果は後で示すように大変大きかった。様々な国で地震は社会に大きな被害を与えるものとして、対策がねられている。地震予知が可能か不可能かは人によって意見が分かれるが、地震予知が可能になればかなりの被害減少につながる。

しかし、現在の日本の地震予知技術はまだ研究の余地があり、実際に使われるまでにいたっていない。地震予知を行うためには、その前の前兆現象を観測する必要がある、このために静岡県だけでも 133ヶ所もの観測点が設けられている。

### 図 3-2 東海地域の地震予知観測網

(力武常次著:日本の危険地帯-地震と津波-より転載)

この観測器は地殻などの微妙な異常を得るために非常に精密な構造になっているため、不必要なデータ(ノイズ)を拾ってしまう。このノイズとは車や工事などによって起こる振動などが原因で、現在、日本の地震予知技術や過去のデータからでは必要なデータとノイズとを完全に区別することは難しい。

しかし、地震が予知されてもその予知情報の内容によっては様々な混乱、経済的損失が生まれる。現在の日本の防災システムでは、地殻の異常が発見されそれが前兆現象であると見なされると、警戒宣言が発令される。そうすると電車やバスは運行を中止し交通は規制されるのでその地域の経済活動は麻痺してしまう恐れがある。また警戒宣言が発令されたことにより、市民がいつせいに非常用食料を買い占めたり安全な場所に避難しようとする事によって大きな混乱が引き起こされる可能性もある。

しかし、実際に予知により警戒宣言が発令されその後に地震が発生すれば、多少の混乱や経済的損失があっても、表 3.1 のように被害減少に大きく役立てばその予知は成功したといえるが、もし予知通りに地震が起きずに、警戒宣言が不発に終わると様々な損失だけが残ってしまう。また、このようなはずれの地震予知が数回続けば、予知そのものの信頼度が低くなり、警戒宣言の効果が低くなる事も考えられる。

このように、警戒宣言というものは確実に地震が起こるという確信がなければ発令することは出来ない。そのため、地震学者の中には地震の前兆現象が観測されても警戒宣言は発令できないと考える人もいる。<sup>[11]</sup>

このように地震予知技術や予知を前提とした防災システムはまだ不完全なところが多く、必ずしも現在の日本では地震予知が被害を減らす最善の策とは限らないのである。

### 3.2 地震予知の種類

地震予知の種類は大きく分けて長期的予知と短期的予知の2種類ある<sup>[12]</sup>。長期的予知とは100年単位の長期間でみて、大地震の危険がある地域を見つけることが目的で、これは現在の東海地震対策のように行政が地震に対する防災対策を考えるのに役だっている。また短期的予知とは、大地震の直前に予知し住民に危険を伝える予知であり、直接地震の被害と関係してくる予知である。日本では東海地震の危険性を伝えたように長期的予知に関してはある程度の技術力がついているが、短期的予知についてはまだ様々な問題がありその解決が望まれている。

地震予知を成功するためには、地震の前兆現象をすばやく発見することが重要であり、そのため静岡県下には東海地震の予知を目標として、図3-2のように133ヶ所の観測点が設置されている。ここで得られたデータは24時間体制で気象庁に送られ、大地震につながる異常現象をいち早く発見するように努めている。前兆現象についても大きく分けて長期的前兆と短期的前兆の2種類に分けられる。短期的前兆現象の報告はこれまでに多数あるが、こういった前兆は地震によっては複数現れたり、まったく現れず突然大地震が起こるなど地震によって様々であり、特定されていない。

#### 長期的前兆

長期的前兆とは、100年単位でみてどこで地震が起こり得るかを調べるための前兆で、行政が行うような長期的な対策を考える上で重要になる。

##### ・歴史的地震活動

日本や中国のようにある程度長い歴史のある国では、歴史に残っている過去の地震活動から地震の再来周期を計算することができる。これは200-300年の歴史しかないアメリカには困難なことである。歴史的な地震の再来周期を参考に南海・東海沖合いにマグニチュード8クラスの地震が100-150年周期で起こることが分かっている(第2章:表2.1参照)。この辺りに起こる巨大地震はプレートとプレートの境界で起こる。つまり少しずつプレートが動くことによって100-150年かけて境界線上に歪みエネルギーが蓄積されるのである。このような考えから予想される東海地震のようなマグニチュード8クラスの大地震発生確率を計算できる。

しかし、これは地震の再来周期が日本の利用可能な歴史よりも短くなければ出来ないと

いう条件がある。過去に大地震がないところでマグニチュード7以上の地震が起こった場合、その地震は日本の歴史より長い再来周期の地震という可能性がある。

#### ・地殻の歪み

東海地震はプレートの移動が原因で起こる地震である。事実、測量によって駿河湾の幅は年間約1センチメートルの割合で狭まっていて、御前崎は年間数ミリメートルの割合で沈降している。このような地殻の移動がいつまでも続くことはなく、限界が来れば地殻に破壊が起こって地震発生となり、蓄積していたエネルギーを四方八方に発散する。従って、地殻の歪みを調査することは、地震の長期的予知につながる。

#### ・地震活動の空白域

大地震の起こる10-20年前にドーナツ現象と呼ばれる現象が起こることがある。これは、大地震の起こる前にその震源域の周辺の地域で地震活動が活発になるというものである。南海トラフ沿いの巨大地震発生の前にも、中部・近畿地方の内陸で中規模の地震活動が盛んになる傾向がある。プレートのもぐり込み地帯などの大地震がしばしば起こる地域において、地震活動が長期にわたり行われていない地域は大地震が起こる可能性がある。これを地震活動の空白域といい、大地震発生する地域を特定するのに役立つ。

### 短期的予知

長期的前兆はどちらかといえば、地震情勢の見通しに関連することであったのに対し、短期的前兆はより直接的に地震発生に関わってくる。つまり、長期的前兆によって防災の対策がたてられ、短期的前兆な発見によってその対策が実行される。これは直接大地震に関係する現象であるので、地震の直前予知を可能にする上でたいへん重要である。

#### ・測地学的前兆

地殻変動を測量することは、地震前兆を発見する上で大切なことであり、地殻の異常隆起が大地震につながることもある。新潟地震の場合、1955年頃から10センチメートルを超える異常隆起が認められ、その隆起が止まったところで大地震が発生した。また、東南海地震の場合では、地震当日の10-12時の水準測量で前日の観測より9ミリメートルの異常隆起が発見され、その直後に大地震が発生している。このような事実から、巨大地震の前には異常地殻変動があることが認識された。この現象をとらえるために気象庁は地中深くに体積歪み計を設置し、24時間体制で観測を続けている。

#### ・地震学的前兆

大地震の震源域内に、本震が発生するより前に中小の地震が発生することがあり、これは前震と呼ばれる。この地震は、はっきりとした前兆としての地震と判断できるときもあるが、ほとんどの場合、単なる群発地震か前震かを判断することが困難である。1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震(M=7.2)では、明石海峡付近で前日に小規模の地震が数回発生したが、これを前震と判断することは困難であった。長野-伊豆、大分-熊本などの地帯では、前震を伴う地震が起こりやすいとされているが、前震を伴わない地震も多い。前震などの小規模な地震は地震計で観測が可能であるが、自動車などの振動によるノイズとの区別が困難である。

#### ・地球電磁気学的前兆

地震の直前、または同時に地殻にたまったストレスによる帯磁変化のために地磁気に変化することがある。これは1960年代、プロトンの磁気モーメントを基準にする磁力計が導入されて以来、数ナノテスラの前兆的变化の存在が認められた。また、土地の比抵抗変化や地電位差変化が前兆として現れることもある。地電位差変化は後で述べるように、最近ギリシャでVAN法として用いられ、地震予知を相当な確率で成功させているが、日本ではノイズが多く、観測経験は長いが前兆とノイズとを判断するのは困難である。最近では、地震の前に電磁放射が観測されるようになり、まだ確立されていないがこれからの研究課題である。

#### ・宏観前兆

大地震の前には異常な発光現象(光り物)、地鳴り、動物の異常行動、地下水・温泉異常など人体感覚でも分かるような現象が古くから多く報告されている。これらの前兆現象は科学的には証明されていないため、日本の地震予知計画の正式な判断材料として使われていないが、その例としては次のような物がある。

- 1) 紀元前373年のギリシャの地震のとき、二日前からネズミや蛇など多くの動物が震央地域から逃げだした。
- 2) 地震の直前にみみずやもぐらなど地中の動物が地面からはいでてきた。
- 3) 中国では、地震の直前に犬が一斉に吠えた。
- 4) 地震の起こる前に発光物体を目撃した。
- 5) 地震の直前に川の魚が大量に死んでいた。

(尾池和夫著:地震発生のしくみと予知)

1997年1月17日に発生した兵庫県南部地震の前にも、このような目に見える前兆現象

は多数報告されており、現在はこのようなデータの収集及び解析は行われていないが、その全貌が明らかになれば、地震予知に大いに役立つ。

現在の日本の予知技術では、東海地震が騒がれているように、長期的前兆の認識により大地震に備えてその防災対策が練られているという状況である。しかし、短期的前兆の判断は現在のところ困難である。前兆現象には決まったパターンがあるわけではなく全く現れない場合や、複数現れる場合もある。しかし、その異常現象を大地震の前兆と判断するのは困難で、その理由の一つにはノイズの問題がある。測量器によって得られた異常のデータがノイズであるかそうでないか判断できるかどうかは地震予知にとって大きな課題となる。

### 3.3 地震予知のシステム

地震予知とは、「いつ」、「どこで」、「どの程度の規模」の地震が起こるかということ予測するものである。こういったものを判断し、危険を知らせるために予知システムが考えられた。気象庁に集められた観測データの中に、異常と見られるものが発見された場合、「地震防災対策強化地域判定会」が集められ、また収集が呼びかけられてから 30 分間は報道を制限することが、政府と報道機関の間で決まっている。地震防災対策強化地域判定会とは、次のような組織である。

- ・地震防災対策強化地域判定会

異常現象を発見したとき、それが大地震の前兆かどうか判断する組織として、「地震防災対策強化地域判定会」というものがある。この組織は東京近郊に住む大学教授であり、地震予知の研究者である 6 人のメンバーによって構成されている。このメンバーは居場所を明らかにし、常にポケットベルを携帯していなければならない。

気象庁では常に「地震活動等総合監視システム」が動いている。ここには、東海・南関東に設置された常時監視網のデータが 24 時間体制で集まってくる。ここに集まってくるデータ（体積ひずみ計・地震計など）に異常がみられると判定会が集められる。判定会によって地震の前兆と判断されると、その結果は気象庁長官から総理大臣に報告される。そこで閣議を経て、総理大臣は「警戒宣言」を発令する。地震予知はこのような流れで行われ、「地震防災対策強化地域判定会」は異常を地震の前兆かどうか判断する組織である。

この判定会によって、大地震発生の恐れがあるとされた場合、気象庁長官はこのことを内閣総理大臣に報告し、内閣総理大臣は閣議で決定した後に内閣総理大臣によって警戒宣言

が発令される。東海地震の場合、警戒宣言の発令場所は静岡県全域を含めた6県167市町村にわたる「地震防災対策強化地域」である。異常が発見されてから警戒宣言が発令されるまでの流れは以下の通りである。

図 3-3 地殻の異常を発見したときの流れ

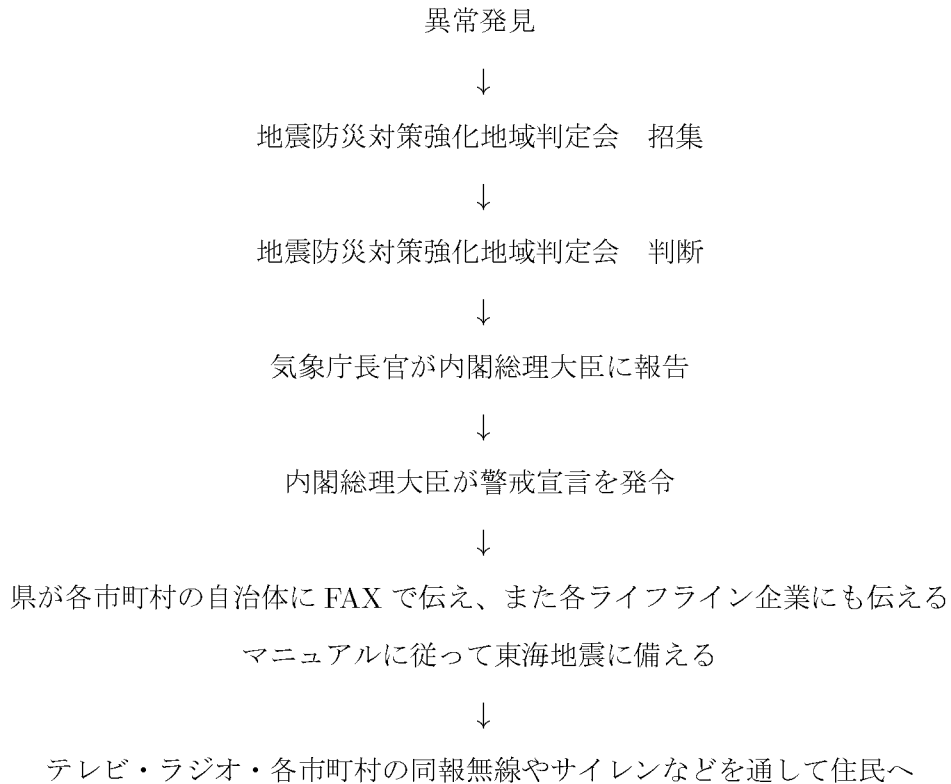


図 3-3 のように、気象庁で地震の前兆現象と思われる異常が発見されてから最終的な情報として住民やライフライン企業に届くまで、様々な行政的手続きが行われる。

また図 3-3 のなかにもあるように、地震予知を情報として伝達するシステムとして、内閣総理大臣によって発令される警戒宣言がある。これは地震警報であり、地震防災対策強化地域判定会によって地殻の異常が大地震の前兆と判断されると、それが警戒宣言として内閣総理大臣によって国民に伝えられる。しかし、実際にはこの警戒宣言は発令できないという意見がある。そのひとつに、都市の混乱が上げられる。警戒宣言が発令されると次のようなものが制限される。[13]

表 3-4 警戒宣言発令時に制限される事項

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| 電気   | 使用できるが、できるだけ使わない。                  |
| ガス   | 使用できるが、できるだけ使わない。                  |
| 水道   | 使用できるが、水はふだんからためておく。               |
| 電話   | できるだけ使わない。通話する人が爆発的に増えると通話規制がとられる。 |
| 新幹線  | 最寄りの駅まで徐行して停車。                     |
| 鉄道   | 最寄りの駅まで徐行して停車。                     |
| バス   | 運行を中止。                             |
| 船    | 運行を中止。                             |
| 幼稚園  | 閉園、子供はすぐ帰すかまたは保護者に引き渡す。            |
| 学校   | 閉校、子供はすぐ帰すかまたは保護者に引き渡す。            |
| 病院   | 外来患者の診断は中止する（緊急患者は受け付ける）。          |
| デパート | 営業中止。                              |
| 銀行   | 営業中止。                              |

(静岡県地震防災センター:静岡県地震対策資料 No80-1990)

このような制限がされることによって、普段通りの生活が出来なくなる。また、警戒宣言が発令されると次のように交通規制される。

1. 強化地域への進入は禁止される。
2. 主な交差点では交通整理が行われる。
3. 避難路、緊急輸送路では交通規制が行われる。

また、走行中の車は次のような規制を受ける。

1. ゆっくり走る（一般道路 20km/h 程度、高速道路 50km/h 程度）。
2. カーラジオで情報を確認し、情報に従って運転する。
3. 警察の指示に従う。
4. 避難が必要な場合は、なるべく道路の外に車をとめる。
5. やむを得ず道路において避難するときは、左側に寄せ、キーをつけ窓を閉めておく。

このように、様々な規制がされることによって、混乱を招くことになる。さらにその都市の経済活動がほとんど停止してしまう問題も残る。

### 3.4 世界の地震予知



ここでは、地震予知に成功したといわれているギリシャ<sup>[14]</sup>と中国<sup>[15]</sup>の予知技術や実際に行われた地震予知はどうであったかを見ていき、それらの問題点などをあげていく。

## VAN 法

VAN 法とは短期的予知（数カ月–数日前の予知）を可能にするためのギリシャの地震予知システムである。直前予知を行う方法として、ラドン濃度、地下水位、地下水温度などの変化を観測する方法があるが、VAN 法では最近注目されている電磁気変化の面から予知を行っている。とくに VAN 法は電磁気信号の直流電場（地電流）を扱っている。この地震予知方法で、発生時、震源、マグニチュードまでの予知に成功したとされている。次にこの成功例を 3 つあげる。(1) 1995 年 5 月 4 日の Chalkidiki 地震 (M=6)

4 月 7 日に予知情報発信

内容：4 月 6 日に ASS 観測点で検知された SES 活動に基づき数週間以内（以下いずれも SES 検知後）に、Thessaloniki 付近に M=5.2 あるいは Chalkidiki 半島に M=5.8 の地震あるべし。

・5 月 4 日に Chalkidiki 半島で M=6.0 の地震発生。政府は VAN 法による予知成功と発表。

(2) 5 月 13 日の Grevena 被害地震 (M=6.6)

4 月 30 日に予知情報発信

内容：4 月 18、19 日に IOA 観測点で検地された SES 活動に基づき、数週間中に M=6.6 の地震あるべし。震源はギリシャ西部または IOA 観測点から北西に 20~30km だが、後者がより可能性高し。

・5 月 13 日に IOA 東南東 70~80km で M=6.6 の地震発生。

(3) 6 月 15 日の Egion 被害地震 (M=6.1)

5 月 19 日に予知情報発信

内容：4 月 30 日に VOL 観測点で検地された SES 活動に基づき数週間中に M=6.6 の地震あるべし。震源は GOL 観測点あるいは VER 観測点（ともに当時非稼働中）付近、あるいはエーゲ海北西部だが、前者の方が可能性高し。

・6 月 15 日、Egion 地域（GOL 付近）に M=6.1 の地震発生。

上記のように客観的な地震予知の成功例はあるが、これに批判的な地震学者は VAN 法には科学的な根拠がないと考えている。その理由としては、観測された電磁気信号は実はノイズであり、ギリシャでの地震予知は偶然によるものであると考えられているからである。よって、ギリシャの学者は VAN 法による成功率は 60%程度と見ているのに対し、これに批判的な学者は 0-20%程度に過ぎないと考えている。しかし地震予知は技術と経験が必要で

あるので、経験を無視して一概に否定は出来ないと思われる。また、日本でのVAN法の適応は現在のところでは難しい。それは日本は車などによる人工ノイズが多いため、異常との識別が困難だからである。日本の地震予知技術のこれからの課題としては人工ノイズと異常データとの識別をより確実にしていくことである。そのためにはノイズのとどかないような場所を探し、そういった場所での観測点を増やしていく必要がある。

### 中国の地震予知

中国の地震対策は主に地震予知に頼っている。その理由としては、中国の人口は約10億人であり、1家族平均4人としても2億5000万戸となる。中国ではこのほとんどが鉄筋の入っていないレンガ造りの家のために、この全てを耐震化するのは不可能である。このため、防災の大半を予知に置き、大地震によって建物は崩壊しても人命だけは救おうという方法をとっている。

表 3-5 中国で行われた地震予知の状況

| 地震名     | 地域      | 年月日       | 時分    | M   | 直前予報 |
|---------|---------|-----------|-------|-----|------|
| 海城地震    | 遼寧省     | 1975.2.4  | 19:36 | 7.3 | 成功   |
| 竜陵地震    | 雲南省     | 1976.5.29 | 20:23 | 7.3 | 成功   |
| 唐山地震    | 河北省     | 1976.7.28 | 03:42 | 7.8 | 失敗   |
| 松藩-平武地震 | 四川省     | 1976.8.16 | 22:16 | 7.2 | 成功   |
| 塩源-寧浪地震 | 雲南・四川境界 | 1976.11.7 | 02:04 | 6.9 | 成功   |

(静岡県地震対策課-地震対策研修資料より)

この表のように、1975.2.4の遼寧省の海城地震の地震予知して住民を避難させるのに成功してから5回のマグニチュード7クラスの地震のうち4回の予知に成功している。

中国の地震予知体制は、国務院国家地震局及び科学院が中心となり、各省、県、市の地震局という体制で行われており、防災を含めて観測関係の職員は1万人に及び、常に地震計、傾斜計、歪み計などを観測している。また、中国では行政とは別に民間の観測員が15万人いるといわれ、こうした地震の専門家と民間とが一体となって地震予知を成功させている。

なお、現在の中国地震予知は次のような4段階のパターンに分かれている。

1. 長期予報 5-10年
2. 中期予報 1-5年
3. 短期予報 数カ月-1年
4. 臨震予報 数時間-数日

### 3.5 地震予知の現状と問題点

地震予知の現状をまず学者の立場から考えてみる。ここ1・2年くらい、テレビや新聞などで地震予知についての意見が揺れ動いている。東海地震の対策として、地震予知が可能か不可能かの問題は大変重要なものであるが、現在、学者の立場からは地震予知は不可能という意見が強い。これは、第一に技術力の問題があげられる。日本は今までに地震予知を成功させた例がなく、予知情報を100%完璧な状態に出せる自信がない。よって、地震予知が可能なることを前提としている東海地震の対策を変える必要があるし、地震予知を期待している人々の意識も変える必要があるというのがこの意見である。地震予知が不可能な理由としては、地殻の異常を測定する計測器（体積ひずみ計や地震計など）に入るノイズが大きな問題にあげられている。これらの計測器は、わずかな地殻の異常でも発見出来るようにと大変精密に出来ているため、近くを通った車の振動でも異常なデータとしてキャッチしてしまう。ここでいうノイズとは車などからでる振動のことで、現在の地震予知の技術では地殻の異常とノイズとを計測器のデータから区別するのは不可能ということである。

さらに、計測器の老朽化の問題がある。1996年2月26日に藤枝の体積ひずみ計の誤作動事件(第1章:1.2参照)があったように、計測器の老朽化が進むにつれてこのような誤作動が増えてくるという理由である。また、老朽化の進んだ計測器の修理については、地中深くに設置してあったり、精密な機械ということで莫大な資金がかかるため、簡単には出来ないのが現状である。

1997年4月に気象庁は、それまでの地震学者によって発表された、「地震予知は不可能」という考えに対抗する形で、予知は可能であるという会見を行い、その内容がテレビや新聞によって伝えられた。これは今までとられた地殻のデータについて、それまで大きな妨げとなっていたノイズと地殻異常のデータとを見分けることが出来るという理由からである。このように、地震予知に対する考え方は地震学者と気象庁などの行政機関とは異なるというのが現状である。