

## 2.1.2 講演要旨

### 「来るべき東海・東南海・南海地震津波とその被害」

京都大学防災研究所 巨大災害研究センター  
センター長・教授 河田恵昭

#### 《講演主題》

東海・東南海・南海地震に関して

起こる可能性はどの程度あるのか

実際に地震が起こるとどのようなになるのか

## 1 . 地震の発生について

地震の起こるメカニズム

### プレートの移動と地震発生との因果関係

- ・ 日本の周辺では4つのプレートが存在する。北にオホーツク海（北米）プレート、東に太平洋プレート、南にフィリピン海プレート、西にユーラシア（アムール）プレートがある。プレートの潜り込む量はプレートによって異なる。また、潜り込む量が大きいほど地震動が大きくなるというのではなく、断層同士の噛み合わせに起因する。噛み合わせがよいほど離れたときのエネルギーは大きい。
- ・ 震央の位置はかなり変動があるが、どの断層が割れるかという点についてはかなり規則性がみられる（5つの断層がある）。この5つの断層は連鎖して動く。
- ・ 隆起量が大きいと次の地震が起こるまでの時間は長く、隆起量が小さいと次の地震発生までの時間は短い（タイムプレディクタブルモデル）。これが2040年の前後10年に次の地震が起こるであろうという根拠となっている。

### 日本付近で発生する震源断層運動の特徴

- ・ M8クラス : 長さ100～150km、幅10～100km、数m以上の食違量、震源時間 1分以上
- ・ M7クラス : 長さ30km、幅10km、1～2 mの食違量、震源時間約10秒
- ・ M6クラス : 長さ10km、幅数km、数10cmの食違量、震源時間数秒前

### 南海地域における特徴

- ・ 南海トラフにおいて南から北に向かってプレートを押ししている（フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に潜り込む）ことが、西南日本に地震を発生させる大きな要因になっている。
- ・ フィリピン海プレートがユーラシアプレートに潜り込むと、ユーラシアプレートにストレスが溜まる。そのストレスの反動がプレート付近で起こるとプレート境界型の地震が起こり、その副産物として津波が発生する。この地震の発生位置は、水深20km付近であり、

最も津波を起こしやすい位置である。

さらに、ストレスはユーラシアプレート全体に作用しているため、瀬戸内海や日本海でも直下型の地震が起こる。

- ・ 今現在、四国の瀬戸内海側は隆起しており、大平洋側は沈降している。この隆起量は次の地震発生の時期を知る一つの指標となる。原子力発電所のある静岡県浜岡町では水準測量を行い、地盤の沈降量を計測している。測量結果を6ヶ月平均で整理し、毎年5mmの沈降が進行していることが判明した。しかしながら、それでもかなり測量結果に変動がある。つまり、平均しなければノイズのようになり、長期的な傾向が判別しにくい。これまでの東海地震の予知は、地震発生直前におこる特異な現象を見出すことにポイントが置かれていたが、前記のことから判断すれば、直前予知は現状では非常に難しいと判断される。現在、静岡県では地震防災計画の見直しを行っている。

この沈降が止まった時がポイントであり、次の地震が来る時であると考えられる。こうした精度の高い水準測量を室戸岬や足摺岬でも行うのが望ましい。しかしながら、実施されていないのが現状である。

#### 関東地域における特徴

- ・ 東京近郊の地層構造は複雑である。ユーラシアプレート、フィリピン海プレート、大平洋プレートの三層が闘ぎ合っている。このため、プレート境界型の地震と直下型の地震が同時に進行する特徴をもっている。関東大震災(1923年)の震源もこのプレート境界上にある。
- ・ 小田原付近は3つのプレートが複雑に潜り合っており、地震の巣となっている。過去の東海・東南海・南海地震の発生状況を整理してみると、南海、東海地震と関東地震は小田原地震を介して連鎖的に発生していることがわかる。

#### 東海・東南海・南海地震の連鎖性と連続発生の可能性

- ・ 歴史的にみて、東海地震と南海地震はほぼ同時に起こっている。
- ・ 684年以降、南海トラフ(深さ4,000m)上で巨大地震津波が8回起こっており、その間隔は約120年に1回の周期で起こっている。その中で、東海地震と南海地震は、最長で約2年、最短でほぼ同時(1707年宝永地震)に発生している。  
また、8回中7回は先に東海あるいは東南海で地震が発生している。
- ・ 東海地震だけが単独で起こったという、歴史的な事実は残されていない。  
その理由としては次のようなことが考えられる。
  - ・ 1944年東南海地震(M7.9)で東海沖の断層が動かなかった。
  - ・ 1854年安政東海地震(M8.4)から90年しか経過しておらず、地震のエネルギー(マグニチュード)が小さかった。

### 直下型地震とプレート境界型地震との因果関係

- ・ 南海地震発生前の40年間に近畿地方で発生した地震を対象として、発生年と地震マグニチュードを両軸にプロットする。その中でも大きいものを結ぶと一つの規則性が見いだせる。安政地震を対象とした場合も同様の傾向がみられる。さらに、この2つを重ねると、その規則性はほぼ一致する。その結果から推測すると、兵庫県南部地震クラスのM7.2を基準に考えると37年後にM8.4クラスのプレート境界型地震が発生する可能性が高い。いわゆる、2035～2040年頃にM8.4クラスの東南海・南海地震が発生すると予想される。その間にも、近畿地方ではM7クラスの直下型地震が2、3回起こる可能性がある。また、平行して、いつ起こってもおかしくない小田原地震が発生すれば、それに呼応してM8以上の東海地震が発生する。

以上のように関東の地震と関東より以西の地震（東海、東南海、南海）は密接な関係にある。

- ・ 南海地震に代表される巨大地震が発生すると、その後、余震活動期があって、さらにその後、30年程度静穏期があり、その次の移行期に入る。この移行期の境に兵庫県南部地震が起こった。このようなサイクルを繰り返している。

## 2. 実際に地震が起これば

### 広域地震動と津波被害

- ・ もしも、東海・東南海・南海地震津波がほぼ同時に起これば、神奈川県と富山県の西の地域では、震度5強以上となり、災害対策本部が自動的に設置される。
- ・ 三重、和歌山、徳島、高知の各県では、陸の孤島になる自治体が多数発生する。
- ・ 房総半島より西の太平洋沿岸、一部瀬戸内海では大きな津波被害となる。
- ・ 都市型津波災害が世界で初めて起こる可能性がある。

### 津波の特性

- ・ 津波は、マグニチュード6以上、震源の深さ120kmより浅い場合に発生する。
- ・ 逆断層（押し波）、正断層（引き波）の場合に津波は大きい。横ずれ断層では大きくなるらない。
- ・ 地震エネルギーのおよそ約10%が津波エネルギーに変換される。
- ・ 津波の伝播速度は水深の平方根に比例する（ $c = \sqrt{g h}$ ）。
- ・ 津波の高さは水深と湾の幅によって変化する。（…… グリーンの定理）  
幅の影響は1/2乗、水深の影響は1/4乗であるため、幅の影響の方が水深の影響よりも大きくなる。湾内の津波の計算をする場合、グリーンの定理が成立するためには津波の波長以上の湾長が必要である。日本のリアス式海岸はせいぜい1km～2kmであるため、グリーンの定理を使用すると誤差が大きくなる。
- ・ 湾内での共振や長い直線海岸でエッジ波が起こる。  
津波は長波であり反射率は1に近く、非常に反射しやすい。そのため、湾内で多重反射し、その内、共振が必ず起こる。

海岸線が長い場合、海岸線と直角方向にエッジ波が発生する。このエッジ波のメカニズムは解明されていないが、これを考えないと説明できない現象が多々ある。

- ・ 津波は周波数分散、方向分散という2つの作用を持ち、波形を変化させながら陸へと近づいてくる。

周波数分散・・・津波の波形から潮汐分の波形を除くと波群を形成している。1波1波は独立波であり、高い波高の波ほど伝播速度が速くなる。そのため、伝搬速度の遅い小さな波高の波を追い抜く現象

方向分散・・・水たまりに石を投げ入れた時にできる水の波紋のような現象

- ・ 津波の波長は約60km程度ある。このような場合の水粒子は2～3km程度動く。よって、海岸線にいた人が沖に2～3kmほど流されることになる。

#### 地域による津波特性の違い

- ・ 昭和の南海地震津波（1946年）は過去最大の津波ではない。宝永（1707年）や安政（1854年）の地震津波の方が津波は大きい。よって、昭和の津波を体験した人の教訓、伝承はそのまま使えない。
- ・ 第1波が必ずしも最大とはならない。震源位置によって異なる。また、場所によって津波高さは大きく異なる。

#### 瀬戸内海沿岸

津波は、豊後水道と紀伊水道から瀬戸内海に侵入し、松山と広島とを結ぶライン上で5時間後に重なり、津波波高は大きくなる。関門海峡の幅は1kmないので、そこから水は日本海に抜けにくい。すなわち、瀬戸内海は1つの風呂のようになり、波が至る所で多重反射する。したがって、南海地震が起これば少なくとも半日以上は津波が重なり、大きくなる可能性がある。

この沿岸地域は、南海地震津波を被害想定の対象としていない。

#### 大阪湾

地震が発生し、大阪湾に津波が入ってくるまでに2時間程の余裕がある。大阪市には350、大阪府に900の水門がある。地震が発生し、津波警報が発令されても、男性は即避難するのではなく、水防活動を行ってほしい。こうした津波防災には地域住民による自主防災活動が大きな力となる。

そのためにも、津波シミュレーションの結果等の情報を周知徹底しておけば、1時間30分は水防活動を行うことができる。

#### 大平洋側沿岸

計算による津波波形をみると、尾鷲市では、第1波よりも第2波の方が2倍以上大きくなる。実際、東南海地震津波では第2波による被害が大きかった。また、田辺湾や尾鷲港のように大型タンカーが接岸するような場所でも、津波の特性によっては座礁する可能性があり、それに伴う2次の災害が予想される（海面の極端な低下によって座礁し

たタンカーや漁船が次の押し波で陸上部に打ち上げられ、大規模な火災を引き起こす)。

こうした津波波形の特徴は場所によって大きく異なり、その地域の避難活動や港湾防災等に大きく関わってくる。そのためにも、こうした津波波形の情報は公開しておく必要がある。

### 3 . 質 疑

#### 原子力発電所は津波を考えているのか。

・日本海側、特に北陸・東北地方の発電所では津波を考慮して、取水工等を検討しているであろう。しかし、山陰地方の発電所では考慮していないのではないかと。しかしながら、詳しくは情報公開されていないのでよく分からない。

#### 原子力発電所建設に際して津波を考えるのであれば人工島ではなく、高いところに作った方がよいのではないかと。

・原子力発電所建設に際しては、必ず津波を考慮している。原子力発電所のサイトというのは水面から10mくらいの高さがあり、津波に対して大丈夫である。しかしながら、一番心配するところは冷却水を取り入れるパイプを通して水が流れ込んでくるのをどうするかということである。津波が直接発電所内に入ってくるということはほとんどない。

(東京大学名誉教授 宇佐美先生)

#### 港湾施設では津波を考えているのか。

・既往最大としてチリ地震津波あるいは昭和南海地震津波を想定して検討されている。しかしながら、これらは実際には既往最大ではないので、問題がある。しかしながら、そう簡単に検討対象を修正できるわけではなく、費用等もかなりかかる話なので、長期的なスケジュールをたてて見直しを行う必要がある。大阪での新しい埋立地では地上げを行っているため、想定地震津波が来襲しても水没はしない。それよりも、旧市街地の方が問題ではなからうか。