

# 本県の地震環境と

## 当センターにおける地震防災への取り組み

土壌・地下水・地盤担当 白石英孝

### 1 はじめに

関東地方では近年、首都直下地震の切迫性が懸念されており、内閣府によるとマグニチュード7クラスの地震が今後30年以内に発生する確率は、70%程度と推定されています。また首都直下地震のひとつである東京湾北部地震では、最大で死者約11,000人、経済的損失約112兆円と推定されています。こうした地震は県内にも大きな影響を及ぼす可能性があり、県では地震被害想定調査<sup>1)</sup>と呼ばれる調査で具体的な被害を想定し、その結果を被害の軽減に向けた施策の立案に役立てています。

環境科学国際センター（以下、「センター」）では、こうした県の取り組みの一環として、地震時の揺れ方と密接に関連する地盤情報の整備に努めるとともに、地下3,000メートルに及ぶ大深度の地下構造を明らかにするための探査法の実用化と調査、さらには新たな技術開発などを進めてきました。

本発表では、まず埼玉県をとりまく地震環境の概要をお示しした後、これまでにセンターが進めてきた地震防災に関連する調査・研究の成果についてお話しします。

### 2 埼玉県の地震環境

#### 2.1 地震観測網

阪神淡路大震災を契機として、国内に大規模な地震観測網が構築されました。国によって設置された代表的なものとしては、微弱な地震波をとらえる高感度地震観測網（Hi-net）や強い揺れをとらえる強震ネットワーク（K-NET）が挙げられます。これらの観測網は、地震を常時監視し、その記録を解析することで地震の発生メカニズムや地下の詳細な情報を明らかにしようとするものです。その他に県内には震度情報の収集を主な目的とした埼玉県震度情報ネットワークと呼ばれる高密度な地震観測網が設置され、県によって運用されています。そのデータは、気象庁や首都圏強震動総合ネットワーク(図

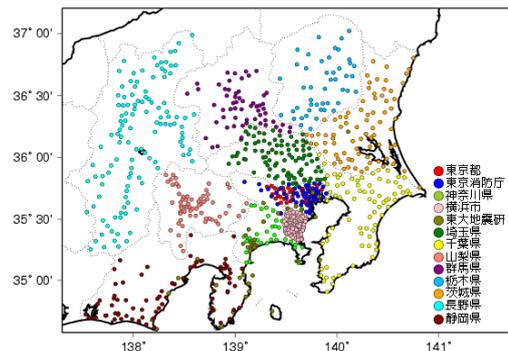


図1 首都圏強震動総合ネットワーク (SK-net) の観測点

1、SK-net : <http://www.sknet.eri.u-tokyo.ac.jp/>) に提供され、首都圏を網羅する広汎な観測網の一部を担っています。なお、SK-net のデータはそれを運用する東京大学地震研究所によって一般に公開されています。本発表では、1999年～2008年の10年間のSK-netの記録を用い、埼玉県内で観測された地震の特徴を整理した結果を埼玉県の地震環境として紹介します。

## 2. 2 埼玉県内の過去 10 年間の地震

### 【震源】

図2は過去 10 年間に埼玉県内で地震動を発生させた震源（●）の分布を示したものです。震源は日本列島とその周辺に広く分布していることがわかります。その中でも特に四角で囲った部分に震源が集中しています。図3は埼玉県内が揺れた地震について震源ごとの割合を示したものです。震源の数が多いため、図では揺れた割合が多い順に5つの震源だけを示しています。この図から埼玉県内の地震は茨城県南部を震源とするものが最も多く、次に茨城県沖、千葉県北西部、福島県沖を震源とする

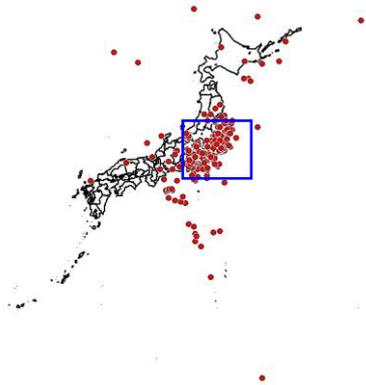


図2 県内で地震動を発生させた震源

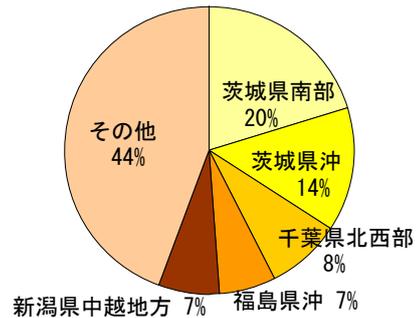


図3 県内が揺れた地震の震源ごとの割合

る地震が多いことがわかります。概算で言うと、茨城県南部及び茨城県沖だけで全体（約 570）の約 1/3、これに千葉県北西部を加えると約 1/2 近くを占めています。したがって埼玉県内の地震の半数近くは茨城県や千葉県を震源とする地震ということになります。図4は、この3つの震源を地図上に示したものです。このうち茨城県南部は図5に示した県の地震被害想定調査の想定震源に含まれており、防災上注目されている震源であることがわかります。また千葉県北西部の震源の一部は想定震源のひとつである東京湾北部地域に近接しています。

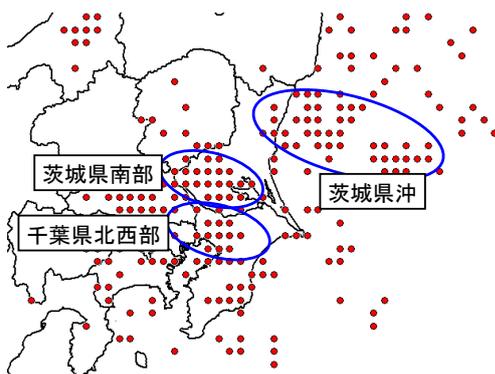


図4 県内での地震の回数が多い震源

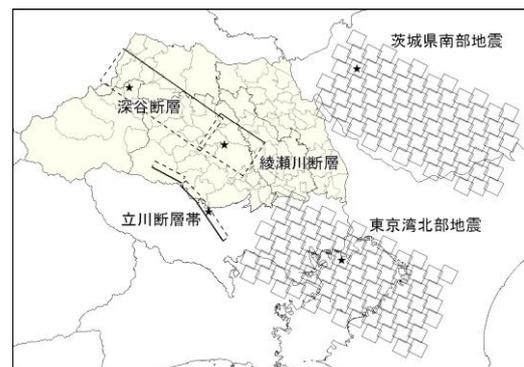
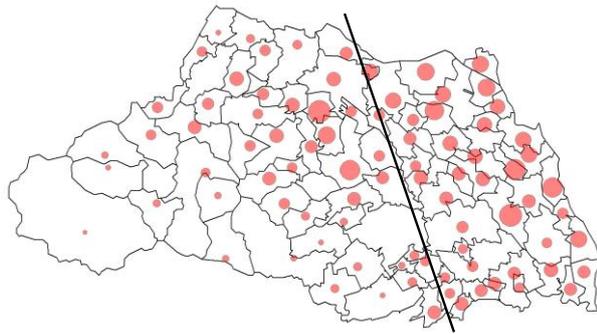


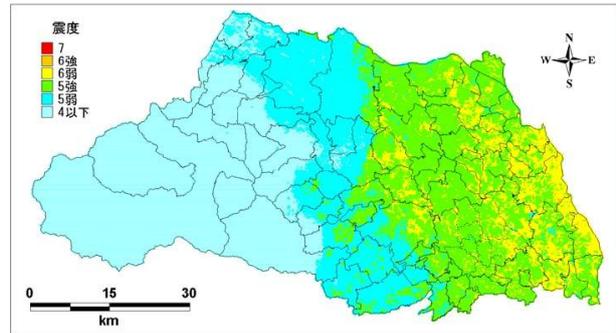
図5 地震被害想定調査の想定震源

### 【揺れ方の地域特性】

埼玉県内は西側の関東山地と東側の平野部の2つに大きく分けることができます。平野部のうち県の中部や東部地域には、沖積腐植土や沖積粘性土とよばれる軟弱な地盤が分布しています。このように県内は地域によって地盤が異なっていることから、地面の揺れ方も地域によって異なる傾向をもつこととなります。そこで地域による地震時の揺れ方の違いについて、茨城県南部を震源とする地震と比較してみました。図6左側は県内の特に広い範囲で揺れが観測された地震について、地域による南



〔観測値の分布：直径が大きいほど強い揺れ〕



〔被害想定調査の震度分布〕

図6 揺れ方の地域特性（茨城県南部を震源とする地震）

北方向の揺れの強さの違いを例示したものです。茨城県南部を震源とする地震では県東部地域（目安として図中の実線の右側の地域）で揺れがやや大きいように見えます。図6右側は参考として地震被害想定調査における茨城県南部地震の震度分布を示したもので、震度5強以上（緑～黄～）の揺れが、主に県の東部地域に発生すると推定されています。地震被害想定調査で強い揺れが推定された地域と、SK-netで観測された揺れの強さの分布は定性的にはよく一致していると思われます。

### 3 環境科学国際センターにおける地震防災への取り組み

2. で示したとおり、地震時の揺れは地域の地盤によって異なります。したがって被害予測の精度を高めるには、より正確な地盤の情報を整備しておく必要があります。そこでセンターでは、地震防災への取り組みの一環として、次のような地盤情報の収集整備等に関する調査研究を行っています。

#### 3.1 浅層地盤の情報整備

比較的浅い地盤の情報については、主として公共工事 で得られたボーリング柱状図をデータベース化し運用しています。これらのデータは地震被害想定調査の際に活用されています。またこの情報は冊子（埼玉県地質地盤資料集）として出版されているほか、インターネットでも公開されており（図7：埼玉県地理環境情報 WebGIS 「e(工)～コバトン環境マップ」）、どなたでも利用することができます。

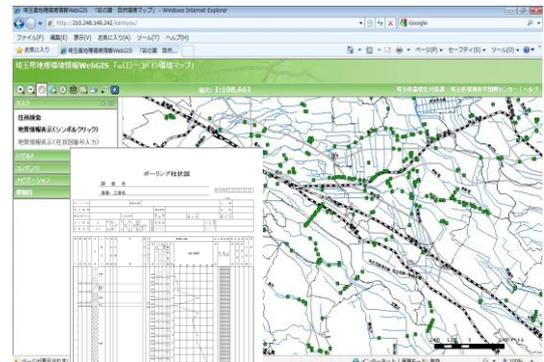


図7 埼玉県地理環境情報 WebGIS の表示 (<http://www.kankyou.pref.saitama.lg.jp/kankyou/>)

#### 3.2 深層地盤の情報整備

深い地盤の情報については既存データが必ずしも十分ではなく、また従来の探査法では多額の費用が必要になるため、調査を行うことが困難でした。そこでセンターでは、低コストで深い地盤の調査を行うことができる微動探査法と呼ばれる手法に着目し、その実用化を図るとともに、平野部の地下構造調査を行いました。図8はその調査によって得られた埼玉県平野部の3次元地下構造の一例です。図から、本県の地下には深さ 3,000 メートルに及ぶ凹凸のある深い谷が潜んでいることがわかります。この調査で得られた大深度の地下構造は、県の地震被害想定調査の推定計算に用いられています。

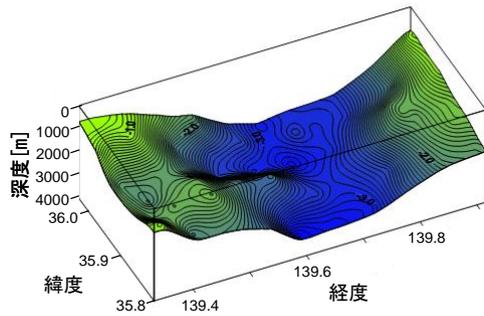


図8 埼玉県平野部の3次元地下構造

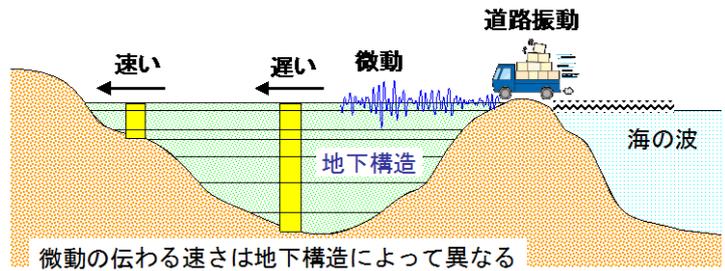


図9 微動の性質の概念図

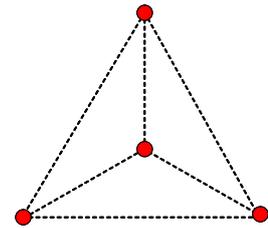
### 3.3 微動探査法の実用化及び新しい測定法の開発

#### 【微動探査法】

地面は、遠くの道路を走る車や海の波などによって常に揺れています（図9）。ただしとても微弱な揺れのため、人体で感じることはできません。このような揺れを微動と言います。微動が地面を伝わる速さは地下構造に影響されるため、地表面で微動の速度を測定すると、その場所の地下構造を知ることができます。このような調査方法を微動探査法と呼んでいます。微動探査法の基礎理論は1950年代後半に安芸敬一博士<sup>2)</sup>によって示されましたが、計算量が多く実用化されるに至りませんでした。その後国内で再検討が行われセンターも微動探査法の研究を進めたところ、実用化に大きく貢献する成果をあげることができました（2003年：物理探査学会論文賞<sup>3)</sup>）。

#### 【新しい測定法の開発】

微動探査法では複数の小型地震計を使って微動の速度を測定します。この時、安芸博士の理論では地震計を正三角形とその中心に置いて測定を行わなければなりません（図10）。ところが家屋や道路などが密集した都市部では正三角形に置けないことがしばしば起こり、調査の障害となりました。こうした不便さを解消するために、センターでは東北大学との共同で理論的検討を行い、より自由に地震計を設置できる新しい測定法の開発に成功しました。この成果により2010年に物理探査学会論文賞<sup>4)</sup>を受賞しました。



正三角形配置

図10 微動探査法の地震計配置（従来法）

## 4 おわりに

地盤情報の収集・整備には多くの労力と時間が必要ですが、新たな技術開発により効率的な調査手法を開発するなどして、今後もさらなる情報整備に努めていきたいと考えています。

## 文献

- 1) 埼玉県地震被害想定調査報告書 (<http://www.pref.saitama.lg.jp/page/h19higaisoutei.html>)
- 2) Aki, K. (1957): Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **35**, 415-456.
- 3) 松岡達郎, 白石英孝(2002): 関東平野の深部地下構造の精査を目的とした微動探査法の適用性, *物理探査*, **55**, 127-143.
- 4) 白石英孝, 浅沼宏(2009): 任意形状アレーを用いた微動探査における位相速度の直接同定法, *物理探査*, **62**, 339-350.