

## 用語解説

### アスペリティ

プレート境界や断層面の固着の強さが特に大きい領域のこと。この領域が地震時に滑ると、滑り量が周りよりも大きくなり、大振幅の地震波を放出する。アスペリティがどのように連動して滑るかによって地震の大きさが変化する。いろいろな大きさのアスペリティが混在する場合には、それらの相互作用（スケール間相互作用）が震源核形成を含む地震サイクルに大きく影響すると考えられている。

### アルゴリズム

問題を解いたり、目標を達成したりするための計算手順や処理手順のこと。

### インバージョン解析（逆解析）

観測データから、それを生じさせる原因となる現象や物質の性質等を推定する解析手法。

### 宇宙線ミュオン

宇宙線が大気中の原子核と反応して生成される二次宇宙線の一つで、地上に絶え間なく降り注いでいる素粒子。透過する物質の密度差によって宇宙線ミュオンの減衰が異なることを利用して、X線の透視撮影のように地殻内部の密度分布を調べる試みがなされている。

### 応力

物体内部での力の掛かり具合を示す、物体内部に考えた仮想的な面を通して及ぼされる単位面積当たりの力。震源域の応力が破壊強度より高くなったときに地震が発生すると考えられている。起震応力場は地震を発生させる応力の方向や状態を示す。また、地震発生による断層面上のせん断応力の低下量を応力降下量と呼ぶ。

### 応力場

物体内部の応力の向きや大きさの空間的な分布の状態を応力場という。

### 火道

地下のマグマ溜まりから地表へ至るまでのマグマの上昇経路のこと。火道でのマグマの脱ガスや上昇の仕方が噴火の様式を左右する。

### 間隙流体

土や岩石中の粒子間のすきま（間隙）に入り込んだ水などの流体。この流体の圧力を間隙流体圧または間隙圧という。

### 貫入（マグマ貫入）

マグマの圧力の急増等により、地殻内のマグマが周辺岩体の内部に入り込むこと。

### 規模依存性

現象の規模によって、物理量などがどのように変わるかを記述する法則。例えば、断層の長さや滑り

量が地震の規模にどのように依存するかを記述する法則。

## 逆解析

インバージョン解析の項を参照。

## 強震観測網

被害を及ぼす強い揺れの地震波形を、振り切れることなく記録できる強震計で構成された観測網。これらの観測網のデータ等は、地震ハザード・被害リスク評価などに役立てられている。防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net は全国規模の強震地震観測網であり、それぞれ約 1000, 約 700 の観測点からなる。

## クラスター

地震がある特定の場所に数多く集まっている状態、またはそのような地震の集合体のこと。

## 玄武岩質マグマ

主成分である二酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ ) の質量が全化学成分の 45 ~ 52 % のマグマ。冷え固まると玄武岩質の火成岩となる。

## 高感度地震観測網

人が感じない極めて微弱な地面の揺れまでを記録するために、雑微動の影響を避けるために設置した高感度地震計で構成される観測網。この記録は詳細な震源分布の把握や日本列島周辺の地下構造推定など広く地震研究に活用されている。例えば、独立行政法人防災科学技術研究所の Hi-net は全国規模の高感度地震観測網であり、約 800 の観測点からなる。

## 広帯域地震観測網

主として周期約 100 秒から 0.1 秒までの地面の振動を観測できる周波数帯域の広い広帯域地震計で構成された地震観測網。例えば、独立行政法人 防災科学技術研究所の F-net は様々な周期の揺れを正確に記録するために全国約 70 か所で横穴の奥に広帯域地震計を設置した観測網。日本列島周辺で発生した地震のメカニズム解の推定や地下構造の推定、火山周辺で発生する長周期振動、火山性微動の解析に用いられている。

## 地震発生サイクル

地震発生後、断層面の強度が回復するとともに、プレート運動などによる広域応力により再びひずみエネルギーが蓄積され、次の地震が発生するまでの一連の過程。

## 地震モーメント

地震の大きさを示す指標の一つで、断層運動によって解放されるエネルギーの大きさと関係している。地震モーメントの大きさは、断層面の剛性率と断層面積と断層面での滑り量の平均値の積で表わされる。

## シミュレーション

実際の事象を、その事象を支配している法則に基づいてほぼ同様となるように組み立てた模擬空間で

再現試行すること。コンピュータを用いた数値シミュレーションを指すことが多い。計画では、強震動や地震発生サイクル等のシミュレーションが行われる。

#### 準備過程

##### (地震準備過程)

地震発生直後から次の地震発生に至るひずみエネルギーの蓄積と応力集中の過程。

##### (火山噴火準備過程)

火山噴火は、火口から溶岩や火山ガスが急激に地表に放出される現象である。その過程として、地下深部で発生したマグマが、マントルや地殻内を上昇し、地殻浅部にマグマ溜まりとして蓄積される。さらに、内部の圧力が高まる等の理由で、マグマが地表へ移動し溶岩や火山ガスとして噴出する。このように噴火に至るまでの一連のプロセスを意味する。

#### 震源過程

地震は震源域内部で、ある種の破壊が発生することにより起こる。この破壊過程のことを震源過程という。

#### スラブ

マントル内部に沈み込んだ海洋プレート。このプレート内部で発生する地震をスラブ内地震と呼び、海溝の近くやプレート境界地震が起こらないような深部で大地震が起こる場合がある。

#### 正断層

断層面に沿って主として上下方向にずれた断層で、上盤（断層面の上側の地塊）側が相対的に下向きにずれた断層のこと。

#### セグメント

巨大な断層で地震が起こる場合には、断層全体がいつべんに動くとは限らず、幾つかの区分に分かれた振る舞いをすることがある。このように、断層運動する際にまとまった振る舞いをする区分をセグメントと呼ぶ。

#### 先行現象

地震や火山噴火の発生前に震源域や火山の周辺で発生するさまざまな異常現象。土地の隆起・沈降、地震活動の変化、電磁気異常、地下水の変化などがある。前兆現象と呼ばれることもある。

#### せん断応力

物体内部のある面に平行な方向に作用する応力。地震は、せん断応力による断層面のずれによって発生する。

#### 素過程

地震や火山噴火における複雑な現象を支配する基本的な物理化学過程。例えば、「断層面上の摩擦」、「地殻流体の振る舞い」、「マグマの発泡」などがある。室内実験・理論・シミュレーションなどによる研究を通して地震や火山噴火に関する理解を深める上で大切な要素である。

## 速度弱化

断層面の摩擦強度が、断層の滑り速度の増大とともに小さくなることを速度弱化という。

## 体積ひずみ

物体の伸び縮みによる体積の変化のこと。変形に伴って物体の体積  $V$  が  $V'$  だけ増大したとき、その体積ひずみは  $(V'-V)/V$  で求められる。

## 弾性・非弾性

外力によって変形した物質が、そのひずみを元に戻そうとする力を生じる性質を弾性といい、そのような性質でないものを非弾性という。非弾性で媒質が変形することを非弾性変形という。非弾性的性質には、粘性や塑性などの性質が含まれる。地殻の上部は主に弾性的性質を持つが、深部になると粘弾性的性質や塑性的性質を持つことが知られている。内陸地震の発生のメカニズムを理解するためには、粘弾性的性質や塑性的性質を持つ層の影響を理解することが重要であると考えられている。

## 地殻

地球の固体部分を構成する大きな成層構造のうち、一番外側の層。地殻の内側はマントルと呼ばれている。地殻は海洋地殻と大陸地殻に分類され、海洋地殻は約 6 km のほぼ均一な厚さであるのに対し、大陸地殻は平均的には 30km 程度の厚さであるが、場所によっては 60-70km にも及ぶ場所がある。

## 地殻活動

地震や火山噴火、及びそれを引き起こす地殻変動など、地殻内で発生する現象全般の総称。

## 地殻流体

地殻の内部に含まれる水やマグマ等の流体。地殻内で水は、岩盤の亀裂や岩石鉱物の粒界などに存在していると考えられている。

## 同化（データ同化）

複雑な現象の高精度予測のために、数値シミュレーションの結果として得られる物理量が観測データをなるべく再現できるように、適切な初期値や境界値、各種パラメータを推定すること。

## トモグラフィー

地下の二次元又は三次元構造を求める手法。地震波速度や減衰構造の推定によく用いられる。医学分野における X 線や超音波で身体の二次元断面を求める手法に類似した原理に基づいている。

## トレンチ調査

断層面を横切る方向に細長い溝（トレンチ）を掘り、断面を観察して断層のずれ方や地層の年代を測定し、断層の動いた年代や周囲の環境を調べる調査。

## 熱水系

マグマから分離上昇した火山ガスが地下で凝縮したり、地下水と接触したりして生じる熱水の生成過

程，移動経路などを指す。

#### 発震機構（解）

地震の起こり方。地震波の放射パターンなどから求められる震源断層の走向，傾斜角，滑り角を指す場合が多い。断層に働いていた力の方向を知る手がかりになる。

#### 非地震性滑り

断層やプレート境界における，地震波を放出しないゆっくりとした滑り。その滑り量や滑り速度を指すこともある。

#### ひずみ

岩盤（プレート）などが変形する際の，変形の大きさをひずみと言う。単位長さ当たりの変位で定義される，変形の度合いを表す物理量。

#### ひずみ集中帯

測地観測や地形から推定される地殻ひずみが大きい領域。新潟 - 神戸ひずみ集中帯など。

#### 比抵抗

単位断面積，単位長さあたりの電気抵抗値。電気伝導度の逆数。

#### 微動源

低周波成分の小さい振幅の地震波を長い時間にわたって放出する震源のこと。

#### ブルカノ式噴火

やや粘性の高いマグマによる爆発的な噴火。噴煙高度が 10km 近くに達することもある。爆発によって 1m 径のものが数 km も飛ばされることがある。火山弾はパン皮状のものが多く，火口底にあった古い岩塊も放出される。桜島や浅間山などでしばしば発生する。

#### プレート

地球表面は，地殻と十分に冷却して固くなっている最上部マントルとを合わせた，厚さ 100 km 程度の固い岩石の層で覆われている。この固い岩石の層は，いくつかのブロックに分割されている。それぞれの板状（球殻状）のブロックをプレートという。

#### プレート境界地震

プレートとプレートがその境界でずれ動いて発生する地震。震源断層がプレートの境界に一致する地震。

#### 噴火シナリオ

火山ごとに，噴火で想定される現象の発生推移を時系列的に整理したもの。噴火の規模や現象発生パターンなどの分岐判断について示した噴火事象系統樹を指しているが，防災対応を目的としたより実効的なものを指すこともある。

## 噴火様式

噴火時にマグマが地表に噴出する場合、噴火の様子はマグマの性質や破碎の程度などによって異なり、いくつかのタイプに識別される。その異なる噴火の様子を噴火様式という。

## 変換波

地震波速度の境界面でP波からS波又はS波からP波に変換された波。変換波を解析することにより境界面の位置を推定することができる。

## マグマ

岩石物質の高温溶融体。噴火によってマグマが地表に出たものを溶岩という。マグマが地下で結晶化したり、地殻物質を溶かし込んだりして、多様な組成のマグマができる（分化という）。マグマが上昇すると、マグマの中に溶解していた揮発性成分が気泡となる。火道での気泡の離脱の仕方により噴火の激しさが変化する。

## マグマ溜まり

火山活動の源であるマグマが蓄積されているところ。火山やカルデラの直下にあると考えられているが、その正確な形状や内部構造は分かっていない。

## 摩擦パラメータ

断層面上の摩擦をすべり変位やすべり速度などの関数で表わしたモデルで使用される変数のこと。

## マントル

地殻の下にある深さ約 2,900 km までの固体層。その上部（上部マントル）は、かんらん岩を主成分とする岩石で構成されている。

## モホ面

モホロビッチ不連続面の略。地殻とマントルの境界面である。この境界面を境にして地震波の速度が大きく変わるために、屈折波や反射波などによって容易に検出できる。

## モーメントテンソル解

モーメントテンソルとは、地震の断層に働く力を、力が働く面と力の働く向きに分解して表したもの。モーメントテンソル解とは、インバージョン解析で求めた地震のモーメントテンソルのこと。

## モーメントマグニチュード

地震モーメントの大きさから評価されるマグニチュード。比較的短い周期の地震波から簡便に決定できるマグニチュードは、大規模な地震でその値が飽和してしまうという問題があった。この問題を解消するためにモーメントマグニチュード（ $M_w$ ）が導入された。

## ゆっくり滑り

地震波を放射しない、断層面やプレート境界面でのゆっくりとした滑り。ここでは、継続時間が数か月以上のものを長期的ゆっくり滑り、それ以下のものを短期的ゆっくり滑りと呼ぶ。スロースリップ、

スロースリップイベント (SSE) ともいう。

#### 余効滑り

地震の後に震源域あるいはその周囲で発生するゆっくり滑り。その滑り量や滑り速度を指すこともある。

#### 横ずれ断層

断層面に沿って主として水平方向にずれた断層。断層を挟んで他方の岩盤を見たときに、右向きにずれていれば右横ずれ断層、左向きにずれていれば左横ずれ断層という。

#### レシーバ関数解析

地震波が地下構造の不連続面を通過するときに、違う種類の地震波に変換する性質を利用して地下構造を詳しく調べる手法。

#### A E

Acoustic Emission (アコースティックエミッション) の略。岩石や金属などに応力や熱が加えられると、内部に局所的な応力集中が発生し、微小破壊などが引き起こされる。このときに励起される高周波数の弾性波のことをアコースティックエミッションという。

#### Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability (C S E P)

地震活動予測可能性共同実験。米国・欧州・ニュージーランド・日本を中心として実施している国際プロジェクトで、できるだけ統計学的に厳密な手法で地震発生の予測を行い、その結果を評価し、統計学的手法による地震発生予測可能性を検証して手法の確立を目指している。

#### C F F

せん断応力などの変化によって、断層面での滑りが起きやすくなるかどうかをあらわす指標。C F F が大きくなった場所では地震が起きやすくなる。

#### G N S S

全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System) の頭文字をとった略称。位置や時刻同期を目的とした電波を発射する衛星群及び地上の支援システム、並びに比較的簡単な受信機で電波を受信して自分の三次元的な地球上の位置を知る目的で使用する利用者群を総称して用いられる。アメリカ合衆国が構築した GPS は現在最も実用的な GNSS であるが、他にもロシアが運用中の GLONASS や、ヨーロッパ連合 (EU) が構築中の Galileo などのシステムがあり、これらを統合して利用することで精度や信頼性の向上が期待される。

#### G P S

Global Positioning System (汎地球測位システム) の略。地上高約 20,000 km の高度を航行する GPS 衛星からの電波を地上で受信し、三次元的な位置と時刻を正確に計測するシステム。地殻変動計測には干渉測位と呼ばれる電波の位相を用いた相対測位法が用いられる。

#### G P S 音響測距結合方式

海底の地殻変動を観測するための手法の一つ。海上の船舶やブイの位置をG P S (GNSS)によって精密に決定し、それらと海底に設置された基準点との距離を、海中音波を用いて測定することにより、間接的に海底の基準点の位置変化を推定する。

#### S A R

Synthetic Aperture Radar (合成開口レーダー)の略。人工衛星や航空機などに搭載されたレーダーの移動により大型アンテナと同等の高い分解能を実現したレーダーシステム。SAR 干渉解析 (Interferometric SAR, InSAR)は、同じ場所を撮影した時期の異なる2回の画像の差をとる(干渉させる)ことにより地表面の変動を詳細にとらえる手法である。