

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
研究期間：2006～2008
課題番号：18540423
研究課題名 (和文) 長大活断層帯の連動起震モデルの構築と地震動予測地図への確率論的応用手法の検討
研究課題名 (英文) Construction of seismogenic linkage model for long active fault system and probabilistic application for seismic hazard map
研究代表者 隈元 崇 (KUMAMOTO TAKASHI) 岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授 研究者番号：60285096

研究成果の概要：

地震・活断層データを整理・統合したデータベースより、活断層の成熟度を表すパラメータとして、活断層の平均活動間隔(R)を用いることとした。断層長とRの関係をみると、正の相関を示すことから、断層が未成熟なほど平均活動間隔が大きくなると考え、重回帰分析に用いることとした。AICを用いた統計的な結果として、従来の松田式で得られる M_{jma} と式(1)で得られる M_w を M_{jma} に変換して比較すると、例えばRが10倍異なると M_w が0.2異なることとなる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,100,000	0	1,100,000
2007年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	690,000	4,090,000

研究分野：地震地質学

科研費の分科・細目：複合領域・自然災害科学(751)

キーワード：(1)震源断層の成熟度 (2)規模予測の経験式 (3)GR式のパラメータ
(4)応力降下量

1. 研究開始当初の背景

地震危険度評価には、将来発生する地震について、(a)発生場所の推定、(b)規模の推定、(c)発生確率の計算、(d)地震動の評価、という4つの重要なテーマが関連する。この中で、内陸で発生する直下型地震については、およそマグニチュード(M)7以上の地震を「震源を

予め特定できる地震」として、活断層研究の分野に(a)～(c)についてのパラメータ化が期待されていた。このような地震危険度評価には、将来発生する地震について、発生場所の推定、規模の推定、発生確率の計算、地震動の評価、という4つの重要なテーマが関連する。特に文部科学省によりすすめられた日本の主

要98起震断層帯の長期評価はその成果の代表的なものである。しかし、地震動予測地図の高度化という目的をより明確にした精度の高い活断層データの収集とモデル化のための手法の検討が必要であり、具体的な検討課題として、活断層の位置や形状と地震発生の繰り返しに関するデータの高度化、活断層帯から発生する地震の規模予測の高度化、活断層帯のグループ化・セグメント化の検討と規模別頻度分布と融合させたモデル化、活断層の変位量分布をより詳細に把握した強震動予測のための新たな基礎データ作成、活断層データと地震学的データを融合させた地震危険度評価手法の確立、を本研究の検討課題とした。

2. 研究の目的

本研究では、これまで主に活断層の長さや古地震データから議論されてきたにもかかわらず、未だ地震動予測地図には十分に盛り込まれていない長大活断層帯の地震発生モデルについて、特に「活断層の変位量分布と平均変位速度分布」に着目して新規データを取得し、これに「断層進化モデル」(Wesnousky, 1988, Nature, 335, 340-343.)の考えを導入しながら、活断層データと地震学的データを融合させた地震危険度評価手法を地震動予測地図でのロジックツリーの採用と考え、そこへ応用可能な長大活断層帯の地震発生モデルを構築することを目的とした。

3. 研究の方法

従来の活断層の地震規模予測や活動度の評価等において用いられている「地表地震断層長さ」、「活断層長さ」、「震源断層長さ」等の断層長さに係わる用語の定義とそれらのパラメータ間の関係を、変動地形学や地震学の文献や公開資料に基づき再定義し、活断層データや地震データの整合をとる。

また、既往の文献や、「地震調査推進研究本

部」・「産業総合技術研究所」等の公開データにおける活断層データや地震データを整理し、活断層の地震規模予測モデルの構築に用いる活断層データベースを作成する。なお、活断層データの統計解析にはデータ量を十分大きくとることが望ましいことから、国内だけではなく米国の活断層データも用いる。また、地震規模に見合った地表変位や地表地震断層を伴う内陸地殻内地震と、地表変位が地震学的に求められた平均変位量と比べ有意に小さい地震を区別して評価するために、変動地形学と地震学から得られる知見を整理し、地震学と変動地形学で得られたデータの内容や精度を対比・検証しながらデータを整理する。活断層データについては、活断層の変動地形学的な研究論文等からセグメント区分と断層長さの関係等を見直して、適切な値を設定する。

さらに、地震データおよび活断層データを用いて、活断層のタイプや成熟度、説明変数の数等を条件として回帰分析を行う。さらに、AIC(赤池の情報量基準)を用いて説明変数及びモデルの統計的な比較を行い、それらの適合度からデータを最もよく説明する地震の規模予測式を構築する。

4. 研究成果

内陸地殻内地震の地震動予測の基盤をなす強震動地震学と活断層研究の間で、これまで十分に検討されていない地震規模の推定手法を高度化することを本研究の目的とした。これらの研究分野でそれぞれ用いられる地震スケールリング則とカスケードモデルの背景を踏まえて、地震のスケールリングに地震発生層の厚さと活断層の成熟度による影響を定量的に評価することを具体的な検討事項として作業を行った。

日本の地震危険度評価における規模予測は、従来、経験的に求められた式(例えば、松

田, 1975) が用いられてきた。しかし, 近年の被害地震において, 観察される地表地震断層長(Ls)を松田式に代入しても規模を見積もることができないという問題が指摘されていた。また, 強震動シミュレーションの結果を左右するアスペリティのすべり量や面積など震源断層のパラメータの設定にも, 従来の経験則では説明できないばらつきが存在していた。

そこで, 本研究では, (1)世界の地震・活断層データを用いて, 統計的に規模予測式を検討すること, (2)アスペリティのデータが得られている世界の地震データを用いて, 活断層の地表パラメータと震源断層パラメータの関係性を示し, 活断層の地表パラメータを用いて, 規模のばらつきを説明可能なモデルの作成を行うこと, の2点を具体的な作業項目とした。

まず, 地震・活断層データを整理・統合したデータベースより, 活断層の進化・発達モデル(Wesnousky, 1999)を定性的な根拠として, 活断層の成熟度に関して断層面の摩擦が異なり, 断層がすべりを起こしたときの応力降下量($\Delta\sigma$)に相違が生じると仮定し, この仮説を定量的に検証するために, Mwと地表での断層長Lsの関係を応力降下量で分けして示したところ, 同じ断層長上で応力降下量50bar以上の大きい値を持つMwが応力降下量50bar以下の地震よりも相対的に大きいMwを示すという仮説を裏付ける結果が得られた。

しかし, 応力降下量は, 地震発生後の観測波形や断層のディメンションより算出される値であり, 地震の規模予測式の説明変数として利用するのは困難である。そこで, 応力降下量の代わりに活断層の成熟度を表すパラメータとして, 活断層の平均活動間隔(R)を用いることとした。データベースからこれら2つのパラメータの関係をみると, 正の相関を示すことから, 断層が未成熟なほど平均活動間隔

が大きくなると考え, 重回帰分析に用いることとした。その際には, 活動間隔の推定誤差と多重共線性の評価のためにシミュレーションも行い, AICを用いた統計的な結果として以下 $M_w = (1.13 \pm 0.02) \log L_s + (0.16 \pm 0.02) \log R + (4.63 \pm 0.09)$ の規模予測式を得た。これをもとに, 従来の松田式で得られるMjmaと式(1)で得られるMwをMjmaに変換して比較すると, 例えばRが10倍異なるとMwが0.2異なることとなる。

次に, 活断層の地表パラメータと震源断層パラメータの関係性について, 地震規模はLsから決定される基本量と断層の成熟度に関する調整量で表されると仮定した重回帰式を検討した。サンプル数がまだ十分ではなく, 現時点では統計的に有意な成果とは言えないが, 地表の断層形態に切れ目が多く断層が未成熟なほど, 観測された応力降下量と幾何的に求めた応力降下量の差($\Delta(\Delta\sigma)$)が大きくなる傾向を認めた。

これらの研究の結果より, 今後は, 過去および将来の地震の活断層と震源断層のパラメータのさらなる取得とデータ取得時の精度検証に努め, 活断層の地表形態などの指標から震源断層の微視的パラメータの設定を目指すことが, 強震動予測の高度化につながる可能性を示した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ①栗山雅之・隈元 崇・関口春子・岩田知孝, 2008, 地震規模予測の考え方の違いが長大活断層で発生する地震の強震動予測結果にもたらす影響の評価-糸魚川-静岡構造線活断層帯北部・中部を震源断層として-, 自然災害科学, 27, 45-67, 査読有。
- ②石関隆幸・隈元 崇, 2007, 長期評価データを用いたBPTモデルのパラメータの評価および推定手法の検討, 活断層研究, 27,

63-73, 査読有.

③沖野範子・隈元 崇, 2007, 活断層詳細デジタルマップを基にした内陸地殻内地震の震源モデルの構築と属性情報の統合化, 活断層研究, 27, 75-94, 査読有.

④隈元 崇・藤田雅俊・下橋 優, 2007, 長大活断層帯から発生する地震の規模予測の不確定性に対するロジックツリー評価手法の応用事例—糸魚川—静岡構造線活断層系を対象として—, 活断層研究, 27, 95-111, 査読有.

⑤隈元 崇, 2006, 活断層研究の成果を次の地震危険度予測へ生かすための課題, 地震ジャーナル, 40, 37-44, 査読無.

⑥隈元 崇, 2006, トレンチ調査結果を基にした BPT モデルのばらつきパラメータの検討, 月間地球, 号外 54 号, 180-186, 査読無.

[学会発表] (計 3 件)

①二神葉子・隈元 崇・森井順之、高尾 曜, 2008, 国指定文化財 GIS データベースを用いた文化財の被害予測と災害レスキューへの活用, 文化財科学会 2008 大会, 5 月 18 日, 福岡.

②Kuriyama, M., Iwata, T., Kumamoto, T., 2007, Examination of source model construction methodologies for multi-segment-coupling ruptures in long active fault zone, International Union of Geodesy and Geophysics, 2007/7/10, Perugia, Italy.

③栗山雅之・岩田知孝・隈元 崇, 2007, 地震規模の設定手法の違いが連動地震の強震動予測結果にもたらす影響, 日本地球惑星科学連合 2007 年大会 S15-, 5 月 21 日, 千葉.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

隈元 崇 (KUMAMOTO TAKASHI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授

研究者番号: 60285096

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし