

(1) 実施機関名：

気象庁

(2) 研究課題(または観測項目)名：

地震活動の特徴抽出による地震発生予測の研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-1) 地震発生予測システム

ウ．地震活動評価に基づく地震発生予測

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア．日本列島域

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

地震活動の特徴抽出による地震活動度及び地震発生確率の評価を行う。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

最新のデータを解析し、 b 値の地域性を明らかにすることにより、現在の活動度の特徴をより反映させた予測モデルを作成する。応力変化と地震活動変化を結びつける物理モデルの評価を行い、地震活動予測への適用可能性を調査する。また、相似地震などの繰り返し地震について、統計的特徴を精査することにより、地震発生予測モデルを構築する。

(7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

地震の規模別頻度分布を G-R 則および改良 G-R 則で近似する手法を基に、日本の深さ 30 km 以浅で M5.0 以上の地震が発生する確率を算出する MGR モデルを作成し、地震発生予測検証実験(日本版 CSEP)に提出した(図 1)。さらに、3 次元地震波速度構造や応力場(正断層型、逆断層型、横ずれ型)の情報を本モデルに組み込むと、総合的なパフォーマンスは向上した。2011 年の予測精度は東北地方太平洋沖地震の影響により著しく低下したが、2012 年以降の一年予測の精度は向上した。

日本海溝沿いの海域と伊豆地域について、前震活動に基づいた地震発生予測モデルを構築した。その結果、日本海溝沿いの海域の中でも前震活動を伴いやすい東北沖の 3 領域に限ると、一辺 0.5 °の大きさの矩形領域内に 10 日間に M5 以上の地震が 3 個発生した場合を前震候補とし、その後 4 日間に M6 以上の地震(余震は除く)が発生するという予測が最も予測効率が良く、2011 年から 2012 年 6 月までの M6.0 以上の地震に対し、予知率=25% (=2/8)、適中率=40% (=2/5)である。また、伊豆地域においては、一辺 0.2 °の矩形領域内に 3 日間に M3 以上の地震が 3 個発生した場合を前震候補とし、その後 5 日間に M5 以上の地震(余震は除く)が発生するという予測が最適であり、1977 年～2013 年 6 月

の地震に対する予知率は 68% (=44/65) , 適中率は 23% (=46/196) であった (図 2) . 限られた領域ではあるが , 本予測手法を活用すれば , 地震発生の注意喚起に役立つ情報を提供できる可能性がある .

相似地震の確率予測について更新過程の統計モデルを開発し , 事前予測と観測データによる検証を行い , ポアソンモデルより優れていることを確認した . 2010 年までの予測実験結果 (4 実験 , 528 回予測) は , Brier score 0.197 となっており , 7 日先の降水確率予報 (東京地方) と同程度の成績であった . 2011 年予測では , 相似地震活動の地域性を考慮し , 対象地域を 3 区域に分けて適用した . しかし , 東北地方太平洋沖地震の発生と余震活動のために , 地域性を考慮したことの効果は確認できなかった (図 3) . 2012 年以降は , 地震検測基準の変更もあって , 十分な予測実験ができなかった .

房総半島沖のスロースリップ北縁で発生する地震活動および G-R 則の b 値の時間変化を調査した . その結果 , 地震活動度および b 値はスロースリップによる応力の変化を反映して変化していることが示唆された (図 4) .

M7.0 以上の地震前後の規模別頻度分布に対して b 値 (G-R 則からのずれの程度を定量的に表せる指標) の時間変化を求めた結果 , 本震前の b 値は小さく本震後は大きくなった . この特徴に基づいた予測モデルでは , 対象地震の余震域に適した半径を用いれば予知率は高まることが分かった (M8 クラスでは $3/3=100%$, M7 クラスでは $2/4=50%$) . M8 クラスの予測の確率利得は 5.65 であった .

静岡県西部の群発的な地震活動を , 間隙水圧の変動による有効法線応力の変化と , 地球潮汐による応力変化により定量的に説明するモデルを作成した .

国内の大地震 (1988 ~ 2010 年 , M6.7 以上 , 深さ 120km 以浅) の前に地震活動の静穏化現象が伴ったかどうかを明田川・伊藤の手法 (2008) により検証した . その結果 , 太平洋プレート沈み込み帯付近のプレート境界型地震の約 70% に静穏化現象がみられ , 静穏化領域および継続期間が地震規模に対して正の相関関係にあることが認められた .

- (8) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等) :
- 弘瀬冬樹 , 前田憲二 , 2013, 房総半島沖で繰り返すスロースリップと b 値の時間変化との関係 : その 2 , 日本地球惑星科学連合 2013 年大会予稿集, SSS27-P01.
 - 弘瀬冬樹・前田憲二, 2013, 房総半島沖のプレート間すべりによる応力変化と地震活動の関係, 日本地震学会 2013 年秋季大会予稿集, A31-06.
 - 前田憲二, 2013, 地震活動解析に基づく地震発生確率予測の現状, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会予稿集, U06-18.
 - 前田憲二・弘瀬冬樹, 2013, 前震の経験則に基づく地震発生予測 - 伊豆地域への適用 -, 日本地震学会 2013 年秋季大会予稿集, C22-11.
 - 岡田正実, 2013, BPT 分布の標準値 ≈ 0.24 の精度について, 日本地震学会 2013 年秋季大会予稿集, D32-02.

- (9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

気象研究所地震火山研究部

他機関との共同研究の有無 : 無

- (10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 気象研究所企画室

電話 : 029-853-8536

e-mail : ngmn11ts@mri-jma.go.jp

URL : <http://www.mri-jma.go.jp/>

- (11) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 前田憲二

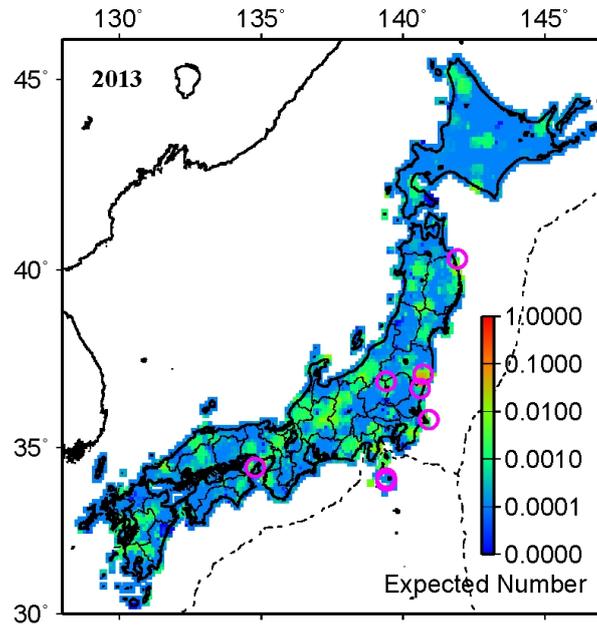


図1 . MGR モデルによる 2013 年一年間の対象地震 (M5.0 以上 , 30 km 以浅 , 内陸) の期待値と観測値 (紫丸) . 総数は予測 5.64 個に対して観測 9 個であった .

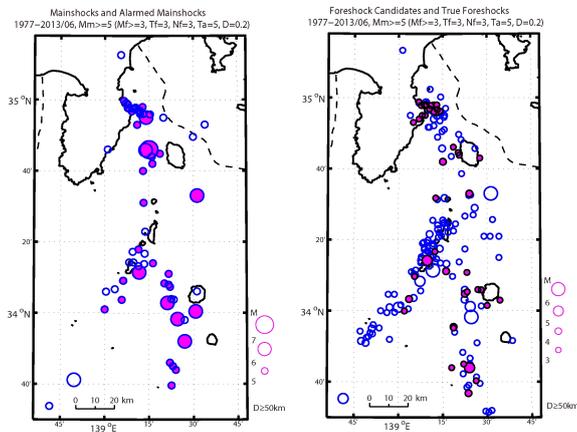


図2 . 1977 年から 2013 年 6 月までの期間における最適パラメータによって同期間の本震 (M5.0 以上) を予測した場合の結果 .

(左図) M5.0 以上の本震 () と予測された本震 () の分布 . 予知率は 68% (=44/65) (右図) 前震候補 () と本震を伴った真の前震 () の分布 . 適中率は 23% (=46/196) .

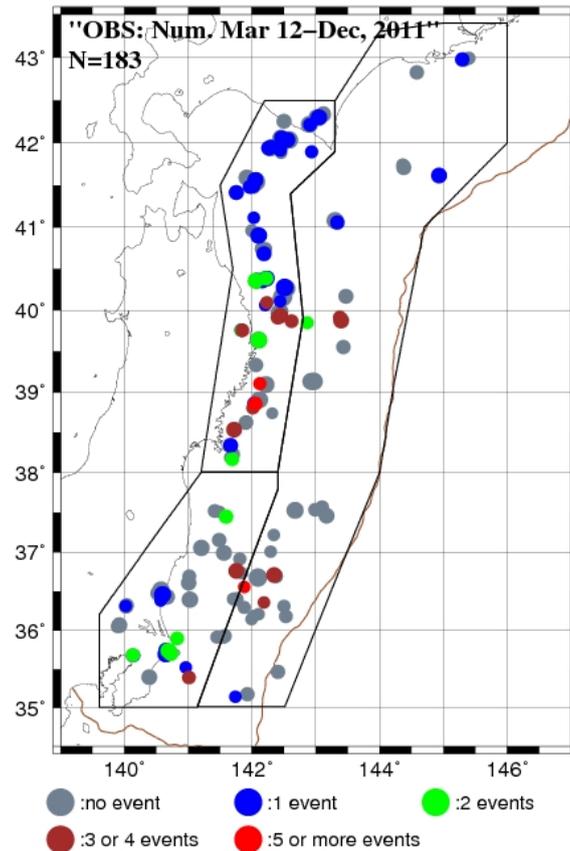


図3．相似地震の発生回数（2011年）．

予測対象としている相似地震の発生間隔は平均数年であるため、1年間の予測では発生・非発生のみを考えればよい。しかしながら、東北地方太平洋沖地震の影響で相似地震が活発化したため、仮に回数の予測をしていたならば、三陸沿岸域の成績は極めて悪い。2012年以降は、相似地震の予測実験ができなかった。

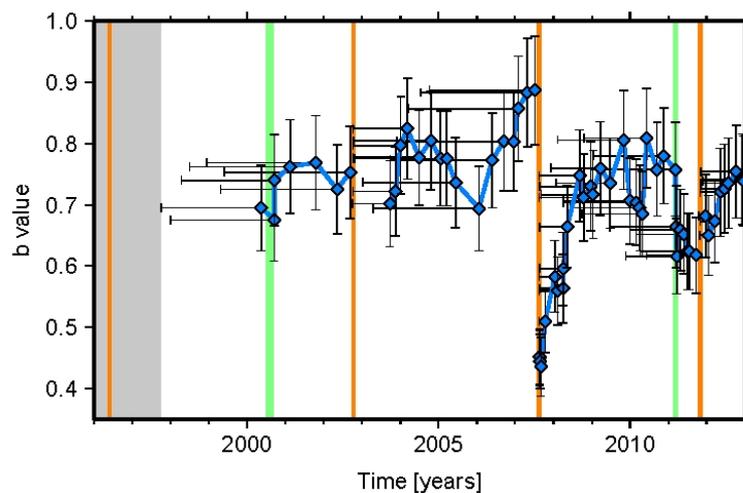


図4．b値の時間変化．

横棒はb値の推定に用いた期間、縦棒はb値の推定誤差を示す。100個のイベントをb値の計算単位とし、10イベント毎に時間方向にシフトさせた（ただし、SSEで区切る）。橙線はスロースリップ、緑線は三宅島近海の地震活動および2011年東北地方太平洋沖地震の発生時期を示す。