

TECHNICAL REPORTS OF THE METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE NO. 32

**OBSERVATIONAL STUDY ON THE PREDICTION OF
DISASTROUS INTRAPLATE EARTHQUAKES**

BY

SEISMOLOGY AND VOLCANOLOGY RESEARCH DEPARTMENT

気象研究所技術報告

第32号

直下型地震予知に関する観測的研究

地震火山研究部

気 象 研 究 所

METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE, JAPAN

MARCH 1994

Meteorological Research Institute

Established in 1946

Director-General : Mr. Shunichiro Kadowaki

Forecast Research Department	Director : Mr. Harushige Koga
Climate Research Department	Director : Mr. Hikomaro Muraki
Typhoon Research Department	Director : Mr. Shin Ohtsuka
Physical Meteorology Research Department	Director : Mr. Takenori Noumi
Applied Meteorology Research Department	Director : Dr. Tatsuo Hanafusa
Meteorological Satellite and Observation System Research Department	Director : Mr. Toyoaki Tanaka
Seismology and Volcanology Research Department	Director : Dr. Masaaki Seino
Oceanographical Research Department	Director : Mr. Kenzo Shuto
Geochemical Research Department	Director : Dr. Koji Shigehara

1-1 Nagamine, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

Technical Reports of the Meteorological Research Institute

Editor-in-chief : Koji Shigehara

Editors : Isao Takano	Shinji Nakagawa	Tatsuo Konishi
Toru Sasaki	Kazuo Mabuchi	Youzo Takayama
Toshikazu Odaka	Nobuyuki Shikama	Hidekazu Matsueda

Managing Editors : Kenji Okada, Yoshiro Ohta

The *Technical Reports of the Meteorological Research Institute* has been issued at irregular intervals by the Meteorological Research Institute since 1978 as a medium for the publication of survey articles, technical reports, data reports and review articles on meteorology, oceanography, seismology and related geosciences, contributed by the members of the Meteorological Research Institute.

The Editing Committee reserves the right of decision on acceptability of manuscripts and is responsible for the final editing.

©1994 by the Meteorological Research Institute.

The copyright of articles in this journal belongs to the Meteorological Research Institute (MRI). Permission is granted to use figures, tables and short quotes from articles in this journal, provided that the source is acknowledged. Republication, reproduction, translation, and other uses of any extent of articles in this journal, that are not for personal use in research, study, or teaching, require permission from the MRI.

序

当研究部では、昭和59年度より特別研究「直下型地震予知の実用化に関する総合的研究」を開始し、平成元年度からその第Ⅱ期の研究を実施してきた。本研究が始まった当時は、昭和53年の大規模地震対策特別措置法の制定施行に伴って、気象庁としても巨大地震の予知に対する観測と研究を強化推進し、特に想定東海地震に対する予知体制を確立しつつあった時にあたる。これに対して直下型地震については、その発生過程が十分に解明されておらず、前兆把握手法も確立されていない状況であったので、それに関連する業務が具体的に検討されるところまでは至っていなかった。しかし、直下型地震発生 of 社会的な影響は必ずしも大規模地震発生のそれに劣るとは限らず、1978年伊豆大島近海地震、1982年浦河沖地震、1983年日本海中部地震と沿岸域で被害地震が続発したこともあって、内陸型の浅い地震の予知達成に向けての社会的な要望は年々強まってきた。また、当時は地震予知に対して多少楽観的なこともあって、近い将来、気象庁が直下型地震予知への対応を迫られることは必定と考えられた。このため、その時点までの大学や他の研究機関による基礎的な研究成果を総合して、前兆現象の効果的な捕捉手法と評価手法の開発並びに業務的な監視に有効な観測・処理システムを開発することを目標に、直下型地震予知の実用化に関する総合的研究が始められた。この中の前兆現象の評価に関する研究については、その成果の一部が、すでに気象研究所技術報告第26号「地震前兆現象のデータベース」として発刊されており、本報告は観測的研究に関する成果をまとめたものである。

なお、平成元年度から始まった第Ⅱ期の研究では、静岡県由比地区における微小地震観測データを用いた地震メカニズムやマグニチュードの決定手法の開発、地殻構造解析手法の開発、簡易型地殻変動測定装置の開発、野外破壊実験による前兆現象の積極的把握等に関する研究を実施してきている。これらの研究によって得られた最近の成果については、別巻の技術報告としてまとめる予定である。

本研究は、10年という比較的長期間にわたっていることや、内容が多岐に及んでいるために、参画した研究者数は多くにのぼり、主任研究者も市川政治部長から勝又 護部長と変わって、平成元年度からは小職が引き継いでいる。本研究にたずさわった研究者の名前の一覧を巻末に示してあるが、この他にも多方面から御協力をいただいた。それらの方々に深甚なる謝意を表したい。

平成6年3月

地震火山研究部長 清 野 政 明

目 次

序

概要	1
Summary	3
第1章 機動観測システム	5
1.1 茨城県笠間地区における地震観測	5
1.2 静岡県由比地区における地震観測	34
第2章 体積歪計観測とデータ解析	65
2.1 テストフィールドにおける試験観測	65
2.2 東海南関東地域の埋込式体積歪計による観測データの解析	89
第3章 重力及び電磁気的手法による地下構造調査	111
3.1 重力探査	111
3.2 電磁気的手法による探査	126

概

要

本報告は、昭和59年度より実施してきた特別研究「直下型地震予知の実用化に関する総合的研究」の中の観測的研究に関する成果をまとめたものである。内陸地震はどこに起きてもおかしくないと いわれる状況と、地震の規模が東海地震等のプレート間地震よりも小さいため高密度の観測が必要とされることから、限られた人員と経費で前兆現象を効果的に捕捉する手法の開発が図られた。そのため、当時注目されていた、前兆現象が現れ易い“つば”という考えに基づいて研究計画が立てられた。具体的には、重力測定や電磁気観測による地下構造探査で“つば”を見いだして、そこに東海地震予知のための観測で重要な役割を果たしている体積歪計を設置し、更にその周辺に5～6点からなる地震観測網を展開して、微小地震活動を追跡するとともに、前震等の異常な活動の検出を図るというものであった。

この第Ⅰ期の研究の中で、重力探査や電磁気探査が地殻構造調査に有効なことを確認して、その時間的な変化を検出するための技術を蓄積するとができたほか、断層破砕帯に設置した体積歪計観測ではストレインステップが計器の極近傍の応力場の変化を表している可能性が高いことを明らかにし、また、数値シミュレーションと室内実験から、地殻の弾性的な性質と歪計の応答特性との関連も解明された。更に、初め茨城県笠間地区、後に静岡県由比地区で実施された地震機動観測では、データ通信・処理・解析システムの開発が図られるとともに、それらの機能の確認が行われた。しかし、第Ⅰ期の研究計画で基になった、前兆現象が現れ易い“つば”という考え方は、仮にそうした場所が存在するとしても、事前にそれを探し出すことは極めて難しく、そのための一般的な指針、基準となるものはないこと、また、何か異常な変化が出た時点でそれをノイズと区別して前兆と認識するためには、1点1項目の観測では不十分で、多点多項目の観測が重要であることがわかった。これを受けて、第Ⅱ期の研究では、体積歪計を補うものとして、多点で簡便に観測可能な地殻変動測定装置の開発や、前兆現象を積極的に捕捉するための野外破壊実験が計画され、機動観測で得られる小数点のデータを用いて地震マグニチュードを精度よく決定したり、発震機構を求めたりする手法の開発が進められてきている。これらの研究については別に技術報告をだすことを予定しており、本報告では、第1章で地震機動観測結果を、また、第2章では静岡県由比地区の断層破砕帯内に設置した体積歪計の観測結果と、気象庁が東海・南関東地域に展開している31カ所の体積歪計データを用いて体積歪計と周辺媒質の力学的相互作用を有限要素法によって解析した結果、そして第3章では主として静岡地域で実施された重力調査及び電磁気調査の結果を紹介する。

Summary

This report is a summary of the observational results obtained through the five-year (1984-1988) project "A Study of Destructive Intraplate Earthquakes". Intraplate earthquakes, though destructive sometimes, are generally of smaller scale than interplate earthquakes and can occur under any populated areas. So a denser observational network is required for detecting effectively the precursory phenomena of intraplate earthquakes. The limited budget and number of working staff allocated for the task makes it impossible to operate such a network. Our network plan was, therefore, based on the idea called "tsubo" in Japanese. "Tsubo", a term used in Chinese medicine, is a decisive spot on the skin to which an appropriate treatment, such as moxsa burning, can be effectively applied in curing a disease. At about the time when this project began, the idea of tsubo as a spot very sensitive to precursory phenomena was popular. So the construction of our observational network was planned as follows : first, to find a tsubo through geophysical exploration by gravity and geoelectromagnetic measurements, and then to install volumetric strainmeters there, and to deploy a mobile seismograph network around them. Volumetric strainmeters have been an important tool in the JMA routine observation for the Tokai earthquake prediction. We intended to capture precursory phenomena by effectively using this network. First we operated the seismograph network in the Kasama area, Ibaraki Prefecture, as a test field, and later we selected a possibly fractured area at Yui, Shizuoka Prefecture, as a representative tsubo and operated a network including six seismographs and two volumetric strainmeters.

In carrying out this project we were convinced that the gravity and the geoelectromagnetic measurements were very useful for determining the subsurface structure, and devised techniques necessary to detect subsurface structural changes. The observation by the volumetric strainmeters clarified that the strain steps, frequently observed also by the other JMA strainmeters and thought to be possible precursors, were probably due to a change in the stress field around the strainmeters. Numerical simulation and laboratory experiments showed the correlation between the elastic properties around the strainmeters and their responses. The methods of data transmission and processing were improved through mobile observations at Kasama and Yui. The analysing system was constructed and tested.

The greatest difficulty with our five-year project is the fact that the tsubo, if it really exists, is almost impossible to locate prior to the precursory phenomena, at the present stage of our

science. Still we persist in the belief in its existence and are groping for effective means to locate it. For this, not only a longer term observation but also much more items of observation would be necessary.

On the basis of the results hitherto obtained we have embarked on the Five-Year Project II, the report on which will be published in due time. The contents of this technical report are as follows:

Chapter 1 Mobile Observation System

- 1.1. Seismic Observation at the Kasama area, Ibaraki Prefecture
- 1.2. Seismic Observation at the Yui area, Shizuoka Prefecture

Chapter 2 Observation by Volumetric Strainmeters and Data Analysis

- 2.1. Observation at a Test Field
- 2.2. Analysis of Data from the JMA Volumetric Strainmeter Network

Chapter 3 Exploration by Gravity and Geoelectromagnetic Observation

- 3.1. Gravity Observation
- 3.2. Geoelectromagnetic Observation