

3. 2. 2. 過去の地震活動などの調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

「過去の地震活動などの調査」

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立大学法人東北大学	教授	海野徳仁	umino@aob.geophys.tohoku.ac.jp
大学院理学研究科	准教授	岡田知己	okada@aob.geophys.tohoku.ac.jp

(c) 業務の目的

地震調査研究推進本部では、繰り返し発生する海溝型地震（東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震）について、過去の地震記録を用いた地震活動の調査を進め、長期評価・強震動評価等の精度向上が必要であるとしている。さらに、過去（明治時代以降）の地震記録（すず書き）について、観測点やセンサー特性も含めて体系的に整理し、情報を一元的に得ることができる仕組みが必要であるとしている。

本研究では、これらの方針に基づき、東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震を対象として、地震記録の保存方法、データベースシステムの構想、および、利用における協定等について十分な検討を行う。その上で、過去の地震記録について、機関の垣根を越えた、観測点情報、観測システムに関する情報および観測記録を一元的に取得できるデータベースシステムを開発する。ここで開発したデータベースシステムにより、過去に発生した東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震に関する調査が効率的・効果的に行うことが可能である。

さらに、東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震の長期評価・強震動評価等の精度向上を目標とし、上記データベースシステムの開発を踏まえ、過去の地震活動などの調査を行う。なお、調査については、アスペリティの位置や分布の把握、震源の再計算、繰り返し小地震の調査等が考えられるが、データベース開発の進捗を踏まえつつ効率的・効果的に実施する。

※過去の地震記録

過去の地震記録は、紙に付着させたすずを地震計につなげた細い針で削り、残ったすずをニスで紙に固着させ地震の揺れを記録した。この手法をすず書きという。すず書きの記録は、古くなると崩れてしまうものであり、古い重要な記録の散逸が危惧されている。

(d) 5カ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成16年度

全国の大学等にある明治時代以降のすず書き記録紙、フィルム記録の在庫状況を調査して、保管状況を把握すると共に、観測点データ、観測システムの特性等の情報を収集

3. 2. 2. 過去の地震活動などの調査

した。専門委員会を設置し、海溝型地震のうちデータベースの対象とする地震の考え方（期間、地震の大きさなど）、デジタル化手法、データベースの構想などを検討した。さらに、整理の進んでいる国立天文台（水沢緯度観測所）のすす書き記録、および、東京大学地震研究所筑波観測所のフィルム記録の一部の地震記録について、デジタル化を進めた。

2) 平成17年度

全国の大学等にある明治時代以降のすす書き記録紙、フィルム記録の在庫状況等を整理した。国立天文台（水沢緯度観測所）のすす書き記録、および、東京大学地震研究所筑波観測所のフィルム記録の一部の地震記録について、前年度から継続して、デジタル化を進めた。また、専門委員会において、海溝型地震の過去の地震記録に関するデータベースの構想・仕様などを検討した。

3) 平成18年度

国立天文台（水沢緯度観測所）のすす書き記録、および、東京大学地震研究所筑波観測所のフィルム記録の一部の地震記録について、前年度から継続して、デジタル化を進めた。また、京都大学防災研究所阿武山観測所のフィルム記録の一部の地震記録について、デジタル化を進めた。さらに、北海道大学浦河観測所のフィルム記録の一部の地震記録について、デジタル化を進めた。専門委員会を開催して、データベースシステムの仕様について検討した。

4) 平成19年度

これまでに蓄積された波形データを利用し、過去の地震活動について調査を実施する。データベースシステムについては、これまでに蓄積された波形データを利用して試行版を製作するとともに、全国の大学等にある明治時代以降のすす書き記録紙から、対象となる記録紙を選択してデジタル化を進め、データの充実を図る。

5) 平成20年度

過去の地震活動についての調査を継続し、成果をまとめる。

全国の大学等にある明治時代以降のすす書き記録紙から、対象となる記録紙を選択してデジタル化を進め、データの充実を図る。また、データベースシステムを完成させる。

(e) 平成19年度業務目的

本研究は、東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震について、全国の大学等にある過去の地震記録を一元的に得ることができるデータベースシステムの開発を行い、さらに、開発したデータベースシステムを利用し、過去の地震活動に関する調査を行うものである。

平成19年度においては、全国の大学等にある明治時代以降のすす書き記録紙、フィルム記録のデジタル化を進める。

また、過去データの保存状況の把握、デジタル化およびデータベース化の検討を目的と

して、全国の大学等の関係者および有識者を構成員とする専門委員会を開催する。

さらに、データベースシステムの試作版を作成する。

(2) 平成19年度の成果

(a) 業務の要約

東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震を対象として、過去の地震記録を用いた地震活動の調査を進め、長期評価・強震動評価等の精度向上を目的として、全国の大学等の過去（明治時代以降）の地震記録について、観測点やセンサー特性も含めて体系的に整理し、情報を一元的に得ることができるデータベースを開発することを目的とする。本研究の開始に当たって、全国の大学等の関係者および有識者を構成員とする専門委員会での検討を基に、すす書き原記録紙を大型カラーキャナーにより画像ファイル化する手法を確立して、旧水沢緯度観測所のすす書き記録のスキヤン作業を実施した。同様な手法を用いて、東北大学向山観象所のすす書き記録紙のスキヤン作業も実施した。また、フィルム記録は従来のようにフィルムキャナーにより画像ファイルを作成することとしたが、原記録が長大であるため、フィルムキャナーを2回に分けて行い、パソコン画面上でスキヤンされた画像を合成して、原記録に忠実な画像ファイルを作成するという手法を確立した。この作業を、東京大学地震研究所筑波観測所、京都大学阿武山観測所、北海道大学浦河観測所のフィルム記録に適用して、記録整理を実施した。

(b) 業務の成果

1) 全国の大学等の関係者および有識者を構成員とする専門委員会を開催して、すす書き記録紙のデジタル化手法について検討した結果、原記録紙全体を大型カラーキャナーを用いて画像化する手法を確立した。また、フィルム記録については、従来のようにフィルムキャナーによる画像化を行った。

2) 上記の手法により、記録紙の保管・整理が整っている旧水沢緯度観測所の1936年から1951年までの期間に発生した地震のすす書き記録紙の中から必要な記録紙を選択して、それらの画像化を実施した。東京大学地震研究所筑波観測所の1979年以降に発生した地震のフィルム記録の中から必要な記録を選択し、それらの画像化を実施した。また、京都大学阿武山観測所の1957年から1963年までの期間に発生した地震のフィルム記録の中から必要な記録を選択し、それらの画像化を実施した。さらに、北海道大学浦河観測所の1973年根室半島沖地震の前後1ヶ月間に発生した地震のフィルム記録の中から必要な記録を選択し、それらの画像化を実施した。さらに、東北大学向山観象所の1914年から1930年までの期間に発生した地震のすす書き記録紙の中から必要な記録紙を選択して、それらの画像化を実施した。これらの画像ファイルはDVD-Rに保存した。

表 1 スキャン作業の進捗状況

年度	記録紙の種類	観測年
平成 16 年度	水沢観測所すず書き	1902-1910
	筑波観測所フィルム	1961-1966
平成 17 年度	水沢観測所すず書き	1911-1919
	筑波観測所フィルム	1967-1972
平成 18 年度	水沢観測所すず書き	1920-1935
	筑波観測所フィルム	1973-1978
	阿武山観測所フィルム	1929-1956
	浦河観測所フィルム	1968/5
平成 19 年度	水沢観測所すず書き	1936-1951
	筑波観測所フィルム	1979-
	阿武山観測所フィルム	1957-1963
	浦河観測所フィルム	1973/6
	向山観象所すず書き	1914-1930

3) データベースシステムの試作版を製作して、運営委員会においてその仕様を検討した。

4) 水沢観測所のすず書き記録を調査して、1933 年三陸地震 (M8.1) の余震の波形記録には卓越周波数成分に大きな違いが見られることが明らかとなった。この卓越周波数の違いは、震源から観測点までの地震波線の経路の違いによるもの (Shantha et al, 2008) であると考えて、これらの余震の震源分布の特徴を調査した。図 1 に、卓越周波数の異なる余震のすず書き記録例を示す。短周期成分に富む波形の余震は 28 秒よりも長い S-P 時間であり、長周期成分に富む余震は 28 秒よりも短い S-P 時間であることがわかった。この周波数成分の相違は、地震波線が高 Q 値の太平洋プレートのマントル内を伝播してくるか、低 Q 値の太平洋プレートの海洋地殻内を伝播してくるか、の違いによるものと考えられる。

図 2 は短周期成分に富む余震の震央分布である。これらの余震は、日本海溝およびその周辺域の限られた領域内のみ発生しており、正断層型の発震機構 (Kanamori, 1971) を持った本震の断層面上およびその近傍の余震である。一方、長周期成分に富む余震の震央分布を図 3 に示す。これらの余震は、プレート境界に発生したプレート間地震であ

り、本震の発生により誘発された地震活動である可能性が高い。

図4に1933年三陸地震の発生様式を模式的に示す。先ず、太平洋プレート内部で正断層型のM8.1の本震が発生した。この本震の断層面上およびその近傍では短周期成分に富む余震が発生している。また、この本震の発生により、太平洋プレートと陸側プレートの境界では、長周期成分の卓越したプレート間地震が誘発されている。これらの誘発的な地震は、本震の地震動が治まった時点で既に記録されていることが、水沢観測所のすず書き記録から確認されている。

このようにプレート内大地震とプレート間大地震が隣接して連続して発生した事例は、例えば、Rat Islandの沈み込み帯で1965年2月4日に発生したMw8.7のプレート間地震と同年3月30日のMs7.5のプレート内地震、千島海溝沿いの2006年11月15日のプレート間地震(M7.8)と2007年1月13日のプレート内地震(M8.2)の組み合わせがある。

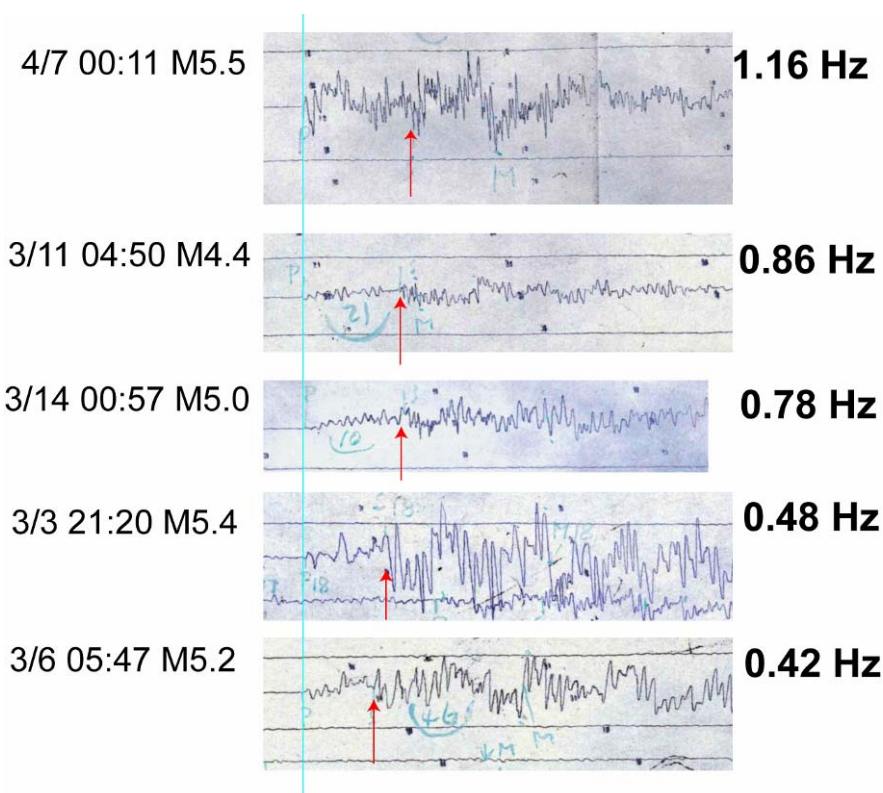


図1 水沢観測所のすず書き記録の例

1933年三陸地震の余震をP波着震時でそろえてある。赤矢印はS波の着震時を示す。S-P時間の長い余震の卓越周波数が高く、S-P時間の短い余震の卓越周波数が低い。P波初動から40秒間の平均周波数を右側に示す。

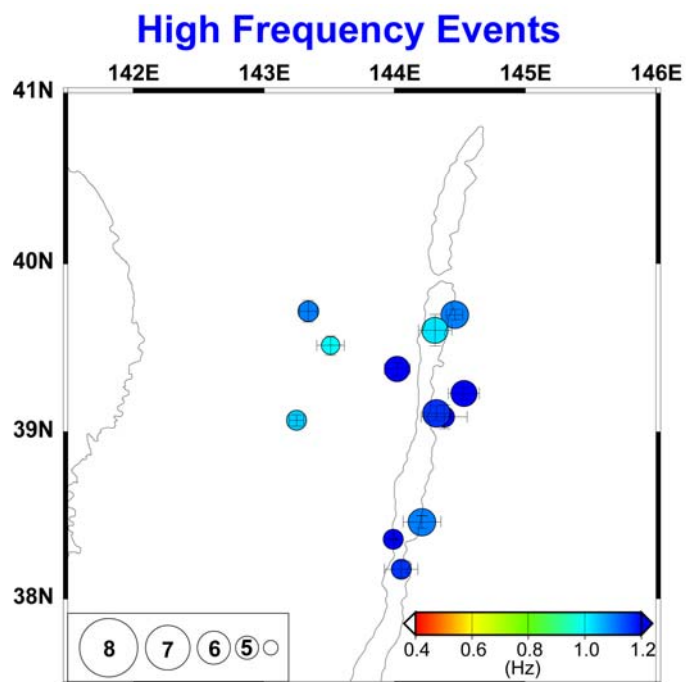


図2 1933年三陸地震 (M8.1) の短周期成分に富む余震の震央分布
 カラーはP波初動から40秒間の平均周波数を表す。短周期成分の卓越した余震は日本海溝直下に発生している。

S

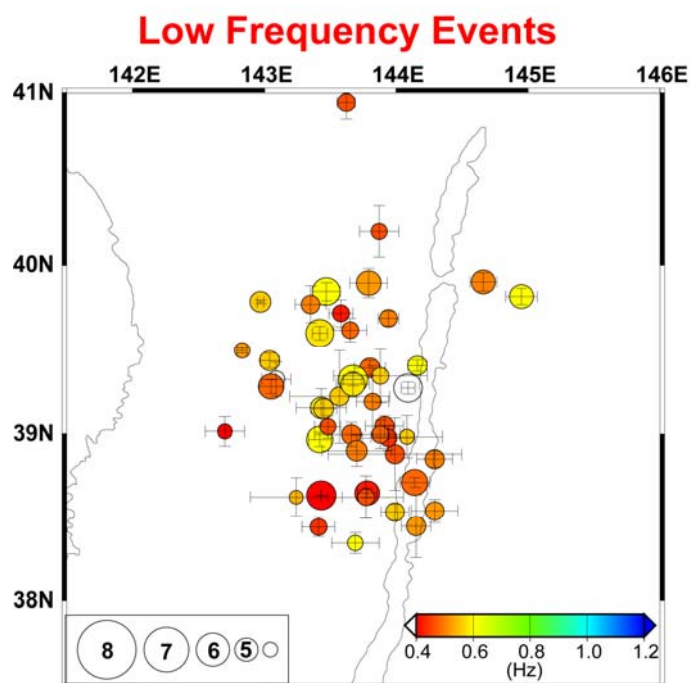


図3 1933年三陸地震 (M8.1) の長周期成分に富む余震の震央分布
 カラーはP波初動から40秒間の平均周波数を表す。長周期成分の卓越した余震はプレート境界に広く発生している。

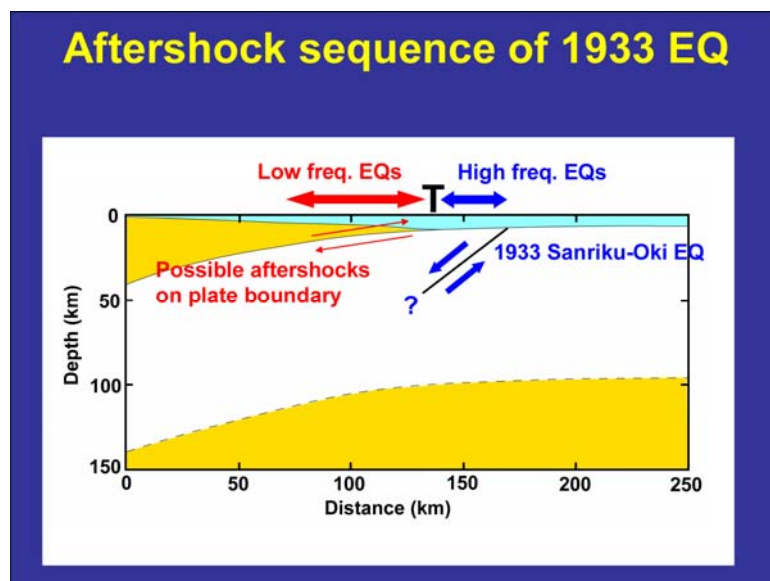


図4 1933年三陸地震の発生機構の模式図

太平洋プレート内部で正断層型の本震（青矢印）が発生した。本震の断層面およびその近傍で高周波成分の卓越した余震が発生している。本震に誘発されたプレート間地震（赤矢印）の活動が、本震発生直後から見られる。

(c) 結論ならびに今後の課題

全国の大学等の関係者および有識者を構成員とする専門委員会による検討の結果、過去のすず書き地震記録紙のデジタル化の手法としては、現時点では、原記録紙の全体を大型スキャナーでスキャンする方法が最も優れていることがわかった。また、フィルム記録については、従来のようにフィルムスキャナーによる画像ファイルの作成方法を用いることで、本研究の目的を達成することができることが確認された。これらの手法を用いて、旧水沢緯度観測所および東北大学向山観象所のすず書き記録紙の画像化を行った。また、東京大学地震研究所筑波観測所、京都大学阿武山観測所、北海道大学浦河観測所のフィルム記録の一部については、画像化の作業を開始して、それらの画像ファイルをDVD-Rに保存した。

来年度は、旧水沢緯度観測所および京都大学上賀茂観測所のすず書き記録紙の画像化を行う。また、京都大学阿武山観測所、北海道大学浦河観測所のフィルム記録のスキャン作業を継続する。また、全国の大学等にある明治時代以降のすず書き記録紙、フィルム記録の在庫状況を整理して、それらの情報を基に、専門委員会において、データベースシステムを構築して、公開する。

(d) 引用文献

- 1) Shantha, S. N. G., N. Umino and A. Hasegawa, 2008. Offshore double-planed shallow seismic zone in the NE Japan forearc region revealed by sP depth phases recorded by regional networks (submitted to Geophys. J. Int.)

3. 2. 2. 過去の地震活動などの調査

2) Kanamori, H., 1971. Seismological evidence for a lithospheric normal faulting - the Sanriku earthquake of 1933, Phys. Earth Planet. Inter., 4, 289-300.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
海野徳仁・河野俊夫・ 長谷川昭・田村良明	すず書き記録による 1933 年 三陸沖地震 (M8.1) の再検討	日本地震学会秋 季大会 (仙台)	2007年10月

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定
なし。

(3) 平成20年度業務計画案

東南海・南海地震および日本海溝・千島海溝の海溝型地震の長期評価・強震動評価等の精度向上を目的として、全国の大学等の過去の地震記録の情報を一元的に得ることができるデータベースを開発することを目的として、以下の研究を実施する。

(a) 国立天文台（旧水沢緯度観測所）に保管されている1952年（昭和27年）以降のすす書き記録紙のスキャン作業を実施する。また、スキャンしたすす書き記録ファイルをDVD-Rに焼き付ける。

(b) 京都大学阿武山観測所の1947年（昭和22年）以降の佐々式強震計すす書き記録フィルムのスキャン作業を実施する。また、スキャンしたフィルム記録ファイルをDVD-Rに焼き付ける。

(c) 北海道大学浦河観測所のMES型地震計による1969年北海道東方沖地震の本震および余震の波形フィルム記録の作業を実施する。また、スキャンしたフィルム記録ファイルをDVD-Rに焼き付ける。

(d) 京都大学上賀茂観測所の1901年（明治34年）以降のすす書き記録紙のスキャン作業を実施する。また、スキャンしたすす書き記録ファイルをDVD-Rに焼き付ける。

(e) スキャンした地震波形記録を利用するためのデータベースシステムを作成する。