

(1) 実施機関名：

東北大学

(2) 研究課題(または観測項目)名：

常時微動や後続波を用いた地下構造モニタリング法の研究

(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

(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

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ウ．広域の地殻構造と地殻流体の分布

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-1) 地震発生先行過程

ア．観測データによる先行現象の評価

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

近年、地震波動場の相関を利用して、受動的に地下構造を推定し、その時間変化をモニターする手法がいくつか提案されている。相関を利用するこれらの手法は地震波干渉法と呼ばれるが、手法の適用限界や精度については、まだ明らかではない点がある。そこでまず、原理について理論的考察や数値計算により検討するとともに、既往の手法の適用限界や精度について整理する。続いて、検討結果に基づき、精度や安定性に優れた手法を選び出す。その際、問題点があれば適宜手法を改良する。選ばれた手法に基づいて地下構造の時間変化を検出する解析システムを構築し、実際のデータへ適用することにより地下構造のモニタリングを行うことを最終的な到達目標とする。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度は、これまでに提案されている常時微動や地震記録の後続波の相互相関を利用した受動的モニタリング手法を調査し、適用限界や精度について整理する。また理論的考察や数値計算に基づき手法の原理についての理解を深める。

平成 22 年度は、平成 21 年度の検討結果に基づき、精度や安定性に優れた手法を選びだし、問題点があれば適宜改良する。このようにして、選ばれた手法に基づいて地下構造の時間変化を検出する解析システムを構築する。

平成 23-25 年度は、解析システムを実際のデータへ適用することにより地下構造のモニタリングを行う。特に大地震や火山噴火などの発生が予想されている地域に重点をおき、それらのイベントの発生に伴う地下構造の変化について調査・検討する。その際、長期の変化の傾向を把握することが重要であるので、リアルタイムのデータだけではなく、過去のデータを利用した調査も実施する予定である。

(7) 平成 24 年度成果の概要 :

今年度は計画していた課題を予定通り実施した。以下に成果の概要をまとめる。

(a) 受動的モニタリングシステムの実データへの適用

2011 年東北地方太平洋沖地震を挟む期間で、東北日本の地下構造のモニタリングを行った。防災科研 KiK-net により 2010 年と 2011 年の 2 年間に記録された近地地震記録を用いて、1-20Hz 帯域で地表点のコーダ波の自己相関を計算した。図 1 には MYGH03 観測点での東西動成分の例を示す。その結果、図 2 に示すように東北日本の太平洋岸全域で位相の遅れが見られた。時間変化の様子は、本震発生の発生直後に数 10 % (最大 50 % 程度) も位相が遅れるが、それがすぐに数%の遅れまで回復し、その後更に数か月かけて本震前の状態に戻っていくことが確認された。地表点と地中点とのデコンボリューションを用いた結果と比較して、地表点の自己相関は深さ数十 m 以浅の構造に敏感であるものと考えられる。これは、地震に伴う構造の時間変化は浅部で最大数十%に達するほど大きく、この影響をうまく補正しないと、それより深部の構造をモニタリングできないことを示唆する。

(b) 地震波干渉法についての理論的・数値的研究

近年、地震波干渉法を用いて地下の減衰構造を推定する手法が提案されているが、その理論的背景は明らかではなかった。Nakahara (2012) は、減衰性媒質において、地震波干渉法と密接に関係する空間自己相関 (SPAC) 法の定式化に新たに成功した。その結果、従来提案されている手法は、比較的均質な構造に対して、減衰が小さく、使用する観測点間の距離が卓越波長に比べて十分大きい場合に成り立つことが分かった。更にその結果を用いて、中原 (2013) は、地震波干渉法を用いて減衰媒質を推定する既往研究の適用可能性を明らかにし、その手法を適用する際の注意点をまとめた。

(8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等) :

中原恒, 地震波干渉法により減衰構造を求めるための理論的背景, 地震 2, 65, 243-249, 2013.

Nakahara, H., Formulation of the spatial auto-correlation (SPAC) method in dissipative media, Geophys. J. Int, 190, 1777-1783, 2012.

(9) 平成 25 年度実施計画の概要 :

引き続き、Passive Image Interferometry 法に基づき地下構造の時間変化を検出する解析システムを用いて、データ解析を行う。また地震波干渉法に関する理解を深めるための基礎研究も並行して行う。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

中原恒・松澤 暢・他

他機関との共同研究の有無 : 無

(11) 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 : 東北大学大学院理学研究科

電話 : 022-795-6533

e-mail : zisin-yoti@aob.gp.tohoku.ac.jp

URL : <http://www.zisin.gp.tohoku.ac.jp/>

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 中原恒

所属 : 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座

MYGH03 ACF EW 1. - 20. Hz

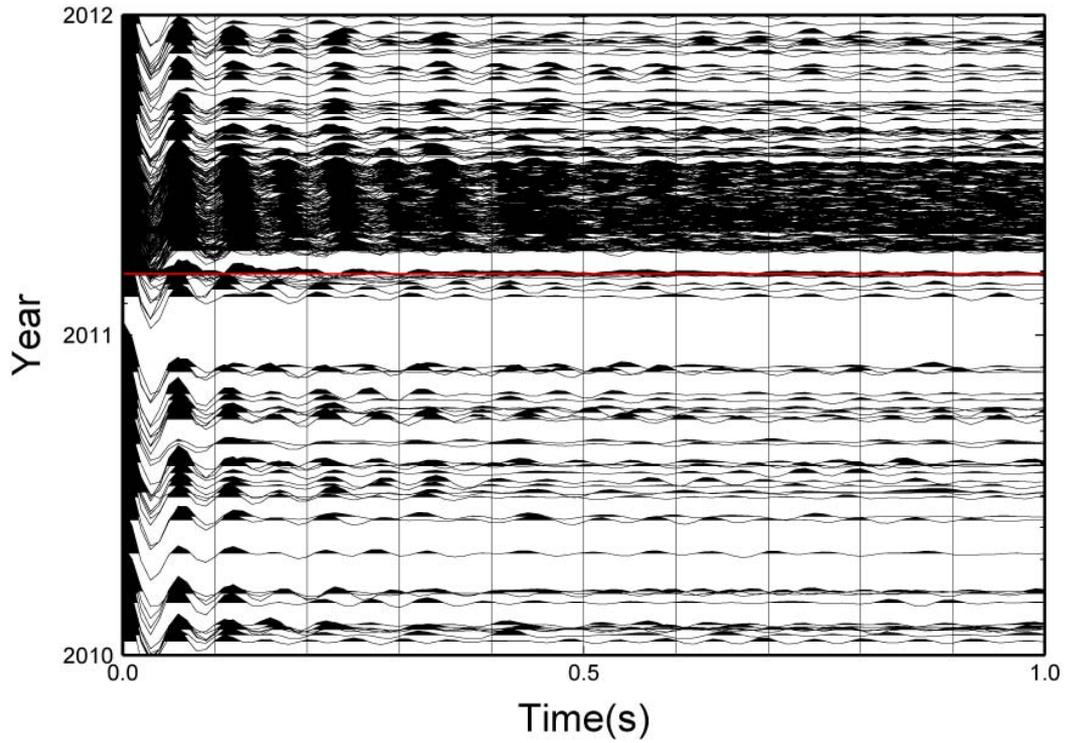


図1 近地地震のコーダ波の自己相関により検出された2011年東北地方太平洋沖地震に伴う時間変化(MYGH03観測点,東西動成分)。

本震(2011年3月11日,図中の赤い横線)直後に最大で15%程度位相が遅れている。

changeACF EW

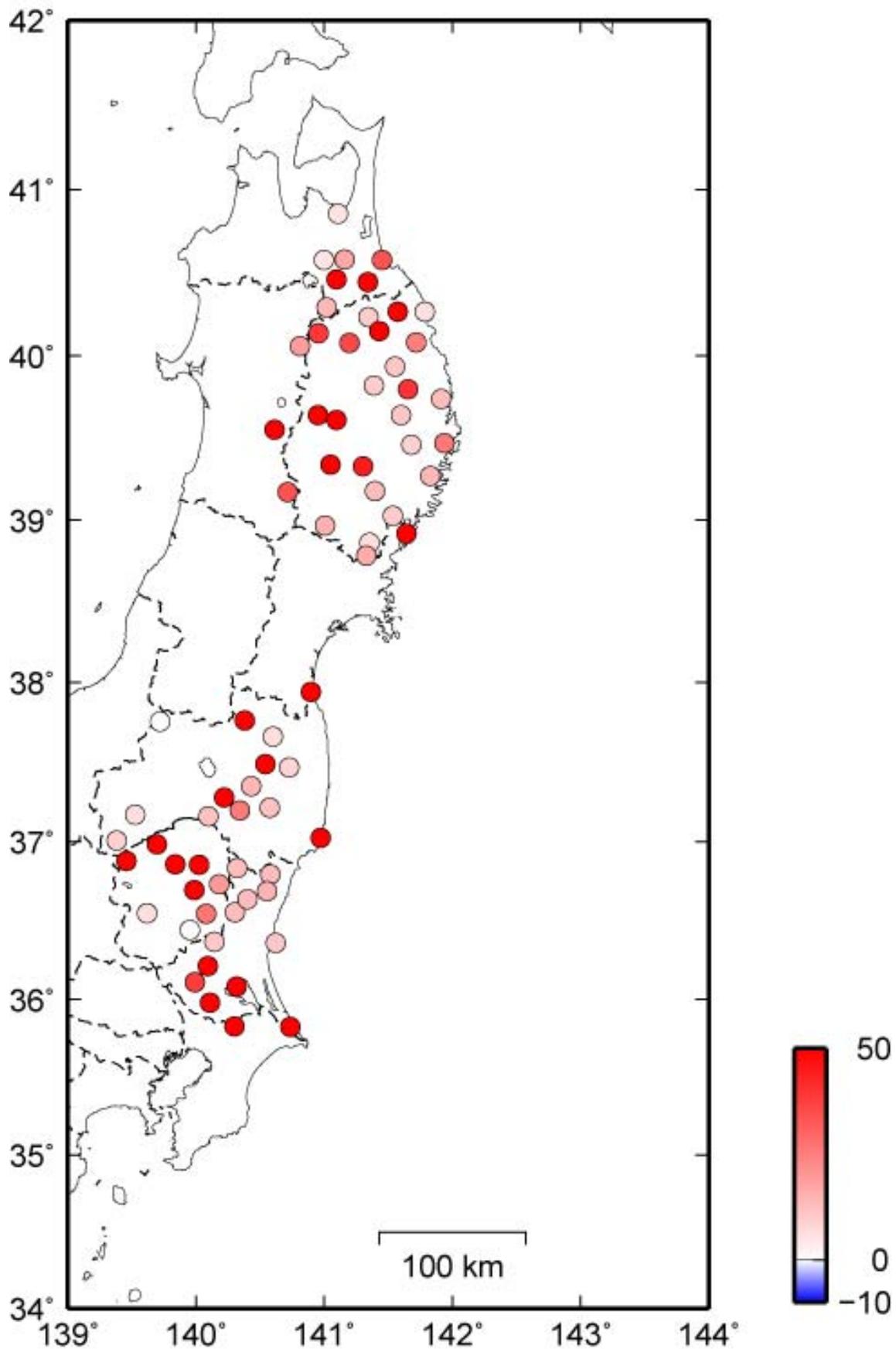


図2 東北地方太平洋沖地震に伴う自己相関の位相の遅れ（東西動成分の結果）．東北日本の太平洋岸全域で最大 50 %にも達する位相遅れ（速度低下）が見られる．