

平成22年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究

地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用

データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2010-G-03

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文：オンサイト地震波処理システムに関する研究

英文：Study of on-site seismic wave analysis

4. 研究代表者所属・氏名 山形大学理学部・長谷見 晶子

(地震研究所担当教員名) Paul Rydelek・鷹野 澄・額瀨一起

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日 数	旅費 支給
長谷見晶子	山形大学理学部・教授	データ解析	2010.4.1-2011.3.31	365	あり

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード：単独観測点処理 P波到来方向 主成分解析 トリパタイト アレイ

オンサイトで震源位置を推定するには P 波初動の到来方向を正確に求めることが必要である。この研究では P 波初動の到来方向を、1) 主成分解析、2) トリパタイト観測、3) 小アレイ観測波形のセンブランス解析、の3種類の方法で決定し、結果を比較した。用いたデータは Hi-net 観測点 N.NYOH (山形県南陽)、および8点からなる L 字型アレイ観測で記録された波形である。アレイは N.NYOH のおよそ 2km 北東に設置し、観測点間隔は 200~250m、期間は 2010 年 7 月~11 月である。アレイの端と中央の点をトリパタイト観測点として扱った。震央距離が 100km 以内の 8 個の浅発地震を解析した。パーティクルモーションによる方向は、方位角は-10 度、入射角は-20 度程度、計算値との差が見られるが、差は一定していた。トリパタイトとアレイ観測では方位角に関してはおおむね 10 度以内の誤差で推定できるという結果となった。入射角については誤差が大きく、また一定の傾向は見られなかった。

7. 研究実績報告（公表された成果のリスト*¹または2000～3000字の報告書）

(*¹論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

1. はじめに

単独観測点処理により震源位置を推定する際、P波初動の到来方向を正確に求めることが必要である。到来方向を決定する方法にはP波初動の3次元パーティクルモーションの主成分解析、トリパタイト観測、アレイ観測、などがある。本研究では、1) パーティクルモーションの主成分解析、2) トリパタイト観測による走時差、3) 小アレイ観測波形のセンブリランス解析、の3種類の方法でP波初動の到来方向を決定し、結果を比較した。

2. データ

用いたデータはHi-net観測点のN.NYOH（山形県南陽）、および8点からなるアレイで記録した波形である。アレイはN.NYOHのおよそ2km北東のところに展開し、1辺が約800mのL字型アレイとした。観測点間隔は200～250mである。地震計はL22Dを用いた。アレイの1辺では山地中の道路沿い、もう1辺では平地の田んぼの脇に浅い穴を掘って地震計を埋めた。記録装置はDATレコーダを用い、200Hzサンプリングで収録した。アレイの端の2点と中央の点の記録をトリパタイト観測点データとして使用した。観測期間は2010年7月～11月である。震央距離がおよそ100km以内で起きた地震のうち、アレイの波形記録でP波初動の読み取りが可能な8個の浅発地震を解析の対象とした。

3. 解析方法

1) パーティクルモーションの主成分解析

防災科学技術研究所Hi-netのページからイベント波形データをダウンロードし、N.NYOHの記録をパソコンのディスプレイに表示して目視によりP波初動時刻を読み取った。3成分の記録を使って初動から0.3秒間の3次元パーティクルモーションを主成分解析し、P波の到来方向を求めた。得られた方位角は防災科学技術研究所の「Hi-netで設置された地震計の方位に関するデータ」を使って補正した。

2) トリパタイト観測 波形記録をパソコンのディスプレイに表示してP波初動時刻を読み取った。3点の走時を用いて到来方向を求めた。

3) アレイ観測 アレイ各点の観測点補正值を求めるために、8個の地震について各点の到着時刻を読み取って走時残差を調べた。補正值は0.01秒以下であった。0.3秒のウィンドウを0.075秒間隔で移動してセンブリランスを計算し、P波到着後、センブリランスが最大になる到来方向を求めた。

4. 結果

結果を震央距離が小さい順に並べて表1に示す。到来方向を観測点から震央を見る方位角と入射角に分けて示してある。入射角は鉛直下向きから計った角度である。入射角の計算値(cal)は東北大学がルーチンの震源決定に使っている構造を仮定して求めた。トリパタイト、アレイ観測による入射角は地表でのP波速度=5.4km/sとして計算した。表にはそれぞれの方法で得られた結果(観測値)と計算値との差を示している。パーティクルモーションの結果が空欄になっている地震は、N.NYOHの記録がダウンロードしたイベント波形に含まれていなかったものである。アレイ観測では機器のトラブル(地震計が老朽化のために故障するなど)により端の点で記録がとれなかった地震がある。そのため、トリパタイトの観測点の間隔(辺の長さ)が500m以下になる場合があり、それについては表を空欄にしてある。アレイの結果の空欄はP波到着後のセンブリランスの大きさがノイズレベルを越えな

かった地震である。

5. 考察

パーティクルモーションにより得られた方向は、方位角で-10度、入射角で-20度程度の計算値との差が見られるが、その値はほぼ一定である。入射角は大きいですが、P-SV変換波による誤差は生じていないと思われる。差が到来方向に寄らず一定していることが確認できれば、差を補正することにより主成分解析で到来方向を精度よく求めることが可能と考えられる。トリパタイトとアレイ観測では方位角に関してはおおむね10度以内の誤差で到来方向を推定できるという結果となった。入射角については計算値との差が大きく、また一定の傾向が見られない。入射角の角度が大きいため誤差が大きくなっていると考えられる。

単独観測点処理で震央方向を推定する際は3次元パーティクルモーションを使うことが多い。その方法で誤差が大きいような場合、この研究の結果からトリパタイトやアレイ観測を使う方法も検討の余地があると考えられる。これらの手法では複数の点のデータを集約する必要があるが、集約・解析システムの構築は比較的容易だろう。

表 1

event No.	date	M	epicentral distance (km)	back azimuth (deg.)				incident angle (deg)			
				cal	obs.-cal.			cal	obs.-cal.		
					particle motion	tripatait	array		particle motion	tripatait	array
1	2010 08 16	1.4	23	18	-13	-6	-8	62	-20	-6	17
2	2010 09 21	1.5	25	109	-9	-4	1	71	-22	0	-15
3	2010 08 11	1.3	26	329	-14	-5	-4	66	-24	-5	-2
4	2010 0716	1.7	52	221			-1	71			4
5	2010 0727	1.7	63	36		-6		66		-21	
6	2010 10 11	2.6	74	32		2	8	62		-23	-6
7	2010 09 29	5.7	93	188	-12		12	61	-24		14
8	2010 10 24	3.7	93	189		8	-4	61		-11	14
9	2010 08 29	3.9	104	36			0	59			-3