

アレイ観測から見たコーダ波エネルギーの局在化

弘前大学理工学部 小菅 正裕

はじめに

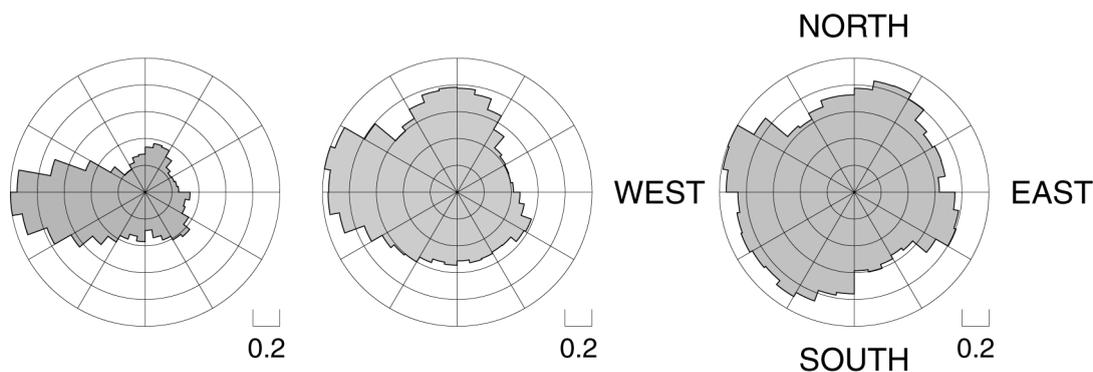
1996年飛騨合同地震観測時に、千葉大学をはじめとするグループでは、岐阜県神岡鉱山において3次元アレイ観測を行った。昨年度はセンブランス解析を基に、2次元アレイと3次元アレイの結果の比較、及び地殻下部からの散乱波に起因すると考えられるコーダ波振幅の増加について報告した。今回はアレイに入射する波の到来方向に着目し、コーダ波エネルギーが空間的にどのように分布しているのかを考えてみたい。

観測データ

観測は1996年7月30日から10月1日までの期間に、千葉大学・防災科学技術研究所・東北大学・宇都宮大学・弘前大学によって行われた。海拔350m面と海拔850m面の水平な坑道内にL字型のアレイ、斜坑にはらせん型のアレイを設置した。地震計は2Hz上下動を主体に、一部1Hz3成分計を使用した。今回、入射波の到来方向の解析に用いたのは、海拔350m面のL字型のアレイである。地震計の間隔は20m、データの分解能は24bit、サンプリング周波数は200Hzである。

入射方向に関する予備的解析

波の到来方向の時間変化を調べるため、フィルターを通した波形に対してセンブランス解析を行った。センブランスを計算するウィンドウの幅はフィルターの中心周期の2倍、ウィンドウの移動幅はその半分とした。直達波の入射方向について見ると、P波に関してはほぼ理論的に期待される値をとるが、S波に関しては30°程度ずれる場合がある。コーダ波の入射方向の分布を見るため、3つのウィンドウ（P波およびPコーダ波、S波およびSコーダ波の前半部分、Sコーダ波の後半部分）に分けて、到来方位別にセンブランス値を積算した。アレイの西側約20kmの場所で発生した地震についての結果を図に示す。



P波およびPコーダ波のウィンドウではほぼ震央方向から，S波およびSコーダ波の前半部分でも震央方向からの入射が卓越するが，それ以外の方位からの入射も増える．それに対して，Sコーダ波の後半部分はあらゆる方位から入射し，Sコーダ波が震源と観測点の周辺で散乱された波であることと調和する．もう少し細かく見ると，最初の2つのウィンドウでは北側から入射する波が見られること，Sコーダ波の後半部分でも震央方向からの入射がやや多いことなどが見られる．別の地震についての解析結果では，たとえば能登半島の付け根付近で発生した地震では，3つのウィンドウでの波の到来方向があまり変化しなかった．具体的には，観測点よりも南側からの入射が少なく，コーダ波のエネルギーが空間的に極在化して分布することを示唆する．

エネルギーの入射方向

上記の予備的解析にはいくつかの欠陥がある．1つは入射波の振幅を考慮していないことで，もう1つは時間ウィンドウ内の変化がわからないことである．そこで次に，センブランス値とそれを計算したウィンドウ何での2乗振幅の積を計算し，スローネス空間内での分布を求めた．これを1秒間のウィンドウについて積算し，スローネス空間での入射エネルギーの時間変化を調べた．その結果，前項の最初の地震に対して述べた，北側から入射する波はP波初動とその直後のコーダ波で見られることがわかった．震源位置の近い2つの地震に対して，スローネス空間での入射エネルギーの時間変化を見ると，ほぼ同様な変化をしている．震源位置が異なると分布のパターンも異なり，散乱波のエネルギーが観測点近傍でだけ生成されているのではないことが示唆される．

おわりに

スローネス空間での入射エネルギーの時間変化を調べることにより，単にセンブランス値の変化を見る以上の情報を得ることができるものと考えられる．今後は解析例を増やしていきたいが，ここで採用したプロットにはアレイの解像度の空間的不均質性も反映されており，結果の解釈にあたっては注意が必要である．