

## 鯖江断層における S 波異方性について

著者 宮本 郁也

指導教員 野村 保之, 岡本 拓夫

## 1. はじめに

鯖江断層は福井市浅水二日町付近から越前市瓜生町付近まで、ほぼ南北方向にのびる長さ 8km の断層である[1][2]。この断層は鯖江市の中心部で西側の洪積台地と東側の沖積平地を南北にのびる断層崖で区切り、越前市では北東部の扇状地において、地形の傾斜に明瞭な変化を与えている。

本研究では、鯖江断層において、特に発生頻度の高い福井県鯖江市尾花町の殿上山付近で発生した地震を利用し、S 波偏向異方性の有無により、鯖江断層の活動度や、なぜ異方性が確認されたのか、その要因を解析することを目的としている。

## 2. 概要

## 2.1 地震波速度異方性について

地球の内部構造を特徴付ける性質の一つとして、地震波速度異方性が挙げられる。異方性とは「方向によって性質が異なる」ことである。一口に速度異方性といっても、方位異方性 (azimuthal anisotropy) と偏向異方性 (polarization anisotropy) の 2 つがある。方位異方性とは地震波の速度がその伝播する方向によって異なることである。偏向異方性とは地震波の振動方向によって地震波の速度が異なることである (伝播方向は同じである)。これらの異方性は地球内部の鉱物の結晶またはクラックの選択配向 (ある特定の向きに結晶軸やクラックの法線が揃うこと) によって生じる。よってどの方向に選択配向するかは地球内部の応力、歪み場、地下構造によって支配されているので、地震波速度異方性を調べることで逆に地球内部の応力や歪み場、地下構造を知ることができる[3][4]。

## 2.2 偏向異方性 (S 波スプリッティング)

断層には割れ目が多数入った「破碎帯」が存在しており、その検出をするのに有効な方法が「S 波スプリッティング」という現象の解析である。この現象は、例えば割れ目が入った領域を S 波が通過する際に S 波が 2 つに分離する現象で、分離した S 波にはその領域の物理的特性 (割れ目の方向、密度等) に関する情報が含まれている。地殻内には普遍的に割れ目が存在するため、S 波のスプリッティング

という現象はどこでも観測されるが、特に破碎帯では強い偏向異方性が観測されることが多い。図 1 では、通常は速い S 波は地殻が最も押されている方向 (太い矢印) に振動するが、破碎帯 (Fault Zone) の内側では、速い S 波の振動方向は断層の走向に一致することを示している [5]。

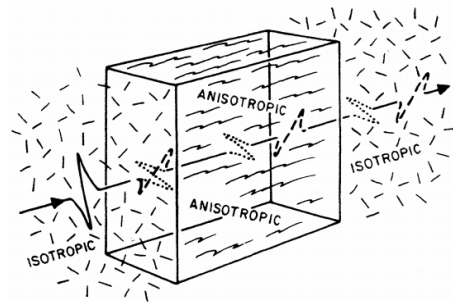


図 1 S 波スプリッティングの模式図

## 3. 研究内容

## 3.1 偏向異方性の有無の調査

2014 年 8 月 24 日から 4 年間で観測された地震波形のデータを元に、S 波の偏向異方性の有無を調査した。調査方法として、観測された地震波を図 2 のように上下、南北、東西の 3 方向から見たとき、その地震波が観測点である鯖江断層付近に到着した際に S 波の到着時刻のズレが確認されれば異方性の有無がある、と断定する方法を採った。

また、P 波の到着時間から S 波の到着時間を引いた、S-P タイム (初期微動継続時間) から震源ゾーンの特定を行う。地震波は同心円状に進むため、「大森公式 [6]」を用いることで図 3 のように S-P タイムから震源ゾーンを推定することができる。

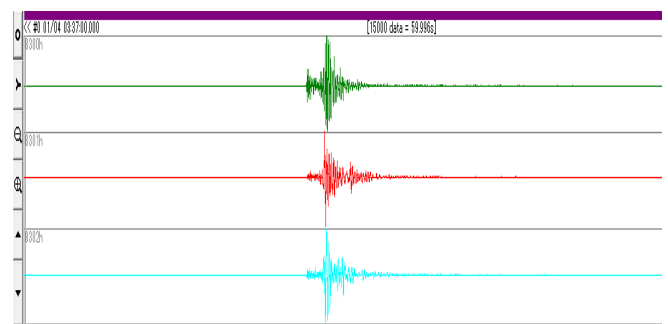


図 2 3 成分の地震波形

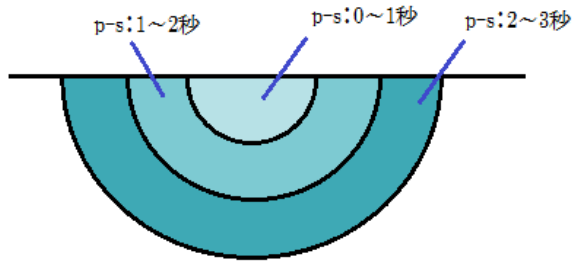


図 3 S-P タイムと震源地との関係

### 3.2 研究成果

本研究では西山動物園の観測点で記録された 2017 年 12 月までの地震波形の異方性の有無を防災科学研究所の HP にある Hi-net(高感度地震観測網)を利用し確認した。

そして観測された地震データを LS7\_WNE というアプリケーションを使用し、波形データの図にする(図 2)。その中から、S 波がきれいなものを選出し、サンプリング周波数 250Hz に対応して CSV 形式で数値化し、南北と東西のデータを用いてパーティクルモーシオンとして描画した。(図 4)

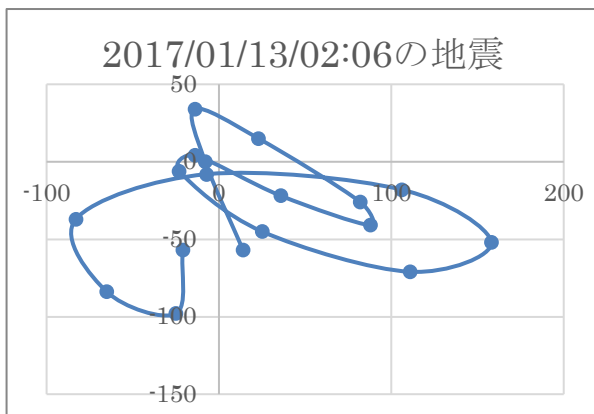


図 4 パーティクルモーシオン図

この図 4 では縦軸が南北方向、横軸が東西方向を示している。グラフの目盛はある位置に対しての相対速度を表している。また、丸の印がある部分は S 波が到着したときである。この時、S 波は南北方向に振動していることがわかる。選出したデータ 12 件の内、9 件が同様の傾向が見られた。

### 3.3 鯖江断層内のクラックの推定

S 波の最初の振動方向を調査したところ、一昨年は南北方向に振動していたが、昨年度は 2016 年 3 月頃から東西方向の振動に変化していた。今年度は南北方向に振動していた。このように周期的に振動方向が変化している理由として、鯖江断層内のクラックが閉口クラックか

ら開口クラックに、開口クラックから閉口クラックに変化することによるものだと考えられる。今年度は地震の波が鯖江断層を通過し、クラックを通る際に、クラックの向きと平行である南北方向の成分の波が東西方向の成分の波よりも速く伝搬したため S 波の最初の振動方向が南北方向に振動したと考えられる。

## 4. 今後の課題

解析する地震データを増やすことで、研究の精度を高めることが求められる。地震データが増えることで、より深く鯖江断層内のクラックの変化の研究が行うことができる。また、波形の特性について理解することで鯖江断層のクラックの開閉などを通して活動性について解明したい。さらに、解析をする解析を増やすことで、S 波の到着時間差から鯖江断層のクラック密度等のパラメータの調査を行いたい。

## 5. 参考文献

- [1] 新編「日本の活断層」  
東京大学出版会 1991
- [2] 鯖江断層トレンチ調査-経緯-  
福井高専研究紀要 自然科学・工学 第 44 号 2007;岡本拓夫、橋本たづの、山本博文、小島啓介、井上哲也
- [3] 栃木県西部地域における S 波偏向異方性について  
[http://cais.gsi.go.jp/KAIHOU/report/kaihou49/03\\_15.pdf](http://cais.gsi.go.jp/KAIHOU/report/kaihou49/03_15.pdf)
- [4] 地震学  
<http://hakusan.s.kanazawa-u.ac.jp/~yoshizo/seismology/seismology.html>
- [5] S 波スプリッティングの概要  
<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/tadokoro/fault.html>
- [6] 法則の辞典 朝倉書店 山崎昶
- [7] 京都大学防災研究所 クラックによる S 波異方性 地震予知連絡会 会報第 35 巻 7-5 1986 年 2 月