

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20540409

研究課題名(和文)

短周期常時微動の自己相関関数による地殻内散乱構造の研究

研究課題名(英文) Study of scattering property in the crust using the autocorrelation function of ambient seismic noises

研究代表者：

古本 宗充 (FURUMOTO MUNAYOSHI)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：80109264

研究成果の概要(和文)：

地震波の散乱波成分は地下の不均質構造を研究するのに有用である。震源から発射され、地下の散乱体で散乱され、再び震源に戻ってくるような散乱波があれば、それは解析には理想的な波である。本研究ではこうした波に相当する波形を、常時微動の自己相関関数から得られることを示した。そして伊豆大島の26観測点について、こうして得られた信号から減衰を現すパラメータ Q を推定した。得られた信号は後方散乱された表面波で構成されていることが分かった。2008年8月から2009年6月のデータを利用して、伊豆大島における Q 値の時空間分布を得た。常時微動の自己相関関数から推定した Q は地下構造の推定に有効であることが示された。

研究成果の概要(英文)：

Scattered seismic waves provide much information about a subterranean heterogeneous structure. If we can obtain waves which are radiated from a source, back scattered, and come back to the location of the source, they should be invaluable for the study. Equivalent signals can be retrieved by the autocorrelation function of ambient ground noise. We estimated quality factors Q_{ACF} of the signals derived from the noises for 26 stations in Izu-Oshima volcanic island, Japan. It is found that the signals mainly consist of back scattered surface waves. The resultant spatio-temporal distribution of Q_{ACF} of the island in a period, Aug. 2008-Jun. 2009, demonstrates that Q_{ACF} is a useful parameter to study the shallow heterogeneous structure in the crust.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学

キーワード：地震、地球・惑星内部構造、固体地球物理学、散乱、地殻・マントル物質

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

地下の岩石内のクラックなどの不均質構造の情報は、それ自体が地下構造の理解に有効であるだけでなく、不均質の度合いも応力状態に依存していると考えられ、例えば応力が上がればクラックが閉じ、実効的な不均質の程度が低下する。よってその時空間変動を調べることができれば、地震を起こす地殻内の応力の様子を推定する手がかりとなる。こうした不均質構造の研究には、地震波の散乱波からなるとされるコーダ波部分が利用されてきた。例えば1995年の兵庫県南部地震の前後で、丹波地域においてコーダ波の減衰を現すQ値が変動していることなどが分かっている。しかしながらこうしたコーダ波の研究では自然地震を利用するので、解析に適した規模の地震の発生場所や頻度が限られる。そのため観測地域に地震計を展開したとしても、有効な時空間分解能で変動を推定するのは難しいという問題がある。もし何らの手段で任意の時間と場所でコーダ波に相当するような散乱波シグナルを得ることができれば、地下応力変動の監視に非常に有効であると推定される。人工震源を利用することも一つの方法であるが、長期で広域での解析を想定した場合、別の問題が起きる。よって人工震源にもよらない有効な方法が模索されていた。

一方最近の研究において、二つの地点で観測された常時微動の相関関数が、その2点間のグリーン関数になるという報告が盛んになされるようになった。この考えを進めると、ある1点で観測された常時微動の自己相関関数は、その点から発射された波が後方散乱されて発射点に戻ってくるという波群に相当すると予想される。こうした信号はある意味理想的なコーダ波であるとともに、常時微動といういつでもどこでも手に入るデータを利用できるという大きな利点がある。地下構造解析やその時空間変動監視に有効であると予想される。

2. 研究の目的

常時微動の自己相関関数が、観測点から発射され地下で後方散乱されて戻ってきた波群であるとして、その時間減衰を現すパラメータQの値を推定する方法を確立する。そして、推定されるQ値が通常 of 自然地震からのコーダ波解析で得られるコーダQ値と対応しているか、そしてこの際こうして得られる自己相関関数が現す波の成分が、実体波と表面波のどちらを主成分とするかなどの検討も行う。多数の観測点のデータを解析して得られたQ値から、観測点が展開されている地域の時空間分布を得る。そしてその分布から

- (1) この手法が地下の不均質構造については応力の時空間変動の推定に利用できるか、
- (2) Q値の空間分布から得られる地下の不均質構造と地質構造などとの関係を明らかにすることが可能か、などを調べることを目的とする。

3. 研究の方法

伊豆大島に展開された26の地震観測点(東京大学)で記録された短周期常時微動の自己相関関数を計算する。まず自然地震や特別大きな何らかの信号など、定常的でないと想定される部分を取り除いたのち、1時間毎のデータの自己相関関数を計算した。そして各関数を正規化したのち1ヶ月分重合することで、最終的な自己相関関数を推定した。1-2Hz, 2-4Hz, 4-6Hz, そして8-12Hzの周波数帯域のバンドパスフィルターを通した信号から、各周波数でのQ値を推定する。推定の方法としては、コーダ波に対して行われている後方一時散乱のモデルを適用する。遅れ時間2-15秒間の間で理論曲線を最小二乗法でフィッティングすることでQ値を推定した。

解析は2008年の8月から2009年6月まで、一月おきに1ヶ月間ずつ行い、時間点にして6個のデータをえた。観測されたデータには人工的な信号が含まれていて、解析に適さない点もあるが、20数点の観測点

で Q 値の推定を行った。なお比較のため伊豆大島内及び近海で発生した地震を解析して、通常のコーダ Q 値の推定も行った。

4. 研究成果

得られた自己相関関数は、想定されたようにコーダ波群らしい様相を呈している(図1)。この関数に後方散乱のモデルを適用すると、推定される Q の値は散乱波として実体波を仮定するより、表面波を仮定する方が妥当な結果となった。そのため波群の主成分は表面波であると推定した。研究の当初では、短周期微動の中で後方散乱成分として実体波がそれなりに含まれていると予想されたが、そうではないという結論になった。ただ、通常のコーダ Q の値も実体波近似では求め難いことも分かったので、必ずしも実体波が確実に否定されたわけではなく、今後の検討が必要であることも分かった。

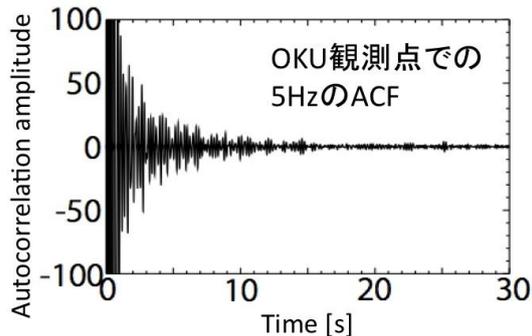


図1 求められた自己相関関数の例

観測点OKUでの2008年8月の一月間の自己相関関数。周波数帯域は4-6Hzである。ラグタイム1.5秒付近まで優位に大きい信号が見られる。Q値の推定にはこの部分に理論値をフィッティングする。

得られた Q 値は、コーダ Q 値と同様に周波数が高くなると Q 値も大きくなるという周波数依存性を示すことが分かった。

Q 値の空間分布のうち特に 2-4Hz と 4-6Hz の帯域では、大島の中央部のカルデラ内部及

びその周辺で高く、海岸沿いで低い傾向があることが分かった(図1)。一方 1-2Hz や 8-12Hz の帯域ではこの傾向は見られない。このことはカルデラ内部の特定の深さに溶岩が固結した比較的緻密で均質な岩体があることに対応していると考えられる。この結果は Q 値の空間分布を、地下の不均質・減衰構造の推定に利用できることを示している。

観測期間において大島では目立った活動はなかったため、Q 値の時間変動は基本的にはないと予想される。このことは逆に推定された Q 値の時間変動がどの程度の不確定さを持っているかの指標に利用できることを意味している。今回の手法である1ヶ月間の自己相関関数は20~30%の程度の幅で変動している。この変動幅(推定値の幅)は地下の変動をモニターするという観点からは必ずしも充分低いとはいえないが、多くの観測点の多数の周波数帯域で同様の同期した変動が見られ様な場合には、変動があったと推定できる幅であるといえる。

以上の結果は、常時微動の自己相関関数の Q 値は、地下構造及びその時間変動の監視に利用できることを示している。

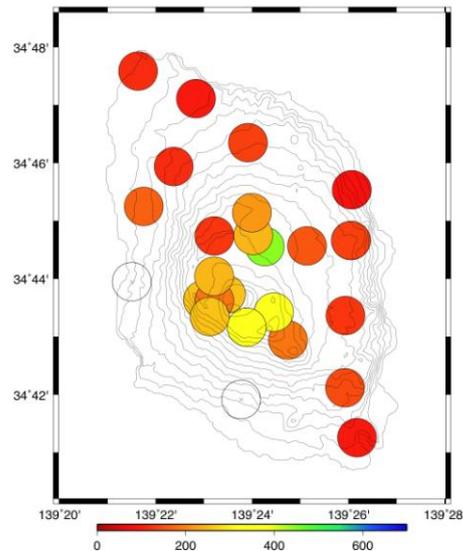


図2 4-6Hz 周波数帯域での Q 値の空間分布。

丸の位置は観測点の場所、色はQ値の大きさを表す。空白の丸は人工的な信号の混入のためQ値推定ができなかった点。島中央部のカルデラ周辺で高いQ値になっている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計3件)

- ①毛利拓治, 伊豆大島におけるコーダ波減衰特性の空間分布—常時微動の自己相関からのアプローチ, 地震学会、2009年10月
- ②毛利拓治, 常時微動の自己相関関数から求めた減衰特性の性質, 地震学会、2010年10月
- ③ Mouri, T., Characteristics of the autocorrelation function decay rate of ambient noise, AGU, 2010年12月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古本宗充 (FURUMOTO MUNAYOSHI)
名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号：80109264

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

平松良浩 (HIRAMATSU YOSHIHIRO)
金沢大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号：80283092

伊藤武雄 (ITO TAKEO)

名古屋大学・大学院環境学研究科・助教
研究者番号：40377982