

코다파를 이용한 한반도 발생 지진 규모 계산 및 자기상관성 분석

이준기¹⁾, 유승훈²⁾

¹⁾서울대학교 지구환경과학부, rhie@snu.ac.kr

²⁾버클리 지진연구소

A study on magnitudes and self-similarities of earthquakes occurring in the Korean Peninsula using coda waves

Junkee Rhie¹⁾, Seung-Hoon Yoo²⁾

¹⁾School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University

²⁾Berkeley Seismological Laboratory, UC Berkeley

소스스펙트럼에는 지진의 발생 프로세스와 관련된 지진 모멘트, 모서리 주파수, 방사 에너지 등 중요한 정보들이 포함되어 있으며 정확한 소스스펙트럼을 계산할 수 있으면 이러한 정보들을 손쉽게 획득 할 수 있다. 지진의 소스스펙트럼을 계산하기 위하여 지금까지는 주로 직접파를 이용하는 방법들이 많이 사용되어 왔으나, 지진의 방사패턴, 방향성, 부지 상태, 전파경로상의 불균질성 등에 의해 같은 지진에 대해서도 관측점에 따라 소스스펙트럼이 다르게 관측되는 문제점이 있다. 이와 같은 문제점을 극복하기 위하여 여러 개의 관측점에서의 기록을 평균하는 방법들이 많이 사용되나 위에 언급한 여러 요소들을 모두 제거하는 것은 매우 어렵다. 최근 들어 직접파 대신에 코다파를 이용하여 소스스펙트럼을 계산하는 방법들이 개발되고 있다. 코다파의 장점은 전파 경로, 부지 그리고 방사패턴과 방향성과 같은 지진원의 효과가 본질적으로 평균화되어 관측되기 때문에 일반적으로 직접파를 이용하는 것 보다 3-4배정도 안정적인 관측이 가능하다. 본 연구에서는 코다파를 이용하여 한반도와 주변 지역에서 발생한 392개 지진에 대한 S-파 소스스펙트럼을 계산하였고, 소스스펙트럼으로부터 지진 모멘트, 모서리 주파수, 방사 에너지를 계산하였다. 또한 모서리 주파수, 방사 에너지, 스케일드 에너지의 규모에 따른 변화 양상을 파악하여 한반도 주변에서 발생하는 지진들이 자기상관성을 따르는지 분석하였다. 지진이 자기상관성을 따른다는 의미는 큰 지진과 작은 지진의 발생 기작이 물리적으로 동일하다는 뜻으로 해석될 수 있다. 코다파를 이용하여 소스스펙트럼을 계산하기 위해서는 다음과 같은 과정을 따른다.

1. 관측파형에서 기기반응을 제거한다.
2. 0.05에서 25 Hz 사이의 16개의 주파수를 선정하고 이를 중심으로 좁은 대역의 밴드패스 필터링을 수행한다.
3. 필터링된 신호를 힐버트 변화 (Hilbert Transform)을 이용하여 Envelope로 변환한다.

4. 이론적으로 계산된 합성 Envelope와 관측값을 비교하여 각 주파수별로 진폭을 측정한다.
5. 측정된 진폭을 거리와 Geometrical Spreading에 대하여 보정한다.
6. 각 관측점 별로 부지효과와 코다에서 S파로의 변환 함수를 계산하여 보정한다.
7. 한 지진에 대하여 평균적인 소스스펙트럼을 계산한다.

위와 같은 과정을 통해 계산된 소스스펙트럼에서 모멘트규모, 모서리 주파수, 방사 에너지 등을 계산할 수 있으며, 스케일드 에너지는 방사에너지와 지진모멘트의 비로 정의된다. 이 중 모서리 주파수와 스케일드 에너지의 규모에 따른 변화 양상을 살펴보면 해당 지진들이 자기 상관성을 따르는지 여부를 확인 할 수 있고 자기 상관성을 따를 경우 스케일드 에너지는 규모에 따라 일정한 값을 가지게 된다. 한반도 및 주변에서 발생하는 지진들의 경우 대략 규모 5이상의 지진들은 자기 상관성을 따르는 것으로 파악되며, 그보다 작은 지진들에서는 규모에 따라 스케일드 에너지가 증가하는 양상을 보인다. 이는 작은 지진들이 큰 규모의 지진에 비해 상대적으로 지진파의 형태로 에너지를 방출하지 못한다는 것을 뜻한다.