

# 영월지진과 최근 한반도의 지진활동

## Youngwol Earthquake and Recent Seismicity of the Korean Peninsula

김 성 균 (전남대학교 지질학과 교수)  
전 명 순 (한국자원연구소 선임연구원)  
김 우 한 (경상대학교 지질학과 교수)  
조 봉 곤 (전북대학교 지질학과 교수)  
김 준 경 (세명대학교 자원공학과 교수)

### 1. 서언

지난해 12월 13일 영월부근에서 발생한 규모 4.5의 지진은 한반도 거의 전지역에 걸쳐 감진되었다. 이 지진은 국가적, 사회적으로 지진에 대한 경각심을 높이게 되었으며, 지진연구와 지진방재에 대한 근본적인 대책수립을 위한 활발한 논의를 불러 일으키는 계기가 되었다. 지진에 대한 대책수립의 필요성은 1978년의 홍성지진과 그 후의 멕시코지진, 고오베지진 발생적후에도 제기되었으나 일부 건축물에 대한 내진설계기준을 작성한 것외에 뚜렷한 성과가 없다고 볼 수 있다.

홍성지진에 의한 피해는 당시의 금액으로 약 4억원에 달하는 것으로 알려져 있으나, 다행히 금번 발생한 영월지진으로 인한 피해는 진양지부근에서 극히 경미하게 나타났다. 최근의 경제발전에 따른 산업시설의 밀집과 인구집중으로 보아 만일 20여년전에 발생한 홍성지진과 같은 규모(대략 5.0)의 지진이 현재의 도시화된 지역에서 발생한다면, 그 피해는 우리의 상상을 초월할 것으로 예상된다. 이러한 관점에서 국내의 인공구조물에 적절한 내진설계기준의 보완 및 확대적용에 대한 근본적인 대책수립이 시급히 요청되고 있다.

한편, 기상청의 지진관측자료에 의하면, 1990년대에 들어 한반도에서 관측된 지진이 숫자적으로 급증하고 있는 것으로 보고되고 있다. 이에 대하여 일부에서는 한반도가 지진활동기에 접어 들었지 않는가 하는 우려와 함께, 장래 지진활동의 추이에 대한 관심이 집중되고 있다. 이 시점에서 본 연구에서는 먼저 영월지진의 진양지부근을 재결정하여 지질구조와의 관련성을 간단히 검토하며, 또한 과거와 현재의 지진활동을 분석하여 미래의 지진활동이 어떻게 변화할 것인가를 추정하여 보고자 한다.

## 2. 영월지진의 진앙재결정

기상청은 영월지진의 진앙지를 북위 37.2°, 동경 128.8°로 발표하였다. 그러나 기상청이 진앙결정에 사용하는 자료는 드럼식의 기록장치에서 얻어진 것으로 시간에 대한 해상도가 낮아 정밀한 진앙결정에 부적합하다. 본 연구에서는 한국자원연구소가 경상남북도를 중심으로 운영중인 미지진관측망에서 획득한 수치자료를 이용하여 진앙지와 발생시각등을 다음과 같이 정밀하게 재결정하였다.

발생시각: 1996년 12월 13일 13시 10분 16.99초

진 앙 지: 북위 37.311°, 동경 128.778°(영월 북북동쪽 29Km)

발생깊이: 15.3 Km

이 지진 발생후 상당기간 여진활동이 지속되었으며, 5회의 여진이 관측되었다. 이 들중 2개의 여진에 대하여 진앙지를 재결정하였으며, 본진과 여진의 진앙결정에 있어서 상대적인 정밀도를 높이기 위하여 연계진원결정법(Ito and Kuroiso, 1988)을 사용하였다. 결정된 본진과 여진의 진앙을 규모 3.5이상의 계기지진과 진도 6이상의 역사지진과 함께 지질구조도위에 나타내었다(그림 1 참조). 이 지역에서는 1681년 조선 숙종조에 강릉과 삼척부근에 진도 8의 지진이 있었던 것으로 기록되어 있다. 특기할만한 사실은 영월지진의 진앙이 이 지역에서 우세한 구조선인 북북동-남남서 방향의 단층선상에 위치하는 것이다.

## 3. 최근의 지진활동

한반도에 근대적인 지진계가 설치되어 계기지진자료가 획득되기 시작한 것은 1905년부터 이다. 한국동력자원연구소(1983)와 기상청(1992)으로부터 발췌한 계기지진목록을 조사해 보면, 당연한 사실이지만 지진관측망의 특성(즉 지진관측소의 수, 지리적 분포 및 지진계의 성능)과 관측된 지진의 수가 서로 큰 상관성이 있음을 알 수 있다. 왜냐하면 관측소가 지리적으로 적절히 분포되어 있고 그 수가 많고 지진계의 성능이 좋을수록, 지진관측의 기회가 증가하기 때문이다.

국내 지진관측망의 변화는 복잡하다. 먼저 1905-1945년까지는 일본에 의해 지진관측이 이루어 졌던 시기이며, 이 시기에는 3-5개소의 관측소가 운영되고 있었다. 1946년부터 1963년초까지는 국내에 지진계가 운영되지 않았던 시기이며, 이 시기에는 일본 및 중국에서 관측된 비교적 큰 지진외에 기록이 없다. 그 후 1963년에 세계 지진관측망(WWSSN) 구성의 일환으로 서울에 지진계가 설치되었으며, 1981년에 이르러 6개의 관측소가 설치되었다. 그 이래 1992년 후반에 관측소는 12개소로 증가하였다. 따라서 지진활동의 변화는 이러한 관측망의 변화와 관련지어 분석할 필요가 있다.

한편, 규모 M이상의 지진의 누적 발생빈도는 일반적으로 다음과 같은 회귀식으로

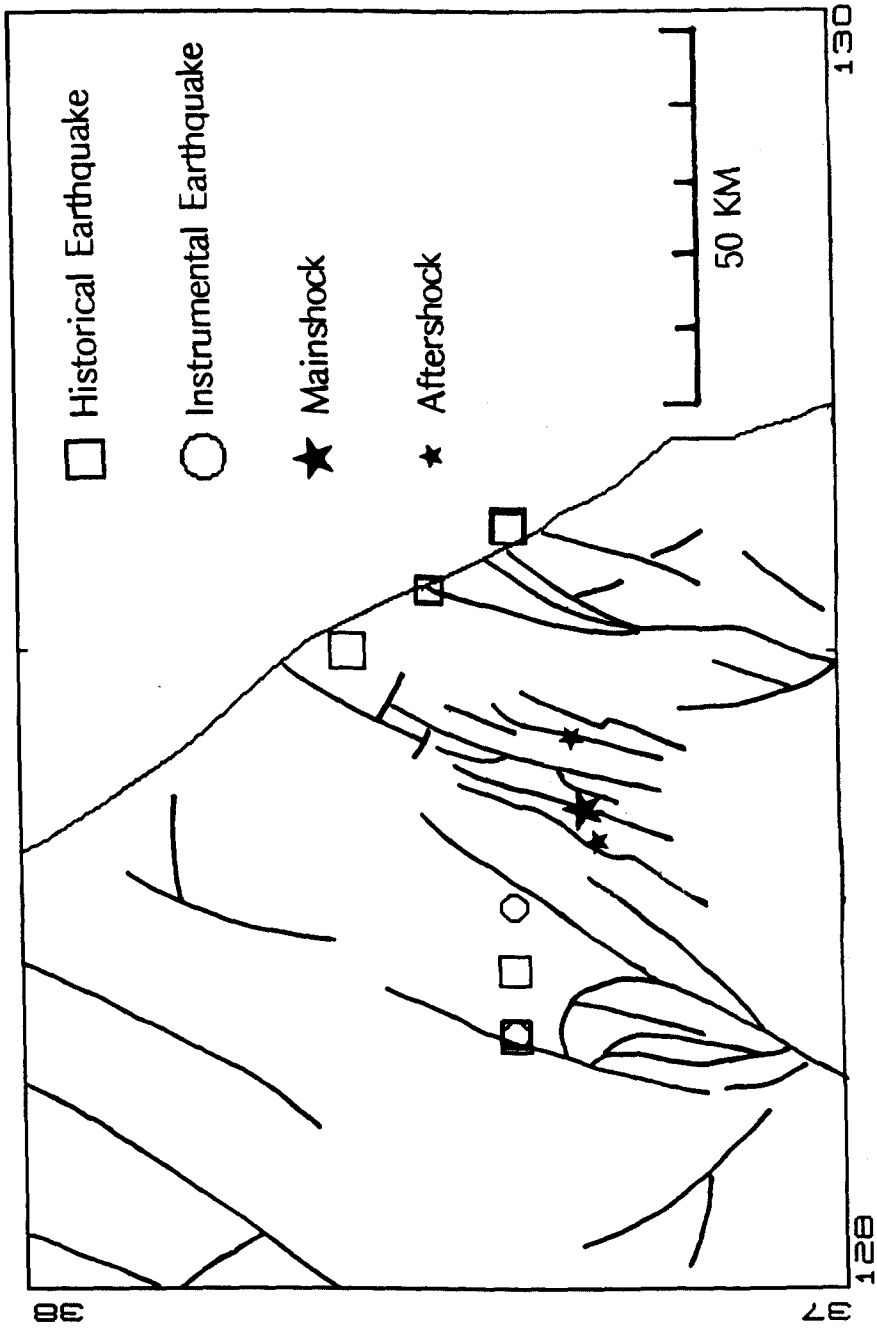


그림 1. 영월지진과 지질구조

나타낼 수 있음이 널리 알려져 있다.

$$\log N = a - bM \quad (\text{단 } a, b \text{는 상수}) \quad (1)$$

여기서  $a$ 는 관측기간 및 관측범위와 관련된 상수이며, 이 식의 기울기  $b$ 는 지진활동도를 나타내는 상수로 알려져 있다. 즉 지진활동이 활발한 지진대에서는 상수  $b$ 가 대략 0.8-1.2범위의 값을 가지며, 안정대륙에서는 0.8-0.6정도의 값을 나타낸다(김성균, 1996). 이 식의 의미는 작은 규모의 지진이 큰 규모 지진에 비하여 그 발생빈도가 지수함수적으로 증가함을 의미한다. 따라서 지진활동의 시기별 변화를 비교하기 위해서는 단순한 총 발생빈도의 비교는 의미가 없으며, 일정규모 이상 지진의 발생빈도와 식 (2)의 상수  $b$ 값의 비교가 필요하다.

또한 계기지진목록을 검토하여 보면 지진규모가 명기되기 시작한 것은 1963년 부터이다. 왜냐하면 지진의 척도인 규모가 도입, 정의된 것이 1935년이며, 초기의 지진에 대해서는 규모가 계산되지 않았기 때문이다. 1963년 이래 한반도 남부(위도  $34^{\circ} - 38^{\circ}$ , 경도  $126^{\circ} - 130^{\circ}$ )에서 지진관측망의 변화와 관련된 각 시기별로 일정규모 이상의 관측 지진수는 표 1과 같다.

표 1. 시기별, 규모별 지진관측 횟수.

시 기	1963 - 1981	1982 - 1992	1993 - 1996
규모 3 이상 (년간 관측수)	37 (1.95)	32 (2.91)	15 (3.75)
규모 4 이상 (년간 관측수)	9 (0.47)	6 (0.55)	2 (0.50)

표 1에서 규모 3이상의 연간 관측수는 관측소 수의 증감과 큰 관련을 가진 것으로 나타난다. 즉 관측소의 수가 상대적으로 적은 1963-1981년에는 작은 지진의 일부가 관측망에 검출되지 않았던 것으로 사료된다. 그러나 규모 4이상의 지진 관측수는 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

그러면 여기서 지진목록이 비교적 충실한 1981년 이후에 관측된 지진수를 좀더 상세히 고찰하기로 하자. 그림 2는 1981년부터 16년동안 일정규모이상 지진의 관측수를 나타낸다. 점선은 규모 3이상의 지진수를, 실선은 규모 4이상의 지진수를 표시하고 있다. 관측된 지진의 수는 연도별로 변화폭이 크나, 1990년 이후 대체로 증가하는 경향을 보인다. 그러나 관측소가 12개소로 증가한 1992년 이후 규모 3이상의 지진수는 1986년과 1989년의 지진횟수에 비하여 그렇게 큰 증가로 볼 수는 없으며, 지진발생을 통계이론의 Poisson분포로 간주할 때 최근의 지진의 증가는 이상징후로 받아들이기 어렵다.

어떤 지역의 지진활동이 활발해진다는 것은 그 지역에 작용하는 지체구조적 응력이 증가하여 지진으로 방출되는 에너지가 증가함을 의미한다고 볼 수 있다. 다음으

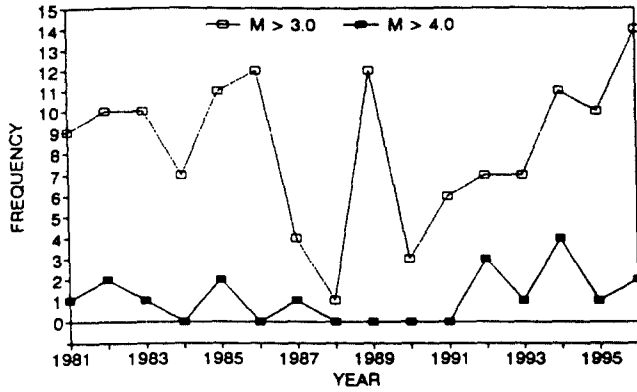


그림 2. 계기지진의 연도별, 규모별 관측빈도

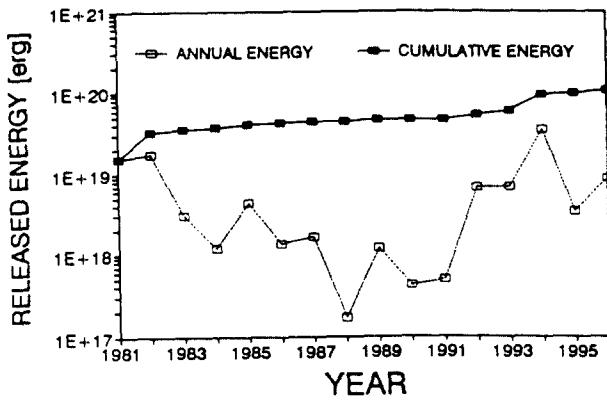


그림 3. 지진으로 발생된 연도별 및 누적 에너지

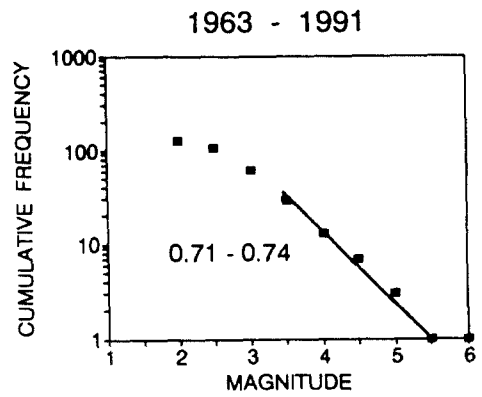


그림 4. 1963 - 1991년의 규모별 누적빈도

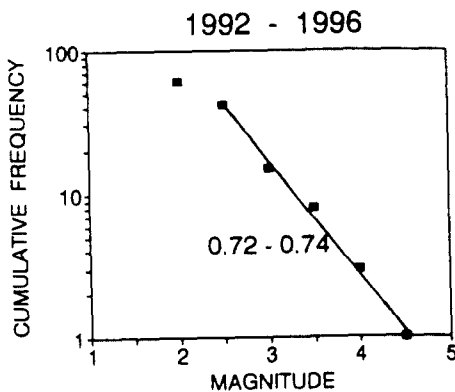


그림 5. 1992 - 1996년의 규모별 누적빈도

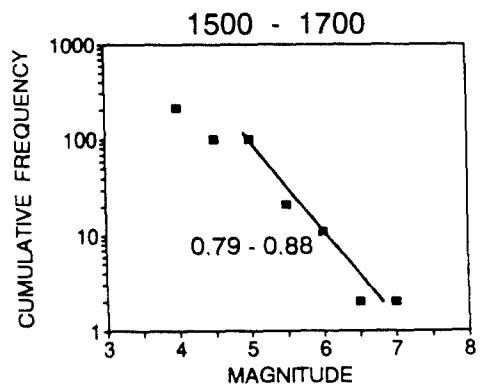


그림 6. 1500 - 1700년의 규모별 누적빈도

로 최근에 관측된 지진을 방출된 에너지로 환산하여 그 변화를 고찰하여 보기로 한다. 지진의 규모  $M$ 과 그 지진으로 방사된 탄성에너지 사이에는 일반적으로 다음과 같은 지수함수적인 관계가 인정되고 있다.

$$\log E = 12.24 + 1.44 M \quad [erg] \quad (2)$$

이 식에 의하면 규모가 1 만큼 증가할때의 에너지증가는 약 30배이며, 규모가 2만큼 증가할때는 약 900배가 증가하게 된다. 그림 3에 1981년부터 16년간에 걸쳐 지진으로 방출된 연도별 에너지와 그 누적빈도를 도시하였다. 그림에서 최근의 지진관측수의 증가는 에너지증가에 그렇게 민감하게 나타나지 않고 있으며, 1994년의 비교적 큰 증가는 흉도 북서쪽에서 발생한 규모 4.9의 지진의 기여가 크다. 따라서 1981년부터 현재까지 한반도에서 지진으로 방출된 에너지는 시간에 대하여 4의 일정한 증가를 보일 수 있다.

다음으로 최근 지진관측 횟수의 증가가 지진활동의 증가와 관련이 있는지를 알기 위하여 식 (1)의  $b$ 값을 시기별로 조사해보자. 그림 4, 5에 각각 1963-1991년, 1992-1996년 사이의 지진의 규모별 누적빈도를 제시한다. 여기서 대상지역은 한반도남부 지역에 국한된다.

먼저 그림 4(1963-1991년)에서 규모가 3.5보다 작을 때 누적빈도가 회귀직선보다 아래쪽에 있는 것은 규모 3.5이하 지진의 일부가 관측망에 기록되지 않은 결과로 해석할 수 있다. 이 시기의 회귀직선의 기울기  $b$ 는 0.71 - 0.74로 나타나며, 이 값은 안정대륙의 값에 해당된다. 그림 5(최근 5년간)에서는 기울기가 0.72 - 0.74로 큰 변화가 나타나지 않으나, 지진관측소의 수가 12개소로 증가한 까닭에 관측의 한계가 대략 2.5까지 상향된 것으로 보인다. 그림 6에는 역사기록으로부터 과거 지진활동이 가장 활발했던 시기인 1500-1700년 사이의 규모별 누적빈도를 나타낸다. 물론 역사기록으로부터 진도의 평가, 진도를 규모로 전환하는 데에는 많은 불확실이 개입되므로 결과자체에 큰 의미를 부여하기는 어렵지만, 최근에 비하여  $b$ 값이 크다는 사실은 인정할 수 있다.

이상에서 고찰한 바와 같이 지진활동도를 나타내는 지진규모-누적빈도곡선의 기울기는 계기관측이래 뚜렷한 변화를 보여주지 않으며, 이것은 최근의 지진관측횟수의 급증이 대부분 관측소의 증가효과를 반영하는 것으로 해석할 수 있다.

#### 4. 한반도 지진활동의 주기성

김성균등(1995)은 역사지진에 관한 현재까지의 연구를 충분히 검토하여 피해가 기록된 주요 역사지진의 목록을 재작성하였다. 이러한 목적을 위하여 그들은 和田(1912)의 자료중 Wada진도 3이상의 지진 58개에 관한 기사를 해석하여 진앙지와 진도를 재평가하였다.

그림 7은 피해지진의 세기별 빈도분포를 나타내고 있다. 이 그림으로부터 지진의

발생률은 일정하지 않고 시대에 따라 빈도수에 큰 차가 있음을 알 수 있다. 즉 15-17세기에 지진활동이 특히 활발했으며, 빈도수는 비교적 적지만 대략 4-8세기에도 활동기가 지속되었다고 볼 수 있다. 물론 15-17세기는 조선 중기로서 인구의 분포나 보고체계로 보아 비교적 지진에 대한 누락의 가능성이 적다는 점을 고려하더라도, 여기서 MM진도 7이상의 피해지진만을 고려하고 있으므로 15-17세기를 지진활동이 활발했던 시기로 인정할 수밖에 없다. 그 이후 18-19세기는 지진활동의 정온기로 볼 수 있다.

동아시아의 지진활동을 분석한 여러 연구들은 북동중국, 한반도, 서남일본의 지진활동이 서로 상관이 있음을 지적하였다. 茂木(1976)은 이 지역들의 지진활동이 1700년경을 정점으로 가장 활발하였으며, 그 후 활동이 급격히 저하한 것으로 나타남을 지적하였다. 따라서 이 지역의 금후의 지진활동을 예측하기 위해서는 한반도의 지진활동의 추이를 주목할 필요가 있다고 결론지었다. 한편 Kyung(1989)은 북동중국과 한반도에서 지진의 규모별 빈도분포곡선의 특성을 나타내는 지진활동상수  $b$ 값의 시대별 변화가 유사함을 지적하였다. 또한 그는 세 지역에서 시간에 따라 지진으로 방출된 에너지사이의 상호상관을 계산하여, 이들 지역의 지진활동에 큰 상관이 있음을 나타내었다. 이외에도 다수의 연구(趙志新 등, 1987; 崔在和 등, 1995)가 이들 세 지역의 상관을 지적하였다.

이들 세 지역사이의 지진활동의 상관을 조사하기 위하여, 이 지역들의 역사지진자료(東京天文臺, 1982)를 발췌하였다. 먼저 북동중국의 지진자료는 경도  $110^{\circ}$ 이동, 위도  $30^{\circ}$ 이북에서 발생한 지진중 규모 6.5이상인 지진을 선정하였으며, 서남일본의 지진자료로서는 경도  $137.5^{\circ}$ 보다 서쪽에서 발생한 지진중 규모 6.5이상인 지진만을 선택하였다. 북동중국의 자료는 대략 서기 1000년이후부터, 서남일본의 자료는 대략 700년경부터 큰 규모의 지진에 대하여 어느 정도 균절인 것으로 생각되나 고대로 갈수록 자료의 완전성과 균절성이 떨어짐은 자명한 사실이다.

그림 8에 이들 세 지역에서 발생한 지진의 시공간 분포를 나타낸다. 이 그림에서 진앙지의 위도는 무시하고 세로축을 경도로 가로축을 시간으로하여 지진을 나타내었다. 여기서 지진이 시공간적으로 집중되어 나타나는 영역을 그늘진 구간으로 표시하였다. 세 지역에서 지진활동은 1600년경부터 1700년경에 걸쳐 가장 활발한 것으로 나타나며, 1700년경 이후 한반도의 지진활동이 급격히 감소한 반면, 중국과 일본의 활동은 약간 감소경향을 보이고 있다. 또한 1200년전후에 일본과 중국, 500-700년 사이의 중국과 한반도의 상관을 인정할 수 있으나 그렇게 뚜렷하지는 않다. 일본의 자료가 700년이후부터라는 사실을 감안한다면, 이들 세 지역의 지진활동은 상당히 긴 주기를 가지고 있으며, 서로 어떤 상관을 가지고 있음을 알 수 있다. 단지 한반도는 일본이나 중국에 비하여 활동의 주기가 비교적 긴 것으로 해석할 수 있다.

전항에서 검토한 최근 지진관측횟수의 증가는 최근 지진관측소의 증가와 관련이 큰 것으로 나타났다. 그러나 이 분석에 사용한 계기지진자료는 그 기간과 양적, 질적인 면에서 통계적인 결론을 내리기에 기간이 충분치 않다고 볼 수 있다. 여기서 좀더 장기간

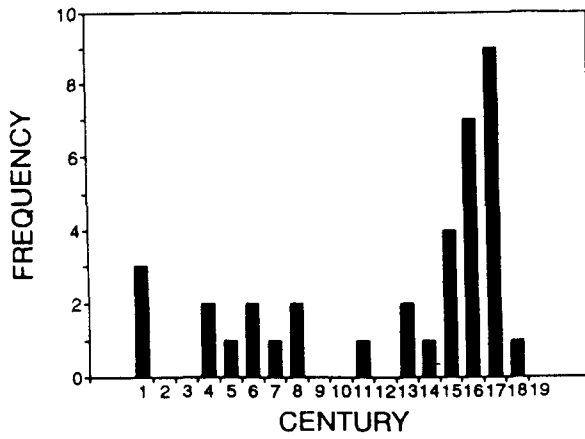


그림 7. 피해 역사지진의 세기별 빈도

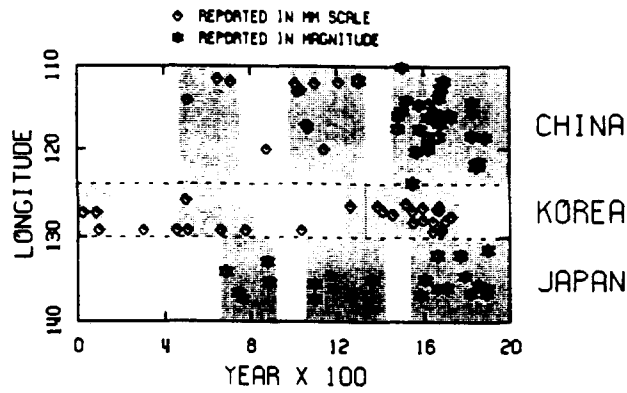


그림 8. 한반도와 인접지역과의 지진활동의 상관

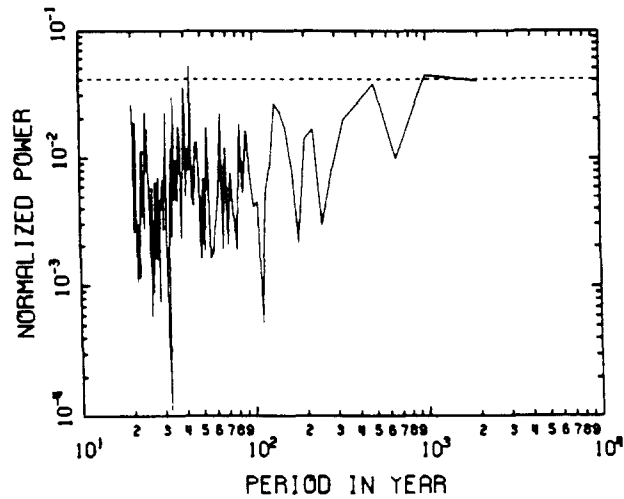


그림 9. 피해역사지진의 주기성



에 걸친 역사지진 자료로부터 지진발생의 주기성을 분석하기로 한다. 역사지진자료는 시대에 따라 완전성과 균질성을 보장하기 어렵다는 특성이 있다. 따라서 여기서는 어느 정도 균질성이 보장되는 MM진도 7이상의 피해지진만을 대상으로 하기로 한다. 지진의 발생에 어떤 주기성이 있는가, 그렇지 않은가를 안다는 것은 지진의 예지와 재해 경감이라는 측면에서 대단히 중요하다. 이러한 주기성의 검정은 지진발생을 하나의 시계열로 취급하여 스펙트럼분석법을 이용함으로써 가능하다(島崎, 1972).

시간축을 단위시간으로 분할하여 차례로 번호 0, 1,  $\dots$ , N-1을 붙여, 각 구간내의 지진수를  $X(k)$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$ )이라 하자. 이 시계열을 Fourier변환하면,

$$A(p) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \exp[-2\pi i \frac{pk}{N}] \quad (p=0, 1, 2, \dots, N-1) \quad (3)$$

이 된다.  $A(p) = a(p) - ib(p)$ 라 놓으면 파워스펙트럼  $Y(p)$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$Y(p) = a^2(p) + b^2(p) \quad (4)$$

위와 같은 방법으로 파워스펙트럼을 구하면, 최대의 파워를 갖는 주기를 구할 수 있다. 그러나 Shimshoni (1972)는, 실제로는 주기성이 없는 일양란수(random number)로 만든 시계열의 경우에도 파워스펙트럼에 최대의 파워를 갖는 정점이 나타남을 지적하였다. 따라서 의미있는 주기를 추출하기 위해서는 통계적인 검정이 필요하다고 강조하였다. 즉 다음 식과 같이 정규화된 파워  $g(j)$ 를 나타낼 때,

$$g(j) = Y(j) / \sum_k Y(k) \quad (5)$$

최대치  $g_{\max}$ 가 특정의 값  $\alpha$ 를 초과할 때, 파워스펙트럼으로부터 구한 주기는 의미를 갖게 된다. 여기서  $\alpha$ 는 시계열의 자료수와 위험률(significance level)의 함수로서 계산된다.

본 연구에서는 위의 검정법을 적용하여 피해 역사지진의 주기성을 검정하였다. 먼저 시간축의 단위시간을 10년으로, 피해 역사지진목록을 시계열로 취급하여, 그 파워스펙트럼을 구하였다(그림 9 참조). 그림에서 점선은 위험률 5%에서의  $\alpha$ 값을 나타내며, 그 값은 0.04074정도이다. 여기서 얻어진 위험률 5% 이상의 값을 갖는 주기는 43.5년과 1000년으로 나타난다. 다음으로 위험률을 10%까지 올릴 때, 400-500년의 주기를 얻을 수 있다.

## 5. 미래의 지진활동

이상에서 계기지진자료와 피해역사지진 자료를 폭 넓게 분석하여, 과거 및 현재의 지진활동을 평가하였다. 과거 및 현재의 자료를 이용하여 확률적으로 신뢰도가 높게 장래를 예측하기 위해서는 장기간에 걸친 양질의 자료가 필요하다는 것은 더 말할 필요가 없다. 현실적으로 한반도의 지진자료는 이러한 예측에는 미흡하다고 볼 수

있다. 그러나 분석결과를 종합하여 다음과 같이 잠정적인 결론을 내릴 수 있다. 즉 시간에 따른 일정규모이상의 지진 관측횟수, 에너지의 누적빈도변화, 지진규모-발생빈도 곡선의 기울기 변화 등을 참조할 때, 최근 지진관측횟수의 증가는 관측소의 증가에 따른 걸보기효과로 설명할 수 있을 것이다. 이 결론은 어디까지나 짧은 기간의 자료로부터 얻은 단기적인 예측에 지나지 않는다는 점을 강조하고 싶다. 따라서

“미래의 지진활동이 현재보다 상대적으로 활발해질 것인가?”

에 대한 확실한 해답을 얻기 위해서는 다량의 질높은 자료의 획득이 필요하다. 일반적으로 작은 규모 지진의 발생횟수는 큰 규모 지진에 비하여 지수함수적으로 증가하므로 짧은 기간에 이러한 목표를 달성하기 위해서는 소규모지진을 관측할 수 있는 효율적인 관측망의 설치가 시급하다.

다음으로 장기적으로 한반도의 지진활동이 어떻게 변화할 것인가에 대하여 검토하기로 하자. 전향에서는 피해지진의 주기성을 분석하여, 400-500년과 1000년의 주기를 얻었다. 또한 한반도의 지진활동과 중국 북동부 및 서남일본의 지진활동이 서로 큰 상관이 있으며, 단지 한반도의 활동주기가 인접지역에 비하여 상대적으로 긴 것으로 추정되고 있다(그림 8참조). 현재 서남일본은 고오베지진 이후 지진활동이 활발한 시기에 돌입했다는 가설(尾池, 1996)이 있으며, 이러한 설을 받아들인다면 한반도의 지진활동도 활발한 시기에 들어가고 있는 것으로 추정할 수 있을 것이다. 그림 7, 8에서 알 수 있는 바와 같이, 한반도의 지진활동이 활발했던 시기는 16-17세기이며, 400-500년의 주기를 고려한다면 미래의 한반도의 지진활동은 활발한 시기로 접어들었다고 볼 수 있다. 그러나 서남일본이 활동기에 들어왔다는 것은 가설의 단계에 지나지 않으며, 현재 한반도의 지진활동이 활동기의 초기에 있는지 또는 몇 년 후부터 활동기가 시작될 것인지는 알 수 없다. 따라서 이러한 예측결과는 어디까지나 잠정적인 결론이라는 점을 유의해야 할 것이다.

## 6. 결론 및 대책

본 연구에서는 최근에 발생한 영월지진과 그 후에 발생한 여진의 진앙을 재결정하였다. 영월지진은 영월 북북동쪽 29 Km 부근에서 발생하였으며, 결정된 지진의 진앙은 이 지역에서 우세한 구조선인 북북동-남남서 주향의 단층계 근처에 위치한다.

규모 4이상의 연간 발생빈도, 지진으로 발생된 누적 에너지의 시간적 변화, 지진 규모-누적빈도곡선의 기울기등으로 볼 때, 최근 지진관측횟수의 증가는 지진관측소 증가와 상관이 큰 것으로 나타났다. 그러나 이러한 결론은 불과 수십년의 자료를 이용하여 얻은 것이므로 단기적인 예측에 지나지 않는다.

한반도의 지진활동을 인접된 서남일본과 북동중국의 지진활동과 장기간에 걸쳐 비교해 보면, 이들 지역사이에 큰 상관이 있음을 알 수 있다. 현재 서남일본은 지진

활동기에 접어 들었다는 가설이 제안되어 있다. 또한 한반도의 역사기록으로부터 피해지진을 분석한 결과에 의하면 지진활동의 주기는 1000년과 4-500년으로 나타난다. 한반도가 16-17세기의 지진활동기를 거쳐 18-19세기의 비교적 조용한 시기를 거쳐왔다는 사실로 미루어 장기적으로 한반도의 지진활동은 활발한 시기에 접어들 것으로 추정된다. 그러나 이러한 결론은 어디까지나 추정에 불과하며, 현재 한반도가 활동기에 들어왔는가 또는 구체적으로 언제부터 활동기가 시작될 것인가는 불분명하다.

현재의 지진예지(Prediction)는 일기예보(Forecasting)와 같이 언제, 어디서, 어떤 규모의 지진이 발생할 것인가를 예측하는 단계까지는 도달되어 있지 않다. 그러나 어떤 지역에서 어떤 기간내에 어느 정도의 가속도를 가진 지진이 발생할 것인가를 확률적으로 예측할 수는 있다. 이러한 지진위험분포에 관한 연구는 한국동력자원연구소(1983)를 비롯하여 다수가 있다(예를 들면 김성균, 1986; 김성균, 1995).

현재 지진공학회에서는 한반도의 지진위험분포도를 재작성하여 건축물 및 인공구조물에 대한 내진설계기준안을 보완하는 연구를 수행중에 있다. 지진 그 자체의 예지는 불가능하더라도 내진설계라는 능동적인 수단으로 지진재해를 경감시킬 수 있다. 일반적으로 내진설계진도의 증가는 건설비용을 크게 증가시키므로 안전성과 경제성이 적절히 조화될 수 있는 방향으로 내진설계가 이루어져야 하며, 내진성이 강한 경제적인 설계에 대한 충분한 연구가 뒷바침 되어야 할 것이다. 비록 미래의 지진활동이 현재와 큰 변화가 없다고 가정하더라도, 최근의 도시화에 의한 인구집중, 주요 산업 시설물의 증가는 지진의 재해를 더욱 크게 증폭시킬 것이 틀림없기 때문에 이에 대한 대비가 필요하다.

#### 참고문헌

- 기상청, 1992, 1978-92 지진관측보고, 기상청.
- 김성균, 김우한, 김준경, 박창업, 조봉곤, 1996, 피해역사지진의 재평가, 한국자원연구소 위탁연구보고서, 1996.
- 김성균, 1996, 고체지구물리학, 교학연구사.
- 김성균, 1986, 한반도내 주요 인공구조물의 적정 내진설계진도, 광산지질, 1986, 19, 297-304.
- 김성균, 송미정, 1995, 한반도의 확률론적 지진위험분포, 지질공학, 5, 45-58.
- 한국동력자원연구소, 1983, 한반도의 지진위험도, 한국동력자원연구소.
- 東京天文臺, 1982, 理科年表, 丸善株式會社.

- 尾池和夫, 1996, 活動期に入った地震列島, 岩波書店.
- 茂木清夫, 1976, アシア東北地方の地震活動期, 1976年地震學會講演豫告集, No. 1, 140.
- 島崎邦彦, 1972, 地震發生の週期性について, 地震, 25, 24-32.
- 趙志新, 松村一男, 尾池和夫, 石川有三, 1987, 東アジアにおける地震活動變化の地域的特徴と關聯性について, 地震, 40, 383-396.
- 崔在和, 佐藤裕, 1995, 朝鮮半島における歴史被害地震, 地震, 48, 483-486.
- 和田雄治, 1912, 朝鮮古今地震考, 朝鮮總督府觀測所學術報文, 2, 16-38.
- Ito, K. and Kuroiso, I., 1988, Precise determination of hypocenters by master event method and the distribution of focal depths for microearthquakes in Northern Kinki District, Japan, Zisin(Seis. Soc. Japan), 41, 179-188.
- Kyung, J. B., 1989, The characteristics of the seismicity of the Korean Peninsula, Ph.D. Thesis, Seoul National Univ.
- Shimshoni, M., 1971, On Fisher's test of significance in harmonic analysis, Geophys. J. R. astr. Soc., 23, 373-377.