

# 조선시대 이래 한반도 지진발생의 시·공간적 특성

윤순옥\* · 전재범\*\* · 황상일\*\*\*

## Time-Spatial Characteristic of Earthquakes in Korean Peninsula since Choseon Dynasty

Soon-Ock Yoon\* · Jae-Bum Jeon\*\* · Sang-Ill Hwang\*\*\*

**요약** : 한반도 남동부지역에서 이루어진 활단층에 대한 일련의 연구들은 구조운동에 대한 관심을 불러 일으키고, 우리나라가 안정지괴라는 생각에 변화를 일으키고 있다. 본고에서는 조선시대 한반도에서 발생한 지진 기록을 세계적으로 유례가 드물게 역사적 사실을 정확하게 기록한 조선왕조실록에서 확인하였다. 이 자료와 20세기에 이루어진 계기관측자료를 종합하여 지난 600년 간의 지진발생의 주기성과 공간분포를 검토하였다. 한반도 지진발생은 시·공간적으로 일정한 패턴이 있었으며, 대략 100~150년을 주기로 하는 활성기와 잠복기를 반복하였다. 지진은 평안분지 서안, 옥천변성대와 혼성구, 경상분지에서 높은 빈도로 발생하였다.

**주요어** : 한반도, 조선시대, 조선왕조실록, 지진발생의 주기, 지진의 시·공간적 패턴

**Abstract** : Recent studies on the active fault in the southeastern area have aroused us the interest about tectonic movements in Korea, regarded as the stable land. We have examined the records of earthquake in the Royal chronicle of Choseon Dynasty, which has extreme credibility in terms of correct documentation about historical facts. Using the data in the Royal chronicle and the 20th C instrumentally recorded data, the periodicity and locational distribution of the occurrence of the earthquake in the Korean Peninsula were analyzed during the last six hundred years. As a result, the occurrence of the earthquake in the Korean Peninsula has a regular time-spatial pattern and repeats the active and latent periods every 100~150 years, mostly on the areas of western Pyeongan Basin, Ogcheon metamorphic belt and Gyungsang Basin.

**Key Words** : Korean Peninsula, Royal chronicle of Choseon Dynasty, periodicity of earthquake, the time-spatial pattern of earthquake

### 1. 서론

대부분의 지진은 암석권의 단단한 암석 내부에서 발생한다. 경암은 변형력이 탄성한계를 초과할 때 취성(brittle)파쇄가 일어나지만, 지하 심부에서는 높은 온도와 압력으로 인해서 연성(ductile)변형이 일어난다. 연성변형이 일어나는 환경에서는 암석의 파괴나 변형에너지의 축적은 일어나지 않고 퍼티(putty)처럼 영구변형이 일어나 변형력이 사라진 후에도 모양은 그대로 유지된다. 따라서 지진은 보다 차갑고, 취성인 지구의 외곽부에서 일어나는 현상이라고 할 수 있다.

우리나라는 1978년부터 2000년까지 23년간 총 469회의 지진이 발생하여 연평균 약 20회의 빈도를 나타낸다. 이 중 규모 3.0 이상의 지진은 연평균 약 9회이며, 실제 유감지진으로 보고된 것은 150회로서 연평균 약 7회를 기록하고 있다. 최근에 발생한 최대규모 지진은 1980년 의주에서 발생한 규모 5.3의 지진이며, 최대 진도 지진은 1978년 홍성에서 발생한 진도 5.0의 경우로서 건물파손 등의 피해가 있었다.<sup>1)</sup>

판구조론의 견지에서 볼 때 한반도 내에서 발생하는 지진들은 우리나라가 유라시아(Eurasia)판의 내부에 위치하므로, 캘리포니아(California)나

\* 경희대학교 지리학과 부교수(Associate Professor, Department of Geography, Kyunghee University).

\*\* 경희대학교 지리학과 석사과정(Graduate Student, Department of Geography, Kyunghee University).

\*\*\* 경북대학교 지리학과 전임강사(Full-time Lecturer, Department of Geography, Kyungpook National University)

일본 등지의 판경계 지진활동(interplate seismicity)이 아니고 중국 내부의 경우와 같이 판내부 지진활동(intraplate seismicity)의 범주에 속한다. 판내부 지진활동은 판경계 지진활동에 비하여 시·공간적으로 매우 불규칙한 특성을 가지며(Huang, 1963), 엄밀한 의미에서 판구조론적 접근만으로는 설명하기가 어렵다. 현재까지도 판내부 지진활동에 대한 만족할 만한 통일된 이론은 정립되어 있지 않으며, 바로 이 점이 한반도의 지진활동을 이해하는데 가장 큰 어려움이 되고 있다.

최근까지 한반도는 구조적으로 안정된 지역으로 알려져, 단층운동이나 지진에 관한 관심이 대단히 적었으며, 격렬한 지반운동은 거의 없는 것으로 생각되었다. 이에 따라, 지진에 대한 고려 없이 고층아파트 중심의 거주문화가 정착되었고, 건축설계에 있어서 지진에 대한 대비가 상당히 소홀하였다. 그러나, 역사시대 우리나라에는 지진이 드물지 않게 발생했으며, 그러한 사실은 많은 문헌에 기록되어 있다. 계기지진 관측을 시작한 1905년을 기점으로, 이전을 역사지진시대, 이후를 계기지진시대로 구분하는데, 기존의 연구는 이러한 문헌자료에 근거하여 역사지진의 진원, 진앙, 진도에 대한 추정, 미래의 지진위험도 작성을 위한 참고로서 이루어 졌다. 특히, 경상분지를 중심으로 지진활동이 왕성한 것으로 기록되어 있어, 많은 연구자들의 관심이 영남지역에 집중되어 왔다. 그러나, 역사시대의 지진활동이 공간적으로, 시간적으로 어떠한 규칙성이 있는지, 어떤 패턴을 가지고 있는지에 대한 연구는 아직 미흡하다.

조선왕조실록에는 과거 조선시대(1392-1910)에 발생한 지진에 대한 일시, 위치, 상황 등이 비교적 명확하게 기록되어 있다. 본 연구는 조선왕조실록의 기록을 통하여 당시 지진의 시간적, 공간적 발생 패턴을 검토하였으며, 현대에 측정된 지진기록을 보충하여, 조선시대 이래 한반도의 지진발생 범위와 강도, 그리고 시간적, 공간적 특성을 검토하였다. 그 결과 계기지진기록을 포함한 지난 600여년 간 한반도 지진발생에 일련의 경향성을 확인하였다. 또한 이와 같은 지진발생 패턴이 어떤 메커니즘에 의해서 일어나는가 살펴보기 위하여 기반암의 종류, 지질구조선의 분포특성과 지진발생 분포도를 대비하였다.

본 연구에 이용된 조선왕조실록은 한국학 데이터베이스연구소에서 2000년에 발간한 증보판 CD-ROM 국역원전이다. 조선왕조실록에서 찾을 수 있는 지진 발생에 관한 다양한 기록<sup>2)</sup>을 데이터베이스화 한 후, 이를 바탕으로 지진발생의 시간적, 공간적 분포 패턴을 검토하였다. 우선 조선왕조실록의 지진기록은 모두 사실이며, 과장되지 않고 성실하게 기록되었다고 가정하였다. 또한 조선시대는 정밀한 지진관측장비가 없었던 시대였으므로, 지진에 대한 기록은 최소한 몸으로 느낄 수 있는 MMI-scale<sup>3)</sup> II 이상이라고 가정하였다.

한편, 왕조실록의 기록을 정리하는데 다음과 같은 사항들이 고려되었다. 첫째, 지진발생일이 명시된 경우는 그 날짜를 사용하고, 명시되지 않은 기록에 대하여는 기록일을 지진발생일로 하였다. 둘째, 지진발생의 원인, 진앙과의 거리, 진원의 깊이에 대한 자료가 불충분하므로, 지진의 성격에 대하여는 고려하지 않았다. 셋째, 해양지진에 대한 기록이 없으므로 해양지진은 논의에서 제외하였다. 넷째, 전국적으로 발생한 지진에 대하여는 구체적 지명과 피해에 대한 자료가 없어 지명이 명확하게 기록된 지역의 지진만을 연구대상으로 하였다.

## 2. 지진활동의 유형

조선왕조실록에 기재된 가옥의 손상 등과 같은 지진의 기록에서 MMI진도 또는 JMA진도<sup>4)</sup>와 같은 등급기준을 직접 적용하기는 어렵다. 서정문(1998)은 초가삼간의 내진특성을 기준으로 역사지진의 진도를 측정하였으나, 조선시대에 발생한 지진에 모두 적용하기에는 세부적인 데이터 부족으로 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 강도와 규모를 현대적 기준으로 세분하지 않고, 경향성을 파악하기 위해 기록에 근거하여 간략히 구분하고자 한다. 지진 발생이 7개 고을<sup>5)</sup> 이상에서 보고되었을 경우 지진이 영향을 미친 공간의 규모를 범위 A라 하고, 4개 고을에서 6개 고을까지를 범위 B, 3개 고을 이하와 미기록된 지진을 범위 C로 분류하였다. 이와같은 구분은 시기마다 지진발생 범위에 대한 기술이 서로 상이하여 일정한 기준을 두기가 어려운 경우, 의미있는 결과를 산출하기

위해 가장 적정하다고 생각되었다. 또한 인명피해, 물적피해가 보고된 지진은 강도 a, 문과 창문이 심하게 흔들리는 등의 현상이 보고된 지진은 강도 b, 그 이외의 지진 및 상세한 현상이 기록되지 않은 지진은 강도 c로 분류하였는데, 대체로 조선 왕조실록의 지진에 대한 기록이 '사람이 죽었다', '집이 내려앉았다', '문지방이 흔들렸다' 등으로 기술 되었으므로 지진의 강도를 이와 같이 세 가지로 나누었다.

상술한 기준에 따른 몇 가지 예는 다음과 같다.

○ 지진의 범위와 강도가 Aa급인 예

1) 단종 2년(1454년) 12월 28일

경상도 초계(草溪)·선산(善山)·흥해(興海)와 전라도 전주(全州)·익산(益山)·용안(龍安)·흥덕(興德)·무장(茂長)·고창(高敞)·영광(靈光)·함평(咸平)·무안(務安)·나주(羅州)·영암(靈巖)·해남(海南)·진도(珍島)·강진(康津)·장흥(長興)·보성(寶城)·흥양(興陽)·낙안(樂安)·순천(順天)·광양(光陽)·구례(求禮)·운봉(雲峯)·남원(南原)·임실(任實)·곡성(谷城)·장수(長水)·순창(淳昌)·금구(金溝)·함열(咸悅) 및 제주(濟州)의 대정(大靜)·정의(旌義)에 지진(地震)이 일어나 담과 가옥이 무너지고 허물어졌으며, 사람이 많이 깔려 죽었으므로, 향(香)과 축문(祝文)을 내려 해괴제(解怪祭)를 행하였다. (원전 6집 715면)

2) 중종 13년(1519년) 5월 15일

유시(酉時)에 세 차례 크게 지진(地震)이 있었다. 그 소리가 마치 성난 우뢰 소리처럼 커서 인마(人馬)가 모두 피하고, 담장과 성첩(城堞)이 무너지고 떨어져서, 도성 안 사람들이 모두 놀라 당황하여 어쩔줄을 모르고, 밤새도록 노숙하며 제 집으로 들어가지 못하니, 고로(故老)들이 모두 옛날에는 없던 일이라 하였다. 팔도(八道)가 다 마찬가지로였다. (원전 15집 433면)

3) 숙종 7년(1681) 5월 11일

강원도(江原道)에서 지진이 일어났는데, 소리가 우뢰와 같았고 담벽이 무너졌으며, 기와가 날아가 떨어졌다. 양양(襄陽)에서는 바닷물이 요동쳤는데, 마치 소리가 물이 끓는 것 같았고, 설악

산(雪岳山)의 신흥사(神興寺) 및 계조굴(繼祖窟)의 거암(巨巖)이 모두 붕괴되었다. 삼척부(三陟府) 서쪽 두타산(頭陀山) 층암은 옛부터 돌이 움직인다고 하였는데, 모두 붕괴되었다. 그리고 부(府)의 동쪽 능파대(凌波臺) 수중(水中)의 10여 장(丈) 되는 돌이 가운데가 부러지고 바닷물이 조수(潮水)가 밀려가는 모양과 같았는데, 평일에 물이 찻던 곳이 1백여 보(步) 혹은 5, 60보 노출되었다. 평창(平昌)·정선(旌善)에도 또한 산악(山岳)이 크게 흔들려서 암석이 추락하는 변괴가 있었다. 이후 강릉(江陵)·양양(襄陽)·삼척(三陟)·울진(蔚珍)·평해(平海)·정선(旌善) 등의 고을에서 거의 10여 차례나 지동(地動)하였는데, 이때 8도(八道)에서 모두 지진이 일어났다. (원전 38집 529면)

○ 지진의 범위와 강도가 Ab급인 예

1) 중종 21년(1527년) 8월 7일

경상도 경주(慶州) 등 16고을에 지진이 발생하여 집이 모두 흔들렸다. (원전 16집 524면)

○ 지진의 범위와 강도가 Ac급인 예

1) 연산군 8년(1502년) 12월 8일

충청도 청주(淸州)·옥천(沃川)·문의(文義)·회인(懷仁)·보은(報恩)·청안(淸安)·연봉(延豐)·음성(陰城)·진천(鎭川)·전의(全義)·연기(燕岐)와 경상도 함창(咸昌)·문경(聞慶)·용궁(龍宮) 등지에 지진이 일어났다. (원전 13집 532면)

2) 영조 13년(1737년) 2월 1일

경상도의 성산(星山)·대구(大邱)·풍기(豊基)·함창(咸昌)·금산(金山)·예천(醴泉)·개령(開寧)·용궁(龍宮)·상주(尙州)·문경(聞慶)·순흥(順興) 등의 고을에 지진이 일어났다. (원전 42집 538면)

3) 숙종 28년(1702년) 7월 4일

경기(京畿)·충청도(忠淸道)·강원도(江原道)·전라도(全羅道)·경상도(慶尙道) 5도(道)에서 같은 날 같은 시각에 지진이 있었다. (원전 39집 691면)

○ 지진의 범위와 강도가 Bb급인 예

1) 중종 25년(1531년) 6월 2일

충청도 청주(淸州) · 연기(燕岐) · 회덕(懷德) · 보은(報恩) 등의 고을에 지진이 일어나서 집이 약간씩 흔들렸다. (원전 17집 227면)

○ 지진의 범위와 강도가 Bc급인 예

1) 명종21년(1566년) 3월 28일

충흥도<sup>6)</sup> 대흥(大興) · 이산(尼山) · 임천(林川)에 지진(地震)이 일어났고, 전라도 만경(萬頃) · 용안(龍安) · 함열(咸悅) · 옥구(沃溝)에 지진이 일어났다. (원전 21집 76면)

○ 지진의 범위와 강도가 Ca급인 예

1) 숙종7년(1681) 4월 26일

간방(良方)으로부터 곤방(坤方)까지 지진이 일어났는데, 집이 몹시 흔들리고 창(窓)과 벽(壁)이 흔들렸으며, 길을 가던 사람 중에는 말이 놀라 떨어져 죽은 사람도 있다. (원전 38집 526면)

○ 지진의 범위와 강도가 Cb급인 예

1) 태종8년(1408년) 4월 15일

밤에 지진이 일어나서 집이 모두 흔들렸다. (원전 1집 436면)

2) 문종2년(1452년) 4월 19일

지진이 일어나서 가옥(家屋)이 모두 진동(震動)하였다. 점사(占辭)에 말하기를, '땅이 4월에 진동하여 소리가 있으면 오곡(五穀)이 익지 아니하고 백성이 크게 굶주린다.'고 하였다. (원전 6집 487면)

3) 영조10년(1734년) 4월 19일

충청도 온양군(溫陽郡)에 지진이 일어나 가옥(家屋)이 흔들리고 소리가 천둥치는 것 같았으며, 잠시 후에야 그쳤다. (원전 42집 432면)

○ 지진의 범위와 강도가 Cc급인 예

1) 태조2년(1393년) 1월 29일

지진이 일어났다. (원전 1집 40면)

2) 세종3년(1421년) 9월 7일

밤에 지진이 일어났다. (원전 1집 72면)

3) 순조26년(1826년) 6월 13일

비가 오고 지진이 있었다. 신시(申時)였다. (원전 48집 264면)

표 1. 조선시대 발생한 지진의 유감 범위 및 강도

강도 \ 범위	A	B	C	계(%)
a	3		1	4(1)
b	1	1	11	13(3)
c	37	50	337	424(96)
계(%)	41(9.3)	51(11.6)	349(79.1)	441(100)

범위 A: 7개 고을 이상 B: 4~6개 고을 C: 1~3개 고을/미기록  
강도 a: 인적, 물적 피해 b: 건물이 흔들림 c: 피해없음/미기록

표 1은 조선왕조실록의 지진기록을 상술한 기준에 의거하여 작성하였으며, 범위 A에 해당하는 지진이 41건, B에 해당하는 지진이 51건, C에 해당하는 지진이 349건이었고, 강도 a에 해당하는 지진이 4건, b에 해당하는 지진이 13건, c에 해당하는 지진이 424건으로 분류되었다. 광역적으로 많은 피해가 일어난 지진인 Aa는 3건 있었으나, 국지적이고 피해가 적게 발생한 지진인 Cc는 337건으로 조선시대 지진의 76%를 차지하였다. 이상의 결과로 볼 때 조선시대에 발생한 지진의 대부분은 좁은 범위에서 발생한, 피해가 경미한 MMI scale IV<sup>7)</sup> 이하였던 것으로 생각된다.

이상의 데이터베이스화된 지진자료에서 지진발생시기의 패턴을 효과적으로 검토하기 위해 5년을 한 단위로 묶어 1회기(回期)로 하여 지진활동 분석을 위한 기본 단위로 사용하였다. 또한, 시간의 경과에 따른 지진의 시기별 발생빈도와 공간적 분포특성을 파악하기 위해 10년(2회기) 단위로 1: 5백만 축척으로 지도화 하였다(그림2~4). 현재 사용하지 않는 옛 지명에 대해서는 신증동국여지승람을 참고로 하여 현재 지명을 확인하였다.

### 3. 시기별 지진발생 특성

그림 1은 조선시대 지진발생에 대한 시기별 패턴을 분석하기 위해 회기별로 지진발생 횟수를 나타낸 그림이다. 5년을 1회기로 할 때, 조선시대 지진기록이 있는 전 기간(1392~1863년)<sup>8)</sup>은 총 93 회기이며, 이 기간 동안 발생한 441건의 지진 발생빈도를 분석한 결과, 조선시대 지진발생시기는 크게 4단계로 구분되었다.

1단계는 1392~1535년(1~28회기) 사이의 140년

표 2. 조선시대 지진발생 빈도에 의한 시기 구분

단 계	1단계	2단계	3단계	4단계	계
회 기(회)	1 ~ 28	29 ~ 54	55 ~ 74	75 ~ 93	
년 도(년)	1392 ~ 1535	1536 ~ 1665	1666 ~ 1765	1766 ~ 1863	
기 간(년)	144	130	100	98	472
총지진 발생횟수(회)	203	44	189	5	441
연평균 발생횟수(회)	1.41	0.34	1.9	0.05	0.93
비 율(%)	46	10	43	1	100

간으로 지진이 지속적으로 발생하였으며, 조선시대 발생한 전체 지진 횟수의 46%에 달하여 지진 활동이 매우 활발하였다. 특히 7회기, 12회기, 25회기를 중심으로 지진이 빈번하게 발생하였고, 1516~1520년의 25회기에는 총 18회로 가장 많이 발생하였다. 2단계는 1536~1665년(29~54회기)으로 지진이 1600~1620년(42~45회기)에 일부 발생한 것을 제외하면 기록이 거의 나타나지 않는다. 130년 동안 44차례의 지진만 기록되었으며, 발생율이 전체 발생횟수의 10%에 불과하다. 3단계는 1666~1765년(55~74회기)의 100년 간으로, 이 시기는 조선시대 동안 지진이 가장 빈번하게 발생하여 연평균 1.9회로 기록되었다. 특히 1681~1685년의 58회기와 1701~1705년의 62회기는 지진발생이 가장 활발하여 57회의 지진이 기록되었다. 이는 전체의

13%에 해당된다. 4단계는 1766~1863년(75~93회기)의 98년간으로 이 시기는 연평균 0.05회의 지진이 발생하여, 전 시기에 걸쳐 지진활동이 가장 미약하였다.

이와 같이 조선시대에 관찰된 지진 기록에 의하면, 1단계와 3단계에서는 지진활동이 왕성하였으나, 2단계와 4단계에서는 2단계의 일부기간을 제외하곤 적어도 몸으로 느낄 수 있는 정도 이상의 지진활동은 거의 없었다. 이것은 한반도의 지진활동에 주기가 있음을 시사하고 있다.

#### 4. 지진발생의 공간적 분포특성

그림 2~4는 10년 단위로 살펴 본 조선시대 지

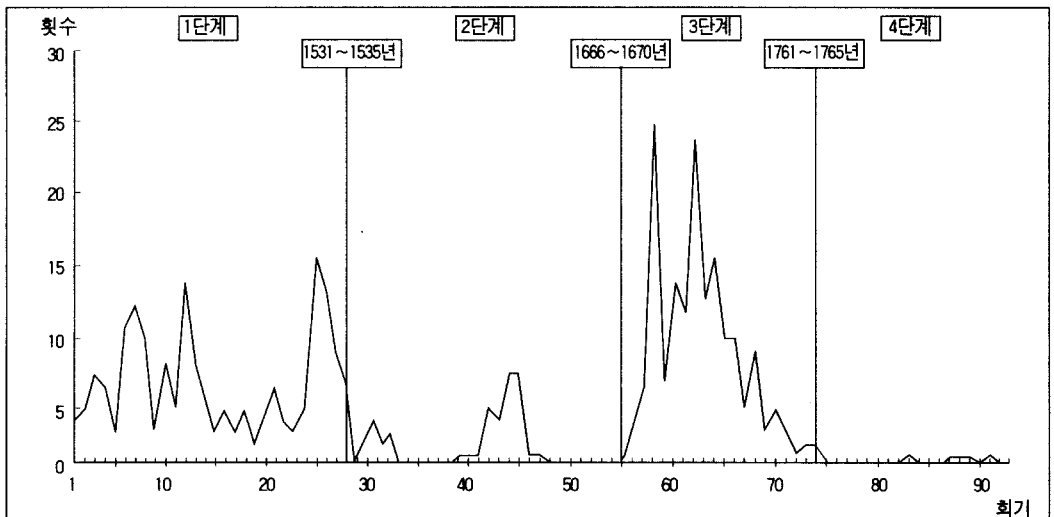
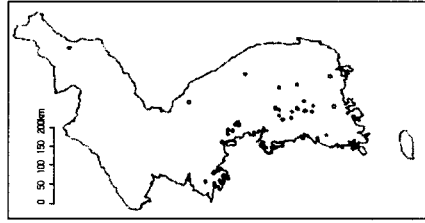


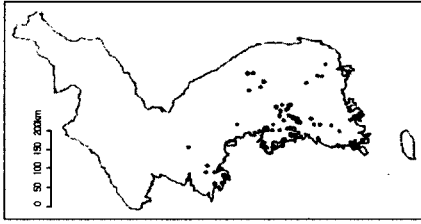
그림 1. 조선시대 단계별 지진 발생 빈도



1451-1460 (1단계)



1511-1520 (1단계)



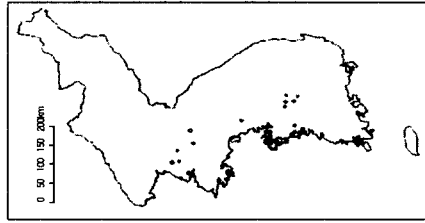
1441-1450 (1단계)



1501-1510 (1단계)



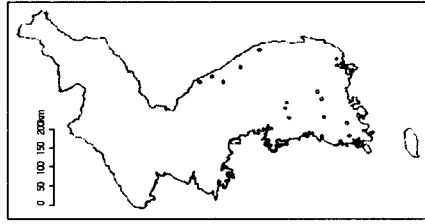
1431-1440 (1단계)



1491-1500 (1단계)



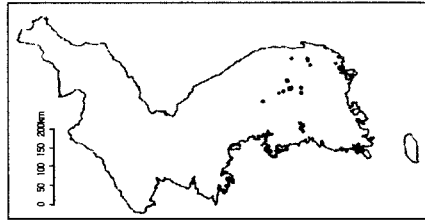
1421-1430 (1단계)



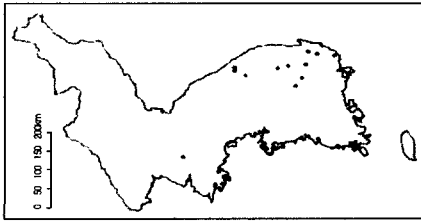
1481-1490 (1단계)



1411-1420 (1단계)



1471-1480 (1단계)



1401-1410 (1단계)



1461-1470 (1단계)

그림 2. 1401~1520년 발생한 지진의 공간 분포

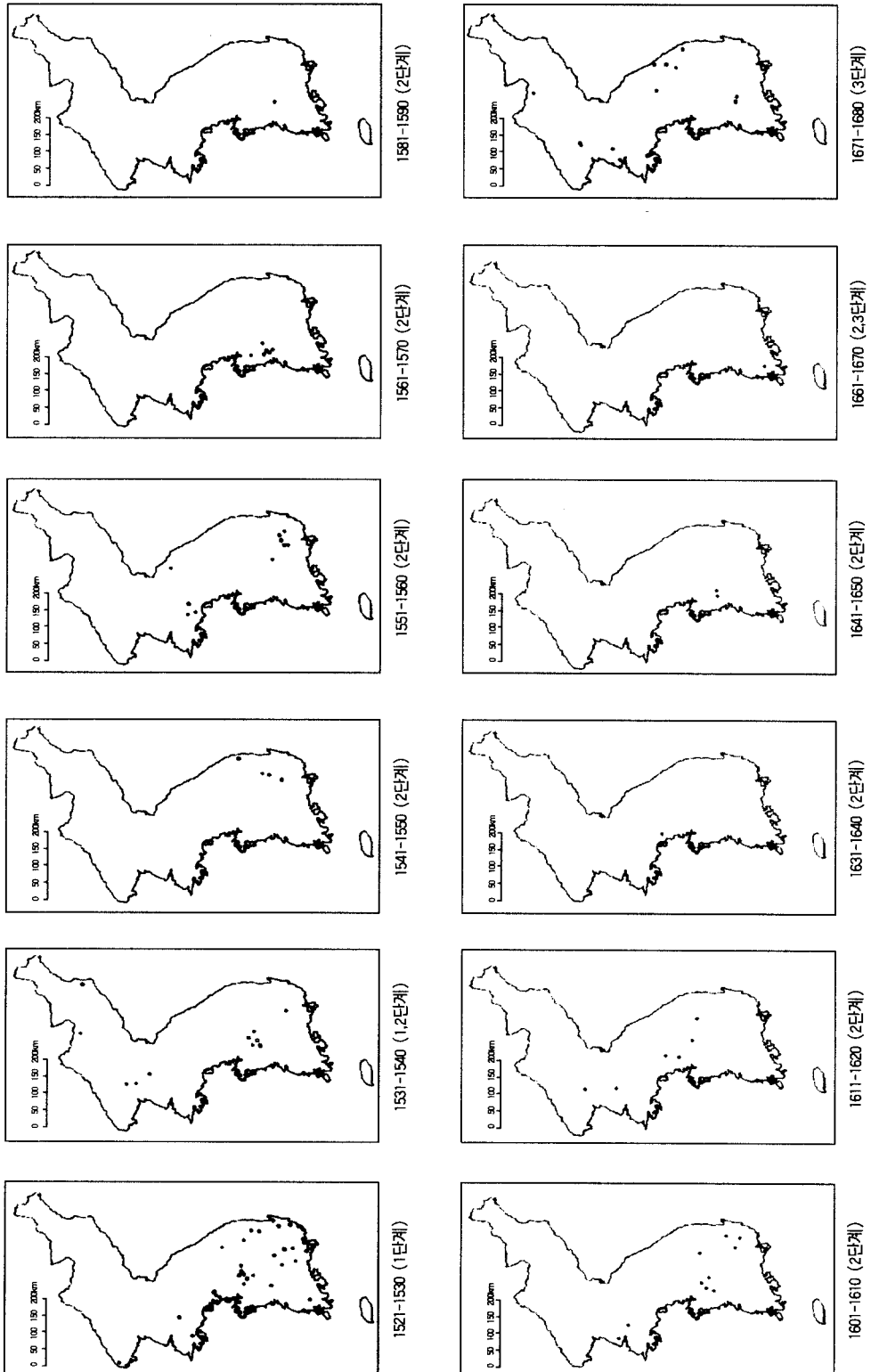
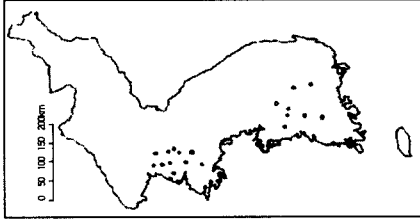
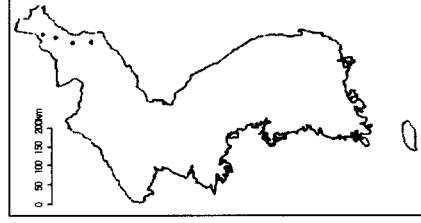


그림 3. 1491 ~ 1620년 발생한 지진의 공간 분포



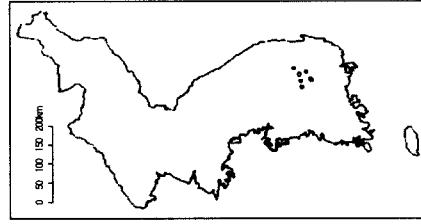
1721-1730 (3단계)



1801-1810 (4단계)



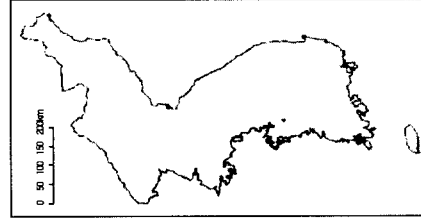
1711-1720 (3단계)



1761-1770 (3.4단계)



1701-1710 (3단계)



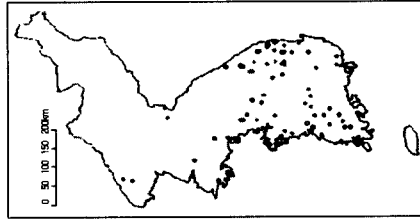
1751-1760 (3단계)



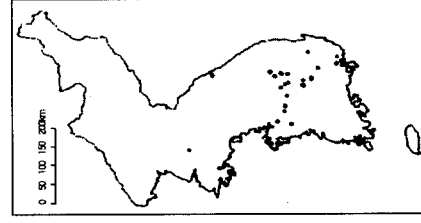
1691-1700 (3단계)



1741-1750 (3단계)



1681-1690 (3단계)



1731-1740 (3단계)

그림 4. 1681~1810년 발생한 지진의 공간 분포



진발생 분포도이다. 지명이 기록되지 않은 일부 년도와 지진 기록이 없는 1621~1670년, 1771~1800년, 1811~1820년, 1851~1863년의 그림은 생략하였다. 1400년대부터 1530년대까지 1단계에는, 경상분지 일부지역에서 지진이 발생하다가 1420년대에 경상도와 전라도에 걸쳐 지진활동이 왕성하였다. 이후 충청도의 옥천변성대 부근과 경상분지 일부지역에서 발생하였으며, 1490년대부터 평안남도 서안에서 지진활동이 활발했음을 확인할 수 있다. 대체로 1단계에서는 북서-남동주향을 큰 축으로 하여 지진이 발생하였으며 한반도 남부에 활발하였다. 또한 옥천변성대, 경상분지, 영남변성암복합체로 이루어진 지역에서 빈도가 높다. 1530년대부터 1660년대까지의 2단계에는, 평안도, 경상

도, 충청도, 전라도에 산발적으로 지진활동이 발생하였을 뿐 거의 지진이 일어나지 않았다. 1660년대부터 1760년대까지 3단계에는 1단계 지진발생지역의 빈도 및 분포와 유사하나, 1680년대에 경상북도 북부와 강원도 남부에 걸쳐 지진이 빈번하게 발생한 것이 특징적이다. 1760년대 이후 4단계 지진활동의 공간적 분포는 초기에 경상도 일부지역과 함경도 일부지역을 제외하곤 전무하다. 이상의 지진발생 내용을 행정구역별로 정리하면 표 3과 같다. 그림 5는 이 결과로 3차원 막대누적그래프를 작성한 것이다. 경상도, 충청도, 전라도 등 한반도 남부지방이 중부 이북지방에 비해 지진발생빈도가 월등히 높았다. 평안도 동부에서 함경도에 걸쳐 지진활동은 미약했다.

지진발생에 대한 지역별 분포를 살펴보면 총 449지역<sup>9)</sup>에서 지진이 발생하였으며, 도별 지진발생 빈도는 경상북도, 충청남도, 경상남도, 전라북도의 순으로 나타났고, 영남지방이 전체의 33%를 차지하여 경상분지에서 지진활동이 가장 활발하였음을 보여주고 있다. 그림 6은 지진의 발생빈도가 높았던 1단계와 3단계의 행정구역별 발생빈도를 그래프로 나타낸 것이다. 서울과 경상남도, 충청북도, 전라북도 지역에서의 지진활동이 3단계에 들어 많이 감소된 반면, 경기도, 강원도, 황해도, 평남에서의 지진활동이 증가하였다. 3단계에서는 경상북도와 충청남도의 감소는 작고 전라북도, 경상남도, 충청북도의 감소는 커서 상대적으로 지진활동의 차가 커졌다. 그러나 대체로 1단계와 3단계 지진이 빈번하게 발생한 지역은 비슷하게 분포한다. 이는 한반도 내의 지진발생이 지역에 따라 차별적으로 발생하며, 그 빈도 또한 주기적으로 거의 같은 수준으로 반복되고 있음을 시사한다고 볼 수 있다.

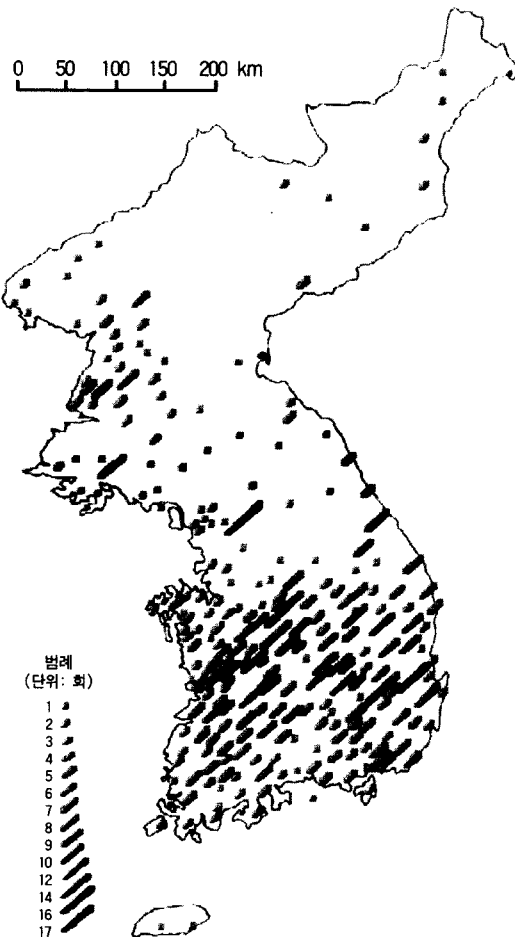


그림 5. 조선시대 지진발생도

### 5. 지질 및 구조선별 특성

그림 7은 한국동력자원연구소(1981)에서 작성한 지질도에 조선시대 지진발생기록을 중첩한 것이다. 우리나라의 지질은 크게 화성암류와 변성암류, 퇴적암류로 구성되는데, 기반암이 변성암류인 곳이 50%로 가장 넓다.

표 3. 행정구역별 조선시대 지진발생 (1392~1863년)

	제주	전남	전북	경남	경북	충남	충북	서울
지진발생 횟수	2	24	45	51	94	59	31	17
비율 (%)	0.4	5.3	10	11.4	20.9	13.1	6.9	3.8
	경기	강원	황해	평남	평북	함남	함북	합계
지진발생 횟수	28	26	24	27	14	4	3	449
비율 (%)	6.2	5.8	5.3	6	3.1	0.9	0.7	100

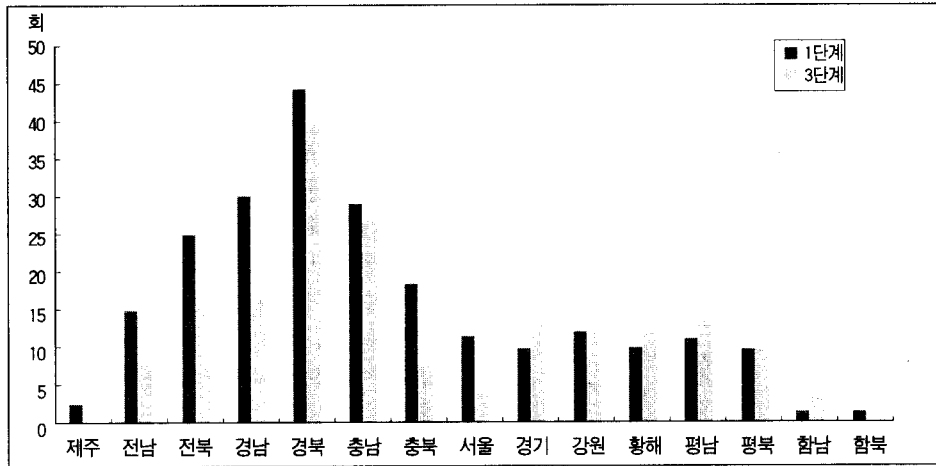


그림 6. 조선시대 1단계와 3단계 행정구역별 지진발생 빈도

우리나라의 대표적인 변성암은 경기변성암복합체, 영남변성암복합체, 춘천층군, 연천층군, 옥천층군 등을 들 수 있다. 기반암이 경기변성암복합체와 영남변성암복합체로 된 지역 중에서는 남부지방의 화강편마암지역과 변성퇴적암으로 이루어진 지역에서 지진의 빈도가 높게 나타났으나, 그 외의 지역에서는 활발하게 발생하지 않았다. 특히 경기육괴의 중심부에 나타나는 춘천층군에서는 지진활동이 전무하다. 그리고, 경기도 연천이 표식 지역이지만, 인천에서 서산반도에 걸쳐 서해안을 따라 분포하는 연천층군에서의 지진활동은 서산부근에 소규모로 발생하는 정도이나, 옥천층군에서의 지진활동은 매우 활발하였는데, 1451년 공주를 중심으로한 Bc급의 지진활동을 포함하여 10회기에서 15회기, 18회기에서 23회기 사이에 집중적으로 발생하였다.

국토의 약 30%를 차지하는 화성암류는 주로 화강암으로 이루어졌으며, 크게 대보화강암과 불국

사화강암 지역으로 구분된다. 대보화강암은 강릉에서 원주를 거쳐 서산 및 청주에 이르는 지역에 북동-남서 방향으로 거대한 띠 모양처럼 분포하며, 이밖에도 곳곳에 넓게 분포한다. 이 지역에서의 지진활동은 강릉과 서산에서 1단계와 3단계에 각 9회씩 있었으며, 경상북도 안동(9회)을 제외하면 그 외의 지역에서는 호남지방에서 영광 등을 중심으로 소규모로 발생하였다. 불국사 화강암은 주로 경상분지에 분포하는데 설악산, 월악산, 월출산과 그 밖의 지역에 소규모로 나타난다. 또한 불국사화강암이 분포하는 지역 중 경주와 김해가 각각 10회, 9회로 지진활동이 활발하였으며, 안양, 양산 등지에서 소규모의 지진활동이 있었다. 호남지방에서 담양, 광주, 나주, 영암 등지를 중심으로 2~5회 정도 발생하였다.

국토의 약 20%를 차지하는 퇴적암류는 조선누층군, 평안누층군, 대동누층군, 경상누층군 등으로 구분하여 살펴보았다. 평남과 황해도에 넓게 분포

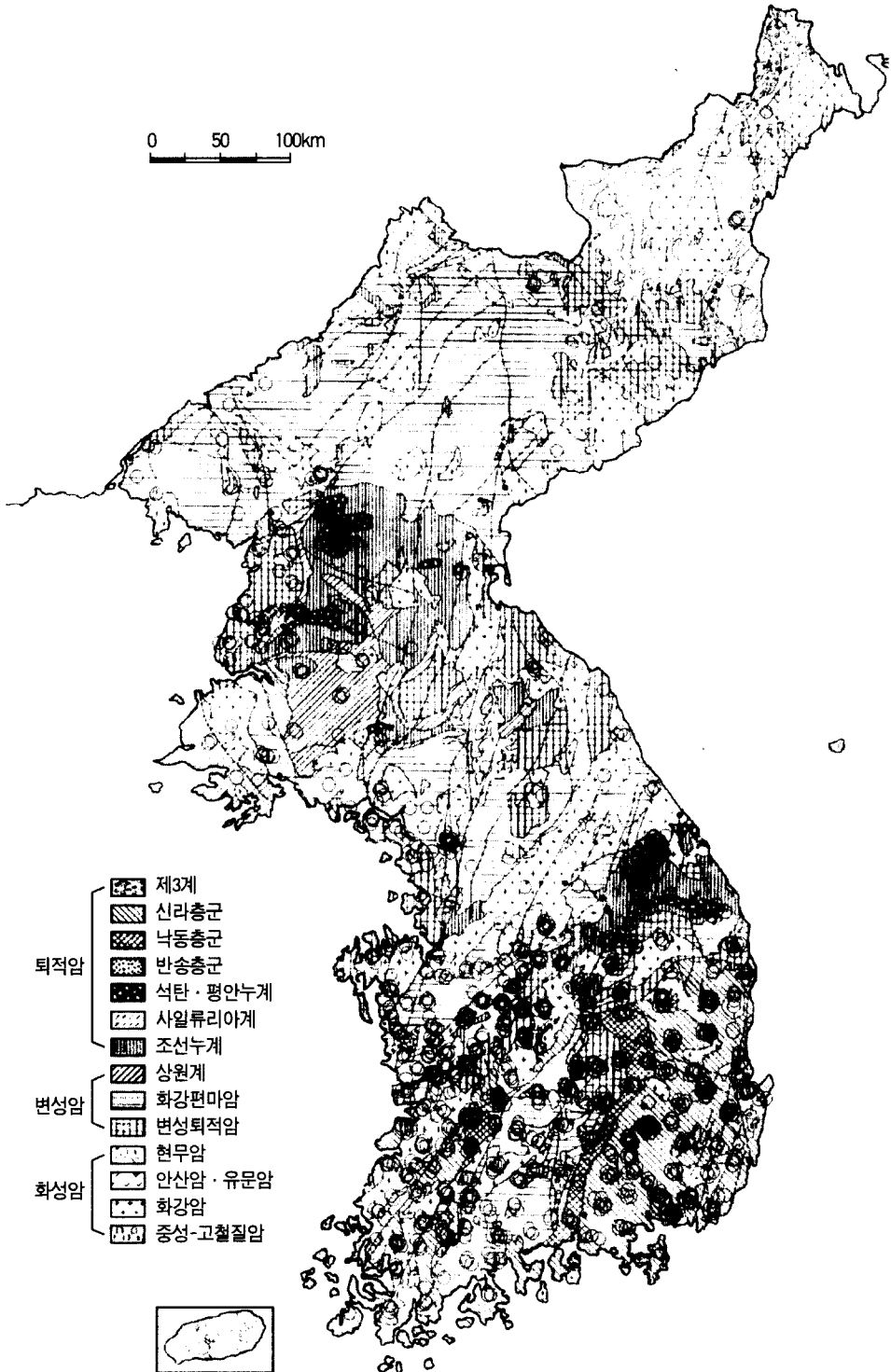


그림 7. 지질에 따른 지진발생도 (한국동력자원연구소(1981) 발행 지질도 위에 441회의 지진분포를 중첩하였다.)

하고 강원도 남동부와 이에 인접한 충북과 경북 일부 지역에 비교적 넓게 나타나는 조선누층군(朝鮮累層群) 분포지역에서는 1416년 삼척, 문경, 단양 등지에서 지진이 Bc 규모로 발생한 것 정도가 기록되어 있다. 평남 북부와 평양 부근, 황해도 남동부, 강원도 남동부, 충북 북동부, 전남 중부 등에 분포하는 평안누층군(平安累層群)에서는 10회기 때 강원도 강릉 남서부 부근과 평창 부근에 Bc 규모의 지진활동이 있었다. 충남의 보령을 중심으로 그 주변의 서천, 부여를 포함한 지역에 주로 분포하는 대동누층군(大同累層群)에서의 지진활동은 10회기 때인 1441년 Ac 규모의 지진을 포함하여 옥천변성대에 걸쳐 활발히 일어났다. 경상남·북도와 전북의 동부산간지방, 충북의 영동·진천 등지에서 소규모로 분포하는 경상누층군(慶尙累層群)에서의 지진활동은 매우 활발히 진행되었으며, 특히 대구, 성주, 하양, 영천, 경주, 진보, 안동 등의 경상도 지역은 지진다발지역으로 분류된다. 상술한 지진발생지역과 지질과의 상관관계를 정리하면, 지진발생지역이 특정한 기반암지역에 집중적으로 분포하고 있는 현상은 확인할 수 없었다. 아울러 조선왕조실록에 기록된 지진발생지가 행정중심지로 표기되어 있으므로 그 분포와 지질구조선과의 상관관계를 파악하는데도 한계가 있다. 다만 기반암의 종류와 관계없이 공간적으로 평안남도과 황해도의 평안분지 서안, 그리고 충남, 충북의 옥천 변성대, 경북 이남의 경상분지 지역에 편향되어 있었다.

그림 8은 중생대 백악기 퇴적암인 경상누층군에서 조선시대에 지진이 빈번하게 발생한 지역을 나타낸 것이다. 지진분포는 대구와 영천을 연결하는 동-서 방향으로 선적구조를 보여주는데, 이는 이 지역을 통과하는 지질구조선<sup>10)</sup>과 관계있는 것으로 추정된다. 지진분포는 대구와 경주지역을 기점으로 하여 ENE-WSW 방향으로 선적구조를 보여주는데, 이는 이 지역에서 탁월하게 발달하고 있는 NNE-SSW 방향의 단층선과는 차이가 있다. 岡田等(1998)은 한반도 남동지역에서 발생한 천발지진의 최대 압력축은 ENE-WSW 방향 내지 E-W 방향이며, 이곳은 압축응력장에 놓여있는 것으로 보았다. 그들은 또한 이 응력장이 현재 동서의 응축응력장에 놓여져 있는 서남 일본의 동해 쪽과 조

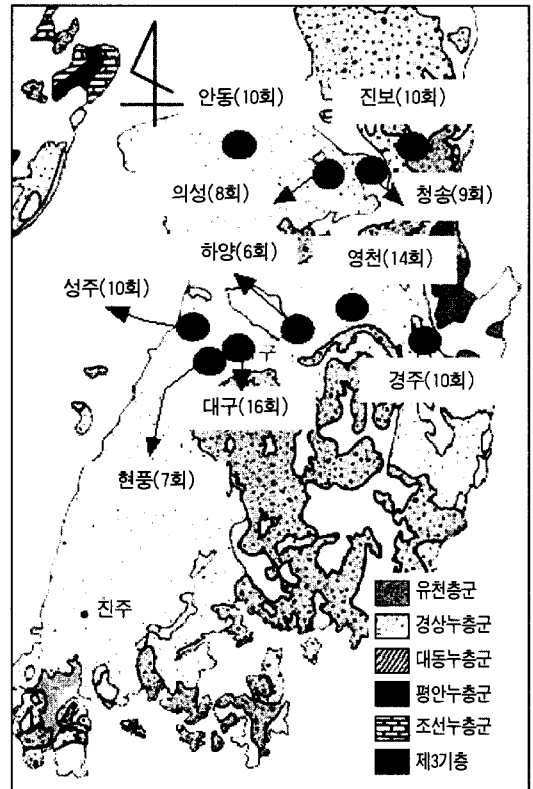


그림 8. 경상누층군에서의 지진 다발지역

화를 이룬다고 보았다. 한편, 경재복(1993)은 경상누층군 분포지역에서 진앙이나 진앙에 근접하여 통과하는 선구조선의 주 방향은 지구조적 방향과 일치하는 NNE-SSW 방향임을 확인하고, 구조선의 밀집도가 높은 지역에서 지진이 많이 발생하였다고 밝혔다. 이와 같은 논의에서 볼 때, 일반적으로 지진은 구조선의 방향과 연관되어 발생하지만, 빈번하게 발생하느냐에 대한 여부는 응축응력장의 방향에 영향받을 수도 있음을 암시한다.

## 6. 근세 지진계측 이래의 지진발생 특성

우리나라의 계기지진관측은 1905년 조선총독부 인천관측소에 기계식지진계를 설치함으로써 시작되었다. 그러나 초기의 지진관측은 장비가 열악한 관계로 지진관측이 온전히 수행되진 못했지만, 전명순 등(1997)에 의하면 1905년부터 1942년까지

38년간 총 533개 지진이 보고되었다. 이는 연평균 14회에 달하는 것으로서 이 시기에 지진활동이 활발하였음을 나타낸다. 이후 6.25 동란을 거치면서 지진기록의 소멸과 장비의 파손 등으로 1944년부터 1962년까지 19년 동안의 지진관측자료가 없으나, 1963년 3월 국립중앙관상대에 세계표준지진계 1대가 설치됨으로써 계기지진관측이 다시 시작되게 된다. 그러나 1977년까지는 14년간 서울에서만 관측이 수행되었으므로, 이 시기의 지진자료 분석은 지역적인 뿐만 아니라 기술적으로도 한계를 가진다. 1978년 10월 7일 홍성지진(규모 5.0)으로 지진에 대한 국민과 정부의 관심이 고조되면서 예산이 확보되어 이 시기부터 한반도 전역을 대상으로 하는 지진관측시대가 열리게 되었다.

1905년 이후 연도별 유감지진발생 빈도는 그림 9와 같다. 이 그림에 의하면 시기에 따라 지진계

의 설치 수와 지역, 불분명한 기록 등으로 자료가 명확하지 않지만 1905년부터 유감지진이 꾸준히 발생하고 있음을 확인할 수 있다. 조선시대 지진활동과의 시간적 연관성을 검토하기 위하여, 4단계 마지막 해인 1863년 이후부터 1904년까지의 기록이 없는 공백기를 지진의 잠복기라 가정하면, 4단계는 139년 동안 지속된 것으로 계산된다. 이는 조선 전기에 130년 동안 계속된 2단계 잠복기와 지속기간이 유사하다(그림 11). 표 4는 현재(1978~2000년)지진의 범위, 강도를 조선시대와 상호 비교하기 위해 조선시대 지진 분류와 동일한 방법으로 작성한 것이다. 1978~2000년까지 강도 a의 지진은 과거보다 빈도가 약간 높을 뿐 조선시대와 지진의 범위, 강도의 정도가 거의 일치한다. 이는 조선왕조실록의 지진기록이 정확하다는 것을 입증할 뿐 아니라, 한반도에 있어서 지진의 범위

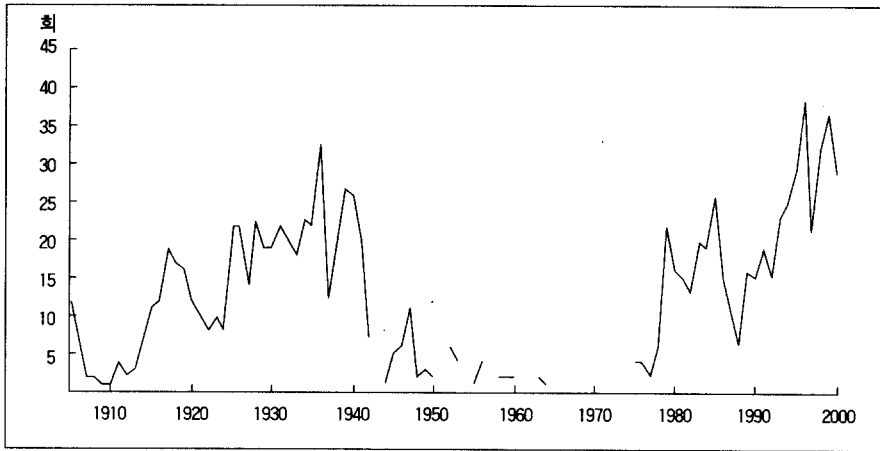


그림 9. 1905~2000년 유감지진 빈도

표 4. 1978~2000년 지진의 범위, 강도별 분류

강도	범위	A	B	C	계 (발생횟수)	빈도(%)	
						현재	조선시대
a		7	1		8	3	1
b		9	9	1	19	6	3
c		10	14	256	280	91	96
계 (발생횟수)		26	24	257	307	100	100
빈도 (%)	현재	8.5	7.8	83.7	100		
	조선시대	9.3	11.6	79.1	100		

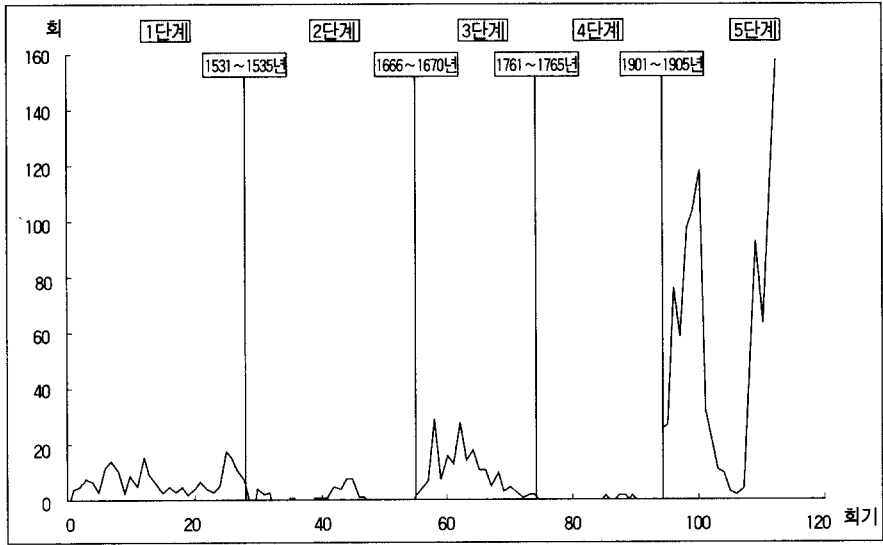


그림 10. 1392~1986년 단계별 지진발생빈도

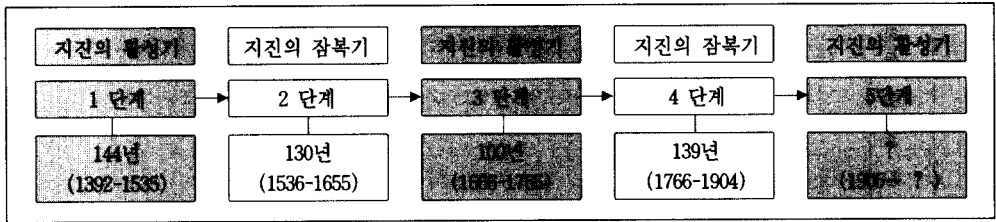


그림 11. 조선시대역사 지진과 계기지진과의 단계별 연관성

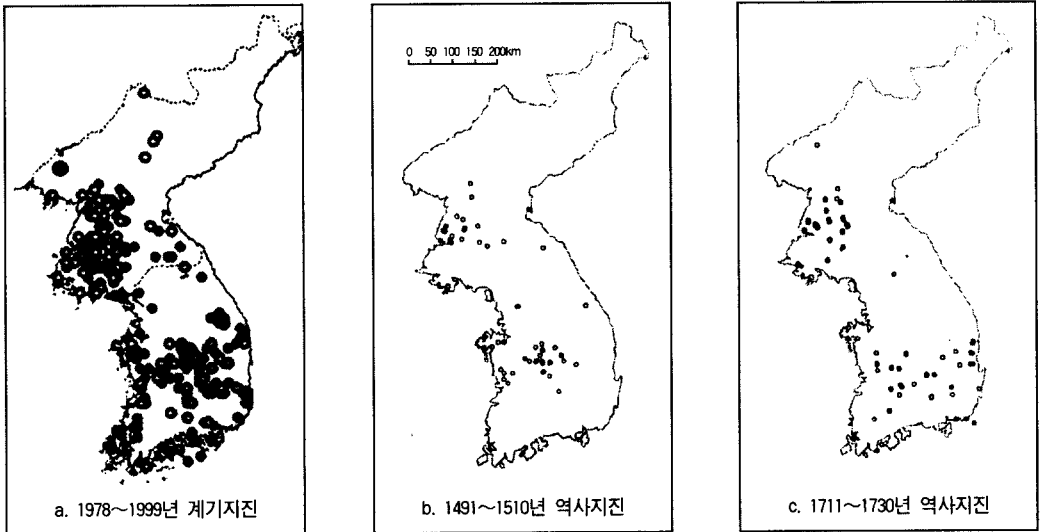


그림 12. 1978~1999년, 1491~1510년, 1711~1730년 지진 발생분포도

와 강도가 조선시대 이래 거의 규칙성을 갖는다는 것을 시사한다.

그림 10은 1905년 이래의 지진발생 자료를 조선시대 회기구분과 같은 방법을 적용하여 조선시대 단계별 지진발생 빈도와 연결한 것이다. 600여년 동안 한반도에서 발생한 지진발생의 시기적 경향은 100~150년의 지진 활성기를 지나면 130여년의 잠복기에 들어가는 주기성을 보여준다. 이러한 시간적 패턴은 앞으로 지구물리화학적 관점에서 한반도에 작용하는 에너지가 어떤 과정을 거쳐서 축적되어 지각변동을 일으키는가를 밝힌 후에 더욱 명확해질 수 있을 것이다.

그림 12는 기상청이 홈페이지에서 제공한 1978~1999년 계기로 측정한 지진발생현황을 공간분포가 유사한 1491~1510년과 1711~1730년의 지진발생분포와 비교한 것이다. 1978~1999년의 지진발생 분포를 보면 평안남도과 황해도, 태안반도-대전-대구-울산을 연결하는 ENE-WSW 선상의 지역, 울산에서 동해시까지 남북 선상의 지역에 지진활동이 나타난다. 이상의 20여년간의 기록은 250여년 전인 1711~1730년(3단계)의 20년간 지진발생과 500여년 전인 1471년~1490년(1단계)의 20년간 지진발생과 유사한 공간분포를 보인다. 이는 지진이 발생하는 지역마다 시기적 패턴이 있을 수 있다는 것을 시사하는 것이라 할 수 있다. 그러나 한반도의 지반 내에서 응축된 에너지가 어떤 메커니즘에 의해 주기적으로 지진을 일으키며, 그 발생의 공간분포가 유사하게 나타날 수 있는가에 대해서는 보다 많은 자료가 축적되어야 밝혀질 것으로 생각된다.

## 7. 토론

영국의 대기화학자 James Lovelock은 지구를 하나의 살아있는 유기체로 보았으며, 실제 지구에는 내부 에너지 순환의 한 방법으로 화산활동과 지각변동과 같은 내적작용이 일어난다. 특히 지각변동은 지구내부의 에너지가 축적되어서 마찰력의 한계를 넘을 때 지진을 수반한 단층운동의 형태로 나타나므로 주기적인 패턴을 가질 수 있다. 따라서 한반도 내의 지진활동 역시 이러한 관점에

서 연구되어야 할 것이다.

단층운동은 지하암석이나 암반이 파쇄되는 현상으로, 지진은 단층에 의해 지하의 암반이 파쇄될 때의 충격이 지진파에 의해 지표상에 전파되는 것이다. 이러한 지하의 파쇄현상은 사람이 느끼기 어려운 소규모의 것을 포함하면 매우 빈번하게 일어난다. 또한 지진파가 진원지역에서 발생한 후 땅을 흔들거나 건물을 흔드는 현상은 일반적으로 규모(Magnitude)와 진도(Seismic intensity)로 나타낸다. 이러한 지진의 발생 강도나 빈도 및 흔들리는 형태도 지역적으로 차이가 있다. 즉, 지표면에 도달한 지진의 움직임은 여러 가지 파형이 중복된 것이지만 지표면 부근에 도달하는 파는 지반구성, 암석의 경연 등에 의해 가장 흔들리기 쉬운 파를 중첩시켜 각 지점마다 고유한 주기를 갖는 파형이 탁월하게 나타난다. 레이드(Reid)의 탄성반발설에 의하면 지진의 정도는 지진을 일으키는 단층이 가까운 곳일수록 크고, 멀수록 작아져, 3~40km 떨어진 곳에서는 그 영향력이 매우 적다고 한다. 우리나라는 판의 경계에서 적어도 100km 이상 떨어져 있어, 그 지진의 규모가 작고 횡수가 적으며, 비교적 재해의 정도도 약한 편이다. 그러나 지진은 판경계지진 뿐 아니라 판내부 깊은 곳에서도 발생하고, 1989년 호주의 뉴캐슬지진, 북미의 남캐롤라이나단층과 같이 비지진지역이나 어떤 지표지진과 연관되지 않고 어떤 이유로도 설명되지 못한 지진과 단층도 많이 발생한다. 또한, 구텐베르그-리히터공식에 따르면, 일반적으로 지진은 규모와 발생빈도간에도 규칙성을 보이고 있어, 규모가 1 작아지면 지진의 수는 대략 10배가 늘어난다고 하므로(池田安隆, 2000), 지진의 빈도가 감소하는 경우에도 더 큰 규모의 지진이 발생할 가능성도 있다. 따라서 이와 같은 규칙적인 지진활동은 학자들의 중요한 연구대상이 되고 있다.

우리나라의 경우에도 지진의 빈도와 규모가 주기성을 나타내고 있다. 즉, 시기별로 볼 때 100~150년 주기의 활성기와 잠복기가 인정되고, 또한 활성기에 지진이 발생한 지역을 보면 평안남도과 황해도, 경기만, 태안반도-대전, 대구-영천, 또는 울산-경주-동해의 어떤 선적인 구조에서 발생했음을 알 수 있다. 일본의 경우 효고현 남부지진과 같은 판내부지진은 판경계지진에 비해 재발간격

이 길어서, 1000년, 수천년, 수만년에 이르기기도 한다. 재발간격이 긴 것은 단층을 이동시키는 힘이 극히 서서히 가해지기 때문일 것이다. 일본의 활단층 지역의 판경계 지진은 난카이도지진 등 난카이골에서 100~150년을 주기로 반복되고, 그 대지진의 영향은 내륙에까지 영향을 미치게 된다.<sup>11)</sup> 즉, 우리나라가 판내부에 위치한다고 보면, 그 주기가 더 길어질 수도 있을 것이다. 그러나, 주기가 길수록 규모가 커질 수 있다는 것에 주목할 필요가 있다. 더우기 난카이도지역 활단층지역의 지진 발생주기가 한반도의 조선시대 이래 관측결과와 일치하는 사실은 흥미롭다.

특히 최근 지형 및 지질학계에서는 경북과 경남지역에 걸쳐있는 양산단층선과 불국사단층선에 대한 활단층 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이곳에 대해서는 인접한 원자력발전소의 안전문제 및 새로운 발전소 입지선정, 그리고 대형토목공사 계획과 겹치면서 지반안전문제에 대한 관심도가 높아지고 있다. 따라서, 이들 지질구조선을 따라 발생하는 지진분포와의 상관성을 조사해 볼 필요가 있는데, 실제로 남한의 경우 선구조선의 밀집도가 높은 지역에 지진이 다수 발생하였고(경제북, 1993), 본 연구결과에서 전술한 바와 같이 경북에서 발생빈도가 가장 높은 것은 우연한 현상으로 간과할 수 없을 것이다. 앞으로도 선진화된 장비를 통하여 관측을 행함과 동시에 한반도 지진발생의 주기 및 빈도를 지속적으로 관찰하고 문제의식을 가져야 할 것이다.

## 8. 결론

조선시대에 발생한 지진을 역사자료에 기초하여 시·공간적으로 분포특성을 살펴보았으며, 그 결과를 토대로 조선시대 이후의 계기지진기록과 관련지위 약 600년 동안 한반도 지진활동의 주기와 공간분포를 검토해 보았다. 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 조선왕조실록의 지진기록은 현대적 관측 장비에 의해 보고된 20C의 기록과 비교할 때, 지진의 강도를 서술적으로 표현한 것을 제외하면, 발생장소와 빈도는 비교적 정확하게 기록되었다.

둘째, 조선시대 동안 한반도에 발생한 지진은 시기적으로 4단계로 구분되며, 이는 5단계에 해당하는 현재의 지진발생 특성과의 연계된다. 즉, 1, 3단계는 지진활동의 활성기이며, 2, 4단계는 잠복기로 간주된다. 따라서 가장 최근의 5단계는 활성기에 해당한다.

셋째, 지진의 활성기와 잠복기의 주기는 100~150년으로 나타났으며, 1단계(1392~1535) 144년, 2단계(1536~1655) 130년, 3단계(1666~1765) 100년, 4단계(1766~1904?) 130여년으로 거의 규칙적으로 배열되며, 지진의 규모와 강도도 이와 같은 주기에 대응하여 반복적으로 변하고 있다.

넷째, 한반도의 지진은 판내부지진에 해당하므로 재해를 일으키는 규모가 큰 지진의 빈도가 판경계 지진에 비해 낮고, 발생주기가 길 것으로 예상되었다. 그러나, 일본의 판경계지진인 난카이골의 100~150년의 주기와 같았으며, 따라서 조선시대 이래 지진발생의 빈도와 규모의 측면에서 볼 때 제 5단계에 해당하는 현재 큰 규모의 지진이 발생할 가능성이 있다고 추정된다.

다섯째, 조선시대 지진은 공간적으로 중부 이북은 평안분지 서안, 남한은 경북, 충남에서 가장 높은 빈도로 발생하였으며, 경남, 전북, 충북에서도 활발하게 지진이 발생하였다. 이는 현재의 지진발생의 공간적 분포와 대략 일치한다.

## 註

- 1) 기상청, 2001, 지진관측보고(1978-2000).
- 2) 조선왕조실록에서의 지진은 1집 40면부터 48집 515면에 걸쳐 기록되어 있는데, 그 기록 형식은 크게 두가지이다. 조선시대에 발생한 지진 등 천재지변은 왕의 선정과 덕망 등에 대한 하늘의 계시라 여겨 따로 분류되어 기록된 것이 대부분이며, 이 경우는 그 시기와 영향을 미친 범위가 비교적 상세하게 기록되어 있다. 그러나 미처 따로 분류되어 기록되지 못한 기록은 왕의 선정을 바라는 신하들의 상소문에서 찾아볼 수 있는데, 이러한 기록에서는 그 시기와 영향을 미친 범위를 명확하게 알 수 없는 것이 대부분이다.
- 3) 미국에서 사용하는 수정 메르칼리 진도(Modified



Mercalli Intensity; MMI). 계급 II는 휴식을 취하고 있거나 고층 빌딩의 높은 층에 있는 사람들 같이 소수의 사람만이 느낄 수 있는 정도이다.

- 4) 일본기상청(Japanese Meteorological Agency)의 진도계급(전체 8계급, 1949년).
- 5) 지진발생에 관한 기록시 주로 현 단위로 기록이 되어 있었으나, 모든 기록에 통일된 단위로 기록이 되어 있지 않았기 때문에 한 지명을 한 고을이라고 간주하여 분류하였다.
- 6) 명조 4년(1549년) 정언의의 벽서사건이 있었는데, 이 사건으로 충청도는 청흥도로 잠시 이름이 바뀌었다.
- 7) 실내에 있는 대부분의 사람들이 느끼나 옥외에서는 거의 느낄 수 없다. 밤에 잠을 깰 수가 있으며 유리, 그릇 등이 소리를 내는 정도이다.
- 8) 조선시대는 1392년부터 1910년까지이지만, 실록이 1863년까지 기록되어있는 관계로 1863년까지만 조사 범주에 포함시켰다. 그리고 1392년부터 1400년까지의 9년간과 1856년부터 1863년까지의 8년간의 기간은 분석을 용이하게 하기 위하여 1회기로 하였다.
- 9) 전체 441회의 지진발생 횟수보다 449회로 더 많이 나타나는 이유는, 두 도 또는 그 이상의 도에 걸쳐서 발생한 지진이 적어도 8회가 반복적으로 포함되었기 때문이다. 이 중복된 횟수는 구체적으로 지역의 명시가 안되어 있는 자료들을 배제했으므로 실제로는 8회 이상이다.
- 10) 조화룡(1999)은 포항-영천-대구-거창-남원-광주를 연결하는 이 지질구조선을 광주-포항 단층선으로 칭하였다.
- 11) 최근의 것은 2000년 10월 6일 일본 홋토리현 서쪽 약 80km 지역에서 진도 7.3의 지진이 발생하였는데, 부산 등 경남 일대에 까지 영향을 미쳤다(기상청, 2001, 지진관측보고(1978-2000))

## 文獻

강필중, 1990, Landsat 인공위성 TM 영상에 의한 Lineament와 Circular/arc structure 연구, 한국동력자원연구소.  
 경재복, 1993, "남한의 지진출현과 지형 및 선구조

선의 대비," *Jour. Korean Earth Science Society*, 14(4), 482-491.

경재복·이기화·한세섭, 1997, "20C 한반도 지진 활동 특성과 영월지진(1996년12월13일)의 피해 및 진도 분석," 한국지진공학회, 1997년 춘계학술대회는문집, 77-87.  
 기상청, 2001, 지진관측보고(1978-2000).  
 김규한·전효택·정명채·문희수, 1998, 환경지질학, 서울대학교 출판부, 서울.  
 김성균, 1996, 고체지구물리학, 교학연구사, 서울.  
 대한지질학회, 1999, 한국의 지질, 시그마프레스, 서울.  
 민족문화추진회, 1989, 신중동국여지승람(국역), 민문고, 서울.  
 박수인·손영관·안중호·이동진·장태우·전승수·정공수·조봉곤·황정, 1998, 생동하는 지구(지질학 입문) 제3판, 시그마프레스, 서울.  
 서정문, 1998, "역사지진의 진도추정을 위한 추가 삼간의 내진성 평가실험," 한국지진공학회, 1997년도 춘계학술대회 논문집, 3-20.  
 연관희·이중립·함영승, 1998, "한반도 지진목록 자료의 불완전성을 고려한 지진재해도 분석," 한국지진공학회, 1998년도 추계학술대회 논문집, 413-420.  
 윤순옥·황상일, 1999, "한국 남동부 경주시 불국사단층선 북부의 활단층지형," 대한지리학회지, 34(3), 231-246.  
 이기화, 1997, "한반도 역사지진 및 일제시대 계기 지진 분석," 한국원자력연구소.  
 이기화·이전희, 1998, "불완전한 자료 및 완전한 자료 목록을 이용한 한반도 지진구들의 지진활동 매개변수 평가," 한국지진공학회, 1998년도 춘계학술대회 논문집, 23-30.  
 전명순·전정수·石川有三, 1997, "한국의 초기 계기지진 자료분석(1905-1942)," 한국지진공학회, 1997년도 춘계학술대회 논문집, 41-48.  
 정봉일, 1981, "한국의 고지진에 관한 연구," 지질학회지, 17, 257-268.  
 정봉일·이기화·한영우, 1981, 한반도 지진활동 연구, 한국과학재단보고서.

조선지진연구소, 1986, 조선지진목록(2-1983).  
 조선총독부 관측소, 1905-1912, 조선지진보고 (1905-1912).  
 조선총독부 기상대, 1940-1942, 조선기상요보(1940-1942).  
 조선총독부 기상대, 1943, 지진년보 1940.  
 최무웅 · 정상립 · 고의장, 1990, 지구과학, 자유출판사, 서울.  
 한국자연지리연구회편, 2000, 자연환경과 인간, 한올아카데미, 서울.  
 한국학데이터베이스연구소, 1997, 국역 CD-ROM 증보판 조선왕조실록, 서울시스템(주), 서울.  
 池田安隆, 島崎邦彦, 山崎晴雄 (장태우 옮김), 2000, 활단층이란 무엇인가, 경북대학교출판부, 대구.  
 岡田勝也 · 池田研一 · 長各川達世, 2000, 活斷層調査から耐震設計まで, 鹿島出版社.  
 岡田篤正 · 渡邊滿久 · 佐藤比呂志 · 全明純 · 曹華龍, 金性均, 田正秀, 池憲哲, 尾池和夫, 1994, “蔚山斷層系(韓國南東部)中央部の活斷層地形とトレンチ調査,” 地學雜誌, 103(2), 111-126.

岡田篤正 · 渡邊滿久 · 鈴木康弘 · 慶在福 · 曹華龍 · 金成均 · 尾池和夫 · 中村俊夫, 1998, “蔚山斷層系中央部の活斷層地形と斷層露頭,” 107(5), 644-658.  
 Huang, C.C., 1963, Basic features of the tectonic structure of China, *Inter. Geol. Rev.*, 5, 289-320.  
 Jo, Wha-Ryong, 1999, Comment on Yangsan and Ulsan(Active) Fault Systems in the southeastern of Korean Peninsula, *Proceedings Korea-Japan / Japan-Korea Geomorphological Conference*, 17.  
[http://www.kma.go.kr/seismic/k\\_seismenu.htm](http://www.kma.go.kr/seismic/k_seismenu.htm) (기상청 홈페이지).  
<http://keerc.snu.ac.kr/webpage/front/front.html> (서울대학교 지진공학 연구센터).

(2001년 5월 2일 접수)