

日本と韓国の両国で有感になった地震について

石川 有三*・秋 教昇**

Earthquakes felt both in Japan and Korea

Yuzo ISHIKAWA and Kyo-Sung Chu

(Received January 8, 2004 : Accepted February 12, 2004)

1. はじめに

地震は自然現象であるので国境の位置にかかわらず発生する。いくつかの国では緊急防災対応のため震災の全体像を素早く正確に捉えることを目的に地震発生後に各地の震度を公表している。ただ、それはすべて自国の観測網だけによるものである。しかし、国境付近で起きた地震を単独の国の観測網だけで見ると地震の正確な全体像が必ずしも捉えられない。このような地震を正しく評価するためには複数の国にわたる情報が必要になる。日本付近では、韓国気象庁が1978年以来地震観測網を作り、震度や震源情報の発表も行っている。そこでここでは韓国と日本の両国で有感になった地震を取り上げ、その震度分布を紹介し、そのような地震を正しく評価するための一助としたい。

また、歴史地震の調査でも両国で有感になったと思われる地震があり、それについても取り上げる。

2. 使用データと震度分布

韓国気象庁(Korea Meteorological Administration 以下、KMA と略す)の震度資料は、KMA(2001)により、日本の震度データは気象庁(以下、JMA と略す)地震年報CD による。韓国では研究者の間では改正メルカリ震度階(以下、MM 震度階と略す)が多く使われている(Kyung et al.,1997)、韓国気象庁の観測報告やホームページ(<http://www.kma.go.kr>)ではJMA 震度階に準じたものが2000年未まで用いられている(KMA,2001)。ただ、震度計ではなく一般の情報に基づくものであり、現行のJMA 震度と厳密に同じとは限らない。また、震

発生日時(日本時間)	緯度	経度	深さ	M	
1975/02/04 20:36	40° 42'	122° 48'	16km	M7.3	海城地震
1981/04/15 11:47	35° 43'	130° 13'	40km *	M5.2	
1994/04/22 02:05	36° 00.1'	131° 02.5'	23km	M5.3	
1994/04/23 12:41	36° 01.4'	131° 05.2'	26km	M5.3	
1997/06/26 03:50	35° 55.01'	129° 16.41'	10km	M5.0	
2000/10/06 13:30	35° 16.26'	133° 21.10'	8.96km	M7.4	
2001/03/24 15:27	34° 07.75'	132° 41.77'	46.46km**	M6.7	

表1: JMA と KMA の報告で有感報告が共にあった地震と Chu & Baag(1996)の海城地震の震源パラメータ。それぞれの震度分布は図1 a)~g)に示した。*は深さ 40km となっているが地殻内地震と思われる。**は地殻下のフィリピン海スラブ内地震。

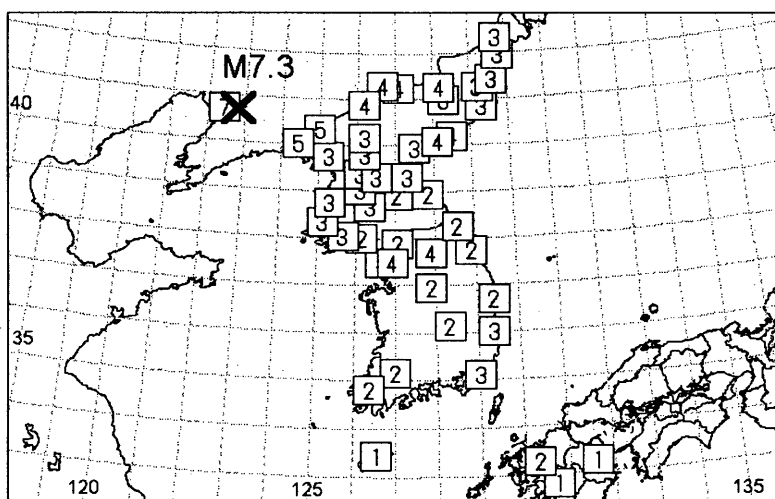
*気象研究所地震火山研究部(現:地震火山部地震津波監視課精密地震観測室)

**ソウル大学海洋研究所

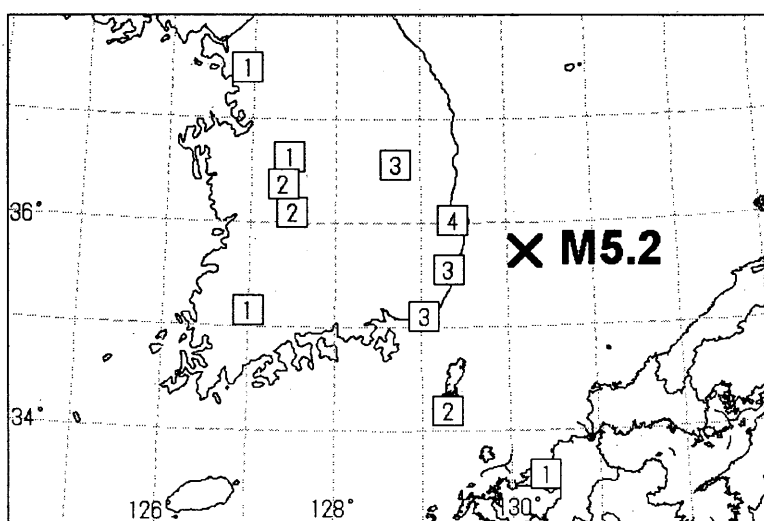
度5, 6に強, 弱の分類もなされていない。2001年1月1日からはMM震度階が用いられている。過去の地震資料については、呉ほか(2001), 朝鮮総督府観測所(1943), 新聞記事などを参考にした。

JMAとKMAの両者の観測報告に共に有感が報告されているものは6イベントがあるが, このほかに Chu & Baag(1996)が震度分布を示した1975年海城地震がある。これら7イベントを表1に示した。両国の震度情報を合わせた各イベントの震度分布を図1a)~g)に示した。報告された震度の位置は, 地震観測点の位置の緯度経度を用いた。地震観測点の位置表に無い報告地名は図中に示さず, 図の説明文に列記した。g)の平成芸予地

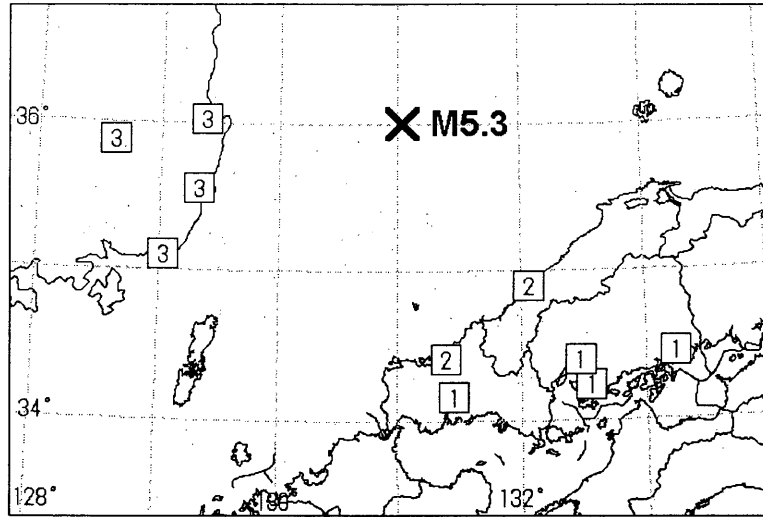
震のKMA報告の震度はMM震度階であるが, 国家地震局震害防御司(1990)の換算方式でJMA震度階に換算した。これらの図を見て特徴的なことは, 韓国側の震度が震源からほぼ等距離にある日本側地点の震度より一般的に大きいことである。これについては後で詳しく議論する。これら7イベントのほかにKMAの観測報告がカバーしている期間に西日本で起きた大きな地震としては, 1997年6月25日山口県北部の地震(M6.6)がある。しかし, この地震はKMAの観測報告には震度報告が無いので同地震は韓国では無感だったと思われる。



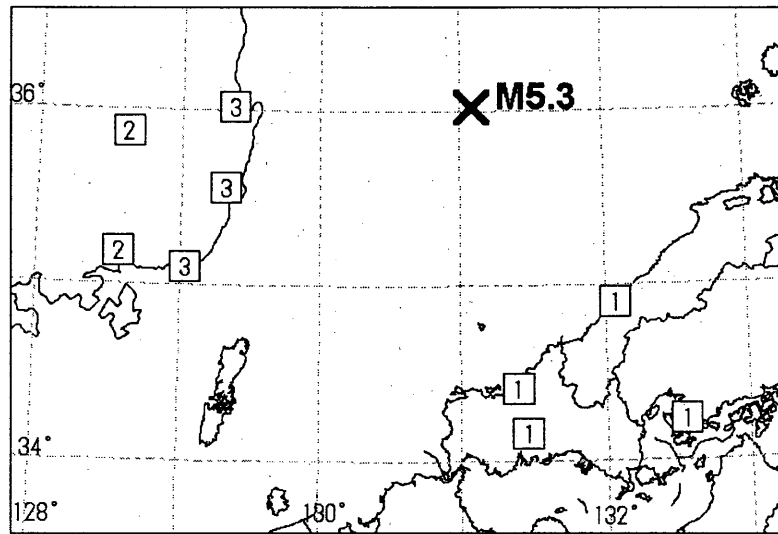
a) 1975/2/4 海城地震



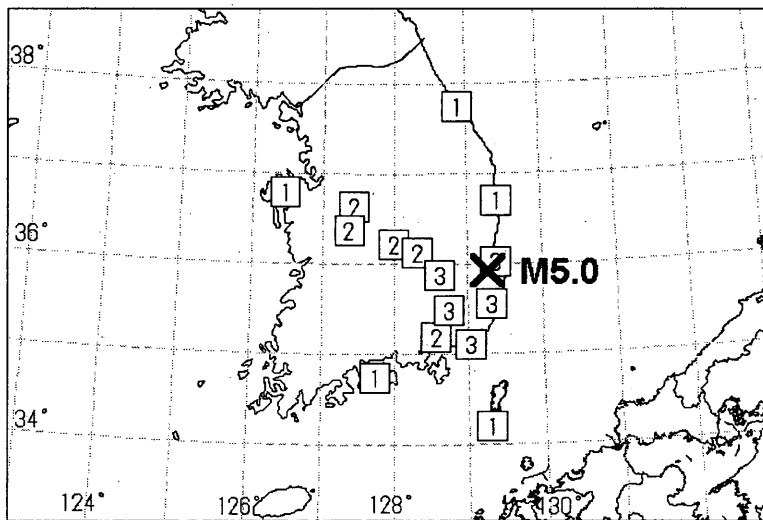
b) 1981/4/15 震度3:キョンジュ未記入



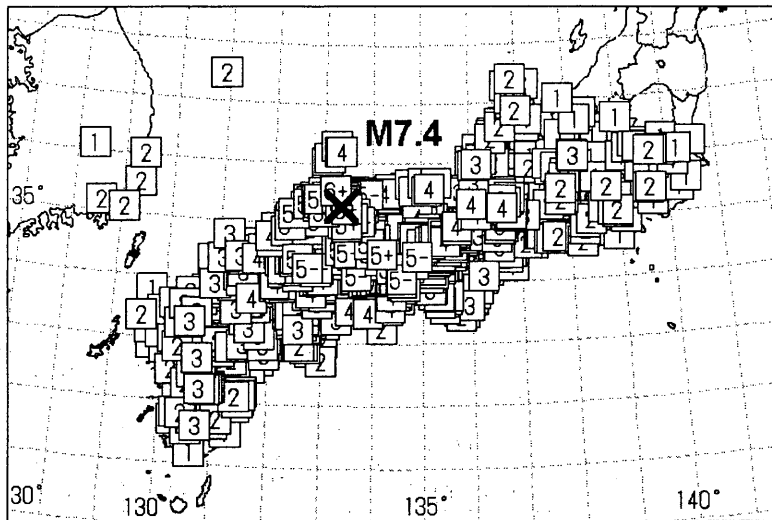
c) 1994/04/22



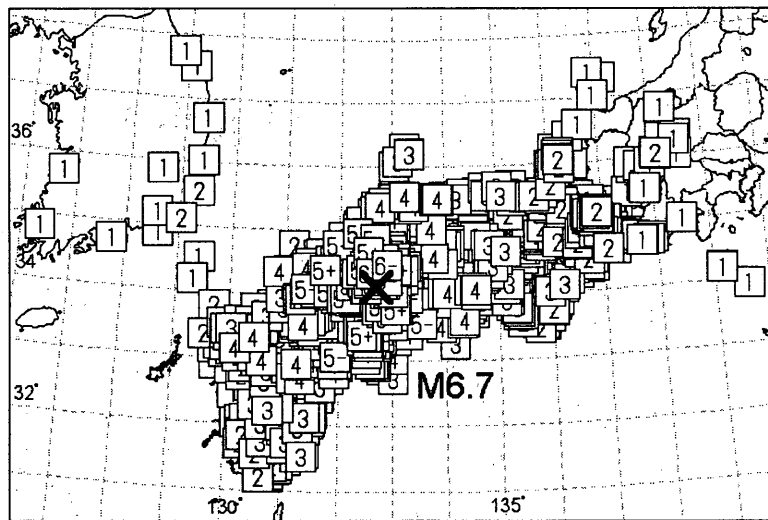
d) 1994/4/23 震度 3 : キョンジュ未記入



e) 1997/6/26 震度 4 : キョンジュ、2 : キムハエ未記入



f) 2000/10/06



g) 2001/3/24 震度1：チャウオン未記入

図1：震度分布図。a)~g)は、表1の7つのイベントにそれぞれ対応している。以下すべての図で「×」印は震央を示し、四角で囲まれた数字は、その地点での震度を表す。

次に過去の資料では、呉ほか(2002)が表2に示すイベントについて両国で同じ日に有感報告があることを指摘している。ただ、この元のリストにはこれらのイベントの他にサンフランシスコの地震と同じ日に有感報告がある例なども含まれており、両国で別の地震がそれぞれ発生していた場合も含まれている可能性がある。そこで表2のイベントを個別に検討する。対比した日本側資料は宇佐美(2003)による。

まず、1)は、日本では震源位置もMも求められていないイベントであり、評価できない。2)は、宇佐美(2003)にも1498年7月9日に九州を中心とした被害地震の記載があり、両国で有感であったイベントの可能性は高い。3)は、紀伊・京都のM7.0~7.75とされ巨大地

震ではない。さらに韓国側の有感報告も南部や南東部ではなく、別の地震の可能性が高い。4)も震源位置が加賀大聖寺とやや離れている上M6.25~6.75と小さく別の地震の可能性が高い。5)、6)も場所が離れすぎている。7)は、肥前・長崎の地震でM6.0とされ、震源が韓国に近い上、韓国側の有感報告地点も南西部であり、一つの地震が両国で有感であった可能性がある。8)は、明治芸予地震(M7.2)であり、表1の2001年平成芸予地震(M6.7)が韓国で有感であったことから、より規模が大きな明治芸予地震も韓国で有感と想像できる。しかし、表2にある「仁川地震有感」は間違いと思われる。なぜなら当時仁川にあった中央気象台第三臨時観測所(1906)にはこの震動到着時刻の記述と共に「身体に感

発生年月日	日本の震源地	韓国側の有感地点など
1)1456 年 02 月 13 日	熊野, 紀伊地震	慶尚南道泗州, 宜寧, 草溪, 晋州地震
2)1498 年 07 月 09 日	日向灘 M7~7.5	慶尚道 17 邑地震
3)1520 年 04 月 14 日	紀伊 M7.0 地震	京城及び京畿楊州, 富平, 忠清道?川 黄海道信川, 裁寧, 風山, 延安, 安岳
4)1640 年 11 月 23 日	加賀地震 M6.7	黄州地震有感
5)1659 年 04 月 21 日	岩代, 下野 M6.7 地震	忠清道?川, 平澤など邑地震
6)1685 年 04 月 15 日	三河 M6.4 地震	全州, 益川, 臨波など邑地震
7)1725 年 11 月 09 日	肥前 M6.2	全州, 淳昌など邑地震
8)1905 年 06 月 02 日	芸予地震 M7.6	仁川地震有感
9)1922 年 12 月 08 日	千々石湾 M6.5	慶尚南道東萊, 蔚山, 統營, 南海, 釜山地震有声
10)1936 年 10 月 26 日	本州 M6.25	全羅北道鎮安微震
11)1936 年 11 月 03 日	宮城県沖 M7.7	全羅道麗水弱震
12)1940 年 08 月 14 日	隠岐島西方 M6.75	鬱陵島弱震, 慶州軽震, 蔚山微震, 朝鮮半島東南海 岸地区普遍有感

表 2 : 吳ほか(2002)による日韓両国で同じ日に有感報告があった地震。

覚なし」と報告書に記載している。9)は、千々石湾の M6.9 であり、これも7)との類似性から韓国でも有感であった可能性が高い。10)は、宇佐美(2003)には該当する地震はなく、JMA 地震月報をみるとやや深発地震を対応させていると思われる。別の地震であろう。11)は、1936 年宮城県沖地震(M7.5)であるが、1978 年宮城県沖地震(M7.4)では韓国で無感であり、これも別の地震であろう。12)は、朝鮮総督府観測所(1943)にほぼ同じ記載があり、両国で有感であったことは明らかである。朝鮮総督府観測所(1943)の記載では「中国地方全部、四国大部分、九州北部、厳原、鬱陵島有感。松江、境港、米子中震、鬱陵島弱震、慶州軽震?、秋風嶺、蔚山微震。」となっている。全体の震度分布図を図 2 に示した。

この他、1700 年宍岐・対馬の地震 (M7) が両国で有感であったと指摘されている(石川ほか,2004)。また、1707 年宝永地震 (M8.5)は済州島で有感であったことが藤田(2002)の資料調査から明らかにされた。さらに、1923 年関東地震(M7.9)についても調べた。朝鮮気象月報(朝鮮総督府観測所,1923)には 1923 年 10 月号に当時機械観測をしていた仁川などの観測点での観測波形についての記載はある。しかし、有感報告は無い。当時の新聞記事でも東亜日報には現地の状況を報じた記事は無く、朝鮮日報の記事(図 3)があるだけである。しかし、この内容は朝鮮気象月報に書かれた仁川観測点での波形記録に関する記述であり、現地が有感であったという記述は見あたらない。また、1946 年南海地震

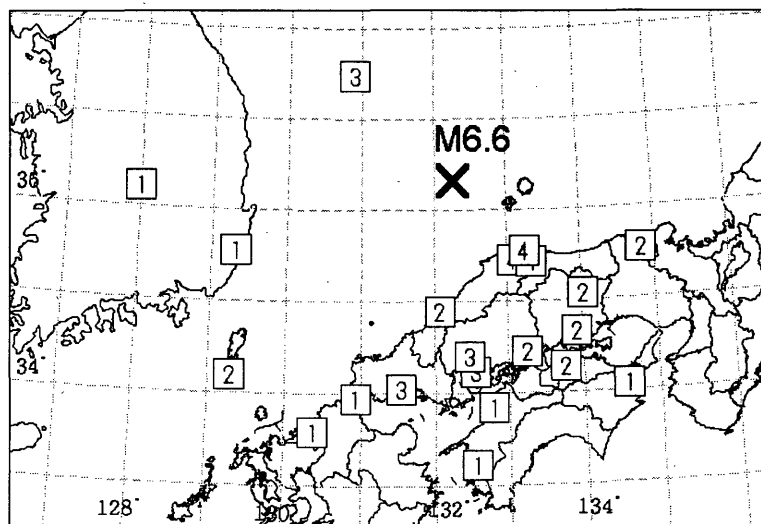


図 2 : 1940 年 8 月 14 日隠岐島西方地震の震度分布図。慶州軽震未記入

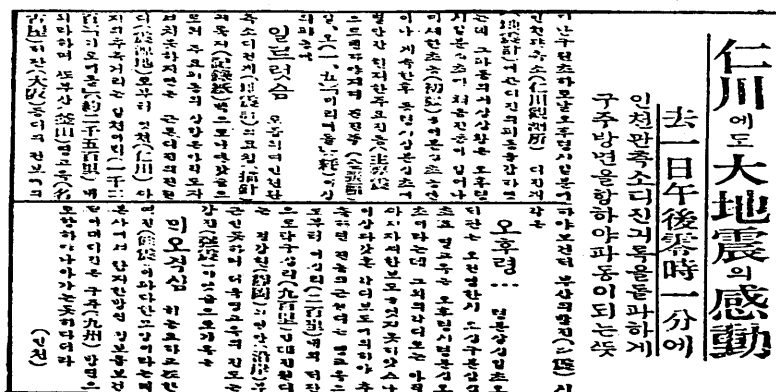


図3：1923年関東地震に関する9月4日の朝鮮日報の記事。見出しは「仁川にても大地震の感動 去一日午後零時一分に仁川観測所の地震計記録が振り切れた」と書いてある。有感ではなく、地震計で観測されたという内容である。

発生年月日	地震名または震源地
1498年07月09日	日向灘？
1700年04月15日	沓岐・対馬
1707年10月28日	宝永地震
1725年11月09日	肥前・長崎
1905年06月02日	明治芸予地震
1922年12月08日	千々石湾
1940年08月14日	隠岐島西方

表3：表1以前に両国で有感であったと思われる地震。

は、韓国南部で有感になった可能性があるが、当時の朝鮮日報、東亜日報を調べた限りでは日本の被害を伝える記事しか無く、現地での有感状況などの記事は無かったので現地は無感であった可能性がある。

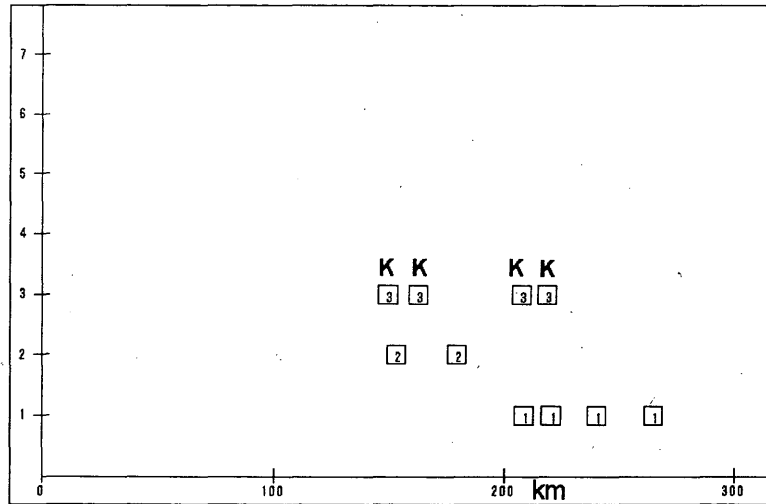
以上の結果、日韓両国で有感であった可能性の高いものを表3にまとめて示した。

3. 韓国での震度の特徴

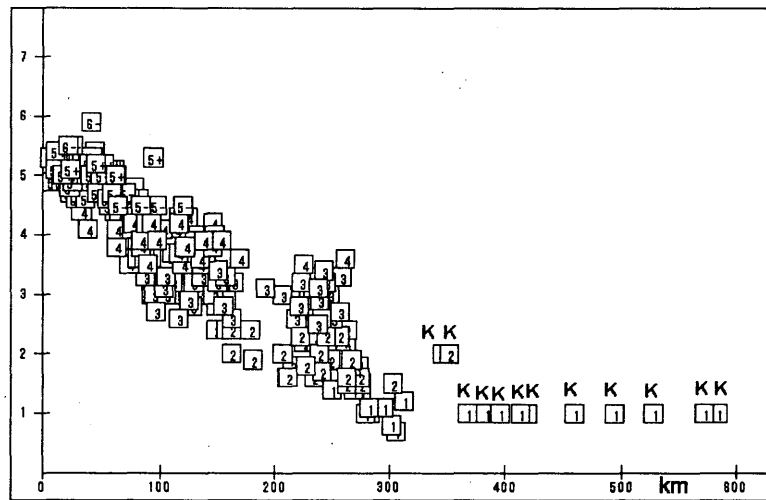
上に韓国内で観測された震度が、同じ震央距離にある日本の観測点での震度より大きい傾向が見られることを指摘した。ここでそれを詳しく検討してみる。

図4a), b)に表1の中の1994年4月22日の地震と2001年3月24日の地震における震度と震央距離の関係を示した。後者については、韓国側への伝搬時の減衰特性をみるため震源から主に北西象限の観測点だけを示した。図中に「K」を付したのが韓国の観測点で、図4a)ではすべて同じ震央距離の日本の観測点より上にあり、震度が大きいことが分かる。2001年芸予地震

では地殻下の減衰構造が不均質で東側への地震波の減衰が小さかったことが知られている(嶺纈・古村, 2002)。これは地震波の減衰が小さい硬いフィリピン海スラブが東側へは地殻直下に存在するため西側に比べ震動が大きかった事が示された。そのため図4b)では、震源から同じ北西方向だけで比べた。すると日本の観測点の有感限界が震央距離400km程度と推定できるが、韓国側では震央距離600km近くまで有感である。このほか図1b)では震央距離が近い山口県や島根県で無感であり、図1d)でもほぼで同じ震央距離で韓国側の震度は大きい。この原因として考えられるのは、1) 震源位置が誤っており、震源がもっと韓国側に近く、結果として間違った震央距離が与えられている場合と、2) 同じ震動でも、KMAの震度がJMAの震度より大きな値があたえられる(すなわち、震度の基準が異なる)場合と、3) 両国の地下構造が異なっていて、特に地震波の減衰構造が異なる場合である。



a)



b)

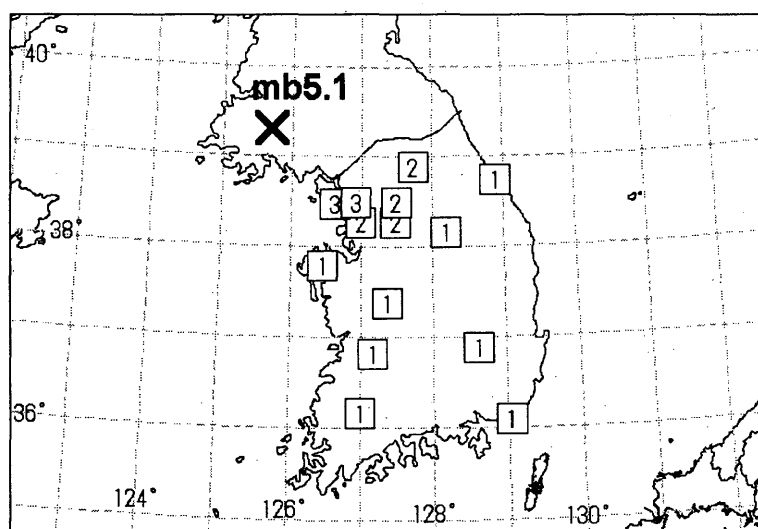
図 4 : 図 a)は、図 1c の 1994 年 4 月 22 日の地震について、図 b)は、図 1g の 2001 年 3 月 24 日の地震について各観測点震度を震央距離と震度の関係で示した。「K」印を付したものは韓国の観測点。どちらの場合も同じ距離にある日本の観測点の震度より韓国の観測点の震度は大きい。

まず 1) については、この付近の JMA 震源決定の誤差はそれほど大きくないことが分かっている (石川ほか, 2002) . また、図 1a)に示した中国海城地震(M7.3)では震源は周辺に展開された地震観測網で決められており位置の誤差は小さいと考えられる。その海城地震で有感範囲が日本まで達しており、その有感距離は 1100km 以上になっているが、規模が似ている鳥取県西部地震(M7.4)の最大有感半径は 600km 程度である。両者の違いは震源位置のズレは原因ではない。更に JMA 観測点が稠密に存在する中で発生した 2001 年の芸予地震 (図 1g, 図 4b) でも韓国側の有感範囲は広く、震源位置が誤っている可能性は否定される。次に

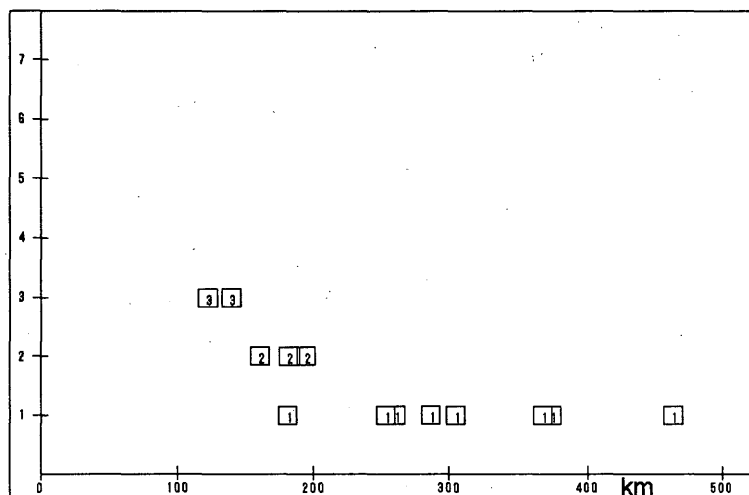
2) の可能性であるが、これを検討するため 2 つのイベント(1982 年 2 月 14 日安岳(Anak)地震と 1996 年 12 月 13 日寧越(Yeongweol)地震)の震度分布図と震度-震央距離の関係を図 5 a,b 及び図 6 a,b で例を示した。M は、観測網が異なることによる偏差を避けるため米国地質調査所の短周期実体波によるマグニチュード mb で前者は 5.1, 後者は 4.8 である。これらを見ると前者は震央距離が 450km を越す範囲まで有感であり、後者も同様か、飛び離れた済州島を除いても 300km を越す範囲で有感である。これは、日本の浅発地震に関する有感半径 (R) と M の市川 (1961) の経験式 ($M = -1.0 + 2.7 \log R$) に適用すると M5.0 で R=167km と

なり、明らかに韓国の方が広い範囲で有感になっている。同じ M でも韓国の方が有感の範囲が広いことは、KMA 震度が大きすぎるわけでは無いことを示している。また、Kyung et al.(1997)が Yeongweol 地震の震央域での最大震度が MM 震度で7であったと報告している。一方、KMA 観測点での最大震度は3であり、KMA 震度が大きすぎることはない。また、Kyung et al.(1997)は、MM 震度での震度-震央距離の関係式、 $I=I_0+1.82249-0.00707*R-0.65295*\ln R$ (R は震央距離, I は震央距離 R の地点の震度, I_0 は震央震度)を求め、MM 震度2でも震央距離300kmを越えることを示して

いる。従って、これらのことを総合すると3)の地殻内での地震波減衰率の違いが原因と結論される。ただ、例外的な地震が一つある。1936年智異山南麓の地震は、M5.3(隼田,1940)、Mw5.1(Shimazaki,1980)である。その有感範囲は半径およそ200km弱と日本の浅発地震と同程度である。しかし、この地震では震央付近だけ震度が突出して大きく狭い範囲で震度5(JMA)が報告された。従って、この地震の震源は同じ地殻内でも極めて浅かったため有感範囲がそれほど広がらなかった可能性がある。



a)



b)

図5 : a)は1982年2月14日安岳(Anak)地震(mb5.1)の震源と震度分布。震度2カンボア未記入。 b)は各観測点震度を震度-震央距離の関係で示した。

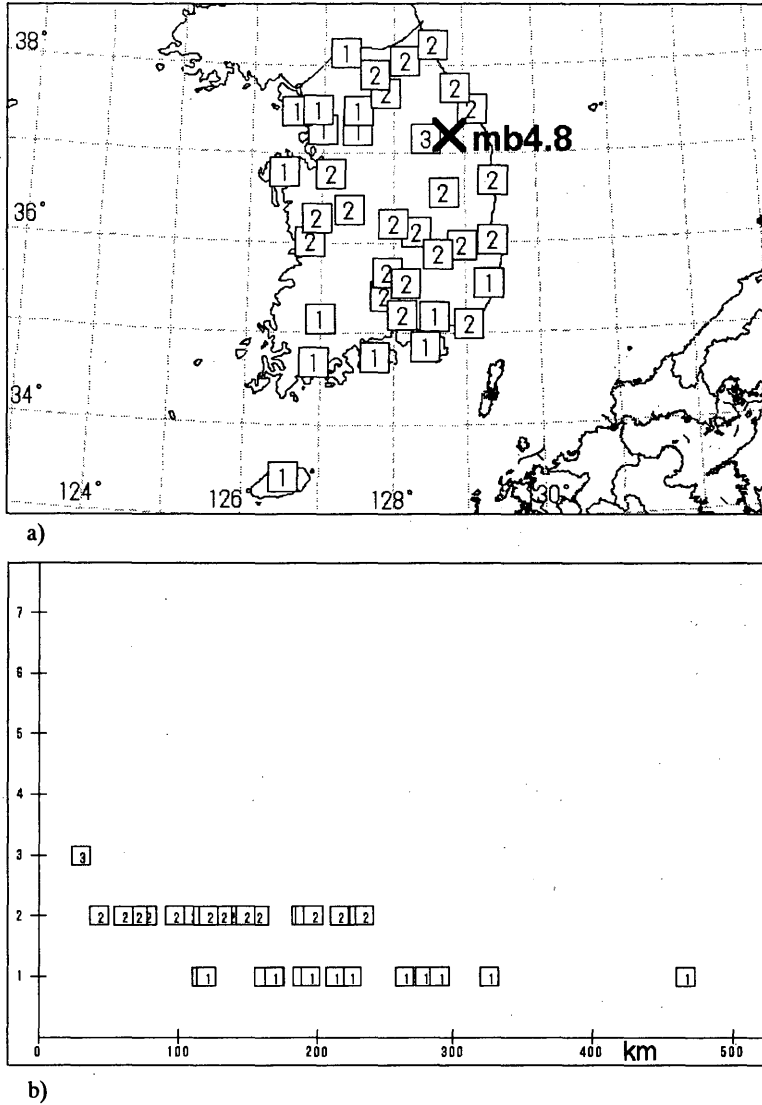


図 6 : a)は 1996 年 12 月 13 日寧越(Yeongweol)地震(mb4.8)の震源と震度分布. 震度 3 : チョンサン, 1 : ホンソン, ポソン, ムアン, アンサン, プチョン未記入. b)は各観測点震度を震度-震央距離の関係で示した.

4. まとめ

日韓両国で有感になった地震を調べたが、観測報告などのある表 1 の 7 イベントの他に表 3 の 7 イベントが可能性の高い候補として残った。それらの震度分布を見ると韓国側の観測震度が日本側より大きくなる傾向が見られた。この原因としては、地殻の減衰構造の違いが原因で、韓国では日本の中国地方西部や九州北部に比べ硬く減衰が小さいと推定された。

最後に、震度分布の表示には石井嘉司氏の開発したソフト「Kaiyukan」を使わせて頂いた。また、韓国の震度階については韓国気象庁の Ryoo Yonggyu 氏に貴重な情報を頂いた。中国遼寧省地震局の呉戈氏と中国地震局の李裕澈氏には貴重な著書を頂いた。ここに感謝いたします。

参考文献

Chu, Kyo Sung and Baag, Chang-Eob, 1996, Seismic effect of the 1975 Haicheng earthquake on the Korean peninsula, Proceeding of 1996 Symposium on Seismology in East Asia(Daejon, Korea), 102-106.
 朝鮮総督府観測所, 1943,
 朝鮮総督府観測所地震年報 : 昭和 15 年, 60pp.
 朝鮮総督府観測所, 1923,
 朝鮮気象月報 1923 年 9 月号.
 中央気象台第三臨時観測所, 1906, 地震報告, 14pp
 津田公地, 1940,
 昭和 11 年 7 月 4 日智異山南麓雙溪寺強震報告,
 朝鮮総督府観測所彙報, No.1, 145-157.
 藤田明良, 2002,

- 文献史料からみた濟州島の 11 世紀噴火 — 東アジア漢文史料の噴火記述に関する予備的考察, 歴史地震, **18**, 149-164.
- 市川政治, 1961,
地震の規模と最大有感範囲, 験震時報, **25**, 83-87.
- 石川有三・高橋道夫・石原和彦, 2002, 韓国気象局地震観測データを用いた気象庁震源の改善と評価, 験震時報, **65**, 154-157.
- 石川有三・秋教昇・全明純, 2004, 1700 年 4 月 15 日老岐・対馬の地震, 地球惑星科学合同学会講演予稿集.
- 国家地震局震害防御司, 1990, 地震工作手冊, 地震出版社, 633pp. (中国語)
- 瀨瀬一起・古村孝志, 2002, 2001 年芸予地震の強震動分布と深部地下構造, 地震 II, **55**, 97-105.
- Korea Meteorological Administration, 2001,
Earthquake Observation Report 1978-2000, 166pp.
- Kyung, Jai-Bok, Lee Kie-wha, and Han Seh-Sub, 1997,
Characteristics of seismic activity in the 20th century and analysis on the damage And intensity of Yeongweol earthquake (December, 13, 1996), Proceeding of Earthquake Engineering Society of Korea Conference-Spring, 77-87 (韓国文, 英文要約).
- Shimazaki K., 1980, Mid-plate, plate-margin, and plate-boundary earthquakes and stress transmission in Far East, Continental Earthquakes (Beijing), 132-146.
- 宇佐美龍夫, 2003, 最新版日本被害地震総覧 (416-2001), 東京大学出版会, 605pp.
- 吳(Wu)戈・劉昌森・耀文杰・江在雄・吳鎬, 2001, 黄海及其沿岸歴史地震編目与研究, 地震出版社, 152pp (中国語)