

○參照第六

地震動ノ「強度」ト被害トノ關係即絕對的震度階ニ就キテノ
調査及報告候也

明治三十一年三月廿八日

委員 大 森 房 吉

震災豫防調査會長理學博士菊池大麓殿

茲ニ論述スルハ去ル明治廿四年十月廿八日濃尾大地震調査中
ノ一節ニシテ震後直チニ東京ヲ發シテ二ヶ月間震災地ヲ巡廻
シ翌年八月ヨリ九月ニ掛ケテ一ヶ月間再ビ出張シ都合三ヶ月
間調査ニ從事シタル余ガ觀察ノ結果ニ基キタルモノナリ
各地ノ震度ヲ比較スルニ例之ハ單ニ全潰セル家屋數ノ多寡ヲ
用井レバ往々誤謬ニ陥ルコトアリ又諸種ノ構造物ノ震害ヲ受
ケタル場合ニ於テ地震動ノ強度ヲ絕對的ニ測定シ得ルニ非サ
レハ其構造物ノ耐震力ニ就キテ適當ノ判斷ヲ下スコト困難ナ
ルヘシ即工學者ニトリテ最有用ナルハ地震動ノ強度ヲ絕對度
量ニテ計算シタルモノト構造物被害ノ程度トノ關係ヲ示スニ
アリ

茲ニ「強度」ト稱スルハ地震動ノ損害ヲ起シ得ヘキ能力ヲ云フ
ナリ

余ガ結果ヲ述ブルニ先チ參考ノ爲メ從來世間ニ用井ラル、比
較的震度階ナルモノヲ記スベシ

歐米諸國ニ於テ一般ニ用井ラル、「ロッシ」及「フォーレル」
兩氏震度階ニハ一ヨリ十迄ノ階級アリテ其定義ハ左ノ如シ

一、極微震、單ニ一個ノ驗震器或ハ同シ構造ヲ有スル數個
ノ驗震器ニ依リテ記録セラルドモ必ズシモ諸種ノ驗震
器ニハ感ズルコトナク又單ニ經驗アル觀測者ノミ報告ス

ルニ止ル

二、諸種ノ驗震器ニ感シ又稀ニ靜止セル人ノ其震動ヲ感知シ得ルモノ

三、靜止セル人ノ數多ヨリ報告シ來リ震動時間或ハ震動方向ヲ知り得ルモノ

四、運動シ居ル人々ヨリ報告シ來リ家具、戸、窓等ノ動搖、天井ノ裂罅ヲ生ズルニ至ルモノ

五、凡テ人ノ感知スル所トナリ家具ノ動搖アリ、呼ビ鈴ノ鳴ルニ至ルモノ

六、寢者モ一般ニ覺眠シ、呼ビ鈴ノ鳴リ、蠟燭吊ノ振搖、柱時計ノ止リ、樹木ノ動搖等アリ人民或ハ戶外ニ走ルニ至ル

七、座リノ惡キ物品ハ倒レ、壁ヨリ白堊ノ落下、寺院鐘ノ鳴響等アリテ一般ニ恐懼ヲ來セドモ建築物ニハ被害ナキモノ

八、烟突ノ落下、建築物ノ壁ニ裂罅ヲ生ズルニ至ルモノ

九、家屋ノ一二ハ一部分或ハ全ク破壊スルニ至ルモノ

十、大慘狀ニ及ビ、岩石ノ落下、地面ノ龜裂、山崩レ等ヲ生ズルニ至ルモノ

右ノ震度階ハ言フ迄モ無ク單ニ比較的ノモノニシテ無論日本

ニ適用スルコト能ハズ即日本ニテハ家屋其他トモ歐米ニ於テルトハ大ニ異ナレバナリ且震度階ヲ完全ナラシムルニハ第十級ノ上更ニ數級ヲ加フルヲ要ス例之ハ濃尾地震等ニ就キテ見ルニ山腹ノ崩壞、岩石ノ落下、土地ノ龜裂等ノ現象ハ震度ノ非常ニ激カラザル場所ニ於テモ起ルモノナレバナリ

我中央氣象臺所用ノ方法ハ一般人民ヨリノ報告ヲ區分スルノ目的ニ出デタル故地震計上ノ觀測ニハ依ラズシテ單ニ地震ヲ微、弱、強、烈ノ四類ニ分チ其定義ハ左ノ如シ

一、微震、人々一般ニ單ニ小震動アルヲ感シ得ル迄ノ程度トス

二、弱震、震動稍々強クレドモ人々戶外ニ走リ出ヅル程ノ強サニ達セザルモノ

三、強震、震動強クシテ家具ノ轉倒、振子時計ノ止リ液体ノ溢出等アリテ人々多クハ戶外ニ走リ出ヅルニ至ル程ノモノ

四、烈震、大震ニシテ建築物ノ大破損或ハ全潰、地面ノ龜裂、山腹ノ崩壞等アルニ至ルモノ

米國カリフォルニア州リック天文臺長「ホルデン」氏ハ千八百八十八年迄ニ出版セラレタル各種ノ材料ヨリ（首トシテ日本ニ於ケル研究ニ關スルモノヨリ）前記ノ「ロッシ」及「フォーレ

ル」兩氏震度階ノ各級ヲ絶對度量ニテ示サン爲メ左ノ如キ表ヲ作レリ

震度階	震度	加速度(一秒ニ付キ)
1	20	耗
2	40	
3	60	
4	80	
5	110	
6	150	
7	300	
8	500	
9	1200	
10		

前表中震度ヲ示ス數ハ地震動ヲ單一弦運動ト見做シテ其振動期及震幅ヨリ計算シタル最大加速度ナリ

余ノ考ニテハ最大加速度ナル數ヲ以テ地震動ノ強度即震害ヲ生シ得ベキ能力ヲ示スノ方法ハ小地震即震幅ノ小ナルモノ(「ロッシ」、「フォレル」兩氏震度階)ヨリ六ニ至ル迄ノモノ、如キ)ニ就キテハ殆意味ノ無キモノナルベシ何トナレバ震幅小ナル場合ニテモ振動期非常ニ急ナレバ最大加速度ハ大數トナルベクレトモ震幅小ナルニ於テハ例之バ震幅ノ一或ハ二耗或ハ一耗ノ分數ニ過キザルトキハ通常ノ築造物等ニ損害ヲ及

ボスコト無カルベシ好例ハ瀛車ノ進行或ハ大砲ノ發射等ノ爲メニ起レル微動ノ震害ヲ及ボスコトナキガ如シ故ニ小地震ノ強度ヲ單ニ其最大加速度ニテ示スハ震害ノ有無ノ點ヨリ云ヘハ全ク無用ノ事ナルニ似タリ

之ニ反シテ強震以上大地震即震幅ノ大ナル場合ニ於テハ最大加速度ハ能ク震動ノ強度ヲ示スモノナルガ如シ濃尾激震地ニ於ケル震動ノ最大加速度及震幅ニ就キテハ既ニ日本地震學雜誌第三卷「物体ノ轉倒ニ就キテ」ト題スル論文及伊國地震學會雜誌第二卷「濃尾大地震ノ震動ノ強サ及ビ震幅ノ大サニ就キテ」ト題スル論文中ニ論述シタルコトアレバ茲ニハ略ス次ニ記スベキ余ガ調査ノ結果ハ強震以上ノミニ限り即強震以上最激震ニ至ル迄ヲ便宜ノ爲メ七級ニ分チテ左ノ如キ水平地震動ノ最大加速度ト其ニ對スル損害ノ程度トヲ示セル大地震ノ絶對震度階ヲ作レリ勿論日本國ニノミ應用シ得ベキモノト知ルベシ

一、地震動(水平動、以下同シ)ノ最大加速度一秒時ニ付キ三百耗ニ達スレバ震動ノ強キガ爲メ人々皆戶外ニ逃出スルニ至リ粗末ナル煉瓦壁ニ小龜裂ヲ生シ、古土藏ノ白堊土ハ少ク震リ落サレ、棚上ニアル小瓶或ハ類似ノ物品ハ倒レ或ハ落下シ、木製家屋ハ頗ル振り搖カサレテ音響ヲ發シ、樹木ハ見得ベキ

迄動搖シ、池水ハ岸ヨリ土ノ其中ニ搖リ落サレ或ハ底ヨリ泥ノ振盪セラル、爲メニ少ク濁リテ帶ブルニ至リ、往々下ゲ振リ時計ノ止リ、土器ノ破損等モアリ稀ニハ非常ニ缺點アル製造所ノ煙突ノ一二破損スルモノモアルベシ

二、地震ノ最大加速度一秒ニ付キ凡九百耗ニ達スレバ屋壁ニ裂罅ヲ生ズルニ至リ、木製ノ古屋ハ少ク其垂直ノ位置ヨリ外レテ傾斜ヲ呈スルモノモアレドモ全潰スルニ至ルモノ無シ、造リ立テノ惡キ墓石、石燈籠ハ倒ル、又稀ニハ鑛泉、温泉等ニ異狀ヲ呈スルコトモアルベシ但製造所煉瓦烟突ハ通常ノ場合ニハ未ダ破壊セラル、ニ至ラズ

三、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ二千二百耗ニ達スレバ製造所煉瓦烟突ノ破壊セラル、モノハ其全數ノ四分ノ一ニ及ビ構造ノ粗惡ナル煉瓦家屋ハ半潰或ハ全潰スルモノアルベキが通常ニ意ヲ用井テ造レル煉瓦家屋ノ損害ハ壁ニ少ク裂罅ヲ生ズル位ニ止マルベシ、一二腐朽セル木造家屋及納屋ノ類ハ全潰シ、古クシテ弱キ木橋ハ少ク損害ヲ受クルコトモアリ、墓石及石燈籠ハ倒ル、モノアリ、障子紙ノ破レ及木造家屋ノ屋根瓦ノ擾亂セラル、コトモアリ又稀ニハ岩塊ノ山腹ヨリ落下スルコトモアルベシ

四、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ二千耗ニ達スレバ製造所

煉瓦烟突ハ悉皆破壊セラレ、通常ノ煉瓦家屋ハ半潰或ハ全潰トナルモノ多ク、木造家屋中ノ幾分ハ全潰トナリ其他ノ場合ニテモ雨戸、障子ハ大抵敷居ヨリ脱出スベシ、低濕ノ地若クハ河岸ニ沿フテハ幅二三寸ノ地割ヲ生シ、鐵道及通常堤防ハ處々ニ小破損ヲ來タシ、木橋ハ多少損害ヲ受ク通常ノ石燈籠ハ倒ル、ニ至ルベシ

五、地震動ノ最大加速度一秒時ニ付キ二千五百耗或ハ二千六百耗ニ達スレバ通常ノ煉瓦家屋ハ皆非常ノ損害ヲ受ク、木造家屋ノ全潰スルモノモ其全數百分ノ三ニ及ブベシ、寺院ノ一二ハ全潰シ、堤防ハ余程ノ損害ヲ受ク、鐵道線路ハ少ク屈曲スルニ至リ、通常ノ墓石ハ倒レ、石垣ハ處々破損ヲ蒙リ、河岸ニハ幅一二尺ノ地割ヲ生シ、川及堀内ノ水ハ岸上ニ打上ゲラレ、大抵ノ井ニハ異狀ヲ呈シ、又山崩レヲ生ズルコトモアリ

六、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ四千耗ニ達スレバ寺院ハ大抵全潰シ、木造家屋ノ全潰スルモノ其全數百分ノ五十乃至八十二ニ及ブベシ、堤防ハ殆片々ニ破摧セラレ、田圃ノ中ヲ通シテ作レル道路ハ非常ナル龜裂及陷落ノ爲メ馬車ヲ通ズ可カラザル程ニ至リ、鐵道ノ軌線ハ非常ニ屈曲セラレ、堅牢ナル鐵道橋モ破壊シ、木橋ハ半潰或ハ全潰トナリ、座リノ能キ墓

石モ皆倒レ、時トシテハ幅數尺ノ地割ヨリ砂及水ノ多量ヲ噴出シ、田畠ニ埋メアル土瓶モ總テ破損シ、樹木野菜ノ根ニ接スル土壤ノ非常ニ震盪セラレタル爲メ土トノ接觸ヲ害シテ爲メニ枯死スルモアリ、低濕ノ地殊ニ田圃ノ如キハ非常ニ震リ搖カサレテ地面ハ水平並ニ上下ノ方向ニ於テ少ク移動ヲ示シ、夥キ山崩レヲ生ズベシ

七、地震動ノ最大加速度一秒ニ付キ四千耗ヨリ遙ニ大ナルニ至レバ處々甚キ山崩レヲ生ジテ山腹ハ殆全ク赤赭トナリ、建築物ハ少數ノ木造家屋ヲ除クノ外ハ皆全潰トナリ而シテ此等ノ僅ニ全潰セザリシ建物モ其土臺石ヨリ一尺乃至三尺モ移動スルコトモアリ、又地面ニハ著キ斷層其他ノ地變ヲ生ズルニ至ルベシ

上文中地震動ノ最大水平加速ナル數ハ地動ノ全ク水平動ノミヨリ成レルモノトノ假想ニ依リテ計算シタル結果ナルガ此假想ハ一般ニ非常ニ震央ニ近カラザル地方即上下動甚ク大ナラザル處ニ於テハ物理的意義上格別ノ誤リヲ生ズルコトナカルベシ即實際ニ存スル上下動ヲモ參考シテ計算シタル場合ト結果ニ於テハ大差ナカルベシ例之バ濃尾大地震ノ際名古屋ニ於ケル地動ノ最大加速度ハ此假想ニ依リテ一秒ニ付キ二千六百耗ト測定セリ而シテ當時名古屋測候所据付ケ地震計記録ヲ

見ルニ上下動ハ單ニ初發ヨリ第十秒目迄、水平動ハ同ク第五秒目迄ヲ記録シ得タルノミナルガ其上下及水平動ノ大サハ零一ト三トノ割合ナリ今名古屋ニ於ケル最大上下動ト最大水平動トハ同瞬間ニ起リテ其比ハ同ク一ト三ナリシト假定スレバ地震最大動ノ方向ハ地平面ト二十度ニ近キ傾斜ヲナシ其實際ノ水平加速度ハ前記二千六百耗ニ零二百耗ヲ増シ或ハ減シタルモノナルベシ即假定ノ上下動アルガ爲メニ二千六百耗ニ二百耗ヲ増シ或ハ減シタル丈クノ水平加速度ニテ單ニ水平動ノミ存スル場合ノ二千六百耗ナル加速度ト同様ノ結果ヲ來タスベキナリ

上記絕對大地震々度階ト「ロッシ」「フォレル」兩氏震度階及中央氣象臺所用震度區分方トノ關係ハ次表ニ示ス如シ

絕對大地震々度階	中央氣象臺所用ノ方法	「ロッシ」「フォレル」兩氏震度階
速度付 一秒ニ 加一	微	I II
	弱	III IV V
(1)300 耗	強	VI VII
(2)900 (3)1200 (4)2000 (5)2500 (6)4000 (7)∞ 000	烈	VIII IX X

(∞ 4000ハ4000耗ヨリ遙ニ大ナル記號ナリ)

茲ニ注意スベキハ地震動ノ最大加速度ハ震害ノ程度ヲ示スモノナレドモ必ズシモ其多寡ニハ比例セザルコトアリ即濃尾地方諸町村ニ於ケル全潰セル通常住家(木製家屋)數ト最大加速度トノ關係ハ平均セル所大凡左ノ如クナリシ

一 町村內全潰家屋數 水平地動最大加速度

(一) 百分ノ二乃至三 一秒ニ付 二千六百耗

(二) 百分ノ十五 三千四百耗

(三) 百分ノ五十 三千九百耗

(四) 百分ノ八十 四千五百耗

(五) 百分ノ百 無限

前表中(五)ニ家屋全數ノ全潰ニ對スル加速度ヲ無限トセルハ家屋數夥多ナルニ於テハ其中ノ幾分ハ如何ナル大震ニテモ全潰セザルベシトノ意義ナリ例セバ濃尾地震ノ節美濃根尾谷水鳥村及黒津村ニハ地面ニ著キ斷層ヲ生ジタレドモ全潰ニ至ラザル家屋アリシ