

○地震動ニ關スル調査

別紙地震動ニ關スル事項ノ調査報告提出候也

明治三十六年三月

委員理學博士 大森房吉

震災豫防調査會長 工學博士眞野文二殿

地震動ニ關スル調査

委員理學博士 大森房吉

一 緒言、震災豫防ニ關スル諸種調査ノ目的ハ構造物ノ震害ヲ輕減スルコトト、大地震ヲ前知スルコトニアリ而シテ此等兩種ノ調査ヲ遂行スルニ就テハ地震動ノ性質ヲ審ニスルコト最緊要ナリ、即チ地震ノ調査ハ大體左ノ三項ニ歸着スベシ

(甲) 地震動ノ性質

(乙) 構造物ノ震害ヲ輕減スルコト

(丙) 地震ノ前知

本報文ハ上記ノ(甲)地震動ノ性質ニ關スル事項ヲ蒐集セルモノナリ

下文中本會報告中ヨリ引用セル所少ナカラズ又圖畫ノ如キモ重複ヲ厭ハズ再ビ載セタルモノアルハ本篇中ニ要用ナル事項ヲ成ルベク網羅シテ參照ノ便ニ供セントスルノ主意ニ出デタリ

二 地震并ニ應用地震學ノコト、地震トハ地殼中ニ原動點ヲ有スル多少急激ナル波動ヨリ成リ、原動點ヨリ四方ニ傳播シ數秒間乃至數時間繼續シ次第ニ微弱トナリテ終ニ靜止スルモノナリ

地震ハ地殼ノ冷却シテ收縮スルニ起因シ地殼中ニ於ケル力ノ

分布ガ等一ナラザル爲メ種々ノ歪ヲ生ジ時ヲ經ルニ從ヒ次第ニ其ノ大サヲ増シ、限界ニ達シテ急激ナル地殻ノ變動ヲ來タスニアリ、換言スレバ、地下ニ弱點ノ存在スルモノアリテ、終ニハ地殼中ニ於テ曲リ、挫折、陷落等ノ結果ヲ來タシ、或ハ地下壓力ノ變化ニ伴ヒ瓦斯若クハ蒸氣ノ作用ニ依リテ急ニ地下ニ裂罅ヲ生ジテ地震ヲ起コスニ至ルモノナルベシ又火山ノ爆裂ニ伴ヒ地ニ激動ヲ與ヘテ地震ヲ起コセドモ此ノ場合ニハ地變ノ勢力ハ其ノ大部分ガ爆裂ニ消費セラル、ヲ以テ地震ハ微ナルヲ常トス」抑々地殼ハ一ノ彈性物體ナレバ一般ニ斷エズ幾分カノ運動ヲ呈スルモノト假定セザルヲ得ズ、而シテ實驗ニ徵スルニ東京ノ土地ノ如キハ實ニ常ニ多少動搖スルコトヲ知レリ、蓋シ吾人ノ感覺ニ觸ル、地震ナキトキハ地殼ハ全ク靜止スト想像スルハ大ナル誤リニシテ、即チ地殼中ニ發スル多少急激ナル變動(地震)ノ外ニ地ハ屢々極小ノ微動ト、緩慢ナル振動ト、并ニ傾斜動トヲ呈スルコトアリ、且ツ大地震ナレバ全地球上ニ傳播スルヲ以テ鋭敏ナル器械ヲ以テ驗測スレバ遠地大地震ノ餘波ガ數時間繼續スルコトヲ認メ得ベシ、而シテ應用地震學ニ於テハ單ニ此レ等諸種ノ地動ノミナラズ人工的(例之バ火藥ノ爆發、瀛車ノ通過等)ニ起レル土地ノ震動、并ニ地震及ビ他ノ原因ヨリ起ルベキ構造物ノ振動(例

之バ瀛車、鐵道橋梁ノ振動等)ヲモ論ジ、又器械的ニ地震ニ類似セル振動ヲ生セシメテ諸種ノ構造物雛形ノ耐震的實驗ヲ行フガ如キ最モ緊要ナル研究ナリトス

三 普通地震、大地震、感覺ナキ地震(震動ノ強弱)

地震動ヲ其ノ強サニ從ヒ便利ノ爲メ左ノ三種類ニ分ツベシ

(イ) 普通地震 普通ノ地震ニシテ格別ノ大震害ヲ生ズルニ至ラザルモノ以下ヲ謂フ、此ノ種ノ地震ヲ更テニ「微震」、「弱震」、「強震」、ノ三類ニ分ツ、微震トハ單ニ吾人ノ地震ナルヲ覺知スルニ止マリ、其ノ震度ノ小ナルモノ、弱震トハ震

動較ク強クシテ家屋ヲ動搖スルニ至ル程ナレドモ少シモ被害ナキモノ、又強震トハ震動激シクシテ人々一般ニ戶外ニ

逃出スルニ至リ、屋壁ノ小龜裂、棚上ノ器物ノ轉落、下ケ振

リ時計ノ停止等ノ如キ小損害ヲ生ズルモノヲ謂フ此ノ微、

弱、強震ノ區分法ハ中央氣象臺所定ノ震度階ナリ

(ロ) 大地震 震動激烈ニシテ家屋ノ大破損、土地ノ龜裂陷落、

人畜ノ死傷等アルモノ以上ノ地震ヲ謂フ

(ハ) 感覺ナキ地震 振動ノ極メテ小ナル爲メ或ハ其ノ性質ノ

非常ニ緩慢ナルガ爲ニ吾人ノ感覺ニ觸レザルモノヲ謂フ、

即チ極微ノ地震若クハ遠距離ニ發セル大地震ノ餘波ナリ

構造物等ニ多少ノ損害ヲ與フル地震ハ勿論第一種第二種ノ地

震ニ屬ス

ニ屬ス

ニ屬ス

震ニシテ、第三種ノモノハ直接ノ關係ハ無カルベキナリ

四 地震ノ數 我邦ニ於テ一般地震報告ノ制ヲ定メラレタル

ハ明治十八年ニシテ地震ヲ觀測シ若クハ之ヲ報告スル個所、即チ中央氣象臺、各測候所、郡役所、村役場等ノ數ハ明治三十四年末ニ於テ千六百ニ達セリ、而シテ此等ノ個所ヨリノ報告ノ結果ニ依レバ日本全國ノ地震數ハ明治十八年ヨリ同三十二年迄十三ケ年ニ於テ合計一萬七千七百五十回ヲ算シ、毎年ノ回數ハ最少四百七十二回(明治十九年)乃至最多二千七百二十九回(明治二十七年)ニシテ平均一ケ年ノ地震回數ハ千三百六十五回トナル

中央氣象臺ニ於テ東京地震ノ驗測ヲ開始セラレタルハ明治九年ニシテ、同年ヨリ明治卅四年末迄二十六年間ニ合計二千四百八十五回ヲ觀測シ毎年ノ回數ハ最少三十二回(明治十六年)乃至最多二百二十五回(明治二十九年)ニシテ平均一ケ年ノ地震回數ハ九十六回トナル

上記セル地震回數ノ大部分ハ、全ク器械ニ依ラザル觀測、若クハ普通地震計ヲ以テ驗測セル結果ナレバ、主トシテ近地ニ發セル地震、及ビ震動ノ寧ろ強キモノノ數ト知ルベシ、充分鋭敏ナル地震器械ヲ以テ日本各地ニ於テ調査スレバ大小、遠近ノ地震ハ非常ナル回數ニ達スベキナリ、例セバ東京ニテ

描針ノ倍數十倍内外ナル地動計ヲ以テ一ケ年約四百回ノ地震ヲ觀測シ得ベシ

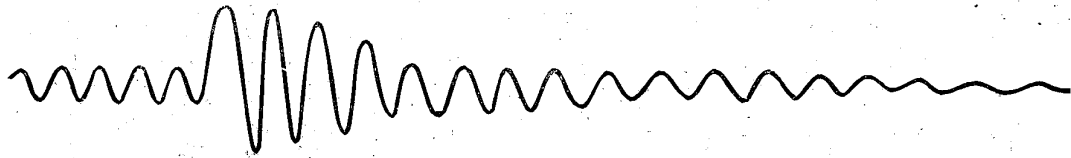
五 地震動ノ模樣 地震ハ地殼ノ波動ニシテ、地震ノ少シク

大ナル場合ニハ、其ノ震原ニ於テハ振動期及ビ振幅ノ異ナル數種類ノ波動ヲ同時ニ發起スベク、實地驗測ノ結果ニ依ルニ振動期ハ一秒以下ヨリ數秒、數十秒、若クハ一分以上ノモノアリ、然ルニ地震波ハ中心ヨリ地殼中ヲ傳播スルニ從ヒ地殼ノ彈性ガ完全ナラザルガ爲ニ次第ニ其ノ勢力ヲ消費スベク、此ノ効果ハ振動期ノ短ナル振動ニ付キテ最顯著ナルベシ、即チ短振動期ノ振動ハ震原ニ近キ場處ニ於テノミ存スレドモ、長振動期ノ振動ハ遠距離ニ傳播スベシ、換言スレバ震原ニ近キ場處ニ於テハ震動急激ナレドモ、距離ヲ益スニ從ヒ次第ニ緩慢トナリ、終ニハ吾人ノ感覺ニ觸レザルニ至ルベシ、普通ノ地震ト遠地ヨリ波及シ來レル感覺無キ地震ト區別アルハ此ノ理ニ由ルモノナリ、故ニ吾人ノ感ズル地震動、若クハ普通地震計ノ記録スル地震動ハ一地震中ノ急激ナル部分ノミヲ示スモノナリト知ルベシ

地震動ハ多少ノ時間繼續スルモノナルガ震動ノ順序ハ震原ノ遠近、地震ノ大小ニ關セズ常ニ左ノ三大部分ニ區別シ得ベシ

(甲) 初期微動 地震ノ初メニ起ル震幅ノ小ナル微動ニシテ其

第一圖



ノ振動期ハ通常短ナルモノナリ
 (乙) 主要部 初期微動ニ續キ來タル
 震動ニシテ振幅ノ大ナル振動ヨリ成
 ル、即チ一地震中ノ最モ強キ部分ヲ
 云フ
 (丙) 終期 主要部ニ續ク弱キ振動ニ
 シテ地震終局ノ部分ヲ稱ス
 (上圖ハ地震動ノ式圖ニシテabハ初
 期微動、bcハ主要部、cdハ終期ナリ)
 本報文中「振幅」ト稱スルハ地震實動
 ノ二分一ニシテ「全振動」ト稱スルハ
 即チ實動ナリ又「振動期」ト稱スルハ
 往復振動期ノ意義ナリ
 又屢々主要波動(緩動ト稱シタルコ
 トモアリ)及細微動(小波動ト稱シ
 タルコトモアリ)ナル語ヲ用キタル
 ガ其ノ定義ハ左ノ如シ
 主要波動トハ一地震中ノ主要ナル種
 類ノ波動ニシテ其ノ振動期一秒内外
 ヨリ約二秒ニ及ブモノヲ云フ

細微動トハ急激ナル小振幅ノ運動ニシテ其ノ振動期ガ〇、一
 秒乃至約〇、五秒ノモノヲ云フ」局部小地震ハ往々全ク細微動
 ノミヨリナルコトアリ、又強震ニ至リテハ所謂細微動ノ全振
 幅ガ數「ミリメートル」ニ達シテ頗ル大ナルコトモアリ
 六 地震動驗測ノ結果 「グレー」「ミルン」式地震計若クハ
 「ユーイング」式地震計ヲ使用シテ得タル地震驗測ノ例トシテ
 東京(一)一ツ橋外及(二)本郷(大學構内)(三)中央氣象臺(四)陸中國宮
 古測候所(五)京都測候所ノ五ヶ所ニ於ケル成績ノ摘要ヲ次ニ示
 ス、東京ハ大ナル平原ノ中ニアリ、就中一ツ橋外ハ極メテ柔
 軟ナル卑濕ノ土質ニシテ約一丈ノ深サニ於テ薄キ貝殻ノ層ア
 リ、此ニ反シテ本郷ハ高臺ニシテ堅固ナル赤土ノ土質ナレバ
 此ノ兩個所ハ地震ニ關シテハ各々最弱ト最良(非岩石地トシ
 テ)ノ場所ト謂フベシ、又中央氣象臺ハ舊江戸城跡(竹橋内)
 内ニアリ元ハ沼地ナリシヲ嚴重ニ石垣ヲ築キ埋メ立テタルモ
 ノナレバ堅固ナル築地ノ例ト見做スベキナリ、宮古測候所ハ
 宮古町ト鍛ヶ崎町トノ間ナル古生統岩石ノ小岬上ニシテ海面
 ヨリ約三十米突ノ高サニアリ、京都測候所ハ鴨川ノ廣キ谷地
 ニアリテ表面土質ハ砂層ナレドモ割合ニ薄ク其下ハ岩石ナリ
 此ノ如ク上記ノ五ヶ所ハ地形土質ニ於テ各相異ルヲ見ルベシ
 普通地震計ニテハ振動期ガ二秒或ハ二秒半以上ナル緩慢ノ地

震動ヲ満足ニ驗測セルコト能ハズ(地動計ヲ用キレバ充分ニ
 驗測スルコトヲ得)故ニ下條普通地震動驗測ノ結果ヲ記述ス
 ルニモ凡テ振動期ノ二秒以上ニ及フモノヲ除去シタリ

七 一ツ橋外地震驗測

(イ) 故關谷博士ガ明治十八年九月ヨリ同廿年八月ニ至ル二年
 間一ツ橋外ニ於テ「ユーイング」式地震計ヲ以テ地震ニ就キテ
 得ラレタル平均結果ハ左ノ如シ(理科大学紀要第二冊)

水平動(九十五回地震ノ平均)

最大動 〇、七三「ミリメートル」

最大動ノ振動期 〇、九六秒

震動ノ繼續時間 百十七秒

上下動(二十八回地震ノ平均)

最大動 〇、一八「ミリメートル」

最大動ノ振動期 〇、五六秒

震動ノ繼續時間 四十二秒

(ロ) 明治廿年九月ヨリ同廿二年八月迄約二ケ年間ノ地震ヲ平
 均シタル結果ハ左ノ如シ(本委員提出本會歐文報告第十號、第
 十一號參照)

水平動(六十四回地震ノ平均ニ依ル)

繼續時間 百〇一秒

最大動 〇、七〇「ミリメートル」

最大動ノ振動期 〇、七七秒

全上ノ最大速度 一秒ニ付キ二、四「ミリメートル」

全上ノ最大加速度 一秒ニ付キ二十「ミリメートル」

平均振動期 〇、七六秒

上下動(十回地震ノ平均ニ依ル)

繼續時間 五十八秒

最大動 〇、二二秒

全上ノ振動期 〇、五四秒

平均振動期 〇、五三秒

此ノ如ク一ツ橋外ニ於テハ水平、上下兩動ノ場合共ニ平均ノ
 結果ニ最大動ノ振動期モ平均振動期モ全ク同一ナルヲ見ルベ
 シ」平均振動期ト稱スルハ一地震中多數ノ波動ニ就キ平均シ
 テ得タル振動期ナリ
 一ツ橋外ニ於ケル水平地震動ノ振動期ハ殆ンド不變ナリ即チ
 其ノ振動期ハ各地震ノ大小若クハ震原地ト東京間ノ距離ニ關
 スルコトナクシテ全ク一ツ橋外ノ土地自己ニ固有ナルモノノ
 如シ蓋シ他ノ柔軟ナル土地ニ於ケル場合モ亦之ニ類似ノ現象
 ヲ呈スルナラント思ハル(上下動モ同様ノ性質ヲ有スルナラ
 ンガ觀測ノ數少ナキヲ以テ一般ノ結論ヲナスヲ得ズ)

八 本郷地震驗測

明治廿年九月ヨリ同廿二年八月迄ニ本郷ニテ「ユーイング」式地震計ヲ以テ驗測セル五十八回ノ地震ニ關スル平均結果ハ左ノ如シ(本會歐文報告第十號、第十一號參照)

水平動繼續時間 九十六秒

最大水平動 〇、七九「ミリメートル」

上下動繼續時間 五十一秒

最大上下動 〇、二二「ミリメートル」

振動期ハ一ツ橋外ニ於ケル如ク齊一ナラズシテ數種類ノ波動ヨリ成ル、其ノ振動期ハ諸地震ヨリ平均スルニ左ノ如シ

水平動

最大動ノ振動期 〇、二六秒 〇、六〇秒 一、二五秒 二、六秒

平均振動期 〇、二二秒 〇、五七秒 一、一八秒 二、二秒

總テノ種類ノ波動ヨリ平均スレバ〇、八〇秒ナル振動

期ヲ得

上下動

最大動ノ振動期 〇、二五秒 〇、四六秒 〇、九一秒

平均振動期 〇、二〇秒 〇、四一秒 〇、六三秒

以上數種ノ振動期中最屢々現出スルハ水平動ノ最大動振動期ニ於テハ〇、六〇秒同平均振動期ニ於テハ〇、五七秒ノモノニ

シテ、上下動ノ最大動振動期ニ於テハ〇、二五秒、同平均振動期ニ於テハ〇、二〇秒ノモノナリ又細微動ノ平均振動期ハ二十回地震ニ就キテ計リタルガ〇、一七秒乃至〇、四九秒ニシテ凡テ平均スレバ〇、二三秒ナル價值ヲ得、又細微動ノ最大動ハ明治二十二年二月十八日地震ノ場合ニ於テハ東西ノ方向ニ二、四「ミリメートル」ニ及ベリ

九 水平動ト上下動トノ比 前章ニ與ヘタル結果ニ依リ一ツ橋外ト本郷トニ就キテ各別ニ水平動ト上下動トヲ比較スレバ左ノ如シ

第一表 水平動ト上下動トノ比

觀測地	一橋外	本郷
震動繼續時間	二、三ト一トノ割	一、九ト一トノ割
最大動	三、六 全	三、六 全
最大動振動期	一、四 全	二、四 全
平均振動期	一、四 全	二、九 全

(本郷ニ於ケル振動期ノ比較ハ最屢々現出スル振動期ニ就キテ比較セリ)

此ノ如ク東京ノ普通地震ニ於テハ水平動ハ上下動ヨリモ約二倍長ク繼續シ、且ツ水平振動ハ上下振動ヨリモ約四倍大ナリ、

之ニ反シテ水平動ハ緩慢ニシテ其ノ振動期ハ上下振動期ノ約二倍ニ當ル」東京ニテハ多クノ場合ニ地震動ハ水平動ヨリ成リテ上下動ハ全ク存セザルカ或ハ極微ナルヲ常トス

十一、一ツ橋外ト本郷トノ地震動比較 故關谷理學博士ハ明治十八年九月ヨリ廿年八月迄ノ間ニ一ツ橋外ニ於テ觀測セル九十五回ノ地震(第七章、イ)ト本郷ニ於テ觀測セル十八回ノ地震トヲ比較シテ次ノ結果ヲ得ラレタリ (水平動)

一ツ橋外ト本郷トニ於ケル、最大動ハ二ト一トノ比、振動期ハ一、三ト一トノ比、振動繼續時間ハ一、五ト一トノ比ナリ即チ柔軟ナル土地(一橋外)ニ於テハ堅硬ナル土地(本郷)ヨリモ振動大ニシテ緩慢、且ツ長ク繼續スルモノトス

明治二十年九月ヨリ二十二年七月迄ノ間ニ一橋外ト本郷トニ於テ同時ニ觀測(第七章、ロ)セル二十六回ノ地震ニ就キテ比較スレバ左ノ如キ平均ノ結果ヲ得

第二表 一ツ橋外ト本郷トノ比較 (水平動)

	一橋外	本郷	一橋外ト本郷トノ比
震動繼續時間	百十九秒	七十二秒	一、七ト一トノ割
最大動	一、〇七「ミリメートル」	〇、五六「ミリメートル」	一、九 全
最大動ノ振動期	〇、七八秒	〇、六三秒	一、四 全
最大速度	三、五「ミリメートル(一秒ニ付キ)」	二、九「ミリメートル(一秒ニ付キ)」	一、八 全
最大加速度	廿四、九「ミリメートル(全)」	三、四「ミリメートル(全)」	一、二 全

此ノ表ニ依レバ一橋外ニ於ケル方、本郷ニ於ケルヨリモ、震動ハ約二倍大ニシテ且ツ長ク繼續シ、之ニ反シテ一橋外ニテノ震動期ハ本郷ニ於ケルヨリモ一、四ト一トノ比ヲ以テ緩ナルドモ、結局軟地ノ方、硬地ヨリモ震度強キコトヲ認ムベシ」

十一、一橋外ニ於ケル地震ノ方向 第七章(ロ)ニ記ルセル一橋外ニ於ケル六十四回ノ地震ニ就キテ其方向ヲ調査スレバ左ノ如シ

震動ノ方向ガ殆ド全ク、或ハ著シク東西ナリシモノ	四十八回
全	八回
南北ナリシモノ	八回
全方向ガ東西ト南北トニ殆ド著シキ區別ナカリシモノ	八回

此ノ如ク震動ノ方向ハ常ニ主トシテ東西ナルヲ見ルベシ(「注意」、震動ノ方向トハ地震ノ際、其地ノ振動スル方向ノ義ニシテ震原所在地ニ對スル方向ニハアラズ)

本郷ニテハ單ニ地震ノ回数ニ依リテ見レバ一橋外ニ於ケルカ如ク震動ノ方向ガ東西ナル場合著シク多カラザルガ、此ハ震動一般ニ小ナル爲ナランカト思ハル、其強震ニ至リテハ東西動ノ方、南北動ヨリモ大ナルヲ常トス(後章參照)

十二 中央氣象臺地震驗測

振動期

中央氣象臺ニテ明治十八年ヨリ同三十年ニ至ル十三ケ年間ニ

「グレイ、ミルン」式地震計ヲ以テ驗測セル千四百〇四回ノ地震中極微ノモノヲ除キ、満足ニ驗測シ得タル三百六十二回ノ地震ノ最大水平動ノ振動期ハ左ノ如シ

第三表 中央氣象臺地震驗測 水平動振動期 (其一)

最大動ノ振動期	回數	最大動ノ振動期	回數
〇、一秒ノモノ	四回	一、一秒ノモノ	一一回
〇、二秒	二一	一、二秒	二〇
〇、三秒	二五	一、三秒	一三
〇、四秒	二二	一、四秒	一一
〇、五秒	三四	一、五秒	一二
〇、六秒	二九	一、六秒	五
〇、七秒	三五	一、七秒	四
〇、八秒	四六	一、八秒	一〇
〇、九秒	二一	一、九秒	三
一、〇秒	二七	二、〇秒	八

前表ニ依レバ最モ屢々出現スル振動期ハ〇、五秒乃至〇、八秒ニシテ此ノ種ニ屬スル回數百四十四回ニシテ全數ノ百分ノ四十二當ル、其ノ次ニ最多ナル振動期ハ〇、二秒乃至〇、四秒ノモノト〇、九秒乃至一、五秒ノモノナリ即チ振動期ノ〇、二秒乃至一、五秒ノモノノ回數ハ三百二十八回ニシテ全數ノ百分ノ九十一ニ當リ、此等ノ限界以外ニ及ブモノハ其數極メテ少ナキヲ見ルベシ

又總テ三百六十二回ノ振動期ヲ平均スレバ〇、八四秒トナル前表ヨリ更ニ左表ノ如キ結果ヲ得

第四表 同前 (其二)

最大動ノ振動期	回數	百分率
〇、一秒ヨリ	七十二回	百分ノ二〇
〇、五秒ヨリ	百四十四	四〇
〇、九秒ヨリ	七十九	二二
一、三秒ヨリ	四十二	一一
一、七秒ヨリ	二十五	七

最大水平動

同ク明治十八年ヨリ卅年迄ニ振幅ヲ満足ニ驗測シ得タル三百六十六回ノ地震中震動ノ著シク大ナルモノ六回アリテ其ノ最大水平動ハ各々左ノ如クナリキ

七十六「ミリメートル」 二十二、八「ミリメートル」
 四十一 全 十六、二 全
 二十八、四全 七、三 全
 殘餘ノ三百六十回ノ地震ニ於ケル最大水平動ハ〇、一「ミリメートル」乃至六、一「ミリメートル」ニシテ其ノ分布ハ左表ノ如シ(振動ノ〇、一「ミリメートル」以下ノ分ハ除ク)

第五表 中央氣象臺地震驗測 最大水平動

最大水平動	回数	百分率
〇、二乃至〇、五	二一六回	五九、一
〇、六乃至一、〇	七〇	一九、二
一、一乃至一、五	二六	七、一
一、六乃至二、〇	二〇	五、五
二、一乃至二、五	八	二、二
二、六乃至三、〇	五	一、四
三、一乃至三、五	四	一、一
三、六乃至四、〇	三	〇、五
四、一乃至四、五	三	〇、八
四、六乃至五、〇	二	〇、五
五、一乃至五、五	一	〇、三
五、六乃至六、〇	一	〇、三
六、一乃至六、五	一	〇、三

前表ニ依レバ最大水平動ハ〇、二乃至〇、五「ミリメートル」ノモノ最多ニシテ全數ノ百分ノ五十九、一ニ達ス、次ニ最多ナルハ〇、六乃至一、〇「ミリメートル」ノモノニシテ全數ノ百分ノ十九、二ニ及ブ兩者ヲ合算スレバ約百分ノ八十トナル

震動ノ方向

明治十八年一月ヨリ同二十年十二月迄十三ケ年間ニ「グレイト、ミルン」式器械ヲ以テ中央氣象臺ニ於テ觀測セル地震ノ中ニテ震動ノ方向ヲ與ヘタルモノ四百三十一回アリ其ノ方向ヲ區別スレバ次ノ如シ

中央氣象臺ノ地震方向ノ測驗表

地震ノ方向	回数
南、北	五十九回
北々東、南々西	二十五回
北東、南西	四十八回
東々北、西々南	二十一回
東、西	八十八回
東々南、西々北	七十二回
東南、北西	七十六回
南々東、北々西	四十二回

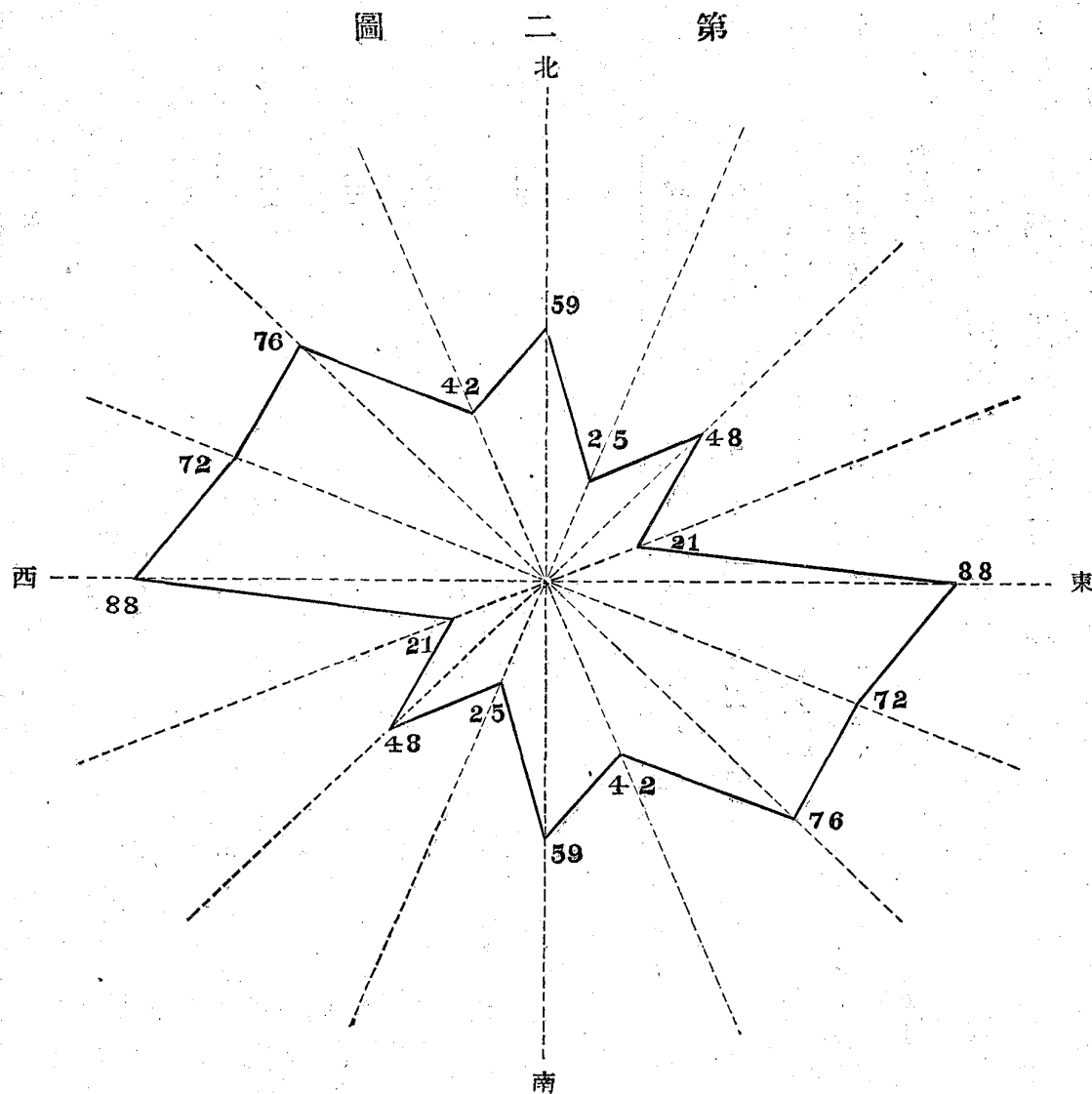
即チ最屢々現ハル、地動ノ方向ハ東、西ヨリ東南、西北ノ間ニシテ平均ノ振動方向ハ約東々南、西々北ナリ、第二圖ニ示スガ如シ

十三 感、得、べ、キ、地、震、ノ、強、サ、幾、何、ノ、震、度、マ、デ、人、身、ニ、感、ズ、ベ、キ、モ、ノ、ナ、ル、カ、ラ、知、ラ、ン、カ、爲、ニ、明、治、二、十、年、九、月、ヨ、リ、同、廿、二、年、八、月、迄、ノ、間、ノ、地、震、ニ、シ、テ、東、京、ガ、恰、モ、(或、ハ、殆、ト)震、動、區、域、ノ、限、界、ニ、ア、リ、シ、場、合、ニ、就、キ、テ、調、査、ス、ル、ニ、左、ノ、如、シ

一橋外 (二十三回ノ地震ヨリ平均ス)

- 最大水平動〇、四七「ミリメートル」(全上振動期〇、七四秒)
- 最大加速度一秒ニ付キ十七、〇「ミリメートル」
- 本郷 (二十二回ノ地震ヨリ平均ス)
- 最大水平動〇、三五「ミリメートル」(全上振動期〇、六四秒)

最大加速度一秒ニ付キ十六、九「ミリメートル」



以上、一橋外ト本郷トニ於ケル最大加速度ハ殆ド全ク同一ニ

シテ、一秒時ニ付キ十七「ミリメートル」ナル震
度ハ人ガ感ジ得ベキ、即チ器械ノ力ヲ藉ラズシ
テ覺知シ得ベキ最微ノ地震動ヲ示スモノナリト
ス、此レヨリ以下ノ強サノ地震ニテハ吾人ノ感
覺ニ觸レザルベシ

今一橋外ニテノ最大水平動ノ平均價値ハ約〇、
七「ミリメートル」ナルガ前記ノ感ジ得ベキ最大
加速度一秒ニ付キ十七「ミリメートル」ヲ取リ
テ算スレバ振動期〇、九秒トナル」又若シ最大水
平動ヲ五「ミリメートル」トシ同ジク最大加速度
ヲ一秒ニ付キ十七「ミリメートル」トスレバ此レ
ヨリ計算シテ二、四秒ナル振動期ヲ得、

以上二個計算ノ結果ハ最大水平動〇、七「ミリメ
ートル」若クハ五「ミリメートル」ナル場合ニ、
振動期ガ〇、九秒若クハ二、四秒以内ナルニ非ズ
ンバ震動ハ吾人ノ感覺ニ觸ル、ノ強サニ達セザ
ルベシトノ意義ナリ、然ルニ微、弱地震ニ於テ
ハ振幅小ニシテ、遠地大地震ノ餘波ニ於テハ振
動期ガ概シテ五六秒以上ナレバ前記計算ノ例ヨ

リ推シテ吾人が感シ得ベキ普通地震ハ其振動期ガ二秒乃至三秒以内ノモノニ限ルモノト知ルベキナリ、又普通地震計ガ正確ニ記録スルモ振動期ガ二秒乃至三秒以下ノ震動ニ限り、其レヨリ以上ノ緩慢ナル地動ノ観測ハ他ノ器械ヲ用ケルヲ要ス

十四 振幅及ド震動繼續時間ト地震ノ大小遠近トノ關係

(甲) 振幅 任意一觀測地ニ於ケル振幅ハ地震ノ大サニ伴ヒテ大小ノ差アリ、又震原ヨリノ遠サニ從ヒ微小トナルベキヲ以テ左ノ式ヲ假定スベシ

$$2a = j \times \frac{1}{d} \quad (1)$$

2aハ任意一觀測地ニ於ケル一地震ノ最大水平振動ニシテjハ定數ナリ、又rハ震動區域ノ平均半徑(「キロメートル」ヲ以テ示ス)、dハ震原點ト、觀測地間ノ距離(全上)ナリ

(1)式ハ次ノ如クニシテ得ラルベシ、即チ $2a_0$ ヲ以テ震動區域ノ限界ニ於ケル水平動ノ大サヲ示スモノトセバ振幅ハ(地殼ガ等一彈性物體ト見做シ得ベキモノトスレバ)震原ヨリノ距離ニ反比例スルヲ以テ

$$\frac{2a}{2a_0} = \frac{r}{d}$$

或ハ $2a = 2a_0 \times \frac{r}{d} \quad (1')$

ナル關係ヲ得、故ニ(1)式中ノ、jナル定數ハ(1)式ノ $2a_0$ ナル數

ニ相當ス即チ、jハ注意一觀測地ニ於テ吾人ノ感覺ニ觸ル、地震動(全振幅)ノ最小限ヲ示スモノトス

(乙) 震動ノ繼續時間

一地震ノ任意ノ觀測地ニ於ケル震動繼續時間ヲD(秒)ヲ以テ示ス)トシ、kヲ定數トシ、r及ビdヲ以テ前ト同様ノ意義ヲ有スルモノトスレバ震動ノ繼續時間ハ地震ノ大サ、即チ震動區域ノ面積ニ比例シ又震原迄ノ距離ニ反比例スベケレバ次ノ式ヲ假定スベシ

$$D = k \times \frac{1}{d^2} \quad (2)$$

一橋外、本郷、中央氣象臺ノ三ヶ所ニ於ケル明治二十年九月乃至二十二年八月迄ノ地震ニシテ震原ノ位置、震動區域ノ判然セルモノ、觀測(但シ一橋外ノ場合ニハ明治十八年九月ヨリ同廿年八月迄ノ分モ取リタリ)ニ依リテj及ビkナル定數ノ價値ヲ算出シテ次ノ結果ヲ得タリ

第七表 震率表

震率	一橋(七十六回ノ地震ヨリ平均ス)	本郷(四十一回ノ地震ヨリ平均ス)	中央氣象臺(八十一回ノ地震ヨリ平均ス)
$j = \frac{2ad}{r}$	0.51	0.36	0.35
$k = \frac{Dd^2}{1^2}$	0.62	0.36	0.43

前表ニ於テハ震原ヨリノ距離ノ代リニ震央ト觀測地間トノ距

離ヲ以テdト見做シテ計算シタレバ幾分ノ誤謬ヲ混ジタレドモ、多クノ場合ニハ震原ノ深サハr及ビdニ比シテ小ナレバ格別ニ不都合ノ點ハ無カルベシト考ヘラル。j及ビkナル定數ハ各觀測地ニ固有ナル震率ト見做スベキモノニシテjハ振幅ニ關シ、kハ震動ノ繼續時間ニ關ス、即チ各地方ニ於ケル地震動ノ振幅ハ其ノjニ比例シ、又震動ノ繼續時間ハ其ノkニ比例スルナリ

前表ニ依レバ本郷ト中央氣象臺ニ關スルj及ビkナル震率ハ殆ド相等シ即チ兩所ニ於ケル地震動ハ相似タルコトヲ示スモノナリ、之ニ反シテ一橋外ニ於ケル震率ハ他ノ二ヶ所ニ於ケルモノヨリモ大ナリ、即チ地震ノ常ニ甚ダシキコトヲ示スナリ(第十章參照)中央氣象臺ノ土地(舊江戸城本丸跡)ハ元來沼地ナリシヲ築キタルモノナレドモ、一橋外トハ異ナリテ地震動ガ本郷ノ如キ堅硬ノ土地ニ於ケルト相等シキヲ見レバ、卑濕ノ地ニテモ堅牢ニシテ且ツ廣大ナル基礎ヲ築造スルトキハ著シク震動ノ度ヲ減ゼシムルヲ得ルヲ示スモノナルニ似タリ

(1)ト(2)式ヨリ次ノ如クナスコトヲ得

$$d = \frac{j^2}{k} \times \frac{D}{4a^2} \quad (3)$$

$$r = \frac{j}{k} \times \frac{D}{2a} \quad (4)$$

即チ一觀測地ニ於テ、j及ビkナル震率ヲ一度定メタルトキハ、地震アリタル場合ニ、地震計記象ヨリ震動ノ繼續時間D及最大動(2a)ヲ計リ(3)及(4)式ニ依リテ直チニ震原ノ距離(d)及震動區域ノ平均半徑(r)ヲ概算スルコトヲ得ベシ(3)及(4)式ノ係數 $(\frac{j^2}{k})$ 及 $(\frac{j}{k})$ ノ價值ハ次ノ如シ

一橋外	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{j^2}{k} = 0.42 \\ \frac{j}{k} = 0.82 \end{array} \right.$	本郷	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{j^2}{k} = 0.36 \\ \frac{j}{k} = 1.00 \end{array} \right.$	中央氣象臺	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{j^2}{k} = 0.28 \\ \frac{j}{k} = 0.81 \end{array} \right.$
-----	---	----	---	-------	---

此種ノ計算ハ固ヨリ非常ニ精密ナルコト能ハズ、寧ろ單ニ位數ヲ示スニ止マルモノトス。震原地ノ距離(d)ハ後章ニ論ズル初期微動ノ繼續時間ヨリ正確ニ算出スルコトヲ得ベシ

十五 一橋外及ビ本郷ニ於ケル強キ地震動ノ驗測

次表ニ明治十七年以來一橋外及本郷ニ於ケル強キ地震動ノ驗測ノ結果ヲ集メ示ス(驗測ノ正確ナルモノノミヲ掲グ)

一橋外 第八表ニ列舉セル、十回地震ノ最大水平動ハ三「ミリメートル」乃至五十四「ミリメートル」ナルガ其ノ内、六回ノ振動期ハ各々一秒、若クハ約一秒ニシテ其ノ平均ハ〇、九七秒トナル(此ノ振動期ヲヒトス)即チ強、弱震ニ於テ最モ屢々現出スベキ振動期ノ價值ナリト認メ得ベシ、又他ノ四回地震ニ於ケル最大水平動ハ二、八「ミリメートル」乃至八、二「ミリメ

「トル」ナルガ其ノ振動期ハ一、四秒乃至二、三秒ニシテ平均一、八秒トナル(之レヲ t_2 トス)、今表中ノ十回地震中ニテ最モ大ナル振動、五十四「ミリメートル」及ビ十、五「ミリメートル」ノ如キ場合ノ振動期ハ t_1 ノ種類ニ屬スルヲ見レバ一橋外ニ於ケル水平激震動ノ振動期ハ一秒ニ近カキモノナルベシ

第八表 一ツ橋外強震表

年月日	發震時	初出微動 繼續時間 (秒)	最大水平動 (ミリメートル)	振動期 (秒)	記事
明治 年 月 日	時 分 秒				
一七、二〇	一五午前 四三、五四		四二〇	二〇〇	
二〇、一	一五午后 六五、〇〇		五四〇	〇九七	
二七、六	二〇午后 四三、三四	六一秒	東西北九〇 南西北六五	一〇〇	
全、八	元午后 七五、一八		東西北三〇 南西北三五	一〇〇	
全、二	三〇午后 八三、五七		東西北四五 南西北三六	一〇〇	
二九、三	六午后 二五、三三		東西北四三 南西北四八	〇八八	
全、四	二四午前 一〇、四三		東西北四三 南西北四八	〇九一	
三〇、五	六午前 六四、三五		東西北四三 南西北四八	一四〇	
全、三	六午後 四四、二五		東西北三七 南西北三八	一三〇	
三、四	三午前 八七、〇〇		東西北八二	二二〇	

本郷 第九表中ニ別舉セル十一回地震ノ最大水平動ハ二「ミリメートル」乃至七十三「ミリメートル」ナルガ其ノ振動期ハ次ノ如シ

六回ノ地震ニ於テハ最大水平動二、〇乃至七十三「ミリメートル」ナルガ其ノ振動期ハ一、一秒乃至一、九秒ニシテ平均一、六秒ナリ(t_2 トス)
四回ノ地震ニ於テハ最大水平動二、〇乃至三、八「ミリメートル」ナルガ其ノ振動期ハ〇、四三秒乃至〇、七八秒ニシテ平均〇、五八秒ナリ(t_1 トス)、残り一回ノ地震ニ於ケル最大水平動ハ十五「ミリメートル」ニシテ其ノ振動期ハ三秒ナリ

最後一回ハ緩慢ナル波動ニ屬スルヲ以テ之ヲ除キテ論ズレバ最モ屢々現出スル振動期ハ t_2 ニシテ、其ノ次ニ屢々現出スルモノハ t_1 ナリ、且ツ t_1 ノ種類ニ屬スル振動ハ何レモ約四「ミリメートル」以下ニシテ十「ミリメートル」若クハ七十三「ミリメートル」ノ如キ大ナル振動ハ皆 t_2 ノ種類ニ屬スルヲ以テ推論スレバ、本郷(蓋シ東京ニ於ケル高臺ノ土地ハ一般ニ同様ナラン)ニ於ケル激震ノ振動期ハ常ニ t_1 即チ一、六秒ニ近キモノナルベシ
一橋外ニ於ケル t_1 及ビ t_2 ナル振動期ガ各々本郷ニ於ケル t_1 及ビ t_2 ナル振動期ニ相當スルモノト假定セバ t_1 ヨリ t_2 ノ比ヲ以テ大ナレドモ t_2 ト t_1 トハ著シク相異ナラザルハ蓋シ緩慢ナル振動ハ其ノ振動期ノ長キト共ニ「波丈ケ」モ亦長キヲ以

全 一、二、三、一	全 一、一、三、〇	全 八、二、九	全 七、一、七	全 六、二、五	全 六、二、〇	全 二、二、七	全 二、二、〇	二七、 一、一、〇	全 八、二、〇	全 三、三、六	二六、 一、八	全 一、三、二、九	全 九、一、三	全 六、三、三	全 一、三、一	二五、 一、一、七	全 一、二、二、四	二四、 四、二、一	全 八、五	全 四、三	二二、 三、二、八	全 一、一、三	全 六、三、三	二一、 四、二、九	全 一、二、一、六
午前 一〇、七、四二	午後 八、三〇、五七	午後 七、五五、一八	午後 一、一、二一	午後 五、一五、三六	午後 二、四、一〇	午前 〇、五三、〇	午前 八、二九、三	午後 六、四六、二三	午前 〇、二八、二七	午前 八、五二、一八	午後 五、四〇、二七	午前 一〇、四三、五七	午前 一、二九、四二	午前 七、九、五七	午前 一〇、二三、一六	午後 一、三五、一二	午前 五、三三、一四	午前 一〇、四九、七	午前 七、三四、五六	午後 四、二七、二一	午前 一、二〇、一〇	午前 八、一三、三三	午前 七、五三、八	午前 一〇、〇、三三	午前 八、二八、二一
一、八	五、〇	一、八	一、七	四、八	七六、〇	二、四	五、一	一、五	三、六	一、七	三、五	一、五	二、六	二、四	一、六	二、四	一六、二	一、九	一、七	四、一	一、五	一、九	五、六	二、五	二、五
一、六	〇、六	一、八	〇、七	〇、八	一、三	一、四	一、六	一、〇	〇、五	〇、六	〇、三	一、五	〇、四	二、〇	〇、八	〇、八	一、九	一、一	一、一	〇、七	〇、六	〇、四	一、三	〇、八	一、五
三、五	二六、二	三、一	一〇、八	一八、八	一八三、〇	五、四	一〇、〇	四、七	二二、六	八、九	三六、六	三、一	二〇、四	四四、六	六、三	九、四	二六、八	五、四	四、九	六、七	二一、五	一四、九	三、六	二二、〇	五、二
一三、九	二七、四、二	一一、〇	六八、五	一四八、〇	八八、八	二四、二	三九、三	二九、六	二八三、七	九三、〇	七七七、一	一一、一	三二〇、四	一四〇、〇	四九、三	七三、九	八八、六	三一、〇	二八、二	五九、九	二三〇、〇	二三三、〇	一七三、〇	二一、九	二一、九
三、五〇	二、二七	六、〇〇	三、二七	一、四五	四、四八	二、二一	四、二〇	三、一五	四、〇〇	三、二〇	二、三〇	二、四〇	二、〇〇	七、三〇	一、四〇	二、四〇	三、四〇	三、〇〇	四、二〇	一、三〇	一、三〇	四、三〇	三、〇〇	八、〇〇	二、〇〇
一、七	〇、六	〇、七	〇、七	一八、〇	微	微	一、〇	〇、二	〇、九	〇、三	四、四	〇、二	〇、二	二、〇	二、〇	微	〇、二	〇、六	〇、二	〇、二	〇、二	〇、二	〇、三	〇、三	〇、三

年月日	發震時	最大水平動 「ミリメートル」	振動期 (秒)	最大速度 「一秒ニ付 ミリメートル」	最大加速度 「一秒ニ付 ミリメートル」	震動繼續時間 秒	最大上下動 「ミリメートル」
明治 二八年 一月 一八日	午後二〇、四八、二四	四一、〇	〇、九	一四三、〇	九九七、二	四、四〇	一一、〇
全 九、一、二三	午後二、一二、三〇	二、四	〇、七	一〇、八	九六、五	二、一〇	〇、六
全 一〇、二四	午前二、四八、一〇	一、七	〇、六	八、九	九三、〇	一、八〇	微
全 一〇、一一	午後三、一一、五三	六、一	〇、二	九五、八	三〇〇、〇	〇、五五	一、三
二九、一、一〇	午前二、二四、二九	一、七	一、三	四、一	一九、九	四、二二	〇、〇
全 一、二三	午前四、四三、四〇	三、三	〇、五	一四、五	一八一、六	二、五〇	〇、〇
全 二、二三	午後七、四一、四七	三、七	一、〇	一一、六	七三、〇	三、五五	〇、〇
全 三、二六	午後一、五一、三一	四、三	〇、六	二三、五	二三六、〇	二、〇〇	〇、四
全 四、一一	午後一〇、五九、四九	一、五	〇、三	一五、七	三三九、〇	二、五二	〇、二
全 四、二四	午前二〇、四九、五六	二、五	〇、七	一一、二	一〇〇、七	二、六〇	〇、二
全 五、二七	午前三、三九、五九	一、八	一、二	四、七	二四、七	二、二〇	〇、二
全 七、二九	午後五、四三、三六	三、二	〇、八	一二、六	九八、七	二、一六	〇、二
全 八、一一	午前二、四九、四	二、二	〇、八	八、六	六七、九	二、七〇	〇、三
全 八、二〇	午後六、五、三七	二、九	〇、三	三〇、四	六三六、〇	〇、五〇	〇、二
全 二、一七	午前二、一七、二五	一、九	〇、二	二九、八	九三八、〇	〇、四七	〇、四
三〇、一、一七	午前〇、四九、二八	四、〇	〇、七	一七、九	一六一、一	三、三二	〇、三
全 二、二七	午後四、三八、三二	一、七	〇、七	七、六	六八、五	五、四七	〇、〇
全 二、二〇	午前五、四九、三七	二、三、八	一、五	四七、四	二〇〇、〇	五、一三	二、六
全 二、二八	午前二、一四、五八	三、一	一、四	七、〇	三一、二	二、二〇	〇、二
全 五、二三	午後九、二三、〇	一、七	一、七	三一、一	一一、六	二、四〇	微
全 七、二二	午後六、三一、四四	七、三	一、三	一七、六	八五、三	四、四三	〇、三
全 八、一六	午後四、五三、三三	三、〇	一、〇	九、四	五九、二	三、〇〇	〇、〇
全 一〇、二	午後九、四五、一九	一、八	一、〇	五、七	三五、五	三、二五	〇、二

以上五十六回地震ノ振動期ヲ區別スレバ次ノ如シ

第十一表 強キ震動ノ振動期 (中央氣象臺)

振動期	回数	振動期	回数
〇、二秒ノモノ	三回	一、一秒ノモノ	二回
〇、三秒	三	一、二秒	一
〇、四秒	四	一、三秒	五
〇、五秒	一	一、四秒	一
〇、六秒	五	一、五秒	四
〇、七秒	七	一、六秒	二
〇、八秒	七	一、七秒	一
〇、九秒	二	一、八秒	二
一、〇秒	五	一、九秒	一
		二、〇秒	一

即チ最モ屢々出現スル振動期ハ〇、六秒乃至〇、八秒ナリ又此ノ種ノ地震十九回ニ於ケル全振幅ハ次ノ如ク一、六「ミリメートル」乃至五、六「ミリメートル」ニシテ平均二、八「ミリメートル」トナル

五、六秒 五、〇秒 四、八秒 四、三秒 四、一四、〇秒 三、二二、五秒
 二、四秒 二、四秒 二、二秒 一、八秒 一、七(四回) 一、六秒 一、五秒
 次ニ〇、二秒乃至〇、五秒ノ振動期ヲ有スル地震ハ次ノ如ク九回アリ其ノ全振幅ハ一、五「ミリメートル」乃至六、一「ミリ

メートル」ニシテ平均二、九「ミリメートル」トナル

六、一「ミリメートル」 三、五「ミリメートル」 二、九「ミリメートル」 二、八「ミリメートル」

二、六「ミリメートル」 一、三「ミリメートル」 一、九(二回)「ミリメートル」 一、五「ミリメートル」

此ノ如ク〇、二秒乃至〇、五秒若クハ〇、六秒乃至〇、八秒ノ振動期ヲ有スル地震動平均ノ價值ハ各々二、八及ビ二、九「ミリメートル」ニシテ其ノ絶對的最大ナルハ各々六、一ト五、六「ミリメートル」ナレバ著シク大ナル地震動ハ尙一層長キ振動期ヲ有スルモノト推論セザルヲ得ザルナリ、實際前記五十六回地震ノ中ニ振動ノ著大ナリシモノ六回アリ左ノ如シ

第十二表 大ナル地震動 (中央氣象臺)

最大水平動	振動期	最大水平動	振動期
七十六「ミリメートル」	一、三秒	二十二「ミリメートル」	一、五秒
四十一	〇、九	十六、二	一、九
二十八、四	二、〇	七、三	一、三

此ノ六回地震ニ就キテ平均スレバ最大水平動三十二「ミリメートル」ニシテ振動期一、五秒トナル、故ニ中央氣象臺ニ於ケル大震ノ振動期ハ一、五秒ニ近カルベキモノト推論スルヲ得、此ノ結果ハ前條ノ本郷ノ場合ト相似タリ」前 五十六回地震中ヨリ此ノ六回ノ強震ヲ除キテ計算スレバ平均振動期〇、八

七秒トナル即チ弱震ノ平均振動期ト見做シ得ベシ
 最後ニ、殘リノ二十二回ノ地震ニ於テハ振動期ハ〇、五秒乃至一、八秒ニシテ平均一、二秒トナル又其ノ最大水平動ハ一、五乃至五、一「ミリメートル」ニシテ平均二、三「ミリメートル」トナル

上記ノ結果ヲ約言スレバ次表ノ如シ

第十三表 強震ノ振動期 (中央氣象臺)

地震回数	振動期	平均	最大水平動	平均
九	〇、二秒乃至〇、五秒	〇、三三秒	一、五乃至六、一	二、九
十九	〇、六秒乃至〇、八秒	〇、七一	一、五乃至五、六	二、八
二十二	〇、九秒乃至一、八秒	一、二	一、五乃至五、一	二、三
六	〇、九秒乃至二、〇秒	一、五	七、三乃至七十六	三十二、〇

以上主トシテ水平動ノミニ就キテ論ジタリ、此レ上下動ハ大抵ノ場合ニハ微小ニシテ要用ナラザルヲ以テナリ

宮古地震驗測摘要 (本會報告第二十號參照)

十七 宮古測候所地震驗測 宮古測候所ニテ明治二十九年六月ヨリ同三十一年六月迄二年間ニ普通「グレイ、ミルン」氏式地震計ヲ以テ觀測セル地震中判明ナル記象ヲ與ハタルモノ三十一回アリ其ノ内八回ハ強震(但シ被害ナシ)他ハ皆弱微震ニシテ激震ハ一回モ無カリキ、而シテ三十一回地震ノ内六回ハ

宮古ノ西若クハ西南西ノ方、百乃至百三十「キロメートル」ノ距離ニ當レル陸地内ヨリ起リ他ノ十九回ハ同所ノ東北東、東若クハ東南東ノ方、四十乃至二百十「キロメートル」ノ距離ニ當レル海底ヨリ起レリ、又此レ等二十五回地震ノ震動區域ノ平均半徑ハ最小ノ場合ニ於テ約五十八「キロメートル」、最大ノ場合ニ於テ五百七十「キロメートル」ナリ殘リ六回ノ地震ハ局部ノ小震ナリ

十八 震動繼續時間 震動ノ全繼續時間(多クノ場合ニハ水平動ノ繼續時間ト同一ナリ)ハ八、五秒乃至二百秒ニシテ平均七十三秒トナル第(2)式即チ $D = k \cdot r^2$ ノ意義ハ前ニ同ジ

$$D = k \cdot r^2$$

ナル方程式ヲ取リテkノ價值ヲ算出スレバ

$$k = 0.075$$

トナリテ、第十四章ニ與ハタル一橋外、本郷、中央氣象臺ニ於ケルkノ價值ヨリハ頗ル小ナルヲ見ルベシ蓋シ岩石地方ニ於ケル震動ノ小ニシテ繼續時間ノ短キコトヲ示スモノナルベシ

十九 上下動ノ繼續時間 三十一回ノ地震中、上下動ハ二十五回ノ場合ニ皆多少存在セリ即チ全數ノ約百分ノ八十二ニ當

ル他ノ六回ハ極微ノ局部地震若クハ遠地地震ニシテ上下動ハ殆ド皆無ナリキ

上下動ノ繼續時間ハ十四回ノ地震ニ於テ判然驗測シタルガ其ノ繼續時間ハ三十三秒乃至百五十秒ニシテ平均六十四秒トナル而シテ水平動ノ繼續時間ト比較スレバ次ノ如シ

十四回地震中五回ハ上下及水平動トモ繼續時間互ニ等一ナリ、一回ハ上下動ノ繼續時間ノ方、水平動ノ繼續時間ヨリモ長クシテ其比ハ一、二ト一ノ割合ナリ、其ノ他ノ八回ニ於テハ上下動ノ繼續時間ノ方水平動ノ繼續時間ヨリモ短クシテ其比ハ〇、四ト一乃至〇、八ト一ノ割合ナリ、以上十四回ノ地震ニ就キテ上下及水平動ノ繼續時間ノ比ヲ平均スレバ〇、八ト一ノ割合トナル

二十 主要部ノ繼續時間 地震中主要部ノ繼續時間ハ地震ノ大小ニ由リテ差アリ、主要部繼續時間ハ三十一回ノ地震中ニテ十一回ニ就キ判然驗測シ得タルガ〇、七秒乃至二十六、〇秒ニシテ平均十秒トナル然ルニ地震ノ總繼續時間ハ平均七十三秒(第十八章)ナレバ主要部ノ繼續時間ハ總繼續時間ノ約七分一ニ當ル

附記 明治卅一年八月十二日午前八時三十五分頃ノ福岡縣激震ノ際福岡測候所ノ地震記録ニ依レバ地震ノ繼續時間ハ

百十秒ニシテ主要震動ノ繼續セル時間ハ八、五秒ナリキ
又明治二十五年九月七日及同二十七年一月十日兩回ノ激震ハ何レモ濃尾平原中木曾川附近ノ地ヨリ發起セルモノナルガ岐阜測候所ノ地震計記象ニ依レバ主要動ノ繼續時間ハ各々約九秒半ト約六秒ナリキ

此レ等ノ結果ニ徴スレバ激震、強震、弱震ニアリテハ其ノ主要動ノ繼續時間ハ平均約十秒ナルベシ即チ一地震中ニテ震動ノ特ニ激シキ部分ノ繼續時間ナリ

二十一 振動期 最大水平動ノ振動期ハ十回ノ地震ニ於テ〇、五六秒乃至一、七秒ナリ、最大上下動ノ振動期ハ五回ノ地震ニ於テ〇、五三秒乃至一、七秒ニシテ平均〇、七一秒トナル主要部ニ於ケル水平動ノ平均振動期ハ十回地震ニ就キテ見ルニ次ノ如シ、即チ一秒乃至一、七秒ノ場合八回アリテ平均一、三秒トナル又〇、五六秒乃至〇、九秒ノモノ三回アリテ平均〇、七五秒トナル

此ノ如ク宮古ニ於ケル水平動ノ振動期ハ平均一、三秒ノモノト平均約〇、七五秒ノモノトアリ、但シ最屢々現ハル、ハ前者ナリ、又上下動モ約〇、七秒ノ振動期ヲ有ス此ノ種類ノ振動ハ初期微動及終期ニ於ケルモノモ主要部ニ於ケルモノト格別相異ナラザルニ似タリ

以上ハ地震中ノ主ナル振動ニ關スルコトナルガ、尙ホ此ノ外ニ「細微動」ヲ重子混ジタル場合多シ其ノ平均振動期ハ主要部ニ在リテハ〇、一〇秒ナルガ初期微動及終期ニ於テハ少シク短カクシテ〇、〇八秒ナリ

二十二 全振幅即チ實動 主ナル振動ノ最大動ハ二三ノ強地震ノ場合ニ於テ満足ニ驗測スルヲ得ザリシガ、其ノ満足ニ驗測スルヲ得タル地震中ニテ最大動ハ二十八「ミリメートル」ニシテ二十一回ノ地震ニ於ケル最大水平動ハ〇、四乃至二十八、〇「ミリメートル」ニシテ平均三、四「ミリメートル」トナル又

「細微動」ノ最大水平動ハ七、四「ミリメートル」ニ及ベリ上下動ハ毎回水平動ヨリモ微小ニシテ毎地震ニ於ケル上下、水平兩方向ニ於ケル最大動ノ比ハ主ナル振動ニ就キテハ平均〇、三ト一トノ割合ニシテ細微動ニ付テハ平均〇、二ト一トノ割合ナリ、満足ニ驗測シ得タル十三回地震ノ最大上下動ハ〇、一乃至三、五「ミリメートル」ニシテ平均〇、六四「ミリメートル」トナル

此ノ水平、上下兩動ノ平均價値ハ共ニ割合ニ大ナルハ、第十七章ニ記セル三十一回ノ地震ガ何レモ判然タル記象ヲ與ヘタル可ナリノ地震ニシテ極微ノ地震ヲ含有セザルニ由ル
第九章ニ記セル東京ニ於ケル水平、上下兩動ノ比較ト本章及

第十九章ノ結果トヲ對照スレバ宮古ニ於テハ上下動ガ割合ニ大ニシテ且ツ長ク繼續スルコトヲ認ムベシ、是レ或ハ宮古ノ地ガ岩石ナルニ由レルナランカ

二十三 振動ノ方向 地震ノ主要部ニ於ケル振動ハ三回ノ地震ヲ除ケバ常ニ南北ノ方向ニ於ケルヨリモ東西ノ方向ニ於ケル方、大ナリシ、從テ最大動ノ方向モ三回ノ地震ヲ除クノ外ハ大概東西、東南東及西北西、若クハ東北東及西南西ナリ
二十四 地震計記録調査ノ式例 次ニ地震計ガ與ヘタル煤烟紙記録調査ノ式樣ヲ示サンガ爲ニ一二ノ例ヲ與フベシ

(其一) 明治廿九年八月卅一日午後四時十二分四十五秒、宮古ニ於テハ強震ナリキ
此地震ハ陸中羽後二國ノ一部ヲ強ク震動セルモノニシテ同日午後五時九分五十五秒ニ起リタル大震ノ前キ搖レナリ此震央ハ等震線ヨリ判斷スレバ宮古ノ南八十度西ニ當リテ凡ソ百「キロメートル」ノ處ニ在ルガ如シ

地震計記録ニヨレバ震動ハ緩慢ナル振動ノ上ニ小波動ヲ重子タルモノニシテ著大ナル水平及上下動ヲ示ス又水平動ハ南北ノ方向ニ於ケルヨリ東西ノ方向ニ於テ四倍以上大ナリシ「水平動ノ繼續時間ハ七十三秒ニシテ上下動ノ繼續時間ハ八十九秒ナリシ

初期微動ノ繼續時間ハ十秒ニシテ其振動ハ次ノ小波動ヨリ成
ル

最大實動 平均振動期

(東西) 一、〇「ミリメートル」 〇、〇七秒

(南北) 一、二「ミリメートル」 不明

(上下) 〇、二「ミリメートル」 〇、〇六秒

此等小波動ハ緩慢ナル震動ノ上ニ重ナルモノナリ、後者ノ最
大實動ハ東西ノ方向ニ於テ一、四「ミリメートル」(振動期一、
四秒)南北ノ方向ニ於テ極小、上下動〇、二「ミリメートル」
ナリ

主要部繼續時間ハ四秒ニシテ主トシテ(平均振動期一秒時間
ナル)三回ノ著大震動ヨリ成ル其最大水平動(振動期〇、九四
秒)ハ次ノ如シ

(第一動) 實動九、〇「ミリメートル」ニシテ方向ハ南七

十九度西ナリ

(第二動) 實動九、〇「ミリメートル」ニシテ方向ハ北四

十六度東ナリ

此ニ次キテ起レル震動ハ殆ント同方向即東北東、西南西ニ震
動セルガ其方向ハ終期ノ微動ニ近ツクニ從ヒ次第ニ變化セ
リ、例セバ最大動ヨリ第二回目ノ震動ハ次ノ如シ

(第一動) 實動五、〇「ミリメートル」、方向南六十六度

西

(第二動) 實動三、一「ミリメートル」、方向北四十六度

東

同時ニ起リタル主要上下動ノ平均振動期ハ〇、九秒ナレモ其
運動ハ水平動トハ相一致セザリシ」最大上下動ハ一、三「ミ
リメートル」ニシテ振動期ハ〇、九秒ナリシ

終期小波動ノ平均振動期ハ東西ノ方向ニ於テ〇、〇九秒又上
下動ニ在リテハ〇、〇六秒ナリ

因ニ記ス最大動ノ方向即南七十九度西、北七十九度東ナル方
向ハ正シク震央ヲ指示セルモノナリ

(其二)明治三十年二月七日地震明治三十年二月七日午後四時
卅五分三十秒相續キテ二回ノ地震アリ兩者間ノ時差ハ約一分
ニシテ宮古ニ於テハ第一震ハ「弱」ニシテ第二震ハ「強」ナリ
シ、二震共東西ノ方向ニ於ケル最大動ハ南北ノ方向ニ於ケル
ヨリモ頗ル大ニシテ其比ハ各四ト一ト二、八ト一ナリシ又上
下動モ比較的大ナリキ」兩地震トモ其震動ノ性質ハ甚ダ簡單
ニシテ初期微動後突然一回ノ大ナル震動ヲ來タセリ
強震區域ハ長楕圓形ヲナシ其軸線ハ長サ凡ソ三百二十「キロ
メートル」ニシテ其方向ハ北東北、南西南ナルヲ以テ見レバ

此等ノ地震ハ恐ラクハ本州北部ノ骨子タル陸羽間山脈ノ下底ニ於テ長キ裂罅若クハ斷層ヲ生シタルニ歸因スルナラン其震央部即チ最激震地帯ノ中央點ハ宮古ヨリ南六十度西凡ソ百三十「キロメートル」ニ在リ

初回地震ノ最大動ハ東西ノ方向ニ於テ五、四「ミリメートル」、南北ノ方ニ二、〇「ミリメートル」、上下ニ〇、五「ミリメートル」ナリ

第二回地震ノ最大動ハ次ノ如シ

西ノ方ヘ二六、〇「ミリメートル」、南ノ方ヘ九、六「ミリメートル」、下方ヘ三、五「ミリメートル」實動二八、〇「ミリメートル」、方向ハ南六十五度ニシテ射出角七、二度ナリ此ノ最大動ニ先キダチタル震動ハ次ノ如シ

「第一動」西ノ方ヘ四、二「ミリメートル」、南ノ方ヘ三、五「ミリメートル」下方ニ〇、五「ミリメートル」、實動五、五「ミリメートル」方向ハ西南ニシテ射出角ハ五、二度ナリ
 「第二動」東ノ方ヘ一四、四「ミリメートル」、北ノ方ヘ八、四「ミリメートル」上方ニ二、三「ミリメートル」、實動一七、〇「ミリメートル」方向ハ北五十五度東ニシテ射出角ハ七、八度ナリ

記録機太鼓筒ノ回轉不規則ナリシヲ以テ波動振動期ヲ詳細ニ

測ルコトハ能ザルモ主要動ノ振動期ハ其上ニ重ナリタル小波動ノ數ヨリ推測スルニ蓋シ凡一、二秒ナラント思ハル」主要動後ノ地動ハ皆非常ニ小ナリシ

上記セル第二回地震ノ主要ナル三地動ノ方向ヲ平均スレバ南五十五度西、北五十五度東トナリテ強震區域ノ中心ヲ指シ且其最大動ハ震原ノ方ニ向ヒタリ

震波射出角ノ平均價値六、七度ヲ用キテ計算スレバ震原ノ深サ十六「キロメートル」ナル數ヲ得ルナリ而シテ計算ニ利用シタル震波射出角ハ顯著ナル主要震動ニ關スルモノナレバ此震原ノ深サ十六「キロメートル」ナル結果ハ實際眞ニ近キモノトスルヲ得ベキカ(震原ノ深サハ凡テ普通方法ノ如ク震波ノ射出角ヨリ計算シタルモノナリ)

二十五 強弱震、三十一回地震中最大震動ヲ示シタルハ前記三十年二月七日ノ地震ニシテ西方ニ二十六「ミリメートル」、南方ニ九、六「ミリメートル」、下方ニ三、五「ミリメートル」ナル最大動ヲ呈シ實動ハ二十八「ミリメートル」ニ及ベリ、其ノ振動期ハ少シク不明(記録機回轉ノ不規則ナリシカ爲)ナレドモ約一、二秒ナリシガ如シ

最大動ノ一「ミリメートル」以上ニ及ベルモノ十一回ニ就キ最大動ノ振動期ヲ調査スルニ次ノ如シ、即チ九回地震ニ於テハ振動期〇、五六秒ノモノ一回、〇、七四秒ノモノ一回、他ノ七

回ハ〇、九四秒乃至一、七秒ニシテ平均一、一秒トナル、残り二回ノ地震ニ於ケル振動ハ細微動ノ種類ニ屬シテ其ノ振動期ハ各〇、一秒ト〇、一二秒ナリキ

京都地震驗測摘要(本會報告第三十二號參照)

二十六 京都地震驗測 京都測候所ニ於テ地震計ヲ据エ付ケ地震ノ觀測ヲ開始シタルハ去ル明治二十八年一月ニシテ爾來地震ヲ觀測シタルコト明治三十三年四月十五日迄ノ間ニ於テ四十八回ナリ(但シ其内地震計記象ナキモノ一回アリ)京都測候所ノ位置ハ東經百三十五度四十六分、北緯三十五度一分ニシテ舊皇居ノ南端ニ位ス地質ハ砂地ナリ」上記四十八回ノ地震中、二回ハ強震、十四回ハ弱震ニシテ、他ノ三十二回ハ微震若クハ殆ド感覺無キ極微震ナリキ

四十八回地震ノ中ニテ地震極微ニシテ地震計記錄ガ全ク其痕跡ヲ示サザルモノ九回(不分明ノモノ一回ヲ合ス)アリ、他ノ三十九回ノ地震中ニテ細微震ガ多少現ハレタルモノハ九回ノ地震ノミニ限ル、即チ震動ハ比較的緩慢ナル性質ヲ有シ京都ノ附近ヨリ發起セル地震ハ(此ノ時期ニ於テハ)割合ニ少ナキコトヲ示ス

上下動 ガ多少現出シタルハ十五回ノ地震ノミニ限レリ、即チ全數ノ約百分ノ七十二ニ於テハ地ハ全ク水平動ノミヲ呈シタ

ルナリ

震動ガ南北ノ方向ニ於ケルヨリモ東西ノ方向ニ於テ著シク大ナリシ地震ハ二十回ナリ、此ニ反シテ震動ガ東西ノ方向ニ於ケルヨリモ、南北ノ方向ニ著シク大ナリシハ僅ニ六回ナレバ京都地震ノ多數ニ於ケル地震ノ方向ハ東西ニ近カキモノト知ルベシ

二十七 震動ノ繼續時間 水平動ノ繼續時間ハ十五秒乃至百九十秒ニシテ平均七十秒トナル、又上下動ノ繼續時間ハ二十秒乃至百三十秒ニシテ平均五十秒トナルナリ

地震中主要部ノ繼續時間ハ六秒乃至二十秒ナリ

二十八 全振幅 最大動ハ十四「ミリメートル」ノモノ一回アリテ最大水平動ハ東西ノ方向ニ於テ〇、一「ミリメートル」乃至十三、六「ミリメートル」ニシテ平均〇、五一「ミリメートル」トナリ、又南北ノ方向ニ於テハ〇、一「ミリメートル」乃至三、二「ミリメートル」ニシテ平均〇、五「ミリメートル」トナルナリ上下動ハ微小ニシテ一「ミリメートル」ヲ以テ最大トス

二十九 振動期 京都測候所ニ於ケル振動期ハ諸地震ノ場合ニ能ク相一致セリ、即チ主要部若クハ終期ニ於ケル平均振動期ハ東西動ニ於テ〇、六九秒乃至一、一秒ニシテ、南北動ニ於テハ〇、七秒乃至一、一秒ナリ諸地震ニ就キテ平均スレバ

東西動ニ於テ〇、八四秒、南北動ニ於テ〇、九二秒ニシテ更

ニ東西動ト南北動ト平均スレバ〇、八八秒トナル

水平細微動ノ平均振動期ハ五回地震ニ就キテ計リタルガ〇、

一六秒乃至〇、二六秒ニシテ凡テ平均スレバ〇、二〇秒ト

ナル振幅ハ何レノ場合ニモ微小ナリキ

四十八回ノ地震中振幅ノ一「ミリメートル」以上ニ達シタルハ

僅ニ三回地震ノミナリシガ其ノ最大水平動ノ振動期ハ〇、八

四秒乃至〇、九七秒ニシテ平均〇、九二秒トナリテ全體ノ地

震ヨリ出ダセル平均價値ト大差ナシ

地震動ノ振動期及「波丈ケ」

三十 第七章ヨリ第二十七章迄ニ記述セル普通地震験測ニ基

キテ各地ニ於ケル最大水平動ノ振動期ノ平均價値ヲ示セバ左ノ如シ

第十四表 主要ナル水平波動ノ振動期

觀測地		最大水平動ノ振動期 (平均ノ價値)
東	一橋外	〇、七七秒
	本郷	〇、六〇秒 (本郷ニ於テハ振動期數種アリテ此レハ其ノ最モ屢々生ズルモノナリ)
京	中央氣象臺	〇、八〇秒 (凡テノ種類ノ波動ヲ平均セルトノ)
		〇、八四秒 同前
陸中國宮古		〇、七一秒
京都		〇、八八秒

上表ニ與フルハ地震中主要ナル波動、即チ振幅大ニシテ其人

振動期ガ約〇、五秒乃至二、〇秒ヲ有スルモノニ關スル結果

ニシテ振動期ノ長短ハ一橋外、京都ノ如キ場合ヲ除ケバ敢テ

著ルシク地面土質ノ如何ニ由ラザルモノノ如シ、蓋シ振動期

ガ一秒内外ノ長キニ至リテハ其ノ「波丈ケ」モ從ツテ長ク三

「キロメートル」内外ノ大サニ及ブベケレバ單ニ必ズシモ常ニ

地面ノ土質ノ硬軟如何ニノミ關セザルナラン、一橋外ニ於ケ

ル平均振動期ハ〇、七七秒ニシテ本郷ニ於ケルモノ即チ〇、

八〇秒ヨリモ短シ然ルニ一橋外ノ土地ハ最モ柔軟ナルニ反

シ、本郷ノ土地ハ堅硬ナルハ如何ト云フニ震動ノ狀況相異ナ

ルモノアルナリ、即チ一橋外ニ於テハ振動期常ニ頗ル能ク相

一致スレドモ、本郷ニ於テハ數多地震ノ振動期ハ長短ノ變化

アリ且ツ屢々(殊ニ近距離ニ發セル地震ノ場合ニ)主要ナル

波動ノ外ニ急激ナル細微動、即チ振動期ノ〇、二秒乃至〇、五

秒程ノ振動ヲ混ズ、而シテ所謂細微動ハ強震ニ及ビテハ數「ミ

リメートル」ノ大サニ達スルモノアレドモ、一橋外ニ於テハ

此ノ細微動ノ現象殆ド絶無ナレバ、全體ヨリ見テ一橋外ノ震

動ハ本郷ニ比シテ緩慢ナリト謂フベシ、中央氣象臺及京都ニ

於テモ細微動ノ現象アリ特ニ岩石地ナル宮古ニ於テハ最モ著

ルシ一橋外ニ於ケル振動期ガ常ニ頗ル能ク相一致スルノ事

實ヨリ見レバ同所ノ柔軟ナル土地一帯ハ約〇、七七秒ナル自己振動期ヲ有シ、且ツ自己振動ヲ現出スルコト常ニ容易ナルノ状態ニアルナランカト考ヘラル、而シテ此ノ價值ヨリ短ナル振動期ノ波動ヲ爲スコト殆ド不能ナルガ如シ又京都ニ於ケル地震記録モ殆ド同様ノ現象ヲ示シ、平均振動期ハ〇、八八秒ニシテ常ニ殆ド不變ナルハ砂層地ニ固有セル自己ノ振動期ナルニ似タリ

第十四表ヨリ總テ五ヶ所ノ振動期ヲ平均スレバ〇、八〇秒トナル故ニ震波傳播ノ速度ヲ一秒ニ付キ三、三「キロメートル」トスレバ主要ナル波動ノ「波丈ケ」ハ(第二十四章參照)

$$\lambda = 3.3 \times 0.80 = 2.64$$

キロメートル

二、六四「キロメートル」即チ約二十四町トナル、此ハ震波ガ原動點ヨリ四方ニ傳達スルニ當リ其ノ平均「波丈ケ」ノ價值ト見做シ得ベキモノナリ

三十一 細微動 本郷、宮古及京都ニ於ケル細微動ニ關スル驗測ヲ比較スレバ左ノ如シ

第十五表 主要部ニ於ケル水平「細微動」ノ振動期

觀測地	平均振動期	絶對的最大全振幅
本郷	〇、二三秒	二、四「ミリメートル」

宮古	〇、一〇秒	七、四「ミリメートル」
京都	〇、二〇秒	微

(一橋外ニ於テハ細微動ノ現象殆ド皆無ナリ)

前表ニ依リテ見レバ「細微動」ハ岩石地ナル宮古ニ於テ最短ナル振動期ト最大ナル全振幅トヲ有シ、堅硬ノ粘土質ナル本郷ニ於テハ振動期ハ宮古ニ於ケルモノノ約二倍ニシテ全振幅モ小ナリキ、薄キ砂層地ナル京都ニテノ振動期ハ本郷ニ於ケルモノヨリハ少シク短クシテ(強震少ナカリシガ)其ノ振幅モ微ナリキ、此ノ結果ニ依レバ細微動ノ現象ハ岩石地方ニ於テ最モ著シキガ如シ、即チ細微動ノ「波丈ケ」ノ短ナルニ依ルナルベシ

平均振動期ヲ上表ニ與ヘタルモノヨリ取リテ計算スレバ細微動ノ各所ニ於ケル「波丈ケ」ハ次ノ如シ(第二十章ヲ參照スベシ)

本郷	$\lambda = 3.3$	\times	$0.23 = 760$	メートル
宮古	$\lambda = 3.3$	\times	$0.10 = 330$	
京都	$\lambda = 3.3$	\times	$0.20 = 660$	

水平細微動ノ振動期ハ屢々上下動ノ振動期若クハ上下動ニ於ケル細微動ノ振動期ト同一ナルコトアリ

三十二 一橋外、本郷、中央氣象臺、宮古、京都ノ五ヶ所ニ

於ケル強、弱震ノ平均振動期ヲ比較スレバ次ノ如シ(第十五、十六章參照)

第十六表 強弱震ノ最大水平動振動期ノ平均價値

觀測地	平均振動期
一橋外	〇、九七秒 (特大ナル震動ノミヲ取ル) 一、八秒 (比較的小ナル震動ニ關スルモノ)
本郷	〇、五八秒 (比較的小ナル震動ノミヲ取ル) 一、六秒 (特大ナル震動ニ關スルモノ)
中央氣象臺	〇、八七秒 (次ノ特大ナル六回震動ニ關スルモノヲ除ク) 一、五秒 (特大ナル六回ノ震動ニ關スルモノ)
宮古	一、一秒 (最大動二十八「ミリメートル」ノモノ一回アリ)
京都	〇、九二秒 (最大動十四「ミリメートル」ノモノ一回アリ)

此ノ表ニ依レバ京都、一橋外及宮古ニ於ケル強キ水平動ノ平均振動期ハ〇、九二秒乃至一、一秒ニシテ本郷及中央氣象臺ニ於ケル振動ノ平均振動期ハ一、五秒若クハ一、六秒ナリ

地震ノ初期微動

三十三 初期微動ノ振動期ハ極メテ短キコトアレバ此ノ振動ハ屢々地震前ニ聞ユル鳴動ノ原因ヲ成スコトモアルベシ、本委員ノ觀測シタル地震中振動期ノ最短ナル微動ハ明治二十四年十月廿八日濃尾大地震ノ餘震ノ一ニシテ最激震地ノ中央部ヲ成セル美濃國根尾谷水鳥村ニ設ケタル觀測所ニ於テ地震計ヲ以テ記録セルモノニシテ其往復振動期ハ僅ニ〇、〇二三秒

ナリシ」震原ガ遠方ナル場合ニハ初期微動ハ全ク緩慢ナル震動ヨリ成リテ其ノ振動期ハ主要部ニ於ケルモノト殆ド等一ナルコトモアリ

初期微動ノ繼續時間ハ地震ノ大小ニ關セズシテ單ニ震原地ト觀測地間ノ距離ニ關ス即チ初期微動ノ繼續時間ヲ Y (秒)ヲ以テ示ス)トシ震原地ト觀測地間ノ距離ヲ X (「キロメートル」ヲ以テ示ス)トスレバ次ノ方程式ヲ得

$$7.51Y = X - 24.9 \quad (5)$$

上式ハ東京ヨリ百乃至九百「キロメートル」ノ距離ニ發セル數回ノ地震ニ關スル理科大學地震學教室(本郷)ニ於ケル「ユースティング」式地震計ノ觀測ヲ基トシテ算出セルモノナルガ此ノ式ニ由リテ地震計記録ヨリ初期微動ノ繼續時間ヲ計リテ直チニ震原ノ距離ヲ推算スルコトヲ得ベシ

第(5)式ハ Y ガ約十秒以下ノトキ、或ハ X ガ約百「キロメートル」以下ノトキニハ適用スベカラズ次ノ式ハ X ガ凡テノ場合ニ適用シテ可ナリ

$$7.4Y = X \quad (6)$$

一地震ヲ同時ニ諸所ニテ記録シタル場合ニハ(5)或ハ(6)式ニ由リテ二個所若クハ其ノ以上ノ觀測地ヨリノ震原距離ヲ計算シ

テ震原ノ位置ヲ定ムルコトヲ得ベシ、又近距離ニ發シタル地

震ノ場合ニ震原ノ位置ヲ定メタルトキハ上式ニ依リテ多少震原ノ深サヲ推定スルヲ得ベシ

地震動ノ性質及其ノ他ノ事ニ就キテ

三十四 地震動 地震ハ地下ノ原動地ヨリ起リテ四周ニ傳播スル振動ナレバ地殻ノ波動ナルコト明ナリ、其ノ傳播ノ速度ヲVトシ、振動期ヲTトスレバ「彼丈ケ」ノトノ關係ハ次ノ如シ

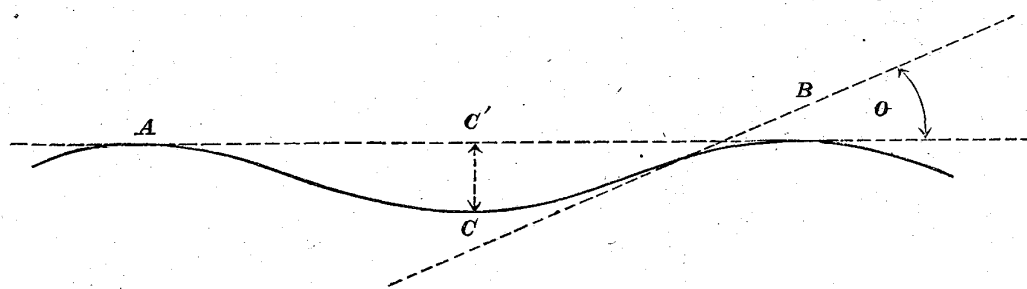
$$\lambda = V \times T \quad (7)$$

又 θ ヲ以テ地面ガ波狀ヲ呈シタル結果トシテ傾斜スベキ最大價値トスレバ上下振動(2a')トノ關係ハ次ノ如シ

$$\theta = \frac{2a'}{\lambda} \quad (8)$$

傳播ノ速度Vヲ精確ニ測定スルコトハ地震學上要用ナルヲ以

圖 三 第



テ本會ニ於テハ西小松川、大學、一橋外、東京天文臺ニ同一式ノ地震器械ヲ据ヘ付ケ電線ヲ以テ連結シ、地震アルニ際シテハ各所ノ器械同時ニ運轉スルノ裝置トナシ同一震波ノ各處ニ到達シタル時差ヲ觀測シテ傳播ノ速度ヲ算出スルノ方法トナシタリ、而シテ今村臨時委員ノ報告ニ依レバ地震中主要ナル波動ノ傳播速度ハ一秒ニ付キ三、三「キロメートル」ナリ「一秒ニ付キ三、三「キロメートル」ナル速度ハ表面ノ土質ガ卑濕ナルカ、或ハ堅硬ナルカニ由リテ異ナルコト無キガ如シ、即チ地殻上部ヲ構成スル岩石中ニ於ケル彈性的振動ノ傳播速度ト見做スベキモノナリ

強キ地震動ノ振動期(T)ハ一ツ橋外ノ場合ニハ平均〇、九七秒ニシテ本郷ノ場合ニハ平均一、六秒ナリ(第二十八章丙)故ニ一ノ激震ニ於テ此レ等ノ振動期ヲ有スル最大上下振動ノ全振幅カ百「ミリメートル」ト假定スレバ其ノ「波丈ケ」及地面ノ傾斜角度(θ)ハ次ノ如クナルベシ

一 藤外 $\lambda = 33 \times 0.97 = 3.2$ キロメートル ; $\theta = 20''$

本郷 $\lambda = 3.3 \times 1.6 = 5.3$ " ; $\theta = 13''$

此ノ如ク「波丈ケ」ハ數「キロメートル」ノ長サニシテ、地面ノ傾斜ハ二十秒以下ノ角度アレバ此ノ種ノ波動ハ如何ニ上下動ガ大ナル場合ニテモ吾人ノ目ニ觸ル、ベキ地面ノ高低ヲ生ズ

ルコトハ無キモノナリ

三十五 目ニ見ユル波動 前章ニ論ジタルハ地殻ノ彈性的波動ニ關スルモノナレドモ大地震ニ於テハ地動ノ振幅大ナルヲ以テ岩石若クハ土地ノ彈性限界ヲ超過スベケレバ斯カル場合ノ地震動ハ必スシモ純正ナル地殻ノ彈性的波動トハ見做ス可カラズ而シテ振幅ガ充分大ナルニ及ベハ終ニ地面ノ裂罅或ハ他ノ變動ヲ生ズルニ至リ、地面ハ時トシテハ「波丈ケ」ノ短ナル重力的波動(若クハ之レニ類似ノモノ)ヲ呈スルコト猶ホ彼ノ強震ニ際シテ河、海ノ水ガ波動ヲ生ズルガ如キ状態トナルコトアルベク、從テ地面ハ著ルシキ傾斜運動ヲ示スベキナリ、古來大地震ノ記録ニ往々地面ガ水波狀トナリテ振動セル旨ヲ記スハ斯カル理由ニ歸因スルナランカ、素ヨリ大地震ニ際シテハ地ノ震動非常ニ強ク人々皆ナ狼狽スレバ精確ナル觀察ヲ爲サンハ難キ事ナレバ實際ニ地面ノ波狀ヲ目撃シタリト云フモ果シテ然リシヤ否ヤハ直チニ信スベキニアラザルコトモアラン、大ナル震動ノ爲ニ船ノ動搖セルガ如キ感じヲ爲シテ地面ガ甚ダシク水波狀ノ運動ヲナセリト誤リ思フコトモアラシ、然レドモ又時トシテハ眞ニ地面ガ水波狀ヲ成セルコトモアルナルベシ、現ニ本委員モ明治二十四年十月廿八日濃尾大地震及同二十七年十月廿日庄内大地震ニ際シテ斯カル現象ヲ

目撃セリトノ說話ヲ頗ル信ズベキ人ヨリ直接ニ聞キタルコトアリ、且ツ調査ノ爲メ震災地方ニ出張シタルニ、激震地方ニ於テ地震前ニハ平ナリシ地面ガ震後ハ曲面トナリテ存セル場合數多ヲ認めタリ、此ノ變動ハ常ニ畠地若クハ水田ノ如キ卑濕ノ地ニ限り、時トシテハ小區域ニ限ラレタルコトモアレドモ、又往々低下セル部分ト隆起セル部分ト相交互スルコト宛

第四圖



モ亞鉛ノ屋根板ノ如キ形狀ヲ成シテ數町ノ長距離ニ亘ルコトモアリキ、但シ何レノ場合ニモ「波丈ケ」、即チ相隣レル隆起ト隆起トノ間ノ距離、若クハ低下ト低下トノ間ノ距離ハ短クシテ二三十間以下ナリキ、此ノ「波丈ケ」ハ水田地ニ於テハ水ガ地ノ低下セル部分ニ集マリ隆起セル部分ハ水面上ニ現ハル、ヲ以テ容易ニ判然ト測ルコトヲ得タリ(濃尾、庄内兩地震トモ十月下旬ニ起リタルヲ以テ稻ヲ刈リ採リタル後ナレバ其ノ狀況第四圖ノ如クナリ)、而シテ地震後地面ガ此ノ如キ波狀ヲ存スルヲ以テ考フルニ地ハ激震中モ亦同様ノ震動ヲ呈シタルモノト推論シ得ベシ、果シテ然ランニハ其ノ振動期ハ之ヲ知ルヲ得ザルモ、柔軟ノ地ナルヲ以テ、兎ニ角非常ニ短カキモノニハ非ザルベク、一

秒内外ト假定スルモ大差ナカルベシト思ハル今例ヲ取リテ「波丈ケ」(λ)ヲ二十「メートル」トシ、振動期(T)ヲ一秒トスレバ此ノ波動ノ傳達速度(V)ハ

$$V = \frac{\lambda}{T} = \frac{20 \times 10^3}{1} = 20 \times 10^3 = 0.02 \text{ キロメートル}$$

トナル此ノ波動傳達ノ速度ハ非常ニ小ニシテ實際地震ノ主要波動傳達ノ速度、即チ一秒ニ付キ三、二「キロメートル」ナル價値ニ比スレバ僅ニ其ノ百分一内外ニ過ギザルナリ、去レバ上記ノ種類ノ波動ヲ以テ直接ニ震原地ヨリ波及シ來ルモノトスルハ理會シ難キ事ナルニ似タリ、然ラバ其ノ性質ハ如何ト云フニ非常ニ強キ彈性的(或ハ類似彈性的)震動ノ結果トシテ柔軟ノ表面土地ニ生ジタル局部現象ニシテ重力的若クハ類似重力的波動ナルベシト思ハル、此ノ理由ヲ以テ右ノ如キ波動ヲ「目ニ見ユル表面ノ波動」ト稱スベシ

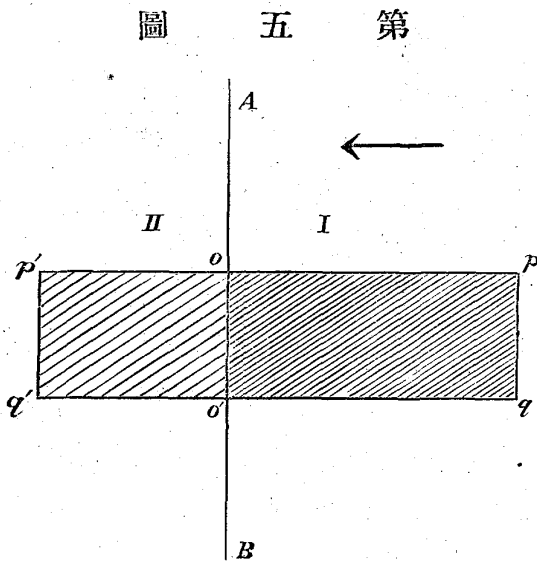
三十五 地震波動ノ性質 前二章ニ論述セル所ニ依レバ一般ノ地震動ハ主トシテ地ノ彈性的波動ヨリ成リ、土地ノ柔軟ナル所ニアリテ大地震ノ場合ニハ幾分ノ傾斜動ヲ伴フコトモアルモノナルベシ

東京本郷(地震學教室)ニ於テ特別ノ裝置ヲ爲シテ普通ノ強、弱、微震ニ際シテ地面ガ傾斜動ヲ呈スルヤ否ヤヲ驗シタルニ

格別ノ傾斜動ヲ示サズ又其ノ存スル場合ニテモ普通地震計ニ感ズルガ如キ大サノモノニアラザルベシトノ結果ヲ得タリ(本會報告第三十二號參照)、尤モ本郷ノ土地ハ堅硬ナレバ一ツ橋外ノ如キ極メテ柔軟ナル地ニ於テ驗測スレバ異ナル結果ヲ見ルコトモアルベシ

三十六 地震動ト土地ノ硬軟トノ關係 第十章ニ於テ本郷ト一ツ橋外トノ地震動ヲ比較シテ、柔軟ノ土ニ於ケル震動ハ堅硬ノ土地ニ於ケルモノヨリモ大ナルベシトノ結果ヲ得タルガ、此ノ關係ハ次ノ如ク説明スルヲ得ベシ

第五圖中ABハ紙面ニ直角ナル平面ニシテ(I)及(II)ナル兩彈性物



(柔軟)	(堅硬)
$\left\{ \begin{array}{l} op' = o'q' = L_2 \\ \rho_2 = \text{比重} \\ v_2 = \text{震波傳達速度} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} op = o'q = L_1 \\ \rho_1 = \text{比重} \\ v_1 = \text{震波傳達速度} \end{array} \right.$

體ノ境界トス (I)ハAB面ヨリ右側、(II)ハ同面ヨリ左側トス) 而シテ地震ノ實際ノ場合ヲ取リテ(I)ハ堅硬ニシテ(II)ハ柔軟ノ土地ト見做スベシ、又 ρ_1 及 v_1 ヲ以テ(I)ノ比重及震波傳達ノ速度トシ ρ_2 及 v_2 ヲ以テ(II)ニ於ケル同様ノ數量トス、今地震ガ矢ヲ以テ示セル如キ方向ヲ以テAB面ニ直角ニ進ミテAB面マデ波及セリト假定シ、 $oo'qp$ ナル任意圓筒ノ一部分ニ就キテ論ズレバ其ノ質量 m_1 ハ $m_1 = \rho_1 \times L_1 = \rho_1 v_1 t$ ナリ、但シ L_1 ハ op (若クハ $o'q$)ナル圓筒ノ長サニシテ、ハ震波カ qp 面ヨリAB面マデ進行スルニ要スル時間トス、又 $oo'qp$ ナル圓筒(「プリズム」ニテモ可ナリ)ノ軸ハAB面ニ直角ニシテ其ノ截面面積ハ便利ノ爲メ一トシタリ、 L_2 次ニ $oo'qp$ ナル圓筒内ノ震波ガ(II)ニ進ミテ $oo'q'p'$ ナル圓筒内ニ移リ入りタリトスベシ、即チ t 時間内ニ pq 面ノ所ニアリタル震動ガAB面マデ進行シ、同時ニ oo 面ニアリタル震動ガ $p'q'$ 面マデ進行セリトセンニ $oo'q'p'$ ナル圓筒内ノ質量 m_2 ハ

$$m_2 = \rho_2 v_2 t$$

ナリ、更ニ t ハ充分短カキモノトス、即チ L_1 及ビ L_2 ナル長サハ震波ノ「波丈ケ」ニ比シテハ非常ニ小ナルモノト假定スレバ $oo'qp$ 及ビ $oo'q'p'$ ナル兩圓筒内ニ含有セラル、勢力(「エネルギー」) E_1 及ビ E_2 ハ次ノ如シ

$$E_1 = \frac{1}{2} \rho_1 v_1 t \times \left(\frac{4\pi^2 a_1}{T_1^2} \right)$$

上式中 a_1 及 T_1 ハ(I)ナル彈性物體中ニテノ振幅及振動期ニシテ a_2 及 T_2 ハ(II)ノ中ニ於ケル同様ノ數量ナリ、今 E_1 ト E_2 ト相等シトスレバ次ノ關係ヲ得

$$\rho_1 \times v_1 \times \frac{1}{T_1^2} \times a_1 = \rho_2 \times v_2 \times \frac{1}{T_2^2} \times a_2 \quad (9)$$

然ルニ堅硬ナル物體ニ於テハ柔軟ナル物體ニ於ケルヨリモ震波傳達ノ速度大ニシテ、又振動期ハ短カカルベキヲ以テ(I)ニ關スル $\rho_1 v_1 T_1$ ト(II)ニ關スル $\rho_2 v_2 T_2$ トノ大小ハ次ノ如クナルベシ(後章參照)

$$v_1 \gt v_2$$

$$\frac{1}{T_1} \gt \frac{1}{T_2}$$

$$\rho_1 \gt \rho_2 \text{ (殆等一ナルベシ)}$$

故ニ上ノ方程式ノ右側ト左側トヲ對照スルトキハ次ノ結果ヲ得

$$a_1 \lt a_2$$

即チ柔軟ナル物體中ニ於ケル震動ハ堅硬ナル物體中ニ於ケルヨリモ大ナルベシトノ結論ヲ得ルナリ

上記セル所ニテハ震波ガ兩彈性物體ノ境界ニ直角ヲ爲シテ(I)ヨリ(II)ニ屈折シタル場合ヲ取り、且ツ(I)中ニ存セル勢力(「エ

子ルギー」ガ全ク(II)中ニ入り込ミタルモノト假定シタルガ此ハ單ニ振幅ハ柔軟ナル土地ニ於テ堅硬ナルモノニ於ケルヨリモ大ナルベシトノコトヲ證明スルノ方便ニ止マリ、別ニ不條理ノ結果ヲ來タスコトハ無キナリ

附記(土ノ比重) 明治三十五年十二月二十日一ツ橋外及ビ本郷帝國大學構内ニ於ケル土ノ比重ヲ測定シタルニ左ノ如クナリキ

一ツ橋外 黒土三十「センチメートル」立方ノ重量四三、九〇「キログラム」ニシテ比重ハ一、六二トナル

本郷 赤土三十「センチメートル」立方ノ重量四二、二六「キログラム」ニシテ其ノ比重ハ一、六〇トナル

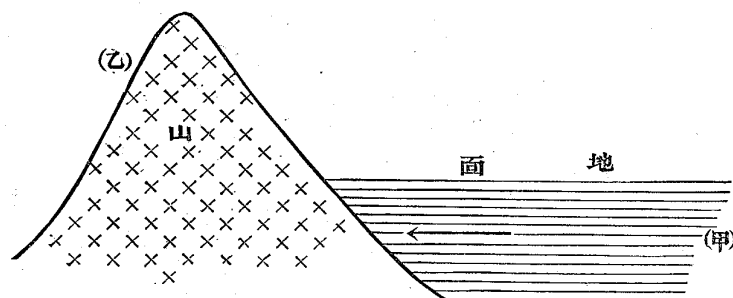
此ノ如ク一ツ橋外ト本郷トハ土地ノ柔軟ナルト堅硬ナルトハ大差異アレドモ其ノ比重ハ粗ボ等一ニシテ共ニ約一、六ナリ

三十七 震波ノ屈折及反射 地震ノ波動ガ一種ノ土地ヨリ他種ノ土地ニ進入スルトキハ光線及音響ノ場合ノ如ク其ノ境界面ニ於テ屈折及反射ノ現象ヲ生ズベシ

第六圖中(甲)ハ柔軟ノ土質ニシテ(乙)ハ堅硬ノ岩石トシ地震波ガ矢ニテ示セル如ク進行シ來ルトセバ(甲)(乙)ノ境ニ於テ震波ノ一部ハ(乙)ニ屈折シ一部ハ(甲)自己ニ反射スベシ而シテ(乙)ニ進入スル震波ハ其ノ一部分ニ止マル上ニ堅硬ナル岩石ナレバ前章ニ

説明セル理由ニ依リテ(乙)ニ於テハ震動著シク輕減スベキニ反シテ(甲)ニ於テハ直射ノ震波ニ反射セルモノヲモ加ヘ(場合ニ依リテハ干涉ノ現象ヲ呈スルコトアルベシ)爲ニ震動甚ダシカルベシ

第六圖



若シ震波ガ(乙)ヨリ(甲)ノ方ヘ傳播スルモノトセバ同様ニ屈折ト反射トノ現象ヲ呈スベク(甲)ハ土質ノ柔軟ナル爲ニ一般ニ震動強カルベシ日本ノ東北部(北海道ヨリ本州中央部ニ至ル)ヲ震動スル地震ノ多クハ海岸ヨリ遠カラザル太平洋ノ海底ヨリ發起スルモノナルガ其ノ震動區域ハ東海岸ニ沿フテハ長距離ニ亘リ、且ツ震動強キニ關セズ、震波ノ西海岸、即チ日本海ノ方面ニ達スルハ比較的ニ其數少ナク且ツ震動微弱ナルハ我日本諸嶋ノ中央ニ連亘シテ其脊骨ヲ形成スル重大ナル山脈ガ東方ヨリ來ル震波ノ大部分ヲ遮斷スルニ歸因

スベシト思ハル

土地ノ硬軟及地形ニ依リテ震動ノ強弱ニ大差アルハ屢々見ル所ノ現象ナリ次ニ其一二ノ例ヲ示ス

明治廿四年十月廿八日濃尾大地震ノ際土地卑濕ナル近江國彦根町ニ於テハ震動甚ダシク家屋、寺院數多全潰シ地動ノ強サハ轉倒物體ヨリ推算スルニ其ノ最大加速度一秒時ニ付キ二千六百乃至二千九百「ミリメートル」ナリ、然ルニ彦根ノ東方ニ當レル小岡上ニ於テハ震動著シク弱クシテ、家屋ノ被害無キノミナラズ、石燈籠モ轉倒セズ、地動ノ強サヲ推算セルニ一秒時ニ付キ千五百「ミリメートル」以下ナリキ

又同地震ノ際、播磨國姫路市ニテハ震動強ク人々戶外ニ逃出スル程ナリシニ同市ヨリ約一里程西北ニ當リテ高岡村ト稱スル一村アリ、書寫山ノ東麓ニ沿フテ流ル、小鹽川ノ流域ニ在リ、村地ハ高ク堅硬ニシテ西方ニ於テハ高サ約百五十尺ノ岡ニ連ナル、而シテ此ノ村ニテハ震動輕クシテ地震ヲ感ゼザル人多カリシトゾ

三十八 (續キ) 若シ前章ノ例ニ於テ(乙)ナル物體ガ小ナルトキハ第七圖ノ如ク怡モ(乙)ハ(甲)ナル柔軟土地ノ中ニ含有セラル、嶋トナル、之ニ反シテ若シ(乙)ガ大ナルトキハ所謂「地震影」ヲ生ズルコトアルベシ、即チaヲ震原トスレバ地面ニbcナル

部分ハ(乙)ナル岩石ノ爲ニ影トナリテ地震ヲ感ズルコト著シク微弱ナルベシ

常陸國鹿島ノ要石ニ關スル口碑ハ鹿島明神ガ此ノ要石ヲ以テ地下ニ埋伏スル大鯰ヲ押ユルヲ以テ同所ハ地震スルコト無シト云フニアリ蓋シ要石ハ其ノ根

大ニシテ深ク地下ニ達スルヲ以テ爰ニ述ベタル所謂「地震影」

ノ現象ヲ呈スルナランカ、或ハ此ノ現象ナキモ、岩石地方ナレバ地震ニ感ズルコト極メテ輕微

ナルノ致ス所ナルベシ

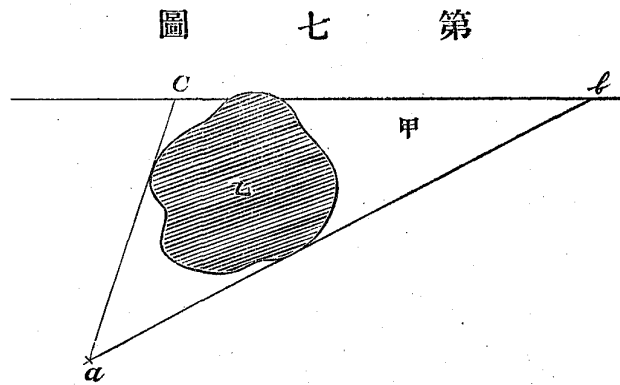
要石ノ類ハ鹿島ニ限リタルニハアラズ余ノ知ル所ニテモ他ニ類

似ノ岩アリ、例之バ能登國羽昨町附近ニテ「地震岩」ト稱シテ

祠レル岩アリ臥牛大ノ岩石ニシテ土人ハ此ノ神石アルガ爲メ同地ハ古來大地震ノ災害無キモノナリト信ズルコトナルガ、

勿論鹿島要石ト同様ノ現象ナルベシ

三十九 (續キ) 砂利ノ基礎 前章「地震影」ノ現象ハ(乙)ナル物體ノ大サガ地震波ノ「波丈ケ」ニ比シテ大ナルトキニノミ限



第七圖

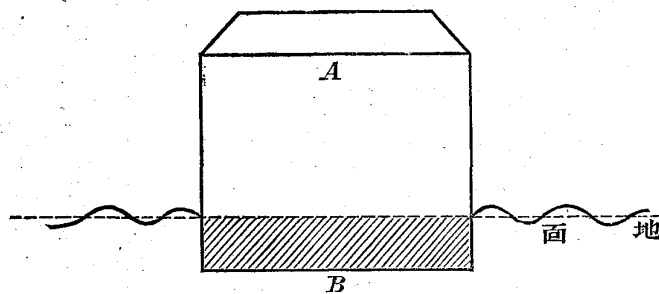
リテ生ズルモノナリ、例之バ水面ニ小ナル木片若ハ藁ノ類ガ浮ベリトセンニ、此レ等ハ水ト共ニ浮沈シテ、宛モ水ノ一分子ナルガ如ク運動スベシ、之ニ反シテ港内ニ大艦巨船ガ碇泊スレバ多少ノ海波アルモ船ハ敢テ其ノ爲ニ動カサルコト無クシテ全ク静止スベシ、是レ他ナシ、大船ノ質量ハ大ニシテ且ツ其ノ大サノ大ナルヲ以テ小ナル海波ハ殆ト全ク反射セラレテ船ヲ動搖スルコト能ハザレバナリ

地震ノ場合ニハ第三十一章ニ論ジタル如ク地殻ノ彈性的波動ノ「波丈ケ」ハ地震ノ主要波動ニ就キテハ數「キロメートル」ノモノナレバ數尺乃至數間ノ大サヲ有スル岩石塊若クハ家屋ノ基礎ノ如キモノハ著ルシク反射、屈折ノ現象ヲ示スコトアラザルベシ、此レ等ノ關係ヨリシテモ、地震波ノ「波丈ケ」ニ關シテ判明ナル知識ヲ有スルコト最要ナルヲ見ルベシ

余會テ（明治二十三、四年頃）地震ハ地ノ波動ナレバ礫ノ如キ物ヲ以テ家屋ノ基礎ヲ作レバ其ノ基礎ハ不連續ノ物體トナルヲ以テ震動ガ礫層内ヲ通過スルニ際シ其ノ勢力ヲ吸收セラレ從テ其上ニ建設セル構造物ニ震動ヲ傳フルコト微ナルベシト想像シ、特別ノ實驗ヲ爲シタルコトアリキ、此ノ實驗ハ本郷大學構内ニ於テ施行シタルガ其方法ハ約六尺立方ノ穴ヲ堀リテ礫ヲ以テ充タシ其ノ上ニ地震計ヲ据エ置キ、以テ地震學教

室内ニ於ケル地震動ト差異アリヤ否ヤヲ驗スルニアリキ、然ルニ數回ノ強弱地震ヲ驗測セル結果ニ依ルニ兩者間ニ毫モ差異無キコトヲ發見セリ、當時ハ頗ル結果ガ意外ナルノ感ヲ抱キシガ今日地震波ノ「波丈ケ」ガ數「キロメートル」ノ長サナルヲ見レバ固ヨリ其ノ當ニ然ルベキモノタル所ナルヲ知ルナリ、但シ非常ノ激震ニシテ地面ニ龜裂ヲ生ズルガ如キ場合ニ至レバ砂礫ノ基礎ハ自然ノ硬土トハ異ナル結果ヲ呈スルコトモアルベシ、即チ地面ニ龜裂ヲ生ズルハ震動ノ大サ、若クハ強サト、土地ノ伸張抵抗力ト

第 八 圖



ニ關スベケレバ礫層ノ如キハ斯カル時ニ際シテハ都合悪カルベシト思ハル」若シ一橋外ノ如キ極メテ柔軟ナル土地ニ於テ同様ノ實驗ヲ爲サバ、結果ノ異ナルコトモアルベシ

四十（續キ）目、ニ見、ユル波ノ場合前章ニ記述セル所ハ主要ナル地震動即チ地ノ彈性的波動ニ關スルコトニシテ第三十四章ニ論ジタル柔軟ノ土地ニ生ズベキ目ニ

見ユル表面的波動ノ場合トハ異ナレリ斯カル波動ハ「波丈ケ」

短カクシテ表面ノ現象ナルヲ

以テ家屋、橋梁等ノ基礎ヲ宏

大ニシテ堅固ニスレバ、宛モ

岩塊ガ柔軟地ニ存在スル状態

トナルヲ以テ、波動ヲ反射ス

ルコト港内ニ碇泊スル大船ガ

小ナル波動ニ感ゼザルガ如ク

ナルベシ(第八圖ヲ見ヨ)

大地震ニ際シテ卑濕ノ地ニ構

造物ノ損害多キハ單ニ水平及

上下震動ノ振幅大ナルノミナ

ラズ表面的水波狀ノ波ノ存在

ニモ由ルナルベシ、第九圖ノ

如ク薄弱ナル家屋ノ基礎ハ容

易ニ此ノ種ノ波動ノ爲ニ破壊

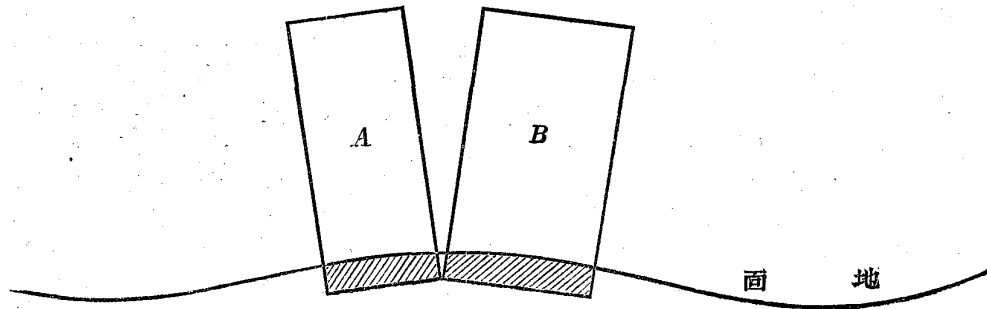
セラレ、爲ニ煉瓦、石造ノ家

屋ハ兩ツニ割レ若クハ一部低

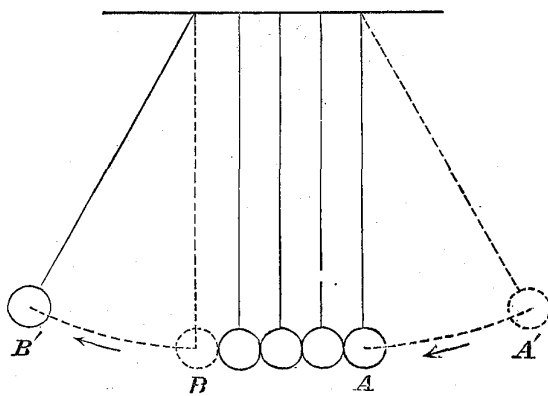
下シ或ハ傾斜スルコトアリ、

是レ明治卅年六月十二日印度大地震ノ際「ベンカル」地方ニテ

第九圖



第十圖



夥ダシク有リタル現象ニシテ柔軟地ニ建築スル場合ハ最モ注
意スベキ事項ナリト雖モ、上記ノ如ク基礎ヲ堅固ニスレバ全
ク此ノ種ノ波動ヲ反射シテ、其ノ害ヲ避クルコトヲ得ベシ、
以テ基礎ヲ堅牢ニスルノ必要ヲ見ルベキナリ
四十一 地震動ト地形トノ關係 地震動ノ強弱ハ單ニ地質ニ
關スルノミニ非ズシテ、地形ニモ關スルナリ其ノ顯著ナル現
象ハ「端ノ振動」(Marginal vibration)及「表面ノ振動」(Sur-
face vibration)是レナリ

端ノ振動 第十圖ノ如ク數個ノ象牙球ヲ列ベ吊ルシ其ノ一端

ノ球AヲA'迄變位セシメ

テ放ツトキハ他端ノB球

ハB'迄飛ビ行ケドモ中間

ノ象牙球ハ格別運動ヲ起

スコト無カルベシ、是レ

B球ハ一方ニ支障スル物

體無キヲ以テ自在ニB'ノ

方ニ運動スルモノナリ、

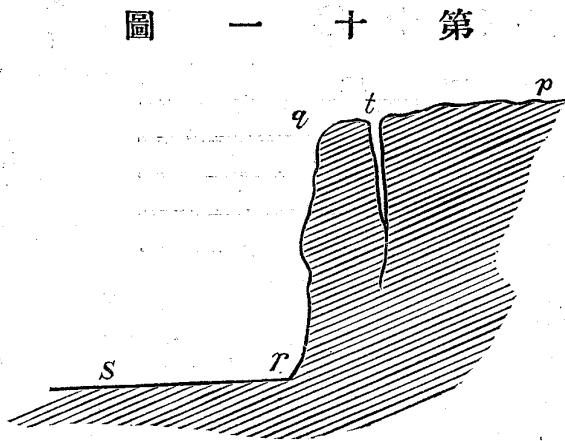
此ハ初等物理學ノ實驗ナ

ルガ地震ノ場合ニモ同様

ノ現象アリテ例之バ(第十一圖) pqrハ斷崖ニシテrsハ其下ノ平

pqr

地ナリトスレバ qr ノ側ハ支障無キヲ以テ地震動ハ pq ノ斷崖ニ
 近キ邊ニテハ著ルシク強ク、強震ナレバ t ノ處ニテ裂罅ヲ生



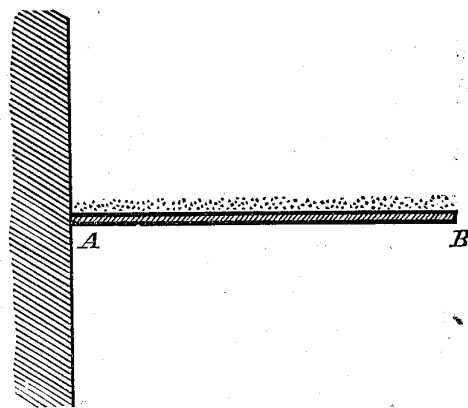
ズルニ至ルベシ、既ニ一度
 裂罅ヲ生ズルニ於テハ qr ナ
 ル部分ハ宛モ一個ノ倒振子
 ノ如キ状態ヲ成セバ震動ノ
 甚シキニ及ビテハ終ニ頽レ
 落ツルニ至ルベシ之ヲ端ノ
 振動ト稱スルナリ激震ニ際
 シテハ岩石ガ山腹ヨリ轉落
 シ、若クハ山腹ガ迂リ落ち
 テ地類ヲ生ズルコト常ニ見
 ル所ナルガ、此レト同様ノ

理ニ因ルモノナリ

第三十六章ニ一般ニ卑濕ノ地ハ震動強ク堅硬ナル高臺地ニテ
 ハ震動弱キモノナリトノ事ヲ記シタルガ本章ノ論旨ニテハ縱
 令高臺ニテモ斷崖或ハ峻阪ニ近カキ處ハ地震ニ際シテハ危險
 ナル位置ト知ルベキナリ」築堤、河岸、道路等ノ場合ニモ此
 ノ現象著シク地震動ノ方向如何ニ關セズ常ニ其ノ長サニ平行
 シテ地割レヲ生ズルモ此ノ故ナリ

故關谷博士ハ駿河臺ノ崖上下崖下ノ地面トニ簡單地震計ヲ据

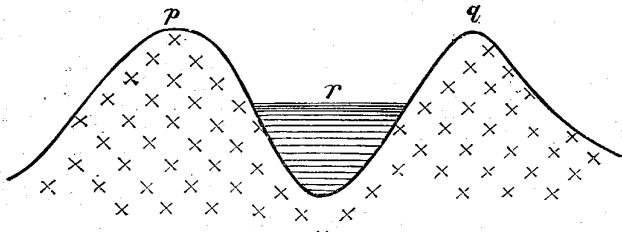
圖二十第



エ付ケテ地震動ヲ觀測
 セラレタルガ、其ノ結
 果ニ依レバ崖上下崖下
 トノ高サノ差ハ三十八
 尺ニシテ崖上ノ震動ハ
 崖下ノモノニ比スレハ
 平均ニ倍大ナリシト云
 フ

四十二 表面ノ振動

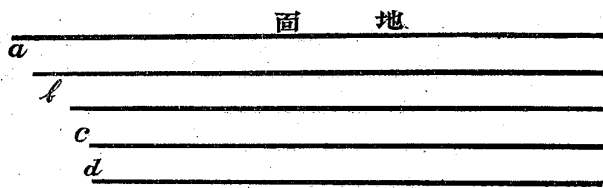
圖三十第



(音響學ノ實驗)第十二圖 AB ハ金屬
 板ニシテ A ニ於テ固定セルモノト
 ス、其ノ上ニ砂ヲ布キ置キテ AB 板
 ヲ B 端ニ於テ摩軋シ振動シテ音ヲ
 發セシムレバ砂ハ飛ビ上カルニ至
 ルベシ是レ砂ノ質ガ輕鬆ナルヲ以
 テ多ク動カサル、ニ由ルナリ、
 地震ノ場合ニモ同様ノ現象アリ
 (第十二圖) p 及 q ハ共ニ堅硬ノ
 土地ニシテ r ハ兩者ノ間ナル谷地

ニ堆積セル柔軟土トスレバ宛モ上記振動板ノ實驗ノ如キ状態トナルヲ以テ地震ニ際シテハ p q ニ於テハ振動微弱ナルモ r ニ於テハ強ク感ズベキナリ」東京ニ於ケル實例ヲ示サンニ p ラ本郷臺トシ q ヲ小石川臺トスレバ r ハ田町ニ當ル、明治三十二年三月七日、大和、紀伊地方激震ノトキ、余ハ本郷ノ地震學教室内ニ靜坐シテアリタルガ少シモ地震動ヲ感ゼザリキ、然ルニ田町邊ニテハ震動強ク、戶外ニ走り出デタルモノアリシトゾ」築地、埋地等モ此ノ理ニ由リテ地震ヲ感スルコト甚シキナリ、

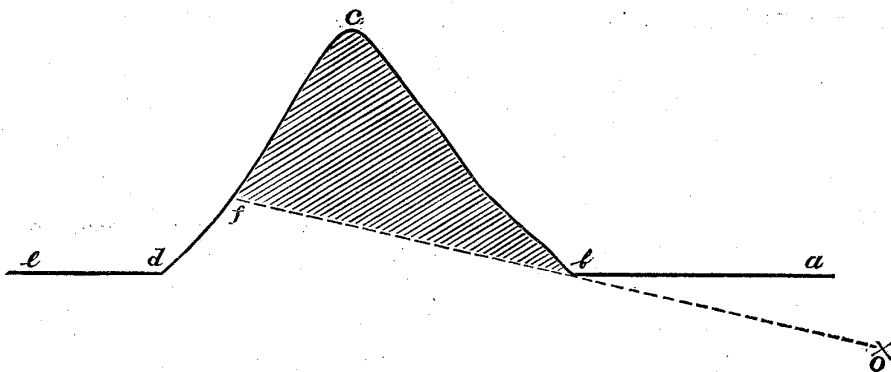
第四十圖



第十三圖ノ如キ特殊ノ地形無シトスルモ地震波ガ地下ヨリ地表ニ傳播スルニ從ヒ多少同様ノ現象ヲ呈スベキナリ第十四圖ニ示ス如ク地ノ表面ニ近キ部分ガ a b c d 等數多ノ層ヨリ成ルモノト假想センニ此レ等ノ諸層ヲ構成セル岩石、土壤ハ比重ニ於テハ著ルシク、相異ナルコト無キモ、彈性率ハ地下ニ下ルニ從ヒ頗ル増加スベク、殊ニ表面ノ土地（岩石ニアラザルトキ）ガ粗鬆ナルト表面ハ其上ニ物體無クシテ恰モ前章象牙球ノ實驗ニ於テ B

端ノ球ニ相當スル位置ニアルトニ由リ震波ガ表面ニ近ツクニ從ヒ幾分カ振幅ヲ増大スルノ傾向アルベキナリ」此ハ單ニ地表面ノ關係ニ由リ、即チ地面ニ極接近セル部分ノミニ關スルモノニシテ固ヨリ震波ガ無限ニ廣キ物體中ヲ傳播スルトキニ震動ノ強サト震原地ヨリノ關係ヲ示スニハ非ザルナリ

第五十圖



四十三 山岳ノ影 第十五圖中 ab de ハ平地若クハ谷地 bed ハ山岳ニシテ總テ同一岩石ヨリ成ルモノト假定ス此ノ場合ニ o ナル震原點ガ ab ナル地面下淺キ處ニアリトスレバ bf 線以上ノ部分ハ地震影トナリテ震動ヲ全ク感ゼザルカ或ハ微弱ニ感ズベシ、此ノ如キ現象ハ先キ頃ノ六甲山鳴動ノ調査ニ於テ認メタリ

四十四 地震波傳播ノ速度 地震傳播ノ速度ヲ精確ニ測定ス

ルハ諸種ノ調査上要用ナルヲ以テ第三十四章ニ記ルセル如ク本會ニ於テハ大學、一ツ橋外、天文臺、西小松川ノ四ヶ所ニ地震計ヲ据ヘ付ケ電線ヲ以テ連結シ、一地震ノ際地震計記錄ヨリ同一波動ヲ見定メ、其ノ四ヶ所ニ到着セル時差ヲ計リテ震波傳達ノ速度ヲ測定スルノ方法ヲ設ケタリ、而シテ今村理學士ガ八回地震ノ觀測ヨリ得タル結果ニ依レバ地震主要波動ノ速度ハ平均一秒時ニ付キ三、三「キロメートル」ナリ（本會報告第二十一號、第三十二號參照）ハ此ノ速度ハ遠地大地震

ノ主要波動ガ地球面ニ沿フテ傳播スル速度ト同一ナリ

四十五 人為的ニ起コセル震動ノ傳達速度 「ダイナマイト」

ヲ地中數尺若クハ數「メートル」ノ深サニ埋メテ爆裂セシメテ起コレル地ノ震動ハ自然ノ地震ト類似ノ振動ヲ爲セドモ其ノ震動區域ハ固ヨリ小區域ニ止マリ且ツ眞ニ地表面ニ於テ波及スルヲ以テ此レ等ノ實驗ヨリ得タル速度ハ前章ニ與ヘタル地震ノ速度ヨリハ非常ニ小ナルベキノ理ナリ、而シテ爆裂ニ用キタル「ダイナマイト」ノ量ヲ増スニ從ヒ、又原動點ト觀測地間ノ距離ヲ増スニ從ヒ次第ニ自然ノ地震ニ似來ルヲ以テ波及ノ速度モ幾分ヲ増スベキナリ」大砲ノ發射或ハ重キ物體ヲ高處ヨリ墜下シテ起コセル地響、蒸氣器械蒸氣鏈ノ活動ヨ

リ起レル地響、瀛車、馬車、荷車ガ通過セル爲ニ起コレル地ノ震動ハ孰レモ地表面ニ限レルモノナレバ其ノ傳播ノ速度ハ極メテ小ナルモノナリ、次ニ近時ニ於ケル此ノ種ノ人為的震動ノ驗測ノ結果一二ヲ錄ス

(甲)「ミルン」教授ノ實驗 明治十三年ヨリ十八年迄ノ間ニ「ミ

ルン」教授ハ東京ノ各所及横須賀ニテ重キ物體ヲ地上ニ墜下シ或ハ「ダイナマイト」ヲ爆裂セシメテ地動ヲ調査セラレタリ重キ物體ノ最重ナルハ千七百十封度ニシテ墜下セル高サノ最大ナルハ三十五尺ナリ又「ダイナマイト」ノ量ハ約二封度以下ナリキ、而シテ傳播ノ速度ハ波動ノ種類、土地ノ硬軟原動力ノ大小等ニ依リテ差異アリテ一秒時ニ付キ二百呎乃至六百三十呎（即チ六十「メートル」乃至百九十二「メートル」）ノ間ヲ變化セリ、又主要ナル縱波動ノ振動期ハ舊工部省附近ノ地ニ於ケル實驗ニテハ平均〇、三二五秒ナリキ

(乙)「ミルン」氏ヨリ以前ノ地震學者中ニテ「マレット」氏ハ砂地

ニ於ケル人為的震波ノ速度ヲ測定シテ一秒ニ付キ八百二十四呎（約二百五十「メートル」）ナル結果ヲ得、又花剛岩ニ就キテハ同ジク千六百六十四呎（約五百十「メートル」）ナル結果ヲ得タリ、又「アツポット」將軍ハ多量ノ「ダイナマイト」ヲ爆裂セシメテ起コセル地動ニ付キ一秒時ニ付キ八千八百十

四呎(約二、七「キロメートル」)迄ノ速度ヲ測定セリ

(丙)本委員明治三十年五月獨逸國ポツダム府附近ノ砂地ニ於テ千五百「キログラム」ノ「ダイナマイト」ノ爆裂アルニ際シ原動地ヨリ約六、二「キロメートル」ノ距離ニ於テ觀測シ一秒時ニ付キ一、四七「キロメートル」ナル震動傳達ノ速度ヲ得タリ(本會報告第二十一號參照)

四十六 彈性的波動ノ種類 彈性力學ニ依ルニ一ノ等一ナル彈性物體ノ中ニ振動ノ起原アレバ一般ニ其ヲ中心トシテ二種ノ波動起リ別々ノ速度ヲ以テ四周ニ傳播ス、而シテ各種ノ波動ニ於ケル振動ノ方向ハ相互ニ直角ヲ爲スモノトス、若シ彈性物體ガ等一ナル上ニ其ノ組織ガ「アイソトロピック」ナルトキ即チ物理的ノ性質ガ種々ノ方向ニ於テ異ナルコト無キ場合ニハ振動ノ現象ハ稍々簡單ニシテ二種ノ波動ノミトナル其ノ一ハ縱波ト稱シ任意ノ場所ニ於ケル一分子ガ振動スル方向ハ自己ト振動起原點トヲ結ビ付ケタル直線上ニアリ、他ハ橫波ト稱シ振動ノ方向ガ前者ト直角ヲナスモノナリ、例之バ空氣ノ音響波ハ縱波ニシテ「エーテル」ノ光波ハ橫波ナリ、縱波及橫波ノ傳播速度ハ彈性物體ノ比重及彈性係數ヨリ次式ニ依リテ算出スルコトヲ得

$$v_0 = \frac{k + \frac{4}{3}n}{\rho}$$

$$v_1 = \frac{n}{\rho}$$

上式中 v_0 ハ縱波ノ速度ニシテ、 v_1 ハ橫波ノ速度ナリ又 ρ ハ彈性物體ノ比重ニシテ k ハ「バルク、モジュラス」(Bulk modulus) 或ハ「モヂュラス、ヲフ、コンプレッション」(Modulus of compression)ト稱スルモノ、 n ハ「リジデチー、モヂュラス」(Rigidity modulus) 或ハ單ニ「リジデチー」(Rigidity)ト稱スルモノニシテ共ニ彈性率ナリ、地殻ノ構造ハ頗ル複雑ニシテ敢テ「アイソトロピック」物體ニ非ザレドモ地震波ノ「波丈ケ」ハ大ナルモノナレバ(第四十四章參照)地殻ヲ以テ、其構造諸岩石ヲ平均セルニ等シキ比重ト、彈性率トヲ有スル一ノ「アイソトロピック」物體ト見做スモ地震振動ノ大體ヲ論ズル上ニハ差支無カルベシ ρ k n ハ凡テ正數ナレバ縱波ノ速度(v_0)ハ常ニ橫波ノ速度(v_1)ヨリモ大ナルモノトス、從テ原動點ニ於テハ縱波モ橫波モ同時ニ現出スレドモ振動ガ中心ヨリ四周ニ傳播スルニ從ヒ兩種ノ波動ハ次第ニ相分離スルニ至ルベク即チ原動地ヨリ多少ノ距離ニ於テハ縱波先ヅ到着シ更ニ幾分ノ時間ヲ經タル後ニ橫波ガ到着スベキノ理ナリ「ミルン」、「グレー」兩教授ハ嘗テ重

キ物體ヲ高所ヨリ落シ或ハ「ダイナマイト」ヲ爆發セシメテ地動ヲ起シテ觀測セラレタリ、今村臨時委員及本委員モ先年水雷火、地雷火ノ爲ニ起レル地ノ振動ヲ觀測シタルガ此レ等ノ人爲的地震ニ於テハ常ニ縱橫兩種ノ振動アリテ縱波ハ橫波ヨリモ速度大ナルノミナラズ振幅モ亦著シク大ナルコトヲ確メ得タリ、然ルニ實際地震計觀測ノ結果ニ由ルニ局部地震ノ場合、即チ震原地ガ觀測地ノ附近ニアルトキハ縱、橫兩種ノ振動ト認ムベキモノヲ區別シ得ルコトアレドモ、一般地震ニ關シテハ未ダ判然タル結論ヲナスヲ得ザル所アリ、此ノ調査ハ今後研究ヲ積ムベキ要項ナルガ、若シ地震ニ就キテ縱橫兩波ノ傳達速度ヲ正確ニ測定スレバ地殻ノ彈性率ヲ算定スルヲ得ベキナリ

地震ハ一般ニ縱、橫兩種ノ振動ヲ混ズベキガ、場合ニ依リテハ縱波ノ著シキコトモアルベク、又橫波ノ著シキコトモ有リ得ベキノ理ナリ、然ルニ大地震調査ノ結果ニ依レバ其ノ震央附近ノ地ニ於テハ地震中ノ最大震動ハ主トシテ縱波ヨリ成レル場合多ク、又普通ノ強、弱、微ノ地震ト雖モ地震計記錄ニ由ルニ上下動ハ常ニ水平動ニ比シテ遙ニ微小ナルノミナラズ、震原地ヨリ遠距離ニ及ベバ地震ハ殆ド常ニ水平動ノミトナルノ事實アルヲ以テ見レバ地震動ノ主要部分ハ縱波ヨリ成

レルモノナルニ似タリ、即チ一觀測地ニ於ケル主要震動ノ方向ハ震原地ト其ノ觀測地トヲ連結セル直線ニ平行ナルベキノ理ナリ、若シ主要震動ガ縱波ニ非ザル場合ニテモ、縱波ハ橫波ヨリモ傳播速度大ナレバ一觀測地ニ於テ最初ニ到着セル判然タル大震動ノ方向ヲ測定スレバ其レヲ以テ縱波ト見做シテ、震原地ノ方向ヲ推定スルヲ得ベシ」茲ニ注意スベキコトハ縱波ノ方向ガ震原地ヲ指スト認ムベキハ觀測地ガ震原地ニ近キ場合、換言スレバ震動ヲ充分強ク感ジタル場合ノミニ限ルモノナルコト是レナリ、若シ震原地ヲ距ルヨト遠キニ及ベバ地震波殊ニ「波丈ケ」短ナル部分ハ途中ノ地質構造ノ錯雜ナルガ爲ニ反射、屈折「デフラクション」等種々ノ變化ヲ受クルヲ以テ縱、橫兩波動ガ非常ニ相混ズルニ至ルベケレバ判然タル地震動ノ方向ト稱スベキモノ之レ無キナリ

地震動ヲ單一弦運動ト見做シ、其ノ振幅ヲ a トシ、往復振動期ヲ T トスレバ、其ノ最大速度 (V) 及ビ最大加速度 (A) ハ次ノ如シ

$$V = \frac{2\pi a}{T}$$

$$A = \frac{4\pi^2 a}{T^2}$$

V 及ビ A ナル量數ハ地震ニ際シテ地ノ一分子ガ爲ス所ノ運動ニ關スルモノニシテ、震波傳達ノ現象トハ關係無キモノナリ

從テ爰ニ與フルVハ震波傳達速度トハ別物ナリ

大地震ニ關スルコト

四十七 日本大地震ノ數、我國ノ地震記錄ハ允恭天皇即位五年(西曆四百十六年)ニ始アリ爾後明治三十一年(西曆千八百九十八年)ノ福岡縣激震ニ至ル迄千四百八十二年間ニ全國(臺灣ヲ除ク)ニ於テ土地ノ陷落龜裂、著シキ家屋ノ被害、人命ノ損失等アリシ大地震ハ合計二百二十三回ナリ這ハ記錄ニ存スルモノ、ミノ數ナルガ上世ニアリテハ陸奥、出羽、蝦夷ノ如キ僻遠地方ニ關スル地震ノ記錄甚ダ少ナキヲ以テ實際ノ大地震ハ以上ノ數ニ數倍スルナラン、但シ十七世紀徳川氏治世ニ及ビテハ天變地異ノ都度諸侯ヨリ其趣ヲ届出ヅベキ定メナリシニ依リ此時代ニ於ケル大地震ノ記錄ハ北海道及ビ琉球ヲ除クノ外殆ト完全ナリト信ジ得ベシ、而シテ之ニ據ル時ハ十七世紀以後明治三十一年ニ至ル二百九十九年ノ間ニ日本全國(臺灣ヲ除キテ)ニ百八回ノ大地震アリ即チ平均約二年半ニ一回ツ、大地震アル割合ナルヲ見ル

以上二百二十三回ノ大地震ノ中其激震區域ノ廣狹ニ從ヒ姑ク區域ノ一國內ニ限ルモノヲ局部大地震ト稱シ、二國以上數ヶ國ニ亘ルモノヲ非局部大地震ト稱スレバ、局部大地震ノ數ハ百四十九回、非局部大地震ノ數ハ七十四回ニシテ恰モ二ト一

トノ比例ナリ又地方ニ就テ論ズレバ大隅、薩摩、肥後、肥前、筑前、對馬、石見、加賀、能登、佐渡、越後、信濃、下野、岩代、羽前、羽後、石狩、天鹽ニハ局部地震多ク信濃越後ニ於ケル一二ノ場合ヲ除クノ外ハ非局部地震ノ特發シタル事殆ド稀ナルニ反シ、日向、豊後、土佐、紀伊、幾内、美濃、及東海道ハ激震區域ノ廣大ナル非局部地震ニ襲ハル、コト屢々ナリ其震原ハ海岸ヨリ遠カラザル海底ニ發シテ略ボ陸地ニ並行スルガ如シ而シテ武藏、相摸ノ如キハ此海中ナル大震原地方ト下野ノ局部大地震特發地トノ間ニ挾マリ加フルニ自己モ亦屢々局部大地震ヲ特發スルヲ以テ其大震活動力ハ日本全國中ニ冠タルナルベシ又陸前、陸中、陸奥、根室、釧路モ屢々海中ニ發シタル大地震ノ襲フ所トナレドモ此種ノ激震區域ハ常陸及房總半島以南ニハ及ビタル事ナシ

北海道、本州、四國及九州ヲ通ジテ日本全土大體ノ形ヲ論ズレバ中心ヲ日本海ノ方向ニ有スル一ノ圓孤ト見做シ得ベク、此形ガ日本ノ地質構造ト大關係ヲ有スル事ハ既ニ先輩ノ唱ハタル所ニシテ上述ノ大地震分布ハ次ノ如ク約言スルヲ得ベシ

日本孤ノ内面、即チ日本海ニ瀕スル地方ニハ局部大地震多クシテ、其外面即チ太平洋ニ瀕スル地方ハ非局部大地震ニ襲ハ

ル、コト屢々ナリ且ツ後者ハ通常海中ニ震原ヲ有スルヲ以テ非常ノ大津浪ヲ伴ヒ起シ地震ヨリモ大ナル損害ヲ及ボスコト稀ナラス。本州ノ中央ニ當レル美濃下野及岩代ハ屢々大地震ノ震原トナレドモ是等ノ諸國ニ隣リ或ハ挾マルル上野及飛彈ノ二國ハ但馬及中國ノ二三箇國ト同シク日本國中ニテハ大地震ノ最稀ナル地方ナリ

大地震ガ海中ヨリ發スル時ハ多少海水ニ激動ヲ與ヘテ海嘯即チ津浪ノ現象ヲ呈スルモノナルガ我國古來ノ大地震ガ津浪ヲ伴ヘル場合ハ合計二十六回ナリ即チ左ノ如シ

太平洋沿岸ニ起レル津浪

二十三回

日本海沿岸

三回

太平洋中ニ發シタル大地震ハ四十七回ナレバ其内津浪ヲ伴ヘルモノハ正ニ其半數ニ當レリ即チ津浪ナル現象ハ日本東海岸ニ於テ敢テ稀少ナラザルヲ見ルベシ而シテ津浪ハ此場合ニハ地震後三十分乃至一時間半ヲ經テ來ルモノニシテ一日二日ヲ隔テ、來ルコトナシ、又津浪ノ甚ダシキ場所ニテハ海水ハ最初退キ、次ニ進ミ來リ五六分乃至十數分毎ニ一回ツ、退キ復タ滿チ、斯ノ如クシテ數時間繼續ス津浪トハ非常ニ長クシテ振動期モ緩ナル大波ヲイフナリ、日本海方面ニ於テハ佐渡ニ二回越後ニ一回ノ外ハ絶エテ津浪ナルモノナカリキ

津浪ノ最多ナリシハ伊豆、阿波、攝津、遠江、陸中、陸奥等ノ沿岸ニシテ六回若クハ七回ニ及ベリ上ニ記セル所ハ大抵非常ノ災害ヲ來シタルモノニシテ大津浪ト稱スベキモノナリ、若シ小津浪ニシテ格別ノ災害ヲ來サザリシモノヲモ盡ク調べ得タランニハ其數實ニ夥シカルベキナリ

四十八 震災 震災ノ恐ルベキハ物ノ譬諭ニモ云フコトナル

ガ大小數多ノ地震ニ就キ震害ノ委細ヲ調査スルハ誠ニ要用ナルコトニシテ、例之バ震災保險ノ制ヲ立テントスルガ如キ時ニモ參考ノ資トナルベシ、爰ニハ單ニ近年ノ大地震中最慘狀ヲ極メタル濃尾、庄内ノ二地震、三陸大津浪并ニ明治二十七年東京地震ニ就キテ被害ノ一斑ヲ示スベシ

(甲)明治二十四年十月廿八日午前六時三十七分ニ發セル濃尾大地震ノ區域ハ頗ル廣ク仙臺以北ヲ除キテ日本國中盡ク強弱ノ震動ヲ感ジ、本邦全土三分ノ二、即チ陸地面積一萬六千方里ニ亘レリ、而シテ震動ノ波及シタルハ震央ヨリ百卅里餘ニ達シタルヲ以テ海陸ノ總面積ハ五萬四千餘方里ニシテ日本ノ面積ニ倍ヨリモ大ナリシナリ最激震地帯ハ濃尾平原、美濃西北部ヨリ越前國福井ニ亘リ、大體ニ於テ區別スレハ山崩レ、地盤ノ陷落、隆起、龜裂、堤防道路ノ破壞、泥水噴出、家屋橋梁ノ倒壞、人畜死傷等アリシ「劇震部」ハ美濃(西九分)、尾

飛	加	越	伊	若
彈	賀	中	賀	狹

(*尾張國木曾、庄内二川ノ流域ニ係ル堤防ハ概シテ破裂又ハ陷没ノ害ヲ蒙ラサルハナシ故ニ被害ノ箇所ヲ舉クルニ違アラサルヲ以テ多クハ之ヲ省ケリ)

濃尾大地震ノ際ニ於ケル死傷者ハ既ニ前記セル如ク非常ノ大數ニシテ、此ハ取り返シ能ハザル損失ナルガ、財産ノ損失モ亦實ニ莫大ノモノナルベシ、現ニ震災復舊土木費ニシテ國庫ヨリ支出セラレタルモノニテモ岐阜縣ノ分、三百三十六萬七千六百餘圓、愛知縣ノ分一百七十二萬七千三百餘圓ナリ、全潰住屋ノ數ハ八萬ナレドモ總テノ建物ヲ合算スレバ全潰家屋十四萬二千一百七十七軒、半潰ノ分八萬三百二十四軒ニシテ合計二十二萬二千五百一軒(此ノ内ニハ工場、寺院等ヲモ含有ス)トナル全潰半潰ヲ通ジテ家屋財産ノ損失平均二百圓ト假定スルモ四千四百餘萬圓トナル、此ノ外ニ鐵道ノ大復舊工事、山林、田畠ノ損失等ヲモ加フレバ無慮六千萬圓以上ニ及ブベキナリ

(乙)明治二十七年十月廿二日午後五時三十三分頃ニ發セル庄

内地震ノ震域ハ濃尾地震ノ如クニ廣大ナラザリシガ其ノ震央地附近ニ於ケル震動ノ烈シカリシコト、酒田町其ノ他ノ町村ニ於ケル慘狀ノ甚ダシカリシコト、ハ敢テ濃尾地震ノ場合ニ劣ラザリキ、其ノ震動區域總面積(陸地)ハ一萬一千四百五十方里ニシテ震波ハ中心ヨリ平均約百里ノ距離ニ達セリ、其中「強震」部ハ一千五百五十方里ニシテ長徑七十里、短徑四十里ニ及ビ其ノ長徑ノ南北ニ並行セル橢圓形ノ區域ナリ、就中被害ノ最モ甚ダシカリシハ舊庄内領即チ飽海、東田川、西田川ノ三郡ニシテ面積約百方里ノ地ナリ

庄内三郡ニ於ケル被害ノ大要ヲ舉グレバ全潰セル家屋(住家ノミニ就キテ算ス、以下同ジ)ハ二千七百七十七戸、死亡者七百二十三人、負傷者千〇六十一人ナレバ之ヲ濃尾地震ト比較スルニ此ノ地震ノ方、少ナルコト全潰家屋數ハ約三十分ノ一ニシテ死亡人員ハ約十分ノ一ナリ即チ庄内地震ニ於テ全潰家屋ノ數ニ對スル死者ノ割合ハ濃尾地震ニ於ケルヨリハ三倍ノ多キニ達シ、平均全潰家屋約四戸ニ付一人ヅ、ノ死者ヲ出セリ、又地震後ニ發セル火災ノ爲ニ全燒セル家屋ハ千四百八十九戸ニシテ内千二百九十戸ハ酒田町ニ屬ス、全潰及ビ全燒家屋ヲ總計スレバ四千二百六十六戸ニシテ平均全潰及全燒家屋約六戸ニ付キテ一人ノ死亡アリタル割合ナリ、全潰家ノ割

合ニ多カリシ村落一二ノ例ヲ舉グレバ飽海郡飛鳥村ニ於テハ全村百三十八戸ノ内百十戸ノ全潰アリ、又東田川郡福岡村ニテハ全村七十八戸ノ内六十九戸ノ全潰アリタリ

(丙)明治二十九年六月十五日三陸大津浪 此ノ大津浪ハ同日午後七時三十三分頃ノ地震ノ爲ニ起レルモノナルガ、津浪ノ始

メテ三陸海岸ニ達シタルハ午後八時十九分頃ナリキ、此ハ近時我國ニ於ケル最激甚ノ津浪ニシテ陸前國吉濱ニ於テハ浪ノ高サ實ニ八十呎ニ及ベリト云フ(伊木理學士ノ調査ニ據ル)

而シテ津浪ガ家屋ヲ破壊シ人命ヲ損失セルハ三陸東海岸ニ於テ、北ハ陸奥國尻矢崎附近ヨリ南ハ陸前國牡鹿半島迄殆ド百里ノ距離ニ亘リ單ニ住家ノミニ就キテ算スルモ宮城、岩手、

青森三縣下ヲ通シテ流失家屋六千四十九戸、全潰五百三十七戸半潰及小破損七百七十一戸、合計七千三百五十七戸ニシテ

此ノ外社寺、學校、倉庫、納屋ノ類ハ流失二千四百七十七棟、全潰二百三十九棟半潰及ビ破壊二百九十七棟合計三千零

十三棟アリ即チ總計一萬三百七十棟トナル死者ハ二萬千九百五十三人、負傷者四千三百九十八人ニ及ビタリ、流失及全潰

戸數ハ濃尾大震ノ全潰住家數ニ比スレバ約十分一ナリシカドモ、津浪ノ死者ノ數ハ實ニ同地震死者ノ數ニ三倍セリ

災害ノ甚ダシカリシ岩手縣氣仙郡ニ於テハ一區十一ヶ村ヲ通

シテ死亡者ハ全人口ノ五分一強、流失家屋ハ全戸數ノ三分ノ一ニ當リ、同縣南閉伊郡ニ於テハ一町(釜石)二村ヲ通ジテ死亡者ハ全人口ノ二分一弱ニ當リ、流失家屋ハ全戸數ノ約三分二ニ當レリ、就中釜石町ノ如キハ人口六千五百五十七人ノ内四千七百ハ死亡シ五百ハ負傷シ、戸數千二百二十三ノ内千〇八十八流失セルガ如キハ最モ慘狀ヲ極メタルモノナリ、其他堤防、道路、田畑、宅地、橋梁、船舶等ノ流失破損夥シカリキ、實ニ大津浪ハ地震ヨリモ一層恐ロシキ災害ヲ與フルモノト謂フベキナリ

(丁)明治二十七年六月二十日東京地震 此地震ハ夏時ニ起リ且ツ發震時ガ午後二時四十分十秒ニシテ夜中若クハ早朝ナラザリ

シヲ以テ負傷者ハ割合ニ少ナカリシナルベク、且ツ火災ヲ生ゼザリシハ幸ナリキ、此地震ハ安政以後ニ於テハ東京ノ最強

震ナルニハ相違無ケレドモ固ヨリ濃尾、庄内、陸羽等ノ大地震ニ比スベキ大震ニハ非ザルナリ市内全體ニテ死人二十四、

重傷ヲ負ヒタル者三十三人、輕傷ヲ負ヒタル者百十六人ナルガ多クハ烟突、煉瓦、塀牆、土藏壁等ノ崩壞或ハ玄關屋上ノ

瓦等ノ墜落ノ爲其他二階等ヨリ飛ビ下リシガ爲ニ死傷セル者ナリ構造物ノ震害ニテ顯著ナリシハ築地其他ノ場處ニテ煉瓦

家屋ノ破壊セルト、烟突ノ被害トナリ、烟突ノ震害ヲ被フリタ

ルハ工場所用ノモノ百七十一個(郡部ノ分モ算入ス、以下同シ)、煖爐用ノモノ六百五十八個ノ大數ニ及ビタリ」若シ此ノ地震ガ維新以前ニ江戸ニ起リシナラバ格別ノ損害ヲ生ゼザリシナラント思ハル

明治二十七年六月二十日ノ地震ヨリ少シク強キ激震ガ東京ヲ震動スルコトアラバ其ノ結果ハ非常ニ恐ルベキナリ、下タ町ヲ初トシテ其他ノ場所ニ於ケル公私ノ煉瓦家屋、烟突、橋梁等ノ破損、構造ノ薄弱ナル木造家屋ノ倒壊、瓦斯管及水道鐵管ノ破損」震後ノ火災等慘狀ノ甚シキハ實ニ人ノ豫想シ能ハザル所ナルベシ、而シテ江戸(東京)ニテハ古來平均約二十八年毎ニ一回大地震アル割合ナレバ、今後幾年カノ後ニハ東京ニ大震アルベキナランカ、之ヲ思ヘバ轉々寒心ニ堪ヘザルナリ、去レバ常ニ意ヲ用キテ家屋及土木工事ヲ耐震的ニ構造スルコト建築學者、土木工學者ノ最モ肝要ナル義務ト謂フベキナリ

近年ノ大地震中ニテ上記セルモノ、外ニ、明治二十九年陸羽地震ノ如キモ大ナル震害ヲ生ジタリ

明治二十二年熊本地震以來十一回ノ大地震ヲ通算スレバ死者約三萬一千人、負傷者約二萬四千人、全潰(流失ヲ合ス)家屋(住家其他ヲ合ス)約十八萬四千棟、半壞家屋(全上)九萬棟

(小破損ハ含有セズ)トナル、人命ノ損失ヲ除キテ、震害ノ金高ヲ七千萬圓乃至一億圓ト見積ルモ蓋シ過小ニ失スルナルベシ

四十九 大地震ノ繼續時間 大地震ヲ銳敏ナル地震器械ヲ以テ觀測スレバ其ノ總繼續時間ハ數時間(時トシテハ四五時間以上)ニ亘ルモノナリ、尤モ吾人が感ズルハ斯ホド長キコト

ハ無ケレドモ、大地震ノ震央若クハ其ノ附近ノ地ニ於テハ大震後ノ餘震非常ニ夥多ナレバ、大震後數十分乃至數時間ハ斷エズ地震ヲ感ズルガ如キ場合モアルベシ、去ル明治二十七年三月二十七日北海道根室、釧路、地方大震ノ震原ハ海底ニシテ海岸ヨリ約二十五里乃至三十里ノ距離ニアリシカドモ尙釧路崎燈臺ニ於テハ同臺員ノ說ニ由ルニ地震ハ午後七時三分ヨリ始マリタルガ同三十五分迄ハ斷エズ地震シテ爲ニ燈臺ニ點火スルコトヲ得ズ其中三回ノ強震アリタリト云フ(燈臺ノ時計ノ時刻ハ十七八分後レアリシガ如シ)、明治二十四年十月二十八日濃尾大地震ノ時ハ東京本郷地震學教室ニテ普通地震計ノ水平振子及吊リ下ゲ洋燈ガ大ナル振動ヲ起コシ十二分後ニ及ビテ全ク靜止シタリ但シ本委員ハ當時初發ヨリ四分後ニ至リテハ最早地動ヲ感ゼザリキ

更ニ大地震ノ繼續時間中震動ノ最激烈ナルハ幾何秒ナルカラ

見シ爲ニ次ニ地震計記録ヨリ得タルノ結果二三ノ例ヲ示スベシ

- (1) 明治十七年十月十五日東京強震ノ時一ツ橋外ニ於テ震動ハ五分十二秒繼續セルガ主要動ハ約七秒間繼續セリ
- (2) 明治二十四年十月二十八日濃尾大地震ノ際東京本郷ニテハ主要動二十三秒繼續シ、一ツ橋外ニテハ同ク三十二秒間繼續セリ、本郷ト一ツ橋外トヲ平均スレバ二十八秒トナル
- (3) 明治二十七年六月二十日東京激震ノ時、本郷ニテハ震動ハ四分三十秒繼續セルガ、主要動ハ四、三秒繼續セリ
- (4) 明治二十七年十月七日東京強震ノトキ震動最盛ナリシハ一ツ橋外ニ於テハ三、八秒「本郷ニ於テハ五、九秒」小松川ニ於テハ四、二秒ニシテニヶ所ヲ平均スレバ四、六秒トナル
- (5) 明治二十八年一月十八日東京強震ノトキ、震動ノ最盛ナリシハ本郷ニ於テハ八秒時間ナリ
- (6) 明治二十五年九月七日及同二十七年一月十日兩回ノ激震ハ何レモ濃尾平原中本會川附近ノ地ヨリ發起セルモノナルガ岐阜ニ於ケル主要動ノ繼續時間ハ各々約九秒半ト、約六秒ナリ
- (8) 明治二十六年九月七日薩摩國南部激震ノ際鹿兒島測候所ニ於テハ主要動ハ約六秒時間繼續セリ

- (9) 明治三十一年八月十二日筑前國西部糸島郡激震ノ時、福岡測候所ニ於テハ地震ノ繼續時間ハ百十秒ニシテ、主要震動ノ繼續セル時間ハ八、五秒ナリ
 - (10) 明治二十九年八月三十一日午後四時四十二分頃ノ強震ハ陸羽大地震ノ前搖レノ一ナルガ宮古ニ於ケル水平動ノ繼續時間ハ七十三秒ニシテ主要部ハ四秒間繼續シ、主トシテ平均振動期一秒ナル三回ノ著大ナル震動ヨリ成レリ
 - (11) 明治二十九年八月三十一日午後五時九分頃ニ發セル陸羽大地震ノ時宮古ニ於ケル震動ハ百秒繼續セルガ、主要動ハ二十六秒繼續セリ
 - (12) 明治三十一年四月二十三日ノ強震ノ際宮古ニ於テハ百二十秒繼續セルガ主要動ハ十九秒繼續セリ
 - (13) 明治三十二年三月七日午前九時五十五分頃ノ紀州、大和、大阪激震ノ時、京都ニ於テハ震動ノ繼續時間ハ三分ナリシガ、主要動ハ約十九秒間繼續セリ
- 以上ノ結果ハ本委員ガ一々原記象紙ニ就キテ吟味シテ得タルモノナリ、十三回地震ノ中ニテ、第(2)、(3)、(8)、(9)、(11)、及(13)ノ六回ハ非常ノ大震、若クハ非常ニ大ナラザルモ震央附近ニテ損害ヲ生ジテ大地震ト稱スベキ分ニ數ヘタルモノナリ、他ノ七回ハ強震、若クハ廣大ノ地震ナレトモ震原ガ海中ニアリシヲ

以テ大震トハ數ヘザリシモノナリ、震動最盛部ノ繼續時間ガ最長ナリシハ濃尾大震ニシテ、二十八秒、次ハ陸羽大震ニシテ二十六秒ナリ他ノ二回ノ場合ハ供ニ十九秒ニシテ、残りノ九回ニ於テハ四秒乃至九、五秒ノ間ニアリ

上記セル所ヲ約言スレバ次ノ如シ

大地震ノトキ震動ノ最盛ナルハ四秒乃至十秒間繼續スルコト多シ、非常ニ廣大ナル、大地震ノ場合ニハ殆ド三十秒時間ニ亘ルコトモアリ、今東京一ツ橋外ニ於ケル強震ノ振動期ハ約一秒ナレバ斯カル卑濕ノ土地ニテハ一ノ大地震ノトキ激甚ナル往復震動ノ數ハ四回乃至三十回ナルベキナリ又本郷ニテハ大ナル震動ノ平均動期ハ一、六秒ノモノ多ケレバ斯カル堅硬ノ土地ニテハ一ノ大地震ノトキ激甚ナル往復震動ノ數ハ二回、三回乃至二十回ナルベシ次表ニ前記十三回地震ニ關スル結果ノ摘要及震原ト觀測地間ノ距離並ニ震動區域（人ガ地震ヲ感ジタル區域）ノ平均半徑ヲ與フ

第十八表 激震表

地震番號	震動最盛部ノ繼續時間	震動ノ總時間	震原ヨリノ距離	震動區域ノ平均半徑
1 東京 (強)	七、秒	五分十二秒	二百「キロメートル」	三百五十「キロメートル」
2 濃尾	廿八、秒	約十二分	二百八十	五百二十
3 東京 (激)	四、三秒	四分三十秒	約七十五*	三百

第四十一號 地震動ニ關スル調査

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
四、六秒	八、〇秒	九、五秒	六、〇秒	六、〇秒	八、五秒	四、〇秒	二十六、〇秒	十九、〇秒	十九、〇秒
約八分	約四分		一分五十秒	一分十三秒	一分四十秒	一分四十秒	二分	三分	三分
約百四十	約二百		百	百	百六十	三百八十			
約四百(?)	約四百	二百	二百	二百	二百	五百	約四百五十		

大地震ノトキ家屋ガ破壊スル時期ハ煉瓦造若クハ石造ノモノト、木造ノモノトハ相異ルヘシト思ハル、即チ普通ノ木造家屋ハ非常ニ撓ミ易ク且ツ其振動期モ比較的緩ナレバ、地ノ震動毎ニ次第ニ自己ノ振動期ヲ増加シ、遂ニ柱ヲ挫折スルモノナルベケレバ、其ノ破壊スルハ寧ロ一地震中主要部ノ終リニ於テスベシト思ハル、(故ニ場合ニ由リテハ初回ノ大地震ノトキニ倒レズシテ、後ニ至リテ全倒スルガ如キコトモ有リ得ベキナリ、例之バ明治二十七年十月廿二日庄内大地震ノ際、酒田町安城寺ノ本堂ハ大破トナリ東方ニ傾キシガ同月二十六日ニ至リテ全ク潰倒セルガ如キコト是レナリ)之ニ反シテ普通煉瓦造及石造家屋ノ震害ハ主トシテ壁ノ破損ニ起因スルモノナルガ、此等ノ壁ハ木柱ノ如クニハ撓マズ、自己ノ振動期モ短ナレバ(煙突ノ類ハ別ナリ)地震動ノ繼續ト共ニ振動ノ積大

スルコト著ルシカラザルベク、從テ煉瓦及石造家屋ハ一地震中主要動ノ始メニ於テ既ニ破壊スルナラント考ヘラル、本會ノ人爲地震臺ヲ以テ實驗セル所ニ依レバ、高サ二「メートル」内外迄ノ煉瓦柱ハ震動ノ加速度ガ一定ノ強サニ達シタル時ニ始メテ破壊スルモノニシテ、其以下ノ弱キ震動ナレバ幾十度繼續スルモ破壊スルニハ至ラザリキ

五十 震動ノ方向 大地震震動ノ性質ニ關シテ研究スベキ一事項ハ震動方向ノ有無ナリ、要スルニ、震原ヨリ遠キ處ニテハ一地震中判然タル一定ノ震動方向無ケレドモ、大地震ノ場合ニハ其ノ震央附近ニ於テハ主要震動ガ一定ノ方向有ルベキノ理ナリ、震災地ヲ通過スル人ハ家屋等ノ倒壊ノ狀實ニ混雜ナルヲ見テ地震動ハ種々ノ方向ニ動キテ、震動ノ方向ハ常ニ存セザルガ如クニ斷定スルハ大ナル誤ナリ、轉倒物ヲ觀察スルニモ、其ノ形狀ガ正シクシテ何レノ方向ニモ倒レ得ルモノヲ取ラザルベカラズ次ニ數多ノ轉倒物體ノ方向ガ能ク一致セル二三ノ場合ヲ掲グベシ

(一) 明治二十七年十月廿二日庄内大地震ノトキ酒田町ノ各所ニテ倒レタル石碑(截面、方形ノモノ)、石燈籠七十基ノ内ニテ四十二基ハ東々南ニ近キ方向ニ倒レ、二十六基ハ西々北ニ近キ方向ニ倒レ、他ノ二基ハ南方ニ倒レタリ、又全

潰及大破ノ家屋十八棟ノ内ニテ十六棟ハ東々南ニ近キ方向ニ、他ノ二棟ハ各西々北及西南ニ向テ倒レ或ハ傾斜セリ、此等ノ觀察ヨリ平均スレバ震動ノ平均方向ハ殆ド東々南、西々北ニシテ物體ノ多數即チ約三分ノ二數ハ東々南ニ向テ倒レ若クハ轉倒セリ

(二) 同地震ノトキ山形縣飛鳥、砂越兩村ニ全潰、移動若クハ甚シク傾斜セル家屋三十六棟ヲ調査シタルガ其内ニテ三十一棟ハ西々北ニ近キ方ニ向ヒ、他ノ五棟ハ東々南ニ近キ方ニ向ヒ平均方向ハ南六十七度東、北六十七度西ニシテ、物體ノ轉倒等ハ殆ド全ク北六十七度西ニ向ヘリ

(三) 明治二十四年十月廿八日濃尾大地震ノトキ名古屋ニ於テ圓形ノ柱ヲ有スル石燈籠二百個ヲ觀察シタルガ其全數ノ殆ド十分ノ七ハ西若クハ西ト南ノ間ノ方向ニ倒レ、反對ノ方向ヘハ十分ノ二數ノミ倒レタリ、尙此ノ外ニ二十七個ノ角柱ヲ有スル石燈籠及墓石ヲ觀察シタルガ、其ノ内廿一個ハ西方ヘ、一個ハ南ヘ、二個ハ東北ニ倒レタリ、又電燈會社、愛知紡績會社、セメント製造所ノ諸烟突ノ破壊セル頭部ハ皆西北西ノ方向ヘ拋射セラレタリ」以上ノ觀察ヨリ平均ヲ取レバ名古屋ニ於ケル震動ノ方向ハ南六十度西、北六十度東ニシテ、物體ノ大多數ハ南六十度西ノ方向ニ倒レ若クハ

抛射セラレタルナリ

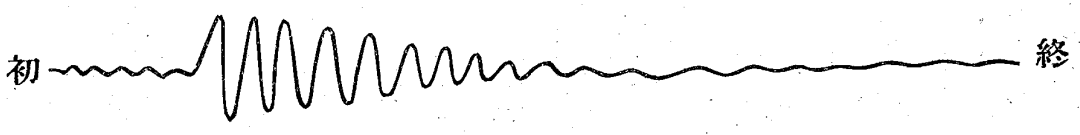
(四)、同地震ノトキ岐阜ニ於テハ監獄署ノ煉瓦塀、並ニ西別院内ノ土塀等モ東西ノ方向ニ並行スル部分ハ無難ナリシガ、其南北ニ並行セルハ共ニ西方ニ倒レタリ、又監獄署ト火葬場トニ於ケル四個ノ煉瓦烟突並ニ測候所内風力臺ノ破壊セル部分ハ何レモ西方ニ抛出セラレタリ

(五)、明治廿七年六月二十日東京激震ノトキ府下ノ諸方ニ於テ石燈籠ノ轉倒セルモノ二百四十五個ヲ觀察シタルガ東ト西トニ區分スレバ八十三個ハ東方、百六十二個ハ西方ニシテ大部分ハ西南西ノ方ニ向テ倒レタリ、震動ノ方向ハ平均南七十一度西、北七十一度東トナル

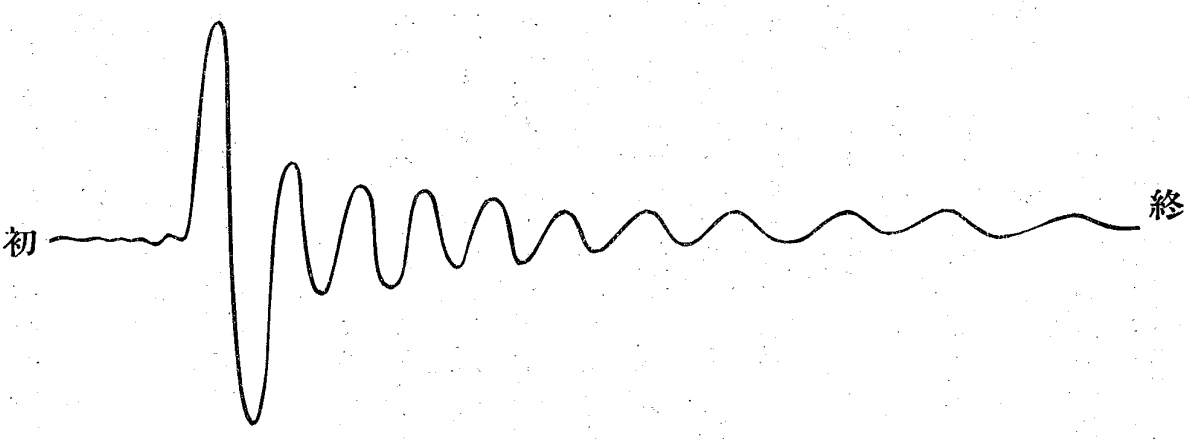
以上列記セル例及他ノ數多ノ觀察ヨリシテ余ハ大地震ノトキ激震部内ニ於テハ大抵判然タル震動ノ方向ガ存スルノミナラズ、尙ホ數多物體ノ轉倒、移轉、抛射トモ同シク一方向ニ偏スルコト(即チ其ノ反對ノ方向ニ轉倒、移動、抛射スルモノ、少ナキコト)著ルシキ事實ナルヲ認メタリ、而シテ濃尾地震及庄内地震ノ場合ニハ震央附近ノ地方ニ於ケル物體ノ轉倒セル方向ハ諸地方トモ不規則ナルニ非ズシテ、大體震央ノ方ニ向ヘリ、物體ガ轉倒、移動若クハ抛射セラレタル方向ハ即チ最大水平震動ノ方向ト同一ニシテ、其ノ方向ト反對ナラザ

第六十圖

(甲) 小震



(乙) 大震



ルベキコト(例之ハ物體ノ多數ガ西南西ノ方向ニ倒レタルト

キハ最大水平動ハ東北東ヨリ西南西ニ向テ動キタルモノニシテ西南西ヨリ東北東ニ向ヘルモノニアラズトス、ハ本會報告第三十二號中ニ述ベタリ明治二十七年六月廿日東京激震ノトキハ前記ノ如ク物體ノ多數ハ南七十一度西ニ向テ倒レタルガ本郷ニ於ケル強震計ガ示ス所ト一致シタリ

五十一 大地震ト小地震トノ震動性質ノ差異、弱度微震等ノ小地震ニ於テハ震動主要部ガ殆ド振幅并ニ振動期ノ等シキ數多ノ振動ヨリ成ルコト通常ナリ震原ニ近キ處ニテハ初回ノ振動ガ最大ナレドモ、著シク次ノ振動ニ比シテ大ナルニアラズ其レヨリ次第ニ少シツ、振動ヲ減ズルナリ、第十六圖甲ニ圖解スルガ如シ、之ニ反シテ大地震ニ於テハ震動大ニシテ地ノ彈性限界ヲ超過スベキヲ以テ乙圖ニ示スカ如ク主要部ノ始メニ大震動ヲ來タセドモ、其ノ次ノ振動ハ急速ニ減少スベキナリ即チ大地震ニ際シテハ強キ震動數回乃至數十回アルベキモ其ノ中殊ニ激シキ動搖ハ一回ナルベシトノ意義ナリ、前章ニ記述シタル如ク濃尾、庄内等大地震ノ激震區域内ニ於テ物體ノ轉倒、移動ガ多ク一方向ニ偏シテ起リ、敢テ一方向ト其ノ反對方向トニ平等ニ區分セラル、コト無キハ蓋シ此ノ理ニ由ルナラント思ハル、明治二十七年六月廿日東京大震ノトキ大學ニ於ケル強震計ガ畫セル記象ハ正シク乙圖ニ示スカ如キモ

ノナリキ (大地震ト雖モ震原ヨリ遠距離ニ及ベバ次第ニ變化ヲ受ケテ前記ノ特徴ヲ有セザルニ至ルナリ) 大地震ノ振動期ニ關シテハ第十五章ヲ參照スベシ 次ニ明治廿七年東京激震ノ際本郷ニ於ケル器械觀測ノ結果ヲ與フ

水平動 初期微動ニ於テモ震動既ニ著ルシカリシガ其ヨリ主要部ニ移リテ急ニ激震トナリテ地ハ三十七「ミリメートル」動ケリ之ニ次ギテ七十三「ミリメートル」(曲尺二寸四分)ナル最大水平震動ヲ呈セリ其ノ反動トシテ四十二「ミリメートル」動キタリ次テ尙一分時間ハ震動強カリシモ此ノ數回ノ振動ニ比スルニ足ラザリキ前記最大水平動ハ〇、九秒間ニ爲シタレバ往復振動期ハ一、八秒トナル又此ノ最大動ハ南七十度西ニ向ヒテ動キタリ「最大水平動及其ノ振動期ヨリ計算スレバ地分子振動中ノ最大加速度ハ一秒時ニ付四百四十四「ミリメートル」トナル

上下動 最大上下動ハ水平動ノ激發セントスル際ニ現ハレ十「ミリメートル」(曲尺三分三厘)ナリキ

五十二 大地震ノ強サ、茲ニ震動ノ「強サ」ト稱スルハ一地點ニ於ケル震動ノ強度ニ關シ、其ノ震害ヲ起コシ得ベキ能力ヲ云フナリ、震動非常ニ激烈ニシテ物體ガ拋射セラル、ニ至ル

ハ地震動ノ速度ニ關スレドモ、物體ノ轉倒、挫折、移動、廻轉等ノ現象ハ地震動ノ加速度ニ關スルモノナレバ一般ニ震動ノ破壞力ハ地動ノ最大加速度ヲ以テ示シ得ベキナリ

前章ノ東京激震ノトキ土地堅硬ナル本郷ニ於ケル最大加速度ハ一秒時ニ付四百四十四「ミリメートル」ナルガ東京ノ下タ町即チ本所、深川、京橋、日本橋、芝等ノ如キ土地柔軟ナル諸區内ニ於ケル震度ハ蓋シ一秒時ニ付一千「ミリメートル」ナリト推セラレタリ、當時本所、深川ニ於テ製造所煙突等ノ破壞セルコトト、築地ニ於テ煉瓦家屋ノ被害トハ甚ダシク、青山、麴町ノ如キ高臺地ト雖モ、其區内ニ煖爐用煙突等ノ損害尠ナカラザリキ、蓋シ地動ノ最大加速度一秒時ニ付約二百「ミリメートル」ニ達スレバ既ニ破壞地動ノ性質ヲ有シ、幾分ノ震害アルモノト知ルベキナリ、例之バ明治二十四年十月廿八日濃尾大地震ノトキ東京ニ於ケル地震ノ最大加速度ハ一秒時ニ付キ約三百「ミリメートル」ナリシガ市内ニ土藏ノ龜裂ノ如キ多少ノ被害アリタルノミナラズ、王子製造所ノ煙突一個ハ頭部ニ於テ切斷シ、又横濱電燈會社ノ煙突モ破壞セラレテ少ナカラザル損害ヲ被ムリタリ

明治廿四年濃尾大地震ノ震度調査ヨリ得タル結果一二ヲ例示センニ、當時名古屋ニ於ケル最大加速度ハ一秒ニ付二千六百

「ミリメートル」、福井ニテハ同二千五百「ミリメートル」、岐阜及大垣ニテハ各々同三千「ミリメートル」、笠松、竹ヶ鼻等ニテハ尙一層強ク、根尾谷ノ如キニ至リテハ更ニ非常ナリキ而シテ震動ノ大サヲ推算スルニ名古屋ニ於テハ約二百三十餘「ミリメートル」(曲尺七寸半餘)アリ岐阜、大垣等ニ於テハ尙少シク大ナリシナリ

東京、今後東京ニ大地震起ル場合ニハ第四十八章ニ述ベタルガ如ク其被害實ニ容易ナラズ、一朝ニシテ數多ノ人命ト數億圓ノ財産ヲ失フニ至ルベキナランガ豫メ造家、土木等ノ設備ヲ耐震的トシテ震災ヲ豫防セントスルニ當リテハ先ツ震度ノ如何ヲ究メザルベカラズ、蓋シ江戸ガ徳川氏ノ居城トナリタル以來(即チ十七世紀以後)大震トシテ數フベキ地變ハ十數回ナレドモ其最激烈ナリシハ彼ノ安政二年十月二日ノ大地震ナリ而シテ其ノ震度、如何ト云フニ濃尾地震ノ際、岐阜大垣等ニ於ケル震動ト略ボ同様ナリシガ如シ、岐阜及大垣ニテノ震度ハ物體轉倒ノ現象ヨリ推定セルニ其ノ最大加速度ハ一秒時ニ付キ三千「ミリメートル」ナリキ去レバ東京ニ於ケル耐震構造ノ設計ニ就キテハ震動ノ甚ダシカルベキ下タ町ニ對シテ震度ヲ一秒時ニ付三千「ミリメートル」ト假定スレバ先ヅ可ナルベシト思ハル」次ニ年々數回東京ヲ震動スル強震ハ多ク房總

半嶋、若クハ常陸、南部ノ東方海中ヨリ發起スレドモ安政二年ノ大震、並ニ去ル廿七年六月ノ激震ハ之ニ反シテ東京附近ヨリ北方ニ亘レル地帯ニ於テ最モ烈シク兩者ノ相似タルヲ以テ推スルニ東京ノ微東ヨリ鳩ヶ谷、岩槻近傍ニ亘リテ武藏平原ノ最低窪ナル南北ノ一地帯下ニ震原ヲ有スルモノナルニ似タレバ向來ノ東京大地震モ同一種類ニ屬スベキモノト假定スルコト適當ナランカ、第十五章ニ依ルニ強震、弱震ノ振動期ハ一橋外ノ卑濕ノ地ニ於テハ平均一、三秒ニシテ大震ノ際モ蓋シ略ボ同一ノ振動期ナルベケレバ、斯カル土地ニシテ上記ノ一秒時ニ付三千「ミリメートル」ナル加速度ヲ有スル地震アリトスレバ其ノ實震(2a トス)ハ

$$2a = \frac{3000 \times 1.3}{2\pi^2}$$

即チ二百六十「ミリメートル」(曲尺八寸五分)トナル、然ルニ地震ノ震動ハ本郷ニ於テハ一橋外ニ於ケルモノ、平均二分一ナレバ爰ニ得タル結果ヨリ推シテ同時ニ本郷ノ如キ高臺地ニ於ケル震動ハ約

$$\frac{1}{2} \times 260 = 130$$

即チ曲尺四寸三分ナリト假定シ得ベシ而シテ第十五章ニ依リテ其ノ振動期ヲ一、六秒トスレバ最大加速度ハ一秒ニ付キ約

一千「ミリメートル」トナル

上ニ假想セル如キ大地震ガ東京ニ起ルモノトセバ都下ニ於ケル震害ノ狀況ハ大略次ノ如クナルベシ、即チ(一)土地堅硬ナル高臺地ニ於ケル震害ハ去ル廿七年激震ノ際本所、深川等卑濕ノ地ニ於ケルモノト粗ボ同等ニシテ煖爐用烟突ガ屋根際ヨリ切斷セラレテ墜下シ、爲ニ死傷者ヲ生ズルコト夥シカルベク、普通ノ煉瓦造リ工場所烟突モ盡ク破壊スベシ、煉瓦塀ノ倒ル、モノモ有ルベク、弱キ二階造リ煉瓦家屋ニ於テハ二階壁、切妻等ガ裂罅ヲ生ジ若クハ破壊墜落スルニ至ルベク、縦令家屋全體ニ格別ノ被害無キモ「欄干」ノ類ハ墜下スルコト極メテ容易ナリ、又「アーチ」ハ通常龜裂ヲ生ジ「クラウン」ガ墜下スル等ノコトアリ、塔狀ノ高キ煉瓦構造ハ甚シク裂罅ヲ生ズベシ古ルキ土藏ハ其ノ壁土ヲ搖リ墜サル、モノ多カルベク、屋根瓦ハ一般ニ擾亂セラレ屋根ノ端ニアルモノハ或ハ墜下スベシ、木造家屋ニアリテハ古キ納屋類ヲ除ケバ格別ノ損害ハ無カルベキガ壁土ノ搖リ墜下サル、場合少ナカラザルベシ、石燈籠及据リ悪ルキ石碑類多ク轉倒シ、崖ノ少シク龜裂スルモアルベシ、次ニ(二)土地柔軟ナル下町ニ於テハ、震害頗ル甚シク普通ノ煉瓦家屋ハ皆全潰(或ハ二階以上全潰)トナリ木造家屋モ全潰トナルモノ全數ノ百分ノ十内外ニ及ブベク寺院ノ

如キモ全潰トナルモノ少ナカラザルベシ、石垣ノ崩壊及崖ノ崩レヲ生ジ、河岸及卑濕ノ地ニハ幅一二尺ノ地割ヲ生ズベク、鐵道線路ハ多少屈曲シ、目鏡橋、及橋梁ノ橋臺、橋脚ハ悉ク損害ヲ被ルベシ又電線、切斷并ニ水道鐵管、瓦斯管ハ殆ド一般ニ震害ヲ受クベシ

之ヲ要スルニ上記ノ如ク震害ハ大ナルベキガ家屋並ニ土木工事トモ費用ヲ吝マズシテ堅固ニセバ此ノ程度ノ地震ニ抵抗シテ充分災害ヲ避クルヲ得ベキナリ

五十三 上下動 多クノ場合ニハ上下動微ニシテ殆ド水平動ニ比スルニ足ラザルノミナラズ、縱令上下動強キモ單ニ上下動ノ爲ニ物體ノ破壞轉倒スルコトハ無カルベシ、實際ニ甚シキ震害ヲ起スハ激烈ナル水平動ナレバ耐震構造ニ關シテハ上下動無キモノト假定シテ格別ノ差支有ラザルベキナリ