

○參照第十三

地震動傳達ノ速度及「波丈ケ」ニ關スル調査

委員 大 森 房 吉

地震ノ「波丈ケ」及ヒ傳達速度ヲ精確ニ測定スルハ地震學上最
要用ナルコトニシテ之ニ由リテ種々ノ地殼物理學上ノ問題ヲ
解説スルヲ得ヘク殊ニ地震ノ「波丈ケ」ヲ知ルハ建築上ノ關係
ニ於テモ大切ナリ而シテ震地ノ「波丈ケ」及ヒ其傳達速度ヲ定
ムルニハ震原ノ位置并ニ地震波ノ地表面ニケ所以上ノ個所ニ
到着シタル時刻ヲ知ルヲ要ス

地震動傳達ノ速度ヲ精確ニ定メント欲セハ各地ニ於ケル發震
時ノ測定ハ數秒時マテ正確ナラサルヘカラス傳達速度ハ頗ル
大ニシテ例之ハ震波ノ岐阜及ヒ東京間七十里ノ直距離ヲ經過
スルニハ凡ソ二分弱ノ時間ヲ要シ又東京及ヒ根室近傍間百六
十里ノ直距離ヲ經過スルニハ凡ソ七分弱ノ時間ヲ要セリ

本篇ニハ日本近年ノ強震ニ就キテ研究シタル結果ヲ記述ス、
其材料ハ中央氣象臺及各測候所ニ於ケル發震時ノ測定ヲ取
レリ、

濃尾地震

我國ニテハ地震ノ器械觀測上ニ著大ノ進歩ヲ爲シタルニモ係

ラス發震時ノ測定ハ種々ノ困難アリテ濃尾地震及ヒ其後數日
間ノ餘震ニ就キテ價值アル結果ヲ得タルハ東京中央氣象臺及
ヒ岐阜、名古屋、大阪ノ三測候所ニ於ケル測定ナリトス
明治廿四年十月廿八日ノ濃尾大震ヨリ凡ソ二週間ノ後、田中
館愛橋君、中村精男君、其他ノ諸氏震災地ニ出張シテ岐阜、
名古屋、大垣、水鳥(根尾谷)及ヒ大野(越前)ニ於テ地震ヲ觀
測セラレタルカ其結果ハ未タ精算セラレズ次ニ記述スルハ右
ノ觀測ニ先チテ東京及ヒ岐阜、名古屋、大阪ニ於ケル發震時
ノ記錄ニ就キテ專ラ論シタルモノナリ

地震波ノ傳達速度ハ多少地震ノ大小ニ由リテ異ルコトアルヤ
モ知ル可カヲサレトモ現時ノ材料ニテハ此ノ如キ問題ヲ解ク
コト能ハス尤此ノ差異ハ(存在スル場合ニテモ)極メテ微少ナ
ルヘケレハ之ヲ除去シテ無キモノト見做スヘシ

前述ノ假定ニ由レハ(後ニ述フルカ如ク)震波傳達ノ速度ハ震
原點ヨリノ距離ニハ關係ナク又凡テノ地震ニ於テモ同一ニテ
アルヘキナリ即チ茲ニハ傳達ノ「平均」速度ヲ論スルコトニシ
テ換言スレハ地殼ハ其諸種ノ地質ヲ平均セルニ等シキ性質
(比重及ヒ彈性率ニ就キテ云フ)ヲ有スル一種ノ等一物體ト見
做スコトナリ

明治廿四年十月廿八日ヨリ同年十一月六日迄十日間ニ濃尾地

方ニ發起シテ東京ニ於テ觀測シ同時ニ岐阜、名古屋及ヒ大阪ノ一ヶ所或ハ數ヶ所ニ於テ觀測セラレタル地震十八回アリ其時刻ハ左ノ如シ

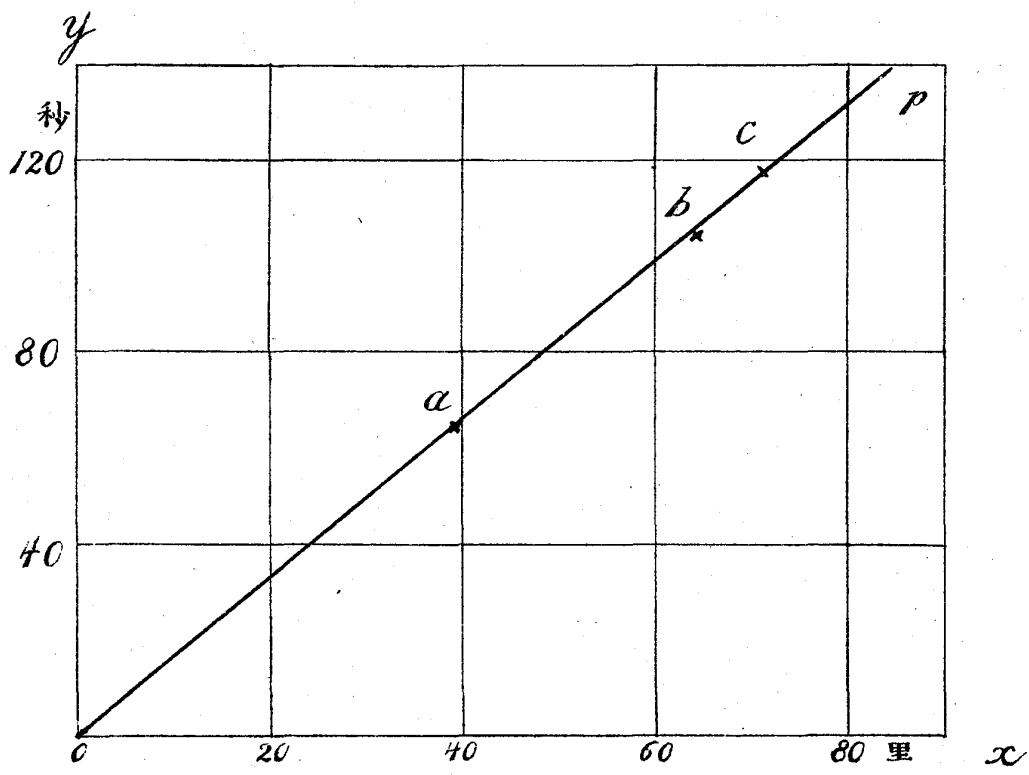
(第一)

回数	月、日、午前午後	岐阜	名古屋	大 阪	東 京
一	十月廿八日午前	六時 ^分 三七 ^秒 二	時 ^分 分 ^秒	六時 ^分 三八 ^秒 一五	六時 ^分 三九 ^秒 一一
二	” ”			一〇、三七、二〇	一〇、三八、二一
三	” ”			一一、二八、四八	一一、二九、四八
四	” ” 午後			〇、一〇、四五	〇、一〇、五六
五	” ”	三、〇三、〇〇	三、〇二、〇五	三、〇二、四五	三、〇三、五七
六	” ”		三、二四、五四	三、二五、三五	三、二七、〇〇
七	” ”	三、三三、〇〇	三、三二、四八	三、三二、四九	三、三三、四七
八	” ”	三、五五、〇〇	三、五五、二二		三、五七、一一
九	” ”	五、三〇、〇〇	五、三〇、二五		五、三三、二八
一〇	” ”		六、一九、〇五		六、二二、三三
一一	” ”	七、一四、〇〇	七、一三、四〇	七、一四、二四	七、一五、三七
一二	” ”	七、二六、〇〇	七、二六、三〇		七、二八、二五

前表ヨリ左ノ結果ヲ得

(第二)

回数	東京、大阪ノ時差	東京、名古屋ノ時差	東京、岐阜ノ時差
一	五六 ^秒		一一〇 ^秒
二	五一		
三	六〇		
四	八一		
五	七二		五七
六	八五		
七	五八		一〇七
八			一三二



九		六三	一四八
一〇		一四七	
一一	七三	一一七	九七
一二		一一五	一四五
一三		一〇六	一三〇
一四			九一
一五	三九	三四	七四
一六		一〇四	一七六
一七		一〇五	一二七
一八			一三四
平均	六四	一〇五	一一八

今マ濃尾大地震ハ美濃國根尾谷ニ於テ最激烈ナリシカ其後ノ當時ハ餘震ノ平均中心點ト見倣スヘキ地ハ根尾谷ニアラスシテ岐阜近傍ニアリシ即チ同市ヨリ西方二里許ノ地ニ於テ最多ノ餘震ヲ發起セシメタルコトナリ(余カ「餘震ニ就キテ」ト題スル論文中ニ詳述スヘシ)此ノ點ヲ前記十八回ノ地震ノ平均中心點ト假定スレハ次ノ結果ヲ得

參照第十三 地震動傳達ノ速度及「波丈」ニ關スル調査

(第三)	
地震々央地ヨリ東京及ヒ大阪へノ直距離ノ差	三十九里
” 東京及ヒ名古屋 ”	六十四里
” 東京及ヒ岐阜 ”	七十一里

(第二)ト(第三)トノ關係ハ圖ニ示スカ如シXハ東京及ヒ各所間ノ震央へノ直距離ノ差ニシテ里ヲ以テ示シYハ東京及ヒ各所間ノ時差ニシテ秒ヲ以テ示ス a. b. c. ノ三點(各々大阪、名古屋及ヒ岐阜ヲ現ハスモノ)及ヒ起原點^{フリッ}ヲ通シテ曲線ヲ畫スレハ一ノ直線OPヲ得ヘシ之ヨリ計算スレハ地震波傳達ノ平均速度ハ一秒時ニ付キ七千九百尺トナル

茲ニ算出セル「速度」ハ地表面ニ於ケル速度ニシテ精密ニ論スレハ地殻中ヲ直通スル震波ノ速度トハ異レトモ濃尾地震ノ震原ハ地下僅ニ數里ノ深サニ發起シタルモノナレハ別段兩者ノ間ニ著キ差異アルコトナカルヘシ下項能登地震、北海道地震ノ場合モ亦皆此ノ如クナリトス

圖中OPナル直線ハ地震波傳達ノ速度ハ震原ニ近キ所ト遠キ所トニ於テ著キ差ナキヲ示スモノナリ十八回ノ地震ハ最初ノ大震ヲ除クノ外ハ皆ナ殆ト同等ノ大サニアリシ

能登地震

明治廿四年十二月九日能登ニ強震アリ同月十一日又一回ノ強震アリ其時刻ハ左ノ如シ

回数	月、日、午前後	時	刻
一	十二月九日午前	東京、帝國大學	一〇、四四、一八 <small>時分秒</small>
		中央氣象臺	一〇、四三、五七 <small>均平</small>
二	十一月十一日午前	岐阜測候所	一〇、四四、一三 <small>均平</small>
		名古屋	一〇、四三、二五 <small>均平</small>
		東京、帝國大學	一、三六、三九 <small>均平</small>
		中央氣象臺	一、三四、三九 <small>均平</small>
		岐阜測候所	一、三四、四九 <small>均平</small>
		名古屋	一、三四、二二 <small>均平</small>
		差時	四九秒(イ)
		差時	六八秒(ロ)

(イ)及(ロ)ノ平均時差ハ五十九秒ナリ

第一回地震ノ震央ハ能登國羽咋郡富來村ヨリ南々西ニ當リ海中一里半若クハ二里ノ處即チ北緯三十七度四分、東經百三十六度四十分ノ地ニアリテ又第二回地震ノ震央ハ此ヨリ南々東ノ方凡ソ二里ノ處ニアリシカ計算上ニハ格別ノ差異ヲ來タササルヲ以テ第一回地震ノ震央ト同一ナリト假定スヘシ
前表中岐阜及ヒ名古屋ニ於ケル發震時ノ平均ヲ以テ岐阜、名古屋兩所ノ中間ニ當ル地ニテノ發震時ト見做スヘシ即チ表中

平均ノ時差五十九秒ハ此ノ假想地ト東京トノ震央地ヨリノ距離ノ差三十四里半ニ當ルモノトスヘシ之ヨリ計算スレハ地震波ノ傳達速度ハ一秒時ニ付キ七千六百尺トナル

北海道地震

明治廿七年三月廿二日北海道地震以來翌四月二十五日迄同地方ニ發起シテ根室測候所及ヒ東京中央氣象臺ニテ記録セラレタル五回ノ地震時刻ハ左ノ如シ

回数	月、日、午前後	東京	根室	時差
一	三月廿二日午後	七、二七、四九 <small>時分秒</small>	七、二〇、四五 <small>時分秒</small>	七、〇四 <small>分秒</small>
二	”	二、二九、〇九	二、二二、五五	六、一四
三	”	二、三九、四二	二、三三、二五	六、一七
四	三月廿九日午後	六、〇〇、二七	五、五三、一〇	七、一七
五	四月廿五日午前	九、二一、五七	九、一五、二二	六、四五
平均時差		六分四十三秒		

北海道地震ノ震央ハ海中ニシテ根室ヨリ凡ソ三十里程南東南ニ當リ北緯四十二度、東經百四十六度ノ邊ニアリシカ如シ餘震ノ震原ハ此ト同一ナリシヤ否ヤハ知ル能ハサレトモ同一ナリト假定スレハ前表中五回ノ地震ニ就キ根室及ヒ東京ノ震央

直徑距離ノ差ハ百六十里トナリ此ヨリ計算スルニ地震波ノ傳達速度ハ一秒ニ付キ六千三百尺ヲ得ベシ

明治廿七年一月十日尾張國小折地震

本年一月十日烈震ハ午後六時過ニシテ此ノ前ニ一回ノ強震アリ其發震時ハ左ノ如シ

(一) 強震

名古屋 午後六時三分四十八秒
岐阜 六時三分四十二秒
東京 六時五分四秒
平均 六時三分四十五秒
時差 七十九秒

(二) 烈震

名古屋 午後六時四十八分一秒
岐阜 六時四十五分廿八秒
東京 六時四十六分廿三秒
此測定ハ皆少ク誤アルカ如シ

參照トシテ明治廿五年一月三日濃尾烈震及同年六月三日東京

地方強震ノ發震時ヲ左ニ示ス

(三) 明治廿五年一月二日烈震

名古屋 午前四時十九分四十一秒
岐阜 四時二十一分十三秒
東京 四時二十二分九秒
平均 四時廿分廿七秒
時差 百〇二秒

(四) 明治廿五年六月二日強震

東京 午前七時九分五十七秒
名古屋 七時七分四十一秒
時差 百三十六秒

前表中、名古屋及ヒ岐阜ニ於ケル發震時ノ平均ヲ以テ震原ヲ距ルコト前兩地ノ震原ヨリノ直距離ノ平均ニ等キ假想地ニ於ケル發震時ト見做スヘシ(二)ノ震央ハ尾張國丹羽郡小折村近傍ニシテ(一)ノ震央ハ少ク此ト異リテ岐阜ニ近ク木曾川沿岸ノ地ナルカ如シ、又(三)ノ震央ハ名古屋及ヒ勝川近傍ニシテ(四)ノ震央ハ東京附近ナリ

以上ノ諸測定ニ由リ「(二)ヲ除キテ」計算スルニ東京及ヒ濃尾地方間平均ノ震波傳達速度ハ一秒時ニ付キテ凡ソ八千五百尺ナリ

庄内地震

本年十月二十二日庄内地震ノ震央ハ陸地内ニシテ酒田ヨリ東南ニ當リ即チ東經百三十九度五十分、北緯三十八度五十一分ニ近キ處ナルカ如シ

東京中央氣象臺、及ヒ青森其他八ヶノ測候所ノ位置、發震時并ニ震央ヨリノ距離ハ次ノ表ニ示ス(但シ發震時ハ官報第三九八號ニ載セタルモノナリ)

觀測所名	經度(東)	緯度(北)	發震時午後	震央ヨリ距離
福島	百四十四度二十四分	三十七度四十五分	五、三十四、四十七秒	一、十分
石卷	百四十一度十九分	三十八度二十六分	五、三十六、十	一、二十八

宮古	百四十一、五十九	三十九、三十八	五、三十四、四十五	一、五十五
青森	百四十、四十五	四十、五十一	五、三十五、三十	二、六
宇都宮	百三十九、五十三	三十六、三十四	五、三十五、五十一	二、十七
長野	百三十八、十	三十六、四十	五、三十六、五	二、三十三
函館	百四十、四十四	四十一、四十六	五、三十六、十	二、五十九
東京	百三十九、四十五	三十五、四十一	五、三十六、三十一	三、十一
名古屋	百三十六、五十五	三十五、十	五、三十八、五十二	四、二十二
彦根	百三十六、十五	三十五、十七	五、三十七、二十一	四、三十五

震原ノ位置ハ前記ノ假定ヲ用ヒ而シテ震原ヨリノ距離ハ地球面上大圏線ノ度数ヲ以テ示シタリ尙ホ此ノ外ニ秋田、山形、新潟三測候所ノ觀測アレトモ此等ハ除去シタリ即チ秋田ニ於ケル發震時ハ五時卅九分、新潟ニ於ケル發震時ハ五時四十三分四十五秒ニシテ共ニ他ノ測定ト異ルヲ甚クシテ疑ハシキヲ以テ之ヲ除キタリ又山形ハ未タ測候所ト電信局トノ間ニ直接ニ電線ノ架設ナキヲ以テ此處ニテハ其ノ發震時測定ヲ計算ニ用ヒサルコト、ナセリ

前記十箇所ノ觀測ヲ用ヒテ最少自乘法ニ由リテ計算スレハ地震波傳達ノ速度(平均ノ速度ナリ)ハ一秒時ニ付キテ二、〇二

「キロメートル」即チ六千七百三十尺トナル又計算ノ結果ニテハ震央ニ於ケル發震時ハ午後五時三十三分四十六秒ニテ有リシナルヘシ

本年度始メヨリ震災豫防調査會ニテハ全國各地ノ測候所ト附近ノ電信局トノ間ニ電話線ヲ架設シ以テ毎日正確ノ時ヲ報スルノ方法ヲ設ケラレタリ今回庄内地震ニ於キテ各測候所ノ發震時測定ニシテ概シテ甚クシキ誤リヲ生セサリシハ即チ調査會ノ賜ナリ自今發震時ノ測定ニシテ充分精密ナルニ至レハ貴重ノ成績ヲ得ルヘキハ疑ナキ所ナリ

上ニ得タル結果ハ遠隔地間ノ平均速度ナリ、今地震ノ性質ヲ見ルニ必ス最初微動アリ次ニ首ナル震動ヲ來タスモノトス而シテ震原ニ近キ場所ニテハ震動ノ性質急劇ニシテ最初ノ微動ハ只タ少時間繼續スルノミナレトモ震原ヨリ遠隔ノ場所ニテハ性質緩慢トナリ微動ノ繼續時間長クシテ一分或二分ニ及フコトアリ、又微細ナル地震動ハ大ナル震動ヨリハ急速ニ傳達スルモノナルヘシ然レトモ微動ハ容易ニ消滅シテ遠距離ニ達シ能ハサルモノナレハ(即チ小地震ハ面積狭少ナリ)震原ヨリ遠距離ノ場所ニ於ケル最初ノ微動ハ震原ニ近キ場所ニ於ケル微動ノ傳播セルモノニハ非スシテ首ナル大震動ノ途中ニ於テ分解シテ變シ來レルモノナルヘシ此ノ如キノ理由ナルヲ以テ

遠隔地間ノ震波速度ハ一局地ヲ震波ノ通過スル速度トハ異ニシテ此ヨリ頗ル低少ナルヤモ知ルヘカラス

平均ノ結果

前述セル濃尾、能登、北海道小折、庄内ノ五地震ニ就キテ得タル結果ヲ取り其算出ニ用キタル地震回數ニ從ヒテ價率ヲ各々十八、二、五、三及ビ一ト定メテ平均ヲ計算スレバ地震波ノ傳達速度ハ一秒時ニ付キテ七千六百二十尺トナル」此ノ結果ハ稍粗大ノ計算法ニ基クト雖モ日本地震ノ平均速度トシテ大差ナカルベシト信ズ而シテ計算ニ利用シタル觀測ハ大抵自記發震時計ノ記錄ニ由ルモノナリ

地震ノ「波丈ケ」

ノヲ地震ノ「波丈ケ」トシVヲ其傳達速度トシTヲ振動期トスレハ左ノ式ヲ得

$$V = \frac{V}{T}$$

今マVハ定數(即チ平均速度ナレハ)ト見做スヘケレハ上式ニ由リテVハTニ比例シテ増加スルモノナルコトヲ示ス故ニ即チ「波丈ケ」ハ不變ノモノニアラサルヲ知ルヘシ

地震波ノ振動期ハ器械ノ記錄スル所ニ由レハ極小ナルハ一秒ノ二十分一程ニシテ大ナルハ二秒或ハ以上ニモ及フコトアリ今マ地震波ノ傳達速度ハ一秒時ニ付キ(前章ノ結果ニ從ヒ)八

千尺ト假定スレハ地震ノ「波丈ケ」ハ極小ニシテモ四百尺アリ大ナルトキハ一萬六千尺程ニテアルヘシ而シテ振動期ハ通常振幅ト共ニ増加スルモノナレハ強震ニ於テ其振動期ノ非常ニ小ナルコトハ無カルヘク即チ「波丈ケ」ハ一萬尺ヨリ過少ナラサルヘシ

以上論シタル所ハ彈性的地震動ニ就キテノコトニシテ地ハ尙ホ此ノ他ニ一種ノ傾斜動ヲ呈スルコトモアルヘキカ未タ充分ノ研究ナキヲ以テ茲ニハ略セリ