

東京、筑波間ニ於ケル午砲

音響ノ速度

委員 理學博士 大森房吉

緒言 明治四十二年十二月七日ノ淺間山噴火ニ伴ヘル鳴響

即チ空氣波ノ速度ハ各測候所ノ觀測ニ依リテ計算スルニ一秒ニ付キ約三百二十三「メートル」トナリ普通ノ價値ニ比シテ少シク小ナルガ如シ、依リテ東京、筑波間ニ於ケル東京午砲ノ音響波傳達ノ速度ヲ算出シテ參考ノ資ニ供セントス

筑波山ハ東京ヨリ約北二十五度東ニ當リ、霞ヶ浦附近ノ低地ヨリ聳立ス、男體、女體ノ兩峰アリ殆ト同高ニシテ粗ボ七百「メートル」ヲ距テ、東西ニ並列シ、山ノ南側中腹ニアル一小市街ヲ筑波町トス、故山階宮殿下ガ建設セラレタル氣象臺ハ男體山ノ頂上ニアリテ、其ノ山腹分室ヲ筑波町ニ置カレタリ兩觀測所ノ位置及ビ高サハ次ノ如シ

山頂觀測所 海拔八百六十九・四「メートル」
東徑百四十度五分四十七秒 北緯三十六度十三分二十二秒

山腹觀測所 海拔二百四十四「メートル」
東徑百四十度五分五十六秒 北緯三十六度十二分二十二秒

東京午砲ノ發射點ヨリ筑波山腹觀測所迄ノ距離ハ六十六・一九「キロメートル」ニシテ、同ク男體山頂迄ノ距離ハ六十七・七三「キロメートル」ナリ女體山頂ノ位置ハ東徑百四十度六分二

十八秒、北緯三十六度十三分二十秒ニシテ東京午砲發射點ヨリノ距離ハ六十八・一五「キロメートル」ナリ

東京午砲ノ音響ヲ筑波山ニテ聞クニ、「ドドウ」ト二回相續キテ響ク、筑波山觀測所長佐藤順一氏ノ觀察ニ依ルニ風靜ニシテ積層雲高ク天ヲ覆フトキハ午砲ノ音響判明ナルヲ常トスレドモ、山麓ガ霧ニ閉ザサルトキハ音響ヲ聞カザルコト多シト云フ、而シテ時トシテハ山頂ニテハ午砲ヲ聞カザルモ、山腹ニテハ此レヲ聞クコトアリ總ジテ山頂ハ山腹ヨリモ音響ヲ聞キ難キガ如シ。本年余ハ東京午砲ノ音響ガ筑波町ニ達セル時刻ノ測定ヲ試ミタルガ之レヨリ先キニ明治二十六年ニ中央氣象臺ヨリ筑波山ニ觀測員ヲ派出シテ氣象觀測ノ傍ラ、午砲ノ時差ヲ測定セシメタルコトアリ、又タ明治三十七年ニハ筑波山觀測所ト中央氣象臺ト協力シテ同時差ヲ調査セラレタル所アリキ、次ニ順ヲ追ヒ結果ノ概略ヲ記述スベシ

明治二十六年、近藤、吉田、諏訪三氏ノ測定 明治二十六年一月及ビ二月中、中央氣象臺ヨリ近藤久次郎、吉田清次郎、諏訪貫一ノ三氏筑波ニ出張シテ、海拔八百七十六「メートル」ナル女體山ノ絶頂ニ觀測所ヲ設ケ、氣象ノ調査ニ從事セラレタル傍ラ東京午砲聲響ノ到達セル時間ヲ測定セラレタリ、其ノ方法ハ東京ナル中央氣象臺ニ於テ午砲ノ發射ト同時ニ回光儀ノ

照光ヲ絶チ、山頂ヨリ望遠鏡ヲ以テ望見シ、其ノ時刻ト音響到達ノ時刻トノ差ヲ時計ニ由リテ測ルニアリ、而シテ五十日間砲聲ヲ聞キシハ前後二十回ニ及ベルモ實際砲聲、照光共ニ全キヲ得タルハ僅ニ三回ナリキ、尤モ山頂ニ在テ望遠鏡ヲ以テ望メバ中央氣象臺ニ於テ照光ヲ斷ツト同時ニ砲煙ノ上ルヲ一鏡内ニ判然ト見得ベクシテ、觀測ノ時差及ビ同時ノ東京ト筑波トニ於ケル風、氣温ハ左ノ如シ

月日 (明治二十年 六年二月)	午砲ノ音響ガ筑波ニ到ルニ要セル時	氣温 (攝氏)	東京	筑波山頂	東京	筑波山頂
十日	三分二十五秒	四・〇 (一) 三・五	北西	北西	北東	北東
二十日	三 二十六	六・三 二・五	北	北	南西	南西
二十五日	三 三十八	四・四 (一) 一・五	北北西	北北西	南西	南西

明治二十七年筑波觀測所ト中央氣象臺トノ測定 左ニ録スルハ筑波山觀測所ト東京中央氣象臺トニ於テ午砲ヲ聞ケル時刻ヲ測定シ、其ノ差ヲ計レルモノニシテ佐藤順一氏ガ示サレタル結果ナリ、但シ筑波ニテハ「セキスタント」ヲ以テ天測ヲナシテ時辰儀ヲ正ダシ、中央氣象臺ニテハ「クロノグラフ」ヲ以テ午砲ノ時刻ヲ計リタルナリ

月日 (明治廿七年)	筑波ト東京トニ於ケル午砲ノ時差	氣温 (攝氏)	東京	筑波山頂	東京	筑波山頂
十一月二十日	(頂) 三廿七秒	一四・一	北	三・〇	南	一・三

十二月二日	(腹) 三四〇秒	九・六度	三・五度	北	三・五	北々東六・五
同日	(同) 三三三	一二・九	七・八	北々西二・八	西々南一・一	
同日	(頂) 三三〇	同	同	同	同	同
同日	(腹) 三三五	一三・三	七・四	北	三・七	西 一〇・五
同日	(頂) 三二五	一一・一	八・五	南々西三・七	南々西六・四	
同日	(腹) 三二八	一三・一	一一・〇	南	二・八	南西 二・八
同日	(同) 三二四	八・三	三・五	南西	四・八	南西 五・六

(表中(頂)ト記セルハ男體山頂、(腹)ト記セルハ中腹、即チ筑波町ニ關ス) 明治四十三年一月ニ於ケル觀測 明治四十三年一月十日、十一日ノ兩日余ハ佐藤氏ト共ニ筑波山腹觀測所ニ於テ懷中「クロノメートル」ニ由リテ午砲ヲ聞ケル時刻ヲ測定シ、又々同時ニ東京帝國大學構内地震觀測所ニ於テモ時辰儀ニ由リテ午砲ヲ聞ケル時刻ヲ測定セシメタリ、兩所ニテ使用セル時計ハ天文臺ヨリ直通ノ報時機ニ依リテ正タセルニ其ノ誤差ハ左ノ如クナリキ

月日 (明治四十三年)	地震學教室クロノメートル	懷中クロノメートル (大森)
六日	午前十一時五分ニ比較ス	誤差 八秒
八日	午前十一時四七分ニ比較ス	誤差 一六秒
九日	午前十一時五分ニ比較ス	誤差 二・五秒
十日	午前十一時五分ニ比較ス	誤差 二・〇秒
十一日	同	誤差 二・〇秒

十一日(午後二時十分ニ)
比較ス
(十) 二八・五

此ノ如ク時計進行ノ割合ガ日々ニ變化スルハ共ニ〇・六秒以下ニシテ當該測定ノ目的ニハ不都合ナキモノト認メラルベキナリ、時差觀測ノ結果ハ次ノ如シ

時日 (明治四十三年一月)	筑波町下東京 地震學教室ト ニ於ケル午砲 ヲ聞ケル時差	氣温 (攝氏)	風向、風速 (秒メートル)
十日	三一分 三〇秒	東京 筑波山頂 七・八度 二・四度	東京 筑波山頂 北々西 三・九度 南 〇・四度
十一日	三一八	(一) 二・六度 北	五・二度 東
			九・〇度 東

筑波町下東京帝國大學地震學教室トノ午砲發射點ヨリノ距離ハ各々六十六・一九ト三二・二「キロメートル」ニシテ、其ノ差ハ六十三・〇九「キロメートル」トナル

午砲音響ノ速度 前述セル諸測定ノ結果概略ヲ次表ニ集メ示ス、表中(x)ハ午砲發射地點ト筑波觀測地間ノ距離、若クハ筑波觀測地及ビ東京帝國大學地震學教室ヨリ午砲發射點迄デノ距離ノ差ニシテ、(T)ハ其レニ對スル午砲音響到着ノ時差ナリ、而シテ、各實驗ヨリ單ニ距離、若クハ距離ノ差ナル(x)ヲ時差(T)ニテ除シテ得タル速度ヲ(V)トシ、表ノ第六段ニ與フ、但シ(V)ノ價值ハ眞ノ音響傳播速度ニ非ズシテ、多少

風ノ方向及ビ速度ノ關係ヲモ混ジタル結果ナリ、今マ各觀測當時ノ筑波及ビ東京ニ於ケル風向、風速ヲ見ルニ明治三十七年十二月二日、六日、十一日、十八日ノ如キハ兩所ノ風速ニ非常ノ差ナキノミナラズ六、十一、十八日ノ三日ニ於ケル風向ハ南西若クハ南々西等ニシテ午砲ノ音響波ガ東京ヨリ筑波ニ進行スル方向ト粗ボ相一致シ、又々二日ノ如キハ北若クハ北々東ノ風ニシテ午砲音響波進行ノ方向ト殆ト正反對ナルヲ以テ、音響傳達速度ノ上ニ及ボス影響ハ簡單ナルベキモ、他ノ九回ノ場合ニハ兩所間ニ風向ノ相異セルコト甚ダシク、其ノ速度ニ關スル影響ヲ知ランコト困難ナリ、依リテ暫ク當該時ノ筑波山頂及ビ東京ニ於ケル風速度ヲ取り東京ト筑波トヲ連結スル線ニ沿ヘル各自ノ分力ヲ計算シテ其ノ平均ヲ出ダセリ即チ表ノ第八段ニ與フル數ニシテ假リニ之ヲ以テ風ガ音波速度ニ及ボス更正ト見做シ、音波進行ノ方向ト同ジキ分ヲ負數(一)トシ、其レニ反對ノ分ヲ正數トセリ、又々氣温ノ更正ニ關シテハ攝氏一度ヲ高ムル毎ニ約〇・六一「メートル」ヲ増加スルモノトシ、正午ニ於ケル東京ト筑波山頂ノ氣温ヲ單ニ平均シ、其レニ應ジテ攝氏零度ノ氣温ニ更正スベキ數ヲ表ノ第七段ニ示シタリ、此等ノ概更正ヲ施コシタル音響ノ速度ヲ(V)トシ表ノ最下段ニ示ス

年三十四	年七十							年六十二			(治明)年			
一月十日	十一月廿日	十二月二日	四日	同日	五日	六日	十一日	十八日	同日	同日	二十日	二十五日	月	日
筑波町	男體山頂	筑波町	同日	男體山頂	筑波町	男體山頂	筑波町	同日	筑波町	同日	女體山頂	同日	筑波	觀測地
*同	六七三	六〇九	同	六七三	六〇九	六七三	六〇九	同	六〇九	同	六〇九	同	(X)	午砲發射地點ト觀測地トノ距離
三二〇	三二七	三四〇	三三三	三三〇	三三三	三二五	三二六	三二六	三二六	三二六	三二六	三二六	同上ニ對スル音響ノ到達ノ時差(T)	各實驗ヨリ得タル音響ノ速度(度(V))
三三〇・一	三三七	三〇九	三〇八	三三・五	三〇八	三〇四	三〇八	三〇八	三〇八	三〇八	三〇八	三〇八	一秒ニ付一秒ニ付一秒ニ付一秒ニ付	氣温零度(度(V))
(一)〇二	(一)〇八	(一)〇八	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	(一)〇六	關スル正數	風速ニ關スル正數
(十)四三	(十)〇八	(十)〇八	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	(十)〇六	音響ノ速度(度(V))	
三二七	三〇〇	三〇〇	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一	三〇一		

(*)ヲ附セルハ筑波町及ビ東京帝國大學地震學教室ノ午砲發射地點ヨリノ距離ノ差ナリ

上表ニ依ルニ午砲ノ音響波ガ東京、筑波間六十六七「キロメートル」ノ距離ヲ進行スル速度ハ左ノ如シ

(甲)明治二十六年、中央氣象臺出張員測定ノ時差ニ據ル(三回ノ觀測ヨリ平均ス)
 一秒ニ付キ三百二十四・六メートル

(乙)明治三十七年、筑波山觀測所及ビ中央氣象臺測定ノ時差ニ據ル(八回ノ觀測ヨリ平均ス)
 一秒ニ付キ三百一十一・一メートル

(丙)明治四十三年一月(二回ノ觀測ヨリ平均ス)
 一秒ニ付キ三百二十六・四メートル

此ノ如ク音響速度ハ一秒ニ付キ三百十乃至三百二十六・四「メートル」トナル、而シテ(甲)ト(丙)トノ價値ハ共ニ相近キヲ以テ此等ノミヲ平均スレバ午砲ノ音響ノ速度ハ一秒ニ付キ三百二十六「メートル」トナリ普通ノ音響速度ナル一秒ニ付キ三百三十一「メートル」ト格別ノ相異ナキモノト認メラルベキナリ
 今後尙ホ觀測ヲ重ヌルニ於テハ氣象ト速度トノ關係ヲ多少確ムルヲ得ベキナランカ