

最近に於ける地震學の諸問題

今 村 明 恆

明治聖德記念の此學會で地震の話を御聴き下さると云ふことで御座いまして洵に光榮に存じます次第で御座います。皆さん御承知でも御座いませうが、地震の事が一つの學問になりましたのは明治年間に我國に於て致したと云つても宜しいかと思ふのであります。今より七八十年前に伊太利で大地震が御座いました時分に英吉利の土木工學者のマレットと云ふ人が其調査を致しました報告書が地震の災害破壊の狀況などを稍々學問的に書いた唯一の著書と云つても宜かつたもので御座いませう。それから飛んで明治十四年になりまして、東京大學工部大學校などに奉職をして居る外人教師、其他當時の大學に關係のある日本人に依つて日本地震學會と云ふものが出來まして彼此十五年程も其會が續いて居りまして、二十冊程の學會記事も出版を致し、大分地震學が學問の體裁を備へた次第であります。其中で殊に著名な人達はユーイング、ミルン、グレーと云ふ此三人の教師と、日本人では關谷先生でありまして、是等の人達が主として研究されました。殊にユーイングの創見致しました所の地震の際に於ける土地の動き方の模様を記録する所の装置即ち地震計の發明に依りまして初めて地震學が學問の體裁を備へた次第であります。ユーイングの水平動地震計の發明、續いてグレーの上下動地震計の發明、それらを應用してミルン、關谷の諸氏が系統

的に地震の觀測を我國に於て始めまして、先づ其時分の十年間の研究は、それ迄歐羅巴で研究された事柄より餘計を含んで居ると云つて英吉利の雜誌の「ネーチャー」にも稱讚してありました。

併ながら夫等の研究も纔に地震の狀況を觀測すると云ふ位の程度に止まりまして、地震學の二個の大なる問題に對してはまだ中々手も着けない様な次第でありました。其二個の大なる問題とは何かと云ひますと、地震の際に起ります所の慘憺たる災害を如何にして軽くし、或は出來るならば防ぐことが出來得るかと云ふ實地上の問題、工學上の問題、殊に建築土木が最も大きな影響を受けるのでありますが、夫等に對する問題が應用上の一つの問題である。もう一つは地震の前知問題であります。地震が何時如何なる處に起るか。此二個の大きな問題には未だ中々手を觸れると云ふ段にも參らなかつたのであります。所で明治二十四年十月二十八日の濃尾の大地震の爲め、其以前外國から輸入して日本に實施されました所の鐵道橋梁或は煉瓦建築等が甚しい損害を受けましたのみならず、明治二十七年六月二十日の東京の半破壞的の地震に於きまして矢張同様の慘害を被つたのであります。そこで外國から輸入された所の土木建築工事は其儘我國に應用することは地震といふ點に就いて注意しなければならぬと云ふことから致しまして、明治二十六年に此間歿くなられました菊地大麓博士が貴族院に建議されたのが本になりまして震災豫防調査會なるものが文部省内に置かれたのであります。爾來今日迄其震災豫防調査會は引續いて毎年貳萬圓内外の費用を以て研究を續けて居りますが、其調査會の事業と致しましては、日本文の報告が凡そ八十冊、外

國文の報告が凡そ二十四五冊と、其外に外國文の紀要が二十冊程出來まして、尙引續いて刊行中でありませんが、夫等の印刷物に依りましても其成績は大に見るべきものがあります。殊に土木工事、建築に關する所の研究は先づ安心すべき程度まで進んだものと謂つて宜からうと思ひます。唯今日尙研究に屬する事項と致しましては鐵筋混凝土の耐久力と云ふやうな問題が多少残つて居る位のことです。鐵骨煉瓦とか或は鐵骨混凝土とか鐵筋混凝土と云ふやうな總て鐵を用ひます所の建築なり又は土木工事なりは多くの地震の場合に於て餘程耐震力があると云ふことは實驗をされて居ります。併ながら明治三十九年四月十八日の桑港の大地震の時に於きまして鐵筋混凝土の鐵筋が既に腐蝕して居つたものゝあることを見付けまして、隨て其時分から鐵筋混凝土はどの位の年數に對して耐久力を備へるものであるか、或は長い年月の間には鐵が腐蝕するやうなことは有るまいかと云ふ疑が幾分か残つて居りまして、今日も震災豫防調査會の委員の一人として佐野博士が専ら其調査を進めて居ります。先づ今日に於きましては、各種の鐵道橋梁に於きましても、非常に高い橋架でありましても其土地に起り得べき所の地震力に對しては相當に安全であらうと云ふ程度に設計されて居る次第であります。京都の附近の保津川の橋、或は臺灣の鐵道などにも非常に高い橋が架かつて居りまして百六十尺位の高さの橋架もありますが、夫等の橋架でありましても經濟に且つ何處も皆同一の耐震力を有するやうに設計されて居ります。東京の高架鐵道の如きも、初め外國の技師が設計を致しました所が、我が工科大學出身の土木の技師が其れを見まして、是では東京

に起り得べき地震に對して抵抗力が足りないことと云ふことを申した。果して其外國人なる土木技師は全く其點を考慮して居なかつたので、初めて其點の調査を行ひまして而して設計を致しましたのが今日の高架の線路になつて居るさうであります。さう云ふ鹽梅でありまして、土木建築に於きましてはハヤ餘程先まで研究の歩を進めまして、先づ大體は安心すべき程度にまで達したかの様に思はれます。此點は我國の誇りとしても宜い事だと思ひますが、尙英國の「ネーチュア」にも災害輕減の研究に就いて各國は日本に對して感謝しなければならぬと云ふ迄に書いて居つた事があります。

序に餘計な話でありますが一寸申上げて置きます。歐羅巴の北部の方は地震がありませんから今の問題に對しては殆ど問題外であります。地震の起る唯一の國としての伊太利は地震の程度が日本と伯仲の間に在ると謂つても宜いかも知れませぬが、それにも拘らず大地震の際に日本に比して非常に率の高い損害を受けるのであります。日本ならば先づ死人が百人程度で済むやうな地震でありまして一萬人位の死人が出る。明治四十一年の伊太利の大地震の場合に於きましては十五萬人の死人があつた。メシナの市街の如きは事實上の全滅でありまして、四階五階の家屋の潰れたものが道路を塞いでしまつて溝であるか道路であるか或は屋敷内であるか全く其跡の區別が付かない。其家屋の構造は日本で箇詰構造と云つて居りませんが、壁の厚さが三尺位で中に石コロや泥の粘着力の乏しい箇詰を詰めてある。さう云ふ厚い壁で井桁形に積んで行きながら處々に横に引懸りを附けて床を張る。さうして下から築き上げるのであります。所が地

震の時には同じ様には揺れませぬから其箝めてある床がバタ／＼落ちて四階五階が皆下の方に落ちて来て其處に住まつて居つた者が悉く床と床との間に挟まつて鮎の様になつて潰れてしまつた。一人も逃出すことが出来ない。事實上の全滅と云ふことになつたのであります。伊太利政府でも其當時震災豫防と云ふ事に對して餘程頭を悩ましたものと見えまして、日本では耐震構造の土木工事に就いて能く研究して居るさうであるが、若し伊太利文か或は佛蘭西文で何か書いたものがあるならば頂戴したいと云ふことで大使館を経て照會が來たのであります。日本でありますならば、さう云ふ場合に處するには假令伊太利文で書いてあつても日本文に翻譯してでも讀まふと云ふことになるのであります。向ふの人は暢氣で、伊太利文か或は佛蘭西文で書いたものがあるなら寄越して呉れと云つて來ました。不幸にも伊太利文や佛蘭西文で書いたものが殆んど有りませぬ。大抵は外國文ならば英語で書き若くは日本文で書きました爲めに其れを遣らなかつた。遂に今の様な危急を救ふ爲に、日本の進んだ耐震建築などを伊太利では參考が出来なかつたものと思ひます。兎に角さう云ふ譯で耐震構造に就きましては震災豫防調査會は大分仕事をしたことになるのであります。

もう一つは地震の前知と云ふ事であります。之に就きましては震災豫防調査會が設けられました當時から諸學者が、斯うでもあらうか、あゝでもあらうかと云つて、或は深い井戸を掘つて見るとか、或は磁力の質測を致して見るとか、種々な研究を致しましたが、未だ今日まで是れぞと云ふ捉まへ所のない譯であ

りまして、此方面の研究は先づ後れて居ると謂つて宜からうかと思ひます。併ながら其間に段々地震の性質は分つて參りました、即ち地震の搖れ方とか搖れる關係などが段々研究されまして、調査會を置かれまして明治二十六年の當時と今日と較べますと全く比較にならぬ程進んでは居ります。唯今日は或程度まで進んで、此路を取つて行けばまだ研究の餘地があり望みのあることはありますけれども、何分にも近頃では緊急を要する所の政府の事業が多いことでありまして震災豫防調査會の費用も次第々々に削減をされ、又帝國大學に於て地震研究の爲めに是非やらなければならぬと云ふ案に對しましても、地震學に比べて尙一層急を要する事業があります爲めに不幸にも希望を達しない譯でありまして甚だ遺憾な次第であります。大地震のありました跡を段々と調べて見ますと、何れも偶然に起つたといふことは決して謂へない様であります、何か前に異状があると云ふことは必ずどの地震にも有る様で御座います。例へば大地震の起ります前に於て、土地が受けて居ります所の壓力が非常に減つて居つたとか或は高まつて居つたとか云ふことがあります。其壓力の一例は氣壓です。空氣の壓へる力とか或は雨量とか云ふものゝ關係上、土地が普通に受取つて居なければならぬ所の重荷の受方が異状を呈して居つたとか云ふことは大抵の大地震の場合にある事であります。或は土地の高低水準の變更が大地震の前から起つて居つたとか云ふことも段々分ります。夫等の變更を知る手段のあります場合に於きましては大抵さう云ふ事實が現れて居ります。山地のやうな處で水準測量でもしてない處では、土地が上がらうが下がらうが分りませぬが、日本海の沿岸などに

起ります地震は分り易いのであります。日本海の沿岸は海水の上り下りが僅かに五六寸に過ぎませぬ、大潮小潮に依つて多少の相違はありますけれども先づ一日に五六寸しか上り下りを致しませぬ、それで土地に三尺或は五尺位の上り下りがありますと夫等は直ぐ誰にも氣着かれるのであります。濃尾の地震の際には後に至つて水準の上り下りのあつたことが測量に依つて分りましたが、併ながら若し其以前に測りましたならば、或は地震の起る前からさう云ふ事が起つて居つたらうと考へられる次第であります。さう云ふ譯でありますから大地震の起ります前には土地の高低に於ける變調があるであらう。其有様を一つ調べて置きたい。今迄はいつも後手になりました、地震のあつた後で其處に行つて調査をするといふ事をやりましたが、地震の起りさうな場合に前以て其土地の高低に變化が有るか無いか、それを調査して見たいと云ふので、段々費用の許す限り、他から客附などを戴いて陸軍の陸地測量部に依頼してやりつゝあります。もう一つは舊來の大地震に於きまして或は最近の大地震に於きましても、其大地震の前に小さな地震が頻繁に起り始めると云ふことがあります。此事を前震と云つて居りますが、一兩日前或は一週間程前からポツ／＼始まつて次第々々に強くなつて來る、數も殖える、遂に大地震になつたと云ふことは折々經驗される所であります。明治になりましたからは二十九年八月三十一日の陸中羽後の國境に起りました地震、御維新以前に在つては安政元年六月十五日に伊賀、伊勢、大和地方を襲ひました大地震、是等の大地震は殊に著しい前震を有つて居りました。陸羽の大地震の如きは八日前から其前兆を呈して居つたのであります。

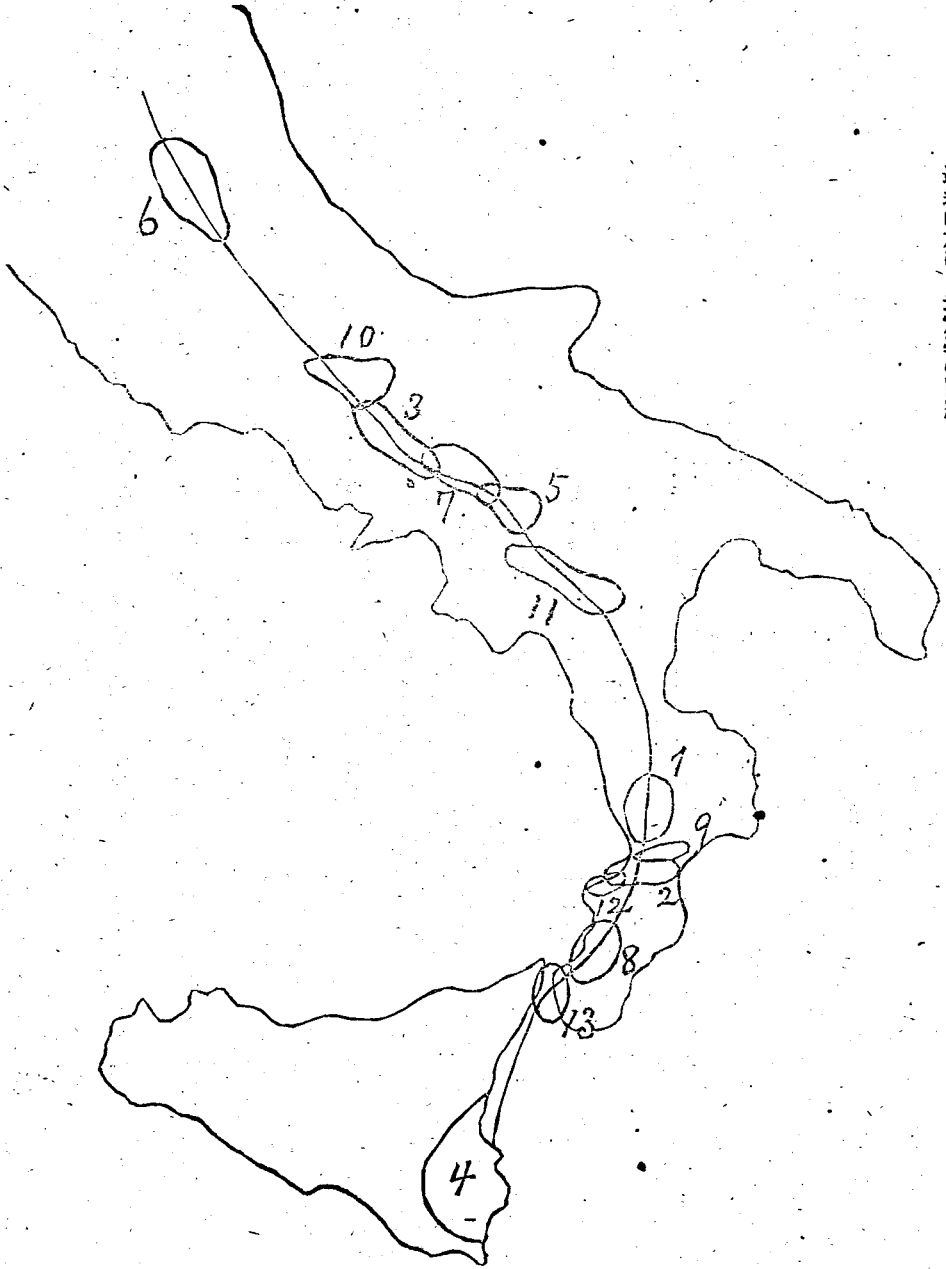
す。即ち土地の者も非常に警戒を加へて居りました爲めに、地震の大きな割合には死傷が少なかつた。先づ十軒の潰れ家に付て人死一人と云ふのが從來の平均であります。其時には潰れ家三十軒に一人しか死ななかつた。大分人命に對する損害の輕かつた地震であります。それから安政元年の大地震の際には四五日前から前震がありまして警戒を加へつゝありましたが、其前夜即ち十四日の晩に大分穩かになつたので皆安心して寢込んで居ると午前三時頃になつて大地震が起りましたのであります。折角用心して居つたに拘らず其時は不幸にして死傷の多い結果に陥つたのであります。さう云ふ様に前震のある地震がチヨイ／＼有ります。濃尾の大地震に於きましては一日前に一寸した地震があつた様であります。夫等も人體に感ずる程度のものは一回にしか過ぎなかつた。大きな地震の前には必ず多少の前震が起つて居りますが、人々が警戒をする程度に起ると云ふことは数が少なう御座います。併ながら地震計で觀測を致しますと、人に感じない程度の前震は矢張同様に起つて居るのであります。さう云ふ次第でありますから前震と云ふ事は地震の前知問題に就いて一つの參考となる大切な材料であると思つて居ります。

地震の前知問題に於て今日どう云ふ點まで進歩して居るかと思しますと、地震の前知問題は之を時の上の前知と場處の上の前知と此二つに分類することが出来るのであります。即ち何處で起るであらうか、何時起るであらうか、此二つであります。而して其何處で起るであらうかと云ふ問題は稍々調査が進みまして最早研究の半ば位に達したものでなからうかと思つて居ります。是は次の様な調査に依つて此邊で

起るだらうと云ふ大體の場處の見當を付け得られるのであります。即ち其一法は地震の歴史沿革に依つて出来るのでありまして、大きな地震のあつた場處を地圖の上に標を附けて見ますと、地震は案外勝手放題に起るものでなくして規律正しく起ると云ふことが分つて居ります。又最近の器械に依つて観測して見ますと震源の位置が最も正確に分りますから、假令程度の低い地震でありましても其震源の位置を地圖の上に標しますと、歴史上に於ける長い年月の間大地震の調査を致したと同じ様な效力のある調査が出来るのであります。此調査の結果に依りますと、今申上げましたやうに地震は決して出放題に何處からでも起るものでなくして極めて規律正しく起り、それが又地質構造に親密なる關係があるものであると云ふ結果を得るのであります。

例へば茲に伊太利の例を取りますといふと、伊太利の地形といへば長靴の形を御想像になると思ひますが、其長靴の丁度中程を縦に貫きまして、爪先の處からシ、リー島に當つて一つの線を想像して戴きます。過去三百年來伊太利に起りました大地震は其線に於て起つた丈で他の場處からは起つて居りませぬ。斯の如き線を地震帯と云ひます。大地震、小地震、何れも地震帯上に起ります丈で、出放題に何處からでも起ると云ふ譯ではない。是が一つであります。それから又此線の何處からでも起ると云ふ譯ではありませぬで、其起ります順序が一つの規律正しい關係になつて居ります。

最近に於ける地震學の問題



例へば一番初に(1)に起りまして、次には(2)に起りました。第三番目に(3)に起り四番目には(4)に起りました。此時などは十萬人の死人の出た大地震であります。次には(1)と(3)との間で(5)に起りました。それから(6)(7)(8)(9)(10)(11)(12)と云ふやうな順序に起つり居ります。明治四十一年の伊太利メシナの大地震のあります前までは斯様なことになつて居ります。之に依つて地震の順序を考へますと、或一ヶ所に起りましたならば其次から次へと順を追ふて延びて行くと云ふ場合と、それから飛んで起る場合とがあります。飛んで行くなれば其又間を占める。次から次へ延びて起るのと、間の處に起るのとある。斯ふ云ふ關係を以て線に沿ふて起る。メシナ大地震の前に就いて考へますと斯様な順序になつて居りますが、三百年來未だ地震の起つたことのない場處此靴形の爪尖の處と羅馬に近い處に空處があります。さふ云ふ空處は今後大地震の起り得べき公算が外の場處よりも多いと云ふことが考へられる譯であります。果して明治四十一年に至つて此爪尖の部分にメシナの大地震が起りました。先般奈良の女子高等師範學校の生徒が地震學教室に見學に參つて居ります時に其話を致しました。さうして今後は何うかと云ふ問がありました。今後は(6)と(10)との間と(1)と(11)との間がまだ空いて居るから將來他の場處よりも起り易いであらうと答へました。それは大正三年の秋であつたかと覺えて居りますが、翌年即ち四年の一月に羅馬から五十哩許り東の方のアベツツアーノと云ふ處に大地震がありました。三萬五千人の死人がありました。それで今日餘す處は此中央の空處のみとなる譯であります。さう云ふ次第でありまして、地震の起ります筋即ち地震帶を研究致して其地

震帶の上に起りました所の地震の順序を考へて見ますと、其處に明日明後日とか或は來年とか再來年と云ふやうな極く差追つた問題とは關係はありませぬけれども、近き將來とか或は遠い將來とかに於て他の場處よりも起り易いだらうと云ふ場處が豫定される譯であります。

日本に於きましても左様な調査は地方々々毎に異つて居りますが、研究中に屬する事がありますし、殊に近畿地方の地震帶に於きましては嘗て大森教授の發表された意見がありまして、私も其れに對して多少意見の異なる所を述べたことがあります。大森博士の意見では、淀川筋と伊賀、伊勢から大和に掛けた地震帶とが大坂附近に於て交叉する、さうして大坂は長く地震を被つて居ないと云ふやうな譯で、さう云ふ考を震災豫防調査會で報告されて居ります。私は安政元年の夏の地震の調査を一層詳しくやつて見ました所が、其地震帶が大森博士の調査とは多少違つて參ります。もつと南の方で紀州から阿波の方へ進んで行くやうな有様を認めましたから、其方面から行きますと、淀川筋に並行なる所の地震帶になりますので、それが天龍川筋を通します所の地震帶と併行するのではないかと云ふやうなことも段々研究して居ります。又東京附近に於きましては、東京灣から利根川筋を貫きます所の一つの細い地震帶及び甲州街道から横濱附近を通り三浦郡を通りまして房州の方へ渡ります所の地震帶、それから甲州より伊豆の八丈島へ參ります所の火山性の地震帶、それから少し離れまして房總半島の東海底を通つて常磐の沖に至ります所の非常に大きな地震を起します所の地震帶、是等の地震帶が東京附近に於てはゴタ／＼になつて居ります。

さう云ふ關係でありまして、まだ熟しない意見を輕々しく出しましては世間に疑惑を起さす種ともなる事でありますから、内地に於きまして未だ充分に研究されないものは餘り公にして居ない譯であります。

爰で序にお話致しますが、火山の噴火前知問題は地震の前知問題に比べまして餘程簡單なる譯であります。第一地震でありますると場處の前知と云ふことが一つの前提問題になる譯でありますが、火山に於ては其問題が最早解決されて居ります。噴火口と云ふものがチャンと現れて居りますから其點だけでも前知が容易なる譯であります。のみならず火山は各々自分の歴史を何かに遺して居りますから其火山の習性が大抵分つて居ります。或火山は兩三日前から微震があり次第に大きな地震となつて遂に破裂すると云ふやうな性質を備へて居ります。先年北海道の有珠山の噴火の如きは二日以前に警察署長が豫察して人民に警告を與へたと云ふことであります。先般の櫻島の噴火の際にも立派な前兆を備へて居つた次第であります。それ故に火山の噴火の前知問題は地震の前知問題に較べまして餘程平易な譯であります。

以上述べました所に依りまして先づ地震の前知問題に就きましては最近に相當の手掛りがあると云ふことは御承知下さる事と思ひますが、併乍ら今日行詰まつて居ると申しますことは、地震帯の上に於て地震の起ります模様、段々と活動の勢力に對して場處毎に消長がありますが、其場處を後から追ふて調べて行くこと云ふことが中々困難であります。ユーイングが地震計の發明を爲したことに由つて地震學と云ふ學問が初めて出來上がつたと云ふことを前に申しましたが、地震計は其後次第に精巧なるものが出來ました。

殊に我國に於きましては大森博士の地震計が出来まして、是は歐羅巴或は亞米利加と云ふ如き數千里若くは幾萬里と云ふ距離を隔つて起ります所の大きな地震を東京に於て觀測致すことを得ると云ふやうな精巧な器械であります。桑港の地震は向ふに起つてから僅に十三分間ほど掛かつて其波動が日本に傳はつて來て器械に感じたと云ふ譯であります。世界の何處に起りましても著しい地震であれば斯の如き精巧なる地震計には感するのであります。併し器械の方の進歩は我國よりも歐羅巴の方が優つて居ります。殊に獨逸で出来ました器械、又獨逸で有名な學者のウイーヘルトの器械の如きは日本に於ける大森式の地動計よりも倍數の上で一層精巧なるものでありまして、此點に於ては我國は歐羅巴に一籌を輸して居ると謂つて宜いかと思ひます。甚だ遺憾ではありますが器械製作の力の乏しいと云ふことは如何とも致し難い次第であります。

微動の研究に於きましては最近十年以來世界各國に於て段々進んで參りまして、殊に獨逸のポツダムなごに於きましては餘程進んで參りました。身體に感じない通常の地震計にも感じないと云ふやうな微かな震動を研究して其れが何になるかと申しますと、是は地震學の研究もありますけれども寧ろ地球物理學の研究になるのであります。地球の内部の研究が其爲めに餘程進んで參つたのであります。併ながら身體に感する底の以上の地震殊に人類に及ぼす災害を防禦して行くと云ふ側の研究に於きましてはどうか日本に於て大成したいと云ふ希望でありますが是は前に申します通りに一寸適當な施設をし兼ねることもありま

すし研究が行詰まつて居る次第であります。幸に京都大學に於きましては近頃神戸の富豪岡崎藤吉と云ふ人が地震學の講座並に地震計の設備の爲めに多額の金を寄附されたと云ふことがあります。

地震の前知問題に就きまして私共が今日斯うもやつたらばと急つて居ります事は地震帶の事でありませぬ。東京附近で申しますと、東京灣を横切つて利根川筋に至る地震帶、又房州半島を併行する地震帶、又は甲州から相模の方を通つて房州に横切るもの、又は大島を通つて伊豆の七島を貫きますもの、といふやうに東京附近は土地の弱い爲めか大分込入つて居りますが、是等の筋に地震の起ります模様は、現在何うである、將來は斯うであらうと云ふことを調べて見たいのでありますが、併ながら今日東京の大學にあります所の地震計は三百倍のものが最も鋭敏なる器械でありまして、其器械で分ります地震以外に微かな地震が幾らも痕跡を印しますけれども、餘りに微かなるが爲めに其震源が何處であらうか何う云ふ動き方を爲したものであらうかと云ふことが全く不明に屬するのであります。

話が元に戻りますが、地震を感じますと其地震が何處で起つたかと云ふことを知るのには統計の上でも大切な事でありませぬが、前知問題などに就いても大切な材料になるのであります。地震の起りました處即ち震源を探しますには色々な方法があります。今一ヶ處で観測を致しますと其震源迄の距離が計算の上で出て来る仕方があります。二三ヶ處で震源までの距離を計算致すとそれで震源の位置が分るのであります。それが各々の観測所から報告の到着するのを待たなければなりませんので、地震を感じますと同時に

に今の震源は何處であるかと云ふことの問題に對しては餘り時を要する譯であります。卽席に此地震は何處で起つたと云ふ判断をしたい場合がよく生ずるのであります。明治の御代に於きましては、人の驚くやうな程度の地震がありますと、今の地震は何處で起つたか、如何なる程度の地震であるか、と云ふことを陛下が侍從職に御下問になる、それで侍從職からして直ぐ地震學教室に御問合せが来る。其時分には夜中でも何でも誰か出て、今の地震は何處で起つて何う云ふ程度のものであつたと云ふことを調べて置きました卽座に侍從職からの御問合に應じられるやうに準備をして置きましたが、もう今日では御問合せになることが常例のやうになりましたから御問合せがなくとも此方から御報告申上げることになりました。今日も矢張さうやつて居ります。其報告の材料は新聞記者なども見せて呉れど云ふので見せまして、其日或は翌朝の新聞に出て居ることがありますが、つまりあれらは唯一ヶ處で觀測するのです。例へば東京帝國大學の地震學教室に於ける觀測だけを以て、此地震は何處で起つた、何う云ふ性質のものであると云ふことを鑑定致すのであります。それは何うして鑑定するかと申しますと、第一には、同じ處で起りました地震は、大小の差こそありますけれども揺れ方の模様が同じである。同じ両親から生れた兄弟の顔が似て居るが如くに、同じ場處で起つた地震は大小の差はあつても形が似て居る。そこで房總半島邊りで起つた地震は斯う云ふ恰好をして居る、或は利根川筋で起つた地震は斯う云ふ風であると云ふ様な揺れ方を覚えて居りまして、地震計に依つて記録された模様を見て其れに依つて是は何處に起つた地震だと云ふ判断が大抵出来る

のであります。又身體の感じでも凡そ分ります。併ながらそれでは確實を期し難い。最も正確にやりますには、其最初の動き方が震源の方に向つて動くか或は反對の方に向つて動くか、どちらかでありませう。尙其外に下動即ち上から来たか下から来たか。此最初の動き方がこちらの方に來たと云うならば震源はこちらにある。又此方向に向つて行つたと云ふならば、震源はこちらである(圖に依り説明)と云ふ様な譯で、震動の上方向は震源の在る方向を示しますから其れに依つて見當が付きます。第二には震源までの距離を計算するのであります。地の中で起つた一つの激動でありましたが、丁度一發の大砲の音響が反響の爲めに暫くの間ゴーツといつて後鳴りがすると同じ様に、或は雲の上の雷鳴が山々に響いてゴロ／＼ゴロ／＼と長く響くと同じ様に、地震に於きましても唯一回のものであつても長い間連續して搖れる次第でありまして、地の内部の岩石が音響のやうな弾力を備へて居るが爲めに、音響の波動のやうな進行を致します外に又形を備へて居りますから形の變化に抵抗致します。其爲めに光の波動と同じ様に横にも搖れて來る。又軟い土地でありますと、丁度水の上の波の様に表面に浮かんで居るものもあります。つまり此三通りの波が起ります。一番速い波が最初の縦波であります。其速さが一定して居ります。又横波も一定して居ります。此波動の速さは、縦波の方は一秒間に凡そ十三軒横波の方は凡そ七軒である。随分速いものであります。空氣中に於ける音響の十倍或は最も速いものは四十倍に當ります。随分速いのがあります。そこで或場處で觀測致しますと、初に微動を感じまして、それが濟みますと本隊となるべき主要な震動が參ります。其

速さが各違ひます爲めに、距離が遠い場合には最初の微動が感じましてから主要の震動が來ます迄の時間が長う御座いますけれども、距離が近いと微動のあつた後直ぐに主要の震動が來る譯であります。そこで最初の微動がピリ／＼と感じてから後主要の震動ユサ／＼を感じる迄の時間を計算すると、それだけの距離に震源があると云ふことが分るのであります。通常の地震計に感ずるものでありますと、さう云ふ觀測が出來まして此地震帯は今斯う云ふ活動状態を呈して居ると云ふことが分るのであります。けれども先程申しました様に、其外に非常に微かな地震が澤山來て居ながら其真相を捉へることが出來ないで其儘になつて居る次第であります。

そこで何うしても微かな地震を承知しなければならぬことになるのであります、但し精巧なる器械が出來ないことはないのでありますけれども、其精巧なる器械を据附ける場處がない爲めに手も足も出ないと思ふやうに行詰まつて居るのであります。地震計の構造に就きましては御不審があるかと思ひますが、一體に土地が動きましても全く空間に動かない點を造る之れが地震計の主要部分でありまして其れを作る爲めに非常に困難を感ずるのであります。ユースイングが地震計を發明したと云ふのは其發明であります。土地が動いても其地震計の基になります所の點だけは空間に搖れない。それがユースイングの地震計の發明であります。それを基として槓杆の作用で倍數をどれだけでも設けて震動を大きくする譯であります。所が無闇に倍數を増しますと第一に影響を受けますことは、溫度の變化がありますと、地の變動でなくつて温

度の變更の爲めに地震計の記録の針が動きますから、地動であるか温度の變化であるか分らぬものを描くことになります。それで故障が先づ此温度の變化と云ふことの爲めに起つて來るのであります。もう一つは倍數を無闇に増しますと槓杆の尖に於きまして、例へば點が一分動きますと百倍の地震計ならば一尺だけ針の尖が動く譯でありますが、さうすると針の尖端に起る摩擦が亦百倍にならなければならぬ筈でありますから無闇に倍數を大きくする譯に行きませぬ。其爲めには不動點の目方を増すと云ふことが必要であります。其目方を増すと云ふと器械を据えるのに亦裝置が益々困難になつて來る。ユースング式の倍數は三百倍と云ふのが普通の程度であります。所が獨逸のウイーヘルトの地震計は非常に簡單であります。微動だけを觀測するのであります。是は只非常に大きな錘を鐵棒で吊すだけであります。それだけであります。さうすると非常に微かな震動即ち一厘の百分の一とか千分の一とか云ふやうな非常に微かな震動に就いては此鐵棒の彈性によつて錘が不動點になる譯であります。さうして其錘の惰力に依つて槓杆の倍數を適度に増すことが出来るのであります。併しそれでも温度の變化の影響は被りますから、土地の乾いた處を掘つて地下室としまして、温度の影響を被らないやうに密閉致して其室で觀測をするのであります。東京の大學の構内でやつて見ましたが、水線以下でありますので濕氣の爲めに一週間経たない内に器械が腐ると云ふ有様で到底いけない。京都大學に於きましては山腹の天然の御影石を掘抜きまして其内に器械を据付けることになつたのであります。さうして前申上げました岡崎氏の寄附に依つて目方を七千貫に増

した。七千貫と申しますと、御影石位の比重のものを約そ一間立方に刻みましたものゝ目方に當ります。さうすると一萬倍位の程度の地震計が出来る譯であります。東京に於てもさう云ふ様な装置が欲しいのであります。地下に設ける譯に行かない。それで他の方法と致しましては、是はバタビヤでもやつて居る方法であります。二重の厚壁の乾燥室を造りまして、煉瓦でも混凝土でも宜しう御座いますが、屋根も壁も五六寸乃至一尺程度の厚さの二重張にして其室の内を觀測すると丁度適當のものが出来るのであります。五間に四間位のものにして費用は二萬圓位で出来る譯であります。何分にもさう云ふ觀測室がありません。せぬ爲めに、前申すやうな精密な點まで研究を進めることが出来ない。地震帯の活動の状況を細かに追跡して前知問題の参考にしたいのでありますけれども、今日は遺憾ながら只さう希望致すだけで、數年來其處に行詰まつて居る次第であります。唯京都では今申しました様な設備が出来ますと其等の研究が出来る譯でありますけれども、併し京都附近は遺憾なことには地震の起る筋が東京方面の如くに活氣を呈して居りませぬ。地震に遭ふといふ機會が東京よりも少い、随つて材料も東京より少いと云ふ譯であります。併し段々年月を積みます間には相當な材料も有らうと思ひまして洵に結構な事であります。東京に居ります吾々などは洵に羨ましく感じて居る次第で御座います。

然らば京都で其れ丈けの研究が出来たらそれで宜いかと云ふと必しも然うでない。と申しますのは、地震の起る狀況が場處毎に違ふのであります。丁度天氣豫報と同じ様に、一般的の事もありますけれども

地方的の事もあります。東京に於ける前知問題は矢張東京で研究しなければならぬ事が多々あるのであります。何うしても此方面に道を開いて行かなければならぬ。まだ是が或は手懸りであらうと云ふ問題にさへも手が着かない次第であります。一方先刻申しました水準測量などは他の方面から若干の補助を得て陸地測量部と聯係を取つて致して居りますが、是とても中々費用の掛かります事であり又長い年月を待たなければならぬ事でもあります。今申す地震帯の活動の状況を追跡すると云ふ問題は日々實行しなければならぬ事であり、又長い年月を待たないでも、成績の出る事ではありますが、其處へ折角有望な事があつても其儘にして幾年も費さなければと云ふことは洵に遺憾に思つて居る次第であります。

詰らぬ事を長くお話し致しましたが、要するに應用の側に屬しまする事即ち建築土木に關しまする方面の事は略々結着が付きつゝある様であります。前知問題としましては、場處に關する方面は稍々研究が届いて參りましたものゝ、時に關する部分はまだ前途遼遠であります。其道の研究は相當にあるけれども費用がないので手が出せない。斯う云ふことを大體申上げた積りで御座います(完)

