

# 本多光太郎と津波

初 山 高 仁\*

Physicist Kotaro Honda and Tsunami

Takahito Hatsuyama

本稿では本多光太郎が明治三陸津波以降に行ってきた海洋や湖沼についての研究を、地震津波との関わりを重視しながらまとめた。大森房吉や長岡半太郎といった物理学者が研究を進める中で本多も津波の研究を進めたと見ることができる。本多が津波研究で重視したのは検潮を徹底させることであった。おそらくはこの目的のために本多は検潮器を開発したのである。そして本多は、検潮器の観測網が整備される必要のあることを主張してもいた。しかし、東北帝大に着任して以降、本多の研究対象は金属へと指向していき、彼の研究が津波の現象を解明することはなかった。しかしそれでも、簡易な検潮器を開発したことや海の物理についての基礎的な研究を行なったことは彼の成果であるといえる。

キーワード：明治三陸津波、検潮器、長岡半太郎、中村清二、湖沼学

## はじめに

本多光太郎は日本での金属研究のパイオニアとして知られており、「金属の密林の開拓者」とも称せられている。確かに彼は東北帝国大学の教授として着任した後に極めて重要な金属についての研究成果を残しただけでなく、有力な金属研究者を育てもした。しかし、本多が寺田寅彦とともに行った熱海の間欠泉の研究からもわかるように、東北帝大着任前の彼の関心は地球物理学にもあった。この本多の地球物理学的な関心の一つの対象が津波であった。ただし、ここでの津波とは現在言われるところの地震津波には限定されない。高波や高潮なども、本多が論じた時代においては津波と称せられていた。

東北帝国大学理科大学の創設期には物理学者によって湖沼の研究が行われていた。この目的の一つはおそらくは津波という現象の解明であったと考えられる。本稿では、これらの研究の前提ともいえる、本多による東北帝大着任以前の津波についての議論をまとめる。また、本多の東北帝大着任以後の地球物理学の研究についても言及する。

なお、日本での津波研究が開始された当時には地震津波の原因を海底の地形の変形に求める今村明恒の説と、液体の振子としての振動に求める大森房吉の説とがあった<sup>1</sup>。今日では今村の説が正しいとされているが、本稿でも若干ふれるように、大量の水の運動に注目した大森の説も海洋研究の一つの先駆である。本論は本多の湖沼や海洋の研究を中心とした記述となっているので、地震津波の原因についての今村説については特に触れない。

---

2019年3月20日受理

\* 尚綱学院大学 非常勤講師

## 1 津波研究の開始と本多光太郎

### (1) 日本での物理的津波研究の開始

1896年(明治29年)のいわゆる「明治三陸大津波」は物理学者にこの現象の解明を一つの課題としたところがある。今村明恒が1899年に「三陸津波取調報告」<sup>2</sup>で津波被害の詳細を述べると、1901年に大森房吉がこれを受けて津波の原因についての仮説を立論している<sup>3</sup>。ここで大森は海水を「大なる液体振子」と見てこの振動をもって津波の説明をしようとした<sup>4</sup>。こうした仮説の検証には、模型による実験を行うことが一つの方策ではあるが、実験室レベルではない、実際の港湾や湖沼での詳細な観測を行うことが不可欠である。

中村清二は1902年に「湖水の定常振動」<sup>5</sup>で水の表面の運動ではなく湖水全体の運動であるセイシュ(seiche 後に本多がこれに「静振」という字をあてた。)を問題とした。中村はここでこうしたセイシュの研究を開始した理由について次のように述べている。

「我国においては昨年より長岡博士の提議によりて震災予防調査会においてこの調査をやることになりました。一体この種の研究は地殻の研究の一部でもありその成因に就て取調べて地震気象等との関係を見ました津波等の如く海水の運動にも関係のあることであるから要用の事業であります」<sup>6</sup>

日本での物理的な湖沼学の研究は明治三陸津波による被害と、これについての調査に基づく津波の大森仮説と長岡による提議によって本格化したといえる。中村は他の物理学者とともに国内の湖沼や港湾、具体的には琵琶湖、芦ノ湖、大阪湾、浜名湖、河口湖、山中湖での観測を行なった(観測の実施は1901年)。このうち、琵琶湖と大阪湾での観測には本多も参加している。そしてこれらの測定では新たに開発された検潮器(当時の用語では験潮器)が用いられている。これらの観測の結果として比較的深度のある琵琶湖や芦ノ湖の湖水に定常振動があることが確認された<sup>7</sup>。

長岡半太郎は1902年に「津波ニ就テ」<sup>8</sup>で津波についての理論的考察を行っている(この内容の概略は1903年に「津波ニ就キ」<sup>9</sup>として発表されている)。この結果として長岡は津波を湖水の定常振動と同一のもの、両陸地間の海水の定常振動、黒潮と海岸との定常振動の3種に分類した<sup>10</sup>。長岡においては津波を研究するためには湖水だけでなく海流をも対象としなければならなくなったと見える。海についての広範な研究が必要になったのである。

本多はこれらの先行研究を踏まえつつ湖水の静振(seiche、セイシ、セイシュ)の研究を行ったようである。したがって、本多によって行われた具体的な研究は湖水や潮汐についてのものが主であるが、その研究の先には津波の解明が目標とされていたといえる。

### (2) 本多光太郎と地球物理学

石川悌次郎は『本多光太郎伝』の中で東北帝大着任前の本多について「この頃の本多の究学は明らかに二兎を追って走っている」と表現している<sup>11</sup>。ここでの一兎は磁気磁性の研究で、もう一兎は地球物理学の研究である。1936年に本多の在職25年を記念して刊行された論文集<sup>12</sup>には本多の著作目録が掲載されているが、ここでは寺田寅彦と行った熱海の間欠泉の研究や<sup>13</sup>、吉田吉、寺田と行った「験潮器の記録に表わるる小波動に就て」<sup>14</sup>などは含まれている

ものの、地球物理学の研究と分類できるものがかなり抜け落ちている。この抜け落ちた部分について次に詳しく述べる。

本多の地球物理学についての論考は1900年からの10年間だけでも東京数学物理学会でいくつも発表されている。「理科大学の深井に於ける水平の周期的変化について」<sup>15</sup>、「横浜吉原大窪に於ける深井の水位の変化に就て」<sup>16</sup>、「携帯用驗潮器」<sup>17</sup>、「九州沿岸に於ける潮汐の観測」<sup>18</sup>、「太平洋を伝わる海の波の速度について」<sup>19</sup>、「中禅寺湖の静振について」<sup>20</sup>などである。他にも日本語による短いものとして、「简单なる驗潮器」<sup>21</sup>、「津波に就きて」<sup>22</sup>、「中禅寺湖及び洞爺湖の定常振動に就て」<sup>23</sup>、「鳴門の潮流」<sup>24</sup>、といったものがある。これらからは本多が海や水についての関心を持っていたことが知れる。地球物理学の中には含められないが「復氷に就きて」<sup>25</sup>という論考のあることも指摘しておく。1910年に発表された中村と本多の共著である「日本の湖沼での静振」<sup>26</sup>はこれらの研究の一つの到達点とでもいえようか。

東北帝大着任後に行われたものには次のようなものがある。「カナダの潮汐での小波動」<sup>27</sup>、「タンクの水の振動について」<sup>28</sup>、「田沢湖での通常の内部静振について」<sup>29</sup>、「猪苗代湖での顕著な内部静振について」<sup>30</sup>、「降雨の強さを記録する自動雨量計」<sup>31</sup>、「鬼首の間欠泉について」<sup>32</sup><sup>33</sup>が東北帝大理科報告に掲載されている。また、1913年には「津波の予報」<sup>34</sup>という短い論考もある。本多は東北帝大着任後も水について研究し続けていたという事がわかる。

以上で見てきたように、本多は明治三陸津波を発端として始められた海洋や湖沼の研究と深く関わっていた。それだけでなく、津波への関心も持ち続けていたのである。この本多の津波への取り組みを、次に具体的に述べていくことにする。

## 2 湖沼研究と検潮器開発

20世紀に入った頃の日本ではケルヴィンの開発した検潮器がすでに用いられていたが、これは本多の言葉を借りると「何分大仕掛で多額の費用を要するから私たちの道楽にはならない」<sup>35</sup>というようなものであった。このケルヴィンの装置は図1のようなものである<sup>36</sup>。「道楽」というよりも実際的な必要から、山間の湖沼で細かい観測を行うためには検潮器を小型化する必要があったことは間違いない。しかし、検潮器を小型化することは同時に、水面の波の影響を受けやすくもする。図2は本多式検潮器の概念図である<sup>37</sup>。これが実際の観測を重ねるなかでいかに実地に合わせた形へと発展したかを次に確認していくことにする。先述のように、中村は本多に先立って湖水の定常振動の観測を開始していた。中村は1902年の「湖水の定常振動」の中で前年に使用した検潮器(図3)<sup>38</sup>について説明している(このタイプの検潮器は“N”と呼称された<sup>39</sup>)。中心

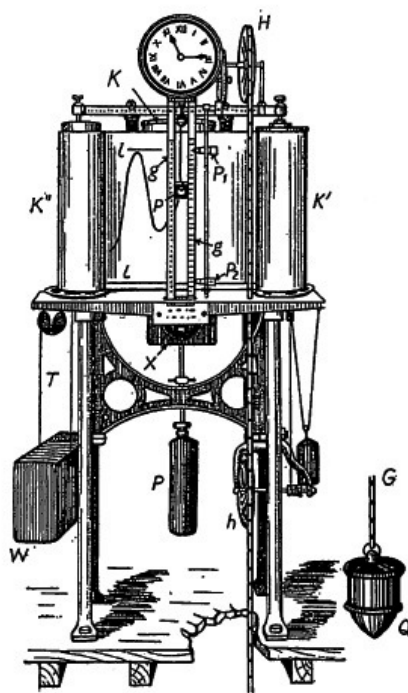


図1 ケルヴィンの検潮器

部を貫いている円管の最下部に取り付けられた大きな部分が「浮き」であるが、これは「直に湖水の上に浮かべると波浪の為に撃たれて面白からぬから」<sup>40</sup>、「浮き」を直接に湖面に浮かべるのではなく、波浪から防ぐために湖水と連絡しているタンクの上に浮かべる形にしたのだという<sup>41</sup>。これで検潮器の小型化による観測への波浪の影響は一応は弱めることができたはずである。しかし、小型化に伴う問題はこれだけではなかった。

中村は 1902 年の「简单なる水銀験潮器に就て」<sup>42</sup>でさらなる検潮器の改良を報告している。図 3 の検潮器では潮位の変化はそのままの大きさで記録紙に記録されることになる。ところが、「波の大きさは 1 m を超えるのに、記録する円筒は 30cm の高さしかない。

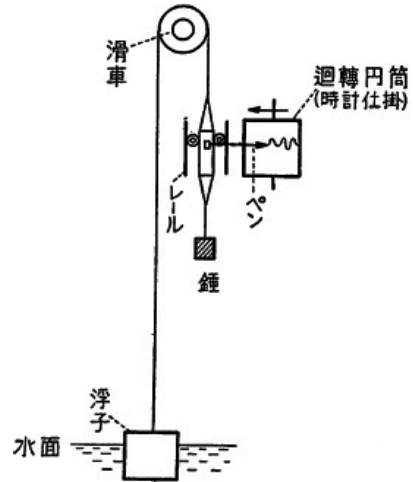


図 2 本多式検潮器の概念図

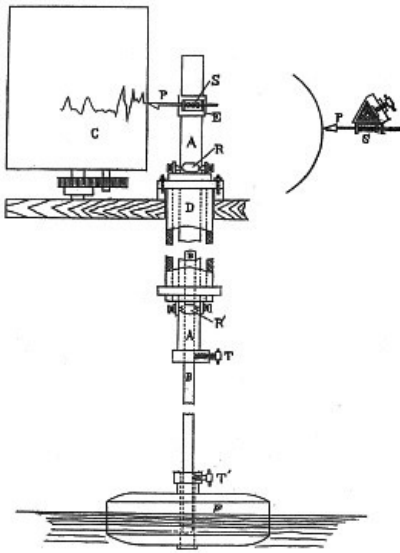


図 3 中村式検潮器

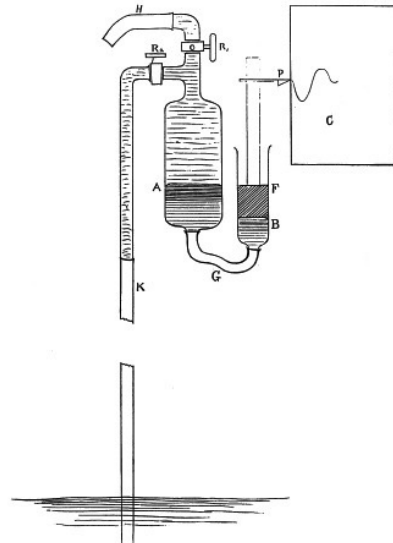


図 4 水銀を用いた検潮器

だから、誰かが常にいて垂直の棒をこまめに調整する必要があった」<sup>43</sup>。潮位の変化を記録紙に収まる範囲内にするための装置が必要だったのである。

中村がこれを解決するために開発したのが図 4 のような水銀を用いた装置である。管内を伝わっている水の圧力はシリンダ内で水銀へと伝えられる。この圧力が別のシリンダに伝えられ、ピストンを上下させる構造となっている。つまり、水圧が水銀圧に変換されているわけである。これにより 1 m 以上の変化が 30cm 幅の記録紙に収められるようになった。逆に言えば、30cm 幅の記録紙がこれに対応した装置を作らせたということでもある。

中村は自身の作成した検潮器の有効性を隅田川河口に設置されたケルヴィンの検潮器との比

較によって確認した<sup>44</sup>。なお、中村は明確には述べていないが、図4で見ればわかるように水位を検知する部分は水没する形になっている。こうなれば水面の波浪は静振の観測にはあまり影響しなくなる。それだけでなく、水面ではなく水圧によって静振を測定していたということになる。次に述べるように、この点の発展は本多によってなされたと思なすことができる。

本多は検潮器の種類を2つに分けられるという。「第一は界面の昇降を直接に記録する方法で、第二は海水の増減によって起る内部の圧力の変化を記録する方法である」<sup>45</sup>。図2で示した概念図は「第一」のものである。本多の検潮器の開発は「第二」の方向へと向かっていった。水圧の変化から水位を測定する事になったのである。

図5に示したのは水中に沈める気鐘である。この気鐘は重りとしての鉛板Dがあるので水没するとaの部分より水が入り、図中Aの容器の下部に水がたまる。そしてこれは容器Aの上部

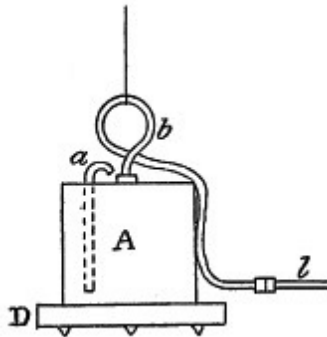


図5 本多式検潮器の気鐘

- A：真鍮製の円筒状の容器
- D：重りとしての鉛板
- a：Aに水を入れる管
- b：A内の気圧を伝える真鍮管

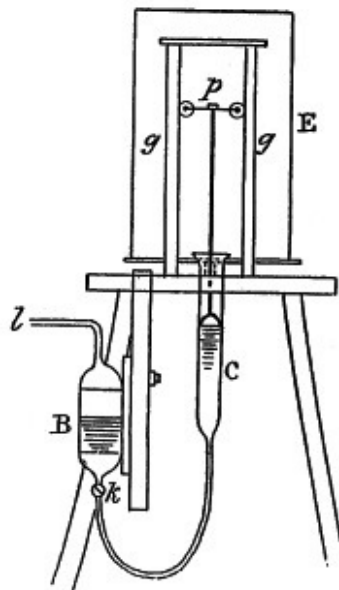


図6 本多式検潮器の記録部

- B：気圧を水銀に伝えるガラス管
- C：水銀圧を記録紙に伝えるガラス管
- E：円筒状の記録紙
- l：気鐘とつながれた鉛管

の空気を圧迫し、この気圧が真鍮管bで伝えられる仕組みとなっている。水中の図5の装置と地上の図6装置とはlの鉛管で接続されている。図6は圧力を記録する部分で図中Bのガラス管内の下部からガラス管Cにかけての陰影のように画かれている部分には中村と同様に水銀が使用されている。Bの陰影部の上部にある水平の線は水圧がかかっていない場合の水銀の高さである。図5の気鐘と図6記録部を接続しているのは鉛管内の空気であるから、中村による検潮器と比べると構造も簡単で使用しやすいものとなっているといえる。中村の検潮器が“N”と呼称されたのに対して本多のものは“H”と呼ばれたとされる<sup>46</sup>。この本多の検潮器は携帯できる検潮器としてその後も広く利用され海洋観測の研究に貢献することになった<sup>47</sup>。

### 3 津波の予報とその課題

ここまで述べてきたことから、本多が、長岡・大森・中村といった当時の代表的な物理学者らの中にあって明治三陸津波を発端とする海洋や湖沼の研究を行い、そしてその過程で検潮



器の開発という非常に重要な成果をあげたということが知れた。次に本多が津波という現象をどのように捉えようとしていたのかを確認していく。なお、繰り返すが本多の時代にあつては津波という用語は現在のような地震津波だけでなく高波や高潮をも意味する言葉であった。本多が中禅寺湖や洞爺湖での静振の測定を経た後に津波について何を述べたかをここではまとめることにする。

### (1) 「津波に就きて」と地震津波

本多は1905年の「津波に就きて」の中で高波や高潮について論じた後で地震津波について論じている。本多は地震津波は「波長は非常に長く、海底の深さ形状等によって定まるものであろうが兎に角二三里もあるのは珍しくない」<sup>48</sup>としたうえで次のように述べている。

「かかる長波が海岸に近づき比較的浅き処に來れば著しくその波丈を増加するから、海岸では山のごとき大波が猛烈なる勢いで打寄せ來り、寄せては返し、退きては來るといふ様に一定の時間を距てて數回襲來して静穩に歸するものである」

「津波が海岸に於て慘憺たる被害を及ぼしながら遙沖中に在る漁船はこれを知らざる例が多い、こは沖中に於ては波丈が波長に比して非常に小なるが故に海面の傾斜は至て少なきに依るのである。この種の津波は震源より四方に伝播するから被害の範圍も広い理である」<sup>49</sup>

ここで本多は地震津波を非常に波長の大きな波と見なしている。そしてこの長波が沿岸部に大きな被害を及ぼすことを説明できているといえる。この上で本多は「ここに注意すべき事柄は多くの港湾に於ける津波の週期は平素存在する長波の週期と同一である事である」<sup>50</sup>として次のように述べている。

「凡そ海洋に生ずる波は簡單なるものでなくて數多の波より出來上がつて居る、原因が地震であれ、海中火山であれ、また台風であれ、これら長波の週期は海の深さ形状等に依つて一定するものと考えらるる、尤も或時はどれどれの週期の波が比較的大なる振幅を有し、或時はなににの週期の波が著しき振幅を有するということがあるに相違ない。津波はこの種の複雑なる波でこれが海岸に襲來すると、その内のいづれの週期の波が著しく増大するかは湾の大きさによるのである」<sup>51</sup>

ここで本多は地震津波だけでなく、高波や高潮について研究するにあつても、港湾の複雑な条件が絡み合うので、通常時の実地の観測の必要性を述べているのだといえる。ここまで述べた上で、本多は津波研究の課題を次のようにまとめている。

「津波を十分に研究するには驗潮器によらなければならぬ、津波に対する驗潮器は地震に対する地震計と同様で津波の知識を得るに欠くべからざるものである。驗潮器も湾内に据付けては湾に固有の週期の波が著しく表われるから、津波の有りのまゝを画かない、それであるべくは小さき島に据付けるが必要である、然らざれば岬を撰まなければならぬ、本邦では驗潮器は諸所に据付けてあるがこの要件を満したしたのは極く少ないのは残念である。若し數多の驗潮器を適宜の場所に据付けて海洋の波動研究したならば津波の性質を明

らかにすることが出来て、その災害を幾分か減ずることが出来るであろう」<sup>52</sup>

本多は「金属の密林の開拓者」と呼ばれているように、金属についての非常に綿密な研究成果を残したことで知られている。この姿勢は海洋の研究についても同様であったのではあるまいか。本多は検潮器の開発と観測網の構築によりデータを積み重ねることこそが津波についての研究を進めることになり、それが災害を防ぐことにつながると考えていたのだろう。

## (2) 太平洋の地震津波分析

本多は1906年に「太平洋を伝わる海の波の速度について」<sup>53</sup>で1854年の安政の大地震、1868年の南アメリカのアリカ地震、1877年の南アメリカのイキケ地震、1896年の明治三陸地震、そして1906年の南アメリカのコロンビアでの地震とヴァルパライソ地震によって発生した地震津波の分析を行っている。本多がここで観測地点としてあげているのは北海道の函館、宮城県の鮎川、和歌山県の串本、宮崎県の細島、長崎県の深堀である<sup>54</sup>。ヴァルパライソ地震と関わっては神奈川県の上三河も観測地点としてあげられている<sup>55</sup>。これらでは地震の発生した時刻と津波の到達した時刻が明確に記録されていた。海洋観測を記録し続けることが津波の速度を推定することを可能にしたところがある。

本多がこの論文で問題としたのは地震津波の伝わる経路についてである<sup>56</sup>。経路がわかれば伝播の速度も計算できることになる。ここで本多は地震津波の波長が水深よりもはるかに大きいと仮定したが、そうすると海底の状態が波に影響を及ぼすことになるため、地震津波の伝わる経路を知ることは難しくなる<sup>57</sup>。だから「波の発生源と観測地の間に複数の経路を想定し、その波長と実質的な深度を測定した」<sup>58</sup>のだと本多はいう。しかし、ここで用いたデータの中には船員によって得られたものがあつたため、不正確なものもあるという<sup>59</sup>。信頼できる検潮器によるデータが必要とされていたといえる。

本多は1906年のコロンビアとヴァルパライソでの地震について「海の波の通り抜けた距離の差がかなりあるが、この二つの事例での速度は互いにみごとに一致していることがわかる」<sup>60</sup>として、これ以外の地震津波もほぼ似たような速度であると評価している。そして本多は1883年のクラカトアの噴火の例から「地震はその衝撃とほぼ同時に短い波を引き起こすが、それはかなりの周期の持続する形での長波をも起こすことがある」<sup>61</sup>として長波に注目している。しかし、流体力学の計算によって得られた速度の値が実際の値よりも大きいことについて「深さの計測や時間の測定による誤りによっては説明されつくされない」とし、「観測と理論の不一致の問題には今後の研究の余地がある」としながらも大森の液体振子による津波の説明を支持した<sup>62</sup>。

かくした上で本多は日本の湾内で生じた地震津波の際の振動と通常の振動の周期が同じであることを根拠として、湾内の小波動は長波の連続的な発生と反射が重なって干渉した定常波であると見なした<sup>63</sup>。そして、もし波長がその節を湾口に作るようなものであれば、その規模は共鳴の原理によって著しく増加すると本多は指摘した<sup>64</sup>。

本多は1913年の「津波の予報」の中で次のように述べている。

「欧州諸国に於いては年来河川の洪水の予報を実行しつつあり、然れど本邦に於ける洪水予報の如く漠然たるものにあらず、例えば数年前仏国巴里のセーヌ河の洪水に際しては、

その予報には『何時何分より水が増加し始め何時には何米に達せん』というが如き精細なる予報を發せり、然かもこれが事実とよく符合せしは真に嘆賞に堪えざるなり、この種の予報は長年月に渉る各地の雨量及雨量の地中に吸収せらるる量の觀測の結果によるものにして、偶然の符合にあらざるは勿論なり」<sup>65</sup>

このように述べた上で本多は地震津波を予報することはできなくとも、氣象觀測を徹底して研究をすれば、高波や高潮は予報が可能であると見た<sup>66</sup>。この上で次のように結論している。

「本邦沿岸に近き測候所に在職せらるる諸君がこの種の研究を開始せられ、津波の襲来を予報し、その被害の減少に努力せられんこと余の切に希望する所なり」<sup>67</sup>

津波の予報のためには地道な觀測活動の蓄積が必要とされる。もちろんのことこの觀測を可能とするためには検潮器の整備も必要である。さらに地震津波に対応しようとするならば、めったに起こらない現象であるだけに、地道な觀測活動の必要性はより高くなる。本多はこれを「測候所に在職せらるる諸君」の課題として述べているが、これは「欧州諸国」との比較で述べられているだけに、国家的な課題を控えめに表現したものではあるまいか。

## おわりに

以上で述べてきたように、本多の行なった湖沼の研究や検潮器の開発は、明治三陸津波を一つの発端として始まった日本での地震津波研究の一部を構成していた、つまり長岡の提起によって開始された大量の水の運動の分析を目標としていたのである。まずは湖沼程度の水の運動を分析することから始め、やがては海洋の分析へと進もうとしていたと考えられる。そして、本多は津波の予報について論じていたのだから、災害をいかに回避するかを考え続けていたということにもなる。本多は地震の予報が困難であることから地震津波の予報も困難であると見たが、太平洋の対岸で発生した地震津波の日本への到達の予報は本多による地震津波の速度分析によって可能になったところがあるのではなかろうか。本多の太平洋の地震津波の研究がチリ地震津波の研究の先駆であったことは間違いない。

本多の行った検潮器の開発と静振の觀測は、1910年台に東北帝大で行われた物理的な湖沼学の研究へと結びついていく<sup>68</sup>。東北帝大では本多に加えて愛知敬一や日下部四郎太が学生を指導する形での湖沼觀測の研究が進められた他に水槽を用いた実験研究も行われた。しかし、1920年台になると本多の研究はほぼ金属に限定され、ついに津波の現象の解明にいたることはなかった。

湖沼の水位の変化を調べることでそれ自体が商品化に結びついたり、短期的な利益を生み出したりするといったことはおそくないだろう。しかしこれは、津波とは何かを論じ、津波災害を避けるためには決して欠くことのできない研究活動なのである。検潮器の開発も觀測網の整備もすぐに成果を生むものではない。しかし、地道な計測の積み重ねこそがやがて意味のあるものになり、さらには災害の防止に結びつくとも本多は明確に認識していたのではあるまいか。



- 
- <sup>1</sup> 渡辺偉夫、『日本被害津波総覧』、第2版、東京大学出版会、1998、p.33.
  - <sup>2</sup> 今村明恒、「三陸津波取調報告」、『震災予防調査会報告』、第13号、1899、pp.17-32.
  - <sup>3</sup> 大森房吉、「津波ニ就キテ」、『東洋学芸雑誌』、第18巻第232号、1901、pp.13-25.
  - <sup>4</sup> 同上、p.21-22.
  - <sup>5</sup> 中村清二、「湖水の定常振動」、『東洋学芸雑誌』、第19巻第255号、1902、pp.515-523.
  - <sup>6</sup> 同上、p.517.
  - <sup>7</sup> 同上、p.520-521.
  - <sup>8</sup> H Nagaoka: On destructive Sea Waves (Tsunami), *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai hōkoku*, vol.I (1901-1903), pp.126-135.
  - <sup>9</sup> 長岡半太郎、「津波ニ就キ」、『東洋学芸雑誌』、第20巻第157号、1903、pp.43-46.
  - <sup>10</sup> 同上、p.46.
  - <sup>11</sup> 石川悌次郎、『本多光太郎伝』、本多記念会、1964、p.127.
  - <sup>12</sup> *Anniversary volume dedicated to professor Kōtarō Honda : on the completion of twenty-five years of his professorship by his friends and pupils*, Tohoku Imperial University, 1936.
  - <sup>13</sup> K. Honda, T. Terada: On the Geyser in Atami, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.II, 1903-1905, pp.164-172.
  - <sup>14</sup> K. Honda, Y. Yoshida, T. Terada: On the secondary undulations of oceanic tide, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.II, 1903-1905, pp.222-232.
  - <sup>15</sup> K. Honda: Daily periodic change of the level in an artesian well, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.II, 1903-1905, pp.65-73.
  - <sup>16</sup> K. Honda: Daily periodic change of the level in an artesian well in Yokohama, Yoshikawa, and Okubo, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.II, 1903-1905, pp.123-127.
  - <sup>17</sup> K. Honda: A portable aero-mercurial tide-gauge, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.II, 1903-1905, pp.302-306.
  - <sup>18</sup> K. Honda: Tidal observations in the coast of western Japan, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol. II, 1903-1905, pp.307-311.
  - <sup>19</sup> Kotaro Honda: On the Velocity of Sea Waves Through the Pacific, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.III, 1906, pp.165-169.
  - <sup>20</sup> K. Honda: On the Seiches in Lake Chuzernji, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji- gaiyō*, vol.III, 1906, pp.220-223.
  - <sup>21</sup> 本多光太郎、「簡單なる験潮器」、『理学界』、第2巻第10号、1905、pp.1-4.
  - <sup>22</sup> 本多光太郎、「津波に就きて」、『理学界』、第3巻第6号、1905、pp.1-3.
  - <sup>23</sup> 本多光太郎、「中禅寺湖及び洞爺湖の定常振動に就て」、『理学界』、第3巻第7号、1906、pp.32-33.
  - <sup>24</sup> 本多光太郎、「鳴門の潮流」、『地学雑誌』、第19巻第2号、1907、pp.83-91.
  - <sup>25</sup> 本多光太郎、「復水に就きて」、『理学界』、第3巻第1号、1905、pp.1-3.
  - <sup>26</sup> S. Nakamura, K. Honda: Seiches in Some Lakes of Japan, *Journal of the College of Science, Imperial University*, vol.28, Article 5.
  - <sup>27</sup> K. Honda, W. Bell Dawson: On the Secondary Undulations of the Canadian Tides, *The Science Report of Tohoku Imperial University*, Ser. 1, Vol.1, 1911-1912, pp.61-66.
  - <sup>28</sup> K. Honda, T. Matsushita: An Investigation of the Oscillation of Tank-Water, *The Science Report of Tohoku Imperial University*, Ser. 1, Vol.2, 1913, pp.131-148.
  - <sup>29</sup> K. Honda: On the Ordinary and Internal Seiches in Lake Tazawa, *The Science Report of Tohoku Imperial University*, Ser. 1, Vol.4, 1915, pp.33-42.
  - <sup>30</sup> K. Honda: On remarkable Internal Seiches of Lake Inawashiro, *The Science Report of Tohoku Imperial University*, Ser. 1, Vol.4, 1915, pp.323-331.
  - <sup>31</sup> K. Honda: On a Pluviograph, recording the Intensity of Rainfall, *The Science Report of Tohoku Imperial University*, Ser. 1, Vol.4, 1915, pp.333-338.
  - <sup>32</sup> K. Honda, T. Sone: On the Geyser of Onikobe, *The Science Report of Tohoku Imperial University*, Ser. 1, Vol.5, 1916, pp.249-261.
  - <sup>33</sup> この論文については勝木渥による解説がある。勝木渥、『曾禰武 忘れられた実験物理学者』、績文堂出版、2007、pp.110-113.

- <sup>34</sup> 本多光太郎、「津波の予報」、『気象集誌』、第32年第10号、1913、pp.339-341.
- <sup>35</sup> 本多、前掲、「簡單なる驗潮器」、p.1.
- <sup>36</sup> この図は中央气象台編、『海洋観測指針』、1955、p.104から転載した。
- <sup>37</sup> この図は吉村信吉、『湖沼学』、三省堂、1937、p.65から転載した。
- <sup>38</sup> 中村、前掲、「湖水の定常振動」、p.519.
- <sup>39</sup> S. Nakamura, K. Honda: Seiches in Some Lakes of Japan, op. cit., p.4.
- <sup>40</sup> 中村、前掲、「湖水の定常振動」、p.520.
- <sup>41</sup> 同上、p.520.
- <sup>42</sup> S. Nakamura: On a portable mercurial tide gauge, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai hōkoku*, vol.I(1901-1903), pp.123-126.
- <sup>43</sup> Ibid., p.123.
- <sup>44</sup> Ibid.
- <sup>45</sup> 本多、前掲、「簡單なる驗潮器」、p.1.
- <sup>46</sup> S. Nakamura, K. Honda: Seiches in Some Lakes of Japan, op. cit., p.4.
- <sup>47</sup> 海洋气象台、『海洋観測法』、改定再版、1938、pp.136-137.
- <sup>48</sup> 本多、前掲、「津波に就きて」、p.2.
- <sup>49</sup> 同上、p.2.
- <sup>50</sup> 同上、pp.2-3.
- <sup>51</sup> 同上、p.3.
- <sup>52</sup> 同上。
- <sup>53</sup> Kotaro Honda: On the Velocity of Sea Waves Through the Pacific, *Tōkyō Sūgaku- Butsurigakkwai kiji-gaiyō*, vol.III, 1906, pp.165-169.
- <sup>54</sup> Ibid., pp.165-166.
- <sup>55</sup> bid., p.166.
- <sup>56</sup> Ibid.
- <sup>57</sup> Ibid.
- <sup>58</sup> Ibid.
- <sup>59</sup> Ibid., p.167.
- <sup>60</sup> Ibid., p.168.
- <sup>61</sup> Ibid.
- <sup>62</sup> Ibid.
- <sup>63</sup> Ibid., 169.
- <sup>64</sup> Ibid.
- <sup>65</sup> 本多、前掲、「津波の予報」、p.339.
- <sup>66</sup> 同上、pp.340-341.
- <sup>67</sup> 同上、p.341.
- <sup>68</sup> これについての概略は、初山高仁、「東北帝国大学創設期の湖沼学研究」、『日本科学史学会第63回年会研究発表講演要旨集』、2016、p.60にまとめられている。