跡津川断層西端（天生）における
地磁気全磁力の連続観測

土居 光・中山 武・加藤 正明・和田 安男
和田 博夫・田中 寅夫・三雲 健

CONTINUOUS OBSERVATION OF GEOMAGNETIC TOTAL INTENSITY AT AMO (NORTHERN GIFU PREFECTURE)

By Hikaru DOI, Takeshi NAKAYAMA, Masaaki KATO,
Yasu WADA, Hiroo WADA, Torao TANAKA
and Takeshi MIKUMO

Synopsis

The observation of total magnetic intensity was started with a proton magnetometer at Amo (NAM), near the south-western end of the Atootsugawa fault in the northern Gifu Prefecture, in June 1984. We analyzed the observed data by comparing them with the total intensity observed at Kakioka (KAK). Standard deviations of differences between two stations NAM and KAK are 2.6 and 0.7 nT for hourly and daily average values, respectively. Monthly values fluctuate in a range of average 1 nT. The original records show a phase delay of 19 minutes between the two stations, KAK and NAM. The telemetering system does not cause any drift during the observation period. Accordingly, it is concluded that local magnetic change of 2～3 nT will be detected by this observation system if such changes occur associated with earthquake occurrences.

1. はじめに

上宝地磁変動観測所のネットワークの1つとして、跡津川断層の南西端にあたる天生地区では、1971年以来、微小地震の観測1、光波測量2が行なわれており、1978年6月からはボア・ホール傾斜計3による観測も始められた。その後、全国的な地殻活動総合観測線計画の一環としてFig.1に示すように、跡津川断層沿いに宮川観測点とともに、天生地区に西天生観測点が設置される事になり、1982年8月から地電流の観測4も開始され、1984年6月にはプロトン磁力計が西天生観測点に設置された。

全磁力の連続観測から観測点付近の地殻の地磁気的性质は、あるいは時間的変化を検出し地震予知に役立てるには、高精度で長期間にわたって安定した記録が得られなければならぬ。プロトン磁力計はこの条件に適している5。また、全磁力の連続観測は人工的なノイズを極力避けなければならないが、西天生観測点はこの点についても十分考慮されておられる。

ここでは今までに西天生観測点で得られたプロトン磁力計のデータについて、検証、鳥取で得られているデータと比較する事によってその特徴と信頼性を調べた。

— 1 —
2. 記録方式とプロトン磁力計

西天生観測室では1982年6月に、50ビット/秒符号無反転線を使用して地震波記録装置（磁力計）を上宝観測所へ伝送するテレメータ・コントロール・システム FATEC 201 装置（富士通株式会社製）が稼動を開始している。上宝観測所ではこれらの信号を0±5 V でアナログ出力し打点記録計で記録している。観測室が京都大学の地震活動観測システムの施設に組み込まれてからは、西天生観測室のデータ10分のうち6分が、9.6 KHzの周波数で上宝観測所から宇治市の防災研究所への地震データと一緒に伝送され、テレメータ室に設置されている U1400 ミニコンピュータシステムの磁気ディスクにファイルされるようになった。今回の解析ではファイルされている1分値と5分値をフリッピディスクにコピーしパソコン・システムで処理を行なった。

なお、1986年3月、上宝観測所での DC 出力0±5 V をA/D 変換し、パーソナルコンピュータに取り込むシステムを完成したので、現在では上宝観測所本所でも直接ディジタル処理が可能である。使用しているプロトン磁力計は視覚電子工業株式会社製の定点観測用に作られた PMS-101S である。観測の初期には精度2桁の D/A コンバータを使用していたため分解能が1NT しかなかったが、1985年6月5日に精度3桁の D/A コンバータと交換したのでそれ以後の記録は0.1NT の分解能を持っている。

3. 観 测 結 果

記録が順調とれた1984年11月1日から、1985年11月20日までの1時間値を Fig. 2.1〜2.3 に示す。比較のために、袖岡（φ=36°13'45", λ=140°11'25") の値を並べて示している。この図で用いられた天文（φ=36°16'05", λ=137°01'26") における1時間値は、5分値データの平均であり、例えば12時0分から5分間隔で12時56分までの平均値である。また袖岡の場合は、1秒サンプリングのデータを1時間にわてて平均値の値で、その中心の時点は正午30分である。全般的に非常に良く似ており、袖岡も地球外部磁場の影響をほとんど同じように受けており、降雨等の天候による影響はあまり見られない。ただし、この期間の中で1985年6月28日、7月の始め、8月18日には袖岡と袖岡との違いが目立った。6月28日にみられた約 65 nT の差は、袖岡近辺で異常に発達した雷雲によるものだと思われる。

さらに袖岡と袖岡の差を詳しく調べるために、袖岡で得られている1分値データの連続した61個の平均値を1時間値とし、袖岡での1時間値の時刻の中央をずらしながら袖岡の1時間値との差をとり、その精度分布および標準偏差を調べてみた。ここで用いられたデータは1985年6月の約1か月間である。Fig. 3 に精度分布を示す。横軸のスケールは1区分が1 nT、縦軸のスケールは総数706個の内の個数で、ピークの所が1019 nT あるいは1020 nT に相当している。Table 1 に標準偏差を示す。袖岡の平均値は1984年4月19日0 nT である。この表によって、袖岡の1時間値を正時49分を中心にした場合、袖岡袖岡に対する袖岡を19分遅らせて差を計った時のばらつきが最も小さく、標準偏差は2.65 nT であった。なお袖岡と袖岡の精度差による

Fig. 1 Location of the two observation sites, Nishiamo and Miyagawa, and the Atotsugawa fault.
Fig. 2.1 Variation of the hourly values of geomagnetic total intensity at NAM (Nishiamo) and KAK (Kakioka).

Fig. 2.2 (Continued)

---

- 3 -
Fig. 2.3 (Continued)

Fig. 3  Frequency distributions of hourly values of the difference NAM-KAK. LAG is the time lag of NAM after KAK in minute.
Table 1  Standard deviations of the difference of hourly value of geomagnetic total intensity between NAM and KAK. LAG is the time lag of NAM after KAK in minute.

<table>
<thead>
<tr>
<th>J</th>
<th>LAG</th>
<th>ST. DEV</th>
<th>J</th>
<th>LAG</th>
<th>ST. DEV</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>-4</td>
<td>3.55</td>
<td>19</td>
<td>14</td>
<td>2.71</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>-3</td>
<td>3.49</td>
<td>20</td>
<td>15</td>
<td>2.69</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>-2</td>
<td>3.42</td>
<td>21</td>
<td>16</td>
<td>2.67</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>-1</td>
<td>3.35</td>
<td>22</td>
<td>17</td>
<td>2.66</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>0</td>
<td>3.29</td>
<td>23</td>
<td>18</td>
<td>2.66</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>3.23</td>
<td>24</td>
<td>19</td>
<td>2.65</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>3.17</td>
<td>25</td>
<td>20</td>
<td>2.65</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>3.12</td>
<td>26</td>
<td>21</td>
<td>2.66</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>4</td>
<td>3.07</td>
<td>27</td>
<td>22</td>
<td>2.67</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>5</td>
<td>3.02</td>
<td>28</td>
<td>23</td>
<td>2.68</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>6</td>
<td>2.97</td>
<td>29</td>
<td>24</td>
<td>2.69</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>7</td>
<td>2.92</td>
<td>30</td>
<td>25</td>
<td>2.71</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>8</td>
<td>2.88</td>
<td>31</td>
<td>26</td>
<td>2.73</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>9</td>
<td>2.85</td>
<td>32</td>
<td>27</td>
<td>2.75</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>10</td>
<td>2.81</td>
<td>33</td>
<td>28</td>
<td>2.78</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>11</td>
<td>2.78</td>
<td>34</td>
<td>29</td>
<td>2.81</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>12</td>
<td>2.75</td>
<td>35</td>
<td>30</td>
<td>2.85</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>13</td>
<td>2.73</td>
<td>36</td>
<td>31</td>
<td>2.88</td>
</tr>
</tbody>
</table>

時間の差は12.7分である。

Fig.4に時間差なしの場合と天生を柿岡より19分ずらした場合の18日間の記録を示す。下の図は各々の場合の差である。19分ずらした場合は位相差がほとんど見られない。差のほか付けは主に日変化等の振幅の大きさの違いによるものと思われると。このことは観測点の地磁気監覚度の違いを反映しているであろう。

次ぎに1984年11月1日から1985年6月20日までの日平均値で柿岡と天生との比較を行ないFig.5に示す。下に並んでいる数値は各月月平均値の天生と柿岡との差を表している。1年をとおりして月平均値の差は±1 nT程度である。なお天生の部は走っている都道360号線沿いの1985年9月11日から翌年2月7日まで防雪工事が行なわれた。観測点から地表に沿っての最短距離約200 mの所で、延長110 mの防雪フェンスが設けられ、それに使用された鉄材の量は約42 tということであった。この影響は、非常におざっぱな計算（42 tの鉄の塊を一様な磁場の中に置いた時の磁場の擾乱）では0.1 nT以下になり無視できると思われるが、念のため鳥取微小地震観測所（d=35°30′8″S, λ=134°14′2″E）で得られているプロトン磁力計のデータとも比較してみた。柿岡、鳥取、天生の各観測点間の全磁力の日平均値の差をFig.6に、各観測点の1984年11月を基準とした月平均値の変化をTable 2に示す。Fig.6の期間の一部、1月20日から6月20日までの標準偏差は

TOT - KAK 0.9 nT
NAM - KAK 0.7 nT
NAM - TOT 0.7 nT

であった。これらの結果からこの間の経年変化率は鳥取、天生、柿岡の順に大きいことがうかがえるが、その
Fig. 4  Comparison of hourly means of NAM (dotted line) with those at KAK (solid line) in cases of the time delay between them 0 min. (upper) and 19 min. (middle). Lower: NAM – KAK in cases of time delay 0 min. (solid line) and 19 min. (dotted line).

Fig. 5  Variation of the daily means of total intensity NAM, KAK and NAM – KAK. Figures at the bottom show monthly mean values of NAM – KAK.

の差はわずかであり、少なくとも天生に関しては観測期間が短いので、経年変化の説明は出来ない。防雪工事の影響についても、特に天生と鳥取との差に変化が見られないので記録の上からも誤差の範囲をでていないうと思われる。

4. 結び

西天生観測点で1984年6月からプロトン磁力計による全磁力の連続観測が開始された。得られたデータの特徴と信頼性を鳥取および鳥取のデータと比較することによって調べた。西天生における平常の日変化は純
図と比べて平均的に約19％は遅れており、振幅は平均的に約17％小さいが、変動がかななり接近したと思われるとき以外はその形は非常によく似ており、1時間値でNAM-KAKの標準偏差は2.6 nT、日平均値では0.7 nTであった。月平均値で見てもほとんど同じ変動をしており、1年間を通じてNAM-KAKの変動は1 nT程度であった。

1984年から85年にかけて天気地帯で行われた防雪工事に使用された鋼材の影響は簡易な計算から無視できるとの結論に達するが、鳥取のデータとの比較を通じて結論には矛盾しない。また、データ伝送関係に起因するドリフトは数か月毎にチェックされており無視できる程度である。以上のことから西天生で得られたプロトン磁力計による全磁力データは十分信頼出来ると結論できる。

今後、データの蓄積とともに他で得られている磁気測定のデータを比較しながら全磁力の時間的変化を監視していき、また、西天生では地電流の観測も行なわれておりこれらの関連を調べつつ分析する。最近、上宝観測所では携帯用のプロトン磁力計を購入したので西天生観測場を基準点として観測を常時行なう予定である。

著者にあたり、御指導、御助言をいただき京大教養部・作所ら応援教授、富山大・齋藤美男博士、データを提供していただいた防雪技術研究会・松村・真一博士、鳥取県微小地震観測所、桜岡地磁気観測所の方々、プロトン磁力計の設置と保守についてもお世話になった国際電子工業 K.K.の石田らに感謝申し上げます。

参考文献
1）三雲健・和田博夫：隴津川断層と地震活動。月刊地球，第5巻，第6号，1983年，pp.325-334。
2）田中賢夫・新保信・土居光・加藤正明・小泉誠・和田安男・三雲健：隴津川断層，上宝，お
3) 加藤正明・土居光・和田安男・三雲健・田中宣夫・津崎吉男・小泉誠：跡津川断層付近におけるQR・ホール型傾斜計による観測(1)，京大防災研年報，第22号 B-1，1979，pp. 45-54.
4) 中山武・加藤正明・土居光・和田安男・三雲健：跡津川断層（天生、中川）における地電流の観測，京大防災研年報，第29号B-1，1986，pp. 67-76.
6) 住友則彦：中国地方における全磁力の連続観測(1)豊後での経年変化について，測地学会誌，第16巻，第4号，1970，pp. 232-238.