

Geomagnetic Deep Sounding法 による東北日本の電気抵抗構造の調査

地殻比抵抗研究グループ

(気象庁地磁気観測所 河村 謙)

1. 地磁気3成分変化観測の概況

3成分磁場変化(フラックスゲート磁力計による急変化磁場および誘導磁力計による地磁気脈動)を測定し解析して、CA変換関数を求め、その分布から、39.5°線付近で東北地方を横断する東西測線に沿う地下の電気抵抗構造、特に地殻内低比抵抗層の存在を調べることが、この研究の主要な目的である。この観測は、日本海溝の外側から三陸海岸に至る上記と同一の測線に沿う海洋底における、日米協同の磁場・電位差測定期間である1981年6月上旬から8月に至る期間に合わせて実施された。¹⁾ すなわち、男鹿(OGA)・仁別(NBT)・角館(KND)・雫石(SZI)・区界(KZK)・遠野(TON)・宮古(MYK)・戸沢(TZW)・鳴子(NRG)の9点にフラックスゲート磁力計を置き、上記の全期間またはその一部で、地磁気3成分変化を連続測定した。また、同地域にある国土地理院水沢測地観測所(MIZ)・同江刺観測点(ESS)・東北大学女川地磁気観測所(ONG)においても地磁気3成分の定常観測が行われており、同じ期間のそれらのデータも、地磁気観測所〔柿岡(KAK)・女満別(MMB)〕のデータとともにこの解析に用いられた。一方、より短周期の地磁気脈動に関しては、地磁気観測所の地磁気活動度の予測に基づいて、8月中旬末から下旬にかけての約1週間を集中観測期間として、男鹿を除く前記の測点に東和(TOW)を加えた9点で、誘導磁力計による地磁気脈動3成分の連続測定が行われた。三陸におけるこの観測期間は、ややおくれて8月末、また男鹿では9月中旬である。この脈動についても、前記の定常観測所のデータが同様に解析された。地磁気活動度の予測は適中し、8月23日0時(以下時刻はJST)に中規模の磁気嵐(柿岡におけるHのレンジは96 nTであった)が発生し、26日09時頃まで続いた。しかし、残念なことに、この磁気嵐発生時に観測地域を台風15号が通過し、各所で停電が発生したため、最も顕著な地磁気脈動が出現した時刻に欠測となった測点がかなり出た。

2. CA変換関数の解析方法

測点ごとに、観測種目、使用磁力計の機能と性能、記録方式が異っており、さらに、測定

実施期間にも大きなずれがあったので、すべての測点について同一現象を同一の方法で解析するという理想的な手法をとることは到底不可能であった。そのため、地磁気急変化については、柿岡の変化計記録 (ordinary magnetogram) を参照して、全観測期間にわたって CA 変換関数の解析に適する 18 例の磁気嵐その他の地磁気擾乱を選び出し、その上で、(1) 広い周期範囲にわたり、かつ振幅も大きい擾乱であること、(2) できるだけ多くの測点で同時記録が得られていること、(3) 観測期間が短かった隼石を除くすべての測点について、少なくとも 2 つ以上の区間を選ぶことを目安に、最終的には次に示す 5 つの解析区間を選び出し、この期間に含まれる各測点のデータを柿岡に集め、同一フォーマットで磁気テープに収録した。その区間は、

7 月 20 日 12 時 ~ 21 日 2 時 (14 時間)

7 月 25 日 14 時 ~ 28 日 1 時 (59 時間)

8 月 11 日 17 時 ~ 12 日 16 時 (23 時間)

8 月 23 日 9 時 ~ 25 日 20 時 (59 時間)

9 月 19 日 4 時 ~ 19 時 (15 時間)

である。一方、他の地磁気脈動についても、女満別の誘導磁力計記録 (induction magnetogram) を参考に、ほぼ同様の基準を設け、最終的には 16 区間で観測された顕著な地磁気脈動のうち、6 区間を解析することとし、生データの磁気テープ化が行われた。その区間は、

8 月 21 日 3 時 ~ 11 時 (8 時間)

8 月 24 日 5 時 ~ 16 時 (11 時間)

8 月 25 日 0 時 ~ 20 時 (20 時間)

8 月 26 日 5 時 ~ 15 時 (10 時間)

8 月 31 日 7 時 ~ 16 時 (9 時間)

9 月 19 日 4 時 ~ 17 時 (13 時間)

である。

この報文は、第 1 段階として行った 7, 8 月の 4 区間の地磁気急変化の解析結果に関する序報である。

第 1 表に、実際の解析期間を地点別に示した。鳴子と女川については、送付された資料に問題があり、今回の解析から省かれた。第 2 列に記録方式のアナログ・デジタルの別。アナログの場合は記録紙の速度、デジタルの場合はサンプリングレートをあわせて示した。デジタルの場合は、各測点とも 1 分サンプリングであるので問題はないが、アナログ記録は送り速度がまちまちで、1 分単位での読み取りには若干の工夫を要した。第 3 列は、収集された

第1表 観測点および解析期間

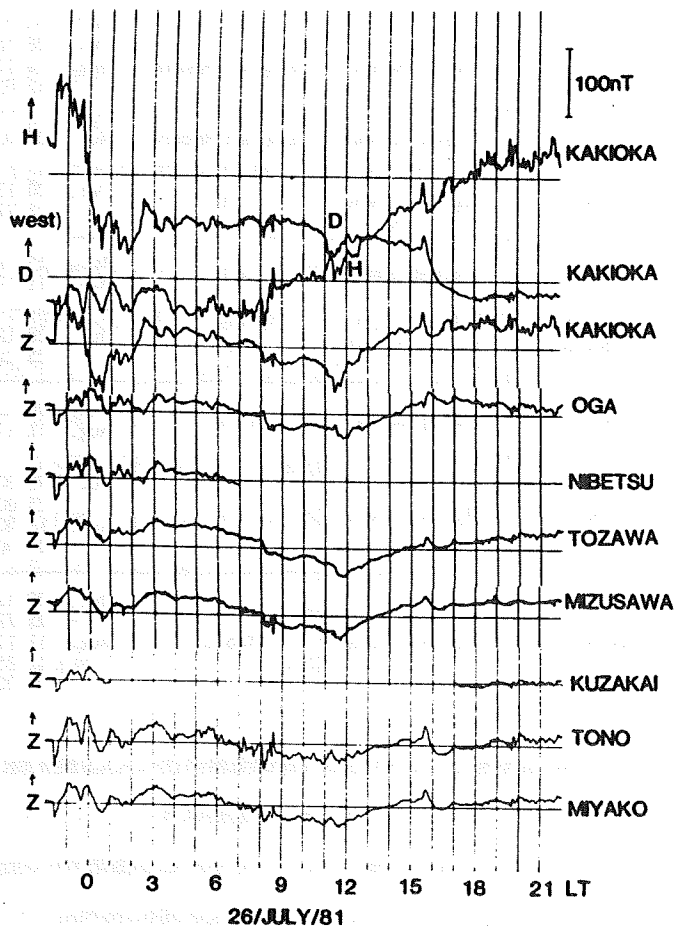
Station	Recording	Analyzed Data	Analysis Period(J.S.T.)				
			1981	d	h	d	h
OGA	Digital 1 min.	MT	Jul.	20	12	20	23
				26	18	27	02
			Aug.	11	17	12	13
NIBETSU	Digital 1 min.	Card	Jul.	20	12	20	23
				25	22	26	06
			Aug.	11	17	12	13
			24	17	25	16	
KAKUNODATE	Digital 1 min.	Table	Aug.	11	20	12	13
SHIZUKUISHI	Digital 1 min.	MT	Aug.	25	08	25	16
KUZAKAI	Analog 25 mm/H	Original Record	Jul.	26	17	27	01
			Aug.	12	00	12	14
TONO	Analog 50 mm/H	Original Record	Jul.	26	18	27	02
			Aug.	11	17	12	01
				12	05	12	13
MIYAKO	Analog 40 mm/H	Original Record	Aug.	25	00	25	08
TOZAWA	Digital 1 min.	MT	Jul.	20	12	21	02
				25	22	27	03
NARUGO	Digital 1 min.	MT	Jul.	25	22	27	03
			Aug.	11	17	12	16
MIZUSAWA	Analog 20 mm/H	Card	Jul.	20	12	20	23
				25	22	27	00
ESASHI	Analog 20 mm/H	Card	Jul.	20	12	20	23
			Aug.	11	17	12	13
KAKIOKA	Digital 1 min.	MT	Jul.	20	00	21	24
				25	00	26	24
			Aug.	11	00	12	24
			24	00	25	24	
MEMAMBETSU	Digital 1 min.	Table	Jul.	20	12	20	23
				25	22	26	18
			Aug.	11	17	12	01
				12	05	12	13
			24	20	25	16	

原資料の形式で、表は計算機に入力できるよう地磁気観測所の KASMMER 標準磁気儀の周辺装置であるデータタイプライターにより、また原記録はカーブトレーサーにより磁気テープ化した。現在、送付された原資料の統一フォーマットによる磁気テープ化は完了している。

急変化については、解析区間をさらに3時間の単位区間に細分し、フーリエ変換による方法によりCA変換関数を計算した。この計算は、気象研究所の大型電子計算機 HITAC M 200 Hによって行われた。

3. 解析結果

第1図は、磁気テープに収録されている、1981年7月25日22時23分に発生した顕著な急始磁気嵐（柿岡におけるHの最大レンジ：298 nT、Kの最大：7）の約1日間の変化をXYプロッターを用いて再生したものである。上段の3つのトレースは柿岡における3成分変化を、残りは男鹿、仁別、戸沢、水沢、区界、遠野、宮古のZ変化を示す。Zの変化は、今回の測点と柿岡の間に明らかな相違がある。例えば、磁気嵐急始部（SSC）のZ成分変化は、柿岡では増加、東北測点ではすべて減少を示す。



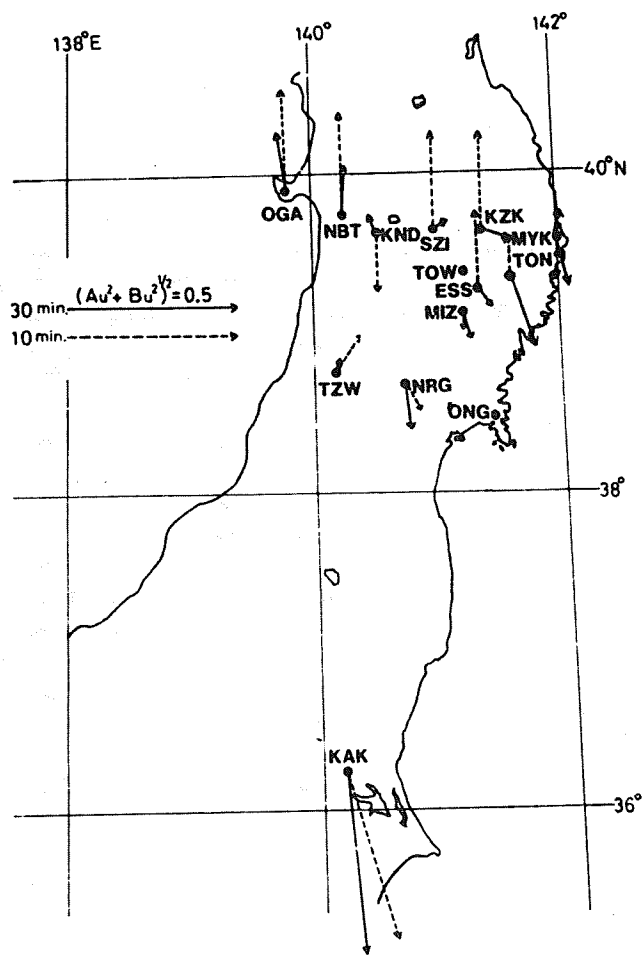
第1図 1981年7月25日の急始磁気嵐の記録例

第2表は、前節に述べた方法で得られたCA変換関数Au, Bu, Av, Bvの値を周期30分と10分について、それぞれ平均値とその標準偏差を示したものである。この表では、偏

第2表 周期30分と10分のCA変換関数(平均値)

STATION	Period	Au	Bu	Av	Bv
OGA	min.				
	30	-0.205 ± 0.072	0.007 ± 0.120	0.213 ± 0.047	-0.016 ± 0.007
	10	-0.348 ± 0.038	0.000 ± 0.001	-0.050 ± 0.011	-0.000 ± 0.000
NIBETSU	30	-0.172 ± 0.114	-0.010 ± 0.009	0.330 ± 0.065	-0.014 ± 0.014
	10	-0.356 ± 0.031	0.000 ± 0.001	0.149 ± 0.094	-0.001 ± 0.001
KAKUNODATE	30	-0.066	0.024	-0.297	0.048
	10	0.209	0.001	0.034	-0.001
SHIZUKUIISHI	30	-0.028	-0.054	0.271	-0.005
	10	-0.354	-0.001	0.128	-0.001
KUZAKAI	30	0.031 ± 0.200	-0.109 ± 0.042	0.280 ± 0.146	-0.006 ± 0.006
	10	-0.349 ± 0.056	-0.004 ± 0.002	0.138 ± 0.006	-0.002 ± 0.001
TONO	30	0.205 ± 0.199	-0.069 ± 0.028	0.353 ± 0.062	0.007 ± 0.006
	10	-0.120 ± 0.027	-0.004 ± 0.003	0.137 ± 0.038	-0.001 ± 0.001
MIYAKO	30	0.141 ± 0.055	-0.032 ± 0.026	0.094 ± 0.025	0.011 ± 0.007
	10	-0.075 ± 0.096	-0.006 ± 0.008	0.149 ± 0.047	0.001 ± 0.001
TOZAWA	30	-0.026 ± 0.022	-0.010 ± 0.006	0.192 ± 0.044	-0.007 ± 0.007
	10	-0.151 ± 0.030	-0.001 ± 0.001	0.062 ± 0.059	-0.001 ± 0.001
NARUGO	30	0.145 ± 0.052	-0.015 ± 0.005	0.220 ± 0.091	-0.003 ± 0.001
	10	0.081 ± 0.009	-0.027 ± 0.037	0.131 ± 0.088	-0.011 ± 0.016
MIZUSAWA	30	0.086 ± 0.007	-0.007 ± 0.007	0.121 ± 0.023	-0.003 ± 0.002
	10	0.035 ± 0.056	-0.002 ± 0.002	0.020 ± 0.123	-0.001 ± 0.001
ESASHI	30	0.054 ± 0.164	-0.056 ± 0.071	0.280 ± 0.017	0.005 ± 0.011
	10	-0.272 ± 0.011	-0.002 ± 0.001	-0.002 ± 0.084	-0.000 ± 0.000
KAKIOKA	30	0.638 ± 0.097	-0.041 ± 0.020	-0.121 ± 0.044	0.090 ± 0.084
	10	0.579 ± 0.057	-0.164 ± 0.049	-0.053 ± 0.074	0.086 ± 0.239
MEMAMBETSU	30	0.086 ± 0.152	-0.027 ± 0.020	0.099 ± 0.105	0.013 ± 0.037
	10	0.001 ± 0.196	-0.002 ± 0.002	0.038 ± 0.050	-0.008 ± 0.015

角は東を正にとって計算されている。小数例の解析であるので標準偏差の大きな測点もあり、特に角館、区界は1例のため平均値しか求められていない。しかし、そのことを割り引いても、かなり良くこの地域の地磁気急変化現象の特徴を示しているようである。各測点とも、30分と10分の各変換関数に、それぞれかなりの差があることが分る。周期30分のAuは、太平洋岸（遠野、宮古）と内陸でも太平洋岸に近い区界、江刺、水沢、鳴子で正、日本海岸と内陸でもより西寄りの雫石、角館、戸沢で負である。同様に、周期30分のBuは、内陸の雫石、区界、江刺を除くいずれの測点も、Auに比してかなり小さく、インダクション・ベクトルは南北を指すことを意味する。また、Au、Buとも内陸の角館、雫石、戸沢は、より海岸に近いその他の測点に比して小さい値を持つ。一方、より短周期である周期10分のAuの符号は、



第2図 周期30分と10分についての各測点のパーキンソンベクトル

角館を除くより北部の測点で負、水沢、鳴子で正である。Auの値は、北部の男鹿、仁別、雫石、区界、江刺で大きく、太平洋岸に近い遠野、宮古や、より南にある水沢、鳴子、戸沢では、比較的小さな値をもつ。Buの値はすべての測点で非常に小さい。第2図に、この2つの周期(10分と30分)について、各測点のパーキンソンベクトルを示す。上に述べた特徴が一層明瞭に認められる。角館の短周期(10分)のベクトルは明らかに異常で、再吟味が必要と考えられる。その他の測点の30分のベクトルは、これまでこの地域で得られた結果^{2),3)}と良く調和するように思われる。10分のベクトルが津軽海峡に近い北部の測点で北を指すことは興味深い。また、30分と10分のベクトルの方向が明らかに違う測点があることも重要な結果のひとつと考える。

4. おわりに

この報告はフラックスゲート磁力計による地磁気急変化の小数の例について行った解析結果であり、序報にすぎない。しかし、誘導磁力計のデータも含め最も労力を必要とする統一フォーマットによる磁気テープ化は完了しており、今後、本格的な解析に入りたいと考えている。測点ごとに、観測の質にかなりの差があることも、解析結果に幾分影響を与えているように思われる。

参 考 文 献

- 1.) 地殻比抵抗研究グループ、東北日本における地殻の比抵抗構造についての研究計画、本報告書参照、1982、
- 2.) 加藤愛雄、東北日本異常 Conductivity Anomaly Symposium, 19-31 1968, 19-33 1969
- 3.) 河村謙、住友則彦、地球電磁気学的手法による断層活動度の研究、4.4 地磁気短周期変動の特徴、67-71 1981