



Title	北海道南西部における地磁気短周期変化（その2）
Author(s)	山下, 濟; YAMASHITA, Hitoshi; 横山, 泉 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 36, 41-58
Issue Date	1977-03-29
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.36.41
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14066
Type	departmental bulletin paper
File Information	36_p41-58.pdf



北海道南西部における地磁気短周期変化 (その2)

山下 濟・横山 泉

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和51年12月21日受理)

Geomagnetic Variations of Short Period in the Southwestern Part of Hokkaido (Part 2)

By Hitoshi YAMASHITA and Izumi YOKOYAMA

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo

(Received December 21, 1976)

Temporary observations of geomagnetic variations have been supplemented at 9 stations after the previous observations reported in Part 1, in the southwestern part of Hokkaido and the northernmost part of the Tohoku district for 1-3 months at each station in order to make more detailed investigations of the conductivity anomalies in these regions. At every station, $\Delta R (= \sqrt{(\Delta H)^2 + (\Delta D)^2})$, $\phi (= \tan^{-1} (\Delta D / \Delta H))$ and $\gamma (= \Delta Z / \Delta R)$ are calculated for 80-130 geomagnetic variations with periods ranging from 2 minutes to 2 hours, and coefficients A and B in equation $\Delta Z = A \cdot \Delta H + B \cdot \Delta D$ are obtained by the method of least squares, and induction vectors having the lengths of Wiese vectors and the directions of Parkinson vectors are determined. The distribution of the induction vectors shows some local anomalies and a general trend of those with A -value of -0.3 pointing roughly toward the north in these regions.

The local anomalies are as follows :

- (1) Effects of the Mutsu Bay and the neck of the Shimokita Peninsula with thick sediments : the induction vectors at the stations on the north and the south coasts of the Mutsu Bay are singular and different from each other ; on the north coast, the vector with periods longer than 20 min. is quite small and that with the shortest period (ca. 5 min.) points to the south, but on the other hand the vector is large and points to the north on the south coast. This suggests that there are electric currents flowing through the Mutsu Bay in the east-west direction when horizontal geomagnetic field changes in the north-south direction. This idea is supported by the results of the observations at the neck of the Shimokita Peninsula ; when geomagnetic variations are in the north-south direction, the horizontal components of the variations at the neck are about 1.5 times as large as those observed simultaneously at the Memambetsu Magnetic Observatory. This enhancement of the horizontal component can be explained by the electric currents passing through the neck. Considering the dimensions of the Mutsu Bay, it is obvious that the electric currents flowing through the bay and the neck cannot be induced only

in such a small bay. There must exist a currents concentration ; to explain the above-mentioned phenomena, it requires that the electric currents induced in open seas are concentrated into the neck of Shimokita Peninsula and the Mutsu Bay by the effect of conduction. This is an "induction-conduction effect". Consequently, the so-called "Northeastern Japan Anomaly" should be explained by this effect.

(2) Effects of the Tsugaru Straits : the north and the east components of geomagnetic variations observed on one side of the strait are similar to those observed simultaneously on another side, but on the contrary large vertical components are observed on both the sides and show an opposite sign each other. The induction vectors at the stations along both coasts of the Tsugaru Straits are large and point to the strait. These phenomena are explained by electric currents passing through the Tsugaru Straits. These electric currents cannot be induced in the strait, since the dimensions of the strait are too small to interpret these currents as induced ones. These electric currents should be induced in open seas and concentrated into the Tsugaru Straits in the same manner at the neck of Shimokita Peninsula and the Mutsu Bay ; the effect of the Tsugaru Straits is also an "induction-conduction effect". This is consistent with the distribution of calculated magnetic field due to the electric currents passing through the strait. There are some other local anomalies in these regions which are already mentioned in Part I.

A general trend of the induction vectors in these regions is as follows : the vectors point roughly toward the north and their A -values are about -0.3 except for the vectors affected by the local anomalies mentioned above. According to the calculations of geomagnetic variations with an earth model which consists of a non-uniform surface sheet and a uniform spherical conductor representing the land-sea distribution, and the mantle and the core, respectively, in these regions the ratio of vertical component to horizontal one is negative and small, that is, the induction vectors point toward the north. Therefore, the general trend of the observed induction vectors in these regions may be interpreted by a uniform earth model with a land-sea distribution as described above.

I. は じ め に

地磁気短周期変化(本論文では周期2分から100分程度のもの)が、局地的または地域的に特徴ある様相を示すことがある。このような現象を地磁気短周期変化の異常と呼ぶ。この異常の原因は、外部ではなく内部であり、誘導電流あるいはこれが集中した結果の伝導電流である。誘導電流は一般に鉛直成分の変化とより多く関係しているので、現在まで鉛直成分の異常が特に多く報告されている。しかし、伝導電流によるであろう水平成分あるいは鉛直成分の異常もないわけではない。誘導による異常は海をも含めて地殻やマントル上部における電気伝導度分布の地域的あるいは局所的不均一、すなわち電気伝導度異常 (conductivity anomaly, 略して C. A.) によって起る。ゆえに、地磁気短周期変化異常を解析することによって、他の地球物理学的手段とは独立に、地下の物性についての情報が得られる。C. A. の研究は1950年代の初めから日本などで始められた。日本の C. A. としては、"中部日本異常" (Central Japan Anomaly) (e.g. RIKITAKE and HONKURA, 1973) が知られている。

第1報(山下・横山, 1975)では、青森県の大間および北海道南西部の14点の計15点にお

る局地的異常について論じた。本論文では、その後実施した青森県および北海道南西部における9点の観測について報告し、東北地方北部を含めて本地域の地磁気短周期変化の異常について考察する。

II. 観測結果

地磁気変化の観測方法は第1報に述べたものと全く同じである。観測点の選定は、北海道南西部については前回の観測点分布の空白域を埋めるようにし、青森県においては陸奥湾を中心にして行なった。観測点の分布は Fig. 1 に示したが、白ぬきの丸が今回の観測点を表わし、黒丸は前回の点、その他の点は他の機関による観測点を示す。今回の観測点については Table 1 に、経度、緯度、観測期間を示した。なお、白神と竜飛、大岸と湯ノ岱とはそれぞれ同時観測である。

観測結果の整理は第1報と同様に、次のように行なった。地磁気短周期変化の3成分を ΔH (磁気子午線方向)、 ΔD (磁気子午線に直角な方向)、 ΔZ (鉛直方向) と表わし、それぞれ、磁北、磁東および下向きを正とした。各観測点で得られた80

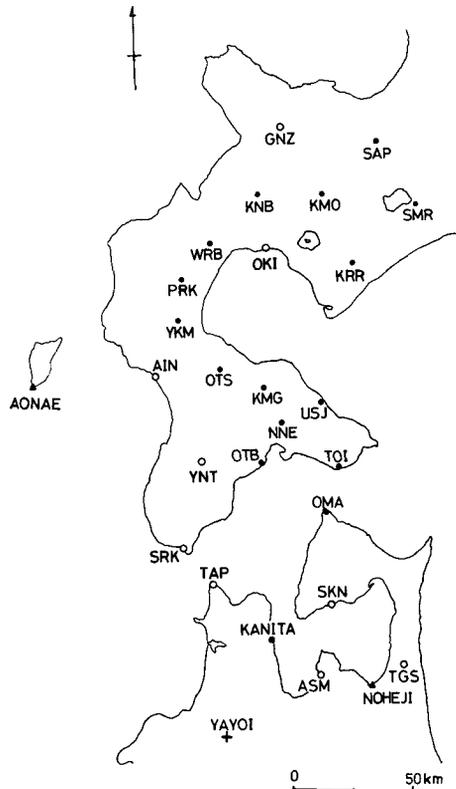


Fig. 1. Location map of observation points. Solid circles and open circles denote points reported in Part 1 and those mentioned in this paper respectively. Triangles, a square and a cross denote the stations observed by KONDO and TSUKAMOTO (1973), by KATO et al. (1969) and by NABETANI (1973).

Table 1. Observation points. d denotes distance from the nearest coast.

Observation point	abbreviation	Longitude (E)	Latitude (N)	d (km)	Observation period
浅 虫	ASM	140° 46'	40° 55'	0.05	Oct. 6~Nov. 26, 1975
戸 鎖	TGS	141° 18'	40° 56'	7	Aug. 7~Oct. 6, 1975
宿 野 部	SKN	140° 57'	41° 10'	0.2	July 5~Aug. 7, 1975
竜 飛	TAP	140° 22'	41° 15'	0.3	June 30~Aug. 26, 1976
白 神	SRK	140° 11'	41° 25'	0.3	June 29~Aug. 25, 1976
湯 ノ 岱	YNT	140° 16'	41° 45'	15	Apr. 23~June 29, 1976
相 沼	AIN	140° 5'	42° 4'	0.5	Aug. 25~Oct. 6, 1976
大 岸	OKI	140° 39'	42° 35'	0.5	May 4~June 17, 1976
銀 山	GNZ	140° 44'	43° 2'	16	Apr. 14~June 11, 1975

Table 2. Parameters of Induction Vectors.

	T = 5 min.				T = 60 min.			
	A	B	θ_0	$\sqrt{A^2+B^2}$	A	B	θ_0	$\sqrt{A^2+B^2}$
ASM	-1.09	-0.22	3° 37'	1.11	-1.01	-0.46	16° 35'	1.11
TGS	-0.21	-0.10	18° 22'	0.23	-0.39	-0.22	21° 43'	0.45
SKN	0.27	0.12	-163° 41'	0.30	-0.18	-0.02	-2° 57'	0.18
TAP	-1.47	0.17	-14° 45'	1.48	-0.97	-0.39	13° 38'	1.04
SRK	0.71	0.29	-166° 17'	0.77	0.30	0.46	-130° 53'	0.55
YNT	0.11	0.21	-125° 23'	0.23	-0.20	0.24	-58° 35'	0.31
AIN	0.00	0.62	-99° 3'	0.62	-0.30	0.38	-60° 56'	0.49
OKI	0.01	0.13	-102° 13'	0.13	-0.21	0.20	-50° 41'	0.29
GNZ	-0.22	0.08	-28° 19'	0.23	-0.29	0.14	-35° 14'	0.32

~130 個の変化について次の諸量を計算した：

$$\left. \begin{aligned} \Delta R &= \{(\Delta H)^2 + (\Delta D)^2\}^{1/2}, \\ \phi &= \tan^{-1} (\Delta D / \Delta H), \\ \gamma &= \Delta Z / \Delta R. \end{aligned} \right\} (1)$$

次に、RIKITAKE and YOKOYAMA (1955) によって得られている関係式 $\Delta Z = A(\omega) \cdot \Delta H + B(\omega) \cdot \Delta D$; (ω : 角振動数) の係数 A, B を最小 2 乗法によって周期 (T) 別に決定した。得られた A, B から Induction Vector (以下略して I. V. と書く) を求めた。I. V. とは $\sqrt{A^2+B^2}$ を大きさとし、 $\theta = \tan^{-1} (B/A)$ のうち ΔZ が負となる方向をとるベクトルである。I. V. の長さは $|\gamma_{\max}|$ に一致する。

各観測点について得られた(1)の諸量は、(a) $\overline{\Delta Z} / \Delta R (= |\gamma|)$ の周期特性、(b) $|\gamma|$ と ϕ との関係すなわち方向特性の 2 つについて、観測点毎に図示した (Figs. 2~10)。I. V. は $T=5$ 分および $T=60$ 分について、前回および他の機関による結果と合わせて Figs. 11, 12 に示した。また、今回の観測点の I. V. の要素は Table 2 にまとめた。以下、各観測点における結果を示し、その後に総括的議論を行なう。

I-1 各観測点における結果

(1) 浅虫 (ASM) : 東北大学付属浅虫臨海実験所

浅虫は青森市の北東約 15 km の夏泊半島西岸に位置する。観測点は陸奥湾の南岸にあり、北岸の観測点宿野部に対しては、陸奥湾は Fig. 1 に示されるように、中央でくびれた東西約 50 km、南北 20~45 km の内湾で水深は最深部で 40~60 m である。陸奥湾と太平洋の間には、斧形をした下北半島の斧の柄に相当する幅十数 km の細長い低地の地峡がある。その南半分には多くの湖沼が散在し、1000 m を越す厚い堆積層がある (北村 他, 1974)。

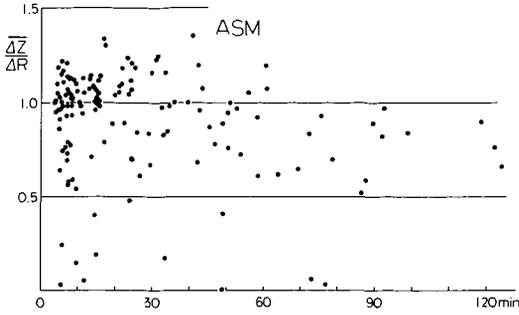


Fig. 2a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at ASM.

周期特性 (Fig. 2a)

$|\gamma_{\max}|$ は周期にかかわらず大きく、周期による違いは不明瞭である。この大きな値は、III-1で述べるように、太平洋から下北半島の南部を通り陸奥湾に流入する東西方向の伝導電流による効果と、III-3で述べるような地域的特性の重ね合わせの結果である。

方向特性 (Fig. 2b)

γ_{\max} が負となる方向（以下本論文では卓越方向と呼ぶ）は周期にかかわらずほぼ北である。これは前項と同様に陸奥湾に流入する伝導電流の効果と地域的特性との重ね合わせである：流入してくる電流は地形の影響により東西方向に流れる。そのため東西方向の電流を誘導する南北方向の地磁気変化の場合に流入する電流は最大となり、 $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ を最大にすると考えられることと、北向きの変化に対して ΔZ が負となる地域的特性とによる。

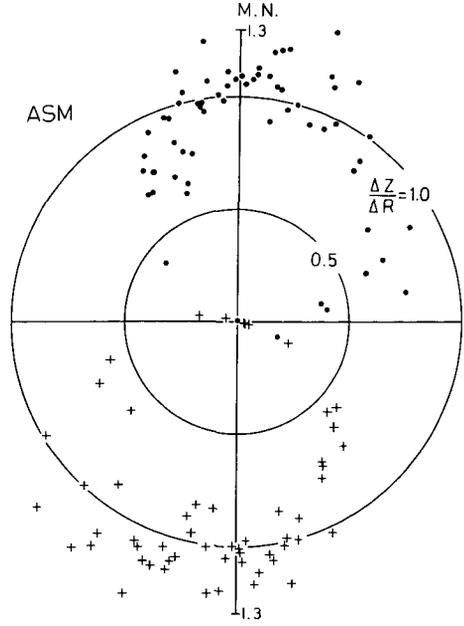


Fig. 2b. Polar diagram at ASM. Crosses and circles denote positive and negative ΔZ respectively.

(2)戸鎖 (TGS)：青森県六ヶ所村立戸鎖小学校

戸鎖は陸奥湾と太平洋の間にある堆積層の厚い部分に位置し、浅虫の東約 35 km にあたる。

周期特性 (Fig. 3a)

$|\gamma_{\max}|$ の値は周期にかかわらず 0.5 以下で、15 分より短い周期では、周期が短くなるにつれて若干減少する傾向が認められる。このように戸鎖が下北半島基部に位置しながらも $|\gamma_{\max}|$ が大きくないのは、観測点の直下を伝導電流が流れるため、 ΔZ の増大に比べ

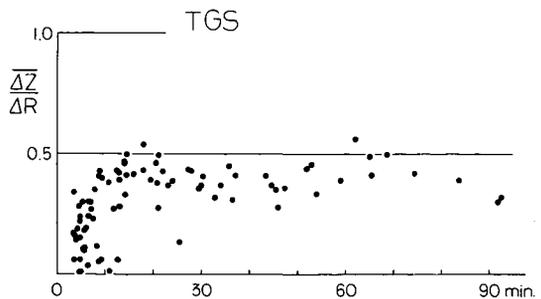


Fig. 3a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at TGS.

ΔH の増大が大きいからである。

方向特性 (Fig. 3b)

卓越方向は、周期にかかわらずほぼ北である。

これは浅虫と同様に、地磁気変化が南北の時、流入する伝導電流が最大になるためと、III-3に述べるように、地域的特性が北向きの変化に対して負の ΔZ を与えるためである。

(3)宿野部 (SKN) : 青森県川内町立宿野部小中学校

宿野部は浅虫の北北東約 30 km の陸奥湾北岸に位置している。

周期特性 (Figs. 4a,b)

$|\gamma_{\max}|$ は、 $T=10$ 分でほぼ 0 となり、それよ

り周期が長くなっても短くなっても増大する。これは Fig. 4b に示すように、南北の変化に対しては、 $\Delta Z/\Delta H$ が周期とともに負から正へと変り、東西の変化に対しては、 ΔZ が小さいためである。この現象は、陸奥湾に流入して東西方向に流れる伝導電流の影響が周期とともに減少し、地域特性が卓越するためである。しかし、長い周期についても伝導電流の影響が残るため $|\gamma_{\max}|$ は小さい。

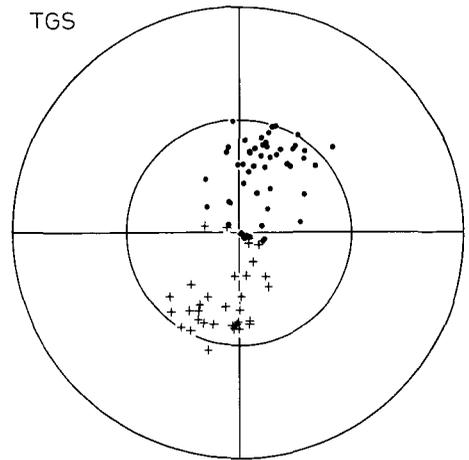


Fig. 3b. Polar diagram at TGS.

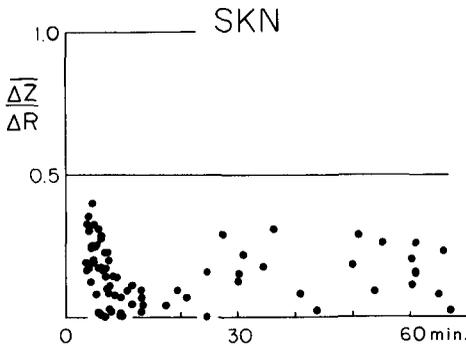


Fig. 4a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at SKN.

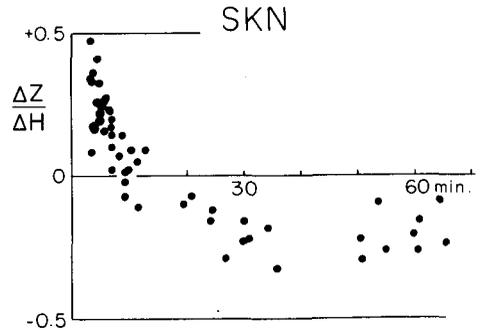


Fig. 4b. Dependence of $\Delta Z/\Delta H$ upon periods of variations in about the north-south direction at SKN.

方向特性 (Figs. 4c,d)

卓越方向は短周期ではほぼ南を向き (Fig. 4c) 長周期ではほぼ北を向く (Fig. 4d)。これは、前項で述べたように、陸奥湾へ流入する伝導電流の効果が短周期ほど大きく、地域特性とは逆向きのためである。

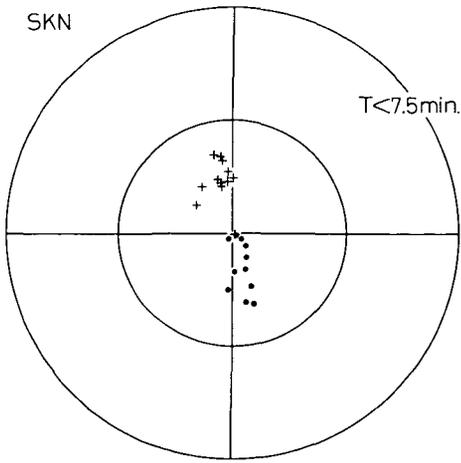


Fig. 4c. Polar diagram for $T < 7.5$ min. at SKN.

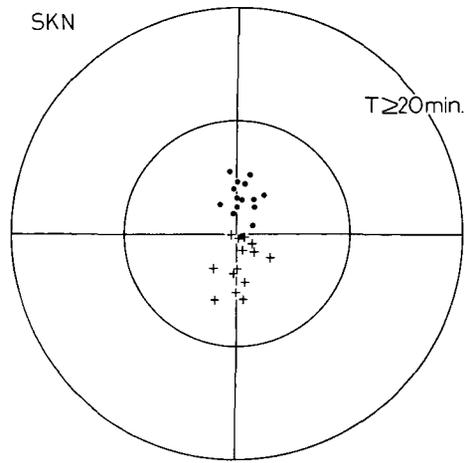


Fig. 4d. Same as Fig. 4c. ($T > 20$ min.)

(4) 竜飛 (TAP) : 青森県三厩村立板柳小学校

竜飛は津軽半島の先端、津軽海峡の南岸に位置している。津軽半島竜飛崎と北海道白神岬との間は約 20 km と、下北半島大間崎—北海道汐首岬間と同様に狭くなっている。この部分の津軽海峡の水深は中央部で 200~250 m に達する。次に述べる白神と本点は同時観測である。

周期特性 (Fig. 5a)

$|\gamma_{\max}|$ の値は周期にかかわらず大きく 1.0 以上である。特に短周期ではほぼ 1.5 と

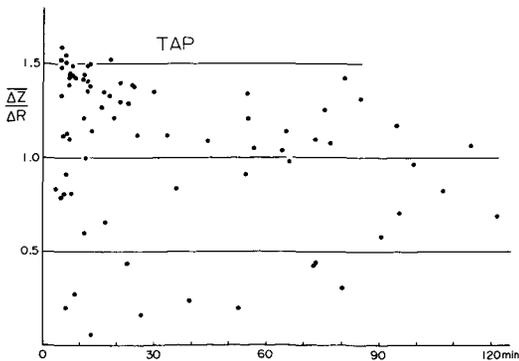


Fig. 5a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at TAP.

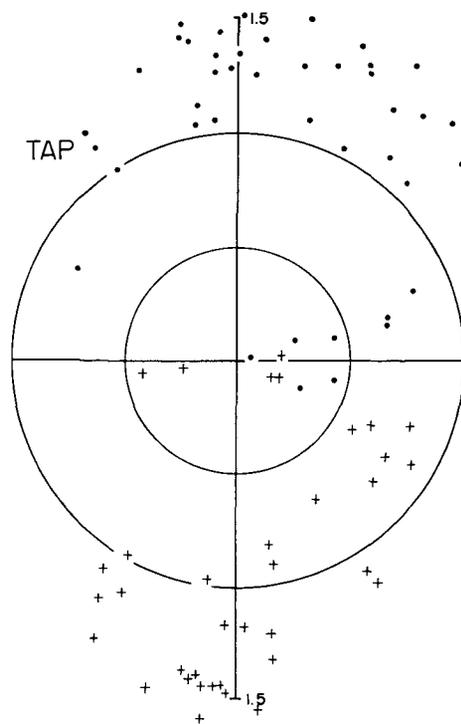


Fig. 5b. Polar diagram at TAP.

なる。周期とともに若干小さくなる傾向が約 20 分までは認められるが、より長い周期については著しい差はない。これらの大きい値は、短周期については第 1 報で述べた大間 (OMA)、戸井 (TOI) などと同じく、東西方向の津軽海峡に太平洋あるいは日本海で誘導された電流が集中してくることによる海峡効果で説明される。長い周期については海峡効果の上に地域特性が重なっている。その結果、周期とともに減少すると考えられる海峡効果にもかかわらず、 $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ の減少が観測されないことになる。

方向特性 (Fig. 5b)

卓越方向は周期にかかわらずほぼ北である。これは津軽海峡の効果および地域的特性の両方が北向きの変化に対して負となるためである。

(5) 白神 (SRK) : 松前町立白神小学校

白神は北海道最南端の白神岬の北西約 3 km に位置し、竜飛の北西約 25 km にあたる。

周期特性 (Fig. 6a)

$|\gamma_{\max}|$ は第 1 報で述べた津軽海峡北側の観測点 (戸井、渡島当別) と同様に、短周期で大きく、長周期で小さくなる傾向が認められる。すなわち、 $T=5$ 分で約 0.8 から、 $T=30$ 分まで減少し、それより長い周期ではほぼ 0.55 となる。これは、戸井や渡島当別 (OTB) と同じく津軽海峡の効果と地域特性とが逆方向であるため、海峡効果が弱まるにつれて $|\gamma_{\max}|$ が減少するためである。

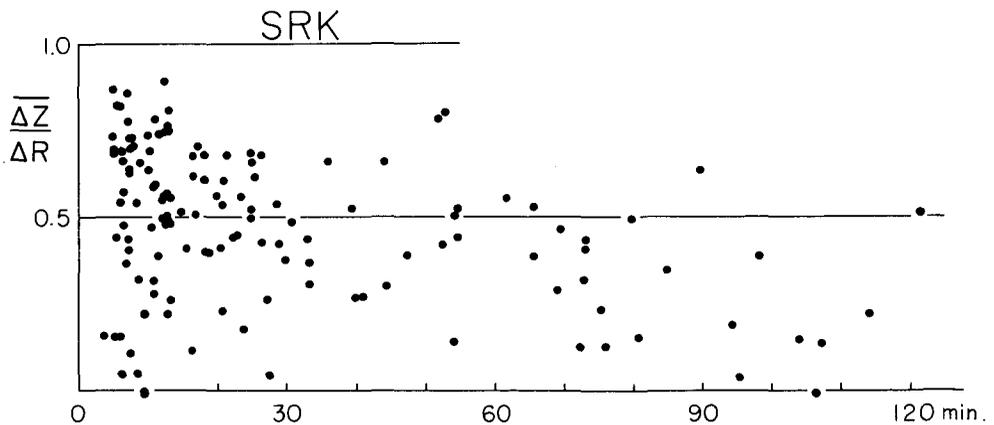


Fig. 6a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at SRK.

方向特性 (Figs. 6b,c)

卓越方向は、渡島当別と同様に $T=5$ 分ではほぼ南であるのが、 $T=60$ 分では南西となる。これは渡島当別と同じく津軽海峡の効果と地域特性とがほぼ逆に作用するためである。

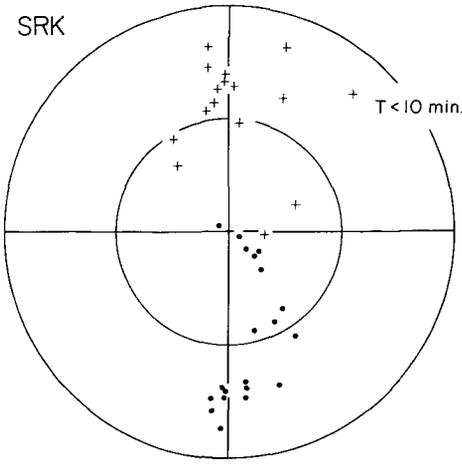


Fig. 6b. Polar diagram for $T < 10$ min. at SRK.

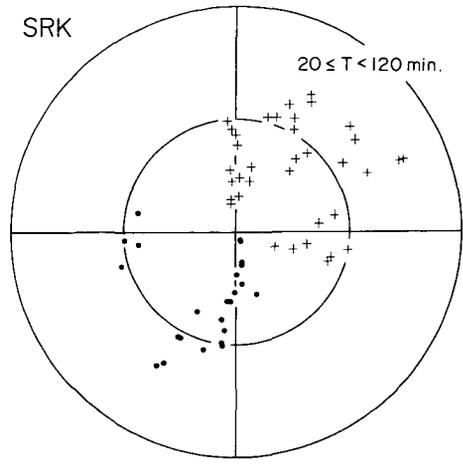


Fig. 6c. Same as Fig. 6b. ($20 \leq T < 120$ min.)

(6)湯ノ岱 (YNT) : 上の国町立神明小中学校

湯ノ岱は白神の北約 40 km, 函館の西約 35 km に位置する.

周期特性 (Fig. 7a)

$|\gamma_{\max}|$ は短周期で小さいが, それ以外では周期にかかわらずほぼ一定ではば 0.3 である. これは観測点が津軽海峡および日本海のいずれからも約 15 km 離れた内陸部に位置し, 海峡を流れる電流の影響が小さいためであろう.

方向特性 (Fig. 7b)

卓越方向は短周期では $|\gamma_{\max}|$ が小さく余り明瞭でないが, 全周期にわたり西南西から西北西の範囲にある. 長周期では西北西を向く. これは小さいながらも認められる海水中を流れる伝導電流の影響と地域的特性との重ね合わせであろう.

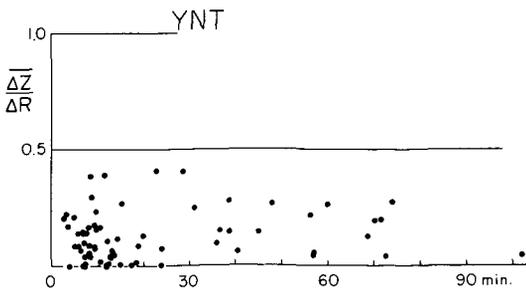


Fig. 7a. Dependence of $\overline{\Delta Z} / \Delta R$ upon periods of variations at YNT.

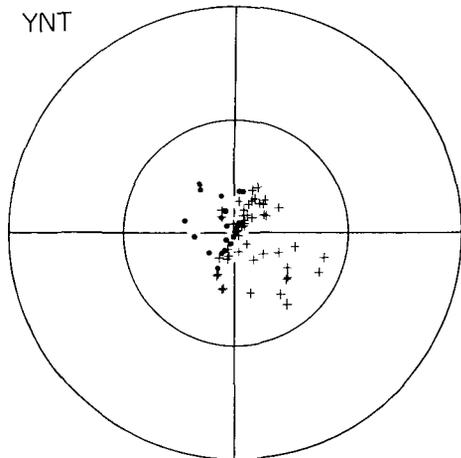


Fig. 7b. Polar diagram at YNT.

(7)相沼 (A I N) : 熊石町立熊石第2中学校

観測点は落部の西約 25 km, 湯ノ岱の北北西約 40 km, 日本海岸に位置している。

周期特性 (Fig. 8a)

$|\gamma_{\max}|$ は全周期にわたり 0.5~0.6 で明瞭な周期特性は認められない, これは前回の臼尻 (U S J) と同様の性質であり, 海岸に位置するための海水中を流れる伝導電流の効果と地域特性との重ね合わせである。

方向特性 (Figs. 8b,c)

卓越方向は $T < 10$ 分ではほぼ西であるが (Fig. 8b), より長い周期では北西になる (Fig. 8c). これは前項と同じく, 海水中を流れる伝導電流の効果と地域特性との重ね合わせと思われる。すなわち, 周期とともに海水中の伝導電流の効果が減少し, 地域特性の北向きが次第にあらわれてくるからである。

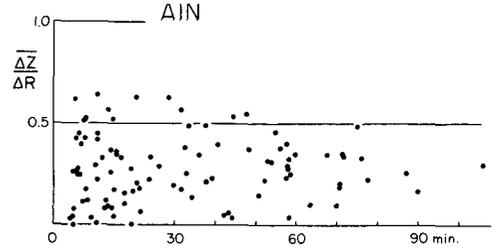


Fig. 8a. Dependence of $\overline{\Delta Z} / \Delta R$ upon periods of variations at AIN.

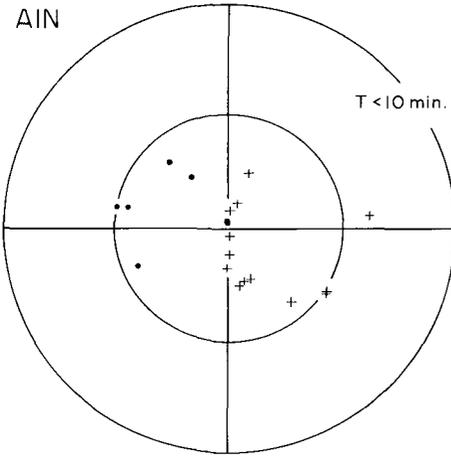


Fig. 8b. Polar diagram for $T < 10$ min. at AIN.

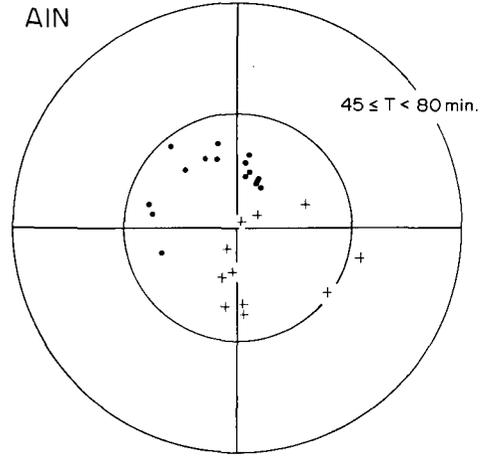


Fig. 8c. Same as Fig. 8b. ($45 \leq T < 80$ min.)

(8)大岸 (O K I) : 豊浦町立大岸中学校

観測点は内浦湾の北西の隅の海岸に位置している。

周期特性 (Fig. 9a)

$|\gamma_{\max}|$ は $T < 20$ 分では周期が短くなるにつれて減少する傾向を示し, $T > 30$ 分では周期による違いはほとんど認められない。 $T < 20$ 分では明瞭に減少を示し, $T = 20$ 分で約 0.4 であるが, $T = 5$ 分では 0.1 にまで減少する。これは観測点の南側に海があるための影響と地域特性とが逆

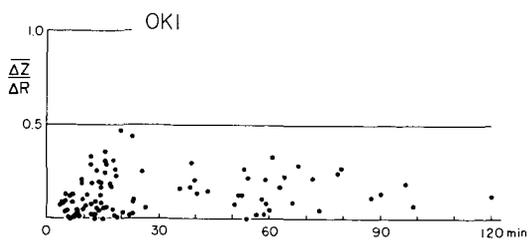


Fig. 9a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at OKI.

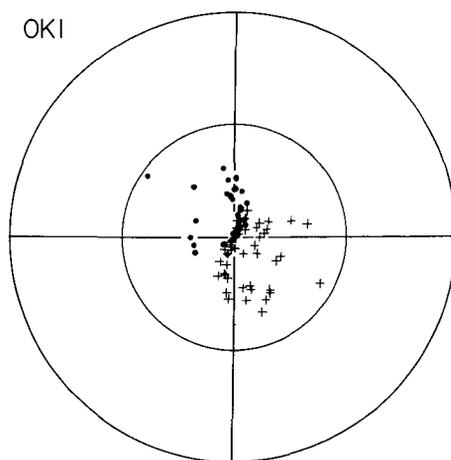


Fig. 9b. Polar diagram at OKI.

に働くことにより、海水中の伝導電流の効果が大きい短周期ほど $|\gamma_{\max}|$ が小さくなるためであろう。

方向特性 (Fig. 9b)

卓越方向は $T=5$ 分では $|\gamma_{\max}|$ が著しく小さいので不明瞭であるが、長周期ではほぼ北西となる。これは前項と同じ効果である。

(9) 銀山 (GNZ) : 仁木町立銀山中学校

観測点は札幌市の西方約 55 km の内陸部に位置する。

周期特性 (Fig. 10a)

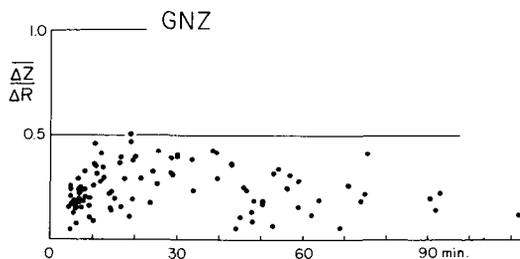


Fig. 10a. Dependence of $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ upon periods of variations at GNZ.

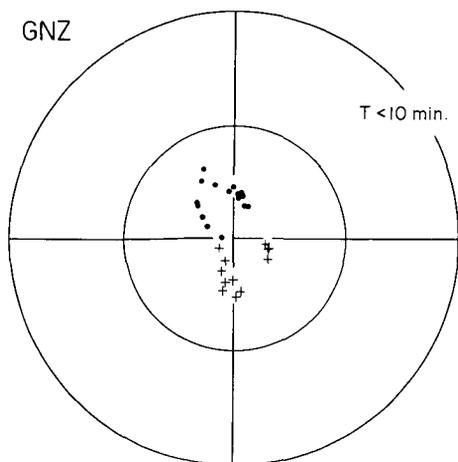


Fig. 10b. Polar diagram for $T < 10$ min. at GNZ.

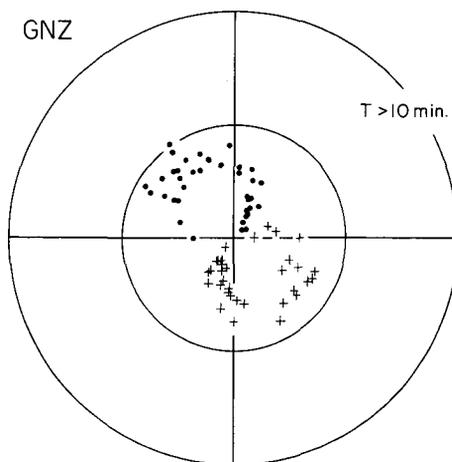


Fig. 10c. Same as Fig. 10b. ($T > 10$ min.)

$|\gamma_{\max}|$ は $T < 10$ 分で、より長い周期に比べて小さい値をとるが、 $T > 10$ 分では周期特性は不明瞭である。 $T = 5$ 分では $0.2 \sim 0.3$ 、 $T > 10$ 分では $0.3 \sim 0.4$ の値をとる。この短周期における若干の減少は第一報で述べた喜茂別 (KMO) や昆布 (KNB) などと同じ原因と思われる。

方向特性 (Figs. 10b,c)

卓越方向は周期にかかわらず北北西ないし北西である。これも喜茂別や昆布などと同じ特性で地域的特性によると考えられる。

II-2 Induction Vector の分布

前節では各点毎に特性を述べたが、本節では本地域全体あるいは一部にわたって見られる特性を明らかにする。I. V. は $|\gamma_{\max}|$ を大きさとし、 γ_{\max} が負となる方向を示すベクトルであるから、異常原因 (C. A.) の存在する方向を向く、また、I. V. の分布から C. A. の空間的広がりが推定される。本地域の I. V. の分布を周期別に示すと、Figs. 11, 12 のようになる。これらの図から以下のことが読みとられる：

(1) 陸奥湾周辺

$T = 5$ 分における宿野部 (湾北岸) と浅虫、野辺地 (湾南岸) との間には方向の逆転が認められる。 $T = 60$ 分になると宿野部の I. V. も南岸の点と同じ方向を示すが、大きさは著しく異なっている。戸鎖の I. V. は $T = 5$ 分より $T = 60$ 分の方が大きい。これらについては III-1 で考察する。

(2) 津軽海峡付近

海峡兩岸の I. V. はいずれも海峡に向かう。北岸の点の I. V. は $T = 60$ 分では西寄りとなり、大き

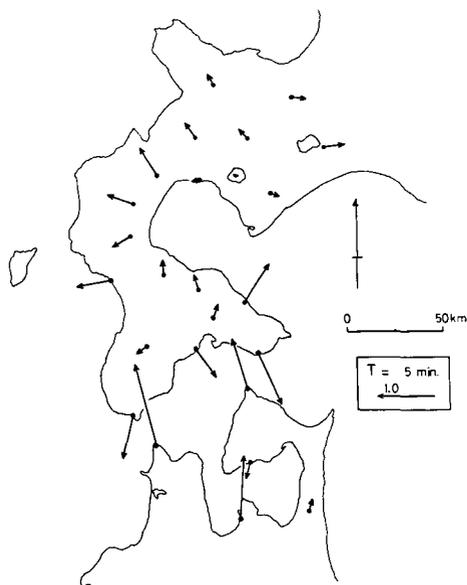


Fig. 11. Induction Vectors for $T = 5$ min.

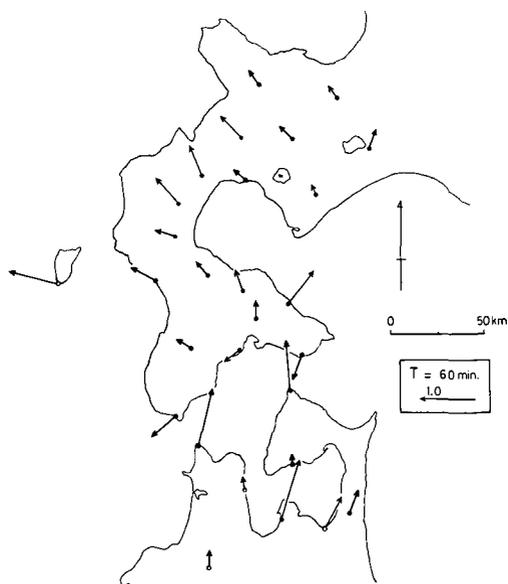


Fig. 12. Induction Vectors for $T = 60$ min. Open circles denote other authors' observations (cf. Fig. 1).

さが $T=5$ 分の I. V. に比べ小さくなる。一方、南岸の点では I. V. の方向の変化はあまりなく、 $T=60$ 分についても I. V. は大きい。これらについては III-2 で考察する。

(3)石狩低地帯付近

$T=5$ 分で東すなわち低地帯の中央部を向くが、 $T=60$ 分では北寄りとなり約 90° も方向が変化する。これらについては第1報で述べた。

(4)地域特性

東北地方北部から続く一般的に I. V. が北を向く傾向は周期にかかわらず認められるが、特に $T=60$ 分において明瞭である。これについては III-3 で考察する。

(5)その他

第1報で述べた2, 3の局地的異常がある。また高地殻熱流量の影響は不明瞭である。

III. 結果の考察

前章において、各観測点における観測結果を示し、各点の特性、局地的異常、本地域の地域特性を明らかにした。以下では初めに局地的異常について考察を行ない、その後、本地域の地域特性について述べる。地磁気短周期変化の解析においては、電磁氣的地下構造を明らかにすることが最終目的である。そのためには、まず、海や堆積層など地表近くの効果を識別して、それらを除去しなければならない。本論文では、その段階までとし、地下構造については今後の問題とする。

III-1 陸奥湾および下北半島の地峡の効果

津軽海峡兩岸におけるように、陸奥湾の南北兩岸においても、 $T=5$ 分に対する I.V. の向きの逆転が認められる (Fig. 11)。また、 $T=60$ 分に対する I. V. の大きさは北岸の宿野部においては III-3 で述べる平均的値 (-0.3) よりも小さく、南岸においてはより大きい (例えば浅虫においては 1) (Fig. 12)。Fig. 13 には陸奥湾の南北兩岸に位置する浅虫および宿野部における記録例を示すが、短周期での $\Delta Z/\Delta H$ の符号の逆転、長周期における $\overline{\Delta Z}/\Delta R$ の大きさの違いが明瞭に認められる。これらの観測結果は各観測点について述べたように、伝導電流の集中により説明される：太平洋に誘導された電流が日本海へ流れこむ時に、津軽海峡に集中するとともに、下北半島の南部にある厚い堆積層からなる地峡を通り陸奥湾へ流入するためである。Figs. 18, 19 に認められるように、陸奥湾の南北兩岸の観測点について決められる A 値の差が津軽海峡における場合よりも小さいのは、津軽海峡に比して流れる電流の量が少ないことを示すものである。これは、陸奥湾および下北半島

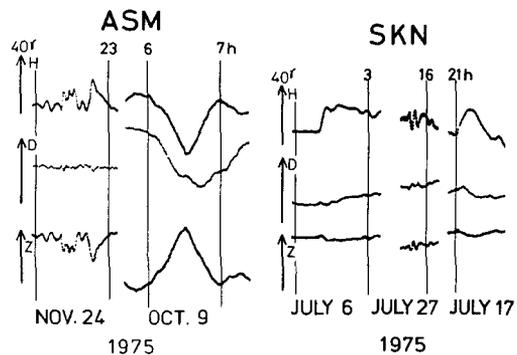


Fig. 13. Examples of magnetograms at ASM and SKN.

の地峡の場合、海水より電気伝導度の小さいと考えられる堆積層の存在と陸奥湾の海深が50 m程度と浅いためであろう。

観測点の直下を電流が流れる場合、電流に直交する方向の磁場が誘導されるため、観測点における水平成分が他の観測点に比べて大きくなる筈である。従って下北半島の地峡を東西方向に流れると考えられる伝導電流の直上に位置する戸鎖においては、水平成分の増大が期待される。宿野部、戸鎖および浅虫は同じ機械を順に移動して行なった観測である。この3観測点について、観測された変化の水平成分の女満別地磁気観測所における観測値

との比を、女満別における変化の方向に対して示したのがFig. 14である。浅虫および宿野部ではその比が0.7~1.2であるのに対し、戸鎖では方向によっては1.6にも達している。観測の精度を考慮しても、浅虫、宿野部に比べて戸鎖においては、ある方向の変化について水平成分の変化が大きくなっていると言える。その方向は戸鎖におけるI. V.の方向とほぼ一致している。すなわち、伝導電流が最も流入しやすい方向の変化の時に、水平成分の異常が最大となっている。従って、戸鎖における水平成分の増大は直下を流れる伝導電流によるものと考えられる。

以上のことから、いわゆる“東北日本異常”(KATO et al., 1971)は地下深部構造の影響ではなく、陸奥湾および下北半島の地峡における“誘導—伝導効果”により説明される。

III—2 津軽海峡の効果

津軽海峡の効果については、第1報で海峡東側について論じたが、今回更に海峡西側の両岸において同時観測を行なった。Fig. 15は同時観測記録の例であるが、両観測点において水平成分の変化(ΔH , ΔD)がよく似ているのに対して ΔZ は相互に逆向きである。第1報で述べたように、このことは海峡中を東西に流れる電流が海峡両岸に作る磁場によって説明される: Fig. 16は青森県竜飛崎と北海道白神岬間の海峡の断面図である。この断面を有する無限に長い水路を考えBiot-Savartの法則を用いて計算した結果がFig. 17である。水平成分については陸上部では小さいので省略する。 ΔZ の符号は逆向きであるが、Fig. 17には絶対値を示してある。実測はFig. 15に示されるように、竜飛で観測される ΔZ は白神のそれの約3倍にまで達するが、計算値はそれほどではない。実測の水平成分の振幅も2点間で著しく異なっている。竜飛における ΔR は白神におけるそれの約1.5倍にもなる場合がある。これらは、戸鎖について考えたと同様に、竜飛の直下を電流が滲透して流れているとすれば説明される。すなわち、津軽海峡の効果は第1報でも述べたとおり、外海に誘導される電流が伝導電流として海峡に集中することによる“誘導—伝導効果”である。

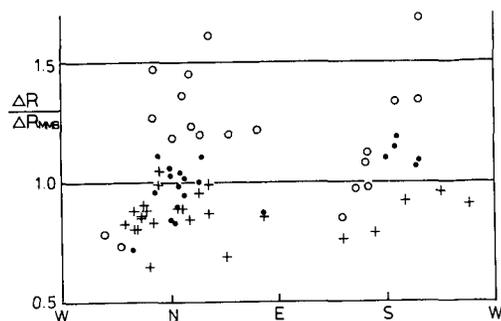


Fig. 14. Ratio of horizontal components of variations observed at three stations (i.e. ASM (+), SKN (●) and TGS (○)) to those observed at the Memambetsu Magnetic Observatory.

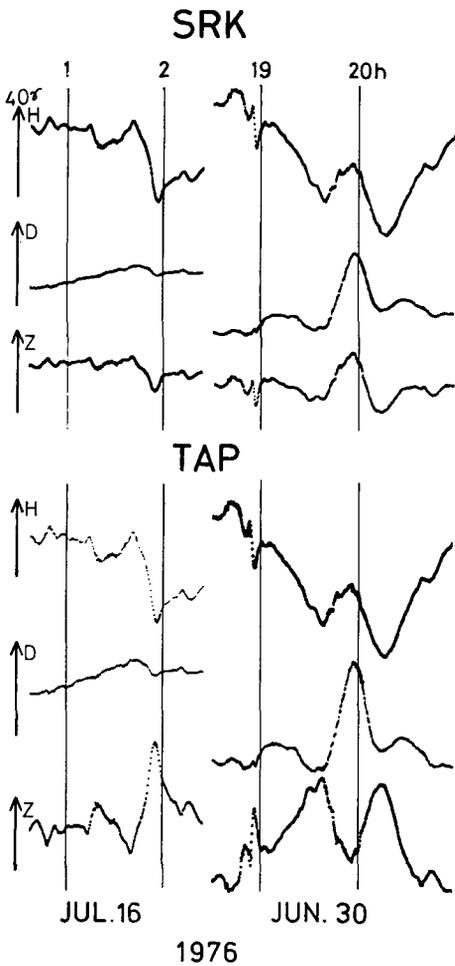


Fig. 15. Magnetograms observed simultaneously at TAP and SRK.

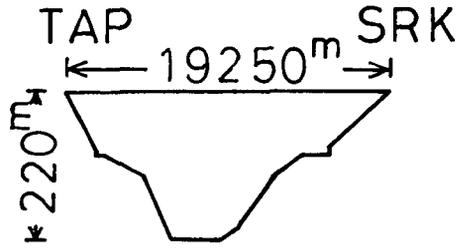


Fig. 16. Cross section of the Tsugaru Straits between SRK and TAP.

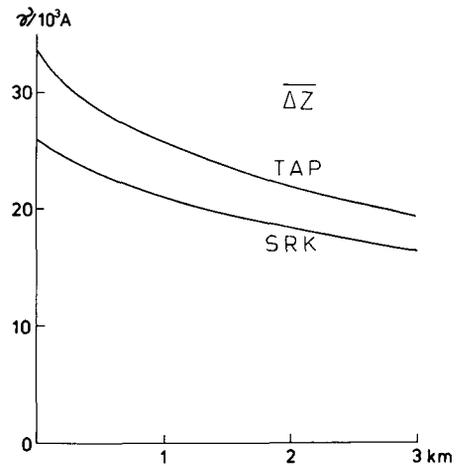


Fig. 17. ΔZ to be produced by the concentrated currents near the Tsugaru Straits along the cross section shown in Fig. 16.

III-3 本地域の地域特性

地磁気変化の特性がある地域内の観測点に共通に認められる場合、地下のC. A.によるものかどうかは、地下のC. A.が存在しない場合に、どのような変化が観測されるべきかを基準として、判断されなければならない。その基準を得るためには、地球全体にわたる観測が必要である。しかし、現在までに行なわれた地磁気短周期変化の観測はごく一部の地域に限られている。ゆえに、観測から基準を定めることは困難である。従って、地球を平均的なモデルで近似し、これに外部変化磁場を与え、その時地球表面で観測されるべき磁場を計算して、その結果を判断の基準とせざるをえない。

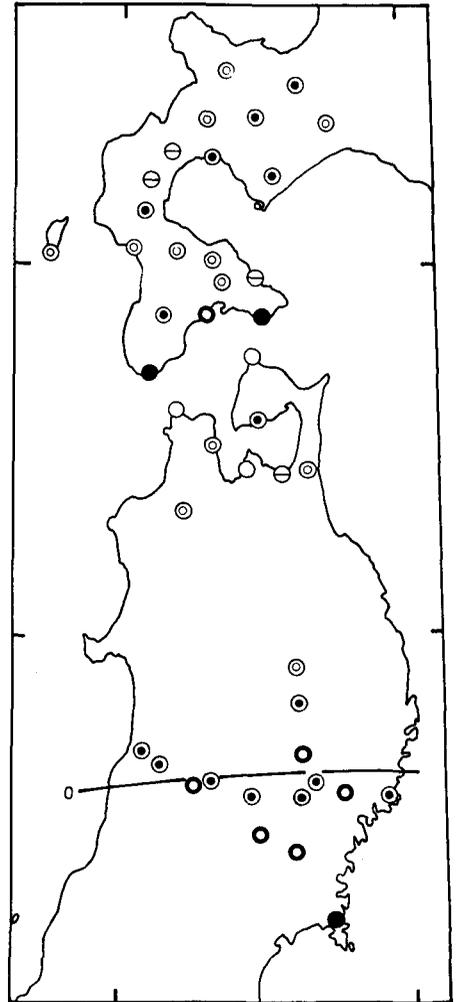
Figs. 11, 12 に示されるように、本地域のI. V.の卓越する向きは北西である。これはA値が負

であることを意味している。Fig. 18は東北地方から北海道南西部にいたる地域で観測された A 値を6段階にわけて図示したものである。この図から明らかなように、 A 値は 39°N の北では負、南では正である。 39°N 以北では、津軽海峡などによる局地的異常を除けば、 $0 \sim -0.5$ の範囲内にある。Fig. 19は A 値を緯度に対して示したものである。二重丸は陸奥湾により、白丸は津軽海峡により“誘導-伝導効果”を受けている点を示す。 39°N 以南は正の値をとり“中部日本異常”に続いている。 39°N 以北はばらついてはいるが、平均値は約 -0.3 である。これらの地域特性が地下の C. A. によるものか、地球の平均的電気伝導度分布により説明されるものかについて以下に論ずる。

RIKITAKE (1968) は磁気嵐急始部 (s. s. c.) について次のようなモデル計算を行なった：表面の海深に比例した電気伝導度分布を持つ球殻、その下の非伝導層、およびマントルに相当する一様な伝導率を持った球からなるモデルに対し、地軸に平行かつ北向きに階段状に変化する磁場、すなわち仮想的 s. s. c. 磁場をかけて、 $\Delta Z/\Delta H$ を計算した。その結果、本地域を含む日本付近における $\Delta Z/\Delta H$ は約 -0.05 と算出された。

RIKITAKE and SASAI (1969) は同じ地球モデルを用いて、日本付近の海深分布をより細かく与え (1° 毎)、 $\Delta Z/\Delta H$ を計算した。それによると、本地域周辺では $\Delta Z/\Delta H$ が約 -0.1 になる。これらの値を基準として考えると、本地域の特性は、地下の電気伝導度異常 (C. A.) によるのではなく、上述の地球モデルによって説明される。

観測によれば、本地域では、全ての周期の変化について、 $\Delta Z/\Delta H$ が負の小さい値である。一方、上述のモデル計算は、s. s. c. という短周期変化について、説明できることを示した。すなわち、短い周期 ($T \sim 5$ 分) の変化については説明されるが、長い周期 ($T \sim 60$ 分) については説明されない。従って、長い周期についても、同じモデルを用いて、計算を行なう必要がある。その場合、初めに想定する磁場は s. s. c. 磁場に比べて複雑になる。このため、簡単に計算できない。これは今後の課題であるが、南北方向に変化する磁場を考える限



$-1.0 \leq \bigcirc \leq -0.75 < \ominus \leq -0.5 < \odot \leq -0.25 < \bullet \leq 0.0$
 $0.0 < \bullet \leq +0.25 < \bullet < +0.5$

Fig. 18. Distribution of the A -values graded into 6 steps ranging from -1.0 to 0.5 for the geomagnetic variations having periods of about 1 hour.

り, s. s. c. 磁場による場合と比べて定性的に大きい差異はないであろう。中部日本異常は上述のモデルでは説明されない。ゆえに、地下の C. A. の効果を考えることが必要となる。たとえば、HONKURA(1974) は海水の効果と地下の C. A. の重ね合わせを考え、誘導だけで中部日本異常を説明する地下構造のモデルを得ている。

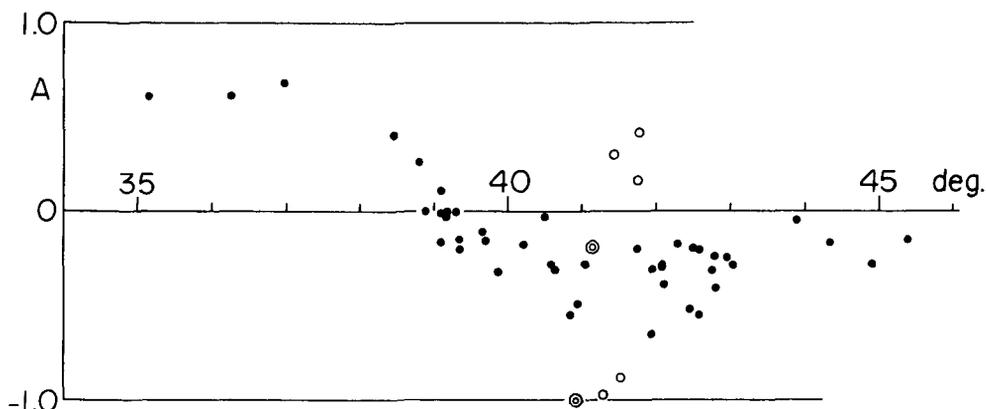


Fig. 19. A-values vs. geographic latitude.
Open circles : Affected by the Tsugaru Straits.
Double circles : Affected by the inner bay.

IV. ま と め

本報文では、陸奥湾周辺および津軽海峡両岸における局地的異常について述べ、また、長周期 ($T=60$ 分) の I. V. の地域的特性についても論じた。それらをまとめると以下のようである。

1) 陸奥湾および下北半島の地峡の効果

下北半島南部の地峡においては、石狩低地帯と同じく、“誘導—伝導効果”が認められる。すなわち、戸鎖において、地球磁場が I. V. の方向に変化した時、 ΔR は女満別のその 1.6 倍に達し、戸鎖の直下を流れる伝導電流が存在すると結論される。地峡を横断した伝導電流は陸奥湾に流れこみ、陸奥湾の南北両岸において、 $T=5$ 分では I. V. の方向の逆向き、 $T=60$ 分では、それぞれ振幅の増大および減少をひき起す。従って、いわゆる“東北日本異常”はこれらの“誘導—伝導効果”による局地的異常である。

2) 津軽海峡の効果

海峡西部の南北両岸における同時観測によって、海峡両岸における ΔZ の符号の逆転が確認された。短周期において両岸の ΔZ が大きいこと、両岸の I. V. が相対することも確認された。これらの異常は海峡を東西に流れる伝導電流により説明される。ゆえに、津軽海峡の効果は、第 1 報でも述べたように、外海で誘導された電流が集中してくることによる“誘導—伝導効果”であることは確実である。

3) 本地域の地域特性

本地域では I. V. の北西向きが支配的である。この方向は海深分布を考慮してつくった地球モデルの計算により得られるものと一致する。実測の I. V. の A 値の平均値(〜-0.3)は、計算値(〜-0.1)とやや異なるが、モデルの近似の精度を考慮すると詳しいことは言えない。

謝 辞

地磁気観測の器械の保守はすべて各地域の小、中学校にお願いした。多忙な中を観測に御協力頂いた教職員各位に深甚なる謝意を表します。

本研究に要した費用の一部は G D P 研究費によってまかなわれた。

なお、計算は北海道大学大型計算機センターの F A C O M 230-75 による。

文 献

- HONKURA, Y., 1974. Electrical conductivity anomalies beneath the Japan arc, *J. Geomag. Geoelectr.*, **26**, 147-171.
- KATO, Y., M. DAGUCHI, M. SETO and T. ARUGA, 1971. Northeastern Japan Anomaly of the upper mantle, *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5*, **21**, 19-35.
- 北村 信・中川久夫・岩井武彦, 1974. 陸奥小川原湖周辺の地下地質について, 東北地域災害科学研究, 自然災害科学研究資料の解析と総括に関する総合的研究, 東北地区班, 53-57.
- 近藤 忠・塚本 徹, 1973. 離島および半島における地磁気短周期変化について, 日本における C A 研究, C A 研究グループ, 63-83.
- 鍋谷祐夫, 1973. 地震活動領域における短周期異常誘導電磁場—岩木山地区の例—, *Sci. Rep. Hirosaki Univ.*, **20**, 63-73.
- RIKITAKE, T., 1968. Theoretical magnetograms for s. s. c. when the ocean effect is considered, *Geophys. J.*, **15**, 79-90.
- RIKITAKE, T. and Y. HONKURA, 1973. Recent Japanese studies on conductivity anomalies, *Phys. Earth Planet. Interiors*, **7**, 203-212.
- RIKITAKE, T. and Y. SASAI, 1969. The anomalous behavior of geomagnetic variations of short period in Japan and its relation to the subterranean structure, the 12th report, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **47**, 539-547.
- RIKITAKE, T. and I. YOKOYAMA, 1955. The anomalous behavior of geomagnetic variations of short period in Japan and its relation to the subterranean structure, the 6th report, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33**, 297-331.
- 山下 濟・横山 泉, 1975. 北海道南西部における地磁気短周期変化(その1), 北海道大学地球物理学研究報告, **34**, 15-44.