



Title	1993年釧路沖地震後の北海道東部における重力および全磁力の再測定
Author(s)	大島, 弘光; OSHIMA, Hiromitsu; 前川, 徳光 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 57, 23-33
Issue Date	1994-10-31
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.57.23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14221
Type	departmental bulletin paper
File Information	57_p23-33.pdf



1993年釧路沖地震後の北海道東部における 重力および全磁力の再測定

大島 弘光

北海道大学理学部地球物理学教室

前川 徳光

北海道大学理学部有珠火山観測所

宇津木 充・西田 泰典

北海道大学理学部地球物理学教室

(1994年8月31日受理)

Repeated Survey of Gravity and Geomagnetic Total Force Intensity in the Eastern Part of Hokkaido after the Kushiro-Oki Earthquake of January 15, 1993

Hiromitsu OSHIMA

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University

Tokumitsu MAEKAWA

Usu Volcano Observatory, Faculty of Science, Hokkaido University

Mitsuru UTSUGI and Yasunori NISHIDA

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received August 31, 1994)

After 1993 Kushiro-Oki Earthquake, repeated survey of gravity and geomagnetic total force intensity were carried out in the eastern part of Hokkaido.

The gravity changes during the period from 1975 to 1993 show that the positive region of gravity changes is extended inland and the negative region stands in the ocean side. Such a distribution corresponds with the height changes at the surface calculated by dislocation model for 1993 Kushiro-Oki earthquake in the tendency.

No remarkable changes in magnetic total force intensity related with earthquakes are detected for the period of 1972 to 1994. However, an interesting spatial distribution of the long-term secular changes was found: the coast region of the Pacific Ocean is marked by positive and large changes, while the region characterized by negative and small changes is extended inland.

I. は じ め に

1993年1月15日20時06分、 $M_{JMA}7.8$ の地震が釧路沖の深さ107kmで発生した。この地域で発生したM7を越える地震としては、1973年の根室半島沖地震($M_{JMA}=7.4$)以来のものであり、1952年十勝沖地震($M_{JMA}=8.1$)につぐ規模であった。

北海道東部地域ではこれらの海溝沿いで起こるM7を越える地震のほか、屈斜路湖周辺でもM5クラスの浅い地震が発生しており、この地域には地震や地殻変動に伴う重力変化や地磁気の異常変化の研究を目的とした精密重力測定点や繰り返し全磁力測定点が展開されている。

重力変化の検出を目的とした精密重力測量は1973年の根室半島沖地震直後に実施され(大川ほか)、1974年には井筒屋ほか(1976)により釧路～網走～根室にかけての広範囲の精密重力網が確立された。これにひき続き大川ほか(1976)は1975年に再測定を実施し、それまでの測定結果とあわせて、この地域の重力変化および根室半島沖地震に伴う重力変化について検討を行った。

一方、全磁力の繰り返し測量は1972年から開始された。山下ほか(1976)は1974年までの測量結果をまとめ、根室半島沖地震に伴う有意な全磁力変化が検出されなかったことを報告している。

その後も、全磁力の繰り返し測定は不定期ながら続けられてきたが、精密重力測定は国土地理院による測地測量(未公表)を除くと1975年の測定が最後であった。

今回、釧路沖地震後の1993年7月に重力測定を、1994年6月には全磁力測定を実施した。ここでは、これらの測定結果や1983年以降の全磁力測定結果をまとめるとともに、重力変化・磁力変化について検討したので報告する。

II. 重 力 変 化

1. 測定

測定にはLaCoste & Romberg G 31およびG 375重力計を使用し、1993年7月20日から22日にかけて、Fig. 1に示す15点で測定を実施した。測定点としては、1975年に測定がなされた水準点の中から選点したが、これらのなかには移設されたり亡失した水準点もあった。

測定や測定値に対する補正計算は通常の精密重力測定の方法に従ったが、広い範囲に測定点が分布することからBM 8300～Abashiri FGS, BM 8300～Kushiro FGS, Kushiro FGS～Nemuro FGSおよびSF 191～Abashiri FGSに測定路線を分けた。補正計算では、定数およびペリオディックエラー(例えば、Valliant, 1991)補正は省略した。

測定点の重力値は網走のBM J41を仮不動点として算出した。計算では、重力計ごとに求められる路線基点に対する測定点の重力差を路線の交点で調整し、BM J41に対する重力値に引き直し、これらを平均して各測定点の重力値とした。Table 1にその結果を示す。Abashiri FGS～Kushiro FGS～SF 191からなる環の閉合差はAbashiri FGSで、それぞれ $13 \mu\text{gal}$ (G 31)および $5 \mu\text{gal}$ (G 375)である。Fig. 2には、各測定点における重力計ごとに得られた重力差の平均

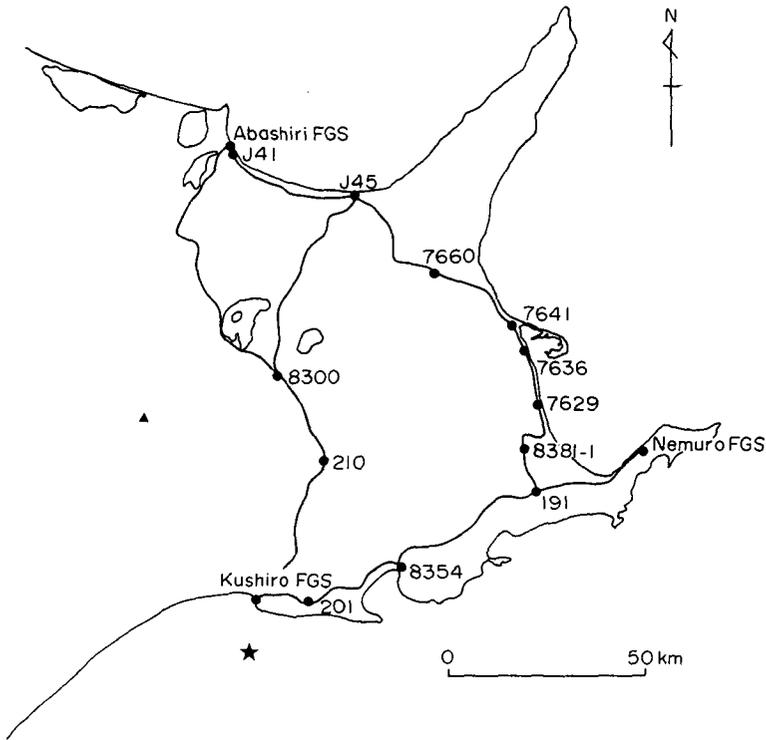


Fig. 1. Location of gravity stations and the epicenter of 1993 Kushiro Oki earthquake.

Table 1. Gravity difference referred to B. M. J41.

Site	Latitude	Longitude	Height	G31	G375	Mean	Remark
	N	E	m				
Abashiri FGS	44°01.00'	144°17.00'	37.9	8.560	8.543	8.552	Rebuilding of the office in 1977
BM J41	44 00.00	144 16.70	60.0	0.000	0.000	0.000	
BM8300	44 30.35	144 26.54	126.9	-44.701	-44.716	-44.709	
SF210	43 18.10	144 36.40	29.36	-25.932	-25.955	-25.944	
Kushiro FGS	42 58.50	144 23.50	32.	15.981	15.949	15.965	
SF201	42 58.60	144 31.90	121.45	7.820	7.839	7.830	
BM8354	43 03.20	144 50.60	2.68	59.869	59.897	59.883	
SF191	43 13.50	145 15.00	40.42	95.082	95.077	95.080	
Nemuro FGS	43 19.70	145 35.40	26.	102.963	102.974	102.969	Construction of the new building in 1993
BM381-1	43 19.30	145 13.20	14.88	65.063	65.088	65.076	
BM7629	43 26.40	145 15.90	4.62	29.659	29.691	29.675	
BM7636	43 33.70	145 13.50	11.94	15.890	15.896	15.893	relocate in 1983
BM7641	43 38.00	145 10.10	6.16	7.136	7.146	7.141	
BM7660	43 44.10	144 55.80	163.13	-3.765	-3.761	-3.763	
BM J45	43 54.70	144 39.50	6.88	-14.487	-14.489	-14.488	

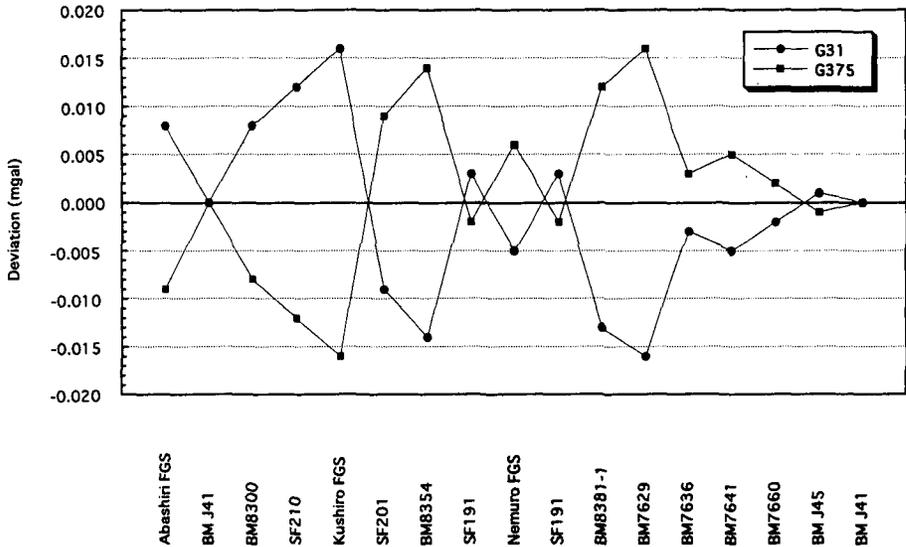


Fig. 2. Deviation of gravity value obtained by each gravimeter from the mean value.

値からの偏差を示した。偏差は Kushiro FGS および BM 7629 の $16 \mu\text{gal}$ を最大に、多くは $10 \mu\text{gal}$ 以内におさまり、閉合差や偏差からみると今回の測定精度は $\pm 10 \sim 20 \mu\text{gal}$ 程度と見積もられる。しかし、重力網の最大重力差は 150 mgal にも達しており、定数やペリオディックエラーによる誤差が無視できなくなることも予想され、測定誤差としてはそれ以上を見込む必要がある。

2. 重力変化

Fig. 3 に 1975 年 9 月から 1993 年 7 月の間の各測定点での重力変化を示した。全体的に変化量は小さく、 $10 \mu\text{gal}$ を越えたのは Abashiri FGS, SF 210, Nemuro FGS のみである。このうち重力減少となった Abashiri FGS および Nemuro FGS については後述することにして、この 2 点を除いて描いた重力変化の分布を Fig. 4 に示す。重力変化の全体的な傾向は、内陸部に重力の増加域が広く分布し、Kushiro FGS ~ BM 8354 を境にして太平洋側が重力の減少域となるパターンを示している。内陸部の重力増加域の北 ~ 北西側への広がりわからないが、北側は斜里平野にも張り出しているかもしれない。このような重力変化パターンは測定精度を考慮すると有意な変化とは言い難いが、橋本、多田ほか (1994) が断層モデルから計算した比高変化パターンと大局的、定性的に調和する。

さて、重力減少となった Abashiri FGS および Nemuro FGS では、いずれも庁舎の改築が 1975 年の測定以降になされている。Abashiri FGS では 1977 年に重力点のおかれていた地震計室を残し、庁舎が木造から 2 階建鉄筋コンクリート造りとなった。この点の重力変化は $-15 \mu\text{gal}$ と測定

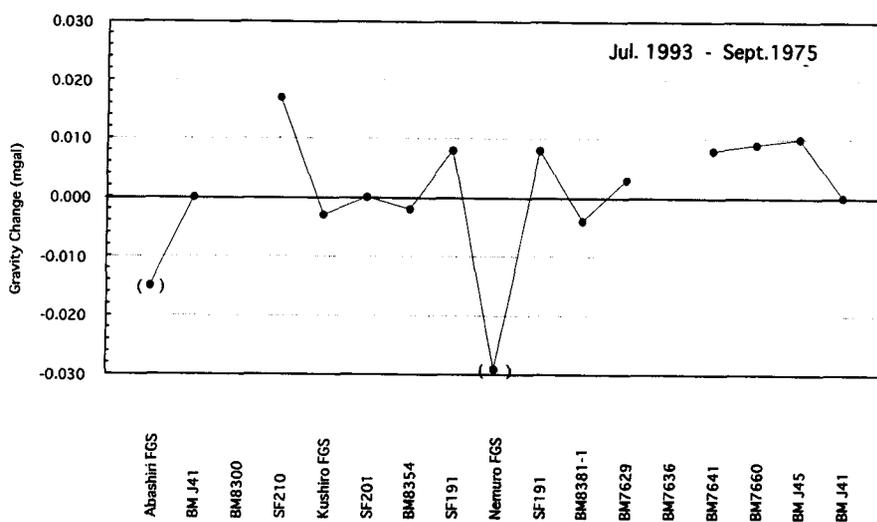


Fig. 3. Gravity changes during the period of Sept. 1975 to Jul. 1993.

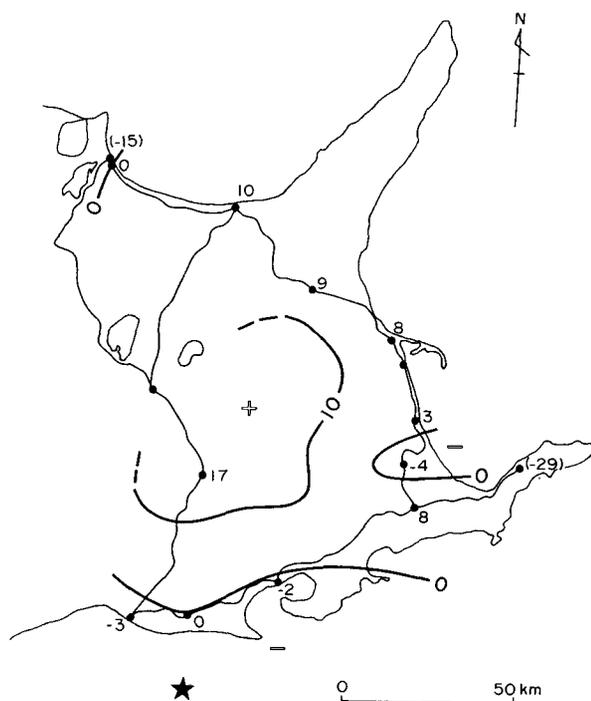


Fig. 4. Spatial distribution of the gravity changes.

精度を上回る変化ではない。しかし、この重力点が仮不動点 BMJ 41 に近接することや、Nakagawa et al. (1970) により報告のある京都大学地質学鉱物学教室内にある国際重力基準点の重力値が改築に伴い $60 \mu\text{gal}$ 減少したことを考えあわせると、重力減少は庁舎建て替えの影響と考えることもできる。

同様に、Nemuro FGS でも 1993 年に重力点から約 30 m ほど離れたところにある合同庁舎が 2 階建鉄筋コンクリート造りに改築されており、 $-29 \mu\text{gal}$ の重力減少も庁舎の建て替えの影響かもしれない。

ここでは重力が強く支配される比高変化との比較を行っていないことから、建築物の新改築の影響を受けた可能性のある重力変化があったことを指摘するだけにとどめ、量的な議論は今後の課題としたい。

III. 全磁力変化

1. 測定

Fig. 5 に磁気観測点の分布を示す。観測点は女満別地磁気観測所(MMB)から 30~40 km の間隔ほぼ線状に屈斜路(KUT)、標茶(SHI)、厚岸(AKK)と配置されている。

測定については、3 台のプロトン磁力計を用いて、6 月 28 日および 29 日の 2 日間にわたって同時観測を行った。測定値の処理には単純差による方法を用いた。基準値としては気象庁地磁気

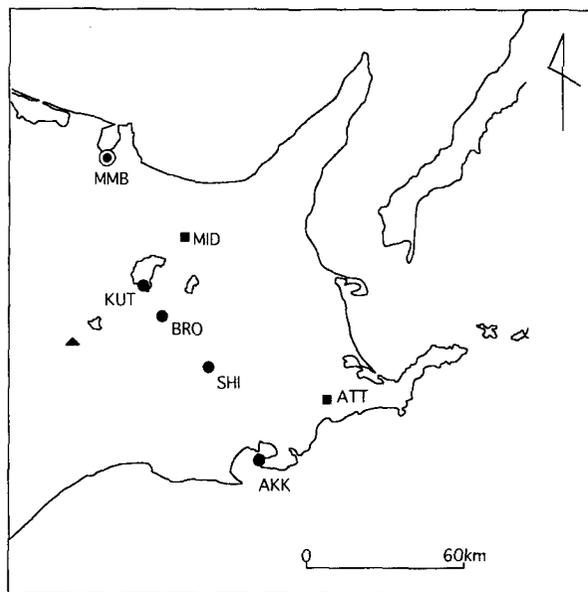


Fig. 5. Location of geomagnetic stations. Double circles indicate Memambetsu Magnetic Observatory. Solid squares are geomagnetic stations by Memambetsu Magnetic Observatory.

観測所女満別出張所の MO-PE-II B(地震予知 A点)で測定された毎分値を用い、夜間の 12:00-17:59 U. T. について、基準値からの差をとり平均した。

処理結果をこれまでの結果とともに Table 2 に示す。1974 年までは既に報告されたものであり、1983 年以降については再計算を行った結果である。ただし、12:00-17:59 U. T. 以外の時間帯や短時間の測定値から算出された全磁力差もあり、結果は一様なものではない。この他、1983 年までは 1 台のプロトン磁力計による移動観測であったが、これ以降、厚岸と標茶では 2 台のプロトン磁力計を使用した同時観測である。さらに、各観測点ともセンサー位置の移動や周囲の環境が変化があった。厚岸では 1975 年に地上高 180 cm の花崗岩のピラーが設置され、センサー中心はこの上面より 18.1 cm の位置に移された。また、1988 年にはピラーから 90 m ほど離れたところにある博物館が木造から鉄筋コンクリートに改築された。標茶でも花崗岩のピラーの設置が 1983 年に行われた。センサー中心はピラーの上面から 19.0 cm 上である。屈斜路では 1976 年に観測点の移動され、測定点位置を示す木杭の上面より 135 cm のところにセンサー中心に置かれた。Table 2 の全磁力差にはこれらに伴う gap が含まれている。なお、センサー位置の移動にさいしては、gap を求めるために、近隣に補助観測点をもうけ、新旧位置で平行観測が行われている。

Table 2. Differences in geomagnetic total force intensity referred to the Memambetsu Magnetic Observatory.

Akkeshi				Shibecha				Kutcharo			
Date	$\Delta F(nT)$	N	Remarks	Date	$\Delta F(nT)$	N	Remarks	Date	$\Delta F(nT)$	N	Remarks
1972	08/05 160.82±2.02(138)		13:00-17:59	08/06 -589.01±1.05(128)			12:00-14:09	08/07 -445.75±0.82(199)			12:57-17:59
1973	07/15 159.28±1.18(339)			07/14 -584.36±0.81(230)				07/12 -418.53±0.35(355)			
	07/16 158.48±0.64(353)							07/13 -418.36±0.41(348)			
1974	10/27 163.19±1.15(354)			10/26 -585.35±0.88(193)			01:28-04:56	10/24 -420.45±0.66(328)			
1975	10/17 167.01±0.77(-)		Set up a granitic pillar and relocate on the pillar.								
	10/18 166.87±0.58(-)										
1976	07/22 161.66±0.58(-)		old 02:48-04:11	07/22 -590.86±0.30(-)			12:00-18:59	07/23 -425.12±0.70(-)			old 02:48-04:11
	07/22 166.01±0.48(-)		new 01:51-02:46				Set up a granitic pillar and relocate on the pillar.	07/22 -372.19±0.13(-)			new 01:51-02:46
			Old-New = -4.35nT								
1983	07/11 171.64±0.39(230)		14:10-17:59	07/12 -589.10±0.41(360)			old	07/14 -369.37±0.52(359)			
				07/13 -589.23±0.67(359)			old	07/15 -368.82±0.55(359)			
				07/16 -565.49±0.73(359)			new				
1986	09/30 175.00±0.38(359)			09/30 -565.58±1.16(359)				10/01 -368.05±0.55(336)			
	10/01 175.01±0.61(358)			10/01 -565.44±0.89(359)							
	10/02 175.90±1.65(359)			10/02 -565.61±1.24(354)							
1987	01/27 175.65±0.72(360)			01/27 -566.11±0.54(360)							
	12/09 176.38±0.41(360)			12/10 -566.49±0.89(360)							
			Rebuild the museum								
1989	11/24 179.97±0.66(360)		new								
	11/25 180.39±0.33(360)		new								
	11/26 180.40±0.80(360)		new								
1994	06/28 184.97±0.69(354)			06/28 -565.99±0.58(360)				06/28 -369.02±0.79(358)			
	06/29 185.19±0.93(331)			06/29 -566.30±0.79(357)				06/29 -368.89±1.20(355)			

2. 全磁力変化

Fig. 6には gap を補正した各観測点の全磁力差変化を示した。各観測点とも全磁力差のバラツキが1976年以前は $\pm 3 \sim \pm 5$ nTと大きいに対し、1983年以降は ± 2 nT程度となったほか、著しく不自然な経年変化は認められない。

各観測点での経年変化量は、厚岸0.8 nT/年、標茶-0.1 nT/年、屈斜路-0.09 nT/年である。変化量の絶対値は基準点からの距離に応じて大きくなっているが、厚岸と標茶・屈斜路の符号は異なる。バラツキの大きい1976年以前を除いても、屈斜路の変化量が小さくなるものの符号は変化しない。3観測点の経年変化量を地磁気研究グループ(1992)がまとめた1977-1992年間の日本の磁気観測点における経年変化量と比較すると、厚岸はそれらの空間分布のほぼ面状にあるが、標茶・屈斜路は適合しないことがわかる。ここで、地域的な広がりを見るために、長谷川ほか(1983)によりまとめられた1971年から1982年までの厚床(ATT)と緑(MID)の測定

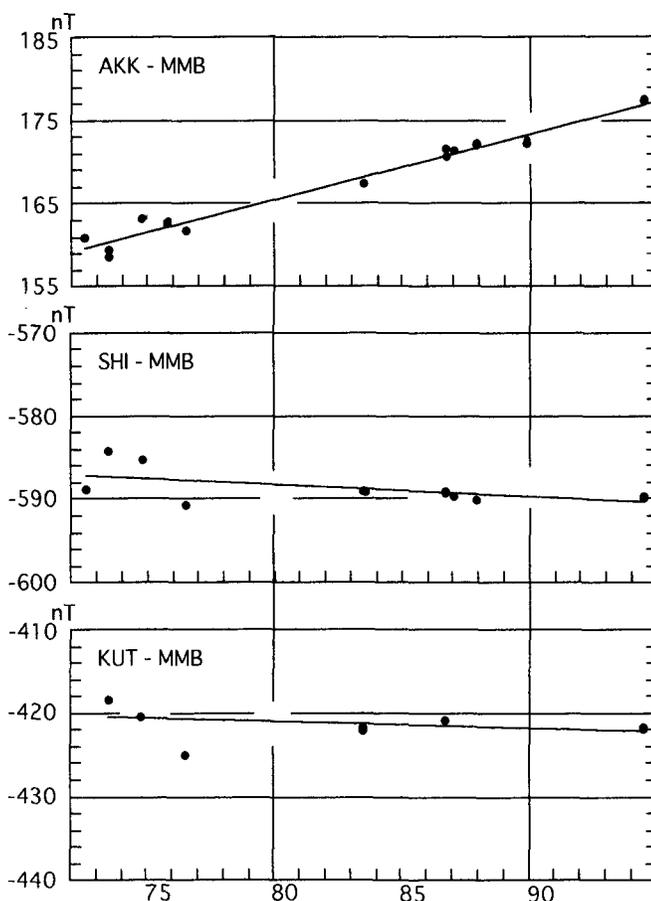


Fig. 6. Secular changes in geomagnetic total force intensity referred to the Memambetsu Magnetic Observatory.

結果から両観測点の経年変化量を求めてみた。太平洋に面した厚床の経年変化量は 0.7 nT/年 と厚岸のそれにほぼ等しく、内陸部の緑の変化量は -0.3 nT/年 と標茶や屈斜路と較べてやや大きいと同じ変化傾向であった。これらのことから、女満別を基準とした時、太平洋に面した地域では変化量が大きく増大し、内陸部では変化量は小さいが減少するという経年変化の地域的な傾向があると言えそうである。この傾向は、空間スケールからみて、住友(1976)が議論したように地殻浅部に起因していると考えられ、地殻の tectonomagnetic 効果で説明されるのかもしれない。

Fig. 7には経年変化を除去した残差を、Fig. 8に示した太平洋側で発生したM7を越える地震と観測点周辺の深さ60 cm以浅で発生したM5以上の地震の時系列とを比較して示した。

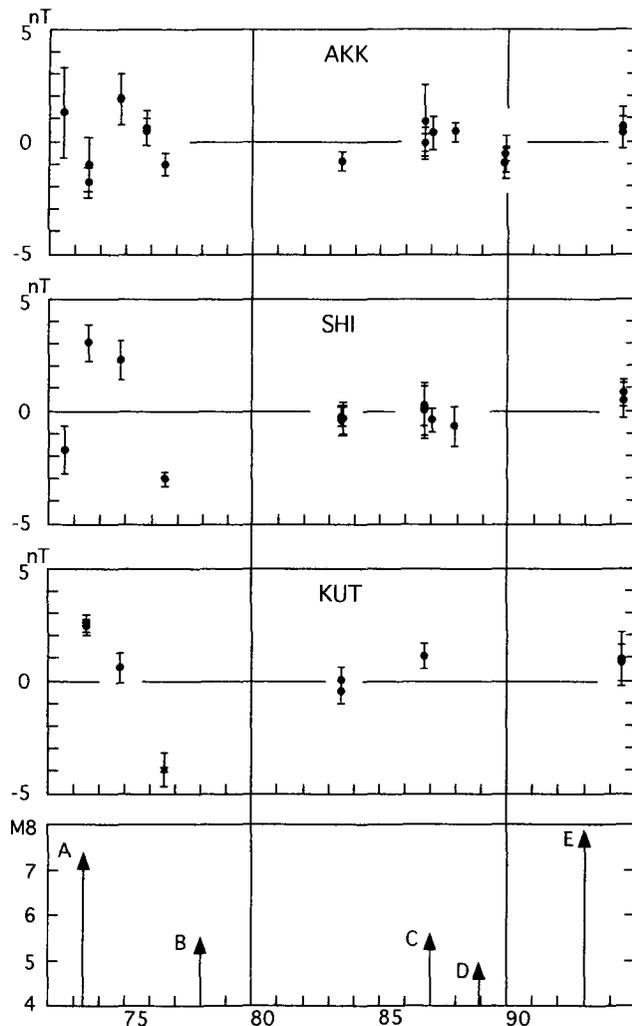


Fig. 7. Secular changes in geomagnetic total force intensity excluding the secular variation and time Sequences of earthquakes shown Fig. 8.

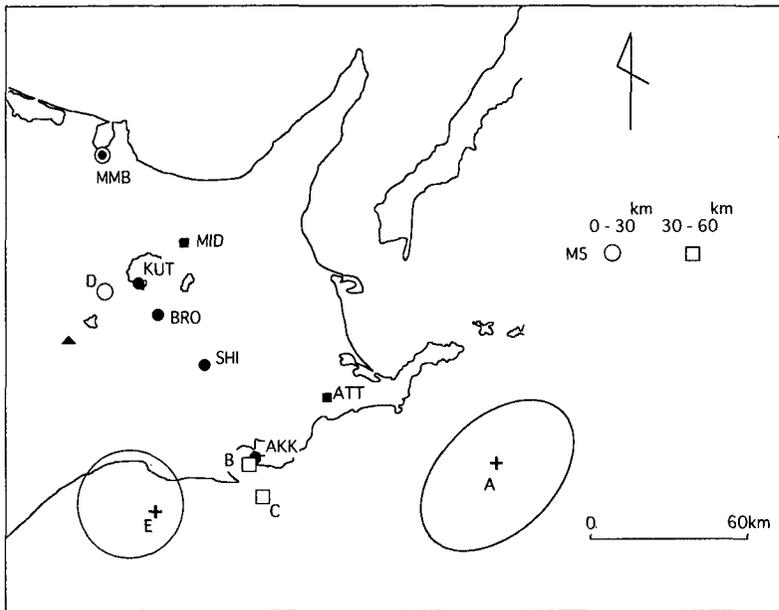


Fig. 8. Epicenters of shallow earthquakes around the geomagnetic stations and large earthquakes along Japan-Kurile Trench.

今回の釧路沖地震 (E) では、厚岸で 1.5 nT、標茶で 2 nT 程度の全磁力差の増大があったようにみえる。しかし、地震前後の測定に時間的な間隔がありすぎることや測定精度を考慮すると有意な変化とはいいがたい。1973 年 6 月 17 日の根室半島沖地震については、地震の前後で全磁力差に変化が見られるが、総合精度を考慮すると地震に伴う全磁力変化は検出されなかったとされている (前出)。

観測点周辺で発生した浅い地震のうち全磁力変化の有無を検討できそうなのは、1978 年 1 月 16 日の地震 (C) である。この地震は厚岸沖の深さ 54 km で発生し、規模は 5.0 であった。地震の前後の全磁力を較べると、標茶でやや減少しているが、震央距離が約 14 km の厚岸では変化が見られず、この地震に伴う全磁力変化はなかったことがわかる。

IV. ま と め

1993 年 1 月 15 日の釧路沖地震後、北海道東部地域に展開されている精密重力網および全磁力繰り返し測量網の再測定を行い、重力変化および全磁力変化について検討した。

重力変化については、変化量は小さく測定精度を考慮すると有意なものとは言えないが、断層モデルから計算された比高変化と調和する重力変化パターンが認められた。

全磁力については、今回の釧路沖地震を含め 1972~1994 年にかけて発生した地震と比較したが、地震に伴う全磁力変化は検出できなかった。その一方で、地殻上層部の tectonomagnetic 効果が

で説明されるかもしれない興味のある経年変化の地域的な特徴が見いだされた。

地震に伴う変化を議論するには重力、全磁力とも測定頻度が低く、詳細な検討は行えなかった。今後は、より高い頻度で重力、全磁力測定を繰り返し実施する必要がある。特に、技術的に容易な全磁力観測については、定点における連続観測が望まれる。

今後の課題としては、定数やペリオディックエラー補正の問題、建築物の新改築が重力におよぼす影響の量的な評価、地域的な経年変化の tectonomagnetic 効果による量的な検討などが残されている。

謝辞 重力測定に際しては、建設省国土地理院、建設省国土地理院北海道地方測量部、網走地方気象台、釧路地方気象台、根室測候所に便宜を計っていただいた。また、地磁気観測に際しては、地磁気観測所女満別出張所、京都大学農学部北海道演習林、本学部厚岸臨海実験所に御協力を賜った。なお、1983年の観測は渡辺秀文博士（現東大地震研究所教授）の努力によっている。記して厚くお礼申し上げます。

文 献

- 地磁気研究グループ, 1992. 地磁気永年変化精密観測 (1977年1月~1992年3月). 地震予知連絡会報, 48, 499-503.
- 長谷川一美, 室松富二男, 菅原政志, 橋本雅彦, 小池捷春, 水野喜昭, 1983. 北海道東部における地震予知観測及び厚床付近のCA永年変化観測. 地磁気観測所技術報告, 22, No. 3, 4 49-63.
- 井筒屋貞勝, 田島広一, 萩原幸夫, 村田一郎, 中川一郎, 里村幹夫, 横山 泉, 江原幸夫, 大川史朗, 瀬戸孝夫, 加納克巳, 小泉金一郎, 中井新二, 1976. 北海道東部における重力変化. 「地殻変動および地震に関連する重量変化についての基礎的研究」報告, 95-104.
- Nakagawa I., M. Satomura, E. Abe, K. Katura and Nishimura, 1970, On the New Gravity Value at the National Fundamental Station of Gravity in Japan. Jour. Geod. Soc. Japan. 16, 9-15.
- 大川史朗・山下 済・横山 泉, 1974. 北海道東部地方における根室半島沖地震後の重力および地磁気の再測. 1973年6月17日根室半島域地震調査報告, 67-71.
- 大川史朗・横山 泉・里村幹夫・中川一郎, 1976. 北海道東部における重力変化 (続報). 測地学会誌, 22, 178-187.
- 住友則彦, 1976. 中国近畿四国における地磁気永年変化異常について. 変動電磁界による地下導電率分布の研究, 13-26.
- 山下 済・横山 泉, 1975. 北海道東部地方における地磁気全力の経年変化の観測 (第1報). 北海道大学地球物理学研究報告, 33, 31-39.