

柿岡地磁気観測所の構内の磁気測量結果

久保木忠夫

概 要

柿岡地磁気観測所の構内の精密測量を 1955 年に行ったことがあったので、この結果を報告する。従来行われた結果とくらべると、細かい磁気異常がいくつも見つかった。これは地形からくるもので、一般に平坦な所は、等磁力線がゆるくなっている。とくに磁気異常と思われるものは、空中電気観測室の東側で鉛直分力 -146γ 、水平分力 -93γ であった。これはおそらく井戸およびその吸水管の鉄によるものと考えられる。この外に $30\sim 50\gamma$ くらいの磁気異常が数ヶ所あるが、いずれも崖や凹地などの地形によるもので、本質的な磁気異常でない。

磁氣的に平坦な場所は、地形的にも高低差のない平坦な場所である。標準磁気儀室や新絶対室その他の観測室の回りは割合に平坦な所である。

新しい観測室を作るときは地形的にも平坦な所にすることが望ましい。

目 次

- | | |
|-------------|---------------------|
| 1. は し が き | 3・3 地磁気観測室付近の平坦さ |
| 2. 測 定 法 | 3・4 そ の 他 |
| 2・1 測 定 器 械 | 4. 他の測量結果との比較 |
| 2・2 観 測 法 | 4・1 1929 年の測量結果との比較 |
| 2・3 測 定 精 度 | 4・2 1937 年の測量結果との比較 |
| 3. 測 量 結 果 | 5. 土 壌 の 帯 磁 率 |
| 3・1 鉛 直 分 力 | 6. 結 び |
| 3・2 水 平 分 力 | |

1. は し が き

地磁気観測所は長い間よい観測をつづけるのに都合よい場所に建てられねばならない。この中でとくに地磁気観測のために大切な条件は、人工擾乱がなく、地磁気学的にみて異常域でない所に建てられることである。もっとも最近のように地震予知や地球内部開発などの特殊な目的のためには、異常域に建てられることもある。しかし世界の観測網の一つとしての地磁気観測所は、平均的な値を測定できる所がよい。

柿岡は一応これらの条件を満足している。しかし建設されたのは今から 55 年前の 1912 年であり、当時としては敷地を決定するのに、精密な測量をすることも困難であり、日本全国測量の結果から判断して、柿岡付近がそれ程の異常域でないことを想定し敷地を選定した。

その後 1929 年に畠山⁽¹⁾が、1937年に湯村⁽²⁾が構内の磁気測量を行った。これらの結果、柿岡付近が磁氣的に異常域でなく平坦な所であることが分った。

1950 年から製作にかかっていた標準磁気儀が、1956 年に完成の見通しがつき、標準磁気

儀室を建設することになった。地磁気観測所の構内では適当な候補地がなかったため、付近の磁気測量を詳細に行って、磁氣的にも平坦な異常の小さい現在地を選出した。この構内磁気測量は 1955 年から 1956 年にわたって行われたので、古い資料であるが、現在敷地に関して問題が起これり、構内の測量結果がたびたび必要になったので、整理して今後のために多少とも役立てたいと考えて、改めてここに報告する。

2. 測 定 法

測定は 3 期間に分け、総計して 20 日かかった。はじめに構内の周辺を粗く測定し、異常値が観測されたり、測定を増加してさらに精密な測定の必要な場所に対して測定を追加した。とくに標準磁気儀を格納する標準磁気儀室付近は数 m 毎に測定した。

第 1 図に 柿岡地磁気観測所付近の地形を示した。この範囲に対して約 100 点の測定を行った。異常値の所や重要な所では 2~3 回測定をくりかえした。

2.1 測 定 器 械

観測に使用した器械は地質調査所物理探査部より借用したシュミット型ローカルバリオメーター No. 521679, 水平分力磁石 53119-123, 鉛直分力磁石 53153-154 である。測定に先立ち検定を行った。検定要素は寸法値測定とその一様性, 温度係数, 定点における安定度試験, 移動による安定度試験, 付属品の試験などである。

寸法値は測定期間中数回の測定をしたが, 2~3% の変動があっただけで, 誤差の範囲で一定である。目盛の全尺に対しての一様性も, 1~2% 以内で寸法値は一定値となる。寸法値は水平分力が $8.90 \gamma/\text{div}$, 鉛直分力が $10.80 \gamma/\text{div}$ である。温度係数はいずれも $0.2 \gamma/^\circ\text{C}$ 以下である。一定点に据付けてクランプをはずした状態で目盛だけを読取ると, この変化は変化計の記録紙から得られた値とよく一致してその差を偏差として確率誤差を求めると, 水平分力・鉛直分力のいずれも $\pm 0.3 \sim 0.5 \gamma$ で非常に小さい。しかし読取毎にクランプすると誤差は大きくなり $\pm 0.8 \sim \pm 1.4 \gamma$ となる。三脚だけを固定して測定器を取りはずし, 野外で実際に測量すると同じく, 格納ケースにおさめ, さらに 20 m くらい運搬し, 元の三脚の位置で測定して, “移動による安定度試験” を行った。この値は水平分力・鉛直分力ともに $\pm 1.6 \sim 1.8 \gamma$ であった。この値は新品の測定器と同じ程度である。鉞床測量などに長い間使用されると, ナイフエッジのあたる台の部分にきずがついて安定が悪くなり, $\pm 3 \sim \pm 4 \gamma$ になるのが普通である。

ローカルバリオメーターの測定値は, 一般には $\pm 2 \sim \pm 3 \gamma$ の誤差があるとみななければならない。そしてときどき大きな値が測定されたりすることがあるが, これらはすべてナイフエッジの接触点の問題である。

この他付属品の試験も行ない, 最良の精度で測量が出来るように心掛けた。

2.2 観 測 法

観測は測点に三脚を据付け, 水準をとり, コンパスで磁気子午線を求め, ケースを据付け, さらに正確な水準器を用いて測器の水平を求める。鉛直分力では磁石の北極を東, 西, 東, 西の計 4 回セットして, この読取値の平均値を求めた。水平分力では北方向についてのみク

ランプを4回はずして4回セットして、4この読取値の平均値を求めた。このとき子午線決定の誤差が入るのでとくに入念に行った。

いずれの場合も測定ごとに温度を読取った。

水平・鉛直分力ともに1回の測定が2~3分、移動を含めて一時間5~7点測定出来、半日で10~25点の測点を移動出来る。この半日の測定の前後では基準点にした新絶対室入口の定点で測定した。

地磁気の日変化量は変化計の記録から容易に補正出来る。測定器内の温度の変化は半日の間の測量では4°C以下であったが、一回だけ半日で8°Cのときがあった。温度係数は0.2γ/°C以下で測定精度を考えて、補正の必要はないが、温度が急激に変わると、磁石と温度補償用アルミ、インバーアームが様な温度にならないので、温度補償が出来なくなる。このため測定器内の温度が1時間で3°C以上変化したときは測定を中止した。前述の半日で8°Cの日の測定値は不採用にした。

なお測定器は地上90cm~100cmの高さにして、測量を行った。

2.3 測定精度

基準点を新絶対室(第1図L)入口にとった。地磁気の日変化を補正して、この基準点との差を求めた。基準点より測量点が大きい値のときに、正の値とした。水平分力は北向き増加を正、鉛直分力は下向き増加を正とした。

測量においては半日を単位として、その前後で基準点で測定しているから、その基準点での値は前後で一致する筈である。これは移動による安定度試験と同じ意味を持つ。第1表に測定前の値を基準にしたとき、半日の測量が終り基準点に戻って観測した値を示した。参考までにそのときに測量した測点数も示した。

この基準点における前後の差を d 、その数を n とすれば、この測定器の確率誤差は

$$\pm 0.675 \sqrt{\frac{d^2}{2n}}$$

Table 1 The error of observation.
(difference of before and after observation at standard point)

Vertical intensity				Horizontal intensity			
Aug. 1955		Nov. 1955		Aug. 1955		Nov. 1955	
difference before and after	Number of survey point	difference before and after	Number of survey point	difference before and after	Number of survey point	difference before and after	Number of survey point
0γ	11	10γ	17	- 2γ	6	12γ	16
6	14	—	14	13	23	5	12
2	12	- 3	7	7	14	- 5	26
3	12	17	16	9	16	—	14
1	23	18	16	12	16		
-12	12			2	9		
—	1						

Table 2 Result of magnetic survey at Kakioka magnetic observatory.

Station No.	Vertical intensity Aug. 1955		Vertical intensity Nov. 1955		(Mean) Value	Horizontal intensity Aug. 1955		Horizontal intensity Nov. 1955		(Mean) Value
	γ	γ	γ	γ		γ	γ	γ	γ	
1	0				0					0
2	-62	-50**			-62	7				7
3	11				11	1				1
4	2	4	0		2	-28				-28
5	-13	-16			-15	-26				-26
6	-3	-4			-4	-36				-36
7	21	16			19	-6				-6
8	31	32			32	-10				-10
9	-45	-47			-46	-11				-11
10	-8	-2			-5					
11	12	16		8	11	-15				-15
12	5			11	8	-21				-21
13	7			5	6	6				6
14	10			14	12	-7				-7
15	15			4	11	36		33		36
16	-8				-8	-10				-10
17	-14				-14	4				4
18	11				11	-12				-12
19	-12				-12	-50				-50
20	-27	28			-28	-21				-21
21	-1				-1	8				8
22	15				15	19				19
23	5				5	-4				-4
24	-50				-51	-21				-21
25	-73				-73	-38			21**	-38
26	-16				-16	13				13
27	29				29	-25				-25
28	4				4	7				7
28'					-18	10				10
29	34				34	-16				-16
29'					19**	1				1
30	-16				-16	-16				-16
30'					-26**	7				7
31	-3				-7	0				0
32	42	47			34	-20				-20
33	56				56	-19				-19
33'					64	64				64
34	25				25	49				49

Table 2 Result of magnetic survey at Kakioka magnetic observatory (continue).

Station No.	Vertical intensity Aug. 1955	Vertical intensity Nov. 1955	(Mean) Value	Horizontal intensity Aug. 1955	Horizontal intensity Nov. 1955	(Mean) Value
35	28	γ	28	γ	γ	γ
36	-5	γ	5	-24	γ	-24
37	-14	γ	-14	-3	γ	-3
38	-41	γ	-41	8	γ	8
39	18	γ	18	-59	γ	-59
40	2	γ	2	-31	γ	-31
41	-9	γ	-9	-20	γ	-20
42	56	γ	56	-38	γ	-38
43	67	γ	67	-16	γ	-16
44	-273	γ	-273	-185	γ	-185
45	-1	γ	-1	-27	γ	-27
46	9	γ	9	-18	γ	-18
47	5	γ	5	-7	γ	-7
48	-11	γ	-11	4	γ	4
49	-146	γ	-146	-93	γ	-93
50	10	γ	10	-16	γ	-16
51	18	γ	18	-34	γ	-34
52	8	γ	8	-22	γ	-22
53	-6	γ	-6	-4	γ	-4
54	-3	γ	-3	-11	γ	-11
55	-3*	γ	-3	-20**	γ	-20**
56	14	γ	14	-13	γ	-13
57	31*	γ	31	-24**	γ	-24**
58	13	γ	13	-25	γ	-25
59	16	γ	16	-22*	γ	-22*
60	8	γ	8	-16	γ	-16
61	16	γ	16	-21	γ	-21
62	13	γ	13	-22	γ	-22
63		γ		-48**	γ	-48**
64		γ		7**	γ	7**
65		γ		117**	γ	117**
66		γ		7**	γ	7**
67		γ		-19***	γ	-19***
68		γ		14***	γ	14***
69		γ		7**	γ	7**
70		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
		γ		7**	γ	7**
		γ		-19***	γ	-19***
		γ		14***	γ	14***
</						

Table 2 Result of magnetic survey at Kakioka magnetic observatory (continue).

Station No.	Vertical intensity Aug. 1955		Vertical intensity Nov. 1955		(Mean Value)	Horizontal intensity Aug. 1955		Horizontal intensity Nov. 1955		(Mean Value)
	γ	γ	γ	γ		γ	γ	γ	γ	
71	γ	γ	16	γ	16	γ	γ	γ	γ	γ
72	γ	γ	11	γ	11	γ	γ	γ	γ	-2
73	γ	γ	16	γ	16	γ	γ	γ	γ	4
74	γ	γ	2	γ	2	γ	γ	γ	γ	1
75	γ	γ	5	γ	5	γ	γ	γ	γ	-31
76	γ	γ	0	γ	0	γ	γ	γ	γ	-17
77	γ	γ	1	γ	1	γ	γ	γ	γ	-20
78	γ	γ	0	γ	0	γ	γ	γ	γ	8
79	γ	γ	4	γ	4	γ	γ	γ	γ	-16
80	γ	γ	-64*	γ	-	γ	γ	γ	γ	-33
81	γ	γ	33	γ	33	γ	γ	γ	γ	-129*
82	γ	γ	46*	γ	-	γ	γ	γ	γ	-27
83	γ	γ	8	γ	8	γ	γ	γ	γ	7
84	γ	γ	-2	γ	-2	γ	γ	γ	γ	1
85	γ	γ	-24	γ	-24	γ	γ	γ	γ	-78
86	γ	γ	11	γ	11	γ	γ	γ	γ	-15
87	γ	γ	2	γ	2	γ	γ	γ	γ	-17
88	γ	γ	-8	γ	-8	γ	γ	γ	γ	-12
89	γ	γ	10	γ	10	γ	γ	γ	γ	7
90	γ	γ	-5	γ	-5	γ	γ	γ	γ	-32*
91	γ	γ	6	γ	6	γ	γ	γ	γ	1
92	γ	γ	-11	γ	-11	γ	γ	γ	γ	2
93	γ	γ	6	γ	6	γ	γ	γ	γ	-20
94	γ	γ	5	γ	5	γ	γ	γ	γ	30
95	γ	γ	10	γ	10	γ	γ	γ	γ	32
96	γ	γ	-41	γ	-41	γ	γ	γ	γ	-20
97	γ	γ	-66	γ	-66	γ	γ	γ	γ	-14
98	γ	γ	-33	γ	-33	γ	γ	γ	γ	-26
99	γ	γ	34	γ	34	γ	γ	γ	γ	-15
100	γ	γ	-2	γ	-2	γ	γ	γ	γ	-19

**, * omit

で示される。第1表について求めると鉛直分力 $\pm 4.6 \gamma$ 、水平分力 $\pm 4.0 \gamma$ となる。鉛直分力の大きい値 17γ 、 18γ を不採用とすると $\pm 2.9 \gamma$ となる。

これらの基準点の零の変動量は、各測点に対して、時間的に比例挿入して補正を行った。

また第1表に示されるように零の変動は一定方向に進むように思われる。この原因は磁石の磁気能率の変化でなく磁石系の重心の変動と考えられる。

第2表に示した観測値の中に、同一地点で2~3回測定した結果があるので、それについて同じ方法で確率誤差を求めた。鉛直分力については23地点で2回の測定がなされており、確率誤差は $\pm 2.8 \gamma$ 、水平分力については15地点で2回の測定値があり確率誤差は $\pm 2.8 \gamma$ となる。さらに第1・2表について平均して求めると鉛直分力では $\pm 3.4 \gamma$ 、水平分力では $\pm 3.3 \gamma$ となる。

したがって構内精密測量の観測精度は水平分力・鉛直分力ともにその確率誤差 $\pm 3 \gamma$ であると考えられる。

前項で述べた移動による安定試験の結果は $\pm 1.6 \gamma \sim \pm 1.8 \gamma$ であるから、実際の測量のときは2倍くらい悪い精度に落ちたことになる。これはナイフエッジの安定にもよるがそれよりも野外であるため温度が変化しているので、測定器内に温度差が生じて、それで完全な温度補償が出来なくなるための誤差と考えられる。1956年6月の測量前の検定のときの移動による安定度試験の結果は、鉛直分力では $\pm 1.3 \gamma$ 、水平分力では $\pm 1.8 \gamma$ であった。また寸法値その他についても同じような安定性をもっていた。したがってこの測量の期間では、測定精度は前述した $\pm 3 \gamma$ が保たれたと考えられる。

3. 測 量 結 果

今回の報告は1955年8月26日より31日までの第1回と11月16日より20日までの第2回の測量結果について報告する。この測量は標準磁気儀室、検定室、制御室、受電室などを建設する前の測量である。1956年6月に、建設された後の測量をやっているが、それについては別の機会に報告したい。

第2表は測定結果を示す。この値は前にも述べたように基準点との差で、正の値は測量点の方が大きいことを表わしている。*印で示した値は観測が正しくないので不採用にしたものである。**印は測定点の位置を誤ったり、標準磁気儀室の建設工事が初まり工事資材があったりして不正確になった値である。測点番号2, 24, 29, 30, 54の**印の値は場所のずれによるもので、分布図を求めるとき、その測定位置にずらしてその値も利用した。測点番号64, 65の値は標準磁気儀室の器械台を作るため土壌を掘り上げた穴の中で測定したものである。測点番号68, 69, 70, 71は工事資材があるため正しい自然磁場を示さない値である。測点番号7は望遠鏡室のドームが回転した位置での値であるので人工擾乱が入っている。測点番号56は工事をしたため正しい自然磁場を示さない値である。測点番号63は建設中の受電室(第1図C)の影響をうけた値である。検定室(第1図S)はまだ測量当時は建てられていない。測量点を第2図に示した。この番号は測量した順序になっていて、大きい番号は測量間

隔をつめるための測点で、等磁力線を書くとき信頼度を高めるためのものである。

第3図には、鉛直分力の測定値と等磁力線を示した。第4図には水平分力の測定値と等磁力線を示した。これらの等磁力線は前述の観測精度を考慮して 10γ 毎に引いた。そして地形の影響を考えればもっと異なる形になる部分もあるが、出来るだけ測定値に忠実であるようにして作図した。

第3, 4図の等磁力線は標準磁気儀室を建設する前のもので、詳しくは第1図 J, U, S, T, C (Tの東側)の5棟が建設される前の値である。

次にこれらの測量結果について考えてみる。

3.1 鉛直分力

(1) 第3図からすぐ分るように鉛直分力は南ほど大きい。これは海拔128mの小さい山(富士山という)があり、地磁気観測所付近の海拔からの高さ30mより100m高くなっているためである。

(2) 地磁気異常の最大は測点番号49付近で、空中電気観測室の東北側である。観測された最大値は -146γ で大きな負の異常域となる。この原因は、空中電気観測室の前にある井戸とその鉄管である。井戸は直径1m、深さ15mの深い穴になっているから、土壤の帯磁率からくるものである。測点番号2の負 62γ の異常も近くの井戸のためと考えられる。その他構内にある井戸の大きさは空中電気観測室と同じものである。

(3) 正門の近くの測点番号44の負 273γ の異常は、この測定点の直下を用水路が通り直径50cmの土管が入れているため、井戸による異常と同じく、土壤の帯磁率の大きいために起ったものである。

(4) 測点番号24が負 51γ 、番号27, 28, 29が正 30γ の異常域を作っているが、これは地形の高低差4mによって起ったものである。

(5) 測点番号97の負 66γ の大きい異常域はここが1.5mの崖になっていて、その境界で測定したためである。

(6) 測点番号59, 99'の正 34γ の異常域は、ここが少し高くなっているためである。

(7) 測点番号85が負 24γ の異常域になっているのは、ここが4.8m付近より低いゆるい凹地になっているためである。

全体として地形の高低差を考慮して、等磁力線を求めるとよく一致している。第3図は測点が少いので、特別な所にのみこの傾向が表われているが、測点を増加すればもっとはっきりするであろう。また井戸は意外に大きい異常域をつくるので注意すべきである。

3.2 水平分力

(1) 全体として南ほど水平分力は小さい。これも南の高さ128mの富士山の影響である。

(2) 鉛直分力の異常域とよく一致している。

(3) 測点番号49付近は負 93γ の異常域で、原因は井戸とその鉄管である。測点番号2が異常域でないのは、位置の関係で、水平分力の零付近にあるためと考えられる。

(4) 測点番号44の負 185γ の異常は鉛直分力と同じ原因である。

(5) 測点番号24が負 21γ 、番号27, 28, 29が正 10γ の異常域になるのは、高い所で

正、低い所で負になる傾向を示すものである。

(6) 測点番号 15 が正 33γ の異常域なのは、低い所であるため、鉛直分力と若干位置がずれている。

(7) 測点番号 97 は鉛直分力と異なり異常値でない。

(8) 測点番号 85 は負 78γ の異常域である。

(9) 測点番号 94 の正の異常域は高い所であるための地形からくるものである。

(10) 測点番号 34 の正 49γ の異常域も付近より約 5 m 高い所であるための地形の影響により起っている。しかし鉛直分力に表われていない。

このように 2, 3 の地点では鉛直分力の異常域と一致しない所があるが、ほとんどが一致していて異常域となっている。湯村⁽⁹⁾の地下にあるいろいろな形の磁化物質が地上に作る磁場について計算した結果を利用すると、小山の頂上付近で鉛直分力は正異常となり、水平分力は南側で正、北側で負、頂上付近で零となる。この計算結果を著者の測量結果と比較するとよく一致する。水平・鉛直分力の最大値が少しずれた位置に起るものや、測点番号 97 のような崖の所の値もうまく説明出来る。また測点番号 2, 15, 49 などと同様である。

実測した測点の数が少ないので、観測網からまれて等磁力線が、うまく書かれていない所も多いが、測点を増せば、これらの磁気異常が土地の高低差から起ることが一層はっきりするであろう。

測点番号 38 の南側の観測所事務室周辺、測点番号 42, 43 と番号 34 の中間の地磁気観測所の東側付近は観測点が少ないので、異常がなく平坦になっているが、細かく測点を増加すれば、さらに複雑な等磁力線になることが予想される。

これらの実測から 100 m の距離で $2\sim 3\text{ m}$ の高低差があると 100 m で約 10γ の磁力差が出来る。したがって磁力線が平坦であることは、地形的に平坦であることと一致する。

3.3 地磁気観測室附近の平坦さ

1924 年頃建てられた新絶対室 (測点番号 1) (第 1 図 L) とその周辺の石室・新室・旧絶対室・実験室 (第 1 図 K, K', M, J) はかなり等磁力線が混み合っている。これは西側が 6 m くらいの崖になって落ちこんでいるためと考えられる。くぼ地の所に測点がないから分らないが、測定すればさらに大きい異常域になると予想される。

この観測室の周辺は 10 m で 10γ 程度の磁氣的勾配があり、決してよい場所ではない。

1956 年に建てられた標準磁気儀室の周辺はあらかじめ測点を非常に多くして精密に測定してから建設にかかった。ここは 100 m の距離で $1\sim 2\text{ m}$ の高低差があるだけで、この付近ではもっとも地形的に平坦な所であり、等磁力線も 100 m の距離で 10γ 程度でゆるくなっている。この付近の等磁力線は、その等高線とよく一致している。

標準磁気儀室はこれらのことを考慮に入れて磁氣的にも平坦な所に建てられていて、新絶対室付近のように磁氣的に複雑な場所ではない。

3.4 そ の 他

測点番号 4 を中心とする 50 m 半径の敷地は、通称“ひばりが丘”といわれる平坦な所で、 100 m で $2\text{ m}\sim 3\text{ m}$ の高低差があるだけであるが、この付近より東側に $20\sim 30\text{ m}$

の所は高低差約 10 m の崖になっている。このため等磁力線は平坦でない。また測点番号 7 の小さい異常は望遠鏡室のドームの鉄材によるものである。この影響は水平分力だけに表われている。なお測点番号 7 はドームの中心より 25 m 離れている。

測点番号 7 の地点でドームの回転による擾乱磁場の変化を求めると、ドーム窓が北・東・南・西側にある場合で、水平分力では 0γ , -3γ , -9γ , -7γ , 鉛直分力では 0γ , -2γ , -1γ , -1γ となり、ドーム窓が北側のときどの成分でももっとも大きい正の値を示す。望

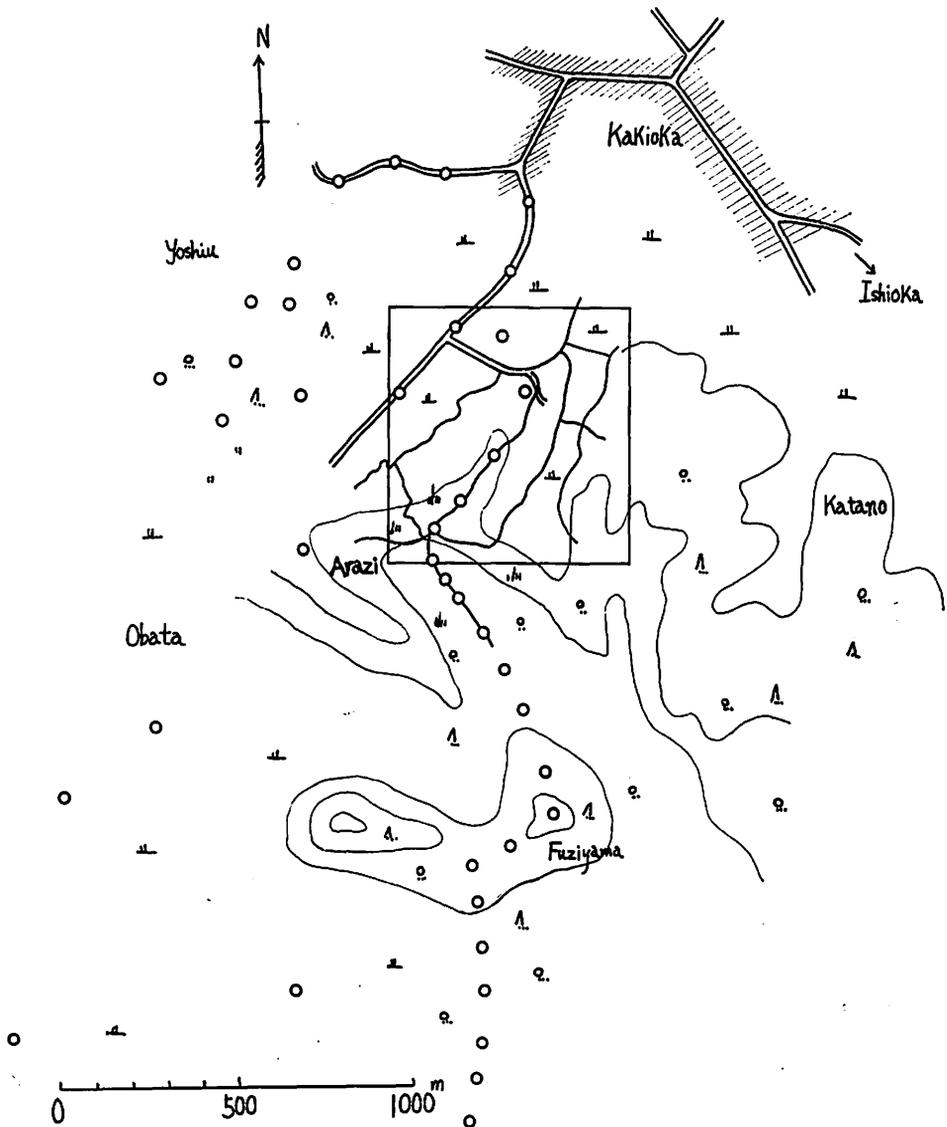


Fig. 5 The topographical map and the distribution of survey stations at vicinity of Kakioka magnetic observatory (after H. Hatakeyama).

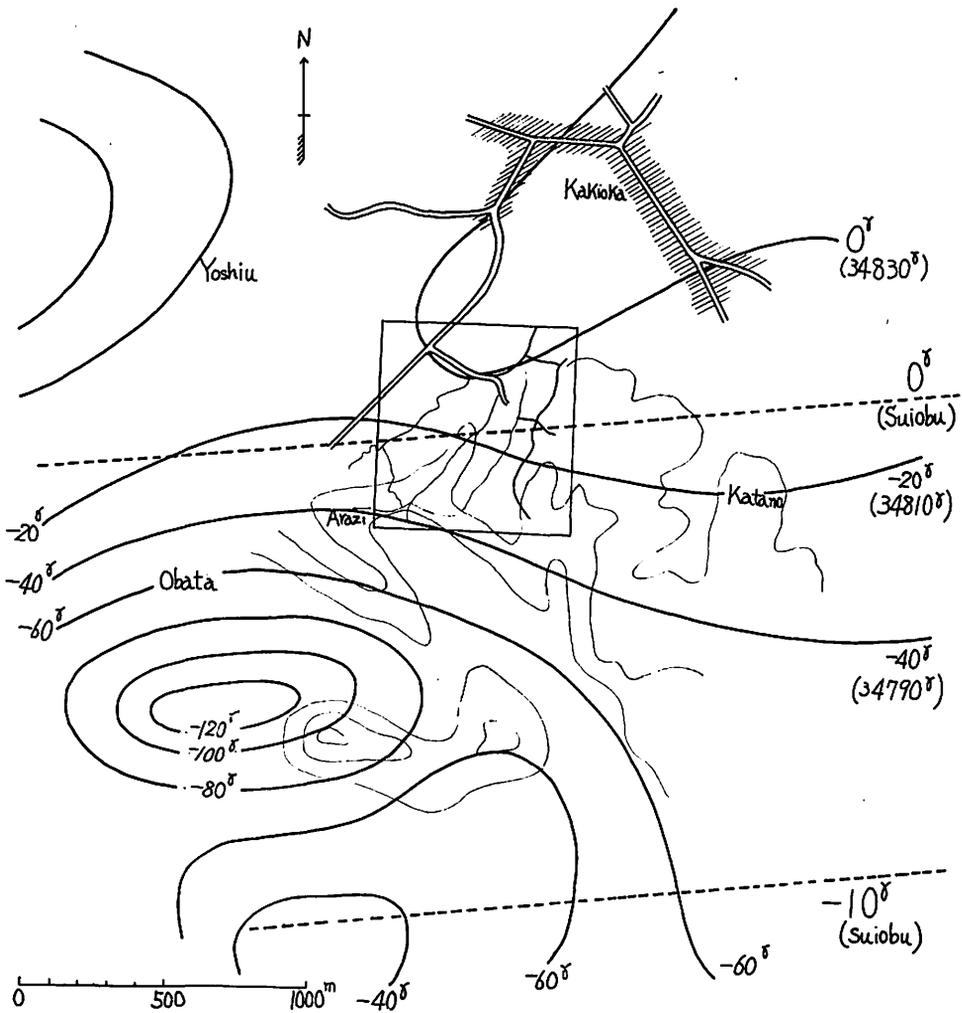


Fig. 7 The lines of equal vertical intensity at the vicinity of Kakioka magnetic observatory (being arranged by the author from T. Yumura's and Japanese Hydrographic Offices' results).

遠鏡自身の回転では何らの影響もなく、いずれの成分も 1γ 以下である。

すなわち“ひばりが丘”は東側の崖、望遠鏡室、空中電気観測室の井戸などによる異常域にかこまれているために、地形的に平坦である割合には等磁力線が混んでいる。

全体的にみて、柿岡地磁気観測所の周辺はとくに地磁気異常はなく、地形による影響だけが表われていると考えられる。

4. 他の測量結果との比較

4.1 1929 年の測量結果との比較

1929 年に畠山¹⁴⁾が測量した測点と地形図を第 5 図に示した。この測量の目的は、地磁気観測所の南側にある小さい 128 m の高さの富士山の山塊に対して鉛直分力の分布がどのようになるかを求めるものであった。したがって構内の精密測量とは意味が異なるが、構内の等磁力線はほぼ求まる。

第 6 図にその測定値を示した。鉛直分力の等磁力線は著者が書込んだものである。この値は新絶対室を基準としてあり、四角でかこんだ中の 0γ はそれを示す。また 10γ , 19γ , 37γ の値に相当する所は、著者の測定では 0γ , 20γ , 40γ となりよく一致する。

第 6 図の -40γ の負の異常域は、この付近が古墳になって 3 m の高さの土塊であるため、ごく局所的なものである。また富士山の頂点付近もそれ程大きい値でない。また西側の 85γ , 86γ , 102γ , 124γ などの大きい値も地形的なものと考えられる。

この結果をみると地磁気観測所付近はきわめて、平坦であるように思われる。しかし富士山の途中の測点の値のようにながりの凹凸があって、複雑であることがうかがえる。

測点密度を増せば一層複雑になるので、その測点の選出は重要になる。

4.2 1937 年の測量結果との比較

1937 年に湯村¹⁵⁾が茨城県ならびに柿岡盆地の測量を行った結果の一部から引用して作ったのが第 7 図である。

この結果によると著者の求めた等磁力線と全く異なり非常にゆるく平坦になっている。富士山の西側の負 60γ の異常域は畠山の求めた値とは非常にずれていて、おそらく測点の密度からくる問題と考えられる。

湯村の結果では構内は南になる程値は小さくなる。これも荒い測点網のためと考えられる。

このように測点密度が変わるとその等磁力線の形も大幅に変ってくる。著者が測量した結果から分るように、数 m の高低差で $30\sim 50\gamma$ の磁力差が容易に表われるので、それらを十分考慮して測量し等磁力線が引かれねばならない。

参考までに各測量の結果から地磁気観測所付近の鉛直分力傾度を求めると、平均して次のようになる。

1932 年～1933 年水路部全国測量結果 (約 4000 km 平方)	110 m で 1γ (南が鉛直分力小)
1937 年柿岡盆地測量結果 (約 10 km 平方)	18 m で 1γ (南が鉛直分力小)
1929 年地磁気観測所付近測量 (約 1 km 平方)	15 m で 1γ (南が鉛直分力大)
1955 年地磁気観測所構内精密測量 (約 500 m 平方)	2 m で 1γ (南が鉛直分力大)

5. 土 壌 の 帯 磁 率

今までの柿岡付近の磁気測量の結果からは磁氣的に平坦な所であると考えられていた。しかし測点を増して精密測量を行った結果、地形の高低差による数多い磁気異常のあることが分った。

これは地表付近の土壌の磁性が大きいことを示すものである。Königsberger の実験結果によれば、普通の形の山の頂上と麓の鉛直分力の差を ΔZ 、帯磁率を κ とすれば次式でほぼ表わされる。

$$\Delta Z = 10 \kappa Z$$

島山⁽⁴⁾は第6図の富士山の測定から帯磁率 $\kappa = 0.0003$ と推定した。また湯村⁽⁴⁾は 0.0002 と計算し、さらに柿岡を中心とする 10 km 平方のいくつかの山について求めたものの平均として 0.0003 と推定している。

第3図の結果のような場合にこの関係を適用するのは問題があるが、一応推算してみる。新絶対室の西側、標準磁気儀室の南側、望遠鏡室の南西“ひばりが丘”とその周辺などの高い所と低い所との鉛直分力の差は約 70γ であるから、同じ方法で計算すると帯磁率は 0.0002 と推定される。この結果は島山、湯村の結果と一致する。

著者は標準磁気儀室付近の地表、地下 1 m、3 m の土壌の帯磁率を無定位磁力計（感度 $0.03 \gamma/\text{mm}$ ）で実測した結果 8.3×10^{-4} を得た。また柿岡の周辺の地表の土壌も $5 \sim 6 \times 10^{-4}$ でいずれも大きい。一方地表近くの岩石（主として花崗岩）の帯磁率は小さく 1×10^{-5} 以下で、標準磁気儀室用建築材に予定されたものは $1 \sim 0.5 \times 10^{-6}$ であった。機械台に使用する大理石は $1 \sim 2 \times 10^{-7}$ できわめて小さいものであった。

Königsberger の実験結果はそれ程正確なものでないからこれらの差が出るのは止む得ないことである。著者の測定結果から実測値に合せて求めると $\Delta Z = \frac{1}{4} \cdot 10 \kappa Z$ となる。

しかし Königsberger の与えた式は、彼がいうように 10 m 程度の山でなく数 10~100 m の山にだけ適用出来て、富士山全体について求めた平均の帯磁率が 0.0003 とすれば、やはり富士山を形成している岩石は土壌よりはるかに小さい帯磁率を有していることになる。

いずれにしても、地表付近の地形的な凹凸はきわめて大きく等磁力線をゆがめる結果となり、これは数 100 m の山の場合の 3~4 倍に達する。

参考までに単純な山、谷と考えられる測点についてその地形的な高低差と、距離 50 m に対する等磁力線の勾配を求めた。水平分力・鉛直分力ともに低い所が小さい磁場となる。

測点番号	24—28	高低差	4.0 m	水平分力	30 γ /50 m	鉛直分力	80 γ /50 m
“	95—31	“	4.5 m	“	50 γ /50 m	“	20 γ /50 m
“	85—13	“	4.8 m	“	80 γ /50 m	“	30 γ /50 m
“	46—東道路	“	13.5 m	“	60 γ /50 m	“	40 γ /50 m

この勾配は高低差にそれ程は関係しない。詳しいことはさらに追加測定によるほかはないが、大体の目安として 20~50 m で 4~5 m の高低差がある所は 20~80 γ の等磁力線の勾

配となる。したがって等磁力線が平坦であるためには地形的に平坦であることが絶対条件である。鹿屋・女満別の土壤の帯磁率は柿岡と同じく大きくそれぞれ 5×10^{-4} , 7×10^{-4} である。鹿屋・女満別は 100 m の距離で 1~2 m の高低差で、地形的にきわめて平坦な所なので問題が少い。

このように従来余り考えられていなかった土壤磁気は等磁力線を大きく左右することが分かった。

マッコム⁽⁹⁾は地磁気観測法手引き書の中で水平分力・鉛直分力が 10 m で 20γ 以上の差のある異常域に地磁気観測所を建ててならないと述べている。柿岡・女満別・鹿屋はいずれもその土壤の帯磁率が $5 \sim 8 \times 10^{-4}$ できわめて大きいことから、日本ではどこも大きい帯磁率をもっていると考えられる。したがってマッコムのいうように $20 \gamma/10 \text{ m}$ 以下の等磁力線の勾配にするには広大な範囲について、地形的に平坦であることが必要になってくる。世界の観測所でもこの条件に適する所は少いものと予想される。今後地震予知などの精密測定のための観測所建設にはとくに考えねばならぬ問題である。

6. 結 び

以上の結果をまとめると次のようになる。

(1) 地磁気観測所の構内を含む 500 m 平方の範囲に 100 以上の測点(第 2 図)を設けて精密磁気測量を行って、水平分力・鉛直分力の等磁力線(第 3, 4 図)を求めた。

(2) 使用した測器はシュミット型ローカルバリオメーターで、その測定精度は約 $\pm 3 \gamma$ である。したがって 10γ の等磁力線は信用出来る。

(3) 空中電気観測室の東北、新室の東、正門付近にある大きい異常は井戸、下水道のため空洞になった土壤の帯磁により起ったものである。

(4) 地形的に数 m の高低差があっても、かなりの異常域をつくる。小さい丘の上では、谷よりも水平分力・鉛直分力いずれも約 50γ 大きい。

(5) 地形による異常は、柿岡付近の土壤の帯磁率が 8×10^{-4} で、大きい値になっていることから説明出来る。等磁力線が平坦であるためには、地形的にも平坦である必要がある。

(6) 地磁気観測所構内付近の地下には磁化物質はないと考えられる。

(7) 柿岡付近の土壤の帯磁率にくらべ、地表近くの岩石の帯磁率は小さく 0.1×10^{-4} で、土壤の 1/50 以下である。

(8) 標準磁気儀室の周辺の等磁力線の勾配は約 $10 \gamma/100 \text{ m}$ で小さい。新絶対観測室の周辺は約 $10 \gamma/10 \text{ m}$ である。

(9) “ひばりが丘”は地形的に平坦であるが、周辺の異常の影響のために、等磁力線は混んでいる。

(10) 望遠鏡のドームの回転による人工擾乱は 25 m の位置で、水平分力 10γ 、鉛直分力 2γ である。動かないすなわち回転しない部分の鉄材も考慮して、100 m 離れれば、その影響は 1γ 以下になると考えられる。

(11) 島山の 1929 年の結果, 湯村の 1937 年, 水路部の 1932~33 年の全国測量結果と著者のとを比較すると, 測点網が増すほど磁力線が複雑になることが分る。

(12) 鹿屋・女満別の土壤の帯磁率も柿岡と同じく $5\sim 7\times 10^{-4}$ できわめて大きい。日本の土壤はどこもこの程度と推定すると, 地磁気観測法などに書れているように, 地磁気観測所は等磁力線が $20\gamma/10\text{m}$ 以下のゆるい勾配の所に建てるべきであるという条件を満足させるには, 地下に何らの磁性物質のない所でも数 100 m 以内が約 10 m 以下の高低差で, 観測室の周辺は 100 m 以内が数 m 以下の起伏のない平坦な所でなければならない。

標準磁気儀室の周辺は地形的に平坦で等磁力線の勾配は小さいが, 新絶対室の周辺は起伏があって勾配も大きい。鹿屋・女満別は地形的にきわめて平坦であり, 100 m で数 m の起伏以下であるので, 等磁力線の勾配も小さい。

これらの測定は 1955 年に行われたもので, 標準磁気儀室を建設するとき, 器械台, 基礎コンクリートなどのため多量の土壤を移動させたので, 観測室が完成した後の観測室の周辺の様子については次の機会に報告したい。

また当時の測器は精度や安定度がそれほどよくなかったが, 現在は移動用核磁力計もつくられており, 高い精度の測量が出来るようになったので, 機会があれば再測量をして, 今後の観測所新設のときの参考資料にしたいと考えている。

謝 辞

この測量にあたって多くの人達から惜まぬ協力をうけたことを感謝している。観測に従事された旧地磁気課員の同僚や, 直接御指導をうけた同課長平山操氏にはとくに感謝したい。また地磁気観測所長吉松隆三郎氏にはいつも御指導をうけ, この測量に関しても計画の許可を戴いたことを感謝している。

測器の借用をうけた地質調査所の所長はじめ物理探査部の方々にも厚く感謝の意を表わしたい。

文 献

- (1) 島山久尚, (1928), 柿岡の磁気測量, 気象集誌; 2nd Ser, 8, No. 5, 145-157.
- (2) 湯村哲男, (1938), 茨城県及び柿岡盆地に於ける地球磁気鉛直分力の分布に就いて, 柿岡地磁気観測所要報, 1, No. 1, 58-78.
- (3) 湯村哲男, (1942), 磁化物質とそれによる磁場との或る関係に就いて, 柿岡地磁気観測所要報, 4, No. 1, 7-19.
- (4) H.E. McComb (1952), Magnetic observatory manual, S.P.283, U.S. Government Printing Office, 21 pp.

Results of the Magnetic Survey in the Kakioka Magnetic Observatory Ground

T. KUBOKI

Abstract

In this paper, the author reports some results of the detailed and exact survey that had been carried out in the Kakioka magnetic observatory ground in 1955. Some magnetic anomalies on the small scale were found by this survey. Those anomalies were due to the topography in the observatory ground, accordingly the flatter the ground was, the more wide the interval of the lines of equal magnetic force was. The particularly great anomaly lay to the east side of the atmospheric observation house, and its amount was -146 gammas in the vertical intensity and -93 gammas in the horizontal intensity. The cause of this anomaly is considered to be presumably produced due to the well and its iron water-pipes. There were another several anomalies from 30 to 50 gammas, but they were due to the topography, such as the precipice, the hollow etc. They were not substantial.

The magnetically flat place are also topographically flat. The vicinities of the standard magnetometer house, the magnetic absolute house and the other observation house are comparatively flat.

It is desirable that the new observation house will be built on the topographically flat place.



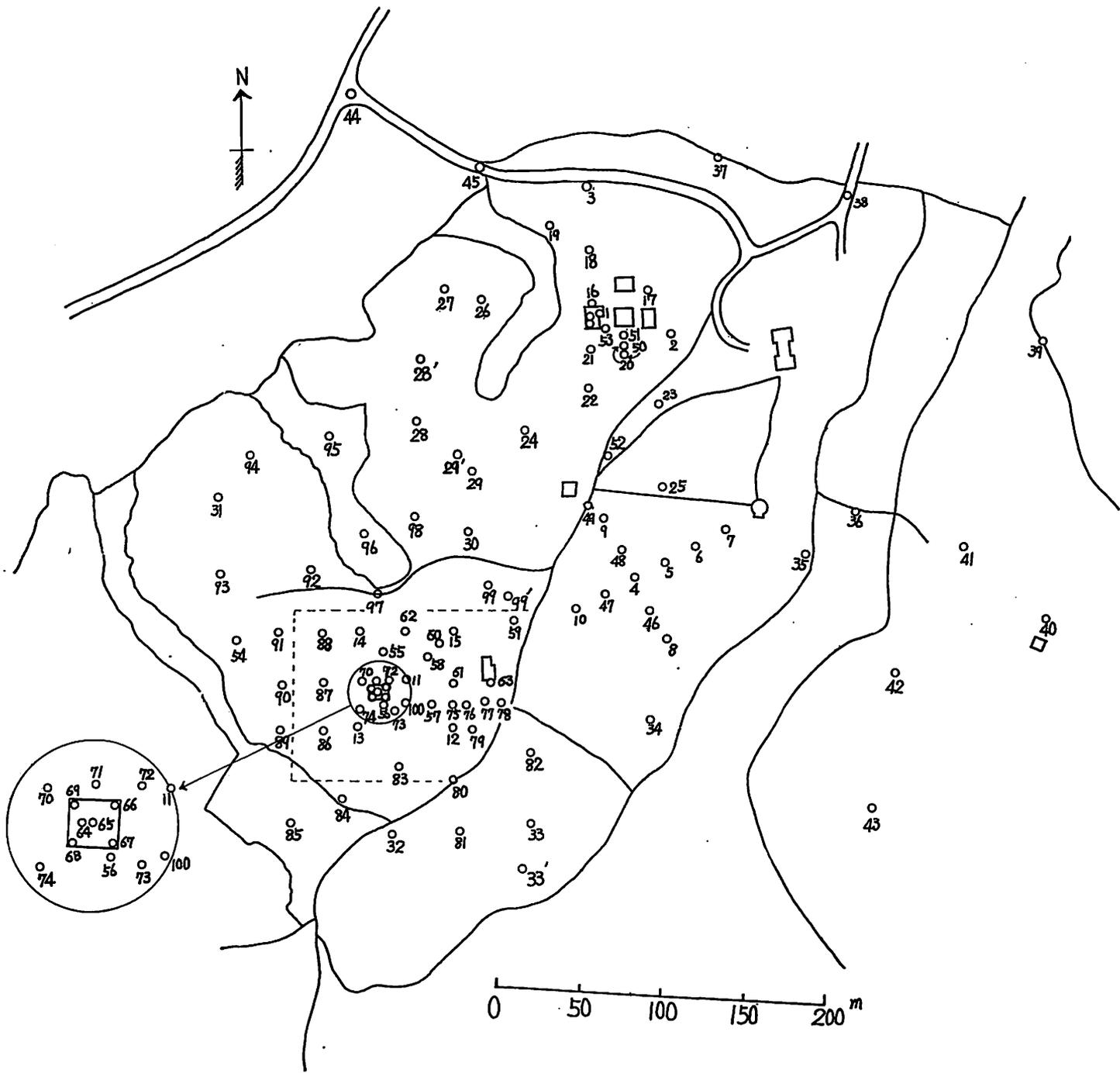


Fig. 2 The distribution map of the survey stations at the vicinity of Kakioka magnetic observatory.





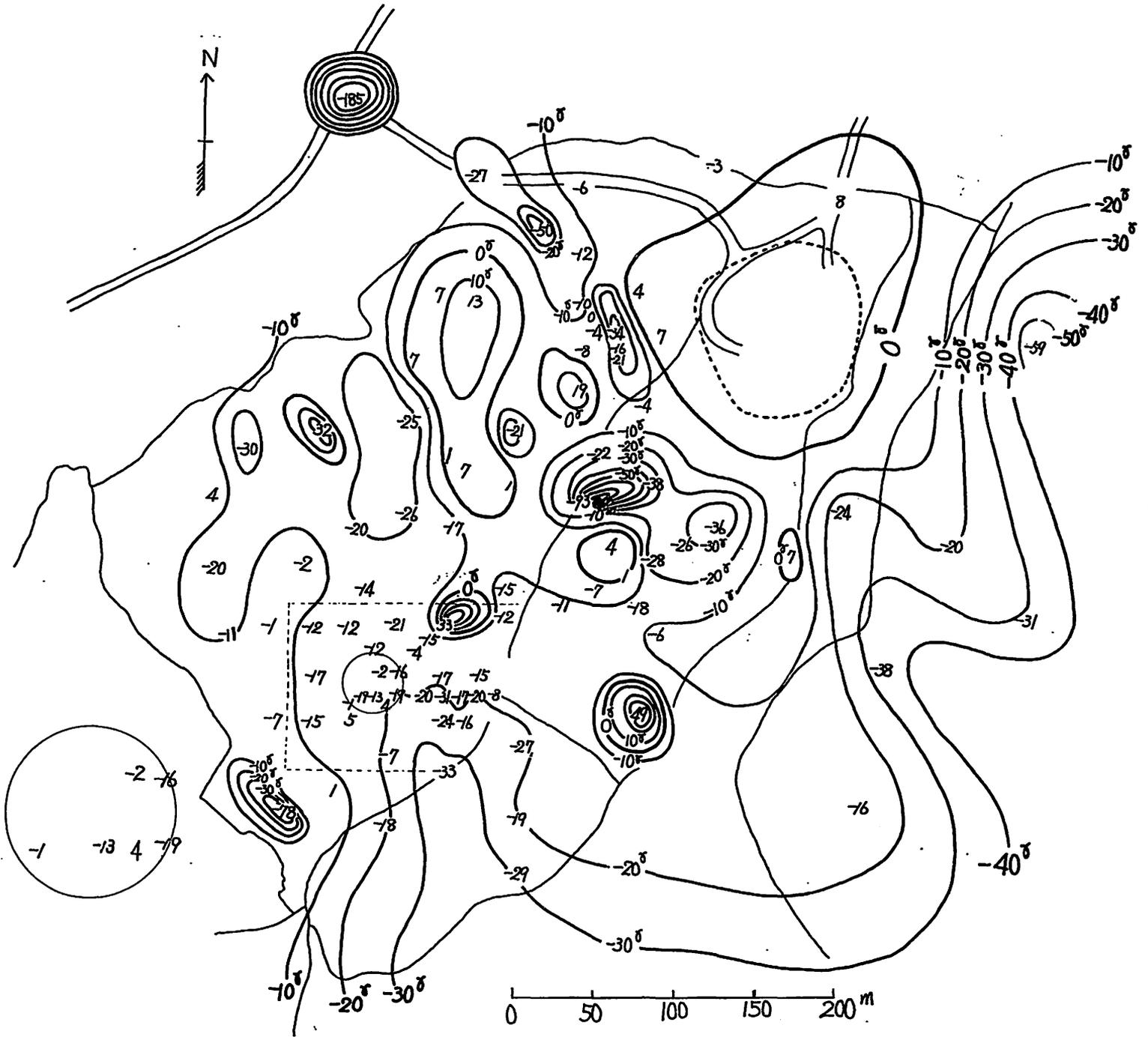


Fig. 4 The lines of equal horizontal intensity at the vicinity of Kakioka magnetic observatory.