

車などによる人工擾乱

久保木 忠夫

概 要

車は多量の鉄材により作られている。このため車が地磁気観測室の近くを通ると大きな人工擾乱磁場をつくる。この量はほぼ車の重量に比例する。一般に擾乱磁場の水平成分は大きく、鉛直分力はその $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$ である。擾乱磁場の大きさは距離の -3 乗に比例して減少する。そのおおよその量を、10 m の距離のときの値に換算すると、大型バス・大型トラックでは 150 γ 、乗用車・小型トラックでは 60 γ 、オートバイ・小型耕運機などでは 5 γ 、自転車などは 2 γ である。

いづれの車の磁性も固有磁気と地磁気による誘導磁気とからなり両者の量はほぼ等しい。平均して車の磁気能率は、車の重量が 300 kg のとき $5 \times 10^4 \Gamma$ である。いわゆる鉄もこの程度の磁性をもっている、一般的に云えば 1 m の距離で 1 γ の磁場を作るのは 30 g の鉄材である。モーター、特殊な測定器などはさらに大きく、2~5 倍の磁性をもっている。したがって、磁性の強さの試験をしていない鉄材は、車の磁気能率の測定した結果 (1 m, 1 γ は 30 g の鉄) の 10 倍の安全率を見込んで観測室から遠ざけた方がよい。

女満別・柿岡・鹿屋においては地磁気観測室は近くの道路を通る車により、人工擾乱磁場の影響をうけている。この量を 0.5 γ 以下にするには、大型バス・トラックに対して 70 m、乗用車・小型トラックに対して 50 m、その他の小さい車に対して 25 m 以内に観測室に近づけてはならない。

地磁気観測室は鉄筋を使用しない建物と 30 m 以上離して建てられれば、相互の人工擾乱はないが、車が通行することを考えると少くとも 50 m、出来れば 70 m 離すことが望ましい。鉄材を多量用いる建物などを建てる時は、特別に考慮する必要がある。

特殊な車や、測定器もその磁性が観測の障害にならないよう遠ざけなければならない。これについて 2, 3 検討した。

これらの結果は地磁気観測所を新設したり、今後の運営に役立つことであろう。

目 次

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1. はしがき | 3-1 柿 岡 |
| 2. 測定結果 | 3-2 女満別 |
| 2-1 大型バス・トラックなどの擾乱磁場 | 3-3 鹿 屋 |
| 2-2 乗用車などの擾乱磁場 | 3-4 まとめ |
| 2-3 自転車などの擾乱磁場 | 4. 測定器などの人工擾乱 |
| 2-4 大型トラックの擾乱磁場測定の試験 | 5. 観測室間の相互距離 |
| 2-5 自転車の擾乱磁場測定の試験 | 6. そ の 他 |
| 2-6 冷凍機・その他の擾乱磁場 | 7. 結 び |
| 2-7 ま と め | 8. あとがき |
| 3. 車の近接限界 | |

1. は し が き

地磁気観測を行うとき観測者が鉄製品をもっていたり、近くに鉄材があると擾乱磁場が出来て正しい観測値は得られない。それは鉄材の特性によって非常に差があり、詳しい議論は出来ないが、大よその値を知っていると観測するとき大変都合がよい。

また最近のように自動車のほかにいろいろな車が急激に増加すると、思わぬ影響をうけることが多くなる。固定観測所でさえもこれが問題になっている。IQSY 期間のように多くの臨時観測所が特設されるとますます問題が大きくなる。

今後観測所の観測精度を保持するために、また新しい観測所の建設のときの参考資料になると考え、従来観測された車などの人工擾乱の量と二三の実験結果を報告する。

現在の柿岡において、標準磁気儀室とこれの温湿度を一定にするための空気調和用の制御室との距離は、相互の建物の外側の距離にして 50 m である。これは以下で述べる理由により求めたものであった。鹿屋や女満別などの敷地や建物の配置は、それぞれ建設当時考えられた経緯からくるもので、道路の建設計画は必ずしも地磁気観測にだけ好都合になっているわけでない。もっとも新しく建設された鹿屋でさえも 10 年前の 1955 年であり、その当時は現在のように自動車や小型耕運機が発達するものとは予想もされなかった。したがってその当時には自動車や小型耕運機の人工擾乱は重要視されなかった。しかし当時もう少しこれらのことを予想し考慮に入れて建設計画がたてられていたならば、現在のように人工擾乱がそれ程は障害にならなかったかも知れない。

今後はますます車は増加し、車の構造も大型化し、新しい内燃機関が発達すれば事情はどんどん変わってくる。これらには常に留意しないと、とりかえしのつかぬことになるであろう。

現在すでに自動車の人工擾乱をうけている柿岡・女満別・鹿屋の三つ地磁気観測所においては、ある程度の交通制限をやってその影響は極力小さくしているが、それもすぐ限界にくることであろう。根本的な対策が必要になってくる。また観測室や宿舍の建設計画にも、本調査が役立つであろう。

2. 測 定 結 果

現在の柿岡・女満別・鹿屋の地磁気遅回し観測は、変化計の感度が三成分とも $2.7\sim 2.5$ γ/mm で記録紙の速度は 20 mm/hour である。これに現われる人工擾乱の中で、原因がはっきりして、車の大きさ、種類、進む方向などが分るものについて整理した。

柿岡や鹿屋は道路に近いので、車による人工擾乱がときどき大きく記録される。それらの例についてよく調べると同型の自動車でもその影響は異なり、かなりの幅がある。また記録される時間は 1 分以下の短い時間であるから、正確に三成分の最大のベクトルを求めることは出来ない。したがってここでいう水平成分というのは、水平分力・偏角の最大振幅の合成を表わすので、変化の位相差を考えた正しい水平成分よりは、常に 20~30% 大きい値を表わすことになる。さらに鉛直分力と組合せて全磁力で表わすときは 10~20% 大きい値となる。

自動車などの影響量の幅を考えると、これらのことは問題にする必要はない。以下に述べる説明の中で、擾乱の観測された月日の明記した所があるが、後日記録紙を直接に見たい観測者のために一例を示したもので、統計に使用した観測箇数を示すものではない。

遅回し記録紙に現われた人工擾乱の外に、実験的に車を動かしたときの測定例や、標準磁気儀室の空気調和用の冷凍機などの擾乱磁場の推定をするための試験も附加した。

現在すでに遅回し記録紙に自動車などの人工擾乱磁

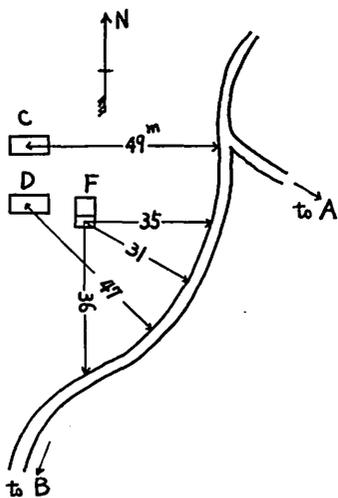


Fig. 1 The plan of the variation house at Kakioka.

- A: Main building, office
 - B: Standard magnetometer house
 - C: Variation house (old)
 - D: Variation house (new)
 - F: Variation house (specific)
(Direct vision magnetometer)
- (Unit: metre)

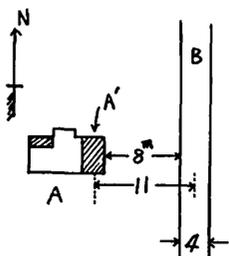


Fig. 2 The plan of the specific variation house at Kanoya.

- A: Preparing room and direct vision magnetometer.
 - A': Variation house (specific)
 - B: Road
- (Unit: metre)

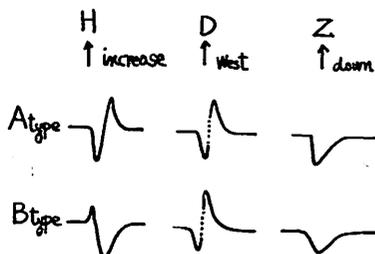


Fig. 3 Examples of the artificial disturbances due to various cars at Kakioka.

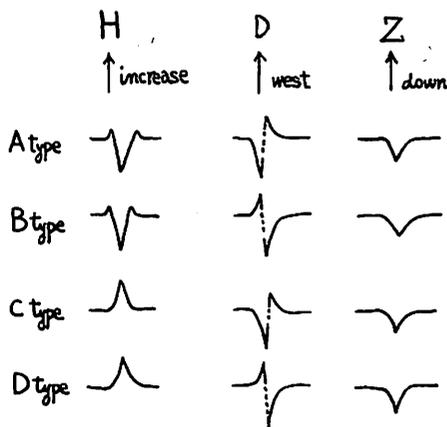


Fig. 4 The Examples of the artificial disturbances due to various cars at Kanoya.

場が観測されているのは、第1・2図に示されている柿岡の石室・新室・直視室および鹿屋の直視室（第二変化計および直視磁力計）である。いずれも道路から近い距離にある。鹿屋の直視室は補助観測室として建てられたもので、構内道路がすぐ傍を通

っていて、たまたま止む得ず通過する車により大きな人工擾乱をうける。

女満別・柿岡・鹿屋にはこの外に 50 m 以上離れた所に何本かの道路があるが、それらは遅回し記録紙の上では、測定される量になるのはまれなので、第 1・2 図を通過する車について記録の型をのべる。

柿岡において、道路は東北から南西に延びているため記録像は単純でない。それで代表的な、もっともよく現われる型を第 3 図に示した。このうち A 型がおもに現われる。

鹿屋は南北にのびた道路であり単純な型の記録が現われ、これ以外はない。そして主として現われるのは A, D 型である。

2・1 大型バス・トラックなどの擾乱磁場

大型バスとは 40~60 名乗りのもので、この種の車輛自重は 8~12 トンありその約 80% が鉄である。大型トラックは 7.5~10 トン自重のもので、約 90% が鉄である。もし積荷が鉄材であれば、人工擾乱はさらに増加する。ここで示した例は車輛だけの場合である。

第 5 図は水平成分を示し、第 6 図に鉛直分力の人工擾乱磁場を示した。距離は最も近づいたときの値で表わしている。しかし鹿屋の例では車が最短距離に近づくとき偏角はほとんど零になる。第 5・6 図で 10.2 m の値が小さいのはこのためであり、また車輛の長さも 5 m 以上あるから、どの位置から測定するかで違ってくるが、今の場合はそれ程厳密に考える必要はない。

大型のバスが変化計室に近づいた例はいくつもあるが、第 1・2 図に示される道路を通過した例はないから、記録の型は分らない。大型トラックはたびたび通過している。

柿岡の記録例では 1955 年 11 月 25 日より約半月間、1960 年 12 月 9 日が典型的なものである。記録型の 80% が A 型で、一般に水平分力減少の量が増加の量より大きく、と

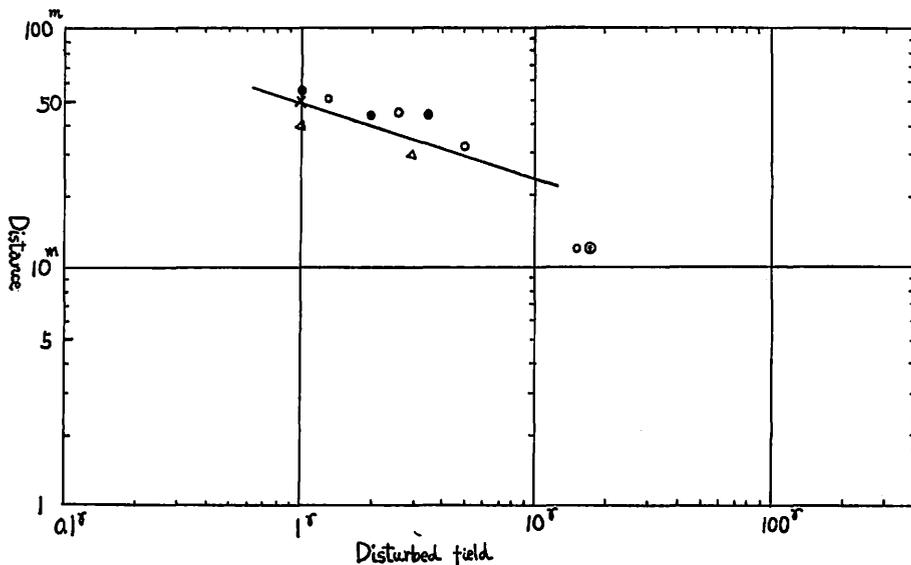


Fig. 5 The artificial disturbed field due to bus and truck (horizontal component).

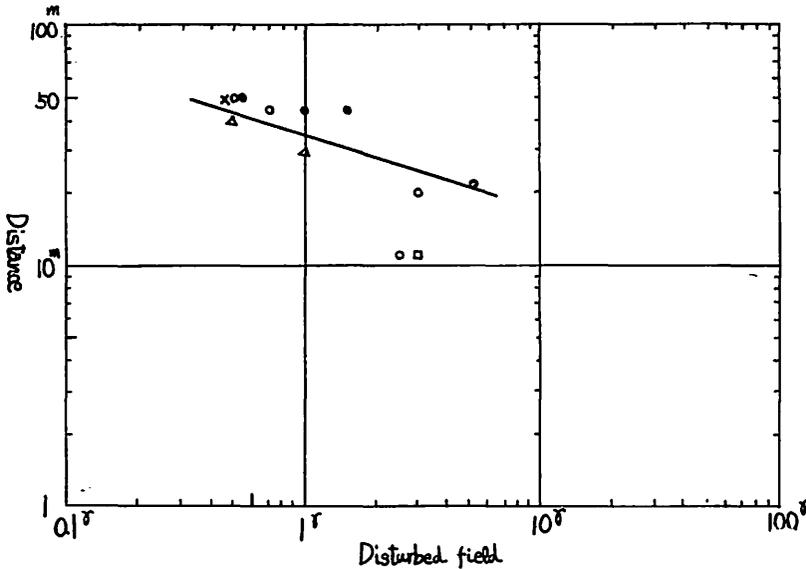


Fig. 6 The artificial disturbed field due to bus and truck (vertical intensity).

きには増加の量がきわめて小さく、鉛直分力と同じ型になることがある。偏角は西偏増加の方向が大きい。東偏の量が判別出来ないことがある。まれに偏角が逆の形になることがある。鉛直分力は上向きに変化し、この減少する型以外に起った例はない。水平分力と偏角は同じくらいの量で一方のみ零になることはない。また車の進行の向きにより余り変らなないが、水平分力の減少する量や、偏角の変化量が小さくなり、それが $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ に達するものもある。そして同じ車の進行方向により A 型と B 型に分れることはまれである。進む方向により擾乱磁場が異なるのは、車が水平軸方向に固有磁気と地球磁場による誘導磁気を持っていることであり、それがほぼ同じ量であることを示す。

トラックが変化計に与える人工擾乱の時間は速度に関係するが、柿岡においては道路幅とその曲り方のためいずれの場合でも 30~40 秒の間現われる。記録像が鮮明でその幅が 0.2~0.3 mm であると、はっきり目につき邪魔になる。もし $\pi 2$ (pt) と重なったりすると大きな障害になる。この道路上に停車すれば、その時間の間は階段的なギャップとして記録される。したがって第 1 図に示す道路では大型トラックは停車してはならない。

鹿屋においては大型バスが直視室の東側の道路を通った例はないが、大型トラックは数例ある。いずれも第 4 図の A 型である。水平分力は一旦増加して、次に大きく減少する型がよく現われる。偏角は東偏、西偏いずれもほぼ同じ量で、真東にきたとき零になる。鉛直分力は常に上向き増加で、鉛直分力の減少の方向である。また車の進む方向により変化の型が変ることなく、水平分力と偏角はその変化量が $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ に減少し、鉛直分力は変らない。

鹿屋においては、車の影響が非常に大きいことが分っているので、第 2 図の道路を約 40 km/hour の早い速度で通りぬけるから、記録紙には約 20 秒表われ、時間軸に対して 0.1

mm 程度になる。このため変化計の応答は十分あってもプロマイド紙の感光応答速度がないから、その部分の記録は残らないで消えて、見掛上それほどの障害にならぬ。むしろ速度の遅い自転車や小型耕運機のほうが明りように記録されるので障害が大きい。いずれにしても変化計と道路が近いので、あらゆる車の通行を制限しなければならない。

鹿屋における大型バス・トラックの明りような記録例は 1958 年 1 月 12 日、15 日である。

第 5・6 図に示されている同じ形の符号は、同一の車について求めたもので、距離の 3 乗に反比例して変化するのを示した。いずれの車種も同じ擾乱量になる。もし 10 m の距離のときに換算すると水平成分・鉛直分力はそれぞれ 150γ 、 60γ となる。

2・2 乗用車などの擾乱磁場

乗用車とは 4~6 人乗りの自動車のことを意味し、その自重は 1~2 トンである。乗用車の中には小型トラックといわれる自重が 2~3 トンのものも含めて統計してある。この型の自動車は道路幅が 3 m くらいの狭い所でも容易に通行する。また車長が 3 m くらいで割合に短かく、回転が容易であるので、観測室のごく近くまで接近する。

柿岡においては、乗用車が第 1 図の道路を通るときに、その擾乱磁場は水平成分で約 0.5γ で、記録紙上に僅かな痕跡をのこすだけである。自重が 3 トンの小型トラックでも 1γ に達することはない。

鹿屋においては、道路幅が乗用車の通行に好都合な 4 m であり、南側にある宿舎に行くための人工擾乱が大きくなる。直線道路であるため、大型トラック以上に早い速度が出せるので、40~50 km/hour で通りぬけ、記録紙の時間軸の方向に 0.1 mm くらいの幅で急変化として記録される。記録の型は第 4 図の A 型が 80%、残りは B 型で C・D 型はきわめて少い。A・B 型では水平分力が減少の前後で少し増加するものが多く、B 型は A 型より擾乱の量が小さい。C・D 型はさらに擾乱の量が小さく、水平分力が A 型を逆にしたような形で増加する前に少し減少することはない。偏角ではいずれの型でも西偏より東偏の量が大きく、西偏は東偏の擾乱量の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ である。

鹿屋において車の進行の向きにより記録型の変化は、A 型においてはその量が $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ になることがあるが、他の型では変らない。B 型が向きにより C や D 型になることはあり、擾乱の量ははなはだしく異なるのが常である。

鹿屋における乗用車の人工擾乱による記録型の表われるのは、車の固有磁気と地球磁場による誘導磁気で容易に説明出来る。

第 7・8 図は主として鹿屋において記録された水平成分と鉛直分力の擾乱量から求めた。鹿屋の直視室の変化計記録には、1958 年 1 月 2~10 日に記録例が多い。

第 7・8 図から距離の -3 乗で減衰するとして、水平成分・鉛直分力の値を 10 m に換算すると、それぞれ $35 \gamma \cdot 50 \gamma$ となる。

2・3 自転車などの擾乱磁場

自転車・オートバイ・リヤカー・小型耕運機などはその行動力が大きく、道路でない所でも容易に通行するので、観測室に近接して意外に大きい擾乱磁場を与える。とくに自転車は

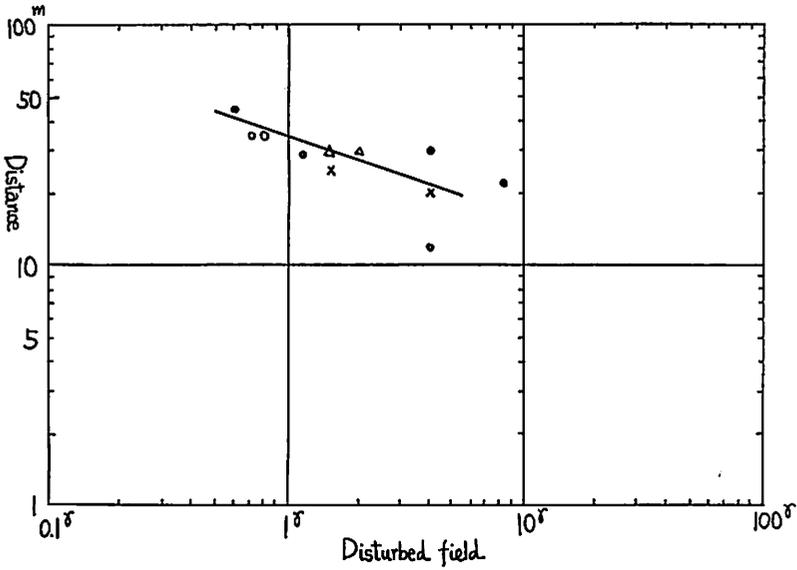


Fig. 7 The artificial disturbed field due to "sedan" (weight 1-2 tons) and small truck (weight 2-3 tons) (horizontal component).

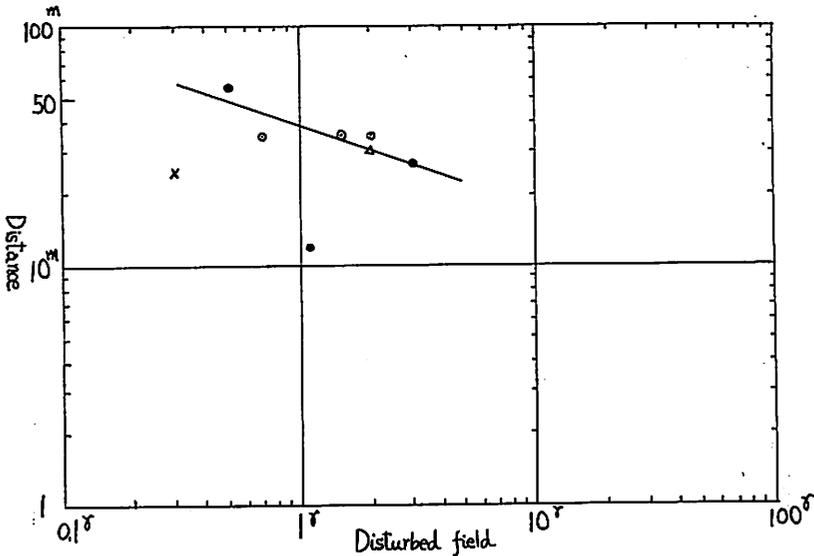


Fig. 8 The artificial disturbed field due to "sedan" (weight 1-2 tons) and small truck (weight 2-3 tons) (vertical intensity).

一寸した荷物を運ぶのに利用され易く、観測室の壁側まで近づく。地磁気観測上の注意の知らない一般の者の止む得ない、悪意のない行為であるから、吾々は危険防止に平常から注意

する外はない。

柿岡では測定例がない。

鹿屋で記録された記録型では第4図A型が多いが、C・D型もまれでない。自転車・オート

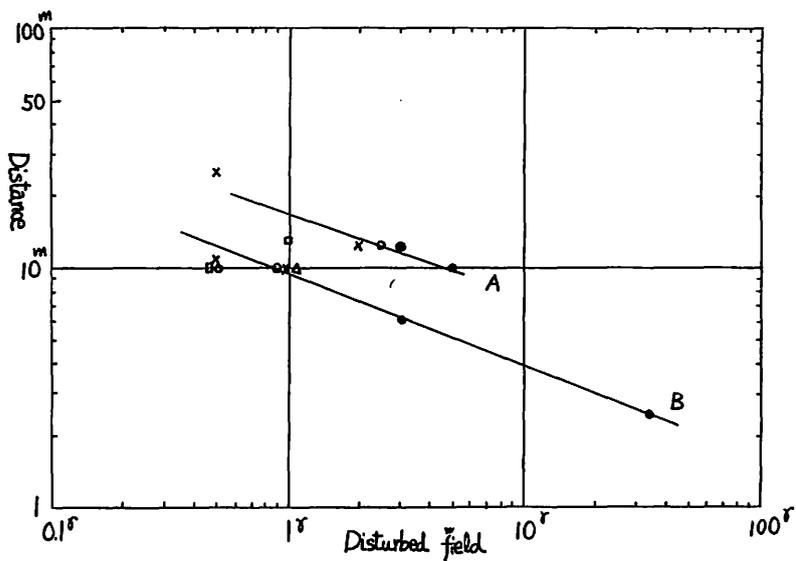


Fig. 9 The artificial disturbed field due to motor-bicycle (bike) and small motor cultivator (A), and bicycle (B) (horizontal component).

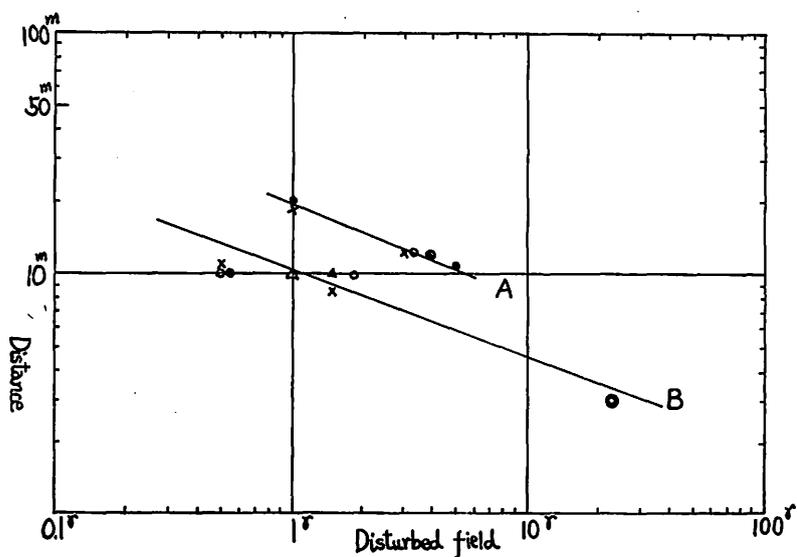


Fig. 10 The artificial disturbed field due to motor-bicycle (bike) and small motor cultivator (A), and bicycle (B) (vertical intensity).

バイなどの二輪車は水平成分の擾乱量は鉛直分力と同じ程度である。進行方向によりB型がC型に変わるものがある。しかし一般にC型の水平分力はきわめて小さく零に近い。鉛直分力は常に減少し、0.1%にもならぬきわめてまれな発生頻度で増加の例があった。

自転車やオートバイも記録紙の時間軸に対して0.1~0.15mmの長さに記録される。擾乱の量は小さいが、速度が遅いので記録紙上に明りように痕跡を残す。水平分力や偏角はそれ程でないが、鉛直分力は無視出来ない。鹿屋の記録像は鮮明であるので一層目立った。

リヤカーや小型耕運機はオートバイと同じ程度の擾乱を与える。これらには種類がきわめて多くその人工擾乱の量もいろいろであるが、乗用車より大きいものはない。これらはその型式や種類よりは、重量に比例して人工擾乱量がきまるようである。

第9・10図に測定された人工擾乱量を示した。Aはオートバイ、小型耕運機を表わし、Bは自転車を表わしている。10mに換算するとオートバイなどは水平成分、鉛直分力いずれも5γ、自転車はいずれも1γである。

2.4 大型トラックの擾乱磁場測定の実験

いろいろな車について、それがつくる擾乱磁場をすべての方向から測定するのが望ましいが、適当な広場がないので2方向だけ測定した。1955年8月31日に地磁気観測所の正門と柿岡・小幡間の県道の交差点に、シュミット型ローカルバリオメーターを据付け、その感度を1目盛9γとし、10mごとに自動車を第11・12図のように近づけて測定した。自然磁場の変動は変化計の記録から補正した。大型トラックはニッサン7.5トン(自重)車で、長さ8m、幅2.3mで、その中心をもって車の位置とした。

測定結果を第11・12図に示した。水平分力は車の方向により差があり、一つの方向につい

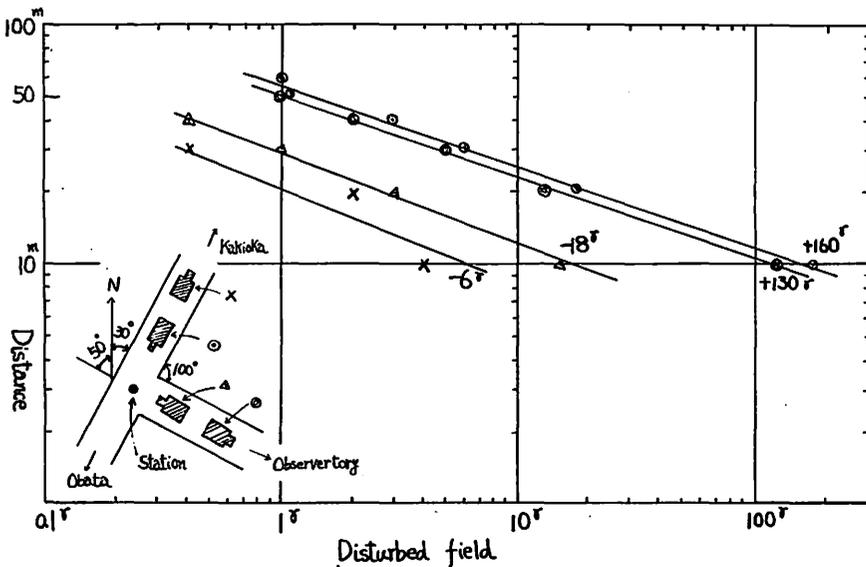


Fig. 11 The artificial disturbed field due to truck. (horizontal intensity)

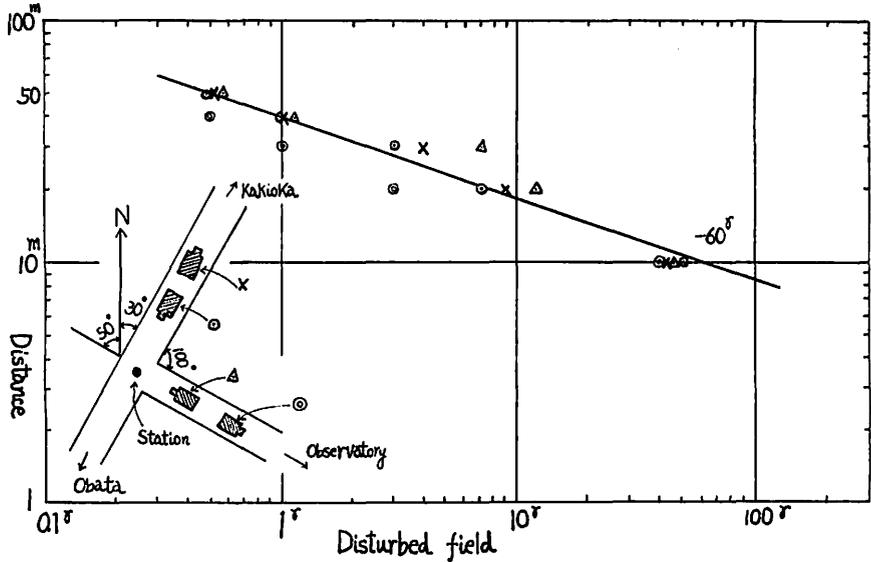


Fig. 12 The artificial disturbed field due to artificial truck (vertical intensity).

ては距離の -3 乗でその擾乱量が減衰する。10 m の位置に換算するとその量は、第 11 図のそれぞれの向きに対して -6γ , -18γ , $+130 \gamma$, $+160 \gamma$ である。負号は水平分力が減少することを意味する。この測定例では車が南を向いたとき最大の量となる。

鉛直分力についてはどの方向でも変りない。20 m, 30 m の位置で $N130^\circ E$ の方向のとき向きによる差が大きく違っている。10 m の位置ではいずれも同じ量で -45γ で、全体の平均から 10 m に換算した値 -60γ より小さい。これは車の中心位置と磁化の位置のずれからくるものである。

これらの結果は前述したと同じセンス、量である。第 11 図について、自動車の固有磁気能率 M_1 と、地球磁場による誘導磁気能率 M_2 とが車の進行方向にだけあると考えると概算してみる。磁気子午線からの角度を θ とすると水平分力の擾乱量 H は次式で示される。

$$H = \frac{2}{R^3} (\pm M_1 + M_2 \cos \theta) \cos \theta \dots\dots\dots (1)$$

観測値から $\frac{2}{(10^3)^3} (M_1 + M_2 \cos 35^\circ) \times \cos 35^\circ = 160 \gamma, \quad R = 10 \text{ m} = 10^3 \text{ cm}$

$$\frac{2}{(10^3)^3} (-M_1 + M_2 \cos 35^\circ) \times \cos 35^\circ = -6 \gamma$$

より $M_1 = 50.5 \times 10^4 \Gamma, \quad M_2 = 57.4 \times 10^4 \Gamma$

また $\frac{2}{(10^3)^3} (M_1 + M_2 \cos 135^\circ) \times \cos 135^\circ = 130 \gamma$

$$\frac{2}{(10^3)^3} (-M_1 + M_2 \cos 135^\circ) \times \cos 135^\circ = -18 \gamma$$

より $M_1 = 52.3 \times 10^4 \Gamma \quad M_2 = 65.2 \times 10^4 \Gamma$ をうる。両者はよく一致しており平均して固有磁気能率 $M_1 = 5.1 \times 10^5 \Gamma$, 地磁気による誘導磁気能率 $M_2 = 6.1 \times 10^5 \Gamma$

を得る。

この車はおもに車の進行方向にだけ磁化していたと考えてもよい。

この車の固有磁気を、吾々が変化計に用いている磁石 NKS と同材料で、寸法比を同じく 3 として換算すると、直径 8 cm, 長さ 25 cm の大いさの磁石となる。これは普通に入手されるものとしては大型のものである。また車の固有磁気を NKS 鋼磁石に比較すると、その残留磁気の強さは $\frac{1}{200}$ となる。

日常使用している鉄の残留磁気は大体磁石鋼の残留磁気の $\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{100}$ の桁である。今道⁽¹⁾が万年筆の残留磁気の測定をした例では、芯に入っている鋼材は磁石鋼の $\frac{1}{40}$ も磁化したのがあったが、普通のもものは $\frac{1}{500}$ 程度である。その他二三の実験例からも分るが、上記の実験に使用したトラックは普通の鉄の平均の磁性を持っているものと考えられる。このトラックの固有磁気はおもに機関から後車輪軸の中央にある差動ギヤーに達する推進軸と呼ばれている鋼材で出来ているものによって生ずる。偏角の測定や、車が完全に東西にむいたときの試験をやっていないのではっきりしないが、後車輪軸もかなりの固有磁気をもっているようである。誘導磁気はおもにシャーシ、フレームなど全体を構成している鉄板によって起こる。

バスについては柿岡・小幡間の道路上を走らせた測定例から、バスの向きにより水平分力は余り変らない。これは推進軸が短いためと考えられる。

乗用車については車の横方向の固有磁気の量が割合大きい。これは車の長さに比べて、後車軸が長いのでこれから生ずる磁気が大きいためである。

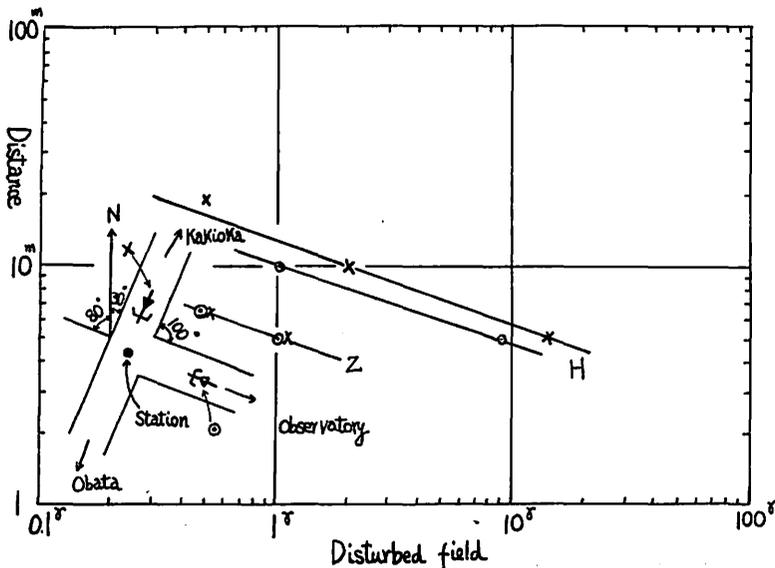


Fig. 13 The artificial disturbed field due to bicycle (horizontal and vertical intensities).

いずれの車はついてもその向きにより鉛直分力の擾乱量が変らないのは、車の上下が反転しないためその上下の向きが変らないから当然である。また水平成分に比べて量が約 $1/2$ で小さいのは鉛直方向の使用鉄材が少ないためである。

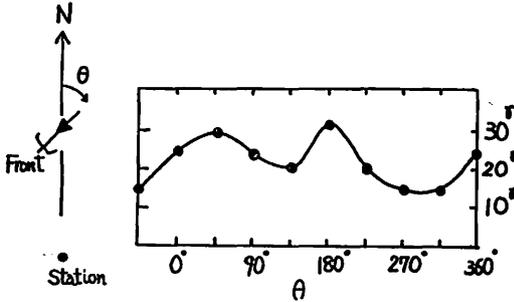


Fig. 14 The disturbed field at any direction due to bicycle (horizontal intensity).

導磁場を起こす磁気能率と、進む方向に直角軸方向に $12r$ の擾乱磁場を起こす固有磁気能率があることになる。固有磁気は主としてハンドルの部分にある。

鉛直分力は向きに関係なく一定で、その量も水平分力の $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{30}$ である。

このように割合に単純な構造をもっている自転車でさえも複雑である。詳細なことはそれぞれの車により異なる。しかしここではその最大の擾乱量を知り、それが車の向きにより平均の2倍くらいの量になることが分れば十分である。

この自転車の水平成分の磁場の強さを 5 m の距離で $20r$ とすると、磁気能率に換算して $1.3 \times 10^4 \text{ G}$ となり、ガウスラモン法による水平分力絶対観測用磁気儀に用いられる磁石の約10倍の強さのものになる。

2.6 冷凍機・その他の擾乱磁場

標準磁気儀室の恒温恒湿用空気調和機の中で、最大の磁性を有する材料と考えられる冷凍機の磁性測定結果をのべる。標準磁気儀室を建設する前年の1955年9月21日に石岡市魚市場の7.5 HP アンモニヤ冷凍機について測定し、その大約の値を知り、1956年5月に完成してから、実際に使用した7.5 HP フレオン冷凍機を含む空気調和機すべてについて1956年6月25日に実測した。第15図の中に示したAは前者をBは後者を表わす。

これらの冷凍機は固定されているので、測定距離をかえるために測定器シュミット型ローカルバリオメーターを移動すると、土地自身の局地性や測定器の安定度のため $5r$ より小さい値については不確実なものになる。また第15図のように測定器の関係で水平分力は測定していないが、標準磁気儀室附近の磁気測定の結果からは、水平分力にも影響を与えないことが分った。

空気調和機はフレオン冷凍機を含めて全体で約2.5トンの鉄材の製品が入っている。

鉛直分力については、この図から 40 m 離れれば人工擾乱は $0.5r$ になる。自動車などの例から水平成分は鉛直分力の3倍と推定して、 65 m 離れれば水平成分も $0.5r$ となる。実際には標準磁気儀室の東端と空気調和機のある制御室の西端とが 50 m であるから、制御室

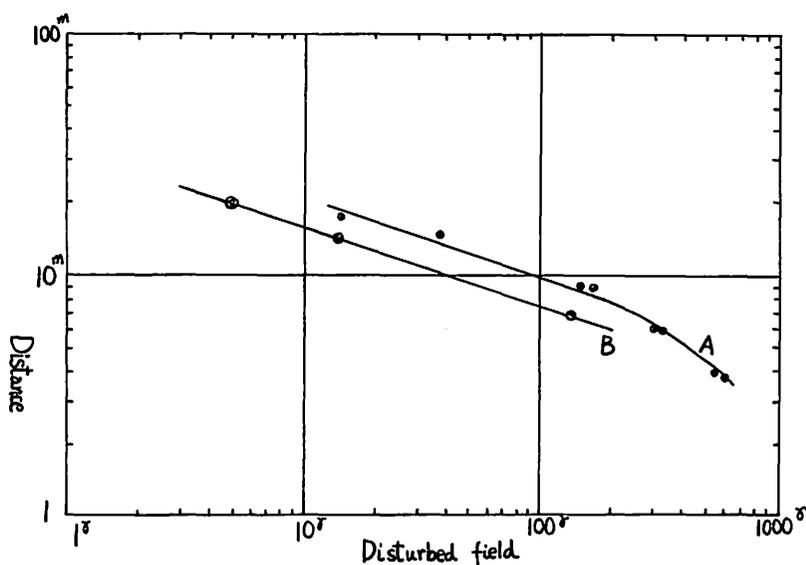


Fig. 15 The disturbed field due to freezing machine (vertical intensity).

A: 7.5 HP Ammonia freezing machine

B: Air conditioner (7.5 HP Fureon freezing machine and etc.) for standard magnetometer house.

の中心と標準磁気儀 A-56, H-56 および核磁気儀 MO-P 型との距離はそれぞれ 65 m・65 m・60 m である。安全率を十分見込むなら 80 m 以上離して 0.1 γ 以下の擾乱磁場におさえるべきであるが、構内敷地、建設費の制限もあって、また固定された機器なので変化観測と異なり精度の点からもそれ程の必要なく、本質的に地形などによる局地性も考えあわせてきりぎりの安全距離にしてある。

制御室の大幅な修理や精度の高い磁気儀で特殊な測定をする場合には考慮しなければならない。とくに離れた地点差の経年変化を観測する場合には、重要になってくるから十分な安全率を見込まねばならぬ。

鹿屋では、 $\frac{3}{4}$ HP 空冷式冷凍機と 2.4 KW 電熱器をもった移動用のルームクーラーを改造した空気調和機で、絶対観測室 (第 20 図 J) をつねに温度 18°~22°C, 湿度 70% 以下に保っている。これは絶対観測のときは 35 m 離れた所 (第 20 図 L) にリヤカーで運ばれて遠ざける。移動用空気調和機はリヤカーを含め重量約 150 kg で、10 m 離れた所で磁場は 6.7 γ で、水平成分は 0 γ に近く、鉛直分力だけである。したがって 35 m の位置では約 0.1 γ となり人工擾乱磁場はなくなる。

つぎに参考までに自動車など以外の車の擾乱についてのべる。直流電車が与える人工擾乱はきわめて遠距離にも達する。地形・地質・電車線と変電所の配置・使用電流などにより大いに異なるが、大体の値としては鉛直分力がいつも大きく、1 km 離れた所で 10~20 γ , 10 km 離れた所で 5~10 γ である。擾乱量が 0.5 γ 以下になるには 50 km 以上離れる必要が

ある。

交流電車の実測は1956年12月に仙台市の近くで行なった。これは仙台市の直流の市電に妨害されて正確なことは分らなかった。さらに1964年5月5日にIQSYのための小名浜臨時観測所の移転の際に、福島県磐城市泉駅の近くで、柳原一夫、今 実らにより詳しい測定がなされた。測器はフラックスゲート磁力計で周期は三成分とも約1秒、感度は記録紙上で $3\gamma/\text{mm}$ で、監視しながら測定した。常盤線交流電車路線から410m離れ、交流電車6~8両編成についての実測結果からは、その擾乱の量は 0.5γ 以下で、測定器の誤差以内である。また蒸気機関車による貨物列車約100両編成、客車約10両編成およびディーゼル約10両編成などについても同じように 0.5γ 以下で何らの人工擾乱磁場もなかった。

鉄道軌道そのものの影響についての実測値はないが、測量などの経験からは500~1000m離れば、普通の観測精度では問題でなくなる。しかし最近のように特殊鋼材を使用した300~600mの超長軌道については問題がおこるのであろう。長年月には地球磁場により磁化することも十分考えられるので、何らかの機会に実測しておく必要がある。

高圧送電線の鉄塔は、約100m以上離れないと人工擾乱は 1γ 以下にならないといわれている。しかしそれ以上に商用電源の周波数50/60c/sのために、GSI型磁気儀のようにサーチャイルを回転する方式の磁気儀は、その雑音が大きくなり、十分な観測は出来なくなる。このため50m以上離れないと十分な観測が出来ない。

2.7 まとめ

いくつかの車について求められた擾乱磁場について、まとめると第16図のようになる。これは最大の擾乱磁場、主として水平成分の量を示すものである。初めにことわったように実際の擾乱量より20~30%大きく表わされている。また第3節でのべる車の近接限界をき

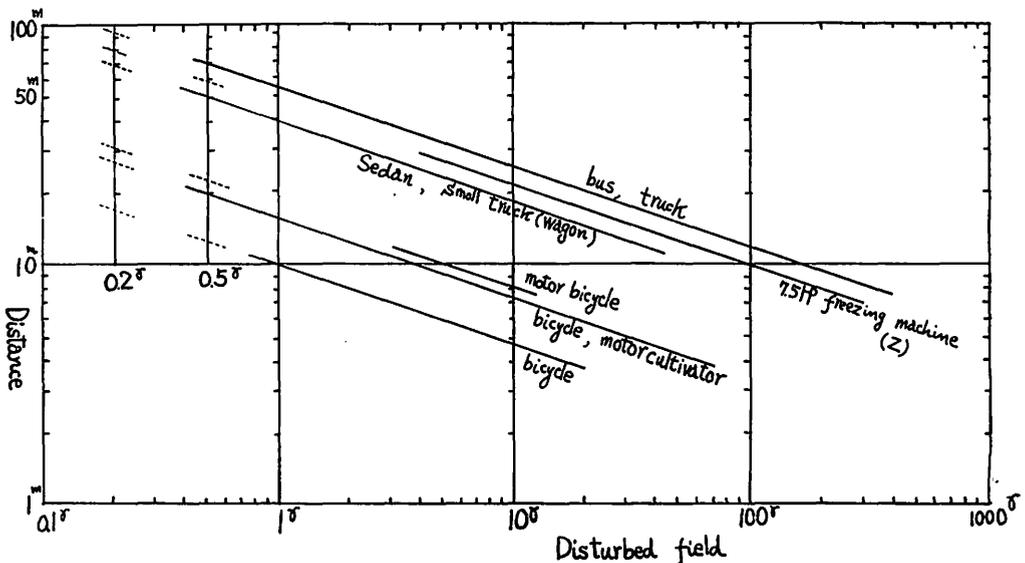


Fig. 16 The artificial disturbed field due to various cars (horizontal component) (summary).

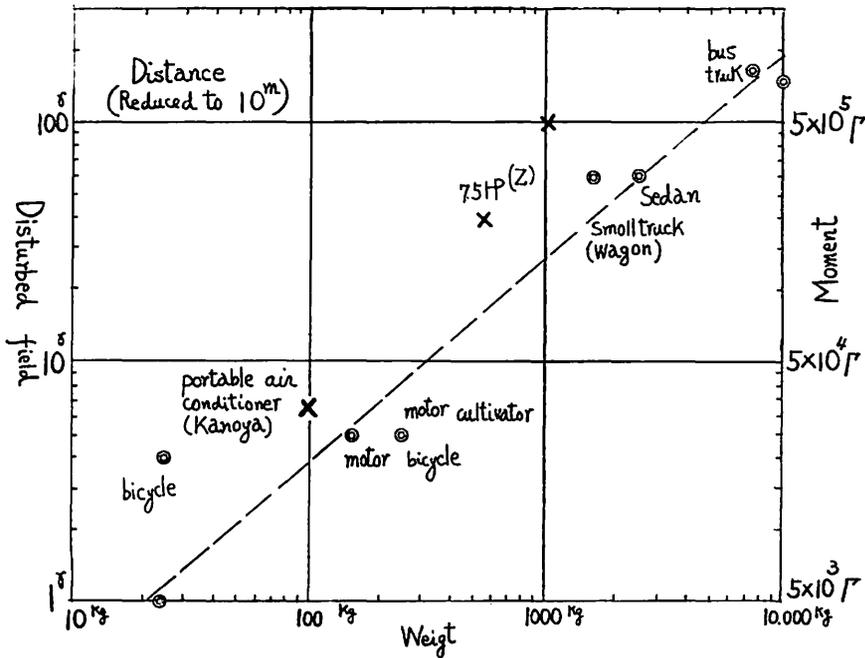


Fig. 17 The correlation between the artificial disturbed field (horizontal component) or magnetic moment of car and weight of car.

めるためおのおのの車について擾乱磁場が 0.2γ , 0.5γ になる距離を示した。

第 16 図の値から、おのおのの車についてその人工擾乱磁場の量を距離 10 m のときに換算して、その値と車の自重との関係を求めて、第 17 図に示した。磁気能率 M も計算した。実際には長さ 8 m もある大型トラックを 10 m の値に換算するのは無意味であるが、尺度が余りつまりすぎるので、見易い値にするためにそうした。もし 100 m の値に換算するには擾乱磁場の尺度を $\frac{1}{1000}$ にすればよい。現在、日本の道路では自重 20 トン以上の車は走ることはない。したがって 100 m 離ればあらゆる車の人工擾乱は $0.2\sim 0.3\gamma$ 以下になり、問題なくなる。しかし最近は大形作業車ブルドーザー、パワーシャベル、梯子車などがつきつきと出現しているので、観測者は注意して人工擾乱をうけないように心掛けなければならない。

第 17 図で 7.5 HP 冷凍機の水平成力は、この値の 3 倍と推定されるから、自動車などの約 10 倍の強さの人工擾乱磁場をつくる大きい磁気能率をもっている。おもにモーターによるものである。

いずれの車もほぼ重量に比例して人工擾乱磁場は増加する。そしてこの磁気能率は固有磁気と地球磁場による誘導磁気とからなり、その両者はほぼ同じ程度の量である。

第 17 図に示される量は、普通の磁石の残留磁気の強さの約 $\frac{1}{200}$ の強さであり、冷凍機

などは $\frac{1}{30}$ と推定される。

絶対観測のとき、観測者の持っている鉄製品をとりはずし、どの程度測定器械から離せばよいかを知るために、過去においていくつかの実測例がある。これによると鋼鉄製品で強い磁気を持ち易いと思われるものでも、重量が 10g より軽いもので 1m の距離で人工擾乱磁場が 1γ になった例はなく、大体 30~100g の重量であった。これは第 17 図と同じ結果になる。第 17 図から鉄が地球磁場の誘導や固有磁気により生ずる人工擾乱量はほぼ次のようになる。

距離	1 m	に 30 g	の鉄があると	人工擾乱磁場	1γ
	//	10 m	30 kg	//	//
	//	100 m	30 ton	//	//

これは大体鑄鉄程度の硬さのもので、固有磁気も誘導磁気も同じ程度であり、鋼鉄の場合にはこれに係数をかけねばならぬが、大体最大にみても 10 倍とれば安全である。実際問題として、1 t が 1 ton 以上の永久磁石は、サイクロトロン、核共鳴試験器などでない限りないし、普通は大型磁石といわれるものでも重量 10 kg 以下である。しかしモーターに内蔵された磁石はかなり大きいので、これだけは十分注意が必要である。

また普通の車では上記の値に 2~3 倍の安全係数をかければ十分である。モーター・発電機などのように磁化度の高い鋼鉄材で作られているものときは、10 倍の安全係数をかければ十分である。

チャップマン⁽²⁾は鑄鉄が地球磁場の中で 1g の重量のものが 10Γ の磁気能率をもち、1g のものは 1m の距離で 1γ 、1kg のものは 10m で 1γ 、1ton のものは 100m で 1γ の磁場を作ると述べている。しかし著者はこれは過大見積をしていると考える。たとえば変化計に使用する NKS 鋼は直径 3mm、長さ 10mm の円棒、重量 0.6g で磁気能率は約 30Γ である。一般には 1g で 10Γ の強さの鉄は磁石鋼や高導磁率鋼に属するものである。著者は前述のように 30g の鉄は 1m の距離で磁場 1γ を作ると推定してよいと思う。そして安全率として最大 10 倍の係数をかければ十分であり、すなわち最大でも 3g の鉄 1m の距離で 1γ の人工擾乱磁場とみればよい。

3. 車の近接限界

第 16 図などで車を観測室に近づけてよい限界が分った。一般に許容擾乱磁場は普通 $\pm 1\gamma$ とするのが多い。これは絶対観測精度が $\pm 1\gamma$ であるのが多いのでそうされている。しかし変化観測に対しては大きすぎる値である。現在の変化計の感度は普通には $2.5\gamma/\text{mm}$ であり、 1γ は 0.4mm に相当する。記録像の鮮明度が悪いものでもその幅は 0.35~0.4mm であり、よいものになると 0.15~0.2mm となる。したがって明瞭に目につく。とくに記録像のコントラストがよいと一層である。完全に目につかぬようにするには 0.2mm 以下すなわち $0.5\sim 0.3\gamma$ 以下に制限する必要がある。

第 16 図にはすでに 20~30% の安全率はみているが、車の種類により幅があることも考慮しなければならない。しかし磁場は距離の -3 乗の減衰をすることを考えて、距離につい

て安全率をかけるのがよい方法である。

車の重量の違いによるものは、第 17 図で推定しうる。またトラックなどの沢山通る道路では、積荷の分も考慮しなければならない。

第一表は第 16 図より求めた近接限界である。

Table 1 The radius placed off limit to various cars surrounding the magnetic observation house.

disturbed field	0.2 γ	0.5 γ
bus, truck (8~10 ton)	95 metre	70 metre
sedan, small truck (or wagon) (1~3 ton)	70	50
motor bicycle, motor cultivator (0.2~0.3 ton)	30	25
bicycle (20 kg)	25	20

3・1 柿 岡

第 1 表にしたがって地磁気観測室から 95 m, 70 m, 50 m の距離について考えてみる。第 18 図には柿岡の標準磁気儀室 (U), 石室変化計室 (K), 新室変化計室 (K'), 直視磁力計室 (M) を中心とした円を記入してある。石室と直視磁力計室 (旧絶対観測室) は 1912 年, 新室と新絶対室 (L) とは 1925 年に建設されたものである。したがって現在のように自動車などの人工擾乱磁場のことは全く考える必要のない時代であった。観測精度から考えて当時としては第 18 図の配置は十分なものであった。

標準磁気儀室は 1956 年に建設されたもので、比較的新しく、自動車などの人工擾乱磁場を考慮に入れてある。

しかし現在ではいずれも問題が起こりつつあるので少し検討してみる。

(1) 柿岡・小幡間の県道

あらゆる車が通行するが、変化計室から 230 m 離れているので如何なる車の擾乱磁場も最大 0.1 γ にはならない。

(2) 正門から東京大学柿岡観測所への道路

もっとも近い所は石室 (K) の北側の地点で、石室まで 80 m 離れている。したがってバス・大型トラックなどの大型車は影響を与える。しかしそれらの大型車が通過するのは工事・旅行などの特別な場合のみなのでそれ程問題でない。

(3) 構内の中央をほぼ南北に走る道路

所長官舎北の交差点より標準磁気儀室・検定室に至る道路は、第 1 図に示された拡大図で明りようであるが、直視室から 31 m, 新室から 47 m の最短距離にある。したがってバス・

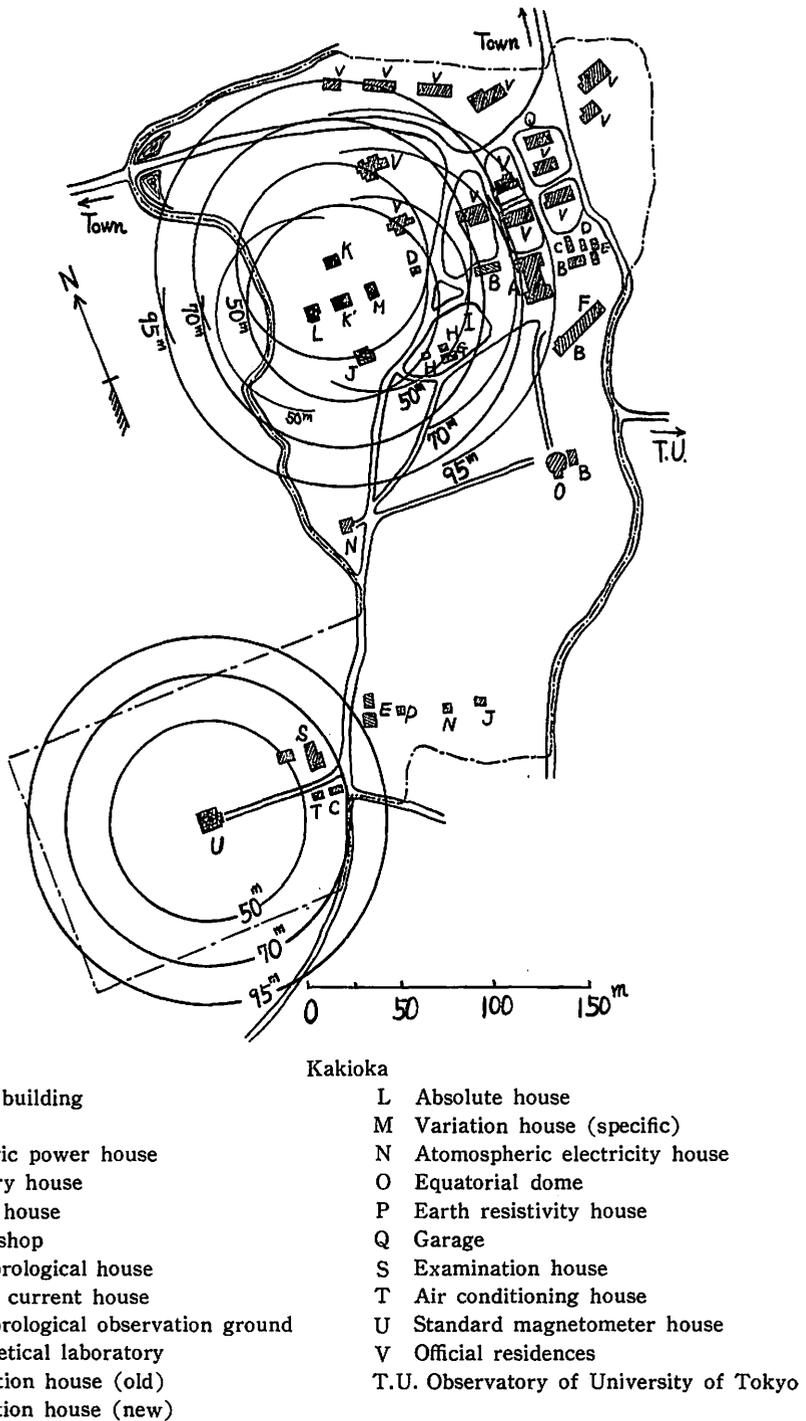


Fig. 18 The plan of the Kakioka magnetic observatory (1966).

大型トラックの通行は禁止しなければならない。また庁舎(A・B)に出入する乗用車は限界ぎりぎりである。石室・新室変化計室には影響を与えないが、直視磁力計の記録には人工擾乱が1~2γ入ってくる。しかしこれはその直視磁力計の目的が速報用なので、それ程の障害でないが、車がさらに増加すると決して見のがすことが出来なくなる。現在でも直視室(M)から50m半径以内の道路上の停車は禁止している。

少し大きい自重2~3トンの小型トラックでは新室の記録紙上にも擾乱磁場が現われることがある。

現在この道路は公道なので通行制限が出来ないが、道路のつけ換えなどの対策をやらないと車の増加と共に人工擾乱は年年大きくなる。

(4) 新室・新絶対室などの西側の農道

新室(K)から40m,新絶対室(L)から30mの距離にあるが、道路幅の制限から小型耕運機、オートバイしか通行しない。しかしそれでも制限ぎりぎりの距離である。絶対観測精度が向上すれば、車の通行は禁止しなければならなくなる。

このほかに道路より内側の変化計室の近くに、オートバイ、自転車は容易に入ってくるが、これらは道路より内部へ没入するのを一切禁止した方がよい。やむ得ない場合には目的地に速かに止め、長い時間かかって方向をかえたり、小さく移動させぬことが大切である。ゆるく起こる人工的な変化は自然現象とまぎらわしくなり、記録紙上での判断に苦しむ。

柿岡の事務室(A・B)などは観測室からかなり近い距離にあるので、これの改造、増設などで多量の鉄材を使用するときは、十分注意して、変化観測だけでなく、絶対値に影響を与えたり、経年変化にギャップを生ずることのないよう嚴重につつまねばならぬであろう。

3.2 女 満 別

女満別の観測室は敷地のほぼ南側にだけ集中しているので柿岡ほど複雑でない。第19図について考えてみる。

(1) 構内の北側を走る道路

もっとも近い直視室(E)まで250mあるので、如何なる車の通行も問題ない。

(2) 構内の西側を南北に走る道路

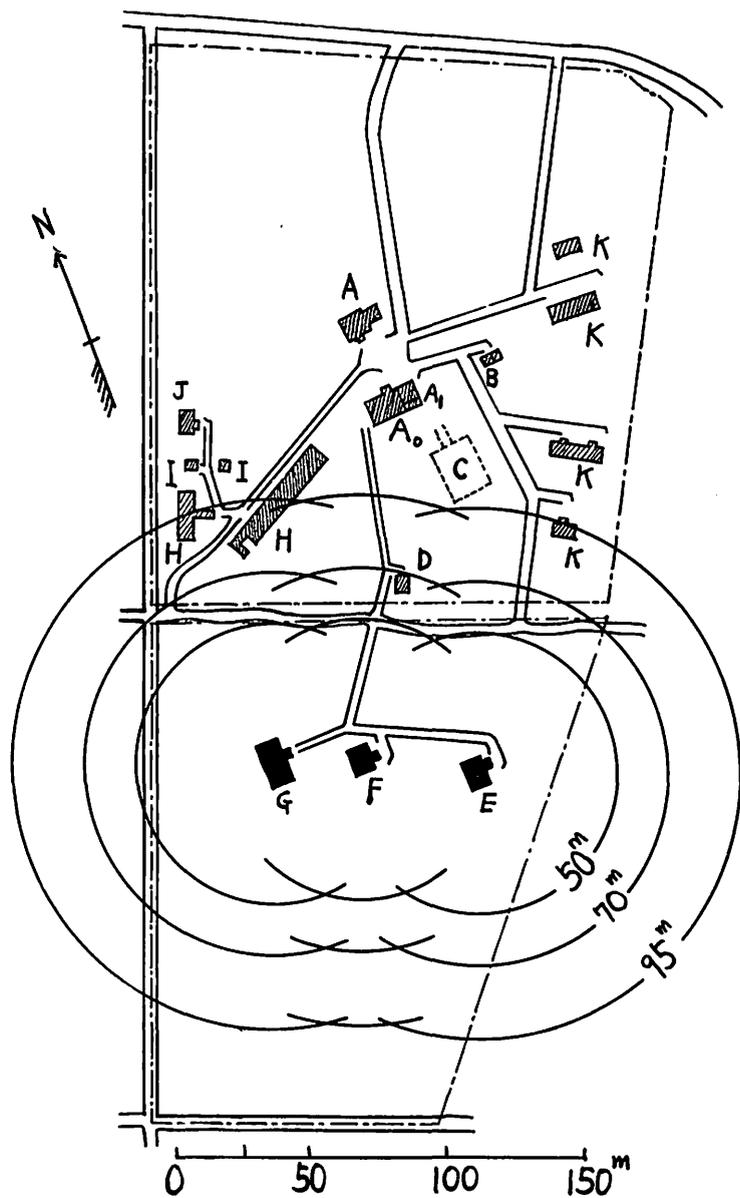
もっとも近い変化計室(G)まで45m離れている。したがって大型バス・トラックはもちろん、少し大きい自重2~3トンの小型トラックの通行によっても、擾乱磁場が記録紙上に目につく量になる。現在は二輪車以外は通行しないので問題はないが、道路が改修されればすぐ障害を起こす。

(3) 敷地の中央を東西に走る道路

各観測室から50m離れた位置にある。したがって乗用車が通行すると擾乱磁場が記録される危険性がある。現在は車の通行は自主的に禁止されているが、将来のことを考えて買収することが望ましい。さもないと柿岡の(3)で述べた道路のようなことが起こる。

(4) 直視室(E)の東側境界

東側の境界から25m離れた所に直視室(E)がある。したがって小型耕運機の人工擾乱量が0.5γになる。現在自主的にその使用は禁止されているが、将来において大型トラックター



- | | |
|---|---------------------------------------|
| A Office (old) | E Magnetic variation house (specific) |
| A ₀ Office (new) | F Magnetic absolute house |
| A ₁ Earth-current room | G Magnetic variation house |
| B Magnetic variability room | H Meteorological workshops |
| C Meteorological observation ground | I Water pumping plants |
| D Electricity control house for magnetic observations | J Electric power house |
| | K Official residences |

Fig. 19 The plan of the Memambetsu magnetic observatory (1961).

の使用の時にはいろいろ問題が起こる。

女満別の変化計室(G)は1950年、絶対観測室(F)、直視室(E)は1951年に建設され、その他の建物は1952年に完成している。その当時はこの広さの敷地と建物の配置で十分であったが、現在では車も急激に増加し、大型トラクターが女満別のような避境の地でも利用されつつあるので、今後は問題が起こる。実際に敷地の東北側に相互の敷地の境界間の最短距離が200mの所に自動車学校が建てられ、多くの自動車が走り回っている。すべては長期の計画によって対策をたてねばならない。

3.3 鹿 屋

鹿屋の構内図を第20図に示した。変化計室(F)は1956年、直視室(G)、絶対観測室(J)は1957年に建設された。しかし変化計室は建設後二、三の改造が行われたために1958年から1960年までは直視室で変化観測を行った。ここでは構内縦断道路(第2図)を通る車のために人工擾乱が入ってかなり障害となった。

(1) 構内北側を東西に走る道路

もっとも近い距離にある変化計室まで50mある。したがって大型バス、トラックのような大型車が通るときは人工擾乱が大きくなり記録される。現在はその回数はきわめて少ないから問題にならないが、早晚障害の回数が増加してかなりの障害になると考えられる。庁舎(A)、車庫(D)に出入する小型車も、変化計記録紙上に現われるぎりぎりの限界の所であり、制限を加える必要がある。

(2) 構内の西および東側を南北に走る道路

もっとも影響をうける可能性のある直視室(G)でも東側の道路から60mある。したがって大型バス、トラックの影響だけが記録される。変化計室や絶対観測室は影響を受けない。

(3) 構内の中央を東西に走る道路

もっとも近い絶対観測室(J)まで25mの距離にある道路であり、現在は使用されず、空地になっている。しかし道路として使用されると小型耕運機でも擾乱磁場は0.5 γ に達するので、すみやかに買収して構内敷地として廃道にする必要がある。

(4) 構内の中央を南北に走る道路

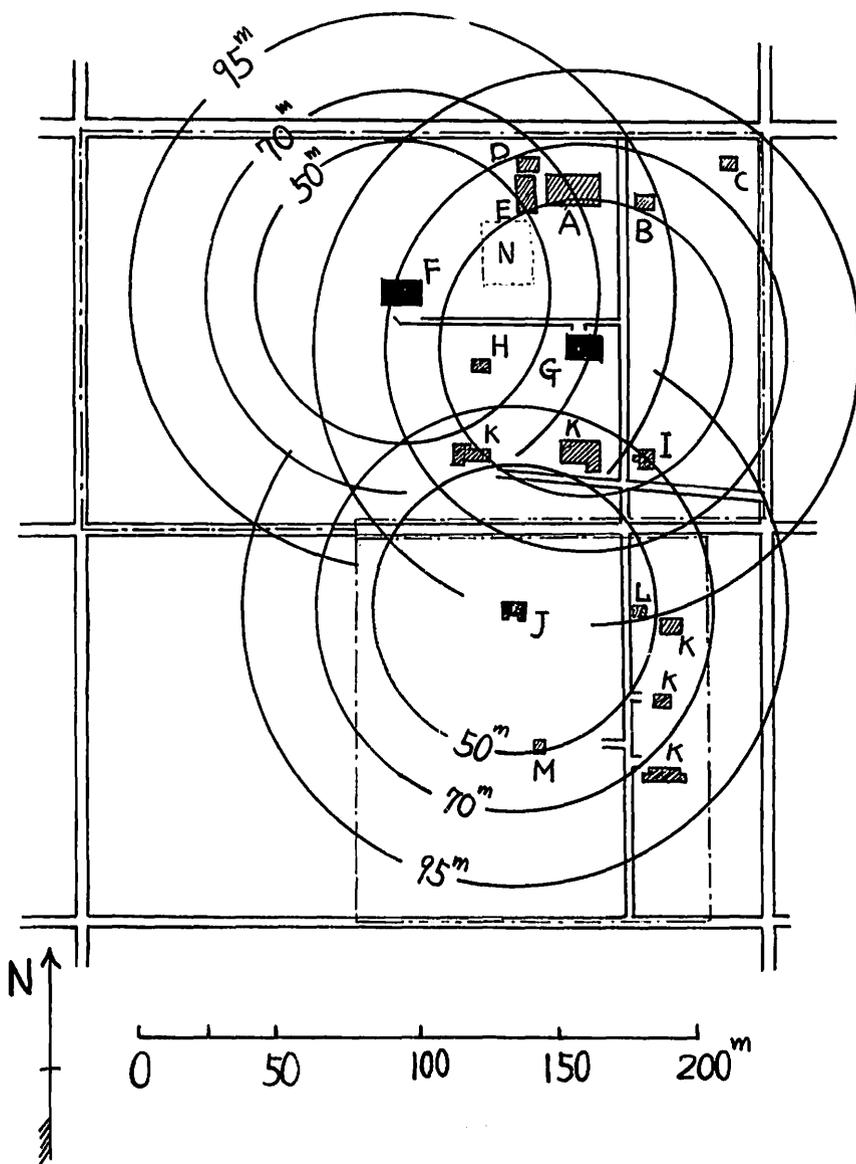
もともとは歩道として作られたものであるが、便利なので車も通行し易い。直視室(G)まで10mきり離れていないのであらゆる車は人工擾乱を与える。したがってこの付近では車は全面的に通行禁止となっている。また絶対観測室からも30m離れているに過ぎないので、影響を与える。したがってこの部分の道路の通行も禁止して、ほかに新しい道路を作る外はない。とくに今後宿舎に出入する車は急激に増加すると予想されるので、新しい道路の建設が急いで必要になってくる。

(5) 東門から宿舎に向う道路

地電流観測室(I)の南側を通る道路は、直視室(G)まで45mの距離にある。したがって乗用車でも擾乱を与える可能性がある。ここにもかなりの交通制限がなされている。

(6) 南側敷地の西の境界

絶対観測室は西の境界線より55mの所に建てられている。今後大型トラクターが使用さ



Kanoya

- | | |
|------------------------------|--|
| A Office | H Magnetic variability house (ultra-quick-run) |
| B Electric power house | I Earth current house |
| C Generator house | J Absolute house |
| D Garage | K Official residences |
| E Laboratory | L Store house (portable air-conditionar) |
| F Variation house | M Magnetic variability house |
| G Variation house (specific) | N Meteorological observation ground |

Fig. 20 The plan of the Kanoya magnetic observatory (1966).

れる様になると問題が起こり、現在でも早回し観測に人工擾乱が記録され障害になっている。

このように鹿屋も車の近接限界のぎりぎりの所にいくつかの観測室があるので、今後つきづきと問題がおこることが予想されるので、根本的対策が必要になる。

3.4 ま と め

女満別・柿岡・鹿屋の3つの地磁気観測の変化計室・絶対観測室はいずれも車の通る道路からそれ程離れていない所に建てられている。おおよそは50m離れているが、それ以下のものもある。これらの建設当時は車の通行回数もきわめてまれで、問題もなかったが、現在のように車が急激に増加すると大きな障害となる。第3節は現在予想される交通事情にもとづいて考えたものであるが、今後事情はますます悪くなる。小型耕耘機はその行動半径がきわめて大きく、如何なる悪路でも、狭い道路でも通行するので、これらも十分考えて道路計画をたてねばならない。宿舎が建てられると乗用車や小型トラック(自重2~3トン)は必ず出入りする。十数年以前に計画し、実行された構内の配置は、再検討の時機にきている。

さしせまって柿岡の構内の中央を南北に走る道路、女満別の南側敷地の西側道路と東側境界、鹿屋の構内の南北縦断道路と中央の東西横断道路などは、交通制限によりかろうじて被害を少なくしているが、緊急に解決をせまられている道路である。

現在柿岡の庁舎に出入する車は少い日で10台多いときは20台に達する。宿舎に出入する車も含めて正門を通過する自動車は少い日でも一日25台、多い日は50台に達する。したがって如何に小さい人工擾乱でも、記録に表われる量になれば大きな障害になる。幸い記録上に擾乱磁場として表われるのは、現在では大型車のみであるからそれほど問題ないが、今後大きな問題になりうる。女満別や鹿屋の正門を通過する自動車は現在一日数台であるから、それほど多くないがいずれ急増するであろう。その時はもはや交通制限は不可能になるので、早くから対策をほどこさねばならぬ。

自転車・オートバイの類も意外に障害になるので観測室周辺の土地計画を十分に考え、植樹、柵などにより不用意にこれらの車の近接するのを防止せねばならぬ。

4. 測定器などの人工擾乱

冷凍機の磁性の所で前述したが、モーターなどのような強磁性材を使用したものは、第17図の平均直線より約3~10倍大きい。しかし吾々が使用するのは大体10 μ P以下のものであるから80m以上離せば0.5 γ 以下の人工擾乱磁場となる。

鹿屋において1961年4月に5KVガソリン発動発電機を据付けた。これは直視室の東北83mの位置(第20図発電室C)に据付けたものであるが、直視室の変化計記録には何らの人工擾乱も記録されなかった。(最大に見積って三成分とも0.3 γ 以下)。また絶対観測室からは180m離れているから問題ない。一般に固定されるものは変化計に多少の影響を与えても、基線値にギャップが生ずるだけであるが、絶対観測室に人工擾乱磁場を与えると、それが局地量(Locality)となり、経年変化にギャップが生ずることになる。車のように立ち去るものはよいが、固定された機器は長い間人工擾乱磁場を与えるので、これは十分注意しなければならない。

配電用トランスは固有磁気は大きくない。しかしある種のものでは電流を流すと10倍

くらいに増加するものがある。これらの機器は一般に電流を流さないとき、磁性試験をするので、とくに注意が肝要である。大約の値はモーターの半分より小さい人工擾乱磁場を生ずる。そして吾々の使用する程度のものでは 80 m 離せば十分である。

なおざりにされ易いものに可動線輪型のメーターがある。これは普通のメーターであり、とくにテスターは手軽に利用する試験器として観測室に近づけ易い。これらの中には 5 m の距離で 2~3 γ の擾乱磁場をつくるのはめずらしくない。しかし少し注意し離れた位置で使用すれば容易に影響を与えないですむ。変化計感度測定用メーターも同じで、5 m の距離で 5~10 γ の擾乱となる。これら可動線輪型メーターは磁石部分に軟鉄をつけて簡単な磁気遮蔽をただけで、擾乱の量を元の値の $\frac{1}{5}$ ~ $\frac{1}{10}$ にすることが出来る。もちろん変化計室と感度測定室を 20~30 m 離せばそれらの問題はなくなるから、むしろそれらの配置に注意して建設したほうが望ましい。

検流計は大きな磁性を持っている。5 m の距離で 10 γ の人工擾乱磁場を生ずる。ほぼ自転車と同じ量である。したがって 20~30 m 離す必要がある。そのほかには余程特殊な測定器でない限り、メーターとか試験器とかは検流計より大きい擾乱磁場は作らない。

最近では電磁式自動機器が手軽に用いられるようになった。これらはほとんどが交流電源で動作する型であるが、かなりの固有磁気を有し、さらにそれが交流励磁されていると増大する。例えば部品の一つである 10 A 用マイクロリレーは鉄心が 10 mm ϕ 、長さ 25 mm の小さいものであり、3 m 離れた所で 1~2 γ の磁場を作るが、交流がかかって励磁されると 2~3 倍に増加する。これはトランスの場合と同じであり、注意が必要である。

鹿屋で 1958 年 1 月から 3 月まで直視室の一隅で使用した磁気増幅型自動電圧調節器は、元来の固有磁気は 7 m の距離で 2 γ の磁場を作るが、電源が入って動作すると 10 γ になり、これは入力電圧に比例する。したがって外部電圧が急に 5 V 変ると 0.5 γ の変動が起こり、記録紙に現われた。これは急激な電圧変動であるから、一見して識別出来るが、もしゆるい入力電圧変動になると分からないから危険である。この擾乱磁場は 1958 年 1 月から 3 月までの鹿屋直視室の巡回し記録紙上にかなりの数で記録されている。

観測室の清掃用の鉄製バケツなどは、それ程大きい擾乱磁場を与えないし、注意して少し離せば問題なくなる。草刈り鎌、シャベル、鋏などの鉄製品も問題ないが、いずれもこれらの道具は観測室から 10 m 以内に近づけない方が安全である。

観測室を修理するときの道具についても、少し注意すれば、その擾乱磁場は僅かなものとなる。

雨の日に使用する鉄製の芯の入った洋傘は意外に大きい磁性をもっている。これも一寸注意して観測室から遠ざけ、10 m 以内近づけぬようにすれば問題ない。

また普通に人体についているハンド、腕時計などの装身具の磁性は僅かで、大抵のものは 2~3 m 離れば 0.5 γ 以下の擾乱磁場になる。

この他観測室の回りの土壌を大量に移動させたり、コンクリート工事を行う場合には必要以上に注意した方がよい。コンクリートは固結するとき地磁気によりかなりの固有磁気を獲得する。この量は約 1 cm³ で $5 \times 10^{-6} \Gamma$ の磁気能率となる。これらの大工事のときは臨時観測点を留意して局地量 (Locality) を実測したほうがよい。

5. 観測室間の相互距離

このように車などの動くものについての人工擾乱磁場を述べてきたが、道路の将来計画と共に宿舎や観測室の相互距離について考えてみる。

女満別では変化計室と絶対観測室とがもっとも近く 30 m きり離れておらず、その他は相互に 50 m 以上離れている。

柿岡では新絶対室と新室がもっとも近く、新絶対室の東端から新室の最も西側に据付けてある偏角変化計まで 10 m 離れているに過ぎない。新絶対室・新室・石室・直視室も相互に 20~30 m 離れておるにすぎず、直径 50 m 以内の円内にある。さらに新室は磁性を有する測定器を使用する実験室(第 18 図 J)まで 35 m 離れているにすぎない。また標準磁気儀室は完全に独立して建てられている。

鹿屋では超早回し観測室(第 20 図 H)が直視室・変化計室からそれぞれ 35 m 離れている。そしてこのほかに 50 m 以内にも宿舎(K)・地電流観測室(I)がある。

古く使用されたガウスラモン法の絶対観測器械では、使用する磁石は 500~2000 Γ の磁気能率を持っているので、これが絶対観測室と変化計室との距離をきめる基準になっていた。その後ヘルモホルツコイルを用いて測定する水路部型磁気儀・GSI 型磁気儀も数多くなった。

コイルの半径を r cm, 使用電流を i amp, 巻数を n とすれば、コイルの等価磁気能率は $\pi r^2 ni \times 10^{-1} \Gamma$ となる。吾々の使用している磁気儀について求めると第 2 表のようになる。

Table 2 The equivalent magnetic moment of coil and moment of magnet for absolute magnetometer.

Magnetometer	Radius	Turn	Current	Moment
Suirobu type magnetometer	5 cm	182×2	10 mA.	28.6 Γ
MO-1 type magnetometer (Kanoya)	10	451×2	10	284
Standard magnetometer (A-56)	15	24×2	200	688
MO-P Proton precession magnetometer	3.5	1600	4500	27700
Schmidt normal theodolite	—	—	—	1610
Edelmann theodolite	—	—	—	755

核磁気儀については特別であるが、その他のものについては最大の磁気能率を有するものはシュミット型磁気儀の磁石で、1610 Γ である。これは 10 m の距離で磁場は $0.3r$ となる。したがって柿岡の新絶対室と新室とのようにきわめて近い距離にある観測室相互間でも問題なくなる。しかし観測の前後において、磁石を格納してある実験室から運ぶとき、新室の傍の約 7 m の所を通るので、そのときごく短い間記録された例が少しあった。その量は約 $0.5r$ であり、記録上でやうやう判断しうる程度のものである。

検定室(第18図S)が完成するまでは、新絶対室の入口でローカルバリオメーターの試験を行った。ローカルバリオメーターの磁石の磁気能率は 1500Γ であり、鉛直分力測定るときは東西に向けられる。新室の偏角変化計はこれから真東に10mの位置にあるので擾乱磁場は 0.3γ となり0.1mmに記録される。鉛直分力測定るとき磁石は東西方向を反転するので記録紙上には0.2mmになって表われる。これは記録像が鮮明であり、一定時間ごとにくりかえして測定するから明りように読取れる。1956年12月22日の例のほかにも数例ある。これがもし15m離れていれば全く問題なくなる。この柿岡の例は特別な場合であるが、一般には20~30m離れているのでそれ程問題ない。

核磁気儀はきわめて大きい磁場を作るので、特別に考えねばならぬ。この型のものはどれでも等価磁気能率が約 $3\times 10^4\Gamma$ であるから、10mで 6γ 、20mで 0.8γ の擾乱磁場を作る。 0.5γ になるのは23m、 0.2γ になるのは30m離れなければならない。したがって柿岡の新絶対室で核磁気儀を使用することは出来ないし、女満別の絶対観測室も限界の位置にある。

建物の大幅な修理をする場合でも相互間が50m離れておれば問題は少ない。とくに予備変化計を据付けるために変化計室を2棟建てる時は、必ず50m以上離れた位置にすべきである。女満別のように同一建物の中に2組の変化計を据付けるようなことはきわめて不便で、本来の目的を満足し得ないことがある。

普通に地磁気観測所で使用する測定器や家庭で使用する家具の擾乱磁場は20m離れれば 0.1γ 以下である。建物も鉄筋を使用せず、屋根も鉄製でなく瓦にし全体が木造やコンクリートブロック製ならば、30m離れればその擾乱磁場は 0.1γ 以下になる。しかし鉄筋コンクリート製になると建築面積 30m^2 で1~2トンの鉄材が使用される。しかも鉄筋は細長く、鋼材であるから強い磁性をする。したがって第17図に示される推定量に約5倍の安全率をかけて人工擾乱磁場のないよう心掛けなければならない。

普通の木造やブロック製の建物の磁性は少ないが、実験室・観測室・倉庫・宿舎などは、いずれにしても、必ず自動車が入り出す。大型トラックなどの通行は制限することが出来ても、自重が2~3トンの乗用車、小型トラックなどの通行は制限出来ない。したがって地磁気観測室と一般の建物の相互距離は、この車の擾乱磁場により決められる。第1表に示すように70mくらい離せば問題なくなるが、建物相互間が50m離れておれば、道路のつけ方と建物の幅などの分ですらに20mくらいの距離はとれるから、車の出入する道路と地磁気観測室との距離は70m以上にすることが出来る。

このように地磁気観測室と他の観測室・実験室・倉庫・宿舎などは70m以上離すのがよく、出来ない場合でも50mは離し、さらに道路の位置は十分考慮して遠くなるように工事することが望ましい。地磁気観測室相互間も50m以上離した方がよい。これらは建物や内部測定器による問題でなく、この建物に出入する自動車による人工擾乱を考慮してのことである。

6. そ の 他

今まで述べたことはすべて遅回し記録上に表われるものと絶対観測に与える人工擾乱磁場

について取扱った。大型線輪を用いる変化度観測についてはふれなかった。これらの線輪は水平成分では $3\text{ m} \times 50\text{ m} \times 100$ 巻、鉛直成分 $70\text{ m} \times 70\text{ m} \times 4$ 巻のもので、大きい面積を必要とするため、敷地の大半を使用する。このため人工擾乱が非常に入り易い。主な原因は車の通行によるもの（車体と速度に関係する）、漏洩電流による交流雑音の 2 つである。この観測の行われている女満別・鹿屋では現在でもかなり多くの障害をうけている。車による障害は一日平均して 10~15 回であり、記録紙上に表われるのも一回につき 20~30 秒間であり、一見して判断出来るからある程度の我慢が出来る。交流雑音は鹿屋では経験されなかったが、女満別にはときどき表われる。これは 3000~6000 V 高圧線からの漏洩、構内に据付けられた充電機、発電機からの漏洩が主で、数時間に亘り連続して表われるので、非常に障害となる。これらは設備の改善などで小さくすることが出来る。

変化度観測に表われる人工擾乱磁場はその機構が複雑であり、それらの詳細については後の機会にゆずりたい。ただ車によるものは遅回し記録と同じく、道路の問題であるから、これもあわせて考えなければならない。したがって前にのべたいいくつかの道路問題の中に変化度観測も含める必要がある。

7. 結 び

以上の結果をまとめると次のようになる。

- (1) 車はどれも磁性をもっていて、その磁気能率はほぼ自重に比例する。300 kg で $5 \times 10^4 \Gamma$ の桁である。(第 17 図)
- (2) いわゆる鉄も第 17 図の示す値をもっている。1 m の距離に 1 r の磁場を作る鉄は約 30 g である。これは磁石の残留磁気の $\frac{1}{200}$ の桁である。鋼材は第 17 図の 10 倍と推定すれば安全である。
- (3) 車の水平方向の磁化は、固有磁気と地磁気による誘導磁気とからなり、両者は同じ程度の強さである。このため車の向きにより擾乱磁場は異なる。
- (4) 車の鉛直方向の擾乱磁場はつねに上の方向で水平分力より小さい。
- (5) 車の固有磁気は推進軸、後車軸などであり、誘導磁気は車体を作る鉄板による。
- (6) 車の擾乱磁場は距離の -3 乗で減衰するから、適当な距離を離せば影響は小さくなる。(第 1 表)
- (7) 変化計が記録する車の人工擾乱磁場は、一定の型がある。これは固有磁気と誘導磁気で説明出来る。記録型は第 3 および 4 図 A 型が多い。
- (8) 柿岡・女満別・鹿屋の 3 つの地磁気観測所周辺の道路を通行する車の人工擾乱磁場を検討したが、いずれも問題があり、暫定的には交通制限でその発生頻度と影響量をへらすことは出来るが、いずれも限界にきており、恒久的な道路対策にせまられている。
- (9) 観測室相互間、他の建物との距離は 30 m 以上あればよいが、車の出入を考えると少くも 50 m 以上、出来れば 70 m 以上離すことが望ましい。
- (10) 特殊な車や測定器・設備については十分考慮しなければならない。
- (11) その他測定計器類の使用上の注意をのべた。

8. あとがき

この報告では地磁気観測用に直接役立てられるように、具体例を示して車の人工擾乱を取扱った。著者はすでに技術報告^{(3), (4)}に報告しておいたが、同誌の印刷部数が少いため、外部からの要求に応ぜられないうらみがあったので、改めて加筆して報告した。

これら車による人工擾乱は現在の日本の社会情勢からみて、地磁気観測所にとって大きい問題になってきたと思われる。自動車の急激な増加、道路の整備による大型自動車の出現、農業技術の機械化にともなう耕運機の増加とその大型化、住宅建設その他による各種作業車の増加などの諸問題がつきつきと起こる。さらに各家庭における車の使用回数の急増と自家用車の普及がこれらに加わって問題はますます深刻になってきた。

古い所は40年前、新しい観測所でも10数年前に計画され、建設された道路や構内配置はもはや根本的改革にせまられている。これは、この外の観測所でも同じ問題に直面している。一方地震予知などのための観測の場合には従来の観測精度の10~100倍も高い精度が要求されることになる。これを解決するには広大な敷地を持つのが早道であるが、現在のような地価の急騰と狭い国土では容易なことでない。土地に関する問題はその内容の如何にかかわらず解決に長時間を必要とするので、各観測所の実情を十分考慮して根本対策が必要になる。本稿がこれらの解決に少しでも役立てば幸いである。

謝 辞

この調査は従来知られていた断片的なことをとりまとめ、少しの注意などを加筆した。女満別・柿岡・鹿屋などの資料を利用して戴いた関係者に感謝したい。

標準磁気儀室に関する試験は、旧地磁気課長であった現技術課長平山操氏の指導のもとに行われたもので、ここで改めて感謝したい。観測課長柳原一夫氏には特殊資料に関し便宜をうけたことに感謝したい。終りに地磁気観測所長吉松隆三郎氏の平素からのご指導に心から感謝したい。

文 献

- (1) 今道周一, (1940), 万年筆の磁性, 柿岡地磁気観測所要報, 第3巻, 第1号, 46-47.
- (2) S. Champman and J. Bartels, (1940), *Geomagnetism*, Vol. 1. First edd. London, Oxford Univ. Press., 139 pp.
- (3) 久保木忠夫, (1965), 車などによる人工擾乱, 地磁気観測所技術報告, 第5巻, 第1号(第17号), 64-96.
- (4) 久保木忠夫, (1965), 車などによる人工擾乱(追補), 地磁気観測所技術報告, 第5巻, 第2号(第18号), 1-6.

The Artificial Disturbances due to various Cars, bicycles etc.

T. KUBOKI

Abstract

Various cars give influences of the great artificially disturbed magnetic fields on the magnetograph when they are passing through the vicinity of the magnetic observation-house. The amount of those influences are proportioned to the weights of cars. Disturbances in horizontal intensity are generally from twice to five-times as large as those in vertical intensity, and they change in proportion to the reciprocal cube of the distance from car to magnetograph. In the case of the distance of 10 metre from car, the amount of the influences are about 150 gamma for bus and truck (about 10 ton in weight), 60 gamma for "sedan" and small truck or wagon (about 2 ton in weight), 5 gamma for motor-bicycle, small motor cultivator and etc.(about 0.2 ton in weight) and 2 gamma for bicycle and etc.(about 0.02 ton in weight). The magnetizations of cars consist of the permanent magnetizations and the induced magnetization due to the earth magnetism, and the amounts of both magnetizations are nearly equal. The average magnetic moment of car is 5×10^4 gauss as the weight of car being 300 kg. As the usual iron has nearly equal magnetization, it may be generally said that the substance of iron which make the magnetic field of 1 gamma at a distance of 1 metre is 30 grams. But the magnetizations of motors, special measuring instruments and etc. are from twice to five-times larger than those of usual irons. Therefore, it is desirable that the iron, of which the intensity of magnetization is not yet measured, is kept apart from the observation house ten-times as far as the distance which are calculated from the magnetic moment of the car.

The magnetic observations at Kakioka, Memambetsu and Kanoya may be affected by artificially disturbed magnetic field, if a heavy car pass through the nearby road. In order to make the amount of this influence less than 0.5 gamma, the bus and the truck must be kept more than 70 metre apart from the observation house, the "sedan" and the small truck more than 50 metre, the other small car more than 25 metre.

If the magnetic observation house is built apart more than 30 metre from the building in which iron frames are not used, artificial fields doesn't need to be considered. But if it is presumed that the cars frequent this building, it is desirable to be built apart 50 metre at least and 70 metre if it is possible.

When a building using a large quantity of iron materials is built, necessary separa-

tion should be estimated all on such occasions.

The special cars and the measuring instruments must be also held apart from observation house as far as the necessary distance to make their effect on the observation negligible. This problem is also investigated in this paper.