

日本附近の偏角の経年変化について (II)

今道周一

概 要

北半球は南半球より等偏角線の分布が複雑である。これは北半球には緯度は殆んど同じであるが、経度が約対称の位置に二つの極大 σ と ν があるためである。これによって、等 Y 成分 (東西方向の成分) が 4 個の閉曲線として出現する。この Y 成分と X 成分との組合せが等偏角線となるが、それが閉曲線となるのは東シベリヤから日本にかけての円形に近い等 Y 成分のみである。この卵形等偏角線の中心は、これに関与した円形等 Y 成分の中心より常に北方にあり、西偏の増加と共に北上することを証した。

尚、北磁極および北米極大 ν の強さは、近年殆んど変わらないか、あるいは、僅かに減少しているようであるが、シベリヤ極大 σ 地域の強さは増大していて、このため日本附近の西偏の増加となっている。

1. 緒 言

前の調査¹⁾で南極地帯では磁南極の位置と全磁力極大の位置とが極めて接近しているの
で等偏角線は規則的に分布しているが、北極地帯では全磁力極大の一つの位置が磁北極に
対して北極の反対側にあるため、北極地帯の等偏角線は複雑となり、これが東シベリヤか
ら日本附近にかけての卵形等偏角線を形成する原因となっていることを述べた。尚、この
卵形等偏角線の中心は西偏増加と共に、ほぼ東経 130 度の線に沿うて北上するが、これは
この全磁力極大と北磁極の相対的強さおよび相対的位置の変化によるものであろうと推論
し、まず相対的強さについてのみ記しておいた。

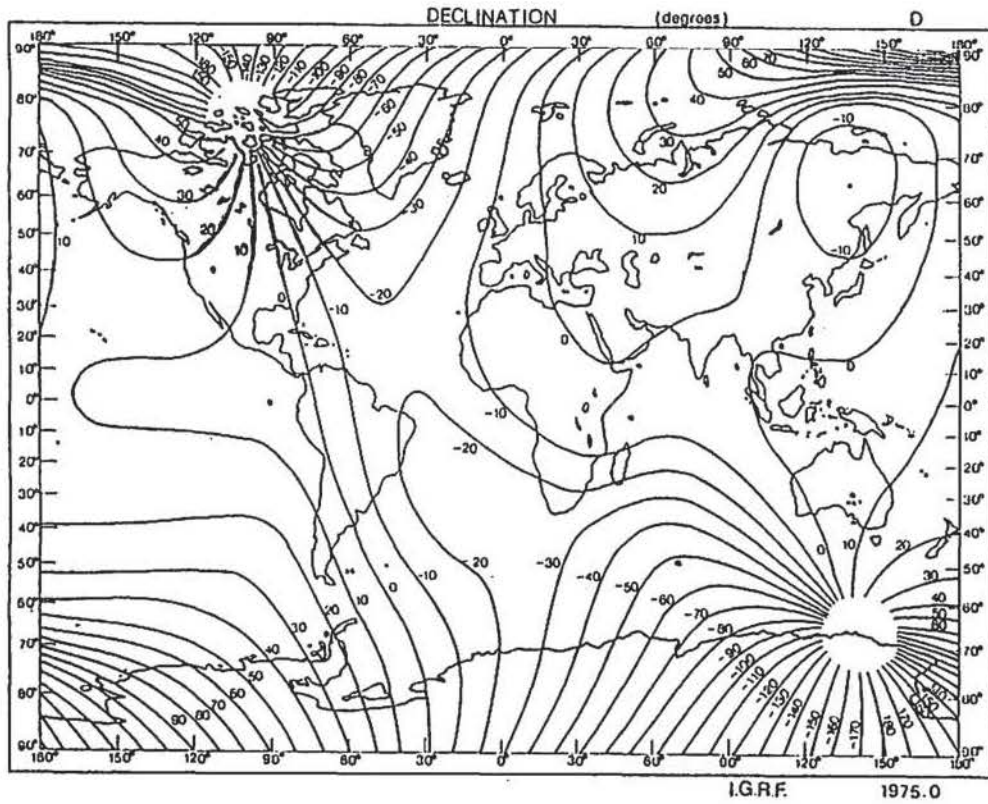
この調査(II)の出発点として、世界全般にわたる等偏角線図を 1975 年について第 1 図に
示す。これは I.G.R.F の 1975 年によるものである。1830 年でも大勢に変わりはない。

2. 全磁力極大の位置と強さ

1830 年の北半球における全磁力極大の一つの位置は Gauss-Weber によると、北緯 71°
20' 東経 119°51' にあって、強さは 59113 nT となっている。第 1 表の上段は 1830 年の全
磁力の値で、原表では任意単位 (Willkürliche Einheit) で与えられているものを著者が次
式により nT 単位に換算したものであって、下段は I.G.R.F による 1975 年の値である。

$$\text{任意単位} \times 0.003491 \times 10^4 = \text{nT 単位}^{2)}$$

上表中極大の値は長方形の枠で囲んで示してあるが、上段の枠内があとで定義するシベ
リヤ極大 σ (前報告では M.P で示す) の位置である。1830 年にならって、1975 年におけ
る全磁力極大の位置を上表から求めると、北緯 60° 東経 110° で強さは 61998 nT であ



第1図 1975年の全世界等偏角線図

第1表 1830年の全磁力値

| $\psi_N \backslash \lambda_E$ | 60° | 70° | 80° | 90° | 100° | 110° | 120° | 130° | 140° | 150° | 160° | 170° | 180° |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 85° | 57492 | 57649 | 57806 | 57953 | 58093 | 58219 | 58317 | 58404 | 58470 | 58526 | 58565 | 58593 | 58607 |
| | 56699 | 56931 | 57148 | 57339 | 57497 | 57616 | 57694 | 57734 | 57739 | 57718 | 57677 | 57625 | 57568 |
| 80° | 57136 | 57478 | 57834 | 58135 | 58393 | 58589 | 58736 | 58830 | 58886 | 58921 | 58938 | 58963 | 58987 |
| | 56822 | 57366 | 57871 | 58292 | 58600 | 58782 | 58837 | 58778 | 58634 | 58439 | 58231 | 58043 | 57899 |
| 75° | 56751 | 57335 | 57873 | 58331 | 58680 | 58914 | 59036 | 59064 | 59040 | 58984 | 58935 | 58928 | 58970 |
| | 56955 | 57883 | 58724 | 59402 | 59856 | 60053 | 59992 | 59708 | 59288 | 58759 | 58269 | 57876 | 57634 |
| 70° | 56245 | 57066 | 57799 | 58407 | 58827 | 59057 | 59099 | 59001 | 58816 | 58624 | 58474 | 58414 | 58401 |
| | 56903 | 58209 | 59457 | 60404 | 60996 | 61169 | 60918 | 60306 | 59455 | 58521 | 57666 | 57028 | 56693 |
| 65° | 55504 | 56545 | 57481 | 58219 | 58694 | 58879 | 58799 | 58533 | 58135 | 57775 | 57488 | 57398 | 57513 |
| | 56709 | 58350 | 59862 | 61056 | 61765 | 61882 | 61392 | 60387 | 59053 | 57633 | 56375 | 55482 | 55077 |
| 60° | 54428 | 55671 | 56779 | 57649 | 58159 | 58992 | 58075 | 57593 | 56992 | 56405 | 56000 | 55846 | 56031 |
| | 56130 | 58020 | 59783 | 61174 | 61964 | 61998 | 61244 | 59822 | 57989 | 56079 | 54431 | 53311 | 52868 |
| 55° | 52950 | 54361 | 55637 | 56604 | 57149 | 57216 | 56849 | 56157 | 55322 | 54543 | 53994 | 53816 | 54075 |
| | 55218 | 57241 | 59147 | 60650 | 61468 | 61395 | 60380 | 58567 | 56276 | 53930 | 51951 | 50660 | 50217 |
| 50° | 51056 | 52503 | 53994 | 55057 | 55626 | 55633 | 55123 | 54246 | 53187 | 52233 | 51573 | 51381 | 51723 |
| | 53998 | 56027 | 57944 | 59452 | 60234 | 60040 | 58795 | 56656 | 53999 | 51322 | 49112 | 47725 | 47321 |
| 45° | 47757 | 50367 | 50863 | 52992 | 53579 | 53547 | 52929 | 51887 | 50668 | 49567 | 48823 | 48627 | 49061 |
| | 52502 | 54416 | 56235 | 57619 | 58302 | 57983 | 56502 | 54200 | 51308 | 48437 | 46118 | 44722 | 44386 |
| 40° | 46147 | 47771 | 49312 | 50493 | 51101 | 51038 | 50346 | 49197 | 47869 | 46671 | 45860 | 45699 | 46206 |
| | 50749 | 52457 | 54030 | 55246 | 55785 | 55351 | 53828 | 51365 | 48390 | 45477 | 43177 | 41751 | 41605 |

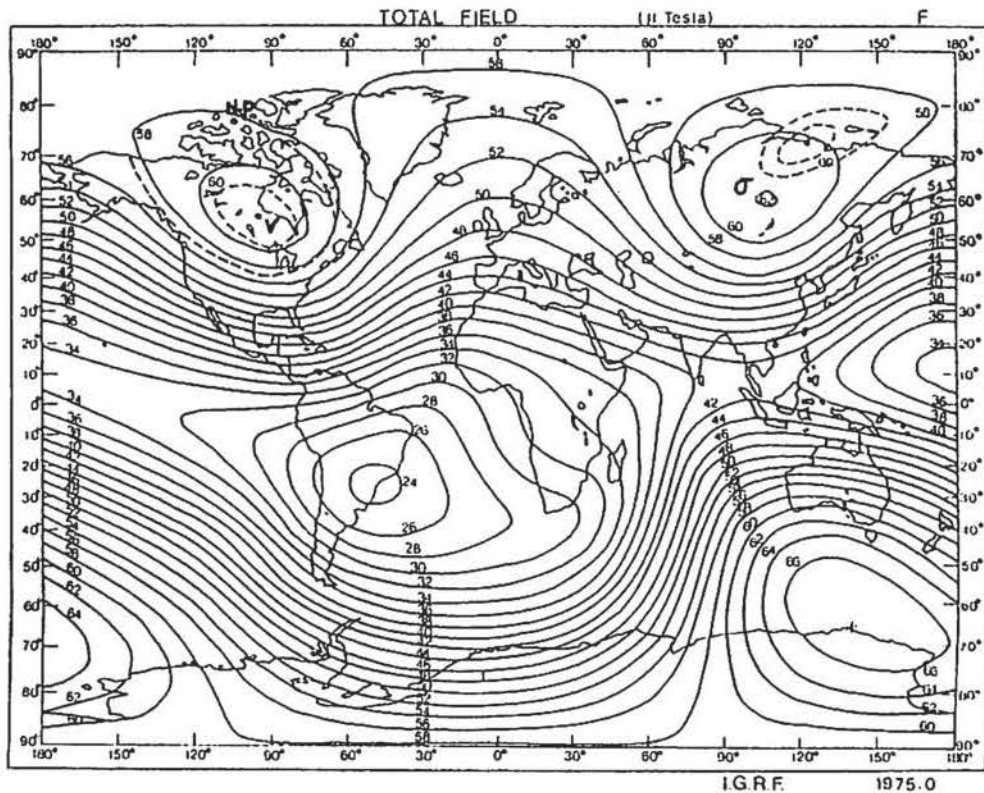
る。従って 1830 年から 1975 年までの 145 年間にこの全磁力極大の位置は北緯 $71^{\circ} 20'$ 、東経 $119^{\circ} 57'$ から北緯 60° 東経 110° まで移動したことになる。どのような経路を通り、何年頃現在の位置に達したかは、この年間の資料をしらべないと判明しないが、約 150 年間に南々西に約 1,200 軒移動したことになる。

上表中 1830 年の極大の位置は 1975 年に比して、かなり高緯度にあるので、計算上出たもので、実際にはこの位置に存在したかどうか疑問も出ると思われるが Gauss³⁾ はこの位置は Hansteen が第二の磁極と誤認した所であると記しているから、この場所に実在したものと考えられる。Gauss は極大の位置を数学的に定義して決定しているので、緯度、経度共に分まで与えてあるが、筆者は上表で 1830 年については 59,000 nT 以上の地域を、1975 年については 61,000 nT 以上の地域を夫々点線で囲んで、この範囲を夫々の極大地域と定めた。

前の調査では日本付近の偏角のみについて考察したが、この調査では地球全体の偏角の分布を総合的にみることにした。このためには地球全体にわたる全磁力の分布を知ることが基本である。第 2 図は 1975 年の I.G.R.F. による全磁力の分布図である。1830 年については極大附近のみを点線で示した。

この図によると、南半球では磁南極を中心に磁力が分布して簡単であるが、北半球では図に見るように、二つの極大があって複雑である。

それらの位置と強さを磁北極の値と共に年別に次に示す。シベリヤ地帯にある全磁力極



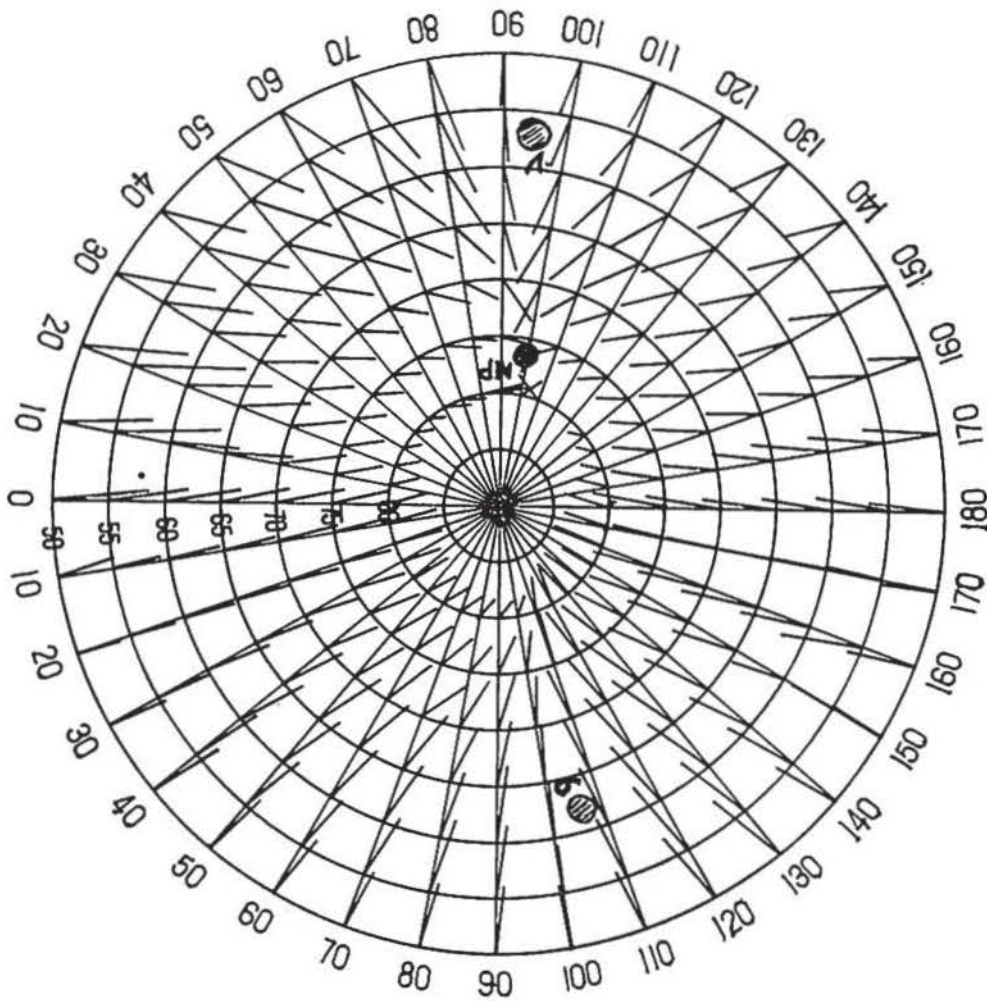
第 2 図 1975 年の I.G.R.F. による全磁力分布図

大をシベリヤ極大と称し σ で表わし、北米にあるものを北米極大と称して ν で示すことにする。強さの単位は nT で与えてある。

| | シベリヤ極大 (σ) | | 北米極大 (ν) | | 北磁極 | |
|-------|---------------------|--------|----------------|-------|----------|--------|
| | 1830 | 1975 | 1830 | 1975 | 1830 | 1975 |
| 緯度 | 71°20' N | 60° N | 54°32' N | 56° N | 73°35' N | 76° N |
| 経度 | 119°57' E | 110° E | 98°33' W | 94° W | 95°39' W | 100° W |
| 中心の強さ | 59113 | 61998 | 61614 | 61418 | 59433 | 58323 |

ν 極大は上表でわかるように、地磁極の南部にあって、それに近接しているため、この地域の等偏角線が曲げられることは少ない。この理由で前報告ではこの ν 極大については

等 偏 角



東 経

第3図 北半球極地方の偏角分布図 (50° 以北)

言及しなかった。上表からみると、1975年には σ 極大と ρ 極大とは緯度には大差はなく、経度は対称の位置に近い。日本附近の偏角分布が北半球全体の偏角分布と、どんな関係にあるかを考えてみよう。この場合には σ 極大と ρ 極大とが主役であることがわかる。

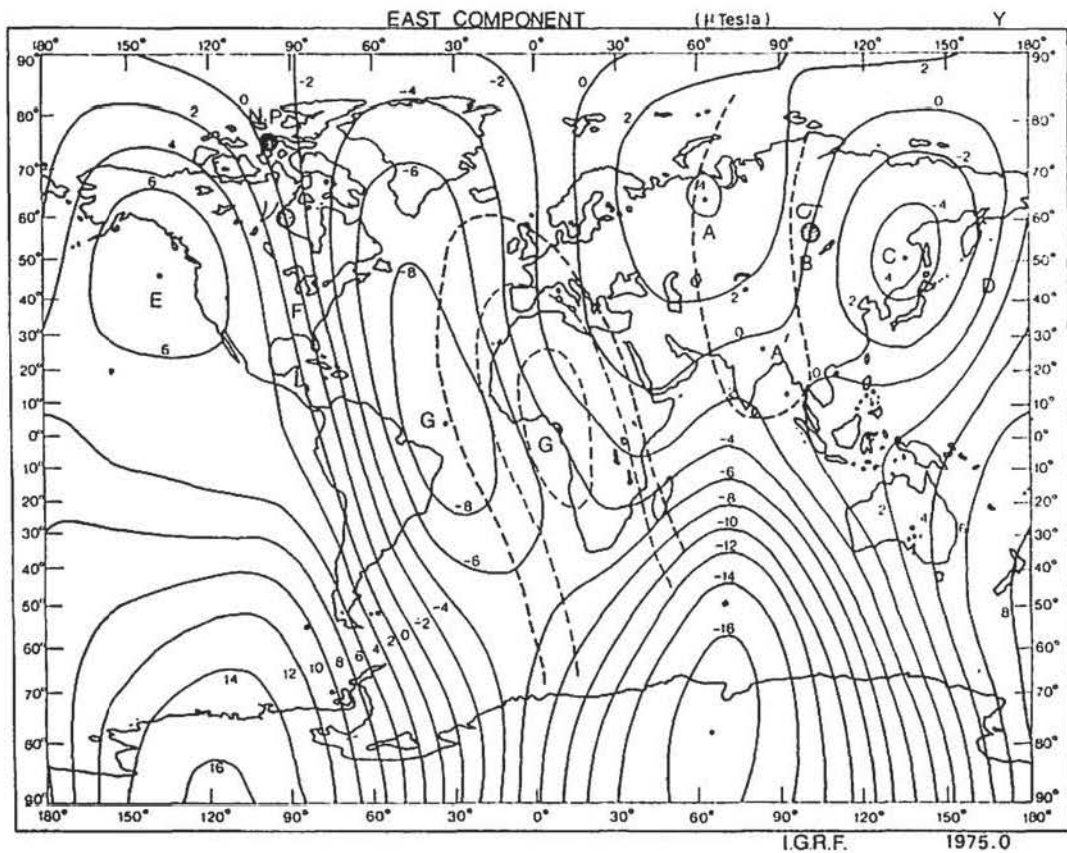
このことは第3図を見ることによって理解できる。北磁極の方向を指すべき磁針はこれらの極大によって方向が曲げられ北半球における等偏角線の複雑さを生ずることになる。

第3図は北緯50度以北の地帯について偏角の変わり方を示したものであって、東シベリアにおける磁針の方向は σ 極大に引かれて、はじめは東偏であるが、極大を過ぎると西偏になって行く様子が東経40度あたりから東経160度位の間で明かに見られ、また、西経20°度位から西経約170度の間では北磁極と ρ 極大との影響をうけて偏角が大きくこれらの方向をとっていることが明瞭に示されている。

3. Y成分の分布と全磁力極大との関係

このように磁針が全磁力極大によって東西方向の力をうけて、偏角の変化を生じているので東西成分(Y成分、東方を正とする)の分布を知る必要がある。これを第4図に示す。南半球では東偏と西偏に二分されるだけの簡単な分布であるが、北半球にはA、C、E、Gの四個の中心があって夫々交互に東偏、西偏、東偏、西偏となっている。

このようになるのは、上に示した全磁力の中心が σ 極大と ρ 極大との二つがあり、更に



第4図 1975年の全世界東西成分等値線図

北磁極も影響を与えているためである。すなわちシベリヤ極大 σ に引かれることによってA地帯は東偏となり、C地帯は西偏となる。同様に北米極大 ν によってE地帯は東偏となりG地帯は西偏となっているが、この地帯は北磁極の影響も受けている。

CとE地帯は1830年と1975年とであまり変りがないが、AとGとは両年でかなりその位置が変わっていて、1830年にはAは東南の方向に細長く伸びており、Gはより東方にあってアフリカの内部までかかっている。この様は第4図に点線で示し、その中心をA'とG'で示してある。

Gの位置がこのように異っているのは、南米とアフリカの間には北から南に亘る特殊な海嶺があり、地磁氣的にも特異な地域であることによるものではなかろうか。

4. 閉曲線 Y 成分線の位置と強さ

第4図のY成分の図についてA, B, C, D, E, F, G等の各点の年別中心の位置、およびその強さを1830年と1975年について次表に示す。

| | 年 | 緯度 | 経度 | Y成分の強さ (nT) |
|---|------|------|-------|-------------|
| A | 1830 | 30°N | 80°E | +3057 |
| | 1975 | 65°N | 62°E | +4112 |
| B | 1830 | 71°N | 120°E | 0 |
| | 1975 | 60°N | 100°E | 0 |
| C | 1830 | 40°N | 130°E | -1174 |
| | 1975 | 52°N | 135°E | -4869 |
| D | 1830 | 40°N | 175°E | 0 |
| | 1975 | 50°N | 170°E | 0 |
| E | 1830 | 40°N | 145°W | +7845 |
| | 1975 | 45°N | 140°W | +7815 |
| F | 1830 | 30°N | 80°W | 0 |
| | 1975 | 23°N | 80°W | 0 |
| G | 1830 | 0° | 10°E | -11531 |
| | 1975 | 5°N | 35°W | -9967 |

上表中、Bは σ 極大の位置、Fは ν 極大のところで何れもY=0であって、両極大の強さは前に記しておいた。

上表でみるとY成分はAでは1830年より1975年の方が東方に約 $1\mu T$ 大となっているがCでは西方に大きく約 $4\mu T$ も増加している。しかるにEでは1830年と1975年とでは殆んどY成分の大きさは等しく、Gでは1975年の方が西方に $1.5\mu T$ 小となっている。この結果を総合すると、 ν 極大の影響より σ 極大による方が大きく増加していることを示している。これは北磁極の強さは1975年の方が、1830年より $1\mu T$ 小であり、また ν 極大の強さは1830年と1975年とでは強さは変りはないのに σ 極大では1975年の方が1830年より $3\mu T$ も大となっていることに対応しているように思われる。即ち北米あたりの磁力は殆んど一定かあるいは弱くなっているのにシベリヤ地帯では σ 極大がかなり強くなって

いて、このために日本附近は西偏が大となっていることを示している。

1830年と1975年とでCとEとの位置があまり変わらないことは非双極子磁場のY成分の停滞地域としてすでに行武^りが示しているものである。

5. 円形等Y成分線の中心の強さについて

偏角の成因となるY成分は上に示したようなものであるが、Y成分がCやEのような卵形または円形に近い形となり、その中心に行くほど値が大きくなるのは何故であるかを考えてみよう。

まず中心に行くほど値が大となるのは次の理由によるものと考えられる。これをCについて述べると、この地帯では、全磁力極大 σ に磁針は引かれるが σ 極大は点ではなく、かなりの面積をもっていることは第1表に示す通りであるから極大にごく近いところでは、極大地域に入り込んでいるため磁針は西方よりは北方に引かれY成分は比較的小で従って偏角は小となっており、第2表に見るように極大 σ のところでも $Y=0$ となっている。 σ 極大から東方に行くにつれて、第3図に見るように、北方よりは西方に引かれる力が強くなってY成分は大となり従って、西偏が大となる。更に遠くなると σ の力が弱くなって西偏は次第に小となり、終にD附近で零となる。Cの場合はY成分が最大となるのは東経約130度附近であって、丁度円形等Y線の中心附近となっている。Eでも同様で、ここでは中心附近はY成分が東方に最大となり、このため東偏が最大を示している。

σ 極大による東西方向のYの変化はこのように考えられるが、この閉曲線を作る等Y成分線の中心を通る南北方向の線上の力については以上の考えだけでは説明はつかない。Y成分が何故A、C、Eのように円形に近い閉曲線を作るかは解決困難である。ここに興味あることは1975年のA、C、Eの中心は北磁極を中心とする同心円上にあることである。

6. 円形等Y成分線と等偏角線との関係

このような等Y成分線が卵形等偏角線を作るには次のように考えられる。等X成分（南北成分か北方を正とする）と等Y成分線との交点を求めると、Y成分=0の線と等X成分線との交点はどの点でもX成分だけであるから、これらの点を結ぶと偏角=0の等偏角線がえられる。換言すると、等Y成分=0の線と等偏角線=0の線とは全く一致することになるのは明かである。X成分は低緯度になる程、値が大となり、北緯25度あたりまでは、殆んど直線的に増加するから、他の等Y成分線と等X成分線との交点を求めると、同じ偏角 θ に対する $Y/X = \tan \theta$ はXが大となるに従って、Yも大とならねばならない。それ故、円形に近い等Y成分線の南側ではY成分線がより大となる内側の線である北よりの線との交点を用いねばならない。これに反し、等Y成分線の北側では北に行くほどX成分は小となるので、等Y成分線はそれがより小となる北方の外側の等Y成分線との交点をとらねばならない。

このようにして、等X成分と閉曲線を作っている等Y成分線との交点を結ぶとこれも閉曲線となり、卵形等偏角線となって、その中心は上述のようにして等Y成分線の中心より北方にずれることになる。Cについてこれを求めると、1975年における等偏線の中心は東

経 135 度、北緯 64 度となり、等 Y 成分線 C の中心東経 135 度、北緯 52 度より 12 度北方にあることになる。

以上のことは日本およびシベリヤ地帯の等 X 成分線が密で、かつほとんど緯度に平行であることに原因があるように思われる。A や E の等 Y 成分線もやや円形で C に似た形状もっているが等 X 成分線はやや疎で日本附近のように整然としていない。このため等 X 成分線と等 Y 成分線との交点を求めても等偏角線は閉曲線とはならない。このように東シベリヤから日本にかけての卵形等偏角線は特殊な特長をもつものである。

7. 西偏増加による卵形等偏角線の中心の北上

偏角を θ とすると $\tan \theta = Y/X$ であるが日本附近の偏角程度では $\theta = Y/X$ とおいてよいかから $\theta/Y = 1/X$ となる。

X は緯度が高い程小となるので θ/Y は緯度が高い程、大となる。即ち一定の Y に対して θ は緯度と共に大とならねばならない。このようにして、X が小となるほど、即ち緯度が高くなる程 θ は大となり、これにつれて、等偏角線 $= 0$ の線も北に押し上げられる。第 1 図の等偏角線図を見ると、等偏角線 0 の線は日本附近を含む地域では南方は北緯約 10 度から北方は北緯約 80 度あたりまでの範囲にあって等偏角線密度は南方に極めて疎で北方は密である。これは上述のように緯度が高くなるほど偏角 θ が大となって等偏角線の密度が大となり、このために卵形等偏角線の中心は西偏の増加と共に北上することになる。

この調査に当って、福島直氏は I.G.R.F の便宜を与えられて報告の基礎を作ることを得、また行武毅氏の詳細な資料によって多くの示唆を得た。尚、河村前所長には便宜と助言をいただき、また湯村哲男氏の助力を得、北村正亟氏には図について万端の御力添えをいただいた。ここにこれらの方々に深い感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) S. Imamiti, The Memoirs of the Kakioka Magnetic Observatory, Vol. 19, No. 2, March, 1982.
- 2) C. F. Gauss and W. Weber, Atlas des Erdmagnetismus nach den Elementen der Theorie entworfen. 1840, p. 3.
- 3) do, p. 4.
- 4) T. Yukutake and H. Tachinaka, Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol. 47, p. 71, 1969.

On the Isogonic Lines Over the East Siberia and Japan (II)

by

Shuiti IMAMITI

Abstract

The distribution of the magnetic force over the south hemisphere is rather simple, while over the north hemisphere, it is more complex, owing to two total-intensity maximums, the Siberian one σ (M.P in the first report), and the North American one ν , whose positions in 1975 were approximately 60°N , 110°E , and 56°N , 94°W respectively.

The two maximums σ and ν seems to cause the distribution of the Iso-Y-component lines, separating them into four closed line groups. The intersection points of these lines with the Iso-X-component lines construct isogonic lines of various forms, among them the Iso-Y-component lines over the east Siberia and Japan only forms closed curve of oval shape which is characteristic of isogonic line of this region. The center of it is found always more northward than that of the associated circular Iso-Y-component lines, and the center of the former progress northward as west declination in this region increase.

In recent years, inspite of the force of the North Magnetic Pole and the North American Maximum ν are almost constant or somewhat weaker becoming, though, the intensity in the Siberian Maximum region σ is increasing taking with west declination increase in this area.