

伊豆大島近海地震に関連する地磁気全磁力変化

大地 洸・伊知地 昇・桑島正幸・河村 謙

概 要

筆者等は1976年より自然災害特別研究(1)「地震活動域における電磁気現象の特性に関する研究(昭和51年度)」、「地震活動域における電磁気異常現象の検出に関する研究(昭和52年度)」に参加し主として伊豆半島西部ならびに中部で地磁気、地電流ならびに大地比抵抗の観測を実施してきた。

今回の報告は伊豆大島近海地震(1978)発生の約2か月前から松崎町で実施していたプロトン磁力計による全磁力観測の結果を鹿野山(国土地理院)、菅引(東京大学地震研究所)、宮ヶ原および柿岡(地磁気観測所)と比較解析した結果と石廊崎における埋込式歪計の観測結果と全磁力変化の対比等について報告する。

1. はじめに

伊豆半島における地磁気観測は1976年11月から1977年7月にかけて西海岸松崎町でプロトン磁力計による全磁力連続観測、フラックスゲート型磁力計による変化観測および地電流観測が実施された。これらの観測ならびに解析の結果は地震予知連絡会やCA研究会等で発表⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾されている。

1977年10月下旬から1976年と同一地点で、プロトン磁力計による全磁力観測が再開され、たまたま1978年1月14日に発生した伊豆大島近海地震前後の全磁力データが得られたので主としてこれに関連する結果を報告する。

地震前後の全磁力変化の検討には鹿野山測地観測所(国土地理院)、菅引(東京大学地震研究所)にデータの提供をお願いし、そのほか宮ヶ原と柿岡(地磁気観測所)の資料を使用して比較解析を行なった。

地震等地殻活動に起因する磁場変化を検出しようとする場合、測点間の外部磁場変化の地域差を予め知っておくことが重要なことであり、静穏日における日変化の差、磁気嵐或いは短周期変化等擾乱の地域差について比較検討を行なった。

地震前後の松崎における全磁力変化を比較してみると電磁誘導に原因する外部磁場変化の地域差が認められるが全体的な変動の様子を知るには支障はない。これによると、11月10日頃から徐々に増加し12月20日前後を最大としてその後徐々に減少を示す約5 nTに達する変化が認められる。

この変化を地震地磁気効果と見るにはなお検討を要する。またこの変化を石廊崎における気象庁の埋込式歪計の観測結果と対比して興味ある結果を得た。

2. 観測ならびに結果

各観測点の地理的位置を第1図に示す。これらの測点のうち宮ヶ原は必要に応じて短期間観測を行ってきた補助的な測点である。観測ならびに測点の状況、各測点値の相互比較、静穏時擾乱時の全磁力変化地域差、石廊崎の埋込式歪計観測結果と松崎の全磁力変化の対比等について以下に記述する。

2-1 松崎における全磁力観測

測点は松崎町市街地の南南東 2 km の岩科南側、指川に設けた。観測は1976年11月18日から開始し、1977年7月31日で一時中断、その後同年10月22日から再開し現在に至っている。

松崎は東海道線から 44 km、修善寺線から 37 km、伊豆急行線から 16 km の位置にあり、昼間の測定値には直流電車による雑音が含まれている可能性があるため、通常は夜間22時すぎから2時すぎまでの約4時間について毎分値測定を行なっている。

観測に使用した磁力計およびその柿岡標準器に対する器差、検出器地上高およびその周囲の磁場傾度等を第1表に示す。

一般に野外における臨時観測は限られた条件のもとで実施しなければならないことが多く、測定値の信頼性が問題となることがあるので、松崎では補助点を設けた。

補助点は測点の南西約 1.5 km 離れた町営野球場内（センターポール前のフェンスおよびレフトポールからそれぞれ 48 m、60.5 m の地点の地上 250.8 cm）に設けた。保守点

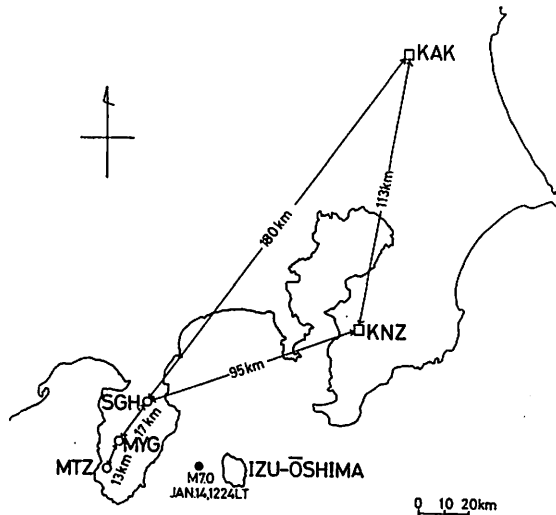


Fig. 1. Location of magnetic observatories, temporary stations and epicenter of the Izu-Oshima Kin-kai Earthquake 1978.

KAK: Kakioka, KNZ: Kanozan, MTZ: Matsuzaki, MYG: Miyagahara, SGH: Sugehiki.

Table 1. Status of temporary stations and instruments

測点名	位置	測定時間	使用測器	器差 nT	検出器高さ (cm)	磁場傾度 (nT)
松崎	静岡県賀茂郡 岩科南側指川 938 菊地四郎氏	1976.11.18 } 1977. 8. 1	G805M KJ 267	+0.15	157.0	E : +21.2/3 m W : -1.4/3 m N : -8.6/3 m S : -16.7/1.5 m U : +1.0/7 cm
		1977.10.22 } 1978. 8.17	PMM611G (S-No. 35) KJ 233	-0.56	同上	
		1978. 8.17 } 現在	PPM739C (No. 14) KJ 284	-0.14	同上	
宮ヶ原	静岡県賀茂郡 西伊豆町大沢 里 650 山本 敏氏	1977.10.23 } 1977.10.30	PMM611G (S-No. 32) KJ 248	+0.60	155.0	E : -2.7/1 m W : -1.0/1 m N : -3.4/1 m S : +3.0/1 m U : +2.0/30 cm
		1978. 2.26 } 1978. 2.28	PPM739C (No. 14)	-0.14	同上	

検のさいは測点～補助点の比較観測を行ない人工的原因による絶対値の変動の監視も実施している。

2-2 宮ヶ原における全磁力観測

伊豆半島内の全磁力変化の地域差を予め知ることは重要なことである。1976年12月～1977年2月にかけて松崎～菅引の全磁力差に約5 nTの変動が認められたことにも関連して⁽¹⁾⁽⁵⁾、松崎と菅引の中間の地点に測点を設けることが必要となり、1977年10月西伊豆町宮ヶ原に測点を設けた。この測点は第1図に示すよう松崎から13 km、菅引から17 kmの地点である。

これまでに、1977年10月および1978年2月の2回の短期間の連続観測を実施している。観測に使用した磁力計およびその器差、検出器地上高およびその周囲の磁場傾度等を松崎に同じく第1表に示す。

2-3 伊豆大島近海地震前後の全磁力変化

松崎、菅引、鹿野山の各測点と柿岡の全磁力変化を夜間0時00分～0時59分の1時間平均値で比較した。結果を第2図、第3図に示す。

第2図は1977年7月と1977年10月下旬から1978年2月までの期間の比較、第3図は1978年3月から同年9月までの期間の比較である。両図とも上段には各測点の日々の全磁力夜間値、中段には各測点と柿岡の差の変化と伊豆半島内の2つの測点松崎と菅引の差を示した。下段は対応する時間帯(0時～3時LT)における柿岡のK-指数を示した。

各測点の日々の全磁力値のばらつきは外部磁場擾乱によるもので当然のことながら4測点でよい対応を示している。中段の相対変化のばらつきは電磁誘導に原因する外部磁場変化の地域性によるものであるが全体的な変動を知るには大きな支障とはならない。

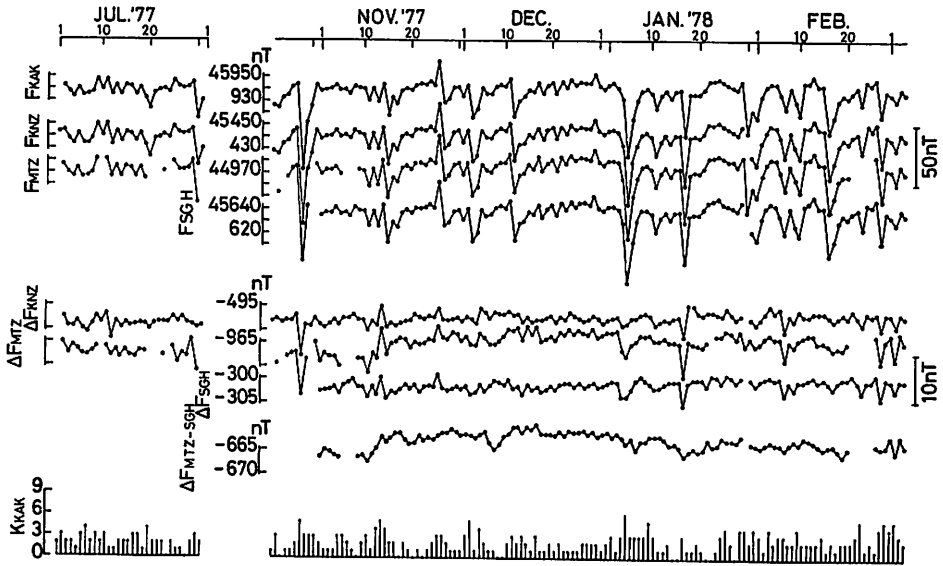


Fig. 2. Day to day variations of midnight total force intensity at KAK, KNZ, MTZ and SGH (upper part), their relative variations (middle part) and K-index at Kakioka. (July 1977 and Oct. 1977~Feb. 1978)

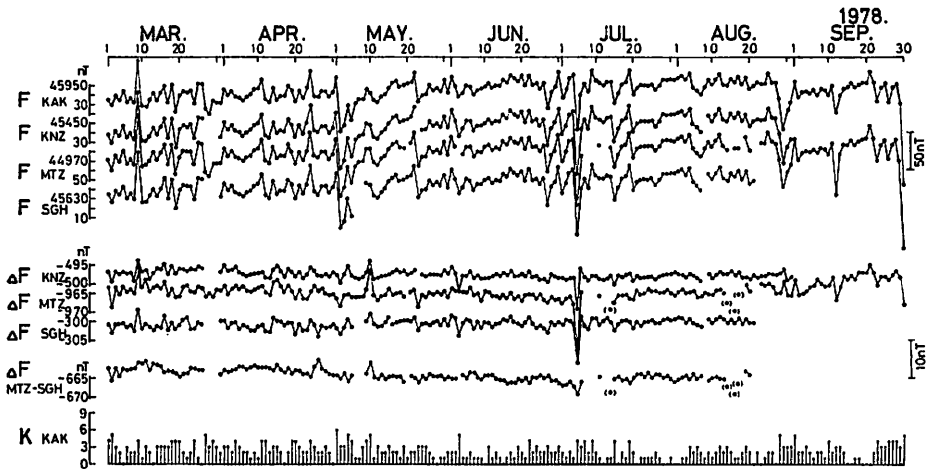


Fig. 3. Day to day variations of midnight total force intensity at KAK, KNZ, MTZ and SGH (upper part), their relative variations (middle part) and K-index at Kakioka. (March 1978~Sept. 1978)

松崎一柿岡の全磁力差は1977年7月の時点と10月下旬~11月上旬とではほぼ同一のレベルであると見られるが、11月10日頃から徐々に増加を示し12月20日前後に最大(5 nT)になり、その後は徐々に減少を示した。伊豆大島近海地震はこの減少に転じてから約25日後に発生し、地震後も引き続き徐々に減少し7月に11月初旬のレベルにほぼ恢復したが9月

初めから再び増加に転じた。これと同じ変化は僅か(約 1 nT)ではあるが鹿野山にも認められているが同じ半島内の菅引には認められない。

2-4 外部磁場変化(全磁力)の地域差

全磁力変化の地域差を予め知っておくことは極めて重要なことである。

第4図に静穏時の、第5図に磁気嵐時の、第6図に擾乱時の松崎、宮ヶ原、柿岡の全磁力10分平均値による比較を示した。

静穏時における伊豆半島の2測点と柿岡の比較では主として日変化によると思われる $\pm 2\sim 3$ nTの差が認められる。しかし同じ半島内の宮ヶ原—松崎ではその差は1 nT程度である。

第6図に示したように湾型変化など短周期変化では日変化の場合よりその差は大きく、これまで調査した20例によると伊豆半島では柿岡よりも $27.0\pm 5.51\%$ 大きく変化している。

第5図の磁気嵐時の比較では差の変化から分るように磁気嵐中のDR場、DP場のような周期数時間の急変化では柿岡に比べて伊豆半島のほうが約20%程度大きいことが分る。同半島内の宮ヶ原、松崎でも松崎のほうが約3%大きい変化を示している。

2-5 伊豆大島近海地震前後の石廊崎における埋込式歪計の観測結果と松崎の全磁力変化の対比

石廊崎の埋込式歪計の観測は1976年4月から行なわれている。伊豆大島近海地震に関連して気象庁地震課の報告⁽⁶⁾⁽⁷⁾によると1977年12月3日から12月20日頃まで異常な縮み変化を示し、その後1978年1月11日から急激に伸びの変化に転じて1月14日12時24分M=7.0の同地震が発生した。

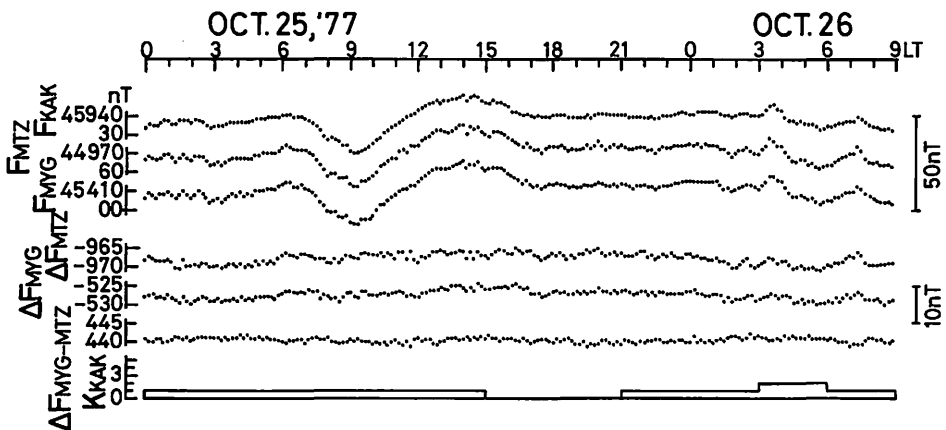


Fig. 4. Comparison of total force intensities (10 minutes mean value) in the calm period at MTZ, MYG and KAK (upper part), their relative variations (middle part) and K-index at Kakioka.

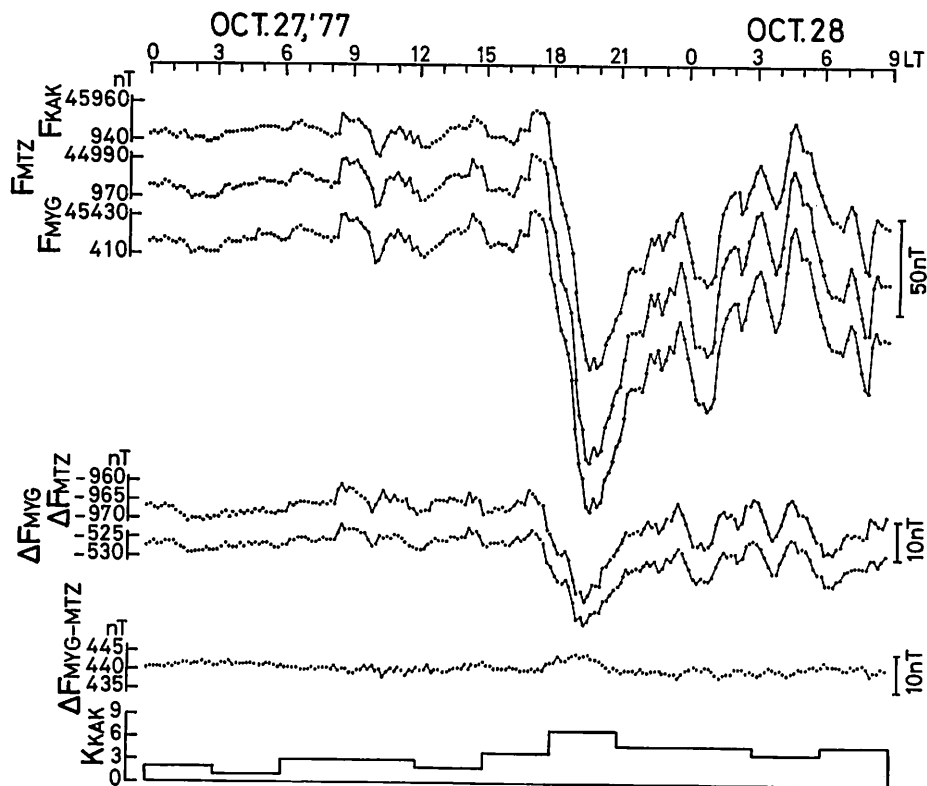


Fig. 5. Comparison of total force intensities (10 minutes mean value) in the magnetic storm period at MTZ, MYG and KAK (upper part), their relative variations and K-index at Kakioka.

この歪計の観測結果と松崎の全磁力変化の対比を第7図に示した。比較した期間は1977年11月から1978年9月の11か月間で、同図の上部には歪計の観測結果を、その下に松崎の全磁力変化を柵間との差で示した。

なおこの全磁力差は第2図、第3図に見られるように、外部場磁変化の地域差が認められ歪計との対比がしにくいため磁気嵐、湾型変化等明らかに外部磁場擾乱と判定されるものについては全磁力差に補正を行ない日々の値を・印で、その日平均値を○印で図示した。

歪計の変化は12月初めの縮み、1月11日の伸び、3月初めの縮みならびに8月末の急激な縮みの4か所の異常変化が認められる。

これに対して松崎の全磁力変化は約25日先行して11月10日すぎより約5nTの増加、8月末の変化はほぼ同時期に約4nTの増加を示している。

1月11日の伸び、3月初めの縮みの変化に対応する全磁力の変化は連続して磁気嵐が発生しているため明らかではない。

石廊崎と松崎とは約16km離れており松崎の全磁力変化の原因を直ちに石廊崎で観測

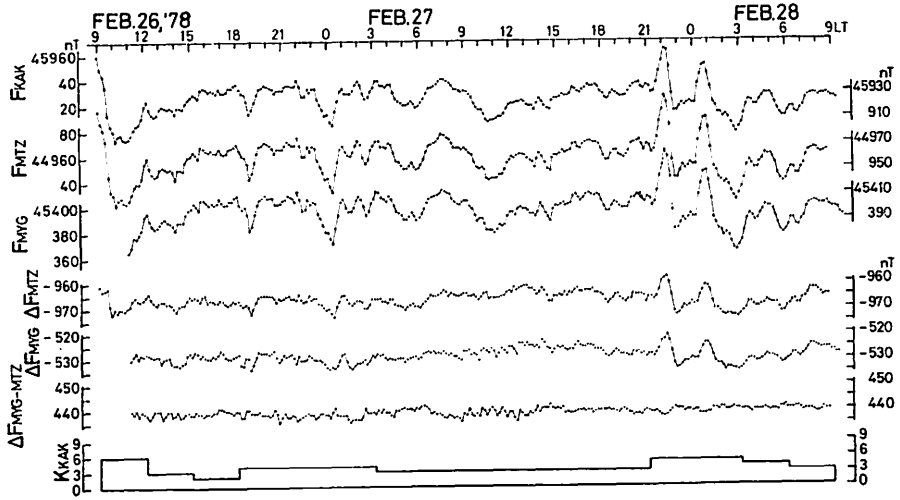


Fig. 6. Comparison of total force intensities (10 minutes mean value) in the disturbance period at MTZ, MYG and Kakioka (upper part), their relative variations (middle part) and K-index at Kakioka.

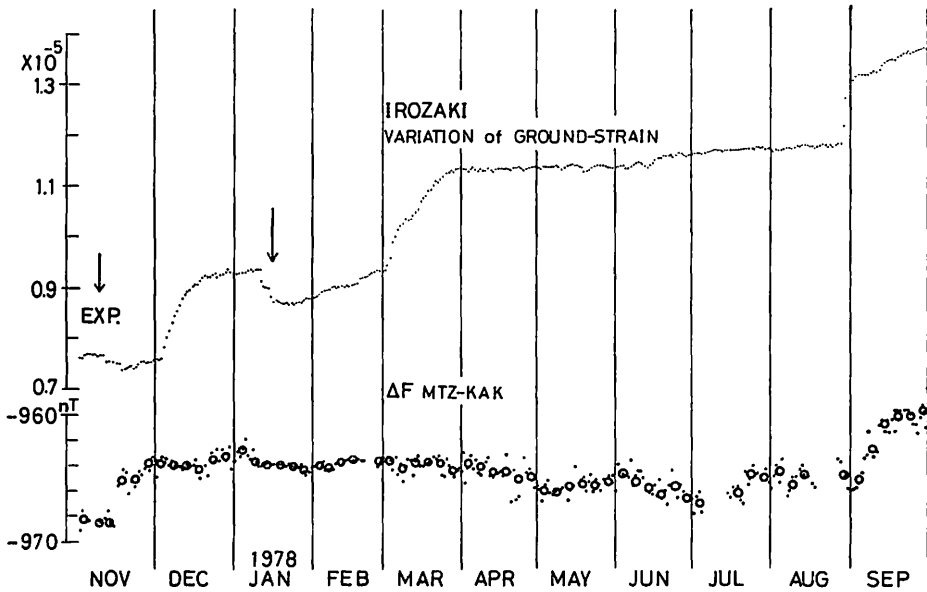


Fig. 7. The daily mean variation of ground strain at Irozaki and difference of total force intensity.

↓: Occurrence of the Izu-Oshima Kinkai Earthquake.

○: 5-day mean of the total force difference.

⋅: Total force difference of midnight value (after correction).

された地殻活動と同一の原因によると断定することは出来ないがこの2つの現象は全く関係がないとも云えないようにも思われる。

松崎の全磁力変化の原因はどのようなメカニズムによるものか、歪計の異常変化と松崎の全磁力変化は単なる偶然と考えるべきなのかひきつづき検討しなければならない。

3. 考 察

伊豆大島近海地震前後の松崎における全磁力の変化は同じ半島内の約 30 km 離れている菅引には認められない。しかしながら地震前後の宮ヶ原の全磁力変化は第4図地震前の宮ヶ原—松崎の平均値と第6図地震後の宮ヶ原—松崎の平均値がほぼ同じことから松崎と同じ変化をしている可能性がある。

松崎の全磁力変化と石廊崎の歪計の変化と異常発生の時間的なずれはあるものの、11月中旬の全磁力の増加、9月初めの増加は一見よい対応を示していると思われる。1月11日の歪計の急激な伸びと3月末にかけての徐々の縮みに対応する松崎—柿岡の全磁力差の変化は認められていない。1月から3月にかけての地磁気変化は活動的で1月中の磁気嵐の回数は5回、2月3回、3月2回と第2図、第3図に見られるような全磁力ならびに全磁力差は通常のレベルより下っていて歪計の変化と対応するにも見られるが、このレベルの下りは磁気嵐 DR 変化の地域差によるものと見られる。

歪計の12月初めからの急激な縮みの変化は伊豆大島近海地震の先行現象と見られ、地震発生後3月末までの縮みの変化は同地震の after effect, 8月末の急な縮みは8月30日河津に発生した $M=3.5$ の地震に関連した先行現象と見ることもできる。

歪、全磁力の変化とも地震発生時には明瞭な変化は認められていないが、先行現象と見られる異常な変化量が大いことは注目すべきことで、単に測点と震源地の位置関係でこのような現象が説明しうるか検討しなければならない。

菅引には地震に関連すると見られる全磁力変化は認められていないことから松崎の異常変化は限られた地域の現象であることも考えられる。

この原因の究明のためには石廊崎方向への測点の配列、或いは駿豆断層等活構造線を考慮した測点の配置による観測と地殻変動を示す資料との対比などが有効ではなからうか。

これまで述べたように、松崎の全磁力変化を地震—地磁気効果と断定するには一層の検討を要するが、観測には細心の注意が払われており極めて注目すべきことである。

4. ま と め

- 1) 1976年11月から伊豆半島松崎において全磁力観測を実施してきた。1978年1月14日伊豆大島近海地震が発生し、この地震前後の全磁力変化を松崎、菅引、鹿野山、宮ヶ原および柿岡について比較した。
- 2) 松崎の全磁力は1977年11月10日頃から徐々に増加して12月20日前後に最大 (5 nT) になり、その後は徐々に減少を示した。伊豆大島近海地震はこの最大となった時期から25日後に発生している。
- 3) この変化は鹿野山においても僅かな量 (約 1 nT) ではあるが認められているが、伊

豆半島内の背引には対応する変化は認められなかった。

- 4) 石廊崎の埋込式歪計の伊豆大島近海地震前後の変化と松崎の全磁力変化を対比してみると異常発生の時間的なずれはあるが歪計の縮みに対して全磁力の増加、伸びに対して減少の対応が認められた。
- 5) 松崎の全磁力変化を地震—地磁気効果と見るには一層の検討を要するが、観測には細心の注意が払われており極めて注目すべきことである。
- 6) この全磁力異常変化は限られた地域に発生している可能性があり、原因究明のためにも活構造線を考慮して測点を配置し、地電流等の観測を追加すると共に地殻変動資料との対比検討を行う必要がある。
- 7) 伊豆半島と柿岡の全磁力変化の地域差は静穏時においては日変化の差に原因する $\pm 2 \sim 3$ nT の差が認められる。擾乱時の周期数時間の急変化では柿岡の変化に対して約 20%大きく、また湾型変化等短周期変化では柿岡の変化より $27.0 \pm 5.51\%$ 大きいことがわかった。

従って磁気測量のように特定の日の全磁力差を取扱うときはかなり緻密な検討が必要であると思われる。

謝 辞

この観測の実施に当っては観測装置の設置に御協力を戴いた松崎町指川の菊地四郎氏に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 伊豆半島における地磁気観測 地磁気観測所 第38回地震予知連絡会報告
- 2) 伊豆半島における CA 変換関数の分布について
河村 諒, 大地 洸, 森 俊雄 (地磁気観測所)
本蔵義守, 小山 茂 (東京大学地震研究所)
瀬戸孝夫 (国土地理院)
CA シンポジウム講演論文集 (地磁気観測所技術報告 第17巻 特別号 p. 129-139)
- 3) 伊豆半島における全磁力連続観測
河村 諒, 大地 洸, 森 俊雄, 桑島正幸, 伊知地 昇
conductivity anomaly 研究会論文集 (CA 研究グループ) 1978年12月 p. 55-60
- 4) 伊豆半島松崎における地磁気, 地電流変化特性の時間的変化について
森 俊雄, 室松富二男, 佐々木 泉
conductivity anomaly 研究会論文集 (CA 研究グループ) 1978年12月 p. 69-76
- 5) 伊豆半島東部地域における全磁力観測 (3)
東京大学地震研究所移動観測班
地震予知連絡会会報 第20巻 p. 81-85
- 6) 埋込式歪計による観測結果について
気象庁地震課, 地震予知情報室
地震予知連絡会会報 第20巻 p. 34-35

7) 伊豆大島近海地震について

気象庁地震課 地震予知情報室

地震予知連絡会会報 第20巻 p. 45~50

Geomagnetic Total Force Intensity Variation associated with the Izu-Oshima Kinkai Earthquake, 1978

Kou OHCHI, Noboru IJICHI, Masayuki KUWASHIMA, and
Makoto KAWAMURA

Abstract

Since Nov. 1976, observations of the geomagnetic total force intensity have been carried out at Matsuzaki of the south-west coast of the Izu Peninsula.

Day to day change in night time values of the total force intensity at Matsuzaki showed an anomalous variation of about 5nT, associated with the Izu-Oshima Kinkai Earthquake 1978. This anomalous variation seems to correspond to strain change by the borehole strainmeter.

Therefore a cause of the anomalous variation may be regarded as the piezo-magnetic effect of the earth's crust, but we have not yet arrived at a full understanding of its variation.