

屯鶴峯観測所周辺における光波測量

尾上 謙介・藤田 安良

ELECTRO-OPTICAL DISTANCE MEASUREMENT IN DONZURUBO DISTRICT

By *Kensuke ONOUE* and *Yasuyosi FUJITA*

Synopsis

The results observed by electro-optical distance measurment in Donzurubo district since 1974 are presented.

The trend of strain accumulation obtained from data of E. D. M consistent with the trends of strain rate obtained from extensometers at Donzurubo observatory.

The new base-line network in Donzurubo district is shown.

1. は じ め に

1968年に開設された屯鶴峯観測所では主として地殻変動の連続観測を行っている。観測所を含む屯鶴峯周辺地域では同時に光波測量を実施し、より広い範囲での地殻変動観測も行っている。

光波測量は比較的簡単に行うことができる測量方法であるが、基線網の維持は困難を伴う。一つには年々の樹木の成長による光路の遮りがあり、又、宅地開発等による標石の損壊がある。屯鶴峯観測所では1969年に基線網を開設したが、相次いで標石が損壊し、使用できるデータが得られるようになったのは1974年からである^{1,2)}。そして度々反射点の標石が損壊したがその都度新設して繰り返し測定を行ってきた。しかし1994年には土地造成により光波測距儀用基点が破壊された。屯鶴峯周辺での光波測量は基点を新たに設置して継続しているが、これまでのデータとの直接のつながりが無くなった。そこで今回約20年間の光波測量の測定結果を検討し、地殻変動の連続観測との比較を行った。その結果と、新たに開設した基線網と測定について報告する。

2. 基 線 網 と 測 定

光波測量の基線網と各基線長を Fig. 1 に示す。○印は連続観測を行っている観測坑道で、基線網内に位置している。基線網は設置当初数 Km の広がりをもつ関屋 (SKY)、国分 (KOB)、上の太子 (KAT)、二上 (NIJ)、そして分川 (BKW) の5測線で構成されていたが、性能のより良い測距儀が導入され、10 Km 以上の測定が可能になったので、1985年には耳成山 (MIM) と畝傍山 (UNB) の2測線が新設された。辺長が23 Km 以上の若草山との測定も試みたが、大気条件が悪く2回以降の測定は続けることはできなかった。これについては省略する。

測定に使用した測距儀はジョジメーター6型 (器番 No. 6618)、ジョジメーター600型 (器番 No.

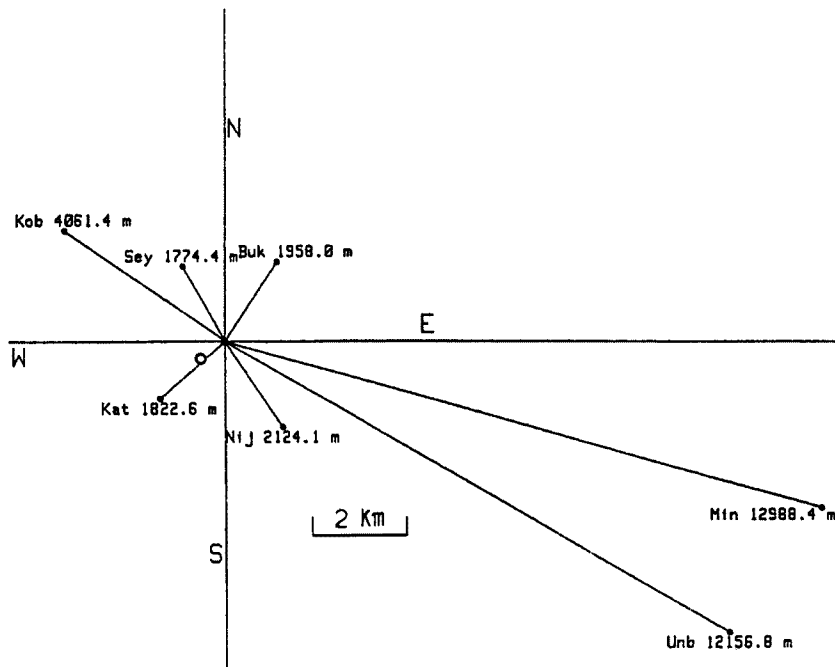


Fig. 1. The Donzurubo base-line network for electro-optical distance measurements.

64062), そしてディストマツ DI 3000 (器番 No. 62996) である。これら測距儀の性能と使用期間を Table 1 に示す。

屯鶴峯基線網での光波測量はほぼ毎年季節変化を考慮して 9 ~ 10 月に時期を合わせて行った。測定の間隔については特に考慮せず終日行った。気象補正は、測量と同時に基線の両端の気温と気圧を測定しその平均値を用いて行った。

気温は地表面温度の影響を避けるために約 5 m の高さで測定した。気圧測定は水銀気圧計で補正したアネロイド気圧計を用いた。

Table 1. Comparison of instruments

Instrument	Light	Display	Accuracy	Period
Geodimeter model 6	tungsten mercury	analog	$\pm (10\text{mm} + 2 \times 10^{-6}D)$	~'84
model 600	Ne-Ne laser	analog	$\pm (10\text{mm} + 1 \times 10^{-6}D)$	'84 ~ '87
Distomat DI 3000	infrared light	digital	$\pm (3\text{mm} + 1 \times 10^{-6}D)$	'87 ~

(D : Distance)

3. 測定結果

標石の損壊や、測距儀の更新により同一測線での測定値が異なる。そこで連続した値として見るために、基線網内は一様な歪場であると仮定して歪量に変換した。1974 年から 1994 年までの解析結果を Fig. 2 に示す。国分については 1992 年に標石が破損し、新設したが再び破損したので 1992 年以降のデータはない。

Fig. 2 を見ると、1987 年以降は値のばらつきが小さくなる。1987 年からは読み取りがデジタル方式の測距儀を使用しており、それ以前の 10^{-5} に達するばらつきは、アナログ方式の人為的な読み取りの誤差によると考えられ、その変動は地殻変動とは関連していないと考えられる。長期間で見ると系統的な変動傾向が見られ、何らかの地殻変動の傾向を反映していると考えられる。そして 1986 年を境にその前後では変動傾向に変化が見られる。そこで 1986 年を境にしたその前後の期間についてトレンドを最小二乗法で

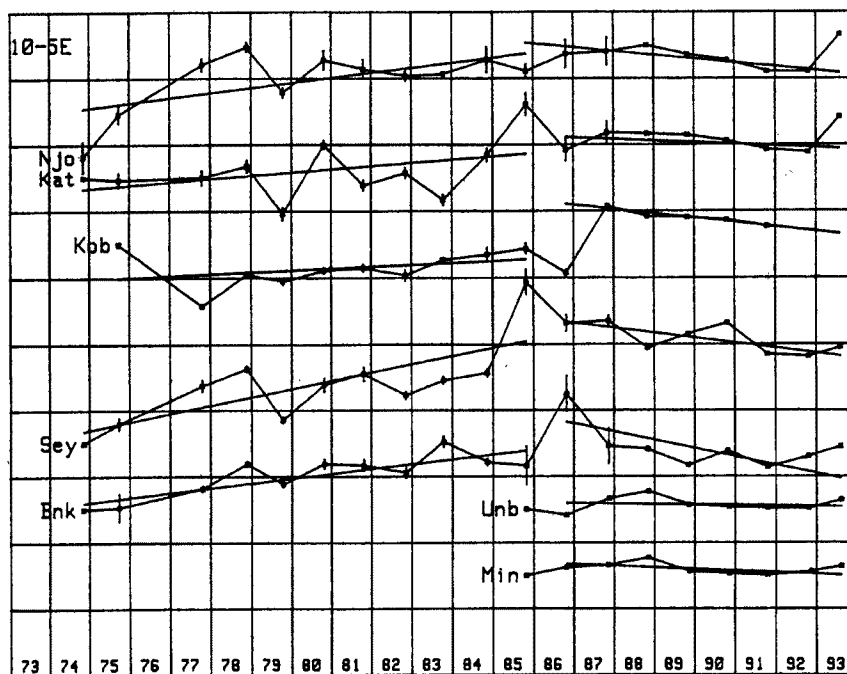


Fig. 2. Ground strain obtained from E. D. M and the least square fits.

直線近似して求めた。1986年以降の期間については1993年から再び変動傾向が変化しているので1992年までに限った。その結果をFig. 2に実直線で示す。トレンドを見ると1986年以前では全体に“伸び”の傾向にある。それに対して、それ以後は変動傾向が反転して、全ての測線が“縮み”に変化している。各測線の歪のトレンドをTable 2に示す。1986年を境に二つの期間のトレンドの1年当りの歪量について主歪を計算した。その結果をFig. 4に示す。主歪の計算は国分、二上、分川のデータを使用した。1974年から1986年の期間の最大主歪は

ほぼ南北方向で“伸び”を示している。1986年から1992年までは最大主歪はほぼN45°Eにあり、“縮み”を示す。屯鶴峯地域での光波測量の測定結果からは1986年を境に地殻変動の傾向は南北方向の“伸び”から“縮み”へと変化していると考えられる。

基線網内に位置する屯鶴峯観測所の伸縮計による連続観測の結果を調べた。伸縮計の諸常数等については既に報告しているので省略する^{3,4)}。Fig. 3に水晶管伸縮計による水平3成分の1980年から1994年までの経年変化を示す。Fig. 3を見ると、1985、86年頃に変動の傾向に変化が見られる。特にほぼ南北成分のSE-2は明瞭にその傾向が変化している。そこで光波測量の解析と同様に1986年を境にその前後に期間を分け、最小二乗法で直線近似してトレンドを求めた。その結果をTable 2に示す。そして1年当りの歪量について3成分から主歪を計算した。トレンドはFig. 3に実直線で、主歪をFig. 4に示す。1986年

Table 2. Strain rate obtained from data of E. D. M. (upper) and extensometers (lower) for each period

Base Line	'74 ~ '86	'86 ~ '92
Nijo (NIJ)	$0.76 \times 10^{-6}/Y$	$-0.59 \times 10^{-6}/Y$
Kaminotaisi (KAT)	0.48	-0.26
kokubu (KOB)	1.25	-0.78
bunkawa (BUK)	0.73	-1.27
unebiyama (UNB)	----	-0.08
miminashi (MIN)	----	-0.26

Component	'80 ~ '86	'86 ~ '91
SE-1 (N 4.5° E)	$0.06 \times 10^{-6}/Y$	$0.06 \times 10^{-6}/Y$
SE-2 (E 4.5° S)	0.52	-0.36
SE-3 (N 40.5° W)	0.26	-0.10

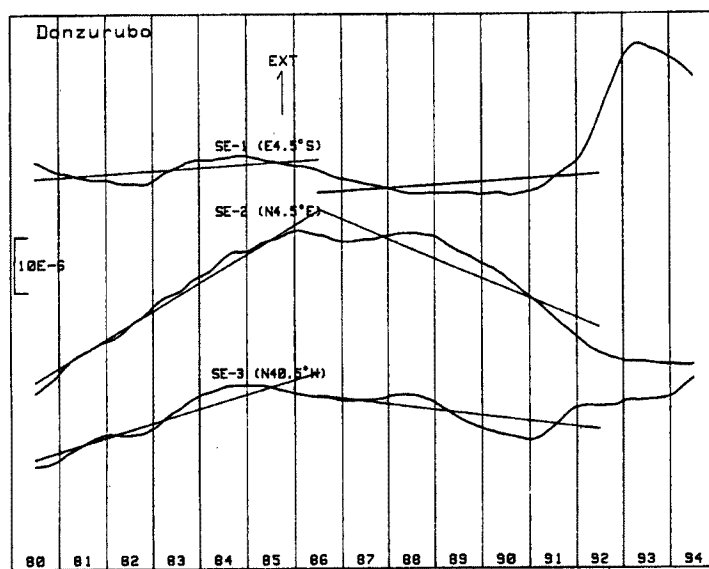


Fig. 3. Ground strain obtained from extensometers at Donzurubo observatory and the least square fits.

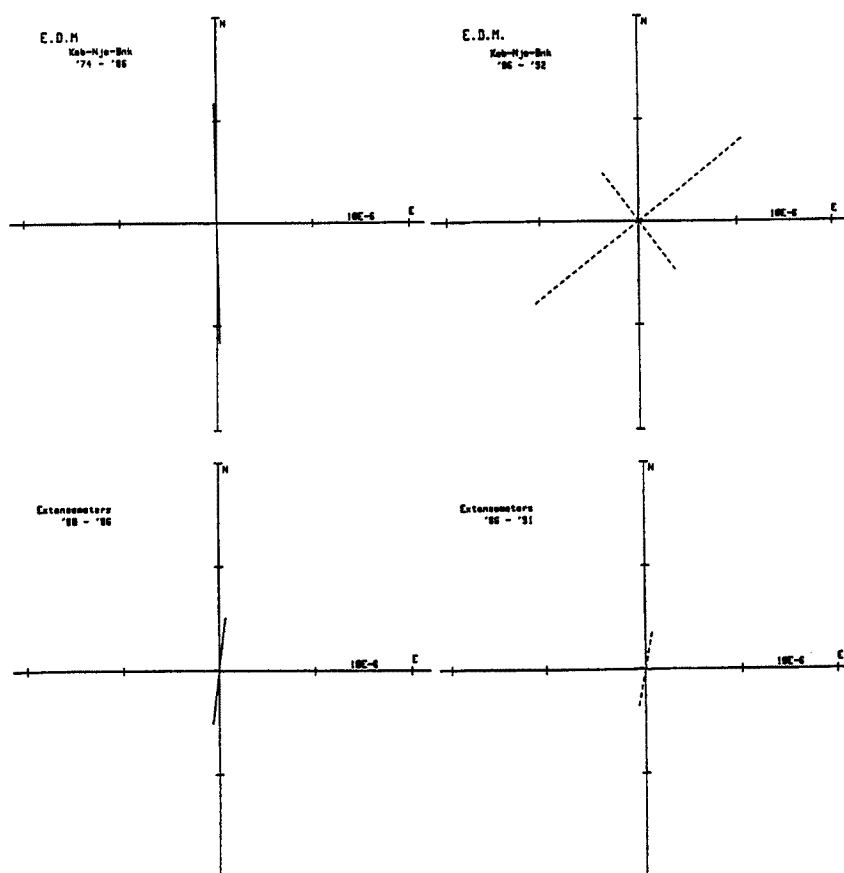


Fig. 4. Principal strain determined from data of E. D. M. and extensometers for each period. Straight line show extension and dotted line show compression.

以後については1991, 92年頃から再び変動傾向が変化しているので解析は1991年までに限った。そのトレンドを見ると1986年までは全成分が伸びの傾向にある。1986年以降はほぼ東西成分のSE-3以外は縮みに変動傾向は変化する。最大主歪は1980～1986年についてはほぼ南北方向で“伸び”を示す。1986～1991年は方向は同じで“縮み”を示す。

光波測量の測定結果と地殻変動の連続観測の結果を比較すると、光波測量による変化量は連続観測結果の1～3倍大きい。変化傾向はよい一致を示している。即ち、両方の結果とも1986年までは南北方向の“伸び”を示しているが、その後は“縮み”に変化する。このことから屯鶴峯周辺は一様な歪場であると考えられる。

4. 新しい基線網による光波測量

1994年10月から測距儀をこれまでの反射基点の一つである二上山に移し、新たに下田に基点を設け、関屋 (SKY)、分川 (BKW)、下田 (SMD)、耳成山 (MIM) そして畝傍山 (UNB) の5測線で測定を再開した。測定にはディストマット DI 3000 (器番 67312) を用いている。新たな基線網を Fig. 5 に示す。測定は季節変化等を調べるために月に一度を原則にしている。これまでの測定結果を Fig. 6 に示す。1995年1月17日に兵庫県南部地震 ($M=7.2$) が発生した。地震発生後に変化が見られるようであるが、今のところ測定データが少なく、今後検討したい。

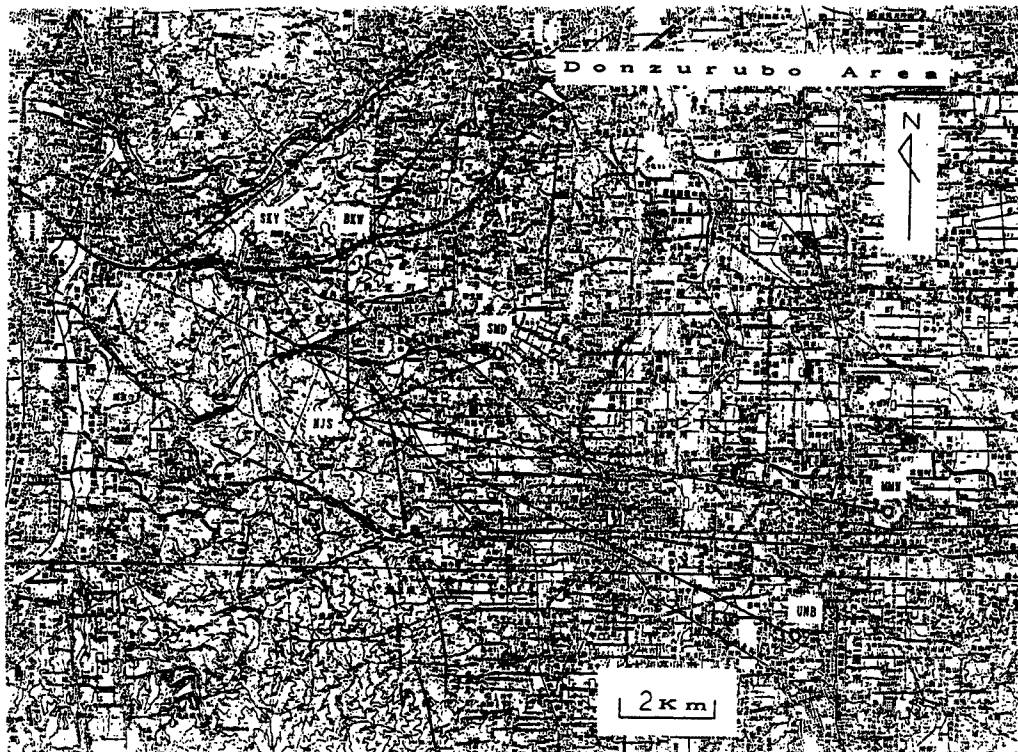


Fig. 5. The new Donzurubo base-line network.

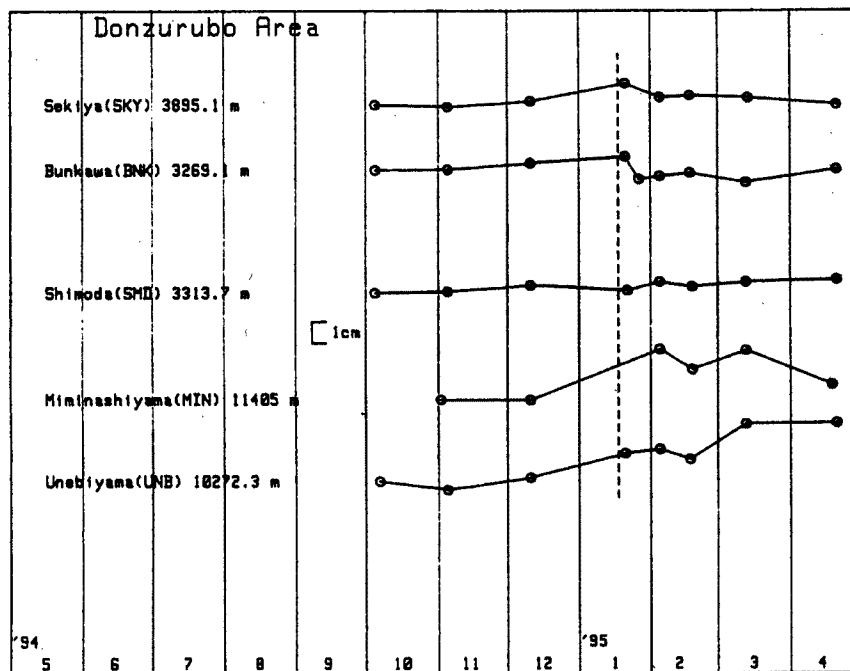


Fig. 6. Change of base-line length in new Donzurubo network.

5. ま と め

光波測定の測定結果と地殻変動の連続観測の結果がよく調和していることから、屯鶴峰周辺では一様な歪場を形成していると思われる。1986年を境に変動傾向に変化が見られる。1986年以前は南北方向に“伸び”，その後は“縮み”に転じている。新しい基線網では月に一度の割合で測定を繰り返している。今後光波測定の季節変化や地殻変動の連続観測に見られる年周変化等について検討したい。

屯鶴峰周辺での光波測量については多くの方にお世話になりました。基線網の設置には田中寅夫教授を始め、測定、解析には大谷文夫氏による他、測定には多くの方々に援助していただきました。ここに厚く御礼申し上げます。又、測距儀は中村佳重郎氏にお世話になりました。御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 古沢 保・竹本修三・尾上謙介：近畿，中国，四国地方における光波測量（1974～1978），測地学会誌，第24号，第3号，1978，pp.132-140.
- 2) 古沢 保・竹本修三・尾上謙介・大谷文夫：近畿，中国，四国地方における光波測量，京都大学防災研究所年報，第31号 B-1，1988，pp. 9-18.
- 3) 尾上謙介・藤田安良・古沢 保：屯鶴峰地殻変動観測所における地殻変動観測—1980～1989—，京都大学防災研究所年報，第33号 B-1，1990，pp.93-101.
- 4) 尾上謙介・藤田安良：屯鶴峰観測所における地殻変動観測—1980～1993—，京都大学防災研究所年報，第37号 B-1，1994，pp.241-249.