§4, 考 察

前節の結果に見られるように, horizontal または vertical dip slip に対応する double couple および z 方向の A -nucleus は地表に近づけていくとその極限では消滅してしまう. 両者は水平方向の微小面素の両側に水平方向および垂直方向の変位くい違いを与える場合に相当する点震源であり, 上述のことは, 深さを 0 にするとこの微小面素の上側面だけが全く自由に變形できてくい違い量をまかなうため弾性体の内部には何の影響も与えなくなることを示している.

以上はすべて静的弾性論の議論であつたが, 第 2 節に述べた半無限弾性体表面における z 方向の strain が満たすべき条件式は dynamic な場合にも成り立つので, それと一般的 reciprocal theorem [BURRIDGE and KNOPOFF (1964) の (7) 式] とを組合わせて考えれば, ここに得られた結論はそのまま dynamic な問題にも適用してよいことが示される. 実際, GUPTA (1967) は半無限弾性体中に置かれた種々の点震源の深さを 0 とした極限における実体波の radiation pattern の表現式を得ているが, その結果はここに述べられた force system の等価性が少くも各実体波の初動部分に関してはそのまま成り立つことを示している.

dislocation との関連について議論をしていただいた東京大学地震研究所丸山卓男助教授に感謝致します.

文 献

- BURRIDGE, R. and L. KNOPOFF, 1964, Body Force Equivalents for Seismic Dislocations, Bull. Seism. Soc. Am., **54**, 1875-1888.
 GUPTA, I. N., 1967, Body Wave Radiation Patterns from Elementary Sources Within a Half Space, Bull. Seism. Soc. Am., **57**, 657-674.
 STEKETEE, J. A., 1958, Some Geophysical Applications of the Elasticity Theory of Dislocations, Can. J. Phys., **36**, 1168-1198.
 YEATTS, F. R., 1973, A Multipole Representation of Earthquake Source Mechanisms, Bull. Seism. Soc. Am., **63**, 211-225.

地 震 第 2 輯
 第 29 卷 (1976) 86-87 頁

地震計と麦わらについて

東京学芸大学地学教室

池 上 良 平

(昭和 51 年 1 月 22 日受理)

On the Seismograph and the Straw

Ryôhei IKEGAMI

Department of Astronomy and Earth Science
 Tokyo Gakuhei University

(Received January 22, 1976)

地震計のすす書き式記録装置では, 槓杆の優腕部分の慣性モーメントを小さくする目的で, 軽くて丈夫な細い麦わらの茎が用いられることが多いことはよく知られているところである. これは望遠鏡などのクロスワイヤに蜘蛛糸を利用することにも対比しうような先人の秀逸な工夫であつたと思う. 筆者はこの麦わらの採用という思いつきが, いつ頃誰によつておこなわれたものであろうかと, 以前から心に懸っていたのであるが, 最近それに関連した 2, 3 の事柄に気がついたので, ここに紹介して識者の御教示を得たいと思うものである.

J. MILNE が 19 年間にわたる日本での任務を終えてイギリスに帰国したのは 1895 年 (明治 28 年) であつた. 彼は帰国に際して以前から地震計測の助手として彼を助けていた当時 25 才の若い技術者, 広田忍を同行させた. 広田はイギリスに渡つてからも MILNE を助けて地震計測の仕事に打ち込み, その真面目な人柄と優れた技術に対して MILNE から深い信頼を受けていた. 広田は滞英 17 年の後 1912 年病を得て帰国し, 翌 1913 年 (大正 2 年) 4 月 24 日に日本で世を去つている. 43 才であつた. 彼の病没を悼んで, その死亡通報が British Association の年次報告 (1913) に掲載されている. これは恐らく MILNE 自身の筆になるものであると思われる. その中に次のような一節があることに筆者は興味を覚えたのである. 彼が『草原から集めて来た草の茎』を地震計の記録装置の拡大用指針に利用し, その結果『同じ作用をするアルミニウム製の指針

に比べて、目方は3分の1に減じ、しかも強さは3倍とはいかないまでも2倍になった』とその工夫を称賛しているのである。

筆者はこの一文に刺激されて、さらにそれ以前の事情について調べてみることにした。

MILNE は日本滞在中の 1881 年 1 月から 1884 年までの間に約 10 回にわたって東京その他の地で火薬の爆破とか鉄球の落下などによる人工地震によつて、地震波の伝播速度などについての実験観測をおこない、その結果をまとめて報告している [MILNE (1885)]。その第 5 回目の実験 (1882 年 3 月 19 日実施) に用いた観測装置 (震動によつて電気回路を開いて震動の到着時刻を知るような、ラセンバネ利用の一種の感震器) についての説明をみると、その装置の楕円の腕の部分に麦わらを用いていることが記載されている。また同じ頃、Thomas GRAY が日本地震学会の会合の席 (1882 年 1 月 26 日) で『地震観測のための不動点について』という表題の講演 [GRAY (1881)] において、彼の自作の水平振り子型地震計の紹介をおこなっている。その中で彼は『……その指針は軽い木材かまたは麦わらでできていて、その先端に針点がつけてあり……』と述べている。

これらの装置は前述の広田のものより十数年も先行している。

そこでさらにそれ以前について探してみると、1880 年 12 月 22 日の日本地震学会の会合の席で J. A. EWING が『水平動のための新地震計について』と題する講演をおこなっていて [EWING, (1880 b)], その中で彼は『指針は単一の麦わらでできていて、その先端には鋭い鋼鉄製の小片が付けてあつて、……』と述べている。これは明らかに、当時すでに指針の腕に麦わらを使用していたことを示している。

ところで、それよりさらに 8 ヶ月以前の 1880 年 4 月 26 日の同じ会合の席での『振り地震計の一新型』と題する EWING の最初の地震計についての研究発表 [EWING (1880a)] では、指針部分の材質について『……その指針は運動方向にはたわまないよう

に非常に rigid で、しかもその運動方向と垂直な方向には非常に flexible であるために、真ちゆう針金を平らに打ち延して作つてある。……』と述べているのである。

これら 2 つの EWING の発表時期には前述したように約 8 ヶ月のずれがあり、この間に彼 EWING によつて真ちゆう製の指針から麦わら製の指針へと、はたしてどのような経緯を経て変更が試みられたのであろうか。この事情を探ることは甚だ興味ある点である。この改良が EWING 自身の創案によるものであるのか、あるいは EWING が元来機械工学の専門家であつたことを考えると、他の同類の装置にすでに以前から麦わらが使用されていたことを知つていて、それを彼が地震計に転用したものであろうか。筆者は今のところ残念ながらそのいづれとも判断を下す資料を持ち合せていない。

それにしても British Association の広田への追悼文の筆者 (多分 MILNE 自身と考えられる) は何故にあの広田の行為をことさらに取り上げて称賛したのであろうか。あるいは何等かの事情で麦わらが入手できずに困却していた折に、草原の雑草の中から適当な草の茎を探し出して来て使用したという気転に対しての賛辞なのであろうか。しかしそれにしては、前述の文で、以下に続くアルミニウム云々の文節が理解できない。

以上のような次第で筆者にはまだ多くの疑点が残っている。識者の御教示が得られれば幸いである。

文 献

- British Association, Report, 1913, Obituary Notice, Shinobu Hirota, p. 85.
EWING, J. A., 1880a, A New Form of Pendulum Seismograph, Trans. Seis. Soc. Japan, Vol. 1, Part 1, 38-43.
EWING, J. A., 1880b, On a New Seismograph for Horizontal Motion, Trans. Seis. Soc. Japan, Vol. 2, 45-47.
GRAY, T., 1881, On Steady Points for Earthquake Measurements, Trans. Seis. Soc. Japan, Vol. 3, 1-11.
MILNE, J., 1885, Seismic Experiments, Trans. Seis. Soc. Japan, Vol. 8, 1-82.