

## 儀 動 地 風 侯

西暦 132年、中国の後漢の科学者「張衡」は、「侯風地動儀」という、今の地震計を作った。八方には、竜頭の飾りがついており、地震が起きると、震源地に向った竜頭の口にくわえた金属性の球が落下して、下にある蛙の口の中に入り、腹の中でガラン・ガランと大きな音をたてて人々に知らせたという。その精度は大したもので、こんな話がある。

『ある日、地震もないのに球が落下して音をたてた。人々が不思議に思っていると、数日して早馬がやってきて、遠くの町でおきた地震のことを知らせた。その地震がおきた後と、侯風地動儀が音をたてた時とは同じであった』つまり、遠くで起きた、人が感じないような地震にも作動したというのである。この地動儀は、永嘉の乱(307~312)で焼失してしまった。

この地動儀の仕組みはわかっている。真中に後漢尺で長さ8尺の「都柱」という柱が立っていて、地震がおきるとその震動で柱がたおれるというものである。この都柱を复原しようという考えは昔からあった。

まず、この都柱が一種の振子になっていることは分かる。振子にも懸垂振子と逆立振子とがあり、このどちらか、ということだが、懸垂振子は反応がにぶく、人が感じないような地震には感応しえない。従って逆立振子である。問題はその形状である。

1938年、萩原尊礼が复原を試みた他、今村明恒などが試みている。中国でも王振鐸が1936年から試みており、1951年、1962年に复原モデルを作成している(図-1)。

ここでは、東大の関野雄教授が复原した時の考え方を紹介してみよう。

まず一番大きな問題は、長さ(後漢尺で8尺=189.44cm)と直径との比である。それを知るために地震の強さを考える。地震の強さは加速度(gal)であらわされる。

表-1

震 度 階	加 速 度
無 震 (震度 0)	0.25 ~ 0.8gal
微 震 (震度 I)	0.8 ~ 2.5gal
軽 震 (震度 II)	2.5 ~ 8 gal
弱 震 (震度 III)	8 ~ 25gal
中 震 (震度 IV)	25 ~ 80gal
強 震 (震度 V)	80 ~ 250gal
裂 震 (震度 VI)	250 ~ 800gal
激 震 (震度 VII)	800 ~ gal

また、地震の時の加速度には、下の公式が成立する。

$$\alpha = \frac{gx}{y} \left( \begin{array}{l} \alpha : \text{最小加速度 } g : \text{重力加速度} \cdots \text{約} 980 \text{gal} \\ x : \text{直径} \quad y : \text{長さ} \end{array} \right)$$

この公式に王振鐸のモデルをあてはめると、長さ：直径の比が40：1であるので、 $\alpha=24.5\text{gal}$ という値がでる。これは最小でもこれだけの加速度が必要ということだから、表-1にあてはめれば、大体中震以上の地震に対して作動するということになる。人間に感じない地震(無震)というのは、その最大値でみても0.8galである。これに対応するための長さ：直径の比は1,225：1と計算できる。これではまるで針金のように、どうも非現実的である。

関野教授の実験(エンピツの先を削って下敷の上に立て、下敷をひいておす。エンピツがひいた方向をさせば成功)によれば、長さ：直径の比は100：1が限度である。このであれば、3回に2回は成功している。しかし、これを計算すれば9.8gal(弱震に相当)であり、これでは無震にも作動するということは、あやしくなる。

そこで、無震に感応するのはいつも必ず、という訳ではなかったと推測してみよう。つまり都柱の固有振動数と、地震波の振動数が一致して、いわゆる共振をおこした時だけ無震に感応するのではあるまいか。実験の結果、共振を利用すれば3galでもたおれ、うまくいけば1galでもたおれることがわかった。

以上のことからわかった都柱の大きさは、後漢尺で長さは8尺(189.44cm)、長径8分(1.8944cm)である。形は、8方向をさすのだから8角形。

同様の考え方は、簡易地震計などにも使われ、現代にも生きている。

(伊藤)

