

無指向性中距離用発雷警報器の試作*

竹 内 利 雄**

要 旨

雷放電より発生する90KHzの空電パルスの数を数えることにより、発雷後20分以内に200km以内の雷を探知出来る警報器の試作を行なった。この警報器を使えば海上など雷観測の困難な場所での発雷も探知することができる。

1. ま え が き

雷が発生したことを手軽に知る方法として、雷放電によつて生ずる静電界変化や空電パルスの数を数えることは、すでに多くの人々によって採用されている。その中でも世界的によく知られているものに、CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications) と CIGRE (Comité International Grandes Réseaux Electriques) の二つの方式がある。日本でも例えば四国電力株式会社が500Hzに同調したCIGRE形の放電カウンタを多数配布して、カウンタの計数にもとずいて実際に雷雨警報を出している。(福森, 横山, 真鍋 1969)

我々の研究所では国内航空路線、電力会社、気象台等の使用に適した100kmから200km位の範囲の雷を一台で監視出来る発雷警報器の試作を行なった。この方法はもちろん四国電力の場合の様に、小範囲の雷の探知能力を持つカウンタを非常に数多く配置したものに比べて精度は落ちるが、その反面一つの装置で監視出来る点と、海上や山岳地帯の様にカウンタの配布が困難な場合に有利になる。

2. 使用周波数

500Hzに同調したCIGRE形のカウンタは最初から落雷のみを対象としている。又CCIR方式は2KHzから50KHz迄の間平坦な周波数特性を持っているが、落雷によって生ずる低い周波数の強い電波を主として数える結果となるので、この点ではCIGRE形と大差ない。したがってこの様な原理にもとずく警報器は「落雷が始まったから注意せよ」という警報を出すことができる。ところで我々が落雷も雲放電も探知出来る警報器を作

れば「雷がなり出したから注意せよ」という警報を出すことが出来る。一般には後者の方が前者より早い。

Malan (1958)やPierce(1957)の論文から約100KHz以上の周波数では、落雷から出る電波も雲放電から出る電波も強度が大体等しいことがわかる。したがって約100KHz以上の周波数を利用すれば、落雷も雲放電も平等に探知出来る装置を作ることが出来る。

ところで長波や中波は近距離は地表波として、遠距離は電離層反射の上空波として伝播する。このうち上空波は電離層の状態の変化にしたがって、伝播の様子が変わるので、上空波としてやって来た空電の計数結果を解析し利用することは簡単ではない。これに反して、地表波の伝播状態は常に一定しているから、その解析や利用は簡単である。地表波は周波数が高くなる程伝播の時の減衰が大きくなるし、又放電から出る電波は周波数の高い成分程弱い。

以上に述べた理由からわれわれは100KHzに近い90KHzを使用することにした。

3. 受信感度

我々の警報器は、定められた数の空電を定められた時間内に数えた時警報を発する様になっている。したがって出来るだけ高い感度にして、短時間に多くの空電を数える様にすれば、それだけ早く警報を出せる。他方感度を高くすればする程、上空波として伝播して来た空電や、人工雑音を受信する危険が増大する。我々は実際に種々な感度で観測してみて、最も好ましいと考えられる値を決定した。

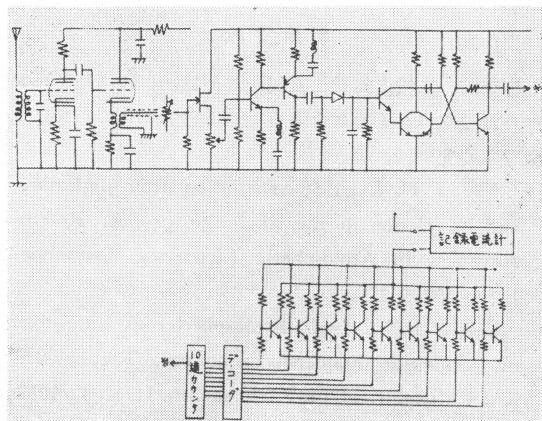
4. 警報器の構成

警報器はアンテナ及び前置増巾部、増巾計数部、電源部、記録計の四つよりなつている。アンテナは高さ1mの垂直アンテナで平らな大地上に据えつけられた。電気回路は第1図に示されている。装置の帯域巾は-3db

* A Trial Production of Nondirectional Thunderstorm Finder for Medium Range

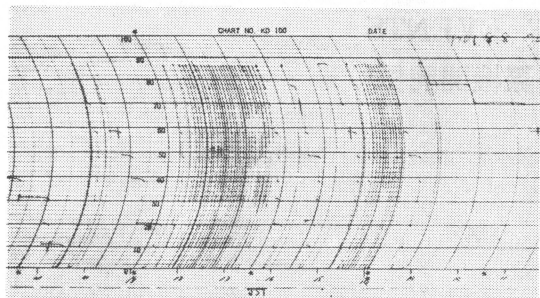
** T. Takeuti (名古屋大学空電研究所)

—1969年12月25日受理—



第1図 発雷警報器の回路

の点で2 KHz であり、300 μ v/m 以上の連続波で計数を行なう様な感度にしてある。得られた記録の一例が第2

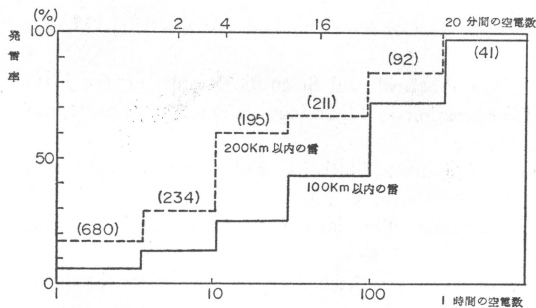


第2図 空電計数記録例：44年8月8日ペン11往復で10カウント

図に示されている。

5. 発雷警報

現在中央日本で行なわれている最も密度の高い雷観測網は、気象台や発電所などが共同で行なっているもので



第3図 空電数と発雷率 () 内の数字は測定時間

あるから、我々はこの観測資料を利用した。第3図に単位時間当りの空電計数の結果と、それに対応する100km

1970年5月

及び200km以内の地域での発雷の割合を示してある。この図を作るに当って、観測もれの雷があるかも知れないので、十分安全である様に発雷の前2時間と終了後2時間も発雷の期間に加えた。この図から第1表の様な警報を発電後20分で見ることがわかる。

第1表 空電計数と発雷警報の関係

| 20分間の空電数 | ≥ 2 | ≥ 4 | ≥ 16 |
|-----------|----------|----------|-----------|
| 100 km 以内 | | 発雷危険 | 発雷 |
| 200 km 以内 | 発雷危険 | 発雷 | |

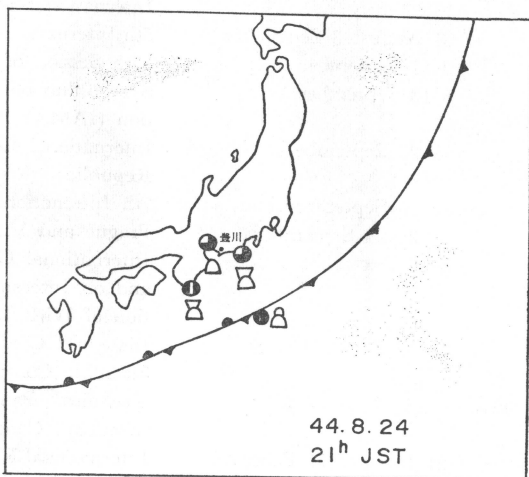
6. 警報器の使用例

第2表は1969年8月24日夕方の空電計数の結果を示す。この表から発雷が予想されるにもかかわらず300km

第2表 1969年8月24日の空電計数

| 時間 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1時間の空電数 | 72 | 220 | 250 | 400 | 270 | 150 |
| 20分間の空電数 | 24 | 73 | 83 | 133 | 90 | 50 |

以内の陸上では全く発雷が報告されていない。しかし第4図に示されている天気図から警報器のある豊川の南方海上での発雷が十分考えられる。この様に海上などの雷に対してこの警報器が非常に役立つことがわかる。



第4図 44年8月24日 21時の地上天気図

7. 実用化の方針

このままでは実用という面から見ると不十分なので、

次の様に改良する予定である。

7.1 方位分割形とし30°毎の範囲での雷を探知出来る様にする。

7.2 ブザーやランプを併用して警報の確認が容易に出来る様にする。

7.3 もっと低い周波数を使用した、主として落雷のみを探知出来る警報器を併置して、雷の性質の警報も同時に行える様な研究を進める。

最後に雷のデータを提供して下さった気象庁、名古屋気象台、大阪気象台の方々に深く感謝致します。なおこの警報器の製作に従事された名古屋大学空電研究所の長谷正博、中田滉両技官にも感謝致します。

引用文献

福森誠一、横山輝雄、真鍋一郎、1969：四国地方における雷放電カウタンによる雷観測と雷警報について、大気電気研究、1、53—57

Malan, D. J., 1958 : Radiation from lightning and its relation to the discharge process, Recent Advances in Atmospheric Electricity, Pergamon Press, 557-563.

Pierce, E. T., 1957 : Atmospherics as indicators of world-wide thunderstorm activity, Tagungs-Bericht Luftelektriker im AGI Aachen 11/12. 5, 1957.

CALENDAR OF EVENTS (WMO 以外の国際機関関係)

| | | |
|------|--|---|
| 1969 | 6-14 May | Symposium on Hydrology of the Deltas (Unesco), Bucharest, Romania |
| | 11-24 May | 12th Plenary Meeting of the Committee on Space Research (ICSU), Prague, Czechoslovakia |
| | 26-29 May | 1st Meeting of Working Group 6-International Standard Atmosphere (ISO), Moscow, U.S.S.R. |
| | 3-13 June | International Conference on Arid Lands in a Changing World (AAAS), Tucson, Arizona, U.S.A. |
| | 13-25 July | International Seminar for Hydrology Professors (Unesco), Illinois, U.S.A. |
| | 31 August-6 September | 5th International Biometeorological Congress (ISB), Montreux, Switzerland |
| | 3-11 September | 37th Session of the International Statistical Institute, London, England |
| | 8-13 September | Symposium on Atmospheric Trace Constituents and Atmospheric Circulation (IAMAP), Heidelberg, Federal Republic of Germany |
| | 15-20 September | International Conference on Scientific Computation, Cairo, United Arab Republic |
| | 18-20 September and 22-24 September | 7th International Conference on Condensation and Ice Nuclei (IAMAP), Prague and Vienna |
| | 8-16 December | International Conference on Practical and Scientific Results of the IHD and on International Co-operation in Hydrology (Unesco, with participation of WMO), Paris, France |
| | 17-19 December | Inaugural Conference on Computing, Statistics, and Scientific Research, Scientific Computation Centre, Cairo, U.A.R. |
| 1970 | 6-23 January | Technical Panel on Supersonic Transport Operations, 2nd meeting, Montreal, Canada |
| | 21 January-11 February | International Radio Consultative Committee (ITU), 12th plenary assembly, Geneva, Switzerland |
| | 23-25 February | Working Group 6-International Standard Atmosphere (ISO), 2nd meeting, Paris, France |