

# VHF 異常伝播時の気象について\*

桶谷 嘉雄\*\*

## 1. はしがき

電波伝播と気象との関係については、かなり以前から種々と言われている注1)。中波や短波はその性質上、電離層などの電磁気的な影響に殆んど左右されていたが、最近の無線工学の急速な進歩によって超短波以上の周波数帯が各種の業務に使用され、対流圏下部の気象変化によって、富山湾における曇気楼発生時の異常電界強度や、遠距離テレビの混信像などが起きて話題となっている。これらは第1図および第2図に示すように、M曲線\*\*\*)は地表の極めて近くの部分で変化しているもので、

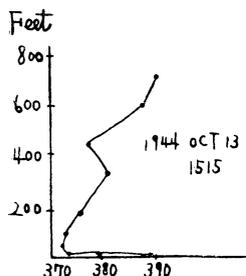
を言う人がある。

(i) メルボルン放送 (Radio Anstralia) のフェーディングの周期がこまかいときは、2日後が晴、粗いときは2日後が曇か雨。

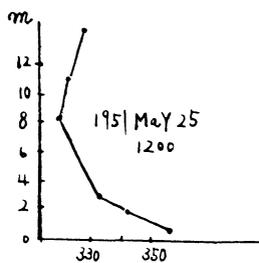
(ii) 中波帯1000KC以下で、冬季低気圧が上海沖に現われると九州、中国、フィリピンから仏印方面の電波のフェーディングが同期性から撰択性に変ってくる(名古屋で)。

(iii) 短波帯10MC以下では冬季シベリア高気圧が本邦に張出すと、ヨーロッパ方面からの入感状況は悪化し、中国の大平洋岸からアメリカ西海岸は非常に良くなる。

(iv) 一般に雨の降る前の曇の日にDX(遠距離通信)に恵まれる傾向がある(5月間はDXに効く)。



第1図 魚津のM曲線



第2図 ニューギニア地方のM曲線

吾々が日常取扱う高層資料などによっては殆んど説明されず、特殊の観測設備を必要とする。そこでもっと遠距離のスケールの大きい異常伝播と気象変化をとりあげ高層資料から、どのような気象関係が得られるかを調査したいと考えていたところ、富山～砺波間の超短波無線電話(F<sub>3</sub> 55.85MC)に時々、同じ周波数の熊本地方気象台系その他が入感することがあったので、当時の状況から2, 3の考察をしてみた。

注1) アマチュア無線家の間では経験的に次のようなこと

\* Yoshio Oketani: On the Weather Condition of the Derangement of VHF Propagation.

\*\* 富山地方気象台、砺波気象通報所  
—1959年5月27日受理—

\*\*\* Mは修正屈折率と呼ばれるもので、

$M \equiv \left( n + \frac{h}{a} - 1 \right) \times 10^6$  で示される。ただしnは屈折率、hは高度、aは地球の半径(後出)。

## 2. 異常伝播と気象資料

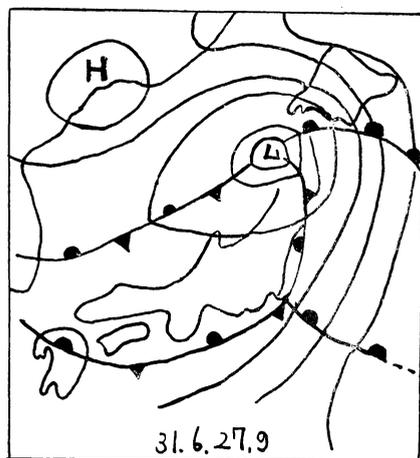
### A 気象通信系で異常入感したときの状況

(i) 31年6月27日12時

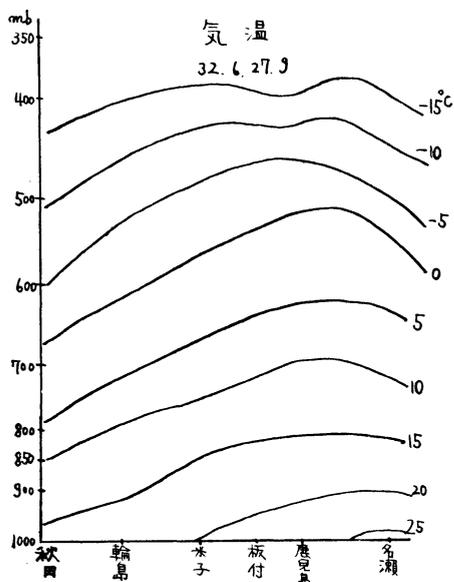
熊本地方気象台浜通報所で富山～砺波間の通信が混信した。callの他、雨通報らしきものを認めたが富山系ではこのとき通話していなかったので他系統のものと思われる。

(ii) 31年8月6日13時05分

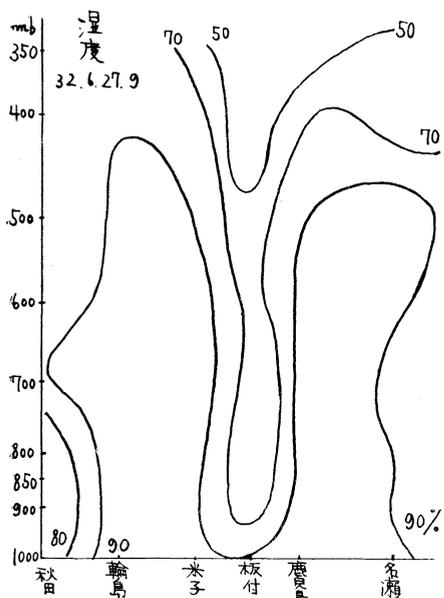
富山では砺波との通話終了後、浜通報所から呼出を受



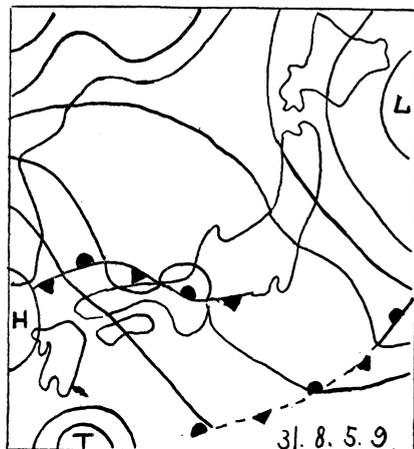
第3図 a 31年6月27日9時の地上天気図



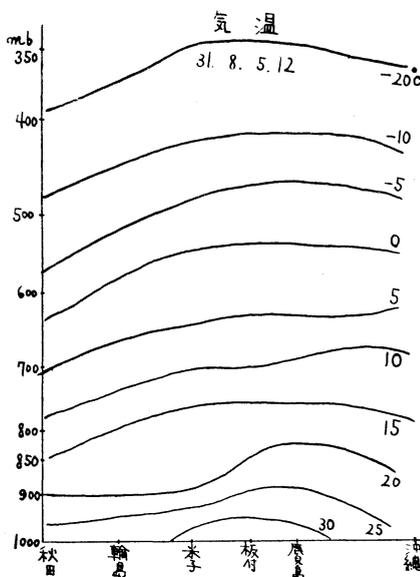
第3図 b 同日の気温のインプレット



第3図 c 同日の湿度のインプレット



第4図 a 31年8月5日9時の地上天気図



第4図 b 同日の気温のインプレット

富山で内容不明瞭な通話が入感した。熊本系では当時通話中でなく、他系統と思われる。大雨注意報が発表され 100~180ミリの雨が降った。

(iv) 33年7月26日12時18分

富山で熊本系の通話をQSA 4位で明瞭に受信した。県内各地で 150~250ミリの大雨、特に岐阜県北部は豪雨となった。

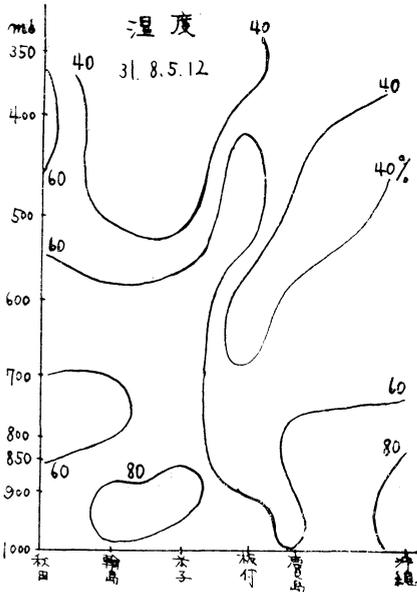
(v) 33年8月2日12時09分

再び富山で熊本系入感、QSA 3位、各地で雷があり、強い俄雨を伴った。

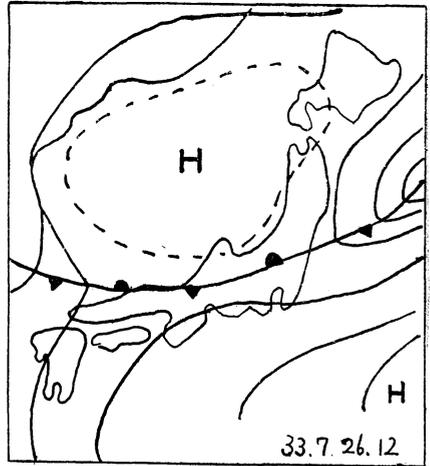
けた。QSA 2位、フェーディングを伴いスケルチを動作させないとフェード・アウトするので、通話は明瞭でなく局局とも呼出を続けたがコンタクトは不能であった。

この日、福井県地方で大雨があった。

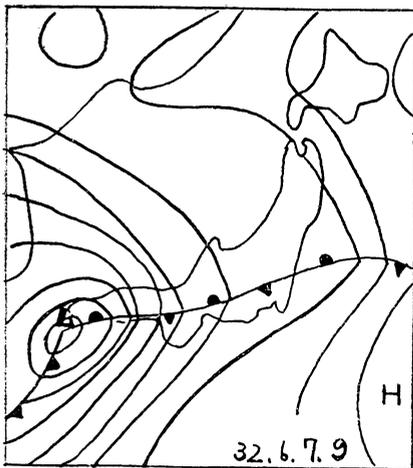
(iii) 32年6月27日9時30分



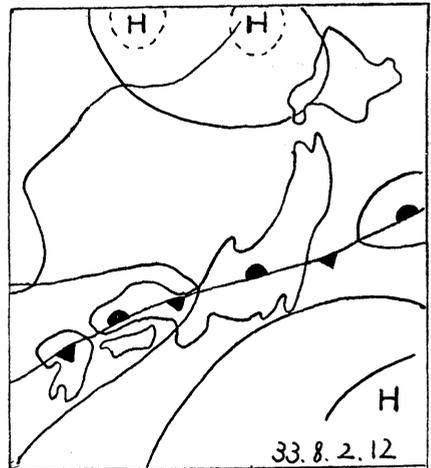
第4図c 同日の湿度のインプレット



第6図 33年7月26日12時の地上天気図



第5図 32年6月7日9時の地上天気図



第7図 33年8月2日12時の地上天気図

(i) ~ (v) の地上天気図及び高層断面図を参照されたい。

JA VHF RECORD

周波数	年月日	交信局	備考
50MC	33. 3. 23	JA 6 FR (佐賀市) — PY 3 BW (ブラジル)	19810km F <sub>2</sub> 層
50MC	31. 7. 8	JA 6 FR (佐賀市) — JA 3 VY (神戸市)	450km GW (地表波)
144MC	29. 7. 31	JA 1 JK (藤沢市) — JA 1 LV (茨城県那珂町)	155km GW ( // )*
144MC	30. 7. 30	JA 1 ME/2 (東京) — JA 3 JJ (京都市)	375km GW ( // )

\* 東西方向と南北方向で伝播距離が違うという。

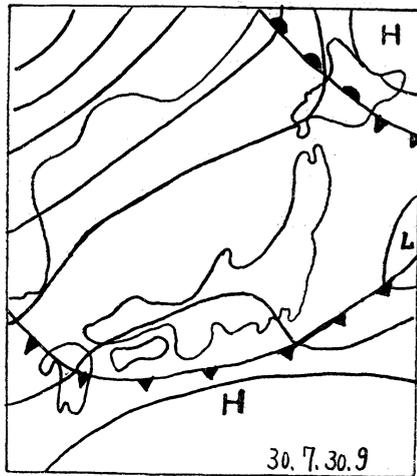
**B 吾が国アマチュア無線の VHF 以上の最遠距離通信記録とその状況**

上記の最初のブラジルの交信は F<sub>2</sub> 層によるものだから、一応考えぬこととして、それぞれの気象資料を次に示す。

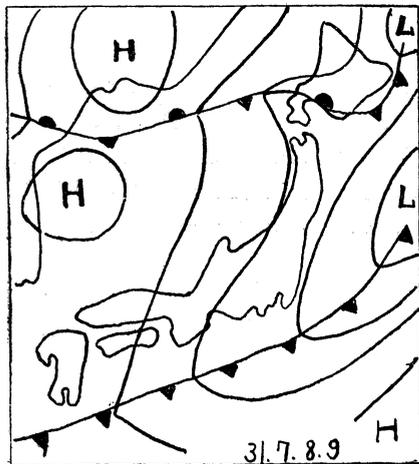
**3. VHF 遠距離伝播について**

波長が短くなると、光学的の伝播状況に近づき見通し距離は  $d_0 = \sqrt{2} a (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \approx 3570 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$  m となるが大気の誘電率などの関係で電波は屈折するから稍々伸び、 $a$  が  $K$  倍になったものとして計算すると

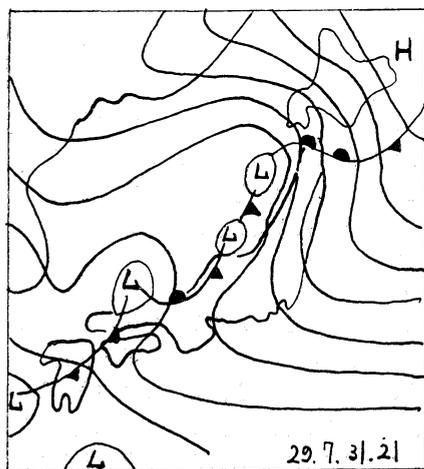
$d = \sqrt{K} d_0 \approx 1.15 d_0$  となる。(  $K$  の値は一般的には 4/3 位) 但し  $a$  = 地球半径,  $h_1, h_2$  は送受信点の高さ



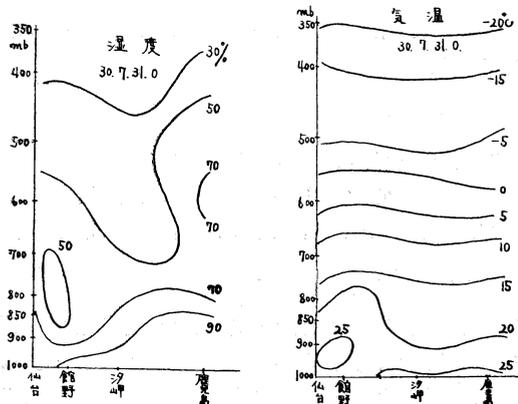
第10図 a 30年7月30日9時の地上天気図



第8図 31年7月8日9時の地上天気図



第9図 29年7月31日21時の地上天気図



第10図 b 30年7月31日0時 第10図 c 同日の湿度のイソプレット 時の気温のイソプレット

(m) である。

いま、この式に熊本系の海拔 450メートル、富山の30メートルを代入しても到底不可能なことであり、又最近の実験や理論的計算から見通し距離外の遠くでも案外強い電界強度が得られることが判明して、これを大雑把に次のように表し得るものとしても  $1 \times 10^{-3} \mu V$  のオーダーで、とても受信出来るものではない。

$$E = \frac{88 h_1 h_2 \sqrt{P}}{\lambda d^2} F \text{ (v/m)}$$

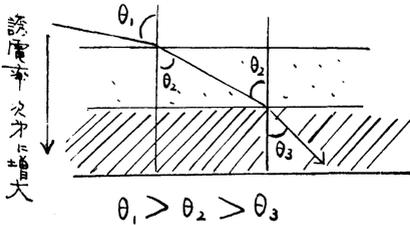
$P$  = 電力 (KW),  $F$  = 減衰係数

その他、Es 層やD 層などの不可解な影響で思わぬ電界強度を得ることが考えられるが、多分に太陽現象や電磁気的のものと思われるので一応保留すれば、対流圏伝

播中の屈折現象が目されてくる。

4. 高層気象と屈折率<sup>2)</sup>

空気の誘電率は地表で大きく、上空にいくに従って真空の誘電率1に近づくが、地表付近では水蒸気、雨、霧などで可成りの変化が考えられる。電波がこのような空間を進行すれば下図の如く誘電率の大きな方へ屈折するのは明らかである(第11図)。この屈折率の測定は他の



第11図 電波の進行状況

方法もあるが殆んど気象要素だけから次の式を用いて求めている。

$$(n-1) \times 10^6 = \frac{79}{T} P - \frac{11}{T} e + \frac{3.8 \times 10^5 e}{T^2}$$

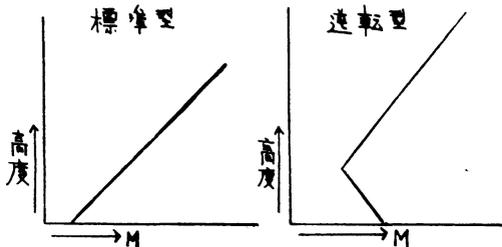
但し、 $n$ =屈折率、 $P$ =気圧(ミリバール)、  
 $e$ =水蒸(ミリバール)、 $T$ =絶対温度。

この式で第2項の $e$ は小さいから、この項を省略して  $(n-1) \times 10^6 = \frac{79}{T} P + \frac{3.8 \times 10^5 e}{T^2}$  として計算すると便利である。屈折率 $n$ は静穏な日には高さとともに変化し5km位までは大体  $30 \sim 40 \times 10^{-6}/\text{km}$  で小さくなる。実際にはある因子を付加した修正屈折率 $M$ を次式で使用する。

$$M = \left( n + \frac{h}{a} - 1 \right) \times 10^6 = \frac{79}{T} P + \frac{3.8 \times 10^5 e}{T^2} + 0.157 h$$

$h$ =地上よりの高さ(m)  $a$ =地球半径。

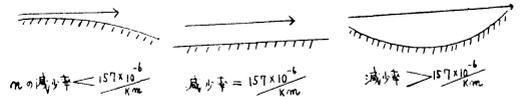
上式から計算すると $n$ の減り方が  $157 \times 10^{-6}/\text{km}$  になると下図のような高度と $M$ のグラフの曲線は縦軸に平行



第12図 M の変化

となり、それ以上になると左側へ折れた負の傾斜となる。

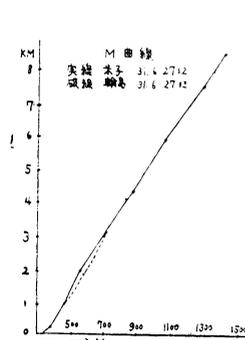
言いかえると $n$ の減少が  $157 \times 10^{-6}/\text{km}$  であれば地球の半径は等価的には無限大(平面大地)、さらに $n$ の減少率が大きくなると等価的な地球は電波通路に対して凹型となり、トラッピング(超屈折)となる。以上のことから一般的に  $dM/dh = 1/ka \times 10^6$  で、対流圏内の屈折率の垂直分布が気象状況の変化で変ると、地球の等価的半径 $Ka$ を定める $K$ が変ることが了解される。



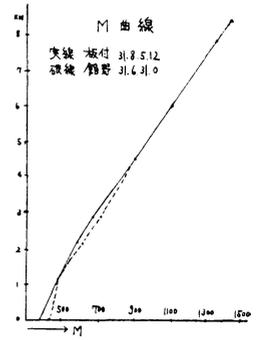
第13図  $n$  の減少率による等価的半径の変化

5. 気象との関係

前に述べたように $1/Ka$ の曲率半径を持った地球を考え、これを見出し距離の地球半径の値に代入して計算すれば VHF の遠距離伝播が一応説明出来るかもしれない。しかし吾々が日常使用するゾンデ観測から $M$ 曲線を作ってみると、下層の極く一部(それも地表近くまで)



第14図 a

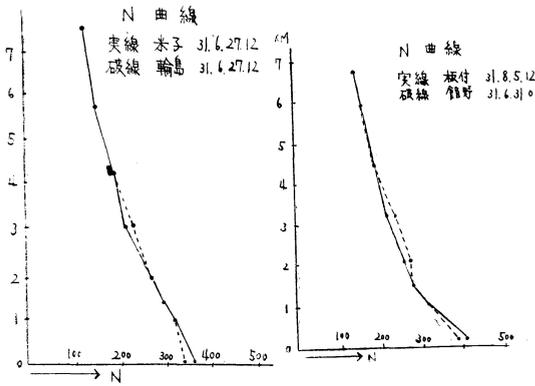


第14図 b

を除いては殆んど同じで区別がつかない、 $M$ を表わす式の第3項  $0.157h$  が大きく影響するので仕方がない。従って $M$ のかわりに $h$ を含まない $n$ を用いて

$$\frac{dM}{dh} = \frac{dn}{dh} + \frac{1}{a}$$

を計算したほうが良い。そこでつぎの $M$ 曲線を $n$ 曲線にして示すと、1.5~3K位までは減衰率が大きい、それ以上の高さでは殆んど同じとなり、結局 VHF の異常伝播に関係するのは対流圏でも極く下の方と考えられてくる。この図から減衰率の大きな点を撰んで計算すれば、実効半径は著しく大きいものとなって、普通の場合

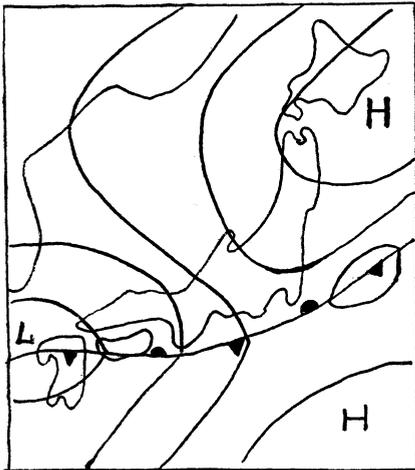


第15図 a 高度-N曲線

第15図 b 高度-N曲線

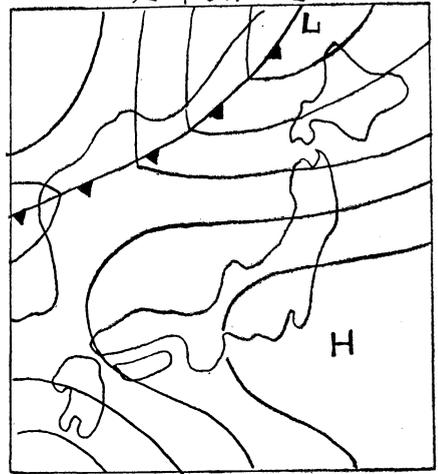
より遠く届くことが推定される訳である。いま  $n$  の減少率が大きくなる気象状況を考えてみると、 $n = \frac{79}{T} P + \frac{3.8 \times 10^5 e}{T^2}$  からも解るように、高さに対する気温  $T$  の遞減率が少いほど、減小率は大きくなり、大きいスケールで考えると、強い暖気が侵入することが必要となる。事実、前に掲げたように7~8月頃の梅雨期に異状伝播の記録が多く出ているのはこうした条件に基づくためと考えられる。アマチュアの間では「キングソロモンの法則」と言われる VHF の遠距離伝播に関する次のような

国内 DX の型



第16図 a 国内 DX の型

海外 DX の型



第16図 b 海外 DX の型

経験則がある。

- (i) 日本本土に極めて接近した温暖前線、停滞前線があるときは、国内 DX の出来る可能性がある。
- (ii) 沿海州側に本州に平行した寒冷前線があるとき、又は南方洋上に平行した寒冷前線があるときは、海外 DX の出来る可能性がある。

これのあたる確率は約95%といわれている。不連続線などの存在が異状伝播に大きく影響することは一応考えねばならない。また「5月間はDXに効く」ともいわれるが同じように低気圧が接近して温暖前線などの存在を意味しているといえよう。

以上結論として、寒気の中へ強い暖気が侵入して来ると異常伝播を起す可能性があるものとしてよいのではないだろうか。但しこれには幾多の例外も伴っていることであるからなほ資料のしゅう集を心がけたいと思っている。

参考文献

- 1) CQ ham radio, (1958) 日本アマチュア無線連盟, 1月~7月, about VHF.
- 2) 4章は上田弘之, 河野哲夫, (1954): 電波伝播 オーム社, p. 60~69, p. 177~194 参照のこと.
- 3) 無線局業務日誌, 富山地方気象台, 熊本地方気象台, 1956年5月~1958年8月.