

< テレビ・FM 放送波のフェージング (その1) >

電波の電ぱんの形態は図1のようになります。

テレビ放送波やFM放送波が使用する周波数は、超短波 (VHF : 30~300MHz) および極超短波 (UHF : 300~3000MHz)

の一部を含んだ周波数帯

域です。これらの電波は、地表波はたちまち減衰し、空間波も、通常は、電離層を突き抜けてしまうため使いものになりません。したがって、ほぼ可視距離以内では、直接波と大地反射波からなる地上波が安定して伝ぱんし、放送や通信に利用されています。こうした理由で、送信所を山頂など高いところに設置し、山頂と地表面上のある高さの空間を伝ぱんする地上波を用いるのです。

しかし、実際には、上空の大気の屈折作用や山頂に沿った回折作用で可視距離よりも遠方へ到達します。これを対流圏波といいます。

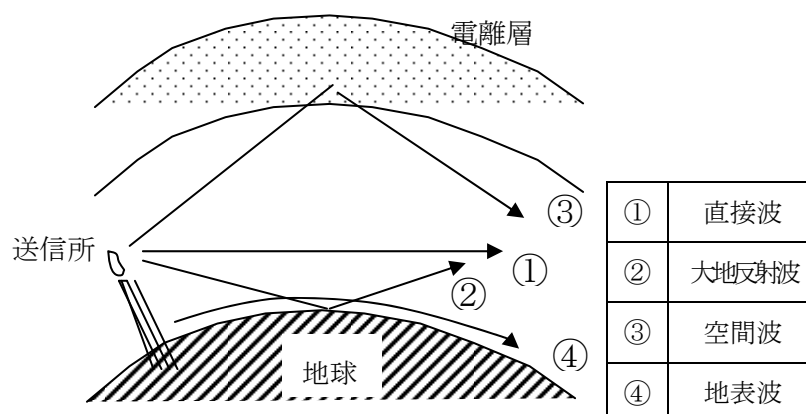


図1 電波の伝ぱん

☆ 地上波によるフェージング

超短波や極超短波のように波長が非常に短くなると、アンテナの長さと同程度となり、図1のように直接波と大地反射波および地表波の三つがはっきり区別して考えられるようになります。

もともとは、直接波・大地反射波ならびに地表波の三つをまとめて地上波といますが、この種の波長では地表波は周波数が高いので送信アンテナから輻射されると直ちに減衰してしまい、直接波と大地反射波の二つが地上波の主成分になります。

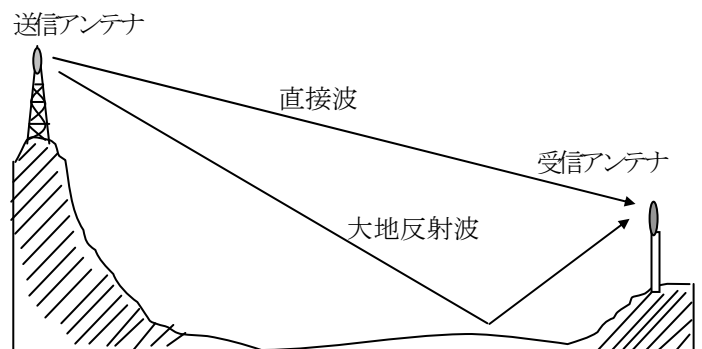


図2 地上波の伝ぱん

見通しのきく送受信点間では、直接波はきわめて安定に受信されます。また、地上が陸地面のときは反射波の伝ぱん通路の長さはほとんど変わらないので、地上波全体としても電界強度の変動はなく安定に受信されます。

しかし、反射面が海面のときは干満によって反射点が上下しますので、UHF 帯等の極超短波のように波長の短い電波では、通路差と波長の比が大きくなりフェージングを生じます。

このフェージングの詳細は後述しますが、K 型フェージングといいます。

海面の影響を受けている場合は、フェージングによる電界強度の変化状況は、毎日の干満と同期して発生します。受信電界強度の変化のパターンは、時間に合わせて定型化しますので、フェージングの改善対策は、満潮時ならびに干潮時の電界強度が高くなる位置に受信アンテナを2箇所を設置して両信号を合成する方法があります。

☆ 対流圏伝ぱんによるフェージング

[対流圏とは?]

送受信点間の見通しのきく場合は、地上波として考えても良いのですが、遠距離になって見通しがきかなくなっても電波は受信点に到達します。この場合、電波は高さ 10km 未満の比較的高い大気の層中を伝わるのです。この高さまでを対流圏といい、伝わる電波を対流圏波といいます。

地上の大気は空気に熱せられると膨張して軽くなり上昇します。すると上空の冷たい空気が下降してその後を埋めます。それがまた熱せられて上昇するというように地表面と上空との間には、空気が循環して流れます。これを対流といいます。この対流が生ずる範囲の高さは、比較的空気の多いところで、地球上の場所によってやや異なりますが、約 10～15km 間での高さです。

空気の密度は、地表面で最も大であり、ここでは、太陽光線と空気との摩擦熱が最も大きく、また、地面の輻射熱で相当温度が高くなります。地上から上空に上るにしたがって空気の密度が小さくなるので温度は次第に下がります。

世界最高のエベレストの高さは、8882m ですが、もう少し高い 12km ほどになると温度は最低になります。それ以上の高さでは、気温は一定になります。ここが対流圏の境界でこれ以上は成層圏になります。対流圏の中では空気があるので風も吹けば雨も雪も降ります。つまり、気象の変化があります。この気象の変化は、気圧と気温と湿度によって表されます。この三つの要素が対流圏を伝わる超短波や極超短波の状態を決める重要な要素になります。つまり、対流圏を伝わる電波と気象条件との間には、重大な関係があることになります。

普通の状態では、気圧、気温、湿度は高さとともに減少します。しかし、気温が高さとともに増加する現象の起こることもあります。また、湿度も部分的には不規則な変化をすることがあります。

[電波の見通し外への伝ぱん]

対流圏における見通し外への伝ぱんには次のようなものがあります。

① 対流圏における屈折作用によるもの

近距離で見通しのきく送受信点間では、電波は直接波と大地反射波の二つによって伝ぱんします。しかし、次第に送受信点間の距離が離れてくると直接波は送受 2 点間を直線に進むのではなく、図 3 に示すようにゆるやかに湾曲したコースを取って進んでいます。しかし、近距離では非常に僅かであるので無視して直線に進むとしても差し支えはありません。

大気を伝わる電波がこのように屈折する原因は、大気の密度が高さにしたがって小さくなるからです。

このため対流圏での伝ぱんの速度は、低いところを進む電波より僅かですが早くなります。

したがって、図3の点線に示すように電波の波面（送信アンテナから同じ瞬間に出発した電波の作る面）の上部は速度が速く、下部は遅くなります。このため最初上

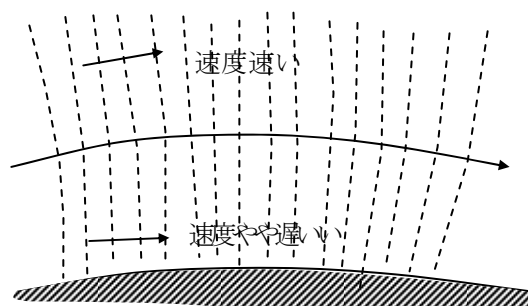


図3 彎曲する直接波

空へ向かってやや上向きの波面の電波は、進むにつれて次第に下向きの波面となります。そして、波面は進行方向とは直角ですので、進行方向は次第に図3の実線

のように彎曲することになります。この超短波や極超短波の波長はきわめて短いため彎曲は僅かですが送受信点間の距離が大きくなるほど、この屈折作用の効果が現れて、

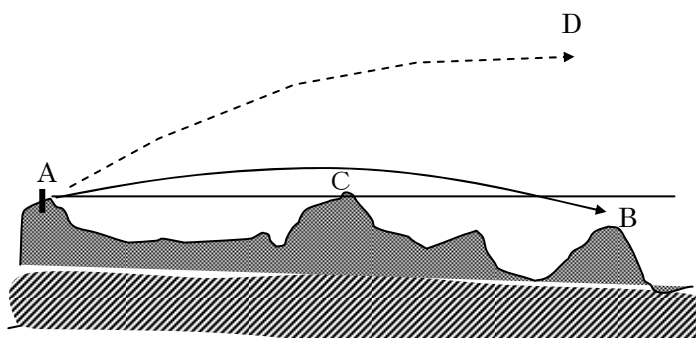


図4 屈折作用で長距離を進む直接波

図4のようにA点からB点の見通しがきかなくても、屈折作用によってAからの電波はBに達するようになります。このような場合、B点で受信された電波は地上波とはいわず対流圏を伝わる電波（対流圏波）といいます。

この理由から図4の点線ADのように相当上空へ向けて発射された電波が対流圏の中で屈折されて、高いところより下降してしてくると相当遠方の地点でも受信が可能になります。したがって対流圏を伝わる電波は主に見通しのきかない遠距離の地点まで伝わる超短波以上の電波を対象として考えることとなります。

② 対流圏における電波の散乱によるもの

対流圏の大気の密度は、高さとともに小さくなりますが、上空の大

気の密度は一様でなく、風や対流によって密度の異なる空気の塊が地上 1~10km のところに出来ます。この空気の塊に電波が衝突すると、その面によって種々の方向に乱反射することになります。これを散乱といいます。(図 5)

このため弱い電波ですが、全く見通しのきかない遠距離の地点まで超短波や極超短波が到達します。

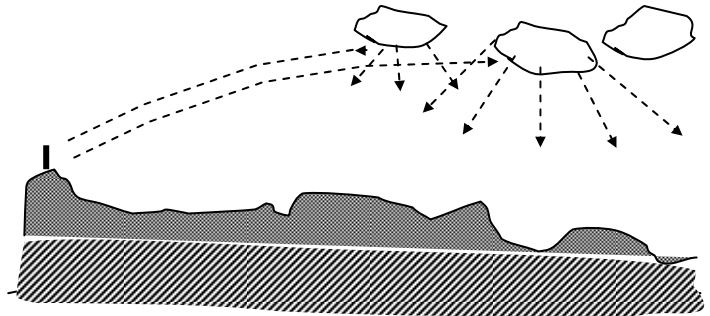


図 5 散乱による長距離伝ぱん波

③ 山の頂上や斜面の回折作用によるもの

図 6 (a)

のように A 点からの電波は高い山の頂上 B 点で回折作用のため

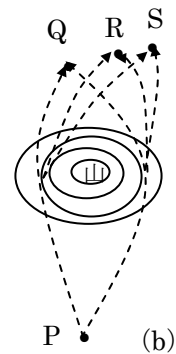
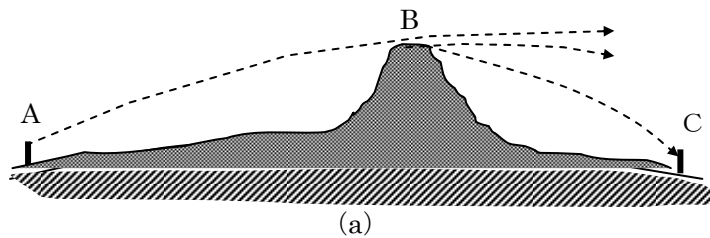


図 6 山の頂上や斜面の回折作用による伝ぱん

曲げられて C 点に達します。B 点で C 方向へ回折させられる電波の量は僅かですが、AB 間と BC 間は大気圏の自由な空間を伝わるので最も減衰の少ない通路です。このため、微弱といえども山のない場合よりも遥かに強く電波が C 点に達します。したがって、A 点の送信電力を相当大きな値にすれば実用可能な放送や通信が可能となります。

また、(b) のように山の斜面に沿っても電波は回折しますので、P 点から出た電波は、山の裏側でも受信できる地点が生じます。ただし、

Q、R、S 等の地点は、山の左側と右側からの回折波が同時に到達するので、この二つの電波の位相が合っているか逆になっているかで受信できる地点と受信出来ない地点が生じます。

本項の山の頂上や斜面の回折作用による伝ぱんは、FM 放送では、顕著に現れます。これは超短波の VHF の低い周波数を使用しているためです。極超短波の UHF を使用しているテレビ放送波に比べ放送ネットワークが非常にシンプルになっていて、中継局の多くが親局の電波を受信して再送信する放送波中継が容易になっています。

(次回につづきます。)