



Title	有珠山隆起による電界変動について：反射波の影響
Author(s)	小川, 吉彦; Ogawa, Yoshihiko
Citation	北海道大學工學部研究報告, 94, 61-67
Issue Date	1979-06-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41567
Type	departmental bulletin paper
File Information	94_61-68.pdf



有珠山隆起による電界変動について

— 反射波の影響 —

小川吉彦*

(昭和53年12月28日受理)

On the Fluctuation of Field Strength Caused by Upheaval of Mountain "USU"

— The Effect of Reflected Waves —

Yoshihiko OGAWA

(Received December 28, 1978)

Abstract

The upheaval of volcanic Mt. Usu leads to the fluctuation of V. H. F. field strength at the Tōya receiving station. This problem has been analysed by diffraction theory, and calculated results were in good agreement with observed values. The fluctuation was caused by both Fresnel's diffraction passing over several mountains and the existence of reflected waves. In this paper it is mainly discussed how the fluctuation of receiving field strength are affected by the variation of the reflection coefficient.

1. ま え が き

昭和52年8月の有珠山噴火以後噴火口内隆起が進行し、昭和53年11月現在でも1日当たり約

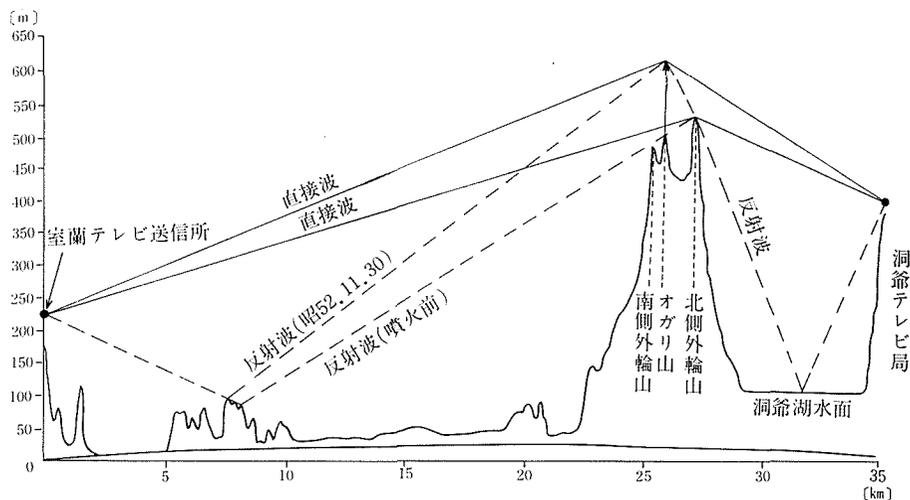


図1 送受信点間のプロファイル

* 電子工学科

5 cm 程度と僅かではあるが隆起が経続している。このため、噴火口内に存在しているオガリ山は噴火以前は標高 486 m であったが、昭和 53 年 10 月 28 日の時点で標高 615 m に成長した。また同時に(新山通称中有珠)がオガリ山とほぼ類似した状態で隆起が進行し、最終的には 620 m で落ち着くであろうと予測されている¹⁾。

洞爺湖温泉街をサービスエリアとするテレビ放送電波は、図 1 に示すプロファイルのように室蘭測量山テレビ送信所よりオガリ山の頂上附近を通過し、噴火前には北側外輪山で 1 重回折して洞爺テレビ局で受信されている。この受信電界強度がオガリ山の隆起とともに複雑な変動を示しながら次第に減衰して行くことが観測された^{2),3)}。この原因が山岳によるフレネル回折現象と直接波および反射波のベクトルの合成の結果に関係していることが解折の結果判明した⁴⁾。したがって、反射波の反射率が変化すると受信電界強度の変動状況も複雑に変化することになる。本論文ではこの点に主眼を置いてある。

2. 電界変動の実測と解析結果

実測および解析の対象となったテレビ電波の周波数は 211.25 MHz である。図 1 から分るように、室蘭測量山送信所から洞爺テレビ局に到達する電波は有珠山の南側および北側外輪山とオガリ山とによる 3 重回折波となるが、この問題を厳密に解くのは容易ではない。幸いなことに南側外輪山は噴火以前より送信点とオガリ山とを結ぶ見通し線より 13.4 m ほど下方に位置しているので、ここを通過する電波は単純なフレネル回折を経験するものと考えてよい。しかしオガリ山と北側外輪山の部分を通る電波は山岳 2 重回折の問題を厳密に解かなければならない。さらに直接波と反射波の合成を考える必要がある。反射波には室蘭送信所寄りの大地面での反射波、洞爺湖水面での反射波および両側での反射波がある。

洞爺湖水面での電波の反射状況は単純である。洞爺湖水面の水位は年間を通して 1 m 以内の変化に保たれており、反射点の位置は固定されていると考えてよい。また湖水の複素誘電率を使用して反射率を計算すると 100% に近くなる。

室蘭送信所寄りの大地面での反射の状況は極めて複雑である。現場の大地面の性質を調べ文献

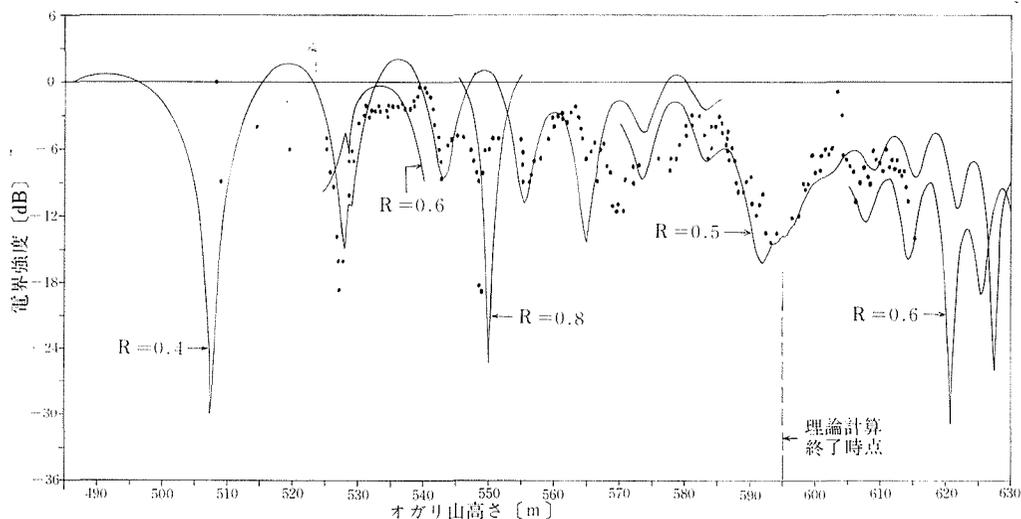


図 2 オガリ山高さ対受信電界強度。黒丸は実測値。実線は理論値 (R は大地面反射率)

(5) を参考にすると反射率は 40%~80% の範囲にあると推定される。注意すべきことは、図 1 にも示されているようにオガリ山の隆起に従って反射点の位置が室蘭側に移動して行くため、反射点近傍での大地の形状が変化して行くことである。

以上のことを考慮しての 2 次元解析の詳細は文献 (4) に示してあるので本論文では省略するが、その結果を図 2 に示す。黒丸は実測値である。実線は理論値であり、図中に示されている R は室蘭送信所寄りの大地反射率である。理論計算した電界強度は全て噴火以前のオガリ山の高さ (=486 m) において $R=0.4$ のときの値で規格化してある。オガリ山の高さが 550 m の近傍で $R=0.8$ と大きな反射率の計算値を画かせてあるのは理由がある。このときの室蘭寄り大地面の反射点は図 1 で昭和 52 年 11 月 30 日と記入してある状況になっているが、この反射点近傍が比較的平坦な高台地となっているため反射率が大きくなるものと推定されるためである。図より実測値と理論計算値は傾向がよく一致していると考えられる。特に理論計算の終了時点におけるオガリ山の高さは 595 m であったので、その後は理論が実測値を予測した形になっていることに注意する。この予測もよく成立している。なお、オガリ山の高さが 525 m 以前では実測データが僅かしかないので理論と実測との比較はできない。図から分ることは、オガリ山の隆起に従って受信電界強度は複雑な変動をしながら次第に減衰して行く傾向にあることである。

受信電界強度が図 2 のように複雑な変動をする原因は複数個の山岳による複雑なフレネル回折効果と直接波および反射波のベクトルの合成効果とが複雑に影響し合うためである。このうちフレネル回折効果についての分析は文献 (4) で論じてある。本論文では次章において、もしも室蘭送信所寄りの大地面での反射率が一定であるとしたならば、受信電界強度の変動が反射率によってどのように変化するかを述べることにする。

3. 反射率の影響

室蘭送信所寄りの大地面での反射率を R とし、 $R=0.2\sim 1.0$ の範囲でオガリ山の隆起に従って受信電界強度がどのように変動するかを図 3~図 11 に示す。各図とも電界強度は噴火前のオガリ山の高さ (=486 m) における受信電界強度で規格化してある。

反射率 R が 0.3 程度までは室蘭送信所寄りの反射波の影響が少なく、電界変動の主たる原因は山岳によるフレネル回折効果である。オガリ山の高さが 550 m までは南側外輪山によるフレネル回折効果が強く現われ、550 m 以上では北側外輪山によるフレネル回折効果がそれに重畳されてくる⁴⁾。なお、オガリ山の高さが 550 m 以上になると洞爺テレビ受信局よりオガリ山が見通せるようになる。しかし、オガリ山の高さが 629 m までは洞爺湖水面の反射点よりオガリ山を見通すことはできない。

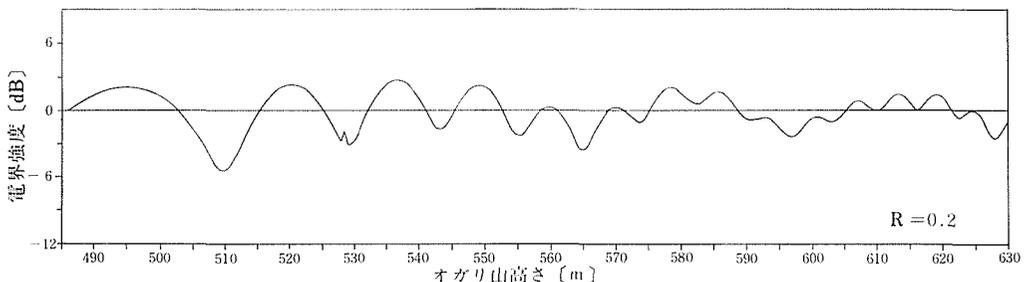


図 3 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.2$)

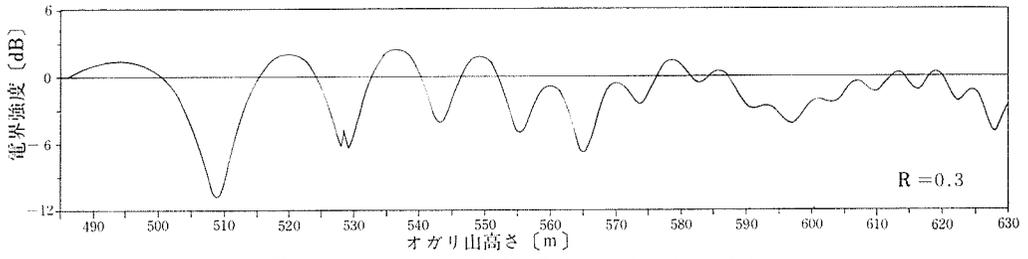


図4 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.3$)

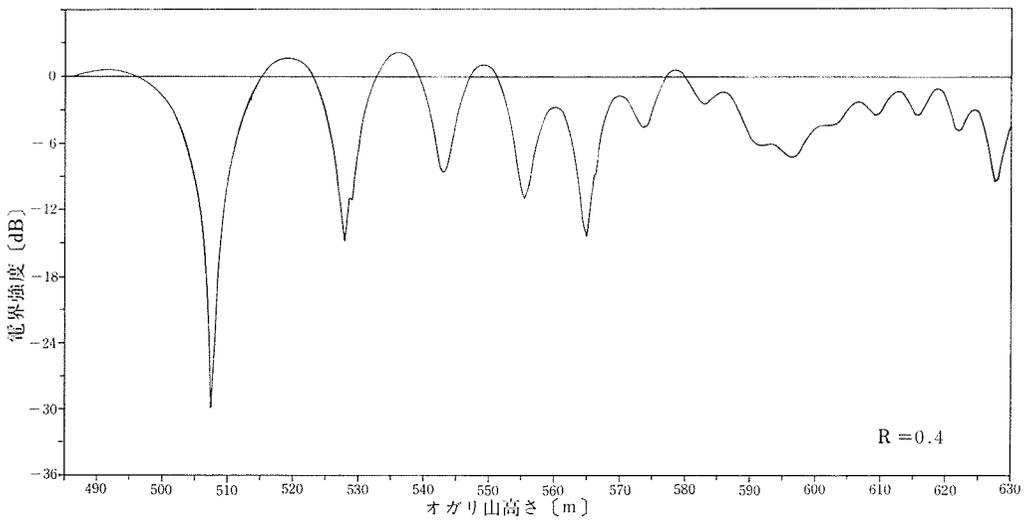


図5 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.4$)

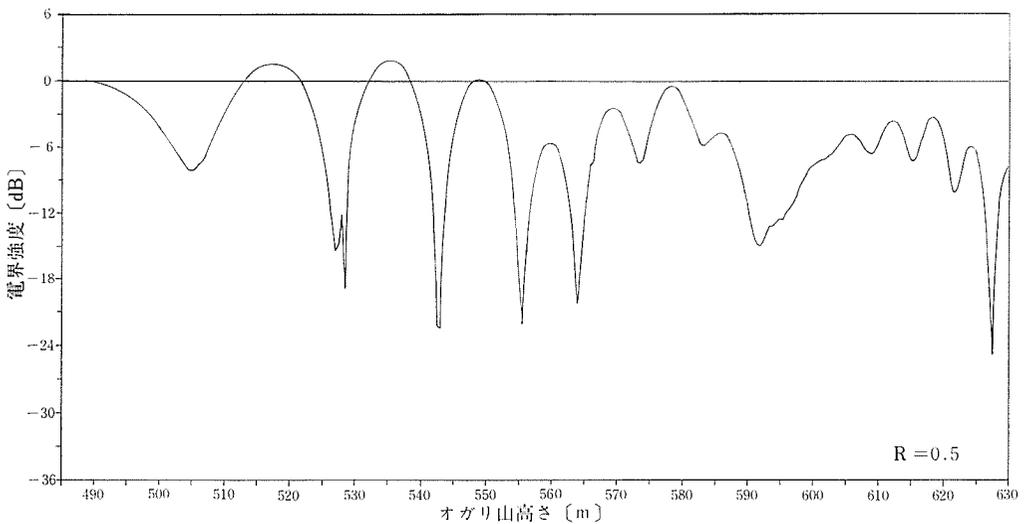


図6 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.5$)

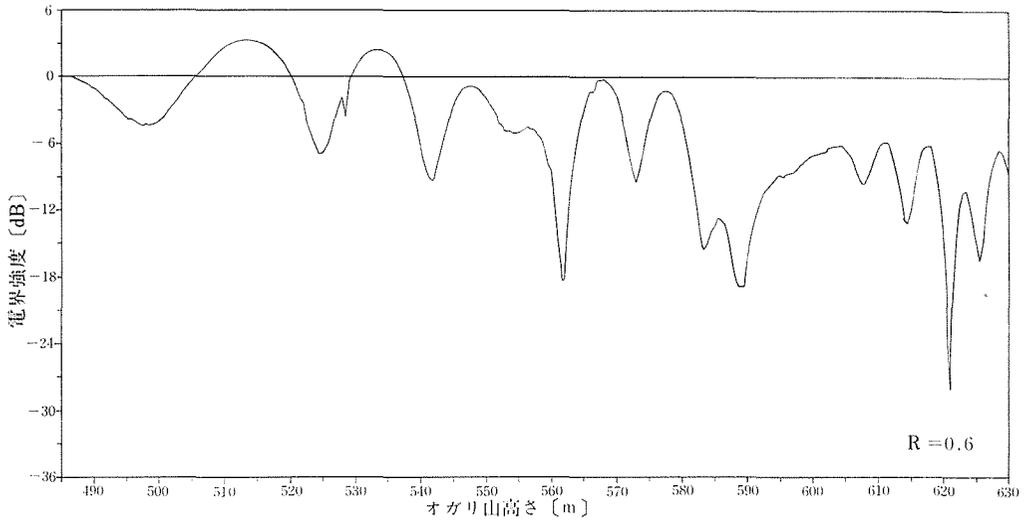


図7 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.6$)

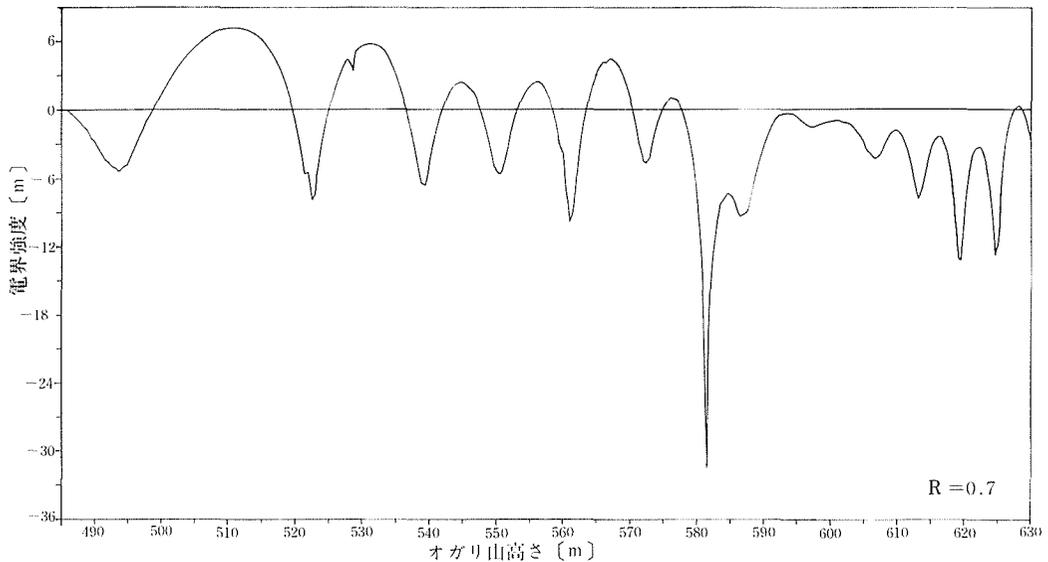


図8 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.7$)

反射率 R が 0.4 以上になるとオガリ山の隆起に従いところどころに電界強度の鋭い落ち込みを示しながら次第に電界強度が減少して行く傾向を示す。鋭い落ち込みは反射波の影響である。すなわち反射波電界強度が直接波と同程度の振幅値となり、かつ位相が逆相となった場合である。ただし反射波が強くなりすぎると (R が 1 に近づく)と、電界変動の状況は再び R が小さい時と似た状況になり、かつオガリ山の隆起とともに平均的にはむしろ電界強度が強まってくる傾向になる。電界強度の鋭い落ち込みが見られないのは、反射波が直接波とうまく打ち消さなくなるためであり、再びフレネル回折効果が目立ってくるようになる。

これらの図に示すように反射率が少しでも変化すると受信電界の強さは大きく変動する。反射率は反射点の位置が変わると当然変化するわけであるが、たとえ反射点の位置が固定されていたとしても季節的あるいは気象状況によって変動すると考えられる。このためにテレビ電波の受信

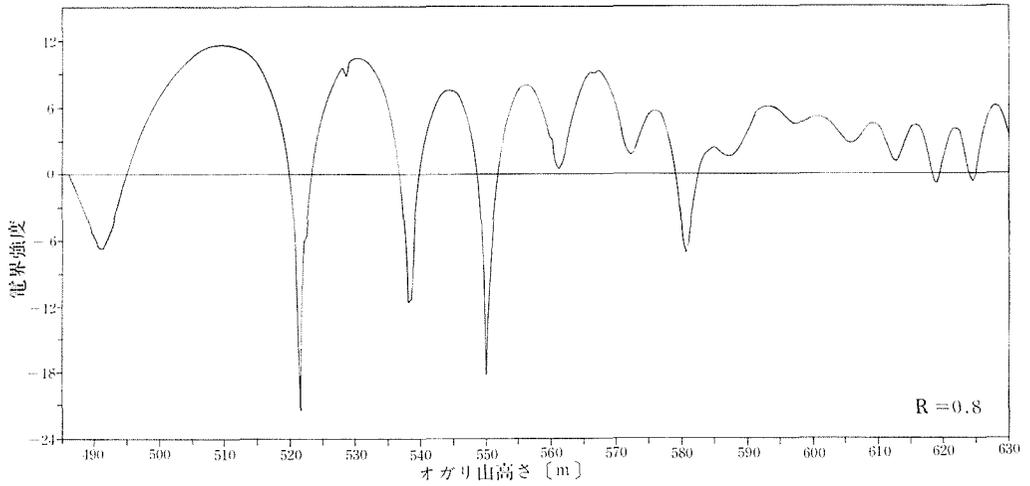


図9 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.8$)

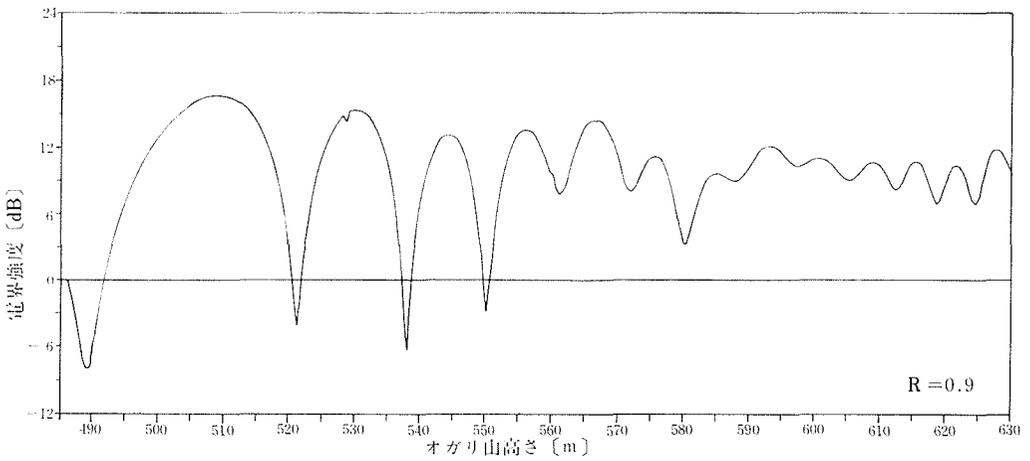


図10 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=0.9$)

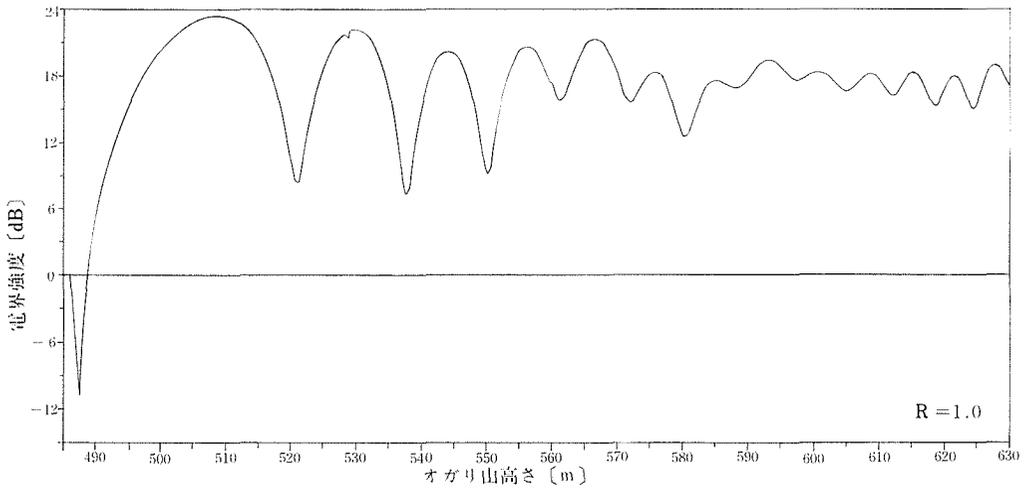


図11 オガリ山高さ対受信電界強度 (反射率 $R=1.0$)

電界強度が変動することは好ましくないことである。したがって反射電波を除去するための何等かの対策が望まれることになる。

4. む す び

有珠山噴火によるオガリ山の隆起によって洞爺テレビ局の受信電界強度が複雑に変動している。この原因が複数の山岳によるフレネル回折効果と直接波および反射波とのベクトルの合成結果とが複雑に影響し合う結果であることが判明し、理論と実測とはよい一致をみた。さらに理論による予測についても十分な成果が得られた。本論文では反射波の影響に主眼を置き、大地面での反射率が変化するとオガリ山隆起による電界変動の状況がどのように変化するかについて解析した。その結果、反射率の少しの変化によってもこの変化が大きくなることが判明した。このことはテレビ電波の送信に際し、反射波の影響を常に問題にしなければならないことを示唆している。有珠山噴火のような例は極く珍しい現象ではあるけれども、反射波の問題はこの場合に限るものではない。一般の家庭でのテレビ電波受信に際しても、テレビ局からの送信電波は少なくとも直接波と大地面反射波の合成電波を受信していることになる。このとき両波の振幅が同程度であれば、受信点の位置によっては電界強度が著るしく小さくなることもあり得るし、また季節的気象的に反射率が変動することによって電界強度変動が発生することもある。したがって送信側としては問題となるサービスエリアに対し反射波を除去する何等かの方策が必要であると考えられる。

本論文の作成にあたり討論を共にしました北海道大学応用電気研究所西辻 昭助教授、北海道放送技術部柏倉宏幸副部長ならびにデータを提供して頂いた北海道放送加茂栄一常務取締役、浜谷慧亀取締役技術局長に感謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 北海道大学理学部有珠火山観測所、札幌管区气象台：火山予知連絡会会報 No. 13, p. 37 (昭53年).
- 2) 柏倉宏幸, 小川吉彦, 西辻 昭：電子通信学会研資 EMCJ 78-36 (1978).
- 3) 柏倉宏幸, 小川吉彦, 西辻 昭：「有珠山隆起による電界変動の測定」, 信学論, vol. J 62-B, No. 3, p. 245 (1979).
- 4) 小川吉彦, 西辻 昭, 柏倉宏幸：「有珠山隆起による電界変動の解析」, 信学論, vol. J 62-B, No. 3, p. 251 (1979).
- 5) 渋谷茂一：「電波伝搬基礎図表」, コロナ社.