HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	極超短波アンテナに及ぼす雪、氷の影響
Author(s)	淺見, 義弘; 黒部, 貞一
Citation	Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido University, 8(2), 123-132
Issue Date	1949-08-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37756
Type	departmental bulletin paper
File Information	8(2)_123-132.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

極超短波アンテナに及ぼす雪、氷の影響

教授　淺見義弘
助教授　黒部貞一

The Effects of Snow and Ice on the Antenna at Ultra High Frequencies.

Yoshihiro Asami and Teiichi Kurobe

Abstract

We studied experimentally the effects of snow and ice on the antenna and the antenna insulator, and also the reflection characteristics of snow and ice at ultra high frequencies. The results obtained are as follows.

(a) When snow or ice sticked to the doublet antenna and the feeder near the antenna, the decreasing of the radiation strength was small at very little water content, but as the water content iucreased the radiation strength became smaller, the wave length utilised being 9 cm and 100 cm etc.

(b) When snow or ice which had sticked to the antenna insulator thawed, the insulation resistance suddenly decreased, but the decreasing of the radiation strength was very small at the wave length of 460 cm. In order to avoid the decreasing of insulation resistance by water, it is effective to use the insulators having plaits and moreover to paint the insulators with paraffin with high melting point.

(c) The reflection of snow varied remarkably according to its water contenrt at the wave length of 9 cm. Using the reflection characteristics we obtained by calculation the dielectric constant of compact snow of very little water content to be about 2.3 and that of ice to be about 5.7.

Contents

I Introduction. ……
II The effcts of snow and ice on the antenna. ……
III The effects of snow and ice on the antenna insulator. ……
IV The reflection characteristics of snow and ice. ……
V Conclusion. ……

I 緒 言

北海道等の寒地に於ては，冬期間屢々無線通信用アンテナに雪，氷が附着するが，放送波，短波範圍では之等の輻射强度に對する影響は殆んど認められない様である。然るに超短波特に極超短波に於ては其の影響を無視することは出來ないと考へられるが，之等の事に關しては未だ發表された事を聞かない。そこで筆者等は波長 9cm，100cm 等に就て，ダブレットアンテナ及アンテナ碍子に雪，氷の附着した時の輻射强度に對する影響竝びに雪，氷の反射特性に關して實驗的研究を行つた。こゝに之等の實驗結果を取纏めて報告する次第である。

II アンテナに及ぼす雪，氷の影響

波長 9cm のマグネトロン發振器及波長 100cm の三極管自勵發振器を用ひて，雪，氷等がアンテナ及饋電線の一部に附着せる場合輻射强度が如何に變化するかを，眞空熱電對及マイクロアンメーター受信裝置により調べてみた。尙饋電線は共振饋電線を用ひ，雪，氷の附着しないときに輻射强度最大なる様に調整し，其の後は調整を行はず其のまゝにしておいた。次に其の代表的な結果を要約して記す。

(1) 波長 9cm のときの雪の影響

第一圖の如くガラス管の中にダブレットアンテナ* 及饋電線の一部を封入し，管内に「こしまり雪を」を詰めて實驗室内に放置すると，時間と共に雪の水分含有量は增加して，輻射强度は第一圖に示す如く減少する。尙室温は 16°C，雪の附着せぬ時の電流計の振れは約 600μA であつた。

(2) 波長 9cm のときの氷の影響

ダブレツトアンテナ及饋電線の一部を第二圖の如く氷結させ，之を室内に放置する場合も第一圖と同様な第二圖の如き特性を示した。但し室温 16°C，氷の附着せぬときの電流計の振れは約 450μA であつた。尙第二圖に於て 4分 30 秒頃より氷が水滴となつて落下し始める。又受信アンテナを同様に氷結させて受信强度を調べた結果も送信アンテナと同様な特性を示した。

(3) 波長 100cm のときの氷の影響

次に波長 100cm の自勵發振器を用ひて，第三圖の如くダブレットアンテナ及饋電線の一部を氷結させ之を室内に放置した場合の特性は第三圖の如くなり，波長 9cm の場合に比べ輻射强度の減少は極めて緩慢であつた。但し室内温度は 14°C であつた。尙受信アンテナの場合も送信アンテナと同様な特性を示した。以上の結果は何れも二月上旬から中旬にかけてのものである。

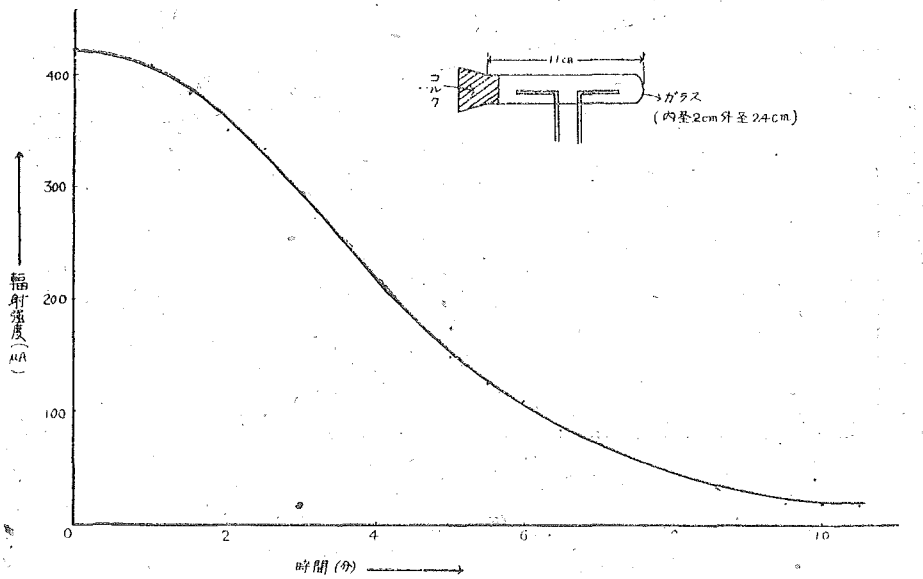
(4) 波長 9cm のときの濕雪の影響

春三月から四月にかけて相當しめつた雪をダブレットアンテナを封入したガラス管に入れ，暖爐のある暖かい部屋に放置し速かに解かした場合の結果は第四圖に示す如くである。圖の a, b, c

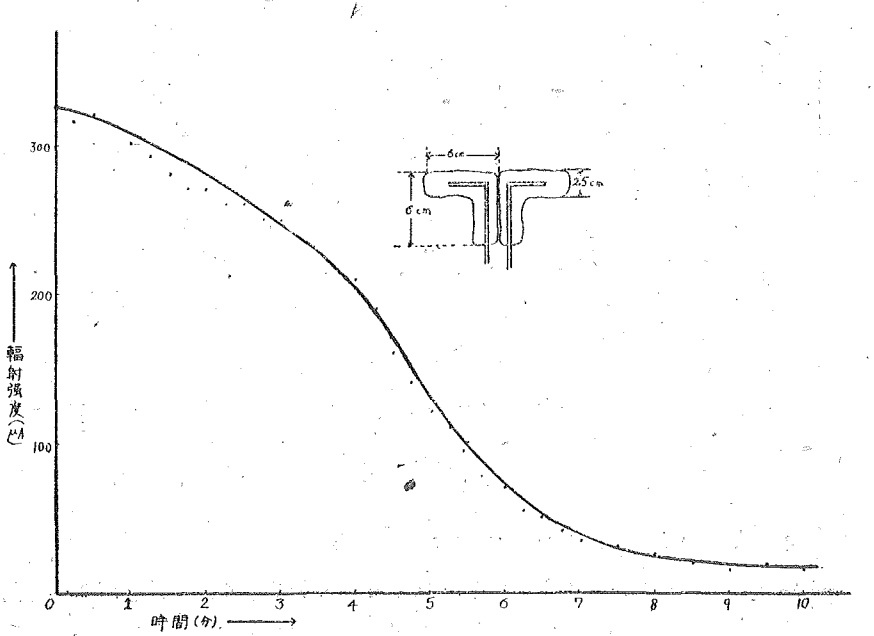
* 以後總て電流波腹饋電ダブレットアンテナを用ふ。

部は雪が次第に解けていつた部分で c 點に於てはアンテナ全體を透視できる程度である。

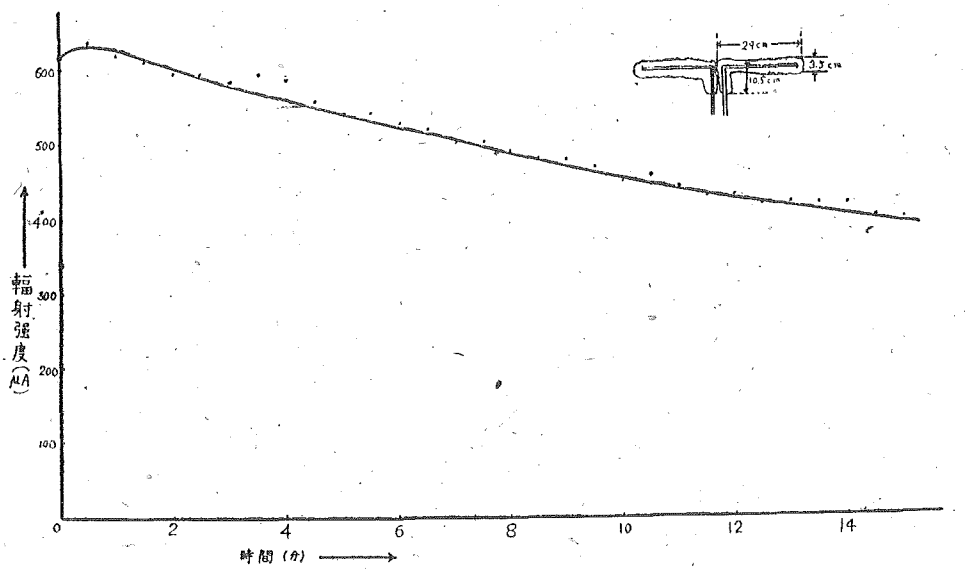
又 c, d, e 部は人工的に熱を與へて更に速かに解かした時の特性である。



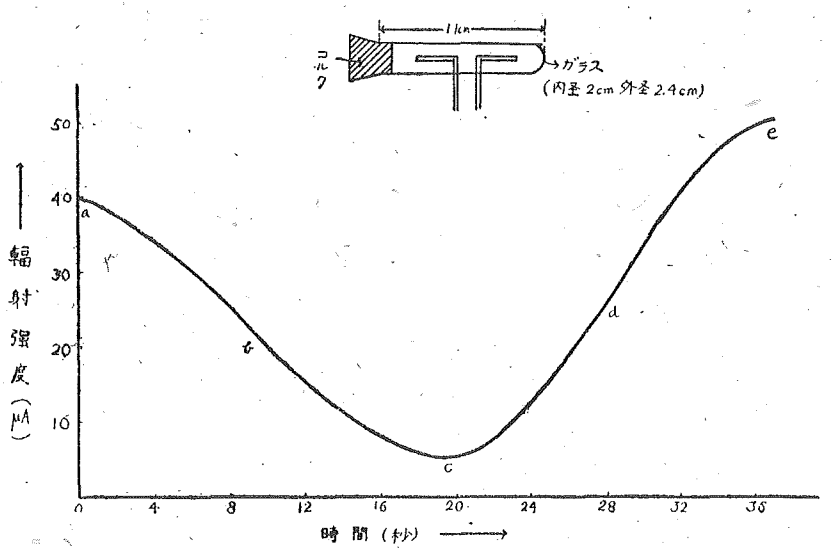
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

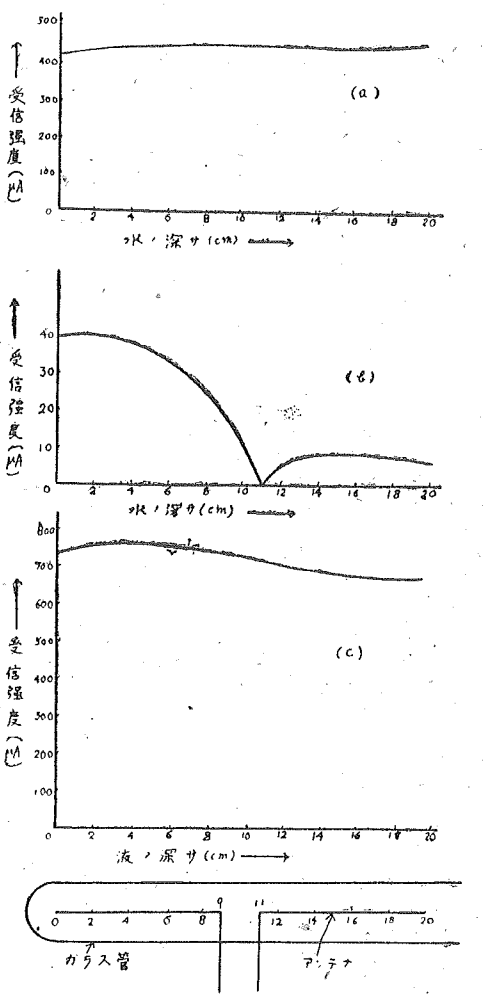


第 4 圖

(5) 波長 40cm のときのインピーダンスマッチングの効果

波長 40cm のマグネトロン發振器を用ひて，第五圖の如く受信アンテナをガラス管内に封入し，其の中に蒸溜水を除々に入れていつた時水の深さに對する受信強度の變化を調べた。第五圖(a)はトラップを用ひてインピーダンスマッチングを行つたときの結果であり，(b)はインピーダンスマッチン

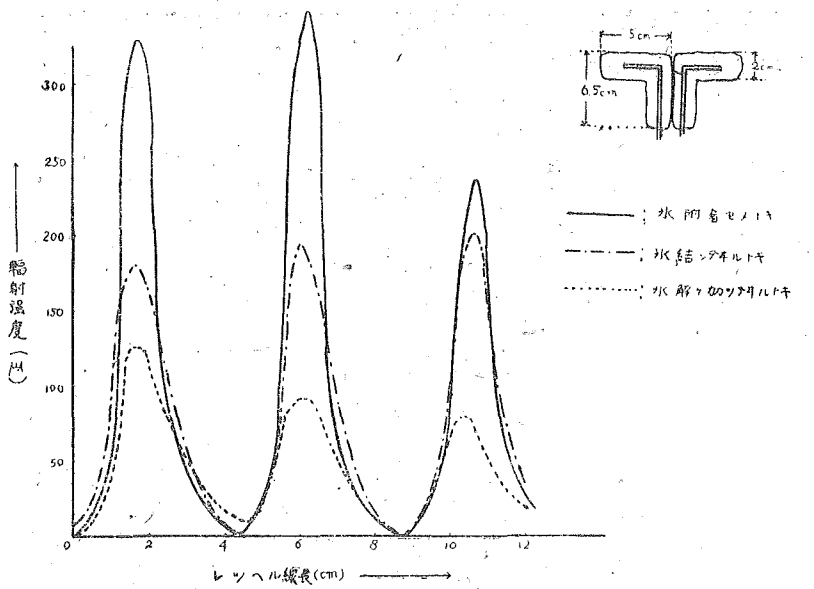
グを行はないときの結果である。又 (c) は 10% NaCl 水溶液を除々に入れてゆきインピーダンスマッチングを行つたときの結果である。



第 5 圖

(6) 氷附着のときの波長の測定

第六圖の如くアンテナを全面氷結させた場合，解けかゝつた場合，及全然氷の附着しない場合に就て，レッヘル線波長計の長さを變化したときの輻射強度の變化の模様が第六圖に示してある。之より何れの場合も波長約 9cm なることが分る。

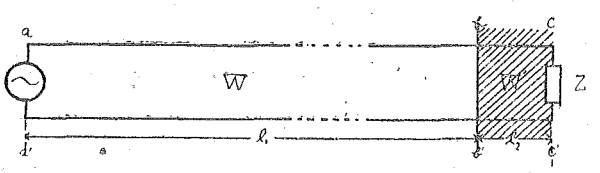


第 6 圖

(7) 實驗結果に對する考察

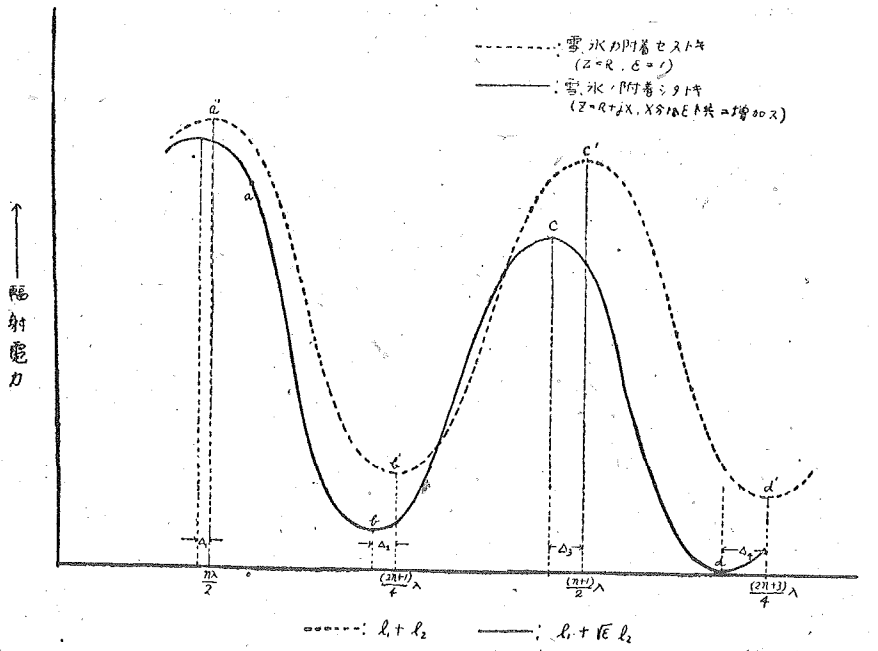
雪，氷が解け始めると輻射强度が除々に減少する原因は次の如く考へられる。

アンテナ及アンテナ近傍の饋電線に雪又は氷が附着したときの等價回路は第七圖の如くなる。但し W は饋電線の波動抵抗，W' は雪又は氷の附着せる部分の饋電線の波動抵抗，Z はアンテナの輻射インピーダンスである。但しこの Z は雪，氷の附着せぬときより若干大なる値である。何となればアンテナの等價的長さは雪，氷が附着すると若干長くなるからである。W' 部分の誘電率を ε とすれば此の部分の波長は W 部分の波長の $1/\sqrt{\varepsilon}$ となる。故に W 部分と W' 部分と同じ波長の波がのつついると考へれば l_2 の長さは $\sqrt{\varepsilon}\,l_2$ と等價であり，全體の等價長を l とすれば $l=l_1+\sqrt{\varepsilon}\,l_2$ となる。今饋電線を共振饋電線，$Z<W$ とすれば，Z に消費される電力即輻射電力を最大にするには Z が純抵抗なら c c′ 點が電流波腹即 $l_1+\sqrt{\varepsilon}\,l_2=\frac{n\lambda}{2}$ にすればよい。もし Z がインダクタンス分を含んで居れば $l_1+\sqrt{\varepsilon}\,l_2=\frac{n\lambda}{2}-\Delta$ なる様にすればよい。之を共振饋電線のインピーダンスマッチングの條件と稱しておく。之から l の値が增加すると輻射電力は次第に減少し $l_1+\sqrt{\varepsilon}\,l_2=\frac{(2n+1)}{4}\lambda-\Delta$ のとき最小になる。又雪，氷自身の誘電損失は水分が增すに從ひ增加するから，インピーダンスミスマッチングの條件と此の誘電損失が相加つて，l の變化に對する輻射電力の變化は第八圖の實線の如くなる。而して，氷の無い時にアンテナの輻射インピーダンスを純抵抗にし，且つ $l_1+l_2=\frac{n\lambda}{2}$



第 7 圖

なる様に調整しておけば，第八圖の a' 點はこの輻射電力を示すが，雪，氷が附着すると，インダクタンス分が表れ第八圖實線の a 點に下り，水分が増すに從ひ ε の値は除々に増し l の長さが次第に増加して輻射電力は第八圖の $a\ b$ 部分に從つて減少する。



第 8 圖

第一圖，第二圖の特性は第八圖の $a\ b$ 部分に相當すると考へられる。又第三圖の如く波長が 100cm になると波長に對する l の變化の割合が緩慢となる爲に輻射電力減少の模様もゆるやかになる。又第四圖の特性は第八圖の $a\ b\ c$ 部分に相當すると考へられる。而して第五圖はインピーダンスマッチングを行ふなら，誘電體の無い場合と殆んど同程度の輻射强度となる事を示してゐる。尙此の場合は波長 40cm で水の誘電損失は 9cm に比し遙かに小である。而し 9cm の場合でも誘電損失の影響よりもミスマッチングの影響はは遙かに大である。 故に雪，氷の附着した場合も，其の都度インピーダンスマッチングを行へば輻射電力の減少は僅少である。

III　アンテナ碍子に及ぼす氷雪の影響

雪，氷雪等が碍子の全表面を蔽ふ程度に附着する場合，水分含有量が増すと著るしく絶緣の低下を來し，數 $K\Omega$ にも達する事がある。此の絶緣低下の際輻射電力が如何に減少するかに就て波長 460cm 陽極入力 20KW の三極管並列接續發振器を用ひ，送信アンテナ，受信アンテナに就て實驗を行つた。其の結果送信アンテナの場合はテレックス碍子にて 5～10%，白碍子にて 10～20% の輻射電力の減少を見たが，受信アンテナの場合は兩碍子共殆んど影響は無かつた。但し絶緣抵抗は 10

KΩ 程度の場合である。之は輻射電力の減少が碍子の誘電損失により，其のアンテナの長さに對する影響は前者に比べ少いものと思はれる。

尙アンテナ碍子の絶縁低下防止に關して，應用電氣研究所東教授，竹田助教授の御援助により次の結果を得た。

氷雪が碍子に附着する場合其の絶縁が著るしく低下する理由は碍子の表面に沿うて水路が形成せられる事によるものである故，之が對策としては水路の完成を妨げる事である。

(a) 電力用碍子の如く深い「ひだ」を持つた碍子を利用すること。

(b) 市販の碍子に塗料を塗つて目的を達すること。

(b) に關して實驗的研究を進め，うるし，ベークライト，パラフィン等を碍子の表面に塗布し實驗せる結果高融點パラフィンが特に有効なる事を知つた。

即ち

(1) 高融點パラフィンを碍子に塗布する事により水の附着を防ぎ得る事は理論的にも實驗的にも確認せられた。

(2) 但し塗布の方法に技巧が必要である。第一にパラフィンが脆いために之を塗料として堅い皮膜を形成せしむる事が困難なる故パラフィンに 50% の松脂を混入して粘着性を増したものを用ひた。

(3) 第二に表面が平滑な碍子にパラフィンを塗るよりも表面を塗料の下塗りで粗雜にした方が有効であつた。

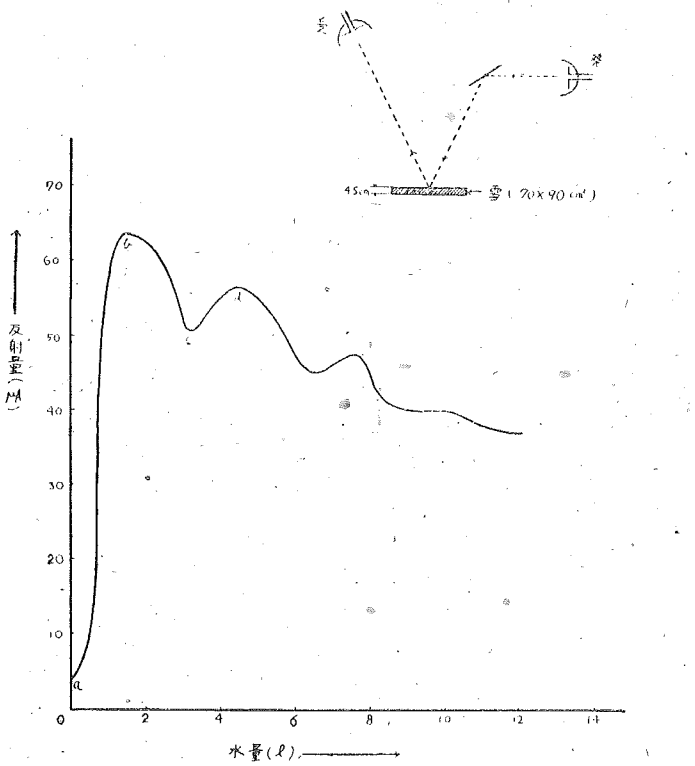
(4) 金屬板及びガラス板に種々の塗料を下塗りにし，其の上にパラフィンを塗り龜裂の程度を調べると，塗料の程度により龜裂の程度が異る。供試塗料 27 種中ではコーパルワニスが最良であつた。(但し純パラフィンを用ひた場合)

IV 雪 氷の反射特性

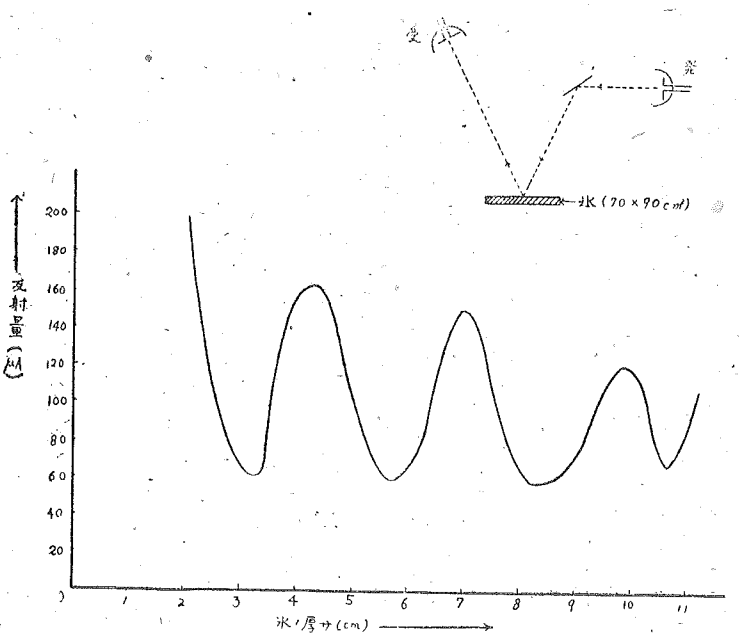
(1) 雪の反射特性

第九圖の如く降りたての「こしまり雪」を木製の箱に堅く詰め，之に水を少量づつ注入して其の反射特性を檢した。其の結果の代表的なものが第九圖である。即ち僅かの水分に對し反射量は急に增加したが，それ以上は水分を增しても其の變化は緩漫であつた。此の結果より，第九圖の a 點に於ては $d\sqrt{\varepsilon}/\lambda \fallingdotseq 3/4$ b 點にては $d\sqrt{\varepsilon}/\lambda \fallingdotseq 1$ c 點にては $d\sqrt{\varepsilon}/\lambda \fallingdotseq 1\frac{1}{4}$ 等の關係が滿足されてゐると考へられる。但し d = 雪の厚さ = 4.5cm λ = 波長 = 9cm である。之から誘電率 ε を逆算すると a 點にては約 2.3 b 點にては約 4.0 c 點にては約 6.3 等の値を得た。又水が無い時は雪の誘電損失は極めて少いが，水が增すと誘電損失は急激に增加すると考へられる。尙雪の表面を鐵板にて置き代へた時の反射量は約 250μA であつた。

(2) 氷の反射特性



第 9 圖



第 10 圖

木製の箱に氷を張らせ，其の厚さを漸次增加した場合の反射特性は第十圖に示す如く極大極少を繰り返す。此の場合極大點と次の極大點との氷の厚さの差を d とすれば $d=\lambda/2\sqrt{\varepsilon}$ であり，之より誘電率 ε の値を計算すると約 5.7 であつた。氷の表面を鐵板にて置き代へた時の反射量は約 500μA であつた。

V 結　言

(a) 雪，氷等がアンテナ及アンテナ近傍の饋電線に附着した時，水分含有量が極めて少いなら雪，氷そのものの誘電損失少く，又インピーダンスミスマッチングの程度も少い故，輻射電力の減少は僅少である。然るに水分含有量が增すと雪，氷自身の誘電損失は增加し，且インピーダンスミスマッチングの程度も增して，輻射電力は水分と共に減少する。而し此の場合誘電損失の影響よりもインピーダンスミスマッチングの影響の方が遙かに大である。

(b) アンテナ碍子の全面を蔽つた氷雪が解けた場合，碍子の絕緣抵抗は急激に減少するが輻射電力の減少は僅少である。尙碍子の水分による絕緣低下を防止するには深い「ひだ」を持つた碍子を使用することは勿論であるが，更に高融點パラフイン等の塗料により相當の効果を收め得た。

(c) 雪の極超短波に對する反射は其の水分含有量の程度に應じて著るしく變化するものである。又反射特性から計算によつて堅く固めた「こしまり雪」の誘電率は約 2.3，氷の誘電率は約 5.7 なる結果を得た。

尙應用電氣研究所東教授，竹田助教授の御援助に對し深く感謝する次第である。