

|               |                                                                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | 若 井 登<br>わか い のぼる                                                                                                      |
| 学 位 の 種 類     | 工 学 博 士                                                                                                                |
| 学 位 記 番 号     | 論 工 博 第 525 号                                                                                                          |
| 学 位 授 与 の 日 付 | 昭 和 47 年 7 月 24 日                                                                                                      |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当                                                                                                |
| 学 位 論 文 題 目   | <b>Study on the Nighttime E Region and Its Effects on the Radio Wave Propagation</b><br>(夜間E領域ならびにそれが電波伝搬に及ぼす影響に関する研究) |

論文調査委員 (主 査) 教授 前田 憲一 教授 加藤 進 教授 木村 磐根

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は夜間の電離層E層の諸特性を地球物理学的観点から調べ、それに基づいてこの層の中短波帯通信に及ぼす影響について論じたものであって5章よりなっている。

第1章では、夜間の下部電離層に関するこれまでの地上からの垂直電波打上げ観測およびロケットによる観測のデータを集め、夜間の下部電離層の一般的形態を調べた。すなわち夜間には、地上 100km 附近以下の高さに存在し、昼間のE層から電子密度が減少してその臨界周波数が 0.5~0.7 MHz まで下るいわゆる夜間E層と、地上 140~150 km 付近に定常的に存在する中間層があり、これらの層の日変化、緯度変化、季節変化、地磁気活動度依存性などを明らかにしている。

従来の地上からの垂直電波打上げ観測法は、地上からインパルス電波を打出し、電離層からの反射波の時間遅れから電離層の電子密度の高さプロファイルを求めるものであるから、電子密度が高さと共に単調に増加する場合には電子密度プロファイルは容易に決定できる。ところが夜間の電離層では、このプロファイルは単調でなく、いわゆる E, F 層間には電子密度の深い谷があったり、中間層が存在するため、プロファイルの決定が困難である。本論文の第2章では、計算機による電波通路追跡(レイ・トレーシング)の方法を用いて、インパルス電波が地上一電離層間を往復する時間を計算し、これが観測結果と一致するように電離層のプロファイルを定める新しい方法について述べられている。この方法によると、夜間のE, F 層間の谷間や、中間層をもったプロファイルが精度よく定められ、特に地磁気活動の静穏な夜間の上記の谷間は巾広くかつ深く、また地磁気が擾乱されたときには狭く浅くなり中間層が発達して行く様子が明らかにされた。

第3章では、夜間のE層領域が電波伝搬時の減衰に及ぼす影響を調べるため、短波帯標準電波電界強度の東京一昭和基地間における南極観測船上での観測結果について述べている。5MHz, 10MHz などの標準電波は我が国の JJY のほかに他の国の局からも送信されており、それらの異った局の信号の弁別を変調信号によって行なうよう受信機に工夫がなされた。距離に対する電界強度の周波数特性から、これらの

伝搬に対する夜間E層の影響が確認された。また第2次より第11次に至る南極観測船の往復時のデータから約9年にわたる電離層による減衰の太陽活動度依存性も調べられた。また地磁気活動度による減衰の依存性については、磁気擾乱時には減衰が増加することがわかった。

第4章では、第3章で得られた電界強度の観測結果を説明するために、電波源から遠方までの電離層反射による伝搬通路と減衰量を、中短波帯の各種の周波数に対し、またいくつかの異なった電離層電子密度プロファイルを用いてレイ・トレーシング法によって計算している。この結果によると夜間の伝搬通路は主にE層またはF層によって反射したモードであり、また中間層付近では電子と中性粒子の衝突効果による電波の減衰は非常に小さいことなどが明らかにされた。従って地磁気擾乱時の電離層の減衰の増加は、中間層の電子密度の増加では説明できず、むしろ夜間E層における電子密度の増加またはこの層の下方への移動、あるいは電子衝突回数の増加が原因していると解釈されねばならない。後者の原因については地磁気擾乱時にはE層の温度が上昇し、電子衝突回数が増加するメカニズムが考えられる。

第5章は結論であって、この研究の成果により、夜間の下部電離層の構造、特に地磁気擾乱の影響などが明確になり、中短波帯を用いた電波通信に実際的な応用ができることを強調している。

### 論文審査の結果の要旨

中短波帯の電波伝搬に及ぼす電離層の効果は、電波による通信回線の回線設計および運用上重要なものであるが、昼間の電離層に比べて夜間のE層の効果についてはこれまで十分明らかにされていない。これは夜間、E層の電子密度がかなり低下するため、通常地上からの電離層観測法では正確なデータが得られなかったことによるものである。

本論文はこの点に注目し、ロケットによる電離層電子密度の直接観測で得られたデータ、および地上垂直打上げの電波観測データを用いて夜間の下部電離層の構造と性質を明らかにし、中短波電波の電離層伝搬波に及ぼす影響を詳細に調べた結果をまとめたものである。以下この研究の成果を要約するとつぎのとおりである。

1. 通常世界的に使用されている1~25 MHz帯掃引の垂直電波打上げによる電離層観測では、夜間のE層はほとんど観測にかからないが、世界各国におけるロケット観測の結果から、夜間E層は昼間E層の延長として地上100km付近以下に存在し、臨界周波数0.5~0.7MHzまで下ること、またE、F両層間には電子密度の深い谷が存在すること、地磁気擾乱時には地上150km付近に中間層が発達することなどが明らかにされた。

2. 著者は、米国の2観測所で行なわれた50KHz~2MHz帯掃引の大電力の低周波垂直打上げ観測データと、レイ・トレーシング法を用いて、夜間E層、E、F両層間の谷間、中間層を含む電離層のプロファイルを精度よく決定できる新しい方法をあみ出した。これは実験回数に制限のあるロケット観測に比べるとき、重要な意義をもつものである。

3. 上記の方法で、観測データを時間経過に従って解析し、プロファイルの夜間の時間的推移、また地磁気活動度増加に伴う中間層の発達過程が明らかにされた。

4. 中短波帯電波の遠距離伝搬に対する夜間電離層の効果が南極観測船により約9年間にわたり観測さ

れ、太陽活動度依存性が明らかになり、さらに伝搬通路の理論的計算結果によって、夜間E層の効果は2.5MH 付近で特に顕著になることがわかった。

5. 遠距離伝搬波が下部電離層からうける減衰は、地磁気活動度の増加と共に増大するが、これは中間層の電子密度の増大によるものでなく、正常E層の下降あるいは電子の中性粒子との衝突回数の増加によるものと結論された。

以上要するに、本論文は夜間の下部電離層、特にE層の構造を地球物理学的に調べ、中短波帯通信に及ぼす影響を検討したもので、電離層物理学、無線通信工学に新しい知見を提供するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。