

太陽黒点極少期附近の極波太陽電波について

田中春夫 高柳利男

I. ま え が き

1953年及び54年は太陽黒点周期の極少期附近に当り太陽は極めて静穏で、従って太陽電波の強度も大きな変化を示していない。1955年の初めに至って約2年振りの比較的大きな黒点群が高緯度に出現し、漸く新しい活動周期も本格的段階に入った感を深くするが、このときに当り静かなときの太陽電波の強度変化の跡を辿って、その最も静かであった期間や最低値を確認し、尙若干の考察を試みようと思う。

さて太陽電波の強度変化をしらべるに当っては、当然各波長帯の資料を比較検討することが望ましいわけであるが、米波では静かな太陽からの輻射強度を精密に測定した資料はなく、極波においてもこの期間を通じて殆ど毎日入念に観測しているのは我々の3750 MCとカナダのオタワにある2800 MCの二つに過ぎない。幸い両者の観測結果は極めてよく一致して互にその信頼性を裏付ける結果となっている。

II. 資 料

1. 太陽迄の距離変化の補正

国際共同観測のとり決めて各観測者が発表する値は地球上におけるポインティング電力である。実際には太陽と地球との距離が約1年の周期で変るから、太陽の活動性を論ずる場合にはこの変化に基づき補正をしてやらなければならないことは明らかである。太陽が地球から最も遠いときと最も近いときでは同一の太陽の輻射に対してポインティング電力が約7%異なってくる。通常は測定精度が不十分であるとしてこれが無視されているが、我々の場合には到底これを無視することは出来ない。

第1図は上記の補正を行った最近2年間の太陽電波日変化のグラフである。補正は太陽が常に地球からの平均距離、即ち1天文単位のところにあるとして行った。云いかえればポインティング電力の値を天文単位で表わした太陽迄の距離の2乗で割った値である。実線で結んであるのが豊川の値で結んでない点がオタワの値である。毎日の値は短時間の異常輻射を除いた1日中では変化の少ない定常輻射の中間値、即ちこの値以上である時間が1日の観測時間の1/2であると云

う値である。1日の観測時間は我々のところで3~6時間、オタワで10分~11時間位である。

2. 太陽黒点

第2図は東京天文台の光学的観測による黒点の資料を基として太陽面における黒点の存在及びその日面緯度を画いたものである。但しあまり正確なものではなく、緯度も概略であるし又天候の都合で観測出来なかったものや中には一時消失して再現したもの迄も実線で結んである。

3. 毎月の平均値と最低値

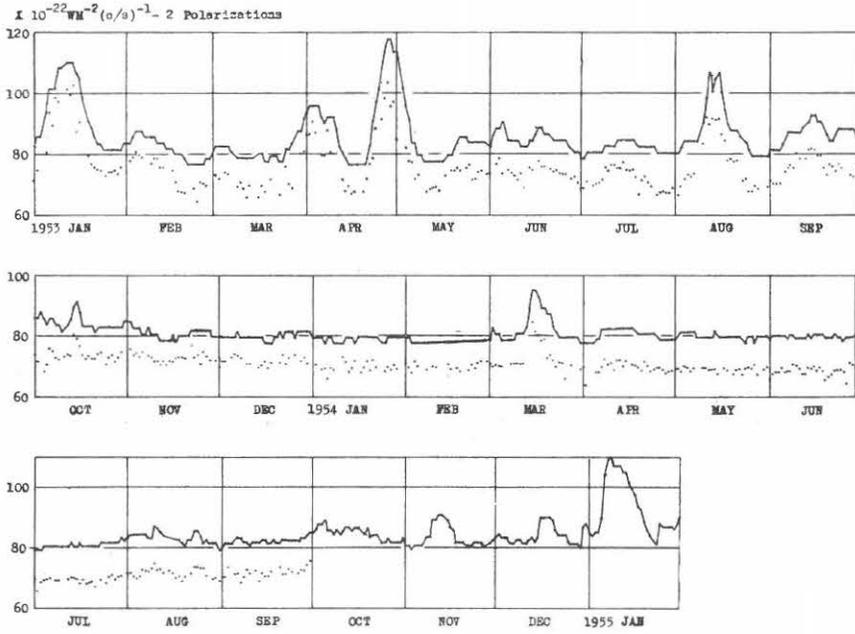
第3図(b)の実線は最近約3年間の豊川の毎月の平均値と最低値である。又破線はオタワの毎月の平均値である。何れも第1図と同様な補正を行っている。オタワの最低値をとらなかったのは第1図を見てわかる様に一つだけ飛び離れた点が多いからである。

4. 測定精度について

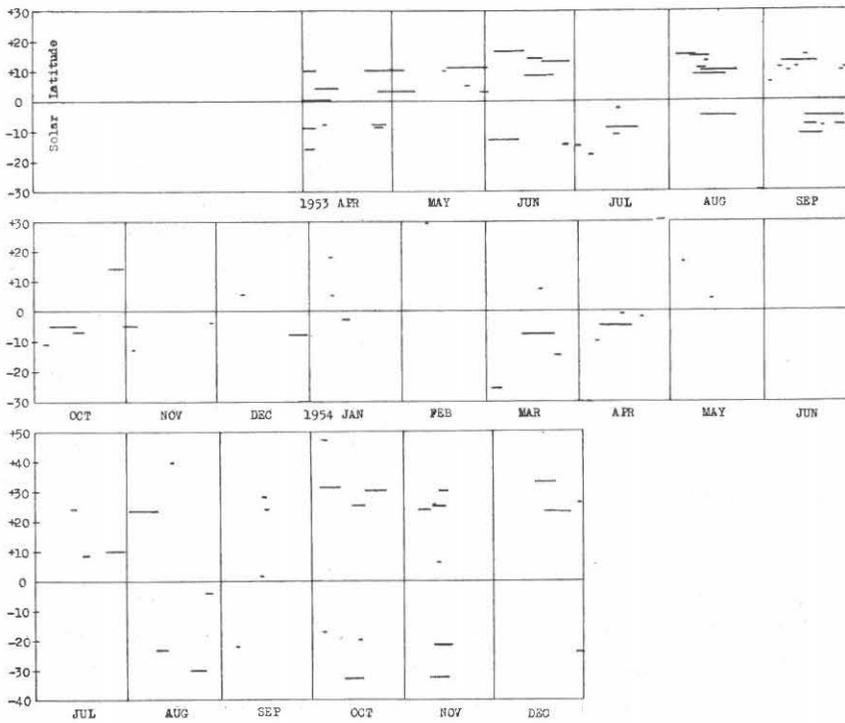
我々が連続観を初めてからの毎月の平均値を我々の観測とオタワの観測とで比をとって見ると、第3図(a)に見られる様に±3%の範囲で一致している。これはこの種の観測としては極めてよく一致していると云わなければならない。併し第3図(a)について更に統計分析を行ってみると、点線に示した様な極めて有意な正弦波状の回歸線が検出される。その周期は1年、振幅1.66%で位相は太陽の傾きの位相と正確に一致している。この規則的変動は、オタワが高緯度の為大気の吸収を受ける度合がより大きいとして説明されるのは逆の傾向である。むしろオタワで background 雑音として常にアンテナを天頂に向けたときの値を用い、太陽の傾きの変化に伴う変化を補正していない⁽¹⁾ 為に生じたと考えられる。これについては連絡中である。

上述の回歸線の周りの点のバラツキは標準偏差1%であるから(1952年Nov.はオタワで故障が多かったので除外した)我々の毎月の平均値は多く見積ってもこれと同程度と推定することが出来る。我々の見解に従えば、少くとも最低値附近では毎日の値もこれと同程度以上の精度があると考へているが客観的根拠はない。併し第1図をみてわかる様にオタワの資料の方

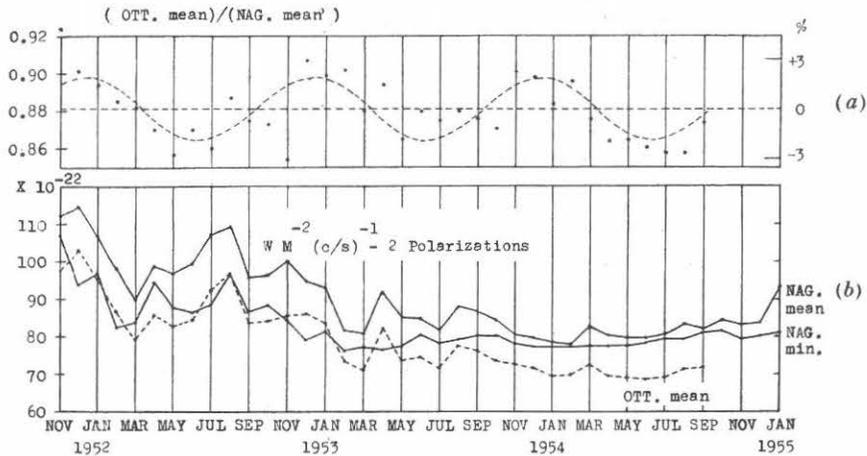
第1図 太陽迄の距離を補正した太陽電波の日変化



第2図 太陽黒点の緯度



第3図 太陽電波の毎月の平均値と最低値



が多少点のバラツキが多いのは、我々より測定の仕方が少し粗雑であったためと考えている。即ち、我々の方では毎時較正を行っていて少なくともこれが1日3回、大部分は4回以上に達しているが、オタワでは1日1回しか行っていない。而も1953年には観測時間10~30分程度の日がかなり多い。更に一つのこの期間において我々の方が有利な点は、アンテナ等価温度がオタワでは最低160°K附近である⁽²⁾のに対し我々のところでは250°K附近であると云うことである。300°K附近で測定していると云うことは Dicke 式ラジオメータを使用している以上有利である。

測定確度に関連した一つの挿話を述べると、1954年3月下旬にオタワから次の様な照会があった。それは2月のデータがオタワの方がバラツキが多いが、これが測定誤差であると結論する前に、3月2日に出ている微かな黒点に当方では対応がないがそちらでは対応があるかと云うのである。当方では第1図に見られる様に明らかにこれを認めていたのでその旨返答したが、この黒点に対応しては当方の干渉計の記録のみならずオタワのスロットアレーによる探知装置の記録にも出ているので、スペクトルによる違いではないと考えられる。如何に細かい変動を問題にしているかを示す例として紹介した。

III. 最低の輻射

第3図の豊川の資料の毎月の平均値を見れば、全般的に云って1954年2月が最も静かであったことがわかる。平均値と最低値との開きから見れば6月前後も殆ど同様に静かであるが、平均の輻射が2%増している。

前節の誤差の推定から、この増加は少なくとも5%水準で有意である。オタワの資料によると6月前後の方がむしろ低くなっているが、これはII, 4の項で述べた1年周期の変動の影響である。

毎日の値について云えば1953年2月下旬に早くも76.2と云う最低値が現われている。その後極小値は上昇の傾向を示しているが測定誤差を考慮して77.3 ± 1.5%を最低値と仮定すれば次の月に最低輻射の日があったことになる。

1953年 2~5月, 7月, 11~12月.

1954年 1~6月.

最初の期間が最も低いと云うことは第1図のオタワの資料をみても多少その傾向がないわけではないが、誤差範囲が不明であるから断定は出来ない。一方黒点の資料によると、1954年1月迄は緯度±20°の間に入っているが2月にこの線を越えたものが出初め、8月以降には大部分が±20°以上の高緯度に現われている。これによると旧周期と新周期との移り変りは大体2月頃から8月頃迄の間に徐々に行われたことがわかる。輝波の輻射も大体これと一致しているが、最も静かな期間はその初期に現われたと云うことがかなり確かである。

IV. 黒点のない太陽からの電波

黒点がない日でも電波の輻射が最低値を示さない日が多いが、強度観測の資料だけからはこの増加分が局部的な電波源によるものか、或は太陽大気電子密度分布の全般的な変化によるものか⁽²⁾⁽⁴⁾直接に判定することは出来ない。従って干渉計⁽³⁾の記録が重要な

参考になる。両者を対照させてみると、一時的な輻射の増加は大部分局所的な電波源によるものであることがわかる。このことは日食や干渉計によりかなり以前から確められていることでここに改めて例を挙げる迄もない。唯この期間の後半に見られる月毎の極小値の増加の傾向が何れによるものか検討しておくことは今後の参考になると思う。

1例として1954年12月の最低輻射強度を推定してみよう。さて1ヵ月間の毎日の干渉計の記録を積分して同じ日の強度観測値で割ると大体 $\pm 1\%$ の範囲で一致する。そこでこれ等の記録を重ね合せた低い方の包絡線がその月の静かな太陽に相当するとしてこれを積分し、上に出した係数を乗じてやればその月の最低輻射強度の推定値が出る。12月についてこの操作を行った結果82.6と云う値を得た。太陽の大きさに基づく補正をすると79.7となる。従って12月29日の値はこれより0.5%多いに過ぎないからこの附近の最低値と考えてよいことがわかる。さてこの値を前に述べた最低値77.3と比べると3%高いと云う結果になり、僅か乍ら全般的な輻射の増加が認められると云うことが出来る。

この方法は黒点面積を用いて出す従来の推定の仕方より直接的であるから、今後引続いて長期間同じ操作を行って行けば太陽大気の研究に有用な資料が得られるであろう。但しあまり大きな黒点が引続き現われると、この方法も大分あやしくなって来ることは避けられないであろう。

V. 結 論

オタワの観測資料と比較してみても、豊川の太陽電波強度の観測値は相対的に $\pm 2\%$ 以内の確度があると考えて差支えなさそうである。3750 MCにおける最低の輻射強度は太陽迄の距離の補正を行って $77.3 \times 10^{-22} \text{ W M}^{-2} (\text{c/s})^{-1}$ である。この最低値は1953年2月~1954年6月の間に屢々現われている。全体的にみて最も静かであったのは1954年2月である。最低値からの輻射の増加分は仮令黒点がなくても殆どが

局所的な輻射によるが、僅か乍ら太陽大気の電子密度分布と関係ありそうな徐かな変化も認められる。

VI. あとがき

以前⁽⁵⁾1954年1月の半ばに探知装置で局所的な輻射が認められないのに強度は最低値よりかなり大きい値を示していておかしいと書いたことがあるが、太陽迄の距離の変化に基づき補正をすればよく説明がつくことを見逃していたものである。又大気の吸収があれば第3図(a)の点線の位相が逆転すべきことを本文で述べたが、これはオタワのbackgroundの補正を行った後再び検定してみればその吸収の程度がわかるわけである。併し別の測定から恐らく極めて影響が小さいものと考えられる。即ち毎日の記録から太陽のないときのbackgroundを測定して差引いた残りが、太陽が極めて静かなときに朝夕と昼とで差異が認められないからである。

1953年末迄のオタワの資料は空の温度の修正を行った最近の資料を用い、又1953年1月以前の豊川の観測値は本号に掲載した修正値を用いた。

末筆ながら黒点の資料を常に提供して下さっている東京天文台天体電波研究課、特に赤羽賢司氏の御好意に深く感謝します。尙太陽電波の観測資料は当所太陽電波研究室の全員の絶えざる努力によって得られているものであることをお断りしておく。

文 献

- (1) A. E. Covington: Proc. I.R.E., 36, 4, p. 454, Apr. (1948).
- (2) A. E. Covington and W. J. Medd: Jour. Roy. Astro. Soc. Canada, Vol. XLVIII, 4, Jul.-Aug., (1954).
- (3) 田中・柿沼外: 空研報, 3, 1-2; 4, 1; 4, 2; 5, 1; 及び本号.
- (4) 畑中: 物理学会誌, 9, 5, 9-10 (昭29).
- (5) 高柳外: 空研報, 4, 2, p. 160, 12 (昭28).