

A Formula for Calculating Dst Injection Rate from Solar Wind Parameters

Hiromitsu Ishibashi[1]; Katsuhide Marubashi[2]; K. -H. Kim[3]; K. -S. Cho[4]; S. -L. Rho[5]; Y. -D. Park[6]

[1] NICT; [2] none; [3] School of Space Research, Kyung Hee University; [4] Korea Astronomy and Space Science Institute; [5] Korea Astronomy and Space Science Institute; [6] Korea Astronomy and Space Science Institute

This is an attempt to improve a formula to predict variations of geomagnetic storm indices (Dst) from solar wind parameters. A formula which is most widely accepted was given by Burton et al. (1975). Their formula is: $dD_{st}/dt = Q(t) - D_{st}(t)/t_0$, where $Q(t)$ is the Dst injection rate given by the convolution of dawn-to-dusk electric field generated by southward solar wind magnetic field and some response function. However, they did not clearly specify the response function. As a result, misunderstanding seems to be prevailing that the injection rate is proportional to the dawn-to-dusk electric field. In this study we tried to determine the response function by examining 12 intense geomagnetic storms with minimum Dst < -200 nT for which solar wind data are available. The method is as follows. First we assume the form of response function that is specified by several time constants, so that we can calculate the injection rate Q_1 from the solar wind data. On the other hand, Burton et al. expression provide the observed injection rate $Q_2(t) = dD_{st}/dt + D_{st}/t_0$. Thus, it is possible to determine the time constants of response function by a least-squares method to minimize the difference between $Q_1(t)$ and $Q_2(t)$. We have found this simple method successful enough to reproduce the observed Dst variations from the corresponding solar wind data.

磁気嵐に伴う地磁気変動 (Dst 指数の変動) を予測する代表的な経験式モデルの 1 つとして Burton モデルが挙げられる。Burton et al.[1975] は、太陽風パラメータから地磁気変動 (Dst 指数) を予測する経験式を導出する過程で、線形応答システムの観点から太陽風起源の Dst injection term を dawn-to-dusk 電場と応答関数の convolution の形で評価している。ただし、Burton et al. は具体的な応答関数の導出は行っていないため、太陽風 - 磁気圏結合を議論する際には、Dst injection term を dawn-to-dusk 電場の線形関数とした経験式が引用されるのが一般的である。しかし、Burton et al. の経験式から逆算される Dst injection と観測された dawn-to-dusk 電場をよく比較してみると、単純な線形関係だけでは説明できない時間変動をしている事が多い。そこで、われわれはこの応答関数の導出を試みるべく、太陽風データも揃っている minimum Dst < -200 nT を記録した 12 件の地磁気嵐を対象に解析を進めている。

まず、最初の足がかりとして、複数の固定パラメータを有する簡単な形式の応答関数を仮定した上で、この応答関数から導出される Dst injection term と Burton et al. の経験式による injection term に対して最小二乗フィッティングを施して応答関数を推定してみた。きわめてシンプルな手法であるが、こうして得られた応答関数を元に Dst injection term を再構成し、前述の地磁気嵐について評価したところ、Dst 変動をよく再現できる事がわかった。講演では、この手法について報告する一方で、現在検討中のより厳密な手法についても言及する予定である。