

リム CME の速度変化を用いた太陽近傍の太陽風速の推定

Estimation of the solar wind speed near the Sun on the basis of speed measurement of limb CMEs

中川 朋子 [1]; Gopalswamy Natchimuthuk[2]; 八代 誠司 [3]
Tomoko Nakagawa[1]; Natchimuthuk Gopalswamy[2]; Seiji Yashiro[3]

[1] 東北工大・情報通信; [2] NASA/GSFC; [3] カトリック大・物理
[1] Tohoku Inst. Tech.; [2] NASA/GSFC; [3] CUA

<http://www.tohtech.ac.jp/~comms/nakagawa/>

太陽から 20 太陽半径以内の太陽風速を測ることは、加速メカニズムの解明にとって重要と考えられるが、この領域における太陽風速の直接観測は未だ困難である。数少ない情報のひとつが太陽表面から放出される Coronal mass ejections(CMEs) の速度である。太陽近傍で観測された CME 速度を、地球軌道付近での Pioneer 9, Helios 1, 2, Pioneer Venus 等の探査機による観測と対応付けた従来の研究では、初速度の遅い CME はその後加速され、初速度の速い CME はその後減速されるという傾向が示されていた。Gopalswamy et al. (2000, 2001) は、CME が太陽の縁から放出される際の速度 v_0 と、その CME が 1 AU に達するまでの平均の加速度 a との間に線形の関係があることを統計的に示した。これは、CME が、ある速度 u との差 $v_0 - u$ に応じて抵抗を受けることを示唆するため、この u という値を実効的な「背景の」太陽風速と考えることができる。

本研究では、SOHO/LASCO の視野内すなわち太陽から放出された直後の CME についても加速度と速度との間に線形の関係がある場合 (Nakagawa et al., 2006) を用い、太陽からおおよそ 20 太陽半径以内の「背景の」太陽風速度を得た。使用したデータは SOHO/LASCO CME Catalogue (http://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/) 中のリム CME の速度と加速度である。一つ一つの CME について、時間に対する高度変化から速度と加速度が求められている (Yashiro et al., 2003)。できるだけ信頼性の高い値を用いるため、位置の計測が 5 点未満しか無い CME や halo CME は解析から除外した。東か西の縁上の特定の緯度ごとに、ある一定の期間中 (14 日または 7 日) に発生した CME について、CME の初速度 v_0 に対する加速度 a_0 の回帰直線を求め、「背景の」太陽風速を求めた。回帰直線を求めるに当たっては、初速度、加速度それぞれの誤差を考慮し、観測値と理論式の差を自乗してそれぞれの誤差の自乗和 (速度の誤差は一次式の係数をかけた後に自乗) で割ったものの総和が最小となるように決めた。こうして求めた総和は、初速度と加速度の誤差がそれぞれ正規分布する場合はカイ自乗分布すると考えられるので、この総和が自由度 $N-2$ (N は CME 個数) のカイ自乗分布の信頼水準 99% の信頼区間に入れば「線形の関係あり」と判定し、そのときの u を採用した。得られた「背景の」太陽風速度 u の誤差は自由度 2 のカイ自乗分布の信頼限界とした。

こうして得られた太陽から 20 太陽半径以内の「背景の」太陽風速度 u は、誤差が 100% を超える場合もあるが、統計的に見ると、1998 年から 2003 年までの解析期間中、低緯度 (赤道面から 20 度以内) ではおおよそ 100-700km/s の範囲に分布していた。この値は地球軌道付近の太陽風速度 (通常 250-700km/s) に比べて低速側へ広がっていることがわかる。低緯度 (20 度以内)、中緯度 (25-65 度)、高緯度 (65 度以上) の結果を比べると、高緯度ほど高速となる傾向が見られた。同時期の惑星間空間の同時観測と比べると、1 AU の速度と一致する場合もあるが、低速側へずれることも多かった。これが太陽近くの太陽風速を正しく反映しているとするならば、20 太陽半径以内で太陽風はおおむね 1AU に近い値まで加速されており、一部は 20 太陽半径以遠でも追加の加速があることを示していると考えられる。

参考文献

- Gopalswamy et al., GRL, 27, p145, 2000.
Gopalswamy et al., JGR, 106, p29207, 2001.
Nakagawa et al., JGR, 111, in press, 2006 (doi:10.1029/2005JA011249).
Yashiro et al., JGR, 109, 2004 (doi:10.1029/2003JA010282).