

GPSによる大気環境リモートセンシング Section1 衛星のないエリア内の誤差について

Environmental Remote Sensing by GPS for Observation of Atmospheric Pollution - Section1- Error within Satellite-free Area

青戸 省二 [1]

Shouji Aoto[1]

[1] なし

[1] none

<http://home.att.ne.jp/iota/bluedoor2001/index33.html>

昨年(2008)の本大会の発表において、大気汚染濃度移動平均(A)と1.大気潮汐(起潮力+遠心力) 2.太陽放射熱による大気の膨張、および3.地磁気とGPS(Global positioning system)観測データの相関係数(B)の間に、二次相関 $r(A:B)$ が認められ、その二次相関係数の地理的分布を見ることにより、リモートセンシングとしての活用の可能性を示した。

このセクションでは、具体的にその誤差について論じる。

方法としては、GPS受信機としてガーミンGPSIIを、データロガーとしてプロアトラス2000を、それぞれ使用した。また、大気汚染データとして、環境省国立環境研究所ホームページのソラマメ君のデータを引用させていただいた。

GPS測位データの不連続な時系列データとそれに対応する大気ファクターとして1.起潮力+遠心力、2.地表面の受け取る太陽放射エネルギー、3.地磁気、との間でそれぞれ $N=30$ の相関をとり、同じ期間($N=30$)における大気汚染成分(1~n)の移動平均を取る。これら相関係数の時系列(B_1, B_2, B_3)と大気汚染成分濃度の移動平均の時系列($A_1 \sim A_n$)との間で、再び相関を取る。その結果、各大気汚染観測点に、いくつかの組み合わせの相関係数の和 $r(A_n : B_n)$ が得られる。これらの相関係数の地理的な分布図において、平面フィルターによって移動平均を取ると、点のデータを地平面のデータとして見ることができる。

GPS衛星(Navstar)は、地球赤道面と55度の角度で交差する楕円軌道を持っており、その結果、両極付近で、衛星のないエリアが存在する。したがって、日本付近では、観測点北側に、衛星のない盲点領域が現れる。この領域においては、原理的に大気汚染との二次相関はゼロとなるはずであるが、実際にはその周辺と同じく高い相関を表すという誤差を生じる。この原因としては、(1)観測点の少ない山地などで生じる偶然誤差、(2)広域大気汚染により広域に同一の相関が生じる誤差、が考えられる。(1)については、平面フィルターの半径を大きくすることで軽減することができる。前回は半径40kmで行ったが、半径100kmで行うと非常にすっきりした分布図が得られ、干渉縞も現れた。

このように、誤差が生じることを前提としても、全体としてみると、確かに北側の特定領域では二次相関が相対的に低く出ており、観測点を中心とした干渉縞とともに、GPSによる大気環境リモートセンシングが有効であることの証となると考えられる。

さらに、この相対的に相関の低い領域の位置、形状を同定することで、大気汚染によるGPS電波擾乱のメカニズムを推測することができると考えられる。すなわち、本研究で得られた二次相関係数のマップにおいて、極域盲点エリア内に、複数の楕円の重なりから生ずる「ぎざぎざ模様」が見られること、観測点から100km以内には盲点エリアが認められないことから、対流圏のほか、より上空の成層圏オゾン層、さらに電離層まで、大気汚染成分によるGPS電波擾乱に参与していることが推測される。これは、対流圏における光化学反応により、上空に向かって電子が放出される電気現象が存在し、それがオゾン層および電離層にまで影響を与えているのではないかと、そしてこれが、大気汚染成分によるGPS電波擾乱の原因ではないかという仮定を生むものである。