

# 静止衛星による日射量精度が光合成(CO<sub>2</sub>固定)速度の推定に及ぼす影響

松江工業高等専門学校 正会員 金子大二郎  
国土交通省中国地方整備局 坂本真也

## 1. はじめに

光合成による CO<sub>2</sub> 吸収をアジアスケールで推定する場合や、地球温暖化による穀物生産量への影響を検討するためには、太陽放射エネルギーについて適切に広域的推定をすることが重要となる。本研究では、静止衛星 GMS による日射データを光合成 (CO<sub>2</sub> 固定) 速度の推定に応用した場合に、推定値に及ぼす GMS データの精度の影響について、気象台による実測値である全天日射量を使って検証した。その方法は、静止衛星による日射量と、気象台による地上の気象観測値とを比較検討し、その次に、光合成 (CO<sub>2</sub> 固定) 速度の推定に及ぼす影響を評価した。その結果、GMS の日射データは十分に利用可能な精度が得られるとの結論を報告する。これら結果は、光合成 (CO<sub>2</sub> 固定) 速度の広域的な推定や、炭素循環の評価或いは、バイオマスエネルギーの推定に应用することができる。また、光合成を時間積分した結果として生じる穀物生産量のアジア全域での推定に利用することができる。

## 2. 従来の研究

日射量の観測は気象データの中では簡単な観測項目でなく、限られた地点で気象台により測定されてきた。広域での日射量の推定のために、静止気象衛星 GMS による推定法が研究され、気象庁から実用に供されてきた。しかし、精度上の問題が議論されており、広域的な利用が進んでいない。この GMS データを使った日射量の推定値と気象台による実測値を比較検証し、1 地点と地域平均値との相違を把握する、次に、光合成速度 (CO<sub>2</sub> 固定) の推定に使用した場合の誤差について、定量的に評価した。これらは光合成速度 (CO<sub>2</sub> 固定) を推定する上で、精度の視点から影響の未解明な課題なのである。

## 3. 光合成モデルと日射

これまでに開発してきた光合成モデルは、衛星データによる植生指標と、国内の気象データについては AMeDAS を用い、国外については定常観測されている国際気象観測データを利用する設計になっている。日々の光合成速度については、小麦やトウモロコシについての Michaelis-Menten 型の日射影響関数と、森林や水稻に適した Prioul-Chartier 型の光合成への日射影響関数を採用している。

$$PSN = f_{rad} \cdot f_{syn}(T_c) \cdot \beta_s \cdot eLAI \quad (1)$$

$$f_{rad-MM} = \frac{a \cdot PAR}{b + PAR} \quad (1a)$$

$$F_{rad-PC} = \frac{a \cdot PAR + PSN_{max} - \sqrt{(a \cdot PAR + PSN_{max})^2 - 4m \cdot a \cdot PSN_{max} \cdot PAR}}{2m} \quad (2)$$

ここに、PSN : 光合成速度 (gCO<sub>2</sub>/m<sub>2</sub>/day),

PAR : 光合成有効放射量 (MJ/m<sup>2</sup>), f<sub>syn</sub> : 温度影響関数,

s : 気孔開度, a, b : Michaelis-Menten 定数,

a は光合成変換係数を包含, T<sub>c</sub> : 葉温 ( ),

eLAI : 有効葉面積指数

## 3. 使用データ

使用した静止気象衛星 GMS データは、日本の「ひまわり」による日射推定値である。地球の半球について、GMS による日射量分布を図-1 に示した。日本国内の秋田県大湯・宮城県古川・北海道の岩見沢における GMS の日射量の季節変化を図-2 に示した。同様に、China における GMS の日射量の季節変化を図-3 に示した。次に、光合成 (CO<sub>2</sub> 固定) 速度に及ぼす GMS 日射データの精度の影響あるいは代表性を検討するために、国内については大湯、China については Jinan を中心に比較検討した。光合成速度 (CO<sub>2</sub> 固定) の計算のための気象デ

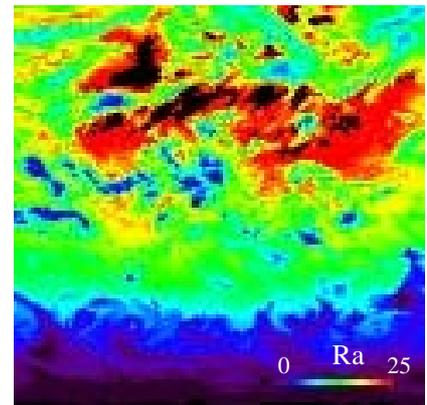


図-1 静止衛星 GMS による全球の日射量分布(2000年8月)

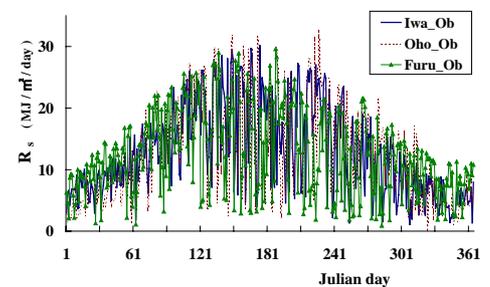


図-2 日本の気象台実測値による本研究監視地点における日射量の季節変化

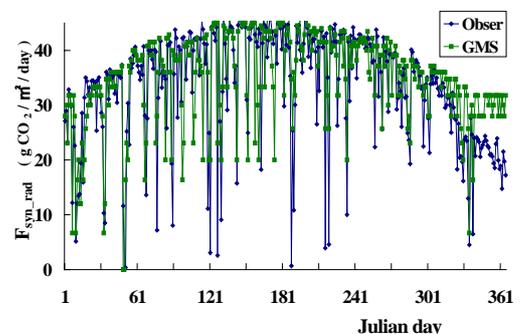


図-3 China 済南における日射影響関数の季節変化 (1998年)

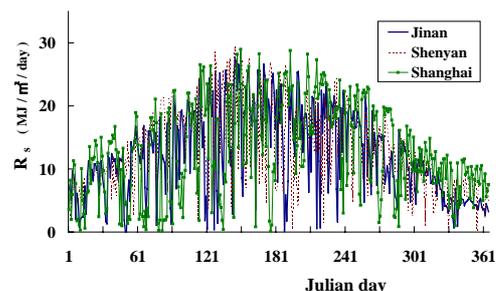


図-4 静止衛星 GMS による中国の監視地点における日射量の季節変化

ータについては、3地点の AMeDAS のデータを使用した。国外の Asia 域については世界気象データを用いた。また、植生指標は、SPOT VEGETATION による 10days の合成された植生指標 CVI 値を採用した。

#### 4. 日本と China における日射量特性

静止衛星 GMS による 0.5 度平均の日射データと、気象台による 1 地点の全天日射量の観測値とを 1998 年について比較検証したのが図-4 である。China の Jinan における GMS の推定値と気象台による実測値は、ほとんど同一であることが判る。しかし、気象台による実測値は、小さな日射量の日が多く、GMS の値と異なる。この原因は、1 地点の場合には、雲量によって日射が急減するが、GMS の 0.5 度四方という広域については、全域が雲に覆われることは現実的に考えられず、広域であることによって晴れ間のある地域が加わることにより平均化され、日射量が小さくならない理由であると考えられる。

#### 5. 光合成速度に及ぼす GMS 日射量利用の影響

秋田県大潟について、推定された光合成 (CO<sub>2</sub> 固定) 速度を図-5 に示した。日射の大きい条件の日には、光合成速度が日射に対して飽和する傾向を持つことから光合成速度の推定値に相違が見られない。しかし、日射の少ない条件の日には、気象台による観測値を用いた光合成速度の推定値よりも GMS による光合成速度が遙かに大きくなっている。この原因も、日射量の平均化または気象台の 1 地点による観測地の代表性の問題であると考察される。時間積分された光合成速度 iPSN の季節変化を日本国内の 3 地点について、図-6 に示した。積分された光合成速度に及ぼす影響は、数%のオーダで GMS による値が大きい。しかし、この推定値は、前述の理由により実測値との誤差とは言いがたい。GMS のデータを採用した光合成速度の積分値が、正しく面積平均を代表している可能性が高いことが推考されるのである。China の 3 地点について、同様に時間積分された光合成量 iPSN を図-7 に示した。中国の場合には、GMS と中国気象台による観測値を用いた場合に、積分された光合成量の相違は見られず、ほとんど一致している。これらの結果から、静止衛星 GMS による日射量は、光合成速度や炭素循環の分野に利用しても十分な制度があると判断することができる。

#### 6. おわりに

本研究では、光合成による CO<sub>2</sub> 吸収のアジアスケールによる推定や、地球温暖化による穀物生産量への影響の検討のために、静止衛星 GMS による日射データを光合成 (CO<sub>2</sub> 固定) 速度の推定に応用した場合に、推定値に及ぼす GMS

データの精度の影響について、気象台による実測値である全天日射量を使って検証した。その方法は、静止衛星による日射量と、気象台による地上の気象観測値とを比較検討し、その次に、光合成速度の推定に及ぼす影響を評価した。その結果、GMS の日射データは十分に利用可能な精度が得られるとの結論を報告する。これら結果は、光合成速度の広域的な推定や、炭素循環の評価或いは、バイオマスエネルギーの推定に応用することができる。

#### 参考文献

- 1) 金子大二郎・大西政夫：水資源制約時代における中国・インドの穀物生産量モニタリング法の提案，土木学会，環境システム論文集，Vol.31，235-244，2003。
- 2) Tanahashi, S., Kawamura, H., Matsuura, T., Takahashi, T., and Yusa, H.: A system to distribute satellite incident solar radiation in real-time, Remote Sensing of Environment, 75, 412-422, 2001。
- 3) 金子大二郎：衛星利用型光合成モデルによる日本の水稲の CO<sub>2</sub> 固定量推定，土木学会水工学論文集，50, 475-480, 2006。
- 4) 金子大二郎：衛星を用いた光合成型モデルによる日本の水稲作況指数の推定，日本リモートセンシング学会誌，26(3), 202-212, 2006。

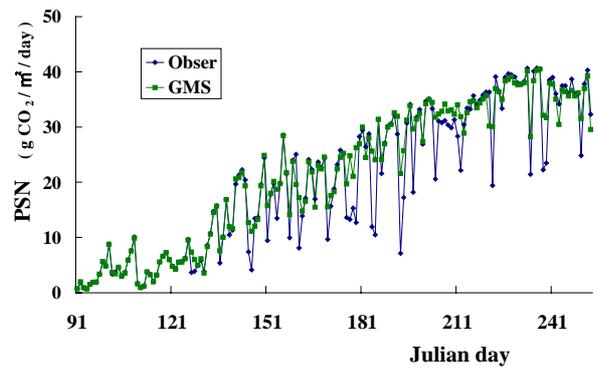


図-5 大潟における光合成速度の季節変化

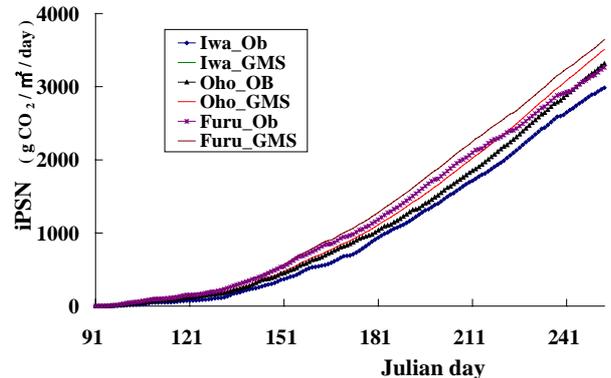


図-6 日本の監視 3 地点における積算光合成速度の季節変化に及ぼす GMS 日射量の影響

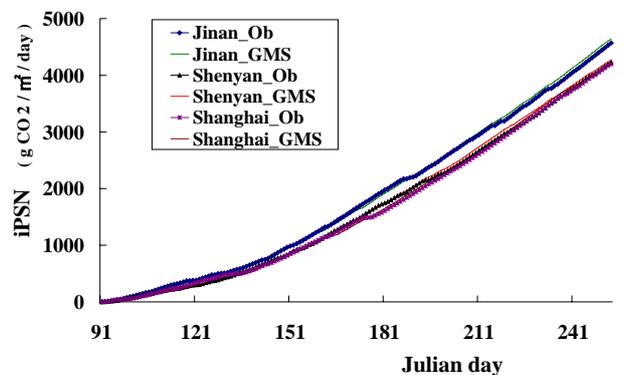


図-7 中国の監視 3 地点における積算光合成速度の季節変化に及ぼす GMS 日射量の影響