

GCOM-C/SGLIプロジェクトに向けた八ヶ岳周辺における 植生純一次生産量の推定と検証

○池上季美果、村松加奈子(奈良女子大学)、本多嘉明、梶原康司(千葉大学)

研究の目的と背景 2014年にGCOM-C衛星が打ち上げ予定である。この衛星にはADEOS-II衛星GLIセンサの後継機であるSGLIセンサが搭載予定であり、SGLIプロジェクトに向けてNPP推定の精度向上を図りたい。我々のグループでは多波長センサのデータを有効利用した植生指標MVIUPD(Modified Vegetation Index based on Universal Pattern Decomposition)を提案しており、MVIUPDを利用したNPP推定アルゴリズムを開発した。このアルゴリズムを使用して紀伊半島周辺地域におけるNPP推定を行い検証したところNPP推定値は誤差の範囲で一致するという結果が得られている。本研究では紀伊半島以外の現地調査データとADEOS-II/GLI空間分解能250mデータを用いてNPP推定アルゴリズムの検証を行う。

現地調査データからの推定

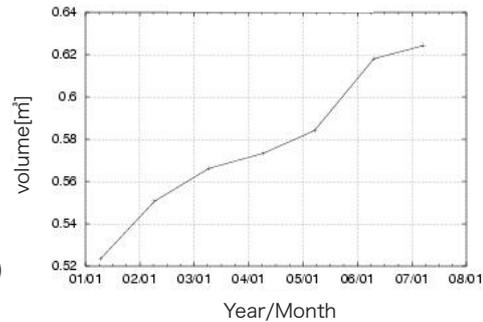
使用データ: カラマツ林の毎木調査データ(千葉大学で主に観測)
場所: 山梨県北杜市小淵沢八ヶ岳サイト
観測期間: 2001年~2007年
観測内容: 胸高直径(D.B.H)、樹高 調査領域: 約1200m²
平均樹木数: 約700本/ha 傾斜: 約5.8°
D.B.Hと樹高の値を林野庁が定めた材積式(1)[1]に代入することで材積を求めた。V(材積: m³)、d(D.B.H: cm)、h(樹高: m)
 $\log V = -5 + 0.67205 + 1.84173 \log d + 1.1108 \log h$ (1)
材積の平均成長量: 0.017m³(2001年~2007年)
容積密度: 409±1.3kg/m³[2]
地上部+地下部乾燥重量/幹部乾燥重量: 1.46[3]
広さと平均樹木数から調査領域には84本のカラマツがあることになる。

(3)のように二酸化炭素が乾燥重量に変わるプロセスは光合成と乾燥からなる。よってNPPは(4)のようになる。



$$NPP = 0.71 \times \frac{44}{27} = 1.15 kgCO_2 / m^2 / year$$
 (4)

カラマツの平均材積

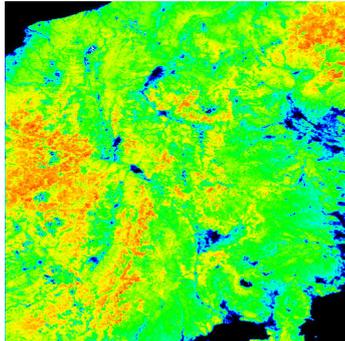


$$NPP = 0.017 \times 409 \times 1.46 \times 84 \times \frac{1}{1200 \times \cos 5.8^\circ} = 0.71 kg/m^2/year$$
 (2)

ADEOS-II/GLIセンサ空間分解能250mデータからの推定

解析期間: 2003年2月~10月
解析領域: 八ヶ岳サイトを中心とした甲信地方周辺地域
(N: 35°~37°5', E: 137°17.5'~139°22.5')

2003年8月のNPP



右図のような各月のNPPを求め、年間値を求める。GLIセンサ空間分解能250mデータから求めた八ヶ岳サイト周辺の年間NPPは以下ようになる。

$$2.42 \pm 0.63 kgCO_2 / m^2 / year$$

0.0 0.8

[kgCO₂/m²/month]

検証と今後の課題

求めた2つNPP推定値を比較するとGLIセンサ空間分解能250mデータからの推定値のほうが2倍近く大きい。値の違いの原因の1つは人工衛星データからのNPP推定時に使用している気温データでは現地の気温を正しくとらえたデータだとはいえないためだと考えられる。また、本研究で使用したNPP推定アルゴリズムが紀伊半島の植生を基に決められたことにより気候帯が異なる八ヶ岳のカラマツ林では最大光合成速度の推定方法の検討が必要である。

気温について

NPP推定に使用している気温データはECMWF(the European Center for Medium-Range Weather Forecasts)である。このデータの八ヶ岳周辺の月平均気温と八ヶ岳サイトから一番近いアメダスの大泉の月平均気温が右表である。大泉と八ヶ岳の標高差を考えると八ヶ岳サイトの気温はECMWFの気温よりも2.5°C程度低いのではないかと考えられる。大泉のアメダス値を八ヶ岳の標高に合わせて0.65°C/100mの割合で気温を下げたNPPを計算すると以下ようになる。

$$2.15 \pm 0.56 kgCO_2 / m^2 / year$$

2003年月平均気温

	八ヶ岳サイト (ECMWF)[°C]	大泉 (アメダス)[°C]
1月	-2.7	-1.3
2月	-0.1	0.6
3月	1.3	2.4
4月	9.7	10.5
5月	14.5	14.4
6月	18.5	18.6
7月	19.3	19.5
8月	21.9	22.1
9月	19.1	19.6
10月	11.5	11.7
11月	8.6	9.6
12月	1.3	3

	八ヶ岳サイト	大泉の アメダス観測所
緯度経度 (世界測地系)	N35° 54'11.25" E138° 19'56.25"	N35° 51'42" E138° 23'12"
標高	1270m	867m

NPP推定アルゴリズム

NPPは総生産量(GPP)と呼吸量の差である。GPPはある期間の総光合成量の積分値で、人工衛星データから得られる植生指標(MVIUPD)と光合成有効放射量(PAR)から推定する。[4]

$$GPP = \int P(PAR(t), MVIUPD(t)) dt$$
 (5)

$$P(PAR(t), MVIUPD(t)) = \frac{MVIUPD(t) \times P_{std}(PAR(t))}{MVIUPD_{std}}$$
 (6)

MVIUPDはユニバーサルパターン展開法[5]の展開係数(水: Cw、植生: Cv、土壌: Cs、黄葉: C4)から求める。

$$MVIUPD = \frac{Cv - Cw - 0.2 \times Cs - C4}{Cw + Cv + Cs}$$
 (7)

Pstd(PAR(t))は標準サンプルの光-光合成カーブで、最大光合成速度とPAR(t)から(8)式で求まる。Pstd,maxは最大光合成速度、bは曲率を表す。

$$P_{std} = \frac{P_{std,max} \times b \times PAR(t)}{1 + b \times PAR(t)}$$
 (8)

$$P_{std,max} [mgCO_2 / m^2 / s], b [m_2 / W]$$

呼吸量(R)はGPPと気温(T)からの経験式(9)から求める。[6]

$$Rd = \frac{7.825 + 1.145 \times T}{100} \times GPP$$
 (9)

このアルゴリズムでは月平均気温が10°C未満の月はNPPを0とする。[7]

参考文献

- [1]林野庁:立木幹材積表 東日本編, pp252, 1970
- [2]藤原健, 他: 人工林樹種の容積密度の計画に関する研究, 研究成果集「統計かつ検証可能な手法による吸収源の評価に関する研究」, 第427集, pp34-37, 2005
- [3]家原敏郎, 他: 森林のバイオマス成長量に関する研究, 研究成果集「統計かつ検証可能な手法による吸収源の評価に関する研究」, 第427集, pp10-17, 2005
- [4]S.Furumi et al.: Establishment of an Algorithm to Estimate Vegetation Photosynthesis by Pattern Decomposition Using Multi-spectral Data, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.58, No.3, pp333-361, 1968
- [5]L.F.Zhang et al.: Sensor-independent analysis method for hyper-multi spectral data based on the pattern decomposition method, submitted to International Journal of Remote Sensing, Vol.27, No.21-22, 2006
- [6]Chang J.H: The agricultural potential of the humid tropics, The Geographical Review, Vol.58 No.3, pp333-361, 1968
- [7]Y.Away et al.: Estimation of the global net primary production using NOAA image and Metrological datachange between 1988 and 2003, submitted to International Journal of Remote Sensing, Vol.25(9), pp1597-1613, 2004

謝辞

ADEOS-II/GLIデータは宇宙航空研究開発機構(JAXA)より提供された。ここに感謝の意を表したい。