

II - 5

積雪・融雪過程を考慮した植生活動のモデル化

東北大学大学院工学研究科 ○学生員 朝岡良浩
東北大学大学院環境科学研究科 正会員 風間聡
東北大学大学院工学研究科 フェロー 沢本正樹

1. はじめに

寒冷地において、積雪・融雪は消雪以降の植物の成長に影響を及ぼす。植物の活動を定量的に示す指標である純一次生産量（NPP；Net Primary Production）の推定手法は気候データを用いて推定する手法と衛星データから推定する手法の2つに大別することができる。しかし、前者については冬期に積雪が存在しないことを仮定したモデルが一般的である。本研究では気候値ベースの NPP 推定モデルに積雪・融雪の効果を取り入れることにより、積雪の存在する地域における NPP の推定精度を向上させることを目指す。また、積雪・融雪過程を導入したモデルの検証として、衛星から直接的に推定した NPP 分布と比較することにより検証を行う。

2. 気候値ベースによる NPP 推定モデル

NPP は光合成によって生産された有機物量から呼吸により消費された有機物量を差し引いた値であり、式(1)のように表される。

$$NPP = GPP - RA \dots\dots\dots (1)$$

ここで、GPP：総一次生産量、RA：呼吸

本研究では国内で開発された筑後モデル¹⁾に積雪・融雪の効果を取り入れる。

2.1 筑後 Model

筑後モデルは水利用理論に基づいたモデルであり、式(2)、(3)のように表される。

$$NPP = 6.93 \exp(-0.216 RDI) R_n \dots\dots (2)$$

$$RDI = \frac{R_n}{IP} \dots\dots\dots (3)$$

ここで、RDI：放射乾燥度、 R_n ：正味放射量、 I ：水の蒸発潜熱、 P ：降水量である。正味放射量 R_n については式(4)で示される Chang 式²⁾を用いた。

$$R_n = (1 - \alpha) S - \sigma T_a^4 \left\{ 286.18 + 202.6 \left(\frac{S}{S_0} \right) \right.$$

$$\left. - 45.24 \sqrt{e} - 10.92 \sqrt{e \left(\frac{S}{S_0} \right)} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 α ：地表面のアルベド、 σ ：ステファン・ボルツマン定数、 T_a ：気温、 S ：全日射量、 S_0 ：大気外日射量、 e ：水蒸気圧である。

2.2 積雪モデル

一般に積雪モデルは降雪モデル・融雪モデルから構成され、式(5)に示される。

$$SWE_i = SWE_{i-1} + SF_i - SM_i \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 SWE_i ： i 日目の積雪水量、 SF ：日降雪量、 SM ：日融雪量である。降雪モデルは気象観測所の日降水量データと日平均気温データを空間的に内挿させ、日平均気温が 2°C 未満である場合に降雪、 2°C 以上である場合に降雨と判別し、降水形態が降雪である場合には標高補正を行い、日降雪量の空間分布を推定する。標高の増加に対して降雪量の増加する割合については近藤ら³⁾の値を用いた。日融雪量については式(6)示す Degree-Day 法を用いた。

$$SM = k \times T_a \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 k ：融雪係数である。融雪係数については戸塚ら⁴⁾が求めた値を用いた。

2.3 積雪・融雪過程の導入

積雪・融雪の効果について以下の3点を筑後モデルに導入する。

- (1) 積雪が存在する場合、式(4)のアルベドの値を $\alpha = 0.65$ とし、積雪が存在しない場合には $\alpha = 0.15$ とする。
- (2) 降雪モデルにおいて降水形態が降雪である場合、式(3)の降雪量の値は 0 とする。降水形態が降雨である場合はそのまま降水量とする。
- (3) 積雪が存在する場合、底面融雪量 2 mm/day と表面融雪量の和を降水量とする。

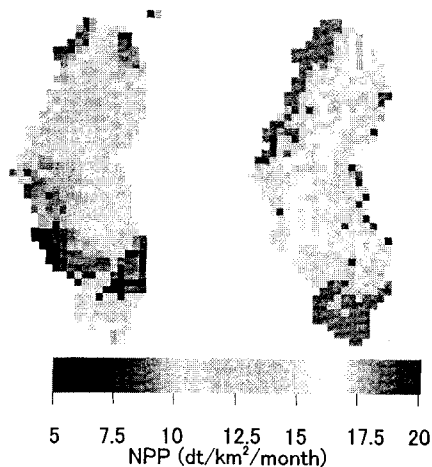


図-1 湯田ダム集水域 NPP 分布 (2000 年 4 月)
左：モデル改良前，右：モデル改良後

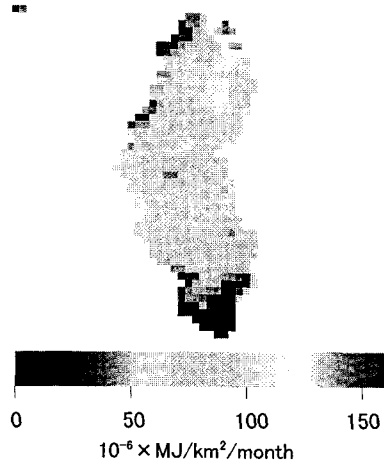


図-2 衛星観測による NPP 分布図 (2000 年 4 月)

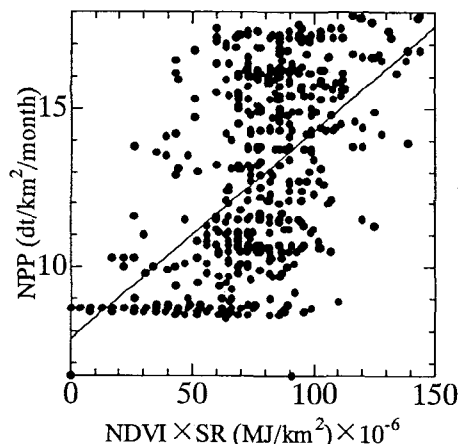


図-3 モデル推定値と衛星観測の比較

3. 結果および検証

4 月における岩手県湯田ダム集水域の NPP 分布を図-1 に示す。積雪・融雪過程を導入しない場合には高山域において NPP が大きく、中腹域において NPP が小さく分布しているが、積雪・融雪過程を導入し場合には高山域において NPP が小さく、中腹域において NPP が大きくなる傾向が見られる。これは高山域では積雪の影響により植生活動が抑制され、中腹域では融雪量が集中化するため植生活動が促進したためであると考えられる。図-2 に衛星観測から得られる植生指標を用いて求めた NPP 分布を示す。また、図-3 に積雪・融雪過程を導入したモデルと衛星観測による NPP の比較を示す。高山域で NPP は小さく、中腹域で NPP が大きくなる傾向が確認でき、積雪・融雪過程を導入したモデルと分布の傾向が一致することから、今回のモデルの妥当性について確認することができた。

4. おわりに

今回の報告では気候値ベースの NPP モデルに積雪・融雪の効果を導入し、得られた結果と衛星観測を比較することにより検証を行った。今後は、積雪環境が植生活動に与える影響、および水循環への影響について議論する予定である。

謝辞：本研究は「(独) 森林総合研究所」から援助を受けて行われました。ここに記して謝意を示します。

【参考文献】

- 1) Seino, H., and Uchijima, Z.: Assessment of net primary production of the Earth's natural vegetation, J. Agr. Met., 48(5), pp.859-862, 1993.
- 2) Chang, J. H.: Global distribution of net radiation according to a new formula, Assoc. Amer. Geogr., 6, pp.340-351, 1970.
- 3) 近藤純正, 本谷研, 松島大: 新バケツモデルを用いた流域の土壌水分量, 流出量, 積雪水頭量, 及び河川水温の研究, 天気, 42, pp.11-21, 1999.
- 4) 戸塚岳大, 朝岡良浩, 風間聡, 沢本正樹: 積雪モデル・衛星積雪面情報を用いた東北地方の積雪水資源分布の推定, 水文・水資源学会 2003 年研究発表要旨集, pp.230-231.