

論文内容の要旨

農学国際専攻
平成14年度博士課程入学
氏名 橋本博文
指導教官 露木聡

論文題目 Estimation of global NPP based on the MODIS 17 algorithm
MODIS 17 アルゴリズムを用いたグローバルな NPP 推定

1999年衛星TERRAが打ち上げられ、TERRAに搭載されたMODISの運用が始まった。MODISは250m及び1kmの中解像度の36バンドを搭載している。MODIS陸域観測チームではMODIS17アルゴリズムの開発を行い、グローバルで8日おきにオペレーショナルなNPPのデータの公開している。本研究ではMODIS17アルゴリズムのNPP計算スキームの改良を行うことを目的とし、さらにそこから得られるNPPを用いることでグローバルな炭素循環に対してどのようなことが明らかになるのかを目的として研究を行った。

第2章においてGrangerの地表面温度からVPDを推定するアルゴリズムをMODISにあうように改定を行うことで、地域スケールからグローバルスケールでのVPDを得られることとした。この方法は(1)推定されたVPDが衛星データより得られるために時間的にも空間的にも均質なデータが得られる(2)Boucherの仮定に基づいたフィードバックの理論を用いているため地表面の詳細な情報を必要としない(3)内外挿で得られるデータと比較して計算量が少ないという利点が上げられる。Amerifluxサイト及びNCDC/GSSDの気象観測データを地上観測データから得られるVPDをバリデーションデータとして用いた。またMODIS11land surface temperature(LST)を衛星データとして計算した。得られた式は $VPD=0.391e*(LST)$ であった。MAEは0.32kPaで気象観測ポイントの内外挿で得られるVPDと比べても十分な正

確さのものが得られた。

第3章は第2章のVPD推定アルゴリズムを用いることで入力データが衛星データだけによるNPPの推定を試みた。また、同時に、蒸発散量の推定も行った。衛星データのみから計算する利点は(1)衛星からデータの受信と同時に計算を始めることで結果がすばやく出力され、森林火災・農業・畜産業といった地域レベルでの応用に適している(2)衛星データの利点と同様に均質なデータが得られるということが上げられる。NPPの推定にはMODIS 17アルゴリズムを用いた。蒸発散量の推定方法はNPPと異なり一般的な方法が存在しないため、(1) Priestley-Taylor式 (2) VPDとSurface Resistanceによる推定 (3) Penman-Monteith式 (4) 補完式を用いて、どの方法が最も適しているのか計算結果を考察した。LSTから得られたVPDを用いたNPPの推定は過大評価ではあるが十分正確な結果が得られた。一方、蒸発散量を衛星データのみから計算する方法では、一番精度の良かったPenman-Monteith式を用いた方法でも十分な結果は得られなかった。一番大きな問題点は草地での地表面からの蒸発量であり、地表面の土壌水分の推定なしで衛星のみからでは推定が困難なことを示している。

第4章では、過去のAVHRRのデータを用い、1982年から1999年のNPPの変動を求めて気候の変化に対する年々変動を調べた。年々変動にENSOが大きな影響を及ぼすことが知られており、本研究では特にENSOがNPPに及ぼす影響について考察した。地表面の二酸化炭素収支はNPPとHeterotrophic Respirationの差であり、inversion modelから得られたグローバルな炭素収支からNPPを差し引くことでheterotrophic respirationの年々変動も計算した。ENSOに対するNPPの変動は場所によって大きく異なった。エルニーニョ期に多くの地域でNPPは減少するが、北アメリカ大陸北西部及びアルゼンチンなどでは気温の上昇によりNPPが上昇する地域があった。結果としてグローバルなNPPは気温との相関は高くなかった。一方グローバルなheterotrophic respirationは気温との相関は高く、1℃あたり7.9PgCの上昇が計算された。また、長期変動はNPPの上昇に比べてheterotrophic respirationは有意な上昇は認められなかった。1982年から1999年の間では地球温暖化に対する温度上昇から十分なheterotrophic respirationの結果が得られないことを示している。

MODIS 17アルゴリズムを用い、第2書及び第3章でNPPのオペレーショナルな計算に対する改良を試み、第4章でそこから得られた結果の考察を行った。以上の結果から、MODIS 17アルゴリズムを用いる科学的かつ実用的な有用性を示すことができた。

参考文献

- [1] Hashimoto, H., Nemani, R.R., White, W.A., Jolly, W.M., Piper, S.C., Keeling, C.D., Myneni, R.B., and Running, S.W., ENSO induced variability in terrestrial carbon cycling, *Journal of Geophysical Research*, (accepted).
- [2] Hashimoto, H., Nemani, R.R., Dungan, J., Yang, F., and Running, S.W., Global application of daytime average vapor pressure deficit estimation from MODIS-derived land surface temperature. *Remote Sensing of Environment*, (submitted).

- [3] Nemani, R.R., Keeling, C.D., Hashimoto, H., Jolly, W.M., Piper, S.C., Tucker, C.D., Myneni, R.B., and Running, S.W., Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999, *Science*, 300, pp. 1560-1563, 2003
- [4] Running, S.W., Nemani, R.R., Heinsch, F.A., Zhao, M., Reeves, M., and Hashimoto, H., A continental satellite-derived measure of global terrestrial primary production, *Bioscience*, 54(6), pp. 547-560, 2004