

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○ 萬 和明
 京都大学防災研究所 正員 池淵周一
 京都大学防災研究所 正員 田中賢治

1 背景と目的 土壌水分が大気と陸面でのエネルギー・水収支を通して気候形成やその変動に寄与することが明らかとなってきた。そこで、効果的な気象予測のため土壌水分量分布の時系列変動の把握が求められているが、広範囲での持続的な土壌水分量の現地観測は困難である。こうした背景から、観測値を元にした気象強制力を陸面過程モデルに与え土壌水分量分布を算出するという全球土壌水分量プロジェクト(GSWP¹⁾)が実施されている。本研究では陸面過程モデルSiBUC(Simple Biosphere including Urban Canopy²⁾)を用いてGSWPに参加し独自に灌漑の実施が計算結果に及ぼす影響を検証する。

2 全球土壌水分プロジェクトGSWP 全球土壌水分プロジェクト(GSWP)は現在第2期で、計算対象は1986-1995年の10年間、全球360×150(180W-180E, 60S-90N)の1度グリッドのうち陸域15,238グリッドである。モデル計算の開始時刻は1982年7月であり、初期条件は地表面水分ゼロ・土壌水分75%、他の条件はインプットデータで与えられ、3年半のspin-up期間により1986年において現実的な地表水文状態の実現が可能であるとする。

GSWP2に参加する各陸面過程モデルにはISLSCPのデータを元にした共通のインプットデータセットが提供される。本研究では植生パラメータは1月データから1日データに、気象強制力は3時間データから1時間データにそれぞれ時間内挿を行った。また、Olson Global Ecosystemの水田情報を元にした農地割合データを用いて植生区分に水田の項目を付け加えた。気温について5日間で50Kもの変動が起こっているグリッドが存在するため、前後の移動平均をとりその変動の修正を行った。

各モデルによって算定された土壌水分量、熱収支、水収支に関する項目、状態量等のデータは、全てICC(Inter Comparison Center)において計算結果の解析が行われる。土壌水分に関してはリモートセンシングに

よる推定値との比較が行われる。

3 陸面過程モデルSiBUC SiBUCが他の陸面過程モデルと異なる大きな点は、生物圏だけでなく都市・水体をも表現可能な点である。全球規模で考えれば陸面の中で都市や水体の割合は小さいが、これらの水・熱収支特性は植生地とは全く異なるため、その影響が小さいとは言い切れない。また、SiBUCは1つのグリッドに生物圏・都市・水体の混在を考慮できるモザイクモデルである。

4 全球作物分類図の作成 NDVI値が最低となる月をグリッド毎に算定し、その月から12ヶ月のNDVIを正規化したものを指標とし、モデル計算に灌漑モデルを適用するため作物分類ならびに生育段階時系列変化を表した。NDVIの正規化によりNDVIの年変動への対応が可能となり作物分類の指標として扱いやすくなる。また正規化開始月が各グリッドで定められるため作物生育の地域差に対応でき生育段階の指標としても活用できる。

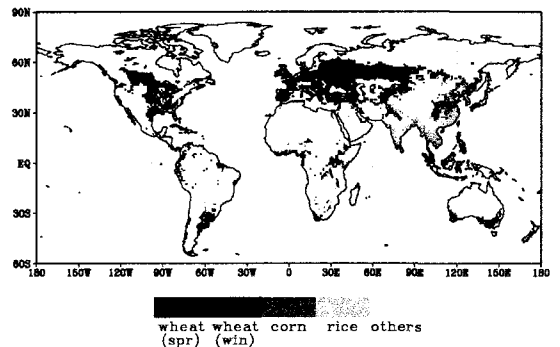


図1：全球作物分類図

本研究では小麦(春小麦・冬小麦)、トウモロコシ、米の3種類に分類する。まず農地面積率が90%以上のグリッドからいくつか代表となるグリッドを設定し、そのグリッドにおける作付け作物をJAWFのWorld Crop Area(<http://www.usda.gov/oce/waob/jawf/index.html>)から類推する。次に、あるグリッドにおいて正規化NDVI時系列がある代表グリッドと類似し

ているとき、そのグリッドでは代表グリッドと等しい作付け作物とする。本研究では、推定作物分類図が World Crop Area と等しくなるよう作物推定を行った。まず、正規化 NDVI が以下の基準に従うグリッドをトウモロコシと判定した。

- 最大月の4ヶ月前に0.36を上回らない。
- 最大月の4ヶ月後に0.19を上回らない。
- 最大月の3ヶ月前が最大月の3ヶ月後を上回る。
- 0.22を下回る月が6ヶ月以下である。

次に、以下の基準に従うグリッドを米と判定した。

- 最大月の4ヶ月前に0.36を上回る。
- 0.73を上回る月が6ヶ月以上ある。
- 10月において0.7を上回る。

最後に以下の手順で作物分類を行った。

- 春小麦である。
- 4月において0.5を上回れば冬小麦である。
- あるいは、10月において0.7を上回れば米である。

こうして作成された全球作物分類図を図1に示す。

作成した作物分類から作付面積を求めFAOSTATの統計データ(1986-1995年の平均)と比較した結果が表1である。同図によると、小麦は大幅に過大評価である。原因としてはライ麦や大麦なども小麦として判定してしまったことが考えられるが、本研究における小麦という分類を米・トウモロコシ以外の穀物と考えるとある程度妥当な判定といえる。トウモロコシとコメに関してはやや過小評価気味ではあるが概ね統計データと一致することが見てとれる。

表 1：作付け面積の比較

作物	本研究の分類	FAOSTAT
小麦	828.7	222.4
トウモロコシ	99.3	133.19
米	104.1	146.3
その他	443.7	1002.5
穀物総計	1032.1	702.8
農地総計	1475.9	1504.4

(単位：10⁶ha)

5 モデル計算結果と考察 根層の土壌水分量分布の10年平均値を図2に示す。湿潤な熱帯雨林域、乾燥している砂漠地帯を再現できていることがわかる。またアメリカ大陸では東西で土壌水分量分布に明確な差異が認められる。

図3にグリッド(73E,30N)の土壌水分量時系列を示す。灌漑を考慮に入れないときの値を実線で、灌漑を考慮に入れたときの値を点線でそれぞれ示してい

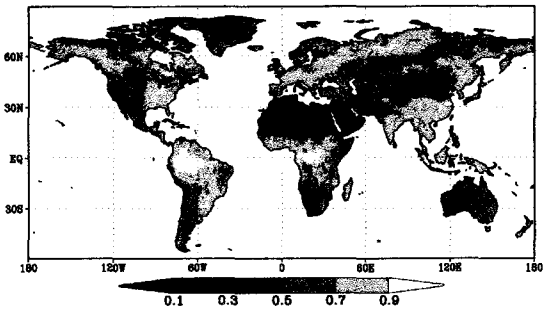


図 2：根層の土壌水分量分布の10年平均値

る。同図から、灌漑が実施されたことにより土壌水分量が高くなっている。

図4に同グリッドの潜熱フラックスの時系列を示す。同図から灌漑を考慮に入れることにより潜熱フラックスが増加することがわかる。すなわち、第1層の土壌水分量を高い値に保つよう水量調整がなされるため、地表面付近でより多くの水の蒸発が促されるということが考えられる。つまり、土壌水分量が高くなるよう水量操作をおこなったグリッドにおいては潜熱フラックスが増大する。

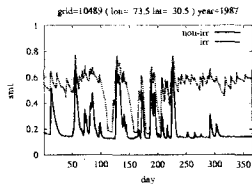
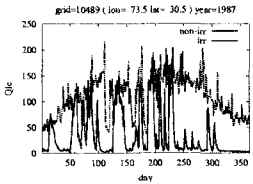


図 3：表層土壌水分量時系 図4：潜熱フラックス時系列
列変化：1987年(73E,30N) 変化(単位：Wm⁻²)：1987年(73E,30N)



6 結論 水・熱収支という概念からすると、全球モデル計算を行う上で灌漑による影響は無視できないほどの影響力を持っているということが明らかとなった。すなわち、全球規模のモデル計算においても灌漑を考慮する必要性が十分にあるということである。本研究ではモザイクモデルであるSiBUCを用いており、グリッド内の灌漑実施面積率が小さくても、その影響を計算結果に反映させることができた。

参考文献

1)P.Dirmeyer,X.Gao,T.Oki, December 2002:The second global soil wetness project (GSWP-2) science and implementation plan, IGPO Publication Series No.37.
2) 田中賢治・池淵周一, 1994: 都市域・水体をも考慮した蒸発散モデルの構築とその琵琶湖流域への適用, 京都大学防災研究所年報, 第37号 B-2, pp.299-313.