

SiBUC-JSM 88 結合モデルのテストラン

田中賢治*・中村忠則*・山本卓生*・椎葉充晴*・池淵周一

*京都大学大学院工学研究科

要 旨

本研究では、GAME-HUBEX のモデリング研究の一環として、気象庁数値予報モデル 88 年度版 JSM88 の陸面過程に、田中らが開発した陸面過程モデル SiBUC を導入する。また、国土数値情報 KS-202 と AARS 植生分布図から土地利用面積率データを作成し、これを用いて 1988 年 7 月 15 日を対象として JSM88-SiBUC 結合モデルのテストランを行ない、SiBUC モデルの導入効果を検討する。

キーワード：数値予報モデル、陸面過程、植生分類図、土壌水分

1. 序論

地球上の気象システムは様々な要素が複雑に絡み合っており、実際の気象現象を予測するのは非常に困難である。数値気象モデルは、出来る限り実際に近い「場」を再現して気象現象を予報するものであり、地球温暖化、砂漠化、異常気象の頻発等、さまざまな地球環境問題が深刻化している。昨今、その重要性はますます増すと共に予報の正確性が求められている。将来の気候変動の予測、短期・中期の気象予報あるいは気候システムのメカニズム解明等、目的に応じて様々なモデルが研究レベル、予報現業レベルで開発、運用されている。

数値気象モデルの下面境界である接地境界層は、大気と地表面とが熱や水蒸気の交換を行なう非常に重要な層である。このような大気と地表面間の熱や水蒸気などの交換、および地表面の熱収支・水収支を解くモデルを「陸面過程モデル」と呼ぶ。陸面過程を表現するモデルとして、従来のバケツモデルにかわり、植生の効果を陽に取り込んだ様々な SVATS (Soil Vegetation Atmosphere Transfer Scheme) が提案されている。特に SiB (Sellers et al., 1986) や BATs (Dickinson, 1983) などの代表的な SVATS では、多くのパラメータを用いて植生の状態を詳細に設定することが可能であり、SiB は気象庁の GCM (全球モデル) にも組み

込まれている (佐藤, 1989)。

都市や水体の熱収支特性は植生のそれとは大きく異なるため、これらの占有面積が比較的小さくても、領域平均の熱収支に対しては少なからぬ影響を及ぼすと考えられることから、著者らはこれまで、SiB に都市域・水体のモデルを組み入れた陸面水文過程モデル SiBUC (Simple Biosphere model including Urban Canopy) を開発し、多様な地表面を持った陸面からのフラックスを精度良く算定するよう検討を行ってきた (田中ら (1994, 1998))。SiBUC は 1 つのグリッド内に複数の土地利用が存在する場を対象としており、流域スケールのように水体や都市の影響を無視できない場合に有効である。

地球気候システムを構成している個々の物理プロセスを理解し、それらの相互関連、フィードバック機構等を解明するための、大規模な気象観測プロジェクトが世界各国で行なわれている。この中で、GEWEX (全球水・エネルギー循環観測実験) のもとで展開されている集中観測プロジェクト¹の 1 つとして、GAME (GEWEX Asian Monsoon Experiment) というアジアモンスーン域を対象としたプロジェクトが 1996 年度から立ち上がっている。

¹ 他に GCIP (ミシシッピ流域)、MAGS (マッケンジー流域)、BALTEX (バルト海域)、LAMBADA (アマゾン流域) 等が行なわれている。

GAMEは4つの地域プロジェクト(タイ、中国淮河、チベット高原、シベリア)からなり、各気候帯毎の地表面熱収支の観測とモデル化、大気陸面結合モデルの開発と相互作用の解明等を目的としている。HUBEX(Huaihe Basin Experiment、淮河亜熱帯湿潤モンスーン観測実験)は、淮河流域で亜熱帯前線帯が停滞してしばしば甚大な水害をもたらしてきたことを踏まえて、降水システムと陸面フラックスとの相互作用の解明や、気象水文結合モデルによる洪水予測手法の開発などを中心テーマとして取り組むものである。GAME-HUBEXの数値モデリング研究の一環として、気象庁の日本域スペクトルモデル1988年度版(JSM88)(坪木1997)の陸面過程部分を改良すべく、田中ら(1994)が開発した陸面過程モデル(SiBUC)とJSM88の結合作業を行なっている。本研究では、モデルの導入方法、導入の際の問題点などについて説明する。また、SiBUCモデルで必要な土地利用面積率データを、日本域とそれ以外の地域に分けて作成し、JSM88-SiBUC結合モデルのテストランを行ない、基礎的な考察を加える。

2. JSMモデルへのSiBUCモデルの導入

本章で用いる主な変数・定数の説明は、Table 1にまとめて示す。ただし添字(-1, -s, -am, -sat)はそれぞれ大気第1層、地表面、キャノピー空間の平均、飽和の意味である。

2.1 SiBUCモデル導入の意義

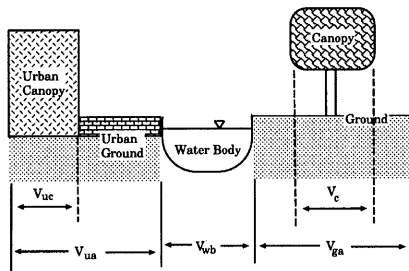


Fig. 1 Schematic image of fractional area

陸面過程モデルにおいて地表面状態を詳細に取り扱うことの重要性は第1章で述べた通りであるが、

Table 1 List of symbols

symbol	definition	unit
u, v	horizontal wind component	m/sec
T	temperature	K
T_v	virtual temperature	K
θ_v	virtual potential temperature	K
e	water vapor pressure	hPa
q	specific humidity	g/Kg
P	atmospheric pressure	hPa
T_g	soil temperature	K
z	height	m
R_n	net radiation	W/m ²
τ	momentum flux	Kg/ms ²
H	sensible heat flux	W/m ²
LE	latent heat flux	W/m ²
pre	precipitation rate	mm/hr
dgr	solar angle	deg.
$S^{\downarrow}$	downward short-wave radiation	W/m ²
$L^{\downarrow}$	downward long-wave radiation	W/m ²
f_{vb}, f_{vd}	visible flux(direct, diffuse)	W/m ²
f_{nb}, f_{nd}	near infra-red flux(direct, diffuse)	W/m ²
$S_v^{\uparrow}, S_n^{\uparrow}$	upward radiation(VIS, NIR)	W/m ²
$L^{\uparrow}$	upward long-wave radiation	W/m ²
z_0	roughness length	m
β	evaporation efficiency	
lat, lon	latitude, longitude	deg.
$gtime$	global time	hr
cl, c_m, c_h	cloud coverage(low, middle, upper)	
c_p	specific heat for dry air	JKg ⁻¹ K ⁻¹
l	latent heat of vaporization	J/Kg

JSMの陸面過程は非常に簡単な取り扱いがなされており、地表面状態としては「陸」と「海」の2種類だけで、用いるパラメータの種類も少ない。これでは「陸」に含まれる多種多様な地表面状態をうまく表すことが出来ず、実際の陸面過程に近い扱いをすることが困難である。また各グリッドの地表面状態を「陸」か「海」のどちらか1つで表しているため、「グリッド内に「陸」と「海」が混在する」という状態を表現することが出来ないという問題もある。

これに対して、SiBUCモデルでは地表面の状態を大きく次の3つに分類している。

1. 緑地 (green area)
2. 都市 (urban area)
3. 水面 (water body)

また各グリッド内にこれら3つの土地利用が混在することを前提とし、地表面状態をこれらのいずれか1つで代表させるのではなく、これらの面積率(V_{ga}, V_{ua}, V_{wb})を与える。

緑地と都市についてはさらにキャノピー率 V_c, V_{uc} を与える(これらはそれぞれ V_{ga}, V_{ua} を1としたときの値である)。面積率の概念図をFig. 1に示す。フ

ラックスを計算する際には、各土地利用で計算されるフラックスに面積率による荷重平均をしてグリッド領域全体のフラックスとする。この面積率を用いた計算方法により、地表面フラックスの算定精度が向上する。

また SiBUC モデルは JSM の陸面過程では解いていなかった水収支 (土壌水分) を解くことが出来るため、流出モデルとの結合も可能である。

2.2 JSM モデルの説明

JSM88 のスペックは以下の通りである (坪木 1997)。ただし、計算領域や格子間隔は任意に設定できる。
計算領域：北緯 19～52 度、東経 105～155 度の日本全土を含む一帯

解像度：北緯 60 度で 40km (ポーラーステレオ図法)

水平格子数：97×97

鉛直層数：19 層 (10hPa まで)

初期値、境界値：GANAL (全球客観解析データ) から作成

(1) メインプログラムの構造

Fig. 2 は JSM モデルの主な構造であり、各プログラムの内容は次の通りである。

PHYSCX：物理過程を計算

PBL：陸面過程に関連する部分

DYNAMCT：力学過程を計算

(水平：スペクトル、鉛直：差分)

MCONVT：降水過程を計算 (湿潤対流調節)

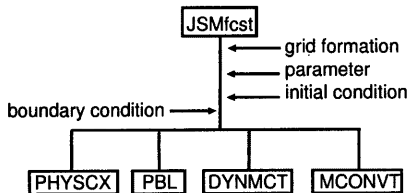


Fig. 2 Structure of JSM

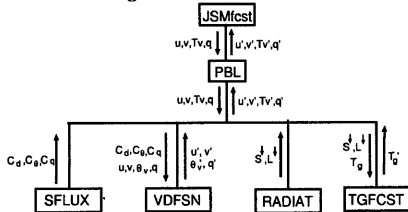


Fig. 3 Structure of PBL program

(2) PBL の構造

JSM モデルの中で陸面過程に関連するプログラムは PBL である。PBL に組み込まれているプログラムの主な内容は、地表面フラックスを求め、それを基に風速・気温・比湿の変化量を計算すると共に熱収支を解いて地温を予測することである (SiBUC 導入後には水収支も解くようになる)。Fig. 3 は PBL の主な構造である。

PBL は主に 4 つのサブプログラムで構成されており、各サブプログラムの役割は以下の通りである。

SFLUX：地表面フラックス (運動量・顕熱・潜熱)

VDFSN：風速・気温・比湿の鉛直拡散による変化 (水平拡散による変化は扱わない)

RADIAT：下向き短波・長波放射を計算 (雲量を考慮)

TGFCST：熱収支から地温を予測

また、4 つのサブプログラムが扱う主な変数・定数をまとめると Table 2 のようになる。ただし、Table 2 中の C_d , C_θ , C_q は単位ポテンシャル差当たりのフラックス (運動量・顕熱・潜熱) を表している。

$$C_d = \frac{\tau}{\sqrt{u_1^2 + v_1^2}} \quad (1)$$

$$C_\theta = \frac{H/c_p}{\theta_{vs} - \theta_{v1}} \quad (2)$$

$$C_q = \frac{E}{q_s - q_1} \quad (3)$$

なお VDFSN では、入力・出力どちらにも風速 u , v (m/s)、仮温度 θ_v (K)、比湿 q (g/kg) があるが、それぞれ鉛直拡散による変化前・変化後の意味である。

Table 2 Input and output of subroutine in PBL

subroutine	input	output
SFLUX	$u_1, v_1, \theta_{v1}, q_1$, P, z_0, β	C_d, C_θ, C_q , $\theta_{vs}, q_s, q_{sat}$
VDFSN	u, v, θ_v, q, P , $C_d, C_\theta, C_q, \theta_{vs}, q_s$	u, v, θ_v, q
RADIAT	$lat, lon, gtime$, c_l, c_m, c_h	S^1, L^1
TGFCST	S^1, L^1, β , $C_\theta, C_q, q_s, q_{sat}$	T_g

2.3 SiBUC モデルの導入方法

(1) 導入形態

Fig. 3 において PBL 中の 4 つのサブプログラムがそれぞれ受け持つ役割については 2.2(2) で述べた通りであるが、この内 RADIAT と VDFSN の内容は、本来陸面過程の範囲外であるため SiBUC に

は含まれていない。そこでこれら2つのサブプログラムはそのまま残し、SFLUXとTGFCSTの代わりにSiBUCを導入する。導入後の構造をFig. 4に示す。

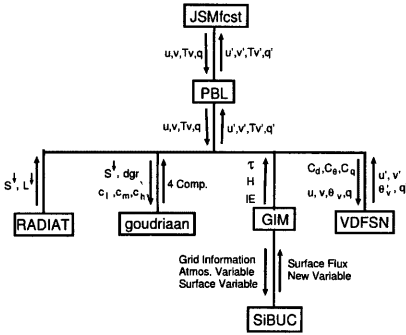


Fig. 4 Coupling SiBUC into JSM

Table 3 Input and output of goudriaan and GIM

subroutine	input	output
goudriaan	$S^l, dgr,$ c_l, c_m, c_h	$f_{vb}, f_{vd},$ f_{nb}, f_{nd}
GIM-SiBUC	$z_1, u_1, v_1, T_1, e_1,$ $f_{vb}, f_{vd}, f_{nb}, f_{nd},$ pre, L^l	$S_g^l, S_h^l, L^l,$ $R_n, \tau, H, LE,$ T_{am}, e_{am}

Fig. 4中の2つのサブプログラムGIMとgoudriaanについて説明する。SiBUCはある1つのグリッドについての鉛直1次元の計算しか出来ない。したがってSiBUCは、GIMからあるグリッドについての状態量やグリッド情報(土地利用面積率や植生タイプ)などの入力情報を受け取り、それを基に陸面過程の1次元プロセスの計算を実行し、地表面フラックスや更新された予報変数(地温・土壌水分など)をそのグリッドについての出力情報としてGIMに返す。つまりGIMは全水平グリッドの入出力情報を管理・記憶するプログラムであり、あくまで計算するのはSiBUCである。

またSiBUCでは植生をSiB(Sellers et al., 1986)と同様に詳細に扱っているため、入力短波放射として、可視(直達・散乱)・近赤外(直達・散乱)の4成分を必要とする。そこで、RADIATで計算された短波放射(合計)を雲量や太陽高度を基にGoudriaan(1977)の方法により4成分に分解するプログラムがgoudriaanである。

(2) SiBUCモデル導入に伴う調整作業

SFLUXとTGFCSTに代わってgoudriaanとGIM-SiBUCを導入したことにより、各サブプログラムの入出力情報の調整が必要となる。

(3) goudriaanとGIMへの入力情報の準備

PBLに新たに加わった2つのサブプログラムgoudriaanとGIM-SiBUCの主な入出力変数をTable 3に示す。

goudriaanの入力変数の内、PBLで用意されていないのは太陽高度 dgr (度)(水平面から太陽までの角度)だけであり、太陽高度に関してはRADIATの中で入射角 ϕ (度)(天頂から太陽までの角度)(Fig. 5)が計算されているので、式(4)を用いてRADIATの中で dgr を計算し、Table 2のRADIATの出力変数に dgr を加えて、これをgoudriaanに入力する。

$$dgr = 90 - \phi \quad (4)$$

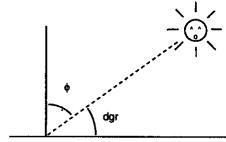


Fig. 5 Solar angle

次にGIMの入力変数の内PBLで用意されていないのは、気温 T_1 (K)、水蒸気圧 e_1 (hPa)、降水量 pre (mm/hr)の3つである。まず気温と水蒸気圧については、PBLで用意されている仮温度 T_{v1} (K)、比湿 q_1 (g/kg)、大気圧 P_1 (hPa)から式(5)、(6)を用いて求め、GIMに入力する。

$$T_1 = \frac{T_{v1}}{1 + 0.608(q_1 \times 10^{-3})} \quad (5)$$

$$e_1 = \frac{P_1(q_1 \times 10^{-3})}{0.622 + 0.378(q_1 \times 10^{-3})} \quad (6)$$

また、SiBUC導入前のPBLでは水収支を解いていなかったため、メインプログラムから降水量を受け取っていない。そこでPBLがメインプログラムから受け取る変数に新たに降水量を加え、これをそのままGIMに入力するようにした。

(4) その他の調整作業

SiBUC導入後、RADIATから出力された短波放射 S^l (W/m²)はgoudriaanで4成分に分解されてGIM-SiBUCに入力されるが、この S^l は太陽がある角度になると、数値計算上0よりもわずかに小さい負の値になることがある。SiBUC導入前には、 S^l は地温を予報する際に熱収支を解くために用いるだけであったため、負の値をとっても問題はなかった。

たが、SiBUC では放射伝達式を解く際に、短波放射を 0 以上の値として扱っている、負の短波放射が入力されると計算が止まってしまう。そこで、RADIAT で計算された S^1 が負の場合には 0 とすることにした。

VDFSN に入力する C_d , C_θ , C_q の変更について述べる前に、まず GIM-SiBUC から出力されるキャノピー空間平均温度 T_{am} (K) とキャノピー空間平均水蒸気圧 e_{am} (hPa) (Table 3) について説明する。

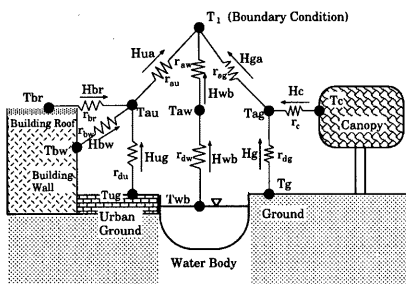


Fig. 6 Schematic image of Canopy Air Space

SiBUC では、Fig. 6 のように各土地利用毎にフラックスを計算し、それらの値に面積率による荷重平均をしてグリッド領域全体のフラックスとするが、この際に計算されるキャノピー空間温度 (T_{au} , T_{aw} , T_{ag})、キャノピー空間水蒸気圧 (e_{au} , e_{aw} , e_{ag}) から式 (7)、(8) を用いて T_{am} , e_{am} が計算される。

$$T_{am} = T_{au} \times V_{ua} + T_{aw} \times V_{wb} + T_{ag} \times V_{ga} \quad (7)$$

$$e_{am} = e_{au} \times V_{ua} + e_{aw} \times V_{wb} + e_{ag} \times V_{ga} \quad (8)$$

C_d , C_θ , C_q は 2.2(2) で述べたように、「単位ポテンシャル差当たりのフラックス」を意味する。SiBUC 導入前は SFLUX からの出力 (C_d , C_θ , C_q) をそのまま VDFSN に入力していたが (Table 2)、この C_θ , C_q は式 (2)、(3) にあるように、フラックスを地表面と大気第 1 層のポテンシャル差で割ったものの意味であり、VDFSN には C_d , C_θ , C_q と地表面の値 (θ_{vs} , q_s) を入力している。これに対して SiBUC 導入後は、GIM-SiBUC から出力される運動量フラックス τ (Kg/ms²)、顕熱フラックス H (W/m²)、潜熱フラックス LE (W/m²) と式 (7)、(8) で計算されるキャノピー空間平均温度 T_{am} (K)、キャノピー空間平均水蒸気圧 e_{am} (hPa) (Table 3) から式 (1)、(2)、(3) を用いて C_d , C_θ , C_q を計算する。ただし、式 (2)、(3) の分母において θ_{vs} , q_s ではなく、それぞれ θ_{vam} , q_{am} として計算する (θ_{vam} (K), q_{am} (g/kg) はそれぞれ T_{am} (K),

e_{am} (hPa) から変換する)。

つまりフラックスを、地表面と大気第 1 層のポテンシャル差で割るのではなく、キャノピー空間の平均と大気第 1 層のポテンシャル差で割る。 C_d と C_q に関してはこれで問題ないが、 C_θ に関しては、さらに以下に述べるような問題がある。

まず、フラックスというものはポテンシャルの高い方から低い方に向かって生じるものであるから、式 (2) において (ただし分母は $\theta_{vam} - \theta_{v1}$)、分子と分母が同符号になるはずであり (Fig. 7 参照)、 C_θ は本来、正の値しかとらない。

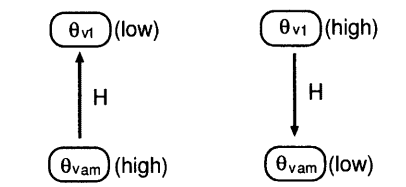


Fig. 7 direction of flux and potential difference

式 (2) において (ただし分母は $\theta_{vam} - \theta_{v1}$)、分子はサブプログラム SiBUC の中で温度差 $T_{am} - T_1$ (K) から計算された顕熱フラックス H (W/m²) であり、分母は温度 T_{am} (K), T_1 (K) をそれぞれ仮温位に変形した θ_{vam} (K) と θ_{v1} (K) の差である。ところが、「温度 T (K)」で表す時と「仮温位 θ_v (K)」で表す時とでキャノピー空間の平均と大気第 1 層との温度の高低関係が逆転することがあり、 C_θ が負の値をとる (Fig. 8 参照)。

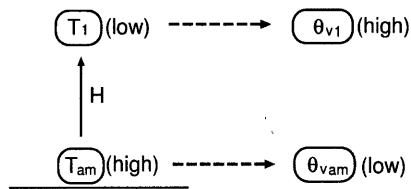


Fig. 8 inversion of potential difference

Table 4 Example of inversion T and T_v

	T (K)	P (hPa)	q (g/kg)	θ_v (K)
1st layer	282.03	1021.43	6.924	281.51
CAS	282.18	1022.71	6.917	281.45

CAS: Canopy Air Space

温度 T で表現するとキャノピー空間の平均値の方が高いが、仮温度 θ_0 で表現すると大気第1層の方が高いという例を、Table 4に示す。

しかしすでに述べたように、SiBUC 導入前には C_0 は正の値しかとらなかったため、VDFS_N では C_0 について正の値しか想定しておらず、負の値が入力されると計算が止まってしまう。そこで、 C_0 が負になる場合には式 (9) のように θ_{vam} を調整し、 C_0 が正になるようにする。

$$\begin{aligned}\theta_{vam} &= \theta_{v1} + 1 \times 10^{-3} & (H \geq 0) \\ \theta_{vam} &= \theta_{v1} - 1 \times 10^{-3} & (H < 0)\end{aligned}\quad (9)$$

元来、 C_0 が負になるのは $|\theta_{vam} - \theta_{v1}|$ が微小な場合であり、数値計算上、式 (9) のような調整をしても問題はないと考えられる。

3. 土地利用面積率データの作成

前章で述べたように、SiBUC モデルでは地表面状態を詳細に扱うため各グリッド毎に土地利用面積率 ($V_{ga}, V_{ua}, V_{wb}, V_c, V_{uc}$) が必要となる。

本章では、国土数値情報 KS-202 と AARS² 植生分布図から、JSM モデルの各グリッド (水平格子数 97×97 、ポーラーステレオ図法) の土地利用面積率データを作成する手順を説明する。また、本章では簡単のためグリッド番号を行列表示するが、例えばグリッド (i,j) は Fig. 9の斜線部分のことである。

	KS202	AARS
解像度	約 100m	約 7km
分類項目	15 分類	41 分類
図法	メルカトル	メルカトル
領域	日本域	全球

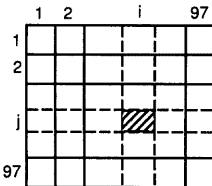


Fig. 9 Definition of grid number

3.1 グリッド面積の求め方

各グリッドの土地利用面積率を計算するためには、まずグリッド自体の面積が必要となる。

² AARS: Association for Asian Remote Sensing

(1) 全格子点の緯度・経度の求め方

元々JSM では各グリッドの中心点の緯度・経度が与えられているため、これを $clat(i, j), clon(i, j)$ (ただし i, j はグリッド番号を表す) とする。これを用いて各グリッドの4隅の緯度・経度を求めるのだが、その準備として実際の計算領域より一回り大きい Fig. 10のような仮想グリッドを考え、 $clat, clon$ を与える。例えば、グリッド (0,0)、(1,0) の緯度・経度は次式で与える。

$$\begin{cases} clat(0,0) = 2 \times clat(1,1) - clat(2,2) \\ clon(0,0) = 2 \times clon(1,1) - clon(2,2) \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} clat(1,0) = 2 \times clat(1,1) - clat(1,2) \\ clon(1,0) = 2 \times clon(1,1) - clon(1,2) \end{cases} \quad (11)$$

同様にして全仮想グリッドの $clat, clon$ が与えられる。

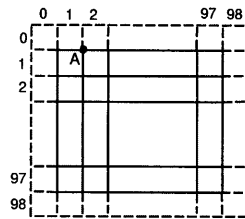


Fig. 10 Surrounding virtual grid

次に実際の各グリッドの4隅の緯度・経度を求める。例えば Fig. 10の点Aの緯度・経度を $latA, lonA$ とすると、次式のように周りの4組の ($clat, clon$) の平均として計算する。

$$\begin{cases} latA = \frac{clat(1,0) + clat(2,0) + clat(1,1) + clat(2,1)}{4} \\ lonA = \frac{clon(1,0) + clon(2,0) + clon(1,1) + clon(2,1)}{4} \end{cases} \quad (12)$$

同様にして全 97×97 グリッドの4隅の緯度・経度が計算される。

(2) 緯度・経度が既知の地球上の2点間の距離

ここでは緯度・経度が既知の地球上の2点A(lat_1, lon_1)、B(lat_2, lon_2)の距離の計算方法を説明する。

まず2点を、地球の中心を原点とした Fig. 11のような3次元座標(デカルト座標)で表す。

$$\begin{cases} x_1 = r_1 \cos lat_1 \cos lon_1 \\ y_1 = r_1 \cos lat_1 \sin lon_1 \\ z_1 = r_1 \sin lat_1 \end{cases} \quad (13)$$

ただし、 r_1 は地球の中心からの距離であるが、これは赤道半径 : 6378.140(km)
極半径 : 6356.755(km)

を用いて、緯度から線形内挿して与える。

式(13)を用いて2点の座標が求まれば、2点間の直線距離はすぐに求まるが、地球表面は球面であることを考慮して、直線距離 d を基に弧ABの長さ l を求める(Fig. 12)。まず、 d, r_1, r_2 から余弦定理を用いて θ を求め、

$$l = \frac{r_1 + r_2}{2} \theta \quad (14)$$

として、弧ABの長さを求める。これで、緯度・経度が既知の2点間の距離は求まるので、全節で求めた全格子点の緯度・経度を用いれば、全グリッドの l_u (上端の長さ)、 l_d (下端の長さ)、 l_l (左端の長さ)、 l_r (右端の長さ)が求まり、式(15)のように各グリッドの面積 S_{grid} を求めることが出来る。

$$S_{grid} = \frac{l_u + l_d}{2} \times \frac{l_l + l_r}{2} \quad (15)$$

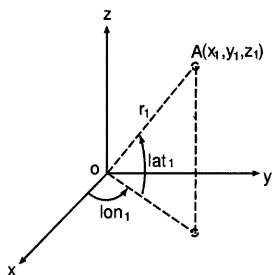


Fig. 11 Coordinate system on the earth's surface

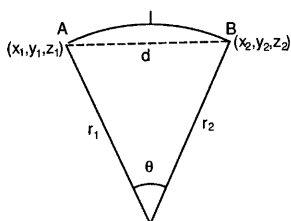


Fig. 12 Relation between chord (d) and arc (l)

3.2 日本域の土地利用面積率データ

日本域の土地利用面積率データは、国土数値情報KS-202 (1/10 細密格子土地利用データ) から作成される。

(1) メッシュの面積の求め方

KS-202に収められているデータは、Fig. 13のようにメッシュ100個分が1塊のデータになっており、

左下隅の緯度・経度 ($xlat, xlon$) と各メッシュの土地利用が分かるようになっている。

どのデータも緯度方向30秒、経度方向45秒の大きさを持っているので、式(16)によりKS-202データの面積 S_{ks202} が求まる(メッシュ1つあたりの面積は $S_{ks202}/100$ であることに注意)。

$$l = r \times \frac{30}{3600} \times \frac{\pi}{180}$$

$$w = r \cos(xlat) \times \frac{45}{3600} \times \frac{\pi}{180}$$

$$S_{ks202} = l \times w \quad (16)$$

ただし、 l は緯度方向の長さ、 w は経度方向の長さである。また、 r は地球の中心からの距離であり、3.1(2)で計算したように緯度 $xlat$ から線形内挿して与える。

これで、各メッシュの面積と土地利用が分かったので、次に各メッシュがJSMの全97×97グリッドの内、どのグリッドに属するかを調べる。

91	92		100
11	12		20
1	2		10

($xlat, xlon$)

Fig. 13 data unit of KS-202 data

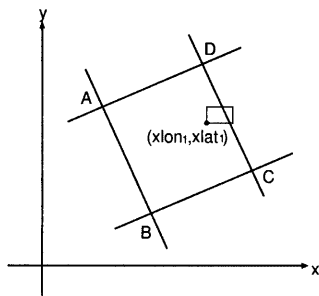


Fig. 14 Judgement of grid to which KS-202 data belong

(2) 土地利用データが属するグリッドの判別方法

KS-202データの面積 S_{ks202} (約1km²)はJSMグリッドの面積 S_{grid} (約1000km²)に対して微小であるため、データの左下隅の点($xlat, xlon$)が含まれるグリッドに、100個のメッシュが全て含まれると考える。

3.1(1)において、JSMグリッドの全格子点の緯度・経度が求まったので、緯度を y 座標、経度を x 座標として各格子点を2次元座標で表し、あるデータの左

下隅の点があるグリッドに含まれているか否かは、次のようにして判別する (Fig. 14参照)。

まず、グリッドを囲っている4本の直線³の方程式を立てる。データの左下隅の点 (x_{lon1}, x_{lat1}) が「直線ABより点C側にあり、かつ直線BCより点A側にあり、かつ直線CDより点A側にあり、かつ直線DAより点B側にある」という条件を満たす場合、そのデータ (100 メッシュ分) はグリッド ABCD 内部に含まれているとみなす。このようにしてKS-202の全データをJSMグリッドに振り分ける。

(3) 面積率の算出方法とSiBUCの植生タイプ

これまでの作業によって、JSMの各グリッド面積 (S_{grid}) と各グリッド内の15種類⁴の土地利用面積が求まったので、土地利用面積をグリッド面積で割れば15種類の土地利用面積率が算出される。これをさらにSiBUC用に以下の7種類に再分類する。

- 水田 (V_{c1})
- 耕作地 (水田以外) (V_{c2})
- 森林 (V_{c3})
- 裸地 (V_s)
- 都市キャノピー (V_{ucc})
- 都市カバー (V_{ug})
- 水面 (V_{wbb})

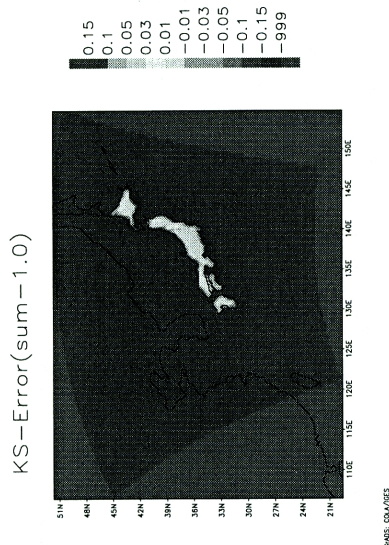


Fig. 15 Fractional Area error from KS-202 data

Fig. 15は各グリッドの面積率の合計から1.0を引いた値である。KS-202には日本国土のデータしか含まれていないため、海岸付近では当然面積率の合計は1.0を大きく下回るが、内陸ではほぼ±0.01以内の誤差しか生じない。そこで最終的な調整として、面積率の合計が1.0未満のグリッドに関しては、その差を水面の面積率 (V_{wbb}) に加える。面積率の合計が1.0を越えるグリッドに関しては、その値で各面積率を割って合計を1.0にする。

SiBUCモデルではJSMへの導入に際し、植生に関するパラメータセットを3種類用意しており、水田、耕作地、森林の内、面積率が最大の植生に適した植生パラメータセットを各グリッド毎に与える。また、2.1で述べた面積率 ($V_{ga}, V_{ua}, V_{wb}, V_c, V_{uc}$) は、上記の7種の面積率を用いて次のように計算される。

$$\begin{cases} V_{ga} = V_{c1} + V_{c2} + V_{c3} + V_s \\ V_{ua} = V_{ucc} + V_{ug} \\ V_{wb} = V_{wbb} \\ V_c = (V_{c1} + V_{c2} + V_{c3}) / V_{ga} \\ V_{uc} = V_{ucc} / V_{ua} \end{cases} \quad (17)$$

3.3 日本域以外の土地利用面積率データ

日本域以外の土地利用面積率データは、AARS植生分布図から作成する。本節では、日本域の土地利用面積率データの作成方法と異なる点 (データ面積の配分) についてのみ説明する。

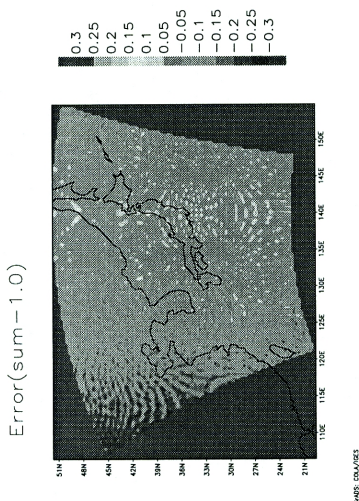


Fig. 21 Fractional Area error from AARS data (simple method)

³ JSMではボーラーステレオ図法を用いているため、緯線・経線に対して平行になるとは限らない

⁴ KS-202では地表面状態を15分類している

(1) データ面積の配分について

AARSのデータはデータ1つあたりの面積が約50km²(緯度方向4分、経度方向4分)と大きいので、KS-202と同じようにデータの左下隅の点が属するグリッドにそのデータの面積を全て配分してしまうと、ひどいグリッドでは面積率の合計が1±0.3にもなってしまう (Fig. 21参照)。なお、AARSのデータはKS-202と違い、1つのデータが1つの地表面状態で表されている。

そこでAARSのデータについては、左下隅の点だけでなく4隅の点それぞれが属するグリッドを調べ、次のようにして該当グリッドにデータの面積を配分することにする。3.2(2)で述べたようにJSMのグリッドは緯線・経線に対して平行とは限らず、グリッド毎にその傾きが異なるため、データ面積の配分方法には様々なケースが考えられる。

• case 1

point3、point4がグリッドDに属する場合

$$\begin{cases} \frac{\text{lat}_4 - (\text{ullat} + \text{urlat})/2}{\text{lat}_4 - \text{lat}_1} \times S \text{ を } D \text{ に配分} \\ \text{残りを } A \text{ に配分} \end{cases} \quad (18)$$

• case 2

point2、point3がグリッドDに属する場合

$$\begin{cases} \frac{\text{lat}_4 - \text{ullat}}{\text{lat}_4 - \text{lat}_1} \times S \text{ を } D \text{ に配分} \\ \text{残りを } A \text{ に配分} \end{cases} \quad (19)$$

* point2、point3、point4がグリッドDに属する場合は、case 1と同様にする。

• case 3

point2、point3がグリッドBに属する場合

$$\begin{cases} \frac{\text{lon}_2 - (\text{urlon} + \text{drlon})/2}{\text{lon}_2 - \text{lon}_1} \times S \text{ を } B \text{ に配分} \\ \text{残りを } A \text{ に配分} \end{cases} \quad (20)$$

• case 4

point3、point4がグリッドBに属する場合

$$\begin{cases} \frac{\text{lon}_2 - \text{drlon}}{\text{lon}_2 - \text{lon}_1} \times S \text{ を } B \text{ に配分} \\ \text{残りを } A \text{ に配分} \end{cases} \quad (21)$$

* point2、point3、point4がグリッドBに属する場合は、case 3と同様にする。

• case 5

point3がグリッドCに属する場合

$a = \frac{\text{lon}_3 - \text{urlon}}{\text{lon}_3 - \text{lon}_4}$, $b = \frac{\text{lat}_3 - \text{urlat}}{\text{lat}_3 - \text{lat}_2}$ として、

$$\begin{cases} a \times b \times S \text{ を } C \text{ に配分} \\ a \times (1 - b) \times S \text{ を } B \text{ に配分} \\ (1 - a) \times b \times S \text{ を } D \text{ に配分} \\ \text{残りを } A \text{ に配分} \end{cases} \quad (22)$$

なお、説明中は、データの面積をS、データの左下隅の点をpoint1、右下隅の点をpoint2、右上隅の点をpoint3、左上隅の点をpoint4とする。また、point1

が属するグリッドをグリッドA、グリッドAの右隣をグリッドB、右上をグリッドC、すぐ上をグリッドDとする。

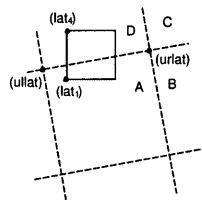


Fig. 16 (case 1)

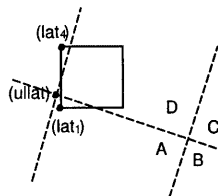


Fig. 17 (case 2)

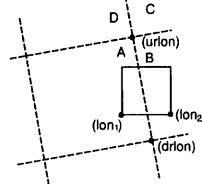


Fig. 18 (case 3)

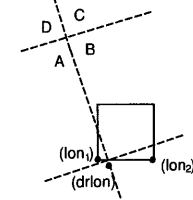


Fig. 19 (case 4)

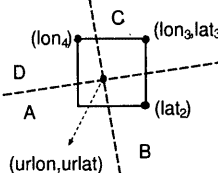


Fig. 20 (case 5)

(2) 面積率の調整

前節の方法を用いて各グリッドの面積率を求めた結果が Fig. 22 であり、誤差はほぼ ± 0.05 に抑えられている。Fig. 21と比較すると、かなり改良されたことが分かる(コンターの数値が異なるので注意)。最終的な調整として、各グリッドについて、面積率の合計値で各面積率を割って、合計を1.0にする。

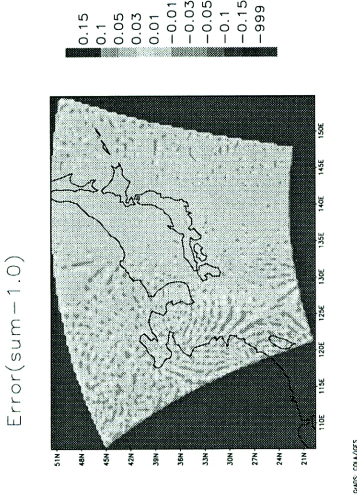


Fig. 22 Fractional Area error from AARS data (advanced method)

3.4 KS-202 データと AARS データの比較

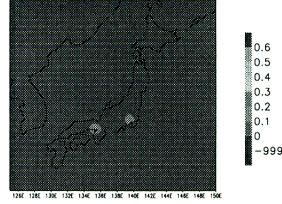
本研究では面積率の算出に際して、前節で説明したように、日本域についてはKS-202のデータを用い、日本域以外についてはAARSのデータを用いたが、両データの解像度が異なるため(KS-202:100m、AARS:7km)、地表面状態の正確さにかなりの差が出来てしまった。

Fig. 23は両データを基に算出した都市の面積率の分布である。KS-202では、日本全域にわずかながらも都市が分布しており、特に東京、名古屋、大阪、福岡付近は大都市として認識されている。これに対してAARSでは、日本では東京と大阪にしか都市が存在せず、中国と韓国においては都市が全く存在しないことになっている(国土数値情報KS-202には日本のデータしか含まれていない)。このように、7km程度の解像度では、比較的面积が大きいにも関わらず、切り捨てられてしまう土地利用が出てくるため、地表面状態を正確に表現できなくなってしまう。このため、次章で行なうJSM88-SiBUC結合モデルのテストランにおいて、中国大陸ではSiBUCの特徴で

ある都市の効果をほとんど表すことが出来ない。

Landuse Fraction (type=City)

AARS data (resolution = 7km)



KS-202 data (resolution = 100m)

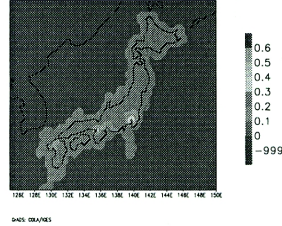
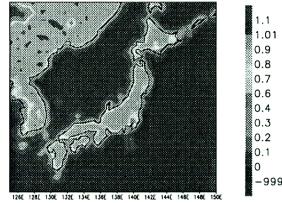


Fig. 23 Urban area fraction derived from KS-202 and AARS data

Landuse Fraction (type=Forest)

AARS data (resolution = 7km)



KS-202 data (resolution = 100m)

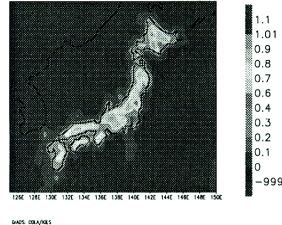


Fig. 24 Forest area fraction derived from KS-202 and AARS data

また、Fig. 24は森林の面積率分布であるが、7km程度の解像度では土地利用の配分が単調になる傾向があり、AARSでは、ほぼ100%森林と判定されるグリッドが多くなってしまふ。

4. JSM88-SiBUC 結合モデルのテストラン

前章で作成した土地利用面積率データを用いて、1988年7月15日を対象にJSM88-SiBUC結合モデルを実行した(24時間積分)。本章ではまず、SiBUCモデルにおける土壌水分量と温度の初期値の与え方を示し、次にテストランの結果を考察する。なお、テストランの対象にした1988年7月15日は、北海道を除く日本全域が厚い雲に覆われ、特に山陰地方では強い雨が降り続き、電車の運休、道路の寸断、電話のマヒ等が起こった。また、土砂崩れや洪水のために6人の死者・行方不明者が出た。

4.1 土壌水分量の初期値の与え方

SiBUCモデルでは水収支も解くため、土壌水分量の初期値を必要とするが、プログラム実行直後の極端な重力排水を避けるため、重力排水が終了した状態の土壌水分量を初期値として与える。

まず、土壌タイプ毎にTable 5にある8つの変数・定数からなるパラメータセットを用意する(土壌タイプは3.2(3)で説明した植生タイプと対応している)。

次に、各層(全3層)のマトリックポテンシャル ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 (m)を式(23)により求める(Fig. 25)。ただし各層の深さ z_1, z_2, z_3 (m)は各層の中心の深さとして、 d_1, d_2, d_3 (m)から求める。

$$\phi_i = (z_i - gw) + \phi_s \quad (i = 1, 2, 3) \quad (23)$$

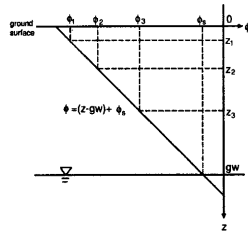


Fig. 25 Vertical profile of matric potential

そして式(24)(Clapp and Hornberger(1978)の関係式)を用いて、 ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 (m)から土壌水分量の初期値 W_1, W_2, W_3 を計算する。

$$W_i = (\phi_s / \phi_i)^{1/B} \quad (i = 1, 2, 3) \quad (24)$$

4.2 温度の初期値の与え方

温度の初期値は、SiBUC導入前のJSMが用いていた地温の初期値 T_g (気候値+SST解析値)を基に、計算開始時刻が日本時間で午前9時(0:00GST)であることを考慮して、式(25)~式(30)のように設定した。

$$T_c = T_s = T_g + 2.0 \quad \text{植物の葉、土壌面} \quad (25)$$

$$T_{dg} = T_g \quad \text{緑地の地中} \quad (26)$$

$$T_{br} = T_s + 10.0 \quad \text{屋根面} \quad (27)$$

$$T_{bw} = T_{ug} = (T_g + T_{br}) / 2.0 \quad \text{壁面、道路} \quad (28)$$

$$T_{du} = T_{bi} = T_g \quad \text{都市の地中、建物内部} \quad (29)$$

$$T_{wb} = T_{dw} = T_g \quad \text{水面、水中} \quad (30)$$

Table 5 List of soil parameters

Symbol	definition	unit
gw	ground water level	m
d_1	depth of 1st layer	m
d_2	depth of 2nd layer	m
d_3	depth of 3rd layer	m
ϕ_s	matric potential at saturation	m
B	empirical parameter	
θ_s	porosity	
K_s	saturate hydraulic conductivity	m/s

4.3 テストランの結果と考察

(1) SiBUC土地利用データの効果

Fig. 26, 27は計算開始から3時間後(日本時間12時)の土壌水分量(第1層、第2層)の分布図である。上の図は、土地利用データは元のまま(「陸」と「海」の2種類)で実行した結果であり、下の図は、第3章で作成した土地利用面積率データを用いて実行した結果である。

上の図では、全ての「陸」が1つの土壌タイプ、つまり1つの土壌パラメータセットで表現されているため、土壌水分量にも差が出ない。降水の影響で1層目に少し差が出るだけである。

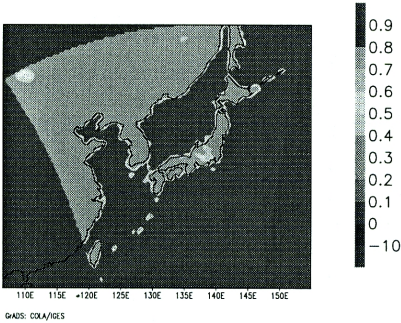
下の図では地表面状態の違いが良く表れている。第2層において、土壌水分量0.8~0.9の地域が田、0.4~0.5の地域が耕作地、それ以外が森林である(今回のテストランでは、森林をさらに日本の森林と大陸の森林に分けている)。また、第1層の図と降水の図(Fig. 35の3hr)を照らし合わせて見ると、水収支を解いて土壌水分量を計算していることが良く分かる。特にこの時間、中部地方で強い雨が降っており、第1層の土壌水分量に降水の影響が良く表れている。

Fig. 28に日積算の降雨量と流出量の分布図を示す。ただし、ここでいう流出量とは各グリッドにおける緑地・都市からの流出量と水面への降雨量の和のことである。したがって、Fig. 28の海上における流出量は、海上への降雨量を意味する。また緑地では、降雨は葉に遮断されたり土壌に浸透するため、流出はほとんど発生しない。

Soil Moisture 1

1988 15th Jul. 3:00 GST

Original Landuse



KS and AARS Landuse

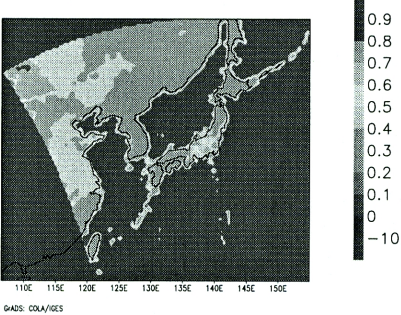


Fig. 26 Distribution of 1st soil moisture

土壌水分の気候値の全球分布図をモデルを使って推定することを目的とした GSWP(全球土壌水分プロジェクト) など、土壌水分の初期化に関する研究が精力的に展開されている。今後はこれらのデータの導入を図りたいが、モデルで計算される降水分布は土壌水分場の影響も大きく受けるが、一方でこの計算された降水により土壌水分場が一変してしまうという事実にも十分に配慮しつつ研究を進めていきたい。

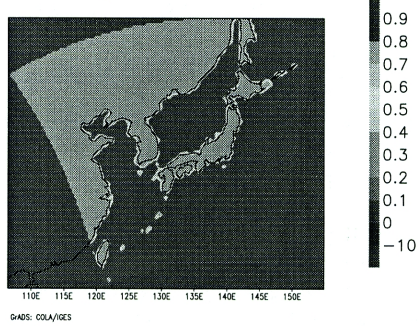
Fig. 29~31はそれぞれ東京、旭川、ハルビン(中国北東部)における下向き放射、上向き放射、降水、土壌水分量、温度、熱収支の日変化を表したものである(横軸はグローバルタイム)。

Fig. 29(東京)では、1層目の土壌水分量が降水に対して敏感に反応している。また、時間が経つにつれて2層目まで雨水が浸透し、2層目の土壌水分

Soil Moisture 2

1988 15th Jul. 3:00 GST

Original Landuse



KS and AARS Landuse

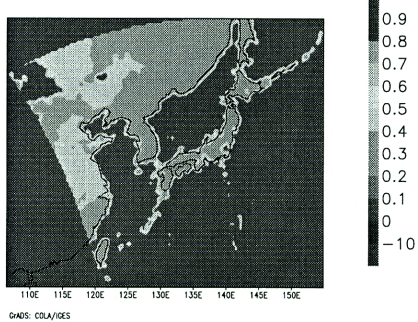


Fig. 27 Distribution of 2nd soil moisture

量が徐々に増加しているのが分かる。しかし本章の冒頭でも述べたように、テストランの対象となった1988年7月15日は北海道を除く日本全域が雲に覆われているため、東京の図では下向き短波放射が非常に少なく(日中でも 100W/m^2 以下)、熱収支において都市の効果を確認することはできない。

一方、Fig. 30(旭川)とFig. 31(ハルビン)では雲の影響はほとんどなく、特に旭川では日射が 900W/m^2 以上に達している。両者の熱収支を比較すると、緑地のハルビンでは昼間、ボーエン比が約0.3ぐらい(顕熱が 100W/m^2 、潜熱が 300W/m^2)であるのに対して、旭川ではボーエン比がおおよそ1.0(顕熱も潜熱も 300W/m^2)まで達している。これは、KS-202データを使用した旭川については、市街地の部分が都市として表現されているが、AARSのデータを使用したハルビンについては、市街地の部分も森

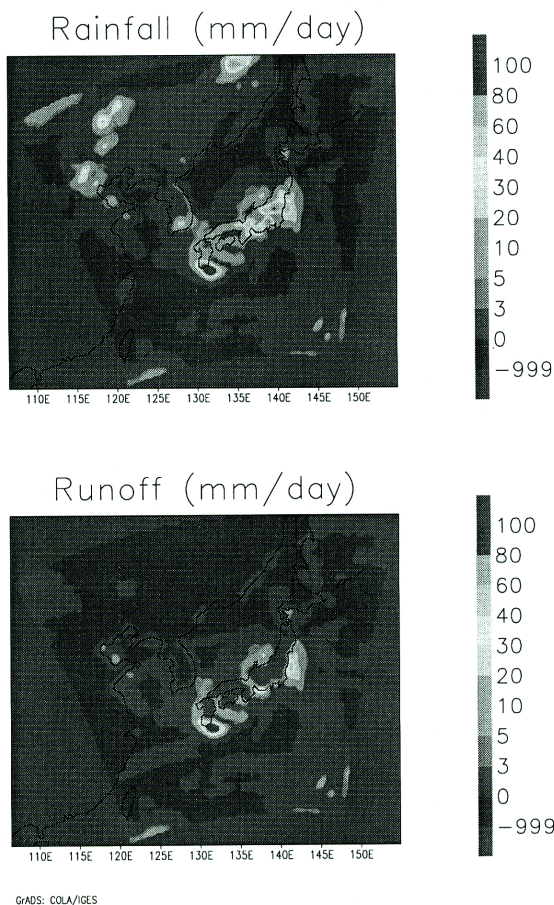


Fig. 28 Distribution of daily total rainfall and runoff

林と表現されているためである。

(2) 大気への影響

Fig. 32、33はそれぞれ、潜熱、顕熱フラックスの水平分布図(計算開始後3時間、日本時間12時)を表しており、SiBUC導入前(上図)と導入後(下図)を比較したものである。Fig. 32より、SiBUC導入前に比べて導入後は大陸域でも太平洋でも潜熱が大きめに出ている。また北海道では、SiBUC導入後に潜熱が小さく、顕熱が大きくなっている。

フラックスの実測値がないので、どちらの結果がより現実に近いかを議論することはここではできないが、少なくともここで注目すべきは、SiBUC導入の結果、算定されるフラックスの値が大きく変化

したということである(土壌水分の初期値の与え方により、また別の結果にもなりうる)。

一方Fig. 34、35はそれぞれSiBUC導入前と導入後の6時間毎の降水強度分布を表している。いずれも山陰地方の強い雨を予報しておらず、むしろ九州南部の強い雨域が特徴的であるが、地表面フラックスが比較的大きく変化しているにもかかわらず、降水強度やその分布にはほとんど違いは見られない。

今回のテストランは24時間という短時間のシュミレーションであったが、短時間のシュミレーションの場合、陸面過程モデルの善し悪しに関係なく、初期値・境界値に依存する部分が大きいため、SiBUCの効果十分に表れたとは言えない。

1988/7/15

JSM-SiBUC output

Tokyo

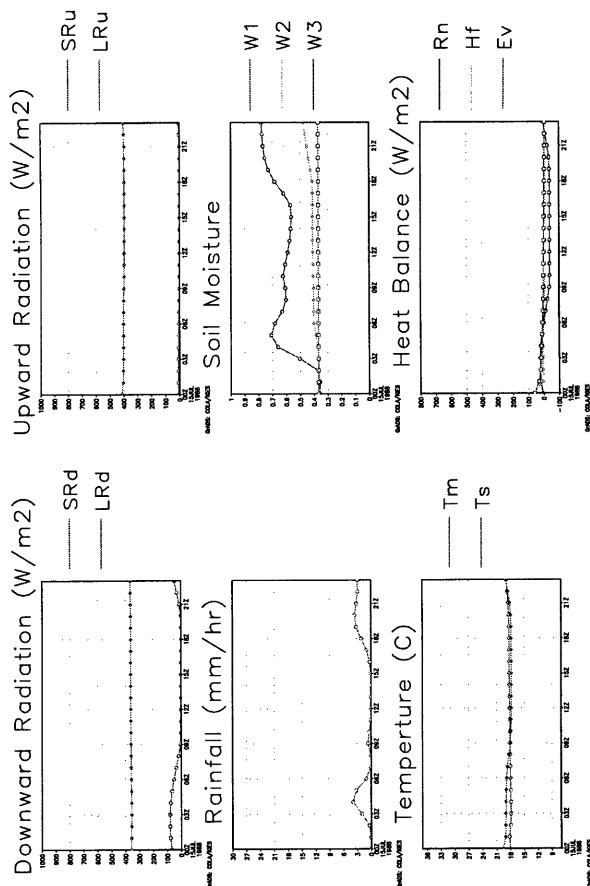


Fig. 29 Daily variation of surface variables at Tokyo

また本研究では、JSM モデルへの SiBUC モデルの導入自体がメインであり、その効果の評価するための実測値がなかったため、導入したことに対する判断は現段階では難しい。

今後、本モデルを用いてより長期の(一週間程度)計算を行えば、SiBUC の効果がより明確に表れて来ることが予想される。また、日本を中心に設定された JSM の計算領域では、海の占める割合が大きいため、陸面過程に与える海面温度 (SST 解析値から与えられる) の影響が非常に大きく、陸面過程のインパクトが出にくいとされている。このことは、現業の予報モデルに SiB が導入されていないことの大きな理由でもある。HUBEX では解析領域をもつ

と大陸側に設定し、海面の効果が小さくなるので、SiBUC の導入効果がより大きく表れるであろう。

5. 結論

最後に、本研究で行なったことをまとめるとともに、今後の課題を述べる。

- JSM の陸面過程は非常に簡単な取り扱いがなされていることを指摘し、SiBUC を導入することによる利点を示した。
- SiBUC は熱収支だけでなく水収支も解くため、各グリッドにおける流出量を計算することが出来る (Fig. 28)。したがって、流出モデルとの結

1988/7/15

JSM-SiBUC output
Asahikawa

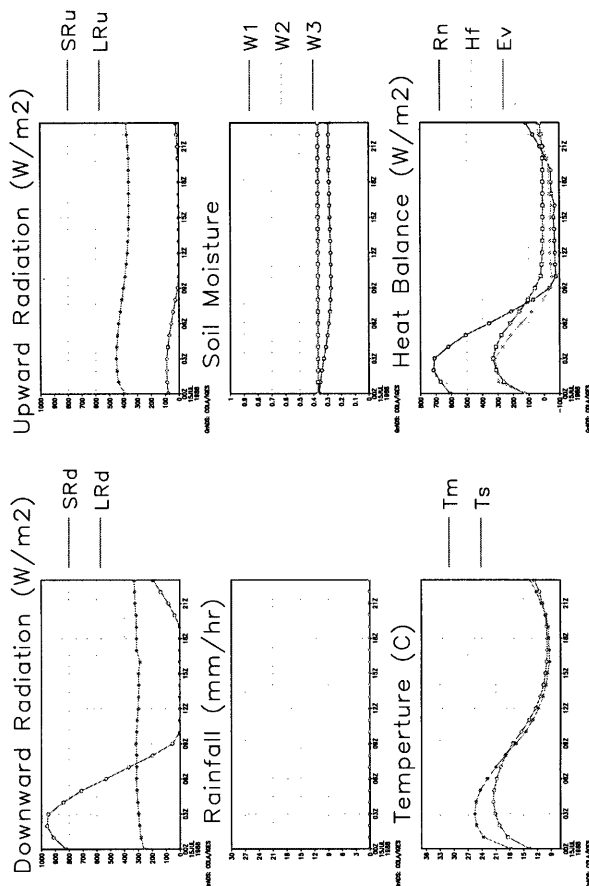


Fig. 30 Daily variation of surface variables at Asahikawa

合も可能である。

- SiBUCの特徴である面積率の説明をし、SiBUC導入により、地表面状態を詳細に扱うことが出来ることを示した。
- JSMのプログラム構造、特に陸面過程に関する部分であるPBLについて説明した。基本的には、その中のSFLUX(地表面フラックスの計算)、TGFCST(地温の予報)をgoudriaan(短波放射を4成分に分解)とGIM(グリッド情報の管理)-SiBUC(鉛直1次元プロセスの計算)に置き換えることによりSiBUCを導入できることを示した。

- JSMへSiBUCモデルを導入するために入出力情報を整理し、そのための細かな調整作業や、計算を実行して問題となった、放射の扱いやVDFSNNへのフラックスの受け渡し方法について説明した。
- 国土数値情報KS-202とAARS植生分布図から土地利用面積率データを作成する手順や計算方法を説明した。JSMモデルの計算グリッドはポラーステレオ図法で表現されており、グリッドの境界線は緯線、経線に対して必ずしも平行とはならない。
- KS-202データの解像度はJSMグリッドに比べて圧倒的に小さいため、メッシュの端点が属し

1988/7/15

JSM-SiBUC output
Harbin

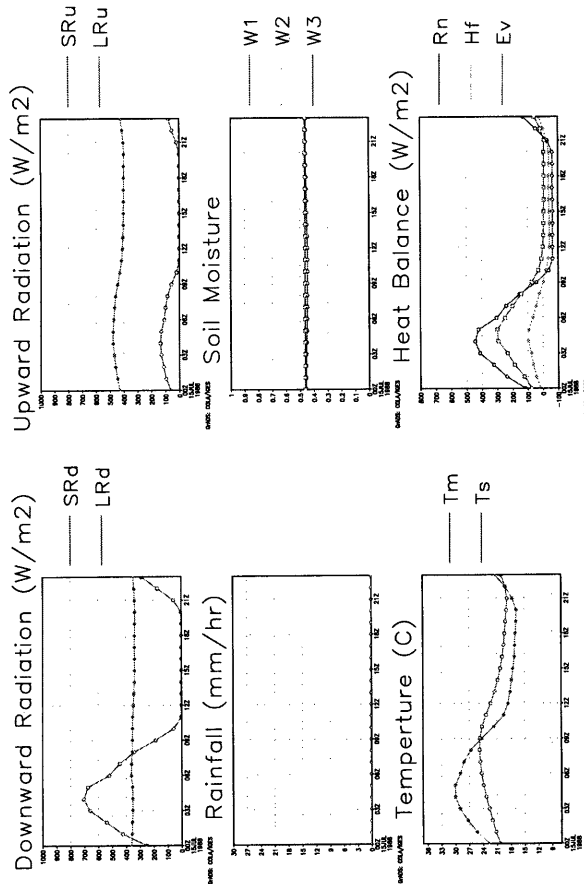


Fig. 31 Daily variation of surface variables at Harbin

ているグリッドにメッシュの面積を全て配分してもほとんど問題はない。

- AARSデータの解像度はJSMグリッドに対して小さいものの、メッシュの端点が属しているグリッドにメッシュの面積を全て配分していくと大きな誤差につながるため Fig. 21、5 ケースにわけて面積の配分方法を工夫した。
- 土地利用データの解像度がそのままモデルの中での地表面状態に影響するため、解像度の高い土地利用データが望まれる。例えば AARS データでは都市はほとんど表現されておらず、また全体的に土地利用配分が単調になる傾向がある。
- SiBUC モデルの土壌水分量と温度の初期値の与え方を示し、JSM88-SiBUC 結合モデルのテ

ストランを実行した。土壌水分に関しては、植生タイプと土壌タイプが対応していると仮定して、土壌パラメータを設定し、マトリックスと重力が釣り合うという条件で初期値を設定した。

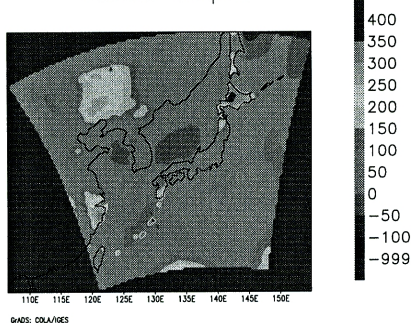
- テストランの結果を考察したところ、土壌水分量など地表付近では SiBUC 導入の効果が得られたが、短時間のシミュレーションであったため、降水など大気の場合にまでの影響を見ることは出来なかった。

1998 年度には HUBEX を含め、GAME4 領域の集中観測期間 (IOP) となっており、地上気象水文データ、陸面フラックスデータ、高層気象データ、レーダー雨量データ、衛星データ等、多種多様のデータが取

Latent heat flux(W/m²)

1988 15th Jul. 3:00 GST

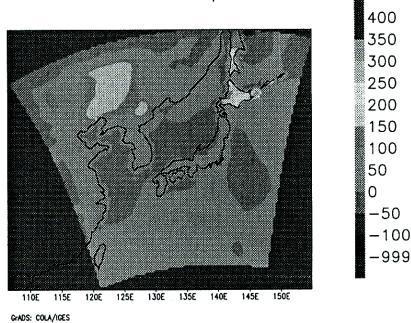
JSM88 output



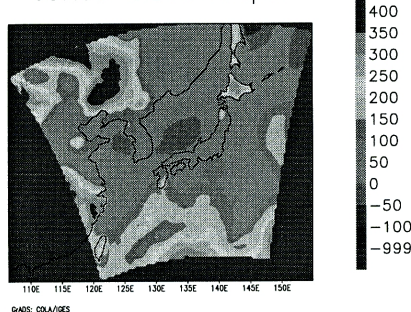
Sensible heat flux(W/m²)

1988 15th Jul. 3:00 GST

JSM88 output



JSM88-SiBUC output



JSM88-SiBUC output

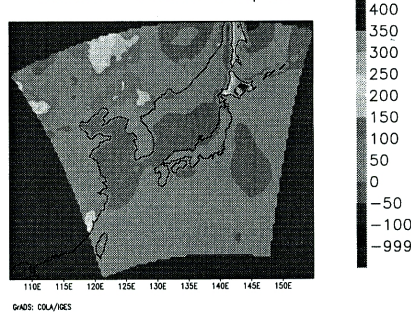


Fig. 32 Distribution of latent heat flux

Fig. 33 Distribution of sensible heat flux

得される。

SiBUC モデルでは地表面状態を詳細に扱うため、多くのパラメータを持っている。これらのパラメータ値を実測値をもとに設定し、実際の地表面状態に近づけ、さらに、地上気象データを利用して土壌水分量・温度などの初期値の与え方について検討を加えていく。また、解像度の高い衛星データ (NOAA, LANDSAT 等) を用いて、土地利用面積率データの精度をさらに向上していきたい。

さらに、計算領域を HUBEX 対象域に設定し、JSM88-SiBUC 結合モデルによる長時間の計算を実行して、陸面フラックスが降水システムに与える影響とその陸面へのフィードバック (大気陸面相互作用) について検討していきたい。

参考文献

池淵周一・田中賢治 (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, 京大年報, 第 37 号, b-1, pp299-313.

坪木和久 (1997) : General Description of Japan Spectral Model.

佐藤信夫 (1989) : 第 1 章, 生物圏と大気圏の相互作用, 数値予報課報告・別冊第 35 号: 力学的長期予報を目指して.

田中賢治・中北英一・池淵周一 (1998) : 琵琶湖プロジェクトの陸面過程モデリング, 水工学論文集, 第 42 巻.

Clapp, R.B., and G.M. Hornberger (1978) : Empirical equations for some soil hydraulic properties, Water Resour. Res., 14(4), pp. 601-604.

Dickinson, R.E. (1983) : Land surface process and climate-surface albedos and energy balance, Advances in Geophysics, 25, pp. 305-353.

Goudriaan, J. (1977) : Crop Micrometeorology : A

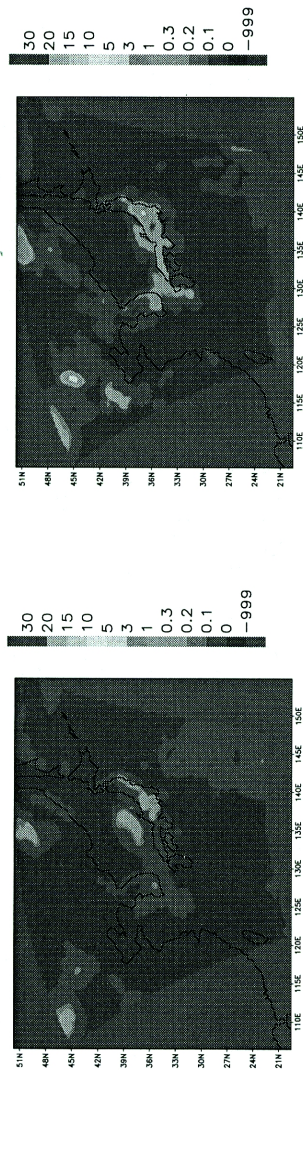
JSM88 output

1988/7/15

Railfall-I (mm/hr)

3GST

9GST

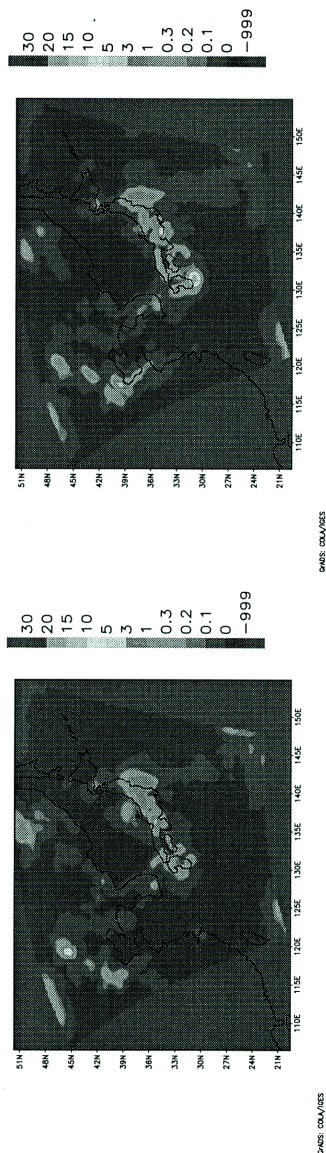


64MS: COLA/GCS

64MS: COLA/GCS

15GST

21GST



64MS: COLA/GCS

64MS: COLA/GCS

Fig. 34 Distribution of rainfall by JSM88 original

JSM88-SiBUC output

1988/7/15

Rainfall-I (mm/hr)

9GST

3GST

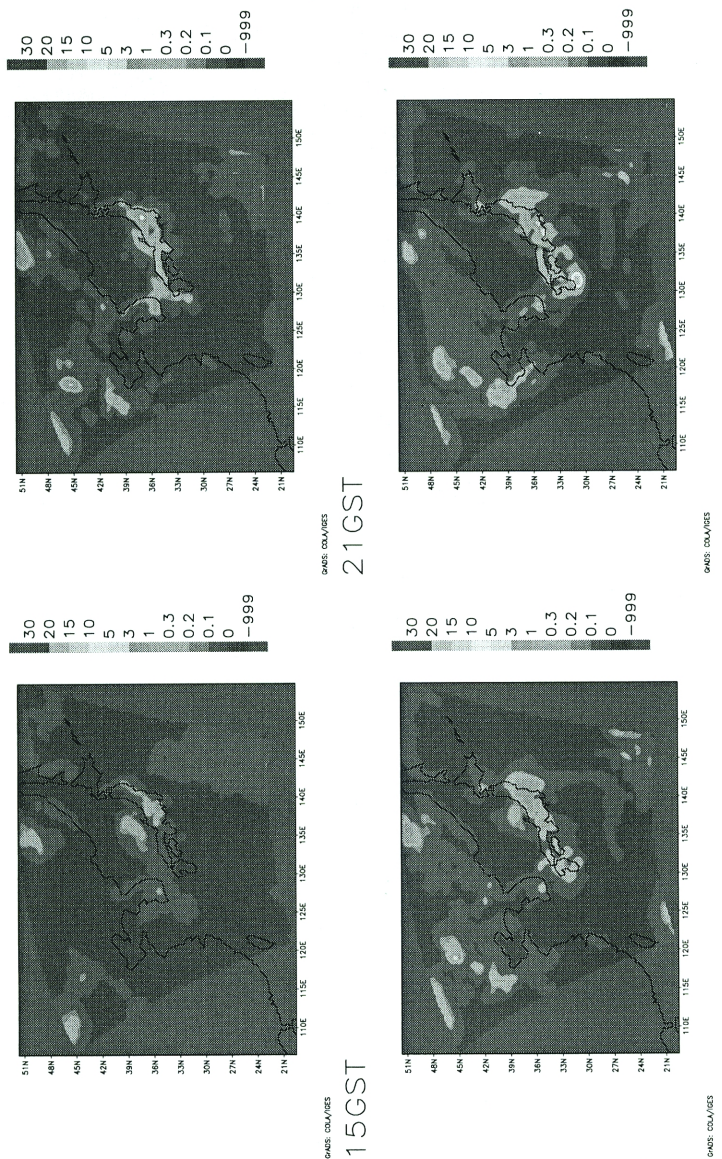


Fig. 35 Distribution of rainfall by JSM88-SiBUC

Simulation Study, Wageningen Center for Agricultural Publishing and Documentation, 249p.

P.J.Sellers, Y.Mintz, Y.C.Sud and A.Dalcher(1986)

: A simple biosphere model(SiB) for use within general circulation models, J.Atmos.Sci.,43, pp. 505-531.

Test simulation of SiBUC-JSM88 coupled model

Kenji TANAKA*, Tadanori NAKAMURA*, Takao YAMAMOTO*,
Michiharu SHIIBA*, and Shuichi IKEBUCHI

*Faculty of Engineering, Kyoto University

Synopsis

In this study, we have coupled land-surface processes model (SiBUC) developed by authors into numerical weather prediction model (JSM: Japan Spectral Model) developed by JMA(Japan Meteorological Administration). We have made landuse fraction data from Japanese GIS (KS-202) and AARS(Association for Asian Remote Sensing) world vegetation map. Preliminary test simulation was carried out by SiBUC-JSM88 coupled model for 15th July in 1988. Although land surface flux shows much difference from original result, simulated rainfall is almost same. This result was brought by the strong influence of SST and boundary conditions from global analysis data.

Keywords : numerical weather prediction model, land-surface process, vegetation map, soil moisture