

CS-87

AGCMにおける圃場容水モデル値の変化 が全球規模水循環に及ぼす影響

東京大学大学院 学生員 鼎 信次郎
 東京大学生産技術研究所 正会員 沖 大幹
 東京大学生産技術研究所 正会員 虫明 功臣

1. はじめに

CO₂増加による温暖化など、将来の気候変動が我々の関心のまとなって久しい。水資源工学においても、気候変動による水循環の変化の予測は重要な課題である。気候変動による影響を予測する上で、最も期待されているのが大気大循環モデル (AGCM) である。しかし、AGCM を用いた気候変動のような長期の予測にはまだ多くの改善の余地が残されている。そのうちの一つは、地表面が適切に表現されていないことである。地表面の圃場容水量 (圃場容水モデル値) をどのように決定すべきか、圃場容水量を変化させたときに気候にどのような影響が現れるかに関しても、いくつかの既存の研究は存在するが (例えば Milly and Dunne^[1])、まだ十分に検討されてはいない。そこで本研究では、AGCM において圃場容水量を標準的な値から減少させていったときの全球の水循環の変化について検討した。

2. モデルおよび実験の概要

今回使用した AGCM は CCSR/NIES AGCM Ver5.3 である (その詳細に関しては沖他^[2]を参照)。地表面モデルとしては、新バケツモデル (近藤他^[3]) が採用されているが、圃場容水量を変化させたときの影響の物理的機構の解釈のためには、SiB などの非常に複雑なモデルよりも適切であると考えられる。バケツモデルでは、圃場容水量 (圃場容水モデル値) はバケツの深さで表現され、この AGCM では標準で 20cm である。このバケツの深さを、20cm, 15cm, 10cm, 5cm と変化させて計算を行なった。初期条件、計算条件等は、沖他^[2]の通りである。

3. 結果

表 1 AGCM によって算定された Amazon(AZ)、Zaire(ZI)、Mississippi(MI)、Nile(NI)、Ob、Yenisei(YS)、Lena(LE) そして Amur(AM) 川各流域の年平均水収支 (mm month⁻¹)。S20,S15,S10,S05 はそれぞれバケツモデルの深さが 20cm, 15cm, 10cm, 5cm のときの結果を表している。ΔW は積雪を含まない月単位土壌水分量年振幅 (mm)

	Precipitation				Evaporation				Runoff				ΔW			
	S20	S15	S10	S05	S20	S15	S10	S05	S20	S15	S10	S05	S20	S15	S10	S05
AZ	1589	1563	1576	1314	1096	1115	970	745	494	465	600	578	101	87	55	22
ZI	1559	1638	1452	1476	999	967	838	768	556	663	617	712	118	108	61	32
MI	1199	1168	971	891	1084	1031	889	741	110	129	85	142	91	91	63	47
NI	517	546	382	426	457	484	330	316	61	64	52	111	45	34	20	9
Ob	867	890	679	475	755	746	551	329	124	175	131	142	117	115	81	44
YS	844	829	776	618	705	704	626	476	155	158	150	152	83	85	67	41
LE	912	870	882	843	619	626	665	584	297	265	194	269	16	39	32	28
AM	1182	1232	1158	1084	903	922	910	752	275	320	266	330	42	28	44	39

まず年間水収支について結果 (5 年 RUN の後半 4 年平均) を述べる。紙幅の都合上、表を載せられないが、大陸ごとに全球を解析すると、降水と蒸発は、容水量を小さくすればするほど減少し、とくに 15cm と 10cm との間での差が大きくなっている。流出は、容水量を小さくするとあふれやすくなるため、5cm のときは大きい、その他は年々変動などと比べて有意な差は見られず、降水が変化したにもかかわらず流量はあまり変化していない。次に、代表的な流域での年間水収支を表-1に示す。全体的な傾向は同様である。

次に、各水文要素の季節変化について検討する。代表例として Mississippi 流域の 20cm と 5cm の結果を図-1,2に示す。容水量を小さくすることによって降水 (P)、蒸発 (E) とも減少している様子がよくわかる。特

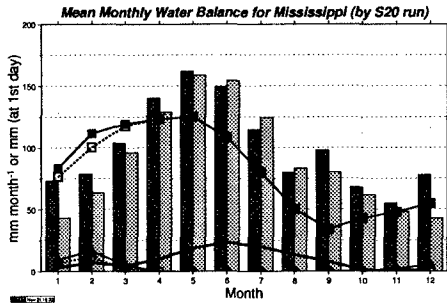


図1 20cm の Mississippi 川流域の水文要素の平均的な季節変化。左側の濃い色の棒が降水量，右側の薄い色の棒が蒸発量，マークのない太い実線が流出量，そして■でマークされた線が陸水総貯留量を示す。

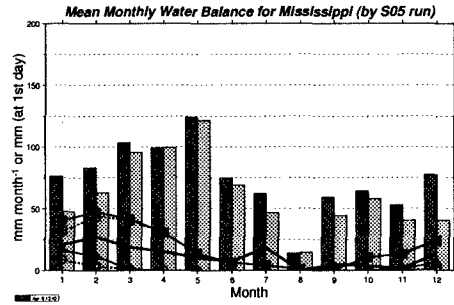


図2 5cm の Mississippi 川流域の水文要素の平均的な季節変化。□のついた破線が土壤水分貯留量，○のついた破線が積雪量，そして△のついた実線が融雪量を示す。

に、夏季(6-8月)において減少が顕著である。グローバルに見ると大陸は概ね減少している。5cm と20cm との降水量の差の分布を図-3に示す。この理由は、容水量が小さいと、収束期($P > E$)である秋冬季にたくわえた水を、発散期($P < E$)の夏季まで持ち越すことが出来ず、その結果として蒸発が減少し、降水も減るものと考えられる。また、 $P-E$ には、それほど有意な変化は見られず、エネルギー・水収支の変化は小さい。従って、容水量を小さくした際、蒸発が減少した分、顕熱および長波放射が増大していると考えられる。実際、図-4に示すように、夏季に地表面温度は高くなる傾向がある。また、図-3、図-4より、海陸の温度コントラストの増大によって夏季のインドモンスーンが強まっていることがわかる。

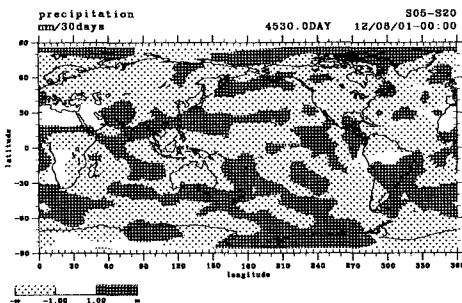


図3 圃場容水量の差による7月の降水量(mm/month)の違い S05-S20。薄いトーンが1mm以上の減少、濃いトーンが1mm以上の増加を表す。

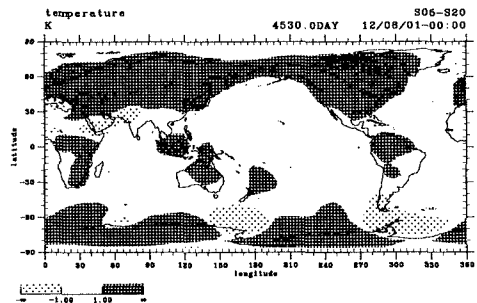


図4 圃場容水量の差による7月の地表面温度の違い S05-S20。薄いトーンが1°C以上の減少、濃いトーンが1°C以上の増加を表す。

4. 結論

AGCM の地表面圃場容水量を減少させたときの、全球の水循環の変化について分析を行なった。その結果、特に、北半球の夏季を中心とした時期の蒸発と降水が減少し、地表面温度が上昇することが示された。

参考文献

- [1] P. C. D. Milly and K. A. Dunne. Sensitivity of the global water cycle to the water-holding capacity of land. *Journal of Climate*, Vol. 7, pp. 500-525, 1993.
- [2] 沖大幹, 虫明功臣, 江守正多, 沼口敦. 大気大循環モデルによる大河川の流域水循環と水収支推定. 水工学論文集, Vol. 39, pp. 103-108, 1995.
- [3] 近藤純正. 表層土壌水分量予測用の簡単な新パケツモデル. 水文・水資源学会誌, Vol. 6, pp. 344-349, 1993.