

力学的ダウンスケーリング手法を用いた 地球温暖化に伴う利根川流域での降水特性変化に関する研究

金沢大学 学生会員 ○細井 麻里
金沢大学 正会員 谷口 健司

1. 研究の背景及び目的

近年の大雨災害については、地球温暖化の影響が懸念されている。「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」による第4次報告書は、温暖化に伴う大雨頻度の増加の可能性を指摘している。また、我が国の中央防災会議は、利根川右岸が破堤した場合の首都圏氾濫で約230万人が浸水被害に遭い、江戸川、荒川との複合災害ではさらに甚大な被害が生じるとしている。地球温暖化の影響評価は、こうした災害想定を検討するうえでも重要である。一方、地球温暖化の影響評価には、全球気候モデル (GCM) による温暖化予測が有用であるが、時間・空間的に解像度が粗く、流域レベルでの議論を行うには、ダウンスケーリングを行う必要がある。本研究では数値気象モデルを用いた力学的ダウンスケーリングを行い、利根川流域における将来の気候変化下での降水量、降水分布への変化について検討する。

2. 力学的ダウンスケーリングの概要と使用データ

本研究では、非静力領域気象モデル Weather Research and Forecasting system (WRF)を用いて、Sato et al. (2007)¹⁾の手法に基づき、GCMによる実験での現在気候と将来気候の間の変化量を、現在気候を精度よく再現したデータにバイアスとして加えた疑似温暖化結果を作成し、WRFによるダウンスケーリングを行う。この手法では、再現性の高い現在気候のダウンスケーリング結果と、それに基づく将来気候が得られ、複数の温暖化予測結果を用いる際にも、単一の現在気候の結果による比較が可能である。

対象年は多雨年 (1991)・少雨年 (1997)・平年並みの降雨量の年 (2000)とし、東アジア域、日本周辺域、利根川流域をそれぞれ90km, 30km, 6kmの解像度を与えてネスティングを行う。

現在気候のダウンスケーリングの初期値・境界条件には気象庁長期再解析データ (JRA25)²⁾を用いる。

疑似温暖化結果作成のための将来気候予測には、第3次結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP3)³⁾

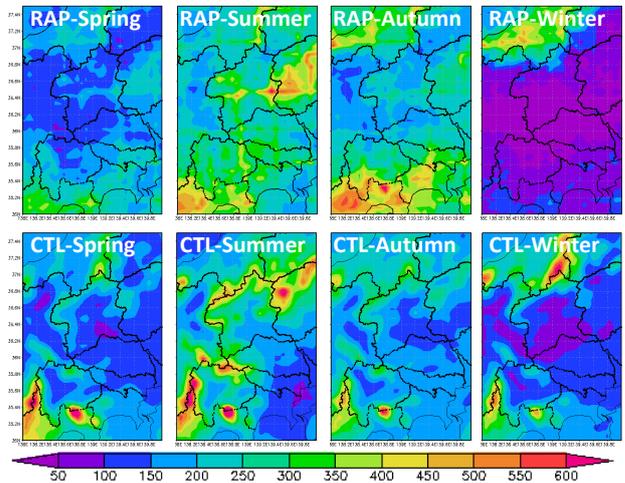


図-2 RAP (上段) 及び CTL (下段) における3カ年平均の季節ごとの降水量分布。左から春季, 夏季, 秋季, 冬季。

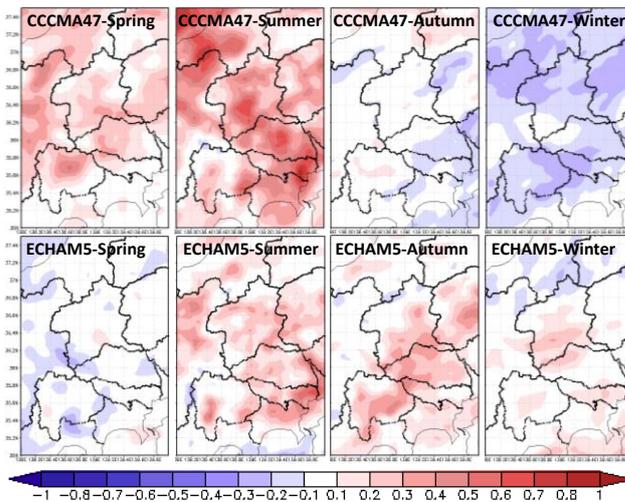


図-2 将来気候と現在気候 (CTL) における3カ年平均降水量の差。左から春季, 夏季, 秋季, 冬季。上段: CCCMA47, 下段: ECHAM5。

によるデータを用いる。使用するシナリオはバランスのとれた政策シナリオであるA1Bとし、温暖化によるバイアスは、CMIP3での20世紀気候再現実験及びA1Bシナリオの、それぞれ1991~2000年及び2061~2070年の10年間における各月の平均場の差分として算出した。使用する予測出力はCanadian Center for Climate Modeling and Analysis, CGCM3.1 T47及びMax-Planck Institute of Meteorology, ECHAM5によるもので、各出力を用いた結果をCCCMA47, ECHAM5, 現在気候についてはCTLと表記する。

表-1 利根川上流・中流・下流の各領域での夏と秋における領域内最大時間降水量の発生頻度.

括弧内は将来気候での頻度を CTL での頻度で割った値. 1.2 以上は太字, 0.8 以下に下線を付した.

		20mm/h 以上 40mm/h 未満			40mm/h 以上		
		CTL	CCCMA47	ECHAM5	CTL	CCCMA47	ECHAM5
上流	夏	197	200 (1.02)	198 (1.01)	18	20 (1.11)	27 (1.5)
	秋	39	49 (1.26)	53 (1.36)	1	1 (1.00)	7 (7.00)
中流	夏	99	142 (1.43)	116 (1.17)	41	77 (1.88)	60 (1.46)
	秋	11	26 (2.36)	48 (4.36)	5	14 (2.8)	19 (3.8)
下流	夏	75	90 (1.20)	90 (1.20)	41	51 (1.24)	48 (1.17)
	秋	25	22 (0.88)	25 (1.00)	12	9 (0.75)	17 (1.42)

ダウンスケーリングによる降雨量の検証には, レーダアメダス解析雨量 (RAP) を用いる.

3. 現在気候のダウンスケーリング結果

対象とした 3 か年について平均した, RAP 及び CTL による利根川流域周辺での春 (3~5 月), 夏 (6~8 月), 秋 (9~11 月), 冬 (12~2 月) の 3 か月降水量の空間分布を図 1 に示す. CTL において春から夏に向けて降水が増加し, 冬に減少するという季節変化が再現されているが, 夏・秋は平野部で降水量が少なく, 冬は過大な傾向がみられる. また, CTL 及びアメダス観測雨量の降水量別頻度の比較では, ダウンスケーリング結果において, 利根川上流域では強い雨が観測に比べて多く, 中流・下流域においては頻度及び強度ともに過少傾向であるとの結果を得た.

4. 将来気候における降水特性の変化

2 つの温暖化予測出力を用いた疑似温暖化結果のダウンスケーリング結果と CTL における年降水量の空間分布を比較したところ, 利根川流域の広範にわたり増加傾向が認められた (図 2). 季節ごとの変化については, 夏季降水量に顕著な増加が認められた一方で, 他の季節については 2 つの将来気候において異なる変化傾向が認められた. 将来における温暖化影響評価を行うにあたっては, 複数の予測による変動幅を考慮すべきことが指摘されているが, 共通する変化傾向については重視するなど, 季節ごとの信頼性の違いを考慮することで, より有用な影響評価につながると考えられる.

季節ごとの領域内での強雨の頻度を調べた (表 1). 夏季に 40mm/h 以上の強雨が利根川上・中・下流域の全てで増加する可能性が示唆された. 中流部では秋季においても強雨の発生頻度が増加する可能性が示唆された. また, 利根川上・中・下流域における時間雨量の最大値で, 上・中・下流域のいずれでも顕著な増加がみられた (表 2). 24 時間雨量においては中流及び下流で顕著な増加がみられた. 地球温暖化に伴い, 強い雨の

表-3 利根川上流・中流・下流の各領域における時間降水量の最大値. 括弧内は将来気候での値を CTL での値で割った値. 1.2 以上は太字で, 0.8 以下に下線を示してある.

	CTL	CCCMA47	ECHAM5
上流	73.5	90.6 (1.23)	96.7 (1.32)
中流	66.2	115.3 (1.74)	111.3 (1.68)
下流	73.1	105.7 (1.45)	136.1 (1.86)

強化が示唆されているが, 利根川流域においても同様の変化の可能性があり, 特に中流域では極端事象の強化に加え, その頻度増加も注視する必要がある.

5. まとめ

本研究では, 2 つの温暖化予測出力に基づく疑似温暖化結果のダウンスケーリングにおいて異なる変化傾向がみられたが, 全球気候モデルの不確実性がある以上避けられない問題である. 今後, 使用する温暖化予測出力を増やすとともに, ダウンスケーリング期間を長期化することで, 不確実性を統計的に取り扱いながら影響評価を行うことが必要である. また, 本研究では 10 年平均の各月の温暖化バイアスを与えているが, 境界条件から与えられる年々変動, 日周変化の振幅は現在気候の幅と同様となり, 将来気候において起こり得る極端事象が生じる場を与えることができない. 今後, 将来気候での変動を反映した疑似温暖化結果の作成およびダウンスケーリングが必要である.

参考文献

- 1) Sato et al.: Projection of global warming onto regional precipitation over Mongolia using a regional climate model, J. Hydrology, 333, pp. 144-154, 2007.
- 2) Onogi et al.: The JRA-25 Reanalysis, J. Meteor. Soc. Japan, Vol.85 (3), pp.369-432, 2007.
- 3) Meehl et al.: The WCRP CMIP3 MULTIMODEL DATASET - A New Era in Climate Change Research, Bull. Am. Met. Soc., 88, pp. 1383-1394, 2007