

気候モデルを利用した日本の洪水リスク評価

東北大学大学院 学生会員 ○佐藤 歩
東北大学大学院 正 会 員 川越 清樹
東北大学大学院 正 会 員 風間 聡

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う気候変動への対応に、社会の関心が寄せられている。日本においては、集中豪雨の頻度、量ともに増加することが見込まれる。国土の1割にすぎない河川氾濫区域に資産の75%が集中する日本列島において、特に懸念される災害が洪水に伴う河川災害である。気候変動により、河川氾濫区域の拡大、既設対策では対応できない自然現象の出現が予想され、洪水リスクの増加が確実視される。今後、現行の治水対策に対する経済損失の定量的変化を見積もることが対策を考える上で重要となるため、気候変動による適応費用を算出する必要がある。しかしながら、温暖化対策による経済影響評価は、陸域における浸水被害の適応費用といった議論には至っていない。

また、近年のコンピューター処理能力の飛躍的向上とシミュレーション技術の発達に伴い、時間スケール・空間スケールの高解像度化が進み、その結果、数十km格子・日単位の予測結果を利用する事も可能となってきた。

本研究では、河川域を対象に日本全土において整備された現在気候と将来気候の降雨極値データを用い、河川の外水氾濫による被害の定量化を行った。

2. データセット

氾濫計算に、標高、土地利用、再現期間毎の現在気候と将来気候の降雨極値の数値地理情報を用いる。これらは、すべて1km×1kmの解像度のグリッドセルデータである。気候予測モデルとしてSRES(Special Report on Emission Scenario)がA2(多元化型社会)の地域気候モデルMRI-RCM20-Ver.2(気象庁・気象研究所)、SRESがA1B(化石燃料・非化石燃料のバランス重視の高成長型社会)のMIROC(the Model for Interdisciplinary Research on Climate；国立環境研究所・東京大学気候システム研究センター・海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター)のデータを利用した。将来の気候変化の条件とし

て2050年に対応する中間気候(MRI-RCM20-Ver.2の場合2031年から2050年のデータ、MIROCの場合2036年から2065年のデータ)を対象にする。

3. 氾濫モデル

本研究では、河川構造物を考慮せず、原始河川に対して氾濫シミュレーションを行う。よって、流出域を定義せず、日本全体を氾濫原として据え、全域に氾濫モデルを適用した。氾濫モデルには、二次元不定流モデルを選択した。

4. 被害額単価の作成

国土数値情報KS-META-L03-09Mデータに格納されている15の土地利用分類に従い、治水経済調査マニュアル¹⁾を参考に作成された、土地利用毎の被害額単位を利用した²⁾。ここで用いる土地利用は、(1)田(2)畑地(3)建物用地(4)ゴルフ場(5)幹線交通用地(6)森林(7)荒地(8)その他の用地(9)河川地及び湖沼(10)海浜(11)海水域とする。

5. 解析結果

再現期間毎(5年、10年、30年、50年、100年)の降雨極値分布データを用いて行った氾濫計算結果と浸水被害額単価から、再現期間毎の被害額を求め、治水経済調査マニュアル¹⁾を参考に年平均被害期待額としてまとめた(表-1)。再現期間100年までを考慮した年平均被害期待額は、約11兆円である。

6. 将来気候における年平均被害期待額

被害期待額を温暖化に対して適用するために、将来気候降雨極値データを用いて、再起確率の変動調査を行った。再現期間と、それぞれの再現期間に対応した降雨極値の全メッシュ平均値の関係を回帰式で表現したものが図-1である。作成した回帰式から、再現期間と降雨極値の間には高い相関が見られる。図-2における近似対数式より、将来気候における再現期間の変動を求め(表-2)、将来気候における年平均被害期待額を算出した。結果を表-3に示す。

7. 気候変動により生じる便益と被害の比較

将来再現期間50年降雨は、現在再現期間50年降

雨と比較して、降雨量が増大し、被害の増加が見込まれる。これは、現在再現期間 50 年までの年平均被害期待額と将来再現期間 50 年までの年平均被害期待額の差をとることで定量化される。一方で、現在再現期間 50 年と同規模の洪水による被害期待額も増加するため、現在の治水施設による便益も生じる。これは、現在再現期間 50 年までの年平均被害期待額と、将来気候でそれと同規模の洪水(RCM：20 年，MIROC：36 年)までの年平均被害期待額の差で求められる。

以上の考えを基に、再現期間 50 年までの年平均被害期待額の累計を比較すると、再起確率の変化によって生じる便益は、RCM では約 6 兆 2,500 億円，MIROC では約 1 兆 5,900 億円，新たに期待される被害は、RCM では約 9 兆 3,200 億円，MIROC では約 2 兆 2,900 億円である。RCM では 3 兆 700 億円，MIROC では 7,000 億円だけ便益に比べ被害が大きく、金額のみで考えた場合、年平均でこれだけの便益を伴う治水整備が必要となる。

8．結論

氾濫計算結果と、土地利用毎の被害額単価から想定される浸水被害を再現期間毎に評価し、年平均被害期待額としてまとめた。また、将来気候における再現期間の変動を考慮した将来再現期間における年平均被害期待額を求め、気候変動による便益と被害を定量化した。本研究から以下の結論を得た。

- 1) 再現期間毎の降雨極値は、現在気候，将来気候ともに指数関数的に増加し、将来気候における現在再現期間 50 年降雨極値は、RCM では 20 年，MIROC では 36 年に相当する。
- 2) 再現期間 50 年降雨によって期待できる被害と便益を将来年平均で比較した場合、被害の方が大きく、その差額は RCM では 3 兆 7,00 億円，MIROC では 7,000 億円である。

謝辞：本研究は、環境省地球環境研究総合推進費(S-4)：「温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合評価に関する研究」と日本大学学術フロンティア推進事業の研究助成によって行われた。ここに記して謝意を示す次第である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル，106pp，2005.
- 2) 佐藤歩，川越清樹，風間聡，沢本正樹：降雨極値データを利用した気候変動に伴う全国浸水被害額評価，水工学論文集，No.52，pp.433-438，2008.

表-1 現在再現期間毎の年平均被害期待額（単位：億円）

再現期間 (年)	年平均 超過確率	被害額	区間平均 被害額	区間確率	年平均被害 期待額	累計
5	0.20	387,033	(A)	(B)	(A×B)	(ΣA×B)
			467,636	0.100	46,764	46,764
10	0.10	548,238	658,919	0.067	43,928	90,691
			839,262	0.013	11,190	101,882
30	0.03	769,600	1,016,959	0.010	10,170	112,051
50	0.02	908,923				
100	0.01	1,124,994				

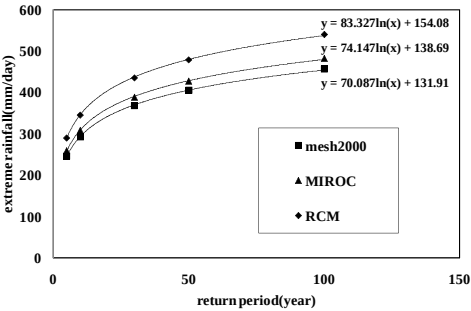


図-1 現在気候と将来気候における再現期間毎の降雨極値(mesh2000:現在気候に対応した再現期間毎の降雨極値)

表-2 将来気候における降雨極値再現期間の変動(単位：年)

現在気候 再現期間	将来気候再現期間	
	RCM	MIROC
5.0	3.0	4.3
10.0	5.3	8.0
30.0	13.1	22.1
50.0	20.3	36.4
100.0	37.9	73.1

表-3 将来再現期間毎の年平均被害期待額（単位：億円）

RCM（SRES：A2）

再現期間 (年)	年平均 超過確率	被害額	区間平均 被害額	区間確率	年平均被害 期待額	累計
3.0	0.33	387,033	(A)	(B)	(A×B)	(ΣA×B)
			467,636	0.145	67,645	67,645
5.3	0.19	548,238	658,919	0.112	74,025	141,671
			839,262	0.027	22,723	164,393
13.1	0.08	769,600	1,016,959	0.023	23,264	187,657
			1,163,646	0.006	7,430	195,087
20.3	0.05	908,923				
37.9	0.03	1,124,994				
50.0	0.02	1,202,297				

MIROC（SRES：A1B）

再現期間 (年)	年平均 超過確率	被害額	区間平均 被害額	区間確率	年平均被害 期待額	累計
4.3	0.23	387,033	(A)	(B)	(A×B)	(ΣA×B)
			467,636	0.108	50,298	50,298
8.0	0.13	548,238	658,919	0.080	52,550	102,848
			839,262	0.018	14,919	117,767
22.1	0.05	769,600	933,108	0.007	6,973	124,739
			1,041,144	0.006	6,580	131,319
36.4	0.03	908,923				
50.0	0.02	957,294				
73.1	0.01	1,124,994				