

第II部門 地球温暖化に伴う洪水流量の予測と管理に関する数値実験

京都大学工学部 学生員 ○ 鈴木琢也
 京都大学防災研究所 正員 立川康人

京都大学防災研究所 正員 佐山敬洋
 京都大学防災研究所 フェロー会員 寶 馨

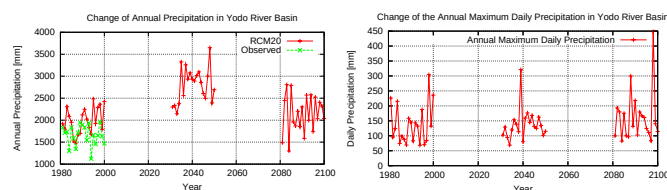
1 はじめに 近年、地球温暖化の影響と考えられる気候の変化が世界中で現れ、日本でも降水現象、気温に変化が現れている。このまま当面止まることなく進行すると考えられる地球温暖化に対して、気温、降水量の変化、そしてそれらが地球環境に与えるさまざまな影響を予測し、適切な対策をしていくことは重要である。

そういった中、予測として数々の数値実験的研究が行われており、気象庁・気象研究所では地域気候モデルMRI-RCM20(以下RCM20とする。)で計算された結果を提供している[1]。提供しているデータは1981年～2000年の現在気候再現値と2031年～2050年、2081年～2100年の将来気候予測値の降水量、蒸発量、雲量、気温などの日データであり、格子間隔20 kmで出力されている。

この高解像度モデルによって地域ごとに温暖化影響の評価及び対策の検討が可能になり、このモデルを用いた研究もいくつか発表されている。増田(2006)[2]はこのRCM20データを用い、淀川流域における流量の変動及びダム操作への影響を示した。この際、日データの入力による流出シミュレーションでは流量ピークがうまく再現できないことが示され、日データの時間データへのダウンスケール手法が開発された。

しかし、増田(2006)の研究では、ダウンスケールは1パターンでしか行われていない。ダウンスケールのパターンを変えて、複数の時間降水量系列を作成すれば、同じ日データでも違った時間データを得る。複数のデータパターンで解析を行うことで、よりはっきりと予測傾向をつかめると考える。そのため本研究では複数ダウンスケールした時系列パターンを用いての淀川流域における流量の変動及びダム操作の影響を考察する。

2 降水量の変化傾向 本研究において対象とする淀川流域における年間降水量及び年最大日降水量をRCM20データより算出しグラフに示す(図1)。年間降水量のグラフから、RCM20データ(赤)は観測値(緑)



年間降水量の推移

年最大日降水量

図1 淀川流域における降水量データ

より全体的に大きな値をとっていること、50年後にかなりの増加傾向が見られる。100年後は50年後よりは減っているが現在よりは増加しており、多い年少ない年の差が激しい。年最大日降水量は、全体的に増加傾向にあり、特に100年後に大きな値をとる傾向があることがうかがわれる。

3 ダウンスケール手法 増田(2006)が示した日データの時間データへのダウンスケール法に従い、時間データへのダウンスケールを行う。本手法で用いる時系列発生手法は(1)降水の有無の決定(2)降水量の決定の2段階に分けて行う。そのなかで(1)降水の有無の決定には、ある時間の降水の有無は前の時間の降水の有無のみに依存して決まるとする1次マルコフ連鎖を用いる。(2)の降水量の分布の決定には対数正規分布を用いたAR1過程による時系列発生を利用した。本研究では複数のダウンスケールパターンを用意しシミュレーションを行うことが目的であるため、ここでは6パターンの時間データを作成した。

4 シミュレーション方法 ダム群の流況制御過程を考慮した広域分布型予測システム[3]を用いて、淀川流域全体(枚方上流:7281km²)を対象とした流出シミュレーションを行う。現在、50年後、100年後それぞれ20年分の計60年分の長期間のシミュレーションを行うには膨大な時間を要する。このため飯田(2004)[4]によって提案された、淀川流域を1707の部分流域に分割し、各部分毎に集中化を図ったモデルを用いることとした。この集中化したモデルによって広域分布型予測システムの精度を保ちながら、シミュレーションの所要時間を大幅に短縮することが可能となっ

た。このモデルに時間データにダウンスケールしたRCM20 データを入力しシミュレーションを行った。

5 シミュレーション結果と考察 枚方地点における日最大流量を20年分365日集め大きい順に並べなおし、決められた流量(単位は m^3/s)を超える量の累計を表1に表した。run～は異なる時系列パターンで行ったシミュレーションを意味する。まず各時系列パターンごとの比較をすると、同じ日データを用いているのにかかわらずばらつきがあることが確認できる。データによっては同じ日における最大流量で2倍もの開きが確認された。このことから流量予測をする上で時間データの取り方は非常に重要なことであるといえる。次に各20年毎に特徴を分析すると、まず50年後には枚方地点において $3000\sim 5000\text{m}^3/\text{s}$ の間の流量の洪水が多発する傾向があることがわかる。また100年後には極値として $30000\text{m}^3/\text{s}$ を超える結果も出て、大きな洪水の発生の可能性が示唆されている。

表1 枚方地点流量最大流量の分布

1981～2000							
	30000～	20000～	15000～	10000～	7500～	5000～	3000～
run1	0	0	2	4	11	15	35
run2	0	0	2	4	8	17	31
run3	0	1	2	6	10	18	33
run4	0	1	1	3	12	22	32
run5	0	0	1	4	9	20	37
run6	0	0	1	3	6	16	33

2031～2050							
	30000～	20000～	15000～	10000～	7500～	5000～	3000～
run1	0	1	2	3	6	17	73
run2	0	0	1	2	4	15	79
run3	0	0	0	2	4	14	78
run4	0	0	0	1	2	17	70
run5	0	0	2	2	5	13	85
run6	0	2	2	3	7	14	77

2081～2100							
	30000～	20000～	15000～	10000～	7500～	5000～	3000～
run1	0	1	1	6	9	17	44
run2	1	3	3	5	9	18	47
run3	2	3	5	9	10	16	44
run4	0	1	3	5	9	17	47
run5	1	1	2	5	10	21	45
run6	1	2	3	7	10	17	50

表2は、流域中のダムの中から日吉ダム、青蓮寺ダム、高山ダムにおける洪水調節の回数及びただし書き操作回数についてまとめたものである。全てのダムにおいてrunごとの違い、すなわちダウンスケールのパターンによる違いはピーク流量のそれに比べて小さいことがわかる。これは、ダム操作が降水の時間パターンより長期間の総降水量に依存するためである。各ダムごとに比較すると、まず日吉ダムは2031～2050年に洪水調節回数ただし書き操作回数が

表2 洪水調節・ただし書き操作の回数

日吉ダム

	洪水調節回数			ただし書き操作回数		
	1981-2000	2031-2050	2081-2100	1981-2000	2031-2050	2081-2100
run1	33	72	39	1	10	4
run2	33	74	40	1	9	4
run3	33	73	40	1	9	4
run4	31	73	40	2	9	5
run5	36	72	41	1	11	4
run6	34	72	41	1	10	4

青蓮寺ダム

	洪水調節回数			ただし書き操作回数		
	1981-2000	2031-2050	2081-2100	1981-2000	2031-2050	2081-2100
run1	11	5	9	0	0	0
run2	12	6	9	1	0	0
run3	12	4	9	2	0	0
run4	10	9	11	1	0	0
run5	8	5	11	2	0	0
run6	8	7	12	1	0	0

高山ダム

	洪水調節回数			ただし書き操作回数		
	1981-2000	2031-2050	2081-2100	1981-2000	2031-2050	2081-2100
run1	11	9	9	2	0	1
run2	12	10	8	2	0	2
run3	10	9	10	2	0	3
run4	11	10	9	2	0	1
run5	10	9	8	2	0	2
run6	9	10	11	3	0	2

かなり増えることがいえる。青蓮寺ダムは逆に2031～2050年の間の洪水調節回数が少なく、高山ダムはどの期間も大体同じである。このように各ダムごとに異なった傾向を確認することができた。

6 結論 河川流量の予測には降水の時系列によってかなり差が出ること、淀川流域においては50年後に比較的小さな洪水が多発する傾向があること、100年後には最大流量がかなり大きな値をとる可能性があることがわかった。ダム操作においては時系列のとり方ではなくより長期間の総降水量に依存すること、また同じ流域内でも場所ごとに傾向が異なっていることが分かった。

参考文献

- [1] 気象庁:地球温暖化予測情報第5巻、第6巻。
- [2] 増田亜未加(2006):地球温暖化に伴う河川流量の変動と洪水管理に関する研究, 京都大学修士論文。
- [3] 佐山敬洋・立川康人・寶馨・市川温(2005): 広域分布型流出予測システムの開発とダム群治水効果の評価, 土木学会論文集, No.803/ -73, pp13-27。
- [4] 飯田哲徳(2004): 淀川流域を対象とした分布型流出予測システムの構築に関する研究, 京都大学卒業論文。