

温暖化による河川流況の統計量分布の変化に関する研究

岐阜大学工学部 正会員 宝 馨
 岐阜大学工学部 学生員 TAN BOON LAY
 岐阜大学工学部 学生員 ○鶴飼 晃成

1 目的

近年、環境問題が各方面から様々な注目を集めているが本研究では中でも地球温暖化について着目し将来起こるであろう様々な影響について予測する。ここでは、主に温暖化による河川流域の水文応答の変化を過去のデータを用いて数値実験によって予測する。こうして得られる河川流況の統計量に確率分布モデルを当てはめ、温暖化による分布形状の変化、確率流量の変化を調べる。

2 温暖化シナリオと仮定

本研究では、予測期間を2030年までとし、地球温暖化シナリオは2030年の時点で気温変化 $0^{\circ}\text{C}\sim+3^{\circ}\text{C}$ 、降水量変化 $-10\%\sim+10\%$ とし表1のような6ケースを用いる。気温変化については、1991年から2030年まで線形的に増加するものとし、降水量についても気温変化に伴って線形的に増加するものとする。¹⁾ また、対象とする流域は琵琶湖南部の野洲川流域(387km^2)とする。この地域を選んだ理由は、降雪が比較的少ないこと(融雪出水は考慮にいれないため)と、この流域の温暖化シナリオを考慮にいれた将来(2000～2030年)の予測流量データが入手できるためである。このデータは、野洲川流域にタンクモデルを設定し、1963年から1980年($N=18$)までの降雨データをもとに1000回シミュレーションを行ったものである。取り扱う流況の統計量は、このデータによる各年毎のハイドログラフの各年365日の日流量系列を大きい順に並べ換えた流況曲線のうち Q_1 (年最大流量)、 Q_2 、 Q_3 、 Q_{30} 、 Q_{50} 、 Q_{95} (豊水流量)、 Q_{185} (平水流量)、 Q_{275} (低水流量)、 Q_{355} (渇水流量)、半旬流量や旬流量の極値、月流量とする。

ケース	気温変化	降水量変化
1	$+3^{\circ}\text{C}$	0%
2	$+3^{\circ}\text{C}$	$+10\%$
3	$+3^{\circ}\text{C}$	$+5\%$
4	$+3^{\circ}\text{C}$	-5%
5	$+3^{\circ}\text{C}$	-10%
6	0°C	0%

表1 温暖化シナリオ

3 方法

地球温暖化シナリオの基に予測される河川流況の統計量についてヒストグラムを用いて頻度解析を行う。さらにそれらの統計量について、確率分布モデルを当てはめる。候補モデルとして次の11種の分布モデルを候補とする。

- 正規分布(2母数)、対数正規分布(2母数、3母数)
- PEARSON III型分布(2母数、3母数)、対数PEARSON III型分布(3母数)
- 平方根指数型最大値分布(2母数)、一般化極値(GEV)分布(3母数)
- Gumbel分布(2母数)、対数Gumbel分布(2母数、3母数)

なお母数推定には、最尤法を用いる。

確率分布モデルの選択には宝・高棹(1988)の研究²⁾を参考にして上記の11種の分布モデルそれぞれについて以下のような指標を用いて、適合度評価を行う。

《適合度評価指標》

- ・標準最小二乗基準(SLSC)、
- ・最大対数尤度(MLL)
- ・情報量基準(AIC)、
- ・相関係数(COR)

適合度評価指標の適合度が良く、かつ確率水文学の変動が最も小さいモデルを選択する。本研究では特にAICを採用し、これを最小とするモデル(MAICEモデル)³⁾を選ぶ。

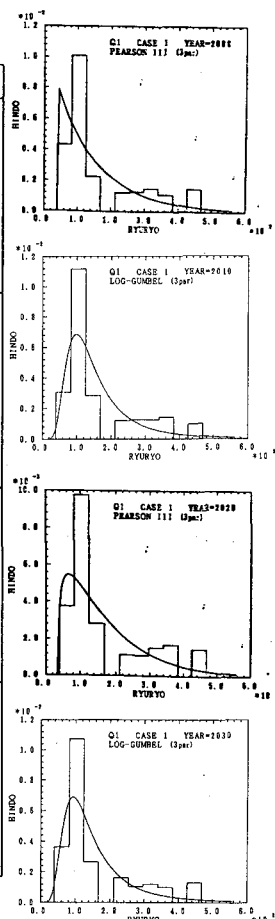
こうして得られる確率分布モデル及びその再現確率統計量(T年確率水文学)が温暖化によりどの様に变化するのかを温暖化しないというシナリオの場合と比較することによって将来の影響について検討する。

4 結果と考察

Q_1 (年最大流量)について2000, 2010, 2020, 2030年におけるMAICEモデル及び再現確率統計量(50,100,200年確率)を以下に示す。また、右側のグラフはそれぞれの年に対応する($\Delta T=+3, \Delta P=0$)のシナリオのヒストグラム及びMAICEモデルである。

表-2 Q_1 (年最大流量)のシナリオとそのMAICEモデルと確率水文量

年	シナリオ	MAICE モデル	50	100	200
2000	$\Delta T=0, \Delta P=0$	PEARSON III(3PAR)	582.99	681.24	779.63
	$\Delta T=3, \Delta P=-10$	PEARSON III(3PAR)	505.35	588.34	671.32
	$\Delta T=3, \Delta P=-5$	PEARSON III(3PAR)	560.19	654.67	749.30
	$\Delta T=3, \Delta P=0$	PEARSON III(3PAR)	528.20	614.91	701.65
	$\Delta T=3, \Delta P=+5$	PEARSON III(3PAR)	609.46	713.49	817.76
	$\Delta T=3, \Delta P=+10$	PEARSON III(3PAR)	611.49	715.64	820.04
2010	$\Delta T=0, \Delta P=0$	LOG-GUMBEL(3PAR)	538.51	683.17	861.58
	$\Delta T=3, \Delta P=-10$	LOG-GUMBEL(3PAR)	512.45	658.23	840.32
	$\Delta T=3, \Delta P=-5$	LOG-GUMBEL(3PAR)	526.57	673.36	855.91
	$\Delta T=3, \Delta P=0$	LOG-GUMBEL(3PAR)	540.64	688.57	871.82
	$\Delta T=3, \Delta P=+5$	LOG-GUMBEL(3PAR)	554.97	704.34	888.76
	$\Delta T=3, \Delta P=+10$	LOG-GUMBEL(3PAR)	569.69	720.87	907.00
2020	$\Delta T=0, \Delta P=0$	PEARSON III(3PAR)	522.56	600.09	677.10
	$\Delta T=3, \Delta P=-10$	PEARSON III(3PAR)	502.00	585.94	669.89
	$\Delta T=3, \Delta P=-5$	PEARSON III(3PAR)	508.08	587.10	665.79
	$\Delta T=3, \Delta P=0$	PEARSON III(3PAR)	526.77	606.71	686.22
	$\Delta T=3, \Delta P=+5$	PEARSON III(3PAR)	546.95	628.34	709.22
	$\Delta T=3, \Delta P=+10$	PEARSON III(3PAR)	568.22	651.44	734.10
2030	$\Delta T=0, \Delta P=0$	LOG-GUMBEL(3PAR)	545.92	696.31	882.78
	$\Delta T=3, \Delta P=-10$	LOG-GUMBEL(3PAR)	493.40	648.03	845.85
	$\Delta T=3, \Delta P=-5$	LOG-GUMBEL(3PAR)	522.54	678.52	875.65
	$\Delta T=3, \Delta P=0$	LOG-GUMBEL(3PAR)	551.87	710.43	909.12
	$\Delta T=3, \Delta P=+5$	LOG-GUMBEL(3PAR)	580.36	741.55	942.07
	$\Delta T=3, \Delta P=+10$	LOG-GUMBEL(3PAR)	609.87	774.68	978.57



($\Delta T=0, \Delta P=0$)のシナリオ(温暖化なし)を現在とみなし、温暖化が起こった場合のシナリオと比較すると気温変化による確率水文量の変化はわずかであるが、降水量変化による影響が大きい。例えば2030年における100年確率流量は($\Delta T=3, \Delta P=0$)のシナリオにおいては2%増であり、 $\Delta P=+10$ では11%増、 $\Delta P=-10$ では7%減であった。その他詳細は講演時に述べる。

参考文献

- 1) 宝 馨・小尻利治・牧宏幸・B.L. TAN: 温暖化による流域水文応答変化に関する検討, 水文・水資源学会1991年研究発表要旨集, pp.138-141.
- 2) 宝 馨・高棹琢馬(1988): 水文頻度解析における確率分布モデルの評価基準, 土木学会論文集, 第393号/II-9, 1988, pp. 151-160.
- 3) Akaike, H.: A New Look at the Statistical Model Identification, IEEE Trans. on Autom. Contr., AC-19, pp. 716-723.