

II-50

温暖化が流域水循環に与える影響

京都大学防災研究所 正員 ○田中丸治哉

京都大学防災研究所 正員 角屋 睦

1. まえがき 温室効果気体の増加に伴う地球温暖化は、気温を上昇させるとともに、蒸発散、降雨、降雪等の水文現象を変化させて、流域規模の水循環にも影響を与えることが予想される。本研究では、気温上昇を想定したいくつかの気候変化シナリオを設定して、輪島柳田試験流域および永源寺ダム流域において同定されている長短期流出両用モデルにこれを入力し、現況との比較によって、温暖化が流域水循環に与える影響の評価を試みた結果を報告する。

2. 対象流域と資料 (1) 輪島柳田試験流域：石川県能登半島の丘陵林地に、農林水産省によって設けられた小試験流域 (0.147km^2) である。解析には、1981年5月～1989年4月の8年間に観測された時間単位ないし10分単位の降水量・流量資料を用いる。積雪融雪量は、輪島測候所の日平均気温に基づいて菅原の方法によって推定する。蒸発散量は、輪島測候所の日単位気象資料よりPenman式で推定する。

(2) 永源寺ダム流域：滋賀県愛知川上流に位置し、流域面積は 132km^2 である。解析には、1974年10月～1989年12月の約15年間に観測された日単位ないし時間単位の降水量・流量資料を用いる。流域平均降水量は、流域を標高別に4地帯分割し、地帯別降水量を面積加重平均して求める。積雪融雪量は、ダム地点の最高最低気温に基づいて菅原の方法によって推定する。蒸発散量は、彦根気象台の月単位気象資料より日射量法の一つであるMakkink式で推定する。

3. 長短期流出両用モデルの同定適用 図1に示す長短期流出両用モデルは、洪水・低水流出を同時に連続して扱える貯留型モデルである。輪島柳田流域では、1985年5月～1989年4月の4年間の資料を、永源寺ダム流域では、1981～1982年の2年間の資料を用いて、SP法でモデル定数が同定され、図2に示す最適定数が得られている。検証計算を行って再現性を調べたところ、月流出高および日流出高の相対誤差は、輪島柳田流域では、8年間の平均でそれぞれ14.9%、23.9%、永源寺ダム流域では、15年間の平均でそれぞれ19.5%、29.6%となった。

4. 気候変化シナリオ 最近示されている温暖化の今後の見通し¹⁾²⁾によると、温室効果気体の濃度が現在の増加率で増え続けるとすれば、全球平均気温は、2030年代に現在より $1.5\sim 3.5^\circ\text{C}$ 程度上昇すると予想され、日本を含む北半球中緯度の昇温量は、これと同程度になるとみられている。ここでは、このような見通しを参考にして、気温が 2°C および 4°C 上昇する場合とそれらに $\pm 10\%$ の降水量変化を伴う場合を想定した次の6通りの気候変化シナリオを作成した。

- ① 気温 2°C 上昇、降水量変化なし
- ② 気温 2°C 上昇、降水量10%減少
- ③ 気温 2°C 上昇、降水量10%増加
- ④ 気温 4°C 上昇、降水量変化なし
- ⑤ 気温 4°C 上昇、降水量10%減少
- ⑥ 気温 4°C 上昇、降水量10%増加

気候変化シナリオにおける気温および降水量は、既往資料に想定変化量を加えたものとし、蒸発散量は、気温のみを 2°C および 4°C 上昇させて上述の推定式より求めた。

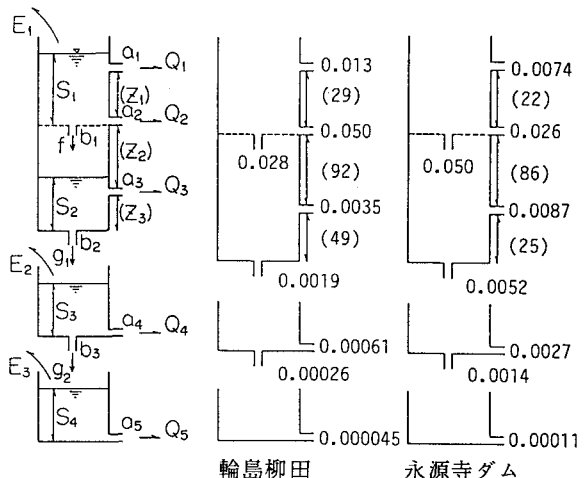


図1 モデル構成

図2 最適モデル定数(mm-h)

5. 気温上昇に伴う流域水循環の変化

既往資料（現況）および6通りの気候変化シナリオを、先に同定検証済みの長短期流出両用モデルに入力して流出計算を行い、それぞれの計算結果に基づいて、水深換算積雪量、月流出高、月蒸発散量、流況曲線、年間水収支を比較した。ここでは、輪島柳田流域で8年間、永源寺ダム流域で15年間の平均値と比較した結果を示す。得られた結果は、次のように纏められる。

① 気温上昇に伴い、両流域ともに積雪量が顕著に減少する。とくに、気温が4℃上昇した場合は、両流域ともに積雪量はほとんど0になる。現況および気温が2℃上昇した場合の旬平均水深換算積雪量を図3に示す。なお、図3の永源寺ダム流域の積雪量は、第4地帯（代表標高980m）の値を示している。

② このため、輪島柳田流域では、冬期の流出量が増加し融雪期にあたる春期の流出量が著しく減少する。一方、永源寺ダム流域でも、融雪期において流出量の減少が見られるが、冬期の降水量が少ないこともあって、気温上昇が流出波形に与える影響は比較的小さく、降水量変化の影響の方が大きい。現況および気温が4℃上昇した場合の月流出高ハイドログラフを図4に示す。輪島柳田流域では、現況での融雪流出ピーク（3月）が気温上昇に伴って消滅していることが分かる。

③ 気温上昇に伴い、両流域ともに蒸発散量が年間を通して若干増加する。その結果、2～4℃の気温上昇に伴い、年蒸発散量は、輪島柳田流域では6～13%増加し、永源寺ダム流域では5～10%増加する。降水量が変化しない場合は、年流出量はその分減少する。

④ 現況および気温上昇のみの場合の流況曲線を比較すると、輪島柳田流域では、気温上昇に伴い高水、低水流量ともにやや減少するが、永源寺ダム流域では、気温上昇が流況曲線に与える影響はごく僅かである。

【参考文献】 1)気候問題懇談会温室効果検討部会：温室効果気体の増加に伴う気候変化，1989。
2)気象庁編：異常気象レポート'89，近年における世界の異常気象と気候変動(IV)，1989。

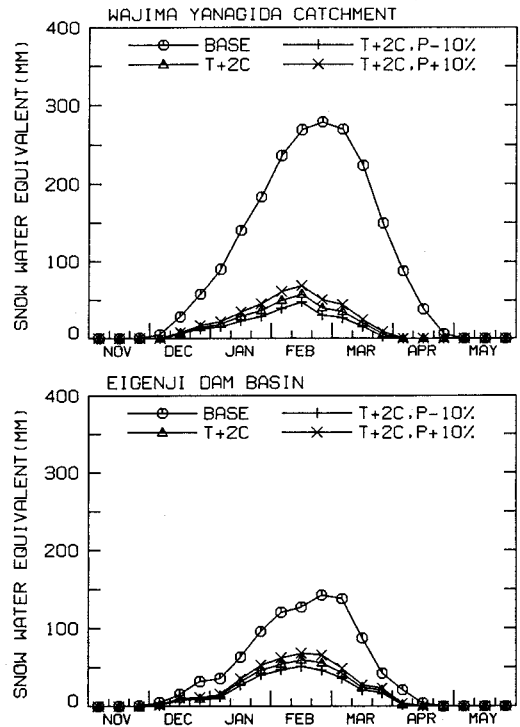


図3 気温・降水量変化に伴う積雪量の変化

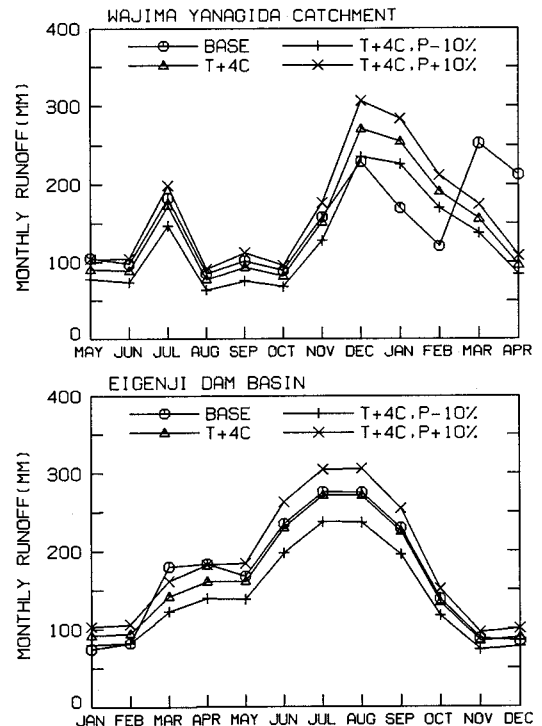


図4 気温・降水量変化に伴う月流出高の変化