

京都大学工学部 学生員 ○井本 昂志  
 京都大学大学院工学研究科 学生員 大出 真理子  
 京都大学防災研究所 正会員 浜口 俊雄  
 京都大学防災研究所 正会員 小尻 利治

1. 本研究の概要

現在、人口増加や生活水準の向上により、水問題が深刻化している。また、地球温暖化の進行により気候変動が起こると考えられ、水資源、流域環境への影響が懸念される。限りある水資源を有効活用するためには、流域単位での水資源、流域環境の総合的な管理が不可欠である。一方、近年、全世界的に地理情報システムが発達し、大循環モデル(GCM)による気候の将来予測精度が向上してきている。そこで本研究では、GCM出力値を利用し、異なる3流域に分布型流出モデルを適用することで、地球温暖化による流域水資源分布への影響の推定と比較を行った。なお、今回は水量解析を中心とし、水温・水質については検討しない。

2. 流域の流出解析手法

図1に本研究の解析手順を示す。本研究では、分布型流出モデルとして Hydro-BEAM<sup>1)</sup> (Hydrological River Basin Environment Assessment Model)を採用し、以下の手順で解析を行った。なお、解析期間は再現期間(1979-2000)・将来予測期間(2079-2100)とし、GCMはIPCCのSRES A2シナリオに基づいた気象庁の全球大気海洋結合モデル(CGCM2)を用いた。

- i) 流域をモデル化し、地理特性データにより各メッシュの地理特性を決定する。今回、解析は1kmメッシュで行った。なお、メッシュは正方形であると仮定し、水流はメッシュの中心を東西南北の4方向いずれかに流下するものとする。
- ii) 気候特性データ・各メッシュの地理特性を蒸発散過程、積雪・融雪過程に入力し、各メッシュの気候特性を決定する。GCM出力値はAMeDAS観測値により月単位で補正した後、時間単位にダウンスケールを行い入力値とする<sup>2)</sup>。
- iii) 各メッシュの地理特性・気候特性を水流流出過程に入力し、流出解析を行う。①2年間のシミュレーション期間を対象に、AMeDAS観測値による解析結果と流量観測値を比較し、パラメータ同定を行う。②決定したパラメータを用い、GCM出力値による再現期間・将来予測期間それぞれの流出解析を行う。

3. 流域のモデル化における改善箇所

- i) 落水線図の作成：本研究では、流域内の河川を含むメッシュ(河川メッシュと呼ぶ)の落水方向を事前に決めることが従来と異なる。あとは、従来の作成手順に従い落水方向を決定した。
- ii) メッシュ勾配の算定：流域の地理特性をより忠実に表すため、落水方向決定および落水勾配には、メッシュ自体の勾配を用いた。斜面勾配は、河川位数により一義的に定めるのではなく、DEMデータを用い、式(1)より算出した。

$$Inc = \tan^{-1} \left( \frac{H_{max} - H_{min}}{L} \right) \quad (1)$$

ここに、Inc: 斜面勾配, H<sub>max</sub>: 直角方向最高標高, H<sub>min</sub>: 直角方向最低標高, L: H<sub>max</sub>地点とH<sub>min</sub>地点の距離

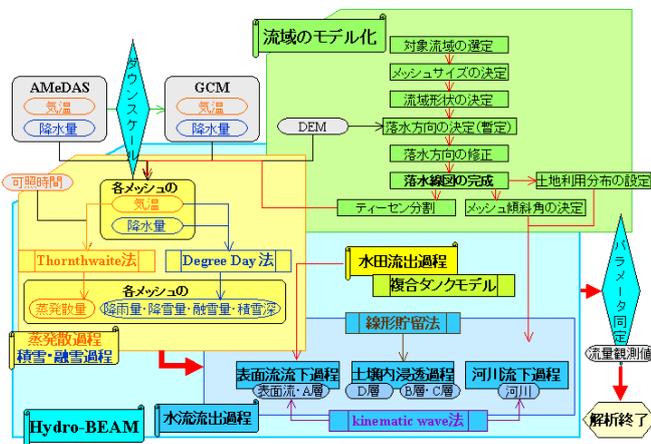


図1 解析手順

#### 4. 地球温暖化による流域水資源分布への影響

本研究では、地域による較差を見るために、対象流域として気候特性・地理特性が大きく異なる3流域——五ヶ瀬川（宮崎県）・尻別川（北海道）・加古川（兵庫県）——を取り上げた。以下、温暖化前後の流域特性の全体的な変動傾向について述べる。

月降水量は、五ヶ瀬川流域で雨期に大幅に増加し、他の2流域でも最大月降水量の増加がみられた。一方、最小月降水量はほとんど変化がなく、年降水量・降水季節集中度は増加する結果となった。また、気温・蒸発散量は、年中通して上昇、増加しており、積雪深・融雪量は総量、ピーク量ともに減少し、ピーク位置、消雪時期も早まった。

次に、最下流地点における流量特性について述べる。図2～図4に各流域の最下流地点における日流量を示す。3流域とも河況係数、流量安定度（豊水量÷渇水量とする）が増加し、渇水量（年平均）の最低値が減少した。雨期が梅雨と台風期に訪れる五ヶ瀬川流域と加古川流域に注目すると、両流域とも流量集中度、最大流量が増加する結果となった。

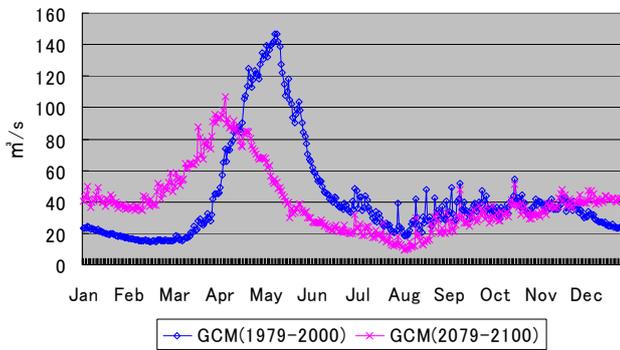


図2 日流量（名駒地点：尻別川）

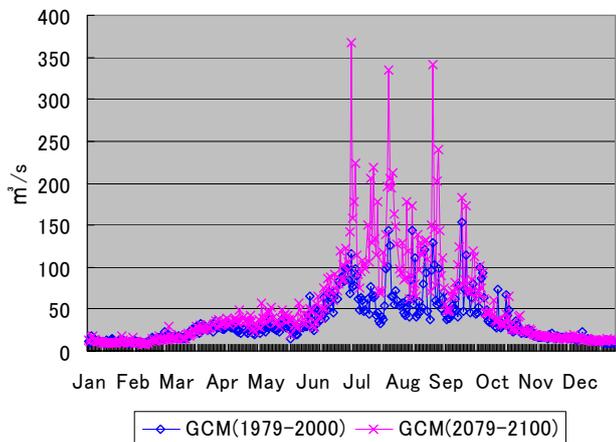


図3 日流量（三輪地点：五ヶ瀬川）

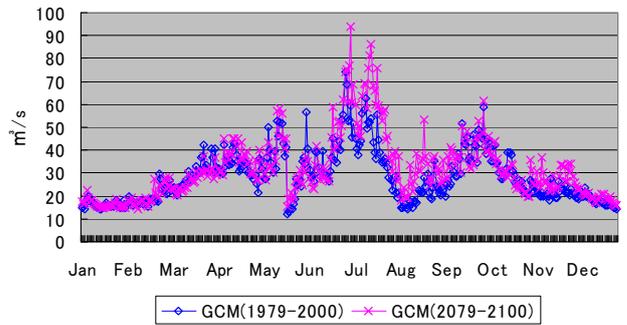


図4 日流量（国包地点：加古川）

最後に、図5は尻別川流域の流量分布を示したものである。温暖化による融雪時期の早まりが見うけられ、融雪量の増加に伴い、河川流量も増えていることがよく表現されている。

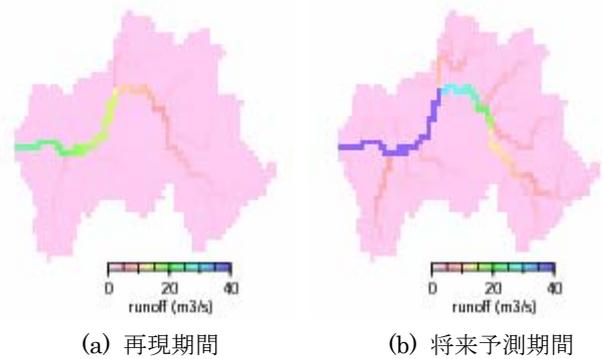


図5 尻別川流域の流量分布（3月）

#### 5. 結論

本研究では、GCM出力値を利用し、Hydro-BEAMを異なる3流域に適用することで、温暖化前後の各流域の水資源分布を時空間的に推定し、比較を行った。その結果、温暖化の影響により日本における降水量・河川流量の季節較差が拡大することが示唆された。将来、渇水や洪水の危険性が増大し、流域管理がより困難になると懸念される。

今後、水温・生態系など様々な観点からの温暖化評価、パラメータ調整の向上、海外の流域を含めたさらなる流域への適用などに取り組んでいく予定である。

#### 参考文献

- 1) 木内陽一:分布型短長期流出モデルによる流域水循環とその評価に関する研究, 京都大学大学院工学研究科修士論文, 2000
- 2) 藤原洋一・大出真理子・小尻利治・友杉邦雄・入江洋樹:地球温暖化が利根川上流域の水資源に及ぼす影響評価, 水工学論文集第50巻, 2006