第Ⅱ部門　　ダム貯水池を含む流域水資源分布の地球温暖化影響評価に関する研究

京都大学工学部　学生員　○森　英祐
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
京都大学防災研究所　正会員　田中　賢治

1．本研究の概要

現在，気候変動の進行が世界中で叫ばれており，地球温暖化の現実味が増してきている．その影響を受け，異常降雨，異常少雨など様々な異常現象が増加すると考えられており，水資源への影響が懸念されている．限りある水資源を有効活用するためには，流域単位での統合的な水資源管理が不可欠である．一方，近年，大循環モデル（GCM）による，将来予測制度が向上してきており，温暖化シナリオに基づく将来予測が活発化してきている．そこで，本研究ではGCM出力値の流域単位での適用を試み，気候変動による流域水資源分布への影響の推定，評価を行った．

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 [1]（Hydrological River Basin Environment Assessment Model)を採用し，以下の手順で解析を行った．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1㎞メッシュで行った．なお，メッシュは正方形であるとし，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 [2]．

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．①AMeDAS観測値による解析結果と流量観測値を比較し，モデルでの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．

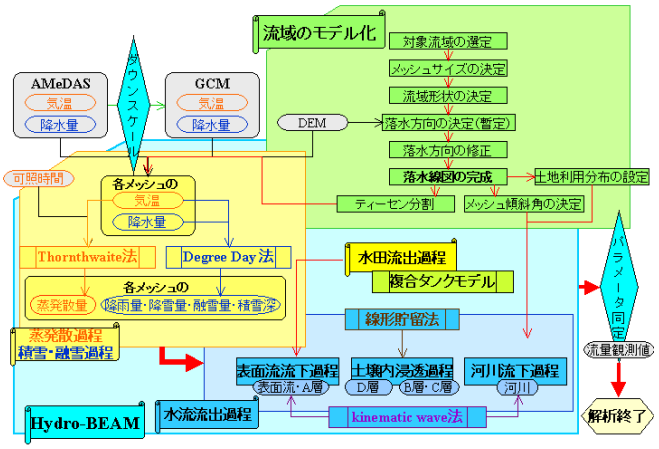

図1　解析手順

3．ダム貯水池操作のモデル化

ダム貯水池では周辺の地形に因らず，貯水位，流入量などにより人為的な操作が行われている．その為，流域をモデル化する際，ダム貯水池操作に因る流域での影響を考慮する必要がある．本研究では，ダム貯水池を外挿モデルとし，Hydro-BEAMに組み込むことにより，ダム貯水池による流域の影響を考慮した．以下にダム貯水池のモデル化手法の概略を示す．

ⅰ）貯水域の算定：ダム貯水池は周辺地形により，その形状が大きく変化し，ダム貯水池位置を決定する必要がある．そこで，DEMを用い，貯水位による貯水域の算定を行う．

ⅱ）ダム貯水池対象セルの決定：ダム堤体存在するセル，及び，貯水池に因る影響が支配的であるセルをダム貯水池対象セル(ダムセル)とする．

ⅲ）流入量の決定：ダムセルへの流入セルの流量をダムへの流入量とする．

ⅳ）放流量の決定：ダム貯水池操作(法流量操作)は主に貯水位，流入量により決定される．貯流量-貯水位の

Eisuke Mori,Toshio Hamaguchi ,Toshiharu Kojiri,Kenji Tanaka

関係から貯水位を算定し，操作規則に則り，放流量を決定する．尚，実際の貯水池操作は必ずしも操作規則通りに行われず，管理者の判断により放流量を決定されることもあるが，客観性を重視する為，これを考慮しないこととした．

v）Hydro-BEAM への組み込み：Hydro-BEAM では，各セルを kinematic wave 法，線形貯留法により解析を行っているが，ダムセルにおいて貯留量は停留しているものとし，ダムからの放流量をダムセル下流セルに返すことによりダムモデルを Hydro-BEAM に組み込む．

4．ダム貯水池による流域への影響

ピーク流量時におけるダム下流地点での河川流量をダム操作を考慮した場合，考慮しなかった場合それぞれについて図 2 に示す．ダム操作を考慮することにより，河川流量の流量曲線滑らかになり，ピークカットが行われていることが分かる．

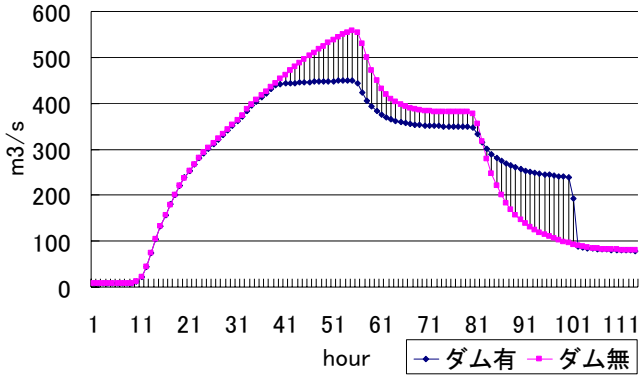

図 2　ダム貯水池によるピークカット

5．気候変動による流域水資源分布への影響

本研究では，対象流域を淀川流域とし，気候変動による影響評価を行った．以下，再現期間，将来予測期間における流域特性の全体的な変動動向について述べる．

月降水量は，夏季において大幅に増加した．特に 7 月での増加が著しく，約 1.5 倍の降水量となった．一方，最小月降水量はほとんど変化が見られず，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する結果となった．

最後に，対象流域における流量特性について述べる．図 3，図 4 に枚方地点における月平均流量，枚方地点における流況指標を示す．　全体的な流量の増加傾向が見られ，ピーク流量は大幅に増加する結果となった．3 月の流量は減少する傾向が見られたが，これは融雪量の減少，消雪日の早期化によるものと考えられる．低水時における大きな流量変化は見られなかった．

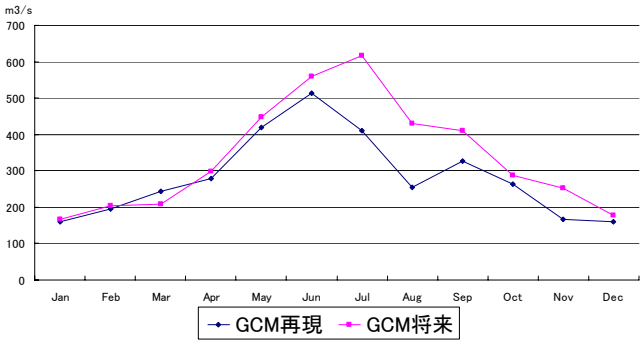

図 3 平均月流量（枚方地点）

	再現期間	将来予測期間
ピーク流量(m^3/s)	2863	4995
豊水流量(m^3/s)	374	444
平水流量(m^3/s)	171	239
低水流量(m^3/s)	130	139
渇水流量(m^3/s)	112	116
平均流量(m^3/s)	283	338
流量集中度	36	39.8
河況係数	16.01	19
流量安定度	3.3	3.79

図 4　流況指標（枚方地点）

6．結論

本研究では，GCM 出力値を利用し，Hydro-BEAM にダム貯水池操作を組み込み，流域に適用することで，気候変動前後における，流域の水資源分布を時空間的に推定し，評価を行った．その結果，気候変動の影響により，将来，河川流況の変化により，流域管理がより困難になることが示唆された．

今後，利水安全度などの指標を用いての影響評価，生態系への影響評価など様々な観点での発展性が考えられる．

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