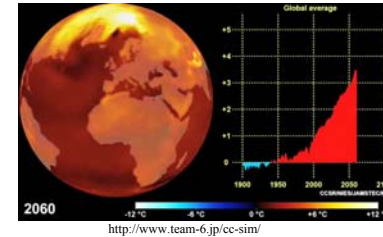
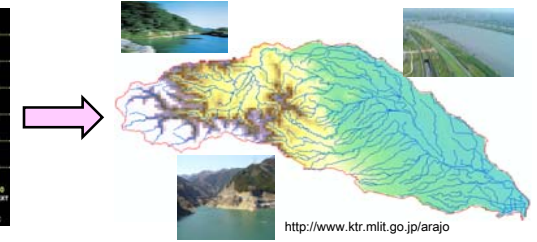


気候変動と流域水資源

温暖化・気候変動



荒川流域の水資源



- ① 将来における荒川流域での年間・季節降水量の変化は？
- ② 気候変動で荒川の水量・水質はどう変わるのか？
- ③ 温暖化がダム貯水池に及ぼす影響は？

CREST研究プロジェクトの紹介：流域水資源に関する成果

気候変動を考慮した流域水資源の将来予測手法の開発

水利用CREST 流域水資源グループ

- 金沢大学 谷口健司
- 山梨大学 石平博, 市川温, 馬籠純, 柿澤一弘
- 鳥取大学 矢島啓, 増田貴則, 崔貞圭, 加藤伸吾

気候変動を考慮した流域水資源の将来予測手法

領域気象モデル

温暖化実験データ (CMIP3, CMIP5)

↓ 力学的 Down Scaling

気候外力の変化

分布型水文モデル

河川水量・水質の変化

水・物質 輸送過程

地表面過程

湖沼水理・水質モデル

気象条件 流入

ダム湖の水質変化 (水温、濁度、藻類など)

汚染源情報のGIS・DB

① 将来における荒川流域での年間・季節降水量の変化は？

～ 領域気象モデルを用いた力学的ダウンスケーリングによるアプローチ ～

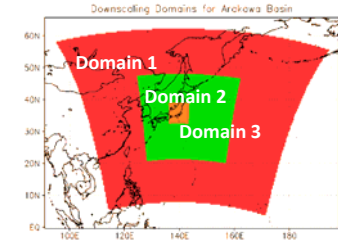
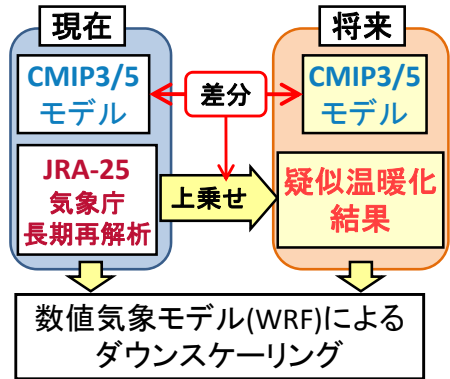
地球温暖化に伴う水循環変化

温暖化予測結果を用いた解析

しかし… 温暖化予測結果の空間解像度は粗い (数百km程度)

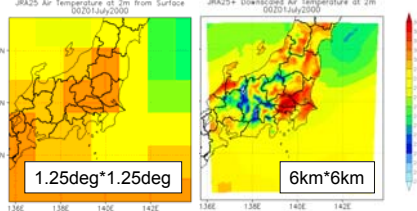
温暖化予測結果の詳細化 (ダウンスケーリング) と結果の解析

温暖化結果のダウンスケーリングの概要



Domain 1: 90 km × 90 km, Δt = 360sec.
 Domain 2: 30 km × 30 km, Δt = 120sec.
 Domain 3: Arakawa, 6 km × 6 km, Δt = 24sec.

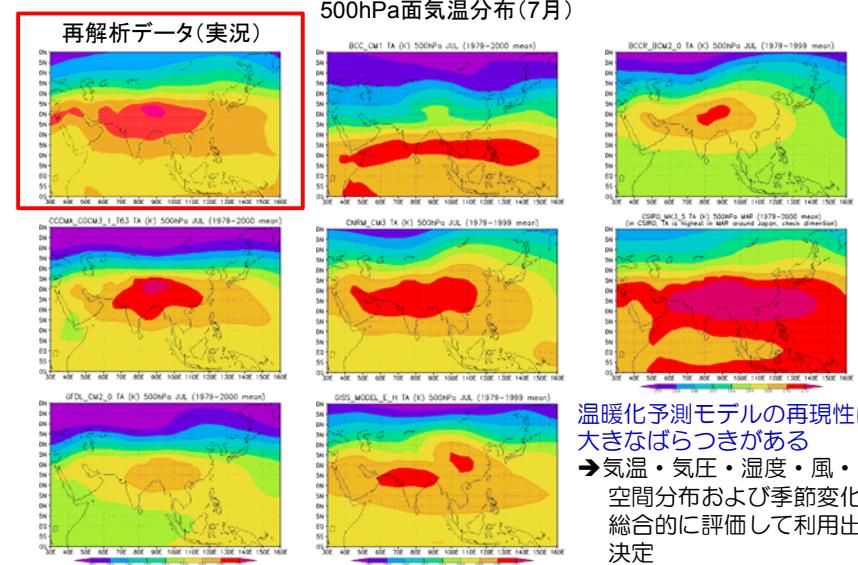
ダウンスケーリングの一例(地上気温)



※現在気候: 1991-2000平均
 (CMIP5利用の場合: 2000-2010平均)
 将来気候: 2061-2070平均
 (CMIP5利用の場合: 各時期の6時間ごと)

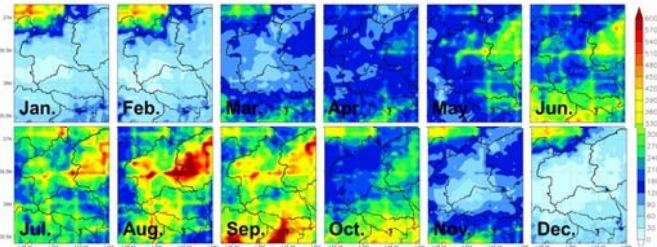
対象年: 1991(多雨), 1997(少雨), 2000(平年)
 (現在, 2000~2010(現在), 2061~2070(将来)
 に変更したダウンスケーリングを実施中)

利用する温暖化予測出力について

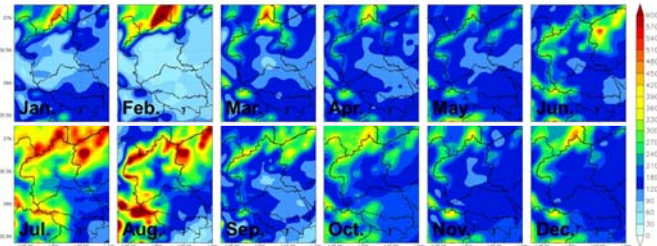


現在気候再現結果 (荒川・利根川流域)

レーダアメダス
 解析雨量による
 月降水量
 (1991, 1997, 2000年
 平均)

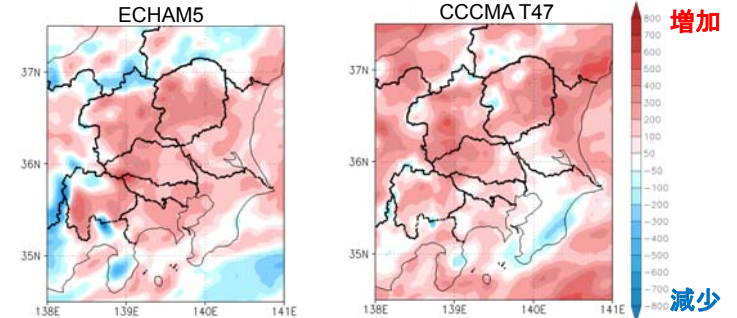


ダウンスケーリング
 結果による月降水量
 (1991, 1997, 2000年
 平均)



- 定性的には季節変化を再現している
- 平野部では夏季において過少, 冬季において過大傾向。山岳部では年間を通して過大傾向

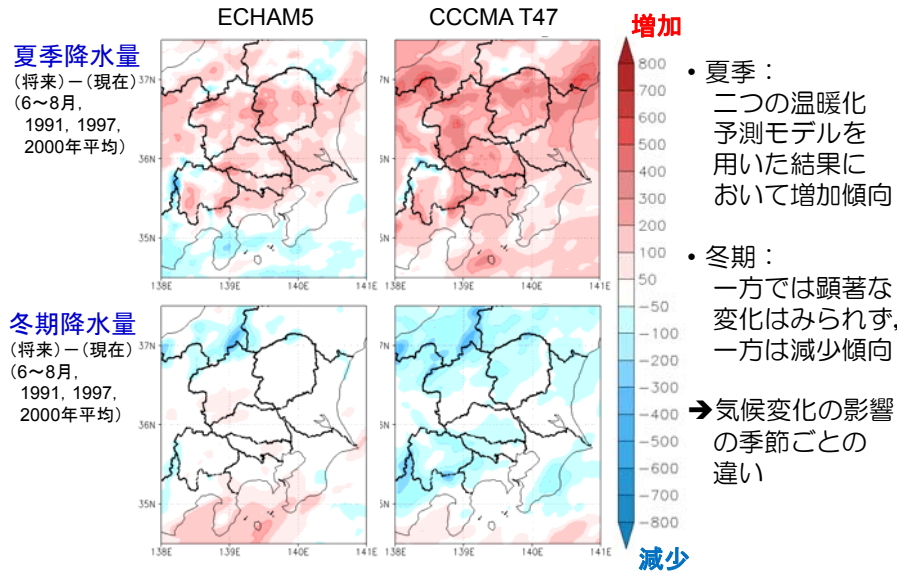
将来における年降水量の変化 (荒川・利根川流域)



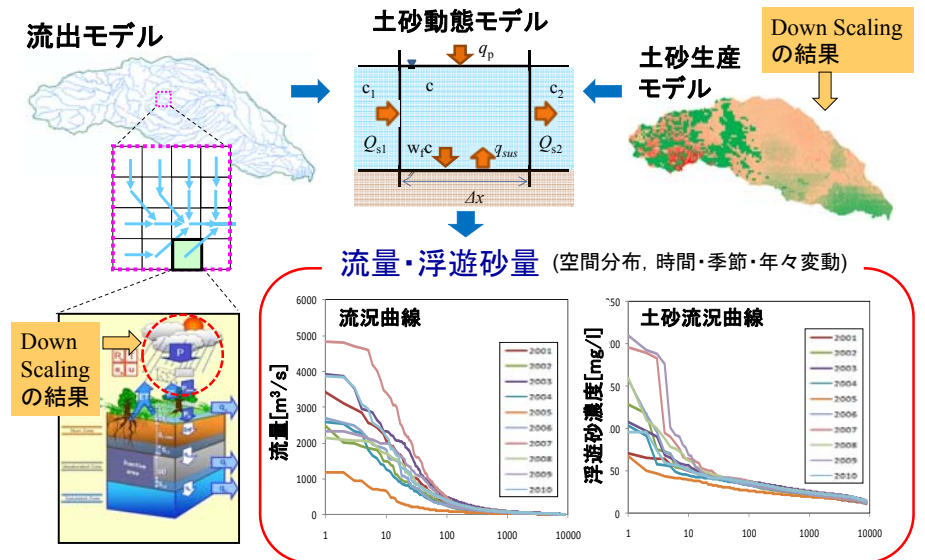
荒川・利根川流域のほぼ全域において将来の年降水量が増加

| | 現在気候 (JRA25) | 将来気候 (ECHAM5) | 将来気候 (CCCMA T47) |
|------|-----------------|------------------|---------------------|
| さいたま | 1653 | 1909 (+15%) | 1716 (+4%) |
| 浦山 | 2152 | 2836 (+32%) | 2531 (+18%) |
| 秩父 | 1705 | 2311 (+36%) | 2020 (+18%) |
| 鴻巣 | 1974 | 1908 (-3%) | 1800 (-9%) |
| 寄居 | 1742 | 2014 (+16%) | 2035 (+17%) |

将来における降水分布 (夏季, 冬季)



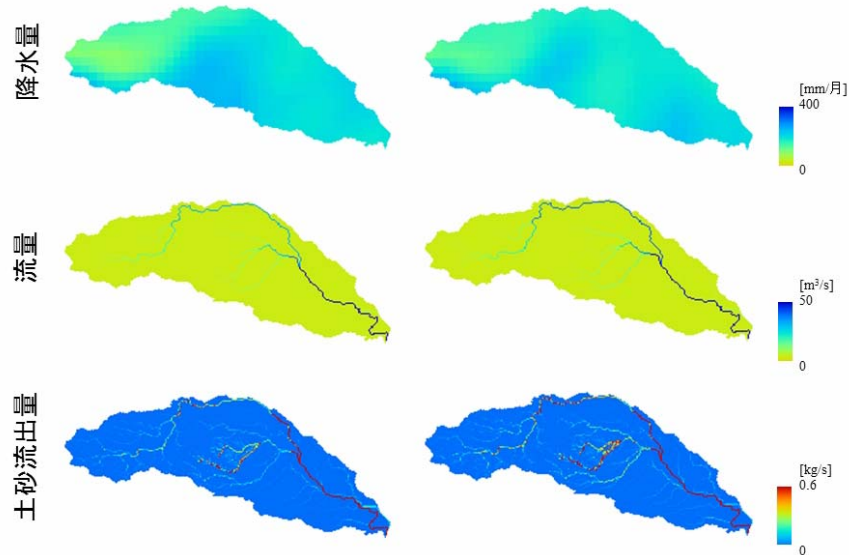
②気候変動で荒川の水量・水質はどう変わるのか?



1月

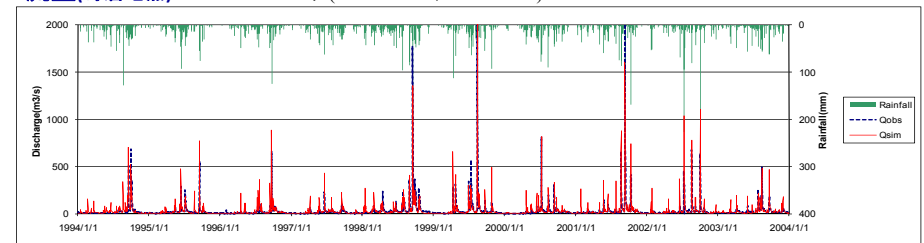
現在気候 (JRA25)

将来気候 (ECHAM5)



計算結果

流量(寄居地点): 1994~2003年 (Nash:0.720, VR: 1.12)



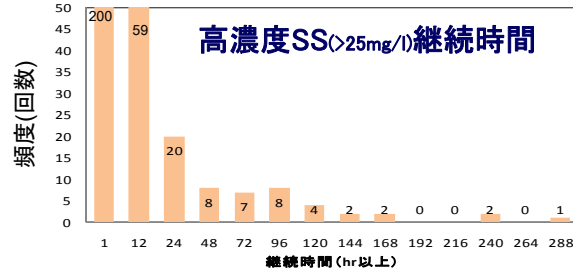
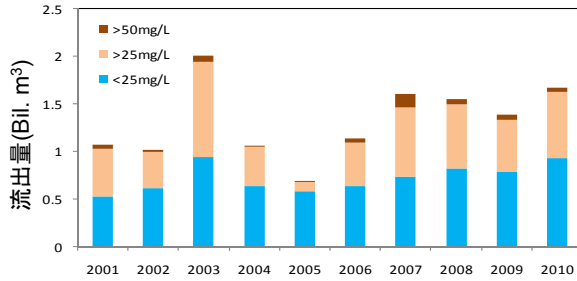
浮遊砂量

計算値 11年分の時間計算値の平均値より

観測値 月一度平水時の観測データの平均値より



SS濃度別表流水量(秋ヶ瀬取水堰地点)



| 利用目的の適応性 | 基準値 |
|------------|---------|
| 水道1級～3級 | 25mg/L |
| 水産3級, 工業1級 | 50mg/L |
| 工業2級, 農業用水 | 100mg/L |

※生活環境の保全に関する環境基準(河川)

| 開始日 | 連続時間(hr) |
|------------|----------|
| 2001/9/9 | 134 |
| 2002/7/15 | 112 |
| 2002/9/30 | 115 |
| 2003/5/31 | 174 |
| 2003/7/5 | 135 |
| 2003/8/9 | 300 |
| 2003/9/21 | 132 |
| 2004/11/18 | 119 |
| 2006/7/18 | 251 |
| 2006/12/26 | 105 |
| 2007/7/13 | 162 |
| 2007/9/6 | 252 |
| 2008/4/17 | 114 |
| 2008/8/30 | 118 |
| 2008/9/20 | 148 |
| 2008/10/5 | 134 |
| 2009/10/7 | 119 |
| 2010/10/29 | 173 |

荒川・利根川流域の表流水汚染に関連する汚染要因は何か？

◆水道統計の浄水場原水データの内、表流水を対象(69ヶ所が該当)

◆測定回数が少ない浄水場のデータは除外

◆原水水質データから、各表流水について、
H12年～H21年の一般細菌数(最高値)を抽出(対象浄水場24ヶ所)
H16年～H21年の大腸菌数(最高値)を抽出(対象浄水場15ヶ所)

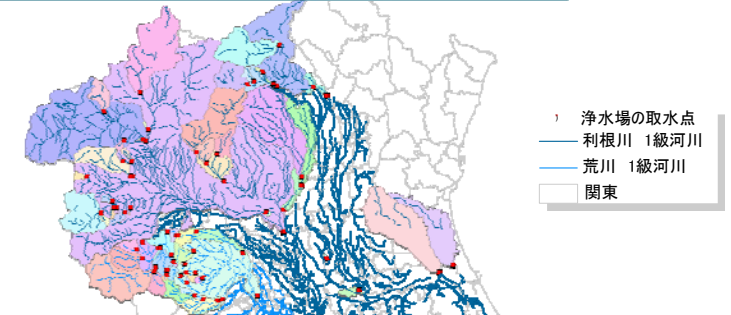


図 荒川, 利根川流域内の浄水場の表流水取水点とその集水域

荒川・利根川流域の表流水汚染に関連する汚染要因は何か？

■以下の流域情報を、取水点の集水域毎に集計

- ◆人口データ(人口, 世帯数)
- ◆し尿処理施設データ(施設数, 規模)
- ◆農業集落排水処理施設データ(施設数, 戸数, 人口)
- ◆下水処理施設データ(処理場数, 人口, 年間処理水量, 水温, BOD負荷量, COD負荷量, SS負荷量, 大腸菌群数負荷量, 全窒素負荷量, 全リン負荷量)
- ◆畜産データ(乳用牛, 肉用牛, 豚, 採卵鶏, ブロイラーの各頭(羽)数および農家数)
- ◆地滑りデータ(滑落崖と側方崖の長さ, 移動体ポリゴンの面積)
- ◆地形別データ(段丘, 大起伏山地, 小起伏山地 他18項目)
- ◆地質別データ(礫, 砂, 泥 他26項目)
- ◆土地利用データ(田, その他農地, 森林, 荒地, 建物用地, 幹線交通用地, その他の用地, 河川地及び湖沼, ゴルフ場)

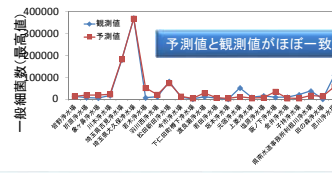
■GISに整備し, 抽出

■以上, 132項目の変数を整備し
分析した結果, 以下が関連要因として抽出された

◆一般細菌数に対しては, 人口, 採卵鶏羽数
相関の高い変数である下水放流負荷量,
乳用牛頭数とも関連の可能性あり

◆大腸菌数に対しては, 肉用牛頭数
相関の高い変数である豚頭数とも関連の可能性あり

流域情報で, 汚染の可能性のある河川を評価



③ 温暖化がダム貯水池に及ぼす影響は？

浦山ダムで予測されていること

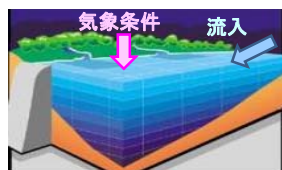
現在気候(2000年)を基準として, 60年後の予測(年平均値)

| | 現在気候 (JRA25) | 将来気候 (CCCMA47) | 将来気候 (ECHAM5) |
|-----------|-----------------|-------------------|------------------|
| 気温(°C) | 12.6 | 14.4(1.8↑) | 14.4(1.8↑) |
| 湿度(%) | 75 | 75(0.0) | 76(1.0↑) |
| 風速(m/s) | 2.7 | 2.5(0.2↓) | 2.6(0.1↓) |
| 日射量(W/m²) | 141.2 | 139.9(1.3↓) | 138.5(2.7↓) |
| 雲量(10分比) | 3.7 | 3.7(0.0→) | 3.7(0.0→) |
| 気圧(hPa) | 967.0 | 967.4(0.4↓) | 967.0(0.0→) |
| 流入量(m³/s) | 1.83 | 2.38(0.55↑) | 4.52(2.69↑) |
| 流入水温(°C) | 10.4 | 11.6(1.2↑) | 11.6(1.2↑) |

温暖化の影響が顕著な項目

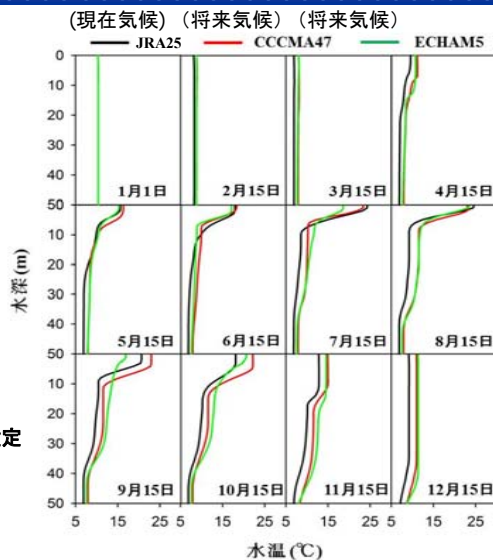
将来の予測結果(貯水池・水温)

- ◆ 3次元貯水池水理生態系予測モデルELCOM-CAEDYMIによる予測



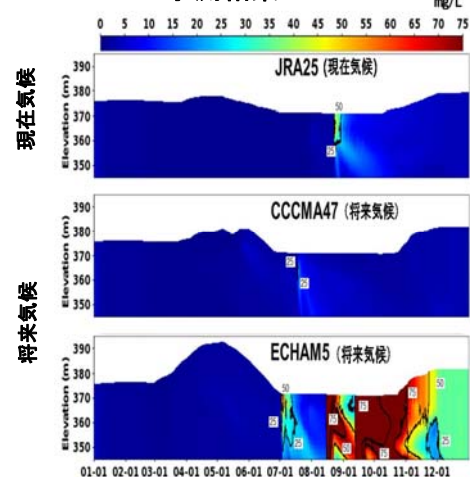
ダム湖の水質変化
(水温、濁度、藻類など)

- ◆ ダム運用ルールによる放流量の設定(現在気候含む)

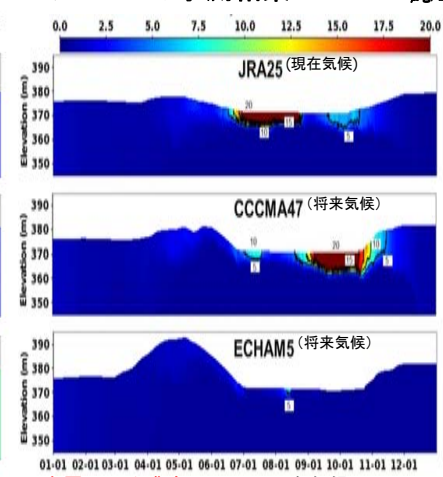


将来の予測結果(貯水池・SS,植物プランクトン)

◆ SSの予測結果



◆ Chl. aの予測結果



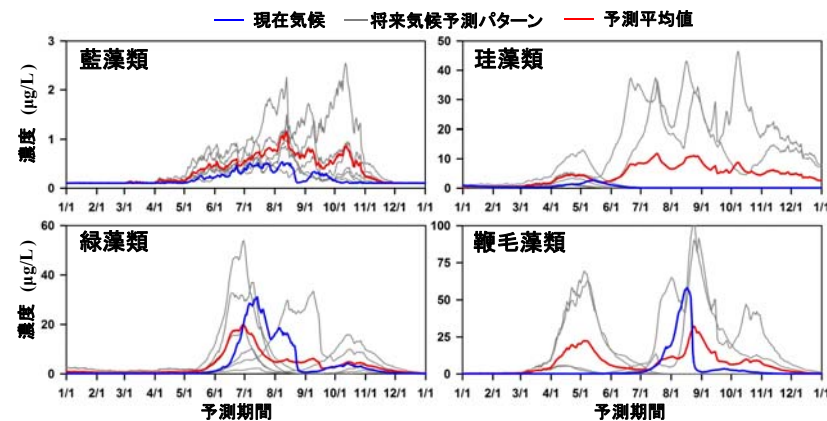
- ・ 表層日平均濃度>20µg/L 現在気候: 54日
CCCMA47: 42日
ECHAM5: 0日

将来の予測結果(放流水質障害)

| 水温障害 (流入水温±3°C以上) | 現在気候 (JRA25) | 将来気候 (CCCMA47) | 将来気候 (ECHAM5) |
|----------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| | 日 | 日 | 日 |
| 冷水放流 | 0.5 | 5.9 | 15.5 |
| 温水放流 | 72.0 | 71.2 | 63.5 |

| SS (>25.0 mg/L) | 現在気候 (JRA25) | 将来気候 (CCCMA47) | 将来気候 (ECHAM5) |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| | 日 | 日 | 日 |
| 濁水放流 | 6.5 | 0.0 | 95.8 |

将来の予測の不確実性(植物プランクトン)



- ・ 利用するGCMモデルあるいは植物プランクトンのモデルパラメータにより予測結果に大きな差異が生じる

今後の計画

温暖化予測結果のダウンスケーリング

- 対象期間の長期化：現在気候 2000年～2010年，将来気候 2061年～2070年
- 予測結果の解析：渇水頻度，渇水継続期間，水資源賦存量，無降雨日数
- 利用する温暖化予測出力：[長期(10年間)：5つ程度] + [5年間：より多く]

荒川の水量・水質

- 再現期間10年程度の渇水/豊水（流量、浮遊砂濃度の変動幅）
- 渇水継続期間とその時の水質、取水への影響の検討
- 現在・将来気候のもとでの水資源量の分布（水資源マップ）

表流水汚染に関する検討

- 関係式（流域情報→細菌汚染濃度）を用いた汚染可能性マップの作成
- 流量情報も加味した要因－表流水濃度の関係の分析

温暖化がダム貯水池に及ぼす影響

- 長期将来予測（2061～2070年）に基づく年々変動，予測不確実性の検討
- 気候変動に適応した水質保全設備（選択取水設備等）の運用方式の検討