

釜房ダム貯水池水質予測モデルの概要及び 計算対象年度の選定について

令和4年1月

目次

1. 水質予測モデルの概要 2
2. 計算対象年度の選定(豊水年・渇水年・平水年の設定)..... 5

1. 水質予測モデルの概要

○水質予測モデルは、「流動モデル」と「生態系モデル」の2つのモデルから構成

(1) 流動モデル：流れ・水位・水温の計算を行うモデル

(2) 生態系モデル：窒素・リンなどの栄養塩とプランクトンといった生物・化学的な項目を計算するモデル

○今回使用するモデル：3次元モデル(水平2次元多層レベルモデル)

→釜房ダム貯水池（以下、「釜房ダム」という。）を水平方向と鉛直方向に多層の格子で分割
第6期湖沼水質保全計画（以下、「第6期」という。）策定時採用した予測モデルから変更
（比較は表1参照）

<主な変更点は以下のとおり>

① 水平分割

第6期では鉛直2次元モデルであるため流下方向の一方向を矩形で分割していたが、今回は格子(メッシュ)分割（格子間隔は100m）

【変更の目的】

- ・地形・水深を実態に近い条件で設定することが可能
- ・第6期中間評価の「第5章今後、重点的に取り組む対策」でのモデルに係る記載事項である「3次元密度流モデル」に対応

② 生態系モデルにおける底質の扱い

第6期で底質は計算外であったが、今回は水質－底質結合生態系モデルを使用

【変更の目的】

- ・栄養塩類の沈降とそれに伴う溶出を考慮しおり、直上水の水質環境に応じた底泥内の酸素消費を計算するため、底層水の貧酸素化を表現することが可能
- ・第6期中間評価の「第5章今後、重点的に取り組む対策」でのモデルに係る記載事項である「栄養塩類の沈降と再溶出」に対応

③2-メチルイソボルネオール（2-MIB）の追加

異臭味の判定要素である2-MIBを植物プランクトンの計算結果から換算して、生態系モデルの計算項目に追加（第6期では検討されていない）

なお、釜房ダムで水質保全対策として設置されている曝気施設による効果や、生態系モデルにおける複数の植物プランクトン種を考慮する機能については、第6期策定時の予測モデルと同等に有するものとする。

表 1(1) 第6期モデルと本検討モデルの比較

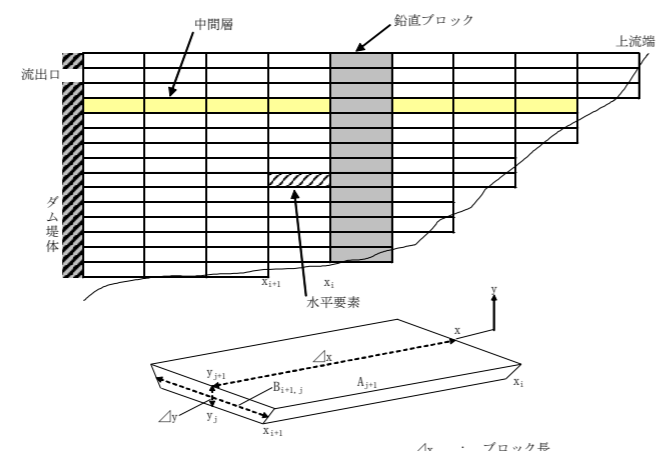
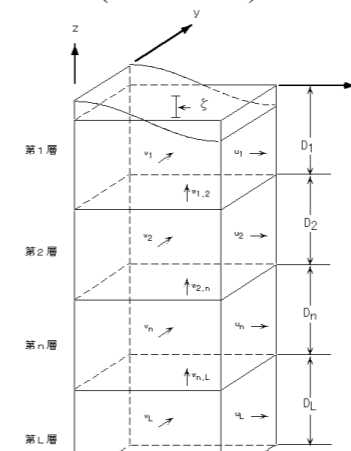
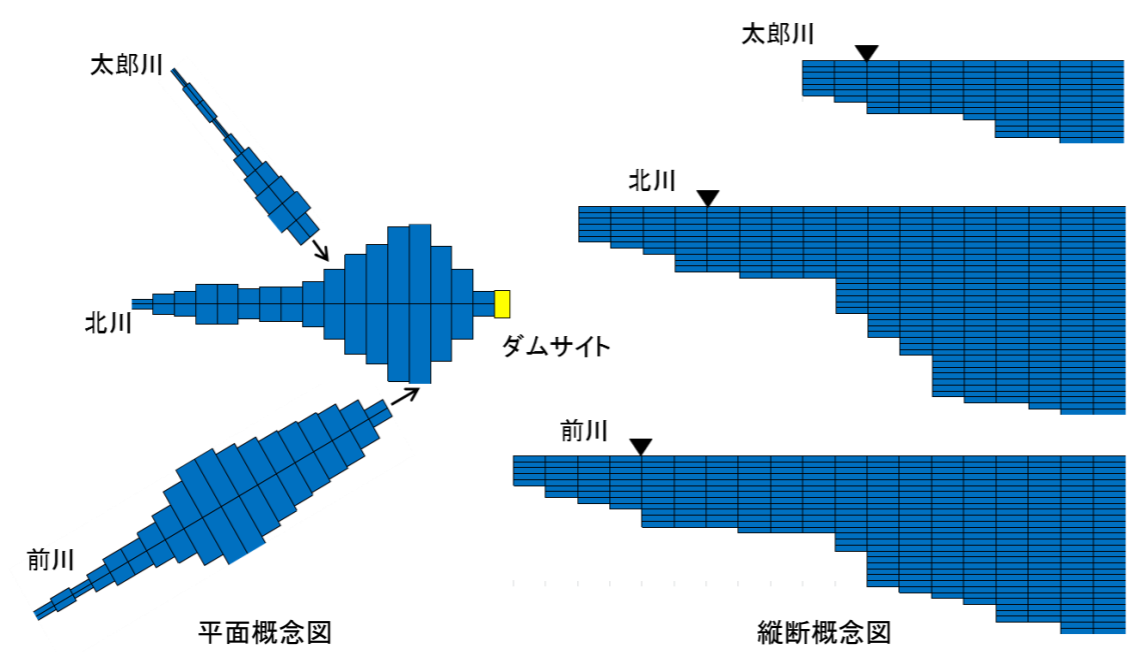
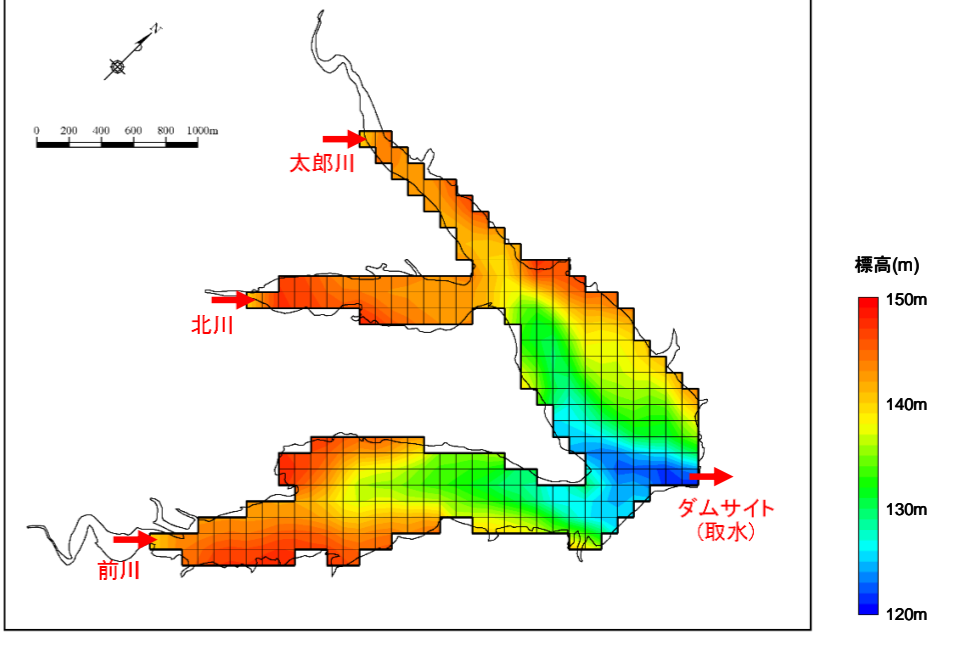
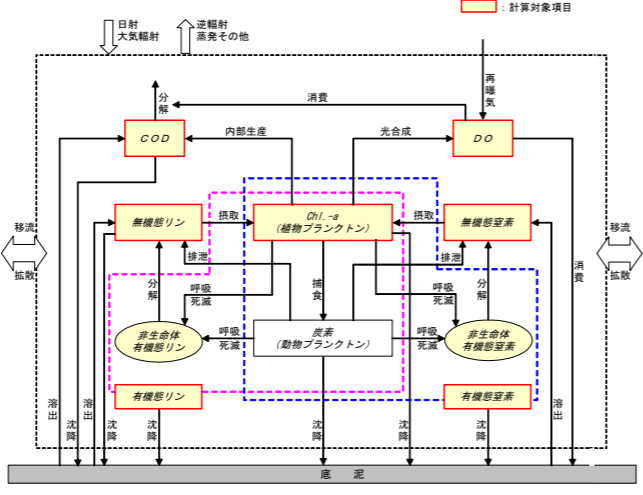
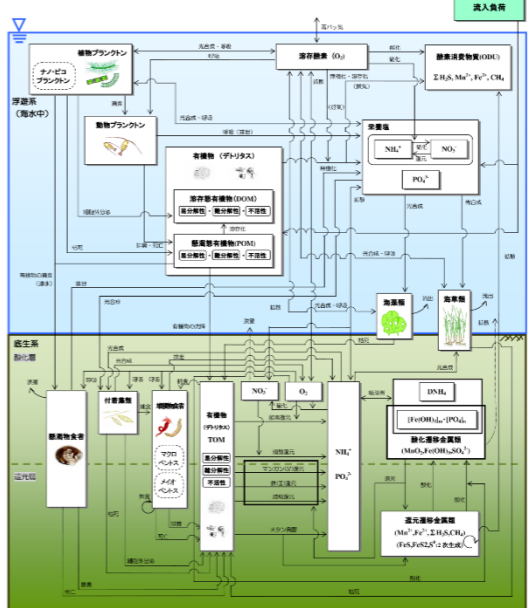
項目	第6期検討モデル		本検討モデル	
地形・解像度	<p>鉛直2次元モデル</p>  <p>(モデルの概念図)</p>	<p>3次元モデル(静水圧近似)</p>  <p>(モデルの概念図)</p>		
	<p>測量データ</p> <p>平成 20 年測量</p>	<p>令和 2 年測量</p>		
	<p>計算メッシュ図</p>  <p>平面概念図</p> <p>縦断概念図</p>	 <p>標高(m)</p> <p>150m</p> <p>140m</p> <p>130m</p> <p>120m</p>		
	<p>水平格子</p> <p>200 m</p>	<p>100m×100m</p>		
<p>層分割</p> <p>全層 : 1 m</p>	<p>第 1 層 (水面に接する層) : 層厚可変 第 2 層～第 10 層 : 1～2 m [検討中]</p>			
<p>計算年度</p>	<p>平成 19(2007)年度, 平成 21(2009)年度, 平成 23(2011)年度</p>		<p>平成 27(2015)年度, 平成 28(2016)年度, 平成 29(2017)年度, 平成 30 (2018)年度, 令和元(2019)年度, 令和 2(2020)年度(12月まで) [予定]</p>	
<p>計算項目</p> <p>流動モデル</p>	<p>水位, 流向・流速, 水温</p>		<p>水位, 流向・流速, 水温</p>	

表 1(2) 第6期モデルと本検討モデルの比較

項目		第6期検討モデル	本検討モデル
水質モデル		 <p>※底質は計算していない</p>	 <p>※水質-底質結合生態系モデル</p>
		<p>1) O-P(有機態リン) 2) I-P(無機態リン, PO4-P) 3) O-N(有機態窒素) 4) I-N(無機態窒素。硝酸態窒素(NO3-N), 亜硝酸態窒素(NO2-N), アンモニア態窒素(NH4-N)の合計値) 5) COD(化学的酸素要求量) 6) Chl-a(植物プランクトンの指標とする。) 7) DO(溶存酸素)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) PO₄-P(リン酸態リン) 2) NH₄-N(アンモニア態窒素) 3) NO₃-N(硝酸態窒素) 4) POP(懸濁態有機リン) 5) PON(懸濁態有機窒素) 6) POC(懸濁態炭素) 7) DOP(溶存態有機リン) 8) DON(溶存態有機窒素) 9) DOC(溶存態炭素) <p>※4)~9)は、易分解性、難分解性、不活性に分画する</p> <ol style="list-style-type: none"> 10) 植物プランクトン(クロロフィル-aで評価する) 11) 動物プランクトン 12) DO(溶存酸素) 13) 底質 <p>※COD=POC+DOC+プランクトン態CODとして算出</p>
気象条件(熱収支算定)		<p>気温 : ダム地点観測データ 風速 : ダム地点観測データ 相対湿度 : ダム地点観測データ 雲量 : 仙台气象台 全天日射量 : 仙台气象台</p>	<p>気温 : ダム地点観測データ 風速 : ダム地点観測データ 相対湿度 : ダム地点観測データ 雲量 : 仙台气象台 全天日射量 : 仙台气象台</p>
流入出条件	流入河川流量	対象河川: 前川, 北川, 太郎川	対象河川: 前川, 北川, 太郎川
	河川水温	仙台气象台の3日移動平均気温との相関により設定	仙台气象台の3日移動平均気温との相関により設定
	放流量	ダム管理データの放流量(発電用, 水道用取水施設, 常用洪水吐の設置標高より放流させる。)	ダム管理データの放流量
	流入負荷量	釜房ダムでは出水時の観測データが不十分であり, 降雨時と非降雨時で区分を行っても L-Q 式にほとんど差が生じないため, 北川における過去の降雨時のデータや既往の研究事例(二瓶ら) ^{※1} を参照し, 降雨時の L-Q 式を土地利用状況から推定し設定した。また, 直接流入域からの負荷については, 農業用地の負荷を考慮している。なお, 項目は COD, 窒素, リンとしている。	第6期の手法を踏襲して, 北川における過去の降雨時のデータや既往の研究事例(二瓶ら) ^{※1} を参照し, 降雨時の L-Q 式を土地利用状況から推定し設定した。また, 直接流入域からの負荷については, 農業用地の負荷を考慮している。なお, 項目は COD, 窒素, リンとしている。
水質保全施設	深層曝気	深層曝気施設1基を運用実績に基づき設定している。	深層曝気設備1基を運用実績に基づき設定している。
	曝気循環施設	散気管から発生した空気泡から上昇する流れ(内部ブルーム)と水面に達した水が密度差により沈降する下降流(外部ブルーム)で構成される <i>double plume model</i> ^{※2} で表現する。間欠式揚水筒改良×6基, 多段式散気方式×4基について, 運用実績を考慮して設定している。	散気管から発生した空気泡から上昇する流れ(内部ブルーム)と水面に達した水が密度差により沈降する下降流(外部ブルーム)で構成される <i>double plume model</i> ^{※2} で表現する。常用曝気設備×4基, 夏季強循環曝気設備×6基について, 運用実績を考慮して設定している。
モデルの特徴及び双方の主な違い		<p>流動モデル : 鉛直2次元モデル。 水質モデル : 鉛直2次元モデルのセル毎に各水質項目が計算される。底質は計算しないので溶出過程は溶出速度をパラメータとして与える。 植物プランクトン : 珪藻, 藍藻, その他藻類の3種を計算。</p>	<p>流動モデル : 3次元密度流モデル(静水圧近似) 水質モデル : 3次元モデルのメッシュ毎に各水質項目が計算される。水質-底質結合生態系モデルであり, 栄養塩類の沈降とそれに伴う溶出を考慮している。直上水の水質環境に応じた底泥内の酸素消費を計算するため底層水の貧酸素化の再現が良好 植物プランクトン : 現状のプランクトン出現状態に応じて複数種を計算。異臭味の判定要素である2-MIBを植物プランクトンの計算結果から換算して出力項目に追加。</p>

※1 二瓶康雄, 田中辰弥, 滝岡健太郎(2010): 出水時水質データがない河川におけるL-Q式推定法の一提案, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.66, No.1, pp.1176-1180.
 ※2 Asaeda and Imberger: Structure of Bubble Plumes in Linearly Stratified Environment, J.Fluid Mech, 1993, Vol.249, pp.35-37.

2. 計算対象年度の選定(豊水年・渇水年・平水年の設定)

平成24年度～令和2年度にかけての釜房ダム貯水池への年間総流入量と年間降水量を図1に示す。

豊水年・渇水年・平水年については、それぞれ以下のように設定した。

- 豊水年：平成29年度
選定理由：年間総流入量，年間降水量がともに最も大きく(図1)，貯水池内のCODは比較的低い(図2)。
- 渇水年：平成30年度
選定理由：年間総流入量，年間降水量がともに最も小さい(図1)。
- 平水年：令和2年度(現況年)
選定理由：年間総流入量，年間降水量は，豊水年と渇水年の中間程度である(図1)。
- 上記年以外で検討が必要な年：平成27年度
選定理由：年平均CODが最も高い(図2)。季節別にみると春季～夏季のCODが高いことがわかる。夏季の流入量は最も小さく(図3)，貯水位は少なくとも過去15年で最低となる138.3mまで低下しており，渇水状態にあったといえる(図4)。

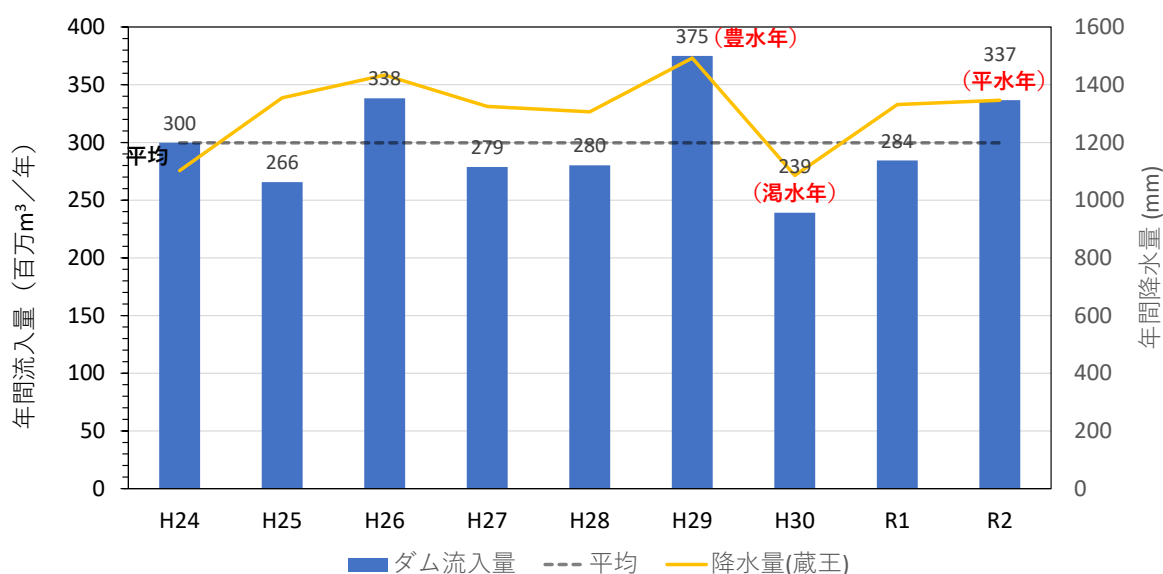


図1 釜房ダム年間総流入量と蔵王の年間降水量 平成24年度～令和2年度

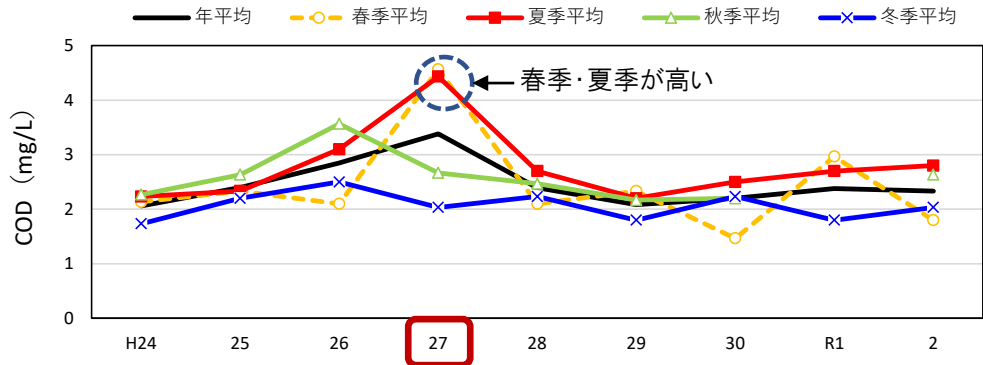


図 2 COD の年平均値及び季別平均値の推移（環境基準点：ダムサイト，上層）

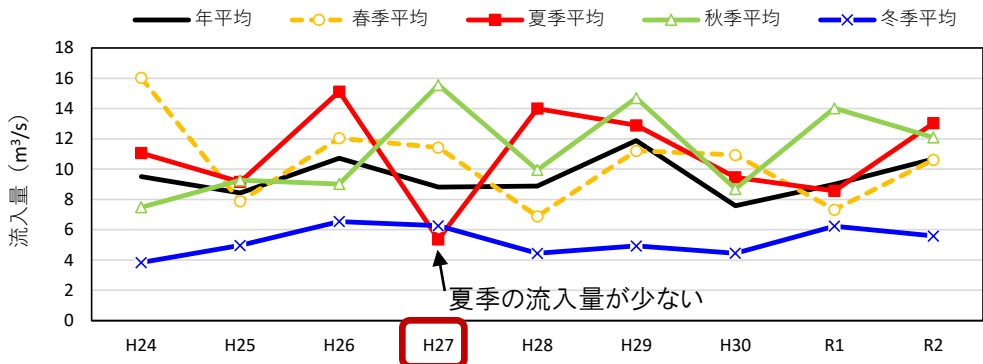


図 3 流入量の年平均値及び季別平均値の推移

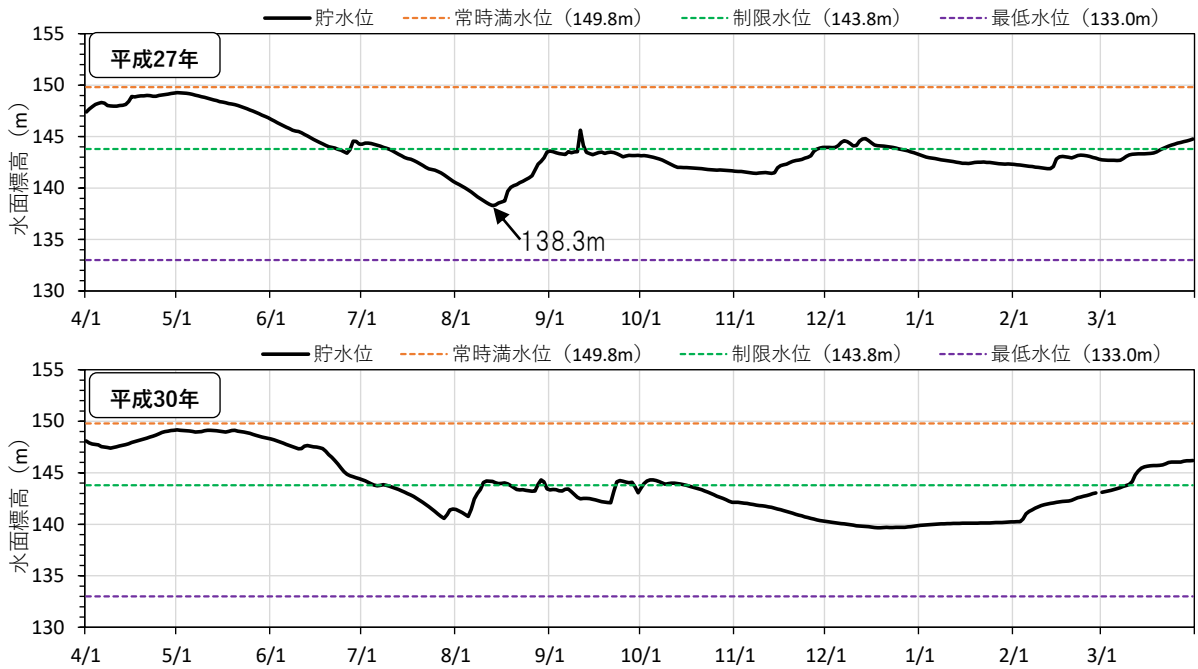


図 4 釜房ダム貯水位 上図：平成 27 年度，下図：平成 30 年度（渇水年）