

気候変動を考慮したダム堆砂進行による牧尾ダムの長期的便益評価

Long term benefit evaluation of Makio dam based on reservoir sedimentation progress considering climate change

○寺田和暉・角哲也・竹門康弘・佐藤嘉展

○Kazuki TERADA、Tetsutya SUMI、Yasuhiro TAKEMON、Yoshinobu SATO

Reservoir sedimentation increased in most dams in mainly Chubu region, so excavating deposited sedimentation were taken to cope with the situation, considering of the estimated storage capacity for sedimentation, but this capacity was designed some decades ago, not considering climate and economic change. In this study, we evaluated economic cost effectiveness by the aspects of hydropower generation and water supply to Aichi Irrigation Project considering of climate change and reservoir capacity change.

1. 序章

近年、貯水池内の堆砂問題が顕在化してきており、様々な堆砂対策が実施されている。この対策を行う基準はダム建設時に設定された計画堆砂量であるが、この計画堆砂量が設定されたのは数十年前であり、当時とはダムをとりまく自然環境・ダムがもたらす便益は大きく変化している。そこで本研究では、長期の気候変動による流況変化と流入土砂量の変化を複合的に考慮したうえで、ダムがもたらす便益を検討した。研究対象を(独)水資源機構が管理する牧尾ダムとし、牧尾ダムの利水機能（愛知用水の供給および水力発電）に着目して検討を行った。

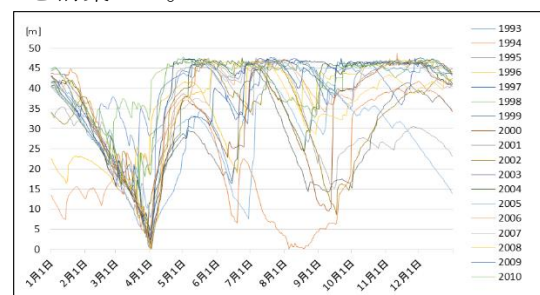
2. 研究手法

検討対象期間は、(現在)1993-2009年と(将来)2093-2109年とした。牧尾ダムの有効放流量・無効放流量を計算するために、運用実績を用いてダムモデルを作成した。これに気象研究所のMRI-AGCM3.2Sの温暖化計算結果を分布型流出モデル Hydro-BEAM に与えて得られた流量変化を用いて、将来のダム運用変化、特に有効放流量・無効放流量、牧尾ダムの水力発電量や愛知用水に対する補給量の変化を予測した。流入土砂量は過去のデータを参考にして複数の堆砂進行のケースを試した。気候変動・堆砂状況の各パターンにおける便益評価に関しては牧尾ダムの発電電力量と愛知用水による農業・工業・水道用水への給水量から評価を行った。

3. 結果および考察

3.1 牧尾ダム運用再現モデル構築

Fig.1 の運用実績を参考に牧尾ダム運用再現モデルを構築した。



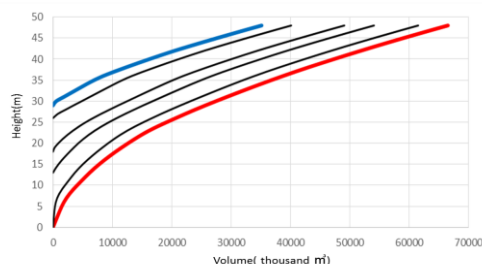
[Fig. 1] the change of the water level

3.2 堆砂進行に応じた運用モデル（H-V 曲線）変更

堆砂進行により貯水池内の有効容量が減少するとして、H-V（貯水位・貯水量）曲線を Table 1 のように、堆砂進行の考慮の有無、考慮する場合の堆砂速度、平成 8 年からの掘削工事の考慮の有無によって場合分けし、それぞれ 100 年後の堆砂進行状態を設定した。なお、年間堆砂量は地震の影響を除いた 1978 年以前と 2007 年以降の実績値より現状を 15 万 m^3 、感度分析としてその 2 倍の年間堆砂量を 30 万 m^3 の 2 通りを想定した。また堆砂形状は、掘削工事前（1994 年）までの実績値を参考に、総堆砂量が合うように標高別に土砂を堆積させている。求められた H-V 曲線を Fig. 2 に示す。

[Table 1] the simulated situation to make Height-Volume (H-V) curves

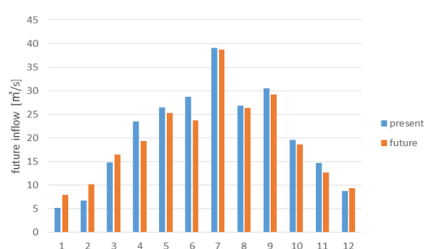
	sedimentation progress or not	Sedimentation progress speed	Excavation construction or not
Case1-1	Not	Not	Yes
Case1-2	Not	Not	Not
Case2-1	Yes	Normal	Yes
Case2-2	Yes	Normal	Not
Case3-1	Yes	Normal × 2	Yes
Case3-2	Yes	Normal × 2	Not



[Fig. 2] H-V curve in 6 cases

3.3 将来気候による予測流入量の算出

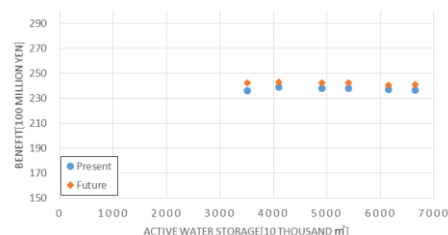
本研究では、気候変動下の牧尾ダムの流入量を求めるために、Hydro-BEAM によって求めた現在気候と将来気候による牧尾ダム流入量の比率を月ごとに実測値に乘じ、これを将来気候下の流入量とした。結果を Fig.3 に示すが、温暖化による降雪量減少・降雨量増加のため、1-3 月の流入量が増加し、4-6 月の流入量が減少している。また、年間総流入量を計算すると将来気候の方が若干少ないことが分かった。



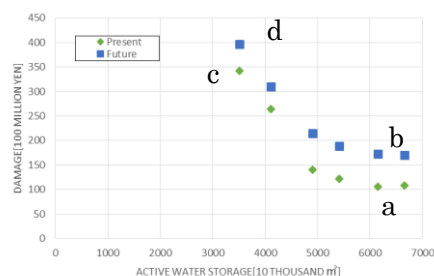
[Fig.3] the monthly inflow in present and future climate calculated by Hydro-BEAM

3.4 堆砂進行および気候変動による経済影響

水力発電料金については、東日本大震災以後の売電価格（12 円/kwh）で計算した。また、愛知用水の渇水損失額については、渇水日の定義を夏期に牧尾ダムの貯水位が 5mを下回った日とし、渇水による愛知用水の工業用水の 1 日あたりの損失額を既往の検討（杉本, 1996）を参考に 1 億円/日として計算した。堆砂進行・気候変動による年間発電量への影響は Fig.4 に示すようにほとんど見られなかった。これは堆砂による有効貯水量の減少と気候変動による年間層流入量減少の負の影



[Fig.4] the relation between the active storage and the total amount of hydroelectric power generation



[Fig.5] the relation between the active storage and the drought damage amounts in present and future climate

響と堆砂進行による有効落差の上昇と最高貯水位到達の早期化の正の影響で相殺されたからである。一方、Fig.5 に示すように渇水被害への影響では、a)現在気候・堆砂なし（6.5 億円/年）に対して、b)将来気候・堆砂進行なしで約 1.5 倍（10 億円/年）に増加する。これに対し堆砂進行により約 50%まで有効容量が減少（6,800 万 m³から 3,500 万 m³に減少）すると、c)現在気候で約 3 倍（20 億円/年）に、d)将来気候で約 3.6 倍（23.5 億/年）に増大する結果となった。

4. 結論

牧尾ダムを対象に、気候変動とダム堆砂による長期間の複合的な影響を検討した結果、水力発電に関しては、年間総発電量に対する影響は限定的であったが、主に夏期の発電量の減少が顕著になること、愛知用水に対する渇水被害に関しては、気候変動のみで約 1.5 倍に、これに堆砂進行が加わることにより最大 2~3.5 倍に増大する可能性があり、水資源の長期的管理のためには、堆砂対策が重要であることが示された。

5. 参考文献

杉本義行：愛知用水事業の経済効果－工業用水の便益－：千葉大園学報第 50 号 203-210（1996）