

地下ダム貯留域の貯水量と硝酸性窒素濃度を予測するための数値モデル Numerical model for predicting storage and nitrate concentrations in a reservoir area of a subsurface dam in Okinawa, Japan

○吉本周平・土原健雄・石田聡・今泉眞之

YOSHIMOTO Shuhei, TSUCHIHARA Takeo, ISHIDA Satoshi and IMAIZUMI Masayuki

1. はじめに

南西諸島等の石灰岩島嶼では、農業用水源の確保を目的とした国営地下ダム事業が 1980 年代から実施され、完了地区では地下ダムを水源とした灌漑による農業生産の改善が見られている。一方で、将来予想される気候変動に伴う降水量や気温の変動あるいは都市化などの土地利用の変化は、地下ダムの水資源や水質に影響を与える可能性がある。本研究では、地下ダム流域の水・窒素の動態を数値計算によって再現し、降水量や気温、土地利用のデータを入力して貯水量や硝酸性窒素濃度を予測するモデルを作成し、南西諸島の地下ダム流域において将来予測計算を行った。

2. 研究方法

予測モデルは、水収支サブモデルと窒素収支サブモデルから構成され、降水量や気温、揚水量や窒素負荷量の日単位データを入力として、地下ダム貯水量（地下水位から換算）と硝酸性窒素濃度の日単位の変動を算出する（Yoshimoto et al., 2011）。このモデルを、塩水浸入阻止型地下ダムである米須地下ダム（沖縄県糸満市）の流域に適用する（図 1）。モデルのパラメータは、地下ダム建設前のデータによってキャリブレーションした。得られたパラメータによって、地下ダム建設後のシミュレーションを行ったところ、モデルによって計算された貯留域の地下水位および硝酸性窒素濃度の挙動は、観測されたものを良好に再現していることを確認した（図 2）。



図 1 : モデル適用対象地区のブロック区分
Sub-basin blocks of the model

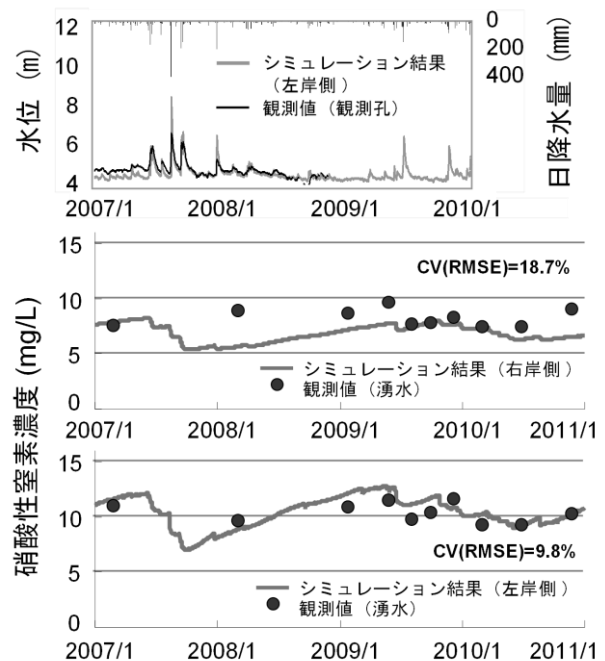


図 2 : 貯留域の地下水位と硝酸性窒素濃度の検証結果
Validation results of the model

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering
キーワード：塩水浸入阻止型地下ダム，地下水，気候変動，水質保全，琉球石灰岩

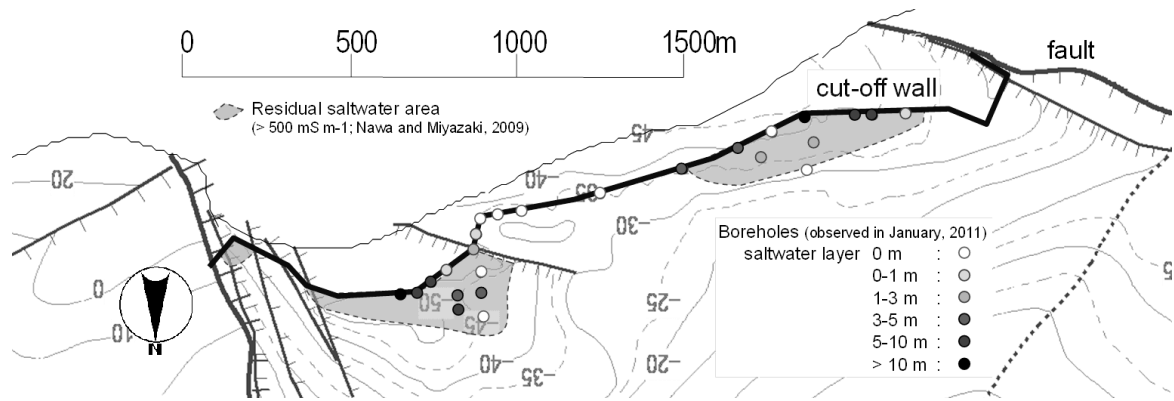


図3：地下ダム貯留域に残存する塩水塊の体積を算定するために電気伝導度の鉛直分布を測定した観測孔の位置
Locations of boreholes for observation of EC profiles to estimate the volume of the residual saltwater in the reservoir

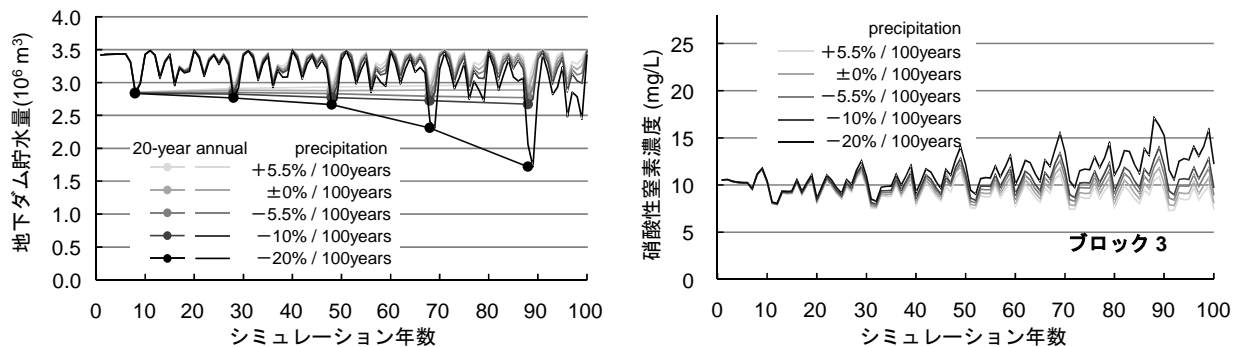


図4：各年の地下ダム貯水量の最低値と硝酸性窒素濃度の年平均値の予測計算の結果

Simulated minimum storage volumes of water and concentrations of $\text{NO}_3\text{-N}$ in the reservoir of Komesu subsurface dam

釜堀・藤部 (2009) は、1901–2008 年の間に那覇の降水量が 100 年あたりで 5.5% の減少傾向にあると報告している。このことを踏まえ、予測計算で入力する降水量は、一定の傾向で増減する場合を想定し、1961–1980 年（設計基準年である 1971 年を含む）の降水パターンが一定割合で増減しながら 20 年周期で繰り返すとして作成する。貯水量の計算においては、止水壁上流側の観測孔で 2011 年 1 月に測定した電気伝導度の鉛直分布から貯留域に残存する塩水塊 ($> 500 \text{ mS m}^{-1}$; 図 3) の体積が右岸側と左岸側それぞれ $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ と $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ であるとして、貯水量から控除した。

3. 結果と考察

予測計算の結果を図 4 に示す。100 年あたり 5.5% の減少傾向の降水量を入力した予測計算では、地下ダム貯留量の最低値が計算 3 年目に見られた $2.84 \times 10^6 \text{ m}^3$ から 83 年目には $2.77 \times 10^6 \text{ m}^3$ まで低下し、硝酸性窒素濃度が 100 年間で $0.79\text{--}1.46 \text{ mg L}^{-1}$ 上昇した。一方、降水量が 5.5%/100 年の増加傾向にある場合、地下ダム貯留量の最低値は計算 3 年目の $2.85 \times 10^6 \text{ m}^3$ から 83 年目に $2.97 \times 10^6 \text{ m}^3$ まで上昇し、硝酸性窒素濃度は 0.01 mg L^{-1} /100 年の僅かな低下傾向にあった。このように、将来の降水量変化に伴う地下ダムの貯水量や硝酸性窒素濃度の変動傾向を見積もることができる。

4. おわりに

提示したモデルは、既に地下ダムが供用されている地区や、地下ダム事業を実施中、計画中の地区への適用が可能で、水資源や水質の保管理計画の策定に利用することが可能である。

謝辞 本研究の一部は農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」(課題番号 45150) の支援を受けて実施された。研究の実施にあたっては、沖縄本島南部土地改良区および沖縄総合事務局土地改良総合事務所の各位から多大な協力と貴重な情報を戴いた。記して感謝申し上げる。

引用文献 1) Yoshimoto et al. (2011) Environ Earth Sci. doi:10.1007/s12665-011-1356-6, 2) 釜堀・藤部 (2009) : 文部科学省科学技術振興調整費「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」公開シンポジウム配布資料