

宮城県丸森町における冬期湛水水田構築のための渓流水流量モデル化 Modelling variations in flow rate of water source for winter ponding rice field at Marumori Town in Miyagi Prefecture

○原田茂樹*、渡邊陽子**

HARADA Shigeki, WATANABE Yoko

1. はじめに: 宮城県の南端に位置する丸森町は震災後からセシウム汚染が懸念されてきたが、現在は新たな町づくり目標の立案・実現に向かう状況にある^{1, 2)}。丸森町が少子高齢化や人口減少の問題も抱えていることから、町の活性化が急務である^{1, 2)}ともいえる。既存の社会調査³⁾などから、自然環境の保全、新しい観光資源、歴史伝統の継承などを通じた形での町の活性化を町民が希望している¹⁻⁴⁾ことがわかっており、それらを満たす候補として、丸森町の大内地区において、かつて飛来していたといわれるタンチョウの復帰を合言葉とした冬期湛水水田（冬水田んぼ）構築の活動がある^{1, 4)}。これは環境保全型農業の一つの技術である冬期湛水水田の効果と、タンチョウをはじめとする鳥類への水場や餌場の提供を期待するものである^{1, 4)}。H27年冬の41aの水田でのテスト試行を経てH28年から10ha以上の規模で冬期湛水水田が構築されている¹⁾。これまで、著者らは、冬期湛水水田構築の実現・継続について、5つの条件（水利権、水量、水質、町の動き、社会の動き）から検討し、その可能性は高いと結論している^{1, 4)}。本稿では水量に焦点をしばってさらに考察を進める。水量については、気候変動に伴う極端な少雨、および森林伐採（木材の出荷や砂の採取などのため）による保水性の低下などの影響因子が想定されるためである。そのため、まず、タンクモデルの係数チューニングにより現状の降雨一流出の応答関係を表し、その後、少雨の場合のシミュレーションを行う。以下では、2015年から2017年にかけて計測した、灌漑期と非灌漑期における黒佐野川の流量計測データを用いて行われた上記の解析を通じて得られた知見について報告する。

2. 材料と方法: 2015年の灌漑期（5月）と非灌漑期（12月）に、冬期湛水水田への取水場になる黒佐野川の土合堰と、その上流にある上水道水源地（以下、水源と呼ぶ）において浮子法により流量計測を行った。現場では流量（水位）の自動計測は行われていない（1995年冬季に水源において断続的に計測された流量の平均値が2015年の2回の計測値の中間程度であることは報告済み^{1, 4)}）。2016年には水源において、4月から11月の間に7回、2017年には1月から7月の間に3回の流量計測を行った。4段タンクモデルの係数チューニングは2016年の流量計測データを用いて行った。まず、各流量計測日の先行1、2、3、4、6、8週間の累積降雨量と流量の関係を調べ、先行1、2週間降雨量が各流量を決めている、すなわち、表面流出や早い中間流出が卓越していることを明らかにした。この結果と対象地周辺の山地の表面地質が花崗岩であり透水性が低いと考えられることを併せ、仙台市の大倉ダム流域を対象に構築しているタンクモデル⁵⁾に比べ、2段目タンクから3段目および4段目への流下の係数を小さくし、また3段目タンクからの遅い中間流出および4段目タンクからの地下水流出の係数を小さくした。その後、2015年の2回、2017年の3回の計測と併せ全12回の計測結果と計算結果の相関回帰分析を行い、回帰式の傾きと相関係数からパラメータの妥当性を判断した。降雨量は国土交通省の水文水質データベース⁶⁾の「大内」地点の観測データ（1999年～）を用いた。また、Hamon式によって毎月の平均可能蒸発散量^{7, 8)}を求め、それを導入した場合と導入しない場合について、流量の実測値と計算値の相関回帰分析を行った。係数チューニング後、年間839mmと気象庁の「丸森」地点での計測史上最も少雨の1987年の降雨量データを用い、水源での流量をシミュレーションした。

3. 結果と考察: 図1に2016年の7回の流量計測結果とタンクモデルによる計算値の比較を示す。図1は蒸発散量を考慮しない場合を示している。図2に全12回の観測値と計測値

*宮城大学食産業学部環境システム学科、Dept. Environ. Sciences, Miyagi University

**森林総合研究所整備センター、Forest Research and Development Center

冬期湛水水田（冬水田んぼ）、渓流水、水量、タンクモデル、森林管理

の相関回帰分析結果を示している。チューニングしたタンクモデル係数により、観測値はよく表されていると考えられる。蒸発散を考慮する場合には、回帰式の傾きが 1.1047、相関係数は 0.943 となるが、前述のように降雨直後の流出が卓越するため差は小さい。

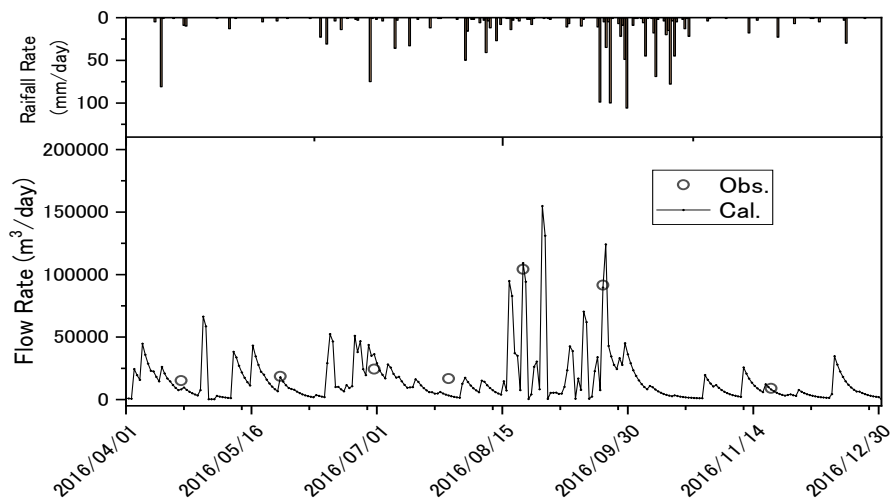


図 1 2016 年の水源での流量の観測値と計算値の比較

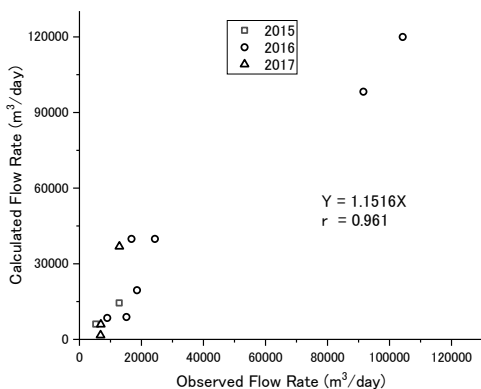


図 2 全観測値と計算値の相関回帰分析

10ha の水田に水深 10cm の湛水をするためには 10000m³ の水量が必要である。3 年間での実測最小値は約 5000 m³/日であったので必要水量は流量に比べ大きなものではないと言える。しかし、丸森での観測史上最小の降雨量を記録した 1987 年の降雨データをインプットし計算すると、流量が上記の実測最小値の 1/20 以下になる期間が灌漑期に 1 か月以上出現した。非灌漑期にも、11 月に降雨がわずかにあったにも関わらず上記の最小流量の 1/10 以下になる期間が 12 月の後半部に続く。上述の必要水量に浸透や蒸発散による損失を考慮する必要がある、1987 年のような記録的少雨の場合、特に 11 月、12 月に雨が記録されない場合には、冬期

湛水水田の規模を再考する必要性が生じる可能性も否定できない。現場での観察によれば、この流域では降雨直後の速やかな流出が卓越し基底流出量は少ない。冬季湛水水田の持続を図る場合、森林管理を行い基底流出の確保を併せて検討する必要性が高いと考える。

謝辞：用いたタンクモデルのプログラムは、宇都宮大学農学部より提供された。本研究は宮城大学研究費により行われた。

引用文献：1) 原田茂樹・大野菜穂子、2017、用水と廃水、2) 原田茂樹・村上道夫、用水と廃水、印刷中、3) 地域連携センター 2015、4) 渡邊陽子・原田茂樹・大野菜穂子、2016、平成 29 年度農業農村工学会大会講演会、5) 橋本泰佑、平成 26 年度宮城大学修士論文、6) 国土交通省 水文水質データベース <http://www1.river.go.jp/>、7) 岡本芳美、1986、第 30 回水利講演会論文集、8) 小葉竹重機、1989、京都大学防災研究所年報 32