

確率モデルに基づく水田ブロックの灌漑水田数の短時間変動の検討 Stochastic analysis on the short-time fluctuation on number of irrigated paddy field in a paddy block

西田和弘

Nishida Kazuhiro

1. はじめに

現在の水田灌漑の大きな特徴は、水田ブロックの水需要が大きな短時間(日内・日間)変動を示す(西田, 2022)ことにある。この水需要の短時間変動の大きさを評価・予測し、適切に対応することが、今後の水田灌漑に求められる。これには、各農家の水管理が水需要変動に与える影響の理解と定量的な表現が不可欠である。

一般に、ある瞬間の水田の水需要は、灌漑水田数と灌漑強度の積で表される。そのため、水需要の時間変動予測には、灌漑水田数と灌漑強度の変動予測が必要になる。一方、これらの変動は、各圃場の管理や状態の多様性が原因で、ある程度ランダムに生じると考えられる。したがって、これらの評価には、確率論に基づく分析と予測が有用だと考える。

本研究では、水田群の水管理が灌漑水田数の時間変動に与える影響を、現地調査と灌漑確率に基づく確率モデル(2項分布)を用いた分析により検討した。

2. 方法

2.1 現地調査

調査は、2020年の6月24日(移植から約1.5か月後)から8月21日(収穫約2週間前)に鬼怒川を水源とする10枚の水田を対象に実施した。各水田の面積は、0.2~0.9 haであり、4人の農家(F1~F4)によって管理されていた。基本的に1日2回以上の見回りが行われ、昼または夜の

半日単位での間断取水が行われていた。

各水田の水深を、水位計を用いて連続測定(10分間隔)し、その時間変化から灌漑の実施有無・時間帯を求めた。これにより、灌漑水田数の時間変化と相対度数分布、各水田の総灌漑時間/全期間(灌漑時間割合)を求めた。なお、半日単位での灌漑が行われていたことを考慮して、灌漑水田数は半日毎に集計した。

2.2 確率モデル

水田毎に独立な灌漑が実施され、かつ、灌漑の実施有無がある確率 p に従うと仮定する。この時、全 n 枚の水田において x 枚の水田で灌漑が行われる確率 $P(x)$ は、次の2項分布で表される。

$$P(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x} \quad (1)$$

(1)式を用いて、異なる農家が管理する水田4枚(Case1)、同一農家(F1)が管理する水田4枚(Case2)、全水田(Case3)を対象に、灌漑水田数の確率分布を計算した。各Caseの、 p には対象とした水田の灌漑時間割合の平均値を与えた。この計算確率分布と実測の相対度数分布を比較することで、各水田の水管理が灌漑水田数の時間変動に与える影響を検討した。

3. 結果と考察

Fig.1に降水量および灌漑水田数の時間変動を示す。灌漑水田数の変動範囲は0~8枚であり、期間平均値(±標準偏差)は、1.6(±2.0)枚であった(灌漑確率 $p=0.16$)。

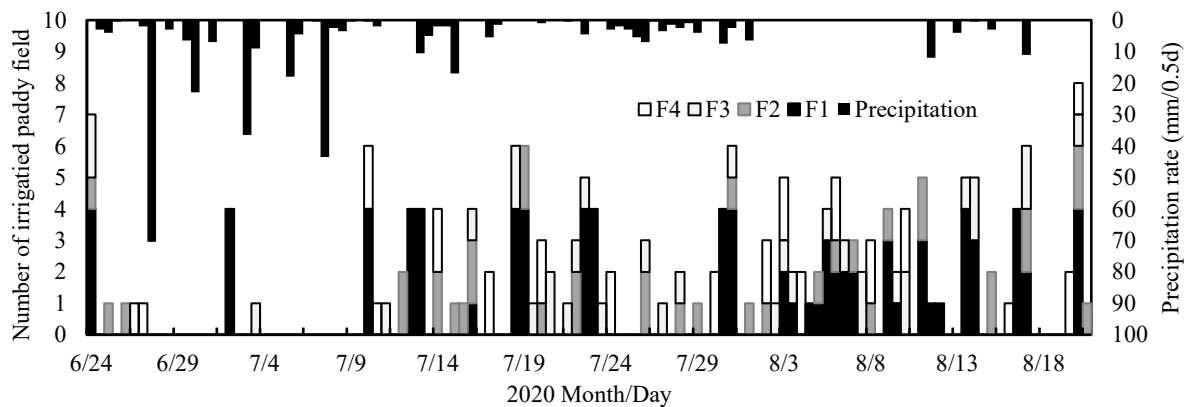


Fig.1 Changes in number of irrigated paddy fields

Fig.2 に各 Case における灌漑水田数の計算確率分布と実測相対度数分布を示す。Case1 では、計算と実測はほぼ等しい分布となった。このことは、4 人の農家の灌漑タイミングがほぼ独立であったことを意味する。このように、圃場間で独立な水管理が行われれば、灌漑水田数の時間変動のバラツキは (1) 式で表現できる。

一方、Case2 では、計算と実測に大きな乖離が見られた。特に、実測の灌漑水田数は 0 と 4 に偏る極端な分布となった。これは、この農家 (F1) が、ほぼ同じタイミングで管理水田の取水管理を実施していた (Fig.1) ためである。

以上の水管理が水田群で行われた結果、全水田 (Case1) の実測分布は、計算分布よりもバラツキの大きい分布となった。このように、圃場毎に共通したタイミングで管理が行われると、(1) 式による予測よりも灌漑水田数のバラつきは大きくなる。

4. まとめ

灌漑水田数の変動は、圃場毎に独立な水管理が行われると二項分布で表現できるが、圃場間で共通した水管理が行われると表現できない (バラつきが大きい分布となる) ことが明らかになった。水需要変動予測には、このような農家や地域の水管理の共通性を考慮した予測が必要であると考える。

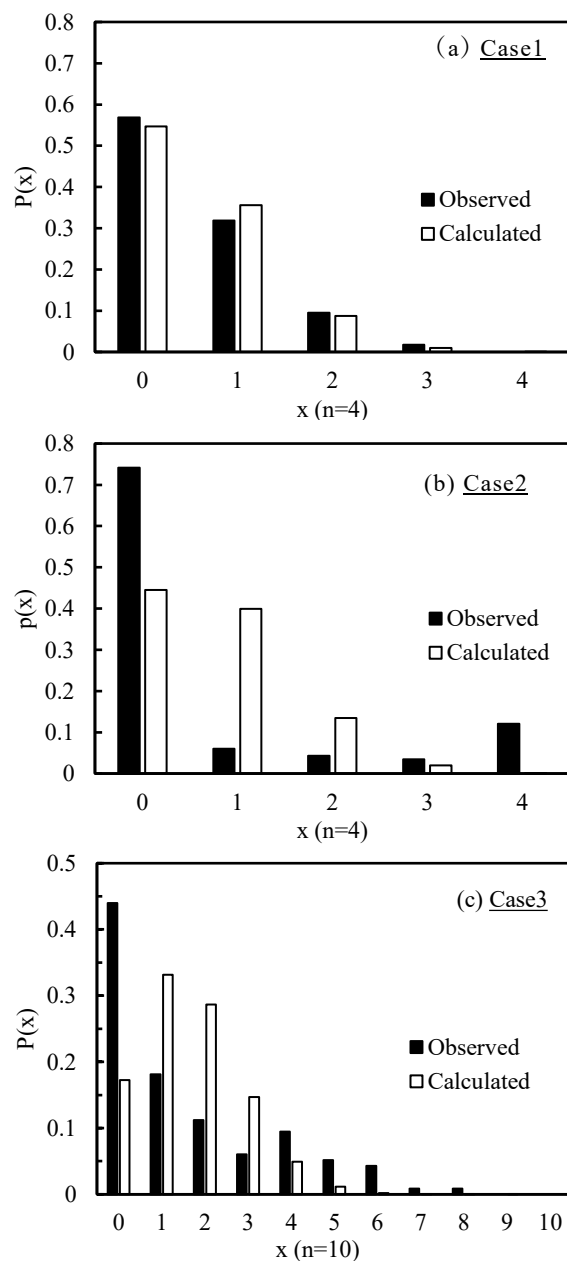


Fig.2 Probability distribution of the number of irrigated paddy fields

引用文献：西田 (2022) 農業農村工学会論文集 90(2), I_267-I_277