

麦収穫乾燥作業体系のシミュレーション

佐々木泰弘・篠崎浩之・甲斐俊二郎 (九州農業試験場)

SASAKI, Y., H. SHINOZAKI and S. KAI : Simulation Model for Harvesting
and Drying System on Wheat and Barley

麦は収穫期間が短いため、コンバインによる収穫作業量は、天候とその影響を強く受ける立毛中の穀粒水分に大きく左右される。収穫時の麦水分は、稲と比べて著しく高い場合が多く、水分が高いとコンバインや乾燥機の能率は低下する。これらのことを中心に、専業麦作農家における自脱型コンバイン+トラック+循環型乾燥機の作業体系を、システムダイナミックスの手法を用いてモデル化し、収穫期間内における収穫面積や乾燥穀物量などの日変動を解析しようとした。

従来、作業体系の解析は、農業試験場における体系化試験や現地実証試験などによることが多いが、実施規模に制約があるなど問題も多い。コンピュータシミュレーションによる解析は、これを補完する有力な手法の一つであり、本報は簡単な実施例である。

なお、モデル化には連続型シミュレーション言語であるDYNAMOを用いた。

1. システムのモデル化

システムは毎日の気象条件を決める情報のフローと、立毛中の穀粒水分、コンバイン収穫量、トラック運搬量ならびに乾燥機による乾燥量をレベルとする四つの物のフローによって構成された。モデル化の主な方法は次のとおりである。

1) 気象要因 毎日の気象要因の決定は、過去のその日ごとの気象データを用いるのが一般的な方法であるが、ここでは池田ら¹⁾の一樣乱数を発生させて決定する気象モデルによった。すなわち、対象地域の一定期間内における降水量、風速ならびに日照時間について階級別頻度をしらべ、その出現の確率に対応するように設定した数直線上の境界値と、別途に発生させた一樣乱数を比較して、気象要因を決定した。さらに翌日の降雨の有無をあらかじめ決められるように、降水量についてのみ1日間隔でシフトするリニヤボックスカトレインを用いて制御した。

2) 立毛中の穀粒水分 中江²⁾によれば、収穫期における穀粒水分の1日当たりの減少量は、平均2～3%、最高5～6%に達し、降雨にあうと吸水するが、吸水粒は晴天になれば直ちに元の水分レベルにもどる。この水分変化の特性に基づき、穀粒水分は毎日の気象条件によって変化するようにし、その減少量は晴天、風速ならびに日照時間の違いによって重みづけをし、1日当たり0～5%の範囲で変化するようにした。この場合、降水量2.0mm以上の日には穀粒水分は変化しないものとし、降雨前日の水分が持続されるものとした。

3) 収穫運搬乾燥作業 毎日の実施作業量は、自脱型コンバイン、トラックならびに循環型乾燥機それぞれについて算出した当日の作業能力を、MIN函数によって選択し、その最小値をとった。この最小値の選択により、収穫から乾燥までの作業を停滞させないようにした。つぎに毎日の実施作業量を積算して収穫期間中の全作業量を求めるため、実施作業量を流入レートに、流出レートをゼロにしてレベルに全作業量をストックした。レベルはコンバインでは面積単位、トラック、乾燥機では重量単位で表示した。

MIN函数に導入する個々の機械の作業能力は、次の方法で算出した。

(1) 自脱型コンバイン 1日の収穫能力は、作業能率と作業時間から求めた。作業能率は稲用の能率を基準にとり、気象要因と穀粒水分のステージによって影響を受けるようにした。すなわち、晴天で風のある収穫に適した日には能率は高目に、少ない雨(降水量1.0～1.9mm)などの日には低目にとり、また水分が25%以下の時を基準として、25～30%で0.9倍、35%以上で0.8倍の能率とした。

(2) トラック 1日の運搬能力は、運搬能率(運搬距離1km以内と仮定)と作業時間から計算した。

(3) 循環型乾燥機 1日の乾燥能力は、乾燥機の容量、全乾燥時間(乾燥+搬入搬出時間)、乾燥回数ならびに一時貯留量から求めた。乾燥時間は、穀粒搬入時の水分、仕上げ水分(13.0%)ならびに1時間当たりの乾減率から算出し、水分ステージにより乾減率を選択(水分35%以上で0.8%/hr、35～25%で1.0%/hr、25%以下では、1.2%/hr)させた。一時貯留は翌日が雨で立毛中の穀粒水分が25%以下(無通気堆積状態で1日以上貯留可能)の場合のみ行うこととし、その量は乾燥機から算出した1日当たりの乾燥量と同量にした。これにより一時貯留した場合も、収穫麦の乾燥は翌日中に完了するようにした。

2. シミュレーション計算の一例

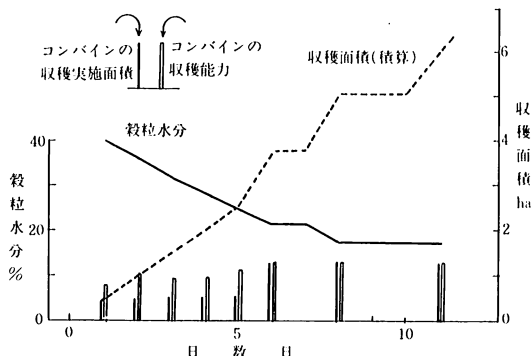
1) 定数及び変数の設定 計算の一例として、自脱型コンバイン2条刈りを中心とする小型体系と4条刈りを中心とする中型体系をとりあげ、それらの定数および変数を設定して第1表に示した。各々の体系において、立毛中の穀粒水分40、35、30、25%の段階から収穫を始めた場合の収穫面積、乾燥穀物量の日変動を10年間にわたって計算した。気象データは佐賀における1970～1979年の5月下旬から6月上旬の観測値を用い、収穫期間は11

日間とし、期間中に水分が13%以下になれば、作業が終了するようにした。

第1表 定数及び変数

| 項 目 | | 小型体系 | 中型体系 |
|---------------|------------|----------------|--------|
| 自脱型コンバイン | 刈取条数(条) | 2 | 4 |
| | 能 率(ha/hr) | 0.08 | 0.20 |
| ト ラ ッ ク | 種 類 | 軽(350kg) | 小型(1t) |
| | 能 率(t/hr) | 1.05 | 3.0 |
| 循 環 型 乾 燥 機 | 種 類(石) | 18 | 28 |
| | 容 量(t) | 1.26 | 1.96 |
| 収 穫 期 間(日) | | 11 | |
| 麦 収 量(t/ha) | | 3.8 | |
| 収穫開始時の穀粒水分(%) | | 40, 35, 30, 25 | |

2) 計算結果 中型体系で穀粒水分40%から収穫開始した場合の結果を、第1図に示した。第1図にみるように、穀粒水分は収穫後日数が経過するにつれて次第に低下し、晴天時には1日当たりの減少量は平均3%程度を示した。一方雨天時には、穀粒水分の変化はなく、収穫作業は行われなかった。



第1図 シミュレーション結果の一例(中型体系)

毎日の収穫実施面積は、収穫期の前半では自脱型コンバインの1日の収穫能力よりも小さいが、後半に入ると同一となった。このことは穀粒水分が高い前半では、収穫面積が乾燥機の能力に制約され、水分が低くなった後半では乾燥機の能力が増大するために、コンバインの能力に制約されることを示している。この計算例では、収穫期間中に収穫した全面積は約6.5haに達している。

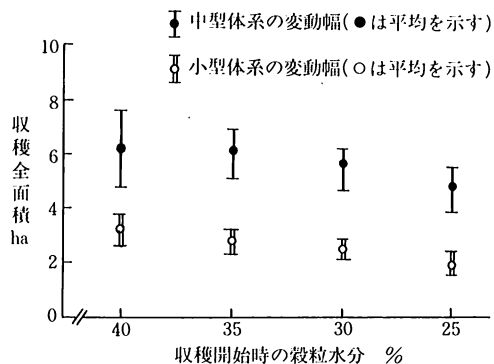
次に、小型、中型体系の10年間のシミュレーション結果を、収穫期間における収穫全面積について集約し、第2図に示した。収穫全面積はどの水分ステージから収穫を開始するかによって異なるが、小型体系で2~4ha、中型体系で4~8haとなり、収穫開始時の水分が高いほ

ど、すなわち収穫を早期に始めるほど大きくなった。また同じ水分から収穫を始めても、10年間の年次変動は大きく、気象要因による影響が大きいことがうかがわれた。

以上は計算の一例であるが、本モデルは機械の組合せを変えたり、対象地域に応じた気象条件を設定することにより、多くの計算が可能となる。計算結果は導入機械のサイズや組合せを選択するための情報となる。

3. 作成モデルの今後の課題

1) モデル化の段階で、実験に基づくデータに欠くところは経験値を採用した。例えば、立毛中の穀粒水分の減少量は気象要因との関係が明らかでなく、経験による係数を導入して変動させた。さらに穀粒水分が機械の能率に及ぼす影響についても、明瞭なデータを欠くため、経験に基づく重みづけを行った。このように現状はモデル化に要する基礎データが不足しており、今後モデルの精度向上を図るには、システムに組みこめる形での基礎データの集積が必要である。



第2図 収穫開始時の穀粒水分の違いによる収穫期間中の収穫全面積(10年間)

2) 本モデルは、主に作業量の面から組み立てられているが、麦の収穫乾燥作業体系を総合的に評価するには、経営収支あるいはエネルギー収支の面からの検討が必要である。

3) モデル化の対象は想定ではなく実在の農家の作業体系とする必要がある。このことにより、シミュレーション結果と実態との整合性を検証することができ、モデルの有用性の確認が可能となる。

引用文献

- 1) 池田 弘・加藤明治・窪田哲夫：農作業研究，20，75~84，1974。
- 2) 中江克己：農業機械学会第4回技術研修会資料，38~56，1979。