

農道整備がトラクタ走行の安全性に与える影響の定量的評価

Evaluating the Impact of Farm Road Development on the Tractor Driving Safety

○関谷翼*、田村孝浩**、松井正実**、志藤博克***、酒井憲司****

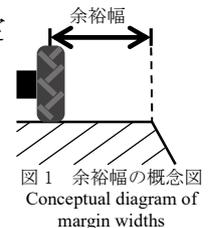
○Tsubasa SEKIYA*、Takahiro TAMURA**、Masami MATSUI**、Hirokatsu SHITO***、Kenshi SAKAI****

1. はじめに

乗用トラクタ使用中の事故は、時に重大な被害をもたらすことが知られている。事故原因の一つに、作業機械の車輪幅に対して道路幅が狭いといった「機械と作業環境のミスマッチ」が指摘されている。ミスマッチ解消の手段の一つとして圃場整備による農道の拡幅がある。しかし農道拡幅による安全性への効果は定性的に語られることが多く、定量的な評価は行われてこなかった。加えて、圃場整備後にも圃場の大区画化を契機として機械を大型にすることで新たなミスマッチが発生する。また、事故一般として場所の安全性が向上すると慢心して注意力が低下し、推奨から逸脱した操作をするなどといった操作ミスが誘発される。これにより再び安全性が低下する可能性も指摘されている。そこで本研究では、ミスマッチ解消の手段の一つである農道の拡幅、また圃場整備後に想定される機械の選択ミスおよび操作ミスによるトラクタ走行時の安全性への影響を定量的に評価することを目的とした。

2. 研究方法

圃場整備の計画策定中である宮城県角田市高田萱場地区を対象地区に選定し、事故事例に関する聞き取りと測量等の現地調査を実施し、その結果に基づいてシミュレーションを行った。現地調査の結果、機械と作業環境のミスマッチを確認した。具体的には、圃場からの左旋回時において、輪距に対して農道幅が足りず右前輪が脱輪しており転落事故につながりかねない状況にあった。



そこで本研究では、各車輪の中央から道路端までの余裕幅(図1)に着目し、余裕幅が負になった状況を脱輪したと判断した。また、各車輪の「最小となる余裕幅(最小余裕幅)」および「最小余裕幅を走行速度で除した余裕時間」の二つの指標を算出した。この二指標の増減を以てトラクタ走行の安全性を評価した。

評価に際して、作業環境・機械・走行速度を変数に設定し、四つのシナリオを作成した(表1)。Iは現行の対象地区の条件、IIは農道が拡幅された条件、IIIは農道の拡幅後に作業者が機械を大型化した条件、IVは農道の拡幅後に作業者が慢心して走行速度を

表1 シナリオ分類表

Scenario classification table

| | | 機械 | |
|------|-----|--------|-----|
| | | 中型 | 大型 |
| 作業条件 | 整備前 | I | - |
| | 整備後 | II, IV | III |

上げた条件を反映させた。各条件の値は現地調査や参考資料を基に設定した。具体的に整備前の農道幅は2.3m、整備後を4.0mに、使用機械は現有の65馬力(中型)と将来の更新を想定して104馬力(大型)に、走行速度はI、II、IIIは2.4km/h、IVは7.4km/hに設定した。

シミュレーションに用いるソフトは、シナリオに関する条件を入力できること、余裕幅を定量化できることなどの条件から、Applied Intuition社のCarSimを用いた。

*東京農工大学農学府 *Tokyo University of Agriculture and Technology, Graduate School of Agriculture **宇都宮大学農学部 **Utsunomiya University, School of Agriculture ***農研機構農業機械研究部門 ***National Agriculture and Food Research Organization, Institute of Agricultural Machinery ****東京農工大学農学研究院 ****Tokyo University of Agriculture and Technology, Institute of Agriculture / キーワード: 圃場整備、道路計画・整備

3. 結果

1)シミュレーションの再現性：選定したソフトでIに関するデータを入力し、トラクタの挙動を表現した。その結果、実例と同じ挙動を再現できたことから、同ソフトの利用は妥当と考え検証作業を進めることとした。

2)シミュレーション結果：各シナリオのシミュレーション結果を表2に整理した。

表2 各シナリオにおける最小余裕幅[m]および余裕時間[s]
Minimum margin widths[m] and margin time[s] of each scenario

| シナリオ | 左前輪 | | 左後輪 | | 右前輪 | | 右後輪 | |
|------|-------|------|-------|------|--------|-------|-------|------|
| | 余裕幅 | 余裕時間 | 余裕幅 | 余裕時間 | 余裕幅 | 余裕時間 | 余裕幅 | 余裕時間 |
| I | 0.708 | 1.06 | 0.372 | 0.56 | -0.559 | -0.54 | 0.051 | 0.08 |
| II | 1.313 | 1.97 | 0.969 | 1.45 | 1.049 | 1.57 | 1.518 | 2.28 |
| III | 1.102 | 1.65 | 0.751 | 1.13 | 0.276 | 0.41 | 0.922 | 1.38 |
| IV | 1.258 | 0.61 | 1.031 | 0.50 | 0.442 | 0.22 | 0.914 | 0.44 |

IIでは、全車輪において余裕幅・時間ともに増加が確認された。IIIおよびIVについても、全車輪において余裕幅・時間が増加したが、その変化量はIIよりも少なかった。

IとIIを比較した結果、農道及び進入路の拡幅により、全車輪において余裕幅・時間の増加が確認された。特に脱輪があった右前輪では脱輪まで約1.0m・約1.5秒間の余裕幅・時間が増加し、脱輪することなく旋回できるようになった。

IIとIIIを比較した結果、機械の大型化により、全車輪において余裕幅・時間の減少が確認された。特に右前輪では脱輪まで約0.70m・約1.1秒の余裕幅・時間が減少した。

IIとIVを比較した結果、走行速度を上げることにより全車輪において余裕幅・時間の減少が確認された。特に右前輪では、脱輪まで約0.60m・1.3秒の余裕幅・時間が減少した。

4. 考察

分析の結果、農道の拡幅により余裕幅・時間が増加し、トラクタ走行の安全性が向上することが定量的に示された。これは、圃場整備による農道の拡幅が機械と作業環境のミスマッチを解消する手段として有効であることを示唆している。

一方で、農道拡幅後に作業者が道路幅員に適さない大型の機械を選択したり、推奨される速度以上に高速で走行したりすることで、安全性が低下することも定量的に示された。このことから、トラクタ走行の安全性向上のためには圃場整備による技術的な対応だけでは限界があり、ヒューマンエラー防止の対応も併せて行う必要があると考えられる。具体的には、作業環境に適した機械を選択し、推奨される操作から逸脱しないよう注意して作業を行うなど、作業者の安全意識が求められる。作業者に対してそのような安全に関する知識を提供し意識改革を行うことで、誤った判断や操作を未然に防ぐための教育を行うことが重要であると考えられる。

5. 結論

本研究では、農道の拡幅により安全性が向上する一方で、機械の選択・操作ミスにより安全性が低下する可能性を定量的に示すことができた。今後は、圃場整備による技術的な対策に加え、作業者への安全教育や適切な運用指針の策定といった、ヒューマンエラーへの対策も併せて行い、作業者の安全意識を醸成することでさらなるトラクタ走行の安全性向上が期待される。

謝辞：本研究成果は、農研機構農機研・農業機械技術クラスターの「農作業安全を考慮した基盤整備事業におけるリスク低減効果の実証」プロジェクトの研究成果、ならびに、JSPS 科研費 JP22H00388 の研究成果の一部を取りまとめたものである。貯砂遂行に関しては、農業組合法人さくらファームおよび宮城県大河原地方振興事務所より多大な協力を得た。記して謝辞とする。