

事故現場の微地形に着目した農作業事故の発生要因に関する研究

Study of farming accident caused by microrelief of road surface

○丸山豊樹*, 田村孝浩**, 内川義行***, 松井正実**

○MARUYAMA Toyoki*, TAMURA Takahiro**, UCHIKAWA Yoshiyuki***, MATSUI Masami**

1. はじめに 我が国では年間約 45,000 件もの農作業事故が発生し、毎年 350 名を超える人命が失われている。他産業では労働衛生環境の改善が図られるなか、農作業事故(以下、事故と省略)死はこの 40 年間ほとんど変わらず高位安定のまま推移してきた。これまでの事故防止対策は、注意喚起を促すパンフレットの作成・配布、安全装置の開発・実装等が中心に進められ、基盤構造の観点からアプローチしたものは少ない。既往研究により事故の多くが路上や圃場で発生していること¹⁾、危険感と勾配に相関があること²⁾が明らかにされているが、路床の凹凸や歪み等の微地形を把握したものは無く、事故との因果関係も具体化されていない。そこで本研究では実際の事故現場等を対象として、圃場周辺の微地形を縦横断測量によって把握し、農作業事故の発生要因を解明することを目的とする。

2. 研究の方法 事故の発生状況を把握するために、事故の当事者を対象とした聞き取り調査を行った。また事故原因の 1 つと考えられる基盤構造の特徴、すなわち事故現場の微地形を把握するために電子平板測量を行った。聞き取り調査により得たデータは Event Tree 分析(以下 ET 分析)を行い、事故発生要因を人的要因・機械的要因・構造的要因に分類した。このうち構造的要因が主たる事故要因と考えられた事例を対象として、事故現場の 3D 景観モデルを電子平板測量のデータから構築した。この 3D 景観モデルに基づいて縦横断図を作成し、事故現場付近の傾斜方向や勾配などの微地形を明らかにした。また農林水産省が定める設計基準を参考として、事故現場付近の微地形の特徴ならびに事故原因について考察を行った。

3. 結果および考察 1) 事件事例と発生要因: 2013 年 4~10 月に事例収集を行い、事故 6 例(うち怪我 5 例, 死亡 1 例), ヒヤリ・ハット 2 例を収集した。その結果, 支線農道付近における事故が 7 件と多く, 圃場の整備状況は事業施工が 5 箇所, 自主施工によるものが 3 箇所となった(表 1)。これらの 8 事例に対して ET 分析を行った結果, 事例 E では人的要因が, それ以外の 7 事例は構造的要因が事故発生プロセスの初期段階に位置していた。2) 3D 景観モデルによる微地形解析: 人的要因に由来する事例 A および畦畔部分で発生した事例 E を除く 6 事例を対象として, 電子平板測量のデータから 3D 景観モデルを作成し, 事故発生地点付近の縦横断図を作成した。事例 D の縦横断図(図 1・図 2)に着目すると, 事故発生地点の縦断勾配は約 17°と極めて急で, なおかつ路面が谷側へ傾いていることが明らかとなった。また事故時における作業機械の諸元と聞き取り調査からトラクタの走行軌跡を推定し, 走行軌跡の傾斜角を算出した(図 3)。その結果, 左右車輪の走行軌跡の傾斜角は独立かつ不規則に変化しており, これがトラクタのピッチングやローリングを発生

表 1 調査対象事例
Table.1 List of investigated samples

事例	事例 A	事例 B	事例 C	事例 D	事例 E	事例 F	事例 G	事例 H
整備状況	自主施工		事業施工		自主施工		事業施工	
分類	事故						ヒヤリ・ハット	
事故現場	畦畔(土坡)	支線農道(土坡)	支線農道(砂利敷)	支線農道(土坡)	支線農道(砂利敷)	支線農道(コンクリート)	支線農道(砂利敷)	進入路(土坡)
被害者	71 歳・男性	64 歳・男性	54 歳・男性	79 歳・男性	62 歳・男性	63 歳・男性	68 歳・男性	64 歳・男性
被害程度	怪我無し	左手小指骨折	肋骨・鎖骨を骨折	肋骨骨折 頸椎損傷	死亡	右腕尺骨ほか骨折	-	
作業機械	乗用田植機	乗用トラクタ	歩行トラクタ トレーラー	乗用トラクタ	乗用トラクタ	汎用コンバイン	乗用トラクタ・マニュアルスプレッド	
概要	圃場退出時に田植機前輪が浮上。畦畔を乗り越え水路へ転落	上段圃場に移動のため支線農道を走行中、スリップし転落	歩行トラにトレーラー接続し苗箱を積載し、下方向へ後退中に転落。	上段圃場に移動のため、支線農道を走行中スリップし転落	支線農道をトラクターで移動中に下段圃場へ転落	支線農道をコンバインで下り方向へ移動中に転落	支線農道から進入路経由で圃場に入る際マニュアルスプレッドが脱輪	支線農道から進入路経由で圃場に入る際マニュアルスプレッドが脱輪

所属: *静岡県庁(Shizuoka Prefectural Office), **宇都宮大学農学部(Utsunomiya Univ. Dept. Agriculture), ***信州大学農学部(Shinshu Univ. Dept. Agriculture), キーワード: 農作業事故, 微地形解析, 3D 景観モデル

させ、機体の転倒に繋がったと考えられた。3) 設計基準との照合による事故原因の推察：設計基準の内容は、遵守事項と運用事項に大別される。しかし水田地域における支線農道については遵守事項として縦断勾配の値が明示されていない。そこで畑・樹園地地域の「運用と解説」に示された値を便宜的に援用・参照した。支線農道にて発生した6事例の基盤構造（縦横断勾配と幅員）と使用機械の車幅を整理し、設計基準の値に準じて比較したところ表2のようになった。その結果、縦断勾配では4事例、横断勾配では3事例、幅員では1事例が設計基準の範疇を超えていることが示唆された。

具体的に自主施工の事例B・Dは、いずれも縦横断勾配が設計基準の値よりも大幅に超過していた。また事業施工による事例C・Fの縦横断勾配は、部分的に設計基準の値を超えていた。このうち事例Cの路床は砂利敷きであることから、経年変化によって路肩の崩れなどが生じたものと考えられた。その要因について、追加の聞き取り調査をした結果、積雪・融雪の影響や除草作業の影響等が推察されたが、特定には至らなかった。また事例Fの路床横断面は、設計基準に準じた区間もみられたが、事故発生付近における路床横断面は設計基準に準じた構造とは異なっていた。

ヒヤリ・ハットの事例G・Hについては、実際に使用している作業機械の最小回転半径を算出した。その結果、最小回転半径の値は進入路と支線農道を併せた幅員よりも大きくなった。圃場整備がなされた1982年当時は現在よりも小型の機械を使用していたこと、脱輪等のヒヤリ・ハットはなかったとの聞き取り結果から、事例G・Hについては、作業効率を高めるために導入した機械の大型化の影響があったと推測された。

4. おわりに 対象とした事例では支線農道での事故が多く、とくに自主施工の事例については縦横断勾配や幅員などの値が設計基準の範疇を超える傾向にあり、これらが事故要因の1つと考えられた。なお事業施工の事例においても経年変化によるものと思われる路肩の崩れがみられたが、原因の特定には至らなかった。事故防止策の提案も含め今後の課題とする。

表2. 基盤構造と使用機械の諸元
Tab.2 Specifications of the work machine and road structure

事例	事例B				事例D				事例C				事例F				事例G				事例H			
	Max	Min	Ave. (±Std.)	scene	Max	Min	Ave. (±Std.)	scene	Max	Min	Ave. (±Std.)	scene	Max	Min	Ave. (±Std.)	scene	Max	Min	Ave. (±Std.)	scene	Max	Min	Ave. (±Std.)	scene
縦断勾配(°)	24.9	1.72	13.6 (±6.07)	16.4	28.4	3.44	14.3 (±7.48)	15.2	-7.5	-12.2	-10.7 (±0.95)	10.2	-14.9	-16.5	-14.6 (±0.48)	-13.6	6.33	1.72	3.82 (±0.99)	2.68	2.32	0	1.64 (±0.64)	1.23
横断勾配(°)	20.6				13.3				10.3				1.1				2.83							
幅員(m)	3.4				1.1				3.6				4.1				3.2				3.4			
機械幅(m)	1.1				0.9				—				1.8				1.4				1.3			

※1：網掛け部は、便宜的に参照した設計基準の値を超えた部分。※2：横断勾配は、事故発生付近の値。

謝辞：本研究は、科研費（研究課題番号：25660187、代表者：田村孝浩）の研究成果の一部である。調査に際しては、農研機構生研センター特別研究チーム(安全)、小田林徳次氏、綱川欣典氏、また匿名の営農者から多大な協力を得た。記して謝意を表す。参考文献：1) 「農作業事故の減少に向けた取組」、平成22年度食料・農業・農村白書、農林水産省、p.278(2013)、2) 木村和弘ら「山間急傾斜地水田の進入路の実態と農家による安全対策」農土誌58(1)31-37(1990)。

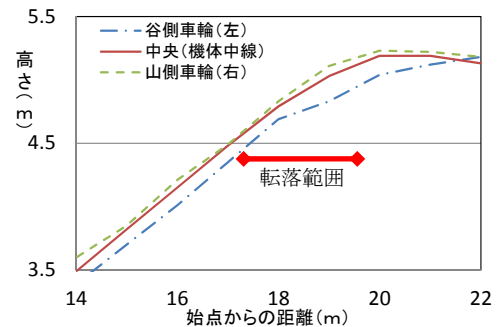


図1 事故発生地点付近の縦断図（事例D）
Fig.1 Vertical section of around the accident site

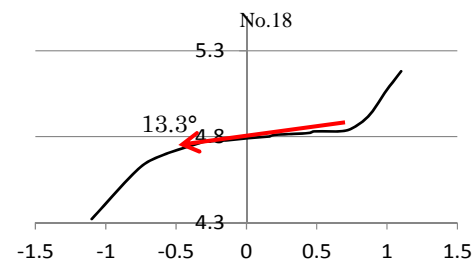


図2 事故発生地点付近の横断図（事例D）
Fig.2 Cross section of around of the accident site

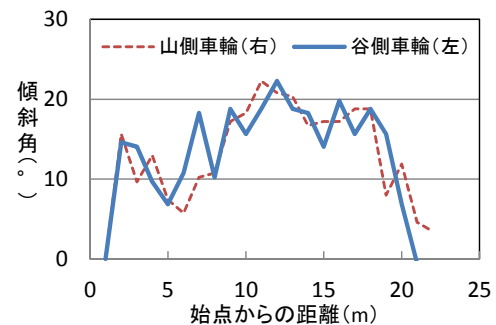


図3 傾斜角の増減（事例D）
Fig.3 Change of the angle of inclination