

乗用トラクタの事故調査結果を用いた事故要因分析とリスク評価手法の検討

誌名	農業食料工学会誌 = Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers
ISSN	2188224X
著者名	青柳,悠也 松井,正実 武田,純一 棚橋,拓也 三浦,泰 福島,崇志
発行元	農業食料工学会
巻/号	81巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 93-103
発行年月	2019年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



乗用トラクタの事故調査結果を用いた事故要因分析と リスク評価手法の検討*

青柳悠也^{*1}・松井正実^{*2†}・武田純一^{*3}・棚橋拓也^{*2}・
三浦 泰^{*2}・福島崇志^{*4}

要 旨

乗用トラクタの事故は農業機械作業に係る死亡事故のうち最も多く、それらを低減することは農作業安全の観点から重要である。本研究では、新たに入手した乗用トラクタの事故調査結果から、発生確率を算出し、被害の程度に重みを付けて数値化することで、各事故要因の危険度および各事故事例のリスクを算出した。その結果、乗用トラクタ事故における、死亡、重傷のリスクは最大で57%、61%低減可能であると見込まれた。さらに、「安全性や操作性の低い機械」、「場所の傾斜、段差、凹凸」、「場所の狭さ（縁、物への距離）」の3要因を対策することで死亡・重傷のリスクの閾値を下回る見込みを得た。

[キーワード] トラクタ, 事故, 要因分析, リスク評価, 農作業安全

Analysis of Accident Factors and Consideration of Risk Assessment Method Based on Results of Tractor Accident Survey*

Yuya AOYAGI^{*1}, Masami MATSUI^{*2†}, Jun-ichi TAKEDA^{*3}, Takuya TANAHASHI^{*2},
Shin MIURA^{*2}, Takashi FUKUSHIMA^{*4}

Abstract

For the purpose of safety, it is important to prevent tractor accidents, which are the most common fatal agricultural machine accidents. In this study, the probability of a tractor accident and the severity of injury were quantified from the results of a tractor accident survey. The risk of each accident cases and the factors involved were quantified based on the probability and the severity of injury. The results show that the risk of death and serious injury can be reduced by approximately 57% and 61%, respectively. Furthermore, the risk of an accident is expected to be lower than the threshold of death and serious injury by addressing three factors: unsafe and poor machine operability, road inclination, and narrow roads.

[Keywords] tractor, accident, factor analysis, risk assessment, farm safety

I 緒 言

農業機械の普及発達により農作業の軽労化が進むとともに、作業能率も著しく改善されている。一方で、農業

機械の使用による死亡事故は深刻な問題となっている。農林水産省によると、過去20年における我が国の農作業死亡事故件数は年間約350件に上り、高水準のまま推移している（農林水産省、2017a）。農業機械に係る死亡

* 2018年8月 第54回農業食料工学会関東支部年次大会（大宮）にて一部講演

*1 会員, 東京農工大学大学院連合農学研究科（宇都宮大）（〒321-8505 栃木県宇都宮市峰町350 TEL 028-649-5496）
Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology (Utsunomiya University), 350, Minemachi, Utsunomiya-shi, Tochigi 321-8505, Japan

*2 会員, 宇都宮大学農学研究科（〒321-8505 栃木県宇都宮市峰町350 TEL 028-649-5496）
Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, 350, Minemachi, Utsunomiya-shi, Tochigi 321-8505, Japan

*3 会員, 岩手大学農学部（〒020-8550 岩手県盛岡市上田3-18-8 TEL 019-621-6186）
Faculty of Agriculture, Iwate University, 3-18-8, Ueda, Morioka-shi, Iwate 020-8550, Japan

*4 会員, 三重大学生物資源学研究所（〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577 TEL 059-231-9597）
Faculty of Bio-resources, Mie University, 1577, Kurimamachiya-cho, Tsu-shi, Mie 514-8507, Japan

† Corresponding author: m_matsui@cc.utsunomiya-u.ac.jp

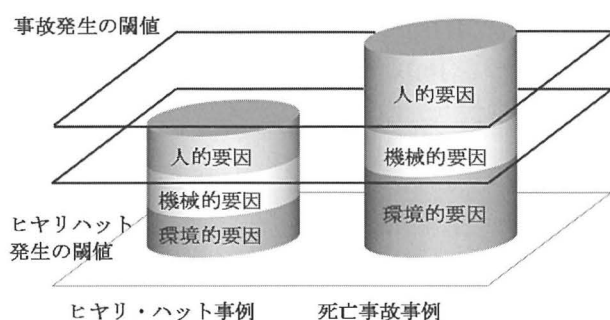


図 1 農作業事故の発生モデル

Fig. 1 Model of farm work accident

事故のうち、機種別事故発生状況を見ると、乗用トラクタが約 5 割と最も高い割合を占める。したがって、乗用トラクタの事故を低減することは農作業安全の観点から重要である。

乗用トラクタ事故は人的要因・機械的要因・環境的要因が複合して発生する(図 1)(田村ら, 2016)。図 1 は人的要因・機械的要因・環境的要因の危険度の合計が閾値を超えると事故発生に至ることを示している。人的要因は人間の過誤に起因するものと管理、監督上の欠陥に起因するもの、機械的要因は機械の構造や特性に起因するもの、環境的要因は農作業現場(環境)の不安全状態に起因するものであると考えられる(三廻部, 1988)。農作業事故を低減するには、それらの各事故詳細要因の危険度の合計が事故発生の閾値を下回るよう対策を講ずる必要がある。さらに、効果的な事故リスク低減には、各事故詳細要因の危険度を定量化し、事故発生の閾値と危険度の高い要因を明らかにすることが重要である。

他産業における事故リスク評価の研究では、高速道路のトンネルにおける火災リスク評価を行ったもの(山崎ら, 2015)やコンベヤによる労働災害のリスク評価を行ったもの(梅崎ら, 2012)がみられる。山崎ら(2015)の研究では、トンネル火災事故データベースから発生確率を算出し、トンネル火災に伴う被害額から被害の程度を算出した。また、梅崎ら(2012)の研究では、労働基準監督署に報告されたコンベヤによる労働災害のデータから発生確率を算出し、労働損失日数により被害の程度を算出した。そして、算出された発生確率と被害の程度との積によってリスクを定量的に評価している。

一方、農業においては、個別経営が多いことから、事故についての情報の共有化が乏しく、農林水産省による農作業事故の調査も人口動態調査の死亡小票に基づく件数の把握に留まっているため、被害額や労働損失日数が不明である。農作業における事故リスク評価の研究では、道・県との協力により得られた事故調査データから発生確率を算出し、発生確率によってリスクの低減効果について検討を行ったものがみられる(積ら, 2013)。しかしながら、発生確率のみでリスク評価を行っており、

被害の程度による評価を行っていないため、重大事故となり得る事故要因の抽出が不十分であると考えられる。そこで、被害の程度を定量化し、リスクをより定量的に評価することは、危険度の高い事故要因の抽出および事故発生の閾値の算出が可能となり、効果的な農作業事故の低減に資すると考えられる。

本研究では、日本農村医学会が行った乗用トラクタの事故調査結果から、既往の研究と同様に発生確率を算出し被害の程度に重みを付けて数値化することで、各事故要因の危険度および各事故事例のリスクを算出した。その結果から危険度の高い事故要因の抽出と、それらの対策時のリスク低減効果および事故発生の閾値について検討を行った。

II 方 法

1. 事故調査データ

本研究では、日本農村医学会が行った乗用トラクタにおける 2001~2015 年(一部 1988, 1998 年, 各 1 件), 1 道 17 県で発生した 72 件の事故調査結果を新たに入手し、これを用いた。この事故調査結果には事故の概況、被害の程度、事故の原因と対策等が記載されている。表 1~3 に事故調査結果における事故原因・年齢・発生地域(道・県)の内訳を示す。ここで、本研究の事故調査結果にどのような傾向がみられるか調べるために、統計データと比較し、相関係数を算出して関係性を調べた。我が国の死亡・負傷含めた乗用トラクタ事故の統計データがほとんどなかったため、厚生労働省の統計データ(厚生労働省, 2015)と農林水産省の統計データ(農林水産省, 2017b)を併せて比較した。表 4 に事故調査結果の事故原因・年齢・発生地域(道・県)と厚生労働省統計の農作業死傷事故の原因(厚生労働省, 2015)・農作業死傷事故の年齢(厚生労働省, 2015)・農林水産省の統計データの乗用トラクタの普及台数(農林水産省, 2017b)の相関係数を示す。表 4 から、本研究で用いた事故調査結果は事故原因、年齢ともに高い相関があることが分かる。さらに、本研究で用いた事故調査結果の発生地域の件数と、発生地域における年間の乗用トラクタの普及台数に高い相関があることが分かる。乗用トラクタの普及台数が多い地域ではトラクタ事故が多く発生すると考えられる。厚生労働省の統計データは休業日数が 1 日以上のみ集計している。本研究の事故調査結果はこれらの統計

表 1 事故調査結果の事故原因内訳

Table 1 Accidents by cause

事故発生原因	事故調査結果 [件]
転倒・転落	30
自動車との接触	5
挟まれ	9
ひかれ	4
機械からの転落	11
その他	13

表 2 事故調査結果の年齢内訳
Table 2 Accident victims by age

年齢	事故調査結果 [件]
30 歳未満	1
30～39 歳	5
40～49 歳	9
50～59 歳	14
60～69 歳	21
70 歳以上	22

表 3 事故調査結果における発生地域（県・道）の内訳
Table 3 Accidents by prefecture

道・県	事故調査結果 [件]	道・県	事故調査結果 [件]
北海道	18	長野	9
岩手	3	滋賀	3
秋田	2	三重	3
山形	4	兵庫	2
福島	3	広島	2
栃木	5	福岡	1
千葉	1	長崎	1
富山	5	宮崎	1
新潟	8	沖縄	1

表 4 事故調査結果と統計データとの相関係数
Table 4 Correlation coefficient between accident survey and statistics

事故調査結果	統計データ	相関係数
事故原因	事故原因（1988, 1998, 2001～2015 の平均値）（厚生労働省, 2015）	0.809
被害者の年齢	被害者の年齢（1988, 1998, 2001～2015 の平均値）（厚生労働省, 2015）	0.927
発生地域の件数	発生地域の普及台数（2015）（農林水産省, 2017b）	0.821

表 5 事故詳細要因の分類
Table 5 Classification of accident detail factors

管理	人的要因 ヒューマンエラー	機械的要因	環境的要因
機械の安全管理不足 場所の安全管理不足 作業方法の安全管理不足 正しい安全管理の教育体制不足 作業方法の知識不足* 防護具の劣化*	疲労, 体調不良 高齢（70 歳以上） 焦り 過信, 無理な作業 防護具の着用不十分 衣服の不適切な着用 作業への集中の欠如 操作に不慣れ とっさの操作ミス 操作装置の設定ミス 危険部位への接近, 接触 危険部位の非停止, エンジン非停止 正しい操作, 取扱の無視, 省略 安全機能の不適切使用 手元, 足元の不注意 見にくい方向（死角）への移動 適正範囲外への逸脱, 接触 条件が悪い場所への進入 手元, 足元の不注意 他作業者との連携不徹底 他者への注意喚起 当事者の他者への不注意 他者の当事者への不注意 勝手な行動	機械の整備不良, 危険状態 安全性や操作性の低い機械	天候の悪条件 気温, 湿度の悪条件 明るさが不十分 場所の狭さ（縁, 物への距離） 場所の軟弱さ, 滑りやすさ 場所の傾斜, 段差, 凹凸 場所の状況が分かりにくい 障害物（枝, 構造物等）の存在

* は本研究で新たに抽出された詳細要因

データと高い相関があることから、休業を伴う事故と傾向が似ていると考えられる。以上より、本研究の事故調査結果を使って事故要因分析を行うことで、乗用トラクタにおける休業を伴う事故の傾向が展望できると考えられる。

2. 事故詳細要因の危険度算出

既往の分析マトリックス案で示されたもの（積ら、

2012）を精査して、細分化できない事故詳細要因を抽出した。その結果、本研究では新たに「作業方法の知識不足」と「防護具の劣化」の2つの詳細要因が抽出された。さらに、抽出された事故詳細要因を人的要因・機械的要因・環境的要因に分類し（表 5）、既往の研究（三廻部, 1988）を参考に、人的要因を管理とヒューマンエラーに分けた。管理は管理と監督上の欠陥に起因するエラーと

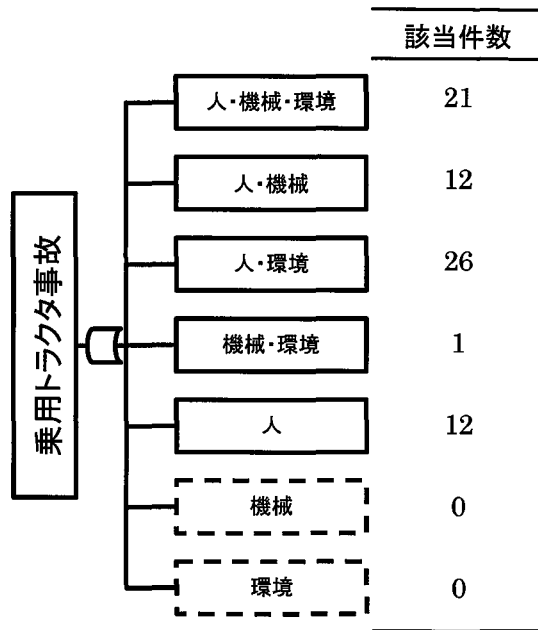


図 2 事故大別要因図

Fig. 2 Fault tree of rough classified accident factors

分類し、ヒューマンエラーは人間の過誤に起因するエラーとした。また、人間は誰でも錯覚などにより誤りを起こしやすい性質を持っており、農作業事故の要因であるヒューマンエラーをなくすことは不可能であるため(三廻部, 1988)、ヒューマンエラーを対策困難であると、管理・機械・環境を対策可能であると分類した。

フォルトツリー図は、乗用トラクタ事故を最上位事象とし、抽出された事故詳細要因を最下位事象として作成した。また、フォルトツリー図は事故大別要因図と事故詳細要因図の2段構成とした。事故大別要因図は、乗用トラクタ事故が人的要因・機械的要因・環境的要因のどの組み合わせで発生したかを示し、既往の研究(佐藤ら, 1979)を参考に3要因が複合した「人・機械・環境」の事故事例、2要因が複合した「人・機械」・「人・環境」・「機械・環境」の事故事例、「人」・「機械」・「環境」の単体要因で発生した事故事例に分類した(図2)。「機械」・「環境」の単一要因での事故事例は該当する事例がなかったため除外した。一方、事故詳細要因図は、人・機械・環境の組み合わせに該当する事故詳細要因まで分類した。

乗用トラクタ事故の発生確率を式(1)に示す。既往の研究(積ら, 2013)を参考に、負傷を含めた事故件数は死亡事故件数の5倍とした。

$$p = 5 \cdot \frac{Y}{S} \quad (1)$$

p : 乗用トラクタ事故の発生確率 [件/台・年]

Y : 年間の乗用トラクタ死亡事故発生件数 [件/年]

S : 乗用トラクタの普及台数 [台]

農林水産省の統計から、年間の乗用トラクタ死亡事故

表 6 被害の程度

Table 6 Weighting of severity of injury

被害の程度	点数 [点]	定義
死亡	10	死亡
重傷	6	入院を要する負傷
中程度	3	入院を要しないが、通院を要する負傷
軽傷	1	通院を要しない負傷
無傷	0	負傷なし

発生件数(農林水産省, 2017a)、乗用トラクタの普及台数(農林水産省, 2017b)を得て式(1)に代入すると、乗用トラクタ事故の発生確率が 4.3×10^{-4} [件/台・年]と算出される。また、フォルトツリー図において、最下位事象の事故詳細要因の該当件数から、OR 演算(論理和)とAND 演算(論理積)によって該当件数の比が求められる。求められた比と最上位事象の乗用トラクタの事故発生確率から、各事故詳細要因の発生確率 p_i を算出した。

本研究で分析を行った事故調査結果には、被害額や労働損失日数が明記されておらず、被害の程度を定量的に数値化することが困難である。一方で、事故調査結果には被害者の入院・通院の有無、傷病名は記載されていた。正確な定量化には被害額や労働損失日数を用いることが求められるが、今回はリスクの見積りを行っているリスクアセスメントの加算法を参考に、被害の程度に重みを付けて数値化し、発生確率を乗じた値を危険度とした。リスクアセスメントの加算法では、発生確率を回避可能性と暴露頻度に分け、被害の程度と合わせた3項目に重みをつけて数値化し、リスクの見積りを行う。本研究ではフォルトツリー解析により発生確率を定量的に算出し、被害の程度と乗じることで、加算法でのリスク評価に比べてより実態に即していると考えられる。そこで、被害の程度を死亡、入院を要するものを重傷、入院を要しないが通院を要するものを中程度、通院を要しないものを軽傷、無傷で5段階に分け、加算法の被害の程度の評価点数(表6)(糸川ら, 1999; 中央労働災害防止協会, 2006; 建設荷役車両安全技術協会, 2010; 労働基準監督署, 2011; 日本造船協力事業者団体連合会, 2012)を参考に重み付けを行った。各事故事例の被害の程度 E_i の合計を件数 n で除したものを各事故要因の被害の程度 e_j として式(2)に示す。さらに、得られた e_j に発生確率 p_i を乗じたものを危険度 r_j とし、式(3)に示す。この危険度 r_j の単位を Risk Point (RP) と定義した。

$$e_j = \frac{\sum E_i}{n} \quad (2)$$

$$r_j = p_i \cdot e_j \quad (3)$$

e_j : 各事故要因の被害の程度 [点]

E_i : 各事故事例の被害の程度 (0, 1, 3, 6, 10) [点]

r_j : 各事故要因の危険度 [RP]

p_i : 各事故要因の発生確率 [件/台・年]

n : 各事故要因の該当数

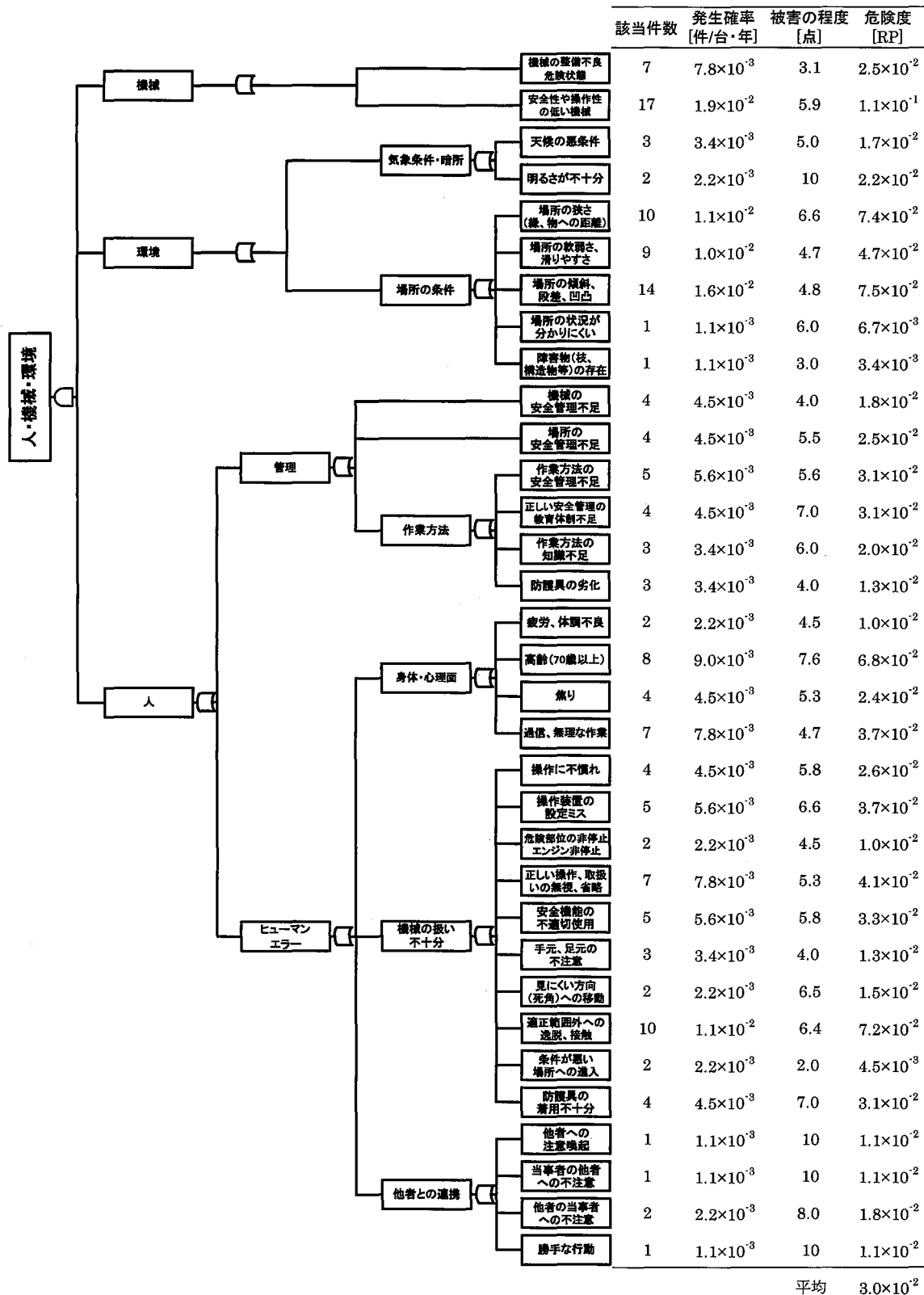


図 3 「人・機械・環境」の事故詳細要因図と危険度

Fig. 3 Fault tree of accident detailed factors of "person, machine, environment" and risk point

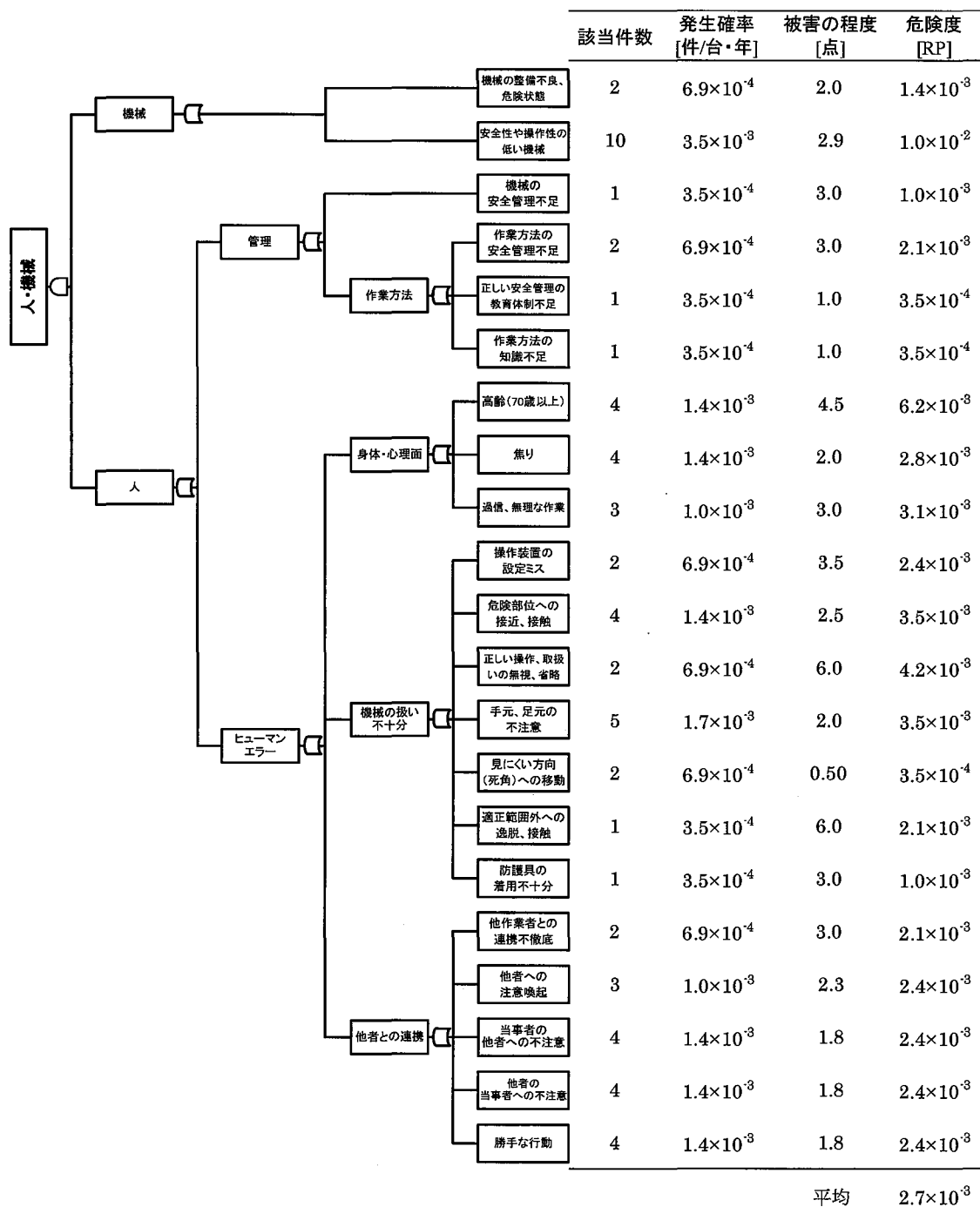


図 4 「人・機械」の事故詳細要因図と危険度

Fig. 4 Fault tree of accident detailed factors of "person, machine" and risk point

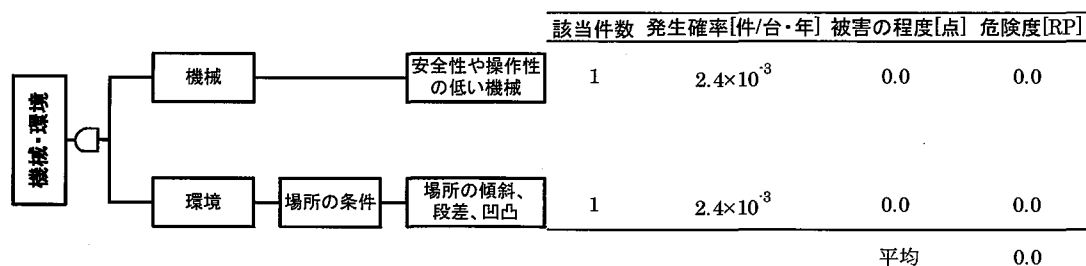


図 5 「機械・環境」の事故詳細要因図と危険度

Fig. 5 Fault tree of accident detailed factors of "machine, environment" and risk point

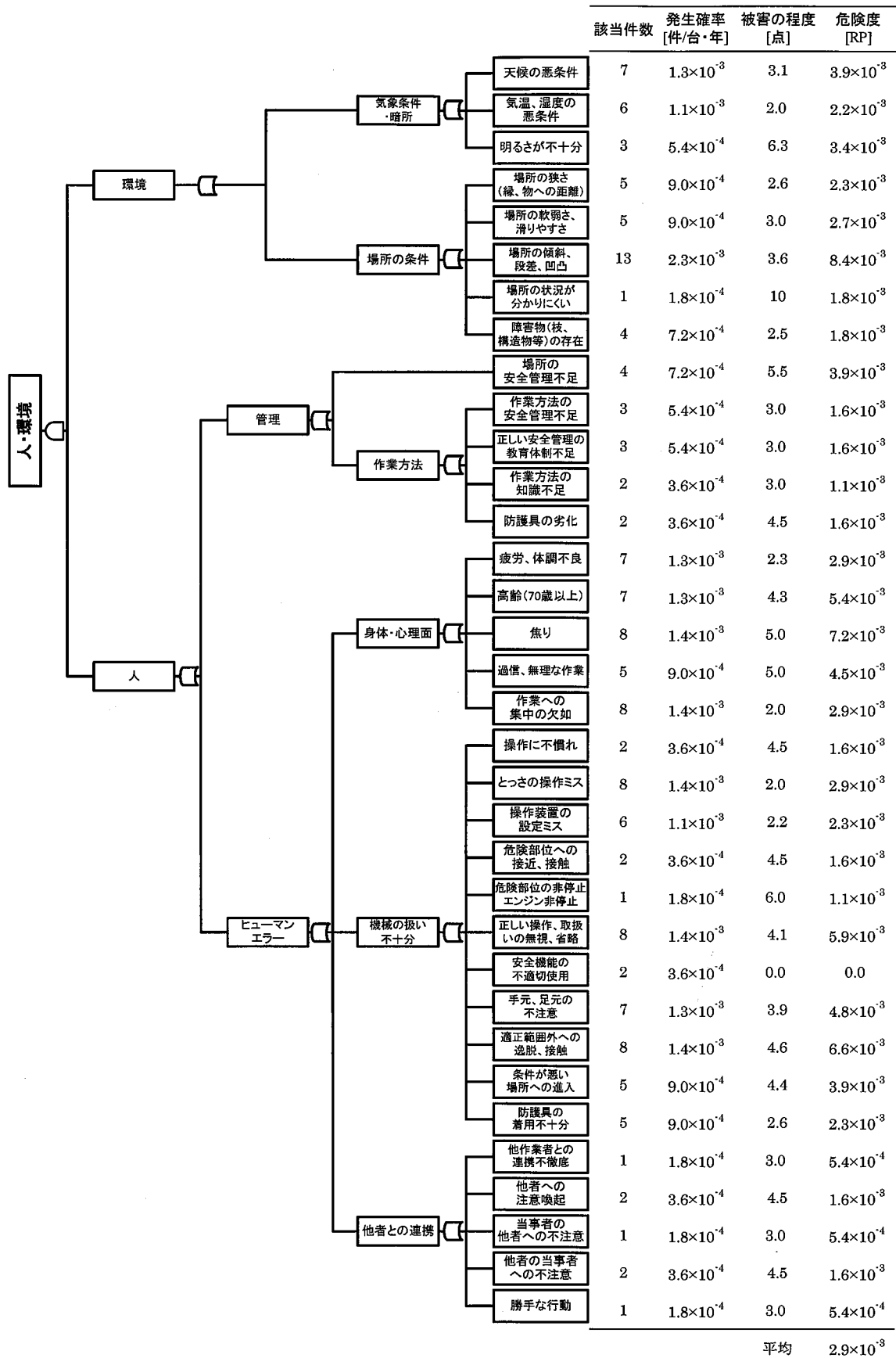


図 6 「人・環境」の事故詳細要因図と危険度

Fig. 6 Fault tree of accident detailed factors of "person, environment" and risk point

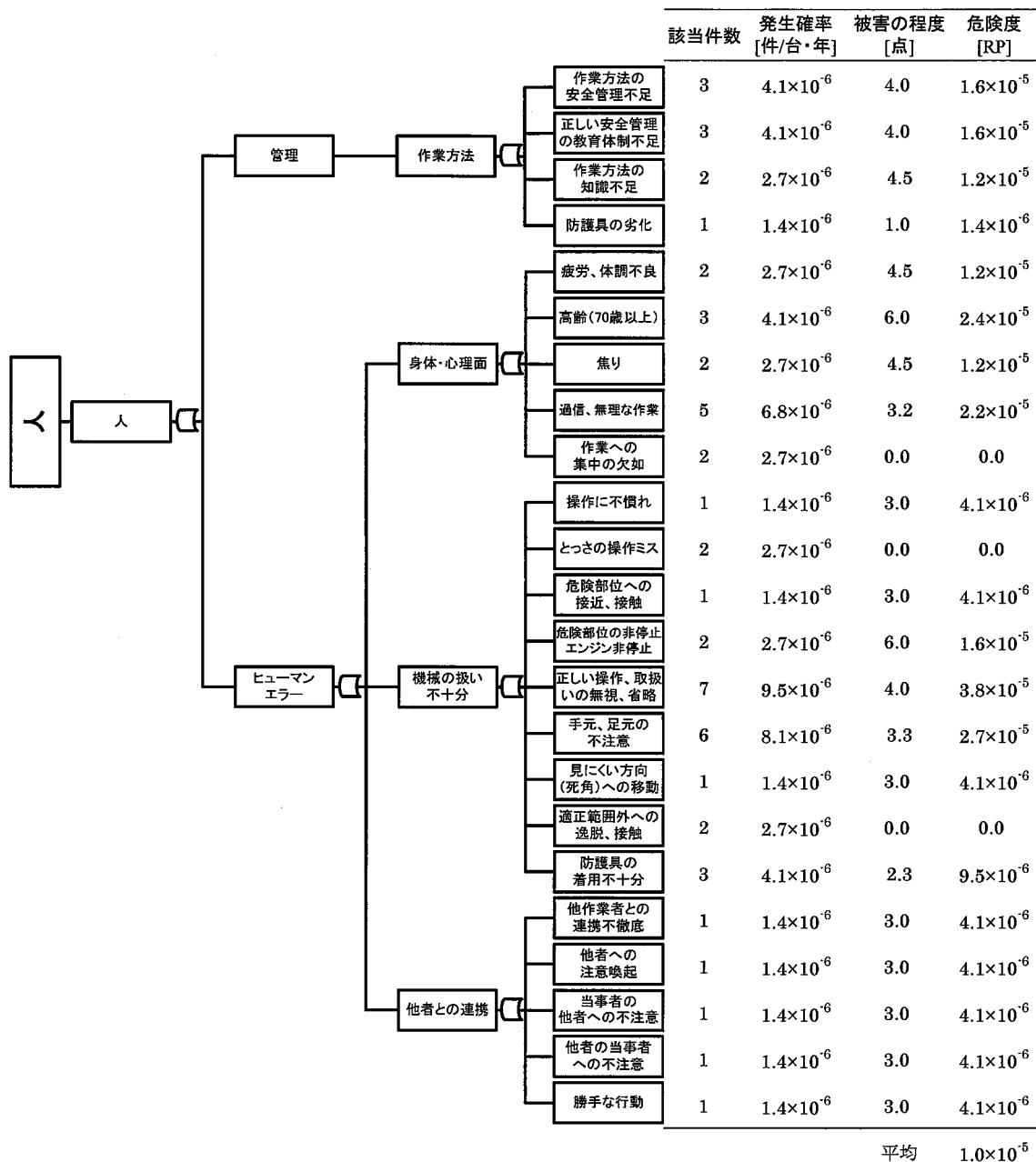


図 7 「人」の事故詳細要因図と危険度

Fig. 7 Fault tree of accident detailed factors of "person" and risk point

i : 任意の事故事例番号

j : 任意の事故要因番号

事故詳細要因図のうち、「人・機械・環境」、「人・機械」、「機械・環境」、「人・環境」、「人」の各事故詳細要因の危険度を図 3～図 7 に示す。これらの図から、上記 5 種類の事故詳細要因の危険度の平均値はそれぞれ 3.0×10^{-2} [RP], 2.7×10^{-3} [RP], 0.0 [RP], 2.9×10^{-3} [RP], 1.0×10^{-5} [RP] となった。この結果から、複合する大別要因の数が多いほど事故詳細要因の危険度が高くなる傾向がみられた。

3. 事故事例のリスク算出と評価

各事故事例のリスク R_i を式 (4) に示す。

$$R_i = \sum r_j \quad (4)$$

R_i : 各事故事例のリスク [RP]

各事故事例のリスクを、被害の程度で分類し、平均値をとって要因別に分類を行った。また、危険度の高い要因を抽出し、それらを対策したときのリスク低減効果を検討した。各要因の危険度を完全に解消することは現実的には困難であるが、リスク低減の可能性を調べるために、各要因の危険度を 0 と仮定して検討を行った。効果

表 7 各事故要因の被害の程度別危険度

Table 7 The risks of all factors by weighting of severity of injury

		10 ⁻³ [RP]				
事故要因		死亡	重傷	中程度	軽傷	無傷
機械的要因	安全性や操作性の低い機械	75.5	44.1	20.1	14.8	1.82
	機械の整備不良, 危険状態	—	2.35	3.01	2.89	2.24
環境的要因	場所の傾斜, 段差, 凹凸	26.4	23.1	10.4	17.6	9.12
	場所の狭さ (縁, 物への距離)	37.0	17.7	6.10	0.259	0.212
	場所の軟弱さ, 滑りやすさ	15.7	4.74	5.76	5.23	4.77
	明るさが不十分	7.86	0.111	0.0932	—	—
	天候の悪条件	—	2.16	0.830	0.438	0.717
	場所の状況が分かりにくい	0.299	0.320	—	—	—
	障害物 (枝, 構造物等) の存在	—	—	0.350	0.199	—
管理 (人的要因)	気温, 湿度の悪条件	—	—	0.344	—	0.391
	作業方法の安全管理不足	5.23	3.09	2.71	—	0.189
	正しい安全管理の教育体制不足	5.23	4.48	0.195	0.0384	—
	場所の安全管理不足	4.77	1.36	2.28	—	—
	作業方法の知識不足	—	2.88	0.0865	0.0384	—
	機械の安全管理不足	—	1.71	0.759	1.99	—
	防護具の劣化	—	0.717	1.14	0.00	—
平均値		11.1	6.80	3.38	2.72	1.22

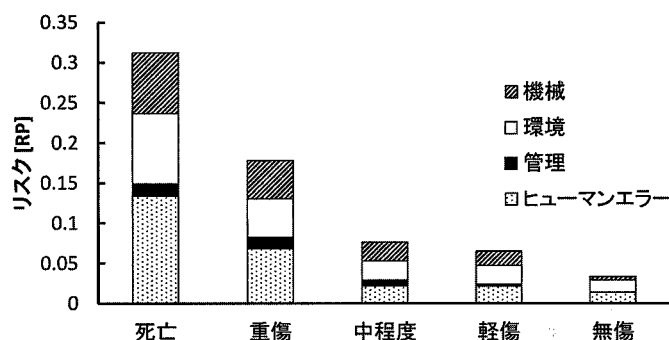


図 8 リスクの要因別内訳

Fig. 8 Breakdown of risk of rough classified factor

の有無の評価については、母集団のリスクが不明であるため、今回得た事例との統計的有意差検定が困難であると考えた。一方、平均値±標準誤差の値は母集団の平均値が取りうる値を推定するため、その値の最小値を下回ることから、リスクが確実に低減する見込みを得る。このことから、閾値をリスクの平均値から標準誤差を差し引いた値として死亡と重傷に設け、死亡: 0.224 [RP], 重傷: 0.136 [RP] とした。中程度と軽傷について閾値を設けなかったのは、通院するか、しないかは被害者の裁量によって判断されるため、明確な違いが見られないと考えた。一方で、重傷は入院するかしないかを判断するのは専門家である医師の判断によるものであるため、明確な違いが見られると考えた。

III 結果・考察

図 8 に被害の程度ごとのリスクの事故大別要因の内訳を示す。この図から、死亡と重傷においてヒューマンエラーの危険度は 4 割程度と最も高い割合を占めている。

ヒューマンエラー以外は対策が可能であると考えられるため、乗用トラクタ事故の死亡、重傷のリスクは最大で 57%, 61% 低減が可能であると見込まれる。

対策時に効果的な要因を抽出するため、各事故要因における被害の程度別の危険度の平均値を算出し (表 7), これを上回る事故要因を抽出した。同時に、事故要因を危険度の高いものから順に合計し、リスクから差し引いた値が閾値を下回る事故要因を抽出した。死亡・重傷において、これらを十分に満たす事故要因は「安全性や操作性の低い機械」, 「場所の傾斜・段差・凹凸」, 「場所の狭さ (縁, 物への距離)」の 3 要因のみであった。具体的な例として, 「安全性や操作性の低い機械」では安全フレームや安全キャブの非装着・悪い乗降環境, 「場所の傾斜, 段差, 凹凸」では急な農道・圃場内の畦 (乗り越え), 「場所の狭さ (縁, 物への距離)」では幅の狭い農道などが挙げられる。図 9 にこれらの事故要因対策前後のリスク低減効果と死亡および重傷の閾値を示す。この図から、死亡と重傷について、危険度の高い事故要因を対策

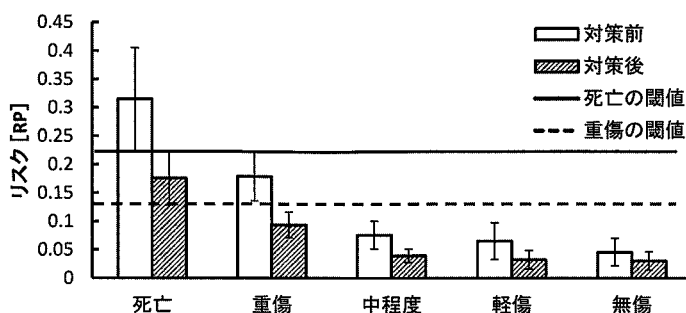


図9 リスクの低減効果と閾値

Fig. 9 Risk reduction effect and threshold

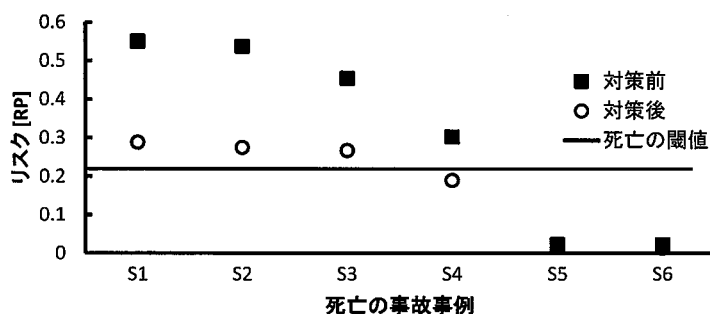


図10 死亡事故事例のリスク低減効果

Fig. 10 Risk reduction effect of fatal accident cases

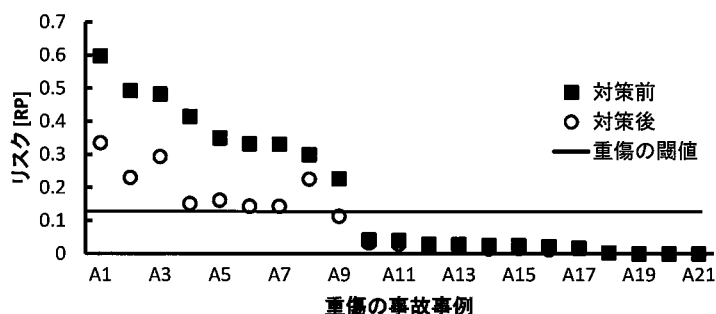


図11 重傷事故事例のリスク低減効果

Fig. 11 Risk reduction effect of serious injury cases

することで閾値を下回ることが示され、乗用トラクタ事故における効果的なリスク低減の見込みを得た。

図10, 図11に死亡および重傷の各事故事例における、リスク低減効果を示す。死亡事故事例はS1～S6、重傷事故事例はA1～A21とした。被害の程度が大きくなりリスクが小さい事例は、事故に至る可能性が低いことを示す。これらの図から死亡事故事例および重傷事故事例のリスクは、危険度の高い3要因を対策することで、平均でそれぞれ35.6%, 30.4%低減することが示された。また、死亡事故事例では6件のうち1件のリスクが、重傷事故事例では21件のうち1件のリスクが、閾値以下まで低減される見込みを得た。図11のA1～A9とA10～A21のリスク低減効果には大きな差があるが、A1～A9と

A10～A21の入院日数（A18の入院日数は不明のため除外）の平均値（1ヵ月を30日、1年を365日と換算）はそれぞれ約94日、約26日となり、被害が大きい事故事例のリスクを効果的に低減する見込みを得た。

IV 結 言

乗用トラクタ事故は農業機械作業に係る死亡事故のうち最も多く、それらを低減することは農作業安全の観点から重要である。本研究では日本農村医学会が行った事故調査結果を入手して、フォルトツリー解析を行い、事故詳細要因の発生確率を算出した。また、被害の程度に重みを付けて数値化することで、各事故詳細要因の危険度と各事故事例のリスクを算出した。その結果、ヒュー

マンエラー以外の事故要因を対策することで、死亡、重傷のリスクは最大で57%、61%低減が可能であると見込まれた。さらに、「安全性や操作性の低い機械」、「場所の傾斜、段差、凹凸」、「場所の狭さ（縁、物への距離）」の3要因を対策することで死亡・重傷のリスクの閾値を下回る可能性が示された。また、上記の3要因を対策することで、死亡・重傷事故のリスクは平均で35.6%、30.4%低減することが示され、死亡事故事例では6件のうち1件のリスクが、重傷事故事例では21件のうち1件のリスクが、閾値以下まで低減されることになり、重傷事故において、被害が大きい事故事例のリスクを効果的に低減する見込みを得た。

以上より、現状得られる情報から危険度の高い事故要因を抽出する上では、本リスク評価手法は有効であると考えられ、他機種での事故要因分析への応用も見込まれる。また、農作業事故の体系的な調査が行われ、乗用トラクタの稼働率（発生確率に起因）や被害額・労働損失日数（被害の程度に起因）が調査されると、より正確な危険度の算定が可能となると考えられる。

謝 辞

本研究で使ったデータは一般社団法人日本農村医学会に提供していただいた資料である。ここに記して謝意を表す。

References

- 建設荷役車両安全技術協会, 2010. 検査・整備業者におけるリスクアセスメントマニュアル, 18-19. http://www.sacl.or.jp/ra/ra001003_3.pdf. Accessed Jun. 11, 2018.
- 厚生労働省, 2015. 「労働者死傷病報告」による死傷災害発生状況（平成27年確定値）. [http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/tok/h27_sisyou\(kakutei\).xls](http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/tok/h27_sisyou(kakutei).xls). Accessed Oct. 23, 2018.
- 桑川壮一, 杉本 旭, 梅崎重夫, 1999. 工作機械関連作業のリスク低減のためのアセスメント手法に関する調査. 産業安全研究所安全資料, 16, 1-14.
- 三廻部真己, 1988. 農作業事故におけるヒューマン・エラー. 農作業研究, 23 (1), 53-63.
- 日本造船協力事業者団体連合会, 2012. リスクアセスメントの実施マニュアル, 9-15. <http://www.nichizou.or.jp/pdf/manual.pdf>. Accessed Jun. 11, 2018.
- 農林水産省, 2017a. 平成27年に発生した農作業死亡事故の概要. http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anzen/attach/pdf/index-18.pdf. Accessed Mar. 14, 2018.
- 農林水産省, 2017b. 第90次農林水産省統計表. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kikaku/nenji/90nenji/index.html>. Accessed Mar. 14, 2018.
- 労働基準監督署, 2011. 事例で分かる職場のリスクアセスメント, 4-6. <http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/110405-1.pdf>. Accessed Jun. 19, 2018.
- 佐藤秀雄, 宮崎平三, 1979. 農業機械の安全性工学に関する研究（第2報）. 日本農村医学会雑誌, 27 (2), 173-180.
- 積 栄, 志藤博克, 岡田俊輔, 2013. 農業機械等による事故の詳細調査・分析手法の研究. 平成24年度試験研究成績24-1 農業機械の安全性に関する研究（第33報）, 11-17.
- 積 栄, 志藤博克, 岡田俊輔, 白垣龍徳, 2012. 乗用トラクタおよび刈払機事故の詳細調査・分析手法の研究. 平成23年度試験研究成績23-1 農業機械の安全性に関する研究（第32報）, 31-42.
- 田村孝浩, 内川義行, 松井正実, 守山拓弥, 2016. 基盤構造に着目した農作業事故の発生要因に関する考察. 農業農村工学会誌, 84 (8), 3-6.
- 中央労働災害防止協会, 2006. プレス事業場におけるリスクアセスメント入門マニュアル, 37-39. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzen/eisei14/dl/kprm0.pdf>. Accessed Mar. 14, 2018.
- 梅崎重夫, 濱島京子, 清水尚憲, 板垣晴彦, 2012. コンベヤを対象とした労働災害分析. 労働安全衛生研究, 5 (1), 33-44.
- 山崎哲也, 横田昌弘, 川端信義, 2015. 高速道路トンネルの潜在的火災リスク評価手法の提案. 土木学会論文集F2（地下空間研究）, 71 (1), 31-46.

（受付：2018年3月27日・受理：2019年2月3日・
質問期限：2019年5月31日）