

平成26年度
試験研究成績

26-1 農業機械の安全性に関する研究（第35報）

平成27年6月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター
農業機械化研究所

ま え が き

農林水産省の調査によると平成 25 年の農作業死亡事故件数は 350 件であり、ここ数年の若干の減少傾向は止まることとなった。就農者人口の減少や就農者の高齢化を考えると、実質的な状況はより深刻化していると捉えるべきであり、農作業安全確立に向けた取り組みに一層邁進する必要がある。今後も行政、教育、啓発、普及、研究・開発等の関係機関の一層の奮起が期待されるとともに、関係機関の一層緊密な連携により、現状を打開し、安心・安全な農作業環境を実現することが強く求められている。

生物系特定産業技術研究支援センター基礎技術研究部安全人間工学研究ならびに特別研究チーム（安全）では、これまで農業機械の安全性・快適性の向上や健康障害防止に向けたハードウェアおよびソフトウェアの開発研究を行ってきた。今後も積極的に関係機関と連携し、開発研究の成果を広く発信するとともに、寄せられた情報を開発研究にフィードバックして、安心・安全な農作業環境の実現に寄与できる技術・装置等を世に送り出す所存である。

平成 26 年度は、次の 3 つの研究課題に取り組んだ。1 課題目は、平成 24 年度に終了した「巻き込まれ事故防止のための作業判別技術の開発」をステップアップさせた「自脱コンバインにおける巻き込まれ事故の未然防止技術の開発」である。本課題は、作業者の危険部位への接近を感知する手法の実用性を高めるため、自脱コンバイン実機への適用を図るものであり、今年度は、先に開発された自脱コンバインの緊急即時停止装置を搭載した試作機に各センサおよび制御部を搭載し、検出・制御手法を検討した。

2 課題目は、「歩行用トラクタの事故防止に向けた実態調査」である。歩行用トラクタでの死亡事故は乗用トラクタに次いで多く、また構造や作業機、使用形態が様々であることから、事故形態も多様である。このため、市販機の構造や使用方法、使用時の期待の挙動等について調査し、リスク要因を抽出して、対策手法を検討した。

3 課題目は、「農業機械事故の詳細調査・分析手法の適用拡大に関する研究」である。本課題は、平成 25 年度まで実施された「農業機械等による事故の詳細調査・分析手法の研究」を受け、詳細調査・分析のさらなる展開を図るべく、今年度より開始された。連携先が 1 県追加された他、対象機種として新たに歩行用トラクタを追加し、従前からの乗用トラクタ、刈払機とあわせて、引き続き各道県と連携して詳細な事故調査・分析を進めた。

当研究単位では、研究途上であっても成果の一端を公開することによって、農業機械メーカーや作業技術研究者等に有効利用されるよう、速報としてとりまとめている。この取り組みも昭和 51 年度以降、今回で第 35 報になる。この成績書がさらなる農業機械・農作業の安全性・快適性向上の一助となれば幸いである。

なお、研究の実施にあたっては、多くの方々の協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

平成 27 年 6 月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター
基礎技術研究部安全人間工学研究
特別研究チーム（安全）

農業機械の安全性に関する研究（第35報）

目 次

まえがき

1. 自脱コンバインにおける巻き込まれ事故の未然防止技術の開発 1
2. 歩行用トラクタの事故防止に向けた実態調査 7
3. 農業機械事故の詳細調査・分析手法の適用拡大に関する研究 13

1. 自脱コンバインにおける巻き込まれ事故の未然防止技術の開発

基礎技術研究部 安全人間工学研究
岡田俊輔、志藤博克、積 栄

[適用] 自脱コンバインは、手こぎ作業中に手や指が脱穀部に巻き込まれ、重傷に至る事故が多い。そこで、生研センターで開発した磁気センサと磁性体を用いた作業
者判別技術を適用し、手こぎ作業時の巻き込まれ事故を未然に防止する技術を開発
する。今年度は、手こぎ部の緊急即時停止装置付きの緊プロ試作機に磁気センサを
組み込み、試作した検出手袋を供試して、手こぎ作業時の作業性を確認するとと
もに、安定的な検出の可否を検討した。その結果、フィードチェーンや機体振動に
よる電圧変動(ノイズ)は小さくなったものの、検出に必要な距離が拡大したため、
検出対象の磁性体を見直した。また、自脱コンバイン実機への組み込みのため、制
御部を試作するとともに、ノイズの標準偏差を基に閾値を再検討した。これらを踏
まえ、停止動作の確認を行ったところ、室内試験における模擬動作では作業性に支
障はなく、安定的な検出が可能であったが、今後、ほ場での実作業試験においても
同様の確認を行うとともに、さらに安全性を向上するため制御に改良を加える等の
必要性を認めた。

1. 目的

巻き込まれ事故を防止するため、一般的には物理的な隔離やセンサによる可動部停止といった対
策が施されるが、農業機械ではこれら既往の技術を適用することが困難な場合があり、その代表例
として自脱コンバインの手こぎ作業が挙げられる。この対策として、脱穀部に非常停止ボタンが装
備されており、一定の事故軽減効果が認められるものの、操作の遅れ等によって、完全に事故を防
止することはできない。また、過去の調査によると、7割の農家が手こぎ作業は今後も必要と回答
しており、今後も事故防止に取り組む必要がある。生研センターでは、昨年度までの先行課題「巻
き込まれ事故防止のための作業判別技術の開発」において、磁気センサを利用し、磁性体を付加
した手袋等を検出することで、供給中の作物等と作業者の手等を非接触で判別し得る可能性を見出
した。また、農業機械等緊急開発事業(緊プロ)により、非常停止ボタンを操作すると、フィード
チェーンが即時停止し、こぎ胴カバーあるいは挟やく桿が開放する装置を開発した。そこで、この
作業判別技術および即時停止装置の技術を用いて、自脱コンバインにおける手こぎ作業時の巻き
込まれ事故を未然に防止する技術を開発する。

今年度は、手こぎ部の即時停止装置付きの緊プロ試作機に磁気センサを組み込み、試作した検出
用手袋を供試して、手こぎ作業時の作業性を確認するとともに、安定的な検出の可否を検討する。
加えて必要に応じて、磁気センサや検出手袋の改良試作を行う。

2. 方法

1) 昨年度までは、市販の2条刈自脱コンバインに磁心コイルやMIセンサを装着し、ノイズの測
定や検出可否について検討した。しかし、市販の自脱コンバインは、停止信号を検出してもフィ
ードチェーンが迅速に停止しないため、作業者を判別しても巻き込まれ事故を防止することが困
難である。そこで今年度は、非常停止ボタン等の停止信号によって、フィードチェーンが即時停
止するとともに、こぎ胴カバーが開くことで、巻き込まれ部分が開放される6条刈の緊プロ試作
機(生研センター平成25年度試験研究成績25-1を参照)にベース機を変更した。この緊プロ試
作機に、昨年度と同様に磁心コイルやMIセンサを取付け、ノイズの大きさを測定した。

- 2) 磁性体が通過したときの電圧が一定値（閾値）以上となった場合に、停止信号を送る制御部を試作し、1) の緊プロ試作機に組み込んだ。
- 3) 昨年度までは閾値を観測されたノイズの2倍としていたが、ノイズの発生確率から、閾値を再検討した。
- 4) 検出距離を拡大するため、磁性体を昨年度より表面磁束密度の強い、または断面積の大きい角形のプラスチック磁石に変更し、昨年度までと同様に磁心コイルまたは MI センサ下部を通過したときの電圧を測定した。また、緊プロ試作機に2) を組み込んだ時のプラスチック磁石の検出可否や作業性等について確認した。

3. 結果の概要

- 1) 磁心コイルのノイズは、昨年度のベース機に取付けた時に比べて、挟やく桿の上側で 0.8 倍、フィードチェーン側面で 0.4 倍と減少した（図1）。この理由として磁心コイル同士の距離が離れたことや、フィードチェーン側面全体が鉄板で覆われていること等が考えられた。MI センサでは同様に 0.5 倍となり、取付け位置がフィードチェーンから離れたことによりノイズが低減した（図2）。しかし、機体の大型化に伴って挟やく桿の開き量が磁心コイルで 100mm から 180mm、MI センサ出 150mm から 230mm に拡大したため、検出対象の磁性体を変更する等により、検出可能距離をさらに拡大する必要性が認められた。

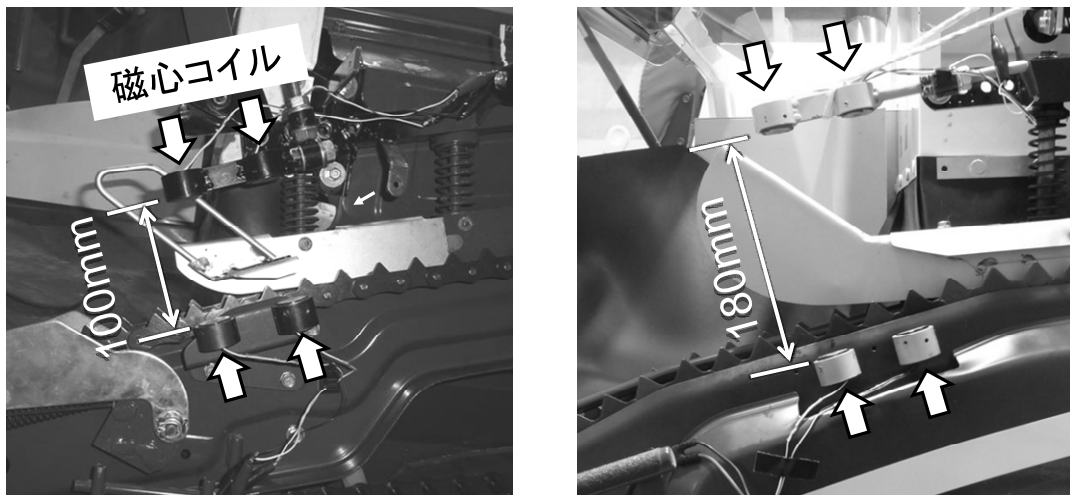


図1 磁心コイルの配置状況（左：昨年度、右：今年度）

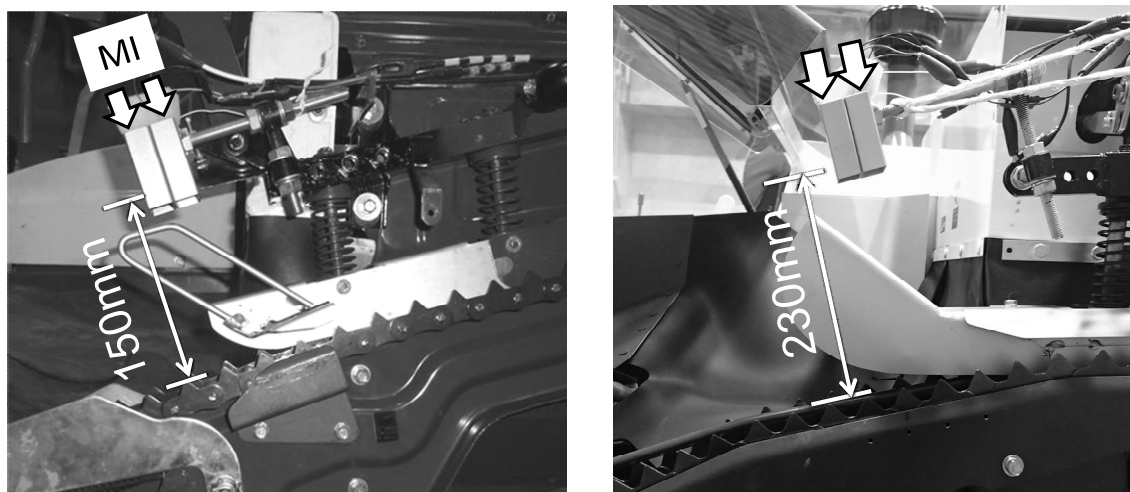


図2 MI センサの配置状況（左：昨年度、右：今年度）

2) (1) 制御部の回路構成

磁心コイルを用いた試作制御部の回路を図3に示す。磁心コイルは商用電源に起因する電磁ノイズ（ハム）や振動による高周波ノイズが大きい。これらのノイズを解消するため、これまでは測定器のローパスフィルタを利用していたが、自脱コンバインへの実装のため制御部にローパスフィルタを加え、マイクロコンピュータ（マイコン）で閾値判別等の演算をすることとした。ローパスフィルタにはアナログフィルタとデジタルフィルタの2つがあり、後者はプログラムの作成や演算処理が必要になるものの、アナログ部品が少ないため、部品の製造誤差や温度変化による周波数特性の変化がない、プログラムの変更により周波数特性の変更が容易という利点がある。しかしながら、デジタルフィルタは、A/D変換によってデジタル化された信号を演算処理する必要がある。一方、磁心コイルの電圧信号は数mVの微小電圧であり、一般的なマイコンのA/D変換の分解能では能力が不足するため（参考：用いたマイコンは0～5Vを10ビットで分解するため、最小分解能は約5mV）、オペアンプ等により信号を増幅してからマイコンに入力する必要がある。このとき、ノイズが混入したまま増幅を行うとオペアンプの最大出力を超えることがあり、増幅後にマイコンへ入力することが困難であった。従って、ローパスフィルタはアナログフィルタを利用することとし、高周波ノイズを遮断した後に信号を増幅し、マイコンに入力することとした。このときのフィルタは、抵抗とコンデンサそれぞれ1個からなる最も簡易なRCローパスフィルタを用い、遮断周波数を3.4Hzとした。なお、試作当初、基準電圧がオフセットする現象が見られたためハイパスフィルタを介してマイコンに入力していたが、信号増幅のためのICをオペアンプから計装アンプとすることでオフセットが解消したため、これを廃した。加えて、磁心コイルの電圧波形は0Vを基準として正負両側に出力されるが、一般的なマイコンはマイナス電圧を入力することができず、使用したマイコンの入力可能な電圧範囲は0～+5.0Vであった。そこで、基準電圧を0Vから+2.5Vにオフセットさせるため、抵抗によって+2.5Vに分圧した後に、オペアンプによって電圧フォロワを行い、計装アンプのリファレンス端子に入力した。また、抵抗 R_g は計装アンプのゲイン調整用、コンデンサ C_{db} はAC同相除去比の低下防止、抵抗 R_1 と R_2 は入力バイアス電流の放電パスのために設けた（計装アンプの回路構成については、参考文献10）、11）を参考とした）。

その他の制御部の構成として、マイコンや計装アンプ等の制御部の電源供給は、自脱コンバインの12Vバッテリーを使用することとし、3端子レギュレータによって12Vから5Vに降圧し、全て単電源動作とした。マイコンからの出力は、制御部の動作を確認するためのLED等を取り付けるとともに、停止信号の有無によってフィードチェーンの動作をON/OFFする（後述する）ためにリレーを用い、トランジスタによる電流増幅やダイオードによるサージ対策等を施した。

MIセンサに関しては増幅回路等が必要ないため、出力信号をそのままマイコンに入力し停止信号の判定と出力のみを行い、電源回路や停止信号等のマイコンから出力後の回路は磁心コイルと同様とした（図4）。

(2) 制御内容

マイコンでの制御内容は、磁気センサからの入力信号が閾値以上になった場合に停止信号を出力することとした。しかし、手袋の検出時に従来の非常停止ボタンが操作されたときと同様にエンジンが停止してしまうと、再度エンジンを始動することによる作業性の悪化が懸念された。従って、手袋が検出された場合は、エンジンは停止せずフィードチェーンのみが2秒間停止し、その後、再度フィードチェーンが動き出すことで継続して作業を可能とした。この制御の場合、手が可動部から容易に離すことが可能な状況の場合は、巻き込まれ事故を防止可能である。しかし、手袋等がフィードチェーンに引っかかり、手が引き抜けないとき等はフィードチェーンの再起動によって、巻き込まれが発生することが想定される。そこで、フィードチェーンが再起動する前

に再度手袋がないか判断し、手袋があると判断された場合は、エンジンを停止するとともに、こぎ胴カバーを開く等、さらに安全性を向上するための制御を加える必要を認めた。さらに、検出手袋の未使用を防止するため、手こぎ作業の開始時には、一度磁気センサに手袋を接近させ、その有無を判断してからフィードチェーンを動作させるといった制御も加える必要性を認めた。なお、この制御を加えることで、磁気センサや制御部の故障診断も可能となる。

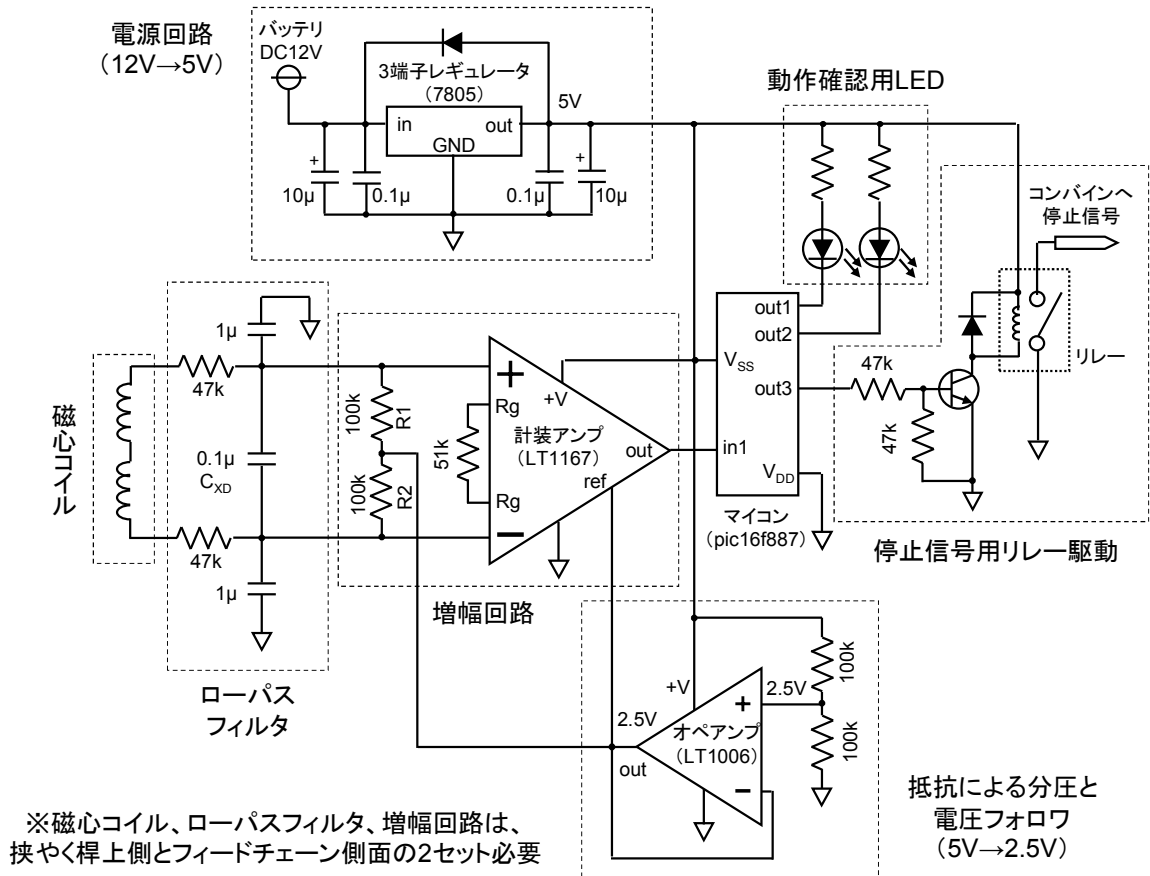


図3 磁心コイルを用いた試作制御部の回路構成

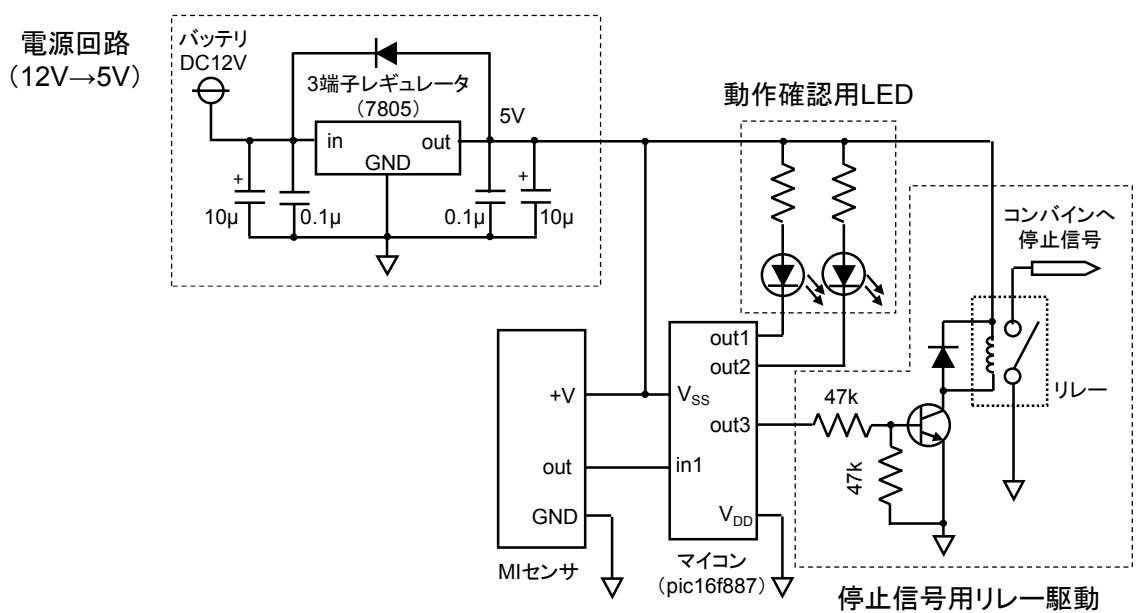


図4 MI センサを用いた試作制御部の回路構成

3) 観測されたノイズは磁心コイル、MI センサいずれも正規分布をしていた。そこで、ノイズの平均値と標準偏差から、ある大きさ以上のノイズが発生する確率を求め、これを基に閾値を決定することとした。この発生確率は、1回の測定における発生確率のため、長時間観測するほど大きなノイズが発生する頻度は高くなる。そこで、ある大きさ以上（基準値からの絶対値で）のノイズが1年に一度も発生しない確率を次式より求めた。

$$(1 - \text{ある大きさ以上のノイズの発生確率})^{\wedge} (\text{観測回数})$$

ここで、 $(1 - \text{ある大きさ以上のノイズの発生確率})$ はノイズが発生しない確率であり、これに観測回数を累乗することで、観測期間内で一度もノイズが発生しない確率が求まる。観測回数は、1年間の手こぎ作業時間を仮に10時間とし、マイコンの作動周期を $60 \mu s$ とした。

その結果、磁心コイル、MI センサいずれも標準偏差の8倍以上でノイズが発生しない確率がほぼ100%となるため、標準偏差の8倍を閾値とした(図5)。しかし、これは室内試験による結果のため、今後、実際のは場試験により、ワラ供給による振動の上昇や、ワラの水分による影響、送電線から発生する電磁ノイズといった、他のノイズ要因がないか確認する必要がある。また、制御部の変更等によって、作動周期が変わった場合にも、改めて計算をし直す必要がある。

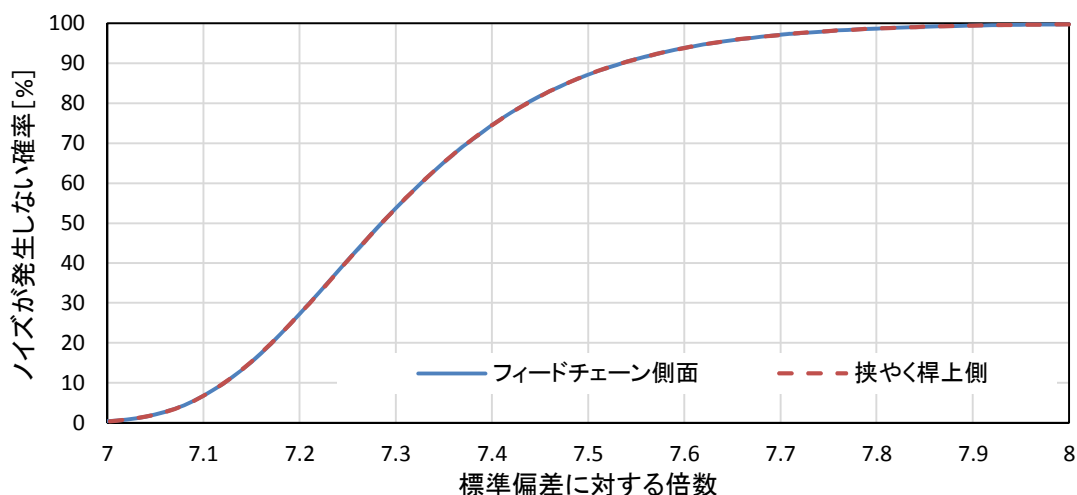


図5 磁心コイルノイズの標準偏差とノイズ発生確率の関係

4) 今年度供試したプラスチック磁石は表の通りである。磁心コイルについては、表中①のプラスチック磁石以外は、目標とする180mm以上の検出が可能と判断された(図6)。

MI センサについては、一方からの検出方法となるため最大検出距離である230mmを確保しようとすると、プラスチック磁石がMI センサ近くを通過した時、最大出力値を超えたまま定電圧に戻るまで数秒かかり、2秒間以上フィードチェーンが停止したままとなる問題を認めた。従って、危険・非危険が明確・確実に判別可能な場合は、現在の制御のようにフィードチェーンのみを停止するのではなく、従来の非常停止ボタン操作と同様にエンジンを停止するといった用途であれば利用可能であるが、細かい制御は難しいと判断された。あるいは、感度の異なるMI センサの利用や磁気シールドによる感度調整を見直し、最大出力を超えない範囲での利用可能性を見出せば、細かい制御も可能となるが、今後検討を要する。

表中③の希土類系のプラスチック磁石(表面磁束密度148mT、断面形状2.0×3.0mm)を手袋に仮付けし、磁心コイル使用時の手こぎ作業の模擬動作によりフィードチェーン停止の動作確認を行った。その結果、危険部への手の接近に応じてフィードチェーンのみが停止し、誤検出等による作業性の悪化もほぼなく、安定的な検出が可能であることを確認したが、今後、実際の作業を踏まえ取付位置等について検討する必要がある。なお、新たなプラスチック磁石を用いた検出手袋は現在試作中である。

表 供試したプラスチック磁石の諸元

磁石種類	断面の 大きさ	表面磁束 密度
① フェライト	1.6×2.0mm	23mT
② フェライト	2.0×10.0mm	34mT
③ 希土類	2.0×3.0mm	148mT
④ 希土類	2.0×3.5mm	175mT
⑤ 希土類	3.0×4.0mm	155mT
⑥ 希土類	2.6×8.0mm	132mT

◇ ①フェライト(1.6×2.0mm) □ ②フェライト(2.0×10.0mm)
 △ ③希土類(2.0×3.0mm) × ④希土類(2.0×3.5mm)
 * ⑤希土類(3.0×4.0mm) ○ ⑥希土類(2.6×8.0mm)

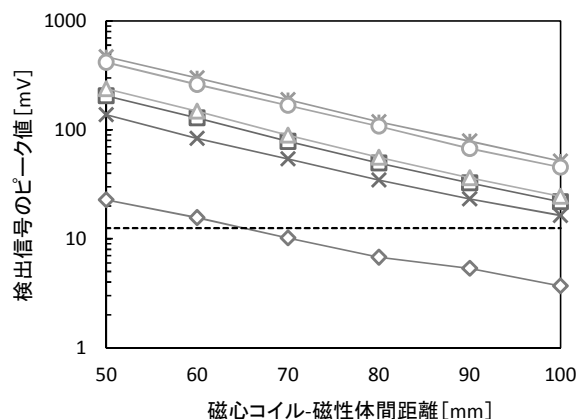


図 6 磁心コイルの検出信号と距離との関係

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

- 1) 複数回連続して作業者が判別された場合はフィードチェーンのみでなくエンジンも停止する等、さらに安全性を向上すべく制御部等を改良する。
- 2) 実際の手こぎ作業時の試験を通して磁気センサの取付け位置や安定的な検出、誤検出の有無等を検討し、必要に応じて改良を加え、課題を取りまとめる。

5. 引用・参考文献

- 1) 岡田ら、巻き込まれ事故防止のための作業者判別技術の開発、生研センター試験研究成績 22-3 農業機械の安全性に関する研究 (第 31 報)、7-18、生研センター、2011
- 2) 岡田ら、巻き込まれ事故防止のための作業者判別技術の開発、生研センター試験研究成績 23-1 農業機械の安全性に関する研究 (第 32 報)、1-10、生研センター、2012
- 3) 岡田ら、巻き込まれ事故防止のための作業者判別技術の開発、生研センター試験研究成績 24-1 農業機械の安全性に関する研究 (第 33 報)、1-10、生研センター、2013
- 4) 岡田ら、巻き込まれ事故防止のための作業者判別技術の開発、生研センター試験研究成績 24-1 農業機械の安全性に関する研究 (第 34 報)、1-5、生研センター、2014
- 5) 毛利、磁気センサ理工学、コロナ社、1998
- 6) Harry E. Burke、磁気現象ハンドブック、河本修監訳、共立出版、1995
- 7) 小塚、電気磁気学その物理像と詳論、森北出版、1998
- 8) 後藤・山崎、詳解電磁気学演習、共立出版、1970
- 9) Tumanski、Handbook of Magnetic Measurements、CRC Press、2011
- 10) Kitchin、アンプ回路設計時の問題を回避するには、Analog Dialogue Volume 41 Number 2 & 3、2007
- 11) LT1167 データシート、Linear Technology、1998
- 12) 宮崎、細田、OP アンプ IC 活用ノート、CQ 出版、2008
- 13) 後閑、改訂版電子工作のための PIC16F 活用ガイドブック、技術評論社、2004
- 14) 後閑、電子工作のための PIC16F1 ファミリー活用ガイドブック、技術評論社、2013
- 15) 宮崎、細田、OP アンプ IC 活用ノート、CQ 出版、2008

2. 歩行用トラクタの事故防止に向けた実態調査

基礎技術研究部 安全人間工学研究
岡田俊輔、志藤博克、積 栄
評価試験部 原動機第2試験室
清水一史、西川 純

[適用] 歩行用トラクタによる死亡事故は年間 40～50 件ののぼり、乗用トラクタ等とともに死亡事故の多い機種の一つである。そこで、歩行用トラクタの安全性向上技術の開発に資するため、市場における機体構造や使用方法、機体挙動等について調査、整理し、別課題で得られた詳細事故調査結果も踏まえながらリスク要因を抽出する。カタログから構造調査を行った結果、構造毎に大きく 5 通りに分類できたほか、安全鑑定未受験機に関しては、安全性が十分ではないものが認められた。また、農業者からの聞き取りでは、ダッシング等のヒヤリ・ハット体験が報告されたため、実際にほ場で再現したところ、突発的な危険挙動に咄嗟に対応することが困難であることが確認された。また、別課題で抽出された事故事例等から、挟圧防止装置やデッドマン式クラッチといった既存の安全装置の性能向上の必要性を認めるとともに、危険挙動を検出することで、機体を停止する等の装置開発も必要と考えられた。

1. 目的

歩行用トラクタによる死亡事故は年間 40～50 件ののぼり、乗用トラクタ等とともに死亡事故の多い機種の一つである。歩行用トラクタの構造は作業部の位置が機体後部のものや前部のもの、作業部を車軸に装着するもの、ハンドルを回動できるもの等様々で、大きさも機関出力 1kW 未満から 9kW 程度までと幅広いほか、耕うん、中耕、除草、培土、畝立て等様々な作業に用いられるため、装着作業機や使用形態も多様である。一方、主な事故形態としては、後退時に構造物と挟まれる、後退時に作業者が転倒する、ハンドルが跳ね上がる、ロータリと接触する、耕うん開始時に急発進する等がある。その対策として、緊急停止装置（押ボタン等）、デッドマン式クラッチ、挟圧防止装置といった安全装置が実用化されているが、その機能が十分に果たされずに事故となった事例も報告されている。

そこで、歩行用トラクタの安全性向上技術の開発に資するため、市場における機体構造や使用方法、機体挙動等について調査、整理し、別課題で得られた詳細事故調査結果も踏まえながらリスク要因を抽出する。

2. 方法

- 1) メーカーのカタログ等から歩行用トラクタの構造や用途を調査し、構造毎の特徴や安全装置の装着状況等を整理した。また、歩行用トラクタを普段使用している農業者（生研センター附属農場職員）から、その使用状況について聞き取り調査を行い、その結果に基づいて、ロータリ爪の反作用による機体のダッシングやハンドルの跳ね上がりが起こりやすい土の硬いほ場で、安全面に配慮しつつ耕うん作業を行い、危険挙動を確認した。
- 2) 別課題で得られた詳細事故調査結果（第 3 章を参照）で、優先的に対策すべきと考えられたリスク要因に適用し得る特許技術を整理し、安全対策の方向性をまとめた。

3. 結果の概要

1) (1) 構造による分類と安全装置

明確な分類が難しい構造の型式や例外が存在するが、現在市販されている歩行用トラクタを対象に、装着可能な作業機とその位置、ハンドル形状により大きく5通りに分類できた(表1)。以下にその特徴や安全装置等を記載する。

表1 主な構造と安全装置・用途

作業機位置	ハンドル形状	機関出力 kW	特徴	主な安全装置	主な用途
後【汎用】	2グリップ	6.7～3.0	一部はトレーラけん引可	挟圧防止装置	耕うん、代かき、畦立て・培土など
前・後(・車軸)兼用【汎用】	2グリップ	6.0～2.2	ハンドルが180°回動 最も様々な用途に利用	緊急停止装置 挟圧防止装置 デッドマン式クラッチ(サイドレバー)	耕うん(車軸耕も可)、 畦立て・培土、土揚げ、マルチ、除草など
後【ロータリ専用】	ループ	4.5～1.5	ほぼ耕うん、培土専用 一部正逆同時耕あり	デッドマン式クラッチ(ループ) 緊急停止装置	耕うん、畦立て・培土など
前【ロータリ専用】	ループ	3.0～0.7	正逆同時耕が多い ロータリが足から離れているので、巻き込まれにくい	デッドマン式クラッチ(ループ) 緊急停止装置	耕うん、畦立て・培土など
車軸	2グリップ	3.0～0.7	小型で簡素	デッドマン式クラッチ(サイドレバー) 緊急停止装置	耕うん、畦立て・培土、除草など

表中の「後【汎用】」は、比較的大型で、近年ではガソリンエンジンが多いが、一部ディーゼルエンジンのももある。運搬用にトレーラをけん引する小型特殊自動車として利用可能なものもある。ハンドル形状は2グリップ式で、ほ場端での旋回時には、サイドクラッチにより片側車輪の駆動を切る(ただし、トレーラ使用時や傾斜面ではサイドクラッチを使用してはならない)。他の構造の歩行用トラクタは畑での利用が一般的なのに対し、このタイプの歩行用トラクタは水田での耕うんや代かきにも利用される。車軸耕うんは行わないが、代かきの場合等には、空気入りタイヤに替えて車軸に鉄のカゴ車輪等を装着することがある。機関出力が大きいものについては、昭和40～50年代以降、水田での耕うん、代かき用途は乗用トラクタへ、トレーラ等の運搬用途では軽トラックや農用運搬車への移行が進んだため、新たな需要は減少しており、モデルチェンジされることが少ない。大型でクラッチの操作力が大きいためデッドマン式クラッチは装着されておらず、挟圧防止装置が装着されている。また、緊急停止装置が装着されているものは少ない。

表中の「前・後(・車軸)兼用【汎用】」は、ハンドルが180°回動することで、装着可能な作業機が多岐に渡る。例えば平畦成形やマルチ等の作業機装着時に、耕うん後にタイヤ跡や足跡をつけたくない場合は、ハンドルを180°回動し、作業機を前側にして後進作業を行う。前進作業で足跡をつけたくない場合は、ハンドルを45°～90°程度回動させることもできる。野菜の畝間での管理作業が行えるよう、様々な形状の走行部があり、2輪空気入りタイヤ、狭小2輪空気入りタイヤ、狭小2輪ソリッドタイヤ、1輪ソリッドタイヤ、1輪クローラ等がある。輪距が狭く設計されている仕様については左右へ機体が転倒しやすい構造といえる。ハンドル形状は2グリップ式で、基本的に左右のサイドクラッチにより畑での旋回を行う。ただし、1輪仕様等は外観

がサイドクラッチと似ていても、片側レバーが走行クラッチで、もう片側がハンドル上下調節レバーとなっている場合等がある。安全装置は、一部に挟圧防止装置や緊急停止装置が装着されており、デッドマン式クラッチが装着されているものは少ない。また、ハンドルが正位置の状態の後進でのロータリ耕うん等を行うと危険なため、安全鑑定では、後進時に作業部を停止する装置（後進時作業部停止装置）の装着を義務付けているが、ハンドルを 180° 回動して作業者が前進で作業する場合は、この機能を解除する必要がある。使用状況調査においても、この機能が解除され、無効化されたままとなっている事例があった。なお、車軸耕うんも可能なため、この場合は後進時の転倒やハンドルの跳ね上がり等に一層の注意を要する。また、ほとんどの緊急停止装置が装着されている。

なお、管理機と呼ばれることが多いタイプでハンドルを 180° 回動できないもの（回動範囲が左右 45° 程度のものや、180° 回動している状態を標準仕様として固定されているもの等）は、180° ハンドル回動できるタイプの使用形態の一部として含むことができるため、ここに分類した。また、構造や機能上はほぼこの分類に当てはまるものの、一部についてはハンドル形状が 2 グリップ式ではなく、ループ式となっている型式（デッドマン式クラッチ未装備でサイドクラッチ）もある。このような構造については、挟まれのリスクが 2 グリップ式に比べて高いと考えられ、どこに分類するかも含めて留意が必要である。

表中の「後【ロータリ専用】」は、基本的にロータリ耕うん専用であるが、ロータリカバー後部に培土板を取付け、畦立てに利用したり、ロータリ部分をカゴロータに交換することで除草に用いることもある。旋回は、サイドクラッチではなく、デファレンシャルギヤによる。耕うん後に足跡を残したくない場合等、作業者が斜め後ろからでも操作しやすいよう、ハンドル形状はループ式となっている。全てデッドマン式クラッチが装着されており、ハンドルと一緒に握れるように、こちらもループ状となっている。変速レバーが走行部とロータリで一体となっており、前進時のみでしかロータリ駆動できない。ロータリは正転だけでなく逆転もできる仕様や、ダッシングやハンドル跳ね上がりのリスクが低い正逆同時耕仕様もある。ほとんどの緊急停止装置が装着されている。

表中の「前【ロータリ専用】」は、フロントロータリとも呼ばれ、ロータリが前方に装着されており、作業者とロータリとの距離が離れているため、他の構造に比べて安全である。動力源はガソリンが一般的だが、一部カセットボンベ（ガスエンジン）仕様もある。ロータリを他の作業機には交換せず、後部に培土板を装着することで畦立て作業等を行ったり、レーキを装着することで整地に利用したりすることがある。ロータリはほとんどが正逆同時耕だが、正転に切り替え可能な仕様のものもある。ハンドル形状や主クラッチは「後【ロータリ専用】」と同様、全てループ式でデッドマン式クラッチが装着されている。また、緊急停止装置が装着されている。

表中の「車軸」は、小型で動力源もガソリン、ガス、電気等多様である。家庭菜園等、小さな畑で利用されることが多い。駆動車輪を有していないので、耕うん時の推進力はロータリに頼る。基本的には前進のみでの利用となるが、一部については後進機能も有する。この場合、安全鑑定ではデッドマン式クラッチの装着を求めているが、その固定が可能で、クラッチレバーから手を離れたままバック耕うんが可能な型式等、安全性が不十分な例がみられた。ハンドル形状は、2 グリップ式が一般的だが、電動等一部についてはループ式となっていることがある。基本的にはロータリ耕うんに用いるが、培土等で牽引力が必要な場合はロータリ部分を鉄車輪に交換することがある。他にも除草用のカゴロータやマルチ等のアタッチメントが利用されることもある。また、緊急停止装置が装着されていることが多い。

(2) 使用状況調査

使用状況調査では、土の硬いほ場でダッシングする等のヒヤリ・ハットが報告された。このため、その挙動を確認したところ、ダッシングした時に急停止した場合や、後進時に機関回転速度が高い状態でクラッチを入れた場合に、ハンドルが持ち上がり、作業者の足とロータリが接近する危険があることや(図)、その際に機体が急な挙動を示すため、作業者がとっさに動力を切断する等の対処が極めて困難であることが確認された。その他、聞き取りの結果として、正逆同時耕うんで、ダッシングやハンドルの跳ね上がりが発生しにくい構造のフロントロータリ(表中の「前【ロータリ専用】」)であっても、石等がロータリに挟まると、急に跳ね上がることがある、車庫等の狭いところでは、挟まれそうになり怖いと感じるといった意見が聞かれた。また、農業大学校出身者は学校で操作方法を覚えたが、それ以外の者は、見よう見まねで使用方法を覚え、正しい操作方法を教えてもらう機会がなかったという声が聞かれた。



図 通常の作業状態(左)とダッシング後に急停止した時の再現(右)
(通常はロータリと足が離れているが、急停止後はロータリと足が接近する)

2) 事故調査の結果から、安全装置が機能せず事故に至った事例が報告された(表2)。作業者が真後ろにいない場合(表2①)や、ハンドルが上昇している場合(表2②)、作業者に挟圧防止装置が接触しないため、装置が機能しない。このため、挟圧防止装置の配置を検討する等の必要性が認められた。また、デッドマン式クラッチのうち、上から押さえることにより動力を伝達するループ式の場合、ループ式クラッチがループ式ハンドルと作業者の間に挟まれ、クラッチ切断が不可能となったと推測される事例があった(表2③～⑤)。このため、確実に動力を切断できる等の改良の必要性が認められた。これらの事故事例に適用可能な特許技術として、グリップ端に一定負荷がかかった場合にクラッチが切れる装置(特開平 9-23701)や、ループハンドル自体が挟圧防止装置のように作用し、挟まれを防ぐ装置(特開平 6-12158)等が確認されたが、いずれも実用化に至っていなかった。その理由として、作業中、危険がない場合にも装置が作動し、作業性が悪化すること等が推察された。また、挟圧防止装置はループ式ハンドルへの適用が、デッドマン式クラッチは大型機への適用が困難であるものの、歩行用トラクタに対しては、挟圧防止装置あるいはデッドマン式クラッチのどちらかを装備可能と考えられた。従って、これらの安全装置を作業性が悪化しないよう改良することで、事故の半数以上を占める挟まれや巻き込まれの防止に適用可能と考えられた。

また、既存の歩行用トラクタの安全装置の性能向上とは別に、刈払機では、キックバックや作業者の転倒時の加速度を検出することで、エンジンを停止する装置が既に市販化されている。これと同様に、ダッシングやハンドルの跳ね上がりといった危険挙動が発生したときは、その加速度を検出することにより、機体を停止する等の装置開発も考えられた。

表2 挟圧防止装置またはデッドマン式クラッチが機能しなかった事事故事例

事事故事例(推測を含む)	機関出力 kW	装着安全装置	事故の型	表1の構造
① ビニールハウス内で耕うん作業をほぼ終了し、妻面に沿って仕上げをしようと後進している時に側面のハウスパイプとハンドルの上に胸部を挟まれた。	4.6	挟圧防止装置	挟まれ	後【ロータリ】
② 家庭菜園を耕うん中、一列終わったところで向きを変えようと後進した際、ロータリカバーと後にあった立木の上に胸部を挟まれた。	7.1	挟圧防止装置 後進時作業部停止装置	挟まれ	後【汎用】
③ ビニールハウス内でハンドルとビニールハウスの横パイプの間に首を挟まれた状態で発見された。耕うん作業はほぼ終了しており、終了後にハウス内から搬出中、若しくは残耕部の耕うん中と思われる。	4.7	デッドマン式クラッチ (ループ) 緊急停止装置	挟まれ	後【ロータリ】
④ ナシ園内で落葉を埋め戻す為の溝掘り作業中、旋回後に畑の隅から耕起しようと後進したところ、ナシとハンドルの間に胸を挟まれた。	4.6	デッドマン式クラッチ (ループ) 緊急停止装置 後進時作業部停止装置	挟まれ	後【ロータリ】
⑤ ワンボックス車の荷台から耕うん機を後進で下ろす時、クラッチレバーを入れた途端にハンドル部分が跳ね上がり、車天井部とハンドルに首と胸部が挟まれた。	4.5	デッドマン式クラッチ (ループ) 後進時作業部停止装置	挟まれ	後【ロータリ】
⑥ 畑を耕うん中、方向転換しようと後進に入れ発進したところ、畑の下が固く機械が跳ね、その反動で押され土手へ歩行用トラクタと共に転落したと思われる。もしくは、前進で耕うん中、土手際ぎりぎりまで耕起しているときにダッシング等により止められず転落した可能性もある。	6.5	緊急停止装置	転落転倒	前・後(・車軸) 兼用【汎用】
⑦ 畑の作付けされていない部分の耕うん作業を行い、その後一旦あぜ道に出て、隣のほ場に移動しようと後進で進入したところ、作業者が転倒したなどにより左の車軸に右足が巻き込まれた。	2.7565	緊急停止装置	巻き込まれ	前・後(・車軸) 兼用【汎用】
⑧ 自宅前の畑を耕うん後、歩行用トラクタを格納する際に、硬い地面にロータリが跳ね返り、ズボンが絡まり、それとともに両方の下肢が巻き込まれた。	不明	緊急停止装置 (現行機の場合)	巻き込まれ	後【ロータリ】

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

次年度以降の新規課題でハンドル操作力や機体挙動等の基礎データを重ね、挟圧防止装置およびデッドマン式クラッチの安全性向上技術や、ダッシング等の突発的な挙動を検出する手法を開発する。

5. 引用・参考文献

- 1) 農林水産省、平成 24 年に発生した農作業死亡事故の概要、2014
- 2) 農作業安全情報センター「農業機械の安全装備いろいろ／歩行用トラクター」、http://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/anzenweb/anzensoobi/anzensoobi_03.htm、生研センター

3. 農業機械事故の詳細調査・分析手法の適用拡大に関する研究

特別研究チーム（安全）

積 栄、志藤博克、岡田俊輔

【摘要】これまでの乗用トラクタ及び刈払機における詳細調査・分析に加えて、歩行用トラクタについて新たに詳細調査・分析を行い、事故要因を明らかにするとともに、結果をデータベース化し、様々な視点から集計、整理することで事故対策の資料を得るべく、研究を行った。歩行用トラクタ事故の詳細調査票を試作し、乗用トラクタ及び刈払機事故とあわせて詳細調査を実施するとともに、過去の調査結果とあわせてデータベース化し、先行課題で検討した詳細分析手法を適用した結果、乗用トラクタの転落転倒事故、巻き込まれ事故についてはこれまでと傾向は変わらず、前者では安全キャブ・フレーム装着率向上による事故低減効果が最も高いものの、低減度合はそれだけでは不十分であることが示唆された。歩行用トラクタについては既存の調査結果を集計した結果、安全装置の非装備による事故のほか、安全装置が機能しなかった事故も確認され、分析の結果、これらへの対策が重要であることが確認された。

1. 目的

農作業事故の発生要因を究明し、対策につなげるためには、現場状況の詳細な調査が必要である。国による農作業死亡事故調査では、全国的な傾向は把握できるものの、発生状況の詳細が不明であり、また負傷事故の体系的な調査は行われていない。このため生研センターでは、2011年度から独自に事故調査を行っている道県と連携し、乗用トラクタ及び刈払機を対象に、より詳細な事故調査データを収集するとともに、適切な調査項目及び分析手法を確立した。しかし、全ての事故形態に対する詳細分析や、地域別の詳細分析には、これまでの調査期間のみでは詳細調査件数が十分とは言えず、両機種とも継続的な詳細調査・分析が求められている。また、地域によっては乗用トラクタ及び刈払機以外の機種における事故も多く、詳細調査・分析の他機種への展開も期待されている。特に、歩行用トラクタについては、構造や使用形態が多様であり、事故との因果関係も大きいと考えられるが、重大事故が多いにも関わらず、既存の各種調査では不明な点が多い。

そこで、これまでの乗用トラクタ及び刈払機における詳細調査・分析を引き続き実施するとともに、歩行用トラクタについても新たに詳細調査・分析を行い、各機種について事故要因を明らかにする。また、詳細調査・分析結果をデータベース化し、地域・年齢別、環境条件別等、様々な視点から集計、整理することで事故対策の資料を得る。

平成 26 年度は、歩行用トラクタ事故の詳細調査票を試作し、乗用トラクタ及び刈払機事故と併せて詳細調査を実施するとともに、これまでの調査結果と合わせてデータベース化と集計、詳細分析を行い、事故傾向を把握する。

2. 方法

- 1) 歩行用トラクタの事故について、既往の事故調査結果や知見等から、事故要因の分析に必要と考えられる調査項目を検討し、調査票を試作した。
- 2) 歩行用トラクタ、乗用トラクタ及び刈払機の事故について、それぞれの調査票を用いて、協力道県での詳細調査を実施した。
- 3) 歩行用トラクタ事故について、協力道県のうち、比較的事故が多く、かつ以前からある程度詳

細な調査が行われている4県における既存の事故調査結果をデータベース化・集計し、事故の傾向および特徴を把握した。

- 4) 3) で得られた歩行用トラクタの代表的な事故形態について、先行課題で構築された詳細分析手法を用いて分析を行い、要因別の対策効果を検討した。
- 5) 乗用トラクタ事故については、先行課題での詳細分析で用いた事故調査データに、その後得られたデータを追加し、代表的な事故形態について引き続き詳細分析を行い、要因別の対策効果を検討した。

3. 結果の概要

- 1) 歩行用トラクタ事故の詳細調査票における調査項目を表に示した。事故要因の詳細な検討に資するため、事故機の構造の大まかな種別や、各種安全装置の有無も調査項目とした。なお、調査票を章末【参考】に示した。
- 2) 協力道県から、昨年度までの詳細調査結果（累積）として、乗用トラクタ 120 件、刈払機 18 件が得られた。平成 26 年度分の詳細調査結果、及び各調査票の改良要否の意見等については、現在各協力道県から収集中である。
- 3) 4 県から得られた過去の歩行用トラクタ事故（平成 15 年～平成 25 年、県により期間は異なる）73 件（うち死亡 61 件）の集計結果を図 1 に示した。

歩行使用時の事故形態としては、挟まれ、巻込まれが各 20 件と多かった。挟まれ事故 20 件は全て後進時に発生しており、ほとんどの場合、ビニルハウスの支柱や樹木等と機体の間に、首や胸といった身体の高い部位が挟まれていた。巻込まれ事故については、多くがロータリ等の作業部で発生しており、やはり後進時の事例が多く見られたが（前後進の別が判明した 14 件中 10 件）、耕うん爪が固い地面を叩いて起こる機体の跳ね上がり等により、前進時にも 3 件の事故が起きていた。

挟まれ事故や巻込まれ事故を防止するため、現在の安全鑑定基準では、挟圧防止装置やデッドマン式クラッチ、緊急停止装置、後進時作業部停止装置といった安全装置を、歩行用トラクタの構造に応じて求めている^注。そこで、事故調査結果のうち、事故機の型式が推定できた 30 件について、安全装置と事故内容の関係を調べたところ、事故内容に対応する安全装置を全く有していないものが 14 件、安全装置が機能せずに事故に至ったものが 8 件、安全装置の機能が無効化されていたと推測されるものが 2 件、それぞれ確認された（図 2）。安全装置が機能しなかった 8 件のうち 5 件が挟まれ事故で、挟圧防止装置が作用しない部分（ハンドルの握り部分や作業部カバー）で挟まれたものが 2 件、デッドマン式クラッチが切れなかったもの 3 件であった。デッドマン式クラッチでは通常、ハンドルから手を離すだけでレバーが戻り、クラッチが切れるが、例えば障害物とハンドルの間に身体の一部がレバーごと挟まれてしまう等、事故の状況次第ではレバーを戻せず、クラッチが切れなかった可能性が考えられた。残り 3 件は緊急停止装置で、事故の状況（転落・転倒や機体の跳ね上がり）から、ボタンの操作は困難だったと推察された。

- 4) トレーラ使用時を除く後進時挟まれ（死亡・負傷 18 件）、作業部・車軸への巻込まれ（同 17 件）について、詳細分析手法を適用した結果を図 3～4 に示した。該当する安全装置の普及が事故低減に最も効果的である（図 3～4 中 a）一方、安全装置自体の性能向上も求められる（同 b）ことが確認された。
- 5) 乗用トラクタの転落・転倒事故（死亡 98 件）、巻込まれ事故（死亡・負傷 18 件）に詳細分析手法を適用した結果、傾向はいずれも従前と変わらなかった。前者については、安全キャブ・フ

レーム装着率向上（図5中c）による事故低減効果が最も高いものの、R-Map 手法で評価した結果、これだけではリスクが現状の B3 領域から下がらず、環境条件の改善（同d）やシートベルト着用（同e）とあわせて対策されることで、リスクが一段下げられると推察された（図6）。後者については、点検時等における危険部位の非停止（図7中f）及びカバー撤去等の安全機能の無効化（同g）への対策により、死亡事故のリスクを許容レベル（C 領域）まで下げられると推察され（図8）、インターロック等のハード対策の重要性が示唆された。

なお、その他の事故形態、及び刈払機については事故件数がまだ十分でなく、さらに継続的な調査の必要性が認められた。

表 詳細調査票における調査項目（歩行用トラクタ）

発生状況	発生推定年月日、時刻、天候 事故の種類（作業者の転落転倒・機械の転落転倒・ 巻込まれ・挟まれ・ひかれ・衝突・その他） 受傷者の種別、受傷の種類、部位、程度
事故状況	事故発生時は何をしていたか 事故発生の経緯・状況と考えられる原因 現場見取図
作業者	性別、年齢、就農年数 年間農業従事日数 運転免許の種類 歩行用トラクタおよび事故機の使用経験年数 事故時の健康状態や服装
現場状況	発生場所 現場の状況（道路や圃場進入路での場合） 現場の状況（圃場での場合）
事故機	メーカー・型式名・出力 事故機の種類と作業部（1輪・2輪・車軸耕うん、作業部の種類と位置） 各種安全装置の有無（緊急停止装置・デッドマン式クラッチ・挟圧防止装置・ 後進時作業部停止装置・その他） 事故時の機械の設定（速度段、スロットル） 事故時の作業機の状態（大きさ、駆動有無） ハンドル形状と位置（標準、回動）
その他	調査協力先 備考

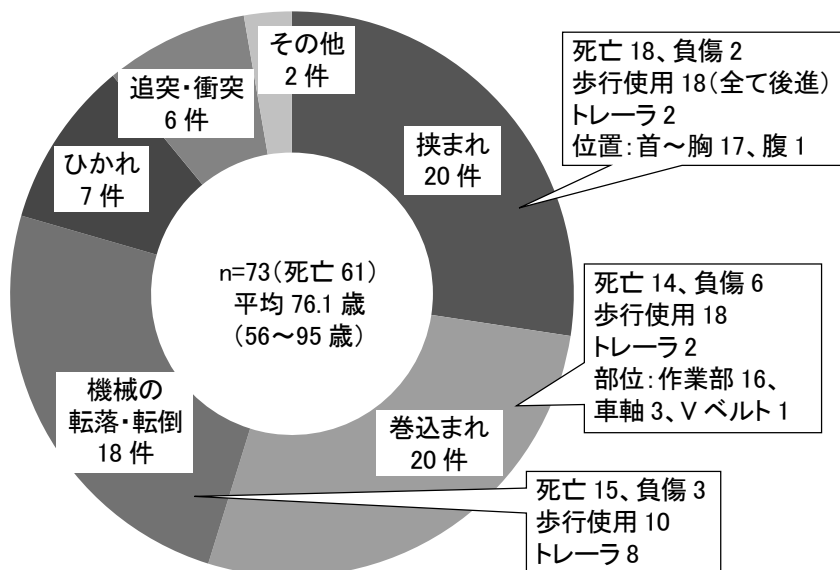
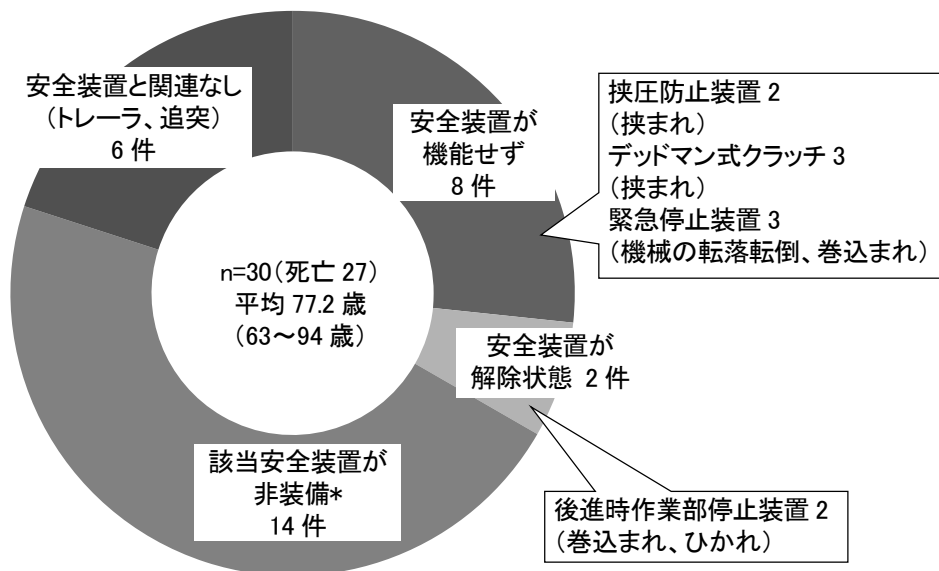
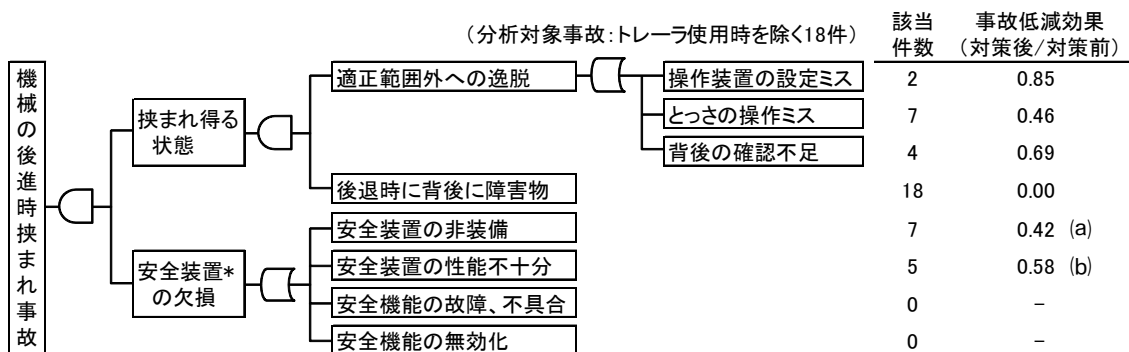


図1 歩行用トラクタ事故の集計結果



*現行の安全鑑定基準には不適合

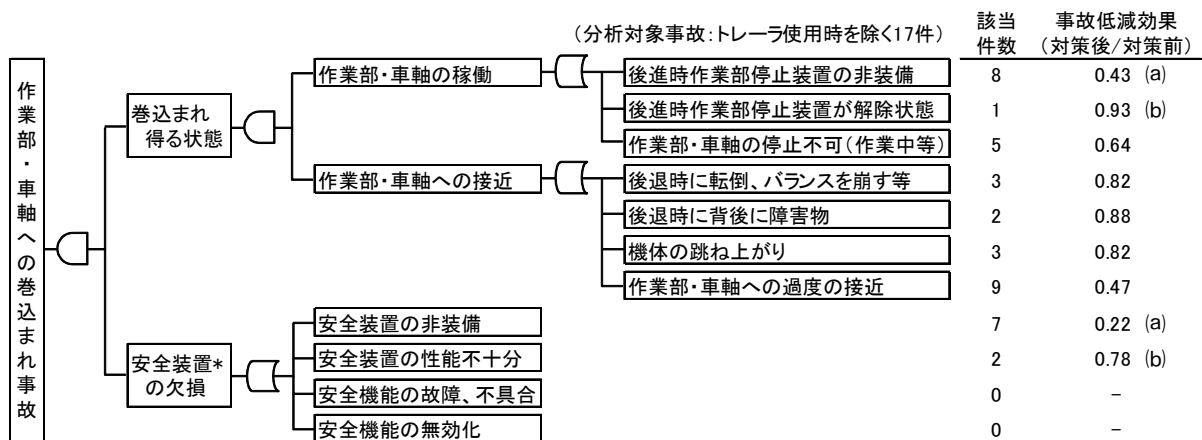
図2 歩行用トラクタ事故内容と安全装置の関係



*挟圧防止装置、デッドマン式クラッチ、緊急停止装置

※a、bは本文に対応

図3 歩行用トラクタにおける後進時挟まれ事故の詳細分析結果



※a、bは本文に対応

*デッドマン式クラッチ、緊急停止装置

図4 歩行用トラクタにおける作業部・車軸への巻込まれ事故の詳細分析結果

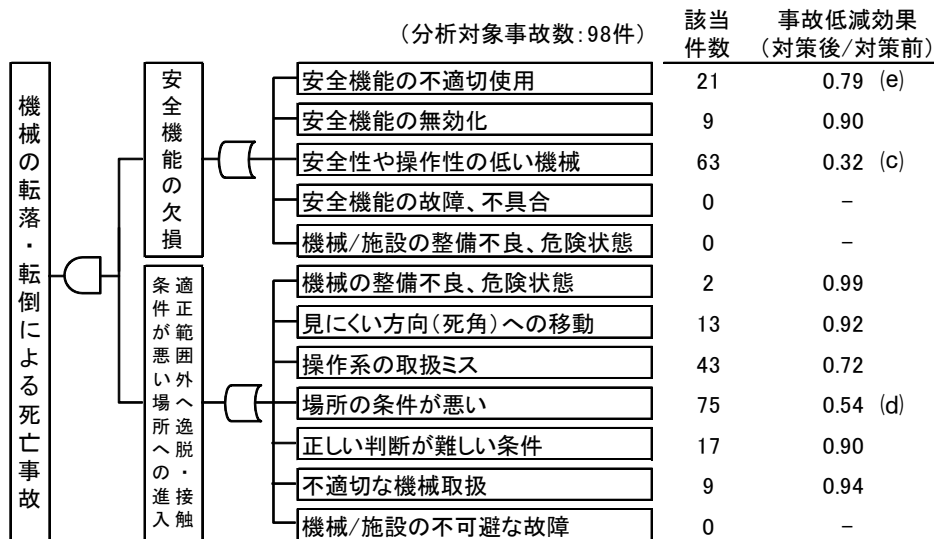


図5 乗用トラクタにおける機械の転落・転倒による死亡事故の詳細分析結果

リスク領域: A...リスクが許容できない(製品化不可・リコール)
 B...実現性を考慮しつつ最小限までリスク低減すべき
 C...リスクは無視できる
 ※農業機械での発生頻度0レベル=10⁻⁶と仮定(産業用機械等の分析前例を参照)

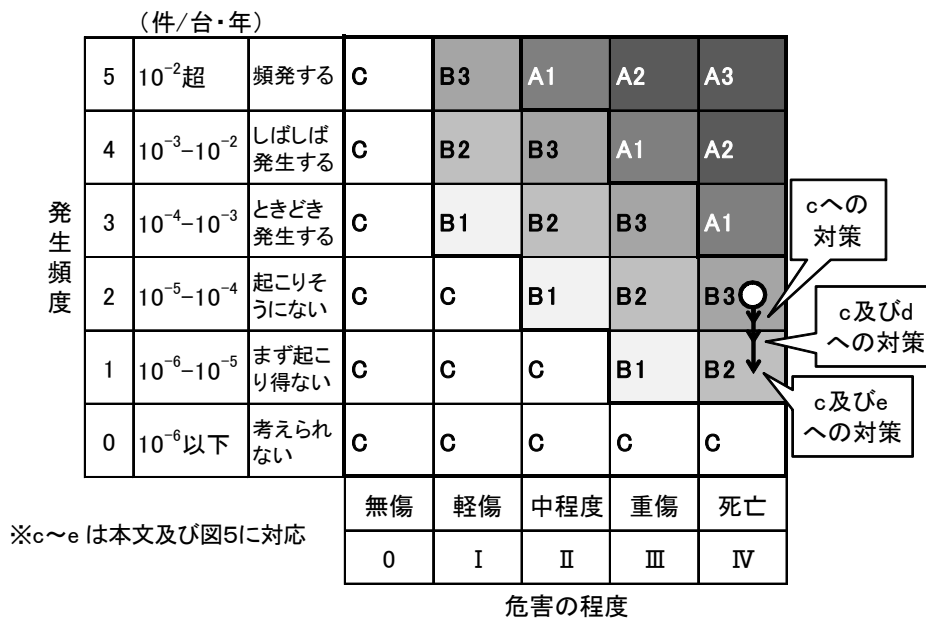


図6 乗用トラクタにおける機械の転落・転倒事故の詳細分析結果に基づくR-Map評価

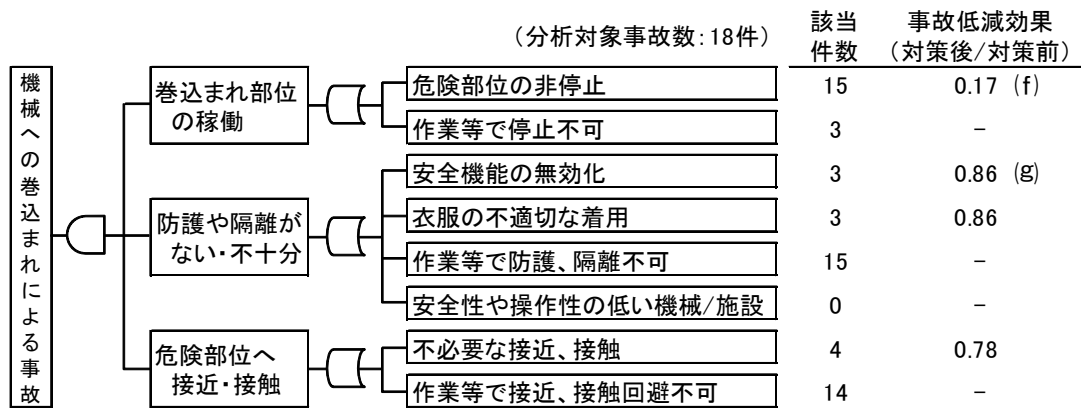


図7 乗用トラクタにおける機械への巻込まれ事故の詳細分析結果

(件/台・年)

発生頻度								
	5	10 ⁻² 超	頻発する	C	B3	A1	A2	A3
4	10 ⁻³ -10 ⁻²	しばしば発生する	C	B2	B3	A1	A2	
3	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	ときどき発生する	C	B1	B2	B3	A1	
2	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	起こりそうにない	C	C	B1	B2	B3	fへの対策
1	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	まず起こり得ない	C	C	C	B1	B2	f及びgへの対策
0	10 ⁻⁶ 以下	考えられない	C	C	C	C	C	
※f~gは本文及び図7に対応			無傷	軽傷	中程度	重傷	死亡	
			0	I	II	III	IV	
			危害の程度					

図8 乗用トラクタにおける機械への巻込まれ事故の詳細分析結果に基づく R-Map 評価

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

各機種とも事故の詳細調査データを引き続き蓄積する必要がある、協力道県と連携してこれに取り組み、分析結果を充実させるとともに、調査票の改良についても引き続き検討を行う。

歩行用トラクタについては、歩行使用時は後進時を中心に挟まれ、巻込まれ事故が多かったことから、早期の対策として、まずは後進時に事故が多く、十分な対策が必要であることを、関係機関を通じてユーザにこれまで以上に周知することが重要と考えられる。同時に、安全装置を有していない型式での事故が多かったことから、機械側としては、安全鑑定基準を満たした型式のさらなる普及が求められる。

一方で、安全装置が十分機能せずに事故に至った事例も確認されたことから、これらの安全装置の性能のさらなる向上や、機体の跳ね上がり等の危険な挙動を検出して事故の未然防止につなげる新たな安全技術について、別の調査課題（第2章を参照）における結果も踏まえ、平成27年度より新規課題で対応を図る。

5. 謝 辞

事故データ収集及び詳細事故調査の実施にあたっては、北海道、青森県、岩手県、福島県、茨城県、群馬県、埼玉県、長野県、岐阜県、滋賀県、鳥取県、熊本県、鹿児島県におけるご担当の皆様にご多大なるご協力をいただいた。研究を進めるにあたっては、(独)製品評価技術基盤機構、(一財)日本科学技術連盟、宇都宮大学の田村孝治先生、松井正実先生、信州大学の内川義行先生から、ご指導や資料、情報のご提供をいただいた。現地調査では、北海道、福島県、群馬県、鹿児島県のご担当の皆様に加えて、J A えちご上越の清水 薫氏、福島県農業総合センターの青田 聡氏、J A 福島中央会の小原 稔氏、ほか多くの皆様からご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

6. 引用・参考文献

- 1) JIS C 5750-4-4:2011、ディペンダビリティ マネジメントー第4-4部：システム信頼性のための解析技法ー故障の木解析 (FTA)
- 2) 経済産業省、リスクアセスメント・ハンドブック実務編、経済産業省、2011
- 3) 松本浩二、R-Map (リスクマップ) の実践研究 NITE受付事故情報を試行的にリスク分析する、生活安全ジャーナル、第7号、74-78、(独)製品評価技術基盤機構、2009
- 4) 中谷行宏、平成22年度経年劣化製品事故の分析について、生成23年度製品安全センター製品安全業務報告会資料、39-58、製品評価技術基盤機構、2011
- 5) 酒井健一、R-MapとFTAを用いた消費生活用製品のリスクアセスメントについて、生成23年度製品安全センター製品安全業務報告会資料、83-100、製品評価技術基盤機構、2011
- 6) 日科技連R-Map研究会、R-Map実践ガイドンス、日科技連出版社、2004
- 7) 日科技連R-Map実践研究会、製品安全、リスクアセスメントのためのR-Map入門、日科技連、2011
- 8) 日科技連R-Map実践研究会、世界に通用する製品安全リスクアセスメント(シリーズ1~4)、日科技連、2014
- 9) 積栄ら、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)、31-37、生研センター、2012
- 10) 積栄ら、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)、11-31、生研センター、2013
- 11) 積栄ら、農業機械等による事故の詳細調査・分析手法の研究、平成25年度試験研究成績25-1 農業機械の安全性に関する研究(第34報)、7-13、生研センター、2014
- 12) 積栄ら、歩行用トラクター事故と安全装置の関係、2015. 4. 14付プレスリリース、http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/brain/057160.html、生研センター、2015
- 13) 農作業安全情報センター「農業機械の安全装備いろいろ/歩行用トラクター」、http://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/anzenweb/anzensoibi/anzensoibi_03.htm、生研センター

注) 歩行用トラクタの安全装置について

挟圧防止装置：歩行用トラクタと作業者の間に来るように設けられ、後進してくる（作業者の方向に向かってくる）機体と、壁や柱などの間に作業者が挟まれたときに、作業者の身体がこれに触れることで自動的にエンジンを停止させる、もしくは走行部への動力を遮断する。

デッドマン式クラッチ：ハンドルとともにクラッチレバーを握っている間は動力が伝達され、手を離すとレバーが自動的に戻って動力が切れる構造のクラッチ。作業者が転倒する等、不測の事態が生じた場合、レバーから手を離すことで機械の動きを止めて事故を防ぐことができる。

緊急停止装置：壁や柱などの間に作業者が挟まれた場合等の緊急時に、一操作でエンジンを停止できるボタン等で、手が容易に届く位置に装備される。

後進時作業部停止装置：車輪と作業者との間に作業部が位置する構造の場合に、後進時に作業部に巻込まれることがないように、走行変速レバーを後進に入れると作業部が自動的に停止する、または作業部を停止させないと走行変速レバーが後進に入らない構造。

【参考】

事故調査票＜歩行用トラクタ＞

調査年月日：____年____月____日 所属・氏名：_____

1. 発生状況について

発生推定年月日、時刻 および天候	____年 ____月 ____日 午前・午後 ____時__分頃 <input type="checkbox"/> 晴れ <input type="checkbox"/> 曇り <input type="checkbox"/> 雨（強・中・弱） <input type="checkbox"/> 風（強・中・弱）
事故の種別	<input type="checkbox"/> 作業者の転落・転倒 <input type="checkbox"/> 作業部への接触・巻き込まれ <input type="checkbox"/> 挟まれ <input type="checkbox"/> ひかれ <input type="checkbox"/> 機械の転落・転倒 <input type="checkbox"/> 衝突 <input type="checkbox"/> その他（_____）
受傷者と受傷の程度	<input type="checkbox"/> 機械使用者 <input type="checkbox"/> 機械使用者以外（_____） <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 負傷（内容：_____） <input type="checkbox"/> 無傷（物損） 負傷の場合：入院日数：_____日 通院日数：_____日

2. 事故の状況について

事故発生時は何をしていたか：
事故発生の際の経緯・状況：
考えられる原因：
現場見取図（調書の図のコピーを別添して頂いても結構です。可能であれば現場写真を添付してください）

3. 運転者について

性別・年齢・就農年数	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 _____歳 就農しておよそ_____年くらい
年間農業従事日数	<input type="checkbox"/> ～29日 <input type="checkbox"/> 30～59日 <input type="checkbox"/> 60～99日 <input type="checkbox"/> 100～149日 <input type="checkbox"/> 150日～
運転免許の種類（複数可）	<input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 小型特殊 <input type="checkbox"/> 大型特殊 <input type="checkbox"/> けん引 <input type="checkbox"/> なし
歩トラおよび事故機の運転経験年数	歩トラ：およそ_____年 事故機：およそ_____年
事故時の健康状態や服装	（特記事項あれば）

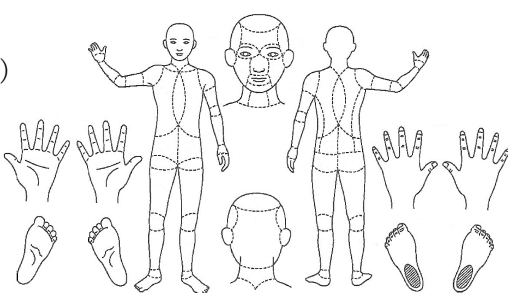
4. 現場の状況について

発生場所	所在地（可能な範囲で）： _____ 種別： <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 圃場 <input type="checkbox"/> 圃場進入路 <input type="checkbox"/> その他（ _____ ）
現場の状況 （道路や圃場進入路で発生した場合）	作目（移動時の場合は移動元／先）： _____ 路面の状態： <input type="checkbox"/> 舗装路 <input type="checkbox"/> 未舗装路（ <input type="checkbox"/> 砂利 <input type="checkbox"/> 土 <input type="checkbox"/> 草 ） 道幅： _____ m 傾斜： <input type="checkbox"/> 急 <input type="checkbox"/> 緩 <input type="checkbox"/> 無 / <input type="checkbox"/> 上り <input type="checkbox"/> 下り 周囲の段差や溝、凹凸： <input type="checkbox"/> あり（高さ： _____ m） <input type="checkbox"/> なし
現場の状況 （圃場で発生の場合）	作目： _____ 圃場の種類： <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 畑 <input type="checkbox"/> 果樹園 <input type="checkbox"/> ハウス <input type="checkbox"/> その他（ _____ ） 足元の傾斜： <input type="checkbox"/> 急 <input type="checkbox"/> 緩 <input type="checkbox"/> 無 / <input type="checkbox"/> 上り <input type="checkbox"/> 下り 周囲の段差や溝、凹凸： <input type="checkbox"/> あり（高さ： _____ m） <input type="checkbox"/> なし

5. 事故機について

メーカー・型式・馬力 （写真を別添でも可）	メーカー： _____ 型式名： _____ 馬力： _____ PS
本機の種類と作業部 （写真を別添でも可）	<input type="checkbox"/> 2輪＋トレーラー連結 <input type="checkbox"/> 2輪＋後部作業機（種類： _____） <input type="checkbox"/> 1輪または狭輪距＋後部作業機（種類： _____） ※1輪はクローラも含む、狭輪距はタイヤ外側が車体幅より内側のもの <input type="checkbox"/> 車軸の前側に作業部（作業部種類： _____） <input type="checkbox"/> 車軸自体が作業部（作業部種類： _____） ※車軸部の種別と後部作業機（培土器等）があれば両方とも記載
各種安全装置の有無 （写真を別添でも可）	<input type="checkbox"/> エンジン緊急停止ボタン <input type="checkbox"/> デッドマンクラッチ <input type="checkbox"/> 挟圧防止装置 <input type="checkbox"/> 後進時作業部停止機構 <input type="checkbox"/> その他（ _____ ） <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 不明
事故時の機械の設定	変速設定…（作業員から見て） <input type="checkbox"/> 前進 <input type="checkbox"/> 後進 速度段： _____ スロットル設定… <input type="checkbox"/> 全開 <input type="checkbox"/> 中間 <input type="checkbox"/> アイドル
事故時の作業機の状態	作業機の特徴（幅、大きさ等）： <input type="checkbox"/> 駆動状態（作業機クッチ入） <input type="checkbox"/> 停止状態（作業機クッチ切） <input type="checkbox"/> 不明
ハンドル形状と位置	ハンドル形状… <input type="checkbox"/> ループ式 <input type="checkbox"/> グリップ式 位置… <input type="checkbox"/> 標準（後方向き） <input type="checkbox"/> 回動（前方向き） <input type="checkbox"/> 回動（横向き）

6. 受傷部位、その他

<p>受傷部位 （該当部に○）</p> 	<p>調査協力：</p> <input type="checkbox"/> 当事者 <input type="checkbox"/> 当事者の家族等 <input type="checkbox"/> JA 指導員等 <input type="checkbox"/> JA 共済担当 <input type="checkbox"/> 都道府県警 <input type="checkbox"/> 救急・消防 <input type="checkbox"/> 地元自治体 <input type="checkbox"/> 他農家・近所 <input type="checkbox"/> その他（ _____ ） <p>備考（自由記載）</p>
---	---

本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製
(コピー) することを禁じます。
転載・複製に当たっては必ず当センターの
許諾を得て下さい。

(お問合せ先：企画部 機械化情報課)

平成26年度 試験研究成績
26-1 農業機械の安全性に関する研究 (第35報)

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター
農業機械化研究所
<http://www.naro.affrc.go.jp/brain/iam/index.html>

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町1-40-2
Tel. 048-654-7000 (代)

印刷・発行 平成27年6月30日