

# 農業機械を使用する除染関連作業の粉じん対策

平成 28 年 12 月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
中央農業研究センター

この資料は、農林水産省委託プロジェクト「営農再開のための放射性物質対策技術の開発」および「農地・森林等の放射性物質の除去・低減技術の開発」の成果に基づき作成されたものです。

## 目次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| はじめに                       | 1  |
| 1. トラクタを使用する雑草処理作業         | 2  |
| (1)概要                      |    |
| (2)使用機材                    |    |
| (3)作業手順と留意すべき事項            |    |
| (4)作業環境粉じん濃度の実例            |    |
| 2. 刈払機や小型乗用刈払機を使用する雑草処理作業  | 4  |
| (1)概要                      |    |
| (2)使用機材                    |    |
| (3)作業手順と留意すべき事項            |    |
| (4)作業環境粉じん濃度の実例            |    |
| 3. 表土削り取り作業                | 7  |
| (1)概要                      |    |
| (2)使用機材                    |    |
| (3)作業手順と留意すべき事項            |    |
| (4)作業環境粉じん濃度の実例            |    |
| 4. 関連情報                    | 9  |
| (1) 粉じんの許容基準と対応            |    |
| (2) 除染作業環境の粉じん濃度測定方法       |    |
| (3) 夏季における農地除染作業時の温熱環境について |    |
| (4) トラクタキャビンの種類と粉じん低減の効果   |    |
| 参考資料                       | 13 |

## はじめに

本資料は、農地除染の前作業として、あるいは除染後農地の営農再開に伴って行われる除草作業、および農業機械を用いた除染作業である表土削り取り作業に関して、労働安全に関わる環境粉じんを中心とする作業手引きになることを目的としています。

作業手順や留意すべき事項に関しては、これまでに関連省庁から示されたガイドラインや指針を引用しつつ、作業環境の粉じん濃度は、実作業の調査事例を含めて紹介しています。

なお、記載内容には、作業で使用する機材や作業手順、実際に調査したデータを含みますが、ここで示された機材や手順が全てではないこと、また、試験や調査の蓄積に伴い、内容は変わる可能性があることには十分配慮されたい。

### <本資料で対象とする作業>

1. トラクタを利用する雑草処理作業
2. 刈払機や小型乗用刈払機を利用する雑草処理作業
3. 表土削り取り作業

### <注意>

本資料で調査対象とした各作業は、「除染関係ガイドライン」《参考資料1》、「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」《参考資料2》等に則り、被ばく防止に努めた手順や装備で作業していることを前提としています。

## 1. トラクタを使用する雑草処理作業

### (1) 概要

雑草で覆われた農地の除染の前作業として、あるいは除染後農地で営農を再開する場合に雑草処理作業が必要となります。ここではトラクタを利用する雑草処理体系（図 1）について述べます。なお、処理した雑草は梱包した後、圃場外に持ち出すことを想定しています。また、対象農地にヤナギなどの木本性の植物がある場合は、事前にそれらを取り除くものとします。



刈取り（ディスクモア）

集草（サイドレーキ）

梱包（ロールベアラ）

図 1 トラクタ体系による除草作業

### (2) 使用機材

- ・ディスクモア等 [刈取り]
- ・サイドレーキ、ロータリレーキ、ロータリテッダ [反転攪拌、集草]
- ・ロールベアラ [梱包]
- ・キャビン付きトラクタ（装着する作業機の作業幅に適合する出力（メーカー推奨値）のものを利用する。）

### (3) 作業手順と留意すべき事項

**関連するガイドライン等で示された手順です。作業安全のために守りましょう。**

①除染の前作業としての雑草処理作業の場合は、刈り取った雑草表面の空間線量率を計測します。（これは、排土等をフレキシブルコンテナに収納する場合、コンテナ表面の空間線量を測定してコンテナのタグに記載する対応になったものです。） 《参考資料 3》

②作業を安全に行うため以下の装備を準備します。

- ・長袖作業服、手袋、ゴム長靴、帽子、必要に応じてゴーグル
- ・捕集効率 80%以上の防じんマスク

※対象農地表土の放射性セシウム濃度が 50 万 Bq/kg 超え、かつ粉じんが多い作業の場合は、捕集効率 95%以上の防じんマスクおよび密閉型の化学防護服を着用します。

《参考資料 2》

③トラクタの使用にあたり、作業者の内部被ばく、外部被ばくを防ぐための対策を取ります。

例えば、キャビン付きトラクタを使用して、エアコンは内気循環モードとし、作業中は窓やドアを開けないようにするなど。 《参考資料 4》

④除染の前作業としての雑草処理作業の場合は、モアによる刈取り後、雑草をフレキシブルコンテナ等に入れて、定められた場所に仮置きします。 《参考資料 3》

営農再開のための雑草処理作業の場合は、モアによる刈取り後、必要に応じてレーキによ

る反転攪拌行程を入れることで、刈り取った雑草の減容化をはかります。ただし、刈り取った雑草の乾燥状態によっては、後の梱包作業において粉じんが多く発生することがあります。《本項(4)の実例を参照》

⑤営農再開のための雑草処理作業の場合、ロールベアラによる梱包、搬出を行います。梱包作業では、特に粉じん濃度が高くなるため、トラクタキャビン外での作業を行う場合は、適切なマスクの着用などの防じん対策をとります。

⑥使用した機械の洗浄。特に除染の前作業の場合は、《参考資料 4》にしたがい、汚染土壌の拡散防止などに留意します。

#### (4) 作業環境粉じん濃度の実例

除染の事前作業や、除染後農地の営農再開のための作業として、トラクタを利用する雑草処理作業の粉じん濃度を調査しました。

雑草処理作業時のトラクタキャビン外の粉じん濃度は、テッドレーキによる集草作業で 19.3 mg/m<sup>3</sup>、ロールベアラによる梱包作業で 15.6 mg/m<sup>3</sup> と高濃度粉じん作業の基準値 10 mg/m<sup>3</sup> を超える場合もありました（表 1）。

なお、粉じんの許容基準と対応に関しては、《本資料の 4（1）の項》を、除染作業環境の粉じん濃度の測定方法については、《本資料の 4（2）の項》を参照してください。

表 1 雑草処理作業の粉じん濃度とトラクタキャビンの効果

| トラクタキャビンの種類 | 作業機         | 換算粉じん濃度 [K=0.03] (mg/m <sup>3</sup> ) |      | キャビンによる粉じん低減率(%) | 測定年  | 測定場所 |
|-------------|-------------|---------------------------------------|------|------------------|------|------|
|             |             | キャブ外                                  | キャブ内 |                  |      |      |
| 標準          | 刈払い(ディスクモア) | 3.65                                  | 0.20 | 94.5             | 2012 | K町   |
| 標準(古)       | 刈払い(ディスクモア) | 4.28                                  | 1.09 | 74.6             | 2014 | S市   |
| 標準          | 刈払い(ディスクモア) | 2.58                                  | 0.36 | 86.0             | 2015 | N市   |
| 標準          | 刈払い(ディスクモア) | 0.94                                  | 0.15 | 84.0             | 2015 | N市   |
| 標準(古)       | 集草(テッドレーキ)  | 19.28                                 | 1.49 | 92.3             | 2014 | S市   |
| 標準          | 集草(サイドレーキ)  | 0.52                                  | 0.05 | 90.4             | 2015 | N市   |
| 標準          | 集草(サイドレーキ)  | 2.07                                  | 0.23 | 88.9             | 2015 | N市   |
| 標準          | 梱包(ロールベアラ)  | 15.60                                 | 0.61 | 96.1             | 2012 | K町   |
| 標準(古)       | 梱包(ロールベアラ)  | 11.01                                 | 1.29 | 88.3             | 2014 | S市   |
| 標準          | 梱包(ロールベアラ)  | 3.41                                  | 0.15 | 95.6             | 2015 | N市   |
| 標準          | 梱包(ロールベアラ)  | 13.10                                 | 0.45 | 96.6             | 2015 | N市   |



雑草処理作業中のトラクタの周囲は、高濃度粉じん作業の基準値を超えることがあります。適切なマスクの着用など防じん対策が欠かせません。

## 2. 刈払機や小型乗用刈払機を使用する雑草処理作業

### (1) 概要

トラクタを利用する雑草処理作業が行えないような場所では、刈払機や小型の乗用刈払機による作業が必要です。作業者の安全確保のためには、環境粉じん濃度の把握と対策だけでなく、夏季の作業では熱中症の発生リスクへの対応も求められます。

### (2) 使用機材

- ・ 刈払機、小型乗用草刈機
- ・ 熊手、ヘイフォークなどの集草道具



図2 刈払機による作業



図3 小型乗用刈払機による作業

### (3) 作業手順と留意すべき事項

関連するガイドライン等で示された手順です。作業安全のために守りましょう。

①除染の前作業としての雑草処理作業の場合は、刈り取った雑草の空間線量率を計測します。 《参考資料3》

②作業を安全に行うため以下の装備を準備します。 《参考資料2、5》

- ・ 長袖作業服、手袋、ゴム長靴、帽子、ゴーグルまたはフェイスシールド、すね当てなど、刈払い作業安全のための保護具。
- ・ 捕集効率 80%以上の防じんマスク

※対象農地表土の放射性セシウム濃度が 50 万 Bq/kg 超え、かつ粉じんが多い作業の場合は、捕集効率 95%以上の防じんマスクおよび密閉型の化学防護服を着用します。

《参考資料2》

※夏季の作業では熱中症の発生リスクに留意します。 《本資料の4(3)の項を参照》

③除染の前作業としての雑草処理作業の場合は、刈り払い後の雑草をフレキシブルコンテナ等に入れて、定められた場所に仮置きします。 《参考資料3》

営農再開のための雑草処理作業の場合は、刈り払い後、時間を置くことで雑草の減容化が期待できますが、乾燥状態によっては後の積込み作業において粉じんが多く発生することがあります。

⑤刈り払い作業や集草・積込み作業時の粉じん発生状況は、地上部付近の濃度が高くなる傾

向があり、作業姿勢によっては一時的に高濃度粉じん作業の基準値  $10\text{mg}/\text{m}^3$  を超える場合があります。 《本項の(4)実例を参照》

⑥使用した機械の洗浄。特に除染の前作業の場合は、《参考資料 4》にしたがい、汚染土壌の拡散防止などに留意します。

#### (4) 作業環境粉じん濃度の実例

刈払機や手作業による集草、積込み作業、小型乗用刈払機を利用する雑草処理作業の粉じん濃度を調査しました。なお、粉じんの許容基準と対応に関しては、《本資料の4（1）の項》を、除染作業環境の粉じん濃度の測定方法については、《本資料の4（2）の項》を参照してください。

その結果、刈払機による作業、手作業による集草、積み込み作業では、作業者口元の粉じん濃度は、最大でも  $3.5\text{mg}/\text{m}^3$  と高濃度粉じん作業の基準を下回っていました（表 2）。

表 2 刈払機や手作業による雑草処理作業の粉じん濃度

| 試験日   | 作業  | 条件等                    | 換算粉じん濃度<br>(作業者口元)<br>( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) |
|-------|-----|------------------------|--|
| 9.15  | 刈払い | 平坦地                    | 0.6  |
| 9.15  | 集草  |                        | 0.3  |
| 9.24  | 刈払い | 平坦地。積込みは手作業。           | 2.9  |
| 9.24  | 集草  |                        | 2.0  |
| 9.24  | 積込み |                        | 2.3  |
| 10.19 | 刈払い | 傾斜地                    | 2.3  |
| 10.19 | 集草  |                        | 3.2  |
| 10.21 | 集草  | 平坦地。積込みはヘイ<br>フォークを使用。 | 3.5  |
| 10.21 | 積込み |                        | 3.5  |
| 10.19 | 刈払い | 乗用草刈機(I社17kW)          | 3.2  |
| 10.21 | 刈払い | 乗用草刈機(T社13kW)          | 9.0  |

一方、刈払機の近傍の粉じん濃度を地面からの高さ別に調べたところ、地上高 1m 以上の粉じん濃度は  $2.0\sim 2.8\text{mg}/\text{m}^3$  と低い場合でも、地上高 0.5m の粉じん濃度は、除染電離則の高濃度粉じん作業の基準値  $10\text{mg}/\text{m}^3$  を超える平均  $17.9\text{mg}/\text{m}^3$  と高くなる傾向にあります（図 4）。このため、集草、積込などで前屈姿勢になる作業（図 5）では、一時的に口元粉じん濃度が  $10\text{mg}/\text{m}^3$  を超える場合があります。同じように、乗用刈払機による作業（図 3）は、着座位置が低いこともあり、作業者口元の粉じん濃度が平均値で  $9.0\text{mg}/\text{m}^3$  になり（表 2）、さらに作業中には一時的に口元粉じん濃度が  $10\text{mg}/\text{m}^3$  を超えることがわかりました。

これらのことから、刈払機や手作業による集草、積み込み、乗用刈払機を使用する作業時は、適切なマスクの着用など、防じん対策が必要です。

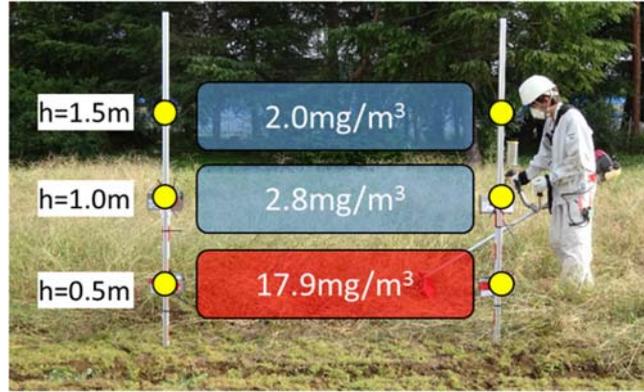


図4 刈払い作業時の近傍の粉じん濃度の傾向



図5 作業者の口元粉じん濃度が高くなる前屈姿勢の集草作業



作業中の地面近くは、高濃度粉じん作業の基準値を超えることがあります、前屈姿勢が多い集草作業や、着座位置の低い乗用刈払機の作業では適切なマスクの着用など防じん対策が欠かせません。

### 3. 表土削り取り作業

#### (1) 概要

表土削り取りによる除染は、放射性セシウムが吸着する表土を削り取りにより除去する手法で、放射性物質降下後に耕起されていない圃場に適用できる手法です。《参考資料 3》

#### (2) 使用機材

- ・農地表土削り取り機（図 6、ササキコーポレーション：作業幅 220cm、最大削り取り深さ 8cm）  
トラクタに装着する作業機で、表土切削部、削土を搬送するオーガおよび表土切削部の前後に設置された 2 本の鎮圧ローラで構成されます。
- ・トラクタ（64kW{85PS}以上）、作業速度 0.1～0.2m/s（クリープ変速付き）が可能であること。

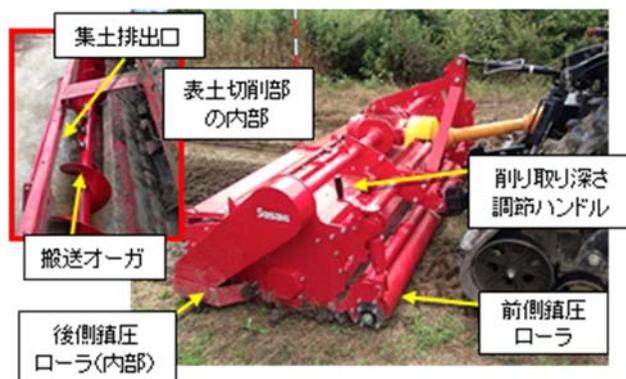


図 6 表土削り取り機

#### (3) 作業手順と留意すべき事項

関連するガイドライン等で示された手順です。作業安全のために守りましょう。

- ①ほ場表面の前処理（雑草刈り取り、梱包・フレキシブルコンテナ袋詰め・搬出、表面の鎮圧）
- ②作業を安全に行うため以下の装備を準備します。 《参考資料 2、5》
  - ・長袖作業服、手袋、ゴム長靴、帽子、必要に応じてゴーグル
  - ・捕集効率 80%以上の防じんマスク※対象農地表土の放射性セシウム濃度が 50 万 Bq/kg 超え、かつ粉じんが多い作業の場合は、捕集効率 95%以上の防じんマスクおよび密閉型の化学防護服を着用します。
- ③トラクタの使用にあたり、作業者の内部被ばく、外部被ばくを防ぐための対策を取ります。  
例えば、キャビン付きトラクタを使用して、エアコンは内気循環モードとし、作業中は窓やドアを開けないようにするなど。 《参考資料 4》
- ④表土削り取り。作業深さ（削り取り深さ）5cm、作業速度 0.2m/s をそれぞれ目安とします。
- ⑤削土のほ場内運搬・集積。  
本機が導入されている現地では、作業深さ 4 cm で削り取りを行い（一次削り取り）、その後、スキマー（自走式の表土削り取り同時掬い上げ機）が連携して、集土掬い上げと深さ 1 cm の削り取り（二次削り取り）をしてダンプトレーラへの積み込みを行います。
- ④円滑な作業を行うためには、削り取った土が機内に詰まりやすい条件（土壌の水分が高い

場合など) を避ける必要があります。

⑥使用した機械の洗浄。《参考資料 4》にしたがい、汚染土壌の拡散防止などに留意します。

#### (4) 作業環境粉じん濃度の事例

表土削り取り作業時の粉じん濃度は、キャビン外が 3.0～3.2mg/m<sup>3</sup>の時、標準型キャビン内では 0.25～0.86mg/m<sup>3</sup>でした。類似作業の表面砕土作業でもキャビン内の粉じん濃度は 0.53mg/m<sup>3</sup>となり、いずれのケースでもキャビン内は、高濃度粉じん作業の基準値 10mg/m<sup>3</sup>を大きく下回る状態でした (表 3)。

また、トラクタのキャビンの種類には、標準キャビン、除染作業用の防じん型やシールドキャビンがありますが、標準キャビンでも十分な粉じん低減効果があることを確認しています。

なお、粉じんの許容基準と対応に関しては、《本資料の 4 (1) の項》、除染作業環境の粉じん濃度の測定方法については《本資料の 4 (2) の項》を、トラクタキャビン別の粉じん低減効果については《本資料の 4 (4) の項》をそれぞれ参照して下さい。

表 3 表土削り取り作業における粉じんの事例

| トラクタキャビンの種類 | 作業(作業機)         | 換算粉じん濃度 [K=0.03] (mg/m <sup>3</sup> ) |      | キャビンによる粉じん低減率(%) | 測定年  | 測定場所  |
|-------------|-----------------|---------------------------------------|------|------------------|------|-------|
|             |                 | キャブ外                                  | キャブ内 |                  |      |       |
| 標準          | 表土削り取り(表土削り取り機) | 3.00                                  | 0.86 | 71.4             | 2013 | 那須塩原市 |
| 標準          | 表土削り取り(表土削り取り機) | 3.20                                  | 0.25 | 92.2             | 2014 | 白河市   |
| 標準          | 表面砕土(パワーハロー)    | 2.55                                  | 0.53 | 79.4             | 2012 | 飯館村   |

## 4. 関連情報

### (1) 粉じんの許容基準と対応

粉じん濃度の評価値としては日本産業衛生学会の粉じんの許容濃度があります。これによると農作業環境の場合、粉じんの種類としては第3種粉じんに該当し、許容濃度は吸入性粉じんでは  $2\text{mg}/\text{m}^3$ 、総粉じんでは  $8\text{mg}/\text{m}^3$  とされています（表4）。一方、「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則（平成23年厚生労働省、以下、除染電離則）」に定められた粉じんは、これまで労働衛生の分野で広く用いられた吸入性の粉じん（PM<sub>4</sub>:  $4\mu\text{m}$ , 50%cut）ではなく、内部被ばくを考慮した、総粉じんに近い気中から鼻孔や口を通して吸引されるインハラブル粉じん（吸引性粉じん、 $100\mu\text{m}$ , 50%cut）を対象としています。これは、繊毛のある気管より上部に沈着した粒子は、移動して消化器へ移動する可能性が大きいと考えられるためです。また、除染電離則では高濃度粉じん作業の基準値を  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 、高濃度汚染物質の基準値を  $50\text{万 Bq}/\text{kg}$  としており、作業時の保護衣等としては表5、表6のような対応を定めています。

表4 粉じんの許容基準

|         | 粉塵の種類  | 粉じんの許容基準 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) |      |        |
|---------|--|-------------------------------------|------|--------|
|         |  | 吸入性粉じん                              | 総粉じん | 吸引性粉じん |
| 第1種粉じん* | タルク、ろう石、アルミニウム、アルミナ、珪藻土、硫化亜鉛、硫化焼鉛、ベントナイト、カオリナイト、活性炭、黒鉛                                     | 0.5                                 | 2    |        |
| 第2種粉じん* | 結晶質シリカ含有率3%未満の鉱物性粉塵、酸化鉄、カーボンブラック、石炭、酸化亜鉛、二酸化チタン、ポルトランドセメント、大理石、線香材料粉塵、穀粉、綿塵、革粉、コルク粉、ペークライト | 1                                   | 4    |        |
| 第3種粉じん* | 石灰石、その他の無機および有機粉塵  | 2                                   | 8    |        |
| 除染電離則** | 土、雑草など   |                                     |      | 10     |

[注] 1. \*産業衛生学雑誌 57 巻, 2015, 146-217

2. \*\*東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則, 厚生労働省令第152号, 2011

表5 除染電離則における高濃度汚染・粉じん作業基準と対応1

|  | 高濃度土壌等<br>( $50\text{万 Bq}/\text{kg}$ を超える)    | 高濃度土壌等以外<br>( $50\text{万 Bq}/\text{kg}$ 以下) |
|--|--|---|
| 高濃度粉じん作業<br>( $10\text{mg}/\text{m}^3$ を超える) | 長袖の衣服の上に全身化学防護服（密閉形タイベックスーツ）、ゴム手袋（綿手袋と二重）、ゴム長靴 | 長袖の衣服、綿手袋、ゴム長靴                              |
| 上記以外の作業<br>( $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下)    | 長袖の衣服、ゴム手袋（綿手袋と二重）、ゴム長靴                        | 長袖の衣服、綿手袋、ゴム長靴                              |

(引用：除染等業務特別教育テキスト、厚生労働省)

表6 除染電離則における高濃度汚染・粉じん作業基準と対応2

|   | 高濃度土壌等<br>(50万Bq/kgを超える) | 高濃度土壌等以外<br>(50万Bq/kg以下) |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 高濃度粉じん作業<br>(10 mg/m <sup>3</sup> を超える) | 捕集効率 95%以上               | 捕集効率 80%以上               |
| 上記以外の作業<br>(10 mg/m <sup>3</sup> 以下)    | 捕集効率 80%以上               | 捕集効率 80%以上               |

(引用：除染等業務特別教育テキスト、厚生労働省)

(2) 除染作業環境の粉じん濃度測定方法

除染作業環境が高濃度粉じん作業に該当するかの判定方法は、「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン(平成24年7月厚生労働省)」の別紙3で以下の通り定められています。本資料における各種作業環境の粉じん濃度の事例もこの方法に従って測定したものです。

- ①高濃度粉じん(10mg/m<sup>3</sup>)作業の判定は、作業者の近傍で、作業中に2～3分間、デジタル粉じん計を用いて相対濃度(cpm)を測定する(図7)。
- ②相対濃度値が最も高い作業場で、作業者の作業に支障を来さない程度に近い所に、デジタル粉じん計とインハラブル粉じん濃度測定器を並行に設置し(図8)、10分以上の継続した時間で測定し質量濃度変換係数(K値)を求める。
- ③②で求めた質量濃度変換係数を用い、①の相対濃度測定値から粉じん濃度(mg/m<sup>3</sup>)を算定し、最も高い値が高濃度粉じん作業の基準値10mg/m<sup>3</sup>を超えているかどうか判定する。



図7 作業者近傍の粉じん濃度測定の場合



図8 2種類の粉じん計による計測の様子

### (3) 夏季における農地除染作業時の温熱環境について

農地の除染作業は被ばく防止のため、夏期においても長袖の作業着を着用し、条件によってはカップや防護服にマスクという装備で行われることから熱中症の発生が心配されます。熱中症の発生リスクは、暑さ指数（WBGT（湿球黒球温度）：Wet Bulb Globe Temperature）を指標とします。《参考資料6》などに示されるように、トラクタ作業は中程度代謝率作業に区分され、リスク基準の警戒値は25～28℃未満、嚴重警戒値は28℃とされています。一方、草刈り作業は、高代謝率作業に区分され、基準値の嚴重警戒値はトラクタ作業の28℃から2℃下がり26℃に、警戒値も3℃低い23℃となり、より熱中症の発生リスクが高いものになります（表7）。実際の除染作業におけるトラクタキャビン内外のWBGT計測結果を表8に示します。計測は、熱中症指標計（WBGT-213B：京都電子工業（株））をトラクタのキャビン内（オペレータ近傍）とキャビン外（圃場内：地上1m）に設置しました。

表7 WBGT（湿球黒球温度）指数に基づく作業者の熱ストレスの評価—暑熱環境

| 区分        | 例  | WBGT基準値(°C) |         |            |         |
|-----------|--|-------------|---------|------------|---------|
|           |  | 熱に順化している人   |         | 熱に順化していない人 |         |
| 0. 安静     | 安静   | 33          |         | 32         |         |
| 1. 低代謝率   | 楽な座位；軽い手作業(書く、タイピング、描く、縫う、簿記)、手及び腕の作業、点検、組立てや軽い材料の区分け)、普通の状態での乗り物の運転、足のスイッチやペダルの操作。<br>立位；ドリル、フライス盤、小さい力の道具の機械、ちよとした歩き(速さ3.5km/h)。       | 30          |         | 29         |         |
| 2. 中程度代謝率 | 継続した頭と腕の作業(くぎ打ち、盛土)；腕と脚の作業(トラックのオフロード操縦、トラクター及び建設車両)、トラクター組立て、中くらいの重さの材料を断続的に持つ作業、草むしり、果物や野菜を摘む；軽量の荷車や手押し車を押したり引いたりする；3.5～5.5km/hの速さで歩く。 | 28          |         | 26         |         |
| 3. 高代謝率   | 強度の腕と胴体の作業；重い材料を運ぶ；シャベルを使う；大ハンマー作業；のこぎりをひく、草刈り、5.5～7km/hの速さで歩く。重い荷物の荷車や手押し車を押ししたり引いたりする。   | 気流を感じないとき   | 気流を感じる時 | 気流を感じないとき  | 気流を感じる時 |
|           |  | 25          | 26      | 22         | 23      |
| 4. 極高代謝率  | 最大速度の速さでとても激しい活動；おのを振るう；激しくシャベルを使ったり掘ったりする；階段を登る、走る、7km/hより速く歩く。   | 23          | 25      | 18         | 20      |

※厚生労働省 基案発第0729001号「熱中症の予防対策におけるWBGTの活用について」より抜粋。

※熱に順化していない人とは、「作業する前の週に毎日熱にばく露されていなかった人」をいう。

表8 除染作業時 WBGT 測定結果

| 実施日       | 作業         | 場所            | 測定位置  | WBGT | 温度(°C) | 湿度(%) |
|-----------|------------|---------------|-------|------|--------|-------|
| 2014/7/30 | 集草         | 白河市<br>(放牧地)  | キャビン外 | 25.5 | 26.2   | 64.0  |
|           |            |               | キャビン内 | 19.8 | 25.6   | 34.0  |
| 2013/8/19 | 刈取り        | 那須塩原市<br>(畑地) | キャビン外 | 28.9 | 28.8   | 65.8  |
| 2013/8/22 | 梱包         | 那須塩原市<br>(畑地) | キャビン外 | 28.8 | 28.5   | 68.3  |
|           |            |               | キャビン内 | 21.9 | 26.4   | 40.3  |
| 2013/8/22 | 表土<br>削り取り | 那須塩原市<br>(畑地) | キャビン外 | 28.9 | 28.8   | 65.8  |
|           |            |               | キャビン内 | 22.5 | 27.0   | 41.1  |

#### (4) トラクタキャビンの種類と粉じん低減の効果

トラクタのキャビンの種類が異なる以下の3種類のトラクタを供試して、キャビン外の粉じん濃度が 10 mg/m<sup>3</sup> 以上の高濃度粉じん作業状態の下、キャビンによる粉じん低減効果を調査しました。その結果、標準キャビンでも粉じん濃度を 93.6%低減でき、キャビン内を除染電離則の高濃度粉じん作業の基準を大きく下回る粉じん濃度まで低減できるなど、十分な防じん性能を持っていることがわかりました (表 9)。

標準：市販トラクタの標準キャビン (図 9)。

防じん型：キャビン内の気圧を高め、フィルタ(チャコールフィルタ)を装着 (図 10)。

シールド：外部被ばく対策用に開発された、HEPA フィルタ(0.3 μm の粉じんを 99.97% 捕集する性能)と放射線を遮へいする鉛シートを装着 (図 11)。

表 9 トラクタキャビンによる防じん効果の種類別の比較

| トラクタキャビンの種類 | 作業機        | 換算粉じん濃度 [K=0.03] (mg/m <sup>3</sup> ) |      | キャビンによる粉じん低減率(%) | 測定年  | 測定場所 |
|-------------|------------|---------------------------------------|------|------------------|------|------|
|             |            | キャブ外                                  | キャブ内 |                  |      |      |
| 標準          | パワーハロー(低速) | 12.66                                 | 0.81 | 93.6             | 2012 | 中央農研 |
| 防じん型        | パワーハロー(低速) | 37.92                                 | 0.20 | 99.5             | 2012 |      |
| 防じん型        | パワーハロー(高速) | 45.42                                 | 0.25 | 99.5             | 2012 |      |
| シールド        | パワーハロー(低速) | 11.48                                 | 0.04 | 99.7             | 2013 |      |
| シールド        | パワーハロー(高速) | 28.49                                 | 0.05 | 99.8             | 2013 |      |

※調査は、高濃度粉じん環境を作り出すために、十分な乾燥状態を再現できる中央農業研究センターの移動屋根付き圃場でパワーハローによる表面砕土作業を行ったものです。



図 9 標準キャビン  
(表土削り取り作業の様子)



図 10 防じんキャビン  
(飛び石対策ネット付)



図 11 シールドキャビン  
(HEPA フィルタ付)

## 参考資料

- 1) 「除染関係ガイドライン」(平成 23 年 12 月 14 日、平成 25 年 5 月 第 2 版(平成 26 年 12 月 追補) 環境省)  
[http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/josen-gl-full\\_ver2.pdf](http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/josen-gl-full_ver2.pdf) (参照日 : 2016 年 5 月 7 日)
- 2) 「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」(平成 23 年 12 月 制定、平成 26 年 11 月 改正 厚生労働省)  
<http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/120118-01.pdf> (参照日 : 2016 年 5 月 7 日)
- 3) 「農地土壌の放射性物質除去技術(除染技術)作業の手引き 第 1 版」(平成 24 年 3 月 農林水産省)  
<https://www.s.affrc.go.jp/docs/press/pdf/120302-01.pdf> (参照日 : 2016 年 5 月 7 日)
- 4) 「農地等の除染に使用した農業機械洗浄マニュアル」(平成 24 年 12 月 一般社団法人日本農業機械工業会)  
<http://www.jfmma.or.jp/21121205josen.pdf> (参照日 : 2016 年 5 月 7 日)
- 5) 「除染等業務における安全衛生対策の推進について」(平成 24 年 3 月 厚生労働省労働基準局長)  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/josen\\_gyoumu/dl/120313-01.pdf](http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/josen_gyoumu/dl/120313-01.pdf) (参照日 : 2016 年 5 月 7 日)
- 6) 「熱中症の予防対策における WBGT の活用について(基安発第 0729001 号)」(平成 17 年 7 月 29 日 厚生労働省)  
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei05/> (参照日 : 2016 年 5 月 7 日)

本マニュアルは、「私的使用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、放送、販売などの利用をすることは出来ません。

平成 28 年 12 月 26 日発行

お問い合わせ先 :

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター

生産体系研究領域 深山大介

〒305-8666 茨城県つくば市観音台 2-1-18

Tel 029-838-8851