

## 穀粒判別器に関する検討チーム（第2回）概要

- 1 開催日  
令和元年7月25日（木）
- 2 開催方法  
持ち回り開催（書面による意見の提出）
- 3 委員（50音順、敬称略）  
大坪研一、杉山隆夫、田中秀幸
- 4 検証事項  
穀粒判別器の測定結果の精度検証について

## 5 今回の検証の経過

## （1）穀粒判別器による測定及び目視鑑定

5月30日（木）に開催した「穀粒判別器に関する検討チーム（第1回）」において、委員から真値（被害粒（「死米」、「着色粒」、「胴割粒」及び「砕粒の混入割合）が明らかな試料を基に穀粒判別器の真度（かたより）及び精度（ばらつき）を検証する必要がある、穀粒判別器の測定結果と目視と鑑定結果の比較を行う必要があるとの御意見が出された。

これを踏まえ、真値が明らかな試料として、

- ①「死米」については、1,000粒中に1粒、5粒、10粒及び100粒
- ②「着色粒」については、1,000粒中に1粒、5粒及び10粒
- ③「胴割粒」については、1,000粒中に1粒、5粒、10粒及び50粒
- ④「砕粒」については、1,000粒中1粒、5粒、10粒及び80粒

をそれぞれ混入した試料を農林水産省職員が作製した。その上で、6月13日（木）から6月18日（火）までに、農林水産省職員の立会いの下で、3社の機器メーカーの技術担当者が、穀粒判別器で当該試料の被害粒の混入粒数及び混入割合（重量比）の測定を行った。

また、6月26日（水）に、宮城県内の農産物検査員10名が農林水産省職員の立会いの下で、上記の①～④の試料について、同様に被害粒の混入粒数及び混入割合（重量比）を目視で鑑定した。

## （2）測定結果等のとりまとめ

（1）の穀粒判別器による測定及び目視鑑定の結果について、農林水産省において、測定結果を粒数比及び重量比に区分して、標準偏差及び標準誤差の測定等統計分析を行った。この結果を、「穀粒判別器における精度の検証について（案）」（資料）及び「穀粒判別器による測定結果について（案）」

(参考)として取りまとめた。

### (3) 委員による検証

(2)で取りまとめた資料について、農林水産省から7月12日(金)に各委員へ送付し、これを基に穀粒判別器の測定精度について検証いただいた。また、各委員からは、それぞれの検証を踏まえ、7月25日(木)に書面により御意見を提出いただいた。

## 6 御意見の概要

主な御意見は以下のとおりである。

### (1) 検証方法

- 検証方法は、検討に必要な項目が全て含まれており、また、全国から10サンプルを集め、それぞれ1、5、10粒+多粒数の試験を行う実験計画は十分意味のあるデータが得られるものだと判断できる。
- 真度(かたより)と精度(ばらつき)を標準誤差及び標準偏差で表し、二乗和平方根により合成した標準偏差を求め、総合的に検証する方法は、測定器等の信頼性評価や生産工程における寸法の累積公差の検証にも使われる方法であり、今回の穀粒判別器の検証方法としては最適である。

### (2) 粒数での検証(死米、胴割粒及び碎粒)

- 死米、胴割粒又は碎粒が1、5、10粒含まれている場合は、3社の合成された標準偏差の2倍は良好な結果が得られている。
- 不良粒数が多い場合は、合成された標準偏差の2倍が0.5%(5粒)より大きいことから、3社の機器をすべての検査に適用することは少し心配が残ると思う。  
真度及び精度が向上するように装置の改良を引き続きお願いするとともに、検査実態において不良粒の混入が多い場合が極めて少ないことから、「検査効率の向上のために穀粒判別器を導入し、死米や胴割粒が多くて検査等級の境界領域に相当する場合のみ目視で判定する」ということも考えられるのではないかと思う。
- 実際の穀物検査の場では、死米100粒区、胴割粒50粒区、碎粒80粒区、着色粒10粒区のように死米や胴割粒、碎粒、着色粒が特段多く混入することは少ないことから検証不要としても良いと考えている。ただし、B社及びC社の機器については、混入粒数が増えると合成された標準偏差が大きくなる傾向があることから、粒数の重なり、密着、姿勢などに問題がないか検証する必要がある。
- 死米が100粒又は胴割粒が50粒混入している場合は、標準誤差、標準偏差が3社とも目視鑑定よりも良好な結果が出ており、明らかに目視検査より精度・真度が向上していることが判断できるので、穀粒判別器で測定を行っても問題ないと結論付けられると思う。

砕粒が80粒混入している場合は、A社以外は0.5%（5粒）を超える値となっており、また、目視鑑定より結果が悪くなっている。実際に検査現場でどのくらいの粒数がカウントされるかを念頭において、判断基準を考えるべきである。例えば、等級の判定基準を2%程度下げるとすれば、等級の低い米を等級の高い米と誤判定するリスクは避けられる。

- 不良粒の測定結果の誤差の原因は、ほぼ数え漏らしであることが分かり、間違いなく小さな値の方に誤差が存在することから、（標準誤差の2乗と標準偏差の2乗の和の平方根の2倍）ではなく、（かたよりの平均値＋繰り返しの標準偏差の2倍）の値が0.5%、0.05%以下であるかを判断して評価した方が良いかもしれない。

### （3） 粒数での検証（着色粒）

- 合成された標準偏差の2倍が0.05%（0.5粒）より大きくなった2社については技術改良を求める必要があると思う。当面は、成績の良かった1社のみで先行スタートし、合成された標準偏差の2倍が0.05%（0.5粒）より小さくなった段階で他の2社も使用可能とするということが考えられる。
- A社及びC社の機器について、1粒混入では十分な精度を維持していること、いずれの規格項目も等級間の基準値の差の最小値よりも測定結果の合成された標準偏差の2倍値の方が小さいため、等級が変わるような精度でなかったことから、現状では検査機器として利用できる精度を有していると考えられる。

B社の機器については、もう一步精度向上が図れば、他の規格項目と同様に検査機器として利用可能と思われる。

- 合成された標準偏差の2倍が0.05%（0.5粒）より小さいところはあまりない（A社の1粒及び5粒、C社の1粒）。目視鑑定ではかたよりとばらつきが0となっている。等級の判定基準が1粒含まれるかどうかというもので決定されるため、人と比較して劣ると言ってしまうとあまりに厳しい判断基準になってしまうかと思う。若干の余裕はあってもよいかもしれない。

### （4） 重量比での検証

- 現状の機器は、粒数割合から重量比への変換を行うため、重量換算値が機器に設定されているが、粒数評価から重量比に変換した場合の精度の落ち込みを検証する指数「（重量比の合成された標準偏差の2倍値／基準比率）／（粒数の合成された標準偏差の2倍値／基準粒数）」が1～2倍となっていることを考えると、重量換算値の数値の見直し等などの検証が必要と思われる。
- 不良粒の混入数が少ない場合は重量換算値の影響が小さいが、不良粒の混入数が多い場合は問題が出てくるかと思う。

(5) その他

- 第3回委員会でそれぞれの意見を持ち寄り、検査の効率を向上させながら、しかも検査の質も維持するという方向で検討していければよい。

※ 各委員から提出された意見は別添のとおり。

## 穀粒判定器に関する検討チーム「精度の検証について案」へのコメント

大坪研一

- p. 3： 田中委員のご提案によって、「真度及び精度を標準誤差及び繰り返しの標準偏差として表し、それを合成することによって真度及び精度を総合した値の信頼性を表す標準偏差を求めることができる」こととされたことは大変有意義であり、こうした検証に賛成です。
- p. 4 (1)： 「死米、着色粒、胴割粒、砕粒の測定において、品種や産地の違いによる特異的な差が認められなかった」ことは大変良かったと思います。これによって全国のすべての産地や品種の米の検査に、普遍的に穀粒判別器による測定を採用することができるという根拠が得られたと思います。
- p. 4、(2) ~ (4) (1) ①、②： 死米、胴割粒、砕粒が1粒、5粒、10粒の場合は3社とも合成された標準偏差の2倍が5粒以内であったが、死米100粒、胴割粒50粒の場合は、3社とも合成された標準偏差の2倍が5粒(0.5%)より大きくなり、砕粒80粒においては、A社のみ5粒より小さいが、他の2社は大きくなってしまったことから、このまま3社の装置をすべての検査に適用することは少し心配が残ると思います。しかしながら、検査の現場においては死米が100粒、砕粒が80粒も混入するケースはほとんどない(29年度実績で死米が原因で2等以下の格付けになったのは0.9%)ことから、(1)3社に混入程度が大きい場合でも真度及び精度が向上するように装置の改良を引き続きお願いするとともに、(2)まずは、検査実態において混入が多い場合が極めて少ないことから、「検査効率の向上のために穀粒判別器を導入し、死米や胴割粒が多くて検査等級の境界領域に相当する場合のみ目視で判定する」、ということも考えられるのではないかと思います。
- p. 5, 4 (5)： いずれも標準偏差の2倍が等級間の基準値の差より小さかったことは大変良かったと思います。
- p. 5, 4、2： 穀粒判別器と目視鑑定の精度の差が、死米、胴割粒においては穀粒判別器の方が小さく、砕粒については80粒混入の場合は穀粒判別器の方が大きくなり、着色粒についても穀粒判別器の方が大きくなったことから、着色粒の判別能力について3社、特に合成された標準偏差の2倍が0.05%より大きくなった2社については技術改良を求める必要があると思います。当面は、成績の良かった

1社のみで先行スタートし、合成された標準偏差の2倍が0.05%より小さくなった段階で他の2社も使用可能とするということが考えられます。

いずれにしましても、第3回委員会でそれぞれの意見を持ち寄り、検査の効率を向上させながら、しかも検査の質も維持する、という方向で検討していければと思います。

## 穀粒判別器における精度の検証について（意見）

国立研究開発法人 農研機構 農業技術革新工学研究センター  
戦略推進室 シニアコーディネーター 杉山隆夫

### 1. 穀粒判別器における精度の検証項目について

今回、検証項目は、検討に必要な項目が全て含まれており、十分であると考えている。

### 2. 検証に活用したデータの収集方法について

第1回穀粒判別器に関する検討チームの会議から短期間で全国10品種を選抜し、検証に十分な試験結果を提供して頂いたことについて、関係者、関係メーカーの努力に謝意を表す。

### 3. 真度（かたより）と精度（ばらつき）の検証の考え方

- (1) 田中委員ご提案の真度（かたより）と精度（ばらつき）を標準誤差及び標準偏差で表し、二乗和平方根により合成した標準偏差を求め、総合的に検証する方法は、測定器等の信頼性評価や生産工程における寸法の累積公差の検証にも使われる方法であり、今回の穀粒判別器の検証方法としては最適と思っている。
- (2) 田中委員ご提案のように、死米、胴割粒、碎粒、着色粒の測定精度限界の考え方は妥当と思っています。農産物検査規格で死米の最小表示単位は1%と規定しており、胴割粒や碎粒についても個別の規程は無いものの被害粒として考えれば同様に最小表示単位は1%と考えられる。また着色粒の最小表示単位は0.1%と規定しているため、それぞれについて誤判定が起きない測定精度限界は死米、胴割粒、碎粒が $\pm 0.5\%$ 以内、着色粒が $\pm 0.05\%$ 以内であると考えerことは妥当と思っている。
- (3) 95%の信頼度で検証すると考えれば、真度（かたより）と精度（ばらつき）について合成した標準偏差を2倍し、前記の測定精度限界（死米、胴割粒、碎粒が $\pm 0.5\%$ 以内、着色粒が $\pm 0.05\%$ 以内）と比較することは妥当と考えている。
- (4) いずれの規格項目も等級間の基準値の差の最小値と測定結果の合成された標準偏差の2倍値を比較し、等級が変わらない精度確認することは妥当と考えている。
- (5) 実際の穀物検査の場では、死米100粒区、胴割粒50粒区、碎粒80粒区、着色粒10粒区のように死米や胴割粒、碎粒、着色粒が特段多く混入することは少ないことから検証不要としても良いと考えている。

#### 4. 供試した穀粒判別器の検証について

##### 1) A式穀粒判別器

- ① 死米、胴割粒、砕粒について、目視と同等、あるいは同等以上の精度を有し、真度（かたより）と精度（ばらつき）を総合的に評価できる合成された標準偏差値の2倍値（95%の信頼度）が、基準比率や基準粒数よりも小さかったこと、着色粒についても1粒混入では十分な精度を維持していること、いずれの規格項目も等級間の基準値の差の最小値よりも測定結果の合成された標準偏差の2倍値の方が小さいため、等級が変わるような精度でなかったことから、現状では検査機器として利用できる精度を有していると考えられる。
- ② 現状での精度で、誤判定しない十分な精度を有しているものの、更なる精度向上を図るためには、粒数評価から重量比に変換した場合の精度の落ち込みを検証する指数「(重量比の合成された標準偏差の2倍値/基準比率) / (粒数の合成された標準偏差の2倍値/基準粒数)」が1~2倍となっていることを考えると、重量換算値の数値の見直し等などの検証が必要と思われる。

##### 2) B式穀粒判別器

- ① 死米、胴割粒、砕粒について、目視と同等、あるいは同等上の精度を有し、真度（かたより）と精度（ばらつき）を総合的に評価できる合成された標準偏差値の2倍値（95%の信頼度）が、基準比率や基準粒数よりも小さかったが、着色粒については合成された標準偏差値の2倍値が基準比率や基準粒数よりも大きかったこと、いずれの規格項目も等級間の基準値の差の最小値よりも測定結果の合成された標準偏差の2倍値が小さいため、等級が変わるような精度でなかったことから、現状では、死米、胴割粒、砕粒について検査機器として利用できる精度を保有していると考えられる。また、着色粒についてももう一步精度向上が図れれば、他の規格項目と同様に検査機器として利用可能と思われる。
- ② 更なる精度向上を計るため混入粒数が増えると合成された標準偏差が大きくなる傾向があることから、穀粒の重なり、密着、姿勢などに問題が無いかなどを検証する必要がある。また、着色粒についてはかたよりとばらつきを考えた場合、かたよりをなくす、即ち標準誤差を0に近づける検討が必要と思われる。

##### 3) C式穀粒判別器

- ① 全体として、他形式に比べて測定粒数が少ないことが測定結果に影響がないのかという点は気になるが、実際問題として死米、胴割粒、砕粒について、目視と同等、あるいは同等以上の精度を有し、真度（かたより）と精度（ばらつき）を総合的に評価できる合成された標準偏差値の2倍値（95%の信頼度）が、基準比率や基準粒数よりも小さかったこと、着色粒についても1粒混入では十分な精度を維持していること、いずれの品目も等級間の基準値の差の最小値よりも測定結果の合成された標準偏差の2倍値の方が小さいため、等級が変わるよ



うな精度でなかったことから、現状では検査機器として利用できる精度を有していると考えられる。

- ② 更なる精度向上を計るため混入粒数が増えると合成された標準偏差が大きくなる傾向があることから、穀粒の重なり、密着、姿勢などに問題が無いかなどを検証する必要がある。

#### 5. 穀粒判別器の利用方法について

- ① 穀粒選別器の測定時間は非常に短時間であることから、1区当たり3回の繰り返しを基本に行い、平均化の方が良いと思われる。
- ② 毎年、決まった比率の試料で十分な精度が維持されているかの検証が必要と思われる。

#### 6. 将来の機器開発に向けての課題について

年々、穀粒判別器のセンシング精度は上がっていることから、次に必要なことは個々の穀粒に見合った重量換算値の設定が重要である。即ち、現状の機器は、粒数割合から重量比への変換を行うため、重量換算値が機器に設定されているが、品目によっては1粒当たりの重量の範囲が広いものもあり、一元的な重量換算値では誤差の原因となる可能性が高い。そのためには、穀粒の大きさや厚さなどのデータから粒ごとに複数の重量換算値から適正な係数を自動選択できる方式の穀粒判別器の開発が必要となると思われる。

穀粒判別器における精度の検証について  
第2回検討チーム会議（書面開催）についての意見

産業技術総合研究所 計量標準総合センター  
物質計測標準研究部門 計量標準基盤研究グループ  
田中秀幸

・「穀粒判別器における精度の検証について」への意見

「2 検証に活用したデータの収集方法」について

全国から10サンプルを集め、それぞれ、1, 5, 10粒+多粒数の試験を行う実験計画は十分意味のあるデータが得られるものだと判断できます。また、その結果と目視鑑定の結果を比較することも妥当であると考えます。

「4 粒数での検証」について

一番下段の（注）に記載されている事項は重要であると考えます。試験を行う際に最も試験が多く行われるあたりの粒数にてしっかりとした検証を行うことが必要です。

「5 重量比での検証」について

ここはまさに第1回検討チーム会議にて杉山委員がご発言されていた、重量換算値に関する懸念が現れたものだと考えます。不良粒の混入数が少ない場合は影響が小さいので、問題はほぼ起こらないかと思いますが、不良粒の混入数が多い場合は問題であると考えます。特に穀粒判別器の検証では粒数で行っても問題ないですが、実際の現場での測定になると、重量比にて結果を報告することになると考えますので、不良粒の混入数が多い場合問題が出てくるかと思えます。

・「穀粒判別器による測定結果について」への意見

「（5）測定結果の標準偏差と各等級の基準値の差の程度」について

この比較に関しては、何を評価しているのか、ということがあいまいになっているかと思えます。例えば死米の場合ですと、繰返しのばらつきの範囲と基準値の7%と10%の差である3%を比較していますが、そう意味のある比較になっていないかと思えます。

・測定データ結果への意見

死米

3社の合成された標準偏差の2倍は1, 5, 10粒の不良米が含まれているときには良好な結果（基準とした0.5%を個数で表した5粒より小さい）が得られています。ただし、100粒の不良米のときには、A社が7.123粒、B社が5.973粒、C社が13.251粒と5粒を超え

る値となっています（測定結果2, 3, 4ページ）。ただし、100粒の不良米の場合、目視鑑定との比較結果（測定結果35ページ）を見てみると、標準誤差、標準偏差が3社とも検査員よりも良好な結果が出ており、十分目視鑑定の代わりとして用いることができることが見て取れます。

#### 着色粒

判定基準である0.05 %（粒数でいうと0.5粒）より小さな合成された標準偏差の2倍を達成できているところはあまりありません（測定結果6, 7, 8ページ）。（A社：1, 5粒, C社：1粒）ただし、本試験は1000粒中に1粒から10粒が入っているかどうかを判定する試験です。よって1つの数え漏らしの影響が非常に大きくなります。目視鑑定との比較結果（測定結果35ページ）を見ると、全データにて標準誤差、標準偏差が0、つまり、かたより、ばらつきが0となっています。これは装置に問題があるというより、目視鑑定の能力が高すぎるといってもよいかもしれません。

#### 胴割

3社の合成された標準偏差の2倍は1, 5, 10粒の不良米が含まれているときには良好な結果（基準とした0.5 %を個数で表した5粒より小さい）が得られています。ただし、50粒の不良米のときには、A社が6.688粒, B社が8.912粒, C社が17.669粒と5粒を超える値となっています（測定結果10, 11, 12ページ）。ただし、50粒の不良米の場合、目視鑑定との比較結果（測定結果35ページ）を見てみると、標準誤差、標準偏差が3社とも検査員よりも良好な結果が出ており、十分目視鑑定の代わりとして用いることができることが見て取れます。

#### 砕粒

3社の合成された標準偏差2倍は1, 5, 10粒の不良米が含まれているときには良好な結果（基準とした0.5 %を個数で表した5粒より小さい）が得られています。ただし、80粒の不良米のときには、A社が4.472粒, B社が28.954粒, C社が34.694粒とA社以外は5粒を超える値となっています（測定結果14, 15, 16ページ）。また、80粒の不良米の場合、目視鑑定との比較結果（測定結果35ページ）を見てみると、標準誤差、標準偏差が3社とも検査員のほうが小さな値となっていることが分かります。

上記4つの測定結果から、不良粒数が少ないとき（10粒以内）ときは本結果から、目視検査とほぼ同等、またはそれ以上に非常に良く測定できていると判断できます。しかし、不良粒数が多い場合、数え漏らしが若干出ることが見て取れません。

ただし死米、胴割粒に関しては、不良粒数が多かったとしても明らかに目視検査より

精度・真度が向上していることが判断できますので、穀粒判別器で測定を行っても問題ないと結論付けられると思います。着色粒ですが、人は全くばらつきが検出されません。また、判定基準が1粒含まれるかどうか、というもので決定されるため、人と比較して劣るのでといてしまいますと、あまりに厳しい判断基準になってしまうかと思います。若干の余裕はあってもよいかもしれません。また碎粒については、1, 5, 10粒はほぼ人と同じ結果が得られているのでよいかと思いますが、80粒含まれるときには明らかに人より結果が悪くなっています。実際に検査現場でどのくらいの粒数がカウントされるかを念頭において、判断基準を考えるべきだと考えます。例えば、碎粒が80粒含まれる場合、B社、C社は大体平均して15粒の数え漏らしを起こしています。割合でいうと、1000粒中の1.5 %程度の数え漏らしです。そうであれば、判定基準を2 %程度下げる、つまり、碎粒+胴割粒で15 %以下が1等、20 %以下が2等、30 %以下が3等と判断されるものを、13 %以下が1等、18 %以下が2等、28 %以下が3等とすれば、等級の低い米を等級の高い米と誤判定するリスクは避けられます。

また、今回のデータから不良粒の測定結果の誤差原因は、ほぼ数え漏らしであることが分かりました。つまり、真の値の周りで米の品種によって多く数えすぎたり、数え漏らしがあったり、ということではなく、どのような米であっても数え漏らしが起こり、間違いなく小さな値のほうに誤差が存在する、ということです。このように完全にかたよりとして現れる誤差の場合は、標準誤差ではなく、単にかたよりの平均値で評価したほうが良いかもしれません。つまり、(かたよりの平均値+繰返しの標準偏差×2倍)の値が0.5 %、0.05 %以下であるかを判断するということです。

最後に、穀粒判別器の検証には、粒数基準、重量比基準とありますが、今回のデータから誤差要因を減らすためには粒数基準で行うべきだと思われます。

以上