

2023年 新年のご挨拶

新年おめでとうございます。旧年中は格別のご愛顧を賜わり厚く御礼申し上げます。本年も皆様のお役に立てるよう一層の努力をもってご厚情にお応えしてまいります。輝かしい年頭にあたり皆様のご健康とご多幸をお祈り申し上げます。

アメリカ穀物協会 日本代表 浜本哲郎

アメリカ穀物協会

「2022/2023年トウモロコシ収穫時品質レポート」の概要

アメリカ穀物協会では今年で12回目となる2022/2023年トウモロコシ収穫時品質報告書を発表しました。ここでは、その概要を報告します。さらに詳しい内容はアメリカ穀物協会本部のウェブサイト (<https://grains.org/wp-content/uploads/2022/11/2022-2023-CornHarvestReport-H.pdf>) にて報告書(英語)をご参照ください。和訳版は完成次第日本事務所ウェブサイトに掲載いたします。

このレポートのために、米国産トウモロコシ輸出の90%以上を占める12州から600件のサンプルを採取しました。これらのサンプルは農家から最初の集荷地点であるエレベーターの協力を得て収集したものです。

2022年米国産トウモロコシは、各品質要因の過去5年平均(5YA1)と比較して、平均容積重とタンパク質含量が高く、総損傷が少なくなっています。

生育期初めは気温が下がったため作付けが遅れましたが、5月の温暖な気候により生育が例年に追いつき、その後はほぼ平均的なペースで成熟しました。コーンベルト西部の地域では、予想よりも高い気温と低い降水量が続きました。これらが原因となり、今年の作物の収量は減少しましたが、登熟は加速され、晴天によりタイムリーな収穫が保証されたことにより、作物の品質は維持されました。代表的なサンプルの総合的な品質の平均は、米国No1等級の要件より優れていました。また、サンプルの81.5%が米国No1等級要件を満たし、95.3%が米国No2等級要件を満たしていることが示されました。

表1 アメリカ穀物協会トウモロコシ収穫時品質レポートでの試験対象品質ファクター

等級ファクター 容積重 破損粒 異物 総損傷 熱損傷	物理的ファクター ストレスクラック 百粒重 穀粒容積 真の密度 完全粒 硬胚乳
水分含量	マイコトキシン アフラトキシン デオキシニバレノール (ポミトキシン) フモニシン オクラトキシンA T-2 ゼアラレノン
化学組成 タンパク質 デンプン 油分	

た(表1)。

2022年のトウモロコシ生育期の天候とその影響

天候はトウモロコシの植え付けプロセス、生育状況、圃場での穀粒の発育に大きな役割を果たします。これらは、ひいては最終的な穀物収量と品質に影響を与えます。全体として、2022年の特徴は、遅い植え付け、受粉時期の乏しい雨、穀物充填期の暑さと干ばつ、圃場での速やかな乾燥後の収穫でした。播種は平均より遅く始まりましたが、その後の生育期が全体的に暖かく乾燥していたため、5YAと比較してシーズン中、作物状態の評価「良い・とても良い」の比率が低下しました。この気象条件により、作物の平均試験重量とタンパク質濃度は5YAと比較して増加しました。以下は、2022年生育シーズンの主要な出来事をハイライトしたものです。

冷涼で湿潤な条件により植え付け時期が遅れましたが、その後の生育は日照時間が長く暖かいため早まりました。受粉(シルキングステージ)は、ガルフECAの東半分が7月に平均気温と降雨を経験した以外は、5YAと同様の時期で、温暖かつ乾燥した状態でした。穀粒は湾岸ECAでは概ね平均的な条件で発育しましたが、それ以外では暑さと干ばつによりタンパク質と硬質胚乳の濃度が高まりました。また、シーズン終盤の乾燥条件により、畑の乾燥は急速に進み、乾燥した穀物を適時に収穫することができました。

播種と生育初期

トウモロコシの単収と品質に及ぼす天候条件として、その生育期の直前から期間中の雨量と気温が挙げられます。また、作付けされたトウモロコシの品種や土壌の肥沃度も天候条件に絡んで影響します。穀物の単収は、単位面積当たり植えられる植物体の数、一本の植物体に実る穀粒の数と、各穀粒の重量によって決まります。低温や湿潤な天候は、植物体の数を減少させ、また植物の生育に阻害をもたらす可能性があります。播種時と発芽初期に若干乾燥していることは、生育に好影響を与えます。根圏が深く進み、生育期後期の水分へのアクセスを良くし、その後の生育中の窒素肥料を利用可能にし続けるからです。

2022年の播種と生育初期

2022年のトウモロコシの播種は、寒冷な気温と湿度の高い土壌のため、おおむね5YAよりも約1~2週間遅れて行われました。その

ため、作付け後の気温は高く、日照時間が長くなったため、均一で順調な出芽がもたらされました。6月の栄養生育後期には温暖で乾燥した天候が続いたため、5YAの同じタイミングに追いつく急速な成長が持続しました。米国北西部ECAでは、過剰な雨が播種を送らせましたが、その雨も長期的な干ばつを緩和せず、出芽直後のトウモロコシへのストレスとなりました。ガルフと南部鉄道網の両ECAでは春の雨が干ばつの地域を減らし、6月の暑さと乾燥によって生育初期のトウモロコシの成長を助けました。

受粉と穀粒充填期

トウモロコシの受粉は主に7月に起こりますが、この受粉期に気温が平均気温以上に上がったたり降雨が不足したりすると、一般的に穀粒数が少なくなります。7月から8月にかけての穀粒の充填の初期の天候は、最終的な穀物組成に大きな影響を与えます。受粉期の適切な降雨と、気温、特に夜間気温が平均気温以下であることが、単収の向上をもたらします。特に穀粒充填の後半(8月から9月)の降雨が少なく気温が高いとタンパク質が多く成ります。穀粒充填の後期には、窒素も葉から穀粒に再移動し、タンパク質含量の上昇と硬胚乳がもたらされます。

マイコキシンについては、アフラトキシンの生産は、開花期が高温ストレス、低降水量、干ばつになり、その後温暖な高湿度条件になることによって誘導されます。DONの生産は収穫の遅れや高水分含量のトウモロコシの保管と関連しますが、DONを生産するカビは、受粉後3週間以内に低温(26℃から28℃)、または高湿度の条件になることによって、トウモロコシの雌花のシルクを介して感染します。

2022年の受粉と穀粒充填期

2022年の受粉は、おおむね暖かい気候の下で行われ、ガルフECAでは降雨があったものの、米国北西部と南部鉄道網の両ECAではより乾燥していました。これらの気象条件は、広範囲にわたるアフラトキシンまたはDONの発生を促しませんでした。ガルフECAは、東部地域での気象条件は変動がありましたが、平均気温と豊富な雨量を伴う、ほぼ理想的な穀物成長条件をもたらしました。しかし、西部は暖かく乾燥しており、タンパク質と硬胚乳の蓄積が進みました。米国北西部ECAでは、中部地域で雨が豊富で、穀物成長への干ばつストレスは緩和されました。しかし、ECA全体に高温ストレスがあり、穀物の成熟数が全体的に少なくなり、デンプンの蓄積も少なくなりました。いくつかの地域では、極端な干ばつを受けたために受粉が起こらなかったりしたため、サイレージ利用のために青刈りされました。南部鉄道網ECAの北部地域では、7月は受粉に適した良好な降雨と成長条件でしたが、8月は暖かく乾燥しており、でんぷんや油分よりタンパク質の蓄積が進みました。南部の極端な干ばつを受けた地域の多くでは、受粉が起こらなかったりしたため、サイレージ利用のために青刈りされました。この極端な干ばつの地域からの試験サンプルの数の収集は、生産量が低いと予想されることと輸出への利用が減少するであろうと考えられるために削減されました。

収穫期

登熟したトウモロコシの穀粒の水分含量は25から35%です。生育期の最後に、穀粒の乾燥度が15%から20%という理想的な水分含量になるかどうかは、日照、気温、湿度と土壌水分の条件によります。トウモロコシは日照があり温暖で乾燥した日々によって、品質への

悪影響が最小な状況でもっとも効率的に乾燥します。生育期最後の悪天候の一つが、氷点下の気温です。穀粒が十分に乾燥する前の早い時期に気温が氷点下に下がることによって、単収、真の密度と容積重の低下を招くことがあります。登熟前に収穫すると、穀粒の水分含量が高いため、乾燥している穀粒よりストレスクラックが発生し破損しやすくなります。

2022年の収穫期

2022年のトウモロコシは、播種が遅れましたが、成長は急速に進み、5YAと同様に登熟しました。成熟後も乾燥した状態が続いたため、生産者は降雨による遅れや氷点下の気温に見舞われずに穀物を収穫することができました。生育期後期が暖かい気候条件であったため、DON、フモニン、オクラトキシンA、T-2およびゼアラレノンなどのマイコキシンの発生を促すことはなかった。この同じ条件はまた、作物の登熟を早め、タイムリーな収穫に貢献し、これらのマイコキシンの発生をさらに防ぎました。

2022/2023年トウモロコシ収穫時品質報告書の意義と概要

12年にわたって蓄積されたデータによって、トウモロコシの品質に影響を及ぼすファクターやその傾向を評価することが可能になっています。さらに、収穫時報告書での継続的な調査結果を使って、各生産年度のトウモロコシの品質の比較や、天候などによる品質への影響のパターンを推し量ることができます。2022/2023年収穫時報告書は、トウモロコシの生産と輸出のトップ12の州の決められた地域で採集された600のイエローコーンのサンプルを用いています。地域の穀物エレベーターに集荷されたトウモロコシのサンプルについて、その品質を計測、解析して生産地の品質としました。そのようにして、異なる地域での異なる品質を代表する情報が得られます。

12州のサンプル最終地域は3つの輸出拠点地域(ECA)ごとにグループ化されています。このECAは、以下の輸出市場への流通経路に基づいて分けられています(図1)。

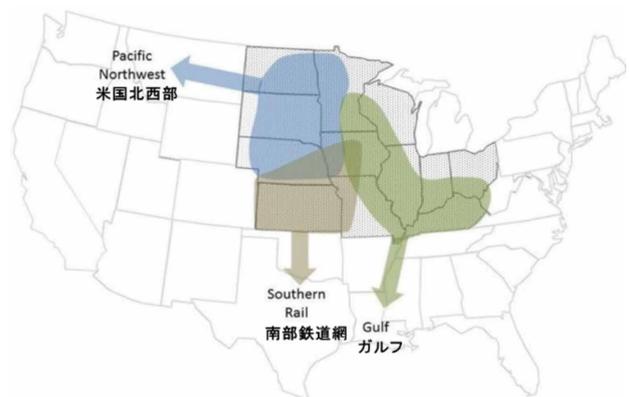


図1 3つの輸出拠点地域

- ▶ガルフECA:主に米国メキシコ湾岸から輸出される地域
- ▶米国北西部ECA:ワシントン州、オレゴン州、カリフォルニア州の港から輸出される地域
- ▶南部鉄道網ECA:鉄道によって内陸サブターミナルからメキシコに輸出される地域

サンプルの試験結果は、全米全体のレベルとこれら3つのECAそれぞれについて報告され、各地域の米国産トウモロコシの品質の違いについて全体的な観点からの情報を提供しています。

収穫時の品質は、最終的に海外のお客様に届けられる穀物の

品質の基礎になるものです。しかし、トウモロコシが米国内の市場を流通していく際に、いろいろな地域で生産されたトウモロコシが、トラック、はしけ、貨車に混ぜられて積まれ、さらに何回か保管、積み込み積み下ろしを経ています。そのため、トウモロコシの品質や状態が市場に入った時から輸出エレベーターに至るまでの間に変化していきます。そのような理由から、この2022/2023年収穫時報告書の内容は、2023年前半に公表されるアメリカ穀物協会2022/2023年米国産トウモロコシ輸出貨物品質報告書と突き合わせて慎重に吟味する必要があります。通常、輸出される米国産トウモロコシの品質は売り手と買い手の間の契約によって決められ、両者にとって重要な品質ファクターがあれば、それらについて交渉することは自由です。

等級ファクター(表2、3)および水分含量

- **容積重**(容積当たりの重量)はかさ密度を表すもので、全体的な品質を示す一般的な指標としてよく用いられます。水分含量が一定であれば、高い容積重の値は通常高品質、かつ、健康で破損や異物のないトウモロコシであることを示唆します。今年のトウモロコシは2021年よりも高い容積重を示しました。平均総損傷は2021年よりも高いが、過去5年平均よりも低く、2021年および過去5年平均と同じ平均水分含量でした。また、2021年および過去5年平均より高い平均タンパク質濃度を示しました。
- **破損粒と異物(BCFM)**の値は飼料や加工に用いることのできる清浄で健全なトウモロコシ粒の量を測る目安となります。BCFMの割合が低いほどサンプル中の異物や破損粒が少ないことを示しています。破損粒と異物(BCFM)の平均は0.9%で5YA(0.8%)を上回りました。サンプルの97.7%は米国No.2等級の限界値を下回っていました。
- **総損傷**とは、熱や霜、害虫、発芽、病害、天候、土壌、細菌、カビに起因する損傷を含め、目視検出可能な被害や損傷のある穀粒とそのかけらの割合で、熱損傷は総損傷の中で、乾燥工程の高熱などを原因とするものです。2022年の総損傷平均値は1.2%で、2021年(0.7%)より高いものの、5YA(1.5%)より低く、今年の全サンプルの97.5%が米国No.2等級の基準を満たしています。
- **熱損傷の平均値0.0%**は2021年、2020年、5YAと同じでした。調

表2 米国のトウモロコシ等級と等級要件

等級	最小容積重		損傷粒の最大限界値		
	(ポンド/ブッシェル)	(キログラム/ヘクトリットル)	熱損傷率 (%)	総損傷率 (%)	BCFM (%)
米国No. 1等級	56.0	72.1	0.1	3.0	2.0
米国No. 2等級	54.0	69.5	0.2	5.0	3.0
米国No. 3等級	52.0	66.9	0.5	7.0	4.0
米国No. 4等級	49.0	63.1	1.0	10.0	5.0
米国No. 5等級	46.0	59.2	3.0	15.0	7.0

表3 等級ファクターおよび水分含量

	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
容積重(lb/bu)	600	58.5	1.30	52.3	63.1
容積重(kg/hl)	600	75.3	1.67	67.3	81.2
BCFM (%)	600	0.9	0.59	0.0	7.0
破損粒(%)	600	0.7	0.44	0.0	6.6
異物(%)	600	0.2	0.23	0.0	3.0
総損傷 (%)	600	1.2	1.08	0.0	21.2
熱損傷(%)	600	0.0	0.00	0.0	0.0
水分含量 (%)	588	16.3	2.09	10.0	26.5

査で0.0%を超えたサンプルはありませんでした。

- **水分含量**の分布を見ると、2021年31.7%、2020年42.2%に対し、2022年については、35.9%が水分15%以下であったことがわかります。2022年の平均水分(16.3%)は5YA(16.4%)より0.1%低いですが、この差は統計的に有意ではなかったことから、2022年の平均水分は5YAと同程度であったと考えられます。

化学組成(表4)

- **タンパク質**は必須含硫アミノ酸を供給し、飼料要求効率の改善に寄与するという点で、家禽類および家畜用の飼料にとって非常に重要です。タンパク質は土壌中の可給態窒素が減ったときや収量の高い年には減少する傾向があり、タンパク質の含有率は、通常、デンプンの含有率と負の相関関係にあります。タンパク質含量の平均値は乾物ベースで8.8%であり、5YA(8.5%)を上回っています。
- **デンプン**はウェットミリング業者や乾式粉碎エタノール製造業者が用いるトウモロコシには重要なファクターです。デンプン含有率の高さは、多くの場合、穀粒の生育・登熟状態が良好であり、穀粒密度も適度であることを示唆します。通常、デンプン含有率はタンパク質含有率と負の相関関係にあります。デンプン含量の平均値(71.9% 乾物ベース)は、2021年(72.2%)および5YA(72.3%)を下回っています。
- **油分**は家禽類および家畜用の飼料にとって必須の成分です。油分はエネルギー源であり、脂溶性ビタミンを利用可能にし、特定の必須脂肪酸をもたらします。油分はトウモロコシのウェットミリングおよびドライミリング工程の重要な併産物でもあります。油分含量の平均値(3.9% 乾物ベース)は、5YA(4.0%)を下回っています。

表4 2022/2023年収穫時トウモロコシの化学組成の値

	サンプル数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
タンパク質(乾物ベース%)	600	8.8	0.53	6.4	11.9
デンプン(乾物ベース%)	600	71.9	0.59	69.1	74.3
油分(乾物ベース%)	600	3.9	0.24	3.0	4.8

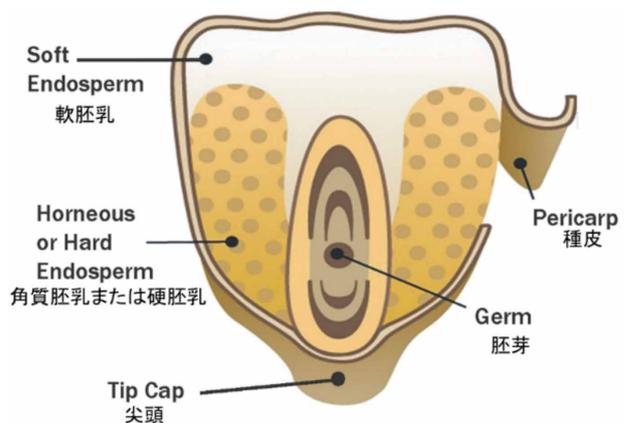


図2 トウモロコシ穀粒の構造

物理的ファクター(表5)

図2のように、トウモロコシの穀粒は胚芽、尖頭、種皮または外皮、胚乳という4つの部分から構成されています。穀粒の約82%を占める胚乳は軟胚乳(粉状または不透明胚乳とも呼ばれる)と硬胚乳(角質胚乳またはガラス質胚乳とも呼ばれる)に分かれています。胚乳には主にデンプンとタンパク質が、胚芽には油分と多少のタンパ

表5 2022/2023年収穫時トウモロコシの物理的ファクターの値

	サンプル数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
ストレスクラック(%)	600	6.9	5.2	0	66
百粒重 (g)	182	33.94	4.13	22.05	43.32
穀粒容積 (cm ³)	182	0.27	0.03	0.18	0.33
真の密度 (g/cm ³)	182	1.253	0.022	1.169	1.316
完全粒 (%)	600	91.0	4.6	65.2	100.0
硬胚乳 (%)	182	88	3	78	95

ク質が含まれており、種皮および尖頭の大半は繊維です。

ストレスクラックはトウモロコシ粒の硬胚乳内部の亀裂を意味します。通常、ストレスクラックのある穀粒の種皮(外皮)には損傷が見られず、ストレスクラックが存在していたとしても、一見するだけでは穀粒になら問題はないように見えることがあります。

物理的ファクターは等級ファクターや化学組成以外の品質特性です。物理的ファクターにはストレスクラック、穀粒重量、穀粒容積、真の密度および完全粒の割合や硬胚乳の割合が含まれます。こうした物理的ファクターの試験を実施することで、保管性や取り扱い中の破損の可能性だけでなく、トウモロコシを様々な用途で使用する際の加工特性に関する追加情報を得ることができます。こうした品質特性はトウモロコシ穀粒の物理組成の影響を受けますが、物理組成自体は遺伝形質、生育・取り扱い条件の影響を受けます。

- 2022年トウモロコシのストレスクラックの平均値(6.9%)は、2021年(5.1%)、2020年(5.8%)および5YA(5.9%)を上回っています。
- 百粒(100-k)の重量(グラム表示)である**百粒重**の値は、大きくなるに従って穀粒のサイズが大きくなることを表しています。2022年の百粒重の平均値は33.94グラムで、2021年(34.98グラム)、2020年(34.53グラム)、5YA(35.05グラム)を下回っていました。
- 穀粒容積**は立方センチメートル(cm³)単位で表示され、生育状況の指標となります。乾燥した条件下では穀粒の体積は平均値を下回り、特にシーズン後半で干ばつに見舞われると登熟度が低下する可能性が高くなります。そのような小さい粒では胚芽を取り除くことが困難になります。2022年の**穀粒容積**の平均値(0.27cm³)は、2021年(0.28cm³)および5YA(0.28cm³)を下回っていました。
- 穀粒の**真の密度**は穀粒の硬度を相対的に示す指標で、アルカリ処理およびドライミリングを行う業者にとって有用な数値です。一般に、密度の高いトウモロコシは密度の低いトウモロコシよりも取り扱い中に破損が発生し難いものの、高温乾燥が用いられるとストレスクラックを発生させるリスクが上昇します。2022年トウモロコシの**真の密度**の平均値(1.253g/cm³)で、2021年(1.252g/cm³)および5YA(1.256g/cm³)とほぼ同じでした。
- 完全粒**は、サンプルに含まれる完全に無傷で、種皮に損傷がなく、欠損のない穀粒のことです。2022年の**完全粒**の平均値は91.0%で、2021年(92.3%)、2020年(92.5%)および5YA(91.7%)を下回りました。
- 硬胚乳**の平均値(88%)は2021年、2020年、5YA(すべて81%)を上回りました。

マイコトキシン

マイコトキシンは穀物に自然発生する菌類から産生される毒性のある化合物です。マイコトキシンを多量に摂取した場合には、動物にも人間にも健康被害が発生する可能性があります。トウモロコシ粒には数種のマイコトキシンが発見されていますが、中でもアフラトキシンとデオキシニバレノール(DON)またはボミトキシン、フモニシンが最も注視すべきマイコトキシン3種であると考えられているため、それら

について試験を実施しました。

このマイコトキシンに関するレビューは、輸出用の米国産トウモロコシにマイコトキシンが存在するか否かまたはそのレベルを予測することを意図して行うものではありません。また、本報告書の趣旨は、マイコトキシン事例の全ての評価を示すことではなく、圃場から出荷されたばかりのトウモロコシにマイコトキシンが存在する可能性について、ひとつの目安としてのみ使用されるべきものです。品質報告書のデータの蓄積で、トウモロコシ収穫時の年度別マイコトキシン発生パターンがさらに明確になっていくと考えられます。

試験したほぼすべてのサンプルがアフラトキシンについて米国食品医薬品局(FDA)の規制レベルを下回り、サンプルの86.1%がデオキシニバレノール(DON)とボミトキシンのFDA勧告レベルである5.0ppmを下回っていました。フモニシンについては、FDAの最も厳しいガイダンスレベルである5.0ppmを下回っていたサンプルは、98.9%で2021年よりもわずかに高い割合でした。

- 2022年の試験対象となったサンプルの98.3%が米国食品医薬品局(FDA)の**アフラトキシン**の規制値(20.0ppb)未満で、2021年と2020年はそれぞれ98.9%と99.4%でした。**アフラトキシン**が20ppbを超えたサンプルの頻度が最も高かったのは干ばつの年である2012年(11.9%)他の年では、20ppbを超える試料が2.1%を超えたことはありません。
- 2022年の試験対象となったサンプルのうち、1.5ppm未満のサンプルの割合は2021年と2020年をわずかに下回っていました。また、1サンプルが**デオキシニバレノール(DON)**または**ボミトキシン**のFDA勧告レベルの5.0ppmを上回っていました。
- フモニシン**についてテストされたサンプルのうち、98.9%がFDAの最も厳しいガイダンスレベルである5.0ppm未満で、2021年(97.2%)を上回っています。
- オクラトキシン**についてテストされたすべてのサンプルがEUによる最大レベルである5.0ppb未満でした。
- T-2**についてテストされたすべてのサンプルが1.5ppm未満でした。
- ゼアラレノン**についてテストされたすべてのサンプルが1.5ppm未満でした。

脚注:※1 5YAは、2017/2018、2018/2019、2019/2020、2020/2021および2021/2022のトウモロコシ収穫時品質報告書の品質ファクターの平均値の単純平均を示している。

ネットワークに関するご意見、
ご感想をお寄せ下さい。



U.S. GRAINS アメリカ穀物協会
COUNCIL

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番20号
第3虎の門電気ビル11階

Tel: 03-6206-1041 Fax: 03-6205-4960

E-mail: Japan@grains.org

本部ホームページ(英語): <https://www.grains.org>
日本事務所ホームページ(日本語): <https://grainsjp.org/>