



U.S. GRAINS
COUNCIL



2014/2015

**CORN HARVEST
QUALITY REPORT**

2014/2015 年

トウモロコシ収穫時品質レポート

謝辞

時宜を得てこれほど広範で大規模な報告書を作成するには、多くの個人および団体の協力が欠かせません。このレポートの作成にあたって監修および調整の労をお取り頂いたセントレック・コンサルティング・グループ（Centrec）のシャロン・バード博士とクリス・シュローダー氏に対し、アメリカ穀物協会（協会）は感謝の意を表します。両氏によるデータ収集、分析および報告書作成作業には社内スタッフおよびエキスパートチームの力添えを頂きました。社外チームのメンバーにはトム・ホワイテーカー博士、ローウェル・ヒル博士、マービン・R・ポールセン博士およびフレッド・ベロー博士が含まれます。さらに、トウモロコシの品質検査を担当したイリノイ州穀物改良協会の分別流通管理穀物研究所（IPG ラボ）およびシャンペーン-ダンビル穀物検査（CDGI）に感謝いたします。

最後になりましたが、全米各地域の穀物エレベーター業者の思慮に富み時宜にかなった協力なくして、このレポートは作成し得ませんでした。収穫時という非常に忙しい時期に、試料採取および試料提供に時間と労力を割いて頂いたことに感謝いたします。

目次

アメリカ穀物協会からのご挨拶	1
I. 収穫時品質のハイライト	2
II. はじめに	3
III. 品質検査結果	5
A. 等級ファクター	5
B. 水分	13
C. 化学組成	15
D. 物理的ファクター	21
E. マイコトキシン	31
IV. 作物状況および気象状況	36
A. 作付および生育期初期- 春（3月から5月）	37
B. 受粉および登熟の状況-夏（6月から8月）	38
C. 収穫の状況（9月から10月+）	39
D. 2014年と2013年および2014年と2012年との比較ならびに3年平均値	40
V. 米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通し	41
A. 米国産トウモロコシの生産量	41
B. 米国産トウモロコシの消費量および期末在庫	43
C. 見通し	44
VI. 調査および統計分析の方法	46
A. 概要	46
B. 調査デザインとサンプリング	46
C. 統計分析	48
VII. 試験分析方法	49
A. トウモロコシ等級ファクター	49
B. 水分	49
C. 化学組成	50
D. 物理的ファクター	50
E. マイコトキシン試験	51
VIII. 米国トウモロコシの等級および単位換算	52

アメリカ穀物協会からのご挨拶

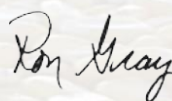
アメリカ穀物協会は、当協会の顧客および会員の皆様に、4度目の年次報告書である2014/15年トウモロコシ収穫時品質レポートをお届けすることができ嬉しく思っています。

農作物の品質に関する正確かつ時宜を得た情報を提供することにより、バイヤーは十分な情報に基づいた意思決定を行うことができ、市場の能力や信頼性に対する信用が高まり、世界中の国々にとっては貿易を通じた食糧安全保障の達成が可能になります。当協会の目的は、この収穫時レポートを通じて、農場で収穫されたばかりの最新の米国穀物についての率直な見解をお知らせすることにあります。

米国コーンベルトでは春に気温が上がらず雨が多かったため作付時期や収穫時期が遅れたため、2014/2015年収穫時レポートも多少遅れる結果となりました。幸運なことに、本穀物年度の生育期は米国内の数多くの地域でほぼ理想的であったため、2年連続の豊作が期待されます。これまでの収穫時レポート同様、この2014/2015年収穫時品質レポートは今後世界中の流通経路へと向かっていく米国穀物の現時点での品質に関する情報を、過去の品質との比較が可能な方法で提供するものです。

バイヤーが目にするトウモロコシの品質は、その後の取扱い、ブレンド、および保管条件の影響を受けることとなります。当協会が作成する第2の報告書である「トウモロコシ輸出貨物報告書」は、海外への船積の積み地である輸出ターミナルにおいてトウモロコシの品質を分析するもので、2015年3月に発行が予定されています。

アメリカ穀物協会は貿易を通じた世界の食糧安全保障および経済的相互利益のために力を尽くします。世界中のバイヤーと世界最大かつ最新の農業生産・輸出システムとの橋渡し役を担う当協会は、「市場を開発し、貿易を可能にし、生活を改善する」という当協会のミッション遂行の一環として、世界中のパートナーにこのレポートを提供します。



ロン・グレイ
アメリカ穀物協会理事
2014年12月

I. 収穫時品質のハイライト

2014年米国産トウモロコシの栽培シーズンは通常よりも遅い作付期から始まり、夏季の気温が低く収穫が遅れたため収穫時の水分が2012年を上回り、2013年のトウモロコシの値さえ上回る結果となりました。それにも関わらず、全体的なトウモロコシの品質は良好で、単収は過去最高となり、米国産トウモロコシの生産量は最高を記録することになりました。

多くのファクターで2014年トウモロコシ全体の品質は良好で、88%のトウモロコシがNo.2等級以上に相当します。流通経路へと向かいつつある2014年トウモロコシの特徴は以下のとおりです。

等級ファクターおよび水分

- 容積重は 57.6 lb/bu (74.2 kg/hl)で、77.4%が No.1 等級トウモロコシの限度値を上回り、94.7%が No.2 等級の限度値を上回っている。2013年および3YA¹を下回るものの、この容積重はトウモロコシ穀粒の登熟度および成熟度が良好であることを示唆している。
- BCFM (0.8%)は低く、96.2%が No.1 等級の限度値を下回っており、洗浄の必要性がわずかであることを示唆している。
- 総損傷率(1.7%)は前2年の値を大幅に上回り、分布幅は広いが、サンプルの94.8%は依然として No.2 等級の限度値を下回っている。分布上限に位置するサンプルには、これ以上の劣化を防ぐための特別な配慮が必要とされる。
- エレベーターでの水分試験による水分含有率(16.6%)は2013年の値を下回るが、3YAを上回る。分布によれば、水分17%を上回るトウモロコシの割合は小さく、2013年と比較すると水分含有率の高いトウモロコシを乾燥させる必要性は低く、従ってストレスクラックの可能性も低いことになる。

化学組成

- タンパク質含有率(乾物比 8.5%)は2013年、2012年および3YAを下回る。タンパク質含有率の低下は前2年と比較して単収が増加したことに起因する可能性が高い。
- デンプン含有率(乾物比 73.5%)は2013年と同程度で、3YAを上回る。これは登熟度および成熟度が比較的良好であることを示しており、ウェットミリング業者にとっては朗報となる。
- 油分含有率は乾物比 3.8%で2013年、2012年および3YAを上回る。

物理的ファクター

- ストレスクラック(8%)およびトレスクラック指標(20.2)は2013年を下回るが、3YAを上回り、サンプルの79.3%がストレスクラック10%未満である。これは損傷し易さの程度が前年を僅かに下回る可能性のあることを示している。
- 穀粒容積(0.27 cm³)は2013年、2012年および3YAと同じである。
- 真の穀粒密度(1.259 g/cm³)、硬胚乳(82%)および容積重は3YAを下回り、穀粒が以前のものより柔らかいことを示している。ただし、ドライミリングに適したトウモロコシの供給は引き続き良好で、サンプルの30.2%は真の穀粒密度1.275を上回り、サンプルの62.1%は硬胚乳80%を上回り、サンプルの48.0%は容積重58 lb/buを上回っている。
- 完全粒(93.6%)は2013年を大幅に上回り、3YAの値に近い。

マイコトキシン

- アフラトキシンが検出された割合は2012年を大幅に下回り、2013年との比較ではほぼ同程度である。2014トウモロコシの試験サンプルではその100%がFDAのアフラトキシン規制レベルである20 ppbを下回っている。
- FDAのDON勧告レベル(豚およびその他の動物では5 ppm、鶏および牛では10 ppm)についても100%の試験サンプルがこれを下回っている。ただし、DONが検出された割合(DON陽性を示した試験サンプルの割合)は2013年および2012年トウモロコシの値を上回っている。

¹ 3YAは2011/12年、2012/13年および2013/14年の収穫時レポートの品質ファクター平均値の単純平均または標準偏差を示す。

II. はじめに

アメリカ穀物協会の2014/15年トウモロコシ収穫時品質レポートは、米国产コモディティ品イエローコーンの流通経路に入る時点での当初の品質を米国产トウモロコシの国外バイヤーが理解する上で一助となるよう作成したものです。毎年実施しているこの収穫時点での米国产トウモロコシの品質計測調査も今回で4度目となりました。4年間の結果だけでなく、天候や生育状況が圃場から出荷される時点で米国产トウモロコシの品質にどのような影響を及ぼすかが明らかになってきました。

穀物年度2013年と同様に、2014年も低温多雨の作付期で幕を開けました。2014年の夏は平均よりも涼しかったため成熟が平均より1週間遅れたものの、2013年ほどの遅れではありませんでした。何週間にもわたる降雨と低温のため、2014年および2013年のいずれも収穫の開始は遅れました。穀物年度2012年は作付時期が繰り上がり、さらには厳しい干ばつもあって成熟時期および収穫が早まりました。このような生育期の状況の差異は、商品流通の第一段階に到達する時点で、各穀物年度の品質の違いとなって現れます。2014年の単収の増加は、前2年と比較してタンパク質含有率の低下とデンプン含有率の上昇という結果につながりました。2014年の生育期の開始の遅れと収穫状況は、2012年と比較すると水分含有率の平均が上回り、2013年と比較すると総損傷が上回り、ストレスクラックは同程度ながらもわずかに下回りという結果に結び付きました。真の穀粒密度、硬胚乳および容積重はいずれも、2011/12年、2012/13年および2013/14年の収穫時レポートの平均値（併せて3YAと称す）を下回り、穀粒がこうした年度のものより柔らかいことを示しています。2014年のBCFMは引き続き低い値になっています。

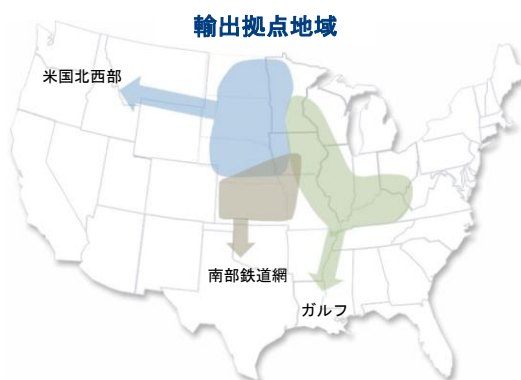
こうして見ていくと、この3年間のトウモロコシの品質に差のあることが分かりますが、2014/15年収穫時品質レポートは2014/15年の市場に投入されるトウモロコシの品質が全体的に良好な状態にあることを示しています。サンプルの59%はNo.1等級のすべての要件を満たし、No.2等級の要件を満たしているものは88%を占めています。水分含有率と総損傷の最大値は保管時に慎重な管理が必要とされることを示唆しているものの、平均値を見ると、輸出に至るまでの市場経路を通じて保管および取扱いは比較的容易と考えられます。

4年間のデータはトウモロコシの品質に影響を及ぼすファクターや傾向を評価するための基盤を提供してくれます。さらに、収穫時報告のため計測調査を積み重ねることにより、輸出バイヤーは年度比較を行えるようになり、それぞれの年度の生育期の状況に照らし合わせてトウモロコシ品質のパターンを評価することが可能になり、ひいては報告書としての価値が向上します。

この2014/15年収穫時品質レポートの内容は、トウモロコシ生産および輸出のトップ12州の特定の地域から入手した629件のイエローコーンのサンプルに基づいています。それぞれの栽培現地で品質を観察し、地域が異なることによる品質特性のばらつきについて代表的な情報を提供できるよう、サンプルは各地域の穀物エレベーターから入手しました。

12州のサンプル採取地域は全体を3グループに分け、「輸出拠点地域」(ECA)と名付けました。3主要輸出経路を代表する3ECAは以下のとおりです。

1. 通常トウモロコシを米国ガルフの港から輸出する地区により構成されるガルフ ECA
2. 太平洋岸北西部の港およびカリフォルニア港から輸出する地区により構成される米国北西部 ECA
3. 通常鉄道でメキシコに輸出する地区により構成される南部鉄道網 ECA



米国产トウモロコシの品質の地域によるばらつきを理解できるよう、サンプル試験の結果は米国全体の値と3ECA地域それぞれの値を示しています。

収穫時に確認されたトウモロコシの品質特性は、最終的にトウモロコシが輸出顧客の手元に到着した時点における品質の基礎となります。ただし、トウモロコシは米国の市場システムの経路を進むに従って、他の地域のトウモロコシとブレンドされたり、トラックやバージ船、貨物列車に混載され、保管され、積み込み、積み卸しが何度も繰り返されたりします。そのため、出荷当初から輸出エレベーターに至るまでの間にトウモロコシの品質・状態は変化していくことになります。従って、2014/15年収穫時レポートは、2015年前半に発表されるアメリカ穀物協会のトウモロコシ輸出貨物報告書と併せて、慎重に検討する必要があります。常に輸出トウモロコシの品質は買い手と売り手との契約に基づくものであり、買い手側は重要な品質要素のいずれについても自由に交渉できることは言うまでもありません。

II. はじめに (続き)

このレポートには試験されたそれぞれの品質ファクターについて、米国集計と ECA 別の平均および標準偏差を含む詳細な情報を掲載しています。「品質検査結果」のセクションでは以下の品質ファクターについてまとめています。

- 等級ファクター：容積重、損傷粒、破損粒&混入異物 (BCFM)、総損傷、熱損傷
- 水分含有率
- 化学組成：タンパク質、デンプン、油分
- 物理的ファクター：ストレスクラック、ストレスクラック指標、百粒重、穀粒容積、真の穀粒密度、完全粒、角質 (硬) 胚乳
- マイコトキシン：アフラトキシンおよび DON

加えて、この収穫時品質レポートには米国穀物の状況および天候状況、米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通しについての簡単な説明、調査方法と統計分析の方法および試験方法についての詳細な説明を記載しています。

この 2014/15 年収穫時品質レポートでは、過去 3 年の収穫時レポート (2011/12 年、2012/13 年および 2013/14 年) の品質ファクター平均値の単純平均および標準偏差を新たに採用しました。この単純平均は米国集計と 3ECA 地域それぞれについて求めたもので、このレポートでは「3YA」と表示しています。



III. 品質検査結果

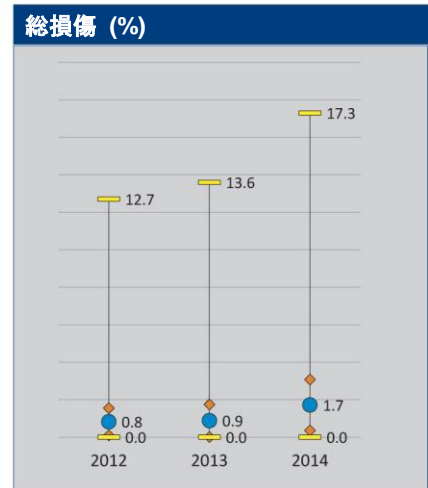
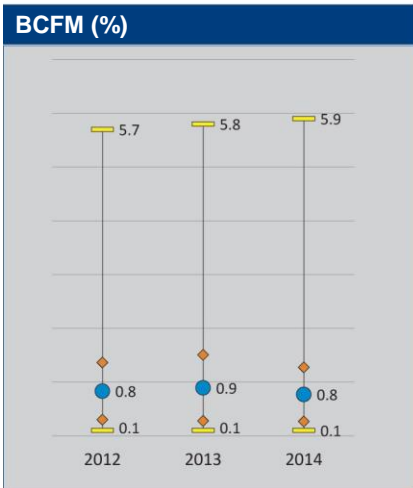
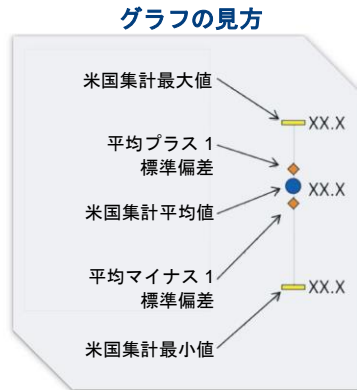
A. 等級ファクター

米国農務省連邦穀物検査部（FGIS）は様々な品質要素の測定に用いる等級、定義および基準を定めています。トウモロコシの等級を決定する特性は容積重、破損粒&混入異物（BCFM）総損傷および熱損傷です。「米国産トウモロコシの等級および等級要件」の表はこのレポートの52ページに掲載しています。

まとめ：等級ファクターおよび水分含有率

- 2014年の容積重の米国集計値平均(57.6 lb/bu または 74.2 kg/hl)は2013年、2012年および3YAを下回るものの、引き続きNo.1等級トウモロコシの限度(56 lb/bu または 72.08 kg/hl)を上回っている。
- 容積重の米国集計平均はいずれのECAのNo.1等級の最小値も上回っている。
- 2014年のBCFMの米国集計平均(0.8%、主に破損トウモロコシから成る)は2013年(0.9%)および3YA(0.9%)を下回り、No.1等級の最大値(2%)を大幅に下回っている。BCFMの値が低いということは、最初の取扱業者に輸送されるトウモロコシに必要とされる洗浄は最小限であることを意味しており、保管時には十分な通気を行うべきである。
- トウモロコシのサンプルのほぼすべて(98.4%)で、BCFMのレベルがNo.2等級に認められる最大値3%を下回っている。
- BCFM、BCおよびFMの平均値の差は3ECA間でごくわずかである。
- 2014年の総損傷率の米国集計平均(1.7%)は前2年の値を大幅に上回るが、これはそれらの年と比較すると2014年は収穫が遅れたことが理由の一部と考えられる。一方、No.1等級の限度値(2%)は引き続き下回っている。サンプルの大半(83.8%)が含む損傷粒は3%未満で、こうしたトウモロコシの品質は良好かつ保管性に優れていると考えられる。
- 総損傷率の最大値と最小値との幅は比較的大きく(サンプルの5.3%が総損傷率5%を上回る)、乾燥および保管の過程での分別に特別な注意が必要とされる可能性がある。
- 総損傷率はガルフECA(2.2%)で最も高く、米国北西部ECA(0.4%)で最も低い。ガルフECAの高総損傷率は、収穫前の気候条件、収穫の遅れおよびガルフECAでは圃場乾燥の可能性が低いことと関係がある。
- 総損傷率は2014年、2013年および2012年を通じて、常にガルフECAの値が他のECA2地域の値を上回っている。
- いずれのサンプルでも熱損傷は報告されていない。
- エレベーターに到着したトウモロコシのサンプルの88.2%がいずれの等級決定ファクターにおいてもNo.2等級以上に相当する。エレベーターの多くは国内取引のための値付けやディスカウントの基礎としてNo.2等級基準を使用している。トウモロコシが市場経路を進んでいくにつれて、その後の取扱い、乾燥および保存によって品質が低下する可能性がある。
- 水分含有率の米国集計平均(16.6%)は2013年の値(17.3%)を大幅に下回っているが、2012年および3YAを上回る。最大値が高く、ばらつき幅が大きいため、水分含有率別の十分な分別および乾燥・保管過程での慎重な配慮が必要とされることとなる。
- エレベーターでの水分含有率は2014年、2013年および3YAを通じて、常にガルフECAの値が他のECA2地域の値を上回っているが、ガルフECA内の多くの地区で圃場乾燥の可能性が他のECA地域よりも低いことが理由の一部と考えられる。
- 水分含有率のばらつき幅が大きいため、水分含有率別の十分な分別が必要とされる可能性がある。
- 最初の輸送地での乾燥は、輸出に向けてトウモロコシを移送する過程でストレスクラックおよび損傷を増加させる結果となる可能性がある。

III. 品質検査結果 (続き)



III. 品質検査結果 (続き)

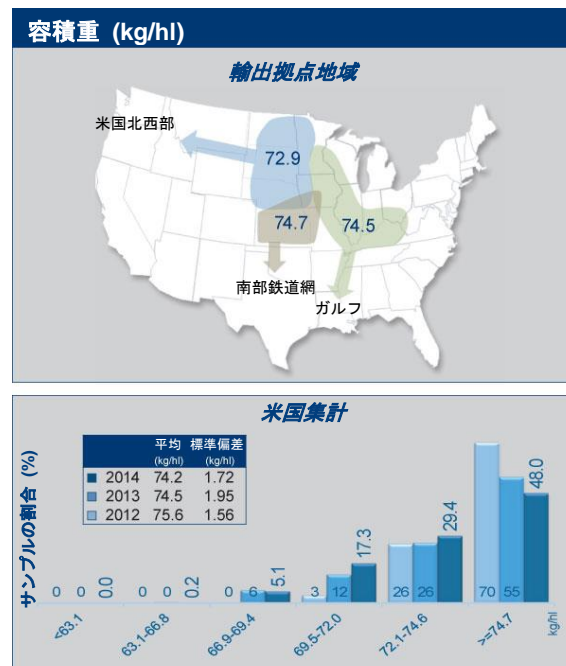
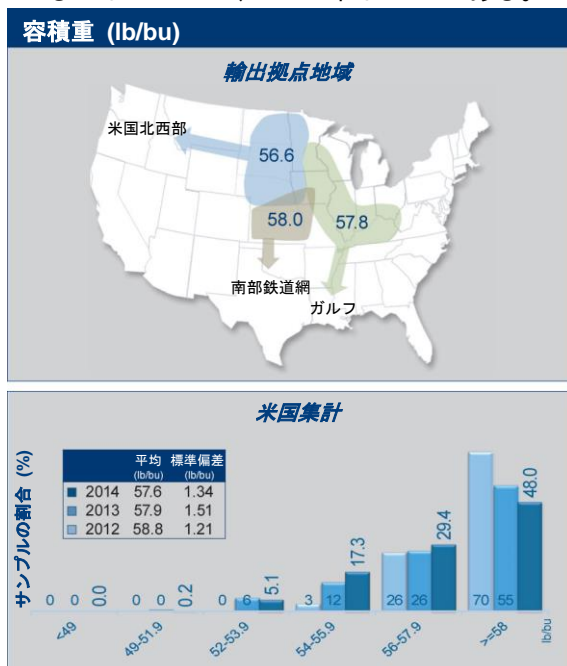
1. 容積重

容積重(容積当たりの重量)はかさ密度の指標であり、全体的な品質を示す一般的な指標として、また、アルカリ処理やドライミリング処理をする場合の胚乳の硬度を示す目安として用いられます。容積重が高いトウモロコシは容積重が低い同じ重量のトウモロコシよりも少ないスペースで保管することができます。容積重に影響を及ぼす第1の要素は遺伝子によるトウモロコシ粒構造の違いですが、水分含有率、乾燥方法、トウモロコシ粒の物理的損傷(破損粒および擦損表面)、サンプルに混入した異物、トウモロコシ粒の大きさ、生育期間中のストレスおよび微生物被害も影響を及ぼします。圃場から輸送されてきた地点でサンプルを採取し測定した場合、水分含有率が一定であれば、通常高い容積重は高品質、高い角質(硬)胚乳率、および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。容積重は真の穀粒密度と密接な相関関係があり、トウモロコシ粒の硬さ・成熟度を反映します。

米国等級別 容積重 最小限度	
No. 1:	56.0 lbs
No. 2:	54.0 lbs
No. 3:	52.0 lbs

結果

- 2014年の容積重の米国集計平均は 57.6 lb/bu (74.2 kg/hl) で、2013年は 57.9 lb/bu (74.5 kg/hl)、2012年は 58.8 lb/bu (75.6 kg/hl)である。
- 2014年の容積重の米国集計平均は 58.2 lb/bu (75.0 kg/hl)の 3YA を下回るが、No.1等級の最小値 (56 lb/bu)は引き続き上回っている。
- 米国集計の標準偏差(1.34 lb/bu)が低いことから分かるように、2014年は2013年よりもサンプルの値にばらつきが少ない。2013年の標準偏差は 1.51 lb/bu である。
- 2013年の 12.0 lb/bu および 2012年の 13.1 lb/bu と比較した場合でも、2014年のサンプルではばらつきの幅は 10.6 lb/bu と小さい。
- 2014年はサンプルでは 77.4%が No.1等級の容積重の限度値 (56 lb/bu) を上回っており、2013年は 81.5%である。2014年のトウモロコシ・サンプルでは No.2等級の容積重の限度値を上回っているのは 94.7%で、2013年は 93%である。
- 各ECAの容積重の平均値も No.1等級の限度を上回っている。ガルフ ECA および南部鉄道網 ECA の平均容積重が最も高く、それぞれ 57.8 lb/bu と 58.0 lb/bu である。2013年および 3YA では米国北西部 ECA の平均容積重(56.6 lb/bu)がこれらを下回っている。
- ガルフ ECA(1.34 lb/bu)および南部鉄道網 ECA(1.30 lb/bu)と比較すると、米国北西部 ECA の標準偏差(1.36 lb/bu)が最も高い。米国北西部 ECA では容積重が他より低いだけでなく、ばらつきも大きい。



III. 品質検査結果 (続き)

2. 破損粒&混入異物 (BCFM)

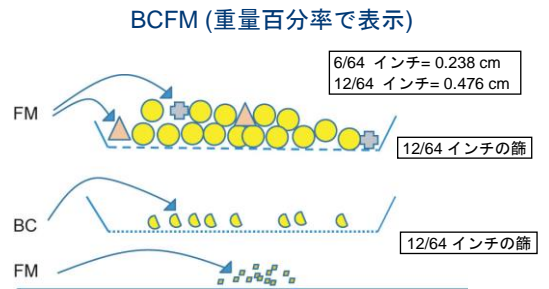
破損粒&混入異物 (BCFM) は飼料や加工に用いることのできるクリーンで正常なトウモロコシ粒の量を測る目安となります。BCFM のパーセント表示の値が低いほどサンプルに混入した異物または破損粒が少ないことを示します。通常、圃場から運ばれてきたトウモロコシのサンプルの中で BCFM の値が高いものは、コンバインの設定や圃場の雑草の種にその原因を見いだすことができます。使用方法およびトウモロコシ粒の健全性によって変化するものの、一般に BCFM の値は乾燥および取扱い過程で増加します。収穫時にストレスクラックが多い場合も、その後の取扱い過程で破損粒および混入異物 (BCFM) が増加する結果となります。

米国等級別 BCFM 最大限度
No. 1: 2.0%
No. 2: 3.0%
No. 3: 4.0%

破損粒 (BC) は目開き 12/64 インチの丸孔篩を通過するほど小さく、目開き 6/64 インチの丸孔篩は大きすぎて通過しないトウモロコシ粒およびその他すべての物質と定義されています。

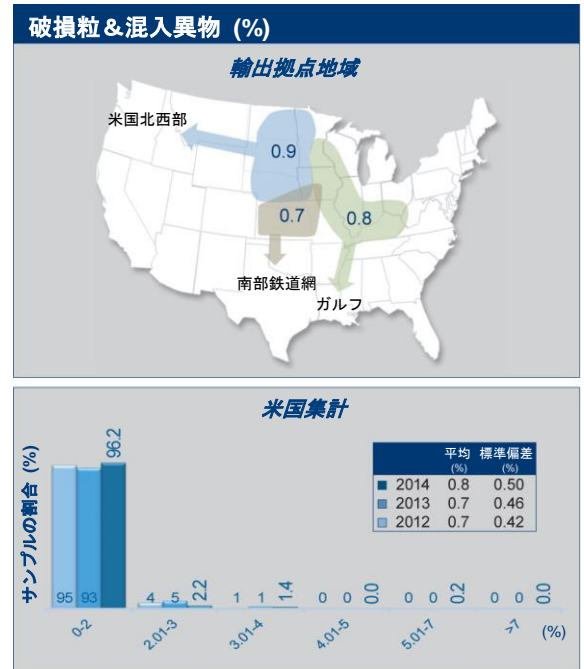
異物 (FM) とは、目開き 12/64 インチの丸孔篩を通過しない大きな物質でトウモロコシ以外のもの、かつ、目開き 6/64 インチの丸孔篩を通過する小さいすべての物質と定義されています。

右図は米国産トウモロコシ等級で用いられる破損粒および混入異物を測定するための方法を示したものです。



結果

- 2014 年トウモロコシの全国集計 BCFM 平均 (0.8%) は 2013 年 (0.9%) および 3YA(0.9%) を下回り、No.1 等級の最大限度 (2.0%) を大幅に下回っている。
- 標準偏差(2014 年は 0.50%、3YA は 0.60%)から分かるように、2014 年トウモロコシの BCFM のばらつきは 3YA および前 2 年よりも小さい。この 3 年間の最大値と最小値との幅は非常に似通っている。
- 2014 年サンプル中 96.2%が No.1 等級の BCFM 最大限度である 2%を下回っており、この割合は 2013 年では 93%、2012 年では 95%である。
- ECA3 地域の BCFM 平均値と米国集計および 3YA の平均値との差はわずかである。ECA 間では BCFM の差は 0.2 パーセントポイントにすぎない。



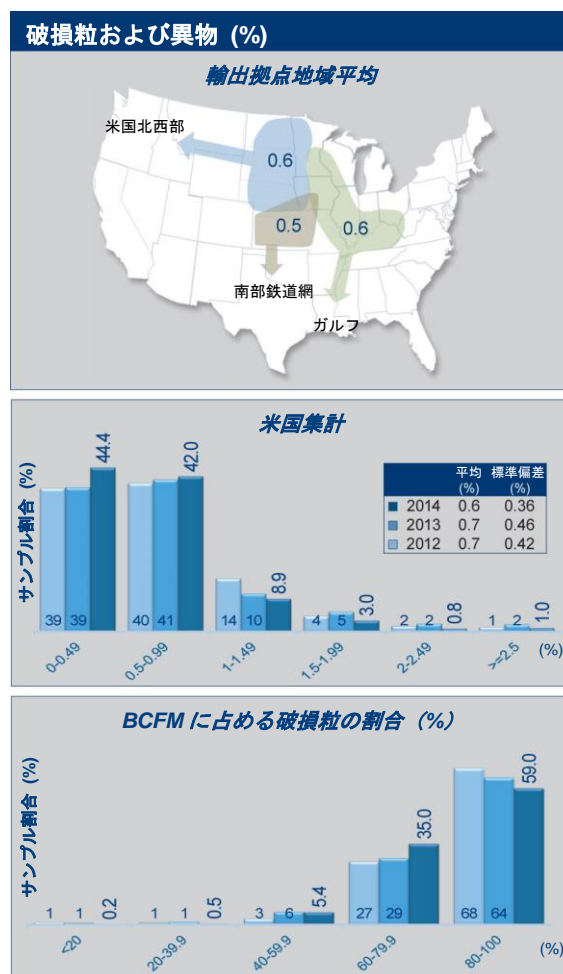
III. 品質検査結果 (続き)

3. 破損粒

米国等級では破損粒は穀粒のサイズに基づいて測定され、通常わずかな割合ながらトウモロコシ粒以外の物質が含まれます。破損粒は完全粒よりもカビや害虫の被害を受けやすく、取扱中や加工中に問題を引き起こすことがあります。貯蔵大型ビン内で拡散させたりかき混ぜたりしない場合には、破損粒はビン内の中央にたまりやすく、完全粒は外縁へと引き寄せられる傾向があります。破損粒が集まりやすい中央部分は「スパウトライン」として知られています。必要に応じて、ビン中央の引き出し口から穀物を引きだすことでスパウトラインを低減することができます。

結果

- 2014年全国集計サンプルでは破損粒平均は0.6%で、2013年、2012年および3YA(いずれも0.7%)をわずかに下回っている。
- 2014年トウモロコシの破損粒の値は2013年および2012年よりもばらつきが少なく、米国集計の標準偏差が0.36%で、それに対して2013年は0.46%、2012年は0.42%である。2014年の最大値と最小値の幅も2013年および2012年の幅を下回っている。
- 2014年のサンプルの44.4%は破損粒0.5%未満、86.4%が1.0%未満であり、前2年よりも破損粒の値が小さいサンプル数が多いことを示している。
- BCFMに占めるBCFMの割合を示した右の分布図は、ほぼすべてのサンプルでBCFMが主として破損粒から構成されていることを示しており、これは前2年も同様である。
- ECA3地域間の破損粒値の違いは0.1%未満である。



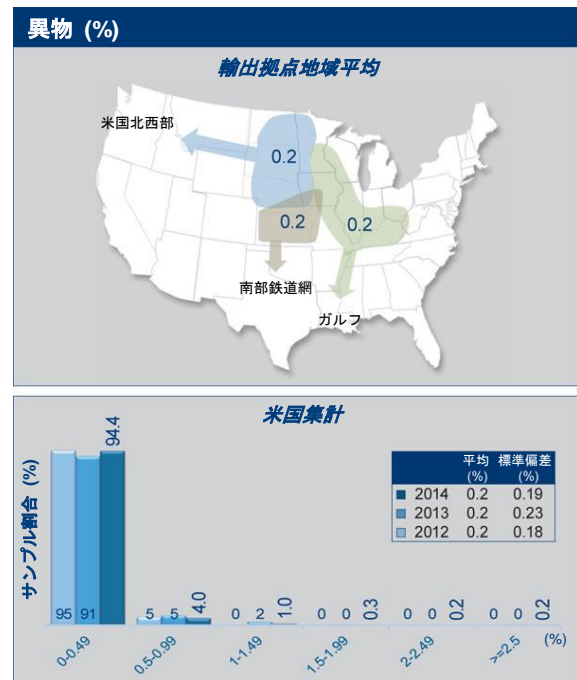
III. 品質検査結果 (続き)

4. 異物

異物は飼料や加工用としてほとんど価値がないという点が重要なポイントです。一般に、異物はトウモロコシよりも水分含有率が高く、そのため保管中のトウモロコシの質を低下させる可能性があります。異物はスパウトラインにも関与しており、上に述べたように水分が多いために破損粒よりもさらに質の問題を引き起こす可能性が大きいと言えます。

結果

- 2014年の米国集計サンプルの異物の割合は平均0.2%で、2013年、2012年および3YAと同じである。
- 2014年の米国集計サンプル間のばらつきは2013年より小さく、2013年の標準偏差が0.23%、2012年が0.18%、3YAが0.20%であるのに対し、2014年は0.19%である。
- 2014年トウモロコシでは異物の割合が0.5%未満のサンプルは94.4%で、これは2013年の値をわずかに上回っているが、2012年と比較すると同程度である。
- いずれのECA地域も異物の平均値は0.2%である。



III. 品質検査結果 (続き)

5. 総損傷

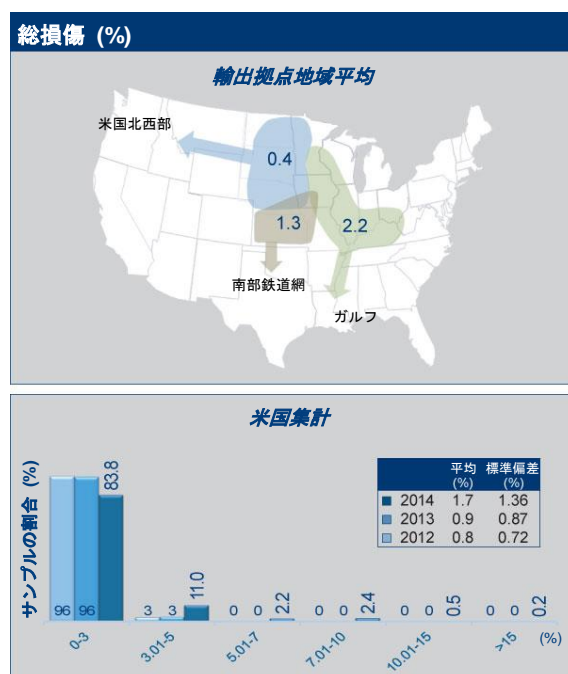
総損傷率とは、熱、霜、害虫、発芽、病害、気象、土、細菌、カビに起因する損傷を含め、どのようなかたちであれ、目視で検出可能な被害や損傷のあるトウモロコシ粒および穀粒のかけらの割合です。こうした損傷の大半は一種の退色や穀粒の質感の変化という結果になって現れます。割れてかけらになっていること以外に外見上の異常が見られない穀粒のかけらは損傷粒に含まれません。

米国等級別 総損傷 最大限度
No. 1: 3.0%
No. 2: 5.0%
No. 3: 7.0%

一般に、生育期間中または保管期間中の水分含有率や温度の高さはカビによる被害と関係付けられます。損傷要因の中でも、カビによる損傷およびそれに伴うマイコトキシンの可能性は最も深刻な問題です。カビによる損傷は出荷前の高湿高温下での一時的な保管期間中に発生するだけでなく、収穫以前にも発生することがあります。

結果

- 2014 年の米国集計サンプルの総損傷値は平均 1.7%で、2013 年 (0.9%)を大幅に上回っている。3YA(0.9%)を大きく上回るものの、2014 年の総損傷値は No.1 等級の限度値 (3%) を依然として十分下回っている。総損傷の値が高いのは、前 2 年と比較すると 2014 年は収穫が遅れたことも一因と考えられる。
- 2014 年のサンプル間では総損傷値のばらつきが前 2 年よりも大きくなっており、米国集計の標準偏差も高く (3YA の 0.84%に対して 1.36%)、最大値と最小値との幅も広い (3 年間通じて最小値は 0 で、最大値は 2013 年が 13.6%、2012 年が 12.7%であるのに対し 2014 年は 17.3%) 。
- 2014 年サンプル中で損傷粒が 3%以下のものは 83.8%で、5%以下のものは 94.8%である。
- ガルフ ECA の総損傷平均値は 2.2%である。ひとつの要因はガルフ ECA では水分含有率平均値 (16.9%) が最も高く、またサンプルに水分含有率最大値 (29.9%) のものが含まれていたことである。総損傷値が最も低いのは米国北西部 ECA (0.4%) である。損傷値および平均水分含有率の平均値がガルフ ECA で高くなっている原因として、この地域の圃場乾燥の可能性が低い気候状況であったことがあげられる。
- すべての ECA で総損傷の平均値が米国 No.1 等級の限度 (3.0%) を十分に下回っているが、サンプルによっては 17.3%といった高い値のものもあり、当該トウモロコシが流通経路を移動する過程で保管や輸送時に劣化がさらに進行することを防ぐための特別な配慮が必要とされる。



III. 品質検査結果 (続き)

6. 熱損傷

熱損傷は総損傷を構成するひとつの要素で、米国等級基準では個別に許容値が設定されています。暖かく湿ったトウモロコシの中で活動する微生物あるいは乾燥工程で晒される高温が熱損傷の原因になることがあります。収穫時に圃場から直接運ばれてくるトウモロコシに熱損傷が存在することは稀です。

米国等級別
熱損傷
最大限度

No. 1: 0.1%

No. 2: 0.2%

No. 3: 0.5%

結果

- 2013年および2012年同様、今回のいずれのサンプルでも熱損傷は報告されていない。
- 熱損傷が存在しない原因のひとつとして、サンプルが圃場から直接エレベーターに送られてきた収穫直後の状態にあり、事前乾燥が最低限であったことが考えられる。



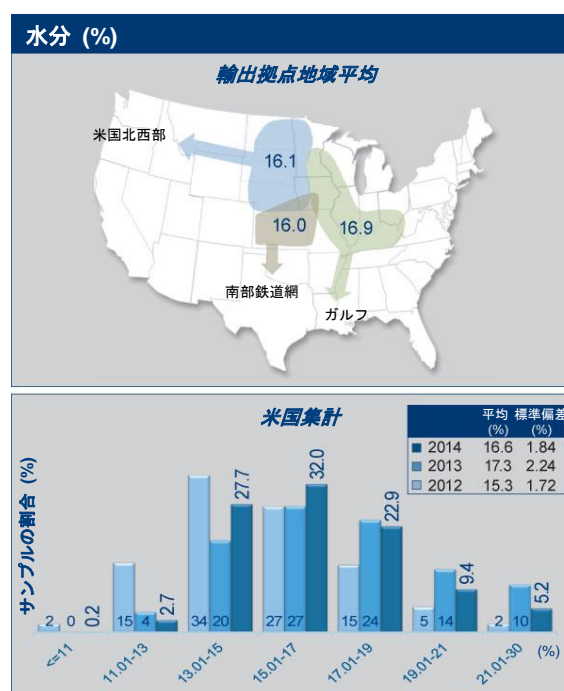
III. 品質検査結果 (続き)

B. 水分

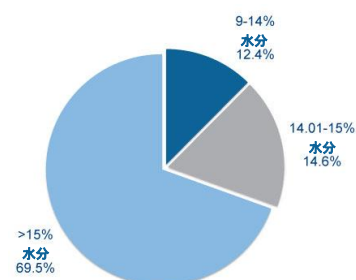
水分含有率は公的な等級証明書に記載されますが、等級決定には影響を及ぼしません。水分含有率は売買される乾物量に影響を与えます。水分含有率は乾燥の必要性および保存性を示す物差しとなり、また容積重に影響を及ぼします。収穫時に水分が多いと収穫作業中および乾燥時にトウモロコシ粒が損傷を受ける可能性が高まります。水分含有率および必要とされる乾燥の程度がストレスクラック、破損および萌芽にも影響を及ぼします。トウモロコシに過剰な水分があると、後の保管期間や輸送期間中にカビによる多大な損傷の発生が予想されることがあります。生育期間中の天候はトウモロコシの成長と収穫量に影響を及ぼす一方、収穫時の天候や収穫のタイミングは収穫時のトウモロコシの水分に大きな影響を与えます。

結果

- 2014年エレベーター時点での米国集計水分含有率の平均は16.6%で、2013年(17.3%)を大幅に下回り、2012年(15.3%)および3YA(16.0%)を上回っている。
- 標準偏差の値が低いことから分かるように(2013年の2.24%に対して2014年は1.84%)、2014年収穫時サンプルの水分含有率のばらつきは2013年よりも小さいが、3YAの1.84%には非常に近い。
- ばらつきの幅は2014年のサンプルが2013年のサンプルを上回っており、2013年の10.9から28.2%に対し2014年は10.9から29.9%である。
- 2014年は水分含有率15%以下のサンプルが30.6%を占める。この値は大半のエレベーターにおいてディスカウントの基礎として用いられ、冬季低温下の短期間の保管は安全であるとみなされるレベルである。
- 2013年の10.0%および2012年の31.7%に対し、2014年のトウモロコシでは水分含有率14%以下のものはサンプル全体の12.4%を占めている。一般に、水分含有率14%は長期間の保管および輸送にも安全なレベルと考えられている。
- 2013年の48%および2012年のわずか22%に対し、2014年のトウモロコシでは37.5%が水分含有率17%を上回っている。2013年、2014年のいずれのトウモロコシも2012年のものより乾燥が多く必要とされる。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA、南部鉄道網 ECA から採取したトウモロコシの水分含有率平均値はそれぞれ16.9%、16.1%、16.0%である。過去2年および3YAではガルフ ECAの水分含有率平均値が他のECAを常に上回っているが、ガルフ ECAでは他のECAよりも乾燥の可能性が低い気候状況であったことがその理由と考えられる。



米国集計分布(サンプルの割合 (%))



III. 品質検査結果 (続き)

まとめ：等級ファクターおよび水分

	2014年収穫					2013年収穫			2012年収穫			3年平均 (2011年-2013年)		
	サンプル 数 ¹	平均	標準 偏差	最小	最大	サンプル 数 ¹	平均	標準 偏差	サンプル 数 ¹	平均	標準 偏差	平均	標準 偏差	
米国集計						米国集計			米国集計			米国集計		
容積重 (lb/bu)	629	57.6	1.34	51.9	62.5	610	57.9*	1.51	637	58.8*	1.21	58.2	1.41	
容積重 (kg/hl)	629	74.2	1.72	66.8	80.4	610	74.5*	1.95	637	75.6*	1.56	75.0	1.81	
BCFM (%)	629	0.8	0.50	0.1	5.9	610	0.9*	0.61	637	0.8*	0.53	0.9	0.60	
破損粒 (%)	629	0.6	0.36	0.1	3.3	610	0.7*	0.46	637	0.7*	0.42	0.7	0.47	
混入異物 (%)	629	0.2	0.19	0.0	5.5	610	0.2	0.23	637	0.2	0.18	0.2	0.20	
総損傷 (%) ²	629	1.7	1.36	0.0	17.3	609	0.9*	0.87	637	0.8*	0.72	0.9	0.84	
熱損傷 (%)	629	0.0	0.00	0.0	0.0	610	0.0	0.00	637	0.0	0.0	0.0	0.00	
水分 (%)	629	16.6	1.84	10.9	29.9	610	17.3*	2.24	637	15.3*	1.72	16.0	1.84	
ガルフ						ガルフ			ガルフ			ガルフ		
容積重 (lb/bu)	583	57.8	1.34	51.9	62.5	557	58.1*	1.49	566	58.8*	1.24	58.4	1.40	
容積重 (kg/hl)	583	74.5	1.73	66.8	80.4	557	74.8*	1.91	566	75.6*	1.59	75.2	1.80	
BCFM (%)	583	0.8	0.48	0.1	5.9	557	0.8*	0.59	566	0.8	0.52	0.9	0.58	
破損粒 (%)	583	0.6	0.37	0.1	3.3	557	0.7*	0.45	566	0.7*	0.41	0.7	0.45	
混入異物 (%)	583	0.2	0.15	0.0	5.5	557	0.2	0.22	566	0.1	0.18	0.2	0.20	
総損傷 (%) ²	583	2.2	1.72	0.0	17.3	556	0.9*	0.95	566	0.9*	0.84	1.0	0.96	
熱損傷 (%)	583	0.0	0.00	0.0	0.0	557	0.0	0.00	566	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	583	16.9	1.93	10.9	29.9	557	17.7*	2.38	566	15.8*	1.81	16.5	1.95	
米国北西部						米国北西部			米国北西部			米国北西部		
容積重 (lb/bu)	262	56.6	1.36	51.9	62.5	259	56.5	1.60	321	58.8*	1.15	57.5	1.44	
容積重 (kg/hl)	262	72.9	1.75	66.8	80.4	259	72.8	2.06	321	75.7*	1.48	74.1	1.85	
BCFM (%)	262	0.9	0.62	0.1	5.9	259	1.1*	0.70	321	0.9	0.58	1.0	0.67	
破損粒 (%)	262	0.6	0.38	0.1	2.8	259	0.8*	0.49	321	0.7*	0.47	0.8	0.51	
混入異物 (%)	262	0.2	0.31	0.0	5.5	259	0.3	0.28	321	0.2*	0.17	0.2	0.23	
総損傷 (%) ²	262	0.4	0.39	0.0	7.4	259	0.6*	0.64	321	0.5	0.40	0.6	0.47	
熱損傷 (%)	262	0.0	0.00	0.0	0.0	259	0.0	0.00	321	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	262	16.1	1.75	10.9	25.0	259	16.4	2.08	321	13.9*	1.42	15.0	1.59	
南部鉄道網						南部鉄道網			南部鉄道網			南部鉄道網		
容積重 (lb/bu)	371	58.0	1.30	52.0	62.5	313	58.3*	1.56	366	58.6*	1.19	58.5	1.38	
容積重 (kg/hl)	371	74.7	1.67	66.9	80.4	313	75.1*	2.00	366	75.5*	1.53	75.3	1.78	
BCFM (%)	371	0.7	0.45	0.1	5.9	313	0.9*	0.63	366	0.9*	0.53	1.0	0.61	
破損粒 (%)	371	0.5	0.31	0.1	2.8	313	0.7*	0.46	366	0.7*	0.42	0.8	0.47	
混入異物 (%)	371	0.2	0.20	0.0	5.5	313	0.2	0.25	366	0.2	0.18	0.2	0.20	
総損傷 (%) ²	371	1.3	1.00	0.0	14.6	313	1.0*	0.74	366	0.7*	0.60	1.0	0.75	
熱損傷 (%)	371	0.0	0.00	0.0	0.0	313	0.0	0.00	366	0.0	0.00	0.0	0.00	
水分 (%)	371	16.0	1.54	10.9	25.0	313	16.6*	1.74	366	14.7*	1.75	15.4	1.64	

* 有意水準 95%での両側 t 検定に基づき、2013 年の平均値が2014 年と有意に異なり、また、2012 年の平均値が2014 年と有意に異なることを示している。

¹ ECA の結果は複合統計によるものであるため、ECA 3 地域のサンプルを合計すると米国集計を上回る。

² 27.9%の水分含有率により輸送中にサンプルがカビ発生の兆候を示したため極端に高い総損傷値を削除した。

³ 収穫密度平均を予測する相対 ME は±10%を超えた。

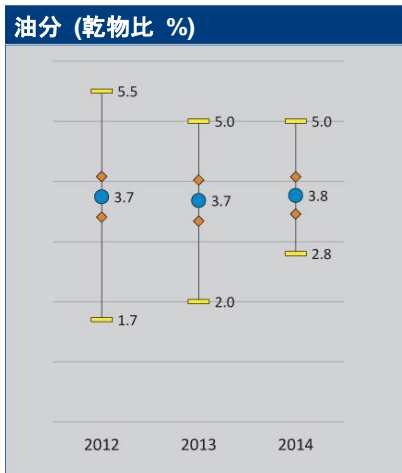
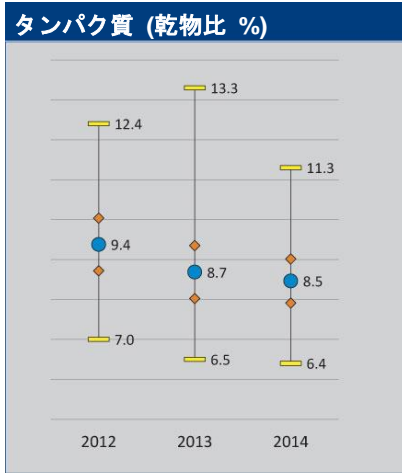
C. 化学組成

トウモロコシのタンパク質、デンプン、油分といった成分に対するエンドユーザーの関心が非常に高いため、化学組成が重要視されています。化学組成は等級ファクターではないものの、これにより家畜および家禽用の飼料、ウェットミリング原材料およびその他加工原材料としての栄養的価値に関連した追加情報を得ることができます。多くの物理的特質とは異なり、化学組成の値は保管中または輸送中に大幅に変化することは考えられません。

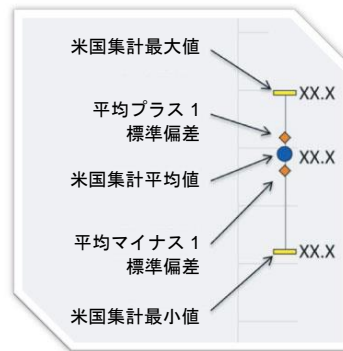
まとめ：化学組成

- 2014年の米国集計タンパク質含有率平均値（乾物比8.5%）が3YA（8.9%）を下回っているのは、それまでの3年のいずれの年よりも2014年の単収が多いことに起因していると考えられる。2014年の生育期間中、有効窒素が1ヘクタール当たり比較的多量のトウモロコシ（メートルトン）（あるいはエーカー当たりのトウモロコシ（ブッシェル））に分配され、2013年（8.7%）や干ばつに見舞われた年（2012年のタンパク質9.4%）よりもタンパク質含有率は低下している。
- 2014年の米国集計デンプン含有率平均値（乾物比73.5%）は3YA（73.3%）を上回っている。デンプン量の多さはウェットミリングに望ましいトウモロコシの良好な登熟を示唆する。
- 2014年の米国集計油分含有率平均値（乾物比3.8%）は2013年、2012年および3YA（それぞれ3.7%）を上回っている。
- それまでの2年と比較すると2014年の化学組成のばらつきは小さい（タンパク質、デンプンおよび油分の標準偏差が低いことに基づく）。
- 2014年のECA別では、ガルフECAはタンパク質含有率（8.4%）が最も低く、デンプン（73.6%）および油分の含有率（3.8%）が最も高い。3YAと比較すると、ガルフECAはタンパク質含有率（8.9%）が最も低く、デンプンは最も高く、米国北西部ECA（73.3%）と同じ値である。

III. 品質検査結果 (続き)



グラフの見方



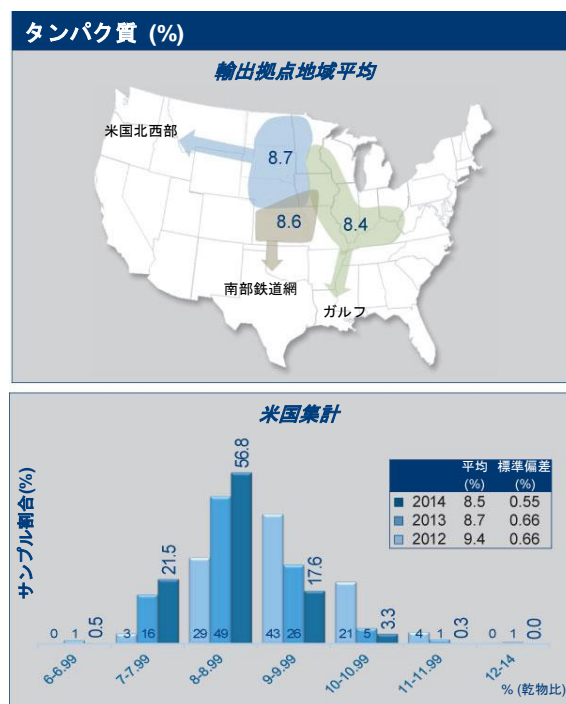
III. 品質検査結果 (続き)

1. タンパク質

タンパク質は家禽および家畜用の飼料にとって非常に重要です。硫黄含有必須アミノ酸を供給し、飼料効率の改善に貢献します。通常、タンパク質はデンプン含有率と反比例関係にあります。報告結果は乾物比の値です。

結果

- 2014 年の米国集計タンパク質含有率平均は 8.5%で、2013 年の 8.7%、2012 年の 9.4%および 3YA の 8.9%を大幅に下回っている。
- 2014 年の米国集計タンパク質含有率の標準偏差 (0.55%) は 2013 年(0.66%)、2012 年(0.66%)および 3YA (0.64%)を下回っている。
- 2014 年のタンパク質含有率のばらつき幅(6.4 から 11.3%) は 2013 年(6.5 から 13.3%)および 2012 年(7.0 から 12.4%)を下回っている。
- 2014 年のタンパク質含有率の分布では、8.0%未満のものが 22%、8.0%から 8.99%のものが 56.8%、9%以上のものが 21.2%を占めている。2014 年分布では、2013 年および 2012 年よりもタンパク質含有率の高いサンプルが少ない。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA のタンパク質含有率平均値はそれぞれ 8.4%、8.7%、8.6%である。ガルフ ECA のタンパク質の値は 2014 年、2013 年、2012 年および 3YA いずれでも最も低い。
- 過去 4 年の穀物年度を通じて、調査対象の 12 州のうち 11 州でそれぞれの州のトウモロコシ単収の平均値とタンパク質含有率の平均値との間に相関関係はみられない。一般には、平均単収が増加すると平均タンパク質含有率は低下する。



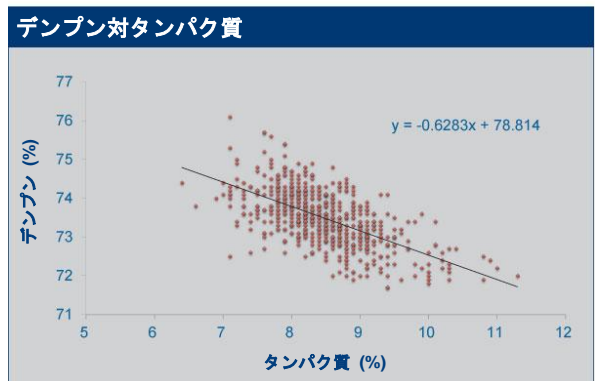
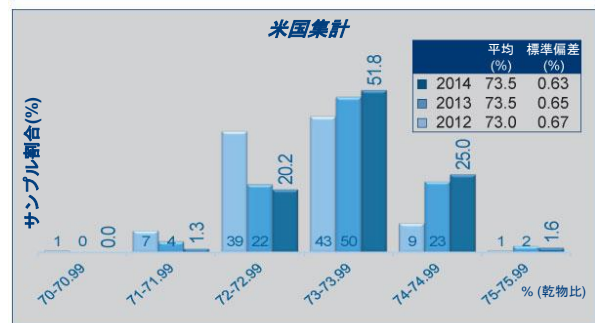
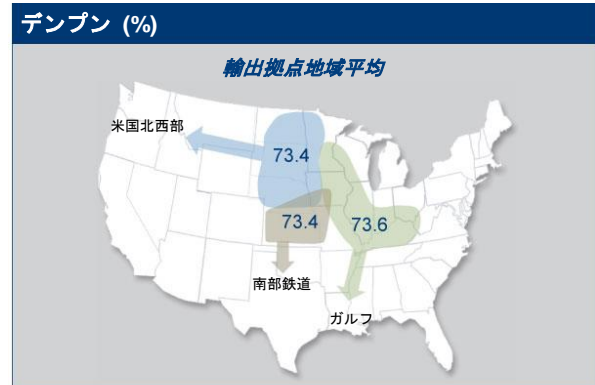
III. 品質検査結果 (続き)

2. デンプン

デンプンはウェットミリングおよびエタノールのドライミリング製造業者がトウモロコシを用いる場合に重要視するファクターです。デンプンの含有率は、トウモロコシの成熟度／登熟度の高さを示し、穀粒密度も適度に高いと考えられます。通常、デンプン含有率はタンパク質含有率と反比例関係にあります。報告結果は乾物比の値です。

結果

- 2014年の米国集計デンプン含有率の平均は73.5%で、2013年の73.5%と同じ、2012年の73.0%を大幅に上回り、3YAの73.3%も上回っている。
- 2014年(0.63%)の米国集計デンプン標準偏差値は2013年(0.65%)、2012年(0.67%)および3YA(0.65%)を下回っている。
- 2014年のデンプン含有率のばらつき幅(71.7~76.1%)は2013年(71.1~75.9%)および2012年(70.6%~75.6%)を下回っている。
- 2014年のデンプン含有率の分布では、70.0~72.99%のものが21.5%、73.0~73.99%のものが51.8%、74.0%以上のものが26.6%を占め、この分布状況は2013年とほぼ同じである。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA のデンプン含有率平均値はそれぞれ 73.6%、73.4%、73.4%である。ガルフ ECA のデンプンの平均値は2014年、2013年、2012年および3YAいずれでも最も高い。従って、過去3年のいずれでもガルフ ECA のデンプン含有率が最も高く、タンパク質含有率が最も低いということなる。
- デンプンとタンパク質はトウモロコシの2大栄養成分であるため、通常一方の割合が上昇すると他方が低下する。この関係を示したものが横の図で、デンプンとタンパク質は弱いものの負の相関関係(-0.61)にあることが分かる。



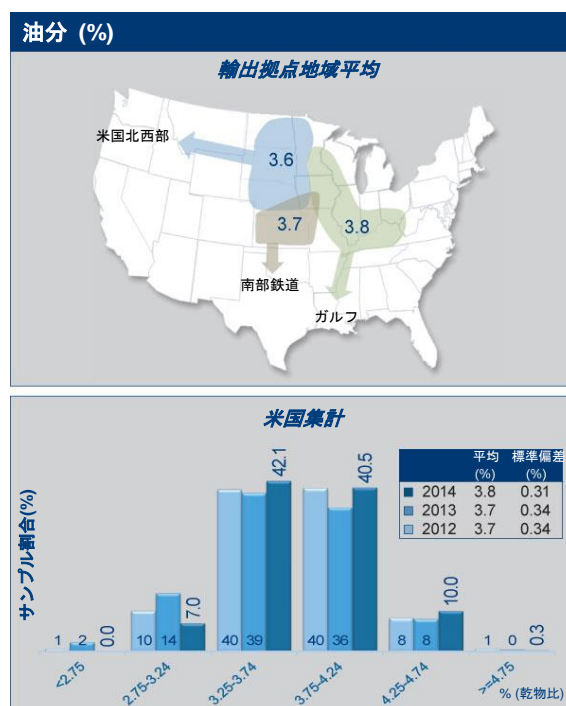
III. 品質検査結果 (続き)

3. 油分

油分は家禽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るだけでなく、脂溶性ビタミンを利用可能にし、特定の必須脂肪酸も提供します。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。報告結果は乾物比の値です。

結果

- 2014年の米国集計油分含有率の平均は3.8%で、2013年、2012年および3YAの3.7%を上回っている。
- 2014年の米国集計油分含有率の標準偏差(0.31%)は2013年と2012年(いずれも0.34%)および3YA(0.33%)を下回っている。
- 2014年の油分含有率のばらつき幅は2.8~5.0%で、2013年は2.0~5.0%、2012年は1.7~5.5%である。
- 2014年の油分含有率の分布では、3.74%以下のものが49.1%、3.75%~4.24%のものが40.5%、4.25%以上のものが10.3%を占めている。この分布は2013年および2012年よりも油分含有率の高いサンプルが多いことを示している。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA の油分含有率平均値はそれぞれ3.8%、3.6%、3.7%である。2014年、2013年、および3YAでは、ガルフ ECA および南部鉄道網 ECA の油分含有率平均値が米国北西部 ECA の値を上回っている。



III. 品質検査結果 (続き)

まとめ：化学的ファクター

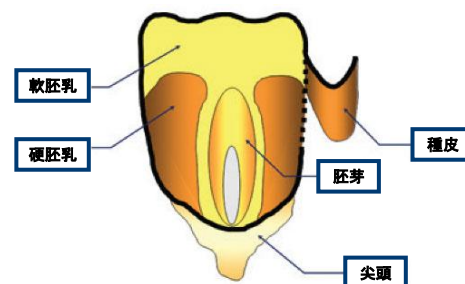
	2014 年収穫					2013 年収穫			2012 年収穫			3年平均 (2011-2013)		
	サンプル数 ¹	平均	標準偏差	最小	最大	サンプル数 ¹	平均	標準偏差	サンプル数 ¹	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
米国集計						米国集計			米国集計			米国集計		
タンパク質 (乾物比 %)	629	8.5	0.55	6.4	11.3	610	8.7*	0.66	637	9.4*	0.66	8.9	0.64	
デンプン (乾物比 %)	629	73.5	0.63	71.7	76.1	610	73.5*	0.65	637	73.0*	0.67	73.3	0.65	
油分 (乾物比 %)	629	3.8	0.31	2.8	5.0	610	3.7	0.34	637	3.7	0.34	3.7	0.33	
ガルフ						ガルフ			ガルフ			ガルフ		
タンパク質 (乾物比 %)	583	8.4	0.55	6.4	11.3	557	8.5*	0.64	566	9.3*	0.66	8.9	0.64	
デンプン (乾物比 %)	583	73.6	0.64	71.7	76.1	557	73.5*	0.67	566	73.1*	0.67	73.3	0.66	
油分 (乾物比 %)	583	3.8	0.32	2.8	5.0	557	3.7*	0.35	566	3.8*	0.35	3.7	0.34	
米国北西部						米国北西部			米国北西部			米国北西部		
タンパク質 (乾物比 %)	262	8.7	0.56	6.4	11.3	259	9.1*	0.69	321	9.4*	0.67	9.0	0.63	
デンプン (乾物比 %)	262	73.4	0.60	71.7	75.4	259	73.4*	0.61	321	72.8*	0.66	73.3	0.61	
油分 (乾物比 %)	262	3.6	0.29	2.8	4.6	259	3.5*	0.33	321	3.7*	0.31	3.6	0.30	
南部鉄道網						南部鉄道網			南部鉄道網			南部鉄道網		
タンパク質 (乾物比 %)	371	8.6	0.57	6.9	11.0	313	9.1*	0.78	366	9.5*	0.64	9.2	0.68	
デンプン (乾物比 %)	371	73.4	0.60	71.7	76.1	313	73.2*	0.64	366	72.9*	0.68	73.1	0.65	
油分 (乾物比 %)	371	3.7	0.28	2.8	4.6	313	3.7	0.34	366	3.7	0.32	3.7	0.33	

* 有意水準 95%での両側 t 検定に基づき、2013 年の平均値が2014 年と有意に異なり、2012 年の平均値が2014 年と有意に異なることを示している。

¹ ECA の結果は複合統計によるものであるため、ECA 3 地域のサンプルを合計すると米国集計を上回る。

D. 物理的ファクター

物理的ファクターには等級ファクターでも化学組成でもないその他の品質特性が含まれます。物理的ファクターの試験を実施することで、保存性や取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目的で使用する際の加工特性に関する追加的な情報を得ることができます。トウモロコシの保存性、取扱い時の破損耐性および加工性はトウモロコシの形状の影響を受けます。トウモロコシの穀粒は形態上、胚芽、尖頭、種皮あるいは外皮、胚乳という4つの部分から構成されています。右図に示すように、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（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含まれており、胚芽には油分と多少のタンパク質が含まれています。種皮および尖頭の大半は繊維です。



図は K. D. Rausch University of Illinois の提供による。

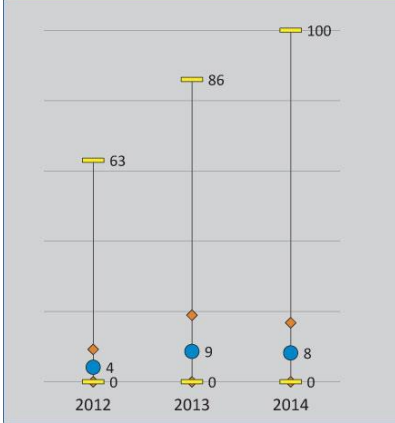
まとめ：物理的ファクター

- 2014年の米国集計平均のストレスクラックおよびストレスクラック指標 (SCI) の値は2013年をわずかに下回るが、いずれのファクターでも3YAを上回り、トウモロコシの破損し易さの程度は前年と同様かわずかに下回ることを示唆している。3ECAの中では南部鉄道網ECAが2014年、2013年、2012年および3YAでSCIが最も低い。南部鉄道網ECAではストレスクラックの割合 (%) も2013年、2012年および3YAで最も低くなっている。
- 2014年の米国集計の百粒重平均値 (34.03 g) は2013年 (33.41 g) および3YA (33.69 g) を上回っているが、干ばつに見舞われた2012年 (34.53 g) を下回っている。
- 2014年の米国集計穀粒容積平均値 (0.27 cm³) は2013年、2012年および3YA (いずれも 0.27 cm³) と同じである。
- 2014年、2013年および3YAでは、3ECAの中で米国北西部ECAの穀粒容積および百粒重の値が最も低い。
- 2014年の米国集計の真の穀粒密度平均値は 1.259 g/cm³ で、2013年の 1.258 g/cm³ とほぼ同じ、3YAの 1.267 g/cm³ にも近接しているが、2012年の 1.276 g/cm³ を大幅に下回っている。
- 真の穀粒密度が 1.275 g/cm³ を上回るトウモロコシの割合は小さく、2014年の穀粒が2012年よりも柔らかく、2013と同程度であることが示唆されている。
- 2014年、2013年および3YAでは、3ECAの中で米国北西部ECAの真の穀粒密度および容積重が最も低い。
- 米国集計の完全粒の平均値は93.6%で、2013年の92.4%を上回っているが、3YAの93.5%とはほぼ同じである。
- 2014年の米国集計の硬胚乳の平均値は82%で、2013年の82%と同じ、2012年の85%を大幅に下回り、3YAの84%を下回っている。硬胚乳は2013年と同程度であるが、干ばつに見舞われた2012年よりも柔らかい。
- 硬胚乳、真の穀粒密度、容積重等のファクターは、干ばつが発生した年 (2012年) は高い値となり、単収が増加した年 (2014年) は低い値になるという共通の変化傾向が観察される。複数の調査結果が穀粒容積は干ばつ年度と高単収年度との間の差が比較的小さいことを示唆している。

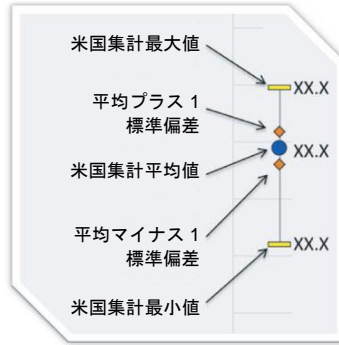
以下の試験はトウモロコシの品質に影響を及ぼす生育状況や取扱い状況だけでなく、トウモロコシ穀粒の本質的な部分を反映しています。

III. 品質検査結果 (続き)

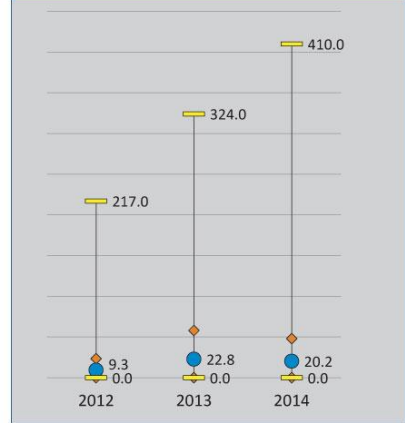
ストレスクラック (%)



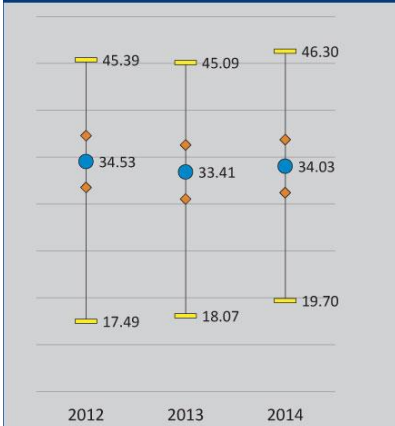
グラフの見方



ストレスクラック指標



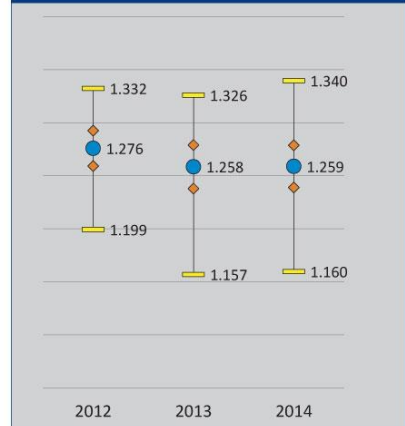
百粒重 (g)



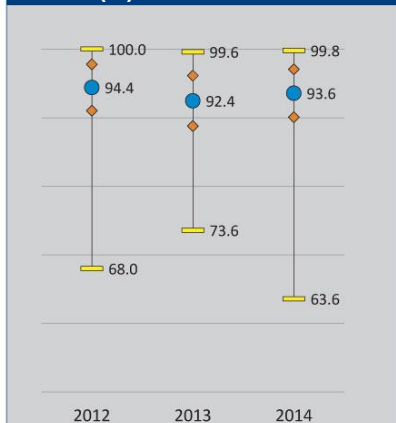
穀粒容積 (cm³)



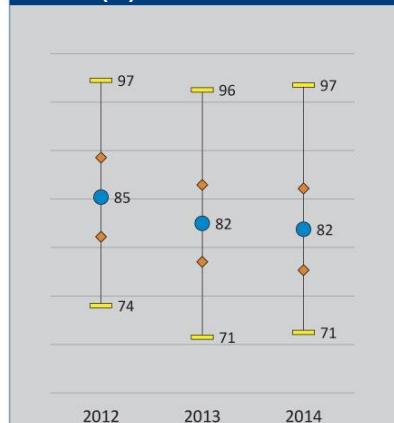
真の穀粒密度 (g/cm³)



完全粒 (%)



硬胚乳 (%)



1. ストレスクラック

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のことです。通常、ストレスクラックのあるトウモロコシの種皮には損傷が見られず、ストレスクラックが存在しても一見するだけではトウモロコシ粒の外観になんら問題はないように見ることがあります。

ストレスクラックの原因は穀粒の硬胚乳で起こる著しい水分変化および温度変化のプレッシャーの蓄積です。これは、ぬるい飲み物に氷を入れたときに氷内部に発生する亀裂に例えることができます。硬胚乳とは異なり、軟質粉状胚乳ではこうした内部ストレスがそれほど蓄積されることはありません。このため、硬胚乳の割合が大きいトウモロコシでは硬胚乳の割合が小さい柔らかなトウモロコシよりもストレスクラックが発生しやすくなります。亀裂が1本だけの場合も、2本または複数の亀裂がある場合もあります。最も一般的なストレスクラックの原因は高温乾燥です。様々な用途に影響を及ぼす強度のストレスクラックについてまとめると以下ようになります。

- 全般：取扱中に破損する可能性が高まり、加工業者にとっては洗浄中に処理装置から取り除く必要のある破損粒が増加する結果となり、グレードが低下することもある。
- ウェットミリング：デンプンとタンパク質とを分離させることが困難になるため、デンプン収率が低下する。ストレスクラックによって浸漬要件も変わってくることもある。
- ドライミリング：大型フレーキンググリッツ（ドライミリング工程で製造される主製品）の収量が低下する。
- アルカリ処理：不均一な水分吸収により、過剰または不十分な処理結果となり、処理バランスに影響を及ぼす。

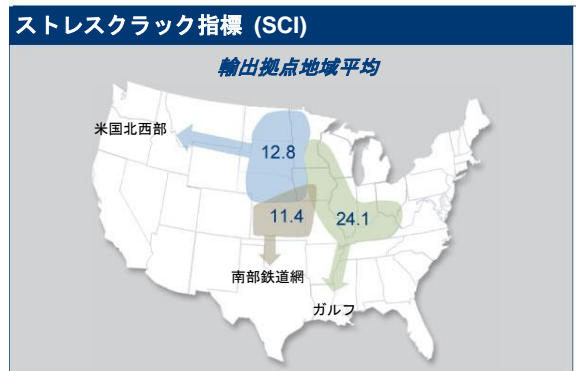
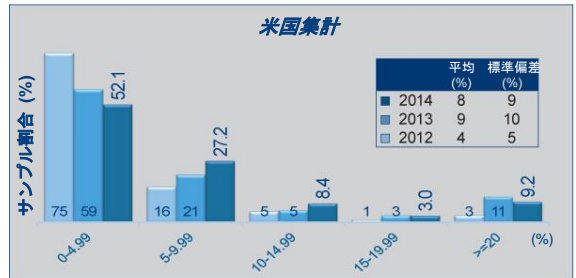
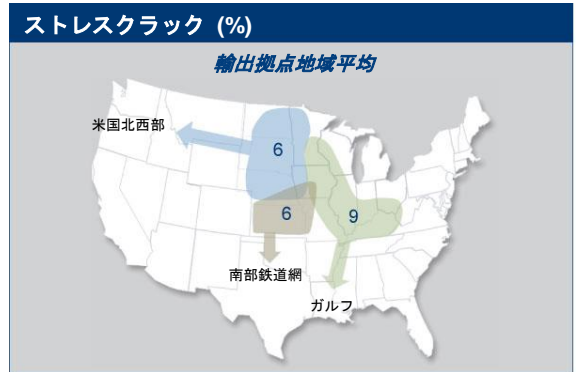
生育状況は作物の成熟度、収穫時期および人工乾燥の必要性に影響を及ぼしますが、こうした状況は地域によって異なるストレスクラックの程度にも影響を与えます。例えば、降雨による作付の遅れや低温といった天候に関係するファクターにより成熟期や収穫期が遅れた場合には、人工的に乾燥させる必要性が高まり、そのためにストレスクラックの発生も増える傾向にあります。

ストレスクラックの計測法には「ストレスクラック率」（1本以上の亀裂のあるトウモロコシ粒の割合）や、1本、2本および複数のストレスクラックの加重平均を示す「ストレスクラック指標」（SCI）などがあります。ストレスクラック率ではストレスクラックのあるトウモロコシ粒の数のみを計測しますが、SCIでは亀裂の深さを示します。例えば、トウモロコシ粒の半数にストレスクラックが1本のみある場合、ストレスクラック率は50%で、SCIは50です。ところが、こうした亀裂のすべてが複数本のストレスクラックである場合には取扱中に破損が発生する可能性が高くなり、ストレスクラック率では依然として50%であるのに対し、SCIは250となります。ストレスクラック率でもSCIでも数値が低いほうが常に望ましいと考えられます。ストレスクラックの割合が非常に高い年度ではSCIのほうが重用されますが、これはSCIの数値が高ければ（恐らく300から500）、サンプルのトウモロコシ中、複数ストレスクラック粒の割合が非常に高いことが示唆されるからです。ストレスクラックが1本の場合よりも、複数のストレスクラックがある場合の方が品質変化への影響が大きくなります。

III. 品質検査結果 (続き)

結果

- 2014年の米国集計のストレスクラック率は平均8%で、これは2013年の9%を下回るものの、2012年の4%および3YAの5%を上回っている。
- 2014年の米国集計ストレスクラック率の標準偏差は9%で、2013年は10%、3YAは6%である。
- 2014年のストレスクラック率のばらつき範囲は0~100%で、2013年は0~86%、2012年は0~63%である。
- 2014年のストレスクラック率の分布では、10%未満のものがサンプルの79.3%を占めている(2013年は80.0%、2012年は91%)。ストレスクラック率が20%を上回るものは9.2%で、2013年の11%を下回るが、2012年の3%を大きく上回る。ストレスクラック率の分布は2014年トウモロコシの破損し易さの程度が2013年のトウモロコシと同等かあるいはわずかに下回っていることを示唆している。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA のストレスクラック率はそれぞれ9%、6%、6%である。
- 米国集計の SCI 平均値は20.2で、2013年の22.8を下回るが、2012年の9.3を大幅に上回っている。
- 2014年の米国集計の SCI 標準偏差は27.7で、2013年は35.1、3YAは18.4である。
- SCI のばらつき範囲は0~410で、2013年(0~324)および2012年(0~217)を上回っている。
- 2014年のサンプル中、SCIが40未満のものは88.4%で、2013年の86.0%を上回っている。SCIが80を超えるものは2014年のサンプルの7.2%を占め、この割合は2013年の9.0%とあまり変わらないが、2012年の2.0%を上回っている。ただし、2014年のSCIの分布は複数のストレスクラックを有するトウモロコシ粒の数が2013年と同程度かあるいはわずかに下回っていることを示唆している。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA の SCI 平均値はそれぞれ24.1、12.8、11.4である。ECA別で見ると3YAでは南部鉄道網 ECA の SCI が最も低い。
- 2014年、2013年、2012年および3YAを通じて、3ECAの中では南部鉄道網 ECA のストレスクラック率および SCI が最も低いが、例外として2014年のストレスクラック率は米国北西部と同じである。南部鉄道網 ECA でストレスクラック率および SCI が低いのは、南部鉄道網 ECA の州で一般的にみられる圃場乾燥がよく行なわれることと関係があると考えられる。

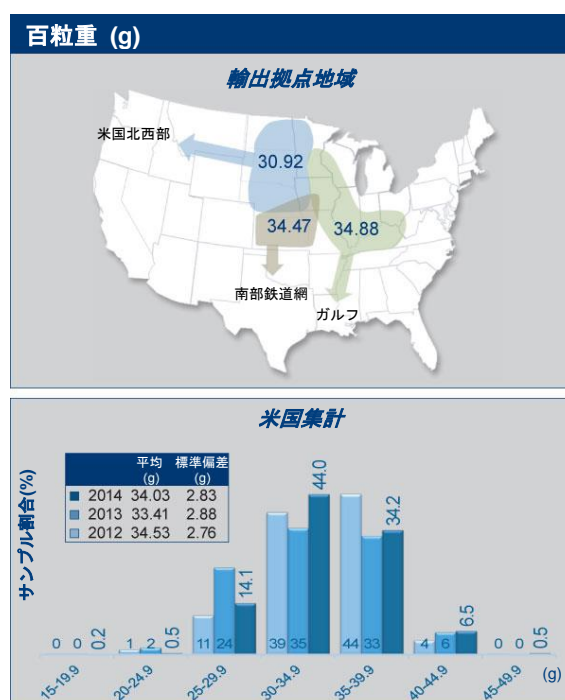


2. 百粒重

百粒重（百粒重量）をみると、百粒重の値が増加するに従ってトウモロコシ粒のサイズが大きくなることがわかります。トウモロコシ粒の大きさは乾燥率に影響します。サイズが増加すると表面積に対する容積の割合が増加し、この割合が大きくなると乾燥スピードが遅くなります。さらに、多くの場合大きく均一なサイズのトウモロコシ粒はドライミリングでのフレーキンググリッツ収量の向上に貢献します。硬胚乳の量が多い特殊な品種ではトウモロコシ粒の重量は大きくなる傾向があります。

結果

- 2014年の米国集計サンプルの百粒重平均値は34.03gで、2013年の33.41gを大幅に上回り、2012年の34.53gを大幅に下回り、3YAの33.69gを上回っている。
- 2014年の米国集計の百粒重標準偏差は2.83gで、2013年の2.88gおよび3YAの2.76gに近似している。
- 2014年の百粒重のばらつき範囲（19.70から46.30g）は2013年（18.07から45.09g）および2012年（17.49から45.39g）をわずかに下回っている。
- 2014年の百粒重の分布では、35g以上のものが41.2%で、これに対し2013年は39%および2012年は48%である。
- 米国北西部ECAの百粒重は30.92gで最も軽く、これに対しガルフECAは34.88g、南部鉄道網ECAは34.47gである。2013年および3YAでも、米国北西部ECAの百粒重が最も軽い。



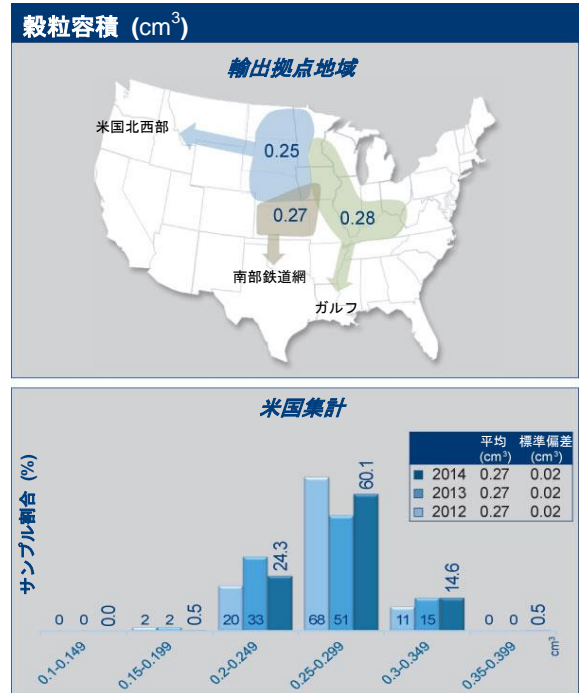
III. 品質検査結果 (続き)

3. 穀粒容積

cm³単位で表示されるトウモロコシ粒の体積は生育状況の指標となることがよくあります。乾燥した生育状況下にあったトウモロコシ粒の体積は平均を下回ることがあります。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こともあります。小さい粒や丸い粒では胚芽を取り除くことが困難になります。さらに、粒が小さいと加工時の洗浄損が増加し、繊維収率が高まる傾向にあります。

結果

- 2014年の米国集計の穀粒容積の平均値は0.27 cm³で、2013年、2012年および3YAの0.27 cm³と同じである。
- 米国集計の穀粒容積標準偏差は2014年、2013年、2012年および3YAいずれも同じ0.02 cm³である。
- 2014年の穀粒容積のばらつき幅は0.16~0.36 cm³で、2013年は0.15~0.36 cm³、2012年は0.14~0.35 cm³である。
- 2014年の穀粒容積の分布では、穀粒容積が0.3 cm³以上のものが15.1%を占め、これに対し2013年は15%、2012年は11%である。
- ガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA の穀粒容積はそれぞれ0.28 cm³、0.25 cm³、0.27 cm³である。
- 2014年、2013年および3YAでは、米国北西部 ECA の穀粒容積が他の2ECAを下回っている。

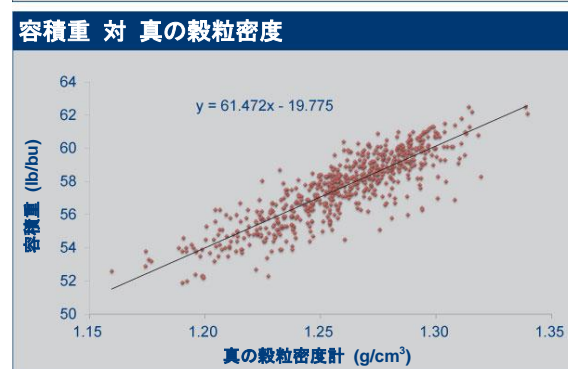
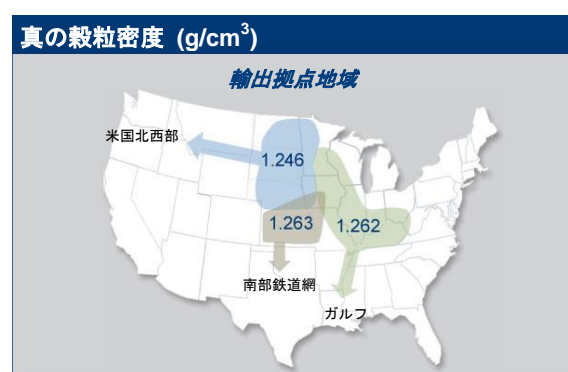


4. 真の穀粒密度

トウモロコシ真の穀粒密度は百粒のサンプルの重量を同じ百粒の体積または容積で除して求めます。真の穀粒密度はトウモロコシ粒の硬度を示す相対的な指標で、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。硬度を示す相対的指標としての真の穀粒密度はハイブリッド品種のトウモロコシの遺伝的要素および生育期の環境の影響を受けます。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扱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が発生するリスクが高くなります。真の穀粒密度が 1.30 g/cm^3 を超えると、ドライミリングやアルカリ処理にふさわしい、非常に硬質なトウモロコシであることが示唆されます。真の穀粒密度が 1.275 g/cm^3 近辺あるいはそれ以下の場合にはトウモロコシは柔らかくなりますが、ウェットミリングや飼料原材料には適するようになります。

結果

- 2014年の米国集計の真の穀粒密度は平均 1.259 g/cm^3 で、2013年の 1.258 g/cm^3 とほぼ同じ、2012年の 1.276 g/cm^3 を大幅に下回り、3YAの 1.267 g/cm^3 を下回っている。
- 2014年の米国集計の真の穀粒密度の標準偏差は 0.020 g/cm^3 で、2013年は 0.021 g/cm^3 、2012年は 0.017 g/cm^3 および3YAは 0.019 g/cm^3 である。
- 2014年の真の穀粒密度のばらつき幅は 1.160 から 1.340 g/cm^3 で、2013年は $1.157 \sim 1.326 \text{ g/cm}^3$ および2012年は $1.199 \sim 1.332 \text{ g/cm}^3$ である。
- 2014年の真の穀粒密度の分布では 1.275 g/cm^3 以上のものはわずか 30.2% で、これに対し、2013年のサンプルでは 34.0% 、2012年は 52.0% である。 1.275 g/cm^3 を超える値は硬いトウモロコシ、これを下回るものは柔らかいトウモロコシを示唆するとみなされる場合が多いため、この分布は2012年よりも真の穀粒密度の低いトウモロコシの割合が高いが、柔らかさという点では2013年と同程度であることを示している。
- 2014年のガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA の真の穀粒密度の平均値はそれぞれ 1.262 g/cm^3 、 1.246 g/cm^3 、 1.263 g/cm^3 である。2014年、2013年および3YAでは、米国北西部 ECA が容積重だけでなく真の穀粒密度も最も低い値を示している。
- 同様に、2014年の容積重(57.6 lb/bu)は2013年(57.9 lb/bu)および2012年(58.8 lb/bu)を大幅に下回っている。右図は2014年のサンプルの真の穀粒密度と容積重との間に正の相関関係があることを示している。



III. 品質検査結果 (続き)

5. 完全粒

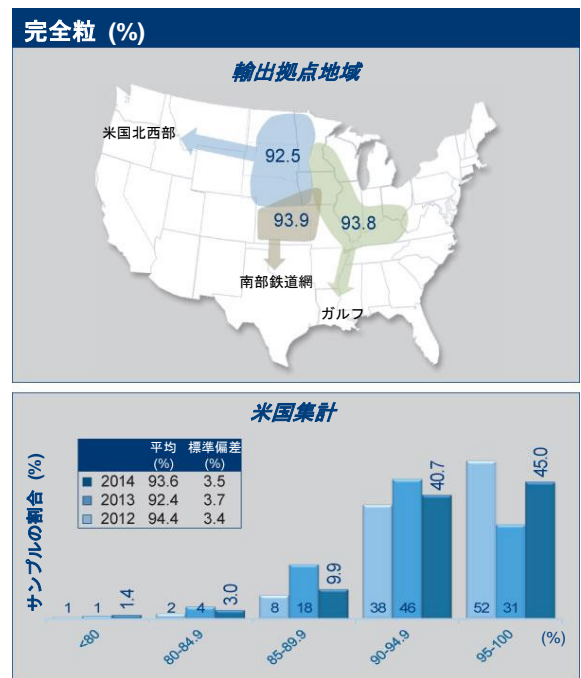
名称は完全粒と BCFM との間に半比例関係のあることを示唆していますが、完全粒試験は BCFM 試験の破損トウモロコシの割合とは異なる情報を提供するものです。破損トウモロコシ粒 (BC) は物質のサイズだけで決まります。完全粒というのはその名が暗示するように、トウモロコシ・サンプルに含まれる完全に無傷で、種皮に損傷がなく、欠損のない粒の量を割合で示したものです。

主として二つの理由からトウモロコシ粒の外観の完全性は非常に重要です。第一はアルカリ処理および浸漬過程での吸水状態に影響を及ぼすという理由です。トウモロコシ粒に割れ目または種皮に亀裂があると、水分は無傷で完全なトウモロコシよりも早く染み込んでいきます。処理中に水分が過剰に内部に取り込まれると、ソリュブルの損失、不均一な処理、高額な費用のかかる運転停止という事態を招いたり、仕様から逸脱した製品ができあがったりする結果となることがあります。指定したレベルを上回る完全粒のトウモロコシを得るために、契約によりプレミアム金額を支払う企業さえあります。

第二に、粒が無傷で完全であると保管中にカビが発生したり、取扱い中に破損が発生したりする可能性が少なくなります。軟質トウモロコシよりも硬胚乳の方が完全粒の維持に適していますが、完全粒を提供するために最も重要な要素は収穫および取扱いです。これはコンバインの適切な調整に始まり、その後は圃場からエンドユーザーに至るまでの間に必要とされるコンベヤや複数回にわたる取扱い作業によりトウモロコシにもたらされる衝撃の程度に関係します。その後の取扱いのひとつひとつがさらなる損傷につながります。通常、水分含有率の高い状態 (例えば 25%超) で収穫すると、水分含有率の低い状態 (例えば 18%未満) で収穫する場合よりも損傷率は高くなります。

結果

- 米国集計トウモロコシの完全粒平均値は 93.6%で、2013 年の 92.4%を大幅に上回り、2012 年の 94.4%を大幅に下回り、3YA の 93.5%と同程度である。
- 米国集計の完全粒の標準偏差は 3.5%で、2013 年および 3YA の 3.7%を下回り、2012 年の 3.4%と同程度である。
- 2014 年の完全粒のばらつき範囲は 63.6%~99.8%で、2013 年は 73.6~99.6%、2012 年は 68.0%~100%である。
- 2014 年のサンプル中、完全粒が 90%以上のものは 85.7%で、これに対し 2013 年は 77%、2012 年は 90%である。
- 2014 年のガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA の完全粒の平均値はそれぞれ 93.8%、92.5%、93.9%である。2014 年では米国北西部 ECA の完全粒の値 (92.5%) が最も低いが、各 ECA の 3YA は ECA 間で値の違いはほとんどないことを示している。



6. 硬胚乳

硬胚乳試験では70~100%になることが見込まれる硬胚乳の割合を測定します。軟胚乳と比較して硬胚乳の量が多いほどトウモロコシ粒は硬くなると言われています。加工の種類によって硬さの程度が重要になります。ドライミリングで加工される大型フレーキンググリッツの収量を増加させるためには硬いトウモロコシが必要とされます。ウェットミリングや家畜飼料には中程度から軟質のトウモロコシが適しており、アルカリ処理には中程度から中の高程度の硬さのトウモロコシが求められます。

硬度は破損のしやすさ、飼料利用性や飼料効率、およびデンプン消化率と相関関係があります。これは全体的な硬度を知るための試験であり、硬胚乳率に良いも悪いもありません。エンドユーザーそれぞれに望ましい特定の硬胚乳率の範囲が存在するだけです。ドライミリングおよびアルカリ処理を行う業者の多くは硬胚乳率が90%を超えるトウモロコシを好み、一方ウェットミリングおよび飼料業者は70% から85%の範囲のトウモロコシを好みます。しかしユーザーの好みには例外も存在します。

結果

- 2014年の米国集計硬胚乳率の平均は82%で、2013年は82%で同じ、2012年は85%で大幅にこれを下回っており、3YAも84%で下回っている。
- 米国集計の硬胚乳率標準偏差は4%で、2013年、2012年および3YAと同じである。
- 2014年の硬胚乳率のばらつき幅(71~97%)は2013年(71~96%)および2012年(74~97%)を上回っている。
- 2014年のサンプル中、硬胚乳率が80%以上のものは62.1%で、2013年の67%を下回り、2012年の86%を大幅に下回っている。
- 2014年のガルフ ECA、米国北西部 ECA および南部鉄道網 ECA の硬胚乳率の平均値はそれぞれ82%、81%、82%である。2014年、2013年および3YAでは、3ECAの中で米国北西部 ECA の硬胚乳率が最も低い。
- 真の穀粒密度のセクションで言及したように、2014年、2013年および3YAでは、米国北西部 ECA の真の穀粒密度が最も低い。横の図は2014年のサンプルの硬胚乳率と真の穀粒密度との間に弱いながらも正の相関関係(相関係数 0.74)のあることを示している



III. 品質検査結果 (続き)

まとめ：等級ファクターおよび水分

	2014年収穫					2013年収穫			2012年収穫			3年平均 (2011-2013)		
	サンプル 数 ¹	平均	標準 偏差	最小	最大	サンプル 数 ¹	平均	標準 偏差	サンプル 数 ¹	平均	標準 偏差	平均	標準 偏差	
米国集計						米国集計			米国集計			米国集計		
ストレスクラック (%)	629	8	9	0	100	610	9*	10	637	4*	5	5	6	
ストレスクラック指標 ²	629	20.2	27.7	0	410	610	22.8*	35.1	637	9.3*	14.1	12.2	18.4	
百粒重 (g)	629	34.03	2.83	19.70	46.30	610	33.41*	2.88	637	34.53*	2.76	33.69	2.76	
穀粒容積 (cm ³)	629	0.27	0.02	0.16	0.36	610	0.27	0.02	637	0.27	0.02	0.27	0.02	
真の穀粒密度 (g/cm ³)	629	1.259	0.020	1.160	1.340	610	1.258*	0.021	637	1.276*	0.017	1.267	0.019	
完全粒 (%)	629	93.6	3.5	63.6	99.8	610	92.4*	3.7	637	94.4*	3.4	93.5	3.7	
硬胚乳 (%)	629	82	4	71	97	610	82*	4	637	85*	4	84	4	
ガルフ						ガルフ			ガルフ			ガルフ		
ストレスクラック (%)	583	9	10	0	100	556	9*	11	566	4*	5	5	6	
ストレスクラック指標 ²	583	24.1	33.3	0	410	556	23.5*	39.5	566	9.9*	15.5	12.7	20.4	
百粒重 (g)	583	34.88	2.90	25.16	46.30	556	34.10	2.94	566	34.79	2.78	34.18	2.78	
穀粒容積 (cm ³)	583	0.28	0.02	0.20	0.36	556	0.27*	0.02	566	0.27*	0.02	0.27	0.02	
真の穀粒密度 (g/cm ³)	583	1.262	0.020	1.160	1.340	556	1.261*	0.020	566	1.276*	0.017	1.269	0.019	
完全粒 (%)	583	93.8	3.3	63.6	99.8	556	92.4*	3.8	566	94.4*	3.5	93.6	3.7	
硬胚乳 (%)	583	82	4	71	97	556	83*	4	566	85*	4	84	4	
米国北西部						米国北西部			米国北西部			米国北西部		
ストレスクラック (%)	262	6	6	0	56	259	10*	10	321	4*	4	6	6	
ストレスクラック指標 ²	262	12.8	17.1	0	204	259	27.4*	31.1	321	8.5*	11.5	13.7	16.4	
百粒重 (g)	262	30.92	2.57	19.70	44.13	259	30.33*	2.70	321	34.07*	2.51	31.89	2.60	
穀粒容積 (cm ³)	262	0.25	0.02	0.16	0.34	259	0.24*	0.02	321	0.27*	0.02	0.25	0.02	
真の穀粒密度 (g/cm ³)	262	1.246	0.021	1.160	1.339	259	1.241*	0.022	321	1.277*	0.016	1.257	0.019	
完全粒 (%)	262	92.5	4.4	64.8	99.8	259	92.5*	3.3	321	94.1*	3.3	93.4	3.5	
硬胚乳 (%)	262	81	4	71	97	259	80*	3	321	86*	4	83	4	
南部鉄道網						南部鉄道網			南部鉄道網			南部鉄道網		
ストレスクラック (%)	371	6	6	0	62	312	5*	6	366	3*	4	4	4	
ストレスクラック指標 ²	371	11.4	15.3	0	230	312	11.7*	16.5	366	7.2*	10.6	7.2	10.0	
百粒重 (g)	371	34.47	2.83	25.54	46.30	312	34.23*	2.87	366	33.89*	3.07	33.83	2.91	
穀粒容積 (cm ³)	371	0.27	0.02	0.21	0.36	312	0.27*	0.02	366	0.27*	0.02	0.27	0.02	
真の穀粒密度 (g/cm ³)	371	1.263	0.019	1.174	1.340	312	1.267*	0.020	366	1.275*	0.016	1.272	0.018	
完全粒 (%)	371	93.9	3.2	68.6	99.8	312	92.5*	3.5	366	94.7*	2.9	93.5	3.4	
硬胚乳 (%)	371	82	4	72	97	312	83*	4	366	85*	4	84	4	

* 有意水準 95%での両側 t 検定に基づき、2013 年の平均値が2014 年と有意に異なり、2012 年の平均値が2014 年と有意に異なることを示している。

¹ ECA の結果は複合統計によるものであるため、ECA 3 地域のサンプルを合計すると米国集計を上回る。

² 収穫密度平均を予測する相対 ME は±10%を超えた。

E. 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。トウモロコシ粒のマイコトキシンは複数の種類が発見されていますが、その中で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）が最も注視すべきマイコトキシンと考えられています。

2012年および2013年と同様、本年の報告のために2014年収穫サンプルのアフラトキシン試験とDON試験を実施しました。マイコトキシンの生産は生育状況によって大きく左右されるので、この*収穫時品質レポート*の目的を考え、収穫時のトウモロコシからアフラトキシンとDONが検出された場合の事例に限って報告します。個々のマイコトキシンのレベルについては報告しません。

*収穫時品質レポート*のマイコトキシンに関する検討は、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やその程度を予測することを意図するものではありません。米国の穀物流通経路には複数の段階があり、また業界を指導するための法律や規制が存在するため、輸出用トウモロコシのマイコトキシンレベルは圃場から輸送された時点で最初に検出される可能性のあるマイコトキシンのレベルを下回ります。また、このレポートは調査対象とした全12州および3つの輸出拠点地域（ECA）のマイコトキシンの事例の全てを網羅・評価していると暗に示すものではありません。この*収穫時品質レポート*に記載されている結果は、マイコトキシンが発生する可能性を示すひとつの目安としてのみ使用されるべきものです。当協会が*収穫時品質レポート*のデータを何年分も集積していくことで、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見えてくることになります。アメリカ穀物協会の2014/15年輸出貨物報告書は輸出時におけるトウモロコシの品質を報告するもので、2014/5年の米国輸出トウモロコシに発生するマイコトキシンについてより詳しい情報を提供します。

1. アフラトキシンおよびDONの評価

2014年の生育状況が米国産トウモロコシに発生する総アフラトキシンおよびDONに及ぼす影響を評価するため、全サンプル採取地域の600サンプルのうち少なくともその25%について系統的な加重試験を実施しました。サンプリング基準は「調査および統計分析の方法」のセクションに記載していますが、マイコトキシン試験の対象サンプル数は182という結果になりました。

検出限界（LOD）と呼ばれる基準値を用いてサンプルのトウモロコシからマイコトキシンが検出できるか否かを見極めました。2014/15年のレポートに用いられた分析キットのLODはアフラトキシンで2.5 ppb（10億分の1）、DONで0.3 ppm（100万分の1）です。この試験に用いられた試験方法の詳細については、「試験分析方法」のセクションを参照して下さい。

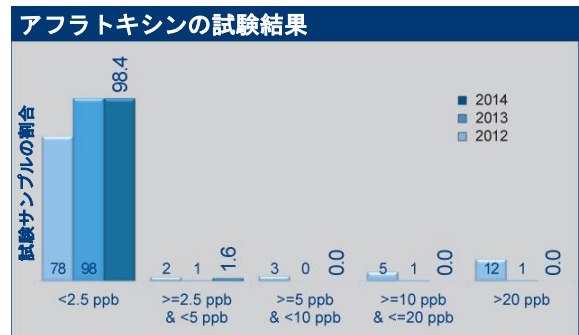
III. 品質検査結果 (続き)

2. アフラトキシンの試験結果

2014 年のアフラトキシンについては、合計 182 サンプルを対象として分析を実施しました。これは、2013 年のアフラトキシン試験のサンプル数 (179) とほぼ同じです。2014 年の調査結果は以下のとおりです。

- 182 サンプル中 98.4%、すなわち 179 サンプルで検出可能レベルのアフラトキシンは認められなかった (LOD 2.5 ppb 未満)。2013 年および 2012 年では検出可能レベルのアフラトキシンが認められなかったサンプルの割合はそれぞれ 98.3%と 78.0%である。
- 182 サンプル中 1.6%、すなわち 3 サンプルのアフラトキシン・レベルが LOD の 2.5 ppb かまたはそれを上回っていたが、5ppb は下回っていた。
- 182 サンプル中 0.0%、すなわちいずれのサンプルもアフラトキシン・レベルは 5 ppb 以上 10 ppb 未満に該当しなかった。
- 182 サンプル中 0.0%、すなわちいずれのサンプルも 10 ppb 以上かつ FDA の規制レベルの 20 ppb 以下に該当しなかった。
- こうした 2014 年結果は、182 サンプル中 100%、すなわちすべてのサンプルが FDA の規制レベルである 20 ppb 以下であることを示しており、これに対し 2013 年および 2012 年の同割合はそれぞれ 99.4%と 88.1%である。

2014 年のアフラトキシン調査結果を 2013 年および 2012 年の調査結果と比較すると、2013 年同様 2014 年もすべての ASD でアフラトキシン検出割合が同レベルであることが分かります。2014 年と 2013 年いずれでも LOD を下回るサンプルの割合は 2012 年の割合を上回っています。FDA 規制レベルを上回ったサンプルは 2013 年では 1 件 (<1%)、2012 年では 21 件(11.9%)であるのに対し 2014 年ではゼロとなったのは、2014 年の方が天候に恵まれていた (ストレスが少ない) こともひとつの要因と考えられます (2014 年の生育状況の情報については、「作物状況および気象状況」のセクションを参照してください)。2014 年の受粉期および登熟期の気候は低温多雨であったため、トウモロコシはストレスに晒されませんでした。こうした状況下ではアフラトキシンは発生し難くなりました。

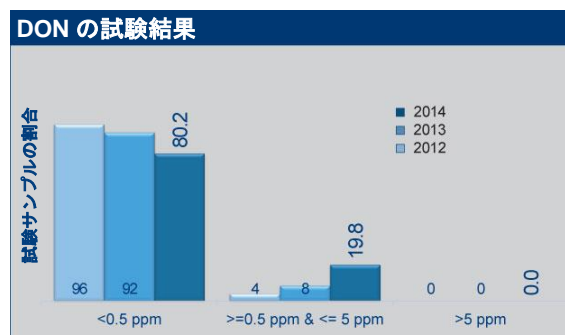


3. DON (デオキシニバレノールまたはボミトキシン)の試験結果

2014年のDONについては、合計182サンプルを対象として分析を行いました。これは、2013年のDON試験サンプル数(179)とほぼ同じです。2014年の調査結果は以下のとおりです。

- 182サンプル中80.2%、すなわち146サンプルが0.5 ppm未満となった。
- 182サンプル中19.8%、すなわち36サンプルが0.5 ppm以上かつFDA勧告レベルである5 ppm以下であった。
- すべてのサンプル、すなわち182サンプルがFDA勧告レベルである5 ppm以下であった。
- 2014年の0.5 ppm未満のサンプルの割合(80.2%)は2013年(91.6%)および2012年(96.0%)のいずれの割合も下回っている。
- 2014年の試験サンプルの100%が5 ppm以下で、2013年および2012年と同じである。

2014年のDON調査結果を2013年および2012年の調査結果と比較すると、2014年のサンプルのうちLODを下回る結果となったものの割合は2013年および2012年の割合を下回っています。これら3年のいずれの調査結果もすべて5 ppm未満となっていますが、0.5 ppm未満のサンプルの割合は2014年が2013年および2012年を下回っています。これは2014年の開花期の状況が低温多雨であったことまたは収穫が遅れたことと関係があると思われます。



4. マイコトキシンの背景：全般

菌が産生するマイコトキシンのレベルは菌の種類およびトウモロコシの生産および保存環境の影響を受けます。こうした要素の差から米国のトウモロコシ生産地域および年度ごとにマイコトキシン産生のばらつきが発生します。いずれの生産地域の生育状況下でもどのような種類のマイコトキシンのレベルも上昇しない年もあれば、特定地域の生育状況によって、特定のマイコトキシンが人間および家畜へのトウモロコシの使用に影響を及ぼすレベルにまで上昇する年もあります。人間および家畜は様々なレベルのマイコトキシンに敏感であるため、米国食品医薬品局(FDA)は使用目的別に、アフラトキシンには規制レベルを、DONには勧告レベルを設定しています。

規制レベルでは明確な汚染限度が設けられ、この限度値を超えるとFDAは規制措置を実施する準備を整えます。規制レベルとは、毒素や汚染物質の規制値を超えた存在について、FDAが規制措置や法的措置を取るようになった際に、その措置を裏付ける科学的なデータを持っていることを産業界に示すシグナルの役割を果たしています。輸入品または国産の飼料サプリメントを適切な方法で分析し、適用される規制レベルを上回っていることが明らかになった場合には、法的基準に適合していないと判断され、FDAによって押収されたり、州境を越えた取引が禁止されたりする場合があります。

勧告レベルはFDAが人間または動物の健康を守る上で安全性に十分な余裕があると判断する食品または飼料に含まれる物質のレベルについて、業界を指導するために設けられたものです。FDAは規制実施措置を行う権利を留保していますが、勧告レベルの基本的な目的は措置を実施することではありません。

更に詳しい情報については、全米穀物飼料協会(NGFA)の「毒素と汚染のためのFDA規制ガイドダンス」というタイトルの手引書を参照して下さい。以下のウェブサイトでご覧することができます。

<http://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFACoComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>

III. 品質検査結果 (続き)

5. マイコトキシンの背景：アフラトキシン

トウモロコシに関わる最も重要なマイコトキシンの種類はアフラトキシンです。アスペルギルス属の様々な菌種によって産生されるアフラトキシンには複数の種類があり、中でも最も広く知られている菌種はアスペルギルス・フラバスです。菌およびアフラトキシンによる穀物汚染は収穫前および貯蔵前に圃場で広がる可能性があります。この収穫前の汚染はアフラトキシンに付随する問題の大半の原因になっていると考えられています。アスペルギルス・フラバスは高温で乾燥した環境条件下や、干ばつが長引いた場合に発生し易くなります。高温で乾燥した状態にある米国南部の州ではより一層深刻な問題となることがあります。通常、菌が攻撃するのはトウモロコシの穂の中でもわずかに数粒に過ぎず、たいてい害虫が作った傷から穀粒の内部へと侵入していきます。干ばつ条件下では絹糸から個々のトウモロコシ粒へと進行していくこともあります。

食品の中で自然に見つかるアフラトキシンはアフラトキシン B1、B2、G1 および G2 の 4 種類です。一般にはこれらの 4 種類を「アフラトキシン」または「総アフラトキシン」と呼んでいます。アフラトキシン B1 は食品で最も多く検出されるアフラトキシンで、最も毒性が高い種類です。研究から B1 は動物にとっての天然の発癌物質であり、人体における癌の発生にも深いつながりがあることがわかっています。さらに、乳牛はアフラトキシンを代謝してアフラトキシン M1 という異なる種類のアフラトキシンに変化させ、乳汁に蓄積することがあります。

アフラトキシンは人間および動物の体内で最初に肝臓を攻撃することで毒性を現します。アフラ

トキシンの汚染レベルが非常に高い穀物を短期間摂取するか、汚染レベルの低い穀物を長期間摂取すると中毒作用が起こり、動物の中では最も敏感な種である家禽およびカモでは死に至ることがあります。家畜では飼料効率または繁殖力が低下します。アフラトキシンが体内に入ると人間と動物いずれも免疫系が抑制される可能性があります。

FDA は食用の牛乳についてはアフラトキシン M1 の規制レベルを、食品や穀物および家畜飼料製品についてはアフラトキシンの規制レベルを設定しています（以下参照）。

FDA はこうした基準値を超えるアフラトキシンが検出されたトウモロコシのブレンドについては、追加的な方針および法規定を設けています。基本的に、現在 FDA はアフラトキシンに汚染されたトウモロコシに汚染されていないトウモロコシを混ぜることにより、食品または動物用飼料に許容されるアフラトキシン・レベルにまで引き下げることを認めていません。

米国から輸出されるトウモロコシについては、連邦法に従ったアフラトキシンの試験を実施しなければなりません。契約によりこの要件が免除されている場合を除き、試験は連邦穀物検査部（FGIS）で行う必要があります。FDA の規制レベルである 20 ppb を超えている場合には、その他の厳格な条件を満たさない限り輸出することはできません。結果として、輸出トウモロコシに含まれるアフラトキシンのレベルは比較的低いものになっています。

アフラトキシン規制レベル	基準
0.5 ppb (アフラトキシンM1)	食用牛乳
20 ppb	成熟期前の動物（成熟期前の家禽含む）および乳用牛、または最終目的が不明の動物に使用されるトウモロコシおよびその他の穀物
20 ppb	トウモロコシおよび綿実粕を除く動物飼料
100 ppb	肉牛および豚の成熟期の家禽の飼養に用いられるトウモロコシおよびその他の穀物
200 ppb	100ポンド以上の仕上期の豚に使用されるトウモロコシおよびその他の穀物
300 ppb	仕上期（すなわち飼養場）の肉牛に使用されるトウモロコシおよびその他の穀物、肉牛、豚、家禽に使用される綿実粕

出典: FDA and USDA GIPSA, <http://www.gipsa.usda.gov/Publications/fgis/broch/b-aflatox.pdf>

6. マイコトキシンの背景：DON(デオキシニバレノール)またはボミトキシン

DON はトウモロコシ輸入者が懸念するもうひとつのマイコトキシンです。DON はフザリウム属の特定の菌種から産生されます。こうした特定菌種の中で最も重要なものが、赤カビ病

(*Gibberella ear rot* または *red ear rot*) の原因にもなる赤カビ病菌 (*Gibberella zeae*) です。赤カビ病菌は開花時期の気候が低温または適温かつ多雨になると発生し易くなります。菌は絹糸を経由して穂に入って DON を産生するだけでなく、トウモロコシの穂の穀粒にはっきりとわかる赤い変色を発生させます。トウモロコシを圃場でそのままにしておくと菌が広がり続け、穂が腐ることもあります。赤カビ病菌によるトウモロコシのマイコトキシン汚染はしばしば過剰な収穫時期の延期や水分の多いトウモロコシの保管と関連付けられます。

多くの場合、DON が問題になるのは口・喉の炎症の原因となる可能性のある単胃動物です。結果としてこうした動物はいずれ DON に汚染されたトウモロコシの摂食を拒否するようになり、増体量が低下し、下痢、倦怠および腸出血が引

き起こされることがあります。免疫系が抑制される可能性もあり、そうなると様々な感染症にかかり易くなります。

FDA は DON については勧告レベルを設定しています。トウモロコシを含む製品の勧告レベルは以下のとおりです。

- 豚用の穀物および穀物併産物については 5 ppm、飼料の 20% を超えてはならない。
- 鶏および家畜の穀物および穀物併産物については 10 ppm、飼料の 50% を超えてはならない。
- その他すべての動物用の穀物および穀物併産物については 5 ppm、飼料の 40% を超えてはならない。

FGIS は輸出市場向けのトウモロコシについては DON 試験を求められませんが、バイヤー側からの要請があれば定性試験または定量試験のいずれかを実施します。

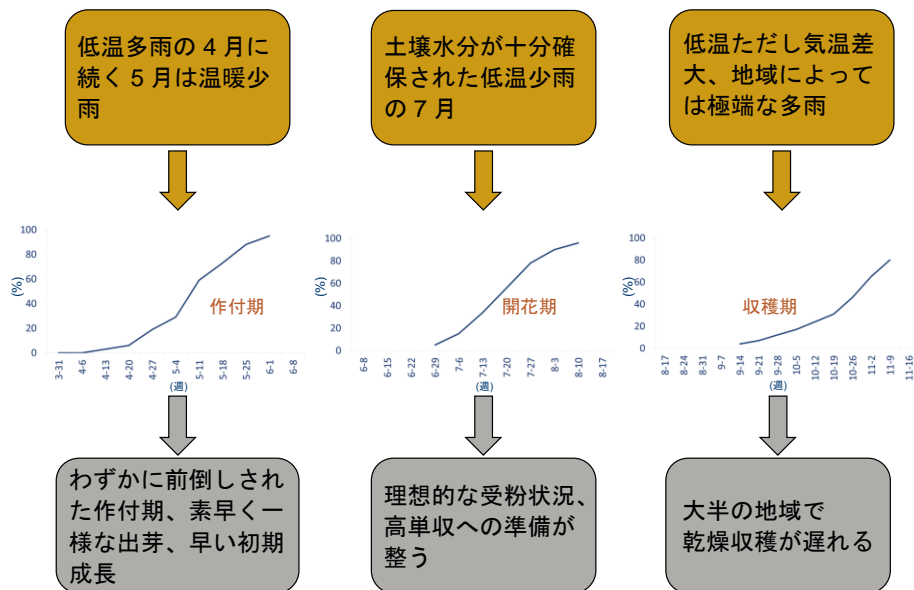
IV. 作物状況および気象状況

ハイライト

天候はトウモロコシの作付作業、生育条件および圃場での穀粒の成長に重要な役割を果たし、そして最終的な穀物の単収および品質に影響を及ぼします。2014年は全体として低温多雨の年で、作付も収穫も遅れました。しかしながら、成熟度という点ではばらつきがほとんどなく、生殖成長期の作柄状況の格付けはこの10年中最も高となり、過去最高の収穫が期待されることになりました。2014年生育期の主要な出来事を以下に記載します。

- 低温多雨により早期作付が妨げられたが、5月の暖かい土壌がばらつきのない出芽につながった。
- 理想的な受粉状況に続く夏季の涼しさと十分な雨量により、デンプンおよび油分がより多くの穀粒に蓄積され、タンパク質含有率は低下した。
- 受粉状況は単収増加に有利に働いたが、一部地域ではDiplodiaの発生につながった。
- 低温や水害により、特に北部地域で成熟期および収穫期が遅れた。
- トウモロコシ生産地域の20%に影響を与えた早霜が一部トウモロコシの成熟を妨げ、結果として収穫が遅れ、乾燥が多く必要となり、ストレスラックを招いた可能性がある。

以下のセクションでは2014年の生育期の気候が米国コーンベルトのトウモロコシの単収および穀粒品質にどのような影響を及ぼしたか検証します。



¹ 米国農務省(USDA)はトウモロコシの生産サイクル期間を通じて毎週米国産トウモロコシの格付けを行っている。この格付けは極端な気温、過剰または不十分な降雨、害虫被害または雑草の影響といった数多くの要因を用いて予測する単収やトウモロコシが受けるストレスに基づいているものである。

IV. 作物状況および気象状況 (続き)

A. 作付および生育期初期- 春 (3月から5月)

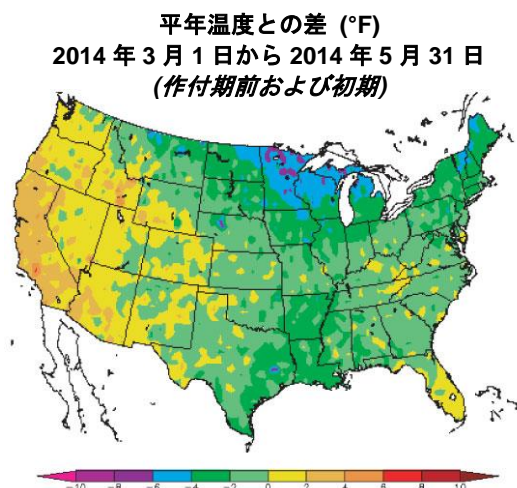
寒い春、北部では雨のため早期作付が減少

トウモロコシ単収および品質に影響を及ぼす気候要素には、トウモロコシ生育期直前および生育期中の降雨量および気温が含まれます。こうした気候要素はトウモロコシの品種および土壌の肥沃性と相互作用します。穀物の単収は1エーカー当たりの植物の固体数、個体当たりの穀粒数および各穀粒の重量によって変化します。作付時の低温または高温気候は植物個体数を減少させたり、植物の成長を妨げたりすることがあり、いずれの場合でも単収は減少します。作付期および生育期初期ではある程度の乾燥気候は有利に働きます。これは期間後期になって水を求めるための根系の発達が促進されることによります。

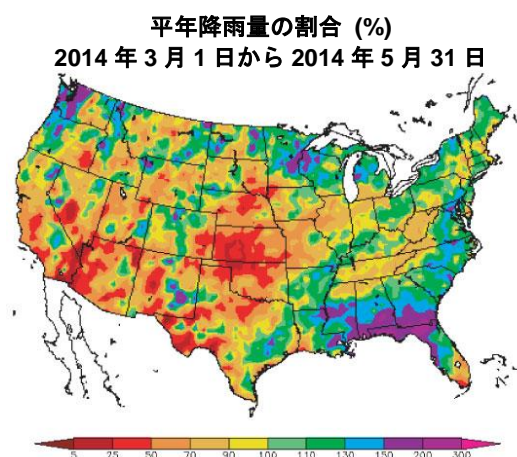
全体的に見て、2014年は主要トウモロコシ生産地域で春の気温が低く、4月の作付量が平均を下回る結果になりました。しかしながら、5月は暖かく雨が少なかったため、トウモロコシの30%が1週間のうちに作付され、結果として長期平均並みの作付ペースを取り戻しました。多雨に見舞われたわずかな例外的地域では土壌表面が殻のようになり、トウモロコシの芽は固い土を突き破りにくくなり、発芽率が低下しました。

具体的に述べると、ガルフ ECA および米国北西部 ECA の大半で春の気温は低く、北部州では多雨のためにより一層作付が遅れました。そのため、生産者の大半は土壌が乾燥して作付に適すようになった5月まで待つことを余儀なくされました。しかしながらこうした遅れにより、土壌温度が素早く上昇し、順調かつ一様な発芽や、急速な初期成長がもたらされました。

南部鉄道網 ECA の春の気温は平均並みの低さでしたが、引き続き降雨量が平均を下回りました。雨が少なかったため作付および出芽の進み具合は長年の平均に近づくことができました。



暫定データを用いて HPRCC で2014年6月2日に作成 出典: Regional Climate Centers



暫定データを用いて HPRCC で2014年6月11日に作成 出典: Regional Climate Centers

IV. 作物状況および気象状況 (続き)

B. 受粉および登熟の状況-夏 (6月から8月)

多雨の6月、低温の6月と7月が受粉およびデンプン蓄積に有利に働くも成熟を遅らせる

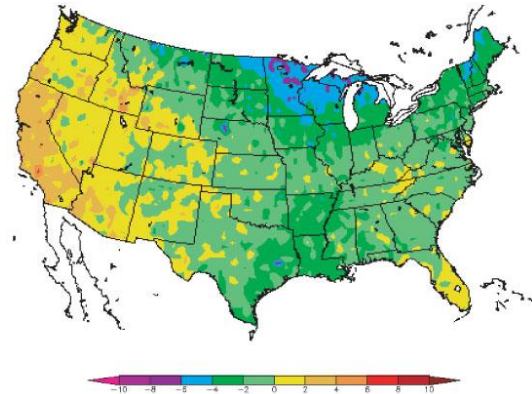
トウモロコシは通常7月に受粉しますが、この時の温度が平均を上回ったり、雨が不足したりすると一般に穀粒数が減少します。7月および8月の登熟期の気象条件は最終的なトウモロコシ粒の組成に決定的な影響を及ぼします。この時期、降雨量はほどほどで気温が平均を下回り、特に夜間気温が低いとデンプンの集成が促され、単収が増加することになります。登熟期の後半(8月から9月)に降雨量がほどほどで気温が上がると窒素吸収および光合成が継続します。登熟期に窒素は葉から穀粒へと再び移動し、結果として穀粒のタンパク質と密度が増加します。

2014年6月、トウモロコシ生産地域全体で雨が多く降って圃場が水浸しとなり、土壌から多少窒素肥料が流れ出て、トウモロコシ内部に蓄積されず、そのため、最終的なタンパク質含有率が低下しました。しかしながら、6月の雨は南部鉄道網 ECA の複数年にわたる干ばつ状況を最小限に留める上では役立ちました。

2014年7月、米国北西部 ECA およびガルフ ECA では主として低温で太陽に恵まれたため、良好な受粉状況となりました。さらに、圃場によっては土壌の水分が第2穂に有利に働きました。7月後半には大規模な嵐が戻ってきました。受粉期の後半から8月にかけて雨が多かったため、地域によっては *Diplodia* や *Gibberella* の穂腐れ病を招きました。これに加えて、低温多雨の気候が光合成を促がし、穂の丈を高くし、さらにデンプン含有率を、平均を上回るレベルにまで高めました。残念ながら、2014年のこの多雨で窒素肥料が幾分流れ出し、トウモロコシは最大限に肥料を利用することができず、そのためタンパク質含有率の最高値の達成が妨げられた可能性があります。

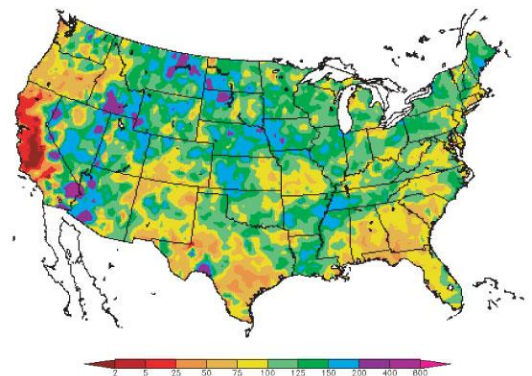
南部鉄道網 ECA では7月に異常な乾燥と低温に見舞われましたが、6月の降雨による残留水分がトウモロコシの成長に寄与しました。恐らくこの低温気候により、受粉後の高温乾燥気候を好むアスペルギルス属のカビ菌の生成が妨げられたと考えられます。登熟期の気温は平均を上回りましたが、乾燥気候が続く、デンプン含油率は平均を上回り、タンパク質含有率が減少する結果となりました。

平年温度との差 (°F)
2014年6月1日から2014年8月31日



暫定データを用いて HPRCC で2014年6月11日に作成 出典: Regional Climate Centers

平年降雨量の割合 (%)
2014年6月1日から2014年8月31日



暫定データを用いて HPRCC で2014年9月11日に作成 出典: Regional Climate Centers

IV. 作物状況および気象状況 (続き)

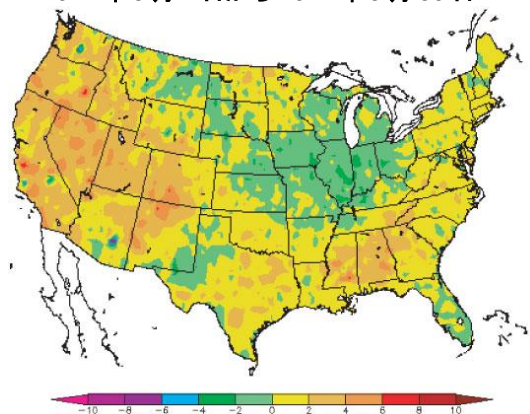
C. 収穫の状況 (9月から10月+)

低温多雨気候が成熟および収穫を遅らせ、最大30%が早霜に見舞われる

生育期の終盤になると、穀粒の乾燥状態は日光、気温、湿度、ハイブリッド種子、土壌乾燥の程度によって変わってきます。晴天で暖かく、湿度の低い日が続くと、トウモロコシは最も効果的に乾燥し、品質への悪影響が最小限になります。生育期の終盤での天候に関する懸念事項は氷点下の気温です。トウモロコシが十分に自然乾燥する前の早い時期に氷点下に見舞われると、単収の減少、容積重の低下おまたはストレスクラックを招くことがあります。収穫時期が早まると、水分の多いトウモロコシは十分乾燥したトウモロコシと比較するとより破損し易くなる可能性があります。

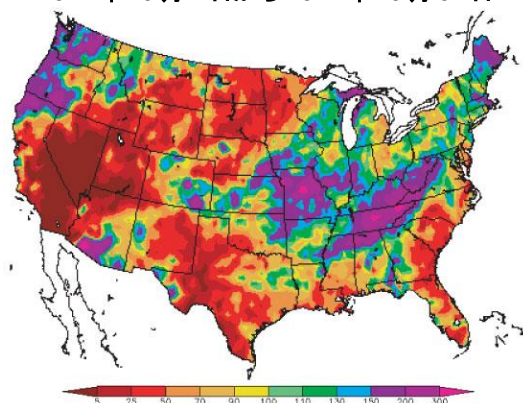
一般に、米国産トウモロコシの80%は10月末までに収穫されます。しかしながら、ひとつには2014年は夏の気温が低かったために成熟が遅れました。この他に、特にガルフ ECA と米国北西部 ECA では雨が多く、低温が長引いたことも収穫の遅れにつながりましたが、これは南部鉄道網 ECA の東半分の地域にも当てはまりました。ガルフ ECA の北部地域および米国北西部 ECA では9月中旬に早霜が散発しましたが、影響を受けたのはトウモロコシの3%未満でした。ところが10月に入ると、より広範囲のトウモロコシが早霜および雪に見舞われ、これにはトウモロコシ生産地域の20%が影響を受けました。この時点ではトウモロコシの約30%はまだ完全に成熟しておらず、霜の被害を受け易い状態にあり、結果として単収の減少、容積重の低下およびストレスクラックにつながった可能性があり、長時間人工乾燥を必要とすることになったと考えられます。代替方法として、こうしたトウモロコシはサイレージ用として収穫することも可能で、そうすることにより低品質トウモロコシが市場の流通経路に流入しないようにすることができます。

平年温度との差 (°F)
2014年9月1日から2014年9月30日



暫定データを用いてHPRCCで2014年10月11日に作成 出典: Regional Climate Centers

平年降雨量の割合 (%)
2014年10月1日から2014年10月31日



暫定データを用いてHPRCCで2014年11月2日に作成 出典: Regional Climate Centers

IV. 作物状況および気象状況 (続き)

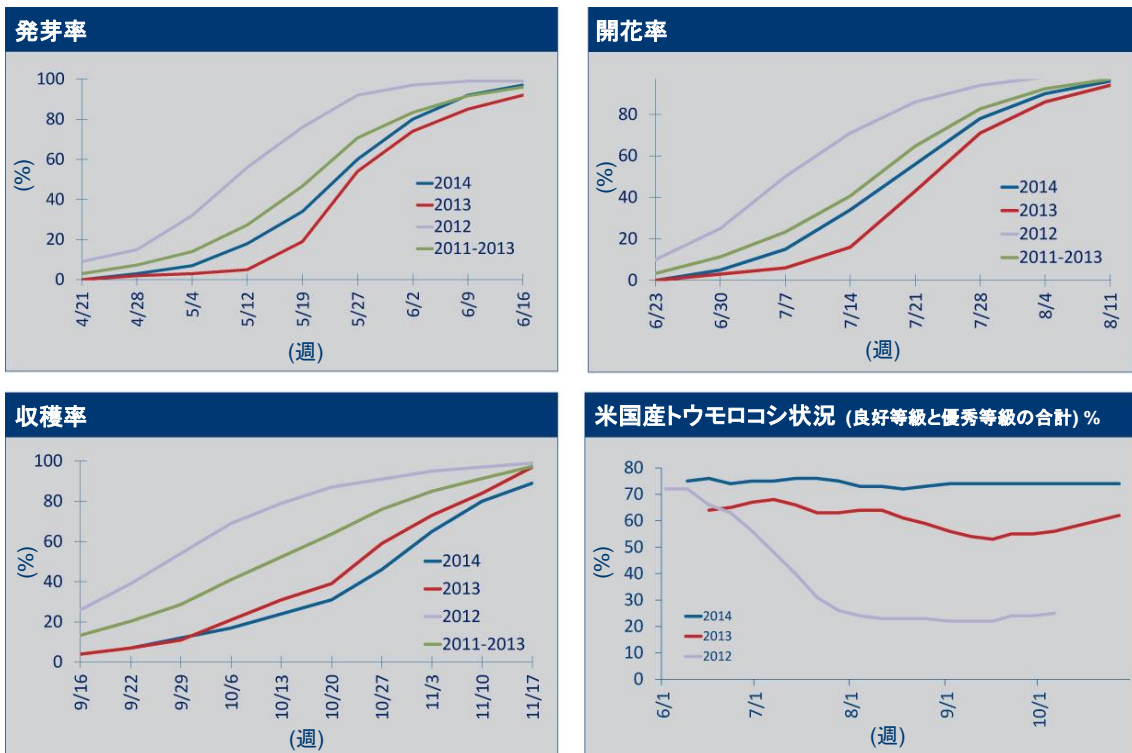
D. 2014年と2013年および2014年と2012年との比較ならびに3年平均値

2014年は2013年と同様に気温が低かったが、降雨量が増加したため記録的な単収を達成

早期作付を行った2012年の非常に乾燥した春とは対照的に、2014年は低温多雨の気候により平均作付日はずれ込みました。しかしながら、5月中旬までに大半の作付状況が3YAと同程度になり、2013年と比較すると1週間早くなりました。高温乾燥気候で開花期が早まった2012年および遅れた2013年とは対照的に、2014年のトウモロコシの栄養成長率および開花期は3YAと同程度となりました。2014年の開花期および受粉期は2013年よりも長期間続きました。加えて、トウモロコシ生産地域の大半で降雨量が次第に減少していき、それにつれて多くのトウモロコシが受粉し、記録的な単収が期待されるようになりました。

2013年と同様、2014年の夏の気温は3YAを下回り、干ばつに見舞われた2012年の気温と比較すると大幅に下回りました。一時的な干ばつのあった2013年とは対照的に、2014年の夏は雨が多く、土壌水分が2013年を上回り、収穫量、単収および油分含有率の上昇につながりましたが、タンパク質は減少しました。2014年も2013年も数週間の降雨と氷点下の気温のため収穫時期は3YAより遅れました。

2014年は期間の大半を通じて、良好かつ優良と評価されたトウモロコシの割合が過去10年で最大となり、植物体が健康で良好であることが示されており、光合成、デンプン蓄積および単収の増加につながりました。対照的に、2013年のトウモロコシは3YAを上回る等級であったものの、短期間集中的に高温および干ばつに晒されたため2014年を下回りました。2012年は苛酷な干ばつと熱波によりトウモロコシの状態が急速に悪化し、デンプン蓄積および単収が減少しましたが、容積重およびタンパク質含有率は増加しました。



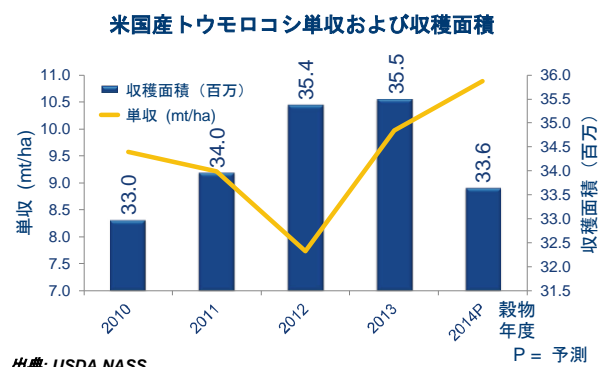
² 「良好」等級は収穫予測が標準的であることを意味している。水分レベルが適切で、病害、害虫被害および雑草圧力は低レベルである。「優秀」等級は収穫予想が標準を上回り、トウモロコシのストレスはわずかまたはまったくないことを意味している。病害、害虫被害および雑草圧力はごくわずかである。

V. 米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通し

A. 米国産トウモロコシの生産量¹

1. 米国の平均生産量および単収

- 2014年11月のUSDA World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE)の報告書によると、2014年トウモロコシの米国平均単収は 10.9 mt/ha (173.4 bu/ac)と予測されている。これは2013年を 0.9 mt/ha (14.6 bu/ac)上回り、歴代最高の平均単収となる。
- 2014年の収穫面積は33.6百万 ha (83.1百万 ac)と予測されている。これは過去80年で最大の収穫面積となった2013年を1.9百万 ha (4.6百万 ac)下回る。2014年の予測収穫面積である33.6百万 haは過去80年で6番目、過去10では5番目となる。
- 2014年の米国産トウモロコシ総生産量は366百万 mt (14,407百万 bu)と予測されている。これは2013年よりも約12.3百万 mt (482百万 bu)多く、米国歴代最高の記録となる。
- 2014年の収穫面積は2013年をわずかに下回るが、主要な米国産トウモロコシ生産地域の単収が大幅に増加しているため、2014年の生産量は最高記録を達成すると予測される。



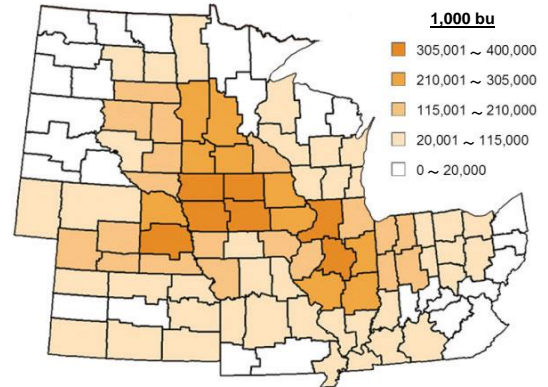
¹ mt - メートルトン、mmt - 百万メートルトン、ha - ヘクタール、bu - ブッシェル、mil bu - 百万ブッシェル、ac - エーカー

V. 米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通し (続き)

2. ASD 別および州別生産量

収穫時レポートは米国の主要トウモロコシ生産地域すべてを網羅しています。これは USDA 農業統計地域 (ASD) 別の 2014 年トウモロコシ予測生産量を示した地図で確認することができます。

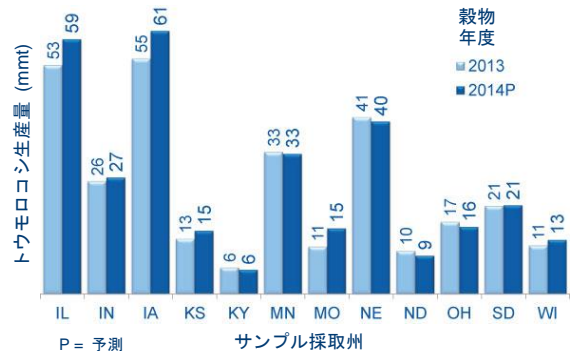
ASD 別米国産トウモロコシ生産量 (2014P)



出典: USDA NASS and Centrec Estimates

2014 年の記録的な生産量には主として、2013 年との比較で大幅な生産量増加となったイリノイ州、アイオワ州およびミズーリー州が貢献しています。残り 9 州については、インディアナ州、カンザス州、サウスダコタ州およびウィスコンシン州の生産量がわずかに増加し、ミネソタ州の生産量は同程度、ケンタッキー州、ネブラスカ州、ノースダコタ州およびオハイオ州はわずかに下回っています。

州別米国産トウモロコシ生産量



出典: USDA NASS

米国トウモロコシ生産量の表は各州の 2013 年トウモロコシ生産量と 2014 年予測生産量との差を量 (mmt) および割合 (パーセント) で示したものです。表には 2013 年と 2014 年予測との間の収穫面積と単収の相対比較変化も含まれています。緑のバーは 2014 年予測値を 2013 年の値と比較した場合の相対的な増加、赤のバーは相対的な減少を示しています。この表から、収穫面積が 24% 減少したノースダコタを除き、いずれの州でも大幅な変化がないかわずかに減少していることがわかります。単収は大幅な変化がないかわずかに増加しているものの、カンザス州およびミズーリー州では単収は大幅に増加し、ケンタッキー州ではわずかに減少しています。

米国産トウモロコシ生産量

州	2013 年	2014 年 予測	差		相対的变化 (%)*	
			MMT	%	エーカー	単収
イリノイ	53	59	6	11%	—	—
インディアナ	26	27	1	3%	—	—
アイオワ	55	61	6	12%	—	—
カンザス	13	15	-2	14%	—	—
ケンタッキー	6	6	(1)	-9%	—	—
ミネソタ	33	33	(0)	-1%	—	—
ミズーリー	11	15	4	38%	—	—
ネブラスカ	41	40	(1)	-2%	—	—
ノースダコタ	10	9	(1)	-11%	—	—
オハイオ	17	16	(1)	-7%	—	—
サウスダコタ	21	21	0	1%	—	—
ウィスコンシン	11	13	1	12%	—	—
合計	354	366	12	3%		

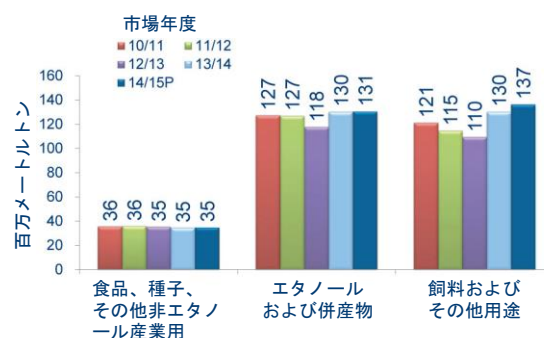
*緑は 2014 年が 2013 年を上回っていることを示し、赤は 2014 年が 2013 年を下回っていることを示す。バーの高さは相対量を示す。

V. 米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通し (続き)

B. 米国産トウモロコシの消費量および期末在庫

- 食品、種子およびその他非エタノール業界で用いられる米国産トウモロコシの消費量は 2010/2011 市場年度(MY10/11)以降ほぼ変化がない。
- MY12/13 のエタノール生産用としてのトウモロコシ消費量は MY10/11 を下回り、消費量全体に占めるエタノール用途の割合は過去 4 年の市場年度を通じて大きな変化は見られない。
- トウモロコシ供給量の増加および他の飼料原材料と比較するとトウモロコシ価格が低下したことにより、MY13/14 の国内の家畜および家禽用飼料の原材料として直接消費されるトウモロコシの量は回復した。
- MY13/14 期間中の米国産トウモロコシ輸出量は前市場年度の 2 倍以上に増加した。これは主に米国産トウモロコシの生産量が記録的に増加し、価格が低下したことによる。
- 2012 年の干ばつにより MY12/13 の期末在庫が大幅に減少し、多くの年度と比較して最低の値となったが、2013 年の生産量増加は MY13/14 の期末在庫の回復に役立った。

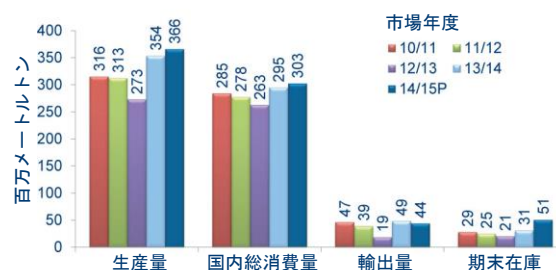
米国産トウモロコシの消費量



出典: USDA WASDE and ERS

P = 予測

米国産トウモロコシ生産量および総消費量



出典: USDA WASDE and ERS

P = 予測

V. 米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通し (続き)

C. 見通し

1. 米国の見通し

- 2014 年は記録的なトウモロコシ生産量となり、MY14/15 の供給量が増加する。トウモロコシが豊富であるため価格低下圧力が強まり、国内市場におけるトウモロコシ消費量の増加を後押しする。結果として MY14/15 のトウモロコシ国内消費量は MY13/14 の 2.4% 増となることが予測される。
- MY14/15 の食品、種子およびその他非エタノール産業用 (FSI) のトウモロコシ消費量は MY13/14 と比較して大きな変化はないと予測され、引き続き過去 4 年間の市場年度のパターンをなぞることとなる。
- MY14/15 のエタノール用トウモロコシ消費量は前年とほぼ同じで、エタノール原材料としての消費量の割合が増加すると予測される。米国エタノールは原油価格およびガソリン価格の低下による影響を受け、おそらく国内のエタノール需要が衰え、エタノール純輸出量は減少することになると考えられる。
- MY14/15 の家畜と家禽用国内消費量およびその他用途の国内消費量は MY13/14 を約 4.5% 上回り、MY07/08 以降最大レベルに達すると見込まれる。この需要を促進する要素には、以前から引き続き他飼料原材料との比較でトウモロコシ価格が低下していること、家畜の飼養期間が延びていることまたは家畜の頭数が増加していることによる飼料原材料の需要増が含まれる。
- MY14/15 期間中の米国産トウモロコシ輸出量は MY11/12 および MY12/13 を上回るものの前年を約 9.5% 下回ると予測される。トウモロコシ価格の低下および供給量の増加が米国輸出量の増加に貢献すると思われる。
- MY14/15 のトウモロコシ期末在庫は前市場年度の値を 38.4% 上回ると予測され、これは主に生産量の増加によるものである。これにより、2 年続けて在庫-消費量比率が増加することになる。

2. 世界の見通し

世界の供給

- MY14/15 期間中の世界のトウモロコシ生産量は過去最高になると思われる、これは主に米国のトウモロコシ生産量の増加によるものである。
- EU、ロシア、セルビアおよびフィリピンの MY14/15 の生産量増は中国、ブラジル、ウクライナ、インド、カナダおよびアルゼンチンの生産量減により相殺されることになる。
- 米国の輸出量がわずかに減少するだけでなく、MY14/15 の米国以外のトウモロコシ輸出量の合計は MY13/14 を 11% 下回ると予測される。
- セルビア、南アフリカおよび EU では輸出量が増加すると予測される。

世界の需要

- MY14/15 の世界のトウモロコシ消費量は MY13/14 を約 2% 上回ると予測される。
- MY14/15 のトウモロコシ消費量は中国、メキシコ、ブラジルおよびロシアで MY13/14 を上回るが、カナダで下回ると予測される。
- MY14/15 の世界のトウモロコシ輸入量は前年度を 11% 下回ると予測され、減少するのは EU(64% 減)、インドネシア、エジプトおよび中国である。

V. 米国産トウモロコシの生産量、消費量および見通し (続き)

市場年度別米国産トウモロコシ供給および消費の要約

メートル単位系	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15P
面積 (100万ヘクタール)					
作付	35.7	37.2	39.4	38.6	36.8
収穫	33.0	34.0	35.4	35.5	33.6
単収 (mt/ha)	9.6	9.2	7.7	10.0	10.9
供給量 (100万メートルトン)					
期首在庫	43.4	28.6	25.1	20.9	31.4
生産量	315.6	312.8	273.2	353.7	366.0
輸入量	0.7	0.7	4.1	0.9	0.6
供給量合計	359.7	342.2	302.4	375.5	398.0
消費量 (100万メートルトン)					
食品、種子およびその他非エタノール業界用	35.7	36.1	35.5	34.6	35.2
エタノールおよび併産物	127.5	127.0	117.9	130.4	130.8
飼料およびその他用途	121.3	114.8	109.6	130.4	136.5
輸出	46.5	39.1	18.5	48.7	44.5
消費量合計	331.1	317.1	281.5	344.1	347.0
期末在庫	28.6	25.1	20.9	31.4	51.0
平均農場価格 (\$/mt*)	203.93	244.87	271.25	175.58	122.04-145.66

米英単位系	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15P
面積 (100万エーカー)					
作付	88.2	91.9	97.3	95.4	90.9
収穫	81.4	83.9	87.4	87.7	83.1
単収 (mt/ha)	152.6	146.8	123.1	158.8	173.4
供給量 (100万ブッシェル)					
期首在庫	1,708	1,128	989	821	1,236
生産量	12,425	12,314	10,755	13,925	14,407
輸入量	28	29	160	36	25
供給量合計	14,161	13,471	11,904	14,782	15,668
消費量 (100万ブッシェル)					
食品、種子およびその他非エタノール業界用	1,407	1,421	1,397	1,363	1,385
エタノールおよび併産物	5,019	5,000	4,641	5,134	5,150
飼料およびその他用途	4,777	4,520	4,315	5,132	5,375
輸出	1,831	1,541	730	1,917	1,750
消費量合計	13,033	12,482	11,083	13,546	13,660
期末在庫	1,128	989	821	1,236	2,008
平均農場価格 (\$/bu*)	5.18	6.22	6.89	4.46	3.10-3.70

P: 予測

* 農場価格は農場出荷量に基づいた加重平均である。

14/15Pの平均農場価格はWASDE11月予測価格に基づく。

出典: USDA WASDE and ERS

VI. 調査および統計分析の方法

A. 概要

この 2014/15 年収穫時品質レポートの調査デザインとサンプリング、統計分析の要点は以下の通りです。

- 過去 3 年の収穫時レポートのために開発した方法に沿って、米国産トウモロコシ輸出量の 98.5% を占める 12 の主要トウモロコシ生産州を対象とし、農業統計地域 (ASD) にしたがってサンプルを層別比例配分した。
- 信頼度 95% で最大 $\pm 10\%$ の相対許容誤差 (相対 ME) を達成するため、12 州から収合計 600 のサンプルを採取した。
- 農家から搬入されたトラックのトウモロコシから採集されたブレンドされていない全 629 サンプルを、2014 年 9 月 20 日から 11 月 5 日の間に地域エレベーターから受領した。
- 他の品質ファクターの試験に用いた 12 州の ASD について、マイコトキシン試験のために層別比例配分サンプリング法を用いた。このサンプリングの結果、アフラトキシンと DON の試験には 182 サンプルが採用された。
- 層別比例配分サンプリングのための標準的な統計手法を用いて、米国集計と 3 つの輸出拠点地域 (ECA) の加重平均および標準偏差を計算した。
- サンプルの統計的妥当性を評価するため、米国集計と 3 つの ECA のレベルで各品質項目の相対 ME を計算した。品質ファクターの相対 ME は、3 つの項目すなわち総損傷、ストレスクラックおよびストレスクラック指数 (SCI) を除いて $\pm 10\%$ 未満となった。これらの 3 つの品質ファクターについて正確性が低いことは望ましくはないものの、これらの相対 ME レベルは推算を無効にするものではない。
- 2014 年と 2013 年および 2014 年と 2012 年間について品質ファクターの平均値の統計的差異を求め、信頼度 95% で両側 t 検定を実施した。

農業統計地域 (ASD)



B. 調査デザインとサンプリング

1. 調査デザイン

この 2014/15 年収穫時品質レポートでは、米国産トウモロコシ輸出量の約 98.5% を占める 12 の主要生産州の一般イエローコーン为目标母集団としています。流通経路の最初の段階で米国産トウモロコシの統計的サンプリングを正しく確実に実施するため、**層別比例無作為抽出法**を採用しました。この手法の重要な 3 つの特徴はサンプリング対象の母集団の**階層化**、階層別の**サンプリング比**、および**無作為試料**の抽出手順です。

階層化は調査対象母集団を地域、すなわち階層 (ストラータ) と呼ばれる重複のない部分母集団に分割します。今回の試験では、調査母集団はトウモロコシを海外市場に輸出する可能性の高い地域で生産されたトウモロコシです。米国農務省 (USDA) は各州を複数の農業統計地域 (ASD) に分割し、各 ASD 別のトウモロコシ生

産の予測を行っています。米国産トウモロコシ輸出量 (USDA) の 98.5% を占める 12 の主要トウモロコシ生産州の調査対象母集団を定義する目的で、この海外輸出予測を伴う USDA のトウモロコシ生産データを用いています (出典: USDA/GIPSA)。ASD は部分母集団、すなわち今回のトウモロコシ品質調査に用いられる階層です。当協会ではこうしたデータから、各 ASD の総生産量および海外輸出量に占める割合を計算して**サンプリング比** (各 ASD ごとのサンプル総数の割合) を求め、最終的には各 ASD から収集すべきトウモロコシ試料の数を決定しました。ASD ごとに予測される生産量の割合や海外輸出レベルがそれぞれ異なることから、2014/2015 年収穫時レポートのために採取するサンプルの数は ASD によって異なるものになりました。

VI. 調査および統計分析の方法 (続き)

収集サンプル数は、当協会が一定レベルの正確度で種々の品質ファクターの平均値を推算できるように決定しました。2014/15年収穫時レポートで選んだ正確度のレベルは信頼度95%で相対許容誤差(相対ME)が $\pm 10\%$ 未満です。トウモロコシの品質ファクターなどの生物データでは、相対ME $\pm 10\%$ 未満は適切な目標レベルであるといえます

目標とする相対MEを満たすサンプル数を決定するためには、各品質ファクターについて母分散(たとえばトウモロコシ収穫時の品質ファクターのばらつき)を用いるのが理想的です。品質ファクターのレベルや数値にばらつきが大きいほど、定めた信頼度での真平均を推算するために多くのサンプルが必要となります。これに加えて、多くの場合品質ファクターのばらつきはそれぞれに異なります。したがって、各品質ファクターについて同じレベルの正確度を得るためには、異なる数のサンプルが必要となります。

今年のトウモロコシを評価に用いられる17の品質ファクターの母分散は分からないため、2013/2014年収穫時レポートのばらつきの推計値を代用しました。2013年の610サンプルの結果を用いて、14の品質ファクターについて相対MEが $\pm 10\%$ となるよう、ばらつきと最終的に必要となるサンプル数を計算しました。破損粒、異物、熱損傷の推計は行いませんでした。ストレスラック指数(SCI)では相対MEは12%で、米国集計の中で唯一相対MEが $\pm 10\%$ を超えました。これらのデータから、総サンプル数が600あれば米国集計について望ましいレベルの正確度で品質特性の平均値を推算できるとが分かりました。ただし、SCIは例外としました。

等級、水分含有率、化学的特性および物理特性を試験したトウモロコシのサンプルに同じ層別比例サンプリング手法を適用してマイコトキシン試験を行いました。同じ手法を用いるだけでなく、信頼度95%レベルで相対MEが $\pm 10\%$ であること、すなわち同じ正確度であることが望ましいと考えました。少なくとも目標サンプル

総数(600件)の25%を試験することによって、そのレベルの正確度を得ることができると推測されました。言い換えれば、最低150サンプルを試験することによって、信頼度95%で何パーセントのサンプルがFDAのアフラトキシン規制レベル20ppbを下回っているかということを相対ME $\pm 10\%$ 以下で示すことができるのです。さらに、何パーセントのサンプルがFDAのDON勧告レベル5ppmを下回っているのかを、相対ME $\pm 10\%$ 、信頼度95%で推算することができます。層別比例サンプリング手法ではサンプルリング対象地域の各ASDからのサンプルを少なくとも1サンプル試験する必要もありました。目標サンプル総数(600)の25%を試験し、各ASDより最低でも1サンプル試験するというサンプルリング基準を満たすため、マイコトキシン試験の目標サンプル数は181としました。

2. サンプリング

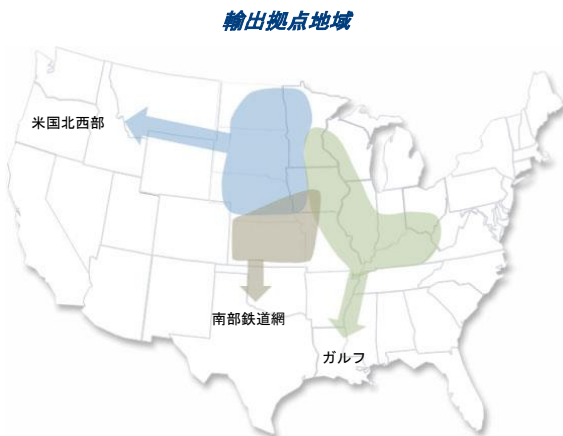
無作為抽出のプロセスは、郵便、ファックス、電子メールおよび電話を使用して12州の地域エレベーターに依頼することから始まりました。2,050から2,250グラムのサンプル用トウモロコシを提供することに同意してくれたエレベーター宛に返送料金前払いのサンプルキットを郵送しました。トウモロコシの収穫が少なくとも30%終了した後にその地域のエレベーターからサンプルを採取しました。この収穫30%という限界基準は、今年度のトウモロコシ、またはエレベーターのインセンティブプレミアムなどの理由で通常より早い時期に収穫した新しいトウモロコシのために、生産者が保管サイロを洗浄する際、古いトウモロコシが出てきた場合、それらを試料として受け取るようなことがないように定めたものです。個々のサンプルは、圃場からのトラックがエレベーターの通常の試験を受ける時に抽出したものです。試験用として各エレベーターから入手するこのサンプルの数は、サンプル提出を快く引き受けてくれた倉庫の数と当該ASDで必要とされるサンプルの総数にあわせて決定しました。1個所で最大で4サンプルを採取しました。圃場から搬入されたトラックで採取されたブレンドされていない総数629のトウモロコシのサンプルは、2014年9月20日から11月5日の間に地域のエレベーターから受け取り、試験に回しました。

VI. 調査および統計分析の方法 (続き)

C. 統計分析

等級ファクター、水分含有率、化学組成および物理的ファクターに関するサンプルの試験結果は米国集計としてまとめ、以下に示す輸出拠点地域 (ECA) と名付けた3大輸出経路にトウモロコシを供給する地域グループそれぞれについても数値をとりまとめました。

- 通常トウモロコシを米国ガルフの港から輸出する地区から構成されるガルフ ECA
- 太平洋岸北西地区の港およびカリフォルニアの港から輸出する地区から構成される米国北西部 (PNW) ECA
- 通常鉄道でメキシコに輸出する地区から構成される南部鉄道網 ECA



サンプル試験結果の分析にあたって、当協会は加重平均および標準偏差を含め、層別比例サンプリング用の標準的な統計手法に従いました。米国集計の加重平均および標準偏差に加え、ECAそれぞれの加重平均および標準偏差も推計しました。利用できる輸送手段の問題から、これら ECA へと輸出用トウモロコシを運ぶ地域が重複しました。そのため、各 ECA の複合統計値は各 ECA へと流れるトウモロコシの推定比率に基づいて算定しました。こうした推計作業は業界の情報、輸出データおよび米国内のトウモロコシの流れについての研究を検討し、その内容に基づいて実施しました。

この 2014/2015 年収穫時品質レポートでは新たに過去3年の収穫時レポート (2011/12 年、2012/13 年および2013/14 年)の品質ファクター平均値の単純平均および標準偏差を採用しました。この単純平均は米国集計と 3ECA 地域それぞれについて求めたもので、このレポートの本文および要約の表では「3YA」と表示しています。

相対 ME は米国集計と各 ECA の品質ファクターごとに計算しました。米国集計、ガルフ ECA および南部鉄道網 ECA の SCI、ならびに米国北西部 ECA の総損傷、ストレスクラックおよび SCI を除いたすべての品質項目で相対 ME は±10%未満でした。総損傷、ストレスクラックおよび SCI の相対 ME は以下のとおりです。

	相対ME		
	総損傷	ストレスクラック	SCI
米国集計			11%
ガルフECA			11%
米国北西部ECA	11%	12%	16%
南部鉄道網ECA			14%

これらの品質ファクターの正確性のレベルが低いことは望ましくはないものの、これらの相対 ME レベルは推算を無効にするものではありません。「等級ファクターおよび水分含有率」と「物理的性質」をまとめたそれぞれの表の脚注に相対 ME が±10%を超えている項目を示しています。

「品質試験結果」セクション中で言及している 2014 年と 2013 年および 2014 年と 2012 年間の試験結果の統計差または有意差については、信頼基準 95%で両側 t 検定においてその正当性が確認されています。t 検定は 2012/13 年収穫時レポートと 2014/15 年収穫時レポートおよび 2013/14 年収穫時レポートと 2014/15 年収穫時レポートの結果間で算出しました。

VII. 試験分析方法

トウモロコシのサンプル（1 サンプル約 2200 グラム）は地域の穀物エレベーターからイリノイ州シャンペーン、イリノイ州穀物改良協会の分別流通管理穀物研究所（IPG ラボ）に直接届けられました。到着次第、必要に応じて試験期間中にいずれも劣化しないよう最適な水分含有率になるまで乾燥させました。次に、サンプルは Boerner のディバイダーを用いて 2 つの 1100 グラムのサブサンプルに分割しました。片方のサブサンプルは等級付けのためにシャンペーン・ダンビル穀物検査所（CDGI）に送りました。CDGI は米国農務省穀物検査局（GIPSA）の指定を受けている、イリノイ州中部—東部担当の公的な穀物検査サービスセンターです。等級試験は GIPSA の連邦穀物検査部（FGIS）が発行している穀物検査ハンドブックに従った手順で実施されました。残りのサブサンプルは化学組成およびその他の物理的ファクターについて、業界の基準または長年かけて十分に確立された方法に従って IPG ラボで分析を受けました。IPG ラボは国際規格 ISO/IEC 17025:2005 の認証を受けています。

A. トウモロコシ等級ファクター

1. 容積重

容積重はある一定の容積を満たすために必要とされる量を計る単位です（ウィンチェスター・ブッシェル）。容積重は穀物等級基準のための FGIS 公式米国規格の一部です。

この試験では、予め容積が分かっている試験用のテストカップに、その上方の一定の高さに設置された漏斗からトウモロコシをテストカップの両側からこぼれだすまで注ぎ入れます。ストライクオフ・スティックと呼ばれる「すりきりへら」でテストカップのトウモロコシを平らにし、カップに残ったトウモロコシの重量を測定します。この重量を伝統的な米国の単位である 1 ブッシェル当たりのポンド重量（lb/bu）の値に変換して報告書に用います。

2. 破損粒&混入異物（BCFM）

破損粒&混入異物（BCFM）はトウモロコシのための FGIS 公式米国規格の一部です。

この試験では目開き 12/64 インチの丸孔篩を通過するすべての物質およびこの篩の表面に残るトウモロコシ以外のすべての物質の量を計ります。目開き 12/64 インチの丸孔篩を通過し、目開き 6/64 インチの篩の表面に残るすべての物質を破損トウモロコシと定義します。目開き 6/64 インチの丸孔篩を通過するすべての物質と目開き 12/64 インチの篩の表面に残るトウモロコシ以外の粗い物質全てを異物と定義します。BCFM は当初サンプルに占める割合を重量比（パーセント）で報告します。

3. 総損傷／熱損傷

総損傷は穀物等級基準のための FGIS 公式米国規格の一部です。

損傷粒の内容を調べるため、適切な訓練を受けた担当者が BCFM の存在しないトウモロコシ・サンプル 250 グラムを対象に目視検査を行います。損傷の種類にはブルーアイモールド、穂軸の腐食、乾燥機による損傷粒（熱損傷粒とは異なる）、胚芽損傷粒、熱損傷粒、害虫損傷粒、カビ損傷粒、カビ様物質、絹糸切断粒、表面カビ（葉枯れ病）、表面カビ、カビ（ピンク・エピコッカム）および芽損傷粒などがあります。総損傷率はサンプルの総損傷粒の重量比（パーセント）で報告します。

熱損傷は総損傷の中の低位要素で、熱損傷粒には熱による明らかな変色や損傷のあるトウモロコシ粒およびトウモロコシ粒のかけらが含まれます。熱損傷粒は適切な訓練を受けた担当者が BCFM のないトウモロコシのサンプル 250 グラムを対象として目視検査を行います。熱損傷が発見された場合には、総損傷とは別に報告します。

B. 水分

トウモロコシがエレベーターに到着した時点で、倉庫の電子水分計を用いて計測された水分が報告されます。電子水分計は水分に応じて変化する誘電定数と呼ばれる穀物の電気特性を検知します。水分が多いほど誘電定数が上昇します。

VII. 試験分析方法 (続き)

C. 化学組成

1. NIR近似分析 - トウモロコシ

NIR 近似分析では穀物の一般組成を分析します。トウモロコシの場合、NIR 近似分析には油分、タンパク質およびデンプン（または総デンプン）の含有量の分析が含まれます。この方法でトウモロコシを破壊することなく分析することができます。

タンパク質、油分およびデンプンについては400~450gの完全粒サンプルを対象として、Foss Infratec 1229 近赤外透過測定器（NIT）を用いて化学組成試験を行いました。NITは化学試験に適合するよう校正し、タンパク質、油分およびデンプンの予測標準誤差はそれぞれ約0.2%、0.3%および0.5%でした。結果は乾物比で報告します（無水物質の割合（パーセント））。

D. 物理的ファクター

1. 百粒重、穀粒容積および真の穀粒密度

百粒重試験では、1群百粒の2反復群を対象として、最低でも小数点4位まで計測可能な化学天秤を用いて平均重量を求めます。平均百粒重はグラムで報告します。

各百粒反復群の穀粒容積はヘリウム比重瓶を用いて計測し、穀粒当たり cm^3 で表します。トウモロコシ1粒の体積は通常 $0.18 \sim 0.30 \text{ cm}^3$ の範囲にあり、それぞれの値は小型および大型トウモロコシ粒の容積です。

各百粒サンプルの真の穀粒密度は、外観が完全なトウモロコシ百粒の質量（または重量）を同じ百粒の体積（容積）で除して求めます。2反復群のそれぞれの結果を平均化します。真の穀粒密度は1立方センチメートル当たりのグラム数 (g/cm^3) で報告します。トウモロコシ粒の真

の穀粒密度は、現物水分値がおおよそ12~15%の状態です。通常 $1.16 \sim 1.35 \text{ g/cm}^3$ です。

2. ストレスクラック分析

ストレスクラック率は亀裂が際だって見えるようバックライトの付いた観察板の上で見極めます。光は硬胚乳を通過するため、各トウモロコシ粒のストレスクラックの損傷程度を評価することができます。トウモロコシ粒は(1) 亀裂無し(2) 亀裂1本(3) 亀裂2本(4) 亀裂3本以上の4つのカテゴリーに分類します。比率で表されるストレスクラックは亀裂1本、亀裂2本または亀裂3本以上を持つすべてのトウモロコシ粒を百粒で除して求めます。ストレスクラック率が高いと取扱い時に破損しやすいため、どのような場合でも低い値ほど良いということになります。ストレスクラックの数については、亀裂が1本である方が2本またはそれ以上よりも良好と言えます。エンドユーザーによっては使用目的に応じて容認できる亀裂の程度を指定することもあります。

ストレスクラック指標（SCI）はストレスクラックの加重平均値です。この数値はストレスクラックの程度を示します。SCIは以下の数式を用いて求めることができます。

$$SCI = [SSC \times 1] + [DSC \times 3] + [MSC \times 5]$$

ここで、

SSC は亀裂が1本のみのトウモロコシ粒の割合

DSC は亀裂が2本のトウモロコシ粒の割合

MSC は亀裂が3本以上のトウモロコシ粒の割合

SCIの値は0から500の範囲内で、高い値はサンプルのトウモロコシ中のストレスクラックの数が非常に多いことを示しており、これはどのような用途でも望ましくない状態です。

3. 完全粒

完全粒試験では、50 g のクリーンな（すなわち BCFM 粒が含まれていない）トウモロコシを 1 粒ずつ調べます。亀裂、破損または割れのある粒だけでなく、種皮の損傷が顕著な粒も取り除き、残った完全粒の重量を計測します。結果は当初 50 g のサンプルに占める割合（パーセント）で報告します。同じ試験を実施し、「亀裂&破損」率として報告している企業もあります。完全粒の値が 97% は亀裂&破損率は 3% と同じです。

4. 硬胚乳

硬胚乳試験では照明付きの台の上に胚芽を上向きに配置し、外見上良好なトウモロコシ 20 粒を目視で等級付けします。各トウモロコシ粒の等級の基礎となるのは推定される全胚乳中の硬胚乳の割合です。軟胚乳は不透明で光を遮断しますが、硬胚乳は透明です。トウモロコシ粒の先端部の軟胚乳がどの程度胚芽の方に向かって広がっているかを見極め、標準ガイドラインに照らし合わせて格付けを行います。外見上良好な 20 粒の平均硬胚乳等級を報告します。70~100% の範囲で硬胚乳の等級を定めますが、大半は 70~95% の範囲に入ります。

E. マイコトキシン試験

トウモロコシのマイコトキシンの検出は複雑です。多くの場合、マイコトキシンを産生する菌は圃場単位または地域単位で均一に広がるわけではありません。そのため、仮にマイコトキシンが存在するとしても、トウモロコシのマイコトキシンの検出はトウモロコシのロット別のマイコトキシン濃度および分布に決定的に左右されることとなります。このトウモロコシのロットというのはトラック輸送の場合のロット、保管時のロットまたは鉄道貨物としてのロットなど様々です。

トウモロコシ輸出には正確な結果が不可欠であるため、FGIS のサンプリング手順はマイコトキシンの真の濃度の過剰評価・過小評価を最小限に抑えることを目的としています。一方、2013/14 年収穫時レポートのマイコトキシン評価の目的は、輸出用トウモロコシのマイコトキシンレベルを特定することではなく、現年トウモロコシのマイコトキシン発生頻度を報告することに尽きます。

2013/2014 年収穫時レポートのためにアフラトキシンおよび DON の発生頻度を明らかにするため、IPG ラボでは FGIS プロトコルと承認された試験キットを用いてマイコトキシン試験を実施しました。FGIS のプロトコルでは、アフラトキシン試験用には最低 908 グラム（2 ポンド）、DON 試験用には最低約 200 グラムのサンプルをトラックから採取して粉碎することが求められています。今回の試験ではアフラトキシン分析用として、2 キロのトウモロコシ穀粒調査サンプルから 1000 グラムのラボサンプルに小分けしました。この 1 キロのサンプルのうち 60~75% が 20 番のメッシュスクリーンを通過するように Romer Model 2A ミルで挽きました。このよく混合したサンプルから各マイコトキシンの試験用に 50 g を取り分けました。アフラトキシン分析用および DON 分析用としてそれぞれ EnviroLogix AQ 109 BG と AQ 204 BG の定量試験キットを使用しました。DON は水で抽出（5:1）し、アフラトキシンの抽出には 50% エタノール（2:1）を用いました。抽出物は Envirologix QuickTox™ 速側流量ストリップ法を用いて試験し、マイコトキシンの定量化には QuickScan™ システムを用いました。

EnviroLogix 定量化試験キットは、マイコトキシン濃度が「検出限度（LOD）」と呼ばれる特定のレベルを超えた場合にその濃度を知らせます。LOD は、分析上の空白（マイコトキシンが存在しない）を確認するための測定とは統計的に異なる分析方法により測定可能な最低濃度と定義されます。別の種類のマイコトキシンと商品の組み合わせを対象として開発された別の分析方法では異なる LOD 値が用いられます。EnviroLogix AQ 109 BG および AQ 254 BG の LOD はアフラトキシンでは 2.5 ppb で DON では 0.3 ppm です。

Envirologix AQ 109 BG の試験キットを用いたアフラトキシンの定量化および AQ 254 BG のキットを用いた DON の定量化については FGIS から性能書が発行されています。

VIII. 米国トウモロコシの等級および単位換算

米国産トウモロコシの等級および等級要件

等級	ブッシェル（ポンド） 当たりの最小容積重	最大限度		
		損傷粒		損傷トウモロコシ&異物 （パーセント）
		熱損傷 （パーセント）	総損傷 （パーセント）	
U.S. No. 1	56.0	0.1	3.0	2.0
U.S. No. 2	54.0	0.2	5.0	3.0
U.S. No. 3	52.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No. 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No. 5	46.0	3.0	15.0	7.0

米国サンプル等級とされるトウモロコシは(a)米国等級No.1、2、2、2または5の要件を満たしていない、(b)サンプル重量の0.1パーセントを上回る総重量の石、ガラス片を2片以上、タヌキマメ属(*Crotalaria* spp.)の種子を3粒以上、トウゴマ(*Ricinus communis* L.)の実を2粒以上、未知の異物または一般に認識されている有害物質/有毒物質を4粒子以上、オナモミ(*Xanthium* spp.)または同様の種子単独かそれらの組み合わせで8粒以上、あるいは1000グラム中0.20パーセントを超える動物汚物を含む、(c)かび臭、酸腐臭または商業的に受け入れられない異臭を放つ、または(d)発熱しているかその他低品質が明らかであるものです。

出典: Code of Federal Regulations, Title 7, Part 810, Subpart D, United States Standards for Corn

米国単位およびメートル単位換算

トウモロコシ換算	メートル換算
1 ブッシェル= 56 ポンド(25.40 キログラム)	1 ポンド= 0.4536 キログラム
39.368 ブッシェル = 1 メートルトン	1 百重= 100 ポンドまたは45.36 キログラム
15.93 ブッシェル/エーカー = 1 メートルトン/ヘクタール	1 メートルトン = 2204.6 ポンド
1 ブッシェル/エーカー = 62.77 キログラム/ヘクタール	1 メートルトン = 1000 キログラム
1 ブッシェル/エーカー = 0.6277 キンタル/ヘクタール	1 メートルトン = 10 キンタル
56 ポンド/ブッシェル = 72.08 kg/ヘクタール	1 キンタル = 100 キログラム
	1 ヘクタール = 2.47 エーカー

