

## 愛媛県における飼料用トウモロコシ安定多収栽培技術確立試験 I 二期作栽培に適した高栄養収量な品種選定 (1)

岩田玲佳、佐竹康明

### 要約

本県の飼料用トウモロコシ (トウモロコシ) 二期作栽培における多収かつ高栄養な品種の組み合わせの探索を目的とし、一期作に相対熟度 (RM) 105~125 の 10 品種、二期作に RM115~135 の 6 品種を供試し、品種選定試験を実施した。栽培期間における有効積算温度は、一期作で約 1,126°C、二期作で約 1,140°Cであった。TDN 収量の上位 3 品種は一期作が「TX1334」1,514kg/10a、「SH5702」1,510kg/10a、「KD671」1,454kg/10a、二期作が「NS129 スーパー」1,393kg/10a、「TX1277」1,242kg/10a、「P1690」1,237kg/10a であり、各期の上位の品種を組み合わせると、年間で最大 2,907kg/10a の TDN 収量を得ることが可能であった。NDF 含量は一期作および二期作ともに RM が高い品種で増加する傾向にあった。トウモロコシは、粗飼料として、TDN 収量だけでなく中性デタージェント繊維 (NDF) の含量も重要視されるため、両者ともに高水準であることが求められることから、一期作に「TX1334」(RM115)、「SH5702」(RM118)、「KD671」(RM117)、二期作に「NS129 スーパー」(RM129)、「TX1277」(RM124) を栽培することにより、TDN 収量および NDF 含量の高いトウモロコシの二期作栽培が可能であることが示唆された。

キーワード：飼料用トウモロコシ、二期作、TDN 収量、NDF 含量

### 緒言

飼料用トウモロコシ (トウモロコシ) は、ソルガムや飼料稲と並ぶ主要な自給飼料作物であり<sup>1)</sup>、可消化養分総量 (TDN) が最も高い高栄養な草種である<sup>2) 3)</sup>。本県におけるトウモロコシの二期作栽培は、従来から実施されていたが、近年では、関東地方においても盛んに行なわれるようになり<sup>4) 5)</sup>、二期作栽培には有効積算温度 2,300°C以上の地域が望ましいとされている<sup>6)</sup>。本県における有効積算温度を 3 地域<sup>7)</sup> で比較したところ、地球温暖化の影響もあり、ここ 20 年間で 68~167°C上昇していた。さらに、基準となる有効積算温度 2,300°Cを超えていたことから、従来よりも、トウモロコシの二期作栽培に適した気候となっている。

全国で栽培されているトウモロコシは、様々な品種の特徴や早晚性があり、その数は約 190

品種<sup>8)</sup>にも上る。その中から、各地域の栽培体系に適した品種を選定するには精度の高いデータ収集が求められ、また、農家段階で実施するには多大な労力を要する。

そこで、本試験では、本県のトウモロコシ二期作栽培における多収かつ高栄養な品種の組み合わせについて検討した。

### 材料および方法

#### 1) 供試品種

一期作は、「Z-Corn105」、「KD580」、「P0640」、「LG30500」、「KD641」、「TX1334」、「KD671」、「SH5702」、「SM8490」、「SH2821」(相対熟度 (RM) 105~125) の早生から中生 10 品種、二期作は、「P1690」、「KD671」、「SM8490」、「TX1277」、「NS129 スーパー」、「SH2933」(RM115~135) の中早生から極晩生 6 品種を供試品種とした。

## 2) 試験規模

試験は愛媛県農林水産研究所畜産研究センター（西予市野村町）内の圃場で行なった。1区あたり 10.5 m<sup>2</sup> (3m×3.5m)、畝幅 75cm、株間 20cm とし、各品種 3 反復の乱塊法により実施した。

## 3) 耕種概要

施肥は、堆肥 5,000kg/10a、二期作のみ化成肥料 (N:P:K=14:14:14) 107kg/10a を施用した。播種は一期作を 2019 年 4 月 4 日、二期作を 2019 年 8 月 8 日にそれぞれ 2 粒ずつ条播し、6~10 葉期まで生長した段階で間引きおよび補植を行なった。

## 4) 気象データ

気象データはセンター内に設置している気象観測装置 (DL-300、株式会社イーエスディ、東京) および未測定項目に関しては気象庁の気象データ<sup>7)</sup> (西予市宇和町) を用いた。有効積算温度は 10℃ 基準とした。

## 5) 収穫調査

調査は、一期作を 2019 年 7 月 23 日と 24 日、二期作を 2019 年 11 月 6 日にそれぞれ実施した。収穫する個体は、各試験区で中庸な 10 個体とし、調査項目は倒伏、折損、病虫害の有無、生草重、熟度、雌穂重とした。雌穂および茎葉の乾物率は、調査後の個体から雌穂 2 本、茎葉 1 本をサンプリングし、細切したものをそれぞれ紙製バッグに入れ、大型熱風循環乾燥機 (GTR-120、アルプ株式会社、東京) で 80℃、48 時間以上乾燥させて算出した。さらに、調査後の個体から雌穂および茎葉各 1 本をサンプリングし、乾物率算出と同様の方法で乾燥させた後、粉碎機 (ZM200、Retsch、Germany) を用い、1mm の篩を通過するまで粉碎したものを、一般成分 (水分、粗蛋白質 (CP)、粗脂肪 (EE)、粗繊維 (CF)、粗灰分 (CA)) および NDF の成分分析に供した。分析方法は、粗飼料の品質評価ガイドブック<sup>9)</sup> に従い、CP はケルダール法 (kjeltec 2200、フォスジャパン、東京)、EE はジエチルエーテル抽出法 (SOX 416、ゲルハルトジャパン、東京)、

CF および NDF は繊維抽出装置 (Fibre therm FT12、ゲルハルトジャパン、東京) を用いた。これらの結果から、乾物収量、TDN および TDN 収量を算出した。

## 結果

## 1) 気象条件

1999 年 11 月から 2018 年 12 月までの各月の平均を平均値として、本年のトウモロコシ栽培期間の気象データと比較した。本年の平均気温は、4~5 月は平均並み、6~7 月は平均より低く、8 月以降は平年より高かった。降水量は 4~5 月、9 月以降で平年より少なく、6~8 月で平年より多かった (図 1)。栽培期間における有効積算温度は一期作で約 1,126℃、二期作栽培で約 1,140℃であった。

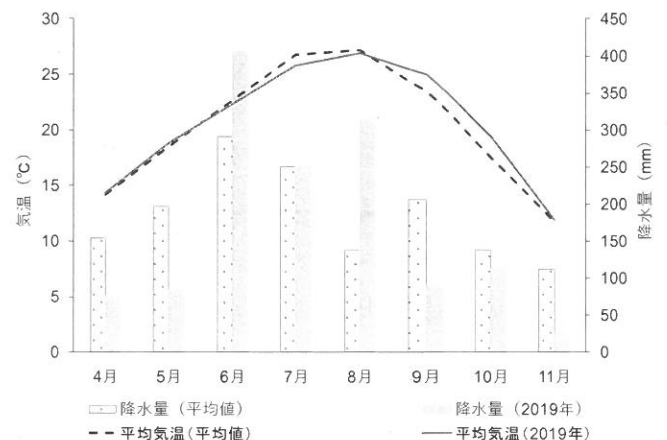


図1 トウモロコシ栽培期間における気象データの推移

## 2) 一期作

倒伏および折損は、ほとんど見られなかった。病虫害の発生は、全供試品種で紋枯病が 45~90%認められた (表 1)。収穫時の熟度は、乳熟期 1 品種、糊熟期 7 品種、黄熟期 2 品種であった。乾物率は 20.7~24.9% で、雌穂乾物収量の上位 3 品種は、「P0640」999kg/10a、「TX1334」952kg/10a、「LG30500」925kg/10a、茎葉乾物収量の上位 3 品種は、「SM8490」1,363kg/10a、

表1 一期作における品種別の倒伏・折損および病虫害

品種	相対熟度	倒伏・折損 (%)	病害				虫害(%)
			ゴマ葉枯病	紋枯病(%)	さび病	他(%)	
Z-Corn 105	105	0	1	45	1	0	0
KD580	108	0.5	1	69	1	0	0
P0640	110	0.5	1	53	1	0	0
LG30500	110	0	1	73	1	0	0
KD641	114	0.5	1	68	1	0	0
TX1334	115	0	1	74	1	0	0
KD671	117	0	1	68	1	0	0
SH5702	118	0	1	90	1	0	0
SM8490	122	0	1	77	1	0	0
SH2821	125	0.5	1	80	1	0	0

※ゴマ葉枯病、さび病は1：無～9：甚の9段階評価

※上記以外は全個体に対する被害個体割合

表2 一期作における品種別の収量およびNDF

品種	収穫 調査日	熟期	乾物収量(kg/10a)			TDN含量 (DM%)	TDN収量 (kg/10a)	NDF含量 (DM%)
			雌穂	茎葉	合計			
Z-Corn 105	7/23	黄熟	833	858	1,691	71.51	1,209	40.00
KD580	7/23	黄熟	804	986	1,789	71.55	1,280	45.77
P0640	7/23	糊熟	999	1,006	2,005	72.51	1,453	43.81
LG30500	7/23	糊熟	925	990	1,916	71.78	1,375	46.84
KD641	7/23	糊熟	869	1,123	1,992	71.84	1,431	48.70
TX1334	7/24	糊熟	952	1,183	2,135	70.90	1,514	47.53
KD671	7/24	糊熟	874	1,163	2,036	71.38	1,454	50.90
SH5702	7/24	糊熟	910	1,203	2,113	71.46	1,510	47.23
SM8490	7/24	乳熟	666	1,363	2,029	70.61	1,433	50.98
SH2821	7/24	糊熟	772	1,168	1,940	70.34	1,365	53.57

※TDN：可消化養分総量

※NDF：中性デタージェント繊維

「SH5702」1,203kg/10a、「TX1334」1,183kg/10a、  
総乾物収量の上位3品種は、「TX1334」  
2,135kg/10a、「SH5702」2,113kg/10a、「KD671」  
2,036kg/10aであった。TDNの上位3品種は、  
「P0640」72.51%、「KD641」71.84%、「KD671」71.83%  
であった。TDN収量の上位3品種は、「TX1334」

1,514kg/10a、「SH5702」1,510kg/10a、「KD671」  
1,454kg/10aであり、乾物収量の上位3品種と  
同様であった。NDFは、RMの高い品種で増加す  
る傾向にあった(表2)。

## 3) 二期作

倒伏および折損は、ほとんど見られなかった。

病虫害の発生は、全供試品種で紋枯病が 77～90%認められ、ゴマ葉枯病およびさび病は、RMが高い品種ほど被害程度が低い傾向が見られた(表 3)。収穫期の熟度は、乳熟期 2 品種、糊熟期 4 品種であった。乾物率は 22.9～27.9%で、雌穂乾物収量の上位 3 品種は、「KD671」788kg/10a、「P1690」760kg/10a、「TX1277」725kg/10a、茎葉乾物収量の上位 3 品種は、「NS129 スーパー」1,305kg/10a、「SH2933」1,253kg/10a、「SM8490」1,205kg/10a、総乾物収

量の上位 3 品種は、「NS129 スーパー」1,951kg/10a、「SM8490」1,719kg/10a、「TX1277」1,717kg/10a であった。TDN の上位 3 品種は、「P1690」72.51%、「KD671」72.45%、「TX1277」72.33%であった。TDN 収量の上位 3 品種は、「NS129 スーパー」1,393kg/10a、「TX1277」1,242kg/10a、「P1690」1,237kg/10a であり、乾物収量の上位 3 品種と異なる結果となった。NDF は、一期作と同様に RM の高い品種で増加する傾向であった(表 4)。

表3 二期作における品種別の倒伏・折損および病虫害

品種	相対熟度	倒伏・折損 (%)	病害				虫害(%)
			ゴマ葉枯病	紋枯病(%)	さび病	他	
P1690	115	0.9	7	77	6	0.5	17.1
KD671	117	0	4	90	6	0.9	37.0
SM8490	122	0.9	3	88	5	0	31.5
TX1277	124	0	3	80	4	0.5	28.7
NS129スーパー	129	0	3	86	4	1.4	23.1
SH2933	135	0.5	2	87	3	0.5	18.5

※ゴマ葉枯病、さび病は1：無～9：甚の9段階評価

※上記以外は試験区全個体に対する被害個体割合

表4 二期作における品種別の収量およびNDF

品種	収穫調査日	熟期	乾物収量(kg/10a)			TDN含量 (DM%)	TDN収量 (kg/10a)	NDF含量 (DM%)
			雌穂	茎葉	合計			
P1690	11/6	糊熟	760	945	1,706	72.51	1,237	39.77
KD671	11/6	糊熟	788	869	1,657	72.45	1,200	45.38
SM8490	11/6	乳熟	514	1,205	1,719	70.91	1,218	47.20
TX1277	11/6	糊熟	725	992	1,717	72.33	1,242	45.50
NS129スーパー	11/6	糊熟	646	1,305	1,951	71.37	1,393	50.73
SH2933	11/6	乳熟	404	1,253	1,657	70.10	1,162	55.28

※TDN：可消化養分総量

※NDF：中性デタージェント繊維

## 考察

トウモロコシは高い栄養価、ロスの少ないサイレージ調製など様々な点から黄熟期で収穫することが望ましい<sup>10)</sup>とされている。加藤ら<sup>4)</sup>、折原<sup>5)</sup>は、トウモロコシの二期作栽培において、一期作の有効積算温度が約 1,200°Cで早生～中生品種 (RM100～115) が、二期作の有効積算温度が 1,200～1,300°Cで中生～晩生品種 (RM115～135) が黄熟期に収穫可能であると報告している。本試験では、一期作の有効積算温度が約 1,126°Cで RM110 以下の早生 2 品種を黄熟期で収穫し、加藤らの結果と一致した。しかし、RM110 以上の早生から中生 8 品種と有効積算温度が約 1,140°Cであった二期作の全供試品種が黄熟期で収穫できなかった。本試験期間中、一期作の登熟期間に該当する 6～7 月の気温が過去 10 年の平均値に比べ低かったため、登熟が遅延したと推察された。また、二期作は、加藤らや折原の報告よりも早い時期に収穫したため、登熟しなかったと考えられる。本年の二期作収穫後から 11 月下旬 (11 月 7 日から 11 月 30 日) までの有効積算温度は約 50°Cで、11 月下旬に収穫すると有効積算温度が約 1,200°Cになることから、次年度の二期作は、11 月下旬に収穫する必要があると示唆された。

本試験の乾物率は、一期作で 20.7～24.9%、二期作で 22.9～27.9%とばらつきがあり、乳熟期及び糊熟期の乾物率は、日本標準飼料成分表 (2009 年版)<sup>11)</sup>と同程度であった。しかし、黄熟期の乾物率は 21.6、22.1%と低値であり、全供試品種でサイレージ調製において排汁による損失がほとんどなくなる乾物率 28%以上<sup>10)</sup>には満たなかった。一期作は、特に茎葉の乾物率が低い傾向にあり、登熟と同様に、6～7 月の低温多雨が影響したと考えられるとともに、前述の 11 月下旬刈取りにより若干改善されるものと推察される。一方で、年間 TDN 収量 (乾物) は、各期ともに糊熟期で収穫した 2,907kg/10a が最大であり、一期作を黄熟期、二期作を糊熟期に収穫した加藤ら<sup>4)</sup>の 2,201kg/10a よりも多

収であった。

九州および四国では、二期作において南方さび病<sup>12)</sup>が多発しており、これに耐性のある二期作専用品種が数種流通している。しかし、二期作専用品種は、RM が高い極晩生に限定されるため、本県における二期作栽培では、黄熟期での収穫が非常に困難である。本試験の二期作では、中生から極晩生に該当する RM115～135 の全供試品種で病害が認められたものの、品種間の病害発生程度と総乾物収量が同様の傾向でなかったため、病害発生程度が品種間の収量差に影響しなかったと推察される。したがって、南方さび病に耐性のない中生品種を二期作に供試することは可能であると考えられた。

トウモロコシは、登熟が進み、雌穂の割合が増えるにしたがい繊維分画が減少する<sup>10)</sup>と報告されており、本試験の RM の高い品種で NDF が増加する傾向と一致する。NDF は飼料設計において重要視され、給与飼料全体の 35%以上になるように設計することが推奨されている。よって、TDN 収量が高いことに加え、NDF 含量が高い品種、すなわち、可能な限り RM の高い品種を選択することが重要である。

以上のことから、本試験において、4 月上旬から 7 月下旬の一期作に「TX1334」(RM115)、「SH5702」(RM118)、「KD671」(RM117) を、8 月上旬から 11 月上旬の二期作に「NS129 スーパー」(RM129)、「TX1277」(RM124) を栽培することで高栄養収量を確保できることが示唆された。

## 参考文献

- 1) 農林水産省生産局畜産部飼料課：飼料をめぐる情勢、  
[http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/1\\_siryo/attach/pdf/index-438.pdf](http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/1_siryo/attach/pdf/index-438.pdf)、2020
- 2) 高野信雄、佳山良正、川鍋祐夫：粗飼料・草地ハンドブック、393～409、東京、養賢堂、1989
- 3) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構：日本標準飼料成分表 2009 年度版、34～41、東京、社団法人中央畜産会、2010

- 4) 加藤直樹、服部育男、佐藤健次、村木正則、小林良次、吉川好文：九州北部における飼料用トウモロコシ (*Zea mays* L.) 二期作体系での1作目に利用する品種の早晚性と栽培期間および2作目の播種時期が栄養収量と乾物率に与える影響、日本草地学会誌 64 (1)、1~6、2018
- 5) 折原健太郎：関東南部におけるサイレージ用トウモロコシ (*Zea mays* L.) 二期作の品種の組み合わせ、日本草地学会誌 62 (4)、181~188、2017
- 6) 菅野勉、森田聡一郎、佐々木寛幸、西村和志、西森基貴：最新の気象予測データに基づく関東地域におけるトウモロコシ (*Zea mays* L.) 二期作適地の変化予測、日本草地学会誌 63 (2)、81~88、2017
- 7) 気象庁：過去の気象データ・ダウンロード (1997~2019)、  
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 8) 一般社団法人日本草地畜産種子協会：飼料作物品種・種子情報、飼料作物品種一覧、  
[http://souchi.lin.gr.jp/seed/6\\_27.php](http://souchi.lin.gr.jp/seed/6_27.php)
- 9) 自給飼料利用研究会：三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック、6~14、東京、社団法人日本草地畜産種子協会、平成 21 年
- 10) 大下友子：トウモロコシサイレージの調製における留意点~収穫時期と養分損失割合の関係から考える~、牧草と園芸、54 (6)、7~10、2006
- 11) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構：日本標準飼料成分表 (2009 年版)、34~35、東京、中央畜産会、2010
- 12) 西和文、川瀬章夫、並木史郎、佐藤豊三、笹谷孝英、篠崎毅、奈尾雅浩、森貞雅博：熊本県および愛媛県におけるトウモロコシ南方さび病の発生実態、九州病害虫研究会報、43、16~18、1997