

イアコーンサイレージ用の極早生トウモロコシの品種の適性検討

長尾伸一郎・田辺裕司*1・三宅歩*2・石川和人*3・金谷真澄・二部野紗世

Examination of Suitability of Very Early Varieties of Maize for Earcorn Silage

Shinichirou NAGAO, Yuuji TANABE*1, Ayumi MIYAKE*2, Kazuto ISHIKAWA*3,
Masumi KANADANI and Sayo NIBUNO

要 約

多くを輸入に頼る濃厚飼料の安定供給を図るための手法の一つとして、イアコーンサイレージ(ECS)の生産が北海道を中心に取組まれるようになった。府県でもECSの普及に向けて小型の機械が開発中であるので、府県でのECS向けの野菜作付けほ場占有期間の短い極早生品種の適性を検討した。

- 1 相対熟度(RM)93の極早生品種で乾物(DM)1t/10aの雌穂収量が確保でき、ほ場占有期間は早生、中生品種より7~10日短縮可能であった。
- 2 雌穂の飼料成分は、品種差は小さいが、デンプン含量は極早生品種が多かった。
- 3 カビ毒は、黄熟期では概ね基準以下であったが、極早生品種ではフモニシンが高い年があった。完熟期では大きく増加するものがあった。

キーワード：イアコーンサイレージ、黄熟期収穫、極早生品種、カビ毒

緒 言

9割を輸入に頼る濃厚飼料の自給促進を受け、北海道や東北地方の一部でイアコーンサイレージ(ECS)や子実トウモロコシの生産・利用が普及しつつある。岡山県でも輸入飼料への依存から脱却した安定的な畜産物生産への転換を政策目標に掲げている。しかし、既存の飼料生産基盤では粗飼料生産に注力されており、粗飼料自給率が100%に達成していない現状では、そこに国産濃厚飼料が割り込む余地はない。

一方、露地野菜作では土壌中の有機物不足による収量低減や病害の発生などの課題を抱えている。もし、冬春野菜の輪作にトウモロコシを導入し、雌穂を飼料に、茎葉を緑肥として利用できれば、新たな国産濃厚飼料の生産基盤の確保と低コストで持続可能な野菜作の確立が期待できる。秋の野菜作付け時期までに鋤込まれた茎葉が、十分に分解される期間を確保するためには、子実トウモロコシよりも早い黄熟期で収穫できるECSが有望である。そこで、黄熟期での雌穂収量が多く、かつ収穫調製が早くできる極早生品種の本県での適性を検討した。

材料及び方法

1 供試品種

供試品種を表1に示した。試験は、2017年度から3年間実施し相対熟度(RM)93~110程度の品種のうち種子販売会社が雌穂収量の多いとする品種と、県内でWCS用として利用が多いと考えられるRML14(2018年以降はRML13)とRML25の品種を試験に供した。イアコーン用として畑の占有期間が短くできるRM93の品種を基準品種とした。

表1 供試品種

品種	RM	2017	2018	2019
P9027	93	○	○	○
TX1235	105	○	○	—
LG3490	108	○	○	○
KD580	108	○	○	○
34N84	108	○	○	○
タカネスター	113	—	○	○
ゆめちから	114	○	—	—
スノーデントSH4812	125	○	○	○

2 耕種概要

耕種概要を表2に示した。

播種は、2017年、2018年、2019年のそれぞれ5月25日、5月22日、6月6日に行った。試験区は、1区45m²(3m×15m、2017年は60m²(3m×20m))で3反復の乱塊配置とした。播種は、畦間75cm×株間18cmに設定した4条播きジェットシーダ(Takakita)で行った。施肥は、播種機で側条に窒素、リン酸、カリを各11.2kg/10a施用した。除草は播種直後にアトラジン・S・メトラクロール水和剤(ゲザノンゴールド)を散布し、2019年はトプラメゾン(アルファード)を茎葉散布した。また2017年はアワヨトウが発生したためMEP乳剤(スミチオン)を散布した。

表2 耕種概要

項目	2017	2018	2019
播種日	5月25日	5月22日	6月6日
区の設定	1区60m ² (3m×20m) 3反復	1区45m ² (3m×15m) 3反復	1区45m ² (3m×15m) 3反復
播種密度	畦幅75cm株間18cm	畦幅75cm株間18cm	畦幅75cm株間18cm
堆肥	無し	無し	5t/10a
施肥量	各成分11.2kg/10a	各成分11.2kg/10a	各成分11.2kg/10a
除草剤	ゲザノンゴールド300mL/10a	ゲザノンゴールド300mL/10a	ゲザノンゴールド300mL/10a アルファード300mL/10a
殺虫剤	スミチオン	無し	無し

3 調査項目

(1) 生育調査

出芽日、出芽良否、初期生育(極良9～極不良1)、抽雄期(雄穂が50%以上の個体で抽出した日)を観察した。

(2) 収量調査

抽雄期から概ね40日後を設定し行った。1区4条の内側2条から1条を選び2mの区間にある全個体を地際から10cmで刈り取り調査した。

調査項目は、稈長、着雌穂高、稈径(雌穂直下節間の中央長径)、生総重、生雌穂(包皮含む)、生茎葉重(算出)、雌穂と茎葉の乾物(DM)率(試料を細切し60°Cの通風乾燥機で48時間以上乾燥し直ちに計測)とした。

(3) 飼料成分

2017年のみ分析し、項目は飼料一般6成分、酸性デタージェント繊維(ADF)、中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェントリグニン(ADL)、デンプンを分析した。飼料一般6成分、ADF、NDFは常法¹⁾、ADL・デンプンは全国酪農業協同組合連合会に依頼した。

(4) カビ毒

カビ毒は牛の健康に影響をあたえるが、カビに

対する抵抗性はトウモロコシの品種により大きく異なることが分かっている^{2) 3)}。そこで、カビ毒を2018年、2019年に分析した。2019年は収穫調査時と3週間程度ほ場に立毛で残した後の2回を採取した。

サンプルは各試験区から3本の雌穂を採取し、乾燥、粉碎して分析に供した。分析は、日本食品分析センターで行った。カビ毒はフモニシン(FUN: フモニシンB1とB2の合計)、デオキシニバレノール(DON)、ニバレノール(NIV)、ゼアラレノン(ZEA)を分析した。

結果及び考察

1 生育調査

生育調査結果を表3に示した。

表3 生育調査結果
2017年

品種	出芽日	播種からの 日数	出芽良否	初期生育	抽雄期	播種からの 日数
P9027	5月31日	6	7.3	7.7	7月17日	53
TX1235	5月30日	5	7.7	7.3	7月22日	58
LG3490	5月31日	6	6.7	6.3	7月21日	57
KD580	5月31日	6	8.0	6.7	7月23日	59
34N84	5月30日	5	9.0	9.0	7月21日	57
ゆめちから	5月30日	5	7.7	7.7	7月22日	58
スノーデントSH4812	5月30日	5	9.0	8.7	7月24日	60

2018年

品種	出芽日	播種からの 日数	出芽良否	初期生育	抽雄期	播種からの 日数
P9027	5月29日	7	9.0	9.0	7月15日	54
TX1235	5月29日	7	8.3	8.7	7月20日	59
LG3490	5月29日	8	7.7	7.7	7月20日	59
KD580	5月30日	8	8.0	8.7	7月21日	60
34N84	5月29日	7	7.7	8.3	7月20日	59
タカネスター	5月29日	7	8.0	8.7	7月21日	60
スノーデントSH4812	5月29日	7	7.7	8.3	7月23日	62

2019年

品種	出芽日	播種からの 日数	出芽良否	初期生育	抽雄期	播種からの 日数
P9027	6月12日	6	9.0	8.7	7月27日	51
LG3490	6月13日	7	9.0	8.0	7月31日	55
KD580	6月14日	8	9.0	8.7	8月1日	55
34N84	6月14日	8	8.7	9.0	7月30日	54
タカネスター	6月12日	6	9.0	9.0	8月2日	57
スノーデントSH4812	6月12日	6	9.0	9.0	8月3日	58

出芽良否 初期生育は極良9～極不良1

出芽日数は3年とも播種から5～8日で、品種間に違いは認められなかった。出芽良否、初期生育も各品種概ね良好で品種間に差はなかった。トウモロコシでは、一般に中生品種は、早生品種に比べ初期生育が遅いものが多いとされるが、播種期が5月中旬以降であったため差がなかったと考えられた。抽雄期は、P9027が他品種に比べ4～7日早かったが、RMの違い(12～32)による差は小さかった。

表4 収量調査時結果
2017年

品種	調査日	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	生収量(kg/10a)			DM収量(kg/10a)			DM収量(%)		
					総重	雌穂重	茎葉重	総重	雌穂重	茎葉重	総重	雌穂重	茎葉重
P9027	8月25日	242	121	16	5,803	2,028	3,776	1,930	1,090	840	100.0	100.0	100.0
TX1235	9月01日	250	118	17	5,791	1,944	3,847	1,800	980	820	93.3	89.9	97.6
LG3490	9月01日	279	106	14	5,396	2,189	3,207	1,960	1,160	800	101.6	106.4	95.2
KD580	9月01日	256	111	18	5,432	1,911	3,521	1,720	930	790	89.1	85.3	94.0
34N84	9月01日	281	141	17	6,821	2,380	4,441	2,120	1,200	920	109.8	110.1	109.5
ゆめちから	9月01日	236	115	16	5,781	1,937	3,844	1,780	970	810	92.2	89.0	96.4
スノーデントSH4812	9月04日	328	166	16	6,848	2,117	4,731	2,040	1,030	1,010	105.7	94.5	120.2

2018年

品種	調査日	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	生収量(kg/10a)			DM収量(kg/10a)			DM収量(%)		
					総重	雌穂重	茎葉重	総重	雌穂重	茎葉重	総重	雌穂重	茎葉重
P9027	8月30日	246	104	15	4,718	1,564	3,153	1,668	992	675	100.0	100.0	100.0
TX1235	9月07日	264	117	17	5,151	1,651	3,500	1,752	929	823	105.1	93.6	122.0
LG3490	9月07日	271	109	16	4,953	1,778	3,176	1,875	1,084	791	112.5	109.3	117.2
KD580	9月07日	261	113	17	6,244	1,907	4,338	2,067	1,092	975	123.9	110.0	144.4
34N84	9月07日	243	110	16	4,918	1,687	3,231	1,771	979	792	106.2	98.6	117.4
タカネスター	9月07日	280	114	17	5,073	1,353	3,720	1,571	770	801	94.2	77.6	118.7
スノーデントSH4812	9月07日	307	142	16	5,816	1,647	4,169	1,825	900	925	109.4	90.7	136.9

2019年

品種	調査日	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	生収量(kg/10a)			DM収量(kg/10a)			DM収量(%)		
					総重	雌穂重	茎葉重	総重	雌穂重	茎葉重	総重	雌穂重	茎葉重
P9027	9月05日	252	104	15	6,884	2,278	4,607	2,127	1,219	908	100.0	100.0	100.0
LG3490	9月09日	302	123	16	6,288	2,158	4,130	2,073	1,111	962	97.5	91.1	106.0
KD580	9月09日	269	119	17	6,202	1,545	4,657	1,742	756	986	81.9	62.0	108.7
34N84	9月09日	272	121	17	6,290	1,908	4,382	1,839	986	853	86.5	80.9	93.9
タカネスター	9月09日	294	119	18	6,610	1,093	5,517	1,505	489	1,017	70.8	40.1	112.0
スノーデントSH4812	9月09日	315	147	17	7,304	1,401	5,903	1,924	586	1,338	90.5	48.1	147.4

稈径は雌穂直下の節間の中央長径を測定した
DM収量は対P9027比(%)である

2 収量・成分

収量調査結果を表4に示した。

調査は、2017年はP9027を8月25日に行い、その他を9月1日、9月4日に順次行った。2018年、2019年は、同様に8月30日と9月7日、9月5日と9月9日に行った。北海道では雌穂破碎装置を有するECS収穫機械を用いるため、子実が硬化するが収量の高い黄熟後期から完熟期収穫が適期としている⁴⁾。一方、本試験では既存の大型汎用収穫機に新たに開発するアタッチメントを装着して収穫することを想定しており、雌穂破碎装置がないため子実の消化性が完熟期より高い黄熟期とした。稈長はP9027が短く、スノーデントSH4812が長かった。着雌穂高は稈長の長いスノーデントSH4812が特に高かった。収量では、生雌穂収量は1,093~2,380kg/10aと大きく差があった。特に2019年はタカネスターとスノーデントSH4812の収量が少なかった。DM雌穂収量も489~1,219kg/10aと差が大きく生雌穂と同じ傾向があった。スノーデントSH4812のDM雌穂収量が2019年に586kg/10aと少なかったが、種子販売会社によると、当品種は播種時期が遅くなった場合にこのような傾向があり、他県でも認められたので品種選定では注意が必要であると考えられた。

P9027を100とした指数として表した3年間のDM収量を表5に示した。

表5 収量結果期間平均

品 種	DM収量(%)			実施年
	総重	雌穂重	茎葉重	
P9027	100.0	100.0	100.0	
TX1235	99.2	91.8	109.8	2017・2018
LG3490	103.8	102.3	106.1	
KD580	98.3	85.8	115.7	
34N84	100.8	96.5	106.9	
ゆめちから	92.2	89.0	96.4	2017
タカネスター	82.5	58.8	115.3	2018・2019
スノーデントSH4812	101.9	77.8	134.8	

DM収量は対P9027比を示している

総重量、雌穂重、茎葉重ともにLG3490が高かった。雌穂重は、LG349Q P9027 34N84の順に高かった。土壌に鉄込み緑肥となる茎葉重は中生品種のタカネスター、スノーデントSH4812が大きかった。

3 飼料成分

雌穂の DM 率と DM 中の飼料成分を表 6 に示した。

DM は 48.4～53.6% であり、抽雄期から 38～40 日で調査したが、品種により差があることがわかった。DM 率は、北海道の 60% 前後¹⁾ に比べ低い傾向であったが、今回の試験では調査時の生育ステージを黄熟期としたためと考えられた。粗タンパク質 (CP) と粗脂肪 (EE) は品種での差は小さいが、粗繊維 (CF)、ADF 及び NDF の繊維成分は品種により差が大きかった。デンプンは、41.6～47.9% であり繊維性と相反していた。一般に、生育ステージが進むと糖・デンプン・有機酸が増加する⁵⁾ ことから、デンプンは生育ステージが進むことにより増加すると考えられるので、抽雄期からの熟度の進み方は、品種により差があることが示唆された。

表 6 雌穂の飼料成分 (2017年)

品 種	DM	CP	EE	NFE	CF	CA	ADF	NDF	ADL	デンプン
P9027	53.6	7.6	3.8	83.0	3.6	2.0	12.4	30.9	1.0	47.9
TX1235	50.4	7.9	4.3	82.5	3.4	1.9	11.2	37.3	1.4	44.1
LG3490	53.0	6.0	4.2	84.6	2.4	2.0	8.0	33.5	0.8	44.5
KD580	48.8	7.3	4.0	78.4	8.4	1.9	13.1	38.4	1.5	41.6
34N84	50.6	7.6	4.2	78.8	7.4	2.0	10.5	43.0	1.0	46.0
ゆめちから	50.1	7.6	5.3	76.3	8.6	2.1	11.7	41.2	1.2	43.6
スノーデントSH4812	48.4	6.3	4.0	79.7	8.2	1.8	11.5	39.8	0.8	46.5

DM 以外は DM 中%

4 カビ毒

2018 年と 2019 年のカビ毒を表 7 に示した。カビ毒は基準値が示されていないものもあるが、未加工のトウモロコシ穀粒で FUN が 4 ppm、反すう動物のほ乳期を除く飼料で DON が 4 ppm、全飼料で ZEA が 1 ppm とする農林水産省の管理基準⁶⁾ と比較すると、2018 年は 3 品種とも基準値未満であったが、スノーデント SH4812 で FUN が 3.8 ppm、DON が 1 ppm とやや高い値となった。2019 年は通常時期の収穫のもので P9027 が FUN 4.8 ppm と基準値を超えたが、他品種はすべて基準値未満であった。

一方、3 週間程度立毛でほ場に放置したものでは FUN が大きく増加した品種があり、34N84 では 33.4 ppm、KD580 で 13.8 ppm、LG3490 で 12.4 ppm であった。ほ場に放置したものでもカビ毒が非常に少ない品種があることから、カビ毒には品種差があるとの報告⁷⁾ と同様の結果であった。一方 2017 年と 2018 年ともに供試した 3 品種でも、年による差があったので、カビ毒

発生には品種のみでなく様々な要因があると考えられた。

表 7 雌穂のカビ毒

2018年		(DM中ppm)			
品種	収穫日	FUN	DON	NIV	ZEA
P9027	8月30日	0.2	ND	ND	ND
34N84	9月07日	0.3	0.1	ND	ND
スノーデントSH4812	9月07日	3.8	1.0	ND	ND
2019年					
品種	収穫日	FUN	DON	NIV	ZEA
P9027	9月05日	4.8	ND	0.6	ND
	9月27日	3.2	0.3	2.7	0.6
LG3490	9月05日	1.1	ND	ND	ND
	9月27日	12.4	ND	1.3	0.1
KD580	9月05日	ND	0.2	2.9	0.4
	9月27日	13.8	0.1	0.1	ND
34N84	9月05日	1.0	ND	ND	ND
	9月27日	33.4	0.4	3.8	0.2
タカネスター	9月05日	1.0	ND	ND	ND
	9月27日	2.0	ND	0.3	0.2
スノーデントSH4812	9月05日	ND	ND	ND	ND
	9月27日	0.1	0.1	1.1	0.4

まとめ

本県で ECS に適したトウモロコシの品種選定のための試験を実施したが、WCS 用に利用が少ない RM93 の極早生品種でも中生品種と同等の雌穂収量を得ることが可能であることが確認できた。また、ほ場の占有期間を短縮する面からは RM ほどの短縮は期待できないが、1 週間から 10 日程度の短縮が可能であった。今回供試した P9027 は、抽雄後 39 日 (設定 40 日) での乾物率が、他品種より高いことから、収穫適期が 10 日程度早くなることも期待できる。また、カビ毒は品種差もあるが収穫時期を黄熟期にすることで、カビ毒濃度が高くなることを回避できるので、黄熟後期～完熟期にすることは避けるべきと考えられる。現地に実際に栽培する場合の品種選定には、野菜栽培との関係から栽培時期が高温となる場合があるので、極早生品種の収量減や中生品種でも雌穂収量減等が危惧されるので、確認が必要と考えられる。

謝 辞

本研究は、農研機構生研支援センター「革新的技術・緊急展開事業 (うち経営体強化プロジェクト研究)」府県における自給飼料生産利用技術の開発と実証の一部として行った。

文 献

- 1) 自給飼料利用研究会編(2009):粗飼料の品質評価ガイドブック, 三訂版.
- 2) 湊啓子(2012):飼料用トウモロコシの赤かび病とデオキシニバレノール汚染, 北海道獣医師会誌, 第56巻11号, 609-614.
- 3) 魚住順(2015):トウモロコシ(*Zea mays* L)のカビ蓄積特性における品種間差, 日本草地学会誌, 61巻2号, 115-120.
- 4) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター(2017):イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル, 第2版.
- 5) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(2009):日本標準飼料成分表, 216-217.
- 6) 農林水産省消費・安全局(2016):農林水産省が優先的にリスク管理を進めているかび毒(平成28年1月現在), 農林水産省, 色々なかび毒, https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/kabidoku/kabi_iroiro.html.
- 7) 大下知子(2015):イアコーンサイレージの調製・利用技術, 牧草と園芸, 第63号, 第1号, 16-20.

