

飼料用トウモロコシにおける最大収量確保技術の検討

柳田知夏¹⁾、前田綾子、齋藤憲夫、和氣貴光²⁾、沼野井憲一³⁾、沖杉美穂⁴⁾

1) 現 那須農業振興事務所、2) 現 畜産振興課、3) 現 上都賀農業振興事務所、4) 現 農業大学校

要 約

飼料用トウモロコシの収量向上のため、播種時期、栽植密度及び畝方向の試験を行った。播種時期について、4月中旬～5月中旬以前であれば収量が安定することが示された。栽植密度について、畝間 75cm の条播種の場合、株間 17～20cm で TDN 収量が高かった。播種密度を高める場合はちどり播種が適しており、8,081 株/10a で最も TDN 収量が高かった。畝方向について、東西と南北による生育の差は見られなかった。

目 的

輸入粗飼料価格の長期的な高騰により自給粗飼料増産の重要性は高まっている。本県の自給粗飼料の主力である飼料用トウモロコシの栽培面積、単収ともに横ばい、ないしは減少傾向にある¹⁾。多様な品種や温暖化等による異常気象の増加の影響もある中、本県における飼料自給率向上のため、飼料用トウモロコシの最適な栽培技術を確認することを目的として、播種時期、栽植密度及び畝方向の試験を行った。

試験 I 播種時期の検討

材料及び方法

栃木県畜産酪農研究センター（以下、センター）ほ場で、2016 年から 2018 年にかけて栽培試験を実施した。

2016 年は 4 月 27 日（4 月下旬）、5 月 18 日（5 月中旬）、5 月 27 日（5 月下旬）、6 月 7 日（6 月上旬）、2017 年は 4 月 27 日（4 月下旬）、5 月 16 日（5 月中旬）、5 月 29 日（5 月下旬）、6 月 5 日（6 月上旬）、2018 年は 4 月 17 日（4 月中旬）、4 月 23 日（4 月下旬）、5 月 16 日（5 月中旬）、5 月 30 日（5 月下旬）に播種を行った。品種は P0640（早生 RM110）、32F27（中晩生 RM127）を供試した。株間は 20cm、畝間は 75cm、施肥量は N:P₂O₅:K₂O=12:12:12kg/10a、熔リン 50kg/10a、苦土炭カル 100kg/10a、堆肥散布量は 3t/10a とした。1 試験区は 11.25m² (3m×3.75m) とし、3 反復行った。調査項目は、稈長、稈径、収量及び乾物率とし、収量調査は各試験区において出穂から約 40 日後に実施した。

結果及び考察

1 気象の概要²⁾

(1) 2016 年の気象

図 1 に 2016 年の生育期間における平均気温及び降

水量を示した。平均気温は、伸長期である 4～7 月にかけてほぼ平年並みに推移し、8～9 月にかけては平年よりやや高く推移した。降水量は、5～7 月にかけて平年より少なく、8～9 月は平年より多かった。

(2) 2017 年の気象

図 2 に 2017 年の生育期間における平均気温及び降水量を示した。平均気温は、4～7 月にかけてほぼ平年並みに推移し、8～9 月にかけては平年より低く推移した。降水量は生育期間を通して平年より少なかった。

(3) 2018 年の気象

図 3 に 2018 年の生育期間における平均気温及び降水量を示した。平均気温は、4～7 月にかけて平年より高く推移し、特に 7 月は平年より高かった。降水量は、4 月下旬～5 月上旬は平年より多かったが、6 月以降は平年より少なかった。

2 結果概要

播種時期の生育及び収量の調査結果について表 1 に示した。

2016 年について、両品種は稈長、稈径及び収量について、播種時期ごとに有意差は認められなかった。6 月上旬播種については、両品種ともに乾物収量が減少する傾向であり、特に中晩生品種は雌穂重割合が約 40% と他の播種時期より著しく低かった。

2017 年について、両品種は、稈長、稈径及び収量について有意差は認められなかったが、播種時期が早いほど収量が多い傾向であった。

6 月上旬播種の早生品種は他の播種時期より、雌穂重割合が著しく低かった。

2018 年について、両品種ともに 4 月中旬播種の収量が最も高かった。特に中晩生品種については、4 月中旬播種の乾物収量は 5 月中旬播種及び 5 月下旬播種より有意に高かった。

4 月から 5 月中旬の比較的早い時期に播種を行うこ

とで高い乾物収量を確保できることが考えられた。一方、5月下旬以降の比較的遅い時期に播種を行うと、乾物収量の減少、特に雌穂重割合が低下する可能性が考えられた。雌穂重割合が高い4月や5月中旬の播種では出穂は7月上旬から下旬であり、雌穂が充実するのは8月上旬以降である。一方、雌穂重割合が低い5月下旬以降の播種では出穂は8月上旬であり、雌穂が充実するのは8月中旬以降である。3か年とも、この時期は8月上旬と比べ平均気温が2~4℃低く、雌穂の充実に必要な積算温度が得られなかったため、雌穂重割合が低下したと考えられた。

試験Ⅱ 現地実証試験による播種時期の検討

材料及び方法

2019年に県南地域(栃木市)と県北地域(那須町)の畜産農家ほ場2カ所で現地実証試験を実施した。

県南地域では、4月16日(4月中旬)、4月26日(4月下旬)、5月22日(5月下旬)に播種を行い、品種はP2105(早生 RM120)を供試した。

県北地域では、4月27日(4月下旬)、5月8日(5月上旬)、5月23日(5月下旬)に播種を行い、品種はKD731(中晩生 RM123)を供試した。両地域とも肥培管理は農家慣行とした。調査項目は、稈長、稈径、収量及び乾物率とし、収量調査は各試験区において雌穂が黄熟中期に達したときに実施した。

結果及び考察

1 気象の概要²⁾

(1) 県南地域の気象

図4に県南地域(佐野)の平均気温及び降水量を示した。平均気温は4月から7月中旬まではほぼ平年並みに推移し、7月下旬以降は平年より高く推移した。

(2) 県北地域の気象

図5に県北地域(黒磯)の平均気温及び降水量を示した。平均気温は4月から7月まで平年並みもしくはやや低く推移し、8月以降は平年より高かった。降水量は5月下旬から7月下旬までは平年より多く、8月以降は平年より少なかった。

2 結果概要

現地実証試験による播種時期の結果を表2に示した。両地域ともに播種が遅くなるにつれ収量が低い傾向であった。特に県南地域の5月下旬は4月中旬および4月下旬に比べ有意に低かった。出芽期から茎葉伸張期において雑草の繁茂が著しかったため、雑草の影響によるものと考えられた。県北地域では、収量に有意差

は認められなかったが、播種が遅くなるにつれ雌穂重割合およびTDN収量が低くなる傾向であった。

播種時期が比較的早ければ、年度や地域に関わらず、収量が安定することが明らかになった。一方、播種時期が比較的遅ければ、地域や天候により、収量が大幅に減少する危険性が示唆された。

試験Ⅲ 栽植密度の検討

材料及び方法

栃木県畜産酪農研究センターほ場で、2017年から2020年にかけて栽培試験を実施した。

2017年は、株間を10cm(13,333株/10a)、15cm(8,889株/10a)、20cm(6,667株/10a)、25cm(5,333株/10a)とした。畝間は75cm、栽植様式は条播種とした。播種は5月30日に行い、品種はP0640(早生 RM110)、32F27(中晩生 RM127)を供試した。施肥量はN:P₂O₅:K₂O=12:12:12kg/10a、熔リン50kg/10a、苦土炭カル100kg/10a、堆肥散布量は3t/10aとした。1試験区は12m²(4m×3m)とし、3反復行った。収量調査は9月15日に行い、調査項目は、稈長、稈径、収量及び乾物率とした。

2018年は、株間を17cm(7,844株/10a)、20cm(6,667株/10a)、23cm(5,797株/10a)とした。畝間は75cm、栽植様式は条播種とした。供試品種、肥培管理、試験区設計及び調査方法は2017年と同様とした。播種は6月4日、収量調査は9月19日に行った。

2019年は、栽植密度を7,207株/10a、8,081株/10aとし、栽植様式はちどり播種とした。播種機はアグリテクノ矢崎株式会社(現アグリテクノサーチ株式会社)製の高速汎用施肥播種機(NTP-4AF)を用いた。対照区として7,207株/10aの条播種区を設けた。品種はP0640(早生 RM110)を供試し、実規模レベルにおいて試験を行った。施肥量はN:P₂O₅:K₂O=12:12:12kg/10a、堆肥散布量は3t/10aとした。播種は5月15日、収量調査は9月9日に行った。

2020年は、栽植密度を7,207株/10a、8,081株/10a、9,524株/10aとし、栽植様式はちどり播種とした。播種機は2019年と同様の高速汎用施肥播種機(NTP-2AF)を用いた。対照区として7,207株/10aの条播種区を設けた。品種はP9400(早生 RM100)を供試し、実規模レベルにおいて試験を行った。ほ場を二分し、基肥区(基肥 N14kg/10a+追肥 N0kg/10a)及び追肥区(基肥 N14kg/10a+追肥 N9kg/10a)を設置した。堆肥散布量は3t/10aとした。播種は4月24日、収量調査は8月20日に行った。

結果及び考察

1 気象の概要²⁾

(1)2017年及び2018年の気象

試験Ⅰの結果及び考察の(2)及び(3)にて記述のとおり。

(2)2019年の気象

試験Ⅱの結果及び考察の(2)にて記述のとおり。

(3)2020年の気象

図6に2020年の生育期間における平均気温及び降水量を示した。平均気温は、4月は平年より低く、5月上旬から6月中旬まで平年より高く推移した。6月11日の梅雨入りから8月1日の梅雨明けまでは平年より低く推移した。梅雨明けから9月上旬までは25℃以上と平年より高く推移した。降水量は、4月下旬から5月上旬の播種期は平年より少なかった。梅雨は6月11日から8月1日までと平年より8日間長く、梅雨期間中の降水量は平年比123%であった。梅雨明けから9月上旬の収穫期までの降水量は平年より少なかった。

2 結果概要

2017年及び2018年の結果について表3に示した。2017年について、両品種ともに、株間10cmと20cmの乾物収量は同程度であり、15cmと25cmより多かった。稈径について有意差は認められなかったが、株間10cmは他の区より約5mm細かった。雌穂重割合について、株間が広いほど割合が高い傾向であり、株間25cmは10cmの約2倍であった。

2018年について、両品種は、有意差は認められなかったが、株間23cmは17cm及び20cmより収量が低い傾向であった。中晩生品種では、株間23cmの稈径が17cmより有意に大きかった。

株間を狭めることにより、乾物収量は増加するが、雌穂重割合は低下する可能性が示された。

2019年の結果について表4に示した。7,207株/10aについて、ちどり播種区と条播種区は生育及び収量は同程度であり、播種様式による差はみられなかった。ちどり播種の7,207株/10a、と8,081株/10aについて、両区の生育及び収量は同程度であり、栽植密度による差はみられなかった。

2020年の結果を表5に示した。基肥区及び追肥区について、9,524株/10a(ちどり播種)の追肥区が同密度の基肥区より稈長が有意に高かった($P<0.05$)。他の項目については基肥区と追肥区の各密度間における差はなかった。収量について、基肥区及び追肥区ともに、有意差は認められなかったが栽植密度が高くなるにつれて、収量が高くなる傾向であった。特に追肥区の8,081株/10a(ちどり播種)はすべての試験区にお

いて、最も収量が高かった。稈長について、基肥区及び追肥区ともに、有意差は認められなかったが栽植密度が高くなるにつれて高くなる傾向であった。基肥区と追肥区の各密度間に差はみられなかった。稈径について、追肥区では9,524株/10a(ちどり播種)が他の区より有意に細かった。基肥区では、有意差は認められなかったが栽植密度が高くなるにつれて、稈径が細くなる傾向であった。TDN収量について、追肥区の8,081株/10a(ちどり播種)が7,207株/10a(条播種)より有意に高かった。

2019年および2020年の試験では、栽植密度が高い区において雌穂の減収や倒伏は認められなかった。ちどり播種を行うことで、各株の間隔が広がったため、肥料効率の向上や日照の充足によると考えられた。したがって、栽植密度を高める際はちどり播種を行うことで、収量が増加する可能性が示された。

試験Ⅳ 畝方向試験

材料及び方法

センターほ場で、2018年から2019年にかけて栽培試験を実施した。

畝方向は東西方向及び南北方向とし、品種はP2088(早生RM118)を供試し実規模レベルにおいて試験を行った。株間は18.5cm、畝間は70cm、施肥量は $N:P_2O_5:K_2O=12:12:12$ kg/10a、堆肥散布量は3t/10aとした。(播種日を記載する)2018年は4月26日、2019年は4月17日に播種した。

結果及び考察

1 気象の概要²⁾

(1)2018年の気象

試験Ⅰの結果及び考察の(3)にて記述のとおり。

(2)2019年の気象

試験Ⅱの結果及び考察の(2)にて記述のとおり。

2 結果概要

2018年及び2019年の結果を表6に示した。2018年について、有意差は認められなかったが東西方向が南北方向より収量が高かった。2019年について、生育、収量ともに同程度であり、畝方向による差はみられなかった。

まとめ

2016年から2020年に行った試験の結果による、飼料用トウモロコシの最適な栽培技術は以下のとおりである。

1 播種時期

4月から5月中旬以前の比較的早い播種により、高い収量を確保できる。一方、5月下旬以降の比較的遅い時期では減収する危険性がある。

量を確保できる。また、株間を狭めて栽植密度を高めると雌穂の減収や倒伏の危険性がある。

栽植密度を高める場合は、8,081株/10aを上限、栽植様式はちどり播種が適しており、上限まで播種密度を高める際は基肥のみではなく追肥することで収量増加が期待できると考えられる。

2 栽植密度

畝間75cmの条播種では、株間は17～20cmで高い収

参考文献

- 1) 栃木県農政部畜産振興課(2020). とちぎの畜産 2020. 栃木県
- 2) 気象庁HP「過去の気象データ・ダウンロード」<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

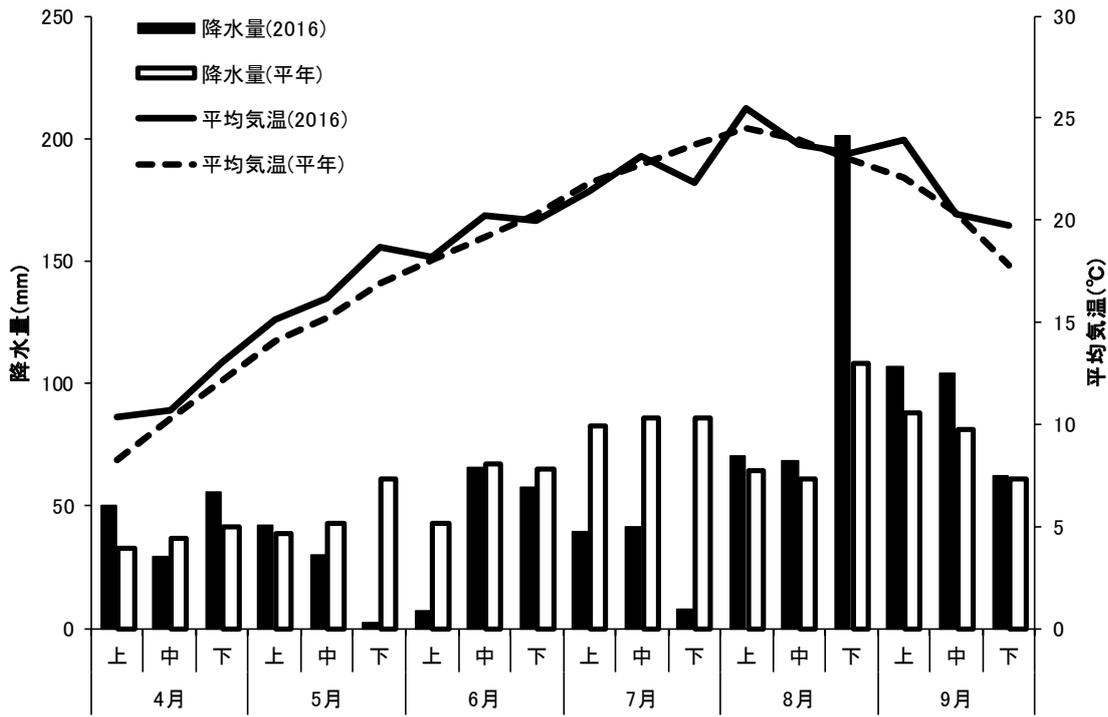


図1 2016年の生育期間（4～9月）における平均気温及び降水量（黒磯）

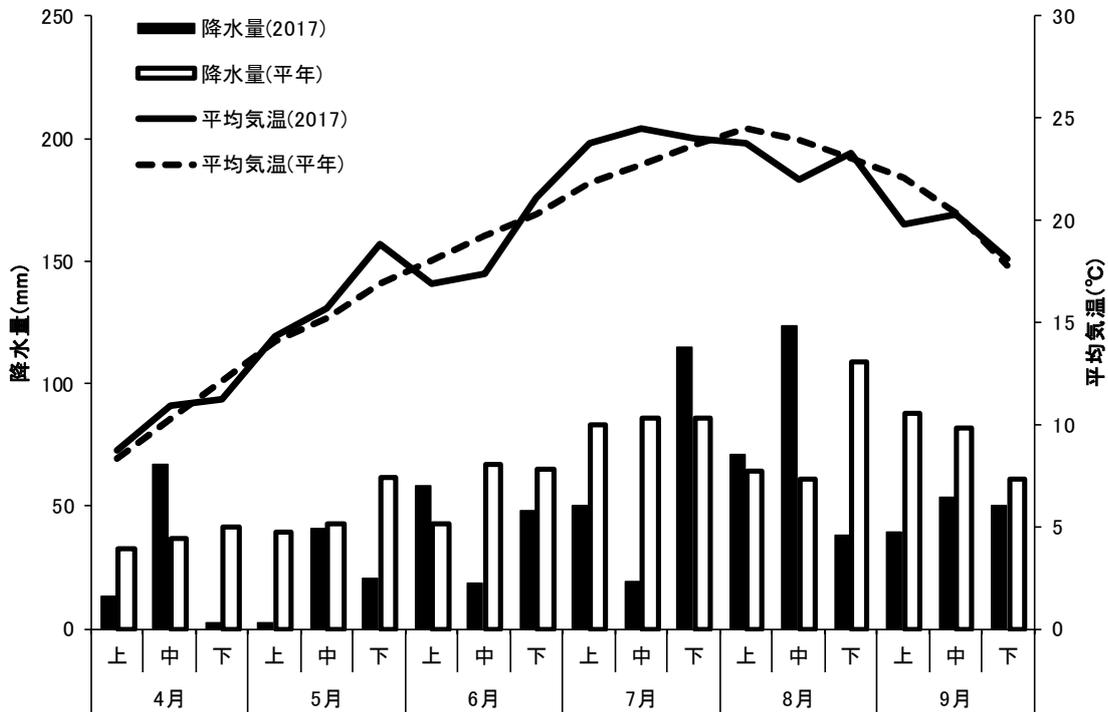


図2 2017年の生育期間（4～9月）における平均気温及び降水量（黒磯）

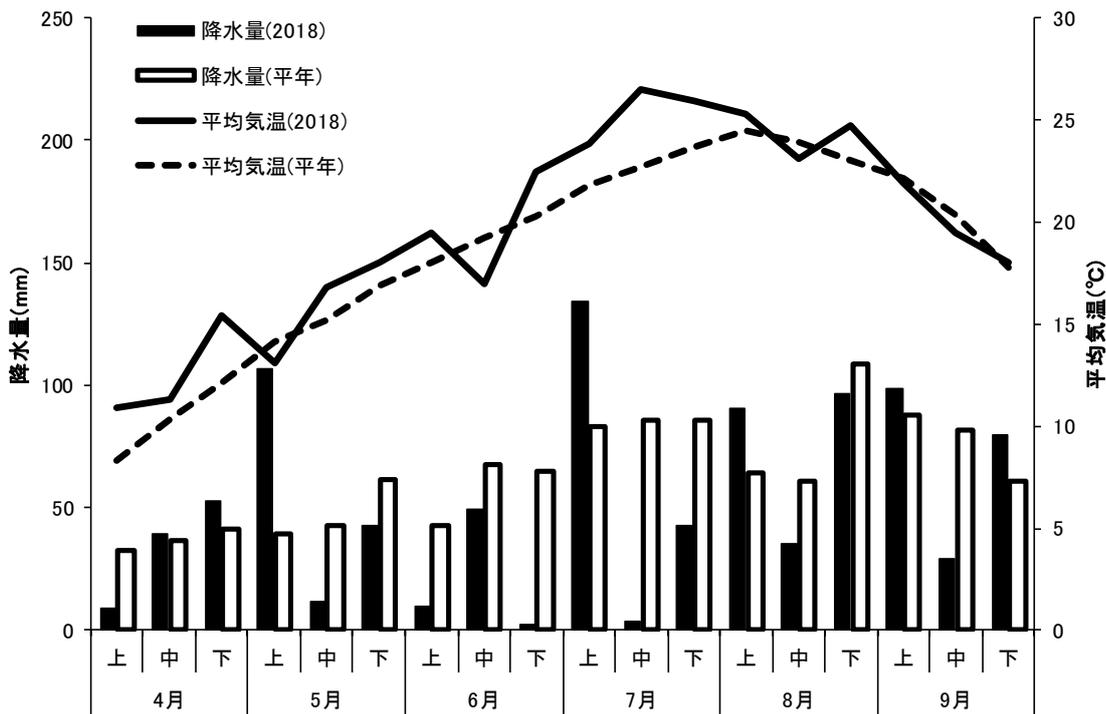


図3 2018年の生育期間（4～9月）における平均気温及び降水量（黒磯）

表1 試験Ⅰ 播種時期の生育及び収量の調査結果

年度	品種	試験区	稈長 ²⁾ (cm)	稈径 ²⁾ (mm)	生草収量 ²⁾ (t/10a)	乾物収量 ²⁾ (t/10a)	乾物率 (%)	雌穂重割合 ¹⁾ (%)	TDN収量 ²⁾ (t/10a)					
2016	P0640	4月下旬	286	23.3	7.24	2.01	27.6	60.4	1.49					
		5月中旬	305	24.4	6.22	1.92	30.9	56.6	1.41					
		5月下旬	308	21.7	6.5	2.1	32.3	61.2	1.56					
		6月上旬	301	23.5	6.47	1.89	29.3	49.4	1.35					
	32F27	4月下旬	315	28.3	9.09	2.08	22.9	50.2	1.49					
		5月中旬	337	27.1	7.04	1.98	28.2	56.2	1.45					
2017	P0640	5月下旬	324	24.1	7.54	2.06	27.4	48.1	1.47					
		6月上旬	305	25.9	7.2	1.71	23.8	39.3	1.18					
		4月下旬	310	25.0	6.00	1.87	41.6	60.7	1.40					
		5月中旬	307	24.4	5.37	1.95	44.2	55.6	1.43					
	32F27	5月下旬	319	24.3	5.61	1.74	40.0	56.7	1.27					
		6月上旬	323	24.5	5.48	1.67	34.1	23.2	1.08					
2018	P0640	4月下旬	329	27.7	6.86	1.81	33.8	51.4	1.30					
		5月中旬	327	26.6	5.44	1.58	35.5	43.9	1.11					
		5月下旬	343	27.8	5.8	1.53	32.3	38.5	1.05					
		6月上旬	323	27.5	4.66	1.45	35.2	37.1	0.99					
	32F27	4月中旬	295	ab	25.7	b	6.40	b	2.26	38.4	58.6	1.67		
		4月下旬	275	a	23.9	ab	4.43	a	1.83	42.2	59.5	1.36		
2018	P0640	5月中旬	291	ab	24.6	ab	5.26	a	1.88	40.6	53.3	1.36		
		5月下旬	308	b	23.6	a	5.46	a	1.92	40.0	53.5	1.39		
		4月中旬	316	ab	28.2	b	7.85	b	2.40	b	37.3	53.5	1.74	b
		4月下旬	306	a	26.7	a	5.81	a	2.08	ab	41.6	50.8	1.50	ab
	32F27	5月中旬	317	ab	28.2	b	6.15	a	1.73	a	35.2	52.5	1.25	a
		5月下旬	324	b	25.8	a	5.94	a	1.77	a	37.1	50.0	1.27	a

1)有意差(<0.05)なし、2)異符号間に有意差(<0.05)あり

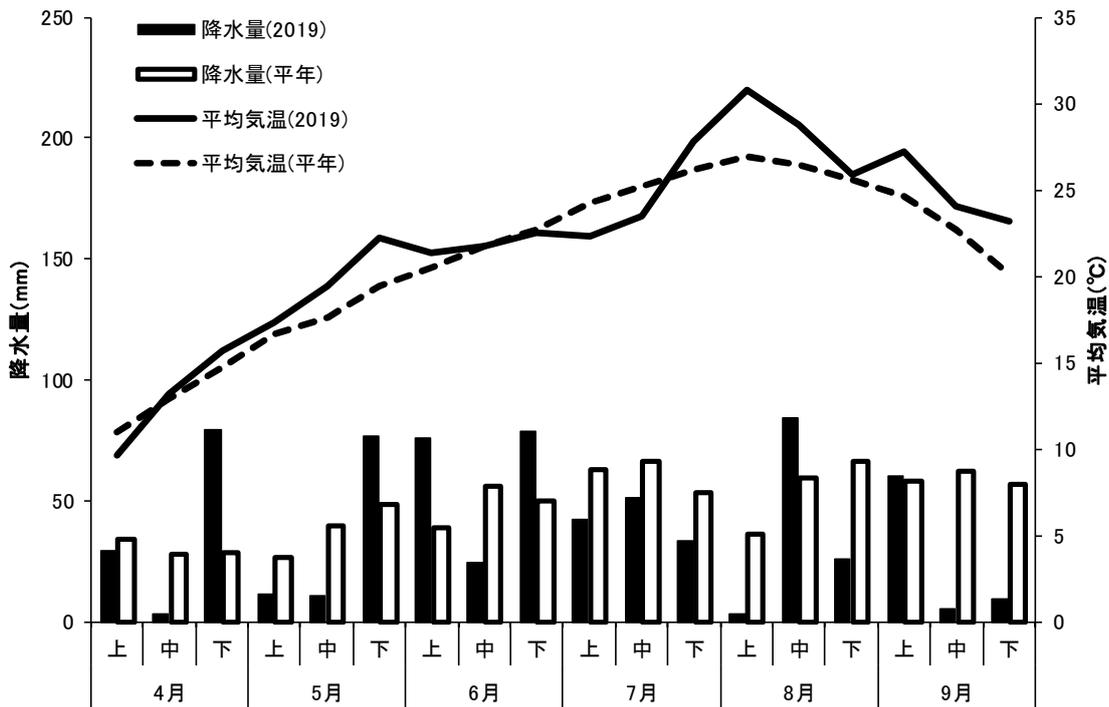


図4 2019年の生育期間（4～9月）における平均気温及び降水量（佐野）

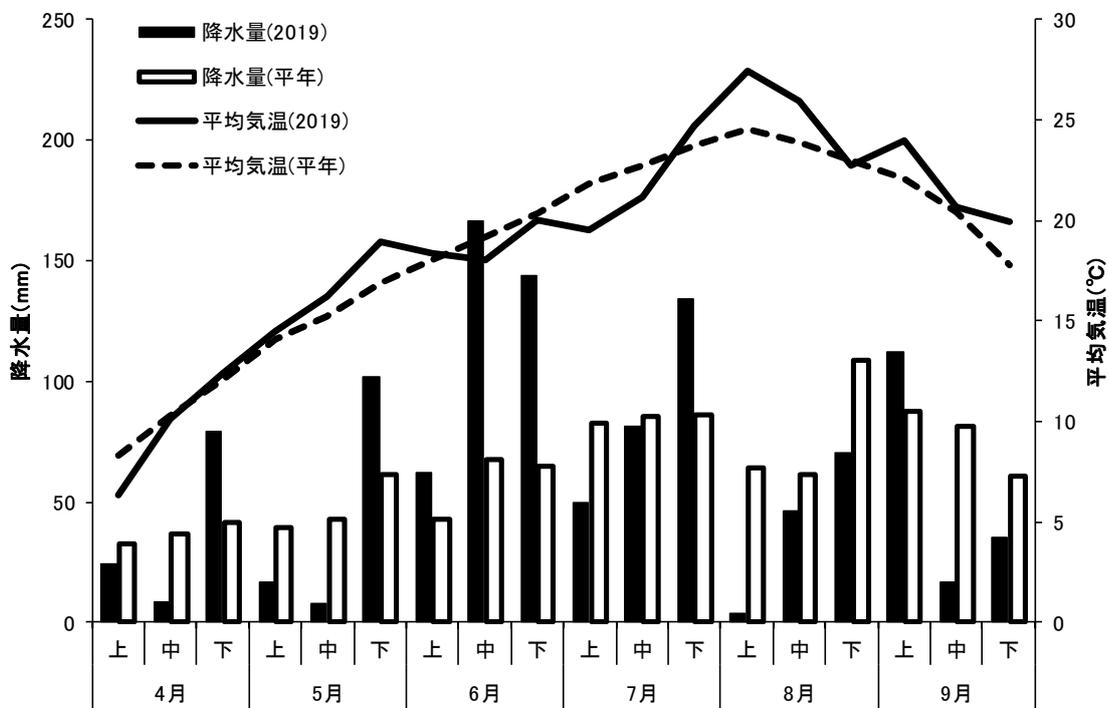


図5 2019年の生育期間（4～9月）における平均気温及び降水量（黒磯）

表2 試験Ⅱ 現地実証による播種時期の生育及び収量の調査結果

地域	品種	試験区	播種日	生草収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物率 ¹⁾ (%)	雌穂重割合 ¹⁾ (%)	TDN 収量 ¹⁾ (t/10a)
県南	P2105	4月中旬	4/16	6.181 ^b	2.40 ^b	38.8 ^c	54.5 ^b	1.75 ^b
		4月下旬	4/26	4.990 ^b	1.70 ^b	34.0 ^b	47.2 ^{ab}	1.20 ^b
		5月下旬	5/22	0.797 ^a	0.22 ^a	28.1 ^a	37.4 ^a	0.15 ^a
県北	KD731	4月下旬	4/27	5.972	1.66	28.0	54.7	1.21
		5月上旬	5/8	6.835	1.68	24.6	49.0	1.20
		5月下旬	5/23	5.822	1.46	25.0	49.9	1.04

1)異符号間に有意差(<0.05)あり

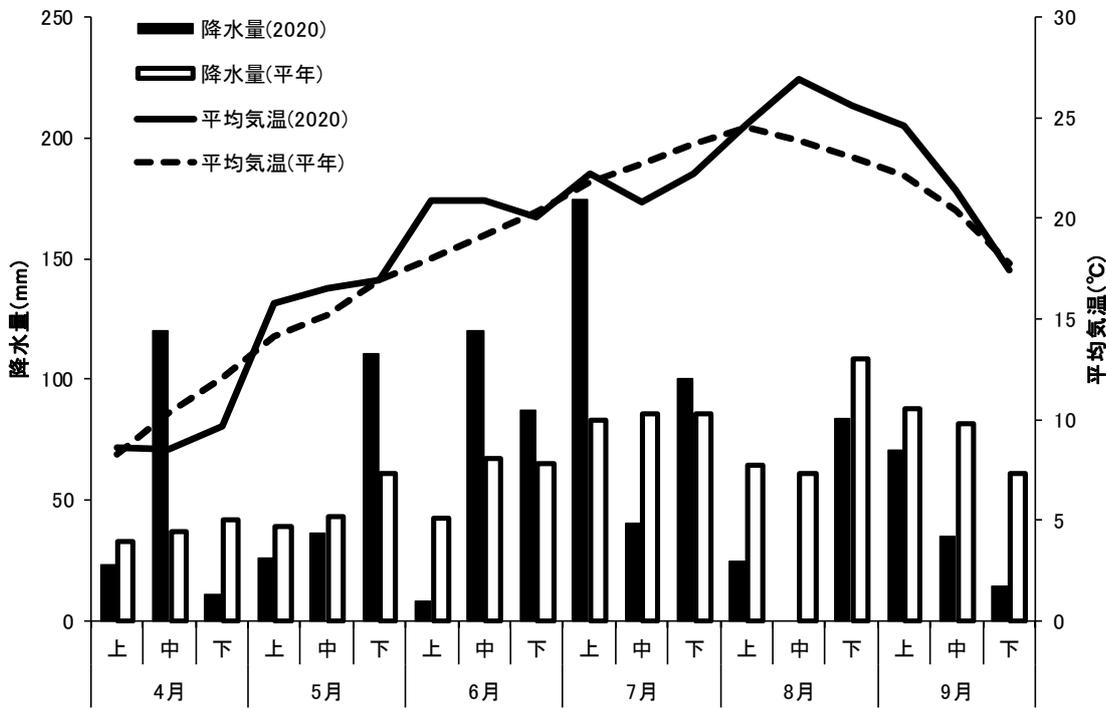


図6 2020年の生育期間(4~9月)における平均気温及び降水量(黒磯)

表3 試験Ⅲ 2017年及び2018年における栽植密度の生育及び収量の調査結果

年度	品種	株間 (cm)	栽植密度 (株/10a)	稈長 ¹⁾ (cm)	稈径 ²⁾ (mm)	生草収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物率 (%)	雌穂重割合 ¹⁾ (%)	TDN収量 ¹⁾ (t/10a)
2017	P0640	10	13,333	325.2	20.1	7.97	2.08	32.2	25.0	1.35
		15	8,889	334	24.6	6.74	1.89	34.2	34.0	1.27
		20	6,667	333.5	24.6	6.76	2.11	40.1	42.2	1.46
		25	5,333	336.6	25.6	5.53	1.64	37.2	50.2	1.17
	32F27	10	13,333	345.4	25.5	8.82	2.05	25.0	12.0	1.26
		15	8,889	349.3	31.4	7.64	1.69	27.7	28.9	1.12
		20	6,667	340.9	29.1	7.72	1.96	31.6	37.2	1.33
		25	5,333	347.4	29.5	6.55	1.59	31.2	39.6	1.09
2018	P0640	17	7,844	321	23.6	5.72	1.85	39.4	50.0	1.32
		20	6,667	320	24.6	5.89	1.94	39.5	50.7	1.39
		23	5,797	319	24.7	4.99	1.71	42.1	46.5	1.21
	32F27	17	7,844	337	26.7	^a 6.94	1.90	36.7	45.1	1.34
		20	6,667	331	27.5	^{ab} 6.30	1.75	34.9	50.1	1.26
		23	5,797	330	28.1	^b 6.30	1.68	33.2	52.3	1.21

1)有意差(<0.05)なし、2)異符号間に有意差(<0.05)あり

表4 試験Ⅲ 2019年における栽植密度の生育及び収量の調査結果

試験区	栽植密度 (株/10a)	稈長 ¹⁾ (cm)	稈径 ¹⁾ (mm)	生草収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物率 (%)	雌穂重割合 ¹⁾ (%)	TDN収量 ¹⁾ (t/10a)
ちどり播種	7,207	257	19.3	5.25	1.97	37.5	62.0	1.18
ちどり播種	8,081	261	19.8	5.35	2.07	38.7	63.2	1.55
条播種	7,207	256	19.1	5.35	2.01	37.6	66.1	1.52

1)有意差(<0.05)なし

表5 試験Ⅲ 2020年における栽植密度の生育及び収量の調査結果

試験区	栽植様式	栽植密度 (株/10a)	稈長 ²⁾ (cm)	稈径 ²⁾ (mm)	生草収量 ²⁾ (t/10a)	乾物収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物率 ¹⁾ (%)	雌穂重割合 ¹⁾ (%)	TDN収量 ²⁾ (t/10a)	
基肥区	条播種	7,207	250	^a 22.4	6.10	2.15	43.4	57.4	1.58	
	ちどり播種	7,207	280	^b 25.9	5.93	1.94	43.1	56.7	1.42	
	ちどり播種	8,081	281	^b 25.3	6.29	2.09	43.8	56.9	1.53	
	ちどり播種	9,524	269	^{ab} 22.2	6.08	2.11	43.8	57.3	1.55	
追肥区	条播種	7,207	267	^a 24.8	^b 5.93	^a 1.95	41.2	52.5	1.41	^a
	ちどり播種	7,207	279	^{ab} 25.8	^b 6.35	^{ab} 2.08	41.8	51.7	1.50	^{ab}
	ちどり播種	8,081	292	^b 24.8	^b 7.23	^b 2.40	43.4	55.7	1.76	^b
	ちどり播種	9,524	287	^{ab} 22.8	^a 6.44	^{ab} 2.11	42.6	56.6	1.55	^{ab}

1)有意差(<0.05)なし、2)異符号間に有意差(<0.05)あり

表6 試験Ⅳ 畝間の生育及び収量の調査結果

品種	試験区	稈長 ²⁾ (cm)	稈径 ¹⁾ (mm)	生草収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物収量 ¹⁾ (t/10a)	乾物率 (%)	雌穂重割合 ¹⁾ (%)	TDN収量 ¹⁾ (t/10a)
2018	南北方向	274	^a 26.4	4.74	1.79	36.4	63.3	1.35
	東西方向	297	^b 25.4	5.22	1.89	37.7	59.6	1.41
2019	南北方向	305	28.1	6.04	1.51	25.0	55.4	1.11
	東西方向	291	28.8	5.72	1.55	27.2	54.1	1.13

1)有意差(<0.05)なし、2)異符号間に有意差(<0.05)あり