

## 不耕起対応トウモロコシ播種機を用いた栽培試験[第3報]

横石和也・竹縄徹也・馬木康隆・福井弘之

## 要 約

不耕起対応トウモロコシ播種機を用いて、飼料用トウモロコシの春播き、夏作および二期作の栽培試験を行い、以下の結果を得た。

〈試験1〉春播き（イタリアンライグラス跡地）3/26～7/13

非選択性除草剤の散布時期と、非選択性除草剤と土壌処理剤との併用処理について検討した。その結果、非選択性除草剤の散布方法に関わらず、春先の再生力旺盛なイタリアンライグラスの防除には、ニコスフロンを含む茎葉処理剤との体系処理が卓効だった。乾物収量は、慣行の耕起栽培と比較して同程度得られた。

〈試験2〉夏作（イタリアンライグラスと大麦との混播跡地）5/20～8/20

前作牧草を収穫後20日間再生させ、非選択性除草剤で枯殺した残渣のマルチ材利用について検討した。その結果、雑草防除効果は殆ど認められず、茎葉処理剤を省略した場合、雑草競合が顕著だった。茎葉処理剤を使用した不耕起栽培では、慣行の耕起栽培と同程度の乾物収量が得られた。

〈試験3〉二期作（不耕起トウモロコシ跡地）7/21～10/28

非選択性除草剤の有無および土壌処理剤への置き換えについて検討した。その結果、非選択性除草剤を省略した場合、前作収穫跡地に発生していたメヒシバと競合し、トウモロコシの生育遅延を招いたので、非選択性除草剤による前処理は必須と考えられた。非選択性除草剤を使用した不耕起栽培の乾物収量は、慣行の耕起栽培と同程度得られた。

## 目 的

飼料用トウモロコシの自給生産は、高栄養かつ高収量の国産飼料を確保する観点から非常に重要であるが、作付け面積はほぼ横ばいで推移している<sup>1)</sup>。今後、飼料用トウモロコシの自給生産を普及拡大していくにあたり、優良品種の開発、コントラクター等の生産組織の設立、低コストで省力的な栽培技術の開発等が求められている。

近年注目されている不耕起による飼料用トウモロコシ栽培は、播種前の耕起作業を省略して前作収穫跡地に直接播種するので、労働費の削減や燃料費の節約が可能で、省力的な栽培技術と言われている<sup>2)3)</sup>。また、播種工程の省力化から生じた余

剰労力を、作付面積の拡大に用いることも可能であり、飼料用トウモロコシの増産に繋がる技術と考えられる。

本県における飼料用トウモロコシの栽培体系には2種類ある。すなわち、裏作のイタリアンライグラスなどの牧草を作付け後に、トウモロコシを作付けする二毛作体系と、温暖な気候を生かして年に2回トウモロコシを作付けする二期作体系がある。どちらの栽培体系においても、トウモロコシの播種期は、前作の収穫期と連続し、労力集中が発生する。そのため、省力的な不耕起栽培技術の潜在的ニーズは本県において非常に高いと考えられ、早期に技術確立と普及を進めていく必要がある。

る。

既に、飼料用トウモロコシの不耕起栽培は、夏の短い北日本の年一作体系や、西南暖地を中心とした二期作体系で普及しており、慣行の耕起栽培と比較して遜色ない収量が報告されている<sup>4) 5)</sup>。

一方で、都府県に多い二毛作栽培体系についても、作業が連続する牧草の収穫期からトウモロコシの播種期において、自給生産労働の集中を軽減することを目的に、不耕起栽培の導入が試みられているが、未だ普及するには至っていない。この原因として、牧草収穫後の不耕起地では前作残渣の障害が大きく、トウモロコシの苗立率が低く減収を招くことが報告されている<sup>6) 7)</sup>。一方、筆者らのこれまで研究で、不耕起播種時のトウモロコシの播種深度を調節することで、苗立率が改善し、慣行の耕起栽培と同等の乾物収量が得られることを明らかにし、二毛作体系における不耕起栽培の導入可能性を見出した<sup>8)</sup>。

そこで本研究では、適した播種深度で不耕起播種されたトウモロコシにおいて、春播き、夏作および二期作の収量を慣行の耕起栽培と比較評価するとともに、除草剤体系についても検討した。

## 材料および方法

### (1) 試験期間

春播きは、2015年3月26日～7月13日、夏作は2015年5月20日～8月20日、二期作は2015年7月21日～10月28日に実施した。

### (2) 試験地条件

試験は、畜産研究課内1号圃場（徳島県板野郡上板町、土質：細粒灰色低地土）で実施し、試験面積は、1試験区4a～7aになるように設置した。

表1に、各播種期における試験地条件を示した。試験地は、同一圃場を耕起地と不耕起地に分けて、対照区と試験区を設置した。前作残渣量は不耕起地でのみ調査し（n=3）、前作の残根、残桿および

収穫残渣の合計量とした。前作残渣量は、牧草収穫跡地であった春播きと夏作の播種期で多く、二期作は少なかった。なお、二期作において不耕起播種する場合、前作トウモロコシの条間に播種するため、前作トウモロコシの残株は、前作残渣量に含めなかった。

土壌硬度と土壌含水比は、耕起地と不耕起地の両方で調査した（n=5）。深さ5cmにおける土壌硬度は、耕起地よりも不耕起地の方が明らかに硬かった。また、不耕起地の土壌硬度は、土壌含水比が低いほど、硬い傾向が認められた。

### (3) 栽培条件

表2に、各播種期における栽培条件を示した。播種は、(国研)生研センターから借り受けた不耕起対応トウモロコシ播種機<sup>9)~12)</sup>をトラクタ(クボタGL320、23.5kW(32PS))の3点リンクに取付けて行った。播種速度は、高速区(1.9m/s)を除き、全て1.5m/sで走行した。

トウモロコシの供試品種は、春播きがLG3520(流通名：スノーデント110)、夏作がSH3815(流通名：スノーデント125わかば)、二期作がP3577(流通名：パイオニア135日)を用いた。

播種深度は播種機の深度調節ノブで調整し、耕起地はネジ長30mm、不耕起地はネジ長20mmとした。

施肥は、表2に記載した量を散布した。散布方法は、春播きと夏作はブロードキャスタで全面散布とした。二期作は不耕起対応播種機に施肥ホッパーを取付けて、播種と同時に肥料を条播した。

除草剤は、表2に記載した薬剤および薬量をブームスプレイヤで散布した。春播きの茎葉処理剤は、イタリアンライグラスの再生が前処理剤だけでは十分に抑えられなかったため、イネ科雑草に卓効なニコスルフロン乳剤と、イチビ等の広葉雑草に卓効なハロスルフロンメチル水和剤との混剤を使用した。夏作および二期作の茎葉処理剤には、

トプラメゾン液剤を使用した。

(4) 調査項目

播種精度は、播種溝から飛び出している種子を「逸出」、播種溝に収まっているが、完全に覆土されておらず上から目視可能な種子を「覆土不足」として、20m区間の当該種子数を計数し、実際に播種した種子数で除して算出した (n=5)。

播種深度は、播種後の種子を30粒無作為に掘り起こし、その平均値を播種深度とした。

苗立率は、トウモロコシ3~4葉期に、20m区間の苗立数を計数し、実際の播種数で除して算出した(n=5)。

雑草調査は、茎葉処理後のトウモロコシ10葉期頃に、ステップ-ポイント法<sup>1,3)</sup>で雑草の植生を調

査した。(n=50) また、雑草の乾物重量を求めるため、トウモロコシ10葉期頃(ステップ-ポイント法と同時)と刈取り調査の2回、雑草を坪狩りして求めた (n=3)。

刈取り調査は、トウモロコシ刈取り適期に、連続する5個体を地際5cm上で3箇所刈取り、桿長、桿径、着雌穂高、収量を調査した。同時に、倒伏および折損の被害個体率も算出した (n=50)。

栄養成分の分析は、刈取り調査した個体を粗粉碎して60℃で2日間乾燥後、目開き500μmパスに微粉碎したサンプルの一般成分を分析し、日本標準飼料成分表<sup>1,4)</sup>の消化率を乗じて、TDN含量を算出した。

表1. 試験地条件

播種期	前作	刈取り日	耕種別	耕起回数	前作残渣 (kg/10a DM)			土壌硬度 (MPa)				土壌含水比 %
					残根	残葉	収穫残渣	0cm	2.5cm	5cm	10cm	
春播き	早生イタリアライグラス (1番草)	3月24日	耕起	2	-	-	-	0.00	0.02	0.03	0.35	43.0%
			不耕起	0	219	193	108	0.74	0.74	0.76	0.98	45.0%
夏作	早生イタリアライグラス (2番草) 中生大麦 (2番草)	4月30日	耕起	3	-	-	-	0.00	0.00	0.01	>2.45	33.4%
			不耕起	0	165	351	39	1.10	1.42	1.58	>2.45	30.8%
二期作	不耕起トウモロコシ	7月14日	耕起	1	-	-	-	0.02	0.04	0.10	>2.45	35.9%
			不耕起	0	10	61	0	0.34	0.92	1.04	>2.45	39.4%

表2. 栽培条件

播種期	試験区	耕種別	作業速度 m/s	株間 cm	条間 cm	栽種本数 本/10a	施肥 (kg/10a)				要素量 (kg/10a)		前処理		土壌処理		茎葉処理	
							堆肥	硫安	48化成	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	薬剤	処理日	薬剤	処理日	薬剤	処理日
春播き 3/26	耕起区	耕起	1.5	19.0	80	6567	0	0	100	16	16	16	-	-	ゲザンゴールド 20.0mL/10.0L/10a	3月27日	-	-
	不耕起区	不耕起	1.5	18.5	80	6745							3月27日	-	-	フンホー液剤 12.5mL/10.0L/10a	4月24日	
	高速区	不耕起	1.9	19.0	80	6579							3月27日	-	-	シャドー水剤 50g/10.0L/10a		
	播種前処理区	不耕起	1.5	18.5	80	6545							3月25日	-	-	-		
夏作 5/20	耕起区	耕起	1.5	17.0	80	7353	10000	0	40	107	138	88	-	-	ゲザンゴールド 20.0mL/10.0L/10a	5月25日	アルファード液剤 15.0mL/10.0L/10a	6月4日
	不耕起区	不耕起	1.5	18.5	80	6769	0	0	100	16	16	16	3月27日	-	-	-	-	
	非茎葉処理区	不耕起	1.9	17.8	80	7022	5月11日	-	-	-	-	-	-	-	-			
二期作 7/21	耕起区	耕起	1.5	19.1	80	6545	0	45	0	9	0	0	-	-	ゲザンゴールド 20.0mL/10.0L/10a	7月21日	-	-
	不耕起区	不耕起	1.5	19.1	80	6533							7月11日	-	-	-	-	
	高速区	不耕起	1.9	18.7	80	6696							7月11日	-	-	-	アルファード液剤 15.0mL/10.0L/10a	7月31日
	非前処理区	不耕起	1.5	19.1	80	6533							-	-	-	-	-	-
土壌処理区	不耕起	1.5	19.1	80	6533	-	-	-	-	-	-	ゲザンゴールド 20.0mL/10.0L/10a	7月21日	-	-			

結果および考察

1) 春播き

表3に播種内容と苗立率を示した。播種深度は、全試験区において目標とする播種深度3cmより深い約5cm程度となり、苗立率は90%以上で良好な結

果が得られた。播種作業速を1.5m/sから1.9m/sに

上げた高速区では、播種深度が有意に浅くなり、覆土不足率も有意に増加したが (p<0.05)、苗立率に有意な差は認められなかった。

表4に雑草の調査結果を示した。茎葉処理剤散布約1ヶ月後の5月26日の雑草の植生は、前処理剤で枯殺し切れなかった前作イタリアンライグラスの再生草は完全に防除でき、小林らの報告<sup>15)</sup>と同様に、ニコスルフロン剤が卓効であることが確認された。一方で、各試験区間での乾物雑草量に有意差は認められなかったものの ( $p>0.05$ )、メヒシバを主とする後発雑草が発生した。また、収穫時の7月13日の乾物雑草量は、耕起区よりも、高速区および播種前処理区が有意に多かった ( $p<0.05$ )。この要因として、①高速区は播種時のトウモロコシの播種溝が粗く、播種溝から雑草発生

が多く観察されたこと、②播種前処理区は前作イタリアンライグラスの再生草が多く、茎葉処理剤の薬液が後発雑草のメヒシバ等に十分に接触できなかったこと、が可能性として考えられる。

表5に刈取り調査結果を示した。刈取り日は、台風11号上陸前に、予定より1週間早い7月13日に行ったが、収穫熟期は黄熟前期であった。耕起区は不耕起区と比較して、桿長はやや短かったが、その他の生育量や乾物収量について有意な差は認められなかった ( $p>0.05$ )。また、乾物収量は、雑草発生量が多かった播種前処理区や高速区において、他の試験区と有意な差が認められなかった。

表3. 播種内容および苗立率 (春播き)

播種期	試験区	播種深度 cm	不正確播種率		苗立率 4/23
			逸出率	覆土不足率	
春播き	耕起区	5.9 <sup>a</sup>	0.0%	0.0% <sup>b</sup>	93.8%
	不耕起区	5.9 <sup>a</sup>	0.0%	0.2% <sup>b</sup>	96.2%
	高速区	4.7 <sup>b</sup>	0.4%	1.3% <sup>a</sup>	96.1%
	播種前処理区	5.9 <sup>a</sup>	0.0%	0.2% <sup>b</sup>	96.2%
	3割処理区	5.9 <sup>a</sup>	0.0%	0.2% <sup>b</sup>	96.2%

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

表4. 雑草発生量 (春播き)

播種期	試験区	雑草被度 (%)			乾物雑草量 (kg/10a)	
		メヒシバ	5/26 イ刈	他	5/26	7/13
春播き	耕起区	46%	4%	0%	8	64 <sup>a</sup>
	不耕起区	50%	0%	6%	17	66 <sup>ab</sup>
	高速区	62%	6%	0%	18	108 <sup>bc</sup>
	播種前処理区	58%	6%	0%	17	136 <sup>c</sup>
	3割処理区	52%	6%	10%	16	46 <sup>a</sup>

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

表5. 刈取り調査結果 (春播き)

播種期	試験区	熟期 7/13	倒伏 %	折損 %	桿長 cm	桿径 cm	着雌穂高 cm	現物収量 kg/10a	乾物率 %	乾物収量 kg/10a	TDN率 <sup>*</sup> % DM	TDN収量 kg/10a
	不耕起区	黄熟前期	0%	0%	245 <sup>ab</sup>	18.8	85	5999	27.0%	1621	67.7%	1098
	高速区	黄熟前期	0%	0%	254 <sup>a</sup>	18.5	86	5840	28.8%	1680	69.0%	1159
	播種前処理区	黄熟前期	0%	0%	250 <sup>ab</sup>	19.3	85	6206	29.0%	1797	68.6%	1233
	3割処理区	黄熟前期	0%	0%	253 <sup>a</sup>	18.9	95	5990	28.3%	1696	68.7%	1165

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

\*TDNは、日本標準飼料成分表 (2009年版) のトウモロコシ (生草) の黄熟期の消化率から算出。

## 2) 夏作

表6に播種内容と苗立率を示した。播種深度は何れの試験区でも5cm程度確保していたが、苗立率は全試験区で70%程度と低かった。この要因として、①播種前後に降雨が少なくトウモロコシの出芽が阻害された可能性、②この時期に鳥害が多発したこと (目視にて確認)、③播種機の繰出機構に種子および忌避剤が詰まり、過負荷により欠株箇所が発生した可能性 (本試験の播種終盤に、

過負荷で種子繰出機構が停止) 等が考えられた。

表6. 播種内容および苗立率 (夏作)

播種期	試験区	播種深度 cm	不正確播種率		苗立率 5/29
			逸出率	覆土不足率	
夏作	耕起区	7.4 <sup>a</sup>	0.0%	0.2%	73.8%
	不耕起区	4.8 <sup>b</sup>	0.7%	0.2%	65.0%
	非茎葉処理区	5.2 <sup>b</sup>	0.2%	0.2%	66.0%

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

表7に雑草の調査結果を示した。茎葉処理剤散布約1ヶ月後の6月30日の乾物雑草量は、耕起区と

不耕起区との間に有意な差は認められなかったが ( $p>0.05$ )、不耕起区では後発雑草としてメヒシバの発生が認められ、雑草被度が92%と非常に高かった。また、前作牧草の枯殺残渣をマルチ利用した非茎葉処理区では、他試験区よりも有意に乾物雑草量が高く ( $p<0.05$ )、十分な雑草抑制効果は得られなかった。また、8月20日の刈取り調査時には、不耕起区で乾物雑草量が大きく増加した。また非茎葉処理区では乾物雑草量の増加は認められなかったが、耕起区と比較して有意に多かった ( $p<0.05$ )。

月20日に黄熟期で行ったが、7月16~17日に上陸した台風11号の影響で、倒伏・折損害が認められた。桿長と着雌穂高が高く、桿径が細かった耕起区は、倒伏・折損害が合計で50%発生したのに対し、桿長と着雌穂高が低く、桿径が太かった不耕起区では被害個体が僅か10%に軽減された。一方で、非茎葉処理区では、被害個体が合計38%と増加した。不耕起栽培では、根系が発達して耐倒伏性が向上するとの報告<sup>16)</sup>があるが、非茎葉処理区では生育初期の雑草防除に失敗した影響で、トウモロコシの根系発達が十分でなかった可能性が考えられるので、今後検証する必要がある。

表7. 雑草発生量 (夏作)

播種期	試験区	雑草被度 (%)			乾物雑草量 (kg/10a)	
		メヒシバ	6/30イチビ	他	6/30	8/20
夏作	耕起区	4%	8%	0%	3 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>
	不耕起区	92%	0%	0%	33 <sup>b</sup>	95 <sup>ab</sup>
	非茎葉処理区	70%	30%	0%	232 <sup>a</sup>	191 <sup>a</sup>

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

乾物収量およびTDN収量には、各試験区で有意な差は認められず ( $p>0.05$ )、雑草発生量との関係性は明確でなかった。しかしながら、収穫機械の作業性や飼料品質の観点から、雑草発生量の管理は重要であり、茎葉処理剤は省略せずに散布するのが望ましいと考えられた。

表8に刈取り調査結果を示した。刈取り調査は8

表8. 刈取り調査結果 (夏作)

播種期	試験区	熟期 8/20	倒伏 %	折損 %	桿長 cm	桿径 cm	着雌穂高 cm	現物収量 kg/10a	乾物率 %	乾物収量 kg/10a	TDN率* % DM	TDN収量 kg/10a
	不耕起区	黄熟前期	4%	6%	227 <sup>b</sup>	19.5 <sup>a</sup>	124 <sup>b</sup>	6934 <sup>ab</sup>	25.5%	1768	67.0%	1185
	非茎葉処理区	黄熟前期	32%	6%	214 <sup>c</sup>	19.0 <sup>ab</sup>	123 <sup>b</sup>	5757 <sup>b</sup>	28.0%	1614	68.7%	1109

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

\*TDNは、日本標準飼料成分表 (2009年版) のトウモロコシ (生草) の黄熟期の消化率から算出。

### 3) 二期作

表9に播種内容と苗立率を示した。何れの試験区でも播種深度を5cmより深く確保でき、良好な苗立率が得られた。高速区では、播種深度が浅くなったものの ( $p<0.05$ )、不正確播種率に有意名

差は認められず、苗立率も良好であったため、本試験地条件では、播種速度1.9m/sでも十分に作業可能と考えられた。

表9. 播種内容および苗立率 (二期作)

播種期	試験区	播種深度 cm	不正確播種率		苗立率 7/31
			逸出率	覆土不足率	
二期作	耕起区	5.9 <sup>a</sup>	0.0%	0.0%	84.2%
	不耕起区	6.1 <sup>a</sup>	0.0%	0.0%	91.3%
	高速区	5.2 <sup>b</sup>	0.4%	0.0%	85.1%
	非前処理区	6.1 <sup>a</sup>	0.0%	0.0%	91.3%
	土壌処理区	6.1 <sup>a</sup>	0.0%	0.0%	91.3%

同一列の異なる符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p<0.05$ )。

表10に雑草の調査結果を示した。不耕起播種した非前処理区および土壌処理区では、トウモロコシの生育初期に、前作収穫後から圃場に発生していたメヒシバと著しく競合した。そのため、トウモロコシの出芽前に、非選択性の除草剤による前処理が必要であると考えられた。また、後発雑草の抑制を目的としたアトラジンとS-メトラクロールとの成分からなる土壌処理剤の散布では、既に発生しているイネ科雑草のメヒシバへの効果が低

く不適であった。

茎葉処理約3週間後の8月20日には、非前処理区と土壌処理区では、メヒシバの一部が残存したため、乾物雑草量はその他の試験区と比較して有意に多かった ( $p < 0.05$ )。一方で、トウモロコシ収穫時の10月28日には、メヒシバは衰退し、何れの試験区でも乾物雑草量は非常に少なかった。

表10. 雑草発生量 (二期作)

播種期	試験区	雑草被度 (%)			乾物雑草量 (kg/10a)	
		メヒシバ	8/20 イネ	他	8/20	10/28
二期作	耕耘区	8%	12%	0%	1 <sup>b</sup>	4
	不耕耘区	8%	4%	4%	0 <sup>b</sup>	0
	高速区	12%	4%	0%	1 <sup>b</sup>	0
	非前処理区	96%	0%	0%	11 <sup>a</sup>	3
	土壌処理区	80%	0%	0%	10 <sup>a</sup>	2

同一列の異符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p < 0.05$ )。

表11に刈取り調査結果を示した。刈取り調査は10月28日の糊熟期で行った。生育初期に雑草と競合した非前処理区と土壌処理区では、稈長が他の試験区と比較して有意に低かった ( $p < 0.05$ )。また有意差は認められなかったものの、乾物収量およびTDN収量も低かった。一方で、前処理剤と茎

表11. 刈取り調査結果 (二期作)

播種期	試験区	熟期 10/28	倒伏 %	折損 %	稈長 cm	稈径 cm	着雌穂高 cm	現物収量 kg/10a	乾物率 %	乾物収量 kg/10a	TDN率* % DM	TDN収量 kg/10a
不耕耘区	糊熟後期	0%	0%	275 <sup>a</sup>	14.2	132 <sup>a</sup>	5700	33.8%	1925	70.7%	1361	
高速区	糊熟後期	0%	0%	269 <sup>a</sup>	14.9	121 <sup>b</sup>	5586	34.3%	1916	70.8%	1355	
非前処理区	糊熟前期	0%	0%	245 <sup>c</sup>	13.3	93 <sup>c</sup>	5207	31.1%	1618	69.8%	1129	
土壌処理区	糊熟前期	0%	0%	248 <sup>c</sup>	12.9	111 <sup>b</sup>	5116	31.4%	1606	71.1%	1142	

同一列の異符号を付した数値間に有意差あり (Tukey法,  $p < 0.05$ )。

\*TDNは、日本標準飼料成分表 (2009年版) のトウモロコシ (生草) の糊熟期の消化率から算出。

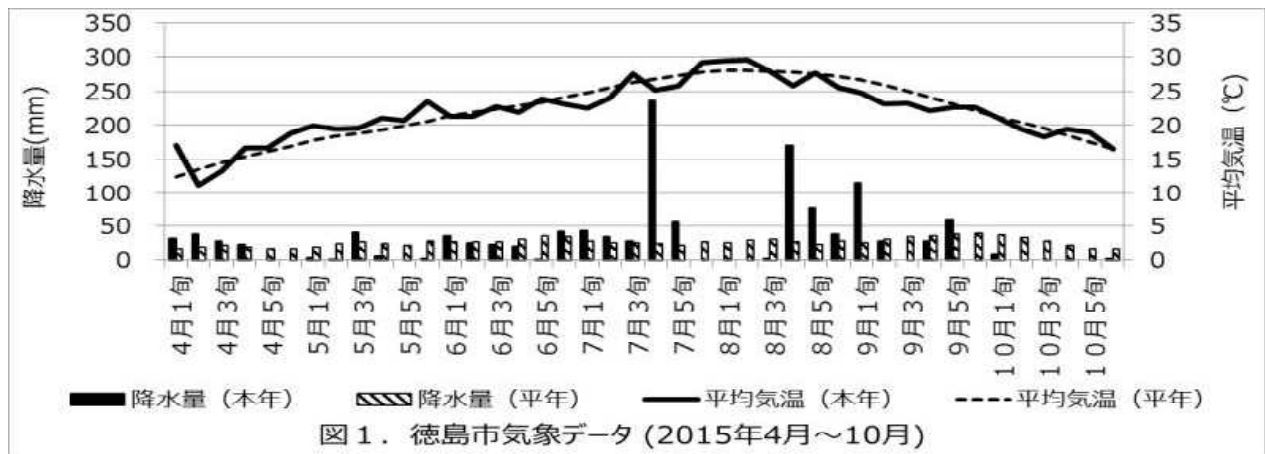
#### 4) 気象条件

図1に、不耕耘栽培期間中の気象条件を示した。平成27年4月以降にエルニーニョ現象が発生し、日本への影響が指摘されている<sup>22)</sup>。気象庁の徳島地方気象台による試験期間中の徳島市の気象データ

葉処理剤を使用した不耕耘区および高速区は、耕耘区と遜色ない成績が得られた。

二期作トウモロコシの不耕耘栽培は、筆者らの過去の試験においても、慣行の耕耘栽培と比較して同等の収量を確保できており<sup>17)</sup>、比較的不耕耘栽培の技術敵難易度は低いと考えられる。二期作体系では、二期作目トウモロコシの収量を十分に得るには、早期播種して有効積算温度を確保することが重要である<sup>18) 19)</sup>。そのため、播種作業が省力化され、早期播種可能な不耕耘栽培の導入は、非常に有効な栽培技術と考えられる。また、今後の地球温暖化の進行により、二期作トウモロコシの栽培可能地域が拡大すると見込まれており、関東北部での二期作トウモロコシ栽培の可能性が指摘されている<sup>20) 21)</sup>。これらの地域においても、不耕耘栽培技術の導入により、二期作栽培体系の安定化は元より、更なる適地拡大も期待される。

によると<sup>23)</sup>、平均気温は4月、5月は高かったが、6月、7月、9月は低かった。降水量は3月、7月、8月は多かったが、5月と10月は少なかった。7月16日から17日にかけて徳島県に台風11号が上陸し、夏作トウモロコシに倒伏・折損が発生した。



文 献

- 1) 農林水産省. 平成26年産飼肥料作物の作付(栽培)面積. 2015.
- 2) 菅野勉・森田聡一郎. 日本草地学会誌. 55 (4), 354-359. 2010.
- 3) 森田聡一郎. 平成25年度自給飼料利用研究会. 35-44. 2014.
- 4) 林 拓. 日本草地学会誌. 57 (3), 162-166. 2011.
- 5) 加藤直樹. 日本草地学会誌. 57 (3), 172-175. 2011.
- 6) 森田聡一郎. 日本草地学会誌. 57 (3), 167-171. 2011.
- 7) 森田聡一郎・中尾誠司・菅野 勉・黒川俊二・佐藤節郎・吉村義則. 日本草地学会誌. 57 (3), 136-141. 2011.
- 8) 横石和也・馬木康隆・福井弘之・松尾守展・橘 保宏. 日本暖地畜産学会報. 59 (1), 2016. (印刷中)
- 9) 橘 保宏. 農業機械学会誌. 75, 128-129. 2013.
- 10) 橘 保宏・川出哲生. 畜産の情報. 2, 11-16. 2014.
- 11) 橘 保宏・川出哲生・志藤博克・平田 晃. 日本草地学会誌. 60 (3), 200-205. 2014.
- 12) 橘 保宏・川出哲生・志藤博克・平田 晃. 日本草地学会誌. 60 (3), 206-212. 2014.
- 13) 西村愛子・浅井元朗. 雑草研究. 58 (2), 52-59. 2013.
- 14) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構(編). 日本標準飼料成分表(2009年版). 34-35. 2009.
- 15) 小林良次・舘野宏司・佐藤節郎. 日本草地学会誌. 55 (2), 164-168. 2004.
- 16) 原田直人・小林洋美・宮園 勉・竹之内豊・桑水郁朗. 鹿児島県農業開発総合センター研究報告. 3, 19-26. 2009.
- 17) 横石和也・白田英樹. 徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課研究報告. 13, 46-49. 2014.
- 18) 横石和也・白田英樹. 徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課研究報告. 13, 46-49. 2012.
- 19) 菅野 勉・森田聡一郎・佐藤節郎・黒川俊二・丸石寛之・島田 研. 日本草地学会誌. 57 (1), 43-46. 2011.
- 20) 丸石寛之・増山秀人・佐田竜一. 栃木県畜産酪農研究センター研究報告. 2, 15-23. 2013.
- 21) 菅野 勉・森田聡一郎・佐々木寛幸・西村和志. 日本草地学会誌. 60(3), 161-166. 2014.
- 22) 気象庁. エルニーニョ監視速報. No. 272-278. 2015.
- 23) 気象庁. 気象統計情報. 2015.