

## トウモロコシ・ソルガム混播栽培における収量制限要因と安定生産技術

行川貴浩・青木大輔

Suppression Factors of the Yield and Techniques for Stable Production in Corn-Sorghum Mixture

Takahiro NAMEKAWA and Daisuke AOKI

### 要 約

本県の自給飼料生産の基幹作物であるトウモロコシ・ソルガム混播栽培体系について、2012～2014年の3年間にわたり県内の延べ46圃場において生育調査および収量調査を実施した。その結果、トウモロコシ・ソルガム混播体系の一番刈りにおいては、収量全体とトウモロコシ収量の間には有意な相関が見られるが、ソルガム収量との間には見られなかったことから、安定した収量を確保するためには、一番刈りをトウモロコシ主体で確実に収穫することが重要と考えられた。また、収量制限要因として播種時期の遅れと栽植密度の設定が収量に大きな影響を及ぼすことが示唆され、収穫時の損失を考慮した実益収量で乾物1,600kg/10a(原物で6～7t/10a相当)を得るためにはトウモロコシ栽植密度を6,700本/10a以上、ソルガムの播種量を1kg/10a程度とし、播種は4月末を目標に行う必要があると考えられた。

二番刈りでは、調査年次や圃場条件によって収量のばらつきが大きく、収量とソルガム栽植密度等の間に調査期間を通して一定の傾向は見られなかったが、一番刈りの収穫時期との間に負の相関が見られる年があったことから、収穫時の損失を考慮した実益収量で乾物609kg/10a(原物で3t/10a相当)を確実に得るためには、一番刈りを8月前半までに完了させることが望ましいと考えられた。

### 緒 言

トウモロコシやソルガムなどの長大作物は、栽培の容易さ、サイレージ発酵の安定性、高いTDN収量等が評価され、本県の自給飼料生産の基幹作物となっている。

近年、細断型ロールペーラの普及により生産されたロールペール数と重量から、現地で容易に収量を推定することが可能になった結果、収量が本県の目標収量である原物6～7t/10a(千葉県1998)を下回る事例が報告されるようになってきた。そこで、千葉県畜産総合研究センターでは千葉県担い手支援課および農業事務所と協力し、2012年から4年間で延べ87圃場の長大作物(トウモロコシ単播、トウモロコシ・ソルガム混播)の播種概要、生育状況、収穫状況の調査を行い、収量制限要因を明らかにするとともに、安定生産技術について検討した。

なお本稿ではトウモロコシ・ソルガム混播栽培での結果を報告する。

### 材料および方法

#### 1. 調査圃場

5ヵ所の農業事務所管内において、計6戸の酪農家によりトウモロコシ・ソルガム混播栽培で作付された延べ46圃場を対象に調査を行い、栽培方法は各農家の慣行法に従った。

#### 2. 調査項目

各年当初に耕種概要調査として、各酪農家に調査圃場の播種日、播種方法、播種量、品種、堆肥等の施用量、農薬散布の有無および収穫予定日について聞き取りを行った。

生育調査は各年、播種後3週目、2ヵ月目および一番刈り収穫後1ヵ月目の3回行った。播種後3週目の調査においては、栽植密度、排水状況および葉害の有無について記録した。栽植密度については、2012、2013年は圃場中の任意の3ヵ所を選択し、それぞれの畦1m分のトウモロコシおよびソルガムの本数と左右2つ分以上の畦間の長さを計測し計算により算出した。また、2014年は圃場中の任意の3ヵ所を選択し、それぞれの

畦10mの本数および左右2つ分以上の畦間から算出した。播種後2ヵ月目の調査においては、雑草の発生、倒伏の有無および病虫害の有無について調査した。一番刈り収穫後1ヵ月の調査においては、ソルガム二番草の再生の有無、および雑草や病害の有無について記録した。

収量調査は、一番刈りおよび二番刈り収穫の1週間程度前に実施した。各圃場3ヵ所(2012、2013年については生育の平均的な任意の地点、2014年については生育調査で栽植密度を算出した地点)で刈取りを行い、トウモロコシの稈長および原物収量について記録した。また、通風定温乾燥機(70℃恒量法)を用いて調査サンプルの水分を測定し、乾物収量(ここでの収量を以下「調査収量」と表記する)およびトウモロコシ1本当たりの乾物重量(以下「トウモロコシ個体重量」と表記する)を算出した。

収穫調査として、実際に農家が行う収穫作業に立ち会い、細断型ロールベアで梱包された圃場あたりのロールの数を計測、1圃場あたり任意にロール5個を抽出し、デジタル式バースケール(iconix FX1)を用いて各ロールの重量を測定した。次に、その平均重量とロール個数および圃場面積から単収を算出、これを原物実益収量とした。また、乾物実益収量は原物実益収量と収量調査時の水分から算出した。1枚の圃場で硫安施用の有無など複数の区分を設定し、収穫作業の都合で区分ごとにロールの数を数えられなかった場合は、区分ごとの原物収量を圃場全体から得られた収量に統一した上で、それぞれの乾物実益収量を各区分の収量調査時の水分を用いて算出した。

また刈高について、2013、2014年に収穫後の圃場に残ったトウモロコシおよびソルガムの基部の長さを記録した。

なお各圃場の土壌成分に関する調査として、2012年の二番刈り収穫終了後に土壌サンプルを採取した。採取方法は、表土2~3cmを取り除き、その下の深さ5~20cmの土壌を、1圃場あたり3~5ヵ所から土壌量が同じになるように採取し、それらを良く混合したものを検体とした。採取したサンプルは雪印種苗(株)北海道研究農場に依頼し、土壌中の硝酸態窒素および交換性陽イオンを測定した。

## 結果および考察

### 1. 栽培概要および生育状況

調査した圃場の栽培概要および播種後3週目の生育調査の概要を表1に示した。

トウモロコシの相対熟度(RM)は混播栽培で一般的な120前後のものが多く、ソルガムは兼用型およびソルゴー型であった。堆肥施用量は3~30t/10aであり、大量施用は水田転換畑での土壌改良のため行われてい

るものと考えられた。

播種月日は、4月上旬から5月下旬まで大きなばらつきが見られ、飼料作物栽培利用技術必携(千葉県1998)に示されている播種適期(4月中旬~5月上旬)から大きく外れた事例があった。

播種後3週目の栽植密度は、トウモロコシで3,840~8,413本/10a、ソルガムで9,194~43,983本/10aと圃場によって大きなばらつきが見られた。

なお、3週目および2ヵ月目の生育調査において、葉害、倒伏および病虫害による被害はいずれの圃場においても皆無あるいは軽微であった。また、一番刈り収穫後1ヵ月の調査においても、ソルガム二番草の再生に大きな違いは見られず、雑草や病害等による生育不良は皆無あるいは軽微であった。このことから今回の調査における収量制限要因として、葉害、倒伏、病虫害の影響は比較的小さいものと考えられた。

### 2. 収量調査および収穫調査の概要

収量調査および収穫調査の概要を表2に示した。なお、収量はいずれも10a当たりの乾物量で表示した。(以下すべて乾物の収量については、「乾物」の表記を省略する)

#### (1) 収量調査

一番刈りの収量調査は7月下旬~8月下旬に行い、その際のトウモロコシの熟期は未乳熟期~完熟期と多岐にわたっていたが、多くは糊熟後期~黄熟期でありトウモロコシの収穫時期としておおむね収穫適期に達していた。調査収量はトウモロコシ・ソルガム合計で839~2,770kg/10a、平均で1,716 kg/10aであったが、表1の排水状況で「やや不良」または「不良」であった事例では平均で1,570kg/10aと全体の平均の約91%であり、湿害の発生が疑われた。トウモロコシ個体重量は24~362g/本とばらつきが大きく、平均で234g/本であった。

ソルガム二番草の刈取りは延べ46圃場中33圃場を、11月下旬から12月中旬に実施した。残り13圃場については、一番刈り収穫後1ヵ月目の調査時点では再生に異常は見られなかったが、その後の生育が悪く収穫が見込めなかったことから収量調査を実施しなかった。その結果調査を実施した圃場の調査収量は271~1,860kg/10a、平均で914kg/10aであり、圃場や年次により収量に大きなばらつきが見られた。

#### (2) 収穫調査

収穫調査は一番刈りで延べ42圃場、二番刈りで延べ29圃場で実施した。一番刈りは収量調査から5日以内に収穫している圃場が大半であったが、二番刈りでは作業スケジュールにより10日以上遅れて収穫する圃場も多く、収量調査後0~26日の期間で収穫が行われていた。

一番刈りの実益収量は890~2,086kg/10a、平均で1,413kg/10aであった。本県の原物での目標収量の

表1 栽培および播種後3週目生育調査の概要

年一 No.	地域	トウモ ロコシ		ソルガム タイプ	地目	面積 (a)	排水 状況	堆肥 投入 量 (t/10a)	基肥の施用量		播種 月日	播種後3週目調査		
		販売	RM						製品名	N・P・K kg/10a		調査日	トウモ ロコシ 栽植密度 (本/10a)	ソルガム 栽植密度 (本/10a)
12-1	県央	B社	115	早生兼用型 晩生ソルゴー型	畑	26.5	良	5.3	硫安	8.4・0・0	5/8	5/28	3,840	16,624
12-2	県央	B社	115	早生兼用型 晩生ソルゴー型	畑	26.5	良	5.3			5/8	5/28	3,840	21,355
12-3	県央	B社	118	早生兼用型 晩生ソルゴー型	畑	46.5	良	5.3	硫安	8.4・0・0	5/8	5/28	4,715	14,009
12-4	県央	B社	118	早生兼用型 晩生ソルゴー型	畑	46.5	良	5.3			5/8	5/28	4,715	10,674
12-5	県北	B社	118	早生兼用型	畑	12.2	良	21	硫安	40・0・0	4/17	5/8	6,157	27,668
12-6	県北	A社	118	晩生 ソルゴー型	畑	8.3	良	21	硫安	40・0・0	4/17	5/8	6,157	9,618
12-7	県北	A社	118	晩生 ソルゴー型	畑	6.8	良	21			4/17	5/8	6,157	15,415
12-8	県央	B社	118	晩生 ソルゴー型	畑	10	良	7	硫安 化成	8.4・0・0 16・8・8	5/7	5/29	6,983	9,194
12-9	県央	B社	118	晩生 ソルゴー型	畑	10	良	7	化成	16・8・8	5/7	5/29	6,983	11,140
12-10	県央	B社	125	晩生 ソルゴー型	畑	20	良	7	硫安 化成	8.4・0・0 16・8・8	5/7	5/29	6,983	17,908
12-11	県央	B社	125	晩生 ソルゴー型	畑	20	良	7	化成	16・8・8	5/7	5/29	6,983	20,334
12-12	県央	A社	127	晩生 ソルゴー型	畑	30	良	7	硫安 化成	8.4・0・0 16・8・8	5/7	5/29	6,983	11,271
12-13	県央	A社	127	晩生 ソルゴー型	畑	30	良	7	化成	16・8・8	5/7	5/29	6,983	12,593
12-14	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	30			5/13	6/7	4,136	18,428
12-15	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	30	硫安	8.4・0・0	5/13	6/7	4,136	17,199
12-16	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	30			5/13	6/7	7,295	13,802
12-17	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	30	硫安	8.4・0・0	5/13	6/7	7,295	12,547
12-18	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	25	硫安	8.4・0・0	5/31	6/25	5,441	28,609
12-19	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	25			5/31	6/25	5,441	28,609
12-20	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	25	硫安	8.4・0・0	5/31	6/25	6,575	22,959
12-21	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	25			5/31	6/25	6,575	21,684
12-22	県南	A社	118	晩生 ソルゴー型	水田	10	やや不良	10			5/28	6/19	6,849	36,414
12-23	県南	A社	118	晩生 ソルゴー型	水田	10	やや不良	10	硫安	8.4・0・0	5/28	6/19	6,849	27,641
12-24	県南	B社	110	早生 兼用型	水田	10	やや不良	10			5/28	6/19	7,174	23,653
12-25	県南	B社	110	早生 兼用型	水田	10	やや不良	10	硫安	8.4・0・0	5/28	6/19	7,174	24,810
13-1	県北	B社	118	早生 兼用型	畑	10.4	良	12	苦土石灰	100kg/10a	4/19	5/10	5,798	43,983
13-2	県北	B社	118	早生 兼用型	畑	12.6	良	12	苦土石灰	100kg/10a	4/19	5/10	8,413	42,626
13-3	県央	B社	118	晩生 ソルゴー型	畑	39.6	良	3	化成	8.4・8.4・8.4	4/30	5/21	7,106	37,108
13-4	県央	B社	125	早生 兼用型	畑	21.27	良	3	化成	8.4・8.4・8.4	4/30	5/21	6,729	30,148
13-5	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	7.5	不良	25			4/28	5/16	5,411	22,309
13-6	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8.5	不良	25			4/28	5/16	5,703	28,244
13-7	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	7.5	不良	25	硫安	8.4・0・0	4/28	5/16	5,411	22,309
13-8	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8.5	不良	25	硫安	8.4・0・0	4/28	5/16	5,703	28,244
13-9	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	7.5	不良	30	無		5/8	5/30	7,037	16,420
13-10	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	30	無		5/8	5/30	5,722	27,847
13-11	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	7.5	不良	30	硫安	8.4・0・0	5/8	5/30	7,037	16,420
13-12	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	8	不良	30	硫安	8.4・0・0	5/8	5/30	5,722	27,847
14-1	県央	A社	123	早生兼用型 晩生ソルゴー型	畑	93	良	7			4/18	5/8	6,149	14,912
14-2	県央	A社	118	早生兼用型 晩生ソルゴー型	畑	53	良	5			4/18	5/8	8,114	13,467
14-3	県央	B社	118	早生 兼用型	畑	26.32	良	3	化成	5.6・5.6・5.6	4/28	5/19	5,961	20,688
14-4	県央	B社	118	中生 兼用型	畑	41.5	良	3	化成	5.6・5.6・5.6	4/28	5/19	6,735	24,664
14-5	県央	A社	118	中生 兼用型	畑	19.58	良	3	化成	5.6・5.6・5.6	4/28	5/19	6,987	19,743
14-6	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	15.1	不良	25			4/9	5/2	5,325	13,776
14-7	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	16.62	不良	25			4/9	5/2	6,483	14,949
14-8	県南	B社	118	晩生 ソルゴー型	水田	14.89	不良	30			5/13	6/3	3,889	14,116
14-9	県南	A社	123	晩生 ソルゴー型	水田	15.79	不良	30			5/13	6/3	5,539	27,571

表2 収量調査および収穫調査の概要

年-No.	一番刈り																			二番刈り					備考
	収量調査										収穫調査				収量調査		収穫調査								
	調査日	生育日数	トウモロコシ				ソルガム		トウモロコシ・ソルガム 合計 (kg/10a)	収穫日	乾物実益 収量 (kg/10a)	刈高 (cm)	乾物実益 収量/ 乾物調査 収量	調査日	乾物個体 重量 (g/本)	乾物調査 収量 (kg/10a)	収穫日	乾物実益 収量 (kg/10a)	刈高 (cm)	乾物実益 収量/ 乾物調査 収量					
			熟期	稈長 (cm)	乾物個体 重量 (g/本)	乾物調査 収量 (kg/10a)	乾物個体 重量 (g/本)	乾物調査 収量 (kg/10a)																	
12-1	8/13	97	観熟後～観熟後期	216	360	1,517	39	653	2,170	8/20	1,283	-	59%	12/3	24	319	12/5	307	-	96%	良				
12-2	8/13	97	観熟後～黄熟期	215	233	896	38	817	1,713	8/20	1,219	-	71%	12/3	43	777	12/5	401	-	52%	良				
12-3	8/13	97	観熟後期	249	273	910	23	321	1,231	8/20	1,335	-	108%	12/3	51	271	12/5	157	-	58%	良				
12-4	8/13	97	観熟後期	232	231	1,018	22	233	1,251	8/20	1,309	-	105%	12/3	39	544	12/5	158	-	29%	良				
12-5	8/7	112	観熟後期	226	278	1,719	13	372	2,091	8/8	1,851	-	89%	11/9	84	1,284	12/5	708	-	55%	良				
12-6	8/7	112	観熟後期	194	281	1,740	24	232	1,972	8/8	1,831	-	93%	11/9	47	1,150	12/5	604	-	53%	良				
12-7	8/7	112	観熟後期	198	212	1,033	25	383	1,416	8/8	1,867	-	132%	11/9	43	1,860	12/5	692	-	37%	良				
12-8	8/14	99	黄熟期	231	227	1,754	11	97	1,851	8/19	1,390	-	75%	-	-	-	-	-	-	-	良				
12-9	8/14	99	黄熟期	240	214	1,343	28	311	1,655	8/19	1,439	-	87%	-	-	-	-	-	-	-	良				
12-10	8/14	99	黄熟期	231	240	1,740	13	230	1,970	8/19	1,490	-	76%	-	-	-	-	-	-	-	良				
12-11	8/14	99	黄熟期	235	224	1,406	14	280	1,686	8/19	1,292	-	77%	-	-	-	-	-	-	-	良				
12-12	8/14	99	乳熟期	197	156	983	45	510	1,493	8/19	1,334	-	89%	-	-	-	-	-	-	-	良				
12-13	8/14	99	乳熟期	219	186	1,353	17	219	1,572	8/19	1,309	-	83%	-	-	-	-	-	-	-	良				
12-14	8/17	96	黄熟期	220	118	725	26	483	1,208	8/20	1,319	-	109%	12/21	80	1,176	12/21	1,160	-	99%	不良				
12-15	8/17	96	黄熟期	171	203	998	33	564	1,562	8/20	1,345	-	86%	12/21	167	1,433	12/21	1,124	-	78%	不良				
12-16	8/17	96	黄熟期	218	213	1,335	7	97	1,432	8/20	1,405	-	98%	12/21	53	928	12/21	587	-	63%	不良				
12-17	8/17	96	黄熟期	236	280	2,110	8	104	2,214	8/20	1,485	-	67%	12/21	53	805	12/21	582	-	72%	不良				
12-18	8/21	82	～乳熟期	204	36	47	28	793	839	8/21	890	-	106%	12/4	96	1,493	12/4	736	-	49%	不良				
12-19	8/21	82	～乳熟期	136	24	91	28	779	870	8/21	961	-	110%	12/4	59	1,447	12/4	691	-	60%	不良				
12-20	8/21	82	～乳熟期	190	118	753	9	201	953	8/21	1,015	-	106%	12/4	43	1,030	12/4	819	-	79%	不良				
12-21	8/21	82	～乳熟期	209	123	945	8	163	1,108	8/21	1,048	-	95%	12/4	44	506	12/4	880	-	174%	不良				
12-22	8/28	92	観熟後期	215	173	1,058	12	421	1,479	8/28	-	-	-	11/29	33	878	12/5	-	-	-	やや不良				
12-23	8/28	92	観熟後期	216	173	1,145	27	734	1,878	8/28	-	-	-	11/29	45	974	12/5	-	-	-	やや不良				
12-24	8/28	92	黄熟期	239	230	1,638	16	371	2,009	8/28	-	-	-	11/29	33	1,031	12/5	-	-	-	やや不良				
12-25	8/28	92	黄熟期	242	269	1,647	18	442	2,089	8/28	-	-	-	11/29	38	1,382	12/5	-	-	-	やや不良				
13-1	8/7	110	乳熟後～観熟期	250	298	1,899	8	125	2,024	8/16	1,517	21	75%	-	-	-	-	-	-	-	良				
13-2	8/7	110	乳熟後～観熟期	266	299	2,679	5	90	2,770	8/16	1,721	20	62%	-	-	-	-	-	-	-	良				
13-3	8/16	108	黄熟期	247	320	2,183	21	318	2,500	8/19	1,676	20	67%	12/3	42	551	12/3	493	18	90%	良				
13-4	8/16	108	観熟後期	260	336	2,259	9	163	2,422	8/19	2,086	18	86%	12/3	44	422	12/3	269	20	64%	良				
13-5	7/30	93	観熟後期	201	195	1,014	33	473	1,487	8/7	911	28	61%	11/5	116	1,551	11/27	559	21	36%	不良				
13-6	7/30	93	観熟後期	215	226	1,337	13	389	1,727	8/7	1,167	28	68%	11/5	77	1,187	11/27	521	20	44%	不良				
13-7	7/30	93	観熟後期	221	218	1,059	37	389	1,448	8/7	1,069	29	74%	11/5	88	1,178	11/27	559	18	47%	不良				
13-8	7/30	93	観熟後期	227	347	1,893	6	77	1,970	8/7	1,625	28	82%	11/5	70	824	11/27	521	15	63%	不良				
13-9	8/16	100	黄熟期	231	246	1,817	14	100	1,917	8/21	1,356	14	71%	12/13	62	1,066	12/16	492	15	46%	不良				
13-10	8/16	100	黄熟期	235	273	1,816	5	59	1,875	8/21	1,422	15	76%	12/13	43	595	12/16	468	14	79%	不良				
13-11	8/16	100	黄熟期	208	248	1,618	38	279	1,898	8/21	1,551	14	82%	12/13	56	821	12/16	448	14	55%	不良				
13-12	8/16	100	黄熟期	229	226	1,501	5	60	1,561	8/21	1,209	15	77%	12/13	43	810	12/16	438	13	54%	不良				
14-1	8/1	105	観熟後期	265	255	1,364	14	126	1,490	8/1	1,258	15	84%	-	-	-	-	-	-	-	良				
14-2	8/1	105	観熟後期	297	289	1,806	7	53	1,859	8/1	1,747	15	94%	-	-	-	-	-	-	-	良				
14-3	8/15	109	黄熟後期	284	362	2,113	17	258	2,371	8/15	1,658	19	70%	-	-	-	-	-	-	-	良				
14-4	8/15	109	黄熟後期	296	286	1,772	9	107	1,879	8/15	1,723	16	92%	-	-	-	-	-	-	-	良				
14-5	8/15	109	黄熟後期	300	263	1,755	9	113	1,868	8/15	1,500	20	80%	-	-	-	-	-	-	-	良				
14-6	7/24	106	観熟後期	256	324	1,365	15	162	1,527	7/24	1,502	25	98%	11/17	34	286	11/25	472	28	165%	不良				
14-7	7/24	106	観熟後期	284	228	1,575	18	272	1,847	7/24	1,400	29	76%	11/17	68	515	11/25	717	22	139%	不良				
14-8	8/13	92	観熟後期	250	223	907	38	445	1,352	8/13	1,509	15	112%	12/9	47	708	12/23	502	17	71%	不良				
14-9	8/13	92	観熟後期	221	238	1,291	7	145	1,436	8/13	1,305	17	91%	12/9	28	657	12/23	375	16	57%	不良				
全平均	8/12	99	-	231	234	1,411	19	305	1,716	8/15	1,413	20	86%	11/29	57	914	12/7	567	18	71%	-				
排水状況 やや不良、 不良のみの 平均	8/14	94	-	220	206	1,237	19	333	1,570	8/16	1,275	21	87%	12/1	62	958	12/8	633	18	77%	-				

下限値6t/10a(千葉県1998)をもとに日本標準飼料成分表(農研機構2010)のトウモロコシ(生草、黄熟期)、ソルガム(生草、乳熟期)の乾物率それぞれ27.1%、24.0%から、トウモロコシ:ソルガムの生草比が9:1と仮定した場合の乾物重量に換算した数値である1,600kg/10aを上回っていたのは、10圃場(約24%)であった。

二番刈りの実益収量は157~1,160kg/10a、平均で546kg/10aであった。

### 3. 土壌分析

2012年の二番刈り収穫終了後に採取した土壌の分析

結果を表3に示した。

硝酸態窒素および交換性陽イオンの各成分の平均値はNO<sub>3</sub>-Nが10.1mg/100g、CaOが735.2 mg/100g、MgOが151.2 mg/100g、K<sub>2</sub>Oが139.1 mg/100gであった。これらを試験研究成果普及情報(千葉県2001)および土壌化学性診断基準(千葉県2005)の数値と比べると、事例により上下はあるものの、各成分とも基準値よりも高い圃場が多く、本県のトウモロコシ・ソルガム混播作付圃場では肥料成分の不足は少ないものと考えられた。

以上の結果から、一番刈りにおいては生育、収量調

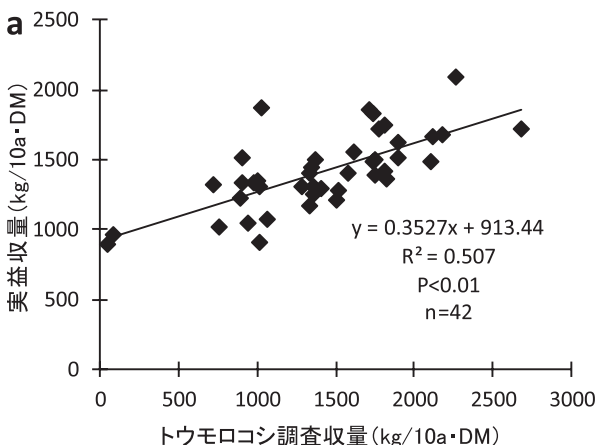
表3 収穫後圃場の土壌分析結果 (mg/100g)

年一 No.	硝酸態窒素	交換性陽イオン		
	NO <sub>3</sub> -N	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
12-1	16.2	1245.5	254.2	214.3
12-2	19.0	1656.9	176.6	207.0
12-3	22.6	1184.1	225.4	260.3
12-4	20.3	1278.0	241.5	313.2
12-5	4.3	683.4	96.2	102.5
12-6	5.3	685.4	114.0	125.4
12-7	5.2	685.4	108.9	107.1
12-8	9.8	863.0	170.0	134.8
12-9	9.2	755.7	152.7	115.2
12-10	7.9	548.3	122.8	111.5
12-11	7.7	397.6	85.8	81.3
12-12	11.4	595.0	128.0	98.2
12-13	9.6	595.1	131.2	97.8
12-14	3.8	504.1	154.0	104.8
12-15	3.8	465.7	143.4	131.5
12-16	5.4	512.8	166.5	141.8
12-17	5.4	499.5	151.5	130.6
12-18	16.8	973.1	226.4	161.8
12-19	14.7	960.8	230.1	167.9
12-20	13.6	823.3	174.0	162.7
12-21	16.6	1121.9	240.5	195.3
12-22	6.6	368.0	79.8	72.1
12-23	7.1	322.9	69.6	69.0
12-24	4.5	351.8	77.2	79.1
12-25	6.0	302.4	60.6	92.9
平均	10.1	735.2	151.2	139.1

分析は雪印種苗(株) 北海道研究農場に依頼

査でばらつきの大きかった栽植密度、播種時期、トウモロコシ個体重量の3点に着目して実益収量が1,600kg/10aを上回る条件を検討した。

また、二番刈りにおいてはソルガム栽植密度と一番刈りの刈取時期の2点に着目して検討した。



4. 調査収量と各制限要因との関係

(1) 一番刈り収量

ア 実益収量、調査収量および収量調査における目標収量

一番刈りの実益収量を推定するために調査収量との関連を検討したところ、両者には正の相関が見られた(図1)。

調査収量における実益収量の割合については、表2の乾物実益収量/乾物調査収量に示したとおり、圃場によって59~132%と大きな開きが見られた。しかし、この値と圃場の地目や収量の間には一定の傾向は見られず、収穫作業中の損失や圃場全体の生育ムラ等の様々な要因があると考えられた。実益収量の得られた42圃場での平均値は86%であり、収量調査から収穫時まで平均で約1割強の損失があると考えられた。

以上のことから、実益収量1,600kg/10aを得るためには、一番刈りの収量調査における目標収量を、少なくとも1,800kg/10a程度確保することが必要と考えられた。

次に、一番刈りにおける実益収量とトウモロコシ、ソルガムそれぞれの調査収量の関係を図2に示した。

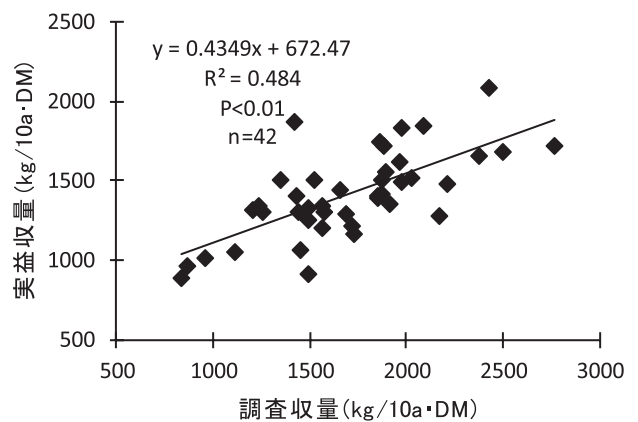


図1 一番刈りにおける実益収量と調査収量 (2012~2014年)

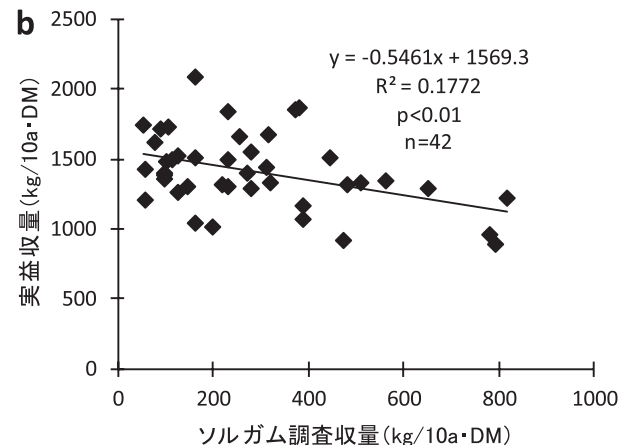


図2 一番刈りにおける実益収量とトウモロコシ(a)、ソルガム(b)調査収量(2012~2014年)



実益収量とトウモロコシ調査収量の間には強い正の相関が認められ、トウモロコシが増収することで実益収量が増加することがわかった(図2-a)。一方、実益収量とソルガム調査収量の間には負の相関が認められ、ソルガムのみの増収が必ずしも実益収量の増加に結び付かないことが示唆された(図2-b)。

このことから、一番刈りの多収を図るにはトウモロコシ主体の増収に努めることが必要と考えられた。

イ 栽植密度

一番刈りにおける調査収量と播種後3週目調査時のトウモロコシ、ソルガム栽植密度の関係を図3に示した。

調査収量とトウモロコシ栽植密度には正の相関が見られ、収量調査における目標収量1,800kg/10aを得るためには、トウモロコシ栽植密度が約6,700本/10a以上必要であると考えられた(図3-a)。一方、調査収量とソルガム栽植密度には相関が見られなかった(図3-b)。このことか

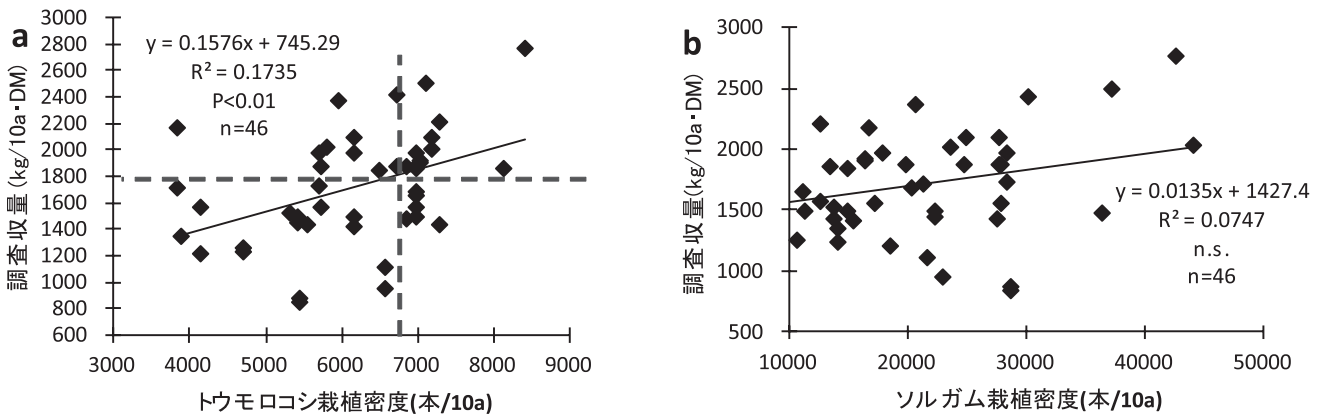


図3 一番刈り調査収量とトウモロコシ(a)、ソルガム(b)栽植密度(2012～2014年)

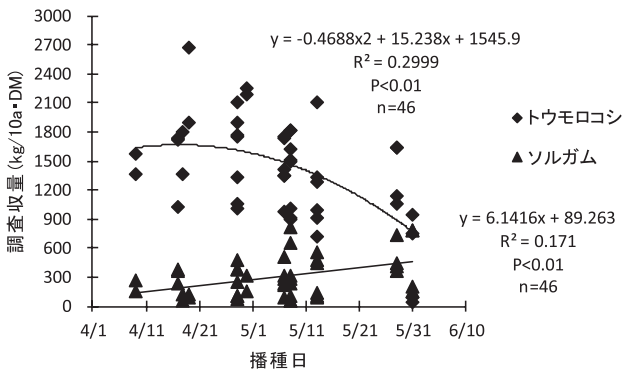


図4 一番刈りトウモロコシ、ソルガム調査収量と播種日(2012～2014年)  
各近似式の X は 4/1=0 日を基準とした日数を示す

ら、ソルガムの栽植密度を上げることは必ずしも増収につながらず、経済的な観点からソルガムの播種量は一般的な播種量である1kg/10aにとどめることが望ましいと考えられた。

ウ 播種時期

一番刈りにおける調査収量と播種日の関係を図4に、調査収量と生育日数の関係を図5に、一番刈りにおけるトウモロコシおよびソルガム収量の関係を図6に示した。

トウモロコシ調査収量と播種日には負の相関が見られ、特に5月に入ってから播種によるトウモロコシの減収が大きかった(図4)。これは播種

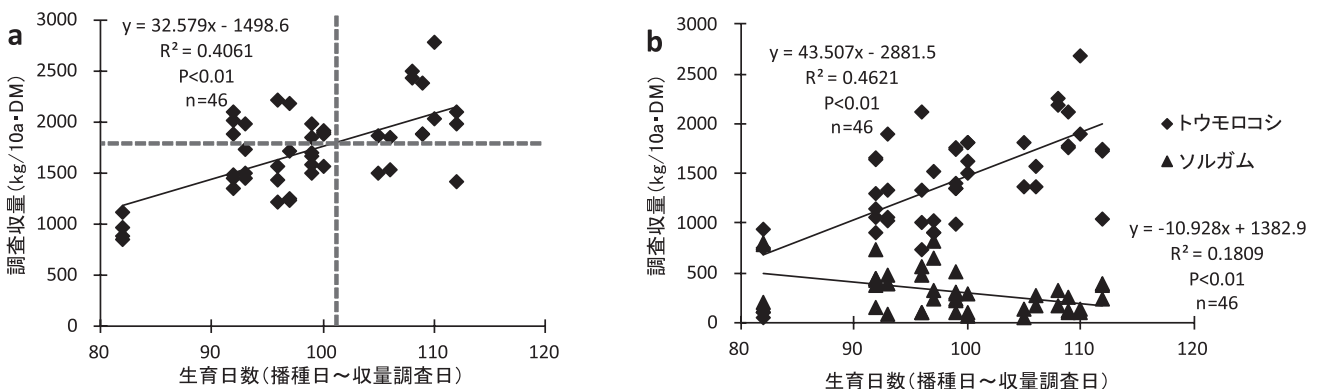


図5 一番刈り調査収量と生育日数(a:合計収量、b:トウモロコシおよびソルガム、2012～2014年)

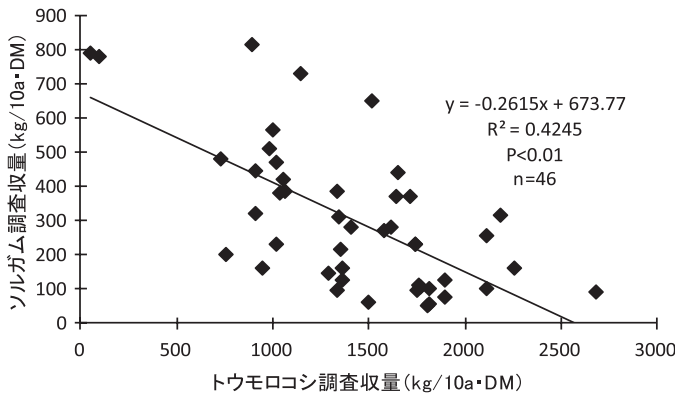


図6 一番刈りにおけるトウモロコシおよびソルガム調査収量の関係(2012～2014年)

日の遅いものほど収穫までの生長期間が短くなることによる影響と考えられ、トウモロコシ調査収量と生育日数には正の相関が見られた(図5-b)。

一方、ソルガム調査収量と播種日には正の相関が見られた(図4)が、増収の効果は小さくトウモロコシの減収を補うほどではないと考えられた。また、ソルガム調査収量と生育日数には負の相関が見られ(図5-b)、トウモロコシ調査収量とソルガム調査収量の間には負の相関が見られた(図6)。これらのことを併せると、トウモロコシとソルガムの生育は競合関係にあり、トウモロコシとソルガムを併せた一番刈り調査収量と生育日数(図5-a)を見ると、収量調査における目標収量1,800kg/10aを得るには、今回作付されたRM120前後のトウモロコシで、生育日数を少なくとも101日程度確保する必要がある。後述するように二番刈り収量を十分に確保するためには、一番刈りを8月前半には完了する必要がある、8月15日を期限に収穫するためには5月6日の播種が最終期限となる。

トウモロコシの収量を最大化することを考えれば、図4の結果から、4月末までに播種することがより望ましいと考えられた。

#### エ トウモロコシ個体重量

一番刈りにおける調査収量とトウモロコシ個体重量の関連を検討したところ、両者には強い正の相関が見られ、トウモロコシ1本当たり乾物で250g以上あれば比較的安定して収量1,800kg/10aに達すると考えられた(図7)。しかし、トウモロコシ個体重量とトウモロコシ栽植密度の関連を検討したところ、両者に相関は見られなかった(図8)。

このことから、今回の調査の栽植密度の範囲内(3,840～8,413本/10a)では密植によるトウモロコシ個体重量の減少によって実益収量が減少する可能性は低く、栽植密度6,700本/10a以上となるように確実に播種することが重要と考えられた。なお、トウモロコシ個体重量が乾物で250gで栽植密

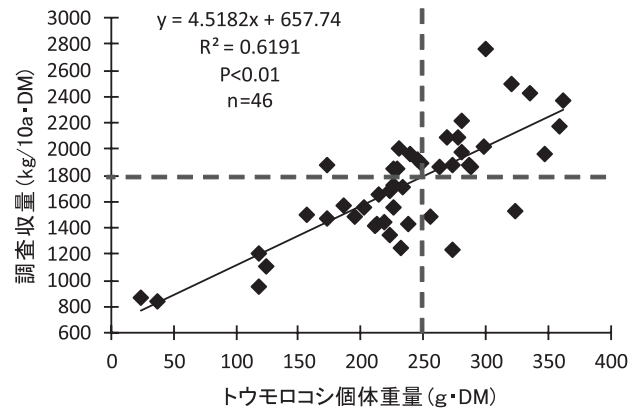


図7 一番刈り調査収量とトウモロコシ個体重量(2012～2014年)

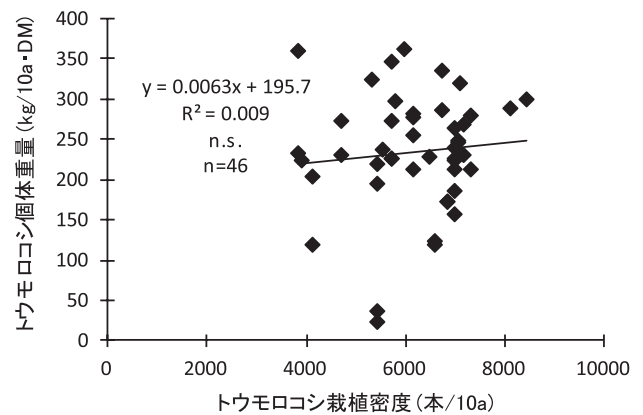


図8 トウモロコシの個体重量と栽植密度(2012～2014年)

度が6,700本/10aの場合、トウモロコシの乾物収量は1,675kg/10aとなり、ソルガムと併せた調査収量が1,800kg/10aの場合、トウモロコシが一番刈り調査収量全体の93.1%を占めることになる。

#### (2) 二番刈り収量

ア 実益収量と調査収量および収量調査における目標収量

二番刈りにおいて調査収量と実益収量には正の相関が見られた(図9)。

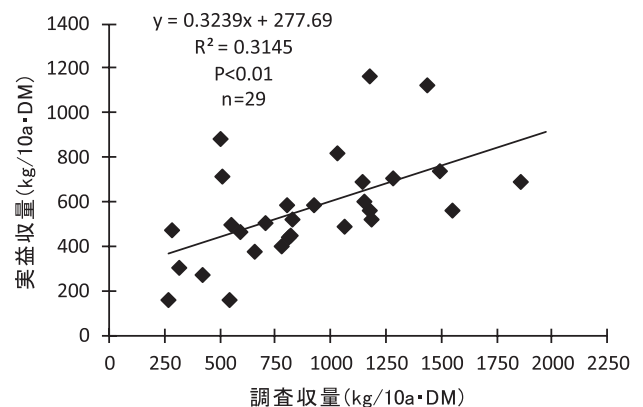


図9 二番刈りにおける実益収量と調査収量(2012～2014年)

調査収量における実益収量の割合については、表2の乾物実益収量/乾物調査収量に示したとおり、圃場によって29～174%と一番刈以上に大きな開きが見られた。

実益収量の得られた42圃場での平均値は71%であったことから、収量調査か収穫時まで平均で約3割の損失があると考えられた。また、本県の二番刈りの目標原物収量は3t/10a(千葉県1998)であり、この値をもとに日本標準飼料成分表(農研機構2010)のソルガム(出穂期)の乾物率20.3%で乾物重量に換算した実益収量は609kg/10aである。

以上のことから、実益収量609kg/10aを得るためには、二番刈りの収量調査における目標収量として860kg/10a程度確保する必要があると考えられた。

イ 栽植密度

二番刈りにおける調査収量とソルガム栽植密度に、相関は見られなかった(図10)。

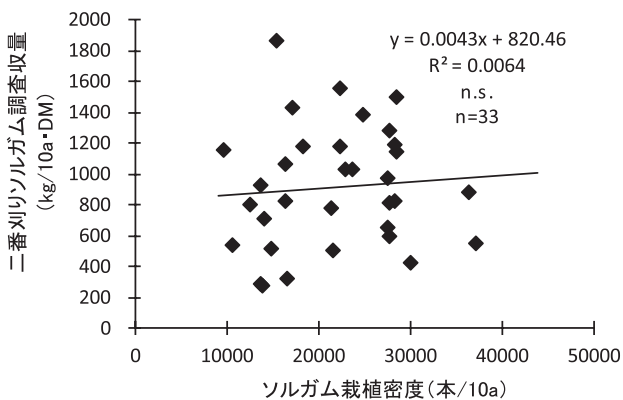


図10 二番刈りにおける調査収量とソルガム栽植密度(2012～2014年)

ウ 一番刈り収穫日と二番刈り調査収量  
二番刈りにおける調査収量と一番刈り収穫日の関係を図11に示した。

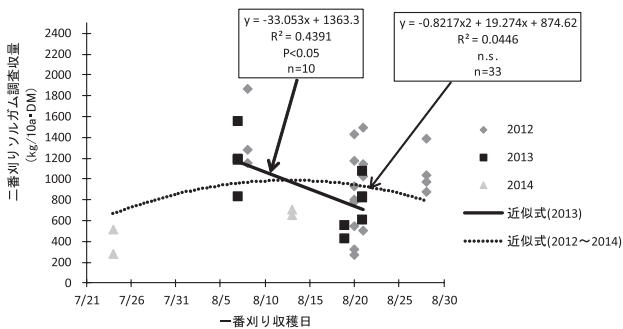


図11 二番刈り調査収量と一番刈り収穫日(2012～2014年)

各近似式の X は 8/1=0 日を基準とした日数を示す

調査収量は年次や圃場条件によってばらつきが大きく、3年間まとめた統計処理では相関は見られなかった。また年次ごとの統計処理では、2012年と2014年の調査収量と一番刈り収穫日の間に有意差は無かったが、2013年では有意な負の相関( $R^2=0.4391$ )が見られ、8月後半に収穫したほとんどの圃場で調査収量が目標収量の860kg/10a未満となった。

以上の結果をまとめると以下のとおりである。

- ① 県内のトウモロコシ・ソルガム混播栽培において、栽植密度と播種時期は収量を制限する大きな要因となる。
- ② 安定した収量を確保するためには一番刈りをトウモロコシ主体で確実に収穫することが重要であり、実益収量1,600kg/10aを得るためにはトウモロコシ栽植密度を6,700本/10a以上、ソルガムの播種量を1kg/10a程度とし、播種は4月末を目標に行う必要がある。
- ③ 二番刈りは年や圃場条件によってばらつきが大きいですが、実益収量609kg/10aを確実に得るためには一番刈りを8月前半までに完了させることが望ましい。

最後に、本試験を実施するにあたり、県内の自給飼料生産農家、カネコ種苗株式会社、雪印種苗株式会社および千葉県担い手支援課ならびに各農業事務所改良普及課畜産担当者の皆様に多大なる御助言と御協力を賜りました。巻末に当たり関係の皆様へ深くお礼申し上げます。

引用文献

千葉県、2001、試験研究成果普及情報・主要農耕地土壌の実態と対策管理—土壌環境基礎調査とりまとめ結果—、[2012年5月1日引用]  
Available from [https://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/shikenkenkyuu/documents/17\\_8.pdf](https://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/shikenkenkyuu/documents/17_8.pdf)  
千葉県 千葉県農林技術会議、1998、飼料作物栽培利用技術必携:20-21  
千葉県 千葉県農林技術会議、2005、土壌・水質及び作物分析診断:1  
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編、2010、日本標準飼料成分表(2009年版):34-37