

# 未出穂型ソルガムと極早生ライムギによる輪作体系の 乾物収量および栽培特性

小林篤央・勝山優花・竹田愛美・中野日陽・春日重光

信州大学農学部農学生命科学科

## 要 約

準高冷地におけるライムギ-ソルガム輪作体系の効率化のため、極早生ライムギと未出穂型ソルガムを用いた輪作体系の検討を行った。本論文では2018年から実施している調査のうち、2022年および23年の結果を報告する。収量性は年間乾物収量が2022年で250kg/aを超え、減収した2023年も200 kg/aを超えた。2023年に減収した原因は、ソルガム栽培においてヒエノアブラムシの虫害が著しかったためである。一方、作業性はライムギ収穫からソルガム播種まで両年とも3週間以上確保することができ、課題であったライムギ収穫とソルガム播種の作業の密集を避け、余裕を持って作業が行えることが確認できた。2023年のソルガム栽培では圃場内で生育ムラが発生し、圃場北西側で減収した。減収した北西側では硝酸態窒素の減少が確認された。圃場内で生育に差が生じた原因として、硝酸態窒素が流亡し、ソルガムが利用可能な硝酸態窒素が減少した可能性とソルガムの硝酸態窒素吸収能が低下し、余った硝酸態窒素が流亡し、結果として土壌の硝酸態窒素量が減少した可能性の2つが考えられた。しかし、原因の特定には至れなかった。そのため今後は原因の特定と生育ムラの解消のための方法の検討が必要である。

キーワード：輪作、ライムギ、ソルガム、極早生、ヒエノアブラムシ

## 緒 言

ライムギ (*Secale cereale* L.) は圃場の有効活用のため、一般的にトウモロコシ (*Zea mays* L.) やソルガム (*Sorghum bicolor* Moench.) などの長大型飼料作物を基幹とした、二毛作体系で栽培されることが多い<sup>1)</sup>。しかし、ライムギは一般的に準高冷地での収穫時期が出穂期～出穂揃の5月上旬であり、後作の長大型飼料作物の播種時期まで1週間程度と、輪作のためには短期間で作業を行わなければならない<sup>2, 3)</sup>。そのため4月下旬までに収穫・調整が可能な極早生品種が利用できれば、ライムギと長大型飼料作物の輪作体系がより効率的になる<sup>2)</sup> ことが指摘されている。

そのため準高冷地で4月中に出穂する多収な極早生系統の「SUR10」(種苗登録出願番号 34008) と未出穂型ソルガムである「F60L」を用いた1年2作の輪作体系が2018年から研究され、年間乾物収量で250 kg/aを超えている<sup>5, 6)</sup>。本論文ではこれらの先行研究に引き続き極早生ライムギ「SUR10」および未出穂型ソルガム「F60L」を用いた輪作を実施し、乾物収量やそこで見られた圃場内での生育の

バラツキについて調査した。生育のバラツキについては2018年の試験開始以降、試験圃場において生育差が生じたという報告はない<sup>5, 6)</sup>。しかし、2023年ソルガム栽培では初めて生育差が生じた。乾物収量の安定化のためには、同一圃場内での生育差の解消が必須であるため、差が生じた原因を調査した。

## 材料および方法

試験は2021年10月から2023年10月に信州大学農学部附属 AFC 構内ステーション圃場で行った。なお、栽培圃場はソルガム-ライムギ輪作5年～6年目であった。

供試系統はライムギ「SUR10」およびソルガム「F-60L」で、共に信州大学附属アルプス圏フィールド科学研究センター (AFC) 栽培学研究室で育成されたものがある。その主な特性は、ライムギの「SUR10」は極早生で耐寒性に優れ、短稈、多茎である。一方、ソルガムの「F60L」は極晩生で中稈の未出穂型ソルガムで耐倒伏性に優れ、高消化性遺伝子 bmr-18および紫斑点病抵抗性遺伝子 ds1を持つ。既存の未出穂型ソルガム「風立」タイプである<sup>7)</sup>。

試験区は図1のように17 m四方の269 m<sup>2</sup>とした。ライムギの播種は2021年は10月11日、2022年は10月

受付日 2024年1月12日

受理日 2024年2月7日

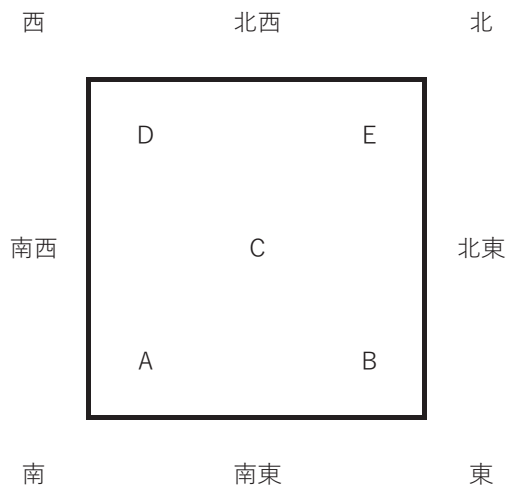


図1 試験区の配置

表1 施肥量 (kg/a)

年	作物	化成肥料	土壌改良材	堆肥**
		BB372*	硫酸マグネシウム	
2021-22年	ライムギ	6	4	200
	ソルガム	8	5	200
2022-23年	ライムギ	4	2	0
	ソルガム	8	5	200

\* N : P : K = 13 : 17 : 12 %

\*\* N : P : K = 2.4 : 2.8 : 5.2% C/N比17.0

12日である。栽植様式は散播栽培とし、播種量は600 g/aとした。施肥量は表1の通りとした。ソルガムは、ライムギの収穫・耕起後、2022年が5月11日、2023年が5月10日に播種した。栽培様式は畦幅75 cm、株間8 cmの1株1本仕立てとした。施肥量は表1の通りである。間引きは2022年は5月31日、6月1日、2023年は6月6日に行い、その他の栽培管理は当大学の慣行法によって行った。

ライムギの収量調査は2022年4月20日および2023年4月11日に行った。試験期間中に行った調査項目は、出穂始、倒伏率、出穂茎率、草丈、桿径、茎数、収量（生重、乾物）、乾物率、収穫ロスおよび補正乾物収量とした。出穂始は3本以上の出穂が認められた日とした。刈り取りは図1のA～E地点（2022年はA、C、E地点）の5反復（2022年は3反復）で行い、面積は1点1 m<sup>2</sup>とした。草丈、桿径は刈り取り後各点10本調査した。倒伏率は各試験区で地際部が収穫時に30°以上の倒伏を示した割合を目測で調査した。乾物収量は生草重量、乾物率を調査し算出した。茎数および出穂茎率は刈り取った生草約500 g中の茎数および、出穂茎数を計数し、

生草収量から1 a当たりの茎数および出穂茎率を算出した。機械収穫を想定した際、ライムギの下部（地際～15 cm）は刈り取りできず収穫ロスとなるため、全重に占める下部（地際～15 cm）の割合を収穫ロスとして算出した。また補正乾物収量は収穫ロスを考慮した値であり、乾物収量に収穫ロスを乗じて算出した。収穫ロスの調査は上記試験区とは別に1区1 m<sup>2</sup>で前述の刈り取り地点横にて、上部（地際より15 cm以上）、下部（地際～15 cm）に分け、それぞれの収量（生草、乾物）を測定した。また乾物率は収穫した5点（2023年）または3点（2022年）について80°Cに設定した通風乾燥機で3昼夜乾燥して測定した。

ソルガムの収量調査は2022年9月30日および2023年9月28日に行った。調査項目は倒伏率、草丈、桿径、茎数、収量（生草、乾物）、乾物率とした。刈り取りは、2022年は圃場内の生育が均一であったため、ライムギと同様に図1のA～E地点の5反復で調査を行った。一方、2023年は生育にバラツキが生じたため、図1のA～E地点に調査地点を設定し、地点間の生育差を調査した。なお、刈り取り面積は両年とも各地点3 m<sup>2</sup>とした。草丈、茎数は刈り取り後1箇所10本について調査した。倒伏率は各試験区で地際部が収穫時に30°以上の倒伏を示した割合を目測で調査した。乾物収量は生草重量、乾物率を測定して算出した。なお乾物率は80°Cに設定した通風乾燥機で3昼夜乾燥して測定した。

毎作物栽培後に試験圃場の土壌を対角線採土法<sup>8)</sup>を用い5点から採取し、表2に示した分析方法により土壌分析（JA アグリエール長野への依頼分析）を行った。なお、2023年ソルガム栽培後は圃場を東西南北（地点A、B、D、E）に4等分し（図1）、

表2 土壌分析の測定方法

調査項目	測定方法
CEC	吸光光度法
リン酸吸収係数	吸光光度法（モリブデンブルー法）
腐植	吸光光度法（熊田法）
pH	ガラス電極法
EC	電気伝導率計法
アンモニア態窒素	吸光光度法（インドフェノール法）
硝酸態窒素	吸光光度法 （ナフチルエチレンジアミン法）
交換性石灰	吸光光度法（OCPC法）
交換性苦土	吸光光度法（キシリジルブルー法）
交換性カリ	吸光光度法（カリボール法）
可給態リン酸	吸光光度法（モリブデンブルー法）
可給態マンガン	電子吸光度法
可給態ホウ素	吸光光度法（アジメチンH法）
可給態鉄	電子吸光度法
可溶性銅	電子吸光度法
可溶性亜鉛	電子吸光度法

それぞれにおいて対角線採土法で採土した。

本試験は2021年10月から2023年の9月まで2年間行ったが、年次の違いは気象条件等が同一でないため、要因として取り上げず、年次ごとに結果を検討することとした。統計解析はExcelアドインソフト「Statcal4」を用い、一元配置分散分析法による多重比較検定のTukey-Kramer法を使用し、調査地点間の違いの有意性を5%水準で検定した。

## 結果および考察

### 1) 試験期間中の気象条件

試験期間中の気象条件はアメダスデータの平年値および2021年10月～2023年9月の降水量および平均気温の変化を表3に示した。

2021-2022年について、降水量は2021年12月、2022年4月および9月は平年より多かったが、2021年10月、11月、2022年5月、6月、8月は平年より少なく、特に梅雨時期の6月が少なかった。その他の月は概ね平年並みであった(表3上段)。平均気温は2021年10月、12月、2022年3月から4月、6月から9月において平年より高い傾向であった。その他の月は概ね平年並みであった(表3下段)。これらのことから本試験期間は期間全体を通して気温が高めで推移し、降水量は平年より少なかった。

2022-2023年について、降水量は、2022年10月、2022年12月から2023年1月および7月から9月は平年より少なく、一方、2月から6月にかけては平年より多い傾向であった(表3上段)。平均気温は

2022年10月および12月、2023年5月から6月は平年並みから平年よりやや高めであった。一方、2022年11月および2023年1月から4月、7月から9月にかけては平年より高かった。特に3月から4月、7月から9月にかけては特に高かった(表3下段)。以上より、本試験期間は期間全体を通して気温が高めで推移し、降水量は秋および冬は少なく、春から夏にかけては多かった。

### 2) 極早生ライムギ

表4に「SUR-10」の収穫日、出穂始、倒伏率、出穂莖率、草丈、稈径、莖数、収量(生重、乾物)、乾物率、収穫ロスおよび補正乾物収量について示した。出穂始が2022年4月15日および2023年3月30日、収穫日が2022年4月20日および2023年4月11日と共に4月中旬の収穫が可能であった。2ヶ年で出穂始および収穫日が10日前後異なる理由は、2022年は2月が低温で、2023年は2月から4月が高温で推移したためと考えられた。

現在、ライムギ-ソルガム輪作などのライムギと長大型飼料作物との輪作体系は、ライムギの刈取りからトウモロコシやソルガムの播種までが1週間程度と極めて短時間であることが指摘されている<sup>3)</sup>。しかし、極早生ライムギを用いた本輪作体系では、ライムギの収穫から後作のソルガムの播種を行う5月中旬まで3週間以上の日数を確保することができた。

草丈、稈径について、草丈は2023年が2022年に比べ高くなったが、稈径は細くなった。出穂莖率は

表3 月別の降水量(mm)および平均気温(°C) 21年10月～23年9月

降水量	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計
平年値※	148.7	90.1	57.4	48.9	70.4	121.5	125.1	143.6	185.3	194.5	131.7	169.6	1486.8
2021-22年	58.5	60	103	22	48	105	190	96	79.5	176	81	240.5	1259.5
平年値との差	-90.2	-30.1	45.6	-26.9	-22.4	-16.5	64.9	-47.6	-105.8	-18.5	-50.7	70.9	-227.3
2022-23年	78	108	31.5	15.5	99.5	138	177.5	199.5	430	169.5	43.5	43.5	1534.0
平年値との差	-70.7	17.9	-25.9	-33.4	29.1	16.5	52.4	55.9	244.7	-25	-88.2	-126.1	47.2
平均気温	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平年値※	13.6	7.2	1.9	-0.7	0.4	4.4	10.3	15.9	19.5	23.2	24	19.9	11.6
2021-22年	14.8	7.7	3	-0.8	-0.3	6.7	13.1	16	20.8	24.3	24.7	22.1	12.7
平年値との差	1.2	0.5	1.1	-0.1	-0.7	2.3	2.8	0.1	1.3	1.1	0.7	2.2	1.0
2022-23年	13.4	9.1	1.9	0.4	1.8	8.6	12.2	16.4	20.3	25	26.2	23.9	13.3
平年値との差	-0.2	1.9	0	1.1	1.4	4.2	1.9	0.5	0.8	1.8	2.2	4	1.6

※平年値は1993年～2020年の平均値

表4 ライムギの生育・収量

年	供試品種 系統	収穫日 月/日	出穂始 月/日	倒伏率 %	出穂莖 率 %	草丈 cm	稈径 mm	莖数 本/a	収量 kg/a		乾物率 %	収穫ロス %*	補正乾物 収量 kg/a
									生草	乾物			
2022	SUR10	4/20	4/15	10	9.3	79.9	3.70	107497	564.2	76.9	13.8	31.8	52.8
2023	SUR10	4/11	3/30	36	16.8	96.0	3.57	115863	470.5	84.8	18.2	27.8	61.1

注) \*: 草高15 cmで上部、下部に分けた時の下部(収穫ロス)の割合

表5 未出穂型ソルガムの生育・収量

年	供試品種 系統	調査日 月/日	倒伏率 %	草丈 cm	桿径 mm	茎数 本/a	収量 kg/a		乾物率 %
							生草	乾物	
2022	F60L	9/30	0	348.4	20.9	1693	927.5	201.8	21.7
2023	F60L	9/28	0	245.1	22.4	1567	558.0	138.9	24.9

2022年が9.3%、2023年が16.8%と23年が高くなった。倒伏割合については、2022年は10%と低かったが、2023年は36%とやや高い値になった。2023年は2022年に比べ草丈が高い反面、茎径が細く、また出穂茎率も高いため、倒伏率が高くなったと推察される。

生草収量では2022年が564.2 kg/a と2023年の470.5 kg/a を上回ったが、乾物率が2022年は13.8%、2023年が18.2%と2023年が高かったため、乾物収量は2022年が76.9 kg/a、2023年が84.8 kg/a と2023年を上回った。収穫ロスは2022年が31.8%、2023年が27.8%であった。収穫ロスを考慮し補正を行った補正乾物収量は、2022年が52.8 kg/a、2023年が61.1 kg/a であった。茎数は2022年が107497本/a、2023年が115863本/a であった。

飼料用ライムギの収量の参考値として、茨城県の目標値である生草重450 kg/a が挙げられる<sup>9)</sup>。本試験では2022、2023年ともにこの値を超えた。

### 3) 未出穂型ソルガム

表5にソルガムの生育・収量について示した。未出穂型ソルガムの収量は、2022年が生収量で927.5 kg/a、乾物収量で201.8 kg/a であった。一方、2023年は生収量が558.0 kg/a、乾物収量が138.9 kg/a となり、2022年と比べ大きく減収した。また草丈も2022年は348.4 cm であったが、2023年は245.1 cm と低かった。一方、桿茎は2022年が20.9 cm、2023年が22.4 cm と2023年が太くなった。また、両年とも倒伏は見られなかった。

ソルガムの収量の参考値として、2022年の日本の平均収量である生草重417.0 kg/a が挙げられる<sup>10)</sup>。本輪作体系でのソルガムは減収となった2023年を含め、2022年の日本の平均収量を上回っていた。2023年のソルガムでは写真1のように下葉が枯れ上がる被害が確認された。また葉は黒色のすす状の物質が付着し、黄色のアブラムシの存在が確認された。このことから発生した虫はヒエノアブラムシと考えられ、これにより2023年のソルガムが著しく減収したと推察される。例年ヒエノアブラムシは8月後半から発生するが、2023年は7月後半から発生し、7月から8月にかけての生育が著しく抑制された。

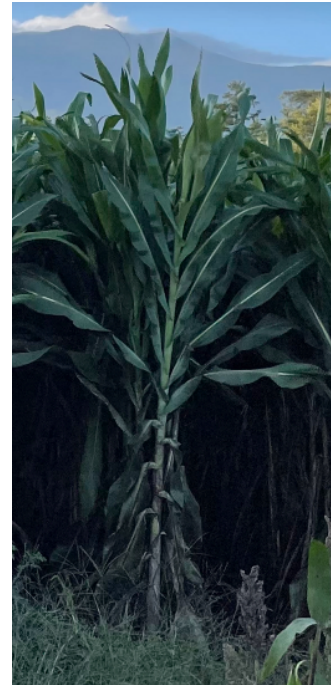


写真1：ヒエノアブラムシの被害

### 4) 年間乾物収量

表6にライムギーソルガム輪作による年間乾物収量について示した。冬作のライムギと夏作のソルガムの乾物収量を合わせて算出した年間乾物収量は、ライムギの収穫ロス補正なしで2022年が278.7 kg/a、2023年が223.7 kg/a、補正ありで2022年が254.6 kg/a、2023年が200.1 kg/a であった。2023年は乾物収量が大きい夏作のソルガムで著しく減収したため、年間乾物収量も2023年は大きく減収した。

### 5) 2023年ソルガムにおける圃場内の生育の差

2023年夏作のソルガム栽培において、写真2、3のように試験圃場内で生育に大きな差が生じた。圃場の北西側の生育が悪く、特に写真2右手前、写真3左手前である西側（D区）の生育が極端に悪かつ

表6 ライムギーソルガム輪作による収量性

年	試供品種 系統	年間乾物収量 kg/a	
		補正なし*	補正あり*
2022	SUR10 F60L	278.7	254.6
2023	SUR10 F60L	223.7	200.1

注) \*: 収穫ロスによる補正



写真2：試験圃場を北西（D、E区）側から撮影



写真3：試験圃場を南西（A、D区）側から撮影

表7 試験圃場内での2023年ソルガムの生育・収量の違い

調査区	収穫日 月/日	倒伏割合 %	草丈 cm	桿径 mm	茎数 本/a	収量 kg/a		乾物率 %
						生草	乾物	
A (南)	9/28	0	248.9 ab	22.7 a	1533.3	629.0	163.5	26.0
B (東)	9/28	0	260.6 a	23.5 a	1566.7	588.7	148.0	25.1
C (中央)	9/28	0	245.4 ab	20.9 a	1666.7	591.7	145.4	24.6
D (西)	9/28	0	233.4 b	23.2 a	1500.0	434.3	111.1	25.6
E (北)	9/28	0	237.3 ab	21.6 a	1566.7	546.5	126.8	23.2
平均	9/28	0	245.1	22.4	1566.7	558.0	138.9	24.9

た。表7に夏作ソルガムの調査区ごとの生育・収量について示した。草丈は5%水準でB地点とD地点の間に有意な差が見られた。また、平均値を比較するとB>A≧C>E≧Dの順であった。桿径は5%水準で有意差は見られず、平均値の比較においても大きな差は見られなかった。収量は生草収量ではA>C≧B>E>Dの順となり、乾物収量ではA>B≧C>E>Dの順となり、生草、乾物ともに概ね同様の結果となった。

これらのことから2023年夏作ソルガムでは北西（D、E）側の生育は南東（A、B）側に比べ悪く、特に西（D）側が生育不良となっていた。

2023年夏作ソルガム栽培後に行った土壌分析の結果を表8に示す。収量が低かったD、E地点では硝酸態窒素がA、Bに比べ低かった。特に最も低い収量となったD地点の硝酸態窒素は0.1 mg/100gと収量が高かったA、B地点と比べ5%程度まで減少していた。またE地点についてもD地点ほどでは

ないがA、B地点に比べ低い値を示した。

収量の減少と硝酸態窒素の減少には2つの可能性が考えられる。1つめは硝酸態窒素が流亡し、ソルガムが利用可能な硝酸態窒素が減少した可能性である。2つ目はソルガムの硝酸態窒素吸収能が低下し、余った硝酸態窒素が流亡し、結果として土壌の硝酸態窒素量が減少した可能性である。

1つ目の要因について、硝酸態窒素は陰イオンであるため、土壌コロイドに吸着されず、降雨などにより流されやすいことが知られている<sup>11)</sup>。本試験圃場は北西（D、E側）から南東（A、B側）に向け約25%の下り勾配となっている。そのため、降雨等による流水により北西（D、E区）側の硝酸態窒素が南東（A、B）側に向かって移動したと考えられる。硝酸態窒素の移動について、渡部ら（1984）は急傾斜地でのカンキツ園における調査で窒素肥料の浸透は垂直下方向が圧倒的に多かったと指摘している<sup>12)</sup>。また今井ら（2006）は茶園隣接水田における

表8 2023年ソルガム栽培後の土壌分析の結果

調査項目 (単位)	適正值	A	B	D	E
CEC		39.1	41.4	37.8	38.8
リン酸吸収係数		1429	1430	1363	1446
腐植 (%)		9.1	9.3	8.3	8.6
pH	6.0~6.5	6.4	6.3	6.4	6.3
EC (mS/cm)	0~0.2	0.16	0.17	0.14	0.18
アンモニア態窒素 (mg/100g 乾土)		1.1	1.3	1	1
硝酸態窒素 (mg/100g 乾土)		1.9	1.7	0.1	1.2
交換性石灰 (mg/100g 乾土)	449~603	554	599	515	546
交換性苦土 (mg/100g 乾土)	118~158	179	194	189	191
交換性カリ (mg/100g 乾土)	27~67	104	113	98	108
塩基飽和度 (%)	60.0~80.0	78.9	80.7	78.9	80.6
石灰飽和度 (%)	41.0~55.0	50.5	51.6	48.6	50.2
苦土飽和度 (%)	15.0~20.0	22.7	23.3	24.9	24.5
カリ飽和度 (%)	4.0~5.0	5.6	5.8	5.5	5.9
石灰/苦土	4.0~8.0	2.2	2.2	2	2.1
苦土/カリ	2.0~4.0	4	4	4.5	4.2
可給態リン酸 (mg/100g 乾土)	10.0~20.0	195.1	233.2	193.2	212
可給態マンガン (ppm)	4.0~8.0	0.3	0.3	0.4	0.6
可給態ホウ素 (ppm)	0.80~2.00	0.71	0.88	0.72	0.76
可給態鉄 (ppm)	8.0~10.0	14.1	14	15	16.2
可溶性銅 (ppm)	10.0~30.0	0.25	0.3	0.25	0.35
可溶性亜鉛 (ppm)	8.0~40.0	56.1	71.7	84.3	65.4

調査で砂土層の下にある難透水層が傾斜し、その上部が水田の作土と繋がっているため硝酸態窒素が流入していると指摘している<sup>13)</sup>。このことから、硝酸態窒素は通常、垂直下方向に流亡するが、本試験圃場は下層に難透水層があり、それにより流亡した硝酸態窒素が南東 (A、B 側) に流れ込んでいると推察される。しかし、北西 (D、E 側) のみでソルガムが硝酸態窒素を吸収できず、硝酸態窒素が流亡したのか直接的な原因は不明である。

2つ目の可能性について、硝酸態窒素吸収能低下の要因としてヒエノアブラムシの虫害がソルガムの生育最盛期に重なったと考えられる。ヒエノアブラムシは圃場周辺の野生化したソルガムやオギなどのイネ科植物に産卵、翌春に孵化し、ソルガム播種後に侵入することが知られている<sup>14)</sup>。本試験圃場の周囲は北西 (D、E 側) が作業道であり、多数のイネ科植物が存在する。一方、その他の方向はいずれも圃場であり、冬季はライムギ栽培圃場または耕起された裸地である。このことから、ヒエノアブラムシは北西 (D、E 側) の作業道に存在するイネ科植物で越冬後、北西 (D、E 側) から圃場に侵入したと推察される。ヒエノアブラムシの侵入時期がソルガムの節間伸長時に重なったため、北西 (D、E 側) では大きな減収になったと推察する。

以上の2つの可能性から推測すると、まず北西 (D、E 側) ではソルガムの生育最盛期に隣接する作業道からヒエノアブラムシが侵入し、生育が衰え

た。それにより北西 (D、E 側) の硝酸態窒素の吸収量が減少し、吸収されなかった硝酸態窒素が南東 (A、B 側) に流亡した可能性が考えられる。しかし、本研究の調査では断定には至れなかった。

## 6) 試験の総括

2022年および2023年に2018年から実施している極早生ライムギと未出穂型ソルガムの輪作体系の調査を引き続き実施した。

2022年はライムギの乾物収量が収穫ロス補正後で52.8 kg/a、ソルガムが201.8 kg/a、年間乾物収量が254.6 kg/aであった。2023年はライムギの乾物収量が収穫ロス補正後で61.1 kg/a、ソルガムが138.9 kg/a、年間乾物収量が200.1 kg/aであった。2023年のソルガムはヒエノアブラムシの虫害により大きく減収した。

ライムギの収穫日は2022年が4月20日、2023年が4月11日でありいずれも4月中旬の刈り取りが可能であった。ソルガムの播種日は2022年が5月11日、2023年が5月10日であり、ライムギ収穫からソルガム播種までは2022年が21日間、2023年が29日間確保することができた。このことから、ライムギソルガムの年2作の輪作体系に極早生ライムギ「SUR10」を用いることで、課題であったライムギ収穫とソルガム播種の作業の密集を避けることができ、余裕を持って作業が行えることが確認できた。

2023年のソルガム栽培ではヒエノアブラムシによ

る虫害と圃場内での生育ムラが発生した。ヒエノアブラムシについては例年より発生が早かった。

圃場内で生育が悪かった北西側では硝酸態窒素の減少が確認された。圃場内で生育に差が生じた原因として、硝酸態窒素が流亡し、ソルガムが利用可能な硝酸態窒素が減少した可能性とソルガムの硝酸態窒素吸収能が低下し、余った硝酸態窒素が流亡し、結果として土壌の硝酸態窒素量が減少した可能性の2つが考えられた。しかし、原因の特定には至れなかった。そのため今後は原因の特定と生育ムラの解消のための方法の検討が必要である。

## 謝 辞

信州大学農学部附属 AFC 栽培学研究室卒業生の大嶋ひとみ氏、河合佑香氏、小林 楓氏、清水葵羽氏、棚橋香月氏、馬場柚希氏、山口冨香氏および同研究室3年生の荒川陽香氏、竹山侑希氏、田中菜々氏、種子朱莉氏には様々な面でご協力頂きました。ここに記して深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 吉村義則 (1998) 農業技術大系畜産編第7巻飼料作物, 農山漁村文化協会, pp. 421-428
- 2) 有時直哉・春日重光・野宮 桂・石田時光・郷道恵 (2004) 準高冷地における早刈りライムギの選抜の可能性, 北陸作物学会報, 40: 116-118
- 3) 仲谷侑子・春日重光・船越裕子・松本理絵 (2006) ライムギ市販品種の特性評価と品種内変異について, 北陸作物学会報, 41: 122-124
- 4) 宮下真実 (2015) 準高冷地において選抜・育種した飼料用極早生ライムギ系統の特性評価, 信州大学農学部農学生命科学科平成27年度専攻研究論文
- 5) 佐藤実栞 (2018) 中山間地域における新たなライムギ・ソルガム輪作体系の構築に関する研究, 信州大学農学部農学生命科学科平成30年度専攻研究論文
- 6) 小林 楓 (2022) 未出穂型ソルガムとライムギの輪作体系に関する研究, 信州大学農学部農学生命科学科令和3年度専攻研究論文
- 7) 春日重光・丸山剛広・北原茉依・阿部繭子・小山内光輔・野宮 桂 (2014) ソルガム類市販品種における乾物生産特性の評価, 信州大学農学部 AFC 報告, 12: 41-45
- 8) 松中照夫 (2020) 新版土壌学の基礎, 農山漁村文化協会, p. 158
- 9) 茨城県農業総合センター (2019) 飼料作物栽培基準, p. 16
- 10) 総務省統計局 e-stat, 令和4年産飼料作物の作付(栽培)面積及び収穫量、えん麦(緑肥用)の作付面積, 閲覧日2024年1月9日  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000040091947&fileKind=0>
- 11) 山根一郎 (1986) 土壌学の基礎と応用, 農山漁村文化協会, p. 107
- 12) 渡部潤一郎・秋好広明・天野勝司・門屋一臣 (1984) 急傾斜地カンキツ園における肥料要素の流亡に関する研究, 愛媛大学農学部農場報告, 5: 8-19
- 13) 今井克彦・恒川 歩・柴山浩子・糟谷真宏 (2006) 茶園隣接水田における地下水中硝酸態窒素の動態と水稲被害, 愛知県農業総合試験場研究報告, 38: 7-13
- 14) 瀬戸口脩 (1996) サトウキビ圃場生態系のアブラムシ類(半翅目: アブラムシ科)に関する生態学的研究, 鹿児島県農業試験場研究報告, 24: 1-75

## Dry Matter Yield and Cropping Characteristics of a Crop Rotation System with Unearned Sorghum and Very Early Maturing Rye

Atsuo KOBAYASHI, Yuka KATSUYAMA, Ami TAKEDA, Hiyori NAKANO and Shigemitsu KASUGA  
The Division of Plant Science and Resources, Faculty of Agriculture, Shinshu University

### Summary

Very early rye and unearned sorghum were introduced into the crop rotation system in 2022 and 2023 to improve fodder crop yields and reduce farm labor in the spring. This trial has been running since 2018, and this paper reports results for 2020 and 2023. Annual yields exceeded 250 kg/a in 2022 and 200 kg/a in 2023. In 2023, sorghum yields were reduced due to sugarcane aphid insect infestation. Yields decreased especially on the northwest side of the field. The introduction of very early rye allowed more than three weeks between rye harvest and sorghum seeding. In 2023, sorghum yields were lower on the northwest side of the test plot. Nitrate nitrogen was reduced in the soil on the northwest side of the test plot.

However, the association between reduced sorghum yield and reduced nitrate nitrogen could not be determined. Therefore, further investigation is needed to determine these causal relationships.

**Keyword:** crop rotation, rye, sorghum, very early maturing, sugarcane aphid