

水稲の代替作物として作付けされた飼料作物の生育特性

服部育男・鶴田 勉¹⁾・加藤直樹・北川まき¹⁾・大川夏貴²⁾

(2018年4月25日 受理)

要 旨

服部育男・鶴田 勉・加藤直樹・北川まき・大川夏貴：水稲の代替作物として作付けされた飼料作物の生育特性。九州沖縄農研研究資料 95：77-85, 2019.

熊本地震が飼料生産に及ぼした影響を明らかにするために現地調査を行ったところ、阿蘇市、南阿蘇村、西原村では用水の確保が困難になり、例年通りの水稲の作付ができない水田圃場が多く発生していた。これらの地域では、飼料用イネの移植が遅れた水田の他、代替作物としてセタリア（アワの近縁種）、ソルガム、ヒエ、エンバク、イタリアンライグラス等が栽培されていた。調査の結果から、飼料作物は草種が多様であり、適草種を選定すれば、現地の様々な播種時期、環境条件に対応できるものと考えられた。一方、低収となった場合では、湿害の他、飼料用イネ以外の飼料作物の栽培経験がなく、栽培管理（作業手順や収穫適期の判断）に苦慮する事例が見られた。そのため、飼料作物の作付経験の少ない生産者に向け、飼料生産に関わる情報の提供が必要と考えられた。

また、熊本県農業研究センター（熊本県合志市）の水田及び畑地圃場において、それぞれ夏播き飼料作物6品種と秋播き飼料作物2品種を供試し、収量性を比較したところ、水田圃場の乾物収量は、畑地と比較しソルガム2品種は平均-139kg/10a、ローズグラスは-90kg/10a、ミレット2品種は平均-148kg/10a、スーダングラスは-57kg/10a、エンバクは+135kg/10a、イタリアンライグラスは-246kg/10aの差が生じた。

キーワード：平成28年熊本地震、飼料作物、水田、生育特性

I. 緒 言

2016年4月14日及び16日に発生した平成28年熊本地震により、畜産地帯である阿蘇地域においても農地および灌漑施設に被害が発生した。当地域は平成28年度熊本県畜産統計（熊本県農林水産部畜産課2017）によると平成27年度は乳用牛が4,676頭で県内の10.8%、肉用牛が28,081頭で県内の23.1%を飼養する地域であり、粗飼料は阿蘇特有の野草地だけでなく、地域内の田畑延べ4,056haで生産されている。さらに水田では1,422haで飼料用イネが作付けされており、当該地域の水田は主食用

米の生産だけでなく、粗飼料の確保にとっても重要な位置を占めている。今回の地震では農地の地割れ、農地の陥没、山腹崩壊に伴う農地への土砂流入等により、農作物の作付が出来ない農地や、用水路、ため池の損傷により、用水を確保出来ず作付けが困難な水田においては、大豆・飼料作物の作付検討が必要となった（阿蘇地域振興局2017）。水田での飼料生産は飼料用イネ以外に冬作のイタリアンライグラスがほとんどであり、地震発生後の植え付けとなる夏作ではトウモロコシ、ソルゴーなど、長大作物が一部栽培されているのみで、夏作の牧草類の栽培はこれまでほとんどなかった（熊本県農林水産部畜産

農研機構九州沖縄農業研究センター畜産草地研究領域：〒861-1192 熊本県合志市須屋2421

1) 熊本県農業研究センター畜産研究所

2) 現、熊本県北広域本部阿蘇地域振興局

課 2017)。そこで、本調査では飼料用イネに代わる粗飼料の確保を目的として現地被災水田で栽培された飼料作物について、草種、収量、飼料成分を調査し、生育障害の有無等を評価した。また、高い耐湿性が期待できる飼料作物数草種を水田圃場と畑圃場で栽培し収量・飼料成分を比較・評価することにより、現地調査で得られた結果の要因解析と次年度以降の作付けに有用な知見を得ようとした。

本調査の実施にあたり、阿蘇市、南阿蘇村、西原村の生産者の皆様、熊本県阿蘇地域振興局の犬飼直紀参事にご協力をいただいた。梶 雄次九州沖縄農業研究センター畜産草地研究領域長には校閲、助言をいただいた。成分分析にご尽力をいただいた九州沖縄農業研究センター非常勤職員の豊田洋美様、大林優子様、岸本千勢様に記して謝意を表す。本調査は、農林水産省の平成 28 年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業の緊急対応研究課題（被災地域の営農再開に向けた熊本地震による農地・作物生育への影響に関する調査研究、28039C）として実施された。

Ⅱ. 材料と方法

1. 栽培状況の調査

2016 年 6 月から 8 月にかけて、熊本県阿蘇地域（阿蘇市、南阿蘇村、西原村）において、現地水田で地

震後にすでに栽培されている飼料作物の耕種概要について、生産者（阿蘇市 3、南阿蘇村 1、西原村 3；計 7 戸）からの聞き取りにより調査した。調査項目は、1. 生産者の経営概況（家畜飼養頭数、労働力、作業委託の有無、地震前の状況として作目・地目ごとの作付面積）、2. 地震前の飼料作物の栽培概況（飼料作物種・地目ごとの作付面積、栽培期間、播種量、施肥量、収量、機械化体系）、3. 地震後の飼料作物の栽培概況（圃場被害の有無、作付計画の変更や圃場作業などの地震対策、家畜の飼養環境の変化の有無、地震後の作付計画、過去の作付経験の有無）である。

2. 現地で栽培された飼料作物の収量および飼料成分調査

調査結果にもとづき、当年度に栽培された飼料作物草種をできるだけ網羅するように調査圃場を選定し、収穫時期に坪刈りによる収量調査を実施した。調査地点は阿蘇地域の 7 か所で、耕種概要等を第 1 表に示した。坪刈り調査は各圃場 1m²を 3 または 4 か所、地際から 5cm を目安に収穫し、草丈、茎数、生草収量、乾物率および乾物収量を調査した。なお、調査開始時に播種前であったソルガム、エンバクおよびイタリアンライグラスについては播種後 2 週間を目安に出芽数を調査した。飼料成分については一般成分に加えて中性デタージェント繊維（NDFom）、酸性デタージェント繊維（ADFom）、

第 1 表 調査地の耕種概要

場所	作物名	品種名	播種日	収量調査日	播種量 kg/10a	施肥 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/10a	収穫調査時 の生育 ステージ	栽培経験
阿蘇市	飼料用イネ	ミナミユタカ	2016/5/20 (移植)	2016/9/23	-	5.6-5.6-5.6 堆肥2t	黄熟期	有り
阿蘇市	飼料用イネ	ミナミユタカ	2016/6/下旬 (移植)	2016/9/23	-	2.8-2.8-2.8 堆肥2t	出穂期	有り
阿蘇市	セタリア	なつ乾草	2016/7/22	2016/9/23	3.0	3.6-4.2-1.2 堆肥無し	出穂期	無し
南阿蘇村	ヒエ	青葉ミレット	2016/7/23	2016/9/12	4.0	7.0-2.8-2.8 堆肥無し	出穂期	有り
西原村	ソルガム	コモン	2016/8/10	2016/9/21	3.0	鶏糞散布 施肥量不明	止葉抽出期	無し
西原村	エンバク イタリアンライグラス 混播	スナイパー コモン	2016/9/8	2016/12/7	3.0-4.0 3.0-4.0	基肥無し 追肥で対応	エンバクの 乳熟期	有り
西原村	エンバク	ミナミユタカ	2016/9/月上旬	2016/12/7	不明	不明	出穂期	無し (冬作として は有り)

酸性デタージェントリグニン (ADL), 中性デタージェント不溶性タンパク質 (NDICP), 酸性デタージェント不溶性タンパク質 (ADICP) を分析 (自給飼料利用研究会 2009) し, Wiess (1992) の推定式を用いて推定可消化養分総量(TDN)を算出した。

3. 水田圃場, 畑圃場の違いによる飼料作物の耐湿性の検討

2016年に熊本県農業研究センター(熊本県合志市)の水田及び畑圃場において, それぞれ夏播き飼料作物4草種, 合計6品種(ソルガム2品種, ローズグラス, ミレット2品種(セタリア(アワの近縁種), 飼料用ヒエ), スーダングラス)と秋播き飼料作物2草種, 合計2品種(エンバク, イタリアンライグラス)を供試した(幅1.5m×長さ4.1m=6.15㎡, 条間30cm, 2反復)。水田圃場の土壌は灰色低地土, 畑圃場の土壌は厚層多腐植質黒ボク土である。基肥はN:P:K:Mg=10:16:10:9(kg/10a), 追肥はN:P:K:Mg=5:0:5:0(kg/10a)を施肥した。夏播き飼料作物の播種日は7月26日で, 播種量はソルガム:8kg/10a, ローズグラス:2kg/10a, ミレット:2kg/10aおよびスーダングラス:8kg/10aである。秋播き飼料作物の播種日は9月16日で, 播種量はエンバク:8kg/10a, イタリ

アンライグラス:2kg/10aである。また, 生育期間中は各圃場2か所にDecagon社の土壌水分センサー「EC5」を設置し体積含水率を測定した。堆積含水率の算出にあたっては, 以下の推定式を用いた。

体積含水率(%) = 11.9 × 10⁻⁴ × ロガーの電圧測定値(mV) - 0.401

収量および飼料成分の調査は現地栽培サンプルと同様に実施した。

Ⅲ. 結果および考察

1. 栽培状況の調査

現地では例年飼料用イネを栽培していた水田において, 被害対応などにより水田への移植が遅れた飼料用イネをはじめとして, 用水確保の困難を理由にセタリア, ソルガムが代替として栽培されていた。また, 食用水稻に替え, 飼料用ヒエを栽培している事例もあった。飼料用イネの作付あるいは飼料作物の夏作の播種が間に合わなかった圃場については, 9月上旬に播種(晩夏播)して, 年内に収穫可能なイタリアンライグラスとエンバクの混播栽培あるいは, エンバクの栽培が行われていた。また, ほとんどの農家で作付面積が減少しており, 飼料の確保に

第2表 調査生産者の地震前後の水田利用状況

場所	地震前		地震後		地震の影響
	面積(ha)	草種	面積(ha)	草種	
阿蘇市	15.5	飼料用イネ	14	飼料用イネ	影響は少なかった。
	15.5	イタリアンライグラス			
阿蘇市	5	飼料用イネ	3.3	飼料用イネ	イネWCSの移植が遅れている。水がたまらない圃場, 水が入らない圃場がある。
	3	リードカナリーグラス	1.7	セタリア	
阿蘇市	3.5	食用米	1.1	飼料用イネ	地割れ, 用水不足のため, 60a作付が出来なかった。
	1.7	飼料用イネ	0.5	セタリア	
南阿蘇村	2	飼料用ヒエ	1	飼料用ヒエ	飼料作水田が半分になった。飼料イネWCSは用水が入らず作付けできない。堆肥場への道路が破損しているため, 今年は堆肥の投入ができない。
	2	イタリアンライグラス	1	イタリアンライグラス	
	0.7	トウモロコシ	0.7	ウモロコシ	
	0.4	飼料用イネ			
西原村	3	飼料用イネ	2	ソルガム	ため池が破損し, 取水できない。
	1	食用米	2	イタリアンライグラス	
	3	イタリアンライグラス			
西原村	0.35	飼料用イネ	0.35	エンバク+	水路が壊れ, 水が出ない。イネWCSの作付はあきらめた。
	0.35	イタリアンライグラス		イタリアンライグラス	
西原村	0.14	飼料用イネ	0.7	エンバク	ため池, 水路の破損。
	1	イタリアンライグラス			
	1	食用米			

苦慮する様子が窺われた(第2表)。代替作物の草種、品種選択理由については、入手可能であることが第一で、その中で耐湿性が高いとされる草種を選択していた。その他特筆すべき影響として、①地震発生時に作付けされていた牧草の一部は地割れの影響により収穫できなかった(第1図)、②牛、野菜畑への給水のため、1日3時間、水500Lを輸送しており、他の作業時間を確保できない、③牛舎等の被害の対応に時間がかかり、播種期を逃した、ことなどが挙げられた。



第1図 牧草の下に隠れた地割れ(阿蘇市)

2. 現地で栽培された飼料作物の収量および飼料成分調査

第3表に現地で栽培された飼料作物の収穫時における生育・収量を示した。地震の影響が少なく、前年とほぼ同時期の作付けとなった飼料用イネ①では乾物収量が1706kg/10aと標準的な収量であり、聞き取りから推定した前年度収量と比較しても多収であった。当年の阿蘇地域の気象データ(脇山ら2018)をみると、夏作の栽培期間(6月～10月)は平年と比較して気温が高く推移し、特に9月上旬までは日射量が多かったことから、飼料用イネの生育に好適な気象条件であったことによると考えられた。一方、移植が遅れた飼料用イネ②は生育期間が確保できず、出穂期に収穫せざるを得なかった(第2図)。そのため、乾物収量は814kg/10aと地震の影響が少なかった飼料用イネ①と比較して低収であったものの、好適な気象条件により前年程度の収量は確保できた。

セタリアの乾物収量は239kg/10aと低収であっ

た。要因として茎数が183本/m²と少なかったことが挙げられた。茎数が少なかった原因は播種後の鎮圧作業ができなかったこと、一部に湿害が認められたことにより、出芽が少なかったことによると考えられた。



第2図 移植が遅れた飼料用イネの収穫時の状況(阿蘇市, 出穂期, 9月23日, 品種 ミナミュタカ①)

飼料用ヒエについては、播種時期が晩限に近かったが、生育は良好で乾物収量は530kg/10aと一般的な収量が得られた。飼料用ヒエは飼料作物の中で湿害に最も強い草種のひとつ(魚住・清水1992)であり、その特性が発揮されたと考えられた。

ソルガムの出芽数は47.3本/m²と少なかった。生産者は耕種農家で鎮圧ローラーを所有しておらず、聞き取りによる作業工程では鎮圧を実施していなかった。このため出芽数は少なかったと考えられた。その後の生育観察では湿害の徴候は見られず良好な生育を示したものの、ロールバール用の収穫期である出穂前の乾物収量は339kg/10aと少なかった。なお、この水田は収穫時期の9月下旬以降に長雨が続き、作業機械としては比較的重量があるロールベアラ等の飼料収穫機の走行が困難な状態が続き、収穫調製作業に大きな支障が出たとのことであった。このように収穫作業の側面からも播種時の鎮圧作業は重要である。

エンバク・イタリアンライグラス混播栽培について、播種後の出芽調査ではイタリアンライグラスが優勢であったが、収穫時にはイタリアンライグラスはほとんどなく、エンバクのみ生育していた(第3表のエンバク①)。エンバク①の乾物収量は514kg/10aであり、一般的な収量であった。エンバクが優占した理由は不明であるが、イタリアンライ

第3表 調査地の生育・収量

場所	作物名	品種名	出芽数	草丈	茎数	穂数	生草収量	乾物収量	乾物率	前年収量比 ¹⁾
			本/m ²	cm	本/m ²	本/m ²	kg/10a	kg/10a	%	%
阿蘇市	飼料用イネ①	ミナミユタカ	—	128	272	—	5502	1706	31.2	140
阿蘇市	飼料用イネ②	ミナミユタカ	—	106	243	—	2990	814	27.2	102
阿蘇市	セタリア	なつ乾草	—	103	183	—	1542	239	15.8	53
南阿蘇村	ヒエ	青葉ミレット	—	104	1532	856	3697	530	14.4	109
西原村	ソルガム	コモン	47	199	18	0	3347	339	10.1	—
西原村 ²⁾	エンバク①+	スナイパー	53	126	529	247	2609	514	19.7	—
	イタリアンライグラス	コモン	374							—
西原村	エンバク②	不明	9	125	36	8	237	46	19.4	—

1) 前年収量比における前年作の推定方法。

- ・農家からの聞き取りデータをもとに推定。
- ・ロールバールのサイズ、10aあたり個数、予乾日数。
- ・水分率は聞き取り予乾日数(2日)から50%と想定(飼料イネの栽培・給与技術マニュアル(九州中南部版))。
- ・ロールサイズ毎の重量はH26年度に九州各県より収集したデータの平均値を採用。
- ・Φ120cm 422kg, φ100 185kg。
- ・収穫時損失を25%として、坪刈り収量に換算。
- ・前年作付けはいずれもイネWCS。

2) エンバク+イタリアンライグラスの混播栽培であったが、収穫時にはイタリアンライグラスがほとんど消滅した。

グラスはいわゆるコモン種(地域の在来種や非保証種子などをまとめたもの)であったことから、夏播き適性が低い品種が多く含まれていたためと推察された。

エンバク②について、現地圃場は地震により不陸(地面の凸凹)が発生しており、水口より水尻が高くなっていった。そのため、播種後(9月上旬)に長雨が続く天候であったため滞水していた(第3図)。その結果、出芽数は8.9本/m²と明らかに少なく、乾物収量も46kg/10aときわめて低収であった。これらの結果と第1表に示した過去の栽培経験を勘案すると、本来の収量を発揮できなかった要因として、湿害の他、飼料用イネ以外の飼料作物の栽培経験が



第3図 播種後の降雨により湛水状態となった水田(西原村エンバク夏播き)

手前側が水口、奥側が水尻のため、排水されない。

無いため、品種、草種の選択を誤ったことや、適した播種作業を実施していなかったことが大きかったと考えられた。

3. 現地で栽培された飼料作物の飼料成分

第4表に現地サンプルの飼料成分を示した。成分の中で特異的な値は認められず、TDNでは参考として引用した日本標準飼料成分表の値に近似した値であった。したがって、新規に作付けする草種であっても、給与時の参考として、それらの飼料成分は文献値が概ね適用できると考えられた。

4. 水田圃場、畑圃場の違いによる飼料作物の耐湿性の検討

生育期間の気象概要は、夏播き飼料作物6品種の播種後は降水量が少なく推移した。生育期間全体(2016年7月下旬～10月上旬)は例年より降水量が24%増加、平均気温は約2℃高かった。ただし、7月下旬から9月上旬までは少雨が続く、この間の降水量は平年の約40%であった。秋播き飼料作物2品種の播種後は降雨が多く、生育期間全体(9月中旬～12月中旬)は例年より降水量は136%増加、平均気温は約2℃高かった。

第5表に水田圃場、畑圃場の違いが飼料作物の生育・収量に及ぼす影響を示した。発芽良否及び初期生育は、夏播き飼料作物は8月の降雨が少なかったため水田圃場および畑圃場とも発芽及び生育不良がみられた。秋播き飼料作物は、9月の降雨が多く、

第4表 調査地サンプルの飼料成分

場所	作物名	品種名	CP ¹⁾ (%DM)	EE (%DM)	CF (%DM)	NFE (%DM)	CA (%DM)	aNDFom (%DM)	aADFom (%DM)	ADL (%DM)	TDN (%DM)	TDN (参) (%DM)
阿蘇市	飼料用イネ①	ミナミユタカ	7.0	1.7	25.5	47.4	18.3	49.0	31.3	4.5	52.1	54.0
阿蘇市	飼料用イネ②	ミナミユタカ	6.1	1.6	27.6	46.4	18.3	60.0	34.4	2.4	52.8	50.1
阿蘇市	セタリア	なつ乾草	15.5	2.7	28.6	39.5	13.7	59.2	31.3	3.2	57.8	60.1
南阿蘇村	ヒエ	青葉ミレット	11.5	1.8	31.2	38.8	16.7	64.0	35.6	4.5	50.0	47.5
西原村	ソルガム	コモン	14.1	3.0	31.2	37.8	13.8	61.6	36.0	3.8	56.4	69.5
西原村 ²⁾	エンバク①	スナイパー	10.6	2.7	28.9	49.8	8.0	55.8	32.0	4.0	61.9	-
西原村	エンバク②	不明	9.1	3.4	25.7	52.2	9.6	48.4	28.5	2.2	66.9	-

1) CP:粗タンパク質, EE:粗脂肪, CF:粗繊維, NFE:可溶性無窒素物, CA:粗灰分, aNDFom:中性デタージェント繊維, aADFom:酸性デタージェント繊維, ADL:酸性デタージェントリグニン, TDN:Wiessの式より推定した可消化養分総量, TDN(参):日本標準飼料成分表より引用, 飼料用イネは同生育期のサイレージの値, ヒエ, ソルガムは生草の値, セタリアは近縁種のアワの値。

2) エンバク+イタリアンライグラスの混播栽培であったが, 収穫時にはイタリアンライグラスがほとんど消滅したためエンバクのみの値。

第5表 水田圃場, 畑圃場の違いが飼料作物の生育・収量に及ぼす影響

作物名	品種名	収穫日	圃場	発芽良否 ¹⁾	初期生育 ¹⁾	草丈 cm	生草収量 kg/10a	乾物収量 kg/10a	乾物率 %	収量比 ²⁾ %	
ソルガム	BMRスイート	2016/9/30	水田	4.5	5.5	195	5017	775	15.4	101	
		2016/9/16	畑	6.0	7.0	220	4822	764	15.8		
ソルガム	高糖分ソルゴー	2016/10/12	水田	6.0	5.5	190	5702	915	16.0	76	
		2016/9/30	畑	6.0	6.5	228	7950	1203	15.1		
ローズグラス	カタンボラ	2016/10/12	水田	1.0	1.0	133	2908	402	13.8	82	
		2016/9/16	畑	3.5	4.5	128	3961	492	12.4		
飼料用ヒエ	青葉ミレット	2016/9/16	水田	2.0	2.5	84	1380	164	11.9	38	
		2016/9/8	畑	4.5	5.5	118	3383	432	12.8		
セタリア	なつ乾草	2016/9/30	水田	3.5	3.5	116	3117	587	18.8	96	
		2016/9/16	畑	3.5	5.5	132	3761	614	16.3		
スーダングラス	ヘイスーダン	2016/9/16	水田	7.0	7.0	192	4406	821	18.6	94	
		2016/9/9	畑	5.5	6.5	213	4844	878	18.1		
エンバク	九州14号	2016/12/19	水田	6.0	7.0	130	3561	819	23.0	120	
		2016/12/19	畑	6.0	7.0	116	4311	684	15.9		
イタリアンライグラス	ヤヨイワセ	2016/12/19	水田	3.0	2.0	38	608	124	20.4	34	
		2016/12/19	畑	4.0	4.0	56	2633	370	14.1		
平均											
品種	BMR スイート			5.3	6.3	208	4919	b ³⁾	769	b	15.7
	高糖分ソルゴー			6.0	6.0	209	6826	a	1059	a	15.5
	カタンボラ			2.3	2.8	131	3435	c	447	d	13.2
	青葉ミレット			3.3	4.0	101	2382	d	298	e	12.3
	なつ乾草			3.5	4.5	124	3439	c	601	c	17.7
	ヘイスーダン			6.3	6.8	202	4625	b	849	b	18.3
	九州14号			6.0	7.0	123	3936	c	751	b	19.8
	ヤヨイワセ			3.5	3.0	47	1621	d	247	e	17.7
圃場	水田			4.1	4.3	135	3338	a	576	a	17.3
	畑			4.9	5.8	151	4458	b	679	b	15.2
ANOVA											
品種				*** ⁴⁾	***	***	***	***	***	***	
畑				***	***	***	***	***	***	***	
品種×畑				***	***	***	***	***	***	***	

1) 極良を9, 中を5, 極不良を1とする評点法, 観察による。

2) 畑の乾物収量を100とした場合の比率。

3) 品種, 圃場の平均値で同符号間に有意差なし (P<0.05,tukey)。

4) ***: P<0.001, **: P<0.01, *: P<0.05。

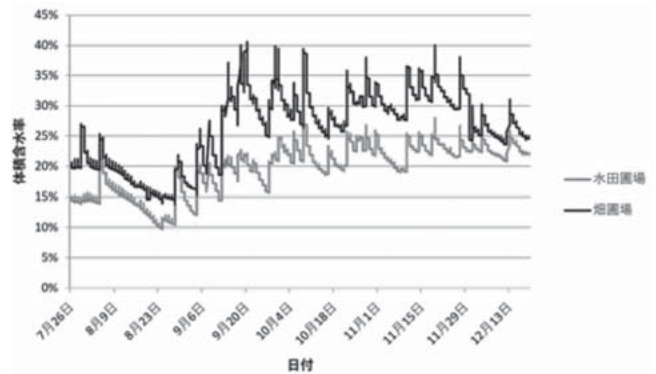
両圃場とも出芽期に一部冠水し発芽不良がみられた。発芽と初期生育は水田圃場より畑圃場が良好な傾向にあった。

水田圃場と畑圃場の収量等を比較すると、草丈は畑圃場が高い傾向、生草収量、乾物収量はいずれも畑圃場が高い値を示した。水田圃場の乾物収量は、畑圃場と比較しソルガム2品種は平均-139kg/10a(畑地収量比89, 以下同じ)、ローズグラスは-90kg/10a(82)、ミレット2品種(セタリア, 飼料用ヒエ)は平均-148kg/10a(67)、スーダングラスは-57kg/10a(94)、エンバクは+135kg/10a(120)、イタリアンライグラスは-246kg/10a(34)の差が生じた。

第4図に土壌の体積含水率を示した。体積含水率は、生育期間全体で畑圃場と比較して水田圃場が平均6.5%低く推移した。これは8月の降雨が例年と比較して非常に少なかったことと、供試した水田圃場が数年間作物の作付がされておらず荒廃した圃場

であったため、保水力が低かったことが原因であると推察された。

第6表に水田圃場、畑圃場の違いが飼料作物の飼料成分に及ぼす影響を示した。水田圃場でのイタリアンライグラスのヤヨイワセは畑地と比較して、粗タンパク質含量が低下したが、NFEが増加し、TDN含量は有意に高くなった。これは湿害により生育が強く抑制され、作物体が未成熟であったため



第4図 水田及び畑圃場の体積含水率の推移

第6表 水田圃場、畑圃場の違いが飼料作物の飼料成分に及ぼす影響

作物名	品種名	圃場	CP ¹⁾ (%DM)	EE (%DM)	CF (%DM)	NFE (%DM)	CA (%DM)	NDFom (%DM)	ADFom (%DM)	ADL (%DM)	TDN (%DM)	
ソルガム	BMRスイート	水田	11.5	1.5	29.0	44.4	13.6 †	57.3	34.4	3.4	56.1	
		畑	11.0	2.7	30.2	46.3	9.7	61.9	34.8	3.3	60.1	
ソルガム	高糖分ソルゴー	水田	9.4	1.7	32.6	41.8	14.5	62.6	39.1	4.9 †	51.5	
		畑	9.5	1.1	33.4	45.5	10.4	64.6	39.6	5.2	53.9	
ローズグラス	カタンボラ	水田	17.0	3.4	28.5	37.3	13.8	58.5	33.2	3.2	58.7	
		畑	16.9	1.7	30.2	38.7	12.4	64.2	34.7	3.8	55.1	
飼料用ヒエ	青葉ミレット	水田	23.1	2.9	22.5	38.1	13.5	52.3	27.0	2.9	60.7	
		畑	18.4	2.7	26.6	38.9	13.3	58.6	31.2	2.8	59.1	
セタリア	なつ乾草	水田	14.9	2.5	27.2	41.3	14.1	60.6	35.5	4.8	53.3	
		畑	16.5	2.4	31.3	36.4	13.4	61.0	36.4	4.4	54.8	
スーダングラス	ヘイスーダン	水田	11.9	2.0	31.8	43.0	11.2 †	64.7	37.2	4.4	55.1	
		畑	11.3	2.6	31.2	46.1	8.9	64.4	36.2	4.2	58.9	
エンバク	九州14号	水田	6.2	2.8	26.2	56.6	8.3	51.6	35.1	4.9 †	61.3	
		畑	13.3	2.6	25.5	46.6	12.0	49.7	32.8	4.2	59.5	
イタリアンライグラス	ヤヨイワセ	水田	8.5 † ²⁾	1.1	13.8	66.6 †	10.0	32.5	18.9	2.3	67.9 †	
		畑	21.1	1.8	17.5	46.8	12.8	45.9	25.6	7.5	54.2	
平均品種	BMR スイート		11.3	2.1	29.6	ab ³⁾	45.4	11.7	59.6	34.6	3.4	58.1
	高糖分ソルゴー		9.5	1.4	33.0	a	43.7	12.5	63.6	39.4	5.0	52.7
	カタンボラ		17.0	2.6	29.3	b	38.0	13.1	61.4	33.9	3.5	56.9
	青葉ミレット		20.7	2.8	24.6	c	38.5	13.4	55.4	29.1	2.9	59.9
	なつ乾草		15.7	2.5	29.2	b	38.8	13.8	60.8	35.9	4.6	54.1
	ヘイスーダン		11.6	2.3	31.5	ab	44.5	10.1	64.5	36.7	4.3	57.0
	九州14号		9.7	2.7	25.8	bc	51.6	10.1	50.7	33.9	4.5	60.4
	ヤヨイワセ		14.8	1.4	15.6	d	56.7	11.4	39.2	22.2	4.9	61.1
圃場	水田		12.8	2.2	26.4	a	46.1	12.4	55.0	32.5	3.8	58.1
	畑		14.8	2.2	28.2	b	43.2	11.6	58.8	33.9	4.4	57.0
ANOVA												
品種			*** ⁴⁾	***	***	***	*	**	***	*	***	
畑			***	***	*	***	***	***	*		***	
品種×圃場			***	***		***	***	**	*	**	***	

1) CP; 粗タンパク質, EE; 粗脂肪, CF; 粗繊維, NFE; 可溶性無窒素物, CA; 粗灰分, NDFom; 中性デタージェント繊維, ADFom; 酸性デタージェント繊維, ADL; 酸性デタージェントリグニン, TDN; 可消化養分総量。

2) 品種ごとの平均値で畑地と比較して有意差あり (P<0.05,t-test)。

3) 品種, 圃場の平均値で同符号間に有意差なし (P<0.05,tukey)。

4) ***; P<0.001, **; P<0.01, *; P<0.05。

と考えられた。分散分析の結果、畑圃場と比較して水田圃場では粗タンパク質，粗繊維，NDFom，および ADFom が減少する傾向，NFE が増加する傾向が認められたが，TDN 含量は同程度であった。生育・収量調査の結果から水田圃場は生育が抑制されたため，繊維の発達に影響を及ぼしたと考えられた。TDN 含量は同程度であったことから，飼料としての利用に問題はないと考えられた。

これらの結果は現地調査地の結果と比較すると，現地では飼料用ヒエの減収が少なかったが，所内試験では比較的減収程度が大きいなど傾向が異なっていた。これは播種後干ばつ気味となり，特に水田圃場での発芽や初期生育が良くなかったことなどが影響したと考えられた。比較試験については年次反復の実施や播種時期の影響を明らかにする試験を実施する必要がある。

IV. 摘要

1. 熊本地震の影響により例年通りの水稲の作付ができない阿蘇地域の水田圃場では，飼料用イネの移植遅れの他，代替作物としてセタリア（アワの近縁種），ソルガム，飼料用ヒエ，エンバク，イタリアンライグラス等が栽培されていた。
2. 播種時期や水田の状況などを考慮して適草種が選定できたところでは前年と同程度の収量が得られた。
3. 低収となった場合では，湿害の他，飼料用イネ以外の飼料作物の栽培経験がなく，栽培管理（作業手順や収穫適期の判断）に苦慮する事例が見ら

れた。

4. 所内圃場での水田と畑地との比較試験では水田圃場の乾物収量は畑地圃場と比較し減少したが，減少程度は草種により異なった。

引用文献

- 1) 阿蘇地域振興局 (2017) 阿蘇地域農業・農村ビジョン . https://www.pref.kumamoto.jp/kenhoku/kiji_19109.html
- 2) 自給飼料利用研究会 (2009) 三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック .195p. 日本草地畜産種子協会，東京 .
- 3) 熊本県農林水産部畜産課 (2017) 平成 28 年度熊本県畜産統計 (H28.2.1 時点) . http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_17893.html
- 4) 農業・食品産業技術総合研究機構 (2010) 日本標準飼料成分表 (2009 年版) .287p. 中央畜産会，東京 .
- 5) 魚住 順・清水矩弘 (1992) 飼料作物における種子の浸漬耐性ならびに養殖物の湛水耐性の草種・品種間差 . 日本草地学会誌 38 (別) :99-100.
- 6) WIESS W.P. (1992) A theoretically-based model for predicting total digestive nutrient values of forages and concentrates. Anim. Feed Sci. Technol. 39:95-110.
- 7) 脇山恭行・柴田昇平・野見山綾介 (2019) 平成 28 年の熊本，阿蘇地方の気象概況 . 九州沖縄農研研究資料 95:102-107.

Growth behavior and Nutritive Value of the Forage Crops Cultivated as the Substitute Crops of the Paddy Rice

Ikuko Hattori, Tsutomu Tsuruta¹⁾, Naoki Kato, Maki Kitagawa¹⁾, and Natsuki Okawa²⁾

Summary

Because of the effects of the Kumamoto earthquake, guaranteed access to irrigation water became difficult, and a survey conducted in the Aso area showed an outbreak in cases in which rice paddy fields were not being planted as usual. In these areas, the farmers transplanted fodder rice later than the typical period, or cultivated *Setaria* (closely related species of foxtail millet), sorghum, Japanese millet, oats, and Italian ryegrass as alternative crops in the paddy fields. We investigated the effect of the Kumamoto earthquake on the forage crop production. From the results of the survey, it was found that since forage species were found to be diverse and selection of appropriate forage species was done, these factors could correspond to different sowing times and environmental conditions in the field. On the other hand, in cases of low production, there was not only moisture damage, but also no cultivation experience of forage crops other than fodder rice. Therefore, it was considered necessary to provide basic information (such as work procedures, optimum harvest time) related to feed production to farmers with little experience cultivating forage crops.

To compare dry matter of paddy and upland fields, six varieties¹⁾ of tropical forage crops and two varieties of temperate forage crops were cultivated at the Kumamoto Prefectural Agricultural Research Center (Koshi, Kumamoto). The dry matter yield found in the paddy field was lower than in the upland field. The difference in the dry matter between paddy and upland field were -139 kg/10a (sorghum two varieties average), -90 kg/10a (rhodes grass), -148 kg/10a (millet two varieties average), -57kg/10a (sudangrass), + 135 kg/10a (oats) and -246 kg/10a (Italian ryegrass).

Key words: Fodder rice, Alternative crop, Paddy field, Aso area, 2016 Kumamoto earthquake

Division of Livestock and Grassland Research, Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, NARO, Suya 2421, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan.

1) Institute for stock raising Kumamoto Agriculture Research Center, Sakae 3801, 243 Koshi, Kumamoto 861-1113, Japan.

2) Present Address; The Aso area Promotion Bureau, Kumamoto prefecture north 245 wide area headquarters, 2402 Miyaji, Ichinomiya, Aso, Kumamoto 869-2612, Japan.