日本暖地畜産学会報 61(2)：77-82, 2018

一般論文

南西諸島におけるジャイアントスターグラス草地の低温期生産性に及ぼすイタリアンライグラス追播量の影響

波平知之・石垣圭一[1]・井村信弥[1]・堤ひとみ[1]・岡　朋子[1]・屋良朝宣・玉城政信[2]

琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター，
[1]琉球大学熱帯生物圏研究センター，[2]琉球大学農学部

（受付 2016 年 12 月 9 日：受理 2018 年 4 月 9 日）

要　約　ジャイアントスターグラス（GS）草地に，低温期にイタリアンライグラス（IR）を 4 水準（0.7，1.0，1.5，2.5 g/㎡）で追播し，播種量が混播草地の乾物収量ならびに GS と IR の競争関係に及ぼす影響を，南西諸島で検討した．IR 追播に伴う増収は刈取り回次で異なり，全ての処理区で増収効果があったのは平均気温が最も低かった 2 回目刈取り時のみであった．低温期間内の 3 回の刈取り合計乾物収量は，処理区間での有意差はなかったが，播種量の増加に伴い収量構成割合は IR で増加し，GS で減少した．IR 追播区の相対収量（RY）も，GS と IR の両種ともに 0.5 以上とはならず，どちらか一草種の優位性によって RY が 0.5 以上となるのみであり，他草種の生長を抑制する競争関係にあると推察された．低温期間中，全ての刈取り時に合計相対収量（RYT）が 1 以上となったのは，IR 追播量が 0.7 g/㎡の処理区のみであった．

日本暖地畜産学会報 61(2)：77-82, 2018

キーワード：イタリアンライグラス追播量，合計相対収量，ジャイアントスターグラス，低温期生産性

緒　言

暖地型イネ科牧草ジャイアントスターグラス（*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst，以下 GS）は沖縄県の草地面積の 14.3％を占め，放牧地の主要な草種として利用されている（沖縄県農林水産部畜産課 2016）．年間乾物生産量は 200-400 kg/a あり，施肥管理を伴う集約的な輪換放牧によって 7-8 頭 /ha の高い牧養力が維持できる（川本 2004）．しかしながら，冬季においては気温の低下に伴い GS の生育が停滞（水町ら 2011）し，夏季に比べて牧養力が低下する（當眞ら 2005，屋良と川本 2012）ため，平衡的な牧養力を維持した周年放牧を実施にするためには冬季における草地生産性の向上が課題である．

沖縄県において暖地型牧草地の低温期の草地生産性を高める目的で，寒地型イネ科牧草のイタリアンライグラス（*Lolium multiflorum* Lam，以下 IR）が導入され，そのほとんどが採草利用を目的とし，適品種の選定や生育特性（幸喜ら 2016），播種時期（奥村ら 2006），窒素施肥量（波平ら 2003）等が検討されてきた．しかしながら，低温期に追播する寒地型牧草種の播種量が追播草地の草地生産性に及ぼす影響については明らかにされておらず，さらに，放牧利用を目的に検討された知見は少ない．

本試験では，南西諸島での低温期における GS 草地の集約的な放牧利用を想定し，4 倍体で生産性に優れ，刈取りに強い IR 品種マンモス B を用いて，GS 草地に IR を追播した圃場試験を実施し，播種量の違いが低温期の乾物収量に及ぼす影響について検討した．また，暖地型イネ科牧草種の GS と寒地型イネ科牧草種の IR の混播栽培における両草種の競争関係について明らかにした．

材料および方法

本試験は，2011 年 10 月 25 日から 2012 年 3 月 21 日までの 148 日間，琉球大学熱帯生物圏研究センター西表研究施設の実験圃場で行った．試験区分は，GS 単播区，IR 単播区および IR 追播区とし，供試した IR は，品種マンモス B を用いた．IR 追播区における IR 追播量は 0.7，1.0，1.5 および 2.5 g/㎡の 4 水準とし，IR 単播区の播種量は，2.5 g/㎡とした．各処理区の一区面積は 6 ㎡とし，3 反復の乱塊法で配置した．2011 年 5 月 30 日に各処理区を耕起整地し，GS 単播区と IR 追播区については地下部 15 cm ならびに株部 30 cm に切り揃えた GS 栄養苗を 7 株ずつ植付けた．試験開始日までに掃除刈りと追肥をそれぞれ 2 回実施し GS を優占させた．2011 年 10 月 25 日に，IR 単播区を耕起整地し，GS 単播区と IR 追播区は地際から 5 cm の高さで GS を一斉に掃除刈りをし，その後，IR 単播区と IR 追播区に IR を散播により追播し，施肥後にローラーで鎮圧を行なった．IR 追播後 8 日目の 2011 年 11 月 2 日に，30 cm × 30 cm のコドラート枠内の IR の出芽個体数と GS 株数を測定した．刈取り調査は，2011 年 12 月 26 日，2012 年 2 月 13 日および同年 3 月 21 日の合計 3 回実施し，各処理区において 1 m × 1 m のコドラード枠内を地際から 5 cm 高で刈取った．試験期間中の施肥管理は，基肥として N，P_2O，K_2O_5

連絡者：波平知之　〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター　TEL: 098-895-8740(内線8817), FAX: 098-895-8741, E-mail: namihito@agr.u-ryukyu.ac.jp

を要素量でそれぞれ 1.0，0.6，0.8 kg/a を施肥し，刈取り調査後には要素量でそれぞれ 0.7，0.4，0.5 kg/a を追肥した．刈取った試料は 70℃，48 時間通風乾燥させ乾物重量を測定した．

IR 追播区における IR と GS の競争関係の指標として，試験期間に得られた乾物収量の値から，それぞれの草種の相対収量（RY）および合計相対収量（RYT）を求めた．計算方法は，追播区における一方の草種の単位面積当たりの収量をその草種の単播における単位面積当たりの収量で除したものを RY とし，IR と GS の RY を加えたものを RYT とした．

試験圃場における気象条件は，気象庁沖縄気象台の西表島気島観測所の数値（気象庁 2009-2012）を用いた．

各処理区間で得られたデータの多重比較は，チューキー・クレーマーの方法によって統計処理を行った．

結　果

試験期間中の各生長期間における日平均気温および降水量の変化について図 1 に示した．各刈取り時期の生長期間における平均気温は，平年値と同様に 2 回目刈取り時期が 20℃以下となる最寒時期となり，その後，気温が回復していく傾向を示した．積算降水量も平年値と同様に，1 回目刈取り時期で最も多くなり，その値は平年値の約 2 倍量であったが，その後の変化は，ほぼ平年通りに推移した．

表 1．各処理区におけるイタリアンライグラス（IR）の出芽個体密度とジャイアントスターグラス（GS）株密度

処理区		IR 出芽個体密度	GS 株密度
草地	IR 追播量(g/㎡)	（個 /㎡）	（株 /㎡）
GS 単播	0	-	74 ± 26
IR 追播	0.7	19 ± 6[b]	48 ± 6
	1.0	93 ± 13[ab]	52 ± 17
	1.5	144 ± 48[ab]	41 ± 6
	2.5	193 ± 83[a]	48 ± 13
IR 単播	2.5	222 ± 51[a]	-

平均値 ± 標準偏差，同列の異符号間に有意差あり（p<0.05）．

各処理区における IR の出芽個体密度と GS 株密度を表 1 に示した．IR 追播区における IR の出芽個体密度は，IR 追播量の増加に伴い増加し，IR 追播量 2.5 g/㎡で 0.7 g/㎡より有意（p<0.05）に高くなった．GS 株密度が最も高いのは GS 単播区で，IR 追播区の GS 株数は 41 株から 52 株の範囲内にあり，処理区間で有意差は認められなかった．

各刈取り時の IR の草高と草丈および GS の草高について表 2 に示した．IR 追播区における IR と GS 両草種の草高は，IR 追播量による有意差は認められなかった．IR は刈取りを重ねるごとに草高が高くなったが，GS の草高は 2 回目刈取り時で最も低く，3 回目刈取り時で最も高くなった．

各刈取り時に得られた乾物収量を表 3 に示した．GS 単播区の乾物収量は，2 回目刈取り時が最も少なく，3 回目刈取り時に最も多くなった．IR 単播区の乾物収量は，2 回目刈取り時に最も多く，3 回目刈取り時にはわずかに減少した．IR 追播区における GS と IR の合計乾物収量は，0.7 g/㎡の追播量を除き，刈取りを重ねるごとに増加したが，いずれの刈取り時とも

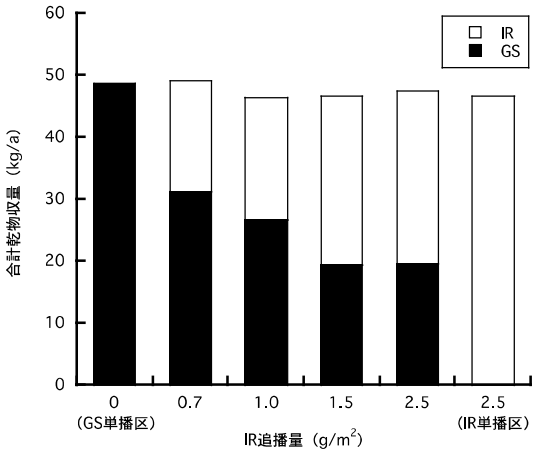

図 2．試験期間における刈取り合計乾物収量．
試験期間は，図 1 参照．
IR: イタリアンライグラス，GS: ジャイアントスターグラス．

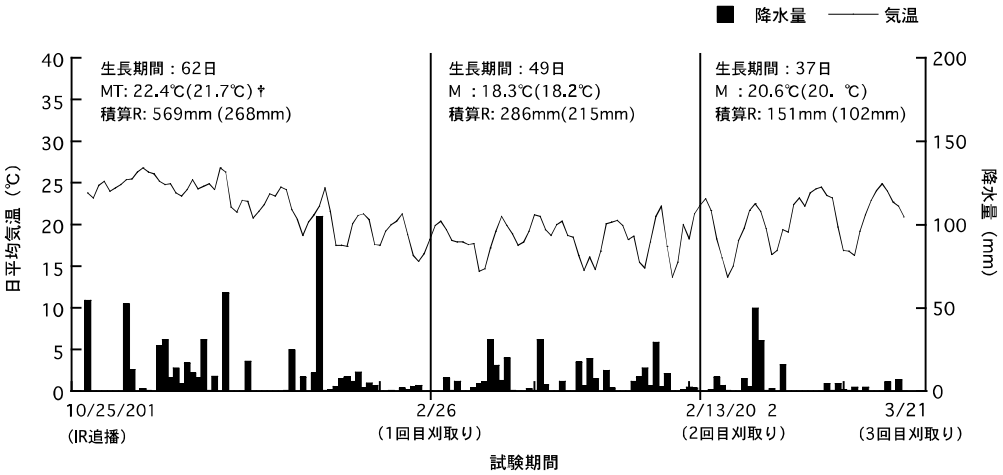

図 1．試験期間中の各生長期間における日平均気温（MT）および降水量（R）の変化．
†（　）内の数値は，沖縄気象台の西表観測所の 2009 年 10 月 25 日～ 2011 年 3 月 21 日までの平均値．

にIR追播量による有意差は認められず，GS単播区に比べたIR追播に伴う増収傾向が認められたのは，2回目刈取り時のみであった．

3回の刈取り調査で得られた試験期間の合計乾物収量を図2に示した．GS単播区，IR追播区の0.7，1.0，1.5，2.5 g/㎡およびIR単播区の合計乾物収量は，それぞれ48.8，49.1，46.5，46.6，47.6および46.6 kg/aとなり，IR追播区の0.7 g/㎡においてGS単播区をわずかに上回ったが処理区間に有意差は認められなかった．IR追播区における播種量の増加に伴う収量構成割合の変化は，0.7，1.0，1.5および2.5 g/㎡において，IRではそれぞれ36.2，42.6，58.4および58.9%であり，増加する傾向を示したのに対して，GSではそれぞれ63.8，57.4，41.6および41.1%であり，減少する傾向であった．

IR追播区における各刈取り時のRYおよびRYTを表4に示した．各処理区ともに刈取りを重ねるごとにIRのRYが増加し，GSのRYが低下した．1回目と2回目の刈取り時では，IRよりGSのRYが高く，3回目の刈取り時ではIRのRYが高くなった．IRとGSの両草種でRY > 0.5となったのは2回目刈取り時の1.5と2.5 g/㎡のみであり，それ以外の刈取り回次では，どちらか一方の草種のRYが0.5以上となるのみであった．試験期間中，すべての刈取り回次でRYT > 1となったのはIR追播量が0.7 g/㎡のみであった．

表2．各刈取り時のイタリアンライグラス(IR)の草高と草丈およびジャイアントスターグラス(GS)の草高

刈取回次	処理区		IR草高 (cm)	IR草丈 (cm)	GS草高 (cm)
	草地	IR追播量(g/㎡)			
1回目	GS単播	0	-	-	51.7±8.0
	IR追播	0.7	28.1±4.7[b]	37.5±6.5[b]	50.4±4.9
		1.0	29.0±5.2[ab]	39.3±5.4[ab]	50.3±8.6
		1.5	29.3±4.2[ab]	40.1±5.1[ab]	48.5±6.3
		2.5	29.8±3.4[ab]	40.9±6.2[ab]	47.9±4.2
	IR単播	2.5	32.5±2.7[a]	43.9±5.4[a]	-
2回目	GS単播	0	-	-	31.5±3.5[b]
	IR追播	0.7	37.3±3.8	50.9±7.2[b]	38.9±6.0[a]
		1.0	35.1±4.7	51.1±5.5[b]	37.5±5.6[a]
		1.5	37.2±4.6	57.1±6.6[ab]	40.6±6.0[a]
		2.5	36.2±4.7	55.7±5.6[ab]	41.1±5.4[a]
	IR単播	2.5	39.0±2.4	60.5±5.1[a]	-
3回目	GS単播	0	-	-	66.1±6.1[b]
	IR追播	0.7	40.8±5.0	58.5±3.9	60.3±8.8[ab]
		1.0	39.5±5.7	55.7±5.7	52.5±5.8[a]
		1.5	41.4±4.2	57.6±5.5	56.3±6.9[a]
		2.5	41.7±4.9	55.3±6.4	57.0±5.9[a]
	IR単播	2.5	42.0±3.9	58.0±6.4	-

平均値±標準偏差，刈取回次毎の同列異符号間に有意差あり（$p < 0.05$）．

表3．各刈取り時におけるイタリアンライグラス(IR)とジャイアントスターグラス（GS）の乾物収量

刈取回次	処理区		乾物収量(kg/a)		
	草地	IR追播量(g/㎡)	IR	GS	合計
1回目	GS単播	0	-	14.3±1.5	14.3±1.5
	IR追播	0.7	1.0±0.7[b]	13.9±1.2	15.0±1.2
		1.0	1.1±0.6[b]	11.8±5.0	12.9±4.4
		1.5	2.4±0.6[b]	9.8±1.5	12.1±2.0
		2.5	2.6±0.9[b]	10.0±3.3	12.6±2.8
	IR単播	2.5	10.5±1.7[a]	-	10.5±1.7
2回目	GS単播	0	-	8.1±1.2	8.1±1.2[b]
	IR追播	0.7	7.3±3.1[b]	5.4±1.7	12.7±3.6[ab]
		1.0	7.5±3.3[b]	5.7±3.0	13.1±0.7[ab]
		1.5	9.3±1.8[b]	4.0±0.3	13.4±1.9[ab]
		2.5	9.5±2.7[b]	4.5±0.5	14.0±2.2[ab]
	IR単播	2.5	18.6±2.4[a]	-	18.6±2.4[a]
3回目	GS単播	0	-	26.4±2.8[a]	26.4±2.8[a]
	IR追播	0.7	9.4±1.3[c]	12.1±4.0[b]	21.5±2.7[ab]
		1.0	11.2±3.5[bc]	9.2±3.2[b]	20.4±0.4[b]
		1.5	15.5±1.4[ab]	5.6±1.4[b]	21.1±2.7[ab]
		2.5	15.9±1.6[ab]	5.1±1.3[b]	21.0±0.3[ab]
	IR単播	2.5	17.5±0.5[a]	-	17.5±0.5[b]

平均値±標準偏差，刈取回次毎の同列異符号間に有意差あり（$p < 0.05$）．

表 4．イタリアンライグラス（IR）追播区における IR とジャイアントスターグラス（GS）の相対収量（RY）および合計相対収量（RYT）

IR 追播量（g/㎡）	刈取回次	RY		RYT
		IR	GS	
0.7	1 回目	0.10	0.98	1.08
	2 回目	0.39	0.66	1.05
	3 回目	0.54	0.46	1.00
1.0	1 回目	0.11	0.83	0.93
	2 回目	0.40	0.70	1.10
	3 回目	0.64	0.35	0.99
1.5	1 回目	0.22	0.69	0.91
	2 回目	0.50	0.50	1.00
	3 回目	0.89	0.21	1.10
2.5	1 回目	0.24	0.70	0.95
	2 回目	0.51	0.55	1.06
	3 回目	0.91	0.19	1.10

考　　察

試験期間中の日平均気温の変化は，ほぼ平年通りの値を示し，降水量については，1 回目刈取り時までは平年値よりも多かったが，その後は平年通りに推移した（図 1）．このことから，南西諸島での低温期における 148 日間の単年度の栽培試験において，本試験における気象条件は，GS と IR の生育に著しい影響を及ぼさないものと推察された．

低温期における GS 草地に，異なる水準の IR を追播した場合，IR 追播量の増加によって IR の出芽個体密度が増加し，IR 追播量が多いほど GS 草地内で高密度の IR が生育できる結果となった．また，IR 単播区と同一量（2.5 g/㎡）を播種した IR 追播区（2.5）との出芽個体密度を比較すると，IR 追播区においては，播種量の約 13％の種子が GS 株上に落下し，それが出芽できなかったために IR 単播区よりわずかに低い値を示したものと推察された．そのような中，各処理区の乾物収量を比較すると，1 回目刈取り時の乾物収量は南西諸島地域における GS の夏季生産量（波平ら 2005）に比べて減収傾向にあたったが，IR 追播量が 0.7 g/㎡以外は GS 単播区より IR 追播区の乾物収量が低下し，寒地型牧草である IR の追播によって，また，その追播量を増やすほど乾物収量を低下させた．IR 追播後，約 2 ヶ月間経過した 1 番草の IR は，GS よりも草高が低く，得られた乾物収量は再生草の GS に比べて極めて少ないが，混作する GS の一部において生育が抑制された分が減収につながったものと推察された．その一方で，2 回目刈取り時には，IR 追播区のすべての処理区において GS 単播区よりも 1.6-1.7 倍の乾物収量が得られたことから，すべての追播量で IR の追播効果が認められた．このことは，生長期間の平均気温が 18.3℃と低かったため，暖地型牧草である GS の生育が 1 回目刈取り時よりもさらに停滞したが，寒地型牧草である IR の 2 番草が旺盛に再生した結果，GS の乾物収量の減少が補完され，IR 追播に伴う増収効果が得られものと考えられた．しかし，3 回目刈取り時の IR 追播区では，試験期間内で最も高い乾物収量が得られたものの，GS 単播区の乾物収量に達することはできなかった．その要因としては，暖地型イネ科牧草の生育に適する気象条件が徐々に回復した結果，GS の再生産が促進されたが，IR 追播区では，IR と GS の 2 草種の競合によって草丈が長く個体数の多い IR が GS を遮光し，GS の再生を抑制したため減収する結果になったものと推察された．奥村ら（2006）は，ギニアグラス草地に IR を追播し，3 月刈取り時の乾物収量は，ギニアグラス単播区より IR 追播区で低く，収量構成割合も IR で高くなったと報告しており，本実験とほぼ同様な傾向を示した．南西諸島において GS と混播した寒地型牧草は 6 月にはすべて枯死する（川本ら 1999）とされ，本試験においても，気温上昇期における 4 月以降の GS の再生には，低温期における IR 追播はほとんど影響ないものと推察された．

次に，IR 追播区の乾物収量を構成する GS と IR の競争関係を，両草種の RY と RYT から検討した．一般的に牧草を含めた作物の混播栽培は，相互補完によって乾物収量を高める場合や乾物収量が変わらない場合に RYT > 1 となり，同伴する 2 草種間の競争関係は生長リズムの違い，土壌養分の相補性，水や光の利用に関する資源の住み分けに基づくとされている（Trenbath 1974）．本試験では，試験期間を通して GS と IR の両草種の RY が 0.5 以上で，かつ RYT が 1 以上になることは少なく，どちらか一方の草種が RY > 0.5 のみで RYT > 1 となった．そのため，気象条件，土壌環境ならびに施肥等の栽培管理が同一であった本実験での GS と IR は，相互に生長を助け合うような競争関係ではなく，どちらか一方の草種が競争関係において優位性があり，その草種が同伴する草種の生長を抑制する関係であることが明らかとなった．本試験の場合，1 回目と 2 回目の刈取り時までは競争関係で GS に優位性があり，3 回目刈取り時でそれが逆転し IR に優位性がある競争関係となったことが明らかとなった．

以上のことから，冬季において GS 草地に寒地型牧草の IR を追播し，期間内で合計 3 回の刈取り管理を

行う場合，いずれの刈取り時期でも常にGSの優位性を保ち，それに加えてIRの追播効果を高めるためには，IRの追播量が単播の約30％未満に抑えた0.7 g/㎡の処理が，期間内の合計乾物収量においてGS単播区に比べて生産性を高められるIR追播量であることが示唆された．

文　献

川本康博．2004．持続的な周年利用草地のための造成技術と維持管理 南西諸島での事例を中心に．日本草地学会誌，50: 90-98.

川本康博・波平知之・伊福正春・玉木正邦・玉城尚武・森田孫良・庄子一成・細川吉晴．1999．八重山地域における周年放牧利用草地の確立と技術に関する研究．1．寒地型牧草の追播効果とその方法について．沖縄畜産研究会誌．34: 23-30.

気象庁．2009-2012．気象統計情報．国土交通省．東京［引用2017年6月5日］．URL:http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php#!table.

幸喜香織・安里直和・高江洲義晃・島袋宏俊．2016．早晩性の異なるイタリアンライグラスの品種比較試験．沖縄畜産研究会誌，51: 9-16.

水町　進・新城　健・川本康博．2011．八重山地域・西表島における暖地型イネ科牧草の生育特性と適草種の選定．日本暖地畜産学会報，54: 61-70.

波平知之・ブリノ スマジャイ・水町　進・浅野陽樹・川本康博・仲田　正．2003．南西諸島の冬季におけるジャイアントスターグラス（*Cynodon aethiopicus* Clyton & Harlan）草地に対する窒素施肥量と寒地型牧草イタリアンライグラス（*Lolium multiflorum* Lam）追播の効果．西日本畜産学会報，46: 63-69.

波平知之・長嶺美加子・水町　進・Smerjai Breenok・宮城　尚・川本康博・玉城政信・仲田　正．2005．南西諸島における暖地型イネ科牧草ジャイアントスターグラス（*Cynodon nlemufuensis* Vanderyst）草地の乾物収量および栄養価に及ぼす刈取間隔の影響．日本草地学会誌，51: 257-262.

沖縄県農林水産部畜産課．2016．おきなわの畜産．pp.31-34．沖縄.

奥村健治・稲福政史・幸喜香織・蝦名真澄．2006．冬期追播したイタリアンライグラスの品種および播種時期がギニアグラス永年草地の収量に及ぼす影響．日本草地学会誌，51: 348-353.

當眞嗣平・守川信夫・長利真幸・望月智代．2005．トランスバーラとジャイアントスターグラスの放牧利用における特性比較．九州農業研究，67: 116.

Trenbath BR.1974. Biomass productivity of mixtures. Advances in agronomy, 16: 177-210.

屋良朝宣・川本康博．2012．南西諸島におけるトランスバーラ（*Digitaria eriantha* Steud. cv. Transcvala）放牧草地およびジャイアントスターグラス（*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst）放牧草地の利用特性と牧養力の比較．日本草地学会誌，57: 190-196.

Abstract

Effect of Over-Seeding Rates of Italian Ryegrass on Cool-Season Production of Giant Stargrass Pasture in South-Western Okinawa Island, Japan

Tomoyuki NAMIHIRA, Keiichi ISHIGAKI[1], Shinya IMURA[1], Hitomi TSUTSUMI[1], Tomoko OKA[1], Tomonori YARA, Masanobu TAMAKI[2]

Subtropical Field Science Center Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, Japan
[1]Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, Japan
[2]Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, Japan

Correspondence: Tomoyuki NAMIHIRA
(TEL: +81-(0)98-895-8817, FAX: +81-(0)98-895-8741, E-mail: namihito@agr.u-ryukyu.ac.jp)

A field experiment was conducted to determine the optimum over-seeding rate of Italian ryegrass (IR) among four levels 0.7, 1.0, 1.5 and 2.5 g/m^2) on cool-season production of giant stargrass (GS) stand in south-western Okinawa island, Japan. The effect of over-seeding IR was positive only at the second cutting among three defoliation, due to the lowest air temperature at 18.3℃ during the regrowth period. Cumulative dry matter yield among three cuttings tended to be higher at IR seeding rate of 0.7g/m^2 than GS pure stand. The yield of IR increased with the increasing over-seeding rates, while that of GS decreased. Relative yield (RY) of GS and IR, determined by yields of mixed grown GS and IR relative to those of pure GS and IR stands, respectively, was over 0.5 only in one species, however relative yield total (RYT), determined by sum of RY of both species, was over 1.0 only at IR over-seeding of 0.7 g/m^2 in all three cutting times. The interspecific competition was causes of limiting growth of the species in mix culture. From these results, it is concluded that IR over-seeding at 0.7 g/m^2 to GS stand might be effective for getting higher yield in cool-season in south-western Okinawa island, Japan.

Journal of Warm Regional Society of Animal Science, Japan 61(2): 77-82, 2018

Keywords: Cool-season Production, Giant stargrass, Italian ryegrass, Over-seeding rate, Relative yield total