

ブラキアリアグラスの新品種育成

(3) 生育日数の違いによるミネラル含量の経時的変化

安里直和 幸喜香織 荷川取秀樹

I 要 約

ブラキアリアグラス新品種候補系統「沖縄1号」について生育日数の違いによるミネラル含量の推移を検討し、既存の奨励品種であるブラキアリアグラス「バシリスク」、MG5 およびギニアグラス「うーまく」との比較を行ったところ以下のとおりであった。

1. ブラキアリアグラスの多量元素 (Ca, Mg, K, P) 含量については、既存の奨励品種であるうーまくに劣らない品質であった。
2. 微量元素 (Cu, Zn, Fe, Mn) 含量のうち、Cu および Zn についてはブラキアリアグラスの含量が高く、特に沖縄1号の Cu 含量については、生育日数が長くなっても高い値で推移する結果となった。

ブラキアリアグラスについては、適切な生育日数で刈取りを行えば、ミネラル成分の要求量を満たす含量であった。特に沖縄1号については、生育日数が長くなっても Cu 含量が高く今後の活用が十分期待できる結果となった。

II 緒 言

沖縄県は、ローズグラスやギニアグラス等の暖地型牧草が盛んに栽培され¹⁾、飼料自給率の向上を目指し、さまざまな取組を行っている。本センターでは、自給飼料の増産を目指し、草種選定試験を行い、新導入暖地型牧草としてブラキアリアグラスを有望草種として報告した^{2~5)}。さらに、暖地型牧草種子の高価格の要因の一つとされる採種性を向上させ、高い飼料品質を併せ持つ高採種性集団^{6~8)}を育成し、新品種候補系統「沖縄1号」を作出した。ブラキアリアグラスについては、本県の奨励品種であるローズグラスに劣らない生産性や栄養価を有し⁹⁾、また、干ばつに強く、痩せた酸性土壌でも良く生育する¹⁰⁾など、本県の気象条件に適合した高い利用特性を有し、今後の普及が十分期待できる。

牧草の品質評価については、CP や TDN 等の栄養成分を中心に行われているが、家畜の生体内で重要な役割を持つミネラルについても、その要求量が定められており、生産性との関係が報告されている¹¹⁾。ミネラルについては生体内での含量により多量元素と微量元素に分けられ、それぞれのミネラルは特異的な機能を持つ。摂取量が不足すると欠乏症、過剰だと中毒¹²⁾が発生するなど、家畜の生体維持や畜産物の生産過程において重要な役割を果たしている。日本飼養標準においては、カルシウムやリン等の多量元素および鉄や銅等の微量元素について、要求量や摂取許容限界値が示されている¹³⁾。一般的に、植物体のミネラル濃度は土壌のミネラル濃度と関連があり¹⁴⁾、また、土壌 pH 等¹⁵⁾の様々な条件により変動するため一定では無い。

そこで、本研究は今後、本県での普及が期待できるブラキアリアグラスについて、生育日数の違いによるミネラル含量の推移を明らかにし、ミネラル含量の視点からその飼料品質について検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、ブラキアリアグラス品種候補系統「沖縄1号」および、収量・永続性で実績の高い海外主要品種「バシリスク」、利用特性が高く熱帯地域で利用の広がっている「MG5」、葉部割合が高く、晩生で品質の高いギニアグラス「うーまく」の2草種4品種を用いた。

2. 試験方法

試験は畜研センター内の圃場（国頭マージ）で実施し、定植および播種日は平成27年5月13日および15日で、試験区面積は1品種あたり8m×100m(8a)とした。沖縄1号のみ定植（栽植密度50cm×50cm）とし、その他の品種については、3kg/10aで播種を行った。施肥量は1aあたりN:P:K=1.0:1.0:0.6である。試験は定植・播種後45日から開始し、さらに7から9日後毎に計8回の刈取り調査を実施した。試験期間は6/29から8/19とし、調査は草高を測定した後収量調査を実施し、部位別乾物割合を測定した。

ミネラル成分の分析については、乾燥粉末状態にした試料をプレス機で加圧（20t）し、厚さ3mm以上のペレット状に成形した試料を用いた。分析機器はエネルギー分散型蛍光X線装置JSX-1000S Element Eye（日本電子社製）を使用した。測定条件については5種類のフィルター（ND, Cd, Pd, Cu, Cl）を用い、それぞれのX線照射時間は60sec, 10sec, 10sec, 60sec, 30secとした。また、照射室の雰囲気については真空状態とした。分析成分は周期表のNaからMoまでの各元素について網羅的に分析し、牧草の主要ミネラルであるNa, Mg, K, P等の多量元素、繁殖成績との関係¹⁾が指摘されているCu, Zn, Fe, Mn等の微量元素について、それぞれ含量を算出した。

IV 結果

1. 異なる生育日数における葉、茎、枯葉および穂の構成割合

異なる生育日数における葉、茎、枯葉および穂の構成割合を図1に示す。沖縄1号およびバシリスクについては、生育日数が短い時期においても葉の割合が高く、50%程度は葉で占められていた。また、生育が進むにつれて、葉の割合が増加し、おおむね60%から65%の範囲で推移した。バシリスクについては、生育61日から出穂が認められた。MG5については、うーまくとほぼ同様な結果であった。生育日数が短い時期においては、茎の割合が75%と高く、生育に伴いその割合が低下する結果であった。

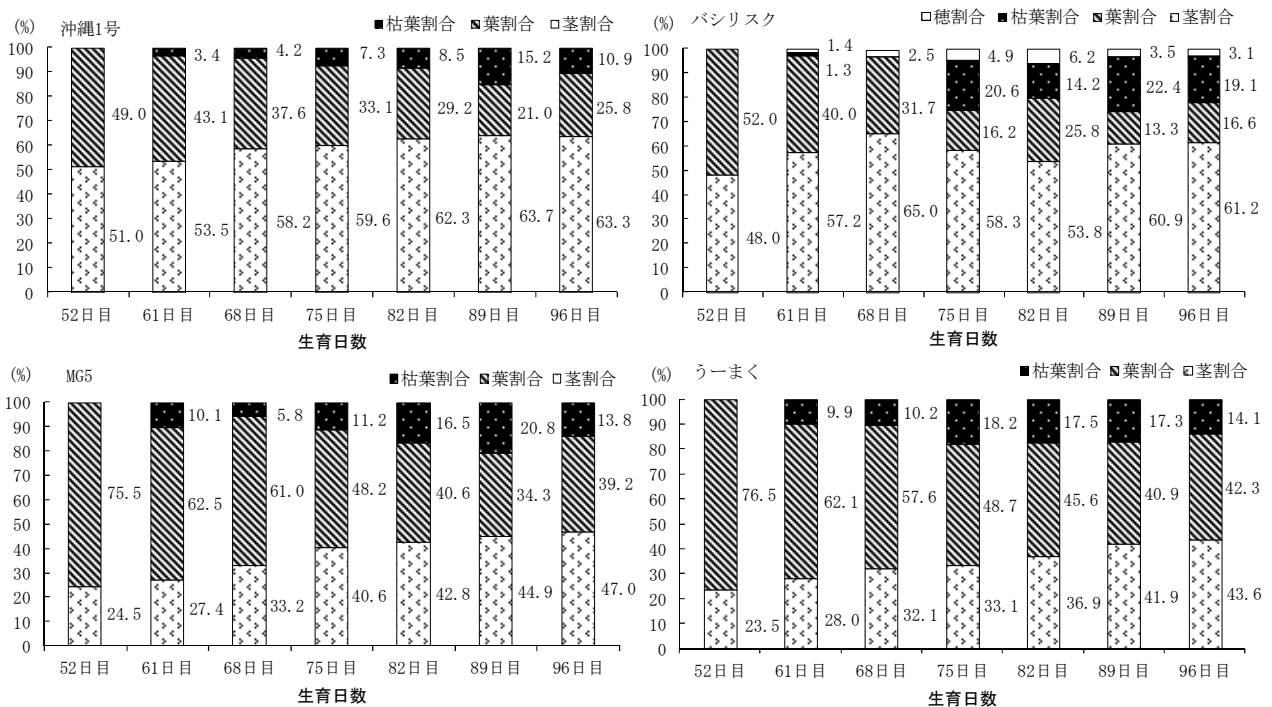


図1 異なる生育日数における葉、茎、枯葉および穂の構成割合

2. 異なる生育日数における多量元素および総ミネラル含量の経時的変化

多量元素（Ca, Mg, K, P）および総ミネラル含量の経時的変化を表1に示す。K以外の成分については草種間で有意が認められた。Caについては、沖縄1号において生育45日から61日まで高い値で推移し、68日から減少しその後一定で推移した。バシリスクについてはほぼ一定の値で推移し、MG5については低下する傾向を示した。いっぽう、うーまについては、生育89日および96日で高くなる結果であった。PおよびKについては、生育前半から中盤にかけては草種間で差が認められたが、後半になる

に従い差が小さくなり、89日および96日では差が無くなった。Mgについては生育45日から82日まで、バシリスク、沖縄1号およびMG5等のブラキアリア属の値が高かったが、89日以降はうーまくの値が増加し、他の草種と比較し高い値となった。

表1 異なる生育日数における多量元素および総ミネラル含量の経時的変化

成分/草種	生育日数								分散分析	
	45日 (6/29)	52日 (7/6)	61日 (7/15)	68日 (7/22)	75日 (7/29)	82日 (8/5)	89日 (8/12)	96日 (8/19)	草種	生育日数
Ca (%)										
沖縄1号	0.59 a	0.60 a	0.63	0.45	0.45	0.48	0.45 ab	0.49 a	0.01	ns
バシリスク	0.38 b	0.31 c	0.33	0.33	0.29	0.31	0.34 b	0.31 b		
MG5	0.43 b	0.34 c	0.43	0.40	0.36	0.37	0.35 b	0.28 b		
うーまく	0.42 b	0.40 b	0.40	0.40	0.46	0.39	0.53 a	0.54 a		
P (%)										
沖縄1号	0.22 ab	0.20	0.21 a	0.22	0.21 a	0.19 a	0.21	0.16	0.01	0.01
バシリスク	0.23 ab	0.19	0.19 ab	0.18	0.18 ab	0.16 ab	0.15	0.12		
MG5	0.30 a	0.22	0.24 a	0.24	0.22 a	0.18 a	0.17	0.20		
うーまく	0.16 b	0.16	0.13 b	0.17	0.13 b	0.11 b	0.14	0.16		
Mg (%)										
沖縄1号	0.39 ab	0.44 ab	0.49 ab	0.22 ab	0.29	0.31 ab	0.27	0.28 ab	0.01	0.01
バシリスク	0.51 a	0.36 ab	0.30 ab	0.25 ab	0.28	0.37 a	0.26	0.23 bc		
MG5	0.37 ab	0.31 b	0.37 a	0.32 a	0.27	0.33 ab	0.28	0.18 c		
うーまく	0.21 b	0.16 c	0.17 b	0.15 b	0.23	0.20 b	0.30	0.33 a		
K (%)										
沖縄1号	3.2 ab	2.1 b	1.9 b	3.1 a	2.4	2.2	2.5	2.0	ns	0.01
バシリスク	2.7 b	2.5 ab	2.6 a	2.5 ab	2.4	2.1	2.2	1.9		
MG5	3.1 ab	2.6 ab	2.6 a	2.4 b	2.5	2.1	1.8	2.4		
うーまく	3.3 a	3.0 a	2.5 a	2.5 ab	2.3	2.1	2.0	1.8		
Total Mineral (%)										
沖縄1号	6.8 a	5.7	6.3	6.5 a	5.3	5.3	5.5	5.3	0.01	0.01
バシリスク	6.0 b	5.2	5.6	5.6 ab	5.7	5.6	5.2	5.4		
MG5	5.7 b	4.9	5.7	5.4 b	5.2	4.8	4.4	5.1		
うーまく	5.8 b	5.4	5.7	5.7 ab	5.4	4.9	5.2	4.9		

注) 同一生育日数における異符号間に有意差有り (p<0.05 Tukey)

3. 異なる生育日数における微量元素含量の経時的変化

微量元素 (Cu, Zn, Fe, Mn) 含量の経時的変化を表2に示す。全ての成分について、草種および生育日数で有意差が認められた。Cuについては、生育日数が45日から82日までブラキアリアグラスがうーまくより高い傾向を示した。ブラキアリアグラスについては、特に生育日数が短い時期における含量が高く、61日までは10%を超える値であった。ZnについてもCuと同様な傾向を示し、ブラキアリアグラスがうーまくに比べ高い傾向を示した。Feについては、生育日数が短い時期においては、沖縄1号における含量が高い値で推移したが、その後、増減を繰り返し一定の傾向で推移しなかった。また、その他の草種についても同様な傾向を示し、生育日数および草種間における一様の傾向を見いだせない結果となった。Mnについては、生育日数が長くなるにつれてバシリスクにおける含量が高くなる結果となった。うーまくについても同様に生育日数が長くなるにつれて増加する傾向を示した。

表2 異なる生育日数における微量元素の経時的変化

成分/草種	生育日数								分散分析	
	45日 (6/29)	52日 (7/6)	61日 (7/15)	68日 (7/22)	75日 (7/29)	82日 (8/5)	89日 (8/12)	96日 (8/19)	草種	生育日数
Cu (ppm)										
沖縄1号	14.3	9.8 b	10.6	8.2	9.4	9.7	7.3	8.5	0.01	0.01
バシリスク	17.0	11.8 ab	11.0	7.4	7.9	7.9	6.9	7.9		
MG5	16.4	15.5 a	14.7	9.9	9.6	6.1	6.2	5.6		
うーまく	10.1	9.2 b	6.8	8.0	6.9	5.0	7.0	5.6		
Zn (ppm)										
沖縄1号	32.5 a	29.7 ab	34.1 a	22.1 ab	22.3	21.8	20.5	20.9	0.01	0.01
バシリスク	28.0 ab	31.9 a	21.4 b	22.0 ab	27.5	20.0	20.0	19.7		
MG5	23.9 ab	26.7 b	27.9 ab	23.5 a	20.1	18.6	17.2	18.2		
うーまく	14.2 b	13.5 c	13.1 c	14.4 b	15.3	13.0	16.0	19.1		
Fe (ppm)										
沖縄1号	628.9	829.9 a	1345.2 a	300.4	224.7	164.7	149.1	318.6 b	0.05	0.01
バシリスク	414.6	276.6 b	179.6 b	144.5	195.7	494.2	195.9	1506.7 a		
MG5	336.6	173.7 b	295.7 b	249.9	105.2	116.0	118.5	383.9 b		
うーまく	310.9	321.8 b	799.5 ab	225.8	201.1	139.9	181.3	223.1 b		
Mn (ppm)										
沖縄1号	81.9	79.9 bc	119.7	40.3	44.0 b	58.2 b	47.6 b	178.0 ab	0.01	0.01
バシリスク	114.3	195.8 a	94.1	99.9	160.7 a	198.7 a	166.6 a	235.3 a		
MG5	53.2	98.5 b	84.2	83.3	36.4 b	98.6 ab	83.6 ab	54.5 c		
うーまく	26.8	19.1 c	30.1	24.7	71.9 ab	43.0 b	91.8 ab	81.7 bc		

注) 同一生育日数における異符号間に有意差有り (p<0.05 Tukey)

Cu および Zn については、各草種において生育日数による含量の違いが明確に認められたため、各草種における各含量の経時的变化を図2および3に示す。

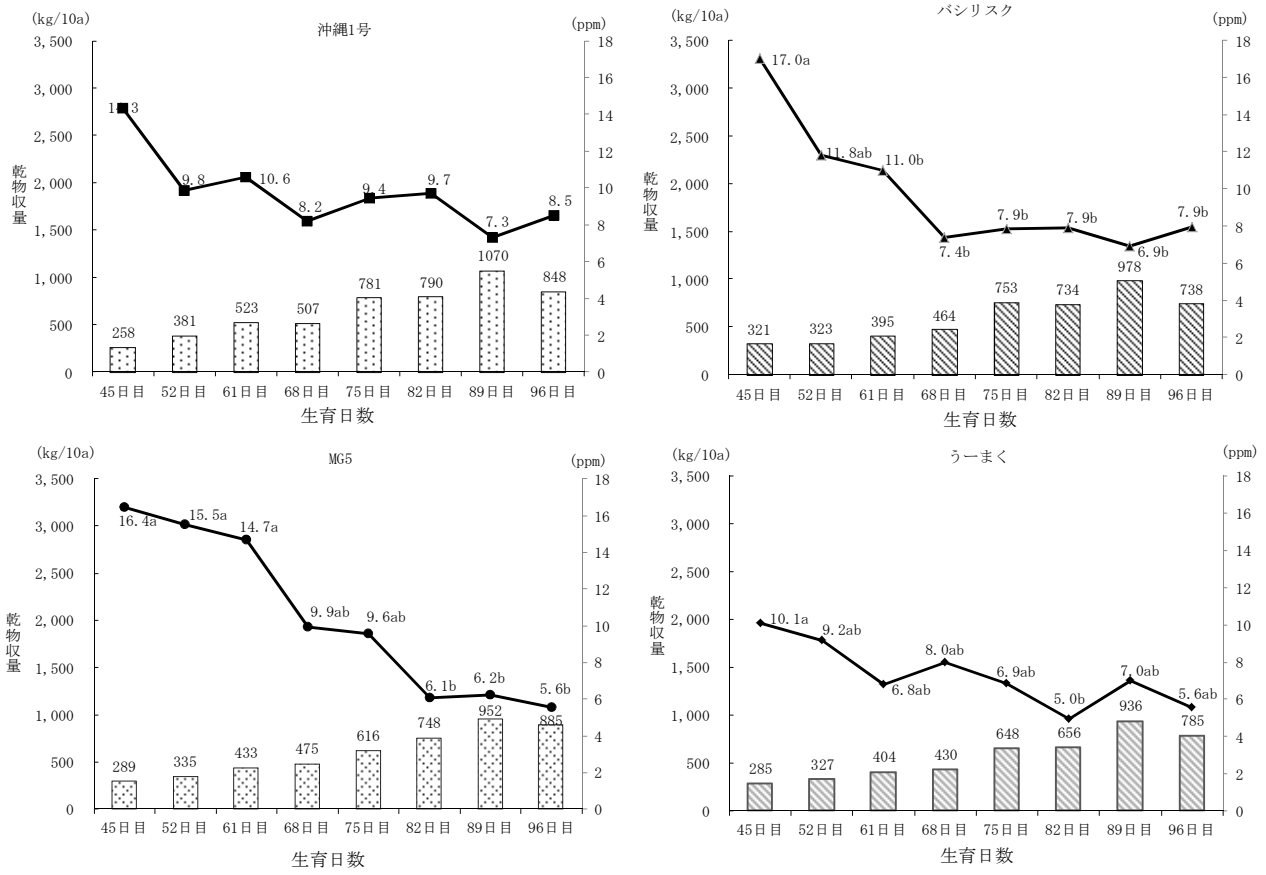
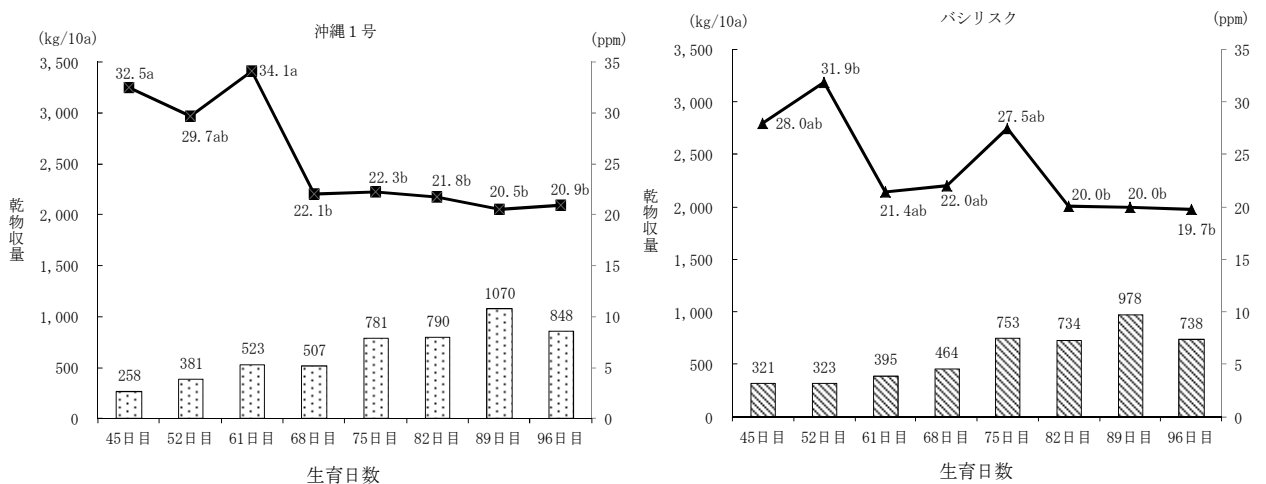


図2 異なる生育日数におけるCuの経時的变化

注) 異符号間に有意差有り (p<0.05 Tukey)

Cu は各草種とも生育日数が長くなるに伴い含量が減少する結果であった。特に MG5 については、生育日数が 61 日まで高い値で推移していたが、その後、急激に低下し、96 日においては 45 日の三分の程度まで減少した。また、他のブラキアリアグラスと比べ低い値となった。いっぽう、沖縄1号およびパシリスクについても、生育日数が長くなるに伴い減少したが、68 日以降は一定の値で推移する結果であった。また、含量についてもうーまくや MG5 より高い値であった。

Zn についても Cu と同様に生育日数が長くなるに伴い含量が減少する結果であったが、うーまくについては、ほぼ一定の値で推移した。沖縄1号およびパシリスクについては、68 日および 61 日において急激な低下が認められたが、その後はほぼ一定の値で推移し、また、他の 2 草種に比べ高い値であった。



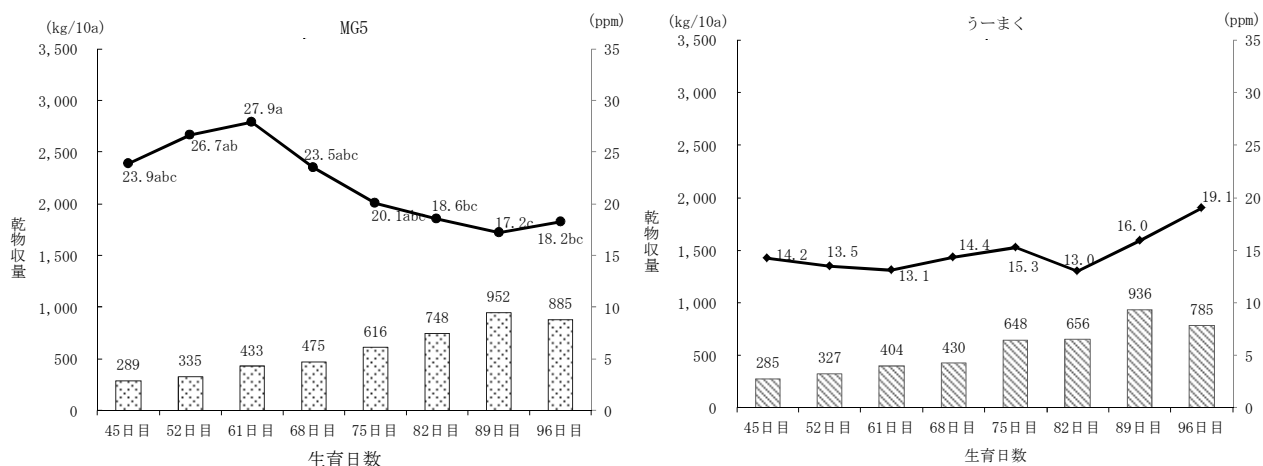


図3 異なる生育日数におけるZnの継時的変化

注) 異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

V 考察

ミネラルについては、家畜の生体内において骨や歯等を形成する重要な成分であると同時に、タンパク質や脂質の形成、体内の恒常性維持等に重要な役割を果たしている¹³⁾。家畜の持続的な発育および維持の為には、飼料としてこれらの成分を給与しなければならない。いっぽう、ミネラルの供給源となる牧草のミネラル含量については、同一草種でも変動が大きく一定でない^{16,17)}。牧草の品質を評価するうえで、生育日数や草種間の比較を実施し、正確なミネラル含量を把握することは重要だと考えられる。植物におけるミネラルの蓄積場所については、それぞれのミネラルで異なり、Caについては厚壁細胞に多く分布する傾向にあるとの報告がある¹⁸⁾。沖縄1号については図1に示すとおり、茎割合が高く、生育日数が長くなるに伴い、その割合は増加する傾向にあった。沖縄1号においてCa含量が高い要因については、厚壁細胞におけるCaの蓄積に起因すると考えられる。しかしながら、バシリスクについては、沖縄1号と同様に茎割合が高いにもかかわらず他の草種と比較し低い値で推移するなど、相反する結果となった。バシリスクについては61日から出穂も認められており、ミネラルの動態について特異的な性質を持つ可能性も考えられ、今後の課題となった。また、うーまくにおいて生育89日および96日のMg含量が増加した要因については、Mgが葉肉部分に多く分布するとの報告があることから¹⁸⁾、図1に示すとおり、うーまくの葉割合が高いことに起因すると推察された。

日本飼養標準によると成雌牛(500kg)維持期におけるCaおよびPの要求量は、それぞれ、15.4gおよび16.5gと算出される。乾物重で1日8kg程度の粗飼料のみを給与すると、両成分ともその含量がおおむね0.2%程度であれば要求量を満たす値となる。バシリスク、沖縄1号およびMG5等のブラキアリアグラスについては、Caで全ての生育日数、Pにおいては、おおむね75日までは要求量を満たす含量で推移した。いっぽう、MgおよびKについては体重に関係なくその含量が給与飼料中、それぞれ、0.1%および0.65%と定められているが、全ての草種および生育日数で要求量を満たす結果であった。ブラキアリアグラスの多量元素については、ローズグラスと比較しおおむね高い値で推移し、また、その含量についても、養分要求量を満たす値であった。

微量元素の要求量については、給与飼料中(乾物)、Cu8ppm、Zn30ppm、Fe50ppm、Mn40ppmと定められている。FeおよびMnについては、全ての草種および生育日数で要求量を満たす値であったが、CuおよびZnについては、草種あるいは生育日数で下回る値が認められた。Cuについては、ブラキアリアグラスで高い値を示したが、生育日数が68日から急激に減少する傾向が認められ、MG5については82日以降、要求量を満たさない値となった。いっぽう、バシリスクと沖縄1号については、生育日数が長くなっても、8ppm程度の値を維持する結果となった。Znについては沖縄1号において45日から61日までは30ppmを超える値で推移したが、それ以降は要求量を満たさない値となった。また、その他の草種については、バシリスクを除いて、30ppmを超える値は認められずおおむね20ppmで推移した。

家畜の生産現場において、粗飼料および濃厚飼料で賄えないミネラルについては、添加飼料を活用し

要求量を満たすよう調整している。しかしながら、生産コスト低減の観点からミネラル含量の高い粗飼料を活用することは重要だと考えられる。また、近年、飼料中の微量元素と分娩間隔には正の相関がある¹¹⁾との報告もあり、生産性の視点からも適切なミネラル量を給与することは重要である。本試験の結果、ブラキアリアグラスの多量元素および微量元素含量については、既存の奨励品種であるうーまくに劣らない品質を有し、また、微量元素については、沖縄1号において生育日数が長くなっても高い値で推移することが明らかとなった。ブラキアリアグラスのうち特に沖縄1号については、適切な生育日数で刈取りを行えば、添加飼料無しでミネラル成分の要求量を十分に満たす結果となっており、今後の活用が十分期待できる結果となった。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2013)おきなわの畜産
- 2) 望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2005)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(1)成育特性および乾物収量の比較, 沖縄畜研研報, **43**, 30-36
- 3) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2006)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(2)可消化乾物収量および粗タンパク質収量の比較, 沖縄畜研研報, **44**, 79-84
- 4) 水町進・新城健・川本康博(2007)西表島における新規導入草種の一次評価, 日草誌, **53**(別), 252-253
- 5) 幸喜香織・稲福政史・森山高広・川本康博(2013)海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験(1), 沖縄畜研研報, **51**, 49-56
- 6) 国際農林業協会(1998)熱帯の飼料作物
- 7) 幸喜香織・末永一博・石垣元気・稲福政史・権藤崇裕・明石良・新田宗博(2013)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(1), 沖縄畜研研報, **48**, 81-84
- 8) 幸喜香織・石垣元気・明石良・末永一博・島袋宏俊(2014)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(2)4倍体有性生殖品種「宮沖国1号」の遺伝的多様性, **52**, 69-72
- 9) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2006)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001-2005年), 沖縄畜研研報, **44**, 79-88
- 10) Miles JW, Do Valle CB, Rao IM, Euclides VPB (2004) Brachiariagrass. In: Warm-seasons (C4) grass (Eds Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE), American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Society of America, Madison, p745-783
- 11) 鳥居伸一郎・松井徹(2011)わが国の黒毛和種繁殖雌牛に給与されている飼料のマンガン・鉄・コバルト・銅・亜鉛・モリブデン含量の実態および分娩間隔との関連, 日畜会報, **82**(2), 131-138
- 12) Animal Nutrition 4th(1988), Longman Scientific&Technical, 90-116.
- 13) 中央畜産会(2009)日本飼養標準肉用牛, 54
- 14) 山崎傳(1967)微量元素と多量元素, 土壌・作物の診断・対策, 博交社
- 15) 櫃田木世子・田中明(1983)作物栄養学的にみた酸性土壌の化学特性, 北大農邦文紀要, **3**, 485-493.
- 16) 鳥居伸一郎・松井徹・鶴田茜・櫻井孝志(2010)肉用牛の生産現場で給与されている飼料の鉄含量の実態, 日畜会報, **81**, 47-52
- 17) 鳥居伸一郎・松井徹・鶴田茜・櫻井孝志(2010)肉用牛の生産現場で給与されている飼料の亜鉛含量の実態, 日畜会報, **89**, 7-12
- 18) Saiga, S., T. Akiyama, M. Sasaki and H. Takusari(1993)Distribution of macrominerals in different tissues of a leaf blade of tall fescue(*Festuca arundinacea* Schreb.) J. Japan Grassl. Sci., **39**, 86-92