

暖地型牧草における銅・亜鉛含有量の付加試験

(1) 施肥成分への水溶性銅・亜鉛添加がトランスバーラに及ぼす影響

光部柳子 荷川取秀樹

I 要 約

当センターのトランスバーラ圃場にて、硫酸銅および硫酸亜鉛の散布がトランスバーラの収量、粗タンパク質 (CP) 含有率、銅 (Cu) および亜鉛 (Zn) 濃度に及ぼす影響を調べた結果、以下のとおりであった。

1. 硫酸銅および硫酸亜鉛散布による収量および CP 含有率への影響は見られなかった。
2. 牧草中の Cu 濃度は硫酸銅散布量に伴い増加する傾向が見られた。
3. 牧草中の Zn 濃度は、刈り取り 1 回目において対照区と高濃度区に有意差が見られ、硫酸亜鉛の散布によって Zn 濃度が増加した。

以上のことより、本試験で添加した量の硫酸銅および硫酸亜鉛は、収量や CP 含有率に影響を及ぼすことなく牧草中の Cu および Zn 濃度を増加させることが示唆された。今後は適正な添加濃度の検討が必要である。

II 緒 言

牧草の品質評価では、粗タンパク質 (CP) や可消化養分総量 (TDN) などを中心に測定されることが多いが、その他に牧草中の無機成分も家畜の体内の恒常性維持に重要な役割を果たしている。肉用牛では日本飼養標準においても無機物の要求量が定められており¹⁾、飼料からの摂取が重要となっている。無機物は、不足すると欠乏症状を示し、過剰に摂取すると中毒症状をおこすものがあるため適量の範囲で与えることが重要である。無機成分は生体内や飼料中の含量がわずかな微量無機物と比較的含有量が多い主要無機物に分けられる。微量無機物に含まれるものに、銅 (Cu) と亜鉛 (Zn) がある。本県では、ヒートダメージを受けたサイレージによる Cu 欠乏症が報告されている²⁾。また、Zn については欠乏症の報告はないものの、当センターが収集・分析した本県の牧草では、要求量以下のものが多くみられる。無機物は添加剤を用いて補われることも多いが、添加剤の使用の有無は各農家によって大きく変わるため、粗飼料において要求量を満たすことも重要だと思われる。しかし、暖地型牧草に対して牧草中の無機成分含有量増加のための報告は少ない。そこで、本研究では、施肥成分への硫酸銅および硫酸亜鉛の添加が、暖地型イネ科牧草であるトランスバーラに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

III 材料および方法

1. 供試試料

試験圃場は畜産研究センター内のトランスバーラ草地とした。1 区画 2×3m とし、4 反復を設けた (図 1)。試験区は刈り取り時の追肥の種類および濃度によって対照区、低濃度区、高濃度区の 3 区を設けた。刈り取りは、試験開始前の 2019 年 5 月 8 日、6 月 7 日 (刈り取り 1 回目) ならびに 7 月 23 日 (刈り取り 2 回目) に刈り取り、5 月 8 日および 6 月 7 日の刈り取り後の 1 週間以内に追肥を行った。また、試験開始前および刈り取り 2 回目の後に土壌サンプルを採取した。

各試験区への施肥量は、対照区では牧草専用 1 号を 50kg/10a (窒素として 10kg/10a)、低濃度区では牧草専用 1 号を 50kg/10a、硫酸銅を 786g/10a (Cu として 200g/10a) ならびに硫酸亜鉛を 440g/10a (Zn として 100g/10a)、高濃度区では牧草専用 1 号を 50kg/10a、硫酸銅を 3929g/10a (Cu として 1000g/10a) ならびに硫酸亜鉛を 2199g/10a (Zn として 500g/10a) とした。なお、散布肥料として、Wako 社製の硫酸銅 (II) 五水和物および硫酸亜鉛七水和物を使用し、牧草専用 1 号と混合した上で各試験区の土壌表面に散布した。

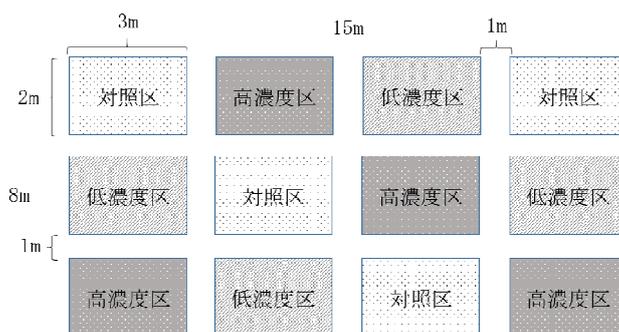


図1 各試験区の配置

2. 調査項目および方法

刈り取り時に、草丈、生草収量を調査した。その後、刈り取った牧草を70℃で48時間通風乾燥し、乾物収量を求めた。乾燥した牧草は1mm以下に粉碎し分析に供した。土壌は採取後に室温で風乾し、ふるいによって1mm以下にしたものをサンプルとした。

牧草サンプルは、CP含有率、Cu濃度ならびにZn濃度を測定した。土壌サンプルは、Cu、Zn、リン、カリウム、カルシウムならびにマグネシウムを測定した。

草丈、生草収量ならびに乾物収量は草地科学実験・調査法³⁾に記載の方法で測定した。

CPは燃焼法（ゲルハルト社製デュマサーム）で測定を行った。

無機成分については、乾燥粉末状態にした牧草サンプルをプレス機で加圧(20t)し、厚さ3mm以上に成形したペレットを分析に用いた。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。分析には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60秒、10秒、10秒、60秒、30秒とした。なお、照射室は真空状態にした上で測定を行った。

3. 統計処理

統計解析にはEZR⁴⁾を使用した。EZRはRおよびRコマンドの機能を拡張した統計ソフトウェアである。Shapiro-Wilk検定を行い正規性が確認された場合には、ANOVA分析の後Tukey-Kramer法により各群間における有意差の検定を行った。また、正規性が確認されなかった場合には、Kruskal-Wallis検定を行い、その後各群間における有意差の検定をSteel-Dwass検定により行った。なお、有意水準は5%とした。

IV 結果および考察

1. 水溶性CuおよびZn施肥による収量およびCP含有率への影響

水溶性CuおよびZn施肥後の各試験区における収量調査結果およびCP含有率を表1に示す。1回目の刈り取りおよび2回目の刈り取りにおいても、各試験区の草丈、生草収量、乾物収量ならびにCP含有率に差は見られなかった。これらのことから、本試験で施肥した濃度のCuおよびZnによる収量およびCP含有率への影響はないことが示唆された。

表1 各区における収量調査結果およびCP含有率

	刈り取り1回目				刈り取り2回目			
	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	CP含有率 (%DM)	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	CP含有率 (%DM)
対照区	56.6	536.3	121.8	10.6	76.3	447.5	131.2	8.6
低濃度区	54.4	535.0	120.9	10.9	75.3	462.5	140.8	8.7
高濃度区	53.6	540.0	119.8	11.3	76.0	460.0	136.7	9.1

2. 水溶性 Cu および Zn 施肥が牧草中の Cu および Zn 濃度に及ぼす影響

水溶性 Cu および Zn 散布後の各試験区における牧草中 Cu ならびに Zn 濃度を以下に示す。

刈取り 1 回目および 2 回目における Cu 濃度では、散布する Cu の濃度が高いほど平均値も高くなる傾向がみられた (表 2)。本試験では有意差は認められなかったものの、トランスバーラにおける水溶性 Cu である硫酸銅の施肥は牧草中 Cu を高めることが示唆された。一方、高濃度区では最大で 212ppm まで Cu 含有率が高まっていた。これは、Cu の摂取許容限界¹⁾である 100ppm を大きく上回る数値であった。Cu の過剰摂取は Cu 中毒を引き起こす可能性があるため、今後は施肥量の検討が必要である。

また、Cu については、1 規定塩酸により抽出された牧草中 Cu 濃度が牛の血清中 Cu 濃度と密接な関係にあることが報告されている²⁾。本試験における蛍光 X 線装置を用いた測定方法と 1 規定塩酸で抽出される飼料中 Cu 濃度との比較も今後の課題である。

次に、刈取り 1 回目および 2 回目におけるトランスバーラ中 Zn 濃度を図 2 に示す。刈取り 1 回目では、対照区に比較して高濃度区において有意に高い値となった。刈取り 2 回目では有意差はみられなかったものの、散布する硫酸亜鉛の量の増加に伴って、牧草中の Zn も増加する傾向を示した。これらのことから、トランスバーラ草地における硫酸亜鉛の散布は、牧草中 Zn 濃度を高めることに有効であると考えられた。

表 2 各区におけるトランスバーラ中 Cu 濃度の平均値、最小値ならびに最大値

	刈取り 1 回目における Cu 濃度 (ppm)			刈取り 2 回目における Cu 濃度 (ppm)		
	平均値±標準偏差	最小値	最大値	平均値±標準偏差	最小値	最大値
対照区	11.4±0.83	9.7	13.7	10.4±0.67	8.5	11.7
低濃度区	34.3±12.71	16.4	71.9	26.8±15.11	10.2	72.1
高濃度区	101.3±38.97	40.3	212.2	68.7±46.02	14.0	205.6

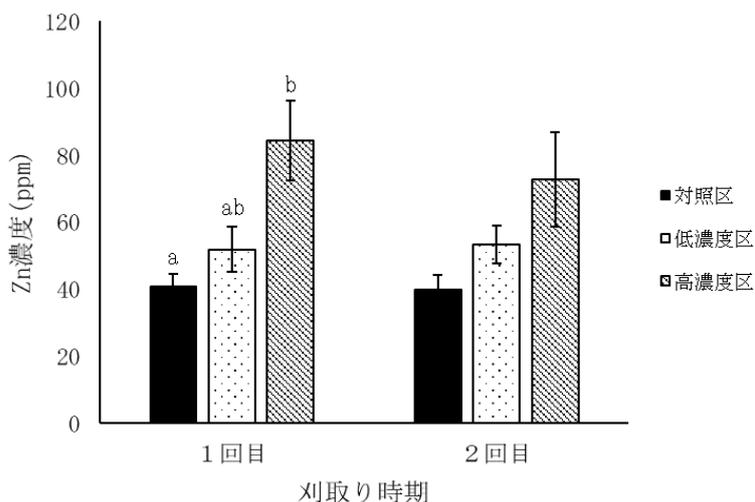


図 2 各区におけるトランスバーラ中 Zn 濃度

注 1) 平均値±標準偏差

2) 同一刈取り時期内における異符号間に有意差有り (p<0.05)。

3. 土壌中の無機成分濃度

最後に、水溶性 Cu および Zn を施肥する前および刈取り 2 回目を終えた後の土壌に含まれる無機成分濃度を表 3 に示す。施肥前および刈取り後の土壌中無機成分濃度について、施肥後に濃度が高く

なると予想していた Cu と Zn 濃度を含む全ての成分において有意差は認められなかった。また、土壌における養分は表層 3cm に集積しているとされているが⁵⁾、本試験においてはいずれの無機成分についても有意な差はみられなかった。水溶性 Cu および Zn は牧草に吸収されやすいことや土壌内に保持される期間が短いことが予想される。施肥後の Cu および Zn の動態についても調べる必要があると考えられた。

表 3 施肥前および刈り取り後の土壌中無機成分濃度

		Cu (ppm)	Zn (ppm)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
施肥前		68.9	93.2	0.70	1.58	0.25	1.31
刈り取り後 (3cm 未満)	対照区	72.3	101.4	0.76	1.74	0.25	1.37
	低濃度区	72.3	92.3	0.69	1.34	0.21	1.21
	高濃度区	83.6	94.3	0.75	1.29	0.20	1.21
刈り取り後 (3cm 以下)	対照区	72.3	95.8	0.56	1.71	0.22	1.43
	低濃度区	64.4	81.4	0.51	1.34	0.20	1.21
	高濃度区	71.3	86.9	0.55	1.37	0.19	1.18

V 謝 辞

本試験を行うにあたり、肥料の提供をしていただきました琉球肥料株式会社 金城保氏に感謝の意を表します。

VI 引用文献

- 1) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2009) 日本飼養標準肉用牛 (2008 年版), 54, 中央畜産会
- 2) 仲宗根一哉・安里左知子・千葉好夫・平安名盛己 (1989) ヒートダメージサイレージと牛の銅欠乏症との関連, 沖縄畜試研報, 27, 147-154
- 3) 日本草地学会編 (2004) 草地科学実験・調査法, 122, 社団法人畜産技術協会
- 4) Kanda Y (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics, *Bone Marrow Transplant*, 48, 452-458
- 5) 日本草地学会編 (2004) 草地科学実験・調査法, 378, 社団法人畜産技術協会

研究補助：照屋剛，玉本博之，平良樹史