

# 加熱処理による牧草中Cu及びZnの形態的变化

仲宗根 一 哉

## I はじめに

前報<sup>1)</sup>において、牧草サイレージ試料を1規定塩酸抽出法<sup>2)</sup>で前処理した場合、Cu及びZnの湿式灰化法<sup>3)</sup>で得られた分析値に対する平均抽出率は乾草の場合と比べ、有意に低くなることを報告した。またCu及びZnの1規定塩酸による元素抽出率が低い値を示したサイレージ試料では、熱変性した蛋白質の含有割合が高い傾向にあり、貯蔵中の発熱による影響が考えられた。

そこで本報では人工的に加熱処理した牧草試料についてCu及びZnの1規定塩酸による元素抽出率を測定し、加熱条件と元素抽出率の関係について検討した。

## II 材料及び方法

### 1. 実験 1

加熱条件と元素抽出率の関係を検討するため、粉碎した牧草試料を人工的に加熱し、温度、時間によりCu及びZnの元素抽出率がどのように変化するかを調査した。供試試料は沖縄県畜産試験場内で栽培されたギニアグラス（ガットン）で、60℃、24時間乾燥後、1mm以下に粉碎した。粉末試料100gに蒸留水を加えて水分30～50%になるよう調整し、250ml容のガラス瓶に密栓して入れ、室温（約20℃）および40℃、60℃、80℃の温度に設定した恒温槽中にそれぞれ1～6日間置いた。各処理区は4反復し、各設定温度区の試料は1日毎に取り出し、60℃、24時間乾燥後、同一試料について硝酸—過塩素酸による湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法で前処理を行い、原子吸光法により、Cu及びZnを定量し、元素抽出率を求めた。

### 2. 実験 2

牧草を人工加熱した場合、Cu及びZnの元素抽出率が低下する傾向が草種により異なるかどうかを調査し、Cu及びZnの形態について検討するため、難消化性繊維分画<sup>4)</sup>中のCu及びZnを定量した。供試試料は、アルファルファ、ギニアグラス（ガットン）、イタリアンライグラス（サクラワセ、ミナミワセ）、スーダンで、60℃、24時間乾燥後、1mm以下に粉碎した。粉末試料100gに蒸留水を加えて水分30～50%になるよう調整し、250ml容のガラス瓶に密栓して入れ、70℃の温度に設定した恒温槽中に48時間置いた。各処理は2反復し、実験1と同様にCu及びZnを定量して元素抽出率を求めた。また酵素分析ではCW中の難消化性繊維分画であるb分画<sup>5)</sup>中のCu及びZnの定量を行った。

## III 試験結果および考察

### 1. 実験1について

加熱条件と元素抽出率の関係を図-1及び図-2に示した。

Cuの1規定塩酸抽出率は室温(20℃)区を除き、加熱温度及び処理時間の増加によって低下する傾向が認められ、60℃以上では著しく低下した。またZnの抽出率は60℃以下での加熱処理では抽出率にほとんど変化は認められなかったが、80℃区では処理時間の増加とともに漸次低下する傾向がみられた。

以上のことから、水分30~50%の牧草が40~80℃の温度で6日間“蒸れ”た状態にあると、Cuの1規定塩酸抽出率は20~60%まで低下する。Znについては長時間の高温にあった場合はその抽出率は低下すると推測される。農家サイロにおいては、30~50℃の発熱は珍しいことではないことから、サイレージ中のCu及びZnの形態が変化する可能性は大きい。

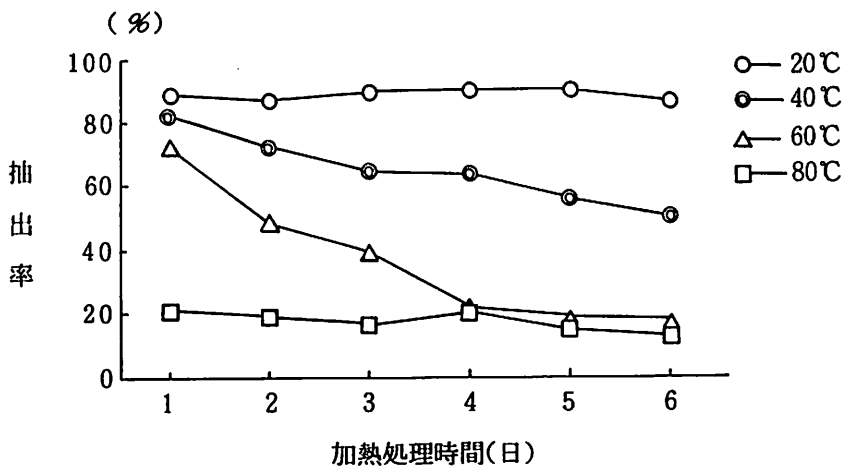


図-1 加熱牧草試料の1規定塩酸抽出処理によるCuの抽出率

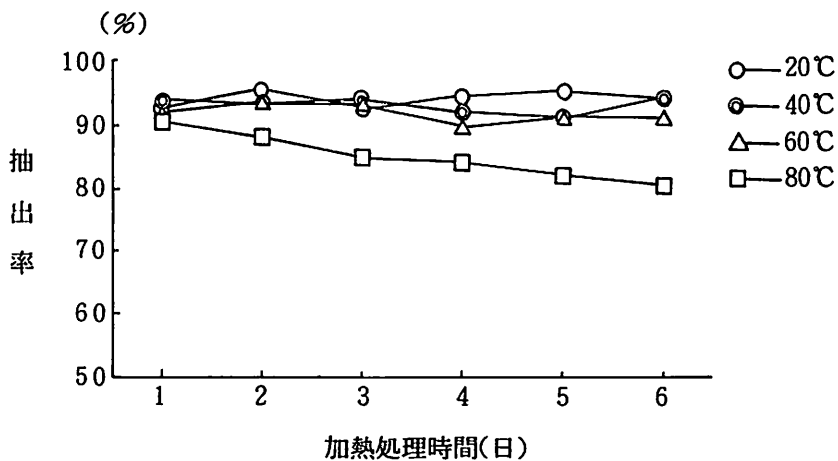


図-2 加熱牧草試料の1規定塩酸抽出処理によるZnの抽出率

2. 実験2について

種々の草種について70°C、24時間の加熱処理を行った。その結果は表-1に示した。これらの草種についてもCu及びZnの1規定塩酸抽出率は低下した。さらにこの実験ではb分画中のCu及びZnの定量をしたところ、加熱処理によりb分画中のCu及びZnの含有量が増加することが判明した。

サイレージが高温発酵を起こした場合、炭水化物（特にヘミセルロースと可溶性炭水化物）とアミノ酸が重合してリグニンと同じ性質の不消化性の物質であるメラノイジンを生成することが知られている。<sup>6,7)</sup>この反応はメイラード反応<sup>7)</sup>と呼ばれており、サイレージ及び乾草のくん炭化現象<sup>8)</sup>に關与している。実験2の結果で加熱処理により、b分画中のCu及びZnが増加したことについて、これらの金属元素がメイラード反応の生成物と何等かの結合状態にあることが推察された。

表-1 草種別の人工加熱（70°C、48時間）と元素抽出率

草種	区分	元素含有量		元素抽出率 (%)		b分画中含有量 (ppm)	
		Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
アルファルファ	未処理	9.7	21.6	89.7	83.8	4.4	12.2
	加熱	9.4	20.7	34.0	83.1	6.0	9.5
イタリアンライ (サクラワセ)	未処理	9.9	31.2	97.0	99.7	3.0	6.3
	加熱	10.0	30.5	17.0	95.4	6.8	7.3
イタリアンライ (ミナミワセ)	未処理	8.2	27.8	95.1	93.9	2.2	5.8
	加熱	8.2	26.9	22.0	95.2	5.6	7.2
ギニア (ガットン)	未処理	6.7	28.5	100	97.2	2.2	5.6
	加熱	6.7	28.7	32.8	90.6	4.7	8.0
スーダン	未処理	7.5	43.3	100	94.9	2.5	6.2
	加熱	7.3	42.6	37.0	96.5	5.9	6.7

以上の結果から、人工加熱により牧草体で化学的変化が起こり、その影響でCu及びZnの存在形態も変化したことが推察された。今後1規定塩酸抽出ミネラルが家畜の栄養生理とどのような関係にあるのかを検討する必要がある。

IV 要 約

人工的に加熱処理した牧草試料についてCu及びZnの1規定塩酸による元素抽出率を測定し、加熱条件と元素抽出率の関係について検討した。その結果は次のとおりであった。

1. 水分30～50%の牧草が40～80℃の温度で6日間“蒸れ”た状態にあると、Cuの1規定塩酸抽出率は20～60%まで低下する。またZnについても長時間の高温にあった場合はその抽出率は低下すると推測された。
2. 加熱処理した牧草試料を酵素分析したところ、難消化性繊維分画であるb分画中のCu及びZnが増加していた。

## V 文 献

- 1) 仲宗根一哉、牧草サイレージ中のCu、Zn、Mn、Mgの定量における前処理法の検討、冲畜試研法、27、137～142、1989
- 2) 串崎光男、原子吸光分光分析に植物試料抽出法を併用したMn、Cu、Zn、Mg定量の簡易迅速化、土肥誌、39、489、1968
- 3) 作物分析法委員会、栽培栄養診断のための栽培植物分析測定法、養賢堂、61、1976
- 4) 阿部亮、炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用、畜産試験場研究資料第2号、1988
- 5) 須藤浩、異常サイレージとサイレージ給与に関連する家畜の病気の問題(1)、畜産の研究、39(5)、1077～1082、1985
- 6) 吉田則人、高野信雄、最新サイレージ、デーリィマン社、155～158、1989
- 7) 的場輝佳、加工保蔵工程における食品タンパク質の化学変化、化学総説43食品と化学、日本化学会、107～118、1984