

# 稲わらのアンモニア処理効果におよぼす水分含量,アンモニア 添加量および保温の影響

誌名	滝川畜産試験場研究報告
ISSN	03892271
著者	阿部, 英則 藤田, 保
巻/号	23号
掲載ページ	p. 13-22
発行年月	1987年3月

## 稲わらのアンモニア処理効果におよぼす水分含量、 アンモニア添加量および保温の影響

阿部 英則 藤田 保\*

**要約** 稲わらのアンモニア処理の効果におよぼす水分含量、アンモニア添加量および保温の影響について検討した。

1. 種々の水分含量に調製した稲わらにアンモニアを過剰に注入したところ、水分含量25%以上で窒素含量の増加は横ばいとなり、30%以上でセルラーゼ分解率の伸びが鈍化し、アンモニア処理の効果を十分に発現するためには30%前後の水分が必要であると考えられた。

2. アンモニア0, 2, 3, 5%添加稲わらのTDN含量はそれぞれ55.0, 55.1, 58.5, 56.7乾物%であり、無添加と比べて3%添加のみが高く、TDN向上分の約80%は細胞壁物質(NDF)の消化性向上によるものであった。一方、乾物消化率と代謝性糞中乾物排泄率を合わせた真の乾物消化率、およびTDN摂取量は3, 5%添加が高かったがこの両者の間に違いは認められず、稲わらに対しては乾物重当り3%程度のアンモニア添加が適当であると考えられた。

3. 稲わらをスタック方式でアンモニア処理し、その上にビニールで小屋がけして保温した。スタック内部の温度は保温により約4℃高くなった。TDN含量、摂取量ともアンモニア添加により増加したが、保温によって両者ともさらに高まり、TDN含量は無添加の55.0に対し62.7乾物%であり、TDN摂取量は無添加の24.2に対し43.3g/kg<sup>0.75</sup>/日であった。また、スタックをビニールハウス内で調製し保温してもほぼ同様な結果が得られ、保温することでアンモニア処理の効果がより顕著となることを認めた。

### 緒 言

稲わらの栄養価や摂取量を高め、飼料として活用するためにアンモニア処理法が注目されている。アンモニアの損失を抑え、注入アンモニア量当りの効果を高めるためには水分含量、アンモニア添加量、温度など処理効果に及ぼす要因の検討は必

須である。

稲わらのアンモニア処理例は多くみられるものの、処理効果の解析<sup>3,9,18)</sup>や処理稲わらの飼料価値<sup>5,16,23)</sup>などの検討についてであり、上述の要因に関しての検討例は少ない。

Waissら<sup>22)</sup>はアンモニア水を用いて水分含量やアンモニア添加量の影響を検討しているが、アンモニア水と液化アンモニアでは処理期間が異なるな

ど効果が必ずしも一致しないことが知られている。<sup>6)</sup>

小麦稈<sup>1)</sup>、大麦稈<sup>2)</sup>ではアンモニア処理時の温度が高まると窒素含量や乾物消化率の増加が認められており、高い温度でアンモニアの反応が促進されると考えられる。北海道において稲わらはおおむね10月以降の冷涼な時期に産出されるため、アンモニア処理により十分な効果が得られるか懸念されるが、一方では保温することで効果の発現が期待される。

以上の観点より、本試験は稲わらを液化アンモニアで処理する際の飼料成分、栄養価、摂取量の改善効果、並びに窒素の回収率におよぼす水分含量、アンモニア添加量および保温の影響について検討した。

## 試 験 方 法

### 1) 水分含量の影響

供試した稲わらは1983、1984年産であり、1983年産の稲わらは2 cm程度に細切した後、1 kgをポリエチレン袋(90×120cm)に詰め、水分含量が15.2~41.4%の範囲でおおむね等間隔、9段階となるように水を加えた。ついで、ポリエチレン袋が膨満状態になるまでアンモニアを注入し、40日後に開封した。1984年産稲わらも同様にしてアンモニア処理したが、水分含量は14.4~43.7%の範囲でおおむね等間隔、10段階となるようにし30日後に開封した。

測定項目は窒素含量およびセルラーゼによる乾物消失率(セルラーゼ分解率)であり、セルラーゼ分解率の測定はアンモニア処理を含めた粗飼料の簡易な栄養価評価法として従来より用いられている。<sup>2),21),24)</sup>

### 2) アンモニア添加量の影響

アンモニアの添加はコンパクトボールした稲わらを堆積し水分含量が約30%となるように水を加え、ビニールで被覆し、ついでアンモニアを注入するスタック方式で行った。添加量は稲わら乾物重当り2、3、5%であり、稲わら処理量はいずれも370kg(22梱包)で、1983産稲わらを供試した。1984年9月8日にアンモニアを注入し、34日間密閉後に開封し、過剰のアンモニアを揮散させて消化試験に供した。

### 3) 保温の影響

保温の影響を検討するに先立ち、前述の水分含量の影響を検討した場合と同様にして、アンモニアを注入した稲わらを種々の温度で保持し、その影響を調べた。即ち、ポリエチレン袋に細切した1 kgの稲わら(1985年産)を詰め、水を加えて水分含量を30%に調製したのち、ポリエチレン袋が膨満状態になるまでアンモニアを注入した。ついで、4、20、30、40および60℃で30日間放置後に開封し、窒素や繊維成分含量等を測定した。4℃は冷蔵庫、20℃は恒温室、30、40、60℃は定温乾燥機を用いた。

アンモニア処理時における保温効果の検討方法を表1に示した。

表1 保温の検討方法

調製時期・場所	保温	NH <sub>3</sub> 添加量	稲わら量	期間
春・滝川市	ビニール小屋がけ	3%	440kg	1984.4.25
	〃	〃	450kg	~6.4
秋・秩父別町	ハウス内調製	約3%	1,280kg	1984.9.28
	〃	〃	510kg	~10.25

注) 春調製は1983年産、秋調製は1984年産稲わらを用いた。

試験は春と秋の冷涼時に2回行い、春はスタックの上にビニールで小屋がけし、秋は実用性を考慮してスタックをビニールハウス内で調製し、保

温をはかった。春・秋ともアンモニア無処理、スタック方式によるアンモニア処理、およびさらに保温した場合の3種の材料について消化試験を行

った。春の試験についてはスタックの北側、南側および内部の中段に位置する梱包内部の温度を4時間ごとに経時的に測定した。

なお、春に供試した稲わらは前述のアンモニア添加量を検討した際に用いた材料と同じであり、無処理稲わらについては同一の成績を用いた。

アンモニアの注入は吹き出し用の穴を数カ所にあけた塩化ビニール管をあらかじめ稲わらの下に挿入しておき、ゴムホースで液化アンモニアのボンベと接続し、アンモニアガスとして徐々に注入する方法を用いた。

消化試験は供試材料をそれぞれ4頭のサフォーク種去勢雄めん羊に10~15%の残飼が出るように自由採食させ、6日間の予備期ののち本期6日間の全糞を採取して消化率、および自由採食量(摂取量)を求めた。補助飼料は給与しなかった。

NDF, ADFの定量はVan soestの方法を改変した阿部ら<sup>11)</sup>の方法により、リグニン、ケイ酸は堀井、阿部<sup>9)</sup>の方法により定量した。NDFからADFを引いた残りをヘミセルロース、ADFからリグニンを引いた残りをセルロースとして表わし、また中性デタージェント可溶部を細胞内容物(CC)として表示した。セルラーゼ分解率の測定は試料0.5gにセルラーゼ1%を含む酢酸緩衝液(pH 4) 40mlを加え恒温振とう器で40℃に保ちながら4時間分解し、乾物量の減少率を求めた。細胞壁物質のa領域(Oa)の測定は中性デタージェント処理で得られた細胞壁物質をセルラーゼで分解する阿部、堀井<sup>1)</sup>の方法に基づいた。代謝性糞中乾物排泄率(MFD)は糞中CC量の摂取乾物量に対する割合を求めた<sup>17)</sup>。

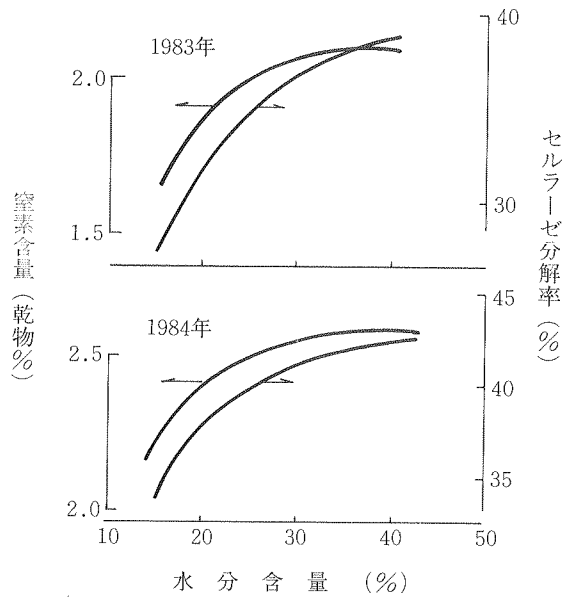
## 試験結果および考察

### 1) 水分含量の影響

種々の水分含量でアンモニア処理した稲わらの窒素含量、セルラーゼ分解率を図1に示した。

それによると、1983、1984産稲わらとも水分含量が高くなると窒素含量やセルラーゼ分解率は増加するが、窒素含量は水分25%以上で横ばいとな

図1 種々の水分含量でアンモニア処理した稲わらの窒素含量、セルラーゼ分解率



り、また30%以上でセルラーゼ分解率の伸びが鈍化し、アンモニア処理時には稲わらの水分含量を30%前後に調整することが適当であると判断された。

### 2) アンモニア添加量の影響

アンモニア添加量の異なる稲わらの成分含量を表2に示した。

それによると、アンモニア添加量が増すにつれて窒素含量は増加した。また、ヘミセルロース含量が減少する一方でCC含量の増加がみられた。ヘミセルロースはアンモニアのようなアルカリ処理で可溶化し易いことが知られており<sup>12)</sup>アンモニア処理によるヘミセルロースの可溶化、ならびにその可溶物によるCC含量の増加の報告例は多い<sup>3,18,25)</sup>アンモニア添加量を増しても、稲わらの消化を阻害する主因とされるニグニンやケイ酸含量には大きな変化は認められなかった。

アンモニア添加量の異なる稲わらの消化率を表3に示した。

稲わらの乾物中おむね70%を占める細胞壁物

表2 アンモニア添加量の異なる稲わらの成分含量 (乾物%)

	窒素	セルロース	ヘミセルロース	CC	リグニン	ケイ酸
NH <sub>3</sub> 0%	1.03	37.4	26.3	24.1	7.3	8.7
2	1.92	34.7	25.2	28.5	6.0	8.2
3	1.98	35.7	23.4	28.6	6.5	8.9
5	2.13	38.3	20.5	29.9	6.7	8.9

CC：細胞内容物

表3 アンモニア添加量の異なる稲わらの消化率 (%)

	乾物	CP	NDF	ADF	セルロース	CC	MFD	乾物+MFD
NH <sub>3</sub> 0%	60.2	49.7 <sup>a</sup>	67.6 <sup>a</sup>	64.2 <sup>a</sup>	73.4 <sup>a</sup>	52.0 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	71.8 <sup>a</sup>
2	58.3 <sup>a</sup>	57.0 <sup>b</sup>	69.2 <sup>a</sup>	63.9 <sup>a</sup>	77.6 <sup>b</sup>	46.6 <sup>b</sup>	15.2 <sup>b</sup>	73.6 <sup>a</sup>
3	62.0 <sup>b</sup>	56.3 <sup>b</sup>	75.9 <sup>b</sup>	71.1 <sup>b</sup>	84.9 <sup>c</sup>	44.7 <sup>c</sup>	15.8 <sup>c</sup>	77.8 <sup>b</sup>
5	58.1 <sup>a</sup>	50.6 <sup>b</sup>	75.8 <sup>b</sup>	68.2	92.4 <sup>d</sup>	36.0 <sup>d</sup>	19.2 <sup>d</sup>	77.2 <sup>b</sup>

CP：粗蛋白質 CC：細胞内容物 MFD：代謝性糞中乾物排泄率

異文字間にp&lt;0.05で有意差あり

質 (NDF) はアンモニア 3 および 5 % 添加で消化率が大巾に高まり約 76% に達した。NDF は ADF とヘミセルロースから構成されるが、ADF の消化率はアンモニア 3, 5 % 添加で他よりも高いか高まる傾向であり、またヘミセルロースはアンモニア添加量が増すにつれてその消化率は向上した。ヘミセルロースは前述の如くアンモニアにより低分子化、可溶化することが知られている。また、低質粗飼料においてはリグニンによる消化障害が知られているが、これは主として繊維質に対する物理的な被覆が原因とされており、<sup>9)</sup>アンモニア処理はこのリグニン被覆部へ損傷を与えることによって、リグニンにおおわれた構造的炭水化物の利用性を高めるものと考えられている。<sup>3, 10)</sup>アンモニア処理によりヘミセルロースが可溶化し、さらにリグノセルロース (ADF) の消化性向上が相まって、NDF の高い消化率が得られたと推察される。

一方、ヘミセルロースの可溶化によって CC 含量は増加するものの、アンモニア添加量が増すにつれて CC の消化率は低下した。CC は細胞内の可溶性有機物をあらわしその消化性は高く、真の消化率は約 98% とされるが、<sup>20)</sup>アンモニア処理稲わらの見

かけの消化率は極めて低かった。CC の消化率は (CC 摂取量 - CC 排泄量) / CC 摂取量 = 1 - 糞中 CC 量 / (乾物摂取量 × CC 含量) = 1 - MFD / CC 含量で表わされるように MFD が増すにつれて CC の消化率は低下する。この MFD はアンモニア添加量が増すにつれて有意に高くなっており、そのために CC の見かけの消化率が低くなったものと考えられる。オーチャードグラスに対してアンモニア添加量を増すと、稲わらと同様に MFD の増加が認められているが、<sup>21)</sup>アンモニア処理により MFD が増加する理由については明らかではない。

乾物消化率についてはアンモニア 2 % より 3 % 添加の方が高いが、5 % 添加では逆に低下した。この乾物消化率と MFD を合わせると真の乾物消化率となる。アンモニア 3 および 5 % 添加稲わらの真の乾物消化率は無添加および 2 % 添加稲わらのそれよりも高いが、3, 5 % 添加の間に違いは認められなかった。

アンモニア添加量の異なる稲わらの栄養価、摂取量を表 4 に示した。

TDN 含量は無添加と比べて 3 % 添加のみが高く、無添加稲わらの 55.0% に対し 3 % 添加のそれ

表4 アンモニア添加量の異なる稲わらの栄養価、摂取量

	栄 養 価 (乾物%)		摂 取 量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	
	DCP	TDN	乾 物	TDN
NH <sub>3</sub> 0%	3.2 <sup>a</sup>	55.0 <sup>a</sup>	44.3 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>
2	6.7 <sup>b</sup>	55.1 <sup>a</sup>	54.0	29.7
3	7.1 <sup>b</sup>	58.5 <sup>b</sup>	55.8	32.7 <sup>b</sup>
5	8.0 <sup>c</sup>	56.7	59.2 <sup>b</sup>	33.6 <sup>b</sup>

異文字間にp<0.05で有意差あり

は58.5%であり、TDN 向上分の約80%は細胞壁物質(NDF)の消化性向上によるものであった。TDN 摂取量については無添加と比べて3、5%添加が多いが、この両者の間に違いは認められなかった。アンモニア2、3、5%添加における窒素回収率はそれぞれ49.3、37.5、24.7%であった。

以上の点から、アンモニア3%添加により真の乾物消化率やTDN 摂取量は増加するもののそれ以上アンモニアを添加しても顕著な改善効果には結びつかないものと判断される。また、窒素の回収率はアンモニア添加量が増すにつれて大きく低下しており、これらを総合的に勘案して稲わらのアンモニア処理には乾物重当り3%程度の添加が適当であると考えられた。

なお、飼料成分表<sup>19)</sup>によると稲わらのTDN 含量は43.3%であるのに対して、本試験で用いた稲わらのそれは55.0%と極めて高かった。この稲わらは1983年に産出されたが、この年は春や秋に低温が続いて稲の登熟が遅れ<sup>2)</sup>茎葉部から種実への養分の転流がはかどらなかったために稲わらの高い栄養価が得られたと考えられる。冷害稲わらについ

てはTDN 含量60.0%の例が報告されている<sup>19)</sup>

低質な材料ほど一般的にアンモニア処理の効果は大きいと考えられる。TDN 含量が35.8%である稲わらをアンモニア処理するとTDN は41.6%となり、その増加量は約6%である<sup>27)</sup>本試験の3%アンモニア添加におけるTDN 増加量は3.5%であるが、TDN 含量が55.0%と高い稲わらにおいてもなおアンモニア処理の効果が認められることは注目されよう。

### 3) 保温の影響

種々の温度でアンモニア処理した稲わらの成分含量を表5に示した。

それによると、セルロース、リグニン、ケイ酸含量の温度による違いは認められなかった。しかしながら、温度が高まるにつれて窒素含量の明らかな増加がみられた。また、ヘミセルロース含量が減少しCC 含量が増加したが、40と60℃の間に違いは認められなかった。リグニンやセルロースの結晶構造に束縛されない利用性の高い構造的炭水化物をあらわすものとしてOaは用いられており<sup>1)</sup>アンモニア処理により消化性の向上とともにOaの

表5 種々の温度でアンモニア処理した稲わらの成分含量

	窒素	セルロース	ヘミセルロース	CC	リグニン	ケイ酸	Oa
	(乾物%)						(%)
4℃	1.95	34.0	19.4	35.2	6.5	7.2	32.1
20	2.21	34.2	16.2	38.6	6.2	7.1	41.5
30	2.42	34.5	14.8	40.5	6.2	7.2	42.0
40	2.59	36.0	11.9	41.7	6.2	7.3	46.4
60	2.76	35.8	12.0	41.1	6.4	7.2	43.2

CC:細胞内容物 Oa:細胞壁物質のa領域

増加例が報告されている<sup>3)</sup>アンモニア処理時の温度が高まると Oa 含量も増加するものの 60℃ においては 40℃ のそれを上回ることにはなかった。Waagepetersen ら<sup>21)</sup>は大麦稈をアンモニア処理する際の温度について検討し、45と55℃における窒素含量やセルラーゼ分解率に違いがないことを認めている。60℃においてCC含量やOaの増加が停滞する理由は不明であるが、少なくとも40℃までは温度を高めることによって、アンモニア処理の効果がより期待できるといえよう。アンモニア処理時の温度を簡便に高める方策としては、日当りの良い場所で調製することや透光性の良いビニールを用いること<sup>26)</sup>などがあげられるが、本試験ではアンモニア処理したスタックをビニール小屋がけ、およびビニールハウス内でスタック調製した場合について検討した。春の試験におけるビニールで小屋がけした場合としない場合のスタック内部の温度推移を図2に示した。図にはアンモニア注入12日後から6日間の温度を示した。

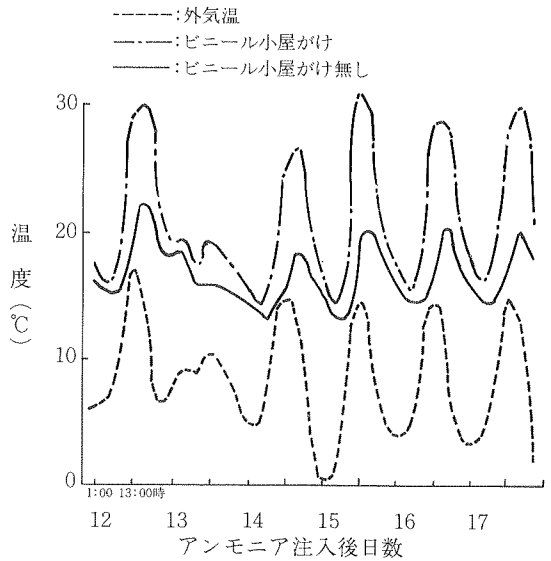


図2 保温(ビニール小屋がけ)の有無におけるスタック内部の温度推移

それによると、外気温は当然の如く日中は温度があがり夜間は低下するために山型のパターンを繰り返すが、小屋がけしないスタックの場合でも日中の温度は外気温より高くなり、夜間の顕著な温度低下も認められず経時的な温度変化は小さかった。一方、ビニールで小屋がけした場合はしない場合と比べて日中は温度がさらに大きく高まるが、夜間は放熱して小屋がけしない場合と同程度まで温度が下がった。小屋がけした場合、しない場合とも処理期間を通してこれらのパターンは継続した。

スタック内部位別温度を表6に示した。  
小屋がけしない場合日当りの悪い北側の温度が低い、小屋がけすると北側や内部の温度も高ま

り、スタック内温度が均一化される傾向であった。ビニール小屋がけによりスタック内部の平均温度は約4℃高まったが、温度の著しい上昇のみられた日中(13:00)のみの温度では約10℃高くなった。

秋の試験については開封前4日間の13:00における気温を測定したが、外気温の平均が10.5℃であるのに対してハウス内気温は15.0℃であった。

アンモニア添加、保温の有無における成分含量を表7に示した。

それによると、春の調製試験ではアンモニア添加により窒素含量の増加、ヘミセルロース含量の減少がみられ、このことは保温することでさらに促進された。一方、秋の調製試験でもアンモニア添加により春調製と同様な傾向がみられたが、保

表6 保温(ビニール小屋がけ)の有無における温度 (°C)

	スタック内温度			気温
	北側	内部	南側	
ビニール小屋がけ	18.8	20.6	19.0	8.3
〃 〃 無し	15.7	16.5	17.7	

注) 春調製、アンモニア注入12日後から6日間の平均温度

表7 アンモニア添加、保温の有無における成分含量 (乾物%)

		窒素	ヘミセルロース	セルロース	リグニン	ケイ酸
春 調 製	NH <sub>3</sub> 無 添加	1.03	26.3	35.9	7.3	8.7
	3%添加	1.84	22.6	33.6	6.7	8.0
	〃・保温	1.98	19.9	33.8	6.7	7.7
秋 調 製	NH <sub>3</sub> 無 添加	0.68	24.7	36.8	6.7	6.9
	添 加	1.79	21.6	38.4	7.0	6.8
	〃・保温	1.33	23.3	38.0	7.1	6.9

注) 秋調製はNH<sub>3</sub>約3%添加

表8 アンモニア添加、保温の有無における消化率 (%)

		乾物	乾物+MFD	CP	NDF	ADF	合ミセル	セルロース
春 調 製	NH <sub>3</sub> 無 添加	60.2 <sup>a</sup>	71.8 <sup>a</sup>	49.7 <sup>a</sup>	67.6 <sup>a</sup>	64.2 <sup>a</sup>	73.4 <sup>a</sup>	72.6 <sup>a</sup>
	3%添加	61.3 <sup>a</sup>	77.6 <sup>b</sup>	52.8 <sup>a</sup>	74.9 <sup>b</sup>	69.1 <sup>b</sup>	84.4 <sup>b</sup>	77.6 <sup>b</sup>
	〃・保温	68.2 <sup>b</sup>	82.1 <sup>c</sup>	59.7 <sup>b</sup>	80.8 <sup>c</sup>	73.8 <sup>c</sup>	94.5 <sup>c</sup>	82.1 <sup>c</sup>
秋 調 製	NH <sub>3</sub> 無 添加	47.4 <sup>a</sup>	64.1 <sup>a</sup>	15.0 <sup>a</sup>	56.0 <sup>a</sup>	52.6 <sup>a</sup>	62.0 <sup>a</sup>	—
	添 加	54.8 <sup>b</sup>	73.9 <sup>b</sup>	49.9 <sup>b</sup>	70.7 <sup>b</sup>	63.8 <sup>b</sup>	85.5 <sup>b</sup>	—
	〃・保温	57.8 <sup>c</sup>	74.8 <sup>b</sup>	45.8 <sup>b</sup>	71.2 <sup>b</sup>	65.0 <sup>b</sup>	83.3 <sup>b</sup>	—

注) 秋調製はNH<sub>3</sub>約3%添加 MFD: 代謝性糞中乾物排泄率 CP: 粗蛋白質  
異文字間にp<0.1で有意差あり

表9 アンモニア添加、保温の有無における栄養価、摂取量

		栄 養 価 (乾物%)		摂 取 量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	
		DCP	TDN	幹 物	TDN
春 調 製	NH <sub>3</sub> 無 添加	3.2 <sup>a</sup>	55.0 <sup>a</sup>	44.3 <sup>a</sup>	24.2 <sup>a</sup>
	3%添加	6.1 <sup>b</sup>	58.8 <sup>b</sup>	61.9 <sup>b</sup>	36.3 <sup>b</sup>
	〃・保温	7.4 <sup>c</sup>	62.7 <sup>c</sup>	69.1 <sup>c</sup>	43.3 <sup>c</sup>
秋 調 製	NH <sub>3</sub> 無 添加	0.6 <sup>a</sup>	46.1 <sup>a</sup>	34.0 <sup>a</sup>	15.7 <sup>a</sup>
	添 加	6.0 <sup>b</sup>	53.6 <sup>b</sup>	43.6 <sup>b</sup>	23.3 <sup>b</sup>
	〃・保温	5.2 <sup>c</sup>	56.0 <sup>c</sup>	47.8 <sup>c</sup>	26.8 <sup>c</sup>

注) 秋調製はNH<sub>3</sub>約3%添加  
異文字間にp<0.1で有意差あり

温した場合については保温しない場合と比べて窒素含量は低かった。ビニール小屋がけ、あるいはハウス内でのスタック調製にしても、つまりは一定空間をはさんだビニールの二重被覆であり、春・秋の保温による窒素含量の変動の違いが保温方法の違いによるものとは考えられない。秋の場合は秩父別町における現地調製試験であり、アンモニアの注入終了が深夜におよぶなど必ずしもアンモ

ニア注入量を正確に把握できない面があり、保温した場合のアンモニア注入量が保温しない場合のそれよりも少なかった可能性もあるが詳細は不明である。

アンモニア添加、保温の有無における消化率を表8に示した。

春調製ではアンモニア添加により見かけの乾物消化率こそ高まらなかったものの、真の乾物消化



率や繊維成分の消化率は有意に向上した。秋調製についてもアンモニア添加により消化率が向上した。保温した場合については，春調製ではいずれの消化率も保温しない場合よりさらに高くなったが，秋調製では乾物消化率が向上 ( $p < 0.1$ ) した以外はとくに違いが認められなかった。

アンモニア添加，保温の有無における栄養価，摂取量を表9に示した。

春調製の場合，DCP や TDN 含量，乾物や TDN 摂取量はアンモニア添加により増加したが保温することでさらに高まり，TDN 含量は無添加稲わらの55.0%に対し保温した場合のそれは62.7%であった。また，TDN 摂取量は無添加の24.2に対して43.3g/kg<sup>0.75</sup>/日と約80%増加し，アンモニア処理の際に保温することで顕著な効果が認められた。保温および保温なしの場合の窒素回収率はそれぞれ40.4，36.1%であった。

秋調製の場合，DCP，TDN 含量や乾物，TDN 摂取量はアンモニア添加により増加し，特に DCP 含量は無添加の0.6%から6.0%へと大巾に高まったものの，保温した場合の DCP 含量は5.2%と逆に低かった。これは前述の如く，保温稲わらの窒素含量の低さに起因するものである。一方，DCP 含量こそ低かったものの，保温した場合の TDN 含量は56.0%であり保温しない場合の53.6%との間に差 ( $p < 0.1$ ) が認められた。また，保温することで乾物および TDN 摂取量は有意に多くなった。このことはアンモニア注入量が少なくても，ある程度は温度を高めることで補足しうるものと考えられ，大麦稈については温度を15℃高めることがアンモニア添加量を1.5%増加させるにはほぼ等しい効果があるとされている<sup>21)</sup>

以上の点から，稲わらが産出されるような気温の低い時期においてもアンモニア処理の効果は認められるが，保温することでより顕著な効果が得られることを認めた。

ビニールハウス内でのアンモニア稲わらの大規模な調製はむずかしいと思われるが，秩父別町をはじめとする道央の稲作地帯においてはめん羊の飼育が定着しつつある一方で，従来その大半を焼却していた稲わらの飼料としての活用が望まれて

おり，このような地域においてはビニールハウスを用いるアンモニア処理の技術が適用可能であろうと判断される。

## 引用文献

- 1) 阿部亮，堀井聡 (1974) 日草誌20(1)：16～21
- 2) 阿部亮 (1980) 日畜会報51(10)：687～695
- 3) 阿部英則，藤田保 (1985) 滝川畜試研報22：1～8
- 4) Borhami, B.E., F.Sundstø1 and T.H.Garmo. (1982) Anim, Feed Sci, Technol., 7:53～59, (1982)
- 5) Feedstuffs 53, (Dec,28), 14 (1981)
- 6) F. Sundstø1 and E. Owen (Editors:1984) Straw and other fibrous by-products as feed. 204～205, Elsevier
- 7) 北海道中央農業試験場 (1985) 北海道立農業試験場試料 17：5～16
- 8) 堀井聡，阿部亮 (1972) 畜試研報25：63～68
- 9) Itoh,H., Y.terashima and A.hayashizaki (1981) Jpn. J. Zootech. Sci., 52(9)：671～679
- 10) 伊藤宏 (1983) 日畜会報54(9)：487～496
- 11) 森本宏監修 (1983) 動物栄養試験法349～351 養賢堂，東京
- 12) 中村亮八郎(1981)新飼科学 下巻70～71 チクサン出版社 東京
- 13) 中村亮八郎 (1981) 新飼科学 下巻111～115 チクサン出版社 東京
- 14) 農林水産省北海道農業試験場草地開発第一部 (1984) 昭和58年度北海道農業試験成績会議試料 (麦稈の飼料化のためのアンモニア処理法)
- 15) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 日本標準飼料成分表 (1980年版) 中央畜産会 東京
- 16) Terashima,Y., H.harada, M.Tarui and H.Itoh (1981) Jpn. J.Zootech.Sci., 52(4): 269～274
- 17) 蔦野保，三上昇 (1975) 北海道農業試験場研究報告110：71～80

- 18) Tohrai, N., Y. Terashima and H. Itoh (1979)  
Jpn. J. Zootech. Sci., 50(3):189~194
- 19) 豊川好司, 佐藤幸信, 坂本晃, 高安一郎, 坪  
松戒三 (1981) 弘大農報36: 1~11
- 20) Van soest, P.J., R.H. Wine and L.A. Moore  
(1966) Proc. 10th, Intern. Grassld. Congr.  
Helsinki. 438~441
- 21) Waagepetersen, J., K.V. Thomsen (1977)  
Anim. Feed Sci, Technol., 2:131~142
- 22) Waiss, Jr. A.C., J. Guggolz, G.O. Kohler,  
H.G. Walker, Jr and W.N. Garrett (1972)  
J. Anim. Sci., 35(1):109~112
- 23) W.N. Garrett, H.G. Walker, G.O. Kohler and  
M.R. Hart (1979) J. Anim. Sci., 48(1):92~103
- 24) 箭原信男, 沼川武男 (1978) 日畜会報49(9):  
648~652
- 25) 箭原信男, 沼川武男, 高井慎一 (1981) 東北  
農試研報65: 91~97
- 26) 箭原信男, 沼川武男 (1981) 東北農試研報65:  
99~105
- 27) 箭原信男 (1984) 農林水産省草地試験場試料  
No.59-3: 20~35

# Improvement of Nutritive Value of Rice Straw with Ammonia Treatment at Various Moisture Contents, Dosage Rates and Surrounding Temperatures

Hidenori ABE and Tamotsu FUJITA

(Received : Nov, 25. 1986)

## Summary

Rice Straw was treated with ammonia at various moisture contents, dosage rates and surrounding temperatures to determine the treating condition in practice.

1. To determine moisture content, rice straw with 14 to 44% moisture was ammoniated in polyethylene bag. Nitrogen content and dry matter disappearance by cellulase digestion of the straw were highly increased with increasing moisture content up to 25–30%. However, higher moisture contents than 30% resulted in only slight further increase in these two indexes. It is considered that approximately 30% moisture content of straw is enough to get satisfactory results.

2. To determine dosage rate of ammonia, rice straw was treated with anhydrous ammonia at the rates of 2,3 and 5% by dry weight of straw and nutritive values were compared by digestion trial using wether sheep. TDN contents of straw treated with ammonia at 0,2,3 and 5% level were 55.0,55.1,58.5 and 56.7%, respectively. Voluntary TDN intake and estimated true dry matter digestibility of straw treated with 3 and 5% of ammonia were significantly higher than control (0% treatment), and there were no difference between 3 and 5% treatment. It is considered that dosage with ammonia at 3% by dry weight of straw is enough to get satisfactory results.

3. To elucidate the desired temperature, rice straw was ammoniated at 4,20,30,40 and 60°C. Nitrogen content and cell content were increased, whereas hemicellulose content was decreased with increasing temperature up to 40°C. A rice straw, 55% TDN content and 24.2g/kg<sup>0.75</sup> voluntary TDN intake by sheep, was baled and heaped up two stacks. Both stacks were sealed with a vinyl sheet and ammoniated. One stack was leave outdoor, while the other was located in the hut covered with a vinyl sheet to keep higher temperature. Temperature inside the stack in the hut was about 10°C higher than the outdoor stack during daytime. TDN content and TDN intake were 58.8%,36.3g/kg<sup>0.75</sup> for the outdoor stack, and were 62.7%,43.3g/kg<sup>0.75</sup> for the stack in the hut, respectively. It is confirmed that keeping warmth stimulate the effect of ammoniation.