

小麦稈のアンモニア処理における 各種アンモニア処理剤の処理反応

山崎 昭夫・村井 勝・萬田 富治・鶴川 洋樹 (北海道農試)

Effects of various methods for ammonia treatment on
chemical composition and digestibility of wheat straw

Akio YAMAZAKI, Masaru MURAI, Tomiharu MANDA and Hiroki UKAWA

(Hokkaido Natl, Agric, Exp, Sta., Sapporo. 062, Japan)

緒 言

低消化性のわら類を比較的容易に消化性の高い粗飼料に変える技術としてアンモニア処理法がある。わが国ではその処理剤としては液化アンモニアが主に用いられている。一方、液化アンモニアの代わりに比較的容易に入手が出来る、かつ取り扱い性が簡便なアンモニア発生物質として、尿素と重炭酸アンモニウムがある。そこで、これらを実規模で添加した場合のアンモニア処理効果について比較した。

2. 試験方法

8月上旬に刈り取った小麦わらを、ハーベスターで細切して4.7 m²のFRPサイロに、水分含量が大概30%となるように、加水しながら詰め込んだ。処理区は無処理サイレージ、アンモニアガス添加、尿素添加、重炭酸アンモニウム(重安)添加の4処理とし、それぞれ2本のサイロに調製した。

尿素は30%水溶液にして添加し、重安は粉末

状のまま添加した。なお、重安の場合は同時にその上から加水することによって重安の分解を促した。アンモニアガス添加は、サイロ中心部に塩ビパイプを入れて導管をサイロ外に出して密封後、この導管を通してボンベからアンモニアガスとしてサイロ内に添加処理した。いずれも材料乾物当りアンモニア3%相当量を添加した。なお、他の処理区もサイロ中心部にサイロガスの導入パイプと温度センサーをサイロ上部、中心、下部にそれぞれ3点埋め込み密封直後から測定を開始した。密封期間は同年8月～翌年4月の約9ヶ月間で、アンモニアガス、尿素、重安の各処理区は開封後、1日間天日乾燥し、遊離アンモニアを揮散させてから消化試験に供した。サイロ内温度測定は熱電対式自記温度計を用い、NH₃濃度は北川式のアンモニア検知器で測定した。

なお、pHの測定は常法で、ADF、NDFはVan Soest¹⁾²⁾の方法に準じ、OCC、Oa、Obについては阿部³⁾の方法で測定し

た。消化試験は、コリデール種の去勢成めん羊12頭を供試し、各処理区6頭の反転反復法で行った。各処理区とも飼料摂取量は体重の1.5%とし、飼料中のN含量はほぼ2%となるように尿素で補正して給与した。

消化率は予備期2週間、本期7日間の全糞採取法で測定した。

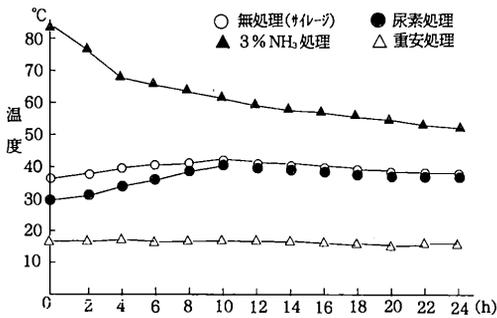


図1.サイロ詰め込み後における材料温度の経時的変化(24時間)

3. 試験結果および考察

密封直後のサイロ内温度変化は、大きく3つのパターンとなった(図1)。アンモニアガス処理区は注入直後に80℃以上に達し、12時間後でも60℃前後もあり、アンモニアと材料水分との反応による発熱量の大きいことが認められた。しかし、重安処理区では密封直後から17℃前後と低い温度で推移した。これは重安と水との化学反応からアンモニアが生ずる場合は吸熱反応であるため、周囲から熱を奪うためと考えられた。他方、対照区のサイレージ処理は密封直後から徐々に温度が上昇し、4時間後には41℃に達し、以後も上昇傾向で経過した。この傾向は尿素処理区でも同じで、密封直後から徐々に上昇し10時間後には対照区と同じような温度で経過した。

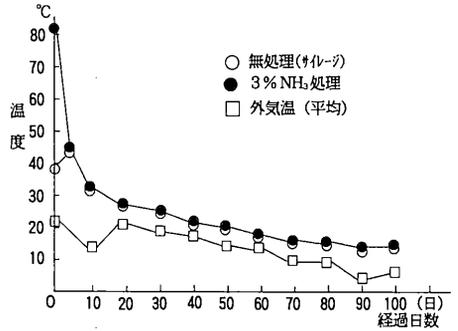


図2.サイロ詰め込み後における材料温度の経時的変化 ①

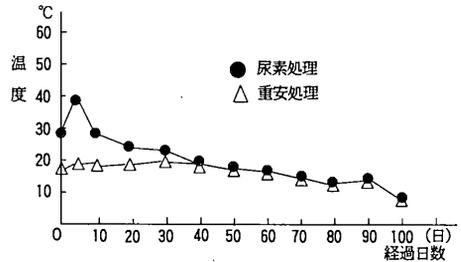


図3.サイロ詰め込み後における材料温度の経時的変化 ②

密封2日目以後の温度変化は図2、3に示した。アンモニアガス処理区は5日目までに40℃に急激に低下し、以後は無処理区とほぼ同じ変化で低下し、尿素処理区もほぼ同じパターンであった。しかし、重安処理区は30日後までほぼ20℃前後で推移し35日以後になって、他の処理区と同じ温度変化で経過した。このように、密封5日目を降では、アンモニアガスおよび尿素処理とも無処理のサイレージとほぼ同じ材料温度となるのに対し、重安処理では密封後30日以上過ぎても、低い材料温度で推移することが明らかになった。サイロ内のアンモニア濃度の経日的変化を図4、5に示した。

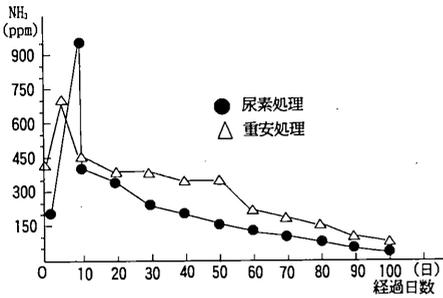


図4.サイロ中心部におけるアンモニア濃度の経時的変化 ①

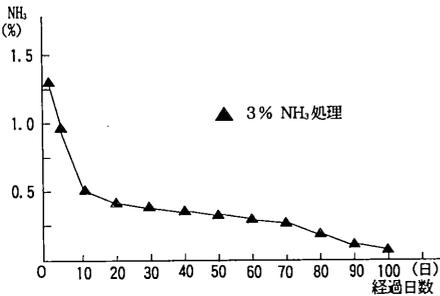


図5.サイロ中心部におけるアンモニア濃度の経時的変化 ②

アンモニアガス処理区では注入10日後までに3.0%から0.5%に急減したが、以後の低下割合は小さく注入60日後でも0.3~0.4%の濃度であった。尿素処理区、重安処理区では尿素処理区が5日目前後に最大に達して950ppm、重安処理区は3~4日目に最大値の700ppmとなり、以後低下して両処理区間の差はなく、処理後30日以後では若干、尿素処理区が高い傾向で推移した。尿素および重安処理のサイロ内アンモニア濃度はアンモニアガス処理区の1/10~1/20程度と予想された。表1に各種アンモニア処理剤による化学成分組成の変化をまとめた。粗蛋白質(CP)含量は無処理に比べて、各処理区ともに2~3倍に増加した。

成分で大きな変化があったのはOCC、Oa

表1. 小麦稈における各種アンモニア処理剤による化学成分組成の変化(乾物中%)

	CP	C-fiber	NFE	NDF	ADF	ADL	OCC	Oa	ob
無処理	3.4	38.1	47.7	73.7	47.1	7.9	15.9	7.6	67.7
NH ₃ 処理	7.7	41.7	40.7	69.3	50.8	8.2	20.0	23.2	48.8
尿素処理	10.2	38.0	41.9	75.6	49.2	8.1	17.0	14.0	60.7
重安処理	6.6	39.1	44.2	73.7	49.2	8.0	18.5	12.6	60.3

無処理：サイレーズ、各処理はいずれも、NH₃で3%添加相当量、
Oa：易分解繊維質分画、
OCC：有機細胞内容物、Ob：難分解繊維質分画

の顕著な増加とObの著しい減少であった。特にアンモニアガス処理区で著しく、次いで尿素、重安処理の順となり、尿素と重安処理区間で差はなかった。表2.には開封後の各処理麦稈のpH値を示したが、無処理以外はいずれもpH 8.0~9.0とアルカリ性になっていた。一方、尿素処理区での末分解尿素量を測定したところ、開封時点でまだ約50%が未分解で残って

表2. 開封後における処理小麦稈のpH値の推移

	開封直後	3週間後	7週間後
無処理	5.00	5.00	5.00
NH ₃ 処理*	8.97	8.26	8.35
尿素処理*	9.08	9.04	9.05
重安処理*	9.06	7.98	7.96

無処理：サイレーズ、各処理はいずれもNH₃で3%添加相当量
*開封後、1日間天日乾燥してから貯蔵した。
なお、無処理麦稈は密封冷蔵した。

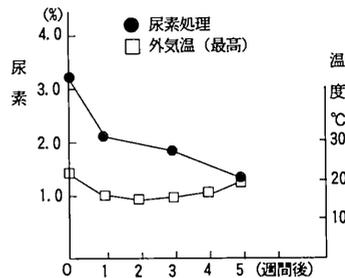


図6. 開封後における尿素処理の未分解尿素の推移

いたが、開封後は尿素の分解が進み、開封後25日目には残存尿素の1/3が分解され、5週間後には1/2がアンモニアに分解された(図6)。この

分解は外気温による影響は小さいと推測された。この結果は、表3の開封後の貯蔵麦稈堆積中のアンモニア濃度変化からも明らかで、尿素

表3. 開封後における処理小麦稈のNH₃濃度変化

	開封直後→天日干し→貯蔵(乾燥直後)	貯蔵(3週間後)	貯蔵(7週間後)	貯蔵(9週間後)
NH ₃ 処理	0.25% (0.2~0.3)	74ppm (50~100)	135ppm (120~150)	300ppm (150~440)
尿素処理	710ppm (580~830)	650ppm (400~900)	0.25% (0.2~0.25)	0.23% (0.1~0.31)
重安処理	0.15% (0.1~0.2)	400ppm (300~500)	60ppm (50~70)	75ppm (25~125)

各処理はいずれもNH₃で3%添加相当量

処理麦稈では貯蔵期間が長くなるほどアンモニア濃度が高くなっており、残存尿素的の分解によるものと考えられた。このように、尿素処理の場合は、開封後もアンモニアの持続的な発生があり、カビ防止に有効であることも推察された。消化試験の結果を表4に示した。無処理と比較すると、各処理区とも粗脂肪と粗灰分を除いていずれの成分でも顕著に消化率の改善が認められた。

の2倍の53.58%と高い値となったが、これは前述したように、残存尿素的の存在によって見掛け上高い数値になったと考えられる。同様のことはDCP値でも認められた。TDN値で、無処理区42.2%と比較すると、3%アンモニアガス処理55.6%、1%のアンモニアガス処理区50.0%、尿素処理区48.7%、重安処理区46.9%であり、大概尿素と重安処理の栄養価は1%アンモニアガス処理区に相当すると考えられた。以上の結果から、北海道のように10月以降の外気温が大きく低下する地域でも、外気温がまだ高い8月に処理した場合は、尿素・重安を添加するだけの処理によっても、アンモニアガス処理の1/3前後の飼料価値改善が期待できると考えられた。

摘 要

尿素処理、重安処理、アンモニア処理によって材料温度の変化は異なり、重安処理の材料品

表4. めん羊の消化試験による処理効果の比較

	成 分 消 化 率						DMD	TDN	DCP
	CP	C-Fat	NFE	ADF	NDF	C-Ash			
無処理(サイレージ)	- a	60.9	39.6 a	44.6 a	45.7 a	16.4	40.9 a	42.2 a	- a
尿素処理*	53.6 c	54.1	41.2 a	56.0 bc	58.5 c	25.2	50.0 bc	48.7 b	5.4 b
重安処理*	26.3 b	55.8	42.6 a	54.0 c	55.8 c	22.5	47.0 c	46.9 b	1.6 c
1%NH ₃ 処理	34.8 b	62.0	42.2 ab	54.3 c	57.2 c	14.0	48.3 c	50.0 b	2.0 c
3%NH ₃ 処理	25.8 b	64.0	49.3 b	61.5 b	64.8 b	15.5	55.1 c	55.6 c	2.0 c

*各処理はいずれもNH₃で3%添加相当量
a, b, c, 異文字間で有意差有り (p<0.05)

n = 6

しかし、各成分消化率の改善ではアンモニアガス処理が最も大きく、尿素および重安処理の粗繊維、ADF、NDFの各繊維質成分の消化率の改善は小さく、アンモニアガス処理>尿素処理>重安処理となった。一方、尿素処理区のCP消化率はアンモニアガス処理、重安処理区

温は他の処理区より低い値で推移した。サイロ内アンモニア濃度は尿素および重安処理ともに処理後3~5日頃にピークに達し、700~1000ppmであった。小麦稈の飼料価値改善では、両処理区ともアンモニアガス処理の1/3前後であり、開封後のカビ防止という点では尿素処

理が他の処理法より勝れていた。

参考文献

- 1) Van Soest, P. J. : Use of detergents in the analysis fibrous feeds, II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 46, 829-835. 1963.
- 2) Van Soest, P. J., and R. H. Wine : Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, 4. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 50, 50-55. 1967.
- 3) 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. 畜産試験場研究飼料No. 2. p16-30. 1988.