

飼料タンク用かざぐるま式換気蓋の飼料タンク内の温湿度及び飼料成分に及ぼす影響

上村圭一・谷原礼論・今雪幹也・山下洋治・三谷英嗣・田中 隆¹⁾・大谷徳寿

Influence to give to temperature and the humidity and a feed ingredient in the feed tank of the windmill for feed tanks-style ventilation lid

Keiichi UEMURA, Ayatsugu TANIHARA, Mikiya IMAYUKI, Youji YAMASHITA, Hidetugu MITANI, Takashi TANAKA¹⁾, Noritoshi OTANI

要 約

飼料タンク内に保管されている配合飼料は、温度や湿度の影響を受け品質低下が進む。この配合飼料の品質低下の低減を目的とし、簡易に設置することのできる飼料タンク用換気装置を当场で開発し、飼料タンク用かざぐるま式換気蓋として市販されている。その性能を、14日間、飼料タンク内の温湿度及び飼料成分を調査・確認した。

通常の飼料タンク(従来型タンク)内と飼料タンク用かざぐるま式換気蓋を設置した飼料タンク(換気式タンク)内の温度と湿度を比較した結果、換気式タンク内の温度は、従来型タンク内と比較し、平均温度、最高温度、最低温度の全てで低い傾向にあり、特に、最高温度で、顕著に差がみられた。湿度は最低湿度は若干高かったが、平均湿度、最低湿度は低い傾向であった。

換気式タンクは、従来型タンクと比較し、飼料中の脂肪酸の過酸化物質価、酸価、カビ数および一般成分に差は無かったが、ビタミンAの低減が防止できた。

これらのことから、本換気蓋を飼料タンクに設置することで配合飼料の品質劣化、ビタミンAの損失の防止ができ、畜産農家の経営コスト低減や配合飼料の貯蔵技術改善による生産性の向上が期待される。

緒 言

配合飼料は、畜舎周辺の屋外に設置された飼料タンクに一時保管されるが、飼料タンク内の温湿度は、外気温の影響を受け変動する。このため飼料タンク内の配合飼料は熱や湿度などにより変質が起こりやすい。特に夏期間に保管された配合飼料は、酸化や変敗などによる品質の劣化がおきることが報告されている。そのような飼料の給与は、家畜の体調不良の要因の一つになり、家畜の生産性の低下につながる恐れがある。

そこで、飼料タンク内の温湿度上昇の低減を図るために、当场では2006年に飼料タンク用かざぐるま式換気蓋(特願2006-082704)を考案した。現在、飼料タンク用かざぐるま式換気蓋は市販されており、その効果に関する試験を実施した。

材料および方法

平成19年9月13日～27日と平成20年7月29日～8月12日に、既存の容量3tの飼料タンク(従来型タンク)と同型タンクに飼料タンク用かざぐるま式換気蓋を設置した換気式タンクを並列に並べ、それぞれに乳牛用配合飼料2tを貯蔵し、飼料タンク内の上部(飼料補給口から20cm下)と中部(飼料補給口から160cm下)の温度・湿度および外気温・湿度をデータロガーHL3631温湿度ロガー(アズワン株式会社)で1時間毎に14日間測定した。また、開始時、1週間後および2週間後に飼料を採取し、不飽和脂肪酸の酸化は食品衛生検査指針に従い実施し、カビ数は塗抹培養法、ビタミン類は高速液体クロマトグラフ法および飼料成分は化学分析により実施した。

1) 現 香川県西部家畜保健衛生所



図1 飼料タンク用かざぐるま式換気蓋
(特願 2006-082704)



図2 通常蓋(左)と飼料タンク用かざぐるま式換気蓋(右)

結 果

平成19年度の外気温とタンク内の温度(平均値、最高値、最低値)は表1のとおりであった。

外気温の平均は、27.1℃であり、従来型タンク上部、従来型タンク中部および換気式タンク上部の平均温度はいずれも外気温と比較して有意に高かった($P<0.05$)が、換気式タンク中部との間に有意差が認められなかった。タンク内温度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ、上部および中部は有意差は無いものの、平均で0.2~0.3℃低かった。

外気温の最高温度は33.4℃であったが、タンク内の最高温度は外気温より著しく高く、上部については、従来型タンクで50.4℃、換気式タンクで48.2℃、中部については、従来型タンクで42.7℃、換気式タンクで40.6℃となった。タンク内温度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ、それぞれの部位で2℃近く低かった。

外気温の最低温度は20.2℃であったが、タンク内の最低温度は外気温と比べ大きな差はなく、タンク内の最低温度は18.7~19.2℃であった。タンク内温度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ、中部は差が無かったが、上部は0.7℃高かった。

平成20年度の外気温とタンク内の温度(平均値、最高値、最低値)は表2のとおりであった。

外気温の平均は、29.6℃であり、従来型タンク上部、従来型タンク中部、換気式タンク上部および換気式タンク中部の平均温度はいずれも外気温と比較して有意に高かった($P<0.05$)。タンク内温度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ、有意差は無いが上部は0.6℃、中部は0.1℃低かった。

外気温の最高温度は34.2℃であったが、タンク内の最高温度は外気温より著しく高く、上部については、従来型タンクで55.6℃、換気式タンクで50.5℃、中部については、従来型タンクで46.1℃、換気式タンクで44.1℃となった。タンク内温度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ、それぞれの部位で2~5℃も低かった。

外気温の最低温度は25.4℃であったが、タンク内の最低温度は外気温と比べ大きな差はなく、タンク内の最低温度は23.7~24.1℃であった。タンク内温度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ、上部は0.2℃高かった。

このことから、換気式タンクは、従来型タンクに比べ、温度は低い傾向にあった。特に、最高温度で、顕著であった。

表1. H19. 9. 13-27 の温度の変化

区 分	平 均	最 高	最 低
外気温(°C)	27.1 ^a	33.4	20.2
従来型タンク上部	28.4 ^b	50.4	18.7
〃 中部	27.8 ^b	42.7	19.2
換気式タンク上部	28.2 ^{bc}	48.2	19.4
〃 中部	27.5 ^{ab}	40.6	19.2

表2. H20. 7. 29. -8. 12 の温度の変化

区 分	平 均	最 高	最 低
外気温(°C)	29.6 ^a	34.2	25.4
従来型タンク上部	32.7 ^{bd}	55.6	23.7
〃 中部	31.4 ^{ce}	46.1	24.1
換気式タンク上部	32.1 ^{bc}	50.5	23.9
〃 中部	31.2 ^{de}	44.1	23.9

a,b,c : 異文字間に有意差あり(P<0.05) 単位 : °C

平成19年度の外湿度とタンク内の湿度(平均値、最高値、最低値)は表3のとおりであった。

外湿度の平均は、75.1%であり、従来型タンク中部の平均湿度は外湿度と比較して有意に高かった(P<0.05)。タンク内湿度の比較では、換気式タンクの上部及び中部とも従来型タンクに比べ、それぞれ有意に低かった(P<0.05)。

外湿度の最高湿度は92.7%であったが、従来型タンク及び換気式タンクの上部、中部は84.8%~73.4%と低い値であった。それぞれのタンク内湿度の比較では、換気式タンクの上部、中部ともに従来型タンクよりそれぞれ、7.7%、6.0%低かった。

外湿度の最低湿度は45.1%であったが、タンク内の最低湿度は外湿度と比べ換気式タンク上部は2.2%高かったが、従来型タンク中部は2.6%低く、従来型タンク上部及び換気式タンク上部は16.5~16.9%と著しく低かった。タンク内湿度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ高い傾向にあった。

平成20年度の外湿度とタンク内の湿度(平均値、最高値、最低値)は表4のとおりであった。

外湿度の平均は、72.3%であり、従来型タンク中部の平均湿度は外湿度と比較して有意に高かった(P<0.05)。タンク内湿度の比較では、換気式タンクの上部及び中部は従来型タンクに比べ、それぞれ有意差は無いが低い傾向にあった。

外湿度の最高湿度は91.5%であったが、従来型タンク及び換気式タンクの上部、中部は85.6%~76.4%と低い値であった。それぞれのタンク内湿度の比較では、換気式タンクの上部、中部ともに従来型タンクよりそれぞれ、5.3%、2.8%低かった。

外湿度の最低湿度は47.0%であったが、タンク内の最低湿度は外湿度と比べ従来型タンク中部は4.6%、換気式タンク上部は1.8%低く、従来型タンク上部及び換気式タンク上部は6.1~15.4%と著しく低かった。タンク内湿度の比較では、換気式タンクは従来型タンクに比べ高い傾向にあった。

このことから、換気式タンクは、従来型タンクに比べ、最低湿度は高いが、全体的に湿度は低い傾向にあった。

表3. H19. 9. 13-27 の湿度の変化

区 分	平 均	最 高	最 低
外湿度(%)	75.1 ^a	92.7	45.1
従来型タンク上部	69.4 ^b	84.8	16.5
〃 中部	68.3 ^b	79.4	42.5
換気式タンク上部	66.5 ^c	77.1	16.9
〃 中部	66.5 ^c	73.4	47.3

表4. H20. 7. 29. -8. 12 の湿度の変化

区 分	平 均	最 高	最 低
外湿度(%)	72.3 ^a	91.5	47.0
従来型タンク上部	66.7 ^{bc}	85.6	6.1
〃 中部	66.6 ^b	79.2	42.4
換気式タンク上部	64.7 ^c	80.3	15.4
〃 中部	66.1 ^{bc}	76.4	45.2

a,b,c,d : 異文字間に有意差あり(P<0.05) 単位 : %

平成19年度のタンク内の脂肪酸の酸化・飼料成分は表5のとおりであった。

不飽和脂肪酸が酸化される時に、途中経過を過酸化物質価、酸化最終を酸価で測定できる。過酸化物質価および酸価は、従来型タンク、換気式タンク共に同様の変化をみせ、差がみられなかった。カビ数は両タンクとも一時検出されたが差がみられなかった。ビタミンAは、両タンクとも減少したが、従来型タンクの方が大きく減少した(P<0.05)。

飼料成分は、従来型タンク及び換気式タンク共に同様の変化がみられた。検査手技の誤差があるもの、特に差はみられなかった。

平成20年度のタンク内の脂肪酸の酸化・飼料成分は表6のとおりであった。

過酸化物質価および酸価は、従来型タンク、換気式タンク共に同様の変化をみせ、差がみられなかった。カビ数は従来型タンクで一時検出されたが少量で差がみられなかった。ビタミンEは、両タンクとも減少したが、差がみられなかった。ビタミンAは、両タンクとも減少したが、従来型タンクの方が大きく減少した(P<0.05)。

飼料成分は、従来型タンク及び換気式タンク共に同様の変化がみられた。検査手技の誤差があるもの、特に差はみられなかった。

表5. 19年度飼料成分

週	過酸化物体価		酸価		カビ数		ビタミンA		ビタミンE	
	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気
0	5.2	5.2	17	17	0	0	1450	1450	NT	NT
1	5.8	5.9	19	18	10	20	930	1060	NT	NT
2	5.1	5.5	21	21	0	0	900	1000	NT	NT

meq/kg cfu/g IU/100g mg/100g

週	水分		粗蛋白質		粗脂肪		可溶無窒素物		粗繊維		粗灰分		カルシウム		リン	
	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気
0	11.2	11.2	18.6	18.6	2.9	2.9	68.3	68.3	5.2	5.2	5.1	5.1	0.60	0.60	0.49	0.49
1	10.1	10.6	18.0	18.3	3.0	3.1	69.4	69.0	4.9	4.8	4.7	4.8	0.56	0.58	0.47	0.48
2	9.9	9.6	17.8	17.3	3.2	3.1	70.0	69.6	4.5	5.2	4.5	4.6	0.52	0.54	0.46	0.45

単位 : %

表6. 20年度飼料成分

週	過酸化物体価		酸価		カビ数		ビタミンA		ビタミンE	
	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気
0	44	44	36	36	0	0	1070	1070	5.1	5.1
1	24	28	31	37	10	0	930	1070	5.2	4.9
2	16	14	34	33	0	0	1000	1200	5.3	5.1

meq/kg cfu/g IU/100g mg/100g

週	水分		粗蛋白質		粗脂肪		可溶無窒素物		粗繊維		粗灰分		カルシウム		リン	
	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気	従来	換気
0	10.1	10.1	20.6	20.6	3.7	3.7	63.6	63.6	6.4	6.4	5.7	5.7	0.67	0.67	0.43	0.43
1	9.8	9.9	19.6	20.4	3.7	3.8	65.1	64.0	6.5	6.5	5.1	5.4	0.58	0.61	0.41	0.41
2	9.8	9.6	19.8	20.9	3.8	3.6	65.3	63.5	5.8	6.6	5.3	5.4	0.59	0.63	0.41	0.41

単位 : %

考 察

従来型タンクの温度は外気温と比べて高く、更に上部の温度は中部よりも著しく高く、従来型タンクの湿度は外湿度より高く、従来型タンク内は外気と比較して高温多湿となっている。高橋らは、試作品の飼料タンク用換気装置を設置した換気式タンクの温度並びに湿度は、上部および中部それぞれで従来型タンクの上部、中部よりも低くなり、温度並びに湿度上昇の抑制となったと報告している³⁾。今回の成績から市販されている飼料タン

飼料タンク用かざぐるま式換気蓋の飼料タンク内の温湿度及び飼料成分に及ぼす影響

ク用かざぐるま式換気蓋を設置した換気式タンクも同様の成績であった。これらのことから、飼料タンク用かざぐるま式換気蓋を設置することで気温上昇時にはタンク内温度上昇の抑制、および湿度上昇の抑制になることが示唆された。

不飽和脂肪の酸化は、温度や空気との接触による自動酸化により変化し、過酸化価、カルボニル価、酸価の上昇が経時的に起き、その後、下降する¹⁾とされている。今回成績からも、従来型タンクと換気式タンクは、過酸化価は上昇・下降、酸価の上昇がみられたが、変化は僅かで、タンクによる差は無かった。酸化があまり進んでいないのは、今回使用した飼料に抗酸化剤が含まれており、抗酸化剤によるものと推測される。今回示していないが、酸化は2週間以内なら変化しにくい⁴⁾と言われていることから、3週間目も測定したが、わずかに酸価が上昇したものの差は無かった。今回示していない理由は、飼料タンク内の飼料は2週間以内で使用すること⁴⁾と言われ、常識となっていることから、3週間目の成績は不必要と判断したからである。

多くのカビの生育最適温度が25～37℃である¹⁾ことから、タンク内の最高温度が40℃を超えていたこと、湿度が抑制されていたことおよび防カビ剤により発育がみられなかったと推測される。

ビタミンAは乳房炎予防で重要とされている。また、黒毛和種肥育牛で脂肪交雑のコントロールとして必要であることから、安定した飼料中のビタミンAを維持することは重要である。ビタミンAは、カビの増殖、脂肪の酸化により破壊される¹⁾。また、高温になると破壊されるが、換気式タンクは減少の抑制がみられた。今回は、脂肪の酸化があったにもかかわらず、減少の抑制が見られたのは、タンク内の温度の上昇抑制によるものと推測された。

飼料の一般成分(水分、粗タンパクなど)は、換気による空気の接触があっても、変化は無かった。

また、飼料タンク用換気装置を使用している酪農家は、「以前と比べ、品質が落ちず、牛の餌食いも安定し、乳量が減少しない」と感想を述べている⁵⁾。

以上から、飼料タンク用換気装置は、気温上昇時のタンク内温度上昇の抑制、湿度上昇の抑制および、ビタミンAの損失防止に優れていることがわかり、タンク内配合飼料貯蔵環境の改善の一助となることが示唆された。

今後、抗酸化剤、防カビ剤を含まない飼料で、更なる効果を検討する必要があると思われた。

参考文献

- 1) 大山嘉信, 濃厚飼料の貯蔵, 畜産大辞典, 養賢堂, 531-536, 1979.
- 2) 高橋和裕・中嶋哲治・谷原礼論・橋本和博・渡邊朋子, 飼料タンク内の温湿度に及ぼす換気の影響, 日本家畜管理学会報, 43(3):147-153, 2007.
- 3) 高橋和裕・田中隆・中嶋哲治・谷原礼論・大谷徳寿・橋本和博・渡邊朋子, 飼料タンク内の温湿度に及ぼす換気の影響(II), 香川県畜産試験場研究報告, 42:26-30, 2007.
- 4) 長谷川隆, 飼料タンク内の保存性について, 生産獣医療システム乳牛編1, 農文協, 122-123, 1998
- 5) JA 香川県移動編集局, 飼料タンクに換気ぶた, 日本農業新聞, 1, 2008. 8. 8.