

イネホールクロップロールベールラップサイレージ開封後の温度変化

斉藤健一・米本貞夫

Inside Temperature Variation of Wrapped Round Bale Whole Crop Rice Silage after Opening.

Ken-ichi SAITOU and Sadao YONEMOTO

要 約

イネホールクロップロールベールラップサイレージ開封後の二次発酵について、ロール内部の温度変化を調査し、開封後の貯蔵性について検討した。

調査は県内で生産した24個のイネホールクロップロールベールラップサイレージを用い、平成13年10月3日から平成14年6月19日にかけて順次開封し、ロール内温度を測定した結果は以下のとおりであった。

1. ダイレクトカット体系で収穫し水分含量が60%を超えるようなイネホールクロップロールベールラップサイレージの、温暖期から寒冷期（1日の最高気温が概ね22℃以下、最低気温が概ね16℃以下に低下する時期）にかけての開封は、開封後7日間程度ではロール内部の温度上昇は起こらなかった。
2. 予乾体系で収穫し水分含量が40～50%程度のイネホールクロップロールベールラップサイレージは、最高気温が概ね20℃以下で、最低気温が概ね5℃以下に低下する寒冷期の開封では、7日間程度の放置ではロール内の温度上昇は確認されなかった。しかし最高気温が20℃、最低気温が10℃程度の温暖期では、開封後5日目以降にロール内の温度上昇が確認された。
3. イネホールクロップロールベールラップサイレージ内の温度変化は外気温にはあまり影響されず、二次発酵が起こるまでは、ほぼ一定で推移した。また、二次発酵による温度上昇は、ロールの中心部よりも、外側から20cm程度の表層に近い部分の方が、若干早く温度上昇を示した。

以上の結果から、千葉県内での温暖期から寒冷期にかけてのイネホールクロップロールベールラップサイレージ開封後の二次発酵は、ダイレクトカットで7日間程度、予乾処理を実施したのもでも5日間程度では、起こり難いものと考えられた。

結 言

千葉県内において耕種農家がイネホールクロップロールベールラップサイレージ（以下イネ WCS）を生産し販売する、いわゆるコントラクター組織が誕生し、これによりロールベール体系の機械類を持ち合わせない畜産農家でも、ロールラップサイレージの給与が可能となってきた。しかし、1梱包が約150～600kgにもなるラップサイレージを1度開封してしまうと、飼養規模の小さい畜産農家にとっては、数日間に渡っての給与が続く可能性があり、この場合イネ WCS 開封後の二次発酵が問題となってくる。

これまでグラスサイレージや、20リットルドラム缶詰め

簡易イネ WCS での開封後における温度変化についての報告^{1,2)}はあるものの、実用規模でのイネ WCS 開封後の温度変化に関する報告は見当たらない。

そこで、本調査では実用規模でのイネ WCS における開封後の温度変化を観察した。

材料及び方法

1. 供試イネ WCS

調査に用いたイネ WCS は県内各地域の圃場で生産し提供されたものであり、その概要は表1に示したとおりである。

飼料用に栽培されたイネの品種は、フサオトメ（早生種；千葉県奨励品種）やコシヒカリ等の食用品種が多く、一部飼料専用品種のハマサリや関東飼206号も見られた。

収穫は平成13年8月8日から10月12日にかけて行ない、

平成14年8月30日受付

その刈取り熟期は概ね黄熟期以降であった。イネの梱包にはクボタ社製自走ホークロップ収穫機 WB1000 (ロール寸法: 径100cm×幅100cm)、ヤンマー社製飼料コンバインペーラ WH1400 (ロール寸法: 径90cm×幅86cm)、そしてタカキタ社製けん引式ロールペーラ PB1352WX (ロール寸法: 径135cm×幅120cm) の3機種が用いられた。

発酵品質の安定化を図る目的で大部分のロールに、尿素液や乳酸菌・セルラーゼ混合製剤 (アクレモスプレー; 雪印種苗製) の添加が行なわれた。このうち尿素液については、市販の粒状尿素を水2に対して1の割合で溶解した水溶液 (33%尿素液) を用い、その添加量は現物重量に対して尿素液0.3~0.7%の添加で、吉田ら³⁾ の推奨する尿素2%添加に比べ、かなり低濃度の添加量であった。一方、乳酸菌・セルラーゼ混合製剤の添加量は0.073g/現物kgで、メーカー推奨添加量 (0.035g/現物kg) の約2倍の添加であった。

ロールの重量測定は台貫計 (大原機器製作所) により行った。貯蔵は当畜産総合研究センター内の水はけの良い野外に、縦置き1段で保管した。

開封時期は、平成13年10月3日から平成14年6月19日にかけて6回行い、開封時期別にそれぞれ調査1から6とした。なお、イネ WCS の貯蔵期間は56日から315日であった。

2. 温度測定方法

イネ WCS は開封直前に屋内 (倉庫) に収容し、ラップ

を開封後ロール外層部分約10cm を取り除き、ロール内部の温度を経時的に測定した。

温度測定は調査1から3が、ロール赤道部 (縦置き) の表面から垂直に中心部方向20cm (以下外側20cm部) の部位3ヶ所を、抵抗温度計 DP-21 (村山電気製) を用いて測定した。測定時刻は、開封当日が午後1時30分で、それ以降は午前9時30分に行った。

調査4から6については、外側20cm部1ヶ所を温度記録計 TR-71S (ティアンドディ社製) により、開封当日の午後1時30分から30分間隔で温度を測定した。なお、調査6についてはロール中心部温度も同時に測定した。

ロールの開封は、午前9時30分から午前10時00分にかけて行ない、ロール内部の測定と同時刻 (午前9時30分) の外気温および測定日の最高最低気温を、クオーツ式精密自記温湿度計 3-112 (いすゞ社製) を用いて測定した。

3. 試料の採取とサイレージの分析方法

分析用のサンプルは各ロールとも上、中、下段のそれぞれ3ヶ所ずつの合計9ヶ所から採取し、混合縮分したものをを用いた。

水分含量は70℃72hrの熱風乾燥法により測定した。また、ロール重量と乾物率から梱包密度を算出した。pH値はガラス電極 pHメーター IF-20E (東亜電波工業社製) を使用した。全窒素含量 (TN) はケルダール法⁴⁾ で、揮発性塩基態窒素 (VBN) は水蒸気蒸留法⁵⁾ でそれぞれ測定した。

表1 調査対象としたイネ WCS の概要

調査No	開封日	生産地	品 種	熟 期	調製日	貯蔵日数	収穫機 ※※)	調製方法	添加剤の使用	調査個数
調査1	10/3	松尾町	フサオトメ	黄熟	8/8	56日	クボタ	ダイレクト	無添加	2個
									乳酸菌・セルラーゼ製剤添加	2個
									尿素液0.3%添加	2個
調査2	10/23	袖ヶ浦市	コシヒカリ	糊~黄熟	8/17	67日	クボタ	ダイレクト	無添加	1個
									尿素液添加 ※)	1個
							ヤンマー	予乾	無添加	1個
									尿素液添加 ※)	1個
調査3	11/5	干潟町	ハエヌキ	黄熟	8/24	73日	クボタ	ダイレクト	尿素液0.7%添加	1個
		袖ヶ浦市	カケハシ	完熟	8/17	80日			ヤンマー	予乾
										尿素液添加 ※)
調査4	3/8	袖ヶ浦市	ハマサリ	完熟	10/12	147日	タカキタ	予乾	尿素液添加 ※)	1個
			関東飼206号	完熟					尿素液添加 ※)	2個
調査5	4/8	松尾町	フサオトメ	黄熟	8/8	243日	クボタ	ダイレクト	無添加	1個
									乳酸菌・セルラーゼ製剤添加	1個
									尿素液0.3%添加	1個
調査6	6/19	松尾町	フサオトメ	黄熟	8/8	315日	クボタ	ダイレクト	無添加	1個
									乳酸菌・セルラーゼ製剤添加	1個
									尿素液0.3%添加	1個

※) 尿素液の添加量は不明

※※) 収穫機械のクボタはクボタ社製自走ホークロップ収穫機 WB1000、ヤンマーはヤンマー社製飼料コンバインペーラ YWH1400、タカキタはタカキタ社製けん引タイプ RB1352WX を用いて収穫した。

結 果

イネ WCS の品質を表2示した。水分含量は、ダイレクトカット体系によるものが平均65.2%、予乾体系によるものが平均49.5%であった。

サイレージの pH 値は4.1から8.0で、予乾処理や尿素液添加により高くなる傾向にあり、また乳酸菌・セルラーゼ製剤を添加することで低くなる傾向にあった。

VBN/TN 比は無処理および乳酸菌・セルラーゼ製剤を添加したものは、おおむね10%以下であったが、逆に尿素液を添加したものは数値が高かった。

ロール重量は144kg~508kg でロール寸法および水分含量により、その重量が大きく違っていた。また梱包密度は103~167kg・DM/m²で、全平均値で142.7kg・DM/m²であった。

イネ WCS 開封後のロール内温度変化を、開封時期および予乾の有無別にまとめ、表3に示した。また、午前9時30分の外気温と最高最低気温を表4に示した。

調査1および2の外気温は、最高気温平均約22℃、最低気温が概ね10℃以上の比較的温暖な条件であった。この時期、ダイレクトカット体系で収穫したイネ WCS については、7日間の観察ではロール内部の温度上昇は確認できなかった。しかし調査2で予乾処理を実施したイネ WCS のロール内温度は、開封後5日目から温度上昇が認められ、2次発酵に伴う温度上昇と考えられた。また、観測最終日（開封後7日目）では、ダイレクトカット体系が18.8℃であったのに比べ、予乾処理では37.8℃と高くなった。

これに対して、最高気温平均17.6℃、最低気温平均5.0℃

の寒冷な気象であった調査3では、調査最終日（開封11日目）においても、ダイレクトカット体系および予乾体系のいずれの収穫体系とも、2次発酵に起因する急激な温度上昇は確認されなかった。

一方、最低最高気温が調査3とほぼ同様な条件にあった調査4については、開封後8日目以降からロール内の温度上昇が見られ、開封後10日目で36.3℃まで温度が上昇した。

調査5については調査1と似た外気温で、比較的温暖な条件であった。この場合のイネ WCS 内温度は、調査1と同様に7日目までは15.0℃前後と比較的安定していたが、8日目以降に若干温度上昇が見られ、観測最終日（開封後10日目）の外気温との温度差は+5℃となった。

調査6についても調査1と同様の外気温であったが、開封後8日目頃から温度上昇が見られ、最終観測時（開封後12日目）で44.0℃とかなり高温になった。

また、中心部温度と外側20cm 部の温度変化は図1に示したように、ほぼ同様な温度上昇を示したが、外側20cm 部の方が中心部より若干早く温度上昇を示していた。なお、中心部および外側20cm 部温度は、開封後7日目までは外気温の変化にほとんど影響されず、約20℃と一定であった。

考 察

千葉県内でのイネ WCS の開封後の貯蔵性として、ダイレクトカット体系で収穫し水分含量が60%を超えるようなものでは、本試験を実施した10月から翌年6月頃までの、外気温が22℃程度以下の温暖から寒冷時期にかけての開封であれば、開封後7日間程度の放置では、2次発酵にともなう

表2 イネ WCS の品質

調査No	開封日	品 種	収穫機 ※※)	収穫方法	添加剤の使用	水分 (%)	PH	VBT/TN (%)	ロール 重量 (kg)	ロール 密度 (kg・DM/m ²)
調査1	10/3	フサオトメ	クボタ	ダイレクト	無添加	65.8	4.8	8.5	337	147
					乳酸菌・セルラーゼ製剤添加	63.0	4.1	5.8	332	156
					尿素液0.3%添加	63.8	5.0	6.7	329	152
調査2	10/23	コシヒカリ	クボタ	ダイレクト	無添加	63.4	5.9	5.4	260	121
					尿素液添加 ※)	68.0	5.7	10.4	253	103
					無添加	64.7	4.9	6.3	201	130
		ヤンマー	予乾	無添加	52.4	5.8	8.7	153	133	
				尿素液添加 ※)	48.5	8.0	33.2	144	136	
				無添加	62.8	5.8	23.6	264	125	
調査3	11/5	ハエヌキ	クボタ	ダイレクト	尿素液0.7%添加	62.8	5.8	23.6	264	125
					無添加	66.0	4.7	9.1	242	150
					無添加	57.7	5.6	12.0	180	139
調査4	3/8	ハマサリ 関東飼206号	タカキタ	予乾	尿素液添加 ※)	50.2	5.8	25.0	490	142
					尿素液添加 ※)	44.9	8.0	25.8	508	163
					無添加	64.8	5.1	10.2	337	151
調査5	4/8	フサオトメ	クボタ	ダイレクト	乳酸菌・セルラーゼ製剤添加	66.6	4.6	7.3	332	141
					尿素液0.3%添加	60.2	5.1	6.9	329	167
					無添加	68.5	4.5	4.7	337	135
調査6	6/19	フサオトメ	クボタ	ダイレクト	乳酸菌・セルラーゼ製剤添加	68.1	4.0	3.6	332	135
					尿素液0.3%添加	70.5	4.5	15.0	329	124
					無添加	68.5	4.5	4.7	337	135

表3 イネ WCS 開封後のロール内温度

開封日	収穫の方法	ロール個数	開封後日数												
			0日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日
10月3日	ダイレクト	3	20.9 ±0.40	20.3 ±0.08	19.7 ±0.79	19.7 ±0.99	-	-	18.7 ±0.45	20.6 ±1.22	-	-	-	-	-
10月23日	ダイレクト	3	16.8 ±0.22	16.8 ±0.49	16.7 ±0.39	16.4 ±0.25	-	16.0 ±1.00	17.1 ±1.67	18.8 ±3.97	-	-	-	-	-
	予乾	2	17.1 ±0.28	16.9 ±0.35	17.9 ±0.85	19.6 ±0.43	-	28.7 ±0.78	35.5 ±4.68	37.8 ±5.88	-	-	-	-	-
11月5日	ダイレクト	2	15.1 ±0.35	16.0 ±0.88	14.1 ±0.87	12.4 ±0.88	12.3 ±0.15	12.5 ±0.25	-	11.6 ±0.12	-	-	-	11.1 ±1.87	-
	予乾	2	15.1 ±0.02	16.8 ±1.08	16.6 ±1.32	15.1 ±1.38	15.0 ±1.33	14.8 ±1.07	-	13.4 ±0.75	-	-	-	10.3 ±0.08	-
3月8日	予乾	3	10.3 ±0.87	9.9 ±0.26	9.9 ±0.16	10.4 ±0.26	11.3 ±0.51	12.4 ±1.37	14.6 ±3.95	18.7 ±8.03	24.8 ±9.60	32.2 ±13.58	36.3 ±16.76	-	-
4月8日	ダイレクト	3	14.9 ±0.12	16.5 ±0.34	15.0 ±0.97	14.0 ±1.56	14.4 ±1.40	13.4 ±1.17	13.2 ±1.51	14.8 ±1.84	18.2 ±2.61	19.5 ±2.37	20.3 ±3.61	-	-
6月19日	ダイレクト	3	21.6 ±0.2	20.8 ±0.37	20.5 ±0.31	20.6 ±0.36	19.7 ±0.66	19.2 ±0.76	19.7 ±1.42	21.2 ±2.89	24.6 ±5.98	28.6 ±9.09	33.1 ±8.18	40.7 ±3.64	44.0 ±3.20

平均値
±標準偏差

表4 イネ WCS 開封時の外気温

調査No	開封日	温度項目	開封後日数												平均	
			0日※)	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日		12日
調査1	平成13年 10月3日	外気温	25.2	21.2	18.3	17.5	17.2	17.8	18.7	18.8						19.3
		最高気温	25.8	23.4	21.0	18.2	21.6	22.8	21.6	22.8						22.2
		最低気温	14.2	16.3	16.8	16.9	17.0	16.0	15.5	17.6						16.3
調査2	平成13年 10月23日	外気温	23.1	19.3	17.0	20.0	19.0	14.8	20.8	13.0						18.4
		最高気温	25.8	22.2	22.4	21.1	21.9	20.3	22.9	22.8						22.4
		最低気温	15.4	10.2	11.4	11.2	8.0	10.2	15.2	8.4						11.3
調査3	平成13年 11月5日	外気温	17.8	16.8	12.5	11.7	10.9	10.6	14.2	9.4	11.9	9.8	8.1	12.8	9.0	12.0
		最高気温	20.8	21.1	21.3	17.8	19.0	14.0	14.8	18.3	13.3	15.3	18.3	18.8	16.0	17.6
		最低気温	4.3	10.9	4.8	4.3	4.3	4.8	4.7	8.9	2.7	3.4	3.1	4.8	4.6	5.0
調査4	平成14年 3月8日	外気温	13.5	8.8	11.2	12.0	12.7	11.0	13.3	16.1	15.6	17.0	21.5	15.5	15.8	14.2
		最高気温	13.0	16.3	19.2	15.8	20.0	16.6	19.5	22.0	15.6	22.2	19.8	17.8	20.4	18.3
		最低気温	0.8	-2.3	1.1	7.6	2.5	0.3	2.8	13.6	8.4	4.6	5.0	5.6	8.8	4.5
調査5	平成14年 4月8日	外気温	24.8	21.6	13.2	13.0	11.4	13.0	16.3	19.7	21.8	22.6	15.0	14.8	17.5	17.3
		最高気温	26.0	24.9	14.6	16.0	16.4	19.5	19.7	26.8	24.0	24.0	18.0	19.6	19.5	20.7
		最低気温	15.2	16.8	9.2	9.3	10.4	5.7	4.9	8.9	18.5	19.8	11.7	10.8	9.6	11.6
調査6	平成14年 6月19日	外気温	23.8	22.7	21.9	16.0	16.6	17.9	16.2	17.0	17.3	17.5	20.7	20.5	21.4	19.2
		最高気温	26.4	24.5	27.74	18.6	17.2	21.1	18.6	17.9	18.3	23.6	23.4	22.3	26.1	22.0
		最低気温	14.6	16.0	17.5	15.1	14.5	14.8	15.8	15.0	14.9	14.9	15.9	19.3	19.4	16.0

※) 外気温は開封当日が午後1時30分、その他は午前9時30分に測定

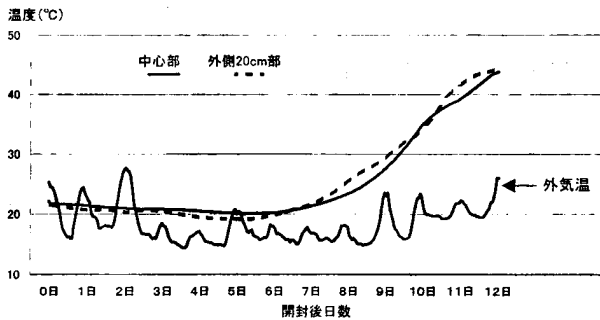


図1 イネ WCS 開封後の温度変化(6月19日開封分)

ロール内の温度上昇は起こりにくいものと考えられた。

一方、予乾体系で調製したイネ WCS については、10月23日開封分のロールで、開封後5日目頃から温度上昇が見られた。これに関して坂本ら⁶⁾は水分含量が少ないサイレージほど二次発酵が起こり易いとしていることから、水分含量40~50%程度の予乾体系で調製されたロールについては、ダイレクトカット体系で調製されたイネ WCS に比べ二次発酵が起こり易いものと考えられた。ただし寒冷期にあたる11月5日および3月8日に開封したロールについては、水分含量が50%以下のロールでも開封後7日間を経過しても大きな温度上昇が確認されなかったことから、最高気温が概ね20℃以下で最低気温が5℃程度まで低下する寒冷期での開封であれば、ダイレクトカット体系で収穫調製したロー

ルと同様に7日間程度の放置では二次発酵が起こりにくいものと考えられた。さらに今回の調査では、4月以降に予乾体系で調製したイネ WCS の開封を行なわなかったが、調査2と調査5の外気温が比較的似ていたことから、最高気温が20℃程度まで上昇し、最低気温が10℃程度まで低下する温暖期でも、5日間程度の放置では二次発酵が起こりにくいものと推測された。

また、調査6ではロール内温度上昇が、中心部に対して外側20cm部の方が若干早く上昇し始めていた。これは外層部の方が中心部と比べて空気が浸入し易かったことにより、好気性細菌の働きによる発熱が、外層部の方から先に始まったために生じたものと考えられた。

なおイネ WCS 開封後の二次発酵予防策として村上²⁾は、プロピオン酸等の有機酸の添加により効果があったとしており、グラスサイレージについても同様の報告¹⁾があることから、1ロールを消費する日数との関係で、これらの点についての検討も行なう必要がある。

いずれにしても本調査結果から、県内での温暖期から寒冷期にかけてのイネ WCS 開封後の二次発酵は、ダイレクトカット体系で生産されたイネ WCS で7日間程度、予乾処理を実施したイネ WCS でも5日間程度では起こり難いものと考えられた。ただし、本調査は直射日光の入りにくい屋内での開封で、開封当日に外層部を約10cm 取除いたのみの条件であったため、ロール開封場所やロールの取り崩し方によっては、本調査で示された日数より早く温度上昇が起

こる可能性もあることから、温暖期など二次発酵の起こり易い時期での給与にあたっては、開封後5日以内での給与が妥当であると考えられる。

謝 辞

本調査にあたりイネ WCS の提供を賜りました生産農家の皆様、ならびに多大な協力を頂きました香取農業改良普及センター、山武農業改良普及センター、君津農業改良普及センターの各農畜産科の諸氏に心から感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 森浩一郎、川畑明治、児島浩貴、山下光則 (1999)、九州農業研究61:126
- 2) 村上勝郎、多田和幸、中村長悦、竹田政則、中津源次、山田和明、佐藤勝郎、佐藤明子 (1997)、岩手県畜産試験場研究報告23:22-26
- 3) 吉田宣夫 (1999)、畜産の研究53:134-140
- 4) 森本宏監修 (1971)、動物栄養実験法、養賢堂:208-298
- 5) 農水省草地試験場 (1975)、サイレージ試験法、草地試験場Na50-3資料:37-60
- 6) 坂本登、辻久郎 (1981)、三重県農業技術センター研究報告10:55-62