

ストレッチフィルムの色と遮光シートの利用が イタリアンライグラスラップサイレージの品質に及ぼす影響

今村弘子・棟加登きみ子・梅田剛利・太田 剛
(畜産研究所)

イタリアンライグラスラップサイレージを夏期の高温多湿の気象条件下で長期間貯蔵するため、密封用ストレッチフィルムの色及び遮光シートの有無が、ラップサイレージの品質に及ぼす影響について検討した。

- ① ストレッチフィルムの色は白色の方が、黒色より暑熱の影響を受けにくく、6カ月貯蔵後の品質も良質なものであった。
- ② 遮光シート（ポリエチレン製青色）をラップサイロに被覆することにより、発酵品質の低下が抑えられた。
- ③ 以上の結果より、ラップサイレージの貯蔵には、白色のストレッチフィルムの利用が望ましく、さらに、遮光シートで被覆することで暑熱の影響が軽減され、飼料品質の低下を防止することができた。

[キーワード：イタリアンライグラス、ラップサイレージ、ストレッチフィルム、遮光シート]

Influence of the colores of stretched plastic film and shield seat on Fermentation Quality of Wrapped Bale Silage stability. Hiroko IMAMURA, Kimiko MUNEKADO, Taketoshi UMEDA and Takeshi OHTA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17:166-170 (1998)

This study was carried out to determine the effects of the color and use of shield sheets as wrappers for maintaining the high quality in long term storage of the Italian ryegrass wrapped bale silage.

(1) Wrapped silage using a white stretch film prevented heat damage better than black film. After six months of storage, silage quality of the former was better.

(2) A declin in fermentation quality was suppressed by covering the wrapped bale silage with a (polyethylene, blue) sheet used for farming.

(3) Using a white stretch film for wrapped bale silage and also covering it with a sheet worked well against summer heat damage and contributed to preserving high quality silage.

[Key words: Italian-ryegrass, wrapped bale silage, stretch film, shield sheet]

緒 言

ロールベアラ・バールラップ作業体系は、従来のタイトベアラ体系に比較して梱包、運搬が高効率かつ省力的であり、気象条件に対応して乾草からサイレージまで幅広く調製できることなどから、九州地域においても広く普及している。しかし、本体系は調製・貯蔵過程において、品質に影響を与える要因が多く、西南暖地では寒冷地と比べてラップサイレージの品質が安定し難いという欠陥があり、品質劣化に至る因果関係も不明な点が多い³⁾。ラップサイレージの調製方法については、北海道や東北地域の寒冷地を中心に様々な検討^{2,3,6)}が進められている。しかし、九州地域では夏期の高温多湿という気象条件や栽培されている草種が異なるため、これら寒冷地での技術をそのまま適用できない。本県においては、主要な秋冬作飼料作物としてイタリアンライグラスが多く栽培されている。また、西南暖地に位置することから、サイレージ調製時期が降雨量の多い時期であり、その貯蔵期間が年間で最も気温の高い夏期にかかる。このため、これをラップサイレージにすると、カビの発生や褐変化により品質が不安定となる傾向が強い¹⁾。

そこで、本報では気象条件がイタリアンライグラスラップサイレージの品質に及ぼす影響を緩和するため、調

製に使用するストレッチフィルムの色が品質に与える影響、ならびに貯蔵期間が夏期にかかることから、直射日光による品質への影響を緩和するため、遮光シート被覆によるラップサイロの品質安定効果について検討したので報告する。

試 験 方 法

1 供試材料とラップサイレージ調製概要

供試材料は場内圃場において栽培したイタリアンライグラス（ワセユタカ）2番草を用いた。刈取りは、1993年は4月に、1994年と1995年は5月に行った。刈取りステージは出穂期であり、材料草は1日予乾し、ラップサイレージに調製した。調製機械として、ロールベアラはタカキタRB90（直径90cm×幅90cm、外巻型）を用いた。密封用ストレッチフィルム（以下フィルム）はポナール社のサイロタイト（白色、黒色）を使用し、2回4層巻きとした。

調製したラップサイロは貯蔵場所を屋外で、プラスチック製パレット（100cm（縦）×100cm（横）×15cm（高さ））を敷いた上に縦置き1段積みで貯蔵した。ラップサイロは3カ月間及び6カ月間貯蔵後に開封し、分析用サンプルを採取した。

2 測定、分析方法

分析用のサンプルはラップサイロの全体、上表面及び上部から3種類のサンプリングを行なった。全体サンプルは、ラップサイレージ全体の平均値となるようにサイロの上部、中部、下部の各々3カ所、合計9カ所から採取後、混合縮分した。上表面サンプルは、縦置き1段積みで貯蔵したときに、最も日射の影響を受けるラップサイロ上面の表面部分を採取した。上部サンプルはラップサイロ上表面より5cm内部を採取した。測定項目は水分、pH、ADIN/TN（全窒素含量に対するADF中窒素割合：熱変性蛋白質指標）、VBN/TN（総窒素含量に対する揮発性塩基態窒素の割合）、有機酸組成、サイロ内部温度の推移及び外気温の変動について調査した。サイレージ発酵品質の評価は水分の異なるサイレージを比較評価できるVスコア評価基準⁴⁾を用いた。

試験1 ストレッチフィルムの色と飼料品質の関係

ストレッチフィルムの色2水準（白色、黒色）と貯蔵期間2水準（3カ月、6カ月）を組合わせた4処理について、3カ月貯蔵区は2反復、6カ月貯蔵区は3反復で行なった。貯蔵期間中のラップサイレージの品温は、温度測定用ラップサイロ（白色、黒色）に温度計の電極を取付け、6カ月間PM2:00毎に計測した。

試験2 遮光シート利用による品質低下の防止

白色フィルムで調製したラップサイロの被覆には、農作業用の青色ポリエチレン製シートを遮光シートとして用いた。遮光シートの有無2水準（遮光区、無遮光区）と貯蔵期間2水準（3カ月、6カ月）を組合わせた4処理について、平成6年は3カ月、6カ月貯蔵区共に3反復で行い、平成7年は3カ月、6カ月貯蔵区共に2反復で行なった。遮光シートは、ラップサイロ表面全体を完全被覆した。貯蔵期間中のラップサイレージの品温は、サイロ中心部と同上部に温度計の電極を固定して、6カ月間PM2:00毎に計測した。

結 果

試験1 ストレッチフィルムの色と飼料品質の関係

1 サイレージの飼料品質

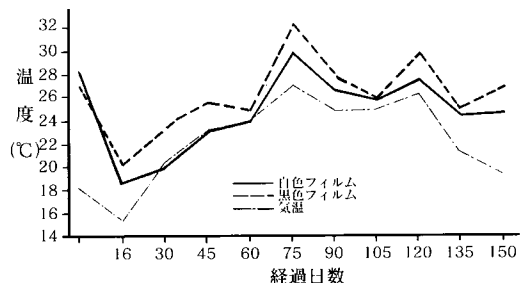
ラップサイレージの飼料品質を第1表に示した。ラップサイレージの材料草は黒色フィルム、白色フィルム共に同じ圃場で調製しているため、調製時の水分含量は同

じである。調製後の水分は全体サンプルでみた場合、3カ月、6カ月貯蔵区共に黒色フィルムが白色フィルムより2~5%程度低い値を示した。サイロ部位別の水分含量は、上表面が上部と比べて黒色フィルム、白色フィルム共に低かった。ADIN/TNは、日射の影響を受け易い上表面サンプルでみた場合、3カ月貯蔵区では黒色フィルム20.8%に対し白色フィルム19.5%でほとんど差はないが、6カ月貯蔵区では黒色フィルム30.8%に対し、白色フィルム15.3%であり、有意差がみられた。全体サンプルでみた場合、ADIN/TNは3カ月貯蔵区、6カ月貯蔵区共に白色フィルムと黒色フィルムの間に差がなかった。pHは、水分が約50%と一般サイレージと比較すると低いことから、4.8~5.2であった。総酸含量、酪酸含量について、全体サンプルでみると白色フィルムの方が黒色フィルムより多い傾向を示した。Vスコアは黒色フィルムが白色フィルムより約14点ほどやや高い傾向がみられたが、VBN/TNはフィルム色及び貯蔵期間のいずれにも差がなく、10%以下であり、サイレージの発酵品質として良質なものであった。

2 ラップサイロ内部温度の経時変化

ラップサイレージに及ぼす外部環境の影響を明らかにするため、気温とラップサイロ内部の温度変化の推移を第1図に示した。

調製直後の白色フィルム、黒色フィルムのラップサイロ中心部の温度は約27~28℃であり、日平均気温より約10℃高い状態であった。調製後約2週間は白色フィルムの方が黒色フィルムより2~3℃高いまま約18~20℃まで徐々に低下する傾向がみられた。この後の貯蔵期間中は、逆に黒色フィルムの方が白色フィルムより2~3℃高く推移した。白色フィルム及び黒色フィルムのサ



第1図 ストレッチフィルムの色とラップサイロ中心部温度の経時変化

第1表 イタリアンライグラスラップサイレージのストレッチフィルムの色と飼料品質の関係 (平成5年)

採取部位	全 体				上 表 面				上 部			
	白 色		黒 色		白 色		黒 色		白 色		黒 色	
フィルムの色	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒	白	黒
保存期間	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月
水分(%)	56.8	55.5	51.0	53.2	52.8	54.4	45.2	48.9	53.1	59.6	56.5	56.4
ADIN/TN(%)	15.2	15.5	15.5	16.0	19.5	15.3*	20.8	30.8*	14.7	16.6	18.7	18.6
VBN/TN(%)	8.4	6.5	6.5	6.2	6.4	6.2	5.4	5.8	6.7	6.9	8.2	6.1
pH	4.8	4.8	5.2	4.9	4.9	4.8	5.1	4.8	5.0	4.8	4.9	4.9
乳酸(DM%)	2.71	2.95	2.16	2.12	3.00	2.53	1.60	2.50	3.00	2.88	3.95	2.11
酢酸(DM%)	1.04	1.21	0.99	0.96	1.34	1.16	0.68	0.80	1.31	1.25	1.17	0.70
酪酸(DM%)	1.15	0.34	0.13	0.17	0.28	0.29	0.04	0.11	0.24	0.82	0.15	0.16
総酸(DM%)	4.96	4.50	3.28	3.25	4.61	3.98	2.32	3.42	4.43	4.68	5.27	2.97
Vスコア(点)	71	86	93	92	86	88	97	94	93	82	93	93

注) *:p<0.05で有意

イレージの温度は気温の変化に連動して推移する傾向がみられた。貯蔵期間中のロール中心部最高気温は7月12日測定の外気温27.1℃のとき、黒色フィルム32.5℃、白色フィルム30.0℃であった。

試験2 遮光シート利用による品質の低下防止

1 サイレージの飼料品質

遮光シート被覆の有無別に調査したラップサイレージの飼料品質を第2表に示した。

酪酸含量は遮光区が無遮光区と比べてやや高い傾向がみられた。酪酸含量は貯蔵期間が長くなると両区とも増加する傾向がみられた。VBN/TNは遮光シートの処理間に一定の傾向は見られなかったが、貯蔵期間が長くなると増加する傾向がみられた。しかし、いずれも10%以下の含量であり、良質なものであった。Vスコアは3カ月間貯蔵で全体サンプルの遮光区は87点に対し、無遮光区の82点より5点ほど高い結果を得た。6カ月間貯蔵では遮光区は83点で、無遮光区は79点であり、貯蔵期間が長くなると、Vスコアは低下した。

2 熱変性蛋白質割合と廃棄率

熱変性蛋白質指標としてのADIN/TNは、処理間及び貯蔵期間に差がなく、一定の傾向がみられなかった。サイレージの廃棄率は3カ月間貯蔵では処理間に差はないが、6カ月間貯蔵になると無遮光区が3.82%、遮光区は1.42%であり、遮光区が無遮光区より低い傾向がみられた。廃棄部分はトワイン周辺のカビとロール上表面の褐変化した部分であった。

3 ラップサイロ内部温度の経時変化

ラップサイレージに及ぼす外部環境の影響を明らかにするため、気温とラップサイロ中心部及びサイロ上部の

温度変化の推移を第2図に示した。ラップサイロ中心部の温度は、調製直後から20日間は遮光区の方が無遮光区よりも約2~5℃低いが、その後は遮光区の方が無遮光区よりも約3℃高く推移した。

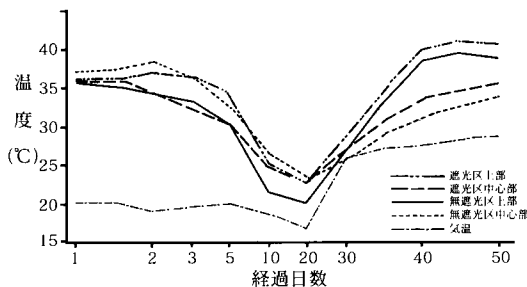
ラップサイロ上部の温度は調製直後から20日間は遮光区の方が無遮光区よりも約5℃高く、その後は無遮光区より約2℃高く推移する傾向がみられた。貯蔵期間中の最高温度は、7月18日に測定した気温29.1℃の時に遮光区中心部36.2℃、無遮光区中心部33.7℃、遮光区上部43.9℃、無遮光区上部41.4℃であった。

考 察

1 ストレッチフィルムの色と飼料品質の関係

フィルムの色とサイレージの飼料成分との関係では水分とADIN/TNに差が認められた。水分含量は黒色フィルムが白色フィルムよりも低く、ADIN/TNは黒色フィルムが白色フィルムより高くなっており、この傾向はサイロ上表面の6カ月貯蔵区で顕著に現れた。この結果をサイロ内温度と関連づけて考えると、発酵終了後のサイロ内温度は黒色フィルムの方が白色フィルムより高いことから、黒色フィルム内サイレージの乾燥や水分移動が白色フィルムより進んだ⁸⁾と推察される。特に、サイロ上表面は直射日光をダイレクトに受けるため、飼料成分含量の差が顕著に現れたと考えられる。温度が40℃を越えると乾物損失が多くなり、50℃を越えると蛋白質は熱変性し、この熱変性した蛋白質が繊維と結合することから、ADIN/TNはヒートダメージの指標となる⁹⁾。ヒートダメージを受けるとCPの消化率が著しく低下し、TDNにまで影響を及ぼすことが知られている²⁾。今回の試験結果から、ヒートダメージは直射日光が当たるサイロ上表面から5cmの範囲で影響を受けていると考えられる。また、直射日光が当たる南側面部分についても同様に影響を受けていることが推察される。

ラップサイロの内部温度は調製後2週間程で約28℃から徐々に約19℃まで低下した。この期間のサイレージの温度は白色フィルムのほうが黒色フィルムより2~3℃高く推移した。調製後3週間以降は気温の変化に連動してサイロの内部温度も推移し、黒色フィルムの方が白色フィルムより高く推移した。このことは、黒色フィルムは



第2図 遮光シートの利用とラップサイロ中心部温度の経時変化

第2表 イタリアンライグラスラップサイレージの遮光シートの有無と飼料品質の関係 (平成6年~7年)

採取部位 処理区 保存期間	全 体				上 表 面				上 部			
	無遮光区		遮 光 区		無遮光区		遮 光 区		無遮光区		遮 光 区	
	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月	3カ月	6カ月
水分(%)	62.2	66.2	63.6	64.7	59.9	66.3	55.5	63.5	62.5	66.2	63.1	65.6
ADIN/TN(%)	7.5	5.7	6.6	5.4	7.1	6.5	8.9	5.6	7.2	6.0	6.8	5.8
VBN/TN(%)	6.7	7.4	6.5	6.7	6.3	9.7	5.3	7.1	6.4	7.5	6.7	7.6
pH	4.6	4.8	4.7	4.7	4.6	5.0	4.7	4.9	4.7	4.8	4.7	4.7
乳酸(DM%)	4.36	4.12	4.53	3.71	4.83	3.50	4.55	3.79	4.13	3.86	3.50	3.76
酢酸(DM%)	0.57	0.56	0.67	0.68	0.71	0.59	0.56	0.82	0.61	0.41	0.58	0.66
酪酸(DM%)	0.65	0.86	0.52	0.71	0.50	0.88	0.25	0.65	0.77	0.66	0.55	0.60
総酸(DM%)	5.57	5.56	5.66	4.95	5.89	4.97	5.36	5.14	5.32	4.94	4.52	5.04
Vスコア(点)	82	79	87	83	90	80	91	85	84	84	87	83
廃 棄 率	0.55	3.82	0.67	1.42								

注) 廃棄率は現物全重量に対する廃棄量の割合

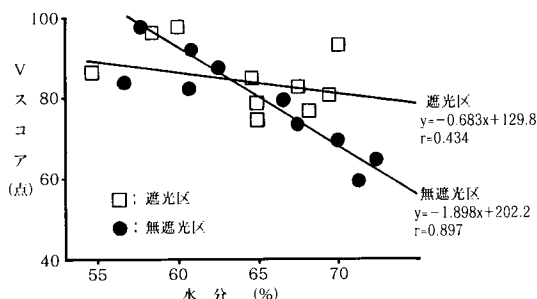
白色フィルムより、日光の熱を良く吸収するため、発酵が終了した2週目以降は黒色フィルムの方が白色フィルムよりサイロ内温度が高く推移したと考えられる。関東地域の夏期高温期における永年牧草2番草でのラップサイロのフィルムの色と表層部の温度を測定した試験³⁾では、直射日光が最も当たるフィルム表面温度は黒色で72℃に達し、白色とは15℃以上の温度差があり、表層に近いほど日射や外気温の影響を受け、ラップサイロの内部温度の日変動は激しくなることを報告している。また、関東・東海地域での報告²⁾では黒色フィルムの表面温度は70℃以上あり、表層から5cmの深さで50℃を越え、6月頃の1カ月程度の貯蔵においても、日射の当たる表層部分は褐変するとされている。サイロ内温度は発酵終了後は気温の上下に連動して推移しており、容量の小さなラップサイロは従来の定置型サイロより気象の影響を受け易い調製方法である⁷⁾。このため、ラップサイロの貯蔵期間が長期に及ぶと品質に影響を受けやすいと考えられる。これより、気温の影響を受けやすい黒色フィルムは飼料成分含量に白色フィルムと差がないと仮定しても、その消化性すなわち家畜の利用率は白色フィルムに比べ著しく劣ると考えられる。Vスコアに基づく品質の格付けは、黒色フィルムが良、白色フィルムが良〜可で、両フィルムともに家畜への給与に問題のないレベルのものであった。

これらのことから、サイレージ発酵自体については、フィルムの色は少ないが、黒色フィルムは熱の吸収が大きく、夏期の高温条件下でのヒートダメージを大きく受けることから、夏期の長期保存を考える場合、白色フィルムが適しているといえる。

2 遮光シートによる飼料品質低下の防止

発酵品質は全体サンプルのVスコアで比較すると、3カ月貯蔵、6カ月貯蔵共に遮光区の方が無遮光区よりも良い結果を示した。

ラップサイレージの発酵品質は水分含量と関係が深く、ラップサイロは水分を40%程度で調製すれば、発酵品質の良いサイレージとなり、発酵品質の劣化はほとんどなく、6カ月程度の長期貯蔵も可能である。しかし、65%の水分で調製した場合は期間の長期化とともにVBN/TN及び酪酸の増加がみられ、3カ月程度で発酵品質が低下し始めることが報告されている¹⁾。本報では遮光シートの有無が発酵品質に与える影響をみるため、2年間の試験成績について、X軸にラップサイレージの水分含量を、Y軸にVスコアを示し、保存期間に関係なくロール毎に



第3図 遮光シートの有無によるラップサイレージの水分含量とVスコアの関係

プロットして関係を検討したものを第3図に示した。無遮光区ではラップサイレージの水分含量が増えるに従いVスコアはほぼ直線的に低下した。同様に、遮光区では水分含量の増加に伴いVスコアは低下するが、その傾きは無遮光区に比べると緩やかであった。また、廃棄率は遮光区に比べると無遮光区のほうが多いことから、遮光シートは品質の低下防止に効果があったと考えられる。

ロールペールサイレージ用ストレッチフィルムの性能評価⁶⁾によると、高品質サイレージの調製においてサイロに要求される最も重要な機能は長期間にわたる安定した気密性である。フィルムは屋外で長期間にわたって高い気密性を保持出来る性能が必要とされる。外気温が高くなると表面温度が80℃を超える場合もあり、紫外線等によるフィルムの劣化が考えられる⁶⁾。遮光区のVスコアが無遮光区よりも高かったことを、フィルム表面温度と、発酵品質と関連づけて考えると、直射日光がシートにより遮られることでストレッチフィルムの劣化が防止されたのではないかと考えられる。さらに、シートを被覆することで、ラップサイレージが受ける天候の影響を緩和し、風雨の浸入等を防止したと推察される。本報ではシートの被覆はラップサイロ表面全体を完全被覆したが、密着させると熱が内部にこもり、サイロ上表面では40℃を越える現象がみられたため、サイロ内部の熱がこもらない方法で被覆すべきである。ラップサイレージは従来の定置型サイロに比べ、省力化が図られ、天候の変化に対応でき、調製が簡便である。しかし、調製方法はロールした後にストレッチフィルムで密封しただけで非常に簡易である。さらに、容積が小さく、表面積が大きいため、調製後は天候の影響を受けやすい特徴をもつ。このため、西南暖地の強い直射日光下での夏期に保存するラップサイレージの品質を保持するには、暑熱の影響による表層面の変質防止対策や、天候の影響を緩和することが必要と考えられる。

品質低下防止策としてはヒートダメージを少なくするために、フィルムの色は白色の使用が望ましく、フィルムの劣化防止のために直射日光をシートで遮ることが有効と考えられた。

引用文献

- 1) 馬場武志・太田 剛・大石登志雄 (1997) イタリアンライグラスラップサイレージの発酵品質に及ぼす材料草の水分、刈取りステージ及び貯蔵場所・貯蔵期間の影響. 福岡県農総試研報 16 : 117 - 120.
- 2) 糸川信弘・本田善文・加藤明治 (1992) ロールペールサイレージ体系の現状と課題. 畜産の研究 46(2) : 263 - 270.
- 3) 糸川信弘・本田善文・小林亮英 (1995) ラップサイロの特性および調製貯蔵条件と発酵品質. 日草誌 40(4) : 478 - 487.
- 4) 自給飼料品質評価研究会編 (1994) 粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地協会, 東京 : pp82 - 87
- 5) 前田良之・岡本明治・吉田則人 (1988) ビッグペール乾草調製時におけるヒートダメージについて. 日草

- 誌 **34(3)** : 193 - 201.
- 6) 萬田富治・村井 勝・山崎昭夫・鶴川洋樹 (1991) ロールベールサイレージ用ストレッチフィルムの性能評価. 畜産の研究 **45(6)** : 715 - 723.
- 7) 萬田富治 (1994) ロールベールサイレージシステムの基本と実際. 酪農総合研究所, 札幌市 : pp47.
- 8) 野中和久・名久井忠 (1997) 低水分ロールベールラップサイレージの簡易評価法. *Grassland Science* **42(4)** : 364 - 368.
- 9) 大原久友・高野信雄 (1971) 放牧・乾草・サイレージ. 明文書房, 東京 : pp115.