

6 特産品を生かした餌作り（第二報）

○磯田加奈子 平間俊吾

要 約

牛の粗飼料として野草を利用する八丈島において、秋～冬季の野草の質・量確保を目的として、廃棄されるアシタバ花茎部を利用したサイレージの調整方法を検討した。平成20年度に試みたアシタバサイレージ調整方法の問題点を踏まえ、今回は容器及び添加物等の変更を行い品質、作業量及び費用について比較した。TMR 飼料輸送用のフレキシブルコンテナバッグ（再生品）を容器として、細断したアシタバ花茎部 160kg 及びフスマ 20kg に対し市販のサイレージ用生菌剤 6g を添加、踏込、密封し 87 日後に開封・調査した。嗜好性、官能検査及び栄養価は良好で、品質の点で問題はなかった。調整及び給与の作業量は軽減された。生菌剤の購入及びフスマの割合増（2%→11%）によって調整費用は上昇したが、フスマ割合の抑制により費用低減可能と考えられた。今回の調整したサイレージの問題点として、調整に要する労働力を夏季に集中的に確保することが困難であることが挙げられた。

八丈島は東京南方海上 287km 南方に位置し、面積 69.11 平方 km、黒潮暖流の影響を受けて海洋性気候を呈する離島である。年平均気温平年値 17.8℃で冬暖夏涼、年降水量平均値 3,202mm 及び年日照時間平均値 1,398 時間と雨が多く快晴日数が少ない。¹⁾ 農業全般が盛んで、花き園芸品や特産品であるアシタバ等の農作物生産のほか、畜産業としては酪農 1 戸 9 頭、肉用子牛生産 5 戸 25 頭が営まれている（表 1）。牛用飼料は海上輸送のコストがかかり内地に比較して割高となるため、

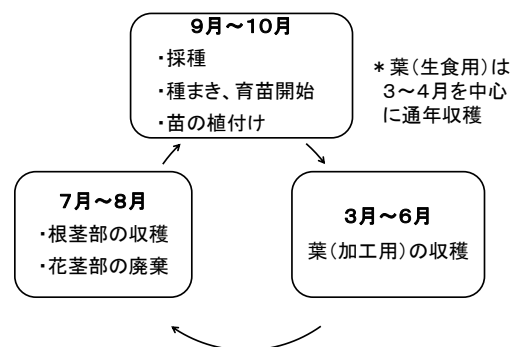
畜産農家は粗飼料として島内で自生または半栽培の野草を主に利用し、不足分を補うため一部購入粗飼料を利用している。

セリ科シシウド属のアシタバは作付面積で 35ha、島内経営耕地の 10%以上を占める作物で²⁾、一部には若芽を生食用として利用するが、生産量の多くは健康食品等の原料（葉および根）として加工用に出荷される。一般的なアシタバの栽培スケジュールでは、9 月頃から苗を植え付け、翌年の 3 月頃より芽・葉を収穫し、8 月前後には根茎

表 1 八丈島における牛飼養状況

	戸数・頭数	粗飼料	濃厚飼料
酪農	1戸 搾乳牛9頭	・主に野草(生草) ・補助的に牧草購入 (オーツ、 アルファルファ)	独自指定の 配合飼料
肉用子牛 生産	5戸 繁殖雌牛 (計)25頭	・主に野草(生草) ・補助的にハチジョウ ススキ等の飼料作物 を栽培	フスマ 庄べんとうモ ロコシ 豆腐かす 等

図 1 アシタバ栽培の年間スケジュール



を掘り上げて出荷し花茎部は廃棄される（図1）。

平成20年度（以下「H20」）、南波らは肉用子牛生産農家1戸と協力して花茎部を利用したサイレージ調整を試みた³⁾。このサイレージの品質は良好なものであったが、作成に用いた容器の形状のため給餌時の作業負担が大きいこと、事前発酵液を用いた製法により水分が多いという問題点があった。

平成28年度（以下「H28」）、子牛生産農家1戸と酪農家1戸からアシタバサイレージの調整方法の検討について家畜保健衛生所八丈支所（以下「当支所」）に協力依頼があった。これを受け作業負担の軽減と事前発酵液に頼らない調整法を提案し試作に協力したので、その結果をH20と比較し報告する。

材料および方法

1 材料

アシタバ160kg、フスマ20kg（全体の11%）に対し市販生菌剤6gを添加した。容器はTMR飼料輸送用容器の再利用品で、内側ビニール貼りのフレキシブルコンテナバッグ（以下「フレコンバッグ」）を用いた。生菌剤は乳酸菌を主体としたサイレージ用生菌剤「ロールの達人」（株式会社バイオエンジニアリング）を用いた。そのほか、電動のチップパーとチェーンブロック等の機材を使用した。なおH20においては、アシタバ617kg、フスマ14kg（全体の2%）に対し事前発酵液（アシタバ、砂糖、食酢等）を添加し、容器は桶状のステンレス製容器であった（表2）。

2 方法

1) サイレージの調整

アシタバ花茎部は収穫が早すぎると根茎の品質に影響するため、根茎の収穫日の1～2日前に手

作業で3節ほど（下から50cm前後）を残して収穫し、2日間陰干しした（いか「予乾」）。予乾後の花茎部をチップパーで1～2cm長に裁断し、フレコンバッグに裁断片とフスマ、生菌剤を混入しながら詰め、踏み込んで密着させてから密封して風通しの良い日陰に保管し発酵させた。発酵期間は7月19日から10月14日の87日間であった。

2) 評価方法

①官能等による評価：牧草サイレージ品質判定基準（北海道農業試験場）⁴⁾のうち、官能等で評価を行う項目（水分、pH、色沢、香美、触感）について評価を行った。

②成分分析：水分、粗たん白質（CP）、粗脂肪（EE）、粗繊維（CF）、中性デタージェント繊維（NDF）、粗灰分、pH、クエン酸、乳酸、酪酸、プロピオン酸、イソ酪酸、n-酪酸、硝酸態窒素について、家畜保

表2 材料

	H20調整	H28調整
アシタバ花茎部	617 kg	160 kg
フスマ	14 kg (2%)	20 kg(11%)
合計	631 kg	180 kg
添加物	事前発酵液	生菌剤
容器	ステンレス製の桶	フレコンバッグ

表3 成分分析項目及び方法

項目(略称)	方法
水分	加熱減量法
粗たん白質(CP)	ケルダール法
粗脂肪(EE)	ジエチルエーテル抽出法
粗繊維(CF)	ろ過法
中性デタージェント繊維(NDF)	デタージェント分析法
粗灰分	直接灰化法
pH	電極法
クエン酸 乳酸 酪酸 プロピオン酸 イソ酪酸 n-酪酸 硝酸態窒素	イオンクロマトグラフィー分析法

健衛生所肥飼料検査センターにて分析した。分析方法は表3に示した。

③**栄養価**：乾物(DM)、可溶無窒素物(NFE)、可消化養分総量(TDN)、可消化エネルギー(DE)、代謝エネルギー(ME)、可消化粗蛋白質(DCP)、非構造性炭水化物(NFC)について算出した。消化率については、日本標準飼料成分表(2009年版) トウモロコシサイレージ(未熟期・全国)の値を用いた⁵⁾。

④**フリーク評点**⁶⁾：有機酸(乳酸、酪酸、酢酸)の比率による評点を行った。

結 果

1 官能等による評価

87日間の発酵期間の後に開封したサイレージ完成品の色沢は花茎部は黄緑色、フスマ部分は薄い茶色となり、さらとした触感であった。酸臭および芳香があり刺激臭は感じなかった。ただし、フレコンバッグの数か所に穴があき、その付近は黒く変色してウジがわいたため周囲ごと取り除いた。牧草サイレージ品質判定基準(北海道農業試験場)⁴⁾の項目の一部にならって評価すると、pHはB、色沢B、香味B、触感はAと高評価、水分量は82.6%と高いためDと低評価であった(表4)。牛に与えたところすぐ興味を示して食べ始め、嗜好性は良好であった。

2 成分分析

成分分析についてのH28とH20調整サイレージを比較した。一般成分値は、水分、CP、EE、NDF及び粗灰分について、原物値(表5)と乾物値(表6)を示した。有機酸組成については乾物値(表7)を示した。硝酸態窒素(表7)はH28で15.3ppmであった(H20は測定せず)。

表4 官能等による評価

	判定	段階
水分	82.6%	D
pH	4.3	B
色沢	黄緑色	B
香味	甘酸臭	B
触感	さらっとしている	A

牧草サイレージ品質判定基準(北海道農業試験場)による。A~Eの5段階評価で良質なほどAに近い。

表5 組成(現物値)およびpH

分析項目	H20調整 (%)	H28調整 (%)	(参考) アシタバ生草	(参考) フスマ
水分	84.6	82.6	83.6	13.2
CP	1.4	2.4	0.8	15.7
EE	0.6	0.8	0.5	4.3
CF	3.7	3.7	4.0	9.5
NDF	6.0	7.6	5.9	37.0
粗灰分	1.3	1.4	1.6	5.0
pH	(pH3.8)	(pH4.3)	-	-

表6 組成(乾物値)

分析項目	H20調整 (%)	H28調整 (%)	(参考) アシタバ生草	(参考) フスマ
水分	0.0	0.0	0.0	0.0
CP	9.2	13.7	5.0	18.1
EE	3.8	4.8	2.9	4.9
CF	24.3	21.3	24.5	10.9
NDF	39.1	43.7	36.0	42.7
粗灰分	8.4	8.3	10.0	5.9

表7 有機酸(乾物値)、フリーク評点、及び硝酸態窒素

	単位	H20調整	H28調整
クエン酸	ppm	4310	13200
乳酸	ppm	67500	94300
酢酸	ppm	19900	17500
プロピオン酸	ppm	ND	455
イソ酪酸	ppm	ND	1730
n-酪酸	ppm	ND	ND
フリーク評点	点	94	98
硝酸態窒素	ppm	-	15.3

3 栄養価

トウモロコシサイレージの消化率を用いて算出した栄養価（表8）を示した。

4 フリーク評点

有機酸組成から算出したフリーク評点は、H20が94点、H28が98点であった（表7）。

考 察

1 組成

計画段階では、試験区を3区とし、実際に調整した区のほか、生菌剤を添加しない区およびフスマの混合率を全体の2%（H20と同率）に区を試作し比較する予定であった。実際には当日の豪雨のため1区のみを試作となり、生菌剤使用とフスマ混合率変更がサイレージ品質に与えた影響について比較はできなかった。水分含量はH28：82.6% H20：84.6%と大きな差はなく、生菌剤の使用とフスマ混合率の増加（11%）が水分調整へ与えた効果は、顕著には認められなかった。フレコンバッグにあいた穴が、完成品の水分量に影響を与えた可能性も考えられた。pHは早く低下することにより酪酸生成を抑制し乳酸生成を促すため、良好なサイレージの品質としては4.2以下が望ましいとされるが⁷⁾、H28はpH4.3とやや下がりきらなかった。一般組成値での比較では、H20に比べH28ではCP、EE、NDFなどが高かったが、フスマ混合率の差が反映されたと思われる。

有機酸組成は、乳酸が高く酪酸が低いほうが品質が良いとされる⁷⁾。H28では乳酸が高かった一方で、低値ではあったが酪酸が検出された。事前発酵液添加では最初からpHが低いため酪酸生成が抑制されるが、生菌剤添加では乳酸が生成されてpHが下がるまで時間がかかるためと考えられた。

フリーク評点ではH20、H28ともに高評価であったが、H28は生菌剤（乳酸菌主体）の添加が評価に影響を及ぼした可能性は否定できなかった⁸⁾。化学分析によるサイレージ評価法の一つであるVスコア法⁶⁾については、成分分析項目にアンモニア態窒素含量を含めなかったため算出出来ず、今後の検討課題となった。硝酸態窒素は、通常の給与量では問題ない値であった。

2 栄養価

栄養価については、TDN、DEおよびMEはH20とH28で大きな差は認められなかった。DCPはH20の5.52%に比較してH28では8.22%と高く、NFCはH20の39.5%に比較してH28では29.5%と低くなり、フスマ混合率の変更を反映したと思われる。

表8 栄養価(乾物値)

栄養価	単位	H20調整	H28調整
DM	%	100	100
NFE	%	54.3	51.9
TDN	%	63.3	64.0
DE	Mcal/kg	2.79	2.82
ME	Mcal/kg	2.34	2.37
DCP	%	5.52	8.22
NFC	%	39.5	29.5

DCP = CP × CPの消化率

NFC = 100 - (NDF + CP + EE + 粗灰分)

* 消化率については、日本標準飼料成分表(2009年)トウモロコシサイレージ(未熟期・全国)の値を使用。

表9 飼料計算

条件① 肉用繁殖牛 体重400kg、泌乳量3kg/日 乳脂率4.0%
条件② 乾物摂取量(DM) 体重比3~4%
条件③ TDN,CP充足率 120%以上

給与飼料	DM (%)	TDN (%)	CP (%)	NFC/NDF
ハチジョウススキ(8月) 42kg	3.43	197.7	120.1	0.184
ハチジョウススキ(11月) 40kg	3.22	185.2	120.7	0.145
ハチジョウススキ(11月) + 35kg アスタバサイレージ 5kg	3.04	176.3	122.3	0.171

3 NFC/NDF 比

NFC は主として糖、澱粉、ペクチン等を含むのに対し、NDF は総繊維を示す数値でセルロース、リグニン、ヘミセルロース等を含む。繊維中の NFC/NDF 比は牛のボディコンディションや乳成分に影響が大きいとされており、この比が高いと肥満、ルーメンの pH 低下、無脂固形分 (SNF) や乳蛋白の上昇、乳脂肪率低下、乳量増加等の影響があり、低いと反対の影響があるとされる⁹⁾。

平成 19 年に当支所では八丈島の代表的な粗飼料であるハチジョウススキについて成分値季節変動調査¹⁰⁾を実施しており、今回このデータを活用して H28 作成サイレージを補助的に利用するための飼料計算を行った。対象牛は肉用繁殖牛、体重 400kg、泌乳量 3kg/日、乳脂率 4.0%と仮定し、乾物摂取量が体重比 3~4%、TDN 及び CP の充足率が 120%以上という条件を満たすよう算出した (表 9)。8 月にハチジョウススキのみを与えた場合は 42kg の給与が必要であり、NFC/NDF 比は 0.184 となった。11 月には成分値が変化するため必要な給与量は 40kg と少なくなるが、NFC/NDF 比は 0.145 に下がった。11 月のハチジョウススキのうち 5kg をアシタバサイレージに置き換えると、条件を満たしながら NFC/NDF 比は 0.171 まで改善された。

購入粗飼料の割合が小さい八丈島の農家において、アシタバサイレージに置き換えると、条件を満たしながら NFC/NDF 比は 0.171 まで改善された。購入粗飼料の割合が小さい八丈島の農家において、アシタバサイレージを補助的に利用することにより、生草の成分値季節変動が牛の栄養状態や乳質、乳量等に与える影響を小さくできると考えられた。

4 費用

1 t 当たり調整費用を算出すると、H20 : 1,765 円、H28 : 8,459 円となった。費用の差は主にフスマ

の混合率に由来し、生菌剤使用によるものではなかった (表 10)。フスマの混合率を上げることで栄養価は上昇するが、費用面を考慮すると混合率についての検討も必要と思われた。また、使用したサイレージ用生菌剤は送料込みで 25t 分 4,000 円であり、購入時で使用期限まで 2 年の余裕があったため 3 年間にわけて使用することも可能だが全体の調整量によっては無駄が出ることも考えられた。

5 作業負担の軽減

H20 においては桶状のステンレス製容器 (容量約 800L、深さ約 1m) の中に入ってサイレージを搬出する必要があり、給与作業の負担が大きかった。H28 はフレコンバッグを用いたため内容物の取り出しが容易になり負担は大幅に軽減された。ただし再生品であるフレコンバッグに穴があき部分的に品質に影響を与えたため、調整作業前の容器のチェックが不可欠と思われた。また市販生菌剤の使用により、事前発酵液の作成作業が省略できた。調整にかかった作業時間を算出したところ、H20 は 637kg で延べ 27 時間、H28 は 180kg でのべ 21 時間であった (表 11)。1kg 当たりに換算すると H20 は 0.04 時間、H28 は 0.12 時間であったが、H28

表 10 調整費用 (1t 当たり)

	H20調整	H28調整	算出根拠 (島内価格)
フスマ	20kg (重量比2%) 1490円	110kg (重量比11%) 8195円	・フスマ20kg/袋 1490円
添加物	事前発酵液 ・砂糖(800g) 200円 ・食酢(230mL) 75円	生菌剤(33g) 264円	・砂糖260円/kg ・食酢150円 /500mL ・生菌剤 4000円/500g
合計	1765円	8459円	

は刈り取りの段階では3試験区分の量を刈り取ったこと、調整日に豪雨による中断があったこと、6名で1袋の調整は作業効率が悪かったことが原因と考えられた。

算出した作業時間をもとに、地域で協力して行うサイレージ調整のモデルを作成した(表12)。今回作業したM地区には農家4戸6人、24頭の搾乳牛または肉用繁殖牛がおり、6人が2時間で約600kgの原材料を収穫し、2日間乾燥した後に2時間かけて調整すれば、4日間に1人あたり4時間の労働で600kgのサイレージを作成できる計算となった。

6 課題

地域で協力してサイレージを調整することで特産品を畜産に生かすことは可能だが、夏季の労働力の確保が課題となる。子牛生産農家は、アシタバ、切葉、観葉植物等との兼業が多く、夏季は繁忙期にあたる。また酪農家は毎日の搾乳作業に加えて当日分の粗飼料の草刈り等があり、数日おきといってもサイレージ調整のため1日に2時間の作業時間を確保することは容易ではない。また、サイレージ用生菌剤の販売単位・使用期限の問題があるが、これは調整量を増やすことが出来れば解決する。

今後アシタバ花茎部を利用したサイレージの作成を行う場合、今回出来なかったフスマの混合率の増減による水分調整効果、発酵への影響等が検討課題である。支所としては、小規模であるがゆえに農家との距離感が近くコミュニケーションが取りやすい利点を生かし、今後もきめ細かい指導を行って行きたい。

表11 作業時間

	H20調整	H28調整
事前発酵液作成	1名 × 2時間 (発酵期間2日間)	—
アシタバ収穫 (刈り取り、運搬、予乾)	617kg 2名 × 4時間 1名 × 5時間 (1名あたり56kg/h) 予乾2日間	約500kg 3名 × 2時間 3名 × 1時間 (1名あたり55kg/h) 予乾2日間
サイレージ調整 (細切、混合、踏込、密封)	4名 × 3時間	6名 × 2時間 * 雨による中断含む
合計	延べ27時間(637kg)	延べ21時間(180kg)

表12 作業モデル

M地区 ・酪農業 1戸(従業員3名)
搾乳牛 9頭 育成牛 2頭
・肉用子牛生産 3戸3名
繁殖牛 15頭 育成牛 3頭



1クール(4日間、作業時間4時間/1人で600kg)
のサイレージ調整が可能

引用文献

- 1) 東京都八丈支庁：事業概要 平成 28 年度版 3-6
- 2) 八丈町：東京都八丈町勢要覧「はちじょう 2015」 資料編 2-3 (2015)
- 3) 南波ともみ：平成 20 年度東京都家畜保健衛生所業績発表会集録 5-8 (2009)
- 4) 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 農業研究本部：牧草サイレージ品質判定基準 (改訂版)
https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/shingi_jutsu/7/0712.htm
(2017年12月5日)
- 5) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 編：日本標準飼料成分表 (2009年版)

- 6) 日本草地教会：粗飼料の品質評価ガイドブック 自給飼料品質評価研究会編(1994)
- 7) 高野信雄・安宅一夫監修：サイレージバイブル (1985) 96
- 8) 雪印種苗株式会社：畜産技術情報ゆきたねねっと 粗飼料分析項目について
<http://livestock.snowseed.co.jp/public/7c9798fc6599/7c9798fc659952066790-1/7c9798fc659952066790306e980576ee306b306430443066> (2018年2月5日)
- 9) 酪農総合研究所：技術シリーズ 資料編 飼料分析表の見方(Ⅱ) (1998)
<http://www.rakusouken.net/series/pdf/102.pdf> (2017年12月5日)
- 10) 磯田加奈子：平成19年度東京都家畜保健衛生所業績発表会集録 5-9 (2008)