

イネツトムシ(*Parnara guttata*)の食害を受けたイネ(*Oryza sativa*)で調製したホールクロップサイレージの飼料特性

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	松山, 裕城 塩谷, 繁 細田, 謙次 額爾敦, 巴雅爾 石川, 哲也 石田, 元彦
巻/号	59巻1号
掲載ページ	p. 33-37
発行年月	2013年4月

イネツトムシ (*Parnara guttata*) の食害を受けたイネ (*Oryza sativa*) で調製したホールクロップサイレージの飼料特性

松山裕城*・塩谷 繁・細田謙次・額爾敦巴雅爾・石川哲也¹・石田元彦^{1,2}

畜産草地研究所 (329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768)

¹ 中央農業総合研究センター (305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1)

² 現在: 石川県立大学 (921-8836 石川県野々市市末松 1-308)

受付日: 2012年5月25日/受理日: 2012年9月26日

キーワード: イネホールクロップサイレージ, 食害, 飼料特性.

Feed Characteristic of Rice Plant (*Oryza sativa*) as Whole Crop Silage with Insect Damage by Straight Swifts (*Parnara guttata*)

Hiroki Matsuyama*, Shigeru Shioya, Kenji Hosoda, Bayaru Eruden, Tetsuya Ishikawa¹ and Motohiko Ishida^{1,2}

NARO Institute of Livestock and Grassland Science, 768 Senbonmatsu, Nasushiobara, Tochigi 329-2793, Japan

¹ NARO Agricultural Research Center, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan

² Present address: Ishikawa Prefectural University, 1-308 Suematsu, Nonouchi, Ishikawa 921-8836, Japan

Key words: Feed characteristic, Insect damage, Whole crop rice silage.

緒 言

現在, 飼料用途のイネ (飼料イネ) は, 休耕田や転作田で生産可能な飼料として普及が進められている (吉田 2004)。その飼料イネの栽培における課題のひとつに, イチモンジセセリ (*Parnara guttata*) の幼虫 (イネツトムシ) による食害が挙げられる。イネツトムシは大きいもので 40mm に達する紡錘型のイモムシで, 昼間は数枚の葉をまとめて綴った「苞 (つと)」に潜み夜間に這い出て葉を食害する (平井 2003)。その被害は, 出穂前後が最盛期となるため収量に及ぼす影響も大きく, 特に葉色が濃く葉が軟らかくなる品種, 多肥栽培および晩期栽培のイネで被害が多い (平井 2003)。したがって, 収穫期間を分散するための晩生品種の利用や高収量を目指して多肥栽培を実施する飼料イネにおいて, その被害に遭う可能性は高い。

2004年に千葉県香取郡干潟町 (現在の旭市) で実施した飼料イネ栽培試験の圃場においてイネツトムシによる被害が発生し, その収量が著しく減少した。これは, 周辺圃場で栽培されていた食用品種 (「コシヒカリ」, 「ふさおとめ」等) より晩生の飼料用品種を用いたこと, 周辺圃場では航空防除を実施しており, 除外された試験圃場に被害が集中したことなどが理由として考えられる。飼料イネの栽培においては, 低コストを実現するため可能な限り農薬の散布を抑えることや使用できる農薬も食用のイネとは異なり限定されている

(日本草地畜産種子協会 2012) ことから, 実際に様々な地域でイネツトムシの被害が見受けられる。

そこで本研究では, 2004年に干潟町の試験圃場においてイネツトムシにより食害を受けた飼料イネ (食害イネ) を対象に, その収量や食害イネで調製したホールクロップサイレージ (WCS) の化学成分, 消化率および栄養価を測定し, イネツトムシの食害が及ぼす影響の一端を明らかにすることを目的とした。

材 料 と 方 法

1. 供試飼料

供試飼料の食害イネ (品種名「ホシアオバ」) は, 千葉県香取郡干潟町の栽培圃場において乾田直播 (2004年4月7日) で栽培後, 完熟期に達した10月2日にコンバイン型専用収穫機 (WB1010, タカキタ, 三重) によりロールバールサイレージに調製した。調製後約10ヶ月日に合計5個のロールバールを開封し, 消化試験等に供試した。

2. 食害イネの栽培成績

食害イネの栽培成績に関する調査は, 出穂期 (8月9日), 黄熟期 (9月14日) に実施した。調査は 80cm×3条の範囲を4箇所, 地際刈りして茎数, 穂数および乾物 (DM) 重量を測定した。

3. 食害イネ WCS の消化率, 栄養価および咀嚼行動

本研究の動物試験は, 畜産草地研究所動物実験指針に基づ

*連絡著者 (Corresponding author): mhiroki@affrc.go.jp

大要は日本草地学会第63回発表会 (2007年3月) において発表。

いて実施した。

供試動物にはホルスタイン種去勢雄牛4頭(平均体重449.6±9.2kg)を用い、温度20℃に設定した調温試験室内の個別ストールにスタンションで係留した。食害イネ WCS は開封後、飼料用カッター(D-25S, 山本製作所, 山形)で2cm程度に切断してから給与した。給与量は日本飼養標準・乳牛1999年版(農林水産省農林水産技術会議事務局1999)に基づいて維持に必要な代謝エネルギー(ME)量とし、日本標準飼料成分表2001年版(独立行政法人農業技術研究機構2001)に掲載のイネ(サイレージ, 黄熟期)の8.50MJ/kg DMを用いて算出した。また、繊維成分の消化性への影響を考慮して粗タンパク質(CP)含有率12%を超えるよう大豆粕を給与した(農林水産省農林水産技術会議事務局1999)。また、混合ミネラル剤(スーパーマグ100, 東洋電化工業, 高知)、混合ビタミン剤(ピタガードE20ペレット, ロシユ・ビタミン・ジャパン, 東京)および食塩(粉碎天然塩, 日塩, 東京)も、それぞれの要求量(農林水産省農林水

産技術会議事務局1999)を満たすように給与した。

消化試験の期間は予備期14日間、本期7日間の合計21日間とした。本期中には5日間の糞尿全量を回収する消化試験(松山ら2005)と2日間のフード式開放型呼吸試験装置を用いた呼吸試験(松山ら2005)を実施した。飼料、糞および尿の採取と分析、咀嚼行動の測定は、既報(松山ら2005)と同様に行った。

結果と考察

1. 栽培成績, 化学成分および発酵品質

食害イネの栽培成績, 食害イネ WCSの化学成分と発酵品質を表1に示す。過去の「ホシアオバ」の栽培成績によると、深川ら(2004)が長崎県で乾田直播栽培を2年間(2001年, 2002年)実施した際の収量は1455kg/10a, 1470kg/10a(いずれもDM換算, 黄熟期)であり、2002年の穂部重量は781kg/10aであった。また、前田ら(2003)が広島県で乾田直播栽培を7年間(1995年-2001年)実施した際の平均収

Table 1. Effects of insect damage on yield of rice plant and chemical composition and fermented quality of whole crop rice silage.

Item	Insect damage ^a	Normal ^b	
		Yellow-ripe stage	Full-ripe stage
Yield survey			
Heading stage (August 9)			
Dry matter weight (kg/10 a)	641	----	----
Number of panicles (N/m ²)	228	----	----
Yellow-ripe stage (September 14)			
Dry matter weight (kg/10 a)	1075	----	----
Number of panicles (N/m ²)	261	----	----
Panicle weight (kg DM ^c /10 a)	423	----	----
Straw weight (kg DM/10 a)	652	----	----
Chemical composition			
Dry matter (%)	27.7	39.0	41.0
Organic matter (% of DM)	78.8	85.4	85.7
Crude protein (% of DM)	7.0	5.8	5.4
Ether extract (% of DM)	2.2	2.4	2.6
Nitrogen free extracts (%)	45.3	51.2	53.2
Crude fiber (%)	24.3	26.0	24.5
Neutral detergent fiber (% of DM)	47.1	48.3	----
Non fibrous carbohydrates (% of DM)	22.5	28.9	----
Starch (% of DM)	15.7	----	----
Fermented quality			
pH	4.91	----	----
Lactic acid (% of FM ^d)	0.57	----	----
Acetic acid (% of FM)	2.91	----	----
Propionic acid (% of FM)	0.12	----	----
Butyric acid (% of FM)	0.57	----	----
VBN / TN e (%)	25.2	----	----

^a Insect damage whole crop rice silage was added urea liquid at the time of a silage preparation.

^b Standard Table of Feed Composition in Japan (2009).

^c Dry matter.

^d Fresh matter.

^e Volatile basic nitrogen/total nitrogen.

量は1720kg/10a（風乾物換算，完熟期），また穂数は258本/m²であったことを報告している。本研究の食害イネの収量は1075kg/10a（DM換算，黄熟期），穂部重量は423kg/10aであり，栽培地域や熟期等は異なるが過去の報告に比べて著しく低かったことから，イネツトムシによる被害の大きさがうかがえる。一方，食害イネの穂数は261本/m²であり，分けつにイネツトムシの食害が及ぼした影響は小さかったと考える。イネツトムシは通常，葉身のみを採食し，穂や稈を加害することは希であり，子実の減収主因は葉面積の減少による登熟阻害（吉沢1996）と考えられている。したがって，葉部の食害によって子実収量も減少してしまうことは，全植物体を利用するイネ WCS では被害の深刻さが増すと考える。

食害イネ WCS の OM 含有率78.8%は，日本標準飼料成分表2009年版（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構2009）に掲載の黄熟期のイネ（飼料用品種）に比べて6.6ポイント，完熟期のイネ（飼料用品種）に比べて6.9ポイント低かった。黄熟期の「ホシアオバ」の化学成分を分析した過去の報告（深川ら2004；細田ら2005；樋口ら2009）の OM 含有率はいずれも80%より高かった。上述した報告の多くは黄熟期であり食害イネの完熟期とは熟期が異なるが，8種類の品種・系統の飼料イネを熟期別に WCS に調製したIslamら（2004）の報告によると，黄熟期と完熟期の粗灰分含有率の違いは平均0.4ポイント（0.1-3.0ポイント）と大きくない。したがって，食害イネ WCS の OM 含有率が日本標準飼料成分表（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構2009）や過去の報告（深川ら2004；細田ら2005；樋口ら2009）に比べて低かったのは熟期の違いによる影響より，イネツトムシの食害によって同化器官である葉部が減少したことで光合成産物の生産が抑制されたこと，さらに子実部への転流が減った結果，子実部で粗灰分を多く含む初殻の割合が高まったことが主な原因と考える。さらに食害イネ WCS の粗繊維（CF）含有率は，日本標準飼料成分表2009年版の完熟期のイネ（飼料用品種）と比べて同程度であったが，可溶性無窒素物（NFE）含有率では7.9ポイント低かった。熟期は黄熟期と異なるが日本標準飼料成分表2009年版のイネ（飼料用品種）の非繊維性炭水化物（NFC）含有率と比較すると6.4ポイント，樋口ら（2009）の NFC 含有率とは6.7ポイント低かった。この食害イネの NFE や NFC が低かったことは，上述した葉部の食害によって光合成産物の生産が抑制されたことを裏付ける結果と考える。

また，食害イネ WCS はサイレージ調製時に DM 重量の1%に相当する量の尿素液を添加している。食害イネを栽培した地域では，カビの抑制を目的として尿素液を添加しており，その結果，食害イネ WCS の CP 含有率，揮発性塩基態窒素濃度が高まった。吉田（2002）によると1%の尿素添加では貯蔵性は高まるが繊維成分の消化性や栄養価の改善効果までは見込まれないため，本研究の食害イネ WCS に施した尿素処理では CP 消化率を除く各成分消化率や栄養価に及ぼした影響は小さかったと考える。

2. 消化率，栄養価および咀嚼行動

食害イネ WCS の各成分消化率，栄養価および咀嚼行動を表2に示す。なお，一部の成分消化率や栄養価については，日本標準飼料成分表2009年版に掲載の大豆粕の数値を基にした間接法により食害イネ WCS 単体の数値を算出した。

食害イネ WCS 単体の各成分消化率は，日本標準飼料成分表2009年版の完熟期のイネ（飼料用品種）に比べていずれも低く，その結果，可消化養分総量（TDN）では17.1ポイント低くなり，可消化エネルギーおよび ME は7割程度に留まる結果となった。黄熟期における日本標準飼料成分表2009年版のイネ（飼料用品種）や既報（深川ら2004；樋口ら2009）の「ホシアオバ」と比較しても，TDN は17.5-18.6ポイント低い結果となった。日本標準飼料成分表2009年版に掲載の稲ワラ（サイレージ）の TDN 含有率は42.1%，稲ワラ（乾草）が42.9%である。食害イネ WCS 単体の成分消化率，栄養価は間接法で算出しているため過小評価している可能性もあるが，大豆粕を含めた数値と比較しても稲ワラと同程度である。17点のイネ WCS を用いた消化試験成績を報告した深川ら（2007）によると，台風により株のほとんどが倒伏したことで生育障害による登熟不良のあった黄熟期の「クサノホシ」の TDN 含有率が40.6%であった。したがって，今回のようにイネツトムシによる食害やそれにとまなう生育不良を起こしたイネで調製した WCS では，収量だけでなく成分消化率や栄養価も著しく低下することが示唆された。

黄熟期の「ホシアオバ」の咀嚼行動を調査した樋口ら（2009）の報告によると，DM1kg 当たりの採食時間は16分，反芻時間は63分，総咀嚼時間は79分であった。食害イネ WCS と比較すると採食時間は一緒であったが，反芻時間，総咀嚼時間は17分長い結果となった。今回のイネツトムシによる食害においては，飼料の粗剛性に係わる CF や中性デタージェント繊維で示される構造的炭水化物の含有率が大きく減少することはなかったため咀嚼行動への影響は小さく，食害イネ WCS の粗剛性は維持されたと考えられる。

謝 辞

本研究の遂行にあたり，供試飼料の生産を若梅繁由氏が代表を務める農事組合法人「八万石」，中央農業総合研究センター業務科，供試動物の飼養管理を畜産草地研究所業務科の各諸氏に協力いただいた。試料分析は畜産草地研究所の長沢千榮氏に協力いただいた。心より感謝を申し上げます。

Table 2. Effects of insect damage on digestibility, nutritive value, and chewing activity of whole crop rice silage.

Item	Insect damage ^a		Normal ^b	
	WCRS ^c + Soybean meal	WCRS only ^d	Yellow-ripe stage	Full-ripe stage
Digestibility				
Dry matter (%)	43.9	----	----	----
Organic matter (% of DM ^e)	52.0	44.3	61	60
Crude protein (% of DM)	62.5	27.6	54	50
Ether extract (% of DM)	61.5	58.8	60	60
Nitrogen free extracts (% of DM)	54.8	49.5	66	66
Crude fiber (% of DM)	38.9	37.6	53	50
Neutral detergent fiber (% of DM)	34.9	----	----	----
Non fibrous carbohydrates (% of DM)	73.8	----	----	----
Starch (% of DM)	75.3	----	----	----
Nutritive value				
Total digestible nutrients (% of DM)	43.7	36.5	54.0	53.6
Digestible energy (MJ/DM kg)	8.96	6.95	9.96	9.89
Metabolizable energy (MJ/DM kg)	7.47	5.70	8.16	8.10
Chewing activity				
Eating time (min/DM kg)	16.4	----	----	----
Ruminating time (min/DM kg)	79.5	----	----	----
Chewing time ^f (min/DM kg)	95.9	----	----	----

^a Insect damage whole crop rice silage was added urea liquid at the time of a silage preparation.

^b Standard Table of Feed Composition in Japan (2009).

^c Whole crop rice silage.

^d Digestibility and nutritive value of only WCRS were indirectly computed from the values of soybean meal in Standard Table for Feed Composition in Japan (2009).

^e Dry matter.

^f Chewing time=Eating time+Ruminating time.

引用文献

- 独立行政法人農業技術研究機構(編)(2001)組成,消化率,栄養価:牛.日本標準飼料成分表2001年版.中央畜産会,東京,p16-91
- 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構(編)(2009)一般成分組成,消化率,栄養価:牛.日本標準飼料成分表2009年版.中央畜産会,東京,p26-103
- 深川 聡・堀 誠・岩永圭紀・佐藤健次(2004)飼料イネ専用品種「ホシアオバ」および「クサノホシ」の乾物収量およびTDN含量.日草誌50(別):172-173
- 深川 聡・井上昭芳・吉田 香・小村洋美・石井康之・佐藤健次(2007)飼料イネサイレージにおける*in vitro*乾物消化率および穂重割合からのTDN含量の推定.日草誌53:16-22
- 樋口浩二・田鎖直澄・野中最子・田島 清・藪元悠介・都丸友久・大谷文博・小林洋介・石川哲也・栗原光規・永西 修(2009)熟期,品種および切断長の異なるイネホールクroppサイレージを給与したウシの栄養素の利用性,第一胃内発酵および咀嚼時間.畜草研報9:1-14
- 平井一男(2003)イチモンジセセリ.日本農業害虫大事典(梅谷献二・岡田利承(編)).全国農村教育協会,東京,p46
- 細田謙次・西田武弘・石田元彦・松山裕城・吉田宣夫(2005)飼料イネ「ホシアオバ」ロールペールサイレージ給与泌乳牛の採食性,消化率および乳生産.日草誌51:48-54
- Islam MR, Ishida M, Ando S, Nishida T, Yoshida N, Arakawa M(2004)Effect of variety and stage of maturity on nutritive value of whole crop rice, yield, botanical fractions, silage fermentability and chemical composition. Asian-Aust J Anim Sci 17:183-192
- 前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下 景・根本 博・石井卓朗・吉田泰二・中川宣興・坂井 真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬(2003)飼料用水稲新品種「ホシアオバ」の育成.近中四農研報2:83-98
- 松山裕城・塩谷 繁・石田元彦・西田武弘・細田謙次・額爾敦巴雅爾・安藤 貞・Islam MR・吉田宣夫(2005)飼料イネサイレージ専用品種「クサユタカ」,「はまさり」および「クサホナミ」の栄養価.日草誌51:289-295
- 日本草地畜産種子協会(2012)稲発酵飼料生産・給与技術マニュアル(平成23年版).2低コスト栽培.日本草地畜産種子協会,東京,p20-51
- 農林水産省農林水産技術会議事務局(編)(1999)養分要求量の算定式.日本飼養標準・乳牛1999年版.中央畜産会,東京,p105-114
- 吉田宣夫(2002)わら類のアルカリ処理と利用.日草誌48:392-397
- 吉田宣夫(2004)「稲発酵粗飼料生産技術に求められる新技術」の連載にあたって.畜産の研究58:845-847
- 吉沢英治(1996)イチモンジセセリの被害解析および要防除密度.植物防疫50:504-506

Synopsis

This study was conducted to examine feed characteristics of rice plant (*Oryza sativa*) as whole crop silage (whole crop rice silage ; WCRS) after receiving insect damage by Straight swifts (*Parnara guttata*). The rice plant variety was Hoshiaoba, harvested at full-ripe stage and prepared in round baled silage with urea liquid. The ingredient digestibility and nutritive value were evaluated in four Holstein steers (average weight : 449.6 ± 9.2 kg). Dry matter weight in 10 a of insect-damaged rice plant at the yellow-ripe stage was less than approximately 30% that of a normal rice plant of same variety (Fukagawa et al. 2004). All

chemical compositions except crude protein of insect-damaged WCRS were less than those of normal WCRS in the Standard Table of Feed Composition in Japan (2009). Additionally, all ingredient digestibility of insect-damaged WCRS showed a similar tendency. Results show that total digestible nutrients and metabolizable energy of insect-damaged WCRS were, respectively, 36.5% and 5.70 MJ/kg DM, exhibiting a very low value. Results suggest that insect damage during rice plant cultivation not only decreases yield ; it also decreases all chemical compositions except crude protein, all ingredient digestibility, and all nutritive values of WCRS.
