

博士論文

極短穂型飼料用イネの栄養特性と

給与技術に関する研究

(要約)

平成 26 年 3 月

河野幸雄

論文の構成

第1章 緒論	3
第2章 極短穂型飼料用イネ「たちすずか」の成分	
第1節 従来品種との比較	7
第2節 施肥水準と出穂後日数の影響	14
第3章 収穫時期による栄養価と第一胃内分解性の違い	
第1節 第一胃内分解特性	35
第2節 黄熟期収穫 WSC の可消化養分総量	48
第3節 冬季収穫（立毛貯蔵）WCS の可消化養分総量	60
第4章 泌乳牛と肥育牛への給与効果	
第1節 泌乳牛への給与による乳生産	65
第2節 肥育牛への給与による肉生産	72
第5章 総括	83
第6章 引用文献	87
第7章 要約	96
謝辞	99

第1章 緒論

米の消費量の減少や米価の低下など、わが国の水田農業を取り巻く状況が厳しくなる中、飼料自給率の向上や環境保全の面から水田で家畜用飼料を生産する意義が高まっている。しかし、保水性を重視して造成されてきた水田は、飼料作物や牧草の生産に適さない場合も多い。そのため政府は、水田に飼料用のイネを栽培し、植物体全体をサイレージ化して飼料利用するイネ WCS（ホールクロップサイレージ）の取組を支援する「水田農業経営確立対策」を平成12年から始めた。その後も今日に至るまで「水田農業構造改革対策」や「農業者戸別所得保障制度」、「経営所得安定対策」の中でイネ WCS 生産を対象作物に位置づけ、栽培利用を推進している。それに対応して、茎葉を含めたイネの収穫量の増加を育種目標として、イネ WCS 専用品種が各地の試験場で多数、開発されてきた。その結果、平成25年度における全国の WCS 用イネの栽培面積は2万5千ヘクタールを超え、夏作飼料作物の主要な作物として定着しつつある。しかしながら、元来、湖沼植物であるイネは、通気用に茎が中空になっているため、良質なサイレージ調製に必要な収穫後の空気の排除が難しい。また、他の飼料作物に比べて、体表がシリカ層で覆われているために繊維の消化性が低いこと、米を保護する種皮や籾殻は構造が強固で子実の消化の妨げとなるなど、イネは牛の飼料に適した植物であるとは必ずしも言えない。最近、飼料としての利用性を高めるため、籾の数が極端に少なく栄養ロスの原因になる不消化籾の発生を大幅に抑制することを育種目標として、極短穂型の WCS 専用イネ品種「たちすずか」が開発された。

本研究では、WSC イネの従来品種である「クサノホシ」を比較対照として、「たちすずか」の栽培条件の違いによる化学成分の変化や消化性の測定、第一胃内分解特性試験、泌乳牛や肥育牛への飼養試験を通して、ウシ用飼料としての栄養価値を評価すると共に、「たちすずか」の適切な栽培、利用と給与技術の確立を図った。

第2章 極短穂型飼料用イネ「たちすずか」の成分

第1節 従来品種との比較

極短穂型飼料用イネ「たちすずか」の飼料としての特性を明らかにするため、既に普及している WCS 専用品種の「クサノホシ」と茎葉多収型品種である「リーフスター」を比較対照として、全草、茎葉部および穂部の粗蛋白質、粗脂肪、NDFom、NFC、粗灰分および少糖の含有率を調べた。

その結果、「たちすずか」は対照品種よりも乾物および全ての成分において茎葉部への分布割合が非常に大きかった。また、「たちすずか」は穂の成分組成は他の2品種と同様であったが、茎葉部ではNFCおよび少糖の含有率が対照品種よりも大幅に高かった。そして、「たちすずか」は穂の割合が極端に小さくても、全草中の成分組成は対照品種とほぼ同等であった。

これらのことから、「たちすずか」の栄養成分含有率は従来品種と同等であり、栄養成分が茎葉部に集中するため、不消化モミが発生した場合に栄養損失を生じ難い特徴があることが示唆された。

第2節 施肥水準と出穂後日数の影響

「たちすずか」の栽培条件による成分及び消化性の変動とその特徴を明らかにするため、窒素施肥量が0、7、14、21 および 28kg/10a の条件で栽培試験を行い、出穂前30日と出穂から出穂後90日目まで10日間隔でイネ全草を採取し、乾物収量、一般成分組成、糖含有率、 β -カロテン含有量及び *in situ* 法による48時間培養時の消化率を調べた。

その結果、窒素施肥水準は「たちすずか」原料草の乾物収量、水分率、粗蛋白質含有率、非繊維性炭水化物含有率、糖含有率、 β -カロテン含有量に影響したが、乾物収量は窒素施肥水準が14kg/10a以上にしても頭打ちとなった。出穂後日数は「たちすずか」原料草の乾物収量、水分割合、粗蛋白質含有率、非繊維性炭水化物含有率、粗繊維含有率、粗灰分含有率、糖含有率、 β -カロテン含有量に影響した。*in situ* 法による48時間培養時の茎葉部の消化率は、「クサノホシ」では出穂後日数が進むにつれ大幅に低下したが、「たちすずか」はほとんど低下しなかった。

これらのことから、「たちすずか」の乾物収量を高めるためには窒素施肥量を14kg/10a程度にすることが有効であると推察された。収穫時期は、ダイレクトカットの場合には原

料草の水分含量が 70%まで低下する出穂後 30 日目を目安に開始し、その後は出穂後 90 日目まで高い消化性をもつ家畜の飼料に適した粗飼料として収穫が可能であることが示唆された。

第3章 収穫時期による栄養価と第一胃内分解性の違い

第1節 第一胃内分解特性

「たちすずか」の収穫時期による消化性の違いについて、より詳細に調べるため、出穂日、出穂後 30 日及び 60 日の茎葉部を用いて in situ 法による第一胃内分解特性試験を行い「クサノホシ」と比較した。

その結果、「クサノホシ」の茎葉部は、出穂後 60 日では乾物の有効分解度が大幅に低下したのに対し、「たちすずか」の茎葉部は出穂後 60 日になっても、可溶性画分の割合が高く、出穂日の有効分解度の水準を維持した。茎葉部の NDFom については「たちすずか」も出穂後 60 日目には有効分解度が低下したが、「クサノホシ」の値と比較すると大幅に高かった。また、「たちすずか」は「クサノホシ」よりも茎葉部のリグニンおよびケイ酸の含有率が低く、第一胃内有効分解度との関連性が認められた。

これらのことから、「たちすずか」は少なくとも出穂後 60 日目までは「クサノホシ」の黄熟期と同等の消化性をもつ粗飼料として扱えることが示唆された。

第2節 黄熟期収穫 WSC の可消化養分総量

乳牛用の粗飼料を想定し、黄熟期に収穫調製した「たちすずか」WSC の栄養価値を明らかにするため、家畜を使った in vivo 消化試験により可消化養分総量を求め、「クサノホシ」WSC と比較した。

その結果、黄熟期に収穫調製した「たちすずか」WSC は「クサノホシ」WSC よりも繊維成分の消化率が高く、可消化養分総量が多いことが明らかになった。

「たちすずか」WSC の繊維成分の消化率が高いことは、前節で行った第一胃内分解特性の研究において見出した結果と一致しており、「たちすずか」は従来品種の欠点であった繊維消化率の低さを改善できることが示唆された。

第3節 冬季収穫（立毛貯蔵）WCS の可消化養分総量

肥育牛用の粗飼料を想定し、 β -カロテン含有量が少なくなる冬季に収穫調製した「たちすずか」WCS の栄養的価値を明らかにするため、家畜を使った *in vivo* 消化試験を行い、黄熟期に収穫した「たちすずか」WCS と比較した。

その結果、冬季収穫の「たちすずか」WCS は黄熟期のものと比較して全ての成分において消化率が低下し、可消化養分総量は 50%程度まで低下した。

冬季収穫した「たちすずか」WCS は黄熟期収穫のものよりも可消化養分総量が低下したが、一般的な肥育牛用粗飼料であるイナワラより高い水準を維持できていることから、肥育牛用粗飼料として十分活用できることが推察された。

第4章 泌乳牛と肥育牛への給与効果

第1節 泌乳牛への給与による乳生産

黄熟期に収穫調製した「たちすずか」WCS の給与効果を明らかにするため、「たちすずか」WCS を飼料乾物中に 30%混合した発酵 TMR を調製し、泌乳中期の乳牛を用いた飼養試験により「クサノホシ」と比較した。

その結果、黄熟期の「たちすずか」区は不消化モミの発生量が大幅に少なかった。「たちすずか」区の乳量および 4%補正乳量は「クサノホシ」区よりも 2kg/日以上多く、体重も重かった。また、「たちすずか」区は「クサノホシ」区よりも乳汁中および血中尿素窒素濃度が低かった。

これらの結果から、黄熟期に収穫調製した「たちすずか」WCS は、乳牛の泌乳量と体重を増加させ、第一胃内発酵の健全性の指標となる乳汁および血中の尿素窒素を抑制する、優れた乳牛用の粗飼料として活用できることが示唆された。

第2節 肥育牛への給与による肉生産

冬季に収穫調製した「たちすずか」WCS の給与効果を明らかにするため、乾物中に WCS を肥育前期に 25%、後期に 12.5%混合した TMR を調製し、黒毛和種肥育牛を用いた飼養試験を行い、黄熟期の「クサノホシ」およびイナワラと比較するとともに、併せて「たちすずか」WCS 多給体系として前期 40%、後期 25%混合した TMR との比較を行った。

その結果、血中ビタミンA濃度は、「クサノホシ」区が他の3区より高く推移し、「たちすずか」区と「たちすずか」多給区はイナワラ区と同程度の値で推移した。増体成績は「クサノホシ」区が最も優れ「たちすずか」区も優れたが「たちすずか」多給区はイナワラ区と同程度であった。肉質成績の脂肪交雑は「たちすずか」区が最も優れ、次いでイナワラ区と「たちすずか」多給区の順となり、「クサノホシ」区は劣った。

以上のことから、黄熟期に収穫した「クサノホシ」WCSは優れた増体成績が期待できるが、血中ビタミンを制御しにくく、脂肪交雑の多い上物牛肉の生産には適さないことが示唆された。一方、冬収穫「たちすずか」WCSは増体成績とともに枝肉成績も良好で上物牛肉の生産に利用できることが示唆された。さらに、通常よりも粗飼料を多く給与する粗飼料多給体系に用いた上物牛肉の生産にも活用できる可能性が示唆された。

第5章 総括

本研究は、実用品種としては世界で始めて開発された極短穂型品種である「たちすずか」の飼料特性と給与効果の検証を目的として実施した。このため、成分組成、施肥及び生育ステージによる成分の変化、牛の第一胃内における消化性、ウシ及びヒツジを用いた消化率と可消化養分総量、乳牛に給与した場合の効果、肥育牛に給与した場合の効果について、従来イネWCSの生産に用いられてきた代表的品種と比較を行った。

本研究の結果、極短穂型品種「たちすずか」は、従来品種よりも優れた飼料特性をもち、その特性を活かすことにより、乳牛及び肥育牛用の粗飼料生産に優れた品種であることが明らかになった。

乳牛用としては、黄熟期の「たちすずか」が、“不消化モミの発生による栄養成分の損失が小さく”、“茎葉部の栄養成分含有率が高く”、“WCSの可消化養分総量が高い”特徴をもつことにより、良好な泌乳成績が得られる。また、“出穂後60日までは刈り遅れても高い消化率が維持される”特徴により乳牛用として利用可能な収穫ステージを長くできることも明らかになり、このことの実用上のメリットは大きい。

肥育牛用としては、冬収穫の「たちすずか」が、“立毛貯蔵によりβ-カロテン含有量が少ない”、“稲ワラより高い可消化養分総量が含まれる”特徴をもつことにより、良好な増体成績及び肉質成績が得られる。

以上のように、「たちすずか」は黄熟期から冬季まで、長い収穫時期において、乳牛及び

肥育牛の飼養において優れた効果をもたらす粗飼料の生産が可能な画期的品種であることが明らかになった。

第6章 引用文献

- 阿部 林・田辺 忍・石井忠夫・宮田保彦 (1988) 稲のホールクロップサイレージおよびソフトグレインサイレージの飼料価値. NARC 研究速報 5 : 19-26
- 阿部 亮・篠田 満・岩崎 薫・佐藤文俊・須田孝雄・高橋 敏 (1985) 乾草の各種成分分析に基づく TDN 含量推定法. 日畜会報 56 : 12-19
- Agbagla-dohnani A, Noziere P, Gaillard-martinie B, Puard M, Doreau M (2003) Effect of silica content on rice straw ruminal degradation. J.Agric.Sci. 140 : 183-192
- Allen MS (1996) Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. J. Anim. Sci. 74 : 3063-3075
- 甘利雅弘・梅田剛利・上田宏一郎・柁木茂彦・寺田文典・阿部亮 (2000) 乳牛におけるイタリアンライグラスロールベールラップサイレージの自由採食量と飼料成分、第一胃内滞留時間、消化率、消化速度との関係. 日草誌 46 : 254-260
- Canfield RW, Sniffen CJ and Butler WR (1990) Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. J.Dairy Sci. 73:2342-2349
- 永西 修・四万谷吉郎 (1995) 雄性不稔が稲 (*Oryza sativa* L) 茎葉部の化学成分と *in vitro* 乾物消化率に及ぼす影響. 日草誌 41 : 74-75
- 永西 修・四万谷吉郎 (1998) 雄性不稔稲の生育時期別・部位別化学成分とサイレージの栄養価. 日草誌 44 : 260-265
- Ferguson JD and Chalupa W (1989) Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci. 72:746-766
- 福田孝彦・森本一隆・塩崎達也 (2006) 黒毛和種去勢肥育牛への稲ホールクロップサイレージ給与試験. 鳥取畜試研報 34 : 19-25
- 古本 史・椎木 堯 (1984) 水稻ホールクロップの飼料価値. 広島畜試研報 4 : 11-16
- 古澤 剛・西村隆光・松崎伸生・竹下和久・三宅俊三・秋友一郎・西村 強・津田聡子・

- 小沢 忍 (2004) 飼料イネサイレージ給与による黒毛和種去勢肥育に関する研究. 山口畜試研報 19 : 41-51
- Goering HK, Van Soest PJ (1970) Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). USDA Agricultural Research Service Handbook No.379, Washington DC
- Goto M, Morita O, Nishikawa K and Nakashima A (1991) A feeding value of rice whole crop silage as compared to those of various summer forage crop silages. Anim. Sci. Technol. 62:54-57
- 原田千里・中村 豊・湊 一 (1999) 稲わらの水酸化ナトリウム処理が細胞壁組成および乾物の消化率に及ぼす影響. 日畜会報 70 : 61-66
- 原 悟志・江川勇雄・伊藤季春 (1986) 北海道産水稲の熟期別ホールクロップサイレージの飼料価値. 新得畜試研報 15 : 19-27
- 原 悟志 (2010) モミ米および玄米の破碎処理がメンヨウおよびウシによる成分消化率に及ぼす影響. 日畜会報 81 : 21-27
- 原 嘉隆・土屋一成・西田瑞彦・草佳邦子 (2003) 施肥の違いが飼料用イネの生育と元素濃度に及ぼす影響. 九州農業研究 65 : 67
- 平岡啓司・山本泰也・浦川修司・山田陽稔・小西信幸・神田幸英・荻田修一・後藤正和 (2004) 飼料イネ (*Oryza sativa* L.) β -カロテンの生育ならびにサイレージ調製による経時変化. 日草誌 50 : 71-73
- Hoffman PC, Bauman LM (2003) Strategies to improve milk yield of lactating dairy cows fed red clover silage. Prof. Anim. Sci. 19 : 178-187
- 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」ロールバールサイレージ給与泌乳牛の採食量、消化率および乳生産. 日草誌 51 : 48-54
- 石田元彦・Islam MR・安藤 貞・坂井 真・吉田宣夫 (2006) 飼料イネ「関東飼 206 号」ロールバールサイレージ給与乳牛の乳生産と飼料の利用性に関する予備的な観察. 日畜会報 50 : 14-21
- 井尻 勉・石川哲也・千田雅之・石田元彦 (2006) 高品質な稲発酵粗飼料の調製が可能な自走式細断型飼料イネ専用収穫機. 農研機構平成 18 年度共通基盤研究成果情報
- 因野要一・石塚 讓・中西直人・押部明德・三津本充・松崎正敏・柴 伸弥・高平憲子・

- 宮島恒晴・宮原雅明・入江正和（2007）飼料イネを給与した肥育牛の筋肉および脂肪中ビタミンAおよびE含量. 近中四農研 10:47-53
- 伊藤純一（1994）転作の地域間調整と農家経済. 農業総合研究 48(3) : 1-37
- Jancik F, Koukolova V, Homolka P（2010）Ruminal degradability of dry matter and neutral detergent fiber of grasses. Czech J. Anim. Sci. 55 : 359-371
- 自給飼料利用研究会（編）（2009）改訂版粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会. 東京.
- 金谷千津子・中島麻希子・丸山富美子・吉野英治・小山千鶴（2006）飼料イネのβ-カロテンおよびα-トコフェロール含量と予乾サイレージ調製における変化. 日草誌 52 別 : 128-129
- 金谷千津子（2007）飼料イネのβ-カロテンおよびα-トコフェロール含量と肉用牛肥育に対応したサイレージ調製. 日草誌 53 : 167-171
- 加藤 浩・安東郁男・平林秀介・出田 収・竹内善信・平山正賢・太田久稔・佐藤宏之・井邊時雄・根本 博・堀末 登・高舘正男・坂井 真・田村和彦・青木法明・大川泰一郎・石原 邦・中川宣興・石井卓朗・飯田修一・前田英郎（2004）稲発酵粗飼料向き極晩生水稲新品種「リーフスター（関東飼 215 号）」. 作物研平成 16 年度成果情報
- 加藤 浩・根本 博・坂井 真・安東郁夫・大川泰一郎・平林秀介・出田 収・竹内善信・平山正賢・太田久稔・佐藤宏之・井邊時雄・中川宣興・堀末 登・高舘正男・田村和彦・青木法明・石原 邦・石井卓朗・, 飯田修一・前田英郎（2010）稲発酵粗飼料向け茎葉多収型水稻品種「リーフスター」の育成. 作物研報 11 : 1-15
- 岸本一郎・吉岡秀美・大坂隆志・長尾かおり（2009）窒素肥効量 14kg/10a 施用による飼料イネ品種クサノホシの多収・低コスト栽培. 近中四農研成果情報
- 河本英憲・山口弘道・関矢博幸・押部明德・中込弘二（2010）穂重割合の低い飼料イネ系統のサイレージ化学成分と可消化養分総量. 日草誌 56 : 144-148
- 河野幸雄（2011）極短穂性飼料イネ品種「たちすずか」と摘穂処理した普通品種イネの類似性. 日草誌 57 別 : 105
- Kaim M, Folman Y, Neumark H and Kaufmann W (1983) The effect of protein intake and lactation number on post-partum body weight loss and reproductive performance of dairy cows. Anim. Prod. 37:229-235
- 九州沖縄農研・畜産飼料作研究部・飼料生産研究室（2002）自走式フレール型刈り取り

- ロールベラーによるサイレージ調製. 平成 14 年度九沖農研成果情報
- 前田英郎他 (2003) 飼料用水稻新品種「ホシアオバ」の育成. 近中四農研報 2 : 83-98
- 松下 景他 (2009) 茎葉多収で糖含量が高い稲発酵粗飼料用水稻新品種「たちすずか」.
作物研成果情報
- Matsushita K, Iida S, Ideta O, Sunohara Y, Maeda H, Tamura Y, Kouno S, Takakuwa
M (2011) 'Tachisuzuka', a new rice cultivar with high straw yield and high
sugar content for whole-crop silage use. Breeding Sci. 61 : 86-92
- 松山裕城・塩谷 繁・西田武弘・細田謙次・額爾敦巴雅爾・吉田宣夫・石田元彦 (2006)
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 : 385-389
- 三浦清之・上原泰樹・小林 陽・太田久稔・清水博之・笹原英樹・福井清美・小牧有三・
大槻 寛・後藤明俊・重宗明子 (2006) 飼料用水稻新品種「夢あおば」の育成. 中
央農研報 7 : 1-23
- 三津本充・小沢 忍・三橋忠由・河野幸雄・原田武典・藤田浩三・小出和之 (1995) 黒毛
和種去勢牛への屠殺前 4 週間のビタミン E 投与による展示中の牛肉色と脂質の安定化.
日畜会報 66:962-968
- Mitsumoto M, Ozawa S, Mitsuhashi T, Koide K (1998) Effect of dietary vitamin E
supplementation for one week before slaughter on drip, color and lipid stability
during display in Japanese Black steer beef. Meat Sci. 49:165-174
- 水谷将也・山本泰也・浦川修司・苅田修一・後藤正和 (2001) 乳牛飼養における飼料イ
ネサイレージ TMR の利用性. 日草誌 47 別 : 250-251
- 百瀬義男・久保田基成・中澤伸男・土屋 学・原 拓夫 (2002) 飼料イネの飼料成分およ
びサイレージ調製適性に関する品種間差異について. 日草誌 48 (別) : 242-243
- 森 弘・垂水啓二郎・溝辺敬美 (2005) 黒毛和種去勢牛肥育における肥育前期及び後期
の飼料イネホールクロップサイレージ給与が発育及び肉質に及ぼす影響. 宮崎畜試研
報 18 : 20-28
- 守田 智・斎藤公治・中村秀郎・野中敏道 (2006) 飼料イネサイレージ給与が褐毛和種
去勢肥育牛の産肉性に及ぼす影響. 熊本農研セ畜研試験成績書 : 8-14
- 棟加登きみ子・平川達也・藤吉弘子・馬場武志 (2002) 飼料イネの生育時期別飼料成分含
量と飼料成分収量. 九農研 64:133

- 中西直人・三津本充・小沢 忍・三橋忠由・後藤 治・相川勝弘・村元隆行 (1997) ビタミンAの制限が黒毛和種牛の成長ホルモン分泌反応と産肉性に及ぼす影響. 近中四農研成果情報 11 : 99-100
- 中西直人・山田知哉・三津本充・三橋忠由・相川勝弘・村元隆行・小沢 忍 (2002) 黒毛和種去勢肥育牛の産肉性に及ぼすビタミンAの影響. 日畜会報 73 : 273-282
- 中西直人・山田知哉・河上眞一・三津本充・因野要一 (2006) 稲発酵粗飼料を用いた交雑種去勢牛の肥育成績及び牛肉品質. 日畜第 106 回大会講演要旨 26
- 中司祐典・池尻明彦・桑原恵利・小林行高・西見勝臣・河村俊和・白石一剛・高津修治・久保喜昭・福原宏行・岩本哲弥・寺戸宏一・本田善之・和泉勝憲・高橋一興 (2007) 専用品種「ホシアオバ」・「クサノホシ」を活用した飼料イネの効率的栽培技術. 山口農試研報 56 : 16-32
- 名久井忠・岩崎薫・早川政市 (1981) トウモロコシホールクロップサイレージの品種ならびに刈取時期が乳牛の不消化モミ排泄に及ぼす影響. 日草誌 27 : 318-323
- 名久井忠・榎木茂彦・栗飯原友子・箭原信男・高井慎二 (1986) もみソフトグレインの飼料価値. 東北農業研究 39 : 177-178
- 名久井忠・榎木茂彦・栗飯原友子・箭原信男・高井慎二 (1987) 稲ホールクロップサイレージの調製と飼料価値の評価. 東北農試研報 78 : 161-174
- 西 博巳・坂下邦仁・岡野良一・米丸光政・大園正陽・堤 知子・川端健次 (2001) バイオ双子を用いた低コスト肉用牛肥育試験第 1 報 ビタミンA制限による肥育技術の確立. 鹿児島畜試研報 34 : 31-37
- 西 博巳・坂下邦仁・別府 成・田原則雄 (2005) 肉用牛肥育における飼料イネホールクロップサイレージ給与が増体および肉質に及ぼす影響. 鹿児島畜試研報 39 : 35-39
- 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2009) 日本標準飼料成分表. 中央畜産会, 東京
- 農林水産省 (2013) 作物統計調査. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/index.html> [2013年11月26日参照]
- 農林水産省 (2013) 飼料需給表. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/siryozuyukyuu/> [2013年11月26日参照]
- 農林水産省 (2013) 飼料をめぐる情勢. http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/1in/1_hosin/pdf/siryoudata_2511.pdf [2013年11月26日参照]

- 農林水産省 (2013) 食料需給表. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyukyu/index.html> [2013年11月26日参照]
- 農林水産省 (2013) 畜産の動向. http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/1_hosin/pdf/chikusan_doko_12.pdf [2013年11月26日参照]
- 農林水産省 (2013) 畜産統計調査. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/> [2013年11月26日参照]
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2000) 飼養標準肉用牛, 中央畜産会, 東京, p15-16
- Oba M and M Allen (1997) Evaluation and the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage. Effects on dry matter intake and milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82 : 589
- Oka A, Maruo Y, Miki T, Yamasaki T, Saito T (1998) Influence of vitamin A on a quality of beef from the Tajima strain of Japanese Black cattle. *Meat Sci.* 48 : 159-167
- Oka A, Dohgo T, Juen M, Saito T (1998) Effects of vitamin A on beef quality, weight gain, serum concentration of thyroid hormones, insulin-like growth factor I, and insulin in Japanese Black steers. *Anim. Sci. Tech.* 69 : 90-99
- 大矢秀三・渡辺清武・手塚豊治・伊達 毅 (1982) イネの飼料化に関する研究 第IV報 イネの熟期別ホールクロップサイレージの発酵品質と飼料価値. 福井畜試研報 7:61-67
- 大宅由里・山下大司・大崎浩尚・佐藤健次 (2003) 飼料イネ乾草調製における β カロチン含量の動態. 日草誌 49 別 : 254-255
- 大宅由里・山下大司・山崎勝義・佐藤健次 (2005) 飼料イネの乾草利用体系における β -カロテン含量の動態. 日草誌 51 別 : 158-159
- 大下友子・久馬忠・近藤恒夫 (1997) 刈り取り時期が異なるチモシー乾草のめん羊における採食・反すう時間と消化管通過速度. 日草誌 43 : 288-292
- 大平洋美・石原康弘・町田 豊・谷口昭二 (2002) 飼料イネの収量性および調製法別飼料成分特性. 鹿児島畜試研報 35:127-132
- 大平洋美・町田 豊・石原康弘・谷口昭二 (2002) 飼料イネの収量性および調製法別飼料成分特性 (第2報). 鹿児島畜試研報 36:130-139
- 押部明德・渡辺 彰・三津本充・佐々木啓介・因野要一・石塚 譲・村元隆行・樋口幹人・

- 柴 伸也・新宮博行・嶺野英子 (2005) 日本短角種去勢牛における稲発酵粗飼料の給与効果. 肉用牛研究会第 43 回大会講演要旨 42-43
- Ropstad EL, Vik-Mo and Refsdal AO (1989) Levels of milk urea, plasma constituents and rumen liquid ammonia in relation to the feeding of dairy cows during early lactation. Acta.Vet.Scand. 30:199-208
- 坂井 真他 (2003) 飼料用水稲新品種「クサホナミ」の育成. 作物研報 4 : 1-15
- 関 誠・宮腰雄一・和田富広・小柳渉・石崎和彦 (2005) 品種、施肥条件、収穫時期の違いと飼料イネの収量および成分組成との関係. 日草誌 51 別 : 150-151
- 関 誠・村松克久・長谷川昌伸・森山則男・石田元彦 (2007) 稲発酵粗飼料の給与が乳生産に及ぼす影響について. 北信越畜会誌 94
- 篠田 満・櫛引史郎・新宮博行・上田靖子・嶺野英子 (2003) 稲発酵粗飼料と米ヌカの給与は肥育牛の血中ビタミンE濃度を高める. 東北農研成果情報 363-364
- 城田圭子・新出昭吾・長尾かおり・加藤恒雄 (2003) 品種と窒素施肥量の違いが稲発酵粗飼料の飼料成分および消化性に及ぼす影響. 広島畜技術セ研報 13 : 56-61
- 志藤博克・橘 保宏・川出哲生・高橋仁康・岡島 弘・北中敬久・正田幹彦・古田東司・和田俊郎・安藤和登 (2010) 汎用型飼料収穫機の開発とトウモロコシ収穫調製作業体系の構築. 日草誌 56 : 187-193
- 清水矩宏 (2003) 自給飼料で牛は何頭飼えるかー飼料自給率向上のための提言(試案)ー I. 飼料自給率向上を目指した自給飼料増産の研究戦略. 畜草研草地研セ資料 : 1-7
- 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり (2008) 飼料イネホールクロップサイレージの収穫時期の違いが子実排泄量に及ぼす影響. 広島総研畜技セ研報 15 : 1-7
- 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり (2005) 飼料イネホールクロップサイレージ割合の異なる TMR 給与が乳生産および咀嚼行動に及ぼす影響. 関西畜会報 156 : 7-14
- 新出昭吾 (2010) 乳牛における飼料イネ WCS 給与と課題. 日草誌 55 : 365-372
- 塩谷 繁 (2005) イネ(西海 203 号)ホールクロップサイレージの飼料特性. 九州農業研究 64 : 134
- Statistical Analysis Systems Institute (1999) SAS User's Guide. Statistics. SAS Institute. Cary, NC
- 春原嘉弘・飯田修一・前田英郎・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「クサノホシ」の育成. 近中四農研報 2 : 99-113
- 高木啓輔 (1984) 飼料用稲におけるホールクロップ利用 (1) 生育期別収量と品質. 九農研報 46:173
- 高平寧子・吉野英治・粕谷健一郎・金谷千津子・紺博明・丸山富美子 (2006) β -カロテン低減稲発酵粗飼料の黒毛和種去勢牛への肥育全期間給与. 日草誌 52 別 : 124-125
- 高平寧子・金谷千津子・吉野英治・紺博昭・丸山富美子・粕谷健一郎 (2011) β -カロテン含量を低減した稲発酵粗飼料の給与が黒毛和種去勢牛肥育全期間の肥育成績におよぼす影響. 日草誌 56 : 245-252
- 高野信雄・山下良弘 (1970) 草サイレージの品質に及ぼす各種要因の解析に関する研究. II刈取時期がサイレージの品質、消化率および採食栄養量に及ぼす影響. 日草誌 16 : 22-28
- 土屋一成・西田瑞彦・吉田光二・関矢博幸・河本英憲 (2009) 移植飼料イネ「べこごのみ」の生育・収量に及ぼす完熟家畜ふん堆肥及び窒素施肥法の影響. 東北農業研究 62 : 33-34
- 上原泰樹・小林 陽・古賀義昭・太田久稔・清水博之・三浦清之・福井清美・大槻 寛・小牧有三・笹原英樹・堀内久満・奥野員敏・藤田米一・後藤明俊 (2003) 飼料用水稲新品種「クサユタカ」の育成. 中央農研報 2 : 83-105
- 浦川修司・吉村雄志 (2003) 飼料イネ用カッティングロールベラーの開発. 日草誌 49 : 43-48
- 浦川修司・吉村雄志 (2003) 飼料イネ用自走式ベールラップの開発. 日草誌 49 : 248-253
- Vadiveloo J (1995) Factors contributing to the varietal differences in the nutritive value of rice straw. Anim. Feed. Sci. Technol. 54 : 45-53
- Van soest PJ, Jones LHP (1968) Effect of silica in forages upon digestibility. J. Dairy Sci. 51 : 1644-1648
- 箭原信男・高井慎二・沼川武雄 (1981) 水稻ホールクロップサイレージの調製利用に関する研究. 東北農試研報 63 : 151-159
- 山田真吾・村田文彦 (2010) 稲発酵粗飼料の品質向上・増収技術の開発. 福井畜試研報 23 : 51-56
- 山田真吾・笹木教隆 (2011) 飼料イネの生育特性と単少糖含量の推移. 福井畜試研報

24 : 40-45

山本泰也・水谷将也・浦川修司・後藤正和 (2001) 乳牛飼養における飼料イネサイレー
ジ多給 TMR の利用性－飼料イネサイレージ多給 TMR の飼料特性. 日草誌 47 別 :
248-249

山本泰也・水谷将也・乾 清人・浦川修司・平岡啓司・後藤正和 (2008) 混合飼料にお
けるイネホールクロップサイレージの不消化子実排泄に及ぼす併給粗飼料の影響. 日
草誌 49 : 248-253

横山郁代・丸山 新・坂口慎一・森本 久・大坪 治・喜多一美・横田浩臣 (2000) ナイ
ロンバッグ法による飼料イネサイレージの乾物消失率の推移. 岐阜肉試研報 38 : 6-9

吉田昌一 (1965) 水稻体内におけるケイ素の存在様式と生理的意義に関する研究. 農業
研究所報告 B 15 : 1-58