

飼料用イネ専用品種の収穫時期別の消化性の推移

名取美貴・細谷 肇

Effects of Harvest Time on Digestibility of Rice Varieties for Whole Crop Silage

Miki NATORI and Hajime HOSOYA

要 約

イネホールクロップサイレージ向け飼料用イネについて、千葉県での栽培に適する飼料専用5品種を中心に、出穂期およびその後10日ごとに出穂60日後まで刈り取りを行った。主にその茎葉部（稈+葉鞘+葉身）について、酵素分析法およびデタージェント分析法による分析を実施し、茎葉部の消化性の推移を評価した。

茎葉部の消化性は、「ホシアオバ」や「モミロマン」などの穂重型品種において、出穂後30日の黄熟期よりも出穂後10～20日の乳熟期～糊熟期の早刈りの方が高いことが明らかになった。一方、「たちすがた」や「リーフスター」など茎葉が充実し収量が高い品種では、収穫時期による消化性の変動が比較的小さく、穂重型品種に比べて刈り遅れによる茎葉部の消化性低下が小さいことが明らかになった。

緒 言

ホールクロップサイレージ（以下WCS）向け飼料用イネの収穫適期は、技術マニュアルの平成26年度版（日本草地畜産種子協会2014）では糊熟期～黄熟期となっている。千葉県におけるWCS向け栽培は2001年に取組みが始まり2007年から作付けの着実な増加が続いているが（千葉県2016）、早場米地帯である本県では、食用米の収穫作業が8月下旬から9月前半に集中することから、作業分散を図るためWCS用イネは出穂期～乳熟期に早刈りされる場合が多い。

一方、給与酪農家では泌乳牛に熟期の進んだイネWCSを給与すると未消化粗の排泄割合が高いこと（日本草地畜産種子協会2014）が問題視され、さらには早刈りのほうが繊維成分の消化が良いとして望まれる傾向がある。他方、高い脂肪交雑を狙うビタミンA制御型の肥育牛へのイネWCSの給与（石崎ら2009、井出ら2009）では、黄熟期刈りあるいはさらに刈遅れのイネで β -カロテン含量が低減し（石崎2009、細谷ら2012）かつ粗飼料としての物理性が高まるとして黄熟期以降の刈り取りが望まれる傾向がある。収穫時期には給与対象ごとに幅広い需要が

存在することから、飼料専用品種については黄熟期など特定の生育段階だけでなく、異なる収穫時期を踏まえた品種特性を把握する必要がある。

細谷ら（2015）は、WCS向けとして本県で推奨する飼料専用品種（千葉県2015）について出穂後10日ごとに収量性や水分含量を調査し、出穂期からその後60日間の中で、部位別の収量と乾物穂重割合から品種の形質として、「夢あおば」、「ホシアオバ」、「モミロマン」、「ちば28号」を穂重型品種、「リーフスター」を茎葉型品種、「たちすがた」を中間型品種に分類した。イネは幼穂形成期を境に栄養生長主体から生殖生長主体に比重が移る生理的変化があり、出穂後は籾へのデンプン蓄積と茎葉部の老化が短期間で進行することから、品種の形質によって特に茎葉部の消化性の変化に違いが生じることが予想される。そこで、形質の異なる飼料専用品種について、茎葉部を中心に収穫後の消化性の変化を飼料分析によって解明した。

材料および方法

供試材料は、前報（細谷ら2015）で報告した2012年の栽培試験で採材したものをを用いた。供試品種は飼料専用5品種「夢あおば」、「ホシアオバ」、「たちすがた」、「モミロマン」、「リーフスター」と、対照として食用1品種「ちば28号」、合計6品種とした。刈り取りは、出穂期と以降10日ごとに出穂60日後まで計7回実施し、刈り取り

平成28年8月31日受付

後、茎葉部（稈+葉鞘+葉身）と穂部に分離して、70℃に設定した恒温乾燥器で乾燥した。乾燥したサンプルは、0.5 mmメッシュで粉碎して分析に供試した。

分析は茎葉部と穂部ごとに実施し、部位割合を用いて全草の分析値を算出した。加熱乾燥法により水分含量、灰化法で粗灰分および有機物、酵素分析法でOCWおよびObの分画とOCCおよびOaの算出を行った（自給飼料利用研究会2009）。また、セルラーゼによる総繊維（CW）の分解率を繊維消化率の指標として、 α -アミラーゼ・アクチナーゼおよびセルラーゼ連続処理による乾物（DM）の分解率を乾物消化率の指標として、それぞれ算出した。さらに茎葉部については、デタージェント分析法（自給飼料利用研究会2009）を用いてリグニン（酸性デタージェントリグニン:ADL）およびケイ酸（酸不溶性灰分:AIA）含量を分析した。

結 果

1. 有機物と繊維の分画の推移

OCCおよびOa、Obの出穂後の経時的変化について全草（穂部+茎葉部、図1）、穂部（図2）、茎葉部（図3）に分けて示した。いずれの品種も同様の傾向が認められたが、全草では登熟が進むにつれてOCCが増加し、消化性の低いObが減少した（図1）。穂部では、全草でみられた変化と類似していたが、全草と比較してより顕著にOCCが増加、Obが減少していた（図2）。特に出穂から20～30日までの変化が大きく、変動幅は30～40%に及んだ。一方、茎葉部では、全草や穂部とは異なり登熟に伴う変化が小さく、一定の傾向も明確ではなかった（図3）。

そこで、茎葉部の経時的変化をOCCとOa（図4）およびOb（図5）に分けてより詳細に示した。「ホシアオバ」、「モミロマン」および「ちば28号」では、OCCが減少し（図4）、Obが増加する傾向が認められた（図

5）。一方、「たちすがた」と「リーフスター」は、多少の変動はあるものの、「ホシアオバ」や「モミロマン」と比較するとOCC・OaおよびOb含量は横ばいの傾向であった（図4、図5）。また「リーフスター」は、登熟が進み出穂後40日以降でも、消化の容易な分画であるOCCとOaの合計が30%以上で他の品種と比較して高い含量を維持していた（図4）。

2. リグニンとケイ酸の推移

茎葉部の乾物中リグニン含量の推移を図6に示した。リグニン含量は、「リーフスター」を除き、生育に伴い概ね増加する傾向が認められた。一方、「リーフスター」は、出穂後40日以降増加することなくむしろ低下しており、他の品種が5%を超えるのに対して4%前後であった。

茎葉部の乾物中ケイ酸含量の推移についても、リグニンと同様の傾向が認められ、出穂後40日以降で「リーフスター」は12%前後であるのに対し、他品種は14～16%に及んだ（図7）。

3. 分解率の推移

図8には、全草の総繊維（CW）分解率および乾物（DM）分解率を示した。いずれの品種も、DM分解率は登熟とともに高くなり、概ね出穂後30日以降で50%を超えた。またCW分解率は、逆にいずれの品種も登熟するにつれ低下傾向にあった。

茎葉部のみのCW分解率およびDM分解率（図9）は、特に「モミロマン」および「ホシアオバ」では出穂後0～20日がそれ以降と比較して10%前後高い傾向であり、「夢あおば」と「ちば28号」も変動幅は小さいが同様の傾向であった（図9）。一方、「たちすがた」と「リーフスター」については、出穂後のCW分解率およびDM分解率の変化は「モミロマン」および「ホシアオバ」と比較して小さく、登熟に伴う変動が少なかった。

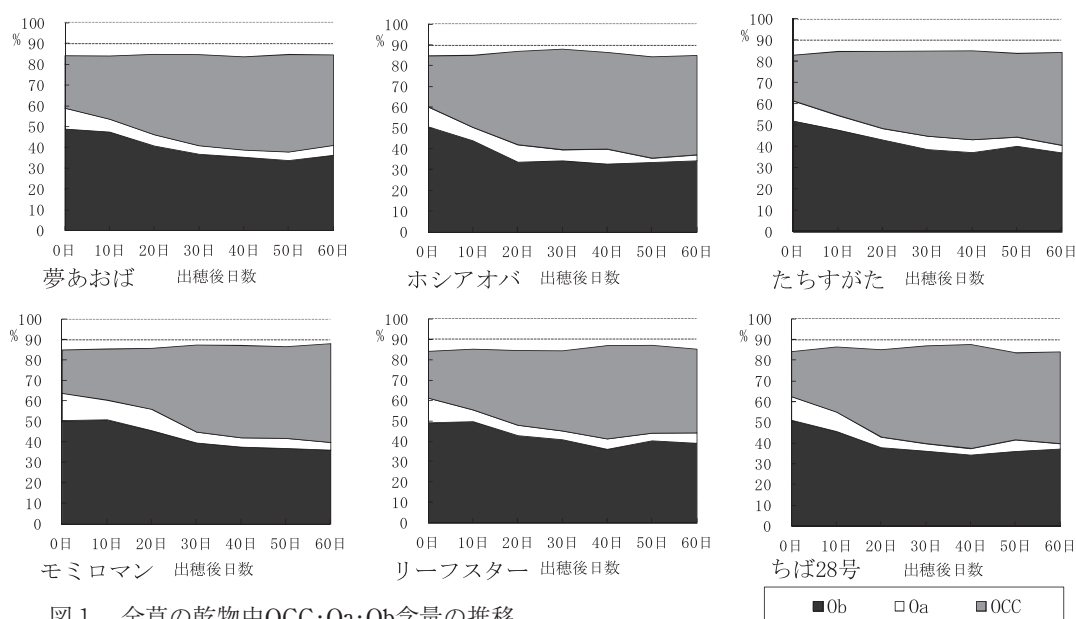


図1 全草の乾物中OCC・Oa・Ob含量の推移

名取ら:飼料用イネ専用品種の収穫時期別の消化性の推移

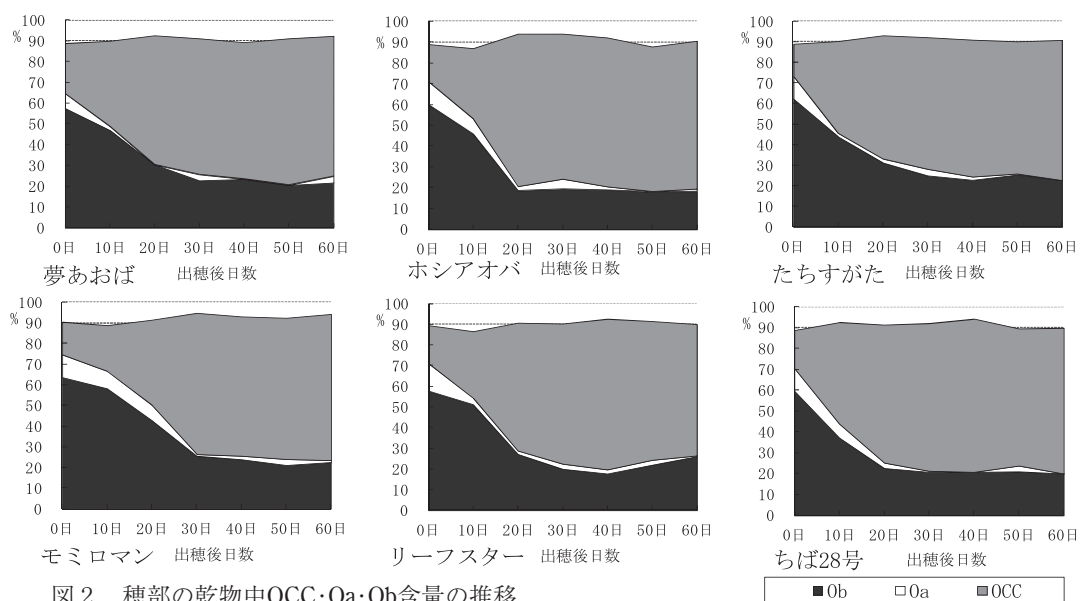


図2 穂部の乾物中OCC・Oa・Ob含量の推移

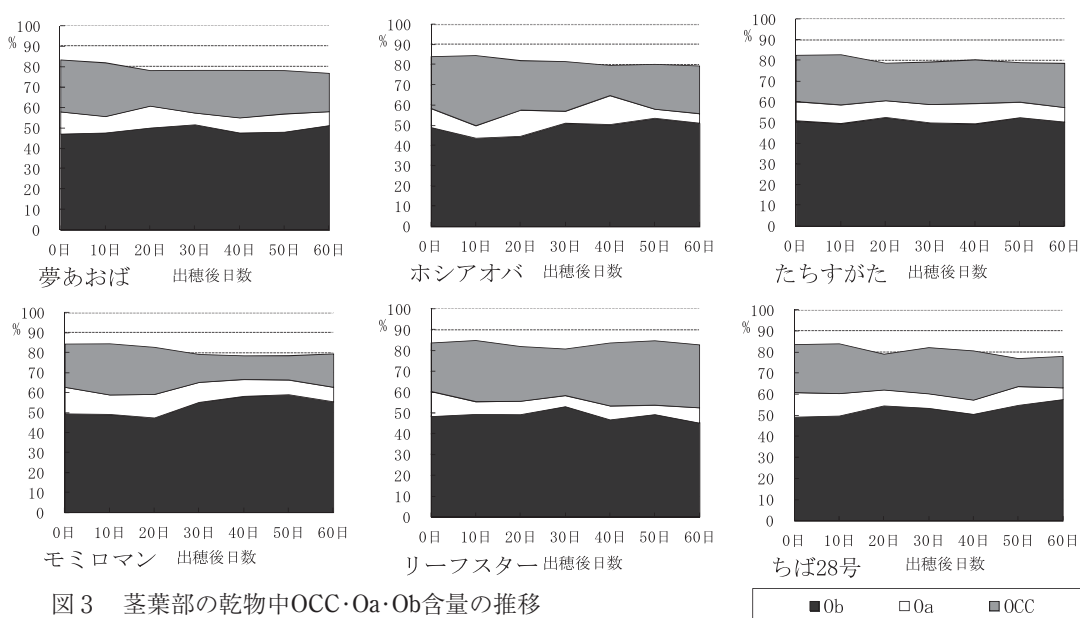


図3 茎葉部の乾物中OCC・Oa・Ob含量の推移

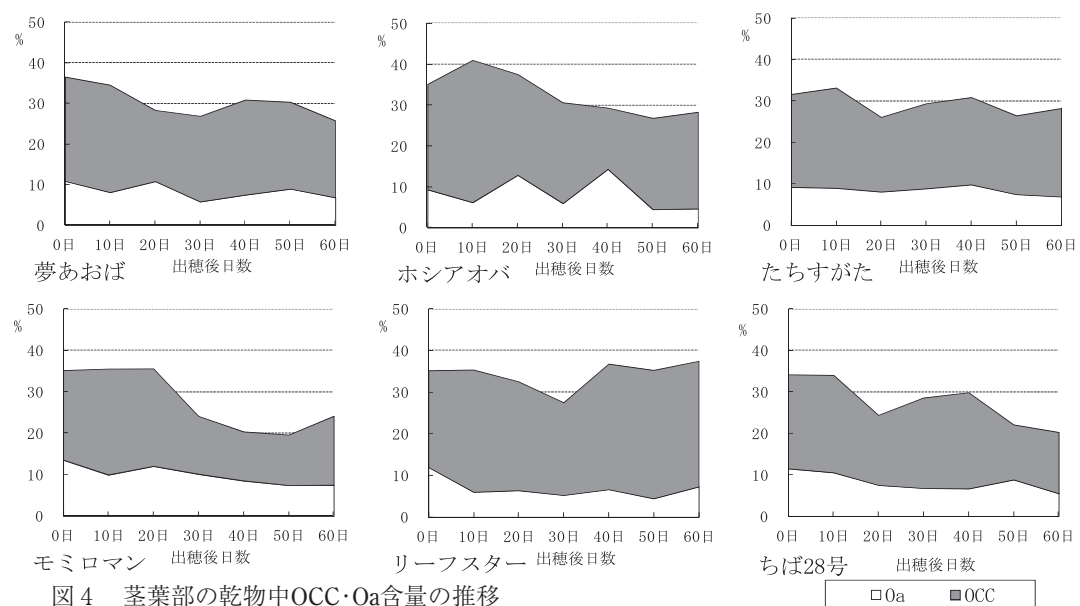


図4 茎葉部の乾物中OCC・Oa含量の推移

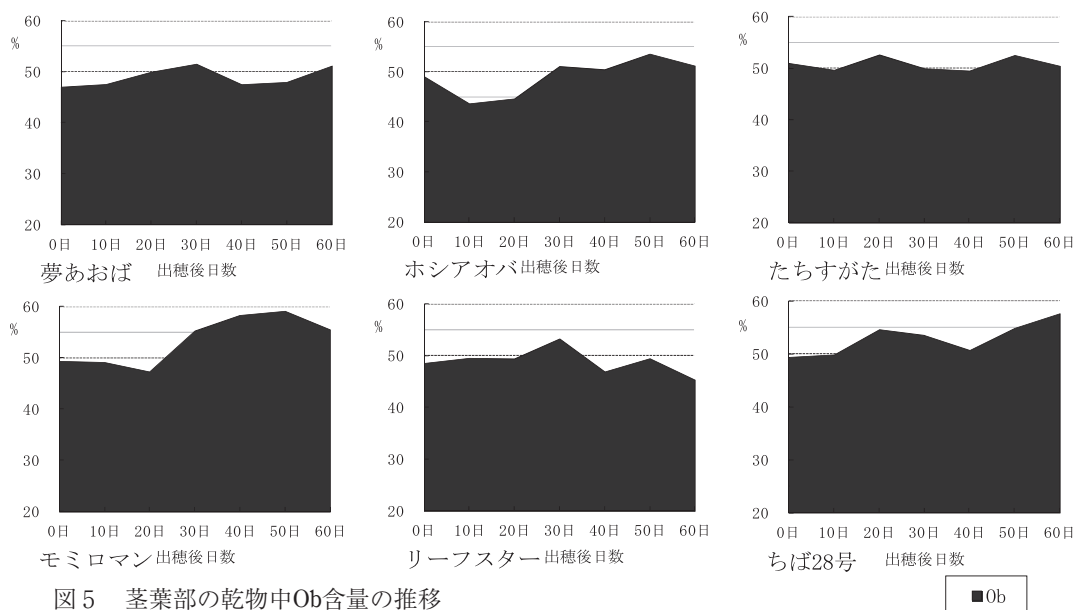


図5 茎葉部の乾物中Ob含量の推移

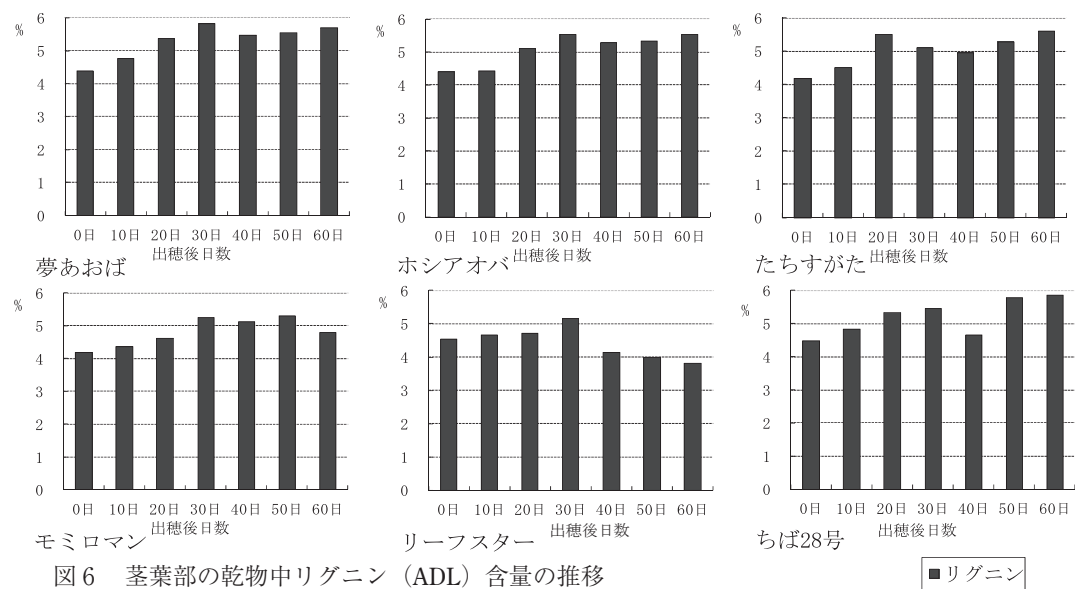


図6 茎葉部の乾物中リグニン (ADL) 含量の推移

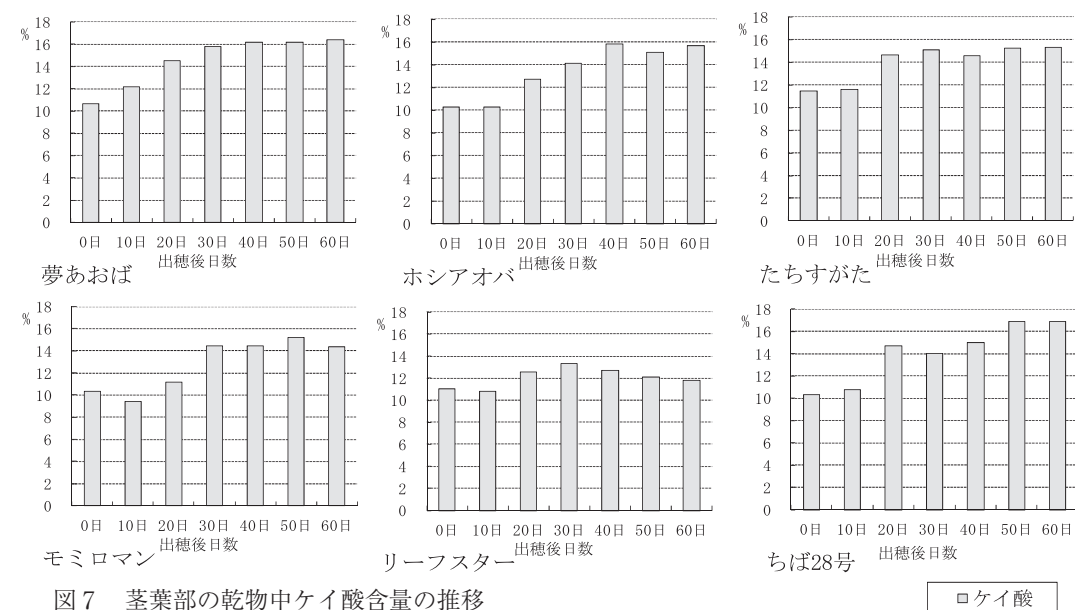


図7 茎葉部の乾物中ケイ酸含量の推移

名取ら:飼料用イネ専用品種の収穫時期別の消化性の推移

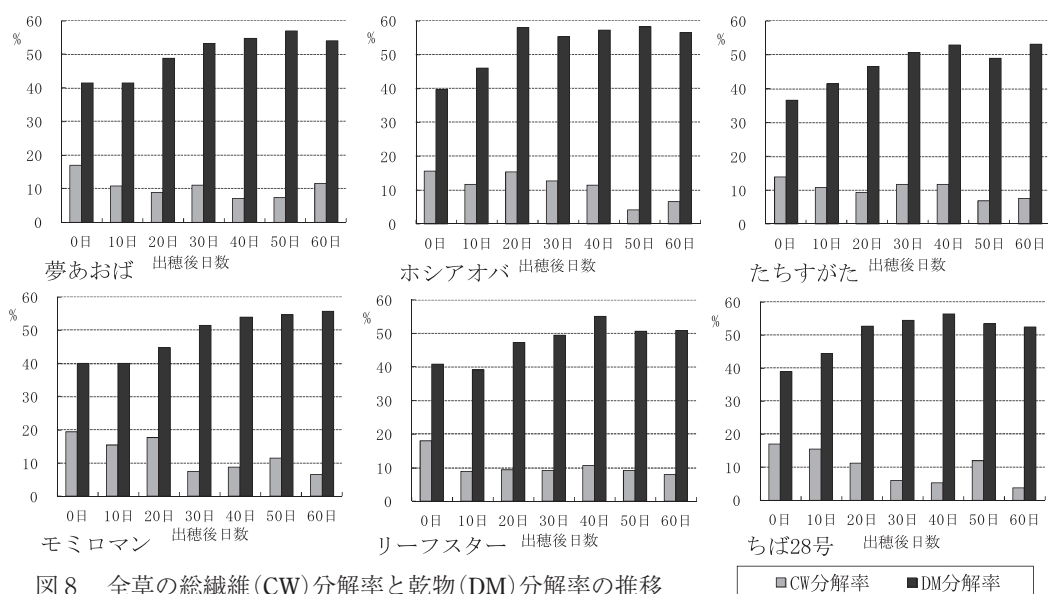


図8 全草の総繊維(CW)分解率と乾物(DM)分解率の推移

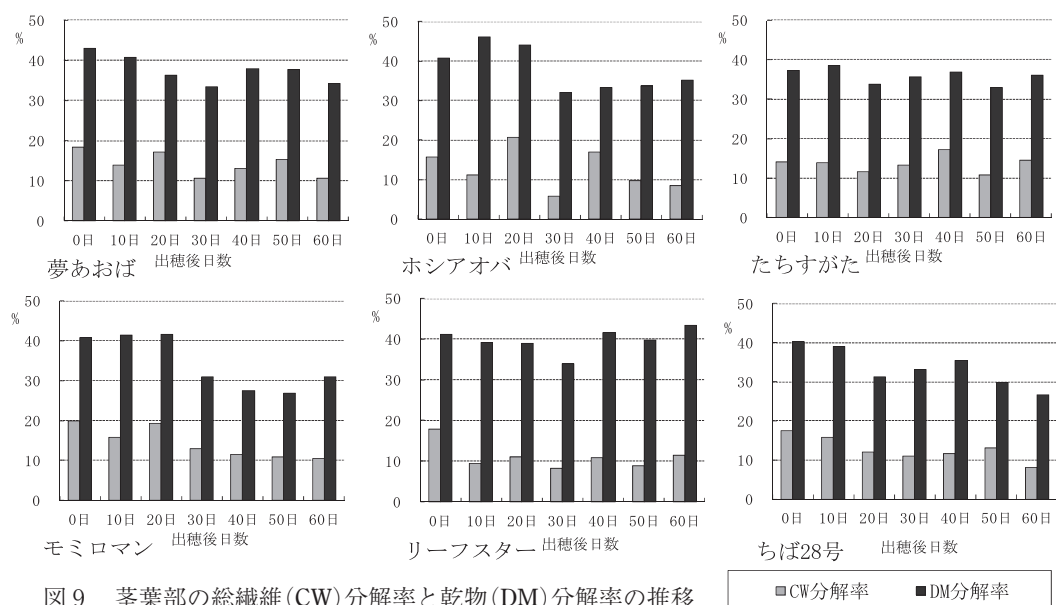


図9 茎葉部の総繊維(CW)分解率と乾物(DM)分解率の推移

考 察

乾物穂重割合から、「夢あおば」、「モミロマン」、「ホシアオバ」および対照品種の「ちば28号」が穂重型品種であり、中でも「モミロマン」、次いで「ホシアオバ」が穂重型の形質が強い（細谷ら2015）。茎葉部のみの分析結果では、穂重型の形質が強い「ホシアオバ」と「モミロマン」では登熟とともにObが増加、OCCが減少し、繊維の消化性を低下させるリグニンおよびケイ酸含量が増加した。「夢あおば」もこの2品種に類似した推移であった。さらに、「ホシアオバ」および「モミロマン」の茎葉部のDM分解率は、出穂後30日以降に明確に低下している。なお細谷ら（2015）によると、出穂後30日は概ね黄熟期に相当するとしている。以上より、穂重型品種では登熟に伴

い茎葉部の消化性の低下が認められるため、特に穂重型の形質が強い品種では黄熟期より前に早刈りすることで茎葉部の高消化性を確保できることが明らかになった。

一方、「リーフスター」は茎葉型品種、「たちすがた」は中間型品種に位置づけられるが（細谷ら2015）、両品種の茎葉部のObおよびOa、OCC含量は出穂以降ほぼ横ばいで変化が小さかった。また、茎葉部のCW分解率およびDM分解率は出穂後の変化が比較的小さく、穂重型品種と比較して、登熟しても茎葉部の消化性が変化しない傾向を持つことが両品種の特徴と認められた。さらに、繊維の消化性を低下させるリグニンおよびケイ酸含量については、中間型の「たちすがた」は「ホシアオバ」や「モミロマン」と同様に登熟に伴う増加傾向で推移していたが、茎葉型の「リーフスター」は黄熟期後期～完熟期以降に相当する出穂後40日以降でも、他の品種と比較して

低い水準を維持していた。このように、中間型品種「たちすがた」と茎葉型品種「リーフスター」の茎葉部の不消化成分の推移は異なる様相を示し、登熟が進んだ場合における消化性は「リーフスター」の方が低下しにくいと考えられる。茎葉型品種とされる「リーフスター」は、飼料専用品種の中で比較的リグニン含量が低い品種として知られる（加藤ら2010）。本研究では完熟期以降になり茎葉部が老化してもリグニンが蓄積しなかったことから、熟期が進んでも茎葉部の繊維の消化性が低下しにくい明確な品種特性を持つと考えられる。

以上のように、本研究で分析した出穂後の茎葉部の酵素分析で得られる分画、リグニンおよびケイ酸含量、分解性の変化のパターンは、細谷ら（2015）の挙げた品種の形質の差と概ね一致していた。このことから、品種の形質の差により、出穂後の茎葉部消化性の変化が異なることが明らかになった。

出穂期の刈り取りについては、水分含量が高い上に、乳酸発酵の基質となる茎葉部の単少糖類が減少を始める時期であり（山田ら2011）、サイレージ発酵に不利な要素があるため極力避けた方が良いと考えられる。著者らの分析結果でも、県内のイネWCSの発酵品質の傾向として、出穂期刈りは高水分により品質が劣ることが明らかになっている（名取ら2014）。一方で、乳熟期や糊熟期でも、適切なサイレージ調製を行うことで、良質な発酵品質のイネWCSができることが明らかになっている（石田ら2009）。

以上から、泌乳牛向けに茎葉利用を目的とする場合、茎葉部の消化性の面からは、穂重型品種は乳熟期～糊熟期が有利であると考えられる。一方、茎葉型品種は、出穂期には高水分であることと登熟に伴う消化性の変動が少ないことから乳熟期以降の収穫が望ましく、黄熟期～完熟期に至っても穂重型品種と異なり有利性は高いと考えられる。

県内では、イネWCSとして食用品種が作付けされる場合もあるが、特にコンバイン型専用機（日本草地畜産種子協会2014）で収穫した食用品種の黄熟期のイネWCSは、泌乳牛への多給時における未消化粗に起因すると思われるデンプン消化率の低さや食滞発生リスクから、早期収穫が適していることが指摘されている（村田ら2014）。飼料専用の穂重型品種は穂重割合が高く食用品種に類似した形質を持っており、未消化粗のデメリットの面からも、泌乳牛向けには黄熟期よりも乳熟期～糊熟期の収穫が望ましいと考えられる。

茎葉型品種は乳熟期以降、幅広い収穫適期を持つと考えられるが、登熟が進んでも穂重割合が低いことから未消化粗のデメリットは小さい。しかし、中間型品種は、茎葉部の消化特性が茎葉型品種に近いものの穂重割合が穂重型品種に近いので、収穫期は穂重型と同様とするのが無難と考えられる。

また、近年普及が進む「たちすずか」は、穂重割合が

「リーフスター」より低く茎葉型品種としての形質がより強いが、茎葉中の糖含量が他品種と比較して高いなどの特性を有しており（日本草地畜産種子協会2014、松下ら2012）、茎葉型品種でも栄養面の特徴が際立っていると考えられる。「たちすずか」を含め品種特有の栄養的特徴もあることから、品種別・収穫時期別に、早晚性や収量、サイレージ適性、栄養および消化性等の評価を把握し、地域の現状に即した収穫時期の選択をすることが必要である。

早場米地帯である千葉県では、用水の終了時期が早いなどの制限や、食用米の収穫作業との作業分散を図る必要性があることから、品種の特性をよく把握したうえで利用目的に沿った品種の選定を行うことと、刈り取り時期について食用向けのように固定的でなく品種に合わせて柔軟な考え方を持つことが重要と考えられる。

引用文献

- 千葉県、2016、千葉県農林水産業の動向、平成28年度版:47-48
- 千葉県、2015、稲発酵粗飼料向け推奨品種、千葉県飼料作物奨励品種
- 細谷肇・沼尾真人・宮本光浩、2012、飼料イネにおける葉緑素計SPAD-502を用いた β -カロテン含量の簡易判定、千葉畜セ研報12:49-53
- 細谷肇・名取美貴、2015、飼料イネ専用品種の収穫時期別収量性と水分含量の推移、千葉畜セ研報15:31-35
- 井出忠彦・古賀照章、2009、稲発酵粗飼料を用いた肉用繁殖牛・肥育牛の飼料給与技術の確立、地域農業確立総合研究「関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立」最終報告書Ⅱ研究報告編:279-290
- 石田元彦・石川哲也・樋口浩二、2009、収穫時期の異なる飼料イネ専用品種のTDN収量およびサイレージ発酵品質の解明、地域農業確立総合研究「関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立」最終報告書Ⅱ研究報告編:175-178
- 石崎重信、2009、稲発酵粗飼料中の β -カロテン含量、千葉畜セ研報9:43-44
- 石崎重信・中西直人、2009、稲発酵粗飼料を用いた交雑種去勢牛肥育、地域農業確立総合研究「関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立」最終報告書Ⅱ研究報告編:261-269
- 自給飼料利用研究会、2009、三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック、社団法人日本草地畜産種子協会:6-11、20-23
- 加藤浩・根本博・坂井真・安東郁男・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・高館正男・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、

名取ら:飼料用イネ専用品種の収穫時期別の消化性の推移

作物研究所研究報告11:1-15

松下景・飯田修一・出田収・春原嘉弘・前田英郎・田村泰章、
2012、茎葉多収で消化性に優れ高糖分含量の飼料用水
稲品種「たちすずか」の育成、近畿中国四国農業研究
センター研究報告11:1-13

村田美里・石崎重信、2014、泌乳牛への早期収穫したイネ
WCS給与の影響、千葉畜セ研報14:1-13

名取美貴・細谷肇、2014、千葉県で生産された稲発酵粗飼
料の栽培・収穫条件の実態と品質に影響を与えた要因の
解析<Ⅱ>専用収穫機体系、千葉畜セ研報13:55-59

社団法人日本草地畜産種子協会、2014、稲発酵粗飼料生
産・給与技術マニュアル第6版<平成26年度版>:71、
95、98-99、101-104、114

山田真吾・笹木教隆、2011、飼料用イネの生育特性と単少
糖含量の推移、福井県畜産試験場研究報告24:40-45