

<特集 北海道で展開された草地植生改善の取り組みと今後の展開方向>

草地植生改善の取り組みを今後どう活かすか

三 枝 俊 哉*

近年、草地の草種構成を改善する活動が「植生改善」と称され、関係機関によって精力的に取り組まれている。その内容は、草地更新時における雑草対策の徹底、簡易更新による優良草種の導入など、おもに草地更新対策である。チモシー、オーチャードグラス、ペレニアルライグラスなど、高位生産を指向する酪農家が利用したい草種はいずれも株型である。これらは、分けつ密度が一定程度低下すると、施肥や収穫といった維持管理技術で生産性を復活させることは困難となる。そこで、草地更新によって、生産性の高い株型草種を増やさなければならない。これまで推進されてきた「植生改善」の実際は、生産現場に正しい草地更新を推奨する啓発活動といえる。

草地更新の成功は、酪農場における草種構成改善の大前提であるが、第一歩に過ぎない。草地更新によっていくら上手に基幹草種を定着させても、維持管理法に問題があれば、たちまちあるいは徐々に草種構成が悪化するからである。すなわち、酪農場の草種構成を改善するという活動の本質は、実は草地更新後の維持管理対策にある。

図1は根釧農業試験場で2008年以降、草地更新時の雑草対策を徹底し、その後適切な草地管理を継続した時の反収と草種構成の推移である(根釧農試 2014)。2008年以降の根釧農試における草地更新の面積割合は毎年約10%であった。このとき、根釧農業試験場の粗飼料生産草地では、年間乾物収量はほぼ一定のまま、チモシー優占草地(チモシー割合50%以上)の面積が毎年約10ポイントずつ増えていった。たとえば草地更新後3年で元の地下茎型イネ科草優占草地の戻り場合、チモシー割合50%以上の草地面積割合は、改善前から10~

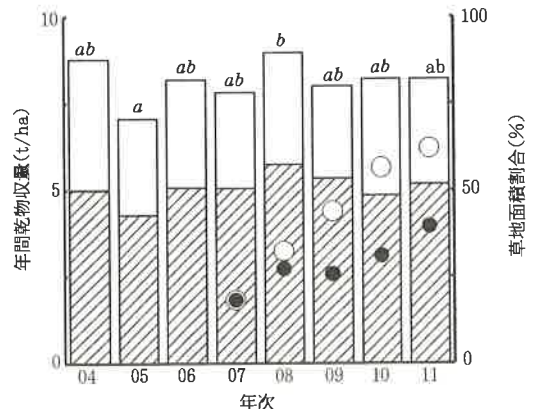


図1 根釧農業試験場粗飼料生産圃場における施肥改善と草地更新の適正化に伴う乾物収量と草種構成の推移(根釧農試 2014を改変)

草地更新時の雑草対策は2008年以降、草地更新時にグリホサート系除草剤の耕起前処理と播種床処理の両方を実施；施肥管理は2005年以降有機物施用に伴う施肥対応、2008年以降土壌診断に基づく施肥対応を実施。

▨, 1番草乾物収量；□, 2番草乾物収量；

○, チモシー混生割合50%以上の草地面積割合；

●, マメ科牧草混生割合15%以上の草地面積割合(ギンギン類, シロクローバなどの広葉草本優占草地を除く)；

○, ●, チモシーとマメ科牧草の混生割合は前年秋の相対被度に基づき区分；異種文字間の年間乾物収量に有意差あり(P < 0.01, Games-Howel)。

20ポイント増えたところで頭打ちになるはずである。ところが図1のように、2008~2011年の4年間ちょうど毎年の更新面積分、チモシー優占草地が増えていったということは、少なくとも更新後4年間はチモシー割合が減らなかったことを意味する。毎年一定面積の草地更新を進める場合、良好な草種構成を5年維持できれば5年間、10年維持できれば10年間、酪農場全体に占める草種構成の良好な草地面積割合は増え続け、その後一定に落ち着く面積割合の水準も高くなるはずである。

このように、更新して良好になった草種構成をどれだけ維持できるかが、酪農場全体の草種構成改善の規模に直結する。現在の生産現場では草種構成の悪化が顕著なので、当然、草地更新の推奨

* 酪農学園大学 Toshiya SAEGUSA

が最初の重要課題となる。そこで現在までの「植生改善」活動は、それに必要な技術を開発、普及し、草地更新を推進してきた。したがって今後は、草地更新によって改善した草種構成をできるだけ長期間維持し、酪農場全体として草地更新の必要面積を減らしていくことが、本来の「植生改善」活動の目指すところとなる。それらに関し、の生産現場と研究機関の課題をいくつか提案したい。

1. 生産現場でなすべきこと－適切な草地更新とその後の基本的草地管理

1) 草地更新時における雑草対策への動機付け

道内草地における草種構成の悪化は平成20年代前半から注目され始め（根農農試 2012）、関係機関による「植生改善」の取り組みが始まった。その結果、草地更新時の雑草対策や簡易更新の技術改良が進み（道総研畜試 2015）、確実な雑草対策を前提とした草地更新技術の適正化が精力的に指導されるようになり、現在に至っている。しかし、生産現場には依然として「草地を更新しても3年で元に戻る」という懸念が根強い。これには新技術の説明とともに、草地の作土に対する生産者の認識を転換させることが不可欠である。何十年も草地生産を繰り返してきたその圃場の作土には、先代、先々代の維持管理や草地更新を通じて、かつてない種類と量の地下茎や埋土種子が蓄積されている。同じ場所で同じ利用方式を毎年繰り返してきた圃場でも、現在の作土の状態は先代、先々代とは全く異なる状態に変化していることを強く認識しなければならない。この認識がなければ、高価な除草剤の複数回処理や、1番草収穫を諦めて侵入性の高い地下茎型イネ科草の抑制対策に当てることに理解を得られない。埋土種子や地下茎型イネ科草がいっぱいになった草地を開墾当初と同様の方法で更新しても、1年でギンギン畑になるか、3年で元のシバムギやリードカナリーに優占されるのは当たり前である。昔は必要でなかった雑草対策が、今は必要なのだという認識を通じて、新しい対策技術を導入する動機付けをおこなう必要がある。

2) 維持管理まで考えたメリハリのある草地更新計画

草地更新時における雑草対策の重要性が認識され、草地更新の成功率が向上したら、次は更新計画を検討する必要がある。特に草地面積に余裕のある経営では、全部の草地を高収量、高栄養の草地に転換する必要はない。収穫やふん尿還元などの作業を適期に実施する集約的な管理を実施しやすい圃場、すなわち土地条件の良好な圃場を優先的に更新し、十分な収量をあげて必要な粗飼料を確保するよう計画する。その他の圃場は地下茎型イネ科草の生態的な安定性を利用して、化学肥料を節約するなど省資源・省力的に管理すればよい。搾乳牛、乾乳牛、育成牛はそれぞれ栄養の要求量が異なるので、その方が全草地を同じ草種構成で管理するよりも、むしろ合理的といえる。

このように粗飼料生産圃場にメリハリをつけると、施肥管理時には各圃場の草種構成や土壌養分含量によって施肥のメニューが変化する。圃場ごとにブロードキャストやスラリースプレッドの設定を変えなければならない。また、飼料調製時には各圃場の草種構成や基幹草種の生育段階によって、収穫の順番や収納場所を気にしながら作業を進めなければならない。ところが、機械のオペレータとしては、同じ作業を同じ設定で進める方がやりやすい。そこで、今までと同じように全草地を順番に更新し、これまでと同じ管理メニューで薄く広く管理すると、せっかく更新した優良草地の草種構成も速やかに悪化し、酪農場全体の草種構成は改善されにくくなる。草種構成を良くした草地には、その草種構成を維持するための管理が必要なのであり、そうして良好な草種構成の維持年限を延長しないと、酪農場全体の草種構成は改善できない。

3) 導入した草種を適切に維持管理する

草地の適切な維持管理技術としては、施肥管理、収穫管理、越冬前管理など各局面に対して、基幹草種に対応した多くの推奨技術が確立されている。これを適切な時期に実践すると多収で高品質な粗

飼料を持続的に生産できることは実証済みである。しかし、その実践には気を遣うしコストもかかり、一言で言えば面倒である。草地面積を十分に保有している経営では、面積当たりの収量はそれほど必要でないと感じる場面も多い。こうして、いくつかの推奨技術は保留、省略されるようになり、その結果、草地の収量が低下するだけでなく、草種構成が悪化し現在に至っている。

多くの場合、人工草地に播種するいわゆる「優良草種」は、理想的な栽培条件で収量性や飼料品質を改良して育種されたものであり、劣悪な栽培環境においては侵入性の高い他草種に競り負けやすい。特に、道内で種子流通の主流となっているチモシーはその傾向が強い。たとえば収量が不要だからとチモシー草地の施肥量を絞ることは、基幹草種であるチモシーの衰退を助長する。

前項で述べたメリハリのある草地更新計画とは、集約的に管理できる土地条件の草地を選別することで、手間のかかる集約管理の対象面積を絞り、集約管理の実効性を高めるためのものである。

また、チモシー草地を年2回利用するよりも、オーチャードグラス草地で年3回利用した方が、シバムギの侵入が緩やかになることが、古くから知られている(手島ら 1996)。近年、このような地下茎型イネ科草に対する競合力の強さを期待して、採草地へのオーチャードグラスやペレニアルライグラスなどの導入が試みられている(道総研上川農試 2015)。これにも導入した後の維持管理に注意を要する。

チモシーは越冬性の面できわめて優れるが、高温、干ばつなどの環境耐性や、他草種との競争には劣る草種である。このため、1980年代までは、北海道内でチモシーが安定的に栽培できる地帯は、冬季気象条件の厳しい道東が典型とされ、草地の基幹草種は道東がチモシー、道北、道央・道南はオーチャードグラスと区分されてきた。ところがその後経営規模の拡大に伴って1戸当たりの乳牛飼養頭数、個体乳量、草地面積が増大すると、1番草の出穂が速やかで年3回利用しないと栄養価が劣るオーチャードグラスよりも、年2回の利用

で収量、栄養価ともにおおむね良好に確保できるチモシーが重宝されるようになった。現在道内の種子流通量はチモシーが圧倒的に多い。生態的安定性よりも労働力の軽減が選択された結果である。

こうした地域にオーチャードグラスを再び導入することは、生態的には合理的であっても、労力的な問題を解決しなければ普及拡大を望めない。幸い近年はコントラクタ、TMRセンター、生産法人など従業員の安定雇用の面から年間を通した業務量の確保が歓迎される場面も増えている。このような仕組みをうまく活用し、導入した草種を適切に利用する維持管理体系が構築できるよう工夫する必要がある。

2. 研究機関でなすべきこと

—今後の維持管理技術開発の方向性

技術開発については草地更新時の雑草対策が整理され、更新の失敗を防ぎやすくなったこれからは、むしろ本番といえる。規模拡大とともに圃場の区画が大きくなり、農業機械の大型化も進む。基幹草種もこれまでのチモシー、オーチャードグラス、アルファルファに加え、ペレニアルライグラス、メドゥフェスク、場合によっては地下茎型イネ科草ケンタッキーブルーグラスやリードカナリーグラスの活用など、多様化がみられる。生産現場で起こっている現象をよく観察し、これまでの推奨技術に追加する情報を検討する必要がある。

1) 現状の把握—生産現場で何が起きているのか?

大型機械による圃場作業や放牧の結果、草地の作土が堅密化する。そこでこれを機械的に切断し、膨軟にすることで牧草生育を向上させるという対策が講じられる。作土の固相率が50%を超える重粘土では、これによってオーチャードグラスの増収効果が期待できる(道立天北農試 1992)。

火山灰地帯である道東の根釧地方でも、古い草地にしばしば表層切断などの処理がおこなわれる。しかし火山灰土壌の場合、固相率が50%を超すような堅密化は希である。また、それより前に地下

茎型イネ科草に優占された草地が多いように思われる。したがって、火山灰土壌における草地の表層切断では、土壌物理性が改善されて増収するとは考えにくい。古い草地のルートマットの切断が、地下茎型イネ科草の生育を促進して乾物収量を増やすことは想像できる。

草地は維持段階では毎年耕起されずに大型機械や放牧が繰り返されるので、従来から土壌の堅密化は指摘される場所である。しかし、近年の草地の草種構成はそれよりも前に悪化しているのではないかと。もちろん、草地更新時の雑草対策が徹底されれば、更新当初からの地下茎型イネ科草の復活は防げるだろう。しかし、筆者は前職の根釧農業試験場において、草地更新翌年の柔らかい採草地に10tダンプを乗り入れさせて収穫作業をおこない、圃場を壊す苦い経験をした。ダンプの轍ではチモシーが衰退し、シロクロバヤイヌビエが優占した後に、ギシギシ類が定着した。きれいに更新できたチモシー草地に、ギシギシ類のラインを何本も出現させてしまった(図2)。轍の深いところには雨水が溜まった。1か月後ようやく滞水が見えなくなった時に下を掘ってみると、5cm下の土はパサパサして、強い湿り気は感じなかった。滞水の原因は下層の透水性ではなく、極表層の練り返しにあった(図3)。これらは、草地が経年化によって堅くなるずっと以前の、更新後間もない優良草地を壊した事例である。そして、経営規模の拡大に伴う機械の大型化は、更新後経過年数の若い、柔らかい草地の草種構成悪化のり



図3 下層が締まるのではなく、表層の練り返しで起こる滞水
5cm下の土はパサパサしている

スクを高めているのではないかと。

このような草地更新後の初期管理については、すでにスラリー施用について圃場を傷めないよう注意が喚起されている(道総研畜試 2015)。前述の根釧農業試験場でも、以後、更新後経過年数、傾斜、天候等、地耐力に不安のある場合には10tダンプではなく4tダンプを使用することによって、轍の悪影響は緩和された。

道内では外延的草地面積の拡大が限界に来ている現在も、離農の進行に伴って1戸当たりの経営面積はかつて経験のない規模への拡大を続けている。現在の規模の粗飼料生産作業において、どのような現象が起こって草種構成を悪化させているのかを丹念に調査する必要がある。

2) 基本技術の理論整備と現代的見直し

人工草地の生産性を維持するための基本的な理論は、基幹草種の面積当たりの茎の数を毎年一定以上に確保することである。その方策は基幹となる草種の生育特性に依存する。

図4は藤井(2013)が明らかにしたチモシーの分けつの消長である。北海道におけるチモシーは、融雪後長日条件に反応してほぼ全ての分けつが栄養成長から生殖成長に転じ、節間伸長して出穂する。このため、採草地では6月頃に1番草が収穫されると、ほとんどの分けつは茎頂を除去されて再生不能となり、新分けつが発生して2番草を構

タイヤの轍が裸地になる



タイヤの轍に沿って定着したギシギシ類



図2 新しく柔らかい草地の壊れ方

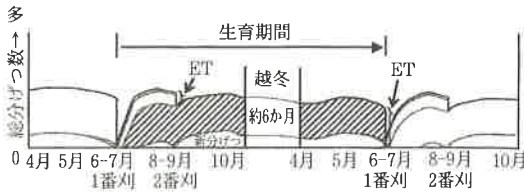


図4 チモシーの分げつ消長 (藤井 2013から改変)
 ET, 節間伸長茎;
 ■, 6, 7月の生産に寄与する分げつ集団の発生から収穫までの地上部全体に占める構成

成する。すなわち、分げつが一斉に世代交代する。チモシーは出穂に春化を要さないの、長日条件が残る2番草でも一部出穂する。その他の栄養茎は越冬して、翌年の1番草を構成する。したがって、チモシー草地の分げつ密度の維持は、この夏期間の分げつの世代交代をいかに順調に実現するかが課題となる。1番草収穫後の新分げつが地上に出現し、旺盛な生育を展開するまでには1週間から10日を要するため、この時期、地上部のチモシーの生育は停止しているように見える。これが、他草種の侵入を許すスキとなり、草種間競争に弱いとされる要因とされる。

対照的に、オーチャードグラスの分げつ密度の維持に係る重要な時期は秋である。オーチャードグラス1番草の出穂には春化を要する。しかも、越冬前のある程度の大きさや養分状態が確保されないと、低温を十分に感受できず(池谷ら1987)、その分げつは翌年出穂することなく栄養茎のまま

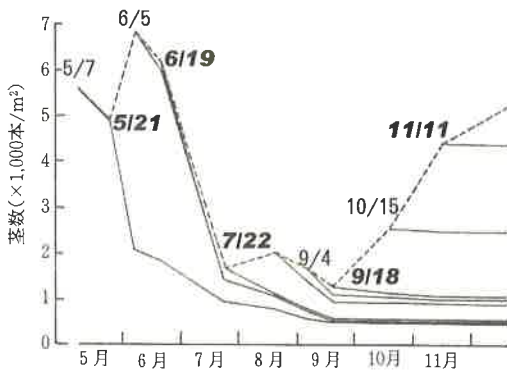


図5 オーチャードグラスの分げつ消長 (伊東ら 1989から改変)
 年5回刈り, 太字が刈取り日

1年を過ごす。こうして通常、オーチャードグラス1番草では約半数の分げつが出穂するため、2番草では全茎数を半減させるが、生き残った半数の栄養茎がただちに栄養成長を再開するため、2番草の再生が旺盛で他草種との競争に勝つことができる。このとき発生する新分げつは、旺盛に再生する既存分げつに競り負けて、全茎数を回復するには至らない。全茎数は最終収穫後の秋、旺盛な新分げつの発生によって回復する(伊東ら 1989)。この時茎数を十分に回復させるとともに、栄養状態を良好に確保することで冬の低温を感受する茎数を増やすことが、翌年の1番草収量の確保につながる。

北海道内ではこれまで多くの実効性の高い草地管理技術が確立されてきたが、上記のような基本的な理論に裏打ちされているかと言えば、必ずしも十分でない。

たとえば、早生のチモシーを早刈りするとシロクロバに優占されやすいという現象では、早刈りによってチモシー2番草の再生が抑制されることが確認されている(木曾・能代 1999)。しかし、早刈りが抑制するのは、新分げつの発生か、従属再生長期の生育か、独立再生長期の生育か?それに品種間差があるのか?それが判れば、2番草での分げつ交代に支障のない早刈り条件を見出すことができるかもしれない。

面積にゆとりのある経営では、1番草収穫後施肥を省力する場合がある。オーチャードグラス2番草の茎数は、前年秋にほとんど決まっているので、1番草収穫後の低栄養は1茎重の低下を招いても、それによって他草種との競合に負けられない限り、分げつ密度の低下には直接関係しにくい。一方、チモシーの場合、分げつ交代期における低栄養が新分げつの発生茎数やその後の再生を抑制し、新分げつの定着自体を阻害する懸念がある。その条件が確かめられれば、チモシー採草地での2番草への分げつ交代に支障のない最低施肥量や土壌肥沃度が設定できるかもしれない。

オーチャードグラスの秋施肥は翌年1番草の出穂茎数と全茎数を増やして増収をもたらすことが

知られている（坂本 1984）。現在の北海道施肥標準における推奨の施肥配分は均等施肥であるが、秋施肥する場合の施肥配分も付記されている。しかし、オーチャードグラスの新分げつが秋に集中的に発生して分げつ密度を回復するのであれば、分げつ密度を低下させない最低減の秋施肥量や土壌養分状態が設定できるのではないかと？

近年、スラリーの混入防止や干ばつ対策で有効とされる高刈りが、次番草の再生改善効果とともに論じられる場合がある。既存分げつ主体で再生するオーチャードグラスは、刈取り高さを高めることで残葉が増え、従属再生から独立再生への移行を早める効果が期待できる。一方、チモシーの場合、放牧のような多回利用条件では、刈取り高さを高めることにより、分げつ交代時期の利用頻度を増やし、上昇してくる茎頂が徐々に切除されて既存分げつによる再生を確保できる。しかし、1番草採草利用の場合、刈取り高さを変更しても茎頂はすでに穂首まで上昇しているため、新分げつ主体の再生にかわりはない。もしも、採草利用条件でも刈取り高さが2番草再生に影響するならば、放牧条件とは異なる原因があるはずである。

以上のような観点で、これまでの知見が確認・整理されれば、そこに新たな維持管理技術の芽が隠されているかもしれない。

3) 主要草種の分げつ特性と維持管理

集約放牧で注目されたペレニアルライグラスとメドウフェスクは、チモシーやオーチャードグラスよりも研究事例の蓄積が乏しい。北海道におけるペレニアルライグラスは、1990年代に集約放牧草地における基幹草種として導入された（石田ら 1995）。また、メドウフェスクは草地開発当初からオーチャードグラスの補助草種として播種されていたが、冬期寒冷でペレニアルライグラスの栽培が困難な地帯における集約放牧用基幹草種と位置づけられたのは2000年代も後半になってからである（須藤 2004；牧野ら 2007）。このため、いずれも北海道における栽培の実績は少ない。既往の研究（Emoto and Ikeda 1999；Lambert and

Jewiss 1970）からは、分げつの生活史はチモシーともオーチャードグラスとも異なることが想定される。まずはこれらを明らかにし、各草種の特性に応じた草地管理技術を構築する必要がある。

ペレニアルライグラスは放牧利用、採草利用、兼用利用ともに、推奨の管理技術は提示されている（石田ら 1995；新宮ら 2008；岡本 2010）。しかし、特に採草利用や兼用利用については類似の多回刈り可能な草種であるオーチャードグラスに準じた管理体系を基本に技術が構成されており（岡本 2010）、ペレニアルライグラス分げつの生活史に基づいた論議については検討の余地が残されている。今後、冬季気象条件の厳しい北海道東部でも栽培可能なペレニアルライグラスの品種が育成されれば、チモシー基幹草地を対象に構築されてきた採草地の管理技術が大きく進化する可能性があるため、それまでに知見を備えたい。メドウフェスクについては、放牧専用草地に推奨される利用管理法が設定されたばかりである（西道ら 2013）。採草利用については否定的な見解が多いが、兼用利用が可能であれば利用時の柔軟性が高まって都合が良い。越冬性に優れるペレニアルライグラスが育成されるとしても、現実的な普及拡大には時間を要する。メドウフェスクの利用体系を草種特性に基づいて構築する価値は十分にあると考えられる。

両草種に共通した魅力は追播に適することである。追播技術の安定性が増せば、耕起を要さない草地更新の世界も開けてくる。機械体系の進化とともに、使用条件の整理など追播の成功率向上に関する技術開発が期待される。

4. おわりに

「草地の植生改善は草地更新をきちんとできたら解決」と思われがちなので、本当の努力はこれからであることを強調したい。これまで公表された新技術を駆使して草地を更新すれば良好な草種構成が高い確率で成立する。そこで安心するか、維持管理にまで心を致すかで現在の植生改善活動の効果が4-5年で収束するか、8-10年伸び続け

るかが決まると思われる。

試験研究機関には、その間に現在整理しきれていない草種構成の悪化要因や各草種の生育特性をあらためて検討する必要がある。ここでは寒地型イネ科牧草を中心に述べたが、マメ科牧草や近年注目度が高まっている飼料用トウモロコシについても同様である。こうして、現在の状況に応じて各草種の生育特性を活かした維持管理法を確立すれば、さらなる維持可能年限の延長に貢献することができるものと考えられる。

参考文献

- 道立天北農業試験場 (1992) 重粘土経年草地における表層切断の効果. 平成4年普及奨励ならびに指導参考事項, p260-263
- 道総研畜産試験場・根釧農業試験場・上川農業試験場天北支場 (2015) 地下茎型イネ科草種に対応したチモシー採草地の植生改善技術と地域における植生改善推進方法. 平成28年普及奨励ならびに指導参考事項, <http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/28/f1/05.pdf>
- 道総研上川農業試験場天北支場 (2015) オーチャードグラス, ペレニアルライグラス混播導入によるリードカナリーグラス草地の改善効果. 平成28年普及奨励ならびに指導参考事項, <http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/28/f2/15.pdf>
- 道総研根釧農業試験場 (2012) 根釧地域の草地更新時における植生悪化要因の実態. 平成24年普及奨励ならびに指導参考事項, p135-138, 北海道農政部, 札幌.
- 道総研根釧農業試験場 (2014) 牧草を飼料基盤とする酪農場における施肥改善技術導入効果の実証. 平成26年普及奨励ならびに指導参考事項, p161-164, 北海道農政部, 札幌.
- Emoto, T. and Ikeda, H. (1999) Appearance and development of tillers in herbage grass species. 1. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Grassld Sci., 45, 210-216
- 藤井弘毅 (2013) チモシー (*Phleum pratense* L.) の永続的維持に関する研究. 北海道立総合研究機構農業試験場報告138, 1-114
- 池谷文夫 (1987) オーチャードグラスにおける出穂制御機作の解析とその世代促進法への適用に関する研究. 北海道農業試験場研究報告147, 45-119
- 石田 亨, 寒河江洋一郎, 川崎 勉, 板東 健, 裏悦次 (1995) ペレニアルライグラス放牧草地の集約利用技術, 北海道立農業試験場集報68, 51-60
- 伊東睦泰・大野泰弘・遠山修自 (1989) オーチャードグラス草地における時期別の分けつの発消長とその草地生産にはたす役割. 日本草地学会誌 34, 247-256
- 木曾誠二・能代昌雄 (1999) チモシー (*Phleum pratense* L.) 採草地の早刈り管理法. 3. 早刈りしたチモシー・シロクローバ (*Trifolium repens* L.) 混播草地の2番草再生期間における葉面積と相対照度の垂直分布. 日本草地学会誌45, 170-175
- Lambert D.A and O.R Jewiss. (1970) The position in the plant and the dates of origin of tillers which produce inflorescences. J. Br. Grassl. Soc., 25, 107-111
- 牧野司・佐藤尚親・林拓 (2007) 根釧地域におけるメドウフェスクおよびチモシー草地の生産性と放牧地必要面積. 日本草地学会誌53 (別), 88-89
- 岡元英樹 (2010) 天北地方における高栄養牧草ペレニアルライグラスの採草利用を含めた有効活用法に関する研究. 北海道立農業試験場報告125, 37-43
- 坂本宣崇 (1984) 高緯度積雪地帯におけるオーチャードグラスの周年管理に関する栄養生理的研究. 北海道立農業試験場報告48, 1-58
- 新宮裕子・中村直樹・吉田昌幸・岡元英樹 (2008) ペレニアルライグラス放牧地における乳牛の数日滞牧型輪換放牧技術. 平成19年度研究成果情報-北海道農業-, p172-173, 北海道農業研究センター
- 須藤賢司 (2004) 搾乳牛の集約放牧技術に関する研究-メドウフェスク草地を焦点として-, 北海道農業研究センター研究報告181, 43-87
- 手島茂樹・加納春平・高橋俊 (1996) 牧草地内侵入したシバムギの耕種防除法に関する研究 第1報 オーチャードグラス草地内に移植したシバムギの消長に及ぼす刈り取り頻度と施肥の影響. 日草誌42(別), 234-235