

I S S N 1 3 4 6 - 2 4 2 3

2 0 2 5 . 3

飼料増産広報誌

グラス & シード

特集：草地改良が有する温室効果ガス削減効果と

高位生産草地の維持に関する植生管理技術



一般社団法人 日本草地畜産種子協会

はじめに

昨年5月、四半世紀ぶりに「食料・農業・農村基本法」の改正法が成立し、食料安全保障をはじめ、環境と調和のとれた食料システムの確立、農業の持続的な発展、農村の振興が基本理念として位置付けられました。畜産においてこの基本理念を実現するには、我が国の土地基盤を最大限活用し、昨今の飼料価格高騰への対応を含め自給飼料生産基盤に立脚した足腰の強い畜産経営を育成する必要があります。

そのためには、我が国の飼料作物作付面積の大半を占める草地について、高品質かつ高収量な生産性の高い草地（高位生産草地）を安定的に維持し、国産飼料を低コストに増産することが重要です。しかしながら、近年、不十分な草地管理によって裸地化が進行した草地に難防除雑草の種子が侵入し、その結果生じる牧草密度の減少により、草地の潜在的な生産性が十分に発揮されない状況にあります。

このような状況を踏まえ、一般社団法人日本草地畜産種子協会では、環境負荷軽減の観点から「草地改良が有する温室効果ガス削減効果」、本年度の新たな草地改良事業の創設に合わせた「草地の生産性向上」に焦点を当てて、当該分野の研究者の方々に解説いただきました。

本誌が自給飼料生産の振興と畜産経営の安定化に資するための一助になれば幸いです。

令和7年3月

目 次

【特集】草地改良が有する温室効果ガス削減効果と 高位生産草地の維持に関する植生管理技術

I 草地改良による温室効果ガス（GHG）への影響

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

畜産飼料作研究領域省力肉牛生産グループ グループ長補佐 森 昭憲

1. はじめに	1
2. 草地更新法	2
3. 更新後の GHG 発生量の調査	3
4. 一酸化二窒素 (N_2O)・メタン (CH_4) の発生量、微生物呼吸量の測定	4
5. 更新草地の GHG 収支の求め方	6
6. 更新草地の GHG 収支	6
7. 更新草地から発生する N_2O と CH_4	7
8. 更新草地の微生物呼吸量	8
9. 更新草地で GHG 発生量を減らすには？	9
10. 堆肥連用が N_2O 発生量に及ぼす影響の調査	9
11. 堆肥連用に伴う N_2O 発生量	10
12. 堆肥連用で GHG を減らすには？	13

II 高位生産草地の維持に関する植生管理技術

ホクレン農業協同組合連合会 畜産生産部 技監

岩淵 慶

1. はじめに	16
2. 強害雑草の駆除のチャンスは更新時の一度きり	16
3. 雑草別の駆除方法	18
4. 維持管理時の雑草対策	22
5. 施肥、刈取りの理屈を知ろう	23
6. 草地に多様性を持たせる	27
7. 麦類を用いた同伴栽培の利用	33

Ⅲ 九州における牧草地・飼料畑の雑草被害の現状と対策

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

九州沖縄農業研究センター 暖地畜産研究領域 飼料生産グループ

上級研究員

池田 堅太郎

1. 九州の地形と気候の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
2. 九州の雑草被害の現状と対策・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
3. 今後の九州の飼料生産における雑草対策について・・・・・・ 50

「草地改良が有する温室効果ガス削減効果と 高位生産草地の維持に関する植生管理技術」

I 草地改良による温室効果ガス（GHG）への影響

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

畜産飼料作研究領域省力肉牛生産グループ グループ長補佐 森 昭憲

1. はじめに

近年、温暖化の進行に伴い、草地改良が温室効果ガス（GHG）に及ぼす影響に関心が高まっています。本稿では、草地更新法の違いが GHG 収支に及ぼす影響、堆肥利用による化学肥料の使用量の低減が、採草地から発生する一酸化二窒素（ N_2O ）に及ぼす影響について、私たちの調査結果を紹介させていただきます。

永年草地は、長年にわたりほとんど耕起を行わず、飼料生産に利用される生態系ですが、生産性を適切に維持するため、7～8年ごとの草地更新が推奨されています。生産性を維持する上で化学肥料は大切な資材ですが、土壌を酸性化させる側面を持ち、草地管理に不可欠なトラクターの走行や放牧牛の踏圧は土壌を締め固め、土壌の通気性や透水性を低下させる側面を持っています。また、経年的に侵入する雑草は、光と養水分の獲得を巡って牧草と競合しますが、牧草の枯死で発生した裸地は競合が少なく、草地に雑草が侵入する起点となります。特に近年の温暖化の進行に伴う熱波、干ばつ、湛水のような極端現象に遭遇すると、牧草の夏枯れが発生し易くなるので注意が必要です。さらに、雑草が繁茂すると餌としての嗜好性に加え、生産性が低下するケースが多く、雑草と裸地の割合が30%を超えると、更新が推奨されます（松中・三枝 2016）。地域ごとの更新率は、平均気温などの条件で異なります。畜産農家を対象とした全国調査によると、2006～2010年における1年間当たり面積ベースの更新率は、北海道で3.0%、都府県で1.3%でした（Mori ら 2022）。土壌の酸性化と圧密、雑草の繁茂などで劣化した草地植生を改良し、牧草の質と量を回復させるには、草地更新が不可欠です。

日本では、輸入飼料に由来する家畜排せつ物に含まれる養分を上手に利用し、生産性を維持することが大切です。地域ごとに定められた施肥基準には、堆肥などから供給される養分を基礎に、化学肥料の使用量を適切に減らす方法が示されています。また、最近では肥料価格の高騰の影響を緩和する観点からも、減肥の重要性が高まっています。生産性を維持するためには、肥料の三要素と呼ばれる窒素、リン酸、カリウムをバランス良く供給

することが基本です。これらの三要素の過不足は、飼料品質の低下や減収、土壌への養分蓄積や周辺水系の汚染の原因となります。堆肥などから供給される三要素と牧草生育に必要な三要素のバランスは異なるため、生産性を維持しつつ堆肥などの利用により化学肥料の使用量を減らすには、土壌や堆肥などの分析値に基づく施肥設計を構築することが大切です。

2. 草地更新法

最も一般的な草地更新法は完全更新法ですが、資材などの経費を節約し、作業労働時間を短縮するため、表層攪拌法、作溝法が採用される場合もあります。傾斜地や石礫地では、耕起直後の土壌侵食のリスクや作業機の損耗を防ぐため、作溝法以外に選択肢が無い場合もあります。一方、作溝法は厚いルートマットが発達した経年草地では、適応性が低いとされています。また、いずれの更新法でも、前植生を除草剤で枯殺することが推奨されています。前植生の作物残渣（枯殺した根と刈り株）を土壌に鋤き込み、播種床を形成するのが完全更新法の標準的な更新手順です（図1）。

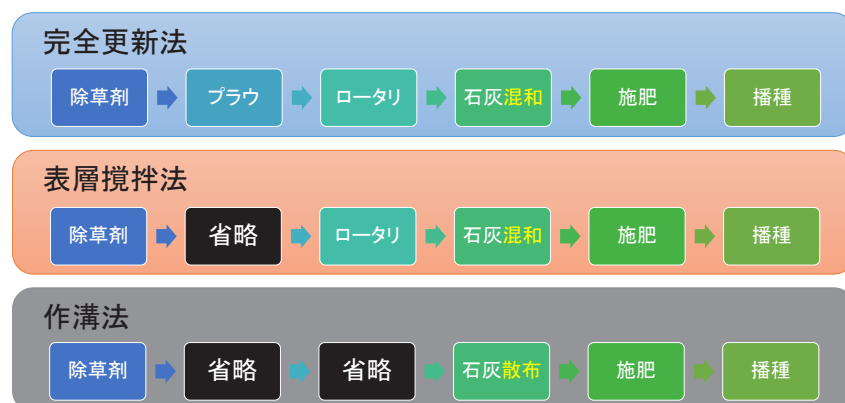


図1 完全更新法、表層攪拌法、作溝法の手順

更新法が異なると、作物残渣と土壌有機物の分布深度が異なります（図2）。完全更新法は、プラウで表層土を反転するため、作物残渣と有機物に富む表層土が深部に、有機物が少ない下層土が地表面に移動し、上下が入れ替わります。表層攪拌法は、ロータリやディスクで表層土を攪拌するため、作物残渣と有機物に富む表層土が混ざります。作溝法は、地表面に切れ目を入れ、その溝の内部に播種するため、有機物に富む表層土は移動せず、地表面に作物残渣が残ります。

また、土壌酸性の矯正効果については、完全更新法、表層攪拌法では、苦土炭カルなどの石灰資材を土壌と混和することで、効果的に播種床の土壌を矯正できますが、作溝法は、

石灰資材を土壌と混和せず地表面に散布するため、その効果は限定的です。

最後に、各更新法の土壌物理性の改善効果について比較します。完全更新法は、プラウにより下層土が粗く、ロータリにより表層土が細かく攪拌されるため、その効果は最大です。一方で、表層攪拌法では下層土を攪乱しませんが、表層土を攪拌するために十分に物理性の改善効果が期待できるのに対して、作溝法は、地表面に切れ目を入れる点を除けば、土壌をほとんど攪乱しないため、その効果は限定的です。

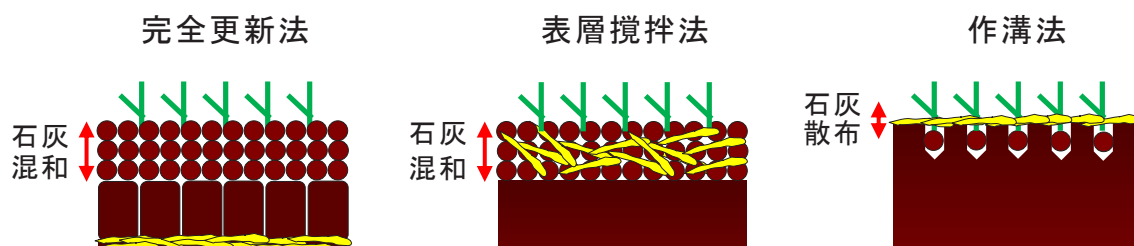


図2 更新法が異なる草地土壌の攪乱と石灰資材の施用位置（黄色は作物残渣）

3. 更新後の GHG 発生量の調査

草地更新は GHG 発生量や GHG 収支に、どのような影響を及ぼすのでしょうか。農研機構畜産研究部門（那須塩原）では、2015 年（更新 1 回目）、2016 年（更新 2 回目）の秋に、隣接する 2 箇所の採草地を完全更新法、表層攪拌法、作溝法で更新し、GHG 発生量を測定しました（Mori 2020）。以下では概要を紹介します。

8 月下旬に除草剤で採草地の植生を枯殺し、完全更新法、表層攪拌法、作溝法の処理区を設置しました。完全更新法、表層攪拌法では、苦土炭カルを表層土と混和し、作溝法では地表面に散布しました。完全更新法では地表面に反転された土壌 15cm、表層攪拌法では地表面の土壌 15cm、作溝法では地表面の土壌 5 cm を pH6.5 に酸性矯正することを目標に、苦土炭カルの施用量を決めました。

更新時施肥として、全処理区に化学肥料（40 kgN/ha、200 kgP₂O₅/ha、80 kgK₂O/ha）を表面施用し、オーチャードグラス（*Dactylis glomerata* L.）を播種しました。完全更新法、表層攪拌法では散播、作溝法では列幅 15cm の作溝型の播種機（GrassFarmer GF2014C）を用いました。続いて、ケンブリッジローラーで全処理区を鎮圧しました。維持段階施肥として、翌年の 3、5、7、8 月の 4 回に分け、全処理区に化学肥料（190 kgN/ha/年、95 kgP₂O₅/ha/年、190 kgK₂O/ha/年）を表面施用し、5 月に一番草、7 月に二番草、8 月に三番草、10 月に四番草に収穫しました。

以上のように、更新法が異なる採草地で、更新直前から翌年の四番草の収穫直後まで、

N_2O とメタン (CH_4) の発生量、微生物呼吸量を測定しました。微生物呼吸量は、聞き慣れない言葉ですが、土壌有機物の分解量と言い換えることができます。以下では、 N_2O と CH_4 の発生量、微生物呼吸量の測定法を紹介します。

4. 一酸化二窒素・メタンの発生量、微生物呼吸量の測定

N_2O と CH_4 の発生量を測定するため、ステンレス製のチャンバー（図 3）を草地に設置しました。設置時には、チャンバーの下端を 3 cm ほど地表面に差し込みます。測定時には、チャンバーの上端を蓋で密封し、0、15、30 分後にチャンバー内の大気をプラスチック製の注射器で採取し、あらかじめ真空引きしておいたバイアル瓶に保存しました。バイアル瓶を実験室に持ち帰り、保存された大気中の N_2O と CH_4 をガスクロマトグラフで分析しました。



図 3 草地に設置されたチャンバーによる N_2O と CH_4 の発生量の測定

多くの場合は、チャンバー密封後の時間経過とともに、 N_2O 濃度が増加、 CH_4 濃度が減少します。このような濃度変化を基礎に、 N_2O と CH_4 の発生量（吸収量）を計算します。以上の測定を週 1 ～ 2 回程度の頻度で、更新直前から翌年の四番草収穫の直後まで繰り返し、 N_2O と CH_4 の発生量（吸収量）の積算値を台形法で求めます。

草地では土壌微生物の働きにより、土壌中の無機態窒素が形態変化する際に N_2O が生成します。すなわち、アンモニウム態窒素 (NH_4^+) が、硝酸態窒素 (NO_3^-) に酸化される硝化の副産物、また、硝酸態窒素 (NO_3^-) が窒素分子 (N_2) に還元される脱窒の中間産物として、 N_2O が生成します（図 4）。

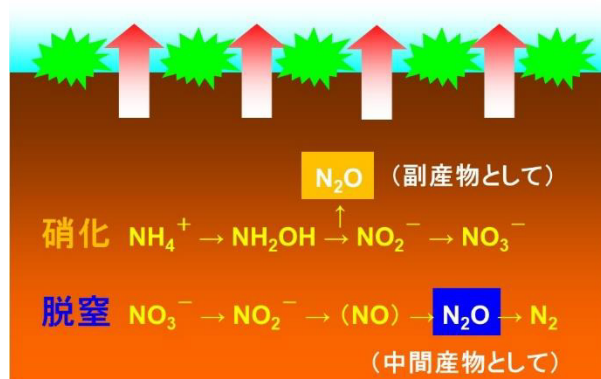


図 4 土壌微生物による N_2O 生成（森、2010 から引用）

草地の土壌中には、好氣的部位と嫌氣的部位が共存し、 CH_4 の酸化と生成が同時進行するのですが、 CH_4 発生量の積算値は、マイナスの値となる場合が多いです。大気中に存在する微量の CH_4 と土壌中で生成した CH_4 が、土壌微生物の働きにより酸化されるため、地表面で CH_4 が吸収されるように見えます（図5）。 CH_4 吸収量を CO_2 換算すると、非常に小さな値となるため、 CH_4 吸収量が草地のGHG収支に及ぼす影響は限定的です。 CH_4 発生量がマイナスの値となる現象は、 CH_4 吸収と呼ばれています。

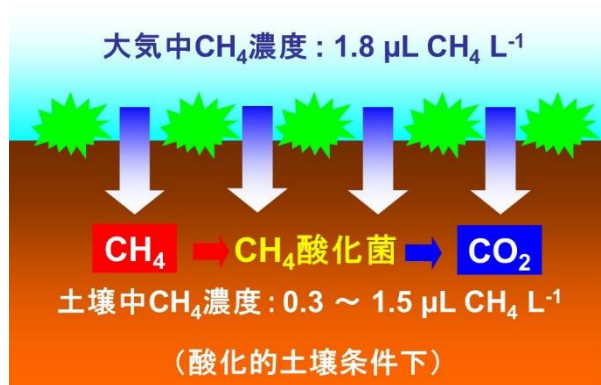


図5 土壌微生物による CH_4 の吸収(森、2010 から引用)

また、微生物呼吸量を測定するため、全処理区の内部に裸地を作りました。裸地では、根の呼吸で放出される CO_2 の影響を受けず、土壌有機物の分解量を CO_2 発生量として測定できます。裸地への根の侵入を防ぐため、裸地周囲に30cm深のプラスチック板を埋設し、地表面にステンレス製のチャンバーを設置しました（図6）。雨滴の衝撃を受け、裸地の団粒構造が破壊されないよう、測定時以外は1mm目のネットで裸地表面を保護しました。

測定時には、チャンバーの上端を蓋で密封し、蓋に取付けた赤外線プローブで、1～3分後の CO_2 濃度の経時変化を測定し、微生物呼吸量を計算しました。以上の測定を週1回程度の頻度で、更新直前から翌年の四番草収穫の直後まで繰り返し、 CO_2 発生量の積算値を台形法で求めます。



図6 裸地に設置されたチャンバーによる微生物呼吸量の測定

土壌微生物による有機物分解に伴う CO₂ 発生量は、微生物呼吸量と呼ばれています。更新時に、土壌中に鋤き込まれた作物残渣は、土壌有機物の一部となります。微生物分解量は、更新前から存在する土壌有機物に作物残渣を加えた両者の分解量の和と言えます。

5. 更新草地の GHG 収支の求め方

更新草地の GHG 収支 (CO₂ 換算値) を式 1、炭素収支を式 2 で求めました。

$$\text{GHG 収支} = \text{炭素収支} \times 44/12 + \text{N}_2\text{O 発生量} \times 298 + \text{CH}_4 \text{ 発生量} \times 25 \quad (\text{式 1})$$

$$\text{炭素収支} = \text{微生物呼吸量} - \text{作物残渣} \quad (\text{式 2})$$

44/12 は C (原子量 12) を CO₂ (分子量 44) に換算する係数です。また、298 は N₂O を CO₂ 換算する係数、25 は CH₄ を CO₂ 換算する係数です。N₂O は CO₂ の 298 倍、CH₄ は CO₂ の 25 倍の温室効果を持つことを意味します。これらは温暖化ポテンシャル (global warming potential、GWP) と呼ばれ、CO₂ に対する相対的な温室効果を表す係数です。なお、現在は N₂O と CH₄ の GWP として、それぞれ 265 と 28 の改定値が利用されています (IPCC 2013)。

6. 更新草地の GHG 収支

GHG 収支は、作溝法 > 表層攪拌法 > 完全更新法となる傾向でしたが、更新法の違いによる有意な処理間差は、確認されませんでした (図 7)。土壌を大きく攪乱した完全更新法は GHG 収支が小さく、土壌をほとんど攪乱しなかった作溝法は大きくなる傾向となりました。N₂O 発生量、微生物呼吸量 (CO₂ 発生量) は、両者ともに、完全更新法で小さく、作溝法で大きくなる傾向が認められ、これらの傾向が GHG 収支に反映されました。

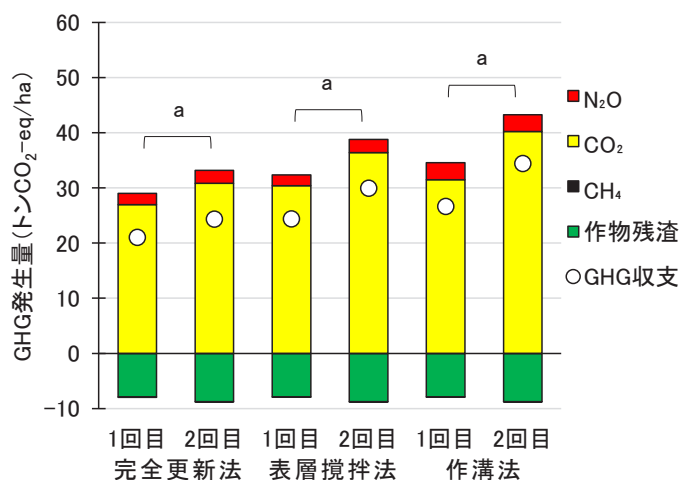


図 7 更新草地の GHG 収支 (Mori 2020 から作成)

なお、GHG 収支はプラス側が GHG 発生、マイナス側が GHG 吸収を意味します。GHG 収支の内訳は、 N_2O が 8%~12%、 CH_4 が 0%、炭素収支（＝微生物呼吸量－作物残渣、式 2）が 88%~92%で、炭素収支が最大の寄与を示しました。以下では、更新法の違いが、 N_2O と CH_4 の発生量、微生物呼吸量、GHG 収支に、どのような影響を及ぼしたのか、項目ごとに順を追って紹介します。

7. 更新草地から発生する N_2O と CH_4

N_2O 発生量の積算値は、作溝法より完全更新法と表層攪拌法で少なくなりました(図 7)。更新法により N_2O 発生量が異なった主な原因は、表層土（5 cm）の NO_3^- 濃度にあります。作溝法では、地表面で作物残渣が分解したため、表層土の NO_3^- 濃度が高まりました(図 8)。一方、下層土が地表面に反転された完全更新法、作物残渣と表層土が攪拌された表層攪拌法では、表層土（5 cm）の NO_3^- 濃度が、作溝法の場合より低くなりました。このように、耕起で表層土の NO_3^- 濃度が低くなる傾向は、更新翌年の秋まで続きました。完全更新法、表層攪拌法では、低い NO_3^- 濃度を反映し、 N_2O ピークが小さくなりました（図 8）。

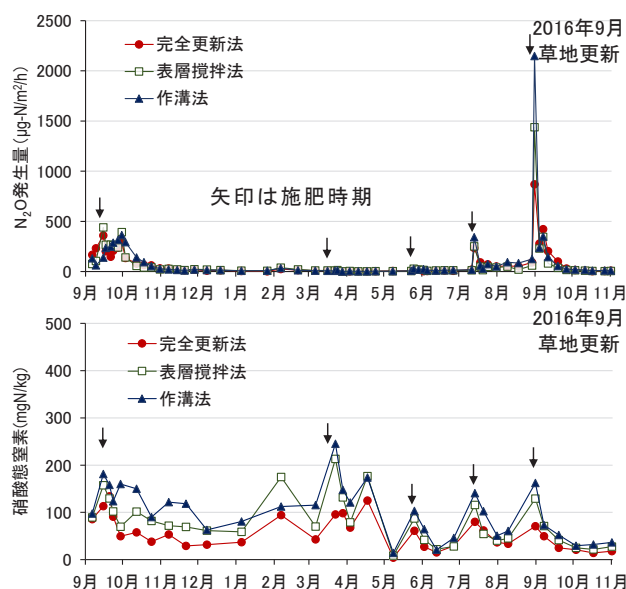


図 8 更新草地からの N_2O 発生量と土壌中の硝酸態窒素（Mori 2020 から作成）

また、表層土（5 cm）は、作溝法より完全更新法と表層攪拌法の方が、乾き易くなりました。耕起により表層土が膨軟となり、蒸発と排水が同時に促進された結果です。土壌が乾燥すると N_2O が生成し難いのですが、表層土が乾き易くなったのは、更新直後の短期間だったため、更新法による土壌水分の違いが、 N_2O 発生量に及ぼす影響は限定的でした。

CH₄発生量の積算値は、全処理区でマイナスとなり、大気中のCH₄が土壤中で酸化されることが確認されましたが、CH₄吸収量をCO₂換算すると、グラフでは確認できないほど僅かでした（図7）。完全更新法、表層撈拌法では、耕起により土壌の通気性が高まった結果、地表面におけるCH₄と酸素の拡散が促進され、CH₄吸収量が増えるのではないかと予想されたのですが、CH₄発生量の積算値は、全処理区で同等でした。耕起により表層土の土壌水分が低下したのは、更新直後の短期間だったことが主な原因です。

8. 更新草地の微生物呼吸量

微生物呼吸量（CO₂発生量）は、作溝法＞表層撈拌法＞完全更新法となる傾向でしたが、更新法の違いによる有意な処理間差は、確認されませんでした（図7）。作溝法では地表面に有機物が集積しますが、完全更新法では作物残渣と有機物に富む表層土が深部に移動し、表層撈拌法では作物残渣と有機物に富む表層土が混ざります。このように、大きな違いがあるにも関わらず、地表面で測定した微生物呼吸量は、全処理区で同等でした。

耕起は土壌を攪乱するため、土壌団粒を破壊し、土壌有機物と土壌微生物の接触を促進し、土壌中に酸素を供給し、根を含む有機物分解を促進すると言われています(Lal 2004)。このため、完全更新法と表層撈拌法では、有機物分解が促進されるのに対し、作溝法では、有機物分解が抑制されるのではないかと予想されたのですが、微生物呼吸量は全処理区で同等となり、土壌を大きく攪乱した完全更新法で小さく、土壌をほとんど攪乱しなかった作溝法で大きくなる傾向となりました（図9）。

以上の結果は、更新時の土壌攪乱が、土壌有機物の分解量を顕著に増加させない可能性を示唆しています。完全更新法では、作物残渣と土壌有機物に富む表層土が深部に移行しました。深部では酸素供給が制限され、地温上昇が緩和されるため、土壌有機物の分解量が、顕著に増えなかった可能性があります。

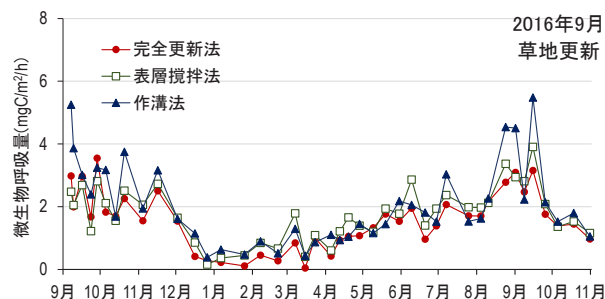


図9 更新草地の微生物呼吸量（Mori 2020 から作成）

9. 更新草地で GHG 発生量を減らすには？

全処理区で、微生物呼吸量は作物残渣からの有機物供給量を上回り、土壌有機物の消耗が確認されました。更新試験では、耕起が有機物分解に及ぼす影響に主眼を置いたため、堆肥を施用しませんでした。実際の更新では、堆肥が多用されるのが主流です。最近の調査によると、北海道で平均 88 トン/ha、都府県で平均 41 トン/ha の堆肥が、更新時に施用されていました (Mori ら 2022)。

採草地の土壌有機物を維持するには、堆肥施用が不可欠と指摘されており、更新時にも同じことが言えます (Hirata ら 2013)。堆肥を多用すれば土壌有機物を増やし、GHG 収支をマイナスの値に転じることが可能です。不耕起栽培では、表層土に有機物が蓄積されるのに対し、有機物を埋没させる耕起を時々行くと、深部で炭素貯留が促進される可能性があります (Minasny ら 2017)。また、プラウによる反転で、有機物を深部に再配置すると、下層土への炭素貯留を最大化できるとの指摘もあります (Elias ら 2023)。

更新時に、一時的に裸地となる期間を短くすることも、炭素収支の改善に有効です (Matsuura ら 2023)。更新後、速やかに植生が回復すれば、土壌への有機物供給が早期に回復します。更新試験では、微生物呼吸量と根呼吸量を切り分けるため、根を取り除きましたが、実際の草地では、根から染み出る浸出液、根のターンオーバー（古い根が枯死し、新しい根と入れ替わる新陳代謝）が、土壌への更なる有機物供給源となります。

10. 堆肥連用が N_2O 発生量に及ぼす影響の調査

永年草地で、化学肥料のみを施用する管理、堆肥を利用した上で化学肥料を減らす管理を比べると、どちらの方が N_2O 発生量を少なくできるでしょうか。農研機構畜産研究部門（那須塩原）では、堆肥利用の有無が、採草地からの N_2O 発生量に及ぼす影響を 2004 年秋から 5 年間にわたり調査しました (Mori and Hojito 2012)。以下では概要を紹介します。

採草地に化学肥料区、堆肥区を設置し、堆肥区では四番草収穫後に、牛糞堆肥を施用し、翌年は化学肥料区と堆肥区で 3、5、7、9 月に化学肥料を施用し、5 月に一番草、7 月に二番草、8-9 月に三番草、10-11 月に四番草を収穫する管理を 5 年間にわたり継続しました。

化学肥料区では、地域の施肥基準を基礎に、化学肥料のみを施用したのに対し、堆肥区では、堆肥の連用年数と数値モデル（志賀ら 1985）を基礎に、窒素施肥量を段階的に 5% から 37% 低減しました（図 10）。また、植生の劣化に伴い、収量が減ったため、3 年目の秋

に、完全更新法で更新を行いました。このように、堆肥施用の有無と窒素施肥量が異なる採草地で、2004 年秋の堆肥施用の直前から 5 年後の四番草収穫の直後まで、 N_2O 発生量を測定し、 N_2O 発生量の積算値を台形法で求めました。

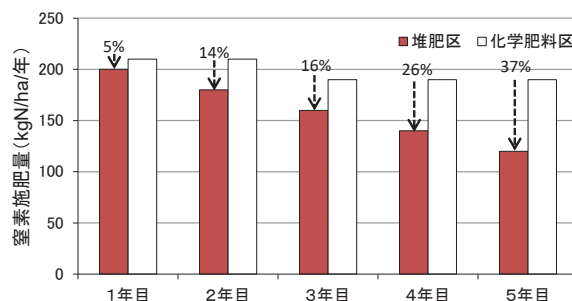


図 10 窒素施肥量の推移と削減率 (Mori and Hojito 2012 から作成)

11. 堆肥連用に伴う N_2O 発生量

堆肥連用の開始から 1-2 年目は、化学肥料区より堆肥区で N_2O 発生量が多かったのですが、4-5 年目に大小関係が逆転し、堆肥区で N_2O 発生量が少なくなりました (図 11)。 N_2O 発生量は施肥後の雨で増加しますが、施肥後の降雨パターンは毎年異なるため、雨が多い年は N_2O 発生量も多く、雨が少ない年は N_2O 発生量も少なくなります。このため N_2O 発生量の積算値は、比較的大きな年次変動を伴いました (図 11)。

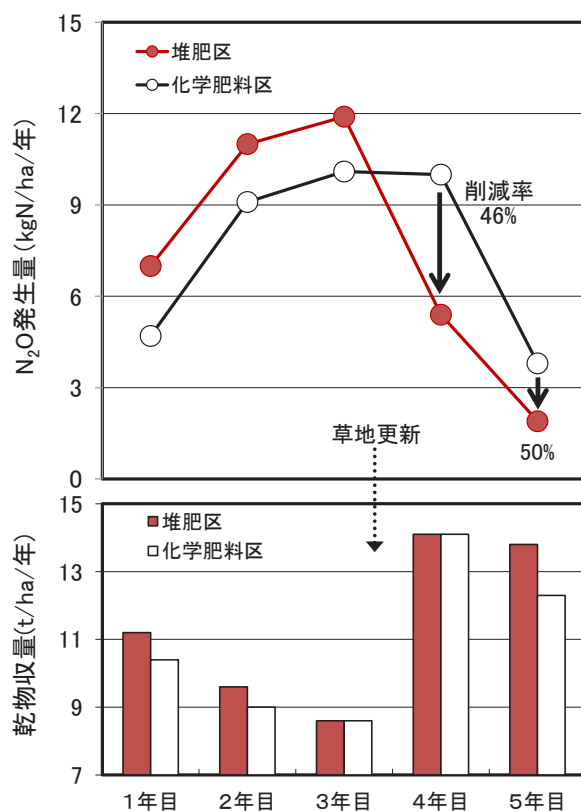


図 11 N_2O 発生量の積算値と乾物収量 (農研機構 2011 を引用)

また、更新後の4-5年目には、 N_2O 発生量の積算値が減少する傾向が認められました（図11）。この傾向は更新試験の完全更新区で、 N_2O 発生量の積算値が少なかった結果と定性的に同じでした（図7）。 N_2O 発生量の積算値が堆肥区で少なくなった4-5年目に注目すると、 N_2O 削減率は4年目が46%、5年目が50%でした（図11）。一方、堆肥区と化学肥料区の乾物収量は、5年間とも同等に維持されたため、堆肥の連用年数を基礎とする施肥設計は、適切に機能したと判断できます（図11）。

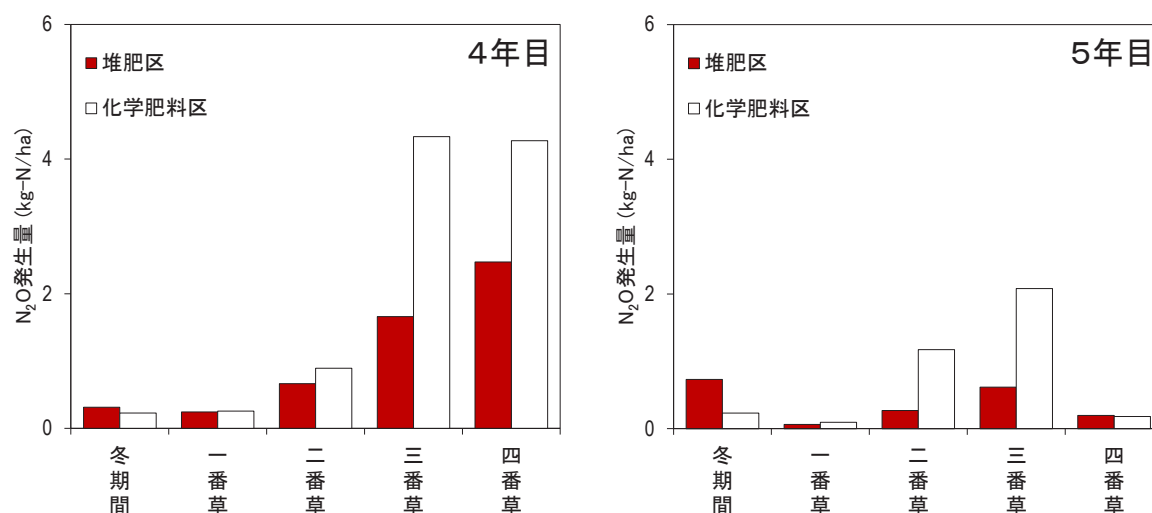


図12 生育時期別の N_2O 発生量 (Mori and Hojito 2012 から作成)

高温多雨の時期に窒素肥料を施用すると、 N_2O 発生量が顕著に増加します。このため、 N_2O 発生量は明確な季節変化を示しました（図12）。一番草（3-5月）では、施肥後の N_2O 発生量が少なかったのに対し、二番草（5-7月）、三番草（7-9月）、四番草（9-11月）と施肥時の地温上昇に伴い、 N_2O 発生量の増加傾向が認められました。また、降雨パターンの年々変動により、三、四番草の期間の N_2O 発生量は、大きな年次変動を伴いました。

化学肥料区より堆肥区の N_2O 発生量が少なかったのは、4年目の三、四番草の生育期間、5年目の二、三番草の生育期間でした（図12）。堆肥区では堆肥連用に伴い、窒素肥料の使用量が、4年目に26%減、5年目に37%減と大幅に少なくなりました（図10）。堆肥区で N_2O 発生量が少なくなった主な原因は、窒素肥料の使用量の低減にあります。

堆肥区で N_2O 発生量の積算値が大きく減少した5年目の三番草の期間を例に挙げると、7月の施肥直後に堆肥区で、 N_2O ピークが低くなりました（図13）。7月の窒素施肥量は、化学肥料区の50kg/haに対し、堆肥区では4割減の30kg/haに低減されていたため、施肥3日後に採取した土壌中の硝酸態窒素の濃度は、堆肥区が化学肥料区より低く抑えられていました（図14）。

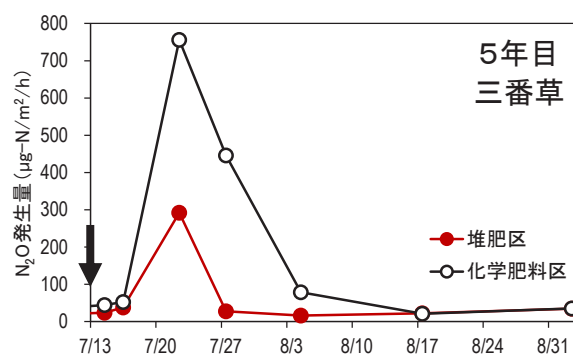


図 13 施肥後の N₂O 発生量 (Mori and Hojito 2012 から作成、矢印は施肥日)

真夏の施肥後に雨が降ると、高温多湿の土壌条件下で N₂O が生成し、雨が止んで土壌が乾き始めるタイミングで、N₂O が突発的に発生します (図 13)。ゆっくりと分解する堆肥を利用し、窒素肥料の使用量を低減すると、硝酸態窒素の急激な濃度上昇を緩和できるため、施肥後の突発的な N₂O 発生を抑制できました (図 14)。

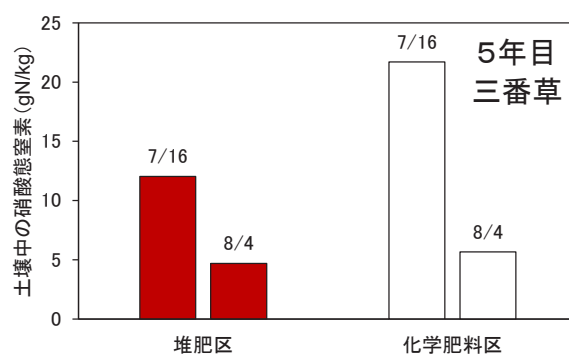


図 14 施肥後の土壌中の硝酸態窒素の濃度 (Mori and Hojito 2012 から作成)

しかしながら、5 年間の N₂O 発生量の積算値は、化学肥料区と堆肥区で同等でした。最初の 2 年間は、堆肥区からの N₂O 発生量が多かったためです (図 11)。また、この期間の窒素施肥量の削減率は 5% から 14% に留まりました (図 10)。堆肥に含まれる有機物は、脱窒のエネルギー源となり、脱窒を促進する側面があります (Mori ら 2008)。そのため、最初の 2 年間は、堆肥による脱窒促進の効果が、窒素施肥量の低減効果を上回った可能性があります。

以上の結果から、堆肥連用を継続し、化学肥料の使用量を段階的に減らせば、N₂O 発生量を増やさず、牧草生産が可能であることが明らかとなりました。また、4-5 年目における N₂O 発生量の減少傾向 (図 11) は、完全更新法で N₂O 発生量が少なくなる調査結果 (図 8) と定性的に一致していました。

12. 堆肥連用で GHG を減らすには？

草地土壌には、家畜排せつ物、化学肥料の他にも、クローバの窒素固定、土壌有機物の分解による窒素無機化、大気からの窒素沈着などから窒素が供給され、牧草を始めとする草本植物が窒素を吸収します。窒素の供給量と吸収量の差は、余剰窒素と呼ばれており、草本植物に吸収されなかった窒素を意味します。余剰窒素を増やさない管理が、草地から発生する N_2O 発生量を抑制します (Mu ら 2009)。

堆肥を上手に利用し、化学肥料を減らす方法は、地域の施肥基準などに書かれています。また、土壌診断や堆肥分析を依頼すると、分析機関が施肥設計を作成してくれます。このように、物質循環に立脚した施肥設計を組み立てれば、 N_2O 発生量の抑制だけでなく、土壌への養分蓄積や周辺水系の汚染を防ぎ、余分な施肥コストを削減できることは言うまでもありません。施肥設計を基礎に、牧草を持続的に生産することが、GHG 削減や環境負荷の軽減に繋がります。

ここまで、堆肥施用と N_2O 発生量の関係を紹介しましたが、堆肥を上手に利用すれば、土壌への炭素貯留が期待できます (森 2016)。堆肥の分解率は、堆肥連用を 3 年間続けた場合で 25%、11 年間続けた場合で 55%と報告されています (Matsuura ら 2023; 森 2016)。草地に残された未分解の堆肥は、土壌への炭素貯留による GHG 削減に寄与します。堆肥を利用した上で、化学肥料の使用量を低減する管理は、 N_2O 発生量を増やさず、土壌への炭素貯留を最大限に発揮できる草地管理とすることができます。

引用文献

- Elias DMO, Mason KE, Howell K, Mitschunas N, Hulmes L, Hulmes S, Lebron I, Pywell RF, McNamara NP (2023) The potential to increase grassland soil C stocks by extending reseeding intervals is dependent on soil texture and depth. *J. Environ. Manag.* 334:117465.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723002530>
- Hirata R, Miyata A, Mano M, Shimizu M, Arita T, Kouda Y, Matsuura S, Niimi M, Saigusa T, Mori A, Hojito M, Kawamura O, Hatano R (2013) Carbon dioxide exchange at four intensively managed grassland sites across different climate zones of Japan and the influence of manure application on ecosystem carbon and greenhouse gas budgets. *Agric. For. Meteorol.* 177:57-68.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192313000841>

IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. pp.714, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Lal R (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123, 1-22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706104000266>

松中照夫・三枝俊哉 (2016) 草地の更新指標. 草地学の基礎－維持管理の理論と実際－. pp.75-77、農文協、東京.

Matsuura S, Mori A, Miyata A, Hatano R (2023) Effects of farmyard manure application and grassland renovation on net ecosystem carbon balance in a temperate grassland: analysis of 11-year eddy covariance data. *J. Agric. Meteorol.* 79(1):2-17.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/agrmet/79/1/79_D-22-00007/_article/-char/ja/

Minasny B, Malone BP, McBratney AB, Angers DA, Arrouays D, Chambers A, Chaplot V, Chen Z-S, Cheng K, Das BS, Field DJ, Gimona A, Hedley CB, Hong SY, Mandal B, Marchant BP, Martin M, McConkey BG, Mulder VL, O'Rourke S, Richer-de-Forges AC, Odeh I, Padarian J, Paustian K, Pan G, Poggio L, Savin I, Stolbovoy V, Stockmann U, Sulaeman Y, Tsui C-C, Vågen T-G, van Wesemael B, Winowiecki L (2017) Soil carbon 4 per mille. *Geoderma* 292:59-86.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117300095>

Mori A, Michinobu Y, Miyata A, Matsumoto T, Matsuura S, Tsuiki M, Arita T, Shimizu M, Hatano R (2022) Soil fertility management and grassland renovation on dairy farms in Japan: Regional differences between Hokkaido and other prefectures. *JARQ*, 56(4):349-356.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jarq/56/4/56_349/_article/-char/ja/

Mori A (2020) Greenhouse gas emissions from cut grasslands renovated with full

- inversion tillage, shallow tillage, and use of a tine drill in Nasu, Japan. *Agriculture* 10(2):31. <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/2/31>
- 森昭憲 (2016) 家畜ふん堆肥を活用する牧草生産による温室効果ガス削減. 畜産環境情報 62:15-24. https://www.leio.or.jp/pub_train/publication/tkj/tkj62/tkj62-2.pdf
- Mori A, Hojito M (2012) Effect of combined application of manure and fertilizer on N₂O fluxes from a grassland soil in Nasu, Japan. *Agric. Ecosyst. Environ.* 160:40-50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788091100257X>
- 森昭憲 (2010) 微生物が生産する温室効果ガス. 自給粗飼料生産による温室効果ガス削減－環境に配慮した草地飼料畑の持続的生産体系調査事業（普及版）－. pp.14-15、日本草地畜産種子協会、東京. <https://souchi.lin.gr.jp/skill/pdf/jikyusoshiryo.pdf>
- Mori A, Hojito M, Shimizu M, Matsuura S, Miyaji T, Hatano R (2008). N₂O and CH₄ fluxes from a volcanic grassland soil in Nasu, Japan: Comparison between manure plus fertilizer plot and fertilizer-only plot. *Soil Sci. Plant Nutr.* 54:606-617. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1111/j.1747-0765.2008.00270.x>
- Mu Z, Huang A, Kimura SD, Jin T, Wei S, Hatano R (2009) Linking N₂O emission to soil mineral N as estimated by CO₂ emission and soil C/N ratio. *Soil Biol. Biochem.* 41:2593-2597. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071709003393>
- 農研機構 (2011) 堆肥連用と適切な減肥の組み合わせで、草地から発生する一酸化二窒素が抑制される. 2011 年度研究成果情報、農研機構、つくば. https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/420b0_10_08.html
- 志賀一一・大山信雄・前田乾一・鈴木正昭 (1985) 各種有機物の水田土壌中における分解過程と分解特性に基づく評価、農研セ研報、5:1-19. <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010322673>

「草地改良が有する温室効果ガス削減効果と 高位生産草地の維持に関する植生管理技術」

Ⅱ 高位生産草地の維持に関する植生管理技術

ホクレン農業協同組合連合会 畜産生産部 技監

岩渕 慶

1. はじめに

現在我々が利用している草地は、ほとんどが人為的に耕起し種子を播いて作り上げたいわゆる“人工草地”です。放っておいては良好な状態の維持は難しく、その地の自然条件(土壌や気象など)に合致した安定的な植生に遷移してしまいますから、人間による適切な対処が必要になります。したがって、牧草を衰退させる要素を理解したうえで草地の維持に効果的な管理をすることがとても大切です。ここでは、強害雑草への対処方法、牧草を旺盛に生育させる適切な施肥と刈り取りについて解説するとともに、今後の草地利用の一つのアイデアとしての草地の多様化について、欧州の事例を紹介しながら述べてみたいと思います。

2. 強害雑草の駆除のチャンスは更新時の一度きり

10年ほど前の関係機関の調査によると、北海道の草地の約半分が雑草と裸地で占められており、その雑草の多くは、地下茎を有するものや種子の結実時期が非常に早く多量の種子を自然下種させるものなど、旺盛な繁殖力と拡散力を持つ非常に厄介な特徴があることが明らかとなりました。シバムギやリードカナリーグラス、メドウフォックステイル、ハルガヤが代表的な雑草で、草地を良好に維持するにはこれらをしっかりと駆除することが必要です。いずれの雑草もイネ科の雑草であるがゆえ草地の維持管理時には除草剤を用いて駆除することはできません(選択性の除草剤はない)。唯一のタイミングは草地更新時のみ一度きりです。

効率的に防除するには、これら主要なイネ科強害雑草の繁殖の仕方を理解しておくことがとても重要です。表1に示したとおり、シバムギは主に地下茎による繁殖であり、種子によるその程度は極わずかです。“自家不和合性”という自身の花粉による受粉を阻害する生物学的な仕組みをもち、結実した種子が生産される量は極めて少ないという特徴があります。

表 1. 主要なイネ科強害雑草の特徴.

草 種	繁殖様式 ¹⁾		栄養価・収量 ³⁾
	種子	地下茎	
シバムギ	△	○	収量低い、耐倒伏性劣る
リードカナリーグラス	○	○	栄養価劣る、NDF消化率低い
メドウフォックステイル	○	△ ²⁾	栄養価非常に劣る
ハルガヤ	○	△ ²⁾	栄養価・嗜好性劣る、収量低い

¹⁾○:該当する、△:やや該当する.

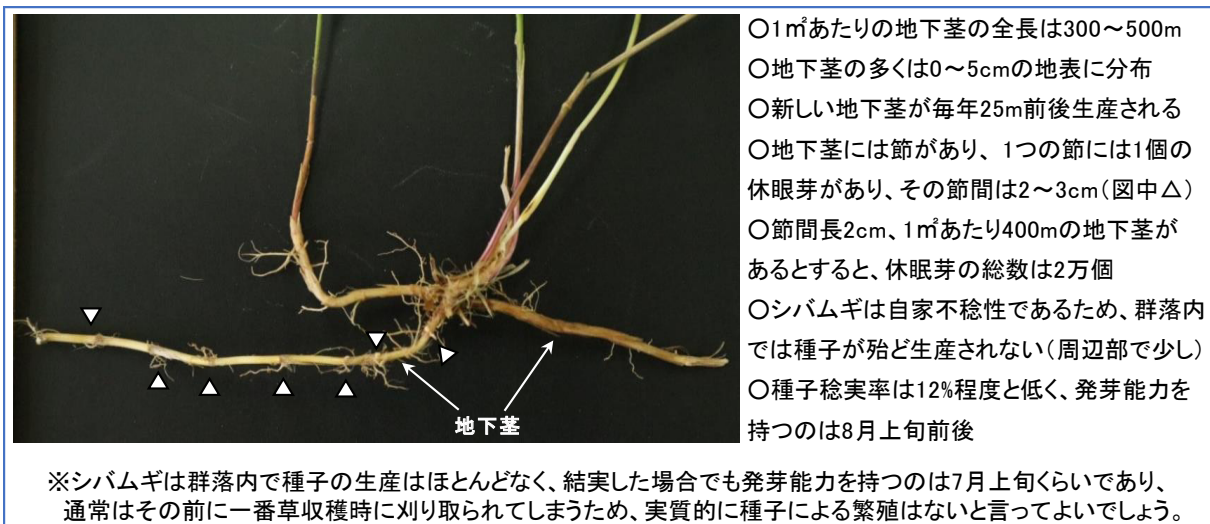
²⁾地下茎はあるが、非常に短い.

³⁾チモシーやオーチャードグラスとの比較.

また、結実した種子が発芽能力をもつようになる時期は8月上旬前後とされており、通常はその前に一番草収穫時に刈り取られてしまうため、実質的に種子による繁殖はほとんどないと言ってよいのです（写真1）。リードカナリーグラスは、種子と地下茎の両方で繁殖し、メドウフォックステイルとハルガヤは地下茎を持つもののその拡がりの範囲は狭く、主に種子により繁殖します。地下茎による繁殖の程度が大きければ耕起前に除草剤処理する、種子による繁殖の程度が大きければ播種前に種子から発生した雑草を除草剤処理するということになります。

写真 1. シバムギの地下茎とその発達.

（本江 1995、1996）



このようにみると、シバムギは耕起前処理を中心に、リードカナリーグラス、メドウフォックステイル、ハルガヤは耕起前と播種前に除草剤処理が必要なことがわかります。メドウフォックステイルとハルガヤは種子の結実時期が非常に早く、北海道の草地の大半を占めるチモシーが収穫される時期にはすでに種子が草地に落下してしまっています。既にこれらの侵入が認められる草地では、相当量の種子が土壌中に眠っている（蓄積されている）と考えられますので、一度の処理ですべてを駆除することは難しいことを理解し、トウモロコシとの輪作を取り入れるなど長期的な駆除対策を考える必要があります。

3. 雑草別の駆除方法

(1) シバムギ

繁殖様式が地下茎主体ですから、耕起する前に地下茎をきちんと処理することがポイントで、「除草剤1回※」を基本とします。「前年」の場合は最終刈取りから2～3週間程度経過した頃（概ね9月中旬から下旬頃）に除草剤を散布します。「1番後」の場合は1番草を収穫して同様に2～3週間後に除草剤を散布します。播種時期が遅くならないよう予め1番草の収穫時期や除草剤散布時期をスケジュール化しておく必要があります（図1）。

(2) リードカナリーグラス

繁殖様式が地下茎と種子の両方によるので、耕起前に地下茎を処理するとともに播種前に種子から発生した個体を処理する「除草剤2回」の必要があります。「前年」の場合は、シバムギの場合と同様に耕起前に除草剤を散布し、翌春に耕起・整地・鎮圧してそのまま放置し雑草が生えるのを待ちます。40日程度経ったら（雑草の伸び具合による）除草剤を散布し、その日から10日以内に牧草を播種します。「1番後」の場合も手順は同様です。ただし、播種までに余裕を持たせるため、1番草収穫時期を通常より早めに設定する必要があります（図1）。

図1. イネ科強害雑草の防除・低減対策（シバムギ、リードカナリーグラスの場合）

処理法 ¹⁾		前 年												当 年												雑草種 ²⁾		
		9月			10月			11月			12～4月	5月			6月			7月			8月			9月				
		上	中	下	上	中	下	上	中	下		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下					
越冬前に耕起	除草剤1回	除草剤散布 (耕起前処理*)									越冬				播種床準備			施肥・播種・鎮圧									QG	
	除草剤2回	除草剤散布 (耕起前処理*)									越冬				播種床準備			↔			除草剤散布 (播種前処理)			施肥・播種・鎮圧			RCG 又は RCG+QG	
1番草収穫後に耕起	除草剤1回										越冬				1番草 収穫				除草剤散布 (耕起前処理*)			播種床 準備			施肥・播種・鎮圧			QG
	除草剤2回										越冬				1番草 収穫	除草剤散布 (耕起前処理*)			播種床 準備			除草剤散布 (播種前処理)			施肥・播種・鎮圧			RCG 又は RCG+QG

¹⁾除草剤1回: 耕起前散布、除草剤2回: 耕起前散布+播種前散布。

²⁾QG: シバムギ、RCG: リードカナリーグラス。

* 耕起前処理の際、シバムギは草丈40～50cm、リードカナリーグラスは草丈60cm上限とする。

※シバムギとリードカナリーグラスに対する除草剤を用いた処理方法とスケジュールを図に示しました。ここでは、播種する前年に耕起する場合（以下、「前年」と記載）と1番草収穫後に耕起する場合（以下、「1番後」と記載）に分けて記載しています。また、耕起前に除草剤を散布する「除草剤1回」と耕起前と播種前に除草剤を散布する「除草剤2回」の場合をそれぞれ示しています。シバムギとリードカナリーグラスが混在する場合には「除草剤2回」とします。

(3) メドウフォックステイル

メドウフォックステイルは、非常に厄介な雑草です。主に種子による繁殖ではあるものの繁殖力は強力で、「除草剤2回以上」が基本となります。メドウフォックステイルは、種子の結

実時期がチモシーよりとても早く、1 番草収穫前には種子が落下してしまっていますので、草地にこの雑草が認められたらたくさんの種子が既に土壤中に蓄積されていると理解してください。単年での処理は非常に困難ですので、以下の3つから対応策を選択する必要があります（図2、写真2）。

対応策1. トウモロコシを作付けし、除草剤散布することで徐々に土壤中の種子を減少させ、その後草地へ転換

- ① 前年秋までにメドウフォックステイルが侵入した草地をグリホサート系除草剤で処理します（耕起前処理）。
- ② トウモロコシを作付けしてニコスルフロン（ワンホープ乳剤等）にて生育処理（茎葉散布）し、種子から発生したメドウフォックステイルを処理します。
- ③ トウモロコシを数年間作付けし除草剤散布することで土壤中の種子を減少させます。

対応策2. 「除草剤3回」散布と刈取り処理により最大限メドウフォックステイルを減少させる

- ① 前年秋にグリホサート系除草剤をメドウフォックステイルが侵入した草地に散布します（耕起前処理）。
- ② 翌年春に播種床を準備（耕起・整地・鎮圧）し、放置します。その後、土壤中の種子から発生したメドウフォックステイルがある程度伸びたときに（耕起・整地・鎮圧後約40日）グリホサート系除草剤を散布します（播種前処理1回目）。
- ③ その後さらに放置して、再度土壤中の種子から発生したメドウフォックステイルが生え揃うのを待ってグリホサート系除草剤を散布します（播種前処理2回目）。
- ④ 除草剤を散布した当日～10日以内に播種・施肥・鎮圧を行います。

対応策3. 更新前の早刈りと「除草剤2回」散布により最大限メドウフォックステイルを減少させる

- ① 草地更新をする2年前から、1 番草を早刈りします（メドウフォックステイルの種子が結実する前）。
- ② その年の秋にグリホサート系除草剤を散布し（耕起前処理）、翌春播種床を準備（耕起・整地・鎮圧）して土壤中の種子から発生したメドウフォックステイルがある程度伸びるまで待ちます（耕起・整地・鎮圧後約40日）。
- ③ そして、グリホサート系除草剤を散布し（播種前処理）、10 日以内に播種・施肥・鎮圧を行います。

対応策 1、2、3 の処理をしても翌年土壌中の種子から少なからず発生してしまいます。再拡大を防ぐため、出穂の早いオーチャードグラスを栽培して適期に収穫し、メドウフォックステイルの発芽能力を得た種子が草地に落下する前に刈り取るようにします。つまり、更新時の防除とともに更新後に種子を落とさないという二重の防除です。
 ※オーチャードグラスは、より出穂の早い早生品種の「はるねみどり」を選択します。

図 2. イネ科強害雑草の防除・低減対策（メドウフォックステイルの場合）

■対応策2の場合

処理法	前 年									当 年																	
	9月			10月			11月			12~4月	5月			6月			7月			8月			9月				
	上	中	下	上	中	下	上	中	下		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
除草剤 3回	除草剤 散布 (耕起前処理)									越冬			播種床 準備			除草剤 散布 (播種前処理)			除草剤散布 (播種前処理) 施肥・播種・鎮圧								



オーチャードグラス早生品種を収穫適期に収穫して、
 発芽能力を得たメドウフォックステイル種子が圃場に落下する前に刈り取る

	翌 年											
	5月			6月			7月			8月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
MFT	出穂始 開花始 終了 ※(発芽能力獲得まで22日) 発芽能力獲得											
OG	出穂期 (1番草) 40日後 (2番草) ここで刈取って発芽能力を持つMFT種子が圃場に落下しないようにする。											

MFT:メドウフォックステイル, OG:オーチャードグラス
 ※メドウフォックステイル種子が発芽能力を持ち始めるのは、開花後約22日とされます。



写真 2. メドウフォックステイル（十勝農業改良普及センター沖田氏提供）.

(4) ハルガヤ

ハルガヤは、現在の防除技術では完全には処理できないと言われるほど強害です。以下の対応策 1 または対応策 2 を選択し、牧草を播種します（図 3、写真 3）。

対応策 1. トウモロコシを作付けし、除草剤散布することで徐々に土壌中の種子を減少させ、その後草地へ転換する

- ① 前年秋までにハルガヤが侵入した草地をグリホサート系除草剤で処理します。
- ② トウモロコシを作付けしてアトラジン製剤除草剤（ゲザプリムフロアブル等）を茎葉散布し、種子から発生したハルガヤを処理します。
- ③ トウモロコシを数年間作付けし除草剤散布することで土壌中の種子を減少させます。

対応策 2. 「除草剤 2 回」散布して最大限ハルガヤを減少させ、その後草地更新する

- ① グリホサート系除草剤をハルガヤが侵入した草地に散布します（耕起前処理）。
- ② ハルガヤを枯殺するに十分な期間放置したのち耕起・整地・鎮圧します。その後、土壌中の種子から発生したハルガヤがある程度伸びたときに（耕起・整地・鎮圧後約 40 日）グリホサート系除草剤を散布します（播種前処理）。
- ③ 除草剤を散布した当日～10 日以内に播種・施肥・鎮圧を行います。

※播種当年の春～夏の体系、播種前年秋～当年夏の体系を図 3 に記載。

播種する牧草の選択

ハルガヤの再侵入を防ぐ（遅らせる）ため、競合力がチモシーよりも強い草種を選択します。また、ハルガヤは根から他の植物の生育を阻害する物質（他感物質（物質名：クマリン））を放出するため、特にその影響を受けやすいチモシー以外の草種を選択することが推奨されます。これらを満たす草種は、オーチャードグラス、マメ科牧草（クローバ、アルファルファ）です。この雑草は非常にしぶとく、対応策2だけでは不十分なところがあります。可能であれば、対応策1と組合せること（トウモロコシなどの輪作）を検討してください。

図3. イネ科強害雑草の防除・低減対策（ハルガヤの場合）

対応策2（除草剤2回体系）【播種当年の春～夏の体系、播種前年秋～当年夏の体系】

処理法	前 年									当 年																		
	9月			10月			11月			12~4月	5月			6月			7月			8月			9月					
	上	中	下	上	中	下	上	中	下		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
春夏体系 処理										越冬	除草剤 散布 (耕起前処理)			播種床 準備			←→			除草剤散布 (播種前処理)			施肥・播種・鎮圧					
秋夏体系 処理	除草剤 散布 (耕起前処理)									越冬	播種床 準備			※			播種床 準備			←→			除草剤散布 (播種前処理)			施肥・播種・鎮圧		

※出穂しているようであれば、5月中に一度耕起・整地して物理的に処理するか薬剤処理する。



写真3. ハルガヤ。

4. 維持管理時の雑草対策

(1) 掃除刈り

更新後、一年生雑草に対しては基本的に掃除刈りにて対処します。播種後おおむね 40～60 日を目安に刈り取ることで、雑草の生長点を除去し再生長を阻止します。ただし、ヒエ（イヌビエ）は地際からの分げつ発生が旺盛で、掃除刈りでは刈り残ってしまい、きれいに処理することは困難です（更新時の播種前処理をおすすめします）。

また、アルファルファは、播種後 60～80 日経ってから（花の蕾が付き始める頃まで待つて）掃除刈りを行います。それより早いとアルファルファの永続性が低下してしまいます。

(2) 除草剤による駆除

掃除刈りでは対処できないギンギシやその他のしつこい雑草に対しては、除草剤を使用して処理しましょう。表2および3を参照の上適切に散布してください。ただし、表内のバンベル-D液剤はギンギシ用として農薬登録されているため、必ずギンギシと一緒に処理することとしてください。

なお、ハルザキヤマガラシ、フキ、ヨモギは、グリホサート系の除草剤を用いるしか手立てはありません。広く侵入している場合は全面散布して更新を、一部あるいは点在している場合はスポット散布して拡大を防いでください。

表2. エゾノギンギシ用除草剤および使用方法.

		アージラン液剤	ハーモニー75D水和剤	バンベル-D液剤
散布時期	新播草地	秋	夏・秋	—
	経年草地	春・秋	夏・秋	秋
散布量 (/10a)	新播草地	200～300mℓ	0.5～1g	—
	経年草地	春: 200～300mℓ	3g	75～100mℓ
		夏: 300～400mℓ		
採草・放牧禁止期間		14日間	21日間	秋の最終刈取り後30日以内に散布し、その後の牧草は利用しないこと
マメ科牧草薬害		アカクローバ :○	アカクローバ :×	アカクローバ :×
		シロクローバ :○	シロクローバ :△	シロクローバ :×
		アルファルファ:○	アルファルファ:○	アルファルファ:×

○:薬害なし、△:薬害あるが回復する、×:薬害甚.

表3. ハーモニー75D 水和剤とバンベル-D液剤が有効な雑草.

	ハーモニー75D水和剤	バンベル-D液剤
ナズナ	○	
スカシタゴボウ	○	
ハコベ	○	
セイヨウタンポポ	△※	○
ブタナ(タポポモドキ)	△※	○
アメリカオニアザミ	△※	○

○:効果あり、△:やや効果あり.

※やや効果はあるが期待度は低い.

5. 施肥、刈取りの理屈を知ろう

牧草を強健・旺盛に生育させ草地を健全な状態に維持することは、雑草との競合に負けにくくその侵入リスクを低下させることにつながります。そのための管理として非常に重要なのは、草地の主体であるイネ科牧草それぞれに適した施肥や刈取りを行うことです。草種ごとに異なる

分けつ（≡茎）の発生や穂の形成が解ると、適切な施肥時期や刈り取りのタイミングが理解できます。

（１）早春施肥に関する理屈

早春施肥は全ての牧草種にとって非常に重要で、その年の収量を決定すると言ってよいほどです。１番草は１年で最も収量が多く、チモシーでは年間収量の70～80%、オーチャードグラスでは40～50%を占めるとされるためです。この１番草収量に大きく関与するのは重量の重い有穂茎（穂をつけた茎）の数であり、チモシーでは無穂茎（穂をつけない茎）に比べて6～7倍も重いとされます。いずれの草種も１年で最も多く発生するのは１番草なので、そこでいかに有穂茎の数を増やすかが１番草収量を多くするカギになります。これまでの研究で早春の施肥を可能な限り早く行うことが有効で、時期が遅れると直線的に有穂茎の数は減り、１番草の乾物収量も直線的に減少することが明らかとなっています。融雪後トラクターが草地に入れるようになったらすぐに行うことが肝心です（図４）。

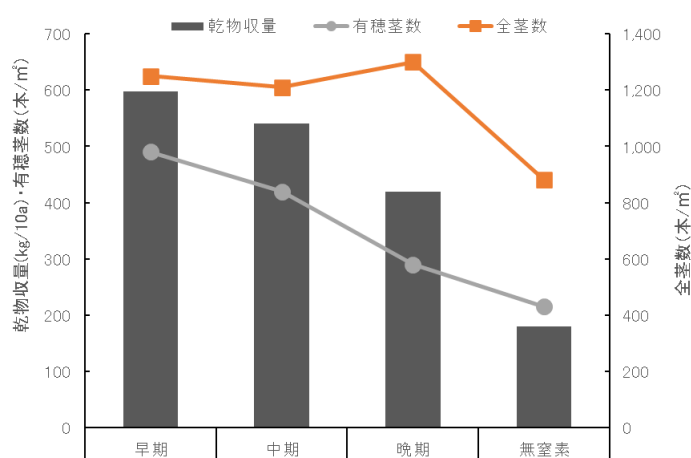


図４．早春の窒素施用時期とチモシー１番草収量、出穂茎数、全茎数（松中ら、1985 から改変）。
（早期：5/12、中期：5/23、晩期：6/3）

（２）追肥に関する理屈

肥料は各番草の生育量に応じた量を施用することが基本です。チモシーは年間の収量が１番草に偏っており、一方オーチャードグラスではその程度がやや小さいという特徴があります。そのためチモシーでは早春の施肥量を多く、オーチャードグラスでは早春に偏らず均等配分の施肥をします。具体的にチモシーでは、２回刈りの場合１年間の総施肥量を２（早春施肥）：１（１番草収穫後）に配分します（３回刈りの場合は、３（早春施肥）：２（１番草収穫後）：１（２番草収穫後）とします）。

チモシーやオーチャードグラスなどは永年性の牧草と言われますが、実は分けつが発生と枯死（消長）を繰り返す世代交代が行われています。この分けつの消長は草種により異なり、これを理解することが効果的な追肥をするうえで重要となります。北海道で利用されている草種のうち代表的なチモシーとオーチャードグラスについて、各々の分けつの消長に基づく効果的な追肥のタイミングを解説します。

①チモシーの場合は1番草刈り取り後の追肥がとても大切！

チモシーは、前年に発生し越冬した分げつのほとんどが有穂茎になり、1番草刈り取り後ほぼ全ての分げつが枯死します。その後、新たに分げつが多数発生し、そのごく一部が有穂茎となります。2番草刈り取りによって有穂茎は枯死するものの、残った大多数の分げつが秋に新たに発生した分げつとともに越冬し、その多くが有穂茎となって翌年の1番草を構成します（図5）。つまり、1番草収穫後にどれだけ多くの分げつを発生させるかが、密度の高いチモシー草地を維持し翌年収量をたくさん確保するうえでのポイントとなります。1番草収穫後には必ず遅れることなく適切な施肥をしましょう。追肥をしない、量を減らすといった行為は発生する分げつ数を減らし、生育不良や収量減、雑草の侵入をもたらす原因となりますので絶対に避けるべきです（図5）。

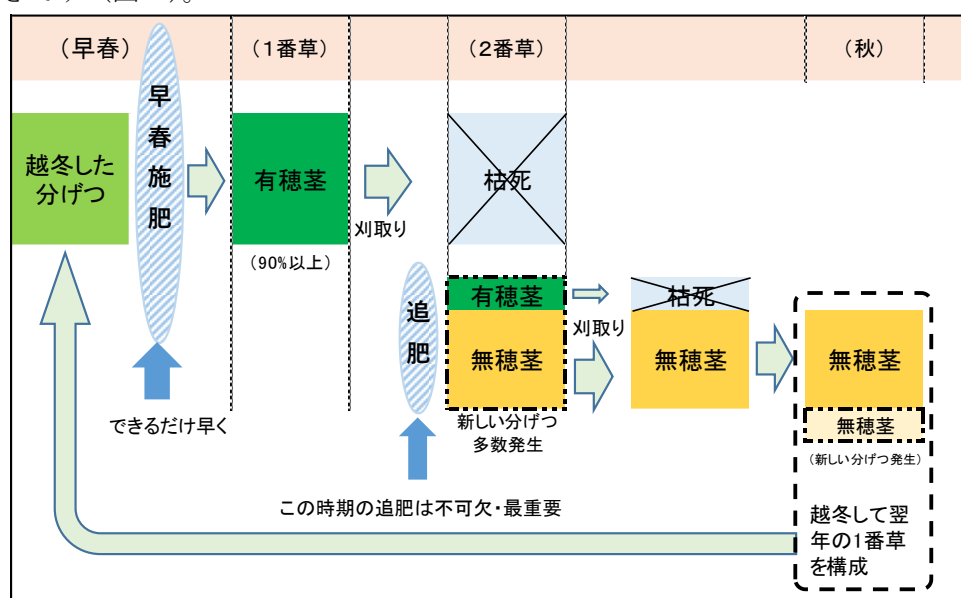


図5. チモシーの分げつの消長と施肥（イメージ）。

②オーチャードグラスの場合は、3番草収穫後にも少々追肥すると良い！

オーチャードグラスの場合は、越冬した分げつのうち約半分が有穂茎となります。出穂が年に一度だけなので、刈り取り後残った無穂茎のみが2番草、3番草と再生を繰り返します。新しい分げつの発生時期は秋のみなので、1番草の分げつの数とその年の収量を決定すると言えます。この1番草を構成する分げつは、前年の1番草刈取り後に残った分げつと秋に発生する分げつの合計なので、秋に発生する分げつの数をいかに多くするかがカギになります。オーチャードグラスの場合（3回収穫を前提）は、3番草収穫後にも追肥すると分げつが増える効果があるとされ、2番草収穫後に施用する肥料の1/3を3番草収穫後にまわす（分施する）と良いでしょう（図6）。なお、施用効果があるのは北海道では9月一杯までです。3番草収穫後の分施を実施されている方は多くはないと思いますが、この機会に実施してみてください。

先に、早春施肥がその当年の収量を決定すると記しましたが、遡ると前年の施肥が翌年の収量の基を決定していることがわかります。施肥というものを1年1年あるいは番草ごとに区切って捉えるのではなく、後々の状況を決定する連続性のあるものと強く意識してください。

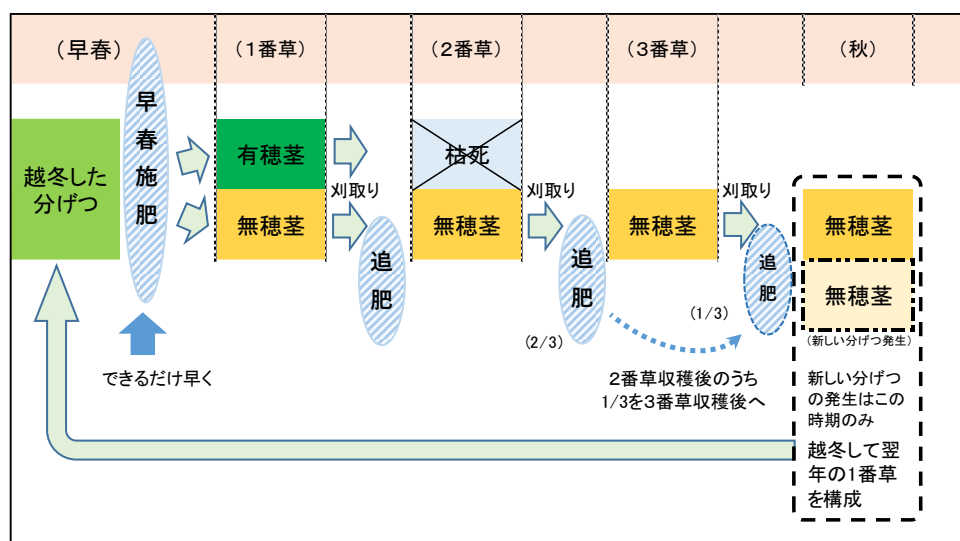


図6. オーチャードグラスの分げつの消長と施肥（イメージ）。

（3）刈取りのタイミング ～チモシーにとって極端な早刈りは酷

チモシーは1番草刈り取り後、ほぼ全てが新しく発生する分げつに置き換わります。そのため新しい分げつが発生し生育するまでには10日程度を要します（写真4）。この時期に他の草種や雑草の侵入を許すスキとなり、これが競合に弱いとされる所以です。チモシーの新しい分げつの発生と伸長は、有穂茎の先端の茎頂（生長点）が伸びている間は頂芽優勢（頂芽が腋芽の生長を支配する現象）という働きで抑えられており、有穂茎が穂を出し開花に向うに従って徐々にその働きが弱まるようになっていきます。刈り取り時期があまりに早いとこの働きが強く、新しい分げつが伸長しはじめるのにさらに時間を要することになります。その間に雑草や他の牧草（マメ科牧草など）が旺盛に生育すると、チモシーは被圧され衰退してしまいます。極端な早刈りはせず、出穂期頃を目安に刈り取ると良いでしょう。一方、オーチャードグラスやフェスク類は、1番草収穫時には半分程度の分げつが無穂茎であり、それらの茎頂（生長点）が刈り取られないため1番草収穫後もすぐに再生します（写真4）。また、ペレニアルライグラスは、1年を通じ旺盛に分げつを発生させる草種で、それらのほとんどは出穂しない無穂茎であり、刈り取り後もすぐに再生します。したがって、チモシーのように刈り取り時期をあまり気にせずに収穫することが可能です。



写真4. チモシーとオーチャードグラスの刈取り後の再生（ホクレン訓子府実証農場）。

6. 草地に多様性を持たせる

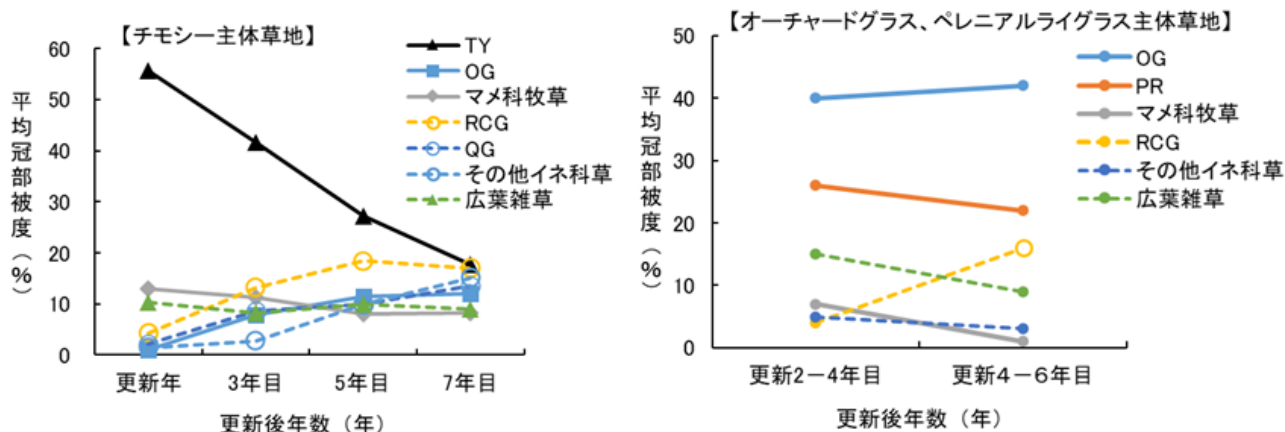
草地への雑草の侵入・繁茂や近年の気象の変化による牧草の生育不良に鑑み、牧草生産を今後どのように考えるかが問われています。実際に生産者からは“もう、チモシーだけではムリだ”という声を耳にします。これまでのチモシーを軸とした牧草生産から他の草種を積極的に利用する動きが出てきています。

（1）オーチャードグラスやペレニアルライグラスの利用は雑草の侵入を許さない

チモシーは、優れた越冬性、家畜の嗜好性、適切な肥培管理のもとで多収であることから、北海道で最も利用されている草種です。しかしその一方で、競合力がやや劣ることが弱点とされ、チモシーを主とする北海道の草地の約半分に雑草が侵入しています（北海道自給飼料改善協議会調べ 2016）。近年、レッドトップやケンタッキーブルーグラスなどから繁殖力が旺盛で強害なシバムギやリードカナリーグラス、メドウフォックステイル、ハルガヤへと雑草の種類が変化していることが大きな理由の1つです（根釧農業試験場（現酪農試験場）他）。

競合力の強い牧草種を利用することで、強害雑草の草地への侵入と繁茂を防ぐ、あるいはそのスピードを遅らせることが明らかとなっています（ホクレン・酪農試験場天北支場との共同研究（2013～2016年）、ホクレン（2014年））。

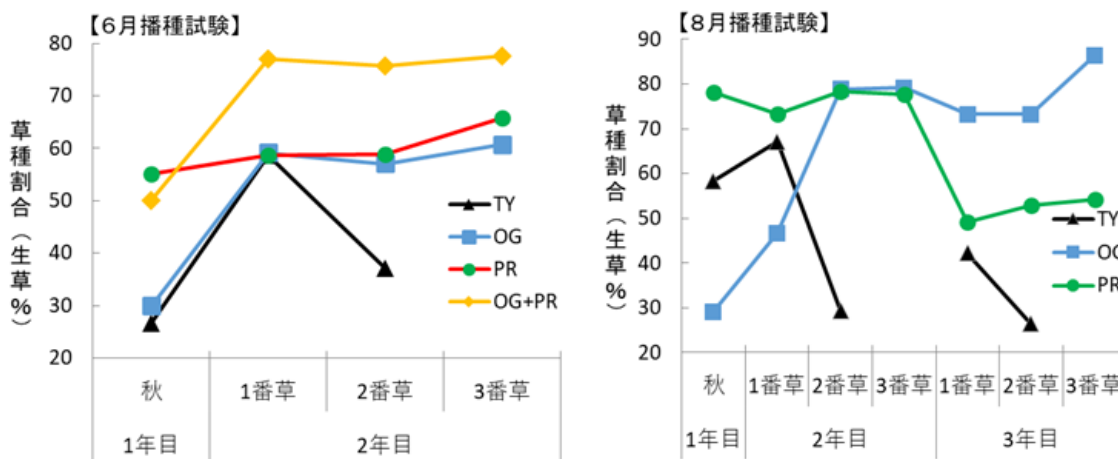
また、草地更新後の雑草侵入実態を調べたところ、チモシー草地では年に6ポイントずつチモシーの割合が低下するのに対し、オーチャードグラスやペレニアルライグラスの草地ではそれらの割合が維持されました（図7）。



TY：チモシー、OG：オーチャードグラス、PR：ペレニアルライグラス、RCG：リードカナリーグラス、QG：シバムギ

図7. 天北地域における草地更新後の冠部被度の変化。

リードカナリーグラス優占草地に無除草でオーチャードグラスやペレニアルライグラスを播種すると、リードカナリーグラスの繁茂を抑えることができました。そして両草種を混播するとさらにその抑制効果は高まりました (図8)。



TY：チモシー、OG：オーチャードグラス、PR：ペレニアルライグラス

図8. リードカナリーグラス優占草地に無除草で牧草3草種を導入した際の牧草割合。

シバムギ優占草地に数種の処理を行ってオーチャードグラスを追播すると、程度に差はあったもののいずれもシバムギの割合を低下させました (図9)。

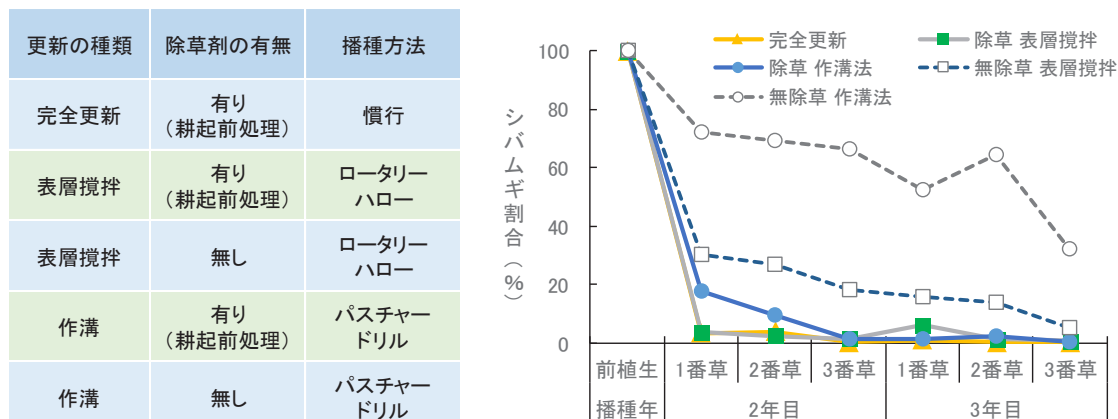


図9. シバムギ優占草地にオーチャードグラスを導入した試験 (ホクレン 2014)。

(2) 北海道内における「多草種・多品種混播」の実践事例

近年、北海道において色々な草種や品種を混ぜた「多草種・多品種混播」を実践している生産者がいらっしやいます。オーチャードグラスやペレニアルライグラスの優れた競合力による雑草侵入抑制を狙ったもので、ペレニアルライグラスには品質向上にも期待しています。各生産者の取組みを見ると、チモシー主体としたうえでその他のイネ科草種、マメ科草種から複数種を組み合わせている事例が大半ですが（表4）、なかにはオーチャードグラスを主体として同様に複数種を少量混播した事例も見られます。各事例の植生状況は様々ですが、チモシーのみの草地と比較すると、チモシー、オーチャードグラスのいずれを主体とした場合でも、複数の草種を混播した多草種混播草地の方が全体的に雑草の侵入が少なく、その拡大は遅い傾向にあるようです。以下に具体的な事例を紹介します。

表4. 多草種混播時の草種と播種量（一事例）.

草 種	播種量(kg/10a)
チモシー	1.5～1.8
オーチャードグラス	0.1
ペレニアルライグラス	0.1～0.15
メドウフェスク	0.1
アルファルファ	0.2～0.3
シロクローバ	0.05～0.2

図10に根室地域の2軒TMRセンターの草地の雑草率と播種後の経過年数との関係を示しました。全体では雑草率は一年に約8%、約5%ずつ増えて行く傾向にありますが、チモシーのみの草地に比べてオーチャードグラスやペレニアルライグラス、あるいはそれら両方を混播した草地の方が雑草の侵入は少なく、かつその拡がりが遅くなっていました（写真5）。

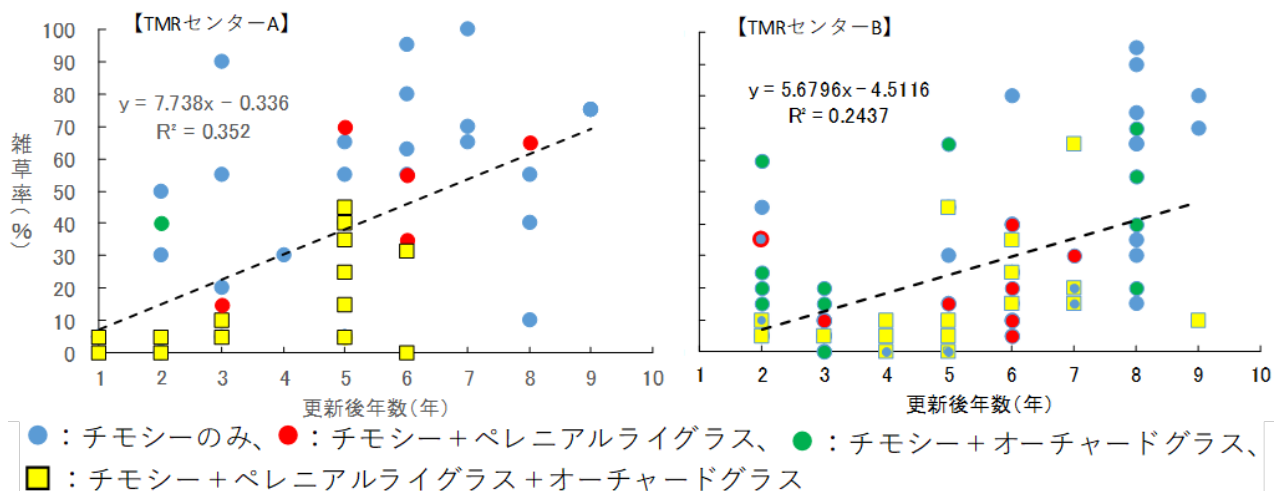


図10. 草地の雑草率と更新後年数との関係（根室地域のTMRセンター2ヶ所）.



写真5. TMR センターBの播種4年目の多草種混播草地（一番草収穫直前）の状況。
チモシー（1.8kg/10a）を主体に、オーチャードグラス（0.1kg/10a）、ペレニアルライグラス（0.15kg/10a）、アカクローバ（0.2kg/10a）、シロクローバ（0.1kg/10a）を混播

オホーツク地域の TMR センターの草地では、2年間の雑草率の変化を見たところチモシー主体の草地に比べてオーチャードグラスやペレニアルライグラスを混播（多草種混播）した草地の方が、雑草率が高まらない傾向にありました（図11）。

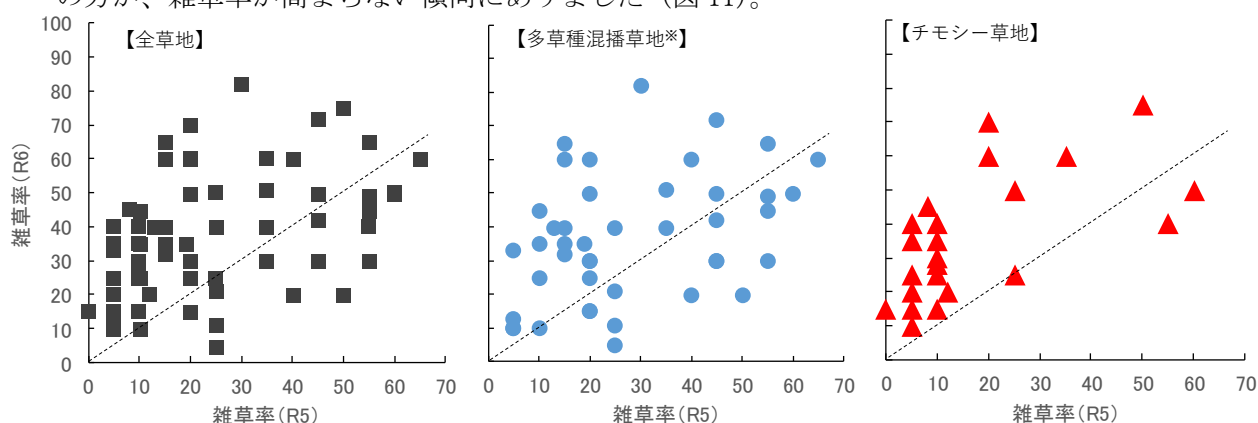


図11. 令和6年の雑草率と令和5年の雑草率との関係（オホーツク地域のTMRセンターCの草地）
※複数種のイネ科牧草種を混播.

また、釧路管内の生産者においては、チモシー草地とオーチャードグラス＋ペレニアルライグラス混播草地の雑草率を比較したところ、草地の利用年数は異なりますがオーチャードグラス＋ペレニアルライグラス混播草地の方がチモシー草地に比べて雑草＋裸地割合が低く、利用年数が長くなっても良好な植生が維持されていました（表5）。

表5. 主体草種別の草地の植生状況.

草 地	雑草＋裸地割合	利用年数
TY草地(8筆)	平均70.3%(最小35～最大90%)	2～11年 (2年は1筆、他は9年以上)
OG+PR草地(5筆)	平均14.2%(最小10～最大20%)	3～10年

TY:チモシー、OG:オーチャードグラス、PR:ペレニアルライグラス.

このような「多草種・多品種混播」を実践し、良好な草地を維持している北海道の事例については、圃場条件（土質、排水性等）を分類して詳細に解析したわけではないため因果関係を明確に示すことは困難です。しかし、多くの牧草種を混播することは、草地に多様性を持たせることとなり、草種それぞれの強みを生かすことによって、雑草との競合性を強め、その結果増収や品質向上が期待できると考えます。北海道自給飼料改善協議会が主催する『北海道自給飼料生産優良事例発表会』（平成 25 年から毎年開催：コロナ禍の令和 2、3 年中止）で講演された優良事例のうち、実に 81%が「多草種・多品種混播」を実践していたという事実もこのことを後押ししています。

次に、日本（北海道）と欧州の混播方法について比較します。北海道では、基本的にイネ科牧草種 1 種類とマメ科牧草種 1 種類を混ぜた 2 草種の混播が主流で、イネ科とマメ科牧草各々の競合力のバランスがとれるもの同士の組み合わせで行います。長期的に利用する場合にはとても良い合理的な混播であり、かつ適切な時期に収穫することで、多収で高品質な飼料を得ることが出来ます。しかし、単純な組み合わせのため環境要素が大きく変化すると、植生バランスが崩れ片方の草種が極端に繁茂したり、収穫適期も一時期であるため天候不良等で刈り遅れとなったり、品質の劣った牧草しか獲得できないといった結果を招くこともあります。一方、欧州では、牧草は日本とは異なり色々な草種を混ぜて播く「多草種・多品種混播」が一般的です。欧州の国々では草地のおかれている環境（排水性の良し悪しや乾湿性等）や利用方法（採草、放牧、集約的、粗放的等）、利用期間等に応じた多種多様な混播種子セットが用意されており、生産者は播種しようとする草地の状況や利用方法に適したセットを簡単に選ぶことができます（表 6）。特性の異なる複数種が混ぜられているため草地としての環境適応性の幅は広く、不良な気象に遭遇しても大きなダメージを被りにくい、品質の維持や低下程度も草種により異なるため収穫適期がピンポイントではないなど好都合と言います。

北海道（日本）は世界的に見て気象条件は厳しく、降雨・降雪量、土壌凍結、標高差、土質の多様性、台風の襲来など欧州と比べて大きな違いがあるため、欧州での事例をそのまま導入することは難しいとは思いますが、『北海道型の組み合わせ』を考えたいものです。“草地の多様性”は今後の自給飼料生産を検討する上でのキーワードになると思います。近年北海道では夏の高温の他にチモシー 1 番草収穫時期の 6 月中旬以降長雨に見舞われる頻度が高くなっています。釧路地域の生産者はこの雨の時期を避けるべくチモシーよりも収穫期の早いオーチャードグラスを主体とした多草種混播を利用しています。雑草侵入の問題だけでなく、直近の気象変化がこの動きを一層加速させるものと考えます。

表 6. デンマークの牧草種子混播セット

推奨混播組合わせ 2025 10kg袋

2N=2倍体

混播組み合わせの割合。混合割合は種子重量に対するパーセンテージ。推奨品種がない場合は、同じタイプの品種を利用してください。

4N=4倍体

混播No.	利用方法	利用期間	土地条件	早晚性	草種・品種																播 種 量 ²⁾ (kg/ha)						
					RC		WC		ALF	PRG						H-RG	Fest (IRG x MF)	TY		MF		RF	KBG	マ メ 科 割 合 ¹⁾			
					2n	4n	Munida	Klement	SW Nexus	早生		中晩生		晩生				Aston Crusader	Fedoro	Ragnar		Presto	Baltas		Schwetra	Rafael	Lato
										2n	4n	AberDart35	AberWolf sukkergraes	AstonHockey / Explosion	Ensilvio	AberChoice sukkergraes	Valerio										
21	放牧 (高飼料採取型)	ローテーション (2-3年)	全般/良	早中生		15				25	20							10						29	20-25		
22			全般/良	早中生		11	4						30	10	17	10	18								42	20-25	
24	放牧 (土壌条件別)	永年利用	全般/多様	晩生		12	8							25	25			10	5	5				24	20-25		
25			乾燥	早中生		12	8			45												15	20	22	20-25		
26			湿	晩生		12	8						18				16	13	13	10	10		21	20-25			
33	兼用 (放牧＋採草)	ローテーション (2-3年)	全般/良	早中生						10	20	40	20	10										-	20-25		
34			全般/良	早中生	9		10				13	14	35	9	10									37	20-25		
35			全般/良	早中生			13				27		35	25										34	20-25		
AberDart35		全般/良	早中生			13						35	10	15										34	20-25		
36			永年利用	湿/多様	晩生		14							15				50	11	5	5			24	20-25		
37			多湿	早中生													20		35	35	10		-	20-25			
40	採草	ローテーション (2-3年)	全般/良	早中生	9		9			10	20					22							35	20-25			
41			全般/良	早中生			13			10	10	20	8	9				30						34	20-25		
42			全般/良	早中生	8		9				20	20		10	10		23							32	20-25		
43			全般/良	早生			13				22	25					40							35	20-25		
45			全般/良	早中生	8	3	7				37							45						35	24-28		
AberDart45			全般/良	早中生	8	3	7											45						35	24-28		
47			全般/良	早中生	20	10	5				16	16						33						49	24-28		
48			全般/良	早中生				75				12						13				49	22-27				
49			全タイプ	早中/晩生	9		6		15								70					29	20-25				
50			全タイプ	早中/晩生			10				15						75					29	20-25				
52	羊、後期用	ローテーション (2-3年)	全般/多様	晩生			15				25	15		20							15	10	35	20-25			
60	馬、クローバ無	永年利用	全般/多様	晩生									45	20				15				20	-	20-25			
61	馬、クローバ混		全般/多様	晩生				10					45	15								20	19	20-25			
62	馬、育成		全般/多様	晩生									10					50	10	10		10	10	-	20-25		

1)マメ科割合は、種子重量割合に基づく。

2)条件が最良な場合(出芽率60~80%想定)および条件が良好な場合(出芽率40~60%)の播種量。晩夏播種の場合は約20%播種量を増量する必要があります。
細胞壁の消化率が最も高いシュガーグラスのAberWolf、AberGainおよびAberChoiceが混合されています。

7. 麦類を用いた同伴栽培の利用

播種当年の飼料確保とともに雑草対策を兼ねた「麦類を用いた同伴栽培技術」があります。この栽培法は欧州では古くから利用されており、今日でも広く一般的で麦類のほかヒマワリなども利用されています。北海道でも平成2年および3年に「指導参考事項」として北海道庁が認定する有用な技術に位置づけられています。

同伴栽培とは、一年生作物と牧草と一緒に播種する方法で、一般に麦類（大麦やえん麦）を用います。麦の種子は牧草より大きいので早く生長し、牧草はその下で細々と生育していますが、麦を収穫し、光条件が良くなると一気に伸びて、麦畑から草地へと生まれかわるというものです（図12、写真6）。

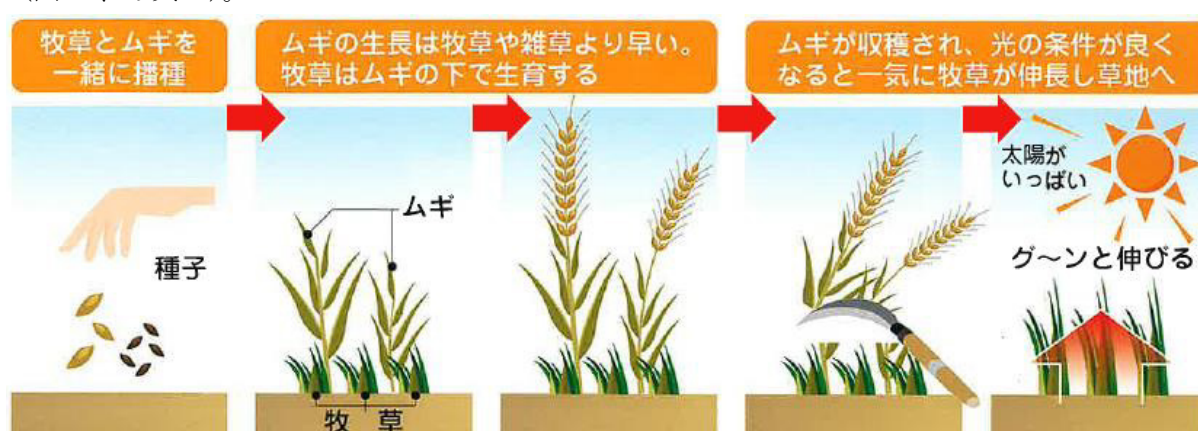


図 12. 同伴栽培について



写真6. 同伴栽培の様子（大麦の下で牧草が生長している）

（1）栽培のポイント

この技術は北海道内一円での利用が可能で、麦類のうち大麦は低温時の生長性が優れるため早春の播種や冷涼な地域での利用に有用です。麦類の播種量は3～5 kg/10aとし、通常の更新時の播種量の牧草に加えます。牧草の草種は問わず永年性・多年生の牧草種であれば利用可能

です。ただ、現地での事例から初期生育が早く競合力の強いオーチャードグラスなどの草種は、麦による被圧を受けても消失する確率は低いと考えます。基肥は更新時の施肥量（北海道では「北海道施肥ガイド 2020」の 10a 当たり概ね窒素 4 kg、リン酸 20 kg、加里 8 kg）に準じ、麦類収穫後は通常の牧草の追肥（基肥の半分程度の窒素）をします。播種は、麦と牧草の種子の大きさ（比重）が異なるため、基本的に別々に行う必要があります。専用機（例：グラスマスター）があると手間と時間がかからないのでお勧めです。専用機がない場合は、ブロードキャスター（以下、プロキヤス）で麦と肥料の半量を混ぜて播き、ごく浅く種子と土を混和する感じでロータリーハローをかけて（深すぎないこと）鎮圧し、牧草と残りの肥料を混和してプロキヤスで播き、再度鎮圧します（図 13）。

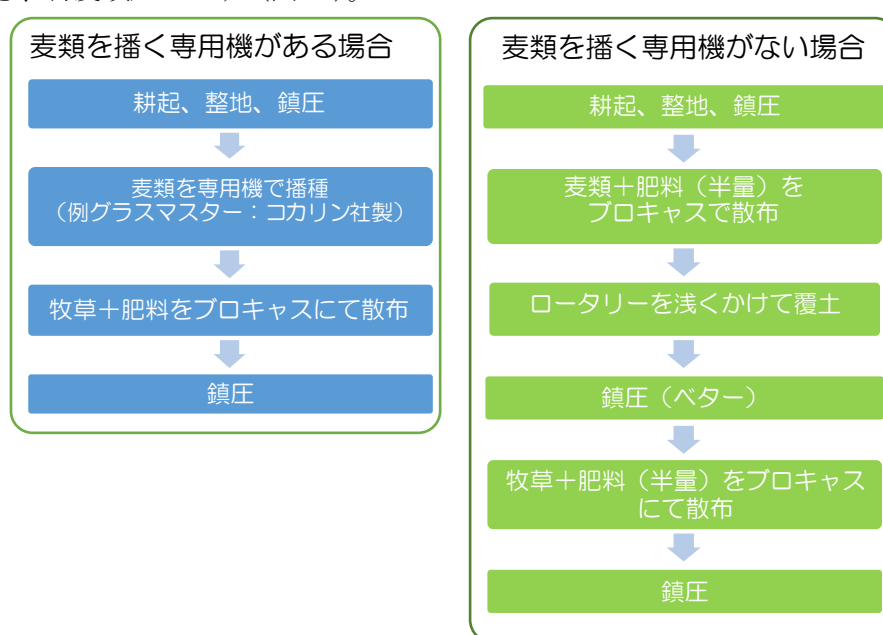


図 13. 播種方法

作業軽減のため、麦を作溝型の追播機で播種し、そののち牧草と肥料をプロキヤスで播種することも可能です。麦類の収穫は、播種後 60～70 日を目安に行い（この時の子実は乳熟期くらい）、ホールクロップサイレージ利用が良いでしょう。収穫期が遅くなる（子実が黄熟期以降）と大麦では穂に赤カビ病（家畜毒性をもつカビ毒 DON 生成）が発生することがありますので注意が必要です（えん麦では発生リスクは極めて低い）。収穫が遅くなったときに種子が落下して播種当年または翌年野良生えが発生することを確認していますが、その量はさほど多くはなく北海道では越冬できないため特段の問題は生じていません。麦の刈取り高は、牧草の再生促進のため約 10cm とします。麦の根張りは浅く抜けやすいので、モアの刃は良く研ぐことが賢明です。麦の稈の表面にはワックスが比較的多く付いており乾きにくいので長めの予乾をすること、滑りやすくホイールローダーで踏圧すると“逃げていく感覚”になるので、踏み固めるのではなく“形を整える”

ように詰めることがポイントです。

(2) 同伴栽培のメリットと留意点

同伴栽培を行うことのメリットは（表 7、8）；

- ① 播種 1 年目から麦を主体とした飼料生産ができる
- ② 雑草の侵入・繁茂を抑制する効果が期待できる
- ③ 春播きするので夏播種に比べて牧草は大きく生長・定着し、越冬時の冬損リスクが低くなる
- ④ 翌年の牧草 1 番草収量が多収となる
- ⑤ 草地型酪農地帯での輪作体系が期待できる などです。

表 7. 播種翌春のチモシーの株の大きさ.

播種期	草丈 (cm)	分げつ (本/株)
同伴栽培 (5月22日)	31.0 ^a	4.5 ^a
8月27日	8.4 ^b	4.2 ^a
9月6日	6.8 ^b	3.7 ^b
9月22日	4.0 ^b	2.2 ^c

根室管内の複数の圃場から採取したデータ.

異なる英子文字間に5%水準で有意差あり.

表 8. 播種 2 年目の牧草 1 番草収量.

(根室管内N農場)		
播種期	牧草収量 (kg/10a)	チモシー草丈 (cm)
同伴栽培 (春播種)	2,650 (133%)	99.8
夏播種	1,995 (100%)	78.2

ただし、雑草の侵入・繁茂の抑制は、あくまでも一年生雑草が対象であり地下茎型や宿根性の雑草には効果がありません。かつ薬剤による処理ではないため一年生雑草に対しても期待したほどの効果がない場合もあることに予め留意する必要があります。いかに春早く、雑草よりも優位に麦が発芽し定着・生育するかがカギになりますので、播種期の早遅が大きく影響します。なお、同伴栽培に利用する大麦は春まき性の品種です。日の長い長日下で出穂しますが夏を過ぎ短日下になると分げつばかりが増え出穂しなくなりますので、収量は全く期待できません。北海道の場合では遅くても 7 月中旬までには播種する必要があります。

また、麦類は耐倒伏性に優れているわけではなく、強風雨等でひどく倒伏してしまうことがあります。このような場合には牧草の定着が不良となり裸地が発生することがありますので、その際は麦収穫後あるいは翌春早い時期に追播等により補修することが賢明です。加えて、麦

を早期に収穫すると再生し、再生量が多いと牧草の生育を阻害してしまう可能性があります。倒伏などにより牧草を被圧した事態を除き、播種後 70 日を目安（播種日からの日平均気温の積算温度が約 1,110℃に達してから）に麦を刈取るようにします（写真 7）。

麦類は吸肥料が多いので硝酸態窒素含量が心配されますが、水分が多いサイレージであればアンモニア態窒素含量の方が多くなりますので問題はないと考えます。しかし、低水分のラップや乾草にする場合は注意が必要です。他の粗飼料との混ぜ物としての利用をお勧めします。

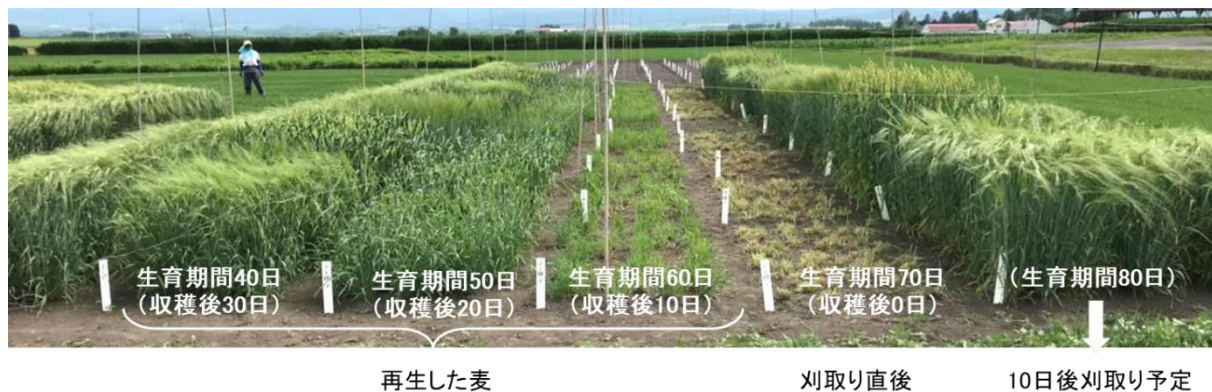


写真 7. 麦類の分けつの再生（2019 年 7 月 26 日撮影、ホクレン訓子府実証農場）。

播種後 40 日程度で刈り取ると、旺盛な再生を示す。再生量が多い場合は、再度刈取りを行って牧草の生育を阻害させないようにしなくてはならない。播種後 70 日程度（子実が糊熟期くらい）になったら刈り取るようにする（播種日からの平均気温の積算気温が約 1,100℃になったころ）。

（3）除草剤播種前処理を用いた同伴栽培

先に述べたように多量の雑草が侵入した状況では、同伴した麦類ではその繁茂・拡大を防ぐことはできない可能性が高くなります。特に、草地から草地へ更新する場合には地下茎型および宿根性の雑草を主とする強害な雑草の侵入が懸念され、トウモロコシ跡などから草地へ転換する場合もヒエやアカザなどの一年生雑草の繁茂が危惧されます。このような場合には、除草剤播種前処理を利用することで対策をとることができます（図 14）。ただし、大麦を利用する場合には春まき性の品種を用いるため、7月中旬までに播種が行えることが条件となります。他の草地の収穫期を考慮しながら、約 70 日の生育期間と約 40 日の放置期間（雑草発生させる）を確保したスケジュールが組み立てられるか否か検討します（北海道での一例：チモシー2 番草の収穫と同伴草地の収穫を合致させることとして、①収穫日から約 70 日遡った日が播種期として適切か判断する。そして、②そこから約 40 日遡った日に播種床準備（耕起・整地・鎮圧）が可能か否かを判断し、スケジュールを組み立てる）。

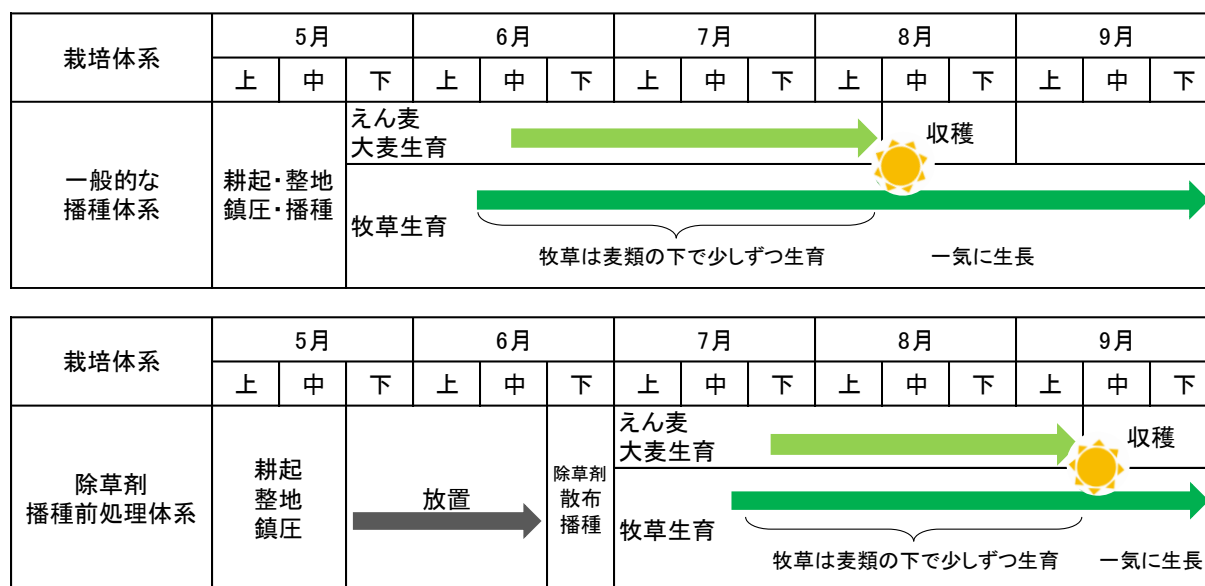


図 14. 同伴栽培の一般的な播種体系と除草剤播種前処理を用いた播種体系.

近年、北海道で広く植生改善の取り組みが展開され、特にこの 10 年精力的に行われています。ここでの活動は、主に雑草対策をしっかりと行いつつ更新や追播をして不良な草地からの転換を図ろうとするもので、いわば適切な草地更新を推進するものです。しかし、草地は複数年継続して使用しますから、草地更新のみならずその後の維持管理が非常に重要です。そこで、今回は草地更新時の強害雑草対策とともに、様々な維持管理にかかわる要素のうち施肥と刈り取りについて、牧草種の分けつの消長の特性から解説しました。また、天候や作業体系、雑草抑制の面から、今後の自給飼料生産のアイデアの一つとして多草種・多品種混播の可能性と麦類を用いた同伴栽培について事例を含めて紹介させて頂きました。お読み頂いた内容がわずかでもお役に立てましたら幸いです。

今回ご紹介した技術の概要資料は、弊会ホームページにて掲載しています。同伴栽培については北海道内の現地事例集も掲載していますので、是非ご活用ください。

参考文献

道総研上川試験場天北支場（2016）：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、
<https://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 28 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。

- 北海道自給飼料改善協議会（2016）：強害雑草防除マニュアル 2016（北海道版）
- 北海道立新得畜産試験場（1990）：飼料用大麦の同伴栽培と利用に関する試験、平成 2 年普及奨励ならびに指導参考事項、p423-426、北海道農政部、札幌.
- 北海道立天北農業試験場（1991）：飼料用大麦と牧草の同伴栽培法の確立、平成 3 年普及奨励ならびに指導参考事項、p402-404、北海道農政部、札幌.
- ホクレン農業協同組合連合会実証試験資料（2014）：未発表.
- 岩渕 慶（2014）：北欧における飼料作物栽培事情、農家の友 3 月号 p92-94、同 4 月号 p101-103、同 5 月号 p100-102、同 6 月号 p99-101.
- 岩渕 慶（2020）：欧州における草づくりと同伴栽培のススメ、酪農乳業速報 2020 夏季特集、p22-25.
- 岩渕ら：（2022）草地更新時の同伴栽培における大麦およびえん麦の生育期間と刈取り後の再生との関係、日草誌 68 別、p34.
- 岩渕 慶（2025）：繁殖型に応じた防除、早生品種利用などで収量確保、早春施肥も有効 低コストかつ効果的な草地強害雑草対策とは、デーリィマン Vol. 75 No. 2、p24-26.
- 松中ら（2007）：草地の乾物生産からみた基幹草種としてチモシーの優位性、北草研報 41、p45.
- 高木ら（2016）：多草種混播草地の経年変化と経済的評価、北海道畜産草地学会報 4、p83.
- 高木正孝（2017）：フィールドノート自給飼料、デーリィマン社.
- 渡辺ら（2016）：多草種混播サイレージの泌乳牛への給与効果、北海道畜産草地学会報 4、p87.

「草地改良が有する温室効果ガス削減効果と 高位生産草地の維持に関する植生管理技術」

Ⅲ 九州における牧草地・飼料畑の雑草被害の現状と対策

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

九州沖縄農業研究センター 暖地畜産研究領域

飼料生産グループ 上級研究員

池田 堅太郎

1. 九州の地形と気候の概要

九州は、山地、丘陵および台地が多いという地形的な特徴があります。そのため、温暖な気候の平野部から寒冷地に区分される山間部まで、幅広い気候条件の地域から成り立っています。また、豪雨や台風といったモンスーンアジア特有の気象現象の影響を受けやすい地域でもあります。このような多様な土地条件と気候条件下で営まれる九州の自給飼料生産には、多くの栽培体系が存在します。勿論、雑草被害もそれぞれの栽培体系によって、雑草の種類や被害の内容も異なってきます。

2. 九州の雑草被害の現状と対策

本報では立地条件と気象条件における自給飼料生産体系を、低～中標高地域（標高 600m 未満）の放牧地、採草地と飼料畑、高標高地域（標高 600m 以上）の放牧地、採草地の 4 つに分類し、それぞれの雑草被害の現状と対策について述べます。

（1）低～中標高地域の放牧地

九州で古くから放牧が行われていたのは、主として、丘陵、台地および傾斜地といった、耕作に不向きな地形の場所でした。近年では、耕作放棄地の解消と粗飼料の確保を目的とした肉用種繁殖雌牛の放牧も九州各地で行われるようになりました。特に九州では、未利用の果樹園（とくに柑橘類）や棚田での放牧がよく見られます。放牧に用いる草種は、持続性が高く省力的に管理ができて、エロージョン（土壌侵食）防止にも繋がるバヒアグラス、センチピードグラスおよびノシバ等の暖地型の多年生シバ型牧草が主体です。これらの牧草は匍匐茎で生育範囲を拡大できるため、裸地化しにくく、雑草の抑制力が高い特徴があります。しかし、放牧牛は通常、有毒植物や有棘植物の採食を忌避するため、これら

の草種を放置しておく、種子や根茎で拡大します。放牧地の雑草被害の予防対策は侵入早期に除去するのが最も有効な手段です。放牧地で見回りを行うついでに、雑草を見つけ次第、その場で抜き取る習慣をつけるだけで、被害の拡大を最小限に食い止めることができます。被害が拡大してしまった場合は刈り払いや除草剤による枯殺が必要となります。ただし、刈り払いは、対処方法を間違えると、かえって雑草被害を助長する場合があります。必ず結実前に行い、切断片から再生するか否かを事前に把握しておく必要があります。また、牧草地で利用できる登録農薬の種類は極めて少なく、非選択性除草剤（グリホサート剤）もしくは広葉雑草に選択性のある除草剤（アシュラム剤、スルホニルウレア系剤）を適宜使用するしかありません。散布後は利用休止期間を設けなければならない除草剤もあるので、使用上の注意を確認のうえ利用してください。以下、代表的な雑草の種類と対策について解説します。

① エゾノギシギシ（タデ科）

種子繁殖と栄養繁殖の両方で個体数を増殖させる多年生雑草です。エゾノギシギシを含むタデ科ギシギシ属の雑草は、全草にシュウ酸中毒の原因となるシュウ酸を含むので、放牧牛は採食を忌避します。エゾノギシギシは大量の種子で拡散するので、結実前に広葉選択性のスルホニルウレア系除草剤で枯殺します。部分的な繁茂であれば、スポット処理で行いますが、全面に繁茂してしまった場合は、全面散布を行います。なお、スルホニルウレア系除草剤の散布後 21 日間は放牧できません。

② オオオナモミ（キク科）

一年生のキク科植物で、種子で繁殖します。果実総苞の刺の先端は釣り針状に曲がっていて、動物の毛にひっつき、拡散します。全草に中毒を引き起こすカルボキシアトラクティロシドを含み、放牧牛は採食を忌避します。栄養繁殖を行わないので、結実に至る前に刈り払います。



図 1. 放牧草地で食べ残されたオオオナモミ（8 月 宮崎県）。

③ ヨウシュヤマゴボウ（ヤマゴボウ科）

草高が 2m に至る大型の多年生植物で、種子繁殖と根による栄養繁殖の両方で増えます。根は非常に丈夫で、地中深くまでゴボウのように伸びます。フィトラクトキシンという有毒物質を全草に含むため、放牧牛は採食を忌避します。草丈がまだ小さい頃なら、根ごと抜くことができるので、早期の抜き取りが最も効果があります。大きくなって引き抜けない場合は、グリホサート剤のスポット処理が有効です。

④ バラ科灌木類

ノイバラ類やキイチゴ類のバラ科灌木は鋭い刺を有するため、放牧牛は採食を忌避します。長期間刈り払いを怠ると、繁茂して木化し、放牧地の生産性を低下させるだけでなく、放牧牛に傷害を与えることもあります。伸長のピークである 7 月～8 月にかけて地際から刈り払いを行うと抑制効果が高まります。



図 2. ミカン園の跡地を活用したバヒアグラス放牧草地。
ノイバラは残ってしまう（5 月 佐賀県）。

⑤ チカラシバ（イネ科）

種子で拡散する株型の多年生イネ科草種で、九州の放牧地で最も強害な雑草です。秋に黒紫色のブラシ状の穂を着け、長い剛毛が放牧牛の目や鼻に刺さります。種子は毛で動物に付着し、広範囲に散布されます。出穂前は他の株型の多年生イネ科牧草（特にトールフェスク）と見分けがつきづらいですが、夏季以降になると茎葉が著しく粗剛になり、放牧牛は明らかに採食を忌避します。牧草と同じイネ科植物であり、選択的除草剤の使用ができないことが、チカラシバの防除が困難な原因の一つとなっています。拡大前であれば、

グリホサート剤のスポット処理が有効な手段です。草地全面がチカラシバで覆われてしまった場合は、全面をグリホサート剤で完全に枯殺して、草地更新を行う必要があります。



図3. 夏季の放牧草地ではチカラシバが繁茂する
(9月 宮崎県)。

⑥ アザミ類 (キク科)

キク科の多年生植物で、種子でも根茎の断片でも繁殖します。冠毛を持つ種子が風散布によって、広範囲に拡散します。葉には鋸歯があり、先端は鋭い刺となるため、放牧牛は採食を忌避します。種子を着ける前に、必ず刈り払いを行ってください。

(2) 低～中標高地域の採草地と飼料畑

採草地や飼料畑における飼料生産は機械作業に有利な平坦地で行われます。この地域は温暖ですが、採草用で多年生の寒地型牧草も暖地型牧草も越年は難しい気候条件下にあたります。それゆえ、農地を1年間有効に活用するため、一年生草種を組み合わせた多様な飼料生産体系が存在します。本報ではそれらの中で九州の代表的な栽培体系である、「青刈りトウモロコシの二期作」、「飼料用イネとイタリアンライグラスの二毛作」、「イタリアンライグラスと一年生の暖地型牧草や一年生の夏野草を組み合わせた二毛作」における雑草について述べます。

・青刈りトウモロコシの二期作

温暖な気候を利用して、高栄養のサイレージ用トウモロコシを1年に2回栽培する体系です。酪農経営においては核となる飼料生産体系となっています。播種床を作る通常の耕

起栽培では、播種時に土壌表面に見える雑草（植物体）はほとんどありません。そのため、土壌処理剤で、トウモロコシの播種後に埋土種子や植物の断片から発生する雑草を防除することが重要です。二作目を早く播種するために、不耕起栽培を行う場合は、播種直前にグリホサート剤を散布し、前植生を枯殺することが重要です。土壌処理剤やグリホサート剤の前処理でも急速に生長して十分に防除できない雑草に対しては、一年生イネ科雑草と広葉雑草の両方に高い効果を示すトプラメゾン含有の選択性茎葉処理剤を、トウモロコシの生育初期に散布します。トプラメゾン含有の選択性茎葉処理剤の効果が少ない雑草に対しては、雑草毎に効果が高い選択性茎葉処理剤を用いてください。

① ヒロハフウリンホオズキ（ナス科）

ナス科の一年生植物で、熟した果実を除く全ての部分に有毒なアルカロイドを含みます。発芽時期が初夏から秋まで長期にわたり、高さは 80cm に達するので、土壌処理剤のみでの防除は困難です。トウモロコシが 4～5 葉期に選択性茎葉処理剤（トプラメゾン）の散布が効果的です。

② ハリビユ（ヒユ科）

温暖地の飼料畑やパドック周辺で問題となる一年生植物です。最大で 2m に達し、種子繁殖が旺盛ですが、刈り取り後も再生し、耕起等で分断されても、出根し、増殖します。葉腋や花序の中に鋭い刺があり、牛は採食を忌避します。アトラジンやアラクロールによる土壌処理が有効です。土壌処理だけで防除できない場合は、茎葉処理剤（ペンタゾン）と組み合わせます。



図 4. 夏季に飼料作物の栽培を休閑して、放置すると強害雑草（ハリビユ）が繁茂してしまう（10月 熊本県）。

③ ショクヨウガヤツリ（キハマスゲ）（カヤツリグサ科）

カヤツリグサ科の多年生雑草で、高さ 120cm に達します。塊茎による繁殖が旺盛です。混入割合が高いと乳牛の嗜好性が低下します。土壌処理剤と茎葉処理剤（ハロスルフロンメチル）の組み合わせが有効です。

④ セイバンモロコシ（ジョンソングラス）（イネ科）

高さ 180cm に達する大型の多年生のイネ科草種です。温暖地では空き地や河川敷でも繁茂し、刈ってもすぐに再生し生長するので、大きな問題となっています。地下の根茎により旺盛に繁殖して群生します。トウモロコシとは競合して、収量を低下させます。また、若い葉には青酸が含まれ、家畜が中毒を引き起こすこともあります。5 葉期までの茎葉処理（ニコスルフロン）が有効です。



図 5. トウモロコシの株間や周囲にセイバンモロコシ（ジョンソングラス）が繁茂する（11月 熊本県）。

・飼料用イネとイタリアンライグラスの二毛作

水田転作の飼料用イネを収穫後、イタリアンライグラスを播種して、翌年の飼料用イネの植え付け準備前までに収穫する粗飼料生産体系です。飼料用イネの雑草対策は、移植栽培、直播栽培ともに、食用イネの栽培方法に準じて防除することが基本です。ただし、飼料用イネ栽培における雑草対策は食用イネ栽培よりも省力化・低コスト化が求められます。なお、除草剤による雑草防除を行う際は、次の点に注意してください。①水稲用除草

剤の成分である「ベンゾビスクロン」、「テフリルトリオン」、「メソトリオン」で薬害が出る飼料用イネ品種があるため、使用前に感受性の有無を確認してください。②必ず「イネ」に登録のある農薬を用いて、そのラベルに記載されている薬剤の使用方法、使用量等農薬使用基準を遵守してください。③粳米は玄米に比べて農薬の残留量が多いことが確認されており、粳米を家畜に給与する場合は、畜産物の安全確保を図るため、出穂以降（ほ場において出穂した個体が初めて確認される時点以降）の除草剤の散布は控えてください。④農薬使用基準が一部改訂されることがありますので、地域の普及センター等指導機関にご照会いただくか、農林水産省のホームページから、政策情報＞農業生産＞畜産＞飼料に進みご確認下さい

(https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/index.html)。

イネ WCS として利用する場合は、草丈が高く、初期生育に優れ、草冠を速やかに被覆することができる茎葉が多い WCS 専用品種を作付けするのが、雑草防除の観点からも望ましいです。イタリアンライグラス栽培における雑草対策については、次の章にて解説します。

・イタリアンライグラスと暖地型牧草を組み合わせた二毛作

イタリアンライグラスは収量と栄養価の両方に優れることから、九州における飼料生産の中心的な牧草です。ただし、イタリアンライグラスは夏季の暑さで枯死する一年生の寒地型牧草なので、1年を通して飼料生産を行うためには、暖地型の草種と組み合わせて栽培する必要があります。イタリアンライグラスは初期生育に優れ、秋以降の雑草は競合力が低いため、施肥、播種床の準備、適期播種といった栽培上の基本を守れば、雑草対策を行う必要はありません。ただし、天候不順や前作の収穫作業の遅延等で適期に播種できないと、雑草が繁茂する場合があります。早播きを行う場合は、耕起から播種まで日数を空けず、入念に耕起した直後に播種します。日数が空いてしまって、前植生の再生草が生育してしまった場合は、グリホサート除草剤を散布した直後に播種します。

暖地型牧草はスーダングラス、ローズグラス、ギニアグラス、栽培ヒエ（ミレット）といった代表的な草種だけでなく、近年ではテフグラスやセタリア属牧草など多数の草種が市販されるようになりました。暖地型牧草の雑草害は、生育初期の光競合で牧草が雑草に敗北することで生じます。事前に発生する雑草を把握して、雑草に負けない生育速度の牧草を作付けすることが重要です。暖地型牧草を播種する場合は、耕起して前植生のない播種床を作ることが前提となりますが、耕起しても前植生のイタリアンライグラスの再生が

心配な場合は、グリホサート除草剤を散布して枯殺した直後に播種を行います。

① カヤツリグサ類（カヤツリグサ、キハマスゲ）

カヤツリグサ科雑草は湿潤な土壌環境下でよく生育します。イネ科と同じ単子葉植物であるので、牧草生産で用いることができる選択的除草剤はありません。そのため、群生箇所にはグリホサート剤を散布後、栽培ヒエ（ミレット）やスーダングラスを厚播きして日陰し、収穫後もイタリアンライグラスを確実に播種して日陰を継続して抑制します。



図 6. 夏季の湿潤土壌条件の飼料生産圃場ではカヤツリグサが繁茂する（8月 熊本県）。

② ノハラツメクサ（ナデシコ科）

種子で繁殖する一年生の雑草です。秋以降、埋土種子から長期間にわたり次々と生えてきます。イタリアンライグラスを適期に播種できずに、播種から出芽までの期間が長くなると繁茂します。高さ 50 cm 程度までしか生育しないので、施肥と適期播種を心がけ、播種床を作った後は速やかに播種すれば問題ありません。

（3）高標高地域（標高 600m 以上）の放牧地

近年、九州高標高地域での放牧のほとんどは、牧草の導入と肥培管理を行わない野草地や荒廃した牧草地で行われています。牧草を用いた放牧は、採草地を兼用利用する場合を除き、ほとんど見られなくなってきました。主要な放牧草はネザサ、ススキ、ノシバであり、かつて牧草地として利用されていた場所では自生のヌカボ属（レッドトップなど）が

優占しています。野草地については生態系保全の観点から、雑草対策には配慮が必要です。発生する強害雑草は低～中標高地域の放牧地同様、バラ科灌木、アザミ類、チカラシバです。バラ科灌木とアザミ類は大型化する前に地際から適宜刈り払いを行えば、衰退します。チカラシバは繁茂してしまうと、有効な防除手段が無いため、発見したらすぐに抜き取る等の早期対応が必要です。

① ワラビ（コバノイシカグマ科）

地下茎と孢子で拡散する放牧地の代表的な多年生雑草です。日当たりが良く、貧栄養土壌で、放牧圧が低い条件下でよく発生します。一度定着すると地下茎を伸ばし、強い再生力で著しく繁茂します。通常、放牧牛は採食を忌避しますが、放牧草が不足した場合、ワラビを多食し、ワラビ中毒という汎骨髄瘍（はんこつずいろう）を引き起こすことがあります。ワラビ中毒の予防対策にはワラビの除去を図るとともに、草量不足が生じる夏から秋にかけての過放牧によるワラビの多食を避けてください。除草剤による防除は、完全展葉期にアシュラム液剤を散布すると良いでしょう。

（４）高標高地域（標高 600m 以上）の採草地

気温条件は寒冷地と同じであることから、採草地はオーチャードグラスとトールフェスクを基幹草種とした完全更新が行われます。しかし、播種する株型の寒地型多年生牧草（オーチャードグラス、トールフェスクなど）の定着は厳しく、草地更新は近年ほとんど成功していません。定着しても 2～3 年で無くなります。主要な原因は、オーチャードグラスよりも生育が早い自生のイタリアンライグラスが秋から初夏まで日陰し、オーチャードグラスの生育が停滞する夏季には生育旺盛な一年生の暖地型イネ科草種（メヒシバとイヌビエ）が日陰するためです。自生のイタリアンライグラスと一年生の暖地型イネ科草種（メヒシバとイヌビエ）の二毛作交代植生は多収で嗜好性と栄養価も高いことから、多くの生産者は粗飼料資源として収穫し、利用しています。



図7. 自生イタリアンライグラスとメヒシバ・イヌビエの二毛作交代植生の概要。

採草用牧草地の草地更新時に播種した寒地型多年生牧草（オーチャードグラス、トールフェスク）は、生育旺盛な自生のイタリアンライグラスとメヒシバ・イヌビエが二毛作のように季節で交代する植生に替わっている。全ての草種は埋土種子から発生し、毎年同じ植生が永続的に繰り返されている。

① エゾノギシギシ（タデ科）

施肥反応性が高く大型化するため、自生イタリアンライグラスと一年生暖地型イネ科草種（メヒシバとイヌビエ）の二毛作交代植生内でも生存します。詳細は前述を参照してください。結実前に広葉選択性のスルホニルウレア系除草剤で枯殺すると良いでしょう。



図8. 自生イタリアンライグラスが優占する二毛作交代植生の採草用牧草地。
雑草はほとんど繁茂できないが、エゾノギシギシは生き残ってしまう
（4月 大分県）。

② クサヨシ（リードカナリーグラス）（イネ科）

地下茎による栄養繁殖力が旺盛な寒地型の多年生草種です。パッチ状に拡大すると、他の植物を群落内に侵入させないため、二毛作交代植生内でもパッチが見られます。アルカロイドが含まれるので、家畜の嗜好性は良くありません。イネ科草種であるため、選択的除草剤は使用できないので、グリホサート除草剤をパッチ状の群落に散布して枯殺します。牧草として利用する場合は、必ず低アルカロイドの市販品種を用いてください。



図9．二毛作交代植生の採草用牧草地。自生イタリアンライグラス
優占植生の中でも、クサヨシ（野生のリードカナリーグラス）
はパッチ状に拡大する（6月 大分県）。

③ ワルナスビ（ナス科）

草地更新後、オーチャードグラスが定着して、衰退してしまう過程でよく見られる多年生雑草です。種子と根で繁殖します。有毒物質であるソラニンを含み、茎葉には鋭い刺があります。地下には水平方向に伸びる根があり、鋭い刺と相まって、抜き取り作業は困難です。草地全体に広がった場合は、グリホサート除草剤で徹底して枯殺して、完全更新する以外に有効な対策はありません。初期生育は緩慢なので、二毛作交代植生内ではあまり見られません。



図 10. オーチャードグラスの株間に発生したワルナスビ（左写真 6月）。夏季にオーチャードグラスの生育が停滞すると、日陰が無くなり大群落となってしまう（右写真 9月）（大分県）。

3. 今後の九州の飼料生産における雑草対策について

（1）雑草か飼料資源か？

九州は温暖で降雨量も多い気候の地域です。そのため、野草の生育も旺盛で、播種牧草と同等以上の収量性と栄養価に優れた野草も数多く存在します。実際、多くの畜産農家が、その地域で入手できる野草を活用して、粗飼料確保の省力化、低コスト化と農地保全の両立を図っています。では、自給飼料生産において「強害雑草」として徹底した防除が必要なのは、どのような草種であるのか？を考えてみましょう。

① 牛に聞いてみる

自給粗飼料生産の目的は「牛が食べる草」を作ることです。収量や栄養価がいかに優れていても、牛が食べない草種は「雑草」と考えて良いでしょう。では、牛が食べないのはどのような草種でしょうか？ 図鑑や、インターネット、専門書、論文等で毒草や有刺植物を調べたり、専門家に聞いたりする方法もあるでしょうが、最も確実に分かりやすい判断は「牛に聞いてみる」ことです。放牧地を観察すると、牛は全ての草種を満遍なく採食しているわけではありません。嗜好性の悪い草種は食べ残すので、放牧地では、その草種だけが目立ちます。放牧地、パドック周辺、飼槽内の食べ残した草種を日々観察して、自分の畜産経営の中で牛が食べる草種と食べない草種を把握することが、駆除すべき「雑草」を判断するための第一歩となります。



図 1 1. バヒアグラスの放牧草地。放牧地では、牛が採食を忌避する植物を明瞭に判別できる（6月 熊本県）。

② 播種した牧草でなければ「雑草」か？

九州では、播種作業の省力化、不安定な天候への対応、ならびに種子購入費用の削減を図る目的で、飼料生産圃場の埋土種子から毎年生えてくるメヒシバ、イヌビエ、エノコログサといった嗜好性の高い自生の暖地型一年生イネ科草種を収穫して、牛に給与している畜産農家が数多くいらっしゃいます。特にメヒシバは、九州平野部でイタリアンライグラス収穫後に生えてきて、葉が柔らかくて嗜好性も高く、再生により複数回収穫できるので、肉用種繁殖雌牛の重要な飼料資源となっています。また、九州高標高地の採草地では、現在、オーチャードグラスなどの株型の寒地型多年生牧草が維持できなくなり、替わって自生のイタリアンライグラスと一年生の暖地型イネ科草種（メヒシバとイヌビエ）が自然下種によって、草地更新を行わなくても永続的に続く二毛作交代植生になっています。これらの草種は牛の嗜好性に優れ、オーチャードグラスが光競合で太刀打ちできないほど乾物生産也多収です。さらに、1年を通してワルナスビやチカラシバ等の強害雑草を日陰できることから、強害雑草の侵入に対して高い抑制力もあります。播種した牧草ではないですが、コスト、労力、時間をかけずに生産できる飼料資源として、今後は積極的に利用していくことも考える必要があるでしょう。



図 1 2 . 施設園芸跡地を用いたメヒシバの採草地。イタリアンライグラス栽培後に埋土種子集団から自然発生するメヒシバに肥料を与えて粗飼料として利用している。メヒシバ以外の草種はほとんど見られない。



図 1 3 . メヒシバの乾草調製の様子。南九州の強い日射しとメヒシバの乾きやすい特徴は、乾草調製に向いている（7月 宮崎県）。

③ なぜその草種がそこに生えてくるのか？ を考える

九州平野部の早春のイタリアンライグラス栽培圃場の中に、ホトケノザ、ウシハコベ、ナズナ、スズメノカタビラといった草高 20～30cm 程度の小型の一年生植物が繁茂する光景が最近見られます。これらは雑草被害でしょうか？耕地に裸地があれば、必ず何らかの植物が生えてきます。これら小型の植物は、イタリアンライグラスをしっかりと生育させれば、恐れる必要のない「ただの草」です。駆除するのではなく、イタリアンライグラスがしっかりと生育すれば何の問題もありません。

雑草防除には、少なからず除草剤の費用ならびに耕起や散布に係る時間と労力が必要です。牧草以外を「雑草」と見なすのか、飼料として利用価値のある草種は「飼料資源」とするのか、無害な草種を「ただの草」と捉えるのかで、雑草防除にかかるコストと労力は大きく変わってきます。一度、「牧草」か「雑草」かという二択のレッテルを外し、全ての植物を「牛」目線で見えてみると、畜産経営内でコスト、労力、時間をかけて駆除しなければならない「強害雑草」はどの草種なのか判別できると思います。

（２）九州の飼料生産現場で新たに発生している雑草問題

① シカ、イノシシが引き起こす雑草問題

現在、九州の飼料生産現場で生じている最大の問題はシカとイノシシによる食害です。シカ・イノシシの食害は、収量の低下だけでなく、これまで見られなかった雑草問題を生んでいます。シカは牛と同じ反芻動物なので、嗜好性も似ています。よって、シカの食害を受けた牧草地では、牛が好む牧草などの草種は無くなります。その結果、牛の嗜好性が悪い草種だけが生き残り繁茂します。イタリアンライグラスの採草地でシカの食害を受けた結果、トゲミノキツネノボタンというキンポウゲ科の毒草が繁茂してしまうケースをよく見かけるようになってきました。また、山林に近い採草用牧草地では、牛が採食するほぼ全ての植物がシカに食い尽くされ、極めて粗剛な多年生イネ科雑草であるチカラシバとカゼクサが優占した植生に変貌する被害が生じています。一方、イノシシはルーティング（鼻で地面を掘り起こす行動）で草地や飼料畑に裸地を生じさせ、収量を大きく低下させます。生じた裸地からは塊茎、根茎、埋土種子から多様な草種が出芽し生育するため、パッチ状に植生の異なる部分が生じてしまい、強害雑草の発生箇所となる可能性があります。



図 1 4 . イタリアンライグラスの採草地。シカの食害が無ければ一面緑であるが(左写真)、シカの食害が生じると、収量の低下だけではなく、有毒の黄色い花（キンポウゲ科 トゲミノキツネノボタン）が一面に広がってしまう（右写真）（3 月 鹿児島県）。



図 1 5 . イノシシのルーティングにより掘り起こされたイタリアンライグラス追播放牧地（左写真）。掘り起こし跡の裸地からは、牧草以外の多様な草種が出芽してくる（右写真）（1 0 月 熊本県）。

② 温暖化による雑草問題の北上

近年の温暖化で、これまで南西諸島でしか見られなかった強害雑草が、南～中九州でも確認されるようになってきました。その代表的な強害雑草がナス科の多年生雑草キンギンナスビ（ニシキハリナスビ）です。茎や葉脈上に太く鋭い棘が密生しているうえ、有毒なので、放牧地では牛が採食忌避します。同じナス科の強害雑草であるワルナスビに特徴は酷似していますが、ワルナスビよりも大型で高さ 1m 程度に成長し、刺も長くて太く、より強暴な草姿をしています。未熟な果実はスイカのように緑色の縦筋が入っていますが、熟すと全面オレンジ色になります。日本での生態学的知見がほとんど無いため、詳細は不明ですが、ワルナスビを上回る強害雑草となるのではないかと懸念します。温暖化の進行に伴って、近い将来、キンギンナスビのように南西諸島の雑草問題が九州本土の雑草問題

となり、九州の雑草問題はいずれ本州に北上するようになることが、容易に想像できます。九州の飼料生産現場における雑草問題を解決することは、近い将来の日本における雑草被害の拡大を抑止するうえで重要な課題だと考えます。



図 16. 放牧地で繁茂するキングンナスビ（左写真）（8月 鹿児島県）。九州本土でも見かけるようになってきた（右写真）（6月 熊本県）。ナス科の多年生雑草でワルナスビに似ているが、より大型で、刺も硬くて大きい。

【引用文献】

- 1) 畜産技術協会. 1994. 写真で見る外来雑草. 1-43.
- 2) 中央畜産会. 2009. 日本標準飼料成分表(2009年版). 26-51.
- 3) 池田堅太郎, 後藤貴文, 飛佐学, 下條雅敬, 増田泰久. 2003. イヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)とメヒシバ(*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.)の発芽に及ぼす光と温度の影響. 日本草地学会誌 49(1):28-32
- 4) 池田堅太郎, 後藤貴文, 飛佐学, 下條雅敬, 増田泰久. 2003. 九州中部高原地域の採草地におけるイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)とメヒシバ(*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.)埋土種子の休眠覚醒の進行と発芽特性の変化. 日本草地学会誌 49(3):238-242
- 5) 池田堅太郎, 後藤貴文, 飛佐学, 下條雅敬, 増田泰久. 2003. 地表部の植被と刈取りがメヒシバ(*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.)とイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)種子の発芽時期に及ぼす影響. 日本草地学会誌 49(4):373-378
- 6) 池田堅太郎, 林恵介, 後藤貴文, 衛藤哲次, 飛佐学, 下條雅敬, 増田泰久. 2004. 光質の違いがイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)とメヒシバ(*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.)種子の発芽に及ぼす影響. 日本草地学会誌 49(6):640-644

- 7) 池田堅太郎, 林恵介, 衛藤哲次, 後藤貴文, 飛佐学, 下條雅敬, 増田泰久. 2005. 牛糞によるイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)とメヒシバ(*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.)種子の拡散の可能性. 日本草地学会誌 51(2):171-178
- 8) 池田堅太郎. 2014. 草地雑草ファイル メヒシバ. DAIRYMAN 第64巻第4号:58.
- 9) 池田堅太郎. 2014. 草地雑草ファイル エゾノギシギシ. DAIRYMAN 第64巻第11号:58.
- 10) 伊藤操子. 1993. 雑草学総論. 267-320.
- 11) 日本草地畜産種子協会. 2006. 草地管理指標 草地の維持管理. 89-101.
- 12) 日本草地畜産種子協会. 2011. 草地管理指標 草地の放牧利用編・放牧牛の管理編. 66-74.
- 13) 日本草地畜産種子協会. 2006. 草地管理指標 飼料作物生産利用技術編. 1-91.
- 14) 日本草地畜産種子協会. 2011. 永年草地で優占したイタリアンライグラスの管理・利用法. 1-6. (<https://souchi.lin.gr.jp/pdf/news20110825-4.pdf>)
- 15) 日本草地畜産種子協会. 2018. 草地管理指標 草地の管理作業及び草地の採草利用編. 40-266.
- 16) 日本草地畜産種子協会. 2021. 草地開発整備事業計画設計基準. 84-127.
- 17) 日本草地畜産種子協会. 2024. 飼料用イネの栽培と品種特性. 1-14.
- 18) 農林水産省. 2014. 多収品種に取り組むに当たって 多収品種の栽培マニュアル. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kokumotu/attach/pdf/siryouyoumai-2.pdf>
- 19) 佐藤節郎. 2016. 飼料用トウモロコシに新たに発生している雑草とその防除. 牧草と園芸 第64巻第5号:15-19.
- 20) 小荒井 晃. 2018. 暖地の発酵粗飼料用水稻栽培における雑草管理. 植調 第52巻第3号:422-428.
- 21) 高橋明裕. 2014. 新規トウモロコシ茎葉処理除草剤「アルファード液剤」の紹介. 牧草と園芸 第62巻第1号:21-24.
- 22) 清水矩宏・宮崎茂・森田弘彦・廣田伸七. 2005. 牧草・毒草・雑草図鑑. 96-264.

本誌の全部または一部を無断で転載・複製・コピーすることを禁じます。

転載・複製については当協会の許諾を得て下さい。

【問い合わせ先】一般社団法人日本草地畜産種子協会 総務部

TEL : 03-3251-6501、Fax : 03-3251-6507、info@souchi.lin.gr.jp

グラス&シード

【特集】草地改良が有する温室効果ガス削減効果と

高位生産草地の維持に関する植生管理技術

編集・発行 一般社団法人 日本草地畜産種子協会

〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町8 NC0神田紺屋町ビル4階

発行日 令和7年3月26日

印刷所 共立速記印刷株式会社

TEL 03-3234-5511

