

地形情報や緩効性肥料を用いた省力・省資源的な施肥

農研機構 畜産研究部門 上級研究員
山田 大吾

はじめに

目標とする施肥改良の概要

施肥改良方法の決定と実証

今後の展望

文献

1. はじめに

放牧草地では、牧草の生産量を確保し、有用な草種を維持する上で施肥が必要です。また、放牧期間を通じて過不足なく安定的に牧草が供給されることも重要であり、年間に数回の施肥を行うことが推奨されています。しかし、近年は肥料の高止まり等のため十分な施肥ができない状況や、労働力不足のため、あるいは傾斜～急傾斜地に立地する放牧草地での作業性の面から複数回の施肥が困難となっている場合がみられます。そのため、放牧草地では施肥量や施肥回数を減らす施肥改良が急務となっているといえます。

2. 目標とする施肥改良の概要

放牧草地での施肥量や施肥回数を減らすために、以下の点に着目しました。

これまでの研究例から、施肥量の低減は、放牧牛の排泄ふん尿による養分供給に基づいて行うこと（三枝ら 2008）や、場所ごとのふん尿排泄の偏りを考慮して行うこと（北川・井出 2015）が提案されています。牛の排泄ふん尿には肥料成分の窒素、リン酸、カリなどが含まれます。牛が集まりやすい場所ではふん尿の排泄が多く、投入される養分が多くなる場合があるととも、ふんの周囲は牛が食草しない不食過繁地となるため、施肥した肥料が無駄になることも考えられます。

肥料成分のうち、窒素肥料は特にイネ科牧草の生産やその維持に役立ちます。従来、草地で用いられてきた窒素肥料の多くは速効性であり、水に溶けやすい反面、すぐに牧草に吸収されやすく、降雨によって流失しやすい特長があることから、年間に数回の施肥が必要となります。速効性の窒素肥料に対して、緩効性の窒素肥料は肥効に持続性があります。その中でも、被覆尿素は肥効のコントロールに優れた肥料と言えます。これは、草地で広く用いられている速効性の尿素を樹脂などで被覆した肥料で、被覆資材の微細な隙間から水分を吸収し、温度の上昇とともに水溶化した窒素が溶出されます（図 1）。そのため、1 回の施肥で長期間の窒素供給が可能となり、作物による窒素利用効率も高いことが知られています。一方、被覆尿素は速効性の尿素と比較して高価となるため、施肥量を減らすなどのコスト対策が必要となります。

そこで、牛の排泄行動等に基づいて施肥箇所や施肥量を決定（肥料を撒き分け）して施肥量を減らし、被覆尿素を導入することが重要と考えました。そのために、1)肥料の撒き分けの方向性、2)被覆尿素の草地での

利用方法を明らかにした上で、3)施肥改良の効果を検証することにしました。

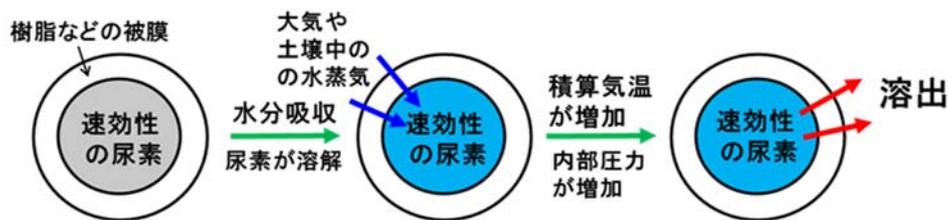


図1 被覆尿素からの窒素溶出の仕組み

3. 施肥改良方法の決定と実証

(1) 肥料の撒き分けの方向性

長野県の浅間山麓南斜面に位置する農研機構 畜産研究部門 山地放牧研究拠点内の 30 年以上継続利用された放牧草地で行いました。この放牧草地は 1.5ha で傾斜角 4~25 度の起伏に富んだ地形となっており、全放牧草地面積に対する緩傾斜（15 度未満）の尾根と谷および急斜面（15 度以上）の割合は、それぞれ 38、16 および 46% です。施肥回数は 6 月と 8 月の年 2 回（等分施用）、年間施肥量は窒素、リン酸、カリで 120、90、30kg/ha であり、当該地域の推奨法に準じています。2002 年に行った放牧牛の行動調査結果から、緩傾斜の尾根や谷に排ふん尿が多いことがわかりました。また、含まれる養分を考慮すると、単位面積当たりに供給されるふん尿由来のカリは草地全面で施肥量以上となり、緩傾斜の尾根や谷の窒素は施肥量以上になると試算されました。なお、表層 0-5cm 深土壌の全窒素含量は尾根で高く、交換性カリ含量は草地全面で基準値以上となっていることを確認しており、ふん尿由来養分の分布の傾向と一致していました。一方、谷は全窒素などの土壌養分が少ないことから、周辺からの集水によって養分の流失が起こりやすいと考えられます。そのため、カリを草地全面で無施用とし、窒素は緩傾斜の尾根と谷を無施肥として、急斜面のみに施肥することや、リン酸は作業性を考慮して、窒素施肥に併せて急斜面のみに施肥することが妥当と考えました。すなわち、地形情報に応じて肥料の撒き分けが可能と考えました（図 2）。

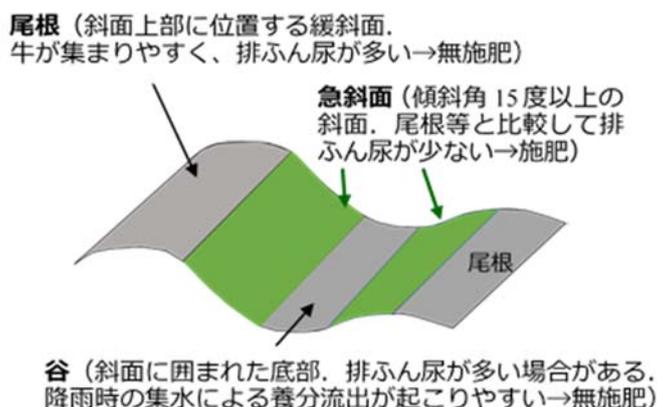


図2 肥料の撒き分けのイメージ

(2) 被覆尿素の肥効

まず、草地表面へ施用した被覆尿素からの窒素溶出の確認を行いました。被覆尿素の選定は、当該地域の気温データ、施肥時期と窒素を溶出させたい時期の情報を基に、肥料メーカーの窒素溶出シミュレーションソフト

を用いて行いました。4月上旬に施用した場合に、6月あるいは8月を中心に多くの窒素溶出が行われることを想定し、それぞれシグモイド型40日溶出タイプ（25℃の土壤中では20日の溶出抑制が行われた後、20日で80%の窒素が溶出する）と60日溶出タイプ（25℃の土壤中では30日の溶出抑制が行われた後、30日で80%の窒素が溶出する）を選定しました。4月上旬に施用した被覆尿素を1ヶ月毎に回収し、肥料中に残存する尿素含量から期間中の窒素溶出量を推定したところ、概ね想定どおりの窒素溶出が行われることを確認しました。牧草収量への効果については、小規模の栽培試験を行い、当該地の推奨施肥（速効性肥料を6月と8月に当分施肥）に対して、速効性の尿素と被覆尿素（シグモイド型溶出タイプ）を1:1で併用し窒素施肥量を推奨施肥の2割減とし6月に1回施肥した場合でも、推奨施肥と同等の牧草収量が得られることを明らかにしました。

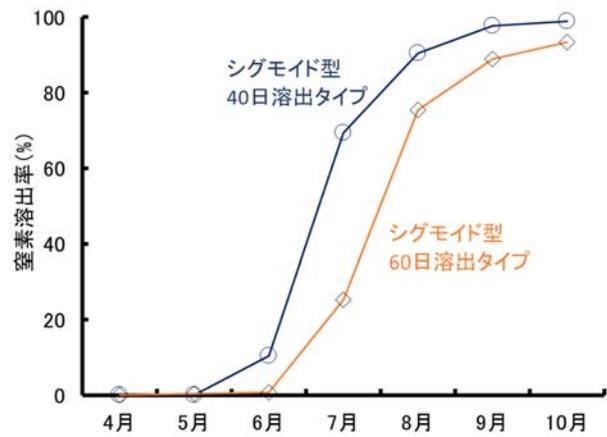


図3 草地表面へ施用した被覆尿素からの窒素溶出率の推移（2カ年の試験の平均値、両年とも4月上旬に施用）

(3) 被覆尿素を用いた肥料の撒き分けの実証

牛の行動調査を行った(1)の放牧草地に表1の肥料の撒き分けと(2)に基づく被覆尿素の導入を併せて改良施肥区とし、隣接する同面積(1.5ha)で類似した地形面を有する放牧草地を慣行施肥区としました(図4)。これら施肥の詳細を表1に示しました。それぞれに、平均体重が同等で同頭数となるように黒毛繁殖牛を5-11月に放牧しました。試験は2012~2014年の3年間行いました。

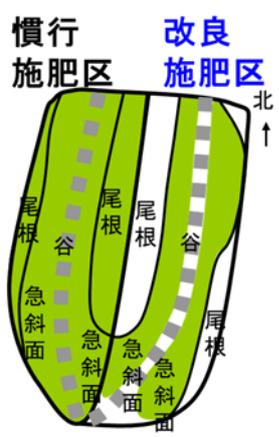


表1 慣行施肥と改良施肥の施肥方法の概要

| 区分 | 改良施肥法 | 慣行施肥法 |
|-------------|--|------------------------|
| 尾根 (緩斜面) | 無施肥 | 施肥 (年2回) 全て速効性肥料を使用 |
| 急斜面 (15度以上) | 施肥 (年1回) ①慣行施肥(年2回)の1回目の施肥時期に窒素とリン酸を施肥 ②窒素肥料は被覆尿素と速効性尿素を併用(窒素成分で1:1)し、2割減肥 ③被覆尿素は慣行施肥の2回目の施肥時期に溶出するタイプを選択 | |
| 谷 | 無施肥 | |

図4 実証試験を行った放牧草地の地形概要（色付き部分は施肥部分を示す）

2013 と 2014 年に尾根および急斜面で牧草の収量調査を行ったところ、改良施肥区の尾根および急斜面の牧草収量は、慣行施肥区と同等となりました（図 5）。このことから、緩傾斜の尾根では放牧牛の排ふん尿由来の養分供給が多いため、施肥によるこれ以上の牧草生産の向上は期待できないと言えます。そして、改良施肥区の急斜面では被覆尿素を使用し、施肥量と施肥回数の低減を行っても、慣行施肥と同等の牧草収量が得られることが改めて示されました。

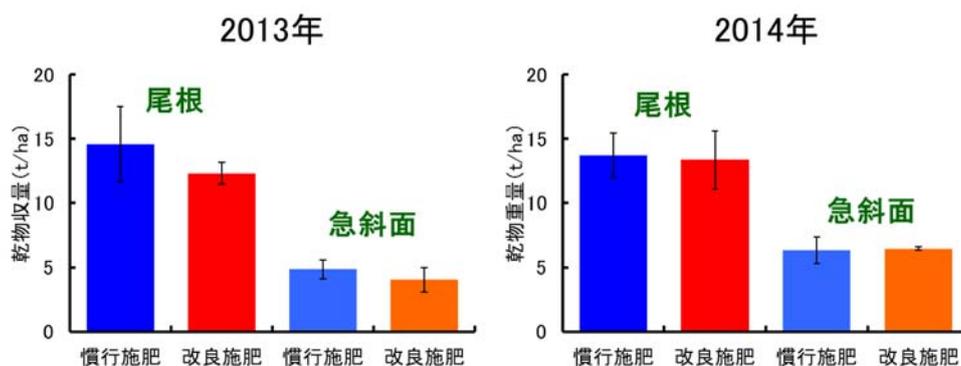


図 5 地形面別の年間合計牧草収量の比較
 (各地形面の 4 箇所において 5-10 月の 1 ヶ月に 1 度採取した牧草の合計。
 誤差線：標準偏差.各地形面で施肥処理間に有意差無し (P>0.05) .)

放牧牛の増体は 3 年間を通して慣行施肥区より改良施肥区で同等以上となる傾向が認められました。これら牧草収量と放牧牛の増体の傾向から、改良施肥区では施肥量と回数の低減を行っても、慣行施肥区と同等の牧草の供給が行われていたと考えられます。

施肥に要する燃料費や人件費、肥料費を合わせて施肥コストは、改良施肥区では、慣行施肥区の約半分程度になると試算されました。肥料費は各区の施肥コストの 90%以上を占めており、この肥料費が半分程度になった影響が大きいと判断しました。

4. 今後の展望

本研究では、放牧牛の排泄行動の特徴に基づく地形情報に応じた肥料の撒き分けと、被覆尿素の導入による施肥量と施肥回数の低減によって、慣行施肥と比較して牧草の生産量を維持しつつ、施肥コストを大きく減少させることを実証しました。なお、施肥量の低減は、定期的な土壌診断によって開始や継続を判断することも重要です。

調査で確認した放牧牛の排泄行動については、他の調査事例との類似点が多く認められています。そのため、ここで提示した肥料の撒き分けは、多くの傾斜放牧草地に適用が可能だと考えています。被覆尿素の利用は水田や畑などで土壌に混和して施用されることがほとんどであり、草地表面への施用に関しては研究例が限られています。今後は、本研究で使用した銘柄以外の被覆尿素についても評価を行い、異なる条件の放牧草地においても導入試験を行うなど、研究例を積み重ねていく予定です。

5. 文献

- ・北川美弥・井出保行（2015）傾斜放牧地のゾーニングによる合理的草地管理の可能性．日草誌 60、250-253
- ・三枝ら（2008）養分循環に基づく乳牛放牧草地の施肥対応．北海道の標準施肥量と土壌診断に基づく施肥対応．日草誌 54（別）、320-321

本誌より転載・複製する場合は農研機構畜産研究部門の許可を得てください。

畜産研究部門 平 28 - 3 資料

放牧活用型畜産に関する情報交換会 2016

編集・発行 農研機構（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 草地利用研究領域 山本嘉人・井出保行・中尾誠司

電話：0287-36-0111(代) FAX：0287-36-6629

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768

発行日 平成 28 年 10 月 4 日

印刷 近代工房

〒324-0036 栃木県大田原市下石上 1603