

令和5年度 成績概要書

課題コード（研究区分）：（協定研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：ウシ、ウマ、ヒツジ用草地の放牧利用計画に基づく必要施肥量算定法
（研究課題名：育成牛放牧草地における肥料養分の動態と養分分布の不均一性に関する研究）
- 2) キーワード：ウシ、ウマ、ヒツジ、放牧草地、施肥
- 3) 成果の要約：多様な放牧条件のウシ放牧草地において、家畜の被食と排泄に由来する養分収支を実測し、放牧履歴と牛群の実測体重または月齢構成による推定体重から必要施肥量を求める技術を開発した。これにより、従来困難とされてきた放牧計画立案時の施肥設計を可能にした。さらに、当技術の適用範囲をヒツジ、ウマ放牧草地に拡大した。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：農研機構北海道農業研究センター・寒地酪農研究領域
自給飼料生産グループ・上級研究員・八木隆徳
- 2) 共同研究機関（協力機関）：酪農学園大学（道総研酪農試験場、道総研畜産試験場、JRA 日高育成牧場、家畜改良センター十勝牧場）

3. 研究期間：平成27～令和5年度（2015～2023年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

現在の北海道施肥標準における放牧草地の年間施肥量（以下、必要施肥量）は、放牧牛の採食と排泄行動に起因する肥料養分の循環を考慮して設定されており、その大きさは被食量に依存する。しかし、一般酪農家が牧区ごとに被食量を把握することは困難なので、現行の施肥標準が対象とする被食量は20-30t/haに限定されている。このため、農家でも可能な被食量の把握方法、より広範な被食量に応じた必要施肥量、さらには、乳牛以外の品種や他の草食家畜への適用可能性に関する検討が必要である。

2) 研究の目的

多様な放牧条件でウシ放牧草地の養分動態を実測し、被食量の水準に応じた必要施肥量の算定法を確立した上で、その適用範囲をヒツジおよびウマ放牧草地に拡大する。

5. 研究内容

1) ウシの多様な放牧条件における草地の養分動態（H27～H30年度）

- ・ねらい：多様な放牧条件で肥料養分の動態を実測し、必要施肥量の設定モデルを策定する。
- ・試験規模：2地点（札幌市、江別市）、計6牧区（18.3ha）、放牧家畜4群（3～33頭/群）
- ・試験項目等：牛群体重、放牧履歴、被食量、ふん尿排せつ量、牧草・ふん尿および土壌養分含量

2) ウシの放牧利用計画に基づく草地の必要施肥量算定法（H31～R2年度）

- ・ねらい：上記の必要施肥量設定モデルの有効性を実規模の放牧草地で検証し、必要施肥量算定法を確立する。
- ・試験規模：2地点（中標津町、新得町）、計47牧区（199.6ha）、放牧家畜8群（9～36頭/群）
- ・試験項目等：牛群体重、月齢構成、放牧履歴、土壌養分含量

3) ヒツジおよびウマの放牧草地への必要施肥量算定法の適用拡大（R2～5年度）

- ・ねらい：ウシの放牧条件で確立された上記算定法の適用範囲をヒツジとウマの放牧条件に拡大する。
- ・試験規模：ヒツジ2地点（音更町、A町）、計18牧区（83.3ha）、放牧家畜3～7群（16～175頭/群）
ウマ2地点（新得町、浦河町）、計28牧区（88.6ha）、放牧家畜6～8群（9～18頭/群）、
- ・試験項目等：放牧家畜の体重、月齢構成、放牧履歴、土壌養分含量

6. 研究成果

- 1) (1) 乳用育成牛、肉用育成牛、肉用繁殖牛を時間制限または全日放牧条件で輪換または連続放牧し、牧草採食とふん尿排泄による養分摂取量と養分排泄量を実測した。草地調査による体重当たり採食量は平均2.38%（乳用育成前期牛、同 後期牛、肉用育成牛、同 繁殖牛の順では2.54、2.20、2.13、2.37%）で、品種間差と月齢間差は統計的に検出できなかった。そこで、面積当たりの被食量は、一律に放牧期延べ体重（放牧牛群の体重を放牧期間中毎日積算した単位面積あたりの値）の2.38%に相当すると仮定した。
- (2) 被食量を独立変数、必要施肥量（牧草採食による養分摂取量から養分排泄量の肥料換算値を差引いた値）を従属変数とする回帰式の傾きと切片には、先行研究結果（平成20年普及推進事項）との間に有意差がなかった。そこで、先行研究と本調査結果をまとめ、新たに多様な放牧条件に適用する全体の回帰式を得た（図1）。これに基づき、多様なウシ放牧草地における必要施肥量の設定モデルを策定した（表1）。
- 2) (1) 上記とは立地条件の異なる実規模放牧草地でも、被食量を放牧期延べ体重の2.38%と見なす仮定は引き続き有効で、放牧牛の品種や月齢の構成が必要施肥量に及ぼす影響は小さいと考えられた（データ省略）。
- (2) 放牧期延べ体重は、実測体重に基づいて算出しても、月齢構成と月齢の標準体重から推定しても、必要施肥量には大きな差が生じなかった（図2）。すなわち、放牧期延べ体重は放牧牛の体重を実測することなく、月齢構成を用いて推定しても支障はないと判断された。
- (3) 兼用草地の施肥は、採草利用時期に対しては採草地の施肥対応、放牧利用時期に対しては表1の必要施肥量を組合せて対応することが有効であった（データ省略）。
- 3) ウシの放牧利用計画に基づく草地の必要施肥量算定法は、ヒツジとウマの放牧草地にも適用できた（図3）。必要施肥量は放牧家畜による養分摂取量と還元量の差分に相当する。引き算の際に、元来類似していた放牧家畜の畜種間差、品種間差、月齢間差の効果がさらに縮小され、必要施肥量への影響力を失ったと考えられる。以上により、ウシ、ウマ、ヒツジ草地の放牧利用計画に基づく必要施肥量の算定法が確立された（表1）。

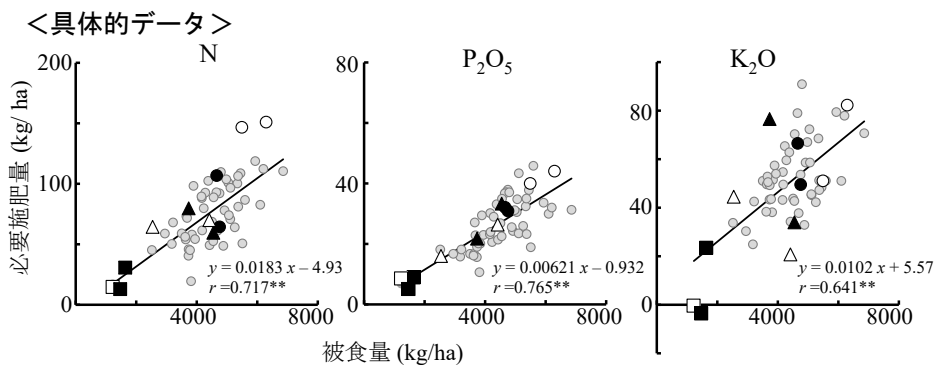


図1. ウシの多様な放牧条件における被食量と必要施肥量の関係

乳用育成牛：○牧区A ●牧区B；肉用育成牛：△牧区C □牧区E；肉用繁殖牛：▲牧区D ■牧区F；
● 先行研究（主として搾乳牛；三枝ら 2014）；実線は先行研究を含む全体の回帰式 **P<0.01.

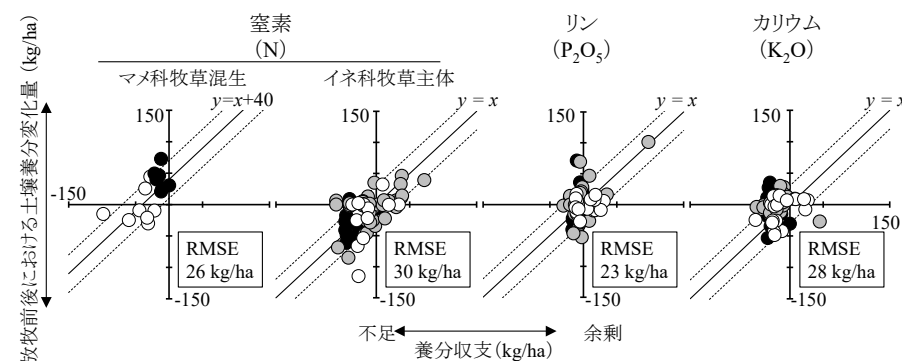


図3. ウシ、ウマ、ヒツジの放牧草地土壌における養分収支と放牧前後の土壌養分変化量の関係

○ウシ；●ウマ；●ヒツジ；---，先行研究によるRMSEの範囲（三枝ら 2014；
窒素 30 kgN/ha；リン 31 kg P₂O₅/ha；カリウム 35 kg K₂O/ha）。

表1. ウシ、ウマ、ヒツジ草地の放牧利用計画に基づく必要施肥量

放牧期 ¹ 延べ体重 (kg/ha)	牧養力 ² (体重 500kg 換算 延べ放牧頭数 CD)	推定被食量 (kgDM/ha)	窒素 N (kg/ha)	リン P ₂ O ₅ (kg /ha)	カリウム K ₂ O (kg/ha)	備考
			イネ科 主体	マメ科 混生		
25,000	50	600	10	0	10	放牧圧 低
50,000	100	1,200	20	0	20	※少量で単年度の施肥が困難な
100,000	200	2,400	40	0	30	場合、2-3 年分の一括施肥も可
150,000	300	3,600	60	20	40	
200,000	400	4,800	80	40	50	現行の施肥標準並
250,000	500	6,000	100	60	70	
300,000	600	7,100	130	90	80	放牧圧 高

施肥回数	5 月上旬	6 月下旬	7 月下旬	8 月下旬	備考
1 回		○			※1 回当たり N 施肥量の上限を 30kg/ha 程度として施肥回数を決める スプリングフラッシュ終了後
2 回	○		○		放牧開始時期の早い牧区
3 回	○	○		○	同 遅い牧区(最初の施肥はスプリングフラッシュ終了後)
4 回	○	○	○	○	

¹放牧期延べ体重(kg/ha)＝放牧家畜群の頭数×放牧日数×放牧時間割合×平均体重÷牧区面積。²牧養力(CD)＝放牧期延べ体重(kg/ha)/500.

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 各地域の基幹草種に対応した適正な放牧圧の遵守を前提として、月齢構成等から群の平均体重を見積もれるウシ、ウマ、ヒツジ放牧草地の放牧計画に基づき、年間の必要施肥量を算定する際に活用する。
- (2) 600CD 放牧時でも 1 回あたり N 施肥量の上限 30kg/ha 程度を守れるよう、年 4 回分施肥を新設した。
- (3) 時間制限放牧のうち、1 日 2-3 時間のように放牧時間が極端に短く、採食量に対して十分なふん尿還元量が期待できない放牧条件には適用しない。
- (4) ウマ放牧草地では、採食量と排泄量の比を保つため、夏季は除糞作業をおこなわず、冬季放牧をおこなった場合には、春の放牧開始までにふんを収集・搬出した牧区に適用する。

2) 残された問題とその対応

8. 研究成果の発表等

- ・奥井達也ら (2020) Grassland Science 67(2) 102-117
- ・三枝俊哉ら (2022) 日本草地学会誌 68(2) 73-84
- ・三枝俊哉ら (印刷中) 日本草地学会誌

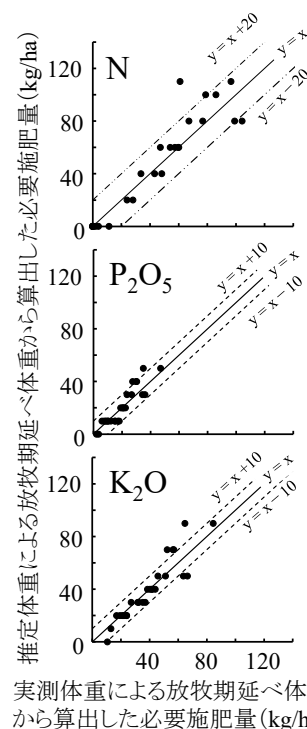


図2. 実測および推定体重*による放牧期延べ体重から算出した必要施肥量の比較(酪農試 2009-2011)

* 推定体重による放牧期延べ体重の推定法:同一牛群が放牧された期間中の平均月齢×当該月齢の標準体重×牛群頭数×放牧日数÷牧区面積.