

# 寒地型放牧草地の 養分循環に基づく 持続的維持管理に関する研究

三枝 俊哉 (さいぐさとしや) ●酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 教授

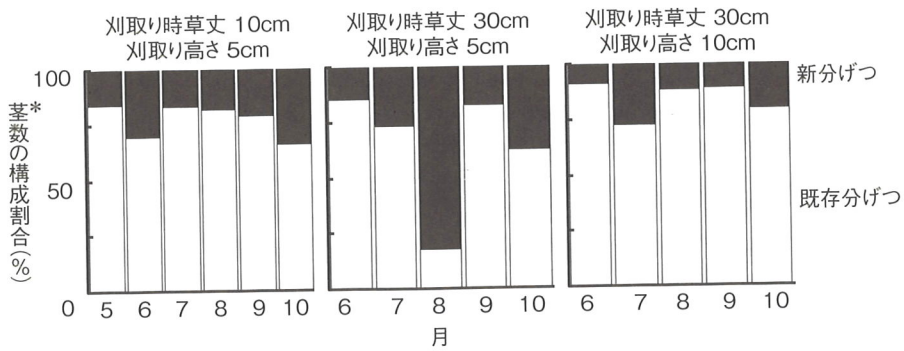
## 1. はじめに

わが国の寒地型放牧草地に対する維持管理研究では、それまでの育成牛放牧草地の生産性増強や放牧期間延長の観点に加え、近年、搾乳牛の集約放牧をはじめとする様々な用途に応じ、草種ごとに知見の集積が進展した。特に北海道では、1990年代後半にペレニアルライグラスによる集約放牧技術の現地導入が始まると(落合 1997; 石田 2003)、チモシー(原 2003)やメドウフェスク(須藤 2004; 西道ら 2013)など地域の気象条件に適した基幹草種ごとの集約放牧技術が精力的に研究された。また、省力型放牧草地の基幹イネ科牧草としてはケンタッキーブルーグラスが見直された(三枝ら 2006ab)。さらに、放牧草地の利用管理が上記のように基幹草種の生育特性に応じて多様化したにもかかわらず、施肥管理については、いずれの放牧草地でも土-草-牛の養分循環を考慮すれば、統一的に理解できることが明らかにされている(三枝ら 2014)。

このように展開してきた放牧草地管理研究の中から、本稿では、チモシーの集約放牧とケンタッキーブルーグラスの省力放牧という対照的な草地の利用管理における要点をまとめた上で、それらを包括する養分循環に基づく施肥管理の考え方について紹介する。

## 2. チモシーを基幹とする集約放牧草地の 草地管理技術

搾乳牛に高栄養の牧草を給与する集約放牧では、ケンタッキーブルーグラスよりも栄養価に優れるペレニアルライグラスやチモシー、メドウフェスクなどが基幹草種となる。冬季気象条件の厳しい北海道東部のような土壤凍結地帯の生産現場では、越冬性に劣るペレニアルライグラスが安定的に栽培できないので、寒さに強いチモシーが利用された。しかし、チモシーは強く放牧すると速やかに衰退することが経験的に知られていた。そこで、チモシーの維持を目的とした集約放牧時の利用条件が検討され、入牧時の草丈30cm、喫食草高15cm程度で利用するとよいことがわかった(原 2003)。その理由は、放牧を想定した多回刈り条件による分けつ構成の解析結果から、以下のように説明できる(三枝ら 2001)。チモシーは、北海道の場合6-7月にほとんどの分けつが生殖生長に転換し、茎頂が上昇を始める。しかし、その上昇度合いは、分けつごとに少しずつ異なる。このため、喫食草高を高めを設定することで茎頂が失われる分けつとそうでない分けつができ、結果的に分けつの世代交代が徐々に進行することになる(図1)。これにより、常に一定程度の生き残り分けつが確保されるとともに、残葉の光合成により地上部の再生速度が維持



\*:各刈取り回次の値を月ごとに平均。刈取り回数は処理により月1~4回の範囲で異なる。

図1 放牧を想定した多回刈り条件における刈取り時の草丈と刈取り高さがチモシー再生草の分けつ構成におよぼす影響(三枝ら, 2001)

されるため(図2)、他草種との競合力を確保できる。チモシー草地に適した集約放牧利用法は、短草利用で旺盛な分けつ密度を確保するペレニアルライグラス草地とは大きく異なることがわかる。

### 3. ケンタッキーブルーグラスを基幹とする省力型放牧草地の草地管理技術

将来の少子高齢化や農家戸数の減少を背景として、従来北海道の優良草地に侵入する駆

除対象草種の代表であったケンタッキーブルーグラスが再評価された(三枝ら 2006ab)。当草種はスプリングフラッシュが穏やかで、季節生産性の平準化を図りやすく、省力的な連続放牧に適する(図3)。また、栄養価の低さは短草利用とシロクロバの混播によって改善でき、増体を目的とする家畜には十分な栄養を供給可能である(図4)。さらに、地下茎型イネ科草であるため、草種構成は安定している(三枝ら 2006b)。一方、当草種は種子からの初

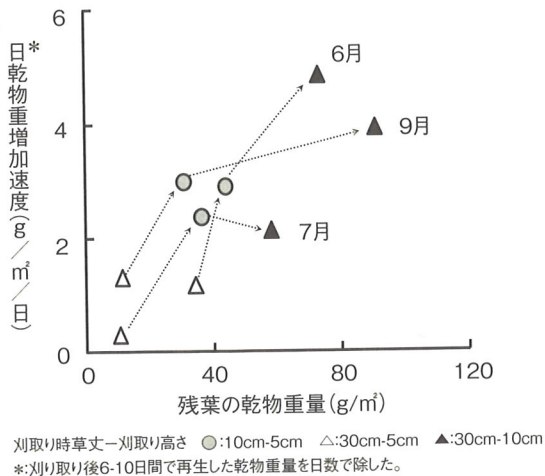
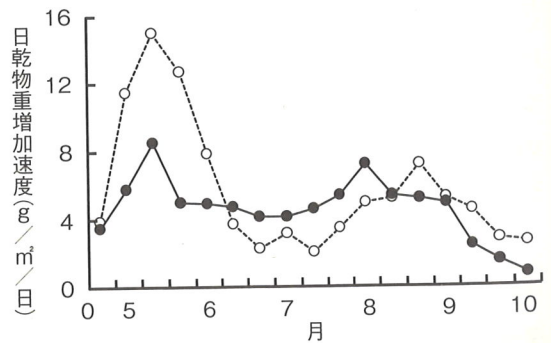


図2 刈取り後の残葉量がチモシーの再生速度\*におよぼす影響(三枝ら, 2001)



●:ケンタッキーブルーグラス連続放牧 ○:チモシー輪換放牧\*  
\*:全体を5-10牧区に仕切り、毎日輪換して放牧前の草丈を30cm前後に調節、掃除刈りおよび採草利用はしない。

図3 ケンタッキーブルーグラス草地の連続放牧条件における日乾物重増加速度(北海道農業試験場, 2001)



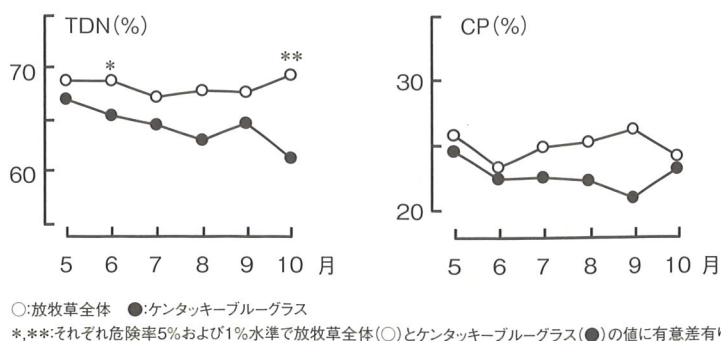


図4 ケンタッキーブルーグラス・シロクローバ混播草地における放牧草の栄養価に及ぼすマメ科牧草の影響(三枝ら, 2006b)

期生育に劣るので、その草地造成には困難性が残されていた。そこで、ケンタッキーブルーグラス基幹草地を安定的に確立するため、雑草対策としてグリホサート系除草剤の播種床処理が有効であること、定着個体の充実を図るには播種量を多くしすぎない方がよいことを指摘された(三枝ら 2002)。また、播種翌年には地下茎の発達を促すため、放牧圧が過重にならないよう制御することが望ましいことが示されている(三枝ら 2005)。

#### 4. 養分循環に基づく放牧草地の施肥管理技術

前述のように、放牧草地の基幹草種は地域と用途によっておおむね決まる。各草種を基幹とする放牧草地の利用技術が各栽培適地で確立されると、それぞれの施肥管理技術が検討された。北海道中央部のケンタッキーブルーグラス放牧草地で従来の標準的な施肥管理を継続すると、放牧草や土壤に養分が過剰に蓄積したため、減肥の必要性が指摘された(三枝ら 2010)。また、北海道東部のチモシー・シロクローバ混播草地における集約放牧条件の施肥適量は窒素(N)、リン(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)および

カリウム(K<sub>2</sub>O)のいずれも年間4kg/10aであり(酒井ら 2004)、この施肥量は基幹イネ科牧草がメドウフェスクでも適用できることがわかった(三枝ら 2013)。

こうした施肥適量は、たとえば窒素(N)の場合、上記のケンタッキーブルーグラス基幹草地における減肥後の年間施肥量2.4kg/10a(三枝ら 2010)にも、すでに北海道北部で明らかにされていたペレニアルライグラス放牧草地の年間窒素施肥量3kg/10a(三木ら 1996)にも近い。地域や用途に応じて基幹草種が変わると、それに対応して草地管理技術も大きく変化する。それにもかかわらず、施肥適量がどの試験でも比較的類似した結論を得た理由について、北海道内各地で実施された延べ48牧区の放牧試験結果から、放牧草地の養分循環に基づく施肥の考え方が次のように整理された(図5)。

北海道の乳牛放牧草地では、延べ48牧区の平均で年間に窒素(N) 13kg/10a、リン(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 3kg/10a、カリウム(K<sub>2</sub>O) 16kg/10aが放牧草として牛に摂取され、いずれもそれらの約8割がふん尿として排泄され、草地に還元された。このうち、牧草に対する速効性化学肥料

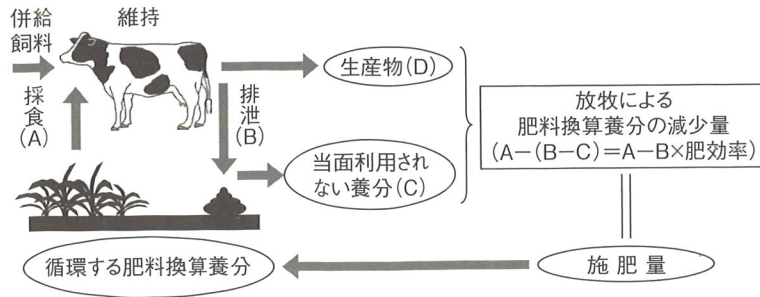


図5 放牧草地の養分循環にもとづく施肥の考え方 (三枝ら, 2008)

とみなせる部分は窒素で5割、リンで3割、カリウムで8割程度なので、差し引き窒素 (N) 8kg/10a、リン (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 3kg/10a、カリウム (K<sub>2</sub>O) 5kg/10a程度が、化学肥料とみなせる養分 (肥料換算養分) として放牧草地から1年の間に減少した (表1)。これらに相当する養分量を化学肥料や根粒菌の窒素固定によって放牧草地に補給する必要がある。次に、これらの量を地域と基幹草種ごとに分けて検討すると、同一地域内での草種間差、あるいは同一草種での地域間差はほとんど認められなかった。そこで、放牧による肥料換算養分減少量を変動させる要因を解析したところ、地域や基幹草種のちがいでなく、被食量が大きな影響力を有し

ていた (図6)。放牧草の成長は、地域、土壌、草種構成、季節などのちがいによって変化する。しかし、たとえ牧草の成長量が同じでも、放牧頭数、放牧時間、併給粗飼料の量など、飼養条件が異なれば被食量も変化する。特に、搾乳牛の放牧飼養法は酪農場ごとに多様であり、それに伴って被食量が大きく異なる。したがって、肥料換算養分減少量の標準値すなわち放牧草地への施肥適量を、採草地のように地域、土壌、基幹草種によって設定することは適当でない。このような場合には、まず放牧牛の被食量の標準的な範囲を設定し、その被食量で放牧されている牧区の平均的な肥料換算養分減少量を地域・土壌・基幹草種にかか

表1 放牧による年間の肥料換算養分少量に関する草種間差と地域間差 (三枝ら, 2014)

地域	系列名 基幹草種	延べ 牧区数 牧区	放牧 (調査) 期間 日	牧区毎 延べ放 牧日数 日	被食量 g/m <sup>2</sup>	養分摂取量 (A)			肥料換算養分の推定還元量 (B)			肥料換算養分の減少量 (A - B)			
						N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
道東	チモン	5	151	10	459	11.7	3.5	13.5 <sup>a</sup>	5.7	0.8	8.9 <sup>a</sup>	6.0 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>a</sup>	
	メドウフェスク	16	135	10	460	14.5	3.9	17.0 <sup>ab</sup>	5.6	0.9	11.3 <sup>ab</sup>	8.8 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	5.7 <sup>a</sup>	
道央	メドウフェスク	10	120	9	499	13.3	3.2	15.5 <sup>ab</sup>	5.8	0.8	10.6 <sup>ab</sup>	7.4 <sup>ab</sup>	2.4 <sup>ab</sup>	4.9 <sup>a</sup>	
	ペレニアルライグラス	10	118	8	422	10.9	2.8	13.9 <sup>a</sup>	5.2	0.7	9.4 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	
道北	ペレニアルライグラス	4	134	13	371	11.5	3.3	15.0 <sup>ab</sup>	4.1	0.8	9.9 <sup>ab</sup>	7.3 <sup>ab</sup>	2.5 <sup>ab</sup>	5.1 <sup>a</sup>	
	オーチャードグラス	3	141	17	467	13.5	4.5	21.4 <sup>b</sup>	3.8	0.9	13.4 <sup>b</sup>	9.7 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>b</sup>	8.0 <sup>b</sup>	
有意差判定					ns	ns	ns	P<0.05	ns	ns	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	
全事例の平均					10	452	13	3	16	5	1	11	8	3	5

異種文字間に有意差有り (P<0.05, Tukey-Kramer)



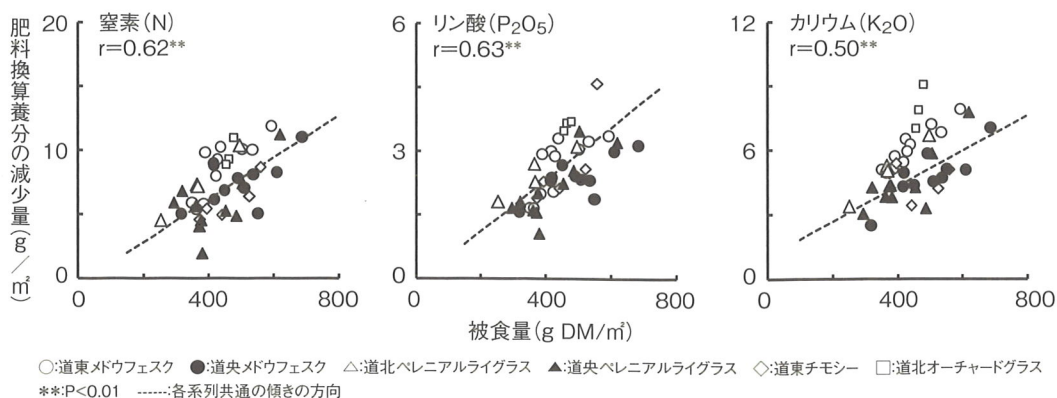


図6 放牧による年間の被食量と肥料換算養分減少量の関係(三枝ら, 2014)

わらず一律に施肥適量と位置づけるほうが合理的であると結論された。さらに、こうして決められた施肥適量を、各牧区の養分肥沃度に応じて補正するための土壌診断に基づく施肥対応技術が、現地農家に対する施肥改善指導の中で実証的に構築された。

#### 4. おわりに

前述の知見により、北海道の放牧草地における施肥標準は27年ぶりに改訂された。実はこの施肥量は、生産現場の放牧農家が長年にわたり経験的に構築してきた慣行施肥量の水準に近い。本成果の意義は、施肥量そのものよりも、放牧草地の養分循環に基づく施肥の考え方を整理し、新たな施肥標準の設定に論理的背景を与えたことにある。本稿で述べた草種特性に応じた放牧草地管理や養分循環に基づく施肥の考え方が、各地域における新草種の導入や兼用草地の施肥管理など新たな技術開発の参考になれば幸いである。なお、本稿で述べた施肥量は、牧区内の採食や排泄に偏りのないことを前提としている。今後、不均一性の程度が異なる放牧草地への施肥対応等に関し、さらなる研究の進展を期待する。

#### 参考文献

- 原悟志(2003) 根釧地方の場合, 松中照夫編著, 放牧で牛乳生産を-北海道での放牧成功の条件-, p53-70, 酪農総合研究所
- 北海道農業試験場(2001) 省力型放牧地としてのケンタッキーブルーグラス・白クローバ混播草地の適性評価, 平成12年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, p1-21, 北海道農業試験会議
- 石田亨(2003) 天北地方の場合, 松中照夫編著, 放牧で牛乳生産を-北海道での放牧成功の条件-, p71-86, 酪農総合研究所
- 三木直倫, 小宮山誠一, 松中照夫, 木曾誠二(1996) ペレニアルライグラス集約放牧草地のシロクローバを維持するための窒素施肥法, 平成7年度研究成果情報-北海道農業-, 202-203
- 西道由紀子, 三枝俊哉, 牧野司, 須藤賢司, 松村哲夫(2013) 北海道東部のメドウフェスク(*Festuca pratensis* Huds.)草地における放牧開始および掃除刈りの適期, 日本草地学会誌, 59, 8-13
- 落合一彦(1997) 未来を拓く酪農経営 放牧のすすめ, p29-46, 酪農総合研究所
- 三枝俊哉, 手島茂樹, 小川恭男, 高橋俊(2001) 放牧を想定した多回刈り条件におけるチモシーの衰退緩和要因, 平成12年度研究成果情報-北海道農業-, p168-169, 北海道農業研究センター
- 三枝俊哉・手島茂樹・小川恭男・高橋俊(2002) 北海道におけるケンタッキーブルーグラス放牧草地の造成技術 1.ケンタッキーブルーグラスの発芽・

- 定着と初期生育に及ぼす播種量、除草剤処理、鎮圧方法および掃除刈りの影響. 日本草地学会誌 48: 346-351
- 三枝俊哉・手島茂樹・小川恭男・高橋 俊 (2005) 北海道におけるケンタッキープルーグラス (*Poa pratensis L.*) 放牧草地の造成技術 2. 地上部および地下部の発達過程における草地管理法. 日本草地学会誌 51: 1-6
- 三枝俊哉, 手島茂樹, 小川恭男, 高橋俊 (2006a) 北海道における省力的放牧草地としてのケンタッキープルーグラス (*Poa pratensis L.*)・シロクロローバ (*Trifolium repens L.*) 混播草地の適性評価, 1. 連続放牧条件における家畜生産性, 日本草地学会誌, 51, 354-361
- 三枝俊哉, 手島茂樹, 小川恭男, 高橋俊 (2006b) 北海道における省力的放牧草地としてのケンタッキープルーグラス (*Poa pratensis L.*)・シロクロローバ (*Trifolium repens L.*) 混播草地の適性評価, 2. 連続放牧条件における牧草生産性と草種構成, 日本草地学会誌, 51, 362-368
- 三枝俊哉・西道由紀子・大塚省吾・須藤賢司 (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壤診断に基づく施肥対応—. 日本草地学会誌 54 (別): 320-321
- 三枝俊哉・手島茂樹・小川恭男・高橋 俊 (2010) 北海道における省力的放牧草地としてのケンタッキープルーグラス (*Poa pratensis L.*)・シロクロローバ (*Trifolium repens L.*) 混播草地の適性評価 3. 標準施肥条件の短草型草地における養分蓄積過程と減肥の効果. 日本草地学会誌 55: 318-325
- 三枝俊哉・西道由紀子 (2013) 北海道東部のメドウフェスク (*Festuca pratensis Huds.*) を基幹とする乳牛集約放牧草地に対する施肥適量. 日本草地学会誌 58: 241-248
- 三枝俊哉・西道由紀子・大塚省吾・須藤賢司 (2014) 北海道の乳牛集約放牧草地における養分循環に基づく施肥適量. 日本草地学会誌 60: 10-19
- 酒井 治・寶戸雅之・三木直倫・三枝俊哉 (2004) チモシー・シロクロローバ混播草地の集約放牧条件における施肥量低減. 日本土壤肥料学雑誌 75: 711-714
- 須藤賢司 (2004) 搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究 —メドウフェスク草地を焦点として—, 北海道農業試験場研究報告, 181, 43-87



## 今月の表紙

### 国際食肉産業見本市 (IFFA) の ハム・ソーセージ国際審査会場で

今年5月上旬にフランクフルト、メッセで開催された国際食肉産業見本市 (IFFA) でのハム・ソーセージ品質競技会での審査風景。審査員3人1チームとして製品が並べられたテーブルで、それぞれの審査意見から合議制で採点を行う。今回はドイツ、フランス、オーストリアなどの欧州の製品とともに、日本から200品目以上の出品があった。2010年に我が国で口蹄疫が発生して以来、ドイツでの審査が出来なくなってからのことで、今回多くのメダルを日本製品が獲得した。右はIFFA2016をモチーフとした鶏肉製品(フランスから)で、会場でひととき人目を引いた力作、金メダル受賞。

撮影：麻布大学獣医学部教授 坂田 亮一