

よって、より安定的に多収に近づけることが重要である。もちろん、これらの草種構成のバランスをとりつつ維持していくための管理技術が大切なことはいうまでもなく、維持管理技術の向上が期待される。

c) 追肥条件：{N, P, Kの追肥}条件の効果は気象条件、草種構成によって異なる。地域Ⅰの気象条件下で、{オーチャードグラス}と{チモシー、アカクローバ、ラジノクローバ}の組み合わせでは、追肥条件が欠落することによって減収し、これは刈取後の再生力が低下したことによるものと考えられる。一方、地域Ⅲの条件下では、同様の草種構成に対して、追肥の効果は認められず、概して、気温の低い場合に追肥効果は小さい傾向にあった。

4 おわりに

以上、多収事例の総合的な解析結果にしたがって、多収を得るための条件を検討してみた。

多収のための基礎条件として、とくに土地基盤の整備や土壌改良が重要であり、堆きゅう肥、リン酸、石灰などの投入や客土によって好適なpH、土性、リン酸吸収係数の作土をつくるのが必須と思われた。また、堆きゅう肥や糞尿も含めた施肥技術の改善が草種構成の維持管理の面でとくに重要であることも示唆された。

一方、アルファルファ導入の効果にみられたように、気象条件は決して栽培的に変えられないものではない。このように、草種・品種の選択や刈取管理のしかたなどによって、気象条件を補完することも可能であることが示唆され、多収を得るためのポイントがかなり整理された。

草地に対する効率的施肥法

北海道農業試験場草地開発第一部

草地第1研究室長 平島利昭

最近の酪農経営では、乳価の低迷と生産資材の高騰に苦しんでいるばかりでなく、一方では依然として草地生産の低収性に規制されているように思われる。

本来、土地利用型の北海道酪農では、草地を主体とする点に特徴があり、いかに良質な粗飼料を十分にかつ効果的に生産するかが経営安定の鍵であることはいうまでもない。その意味で最近トウモロコシやアルファルファの積極的導入が進められているが、同時に既成草地の生産性向上が重要な課題といえよう。

草地生産性の向上のためには、まず十分な肥培管理を要するが、肥料費の高騰は経営を圧迫しているばかりでなく、その対応として一部には肥料施用量を節減することによって、更に生産性の低下を助長している一面もみられる。

低迷する乳価を背景とした今日の酪農経営では、

牛乳生産費の低下が最大の課題であって、草地生産性の向上は、飼料購入費の節減を促して生産費を低下させる。しかし、肥料費の節約はその生産性を低下させて、かえって飼料購入費を高める。従って、草地に対する施肥は、施用した肥料が最も効率的に牧草生産に結びつけるように努めるのが、本来の牛乳生産費の低下に寄与することになるものと思われる。

本稿では、このような見地から効率の高い施肥によって、最大の牧草生産をあげるための技術について再検討してみたいと思う。

施肥効率の低い永年草地

最近、牧草の低収原因として永年草地が多いことが指摘されている。すなわち、現在の草地は草地改良事業が積極的に行われた昭和40年代に造成され、10年以上を経過した草地が多く、北海道の

草地面積 54 万 ha のうち 8 年以上の経年草地は約 20 万 ha (約 4 割) と推定されている。これらの経年草地での大部分は、植生の衰退や土壌の悪化によって施肥効率が低下しており、一定の肥培管理を行なっても期待生産量が得られず、草質の面でも劣っている場合が多い。

そこで、このような永年草地の施肥効率低下の実態と理由について少し詳しくみると次のとおりである。

まず植生面では、経年化に伴って大きく 3 段階の変化をたどる。すなわち初期段階では、造成初期には良く混生しているアカクローバ、アルファルファ、ラジノクローバなどのマメ科牧草は、施肥や利用の不適正によって 3~4 年で減少または消失して全体収量を低下させる (表 1)。次いで第 2 段階では、マメ科牧草が少なくなりイネ科牧草主体になった草地では、施肥量とくに窒素を増施しなければならないが、当初の混播草地と同様の少ない施肥を継続しているため、施肥不足によって次第に期待収量が得られなくなる。そして第 3 段階では、このような施肥不足による牧草生育の衰退や冬枯れによる枯死、あるいは逆に一時的な多肥と過度な利用により、多収性で施肥効果の大きいオーチャードグラスやチモシーの密度が減少し、裸地ができ、更にその裸地には低収性で嗜好の低いケンタッキーブルーグラスやレッドトップ、あるいは不食雑草であるギシギシ、フキ、ワラビなどの雑草が侵入し、結果的には施肥しても十分な収量が得られず、草質も低い状態になる。

土壌面では、造成後の 2~3 年間は土壌改良資材の効果が持続しているが、維持段階では表層施肥が繰返されるので、経年的に次第に表層から酸性化して土のリン酸固定力が強くなり、牧草の養分

表 1 経年草地の植生変化 (生草, %) (赤城)

造成後 経過年数	チモシー・ アカクローバ混播				オーチャードグラス・ ラジノクローバ混播				
	チモ シー	アカ クロー バ	ラジノ クロー バ	イネ科 雑草	広葉 雑草	オーチ ャード グラス	ラジノ クロー バ	イネ科 雑草	広葉 雑草
3 年目	52	47			1	46	50		4
4 年目	54	25	7	7	7	44	51	2	3
5 年目	52	13	17	18		69	28	2	
6 年目	31		11	57	1	85	11	3	1

吸収が抑えられ、施肥に応じた増収が得られなくなる。とくに、この傾向は、ふん尿や堆きゅう肥を用いないで、化学肥料を多く用いたときに強くなる。このような酸性化は前述のマメ科牧草の減少を大きく助長し、イネ科牧草主体となる。次に、造成初期の土壌は膨軟で通気・通水性は良好であるが、不耕起で毎年利用される草地では、草地管理機械や放牧牛の踏圧によって土壌の表層は次第に硬くなり、通気・通水性が悪くなり、同時に古い牧草根が地表にたまっていく。その結果、土壌微生物の働きが衰えて窒素の肥効が低下し、牧草の養分吸収能力が低下し、施した肥料が十分に効力を発揮できない状態となる。

すなわち、永年草地では、多収性の優良牧草が少なくなると同時に、施した肥料の利用効率が劣る土壌条件になるため、施した肥料が有効に利用されず、十分な生産に結びつかず、牧草の生産費が割高になっていると思われる。

それでは、施肥効率を高めて生産性の高い草地にするためには、どうすればよいだろうか。この方法は大きく分けて 3 つの面から考えることができる。第 1 には、施肥効率の高い優良草種を増加させるための植生改善、第 2 には施した肥料が牧草に効率的に吸わせるような土壌を作るための土壌環境の改善、第 3 に牧草生育に必要な肥料成分を最も効果的な時期に施用する施肥改善である。もちろん、これらは単独の効果は小さく、総合的に改善することによって初めて高い生産性を期待できるものである。

そこで、以下にその具体的対策を述べてみよう。

施肥効率の高い優良草種を 殖やす植生改善

牧草は、同量の肥料を施用しても草種によって増収程度が異なる。生育良好なオーチャードグラス、チモシー、メドーフェスク、ライグラスなどでは施肥効果が高く、根粒菌で空中窒素を固定するアカクローバ、アルファルファ、ラジノクローバなどでは窒素以外の施肥効果が高く窒素を施用するとかえって減収する。一方、雑草類やレッドトップ、ケンタッキーブルーグラスなどは、栄養価や乳牛に対する嗜好性が劣るばかりでなく、施肥に

よる増収割合が低く、とくに夏以降に施肥してもほとんど生産量はあがらない。従って、施肥効果の高い優良草種の割合を高めることが基本的対策となる。

優良草種を殖やす方法は、それらの草種がどの程度草地に残っているかによって異なってくる。一般に優良草種の合計割合が70~80%以上であれば、利用や施肥管理法の改善でその草種割合を高めうるが、これ以下ではその程度に応じて追播する必要がある。

優良草種減少の初期(通常造成後3~4年目)には減少割合の大きい草種に適した管理法に切替える。マメ科牧草の減少は、短年生のアカクローバの回復は難しいが、アルファルファやラジノクローバの減少は、施肥窒素を切るか極少量とし、リン酸、カリ、石灰の重点施肥とする。またアルファルファでは、とくに9月以降の利用を一時的に中止して根の発達を促し、ラジノクローバでは春から初夏の利用回数をやや高める。イネ科牧草では、分げつ発生の旺盛な8月中旬~9月上旬に十分な窒素を施用し、分げつ発生を促して茎数の増加を図る。施用窒素はマメ科率にもよるが、4~8 kg/10 aが適当である。また冬枯れの危険地域では、とくに10月上~中旬の利用を避ける。

追播は不耕起で行われるので、発芽水分の確保と既存植生の再生による初期生育の抑圧を回避することがポイントとなる。従って追播時期は、既存牧草の再生力が比較的弱く、降水が多く、かつ追播草の越冬可能な時期が適し、地域にもよるが7月中旬~8月中旬が望ましい。追播草種は初期生育の良好な草種を選び、播種量は10 a当り、イネ科牧草で1~2 kg、マメ科草で0.5~1 kgとする。刈取りまたは放牧により、既存植生を十分に利用した後、デスクなどで土壌面を良く露出させ、播種後は十分に鎮圧して発芽水分の確保を図る。施肥は、リン酸、カリ、石灰などを重点とし、既存牧草の再生を促す窒素はやらないか2 kg/10 a以内に止める。発芽後の幼牧草を既存牧草の再生草に被ふくされないように掃除刈りを十分に行う。

施肥効果をも高める土壌環境の改善

施用肥料を牧草に効率的に吸収させるためには、

土壌が微酸性~中性で、有効リン酸が十分であること(化学性)、土壌の通気性、排水性が良く、牧草根が十分に吸収できること(物理性)、根粒菌や硝酸化成菌などの活動が良好で、未分解の古い牧草根が少ないこと(微生物性)などが必要である。

草地土壌の表層で酸性化が進むと、リン酸の土壌固定が増し、根粒菌や硝酸化成菌の活動が鈍り、根の養分吸収力が低下し、とりわけ酸性に弱いマメ科牧草は消失する。酸性改良のための石灰施用は、施用直後の増収効果は小さいが、翌年以降の施肥効率を高めて効果が発揮される。しかし、石灰は一度に多用すると、土壌表層を一時的にアルカリ化して窒素肥効を下げるので、1回当りの施用量は、炭カル100~200 kg/10 a程度とし、施用時期はこのような影響の少ない秋が無難である。また一度に多用できないので、酸性が強くとも2~3年ごとに分施することが望ましい。

草地土壌の可給態リン酸は、牧草による吸収と酸性化に伴う不可給態化によって、造成後4~5年目から漸次減少する。牧草によるリン酸の年間吸収量は、数 kg/10 a程度であるが、吸収利用率が低いので8~10 kg/10 aの補給が必要で、その2~3割はく溶性リン酸が望ましい。経年草地に対しては、酸性改良、肥効の持続性、苦土補給などの面から溶リンの効果が高い。

草地の土壌は、造成後3~4年目ころから表層が硬くなり、通気性、排水性が悪化してくる。このような硬化現象は主として表層5~10 cmの浅い範囲で起るので、2~3年ごとにデスクなどにより表層土を切断して通気・通水性を改善し、古い牧草根などの分解と同時に、牧草根の切断によって新根の発生を促進する。また、このようなデスク処理の際には、土壌中での可動性が小さい石灰やリン酸を併用すると効果的である。

効率的施肥法とふん尿の利用

牧草生産費の低減を図るためには、少ない肥料を効率的に施用し、牧草収量を最大にする必要がある。施肥成分の中で、リン酸、石灰、苦土は牧草による吸収量が相対的に少なく、増施による増収率も低いが、土壌中での可動性が小さいので十分に施用し、土壌環境の改善により効率的に利用

できる。一方、窒素とカリは牧草による吸収量が多く、生育量を大きく左右するが、多施すると過剰吸収、土壌からの溶脱などでむだになりやすく、むしろ養分吸収の不均衡、土壌の酸性化、家畜の硝酸中毒やグラスステニーなど、いろいろな障害の誘因となる。従って、窒素とカリは最も効果的な時期に適量施用することが重要である。

一般に窒素、カリは1番草に対する肥効が最も高いので、早春には十分量を施用する。しかし、牧草生育量が漸次減少する夏以降には、予想される生育量に応じた施肥量でよいが、8月下旬～9月の施肥は、前述のようにイネ科牧草の茎数を増加して翌春の施肥効率を高めるので、適量施用が必要である。

牧草生産の肥料費をできる限り節減するためには、混播草地の適正なマメ科率の維持とふん尿還元が有効である。すなわち、混播草地のマメ科牧草は空中窒素を固定し、自らの生育に利用するとともに一部はイネ科牧草にも利用されるので、イネ科牧草主体草地に対する窒素施用量の半分以下で同水準の生産をあげることができる。(表2)。

一般に家畜に採食された牧草中の養分分は、大部分がふん尿として排泄され、その割合はおよそ窒素の70%、リン酸の80%、カリの90%、石灰の85%、苦土の95%と推定されている。従って、ふん尿をむだなく草地に還元したとすれば、牧草生産に必要な養分分のうち、およそ5～7割が補給され(表3)、化学肥料の施用量はそれだけ節約できる。しかもふん尿による施肥は、化学肥料に比べて肥効が持続し、土壌の酸性化が少なく、リン酸肥効を高めるなどの利点があり、混播のマメ科率

表2 施肥窒素1kg当りの乾草生産量 (kg)

刈取間隔 イネ科 牧草草種	イネ科牧草 単播		ラジノクロー バとの混播		割合 (単播=100)	
	20日 ごと	30日 ごと	20日 ごと	30日 ごと	20日 ごと	30日 ごと
	チモシー	35	47	141	157	403
オーチャードグラス	31	44	128	163	413	370
ケンタッキーブルーグラス	29	41	140	174	483	424

注) 3年間の平均生産量。

訂正のお知らせ

筆者の依頼がありましたので、30巻12号P. 8～9

表3 牧草地に対するふん尿の養分補給についての試算 (平島, 1981)

項 目	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	
年間1頭当りのふん尿中の養分分量(kg)	ふん10 t中	50	20	40	40	10
	尿 3 t中	21	—	54	3	—
	合計	71	20	94	43	10
1頭当りのふん尿を50 aの草地に還元したときの養分分量(kg/10 a)	14	4	19	9	2	
牧草収量5 t/10 aの場合の牧草中の養分吸収量(kg/10 a)	27	6	29	10	2.8	
牧草の吸収量のうち、ふん尿中の成分で補給される養分の割合(%)	52	67	66	90	71	

注) 牧草収量を年間5 t/10 aとし、50 aの草地で1頭を飼養したと仮定。

維持や草地の永続性に好影響を及ぼす。尿や液状きゅう肥は刈取り後の追肥に、堆きゅう肥は秋施用が有効と思われる。

最近草地更新の要望は高いが、耕起更新を前提とした草地整備事業では、事業費が高く、その負担が経営を圧迫することから希望が少ないという。草地生産性を早急に上げる必要性は高いことも事実であるが、広い経営面積の全草地を短期間に更新することは、経費面とともに飼料確保の面からも困難なため、できる限り低コストでしかも早急に草生回復したいのが本音と思われる。

現在の酪農経営は、今まで重厚な農政に支えられてきたし、また経営確立にはそれが必要であった。しかし、今日の酪農を取巻く厳しい環境では、今後はできる限り自立してゆく経営が望まれ、しかも国際的にはできる限り低コスト生産が必要であることも自明である。

一方、草地管理面では、従来は草地面積の順調な増加を背景として既成草地に対する経常管理がおろそかにされてきたように思われる。しかし、今後農政に依存することなく自立してゆくためには、本稿で述べたような技術対策を経営内で経常的に実行し、草地生産性の向上と永続性を維持してゆかなければ、将来の経営発展が難しいばかりでなく、酪農経営自体も行き詰るのではないかと懸念される。

を次のように訂正して下さい。

推定乾物中 TDN 含量(%) =

-1.0127 X₁ + 93.4511