

草地の経年化に対応した 効率的窒素施肥管理

北海道立天北農業試験場 三木直倫

1 はじめに

窒素肥料は牧草の収量・品質および混播マメ科草の割合（マメ科率）を規制する最大の養分であり、窒素の施肥管理によって収量・マメ科率は大きく変化します。

ところで、草地に対する適正な施肥量とその効率的利用は草地の低コスト安定生産だけでなく良質粗飼料の確保に結びつきます。一方、養分の適正な施肥量は土壌の養分状態によって変化しますが、土壌の養分状態を把握するために土壌診断という有力な手段があり、現在リン酸とカリの診断が実施されています。しかし、窒素は牧草の収量・品質を規制する最大要素でありながら、土壌分析の煩雑・困難性から土壌診断が実施されていません。

そこで、長期間にわたる多くの試験および現地農家で実施した窒素用量試験で得られた結果を中心に、草地の効率的窒素施肥管理を考えてみました。

2 草地の収量はなぜ経年的に低下するのか？

草地は一度造成すると少なくとも10年程度は利用されるので、牧草収量が経年的に安定していれば、それだけ良質粗飼料確保の計画が容易になります。

今、草地更新時に堆きゅう肥を施用しない条件で毎年草地を造成し、同一気象条件で経年数の異なる草地の牧草収量を比較してみると（図1-a）、造成2年目草地の収量が高いものの3年目以降ではほぼ一定の収量を示しています。ところが種々草地を更新、基肥の堆きゅう肥施用量の異なる農家草地の収量を見ると（図1-b）、窒素施肥量が少ない条件での牧草収量は経年的に低下します。また、窒素施肥量が十分な条件（北海道施肥標準）では造成3、4年目以降ほぼ一定の収量を示します。この農家草地の低窒素施肥条件における経年的な収量低下は図1-bの無窒素条件の収量に見られるように、土壌の窒素供給量が経年的に減少することに起因します。ですから、土壌窒素供給量が多い造成2～4年目草地に対する施肥窒素の増

目次



放牧は低コスト化、省力化につながり、生産性の向上に役立つ

□雪印の青首総太りダイコン新品種「幸太」「涼太」	表②
■草地の経年化に対応した効率的窒素施肥管理	三木 直倫… 1
□2期作用トウモロコシ「G5431」の特性と栽培利用	細田 尚次… 6
□乳用種雌牛から誕生させた和牛子牛の人工哺育法について	松本 啓一… 9
■TMR（TOTAL MIXED RATION）と今後の酪農経営	前之園孝光…13
□フリーストール・TMR体系の留意点—飼料給与面から—	古川 修…18
□ダイコン「涼太」の特性と栽培のポイント	〈寒高冷地〉長根 強…23 〈一般地〉松井 誠二
□スノーラクト-L 酵素セットで、良質のサイレージを作りましょう	表③
□スノーラクト-L「酵素セット」	表④

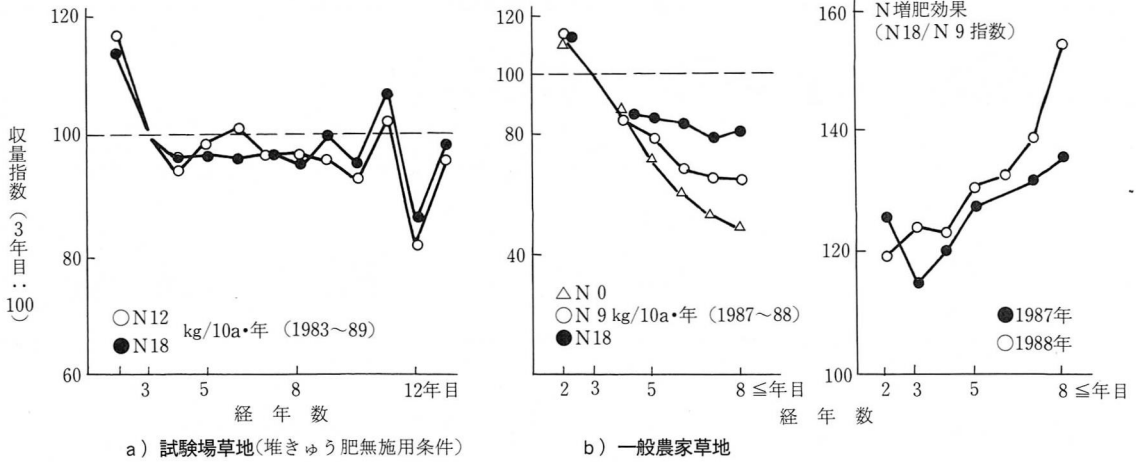


図1 草地の経年化に伴う牧草収量の変化と窒素増肥効果(オーチャードグラス主体草地)

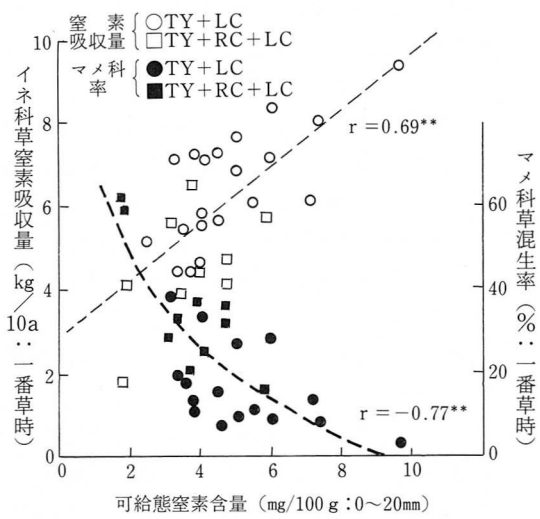


図2 土壌の可給態窒素含量(生土培養法)と混播草地の無窒素区イネ科草窒素吸収量, マメ科混生率の関係 (TY:チモシー, RC:アカクロバ, LC:ラジノクロバ)

肥効果は小さく、逆に土壌窒素供給量が少なくなった造成5, 6年目以上の経年草地に対する施肥窒素の増肥効果は顕著に大きくなります。

一方、草地はイネ・マメ混播草地として造成され、混播マメ科草の維持は窒素施肥量の削減のみならず粗飼料の品質面でも極めて重要であります。

ところで、混播草地のマメ料率およびイネ科草収量と土壌の可給態窒素含量との関係は図2に示すように、可給態窒素含量が多い草地では無窒素条件でもイネ科草の窒素吸収量は高く、逆にマメ

科率は低い傾向にあります。それでは、土壌の窒素供給量が多い造成2~4年目の草地は混播マメ科草の維持にはどの程度の窒素施肥量が妥当なのでしょう。

混播草地のマメ科草生育量は競合相手であるイネ科草にどれくらい窒素を吸収させるか、換言すれば、イネ科草収量をどの程度得るかでおおむね決定されます。チモシー、アカクロバ、ラジノクロバ混播草地の例をみると、マメ料率を15~20%以上に維持するためには、図3に示すように、チモシーに対する窒素供給量を造成初年目で10~12 kg/10 a, 造成2年目で10 kg/10 a, 造成3年目で10~14 kg/10 a程度以下に制限することが重要であります。

同様にオーチャードグラス、ラジノクロバ混播草地の造成3~4年目では、オーチャードグラスに対する窒素供給量が10~15 kg/10 a程度でありました。つまり、図3は土壌の窒素供給量も十分計算に入れた窒素施肥管理が混播草地のマメ科草維持に極めて重要なことを示しています。

ただし、混播草地のマメ科草維持はマメ科草の生育環境、すなわち、土壌pHが6.5程度に改良されていること、また、マメ科草のリン酸、カリ吸収力がイネ科草のそれより弱いので十分なリン酸、カリが施用(北海道施肥標準)されていることなどの条件が整っていることが前提となります。

以上のように、造成2, 3年目の窒素施肥の不適

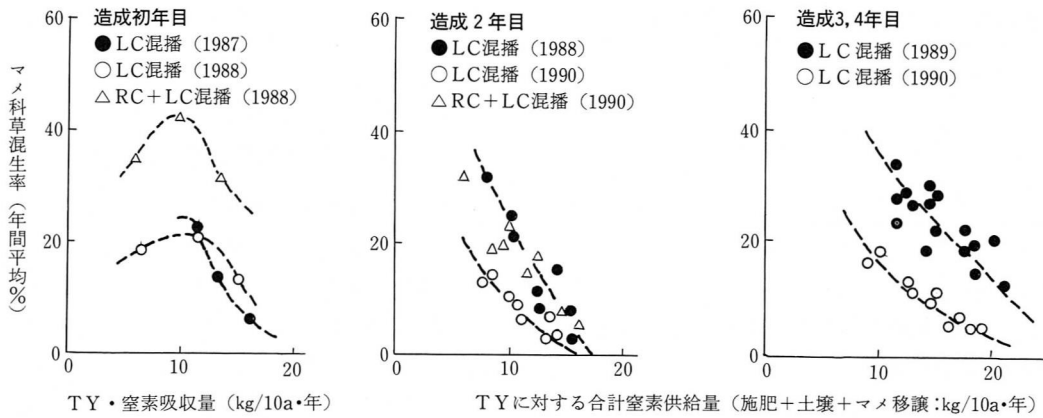


図3 チモシー、アカクローバ、ラジノクローバ混播草地における合計窒素供給量とマメ科率の関係(1987~1990)
(TY:チモシー, RC:アカクローバ, LC:ラジノクローバ)

切さで混播マメ科草を早期に削減させた場合、マメ科草の窒素移譲がないので、草地の収量は図1-bに示したように経年的にどんどん低下してしまいます。

なお、天北地方のように土壌の保水能力が小さく、かつ、降水量

の年次変動が大きい地帯では、マメ科草、とくにラジノクローバは水吸収に対するイネ科草との競合が起こります。ですから、混播マメ科草の維持はよりイネ科草の生育量を窒素供給量で制限することが重要になります。

3 土壌窒素供給量の推定

それでは、造成2~4年目の土壌から供給される窒素はどのような方法で推定すればよいのでしょうか?冒頭にも述べたように、土壌の可給態窒素の分析はリン酸、カリのように比較的簡単にはできませんし、混播草地ではマメ科草の窒素移譲がありますので、極めて複雑であります。

しかし、草地の土壌窒素供給源は以下に示すように、3種に大別され、これら供給源からの窒素供給量は非常に多く、かつ、経年的に変動します。したがって、これら供給源からの窒素供給量の経

表1 更新草地の利用・植生・土壌区分による土壌窒素供給量(kg/10a)の経年変化

区分	年次・項目	1年目	2年目	3年目
		平均(範囲)	平均(範囲)	平均(範囲)
1放牧地	Kb優占*-Bf**	8(7~10)	10(9~11)	8(7~9)
2	" Pgn-Al**	7(6~7)	12(9~16)	10(7~14)
3放草採草地	OG, PR, TY主体*-Bf**	5(3~6)	6(5~7)	5(4~9)
4	" Pgn-Al**	4(2~5)	6(4~7)	6(3~7)

*草種 (Kb:ケンタッキーブルーグラス, OG:オーチャードグラス, TY:チモシー, PR:ペレニアルライグラス)

**土壌 (Bf:褐色森林土, Pgn:疑似グライ土, Al:低地土)

年変化を査定すれば、おおよその土壌窒素供給量が推定可能になります。

① 草地更新時の土壌窒素供給量

古い草地を更新した時の土壌窒素供給量は草地の利用形態、植生によって異なります(表1)。古い放牧地のように、放牧牛によってふん尿が還元されている草地で非常に多く、逆に比較的新しい放牧地(造成5~6年目)やイネ科主体採草地では少なくなります。このように、草地更新時に多量の窒素が土壌から供給される理由は前植生の株・根に5~6 kg/10 a, 草地表層に蓄積したリターに15~20 kg/10 aもの窒素が含まれ、これが更新時に作土層にすき込まれ分解するためであり、古い放牧地では50 kg/10 a以上に及ぶ例もあります。一般的に造成後10年以上経過した採草地の更新では、造成初年目:4 kg, 2年目:6 kg, 3年目:5 kg, 4年目:2 kg/10 a程度の窒素が供給され

表2 更新時の施用堆きゅう肥からの窒素供給量

	更新 当年	2年目	3年目	4年目	5年目
火山性土	0.5	1.0	0.5	0.3	—
鉱質土	0.5	1.0	0.5	0.4	0.2

(乳牛、現物1t当たり)

ると推定されます。

② 造成時に基肥として施用された堆きゅう肥からの窒素供給量

家畜ふん尿の形で生産される窒素量はおよそ100 kg/頭にも達するので、この有効利用は草地型酪農では重要であり、また、草地更新時には堆きゅう肥の形で多量に施用されます。堆きゅう肥からの窒素供給は緩効的で施用後数年にわたって持続しますが、持続年限は土壌によって異なり、土壌物理性が劣悪で水供給が少ない鉱質土では長く、土壌物理性に問題のない火山性土では比較的短期間であります。

堆きゅう肥1t当たりの窒素供給量の経年変化は表2に示したとおりであります。

③ 混播マメ科草の窒素移譲量

混播マメ科草の窒素移譲量はマメ科草種および前年のマメ科率で異なりますが、アカクロバ、ラジノクロバを主とする混播草地では造成2年

目で最大2 kg/10 a, 造成3, 4年目で最大3~4 kg/10 a 程度期待できます。

4 給源別窒素供給量の積算による草地の効率的窒素施肥管理

以上のような草地の主要な土壌窒素給源からの供給量を経年数別に積算すると、イネ科主体草地では図4-a, 混播草地では図4-bに示すような土壌窒素供給量の経年推移になります。イネ科主体草地ではマメ科草の窒素移譲量が無視できるので、各給源からの合計窒素供給量は2年目10 kg, 3年目7 kg, 4年目4 kg, 5年目1~2 kg/10 aと推定されますから、農家慣行の窒素施肥量(7~8 kg/10 a程度)ですと造成4, 5年目くらいまでは急激な収量低下を引起こします。

そこで、チモシー主体草地を例に効率的窒素施肥管理を考えてみると、乾物900 kg/10 a(生草4.5 t)を得るための全体の窒素供給量は15 kg/10 aですから、15 kg/10 aから土壌窒素供給量を差引いた量、すなわち造成2年目5 kg, 3年目8 kg, 4年目11 kg, 5, 6年目から15 kg/10 aを化学肥料で補えばよいことになり、肥料窒素は経年的に変えてやるのが効率的であります。

一方、混播草地ではイネ科主体草地での土壌窒素供給量のほかに、マメ科草窒素移譲量が存在する

るので、これを加算すると造成2年目12 kg, 3年目11 kg, 4年目8 kg, 5年目5 kg/10 a程度と極めて多量になります。混播草地のマメ科草を維持するためには、相手イネ科草に対する施肥も含めた合計窒素供給量が造成2年

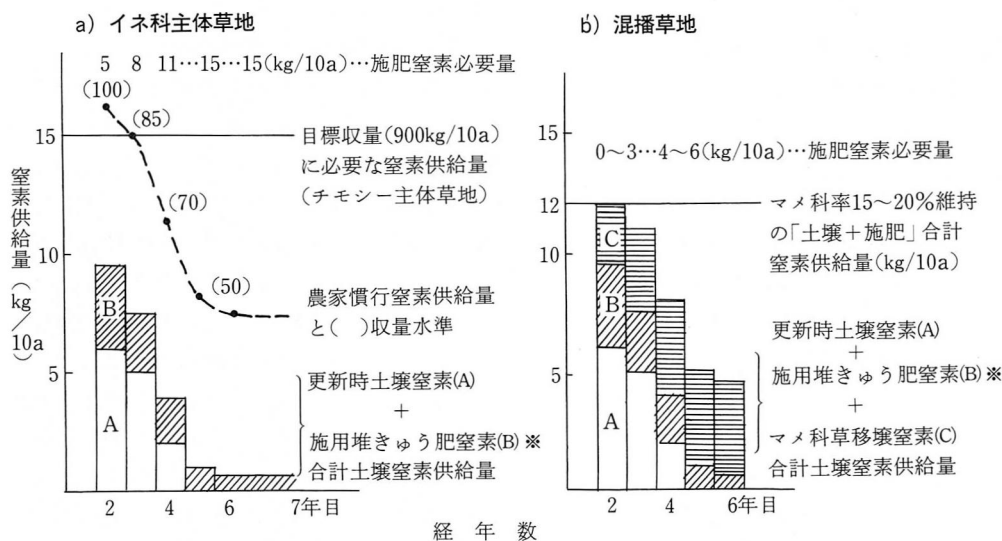


図4 草地の経年化に伴う土壌窒素供給量の変化と施肥窒素必要量
*更新時の施用堆きゅう肥量は5t/10aとして窒素量を算出。

目 10 kg, 3 年目以降 12 kg/10 a 程度ですから, 造成 2, 3 年目は無窒素条件でも乾物 800~900 kg/10 a の収量が得られますし, マメ科率も 25~30% を維持できます。しかし, 造成 2, 3 年目に肥料窒素を 3 ないし 6 kg/10 a 施肥すると乾物収量はそれぞれ 900~1000 kg と高いのですが, マメ科率が窒素 3 kg 施肥で 13~20%, 同 6 kg/10 a 施肥で 8~15% と明らかに低下し, これが混播マメ科草の早期消滅につながります。したがって, 造成 2, 3 年目のように土壤窒素供給量 (マメ科草移譲窒素も含める) が多い時期は肥料窒素は 3 kg/10 a 以下程度に押し, 4 年目程度から 4~6 kg/10 a の窒素施肥を行うのが混播草地の効率的窒素施用法であるといえます。

5 造成 5, 6 年目以降の窒素施肥管理

～降水量不安定地帯を対象にして～

今までは, 土壤窒素供給量が多い造成 2~5 年目程度の窒素施肥管理を考えてみました。次に, 土壤窒素供給量が少なくなった造成 5, 6 年目以降で, 土壤の水分供給力が小さく, 夏期降水量の年次変動が大きい地帯でのイネ科主体草地における窒素施肥管理を考えてみます。夏期間(7~8月)の降水量が 150 mm (2.5 mm/日) 程度と少ない条件での古い経年草地の 2, 3 番草収量は 3 年目草地より明らかに低収となり, 逆に 250 mm (4.2 mm/日) 程度と多い条件では古い経年草地といえども高い収量を示します(図 5 a)。この 2, 3 番草時

における降水量の影響は翌春 1 番草収量にも継承され, 前年夏期間の降水量が少なかった条件では, 古い経年草地の 1 番草収量が 3 年目草地の 79% と明らかに低収となります(図 5 b)。草地は毎年草地表層に枯死茎葉・根などの有機物が還元され, 表層に蓄積しますが, この表層土壌が地温の高い夏期間の降水不足によって乾燥し, 有機物分解が抑制されます。その結果, 表層蓄積有機物由来の土壤窒素供給量が少なくなり, これが 1 番草収量を低下させた原因であります。したがって, 土壤水分供給力が小さく, かつ夏期間の降水量が不安定な地帯では, 夏期間の降水量が少ない年は秋の窒素施肥(秋の堆きゅう肥, 尿施用で代替可能)または翌年早春の窒素施肥量を増加(2 kg/10 a 程度)させることが肝要であります。

6 まとめ

草地の更新時には肥料以外の窒素給源(前植生の株・根ならびに表層に蓄積した有機物および堆きゅう肥)が作土層にすぎ込まれるので, 造成当初の土壤窒素供給量が極めて高い状態にあります。加えて, 混播草地では混播マメ科草の窒素移譲が存在します。しかし, これら給源からの土壤の窒素供給量は毎年一定ではなく, 経年的に低下しますから, 草地の収量, マメ科率を一定に維持するためには, 肥料窒素の施肥量を経年的に変えなければなりません。そのためには, 乳牛の繁殖・飼養管理と同様, 草地の管理台帳を作成することが

極めて重要であります。例えば, どんな利用形態の何年目の草地を更新したとか, 更新時にどれくらいの堆きゅう肥を施用したとか, 更新後何年目でマメ科率はどのくらいかといった事項を整理しておけば効率的な草地の施肥管理が可能となり, 良質粗飼料の確保に結びつきます。粗飼料の良しあしは直接乳量に反映しますので, 草地の効率的な管理は低コスト化の第一歩といえます。

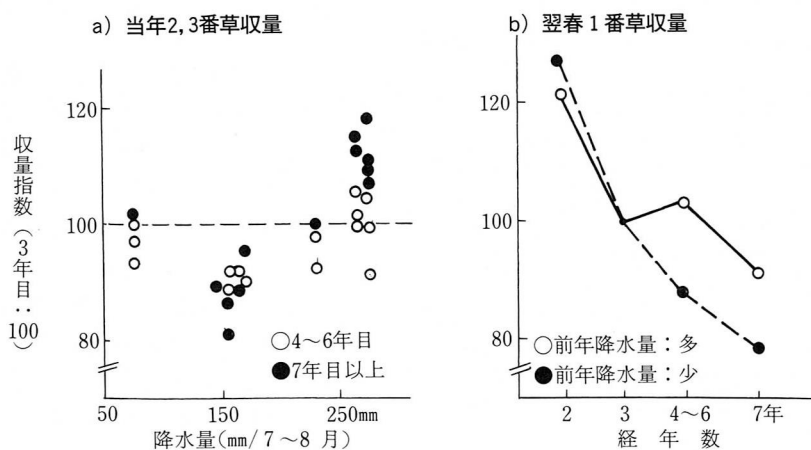


図5 降水量の変動に伴う経年草地の収量性