

牧草における窒素栄養の問題

広島大学草地学研究室 尾 形 昭 逸

はじめに：

我国における水稲作を中心とした農業事情が、急激な変革を余儀なくされるようになり、これに伴って、牧草、飼料作への関心が高まってきた。

しかし牧草や飼料作物は、米麦その他一般普通作物と異なって、最終生産物ではなく、あくまで中間段階の生産物であり、それ自体流通性をもつことは現在ではきわめて稀薄である。

すなわち、牧草や飼料作物生産の意義は、家畜の腹を経てはじめて生ずる。このようなことから、牧草や飼料作物の肥培、管理は普通のそれとは異なった、いくつかの重要な点があることは容易に想像される。

まず、第1の点は、牧草はその生育過程を中断して茎葉を収穫、利用し、再生長、利用を反復することである。

第2の点としては、家畜に常時良質の、また平均した粗飼料を給与しなければならない必要から、年間可能なかぎり、平均した生産を目的とするような管理法をとらなければならない場合や、また一時期に多収を目標とした栽培法をとらなければならない場合等、利用型式に合致した粗飼料生産をしなければならない。

第3の点としては、牧草は多くの場合単一種類で播種されることはまれであり、草種間の競合、共生、そしてのぞましい植生構成割合を維持する必要がある。

第4の点としては、飼料作物の場合をのぞき、草地の維持年限に対する考慮が払われなければならない。

第5の点としては、家畜に対する飼料として、普通作物とは異った形での質の問題や、栄養収量の問題がとらえられる。

したがって、牧草や飼料作物における窒素栄養の問題は、普通作物と異なったとらえ方をする必要が理解できるし、またその問題も決して単純で

はないものと気がつく。

牧草における窒素栄養の意義：

窒素は蛋白質、アミノ酸の主要構成要素であり、動物、植物をとわず原形質、核酸、その他生理的に重要な、多くの生体物質に不可欠の要素である。

植物は通常、無機態の窒素であるアンモニア態か、硝酸態の窒素を根から吸収する。この無機態の窒素は植物体内でアミノ酸、蛋白質へと合成される。この植物で合成されたアミノ酸、蛋白質等は、更に家畜に利用されることになる。

したがって窒素の供給は、牧草の生育にとって不可欠のものであるばかりでなく、家畜の栄養状態や、またその生産性を左右する大きな因子として重要である。

一般に牧草に対して窒素を多用すると、葉やまた細胞が大きくなり、多汁化する傾向になる。また牧草中の蛋白質含量をはじめ、可溶性の含窒素化合物含量が増加する。と同時に、蛋白質の合成に用いられる炭水化物量が増して、その含量は低下する傾向を生ずる。

しかし葉面積が充分に拡大されて、光合成が強化し得るような場合は、窒素含有率の上昇が認めがたいこともある。また一般普通作物と同じように、生育初期の窒素の施用は乾草重量の増加に寄与し、後期の追肥は蛋白質含量の増加に寄与すると考えられている。

窒素の供給が不十分であると、牧草の生育は抑制され、細胞も小型で厚膜化し、葉は黄化してくる。さらにイネ科の牧草は、マメ科の牧草に比較して窒素に対する要求が強く、また窒素多用の効果があがる。第1表は、この間の関係を示す実験の結果である。

さて、牧草に対する窒素の供給は、乾物生産あるいは蛋白質生産の増大に必要不可欠の要因ではあるが、しかし反面窒素の多用は、普通作物の場

合とは異なった効果を生むことになる。以下、項を追って示すことにする。

第1表 イネ科牧草とマメ科牧草の乾物生産速度に対する窒素施用の効果 (原田) 1967

草種 初年刈取 施肥量 N・kg/ha	アルファルファ		オーチャード グ ラ ス	
	1 番 草 kg/日/ha	2 番 草 kg/日/ha	1 番 草 kg/日/ha	2 番 草 kg/日/ha
無 窒 素	18.6	85.2	27.0	32.1
N 100	18.4	90.7	30.3	47.4
200	21.5	89.1	34.7	63.4
300	23.2	99.6	47.0	80.0
400	14.8	96.0	43.0	64.6
500	13.3	96.5	41.1	61.0
600	13.9	78.2	25.6	61.6
700	7.8	52.8	22.9	54.8

窒素の供給と草地植生構成比率:

前の項でもふれたが、草地は多くの草種の混播によることが多い。単にマメ科とイネ科の混播ばかりでなく、イネ科同志で各種混播することがあり、また雑草と共存することもある。

このように混播草地に対する窒素の供給は、草地の植生の構成を変えることがある。たとえばマメ科とイネ科の混生比率が、窒素供給の過不足によって変化することは第1図に示したとおりである。すなわち、窒素の多用はマメ科比率を低下せしめる。

また、一般に畑地の一年生雑草は(著者らの試験によると)窒素に対する要求は高いが、反面磷酸要求は低く、窒素単一の供給は、草地造成時においては牧草の定着を不良にし、管理段階では、雑草の侵入を招く危険が大きくなると考えられる。

第1図にも示したが、窒素の多用はマメ科比率を低下せしめるが、イネ科の牧草だけで充分な乾物生産をあげ、蛋白質収量をあげることも可能ではある。

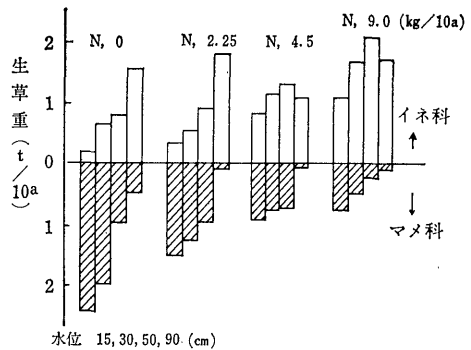
この場合、乾物生産や蛋白収量はあがるが、飼料中の K/Mg+Ca 比率で示されるミネラルバランスがくづれ、家畜の栄養保持上問題となることが予想される。この牧草中の K/Mg+Ca 比率の適正な比率の飼料をあたえないと、グラスステーター等の発生の危険のあることが指摘されている。

このことはイネ科とマメ科が窒素の供給に対する反応のしかたが異なることによることと、第2表に示したように、イネ科とマメ科の牧草では、

第2表 イネ科とマメ科牧草のミネラル平均含有率

乾 草 含 有 率	イネ科 平 均	マメ科 平 均	マメ科 イネ科 比 率
マグネシウム (MgO %)	0.12	0.39	325
カルシウム (CaO %)	0.42	1.41	335
カリ (K ₂ O %)	2.13	2.18	102
銅 (Cu 0 ppm)	7.3	8.9	122
コバルト (CO 0 ppm)	27	74	274

その体内のミネラルの含有状態にいちじるしい差があることによるものである。



第1図 排水水位を異にした窒素施用量が、マメ科、イネ科牧草の生育に及ぼす影響 (泥炭地3年目2番草) (早川 3. 1964)

牧草、飼料作物中の硝酸含有量:

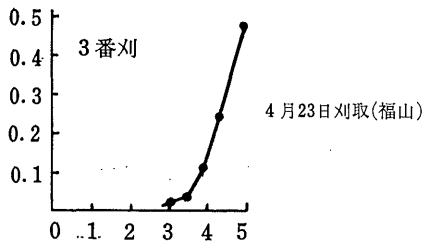
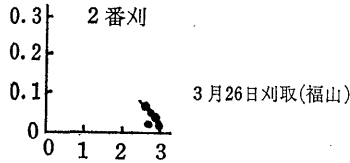
牧草や飼料作物に窒素の供給を豊富にすると、乾物生産や、蛋白質収量は増加するが、他方、植物体中に硝酸態窒素が集積するといわれている。この植物体中に集積した硝酸態窒素を家畜が摂取しすぎると、中毒をおこす。プラットレイによると、乾草中に硝酸加里として1.5%を越す場合、致命的の生理障害を引き起すという。

早川、小梁川らによると、北海道地域でオーチャードグラスに対して収量限界近くまで窒素を多用しても、その硝酸含量は家畜に危険なほど増大しなかったとのべている。

他方、森らによると、東海道近畿地域においてソルゴーに窒素を増用すると、その収量限界以前で、硝酸含量が危険なほど高くなったといっている。

このように窒素の多用により、飼料中の硝酸含量は牧草の種類、気候条件によって異ってくる。多くの牧草や、飼料作物中の硝酸態窒素の集積に

ついでに、アンモニア態窒素を用いて行っている。また第2図に示したように、窒素多用により植物体中の全窒素含有率が増すが、これともなう硝酸態窒素の含量は、必ずしもいつも同じように増大するとは限らない。



第2図 刈取葉茎部の全窒素含有率とNO₃-N含有率との関係 (イタリアンライグラス) (諸遊ら, 1967)

このように、窒素多用により牧草中に硝酸態窒素が集積する様式は、いろいろの条件によって異なってくる。

まず第1に、植物の部位によって硝酸態窒素の含有のしかたが異なる。第3表に、著者らが得た試験成績の一部を示すことにする。

すなわち、どんな牧草でも程度の差こそあれ、緑色の葉部よりは、葉緑素をもたない茎部、葉鞘部に硝酸態窒素含量が高く10倍に達することもある。したがって植物地上部中の硝酸態窒素含量は、葉部と茎部の重量比の変化によって変ると考えられる。

また、江原らはバヒヤグラス、パーミューダグラス等暖地型牧草中の硝酸態窒素は、日照条件の差によって大きく変化することを示した。

硝酸態窒素の集積は、植物によって吸収されたものが、未同化のまま植物体中にとどまっているためのものと考えられ、十分な日照と、また日照をいかにし得る葉緑素をもった活性の葉の面積が確保されると、抑制できるものと考えられる。

さらに植物中の硝酸態窒素は、土壤中より供給されるもので、植物体中で他の形態の窒素から変

第3表 各種の牧草中のNO₃-Nの含有状況

(尾形, 古本) 未発表

		培養液中 N 濃度	緑葉部 NO ₃ (N)%	茎部 NO ₃ %
暖地型 イネ科牧草	ローズグラス	0ppm	0.0020	0.0390
		60	0.0090	0.0450
		240	0.0150	0.0795
	ダリアグラス	0	0.0015	0.0300
		60	0.0315	0.0225
		240	0.0180	0.0645
寒地型 イネ科牧草	オーチャード グラス	0	0.0075	0.0345
		60	0.0025	0.0270
		240	0.0486	0.0705
	チモシー	0	0.0075	0.0150
		60	0.0150	0.0180
		240	0.0525	0.0675

化して集積するとは考えられない。そこで、土壌の硝酸の供給如何が問題となる。

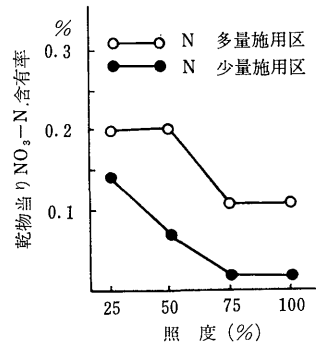
すなわち土壌温度や酸度が充分であれば、アンモニア態窒素でも、畑地条件できわめてすみやかに硝酸化成作用をうけて、硝酸態窒素に変化する。

このようなことを考えると、多肥により、多収を目標とする牧草作りや飼料作物栽培の場合、硝酸含量の低いものを作るような方途を考えるべきである。

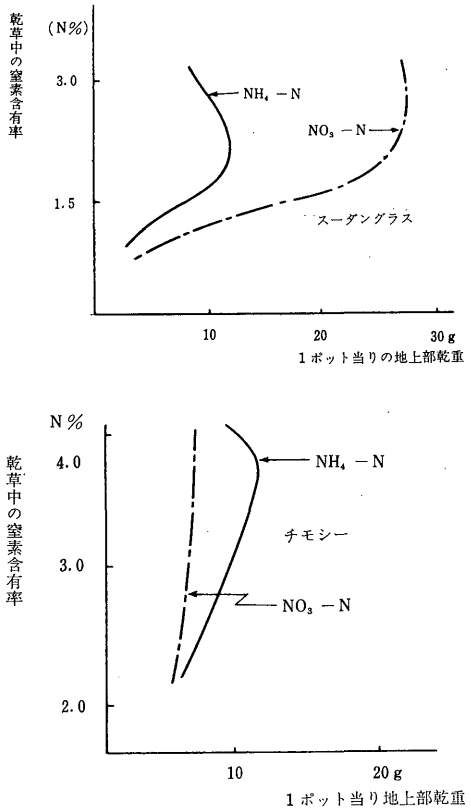
各種の窒素肥料と牧草:

牧草や、飼料作物として利用されているものの種類は数多い。畑作物の多くは水稻と異なっていて、アンモニア態窒素より硝酸態窒素を好んで利用する。さらにイネ科よりマメ科作物は、好硝酸態窒素植物であると考えられている。したがって、前項でのべたことと矛盾する所が大きい。

ただ第4図に示したように牧草の種類によって、より硝酸態窒素を効果的に利用するものと、



第3図 遮光栽培におけるバヒヤグラスの地部に含まれるNO₃-Nの濃度 (江原ら, 1968)



第4図 牧草の生育に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の影響 (尾形ら, 未発表)

アンモニア態窒素を利用するものがあるようである。

また第4表に示した、著者らの燕麦を使用しての試験によると、硝酸態窒素はアンモニア態窒素の場合に比較して、根部の成長をおさえることはなく、地上部/地下部比率が低いのが特徴であると考えられる。

したがって、芝生の芝草だとか、ゴルフ場の芝生のように、永続性や耐久性をより問題にする場合の、合理的な窒素の施与の方式を考える場合、窒素質肥料の形態を考慮すべきだと考えられる。

さらに各種窒素質肥料をオーチャードグラスに施与した試験成績 (北農試草地開発部) を第

5表に示した。これによると、石灰窒素をのぞき、他の各種窒素質肥料の乾草生産に対する効果に、大きな差はないようである。しかし、家畜の栄養にとって重要な石灰やマグネシウムの牧草中濃度に、かなり異なった影響があるようである。

たとえばグラステタニーに関して著名なアンドレ、ポイソンは、石灰や苦土と加里の間の好ましいバランスを保ち、春先き放牧時に惹起しがちなグラステタニーの予防には、秋肥としては硫酸アンモニウムよりも硝酸石灰等の形の窒素質肥料の使用がのぞましいと述べている。

おわりに：

牧草作り、あるいは飼料作物に対する窒素質肥料の使用が重要であることは、いまさらここで強調する必要のないところである。

しかし窒素肥料としてあたえた窒素は、牧草や飼料作物が吸収し、蛋白質に合成し、さらにこれを家畜が利用して、はじめて畜産物の生産が可能になる。

このようなことは、普通作物とは異なって窒素の利用に関しても迂回した形となる。

したがって我国の畜産における窒素の利用に関しても、できるかぎり地力窒素を引きだす方向の粗放な形式と、また土地条件のきびしい制約のもとにおける、多窒素利用による集約形式の極端なる

第4表 燕麦の完熟期の器官別生育量ならびに窒素含有率

(対乾物 N% および 10 個体乾物重量)

(尾形) 1963

器官別 項目	葉 部		莖 部		穂 部		根 部		
	N%	乾物重 g	N%	乾物重 g	N%	乾物重 g	N%	乾物重 g	
$\text{NH}_4\text{-N}$	0	0.29	10.8	0.41	10.2	1.30	20.7	0.60	11.6
	10	0.52	55.1	0.59	23.7	1.76	58.8	1.12	16.9
	20	0.86	50.1	0.66	17.7	1.96	72.5	1.27	8.7
	30	1.14	43.6	0.69	13.5	2.22	60.8	1.59	7.3
	40	1.38	37.1	0.89	10.2	2.50	38.5	1.85	7.0
	80	1.65	25.4	1.27	9.1	2.77	21.0	2.19	5.7
	160	2.08	19.8	1.67	8.3	2.85	14.7	2.46	3.8
$\text{NO}_3\text{-N}$	10	0.31	40.4	0.48	28.8	1.52	51.1	1.18	15.8
	20	0.71	54.8	0.50	31.1	1.83	70.5	1.17	20.0
	30	1.05	56.0	0.54	39.0	2.03	80.7	1.36	18.6
	40	1.28	67.7	0.62	44.5	2.15	90.0	1.50	23.8
	80	1.48	76.2	0.67	47.3	2.32	106.5	1.64	25.7
	160	1.79	86.5	0.88	48.7	2.41	108.5	1.72	26.7
	240	1.85	86.0	0.86	43.6	2.53	115.2	1.70	23.5

第5表 各種窒素質肥料のオーチャードグラスの生育と無機成分含有に対する影響 (昭和42. 北農試草地部)

形式があらわれるかも知れない。

いずれの場合にしろ、家畜の栄養を良好に保ち、その生産をより有利にするための牧草作りや、飼料作をしてゆかなければならない。

このためには、これからの窒素質肥料の使用が極めて意味が大きい。

	無窒素	石 灰 窒 素	塩 安	硝 安	硫 安	尿 素
乾 草 収 量 3年間合計kg/10a	1,439	2,086	2,401	2,441	2,395	2,337
1 番草石灰含有率 Ca 0%	0.40	0.42	0.38	0.45	0.44	0.47
1 番草マグネシウム含有率 Mg 0%	0.33	0.36	0.30	0.30	0.32	0.29
1 番草加里含有率 100%	4.17	4.35	4.44	4.70	4.37	4.38