

牧草・青刈飼料作物の 硝酸問題



農林省畜産試験場

小原通郎

牧草・青刈り飼料作物の硝酸問題

本稿の主な内容(目次)

- 硝酸中毒とは
- 植物の硝酸蓄積の原因
- 飼料作物の種類と硝酸含量
- 飼料作物の生育段階と硝酸含量
- 土壌および肥料の種類と硝酸含量
- 硝酸問題に対する対策

近年、乳・肉牛の飼養頭数の規模拡大に伴ない、各地で多肥集約栽培が試みられ、特に窒素質肥料の増施が牧草・青刈飼料作物の硝酸含量を高め、そのような飼料を給与するのを極端におそれている向きがありますが、反芻動物と土壌、青草、硝酸の関係は複雑ですが、農林省畜産試験場小原博士より明解な御指導がありましたので掲載いたします。(編集部)

客 こんにちは。おじゃまいたします。主 どうぞ。今日はどんな問題をもってきましたか。

客 最近、乳牛に牧草や青刈り飼料作物を給与したらあぶないという技術者がありますが、それは本当なんでしょうか。

主 まあ、それまではつきりいい切っている技術者が居るとすると問題ですね。全国で年に一、二件、牧草や青刈り飼料作物に含んでいる硝酸によって牛が死んだという獣医さんの診断があるのです。

客 わたしは長い間、自給率をあげるため、牧草や青刈り飼料作物の栽培面積を増やして乳牛を飼ってききましたが、それがそんなにあぶないということになりますと、うかつに牛にやれないし、それより酪農経営をやってゆけないということにもなりません。

主 そうです。出鼻をくじかれたり、意欲を失なわれては困りますね。よろしい。今日は、わたくしが理解している範囲内で硝酸問題についてお話をしましょう。

硝酸中毒とは

客 硝酸問題というと一体どういうことですか。

主 硝酸が問題になったのは、一九三九年といえますから、約三〇年前にアメリカにおいてエンバクの乾草を牛にやったら中毒症状を起こし、その原因が硝酸によるものであったということなのです。西欧諸国においてもかなり古くから知られていました。

客 硝酸中毒とはどんな症状を示すのですか。

主 硝酸塩は、反すう動物の第一胃内である種の微生物の作用をうけてアンモニアに還元されますが、この際、中間生成物である亜硝酸にとどまることがあり、これが血液中のヘモグロビンと結合してメトヘモグロビンをつくるため、血液の酸素運搬に障害が起るといわれています。症状としては、呼吸困難、脈搏が異状に早くなったり、死んでしまうものから、ビタミンA欠乏症、

流産、増体率の低下、軽い下痢程度のものなどいろいろであるということです。

客 牛が中毒する硝酸量はどれくらいですか。

主 摂取致死量は体重一ギツ当たり硝酸カリとして〇・五五ギ、中毒量は風乾物中硝酸として〇・二二ギ、硝酸カリとして一・五ギ以上であるといわれています。

植物の硝酸蓄積の原因

客 そのように有毒な硝酸がどうして植物体にたまるのでですか。

主 植物の窒素源は、マメ科植物は根粒菌の働きによって空気中の窒素を固定して植物体に供給しますが、そのほかの植物は、土壌から根が吸収して地上部に供給します。土壌中で有機の窒素化合物が分解してアンモニアができ、そのうちから程度の差はありますが、硝酸化作用で酸化されて硝酸に変わります。アンモニア態窒素と硝酸態窒素とはともに可給態窒素といわれ、畑作物の多くはアンモニア態窒素より硝酸態窒素のほうを好んで吸収利用することはご承知ですね。植物が吸収した窒素は、窒素代謝作用によって、蛋白質やそのほかの窒素化合物となります。この際、アンモニアはそのままの形で直ちに同化作用によってできる炭水化物に結合していろいろのアミノ酸やその他の窒素化合物となりますが、硝酸はそのままではアミノ酸に合成されることはできず、蛋白合成に用いられるためには、必ずその前にまずアンモニアに還元されてから、そのうえで窒素代謝に利

用されます。この作用が完全に行なわれないと、そのまま硝酸塩として植物体中に残ることになります。したがって、蛋白合成からみますとアンモニアのほうが硝酸より便利であるといえます。

客 そうしますと、どんな植物にも硝酸は含まれているのですか。

主 そのとおりです。多い少ないの差はありますが、あらゆる植物の茎葉や根には硝酸を含んでいます。

客 それでは、植物体中の硝酸含量に影響を与える因子にはどんなものがありますか。

主 それは、作物の種類・品種・生育部位・生育段階・気候・土壌の肥沃度および水分・施肥量ことに窒素施用量などが影響します。土壌中で硝化作用をする硝化細菌は、普通土壌に広く分布していますが、pH三・七以下の強酸性土壌中にはみられず、pH七・〇前後の中性土壌では多量に存在し、土壌反応によってちがいます。それで、土壌の性質が良好なほど硝酸態窒素が多く含まれているとみてよいでしょう。したがって、硝酸態窒素含量あるいは硝酸化作用は火山灰土より沖積土、開墾畑より熟畑に大きいものです。また、硝酸態窒素は土壌中で流亡しやすいので、砂質土では少なく、酸素の供給不十分な過湿条件でも少ないものです。

飼料作物の種類と硝酸含量

客 硝酸問題について、わが国ではどの程度まで研究が進んでいるのですか。

主 研究報告は昭和二十七年ごろからありますが、近年急速に多くなりました。

客 それではその大要をご紹介願えませんか。

主 昭和二十七年に畜試(当時農技研)で比較的硝酸含量が多いといわれているカブやダイコンにたい肥を一〇ギ当たり二、〇〇ギツやって、播種後三〇日・五〇日・七〇日・九〇日の葉と根の硝酸を測定しました。その結果、葉は三〇日後ではダイコン一・二五ギ、カブ一・一〇ギ(有機物中)でしたが、その後急速に減少し、根はダイコンは三〇日後〇・四七ギ、五〇日後〇・三三ギ、七〇日後〇・一四ギ、カブは三〇日後一・八八ギ、五〇日後〇・三七ギ、七〇日後〇・三〇ギで、ダイコンよりカブに多く、カブは生育後期になってもその減少割合がゆるやかであったといえます。

名古屋、信州大学共同で、昭和三十七年にいろいろの窒素肥料条件下(窒素施用量一〇ギ当たり約一〇ギツ)で栽培したオーチャードグラス、コンモンベッチの硝酸含量を測定した結果では、各刈取期とも全般に少なく、もっとも多かった六月刈りでも乾物中オーチャードグラス〇・〇八ギ、ベッチ〇・〇七ギに過ぎず、家畜に飽食させても有害な影響は出ないと報告しています。

客 そうしますと、窒素質肥料を多量にやっても心配はないということですか。

主 いや、そうではありません。これまでの試験は全般に窒素施用量が少ないものでした。植物体中の硝酸含量は、窒素質肥料の増施によって増大するということは、



青刈エンバクの刈取り、硝酸含量は早生種の方が高い

近年のほとんどの試験成績が一致して認めるところです。

イタリアンライグラスについては、四国農試・長野・鳥取・愛媛各県農試の成績があります。畜産試験場でも窒素質肥料一〇ギ当たり一〇ギツ施用では硝酸含量はごく微量で問題にならないが、五〇ギツ施用では刈取期によっては硝酸カリとして三〇程度含まれていました。しかし、鹿屋では窒素増施によって必ずしも高くならなかったといえます。

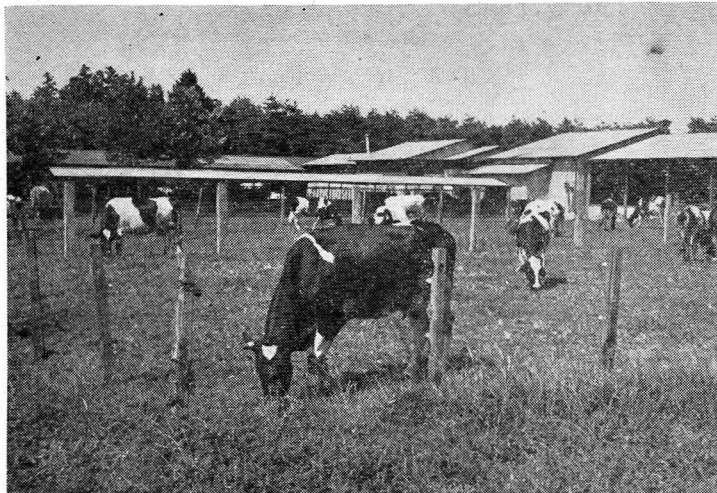
九州大学では、オーチャードグラス・ソルゴー・パーミニエードグラスなどは窒素増施にともなうて増大しましたが、イタリアンライグラス、バヒアグラスなどは窒素を増施しても一定量までは増大せず、ある量になると急激に高まり、それも草種によっ

てちがうということです。

岡山大学では、窒素増施による硝酸蓄積は、イタリアンライグラスが青刈トウモロコシ・スーダングラス・テオシント・パヒアグラスより多いと報告しています。ソルゴーについては中国農試の報告があります。

客 窒素増施の影響は、植物の種類によつてちがうということですね。

主 そうなんです。飼料作物の種類別の硝酸含量については、このほかにも試験報告があり、その傾向は必ずしも一定でなく



適正な草地では放牧しても硝酸問題は全く心配ない

きわめて複雑です。

京都大学では、同じ時期の硝酸含量を測定して、エンバクよりイネ科およびマメ科牧草類、野草類が低く、エンバクは品種によつて異なり、全般に品種間差は小さいが早生種は晩生種より多かったといえます。

岡山大学では、硝酸含量の高い作物は、硝酸カリとしてスーダングラス（窒素施用量一〇ヶ当たり四〇ヶ、以下同じ）四・〇％、テオシント（四〇ヶ）三・八〇％で、イタリアンライグラス（一八ヶ）一・五〇％、青刈トウモロコシ（一八ヶ）一・四六％がこれに

つぎ、比較的硝酸蓄積の少ない作物は青刈エンバク（二五ヶ）一・〇六％、パヒアグラス（四〇ヶ）〇・七三％であったということとで、硝酸蓄積の高い作物はテオシント・スーダングラス、中間的なものは青刈トウモロコシで、低いものとしてはイタリアンライグラス・青刈エンバク・パヒアグラスであったということです。

京都大学では、牧草で比較試験をした結果、イネ科牧草はメドウフェスクがもっとも高く、オーチャードグラス・チモシー・スミーズブロードグラスがこれにつき、マメ科牧草ではアルファルファがとくに高く、ラデノクローバ、スイートクローバがこれにつき、刈取適期の平均硝酸カリ含量は、乾物中イネ科牧

草〇・四〇％、マメ科牧草〇・八八％であつたということとです。また、二カ年にわたり

各地から集めた飼料作物の一六八点平均値は、例外を除くと乾物中硝酸カリとして〇・五四％で、まれに三％を越すものもあつたといえます。青刈飼料作物六二点の平均は一・〇七％、青刈エンバク一・二九％、青刈トウモロコシ〇・九五％であつたと報告しています。

茨城大学では、附近の酪農家の畑を調査して、硝酸カリとして風乾物中イタリアンライグラス四・六％でもっとも高く、エンバクが二から三％でこれにつき、牧草類は一％以下であつたと報告しています。

茨城農試では、ソルゴーがデントコーン、テオシントより高い調査結果を得たということとです。

飼料作物の生育段階と硝酸含量

客 それから、生育時期によつても差があるというお話でしたが。

主 そうです。

岡山大学では、青刈トウモロコシ・スーダングラス・テオシント・パヒアグラス・イタリアンライグラスなどのいずれの作物も伸長期のものももっとも多く、出穂期前後が最低であつたということです。

九州大学でも、オーチャードグラス・イタリアンライグラス・ソルゴーなどは冬季にくらべて夏季に多く、リードカナリーグラスは葉を増すほど少なくなり、それも葉の位置で異なり、スーダングラスは刈取り間隔を二週間から五週間としてくらべる

と、刈取り間隔が長いほど少なかったといえます。

京都大学では、イネ科、マメ科牧草各八種類を調査した結果、イネ科牧草は適期刈取りでは硝酸カリとして乾物中平均〇・四％であり、生育初期に〇・八一％でやや多く、生育がすすむにしたがつてずつと少なくなつたが、それに反し、マメ科牧草は平均一・五九％で、生育がすすんでもある時期までは各種類別に一定の値を示し、そのうちにしだいに減少したということとです。

また、青刈トウモロコシでは草丈六〇から八五センチの生育初期には乾物中硝酸カリ一・八％から八・二〇％、青刈エンバクの生育初期七・二九％と、ともに生育初期にはきわめて高い硝酸蓄積量を認めています。

九州大学では、テオシントは窒素施用量に関係なく、いずれの生育段階においても乾物中硝酸カリとして一・五％以上含んでいたと報告しています。

茨城大学では、デントコーンについて、一〇ヶ当たり窒素六の複合肥料六〇ヶ、尿素五ヶ施用区を標準区とし、その二倍区、四倍区として栽培し、生育時期ごとの硝酸含量を調査したところ、生育初期に多く、乳熟期まで減少し、多肥区は各生育時期とも高く、稈は葉の倍量含んでおり、青刈りでは乾物中最高七％の硝酸カリ含量に達していたということとです。

イタリアンライグラスについての、各県農試の報告では、全般に冬季は少なく、三月以降、一番草および稈の生産される時期に高く、また、若刈りのものに多く、生育

後期には少なかったといえます。

土壌および肥料の種類と硝酸含量

客 土壌や肥料の種類によってもちがうというお話でしたが。

主 おっしゃるとおりです。土壌の性質が植物体の硝酸蓄積におよぼす影響は、土壌のりん酸・カリ・石灰欠乏、あるいは微量要素含量などによって影響はなかったという報告もありますが、一般には硝酸化作用のよい条件の土壌では窒素多施によって増大しています。

肥料の種類では、硝安・尿素では多く、ついで硫安・塩安で、石灰窒素がもっとも少なく、肥料の硝酸化作用の遅速に関係しているようです。一方、窒素質肥料の硝酸化速度で異なるというのみでなく、併用肥料の種類、粒径、反応および濃度の影響などが大きいことも知られています。また、緩効性窒素質肥料および硝化抑制肥料では植物体の硝酸含量を高めなさいといわれています。なお、施肥法も大きく影響し、窒素質肥料を一時にたくさんやるより分施すると少なくなります。

☆硝酸問題に対する対策☆

客 非常に複雑なようですが、結局どうしたらよいということですか。

主 まあ、待ってください。飼料作物の硝酸蓄積はいろいろな条件によって大きくなちがうがあるということです。また、これまでの試験成績に示されたように、ずい分高い硝酸含量のもののあることも確かだと

考えます。しかし、これらのことが、全部が全部、あなたの畑に当てはまるものと決まてかかってはいけません。いろんな場合があるということで、これまでお話をしたことは、それぞれの例であるとお考え頂きましょう。ただし、あなたの畑の飼料作物にも、あるいは硝酸含量の高いものがあるかもしれません。このことは否定も肯定もできないことです。したがって、もう一度これまでの話の内容を思い浮かべて頂いて、硝酸蓄積が多いと考えられるものを牛にやるときは、一時にそれだけ単味で多給をつづけないように注意をして頂きたいと考えます。

客 ところで、このことは酪農発展上大きな問題だと考えますが、わが国で牛を使つての試験があるのですか。

主 ないわけではありません。昭和三八年に京都大学で牛とめん羊を供試して、硝酸含量の高い青刈エンバクやトウモロコシを給与しましたが、はつきりした症状は認められなく、春先、青刈飼料多給による下痢の原因は、硝酸だけに求めるのは不当であると学会に報告しています。また、昭和三七年には、めん羊の体重一キダ当たり〇・〇一五%から〇・〇四五%まで〇・〇〇五%ごとに七段階の硝酸カリを第一胃内に注入したところ、血液中のメトヘモグロビンは注入後一六から三六時間後に最大値となりましたが、その後減少し、大きな個体差があったということです。

茨城大学でも、昭和三七年に山羊の体重一キダ当たり〇・五%の硝酸カリ(飼料固形

物中五%相当)を第一胃内に注入したところ、血液中の硝酸は注入後急速に増加しましたが、二時間後にはいずれも正常な値に回復したということです。

客 羊は死ななかつたのですか。これらは、硝酸カリという薬品をつかって試験したということですが、実際硝酸含量の高い青刈り飼料作物を食べさせた試験ではどうなんでしょうか。

主 前にお話をしたほかは見当たりませんでした。

客 牛の硝酸中毒は、薬品を注入した場合と、粗飼料に含んでいた場合と同じように考えてよいものでしょうか。

主 その点はわかりかねます。

客 それから、最近では、牧草を含めた青刈り飼料作物を多収したために、堆肥・牛尿・窒素質肥料などをたくさんやるように努めてきましたが、それはいけないということになるのですか。

主 ともありません。わたくしはそういうことをいっているではありません。イネ科の牧草でも飼料作物でも窒素質肥料を多施しないと多収あるいは収量維持ができませんから、あなたのやり方は間違っています。

客 しかし、飼料作物の栽培には窒素が必要である。窒素を多給すると牛に給与しては危険なエサの生産しかできないということになりますと、一体どうしたらよいのですか。

主 そのようなお考えでは、まだ、わたくしのお話を理解していないということにな

りますね。窒素をたくさんやると、どんな場合にでも牛にやれないエサの生産しかできないと断定的なものの考え方をされることはいけません。

客 それでは解決にはならないと考えますか。

主 わたくしのいわんとしていっているところは、飼料作物の硝酸含量が高い場合もあるが、それをやったら必ず牛が死ぬように考え過ぎないで、窒素質肥料を多給した場合には、給与面で注意をして頂きたいということなのです。どだい、現在、牛を飼養している約三十八万戸農家の三〇〇万頭近い牛のうち、一あるいは二例、たとえ、本当に硝酸中毒で牛が死んだとしても、青刈り飼料作物の栽培に疑義をもち、それを牛に給与することに恐怖心をもたれることは、あまりにも小児病的であるといわざるを得ません。しかし、硝酸中毒は否定もできませんから、窒素施用量を計画的にやるなどの栽培面での工夫、給与面の改善にも同時に強調されるべきであると考えます。

客 よくわかりました。もう一つ、牛に硝酸中毒のような症状がたばあいはどうしたらよいのですか。

主 わたくしの専門外なわけではありませんが、何でもブドウ糖の注射で殆んど直るという話を聞いたことがあります。

客 どうもありがとうございます。お蔭様で安心して牧草や飼料作物の栽培ができる気持になりました。