

〈創立10周年記念特集・第2部〉…その3

牧草の硫黄、塩素含量と 硫黄欠乏について

農林水産省草地試験場
土壌肥料第2研究室主任研究官

辻 藤 吾

はじめに

作物栄養における硫黄の役割は、既に本誌(1978,6)で紹介されている。また土壌中の硫黄の形態などについても述べられているので、筆者が従事している草地関係について、牧草の硫黄と塩素含量、ならびに草地を対象とする火山灰土壌中の硫黄含量の調査結果について述べてさらに牧草の硫黄欠乏についてもふれてみたい。

その前に、水田、畑における硫酸根、塩化物肥料についての過去の試験を概観し、硫黄についての問題を整理してみよう。

1. 硫酸根肥料、塩化物肥料の肥効試験

単肥としての窒素肥料、硫安および塩安の、水稲と陸稲および馬鈴薯などの畑作物に対する肥効試験は、昭和13~14年に東京大学で行なわれている。その背景には、化学工業の躍進、軍需産業の活況によって硫酸の供給事情に変化が生じ、当時、硫安一本の窒素質肥料から、塩安の製造に期待がかけられたことがある*。この試験成績によれば、塩安は硫安と同等の効果をもつとされた。

いっぽう、加里肥料としての硫加の生産販売は明治32~33年頃であり、大正時代から昭和6,7年頃まで、加里肥料の主流を占めたとされる*。硫加、塩加の輸入量が統計上明らかになるのは昭和元年以降であって、この時点での硫加の輸入量は、塩加に対して約5倍であった。

しかし当時の水稲、麦その他の普通畑作物には堆厩肥、人糞尿、緑肥および草木灰などの自給肥料が必ず施用され、また大豆粕が多く販売されていたこともあって、加里の効果はきわめて低かった。例外的に温州みかんなどの果樹およびたばこに対しては、加里(硫加)の効果が高いことが大正の初め頃から知られていた。

これらの硫酸根、塩化物肥料の肥効試験は、主として戦前に全国規模で行なわれた。水稲、畑作物については昭和10~19年にわたって、山形、栃木、静岡、兵庫、広島、香川、熊本各農事試験場で、また戦後でも昭和30~33年北海道農事試験場で実施されている。

試験成績の概要は次のように要約されよう。まず、水稲に対する塩安、硫安の肥効は普通田ではほとんど差を

生じないが、老朽化水田では、無硫酸根肥料の塩安が優る。麦類、甘藷および陸稲は、塩化物の連用によって減収するが、石灰を加用して酸性を矯正すれば、減収しない。同様に馬鈴薯、豆類についても、硫酸塩の肥効が高い場合が多く、塩化物の連用は減収になる。

これらの原因として、塩化物肥料を連用すると、土壌への悪影響が生じ、酸度が増大することによる。土壌中の石灰が塩化石灰として流亡しやすくなるからである。しかし硫酸根には、馬鈴薯塊茎中のでんぷん含量を高める生理的作用があるので硫酸根肥料の方が優れている。

2. 牧草の塩素および硫黄含量

ところで、牧草に対する塩化物、硫酸根肥料の肥効差については、知られるところが少ない。一般的には、塊茎を生じる馬鈴薯、甘藷あるいはん菜などを除く普通畑作物に準じるものと考えられる。戦前から数多くの成果が蓄積されているにも拘らず、養分として塩素および硫黄が注目されることは、きわめて少なかったので、これに着目した結果を牧草について以下に紹介してみたい。

全国の改良草地で生産されたイネ科、マメ科牧草の塩素および硫黄含量を、春一番草に限って分析したところ塩素含量は乾物あたり最高1.76%、最低0.07%であってその平均値は0.87%であった(表1)。塩素は植物にとって必須微量元素であるにも拘らず、このように、パーセント単位で含まれ、牧草が塩素欠乏になることは、まずないものと考えてよい。

いっぽう、硫黄含量を調査した結果によると、イネ科、マメ科牧草とも、平均して乾物あたり0.2%を含有する(表1)。牧草中のリンが平均して0.3%であるから、硫黄は多量要素である。

表1 牧草中の塩素および硫黄含有率(乾物当たり)

要素	草種	平均値(%)	最高~最低(%)
塩素	オーチャードグラス	1.11	1.76~0.45
	白クローバ	0.63	1.45~0.07
硫黄	オーチャードグラス	0.20	0.33~0.09
	白クローバ	0.21	0.38~0.12

牧草の硫黄含量は生育時期によって変動し、窒素と同様に幼植物中では高く、生育後半に向って減少する。また葉色が黄緑色となり、枯死しないまでも、生育がストップするほどの完全な硫黄欠乏になる牧草(オーチャードグラス、白クローバ)の硫黄含量は0.1%以下となる。最適条件に対して収量が10~20%程度下まわる時の、硫黄含量の限界値の存在することも知られているが、この値は草種、混播の有無、土壌条件により種々多様で、文献的には寒地型牧草の場合0.2%前後とされる。

牧草類、特にイネ科牧草の増収には、窒素肥料の増施が顕著な効果を生じ、牧草が正常な生育をするには、窒

* この間の事情は黒川計著、『日本における明治以降の土壌肥料考』(中巻)に詳述されている。

素と同様に硫黄も同時に吸収されなければならない。

調査した牧草中の窒素含量と硫黄含量との間にも、正の相関関係が成立し、窒素：硫黄の比率はオーチャードグラスでは14、白クローバでは23であった。

また、これら牧草の窒素含量の増加に伴って増大する硫黄含量は、0.2%を境として、それ以下では比較的両者がよく対応するのに対して、0.2%を越えると、必ずしもよく対応しない。つまり牧草にとって硫黄含量は、0.2%で十分といえよう。なお、マメ科牧草の窒素含量はイネ科牧草に比べて高く、上述のように、窒素と硫黄の比率も高くなる。

このようにイネ科、マメ科牧草の硫黄含量は、作物栄養的にはほぼ過不足ない程度であった。

3. 牧草の硫黄欠乏土壤について

わが国では1.でも述べたように、硫酸根肥料の使用が歴史的にも古い。また畑、草地の多くは火山灰土壤であるため、火山作用によって、硫黄の天然供給量も豊富であろうと推測されていた。事実、火山作用などで硫化鉄が多量に沈積した下層土が、表土化した結果、著しい硫酸酸性害を生じる場合がある。また、老朽化水田には無硫酸根肥料が不可欠なことも明らかにされている。

このように土壤中の硫黄は、作物生産に害作用を生じる場面が多かったし、害作用のない農地でも硫酸根肥料の使用が多かったので、作物の硫黄欠乏は、自動的に防がれていたといえよう。

ところが、過去10年の統計によれば、単肥および複合肥料の原材料として生産された硫安、硫加、過リン酸から由来する硫黄の量は、年間80万トンから52万トンに減少している。尿素、リン安系を主とする高度化成肥料の生産増が、直接の原因とも考えられる。

草地のような大面積に肥料を散布するには、経済性、省力性からも使用される肥料は、高度化に向うものと考えられ、過去のような肥料形態とは、大きく様相を異にしている。

以上のとおり、肥料が高度化され、その形態が異なっていることに注目すれば、作物の硫黄欠乏に対して、もっと注意が払われるべきだと考える。では、どのような土壤に生育する牧草が、硫黄に欠乏しやすいだろうか。

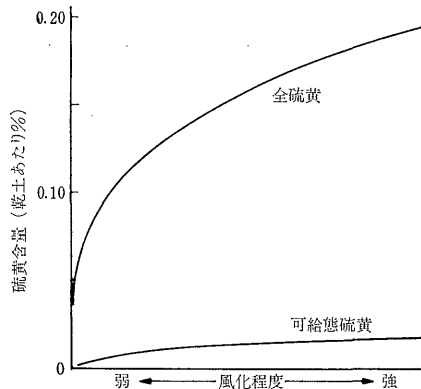
草地が広範に展開する火山灰土壤に焦点をしばると、必ずしも、この土壤が硫黄に欠乏しないとはいいい切れない。ニュージーランドでは牧草に、またインドネシアでは、水稻に硫黄欠乏が発生することが知られている。

草地を対象とした、火山灰土壤の硫黄の天然供給量を調査したところ、次のようなことが明らかとなった。

まず土壤の全硫黄含量をみると、多腐植の火山灰土壤ほど高く、降灰後の風化が進むほど富化されていた。ま

た牧草にとって有効態となる硫黄含量も同様の傾向があり、一般に腐植含量が少なく、風化程度が弱い粗粒質（砂土～砂壤土）の火山灰土壤では、牧草にとって限界に近いが、施肥されない限り、牧草は硫黄に欠乏するものさえあることも分った。これらの土壤の多くは、火山山麓に分布する新期の火山灰土壤で、従来の常識からすれば一見奇異な感じもするが、この関係は図に示した。

図1 火山灰土壤表層土の風化程度と硫黄含量の模式図



すなわち、この種の火山灰土壤は、粗粒質のため溶脱も著しく、また比較的土壤反応が高いこともあって、可給態硫黄は少なく、全硫黄中に占める可給態硫黄の割合も、低いことがわかれる。既述の外国火山灰土壤も、このような性質であった。

東北、関東地方ならびに北海道に分布する代表的な新期の粗粒質火山灰土壤を用いた牧草のポット試験によっても、完全な硫黄欠乏症状が発現することを確認した。

実際問題として、この種土壤が現実のは場で、無硫酸根肥料の施用によって牧草に硫黄欠乏を生じるかどうかである。現地試験に乏しく、まだ験試中なので明確な結論を出しかねるが、造成時の土壤 pH を 6.5 以上に上げると、もともと少ない可給態硫黄は、短期間で溶脱されてしまう。その結果、硫酸根肥料が施用されていれば、利用初年目のみ草地の株密度を高め増収にもつながる。しかし、刈取り回次が進み、牧草根が下層に伸長するにつれて、下層土の有効態硫黄を吸収するようになり、施肥された硫酸根の影響は少なくなる。

つまり軽度の硫黄欠乏は治ってしまう。しかし厚い浮石層が下層にあるような地帯では、この点不利であって無硫酸根肥料の施用が続く限り、慢性的な硫黄欠乏になるものと考えられる。

草地に硫黄が供給されるのは硫酸根肥料ばかりではない。雨水中の硫酸根もかなり寄与することが、外国では知られている。しかし日本のように窒素が多施され、収量水準の高い集約草地では、モンスーン地帯とはいえ、その寄与は土壤要因に比べれば低いものと考えられる。

草地として利用されることが多い火山山麓のように、牧草に硫黄欠乏を生じやすい地帯では、肥料の選択には十分な注意が払われるよう希望したい。