

土・草・家畜とミネラル

農林水産省草地試験場
土壌肥料第二研究室長

吉 野 実

植物は一度そこに根をおろしたらさいご、一生その場から逃れられない。したがって、その土壌中に含まれているミネラルの過不足を直接に反映し、過剰によって害をうけたり、欠乏または不足によって欠乏症を起こして枯死したりする。植物のなかには、種類によっては、ある特定の元素に対して非常に抵抗性の強いものから、極めて弱いものまで、広範な分布を示している。前者は accumulator plant または tolerant plant、後者は non-accumulator plant または sensitive plant と呼ばれる。

このように、特定の土壌には終局的には特定の植物種しか生存できないという結果になる。いいかえれば、それぞれの土壌に適応した植物種だけが生き残ることになる。他面、家畜は人間から与えられたもの、または自己の行動範囲内の牧草だけしか摂取できない。したがって牧草の品質とくにミネラル組成がそのまま家畜の健康を支配することになる。したがって、家畜は土壌および植物から、それぞれ同時に影響されることになる。このような事実が、土壌—植物—動物の概念を形成・支持しているものと考えられる。

1. “草づくり”と施肥

普通畑や転換畑における飼料用とうもろこし、ソルガム、イタリアンライグラスなどの牧草・飼料作物の栽培では、化学肥料や家畜ふん尿が、むしろ、積極的に施用されている。ところが、草地に対しては“草に肥料をやるなんて……”という考えが、今なお根強い（ここでいう草地とは、草本植物が優勢な土地のことで、自然のものから造成採草地や放牧草地まで包含される）。しかし、これは畜産経営が極めて小規模で、また化学肥料が金肥と呼ばれた昔のこと。

肥培管理が十分に行われていない草地では、生産性の低下はもちろん、やがて野草地化したり、土壌侵食を起こすなど、草地の施肥は今では常識である。図1は最近4か年間の施肥の実態調査結果に基づいて描いたものであるが、これによれば、化学肥料および家畜ふん尿の施用量はいずれも草地は畑より少ないが、畑に比べて化学肥料の施用割合が明らかに高い。これに対して畑では、予期に反して家畜ふん尿の還元量が極めて多い。これは

取扱いの難しい家畜ふん尿は、畜舎近傍の平坦地に集中され、運搬や施用に便利な化学肥料が、傾斜の多い草地に向けられているためと考えられる。

昔から、施肥の目的が増収にあることは、“草づくり”でも同じである。今日でも増収は第一義的目標であるが、とくに家畜の“エサづくり”としての牧草栽培では、品質が厳しく問われることはいうまでもない。一般に品質評価の対象として水分、炭水化物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、灰分などがあげられている。し

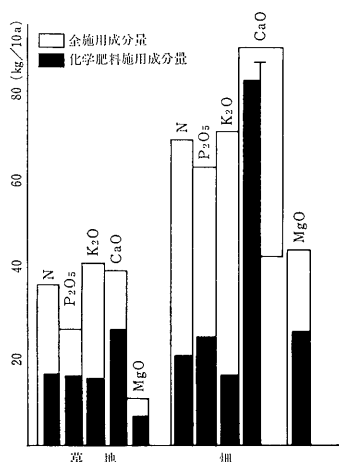
たがって、品質の優劣はもっぱら上記の成分組成から評価され、かんじんのミネラル含量やミネラルバランス、さらに硝酸含量などについては、ほとんど注目されていない。“草づくり”では、この点とくに留意し、ぜひともこれを施肥に反映させる必要がある。

2. 植物と動物のミネラル栄養

植物または動物の必須ミネラルとして、カルシウムCa、マグネシウムMg、鉄Fe、マンガンMn、銅Cu、亜鉛Zn、モリブデンMo、ニッケルNi、ホウ素（ボロン）B、コバルトCo、ヨウ素I、セレンSeなどがある。これらのミネラルは、①高等植物の生育に不可欠な元素、②家畜栄養として不可欠な元素、③両者に不可欠な元素に大別することができる（表1）。

一般に植物に不可欠な元素は、同時に家畜にも必須である場合が多いが、この分類では極めて不十分であり、実際はもっと複雑である。表1は筆者の試案であるが、

全施用成分量と化学肥料の施用成分量対比 (1982, 吉野)



このような画一的な分類は、植物の無機栄養学ならびに生化学分野における広範な研究の現状からみて、なおかなりの無理があるように思われるが、研究の進展によって正しくしてゆくのにやぶさかでない。

表一 植物の必須性からみた微量元素の分類

分 類	微 量 元 素*
I. 動植物のいずれにとっても必須な微量元素	Cu, Fe, Mn, Mo, Zn
II. 植物にとって必須であるが、動物には必須でない微量元素	B
III. 植物には必須でないが、動物にとって必須である微量元素	Co, Cr, I, Se
IV. 動植物のいずれにとっても必須でない微量元素	As, Ba, Br, Cd, F, Ni, Pb

例えばBは植物の必須元素であり、これが不足または欠乏すれば、植物は健全な生育ができない。大根の芯が黒褐色になっているのをよく見かけるが、これは大根のB欠乏症である。しかし、Bは家畜の必須元素ではない。これに反して、CoやIは植物には必ずしも不可欠ではないが、家畜には絶対に欠くことのできない必須元素である。例えばCoの場合では、土壤中にCoが存在していなくても、牧草は正常に生育するので、家畜はCo欠乏の牧食を摂取しつづける。この場合、牧草の生育に異常が起こらないので、気がつかないことが多い。ここに危険が潜んでいるのである。

3. 家畜の疾病とミネラル

牧草や飼料作物による家畜の疾病はミネラルによるものだけでなく、硝酸中毒、および主としてCa・Mg・Kの含有率比に基因するグラスステタニー、青酸化合物による青酸中毒、スイートクローバなどの夏型マメ科牧草に多く含まれているクマリンによるクマリン中毒などの急性～亜急性疾患のように、ミネラルに直接関係のない疾病もある。

これらは間違った肥培管理や、片寄った気象条件などによって限られた圃場またはその圃場の一部の牧草・飼料作物体に有害成分が蓄積し、これを食べた家畜が起こす疾病（一般に急性のものが多い）であるが、広域にわたって、多頭が同時にかかる疾病ではない。これに対して、ミネラルの過剰または欠乏による疾病は、その発病が土壤に基因するところから、一般に広域的かつ慢性的な傾向がみられる。

さて、家畜の微量元素欠乏症を惹起する元素としてZn, Cu, Mn, Co, Se, Iなどがあげられる。そして、過剰症を起こす元素としてCd, Mo, Ni, Cr, Se, F, I, Brなどがある。これらのうち、Seのように、最初には有害元素として注目されていたものが、その後、家畜にとって必須であることが判明してから、その重要性が改めて認識されるようになった元素もある。また、Cd,

Ni, Cr, Fなどのように、産業廃棄物の処理・利用や鉱工業自体の耕・草地への進出によってもたらされる有害元素もある。

一方、生体内のミネラルバランスは、動植物にとって非常に重要であるが、とくに家畜にとって極めて重要である。すなわち、植物生理学の分野では、要素間のバランスよりも各種要素の欠乏や過剰に関する研究が多い。

これに対し、家畜では発病前の問題に注意が払われている。したがって、ミネラルバランスの乱れによって起こる疾病に関する研究が多い。

グラスステタニー症の発生は、牧草中のカリ・石灰・苦土比とかなり関係があることが知られている（表2）。例えば、オーチャードグラス8・シロクロバ2の混播牧草を仮定した場合、カリ・石灰・苦土比が1.8以上になるとグラスステタニー症発生の危険性が多い。既往のデータに基づいて計算すると、本邦草地の約半分は潜在的にグラスステタニー症発生の危険があることが指摘される。

表二 牧草体中のK (Ca+Mg比と牧牛のグラスステタニー発生率 (Kemp, 1966)

牧草中のK/(Ca+Mg)比	グラスステタニー発生率(%)
<1.01	0
1.01~1.40	0
1.41~1.80	0.06
1.81~2.20	1.70
2.21~2.60	5.10
2.61~3.00	6.80
3.01~3.40	17.40

おわりに

ミネラルに関する研究は、植物の無機栄養学の分野における主要な部分を占めており、今後ますますこの分野の研究成果が、期待されている。動植物に対する各種ミネラルの生理作用の究明は、近代生化学分野の飛躍的発達によって、神秘のベールが一枚一枚脱がされつつあるが、個々の元素が果して植物にとって、または動物にとって、絶対に必要であるかどうかという基本的問題で、まず大きな壁にぶち当たってしまう。この壁は、拮抗とか代替とかいう現象によって、一層複雑化され、さらに地球上の無数に等しい生物種を対象とした場合、研究者にとってこの壁は、もはや打ち破ることのできないものにみえる。

日本列島はいずれもSe₂欠乏土壤なので、たとえ牛がどんなに草を摂取しても、土をなめても、なんらかの形でSeを補給してやらない限り、牛のSe₂欠乏症は避けられないだろう。Se₂に限らず、分析化学の進歩とともに次々と発見される超微量元素の登場は、人間を含めて未知の病気を発掘することになる。