

農業と科学

1983

3

CHISSO-A SAHI FERTILIZER CO LTD

土・草・家畜とミネラル

—家畜栄養における微量必須

元素の生理作用と疾病—

農林水産省草地試験場
土壌肥料第二研究室長・農学博士

吉野 実

1. 必須性の条件

植物における無機元素の必須性の条件について、ARNONおよびSTOUTらは、ある元素が必須であるかどうかの判断について、次の3つの基準を提案している(E. J. HEWITT and T. A. SMITH共著、鈴木米三・高橋英一共訳、植物の無機栄養より)。

(1) その元素を欠除すると、生育の異常、ライフサイクルがまっとうできないか、あるいは結実しないうちに老化して死ぬという結果を直接ひきおこす。

(2) その効果は、その元素独特のものであって、他の元素によって完全な代替ができない。

(3) その効果は、相対的に過剰に存在する他の元素の影響を拮抗的に消去するという間接的なものではなく、生長あるいは代謝のどこかに直接現われるものでなければならぬ。

しかし、実際にある元素が、植物にとって必須かどうかを決めようとすると、一概には決めにくく、混乱するのが普通である。ARNONらも、ある特定の元素を生育培地から除いても、なんの反応も起きなかったということだけでは、必須であるという証明にはならないことを指摘している。それは、要求性がない(必須ではない)ことを証明する“ゼロレベル”の人為的造成が、今のところ不可能に近いからである。

動物の場合、微量元素の必須性を実証することは、植物に比べて更に難しい。とくに大家畜の場合は、極めて難しい。したがって家畜では、微量元素の必須性そのものに関する研究は少なく、むしろある元素に対する拮抗性、代替性に関する研究に向けられ、これが治療などの臨床学的研究に移行している事例が多い。

さて、このARNONらの必須性の条件に関する提案は、なお多くの問題が残されているように思うが、動物にそのまま適用しても大過ないものと考えられる。

2. わが国の代表的な微量必須元素欠乏地帯

通常、微量必須元素は、動植物に共通して必要な場合が多いが、ここでいう微量必須元素とは、動物とくに家畜に必要な元素を意味する。したがって、ホウ素のように植物に必須であっても、家畜に必須でないものには触れないこととする。反対に、コバルト Co のように、植物には必須でなくても(ただし、特定の植物を除く)、家畜に必要な場合は記述の対象とした。Co のように、牧草の生育、取量に全く異常がない場合にこそ、当該元素の欠乏症発現の危険性が潜んでいる。

さて、動物の微量必須元素として、鉄、マンガン、亜鉛、銅、モリブデン、コバルト、セレン、ヨウ素、クロムなどがあげられる。わが国では、北海道の摩周・雌阿寒、東北の十和田・八甲田、山陰の大山・三瓶の3地域が代表的なコバルト欠乏地帯として知られている。

これらの地域は、古来、家畜とくに反すう家畜の風土病の発生地として著名である。これらの地帯の土壤構成母材は、輝石安山岩質に由来する。一方、花こう岩あるいは流紋岩など、モリブデン含量の多い岩石が広く分布している中国地方一帯では、モリブデン過剰症の発生地としても有名である。

草地は急傾斜複雑地形が造成の対象になっている場合が多い。これらの山地は、未風化の粗粒質土壌が広く分布し、微量必須元素の全量あるいは可給態のものが極めて少なく、家畜栄養上厳しい条件におかれている。

3. 家畜における微量必須元素の生理的役割と主な疾病

本号の内容

§ 土・草・家畜とミネラル(2)……………(1頁)

—家畜栄養における微量必須元素の生理作用と疾病—
農林水産省草地試験場
土壌肥料第二研究室長・農学博士 吉野 実

§ サイレージ用ウモロコシの
安定・多収栽培……………(3頁)

④ 安定・多収栽培のポイント
農林水産省草地試験場生理第三研究室長 飯田 克実

§ チューリップの栽培と
コーティング肥料の効果……………(5頁)

⑤ 富山県農業試験場
野菜花き試験場主任研究員 天野 正之

§ 桑に対する緩効性肥料について……………(7頁)
鹿児島県蚕業試験場栽桑研究室長 中村 弘

動物体のK濃度と分布

組織または器官	K, meq/kg	K, %
Muscle	110.0	56.0
Skin	58.6	11.1
Digestive tract	96.6	5.6
Liver	95.0	5.3
Red blood cells	106.0	4.2
Blood plasma	4.2	2.2
Brain	98.6	1.4
Kidney	77.6	0.9
Lung	79.3	0.5
Spleen	130.0	0.4
Heart	77.8	0.4
Bones and other	—	12.6

多量必須元素は動植物に共通したものが多いが、体内存在濃度的には植物における要求量と動物のそれとは、完全には一致してない。植物ではN, P, Kに対する要求量が極めて高いが、動物ではK, Ca, Pの体内濃度が特に高く、重要な生理作用に関与している(表参照)。

本稿では、興味ある知見のえられているコバルト、セレン、モリブデンに限定し、その概要を述べる。

(1) コバルト Co

Coが家畜に必須であることは、オーストラリアではじめて明らかにされ(1935)、これを契機として、世界各地でCo欠乏地帯が明らかにされ、その対策が講じられるようになった。反すう獣にCoが欠乏すると、wasting disease, coast diseaseなどと呼ばれる衰弱性疾患にかかる。わが国では滋賀、長野、熊本の各県に発生した牛の“食わず病”が塩化コバルトの経口的投与によって治癒されたのをはじめ、北海道根釧地域の摩周統火山灰土壌地帯に属する草地で、イネ科牧草のCo含有率が欠乏症発生限界0.07ppmを下回ることなどが認められている。

反すう獣のCo欠乏症は、第1胃中のバクテリアによるビタミンB₁₂の合成が、Co摂取量の不足によって起こることが明らかにされている。なお、本病は尿のメチルマロン酸の検出が臨床診断上の有力な決め手になっている。

他面、植物に吸収される土壌の可給態Coは、酸化マンガンに包含されたCoと、極めて高い相関があることが認められた(小林, 1981)。また、Coaccumulator plantとして知られる“りょうぶ科りょうぶ”の葉中Coは、ビタミンB₁₂-like cobalt-porphyrin complexとして存在していることが示された(山県・村田, 1964)。

(2) セレン Se

最初は有害元素として知られていたが、あとで必須元素であることが判った。馬や羊の旋回病 blind staggers

は、代表的なSe過剰症である。一方、飼料中のSe含量が0.05ppm以下になると、白筋症 white muscle diseaseと呼ばれる欠乏症を起こす。Seはグルタチオン・ペルオキシダーゼの構成元素で、ビタミンEの生合成に関与している。アメリカ、ニュージーランド、スコットランド、ヨーロッパ諸国の一部の地域では、飼料中のSe含量が0.1ppm程度になるように、Seを添加することが指導されているという。

全国各地の土壌および植物(主として牧草)のSe含量の分析結果によれば、日本列島は何処もSe欠乏土壌で、当然そこに生えている牧草のSe含量もイネ科、マメ科を問わず、牛の欠乏症発生限界濃度を明らかに下回っている。Seは植物の必須元素ではないので(レンゲ属 Astragalusの一部に Seaccumulator plantがある)、牧草栽培には支障はないが、家畜飼養上注目すべき必須元素である。

さて、放牧牛は意外に沢山の土壌を摂取しているという推定値がある。たとえば、チタンをメルクマールとした測定値では約250~350g・生土/頭/日(小林, 現九農試畑作部)、スカンジウムでは約150~200g(畜産試生理化学研)などの報告がある。もちろん、これらの数値は牧草が生えている状態や土壌の諸性質などによって、著しく異なるので、厳密な数値ではない。

したがって、草の摂取量だけでは充足されない微量元素でも、それが土壌中にある程度存在していれば、当該元素の欠乏症は避けられることになる。ところが、わが国における土壌のSe含量は、概して欠乏症発生限界量を下回っているので、早急に適切な対応策が講ぜられなければならない。

(3) モリブデン Mo

Moは動植物における硝酸還元酵素の、主要な構成成分である。マメ科植物の根粒には茎葉の10倍も含まれ、根粒菌の遊離窒素固定に重要な役割を有し、またアスコルビン酸の生成にも関係している。植物のMo⁺要求量は微量必須元素のなかでは最少であるが許容量は大きい。一般に植物のMo⁺耐性は大きいので、Mo⁺の過剰害は植物よりもむしろこれを摂取した家畜に多くみられる。

家畜栄養におけるMo⁺の生理作用は、動物組織に広く分布している諸酵素のcofactorとして正常な代謝機構の保持に重要な役割を演じている。他面、乳牛や肉用牛にMo⁺過剰症がみられる。症状は銅欠乏と同様に毛色の褪行や毛の脱落、下痢、後肢強直、発育遅滞、繁殖障害などである。

そのほか、マンガン、亜鉛、銅、クロムなどについても興味ある知見がえられているが、いずれも研究途上の部分も多く、今後の成果が期待される。