

イオウ化合物による硝酸塩中毒の制御

高橋 潤 一

家畜生産科学科家畜栄養学研究室

1. 目 的

硝酸塩の反芻胃内還元によって生成される亜硝酸塩は反芻家畜における硝酸塩-亜硝酸塩中毒の原因となる。わが国のように耕地面積の狭い国では飼料作物の高位生産を図るため、窒素多肥を余儀なくされている状況にあり、硝酸塩の過剰摂取による悪影響がしばしば家畜飼養上の問題になっている。本中毒症の根本的解決策は反芻胃内における亜硝酸塩の生成を抑制することである。これまで反芻胃内細菌叢を接種菌液とした *in vitro* 培養系において一部の無機態および有機態イオウが硝酸塩還元を阻害し、亜硝酸塩の生成に対して著しい抑制効果を示すことが明らかにされている (Takahashi, 1989)。

本研究は、反芻家畜における硝酸塩中毒症の安全かつ効果的抑制法を明らかにする目的で硝酸塩摂取に伴う反芻胃内亜硝酸塩生成およびメトヘモグロビン形成に及ぼす硫化物およびL-システインの影響を検討した。

2. 材料および方法

- (1) サフォークダウン種去勢羊 (第一胃フィスチュラ装着) 3頭供試し、乾草で維持した (乾物 50 g/kg 体重^{0.75})。
- (2) 硝酸塩投与区 (1.3 g NaNO_3/kg 体重^{0.75})、硝酸塩+硫化物投与区 (0.21 g S/kg 体

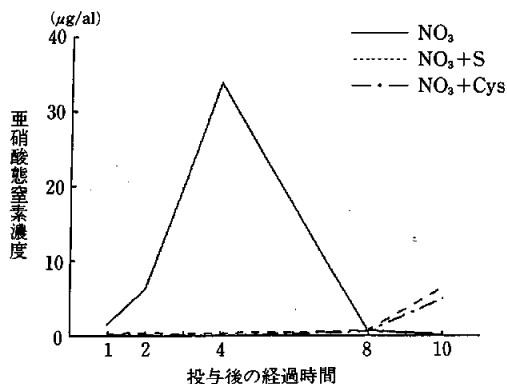


図1. 第一胃内亜硝酸態窒素に及ぼす硫化物およびL-システインの影響

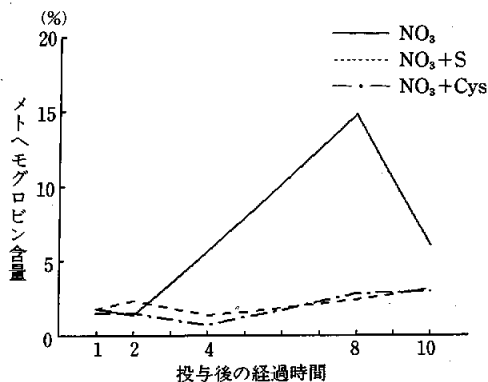


図2. 血中メトヘモグロビン形成に及ぼす硫化物およびL-システインの影響

重^{0.75}) および硝酸塩+L-システイン投与区 (0.21 g S/kg 体重^{0.75}) の3区を設定し、3×3 ラテン方格法による第一胃内投与試験を実施した。

(3) 硝酸塩投与1, 2, 4, 8 および10時間後に第一胃液および血液を採取し、第一胃内亜硝酸塩生成およびメトヘモグロビン形成の推移について処理間の比較を行った。

3. 結果および考察

硫化物およびL-システイン投与によって第一胃内における硝酸塩還元が低下し、図1に示すように、亜硝酸塩生成が有意に ($p < 0.05$) 抑制された。その結果、血中メトヘモグロビン濃度は図2に示す通りとなった。すなわち、硝酸塩のみを投与した場合、投与8時間後に最高値14.8%に達した。しかし、硫化物およびL-システインを併用した場合、メトヘモグロビンの顕著な形成は認められなかった。

以上の結果から、硫化物およびL-システインは第一胃内の硝酸塩還元を抑制し、硝酸塩中毒の特徴であるメトヘモグロビン血症を制御する効果を有することが明らかになった。その機序は、トウモロコシ葉の硝酸還元酵素 (EC 1.6.6.2) に対する硫化物の阻害作用の場合 (高橋ら, 1988; 日本畜産学会) と同様に、これら化合物から遊離した要素イオウが第一胃内細菌叢の硝酸還元酵素活性を特異的に抑制した結果によるものと考えられる。すなわち、L-システインの場合、酵素の *de novo* 合成および活性に対するHS-の直接の関与 (Azoulay *et al.* 1969) の点は否定できないが、第一胃内細菌叢のL-cystein hydrogen sulphide-lyase (EC 4.4.1.1) の作用によって容易に硫化物に分解される。従って、いずれの化合物においてもそれより由来する要素イオウと硝酸還元酵素活性の賦活化に必要なモリブデンとの相互作用により第一胃内細菌叢の硝酸還元酵素活性が干渉され、亜硝酸塩の生成が抑制されたものと考えられる。実用性を考慮した場合、イオウは反芻家畜に多量に要求され、欠乏しやすい元素である。反面、過剰に摂取した場合、反芻胃内で硫化水素が多量に生成され、家畜の生体内に吸収されると強い毒性を示す (NRC, 1988)。本実験では硫化物およびL-システインの投与量はイオウとして0.21 g/kg 体重^{0.75}/日を基準としたが、この量は飼料乾物中に換算すると約0.4%になり、NRC (1988)のイオウの許容水準の上限値に相当する。硫化物の場合、実用上制約が大きい、必須アミノ酸であるL-システインの場合、現状では高価であるが、硝酸塩中毒の安全な制御剤としての実用性は高いものと考えられる。

4. 文 献

- 1) Azoulay, E., Puig, J. & Martins Rosado DeSousa, M.L. (1969). Régulation de la synthèse de la nitrate-réductase chez *Escherichia coli* K 12. *Annales de l'Institute Pasteur*, Paris 117, 474-485.
- 2) National Research Council (1988). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press.
- 3) Takahashi, J., Johchi, N. & Fujita, H. (1989). Inhibitory effects of sulphur compounds, copper and tungsten on nitrate reduction by mixed rumen micro-organisms. *British Journal of Nutrition* (in the press).