

羊の捻転胃虫症で見られた慢性的な硝酸塩摂取の影響

仙台家畜保健衛生所
塩原綾早、山梨祐未

<はじめに>

家畜の飼料となる牧草を含む植物は土壌中の硝酸塩を吸収してタンパク質を合成するが、家畜由来の堆肥を大量に施肥すると、牧草に硝酸塩が過剰に蓄積することがある。反芻動物が牧草を介して硝酸塩を過剰に摂取すると、ルーメン内で硝酸塩は亜硝酸塩へと還元され、亜硝酸塩により血中のヘモグロビンがメヘモグロビンへと変化し、低酸素血症を引き起こす。硝酸塩過剰摂取による急性中毒の場合、チアノーゼや貧血、呼吸困難といった症状が現れ、急死することもある。一方、牧草の硝酸塩濃度が致死量以下であっても、長期間給与された場合は慢性中毒が起こる危険性があり、乳量、増体量の減少、鼓張症、受胎率の低下、流産、産子の虚弱、発育不良、下痢、ビタミンA欠乏、抗病性の低下、甲状腺機能低下等が起こるとされている¹⁾。しかし、硝酸塩の慢性中毒については未だに不明なことが多く、中毒量も明確にされていない。

今回、県内めん羊飼養農場で死亡した成羊が捻転胃虫症と診断されたが、慢性的な硝酸塩摂取の影響が疑われたため、調査を行ったところ、一定の知見を得たので報告する。

<農場概要と経緯>

本症例が発生した農場はめん羊飼養農場(種雄羊1頭、雌羊51頭、子羊13頭)で、令和5年9月から養羊を始め、当初は全頭舎飼いにしていましたが、令和6年5月から農場内の放牧地3ヶ所(放牧地A～C)で放牧を開始し、羊の月齢や放牧地の植生に応じて放牧地を移動させていった。このうち放牧地AとBは過去に畑作として利用して

おり、豚糞を施肥し、耕作していた土地であった。

寄生虫対策は、捻転胃虫対策として月1回と発症時、条虫対策として子羊の離乳時と成羊の交配前・舎飼い前、コクシジウム対策として子羊の発症時に駆虫を実施していた。

放牧し始めて約1ヶ月後、放牧経験のある羊において下痢や死亡する個体が散発した。令和6年8月21日には、放牧地Bで飼養中の雌成羊1頭が数日前から元気消失・食欲不振・下痢を呈した後死亡したため、病性鑑定を実施するとともに、農場の疫学調査を実施した。

<病性鑑定>

1. 材料

1歳5ヶ月齢の死亡羊(ポール・ドーセット種)1頭を剖検に供した。

2. 方法

病理学的検査では、常法に従いホルマリンで固定後、パラフィン包埋を作成し、ヘマトキシリン・エオジン(HE)染色を実施した。

寄生虫学的検査では、直腸内容物を用いてシヨ糖遠心浮遊法と濾紙培養法を実施し、第四胃内に寄生していた線虫に対しては直接鏡検を実施した。

細菌学的検査では、一般細菌検査として肝臓、脾臓、腎臓、心臓、肺及び脳の好気及び嫌気培養を実施した。また、小腸内容物を用いて大腸菌及びクロストリジウム属菌を対象とした定量培養検査を実施した。

ウイルス学的検査では、小腸内容物を用いてA・B・C群ロタウイルスの遺伝子検査を実施した。

牧草の硝酸塩濃度が高い傾向にあるとの稟告

があったため、生化学的検査では眼房水を用いて高速液体クロマトグラフィー法(日立ハイテック、日立 L2000)による硝酸態窒素濃度の測定を実施した。

3. 結果

外貌・剖検所見:第四胃で血様液の貯留、粘膜の赤色化、多数の線虫寄生を認めた。血液凝固不全や血液のチョコレート色化といった硝酸塩中毒症状は認められなかった。

組織学的所見:心臓、舌及び食道の筋細胞内における住肉孢子虫の寄生を認めた。

寄生虫学的検査:シヨ糖遠心浮遊法の結果、直腸内容物から線虫卵 2,500EPG が検出された。この直腸内容物を濾紙培養し、得られた L3 子虫は被鞘を有し頭部は弾丸型で食道球を持っていなかったことから、捻転胃虫と同定した。また、第四胃内寄生線虫を直接鏡検したところ、らせん状に捻転する消化管と陰部の唇状片を確認したことから、捻転胃虫の雌虫体と同定した。

細菌学的検査:有意な菌は分離されなかった。

ウイルス学的検査:全検体陰性であった。

生化学的検査:眼房水中硝酸態窒素濃度は 0.207 μ g N/ml であった。

4. 病性鑑定結果の考察

本症例では第四胃内に多数の線虫寄生を認め、直腸内容物から線虫卵を検出した。線虫卵を培養して得られた L3 子虫及び第四胃内寄生線虫を捻転胃虫と同定したことから、本症例を捻転胃虫症と診断した。

本症例と過去に県内で発生した捻転胃虫症の症例を比較した(表 1)。捻転胃虫の単独寄生による死亡の場合、糞便中の虫卵数が 5,000 EPG 以上であることが多く³⁾、過去の症例も同様であったが、本症例においては 2,500EPG と少数であっ

た。

一方、眼房水中硝酸態窒素濃度は 0.207 μ g N/ml で、硝酸塩中毒の症状は認められなかった。飼料中硝酸態窒素の許容濃度は 1,000ppm 未満とされており⁵⁾、100~700ppm の牧草で飼養されていた羊の血漿中硝酸態窒素濃度の平均は 0.042 μ g N/ml とされている(以下:正常値)²⁾。また、過剰な硝酸塩摂取を示すとされる血清中硝酸態窒素濃度は 4.518 μ g N/ml とされている(以下:危険値)⁴⁾。よって、本症例の眼房水中の硝酸態窒素濃度は正常値以上であるものの危険値未満であり、急性中毒ではないと考えられたが、放牧中に硝酸態窒素を摂取していた可能性が示唆された。

眼房水中の硝酸態窒素濃度と線虫卵数の結果から、本症例は線虫症単独による死亡は疑わしいと考えられた。死亡の原因究明のため、疫学調査と同居飼養羊の血清中硝酸態窒素濃度の調査を実施した。

表 1 過去の捻転胃虫症との比較

事例	本症例	過去の症例			
		4歳	3ヶ月	1歳	
日齢	1歳5ヶ月	4歳	3ヶ月	1歳	
症状	死亡	削瘦、死亡	水様下痢、死亡	死亡	
EPG	2,500	110,400	11,000	17,300	
NO ₃ -N	0.207 μ g N/ml	NT	NT	NT	

<疫学調査>

農場で測定した牧草の乾物中硝酸態窒素濃度及び病傷事故の発生状況を図 1 にまとめた。牧草中硝酸態窒素濃度は、放牧地 A は 2,714ppm と 4,455ppm、放牧地 B は 2,614ppm でいずれも高値であった。放牧開始以降、病性鑑定羊以外にも、放牧地 A では 6 月に成羊が下顎浮腫を呈して死亡、放牧地 B では 7 月に子羊が元気消失・食欲不振・下痢を呈して死亡した。放牧地 C では 7 月に成羊 3 頭が下痢や軟便を呈し、線虫卵が 0~80EPG 検出された。また、6 月 20 日に下痢を呈したため放牧地 A から隔離舎に移動された子

羊は、7月4日時点で食欲不振、下痢、貧血及びチアノーゼを呈し、線虫卵が600EPG 検出された。

飼養管理の状況について図2に示した。6月までは全頭放牧させていたが、牧草中の硝酸態窒素濃度が高値であることもあり、7月から子羊や体調不良の羊を隔離舎へと移動させ、放牧地の羊には自家産の牧草、舎飼いの羊には購入飼料を与えていた。8月から成羊も含めて順次舎飼いに变更していったが、舎飼いの羊に対しても自家産の牧草を与えていた。9月からは全頭舎飼いとなり、購入飼料と牧草サイレージを与えており、舎飼いに变更后に下痢や死亡は認められなかった。



図1 死亡と下痢の発生状況

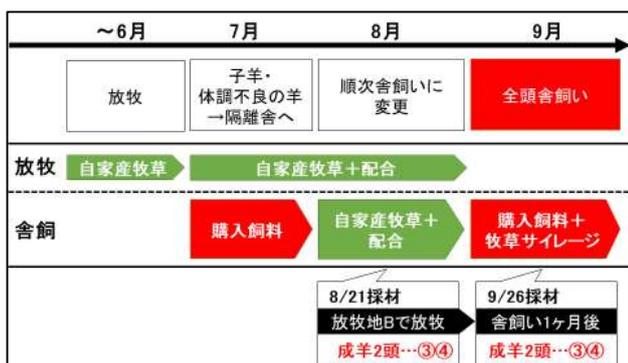


図2 農場の飼養管理の状況

<血清中硝酸態窒素濃度の調査>

病性鑑定及び疫学調査の結果から、下痢や死亡の原因として硝酸態窒素の関与が疑われたため、放牧後2週間舎飼いした子羊1頭と、放牧から舎飼いに移行した羊の放牧中及び舎飼い後の血清中硝酸態窒素濃度について追加で調査を行った。

め、放牧後2週間舎飼いした子羊1頭と、放牧から舎飼いに移行した羊の放牧中及び舎飼い後の血清中硝酸態窒素濃度について追加で調査を行った。

1. 放牧中止後2週間舎飼いした子羊の硝酸態窒素濃度

(1)材料及び方法

下痢を発症してから舎飼いに变更し、2週間経過した7月4日時点でも食欲不振、下痢、貧血及びチアノーゼを示していた子羊(②)の血清中の硝酸態窒素濃度を測定し、病性鑑定羊(①)の眼房水中硝酸態窒素濃度と比較した。

(2)結果

放牧後2週間舎飼いした②の血清中濃度は0.173 µg N/mlで、①の眼房水中濃度と同様に危険値未満、正常値以上であった(図3)。ただし、①と②を比較したところ、2週間舎飼いしていた②は放牧中だった①と比べて低値であった。

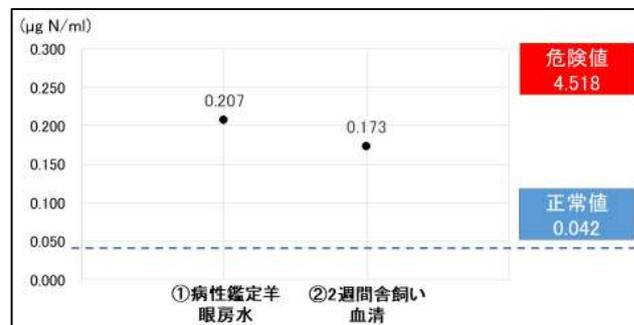


図3 病性鑑定羊(①)と2週間舎飼いした子羊(②)との比較

2. 放牧から舎飼いに移行した羊の硝酸態窒素濃度の推移

(1)材料及び方法

8月21日に放牧地Bで放牧中の成羊2頭(③、④)の血清を採材し、その後舎飼いにしてから1ヶ月経過した9月26日に再度③と④の血清を採材した。これらの血清について硝酸態窒素濃度を測定し、舎飼い前後での血清中濃度を比較

した。

(2)結果

放牧中では③は0.041 $\mu\text{g N/ml}$ で正常値であったが、④は0.111 $\mu\text{g N/ml}$ で正常値以上、危険値未満であった(図4)。2頭とも舎飼いにした後は低下し、正常値未満となった。

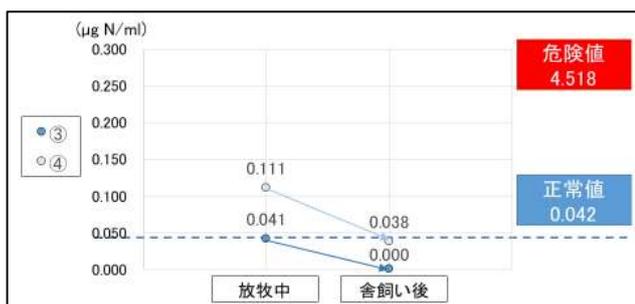


図4 放牧から舎飼いに移行した羊(③と④)の血清中硝酸態窒素濃度の推移

3. 血清中硝酸態窒素濃度の測定結果の考察

検査を実施した①～④の全頭において、硝酸態窒素濃度が危険値を超えた個体はいなかった。また、硝酸塩中毒症状も見られなかったことから、本症例では急性硝酸塩中毒は発生していなかったと考えられた。

症状を呈していた①及び②の両方において線虫の寄生と正常値を超えた硝酸態窒素濃度が認められた。また、放牧から舎飼いに移行した③及び④は、舎飼い後に硝酸態窒素濃度が低下したことから、放牧地で高濃度の硝酸塩を摂取していた可能性が考えられた。寄生虫により貧血を呈する場合、硝酸塩による影響が出やすくなるとされている⁵⁾。これらのことから、捻転胃虫寄生による貧血と硝酸塩摂取による低酸素血症が組み合わされたことにより、死亡につながった可能性が考えられた。

<まとめ>

本症例から、慢性的な硝酸塩摂取と寄生虫等の疾病が組み合わさることで重篤な症状が出る危険性が示唆された。このことから、血清中濃度や症状から急性硝酸塩中毒が否定されていても、他の疾病と組み合わさることで死亡につながる可能性や、寄生虫の軽度寄生であっても慢性的に硝酸塩を摂取することで死亡する危険性があり、高濃度に硝酸塩を含む飼料を長期間給与することの危険性を再認識するに至った。

牧羊にあたっては、衛生管理や寄生虫対策に加えて、放牧地の適正な施肥や硝酸塩濃度の高い飼料を給与しない、もしくは給与割合を減らすといった飼養管理の重要性を改めて認識した。

得られた知見は今後の病性鑑定や、農場の指導に活用していきたい。

<引用文献>

- 1) 藤本秀明: 飼料作物の硝酸態窒素による弊害例と解決策. 牧草と園芸. 35(8)、16-19(1987)
- 2) 前田善夫、扇勉、伊藤憲治、伊東季春、谷口隆一: 放牧地への窒素施用量の違いが牧草およびめん羊血液中の硝酸態窒素、無機成分におよぼす影響. 日本草地学会誌. 26(2)、208-214(1980)
- 3) D.G. Pugh, A.N. Baird: Sheep and Goat Medicine. Saunders. (2016)
- 4) Larry J. Thompson: Nitrate and Nitrite Poisoning in Animals. (2021) (<https://www.merckvetmanual.com/toxicology/nitrate-and-nitritepoisoning/nitrate-and-nitrite-poisoning-in-animals>)
- 5) Undersander D., Combs D., Shaver R., Schaefer D., Thomas D.: Nitrate Poisoning in Cattle Sheep and Goats. (2016) (<https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2016/09/NITRATE-revised.pdf>)