

輸入ストローを安全に使うために

輸入ストローとは

ストローとは、イネ科の植物の種子を採ったあとの「わら」のことで、アメリカから輸入されています。

栄養価は低いですが安価なので、稲わらの代わりに使われています。

ペレニアルライグラスのストロー

ライグラスストロー

イタリアンストロー などの名前で流通しています（解説1）。

トールフェスクのストロー

フェスクストロー などと呼ばれて流通しています。

輸入ストローによる牛の中毒が発生しています

ペレニアルライグラスのストローを給与した牛に、筋肉の痙攣、歩行異常や起立不能などの中毒が起こることがあります。

ニュージーランドやアメリカでは、この中毒を「ライグラススタッガー」（ライグラスによるふらつき歩き）と呼んでいます。

何が中毒の原因なのでしょうか

輸入されているペレニアルライグラスストローは西洋芝の種を採ったあとのストロー（わら）です。

西洋芝に使うペレニアルライグラスはエンドファイト（解説2）に感染しています。

このエンドファイトが作る毒素（ロリトレムBといいます）が中毒の原因です（解説3）。

エンドファイトが感染したトールフェスクのストローでも、まれに中毒が起きることがあります（解説4）。

中毒を防ぐにはどうしたらいいのでしょうか

輸入のペレニアルライグラスストローの多くは、ロリトレム B を含んでいます。でも、牛が食べる毒素の量が少なければ、中毒は起こりません（解説 5）。

最近の研究で、ロリトレム B の無毒性量（これ以下の量なら食べても中毒にならない量）が分かりました。

ですから、牛が食べる毒素を無毒性量より少なくすればいいのです。

ロリトレム B の無毒性量は、1 日に、体重 1 kg あたり 12 μg です（「 μg 」はマイクログラムと読みます。1 μg は 1 g の 100 万分の 1 です）。

これは、体重 1 kg の牛が毎日 12 μg のロリトレム B を食べても中毒にはならないということです。

体重 500 kg の牛では、 $500 \times 12 = 6000$ ですから、毎日 6000 μg のロリトレム B を食べても大丈夫です。

具体的にはどうしたらいいのでしょうか

それでは、今使っているペレニアルライグラスストローを、牛にどのくらい食べさせても大丈夫か、計算してみましょう。

そのためには、給与するストローに含まれている毒素の濃度を調べる必要があります。

飼料業者は、アメリカからストローを輸入するときに毒素の濃度を調べていますので、ストローを買うときには毒素濃度を必ず確認しましょう。

毒素濃度は、 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) という単位で表します。これは、1 kg のストローに何 μg の毒素が含まれているかということを表しています。

ロリトレム B の濃度が 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ということは、このストロー 1 kg に 1000 μg のロリトレム B が含まれているということです。

先に説明したように、体重 500 kg の牛は、毎日 6000 μg の毒素を食べても中毒にはなりません。

ですから、毒素濃度が 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ のストローは、体重 500 kg の 1 日あたり 6 kg までは食べさせても大丈夫ということです。

($6000 \div 1000 = 6$)。

横軸は体の中に入ってくる化学物質の量を示していて、右にいくほど増えていきます。体の中に入ってくる化学物質の量が増えていき、ある量を超えると何らかの影響が出てきます。何も影響が出ないギリギリの量を「無作用量」といいます。無作用量を超えると、この化学物質の影響が出てきますが、この影響は悪い影響とは限りません。たとえば食塩なら、栄養素としての良い影響です。しかし、体の中に入る量がさらに増えて、ある量を超えると悪い影響が出てきます。このギリギリの量を「無毒性量」といいます。体の中に入ってくる量が無毒性量以下なら、健康への悪影響はないということです。

ところで、体の中に入ってくる量が同じでも、体の大きさ（体重）が違えばその影響の強さも変わってきます。そこで、化学物質の量とその影響を考えるときには、体重 1 kg あたりどのくらいの毒物を摂取するかで比較します。

本文で書いたように、エンドファイトに感染したペレニアルライグラスストローに含まれる毒素ロリトレム B の牛での無毒性量は、1 日に牛の体重 1 kg あたり 12 μg というふうに表現します。

この資料は、農林水産省の研究資金（先端技術を活用した農林水産研究高度化事業）による研究課題「エンドファイト毒素の牛への影響および畜産物残留性の解明」（平成 17～19 年度）の成果に基づいて作成しました。

計算してみましょう

今使っているストローを牛に給与できる量を計算するためには、この式を使ってください。

$$\text{1日に給与できるストローの量 (kg)} = \text{牛の体重 (kg)} \times 12 \div \text{ストローの毒素濃度 (\mu\text{g/kg})}$$

体重 500 kg の牛に給与できるロリトレムB濃度 1500 $\mu\text{g/kg}$ のストローの量は、

$$500 \times 12 \div 1500 = 4$$

ということで、一日に 4 kg までは給与しても大丈夫です

また、下の表から大まかに見積もることもできます。

牛の体重 (kg)	ロリトレムB ($\mu\text{g/kg}$)			
	500	1000	1500	2000
100	2.4	1.2	0.8	0.6
150	3.6	1.8	1.2	0.9
200	4.8	2.4	1.6	1.2
250	6.0	3.0	2.0	1.5
300	7.2	3.6	2.4	1.8
350	8.4	4.2	2.8	2.1
400	9.6	4.8	3.2	2.4
450	10.8	5.4	3.6	2.7
500	12.0	6.0	4.0	3.0
550	13.2	6.6	4.4	3.3
600	14.4	7.2	4.8	3.6
650	15.6	7.8	5.2	3.9
700	16.8	8.4	5.6	4.2

ストローの毒素濃度が 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ で、牛の体重が 500 kg なら、1 日に給与できる量は赤線のように 4 kg になります。先ほどの計算と同じ量ですね。

また、ストロー中のロリトレム B 濃度が 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 程度と低い場合には、牛に ストローを飽食させても大丈夫なこともこの表から分かります。

牛の体重 (kg)	ロリトレム B ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
	500	1000	1500	2000
100	2.4	1.2		0.6
.	.	.		.
.	.	.		.
400	9.6	4.8		2.4
450	10.8	5.4		2.7
500			4.0	3.0
550	13.2	6.6	4.4	3.3

牛へのストロー給与法について

これまで説明した計算法で、輸入ペレニアルライグラスストローを安全に使用するための給与量を計算できます。

しかし、ペレニアルライグラスストローの給与量を基準値以下にすると、牛に給与する粗飼料が不足してしまうかもしれません。その場合は、稲わらや乾草などで補ってください。

この基準を守っていても、ごくまれには牛が中毒になってしまうことがあります。その原因として、

1. 毒素（ロリトレム B）に弱い牛もいる

毒素に対する感受性には個体差があります。毒素に特に感受性の高い牛は、中毒を起こすかもしれません。栄養状態や年齢などによっても、毒素に対する感受性が高くなる可能性があります。

解説 1

ペレニアルライグラス

ペレニアルライグラスはヨーロッパ原産の多年生のイネ科植物で、牧草や芝草として用いられています。よく似た仲間にイタリアンライグラスがありますが、こちらは一年生です。日本では、牧草の名前としてはイタリアンライグラスの方が有名のためか、ペレニアルライグラスストローがライグラスストローとかイタリアンストローなどと呼ばれています。しかし、輸入のライグラスストローはほとんどがペレニアルライグラスストローですので注意が必要です。ペレニアルライグラスとイタリアンライグラスはその形で区別できます。素人に分かりやすいのは、小穂に芒（ノギ）があるか無いかです。下の図のように、芒があるのがイタリアンライグラス、無いのがペレニアルライグラスです。



出典：輸入乾牧草図鑑（芝光社，1998）

解説 2

エンドファイト

エンドファイトは、日本語では内生菌（ないせいきん）と呼ばれ、植物と共生関係（持ちつ持たれつの関係）にある微生物です。エンドファイトにはたくさんの種類がありますが、ここで問題になるのは、牧草などに使われるイネ科の植物に感染するカビの仲間のエンドファイトです。専門的には、ネオティフォディウム属という種類のエンドファイトです。

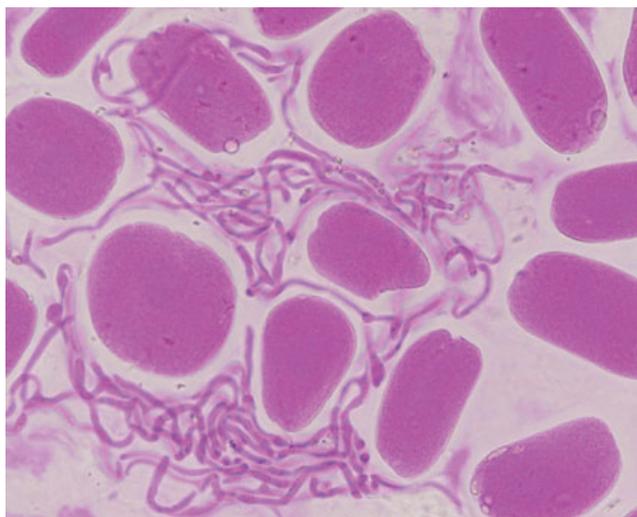
エンドファイトは、植物を住みかにして、植物から栄養をもらいますが、そのかわりに植物の役に立つものをつくって恩返しをしています。たとえば、植物を食い荒らす害虫を殺してしまう物質をつくって、植物を害虫から守ります。

このように、エンドファイトは植物の役に立つ物質を作ってくれるのですが、時にはこの物質が動物に中毒を起こしてしまいます。

ペレニアルライグラスに感染するネオティフォディウム・エンドファイトは、ロリトレム B という毒素をつくって、これを食べた牛に中毒を起こしてしまいます。

イネ科の植物がエンドファイトに感染しているかどうかは、エンドファイトの菌糸を見つけることで判断できます。

下の写真は、エンドファイトに感染したペレニアルライグラスの種子をローズベンガルという色素で染めて、顕微鏡で見たものです。糸くずのように見えるのがエンドファイトです。



エンドファイトは植物の役に立つ物質を作ってくれるので、植物にとってはエ

エンドファイトが感染している方が有利です。そのため、芝草用のペレニアルライグラスは、エンドファイトが感染したのを使っています。これに対して、牧草用のペレニアルライグラスは、牛の中毒を防ぐためにエンドファイトが感染していないものが使われています。

アメリカから輸入しているペレニアルライグラスは、芝草用の種子をとった後のストローなので、エンドファイトの毒素が含まれているのです。

解説 3

ロリトレム B

ペレニアルライグラスに感染するネオティフォディウム・エンドファイトは、ロリトレムという毒素を作ります。ロリトレムには化学構造のよく似た仲間がたくさんありますが、そのなかでもっとも量が多いのが、ロリトレム B です。

牛がロリトレム B をたくさん食べると、ライグラススタグガーという中毒を起こします。

中毒の症状は、くびや体の表面の筋肉の痙攣（プルプルしたふるえ）、足の突っ張り、ふらつくような歩行、起立不能などです。走ったりして運動すると症状が強く出ます。

ロリトレムが何故このような中毒を起こすか、まだよく分かっていません。

解説 4

エンドファイトが感染したトールフェスクによる牛の中毒

ペレニアルライグラスによく似たイネ科の植物に、トールフェスクがあります。トールフェスクも牧草や芝草として利用されています。

トールフェスクにもネオティフォディウム属のエンドファイト（ペレニアルライグラスに感染するものとは別の種類です）が感染します。こまったことに、このエンドファイトも牛に中毒を起こす物質を作ってしまいます。

トールフェスクに感染するエンドファイトが作る毒素はエルゴバリンなどの

麦角アルカロイドです。

エルゴバリンなどの麦角アルカロイドが起こす中毒には、二つの種類があります。一つは主に夏に見られる中毒で、体温の上昇、増体の低下、乳量の低下などが見られます。もう一つは冬に起こるもので、蹄や尾の先のように体の末端に壊疽（血液の流れが悪くなって細胞が死んでしまう）を起こします。

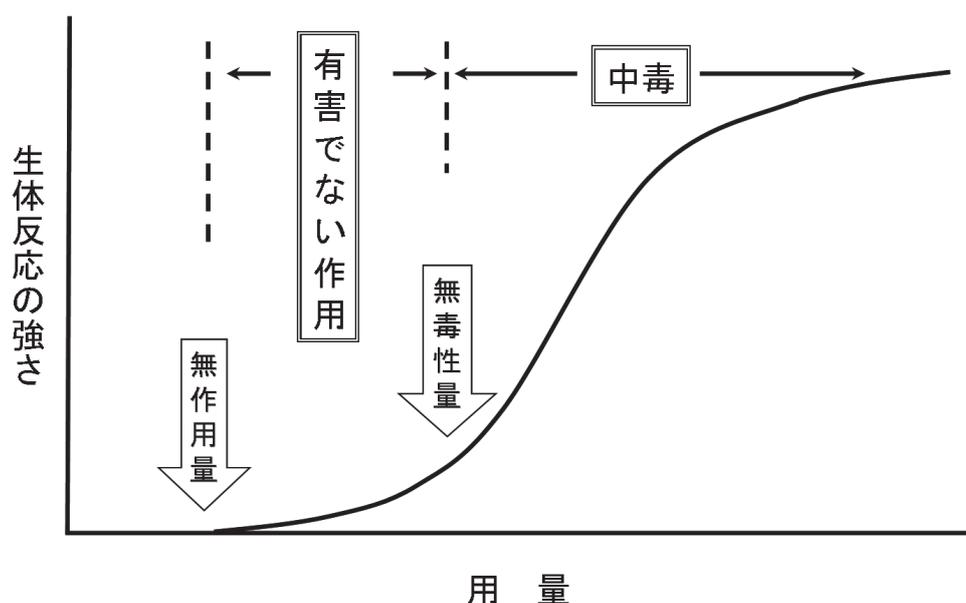
日本に輸入されているトールフェスクのストローにもエルゴバリンが含まれていますが、これによる中毒はほとんど起こっていません。

解説 5

毒物の量と中毒

どんな化学物質でも、たくさん食べたら健康に影響が出ます。逆にどんなに猛毒な物質でも、食べる量がものすごく少なければ、悪影響は出ません。つまり、ある化学物質を食べたときに、悪影響が出るかどうかは、その量が問題だということです。たとえば食塩は無くってはならない栄養素で、誰も毒物とは考えませんが、毎日 10 g 以上食べたら高血圧の原因になります。逆に、猛毒の青酸カリでも、食べる量が少なければ中毒にはなりません。

体の中に入ってくる化学物質の量と、これによって現れる影響の関係をグラフにすると、下の図のようになります。



2. ストロー中の毒素濃度にはムラがある

ストロー中の毒素濃度は均一ではありません。飼料業者が調べた毒素濃度より高い部分があるかもしれません。

などが考えられます。

これとは逆に、ここでお示した基準より多くのストローを給与しても、中毒にならない牛もいます。毒素に強い牛（感受性の低い牛）は、基準より多くのロリトレムBを食べても、中毒にはなりません。

これまで説明したように、アメリカから輸入しているペレニアルライグラスストローを牛に給与すると、注意していても牛が中毒になることがあります。常に牛の様子を観察して、牛が中毒（ライグラススタグラー）を起こしたらすぐにペレニアルライグラスストローの給与を中止してください。早めにペレニアルライグラスストローの給与を中止すると、牛はすぐに回復します。

一種類ではなく複数の粗飼料を牛に給与すること、そして常に牛の様子を観察することは、牛を飼育する際の基本です。

農研機構動物衛生研究部門(2008年8月。2021年6月修正)