

(独)農業環境技術研究所 研究リーダー
雪印種苗(株) 千葉研究農場 主席研究員

藤井 義晴
橋爪 健

牧草・飼料作物および雑草に含まれる 有毒物質と家畜中毒

はじめに

最近、海外から侵入した植物が雑草化し問題となる事例が増加しているが、これらの雑草には家畜に有害な成分を含むものもあるので注意が必要である。また、外来雑草以外にも、これまで国内で利用されている牧草・飼料作物や在来の雑草に有毒成分を含むものが少なくないので、ここに家畜中毒の原因となる恐れのある植物とその物質および対策をご紹介したい。なお、家畜中毒の多くは、中毒物質を含む単一の草種を多量に摂食させた場合に多く、抵抗力の弱い若牛や放牧などのケースでは注意が必要であるものの、日本の酪農家の多くの飼養管理方法や給与メニューの実態を考慮すれば、直ぐに事故に結びつくものではないことを始めにお断りしたい。

1 牧草の有毒成分と家畜中毒

1) トールフェスク等のエンドファイトが作る毒素

トールフェスク (*Festuca arundinacea*) はヨーロッパ原産の多年生牧草で、アメリカのケンタッキー 31 フェスクが有名である。放牧に優れた牧草であるが、芝生用に輸入・販売される品種には耐虫性を与えるためにエンドファイト (内生菌) を接種させることが多い。このエンドファイトには家畜中毒を引き起こすアルカロイド (エルゴバリン等) を含むので、芝生用品種を家畜に与えないように注意が必要である。そのため、エンドファイトフリーの家畜用の品種も育成されている。また、この障害は放牧された肉牛で多く、マメ科牧草等の混播では発生しない事が知られている。同様に芝生用ペレニアルライグラスにもエンドファイトによるアルカロイドを含むものが多いので注意が必要である。

2) スーダングラスと青酸配糖体

スーダングラスやソルガム (イネ科モロコシ属) の青酸中毒はよく知られている。この青酸配糖体

(例えばデュリン) は加水分解されると、青酸 (図1) が遊離する。青酸は、咀嚼や胃内での消化によって、また腸内細菌のβ-グルコシダーゼによっても生成する。ソルガムの青酸配糖体含量は生育と共に低下し、刈取時期 (出穂期前後) になるとほとんど問題にならなくなる。



青酸はミトコンドリアの呼吸酵素チトクロムオキシダーゼを阻害し、ATP (細胞の中の核酸の一つで、エネルギーの獲得に関係する) が枯渇する。青酸含量が多い品種を家畜に与えると、呼吸促進・興奮・あえぎ・ふらつき歩行・痙攣・麻痺を経て死亡する事がある。急性の場合は突然死を招く事があり、血液は鮮紅色を呈する。

青酸は動物の体内でチオサルフェートと反応してチオシアネートとなって無毒化され、尿中に排泄される。長期間青酸配糖体を摂取し続けると、血中チオシアネートも長期間上昇する。オーストラリアではチオシアネートの排泄亢進によるイオウ欠乏が報告されている。なお、青酸配糖体はバラ科のウメ・アンズ・リンゴ等の未熟な果実や、マメ科のシロツメクサ・アカシアなどにも含まれている。

3) シグナルグラス類

シグナルグラス (*Brachiaria decumbens*) はイネ科の有望な牧草であり、スリナムグラスやシープグラスとも呼ばれる。起源はアフリカであるが、現在は熱帯から亜熱帯地域に広く分布している。牧草としての有用性は、

約40年前に認識され、オーストラリアで利用され始め、25年前から熱帯アメリカで広く利用さ

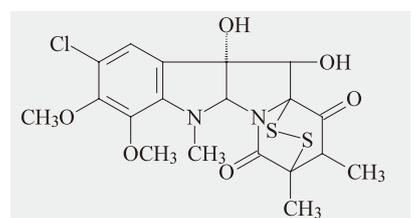


図2 スポリデスミン A (sporidesmin A)

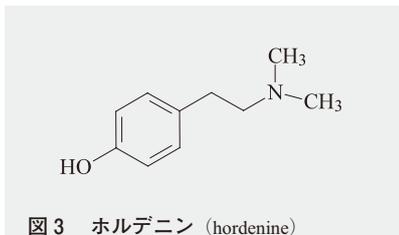
れるようになり、現在ではブラジルだけでも、4千
万ヘクタールの牧草地がある。

シグナルグラスは、土壌の肥沃土の低い土地やアル
ミニウムの多い酸性土壌でも生産性が高く、病害
虫に強い。被覆植物として優れ、土壌流亡防止効果
が高い。強い刈込みに耐え、再生も良好である。種
子生産量は多く、種子が休眠するので、雑草化する
と厄介である。

シグナルグラスの消化率は50~70%で、熱帯産牧
草の平均値である55%よりも優れる。オーストラリ
アでの試験では、年間の家畜の体重増加量はギニア
グラスよりも50%も高い。しかし、毒性も報告され
ている。このシグナルグラスによる最も知られた毒
性は、肝臓における光過敏症であり、このために体
重増加率が最高40%も低下させる事がある。症状は
主に放牧されている羊・山羊・及び子牛で起こり、
皮膚の爛れ、顔面湿疹などで、ひどい場合には死に
至る。これらの毒性は、シグナルグラスに感染した
カビ *Pithomyces chortarum* が生産する毒素: スポリデ
スミンA (図2) によると報告されている。また、
シグナルグラスを給餌した羊のルーメンから、ステ
ロイドサポニンが検出されたという報告がある。し
かしこれらの害は単播での利用で顕著であり、日本
のように混合給与すれば、その危険性は少なくなる。

4) リードカナリーグラス類

北米の水はけ
の悪い地域で
は、カナリーグ
ラス (*Phalaris*
canariensis) を
牧草として栽培
している。カナ
リーグラスは、



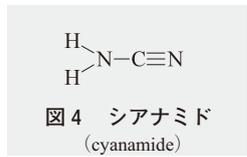
ホルデニン (図3) 及びグラミン、5-メトキシ-N-
メチルトリプタミン、ジメチルトリプタミン等のイ
ンドールアルカロイドを含んでいる。

リードカナリーグラス (和名クサヨシ, *Phalaris*
arundinacea) は、日本の湿地でもよく利用される牧
草である。これにもホルデニンが含まれる。これら
のアルカロイド含量は品種によって大きく異なり、
「ベンチャー」など低アルカロイドの品種が開発・
普及されている。家畜への影響が出るのは、総イ
ンドールアルカロイドが0.2%以上といわれている。
北米ではリードカナリーグラス中毒での死亡例は報
告されていないが、ニュージーランドでは羊の死亡

例がある。中毒症状は、頭を振ったり、ふらついた
り、筋肉の痙攣、起立不能などの神経症状が中心で
あり、軽微な場合は増体率の低下、下痢などである。

5) ヘアリーベッチ

ヘアリーベッチ (*Vicia*
villosa) はマメ科の牧草で、緑
肥や飼料として栽培され、最
最近ではアレロパシー活性を持
つ被覆植物として、果樹園や
休耕地の雑草抑制に利用されている。抑草成分とし
て、石灰窒素の成分であるシアナミド (図4) を天
然物として初めてヘアリーベッチから見出した。

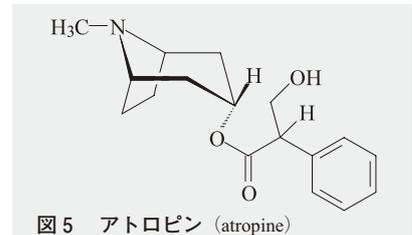


ヘアリーベッチには生草を摂取したときに牛に中
毒症状が報告されている。その多くは皮膚炎・結膜
炎や下痢であり、重篤になることはない。この原因
物質は明らかではない。

2 草地に侵入し食べ残される雑草とその成分

1) ナス科雑草の神経毒アルカロイド

ナス科のチョウ
センアサガオの
類 (*Datura* sp.)
は、副交感神経
を麻痺させる神
経毒アルカロイ
ド: アトロピン



の (図5) の類

を含む。ヨウシュチョウセンアサガオ (*Datura*
stramonium) は熱帯アメリカ原産で、明治初期に導
入されたが、現在では広く栽培されている。葉には
アトロピンを、種子にはスコポラミンを含む。これ
らのアルカロイドはヒヨス (*Hyoscyamus niger*)、ハ
シリドコロ (*Scopolia japonica*)、ペラドンナ (*Atropa*
belladonna) にも含まれる。

これらの植物を家畜が食べると、頻脈・瞳孔拡大・
唾液分泌促進、胃運動の低下等が発生する場合があ
る。しかし、中毒すると採食量が減るため、死に至
るまで食べることは少ない。

これらのアルカロイドに対する感受性は、豚が一番高
く、牛・馬・鶏の順に感受性が低くなる。豚では飼
料中に1.5mg/kg以上で中毒すると言われる。鶏では
75mg/kg以上と、感受性が低く、中毒も少ない。

一方、トウモロコシ畑の有害雑草であるワルナス
ビ (*Solanum carolinense*)、イヌホオズキ (*S. nigrum*),



写真1 ヨウシュチヨウセンアサガオ



写真2 ヨウシュチヨウセンアサガオ実

ヒヨドリジョウゴ (*S. lyratum*) の実、ジャガイモ (*S. tuberosum*) の新芽には、ステロイドアルカロイドの配糖体ソラニンを含む。ソラニンが加水分解して生成するソラニジン (図6) は神経毒で、コリンエステラーゼ阻害作用を持つ。家畜に対する中毒症状は流涎・運動失調・痙攣・昏睡などで、発生畑では注意が必要である。防除対策

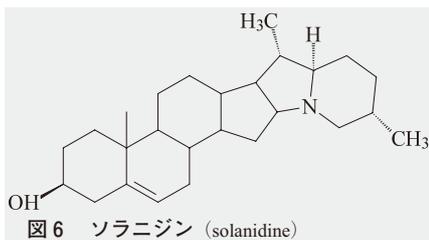


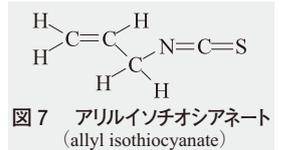
写真3 ワルナスビ

として、ワルナスビはトウモロコシ収穫後に高濃度のラウンドアップ処理、イヌホウズキには3葉期までにゲザプリウム処理が有効である。

2) アブラナ科のイソチオシアネート

アブラナ科 *Brassica* 属の植物はイオウを含む化合物イソチオシアネートを含み、家畜が長期間に多量に摂取すると中毒することがある。セイヨウカラシナ (*B. juncea*) はヨーロッパ原産で、アブラナ (*B. campestris*) とクロガラシ

(*B. nigra*) の雑種とされ、栽培種のカラシナはこれに起因している。しかし、セイヨウカラシナ類は現在河川敷やその周辺で雑草化しており、春先になると黄色い花が目立っている。



これらの植物は植物体にカラシ油配糖体：シニグリンを含む。シニグリンは加水分解してアリルイソチオシアネート (図7) になる。イソチオシアネートは、甲状腺でのヨウ素の取り込みを阻害するので、カラシナの類を長期間摂取すると、甲状腺腫になることがあるので注意を要する。

また、アブラナ科植物にはS-メチルシステインスルフォキシドが含まれ、これが分解して生成するジメチルジスルフィドは赤血球膜を酸化して溶血しやすくする活性がある。この反応は反芻動物のルーメン微生物によって促進されるので、アブラナ・ケール・キャベツを食べた牛や羊では、溶血性貧血を引き起こす事例が報告されている。

この他、カラクサナズナ (*Coronopus didymus*) はベンジルイソチオシアネートを含み、これらを食べた乳牛での異臭乳の原因物質となる。

3) マメ科オジギソウとギンネムのミモシン

オジギソウ (*Mimosa pudica*) は南アメリカ原産である。東南アジアに緑肥として導入されたが、道端で雑草化している。トゲと体内に異種アミノ酸のミモシンを含むので、羊や山羊なども食べない。霜にあたると枯れるので、日本本土では雑草化していないが、小笠原や琉球列島の亜熱帯地域では雑草化している。東南アジアでは、大型の *M. pigra*, *M. invisa* がある。これらの大型オジギソウは沖縄や小笠原諸島に侵入すると駆除困難な雑草になる危険性が高い。

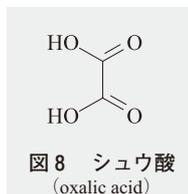
ギンネム (*Leucaena leucocephala*) は中南米原産であるが、現在は亜熱帯から熱帯域に広く分布する。窒素固定をして、貧栄養の土地に生え良い薪炭

となるので、緑肥や飼料木としても導入された。現在、日本では南西諸島と小笠原諸島に野生化している。年中開花、結実し繁殖力が極めて高いので駆除すべき外来種として問題となっている。

オジギソウとギンネムは全草にミモシンを含む。ミモシンは甲状腺ホルモン異常を引き起こす作用があり、脱毛作用がある。山羊では普通は好まないが、食べた時には部分的に脱毛を起こす。馬は感受性が高くほとんど食べない。牛では脱毛作用を引き起こし、かつては問題となったが、最近、ルーメンにミモシンを分解するバクテリアを注入する技術が開発され、無毒化できるようになった。

4) タデ科、アカザ科に含まれるシュウ酸

タデ科のイタドリ・スイバ・ギシギシ等にはシュウ酸(図8)が含まれ、牧草地で食べ残されることが多い。イタドリ・オオイタドリは日本在来の雑草であるが、ヒメスイバ・アレチギシギシ・ナガバギシギシ、エゾノギシギシ等は明治時代以降に日本に侵入した外来植物である。



シュウ酸はサトイモ科のミズバショウ・ザゼンソウ・コンニャク等では、不溶性のカルシウム塩として存在しており、この針状結晶は動物に対して刺激性が強いため、大量に摂取することは少ない。

これに対し、カタバミ科カタバミ属 (*Oxalis*)・タデ科ギシギシ属 (*Rumex*) のスイバ、ヒメスイバ、アレチギシギシ、エゾノギシギシおよびオオイタドリでは、可溶性のシュウ酸カリウムを、アカザ科の植物ではシュウ酸ナトリウムを含むので、家畜が大量に摂取して中毒することがある。中毒症状は消化器粘膜への刺激、体内のカルシウムと結合することによるカルシウム欠乏症状や腎臓でのシュウ酸カルシウムの結晶による尿管閉塞などである。

5) ヒルガオ科種子に含まれる下剤成分

アサガオ、アメリカアサガオ、ヒルガオやマルバルコウなどのヒルガオ科植物の種子には、樹脂配糖体ファルビチンが存在し、家畜が食べると下痢をする。ファルビチンの構造は複雑で、配糖体酸のファルビチン酸とメチルブチル酸、チグリン酸、ニール酸という3種類の有機酸からなり、ファルビチン酸を酸で加水分解すると単糖類のグルコース、ラムノース、キノボースと脂肪酸メチルのイプロール酸メチル類が生成する。ファルビチンは体内で加水分



写真4 クサノオウ

解されてアルカリ塩となり、大腸を収縮させて下痢を起こすといわれている。

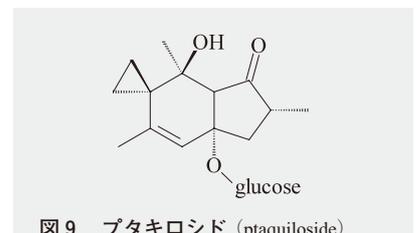
6) ケシ科雑草に含まれるアルカロイド

ヒナゲシ (*Papaver rhoeas*) はケシ科でケシに近い植物であるが、モルヒネのような規制対象となる麻薬成分は含まない。しかし、ロエアジン、ロエアゲニンなどの有毒アルカロイドを含む。

クサノオウ (*Chelidonium majus*) は路傍や荒地に自生する雑草で、初夏に黄色い4弁花を咲かせる。茎はもろく、傷つけると黄色の乳液を分泌する。この液に有毒アルカロイドのケリドニンを含む。ケリドニンは抗癌作用・鎮痛・痙攣防止作用が知られ、漢方では胃癌や鎮痛薬として用いたことがあるが、毒性が強いため現在ではほとんど使用されない。ケリドニンは大脳中枢を麻痺させる作用もある。家畜は一般にこれを避けるので、自然状態で中毒の報告はほとんどないが、強制的に食べさせると中枢神経麻痺や知覚麻痺を起こす。

7) ワラビの発癌物質

ワラビは我国で古くから山菜として利用されてきた。しかし、野原に生育するワラビは家畜に有毒である。有害成分は



発癌物質プタキロシド(図9)で、その投与で牛の急性ワラビ中毒が確認された。しかし、牧草地からワラビの除去が進み、中毒は減っている。また、人の食用としては、日本古来の灰汁抜き手法で無毒化

できるので、食用は禁止されていない。

8) コンフリー等のピロリジジナルカロイド

コンフリー
(ヒレハリソ
ウ)は、ヨー
ロッパ原産
で、野菜や
薬用植物と
して利用さ
れてきた。し

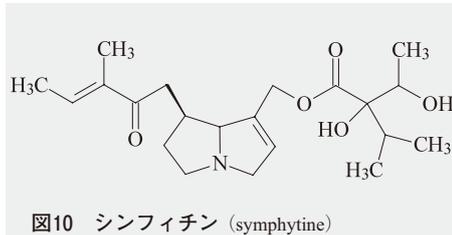


図10 シンフィチン (symphytine)

かし、近年、葉に動物に肝障害を引き起こすピロリジジナルカロイド：シンフィチン(図10)が15~55mg/g含まれることが明らかになり、厚生労働省は2004年に食品としての販売を禁止し、農水省もコンフリーを含む飼料の利用を自粛するよう指導している。ピロリジジナルカロイドは、ムラサキ科のヘリオトロプや緑肥に使うマメ科タヌキマメ属(*Crotalaria*)、キク科シロタエギクの類(*Senecio*)にも含まれており、特定外来生物二次指定候補のナルトサワギク(*Senecio madagascariensis*)も牧草地に繁茂したとき、家畜毒性の面から注意が必要である。

9) キンポウゲ科のプロトアネモニン

オクラホマなどアメリカ合衆国中西部の牧場では、黄色い花が咲く、バターカップ(*Butter cup*)と呼ばれる雑草が食べ残されて目に付く。バターカップは、キンポウゲ科

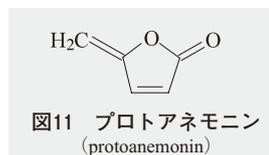


図11 プロトアネモニン (protoanemonin)

の植物で、ウマノアシガタ(*Ranunculus acris*)および類似した*R. repens*, *R. harveyi*を指す。体内に、ラナンキュリンという配糖体を含み、これが加水分解されて生じるプロトアネモニン(図11)が刺激性成分で、牛は食べるのを避けるため、放牧地で目立つ。この物質は、他のキンポウゲ科植物、たとえばキツネノボタン(*R. glaber*)、オキナグサ(*Pulsatilla cernua*)、センニンソウ(*Clematis paniculata*)、アネモネ(*Anemone coronaria*)にも含まれている。

プロトアネモニンによる中毒症状は、皮膚に対する刺激(人間では赤く腫れる)、口内の腫れ、胃腸炎、疝痛、下痢、血便、嘔吐などであり、重症の場合は、呼吸が緩慢になり瞳孔が拡大し死に至ることがある。

3 まとめ

昔は植物に由来する家畜中毒は十分に認知されておらず原因不明な事故として処理されることもあったが、最近では有毒物質も認知されてきて、その事故も少なくなっている。最後に考えられる対策についてご紹介する。

- 1) 中毒物質がはっきりしている場合には、その物質を含まない品種を利用する。
- 2) 家畜中毒の多くは、中毒物質を含む単一草種で構成される草地に粗放に放牧し、長期に大量に摂取した場合に多いので、混播草地や混合給与にする事でリスクを軽減する。
- 3) 家畜自身は通常では有毒成分を含む雑草を嫌い、多く食べない習性がある。もし間違っって食べて異常が認められた場合には、獣医等に相談する。
- 4) 飼料畑や草地に疑わしい雑草が侵入する一番の原因は、粗放的な圃場管理と単一草種の連作である。除草剤を有効に利用した輪作体系を導入することが望ましい。
- 5) 雑草の種子は未熟堆肥の散布によって広がる事が多い。堆肥は完熟化し、その発酵熱で種子を死滅させる。

もし、読者の皆様の周辺で、見知らぬ外来植物が大発生し、家畜が食べなかったり、中毒しているような事例をご存じでしたら、ぜひお教え下さい。

参考文献：

- 1) 家畜有毒植物学 (1942), 宮本三七郎・大川徳太郎著, 克誠堂.
- 2) 食品の毒性学 (1978), von Ernst Lindner著, 羽賀正信・赤木満州雄訳, 講談社サイエンティフィック.
- 3) Cheeke, P. (1995), Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. J. Animal Sci., 73, 909-918.
- 4) 藤井義晴 (2003), ヘアリーベッチの他感作用と農業への利用および作用成分シアナミドの発見, 農業および園芸, 78, 958-966.
- 5) 牧草・毒草・雑草図鑑 (2005), 清水矩宏・宮崎茂・森田弘彦・廣田伸七編著, 畜産技術協会, -