

## 自給飼料の安全性確保とガイドラインの制定

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
著者	宮崎, 茂
巻/号	61巻1号
掲載ページ	p. 134-140
発行年月	2007年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 自給飼料の安全性確保とガイドラインの制定

宮崎 茂\*

## 1. はじめに

飼料は、家畜の成長と畜産物の生産に必要な栄養素を供給する重要な農業資材であり、飼料に有害な化学物質や病原微生物が含まれていると、家畜の健康に悪影響を及ぼして生産性を阻害するだけでなく、有害な化学物質や微生物が畜産物に残留してヒトの健康を害する可能性もある。したがって、家畜に給与するすべての飼料について、その安全性を確保する必要がある。

一方、食料自給率向上の一環として、畜産物の自給率を向上させるための取り組みが進められている。畜産物の自給率を高めるためには、その生産資材である飼料の自給率を高める必要がある。飼料の自給率を高める方策としては、粗飼料の自給率を100%とすることおよび食品残さの飼料化の2つが柱として考えられている。

ここでは、飼料の安全性に関する法規制について再確認するとともに、自給粗飼料および食品残さ利用飼料の安全性確保に特有の問題について概説する。さらに、飼料の安全性確保のために制定されている、各種のガイドラインについても紹介する。

## 2. 飼料安全法による規制

飼料の安全性に関する法律として、「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」（以下、飼料安全法）がある。

飼料安全法の目的は、飼料及び飼料添加物の製造、貯蔵、使用等に関する規制、飼料の公定規格の設定や検定等を行うことにより、飼料の安全性の確保と品質の改善をはかり、飼料が原因となって有害な畜産物（有毒な化学物質や有害な微生物に汚染された畜産物）が生産されることを防ぐことと、飼料が原因となって家畜に障害（中毒や感染症）が起きて生産性を阻害することがないようにするということである。

これら二つの目的のため、飼料の製造においては、有害物質や病原微生物により汚染されたり、またはその疑いがある原料を用いてはならないことが、飼料の使用においても、有害物質や病原微生物により汚染されたり、またはその疑いがある飼料を使用してはならないことが定められている。つまり飼料安全法では、有害な物質を含んでいたり、病原微生物で汚染されている飼料の製造や使用が禁止されている。具体的な飼料および飼料添加物の製造、使用、保存の方法や、飼料および飼料添加物の成分規格については、「飼料及び飼料添加物の成分規格等に関する省令」（規格等省令）が定められている。

有害な物質を含んではならないといっても、有害物質の汚染をゼロにすることはできない。そこで、主要な有害化学物質については、科学的データに基づいた許容基準が定められている。農薬については、平成18年5月に施行された食品のポジティブリスト制に対応し、畜産物に残留する農薬がポジティブリスト制による基準値以下になるよう、規格等省令が改正され、飼料に含まれる農薬の基準値が制定された。対象農薬とその基準値に関する情報は、肥料検査所のウェブサイト（<http://www.affis.go.jp/sub8/sub1.htm>）にある、「飼料及び飼料添加物の成分規格等に関する省令」（平成18年5月22日・農林水産省令第49号により一部改正）の「新旧対照表」で入手できる。飼料を汚染する可能性のあるマイコトキシン（カビ毒）については表1のような基準値が定められている。

また、牛海綿状脳症（BSE）の発生を防止するため、家畜への動物性たん白質の給与は基本的に禁止し、安全が確認されたものについては例外的に認めるという考え方で規制されている（表2）。

## 3. 自給粗飼料の安全性確保に関する問題点

### (1) マイコトキシン（カビ毒）

カビは身の回りのいたるところに存在する微生物

\*（独）農業・食品産業技術総合研究機構

動物衛生研究所 安全性研究チーム（Shigeru Miyazaki）

物で、その中には、食品の製造に利用されたり、医薬品の製造に使われたりするものもある。しかし、植物に病害を起こしたり、ヒトや動物の肺炎やアレルギーの原因となったり、中毒を起こす物質をつくったりして、有害作用を示すカビもある。カビが作る二次代謝産物のなかで、ヒトや動物に対して有毒な物質をマイコトキシンあるいはカビ毒と呼ぶ。主なマイコトキシンとその毒性については、文献を

参考にしていただきたい<sup>1)</sup>。

マイコトキシンを産生するカビは主に穀類に寄生するため、粗飼料のマイコトキシン汚染実態についてはほとんど調査されていなかった。しかし、出口らによるトウモロコシサイレージのデオキシニバレノール汚染調査の結果、トウモロコシサイレージのなかには、ppmレベルのデオキシニバレノールに汚染されたものがあることが明らかになった<sup>2)</sup>。

表1 飼料安全性による飼料中マイコトキシンの規制

マイコトキシン	規制対象	許容基準 (ppm)
アフラトキシンB <sub>1</sub>	配合飼料 (牛, 豚, 鶏およびうずら用)	0.02
	配合飼料 (ほ乳期子牛, 乳用牛, ほ乳期子豚, 幼すうおよびブロイラー前期用)	0.01
ゼアラレノン	飼料中 (家畜用)	1.0
デオキシニバレノール	飼料中 (生後3ヶ月以上の牛用)	4.0
	飼料中 (上記以外の家畜等用)	1.0

表2 動物性飼料原料の利用規制状況

主な対象品目	由来	給与対象			
		牛など	豚	鶏	養魚
ゼラチンおよびコラーゲン (確認済のもの)	ほ乳動物				
乳, 乳製品	ほ乳動物				
卵, 卵製品	家きん				
骨灰, 骨炭 (一定の条件で加工処理)		○	○	○	○
第2リン酸カルシウム (鉱物由来, 脂肪・たん白を含まないもの)	ほ乳動物 家きん, 魚介類				
動物性たん白質	牛など	×	×	×	×
	豚又は馬 (確認済のもの)				
	家きん (確認済のもの)				
魚粉などの魚介類由来たん白質 (確認済のもの)	魚介類	×	○	○	○
チキンミール, フェザーミール (確認済のもの)	家きん				
蒸製骨粉, 加水分解たん白 (確認済のもの)	家きん				
肉骨粉, 蒸製骨粉, 加水分解たん白	豚 (確認済のもの)	×	○	○	×
	豚・家きん混合 (確認済のもの)				
	牛など	×	×	×	×
肉類を含む食品残さ (残飯)	ほ乳動物	×	○	○	×
	家きん, 魚介類				

注1 表に記載されていない動物性たん白質は飼料への利用はできない (蹄粉, 魚粉, 皮粉, 獣脂かすなど)。

注2 「牛など」には牛, めん羊, 山羊およびしかが含まれる。

注3 「確認済のもの」とは, 基準適合することについて農林水産大臣の確認を受けた工場の製品のこと。

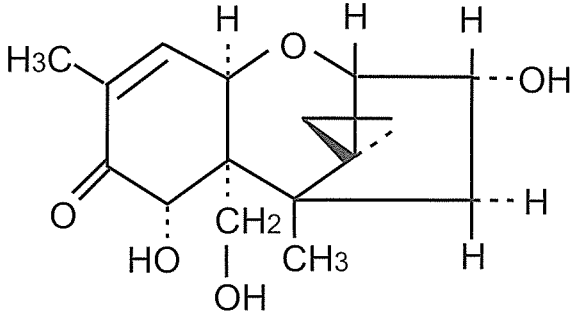


図1 デオキシニバレノールの構造

また、平岡らの調査では、一部の飼料稲サイレージから微量のゼアラレノンが検出されている<sup>3)</sup>。

デオキシニバレノール(図1)は、フザリウム属のカビ(赤カビ)が産生するトリコテセンマイコトキシンの一種で、蛋白質や核酸の合成を阻害する作用があるほか、セロトニン介在ニューロンに作用して、食欲低下や嘔吐を誘発する。また、摂取量によって免疫機能の亢進あるいは低下を誘発する。

ゼアラレノン(図2)もフザリウム属のカビが産生するマイコトキシンで、エストロゲン様作用を有し、家畜の外陰部の肥大や死流産などを引き起こす。

飼料中のデオキシニバレノールおよびゼアラレノンについては表1に示したような規制が取られており、報告されている汚染状況はこの基準を大きく超えるものではない。しかし、自給粗飼料の生産拡大と利用を促進するためには、自給粗飼料のマイコトキシン汚染実態の調査、マイコトキシン汚染のメカニズムの解明、汚染防除法の検討などを実施するとともに、これらのマイコトキシンの家畜への影響についても詳細に検討し、適切なリスク管理を行うことが必要である。

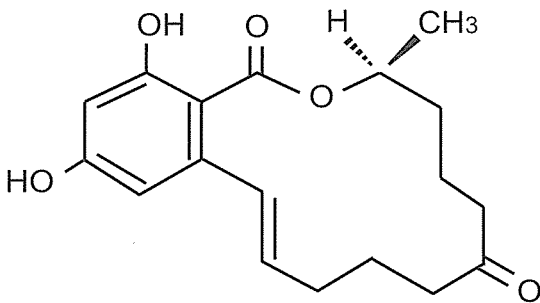


図2 ゼアラレノンの構造

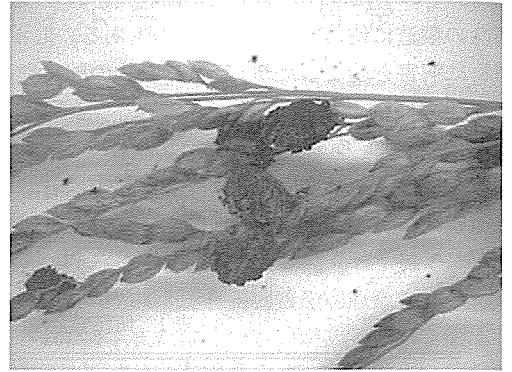


図3 稲こうじ病発生イネ

## (2) 稲こうじ病

稲こうじ病は、原因菌 *Ustilaginoidea virens* が起こすイネの病害で、籾にのみ発生する。出穂7-10日目頃から小菌塊が現れ、しだいに籾を包み込むようになる。病籾は、初めは黄緑色であるが経過とともに暗緑色になり、老化した病籾では外側に割れ目が見られる(図3)。

稲こうじ籾の哺乳動物に対する毒性の報告はふるくからあった<sup>4)</sup>。稲こうじ籾に含まれる毒性物質については、1990年代にウスチロキシシン(ustiloxin)の単離が報告されている。ウスチロキシシンは、環状ペプチド構造を持つ化合物のグループで、A-Eの5種が報告されている<sup>5)</sup>、最も多く存在するのはウスチロキシシンAである(図4)。ウスチロキシシンの構造は、ルーピンに寄生する *Phomopsis leptostromiformis* が産生するマイコトキシンの phomopsin に類似した構造をしており、その中毒症状も、phomopsin 中毒に似ている<sup>6)</sup>。また、稲こうじ籾の着色物質として、ウスチラジノイジン(ustilaginoidin)も単離されている<sup>7)</sup>。この物質は、*Chaetomium thielavioideum* が産生するマイコトキシンのケトクロミン(chtaetochromin)と類似の物質である。

このように、稲こうじの哺乳動物に対する毒性および稲こうじ籾に含まれる生理活性物質については一定の情報がある。しかし、稲こうじ籾にウスチロキシシンやウスチラジノイジン以外の毒性物質が含まれているかどうかという点や、飼料稲サイレージに含まれる程度の稲こうじ籾で、牛に対する悪影響が現れるかどうかは不明である。

休耕田の有効利用および飼料の自給率向上のた

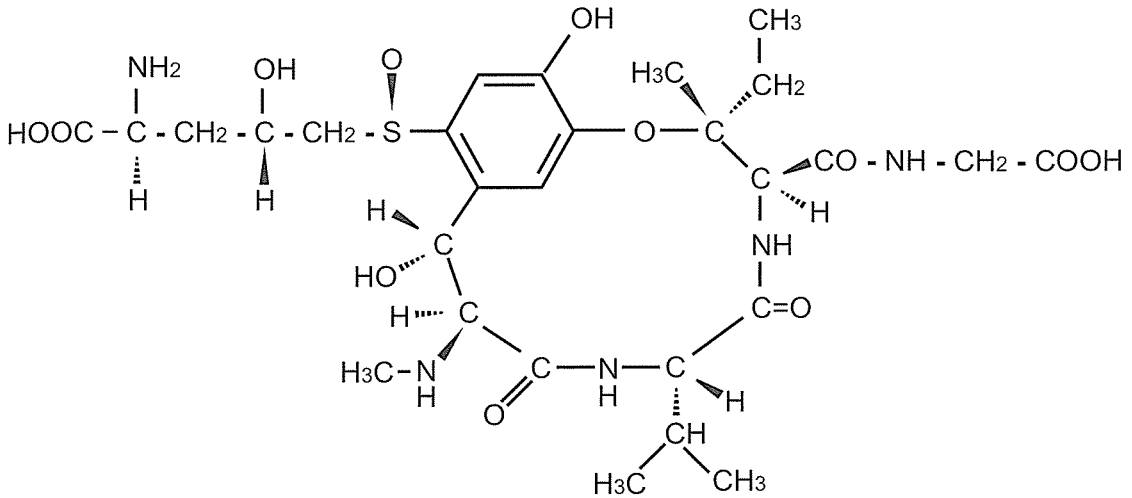


図4 ウストロキシン A の構造

め、飼料用イネの栽培・利用が推進されているが、飼料用イネの有効利用のためにはその安全性を確保することが必須である。稲こうじ病罹病イネ給与が牛に及ぼす影響や、稲こうじ粕に含まれる有毒物質の畜産物への残留の可能性について、詳細に検討する必要がある。

また、イネのその他の病害についても、病原菌のつくる植物毒素類などの家畜に対する影響を検討する必要がある。飼料用イネの場合は、穀実のみでなく茎葉も給与するので、ヒトの食用に供されない茎葉部へ蓄積するこれらの物質の安全性も確認する必要がある。

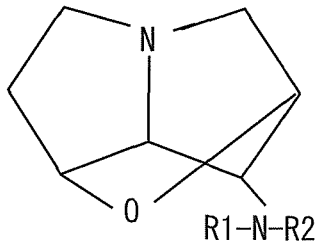
### (3) エンドファイトが産生する生理活性物質およびファイトアレキシン

ファイトアレキシンやエンドファイトが産生する生理活性物質は植物にとって有用であるため、ファイトアレキシン誘導物質（エリシター）の開発や、植物への有用形質導入のためのエンドファイトの利用など、これらの物質の積極的な利用が図られている。

ファイトアレキシンは、病原菌の感染などに反応して植物が産生する生理活性物質で、植物の生体防御に重要な役割を持っている。しかし、一部のファイトアレキシンは、これを摂取した動物に強い毒性を示す。たとえば、カビの発生や害虫による食害などのストレスに反応してサツマイモが産生する、イポメアマロン（ipomeamarone）、1-イポメアノール

（ipomeanol）、4-イポメアノールなどの3位が置換されたフラン化合物は、これを摂取した家畜に急性の肺気腫を起こす。また、イポメアマロンには肝毒性も報告されている。植物の病害防除にファイトアレキシンを活用する際には、ファイトアレキシンの家畜やヒトに対する影響についても留意する必要がある。

イネ科牧草に感染するネオティフォディウム属エンドファイトは、昆虫忌避物質など植物の生育等に有用な生理活性物質を産生するが、一部のエンドファイトは神経毒のロリトレム（lolitrem）やエルゴバリン（ergovaline）などの麦角アルカロイドを産生し、これを摂取した家畜に中毒を起こす。そこで、昆虫忌避物質などの有用物質は産生するが、これらの有毒物質を産生しないエンドファイトを利用した、イネ科牧草への有用形質導入が試みられている。ネオティフォディウム属エンドファイトが産生する昆虫忌避物質として、ロリンアルカロイド（図5）、ペラミン（図6）などが知られている。しかし、これらの生理活性物質の家畜に対する影響や、畜産物に残留してヒトに悪影響を及ぼす可能性の有無についてはほとんど検討されていない。エンドファイトが産生する生理活性物質の有効利用のためには、これらの物質の家畜やヒトに対する影響について、十分確認しておく必要がある。



	R1	R2
loline	CH <sub>3</sub>	H
N-acetylloline	CH <sub>3</sub>	COCH <sub>3</sub>
N-formylloline	CH <sub>3</sub>	CHO
N-acetylnorloline	H	COCH <sub>3</sub>

図5 ロリンアルカロイドの構造

#### 4. 食品残さ利用飼料の安全性確保に関する問題点

##### (1) 食品残さ利用飼料において想定される危害要因

食品残さは本来人間が食べるものの一部であるから、排出時点では基本的に安全である。しかし、食品残さは水分含量の高いものが多く、腐敗菌が増殖しやすい。また、一度食卓に出された残さでは、割り箸、爪楊枝、たばこ、プラスチック類などの異物が混入するおそれもある。食品残さの飼料への利用において想定される危害要因とこれに対する対応については、「食品残さの飼料化(エコフィード)を目指して - 飼料化マニュアル(平成17年度版)-」<sup>8)</sup>に詳しく記載されているが、その概要は以下のとおりである。

##### 1) 細菌やカビの増殖

飼料の製造工程に入るまでの保管が不適切だと、腐敗菌やカビが容易に増殖する。一度食卓に出された食品の残さは時間が経過していることが多いので、特に注意が必要である。

増殖した細菌やカビは、加熱処理すれば死滅するが、一部の細菌やカビは、加熱処理では容易に無毒化できない毒素をつくる。たとえば、黄色ブドウ球菌は耐熱性のエンテロトキシンという毒素を作り、これは調理程度の加熱では分解しない。また、多くのマイコトキシンも、調理程度の加熱では無毒化できない。また、腐敗菌が増殖すると、食品残さ中の

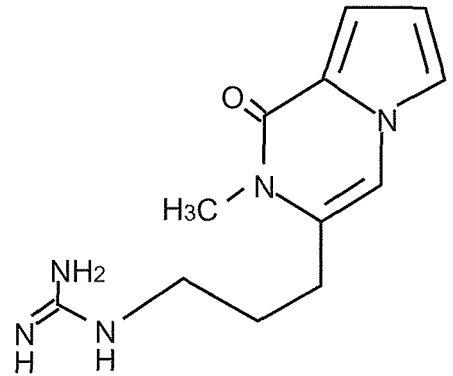


図6 ペラミンの構造

成分が変化し、有毒なアミンが生成される。

このように、細菌やカビが増殖すると有毒な物質が産生され、加熱処理では完全に無毒化できない。したがって、食品残さで細菌やカビが増殖しないよう、原料の品質管理を徹底することが重要である。具体的には、低温での保存と飼料製造工程に入るまでの時間短縮が重要である。

さらに、サルモネラなどを媒介するネズミ、野鳥、ゴキブリ、ハエなどが侵入しないよう、密閉容器で保管すべきである。なお、飼料のサルモネラ汚染を防ぐため、「飼料製造に係るサルモネラのガイドライン」(畜産局流通飼料課長通知)が制定されており、食品残さ利用飼料の製造にあたって、これが参考になる

##### 2) 家畜伝染病の媒介

食肉などの畜産物が家畜に病気を起こす微生物に汚染されていると、これを原料とした飼料を介して、別の家畜に伝染病を伝播してしまうことがある。EUでは、豚コレラや口蹄疫が食品残さ利用飼料を介してまん延してしまった経験から、食肉の混入した食品残さを飼料として用いることを原則禁止している。

わが国では、「豚コレラに関する特定家畜伝染病防疫指針」(平成18年3月31日付け農林水産省消費・安全局長通知)において、「畜産物を含む食品残さを給与している豚の所有者に対し、当該食品残さについて適切な処理を行うこと及び未処理の食品残さについては、豚の飼養場所と完全に隔離することについて指導」とされ、「適切な処理」については、70℃、30分以上または80℃、3分以上の

加熱処理という基準が示されている。なお、加熱にあたっては、原料の内部まで十分加熱されていることを確認する必要がある。また、生肉の混入がない飼料についても、病原微生物による汚染を防止するためには、上記条件での加熱処理をするのが望ましい。

BSEの発生を防止するため、家畜への動物性たん白質の給与は基本的に禁止されているが、肉類を含む食品残さは、豚と鶏の飼料にのみ例外的に使用が認められている(表2)。すなわち、牛肉を含む食品残さも、豚および鶏の飼料として利用できる。これは、食品としての牛肉は、BSE予防の観点からもその安全性が確認されているためである。

動物性たん白質を含まない残さについても、動物性たん白質と完全に分離された施設の事業場から排出された原料を使い、「反すう動物用飼料への動物由来たん白質混入防止に関するガイドライン」(消費・安全局長通知)に準拠した「A飼料」として管理されているもの以外は、牛に給与することはできない。

### 3) 混入物

一度食卓に出た食品の残さ(食べ残し)では、はし、楊枝、たばこ等の異物が混入する可能性がある。また、スーパーなどでの売れ残り食品等では、プラスチック類の混入も考えられる。さらに、事業系調理残さ等では、洗剤などの混入も考えられる。

混入したはし、楊枝、金属製のスプーン、プラスチックなどは、物理的に家畜の消化管粘膜を傷つける。飼料製造工程での加熱条件によっては、プラスチックから添加剤が溶出したり、ポリマーが低分子化する可能性も否定できない。

したがって、残さ排出段階での厳格な分別や、飼料製造段階での混入物の除去に十分留意する必要がある。

### 4) 化学物質

食品残さは、排出時点では農薬、重金属、マイコトキシンなどの有害物質が高濃度に汚染している可能性はほとんどない。しかし、食品残さの保管・運搬の過程や飼料への加工過程で、有害な化学物質に汚染する可能性もあるので十分な注意が必要である。

なお、食品残さには食品添加物が含まれているが、食品添加物の安全性は動物試験等で確認されてい

ることから、食品残さ利用飼料に食品由来の食品添加物が含まれていても飼料安全法上は問題がない。しかし、食品残さの飼料化の課程で食品添加物を使用することは飼料安全法に反するので、飼料添加物に指定されたものを使用しなければならない。

## 5. 飼料の安全性確保のためのガイドライン

飼料の安全性を確保するための法律として飼料安全法があり、これに基づく行政措置のために各種の省令、通知等が制定されている。さらに、飼料の安全性に関する個別の重要問題については、飼料安全法を遵守するための具体的方策を示した、各種の「ガイドライン」が制定されている。

本文でもふれたように、家畜の疾病やヒトの食中毒の原因となるサルモネラは飼料を介して伝搬することが多いので、飼料のサルモネラ汚染防止対策に万全を期するため、「飼料製造に係るサルモネラのガイドライン」(平成10年6月30日付け農林水産省畜産局流通飼料課長通知)が制定されている。

BSEは牛の飼料に使われた肉骨粉などの動物性飼料原料を介してまん延したため、家畜への動物性たん白質の給与は基本的に禁止されている。とくに、牛などの反すう家畜へ給与する飼料については、動物性蛋白質の混入について厳密に管理する必要がある。そのため、「反すう動物用飼料への動物由来たん白質の混入防止に関するガイドライン」(いわゆるABガイドライン、平成15年9月16日付け農林水産省消費・安全局長通知)が定められている。

食品残さ利用飼料の安全性を確保するためには、本文で述べた危害要因を排除するために製造工程管理を適切に実施することが必要である。しかし、食品残さの飼料化においては、これまで飼料の製造に関わった経験のない他業種からの新規参入業者も参画している。そこで、飼料安全法を遵守して安全な食品残さ利用飼料を製造および使用するため、「食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドライン」(平成18年8月30日付、農林水産省消費・安全局長通知)が制定された。本ガイドラインは、①目的、②用語の定義、③原料収集、製造等に関する基本的な指針、④製造等管理体制、⑤農家における製造、保管および使用から構成されている。食品残さは本来ヒトの食用にするものに由来して

いるから、排出時点では基本的に安全なはずである。しかし、調理残さおよび食べ残しについては、異物の混入、微生物汚染、排出から製造までの保管方法など、安全確保上問題となる事項が多いため、とくに排出元の責任を明確にし、取るべき具体的方策を示したものとなっている。

## 6. おわりに

飼料の自給率を高めるための取り組みである自給粗飼料の増産・利用および食品残さの飼料化を進展させていくためには、その安全性の確保がきわめて重要である。そのためには、飼料安全法の精神を十分理解し、飼料の製造および利用にあたって必要な措置をとるとともに、リスク管理のための研究および技術開発を推進していく必要がある。本文がそのための一助になれば幸いである。

なお、飼料安全法とこれに付随する諸規定および「ガイドライン」は、(独)肥飼料検査所のウェブ

サイト (<http://www.ffa.go.jp/>) から入手できる。

## 引用文献

- 1) 宮崎 茂 (2004) 家畜に対するマイコトキシンの影響. 臨床獣医. 22(4) :10-13.
- 2) 出口健三郎ら (2005) 十勝管内で生産されたサイレージにおけるマイコトキシンの実態調査およびエライザキットの有効性. 北草研報. 39:49.
- 3) 平岡久明 (2006) 自給飼料のマイコトキシン汚染と市販エライザキットの応用. 第59回マイコトキシン研究会講演要旨. 17-18.
- 4) 諏訪幹雄 (1915) 稲麴ノ研究第一回報告. 医学中央雑誌. 13:661-686.
- 5) Koiso, Y. *et al.* (1994) Ustiloxins, antimitotic cyclic peptides from false smut balls of rice panicles caused by *Ustilagoidea virens*. J. Antibiot. , 47:765-773.
- 6) Nakamura, K. *et al.* (1994) "Lupinosis"-like lesions in mice caused by ustiloxin, produced by *Ustilagoidea virens*: a morphological study. Nat. Toxins, 2:22-28.
- 7) Koyama, K. and Natori, S. (1998) Further characterization of seven bis(naphtho- $\gamma$ -pyrone) congeners of ustilaginoidins, coloring matters of *Claviceps virens* (*Ustilagoidea virens*). Chem. Pharm. Bull. 36:146-152.
- 8) 全国食品残さ飼料化行動会議. (2006) 食品残さの飼料化(エコフィード)を目指して - 飼料化マニュアル(平成17年度版) -, 社団法人配合飼料供給安定機構