

特集：芝草病害

## 芝草類のウイルスとウイルス病

東京大学大学院植物病理学研究室 山 下 修 一

## はじめに

イネ科に属する芝草類は我が国では暖地型・寒地型あるいは日本シバ・西洋シバなどとして大別され、公園、競技場、ゴルフ場、校庭、のり面、庭園、あるいは牧草などとして利用され、多様である。芝草類に発生するウイルスはこれまでに多数見出され、15属30種余り(LAPIERRE and SIGNORET, 2004; 山下, 2001)知られているが、我が国での発生・研究は少ない。

芝草類のウイルスは我が国では日本シバで2種が確認されている。西洋シバでは芝地での発生は未明だが、牧草あるいは野生株で知られている。ここでは併せて紹介する。

## I 日本シバのウイルス

*Zoysia* 属は東アジア原産とされ、我が国ではノシバ(*Z. japonica*)とコウライシバ(ヒメシバ, *Z. tenuifolia*)が主たるもので、特に前者は北海道南部まで広く野生する。本属に発生するウイルスは2種知られている。

1 シバモザイクウイルス (*Zoysia mosaic virus*, ZMV)

植栽、野生のノシバに広く発生し、モザイク～斑紋(図-1)を生じ、潜在する例もある(鳥山・興良, 1972)。地域によっては全株が感染している場合もあるが、被害査定は未詳である。萎縮やえそなどは特に認められない。コウライシバでは少ないが症状は類似し、いずれもモザイク病と称される。ウイルス粒子は約750×12nmのひも状で、感染植物では各種細胞の細胞質に散在あるいは集塊して観察され、同時に束状や風車状の細胞質封入体特徴的に認められる。

本ウイルスは汁液接種が可能で、ノシバ、コウライシバに全身感染するが寄主範囲は狭い。本ウイルスはアブラムシ類で伝搬されると思われるが、その試験はない。日本シバは通常、張り芝として栄養繁殖されるので、これで垂直伝染される。本ウイルスは形状より *Potyvirus* 科の *Potyvirus* 属と推定される。

## 2 コムギ斑紋萎縮ウイルス (Wheat mottle dwarf virus, WMDV)

本ウイルスは1978年に御殿場のノシバ栽培地で発生して問題となり、その後、千葉、東京の芝地のノシバ、コウライシバでも見出された(山下ら, 1978b)。病株はかすり模様の明瞭なモザイクを生じ、時にえそ条斑を伴うこともあり、著しく萎縮する(図-2a)。病葉より径約26nmの球形ウイルスが多数検出され、これは各種細胞の細胞質および液胞内に散在、集塊、時に特徴ある結晶配列をとる(図-2b)。本ウイルスは容易に純化され、浮遊密度1.44g/cm<sup>3</sup>、沈降係数約104Sで、1本鎖RNA(1.78×10<sup>6</sup>d)と1種の外被タンパク質(23K)を有する(野仲ら, 1984)。ノシバウイルスで作製した抗血清よりノシバとコウライシバのウイルスは同一で、また1977年に筆者らがコムギ(*Triticum aestivum*)より見出し、粒子形状や細胞内所在様式の類似した球形ウイルスとも血清的關係が認められた。そこで、ウイルスを標記のように命名し、病名をノシバ・コウライシバ萎縮病とした(山下ら, 1977; 1978a)。

本ウイルスの汁液接種は困難であった。シバとコムギという異種植物に同一ウイルスが存在することは、媒介生物の介在が推定される。予備的なウイルスゲノムの解析では、本邦未記載のウイルス群と思われる(YAMASHITA

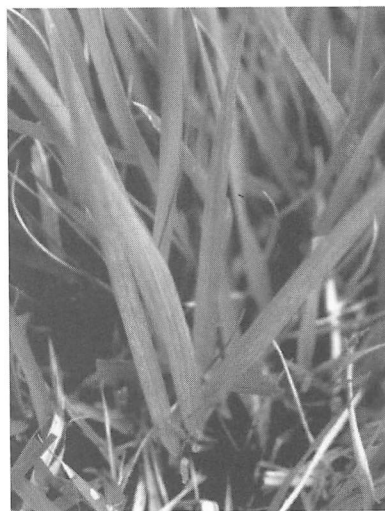


図-1 シバモザイクウイルス (ZMV) によるノシバの病徴

Viruses and Virus Diseases in Turfgrasses. By Shuichi YAMASHITA

(キーワード：芝草類、牧草、ウイルス、ウイルス病)

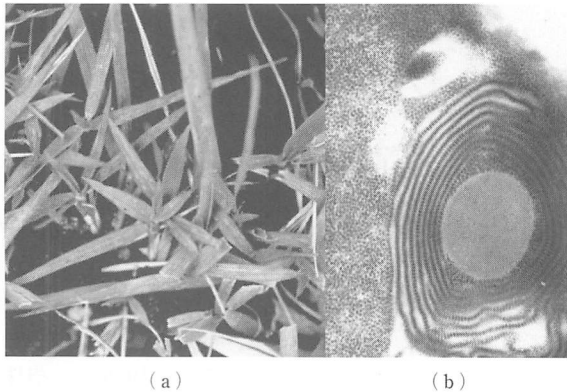


図-2 コムギ斑紋萎縮ウイルス (WMDV) に感染したノシバ (a) と細胞質内に集塊およびざや状配列したウイルス粒子 (b)

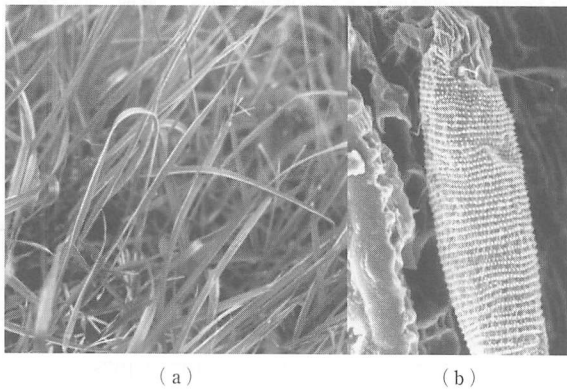


図-3 シバ葉巻モザイク病によるノシバの病徴 (a) と病原フシダニの走査電顕像 (b)

and Yokoi, 2004; 横井ら, 私信)。

### 3 シバ葉巻モザイク病 (仮称: *Zoysia leaf curl mosaic*)

ノシバ, コウライシバで新葉に黄色～白色斑, モザイク, 葉縁の葉巻あるいは葉先が葉巻部に留まり展開不良となる病株が本邦各地で観察された (図-3 a)。集団発生すると坪状黄化として認められた。本病は植栽あるいは山野や路傍に野生するノシバで12県, コウライシバで4県に認められ, その広い発生・分布が知られた。当初, 本病は病徴よりウイルス病と推定されたが, 電顕的研究では病原と思われるウイルス粒子は検出されず, 汁液接種でも伝染は認められなかった。

筆者らは1980～90年ごろ, 病原不明のモザイクタイプやてんぐ巢タイプの多数の植物病が意外にも微小動物のフシダニ (Eriophyid mites) が起因することを明らかにした (山下, 1997)。そこで, 葉巻した疾患部をそのままあるいは多少乾燥後に実体顕微鏡で精査したとこ

ろ, 長さ200～300 $\mu$ m, 淡黄色～乳白色, 2対の脚を有するウジ虫状のフシダニが供試株すべてで検出された (図-3 b)。葉巻部の内部には白色～透明で軟弱なフシダニが多数観察された。フシダニは通常, 葉巻部に潜伏して生息して加害して病徴を生じると思われた。本病は病株から取ったフシダニの単独および集団放飼, あるいは切り出した葉巻葉を健全株に暴露することで病徴が再現された。病株では殺ダニ剤を処理することで新たに展開した葉では薬剤治療効果が見られ, また病株のフシダニ生息部位を除去した地下茎を繁殖すると病徴は生じなかった。

以上の所見より, 本病はフシダニによる直接害と推定された。ノシバとコウライシバの同様な病徴とフシダニはアメリカにおいて, 日本, 韓国より導入された *Zoysia* 類で概に報告 (BAKER et al., 1986) されており, フシダニを *Aceria zoysia* と同定した。そこで, 本フシダニをシバハマキフシダニ, 病名をシバ葉巻モザイク病とした (山下ら, 1993; 1996)。

## II 西洋シバのウイルス

### 1 ライグラス (*Lolium* spp.) のウイルス

牧草地のイタリアンライグラス (*L. multiflorum*) で3種のウイルスが記載されているが, 芝地での発生は知られていない。

#### (1) ライグラスモザイクウイルス (*Ryegrass mosaic virus*, RGMV)

葉にモザイクを生じるモザイク病は1982年に発見され, 東京, 栃木, 長野, 神奈川, 千葉, 山口などで知られており, 広く分布しているものと思われる。牧草地では古い圃場で認められるという。ウイルス粒子は700～750 $\times$ 12～13 nmのひも状で, 葉肉細胞の細胞質に風車状の細胞質封入体を誘導する。ウイルスは汁液接種可能で, イタリアンライグラス, ペレニアルライグラスに感染するが宿主範囲は狭い。反応に品種間差異がある (御子柴ら, 1982 a; 1982 b; 井上ら, 1993 a)。ウイルスは種子伝染せず, フシダニ科の一種 (*Abacarus* sp. と推定) で伝搬されるという (土居ら, 私信)。

本ウイルスは純化され, 1本鎖RNA (3.24 $\times$ 10<sup>6</sup> d), 2種の外被タンパク質 (約33 K, 34 K) を有し, 抗血清が作製され, 菌類で土壤伝搬するひも状のオオムギ縞萎縮ウイルスやオオムギマイルドモザイクウイルスとは血清的類縁はないという (井上ら, 1993 b)。本ウイルスはユーラシア, 北米, オーストラリアなどで知られ, *Potyviridae* 科の *Rymovirus* 属に分類される。

## (2) ライグラスモットルウイルス (Ryegrass mottle virus, RyMotV)

栃木県北部のイタリアンライグラスで葉に黄色の条斑紋、やや萎縮した株より径約 28 nm の小球形ウイルスが見出され、斑紋萎縮病と称された。ウイルスは汁液接種が容易で、イタリアンライグラスのほかコムギなどにも感染し、比較的寄主範囲は広い。現地では、オーチャードグラスでも発生しているという (TORIYAMA et al., 1983)。

本ウイルスは浮遊密度約  $1.366 \text{ g/cm}^3$ 、沈降係数約 108 S で、1 本鎖 RNA ( $1.5 \times 10^6 \text{ d}$ )、主要外被タンパク質 1 種 (26 K) (他に、微量の 17.5 K, 16.5 K) を有する。後述の *cocksfoot mottle virus* やイギリスの *ryegrass mottle virus* などイネ科植物に発生する数種の類似形状ウイルスとは血清的關係は認められず、未記載のウイルスとされた。本ウイルスはハムシ類で伝搬される未定科の *Sobemovirus* 属と推定されるが、媒介者は未詳である。

## (3) ムギ北地モザイクウイルス (Northern cereal mosaic virus, NCMV)

本ウイルスはウンカ類で永続伝搬し、虫体内増殖を行い、我が国では北海道、東北など寒冷地でムギ類に広く発生する。汁液接種は不可能であるが、イネ科植物で比較的寄主範囲は広い。ウイルスは被膜を有する桿菌状で感染植物では細胞質内に増殖に關与するピロプラズム (viroplasm) を生じる (図-4 a, b)。

1984 年、盛岡市で各種のムギ類とともに、黄白色条斑、萎縮を示すイタリアンライグラスより本ウイルスが電子顕微鏡で見出された (御子柴ら, 1984)。本ウイルスはヒメトビウンカで伝搬され、現地ではスズメノカタ



図-4 ムギ北地モザイクウイルスのネガティブ染色像 (a) と細胞質内で ER 内に集積した成熟粒子像 (b)

ビラ (*Poa annua*) やアキメヒシバ (*Digitaria violascens*) でも発生しているといわれ、これらがムギ類への感染源になる可能性が指摘されている。病名は北地モザイク病と称される。

2 オーチャードグラス (*Dactylis glomerata*) のウイルス

本種は多年生で永続性が高いとされ、通常牧草として利用されるが、路傍にも逸脱して野生する。

(1) コックスフットモットルウイルス (*Cocksfoot mottle virus*, CfMV)

1978 年に盛岡市、むつ市の牧草地、路傍で葉に明瞭なモザイク、えそ、条斑、多少萎縮した病株が見出され、これらは栃木県、長野県でも認められてモザイク病と称された (鳥山ら, 1982)。北海道や千葉でも確認される (図-5 a)。

ウイルス粒子は径約 28 nm の小球形で、各種細胞の細胞質、液胞内に散在あるいは集塊して観察される (図-5 b)。ウイルスは汁液接種可能で、オーチャードグラス、コムギなどに高率に感染する。ウイルスは不活化温度  $80 \sim 85^\circ\text{C}$  で、1 本鎖 RNA ( $1.4 \times 10^6 \text{ d}$ )、1 種の外被タンパク質 (29 K) を有する。

本ウイルスは海外の CfMV と血清的關係が認められることから CfMV と同定された。本ウイルスも未定科の *Sobemovirus* 属に所属すると推定されるが、媒介者は未詳である。

## (2) ライグラスモットルウイルス (Ryegrass mottle virus, RyMotV)

本ウイルスは、前述のイタリアンライグラスとともに栃木県で 1982 年に知られた。オーチャードグラスではえそ、モザイクを生じるという (御子柴ら, 1982 b)。病名は斑紋萎縮病とされる。ウイルスについては“II 章 1 節”を参考いただきたい。

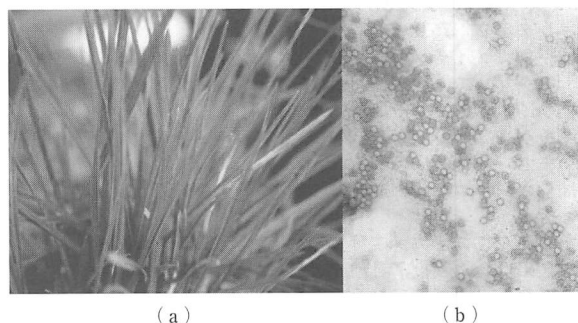


図-5 コックスフットモットルウイルス (CfMV) によるオーチャードグラスの病徴 (a) と粒子のネガティブ染色像 (b)

### 3 リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea*) のウイルス

#### (1) リードカナリーグラスモザイクウイルス (Read canary mosaic virus, RCMV)

本種はクサヨシとして野生する。本種のモザイク病は東京、埼玉で最初に報告されたが、多分、広く分布すると推定される。本病はモザイク、斑紋、潜在を示し、汁液接種でリードカナリーグラス、イタリアンライグラスに感染し、モモアアブラムシで伝搬されるという。ウイルスは不活化温度 45 ~ 50°C, 希釈限度 500 ~ 1,000 倍, 保存限度 24 時間で、ウイルス粒子は約 750 × 12 ~ 13 nm のひも状で、細胞内では細胞質に束状、風車状の細胞質封入体を生じる (鳥山・興良, 1972)。本ウイルスは *Potyvirus* 科の *Potyvirus* 属と推定されるが、詳細は不明である。

#### おわりに

我が国では芝地で利用される芝草類は日本シバ、西洋シバがある。日本シバのシバモザイクウイルス (ZMV) は広く分布し、普遍的である。コムギ斑紋萎縮ウイルス (WMDV) はノシバでかなりの被害を生じた。本ウイルスはノシバ、コウライシバ、コムギで発生が認められたが、これは媒介生物の存在を推定させ、その生態究明は重要な課題である。本ウイルスのゲノム解析は推進中であるが、本邦では未記載の属の可能性がある。西洋シバでは比較的古い圃場の牧草あるいは路傍に自生する地域

で認められるが、芝地での発生は知られていない。これには芝地で利用される西洋シバは草種が比較的少なく、また植栽期間が短いことも関係する。

芝草類の用途は今後、人間活動の多様化とともにさらに普及するであろう。芝地でのウイルス病と被害はこれまで限定されているが、さらにウイルスとウイルス病を調べたい。

#### 引用文献

- 1) BAKER, E. W. et al. (1986): *Internat. J. Acarol.* 12: 3 ~ 6.
- 2) 井上 與ら (1993 a): 日植病報 59: 66.
- 3) ————ら (1993 b): 同上 59: 326.
- 4) LAPIERRE, H. and P. A. SIGNORET, eds. (2004): *Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae)*, INRA, Versailles, 857pp.
- 5) 御子柴義郎ら (1982 a): 日植病報 48: 79.
- 6) ————ら (1982 b): 同上 48: 129.
- 7) ————ら (1984): 同上 50: 108.
- 8) 野仲信行ら (1984): 同上 50: 87.
- 9) 鳥山重光・興良 清 (1972): *イネ科植物とくに野草に発生するウイルス病に関する研究*, 東京大学出版会, 東京, 68pp.
- 10) TORIYAMA, S. et al. (1983): *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 49: 610 ~ 618.
- 11) 鳥山重光ら (1982): 48: 514 ~ 520.
- 12) 山下修一 (2001): *最新芝生・芝草調査法* (日本芝草学会編), ソフトサイエンス社, 東京, p. 148 ~ 159.
- 13) ———— (1997): 植物防疫 51: 17 ~ 21.
- 14) ————ら (1977): 日植病報 43: 78.
- 15) ————ら (1978 a): 同上 44: 101.
- 16) ————ら (1978 b): 同上 44: 395.
- 17) ————ら (1993): 同上 59: 727.
- 18) ————ら (1996): *芝草研究* 25: 6 ~ 11.
- 19) YAMASHITA, S. and T. YOKOI, (2004): *Wheat mottle dwarf, In Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae)* (eds. LAPIERRE, H. and P. A. SIGNORET), INRA, Versailles, p. 593 ~ 595.

#### (新しく登録された農薬 4 ページからの続き)

だいこん: キスジノミハムシ: は種時  
 だいこん: キスジノミハムシ: 生育期 但し, 収穫 7 日前まで  
 まこもたけ: ニカメイチュウ: 収穫 75 日前まで  
 ●カルタップ水溶剤  
 21866: 協友パダン SG 水溶剤 (協友アグリ) 07/1/24  
 カルタップ: 75.0%  
 稲: ニカメイチュウ, コブノメイガ, イネツトムシ, イネハモグリバエ: 収穫 21 日前まで  
 稲: イネシガラレセンチュウ: 浸種前  
 キャベツ: コナガ, アオムシ, アブラムシ類: 収穫 14 日前まで  
 はくさい: コナガ, アオムシ, アブラムシ類: 収穫 7 日前まで  
 だいこん: コナガ, アオムシ, アブラムシ類, ダイコンシンクイムシ: 収穫 7 日前まで  
 なばな: コナガ, アブラムシ類: 収穫 7 日前まで  
 さやえんどう: ウラナミシジミ, ナモグリバエ: 収穫前日まで  
 ブロッコリー: コナガ: 収穫 7 日前まで  
 ほうれんそう: ミナミキイロアザミウマ: 収穫 7 日前まで

レタス: ナメクジ類, ナモグリバエ: 収穫 14 日前まで  
 かき: チャノキイロアザミウマ, カキホソガ, イラガ, カキノキマダラメイガ, カキノヘタムシガ: 収穫 45 日前まで  
 くり: モモノゴマダラノメイガ, ネスジキノカワガ: 裂果前  
 びわ: ナシヒメシンクイ: 春芽伸長初期 (収穫 90 日前) まで  
 ぶどう: チャノキイロアザミウマ, フタテンヒメヨコバイ: 収穫 21 日前まで  
 キウイフルーツ: キイロマイコガ, キウイヒメヨコバイ: 収穫 30 日前まで  
 茶: チャノホソガ, チャノキイロアザミウマ, チャノミドリヒメヨコバイ: 摘採 10 日前まで  
 とうもろこし: アワノメイガ: 収穫 21 日前まで  
 ばれいしょ: ジャガイモガ若齢幼虫: 収穫 7 日前まで  
 ホップ: フキノメイガ: 収穫 7 日前まで  
 しょうが: フキノメイガ, アワノメイガ: 収穫 7 日前まで  
 ガーベラ: マメハモグリバエ: —  
 ガーベラ: ミカンキイロアザミウマ: 発生初期  
 シクラメン: ミカンキイロアザミウマ: 発生初期  
 いぐさ: イグサシンムシガ: —  
 ふぎ: アザミウマ類, アブラムシ類, フキノメイガ: 収穫 7 日前まで  
 (19 ページに続く)