

草地におけるクローバ・ウイルス病の発生生態に関する研究 (2)

アカクローバのウイルスと病徴

誌名	草地試験場研究報告 : s ō chi shikenj ō kenky ū h ō koku = Bulletin of the National Grassland Research Institute
ISSN	03850196
著者名	秋田, 滋
発行元	農林省草地試験場
巻/号	20号
巻号補足	
掲載ページ	p. 93-102
発行年月	1981年11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



草地におけるクローバ・ウイルス病の 発生生態に関する研究

II. アカクローバのウイルスと病徴

秋 田 滋

環境部 病理研究室

(昭和56年5月9日受理)

要 約

秋田 滋 (1981): 草地におけるクローバ・ウイルス病の発生生態に関する研究.
II. アカクローバのウイルスと病徴. 草地試研報 20: 93-102.

造成後の年数が短い草地と長い草地 および 自生したアカクローバについてモザイク病株、無病徴の株を採取し病原ウイルスの種類及び病徴を調査した。

造成1年目の草地から BYMV が 70%, AMV が 30% 得られ、自生したアカクローバからも同様な結果が得られた。2年目では、BYMV が 90%, AMV が 100% で、BYMV と AMV の重複感染株が多かった。また、無病徴株の 70% より AMV が分離された。利用8年目以上の草地の病株からは BYMV が 15%, WCMV が 77% 検出された。BYMV は寄生性及び病徴の差異によって6分離系を認めた。BYMV の自然感染、及び人工接種によって、4種類の病徴型をえた。各々の病徴は、退緑部分が葉脈に沿って太く現われる型と、細く現われる型の2種類の緑斑型モザイクおよび退緑斑点型、えそ型であった。これらの病徴は、軽症型から重症型までが認められた。AMV の自然感染株の病徴は、黄斑型モザイク、縮葉型モザイクおよびそれらの混合型が認められた。縮葉型は、重症型の病徴と考えられる。WCMV では、緑斑型モザイク、縮葉型モザイクを認めたがいずれも軽症であった。人工接種で、耐症性の個体、過敏感性の個体を認めたことから、アカクローバのモザイク病において抵抗性育種は可能と思われた。

緒 言

アカクローバは、混播草地での利用が最も多く、チモシー、オーチャードグラス、フェスク類と混播され、造成初期の収量向上のために利用されている。しかし、これらのアカクローバは、利用3年目になると生育は衰退し、消滅してしまう例が多い。生育の衰退による永続性の低下にかかわる原因として、生理的要因や病害などが関係していると考えられる。

アカクローバの主要な病害として茎割病、菌核病、さび病、黒葉枯病、ウイルス病、うどんこ病などがあるが、菌核病やウイルス病は、アカクローバの株全体に影響し、株の衰退を起している。今回は、アカクローバの衰退に関与していると考えられるウイルス病の発病調査を利用1年目の草地と8年目以上の草地について行った結果である。

なお、本稿の校閲をいただいた草地試験場牧草部長川鍋祐夫博士、北海道農業試験場病理昆虫部病害第二研究室 飯塚典男室長、本研究の遂行に当り、有益な助言とご協力をいただいた草地試験場環境部病理研究室 西

原夏樹室長、但見明俊技官、井澤弘一技官、川俣生子氏の各位に厚くお礼を申しあげる。

試 験 方 法

アカクローバに発生しているウイルスの発生状態と種類を明らかにするために、農林水産省草地試験場(栃木県那須郡西那須野町)の利用1年目及び2年目のアカクローバ単播草地から病株を採取した。利用2年目の草地からは病徴の現われているアカクローバと、無病徴のアカクローバを採取した。また、場内の道路端に自生したアカクローバからも病株を採取した。更に、農林水産省福島種畜牧場芝原分場(福島県西白河郡西郷村)において、採草利用8年目になったアカクローバとイネ科牧草との混播草地から、アカクローバの病株を採取した。

試料は夫々ビニール袋に納めて持ち帰り、直径12cmの素焼きの鉢に植え、温度調節した隔離温室で一定期間培養後、病徴を観察し、その後、接種試験に用いた。温室内では、アブラムシによる伝搬を防ぐため試料採取直後から一定間隔ごとに殺虫剤を散布した。

検定植物には、ソラマメ(品種長莢)、エンドウ(品種

卅日絹莢), インゲン (品種トップクローブ), ササゲ (品種黒種三尺), ペチュニア, ペポカボチャ (品種ボンキン, ベルナ), *Chenopodium amaranticolor* (アカザの1種, 以下 *C. amaranticolor* とする), センニチコウなどを用いた。検定植物への汁液接種試験はすべて, 20°C から 25°C に温度調節した隔離温室にて行った。ウイルスの類別は井上^{14,15)}の方法に従い, 病徴を比較するため, 岡山大学から BYMV-普通系及びえそ系の分譲をうけた。2種類以上のウイルスを検出した場合, 数回の単病斑分離を行った¹⁾。

ホワイトクローバ・モザイク・ウイルスの分離には粗汁液中の耐保存性も利用した。

人工接種に供試したアカクローバ(品種 Medium)は 20°C から 25°C に温度調節した隔離温室にて播種育苗し, 直径 12 cm の素焼鉢に 1 株づつ移植して栽培した。

採種源は草地試験場内のアカクローバから分離したインゲン・黄斑モザイク・ウイルス-普通系を用い, インゲン (品種トップクローブ) にて増殖した。アカクローバへの接種には, 上位の完全展開葉 3 葉を用い, あらかじめカーボランダムをふりかけた葉に病葉磨砕汁液をひたした綿球を用いて, 塗抹接種をした。接種後 20°C から 25°C の隔離温室にて, 病徴を観察し, 病徴の現われなかった株には再接種をした。接種試験には, 200 株を供試した。

試験結果

1. 草地における発生ウイルスの種類と検出率

各試験結果は表 1 のとおりであった。草地試の試験圃場では, 利用 1 年目, 利用 2 年目において, アルファルファ・モザイク・ウイルス (AMV) とインゲン・黄斑モ

ザイク・ウイルス (BYMV) が検出された。利用 1 年目では, BYMV の検出率が 70%, AMV が 30% であったが, 利用 2 年目では, BYMV が 90%, AMV が 100% と急増し, ほとんどの株が, BYMV と AMV との重複感染株であった。利用 2 年目の無病徴のアカクローバでは 75% の高率で AMV が検出されたが, BYMV は検出されなかった。

草地試の道端に自生したアカクローバからは, BYMV, AMV, ホワイトクローバ・モザイク・ウイルス (WCMV) が認められた。自生したアカクローバから検出したウイルスは, 草地試の利用 1 年目のアカクローバ単播草地と類似して, BYMV の検出率が 70%, AMV が 20%, WCMV が 10% であった。

福島種畜牧場芝原分場の利用 8 年以上の混播採草地では, BYMV と WCMV が認められたが AMV は認められなかった。各ウイルスの検出率は, BYMV が 15%, WCMV が 77% であった。この草地からウイルスによると思われる病徴を示した株を採取したが, ウイルスを分離することができなかった株があった。この株は刈取り後も同様な病徴を現わした。

2. 分離ウイルスによる検定植物の反応

分離されたウイルスによる検定植物の反応は表 2 のとおりであった。

a. インゲン・黄斑モザイク・ウイルス

BYMV は供試したアカクローバの 31% から検出した。これらのうち検定植物上での反応が異なるウイルスがあり, 6 群に分けられた。分離したウイルスによる検定植物の病徴を次に記述する。

ソラマメ: BYMV-普通系, 分離系 1 は, 接種後 8 日目に, 上葉に退緑斑点, 葉脈透化を現わし, 後にモザイク

表 1. 草地から採取したアカクローバでのウイルスの検出率

採取地	利用年数	草地の状態と利用	供試株数	発 株	病 ^{a)} 率	ウイルス ^{b)} 検出株率	ウイルス検出率				重 感 ^{c)} 染株率
							BYMV	AMV	WCMV	未同定	
草 地 試	—	平地 雑草化したもの	病徴有	10	%	%	%	%	%	%	%
草 地 試	1	平地 単播・採草	病徴有	10	100	100	70	30	0	0	0
草 地 試	2	平地 単播採草	病徴有	10	100	100	90	100	0	0	90
			病徴無	12	0	75	0	75	0	0	0
福島種牧	8以上	山地 混播採草	病徴有	13	100	92	15	0	77	8	0
			病徴無	6	0	0	0	0	0	0	0

a): 発病株率 = $\frac{\text{温室内でモザイク症状を現わした株数}}{\text{供試株数}} \times 100$ c): 重複感染株率 = $\frac{\text{重複感染株数}}{\text{供試株数}} \times 100$

b): ウイルス検出株率 = $\frac{\text{ウイルス検出株数}}{\text{供試株数}} \times 100$

症状を示した。モザイク症状は激しいものから軽いものまで認められた。分離系 2 及び 3 は接種後 4 日から 6 日目に上葉に退緑斑点、葉脈透化を現わし、後にえそ症状となったが、植物体は枯死にいたらなかった。分離系 4 は、接種後 2 日目に接種葉にえそ斑点を現わし、後に上葉にえそ斑点、えそ症状を現わした。わき芽は、葉脈透化を現わしたが、植物体は枯死しなかった。分離系 5 は、接種後 2 日目に接種葉にえそ斑点を現わし、上葉は、葉脈透化となり、後にえそ症状となったが、植物体は枯死しなかった。

エンドウ：BYMV-普通系、分離系 1 とも、接種後 4 日目に葉脈透化を現わし、後にモザイク症状を示した。分離系 2, 3 及び 4 は軽度のモザイク症状を示した。分離系 5, えそ系とも接種後 4 日目に上葉に葉脈透化を現わし、後にえそ症状、茎えそと進み植物体は枯死した。分離系 5 は、えそ系よりもやや軽いえそ症状であった。

インゲン：BYMV-普通系、分離系 2 では、接種葉に

ははっきりした退緑斑点が認められなかったが、上葉はモザイク症状を現わし、激しい症状を現わすものから、中間型、軽症型まで認められた (図 1-1, 2, 3, 4)。

分離系 1, 3 及び 4 は、接種葉、上葉とも病徴を認めなかった。戻し接種によってもウイルスを検出できなかった。分離系 5, えそ系は、接種後 14 日目に上葉にえそ斑点を現わし、後にえそ症状となった (図 1-5)。えそ系では、植物体はほとんど枯死したが、分離系 5 は接種後 21 日経過してもなお、枯死に至らなかった。

C. amaranticolor: 普通系、分離系 1, 2, 3, 4 及び 5 のいずれも、接種後 4 日目に接種葉に退緑斑点を生じ、後にえそ斑点から軽いえそとなり、その後接種葉は落葉した。上葉には、ときに、退緑斑点と葉脈透化を生ずることがあった。分離系 5 では軽いえそ症状を示した。えそ系では、接種後 3 日から 4 日目に接種葉に、えそ斑点を生じ拡大して、えそ症状となり落葉した。上葉にはえそ斑点、葉脈えそを生じた。

クロウパ類：アカクロウパでは普通系、分離系 1, 2,

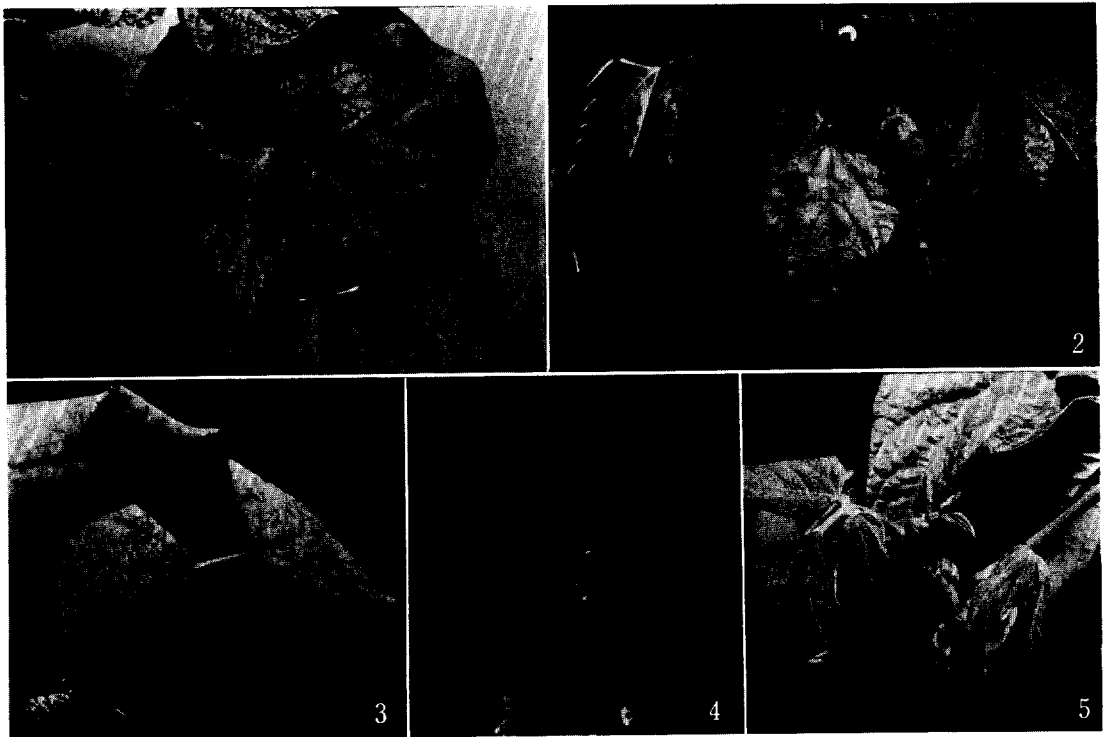


図 1. BYMV 分離系によるインゲン (品種トップクローブ) の病徴

1. 軽症型病徴：退緑部分はなく葉全体が軽く縮葉する。
2. 中間型病徴：退緑斑点、葉脈透化が現われる。
3. 中間型のさらに進んだ病徴：退緑斑点がさらに多くなりモザイク症状に近くなる。
4. 重症型病徴：激しいモザイク症状。
5. えそ症状：BYMV-えそ系による。この症状はさらに進行し、植物体は枯死する。

3及び5のいずれも、モザイク症状を示し、分離系4では葉にえそ輪点を現わした。アルサイクローバでは、軽いモザイク症状を示した。えそ系は、えそを伴ったモザイク症状を現わした。

b. アルファルファ・モザイク・ウイルス

供試したアカクロバから AMV が 30% 検出されたが、寄生性及び検定植物での病徴が特に異なる系統は認めなかった。検定植物での病徴を以下に記述する。

ソラマメ: 接種後4日目に接種葉に茶かっ色えそ斑点を生じ、後にその周囲に小さなえそ斑点を輪状に生じた。上葉は、えそ斑点を生じ、えそ症状となったが症状は軽く植物体は枯死しなかった。

エンドウ: 接種後8日目に接種葉にえそ斑点を生じ、時に、上葉に軽いモザイク症状を現わした。

インゲン: 接種後4日目に接種葉に、えそ斑点またはえそ輪点を生じた。上葉には病徴を生じなかった。

C. amaranticolor: 接種後3日から4日目に接種葉に小さい白色のえそ斑点、えそ輪点を生じたが、接種葉は落葉しなかった。上葉には退緑斑点、葉脈透化を生じた。

ペチュニア: 接種後6日目に上葉にモザイク症状を生じ、症状は激しいものから軽いものまで認められた。

クロバ類: シロクロバでは接種後、上葉に濃淡のモザイクを生じ、アカクロバ、アルサイクローバでは、やや軽いモザイクとなった。

c. ホワイトクロバ・モザイク・ウイルス

供試したアカクロバから 12% 検出された。検定植物への接種と並行して、試料からの粗汁液を2週間室温に放置し、ソラマメに再接種を行い WCMV の確認も行った。検定植物での病徴を以下に記述する。

ソラマメ: 接種後6日目に接種葉に不規則、または、不明瞭なかっ色の輪紋を生じ、上葉は軽いモザイクになった。

エンドウ: 接種後4日目に接種葉にえそ斑点を生じ、上葉はえそ症状になり、時に退緑斑点を生じ、軽いモザイクとなった。

インゲン: 接種後7日目に接種葉に退緑斑点を生じ、時に上葉に葉脈透化を伴った退緑斑紋を生じた。

クロバ類: アカクロバ、シロクロバ、アルサイクローバの病徴は不明瞭なモザイク症状であった。

3. 野外におけるアカクロバの病徴

BYMV が検出された株では、大部分が緑斑型モザイクであった。後述する人工接種での病徴と同じ型であったが、重症型は少なく、多くが軽症型であった。また、

表 2. 各地の草地から採取したアカクロバより

検定植物 (品種)	BYMV							
	普通系		分離系-1		分離系-2		分離系-3	
	L	S	L	S	L	S	L	S
ソ ラ マ メ (長 莢)	—	vc・M	—	vc・M	—	cs・vc・N	—	vc・M・N
エ シ ャ (三十日 莢)	—	vc・M	—	vc・M	—	vc・m	—	m
イ ン ゲ ン (トッパクロバ)	—	M	—	—	—	M	—	—
ペ チ ュ ニ ア	—	—	—	—	—	—	—	—
ベ ボ カ ボ チ ャ (ボンキン、ベルナ)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	cs	(cs・vc)	cs	(cs・vc)	cs	—	cs	—
ア カ ク ロ ー バ (Medium)	—	M	—	M	—	M	—	M
シ ロ ク ロ ー バ (品種名不詳)	—	—	—	—	...	...	...	...
アルサイクローバ (品種名不詳)	—	M	—	M	...	...	...	...
検 出 数	6		13		1		1	
検 出 率	7		16		1		1	

注) 検出率 = $\frac{\text{検出株数}}{\text{検査株数 81 株}} \times 100$

D: え死 N: えそ症状 M: モザイク m: 軽いモザイク cs: 退緑斑点 vc: 葉脈透化 ns: えそ斑点
vn: 葉脈えそ nrs: えそ輪点 (): 時々発病 —: 無病徴 ...: 未接種 L: 接種葉病徴 S: 全身病徴

葉全体に退緑斑点を現わした株とえそ輪点を生じた株があったが、これらの病徴を示したアカクロローバからは、BYMV-えそ系に近いウイルスが分離された。

草地試験圃場から採取したアカクロローバでは、緑斑型モザイクの軽症型病徴を多く認めた。一方、自生したアカクロローバや福島種畜牧場のアカクロローバでは、緑斑型モザイクの重症型や退緑斑点型、えそ型の病徴を認めた。

AMV が検出されたアカクロローバでは黄斑型モザイクと縮葉型モザイク、縮葉が軽く葉脈に沿って退緑部分がまばらに入る病徴とを認めた。

AMV が検出されたアカクロローバの再生葉は、縮葉型になる場合が多く、生育も悪く萎縮株になった。無病徴のアカクロローバからも AMV が検出されたが、これらのアカクロローバのうち、健全なものと比較して葉色が少し黄化したもの、生育が劣ったものも認めた。

草地試の利用1年目の春から初夏は黄斑型モザイクを認めたが、それ以後は刈取り後のみに現われ、他の生育期間では、AMV が検出されたアカクロローバの病徴は縮葉型とその中間型であった (図 2-17, 18, 19)。

草地試の利用2年目のアカクロローバでは AMV と BYMV の重複感染株が多かったが、病徴の激しくなる

場合は少なく、BYMV による緑斑型モザイクが殆んどであった。

WCMV が検出されたアカクロローバの病徴は、退緑部分が不明瞭で葉脈に沿った緑斑型モザイクと、葉縁が軽く縮葉した型、その中間型の病徴 (図 2-20, 21, 22) であり、自生したアカクロローバと、福島種畜牧場のアカクロローバではこれらの病徴を示した株が多かった。

ウイルスが検出されなかったアカクロローバがあったが、その病徴は、退緑部分が網目状に入り、緑色部分が隆起するモザイク症状で、葉縁に軽くえそ症状を現わし、葉はいくぶん硬化した。再生葉も同様な病徴を現わした。

4. 人工接種によるアカクロローバの病徴

草地試験場のアカクロローバから分離された BYMV-普通系をアカクロローバ (品種 Medium) に接種した結果、病徴は大きく3グループに類別できた (図 2-1 から 16)。第一のグループは緑斑型モザイク症状を現わすものでこれらの緑斑型は更に2つの大きな型に類別できた。第一の型は、退緑部分が太く長く葉脈に沿って現われた (図 2-1, 2, 3, 4, 5)。図 2-1 は、軽い症状で、小葉の一部分に退緑部分が現われた。図 2-4 及び 5 は重症型を示し、図 2-2 及び 3 は、両者の中間型を示した。図

分離したウイルスによる検定植物の反応

BYMV						AMV		WCMV		未同定	
分離系-4		分離系-5		えそ系		L	S	L	S	L	S
L	S	L	S	L	S						
ns	ns・vc・N	ns	vc・N	ns	vc・N・D	ns	ns・N	ns	m	—	—
—	m	—	vc・N・D	—	vc・N・D	ns	(m)	ns	(m)	—	—
—	—	—	ns・N	(ns・vn)	ns・N・D	ns	—	cs	(m)	—	—
—	—	—	—	—	—	—	M	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
cs	cs・vc	cs	cs・vc・N	ns	ns・vn	ns	cs・vc	—	—	—	—
—	nrs	—	M	—	N・D	—	M	—	m	—	—
...	...	...	...	—	m	—	M	—	m	—	—
...	...	...	...	—	N・M	—	M	—	m	—	—
3		1		0		24		10		1	
4		1		0		30		12		1	

2-5 は、葉全体が退緑し、一部分に濃い部分が島状に残る例を示した。

第二の型は、退緑部分が細く長く葉脈に沿って現われたものである (図 2-9, 10)。この型の軽症型も同様に小葉の一部分に病徴が現われた。図 2-9 は中間型を示し、図 2-10 は重症型を示した。図 2-6, 7, 8 では、退緑部分が太いものと細いものとの中間型を示した。また濃淡が不明瞭な病徴も認めた。

第二のグループは、退緑部分が点状に現われ、いわゆる退緑斑点を形成した (図 2-11, 12, 13)。図 2-11 は、退緑斑点が少ない病徴で、図 2-12, 13 に進むにしたがって葉全体に現われる例を示した。

第三のグループは、えそを伴う病徴を現わすもので、図 2-14 は、えそ斑点、図 2-15 は退緑部分の周囲にえそ症状を伴った病徴で、図 2-16 は葉脈えそを生じた病徴を示した。

接種して病徴を生じなかった場合も多く、高い感染率をえることができなかったが、感染した場合は緑斑型モザイクが最も多く現われ、退緑斑点型、えそ型の病徴を現わすものは少なかった。今回の接種試験では、接種葉の反応と無病徴株のウイルス検出は行わなかった。

考 察

利用1年目の新しい草地でのウイルスの検出率は、BYMV 及び AMV とも自生したアカクローバの場合と同様であった。このことは、BYMV, AMV とも、自生したアカクローバが初期の伝染源となり、ウイルスは圃場のアカクローバへ主にアブラムシによって伝搬され则认为られる。

WCMV が、自生したアカクローバで認められ、新しい草地で認められなかった原因は、WCMV が汁液伝染によってのみ広がるので、圃場内への伝搬は、緩慢であ

るためと思われる。伝染源となる自生したアカクローバでは、BYMV は高率に発生しているため、新しい草地でも、利用1年目に高率の発生となるのであろう。

Jones & Diachum¹⁷⁾ の調査でも、アカクローバの草地では早い時期に BYMV の発生が高率になることを報告している。しかし、AMV の伝染源は比較的少ないため、利用1年目では低い発生となり、2年目に発生が高率になったのは、圃場内でのアブラムシによる伝搬や刈取りによる汁液伝染によると考えられる。

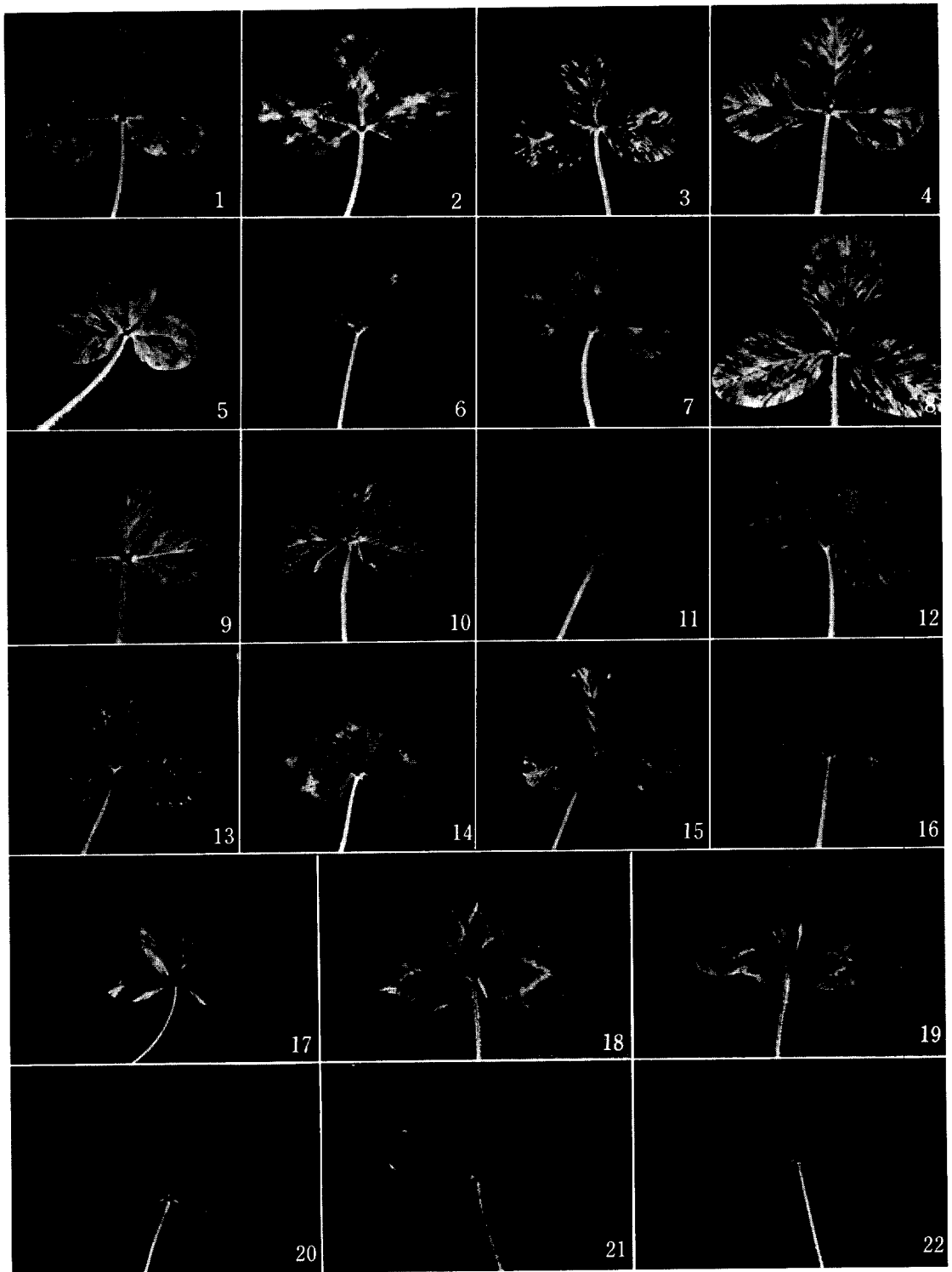
アカクローバは草地造成時に播種され、利用3年目には草地から消滅する場合が多い。今回の調査でも、試験草地以外の草地にアカクローバが生存している例は少なく、福島種畜牧場の1草地のみに長期に生存していた。これらの草地では、AMV の発生は認められず、BYMV の発生は15%で、WCMV の発生は77%であり、Latch & Procter¹⁸⁾ や Varma & Gibbs²¹⁾ の報告と同様であった。

このように長期にアカクローバが生存した理由として、第一に、伝染源の少ない山地に草地を造成したこと、第二に、イネ科牧草との混播により、ウイルスの感染がさまたげられ、第三に病徴の激しい AMV や BYMV の罹病株がイネ科牧草との競合で消滅し、病徴の軽い BYMV や WCMV 罹病株が残存したと考えられる。

供試試料中 BYMV が37%分離され、AMV が30%、WCMV が12%分離された。AMV²⁾ および WCMV⁴⁾ では、寄生性の異なるウイルスが得られなかったが、BYMV では寄生性や病徴の異なるもの6系統が分離された。これらの BYMV は、ソラマメ、エンドウ、インゲン、アカクローバにおける病徴が異なっており、分離系1は、インゲン (品種トッパクropp) に病徴を現わさなかったが、普通系³⁾に近いと思われる。分離系2

図 2. BYMV, AMV, WCMV によるアカクローバの病徴

- 1—16, BYMV—普通系を人工接種したアカクローバ (品種 Medium) の病徴。
- 1—5, 緑斑型モザイク: 退緑部分が葉脈にそって太く現われる型。軽症型から重症型まで。
- 6—8, 緑斑型モザイク: 1—5 と 9—10 の中間型。軽症型から重症型まで。
- 9—10, 緑斑型モザイク: 退緑部分が葉脈にそって細く現われる型。
- 11—13, 退緑斑点型: 軽症から葉全体に現われた重症型。
- 14, えそ型: えそ斑点。
- 15, 同上: 退緑部分の周囲にえそ症状。
- 16, 同上: 葉脈えそ。
- 17, AMV の自然感染による病徴: 黄斑型モザイク。
- 18, 同上: いくぶん縮葉し、退緑部分が現われた病徴。
- 19, 同上: 縮葉型モザイク。
- 20, WCMV の自然感染による病徴: 退緑部分が葉脈にそって、軽く生じた病徴。
- 21, 同上: 軽く縮葉し、葉縁に退緑部分を生じた病徴。
- 22, 同上: 軽く縮葉した病徴。



は、インゲン（品種トッパクロップ）にモザイク症状を現わし、ソラマメにえそ症状を現わしており、普通系に近いと考えられた。分離系3及び4はインゲンに病徴を現わさなかったが、ソラマメではえそ斑点、えそ症状を現わし、植物は枯死しなかったが、BYMV-えそ系に近いものと思われる。分離系5は、ソラマメ、エンドウ、インゲン、*C. amaranticolor* の病徴はBYMV-えそ系と同じであったが、ソラマメ、インゲンは枯死しなかった。このように、BYMVは、BYMV-普通系とBYMV-えそ系との間に、いくつかの中間型の系統があると思われる。

Jones & Diachum¹⁸⁾ は、キュウリ、タバコ、インゲン、エンドウ、ソラマメの反応によりBYMVを3グループに分類することができると報告し、飯塚、飯田¹⁹⁾ も、寄生性の異なる分離系を報告している。このように数種の検定植物を供試すれば、分離株によって病徴に違いが現われ、ウイルス系統を類別することが出来ると考えられる。

BYMVに自然感染したアカクロバは、人工接種の場合と同様に2種類の緑斑型モザイクと、退緑斑点型、えそ型を現わすが、自然状態では主に緑斑型のモザイクが多く現われていた。緑斑型モザイクの重症型や、退緑斑点型、えそ型を現わすアカクロバが少なく、自生したアカクロバや、山地の草地のみに認められた原因として重症型を示すアカクロバは刈取りに対する耐性や、病害虫に対する耐性が低いために草地から早く消滅してしまうためであると考えられる。

AMVに自然感染したアカクロバは、春先には主に黄斑型モザイクを、夏季には主に縮葉型モザイク、縮葉型モザイクと黄斑型モザイクの中間的な病徴を現わした。またこれらの縮葉型モザイクを現わす株は黄斑型モザイクに比べ生育が劣った。AMVは、無病徴の株からもしばしば検出された。

AMVとBYMVの重複感染株では、最初緑斑型のモザイク症状が現われ、病徴は激しくならず、後に縮葉型の病徴になる場合が多い。これは、BYMVの感染後にAMVに感染して、除々に病徴の変化が起こるものと考えられる。

WCMVに自然感染したアカクロバの病徴は、縮葉型が多かった。造成後の年数が短い草地では発生が少なく、自生したアカクロバや年数の長い草地に多く認められることは、WCMVが汁液伝染のみによって伝搬されることと、アカクロバでの症状が軽いため草地に残りやすいためと考えられる。

BYMVの1系統を人工接種したアカクロバでは、

緑斑型モザイクや、退緑斑点型の病徴が軽症型から重症型まで連続的に現われ、また、緑斑型モザイクの2種類の型の間にも連続的な変化が認められ、退緑部分の程度にも連続的な変化がみられた。退緑部分は、ウイルスの感染により葉細胞の葉緑体の形成不能や崩壊によると考えられ、退緑部分の変化はウイルスによる葉緑体の形成不能や崩壊に対するアカクロバの耐性に差があると考えられる。植物体の遺伝的または生理的要因の影響を受けるためと考えられる。

Diachum & Henson⁶⁾ は、BYMVの1系統をアカクロバの1品種に接種し、株によって病徴に差異があることを示し、BYMVに対するアカクロバの耐病性の開発に役立つであろうと報告した。

上記の病徴以外に、えそ型の病徴がえられたが、これらのえそ型にも退緑部分の周囲にえそ症状をもつ型、えそ斑点型、葉脈えそ型の3型が認められた。最初の型は、退緑型とえそ型の中間型とみなされ、ウイルス感染による葉緑体の形成不能、崩壊から細胞のえ死への中間的性質をもつものと思われる。えそ斑点、葉脈えそは、さらに細胞のえ死までが強い型とみなされる。このような現象はアカクロバのBYMVに対する過敏反応と考えられる。Diachum & Henson^{7,8)}、Hanson & Hagedorn¹⁰⁾ は、すでに、全身感染でえそ型のもの、接種葉のみにえそ斑点を生じ、全身にウイルスが移動しない個体を選抜し、その遺伝様式の解明を試みている。本試験では、接種葉の病徴調査は行わなかったが、1品種の個体群の中に1%以下の頻度でえそを現わす個体が存在しており、これらの個体の選抜は可能と思われる。このような反応以外にウイルスに全く感染しない株の存在が考えられるが、現在まだこのような個体は選抜されていない。

これらのウイルス抵抗性個体の選抜とその抵抗性遺伝子の品種への導入は、ウイルス病防除のために最も有力な手段である。また、Diachum⁹⁾ はBYMVの系統によっても、病徴型が異なると報告しており、ウイルスの系統についても考慮する必要がある。AMVは縮葉型の病徴を現わした場合、株の生育がいちじるしく阻害されるため、本ウイルスに対する抵抗性個体の選抜はきわめて重要である。

摘 要

1) アカクロバの生育衰退に関与していると考えられるウイルス病の発生調査を造成後の年数が短い草地と長い草地および、自生したアカクロバについて行った。

2) 調査試料は、ウイルス病による病徴をもつとみられるアカクローバと、無病徴のアカクローバを採取し、汁液接種による生物検定を行った。

3) 利用1年目の草地のアカクローバから検出されたウイルスは、BYMVが70%、AMVが30%であり、利用2年目の草地では、BYMVが90%、AMVが100%と急増し、BYMVとAMVの重複感染、あるいは、AMVの潜伏感染の状態が多かった。利用1年目の草地における発生状態は、自生したアカクローバと同様であった。

4) 古い草地では、BYMVが15%、WCMVが77%であった。ウイルスが検出されない病徴も認められた。

5) 検出したウイルスのうち、AMV、WCMVでは寄生性の異なる分離系は認められなかったが、BYMVでは、6種の寄生性、または病徴の異なる分離ウイルスが認められた。これらの寄生性と病徴の変異は、BYMV-普通系から、BYMV-えそ系まで連続的に変化していると考えられた。

6) 自然感染での病徴は、BYMVでは、人工接種の結果と同様に、4種類の病徴型がえられ、造成後の年数が短い草地のアカクローバでは、緑斑型モザイクが主で軽症型が多く、造成後の年数が長い草地と自生したアカクローバでは、軽症型から重症型まで4種類の病徴型が認められた。

7) AMVでは、黄斑型モザイクと縮葉型モザイク、及びこれらの混合型の3種類の病徴型を認めた。このうち、縮葉型モザイクは重症型の病徴とみなされた。

8) WCMVでは、軽い緑斑型モザイクと縮葉型モザイク、これらの混合型を認めたが、いずれも軽い症状であった。

9) BYMV-普通系の人工接種では、退緑部分が葉脈に沿って太く現われる型と、細く現われる2種類の緑斑型モザイク、退緑斑点型、えそ型の合計4種類の病徴が認められた。各々の病徴には、軽症型から重症型まであった。

10) 人工接種によって病徴が現われなかった個体、軽い病徴の個体、えそ斑点を生じた個体を少数ながら認められた。これらの耐病性、過敏感性の因子を利用したウイルス病抵抗性品種の育成は可能と考えられた。

引用文献

1. 秋田 滋 (1981): 草地におけるクローバ・ウイルス病の発生生態に関する研究. I. シロクローバのウイルス病の

- 種類と発生量. 草地試研報 18: 55-68.
2. Bercks, R. (1971): White clover mosaic virus. CMI/AAB Description of plants viruses. No. 41.
3. Bos, L. (1970): Bean yellow mosaic virus. *ibid.* No. 40.
4. Bos, L. (1971): Alfalfa mosaic virus. *ibid.* No. 46.
5. Bos, L. (1973): Clover yellow mosaic virus. *ibid.* No. 111.
6. Diachun, S. & Henson, L. (1956): Symptom reaction of individual red clover plants to yellow bean mosaic virus. *Phytopathology* 46: 150-152.
7. Diachun, S. & Henson, L. (1958): Red clover clones as local-lesion hosts for bean yellow mosaic virus. *Phytopathology* 48: 369-371.
8. Diachun, S. & Henson, L. (1958): Protection tests with clones of red clover as an aid in identifying isolates of bean yellow mosaic virus. *Phytopathology* 48: 697-698.
9. Diachun, S. & Henson, L. (1973): Red clover clones with hypersensitive reaction to an isolate of bean yellow mosaic virus. *Phytopathology* 64: 161-162.
10. Hanson, E. W. & Hagedorn, D. J. (1961): Viruses of red clover in Wisconsin. *Agronomy Journal* 53: 63-67.
11. Hollings, M. & Stone, O. M. (1974): Clover yellow vein virus. CMI/AAB Description of plant viruses. No. 131.
12. Hollings, M. & Stone, O. M. (1977): Red clover necrotic mosaic virus. *ibid.* No. 181.
13. 飲塚典男・飯田 格 (1969): 牧草病害に関する研究. III. アルファルファモザイクウイルスによるラジノクローバのモザイク病. 東北農試研報 37: 43-122.
14. 井上忠男 (1965): 本邦のマメ科植物に発生するウイルスの種類およびこれらの判別法. 農学研究 50: 103-118.
15. 井上忠男 (1968): 本邦のマメ科植物に発生する PVY 群ウイルスの寄生性の比較ならびに判別植物によるウイルス検索法. 農学研究 52: 11-29.
16. Latch, G. C. M. & Procter, C. H. (1966): Incidence of some viruses on *Trifolium pratense* L. in New Zealand pastures. *N. Z. J. agric. Res.* 9: 726-728.
17. Jones, R. T. & Diachun, S. (1976): Identification and prevalence of viruses in red clover in Central Kentucky. *Plant Dis. Repr.* 60: 690-694.
18. Jones, R. T. & Diachun, S. (1977): Serologically and biologically distinct bean yellow mosaic virus strains. *Phytopathology* 67: 831-838.
19. Valenta, V. & Marcinka, K. (1971): Red clover mottle virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. No. 74.
20. Varma, A. (1970): Red clover vein mosaic virus. *ibid.* No. 22.
21. Varma, P. & Gibbs, A. J. (1967): Preliminary studies on sap-transmissible viruses of red clover (*Trifolium pratense* L.) in Enland and Wales. *Ann. appl. Biol.* 59: 23-30.

SUMMARY

Virus Diseases of Clover in Pasture of Japan

II. Viruses of red clover and symptoms

Shigeru AKITA

*Environment Division, National Grassland Research Institute,
Nishinasuno, Tochigi, 329-27 Japan*

Received May 9, 1981

Red clover plants with or without virus symptoms were collected at Shirakawa, Fukushima Pref., and at Nishinasuno, Tochigi Pref., and surveyed for virus diseases. Viruses from these plants were identified on the basis of differential hosts.

The relative prevalence was calculated for identified viruses. Bean yellow mosaic virus (BYMV) was detected 70% of plants in autumn sown stand, 90% in the two-year old stand, but 15% in the old stand. Alfalfa mosaic virus (AMV) was detected in 30% of plants in autumn sown stand, 100% in the two-year old stand, none in the old stand. White clover mosaic virus (WCMV) was detected in 77% of plants in the old stand, exclusively. The relative prevalence of BYMV and AMV of escaped red clover plants was nearly the same to that observed in autumn sown stand. Six isolates were distinguished in BYMV, which were different within the limit of ordinary strains and necrotic strains.

Symptoms of fielded plants infected with BYMV was classified into four types, which were similar to that recognized in the artificial inoculation studies. They were two green mosaic types with broad or narrow chlorotic area along the leaf veins, chlorotic spot type and necrotic type. Green mosaic type was characteristic in autumn sown and newly established stand. Symptoms of AMV were yellow mosaic and wrinkled leaf. Although these two symptoms were often combined, wrinkled leaf was considered severer reaction of plant. Some of plants without symptom were latent infection of AMV in two-year old stand. Symptom of WCMV were slight but showed green mosaic, wrinkled leaf, or the combination of these. Viruses were not detected in one of plants with symptom in old stand.

A small number of plants, which were hypersensitive or tolerant to one or two viruses existed. These plants showed necrotic spot, or weakened or latent symptoms. This fact suggested availability of the breeding of virus-resistant cultivars in red clover.

Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 20: 93-102 (1981)