

北海道十勝地方におけるインゲンマメ黄化病の被害実態と ダイズわい化ウイルス保毒植物の分布

水越 亨*

子実用インゲンマメの主産地である北海道十勝地方において、インゲンマメ黄化病発病株の発生分布を調査した。1986, 1987年における全調査地点の平均発病株率は5.5, 4.0%で、地域別にみると南部では25~43%と高く、中央部では0~4%と低かった。病原ウイルスであるsoybean dwarf virus (SDV) のクローバ類における保毒株率を1987, 1988年にポリクローナル抗体を用いたELISA法で調査した。1987年に牧草地から採集したラジノクローバの平均保毒株率は、南部および西部から北部にかけては75%前後と高かったが、中央部では37.8%と低かった。これに対し、アカクローバの平均保毒株率は西部では77.2%と高かったが、南部では39.5%と低かった。黄化病発病株の発生分布は、アカクローバよりもラジノクローバにおける保毒株の分布に合致し、黄化病の発生に感染源植物であるシロクローバ保毒株の分布が大きく影響している実態が確認された。このほか、エゾノギシギシおよびアルファルファはSDVに感染しないと判断された。

結 言

北海道で栽培される子実用インゲンマメ *Phaseolus vulgaris* L. の作付け面積は、1998年には全国13,300haのうち87%を占める。このうち十勝地方は我が国最大の生産地であり、北海道の作付け面積の72%, 全国に対しても63%を占める(11)。

インゲンマメ黄化病(以下、黄化病と省略)は、病原ウイルスがダイズわい化ウイルス(soybean dwarf virus)の黄化系統(SDV-Y)で(13)、本病に感染した株は着莢数がきわめて少なくなり、成熟莢はほとんど皆無となる(3)。本病は1970年頃に北海道で初めて発生し、以後たびたび多発して北海道におけるインゲンマメ生産の大きな障害となっている(Fig.1)。

本報告では、北海道十勝地方における黄化病発病株の発生分布を調査するとともに、クローバ類のウイルス保毒株の分布状況をELISA法を用いて調査し、両者を対比することで本病の多発要因の解析を試みた。このほか、SDVのシノニムであるsubterranean clover red leaf virus (SCRLV)(2, 6)で保毒植物とされたエゾノギシギシ *Rumex obtusifolius* L. およびアルファルファ *Medicago sativa* L. について、SDV感染の有無を確認した。

試験方法

1. 黄化病の発病実態

1986年7月下旬および1987年8月中・下旬に十勝支庁管内20市町村を巡回調査した(Fig.2)。調査地点数は、1市町村あたり3か所(一部2か所)とし、1986年は農家インゲンマメほ場57筆、1987年は同56筆について発病株率を調査した。調査株数は1986年は100株(一部25株)、1987年は200株である。調査品種は大部分が「大正金時」であるが、一部は他の品種でも行った。

2. 保毒植物の分布

- (1) 牧草地におけるクローバ類のSDV保毒株率を調査した。ラジノ型シロクローバ *Trifolium repens* race *giganteum* (以下、ラジノクローバと呼ぶ)のウイルス保毒株率を1987年に調査した。サンプルは15市町村26地点の牧草地から採集した。アカクローバ *Trifolium pratense*は1988年に調査した。サンプルは11町村17地点の牧草地から採集した。
- (2) インゲンマメほ場周辺部に自生するシロクローバ(生態種については不明)のウイルス保毒株率を1988年に調査した。サンプルは6町村7地点から採集した。
- (3) 同一草地におけるラジノクローバとアカクローバのウイルス保毒株率を比較した。調査は1989年に3町3地点について行った。
- (4) エゾノギシギシおよびアルファルファのウイルス保毒の有無を1987年から1989年にかけて調査した。エゾノギシギシは1987年に2町3地点から、アルファルファ

2000年6月14日受理

* 北海道立十勝農業試験場, 082-0071 河西郡芽室町

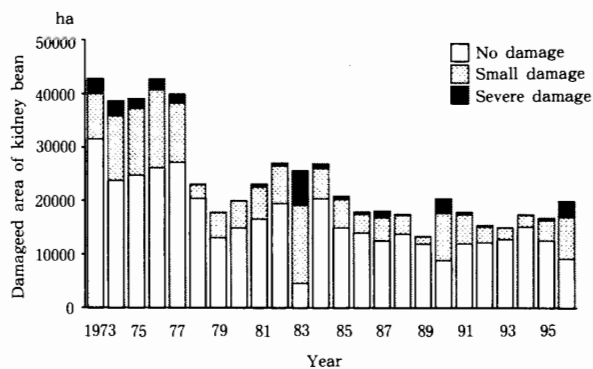


Fig. 1 A yearly change of damaged area of kidney beans caused by SDV-Y in Hokkaido

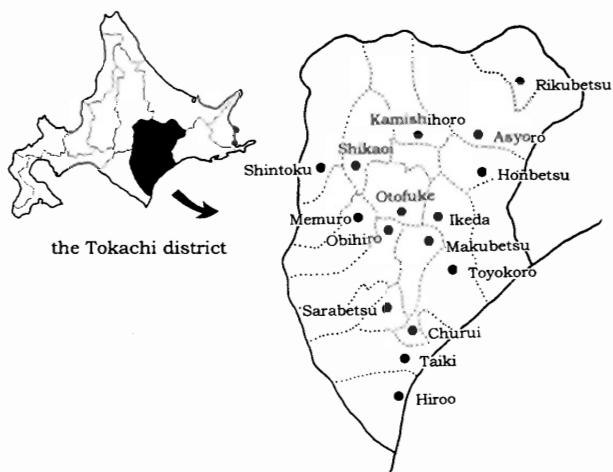


Fig. 2 The map of main investigated points of the Tokachi district

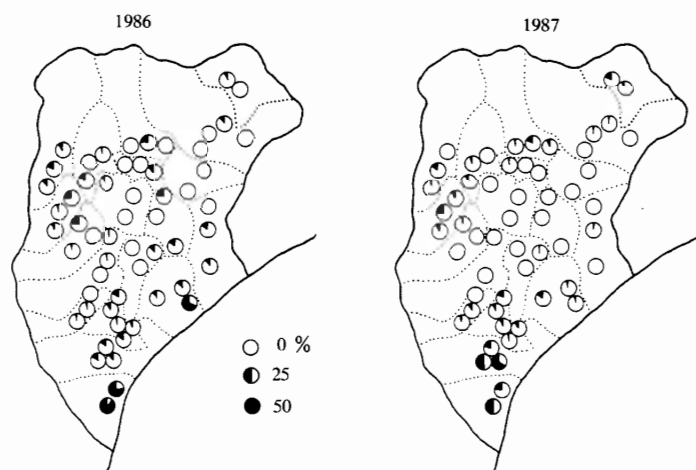


Fig. 3 Occurrence of SDV-Y incidence on kidney beans in the Tokachi district in 1986 and 1987. Circles indicate the percentage of diseased plants infected with SDV-Y.

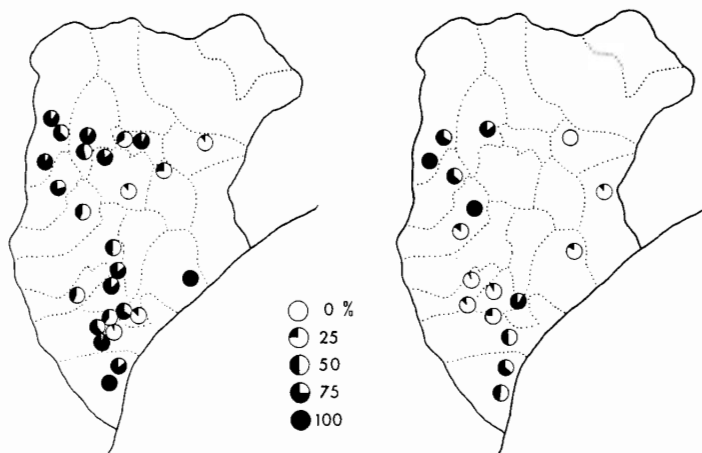


Fig. 4 Distribution of white (ladino) clovers (left, 1987) and red clovers (right, 1988) infected with SDV in the Tokachi district. Circles indicate the percentage of infected plants detected by ELISA.

は1989年に1地点から採集した。

以上のサンプルは、1地点については場全面から原則として30個体採集した。

3. ELISA法および保毒株の検定

抗SDV血清は中央農試より分譲を受け、 γ -グロブリン濃度1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、酵素結合抗体濃度800倍で常法に従った。採集したサンプルは超低温フリーザー（ -60°C ）に保管した。検定部位は、ラジノクロバでは花梗が最も適することから（9）、クロバ類は花梗の中間部分を用いた。アルファルファは茎の中間部分、エゾノギシギシは葉身部分を用いた。各サンプルとも0.2 gをELISA法で検定した。

結 果

1. 黄化病の被害実態

1986年および1987年の十勝地方における黄化病発病株率をFig. 3に示した。1986年における全地点の平均発病株率は5.5%、1987年は4.0%であった。地域的な発生分布では、南部の広尾町、大樹町、更別村、忠類村、豊頃町では1986年は34~43%、1987年も25~33%と極めて高い発病株率のほ場がみられた。次いで、西部から北部にかけての清水町、新得町、鹿追町、上士幌町では10~15%を示したほ場が散見された。これに対して、中央部の帯広市、池田町、音更町、幕別町、本別町では、大部分のほ場が1986、87年とも0~4%と低かった。

以上のように、発病株の地域的な分布状況は兩年を通じて同じ傾向を示し、発病株率は周辺部で高く、中央部で低い結果であった。

2. 保毒植物の分布

牧草地におけるラジノクロバとアカクロバのウイルス保毒株率をFig. 4に示した。1987年におけるラジノクロバのウイルス保毒株率は各地とも高く、全地点の平均保毒株率は62.1%であった。特に、南部の広尾町、大樹町、更別村、豊頃町の平均保毒株率は73.7%、西部から北部にかけての清水町、新得町、鹿追町、上士幌町も75.0%と高かった。80~100%を示した草地も南部で9筆中6筆、西部から北部では8筆中5筆みられた。一方、中央部の帯広市、池田町、音更町、本別町、芽室町では37.8%と低く、6筆中1筆のみ86.7%であったが、残りの5筆は10~50%と低かった。

アカクロバについては、中央部では調査ほ場が得られなかったが、1988年における周辺部の平均保毒株率は43.4%で、これは先のラジノクロバの62.1%よりかなり低かった。地域別にみると、西部の清水町、新得町、鹿追町の平均保毒株率は77.2%と高かったのに対して、南部の広尾町、大樹町、豊頃町では39.5%と低かった。芽室町、更別村では同一町村内でも16.7、100%、10、

90%と大きく異なった。

黄化病発病株の発生分布とクロバ類ウイルス保毒株のそれを対比すると、前者はアカクロバよりもラジノクロバにおける保毒株の分布状況に合致した。

次に、インゲンマメほ場周辺部に自生するシロクロバのウイルス保毒株率をTable 1に示した。更別村では調査した2か所の自生シロクロバのウイルス保毒株率が6.7、63.3%と大きく異なったが、南部の大樹町と忠類村および西部の清水町では73.3~93.3%と高い保毒株率を示した。これに対して、中央部の芽室町および池田町では33.3、46.7%と低かった。本結果は、先に述べた牧草地におけるラジノクロバ保毒株の分布状況に合致していた。

同一草地から採集したラジノクロバとアカクロバのウイルス保毒株率をTable 2に示した。同一草地における両草種のウイルス保毒株率を比較すると、同率からややラジノクロバで高い結果であった。

クロバ類のウイルス保毒株率が高かった草地から採集したエゾノギシギシおよびアルファルファのELISA検定結果をTable 3に示した。陽性株は全く検出されず、両植物ともSDVに感染しないと判断された。

考 察

子実用インゲンマメのSDV-Y感染による減収率は、主要品種「大正金時」では95%以上であり（3）、本調査における地域的な発病株率はほぼそのまま減収程度を示す。玉田（14）は、1969年から1972年にかけて行ったダイズわい化病の発生分布調査で、十勝地方については周辺部の山間地は発病率が高く、中央部の平野地帯では比較的低かったことを報告している。これはインゲンマメで行った黄化病発病株の分布が周辺部で高く、中央部で低いとした本調査結果（Fig. 3）に合致する。十勝地方周辺部は広大な牧草地が広がるのに対して、中央部では畑作物栽培ほ場や市街地が多い。本病の発生には感染源植物であるシロクロバの分布や媒介アブラムシの好適な発生環境が大きく影響している実態がみられる。

ELISA法で行ったクロバ類のSDV保毒株分布調査結果について述べる。アカクロバにはSDV-D（わい化系統）だけが感染するため（13）、アカクロバ保毒株率が西部で高く、南部で低かった結果は、そのまま十勝地方におけるSDV-D保毒株の分布を示す。これに対して、コモン型シロクロバにはSDV-Yだけが感染するが、ラジノクロバにはSDV-YおよびSDV-Dの2系統が感染し（13）、ポリクロナル抗体を用いたELISA法ではラジノクロバに保毒されるSDV 2系統を識別できない。このため、ラジノクロバのウイルス保毒株率が西部および南部ともに高かった結果（Fig. 4）は、

Table 1 Detection of SDV by ELISA in wild white clover, *Trifolium repens*, collected at the wayside in the Tokachi district

Location	No. of plant stested	No. of plants detected	% detection of SDV
Memuro	30	10	33.3
Shimizu	30	26	86.7
Sarabetsu A	30	19	63.3
Sarabetsu B	30	2	6.7
Chu-rui	30	22	73.3
Taiki	30	28	93.3
Ikeda	30	14	46.7

Table 2 Detection of SDV by ELISA in white clover and red clover, *Trifolium pratense*, collected from the same pasture field

Location	Year	Plants	No. of plants tested	No. of plants detected	% of SDV detection
Taiki A	1989	white clover	30	16	53.3
		red clover	30	15	50.0
Hiroo C	1989	white clover	30	30	100
		red clover	30	30	100
Memuro	1989	white clover	30	27	93.3
		red clover	30	14	46.7

Table 3 Detection of SDV by ELISA in broadleaved dock, *Rumex obtusifolius*, and alfalfa, *Medicago sativa*, collected from the pasture field

Location	Year	Plants	No. of plant stested	No. of plants detected	% of SDV detection
Taiki B	1987	broadleaved dock	30	0	0
Hiroo C	1987	broadleaved dock	24	0	0
		broadleaved dock	30	0	0
Memuro	1989	alfalfa	30	0	0

SDV 2 系統を含めた結果である。この点について、筆者(10)は1988年に媒介アブラムシを用いてラジノクローバにおけるSDV 2 系統の感染割合を調査し、接種したダイズでの病徴から西部の鹿追町ではSDV-Dの感染割合が高いが、南部の広尾町と大樹町ではSDV-Yの感染割合が高いことを報告しており、本調査結果と対比すると本病の発生にシロクローバ保毒株の分布が大きく影響している実態がみられる。

次に、SDV-Yとシロクローバの親和性について述べる。玉田(13)はSDV系統間の干渉効果として、SDV-Yに感染した植物はSDV-Dに感染しにくい、SDV-Dに感染した植物は2次ウイルスとしてSDV-Yにも感染することを報告している。SDV-Yとシロクローバの親和性が高いことは、東北地方におけるSDV-Y発生分布の

拡大経過にもみられる。青森県では1971年に下北郡で発生したダイズわい化病 (SDV-Y) の発生地域が、1973年までは1年間に約10~30kmの割合で国道沿いに南下したと報告されており(15)、宮城県でも1984年には県北部のごく一部で軽症株が確認された程度であったが、1987年には県内全域で発生し、三陸沿岸地域では北から南へ発生地点が蔓延していく様子が観察されている(4)。筆者(10)も、ラジノクローバではSDV-Yが速やかに感染し、その後にSDV-Dの感染が起こると推測している。また、アカクローバは短年生であるのに対してシロクローバの生存年数は長く、土壌や気候に対する適応性も広いことから雑草化しやすい。本調査においても、道路際やほ場周辺の雑草化したシロクローバのSDV保毒率は高く、感染源植物としてのシロクローバの重要性が確認さ

れる。

このほか、アルファルファおよびエゾノギシギシのSDVに対する感染性について、SDV-Dは接種試験から感染しないことが確認されているが(12)、SDV-Yについては確認されていない。SCRLVでは両植物に対する感染性が系統によって異なり、アルファルファはニュージーランド系統 (SDV-NZ) には感染するが(5, 16)、その他の系統は感染しないとされる(5, 7, 8)。エゾノギシギシもSDV-NZには無病徴で感染し、感染株率は40%に達するとされるが(1)、感染しないとした報告もある(5)。本調査において、クローバ類がきわめて高いウイルス保毒率を示した草地から採集した個体でもELISA法で保毒株は検出されず、両植物ともSDV-Yに感染しないと判断された。

謝 辞：本試験を遂行するにあたり、抗SDV血清からγ-グロブリンの精製および酵素結合抗体を作製、提供くださった道立中央農業試験場病虫部の萩田孝志博士（現在、道立北見農業試験場）、本調査にあたって多大のご協力を頂いた道立十勝農業試験場病虫予察科の堀田治邦氏（現在、道立花・野菜技術センター）、本稿のご校閲を頂いた道立道南農業試験場長土屋武彦博士（現在、国際協力事業団）にお礼申しあげる。

引用文献

- 1) Ashby, J. W., Teh, P. B., Close, R. C. "Symptomatology of subterranean clover red leaf virus and its incidence in some legume crops, weed hosts, and certain alate aphids in Canterbury, New Zealand". N. Z. Journal of Agricultural Research. 22, 361-365 (1979).
- 2) Ashby, J. W., Kyriakou, A. "Purification and properties of subterranean clover red leaf virus". N. Z. Journal of Agricultural Research. 25, 607-612 (1982).
- 3) 北海道農務部. "昭和51年普及奨励ならびに指導参考事項". 1976, p. 51-59.
- 4) 本蔵良三, 白子幸男, 辻英明, 三浦喜夫, 石垣政道. "宮城県におけるダイズわい化病の蔓延経過". 北日本病害虫研究会報. 39, 110-111 (1988).
- 5) Johnstone, G. R., Ashby J. W., Gibbs J. E., Duffus J. E., Thottappilly G., Fletcher J. D. "The host ranges, classification and identification of eight persistent aphid-transmitted viruses causing diseases in legumes". Neth. J. Pl. Path. 90, 225-245 (1984).
- 6) Johnstone, G. R., McLean G. D. "Virus disease of subterranean clover". Ann. appl. Biol. 110, 421-440 (1987).
- 7) Johnstone G. R., Duffus J. E. "Some luteovirus diseases in Tasmania caused by beet western yellows and subterranean clover red leaf virus". Aust. J. Agric. Res. 35, 821-830 (1984).
- 8) Kellock, A. W. "Red-leaf virus—a new recognized virus disease of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*)". Aust. J. Agric. Res. 22, 615-624 (1971).
- 9) 水越亨, 萩田孝志. "ELISA法によるラジノクローバの部位別ダイズわい化ウイルスの検出状況の違い". 北日本病害虫研究会報. 43, 56-58 (1992).
- 10) 水越亨. "十勝地方の牧草地におけるラジノ型シロクローバのダイズわい化ウイルス2系統の保毒割合". 北日本病害虫研究会報. 43, 59-60 (1992).
- 11) 農林水産省北海道統計事務所. "北海道農林水産統計年報 (総合編), 平成10年~平成11年". 2000, p. 28-31.
- 12) Tamada, T. "Aphid transmission and host range of soybean dwarf virus". Ann. Phytopath. Soc. Japan. 36, 266-274 (1970).
- 13) 玉田哲男. "ダイズ矮化ウイルスの系統". 日植病報. 39, 27-34 (1973).
- 14) 玉田哲男. "ダイズ矮化病に関する研究". 北海道立農試報告. 25, 144p. (1975).
- 15) 柳田雅芳, 松田石松, 那須曠正. "ダイズわい化病の発生実態と防除". 青森畑作園芸試験場研究報告. 3, 1-18 (1978).
- 16) Wilson J., Close R. C. "subterranean clover red leaf virus and other legume viruses in Canterbury". N. Z. Journal of Agricultural Research. 16: 305-310 (1973).

Incidence of soybean dwarf virus disease on kidney beans and geographical distribution of infective clovers in the Tokachi district of Hokkaido

Toru MIZUKOSHI*

Summary

Tokachi district is the largest production area of grain kidney bean in Japan. To assess the influence of the spread of yellowing strain of soybean dwarf virus (SDV-Y) infective clovers for the occurrence of SDV-Y disease on kidney beans, several surveys were made in the Tokachi district from 1986 to 1989. ① The percentage of SDV-Y disease on kidney beans averaged over all fields was 5.5% and 4.0% in 1986 and 1987, respectively. High disease incidence tended to be observed in peripheral region, and that of central region was low. ② The incidence of SDV infective ladino clover monitored by a polyclonal ELISA system was higher in southern and western to northern region reaching 74% and 75%, some fields reaching 80~100%. On the other side, that of pastures in the central region was relatively low reaching 37.8%. ③ The mean incidence of red clover in western region was 77.2%, but 39.5% in southern region. ④ In comparison with the incidence of SDV infective plants between ladino clover and red clover collected in the same pasture, the incidence of ladino clover was relatively higher more than that of red clover. ⑤ Alfalfa, *Medicago sativa*, and broadleaved dock, *Rumex obtusifolius*, collected in pastures where clovers indicated high incidence were not detected SDV by ELISA.

From these results, a positive correlation between the geographical occurrence of SDV disease on kidney beans and of SDV infective ladino clover is seen. It is considered that high incidence of SDV disease on kidney beans in the Tokachi district was due to high affinity between SDV-Y and white clover.

Key words : soybean dwarf virus, SDV, *Aulacorthum solani*, clover, kidney bean

*Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082-0071 Japan