

リンドウの「こぶ症」

岩手県農業研究センター ^{いわだて} 岩館 ^{やすや} 康哉・^{たけさわ} 竹澤 ^{としかず} 利和・^{ちば} 千葉 ^{けんいち} 賢一・^{ただ} 多田 ^{かつろう} 勝郎

はじめに

リンドウは多年生の宿根草であり、主に青紫色の花を咲かせる。岩手県の切り花リンドウ（以下、リンドウ）は、栽培面積 336 ha、生産量は全国の約 7 割を占める重要な品目であり、中山間地を中心に産地が形成されている。リンドウは水田転換畑に作付けされ、定植 2～3 年日以降 4～5 年程度収穫できる。しかし、10 数年前前から「こぶ症」と呼ばれる生育障害が県内各地で発生するようになり、大きな生産阻害要因となっている。本症状はリンドウの草姿を乱し、商品性を著しく損ねる。発症株は次年度以降も発症し、さらに年々増加するため、生産者の意欲減退をも招きかねない状況にある。

本稿では、リンドウ「こぶ症」の症状や発生の特徴と、これまでの研究の取り組みについて紹介する。

I 症状と発生の特徴

「こぶ症」の症状として最も特徴的なものは、茎の節部に形成される「こぶ」（図-1）であり、これが「こぶ症」と呼ばれる所以である。しかし、ここ数年の調査によると、節こぶは必ずしも「こぶ症」株すべてに見られる症状ではなく、むしろ、節間短縮（口絵②）や茎表面の微小な突起（口絵①）が典型的に認められる。実際、岩手県的主力産地である安代町（現 八幡平市）の生産者は、従前より「こぶ症」を「節間短縮症」と称していた。ほかに外観的症狀としては、茎頂葉の黄化、越冬芽基部の肥大やクラウン部の癌腫症状が観察される。なお、根にも「こぶ」形成が見られる場合がある。これらの症状は、早ければ定植 2 年目から発現し、一度発症した株は治癒することなく、年を経るにつれて衰弱して枯死に至る。また、発症について品種間差は認められない（児玉ら、2004）。

典型的症状である節こぶや節間短縮が認められる株には、師部組織の異常な細胞増生（口絵③）が観察される。また、「こぶ症」発生圃場において外観上健全な株の一部にも同様な細胞増生が観察されたことから、師部の異常な細胞増生は「こぶ症」の初期症状であり、「こぶ症」

の早期診断に有効であると考えられている（阿部・竹澤、2005）。

「こぶ症」のもう一つの特徴として、圃場における発生様相が挙げられる。すなわち、多くの場合は圃場の畦畔際から発生が始まり、年ごとに圃場の内側に向かって発生域が拡大していく（児玉ら、2004）（図-2）。さらに、復田し数年経過した後リンドウを作付けしても、再び畦畔際から発生する。

II 発生原因解明の取り組み

1 非生物的要因の検討

上記のような発生様相から「こぶ症」は当初より土壌伝染性病害の可能性について疑われてきたが、いまだ発生原因は明らかにされていない。そこで我々は、病害以外の可能性、すなわち、非生物的要因について様々な観点から調査を行ってきた。

（1）植物ホルモン剤の影響の検討

「こぶ症」はその特異的症狀などから、何らかの植物ホルモンの関与について疑われた。リンドウは水田転換畑に栽培されていることから、水田時に使用したホルモン系除草剤の影響について調査したが、発症との間に明瞭な関係は認められなかった。

このほか、2,4-D やマレイン酸ヒドラジドなど、いくつかのホルモン剤について健全株に対する処理を行ったが、いずれも症状の再現には至らなかった。

（2）植物体内におけるホルモン異常の可能性の検討

こぶ組織を磨砕しフィルター滅菌したものを培地に添加した。これにリンドウを滅菌播種して育成した。その



図-1 茎の節部に形成された「こぶ」

'Kobu-sho' Syndrome of Gentian. By Yasuya IWADATE, Toshikazu TAKESAWA, Ken-ichi CHIBA and Katsurou TADA
(キーワード: リンドウ, こぶ症)



(a) 2001年9月21日



(b) 2002年7月10日



(c) 2003年6月26日



(d) 2004年6月10日

図-2 同一圃場における「こぶ症」の拡大様相

結果、典型的なオーキシン作用である重力屈性と、根の伸長促進が認められた。このことから、こぶ組織中にはオーキシン様物質が高濃度に存在することが示唆された。しかし、こぶ組織磨砕液による作用は一過的であり、植物体への注入処理でもこぶ形成などは認められなかった（竹澤・阿部，2005 a）。

(3) 土壌物理・化学性および作物栄養

「こぶ症」は排水性が高く乾燥しやすい土壌で発症が多い傾向との認識があったことなどから、生理障害の可能性も考えられた。そこで、同一圃場での発症域と未発症域における土壌物理・化学性、作物栄養状態について詳細な比較調査を行った。

① 土壌物理性

作土や下層土における土性および粒径組成、三相分布、透水性について、発症との関係は認められなかった。また、土壌断面調査によっても特定の傾向を見いだすことはできなかった。さらに、発症域と未発症域とに土壌水分計を設置し、通年の土壌水分について検討したが傾向は判然としなかった。

② 土壌化学性および作物栄養

土壌の pH や多量要素（窒素，リン酸，カリ），交換

性塩基（石灰，苦土），微量元素（ホウ素，銅，亜鉛，マンガ）含量などは、いずれも発症との関係が認められなかった。また、植物体におけるこれらの養分濃度にも傾向は認められなかった。さらに、これまでに発生圃場から多くの発症株を持ち帰り，岩手県農業研究センター内で慣行培土にて栽培しているが，翌年も引き続き「こぶ症」を発症することからも，「こぶ症」が土壌化学性や作物栄養状態に起因する生理障害であるとは考えにくい。

2 生物的要因の検討

(1) 土壌伝染性の検討

「こぶ症」の発生様相から，土壌伝染性病害の可能性が疑われている。これまでに，発生圃場から採取した土壌に無病苗を定植しても症状の再現には至っていない。しかし，発生跡地に無病苗を定植すると，数年内に「こぶ症」の症状を呈する。

一方，「こぶ症」が畦畔際から拡大するという発生様相から，畦畔に何らかの原因が存在すると仮説を立て，「こぶ症」多発圃場の畦畔に無病苗を定植したところ，翌年にはほとんどの株が「こぶ症」を発症した。しかし，この畦畔から採取した土壌を所内に持ち帰り，上記同様

にコンテナ栽培を行っても、発症を確認するには至っていない。

このように、発生圃場および発生圃場の畦畔では症状が再現できるが、この土壌を採取し別の場所で栽培すると症状を再現できない。このことが、「こぶ症」の原因解明を阻む最大の原因となっている。

(2) 組織培養による症状の再現と伝達性の確認

in vitro 環境は、気象条件などの様々な環境要因を排除できるため、「こぶ症」が生理障害であるか否かを確認するには好都合である。そこで、組織培養手法により、発症株の症状の伝達性の確認等を行い、病原体が関与する可能性について検討した。

① 組織培養による症状の再現

永年性作物であるリンドウは、夏期に越冬芽を形成して翌春にその越冬芽が抽苔するという生態を有する。「こぶ症」を発症した株の越冬芽を組織培養に供したところ、約3か月後には生存するすべての個体で典型的症状である節間のこぶが形成され、一部の個体には節間の突起も認められた(図-3)。また、発症株の茎頂や葉片から誘導された個体においても症状が発現するものが認められた。このように、*in vitro* における組織培養で症状が再現されたことから、栽培圃場における何らかの環境的因子が症状発現に関係している可能性は低く、発症株の組織中に「こぶ症」の病原が存在している可能性が高い(竹澤・阿部, 2005 b)。

② *in vitro* における伝達性の確認

上述の再現個体から、発生した外観上健全の分枝を採取し培養すると「こぶ症」が再現された(竹澤・阿部, 2005 b)。なお、通常の栽培試験においても、「こぶ症」株由来の挿し木繁殖個体で「こぶ症」が発症した。このことから、「こぶ症」が栄養繁殖により伝達することが

明らかとなった。

さらに、*in vitro* で発症した個体を穂木とし、無菌培養健全個体を台木として接木したところ、6か月後には供試した大半の健全個体で「こぶ」の形成が認められた(竹澤ら, 2006)。このように接木によって伝染が成立したことから、発症個体には「こぶ症」を引き起こす病原体が存在していることが強く示唆された。

③ 茎頂培養によるフリー化の可能性検討

発症株の茎頂を 0.1 ~ 1 mm 以上の大きさごとに区分して培養育成したところ、0.4 mm 以下に摘出した個体では、すべてにおいて発症は認められなかったが、0.5 mm を超える個体は発症が認められ、摘出茎頂が大きいほど発症する個体が多かった(表-1)。このことから、「こぶ症」の発症株を茎頂培養することによって病原体がフリー化される可能性が強く示唆された。

現場で栽培されているリンドウには栄養繁殖性のものも多いが、前述のとおり、発症株からの栄養繁殖によって被害が拡大するおそれがある。これを阻止するため、茎頂培養により栄養繁殖の母株を健全化することは非常に有効な手段であると考えられる(竹澤ら, 2006)。

(3) 病原体検出の試み

これまで述べてきたとおり、「こぶ症」の発症には病原体が関与している可能性が示唆されている。そこで、これまでに試みてきた内容を紹介する。

① 糸状菌・細菌関与の可能性について

典型的な症状を示すリンドウ個体から糸状菌・細菌の分離を試みているが、現在までに症状の再現に至る病原菌と考えられる菌株は得られていない。また、発症土壌からはウイルス媒介糸状菌である *Olpidium* 属菌は検出されていない(大木, 私信)。なお、発症株の根から分離した細菌が根や茎の伸長を抑制するとともに根を褐変

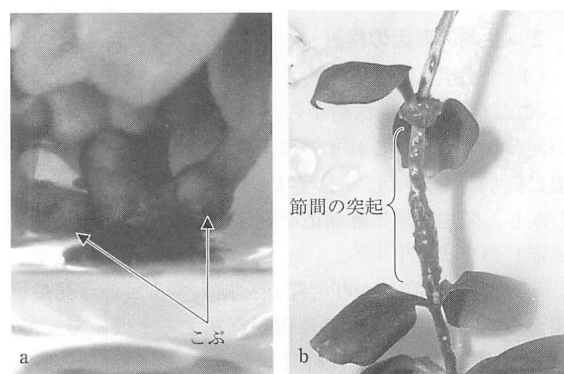


図-3 *in vitro* における「こぶ症」症状発現
a: 節位のこぶ形成, b: 節間の突起。

表-1 茎頂培養個体における「こぶ症」発症状況

摘出茎頂の 大きさ (mm)	供試 個体数	供試個体の生育状況別個体数		
		枯死 ^{a)} 個体数	健全 個体数	発症 ^{c)} 個体数
0.1 ~ 0.2	10	7	3 (100) ^{b)}	0 (0)
0.3 ~ 0.4	10	2	8 (100)	0 (0)
0.5 ~ 0.6	9	0	8 (89)	1 (11)
0.7 ~ 0.9	8	0	6 (75)	2 (25)
1.0 ~ 1.5	6	0	0 (0)	6 (100)
計	43	9	25 (74)	9 (26)

^{a)} 枯死は、培養開始直後の生育停止によるものであり、こぶ症発症によるものではない。^{b)} 括弧内の数値は、生存個体数に占める割合(%)である。^{c)} 発症は、節位のこぶ形成で判断した。

させること（門田ら，2006），発症株の根のこぶ組織に細菌塊が観察されること（加来ら，2006）など，新たな知見が見いだされてきている。

② ファイトプラズマ関与の可能性について

「こぶ症」とファイトプラズマの関係について，中央農業総合研究センター病害防除部ファイトプラズマ病害研究室（現 昆虫等媒介病害研究チーム）に診断を依頼したところ，「こぶ症」株からファイトプラズマは検出されなかった。一方で，典型的なてんぐ巣症状を示すリンドウ個体からはファイトプラズマが検出された。このことから，ファイトプラズマによるリンドウてんぐ巣病と「こぶ症」の関連はないと考えられる。

③ ウイルス・ウイロイド関与の可能性について

リンドウには4種のウイルス（CMV，BBWV，CIYVV，INSV）が感染することが知られているが，これらについては「こぶ症」との関連はないと考えている。栽培圃場では特に，BBWVに感染しているリンドウ個体が多く，ウイルス検定時に障害となる場合が多い。これまでに，電子顕微鏡によるウイルスの検出，生物検定，抗血清による診断を岩手大学，弘前大学，日本植物防疫協会研究所等の協力のもとで実施してきたが，BBWV以外のウイルスは確認できていない。現在は日本大学の協力により，ウイルス関与の可能性について引き続き検討中である。

ウイロイドについては弘前大学協力のもとで検出を試みたが，ウイロイド様RNAは検出されていない。

④ センチュウ関与の可能性について

「こぶ症」発生土壌からセンチュウの検出を試みているが，植物寄生性センチュウの検出頻度は低く，外観上健全株と「こぶ症」株の株元土壌におけるセンチュウ密度などに明確な差は認められていない。また，発症株の根からは既報告の根腐病菌やネコブセンチュウは確認できないこと（門田ら，2005）から，既報告のセンチュウが「こぶ症」の発症に関与している可能性は低いと考えられる。

III 発生防止対策の検討

1 土壌消毒の効果

前章までに述べたとおり，「こぶ症」の圃場内における広がりかたの特徴から，土壌伝染性病害である可能性が疑われている。そこで，2004年に現地の「こぶ症」発生圃場において土壌消毒試験を実施した。供試薬剤は，クロルピクリンくん蒸剤，D-D剤，ホスチアゼート粒剤，オキサミル粒剤，有機銅粒剤，フルアジナム粉剤，TPN粉剤，カーバマナトリウム塩液剤と熱水土壤消毒

とし，熱水土壤消毒区以外は反復を設けた。消毒後に無病苗を定植し，翌年7月に「こぶ症」の発生状況を調査した結果，すべての薬剤処理区で発症株が認められ，無消毒区との差は見られなかった（岩館ら，2006）。このことから，土壌消毒による「こぶ症」被害回避の可能性は低いと考えられた。

2 畦畔遮断技術の検討

圃場内での「こぶ症」の発生拡大は畦畔際から起こるため，生産現場では，畦畔際に沿って深さ数十cmの溝を設置した場合に圃場内への発生拡大が抑制される事例を認めている。また，前作で「こぶ症」が発生した圃場において，定植前の畦畔部遮断（キルパーによる額縁防除，圃場外縁部の溝掘による周溝設置および周溝への杉皮パークの投入，周溝内側への畦畔板設置）を実施したところ，処理3年目でも「こぶ症」の発生はほとんど見られなかった。周辺圃場の状況から見て，本処理の「こぶ症」抑止効果はあると考えられたものの，これらの実験圃場では対照区がないためにその効果判定は難しい状況であった。

そこで，2006年5月に新たに畦畔から圃場を物理的に遮断した試験圃場を設置した。試験は定植前に畦畔部を遮断することとし，畦畔部に不透水性の畦畔シートを30cm深で埋め込み圃場内と遮断した。次年度以降，効果について検証していく予定である。

おわりに

岩手県農業研究センターの「こぶ症」対策チームでは，発生原因の解明を中心に活動してきた。その過程で東北農業研究センター，農業改良普及センター，岩手生物工学研究センター，安代町（現 八幡平市）を含む各地の生産者などと積極的に連携し，考え得る発生要因について検討してきた。また，福島県農業総合センター，安代リンドウ開発，日本大学，岩手大学，弘前大学，中央農業総合研究センター，農業生物資源研究所，花き研究所，日本植物防疫協会研究所等の助言・協力を得ながら病原体の関与について研究を推進してきた。その結果，「こぶ症」の発生には病原体が関与していることが示唆されたため，現在はウイルスと細菌にターゲットを絞って検討を進めている。

「こぶ症」の発生抑止対策を確立するためには，病原体の同定と症状の再現が必要である。これまでの検討から病原体は既知のものである可能性は低く，その特定は困難であることから，読者諸賢からのご支援とご指導をたまわりたい。

引 用 文 献

- 1) 阿部 潤・竹澤利和 (2005): 北日本病虫研報 56: 65 ~ 69.
- 2) 岩館康哉 (2006): 日植病報 72: 印刷中.
- 3) 門田育生 (2005): 北日本病虫研報 56: 61 ~ 64.
- 4) ———ら (2006): 日植病報 72: 56.
- 5) 加来久敏 (2006): 同上 72: 56 ~ 57.
- 6) 児玉勝雄 (2004): 園学要旨 平 16 東北支部: 51 ~ 52.
- 7) 竹澤利和・阿部 潤 (2005 a): 北日本病虫研報 56: 70 ~ 73.
- 8) ——— (2005 b): 同上 56: 74 ~ 78.
- 9) ——— (2006): 同上 57: 印刷中.

(新しく登録された農薬 5 ページからの続き)

カーネーション: コナガ: 発生初期

アリウム: ネギコガ: 発生初期

芝: スジキリヨトウ, シバツトガ, タマナヤガ: 発生初期

●アセフェート液剤

21790: GF オルトラン液剤 (住化武田農薬) 2006/9/20

アセフェート: 15.0%

ばら: アブラムシ類, チュウレンジハバチ: —

きく: アブラムシ類: —

さくら: アメリカシロヒトリ: —

つつじ: ツツジグンバイ, ペニモンアオリガ: —

つばき類: チャドクガ: —

くちなし: オオスカシバ: —

まさき: ミノウスバ: —

さんごじゅ: サンゴジュハムシ: —

さつき: ペニモンアオリガ: —

●アセフェート剤

21791: GF オルトランカプセル (住化武田農薬) 2006/9/20

アセフェート: 97.0%

さくら: アメリカシロヒトリ, モンクロシャチホコ: 発生期直前

アメリカカフウ: アメリカシロヒトリ: 発生期直前

ブラタナス: アメリカシロヒトリ: 発生期直前

にれ: アブラムシ類: 発生期直前

「殺虫殺菌剤」

●イミダクロプリド・スピノサド・チフルザミド・トリシクラゾール粒剤

21760: バイエルフルサポート箱粒剤 (バイエルクロップサイエンス) 2006/9/6

イミダクロプリド: 2.0%, スピノサド: 0.75%, チフルザミド: 3.0%, トリシクラゾール: 4.0%

稲 (箱育苗): いもち病, 紋枯病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, ニカメイチュウ, コブノメイガ, イネツトムシ, イネドロオイムシ, イネミズゾウムシ: 移植 2 日前~当日

●脂肪酸グリセリド乳剤

21767: アーリーセーフ (富士グリーン) 2006/9/6

脂肪酸グリセリド: 90.0%

野菜類: ハダニ類, アブラムシ類, うどんこ病: 収穫前日まで

●エトフェンプロックス・バリダマイシン・フサライド粉剤

21787: ST ラブバリダトレボン粉剤 DL (住化武田農薬) 2006/9/20

エトフェンプロックス: 0.50%, バリダマイシン: 0.30%, フサライド: 2.5%

稲: いもち病, 紋枯病, ツマグロヨコバイ, ウンカ類, コブノメイガ, カメムシ類: 収穫 14 日前まで

「殺菌剤」

●シメコナゾール粒剤

21782: モンガリット 1 キロ粒剤 (三共アグロ) 2006/9/20

シメコナゾール: 4.5%

稲: 紋枯病, 稲こうじ病: 収穫 45 日前まで

●ヘキサコナゾール水和剤

21784: 協友アンビルフロアブル (協友アグリ) 2006/9/20

ヘキサコナゾール: 2.0%

りんご: 斑点落葉病, モニリア病, 赤星病, 黒星病, うどんこ病: 収穫 7 日前まで

なし: 赤星病, 黒星病, うどんこ病, 輪紋病: 収穫 7 日前まで

もも: 灰星病, 黒星病: 収穫前日まで

かき: うどんこ病: 収穫 7 日前まで

おうとう: 灰星病: 収穫 7 日前まで

すもも: 灰星病: 収穫前日まで

あんず: 灰星病: 収穫 7 日前まで

いちじく: さび病: 収穫前日まで

きく: 白さび病: 発病初期

ばら: うどんこ病: 発病初期

●アゾキシストロビン水和剤

21785: 協友アミスターエイト (協友アグリ) 2006/9/20

アゾキシストロビン: 8.0%

稲: いもち病, 紋枯病, 穂枯れ (ごま葉枯病菌), 稲こうじ病, 穂枯れ (すじ葉枯病菌), 変色米 (カーブラリア菌), 変色米 (エビコッカム菌), 変色米 (アルタナリア菌): 収穫 14 日前まで (散布)

稲: いもち病, 紋枯病: 収穫 14 日前まで (空中散布)

稲: いもち病, 紋枯病: 収穫 14 日前まで (無人ヘリコプターによる散布)

●トリホリン乳剤

21786: ST サプロール乳剤 (住化武田農薬) 2006/9/20

トリホリン: 15.0%

かき: うどんこ病: 収穫 14 日前まで

もも: 灰星病: 収穫前日まで

いちご: うどんこ病: 収穫前日まで

メロン: うどんこ病: 収穫前日まで

きゅうり: うどんこ病: 収穫前日まで

なす: うどんこ病: 収穫前日まで

ピーマン: うどんこ病: 収穫前日まで

トマト: 葉かび病: 収穫前日まで

さやえんどう: うどんこ病: 収穫前日まで

ねぎ: さび病: 収穫前日まで

食用ぎく: 白さび病: 収穫 14 日前まで

きく: 白さび病: —

ばら: うどんこ病, 黒星病: —

芝: さび病: 発病初期

芝 (日本芝), 芝 (ペントグラス): フェアリーリング病: 発病初期

●ピラクロストロビン水和剤

21792: カルビオ (BASF アグロ) 2006/9/25

ピラクロストロビン: 20.0%

りんご: 斑点落葉病: 収穫前日まで

なし: 黒斑病: 収穫前日まで

(27 ページへ続く)