

わい化剤を利用したソラマメの耐雪性の向上

農業技術研究機構 花き研究所 福田直子

1. はじめに

ウニコナゾール、バクロブトラゾールなどのわい化剤は、作物の倒伏軽減、園芸植物の草丈抑制のために広く用いられている。これらのわい化剤は植物の伸長生長を抑制するほかに、温度や水分、オゾン等の環境ストレスに対する耐性を向上させる効果を示す¹⁾。この理由については、わい性化と同時に生ずる葉の濃緑化に伴って葉面積あたりのカロチノイド濃度が上昇し、活性酸素の除去能力が高くなるためと考えられており²⁾、わい化剤の副次的な効果についての研究が進められている。

一方、越年生長日植物の多くは越冬する際に茎の伸長が抑制され、地際から葉が密生するロゼットあるいは匍匐状を示す。このような草型は高温や長日によって解除されることから、生理的わい性と考えられる。ナタネやコムギ等において、越冬前の草型がロゼットや匍匐型の品種は、そうでないものと比較して高い耐凍性を示し^{3), 4)}、わい性の草型と作物の越冬性との間に関連があることが知られている。ソラマメの越冬時の草型は特にロゼットになることはないが、遺伝的にわい性の品種の耐雪性が他の品種よりも顕著に強い⁵⁾。そこで、越冬前の生育量が大い耐雪性の弱い品種に、ウニコナゾールPを処理して植物体を人為的にわい性化したところ、雪害が軽減され、植物体の耐雪性が向す

るという知見が得られた⁶⁾。わい化剤の副次効果の一例であり、新たな技術開発の端緒となるものと考えられるのでここに紹介する。

2. ソラマメの雪害とその回避技術

ソラマメは重粘な土壌での栽培にも適し、野菜の中では栽培管理や出荷調整が省力的で軽作業であることから、各地で水田転作作物として導入されている。ソラマメの収量は10月播種、5~6月収穫の秋まき栽培の方が、2月播種の春まき栽培よりも、生育期間が長く有効茎数が多いために収量が高い。しかし、40日以上積雪によって茎葉の壊死や個体の枯死、すなわち雪害が生じて収量が低下するため、積雪地域での省力安定生産および産地の拡大が阻害されている。

越冬作物の耕種的な雪害対策としては、耐雪

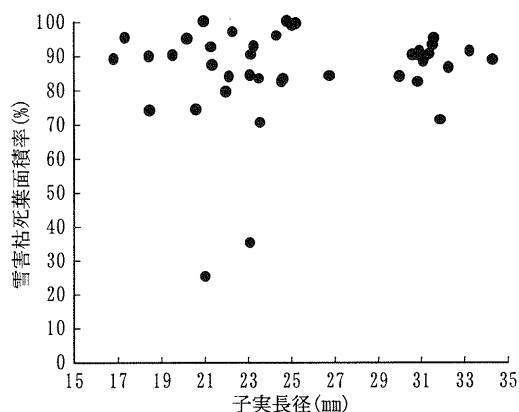


図-1 子実の大きさと耐雪性との関係
雪害程度は積雪日数53日後に評価

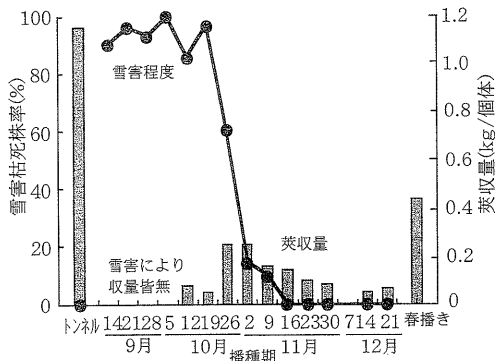


図-2 播種期による雪害枯死株率および収量の変化
積雪日数82日、品種：打越一寸

性の強い品種および耐雪性が強い播種適期の選定が重要である。ソラマメ41品種を用いて圃場条件で栽培し、一定の積雪期間の後の雪害程度を調査したところ、子実長径30mm以上で市場性の高い一寸系の品種は全て耐雪性が弱かった。耐雪性の最も強い品種は子実の長径が21mmと明らかな小粒で、実用品種ではなかった(図-1)。

また、大粒種を9月14日から12月21日まで7日ごとに播種期を変えて積雪日数82日後の雪害程度と収量を調査したところ、10月下旬以前の早い播種期では雪害が大きく枯死が生じ、11月以降の遅い播種期では雪害は軽減されるが、収穫期の生育量が小さいために収量は低くなる(図-2)。従って品種や播種期の選択によって一寸系の大粒品種の雪害を回避することは困難である。

現在、新潟県や福井県のソラマメ生産地では、12月から3月の間、不織布の小トンネルで植物体を被覆することにより雪害を回避している(写真-1)。トンネルの支柱を各個体上に×を組む形で設置することにより積雪深約80cm積雪日数90日の条件でも雪害を受けずに越冬することができる。この方法は資材と労力が多いため、耐雪性の強い大粒品種の育成が望まれる。しかしながら、品種の育成には多くの労力



写真-1 不織布トンネルを利用した栽培風景
と時間がかかるために、現在の一寸系大粒種に人為的に耐雪性を付与する技術の開発が望ましい。

3. わい化剤処理による耐雪性の向上とその原因

ソラマメの雪害は直接的には土壤に生息する雪腐病菌が原因であるが、積雪下での植物の呼吸による糖類の生理的な消耗や、融雪水による植物体からの無機養分の溶脱などが影響する⁷⁾。耐雪性の弱い品種は草丈、節間長、葉柄長が長く個葉面積の大きいものが多い。一方、耐雪性の最も強い品種は、根雪前の体内成分の含有率が高く、葉身の雪腐病菌に対する抵抗性が強い他、わい性で草丈や葉柄が短く、葉色が濃い特徴を有する。これらの形態形質は雪腐病菌の侵入や体内成分の融雪水による溶脱を助長する葉の傷害の回避に適し、わい性の形質は耐雪性強化の重要な要因であることが示された⁷⁾。そこで、子実の大きさを変化させることなく、一寸系大粒品種の根雪前の草型を人為的にわい性化させ、耐雪性を強化する方法を検討した。

(1) わい化剤の処理方法と越冬前の形質
大粒品種で耐雪性の弱い「打越一寸」を用い、育苗培土を詰めた直径9cmのビニールポットに播種し、出芽直後に25ppmのウニコナゾールP

表-1 ウニコナゾールP処理による根雪前生育量および当含有率の変化

	総重 (g)	葉数	草丈 (cm)	分枝数	葉面積 (cm ²)	生重(g)		乾物率(%)		糖含量(%)	
						葉部	茎部	葉部	茎部	葉部	茎部
R	5.2	4.8	9.3	1.6	80	3.2	1.9	15.0	13.6	5.6	6.7
U	8.7	4.7	16.5	3.8	139	4.5	3.7	14.5	12.7	5.6	6.7
pU	7	3.8	7.3	3.6	98	4.7	2.0	14.2	13.0	6.4	6.0
t-R	*	**	**	**		**					
t-U	*	*	***			***					

R:耐雪性強品種「倫玲」, U:打越一寸, pU:ウニコナゾールP処理打越一寸
t-R, t-Uはそれぞれ, pUとのt検定の結果を示す。

*, **, ***は0.1, 1, 5%水準で有意差があることを示す。

を約20ml灌注し, 第2初生葉展開時に圃場に定植した。生育と耐雪性の比較として, わい化剤無処理区と, わい性で耐雪性の強い品種「倫玲」を用いた。

越冬前の生育量を調査したところ, ウニコナゾールP処理区の打越一寸は無処理と比較して, 茎葉の長さや重さに関する形質はいずれも顕著に小さくなり, 葉色が濃くなった(表-1)。倫玲と比較すると, ウニコナゾールP処理打越一寸の茎葉総重, 葉柄長, 個葉面積, 葉の乾物率は大きく, 逆に草丈, 節間長, 葉数は有意に小さかった。処理区打越一寸の個葉面積は無処理よりも小さく, 単位面積当たりの葉重はより重く, 倫玲とほぼ同じであった。茎葉の糖含量については有意な差は認められなかった。

(2) わい化剤処理による耐雪性の変化

各処理区および品種の耐雪性を, 積雪日数71日後に個体あたりの壊死葉面積率と処理区の枯死株率で評価した。その結果, 無処理区の枯死葉面積率94%, 枯死株率53%と大きな雪害を受けたのに対し, わい化剤処理区は枯死葉面積率52%, 枯死株率6%と無処理区よりも顕著に雪害程度が低下した。また, 耐雪性強品種である倫玲の枯死葉面積率は65%, 枯死株率は12%であったことから, わい化剤処理打越一寸は耐雪性強品種と同等かそれ以上に雪害程度が低くなった。すなわち, 出芽直後にウニコナゾールP

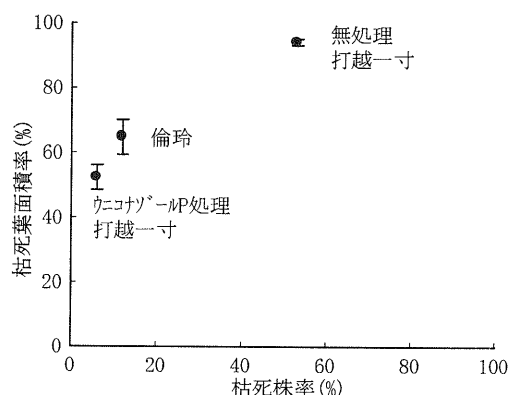


図-3 ウニコナゾールP処理による雪害程度の変化
積雪期間: 1月7日~3月6日。
雪害調査: 3月11日

を処理して越冬前の植物体を人為的にわい性化することにより, ソラマメの耐雪性が強くなることが示された。

(3) 人為わい性化による雪腐病抵抗性の強化

ではなぜ, 人為的に植物体をわい性化することにより耐雪性が強化されるのであろうか? 作物の耐雪性に影響するとされる根雪前の単少糖含有率と, 積雪下での減少速度については, わい化剤処理区と無処理区との間に有意な差は認められなかった。しかし, ウニコナゾールP処理によって顕著にわい性化された個体は根雪前の強風を伴う霰による葉面の傷害を回避し, 融雪水による体内成分の溶脱を軽減したものと考えられる。さらに, 雪害の主要因である雪腐病菌に対する抵抗性の変化明らかにする目的で, ソラマメの雪害部位から検出, 同定された褐色

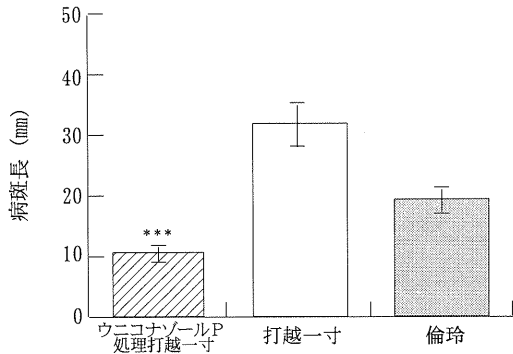


図-4 ウニコナゾールP処理によるソラマメ葉身の褐色雪腐病抵抗性の変化
Pythium iwayamai を付傷葉面に接種。0.5℃14日後の病斑長。
 ***は打越一寸との間に0.1%水準での有意差があることを示す。

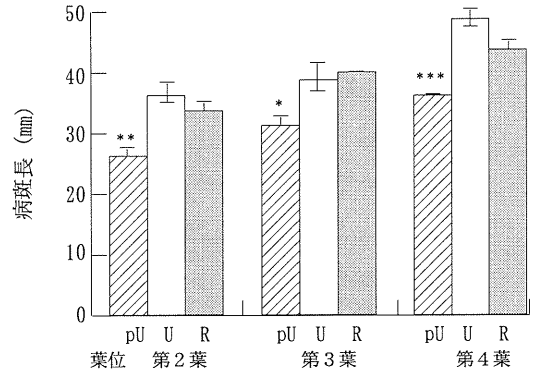


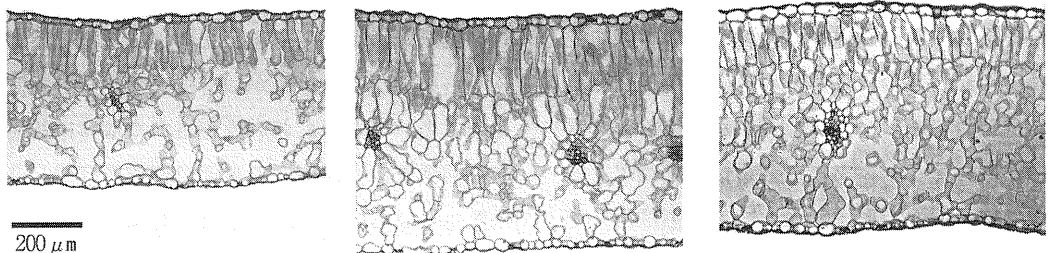
図-5 ウニコナゾールP処理による雪腐菌核病菌抵抗性の変化
 pU: ウニコナゾールP処理打越一寸, U: 打越一寸, R: 倫玲
 *, **, ***はそれぞれUとの5, 1, 0.1%水準での有意差を示す。

雪腐病菌 (*Pythium iwayamai*) と雪腐菌核病菌 (*Sclerotinia trifolium*)⁸⁾ を用いて人工接種試験を行った。

出芽直後にウニコナゾールPを処理し、5葉まで20℃で栽培した後に5℃で低温ハードニングした打越一寸、無処理打越一寸および倫玲の切り葉に、これらの雪腐病菌を接種し、0.5℃14日後の病斑長を測定し、葉身の雪腐病抵抗性を調査した。褐色雪腐病菌の病斑長は無処理区が最も長く、次いで倫玲、ウニコナゾールP処理区は最も短かった (図-4)。雪腐菌核病菌はより病原性が強いいため病斑長が長く、無処理区と倫玲の差異は明瞭でない葉位もあったが、ウニコナゾールP処理区は両品種よりも明らか

に病斑が小さかった (図-5) これらの結果から、ウニコナゾールP処理によって人為的にわい性化することによって、ソラマメ葉身の雪腐病抵抗性が強化することが示され、これが耐雪性向上の原因であると考えられた。

ウニコナゾールやパクロボトラゾール等のトリアゾール系のわい化剤は、殺菌剤の開発過程で発見され、製剤化された歴史がある¹⁾。そのため、この実験結果について、ウニコナゾールPの成分そのものが、雪腐病斑の伸長に抑制的に作用したのではないかと指摘を受けたことがある。しかし、出芽直後のウニコナゾールPの灌注処理から雪腐病菌の接種試験まで40日以上が経過しており、供試した切り葉には薬剤は



A . 打越一寸

B . ウニコナゾールP処理打越一寸 C . 倫玲

図-6 人為わい化に伴う葉身組織構造の変化

処理されていないことから、
わい化剤の直接的な影響は考
えにくい。

雪腐病抵抗性強化の可能性
のある原因の一つに葉組織構
造の変化をあげたい。ウニコ

ナゾールP処理によって茎葉がわい性化するだけでなく、葉身が厚くなり、葉色が濃緑化した。葉の横断面を観察したところ、葉肉細胞の密度が高くなり、細胞間隙率が低下した(図-6-A, B)。この形態的な特徴は耐雪性の強いわい性品種とよく類似しており(図-6-C)、雪腐病菌の葉組織中での伸展を抑制する効果があるのかもしれない。いずれにせよ、植物の病害抵抗性には多くの要因が関与していることから、人為わい性化によるソラマメ葉身の雪腐病抵抗性の強化の原因究明については今後さらに多面的な検討が必要である。

4. わい化剤処理による収穫期生育量および収量の変化

3-(1), (2)で供試したウニコナゾールP処理と無処理の打越一寸について、越冬後の生育量と英収量を調査した。ウニコナゾールP処理区の根雪前に生じた分枝は、3月9日の消雪後もわい性形質が維持されて生育が抑制されたが、越冬後に新たに発生した分枝は無処理区と同様の形質となった。そのため、ウニコナゾールP処理区の収穫期の草丈と有効茎数は、雪害を大きく受けた無処理区とほぼ同じになった(表-2)。しかし、ウニコナゾールP処理区の茎葉総重は無処理区よりも小さく、有効茎の総節数、着莢節数は有意に少なかった。これらのことが反映して、処理区の個体当たりの英数は無処理区よりも少なく、英収量は低かった(表-2)。

表-2 ウニコナゾールP処理による収穫期生育量と収量の変化

处理	茎葉重 重 (g)	草丈 (cm)	茎数	有効 茎数	総節数	着莢 節数	1節 莢数	莢収量 個数 (g)	
U	774	65	7.6	4.2	18.5	2.9	1.2	15	417
pU	531	65	7.6	4.3	16.6	2.1	1.1	10	283

U: 打越一寸, pU: ウニコナゾールP処理打越一寸

すなわち、人為わい性化によって雪害を回避し得るものの、わい化剤の影響が越冬後も残る場合は、英生産に必要な茎葉の生育が抑制されて収量が低下することが明らかになった。

5. 残された課題

これまで述べたように、人為的に越冬前の茎葉をわい性化することによって、ソラマメ葉身の雪腐病抵抗性は向上し、雪害を軽減することができる。しかし、高い英収量を得るためには、越冬後の十分な生育が不可欠である。今回の実験では25ppmのウニコナゾールPを出芽時に灌注処理する方法を用いたが、越冬後、約1ヶ月間茎葉の生育が抑制され、収量低下の原因となった。したがって、わい化剤利用による雪害回避技術を確立するためには、根雪前のわい性化と越冬後の迅速な脱わい性化(茎葉形質の復帰)を両立する剤の選択と処理条件の検討が必要である。

冬季のロゼットすなわち自然わい性の草型は、植物の寒冷適応の一形態と考えられる。ソラマメのように耐凍性や耐雪性の弱い作物にわい化剤を処理して越冬性を向上させ、高収量を得る技術の開発は、栽培面積の拡大や、安定・多収に結びつくものと考えられる。今後の多面的な検討に期待したい。

参考文献

- 1) Flecher R. A. and Gilley A. 2000. Tria

- zoles as plant growth regulators and stress protectants. Hort. Rev. 24, 55-138.
- 2) Sopher C.R., Krol M., Huner N. P. A. Moore A. E. and Fletcher R. A. 1999, Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedling. Can. J. Bot. 77, 279-290.
- 3) 桑原達雄・阿部二郎・森山真久・入来規雄・吉田みどり・高田兼則 1997, 秋播コムギ品種の生理・生態的形質と雪腐病被害との関係. 育雑 47:271-277.
- 4) 志賀敏夫, 馬場知, 長山忠夫 1966 菜種の越冬性に関する研究第1報越冬性の違いによる生育経過の総意について. 福島県農試報 2, 1-16.
- 5) 福田直子・湯川智行 1998, ソラマメ (*Vicia faba* L.) における耐雪性の品種間差異と生育特性. 日作紀 67, 505-509.
- 6) Fukuta N., Arai M., Yukawa T. and Matsuura O. 2001. Effect of dwarfing induced by Uniconazole-P on snow tolerance of the Faba bean (*Vicia faba* L.). Plant Production Science 4, 189-195.
- 7) 福田直子 2000, ソラマメの雪害要因と耐雪性機構に関する生理・生態的研究. 北陸農試報43, 47-123.
- 8) 荒井治喜・福田直子・竹中重仁・斉藤泉・中島敏彦 1999, ソラマメに発生した雪腐菌核病(新称)と褐色雪腐病(新称)について. 日植病報65, 656.

新 刊

新しい切り口で雑草をとらえた観察図鑑

たのしい自然観察

雑草博士入門

岩瀬 徹・川名興／著
A5判 187ページ
本体1,500円

- 植物学用語をよく知らない児童・生徒にもわかるよう、内容のほとんどを写真で構成しました。
- 茎の切り口、葉のつき方、複葉のいろいろ、根や地下茎の形、ルーペで見た花や実など、従来の図鑑にはなかった視点から撮影された写真が満載されています。
- 大人が見ても十分たのしく、興味深い内容です。親子での雑草観察にも絶好の図鑑です。

野外観察ハンドブック

校庭のクモ・ダニ・アブラムシ

浅間 茂・石井規雄・松本嘉幸／著 A5判 240ページ 本体1,905円

校庭シリーズ7冊目に当たる最新刊。環境調査上からも重要な動物群を集めました。ダニはササラダニなど土壌動物を表しています。

全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL 03-3833-1821 FAX 03-3833-1665