

温暖化に伴い増えてきた北海道の野良イモの発生を防止する取り組み

農研機構 北海道農業研究センター
大規模畑作研究領域

白木 一英

はじめに

近年、ばれいしょ栽培において、収穫時に掘りこぼした小粒の塊茎が圃場に残り、翌年に雑草化する‘野良イモ’の多発が問題となっている (Hirota *et al.* 2011)。野良イモは、雑草として後作物の生育を阻害するほか、防除が困難な病虫害の発生源や次年度以降の異品種の混入の要因となるため除去が不可欠となる (図-1)。北海道は、ばれいしょの生産量が全国の約8割を占め、その中でも十勝地方は最大のばれいしょの生産地帯であり、畑作農家1戸当たりの平均作付面積は約33 ha、ばれいしょの作付面積平均は5 haと、大規模土地利用型の輪作体系の畑作農業を展開している。同地方では、温暖化に伴い初冬に積雪の堆積時期が早まることで土壌が寒気にさらされにくくなっているため、土壌凍結が浅くなっている (Hirota *et al.* 2006)。これに伴い収穫後に畑に残ったイモが越冬し易くなっていると考えられている。大規模畑作地帯の十勝地方では、機械収穫時に土と一緒にこぼれ落ちる小粒塊

茎や掘り残した塊茎が1ha当たり数万～数十万個程度、畑に取り残される。そのために雑草化した野良イモの発生は多いところで1ha当たり2万株以上になる。野良イモの萌芽の時期は塊茎の深さにより時間差を生じるため、除草剤散布による防除作業は効果的でなく、人手による繰り返しの抜き取り作業を強いられている (前塚 2008)。この野良イモを夏場に取り除く作業量は1人当たり1haで30～70時間程度と夏の暑い時期に人手による作業が必要となる。機械化による農業の効率化、省力化を図ってきた十勝地方にとって、温暖化に伴った新たな野良イモの除去は大きな負担となっている。動画投稿サイトなどで‘野良イモ’をキーワードに検索すると数多くの動画が見れるが、同地方の生産者は冬の間に農業機械を用いて断熱効果のある雪を取り除くことで土壌凍結を促進する取り組みを始め、野良イモの発生を抑えている。このように生産者は、北海道の気候条件を活用して秋から冬にかけての農閑期の圃場管理作業による野良イモ防除に取り組み、一定の成果を得ている。そこで、そのような野良

イモ防除を支援するシステム開発や新しい防除の取り組みの概要を紹介したい。

1. 野良イモの発生要因

(1) 野良イモ防除のための土壌凍結深

畑における低温条件下での野良イモの凍結腐敗条件を調べると、地中の残存塊茎は、埋設位置の地温が日平均値で-3～-4℃を下回ると生存できない (表-1) (Li *et al.* 1981; Boydston *et al.* 2006; 白木, 2007)。したがって、冬季に氷点下以下の条件にある厳冬条件にある北海道では、地中にある塊茎のある位置で-3℃以下の条件にすることで凍結腐敗を実現できる。ばれいしょ収穫後の畑での調査から残存塊茎の大部分が地表下15cmまでに分布していた。したがって畑の野良イモを効果的に防除するためには、深さ15cmの日平均地温を-3～-4℃以下が野良イモ凍結腐敗の条件となることが明らかになった。そして、この目標を達成するための、土壌凍結



図-1 小豆の間に発生した野良イモ

表-1 インキュベータ内での貯蔵温度と時間がばれいしょ塊茎の生存率に及ぼす影響 (白木 2007)

貯蔵時間	貯蔵温度				
	-1℃	-2℃	-3℃	-4℃	-5℃
1時間	100	100	100	100	—
3時間	100	100	100	100	100
6時間	100	100	90	90	20
16時間	—	100	90	30	0
64時間	100	—	—	—	—

一部の芽が萌芽した塊茎は生存した。

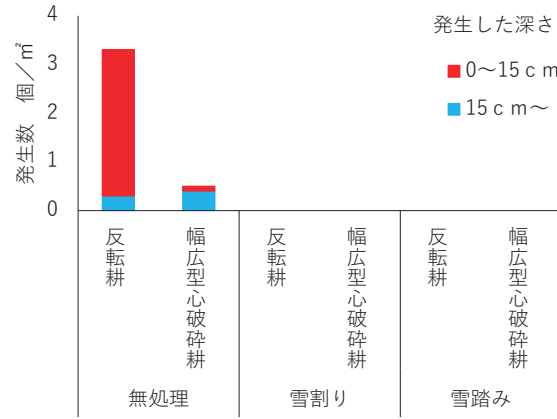


図-2 耕起法の違いと雪割りの有無が野良イモ発生深さに及ぼす影響 (白木・廣田 2014)

深は除雪後に 30 cm となる。一般に冬の畑の地温は、前述したように、積雪がない条件では土壌が寒気に直接さらされるため地温は下がりやすくなる。一方、積雪があると、雪は断熱作用があるため畑の地温は下がりにくくなり、特に積雪が 20 cm を上回ると地温はほとんど下がらなくなる。また、冬季の地温は地表面に近いほど低く、深層ほど高くなる。残存塊茎を凍結腐敗させるためには、①積雪を除去する等して、土壌を -3 ~ -4°C 以下に下げ、塊茎を凍らせて腐敗させる。あるいは、②畑に残ったイモを地温の低い地表付近に上げることが考えられる。

(2) 秋の反転耕が及ぼす影響

秋起こしで反転耕(プラウ)をする
と畑の残存塊茎は深い位置に埋め込ま

れてしまう。その結果、冬の地温は地表面ほど低く、塊茎が凍結しない状態にさせることになり、野良イモ発生リスクを高めることになる。したがって、残る残存イモに対して凍結処理効果を上げるためには、秋起こしは避けて塊茎を地表近くに留める必要がある。耕起方法が塊茎の深さに与える影響は、幅広型心土破碎耕(プラソイラー)に比べて反転耕では表面近くにある塊茎を耕起後に 15 cm 以下の深い層へ埋没させる傾向にある(図-2)(白木・廣田 2014)。秋起こしにより反転耕でイモを深さ 20 cm に潜らせてしまった場合は、深さ 20 cm の日平均地温を -3 ~ -4°C 以下に下げ、土壌凍結深は 40 cm 以上必要となる。このように、反転耕は野良イモの発生深度が深くなることから、防

除のためには土壌凍結を深くする必要があり、このような場合には排水が遅れるため春の植え付け作業等に影響が及ぶ可能性がある(図-3)(白木・廣田 2014)。

以下では、秋から冬にかけての圃場管理の方法について詳しく述べる。

2. 野良イモ発生を防止する取り組み

(1) 雪割り(除雪)による方法

雪割り(除雪)により土を露出して凍らせる作業として、生産者はトラクターなどの作業機械に排雪板を付けて雪を一定間隔で割り広げ、地表面を縞状に露出させる雪割りと呼ばれる現実的な方法を発案した(図-4)。この原理は寒気にさらされる土壌露出の部分は凍結が進む(図-5)(白木ら 2007)。一方、雪山の部分の土壌は凍らないので、雪割り部の土壌凍結が進行した後に、山の部分を割り広げて、雪山と谷を交代させることで畑全面の土壌を凍結させることができる。1 ha の畑を対象に雪割りを実施する場合、所要時間は 1 回 30 分以内、前後期 2 回で合計 1 時間程度である。これは夏の野良イモ掘りに要する時間のじつに数十分の 1 の時間となる。しかも、作業が冬の農閑期に実施できる。

ただし、この雪割りを実施するタイミングや土壌を露出する期間について、雪割り作業者の勘と経験に委ねら

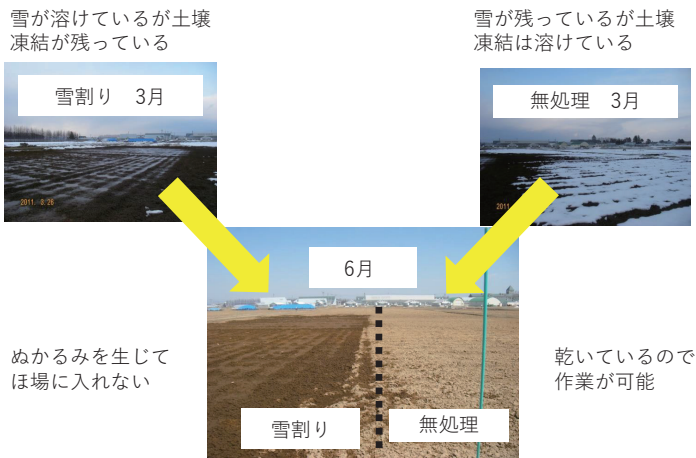


図-3 雪割りの有無が春の土壌水分に及ぼす影響 (白木・廣田 2014)

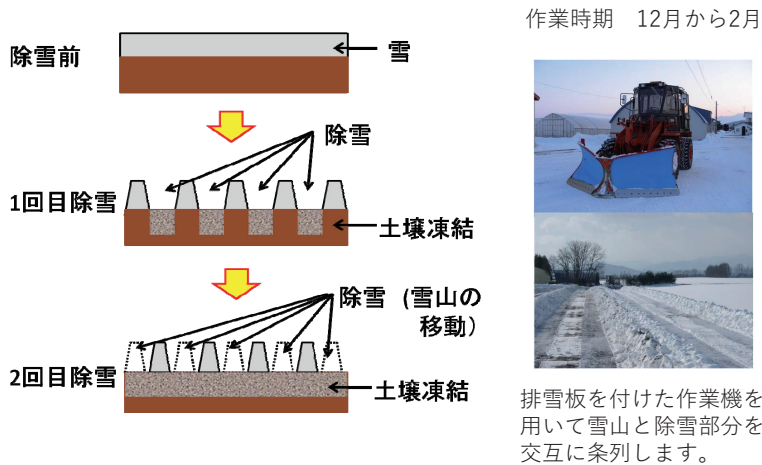


図-4 雪割りの方法

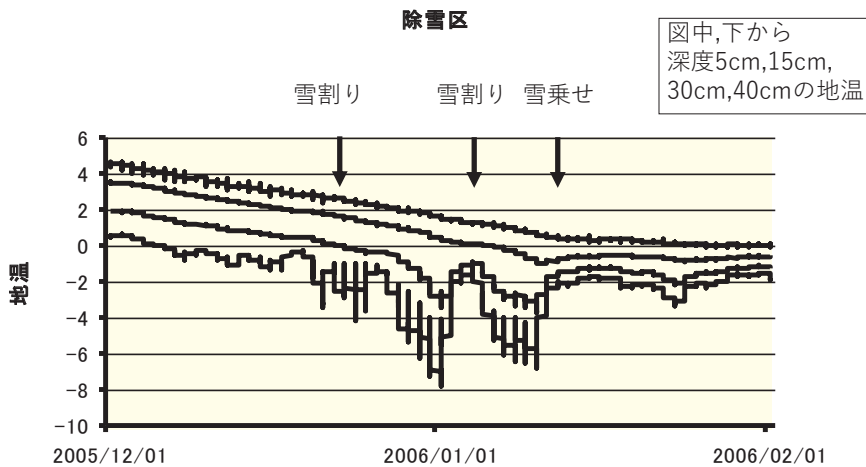


図-5 雪割りにおける地温の推移 (白木ら 2007)

れていて、雪割りを実施しても、凍結不足のため野良イモ防除が不十分となったり、逆に凍結過剰で春先の農作業にも支障を来すこともあり、さらには異常気象発生時には、熟練した雪割り経験者でも、野良イモ防除が不十分になる例も出てきた。これを、上記の野良イモ防除に必要な目標値を達成するために気温と積雪深から地温や土壤凍結深推定できるモデルを活用して、野良イモ防除に適切な土壤凍結深に制御できる土壤凍結深制御手法が開発された (岩崎 2014; Yazaki *et al.* 2013; 矢崎ら 2013)。この土壤凍結深制御手法とは、雪が優れた断熱材であることに着目したもので、雪割り作業の時期と除雪による土壤露出期間を気象データからの計算によって、積雪

を上手にコントロールすることで、凍結深を効率的に促進させることに加えて、凍結が過剰に深くなるのを抑制することも可能とした制御技術である。過度な土壤凍結による春先の排水不良による農作業への悪影響の懸念を抑える観点も併せると、最適な土壤凍結深は 30～40 cm である。なお、この土壤凍結深制御手法による雪割りが無理なく適用可能な気候帯は、12月～翌年2月の平均気温が -5°C 以下の地域である。その地域は、オホーツク地方も海岸部を除くと、内陸部を中心に十勝地方と同様な雪割り実施が可能であると判断できた (矢崎ら 2012)。十勝地方やオホーツク地方以外でも12～2月の気温が -5°C 以下の地域は北海道では海岸沿いや道南地方、石

狩、後志地方の一部を除くと広く分布する。日本海側の空知、上川地方のような多雪地帯では頻繁な降雪と積雪深の増加、水分が多く重い雪を除雪するための労力など雪割りによる地表面暴露の実現可能性を別途検討する必要がある。また、その他の地域でも降雪回数が多い地域では再除雪の回数が多くなるため、除雪に対しての労力、負担は大きくなる。この雪割りによる土壤凍結深制御による野良イモ防除の適用は費用対効果の面からも十分な検討が必要である。なお、土壤凍結深制御手法は生産者自身が適切な雪割りを実施するための意志決定支援ができる農業気象情報システムの構築へと発展し、生産者で利用されている (農研機構北農研・道総研十勝農試・十勝農協連 2012: 馬鈴しょ野良イモ対策システム利用マニュアル)。また、その試算によれば 1 ha の雪割り作業を生産者がトラクターに付けた除雪用の排雪板使用で行った場合の経費は 15,200 円/ha であるのに対して、手取り除草で 1ha の野良イモを除去した場合に 48 時間/人×労働経費 (農協農作業労賃 8 時間) 6,500 円÷8 時間=39,000 円/ha と軽減効果が高い。

(2) 雪踏み (圧雪) による土壤凍結促進

土を凍らせて野良イモ防除するための手段として、雪割り以外に、けん引したタイヤローラーやケンブリッジローラーによって積雪層を圧縮させる雪踏みがある (図-6) (白木・廣田

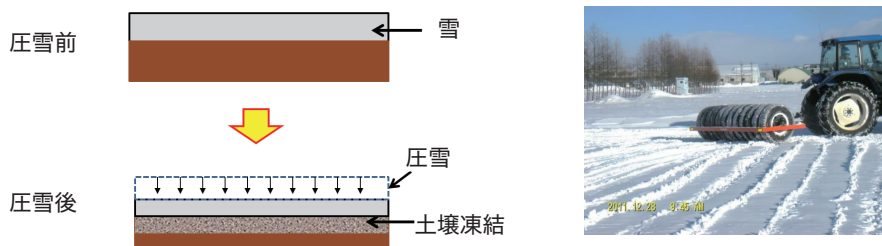


図-6 雪踏み方法 (白木・廣田 2014)

2014)。積雪層を圧縮することで、雪の熱伝導率を高め土壌の凍結を促進する方法である。土壤凍結を活用して地中の残存塊茎を死滅させるという点で雪割りと同様の効果を目的として行うものである。この方法も十勝地方や網走地方の一部の生産者によって取り組まれている。雪踏みによる野良イモ処理は、畑全面を一度に処理対象とするために処理スケジュールが単純化しやすく、小麦などの越冬作物の作付け条件下で行っても作物体を痛めないメリットが考えられる。一方で、基本的には凍結促進のみを目的として実施しており、土壌が圧雪部を通して冷却されるため、暖冬年や多雪条件では雪割りよりも効果を発揮しにくいことも予想される。輪作の中でばれいしょ跡に小麦を播種する場合もあり、雪踏みを行って土壤凍結が深くなりすぎて小麦が湿害を受ける場合も想定されたが、追肥により減収が回避できる可能性が示さ

れた(白木 2009)。また、小麦の作付け条件下においても、小麦収量を確保しながら凍結深制御を行うことができることが明らかにされた(Shimoda et al. 2015)。このことから雪踏みにより小麦収量を低下させずに野良イモ発生を抑制できる可能性が高いと考えられる。

(3) 畑に残った塊茎を地表付近に上げる初冬のディスクハロー処理

雪割りや雪踏みによる野良イモ防除は、土壤凍結深は30 cmが必要である。この手法を無理なく適用できる地域は現在のところ前述したように低温で寡雪条件となる十勝、オホーツク地方と考えている。これ以外の地域では、残存イモの地温を下げて、野良イモ発生リスクを低減させるためには、冬季に地温が低い地表面にイモを上げる方法が効果的である。その方法のひとつとして、初冬にディスクハロー処理を

行う方法を考案した(図-7)(白木・廣田 2014)。この方法によって表面から5cmに埋設したばれいしょ塊茎の生存率は25～10%まで低下した(表-2)(白木 2012)。野良イモの凍結温度の結果と考え合わせれば、土壌を攪拌することでばれいしょ塊茎が地表付近で-5℃以下の寒気に晒されて凍結腐敗が起り、死滅すると考えられた。なお、2009～2010年には3回の処理であったが2010～2011年には5回の処理を行ったことで凍結腐敗する個体が多くなり、発生率が低下した(白木ら 2012)。この初冬のディスクハロー処理は、除雪や圧雪による防除とは異なり、土壤凍結を深くする必要がなく、-5℃以下を目安に11月から処理を行うことができるので作業時間の余裕が生まれる。また、積雪下で処理を行っても土壌と雪が混ざり、最大凍結深は2009～2010年が9cm、2010～2011年が15cmになり、無処理と比べて土壤凍結深は深くなった。しかし、雪割りや雪踏みを行った場合とは異なり、3月下旬には土壤凍結深が0cmとなり、春作業への影響は認められないと考えられた。したがって、この方法は、最低気温が-5℃以下の時に4、5回実施し、また積雪深が深くなるとディスクの刃が届かなくなるため、積雪深30cm以下での実施が推奨される。また、雪割りや雪踏みとは異なり日最低気温が-5℃以下となる日が複数回ある地域であれば実施可能である。北海道では海岸沿いや道南地方、石狩、後志地方



図-7 初冬のディスクハロー処理の方法 (白木・廣田 2014)

作業時期 11月から12月

表-2 耕起処理が野良イモ発生率に及ぼす影響（白木ら 2012）

品種	処理		
	無処理	反転耕	ディスクハロー
	2009～2010年		
キタアカリ	95	100	25
	2010～2011年		
インカのみぎめ	90	36	10
キタアカリ	85	100	15

発生株数/埋設塊茎数

2009～2010年：ディスクハロー処理は、2回掛け。反転耕処理は1回掛け

最大土壌凍結深は無処理3cm, 反転耕3cm, ディスクハロー 9cm (なお, 3月29日0cm)。

(参考：除雪した場合の最大土壌凍結深 (耕起は無処理) 36cm, 3月23日 35cm, 4月10日 0cm)

2010～2011年：ディスクハロー処理は、5回掛け。反転耕処理は1回掛け。

最大土壌凍結深は無処理5cm, 反転耕8cm, ディスクハロー 15cm (3月29日 0cm)。

(参考：除雪した場合の最大土壌凍結深 (耕起は無処理) 44cm, 3月29日 32cm, 4月5日 0cm)

2011年4月5日の土壌含水比：無処理48%, 反転耕50%, ディスクハロー 51%, 除雪区 (耕起は無処理) 53%

の雪割りや雪踏みが困難な場所でも12月中旬まで処理が可能となる(白木 2012)。この方法以外にも、秋の間に塊茎をあらかじめストーンクラッシャーなどで傷つけて、腐りやすくさせる塊茎損傷処理も残存イモの枯死率向上に有効である(白旗ら 2011)。さらに、畑の残存イモを地表付近まで持ち上げる処理や塊茎を傷つける方法と雪割りや雪踏みを組み合わせて野良イモ防除率をできる限り高める方法もある。

おわりに

ばれいしょの収穫跡地では温暖に伴い‘野良イモ’の多発が大きな問題となっていることから、雪割りや雪踏みを用いた防除法や初冬のディスクハロー処理による野良イモの発生低減効果について紹介した。凍結によるばれいしょ塊茎の死滅は土壌凍結する温度よりもさらに低い温度が必要で、生産者が実践している雪割りや雪踏みを行うことで野良イモ発生が認められなくなることが確認できた。特に土壌凍結が見込まれる地域では、反転耕を避けて掘りこぼしたばれいしょ塊茎を地表面近くにとどめることで野良イモ発生を低減でき、さらに土壌凍結深制御手法を用いた除雪、または、圧雪を行

うことで野良イモ防除が可能となると判断できた。また、土壌凍結が進み難い地域にあっても、初冬のディスクハロー処理によって土壌を攪拌することで発生率の低減が可能であることが明らかになった。このように‘寒さ’という地域の気象資源を用いることで野良イモ発生による病害虫発生や異品種イモの混入等の生産者に致命的な被害を与えるリスクを省力的に回避できると考える。

引用文献

- Boydston R. A. *et al.* 2006. Freezing behaviour of Potato (*Solanum tuberosum*) tubers in soil. *Amer. J. Potato Res.* 83, 306-315.
- Hirota T. *et al.* 2006. Decreasing soil-frost depth and its relation to climate change in Tokachi, Hokkaido, Japan. *J. Meteor. Soc. Japan* 84, 821-833.
- Hirota T. *et al.* 2011. Soil frost control: agricultural adaptation to climate variability in a cold region of Japan. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 16, 791-802.
- 岩崎暁生 2014. 野良イモ退治とウェブシステムの活用. *農家の友* 2014.01, 84-87.
- Li, P. H., *et al.* 1981. Potato freezing injury and survival and their relationship to other stress. *Amer. J. Potato Res.* 58, 15-29.
- 前塚研二 2008. 十勝の野良イモ発生の実態と除雪による野良イモ処理. *北海道の農業気象* 60, 39-44.
- 農研機構北農研・道総研十勝農試・十勝農協

連 2012. 馬鈴しょ野良イモ対策システム利用マニュアル. 十勝農協連.

Shimoda, S. *et al.* 2015. Possible soil frost control by snow compaction on winter wheat fields. *J. Agric. Meteorol.* 71, 276-281.

白旗雅樹ら 2011. 土壌凍結深制御による野良イモ防除における前処理作業の効果. 2011年度日本農業気象学会北海道支部大会講演要旨集, B5-6.

白木一英ら 2007. 勝地方における土壌凍結が野良生えイモの生存に及ぼす影響. *日作紀* 76(別2), 240-241.

白木一英 2009. 十勝地方における土壌凍結が秋まき小麦に及ぼす影響. *日作紀* 78(別2), 200-201.

白木一英 2012. 凍結腐敗を用いた野良イモ防除～気象資源を技術につなぐ～. *北農* 79, 180-185.

白木一英ら 2012. 十勝地方における初冬のディスクハロー処理による野良イモ防除. *雑草研究* 57(別), 121.

白木一英・廣田知良 2014. 寒地における野良イモ発生を防止するための圃場管理技術. *いも類振興情報* 121, 34-41.

矢崎友嗣ら 2012. 北海道の気候条件から見た土壌凍結深制御による野良イモ防除の作業日程. *生物と気象* 12, 12-20.

矢崎友嗣ら 2013. 北海道十勝地方における土壌凍結深制御による雑草(野良イモ)防除. *土壤肥科学雑誌* 84, 478-481.

Yazaki, T. *et al.* 2013. Effective killing of volunteer potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers with soil frost control using agrometeorological information—an adaptive countermeasure to the climate change utilizing climate resources in a cold region. *Agr. Forest Meteorol.* 182-183, 91-100.