

調査・研究

気候変動（土壌凍結深変動）と野良イモの問題および対策

(独)農研機構 北海道農業研究センター 寒地温暖化研究チーム長 広田 知良

1. はじめに

北海道・十勝地方は、ジャガイモの生産量が全国30%以上を占める我が国を代表する大生産地帯である。農家1戸当たりの平均作付面積は約27ha、ジャガイモの作付面積平均は5haと国内では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。

一方で、気候は冬、少雪厳寒であるため、土が凍る“土壌凍結地帯”として知られている。しかし、近年、土壌凍結深が顕著な減少傾向にあり（Hirota et al.2006）、農業へも影響が現れ始めた。ここでは、土壌凍結深の減少に伴う農業への影響について、特に農業現場で顕在化している野良イモの問題を取り上げ、さらにその適応対策事例についても報告する（広田、2008、2009）。

2. 道東地方の土壌凍結深の顕著な減少傾向の要因：気温ではなく雪である

十勝地方・芽室町の北海道農業研究センターで20年以上にわたって実施されている土壌凍結深観測によると、年最大土壌凍結深は顕著な減少傾向にある（図1）。土壌凍結深が近年浅くなった要因について、まず気温上昇がその要因と考えたが、過去20年積算寒度（日平均気温が0℃以下の日の気温絶対値を積算した値）は減少していない（図1）。つまり、気温は土壌凍結深減少の要因ではなかったのである。ところで、雪には断熱作用があり、土壌凍結が発達するのは日平均気温が0℃以下で積雪深が20cmに達するまでの期間に限られる。そこで積雪を調べると、近年積雪深が20cmを超える時期が季節的に早まる傾向

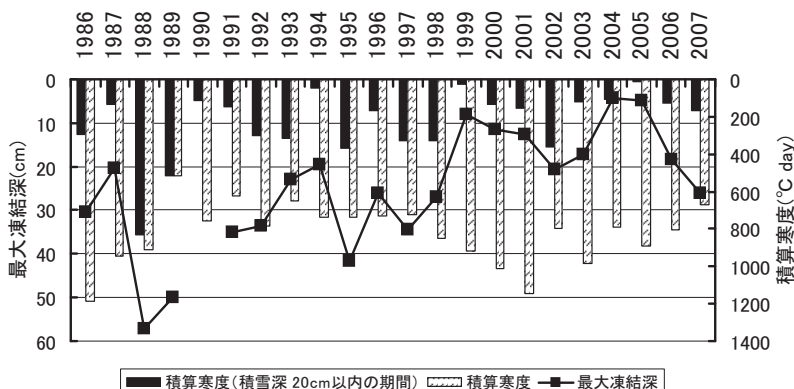


図1 十勝地方芽室町（北海道農研芽室研究拠点）の最大土壌凍結深、積算寒度、積雪深が20cmになるまでの積算寒度の年々変動（Hirota et al., 2006にデータ追加 広田、2008）。

にあり、積雪深20cm以下の期間の積算寒度も減少している（図1）。つまり、初冬における積雪深の増加が土壤凍結深減少の直接要因であった。

さらに、積雪深20cmになるまでの期間の土壤凍結指数（積算寒度の平方根）は、年最大土壤凍結深と高い相関関係にある（相関係数の2乗 $r^2=0.71$ 北海道農研茅室拠点での関係）。そこで、十勝地方全域のアメダス観測地点について長期の土壤凍結指数を求めると、減少傾向を示す地点が十勝地方の平野部全体にみられることが明らかになった。

3. 道東地方の土壤凍結深減少と他の国内の雪氷現象の長期変動との関連

それでは、なぜ近年、道東地方全体で初冬に積雪深増加時期が早まっているのであろうか？シベリア高気圧が発達して冬の東アジアモンスーンの勢力が卓越する、いわゆる冬型の気圧配置が顕著な年は、一般に、十勝地方では晴天の頻度が高く少雪で土壤凍結が発達し、逆に日本海側で積雪が多い。道東地方の降雪は、冬型の気圧配置が崩れた時の温帯低気圧の通過で生じる。ところで、1980年代後半以降から、冬型の勢力が弱まり、温帯低気圧の活動が活発化する傾向にある。帯広の過去50年の土壤凍結指数を計算すると、顕著な減少傾向は1980年代後半から生じていた。そして、1980年代後半の減少の開始時期は冬のモンスーンの勢力の指標となる北陸地方平野部の降雪深が減少傾向を示す時期（気象庁、2002）や、オホーツク海沿岸部の流水量が減少傾向を示す時期とも一致する。つまり、1980年代後半からの冬季モンスーンの弱まりと同時

に、十勝の土壤凍結深、北陸地方平野部の降雪深、そしてオホーツク沿岸部の流水量が同時期に減少したことを示している（Hirota et al., 2006）。このことは、世界の寒冷気候帯の中でも南限にある日本の雪氷現象が、1980年代後半以降に大きく変化していることを示すものである。

4. 土壤凍結深の減少に伴う野良イモの問題と対策事例

このように土が凍らなくなっていることで、農業にも様々な影響が及んできている。我が国の代表的なジャガイモの生産地である十勝地方で、ジャガイモ収穫跡畑において、前年度の収穫時にこぼれた小イモが翌年に芽を出し雑草化する、「野良イモ」の多発が生じている（図2）。これは、かつては厳しい冬の環境で凍死したイモが、土壤凍結深が浅くなることで越冬可能になり雑草化する現象である。野良イモは、1）雑草化し後作の生育を阻害する。2）アブラムシを誘引し、ウィルスを媒介させる。また、ジャガイモシストセンチュウの発生源になる等病虫害発生要因となる。3）



図2 野良イモの例
（トウモロコシ畑、十勝地方、広田、2008）。

後作物の畑で別品種のジャガイモを植えた場合には異品種混入の危険で流通上のリスクを生じる等の問題がある。そのため、除草が不可欠であるが、現状では農薬処理も効果的ではなく、人力処理が主な対策であるため、数十時間／1 haの除草時間を要し、1戸当たり平均5 haのジャガイモ面積を有する当地では、平均で数週間以上の除草期間を要する新たな深刻な労働負担となった。さらに、農作業従事者が少ない生産者は期間雇用で対応している場合もあるが、1) 野良イモの萌芽のタイミングは種イモの位置により時間差があり、抜き取り作業を繰り返す必要がある。また、2) 手取り除草を実施しても、塊茎が土中に残れば再び野良イモとなる危険性があり、重労働の割には改善効果が上がらないこともある。一般に、寒冷地帯では温暖化した場合、農業生産に好影響を与えると楽観的に捉える向きもあるが、このように負の側面もあることが実際に農業現場で顕在化してきたのである。

そこで、一部の農家では、野良イモ処理の省力化のため、冬期間に断熱作用のある雪を地表から除去する除雪や、断熱効果を低減できる圧雪を作業機械で行うなど、土壌凍結促進による野良イモの凍死処理の試行を始め(図3)、実際に効果を挙げるところまでできた(広田、2008)。この作業を私達は雪割りと呼んでいる。この雪割りは1990代後半から試行されはじめ21世紀に入ってから十勝の農家の間で広がりは始めている。つまり、土壌が凍らなくなる新たな事態により、一部の農家は土壌凍結の正の効果(例えばイモの野良生え防除効果)に気が付いたのである。雪と氷で閉ざされ



図3 野良イモ退治のための除雪している畑の風景(十勝地方、広田、2008)。

た農閑期の冬に農地管理をすることで、農薬を使わず自然の寒冷資源を上手に利用して除草の省力化を実現しており、大面積処理が可能である点でも、除雪・圧雪による土壌凍結促進は優れた方法である。

しかし、除雪の期間や回数は、農家の勘や経験によるため、有効な土壌凍結深が得られず野良イモ防除に失敗したり、不透水層である土壌凍結を深くしすぎて融雪水を地表滞水させ湿害を招き、春先の農作業の遅れを引き起こしたりするなどの例もみられる。そこで、私達はこの一部の農家で始められた土壌凍結促進による野良イモ凍死処理について、科学的知見の蓄積を進めている。土壌凍結と野良イモの関係については、土壌凍結深が30—40cmより深くなると野良イモ発生数は低減する。これに我々がすでに開発した地温・土壌凍結深推定モデル(Hirota et al., 2002)を組み合わせることで、農家の勘と経験に頼った現在の試行技術が、科学的な方法に基づく野良イモの発生予察、除雪や圧雪の作業必要性の判断、あるいは必要な場合に、実施のタイミングや期間を判定できる技術となる。言い換えると、野良イモを的確に防除し、かつ

土壌凍結深促進が行き過ぎて作物や農地に悪影響を与えないようにすることを両立する最適な土壌凍結深へ制御する技術開発に取り組んでいるところである。

言うまでもなく、農業と気象は密接に関わっている。しかし、大規模土地利用型農業では天気任せにするしかなく、人為的な環境制御は不可能とされてきた。しかし、野良イモ対策をきっかけとして実施されはじめた雪割り・土壌凍結深制御の対策技術は、これまで不可能とされていた大規模土地利用型農業での環境制御が実現可能にするものとなり、野良イモ対策以外にも様々な応用の可能性を秘めるものである(広田、2008、2009)。

この十勝地方での土壌凍結深の減少傾向に関連して、実際に農家が自発的に対応を始めている例は、寒地・寒冷地帯における気候変動(温暖化)に対して、日本発の適応対策技術が開発され始めていることを示していると考ええる。

引用文献

- Hirota, T., J.W Pomeroy, R.J Granger, C.P. Maule, 2002: An extension of the force-restore method to estimating soil temperature at depth and evaluation for frozen soils under snow. *J. Geophys. Res.*, 107 (D24), 4767.DOI:10.1029/2001JD001280.
- Hirota T., Y. Iwata, M. Hayashi, S. Suzuki, T. Hamasaki, R. Sameshima, I. Takayabu, 2006: Decreasing soil-frost depth and its relation to climate change in Tokachi, Hokkaido, Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, 84, 821-833.
- 広田知良、2008：北海道・道東地方の土壌凍結深の減少と農業への影響、*天気*、55, 548-551.
- 広田知良、2009：大規模土地利用型農業で実現したパッシブ制御―土壌凍結を活用した野良イモ防除― *生物と気象*9：A-3.