

高温化がジャガイモの生育と収量に及ぼす影響

農研機構 北海道農業研究センター 寒地畑作研究領域 上級研究員

つだ しょうご
津田 昌吾

1. はじめに

ジャガイモの原産地はペルーやボリビアの標高の高い冷涼な地域であり、国内では夏季冷涼な北海道が一大産地となっている。しかしながら、北海道の平均気温は2010年代以降、それ以前と比べて1℃以上の上昇を示しており、2020年代ではさらに2010年代を1℃以上上回る気温上昇を示している。一方、北海道のジャガイモ平均収量は、1990年代に10a当たり4トン前後で推移していたものの、2010年代以降、1割程度、減少している。気温上昇と収量低下が見られた時期が一致するため、両者が関係する可能性も考えられる。そこで、近年の高温化がジャガイモの生育と収量に及ぼす影響について検討を行った。

2. ジャガイモの収量と関係が深い形質

一般的に夏季の高温はジャガイモの収量にマイナスの影響を与えると考えられるが、観測史上最も暑い夏となった2023年の北海道のジャガイモ平均収量は3,980kg/10aと、近年においては多収年であった。そこで、1999年から2023年までの間で植付時期や地力水準が同等で比較可能な12か年分のデータを用いて、ジャガイモの収量とイモが肥大する6月中旬から8月中旬までの平均気温の相関関係を見てみた

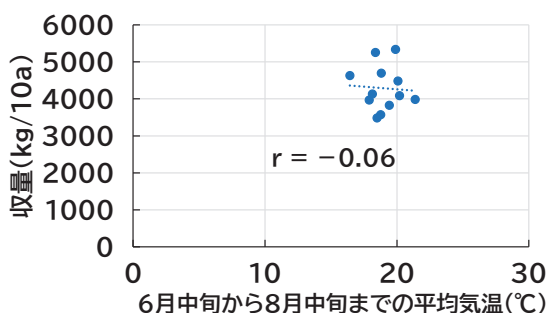


図1. 平均気温と収量の関係（トヨシロ）

（品種：「トヨシロ」）。その結果、相関係数は-0.06と低く、収量と夏季の平均気温はほぼ無相関であった（図1）。熟期の異なる他の品種において同様の相関を見たところ、「男爵薯」では相関係数は0.16、「ホッカイコガネ」では相関係数は-0.04といずれも低かった。このため、2010年以降のジャガイモ収量の低下傾向は気温上昇が直接的な要因ではないことが考えられる。

筆者の研究では、茎葉生育量とジャガイモ収量に高い相関関係があることが示されつつある。ジャガイモの茎葉生育は高温で旺盛となる傾向があり、北海道では透明マルチでの被覆処理や植付期がやや遅い5月中旬植え区で茎葉生育が旺盛になり、その結果、収量が増加する傾向が認められている（図2）。この関係は北海道に限ったことではなく、本州や九州においては古くから、春作において植付時の低温を回避して

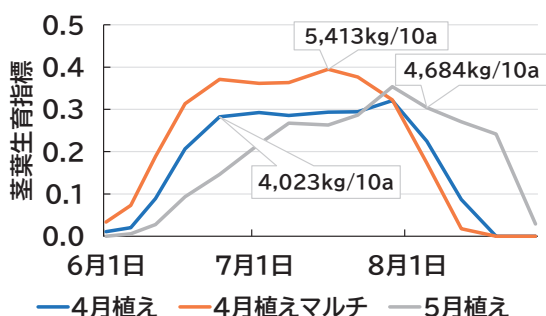


図2. 茎葉生育量の推移 (2023年・トヨシロ)

茎葉の初期生育を促すため、マルチ栽培やトンネル栽培が行われている。2023年の北海道は夏季、比較的降水量が少なく病虫害の発生が少なかったなかで、高温による光合成能力低下等の影響よりも、高温による茎葉生育量の増大の影響が大きかったため、多収になったと考えられる。以上のように、ジャガイモにおいては高温によって茎葉生育量が増大する特性があるため、高温によって必ずしも低収になるとは限らず、そのほかの条件によってはむしろ多収を示すことがある。

3. 高温条件で多発する夏疫病

それでは、2010年代以降の北海道のジャガイモ収量の低迷の要因として何が考えられるのであろうか。2000年頃と比べると、2020年頃の開花期は早生品種、晩生品種のいずれにおいても1週間程度、早まっている。このことは主に生育初期からの気温が上昇してきたことによるものと考えられる。一方、茎葉が枯凋し出す黄変期は早生品種の「トヨシロ」では3週間、晩生品種の「ホッカイコガネ」では4週間程度早まっている。生育期間の短縮はイモの肥大期間の短縮に直結するため、この枯凋が早まってきたことが、近年の収量低下の大き



図3. 夏疫病が感染拡大する様子

左：トヨシロ (2023年7月21日)、右：コナヒメ (2023年8月22日)

な要因と考えられる。枯凋が早まっている要因としては高温ストレスも考えられるが、観測史上最も暑かった2023年が多収年だったことや、過去の高温年だった2010年の結果¹⁾では、多くの品種で枯凋期が数日程度早まるに過ぎなかったため、平均気温が25℃程度であっても、その気温がジャガイモの老化を著しく早めるほどの影響はないことが考えられる。実際の圃場を観察する限り、ほかに考えられる要因としては夏疫病の多発生が考えられる。

夏疫病は世界的な重大病害である疫病と同様、葉を枯らす病害であるが、最適気温が18～20℃の疫病と異なり、最適気温が26℃前後と、比較的高温条件を好む病害である。これまでの北海道ではあまり目立つ病害ではなく、疫病を主体とした農薬による防除で十分、感染は抑えられていたが、近年では適切な防除作業を行っていたとしても早生・中生品種では7月中下旬以降、晩生品種では8月中下旬以降に急激に感染が進む状態にある(図3)。2022年から2024年までは、いずれもの年次も比較的高

温であったが、降水量は2022年、2023年、2024年の順に多かった。葉のSPAD値は2022年が早くから低下したのに対し、干ばつ年であった2024年は最も緩やかに低下した（図4）。SPAD値の低下の違いは夏疫病の罹病進行度の違いを表していると考えられ、夏疫病は高温・多湿条件でより感染しやすいと考えられる。その結果、2022年は茎葉が枯れ出す黄変期が早く、上いも重も少なかった（表1）。特に2022年はS以下のサイズのイモが多く、2Lサイズ以上

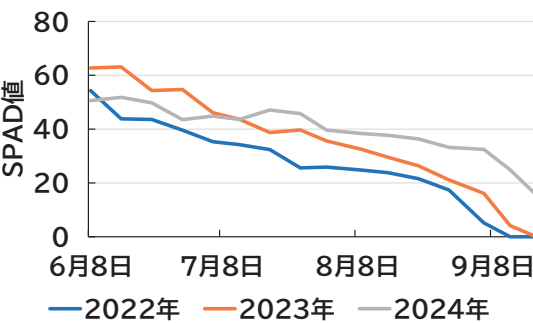


図4. SPAD値の推移 (コナヒメ)

のイモが少なかったため、生育期間が数日早まったこと以外の影響もあったことが考えられる。すなわち、生育の早い段階からの夏疫病の感染によりイモの早期肥大にも影響が出ていた可能性が考えられる。また、植付時期別の2022年から2024年までの三か年の上いも重の平均値では、「さやか」や「ホッカイコガネ」では4月植え区に比べて5月植え区が少なかった（図5）。一般的に5月植え区の方が生育期間の気温が高くなるため、その分、茎葉生育が旺盛になり、収量も増加しやすいと考えられるが、上記二品種ではそのような結果とならなかった。過去の報告においても上記二品種の高温年における減収割合が大きかったのも¹⁾、これらの品種では夏疫病に対する抵抗性が弱い可能性が考えられる。夏疫病に弱い品種の対策としてはなるべく早く植付けを行い、イモの肥大時の高温を避けることが望まれる。そのほかの対策としては、

表1. 降水傾向の異なる年次における収量成績 (コナヒメ)

年次	降水傾向	黄変期	上いも重 (kg/10a)	でん粉価 (%)	規格別いも重割合 (%)					
					2S	S	M	L	2L	3L<
2022	多雨	9月1日	4262	19.6	2	16	52	28	2	0
2023	やや少雨	9月4日	4793	19.3	0	8	34	44	14	0
2024	少雨	9月10日	4851	19.0	0	10	35	40	13	2

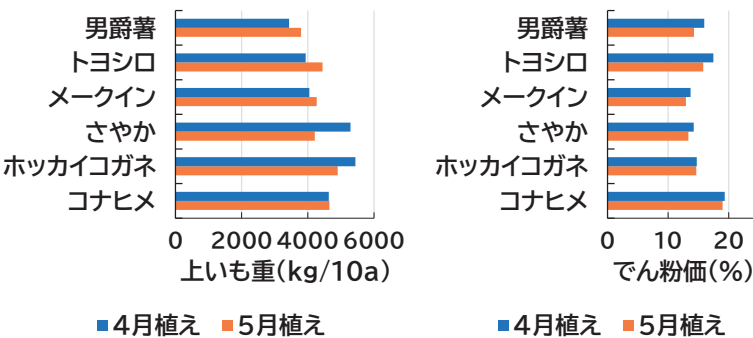


図5. 植付時期別の上いも重およびでん粉価 (2022年から2024年までの平均値)

表2. 施肥量別の収量成績 (2023年・2024年の平均値)

品種名	施肥量	黄変期	上いも重 (kg/10a)	でん粉価 (%)	規格別いも重割合 (%)					
					2S	S	M	L	2L	3L<
トヨシロ	標肥	8月16日	3658	17.3	1	21	39	27	7	5
	多肥	8月22日	5030	16.2	1	11	38	34	11	5
コナヒメ	標肥	9月7日	4818	19.2	0	9	35	44	12	0
	多肥	9月10日	6657	18.5	0	7	34	45	11	2

多肥栽培があげられる。施肥量別の試験成績では早生品種の「トヨシロ」および晩生品種の「コナヒメ」のいずれにおいても、標肥区 (N = 6.4kg) に比べて多肥区 (N = 9.6kg) では、黄変期が数日おくれ、上いも重は大きく増加した (表2)。一般的に植物体の老化や肥料不足の際に夏疫病は発生しやすいと言われているため、やや増肥することによって茎葉の活性が保たれ、夏疫病の感染が緩和されたと考えられる。夏疫病は通常の老化と見分けづらいため、感染に気付くのがおくれることが多い。そのため、まず近年の高温環境下では感染リスクが高いという認識に立ち、生育の早い段階から適切な対策をとっていくことが重要と考えられる。

4. 高温化が品質へ及ぼす影響

(1) でん粉価

ジャガイモでは茎葉で生産された光合成産物はイモへと転流され、でん粉として蓄えられる。でん粉価は調理や食品加工時の食感や製品歩留まりに関わる重要な品質特性である。そこで、2013年から2023年までの間で植付時期が異なるデータが揃っている7か年分のデータを用い、気温とでん粉価の関係について検討を行った。その結果、主にイモの肥大期に当たる開花期から黄変期までの平均気温と収穫期でのでん粉価の間

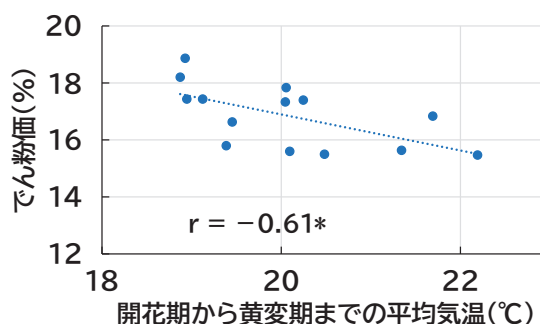


図6. 平均気温とでん粉価の関係 (トヨシロ)

* 5 %水準で有意

には有意な負の相関関係が認められた (図6)。また、植付時期別の平均値の比較を行った結果、すべての品種において4月植え区に比べて5月植え区でのでん粉価が低かった (図5)。5月植え区では開花期が7月上旬となり、イモは主に7月から8月にかけての盛夏に肥大することとなるため、4月植え区に比べて高温条件にさらされやすい。一方、病害虫の無防除試験区では防除区に比べてでん粉価が低下するため、夏疫病による影響も関与しているかもしれない。以上より、でん粉価は高温条件で低下しやすいと考えられるが、その要因としては主に高温条件では光合成効率が低下することや、呼吸量が増加しやすいことが考えられる。

(2) 塊茎の休眠

通常に生育したイモでは3カ月程度の強

表3. 試験区別のイモの休眠期間

品種名	植付期	被覆処理	イモの休眠期間（日）			
			2020年	2021年	2022年	2023年
男爵薯	4月下旬	無処理	53	88	127	74
		透明マルチ	54	97	120	89
	5月中旬	無処理	109	103	132	75
トヨシロ	4月下旬	無処理	97	133	141	109
		透明マルチ	86	133	137	160
	5月中旬	無処理	140	122	140	104

制休眠期間に入る。すなわち、収穫後の2～3カ月間は芽が伸びやすい常温においても、イモから芽が伸びることはない。しかし、近年、休眠期間が極端に短いイモが発生する事例が報告されている。近年では、2020年および2023年のイモの休眠期間が短かった（表3）。しかし、それらの年次においても試験区によっては休眠期間は短くなっていなかったため、単に気温だけでは休眠期間が短くなる説明がつかない。そこで、休眠期間が短くなった試験区について共通する条件が何であるかを検討した。その結果、イモの休眠期間が短くなっていたのは、イモの肥大後期である7月後半から8月上旬にかけて少雨により乾燥条件が続いた後、その後一転して、まとまった降雨がある状態であった。イモの肥大後期に著しい乾燥条件となった場合、本来よりも早く茎葉の枯凋が進むが、枯凋し切る前に降雨があった場合、茎葉やイモは再び、生長を開始する。そのため、上記のような条件ではイモについては休眠態勢への移行が不十分となり、休眠期間が短くなったと考えられる。各年次における試験区の違いについては、2020年では5月植えでは7月後半では茎葉生育が旺盛で枯凋が進む状態ではなかったこと、2023年のマルチ区では8月

上旬の降雨前にすでに茎葉が枯凋していたことから、その後に二次生長を起こさずにイモの休眠期間も短くならなかったと考えられる。以上より、イモの生育後半に乾燥状態が続き生育が停滞した後、まとまった降雨により再び生育が開始し出すような条件で、イモの休眠期間は通常よりも短くなると考えられる。

（3）種いもの萌芽不良

2024年（2023年度産の種いも）は一部の品種において萌芽不良が認められた。萌芽不良を示した株の種いもを掘り上げると、種いもは腐敗しておらず、芽が弱弱しく伸長していた。種いもが完全に枯死している状態ではないため、通常よりも50日程度おくれてようやく萌芽する株も見られた（図7）。過去数年間の萌芽不良について検討した結果、萌芽不良株率については近年、増加する傾向が認められるものの、すでに数年前から萌芽不良株率が高かったことや、2024年においても品種によっては萌芽不良が少なかったりと、必ずしも一定の傾向は認められない（図8）。

また、植付前にジベレリン溶液に30秒間浸漬処理を行った区では萌芽不良が増加する傾向が認められた。ジベレリンは休眠明



図7. 萌芽不良による著しい生育差および萌芽不良株の種いも（ソレンティーナ、2024年7月4日）

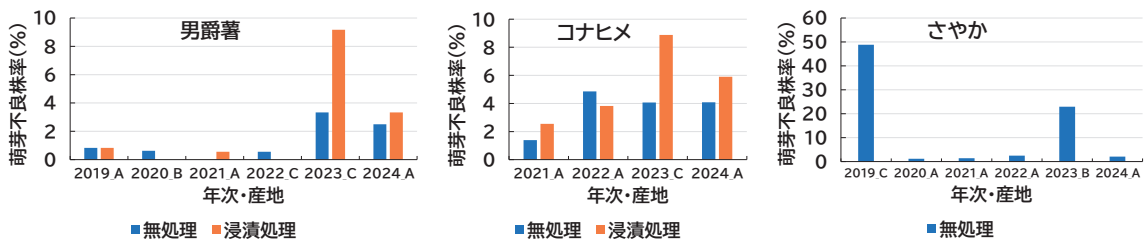


図8. 年次・産地別の萌芽不良株率



図9. 植物体内部からの感染が疑われる事例
(左：きたひめ、中央：さやか、右：コナヒメ（2024年7月上旬）)

けを促す植物ホルモンの一種であり、これまでのジャガイモに対する試験では種いもの浸漬処理によって、萌芽が1～3日早まるという結果が得られている²⁾。そのため、種いもの浸漬処理によって萌芽不良が増加したのはジベレリンの作用とは考えにくく、浸漬したことによってイモの表面に付着していた病原菌が拡散して萌芽不良が増加した可能性も考えられる。実際の圃場では植物体内部からの感染が疑われる罹病症状が観測されている（図9）。また、種いもの産地別で見た場合、萌芽不良率に産地間差が存在するようにも見える（図8）。

以上より萌芽不良については不明な点が多いが、その要因として高温による生理障害のほか、何らかの病害による可能性も考えられる。効果的な対策を打ち出すためにも、今後、関係者が協力して近年の萌芽不良の原因究明を行うことが望まれる。

5. おわりに

北海道は冷涼な気候を活かした国内有数の農業生産地であるが、近年の気候変動に伴い栽培環境は大きく変わってきている。これまで北海道ではあまり栽培されてこなかったサツマイモやラッカセイ等の暖地に

向く作物が栽培されるようになってきている一方、バレイショ以外の作物においても、これまで問題となっていなかった病害虫が発生して大きな被害が出始めている。ジャガイモについては高温化による夏疫病の拡大が問題となってきたが、既存農薬の夏疫病に対する効果は限定的であることから、今後、関係者が協力して様々な対策を提案していくことが求められる。気候変動は日本に限ったことではなく世界各国に共通する問題である以上、将来的には食糧不足等の深刻な事態を引き起こしかねない。そのため、栽培環境が急速に変わるなか、

生産現場で起こっている問題をいち早く理解し、その対策を打ち立てていくことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 田宮誠司、西中未央 2011. 2010年の気象がバレイショにおよぼした影響. 北海道農研研究資料69: 23-28.
- 2) 津田昌吾、辻博之、田宮誠司、森元幸 2019. バレイショにおける種いものジベレリン処理による小粒塊茎増加効果の品種間差異. 日作紀88: 1-8.

ジャガイモ事典

編集・発行：財団法人いも類振興会
B5判、416頁、定価4,800円＋税

刊行の目的

これまで、ジャガイモの生産から消費、文化に至る全体を解説した書物はなかった。このため、起源、伝播、作物特性、品種、栽培、加工、料理、文化に関する事項・用語解説を内容とするジャガイモ事典を刊行することとした。

刊行の目的は、ジャガイモの振興を図るため、生産者、流通・加工業者、研究・指導者にジャガイモに対する関心と理解を一層深めていただくほか、学生、消費者にとっても、ジャガイモの全てが解る入門書としての役割を期待した。

事典の構成

本事典は、ジャガイモに関する総合事典である。収録した主要な事項・用語数は610。執筆者はジャガイモの専門家69名。事典の構成は7章33節から成る。

口絵 カラー写真12頁（品種、料理、栽培、病害虫・生理障害）

I章 ジャガイモの起源と伝播

II章 ジャガイモの特性

III章 ジャガイモの生産と普及

IV章 ジャガイモの流通・加工・消費

V章 ジャガイモの食べ方

VI章 ジャガイモをめぐる文化

VII章 世界のジャガイモ事情



◎購入申込み先◎ 一般財団法人いも類振興会（巻末参照）