

北海道中央部の灰色台地土における生食用バレイショの安定多収栽培

— 酪農学園大学実習圃場の収量調査結果に基づく考察 —

亀 岡 笑¹・義 平 大 樹²

Stable and high yielding cultivation of potato in grey upland soil in Central Hokkaido:
Considerations based on the results of a yield survey in the potato fields
at Rakuno Gakuen University

Emi KAMEOKA¹ and Taiki YOSHIHARA²
(Accepted 16 July 2021)

1. 背景と目的

令和元年産のバレイショ収量は全国で約 240 万 t であり、北海道産バレイショはうち 189 万 t と 78% を占める (農林水産省 2020)。2018 年の作付面積を道内で比較すると、十勝 (22,600 ha)、オホーツク (16,600 ha)、後志 (4,260 ha)、上川 (2,620 ha) の順であり、十勝とオホーツクの生産量が圧倒的に大きいことがわかる (北海道農政部生産振興局 2020)。2020 年産春植えバレイショの 10 a あたり収量は道内平均で 3.6 t を記録し、これは都府県の 2.0 t を大きく上回る (農林水産省 2021)。本学の位置する石狩は、バレイショの生産面積こそ 645 ha (2017 年) と大きくないものの、10 a あたり収量は 3.6 t と道内平均に匹敵する (農林水産省北海道農政事務局 2019)。このことから、江別市本学においてもバレイショの潜在的な収量ポテンシャルは道内平均を狙うことが可能と予想される。

本学の作物圃場エリアの土は灰色台地土に分類され、2017 年の土壌分析 (粒径組成) 結果では粗砂、細砂、シルト、粘土がそれぞれ 26.21, 15.28, 25.45, 33.04% であった (十勝農協連依頼)。分析結果からも粘土質が強い土壌であることが分かり、実際に例年、研究や実習で本学圃場を利用する際には、雨が降ると土壌が水を容易に含みなかなか排水しない。激しく雨が降ってから圃場に入るには 3 日以上待たなければならないことも多く、立ち入りできる頃に

は乾いた表層土壌が極めて堅密になる。このような土壌条件でバレイショを栽培する上では、バレイショ固有の生理形態的特徴も必ず押さえておかねばならない。

バレイショは中央アンデス高地原産であり、今から約 7000~10000 年前に栽培化されたとされる。起源地である南米ペルーアンデス高地のチチカカ湖の気候は札幌市と比べてもはるかに降水量が少なく、気温も年間を通じて 20℃ を超えない。原産地気候からも推測される通り、バレイショは湿害に弱く、特に開花期以降に疫病の罹患リスクが高まる。疫病は降雨によって広がりやすく、ひとたび罹患すれば大幅な減収は避けられない。以上のバレイショの性質をみると、過湿を嫌うバレイショと本学の難排水性土壌とは相性が決してよくないことがわかる。本学の、特に 2016 年から 2021 年までにバレイショ栽培を実施している FA, FB, FD のエリアは強粘土で排水性が悪いことを確認している。循環農学類農学コース 3 年生必修の作物栽培学実習において、2016 年には早期に疫病が発生し塊茎の収穫に至らなかった。2017 年は区画ごとの収量におけるばらつきが大きく、収量性が安定しなかった。2018 年は主要な栽培管理が適期から遅れ気味になり、江別市の平均反収と比較して低収となった。2016~2018 年を振り返ると、いずれの年度も重要な栽培管理の要点を十分に押さえることができていなかった。大学において作物栽培に関する教育・栽培研究を効果

¹ 酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 栽培学研究室
Crop and Environmental Science, Department of Sustainable Agriculture, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University, 582, Bunkyo-dai-Midorimachi, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

² 酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 作物学研究室
Crop Science, Department of Sustainable Agriculture, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University, 582, Bunkyo-dai-Midorimachi, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan
(所属学会: 日本作物学会, 根研究学会, 農業情報学会)

的に実施していくには、まずもって栽培要点の基本を押さえ、対照区となる慣行栽培区での収量・品質を保証することが大前提として求められる。灰色台地土の難排水圃場において江別市の平均バレイショ反収達成を目指すには、適期の栽培管理実施ならびに疫病防除の徹底が必須であると考えた。

本学は、道内の農業高校においてバレイショ生産を経験してきた学生も多い。さらに、十勝・オホーツクなど大規模畑作地帯を出身地とする学生数も多く、農学コースに進む学生の中には実家がバレイショ生産農家だというケースも少なくない。火山灰土を主とする十勝・オホーツクとは土質の大きく異なる本学において、バレイショ生産性を把握し、さらにそれを高めるための栽培要点を抑えておくことは、効果的な実習づくりに重要である。そのためには、栽培要点を整理した上でその効果を検証し、教育研究に共通して重要となる基本的な栽培体系を構築する必要がある。

本研究では、疫病防除を含めた主要栽培管理を適期に実施した2019・20年度の實習結果をもとに、北海道中央部の灰色台地土における生食用バレイショ収量性を明らかにし、安定多収栽培のための栽培要点をまとめようとした。なお、両年度ともに慣行栽培（対照）区以外の処理区も設けていたが、慣行栽培下でのバレイショ収量性を定量化することを本研究の目的としたため、対照区での収量成果に焦点を絞って報告する。

2. 材料と方法

栽培試験地

酪農学園フィールド教育研究センター（北海道江別市）において、2019年、2020年に、それぞれFD03、FB21東半面にてバレイショ栽培試験を実施した。株間は30 cm、畝幅は70 cm（畝長3.9 m）で1区画4畝とした（図1）。試験レイアウトは各品種2反復（区画）の乱塊法とした。

供試品種

2019、2020年の2か年ともに、北海道で作付けの多い生食用バレイショ品種である男爵薯（早生）、キタアカリ（早生）、メークイン（中早生）の3品種を供試した。男爵薯とメークインはシストセンチュウ感受性品種、キタアカリはシストセンチュウ抵抗性品種であり、3品種すべて疫病圃場抵抗性は「弱」である（中尾2012、浅野2012）。

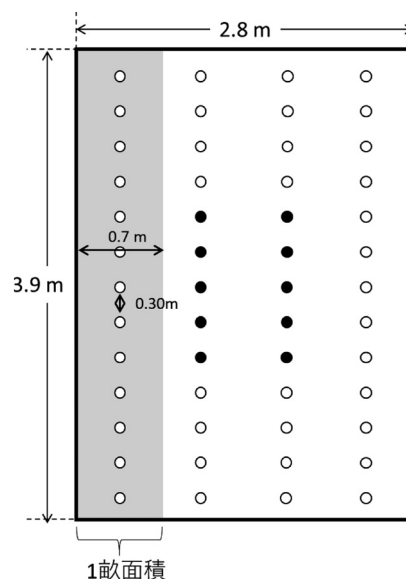


図1 2019、2020年に共通の試験区画

株間30 cm、畝幅70 cmとした。黒塗り位置の中央10株を収量調査対象とした。

栽培概要

種イモは種バレイショ検査合格したものをJA道央から購入した。2019年、2020年ともに、4月下旬から植え付け日まで種イモを浅型コンテナに入れて、2019年はガラス温室（FE05）にて、2020年は学内ビニールハウス（FE04）にて、基本的に降雨時以外は側窓を開放して浴光育芽した（表1、図2）。ロータリーで碎土・整地した土壌に対し、北海道施肥ガイド2015（エリア：道央、土壌区分：灰色台地土）に従い、窒素、リン酸、カリそれぞれ8 kg/10 a、16 kg/10 a、11 kg/10 a 相当の硫酸アンモニウム、過リン酸石灰、硫酸カリウムを深さ10 cm位置に作条施肥した。5月上旬に浴光育芽した全粒種イモを深さ5 cm（地表面から種イモ塊茎表面までの距離）で手植えた（表1）。萌芽期から開花期までの間にホー、レーキ、スコップを用いて半培土ならびに本培土を実施した（表1）。開花期初期から収穫前まで、疫病防除を目的とした農薬のローテーション散布を実施した（表2）。2019年は9月10日に、2020年は9月8日に、剣先スコップを使って手掘り収穫した（表1）。

粗収量、規格内収量の算出

中央10株を収量調査株としてサンプリングした（図1）。まず、全体収量（粗収量）として10株分の塊茎重を測定した。次に10株分の各塊茎重を測定し、以下の規格別に分類した。規格の内訳である、くずいも、S、M、L、2L、3Lはそれぞれ、20 g未

表1 パレイショ3品種の生育ステージ推移と主要栽培管理実施日

	2019 年		2020 年	
	男爵薯, キタアカリ (早生)	メークイン (中早生)	男爵薯, キタアカリ (早生)	メークイン (中早生)
浴光育芽	4月23日～5月14日(21日間)		4月21日～5月8日(17日間)	
植付け日	5月14日(品種共通)		5月8日(品種共通)	
萌芽期	5月31日	5月29日	5月26日(品種共通)	
半培土	6月11日(品種共通)		6月5日(品種共通)	
本培土	6月18日(品種共通)		6月12日(品種共通)	
着蕾始期	6月15日	6月14日	6月12日	6月12日
開花始期	データなし	6月25日	6月19日	6月21日
開花期	データなし	6月30日	6月28日(品種共通)	
開花終期	7月16日	データなし	7月14日	7月17日
茎葉黄変期	データなし		7月28日	7月28日
収穫期(実習日)	9月10日(品種共通)		9月8日(品種共通)	

地上出芽株が全体の半数を超えた日を萌芽期とした。

開花株数が全体の半数を超えた日を開花期とした。

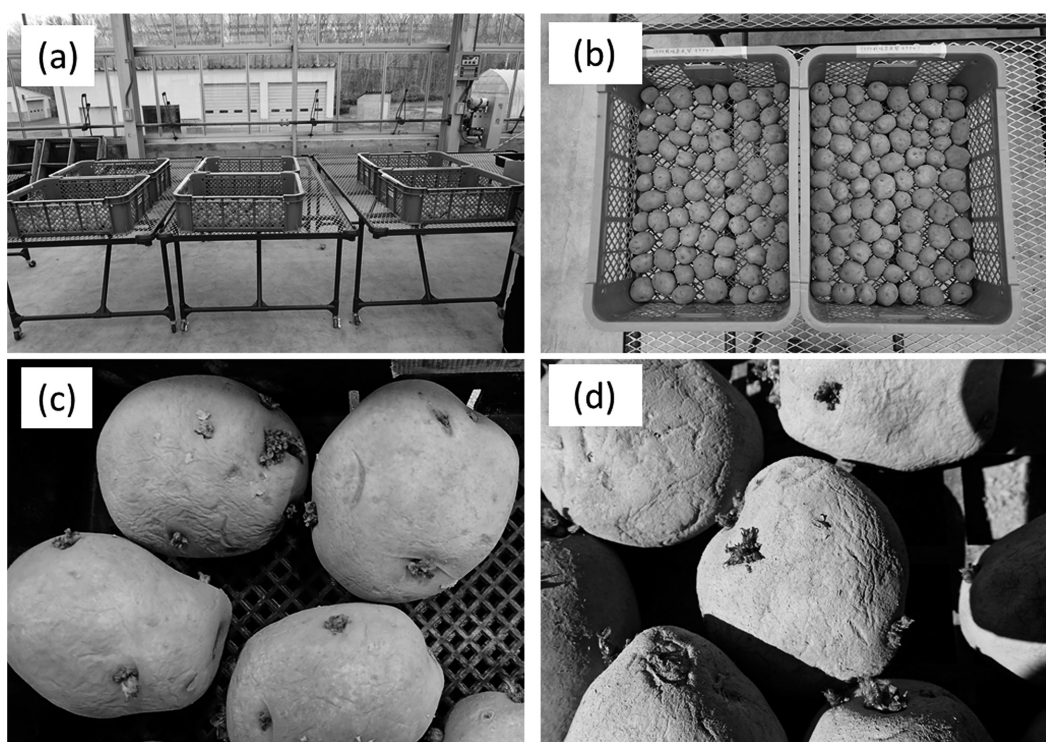


図2 浴光育芽の様子

(a, b) FE05 ガラス温室での浴光催芽の様子(2019年)。(c) 浴光育芽を終えた植え付け直前のパレイショ塊茎(2019年)。2019年4月23日～5月14日(21日間)実施。(d) 浴光育芽を終えた植え付け直前のパレイショ塊茎(2020年)。2020年4月21日～5月8日(17日間)実施。

満もしくは緑化塊茎, 20～69 g, 70～119 g, 120～189 g, 190～259 g, 260 g 以上の塊茎とした。くずいもならびにSイモを規格外とし, M～3Lまでを規格内として規格内収量を算出した。

塊茎デンプン含有率の推定

各区画でS～3L規格イモを3個体ずつ, ただし2L～3Lは3個に満たない場合があり, その際はサンプリングできた個数を比重選した。塩水選には5Lバケツと食塩を利用し, 比重が1.062(ライマン

表2 疫病防除薬剤の散布日程

散布日		薬剤製品名	成分内容	希釈倍率	散布量 (L/10 a)
2019 年	2020 年				
6 月 26 日	6 月 25 日	ジマンダイセン	マンゼブ…80.0%	500 倍	200
7 月 3 日	7 月 3 日	リライアブル	フルオピコリド…5.5% プロパモカルブ塩酸塩…55.5%	1000 倍	200
7 月 17 日	7 月 17 日	ホライズン	シモキサニル…30.0% ファモキサドン…22.5%	2500 倍	200
7 月 31 日	7 月 31 日	プロボーズ	ベンチアバリカルブイソプロピル 5.0% TPN 50.0%	1000 倍	200
8 月 15 日	8 月 12 日	ライマン	シアゾファミド…9.4% (w/w) [10.0% (w/v)]	1000 倍	200
8 月 29 日	8 月 28 日	コサイド (銅剤)	水酸化第二銅…46.1% (銅として 30.0%)	1000 倍	200

両年度ともに、7月3日以降は池田（2013）のダブルインターバル散布を参考に散布計画を組んだ。

価 10.07, デンプン含有率 10.24%相当), 1.071 (ライマン価 12.00, デンプン含有率 12.03%相当), 1.080 (ライマン価 13.94, デンプン含有率 13.82%相当), 1.090 (ライマン価 16.08, デンプン含有率 15.81%相当), 1.099 (ライマン価 18.01, デンプン含有率 18.01%相当) の食塩水 3L を各バケツに準備した。各比重の塩水に塊茎を入れ、浮いた塊茎は測定を終了し、底に沈んだ塊茎は塊茎に付着した塩水をしっかりぬぐった上で、より高い比重の塩水で比重選する、という工程を繰り返した。比重 1.062 の塩水で浮いた、もしくは比重 1.099 の塩水で沈んだ塊茎はごく稀であったが、その場合の塊茎比重はそれぞれ 1.062, 1.099 とした。そのほかは、例えば比重 X の塩水に沈み、比重 Y の塩水で浮いた場合の塊茎比重は $(X+Y)/2$ の式で算出した。比重 X の塩水中でつりあった場合に塊茎比重は X とした。各塊茎のデンプン含有率は以下の式で求めた (浅間 1985a)。

$$\text{デンプン含有率 (\%)} = 236.72 - (239/\text{塊茎比重})$$

データの統計解析

品種間差については統計解析ソフト R (version 4.1.0) を用いて分散分析を実施した。

3. 結 果

気象条件

図 3 に 2019 年, 2020 年, 平年におけるバレイショ試験栽培期間 (4~9 月) の最高気温, 平均気温, 最低気温, 降水量の推移をまとめた。

バレイショ浴光催芽期間の 4 月中旬から 5 月下旬の平均気温は, 2019 年は 7~11℃, 2020 年は 5~11℃で推移した。バレイショ栽培期間の 5 月上旬~9 月

月上旬の平均気温は, 2019 年では 5 月上旬~6 月上旬ならびに 7 月下旬~8 月上旬に平年より 1℃以上高い値を示した。栽培期間を通じて平均気温が平年より 1℃以上下回ったのは 8 月下旬のみであった。2020 年では 5 月上旬, 6 月上旬~中旬, 7 月上旬, 8 月中旬, 9 月上旬で平均気温が平年より 1℃以上上回った。特に 9 月上旬は平年気温を 3.2℃と大きく上回った。栽培期間を通じて平均気温が平年より 1℃以上下回った時期はなかった。

降水量の推移についてみると, 2019 年で平年値を上回った時期は, 5 月上旬, 6 月下旬, 8 月上旬~中旬であった。2020 年で降水量の平年値を上回った時期は, 5 月上旬, 5 月下旬, 6 月下旬, 8 月中旬~下旬であった。2019 年は 8 月上旬に, 2020 年は 8 月下旬に, それぞれ平年値の 1.5 倍ほどの降水量を記録した。2020 年 7 月中旬~下旬は 20 日間連続して平年値に比べて降雨量が極めて少ない時期が続いた。

栽培ステージ推移, 疫病防除結果

表 1 に供試バレイショ 3 品種の生育ステージ推移と主要栽培工程の実施日をまとめた。2019 年に比べて植え付けが 6 日間早かった 2020 年は, その後の萌芽期, 着蕾開始期, 開花始期がそれぞれ約 5 日, 約 3 日, 約 5 日間早かった。早生である男爵薯, キタアカリと比べ, メークインでは開花終期が 2 日程度長くなった (2020 年結果より。2019 年はデータ未取得)。2020 年は 2019 年に比べて茎葉部が過繁茂ぎみであった (データ省略)。2019 年, 2020 年ともに疫病発生個体は認められなかった。

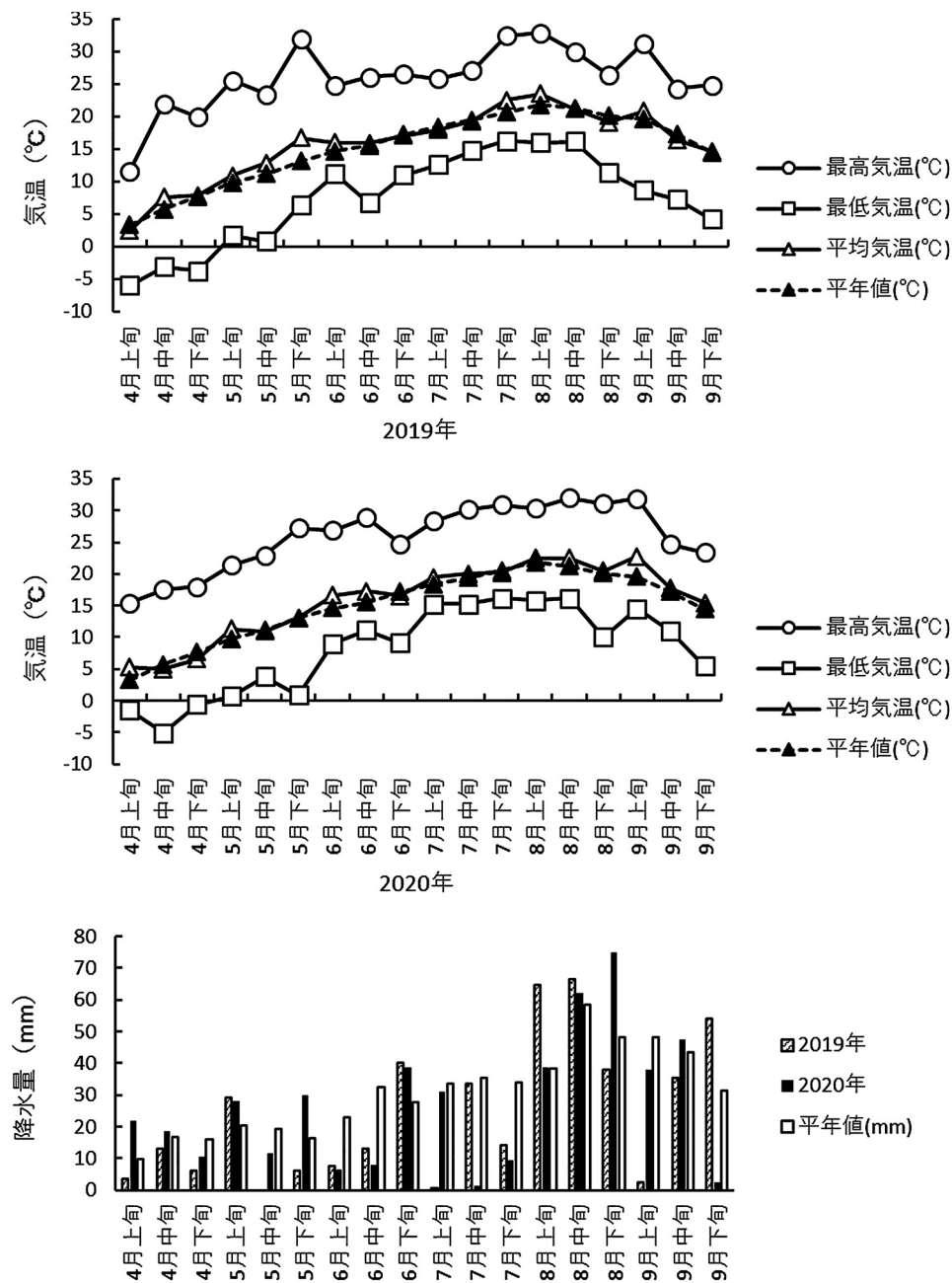


図3 栽培試験年ならびに平年の気温・降水量推移（4～9月）

出典：気象庁ホームページ

本学で栽培したバレイショの収量性ならびにデンプン含有率

表3に2019年、2020年の生育調査結果をまとめた。粗反収、規格内反収、規格内率、デンプン含有率のすべてに有意な年次間差がみられた（それぞれ1%, 1%, 1%, 5%水準で有意）。また、粗反収、規格内率、デンプン含有率には有意な品種間差も認められた（それぞれ10%, 1%, 5%水準で有意）。年次と品種との交互作用における有意差はいずれの項目にも認められなかった。

2019年は、粗反収は2020年と比べて全品種で低い値を示したが、一方で規格内率は2020年に比べて全品種で高い値を示し、規格内反収は全品種で江別市平均（2017年）の3.6 t/haを上回った。2020年は粗収量こそ6 t/ha 越えと極めて高かったものの、特にメイクインで規格内率が60%を下回る結果となった。メイクインの規格外内訳としては、特に緑化塊茎が多く（データ省略）、中でも萌芽型二次生長の結果であると考えられる緑化塊茎が目立った（図4）。キタアカリ、男爵薯は規格内率が80%前後

表3 バレイシヨの収量調査結果, デンプン含有率, 疫病防除結果

栽培年度 (Y)	品種 (V)	粗反収 (t/10 a)	規格内反収 (t/10 a)	規格内率 (%)	デンプン含有率 (%)	疫病発生割合 (%)
2019	キタアカリ	4.9	4.2	93.6	17.0	0.0
	メイクイン	5.0	3.9	83.7	16.3	0.0
	男爵薯	3.9	3.8	89.5	15.7	0.0
2020	キタアカリ	6.2	4.9	79.0	16.1	0.0
	メイクイン	6.4	3.5	54.5	15.3	0.0
	男爵薯	6.7	5.7	84.9	14.7	0.0
Y		**	**	**	*	—
V		+		**	*	—
Y×V						—

+ (p<0.10), * (p<0.05), ** (p<0.01), n=2.

となり, 粗反収が高かったことと相まって規格内収量はそれぞれ 4.9 t/ha, 5.7 t/ha と, 江別市反収 (2017 年) を大きく上回る結果となった。これら 2 品種はメイクインと比べて緑化塊茎の割合は少なかった (データ省略)。

デンプン含有率は 2019 年が 2020 年と比べて全品種で共通して高い値を示し, 両年度ともにデンプン含有率は全品種で 14% を超えた。

4. 考 察

2019 年, 2020 年の 2 か年で, 本学におけるバレイシヨ規格内収量は, 2020 年のメイクインが 3.5 t/ha であったほかは, 江別市の平均反収である 3.6 t/ha よりも高い値を示した (表 3)。2020 年のメイクインは後述する二次生長塊茎が多発したため規格内率が 2019 年に比べて大きく低下したが, それでも江別市の平均反収にほぼ匹敵する生産性を示したといえる (表 3)。これらの結果から, 主要な栽培管理を適切かつ適期に実施し, 疫病防除を徹底することによって, 本学の灰色台地土バレイシヨ圃場において江別市平均に匹敵するバレイシヨ反収達成が可能であることが示された。また, 塊茎のデンプン含有率も一般的な男爵薯の平均デンプン含有率とされる 14% (小宮山ら 2002) に両年度とも全品種が到達していた。

灰色台地土で粘土割合が高く, 排水性に難がある土壌条件での反収・デンプン含有率の目標達成に重要な役割を果たしたと考えられるバレイシヨ栽培の要点について以下の通りまとめた。同時に, 各栽培工程において今後改善すべき点についても考察した。

1. 浴光育芽

浴光育芽は, 「種イモを入れたミニコンテナを散

光の当るハウスや作業場などに並べ, 6~20℃の条件で, 20~30 日をかけて芽長 3~5 mm になるまで育芽する」と説明される (村上 2012)。ジャガイモは低温貯蔵したものをそのまま植え付けたのでは, 出芽までに約 1 か月を要するが, 約 3 週間の浴光育芽によって 10 日間~2 週間の出芽促進が期待できる (吉田 1985a)。5℃以下では芽が伸びないが, 徒長を避けてじっくり芽を伸長させるという意味で 5℃に近い低温ほど浴光育芽に良いとされる (吉田 1985a)。

2019, 2020 年の浴光育芽はともにビニールハウスにて実施し, それぞれ 21 日間と 17 日間の期間で芽長 5 mm 程度まで育芽できた (図 2)。その結果, 2019 年, 2020 年ともに植付けから 3 週間弱で萌芽期を迎え (表 1), 出芽に必要な日数が浴光育芽によって 1 週間以上短縮できたと考えられた。

一方で, 2020 年は塊茎にシワが寄っており (図 2), 浴光育芽期間中にビニールハウス室温が高温となって塊茎が消耗した可能性があった。浴光期間に 15℃を超える高温条件で急速に育芽すると, 芽が軟弱になって落ちやすく, 28℃を超える温度では黒色心腐のリスクが急速に高まる (吉田 1985a)。高温による生理障害を避け, 塊茎を健全な状態に保って植付けするためにも, 浴光育芽中の適温維持が求められる。2019, 2020 年ともに 4 月中下旬の屋外平均気温は 5~10℃の範囲に収まり, 最高気温も 25℃を超えることはめったになかった (図 3)。一方でビニールハウスは開閉のタイミングが遅れると室温は容易に 25℃を超え, 期間中に浴光育芽の適温を保つにはこまめな管理が求められる。

本学では, 外気温に合わせた天窓・側窓の自動制御が可能となる作物棟・園芸棟が存在し, 浴光育芽にはこれら施設の活用が適当であると考えられる。室温が 6℃に達した際に天窓・側窓が自動で開くよ

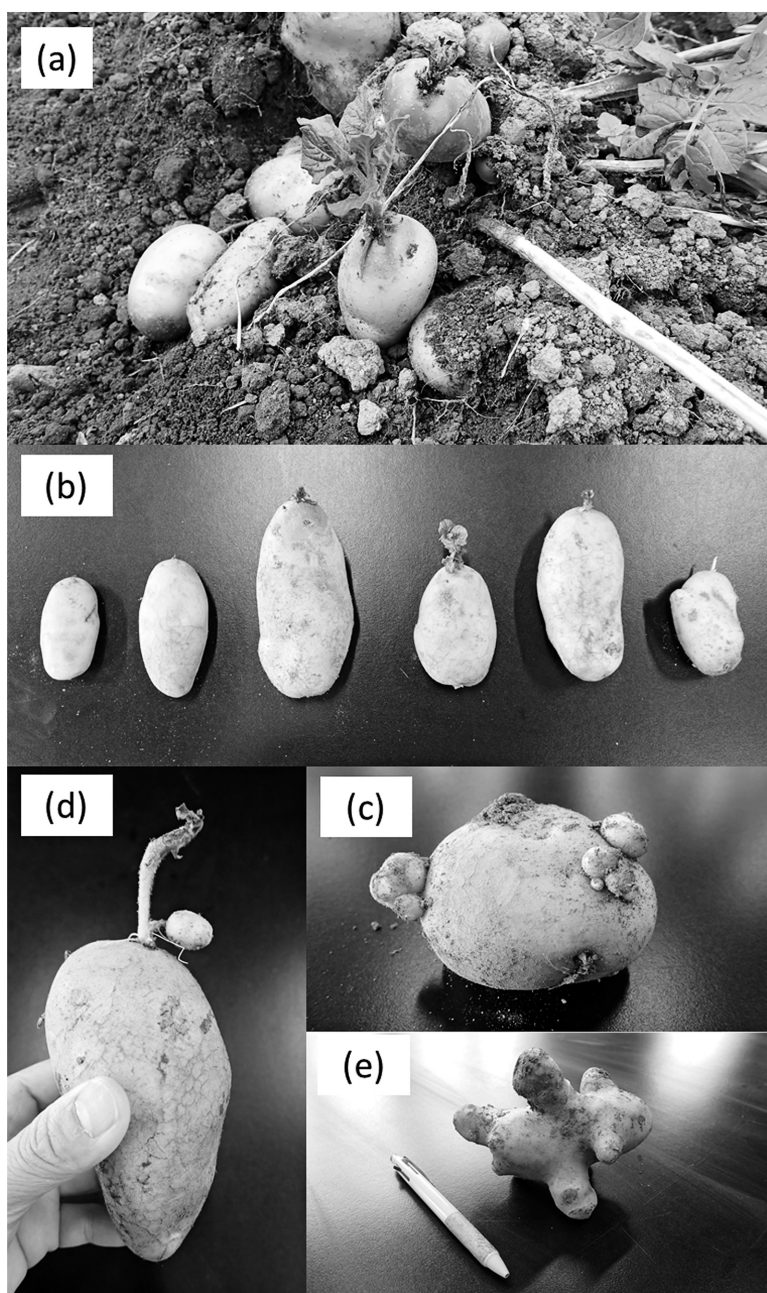


図4 2020年収穫時にみられた各種の二次生長塊茎

a～b: 萌芽型二次生長（マークイン）、c: 萌芽型ならびに鎖型二次生長（マークイン）、d: こぶ型二次生長（マークイン）e: 人形型二次生長（男爵薯）
二次生長型の分類は（浅間 1985b）を参考にした。

う設定しておけば、極端な低温を避けつつ浴光育芽期間中の外気温とほぼ同等に室温を保つことができるだろう。作物棟で自動計測・記録される日照、外気温、棟内温度などの記録は、浴光育芽結果と環境条件との関連性を研究する際にも有効活用できると考えられる。

2. 圃場準備

排水性の改善は健全なパレイショの栽培に必須である。2018, 2019年ともに、栽培の直前に降雨を挟まず土壌の耕起耕耘を済ませた。このことにより、植え付け時の土壌条件を過湿にすることを避けた。健全な栽培には健全な土づくりが必須である。排水性改善のため、堆肥すき込みによる土壌の物理性改善や暗渠設置、融雪後にサブソイラーを低速で圃場

に入れることなど励行していきたい。

3. 施肥設計

特に2020年で過繁茂の傾向が見られた。バレイショの過繁茂は株内の風通しを悪くし、疫病リスクを高める。また、過繁茂はデンプン含有率の低下も招くとされる(東田・佐々木1999)。2020年の過繁茂の原因として、窒素多肥だった可能性が挙げられる。2019年、2020年ともに施肥設計の際に北海道施肥ガイド2015の定める標準施肥量を基肥施肥したが、土壌分析値を考量し適宜減肥等の調節をすべきであった。本学では毎年度末に学内全圃場の土壌分析を実施しており、これを施肥設計に有効活用することで、多肥を避け適切な施肥量を守り、茎葉部の過繁茂を回避することが求められる。

4. 植付け

バレイショの収量は植付け時期と密接な関係があり、適期より10日遅いと10%の減収があるとされるが、一方で晩霜の時期を考慮することも求められ、道央の平均植付け適期は4月下旬～5月上旬とされる(大波2012a)。本学では、気象状況を確認しつつ、基本的には5月10日までの植付けを目指すべきであろう。2019年、2020年ともにこの植え付け適期をおおむね守ることができた。今後も、適期の植付けを見据えて浴光育芽を4月上中旬には開始すること、本学の圃場の難排水性を考慮し、春の長雨があったとしても降雨後できるだけ速やかに圃場に入ることができるよう、融雪後にサブソイラーを低速でいれておくこと、ロータリー耕は植付けの直前に実施することを励行すべきである。

5. カマボコ型培土

培土には(1)断熱効果(気温が30℃を越えても、塊茎肥大とデンプン蓄積に適する17～22℃の地温に維持できる)、(2)排水の改善(培土の谷が深いと長雨にも排水がよく、腐敗防止になる)、(3)緑化の防止(無培土で20%、培土不足で9%程度の緑化が発生するとされる)、をはじめとし、ほかにも保水性の向上、倒伏防止、雑草の抑制、根圏の拡大、収穫時の傷イモ発生防止、など非常に多くの利点がある(吉田1985b)。特に、本学の圃場の難排水性を考慮したとき、排水性改善効果をもたらす培土は極めて重要な管理工程といえる。

培土は実施時期も重要である。植付け期～萌芽期にかけて1回で培土を完成される早期培土は乾生火山性土においてその有効性が報告されるが(江部・

伊藤1993)、土壌区分が灰色台地土に分類され、より粘土質が強い本学においては一度に大きな培土をすることで茎葉の生育に目立った停滞が発生する可能性がある。そのため本学では、萌芽期から3週間の着蕾時期(早生品種で塊茎形成が開始する)までに茎葉部の生長に合わせて2回実施する半培土、本培土の実施が望ましいと考えられる。

開花期にはすでに地下部で塊茎肥大が進行している。このころまで培土が遅れてしまうと、発達したストロン、根、茎葉を培土の際に傷つけ、疫病罹病リスクも高めてしまう(大波2012b)。こうならないようにするためには、植付け2週間ごろから毎日圃場を観察して萌芽期(出芽株が全体の40～50%に達した時期)を記録し、本培土完了までのスケジュールを事前に把握しておくべきである。2019、2020年の着蕾確認はそれぞれ6月14日、6月12日であった。当然のことながら当年度の萌芽期ならびに茎葉の生長をみながら実施日を定めるべきであるが、目安として6月15日ごろまでには本培土まで完了できることが望ましいと考えられる。

培土実施においては、畝間に相当する培土の谷をしっかりと掘り下げ排水性を高めること、培土の高さ25cmを目指すこと、形はカマボコ型を目指すこと、培土中央部の茎葉発生位置にくぼみを残さないこと、などを意識して取り組む必要がある。手作業で培土を実施する場合は剣先スコップの活用が望ましい。畝間に谷を形成し、砕した土を剣先スコップですくい、スコップ先端を茎の密集した部分に軽く当てながら培土すると培土中央にくぼみを生じさせにくい。2019年、2020年とこの点を意識して培土を実施できたことで、排水性の改善や緑化の防止に努めることができたと考える。緑化については後述の通り、温度・降雨条件によっても発生リスクが高まる。しかしいずれにせよ、適期に確実に培土を実施することは収量・品質どちらの向上にも不可欠である。

6. 疫病防除

疫病は特に開花期以降に罹病しやすくなるため、初見の発見に努めると共に、例年の発生時期が近付いたら発生予測システム(FLABSなど)を参考にし、天候を考慮して薬剤の予防散布を行い、初期防除を行うことが極めて重要である(中山2012)。池田(2013)は疫病防除に際し、初発前からのダブルインターバル散布(14日間隔散布)によって化学合成農薬の散布回数を5割削減した4回散布で慣行防除と同等の防除効果が得られ、収量・ライマン価も

低下しないことを報告した。本学において、2019、2020年度にこのダブルインターバル散布を踏まえて他薬剤との組み合わせによるローテーション散布を実施し（表2）、2か年連続で疫病の発生を完全に抑えることができた。

疫病は降雨などで湿度が高まると発生し、いったん発病すると病勢の拡大進展は早いので、生育の後期まで薬剤散布の徹底が必要である（中山2012）。健全なバレイショ栽培に疫病防除は必須となるが、ダブルインターバル散布を取り入れるなどして薬剤散布回数の削減にも努めていきたい。散布の開始が遅れないよう、開花始、開花期（開花株が全体の40～50%に達した時期）の時期を記録しておくことも必須となる。

7. 二次生長塊茎発生の要因と対策

二次生長とは、塊茎の形状が変形する症状で、伸長型、こぶ型、ひょうたん型、人形型、連鎖型などさまざまな形がある（浅間1985b, 中尾2012）。二次生長の発生には品種間差があり、メークインは特に二次生長しやすい品種とされる（中尾2012）。岩間ら（1995）は、二次生長のうち、農林1号ではその2/3以上が1次塊茎から地下萌芽したものであったのに対し、コナフブキでは1次塊茎のくびれたものあるいは2次的に肥大した部分が1次塊茎に接着したものが多かったと報告した。報告のように、品種によって二次生長で発生しやすい型が異なるのであれば、メークインも農林1号と同様に萌芽型の二次生長をしやすい品種であることが考えられる。

バレイショ塊茎がその生育期間中において、長期にわたる高温乾燥の後、多量の降雨に遭遇する際、二次生長することがみられる（中1950, 中尾2012）。2020年の降水量と気温の推移をみると、塊茎肥大期

に相当する7月中旬から下旬にかけて平年値に比べて降水量が極めて少なく、一方で同時期の最高気温は30℃を超え、収穫前には多量の降雨があった。肥大期間中の「長期の高温乾燥」によって二次生長が誘発され、収穫直前の高温遭遇でメークインで多数見られた萌芽型の二次生長が促進されたのではないかと考えた。

メークインはいも着きが「男爵薯」よりまばらで形が長いので畑で緑化しやすいうえ、グリコアルカロイドが他の生食用品種より多く、光による増加も多いので、取扱には特に注意が必要である（千田2012）。地下萌芽を伴う二次生長は規格内率と共にデンプン価も低下させるため、栽培面では対策する必要がある。有効な栽培対策としては、土壌水分の変化を小さくするため有機物などを施用して保水性を高める、地温の上昇を抑える、適正な施肥量を守る、十分な培土を行う、などがあげられる（中尾2012）。ここまで挙げてきた栽培要点を守ることによって、二次生長を減らすことも可能になるだろう。

おわりに

本研究で得られた成果を学内外でのバレイショ栽培に関連する教育・研究へ活用すべく、バレイショ生育調査基準ならびに栽培、茎葉・塊茎成長との関連を、後志総合振興局（2011）、岩間（2017）、吉田（1985b）、吉田（1989）を参考に表4にまとめた。表内には2019年、2020年の生育調査結果（表1）をもとに、供試品種が男爵薯やキタアカリなどの早生品種であった場合の、栽培管理ならびに生育ステージ調査の目安時期もまとめた（注：植え付け、収穫時期は、2021年現在の実習時期も考慮して提案した）。その年の気象条件によって各栽培ステージへの到達時期は多少前後するが、目安としての時期があれば

表4 バレイショ生育調査基準ならびに栽培、茎葉・塊茎成長との関連

項目	基準	生育推移 (早生品種)	本学向け 実施・観察目安 時期（早生品種）	関連栽培工程
植付け期	圃場に種イモを植え付けた日		4月下旬～5月上旬	浴光催芽
萌芽期	植付けした40～50%が萌芽した日	ストロン伸長開始（10～15日程度）	5月下旬～6月上旬	半培土
着蕾期	着蕾した株が全体の40～50%に達した日	塊茎形成開始（1週間程度） →塊茎肥大・デンプン蓄積開始	6月中旬	本培土
開花始	始めて開花を確認した日		6月下旬	疫病防除開始
開花期	開花した株が全体の40～50%に達した日	これ以降疫病罹患リスクが高まる	7月上旬	
終花期	ほとんど全部が落花した日	茎葉の生育停止	7月中旬	
茎葉黄変期	ほ場全体の茎葉が80%黄変した日	デンプン価が最大値に達する	8月中旬	
茎葉枯凋期	ほ場全体の茎葉が80%枯凋した日	塊茎肥大・デンプン蓄積停止	8月下旬	収穫

表1, 後志総合振興局（2011）、岩間（2017）、吉田（1985b）、吉田（1989）を参考に作成。

あらかじめ観察調査準備を進めておくことができ、主要な観察、栽培時期を逃しにくくなるだろう。農学コース3年生向けの作物栽培学実習に留まらず、新入生向けの健土健民入門実習や基礎ゼミ農園でのバレイショ栽培管理にも本研究結果が寄与することを願う。本学創設者の黒澤西蔵が提唱した「機農(機を逃さない)」は、作物栽培においては適期適作の実践に他ならない。観察調査と栽培管理とを結びつけ、教育研究を充実させながら、今後は土づくりを中心にさらなる生産性の改善をはかっていきたい。

5. 要 約

北海道中央部の灰色台地土に属する本学バレイショ圃場において、2019年、2020年の2か年にわたって、各生育ステージの到達記録をもとに、疫病防除を含めた主要栽培管理を適期に実施した。その結果、生食用バレイショ3品種(男爵薯、キタアカリ、メークイン)で、江別市平均(3.6 t/ha)に匹敵する規格内反収が達成された。2020年には肥大期の高温乾燥もあり、メークインで萌芽型の二次生長がみられた。二次生長の発生抑制には、有機物施用によって保水性を高めることが有効とされる。品質に優れたバレイショの更なる安定多収を目指すには、栽培管理の要点を守ったうえで、土壌への有機物の投入などを計画的に進めていく必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたり、疫病防除に関して大澤央氏(北海道大学農学部 植物病理学研究室※2018-19年当時)から有益な助言をいただいた。フィールド教育研究センターの作物生産ステーションの職員に圃場管理の、栽培学研究室卒業生に調査・観察記録の補助をしていただいた。ここに記してお礼申し上げます。

文 献

- 浅間和夫 1985a. 砂田喜代志編, 北海道のジャガイモの栽培技術(食品・加工食品用編). 農業改良普及協会, 江別. 214.
- 浅間和夫 1985b. 砂田喜代志編, 北海道のジャガイモの栽培技術(食品・加工食品用編). 農業改良普及協会, 江別. 198-199.
- 浅野賢治 2012. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 143.
- 江部成彦・伊藤 武 1993. 極早期培土におけるばれいしょの晩霜対策. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報. 34: 108-109.
- 東田修司・佐々木利夫 1999. でん原用ばれいしょ品種「コナフブキ」に対する窒素施肥. 北海道立農試集報. 77: 59-63.
- 北海道農政部 2010. 北海道施肥ガイド 2015. 北海道農政部, 札幌. 57-59.
- 北海道農政部生産振興局農産振興課 2020. 北海道の畑作をめぐる情勢. VI 馬鈴しょをめぐる情勢(2)生産. http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/hatasa/kuwomegurujousei_r2.pdf (2021年6月10日閲覧).
- 池田幸子 2013. 特別栽培のためのばれいしょの疫病に対する防除体系. 平成25年度北海道農業試験場成績概要書. <https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/26/f2/44.pdf> (2021年6月10日閲覧).
- 岩間和人・川嶋浩樹・金子 正・茂木紀昭・市川伸次 1995. 1994年の北大農場におけるバレイショ塊茎の2次生長と土壌水分条件との関係. 北海道大学農学部農場研究報告. 29: 15-22.
- 岩間和人 2017. 岩間和人編, 作物栽培体系6, イモ類の栽培と利用. 朝倉書店, 東京. 23-34.
- 気象庁 過去の気象データ・ダウンロード(地点: 江別). <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2021年6月10日閲覧).
- 小宮山誠一・目黒孝司・加藤 淳・山本愛子・山口敦子・吉田真弓 2002. ジャガイモのデンプン含量が調理特性に及ぼす影響. 日本調理科学会誌. 35: 336-342.
- 村上紀夫 2012. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 175.
- 中潤三郎 1950. 馬鈴薯に関する生理, 生態學的研究II 二次生長の成因, 特に土壌湿度との関係に就いて. 香川県立農科大学学術報告. 2: 1-8.
- 中尾 敬 2012. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 226.
- 中山尊登 2012. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 216-217.
- 農林水産省 2020. 令和元年産都道府県別の作付面積, 10a当たり収量, 収穫量及び出荷量(6)ばれいしょ.
- 農林水産省 2021. 令和2年産春植えばれいしょの作付面積, 収穫量及び出荷量. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/attach/pdf/index-2.pdf

- (2021 年 6 月 10 日閲覧).
- 農林水産省 2021. 令和 2 年産春植えばれいしょの作付面積、収穫量及び出荷量（都府県）.
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/attach/pdf/index-1.pdf
 (2021 年 6 月 10 日閲覧).
- 農林水産省北海道農政事務所統計部 2019. なんばん BOOK. 農林水産省北海道農政事務所統計部統計企画課, 札幌. 75.
- 大波正寿 2012a. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 183.
- 大波正寿 2012b. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 186.
- 千田圭一 2012. 財団法人いも類振興会編, ジャガイモ辞典. 全国農村教育協会, 東京都. 136-137.
- 後志総合振興局 2011. 農作物生育状況調査用語解説.
<http://www.shiribeshi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/num/sakkyou/yougo.htm> (2021 年 6 月 10 日閲覧).
- 吉田 稔 1985a. 砂田喜代志編, 北海道のジャガイモの栽培技術(食品・加工食品用編). 農業改良普及協会, 江別. 81-93.
- 吉田 稔 1985b. 砂田喜代志編, 北海道のジャガイモの栽培技術(食品・加工食品用編). 農業改良普及協会, 江別. 157-162.
- 吉田 稔 1985c. 砂田喜代志編, 北海道のジャガイモの栽培技術(食品・加工食品用編). 農業改良普及協会, 江別. 157-162.
- 吉田 稔 1989. バレイショの生理生態学的研究 第 21 報 規格別計画生産法. 北海道大学農学部農場研究報告. 26: 1-15.

Summary

In 2019 and 2020, key cultivation managements such as sprout raising by isolation, ridging and chemical spraying based on records of achievements at each growth stage were conducted in the potato fields in Rakuno Gakuen University, which belongs to the grey upland soil in central Hokkaido. As a result, productivity (t/ha) of three varieties of potato (cv. Dansyakuimo, cv. Kitaakari and cv. May Queen) have almost achieved the average productivity of Ebetsu City (3.6 t/ha). In 2020, due to high temperature and dryness during the tuber bulking period, secondary growth of sprouting type was observed in cv. May Queen. In order to reduce the secondary growth, the use of organic matter to increase water retention is considered to be effective. In order to achieve stable and high yields of potato with good quality, it is necessary to follow the main points of cultivation managements and to systematically apply organic matter to the soil.