

若莢用インゲンマメにおける農福連携に適した 品種の選定と栽培方法の検討

— 収量性からみた適品種の選定と、
播種期が若莢収量に及ぼす影響およびその年次間差異 —

山本 琴水^{1,2)}・松井 俊樹¹⁾・義平 大樹¹⁾

Selection of cultivars suitable for agriculture-welfare collaboration and examination
of cultivation methods for kidney beans for young pods
Selection of suitable cultivars in terms of yield, and effects of sowing date on young pod yield,
and the annual differences

Kotomi YAMAMOTO^{1,2)}, Toshiki MATSUI¹⁾ and Taiki YOSHIHIRA¹⁾
(Accepted 17 July 2023)

1. 緒 論

近年、担い手の高齢化と減少が進む農業分野と障がい者や生活困窮者、高齢者の働く場を求める福祉分野が連携して、Win-Win の関係を築こうとする活動、いわゆる農福連携が全国的に普及しつつある。農福連携実施件数は 2021 年 3 月末現在で、全国で 5,509 件あり、2019 年の 4,117 件から 3 年間で約 1,400 件増加している（農林水産省 2021）。北海道においても 2022 年 3 月末現在で、過去に 1 度でも農福連携を実施したことのある農業経営体は 285 主体、福士事業所は 275 主体、計 560 主体が農福連携を実施しており（日本農福連携協会 2022）、ここ数年で急速に実施件数が増加している。

一方、北海道における莢インゲンの生産量は 1960 年代には 3,700~3,900 t と維持しており、栽培面積は 700 ha であった。しかし 1974 年には 522 ha まで減少し（北海道農務部 1975）、その後減少の一途をたどっている。全国でも、1990 年には生産量 90,000 t、栽培面積 12,000 ha があったのに対して、2013 年には 41,000 t、6,000 ha となり、生産量と栽培面積ともに 50% 程度まで減少している（農林水産省生産局 2013）。

莢インゲンは、収穫作業が手作業で収穫適期が約

1 ヶ月以上に及び、その間ほぼ毎日収穫しなければならないため、多くの労働力を要する（島田・藤田 1976）。一人当りの収穫能力は 6~9 kg/時であり、1 日の収穫量は一人で 50~70 kg が限度とされている。このように多大な労働力が必要であることが、農業者の生産意欲を低下させ、栽培面積の減少を招いていると考えられる。

しかし、莢インゲンは単価が高く、東京都中央卸売市場（おかずキッチン 2022）における生産者価格の最低値および最高値と平均価格は、それぞれ 2020 年が 782~1,379 円、885 円/kg、2021 年が 616~1,138 円、902 円/kg であり単価が高い。北海道における 10 a 当り収量は 718~890 kg（農林水産省 2014, 2017）であることから、その収益は 63.5~80.3 万円/10 a 程度得られると予想され、収穫期間の労働力が確保できれば、農業者にとって収益性の高い作物であるといえる。

そこで、農福連携の導入を前提に、莢インゲンの生産ができれば、農業者と福祉事業所およびその利用者間で Win-Win な関係を築くことができ、栽培面積が減少しつつある莢インゲンの生産維持にも貢献できる可能性がある。農福連携の導入を前提とした栽培においては、障がい者の能力（巧緻性と注意配分数（豊田ら 2016））、体力、作業の継続性や栽

1) 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 Laboratory, Department of Sustainable Agriculture, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University Bunkyo-dai Midorimachi 582-1 Ebetsu, Hokkaido, 069-8501 Japan

2) 現 MC ファーティコム 営業部本店 東京支社
Tokyo Branch, Sales Division, MC FERTICOM Co., Ltd
所属学会：日本作物学会

培管理作業における必要労働力の季節的变化を考慮した品種選定や栽培方法を考案することが不可欠である。

インゲンマメは品種による感温性と感光性の差が大きい(星川 2001)ことから、感光性が弱く感温性が高い品種を選定することで、同一品種で異なる作期を組める可能性がある。このことから、農福連携の導入を前提とした若莢用インゲンマメ栽培のモデルケースを作るには、収穫作業の平準化を図るための適品種の選定とその作期の組み合わせを明らかにすることが重要である。

そこで、つる性2品種と矮性2品種を用いて若莢収量の生育にともなう推移とその関連形質を調査し、農福連携に適した若莢用インゲンマメ品種を選定しようとした(試験1)。さらに、播種時期がつる性品種の収量推移に及ぼす影響を調査し、多収で収量安定性の高い作期を明らかにしようとした(試験2)。

2. 材料と方法

試験1として「収量性から見た適品種の選定」、試験2として「つる性品種における適品種の選定と、播種期が若莢収量に及ぼす影響およびその年次間差異」の2つの圃場試験を、酪農学園大学フィールド教育センター作物生産ステーション内圃場(北海道江別市文京台582-1, 緯度43°04', 経度141°30', 海拔42.0m)にて実施した。試験1は2021年に、試験2は2021と2022年の2ヶ年行った。

1. 収量性から見た適品種の選定(試験1)

(1) 供試品種および耕種概要

供試品種は、若莢子実兼用品種として、平莢の矮性品種「紅紋」と、平莢のつる性品種「福虎豆」(以下、「虎豆」)、若莢専用品種として、丸莢の矮性品種「恋みどり」と、平莢のつる性品種「つるありモロッコ」を用いた。「紅紋」は、北海道在来の矮性品種であり、紅い斑点模様をついた子実が特徴である。「虎豆」と大正金時を交配した品種であり、煮豆に適している(たねラボJapan 2023)。「虎豆」は、主莖長が約2.4m程度のつる性品種であり、白地に臍を中心として淡肉色地に赤褐色の偏斑紋がついた子実が特徴である。早熟・多収を目標に、早熟の「虎豆」(端野系)を母本とし、多収の「虎豆」を花粉親として育成された品種である(南ら 1991)。「恋みどり」は、草丈50cm程度の矮性品種であり、極濃緑の莢色と、そろいのよさが特徴である。収量性が高く、播種後54日程度での収穫となる早生種であり、莢

は曲がり少なく、莢長は14cm程度となる(タキイ種苗 2023)。「つるありモロッコ」は、つる性の若莢専用品種であり、莢色は鮮緑色であり、莢が柔らかく食味に優れる特徴がある。莢長は約14cm、莢幅は1.8cmと幅の広い平莢である(タキイ種苗 2023)。

北海道施肥ガイド(2015)に従い、播種前に基肥として、窒素、リン酸、カリ、マグネシウムをそれぞれ4, 10, 8, 4kg/10a, 硫安、過石、硫加、熔リンで全層施用した。施肥後黒マルチを張り、播種深度3cmで、5月18日に1穴3粒播種を行った。その後、初生葉展開期まで、2本立てとなるように弱勢個体を間引きした。栽植様式は、つる性品種がマルチ内の畦幅60cm株間40cm、マルチ間の距離を100cm(栽植密度6.25本/m²)とした。矮性品種がマルチ内の畦幅40cm株間20cm、マルチ間の距離を100cm(栽植密度16.7本/m²)とした。また、開花始期に追肥として窒素を4kg/10aを硫安により株元に施用した。試験区配置は、1区9.6m²で3反復の乱塊法とした。

(2) 調査方法

若莢の収穫は開花始期10日後より開始し、週に3回、月、水、金曜日に実施し、生育ステージとして開花始期、収穫始期、収穫終了時期を調査した。収量調査として収量推移、収穫期間を通した総莢数、総収量、A品収量、規格内収量を調査した。規格は、札幌ホクレン青果株式会社(2021)の英インゲンの規格に従い、A品とB品および規格外に分けた(第1表、第2図)。

2. つる性品種における適品種の選定と、播種期が若莢収量に及ぼす影響およびその年次間差異(試験2)

(1) 供試品種および耕種概要

供試品種として、若莢子実兼用品種のつる性「虎豆」と、若莢専用品種のつる性「つるありモロッコ」を用いた。播種期として5月、6月播き区を設けて、それぞれ2021年は5月18日、6月21日、2022年は5月23日、6月8日に播種した。試験配置は、播種期を主区、品種を副区とする3反復の分割区法で設定した。播種前に窒素、リン酸、カリ、マグネシウムをそれぞれ硫安、過石、硫加、熔リンにより、2021年は4, 10, 8, 4kg/10aを、2022年は4, 12, 8, 4kg/10aを全層施用した。開花始期に追肥として窒素肥料を4kg/10aを施用した。栽植様式と栽植密度および調査方法は試験1と同様である。

第1表 若莢インゲンの規格別基準.

品質基準	規格	LL	L	M	S
・病害・虫害又は 傷害のないもの ・腐敗又は変質し ていないもの ・過熟でないもの	A品 曲りの ないもの	14 cm 以上	12~13.9 cm	10~11.9 cm	8~9.9 cm
	B品 曲りの 軽微なもの		12 cm 以上	8~11.9 cm	
・上記以外のもの	規格外 曲りが 強いもの	8 cm 未満			

「札幌ホクレン青果株式会社」 http://www.hokurenseika.co.jp/yoko3_4_kasai.htm を一部改変。

(2) 調査方法

試験1の調査項目に加えて、地際から収穫した若莢の着生部位の距離を平均若莢収穫高とし、各区から20個体測定し、平均した。

3. 結 果

1. 生育期間の気象概要

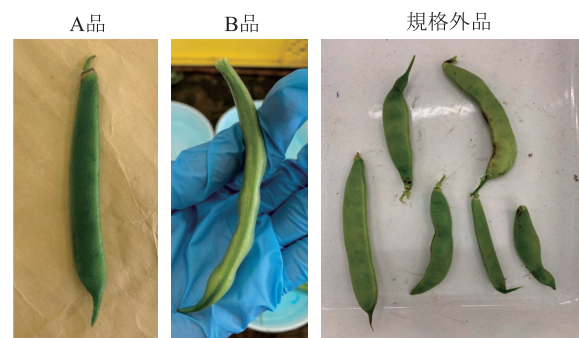
第1図に降水量、平均気温、日射量の推移を示した。2022年6月上旬の平均気温が平年に比べて低く、7月上旬の平均気温は平年に比べて高かった。これに対して、2021年は7月中下旬から8月上旬にかけての気温が平年に比べて高く、8月中旬に急激な気温の低下が見られた。

播種から出芽までの期間の平均気温をみると(第1図)、2021年の5月播き区はインゲンマメの生育適温にあたる15℃~25℃の範囲に入っていた(タキイ種苗2023)。これに対して、2022年では一時的に生育適温の下限値15℃を下回る平均気温10℃以下の低温となる期間があった。

夏季の気温をみると、2021年は7月中旬から8月上中旬にかけて、花粉不稔になる平均気温25℃を超えた期間が続いたのに対し、2022年は生育適温の上限を上回る期間は存在しなかった。生育適温の下限値15℃を下回る秋季の低温時期の到来は、2022年が2021年に比べて早かった。

降水量は、2021年の8月上旬は平年並みであったが、それ以降は生育期間を通して少雨に経過したが、それ以降は平年に比べて多雨に経過した。特に8月中旬は平年の3倍程度の多雨であった。

日射量は、2021年の5月下旬と7月上旬が平年に比べてやや低かったが、それ以降の期間では多照に推移した。特に7月中下旬に1.5倍程で多照であった。これに対して、2022年は6月上旬と7月上旬にやや多照に経過したが、他の期間は平年並み、もし



第2図 「虎豆」における規格別の莢の形状。

くは平年に比べて寡照に推移した。

以上より、2021年の気象条件は開花期の高温、生育期間全般の多照と少雨、2022年は生育初期の低温、生育期間全般のやや寡照と多雨として特徴づけられる。

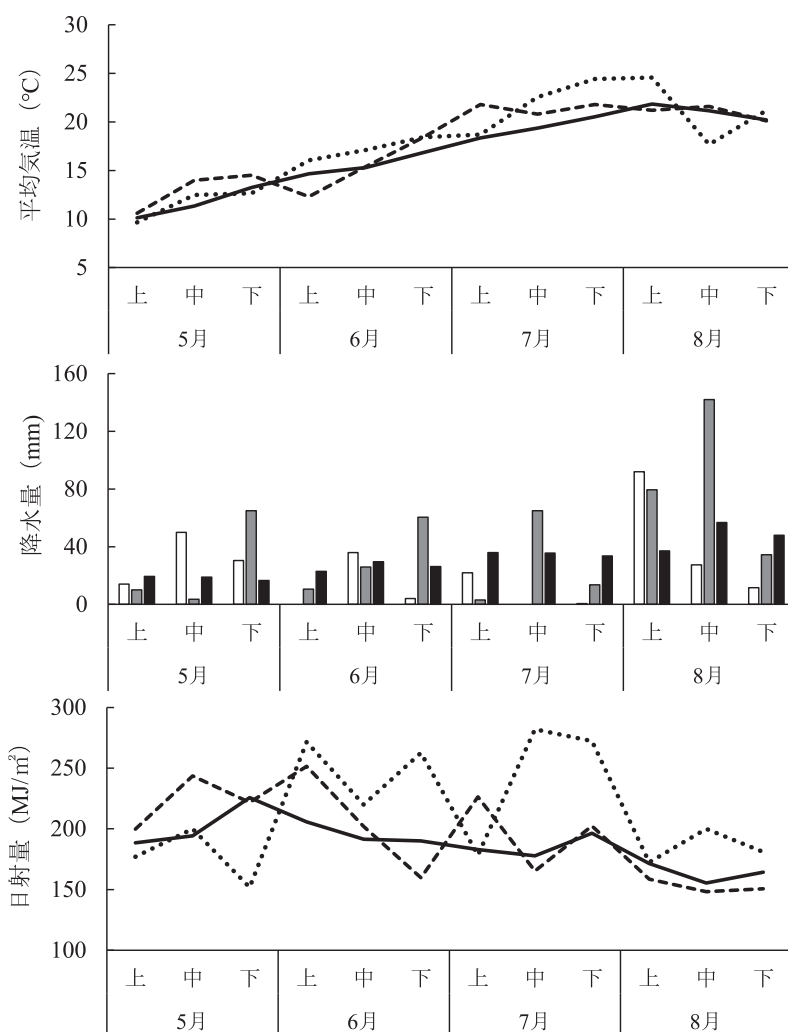
2. 収量性からみた適品種の選定(試験1)

(1) 生育ステージ

第2表に生育ステージを示した。開花始期から収穫開始までの期間は、つる性品種の「虎豆」、「つるありモロッコ」がそれぞれ10、13日、矮性品種の「紅紋」、恋緑がそれぞれ16、15日と、つる性品種がやや短かったものの、どの品種も共通して10~16日と、開花後2週間程度での収穫開始となった。

(2) 収量推移

第3、4図につる性および矮性品種における収量推移を示した。夏季高温年次の2021年においては、「つるありモロッコ」の収量のピークは、開花始期後20日前後と開花後70日頃の2回みられ、40~60日に着莢停滞期間がみられた。「虎豆」もほぼ同様に期間に収量のピークがみられたが、開花後日数にもなう若莢収量の変化は、「つるありモロッコ」に比べてなだらかであった。矮性品種についても、「恋



第1図 平均気温、降水量、日射量の推移。
 平均気温と日射量は、.....：2021、.....：2022、——：平年を示す。
 降水量は、□：2021、■：2022、■：平年を示す。

第2表 生育ステージ (試験1, 2021).

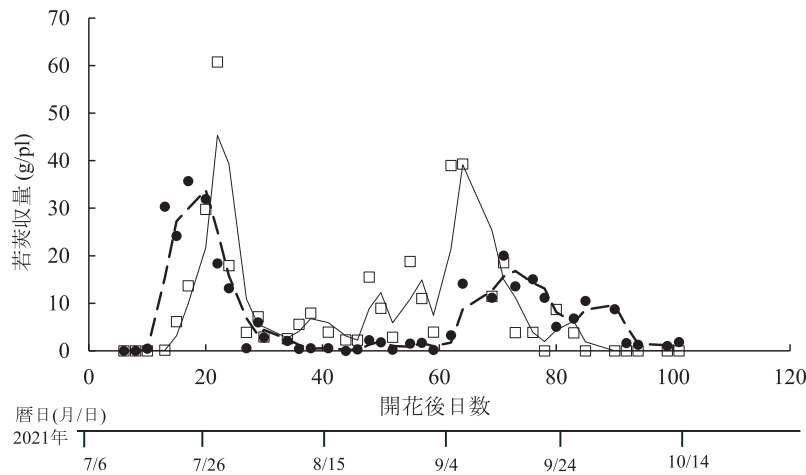
用途	草型	品種	出芽期	開花 始期	収穫 始期	開花始期 から収穫 始期までの日数	収穫 終期	収穫 日数
子実若莢兼用	つる性	虎豆	5/30	7/ 6	7/16	10	10/15	91
	矮性	紅紋	5/28	6/30	7/16	16	8/30	45
若莢専用	つる性	つるありモロッコ	5/30	7/ 6	7/19	13	9/27	70
	矮性	恋みどり	6/ 1	7/ 1	7/16	15	10/ 4	80

みどり」は「つるありモロッコ」とほぼ同時期に収量のピークをむかえたが、両ピークともに「つるありモロッコ」の5分の1程度であった。「紅紋」については、収量の第1ピークは「つるありモロッコ」とほぼ同時期であったが、2回目のピークはみられなかった。両ピーク時の収量は各2品種共通して、つる性品種が矮性品種に比べて、また、専用品種が

兼用品種に比べて高かった。

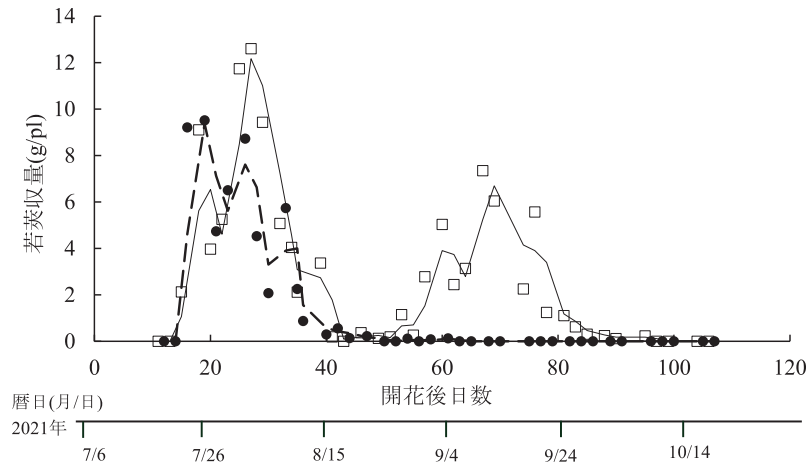
(3) A 品率および A 品収量の推移

第5、6図につる性および矮性品種における A 品率の推移を示した。「つるありモロッコ」の A 品率は、開花始期 20 日後の収量のピークから 45 日後の 8 月上中旬までは生育にともない低下したが、2



第3図 つる性品種の若莢収量推移（試験1, 2021）.

□「つるありモロッコ」、●「虎豆」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。



第4図 矮性品種の若莢収量推移（試験1, 2021）.

□「恋みどり」、●「紅紋」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。

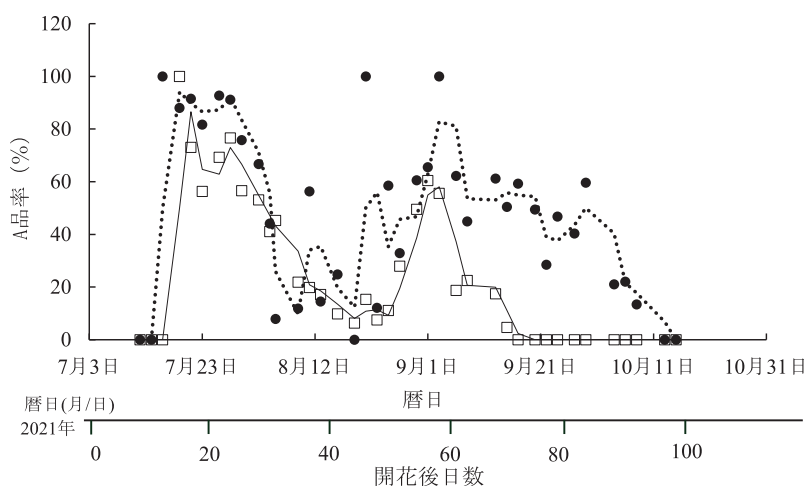
回目のピーク時に60%まで上昇し、それ以降再び減少した。「虎豆」の2回目の収量ピークまでの推移は、「つるありモロッコ」とほぼ同様の推移を示したが、それ以降のA品率の低下は、「つるありモロッコ」に比べてかなり遅く、開花始期90日後まで40%を維持した。

矮性品種の「恋みどり」では、「つるありモロッコ」同様に収量のピークが2回みられた。A品率は、最も低い開花始期45日後で30%と、つる性品種に比べて高いA品率を維持した。その後、開花始期55日後にかけて再びA品率が上昇し80%に達した後、急激に低下した。これに対して、「紅紋」は1回目の収量のピークは80%前後を示したが、開花始期35日後から急激に低下した。

第7、8図に、つる性および矮性品種におけるA

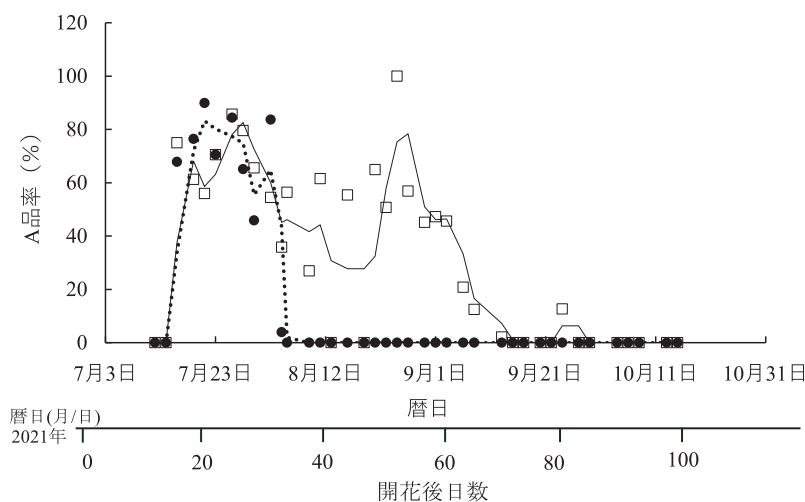
品若莢収量の推移を示した。「つるありモロッコ」の1株当りのA品若莢収量は、開花始期30日後に最も高く5g/plに達し、その後急激に減少した。開花始期60日後から、再度A品若莢収量が増加したが、1回目のピーク時より低い2g/pl程度となった。「虎豆」の1株当りのA品若莢収量は、「つるありモロッコ」と類似した推移を示したが、2回目のピーク時は開花始期80日後となり、「つるありモロッコ」に比べて遅かった。2回目のピーク時のA品若莢収量は2g/plであり、「つるありモロッコ」と「虎豆」の収量に差はみられなかった。

矮性品種の「恋みどり」では、「つるありモロッコ」と同様の推移を示したが、2回のピーク時でそれぞれ1株当りのA品若莢収量は3.5、1g/plとなり、両ピーク時においてつる性品種に比べて低かった。



第5図 つる性品種におけるA品率の推移(試験1, 2021).

□「つるありモロッコ」、●「虎豆」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。



第6図 矮性品種におけるA品率の推移(試験1, 2021).

□「恋みどり」、●「紅紋」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。

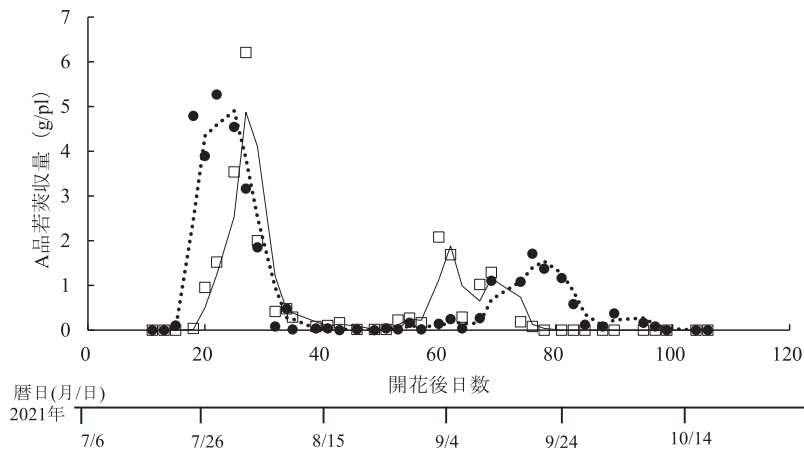
これに対して、「紅紋」は2回目のA品若莢収量のピークはみられず、1回目の収量のピーク時においても1.5 g/plと、「恋みどり」に比べて低かった。

(4) 若莢総収量と収量関連形質

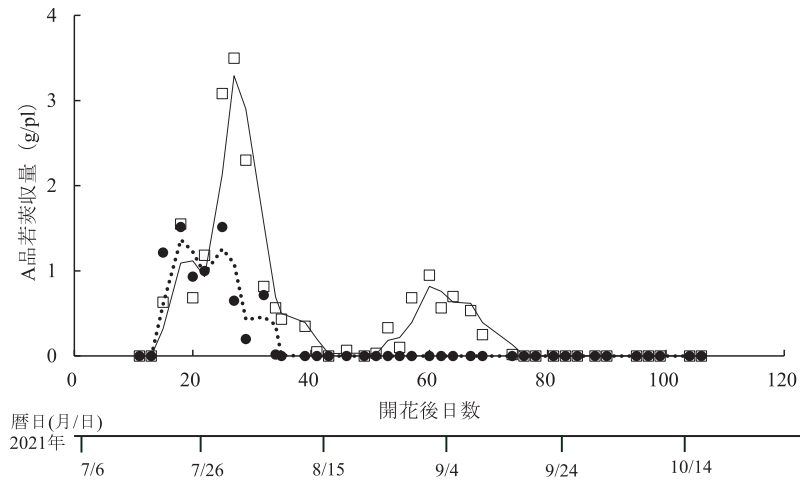
第3表に若莢総収量と収量関連形質を示した。総収量と総莢数は、つる性品種では「つるありモロッコ」が「虎豆」に比べて高かった。「つるありモロッコ」と「虎豆」の総収量はそれぞれ、2149, 1879 g/m²であったが、収穫期間を通した平均A品率は、37.9, 64.7%であることから、A品収量は、814, 1253 g/m²となり、「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて高かった。平均一莢重は、両品種とも平莢であることから、「つるありモロッコ」と「虎豆」の

間に大きな差はみられなかった。

矮性品種では総収量と総莢数ともに、「恋みどり」が「紅紋」に比べて高かった。総収量は、「恋みどり」と「紅紋」それぞれ、1830, 930 g/m²となり、つる性品種同様に専用品種の「恋みどり」が兼用品種の「紅紋」に比べて高かった。しかし、A品率は「紅紋」(64.5%)が「恋みどり」(45.6%)に比べて高かった。したがって、A品収量は「恋みどり」の総収量の高さが反映し、「恋みどり」が「紅紋」に比べて高かった。平均一莢重は、平莢の「紅紋」が丸莢の「恋みどり」に比べて高かった。以上より供試4品種では、収量は兼用品種に比べて専用品種が高く、また、つる性品種が矮性品種に比べて高かった。また、A品率は、兼用品種が専用品種に比べて高い傾



第7図 つる性品種におけるA品若莢収量の推移(試験1, 2021).
□「つるありモロッコ」、●「虎豆」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。



第8図 矮性品種におけるA品若莢収量の推移(試験1, 2021).
□「恋みどり」、●「紅紋」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。

第3表 若莢総収量と収量関連形質(試験1, 2021).

播種期	用途	草型	品種	総収量 (g/m ²)	総莢数 (g/m ²)	収穫期間を通じた 平均A品率 (%)	A品 収量 (g/m ²)	B品 収量 (g/m ²)	規格外 収量 (g/m ²)	平均 一莢重 (g)
5月 播種	つる性	若莢専用	つるあり モロッコ	2149a	382a	37.9b	814a	667a	668a	5.6a
		子実若莢兼用	虎豆	1879a	320a	64.7a	1253a	310a	316b	5.9a
	矮性	若莢専用	恋みどり	1830a	710a	45.6b	931a	444a	455b	2.6c
		子実若莢兼用	紅紋	930a	201b	64.5c	643b	123b	164c	4.6b

異なるアルファベットは有意水準5% (Tukey) で差異があることを示す。

向を示した。

第4表 生育ステージ (試験2, 2021, 2022).

年度	用途	草型	品種	播種期	開花期	収穫 始期	(開花始期 ~ 収穫初期)	収穫 終期	(収穫 日数)
2021	子実若莢兼用	つる性	虎豆	5/18	7/ 6	7/16	(10)	10/15	(91)
	若莢専用	つる性	つるありモロッコ	5/18	7/ 6	7/19	(13)	9/27	(70)
	若莢専用	つる性	つるありモロッコ	6/21	7/28	8/30	(33)	9/29	(30)
2022	子実若莢兼用	つる性	虎豆	5/23	7/13	7/25	(12)	9/30	(67)
	若莢専用	つる性	つるありモロッコ	5/23	7/14	8/ 3	(20)	9/30	(58)
	子実若莢兼用	つる性	虎豆	6/13	7/21	7/29	(8)	9/30	(63)
	若莢専用	つる性	つるありモロッコ	6/13	7/22	8/ 5	(14)	9/30	(56)

3. つる性品種における適品種の選定と、播種期が若莢収量に及ぼす影響およびその年次間差異 (試験2)

(1) 生育ステージ

第4表に生育ステージを示した。両年とも開花始期から収穫開始までの期間は、2021年と2022年それぞれ5月播き区においては、「つるありモロッコ」では13, 20日, 「虎豆」では, 10, 12日, 6月播き区においてはそれぞれ, 「つるありモロッコ」では33, 14日, 「虎豆」では8日(2022年のみ)となり, 「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて短かった。専用品種「つるありモロッコ」の開花始期から収穫開始までの期間は, 13日~33日と, 年次間差が大きく, 特に2021年の6月播き区においてきわめて長かった。

収穫日数は, 2021年と2022年それぞれ5月播き区においては, 「つるありモロッコ」では70, 58日, 「虎豆」では, 91, 67日, 6月播き区においては, 「つるありモロッコ」では30, 56日, 「虎豆」では63日(2022年のみ)となり, 2021年が2022年に比べて, また, 「虎豆」の収穫日数が「つるありモロッコ」に比べて長かった。

(2) 5月播き区における若莢収量の推移

第9, 10図に5月播き区における若莢収量の推移を示した。専用品種の「つるありモロッコ」の若莢収量は, 2021年においては第1回目のピークが開花始期20日後, 第2回目のピークが70日頃にみられ, その後は急激に低下した。これに対して, 2022年は1回のみピークがみられ, その後緩やかに低下し, 若莢収量の推移の年次間差異が大きかった。

これに対して, 兼用品種の「虎豆」の若莢収量は, 2021年において1回目のピークが開花始期20日後, 2回目が70日頃にみられた。しかし, 2022年では開花始期20日後の1回のみであった。これら

若莢収量の年次間差異は「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて小さかった。

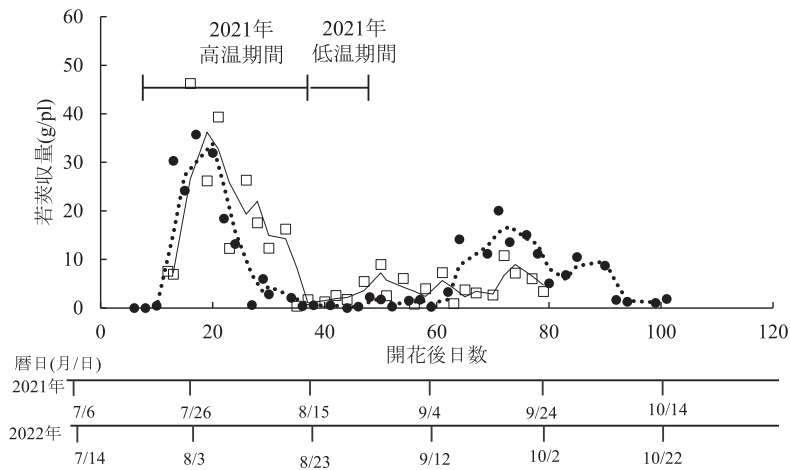
(3) A品収量の推移

第11, 12図にA品若莢収量の推移を示した。A品収量は, 両品種と両播種期とも共通して, 生育が進むにつれて低下した。島田・藤田(1976)によれば, 生殖成長が進むに従って, 曲がり莢が増加し, 全収量に対する規格外割合が高くなる。本報におけるA品収量の推移も, 類似した傾向を示し, 一方, 開花始期30日以降のA品収量は, 両播種期とも「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて高く推移した。

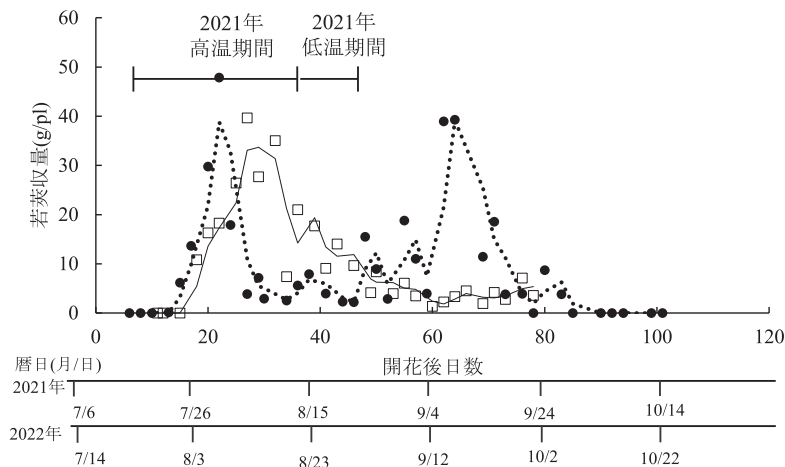
(4) 若莢総収量と収量関連形質

第5表に収穫期間を通した若莢総収量と収量関連形質を示した。総収量と総莢数は, 2021年の6月播き区の「つるありモロッコ」を除いて, 「つるありモロッコ」が「虎豆」に比べて高かった。一方, A品率は, 2021年の5月播き区および2022年の5月播き区, 6月播き区それぞれ, 兼用品種の「虎豆」は53.8, 58.5, 61.6%, 専用品種の「つるありモロッコ」は37.9, 34.9, 24.1%となり, 年次と播種期共通して「虎豆」のA品率が「つるありモロッコ」に比べて高く, 2021年においては有意な品種間差異がみとめられた。A品収量はA品率を反映し, 2021年の5月播き区および2022年の5月播き区, 6月播き区それぞれ, 「虎豆」が1253, 1066, 1006 g/m², 「つるありモロッコ」が814, 677, 490 g/m²となり, 年次と播種期共通して「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて有意に高かった。

品種と年次を込みにして平均した収量と収量関連形質をみると, A品収量とA品率, 平均一莢重は「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べてはるかに高かった。総収量と平均莢数は「つるありモロッコ」が「虎豆」に比べて高かったものの, 品種間で大差はみら



第9図 5月播き区における「虎豆」の若莢収量推移（試験2，2021，2022）。
● 2021，□ 2022
点線および実線は各品種の移動平均を示す。



第10図 5月播き区における「つるありモロッコ」の若莢収量推移（試験2，2021，2022）。
● 2021，□ 2022
点線および実線は各品種の移動平均を示す。

れなかった。これらの形質の変動係数はすべて、「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて小さく、収量および収量関連形質の年次変動および播種期による変動は、いずれも「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて小さく安定していると判断できた。

(5) 平均若莢収穫高の推移

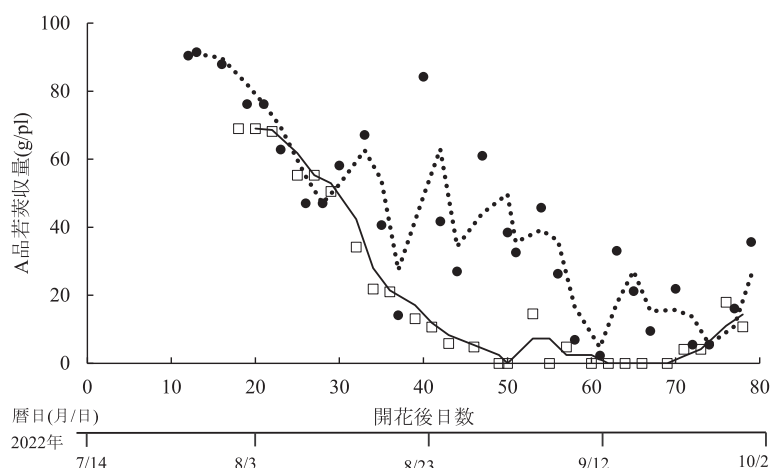
第13図に平均若莢収穫高の推移を示した。両品種とも生育に伴い、収穫高は上昇した。その上昇は、「つるありモロッコ」では平均若莢収穫位置が250cmにまで上昇し続け、その後、開花始期60日後頃から収穫終了まで130~200cmほどに低下した。これに対して「虎豆」の収穫高は、開花始期35日後

頃までに220cmに達したが、それ以降収穫高が低下し15日間隔で50~150cmを上下するパターンを示した。

4. 考 察

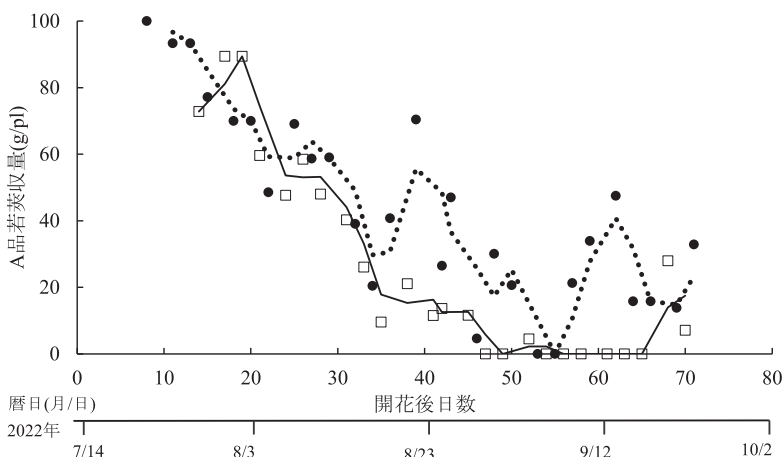
1. つる性品種と矮性品種および、つる性品種間での比較

供試したつる性品種は矮性品種に比べて総収量が大きく、専用品種と兼用品種ともに矮性品種に対して1.2~2倍の若莢収量が得られた。また、つる性品種は手竹を立てる必要があり、栽培に関わる労働時間が矮性品種に比べてはるかに多い（北海道農政部2019）。そのため、農福連携の導入を前提とした場



第 11 図 5 月播き区における A 品若莢収量の推移 (試験 2, 2022).

□「つるありモロッコ」、●「虎豆」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。



第 12 図 6 月播き区における A 品若莢収量の推移 (試験 2, 2022).

□「つるありモロッコ」、●「虎豆」
点線および実線は各品種の移動平均を示す。

合に、障がい者の就労機会の確保につながると予想される。高い収益性と就労機会の多さを考慮すると、つる性品種が矮性品種に比べて農福連携に向いていると考えられる。つる性品種の中で比較すると、「虎豆」は「つるありモロッコ」に比べて収量が高く、特に A 品率と A 品収量が高かった。A 品収量の高さ、年次間での収量の安定性、作業性の観点から、「虎豆」が有望であると考えられた。

2. A 品収量からみた「虎豆」の有利性

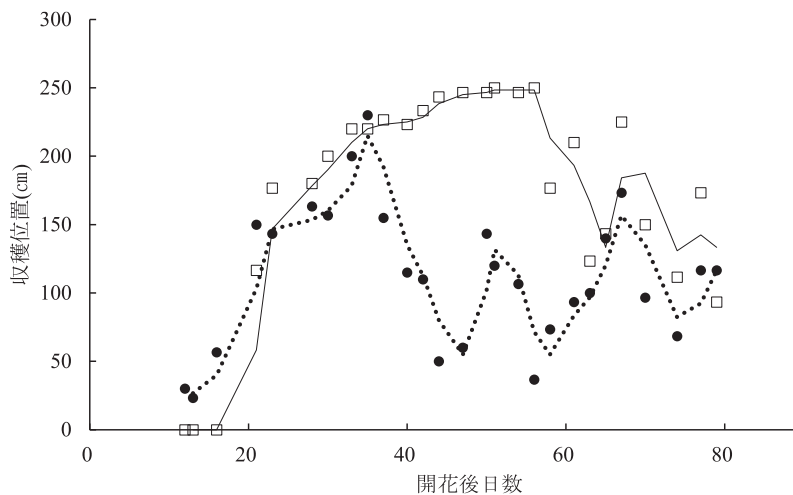
一般に、インゲンマメの落花・落莢は開花の初期に比較的少なく、開花が進むにしたがって多くなり、開花末期には、ほとんどが結莢することなく落花する (山川ら 1986)。また、莢インゲンは生育が進む

に従い曲がり莢が増加するため、A 品収量が低下する傾向にある (島田・藤田 1976)。本報においても両つる性品種において A 品率と A 品収量の低下がみられたことから、先行研究と同様のことが確認できたといえる。しかし、その程度には大きな品種間差異がみられ、「虎豆」は「つるありモロッコ」に比べて A 品率の減少が緩やかであり (第 5 図)、5 月播き区と 6 月播き区共通して、開花後 70 日以降の A 品率は「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べてはるかに高く (第 7 図)、1.5~2 倍の A 品収量が得られた。

第5表 若莢総収量と収量関連形質（試験2, 2021, 2022）.

年度	播種期	用途	品種	総収量 (g/m ²)	総莢数 (本/m ²)	平均一莢重 (g)	収穫期間を通じた平均A品率 (%)	A品収量 (g/m ²)
2021	5/18	若莢子実兼用	虎豆	1879b	320b	5.9b	53.8a	1253a
		若莢専用	つるありモロッコ	2149a	382a	5.6b	37.9b	814b
2022	5/23	若莢子実兼用	虎豆	1823b	283c	6.4a	58.5a	1066a
		若莢専用	つるありモロッコ	1941b	341c	5.7b	34.9b	677b
2021	6/21	若莢専用	つるありモロッコ	1244a	189a	6.6a	24.0b	266b
2022	6/13	若莢子実兼用	虎豆	1634a	268a	6.1a	61.6a	1006a
		若莢専用	つるありモロッコ	2032a	381a	5.3a	24.1b	490b
年次と播種期の平均とその標準偏差			虎豆	1779±128 (7)	290±27 (9)	6.1±0.25 (4)	58.0±3.9 (7)	1108±129 (12)
			つるありモロッコ	1842±407 (22)	323±92 (28)	5.8±0.56 (10)	30.2±7.2 (24)	562±238 (42)

異なるアルファベットは有意水準5% (Tukey) で差異があることを示す。
 () 内の数字は変動係数を示す。



第13図 収穫莢高の推移（試験2, 2022）.

□「つるありモロッコ」、●「虎豆」
 点線および実線は各品種の移動平均を示す。
 収穫莢高は若莢収穫の地際からの距離の平均を示す。

3. 収量安定性および収穫時の作業性からみた「虎豆」の有利性

若莢収量推移の年次変動および播種期による変動は「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて少なかった（第5表, 第12, 13図）。また、「つるありモロッコ」では2021年が夏季高温のため、着莢しない期間があり、収量のピークが2回存在した。タキイ種苗（2023）によれば、インゲンマメの生育適温は15~25℃であり、10℃以下では生育が停滞し、25℃以上では花粉の稔性が悪くなる。また、Nakano et al. (2000) によれば、約30℃では着莢率が低下する

が、約28℃では15日頃から着莢率が回復し、高温に馴化していく。

これらの報告を考慮すると、本報において2021年に収量の2回目のピークがみられたのは、夏季高温の影響を受けても、開花期が生育適温に戻った時期に受精した莢が結莢し始め、収穫が再開できたためであると推察される。しかし、「虎豆」は「つるありモロッコ」のような明らかな着莢停滞期間は存在しなかった。

また、収穫時の平均収穫莢高は、「虎豆」では112 cmと「つるありモロッコ」の196 cmに比べて低く、

その変動も小さかったことから、収穫時の作業性は「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて優れているといえる。これら「虎豆」の収量推移の安定性の高さや作業性の良さは、作業量の平準化や収穫すべき莢の判別のし易さの観点から、農福連携において障がい者が若莢収穫をする際に特に有利な点と考えられる。

4. 播種期が若莢収量に及ぼす影響

5月播き区が6月播き区に比べて、若莢収量推移の年次間差が少なく収量が安定していた。専用品種「つるありモロッコ」の生育ステージは年次間差が大きく、特に2021年の6月播き区の開花始期から収穫開始までの期間が極端に長かった。これは、2021年の7月中下旬から8月上旬の高温の影響を受けたことで、花粉不稔、落花、落莢が著しく発生したために生じたと考えられる(第11図)。Nakano et al. (1998)によれば、開花前々日から前日、開花9~12日前頃、開花15日前から25日前の時期は、高温に感受性が高いが、すでに開花した花や未熟莢は、開花後に高温に当たっても落花・落莢しない。本報においても2021年は高温期間中の収量は得られていたが、その15日後の収量が著しく低下していたことから、同様の傾向を示したといえる。

また、八畝(1979)およびタキイ種苗(2023)によると、インゲンマメは温暖な気候を好むが、暑さに弱く、特に25℃以上では花粉不稔が発生し、結莢率が著しく低くなる。15℃以下の低温にも弱いことから、栽培適温は15~25℃とされている。

夏季高温により着莢停滞期間が生じ、減収や収量不安定性を助長することを考慮すると、開花期が高温に遭遇する頻度の少ない5月播き区が若莢収量推移の安定性を考慮すると望ましいと考えられる。

5. 結論と今後の検討課題

以上より、A品収量の高さとその年次変動の少なさ、収穫莢高の低さとその変動の少なさから「虎豆」の5月中下旬播種が最も農福連携に向けた栽培方法であると結論づけられる。しかし、「虎豆」を利用した莢インゲンマメ栽培が農福連携の現場においてより実用的な技術となるためには、下記のことを今後検討する必要がある。

第一に、2021年は夏季高温年次であり、落花・落莢・花粉不稔による着莢停滞収量が低下した。季節的な作業量の平準化を図るためには、夏季の収量低下時に収穫を迎える他作物の導入の検討が重要であろう。第二に、開花30日以降は平均収穫莢高の上

昇により作業性が悪くなることや、開花25日以降は収量が低下することから、複数作期の組み合わせが不可欠である。5月中下旬から8月上旬にかけての2~3週間毎の播種期試験の検討をし、播種期ごとに収量推移を確かめる必要があると考えられる。第三に、本試験ではつる性と矮性各2品種のみの調査であるため、幅広い遺伝資源を用いて供試し、より適した品種の探索を続ける必要がある。第四に、2021年は夏季高温年次で、2022年はやや多雨の高温年次であり、出芽期に干ばつがみられた。北海道も温暖化が進行しているとはいえ、程度は異なるが4年に1度の頻度で低温年次が到来する(阿部1980)ことが知られており、低温年次の気象要因と収量の関係性を明らかにするために、さらに継続的な圃場試験を行い、詳しい年次間差異を調査する必要があると考えられる。

要 約

若莢用インゲンマメの栽培は収穫作業が集約的であり、労働力不足のため、生産量が減少の一途をたどっている。農福連携を導入し、労働力を確保できれば、単価が高いことから、適品種の選定とその栽培方法を検討すれば農福連携に適した作物の1つとなり得ると考えられる。農福連携の導入を前提とした若莢用インゲンマメ栽培のモデルケースを作るには、収穫作業の平準化に適した品種と栽培方法を明らかにし、その品種と作期との組み合わせを検討する必要がある。そこで、適品種を選定し、播種期が若莢収量に及ぼす影響を明らかにするため、品種比較試験と播種期試験を実施した。若莢子実兼用として、矮性品種の「紅紋」とつる性品種の福「虎豆」、若莢専用として、矮性品種の「恋みどり」とつる性品種の「つるありモロッコ」を用いた。総収量は兼用専用品種ともに、つる性>矮性品種となった。収量推移をみると、2021年では夏季高温による影響を大きく受け、収量のピークが2回あったのに対し、2022年の収量のピークは1回であった。つる性品種のA品率は、両年、両品種とも5月播き区>6月播き区となった。総収量は「つるありモロッコ」≥「虎豆」であったが、A品率は「虎豆」>「つるありモロッコ」であることから、A品収量は「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて1.5倍以上高くなった。収穫された若莢の地際からの距離(収穫莢高)は、「虎豆」が「つるありモロッコ」に比べて低く作業性に優れていた。以上より、A品収量、収量安定性、収穫位置から見た作業性を考えると、若莢収穫には「虎豆」が有望であると考えられた。また、夏期高温時

の収量低下を考慮すると、播種時期は5月中旬が望ましいといえる。

謝 辞

本研究の試験計画および調査方法に関しては、元北海道立農業試験場研究員の佐藤久泰博士、試験結果の取りまとめに当り元同試験場研究員の佐藤導謙博士の貴重なご意見とアドバイスを頂きましたこと、心より御礼申し上げます。

本研究を進めるにあたり、試験圃場の管理をはじめ、栽培から収穫までご協力および支援を下さいました、山口剛典さんをはじめ、フィールド教育研究センター作物生産ステーションの技師の方々ならびに、研究補助員の増田真依子さん、廣瀬瑞恵さんに心より御礼申し上げます。

最後に、本研究の作業および調査で多大な協力をして下さった作物学研究室の皆さまに心から感謝いたします。

引用文献

- 阿部亥三 1980. 冷害気象と水稻の育成・収量. 化学と生物. **18**(10): 717-722.
- 北海道農務部 1975. 農産物の生産流通統計 (1975年版), 120-128.
- 北海道農政部 2015. 北海道施肥ガイド2015 (施肥標準・診断基準・施肥対応). 64-65.
- 北海道農政部 2019. 第3 野菜 (8) さやいんげんア半促成 (つるあり) 北海道農業生産技術体系第5版 北海道農政部編 122. 公益財団法人北海道農業改良普及協会.
- 星川清親 2001. 第23章インゲンマメ 新編食用作物 486. 養賢堂.
- 南 忠・伊藤平一・及川邦男・番場宏治 1991. 菜豆新品種「福「虎豆」」の育成について. 北海道立農試集報 62: 13-22.
- Nakano Hiroshi, Makoto Kobayashi and Takayoshi Terauchi 1998. Sensitive Stages to Heat Stress in Pod Setting of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Jpn. J. Trop. Agr. **42**(2): 78-84.
- Nakano Hiroshi, Makoto Kobayashi and Takayoshi Terauchi 2000. heat acclimation and deacclimation for pod setting in heat-tolerant varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Jpn. J. Trop. Agr. **44**(2): 123-129.
- 日本農福連携協会 2022. 農福連携に取り組む事業所に関するデータベース化事業報告書 (地図情報編) 3-4.
- 農林水産省生産局 2013. 作物統計調査.
- 農林水産省 農福連携推進会議 2021. 農福連携の取組主体数について (令和3年度末). (https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/noufuku/attach/pdf/suisin_kaigi-2.pdf) [2023年1月31日閲覧].
- 農林水産省 2014. 作物統計調査 作況調査 (野菜) 確報 平成26年産野菜生産出荷統計. (<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=0001013427&cycle=7&year=20140&month=0&tclass1=000001032286&tclass2=000001032933&tclass3=000001077555>) [2023年1月31日閲覧].
- 農林水産省 2017. 作物統計調査 作況調査 (野菜) 確報 平成29年産野菜生産出荷統計. (<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=0001013427&cycle=7&year=20170&month=0&tclass1=000001032286&tclass2=000001032933&tclass3=000001121095>) [2023年1月31日閲覧].
- おかずキッチン 食材の相場 2022. 東京都中央卸売市場月報 (サヤインゲン) 2021年. (<https://dream44cook.com/sayaingen/>) [2023年1月16日閲覧].
- 札幌ホクレン青果株式会社 2021. 莢インゲンの規格. (http://www.hokurenseika.co.jp/yoko3_4_kasai.htm) [2021年5月閲覧].
- 島田実幸・藤田昭三 1976. 莢インゲンの機械収穫について. 農作業研究 (Farm Work Research) **27**: 46-50.
- タキイ種苗 2023. インゲン 発芽適温. (https://www.takii.co.jp/tsk/hinmoku/asa/p2_bdy.html) [2023年1月16日閲覧].
- タキイ種苗 2023. 「恋みどり」つるなしインゲン品種カタログ. (https://www.takii.co.jp/CGI/tsk/shohin/shohin.cgi?breed_seq=00000776&hinmoku_cd=ASA&area_cd=5&daigi_flg=0) [2023年1月16日閲覧].
- タキイ種苗 2023. つるありインゲン「モロッコ」. (<https://www.jataff.or.jp/seihin/products/product31190.html>) [2023年1月16日閲覧].
- 豊田正博・金子みどり・横田優子・浅井志穂・札幌高志・城山 豊 2016. 知的障害者就労支援における農作業分析と難易評価法の開発. 人間・植物関係学誌. **15**(2): 1-10.
- 八鍬利郎 1979. 北海道の野菜栽培技術 (基礎編・

下). 農業技術普及協会.
山川 勉・後木利三・原 正紀 1986. 第2章 豆類
の基礎知識 7. 開花・受精 (4) 落蕾・落花・落莢
北海道の豆作技術〈小豆・菜豆編〉 50. 農業技術
普及協会.

たねラボ Japan 在来種・固定種を育てよう 2023.
「紅紋」り豆 (食育と体験学習).
(<https://www.seedlabo.jp/11012.html>) [2023 年
1 月 16 日閲覧].

英文要約

Harvesting the young pods of kidney bean plants requires a lot of work. Because of a labor shortage, there has been a steady decline in the young pod production volume. However, securing the required labor force through agriculture-welfare collaborations will increase the economic benefits to producers. Thus, kidney bean is considered to be suitable for agriculture-welfare collaborations. To develop a model case of kidney bean cultivation for the production of young pods via agriculture-welfare collaborations, the cultivars and cultivation methods appropriate for simplifying the harvesting work must be identified and different cultivar and cropping season combinations should be examined. Therefore, to select suitable cultivars and clarify the effects of the sowing date on the yield of young pods, we conducted experiments that compared cultivars and sowing dates. The dwarf cultivar 'Benishibori' and the climbing cultivar 'Fukutoramame' were used to produce young pods and seeds (i.e., dual-purpose cultivars), whereas the dwarf cultivar 'Koimidori' and the climbing cultivar 'Tsuruari Morocco' were used exclusively to produce young pods (i.e., dedicated cultivars). The total yield was higher for the climbing cultivars than for the dwarf cultivars. In terms of the yield trends, in 2021, there were two yield peaks because of the effect of the high temperatures in summer. In contrast, there was only one yield peak in 2022. In both years and for both climbing cultivars, the yield of the A-quality products was greater in May than in June. Compared with 'Fukutoramame', 'Tsuruari Morocco' had a higher total yield, but a lower proportion of A-quality products. More specifically, the yield of A-quality young pods was more than 1.5-times higher for 'Fukutoramame' than for 'Tsuruari Morocco'. Additionally, the harvesting position (i.e., average distance from the ground) of the young pods was lower for 'Fukutoramame' than for 'Tsuruari Morocco'. On the basis of a high yield of A-quality young pods and a harvesting position that is conducive to an efficient harvest, 'Fukutoramame' is considered to be superior to the other tested cultivars for the production and harvesting of young pods. Furthermore, because the high temperatures in summer adversely affect yield, seeds should be sown in mid-May.