大阪府における早生エダマメ栽培での摘心 および断根が生育・収量に及ぼす影響

松村 篤^{1*}・長澤佑樹¹・平瀬加奈子²・増本寛之¹

¹大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 599-8531 大阪府堺市中区学園町

²大阪府立大学生命環境科学域 599-8531 大阪府堺市中区学園町

Effects of Shoot and Root Pruning on Growth and Yield of Green Soybean Cultivated in Osaka

Atsushi Matsumura^{1*}, Yuki Nagasawa¹, Kanako Hirase² and Hiroyuki Masumoto¹

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, Gakuen, Naka, Sakai, Osaka 599-8531

²College of Life, Environment, and Advanced Sciences, Osaka Prefecture University, Gakuen, Naka, Sakai, Osaka 599-8531

Abstract

This study was carried out to examine the effects of shoot and root pruning treatments on the yield of green soybean. First, the influences of shoot and root pruning during the nursing period on the yield of green soybean were investigated. The results showed that neither pruning treatment led to better yields than the control. In the next experiment, shoot pruning at the fifth leaf stage led to no difference in yield between the shoot pruning treatment and control (non-shoot pruning). Finally, the influences of root pruning at transplanting on shoot growth and yield were investigated. The results showed that 1/2 root pruning has positive effects on the number of pods and yield compared with the control in the summer season. Heavy root pruning, however, had no effect on the yield. These results suggest that shoot pruning leads to no marked increase in yield, but root pruning at transplanting is effective to improve the productivity of green soybean in the summer cropping season.

Key Words : nodule, nursing, root pruning, shoot pruning, transplanting

キーワード : 断根, 育苗, 移植, 根粒, 摘心

緒 言

エダマメ (*Glycine max* (L.) Merr.) はダイズの若莢のことを指し、一般的にも学術的にも野菜に分類される (Akazawa ら, 1997). 三大栄養素である炭水化物, タンパク質, 脂質だけでなくミネラルやビタミンも含み, 栄養価は非常に高い. 国内では17世紀末 (江戸時代) ごろから, 豆腐, 味噌および醤油用に栽培したダイズの若莢をエダマメとして収穫したのが始まりとされる (農林水産省, 2016). 近年の国内外における人々の健康志向がエダマメを健康食品の1つとして認知させ消費が増加していることから, 今後も需要拡大が見込まれる. 国内では旬に当たる夏期に主に消費され, 平成29年の農林水産省作物統計によると, エダマメの作付面積は約12,900 ha (農林水産省, 2018) でほぼ増減がない状況である. 千葉県, 山形県および北海道などで多く生産されているが, 市場には台湾やタ

イ, 中国などから輸入された冷凍エダマメが多く出回っており, 自給率は5割弱である (農林水産省, 2016).

エダマメは, 生産量の高い都道府県でブランド化され, その代表例には山形県鶴岡市の‘だだちゃ豆’や新潟県新潟市の‘黒埼茶豆’がある. 現在では未だ少ないが, 北海道の中札内村では, 農協と農家が連携し, 生産量の強化と積極的な海外輸出が行われている (一般財団法人北海道開発協会, 2013). 大阪府はエダマメを地域のブランド野菜「大阪産 (もん)」として生産・出荷している. 特に, 旬である6~8月では大阪府中央卸売市場で岐阜県, 徳島県に次ぐ出荷量がある (高井ら, 2010). 大阪府で主要なエダマメの産地は八尾市であり, 大阪産エダマメの約40%がこの地で生産されている. 八尾市産エダマメは市場での評価は高いが, 住宅地に囲まれた場所に圃場が点在する都市近郊型農業の特性上, 農地を拡大することは難しく, 単収の向上が求められている. 一般的に, 1莢内粒数が秀品基準の一つとされ, 新潟県青果物出荷規格基準では, 1莢中に2粒または3粒の完全莢でA品, 1粒の完全莢では規格外品となる. そのため単価の高いエダマメを栽培するには, 2または3粒莢数を増加させることが重要である.

2019年3月12日 受付. 2019年11月18日 受理.

本研究の一部は大阪府信用農業共同組合連合会 (JAバンク大阪信連) 産学連携研究支援事業の助成を受けて実施した.

* Corresponding author. E-mail: matsuo@plant.osakafu-u.ac.jp

マメ科作物では、剪葉処理や摘心処理によって草型を変化させて増収に繋げる栽培技術がある。小森ら（2010）は、水田転換畑のアズキ栽培で、開花期の剪葉処理によって受光態勢が改善し、株当たり莢数や百粒重が増加し、収量が増加したと報告している。晩生のダイズでも摘心処理によって頂芽優勢が打破され地上部の蔓化や倒伏が防止され、増収したと報告されている（林ら、2008, 2011）。

一方、地上部に十分な養水分を供給するには、根量が多く根張りの良い株にすることも重要である。普通ダイズの移植栽培実験では、断根処理で発生した不定根が、移植後旺盛に伸長した結果、地上部の生育が促進された報告（田中・益山、1990）がある。またダイズの不定根に関して、不定根を栄養成長期の初期に確保することによって湛水に対する耐性が向上し、湿害による収量低下が軽減されると李ら（2003）が報告している。さらに岩澤（2010）は、育苗段階での断根が不定根の発生を促し、収量の増大が見込めると報告した。

ダイズの摘心と断根処理に関して、上記の報告があるが、ダイズのエダマメ用品種には早生から晩生まで存在し、感温性や感光性など生理生態的特性の違いから摘心や断根に対する応答も早晚性で異なることが予想される。現在の大阪府では、エダマメ栽培でこれらを考慮した移植栽培は行われておらず、エダマメの単収向上を図るため、摘心や断根処理がエダマメの生育と収量に及ぼす影響を詳細に検討する必要がある。

そこで本試験では、大阪府で栽培されることが多いエダマメ品種を用いて、摘心と断根処理が生育や収量に及ぼす影響を調査した。摘心処理は、育苗時と第5複葉期、断根処理は、育苗時と移植時に検討した。

材料および方法

1. 育苗時の摘心・断根処理がエダマメの生育および収量に及ぼす影響（実験1）

2016年4月27日から5月20日にかけて大阪府立大学生命環境科学域附属教育研究フィールド内の無加温のガラス温室で、エダマメを育苗した。1穴が縦4.5 cm、横4.5 cm、深さ5 cmの50穴セルトレーに無施肥のバーミキュライトを充填し、エダマメ品種‘えぞみどり’（（株）原育種園）を播種した。移植日を揃えるために、摘心と断根の処理を行う種子は4月27日に播種し、無処理（対照区）は5月6日に播種した。5月8日に断根処理、5月10日に摘心処理を行った。摘心と断根処理は、既報（岩澤、2010）と同様とした（第1図A）。すなわち、摘心処理は子葉がほぼ展開し、初生葉が出葉してきた時を処理適期とし、茎頂を含む初生葉を手で摘み取った。断根処理は、はさみで主茎の基部から完全に根を切断した後、再びバーミキュライトに挿し戻した。

摘心あるいは断根処理後から移植までの苗の生育を比較するために、処理時と移植時に各処理区5個体ずつサン

plingし、除去した部分を含む地上部と地下部を70℃に設定した通風乾燥機で48時間乾燥し、乾物重を測定した。

2016年5月20日から7月14日にかけて、準備した苗を用いて水田転換畑（灰色低地土）で栽培試験を行った。前作はライムギ（R007、雪印種苗（株））の均一栽培であった。5月12日に有機配合肥料888（東山物産（株））をN、 P_2O_5 、 K_2O の各成分が $5\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ となるように苦土石灰 $100\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ とともに施用した。畝幅1.0 mの畝を4本設け、隣り合う2畝 $\times$ 2 m（面積 4 m^2 ）を1区画とする区画を9つ設けた。対照区、摘心区および断根区の3処理区3反復を完全無作為化法で配置し、試験を実施した。なお施肥前の試験圃場の土壌特性は、pH 5.5、EC $0.06\text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、全炭素 1.16%、全窒素 0.11%、硝酸態窒素 $13.3\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、アンモニア態窒素 $15.5\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ および可給態リン酸（トルオーグリン酸） $131\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ であった。

5月20日に条間25 cm、株間25 cmの2条植え（栽植密度： $8\text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ）で各処理区の苗を移植した。中耕培土は5月31日と6月15日に行った。移植後14日目の6月3日から生育調査を行い、草丈、分枝数および総節数（主茎節数と分枝節数）を計測した。また着莢期から子実肥大期に当たる6月21日、26日および7月1日に葉面積計（LI2000、LI-COR）を用いてLAIを算出した。なお、生育調査は、各処理区の中央付近にある3株を用いて行った。移植後55日目の7月14日を収穫日とし、各処理区1区画につき3株を条の中央付近からできるだけ根を切らないように掘り取った。その後、主茎長（摘心区は最長分枝長）、分枝数、総節数、総莢数、粒数別莢数、総莢重（1粒／莢～3粒／莢の合計）、総莢収量、根乾物重および根粒乾物重を計測した。

2. 第5複葉期での摘心処理がエダマメの生育および収量に及ぼす影響（実験2）

実験は2016年の5～7月に実験1と同じ水田転換畑にて実施した。5月21日に有機配合肥料888（東山物産（株））をN、 P_2O_5 、 K_2O の各成分が $8\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ となるように苦土石灰 $100\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ とともに施用した。畝幅0.85 mの畝を2本設け、約 2.3 m^2 （ $2.7 \times 0.85\text{ m}$ ）の区画を6つ設けた。対照区および摘心区の2処理区3反復を完全無作為化法で配置し、試験を実施した。

供試品種は‘えぞみどり’とした。5月17日に育苗を開始し、初生葉が展開した5月25日に条間25 cm、株間25 cmの2条植え（栽植密度： $11.8\text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ）で移植した。5月31日に中耕培土を行った。第5複葉完全展開期に当たる6月14日に剪定ばさみを用いて、主茎の摘心処理を実施した。移植後61日目に当たる7月25日を収穫日とし、各処理区1区画につき4株を条の中央付近から採取し、主茎長、分枝数、総節数、粒数別莢数、総莢重および総莢収量を調査した。

3. 移植時の断根処理がエダマメの生育および収量に及ぼす影響 (実験3)

1) 春作試験

試験は2017年3～5月に大阪府立大学生命環境科学域附属教育研究フィールド内のビニールハウスで行った。N, P_2O_5 , K_2O の各成分が化成肥料888 (グリーンプラン (株)) で $3\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$, 有機肥料555 (まさるくん, 清和肥料工業 (株)) で $5\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ の合計 $8\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ となるように苦土石灰 $50\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ とともに施用した。移植前の土壌理化学性は, pH 6.9, EC $0.37\text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, 全炭素 0.60%, 全窒素 0.07%, 硝酸態窒素 $77.6\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, アンモニア態窒素 $23.8\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ および可給態リン酸 $68.8\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ であった。畝幅約 0.9 m の畝を 3 本設け, 1.26 m^2 ($1.4 \times 0.9\text{ m}$) の区画を 18 個設けた。対照区, $1/2$ 断根区および $3/4$ 断根区の 3 処理区 6 反復を完全無作為化法で配置し, 試験を実施した。

2月20日から3月4日まで培養土 (タキイ種苗 (株)) を充填したプランター (面積 $1400\text{ cm}^2 \times$ 深さ 20 cm) 内でエダマメ品種 ‘大雪みどり’ を育苗した。主根を切らないように苗を取り出し, $1/2$ 断根区は主根の長さ $1/2$, $3/4$ 断根区は主根の長さ $3/4$ を切断した苗を準備し (第1図B), 株間 20 cm, 条間 25 cm の 2 条植え (栽植密度: $11.1\text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$) で移植した。4月15日に中耕培土を行い, 4月26日には苦土石灰を $20\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ 施用した。

開花始期に当たる4月21日に各処理区の中央付近にある向かい合う2株を採取し, 根乾物重および根粒乾物重を計測した。移植後83～84日目に当たる5月25～26日を収穫日とし, 各処理区1区画につき4株を条の中央付近から採取した。その後, 地上部は主茎長, 分枝数, 総節数, 粒数別莢数, 可販莢重 (2粒/莢以上の莢重) および可販莢収量を計測し, 地下部は根乾物重と根粒乾物重を計測した。

2) 夏作試験

試験は2017年7月4日から8月29日まで春作と同様のハウスで行った。試験期間中は天窗および側窓を開放し, 必要に応じて換気扇を利用した。6月20日にN, P_2O_5 ,

K_2O の各成分が化成肥料888 (グリーンプラン (株)) で $6\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$, 有機肥料555 (まさるくん, 清和肥料工業 (株)) で $2\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ の合計 $8\text{ kg} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ となるように各肥料を施用した。施肥前の土壌理化学性は, pH 7.0, EC $0.11\text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, 全炭素 0.48%, 全窒素 0.05%, 硝酸態窒素 $21.9\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, アンモニア態窒素 $0.7\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ および可給態リン酸 $93.6\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ であった。春作と同様に畝を 3 本設け, 1.44 m^2 ($1.6 \times 0.9\text{ m}$) の区画を 12 個設けた。対照区, $1/2$ 断根区および $3/4$ 断根区の 3 処理区 4 反復を完全無作為化法で配置し, 試験を実施した。

エダマメ品種は, ‘えぞみどり’ ((株)原育種園) とした。育苗は試験圃場の一角に高さ 10 cm 程度の育苗床を設けて, 予め殺菌剤 (クルーザー MAXX, シンジェンタジャパン (株)) を塗布した種子を播種した。7月4日に移植適期になった苗を前述した方法で準備し, 株間 20 cm, 条間 25 cm の 2 条植え (栽植密度: $11.1\text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$) で移植した。移植後は, 7月18日と7月24日に中耕培土を行った。

開花始期から開花期に当たる7月26日に各区画から中庸な2株を採取し, 根乾物重と根粒乾物重を計測した。移植後57～58日目に当たる8月28～29日を収穫日とし, 各処理区1区画につき4株を条の中央付近から採取し, 春作と同様の調査を行った。

4. 統計解析

各実験の調査項目のデータは, 各反復の平均値で示した。実験2の処理区間の平均値の差の検定はt検定を用い, 実験1と3は一元配置分散分析とDunnett法を用いた。統計処理はIBM SPSS Statistics (Ver. 22, 日本IBM (株)) で行った。

結 果

1. 育苗時の摘心・断根処理がエダマメの生育および収量に及ぼす影響 (実験1)

摘心区では処理翌日には子葉の葉腋から脇芽が一つずつ発生し, 移植時には2個の脇芽が発達した苗が得られた

A. 育苗時の摘心および断根 (実験1)

摘心区

断根区

B. 移植時の断根程度 (実験3)

1/2断根区

3/4断根区

第1図 各処理区における摘心および断根の方法
矢印は, 切断した場所を示す
A: ‘えぞみどり’, B: ‘大雪みどり’
写真中のバーは1 cm を示す

第2図 各処理区における移植時の苗‘えぞみどり’の様子
写真中のバーは1 cmを示す

(第2図)。一方、断根区の苗は切断部から不定根の発生が認められた。移植時の苗の地上部乾物重と地下部乾物重はすべての処理区間で有意な差は認められなかった(第1表)。

移植後14日目の6月3日からの地上部の生育を第3図に示した。6月3日の時点で分枝数に对照区と摘心あるいは断根区で差は認められなかったが、对照区の草丈は摘心区よりも高い値を示した。その後摘心区や断根区と比較して对照区の草丈や分枝数は有意に高い値を示した。また、对照区では分枝の発生に伴い総節数が他の2処理区と比較して増加した。对照区のLAIは、すべての調査時期において最も高い値で推移した。なお、摘心区と断根区では6月10日に開花期を迎えたが、对照区の開花期は1週間程度遅い6月18日であった。

収穫期の生育を調査した結果を第2表に示した。主茎長は对照区で最も高くなり、摘心区と断根区の主茎長は对照区と比較して、有意に低かった。分枝数は对照区で株当

り5本程度と最も多かったが、摘心区と断根区では、それぞれ3本程度であった。総節数、主茎節数および分枝節数はいずれも对照区が最も高い値を示した。根乾物重は对照区で高い値を示したが、根粒の乾物重には摘心区と断根区ともに对照区と有意な差は認められなかった。

株当たりの総莢数、粒数別莢数および総莢収量を調査した結果を第3表に示した。処理区間で粒数別莢数を比較してみると、総莢数は多い順に对照区で45莢、断根区で37莢、摘心区で22莢となり、对照区が最も多かった。对照区の株当たりの総莢重は125.6 g、総莢収量は1005 kg・10 a⁻¹となり、最も高かった。断根区の株当たりの総莢重は111.5 g、総莢収量は892 kg・10 a⁻¹となり、对照区と有意な差は認められなかった。一方、摘心区の総莢収量は对照区よりも有意に低かった。

2. 第5複葉期での摘心処理がエダマメの生育および収量に及ぼす影響(実験2)

摘心区では摘心後に对照区よりも早期に分枝の発生が観察されたが、収穫時の分枝数や分枝節数に摘心区と对照区で有意な差は認められず、総節数は処理区間で同程度の値であった(第4表)。

総莢数や粒数別の莢数および総莢収量は、对照区と摘心区で有意差は認められず、第5複葉期の摘心による増収効果は認められなかった(第5表)。

3. 移植時の断根処理がエダマメの生育および収量に及ぼす影響(実験3)

1) 春作試験

収穫期における地上部の生育を第6表に示した。主茎長や分枝数、総節数は断根の程度に関わらず断根区と对照区の間で有意差は認められなかった。また、開花期と収穫期

第1表 エダマメ‘えぞみどり’における摘心および断根が処理時と移植時の部位別乾物重に及ぼす影響

処理区	処理時				移植時	
	切り取った部分の乾物重		地上部 (g/個体)	地下部 (g/個体)	地上部 (g/個体)	地下部 (g/個体)
	地上部 (g/個体)	地下部 (g/個体)				
对照区	—	—	—	—	0.24±0.01 a ^z	0.06±0.01 a
摘心区	0.04±0.01 ^z	—	0.21±0.01	0.05±0.01	0.23±0.02 a	0.06±0.02 a
断根区	—	0.04±0.01	0.25±0.01	—	0.20±0.02 a	0.08±0.00 a

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差 (n=5) を示す

^y 同列内の同一アルファベットは Tukey 法により 5%水準で有意差がないことを示す

第2表 育苗期間中の摘心および断根がエダマメ‘えぞみどり’収穫時の生育に及ぼす影響

処理区	主茎長 (cm)	分枝数 (本/株)	総節数 (/株)	主茎節数 (/株)	分枝節数 (/株)	根乾物重 (g/株)	根粒乾物重 (g/株)
对照区	25.3±0.7 ^z	4.9±0.3	26.4±1.1	9.7±0.4	16.7±0.7	5.4±0.4	1.6±0.2
摘心区	13.6±0.8 ^{zy}	3.3±0.7*	16.1±1.4*	6.3±0.3*	3.4±0.8*	3.1±0.3*	1.1±0.2 ns
断根区	16.3±1.6*	3.1±0.1*	17.1±1.8*	7.9±0.5*	9.2±1.4*	3.3±0.3*	1.2±0.1 ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差 (n=3) を示す

^y * は、Dunnett 法による对照区との比較検定において 5%水準で有意差があることを示し、ns は有意差がないことを示す

第3図 各処理区における草丈、分枝数、総節数およびLAIの経時変化

図中のエラーバーは標準誤差 (n=3) を示す

*は、Dunnett 検定による対照区との比較検定において有意差があることを示す

第3表 育苗期間中の摘心および断根がエダマメ‘えぞみどり’の莢数と収量に及ぼす影響

処理区	総莢数 (莢/株)	1粒莢数 (莢/株)	2粒莢数 (莢/株)	3, 4粒莢数 (莢/株)	総莢重 (g/株)	総莢収量 (g・m ⁻²)
対照区	44.6±4.8 ^z	8.9±1.5	21.2±2.3	14.5±2.6	125.6±9.0	1005±72
摘心区	22.0±2.4 ^{*y}	3.9±1.3 ns	13.0±2.0 ns	5.1±1.8*	88.9±7.1*	711±57*
断根区	36.8±4.1 ns	5.6±1.6 ns	19.0±2.3 ns	12.2±1.4 ns	111.5±10.5 ns	892±84 ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差 (n=3) を示す^y *は、Dunnett 法による対照区との比較検定において5%水準で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す

第4表 第5複葉期での摘心がエダマメ‘えぞみどり’収穫時の生育に及ぼす影響

処理区	主茎長 (cm)	分枝数 (本/株)	総節数 (ノ/株)	主茎節数 (ノ/株)	分枝節数 (ノ/株)
対照区	28.7±2.4 ^z	4.7±0.5	28.0±2.5	9.6±0.3	18.4±2.2
摘心区	20.5±1.4	5.3±0.4	27.9±2.0	6.0±0.0	21.9±2.0
t検定	*y	ns	ns	ns	ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差 (n=3) を示す^y *は、t検定による比較検定において5%水準で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す

第5表 第5複葉期での摘心がエダマメ‘えぞみどり’の莢数および終了に及ぼす影響

処理区	総莢数 (莢/株)	1粒莢数 (莢/株)	2粒莢数 (莢/株)	3粒莢数 (莢/株)	総莢重 (g/株)	総莢収量 (g・m ⁻²)
対照区	40.9±3.6 ^z	7.4±0.2	17.8±1.5	15.8±2.3	104.2±10.4	1227±122
摘心区	39.1±3.2	6.5±1.5	19.2±1.8	13.4±1.0	101.7±8.4	1196±99
t検定	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差 (n=3) を示す

第6表 移植時の断根程度がエダマメ収穫時の生育に及ぼす影響

品種	処理区	主茎長 (cm)	分枝数 (本/株)	総節数 (/株)	主茎節数 (/株)	分枝節数 (/株)
大雪みどり (春作)	対照区	26.6±1.5 ^z	3.9±0.2	19.4±0.8	7.5±0.1	11.9±0.9
	1/2 断根区	27.5±1.6 ns ^y	4.0±0.2 ns	20.2±1.1 ns	7.9±0.2 ns	12.3±1.1 ns
	3/4 断根区	24.8±1.8 ns	3.9±0.3 ns	19.0±1.6 ns	7.5±0.2 ns	11.9±0.6 ns
えぞみどり (夏作)	対照区	42.5±0.8	3.1±0.1	20.0±0.7	9.7±0.1	10.3±0.7
	1/2 断根区	46.4±2.3 ns	3.3±0.2 ns	21.4±1.3 ns	10.1±0.3 ns	11.4±1.1 ns
	3/4 断根区	50.4±3.6 ns	2.9±0.2 ns	21.2±1.0 ns	10.3±0.3 ns	10.9±1.0 ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差（‘大雪みどり’はn=6, ‘えぞみどり’はn=4）を示す^y ns は、Dunnett 法による対照区との比較検定において有意差がないことを示す

第7表 移植時の断根程度がエダマメの開花期および収穫時の根乾物重と根粒乾物重に及ぼす影響

品種	処理区	根乾物重 (g/株)		根粒乾物重 (g/株)	
		開花期	収穫期	開花期	収穫期
大雪みどり (春作)	対照区	1.1±0.1 ^z	2.6±0.3	0.13±0.03	1.03±0.12
	1/2 断根区	1.4±0.2 ns ^y	2.9±0.4 ns	0.11±0.02 ns	1.04±0.19 ns
	3/4 断根区	1.1±0.4 ns	2.5±0.2 ns	0.17±0.02 ns	1.19±0.12 ns
えぞみどり (夏作)	対照区	0.8±0.1	2.7±0.2	0.03±0.01	0.62±0.14
	1/2 断根区	0.8±0.1 ns	2.6±0.2 ns	0.05±0.02 ns	0.51±0.16 ns
	3/4 断根区	0.9±0.1 ns	2.3±0.2 ns	0.17±0.08 ns	0.82±0.09 ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差（‘大雪みどり’はn=6, ‘えぞみどり’はn=4）を示す^y ns は、Dunnett 法による対照区との比較検定において有意差がないことを示す

第8表 移植時の断根程度がエダマメの粒別英数および収量に及ぼす影響

品種	処理区	総英数 (英/株)	1粒英数 (英/株)	2粒英数 (英/株)	3, 4粒英数 (英/株)	可販英重 (g/株)	可販英収量 (g・m ⁻²)
大雪みどり (春作)	対照区	28.4±1.3 ^z	4.0±0.6	10.5±1.2	8.1±1.1	56.4±5.7	626±63
	1/2 断根区	28.9±2.1 ns ^y	4.6±1.2 ns	10.7±1.1 ns	9.5±1.6 ns	59.2±9.0 ns	657±100 ns
	3/4 断根区	28.8±1.4 ns	5.0±0.9 ns	10.4±0.6 ns	8.9±1.0 ns	51.8±3.4 ns	574±38 ns
えぞみどり (夏作)	対照区	65.3±2.2	15.0±0.9	23.9±1.5	12.9±1.4	105.8±6.0	1174±66
	1/2 断根区	65.9±2.2 ns	11.9±1.2 ns	27.6±2.1 ns	17.8±1.2*	126.5±5.2*	1405±58*
	3/4 断根区	71.6±6.9 ns	17.4±2.9 ns	28.4±2.1 ns	12.7±1.2 ns	113.8±5.6 ns	1264±62 ns

^z 表中の数値は、平均値±標準誤差（‘大雪みどり’はn=6, ‘えぞみどり’はn=4）を示す^y * は、Dunnett 法による対照区との比較検定において5%水準で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す

における根乾物重および根粒乾物重についても同様に有意差は認められなかった（第7表）。

株当たりの粒数別英数と可販英収量を調査した結果を第8表に示した。いずれの断根区においても粒数別の英数や可販英収量に对照区と有意な差は認められなかった。

2) 夏作試験

収穫期における地上部の生育を第6表に示した。すべての調査項目において断根区と対照区との間に有意差は認められなかった。開花期と収穫期の根乾物重と根粒乾物重に断根区と対照区で有意差は認められなかったが、収穫時の根を観察したところ1/2断根区と3/4断根区ともに対照区より比較的太い一次側根が地表面付近に多く発生していた（第7表および第4図）。

株当たりの粒数別英数と可販英収量を調査した結果を第8表に示した。対照区と3/4断根区との間には有意差は認められなかったが、1/2断根区は対照区よりも3, 4粒英の数が多く、可販英収量も有意に高かった。

考 察

1. 育苗時の摘心および断根の効果

エダマメ品種‘えぞみどり’でも既報（岩澤, 2010）と同様に育苗時の摘心処理によって子葉節から2個の腋芽が発達し、断根処理により主茎の基部から不定根が多く発生した。断根区では他の2処理区と比較して移植時の苗の地上部乾物重は低い値となった。これは、宇佐美ら（1970）が報告したように、断根によって子葉内物質が切断部へ移行

対照区

1/2断根区

3/4断根区

第4図 各処理区におけるエダマメ ‘えぞみどり’ の根系と根粒着生の様子
写真中のバーは3 cmを示す

し、不定根の発生に多くの物質が利用された結果と推察された。

総莢収量は対照区が最も高い値を示した。吉田ら (2011) は早生の黒ダイズ系エダマメで、植物体の栄養成長は開花日前後でほぼ停止するため、開花日までの栄養成長量の確保が収量に大きく影響すると報告した。分枝数や総節数の追跡調査の結果から、摘心や断根を行った処理区では、花芽分化時に十分な節数が確保されておらず、LAI も対照区と比較して低く推移し、総莢収量が低下したと考えられた。本実験では既報 (岩澤, 2010) とほぼ同様の操作で育苗して増収を期待したが、‘えぞみどり’の移植栽培においては、育苗時の摘心や断根に増収効果はないと考えられた。

2. 栄養成長期 (第5複葉期) での摘心効果

摘心区では対照区と比べて分枝の発生は早く確認されたが、収穫時の分枝数に有意な差は認められなかった。林ら (2008) は乗用の省力的摘心機を開発し、摘心機による摘心の効果について検証した。その結果、主茎長が低くなることにより倒伏を防止するという効果を得ただけでなく、主茎莢数は減少するが分枝莢数が増加し、結果として総莢数が増加するという効果を報告した。また、菊谷ら (2013) は晩生のダイズである‘フクユタカ’を対象にして、摘心処理による収量増加の生理機能の解析を行い、摘心処理は根系発育や根系機能、根粒活性を強く抑制せず、群落レベルでの光環境の改善が光合成速度の増加をもたらす増収につながったと報告した。これらの報告を踏まえ、本実験では‘えぞみどり’の栽培における第5複葉期での摘心による増収効果を期待したが、分枝の発達は緩慢であり、総節数は対照区と同程度であったことから、結果として主茎の節数制限による主茎莢重の減少を補うほどの増収効果は認められなかった。なお、本研究では強風などによるエダマメの倒伏は認められなかったが、大阪府八尾市の現場では収穫前にエダマメが倒伏する場合がある。外観が重要視されるエダマメにおいて摘心による倒伏抑制効果の付与は重要な点かもしれない。

3. 移植時の断根効果

移植時の断根効果について検証した結果、栽培する時期や断根の程度によって収量に及ぼす影響が異なった。夏作でのみ断根による増収効果が認められたのは、春作と比較して地上部の生育が旺盛であり、地下部へ十分な光合成同化産物を供給できたことが影響したと推察した。しかし、開花期や収穫期における根乾物重を春作と夏作で比較すると、両者に大きな差が認められないことから栽培する時期だけではなく断根に対する応答が品種間で異なった可能性も考えられた。

移植時の断根によって収量が高まった要因の1つとして根系構造の変化が関与しているかもしれない。田中・益山 (1990) は、ダイズの移植栽培実験で無傷の苗 (本実験では対照区に該当する) では、既存の根に対する移植土壌からのストレスが大きいため、既存の根は機能が低下し、腐敗するものが多かったが、断根した苗では速やかな不定根の伸長を反映して開花期では葉齢と主茎長が無傷の苗より良好であったと報告した。第4図に示したように、本実験でも断根処理によって不定根が多数発生したことが伺え、新たに発生した不定根が養分に富む土壌上層付近に発達することで養分吸収量が高まった可能性が考えられた。また、ダイズは開花期以降に全窒素集積量の約80%に当たる窒素を集積する (有原, 2000) が、この集積に根粒が重要な役割を果たす。根粒の窒素固定を活性化するには土壌中の酸素濃度が高く維持される必要がある (Sung, 1993)、断根区では対照区と比較して酸素濃度が比較的高いと予想される地表面近くに根が張ることで窒素固定活性が高まった可能性も考えられた。

実際の現場でエダマメを育苗する際には、圃場の一角を播種床として利用する場合があり、苗を掘り上げる際に根が切れることは避けられないが、本研究の結果から苗を掘り上げる際に少々根が切れても生育や収量に与える影響は小さいと推察された。ただし、初生葉が展開した時点まで生育した苗の場合は断根によって生育抑制が認められた

め（データ未記載），できるだけ根を切らないよう注意が必要である。

結論として，エダマメ品種‘えぞみどり’の栽培では，育苗時あるいは第5複葉期の摘心による増収効果は認められず，育苗期での摘心は収量を有意に低下させる結果となった。早生品種である‘えぞみどり’の栽培期間は80～90日とされているが，大阪府で実施した本研究では70日（実験1と2，ただし実験1で摘心・断根したものは79日）で収穫を迎えたことから，栄養成長器官と生殖成長器官での養分競合が生じやすい条件での栽培であったことが原因として考えられた。

一方，断根処理は育苗時に施すと対照区との間に有意な差は認められなかったが，移植時に行うと夏作の‘えぞみどり’では対照区よりも収量が高かった。断根は，主根型の根系から不定根を主体とする根系へと変化させることが予想されるが，この根系構造の変化が根の呼吸活性や養水分の吸収，根端で合成させるサイトカイニンなどの植物ホルモン，根粒の活性などにどのような影響を及ぼすのかについて今後検討する必要がある。一方で，断根の効果は土壌の物理性に左右されると推察される。本研究で移植時の断根試験を行ったハウスの土壌は，灰色低地土ではあるが客土によって粘土質な状態をかなり改善したものであり，比較的排水性が良好であり根が張りやすい土壌であった。粘土質で緻密な土壌は根の発達を抑制することは容易に想像できることから，土壌条件と断根効果との関係についても検討する必要がある。

摘 要

エダマメの単収向上を図るために摘心および断根の効果を検証した。摘心は分枝の発生促進による総節数の増加，断根は不定根の発生促進による根量の増加をそれぞれ期待して行った。まず，育苗時の摘心あるいは断根の効果を調査するためにエダマメ‘えぞみどり’の栽培を行った。その結果，地上部の生育は無処理（対照区）のものが最も旺盛であり，育苗時の摘心や断根処理に増収効果は認められなかった。次に，‘えぞみどり’の栽培期間中（第5複葉期）での摘心が収量に及ぼす影響を調査した。摘心によって分枝数や分枝節数の増加は認められず，総英収量も対照区と同程度であった。最後に，移植時での断根効果について検証した。‘大雪みどり’を栽培した春作試験では，断根による増収効果は得られなかったが，‘えぞみどり’を栽培した夏作試験では1/2断根区において3粒莢数や可販英収量が有意に高まった。本研究の結果から，大阪府における早生品種‘えぞみどり’の栽培において摘心による増収効果を得ることは難しいが，移植時の断根処理は単収向上に寄与する可能性が示された。

謝 辞 本研究を行うに当たりご協力を賜りました（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所の佐野修司氏と大阪府中部農と緑の総合事務所の上田善紀氏に感謝いたします。

す。本稿で示した内容の一部は，大阪府信用農業共同組合連合会の産学連携研究支援事業による補助を受けたものであり，ここに御礼申し上げます。

引用文献

- Akazawa, T., Y. Yanagisawa and T. Sasahara. 1997. Concentrations of water-soluble nitrogen and amino acids as criteria for discriminating vegetable-type and grain-type soybean cultivars. *Breed. Sci.* 47: 39–44.
- 有原文二. 2000. ダイズの安定多収の革新技術. p. 36–40. 農文協. 東京.
- 林 元樹・濱田千裕・谷 俊男・平岩 確. 2008. ダイズにおける省力的摘心機の開発と処理効果. *愛知農総試研報.* 40: 93–97.
- 林 元樹・谷 俊男・遠藤征馬・東野 敦・杉浦直樹. 2011. 愛知県沖積地帯における摘心技術を組み入れたダイズ安定生産技術体系. *日作紀.* 80 (別2): 104–105.
- 一般財団法人 北海道開発協会. 2013. 事例レポート② 枝豆の生産輸出と今後の展望～国際競争に生き残る地域農業の展開～. 開発こうほう7月号: 41–43.
- 岩澤信夫. 2010. ダイズの超多収栽培. *現代農業.* 7月: 308–313.
- 菊谷直子・林 元樹・中島泰則・船生岳人・東野 敦・三屋史朗・山内 章. 2013. 摘心処理によるダイズ収量増加の生理機構解析. *日作紀.* 82 (別2): 282–283.
- 小森二葉・大橋善之・大門弘幸. 2010. 剪葉処理が水田転換畑で栽培したアズキの生育と収量に及ぼす影響. *日作紀.* 79 (別1): 122–123.
- 李 廣弘・朴 相源・權 容雄. 2003. 不定根の早期誘導によるダイズの耐湿性の向上. *日作紀.* 72: 82–88.
- 農林水産省. 2016. 特集1大豆. <http://www.aff.go.jp/j/pr/aff/1606/spe1_02.html>. (2019年3月2日閲覧)
- 農林水産省. 2018. 作況調査(野菜): 平成29年産野菜(4品目)の作付面積, 収穫量及び出荷量. 農林水産省作物統計. <http://www.aff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/index.html>. (2019年3月2日閲覧)
- Sung, F. J. M. 1993. Waterlogging effect on nodule nitrogenase and leaf nitrate reductase activities in soybean. *Field Crops Res.* 35: 183–189.
- 高井雄一郎・久保田知美・中村 隆・佐野修司・山崎基嘉. 2010. ハウス栽培エダマメにおける収穫期前進化と品種の違いが収量および品質に及ぼす影響. *大阪環農水研報.* 3: 17–19.
- 田中典幸・益山 剛. 1990. ダイズの水田移植栽培に関する研究(第3報)移植時における苗の損傷ストレスと活着について. *佐賀大農彙報.* 69: 1–7.
- 宇佐美和夫・井上マサエ・岩崎ケイ子. 1970. ダイズ幼植物切枝の胚軸の伸長と不定根形成におよぼす子葉の影響について. *生活科学.* 8: 92–100.
- 吉田裕子・浜本 浩・池田順一・熊倉裕史. 2011. 夏作ホウレンソウ前作物としての春作の早生黒大豆系エダマメ‘たんくろう’の栽培時期の検討. *園学研.* 10: 61–67.