

## 間引きのタイミングがハツカダイコンの肥大に及ぼす影響

片桐晴菜 元埼玉大学教育学部技術専修

荒木祐二 埼玉大学教育学部生活創造講座ものづくりと情報・技術分野

塩谷信子 元埼玉大学教育学部技術専修

キーワード: 間引き、タイミング、ハツカダイコン、肥大成長

### 1. はじめに

作物栽培において複数の個体を同時に育成すると、個体同士で光や養分、水分などを奪い合う競合作用と、各個体の成長が促されたり虫害・風害等のリスクが分散されたりする助け合い効果が生じる(山本 2006)。また、作物栽培では種子自体の特性や苗床の不均一性などが作用して、播種したすべての種子が発芽するとは限らない。これを前提として、慣行農法においては多めに播種し、発芽後に過密部分や生育不良個体、病虫害におかされた個体を抜き取り、個体の間隔が斉一になるよう調整する間引きが行われている。成長過程で個体が自然と消滅する自然間引きもみられるが、葉が重なるタイミングに 40%を間引くのが一般的である(菊沢 1987)。この間引きのタイミングは上述した競合作用と助け合い効果に関与しており、早く間引きを行えば助け合い効果を失って生育が不良となり、遅く間引きを行えば競合作用が生じて生育に支障をきたすことが知られている(山本 2006)。

間引き技術に関する先行研究には、主にアブラナ科のハツカダイコンやダイコンの栽培において一定強度の間引きが有効であることに加え、個体密度からハツカダイコンの個体重を推測できる実験モデルの研究(山倉ら 1984)や、ダイコンの空洞発生個体は早く間引きを行うほど多くなることを明らかにした研究(加納・福岡 1991)がある。また、4粒播種で2回間引く慣行栽培と、1粒播種を4、5、6cmの栽植間隔にすることで、間引き作業を省いても収量に有意差はみられないことが示されている(張ら 2004)。しかし、間引き技術が作物の形態や収量に影響を及ぼすことが明らかにされながらも、間引きのタイミングによって個体の形態にどのような影響を及ぼすか具体的に実証された研究事例はほとんどない。これが明らかになれば、収量や収穫部位の形態をより細かく制御できるようになり、ハツカダイコンの生産技術の改善に資する。

そこで本研究では、異なる間引き条件下においてハツカダイコンの容器栽培を行い、間引きのタイミングがハツカダイコンの根の形態や収量に与える影響を明らかにすることを目的とする。

### 2. 方法

#### 2-1 土づくりと播種

調査は2014年9~10月に、埼玉大学教育学部栽培技術実験室に設置してあるNC型人工気象室内(日本医化器機製作所)で行った。人工気象室の設定は6~18時の点灯時に気温22℃、18~6時の消灯時に気温25℃とし、湿度を常に70%とした。土づくりでは、雑菌の混入を防ぐためビニールを敷き、その上で黒土と赤玉土と植物系堆肥(アドニス)を同じ割合で配合した。アドニスは、もみ殻やおがくず、コーヒーなどを原料とした有機肥料である(石田・山本 2009)。プランター容器(20cm×60cm×20cm)を7セット用意

し、前述の混合土を入れ、化成肥料（10-10-10）を15g ずつ施し、播種前に十分にかん水した。

ハツカダイコン (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) の品種には、一般的に入手が容易である‘赤丸はつか’（株）トーホク）を用いた。種子は播種の前日から浸漬して発芽を促した。その種子を、原則として、6列×16列の合計96粒になるよう1粒ずつピンセットで播種した。播種では、プランターの側面に2.5cm 間隔で印をつけ、2.5cm 間隔の目盛りをつけた割り箸を用いることで種子同士の間隔を均一にした。播かれた種子を指で軽く被圧し、目開き5mm のふるいにかけたバーミキュライトを種子が隠れる程度に覆土した。その後、水圧や風の勢いで種子が流れないように、霧吹きでかん水し、プランターを新聞紙で覆い約1日間遮光した。これ以外の影響を避けるため追肥はせず、収穫時までかん水のみ行った。

## 2-2 各プランターの栽培条件

間引きするタイミングの植被率、強度、播種間隔の異なる7通りの条件を表1のように設定した。植被率は表土面積に占める葉の割合で、デジタルカメラ（VH-210、オリンパス社）でプランターの直上から撮影した画像をPhotoshop Elements 5.8ver（Adobe社）を用いて解析した。植被率が設定値になったタイミングに間引きを行った。

条件Aは間引きを行わないコントロール区（以後、対照区A）とした。また、植被率を30%間隔で5段階に区切り条件B～Fとした。慣行農法では植被率90%に相当するタイミングで間引きが実施されることから、条件Dは標準区Dと表記する。さらに、間引きの未実施がハツカダイコンに与える影響を検討するために、株間5cmで播種して間引きを行わない条件Gを設けた。

条件B～Fにおける間引きの強度は40%とした。これは1回目の間引きで96個体から約38個体（40%）を間引き、さらに残数の約58個体から2回目の間引きで約23個体（40%）を間引くことを意味する。これを3回行うことで、最終的に個体数が20個体になるよう調節した。

表1 間引き時の植被率、播種間隔、播種数の違いによる7通りの栽培条件

条件	間引き		播種間隔(cm)	播種数(粒)
	植被率(%)	タイミング		
A	-	-	2.5	96
B	30	早め	2.5	96
C	60	やや早め	2.5	96
D	90	標準	2.5	96
E	120	やや遅め	2.5	96
F	150	遅め	2.5	96
G	-	-	5	24

## 2-3 測定項目

播種から約50日が経過した2014年10月27日にハツカダイコンを収穫した。収穫時には、各条件下におけるハツカダイコンの個体数をカウントし、平均的な10個体の草丈を折尺で測った。また、全個体の根長を折尺で、直径をノギスで測定した。測定部位は、根長は葉部との境界から根部とし、根の直径は垂直方向の最太部とした。また、根の生重量を電子ばかりを用いて計測し、外観の品質について腐敗、表皮変色、割れ、萎縮の観点で評価した。

### 3. 結果と考察

#### 3-1 間引きのタイミングの違いによる成長の差異

根の生重量が10g以上の個体の割合が高かったのは、早い段階で間引きを行った条件B (50.0%)、C (45.0%) および標準区D (40.0%) であった (図1)。ただし、3条件間に有意差はみられなかった ( $P>0.05$ , t検定)。一方で、遅い段階で間引きを行った条件E (20.0%)、F (20.0%) では10g以上の個体の割合が標準区Dの半分となった。対照区Aでは、10g以上の個体の割合が6.4%ときわめて低く、1g未満の小個体が半数以上を占めた。

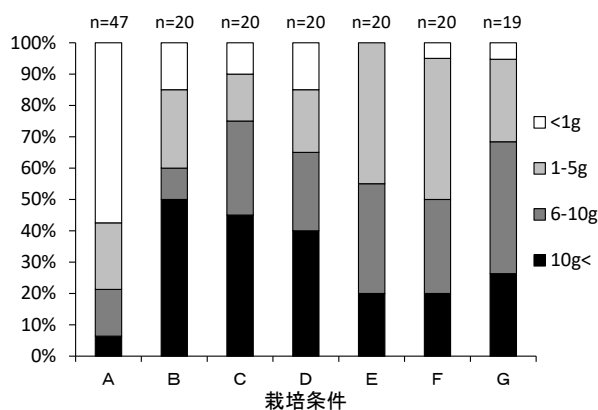


図1 各条件における根の生重量の割合

根の生重量について、1g未満の小個体を除いた各条件での平均値を比べると、条件B ( $10.4 \pm 6.7g$ )、C ( $10.4 \pm 6.6g$ ) と標準区D ( $10.3 \pm 5.8g$ ) はほぼ等しい値となった (図2)。慣行栽培で標準とされていた条件より早く間引きを行っても、根の生重量に差が生じないことが示された。この3条件での根の生重量は全条件中で最大値を呈し、対照区A ( $6.2 \pm 3.9g$ ) の約1.8倍となった ( $P<0.05$ , t検定; 図2)。草丈は対照区Aで最大となったが、他の条件との間に有意差は認められなかった。対照区Aでは密植により徒長したために草丈が大きいと考えられる。

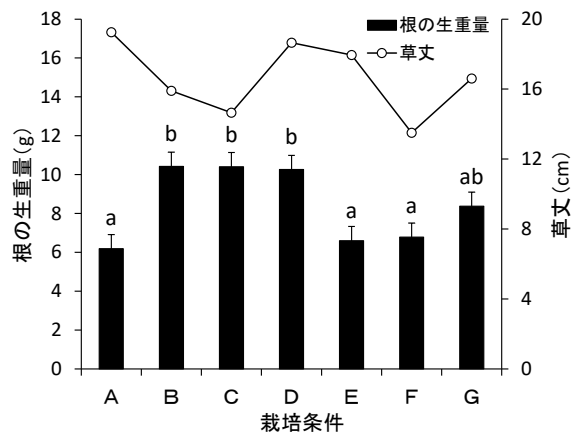


図2 各条件における草丈と根の生重量の平均値。根の生重量1g未満の小個体は除いたアルファベットの異符号はt検定で5%水準の有意差があることを表す

一方、条件E ( $6.6 \pm 5.0\text{g}$ )、F ( $6.8 \pm 4.2\text{g}$ ) では、根の生重量は対照区Aと同様に低い値を示し、標準区Dの2/3程度となった ( $P < 0.05$ , t検定; 図2)。根の総重量を比較すると、条件Cで最大 ( $C = 187.4\text{g}$ ; 図3)となり、条件B ( $177.2\text{g}$ )、標準区D ( $174.4\text{g}$ ) も高い値を示した。早期の間引きと標準の間引きでは、総重量にも差がみられないことが明らかになった。一方、条件E ( $132.0\text{g}$ )、F ( $128.8\text{g}$ ) では、根の総重量は平均値と同様に低い値を示した。対照区A ( $123.7\text{g}$ ) は個体数が47個体あるにもかかわらず、20個体である標準区Dの約71.0%にとどまった。

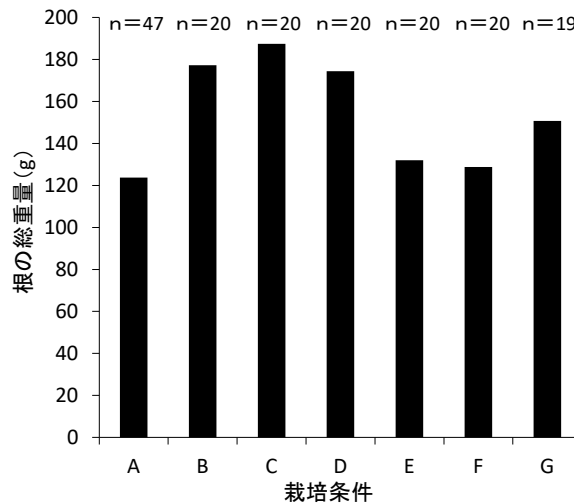


図3 各条件における根の総重量

根の直径は条件B ( $2.4 \pm 0.7\text{cm}$ )、C ( $2.4 \pm 0.5\text{cm}$ ) にて最大となり、次いで標準区D ( $2.2 \pm 0.5\text{cm}$ ) で高い値を示した (図4)。根長は標準区D ( $5.1 \pm 1.2\text{cm}$ ) で長くなったものの、標準区Dの収穫個体には、細長く低品質と評価された個体が3割ほど含まれた (図5)。これには間引きの標準とされる植被率90%であっても、競合作用が強く生じたことを示唆している。外観の品質評価でも同様の結果が得られ、一般的に適正とされる標準区Dは、萎縮はみられないものの、表皮変色および割れが目立ち、腐敗している個体も確認された (図6)。早い段階で間引きを行った条件B、Cでは腐敗がほぼみられなかったものの、条件Bでは萎縮する個体が認められた。条件B、Cの割れは標準区Dより少ないものの、どちらの条件も多くみられた。裂根の発生について、一般に根の初期生育が不良であると根の組織が早く老化するが、その後の温度の上昇や水分の増加あるいは栄養の関係などで、細胞の増殖・肥大が異常に行われ、根の内部の膨圧が増加するにもかかわらず、周皮の組織がこれに対応できず裂開するに至ることが知られている (早田ら 1986)。加えて、栽植密度も根の肥大に影響を及ぼし、株間が広がると根重が急速に増加し、裂根の原因となる。そのため、初期の間引きのタイミングは、その後の根の発育を左右するので、間引き作業には十分な注意が必要であることが言及されている (松本 1993)。本研究では、乾燥状態に急激なかん水をしたことが裂根を招いたと考えられる。

また、遅く間引いた条件Eの根の直径 ( $1.7 \pm 0.6\text{cm}$ ) は、対照区A ( $1.7 \pm 0.6\text{cm}$ ) と同程度の低い値を呈し、条件F ( $2.0 \pm 0.5\text{cm}$ ) の根の直径も条件B、Cに比べて0.4cmほど小さくなった (図4)。これらのことから、間引きの遅れがハツカダイコンの根の肥大を阻害することが明らかになった。条件E、Fの外観の品質は、標準区Dと同様に少しの腐敗と多くの割れが認められた。間引きの遅れにより競合作用が強まったり、収穫のタイミングが遅れたりしたことが原因と考えられる。

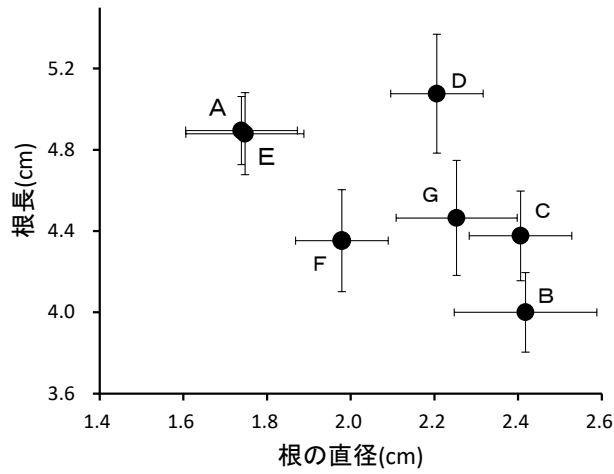


図4 各条件における根長と直径。黒丸は根の生重量 1g 未満の小個体を除いた平均値で、エラーバーは標準誤差を表す

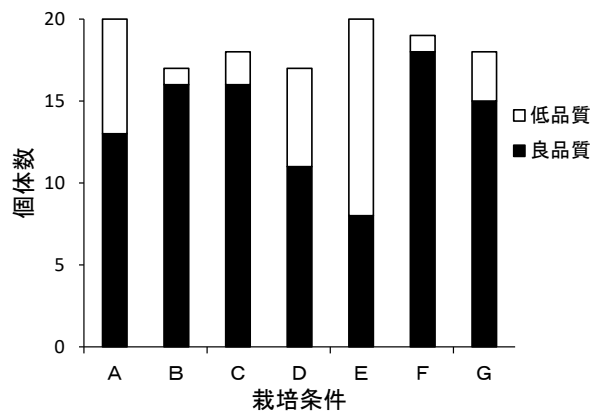


図5 各条件における根の良品質と低品質の割合

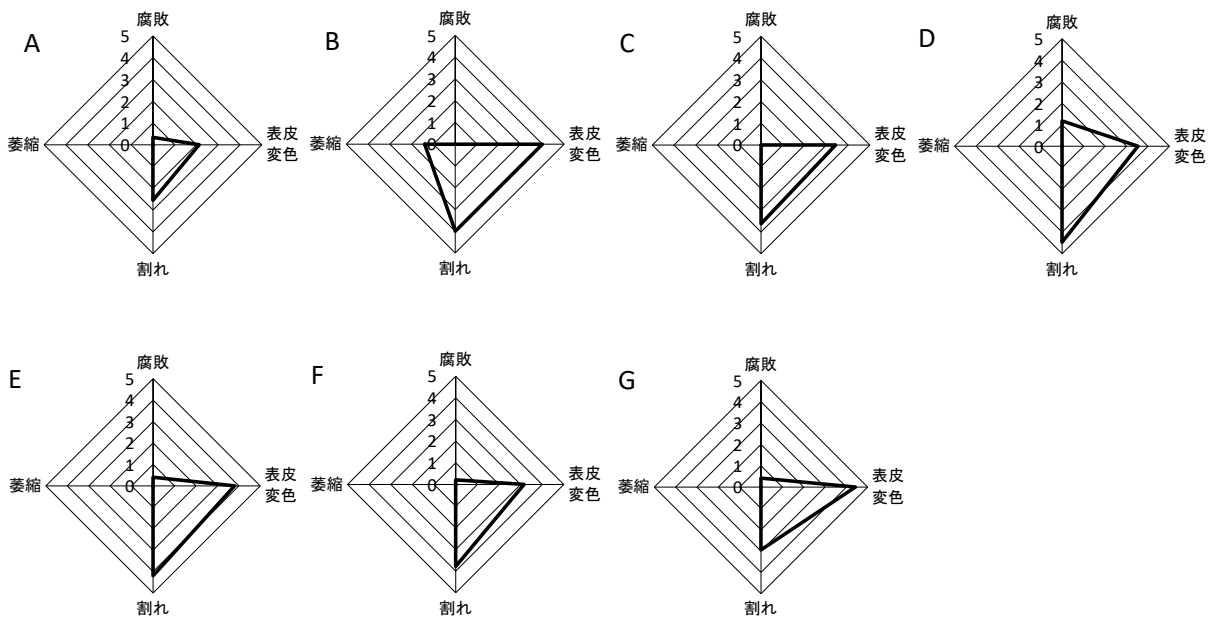


図6 各条件における外観レーダー。数値が小さいほど良品質であることを表す

### 3-2 間引きの有無による成長の差異

5cm 間隔で播種し、間引きを施さない条件 G では 5 個体が発芽しなかった (図 1)。「赤丸はつか」の発芽率は 85% であり、24 粒播種では 20.4 個体の発芽が期待されるが、本結果は期待値をわずかに下回った。条件 G における根の生重量 10g 以上の個体の割合 (26.3%) は、条件 B (50.0%)、C (45.0%) や標準区 D (40.0%) に比べて低いものの、対照区 A (6.4%) と条件 E (20.0%)、F (20.0%) よりは高くなった (図 1)。条件 G の根の生重量の平均値 ( $8.4 \pm 4.9\text{g}$ ) および総重量 (150.7g) についても同様の結果を示した (図 2、図 3)。条件 G の根の直径 ( $2.3 \pm 0.6\text{cm}$ ) は標準区 D ( $2.4 \pm 0.5\text{cm}$ ) と同程度、条件 G の根長 ( $4.5 \pm 1.2\text{cm}$ ) は条件 C ( $4.0 \pm 0.8\text{cm}$ )、F ( $4.4 \pm 1.0\text{cm}$ ) と同程度となり、いずれも全条件における平均的な値を示した (図 4)。はじめから播種間隔を広げ、間引きを行わない条件では、間引きが遅れた条件より高い収量が期待できるものの、標準的に間引いた条件および早めに間引いた条件よりも、根の肥大が良好な個体の収穫が難しいことが示唆された。また、条件 G における収穫個体の外観の品質は、条件 B~F に比して割れが少なかった。これは、一般的に間引き直後には表土が露出して乾燥が生じるが、間引きを施さないことで葉が茂った状態が維持され、水分が一定に保たれたことが影響したと考えられる。

### 3-3 ハツカダイコンの題材化

中学校技術・家庭科技術分野における題材には、基礎的・基本的な知識と技術、社会や環境と技術との関連を含めたものであるとともに、機能的な要素 (認識、定義、準備、分析、総合、評価、提出) と、人格的な要素 (自主性、好奇心、固執性、開放性、衝動性、内省的傾向、自己統制的傾向) を含めたものが求められる (日本産業技術教育学会技術教育分科会 (編) 2009)。加えて、「C 生物育成に関する技術」 (以後、生物育成と略記) で取り上げる題材には、作物栽培の技術的な観点のみならず、作物栽培と環境との関わりについても扱う必要があり、水田や森林などの有する環境保全に対する多面的な機能についても扱うことが望ましいとされている (文部科学省 2008)。また、生物育成で扱う題材に対し、中学校技術科教員から「栽培場所・時間数・費用」などの観点から、鉢栽培や短期で栽培可能な根菜類の栽培を求める要望が出ている (荒木ら 2014 ; 稲葉 2011)。以上をもとに、生物育成において間引き技術の理解を促す題材を検討すると、短期間かつ省スペースでの栽培が可能であり、環境保全に寄与する態度を育成することができるハツカダイコンのプランター栽培は有用であると考えられる。

ハツカダイコンは、播種から 50 日程度で収穫することができ、個体も小型 (草丈 20cm 程度、根の直径 3cm 程度) であることから扱いやすく、教育現場が求める生物育成の題材の条件と合致する。標準値が必ずしも最適な栽培条件とは言いきれないといった批判的な視点を持つことで、生物育成技術の理解がいっそう深まると考える。生物育成の教科内容論 (荒木ら 2018) に照らして、実用的な学習指導案の提案が期待される。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 (24730724) の助成を受けて実施された。

#### 引用文献

- 荒木祐二・石川莉帆・齊藤亜紗美・田代しほり (2014) 栽培学習を取り巻く現状と課題: 埼玉県中学校を例に、技術科教育の研究 19: 19-27
- 荒木祐二・猪啓弘・谷田親彦・加瀬裕也・東原貴志・山崎淳・久保田豊和 (2018) 技術科におけ

- る「生物育成の技術」に関する内容論的研究、日本産業技術教育学会誌 60(4): 171-179
- 早田保義・篠原温・鈴木芳夫 (1986) 高温がハツカダイコンの生育および体内成分に及ぼす影響、園芸学会雑誌 55(1): 51-55
- 稲葉健吾 (2011) 学習指導要領の改訂に伴う生物育成技術の扱いについて—中学校技術科担当教員に対するアンケート調査—、茨城大学教育実践研究 30: 67-75
- 石田康幸・山本利一 (2009) 『生ごみ堆肥を活用した栽培・環境教育の手引き』、2-6、埼玉大学教育学部技術講座
- 加納恭卓・福岡信之 (1991) 源助ダイコンの空洞発生に及ぼす栽植密度の影響、園芸学会雑誌 60(2): 379-386
- 菊沢喜八郎 (1987) ヨーロッパトウヒの間伐試験、北海道林業試験場研究報告 25: 1-8
- 日本産業技術教育学会技術教育分科会 (編) (2009) 『新技術科教育総論』、101-104、日本産業技術教育学会技術教育分科会
- 松本正雄 (1993) 「IV 肥大根成熟の生理」『農業技術体系 - 野菜編 9 - 』、41-52、農山漁村文化協会
- 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編』、1-37、文部科学省
- 山倉拓夫 (1984) 密度効果の逆数式で束縛された植物個体重の分布関数の実験モデル、日本生態学会誌 34(1): 35-45
- 山本由徳 (2006) 「5.2. 苗と移植」『栽培学 - 環境と持続的農業 - 』、59-63、朝倉書店
- 張樹槐・高橋照夫・福地博・嵯峨紘一 (2004) 栽培様式の違いがダイコンの間引き作業及び生育に及ぼす影響、農作業研究 39(4): 191-196

(2022年9月30日提出)  
(2022年11月7日受理)

# Effects of Plant Thinning Time on Root Thickening in Radish

**KATAGIRI, Haruna**

Former Student, Faculty of Education, Saitama University

**ARAKI, Yuji**

Faculty of Education, Saitama University

**SHIOYA, Nobuko**

Former Student, Faculty of Education, Saitama University

## Abstract

Thinning is one of the important agricultural techniques to adjust the planting density, but few studies have showed for optimum timing of the thinning. In this study, we grew the radish (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) by planter in the air-conditioned room, and clarified the optimum timing of thinning. We set seven different conditions, such as presence or absence of thinning and different timing. The diameter, length, and fresh weight of radish root were compared among conditions. As a result, the following four points were clarified. (1) It is no significant difference in yield between the condition to thinning at the 90% coverage and the condition to thinning at earlier timing, which is carried out in customary cultivation. (2) When the thinning timing was delayed, the thickening growth was inhibited, and when it is further delayed, the rate of low-quality individual increased. (3) When the thinning was not done, each individual was remarkably suppresses hypertrophy of root. (4) Compared to the conditions that thinned out from densely planted condition, harvesting of large individuals can be expected compared to the condition that does not thin out by widening the sowing interval from the beginning.

**Keywords** : radish, timing, thinning, thickening growth