

# 真庭市蒜山地域における秋季の気温とダイコン‘冬職人’の肥大との関係，並びに高糖度ダイコン収穫のための播種適期の推定

佐野 大樹・岸本 直樹

The Relationship between Air Temperature in Autumn and Enlargement of Daikon ‘Fuyushokunin’ in Hiruzen Region, Maniwa City, and an Estimate on the Suitable Sowing Period for Harvesting with High Sugar Content

Oki Sano and Naoki Kishimoto

## 緒言

岡山県内有数のダイコン産地である真庭市蒜山地域では、8～9月に播種し11～12月頃に収穫する作期において、「蒜山こだわり大根」を出荷し、ブランド化を図っている。本品は、有機肥料の投入による土づくりを行った圃場に限定し、高糖度化を目指して、食味が良く糖度が上がりやすい品種を、低温に遭遇させて寒締め栽培したものである。特に、明瞭な糖度上昇効果が得られるように、出荷期間を1年のうち根雪直前の約1か月間に限定している。

ダイコンの主な出荷規格であるM～3Lとして出荷するためには、1本当たりの根重が700～1,500 g程度の時期に収穫する必要がある（野菜供給安定基金，1998）。しかし、播種が早すぎると寒さに遭って糖度が高まる前に根重が1,500 gを超えてしまい、また、播種が遅すぎると根重が700 gに達しないまま根雪に埋もれてしまう。

このような事態を避けるためには、平年に比べてやや温暖で糖度が上がりにくい、またはやや冷涼で根の肥大が遅れる年でも、糖度が高まり、かつ根重が出荷規格に適合したダイコンを安定して収穫できる播種適期を設定する必要がある。そのためには、第1に収穫前の気象条件と糖度の関係式を、第2に播種後の気温と根重の関係式を明らかにし、それに産地の気象データを

当てはめて、播種日ごとに、根重と糖度の推移を予測する必要がある。前報（佐野・岸本，2018）において、収穫前12日間の日最低気温の平均と、同20日間の積算降水量を用いることで、抽根部の糖度をある程度推定できることを明らかにした。

そこで本報告では、第2の課題である播種後の気温と根重の関係を検討した。さらに、目標とする糖度を設定するために蒜山地域産‘冬職人’と他産地産ダイコンの糖度を比較した。以上を基に、糖度が高く出荷規格に適合したダイコンを安定して収穫できる播種適期を推定したので報告する。

農業研究所圃場における栽培管理に協力いただいた元当研究所高冷地研究室の若山幹夫氏、現地調査に協力いただいた蒜山地域の生産者の皆様、ダイコンの糖度の調査に協力いただいた当研究所環境研究室の藤原宏子専門研究員に深く感謝する。

## 試験方法

### 1. 農業研究所圃場における播種後の気温と根重の関係（試験1）

栽培は2010年，2011年，2012年及び2013年に岡山県農林水産総合センター農業研究所高冷地研究室の露地4，5及び6号圃場（真庭市蒜山東茅部，標高約460 m.以下，農研圃場）で行った。品種はすべての試験で「蒜山こだわり大根」として出荷するために使用すること

表1 農研圃場における各作期の根重及び有効積算気温

| 播種日         | 収穫日    | 圃場    | マルチ | 窒素<br>施肥量<br>(kg/a) | 調査<br>個体数 | 根重(g/本) |       |          | 積算<br>気温 <sup>z</sup><br>(°C) | 有効積算<br>気温 <sup>y</sup><br>(°C) |
|-------------|--------|-------|-----|---------------------|-----------|---------|-------|----------|-------------------------------|---------------------------------|
|             |        |       |     |                     |           | 平均      | ±     | 標準<br>偏差 |                               |                                 |
| 2010年 8月19日 | 10月14日 | 農研    | 銀白  | 1.5                 | 18        | 935     | ± 294 | 0.31     | 1,196                         | 1,054                           |
| " "         | 10月22日 | (6号圃) | "   | "                   | "         | 1,215   | ± 373 | 0.31     | 1,302                         | 1,161                           |
| " "         | 10月28日 | "     | "   | "                   | "         | 1,573   | ± 459 | 0.29     | 1,369                         | 1,227                           |
| " "         | 11月7日  | "     | "   | "                   | "         | 1,801   | ± 353 | 0.20     | 1,458                         | 1,316                           |
| " 8月26日     | 10月22日 | "     | "   | 1.6                 | "         | 913     | ± 184 | 0.20     | 1,120                         | 1,021                           |
| " "         | 10月28日 | "     | "   | "                   | "         | 1,281   | ± 161 | 0.13     | 1,187                         | 1,087                           |
| " "         | 11月7日  | "     | "   | "                   | "         | 1,561   | ± 204 | 0.13     | 1,275                         | 1,176                           |
| " "         | 11月15日 | "     | "   | "                   | "         | 1,718   | ± 192 | 0.11     | 1,339                         | 1,240                           |
| " "         | 11月27日 | "     | "   | "                   | "         | 1,855   | ± 478 | 0.26     | 1,410                         | 1,311                           |
| " 9月10日     | 11月7日  | "     | 透明  | 2.0                 | "         | 617     | ± 92  | 0.15     | 901                           | 876                             |
| " "         | 11月15日 | "     | "   | "                   | "         | 868     | ± 153 | 0.18     | 965                           | 940                             |
| " "         | 11月27日 | "     | "   | "                   | "         | 1,232   | ± 199 | 0.16     | 1,037                         | 1,011                           |
| " "         | 12月8日  | "     | "   | "                   | "         | 1,317   | ± 200 | 0.15     | 1,093                         | 1,068                           |
| " 9月21日     | 11月15日 | "     | "   | 2.0                 | "         | 232     | ± 80  | 0.35     | 728                           | 722                             |
| " "         | 11月27日 | "     | "   | "                   | "         | 474     | ± 49  | 0.10     | 799                           | 793                             |
| " "         | 12月8日  | "     | "   | "                   | "         | 615     | ± 93  | 0.15     | 855                           | 849                             |
| 2011年 9月1日  | 10月24日 | "     | 銀白  | 1.7                 | 24        | 573     | ± 145 | 0.25     | 924                           | 878                             |
| " "         | 11月1日  | "     | "   | "                   | "         | 807     | ± 150 | 0.19     | 1,022                         | 975                             |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 941     | ± 197 | 0.21     | 1,084                         | 1,038                           |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,182   | ± 203 | 0.17     | 1,164                         | 1,118                           |
| " "         | 11月17日 | "     | "   | "                   | "         | 1,468   | ± 180 | 0.12     | 1,208                         | 1,161                           |
| " "         | 11月24日 | "     | "   | "                   | "         | 1,613   | ± 264 | 0.16     | 1,264                         | 1,217                           |
| " 9月8日      | 11月1日  | "     | 透明  | 1.8                 | "         | 387     | ± 85  | 0.22     | 875                           | 841                             |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 606     | ± 88  | 0.15     | 938                           | 903                             |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 758     | ± 131 | 0.17     | 1,018                         | 983                             |
| " "         | 11月17日 | "     | "   | "                   | "         | 896     | ± 134 | 0.15     | 1,061                         | 1,027                           |
| " "         | 11月24日 | "     | "   | "                   | "         | 1,094   | ± 171 | 0.16     | 1,117                         | 1,083                           |
| " "         | 12月2日  | "     | "   | "                   | "         | 1,253   | ± 146 | 0.12     | 1,168                         | 1,134                           |
| " "         | 12月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,461   | ± 258 | 0.18     | 1,211                         | 1,177                           |
| " 9月14日     | 11月12日 | "     | "   | 2.0                 | "         | 434     | ± 68  | 0.16     | 857                           | 843                             |
| " "         | 11月17日 | "     | "   | "                   | "         | 593     | ± 92  | 0.16     | 900                           | 887                             |
| " "         | 11月24日 | "     | "   | "                   | "         | 761     | ± 92  | 0.12     | 956                           | 943                             |
| " "         | 12月2日  | "     | "   | "                   | "         | 928     | ± 148 | 0.16     | 1,007                         | 994                             |
| " "         | 12月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,129   | ± 182 | 0.16     | 1,050                         | 1,037                           |
| " 9月22日     | 11月24日 | "     | "   | 2.0                 | "         | 388     | ± 88  | 0.23     | 810                           | 810                             |
| " "         | 12月2日  | "     | "   | "                   | "         | 529     | ± 112 | 0.21     | 861                           | 861                             |
| " "         | 12月12日 | "     | "   | "                   | "         | 742     | ± 158 | 0.21     | 904                           | 904                             |
| 2012年 8月24日 | 10月18日 | "     | 銀白  | 1.5                 | "         | 649     | ± 136 | 0.21     | 1,074                         | 984                             |
| " "         | 10月26日 | "     | "   | "                   | "         | 955     | ± 235 | 0.25     | 1,164                         | 1,073                           |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 1,356   | ± 303 | 0.22     | 1,260                         | 1,170                           |
| " 8月31日     | 10月18日 | "     | "   | 1.6                 | "         | 414     | ± 54  | 0.13     | 899                           | 844                             |
| " "         | 10月26日 | "     | "   | "                   | "         | 720     | ± 123 | 0.17     | 988                           | 933                             |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 1,131   | ± 147 | 0.13     | 1,085                         | 1,030                           |
| " "         | 11月13日 | "     | "   | "                   | "         | 1,417   | ± 227 | 0.16     | 1,161                         | 1,106                           |
| 2013年 8月20日 | 10月15日 | 農研    | 銀白  | 1.5                 | 30        | 630     | ± 132 | 0.21     | 1,120                         | 1,062                           |
| " "         | 10月22日 | (4号圃) | "   | "                   | "         | 976     | ± 165 | 0.17     | 1,212                         | 1,155                           |
| " "         | 10月28日 | "     | "   | "                   | "         | 1,179   | ± 297 | 0.25     | 1,286                         | 1,228                           |
| " 8月27日     | 10月22日 | "     | "   | 1.6                 | "         | 662     | ± 138 | 0.21     | 1,046                         | 1,015                           |
| " "         | 10月28日 | "     | "   | "                   | "         | 887     | ± 187 | 0.21     | 1,120                         | 1,088                           |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 950     | ± 215 | 0.23     | 1,204                         | 1,173                           |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,324   | ± 261 | 0.20     | 1,270                         | 1,239                           |
| " 9月6日      | 10月28日 | "     | 透明  | 1.8                 | "         | 484     | ± 66  | 0.14     | 912                           | 894                             |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 756     | ± 124 | 0.16     | 997                           | 978                             |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,062   | ± 180 | 0.17     | 1,063                         | 1,044                           |
| " "         | 11月19日 | "     | "   | "                   | "         | 1,190   | ± 177 | 0.15     | 1,103                         | 1,084                           |
| " 9月13日     | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 504     | ± 52  | 0.10     | 857                           | 842                             |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 764     | ± 82  | 0.11     | 923                           | 908                             |
| " "         | 11月19日 | "     | "   | "                   | "         | 917     | ± 126 | 0.14     | 963                           | 948                             |
| " "         | 11月26日 | "     | "   | "                   | "         | 1,044   | ± 109 | 0.10     | 1,004                         | 989                             |
| " 8月20日     | 10月15日 | 農研    | 銀白  | 1.5                 | "         | 823     | ± 158 | 0.19     | 1,120                         | 1,062                           |
| " "         | 10月22日 | (5号圃) | "   | "                   | "         | 1,133   | ± 196 | 0.17     | 1,212                         | 1,155                           |
| " "         | 10月28日 | "     | "   | "                   | "         | 1,301   | ± 220 | 0.17     | 1,286                         | 1,228                           |
| " 8月27日     | 10月22日 | "     | "   | 1.6                 | "         | 674     | ± 118 | 0.18     | 1,046                         | 1,015                           |
| " "         | 10月28日 | "     | "   | "                   | "         | 875     | ± 129 | 0.15     | 1,120                         | 1,088                           |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 1,135   | ± 197 | 0.17     | 1,204                         | 1,173                           |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,424   | ± 229 | 0.16     | 1,270                         | 1,239                           |
| " 9月6日      | 10月28日 | "     | 透明  | 1.8                 | "         | 555     | ± 70  | 0.13     | 912                           | 894                             |
| " "         | 11月5日  | "     | "   | "                   | "         | 800     | ± 88  | 0.11     | 997                           | 978                             |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 1,089   | ± 124 | 0.11     | 1,063                         | 1,044                           |
| " "         | 11月19日 | "     | "   | "                   | "         | 1,229   | ± 123 | 0.10     | 1,103                         | 1,084                           |
| " 9月13日     | 11月5日  | "     | "   | 1.8                 | "         | 518     | ± 63  | 0.12     | 857                           | 842                             |
| " "         | 11月12日 | "     | "   | "                   | "         | 777     | ± 93  | 0.12     | 923                           | 908                             |
| " "         | 11月19日 | "     | "   | "                   | "         | 972     | ± 77  | 0.08     | 963                           | 948                             |
| " "         | 11月26日 | "     | "   | "                   | "         | 1,041   | ± 82  | 0.08     | 1,004                         | 989                             |

<sup>z</sup> 播種日及び収穫日を含めた、日平均気温の積算値

<sup>y</sup> 播種日及び収穫日を含めて、20°C以上の日は20°Cとして、日平均気温を積算した値

が定められている‘冬職人’((株)タカヤマシード)を用いた。播種日、収穫日、マルチの種類及び窒素施肥量を表1に示す。肥料は、「ホウ素入り苦土硫加燐安250」,「リンスター30」(以上、ジェイカムアグリ(株))及び尿素を用い、リン酸はa当たり2.3 kg, カリは0.7 kgを施用した。産地の栽培基準に従い、畝幅1.4 m, 株間24 cm, 条間45 cmの2条植えとした。1か所に数粒播種して本葉3～4枚頃に1本を残して間引いた。収穫は10月中旬から12月中旬にかけて約1週間に1回、根の肥大程度が出荷規格の範囲内であると推測される播種日の区から無作為に18～30個体を採取し、根重を計測した。気温は農研内の気象観測装置で得て、播種日から収穫日までの各日の日平均気温を合計して積算気温とした。有効積算気温については、ダイコンの生育適温は17～20℃(加納, 1996)とされているため、日平均気温が20℃を超える日に対しては20℃に変換して合計して算出し、積算気温とともに根重との関係を検討した。降水量は、アメダス「上長田」(気象庁, 2019)のデータを用いた。

## 2. 農研圃場と生産者圃場における、有効積算気温に対する根重の増加速度の比較(試験2)

試験1で得られた関係式の有効性を検討するため、関係式により推定された播種後の有効積算気温に対する根重の増加速度を生産者圃場と比較した。そのため、2012年に鳩が原圃場(標高約590 m)で、2013年に上長田圃場(標高約450 m), 下福田圃場(標高約500 m), 及び東茅部圃場(標高約470 m)で栽培を行った。播

種日、収穫日、マルチの種類及び施肥量を表2に示す。試験1と同様に、畝幅1.4 m, 株間24 cm, 条間45 cmの2条植えとした。各圃場において、根の肥大程度が出荷規格に近づいたと推測された時点から3～4回、圃場内の3か所から8～10個体ずつ採取し、根重を計測した。気温はデータロガー(おんどとり, (株)T&D)のセンサー部を遮光して、1時間おきに収集した。生産者圃場ごとに、試験1と同様に有効積算気温を算出し、根重との関係を検討した。各関係式から、根重が1,000 gに達するまでの有効積算気温を推定し、農研圃場のものと比較した。

## 3. 蒜山地域産‘冬職人’と他産地産ダイコンの糖度の比較(試験3)

高糖度ダイコンとして目標とする糖度を設定するために、2012年、2013年及び2014年産のダイコンを用いて比較を行った。2012年は、大阪市中央卸売市場にて11月5日に北陸地方、九州地方の各1産地、11月20日に四国地方1産地、12月10日に近畿地方、九州地方の各1産地の試料を得て、同日に農研圃場で収穫した‘冬職人’と比較した。2013年は、大阪市中央卸売市場にて11月12日に北陸地方、四国地方、九州地方の各1産地、12月2日に四国地方、九州地方の各1産地の試料を得て、11月13日または11月29日に農研圃場で収穫した‘冬職人’と比較した。2014年は、岡山市中央卸売市場にて11月18日に四国地方、九州地方の各1産地及び岡山県真庭市農業協同組合出荷の「蒜山こだわり大根」の試料を得た。他産地の品種は不明である。各試料について2012

表2 生産者圃場における各作期の根重及び有効積算気温

| 播種日         | 収穫日    | 圃場  | マルチ | 窒素<br>施肥量<br>(kg/a) | 調査<br>個体数 | 根重<br>(g/本) | 有効積算気温<br>(℃) |
|-------------|--------|-----|-----|---------------------|-----------|-------------|---------------|
| 2012年 8月23日 | 10月18日 | 鳩が原 | 銀白  | 1.7                 | 24        | 822         | 990           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,182       | 1,069         |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,429       | 1,132         |
| 〃           | 8月29日  | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 734         | 949           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,041       | 1,012         |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,494       | 1,110         |
| 〃           | 9月6日   | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 559         | 853           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,010       | 951           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,159       | 1,001         |
| 2013年 9月6日  | 10月30日 | 上長田 | 透明  | 0.5 <sup>2</sup>    | 30        | 448         | 941           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 973         | 1,090         |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,166       | 1,157         |
| 〃           | 9月11日  | 東茅部 | 〃   | 1.3                 | 〃         | 447         | 817           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 968         | 963           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 1,331       | 1,025         |
| 〃           | 〃      | 下福田 | 〃   | 3.5                 | 〃         | 206         | 834           |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 767         | 1,012         |
| 〃           | 〃      | 〃   | 〃   | 〃                   | 〃         | 980         | 1,045         |

<sup>2</sup> 窒素0.5kg/a相当の化学肥料の他に、鶏ふんを30kg/a与えた

年は7本、2013及び2014年は5本を供試した。

糖度の調査は、肥大根の上部の根長の3分の1の部分(圃場において地上に突き出た抽根部にはほぼ相当する)をすりおろしてよく攪拌し、ペーパータオルで濾過した10 ml程度の濾液を屈折糖度計 (PAL-1, (株) アタゴ) によって1本ずつ測定し、平均値を算出した。

4. 高糖度ダイコンを一斉収穫できる播種期間の推定

(1) 圃場内の大部分のダイコンを出荷規格の範囲で一斉収穫できる平均根重の推定

試験1における作期ごとの根重の変動係数を求め、標準正規分布表を基に、圃場内の90%の個体の根重が出荷規格内の700 g以上となる平均根重及び10%の個体の根重が1,500 g以上となり出荷規格外となる平均根重を推定した。

(2) 各播種日において一斉収穫が可能であった期間の推定

アメダス「上長田」における1999～2018年の20か年の、8～12月の日平均気温のデータを用いて、8月20日～9月20日の各日に播種した場合の有効積算気温を算出した。これらのデータを、試験1で得た有効積算気温と平均根重の関係式に当てはめて、各日に播種した場合に一斉収穫が可能な平均根重であった期間を推定した。一方、2005年に12月4日に降雪があり、それ以降根重となった事例があった。そこで、収穫及び圃場の片付けができなくなる危険を避けるため、各年において12月4日までに一斉収穫できるまでに根重が増加したとみられる最終の播種日を調べた。

(3) 高糖度ダイコンが一斉収穫できた播種日の推定

1999～2018年のアメダス「上長田」の日最低気温及び日降水量のデータを、前報(佐野・岸本, 2018)で明らかにした関係式、

$$\begin{aligned} \text{抽根部の糖度 (° Brix)} = & -0.08127 \times \text{収穫前12日間の日最低気温の平均} \\ & -0.00205 \times \text{収穫前20日間の積算降水量} + 5.293 \\ & (R^2=0.71) \end{aligned}$$

に当てはめ、10月以降の各日における抽根部の糖度を推定し、試験3で高糖度の暫定的な基準値とした4.5度以上になったものを高糖度とした。

(2)の推定結果と合わせて、各年において糖度4.5度以上のダイコンを出荷規格内の根重で、12月4日以前に一斉収穫できたとみられる播種日を探した。

結果

1. 農業研究所圃場における播種後の気温と根重の関係(試験1)

調査した74作期の結果を合わせて解析すると、積算気温と根重の間には高い相関関係が認められた(決定係数 $R^2=0.78$ )。しかし、農研4及び5号圃における2013年8月播種では、積算気温に対して根重が小さい傾向にあった。そこで、これらを除いた残りの60作期の調査結果で関係解析すると、決定係数は0.86であった(図1左)。60作期のデータを用いて、根重と有効積算気温とを関係解析したところ、決定係数は0.93とやや高まり、関係式が得られた(図1右)。

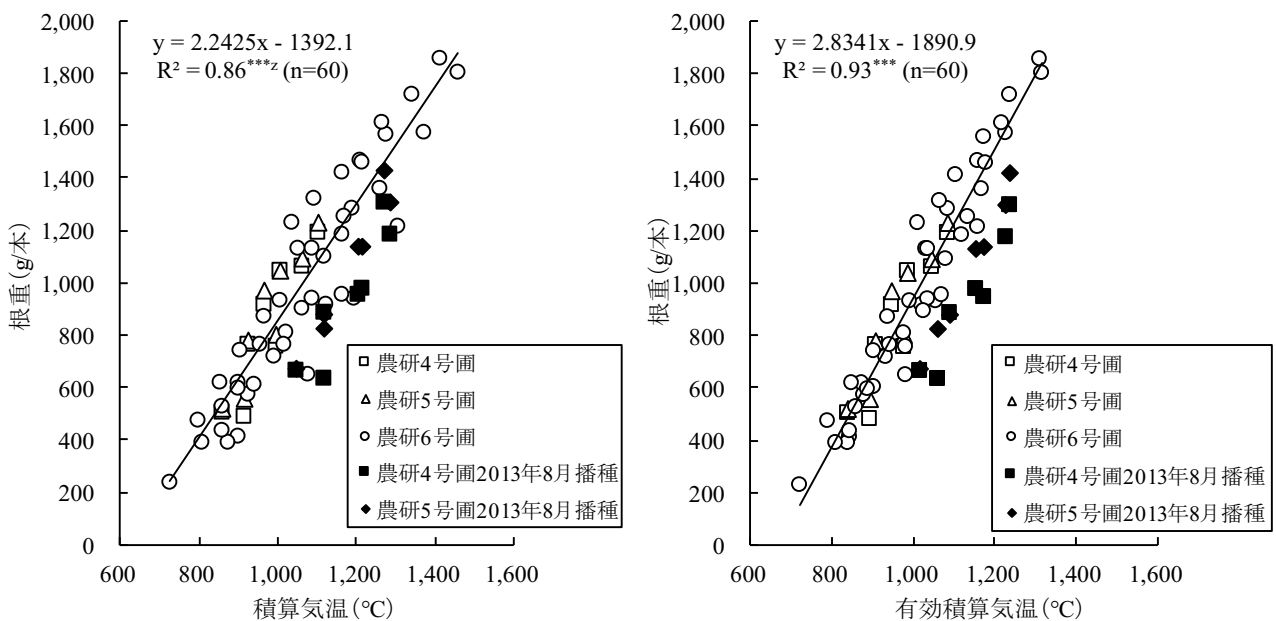


図1 農研圃場における播種日から収穫日までの積算気温並びに有効積算気温と根重の関係

\*\*\*は0.1%の危険水準で、農研4号圃及び5号圃の2013年8月播種のデータを除く60作期の相関が有意であることを示す

## 2. 農研圃場と生産者圃場における、有効積算気温に対する根重の増加速度の比較（試験2）

各生産者圃場において作成した関係式からは、根重が1,000 gに達するまでに要する有効積算気温は、東茅部で956℃、鳩が原で993℃、下福田で1,063℃及び上長田で1,104℃であった（図2）。それに対し、試験1で得られた農研圃場における関係式では、根重が1,000 gに達するまでに要する有効積算気温は1,029℃で、生産者の4圃場の平均値（1,029℃）と近似していた。

## 3. 蒜山地域産‘冬職人’と他産地産ダイコンの糖度の比較（試験3）

表3に示すように、2012年11月上旬の調査では北陸地方産及び九州地方産の糖度が3.8及び4.1度であったのに対し、蒜山地域産‘冬職人’は4.9度と高かった。11月中旬及び12月上旬の調査においても、蒜山地域産‘冬職人’の糖度は、四国地方産、近畿地方産及び九州地方産よりも高かった。

2013年11月中旬の調査では、北陸地方産、四国地方産及び九州地方産の糖度が3.7～4.5度であったのに対し、蒜山地域産‘冬職人’の糖度は4.9度と高い傾向にあった。12月上旬の調査においても、蒜山地域産‘冬職人’の糖度は四国地方産及び九州地方産よりも高い傾向にあった。

2014年11月中旬の調査では、四国地方産及び九州地方産の糖度が4.1度であったのに対し、蒜山地域産‘冬職人’の糖度は5.4度と高い傾向にあった。

以上の3年間の調査を合わせると、11月上中旬には蒜山地域産‘冬職人’は4.9～5.4度の範囲にあったのに対し、北陸、四国、九州地域産の糖度は概ね4.5度以下であった。その後12月までに他産地のダイコンの糖度もやや高まる傾向にあったが、蒜山地域産‘冬職人’の糖度も高まり、他産地との差が維持された。

## 4. 高糖度ダイコンを一斉収穫できる播種期間の推定

### (1) 圃場内の大部分のダイコンを出荷規格の範囲で一斉収穫できる平均根重の推定

試験1で行った74作期から肥大が遅かった2013年8月播種を除いた60作期の中で、9割以上の55作期では変動係数が0.26より小さかった（表1）。標準正規分布表を基に推定すると、根重の変動係数が0.26の群落において、全個体数の90%の根重が出荷規格の下限値である700 g以上となるのは、平均根重が1,049 gに増加した時であった。この90%のうち、5%が1,500 g以上となっているため、一斉収穫すると全個体数の85%が出荷規格に収まるとみられた（図表省略）。さらに肥大が進み、全個体数の10%の根重が出荷規格の上限の1,500 gを上回ってしまうのは、平均根重が1,125 gとなった時であった。一方、残りの90%のうち7%の個体がまだ700 g未満であるため、一斉収穫すると全個体数の83%が出荷規格に収まるとみられた（図表省略）。以上から、変動係数が0.26と比較的大きい作期でも、圃場内の個体数の約8割以上を出荷規格の範囲で一斉収穫できる平均根重は、1,049～1,125 gの範囲と推定された。

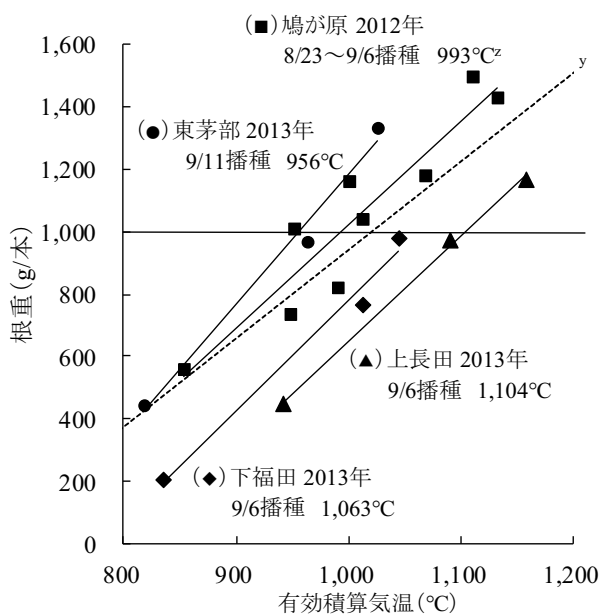


図2 生産者圃場における播種日から収穫日までの有効積算気温と根重の関係

図中の温度は、関係式から推定された、根重が1,000 gに達するまでに要する有効積算気温を示す  
点線は農研圃場における関係を示す

表3 蒜山地域産‘冬職人’と他産地産ダイコンの糖度

| 調査時期        | 産地         | 調査本数 | 糖度 (°Brix) |
|-------------|------------|------|------------|
| 2012年 11月上旬 | 北陸地方       | 7    | 3.8        |
|             | 九州地方       | 7    | 4.1        |
|             | 蒜山地域産‘冬職人’ | 7    | 4.9        |
| 11月中旬       | 四国地方       | 7    | 3.9        |
|             | 蒜山地域産‘冬職人’ | 7    | 5.2        |
| 12月上旬       | 近畿地方       | 7    | 4.3        |
|             | 九州地方       | 7    | 4.8        |
|             | 蒜山地域産‘冬職人’ | 7    | 5.2        |
| 2013年 11月中旬 | 北陸地方       | 5    | 4.0        |
|             | 四国地方       | 5    | 4.5        |
|             | 九州地方       | 5    | 3.7        |
|             | 蒜山地域産‘冬職人’ | 5    | 4.9        |
| 12月上旬       | 四国地方       | 5    | 4.9        |
|             | 九州地方       | 5    | 4.3        |
|             | 蒜山地域産‘冬職人’ | 5    | 6.2        |
| 2014年 11月中旬 | 四国地方       | 5    | 4.1        |
|             | 九州地方       | 5    | 4.1        |
|             | 蒜山地域産‘冬職人’ | 5    | 5.4        |

## (2)各播種日において一斉収穫が可能であった期間の推定

試験1で得た有効積算気温と平均根重の関係式を用いると、平均根重が、一斉収穫が可能な1,049～1,125gの範囲にあるのは、有効積算気温が1,037～1,064℃の期間と推定された。そこで、アメダス「上長田」における1999～2018年の8～12月の日平均気温のデータを用いて、8月20日～9月20日の各日に播種した場合の有効積算気温の推移を算出し、一斉収穫が可能な1,037～1,064℃となる日を検索した。その一例として1999年の推定結果を表4に示す。8月20日に播種すると、10月12日～14日まで一斉収穫が可能であったと推定された。一方、播種日が遅くなるほど一斉収穫が可能な期間も遅くなり、12月4日までに一斉収穫が可能である最終の播種日は9月13日であったと推定された。

## (3)高糖度ダイコンが一斉収穫できた播種日の推定

日最低気温及び降水量と糖度の関係式を用いて10月

以降の各日における抽根部の糖度を推定し、試験3で高糖度の暫定的な基準値とした4.5度以上のダイコンを一斉収穫ができたとみられる播種日を検索した。その一例として1999年の推定結果を表4に示す。8月20日播種では、一斉収穫が可能な期間の最初の日である10月12日でも糖度は4.2度に止まった。一方、8月26日播種では、一斉収穫が可能であった10月23日において糖度は4.6度で、出荷規格の根重で高糖度ダイコンの収穫が可能であったと推定された。

表5に示すように、1999～2018年の20か年のうち、高糖度のダイコンを一斉収穫できた年数は、8月20日播種では5か年（表中の「播種日の区分」にAが記されている年）、8月26日播種では10か年（同じく、Bが記されている年）に止まった。これに対し、9月1日に播種すると、20か年中の8割である16か年（同じく、Cが記されている年）で、高糖度ダイコンを一斉収穫できたとみられた。一方、9月9日までに播種すると、20か年

表4 1999年の各播種日における一斉収穫が可能な期間と、その最初の日における糖度の推定

| 播種日   | 一斉収穫が可能な期間        |                   | 一斉収穫が可能な期間の最初の日における糖度<br>(° Brix) |
|-------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
|       | 最初の日 <sup>z</sup> | 最後の日 <sup>y</sup> |                                   |
| 8月20日 | 10月12日            | 10月14日            | 4.17                              |
| 8月21日 | 10月14日            | 10月15日            | 4.21                              |
| 8月22日 | 10月15日            | 10月17日            | 4.18                              |
| 8月23日 | 10月16日            | 10月20日            | 4.18                              |
| 8月24日 | 10月19日            | 10月22日            | 4.37                              |
| 8月25日 | 10月21日            | 10月24日            | 4.46                              |
| 8月26日 | 10月23日            | 10月26日            | 4.60                              |
| 8月27日 | 10月25日            | 10月27日            | 4.82                              |
| 8月28日 | 10月27日            | 10月29日            | 4.84                              |
| 8月29日 | 10月28日            | 10月31日            | 4.84                              |
| 8月30日 | 10月30日            | 11月2日             | 4.81                              |
| 8月31日 | 11月1日             | 11月5日             | 4.73                              |
| 9月1日  | 11月3日             | 11月7日             | 4.76                              |
| 9月2日  | 11月6日             | 11月9日             | 4.81                              |
| 9月3日  | 11月8日             | 11月11日            | 4.84                              |
| 9月4日  | 11月10日            | 11月13日            | 4.80                              |
| 9月5日  | 11月12日            | 11月15日            | 4.73                              |
| 9月6日  | 11月14日            | 11月18日            | 4.79                              |
| 9月7日  | 11月17日            | 11月22日            | 4.65                              |
| 9月8日  | 11月20日            | 11月24日            | 4.72                              |
| 9月9日  | 11月23日            | 11月27日            | 4.80                              |
| 9月10日 | 11月25日            | 11月30日            | 4.82                              |
| 9月11日 | 11月30日            | 12月3日             | 4.93                              |
| 9月12日 | 12月1日             | 12月13日            | 4.90                              |
| 9月13日 | 12月4日             | 12月31日以降          | 4.88                              |
| 9月14日 | 12月17日            | 12月31日以降          | 5.25                              |
| 9月15日 | 12月中の一斉収穫は困難      |                   | —                                 |
| 9月16日 | "                 |                   | —                                 |
| 9月17日 | "                 |                   | —                                 |
| 9月18日 | "                 |                   | —                                 |
| 9月19日 | "                 |                   | —                                 |
| 9月20日 | "                 |                   | —                                 |

<sup>z</sup> 播種日からの有効積算気温が約1,037℃となる日

<sup>y</sup> 播種日からの有効積算気温が約1,064℃となる日

表5 1999～2018年の各年において抽根部の糖度が4.5度以上に高まったダイコンを一斉収穫できた最初の播種日、並びに12月4日までに一斉収穫ができた最後の播種日の推定

| 年次   | 各播種日を通じて最も早く抽根部の糖度が4.5度の高まったとみられる日 | 抽根部の糖度が4.5度以上のダイコンを一斉収穫 <sup>2</sup> できたとみられる最初の播種日 | 播種日の区分 <sup>3</sup> | 12月4日までに一斉収穫 <sup>2</sup> できたとみられる最後の播種日 |
|------|------------------------------------|---|---------------------|--|
| 1999 | 10月23日                             | 8月26日   | BC                  | 9月13日                                    |
| 2000 | 11月14日                             | 9月6日  |                     | 9月11日                                    |
| 2001 | 11月6日                              | 9月1日  | C                   | 9月10日                                    |
| 2002 | 10月16日                             | 8月20日以前   | ABC                 | 9月3日                                     |
| 2003 | 10月10日                             | 8月20日以前   | ABC                 | 9月12日                                    |
| 2004 | 11月9日                              | 9月4日  |                     | 9月13日                                    |
| 2005 | 10月25日                             | 8月28日   | C                   | 9月10日                                    |
| 2006 | 11月1日                              | 8月31日   | C                   | 9月12日                                    |
| 2007 | 10月20日                             | 8月25日   | BC                  | 9月12日                                    |
| 2008 | 10月19日                             | 8月23日   | BC                  | 9月11日                                    |
| 2009 | 10月28日                             | 8月25日   | BC                  | 9月9日                                     |
| 2010 | 11月2日                              | 9月1日  | C                   | 9月11日                                    |
| 2011 | 10月11日                             | 8月20日以前   | ABC                 | 9月14日                                    |
| 2012 | 10月15日                             | 8月20日以前   | ABC                 | 9月8日                                     |
| 2013 | 11月14日                             | 9月7日  |                     | 9月11日                                    |
| 2014 | 11月2日                              | 8月29日   | C                   | 9月9日                                     |
| 2015 | 10月11日                             | 8月20日以前   | ABC                 | 9月10日                                    |
| 2016 | 10月31日                             | 9月1日  | C                   | 9月14日                                    |
| 2017 | 11月11日                             | 9月3日  |                     | 9月8日                                     |
| 2018 | 10月21日                             | 8月23日   | BC                  | 9月11日                                    |

<sup>2</sup> 一斉収穫が可能な期間は、圃場内の8割以上の個体を出荷規格の範囲で収穫できるとみられる平均根重が1,049～1,125 gの期間とした

<sup>3</sup> A: 8月20日播種, B: 8月26日播種, C: 9月1日播種で高糖度ダイコンが一斉収穫可能であることを示す

中17か年で根雪の恐れがある12月4日までに一斉収穫が可能であったとみられた。

### 考 察

本報告では、晩秋季に糖度が高まり、かつ根重が出荷規格に適合したダイコンを安定して収穫できる播種適期を設定するため、その基礎となる情報として、播種後の積算気温と‘冬職人’の根重の関係を検討した。これまでに、ダイコンの播種後の積算気温と根重には密接な関係があることが報告されている（吉本・原菌, 1993；長崎県農林技術開発センター, 2013）。

試験1において、農研圃場における播種後の積算気温と根重の関係を検討したところ、高い相関が得られた（図表省略,  $R^2=0.78$ ）。しかし、農研4及び5号圃における2013年8月播種の作期では、積算気温に対して根重が小さく、肥大が遅い傾向にあった。これらの作期では、播種日を含めた10日間の積算降雨量が125～242 mmと多く、土壌が過湿となるとともに日照時間も少なく（図表省略）、幼植物の出芽及び生育が遅延した可能性がある。そこで、残りの60回の調査結果で関係解析すると、決定係数は0.86（図1左）となった。

蒜山地域においても、8月下旬から9月上旬にかけては日平均気温が20℃を上回る日が多い。しかし、ダイコンの生育適温は17～20℃とされており（加納,

1996）、20℃よりも高い範囲では、気温に比例して根の肥大が早まる傾向は小さいと考えられる。そこで、日平均気温が20℃を超える日に対しては20℃に変換して合計したものを有効積算気温とし、根重との相関関係を検討したところ、決定係数は0.93で、積算気温を説明変数とした場合と比較してやや高く、以下の関係式が得られた。

$$\text{根重 (g)} = 2.8341 \times \text{有効積算気温 (}^\circ\text{C)} - 1,890.9$$

続いて試験2において、有効積算気温に対する根重の増加速度を、農研圃場と生産者圃場との間で比較した。その結果、農研圃場において根重が1,000 gに達するまでに要する有効積算気温は1,020℃と、4つの生産者圃場の平均値と近似していた（図2）。この結果から、蒜山地域において8月下旬から9月中旬に播種する条件では、農研圃場で得られた本関係式を用いることで、増加速度が平均的な圃場での根重を推定できると考えられる。

一方、ダイコンの収穫作業は、圃場内のほとんどの個体が出荷規格の範囲にある時期を見計らって一斉に行う方が、個々の根の肥大程度を確認しながら数日にわたって行うより効率的である。試験1の60作期での調査結果を基に、根重の変動係数が0.26と比較的ばらつきが大きい作期でも、約8割以上の個体を出荷規格の範囲で収穫できるとみられる、平均根重が1,049～1,125

gまでの期間を一斉収穫が可能な期間とした。

そこで、蒜山地域のアメダス「上長田」における最近の20か年の日平均気温のデータを、試験1で得た有効積算気温と平均根重の関係式に当てはめて、8月20日～9月20日の各日に播種した場合に、平均根重が一斉収穫可能な範囲にあった日を推定した。また、根雪の恐れが出始める12月4日までに、根重が1,049 gとなった最終の播種日を調べた。

さらに、試験3における、11月上中旬の北陸、四国、九州地方産の糖度の調査結果から、抽根部の糖度が4.5度以上になったものを暫定的に高糖度とし、前報（佐野・岸本，2018）で得た日最低気温並びに降水量との関係式に、アメダス「上長田」の1999～2018年のデータを当てはめて、抽根部の糖度が4.5度以上であった日を推定した。

以上を合わせて、各年において12月4日以前に、糖度4.5度以上のダイコンを、出荷規格内の根重で一斉収穫できたと推定される播種日を検索した。結果、9月1日～9月9日に播種することで、20か年中の8割に当たる16か年で、糖度4.5度以上のダイコンを根雪の恐れがほとんどない12月4日以前に一斉収穫することが可能であったとみられ、本期間を高糖度ダイコンの収穫のための播種適期と考えた。糖度並びに根重と、気温等との関係を総合して、人為的な環境制御が難しい露地栽培においても8割の年で高糖度のダイコンを一斉収穫できる播種適期を検討した実用的な研究はこれまでになく、生産現場において有益な情報になると考えられる。

注意点として、ダイコンの生育及び肥大には、圃場の標高の違いによる気温の差、傾斜の方向による日射量の差、土壌の排水性及び保水性の違い等も影響すると考えられる。加えて、試験1で示したように特に播種後の数日間の降雨量が多い条件で根の肥大が遅れるなど、当年の気象条件の影響を受ける可能性がある。本報告における播種適期は目安とし、根の肥大が遅いまたは速い圃場では数日播種を前後させる調整が必要である。

## 摘 要

1. 晩秋季に高糖度で出荷規格の根重に適合したダイコンを収穫できる播種適期を推定するため、播種後の日平均気温の積算値と根重の関係を検討した。さらに、目標とする糖度を設定するための参考に蒜山地域産「冬職人」と他産地のダイコンの糖度を比較した。
2. 播種日から収穫日までの日平均気温が20℃を超える日に対しては20℃に変換して合計した有効積算

気温と、根重には高い相関が認められ（決定係数  $R^2=0.93$ ）、関係式を得た。

3. 11月上中旬には北陸、四国、九州地方産のダイコンの抽根部の糖度は概ね4.5度以下だったのに対し、蒜山地域産「冬職人」の抽根部の糖度は4.9～5.4度と高く、その後12月まで他産地産との差が維持された。以上から暫定的に、糖度4.5度以上のものを高糖度とした。
4. 根重の変動係数を用いて約8割以上の個体を出荷規格（700～1,500 g）の範囲で収穫できると推定された。平均根重が1,049 gから1,125 gまでの期間を、一斉収穫が可能な期間とみなした。産地の20か年のアメダスデータを用いて、8月20日～9月20日の各日に播種した場合の有効積算気温を算出し、本報告で得た有効積算気温と平均根重の関係式に当てはめて一斉収穫が可能な日を推定した。また、根雪の恐れがある12月4日までに一斉収穫が可能な播種日も推定した。さらに、前報で得た日最低気温と降水量による関係式に、アメダスデータを当てはめて、抽根部の糖度が4.5度以上となるとみられる日を推定した。
5. その結果、9月1日～9月9日に播種することで、20か年中の8割に当たる16か年で、糖度4.5度以上のダイコンを、根雪の恐れがほとんどない時期に一斉収穫することが可能であったとみられ、本期間を播種適期と考えた。

## 引用文献

- 加納恭卓（1996）Ⅸ. 直根類の発育, 新編 蔬菜園芸. 文永堂出版, 東京, pp. 233-260.
- 気象庁. 気象統計情報. <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> (2019.7検索)
- 長崎県農林技術開発センター（2013）諫早湾干拓地における秋冬ダイコンの収穫予測. 試験研究成果情報 <https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/theme/result/> (2019.12検索)
- 佐野大樹・岸本直樹（2018）真庭市蒜山地域における秋季の気象条件とダイコン「冬職人」の糖度との関係. 岡山農総セ農研研報, 9: 23-32.
- 野菜供給安定基金（1998）土物類・根菜類 2 だいこん, 野菜出荷規格ハンドブック 指定野菜編. 瀬戸出版, 東京, pp. 12-16.
- 吉本真由美・原蘭芳信（1993）メッシュデータによるダイコンの簡易被覆栽培適地の判定. 農業気象, 49: 99-104.