

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

佐野 大樹・岸本 直樹

The Relationship between Climate Condition in Autumn and Soluble Solids Content of Daikon ‘Fuyushokunin’
in Hiruzen Region, Maniwa City.

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で、食味が良く糖度が上がりやすい品種を、低温に遭遇させる寒締め栽培したものである。特に、明瞭な寒締め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 g～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明らかにする必要がある。そのためには、第1に収穫前の気象条件と糖度の関係を、第2に播種後の気象条件と根重の関係を明らかにし、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。

そこで本報告では、第1の課題である収穫前の気象条件と糖度の関係を検討した。関係解析に当たり、糖度に影響すると考えられる肥大根の部位及び窒素施肥量についても影響の程度を確認したので、併せて報告する。

材料及び方法

1. 肥大根の部位と糖度の関係（試験1）

栽培は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圃場（真庭市蒜山東茅部、標高 460 m. 以下、農研圃場）で行った。品種は「蒜山こだわり大根」として出荷するために使用することが定められている‘冬職人’（（株）タカヤマシード）を用いた。なお、本報告においては全ての試験で本品種を用いた。2015年8月27日播種の10月30日収穫、及び9月10日播種の11月19日収穫の2作期で栽培した。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、1区当たり30株栽培した。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。マルチは、8月27日播種では銀白、9月10日播種では透明を用いた。施肥は全量基肥とし、施肥量は窒素1.8 kg/a、リン酸2.3 kg/a、カリ1.0 kg/aとした。本報告においては全ての試験で、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））及び尿素を用いた。

各日の収穫物から5本を選抜して、肥大根の上端から4～5、9～10、14～15、19～20、24～25及び29～

30 cmの部位を輪切りにして糖度調査の試料とした。試料をすりおろし、よく攪拌した後、搾汁液10 ml程度をペーパータオルで濾過して、屈折糖度計（（株）アタゴ製、PAL-1）によって測定した。

2. 秋季における肥大根の上部と全体の糖度の推移（試験2）

農研圃場において、2011年8月26日、9月1日、8日及び15日に播種した。マルチは、8月26日及び9月1日播種では銀白、9月8日及び15日播種では透明を用いた。品種、栽植距離及び間引きは試験1と同様とした。窒素施肥量は播種日の順に1.5、1.65、1.8及び2.0 kg/aとした。各播種日ともに、化成肥料で窒素は1.0 kg/a、リン酸は2.3 kg/a、カリは0.7 kg/a施用した。これに加えて、設計した窒素施肥量となるように尿素を施用した。

10月24日、11月1日、12日、17日、24日、12月2日及び12日に平均根重が約700～1,500 gと推測された播種日の群落から収穫した。各収穫日に、群落内の3か所から8本ずつ、計24本採取した。そのうち採取か所及び根重に大きな偏りがないように10本選抜し、糖度を調査した。ただし、8月26日播種及び9月1日播種の、10月24日の収穫分は平均根重が約600 gだったため、根重が700 g以上の5及び3本の糖度を調査した。

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ほぼ相当する）を切り取って行った。試料をすりおろして、よく攪拌した後、搾汁液10 ml程度を糖度調査のために分取した。残りの搾汁液に、肥大根の中部及び下部の根長3分の2の部分の搾汁液を加えて全体の搾汁液とした。上部及び全体の搾汁液について、試験1と同様に屈折糖度計の示度を調査した。

3. 窒素施肥量が糖度に及ぼす影響（試験3）

農研圃場において、2014年8月29日、9月3日及び11日に播種した。マルチは、8月29日播種では銀白、9月3日及び11日播種では透明を用いた。品種、栽植距離及び間引きは試験1と同様とした。各播種日についてa当たりの窒素施肥量を1.0 kg、1.8 kg及び3.0 kgとした。各施肥区ともに、化成肥料で窒素1.0 kg/a、リン酸は2.3 kg/a、カリは1.0 kg/a施用した。これに加えて、窒素施肥量が1.8 kg/a及び3.0 kg/aの区では尿素を施用した。施肥は全量基肥とした。

各播種日の1施肥区につき120本を栽培し、調査日ごとに10本を採取して葉重及び根重を測定した。10本のうち、根重が最も大きいもの、5番目のもの、最小のものを選抜して、肥大根の上端から10 cmまでの部位について、試験1と同様に搾汁液の糖度を調査した。

4. 糖度と収穫前の気象条件との関係解析（試験4）

2010～2013年に糖度の調査を行った。2012年には蒜山地域のダイコン産地の中では標高が高い位置にある鳩が原の生産者圃場（真庭市蒜山上徳山、標高590 m）でも調査を行った。播種日、収穫日、マルチの種類及び窒素施肥量を表3に示す。全ての作期においてリン酸は2.3 kg/a、カリは0.7 kg/a施用した。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にあると推測される播種日の群落から無作為に18～30個体を採取し、根重を計測した。その中から根重が偏らないように10個体を選抜して、糖度の測定を行った。測定部位は肥大根上部の根長の3分の1の部分（抽根部）とし、試験1と同様に屈折糖度計の示度を調査した。

また、農研圃場における気温及び降水量を農研の気象観測装置で得た。鳩が原圃場における気温はデータロガー（おんどとり「TR-52」、（株）T&D製）のセンサ部を、岡田・中村（2010）に従って作製した通風式放射除けに入れて計測した。同圃場の降水量は「上長田」のアメダスデータを用いた。収穫前40、30、20、15、12、10、5または3日間の温度及び降水量と、糖度との相関分析及び回帰分析を行った。

結 果

1. 肥大根の部位と糖度の関係（試験1）

平均根長は、10月30日収穫では33 cm、11月19日収穫では32 cmであった（表1）。2回の調査において、肥大根の上端から4～5 cmの部位の糖度は、14～15 cmの部位に比べて0.1～0.3度、29～30 cmの部位に比べて0.6～0.7度高く、糖度は上の部位ほど高くなる傾向にあった。

表1 肥大根^zの部位と糖度の関係

上端からの 長さ (cm)	糖度 (°Brix) ^y	
	10月30日収穫	11月19日収穫
4～5	5.3 ± 0.1	4.5 ± 0.1
9～10	5.2 ± 0.0	4.3 ± 0.1
14～15	5.2 ± 0.0	4.2 ± 0.0
19～20	5.2 ± 0.1	4.2 ± 0.1
24～25	5.1 ± 0.1	4.1 ± 0.1
29～30	4.6 ± 0.1	3.9 ± 0.1

^z 各調査日の平均根重及び平均根長は、10月30日収穫は883 g及び33 cm、11月19日収穫は1,090 g及び32 cmであった（10本調査）

^y 各調査日につき、根重及び根長を計測した10本のうち、5本を選抜して糖度を調査した平均及び標準誤差を示す

2. 秋季における肥大根の上部と全体の糖度の推移（試験2）

8月26日播種及び9月1日播種において、10月24日の糖度は肥大根全体で約4.1度、抽根部では約4.0度であった（図1）。9月1日播種の11月1日収穫では糖度が全体及び抽根部でそれぞれ4.4度及び4.5度に高まったものの、11月12日にはやや低下した。9月1日、8日または15日に播種したものは、その後11月17日、24日、12月2日及

び12日と収穫日が遅くなるにつれて糖度が高まる傾向にあった。12月12日の糖度は、肥大根全体では4.3～4.6度（10月24日からの上昇は0.2～0.5度）であったのに比べて、抽根部では5.1～5.2度（同じく1.1～1.2度）と高かった。このように、調査期間中の糖度の上昇は、肥大根全体に比べて抽根部で大きかった。

3. 窒素施肥量が糖度に及ぼす影響（試験3）

表2に示すように、5回の収穫のうち9月3日播種の11

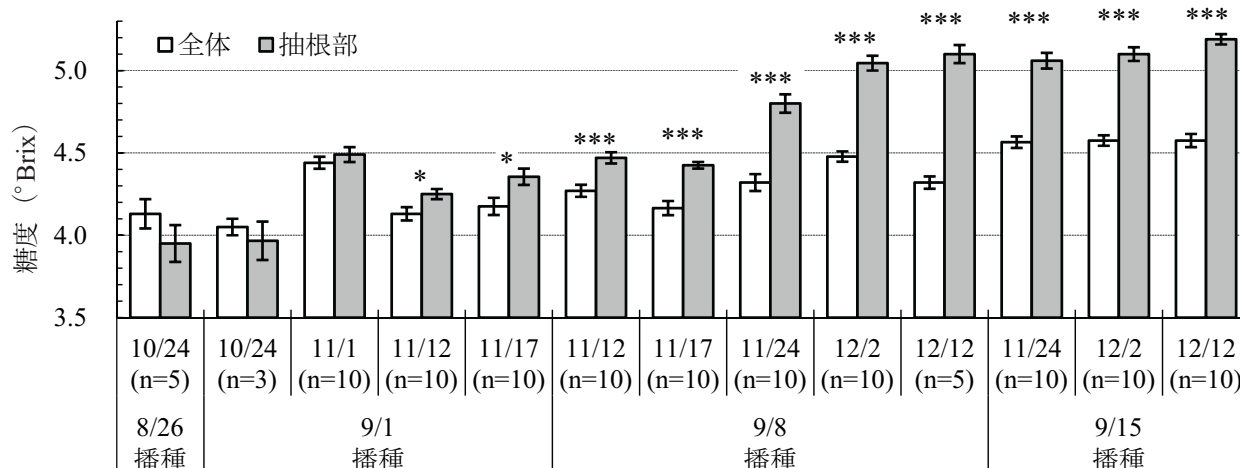


図1 晩秋から初冬にかけての肥大根の全体及び抽根部の搾汁液の糖度の推移

注) * は 5%, *** は 0.1% の危険水準で、同じ播種日の同じ収穫日ごとに、全体と抽根部の間に有意差があることを示す（アークサイン変換後に t 検定、n は調査本数）；誤差線は標準誤差を示す

表2 窒素施肥量がダイコンの生育及び肥大根上部の糖度に及ぼす影響^z

播種日	収穫日	窒素 施肥量 (kg/a)	葉重 (g)	根重 (g)	糖度 (°Brix)
8月29日	11月5日	1.0	408 ± 8 a	1,337 ± 37 a	4.3 ± 0.2 a
		1.8	429 ± 15 a	1,293 ± 32 a	4.2 ± 0.1 a
		3.0	443 ± 10 a	1,370 ± 35 a	4.4 ± 0.2 a
9月3日	11月12日	1.0	311 ± 15 a	1,135 ± 43 a	4.9 ± 0.1 a
		1.8	334 ± 8 ab	1,210 ± 58 a	5.0 ± 0.1 a
		3.0	367 ± 15 b	1,310 ± 83 a	5.0 ± 0.1 a
	11月19日	1.0	320 ± 9 a	1,336 ± 45 a	5.4 ± 0.0 a
		1.8	334 ± 9 a	1,354 ± 38 a	5.4 ± 0.1 a
		3.0	334 ± 6 a	1,474 ± 41 a	5.5 ± 0.1 a
9月11日	11月26日	1.0	242 ± 5 a	944 ± 34 a	5.2 ± 0.2 a
		1.8	266 ± 9 ab	988 ± 19 a	5.2 ± 0.0 a
		3.0	270 ± 8 b	989 ± 17 a	5.1 ± 0.1 a
	12月3日	1.0	208 ± 10 a	1,146 ± 45 a	5.3 ± 0.1 a
		1.8	215 ± 8 a	1,162 ± 32 a	5.2 ± 0.0 a
		3.0	216 ± 4 a	1,136 ± 35 a	5.4 ± 0.0 a

^z 各調査項目の数値は平均±標準誤差で示されている；異なるアルファベットは、同じ播種日と収穫日の条件で5%水準で、平均値に有意差があることを示す（Tukeyの多重比較検定。葉重及び根重は10個体、糖度は3個体を調査）

表3 各作期の根重及び抽根部の糖度

圃場	播種日	収穫日	マルチ	窒素 施肥量 (kg/a)	根重 (g)	抽根部 の糖度 (°Brix)
農研 (6号圃)	2010年 8月19日	10月14日	銀白	1.5	935	4.4
"	" "	10月22日	"	"	1,215	4.8
"	" "	10月28日	"	"	1,573	4.3
"	" 8月26日	10月22日	"	1.6	913	4.7
"	" "	10月28日	"	"	1,281	4.3
"	" "	11月7日	"	"	1,561	4.9
"	" 9月10日	11月27日	透明	2.0	1,232	5.3
"	" "	12月8日	"	"	1,317	5.5
"	2011年 9月1日	11月1日	銀白	1.7	807	4.5
"	" "	11月12日	"	"	1,182	4.3
"	" "	11月17日	"	"	1,468	4.4
"	" 9月8日	11月12日	透明	1.8	758	4.5
"	" "	11月17日	"	"	896	4.4
"	" "	11月24日	"	"	1,094	4.8
"	" "	12月2日	"	"	1,253	5.0
"	" 9月14日	11月24日	"	2.0	761	5.1
"	" "	12月2日	"	"	928	5.1
"	" "	12月12日	"	"	1,129	5.2
"	2012年 8月24日	10月26日	銀白	1.5	955	4.7
"	" 8月31日	11月5日	"	1.6	1,131	4.8
"	" "	11月13日	"	"	1,417	4.9
農研 (5号圃)	" 9月6日	11月5日	透明	1.8	1,073	4.7
"	" "	11月13日	"	"	1,452	4.7
"	" 9月13日	11月12日	"	"	804	4.8
"	" "	11月20日	"	"	1,019	5.2
"	" "	12月3日	"	"	1,287	5.2
鳩が原	" 8月23日	10月25日	銀白	1.7	1,182	4.3
"	" "	10月31日	"	"	1,429	4.5
"	" 8月29日	10月25日	"	"	734	4.5
"	" "	10月31日	"	"	1,041	4.5
"	" "	11月12日	"	"	1,494	4.9
"	" 9月6日	11月12日	"	"	1,010	5.0
"	" "	11月21日	"	"	1,159	5.1
"	2013年 8月20日	10月15日	銀白	1.5	823	4.0
"	" "	10月22日	"	"	1,133	4.0
"	" "	10月28日	"	"	1,301	3.8
農研 (4号圃)	" 8月27日	10月28日	"	1.6	887	4.0
"	" "	11月5日	"	"	950	4.2
"	" "	11月12日	"	"	1,301	4.2
農研 (5号圃)	" 9月6日	11月5日	透明	1.8	800	4.3
"	" "	11月12日	"	"	1,089	4.2
"	" "	11月19日	"	"	1,229	4.6
農研 (4号圃)	" 9月13日	11月19日	"	"	917	4.7
"	" "	11月26日	"	"	1,044	4.9

月12日収穫と、9月11日播種の11月26日収穫の2回において、窒素施肥量が1.0 kg/aの少ない条件に比べて3.0 kg/aの多い条件では葉重が有意に増加した。しかし、5回の収穫の全てにおいて、根重及び糖度に対する窒素施肥量の影響は判然としなかった。

4. 糖度と収穫前の気象条件との関係解析（試験4）

表3に示すように、抽根部の糖度は、各調査年において3.8～5.5度の範囲にあった。図2に示すように、2011年は10月4日の日最低气温が3℃と気温の低下は早かったものの、11月上旬にはそれ以前に比べて温暖な日が

続いた。図3に示すように、降水量は2013年の10月15～16日に132 mm、23～25日に186 mmとまとまった量があり、同年の10月1日から12月10日の積算降水量は516 mmで、その他の年の234～356 mmに比べて多かった。

以上のデータを用いて、収穫前の各日数の平均気温、日最高気温の平均、日最低气温の平均、積算降水量を集計し、相関分析を行った。その結果、表4に示すように、2010～2013年の4か年での解析では収穫前40、30、20、15、12及び10日間の平均気温または日最低気

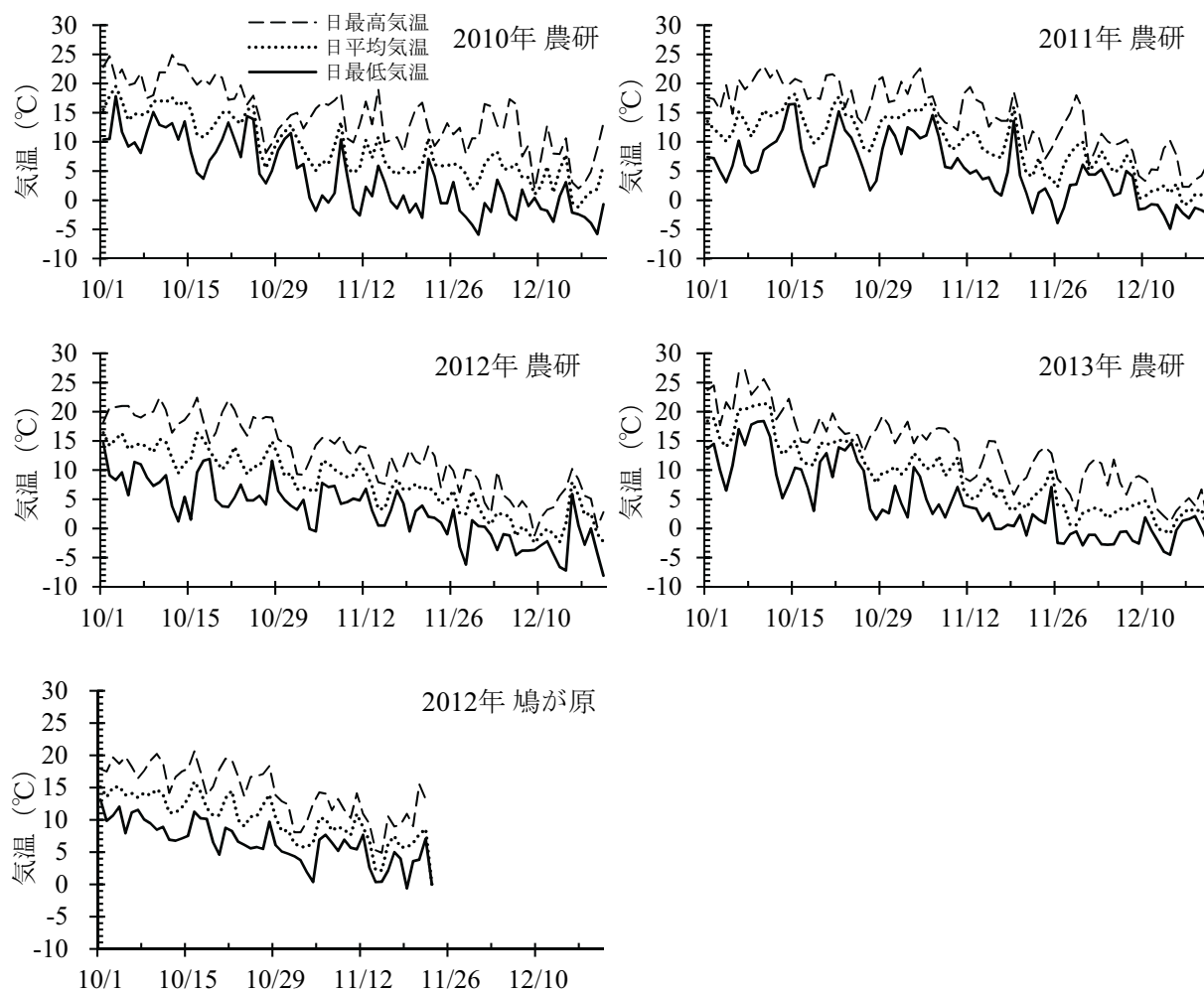


図2 ダイコンの肥大期における気温の推移

温の平均は、糖度と負の相関が高かった ($R=-0.83 \sim -0.78$)。また、収穫前の積算降水量も糖度と有意な負

の相関があり、特に収穫前20日間の値が最も強く関係した ($R=-0.55$)。

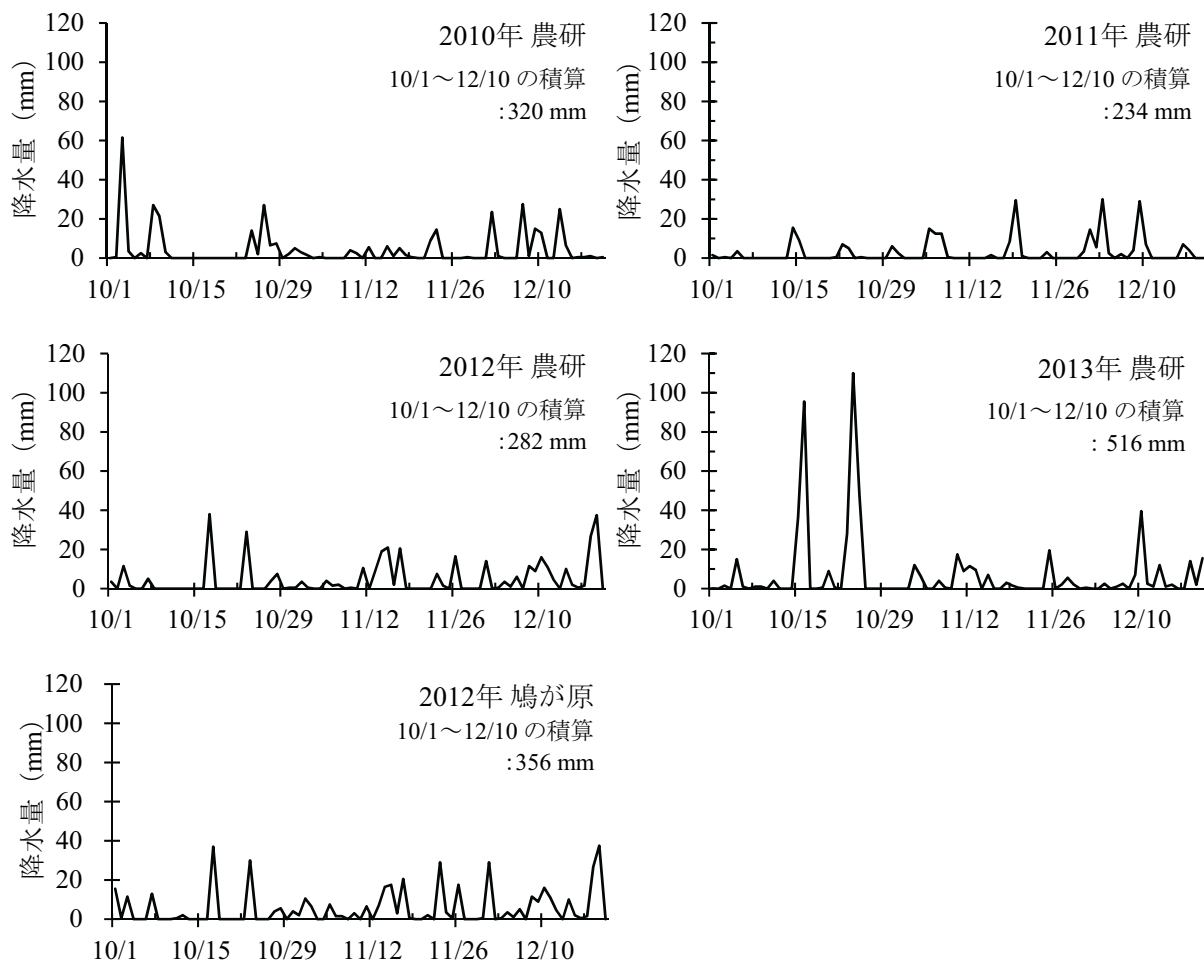


図3 ダイコンの肥大期における降水量の推移

注) 農研圃場は研究所内の気象観測装置、鳩が原圃場は「上長田」のアメダスデータを用いた

表4 抽根部の糖度と収穫前の各日数の気温の平均または積算降水量との間の単相関係数^z (R)

	収穫前日数								
	40日	30日	20日	15日	12日	10日	7日	5日	3日
(2010～2013年の4か年, n=44)									
平均気温	-0.81 ***	-0.82 ***	-0.80 ***	-0.78 ***	-0.77 ***	-0.77 ***	-0.74 ***	-0.68 ***	-0.54 ***
日最高気温の平均	-0.78 ***	-0.77 ***	-0.74 ***	-0.72 ***	-0.69 ***	-0.67 ***	-0.63 ***	-0.58 ***	-0.49 ***
日最低気温の平均	-0.81 ***	-0.83 ***	-0.81 ***	-0.78 ***	-0.77 ***	-0.77 ***	-0.72 ***	-0.64 ***	-0.51 ***
積算降水量	-0.50 ***	-0.53 ***	-0.55 ***	-0.51 ***	-0.48 ***	-0.42 **	-0.43 **	-0.43 **	-0.44 **
(降水量が多かった2013年を除いた, 2010～2012年の3か年, n=33)									
平均気温	-0.80 ***	-0.84 ***	-0.85 ***	-0.84 ***	-0.84 ***	-0.82 ***	-0.78 ***	-0.70 ***	-0.55 **
日最高気温の平均	-0.77 ***	-0.79 ***	-0.79 ***	-0.77 ***	-0.74 ***	-0.72 ***	-0.66 ***	-0.60 ***	-0.53 **
日最低気温の平均	-0.80 ***	-0.84 ***	-0.86 ***	-0.84 ***	-0.84 ***	-0.83 ***	-0.75 ***	-0.65 ***	-0.50 **
積算降水量	-0.23 n.s.	-0.11 n.s.	0.01 n.s.	-0.04 n.s.	-0.02 n.s.	0.05 n.s.	0.14 n.s.	0.02 n.s.	0.00 n.s.

^z***は1%, ***は0.1%水準で関係が有意であることを, n.s.は5%水準で関係が有意でないことを示す

考 察

本報告では、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、収穫前の気象条件と糖度の関係を検討した。なお、浦嶋ら(2002)の示したデータからは、ダイコンの搾汁液の屈折糖度計示度と糖含量との有意な関係が確認でき、糖度はダイコンの甘さを評価する指標として適切と考えられる。一方、ダイコンの糖含量には品種間差異がある(石井・西條, 1987)。本報告では産地の栽培基準に準拠し品種‘冬職人’を用いたが、その他の品種でも同様に検討すれば、糖度と気象条件の関係を適用できる可能性がある。

試験1において、肥大根の上端に近い部位ほど糖度が高い傾向があった(表1)。また、試験2において肥大根全体と上部の糖度の推移を調査したところ、収穫時期が遅くなり晩秋から初冬に近づくほど糖度は上昇し、その程度は肥大根全体に比べて上部で大きかった。産地でも、加熱せずにサラダ等で素材の甘みを味わうために、肥大根の上部を利用することを消費者に勧めているが、本結果はこれと矛盾しない。そこで本報告では、上部を調査対象として、糖度と気象条件の関係解析を行うこととした。

窒素施用量が0～1.2 kg/aの範囲では施用量が少ないほど、同じ収穫日における窒素吸収量、根部の硝酸含量及び収量が減少し、糖含量がやや増加した事例がある(建部ら, 2010)。しかし、試験3で窒素施肥量の影響を確認したところ、‘冬職人’の秋季の生産では、1.0～3.0 kg/aの範囲で窒素施肥量を変化させても、葉重は増減する傾向にあるものの、根重及び糖度への影響は判然としなかった(表2)。以上から、根の肥大が抑えられる程度に減肥すると糖含量が増加することがあるものの、蒜山地域の標準的な施肥量である1.0～3.0 kg/aの範囲では、‘冬職人’の糖度の大きな変化は起きにくいと考えられる。

続いて、試験4で収穫前の気象条件と糖度の関係を検討したところ、肥大根の上部の糖度は、収穫前の日平均気温または日最低気温が低くなるほど高まる傾向にあった(表4)。温帯に生息する植物は、細胞内に糖類を蓄積して浸透濃度を高め、氷点降下させて凍結を緩和すると考えられている(吉田, 1999)。石井・西條(1987)も、三重県における8月下旬播種の栽培において、糖含量と収穫前7日間の平均気温の間に負の相関関係を認めている。また、ダイコンと同じアブラナ科

に属するキャベツ幼植物は、5℃、7日間の低温条件下で糖含量が増加し、耐凍性が高まる(佐々木ら, 1997)。さらに、アブラナ科に属するコマツナでも、日平均気温が2～3℃の低温条件とすることにより、13～15℃とした条件に比べて、生体重の増加が抑えられるとともに、糖含量が大きく高まるとされている(田村, 1999)。試験4において、農研圃場での2010年8月19日の播種では、収穫前の30日間の平均気温が17.4℃と高く、播種56日後の10月14日には平均根重が935 g、糖度は4.4度となった(表3。気温データは省略)。一方、2011年9月14日の播種では、収穫前の30日間の平均気温は9.3℃と低く、12月2日に平均根重が928 gとなるまで79日かかり、糖度は5.1度であった。以上のように、本試験においても、肥大期の気温が低下して凍結の恐れが高まると、耐凍性を獲得するために糖含量を高めたものと考えられる。また、土壌に覆われている地下部に比べて、地上部に突き出て大気に直接触れている抽根部では、気温の低下によって肥大根の温度が低くなりやすいと推察され、試験2で示されたように糖度が高まりやすいと考えられる(図1)。

日平均気温、日最低気温、日最高気温のうち、特に日平均気温及び日最低気温の平均が糖度と強い負の相関関係を示した(表4)。アメダスなどの公表されている気温データを利用するだけでなく、生産者が個々の圃場の気温を把握して出荷時期を判断することも想定すると、田村(2004)が指摘するように、棒状最高最低温度計を設置し、最低気温を記録するのが、日平均気温を算出するのに比べて安価で簡便である。このため、日最低気温の平均と糖度の関係から得られた回帰式により、糖度を推定するのが良いと考えられる。

さらに表4に示すように、4か年を合わせた分析において、収穫前20日間の積算降水量と糖度の間にも有意な負の相関が認められた。収穫前12日間の日最低気温の平均と糖度の関係を確認したところ、積算降水量が多かった2013年の農研圃場では、他の年に比べて日最低気温の平均が同程度でも糖度が低い傾向にあった(図4)。ダイコンに多量に灌水すると、肥大根の糖含量が低下する(Park・Fritz, 1984)。また、収穫前7日間の積算降水量が多くなると肥大根の糖含量が低下する傾向も報告されている(石井・西條, 1987)。そのため、蒜山地域においてもダイコンの肥大期間中の降水量を考慮した糖度の予測式を作成することが適切と考えられる。

収穫前12日間の日最低気温の平均と同20日間の積算降水量の間には有意な相関関係は認められなかった。

そこで、両者を変数とする重回帰分析を行ったところ、日最低気温の平均との単回帰（決定係数 $R^2=0.60$ 、図4）に比べて、重回帰では決定係数（ R^2 ）が0.71と高まり（図5）、変数増加法によって収穫前20日間の積算降水量を説明変数に加えることが適切と判定された。本重回帰式から、糖度は、日最低気温の平均が1℃下がると約0.08度高まり、また、積算降水量が100 mm増えると約0.2度低下すると推定される。播種適期の設定のために、本重回帰式に過去の複数年の気象データを当てはめ、秋冷に伴って糖度がどのように推移したか推定することが必要と考えられる。

一方、栽培中の圃場で糖度の現状を把握しようとする場合には、個々の圃場の降水量のデータを取得することは困難で、気温だけで推定することが必要である。降水量が多かった2013年を含めた4か年のデータを合わせても、収穫前30日間の日最低気温の平均は糖度との相関が比較的高く、以下の回帰式で糖度を推定することができると思われる。

$$\text{糖度 (°Brix)} = -0.1091 \times \text{収穫前30日間の日最低気温の平均} + 5.427 \quad (R^2=0.69)$$

さらに、10月1日～12月10日までの降水量が356 mm

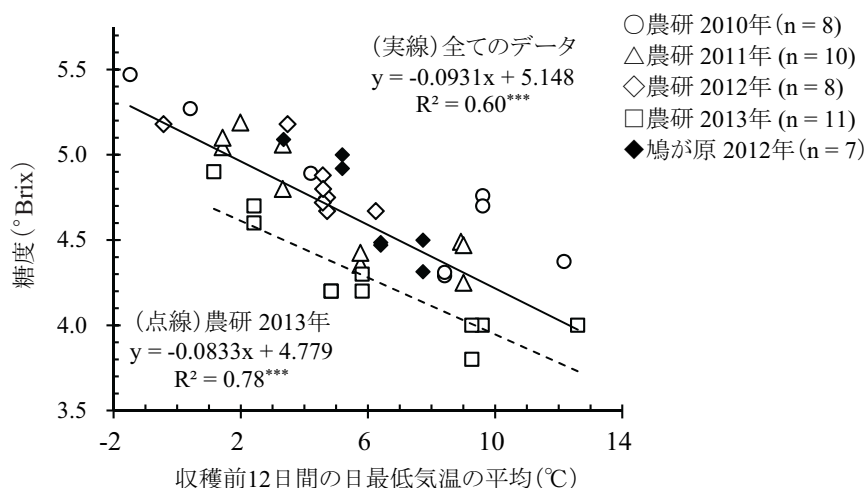


図4 収穫前12日間の日最低気温の平均と糖度の関係

注) *** は0.1%水準で関係が有意であることを示す

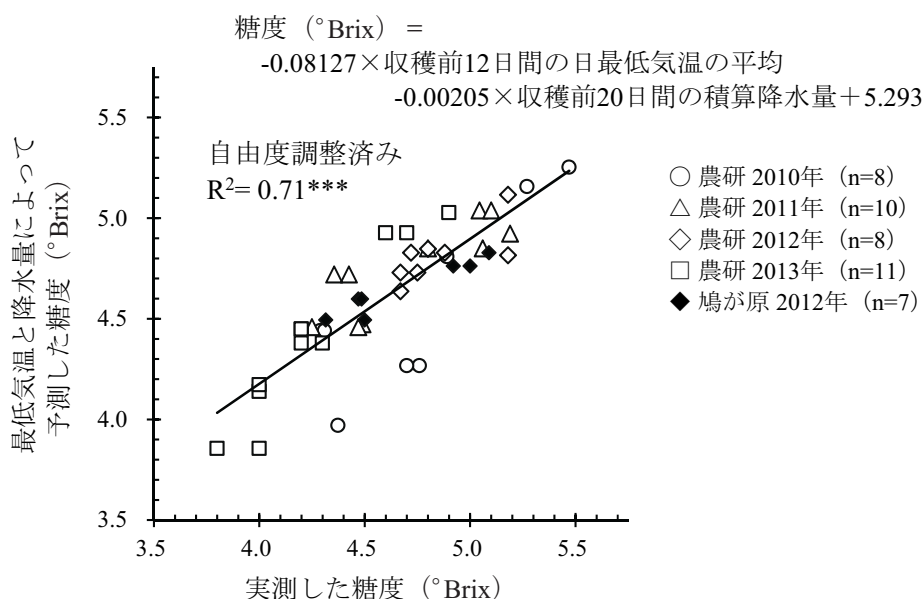


図5 最低気温と降水量によって予測した糖度と実測した糖度の関係

注) *** は0.1%水準で関係が有意であることを示す

以下であった2010～2012年に限ると、収穫前12日間の日最低気温の平均も ($R^2=0.71$)、同30日間の平均とはほぼ同程度の相関の強さを示した。そのため、積算降水量が約356 mm以下の年であれば、比較的短い収穫前12日間の日最低気温の平均を変数とする以下の回帰式によっても糖度を推定できると考えられる。

$$\begin{aligned}\text{糖度 (}^\circ\text{Brix)} = \\ -0.0880 \times \text{収穫前12日間の日最低気温の平均} + 5.223 \\ (R^2=0.71)\end{aligned}$$

なお、栽培中の圃場のダイコンの糖度を把握するためには、低温に遭遇して糖度が低下したと推定される時点で、屈折糖度計によって確認することが適切と考えられる。

しかし、日最低気温および降水量だけでは、本報告の試験4で得られた糖度データの変動の約7割を説明するに止まった。これまでに述べたように、気温が低く(石井・西條, 1987)、土壌水分が少なく(Park・Fritz, 1984)、窒素施肥量が少ない(建部ら, 2010)といった、根の肥大が遅くなる条件において糖含量が増加する傾向にある。さらに、石井・西條(1987)によるポット試験では、表土が乾燥しやすかった沖積土では、黒ボク土に比べて根の肥大が遅く、糖含量がわずかに増加した。本報告の調査は蒜山地域の黒ボク土4圃場で行ったが、圃場間の土壌の腐植含量や水分保持能が異なっていたことが、変動の約7割を説明するにとどまった要因であると考えられる。

以上から、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、抽根部の糖度のある程度推定できることが明らかになった。また、生産現場で利用できる簡便な方法として、10月1日以降の積算降水量が約356 mm以上の年では収穫前30日間の、約356 mm未満の年では収穫前12日間の日最低気温の平均だけでも、糖度のおおまかな推定が可能と考えられた。今後は、播種後の気象条件と根重の関係を明らかにし、気温の年次間差がある中でも安定して目標の糖度を超えるダイコンを出荷規格内の根重で収穫できる播種適期の設定技術を確立することが必要である。

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設定するため、収穫前の気象条件と糖度の関係を検討した。関係解析に当たり、糖度に影響すると考えられる肥大根の部位及び窒素施肥量についても、影響の程度を確認した。
2. 10月下旬及び11月中旬の調査のいずれにおいても、

肥大根の上の部位ほど糖度が高い傾向にあった。また、10月下旬から12月中旬にかけて糖度は高まっていき、その上昇程度は肥大根全体で0.2～0.5度であったのに対し、上部(根長の3分の1、ほぼ抽根部に相当)では1.1～1.2度と大きかった。

3. 産地の栽培基準に近い1.0～3.0 kg/aの範囲では、窒素施肥量が少ないほど葉重が減少する傾向にあったものの、根重及び糖度への影響は判然としなかった。
4. 標高約460 mの圃場における4か年と、標高約600 mの圃場における1か年の、合計44作のデータを用いて関係解析したところ、抽根部の糖度は、収穫前の40, 30, 20, 15, 12あるいは10日間の日最低気温の平均が低くなるほど高まる傾向にあった(決定係数 $R^2=0.6$)。また、収穫前20日間の積算降水量とも有意な負の相関があった ($R^2=0.3$)。
5. 収穫前12日間の日最低気温の平均と、収穫前の20日間の積算降水量の2変数による以下の重回帰式を作成した ($R^2=0.7$)。

$$\begin{aligned}\text{糖度 (}^\circ\text{Brix)} = \\ -0.08127 \times \text{収穫前12日間の日最低気温の平均} \\ -0.00205 \times \text{収穫前20日間の積算降水量} + 5.293\end{aligned}$$

6. 栽培中の圃場での糖度を簡便に予測する方法として、10月1日以降の積算降水量が約356 mm以上の年では収穫前30日間の、356 mm未満の年では収穫前12日間の日最低気温の平均も利用できると考えられた。

引用文献

- 石井現相・西條了康(1987)栽培条件がダイコンの全糖およびビタミンC含量、 β -アミラーゼ活性に及ぼす影響。園学雑誌, 55: 468-475。
- 岡田益己・中村浩史(2010)温度の正しい測り方(1)通風式放射よけの作り方。生物と気象, 10: 1-5。
- 建部雅子・岡崎圭毅・岡紀邦・唐澤敏彦(2010)堆肥施用畑におけるダイコン、スイートコーンの窒素吸収とその品質への影響。土肥誌, 81: 23-30。
- Park K. W. and D. Fritz (1984). Effects of fertilization and irrigation on the quality of radish (*Raphanus sativus* L. var. niger) grown in experimental pots. Acta Horticulturae, 145: 129-137。
- 佐々木英和・岡田邦彦・今田成雄・小田雅行(1997)低温時の土壌水分制限によるキャベツ幼植物の耐凍性向上と糖蓄積。農研機構成果情報。
<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/>

- vegetea/1997/vegetea97-004.html (2018.9検索)
- 田村晃 (1999) 寡日射条件における低温処理がコマツナ (*Brassica campestris* L.) の糖およびアスコルビン酸含有率に及ぼす影響. 園学雑, 68: 409-413.
- 田村晃 (2004) 栽培期間中の気温がホウレンソウおよびコマツナの糖とビタミンC含量に及ぼす影響. 園学研, 3: 187-190.
- 浦嶋泰文・須賀有子・福永亜矢子 (2002) 有機連用圃場におけるダイコンの品質. 近畿中国四国農業研究センター研究報告, 1: 61-75.
- 野菜供給安定基金 (1998) 野菜出荷規格ハンドブック 指定野菜編. 土物類・根菜類 2 だいこん. 瀬戸出版, 東京. pp. 12-16.
- 吉田静夫 (1999) 第1章 1. 極限温度に対する生理応答, 植物の環境応答 生存戦略とその分子機構. 秀潤社, 東京. pp. 24-35.

Summary

1. For establishing a suitable sowing period to harvest daikon with high sugar content that matches the shipping standard weight, we investigated the relationship between pre-harvest weather conditions and soluble solid content (SSC) measured in Brix%. Furthermore, we examined differences of SSC among thickening root parts and assessed the effects of applied nitrogen fertilizer on SSC.
2. Surveys conducted both in late October and mid-November revealed that SSC tended to be higher at the upper part of thickening roots. SSC increased from the end of October through mid-December. The degree of the increase was 0.2 to 0.5 Brix% for the whole thickening root, whereas we found 1.1 to 1.2 Brix% at the upper part.
3. The leaf weight tended to decrease as the nitrogen fertilization amount became smaller for 1.0 to 3.0 kg/a, which is the cultivation standard of the producing area. Nevertheless, the effects on root weight and SSC were unclear.
4. A regression analysis was conducted using 44 data for four years in a field at an altitude of about 460 m and for one year in a field at an altitude of about 600 m. Results show that SSC in the upper part of the thickening root tended to increase as the average of the daily minimum air temperatures for 40, 30, 20, 15, 12, and 10 days before harvest became lower ($R^2 = 0.6$). Significant negative correlation was found with accumulated rainfall for 20 days before harvest ($R^2 = 0.3$).
5. Based on the two variables, a multiple regression equation was prepared.
6. The following calculations could be used to predict SSC easily in a field during cultivation: either the average of the daily minimum air temperature for 30 days before harvest in a year when the total integrated precipitation after October 1 is greater than about 356 mm, or that for 12 days in a year when precipitation after October 1 is less than or equal to about 356 mm.