

大根類のす入りに関する研究

1. 赤丸二十日大根及び時無大根のす入り時期とその生態的変化

高橋敏秋・飯島睦喜

Studies on the Occurrence of Pithy Tissue in Root Crops.

1. On the Time of the Occurrence of Pithy Tissue of Rapid Red and Tokinashi Radishes, and Their Ecological Differences.

Toshiaki TAKAHASHI and Nobuki IJIMA

緒 論

大根に於ては根部に空洞が生ずる事が多く観察される。この現象を一般にす入りと称している。す入りは根菜類には屢々見られ、特に大根には品種により著しく現れるものがあり、すの発現は大根の利用上、品質を著しく低下さす重大な問題である。す入り現象に関しては栽培、環境等の条件について多くの研究があり⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾、又組織学方面からも大根の根の肥大生長や⁽⁶⁾、す入り発現時の細胞間隙の状態⁽¹⁾⁽³⁾についても研究が行われている。その結果す入りの発現は植物体が老熟してきた時に発現する一種の老熟現象であるとしている。しかしその成因については未だ明確でなく現在尙その成因につき研究が行われている。本実験は大根においてす入り現象発現の機構を明らかにする爲に生態並びに体内成分の変化を追究し、考察を加えたものである。

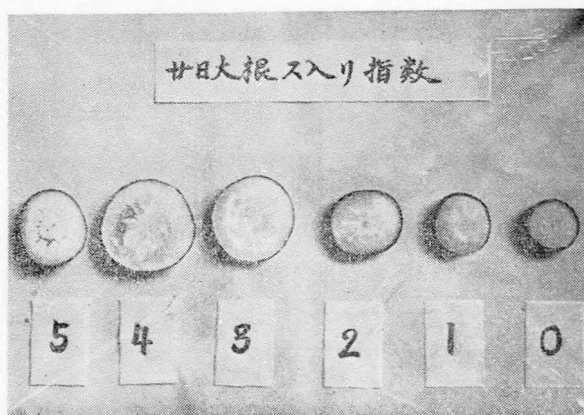
実験材料及び方法

実験は1954年5月信州大学農学部附属農場で行つた。使用した品種は夏大根群として赤丸二十日大根(Rapid Red)及び春大根群として時無大根の2品種である。圃場は新開墾地の爲に予めよく耕起し、強酸性土壌の爲に反当75貫の石灰を施して土壌とよく混和した。栽培管理は慣行法に従い行つたが、窒素、磷酸及び加里肥料は多少標準より多く施要した。5月20日に3寸×3寸の株間にて1個所3粒宛種子を点播した。その後生育一様なものを残して2回間引を行つて1本仕立てとした。播種後10~13日で発芽揃いとなり、よく生育の揃つた6月14日より5日毎に観察を行つた。毎回午前9時~10時頃に各品種別に50株づつ掘り取り、之の中より生育中庸なものを25株選び、これにつき測定を行つた。すの発現程度を表示する方法は藤井氏⁽⁴⁾及び萩屋氏⁽⁵⁾の行つた分類に更に空洞の発現程度を2つに分けて、第1図の様に

1. わずかにすが認められるもの
2. すが相当にひろがつたもの
3. すがひろがつて空洞のできる直前のもの
4. すが著るしく、1部分に空洞が生じたもの
5. 空洞が大きくなつたもの

の5つの階級に分け、之にすの入らないものを0として指数による表示方法を取り、0~5階級で夫々の算術平均をもつてすの発現程度を表示した。外部形態については地下部肥大根の直径及びその重量、地上部重量の測定

第1図



を行い、之等から T/R 率を求めて生育度とす入り発現とを比較検討した。含水量は瀨瀨氏⁽⁶⁾の方法に従い、組織粉末比重及び粉末組織容積含水量を測定し、併せて従来の生体重に対する含水率を算出した。体内成分の変化として全糖含量をレーマン-マカン-スクール法により定量し、又全窒素含量はセミマイクロケルダール法により測定し、何れも乾物重に対する百分率で表示した。

実験結果

外部形態の変化として根茎、地上部重、地下部重及び T/R 率につき赤丸二十日大根及び時無大根の兩者について観察したのが第1表及び第2表の如くである。根の直径においては播種後日数の経過と

第1表 赤丸廿日大根の生育とス入り指数 (1個体当り)

調査月日	播種後日数	根径(mm)	地上部重(g)	地下部重(g)	T/R 率	ス入り指数
6月14日	25	5.21	2.35	0.54	4.35	0
18日	29	7.26	3.13	0.77	4.09	0
25日	36	12.75	8.41	2.90	2.90	0.074
30日	41	15.15	12.83	3.74	3.43	0.120
7月5日	46	16.92	10.20	9.51	1.07	1.34
10日	51	21.38	17.50	8.95	1.95	1.36
16日	57	21.00	12.80	10.60	1.11	1.86
19日	60	25.93	25.50	18.70	1.36	2.00
30日	71	30.50	27.89	60.70	0.46	3.09

第2表 時無大根の生育とス入り指数 (1個体当り)

調査月日	播種後日数	根径(mm)	地上部重(g)	地下部重(g)	T/R 率	ス入り指数
6月14日	25	2.18	1.308	0.085	15.38	0
18日	29	3.52	3.560	0.272	13.08	0
25日	36	6.92	15.24	1.98	7.69	0
30日	41	7.75	19.22	2.75	7.00	0
7月5日	46	14.16	29.50	5.80	5.08	0
10日	51	15.04	31.45	8.66	3.63	0
16日	57	19.40	48.40	26.70	1.43	0.08
19日	60	24.00	45.20	42.70	1.05	0.13
30日	71	29.20	37.40	58.50	0.64	0.30

共に増大し、これと共に地下部重も平行的に増大している。又地上部重量としての葉重も同様な経過で増大し、これらは二十日大根及び時無大根ともに同様である。しかして T/R 率については調査始めの6月14日から調査打切りの7月30日まで根径や生体重とは逆に減少して居り、この傾向は時無大根に於て顯著である。この事は両品種とも先づ地上部が生育して、葉に於て同化作用を営み、この同化生産物が地下部に移行され側根の養分吸収と共に地下部の肥大を促進し、後期には地上部よりも地下部の肥大が急激になり T/R 率が減少するものと考えられる。しかしてこれらの根のす入りの状態につき、二十日大根に於ては6月25日即ち播種後36日目から1部にす入りが観察されるが、特に7月5日からはす入りの平均指数が1.34となりす入りの状態がよく観察される。この時期は T/R 率では表の様に7月5日は3.43から1.07と減少して居る時であり、又根の重量は3.74瓦から9.51瓦と急激に増大した時である。斯様にすの発現は地下部の急激な肥大に伴い、T/R 率の急激な減少時に発現するものと考えられる。7月30日に於ては T/R 率が1以下となり、す入り指数も3.09と最高の値を示す様になる。時無大

根に於てはすの発現は7月16日頃からであるが、す入り指数も低く、7月30日に至つてT/R率が1以下となつても0.3と非常に低いが、その発現時は二十大根と同様な経過を示している。次に葉及び根の組織粉末比重及び含水量については第3表及び第4表の如くである。葉の組織粉末比重についてみると

第3表 赤丸廿日大根の葉及び根に於ける組織粉末比重並びに含水量

調査月日	組織粉末比重		組織粉末容積含水量		含水率(対生体重)	
	葉	根	葉	根	葉	根
6月14日	0.613	0.847	621.7%	987.9%	91.04%	92.05%
18日	0.666	0.806	736.9	1005.7	91.34	92.56
25日	0.653	0.862	687.3	1195.5	91.35	93.27
30日	0.633	0.854	512.7	944.7	89.01	93.01
7月5日	0.606	0.794	725.8	1119.3	92.25	93.25
10日	0.662	0.862	744.3	1513.9	91.85	94.54
16日	0.689	0.853	560.1	1174.6	89.02	93.21
19日	0.727	0.795	680.5	1298.0	90.30	94.19
30日	0.685	0.773	538.1	1093.1	88.78	92.93

第4表 時無大根の葉及び根に於ける組織粉末比重並びに含水量

調査月日	組織粉末比重		組織粉末容積含水量		含水率(対生体重)	
	葉	根	葉	根	葉	根
6月14日	0.645	0.617	669.0%	574.7%	91.14%	81.34%
18日	0.653	0.575	877.6	643.2	92.84	91.74
25日	0.565	0.813	587.0	1311.9	91.30	94.26
30日	0.588	0.862	599.8	869.2	90.86	91.06
7月5日	0.633	0.826	820.0	1114.3	92.88	93.05
10日	0.562	0.901	622.1	1280.8	91.77	93.44
16日	0.565	0.869	584.0	1730.9	91.26	95.24
19日	0.666	0.893	618.6	1296.0	93.54	93.60
30日	0.689	0.869	562.3	1258.1	89.01	93.46

両者とも一定の傾向は見られない。或る時期における増減はあるが、わずかに増大して居り、葉が硬化する傾向は認められる。しかるに根について、二十日大根では減少の傾向を示して居り、特に7月5日には急激に減少しす入りが多く現われてゐる。時無大根に於ては、始めは増大の傾向を示してゐるが、7月10日に最高の値となり以後は少々減少の傾向となり、この時期にす入りがあらわれている。水分含量において生体重に対する含水量は葉においては両者ともあまり変化は認められないが、根に於ては二十日大根です入りの現れる頃に高くなり、す入りが進んでくると減少の傾向を示してゐるが、時無大根においてはその傾向はみられない。しかるに含水量を組織粉末容積含水量で表示すると、各調査月日によりその値に著しい差異をあらわすのであるが、外部形態の観察において何等異常を認めない事にもより、表示法⁽¹⁾によりこの様な差異があらわれたと考えられる。

体内成分として葉及び根の全窒素含量及び全糖含量の変化を表わしたのが第5表及び第6表である。葉の窒素含量については両者共殆んど同様に調査月日の進むに従い減少している。根に於ては二十日大根は葉と同様に減少するが、時無大根では播種後40日の6月30日に最大となり、以後減少し、その含量は二十日大根に比し全般的に低くなつてゐる。次に葉に於ける全糖含量の変化について二十日大根では7月10日までは増加の傾向を有してゐるが以後減少している。時無大根では6月25日迄増大し、その後

第5表 赤丸廿日大根の全窒素含量及び全糖含量の変化

調査月日	全 窒 素 含 量		全 糖 含 量		ス入り指数
	葉	根	葉	根	
6月 14日	7.58 %	6.06 %	4.96 %	0.64 %	0
18日	7.00	5.60	6.08	5.76	0
25日	7.20	5.80	7.52	5.76	0.074
30日	6.53	5.36	5.76	2.24	0.12
7月 5日	6.48	4.60	7.20	8.00	1.34
10日	5.60	5.20	8.96	8.64	1.36
16日	6.06	5.13	7.36	7.44	1.86
19日	6.01	4.60	6.88	7.36	2.00
30日	4.55	4.20	4.96	6.96	3.09

第6表 時無大根の全窒素含量及び全糖含量の変化

調査月日	全 窒 素 含 量		全 糖 含 量		ス入り指数
	葉	根	葉	根	
6月 14日	7.46 %	4.55 %	2.88 %	— %	0
18日	6.41	4.31	4.16	14.72	0
25日	6.88	4.66	10.24	10.56	0
30日	5.83	5.60	4.48	11.04	0
7月 5日	5.95	4.08	6.40	22.88	0
10日	5.36	4.78	4.90	14.72	0
16日	6.41	4.08	4.48	7.68	0.08
19日	5.01	4.08	2.88	5.76	0.133
30日	5.01	3.61	2.56	4.66	0.30

は減少している。根に於てはす入りの発生前までは全糖含量は増加の傾向にあり、す入り発生後は逆に減少の傾向がある。即ち二十日大根では7月10日頃までは全糖が増加を示し、又時無大根では7月5日頃までは増加するが、其の後は両者共に減少し、特に時無大根に於てはその減少が大となつてゐる。

すの入り易い二十日大根に就て、各調査日におけるす入り程度を異にした平均根径及びT/R率を示したのが第7表及び第8表である。

第7表 赤丸廿日大根のす入り程度を異にした平均根径 (mm)

調査月日	ス入り程度					
	0	1	2	3	4	5
6月 14日	5.21					
18日	7.26					
25日	12.43	15.08				
30日	15.1	16.1				
7月 5日	12.4	17.8	18.0	19.4	23.0	
10日	19.5	20.1	21.5	26.0	28.0	
16日	19.5	22.5	25.2	22.5	20.5	23.0
19日	—	22.5	40.1	28.7	29.1	29.6
30日	23.0	36.0	29.8	22.0	30.5	42.0

第8表 赤丸廿日大根のす入り程度を異にした平均 T/R 率

調査月日	ス入り程度					
	0	1	2	3	4	5
6月 14日	4.34					
18日	3.08					
25日	5.87	2.42				
30日	2.36	1.80				
7月 5日	1.70	2.08	1.74	1.06	0.73	
10日	1.95	1.23	1.30	0.80	1.00	
16日	1.41	1.50	1.23	0.56	0.76	0.81
19日	—	0.96	1.82	1.30	1.13	0.86
30日	1.26	1.04	0.70	1.46	0.94	0.89

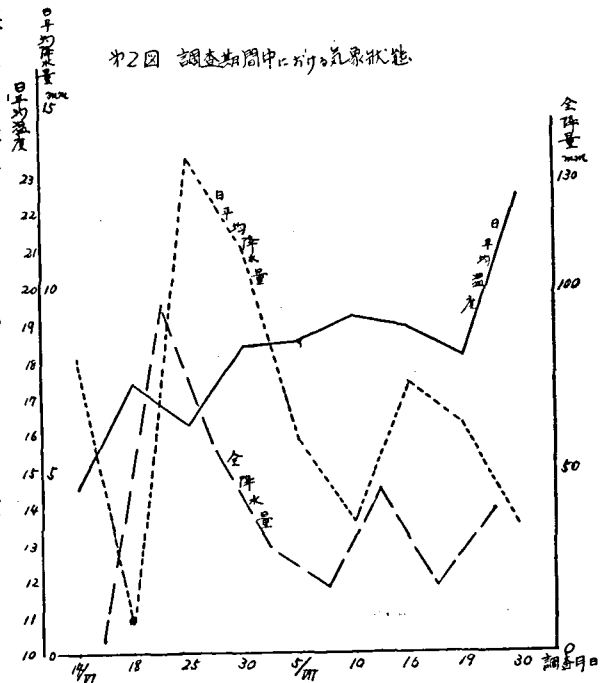
これらの表についても播種後の経過日数と共に根径が増大し、T/R率は逆に減少して行く。す入りの発生は、根径の増大にも関係がある様に考えられるが、第7表の様に7月30日に於て根径22mmでもすの発生が見られないものがあり、むしろT/R率の減少がすの発生に関係がある様に考えられる。

尙実験期間中における気象状態は第2図の如くである。即ち降水量は6月18日と25日の間に95mmもあり、日平均温度は上昇の傾向にあつた。

考 察

大根におけるす入り現象に就ては種々の研究があり、その成因についても追求されているが未だその原因については論議を要する所である。本実験においても比較的すの入り易い二十日大根と、すの入り難いとされている⁽⁶⁾時無大根とを比較対称してす入りの実態をきわめるべく行つたものである。二十日大根に於けるす入りの解剖学的観察については萩屋氏⁽⁴⁾及び藤村氏⁽⁵⁾の報告により、すの発現の最初は柔組織細胞内における離生的細胞間隙の発生に因があるとして居り、この事は細胞の急激な生長に伴う一種の老化現象とのべている。解剖学的のこの様な観察は形態的方面から見ると表1,2の様に根径及び根重の急激な肥大生長によつても考えられる。此の様に根が急激に増大するが、地上部は地下部に比し、その生育は緩慢であり、従つてT/R率が順次に減少を始め、やがてすの発生を見るものである。しかして二十日大根と時無大根とを比較するとT/R率の減少は前者は緩慢であり、後者は急激に減少するにかゝらず、すの発現は二十日大根に多く発生をみるのである。藤井氏⁽¹⁾及び萩屋氏⁽⁴⁾等はT/R率が低下し、略々一定に落ちついた時にすが発現すると述べている。これらから考えると、むしろ時無大根に急激なすの発生が考えられるのであるが、すの発生の少いことは遺伝的素質に關与するものがあると思われる。又兩者の間で生育を比較すると二十日大根では地上部の葉の生育が充分できない時に既に地下部の肥大が始まつて居り、地上部及び地下部の間に栄養物質の争奪があり、根の肥大による根身内の充実ができず、すが早く発現するのではないかと考えられる。しかるに大根類の中では生育の早いものとされる時無大根に於ては、播種後初期の間は専ら地上部の葉の生育が行われ、根の肥大は二十日大根に比して遅くなるので、T/R率は表(2)の如く播種後25日に於ては15.38と高くなつて居り、40日頃から急激に地下部が伸長するが、その頃には既に地上部がよく生育して居るので、二十日大根の様に栄養物質の争奪がなく、むしろ葉による同化生産物が充分に利用されているのではないと思われる。志佐氏⁽¹⁰⁾によると大根畑において莖葉重と根重との間の相関を計算して $r=0.87\pm 0.06$ との値を求め、莖葉の發育の良好なものが根部の肥大も良好であることを示して居り、すに關係がなくとも莖葉の發育が重要である。しかして良好な根の肥大は莖葉及び根部の充実度を言ふことであれば、充実度がすの発現に關係があると考えられる。この為組織粉末比重及び含水量(表3・4)が考えられるのである。地上部及び地下部の充実度を組織粉末比重で検討すると、二十日大根と時無大根では葉に於ては前者が大で、根に於ては後者が逆に大となり、二十日大根の粉末比重はすの発生後は急激に減少している。即ちすの発現の多い二十日大根では葉が充実するが、時無大根では根の方が充実するのであつてこの關係は井上氏他⁽⁷⁾の言われる同

第2図 調査期間中における気象状態



化物質の蓄積或は蓄積養分の消費の関係においても、二十日大根にすが容易に発現すると考えられる。又藤井氏⁽¹⁾も根身内にす入りが起ると比重は明瞭に減少すると云われていると同様である。しかし

第9表 根/葉の組織粉末比重の比

調査月日	赤丸二十日大根	時無大根
6月14日	1.38	0.96
18日	1.21	0.88
25日	1.32	1.43
30日	1.35	1.46
7月5日	1.31	1.30
10日	1.30	1.60
16日	1.24	1.54
19日	1.09	1.34
30日	1.13	1.26

根の充実度は、時無大根の根の充実度の方が二十日大根のそれに比して大であることがわかり、すの発現も遅く、且その指数も小さい事が当然と考えられる。充実度と関係のある体内成分の変化に於ても、すの発現に伴い可溶性固形物が減少する事は多くの研究者⁽⁴⁾⁽⁷⁾⁽¹⁾により認められている所であるが、本実験においても(表5・6)すの発現と共にその後の生育に葉及び根共に全糖の含量が減少し、又全窒素含量も減少している。この事はすの容易に発現する二十日大根のみならず、時無大根に於ても明らかに観察されるのであるが、充実度の高い時無大根は播種後60日頃から急激に減少し、その頃からすの発現がみられる様である。すの発現が上述の様に植物体の充実度に関係ある

ものと考え、根身が肥大して重量を増加しても充実度が大きければ、時無大根の如く、すの発生は少く、逆に充実度が小さければ二十日大根の如く発生が容易である。今根の重量のみを問題として取扱うならば、第7表の如く二十日大根では根径の大なるもの程す入り程度が大である様に考えられるが、藤井氏⁽¹⁾の言われる様に播種後成熟期に至るまでの早晩に関係するものであつて、根径がたとえ小さくても成熟期に至れば、す入り指数の大なるものも表われてくる。しかし成熟期も播種後の経過日数に関係があり、又これが根の肥大生長にも関係ある要因であれば、重量の大なるものが成熟期に達するものが多く且つす入りも多い事と思われる。T/R率についても二十日大根では2以下になるとすが発現し始め、1以下になると大体の個体はすが発現している様である。

本実験は高馬教授御指導のもとに行われたものであつて、茲に深甚なる感謝の意を表す次第である。

摘 要

1. 根菜類におけるす入り現象を明らかにする為、赤丸二十日大根及び時無大根を使用して、その発育経過とす入りの関係を調査した。
2. 地下部重量並びに根径の急激な増加によりすが発現し、特に二十日大根において著しい。
3. T/R率は生育に伴い急激に減少し、1附近に於て停滞し、その頃にすが発現する。
4. 植物体の充実度は時無大根の方が二十日大根より大であり、従つてすの発現も二十日大根より遅い。
5. 葉及び根の全窒素含量及び全糖含量はすが発現し始めると減少する。

参 考 文 献

1. 藤井健雄・吉江貞剛：根菜類の鬚入現象に関する研究(第1報) 菜菔の発育と鬚の発現との関係 園芸学会雑誌 Vol. 12: 63-77 1941
2. ———：根菜類の鬚入現象に関する研究(第2報) 菜菔の播種期と鬚の発現との関係 園芸学会雑誌 Vol. 12: 91-99 1941
3. 藤村良：大根す入り現象に関する研究(第1報) 組織学的観察 園芸学会春季大会講演 1953
4. 萩屋薫：根菜類のす入り現象の生理学的研究(第1報) 二十日大根の生育に伴うすの発現経過に就て 園芸学会雑誌 Vol. 21: 81-86 1952

5. ———: 根菜類のすいり現象の生理学的研究 (第2報) すの発現に関係を有する形質の品種間差異に就て 園芸学会雑誌 Vol.21: 165-173 1952
6. 萩原十: 大根のす入りと堀取り時期 農及園 Vol.24: 419-420 1949
7. 井上頼教・渋谷正夫: 根菜類の鬆入現象に関する研究 (予報) 園芸学会春季大会講演 1951
8. 頼綱理一郎: 生理植物学 p. 443 明文堂 1931.
9. 並河功・沢村東平: 聖護院大根の肥大生長に関する解剖学的観察 園芸の研究 24 1929
10. 志佐誠・大塚信三・柁山一郎: 大根根部の肥大生長に及ぼす摘心及び葉数の影響 台北農林学会報 vol.7 no.1 1943
11. 安田貞雄: 栽培学汎論 p.557 養賢堂 1951

Summary

1. In order to find the occurrence of pithy tissue in root crops, the relation between the process of growth and development of pithy tissue was investigated, the Rapid Red and the Tokinashi radishes being used as the materials for experiment.
2. The occurrence of pithy tissue was recognized after the weight and diameter of roots had rapidly increased, and this tendency was remarkable in the Rapid Red radish.
3. T/R ratio rapidly decreased with the growth of plants, and pithy tissue appeared when the ratio was stagnant at 1 or thereabouts.
4. Concerning the completion of plant tissue, the Tokinashi radish was greater in degree than the Rapid Red, and this illustrated the fact that the time of occurrence of pithy tissue in the Tokinashi was later than that of the Rapid Red.
5. The content of total nitrogen and total sugar in leaves and roots began to decrease when pithy tissue appeared.