

ルタバガの軟腐病* 抵抗性育種に関する試験

第3報 軟腐病発生誘因の品種間差異について

佐 久 間 智 工†

STUDIES ON BREEDING OF SWEDE RESISTANT FOR BACTERIAL SOFT ROT

3) On the differences of cause attacking by soft rot disease among swede varieties

Tomoe SAKUMA

ルタバガの軟腐病抵抗性に関する選抜方法改善に資するため、り病程度の品種間年次変動の原因を解明しようとした。代表的な品種を素材とした耕種条件に対する反応試験と病状の観察およびその追跡調査から、軟腐病り病の主誘因が品種によって異なることを認めた。ある場合、裂傷が主要因とみられ、ほかの品種では裂傷以外の要因が介在する可能性がえられた。それにもとづき、抵抗性に関する選抜は、ほ場での腐敗現象の多少のみによらず、誘因別の選抜を加味すべきことを指摘した。

I 緒 言

ルタバガの軟腐病 (*Erwinia aroideae* (T.) HOLLAND, *E. carotovora* (J.) HOLLAND) に対する抵抗性育種は、国外ではほとんどその例を見ないが、本邦では、男沢 (1955) によって、在来品種を素材とした系統分離法による成果が示されており⁶⁾、さらに、品種間交雑あるいは種間交雑による抵抗性品種の育成が試みられている⁹⁾。そのような品種間交雑で、抵抗性因子導入のための交配親として供試される素材は、多年にわたるほ場試験の結果えられた軟腐病り病程度の序列によって選ばれてきた。その具体的な例として「ネムロルタバガ」¹⁰⁾があげられるが、これとともに、道の優良品種とされている「マゼスチック1号」は、その母材であった「マゼスチック」から、とくに軟腐病り病の少ない品種として育成され¹⁾、事実、

後述のごとく、根釧農業試験場における平常年の軟腐病り病程度は、「ネムロルタバガ」よりも小さいのが普通である。一方、現在道内でもっとも多くの栽培面積を占める品種「グリーントップ」は、軟腐病によるり病性がきわめて高いと考えられている¹¹⁾。このような軟腐病り病程度の品種間の序列は、年次により、多少変化する例は示されてきたが、筆者が、品種間雑種後代のほ場検定にあたっていた1961年には、そのような例の、とくにいちじるしい場合を認めた。これを、1955年から1967年までの13年間に行なわれた品種比較試験その他の試験成績より、前記3品種の分を抜萃して示すと、Table 1 および Fig. 1 のとおりである。これから、平常年は「グリーントップ」の軟腐病り病程度がほかの2品種を上回るが、1961年はこの関係が逆転し、とくに「マゼスチック1号」の被害がいちじるしかったことが指摘される。このような傾向は、品種間の関係についてのみではなく、育成中の系統間にも認められ、供試素材の軟腐病り病性の位置づけが、世代により完全に逆

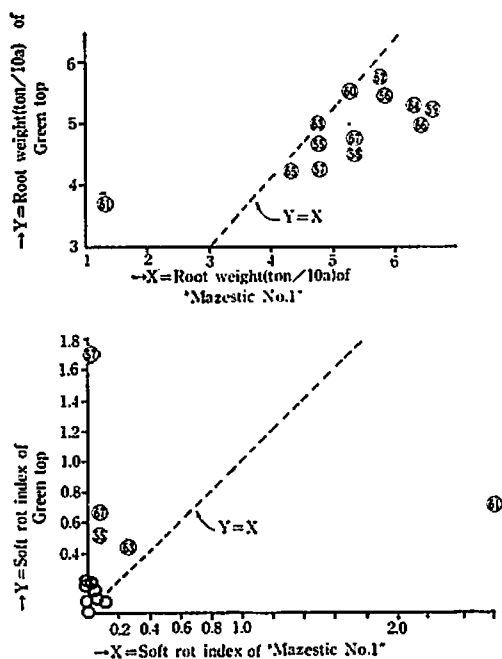
† 根釧農業試験場

* 本病は従来ルタバガ白腐病と称していたが、昭和35年、日本植物病理学会による病名統一により、ルタバガ軟腐病と改名された。

Table 1 Root yield and soft rot index on 3 varieties of rutabaga (1955-67)

Year	Varieties	Mazestic No. 1		Green top		Nemuro-rutabaga	
		Root yield (kg/10 a)	Soft rot index	Root yield (kg/10 a)	Soft rot index	Root yield (kg/10 a)	Soft rot index
1955		4,795	0.14	4,378	0.48	4,573	0.08
1956		5,802	0.00	5,113	0.31	4,562	0.00
1957		4,780	0.05	4,026	1.74	4,109	0.02
1958		5,169	0.01	4,403	0.08	4,314	0.08
1959		6,459	0.00	4,589	0.00	4,507	0.00
1960		5,182	0.17	5,154	0.08	4,222	0.36
1961		1,454	2.62	3,589	0.79	3,057	1.08
1962		5,673	0.00	5,299	0.32	6,212	0.04
1963		4,836	0.27	4,663	0.43	5,215	0.15
1964		6,220	0.10	4,776	0.08	5,869	0.11
1965		4,258	0.00	3,975	0.00	3,267	0.00
1966		6,271	0.00	4,521	0.33	5,021	0.04
1967		5,231	0.10	4,432	0.74	4,702	0.48

Fig. 1 The relation between two varieties (Mazestic No. 1 and Green top) on the root weight and the soft rot index in last 13 years (1955-67)



転する結果となり、軟腐病抵抗性に関する選抜上に混乱をもたらした。すなわち、前代までは抵抗性の高い系統と考えられてきたものが、その次代では棄てられる結果となり、選抜の効果がいちじるしく減ずるばかりでなく、その結果への疑問か

ら、育種そのものの目標をも見失いかねない。

ルタバガの軟腐病の発生機作としては、馬場(1958)が根部の裂傷発現をあげ、さらに、ダイコンバエ (*Hylemya floralis* FALLÉN) の幼虫による食害その他をあげており、品種間により病程度の差異を生ずる理由としては、根部の形態の差を指摘し、その不整形な品種ほど裂傷を生じやすく、したがって軟腐病病性が高いとした²⁾。しかし、1961年の「マゼスチック1号」の病状の観察結果からは、同年のみ同品種の裂傷が増加したとか、また、同品種のみがダイコンバエの食害を受けたと見られる根拠を認めることができなかった³⁾。しかも、1961年の軟腐病の発生相は、それを、およそ2種、あるいはそれ以上に区分することができ、それが、ルタバガの品種と密接な関連をもつものごとく観察された。

そこで、ルタバガ品種間、あるいは系統間に、このような軟腐病病程度の変化をもたらした根拠を明らかにするため、1962年から64年までの3年間にわたり「マゼスチック1号」、「ネムロルタバガ」および「グリーントップ」の3品種を素材として耕種条件に変化をあたえたは場試験を行ない、主として、裂根と軟腐病病との関係を品種間の差異について検討するとともに、1961年のルタバガ品種比較試験³⁾の成績についても、とくに軟腐病と品種との関係について検討を加え、ルタ

バガの軟腐病抵抗性育種のための資としようとした。

なお、本試験の遂行に際しては、元根室支場長桜井允氏、元根室支場作物科長男沢良吉氏、同北村亨氏、同技師今野昇氏らのご指導とご援助をいただき、前根釧農業試験場長坪松成三博士ならびに中央農業試験場病虫部長馬場徹代氏の懇切なご校閲をいただいた。記して深く感謝する。

II 試験方法

1) 試験場所 根釧農業試験場ほ場

2) 試験年次 1961年～1964年

3) 処理区分および試験区の構成

(1) 1961年：直播栽培による品種比較。1区面積11.52 m²，乱塊法4反復。「マゼスチック1号」ほか6品種供試。

(2) 1962年：3要因による分割区試験法，4反復。1区面積7.2～11.2 m²。

主区：栽植密度3水準（畦幅×株間，cm，80×50，65×40，50×30）

細区：施肥量3水準（対標準区割合，%，200，150，100）

細細区：品種3（「マゼスチック1号」，「ネムロールタバガ」，「グリーントップ」）

(3) 1963年：3要因による分割区試験法，3反復。1区面積7.2～11.2 m²。品種を主区に，栽植密度を細細区に組み変えたほかは1962年に同じ。

(4) 1964年：3要因による分割区試験法，3反復。1区8.5～9.0 m²。

主区：栽植密度5水準（株間，cm，49.0，40.5，35.0，30.5，27.0，畦幅は56 cmに統一）

細区：は種期3水準（5月上旬，中旬，下旬）

細細区：品種3（「マゼスチック1号」，「ネムロールタバガ」，「グリーントップ」）

4) 耕種法の概要

処理以外の耕種法の概要は次のとおりである。

施肥量（全量基肥），10 a 当たり，堆肥 2,000 kg，硫酸 22.5 kg，過石 30.0 kg，硫加 7.5 kg（堆肥を除く要素量，N：P₂O₅：K₂O=4.5：6.0：3.8 kg/10 a）

点条播による直播栽培。播種後2～4週内に，2回にわたり間引きを行ない，1本立てとし，後2～3回ホーにより中耕および除草を行なった。

5) 試験経過の概要

(1) 1961年；5月23日に播種，当初より高温，多照，乾燥の気象で経過，初期生育は順調な経過をたどったが，7月半ばより，高温，高湿で，しかも日照不足の気象となり，7月23日には軟腐病の初発をみた。以後，収穫期に至るまで，ことにその生育の後期には，きわめて激しい軟腐病の発生をみ，一部では収穫皆無の品種さえ生じた。収穫は10月21日に行なった。

(2) 1962年；5月8日に播種，発芽はやや遅れたが整一であった。播種以後，乾燥した気象条件が続き，倍肥区および5割増肥区で，土壌表面への塩類の集積が認められ，とくに倍肥区ではいちじるしく，このため，発芽直後の生育がやや抑制され，一部欠株を生じた。軟腐病は7月27日に初発をみ，その後全般に発生して，例年に比較してやや多発したものと観察した。10月25日に収穫した。

(3) 1963年；5月14日に播種し，発芽は良好であったが，前年同様，5割増肥区および倍肥区での土壌表面への塩類の集積が激しく，稚苗の枯死するものが目立った。軟腐病は8月上旬より発生して多発年となった。10月25日に収穫した。

(4) 1964年；5月上旬播種区は5月10日に播種し，以後10日ごとに播種した。発芽は良好であったが，その後の低温かつ日照不足の気象により，生育は非常に遅れた。しかし，10月下旬までには，ほぼ完全な生育をとげ，かつ，軟腐病の発生はきわめて少なかったので多収年となった。10月25日に収穫した。

(5) 調査は生育，葉根その他の収量，軟腐病および裂根について行なった。栽植密度に関する処理のため，各区の面積が異なるなど不均一となったので，収量の表示は10 a 当たり換算して行ない，軟腐病については，その調査株に対する病株の百分比を病率とし，受けた被害の程度を，男沢²⁾の用いた方法にしたがって算出し，これを被害度とした。裂根は，その判別を明確な基準のもとで行なうことがむずかしかったが，根部が裂開した状態のもののみではなく，表面が表皮組織でおおわれていても，かってそこに裂傷に類する

現象が認められたと思われるものはこれをおぞえ、総じて「裂痕」とした。そして、裂痕を有する株の調査株に対する割合と、1株当たりの平均裂痕数をもって示した。

III 試験結果および考察

1962年 論議上の都合から1962年の結果をまず示すと、Table 2, 3 のとおりである。これから、菜根収量および軟腐病被害度について行なった分散分析の結果を Table 4 に示した。さらに、株当たりの平均裂痕数、軟腐病被害度それに菜根収量について Fig. 2 に示した。このうち、「マゼスチック1号」と「グリーントップ」については、根周と裂痕数および裂根数と軟腐病との関係を Fig. 3, 4 に示した。この個々のデータは栽植密度3, 施肥量3, 反復数4の組み合わせ計36区の数値で

ある。相関係数および回帰式もそれにもとづいて算出された。まず、菜根収量では、栽植密度および品種の主効果は有意に示されたが、施肥量の主効果および要因間の交互作用については有意に示されなかった。すなわち、菜根収量は、密植区および「マゼスチック1号」で多収であり、粗植区、「グリーントップ」では低収であった。軟腐病についてみると、3要因の主効果が有意で、かつ品種と栽植密度との交互作用にも有意性が認められた。これは、Table 3 からわかるように、「グリーントップ」では粗植、多肥の条件ほど軟腐病被害度の増加する傾向がいちじるしいのに対し、「マゼスチック1号」のそれが不明瞭であることによるものと考察した。「ネムロルタバガ」では「グリーントップ」とくらべると、その被害度は小さかったが、その傾向はそれによく似ていた。

Table 2 Yield (1962)

Treatments			Items						
Varieties	Planting space (cm)	Manual per control (%)	Round of root (cm)	Yield			Dry-matter content (%)	Dry-matter yield	
				Top (kg/10 a)	Root (kg/10 a)	Ratio (root) (%)		Yield (kg/10 a)	Ratio (%)
Mazestic No. 1	80×50	200	52.5	794	6.266	110	9.7	608	111
		110	54.7	666	6.597	116	9.9	653	120
		100	51.4	742	6.363	112	10.1	644	118
	65×40	200	47.3	814	7.607	134	9.5	719	132
		150	47.4	810	7.002	124	9.6	674	124
		100	43.8	656	5.673	100	9.7	545	100
	50×30	200	37.0	825	6.658	117	9.6	746	137
		150	39.9	704	6.963	121	10.5	729	133
		100	38.2	754	6.966	122	10.9	749	137
Green top	80×50	200	53.9	612	3.918	73	12.2	554	92
		150	54.9	587	4.234	79	11.7	519	86
		100	50.9	434	3.962	74	11.8	470	78
	65×40	200	49.1	741	4.484	84	11.5	521	86
		150	47.7	611	5.123	96	10.7	549	91
		100	44.0	504	5.298	100	11.4	602	100
	50×30	200	39.8	858	5.316	100	11.0	584	97
		150	42.0	754	5.896	111	11.5	678	112
		100	39.6	679	5.837	110	10.7	623	103
Nemuro-Rutabaga	80×50	200	57.9	947	5.740	107	10.1	576	91
		150	56.1	922	5.790	108	10.2	589	93
		100	54.3	859	5.712	107	10.2	574	91
	65×40	200	51.2	1,219	6.607	124	10.2	676	107
		150	49.2	1,150	6.782	127	11.0	743	117
		100	43.8	885	5.326	100	11.9	631	100
	50×30	200	39.9	1,370	6.588	123	10.9	716	113
		150	40.6	1,166	5.821	109	11.2	681	108
		100	38.9	1,046	5.954	111	10.9	649	102

Table 3 Soft rot, laceration on root (1962)

Varieties	Treatments		Items			
	Planting space (cm)	Manure per control (%)	Soft rot		Laceration	
			Attack rate (%)	Index	Roots with (%)	Number per root
Mazestic No. 1	80×50	200	15.0	0.45	68.1	1.49
		150	5.0	0.18	62.5	1.40
		100	22.5	0.73	78.3	1.44
	65×40	200	5.4	0.10	73.2	1.34
		150	3.6	0.08	72.4	1.56
		100	0.0	0.00	58.2	1.27
	50×30	200	17.5	0.52	35.6	0.63
		150	5.0	0.10	43.8	0.73
		100	2.5	0.04	36.2	0.74
Green top	80×50	200	90.0	2.18	97.5	5.34
		150	62.5	1.55	100.0	4.48
		100	53.8	1.59	92.5	3.71
	65×40	200	52.6	1.26	86.5	3.26
		150	33.9	0.78	80.2	2.82
		100	14.2	0.32	82.1	1.96
	50×30	200	23.9	0.43	55.1	1.20
		150	12.5	0.21	46.3	0.95
		100	8.8	0.15	39.7	0.63
Nemuro-Rutabaga	80×50	200	30.3	0.78	92.2	3.15
		150	23.2	0.46	78.9	2.26
		100	7.5	0.23	82.2	2.03
	65×40	200	19.7	0.28	80.2	1.89
		150	7.2	0.12	66.6	1.47
		100	1.7	0.04	53.6	1.00
	50×30	200	11.3	0.28	53.8	0.95
		150	5.2	0.15	49.3	0.75
		100	1.3	0.03	33.8	0.50

軟腐病被害度が同程度の区と比較しても、「マゼスチック 1 号」は「グリーントップ」より多収であるので、これは、両品種の葉根収量についての特性の差とみなすことができるが、「グリーントップ」の場合、軟腐病被害度の増加で、直接葉根収量を減ずるよう作用し、かつその軟腐病被害度は裂痕数の多少と関連していることを Fig. 2 から想定できる。これはさらに Fig. 3, 4 により確かめられた。すなわち、Fig. 3 では「グリーントップ」の裂痕数の増加と軟腐病被害度の増加は高い相関を有することが明らかであった。これに対し、「マゼスチック 1 号」のそれは、軟腐病そのものの少なかったこともあろうが、まったく相関を有しない結果を示した。また、Fig. 4 で見るように、根周と裂痕数との関係は、両品種とも正の有意な相関で示されたが、その回帰式からも明ら

Table 4 Analysis of variance (F value, 1962)

Elements	d. f.	Root yield	Soft rot index
Treat. A (planting space)	2	5.298*	19.563**
Blocks	3	—	—
Error (a)	6	—	—
Treat. B (Manuring)	2	1.940	8.660**
Interaction (A×B)	2	1.783	<1
Error (b)	18	—	—
Treat. C (Varieties)	2	56.525**	34.229**
Interaction (A×C)	4	1.750	9.062**
Interaction (B×C)	4	2.471	1.021
Error (c)	62	—	—
Total	107	—	—

かなように、「グリーントップ」の裂痕数の増加率は「マゼスチック 1 号」のそれよりはるかに高かった。以上の結果から、根周の増大するような環境を与えること、すなわち、粗植あるいは多肥条件のもとでは「グリーントップ」の裂痕数はいじりしく増加し、軟腐病被害度をまねき、葉根の減収をきたすが、「マゼスチック 1 号」では直接にそのような結果とはならないものと推考した。なお、葉根収量、株当たり裂痕数および軟腐病被害度のそれぞれの相関を、各品種ごとにその細細区の数値から算出して Table 5 に示した。

1963年 調査結果は Table 6, 7 に示したが、葉根収量については品種、栽植密度の主効果および施肥量と栽植密度の交互作用が有意に示された。このうち、交互作用の効果については、軟腐病被害度の少なかった密植区で増肥による収量の増

Table 5 Coefficient of correlation between two items

Year	Varieties	Item I	Item II	Root weight	Root weight	Soft rot index
		Soft rot index	Laceration numb./root	Laceration numb./root	Laceration numb./root	Laceration numb./root
1962	Mazestic No. 1	-0.290	0.071	-0.006		
	Green top	-0.791**	-0.603**	0.818**		
	Nemuro rutabaga	-0.032	0.145	0.599**		
1964	Mazestic No. 1	-0.002	-0.040	0.237		
	Green top	-0.152	0.314*	0.147		
	Nemuro rutabaga	-0.032	0.147	0.026		

Fig. 2 Root yield, soft rot index and laceration of 3 swede varieties for treatment of planting space and manuring (1962)

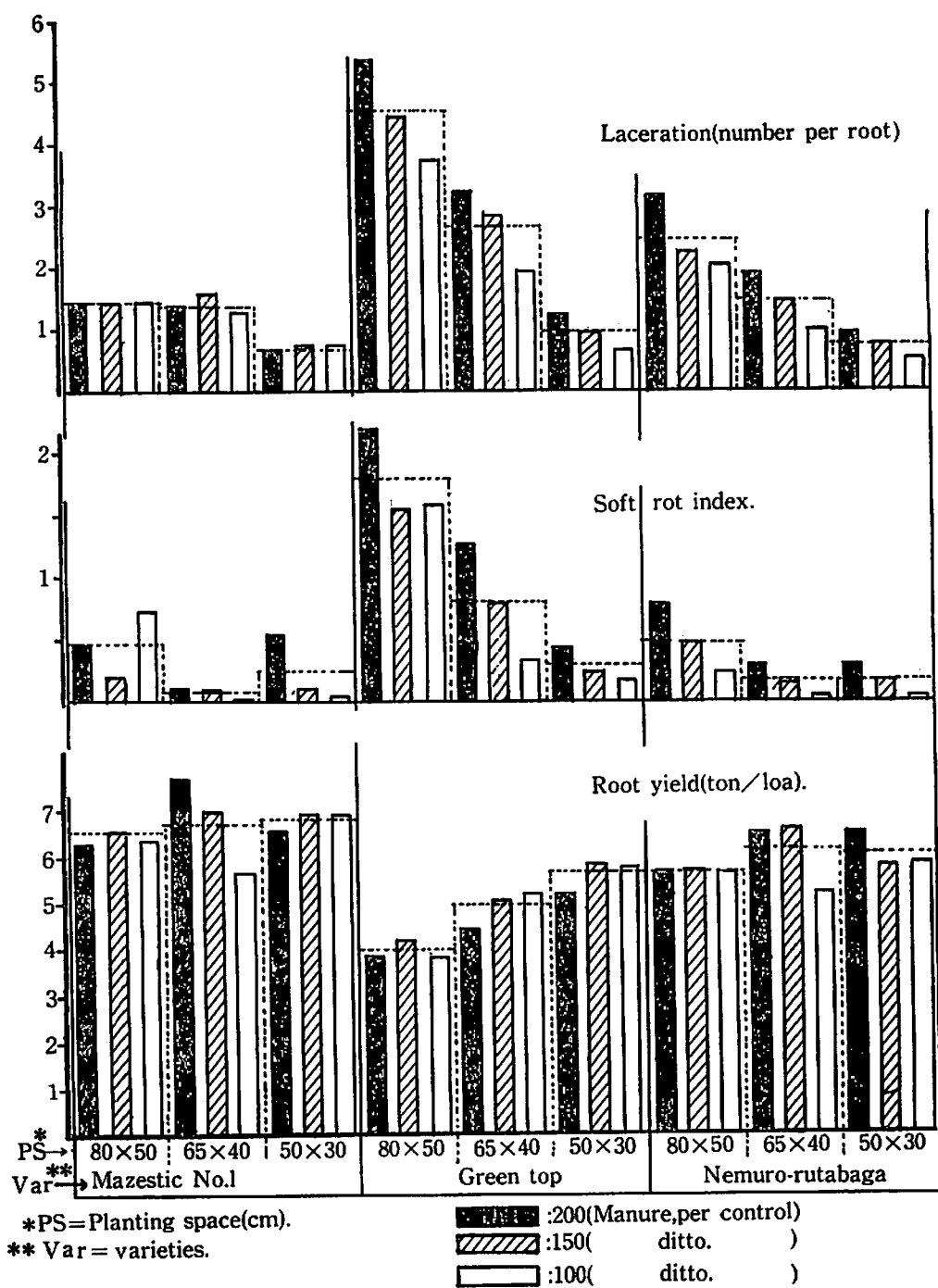


Fig. 3 The relations of laceration to the soft rot index on two swede varieties (Mazestic No. 1, Green top) (1962)

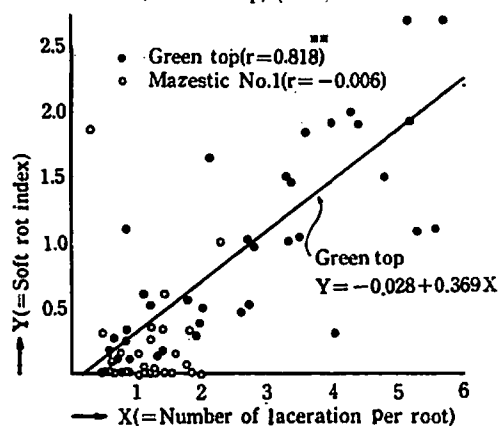


Fig. 4 The relations of the round of root to its laceration on two swede varieties (Mazestic No. 1, Green top) (1962)

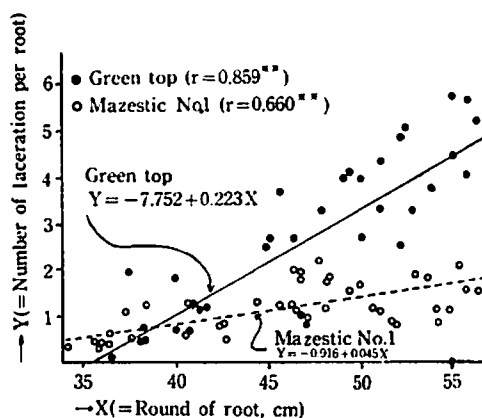


Table 6 Yield and soft rot (1963)

Treatments			Items								
Varieties	Planting space (cm)	Manual per control (%)	Round of root (cm)	Yield			Dry-matter			Soft rot	
				Top (kg/10 a)	Root	Ratio (root) (%)	Content (%)	Yield (kg/10 a)	Ratio (%)	Attack rate (%)	Index
Mazestic No. 1	80×50	200	48.9	950	4,903	101	10.3	506	94	43.3	0.87
		150	56.2	1,175	5,655	117	11.1	627	116	30.6	0.76
		100	50.9	757	4,749	98	11.2	533	99	13.2	0.29
	65×40	200	45.6	1,054	4,901	101	11.6	567	105	30.8	0.90
		150	44.2	895	4,787	99	11.3	541	100	7.7	0.11
		100	42.9	731	4,836	100	11.6	562	104	9.4	0.27
	65×40	200	41.5	1,585	6,588	136	11.2	737	136	13.0	0.23
		150	43.2	1,280	6,127	127	11.0	676	125	1.3	0.03
		100	41.7	1,023	5,508	114	10.7	589	109	2.6	0.07
Green top	80×50	200	53.9	1,010	4,060	87	12.0	486	91	48.9	1.39
		150	53.7	885	4,235	91	12.6	532	100	45.0	1.00
		100	51.3	579	4,156	89	11.9	493	92	34.8	0.69
	65×40	200	46.5	1,105	4,670	100	11.0	515	97	31.2	0.83
		150	47.7	1,004	5,054	108	12.5	631	118	17.2	0.46
		100	49.6	653	4,663	100	11.4	534	100	12.6	0.43
	50×30	200	41.8	1,472	6,139	132	10.7	659	124	24.0	0.61
		150	41.9	939	5,694	120	12.6	715	134	11.4	0.17
		100	39.9	869	5,577	119	12.7	707	133	7.6	0.07
Nemuro-rutabaga	80×50	200	52.9	948	4,675	90	11.0	513	88	11.9	0.24
		150	48.8	812	4,698	90	11.0	517	88	18.1	0.36
		100	49.3	857	4,393	84	9.7	426	73	10.8	0.34
	65×40	200	45.1	1,375	4,948	95	10.7	531	91	4.7	0.15
		150	46.4	1,072	5,334	102	10.4	554	95	17.4	0.33
		100	47.6	1,153	5,215	100	11.2	585	100	6.0	0.15
	50×30	200	42.8	1,415	5,064	97	10.6	538	92	2.6	0.03
		150	42.7	1,163	5,543	106	12.1	673	115	4.7	0.11
		100	39.0	1,181	4,684	90	12.4	582	100	2.5	0.08

Table 7 Analysis of variance (F value, 1963)

Elements	d. f.	Root yield	Soft rot index
Treat. A (Varieties)	2	7.128*	4.904
Blocks	2	—	—
error	4	—	—
Treat. B (Manuring)	2	2.455	8.015**
Interaction (A×B)	4	<1	3.381
error (b)	12	—	—
Treat. C (Planting space)	2	26.075**	33.137**
Interaction (A×C)	4	<1	2.644*
Interaction (B×C)	4	2.914**	1.154
error (c)	44	—	—
Total	80	—	—

加が認められたのに対し、標準区および粗植区では増肥により軟腐病の被害度が増大し、増肥による菜根収量への直接効果が消去されるか、むしろ減収をきたした結果であろうと推考した。軟腐病

被害度については、分散分析の結果も前年とまったく同じ結果が示されたが、「マゼスチック 1 号」でも、粗植、多肥により軟腐病被害度の増加する傾向があった。「グリーントップ」でのその傾向はきわめていちじるしく、前年同様であった。「ネムロルタバガ」ではその処理による影響が小さく示された。以上の結果については Fig. 5 に示した。しかし、裂痕についての調査は行なわなかったため、それとの関連では論議しえない。

1964年 調査結果は Table 8, 9 および Fig. 6 に示した。この年は、夏季きわめて冷涼な気象で経過し、他作物にははなはだしい冷害をもたらした。しかし、ルタバガでは十分な生育を遂げ、かつ軟腐病の発生は非常に少なかったため、菜根収量も多かった。その結果、粗植、またこの場合には早播きなど、根部の肥大がいちじるしいような環境のもとでは、「グリーントップ」でいちじるしい裂痕の増加が認められ、「マゼスチック 1 号」

Fig. 5 Root yield and soft rot index of 3 swede varieties for treatments of planting space and manuring (1963)

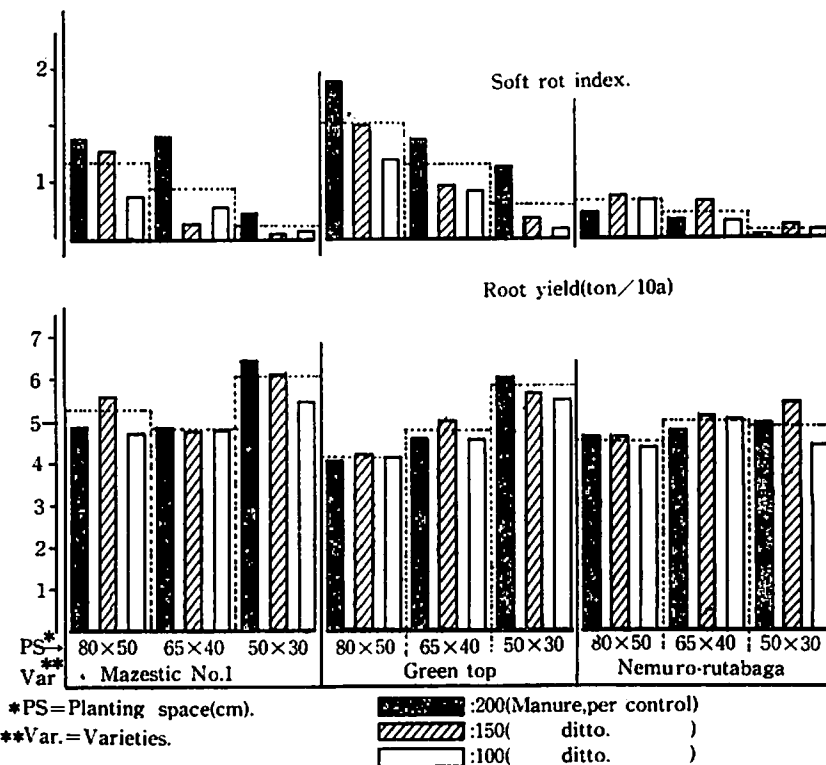
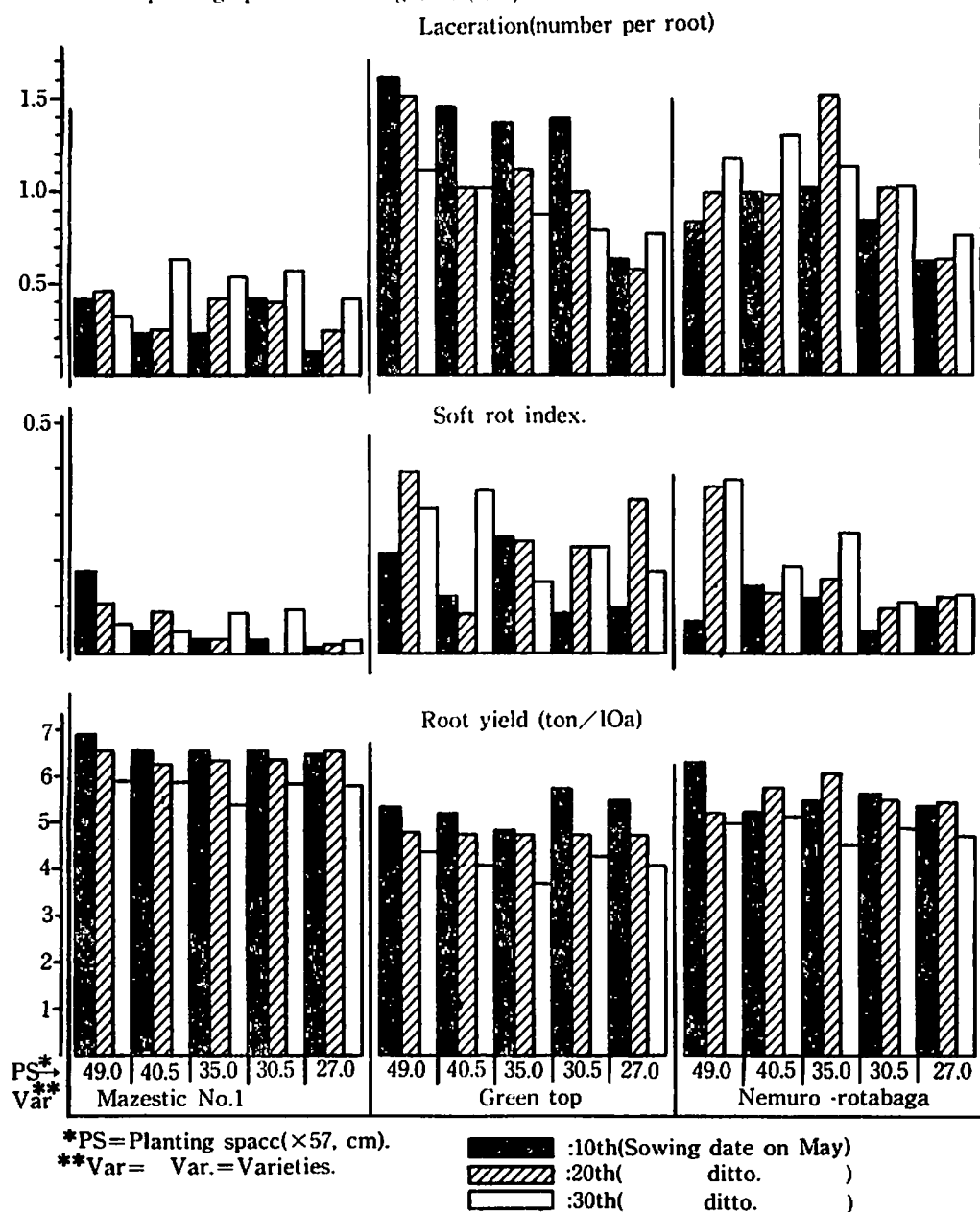


Table 8 Yield, dry matter, soft rot and laceration on root (1964)

Treatments			Items								
Varieties	Planting space (cm)	Sowing date in May	Yield			Dry-matter		Soft rot		Laceration	
			Top (kg/10 a)	Root	(root) Ratio (%)	Content (%)	Yield (kg/10 a)	Attack rate (%)	Index	Roots with (%)	Number per root
Mazestic No. 1	49.0	10th	1,040	6,822	110	12.5	851	8.9	0.178	24.4	0.400
		20th	1,099	6,532	105	12.1	793	1.2	0.113	26.3	0.457
		30th	1,114	5,999	97	11.3	675	2.3	0.056	19.0	0.325
	40.5	10th	1,152	6,427	103	12.7	814	2.9	0.039	13.6	0.235
		20th	1,028	6,219	100	12.0	749	3.8	0.095	15.3	0.258
		30th	956	5,862	86	11.9	695	3.9	0.048	27.4	0.623
	35.0	10th	738	6,540	105	12.6	825	2.6	0.026	17.8	0.211
		20th	1,111	6,340	106	11.9	756	2.6	0.025	27.3	0.436
		30th	932	5,326	86	11.9	632	3.3	0.083	37.8	0.645
	30.5	10th	1,100	6,612	106	12.6	835	2.1	0.028	25.8	0.433
		20th	1,082	6,299	101	12.6	791	0.0	0.000	26.1	0.399
		30th	1,014	5,831	94	12.3	714	4.4	0.097	35.0	0.588
	27.0	10th	977	6,430	103	13.0	833	0.6	0.006	8.2	0.126
		20th	1,098	6,493	104	12.4	808	1.3	0.013	18.0	0.238
		30th	1,103	5,726	92	12.9	740	2.6	0.026	25.0	0.422
Green top	49.0	10th	774	5,294	111	13.0	686	12.2	0.211	63.3	1.611
		20th	739	4,782	100	13.7	654	20.0	0.398	61.1	1.500
		30th	764	4,328	91	14.3	619	20.2	0.313	49.3	1.133
	40.5	10th	752	5,187	109	13.8	715	8.8	0.126	56.2	1.486
		20th	737	4,776	100	13.4	639	7.8	0.078	50.9	1.067
		30th	685	4,063	85	13.7	558	18.7	0.366	42.6	1.053
	35.0	10th	775	4,794	100	13.4	643	14.5	0.256	58.1	1.376
		20th	757	4,684	98	13.8	648	12.4	0.242	50.6	1.181
		30th	598	3,598	75	14.3	516	12.6	0.152	46.2	0.884
	30.5	10th	801	5,752	120	13.8	791	5.8	0.073	61.9	1.384
		20th	824	4,740	99	14.4	681	12.9	0.218	49.2	0.977
		30th	792	4,163	87	14.2	590	14.9	0.215	42.6	0.788
	27.0	10th	740	5,412	113	14.2	769	5.0	0.089	32.6	0.623
		20th	821	4,712	74	14.2	671	5.2	0.326	31.9	0.579
		30th	830	4,084	64	14.0	573	10.4	0.189	38.1	0.777
Nemuro-rutabaga	49.0	10th	996	6,226	106	12.6	782	4.5	0.057	39.9	0.818
		20th	927	5,339	91	12.4	661	18.2	0.352	43.3	0.984
		30th	981	5,038	86	12.2	614	17.2	0.374	47.8	1.174
	40.5	10th	828	5,261	90	13.2	695	7.0	0.145	40.7	0.994
		20th	995	5,869	100	12.5	736	6.7	0.133	40.7	0.931
		30th	871	5,067	86	12.9	653	11.0	0.188	54.9	1.275
	35.0	10th	794	5,452	93	13.9	759	6.1	0.113	49.5	1.032
		20th	881	6,016	103	12.1	728	9.1	0.163	53.5	1.510
		30th	808	4,599	78	12.4	570	16.6	0.261	54.3	1.139
	30.5	10th	833	5,713	97	13.0	742	3.6	0.050	39.8	0.835
		20th	879	5,639	96	13.0	733	4.6	0.091	52.4	1.056
		30th	955	4,881	83	12.6	616	8.5	0.106	56.9	1.089
	27.0	10th	825	5,321	91	13.2	704	2.7	0.082	31.5	0.621
		20th	910	5,381	92	13.2	708	5.8	0.103	32.8	0.629
		30th	995	4,853	83	12.3	598	4.6	0.106	33.7	0.752

Fig. 6 Root yield, soft rot index and laceration of 3 swede varieties for treatment of planting space and sowing date (1964)



および「ネムロタバガ」では栽植密度による傾向は不明瞭であったが、むしろ、播種の遅れによる裂痕の増加が目立った。しかも、これら裂痕発現の多少が軟腐病と結びつかない点が特徴的であった。このことは、Table 5 に1962年の分とあわせかかげた調査項目間の相関の表からも明ら

かである。すなわち、「グリーントップ」では、株当たり裂痕数が葉根収量と正の有意な相関を示し、1962年の結果とは表の上ではまったく相反した。これはしかし、軟腐病による病とその減収がなければ、「グリーントップ」でも裂痕の増加するような状態、すなわち根部の肥大が葉根収量

Table 9 Analysis of variance (F value, 1964)

Elements	d. f.	Root yield	Soft rot index	Laceration numb./root
Treat. A (Planting space)	4	2.368	4.889*	<1
Blocks	2	—	—	—
Error (a)	8	—	—	—
Treat. B (Sowing date)	2	21.795**	7.803**	<1
Interaction (A×B)	8	<1	<1	1.269
Error (b)	20	—	—	—
Treat. C (Varieties)	2	271**	34.048**	103.437**
Interaction (A×C)	8	1.575	<1	2.568*
Interaction (B×C)	4	3.735**	1.325	8.306**
Error (c)	76	—	—	—
Total	134	—	—	—

の増加に結びつくことは明らかで、軟腐病発生の多少による変化と考えるのが妥当である。「マゼスチック1号」および「ネムロルタバガ」では、この試験の範囲では遅播きほど裂痕数が増大した。男沢²¹は、「ホワイトフレッシュドネックス」を素材とした播種期試験で、6月上・中旬播種の場合に、それ以前またはそれ以後の播種による場合よりも軟腐病が増加したと報告しているが、この場合は全区5月播種であるので、後期播種ほど裂痕数を増加させたものであろう。「グリーントップ」でも、恐らく同じ現象はみられたと考えられ、事実、極端な密植区である株間27cm区では5月下旬区がほかの2旬区を上回る裂痕数を示した。しかし、より粗植の区にあっては、早期播種による根の肥大が裂痕数の増大に、より大きな効果を与えたものと推考した。1964年の結果はこのように、裂傷発現性の品種間差異におよぼす耕種条件の影響は、前2年の結果と同じであったものと考えられるが、それが直接軟腐病に結びつかなかった点で明らかに異なった。

1962～1964年の結果 3年間にわたるルタバガの耕種条件に対する品種反応試験から、品種と軟腐病病との関係について1つの推論を試みた。ルタバガの軟腐病については前記馬場²²が、病原菌侵入のためにはなんらかの傷口がなければならず、しかもそれが主としてルタバガ根部の裂傷に

よることを明らかにしているが、この場合、そのような例の典型として「グリーントップ」があげられるが、一方「マゼスチック1号」は裂傷を生じにくい品種であって、したがって、軟腐病病に介在する主要因としては別に考慮した方がよいと考えるものである。そして、前に示したように「マゼスチック1号」のように平常年の軟腐病病の少ない品種がいちじるしい腐敗を見せた例の場合、裂傷以外の何らかの誘因が関与していたものと推考した。そこで、ふりかえって、1961年に実施されたルタバガの品種比較試験の結果について、とくに軟腐病について検討を加えた。

1961年の品種比較試験の結果 成績は Table 10, 11 に示した。このうち「Sutton's Mazestic」, 「Sutton's Green top」, 「Sutton's Up-to-Date」の3品種は、1961年春にイギリスより輸入されたものであるが、「マゼスチック1号」育成の際の母材であった「マゼスチック」が、昭和の初期にイギリスより輸入されたものであるところから、また「Sutton's Mazestic」と「マゼスチック1号」がきわめて類似した形質を備えていたことなどから、両者が共通の祖先を有するものであると思われる。「Sutton's Green top」, 「Green top swede」はともに地上根色黄緑色の品種で「グリーントップ」とは非常に似通った形質をもつものである。「Sutton's Up-to-Date」はこの場合唯一の Bronze top 型の品種で、青銅色の地上根色を有し、「マゼスチック1号」や「ネムロルタバガ」などの Purple top 型の品種と、Green top 型の品種の中間的形質を備えている。この調査ではまた、あらかじめ、腐敗株の病状を2種に分類した。軟腐病の病状については馬場の報告²²に詳しいが、腐敗のすすんだ時期には、その誘因まで推定することはかならずしも正確さを期し難い。しかし、あえて分類を試み、そのり病が裂傷に基づくであろうとのおおよその見当がつけられるものをA型とし、また、裂傷以外に何らかの誘因があったと考えられるものをB型とし、被害度²³を算出した。この場合、被害度(0)は健全であることを示し、(4)では収穫皆無の状態まで腐敗したことを示すもので、その間被害の程度により1～3の指数が与え

Table 10 Transition of appearance of infection by soft rot disease, from August to October at Varietal trial (1961)

August \ October			Disease free	Diseased											Total
				A-type					B-type					Sum	
August				1	2	3	4	Sum	1	2	3	4	Sum		
Diseased	A-type	1	—	4	8	3	2	17	—	1	1	4	6	23	23
		2	—	3	—	9	—	12	—	—	—	2	2	14	14
		3	—	2	—	10	1	13	—	—	—	4	4	17	17
		4	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	1
	B-type	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8	8	8
		2	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	1
		3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	3	3
		4	—	—	—	2	2	4	—	—	—	10	10	14	14
Disease free			711	48	34	28	21	131	37	20	34	330	421	552	1,263
Total			711	57	42	53	27	179	37	26	36	360	454	633	1,344

1) A-type; A type of infection which seemed to be attacked through the laceration of root surface or neck.

B-type; A type of infection which was rotted by soft rot disease, after attacking of some primary disease, may be, black rot disease etc..

2) Numbers belong to every diseased types show the degree of infection from slight (1) to severe (4).

3) Data in table show the number of root and they include 7 swede varieties.

Table 11 Difference of type of infection by soft rot disease on swede varieties (1961)

Type of infection	Number of root for investigation										Attack rate a total root		Soft rot index		
	A					B					A	B	A	B	Sum.
	0	1	2	3	4	1	2	3	4	Sum.					
Varieties															
Mazestic No. 1	58	—	—	—	—	5	3	11	115	192	0.0	69.8	69.8	0.000	2.625
Sutton's Mazestic	39	—	—	—	—	13	6	8	125	191	0.0	79.2	79.2	0.000	2.589
Sutton's Green top	125	16	20	21	6	1	—	—	2	191	32.8	1.6	34.4	0.745	0.792
Sutton's Up-to-Date	79	2	—	—	—	6	7	7	88	189	1.1	56.3	57.4	0.011	2.047
Nemuro-rutabaga	124	3	2	6	6	10	7	8	25	192	8.9	26.0	34.9	0.214	0.771
Green top	129	21	9	19	11	—	1	—	2	192	31.3	1.6	32.8	0.729	0.052
Green top swede	168	10	6	—	4	1	—	2	2	192	10.4	2.6	13.0	0.198	0.078

られる。ここでA型として示したものは、典型的な軟腐病¹⁾の症状のものであったが、B型としたものの多くはおおよそ次のような病状を示した。すなわち、葉縁および古葉の葉柄付着部付近から褐変することにはじまり、葉柄の脱落がいちじるしくなる。さらに、茎あるいは根体の上部が急激に腐敗し、茎から上が、そこから倒伏する場合が多い。やがて腐敗は上下に進捗するので、そのいちじるしい場合は全体が軟腐するか、根体下方先端のみが残るなどする。軽症の場合は、茎ある

いは根体上部の褐変のみでおさまる場合もあり、さらに軽症の場合は葉縁部、しかも古葉の褐変程度で収穫期を迎える場合もある。このような腐敗の型は1962、63の兩年にも若干例観察したが、1964年にはまったく認められなかった。以上のような病状から、その初期には軟腐病とすることはできず、むしろ何らかの一次的な病害と見なければならぬが、1961年の例では、それらの株が収穫期にはきわめて激しい腐敗現象を示したものである。

病態からの、このような区分にもとづき、品種比較試験成績のなかの収穫期の軟腐病調査の結果を表示したのが Table 11 であり、さらに、全調査株について8月15日調査の結果と収穫期に調査した結果の推移を示したのが Table 10 である。その結果「マゼスチック1号」、「Sutton's Mazestic」、「Sutton's Up-to-Date」の3品種は、ほとんどB型の腐敗を示し、「ネムロルタバガ」では両者が混在し、「Green top」系の品種ではほとんどA型に属することが明らかとなった。り病の型と時期的な推移では、A型のものはほとんど8月の調査時にり病しており、その後の被害程度の進捗はいちじるしくないが、B型のものは8月には大きな被害程度を示さず、逆に収穫期に激しい腐敗を示し、とくに被害程度3～4に達するものが多かった。この結果、「マゼスチック1号」などでは収穫期の軟腐病被害度が大きくなり、「Green top」系のものでは8月の被害度が比較的大きく、収穫期のそれはその割に増大しなかった。

「マゼスチック1号」は1959年に「マゼスチック」を母材として育成され、さらに、「マゼスチック」は1933年イギリスより輸入された「Sutton's Mazestic」を品種試験に供した上で、1937年に優良品種としたもので、この間「マゼスチック」および「マゼスチック1号」はルタバガに関する標準品種として根釧農業試験場で供試されてきた。この間の成績からは、過去にも、この場合のB型の病状で激しい腐敗現象を示したと推定される記述がいくつかみられ³⁾、それが平常年の軟腐病り病の少ない「マゼスチック」あるいは「マゼスチック1号」が軟腐病に対して強いとはされない⁴⁾理由であったと考えられた。しかも、過去には、これらの腐敗がいずれも白(軟)腐病として記録され続けてきた²⁾もののようである。

まとめ ルタバガにおける、軟腐病り病には病原菌の侵入門口が何らかの形で作出されなければならない。その主たるものは根部の裂傷であり、したがって品種間の差異を生ずるもっとも大きな理由は、裂傷発現性の品種間差異であろう。その点、「グリーントップ」は4年間にわたる本試験の結果でも、裂傷発現性が高かったので、軟腐病

に対するり病性は高いと考えられ、対照的に「マゼスチック1号」のり病性は低いと考えられる。しかし軟腐病は、裂傷以外の多くの誘因によってり病する²⁾ことから、「マゼスチック1号」は裂傷を生ずる機会は少ないが、結果的に軟腐病り病に至る原因は数多く想定される。そして、腐敗株の病状およびり病の時期、推移などの相異から「マゼスチック1号」がいちじるしい被害を受けた軟腐病り病の誘因は、裂傷以外の、しかも未解明な事象が介在したと推考された。同時にこのような誘因とルタバガ品種との関係はかなり特徴的であることが明らかとなった。

以上の結果から、ルタバガの軟腐病抵抗性育種では、そのり病誘因や品種との関係をさらに明確にする必要のあることと、それら誘因は、当然年次や品種と関連することから、抵抗性に関する選抜が、単なるほ場試験の繰返しと「腐敗現象」の多少による淘汰のみでは成果をあげえず、その誘因別の淘汰とその結果を総合判断する必要があるものと考察した。

1961年に「マゼスチック1号」を激しく腐敗させた誘因については、本試験で明らかにしえなかったもので、そのことには触れないが、「グリーントップ」およびその類似素材では、裂根に関する選抜を行なうことが、間接的に軟腐病に対する抵抗性の選抜にある程度有効であろうと推察された。

IV 摘 要

ルタバガの軟腐病抵抗性育種をすすめる場合に、まず素材の抵抗性が明確でなければならないが、従来、これはほ場での腐敗株の多少および腐敗の程度により順位づけられてきた。この序列は、例年比較的安定であるが、時に逆転し、1961年のそれはきわめて激しかった。そのような現象の現われる理由を明らかにするため、栽培環境に対する品種反応試験を行ない、同時に、品種比較試験の軟腐病の成績について考察を加えた。

1) 栽植密度および施肥量と品種の裂根発現との関係をみると、「グリーントップ」では、粗植、多肥など、個体が大きくなるような環境のもとで

は、裂傷と軟腐病が増加し、根収量を減じたが、「マゼスチック 1 号」では、その関係が不明瞭であった。「ネムロルタバガ」は両品種の中位にあった。したがって、平常年の軟腐病の発生は、ルタバガの裂傷を誘因とするもので、「グリーントップ」は裂傷を生じやすく、そのため軟腐病り病の機会が多くなるが、「マゼスチック 1 号」では裂傷を生じにくいにもかかわらず、年次によって発病がいちじるしいことがあった。

2) 裂傷発現におよぼす播種期の影響は、「グリーントップ」では、早いほど裂傷を増加させ、ほかの 2 品種では遅いほど裂傷が増加した。しかし、1964 年の場合には、軟腐病の発生がそれとかならずしも一致しなかった。

3) 軟腐病の病状から、その誘因を 2 種に分類できた。その 1 つは裂傷を誘因としたものであって、ほかの 1 つは裂傷以外の誘因である。「グリーントップ」およびそれに類する品種は主として前者により、「マゼスチック 1 号」およびそれに類する品種は主として後者によりり病し、発生時期にも差異を生じた。したがって、「グリーントップ」等の軟腐病のり病が主として裂傷にもとづき、「マゼスチック 1 号」等の場合には、一次的誘因としてはほかの要因が関与したものと推考した。しかし、その一次的要因については明らかにしえなかった。

4) 以上から、従来行なわれたきた、ほ場での「軟腐現象」の程度にもとづいた軟腐病抵抗性に関する選抜法は不十分で、個々の素材の関与する軟腐病発生誘因の解明と、その誘因別の選抜を加える必要のあることを指摘した。

文 献

- 1) 馬場徹代, 1958-a; 根釧地方におけるルタバガの白腐病に関する試験, 第 1 報, 本病の病状および病原菌, 道農試集, 2, 23~44.
- 2) ———, 1958-b; ———, 第 2 報, 本病の発生誘因について, 道農試集, 3, 1~14.
- 3) 北海道立根釧農業試験場, 1964~'67; 北海道立根釧農業試験場事業成績.
- 4) 北海道立農業試験場, 1960; 北海道立農業試験場資料第 3 号, 農作物優良品種の解説, 73~74.
- 5) 北海道立農業試験場根室支場, 1933~'63; 北海道立農

業試験場根室支場事業成績.

- 6) 男沢良吉, 1955; スウェーデンカブ新優良品種「ネムロルタバガ」, 北農, 22, 2, 35~38.
- 7) ———, 1957; 根釧地方におけるルタバガの栽培法に関する試験, 第 1 報, は種期と栽植密度が収量および白腐病におよぼす影響, 道農試集, 1, 19.

Summary

On the continuing breeding of swede resistant for bacterial soft rot, there occurred some inversion of the varietal rank concerned with the soft rot resistance. Especially it was evident in 1961. To make clear the cause of such phenomenon, experiments were conducted and varietal trials were also considered.

1) In 1962 and 1963, 3 swede varieties (Mazestic No. 1, Green top, and Nemuro-rutabaga) were used and the treatments for the amount of manuring and planting space were set up in 3 levels, respectively. As a result, on Green top, the number of lacerations on the roots increased greatly according to the decreasing of planting density and the rising of manuring levels. Furthermore, those treatments also increased soft rot and decreased root yield. But on Mazestic No. 1 those inclinations were obscure, and Nemuro-rutabaga was between the other two varieties.

2) In 1964, the same varieties were investigated with 3 sowing dates in May and 5 levels of planting density. The effect of planting density on the laceration of the roots was the same as the results of the previous two years. But as it progressed with cool climate through the summer season, the increase of laceration on the roots did not relate to soft rot directly. With early sowing, on Green top, the laceration of the roots increased but on Mazestic No. 1 and Nemuro-rutabaga it decreased.

3) With those 3 years investigation it was clear that the main cause of attacking by the bacterial soft rot on Green top was the laceration of the roots, however there was little affection by that laceration to soft rot on Mazestic No. 1.

4) Surveying of an aspect of the disease on August and October, at the varietal trial investigated in 1961 with 7 varieties, the damage of soft rot on Green top and its kindred varieties was large in August, but Mazestic No. 1 and

its kindred varieties were attacked during the late period of growth. The former seemed to be attacked through the laceration of the roots and the latter varieties through the wounds made by some other primary elements. But in this investigation it was not clear what the primary elements were.

5) The attacking by bacterial soft rot on swede seemed to occur with different causes

according to each variety. So, it seems to be uneffective to select the breeding materials only by the data of phenomenon about rotted root, and it seems to be necessary to select factors according to the characters of each material. For instance, on Green top and its kindred varieties, the study concerning the laceration of root would probably be a method in improving the resistance for soft rot.