テンサイ根腐病による根冠部のアミノ態窒素含量の変化

大瀧直樹・高橋宙之・田口和憲・岡崎和之・中司啓二

(農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センター)

要旨：テンサイ根部に含まれるアミノ態窒素は製糖品質を低下させる有害性非糖分の一つである。本実験では、圃場接種により根腐病が発病したテンサイ O 型系統の根冠部に含まれるアミノ態窒素含量および根中糖分、また、これらの分布を経時的に調査した。その結果、根腐病抵抗性の強弱にかかわらず、根冠部のアミノ態窒素含量は、根腐病の発病に伴い増加した。また、根腐病抵抗性系統は、無接種下においても感受性系統よりアミノ態窒素含量が 2 meq/100 g 以上と多かった。一方、根冠部の根中糖分は根腐病の発病により低下したが、抵抗性系統は感受性系統よりも低下の程度が少なかった。次に、発病により、根部のアミノ態窒素の分布は無接種下の分布から変化し、中心部維管束帯付近で多く、表皮側で明らかに少なかった。また、根中糖分は発病によりアミノ態窒素と同様に表皮側が低下した。以上の結果から、根腐病の発病はテンサイの根中糖分を低下させるとともにアミノ態窒素含量を増加させ、製糖品質の低下につながる事が明らかとなった。アミノ態窒素含量は、根腐病抵抗性に関与しており、製糖品質の優れた抵抗性品種の育成にとって障壁になる可能性がある。

キーワード：アミノ態窒素、根中糖分、製糖品質、テンサイ、根腐病抵抗性。

テンサイ (*Beta vulgaris* L.) の根腐病 (*Rhizoctonia* root rot) は糸状菌 *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk による土壌病害で、テンサイの根冠部を腐敗させるとともに、葉腐病 (leaf blight) の一次感染源となる。このため、本病害は、北海道のテンサイ栽培において重要な病害と認識され、栽培農家からは抵抗性品種の早期育成が望まれている。北海道農業研究センター (以下、北農研) は、これまでに、育成起源が異なる抵抗性系統を育成し (長谷川ら 1968, 長谷川ら 1978, 大瀧ら 2000), 根冠部組織の表皮と内部では抵抗性が異なることを明らかにしてきた (大瀧・田口 2004)。今後は、抵抗性系統を用いた一代雑種品種の育成が急務であるが、根腐病抵抗性が糖収量に与える影響は未解明な点が多い。一般に、テンサイの糖収量性は根重と根部に蓄積した根中糖分 (ショ糖) の積により表されるが、テンサイの根部には、製糖段階においてショ糖の結晶化を妨げ、廃糖蜜となるナトリウム、カリウムおよび α -アミノ態窒素 (以下、アミノ態窒素) 等の有害性非糖分が蓄積される (牧田・中島 1973, 蔵之内 2002)。このため、抵抗性品種の育成には、根重が重く、根中糖分が高い、その一方で有害性非糖分が少ないことが重要である。しかし、近年、田口ら (2001) はテンサイ黒根病 (*Aphanomyces* root rot) に対する抵抗性系統は有害性非糖分、特にアミノ態窒素が多い傾向があることを報告しており、抵抗性との関係が注目されている。また、柳沢 (1989) は、窒素多肥下や干ばつ等のストレス下では、テンサイの根中糖分が減少、アミノ態窒素含量は増加し、病害ストレスによってもアミノ態窒素含量が増加すると考察している。有害性非糖分の中では、アミノ態窒素はショ糖の結晶化を最も大きく阻害し (細川 1980), その含量は、生育初期である 6 月が最も多く、8 月にかけて大きく減少し、以降、漸減するが (村

椿・佐山 1988), 根腐病発病下での消長は明らかにされていない。また、伝宝・鷹田 (1988) は、テンサイのアミノ態窒素は冠部に多く、根部末端に少ない傾向があり、大瀧・田口 (2003) は、根部では表皮側にアミノ態窒素が多いことを報告している。そこで、本実験では、根腐病抵抗性が異なるテンサイを用いた圃場接種実験により、根腐病抵抗性とアミノ態窒素含量との関係、また、根腐病による根部内のアミノ態窒素分布の変動について、経時的に根中糖分とともに調査した。

材料と方法

実験は 2000 年および 2004 年の 2 回行った。2 カ年の供試材料は、第 1 表に示すとおり、北農研が育成した根腐病抵抗性および育成起源がそれぞれ異なる細胞質雄性不稔維持系統 (以下、O 型系統) (大瀧ら 2000) を用いた。実験区は 2 カ年ともに 1 区が 4.05 m², 主区に接種および無接種の 2 水準、細区に供試材料、また、細々区に調査期とし

第 1 表 供試材料の特性と実験年次。

系統名	生殖様式	根腐病抵抗性	育成起源	実験年次	
				2000	2004
TK80-2BR2mm-0	SI	強	Tmm1	○	
NK185BRmm-0	SF	強	TA30	○	
NK280mm-0	SI	強	Tmm1	○	○
NK297mm-0	SI	強	TA56	○	
NK172BRmm-0	SI	中	TA27×TA36	○	○
NK174mm-0	SI	中	TA36	○	
NK244BRmm-0	SF	中	TA30×TA36		○
NK184mm-0	SF	弱	TA36×TA37		○
NK195mm-0	SF	弱	TA36	○	
NK252mm-0	SI	弱	Tmm14	○	

SI:自家不和合性, SF:自殖性。
Tmm1,Tmm14,TA56:アメリカ系, TA27:イギリス系,
TA30:ポーランド系, TA36:ドイツ系, TA37:スウェーデン系。
○は実験年次に供試した系統を示す。

第2表 各年次の耕種概要.

実験 年次	播種期	移植期	接種期	調査期 (接種後日数)			
				1回目	2回目	3回目	4回目
2000	4. 11	5. 15	7. 12	9	28	43	
2004	4. 12	5. 11	7. 7	15	28	58	91

両年次ともに接種期も調査した.
2000年の3回目調査は接種区のみ.
2004年のアミノ態窒素と根中糖分の分布調査は1回目と2回目のみ.

た副次分割区法2反復とした. 供試材料は, 第2表に示すとおりで, 紙筒播種により育苗し, 圃場に移植した後, 接種区には *Rhizoctonia solani* AG2-2 pf 28 を埋設接種法により接種した (大瀧ら 1996). 調査期は, 実験年次により時期および回数が異なり, 第2表の通りに行った. 発病は各区から採取した全個体について, 葉部を切除した後, 根冠部の表皮全体の発病面積比率を 0% から 100% の 11 段階に区

分し, 調査した (大瀧・田口 2004). 発病調査後, 全個体の根冠部から, 第1図に示すラスピングによりプライ (おろし) を採取し, 実験区毎に等量混合したものをサンプルとした. サンプルは分析機「Venema automation」(高橋ら 1999) を用い, 塩化アルミニウム溶液により除タンパクした後, アミノ態窒素含量 (meq/100 g) はオルトフタルアルデヒドとの結合による蛍光反応, また, 根中糖分 (%) は旋光糖度計により測定した. 根腐病による根部アミノ態窒素の分布の変化については, 上記 2004 年の接種後 15 日目, 28 日目の接種区および無接種区の全個体を用いた. 各個体は冠部および根長の 1/2 の長さで根端側を切断・除去した. 残った根部は第2図のように中心部維管束帯から表皮にかけて内側, 中間, 外側に 3 等分し, プライを採取した. プライは実験区毎に等量混合し, アミノ態窒素含量および根中糖分を測定した.

第1図 テンサイ根冠部のラスピング.

写真左: 丸鋸により冠部から根端にかけてプライを採取する.
写真右: ラスピング後のテンサイの切り込み

第2図 根部のサンプリング部位

冠部および根端側の1/2を切断した根部

結 果

2000年の根腐病の発病面積比率の推移を第3表に、根冠部のアミノ態窒素含量および根中糖分の推移を第4表に示した。根腐病の発病は接種後9日目から認められ、供試材料の平均発病面積比率は9日目の11.6%から28日目の40.8%まで拡大した。しかし、43日目では、「NK 172 BR mm-O」、「NK 252 mm-O」および「NK 195 mm-O」の発病面積比率は拡大したが、他の系統は根冠部が肥大したため、

第3表 根腐病圃場接種実験におけるテンサイO型系統の発病面積比率(%)の推移(2000年)。

系統名	接種日	接種後日数		
		9日目	28日目	43日目
NK297mm-O	0.0a	5.6cd	6.4d	4.1d
NK280mm-O	0.0a	4.2d	9.4d	4.9d
TK80-2BR2mm-O	0.0a	8.1cd	21.2c	21.1c
NK185BRmm-O	0.0a	13.0bc	28.5c	16.8cd
NK172BRmm-O	0.0a	7.4cd	43.8b	56.0b
NK174mm-O	0.0a	11.5bcd	50.5b	40.1b
NK252mm-O	0.0a	19.5ab	80.8a	88.3a
NK195mm-O	0.0a	23.6a	85.6a	95.8a
平均	0.0	11.6	40.8	40.9

根冠部表皮における根腐病発病面積比率：0%～100%の11段階。
接種日は2000年7月12日。
英字はDuncanの多重範囲検定を示し、異文字間に5%水準で有意差がある。

相対的に発病面積比率がやや小さくなった。系統間差は、28日目が最も明確で、多重範囲検定により供試材料が4つに区分され、「NK 297 mm-O」、「NK 280 mm-O」、「TK 80-2 BR 2 mm-O」および「NK 185 BR mm-O」は、発病面積比率が30%以下となり根腐病抵抗性を示した。アミノ態窒素含量は、接種日の平均1.93 meq/100 gから、以降、無接種区の変動は小さかった。これに対し、接種区は「NK 174 mm-O」を除き、無接種区よりもアミノ態窒素含量が多く推移し、平均では、28日目が2.65 meq/100 gと最も多かった。抵抗性系統のアミノ態窒素含量は、接種区28日目における「NK 280 mm-O」の4.02 meq/100 gをはじめ、感受性系統よりも多く、無接種区においても多かった。逆に、発病面積比率が大きかった感受性系統は、接種区28日目の「NK 195 mm-O」を除き、アミノ態窒素含量が2 meq/100 g以下と少なかった。アミノ態窒素含量と発病面積比率との間には、いずれも負の相関関係が認められ(第5表)、特に、接種日および無接種区9日目のアミノ態窒素含量との間に有意な負の相関関係を示した。根中糖分に関して、無接種区の接種日における平均は8.90%から、28日目の11.84%まで増加した。接種区は、9日目の平均が9.81%と、接種日より増加したが、28日目以降は接種日との差が認められなかった。しかし、発病面積比率が30%以下であった抵抗性系統の根中糖分は接種日より増加した(第4表)。

第4表 根腐病圃場接種実験におけるテンサイO型系統のアミノ態窒素含量と根中糖分の推移(2000年)。

系統名	接種日	アミノ態窒素含量 (meq/100g)					
		接種区			無接種区		
		9日目	28日目	43日目	9日目	28日目	
NK297mm-O	2.44b	1.92bc	2.61bc	2.15b	1.84bc	2.14bc	
NK280mm-O	3.23a	3.73a	4.02a	3.93a	3.30a	3.83a	
TK80-2BR2mm-O	2.28bc	2.17b	3.25ab	2.70ab	2.13b	2.52b	
NK185BRmm-O	1.50d	2.30bc	3.59a	1.90b	1.51bcd	1.92bc	
NK172BRmm-O	1.42d	1.16c	1.97cd	1.47b	1.11d	1.38c	
NK174mm-O	1.66cd	1.38bc	1.51d	1.31b	1.38cd	1.69bc	
NK252mm-O	1.59d	1.20c	1.84cd	1.39b	0.97d	1.36c	
NK195mm-O	1.30d	1.62bc	2.41bc	1.43b	0.94d	1.70bc	
平均	1.93	1.94	2.65	2.04	1.65	2.07	

系統名	接種日	根中糖分 (%)					
		接種区			無接種区		
		9日目	28日目	43日目	9日目	28日目	
NK297mm-O	9.35b	10.47ab	11.49a	13.30a	10.98a	12.31ab	
NK280mm-O	9.10b	10.02ab	11.73a	13.19a	10.02a	11.40bc	
TK80-2BR2mm-O	8.59b	9.92abc	11.11a	11.51a	10.18a	12.14abc	
NK185BRmm-O	11.09a	10.76a	10.42a	13.81a	11.37a	13.74a	
NK172BRmm-O	8.30b	9.58bc	7.84b	6.22b	9.56a	10.56c	
NK174mm-O	7.81b	9.92abc	7.49b	7.64b	9.95a	11.76bc	
NK252mm-O	8.66b	9.10cd	4.84c	3.11c	10.32a	11.51bc	
NK195mm-O	8.28b	8.71d	3.73c	1.79c	9.65a	11.31bc	
平均	8.90	9.81	8.58	8.82	10.25	11.84	

根冠部からラスピングにより採取したブライの結果。

接種日は2000年7月12日。

各日には接種後の日数を表し、無接種区は接種区に対応する日。

英字はDuncanの多重範囲検定を示し、異文字間に5%水準で有意差がある。

第5表 O型系統におけるアミノ態窒素含量と根腐病発病面積比率間の相関係数 (2000年).

アミノ態窒素含量	発病面積比率		
	9日目	28日目	43日目
接種日	-0.707*	-0.751*	-0.716*
接種区 9日目	-0.490	-0.651	-0.663
接種区 28日目	-0.396	-0.640	-0.635
接種区 43日目	-0.627	-0.714*	-0.677
無接種区 9日目	-0.710*	-0.775*	-0.763*
無接種区 28日目	-0.575	-0.672	-0.662

n=8, *は5%水準で有意.

各日には接種後の日数を表し, 無接種区は接種区に対応する日.

第6表 根腐病圃場接種実験におけるテンサイO型系統の発病面積比率(%)の推移(2004年).

系統名	接種日	接種後日数			
		15日目	28日目	58日目	91日目
NK280mm-O	0.0a	9.5c	25.0d	31.6	31.2
NK244BRmm-O	0.0a	40.3b	84.9c	—	—
NK172BRmm-O	0.0a	60.0a	91.8ab	—	—
NK184mm-O	0.0a	71.8a	96.3a	—	—
平均	0.0	45.4	74.5		

根冠部表皮における根腐病発病面積比率: 0%~100%の11段階. 接種日は2004年7月7日.

英字はDuncanの多重範囲検定を示し, 異文字間に5%水準で有意差がある.

— は完全腐敗による測定不能を示す.

2004年の発病面積比率の推移を第6表に, 根冠部のアミノ態窒素含量および根中糖分の推移を第7表に示した. 2004年は7月中旬から8月中旬にかけての平均気温が21.1℃と平年の19.1℃よりも高かったことから, 根腐病

が激発した. このため, 「NK 280 mm-O」の接種後15日目および28日目の発病面積比率はそれぞれ9.5%, 25.0%と, 2000年よりも発病が明らかに高く, 他の3材料は28日目以降, 全て枯死し, 測定できなかった. 発病面積比率の系統間差は, 接種後15日目が28日目よりも明確となり, 多重範囲検定から, 第1表の通り供試材料の抵抗性を強中, および弱に区分できた. 無接種区のアミノ態窒素含量は, 接種日から大きな変化が認められなかったが, 「NK 280 mm-O」は調査期間を通して2 meq/100 g以上と多かった. 一方, 接種区のアミノ態窒素含量は接種日より多く, また, 無接種区よりも多く推移した. 根中糖分は, 無接種区では経時的に増加し, 「NK 244 BRmm-O」は91日目に16.54%まで増加した. これに対し, 接種区では, 「NK 280 mm-O」を除き, 根中糖分が接種日より低下し, 「NK 184 mm-O」は0.96%まで低下した.

接種後15日目および28日目における根部の内側, 中間および外側のアミノ態窒素含量および根中糖分を第8表に示した. 無接種区のアミノ態窒素含量は, 部位間に明確な差は認められず, 一様に分布した. しかし, 接種区では, 各系統ともに内側, 中間, 外側の順にアミノ態窒素含量が少なくなる傾向を示し, 「NK 280 mm-O」の15日目および「NK 184 mm-O」の28日目を除き, 外側は内側よりも有意にアミノ態窒素含量が少なかった. 一方, 根中糖分は, 無接種区では根部部位間に有意差は認められなかった. しかし, 接種区では, 根部外側の根中糖分が低い傾向を示したものの, 「NK 172 BRmm-O」を除き有意差は認められなかった.

第7表 根腐病圃場接種実験におけるテンサイO型系統のアミノ態窒素含量と根中糖分の推移(2004年).

アミノ態窒素含量 (meq/100g)									
系統名	接種日	接種区				無接種区			
		15日目	28日目	58日目	91日目	15日目	28日目	58日目	91日目
NK280mm-O	3.69a	3.48a	3.92a	3.31	3.42	3.66a	3.03a	2.43a	2.54a
NK244BRmm-O	1.74b	2.51bc	2.86ab	—	—	1.75b	1.71b	2.06a	2.16a
NK172BRmm-O	1.44b	1.54c	1.96bc	—	—	1.20c	1.32c	1.20b	1.19a
NK184mm-O	1.11c	2.53ab	1.81c	—	—	1.07c	1.49bc	1.05b	1.72a
平均	1.99	2.51	2.63			1.92	1.89	1.68	1.90

根中糖分 (%)									
系統名	接種日	接種区				無接種区			
		15日目	28日目	58日目	91日目	15日目	28日目	58日目	91日目
NK280mm-O	9.86a	10.46a	9.70a	11.01	11.50	11.26b	11.46a	13.49b	14.78b
NK244BRmm-O	9.48a	9.06b	5.91b	—	—	11.65a	11.85a	15.36a	16.54a
NK172BRmm-O	8.87a	7.36c	4.18b	—	—	10.48c	10.65a	12.26c	13.54c
NK184mm-O	7.23b	6.62c	0.96c	—	—	9.61d	9.41a	10.55c	12.74c
平均	8.86	8.37	5.18			10.75	10.84	12.91	14.40

根冠部からラスピングにより採取したブライの結果.

接種日は2004年7月7日.

各日には接種後の日数を表し, 無接種区は接種区に対応する日. 英字はDuncanの多重範囲検定を示し, 異文字間に5%水準で有意差がある.

— は完全腐敗による測定不能を示す.

第8表 根腐病圃場接種実験におけるテンサイO型系統の根部各部位のアミノ態窒素含量と根中糖分の推移(2004年).

系統名	根部 部位	アミノ態窒素含量 (meq/100g)				根中糖分 (%)			
		接種区		無接種区		接種区		無接種区	
		15日目	28日目	15日目	28日目	15日目	28日目	15日目	28日目
NK280mm-O	内側	2.63	3.94	3.29	2.71	9.78	10.48	11.14	11.04
	中間	3.13	3.74	3.34	2.73	10.59	10.22	11.00	10.82
	外側	2.55	3.15	3.41	2.39	10.02	9.58	11.49	11.20
	平均	2.77	3.61	3.34	2.61	10.13	10.09	11.21	11.02
	LSD	NS	0.15	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NK244BRmm-O	内側	2.25	2.51	0.91	1.00	9.28	7.03	12.50	11.94
	中間	1.79	2.48	0.74	1.00	9.04	7.16	12.69	12.35
	外側	1.60	2.05	1.22	1.27	8.86	4.74	11.55	12.29
	平均	1.88	2.35	0.95	1.01	9.06	6.31	12.24	12.19
	LSD	0.35	0.21	0.17	NS	NS	NS	NS	NS
NK172BRmm-O	内側	1.78	2.39	0.83	1.01	8.16	4.74	10.95	10.51
	中間	1.46	2.00	0.61	0.81	7.99	4.47	10.78	10.37
	外側	1.11	1.25	0.81	1.14	6.07	2.70	10.10	10.46
	平均	1.45	1.88	0.75	0.98	7.41	3.97	10.61	10.44
	LSD	0.24	0.45	0.09	NS	1.29	0.07	NS	NS
NK184mm-O	内側	2.59	1.87	1.21	1.17	6.49	1.28	9.46	5.50
	中間	2.07	1.81	1.04	1.32	6.87	1.22	10.18	8.68
	外側	0.88	1.34	0.95	1.00	4.12	0.22	9.70	8.90
	平均	1.84	1.67	1.06	1.16	5.83	0.91	9.78	7.69
	LSD	0.03	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

接種日は2004年7月7日.

根部各部位は、中心部維管束帯から表皮にかけて内側、中間、外側に3等分に区分.

各日には接種後の日数を表し、無接種区は接種区に対応する日.

LSDは5%水準の有意差を示し、NSは有意差がない.

考 察

本実験の結果から、根腐病抵抗性の強弱にかかわらず、根腐病が感染・発病することにより、根冠部のアミノ態窒素含量は顕著に増加することが明らかとなった。特に、抵抗性の系統間差が最も明確な時期にアミノ態窒素含量が多かった。田口ら(2001)は、黒根病抵抗性選抜系統が黒根病発病下においてアミノ態窒素含量が増加し、梶山・田中(2000)は黒根病の発病により一代雑種品種の有害性非糖分が増加することを報告しており、アミノ態窒素含量の増減が土壤病害抵抗性に関与していることが示唆された。一方、無接種下においても、抵抗性系統は感受性系統よりアミノ態窒素含量が明らかに多く、概して2 meq/100 g以上であった。また、接種日のアミノ態窒素含量と発病面積比率との間には統計的に有意な負の相関関係がみられ、アミノ態窒素が根腐病抵抗性に関与し、特に発病前の含量が重要と考えられた。

このように、アミノ態窒素含量は発病により増加するが、その分布は中心部維管束帯から表皮にかけて減少し、無接種下の一様な分布とは異なった。これは、大潟・田口(2003)が、健全な一代雑種品種のアミノ態窒素含量は、根部表皮側が内側よりも多いと報告した結果と異なり、根腐病によりアミノ態窒素の分布が変化することが明らかとなった。一方、根中糖分は発病により、アミノ態窒素と同

様、内側から外側にかけて低下する分布を示したが、根冠部全体のアミノ態窒素含量は増加、根中糖分は低下しており、根腐病による両者の反応は異なるものと考えられた。根腐病は表皮から感染し、根部の内部に至る。このため、発病が盛んな表皮側においてアミノ態窒素含量が少ないことは、アミノ態窒素が抵抗性に関わるタンパク態窒素の合成に用いられている可能性がある。柳沢(1989)は栽培環境におけるアミノ態窒素の変動要因を解析した結果、環境ストレス下のテンサイはタンパク合成が阻害されるため、吸収窒素が残存し、アミノ態窒素含量が増加すると考察している。しかし、本実験では、無接種下においても抵抗性系統はアミノ態窒素含量が多く、アミノ態窒素が根腐病抵抗性より重要な物質であるものと考えられた。今後は、タンパク態窒素とアミノ態窒素を同定し、その変動を明らかにし、根腐病抵抗性の機作とアミノ態窒素との関係を解明する必要がある。また、アミノ態窒素含量は一般的に根部よりも冠部において多いことが報告されているため(細川1980, 吉村・手塚1993)、冠部内における分布の調査が必要である。

本実験に用いた根腐病抵抗性系統は、育成起源が大きく異なるが、いずれも無接種下でアミノ態窒素含量が多く、発病により増加したことは、高品質な特性を有する根腐病抵抗性系統の育種にとって大きな障壁と考えられる。しかし、本実験の「NK 174 mm-O」は、アミノ態窒素含量が接

種によっても増加せず、他の系統とは異なる反応を示した。また、蔵之内 (2002) は有害性非糖分含量が異なる O 型系統を交配した集団から個体選抜することにより、有害性非糖分が減少した有望な系統を育成している。このため、根腐病抵抗性とアミノ態窒素含量の個体変異を把握するとともに、系統間交配により変異を拡大することにより、抵抗性でかつアミノ態窒素含量が少ない方向への個体選抜は十分に可能であろう。同時に、選抜による他形質への影響や、 F_1 における根腐病抵抗性とアミノ態窒素含量の関係を把握することが根腐病抵抗性一代雑種の育成にとって、今後の課題である。

本実験に用いた根腐病抵抗性系統「NK 280 mm-O」は、接種下においても内部腐敗が極めて少ない系統である (大潟・田口 2004)。2004 年の実験では、「NK 280 mm-O」は接種下においても根中糖分が増加し、接種後 91 日目では、根中糖分が 11.50% と、無接種区の 14.78% に対する減少割合は 22.2% であった。この減少割合は、アメリカ農務省が育成した根腐病抵抗性系統「FC709」の減少割合 14.2% に匹敵し (Ruppel and Hecker 1994)、「NK 280 mm-O」が世界レベルの抵抗性を持つものと考えられた。これは本系統が、根腐病を表皮上での発病に止め、内部腐敗に至らずに根中糖分を蓄積できる能力を持つためと考えられた。

謝辞：本実験の開始に当たり、北海三共株式会社顧問田中征勝博士から貴重なご助言を頂いた。また、圃場接種検定の管理・調査に当たり、北農研畑作研究部業務科小川英明技官、小田嶋和之技官の両名から多大な協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 伝報浩之・鷹田秀一 1988. テンサイ菜根中の糖分、非糖分分布について。てん研報 30 : 73-78.
- 長谷川寿保・杉本利哉・井上博元 1968. てん菜根腐病抵抗性系統の育成経過。てん研報 補巻 10 : 6-13.
- 長谷川寿保・山口武夫・武田竹雄 1978. てん菜根腐病抵抗性育種について、第 1 報 育成系統および一代雑種の根腐病抵抗性と栽培特性。てん研報 20 : 1-9.
- 細川定治 1980. 甜菜。養賢堂、東京。53-65.
- 梶山努・田中文夫 2000. テンサイ黒根病が甜菜の収量、品質に及ぼす影響。てん研報 42 : 59-63.
- 蔵之内利和 2002. テンサイにおける自殖遺伝子 (Sf) を利用した高品質品種育種に関する研究。北農研報 177 : 55-117.
- 牧田道夫・中島淳吉 1973. てん菜の造蜜性非糖分とくに可溶性灰分に関する育種学的研究。てん研報 16 : 1-114.
- 村椿孝行・佐山晃司 1988. テンサイ生育過程の成分変化 2. 非糖分の消長。てん研報 30 : 35-42.
- 大潟直樹・蔵之内利和・田中征勝 1996. テンサイ根腐病抵抗性品種の育成。第 1 報 圃場接種による根腐病抵抗性検定。日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報 37 : 13-19.
- 大潟直樹・田口和憲・蔵之内利和・田中征勝 2000. テンサイ根腐病抵抗性品種の育成。第 3 報 種子親系統における根腐病抵抗性。てん研報 42 : 13-19.
- 大潟直樹・田口和憲 2003. 高品質テンサイ育種への非破壊分析法の応用、軟 X 線および近赤外分光法を用いた種子・製糖品質の計測。非破壊計測シンポジウム講演要旨 19 : 129-134.
- 大潟直樹・田口和憲 2004. テンサイ根腐病に対する根冠部表皮および内部組織における抵抗性の発現。日作紀 73 : 42-47.
- Ruppel, E. G. and R. J. Hecker 1994. Rhizoctonia root rot on sugar beet cultivars varied degrees of resistance. J. Sugar beet Res. 31 (3, 4) : 135-142.
- 田口和憲・大潟直樹・田中征勝 2001. テンサイ黒根病抵抗性品種の育成。第 2 報 O 型系統の抵抗性個体選抜後代における選抜効果。てん研報 43 : 36-43.
- 高橋宙之・大潟直樹・田口和憲・蔵之内利和・川勝正夫・田中征勝 1999. てんさい分析機 Venema Sugar Beet Analyzing System Hokunoshi の機構および諸性能。日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報 40 : 135-136.
- 柳沢明 1989. テンサイの根部におけるアミノ態窒素含有量の変動要因について。てん研報 31 : 69-73.
- 吉村康弘・手塚光明 1993. テンサイ冠部の形態および品質。第 1 報 品種間差について。てん研報 35 : 117-124.

Change in the Amount of Amino Nitrogen in Crown Root of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Infected with *Rhizoctonia solani* :

Naoki OGATA, Hiroyuki TAKAHASHI, Kazunori TAGUCHI, Kazuyuki OKAZAKI and Keiji NAKATSUKA (*Natl. Agr. Res. Cent. Hokkaido, Memuro 082-0071, Japan.*)

Abstract : The α -amino nitrogen (A-N) contained in the roots and crowns of sugar beet is one of the harmful non-sugars that deteriorate the quality of sugar beet roots. This research was conducted to investigate the amount and distribution of the A-N and sucrose in the crown roots of the O-type (maintainer of male-sterile lines) sugar beets, which were suffered from root rot caused by artificial field inoculation with the fungus *Rhizoctonia solani*. The amount of A-N in all lines examined was increased by the infection with the fungus irrespective of the resistance to the disease. In the uninfected field, however, all the resistant lines contained a large amount of A-N, over 2 meq/100g, in the crown root than the susceptible one. On the other hand, the sucrose content of the crown roots was decreased by the infection with the fungus; the degree of decrease was less in resistant lines than in the susceptible ones. In the diseased plants, distribution pattern of A-N in the roots was different from that in healthy plants. The concentration of A-N was higher in the center of vascular bundles and lower in the epidermal region of the roots in the diseased plants. In conclusion, *Rhizoctonia* root rot deteriorated the quality of sugar beet root by decreasing the sucrose content and increasing the A-N amount of the roots. Although the A-N deteriorates the quality of sugar beet, O-type sugar beet that is resistant to *Rhizoctonia* root rot contained a large amount of A-N. This makes it difficult to breed high-quality sugar beets with high resistance to *Rhizoctonia* root rot.

Key words : Amino nitrogen, *Rhizoctonia* root rot resistance, Sucrose, Sugar beet, Sugar quality.