有明干拓地におけるタマネギ鱗茎腐敗に関する研究

I. 土壌の塩基組成と腐敗との関係について

田中 欽二・平林 正彦・野中 福次 (佐賀大学農学部)

Studies on the rot of onion bulb caused by *Aspergillus niger* in the recently reclaimed polder land of Ariake, Saga prefecture. I. Relation between cation contents in soil and occurrence of rottenness

Kinji TANAKA, Masahiko HIRABAYASHI and Fukuji NONAKA (Faculty of Agriculture, Saga University, Saga 840)

Onions grown in the recently reclaimed area of Ariake polder land in Saga prefecture were found to be less resistant to black mold caused by *Aspergillus niger* VAN TIEGHEM than those grown in areas cultivated for a longer period of time. The contents of Mg^{++} and Na^+ and K^+ in the soil of the recently reclaimed areas were about two times higher than those in the soil of the areas cultivated for a long period of time. In a water culture experiment, Ca^{++} absorption by onion grown in liquid medium with high contents of Mg^{++} and Na^+ decreased when compared to that of onion grown in a solution with low contents of Mg^{++} and Na^+ . On the other hand, the onions cultured in a medium with high contents of Mg^{++} and Na^+ showed an increased susceptibility to the disease. Based on the results of experiments on the inhibition of the antagonistic absorption by Mg^{++} and Na^+ , negative correlations between Ca^{++} content in onion bulbs and the susceptibility of onion to the disease were detected.

佐賀県有明干拓地は昭和43年5月に海水の締切りが行われ、耕地としての整備を終え、昭和57年9月から米の生産調整のため、タマネギ、白菜などの野菜栽培が行われてきた。この干拓地産のタマネギは背後地（白石町、福富町）産のタマネギに比べて夏期つり玉として貯蔵中に、主に黒かび病菌 (*Aspergillus niger*) によって腐敗し易いことが農家によって指摘され、大きな被害をもたらし、干拓地のタマネギ生産にとって重要課題となっている。

本実験は、干拓地産タマネギが黒かび病菌によって腐敗し易い原因を明らかにすることを目的として行った。そこで、筆者らは干拓地および背後地産タマネギについて、夏期貯蔵中の腐敗状況を調べ、次に両地区の土壌およびタマネギの陽イオン含量を測定し、各陽イオンの吸収と腐敗との関連性について検討した。さらに、これを実証するため、水耕栽培したタマネギについても再検討したので、その結果の概要を報告する。

本試験を行うに当たり、佐賀大学農学部土壌肥科学教室の出井嘉光、宮口尹男、矢野綱之の各氏に御協力をいただいた。ここに深謝する次第である。なお、この調査を行うに当たり、種々御協力いただいた白石農業改良普及所の各位に感謝の意を表する。

I. 干拓地および背後地産タマネギの腐敗状況

佐賀県における貯蔵用のタマネギ栽培は、9月20日に苗床に播種（品種さつき）し、12月上～中旬に本圃に苗を定植する。収穫期は5月下旬～6月上旬で、大部分はつり玉として貯蔵される。調査は慣行に従って肥培管理された干拓地産218個、背後地産226個のタマネギについて、1984年8月7日と8月22日に行った。黒かび病菌による腐敗率は肌腐れ、芯腐れ、肩腐れのものを全て腐敗球として算出し、乾腐病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) などの腐敗は除外した。

干拓地および背後地産タマネギの腐敗状況を第1表に示した。8月7日の調査では背後地産の13.7%に対して干拓地産は13.8%であり、腐敗率に差はなかった。しか

第1表 干拓地およびその背後地産タマネギの貯蔵中における腐敗状況

産 地	調査球数	調 査 日	
		8月7日	8月22日
干 拓 地	218	13.8 ^{a)} (30) ^{b)}	64.7(141)
背 後 地	226	13.7 (31)	45.2(104)

a) 腐敗率(%)

b) () 内は黒かび病菌による腐敗球数

し、8月22日の調査では干拓地産のタマネギは背後地産より20%も多く腐敗し、腐敗率は64.7%に達した。

Ⅱ. 干拓地および背後地土壌の物理化学的性質

前項の調査で干拓地産タマネギは背後地産のものより多く腐敗することが判明した。そこで腐敗の原因を明らかにするために、両地区土壌の物理化学的性質を調べた。

第2表 干拓地およびその背後地の土壌 pH と電気伝導度

	深度 (cm)	pH	電気伝導度 (μv)
干拓地	2~17	4.1	380
	30~40	4.9	750
	50~60	5.8	2,850
	60~70	6.0	2,700
	80~100	6.7	3,200
背後地	2~20	4.6	220
	20~30	5.7	660
	60~70	4.8	2,200

第3表 干拓地およびその背後地土壌の陽イオン含量

	深度 (cm)	置換性塩基総量 (A)	陽イオン交換容量 (B)	塩飽和度 (%) (A/B)
干拓地	2~17	27.4 ^{a)}	35.7	76.8
	30~40	35.0	37.0	94.6
	50~60	50.4	42.2	119.4
	60~70	51.4	41.6	123.6
背後地	2~20	22.3	35.1	63.5
	20~30	32.2	39.0	82.6
	60~70	33.9	36.3	93.3

a) m.e./乾土 100 g

第4表 干拓地およびその背後地土壌の陽イオン含量

	深度 (cm)	Ca	Mg	Na	K
干拓地	2~17	10.1 ^{a)}	12.3	0.7	4.3
	30~40	9.1	17.5	4.2	4.2
	50~60	10.2	18.0	17.0	5.2
	60~70	9.6	18.3	18.4	5.1
背後地	2~20	12.9	6.8	0.5	2.1
	20~30	13.9	13.3	2.5	2.5
	60~70	6.4	14.0	9.6	3.9

a) m.e./乾土 100 g

第5表 干拓地とその背後地および上場地方の土壌の塩基組成の比較

採取場所	Ca/Mg	Ca/K
干拓地	0.82	2.35
背後地	1.90	6.14
上場	3.71	5.57

材料および方法

土壌は両地区とも一地点のものを採取して分析に供した。採取した土壌の深さは、干拓地において2~17cm, 30~40cm, 50~60cm, 60~70cm, 背後地では2~20cm, 20~30cm, 60~70cmであった。本実験で用いた分析方法は次の如くである。pHはガラス電極法で、電気伝導度は東亜電波の携帯用電気伝導計で測定した。陽イオン交換容量 (C.E.C.) は Schollenberger 法⁷⁾、置換性塩基は N-CH₃COONH₄ で浸出した濾液について、Ca および Mg は原子吸光度法で、K および Na は炎光光度法で測定した⁴⁾。なお、C.E.C. および置換性塩基の測定は全ての試料について3回反覆して、その平均値を m.e./100 g 乾土で表示した。

結 果

両地区の土壌 pH と電気伝導度は第2表に示す通りである。土壌 pH は干拓地、背後地とも酸性を示しているが、上層では干拓地の方がやや酸性が強かった。電気伝導度は、いずれの層においても干拓地土壌が高い値を示した。塩基飽和度は第3表に示した。干拓地土壌の塩基飽和度は背後地よりいずれも高い値を示し、その深さが50cm以上の土壌では100%を越える値を示した。

各置換性塩基 (Ca, Mg, Na, K) 含量は第4表に示した。両地区の各置換性塩基含量を比較すると、Ca は干拓地土壌が低い含量を示したが、Mg, Na, K は逆に干拓地土壌が約2倍多く含んでいた。干拓地と背後地および上場地方の土壌の塩基組成の比率 (Ca/Mg, Ca/K) を第5表に示した。

Ⅲ. 干拓地および背後地産タマネギ中の成分

前項において干拓地土壌の Mg, Na, K が背後地より多く含まれていることが判明した。そこで、土壌組成の異なる両地区で栽培したタマネギ中の無機成分の分析を行い、比較した。

材料および方法

両地区産のタマネギ (品種さつき) を無作為に供試した。分析に当っては、まず、タマネギを細切した後乾燥器 (70℃) 中で乾燥し、ミキサーで粉末状にしたものを試料とした。この試料を乾式灰化後珪酸分離および燐の除去を行い、Ca および Mg は原子吸光度法、K および Na は炎光光度法で測定した。

結 果

干拓地および背後地産タマネギ中の陽イオン含量を第6表に示した。両地区産のCa含量を比較すると、干拓地産は70.3mg(乾物100g当り)に対して、背後地産は108.2mgであり、明らかに干拓地産が少なかった。これに対し、Mg含量は干拓地産118.0mgに対して、背後地産87.6mgで、逆に干拓地産のタマネギに多く含まれていた。Naも同様な傾向がみられた。

IV. 多量のMgとNaを含有する水耕液で栽培したタマネギ中の成分と腐敗

前項までの試験で干拓地産タマネギが腐敗し易い原因として、干拓地土壤中にMg, Na, KがCaに比べて多量に含まれているため、タマネギのCa吸収が阻害されていることが明らかとなった。そこで、これを実証するため、Mg, Naについて、これらを多量に含有する水耕液で栽培したタマネギにおける各陽イオン吸収と腐敗について調査した。

材 料 お よ び 方 法

1) 供試植物：供試タマネギ(品種さつき)は1984年9月20日に佐賀大学農学部構内圃場に播種し、草丈30cmの苗を用いた。

2) 供試菌：タマネギ黒かび病菌(*Aspergillus niger*)^{a)}をPSA上で25℃, 10日間培養し、形成された胞子の浮遊液(10⁹ヶ/ml)を用いた。

3) 水耕法によるタマネギ栽培法：8ℓのポリ製バケツに、第7表に示した培養液を入れ、その上にパーミキュライトを入れたポリ製のザルをのせて、タマネギ苗を6本植え付けた。苗が活着するまでは、10倍希釈の水耕液を使用した。水耕液の更新は7～10日に1回行った。更新の際には蒸留水で容器を洗浄し、付着している藻類などの汚れを除去した。苗が酸素不足にならないようにザルの底面と水耕液の液面を少し離して根の基部を空中にさらし、生育不良になるのを防いだ。

4) 培養液中のMgとNa濃度：培養液へのMgとNaの添加量は干拓地土壌の深さ2～17cmの土壌の分析結果

第6表 干拓地およびその背後地産タマネギ中の陽イオン含量

産 地	Ca	Mg	Na	K
干拓地	70.3	118.0	36.8	1251.2 ^{a)}
背後地	108.2	87.6	29.9	1364.6

a) mg/乾物 100 g

を基準にして行った。各試験区のMgSO₄とNaClの最終濃度は、第8表に示すように、それぞれ0.007molと0.003mol, 0.011molと0.01mol, 0.014molと0.02mol, 0.017molと0.027molおよび0.02molと0.034molとした。

5) 病原菌の接種法：苗を植え付け後65日育成したタマネギを用い、盤茎より3cm上部を切り、その切口に胞子浮遊液を接種した。接種したタマネギはバット(33×28cm)に綿を敷き詰めた上に置き、温室状態で25℃の恒温室中に10日間放置後、盤茎を縦に切り、下記の式により腐敗率を算出した。

$$\text{腐敗率 (\%)} = \frac{\Sigma a}{\Sigma b} \times 100$$

a：各鱗片の腐敗した部分の長さ(mm)

b：供試した各鱗片の長さ(mm)

6) 水耕栽培したタマネギ中の成分分析：第3項に記した方法に従って測定した。

結 果

水耕栽培したタマネギの陽イオン含量と腐敗率を第8表に示した。タマネギ中のCaとK含量は水耕液中のMgとNa含量が増加するにつれて減少し、MgとNa含量は増加した。一方、タマネギ中のCaとK含量の減少にともなって腐敗率は35.7%から84%に達した。

考 察

1984年の調査により、干拓地産タマネギの夏期貯蔵中における腐敗は、8月下旬ですでに65%に達しており、

第7表 水耕液の組成

使用塩類	モル濃度
KNO ₃	0.0025
CaCl ₂	0.0025
MgSO ₄	0.001
KH ₂ PO ₄	0.0005

第8表 水耕栽培したタマネギ中の陽イオン含量と腐敗度

培養液濃度		タマネギの陽イオン含量					腐敗度 (%)
MgSO ₄	NaCl	Ca	Mg	Na	K		
0.007	0.003 ^{a)}	102.2	75.4	87.4	699.9 ^{b)}	35.7	
0.011	0.010	104.2	99.7	128.8	406.6	35.0	
0.014	0.020	88.2	102.1	216.2	398.8	67.3	
0.017	0.027	66.1	114.3	241.5	297.2	81.0	
0.020	0.034	58.1	116.7	259.9	258.1	84.0	

a) モル濃度

b) mg/乾物 100 g

大きな被害をもたらしていることが明らかとなった。このようなタマネギの貯蔵中における腐敗はタマネギ中の糖の含量に起因する⁵⁾と言われてきたが、近年、リングとジャガイモについて Ca 含量が腐敗に大きく関与していることを CONWAY ら^{1,2,3)}や McGUIRE ら⁶⁾が報告している。本実験でタマネギについてもこのことを検討した結果、今までの報告にあるように、Ca 含量が減少するにつれて腐敗は多くなることが確認された。

干拓地土壤は電気伝導度と塩基飽和度が高い値を示しており、埋め立てられて日が浅く、深さ50cm以上の塩基飽和度が100%を越えていることが顕著に現われており、水溶性の Na などがまだ溶脱されずに残っているものと思われる。作土としての Mg および K に対する Ca 含量の最適の比は、それぞれ5と10であるとされており、これと干拓地土壤を比較すると、その間には相当の隔りがある。貯蔵中に腐敗の少ない上場（唐津市）の土壤の Ca/Mg および Ca/K は3.71と5.57であり、これは作土として理想に近い値を示している。

Ca の植物への吸収は土壤における Ca と他の陽イオンの割合で決定されるので、この干拓地土壤の状態では Ca に対する Mg と Na の拮抗作用により、Ca の吸収が阻害される結果をもたらしている。このことが干拓地産タマネギ中の Ca 含量が少なくなつて腐敗し易い状態になったと結論づけることができた。さらに、この結果を実証するために行った多量の Mg と Na を含有する水耕液で栽培したタマネギの分析結果からも、Ca 含量と腐敗とは負の相関があることが明らかとなった。

以上のことから、干拓地産タマネギの腐敗の原因は土壤中の塩基組成にあるので、現在の対策としては pH を下げない硫酸カルシウムの施肥が行われている。しかし、これだけでは問題は解決できず、土壤改善（塩類の除去）やその他の総合的な検討が望まれる。

摘 要

有明干拓地産のタマネギはその背後地産に比べて夏期貯蔵中、黒かび病による腐敗が多かった。この原因を調べるため両地区の土壤分析を行ったところ、背後地に比べて有明干拓地土壤には Mg^{++} 、 Na^+ 、 K^+ が約2倍多く含まれていた。水耕試験において、 Mg^{++} と Na^+ を多量に含んでいる水耕液で育成したタマネギによる Ca^{++} 吸収は阻害され、本病に対する罹病性は増加した。 Mg^{++} と Na^+ による Ca^{++} 吸収の拮抗的な阻害の結果からタマネギ鱗茎中の Ca^{++} 含量と本病に対する罹病性とは負の相関を示した。

引 用 文 献

- 1) CONWAY, W. S. (1982) Plant Dis. 66: 402-403.
- 2) CONWAY, W. S. and SAMS, C. E. (1983) Phytopathology 73: 1068-1071.
- 3) CONWAY, W. S. and SAMS, C. E. (1984) Phytopathology 74: 208-210.
- 4) 出井嘉光 (1960) 九州農試彙報 6(3): 181-258.
- 5) 川崎重治 (1971) 農業及園芸 46: 775-778.
- 6) McGUIRE, R. G. and KELMAN, A. (1984) Phytopathology 74: 1250-1256.
- 7) SCHOLLENBERGER, C. J. and SIMON, R. H. (1945) Soil Sci. 59: 13-24.
- 8) 田中欽二・野中福次 (1983) 佐大農学彙報 54: 1-6.

(1985年5月2日 受領)