

施肥並びに土壤水分条件が春播タマネギの 生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響

Ⅳ. 生育初期における濃度障害と乾腐病発生の関係*

岩 渕 晴 郎** 多 賀 辰 義** 相 馬 暁**

Effect of Fertilization and Soil Moisture on
the Growth, Yield and Keeping Quality of
Onion in Summer Crop.

Ⅳ. Relation of occurrence of basal rot and fertilizer injury

Haruo IWABUCHI, Tatsuyoshi TAGA
and Satoru SOUMA

タマネギ乾腐病の発生は施肥や土壤環境条件に強く影響されることから、異なる形態の窒素質肥料を用い、土壤の塩類濃度と乾腐病発生の関係を検討した。

定植後3, 15, 28日目の土壤ECと乾腐病発生は正の相関があり、早い時期ほど相関が高かった。これを肥料別にみれば、尿素では両者の相関は低く、智硝、塩安の場合とは異なった。一般的にEC上昇に最も影響の大きい土壤硝酸態窒素と乾腐病発生の相関は、智硝、塩安ともに高いが、智硝では正、塩安では負の相関でしかも遅い時期では弱まった。塩安でのEC上昇は塩素がその原因で、塩安多量施用ほど初期の硝化抑制が大であった。したがって塩安の場合にはアンモニア態窒素と乾腐病との相関も高かった。なお尿素については乾腐病発生が他の肥料より少なく、硝酸態や無機態の全窒素と正の相関がやや認められる程度であった。

以上の結果から生育初期における施肥や土壤乾燥による塩類濃度障害が乾腐病の発生を助長していると考えられる。

結 言

近年における本道産タマネギの収量・品質ならびに貯蔵性低下の主要因の一つ^{1,2,11)}であるタマネギ乾腐病は、*Fusarium oxysporum* *M. cepae*による病害^{3,4,6)}であることが確認されている。連作を行なうタマネギ畑は、当然、前記病原菌によ

り汚染されているが、さらにタマネギ種子の保菌¹⁰⁾や苗床における感染⁵⁾が報告されている。しかし本病の発病は土壤環境条件の影響⁸⁾が強く、施肥管理との関連⁹⁾も報告されており、実際に本道の発病被害実態は連作年限よりも土壤・年次(気象条件)・肥培管理技術による変動がかなり大きい^{2,7,9)}。

よって本研究においては、土壤の塩類濃度と乾腐病発生との関連を明らかにし、タマネギ安定多収技術確立の資を得ようとして実験を行った。

なお、本稿の取りまとめに当たり御指導御校閲をいただいた中央農業試験場高桑亮病虫部長、化学部長後藤計二両氏に心から謝意を表する。

1977年12月13日受理

* 本報の一部は1975年度日本土壤肥料学会北海道支部大会で発表した。

** 北海道立中央農業試験場(夕張郡長沼町)

試験方法

本研究は中央農試梓試験場における梓試験として、昭和50年に実施した。供試土壌は、場内細粒質褐色低地土⁸⁾で、タマネギ作付前歴のない土壌であるため、過石による土壌改良（磷酸150kg/10a）を行うとともに、すでに2年間タマネギを栽培した場内の乾腐病発病は場（細粒質褐色低地土）の土壌を混合（0.5㎡梓当たり5kg）した。

試験処理は自然条件系列と降雨制御系列に分け、窒素質肥料として塩安・智硝・尿素の3種を用いそれぞれ窒素用量3水準（10, 20, 40kg/10a）を設け、参考区として硫安で窒素20kg区を加えた10処理2系列について1区0.5㎡梓2連制で試験を行った。

施肥は窒素処理以外に、磷酸40kg/10a、加里20kg/10aをそれぞれ過石・硫加で共通施用し、5月7日施肥して5月14日に普通苗を定植した。定植した苗は前報^{8,9)}で報告した昭和50年度農試場内は場試験に用いた苗と同一のものである。

なお栽植密度は畦巾・株間とも各10cm（梓当たり49株、10a当たり換算98,000株）とし、収量よりも病害発生状況の観察を主眼とした。

試験結果

1. 土壌水分条件

自然条件系列のほかに、土壌水分条件を変える目的で降雨制御系列を設け、多量降雨時のみビニール屋根がけを行ったが、実際には降雨遮断は施肥翌日の5月8日（6mm）および定植後4日目の5月17日（20mm）、6月5日（20mm）の3回行っ

表1 生育初期における土壌水分条件
（5月23日～6月19日 pF観測）

観測深 cm	処理区別	土壌pF値階別出現日数						pF観測値 平 均
		~1.0	~1.5	~2.0	~2.3	~2.7	2.7<	
7.5	自然条件	2	0	3	8	4	5	2.18
	降雨制御*	0	1	1	1	14	5	2.48
15	自然条件	2	0	7	7	5	1	2.04
	降雨制御*	0	1	1	2	15	3	2.48

*降雨遮断期間：5月8日（定植前）5月17～18日、6月5日

表2 土 壌 分 析 結 果

処 理 区 別		EC（ミリモ－）			NO ₃ －N（mg）			NH ₄ －N（mg）		
		I *	II *	III *	I	II	III	I	II	III
降 雨 制 御 系 列	塩安N10kg	0.71	1.00	0.94	3.7	5.2	4.9	11.0	6.3	2.2
	20	0.93	1.21	0.98	2.5	5.0	7.8	19.3	15.7	6.7
	40	1.36	1.44	1.35	1.6	2.6	3.1	25.0	38.8	19.7
	智硝N10	0.75	0.84	0.71	26.9	13.4	13.0	0.6	0.6	0.4
	20	0.95	1.04	0.95	36.4	22.8	19.4	1.2	0.6	0.4
	40	1.40	1.36	1.03	78.9	50.7	39.8	1.2	3.2	0.2
	尿素N10	0.73	0.85	0.62	5.5	6.8	9.5	9.4	6.4	1.4
	20	0.66	0.95	0.71	5.5	13.3	14.0	19.2	13.8	1.9
	40	0.73	1.02	0.87	5.2	11.3	25.0	31.4	22.1	7.0
	硫安N20	0.86	1.00	1.00	3.0	7.1	12.0	19.5	17.5	5.4
自 然 条 件 系 列	塩安N10	0.89	0.65	0.32	4.4	5.5	2.0	11.0	5.2	0.4
	20	0.90	0.78	0.48	3.0	4.7	5.6	18.0	15.9	4.4
	40	1.41	1.15	0.73	2.2	3.7	6.3	27.8	32.4	10.8
	智硝N10	0.65	0.53	0.33	24.7	6.9	2.5	3.3	0.6	0.2
	20	0.82	0.62	0.45	35.9	9.9	3.3	0.5	0.5	0.2
	40	0.97	0.85	0.75	47.9	15.7	6.4	2.1	0.5	0.2
	尿素N10	0.62	0.46	0.42	5.1	6.4	3.6	6.5	0.8	0.2
	20	0.67	0.68	0.46	9.3	10.3	5.6	8.1	4.6	0.4
	40	0.70	0.88	0.57	9.1	16.3	12.5	16.5	16.9	2.2
	硫安N20	0.87	0.72	0.77	5.3	7.0	7.2	25.2	13.6	2.6

* I：5月16日、II：5月28日、III：6月10日

た。定植後の降雨量は5月16～17日, 20日, 25日, 27日と計50mmに達し, 降雨制御系列でも完全遮断ではないので活着は好であった。

しかし5月中旬～6月中旬にかけて全般に高温多照の気象経過のため, 土壌はかなり乾燥が進み, 自然条件系列でも6月に入り過乾状態(pF2.7以上)が続き, 降雨制御処理による土壌水分条件との差は小さかった。6月19日以降は多雨の気象条件であったので土壌pFの観測を中止したが, 定植後10日目から29日目にかけての日別土壌pF出現頻度および降雨記録を表1に示した。

2. 土壌無機態窒素および土壌電気伝導度の消長

定植後3, 15, 28日目に土壌分析を行い, その結果を表2に示した。処理による土壌電気伝導度(以下ECと表示する), 無機態窒素含量の差異は著しく大で, とくに施肥量, 窒素肥料形態による影響が顕著であった。なお, 土壌採取深さは根域に合せて3日目, 15日目は5cm, 28日目は10cmとした。

3. タマネギの生育ならびに発病状況

前記のような土壌条件においてもタマネギの活着は意外に良好で, 5月28日(定植後15日目)における欠株は, 降雨制系列で僅かにみられる程度であった。この欠株の原因については乾腐病の疑いのあるものもみられたが, 単純な濃度障害との区別が困難であるのでこれらを除外し, これ以降に発生する腐敗(尻ぐされ)を伴う枯死株および腐敗株を対象とし, タマネギ底盤部の病変により乾腐病を判定して計数を行った。

なお, 5月28日～6月23日の間における外観による発病株は僅かに一部の処理区で見られる程度で, 発病株のほとんどはそれ以降に判別したことになる。これら欠株・腐敗株の発生状況は表3に示したように, 施肥処理の影響が著しく大で, 土壌水分条件による差もみられたが, 土壌水分条件の影響は施肥形態によって異なった。

なお, 参考までに6月9日, 7月10日における生育調査結果を表4に示した。自然条件系列の生育が優り, また, 多窒素ほど初期生育が劣る傾向がみられるが, 施肥形態による反応の差も明らか

表3 欠株・腐敗発生数(1枠49株当たり)

処理区別		欠株 ～5/28	乾 腐 発 生 株 数					乾腐 以外の 腐敗
			～6/9	～6/23	～8/5	～収穫 予乾	計	
降 雨 制 御 系 列	塩安N10kg	1	0	1	2	6	7	1
	20	1	0	2	1	7	10	1
	40	3	0	7	10	11	28	0
	智硝N10	0	0	2	0	3	5	0
	20	0	0	0	5	4	9	0
	40	3	4	6	12	11	33	3
	尿素N10	1	0	2	2	6	10	2
	20	0	0	0	3	13	16	1
	40	0	0	1	4	12	17	0
	硫安N20	1	1	0	1	16	18	1
自 然 条 件 系 列	塩安N10	0	0	0	2	4	6	0
	20	0	0	0	2	9	11	2
	40	0	0	0	2	21	23	0
	智硝N10	0	0	1	0	5	6	3
	20	0	0	1	1	8	10	0
	40	0	0	0	9	7	16	0
	尿素N10	0	0	0	2	2	4	0
	20	0	0	0	8	9	17	0
	40	0	0	0	6	10	16	0
	硫安N20	0	0	2	2	10	14	1

であった。

収量については極端な密植条件のため球肥大が不良であったが10a 当たり換算収量9.5~4.6 tに

分布した。しかし本試験の直接目的ではないので表示は省略した。

表4 生 育 状 況

処理区別	降 雨 制 御 系 列				自 然 条 件 系 列			
	6 月 9 日		7 月10日		6 月 9 日		7 月10日	
	草丈cm	葉数枚	草丈cm	葉数枚	草丈cm	葉数枚	草丈cm	葉数枚
塩安N10kg	20.7	3.7	54.6	6.7	29.3	4.5	61.5	5.8
20	21.3	3.7	57.2	6.4	27.9	4.6	65.7	6.6
40	19.5	3.0	43.7	5.5	25.7	4.5	63.0	6.7
智硝N10	18.4	3.9	58.9	6.8	23.6	4.5	57.5	6.2
20	16.1	2.9	43.1	5.8	24.4	4.3	58.3	6.2
40	15.6	2.8	45.2	5.7	26.1	4.6	66.8	6.6
尿素N10	19.1	3.5	52.5	6.3	31.9	4.8	61.2	6.3
20	19.2	3.9	59.3	6.8	30.2	4.3	67.3	6.8
40	20.5	3.9	59.1	6.6	30.7	4.2	62.2	6.8
硫安N20	23.7	4.4	63.8	6.9	28.0	4.7	68.5	7.1

考 察

前記のタマネギの欠株や腐敗株発生の原因は必ずしも乾腐病のみではなく、虫害や他の病害、さらに単純な濃度障害による可能性も考えられる。しかし本研究においては虫害防除の徹底を期し、さらに定植後15日目までの欠株は除外した上、これ以降の枯死間近い衰弱株および、収穫時や予乾後の腐敗球について、タマネギ底盤部の病変を切断して乾腐病株を判定した。

乾腐病の発生は5月28日~6月23日の間は自然条件系列では稀であり、降雨制御系列でも土壌ECの高かった智硝N40kg区、塩安N40kg区を除いては極めて少なかった。しかし6月末以降は各区発生がみられ、とくに自然条件系列では降雨制御系列よりもより後期における発病判定が多かった。このような発病株発生状況は、一般ほ場における発生状況^{5,6)}と良く一致するものとみられる。

これら乾腐病発生株数と土壌ECの関係を図1に示した。これによればECと乾腐病発生株数はかなり高い相関がみられるが、自然条件と降雨制御条件ではズレがあり、また肥料形態によっても異なる傾向がみられた。

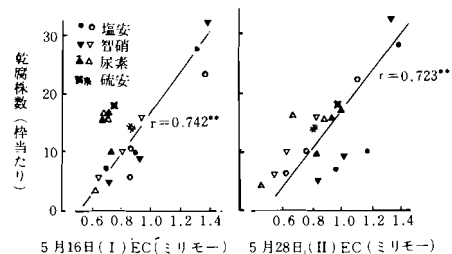


図1 乾腐発生と土壌ECの相関

よって肥料形態別にECと乾腐病発生の関係を調査するとともに、ECの変動に最も強く影響する要因として硝酸態窒素濃度や、これと関連するアンモニア態窒素などの土壌塩類濃度と、乾腐病発生との関係を調査した。これらの調査結果は表5の相関表にとりまとめた。

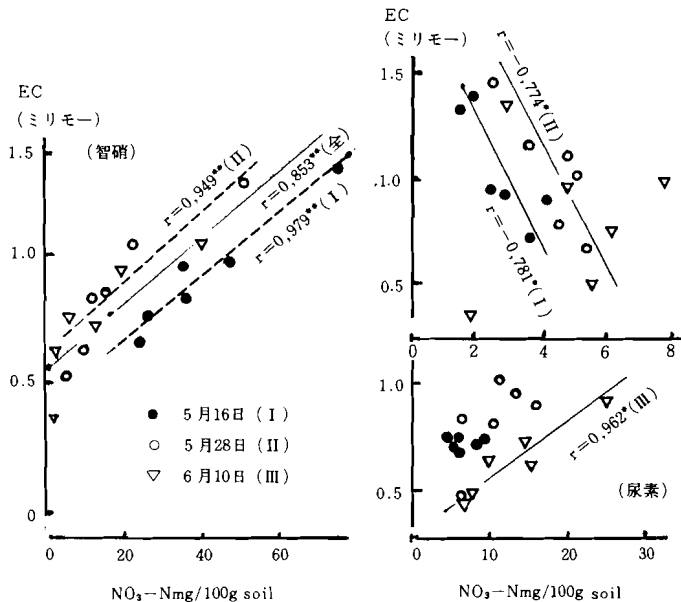
塩安・智硝の場合はECと乾腐病株数との相関は高く、しかも早い時期のECほど相関が高かったが、尿素では正の相関はみられるものの有意ではなかった。ECの上昇は一般的には硝酸態窒素

表5 乾腐発生株数と土壌塩類濃度の相関表

項 目		調 査 日		
		5月16日(I)	5月28日(II)	6月10日(III)
EC	全体 n=20	0.742**	0.723**	0.586**
	塩安 n=6	0.944**	0.763*	0.600
	智硝 "	0.959**	0.794*	0.603
	尿素 "	0.474	0.738	0.526
	降雨制御 n=10	0.804**	0.780**	0.611*
	自然条件 "	0.642*	0.889**	0.760**
NO ₃ N	全体 n=20	0.292	0.470	0.569*
	塩安 n=6	-0.875**	-0.986**	-0.033
	智硝 "	0.995**	0.912**	0.801*
	尿素 "	0.494	0.754*	0.585
NH ₄ N	全体 n=14	0.673**	0.753**	0.775**
	塩安 n=6	0.901**	0.793*	0.957**
	尿素 "	0.598	0.702	0.480
無機態 T N	全体 n=20	0.614**	0.903**	0.736**
	塩安 n=6	0.890**	0.988**	0.486
	智硝 "	0.997**	0.915**	0.797*
	尿素 "	0.726	0.767*	0.562

の生成集積と関連が深いので、硝酸態窒素と乾腐病の関係をみると、全体では6月10日に至って弱い相関がみられるがそれ以前には明確でなく、こ

れを肥料別にみると塩安では負の高い相関がみられ、智硝の場合と全く逆の関係であった。また尿素の場合は5月28日の硝酸態窒素と正の相関が認

図2 土壌ECとNO₃-Nの関係

めされたが、ECと腐敗の関係と同様にその前後では有意な関係はみられなかった。

このような肥料形態によるECあるいは硝酸態窒素濃度と腐敗発生の関係の差異は、図2に示した硝酸態窒素濃度とECの関係によって良く説明することができる。すなわち、智硝の場合は各時期とも両者の相関は著しく高く、かつ6月10日の時点では硝酸態窒素濃度はかなり低下している。一方、塩安の場合は硝酸態窒素濃度が低いにもかかわらずECは高い値を示し、両者の関係は5月16日、28日の段階では明らかに負の相関がみられた。これはEC上昇が塩素イオンによるものであり、塩安施用量の多いもののほどECは高いが逆に硝酸化成分が初期に抑制された結果である。塩安の場合にはアンモニア態窒素濃度と乾腐病発生との間に正相関が顕著であったこともこれを証明するものである。しかしこのような硝化抑制は日数経過とともに緩和されるので、6月10日にはECと硝酸態窒素濃度の関係はむしろ正相関に転ずる傾向がみられた。

なお尿素の場合には、硝化の十分でないとみられるごく早い時期では硝酸態窒素とECの間の相関は全くみられず、日数経過とともに正の相関が生じ定植後28日に至って初めて有意な相関が認められた。このため、尿素では硝酸態窒素や無機態全窒素と5月28日の時点でやや相関が認められた程度であり、他の電解質である無機態窒素肥料とは著しく異なった反応を示した。

以上の結果から、乾腐病発生は生育初期とくに定植直後から活着期にかけての土壤塩類濃度上昇による障害が大きな要因であると考えられる。土壤塩類濃度の上昇はECを高めるが、EC上昇の原因が硝酸イオンあるいは塩素イオンの如何にかかわらず、タマネギの活着や初期生育を抑制し、このような根に障害を与える条件では発病が促進されるといえよう。乾腐病発生は定植時から外葉伸長期にかけて土壤乾燥の著しい場合に多発し^{1,8)}、しかも窒素施肥量の多い場合のみならず、過石や硫加の多量施用によっても多発する¹⁾ことがみられており、いずれの場合も土壤乾燥に伴う生育初期のEC上昇が報告されている。したがって、連作によって病原菌による汚染が普遍的にみられるタマネギ乾腐病については、土壤環境条件によって発生状況が大きく左右されることからみて、塩

類濃度の上昇による根の障害が発病を助長していると考えられる。

なお、タマネギ乾腐度は近年とくに道央地区で多発し、欠株や腐敗による規格内球数の減少による減収が問題になっており、さらに貯蔵性低下の大きな要因^{2,11)}でもある。乾腐病多発は近年における著しい多肥化傾向^{1,9)}と関連するものと考えられ、本研究の結果は栽培法改善に重要な指針を与えるものと考えられる。

文 献

- 1) 岩淵晴郎, "タマネギにおける土壤肥料研究の現状と問題点" 北農44(2), 1~11 (1977).
- 2) ———, 平井義孝, 多賀辰義, 相馬 暁, "施肥並びに土壤水分条件が春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響, III貯蔵性低下の要因ならびに本畑生産条件と貯蔵性" 道農試集報, 36, 53~62 (1977).
- 3) 児玉不二雄, 石坂信之, 高桑 亮, 斉藤 泉, "タマネギ乾腐病の病原菌について(予報)", 日植病報(講要), 41, 124 (1975).
- 4) ———, 斉藤 泉, 高桑 亮, "タマネギ乾腐病の発生推移" 日植病報(講要) 42, 94 (1976).
- 5) ———, ———, ———, "タマネギ乾腐病の発病の経過とベノミル剤による苗浸漬の効果", 日植病報, 42, 489~490 (1976).
- 6) ———, "北海道におけるタマネギの病害", 北農, 44(3), 1~13 (1977).
- 7) 斉藤 泉, 児玉不二雄, 石坂信之, 杉目直行, 小山陸寛, 高桑 亮, "タマネギ乾腐病の発生分布", 日植病報(講要), 41, 123 (1975).
- 8) 相馬 暁, 岩淵晴郎, 平井義孝, 多賀辰義, "施肥並びに土壤水分条件が春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響, I, 土壤水分及び窒素用量が生育・収量に及ぼす影響", 道農試集報, 35, 45~52 (1976).
- 9) 多賀辰義, 岩淵晴郎, 平井義孝, 相馬 暁, "———, II, 現地施肥実態と窒素施肥法改善", 道農試集報, 36, 42~52 (1977).
- 10) 高桑 亮, 児玉不二雄, 石坂信之, 斉藤 泉, "タマネギ種子の保菌状況" 日植病報(講要), 41, 262 (1976).
- 11) 八鍬利郎, "北海道のタマネギ", 江別, 農業技術普及協会, (1975) p. 323~326.

Effect of Fertilization and Soil Moisture on the Growth, Yield and Keeping Quality of Onion in Summer Crop

IV. Relation between occurrence of basal rot and fertilizer in early stage of growth

Haruro IWABUCHI*, Tatsuyoshi TAGA* and
Satoru SOUMA*

Summary

This paper deals with an effect of salt concentrations in soil on the onion basal rot in the light of damage to the yield and quality of the summer crop onion by injuries due to bulb rot diseases noted in recent years, among which the basal rot is especially a most injurious disease, though the degree of damage varies with growth conditions ; for example, it is severe in a dry-spring year and/or in case of a heavy application of fertilizer.

This experiment was made by transplanting onion seedlings on test-field beds to which nitrogen fertilizer was applied, changing its kinds and amount of application. Moreover, in carrying on the experiment the beds were divided into two series, the one being exposed to the open air and the other subjected to rain control, as a result of which electric conductivity (EC) of soil and inorganic nitrogen components in soil fluctuated in a wide range. The number of bulbs affected by the basal rot was closely correlated with the EC which was measured on the 3rd, the 15th and the 28th day after the transplantation. Especially, their correlations were clearer with the EC at the earlier stage of growth.

As to the kinds of fertilizer, when chilian nitrate or ammonium chloride was applied, the number of bulbs affected by the basal rot was closely correlated with EC, but their correlations were insignificant in case of urea.

Similarly, in case of chilian nitrate and ammonium chloride the number of such bulbs was closely correlated with a nitrate-ion concentration in soil, though the sign of correlation was positive in the former and negative in the latter. Generally speaking, an increase of EC was due to an increase of the nitrate-ion concentration, but in case of the ammonium chloride an increase of EC was due to an increase of the chlorine-ion concentration, which also helped inhibit nitrification. Hence, in case of ammonium chloride, the correlation between the number of such bulbs and the nitrate-ion concentration was negative, but a high positive correlation was shown between the number of such bulbs and the ammonium-ion concentration. On the other hand, in case of urea occurrence of such bulbs was small in numbers and its correlation with EC, nitrate-ion and ammonium-ion concentration was slight or insignificant.

From the foregoing results it is considered likely that the concentration of fertilizer applied constitutes one of the dominant causes of a severe injury to onion bulbs by the basal rot and that, therefore, this disease is of frequent occurrence as a result of the heavy application of nitrogen fertilizer and/or transplanting of seedlings during the drought.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13, Japan.