

ノザワナの根こぶ病発病と成育経過に与える 窒素肥料の影響

田 端 信一郎

信州大学農学部生物資源生態学講座

絶対寄生をするアブラナ科根こぶ病菌 (*Plasmodiophra brassicae* Woronin) は根部に侵入感染後宿主と長期にわたる共生関係を維持し、複雑な根系に大小さまざまな肥大組織を形成する。感染肥大組織ではオーキシンレベルが高く^{1,2)}、地上部に対して強いsinkとしての働きをするものと考えられる。したがって発病率、あるいは罹病度(発病指数)で表される発病程度が高いほど生育は抑制され、収量は低下する。しかし実際栽培圃場においてはある程度感染を受けた個体でもかなりの収量を示すことが多く、このことは本病原菌の共生的性質によること以外に、土壌中での感染ポテンシャル、分布、感染時期、根系での発病部位、宿主の抵抗性などが土壌の種々の性質を介して関与するため、1個の個体の根系においても発病根数や罹病組織の肥大生長に差を生ずるためと考えられる。

これらの諸条件の総合された結果としてのノザワナの生育過程に対して窒素肥料がどのような影響を与えるかをみるために本実験を行なった。

材料および方法

肥料区は硫安、尿素、石灰窒素、CDUの4種で、それぞれ1m×2mに根こぶ病濃厚汚染土壌(信州大学農学部付属野辺山農場)20kgを深さ10~15cmに均一に混和し罹病土壌とした。これらの区に10a当りNとして15kg、P₂O₅として10kg、K₂Oとして7kgを過りん酸石灰、塩化カリで施用した。なお試験用の周辺は罹病土壌の分散を防ぐため深さ30cm、地上部15cmの高さにコンクリートブロックを積み仕切りをした。健全土壌区には硫安を施用した。うね間30cm、株間6cmにノザワナ種子を播種後25、30、40、60日目に地上部、地下部重を測定し、発病率と罹病度は60日目に調査した。罹病度は発病の程度を軽、中、甚にわけ、(0×健全株数+1×軽株数+2×中株数+甚株数)×100/3×調査株数で表した³⁾。

結果および考察

各区の発病率、罹病度は表-1のようである。

表-1 ノザワナ根こぶ病の発病程度

	発病率(%)	罹病度
硫安区	46.5	25.6
尿素区	38.3	25.5
石灰窒素区	4.3	4.2
CDU区	52.4	40.5
健全区	0	0

CDU区の発病率が高く、ついで硫安、尿素区の順となり多きな差がなく、ほぼ40~50%の発病であった。一方石灰窒素区は発病をかなり抑制した。罹病度でみると発病率の高いCDU区が最も高かったが、硫安、尿素区の間では25.5~25.6となり、差は認められなかった。しかし発病率はやや低い罹病度は高くなる傾向が尿素区にみられ、発病率と罹病度がかならずしも一致するとは限らなかった。

このような発病を示した各区の地上部、地下部重の生育は図-1, 2のようである。

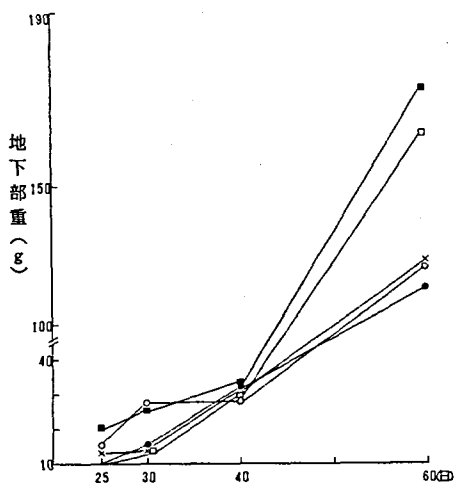


図-1 地上部重の変化

● 硫安区 ■ 石灰窒素区 □ 健全区
○ 尿素区 × CDU区

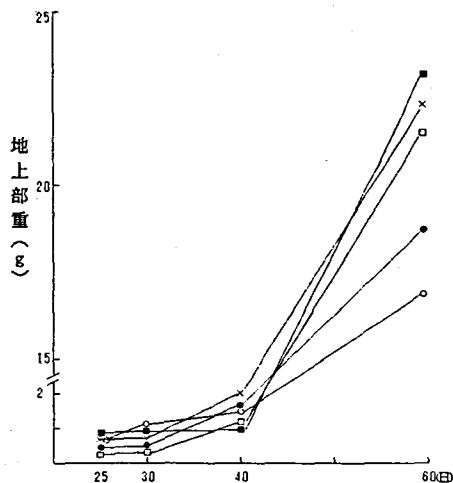


図-2 地下部重の変化

● 硫安区 ■ 石灰窒素区 □ 健全区
○ 尿素区 × CDU区

地上部重は発病程度が少ない石灰窒素区が健全区と共に高く、他の3区は劣っていた。地下部重は40日目には発病率、罹病度共に高いCDU区が重く、ついで硫安、窒素区であり、石灰窒素、健全区が低い値を示し、感染による組織肥大傾向が根部の正常な生長より促進されている。しかし60日目では、正常な根部肥大をした健全区、石灰窒素区と罹病組織の肥大によるCDU区にはあまり差がなくなり、発病程度がCDU区よりやや軽い硫安、尿素区よりも重い値を示した。これらの結果からみると感染による収量の低下は確かに認められるが、育成の過程がどのような影響を受けているかは明らかではない。そこで生長の様相を生物学的時間、すなわち生長をその生長系自体の状態の関数で表す相対生長のアロメトリーを適用してみた⁴⁾。地下部重に対して地上部重を両対数でプロットしたのが図-3, 4, 5, 6, 7である。CDU区を除いて他の4区の散布図には2群の存在が認められる。

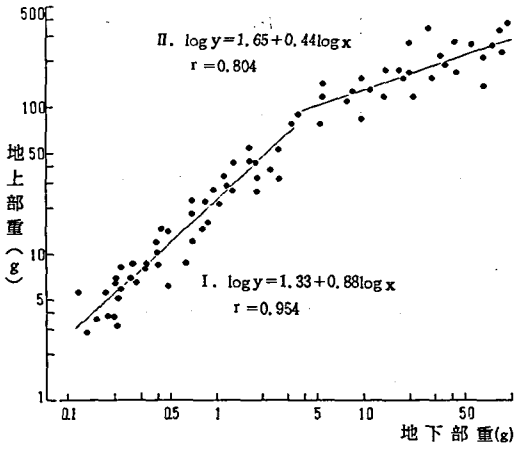


図-3 健全区の地上部重と地下部重の関係

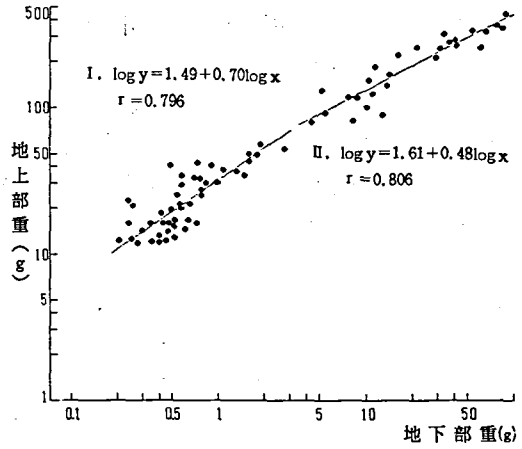


図-4 石灰窒素区の地上部重と地下部重の関係

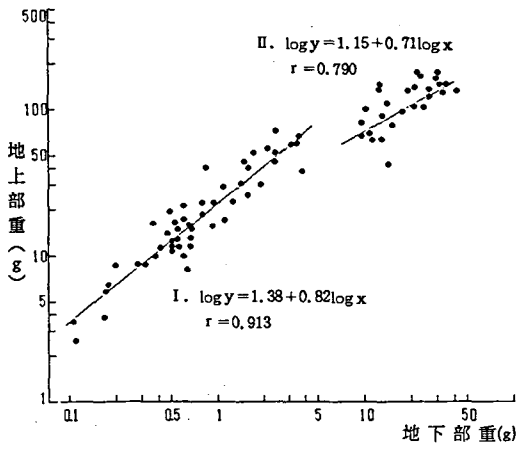


図-5 硫安区の地上部重と地下部重の関係

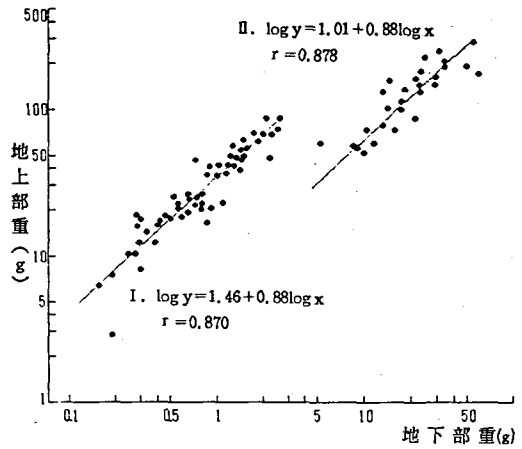


図-6 尿素区の地上部重と地下部重の関係

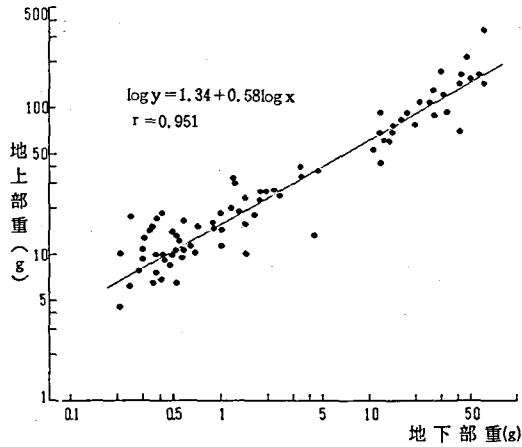


図-7 CDU区の地上部重と地下部重の関係

この2群の相関係数と回帰式 $\log y = \log b + \alpha \log x \dots\dots (1)$ から、アロメトリー式 $y = b x^\alpha \dots\dots (2)$ が得られる。相対生長のなかでもその生長過程が(1)式に直線状にのる場合がアロメトリーとして、(2)式の α に種内あるいは種間における生長の特長をみることが出来る⁴⁾。しかし一般に個体としての生長よりも個体群としての生長を収量という観点から比較する場合、個体間の遺伝的バラツキや栽培個体数、面積、土壌の不均一性などの栽培条件が作用するため、適当な階級幅を設定して平均値を求めアロメトリーを適用しても必ず(1)式のような一次式にのるとは限らず、個々の値のバラツキの程度もわからなくなる。このような生長の変異を考慮にいれて、得られた結果(表-2)をみると、地下部重と地上部重の間にはどの処理区においても相関がみられ、健全区においては地下部重5gを変異点としてI、IIの2段階の生長過程が認められた。第I生長期の地下部重5gまでの $\alpha = 0.88$ に比較して第II生長期とみなされる α は0.44と低くなり、明らかに地上部重より地下部重の増加量が高くなっており、根部肥大を示している。このような生長過程はこかぶにおいても認められており⁵⁾、ノザワナの地下部の肥大はこかぶと同様な生長の特長を示していた。発病程度の極めて軽い石灰窒素区も健全区と同じ生長の経過をたどるが、変異点は3~4gと健全区よりも軽く、第I生長期の α がやや低くなり石灰窒素による初期生育抑制が出ているようである。硫安区では健全区、石灰窒素区にみられるような生長の変異点はなく、第I、II生長は平行な2本の直線となるが、第II生長の α は第I生長の値よりやや低く、健全な生長経過の傾向をわずかながら保っていた。地下部重3~10gの時期の地上部重の結果は得ていないが、平行な2本の直線を結ぶこの時期の経過は地下部の重量増加が主となっており、地下部の生育は一時的にかなり抑制されているものと考えられる。尿素区においても硫安区と同じ経過をたどるが、第II生長の α が第I生長の α と同じ0.88と高く、完全に平行な直線となった。また地下部重2~5gの間の地上部重の結果が欠けているが、硫安区の場合のようにこの時期には感染による地下部重の増加が進んだものと考えられる。CDU区においては硫安、尿素区にみられるような感染による地下部重の増加を示す第I、II生長のずれはなく、生育初期から後期にわたり直線的に地下部重に対して地上部重が増加し、罹病根肥大の影響が強く、かぶとしての生育の特徴は認められなくなったものと思われる。

表-2 ノザワナの地上部重と地下部重の相対生長

	第 I 生長		第 II 生長	
	r	α	r	α
硫 安 区	0.913	0.82	0.790	0.71
尿 素 区	0.870	0.88	0.878	0.88
石 灰 窒 素 区	0.796	0.70	0.806	0.48
C D U 区*	0.951	0.58		
健 全 区	0.954	0.88	0.804	0.44

$\log y = b + \alpha \log x \quad (y = b x^\alpha)$

* CDU区では第I、II生長はない。

硫安、尿素、CDU区の発病率は40~50%であり、罹病度ではCDU区が高く、硫安、尿素区はやや低く同じ値を示した。これらの生長経過の比較をしてみると罹病度の同じ硫安、尿素区はほとんど同じ経過を示しているに対し、CDU区は異なる様相を示した。感染の生長に対する影響の程度は発病程度の指標としての発病率(%)よりも罹病度の中に含まれており、罹病度表示の場合には生長経過へ与える影響を明らかにしておく必要がある。なお罹病度を算出する式の中の重みの係数の与え方は評価に大きな違いを生ずる恐れがあるため注意されねばならないと思われる。

要 約

硫安、尿素、石灰窒素、CDUの4種の窒素肥料がノザワナの根こぶ病発病と生育に与える影響について調べた。石灰窒素区は発病を強く制御し、硫安、尿素、CDU区は発病率40~50%、罹病度はCDU区が高く、ついで硫安、尿素区が同じ値でやや低く、石灰窒素区は最も低かった。地上部の生育は健全、石灰窒素区が良く、地下部重では罹病組織の肥大によるCDU区と、健全、石灰窒素区が硫安、尿素区よりもやや多かった。このような地上部、地下部重の生育経過を相対生長(アロメトリー)で比較すると、健全、石灰窒素区は第I、IIの2段階の生長過程を示すが硫安、尿素区では第I、II生長が不連続な2本の平行な直線となり、生育の中間段階で罹病組織の特異的な肥大時期が認められた。CDU区では第I、II生長過程はなく、生育初期から後期にわたり連続した直線で表され、特徴ある2段階の生長は認められず、かぶとしての生育過程を示さず罹病組織の肥大の影響が示されているものと思われる。感染の生長に対する影響は発病率よりも罹病度表示が適していることを生育経過を調べることにより明らかにした。

参 考 文 献

- 1) M. Nomoto and S. Tamura (1970) Isolation and identification of indole derivatives in clubroot of chinese cabbage. *Agri. Biol. Chem.* 34 (10) : 1590-1592
- 2) Buther D. N., E1-Tigani S and Ingram D. S. (1974) The role of indoleglucosinolates in the club-root disease of the Cruciferae. *Physiol. Plant Pathol.* 4, 127-140
- 3) 門間敏幸・駒田巨・伊藤純雄・大畑貫一 (1986) 土壌病害の発生子側と圃場カルテシステムの開発 [2] *農業及び園芸*, 61(1) : 48-50
- 4) 清水三雄 (1959) 相対生長 共同医書出版
- 5) 清水三雄・米久保栄作 (1955) 2~3の十字花科植物における相対生長 (予報) 信大, 教, 研究論集 No.5 34~38