

学 位 論 文 題 名

アブラナ科野菜の根こぶ病抵抗性育種に関する研究

学位論文内容の要旨

根こぶ病はアブラナ科植物に特異的に発生する病害で、わが国では既に全国的に発生が見られ、特に主産地においては連作による菌密度の増加に伴い、被害が増大している。本研究は根こぶ病抵抗性品種の育種を目的として行われたもので、内容の概要は次のとおりである。

1. 根こぶ病抵抗性育種を効率的に進めるために、精度が高く、少量菌の接種で大量・早期検定が簡便にでき、検定後の用土、資材の消毒が容易で菌の散逸の恐れが少ない接種方法について検討した。その結果、従来の浸根接種法に比べ、新しく考案した病土挿入接種法が、検定精度の点で最も優れ、また総合的に見ても抵抗性選抜育種における実用性の高いものと考えられた。

2. 病土挿入接種法により Williams 法のレース 2 種に対する根こぶ病抵抗性の育種素材を検索した結果、カブでは抵抗性の品種間差が明瞭に認められ、無発病の品種 5、高度抵抗性品種 7、これに次ぐ抵抗性品種 2 があげられた。これらの多くは欧州の飼料用カブであった。これまで抵抗性の育種素材が  $n = 10$  群には認められていないので、ハクサイ・カブ・ツケナ類の根こぶ病抵抗性因子源として重要である。これらの中で、高度抵抗性の 'Croppa' はアントシアン色素の発現が見られずハクサイの育種素材として有望と判断された。キャベツでは抵抗性に幅広い品種の分布が見られ、抵抗性品種として普通キャベツ 14 品種（うちサボイキャベツ 3）、メキャベツで 4 品種、ケールで 2 品種があげられた。ダイコンでは、外国品種は全般に弱く、わが国の品種は強かった。抵抗性品種として無発病のもの 18、高度抵抗性品種 17 があげられた。また、ハツカダイコンでは、オランダの育成品種を中心に無発病の品種が数多く認められた。

3. 病原菌のレース分化の有無を検討した結果、わが国のレース検定には、国際比較のために Williams 法の 4 判別品種を、またこれに加えて育種に採用した抵抗性親を判別品種に用いるのが良いと判断された。わが国の主要レースと考えられる Williams 法のレース 1, 2, 3, 4 菌の単独接種および 4 種混合菌の接種を、キャベツ・ハクサイを主とした 29 品種に行った結果、品種の抵抗性にはレースによる特異的な反応がみられず、病原力の差による平行的な反応が見られ

たので、実際育種には病原力の高い菌を使用することで、育成系統の汎用性に大きな問題はないと推察した。

4. 根こぶ病抵抗性育種推進上の基礎資料を得るため、レース2菌に抵抗性のカブ、ケール、キャベツを用いて、ハクサイ類 (n=10群)、キャベツ類 (n=9群) の抵抗性の遺伝解析を行った。

‘ハクサイ×カブ’のF<sub>1</sub>の多くは高度抵抗性を示した。また、高度抵抗性カブと、高度り病性ハクサイとの交雑12組合せで、根こぶ病抵抗性は単一の優性遺伝子に支配されることが示された。同様なことは、選抜F<sub>2</sub>系統、F<sub>4</sub>選抜系統でも確認され、選抜効果の高いことが示された。これら完全抵抗性カブの遺伝子は‘77b’の遺伝子と同一のものであろうと推定した。

ハクサイ、ツケナにおける抵抗性の選抜効果を検討した結果、親品種の抵抗性が高い程選抜系統の中に選抜効果の高い系統が多く得られる傾向を認めた。白カブと赤カブについてF<sub>1</sub>の抵抗性を検討した結果、組合せによって強度抵抗性F<sub>1</sub>が得られることが明らかになった。

‘酸茎菜’と‘Milan White’の組合せで、抵抗性に複数遺伝子が関与するものと推察され、葉の形質は不完全優性の単一遺伝子に支配されると推定された。また、根こぶ病抵抗性と葉の形質は互いに独立した遺伝を示すものと推定された。

キャベツF<sub>1</sub>の多くは、両親の中間〜り病性側に傾いた。また、高度抵抗性の縮葉ケール‘K269’と高度り病性の‘マサゴ三季’との組合せで根こぶ病抵抗性は単一の劣性遺伝子に支配されることが示され、同様なことは選抜F<sub>3</sub>世代の分離からも確認された。なお、一部で微働遺伝子が関与すると思われる系統が認められた。また、根こぶ病抵抗性はチリメン性などの植物形質とは独立した遺伝を示すと考えられた。

キャベツ類の抵抗性選抜効果を検討した結果、親品種の抵抗性が高い程抵抗性の強い系統が得られる傾向を認めた。

キャベツならびに‘ハクサイ×カブ’における抵抗性の遺伝様式が組合せによって異なったが、これは抵抗性遺伝子の根本的な相違によると考えるよりも、優性効果の主働遺伝子と相加的效果の微働遺伝子を単独または複合した形で有し、完全抵抗性親を用いた場合には微働遺伝子が主として現れたものと推察した。

5. ‘ハクサイ×カブ’の交雑組合せで、抵抗性で結球ハクサイおよびツケナとして有望と思われる系統を1979年以来1982年にかけて選抜し、完全抵抗性43系統、強度抵抗性20系統が得られ、さらに形質選抜を行い、10組合せから、30系統、141個体を選抜した。そのうち、完全抵抗性で形質が良く、揃った系統は、抵抗性ハクサイ系統‘安濃1〜7号’として選抜した。また、ツケナ系統として山東菜型、小松菜型、酸茎菜型、体菜型、ナバナ型の各1系統を選抜した。

夏まき早生型の根こぶ病抵抗性キャベツ品種の育成については、1975年以来1982年にかけて選抜し、形質、揃い共に良好な抵抗性系統‘安濃1号、同2号、同3号’とした。1983、'84年は抵抗性がほぼ目標の域にあることを確認した。

6. 移植の困難なハクサイについて、水耕法による稚苗期での抵抗性検定の可能性を検討した。その結果、抵抗性検定にはMazin液肥を用い、液温21~24℃、孢子濃度 $10^7 \sim 10^6 / ml$ 、蛍光灯による16時間照明が適当と考えられ、処理後約3週間目（本葉2~3枚期）で抵抗性の選抜が可能と判断された。

液肥中の肥料成分では、カリと窒素の発病に及ぼす影響が極めて大きく、発病を助長した。なかでもカリの影響は窒素の場合よりも大きかった。抵抗性の明らかな品種を用いて検定精度を検討した結果、品種の抵抗性は既知の抵抗性程度とよく一致し、本水耕法での検定精度は高いと判断された。

根こぶ病抵抗性系統の対抗植物としての利用を検討した。すなわち、根こぶ病菌の接種重汚染土壌に抵抗性系統を対抗植物として2回春作し、その後作り病性カブの発病および生育の調査から、抵抗性系統の菌密度低減効果を検討した。また土壌中の菌密度測定方法として、土壌から抽出した精製途中の菌を病土挿入接種する方法を考え、検討した。その結果、根こぶ病抵抗性系統の作付により病性カブの発病低下はほ場試験、ハウス試験ともに見られ、とくには場試験では顕著であり、抵抗性系統作付による菌密度低減効果は高いと考えられた。り病性カブの発病低下効果は生育、特に根部形質に強く現れた。同様な効果は抵抗性系統の3作後、4作後に顕著に認められ、これらの土壌中菌密度は $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3 / ml$ の病土よりも低いものと推察された。

## 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 八 鍬 利 郎

副 査 教 授 木 下 俊 郎

副 査 教 授 生 越 明

本論文は表126、図13、引用文献68を含む総ページ数351の和文論文であり、8章に分けて論述されており、別に参考論文9編が添えられている。根こぶ病はアブラナ科植物に特異的に発生する病害で、生産の団地化・連作化の進行と共に発生面積や被害程度が増大し、産地の崩壊する所

も見られるようになった。本研究は根こぶ病抵抗性品種の育種を目的として行われたもので、内容の概要は次のとおりである。

1. 抵抗性育種の開始にあたり、まず安定した発病の得られる接種検定法の確立に着手し、既往の接種検定法よりも優れた「病土挿入接種法」を考案した。また、本接種法の適正検定条件として接種菌の休眠孢子濃度は  $5 \times 10^6 / ml$ 、病土の培地組成は 3 パーライト : 2 ピート : 2 粘土(乾燥重量比)、温度は 20~30°C (22°C 程度が最適)、土壌水分は乾燥を避け、やや多湿気味とする、培地の pH は 5.5~6.5 などを明らかにした。栽培管理方法や抵抗性の評価法についても改良を図り、育種選抜用の検定技術を確認した。

2. わが国の病原菌のレース分化の有無を検討した結果、Williams 法では、レース 1, 2, 3, 4 を主とした 8 種に、ECD 法 ( $n=10$  群の判別品種に限る) では、16 と 20 の 2 種に区別された。育種選抜に用いる菌レースの選定に関して主要な 4 種菌を用いて検討した結果、品種の抵抗性にはレースによる特異的な反応が見られず、病原力の差による平行的な反応が見られたので、実際育種には病原力の高い菌を使用することで、育成系統の汎用性に大きな問題はないと推察され、レース 2 菌の使用が良いと判断した。

3. レース 2 菌を用いた病土挿入接種法によるアブラナ科作物の根こぶ病抵抗性素材を検索した結果、ハクサイ、ツケナ類、ハナヤサイ、ブロッコリー、コールラビ、カラシナ類、ナタネ、ハクラン、*Brassica carinata*、雑草のナズナなどはいずれも激しく発病し、抵抗性育種素材は全く認められなかった。一方、カブ、ダイコン、ハツカダイコン、ケール、*Raphanobrassica* には免疫型抵抗性の育種素材が認められ、キャベツ、メキャベツ、*B. nigra* にも高度抵抗性の品種が若干認められた。以上の抵抗性素材のなかで、抵抗性カブは *B. campestris* 群の抵抗性育種素材として、またキャベツ 'Böhmerwaldkohl 72755, 同 72756' やケール 'K-269' などはキャベツの抵抗性の育種素材としてそれぞれ有望と判断された。

4. レース 2 菌の病土挿入接種法により、抵抗性親に用いたカブ、ケール、キャベツ品種のもつ抵抗性の遺伝解析を行った結果 'ハクサイ×カブ' の交雑組合せで、カブの持つ根こぶ病抵抗性は単一の優性遺伝子に支配され、葉身の形など植物形質とは独立した遺伝を示すこと、結球性はハクサイの戻し交雑で急に向上することを明らかにした。

キャベツの抵抗性育種では、抵抗性親に用いた 'Böhmerwaldkohl 72755' 外 3 品種の根こぶ病抵抗性は 2~4 対の複数主働遺伝子に支配されること、また縮葉ケール 'K269' の根こぶ病抵抗性は単一の劣性遺伝子に支配され、かつチリメン性などの植物形質とは独立した遺伝を示

すことを明らかにした。

5. ‘ハクサイ×カブ’の交雑組合せで抵抗性育種を実施し、根こぶ病抵抗性のハクサイ系統‘ハクサイ安濃1～7号’（うち安濃1～4号は‘中間母本農1～4号’として農林登録された）、ツケナ系統として山東菜型、小松菜型‘ツケナ安濃1号’（同‘中間母本農1号’）、酸茎菜型、体菜型、ナバナ型‘ツケナ安濃2号’の各1系統を、カブでは‘カブ安濃1号’（‘中間母本農1号’）を育成した。キャベツでは、‘愛知大晩生×Böhmerwaldkohl 72755’を主とする交雑組合せから、‘安濃1～5号’（うち安濃5号は‘中間母本農1号’として農林登録された）を育成した。

6. ハクサイの水耕法による稚苗期での抵抗性の検定が可能であることを明らかにした。また、根こぶ病の発生様相を肉眼観察した。水耕法の肥料成分を変える処理でカリと窒素は発病の助長効果が高く、リン酸は効果は小さいものの発病抑制作用を示すことを認めた。

7. 根こぶ病抵抗性系統の対抗植物としての利用を検討し、抵抗性系統の作付による菌密度低減効果は高く、対抗植物としての実用性の高いことが明らかになった。

以上のように本研究は、学術上重要な知見を加えたばかりでなく、根こぶ病対策に貢献するところが頗る大きく、応用面においても高く評価される。

よって審査員一同は、別に行った学力認定試験の結果と合わせて、本論文の提出者吉川宏昭は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。