

## 転換畑における大豆「アキシロメ」の

### 安定多収栽培に関する研究

大竹 茂登・森 康明・前重 道雅

**キーワード：**大豆，播種期，栽植密度，倒伏，欠株補償，堆肥，深耕，緩効性窒素

広島県における大豆栽培面積は1976年には1,050haまで低下した<sup>5)</sup>が、1978年より始まった水田利用再編対策を契機に年々増加し、1987年には2,460ha（内転作1,945ha）と水田転換畑作大豆を中心に著しく増加した\*。今後も水田農業確立対策の推進とともに一層の増加が予想される。

この間、1979年には従来の県中部から南部地帯の主要品種で繁茂性の大きい秋型大豆「中鉄砲」に代えて中間型品種「アキシロメ」が、また1981年には北部・高冷地帯向きとして早生の「エンレイ」が奨励品種に採用された。その後、「エンレイ」は収量性や品質の年次による変動が大きいことが指摘され、1987年これに代わる「タチナガハ」が新たに採用された。

「アキシロメ」については中・北部から南部地帯の広域にわたる水田転換畑での栽培に適応性が高く、1987年の普及率は大豆栽培面積の89%に達している\*。また、流通面でも良質大豆として好評を得ている。

こうした優良品種の普及と栽培技術の啓蒙，栽培の団地化・機械化の推進などにより収量性も向上した。県平均10a当たり単収は1970年代後半の130～140kgに比べ、最近では160～170kgと20%以上高まった<sup>5)</sup>。

しかし、米・麦類に比較すると生産性は未だ極めて低い。大豆で水稲作並の所得を得るためには、現在の転作助成補助金（4万円）の継続を前提にしても10a当たり収量は410kg程度、補助金なしでは550kgに引き上げる必要があると試算される。最近では転作助成補助金はもとより大豆交付金も削減の方向にあり、生産の省力化とともに、単収を飛躍的に向上させるための技術確立が緊急かつ重要な課題となっている。

本研究は、総合助成試験研究課題として全国的に展開された「転換畑高度畑作技術確立試験」の一環として行

ったものである。本県の主要品種「アキシロメ」の転換畑における安定多収化を図るため、適正生育量確保のための播種期と栽植密度の関係、倒伏及び欠株の影響とその回避対策、土作りと窒素施肥の方法等について検討し、多収化に向けての見通しを得たのでその概要を報告する。

なお、本研究結果の多くは本県の農業試験研究成果発表会<sup>10,11)</sup>や普及資料\*\*において公表しており、また、本県大豆栽培基準作成の基礎資料とするなど、既に普及に移しているものであるが、これまで（1980年～1987年）の主要成果の概要をとりまとめたものである。

#### 供試圃場，各試験年次の気象及び大豆生育概況

##### 1. 供試圃場の条件

試験圃場は広島県中部台地南西端，西条盆地の西部に位置する農業試験場の圃場である。標高は217m，日照は良く温暖（年平均気温13.7℃）で、本県の標高別地帯区分では中部地帯に属する。

土壌は花こう岩に由来する湖成沖積土で、細粒グライト、三隅下統。作土の深さは15～16cmの輪換畑で5～6m間隔の既設暗渠があり、排水は比較的良好である。

##### 2. 各試験年次の気象及び大豆生育概況

1980年：出芽は良好であったが、その後は全生育期間を通じて低温，多雨，寡照の不良気象で経過した。このため、軟弱徒長気味の生育相となり倒伏多く、立枯性病害や葉焼病の発生も多かった。開花期が平年より遅延して登熟期間が短縮し、収量は著しく低かった。

1981年：6月末から7月初旬に豪雨が続き初期生育はやや抑制されたが、その後は好天に恵まれ栄養生長期間にはほぼ順調に経過した。しかし、開花期以降は早熟状態で経過し、8月中旬に畦間灌漑を一回実施した。開花期はやや早まり、成熟期は並、収量は多かった。

注) \*大豆生産振興指導資料(1988年)，広島県大豆生産振興推進会議編  
\*\*大豆の多収栽培，営農7(6):35-40，広島県農協中央会発行  
転作大豆の多収化技術，営農12(5):17-23，広島県農協中央会発行

1982年：6月中旬から7月上旬にかけては降雨量少なく、この時期に播種した区は出芽の遅れと不揃いが目立った。また、7月下旬まで低温と日照不足で経過したため初期生育は緩慢であった。その後の気象はほぼ順調であったが、開花期は平年より遅れ成熟期は並であった。収量は生育量がやや不足したこと及び台風13号（8月27日）と19号（9月24日）の襲来による倒伏のためやや低かった。

1983年：7月上～中旬に一時低温となったが、多照に恵まれ生育は順調であった。7月下旬から8月下旬にかけては晴天が続き、早魁状態になったため8月中旬に畦間灌漑を行った。開花期は平年並、成熟期はやや遅延し、収量は平年並であった。

1984年：全生育期間を通じて高温、やや多照に経過した。8月上～中旬に早魁気味となったため畦間灌漑を行った。8月20日の台風10号により倒伏が多くなったが、生育は概ね順調で全体的に生育量も大きく、収量は多い年であった。

1985年：出芽後の6月下旬から7月上旬にかけて豪雨が続き初期生育は緩慢であった。その後は高温、多照で経過し干害防止のため8月上旬に畦間灌漑を行った。開花・成熟期は平年並で収量はやや多かった。

1986年：出芽期以降7月中旬までは低温、寡照、多雨、その後一ヶ月間は干天続きという極端な気象経過で、抑制気味の生育相をたどり開花期もやや遅延した。しかし、登熟中～後期の生育は順調で台風の襲来もなく収量は平年よりやや多かった。

1987年：6月から7月上旬にかけては高温、多照で初期生育は良好であった。しかし、その後は8月下旬まで高温、寡照、多雨条件で推移したため、過繁茂気味の生育相となり開花期も早まった。9月上旬の粒肥大初期には好天に恵まれたが、台風12号（8月31日）による葉の損傷及び9月中～下旬の連続した曇雨天などの影響により、葉焼病が激発し成熟期もかなり早くなった。このため百粒重の低下が目立ち収量は少なかった。

### 1. 播種期、栽植密度と生育収量

品種のもつ生産能力を高度に発揮させるためには、その品種に適する生育量とその生育量を確保するための適正な播種時期及び栽植密度を明らかにする必要がある。そのため、播種期及び栽植密度と生育収量の関係について1980年、'82年及び'83年の3か年試験を行った。

## 試験方法

供試圃場の条件と試験区の構成は第1表に示した。いずれも条間は60cmの1株1本立であるが、1982年と'83

第1表 試験区の構成

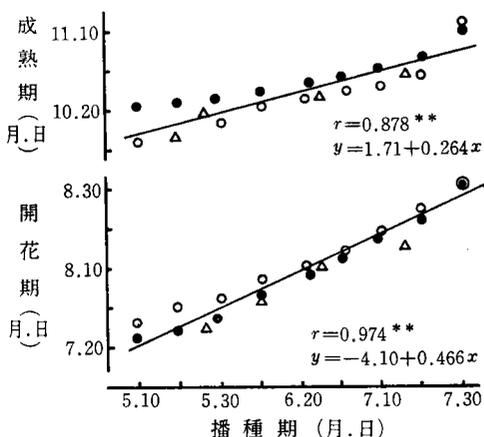
年次 (年)	播種期 (月/日)	栽植密度 (株/m <sup>2</sup> )
1980	5/27, 6/10, 6/25, 7/16	10, 20, 30
1982	5/10～7/30まで10日間隔 9回	10, 30*
1983	5/10～7/30まで10日間隔 9回	10, 20

注) 1982年の栽植密度30株は6月10日と7月20日の2播種期で実施した。

年の6月10日播種では株間を1本立の2倍に広げ1株2本立とした区を併設した。a当たりの施肥量は大豆化成を用いて窒素0.3kg、磷酸1.0kg、加里1.0kg及び苦土石灰10kgを耕起前に全面施用した。中耕培土は本葉4～5葉期に一回行った。病虫害防除は本県の大豆防除基準に準じて実施した。試験区の面積は1区15m<sup>2</sup>の2区制、生育調査は1区30株について行い、収量調査は1区3.6～5.4m<sup>2</sup>の株を抜き取って行った。

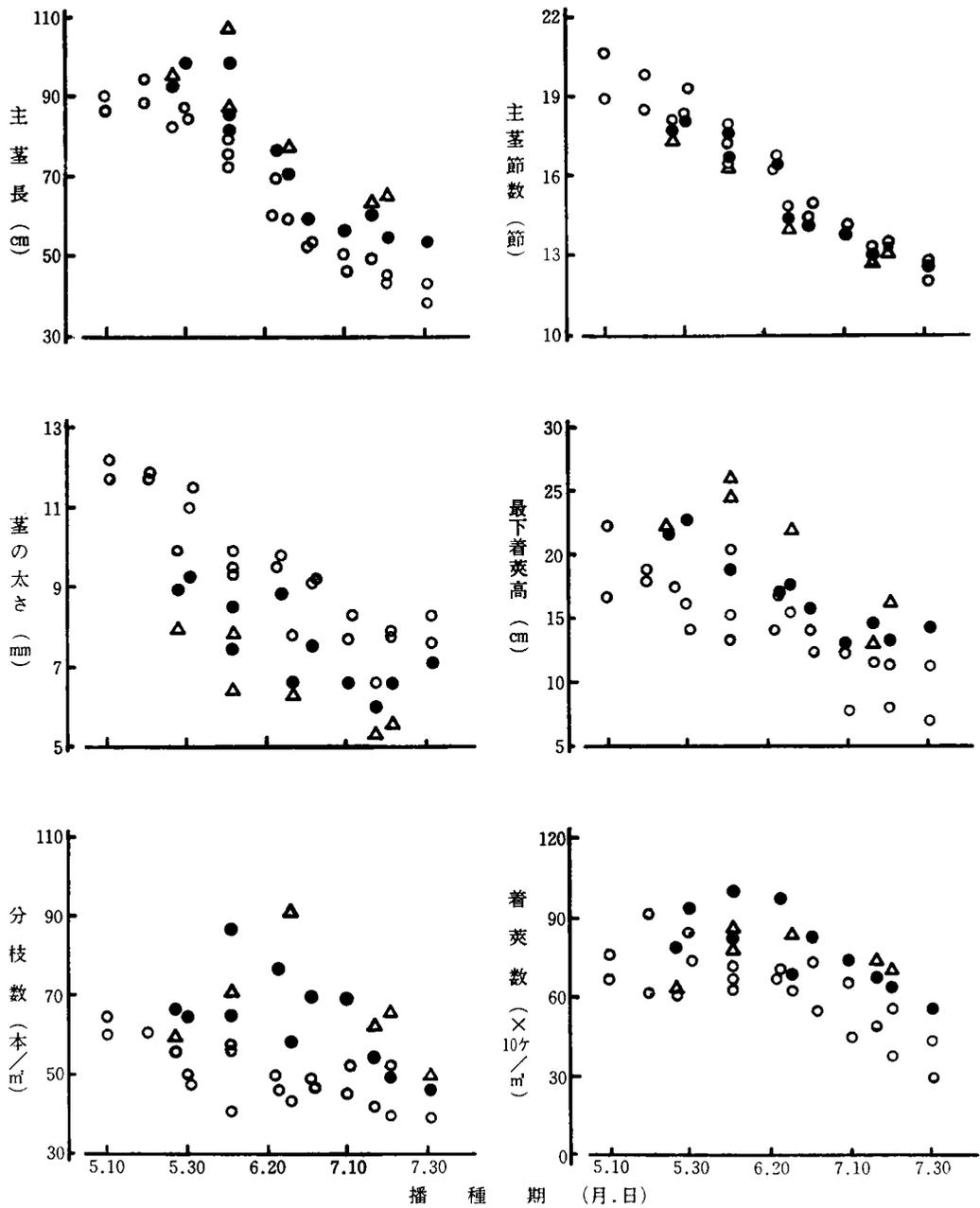
## 結果

播種期と開花期及び成熟期との関係は第1図に示した。



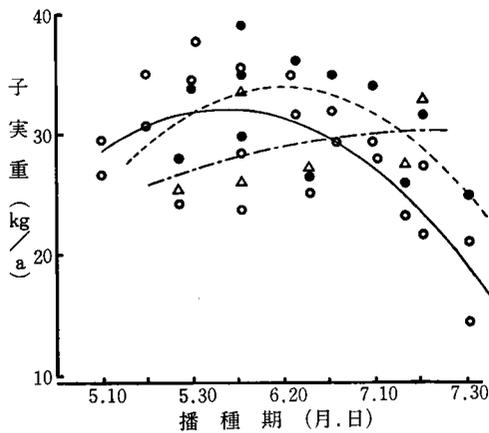
第1図 播種期と開花期、成熟期との関係  
年次別 ▲1980年、○1982年、●1983年

回帰式は、開花期は7月21日、成熟期は10月11日をそれぞれ起点としている。

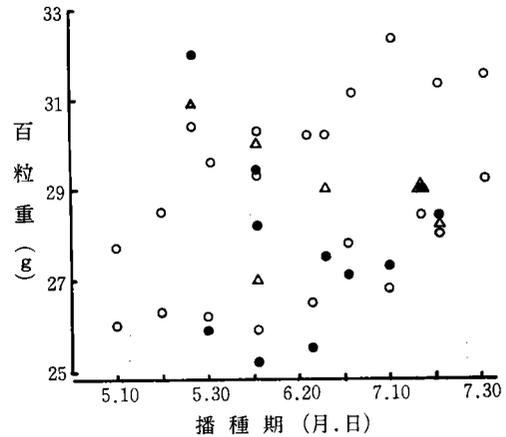


第2図 播種期と主要形質との関係

栽植密度 (株/m<sup>2</sup>) ● 10, ● 20, △ 30



第3図 播種期と収量との関係  
栽植密度 (株/m<sup>2</sup>) ○ — 10, ● --- 20, △ --- 30



第4図 播種期と百粒重との関係  
栽植密度 (株/m<sup>2</sup>) ○, ●, ▲ 30

各播種期とも開花期、成熟期は栽植密度の違いによる差がなかったため、栽植密度m<sup>2</sup>当たり10株区の結果を表示した。

開花期は6月初旬播種では7月末、6月中旬播種では8月5日頃、7月中旬播種では8月20日頃であり、暦日上は播種期が遅くなるに伴って遅延した。しかし、播種から開花まで日数は6月初旬播種で58日前後であるのに対し、7月初旬播種では38日前後と播種期30日の遅れで約20日間短縮された。

一方、成熟期も播種期の違いによって移動し、晩播ほど遅延した。即ち、6月初旬播種では10月20日前後に成熟期に達したが、6月中旬播種では10月24日頃、7月中旬播種では11月初旬に成熟した。その結果、開花期から成熟期までの日数も晩播になるほど短縮された。しかし、この結実日数の短縮程度は播種期30日の遅れで7日前後であり、開花まで日数の短縮程度に比べてかなり小さかった。また、同一播種期における成熟期の年次間差は2～9日あり、開花期の年次変動より大きく、特に早播になるほど変動幅が拡大する傾向がみられた。

播種期、栽植密度と主要形質及び収量との関係は第2～4図に示したとおりである。

主茎長は播種期が早いほど長くなり、この傾向は栽植密度が高いほど顕著であった。栽植密度30株区の茎長は、20株区では約10日早播、10株区では約25日早く播種したものとはほぼ同程度の値であった。このため、早播・密植ほど倒伏や弱小株の枯死が多くみられた。

主茎節数は早播で多く、播種期が遅れるにしたがって少なくなり、播種期10日の遅れで約1節減少した。また各播種期とも栽植密度が高いほどやや減少する傾向にあ

った。

1株当たり分枝数は主茎節数と同様に晩播・密植ほど減少した。そのため、総節数も同様な傾向をたどった。しかし、m<sup>2</sup>当たり分枝数・総節数については栽植密度によって傾向が異なり、10株区では早播ほど増加するが、20株区では6月中旬、30株区では6月下旬播種をピークにその前後の播種期では減少した。

主茎の太さは早播で太く播種期の遅れに伴って細くなり、この傾向は栽植密度が高いほど強まった。

最下着莢高は早播・密植ほど高くなり、主茎長と高い正の相関 ( $r=0.871^{**}$ ) が認められた。主茎長と最下着莢高の関係は、それぞれ60cmで約14cm、80cmでは18cm位であった。

着莢数は総節数とはほぼ同一傾向を示した。すなわち、1株当たり着莢数は早播・疎植ほど増加するが、m<sup>2</sup>当たり着莢数は6月中旬の播種で多く、それ以前及び以後の播種では減少に転じ、特に5月下旬以前の極早播及び7月上旬以降の晩播では明らかに減少した。栽植密度との関係では各播種期とも10株区より20株区で多く、30株区は6月下旬以降の晩播で20株区を上回ったが、その差は小さかった。また、播種期の移動による着莢数の変動は密植の30株区が10株区及び20株区より大きかった。

子実収量は異常気象であった1980年が低かったため、全体的に年次間差が大きいが、播種期と栽植密度の違いによる変動はm<sup>2</sup>当たり着莢数とはほぼ同一傾向を示した。栽植密度別の平均収量をみると、6月中旬播種の20株区が最も多くa当たり約34kgであり、次いで6月上旬播種の10株区が32kgであった。30株区では7月20日頃の極晩播で20株区より優る傾向にあるが、各播種期

第2表 1株仕立本数と生育収量  
(1982~1983年平均)

栽植密度 (株/m <sup>2</sup> )	1株 本数 (本)	主茎長 (cm)	分枝数 (本/m <sup>2</sup> )	着莢数 (個/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/a)	百粒重 (g)
10	1	76	55.2	717	33.7	28.1
	2	78	51.7	726	33.6	27.8
20	1	91	68.5	784	37.2	27.9
	2	90	71.2	819	36.9	27.1

をとおして低収であった。

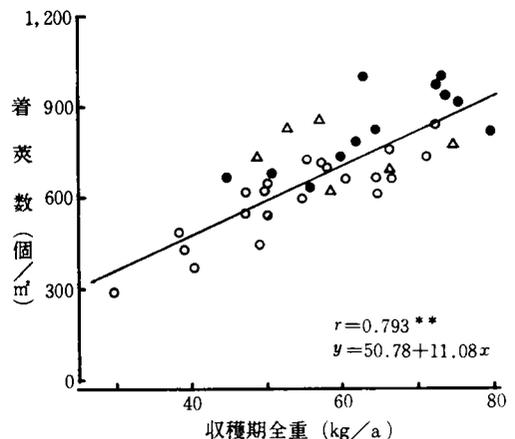
百粒重(第4図)は年次による変動が大きく、播種期及び栽植密度との間に一定の傾向がみられないが、各年次において着莢数とは常に負の相関(相関係数  $r = -0.595^{**}$ )が認められた。このため収量の多い区が小粒化の傾向を示した。

第2表に1株仕立本数と生育収量との関係を示した。同一栽植密度において、1株1本立区と株間を1本立区の2倍に広げた1株2本立区との比較では各形質ともに大きな差は認められなかった。

## 考 察

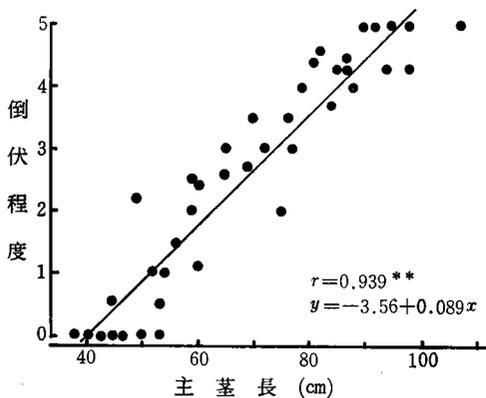
大久保<sup>37)</sup>は、大豆の主要な耕種技術について収量に及ぼす寄与程度を調査し、収量を規制する要因は播種期が最も大きく、次いで灌水、栽植密度、施肥量の順に大きいことを認め、適期に播種することが多収を得るための基本条件であると指摘している。

従来は、大豆を早播すると茎葉のみ繁茂し、いわゆる「つるぼけ」現象を起こして増収に結びつかないとされ、本県の中部~南部地帯では6月下旬~7月上旬が播種適期とされていた。しかし、本試験で用いた「アキシロメ」では、これより約半月早い6月上~中旬の播種で多収を得やすいことが本試験の結果から明らかになった。この播種適期の違いは品種特性の違いにより生じたものと考えられる。すなわち、大豆は品種の生態型によって播種期の違いによる生育反応が大きく異なることが知られており、従来の主要品種「中鉄砲」は生態型Ⅲcの秋型大豆で繁茂性が大きいため、早播すると生育過剰になりやすい。特に土壌が肥沃で水分条件に恵まれた転換畑での早播では過繁茂を生じ収量が不安定になりやすい。一方、「アキシロメ」の生態型はⅢcの中間型大豆<sup>19)</sup>で、茎長は比較的短く耐倒伏性が強い。また、「アキシロメ」,「タ

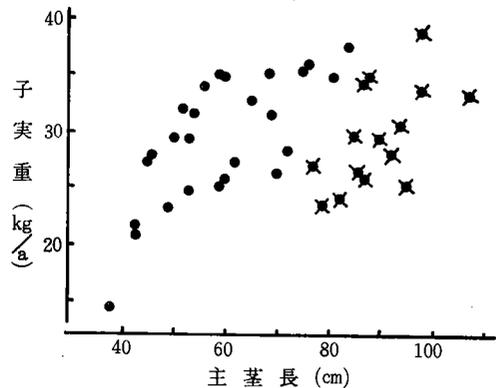
第5図 収穫期全重と着莢数との関係  
栽植密度(株/m<sup>2</sup>) ○ 10, ● 20, △ 30

マホマレ」,「フクユタカ」など近年育成された品種は、従来の品種に比べて全生育日数に対する結実日数の割合が高くなっている<sup>19,48)</sup>。このため早播適応性が高く、早播で十分な栄養生長期間を確保し、生育量を大きくすることが収量向上に有効であるとみられる<sup>10,11,14,28,31,44,53)</sup>。本試験の結果でも、播種期を早めることによって生育量は確実に多くなり、生育量(全重)と着莢数との間には高い正の相関がある(第5図)ことから、子実収量も増加した。しかし、早播による増収は相対的な密植の効果と考えられるため、ある限度を超えた早播では生育過剰となり、倒伏や弱小株の枯死など障害が多くなり、全重に対する子実重の割合も著しく低下して減収することになる。したがって、安定多収を期待するにはまずその品種に適正な生育量を求め、これに近づける栽培条件を設定することが必要である。生育量を表す指標形質としては、主茎長、主茎節数、茎重及び葉面積指数等があるが、一般には茎重が多く用いられており、多収大豆の適正茎重は10a当たり200kg前後とされている<sup>10,44)</sup>。しかし、好適な生育量(茎重)は品種、気象条件及び土壌の肥沃度などによっても異なると考えられる。ちなみに、本試験でa当たり37~39kgの多収をあげた区の茎重は19~28kgの範囲にわたり、年次、播種期及び栽植密度によってかなり幅があった。また、実際栽培においては茎重をみて生育量を判断することは実用性に乏しいと考えられる。この点主茎長は生育量(全重)と高い相関( $r = 0.783^{**}$ )が認められ、しかも測定が簡易にできるので、実際栽培ではこれを用いて好適生育量を判断するのが便利である。

好適生育量を倒伏しない程度の最大生育量と考えて、主茎長と倒伏との関係について考察する。第6図に示す



第6図 主茎長と倒伏との関係  
倒伏程度 0無～5甚



第7図 主茎長と収量との関係  
X印は著しい倒伏

ように、主茎長と倒伏との間には極めて高い正の相関が認められる。倒伏を中程度に止める主茎長の限界は概ね75～80cmであり、これを超えると著しく倒伏しやすいことを示している。井上ら<sup>15)</sup>も「タマホマレ」の多収事例の調査において、主茎長80cm程度が安定多収の限界であったと報告している。倒伏と子実重率とは高い負の相関関係（相関係数 $r = -0.780^{**}$ ）にあるため、生育量を大きく確保しても倒伏すると増収に結びつかない（第7図）。つまり、倒伏は生育量と子実収量との関係を規制する主要因であるといえる。したがって、著しく倒伏する一歩手前が好適生育量であり、これは主茎長75～80cmであると考えられる。実際栽培においては安全性を見込んで、これよりやや短かめに止めるべきであろう。

主茎長は播種期と密接な関係にあり、播種期を早めるほど長くなる。そして同一播種期では栽植密度によって大きく異なり、倒伏が著しくなる限界の75～80cmに達する播種期は $m^2$ 当たり株密度10株では6月初旬、20株では6月中旬、30株では6月下旬であり、この時期は各栽植密度における最多収量を示した播種期とほぼ一致する。

以上のことから、本県中部～南部地帯における「アキシロメ」の播種期は6月上旬～中旬頃が適当であると考えられる。この播種期での開花期は7月末～8月初旬、成熟期は10月20～25日頃になる。しかし、成熟期の早晩は主に8月～9月の気温に影響される<sup>55)</sup>ため、年次による変動が最大9日もみられた。したがって麦類など後作を考える場合は、ある程度余裕を持った作付け計画を立てる必要がある。

次に、栽植密度について考察する。生育量を一次的に規制するのは前述したように播種期であって、栽植密度はその補完的性格をもつものであるが、好適生育量を確

保し安定多収を図る上では重要な技術要素である。栽植密度を高めるに伴って主茎は細く長くなり、個体当たりの分枝数、総節数及び着莢数ともに少なくなるが、単位面積当たり生育量、着莢数は密植ほど多くなる。そして、ある限度の密度を超すと生育過剰を生じ、生育量の停滞とともに収量も低下してくる。本試験の結果、各播種期をとおして多収を示したのは $m^2$ 当たり20株区であり、この付近に最適密度があると考えられる。30株区では過繁茂となりやすく、倒伏や枯死株を多発して生育量が減退し収量も大幅に低下した。そして、この傾向は播種期が早いほど顕著となった。また、20株区においても徒長しやすい気象条件下では耐倒伏性が劣り、子実重率の大幅な低下など収量的に不安定な場合もみられた。このため、実際栽培においては $m^2$ 当たり14～16株程度にとどめるほうが安全であると考えられる。

播種期の遅れによる生育量の低下は栽植密度を増すことによってかなり補完でき、 $m^2$ 当たり20株の密度では7月中旬播種まで $a$ 当たり30kg以上の収量が期待できる。しかし、7月下旬の播種では $m^2$ 当たり30株の密植でも大幅な減収を防ぐことはできず、「アキシロメ」の実用的な晩播の限界は7月20日頃と推察される。

最下着莢高は機械収穫にあたって刈取り性の良否に大きく影響する。一般に、刈取りに支障のない高さは地上10～12cm以上必要とされている<sup>35)</sup>。最下着莢高は主茎長と密接な関係にあり、主茎長が長いほど高くなるため、早播・密植ほど高くなる。6月上旬播種の10株区では16.3cm（子葉節からの高さ）、6月中旬播種の20株区では18.6cm（同）となっており、前述の適正密度であれば刈取り性に支障を及ぼすことはないと考えられる。

また、1株の仕立本数は1株の本数を多くするより、

1本立として面積当たり株数を増すほうが増収するとされている<sup>30)</sup>。しかし、本試験では1本立区と2本立区の間には生育収量に差が認められなかった。そのため2本以内であればそれほど差はなく、作業の都合で決めればよい。ただ、播種後の強雨が原因で土壌表面が固結化することによる出芽障害に対しては、1粒より2粒播きのほうが強いことを別の試験\*で認めているので、欠株防止の意味においては2粒播きが良いと考えられる。

## 2. 倒伏が生育収量に及ぼす影響及び倒伏軽減対策\*\*

前項の試験において「アキシロメ」の収量は、ある程度早播・密植にして生育量を高めることにより多収となるが、この際の収量規制要因は倒伏が最も大きいことを明かにした。そこで、ここでは人為的に倒伏条件を作り、倒伏が大豆の生育生態並びに収量性に及ぼす影響と倒伏軽減対策について検討した。試験は1981年と1983年～'84年にかけて行った。

## 試験方法

1981年は水田転換畑3年目の圃場を用い、栽植密度を $m^2$ 当たり10、20及び30株(条間60cm, 1株1本立)の3水準とし、それぞれについて開花期(7月29日)と莢伸長期(8月15日)に倒伏処理を行い、比較として無処理区及びイ草用倒伏防止網使用による無倒伏区を設けた。倒伏処理は株の地際から約20cm上部を細い鉄パイプで押さえて、培土溝に対して直角に倒伏角度60度以上になるように行った。播種期は6月9日、 $a$ 当たりの施肥量は大豆化成で窒素0.3kg, 磷酸1.0kg, 加里1.0kgを全量基肥として耕起前に全面施用した。中耕培土は本葉3～4葉期に1回おこない、病害虫防除は本県の大豆防除基準によって実施した。試験区面積は1区 $15m^2$ の2区制とし、生育調査は1区20株, 収量調査は1区 $5.4m^2$ の株を抜き取って行った。

1983年は水田転換畑2年目圃場を供試した。播種期は6月13日, 栽植密度は条間60cm, 株間8.3cm ( $m^2$ 当たり20株)の1株1本立とした。試験区は培土の有, 無(培土期は本葉3～4葉期)及び間引き(1株おき間引き)の時期を開花前10日と開花期とする4処理とし, 比較として'81年と同じ方法による開花期の倒伏処理区と無倒伏区を設けた。その他耕種法, 試験区面積及び調査株数等は'81年と同様である。

1984年は'83年と同じ圃場(転換畑3年目)を用い, 6月22日に条間60cm, 株間9cm ( $m^2$ 当たり18.5株)1株1本立の密度で播種した。試験区は'83年と同じ2時期の間引き, 開花期に主茎上部を地上約60cmの位置での切除(摘芯)及び生育調節剤のバクロブトラゾール25%フロアブル剤(PP-333)7.2g/a, ダミノジット93%水溶剤(B-995)55.6g/a, クロルメコート46%液剤(CCC)40ml/aの開花期散布の6処理とし, 比較として無処理区と'81年と同じ方法による無倒伏区を設けた。生育調節剤の処理量は他作物の試験例を参考にして決定し, 所定量を $a$ 当たり10Lの水に溶解して, 小型手動噴霧器で全面散布した。その他耕種法及び試験区面積等は'81年と同様である。

## 結 果

### 1. 倒伏が生育収量に及ぼす影響

倒伏処理時の大豆の生育状況は第3表に示すように栽植密度が高いほど草丈, 茎長は長く, 特に30株区における莢伸長期の草丈は120cmに達し, すでになびき倒伏の状態にあった。また, 1983年は天候に恵まれたことと畦間灌漑の実施により, '84年より生育量が大きかった。

倒伏時期及び栽植密度と生育収量の調査結果は第4表に示した。いずれも倒伏処理後2～3日経つと主茎は弓なりになって頂部は起き上がる態勢となるが, 無倒伏区に比べてその伸長は抑制された。一方, 分枝は倒伏によって2次生長的に直立して発育し, 発生本数も無倒伏区より多くなったが, 発育は遅れがちであり成熟期はやや

第3表 倒伏処理時の生育状況

年次 (年)	倒伏 時期 (月・日)	栽 植 密 度 (株/ $m^2$ )	草 丈 (cm)	主 茎 長 (cm)	主 茎 節 数 (節)
1981	開花期 (7.29)	10	69	37	13.1
		20	75	41	13.1
		30	81	48	13.0
	幼莢期 (8.15)	10	100	53	15.2
		20	111	62	15.3
		30	120	66	14.8
1983	開花期 (8.4)	20	97	66	14.2

注) \* 昭和58年大豆試験成績, 広島農試作物部, 1983

\*\*本研究結果の一部は日本作物学会中国支部大会(1985年)で発表し  
た。

第4表 倒伏時期と生育収量

年次 (年)	倒伏時 期	栽植度 (株/m <sup>2</sup> )	成熟期 (月、日)	枯死 株率 (%)	主茎 長 (cm)	主茎 節数 (節)	分枝数 (本/株)	着莢数 (個/m <sup>2</sup> )	分枝着 莢数割 合(%)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	百粒 重 (g)	精粒 歩合 (%)
1981	開花期	10	10.24	0	55	15.3	6.6	786	88.9	61.8	30.8	30.5	93.3
		20	10.23	13.9	66	15.3	4.5	827	87.1	71.0	32.8	30.0	91.2
		30	10.24	21.3	68	14.6	3.7	825	90.1	68.5	30.0	29.3	90.5
	幼莢期	10	10.21	0	54	15.4	6.0	828	82.1	61.9	31.6	31.8	94.0
		20	10.24	6.9	66	15.1	4.3	813	79.2	73.2	35.3	29.7	93.6
		30	10.23	18.5	70	14.9	4.6	891	81.4	75.7	34.0	30.3	92.4
無倒伏	10	10.19	0	52	15.1	5.5	840	78.5	62.4	33.1	32.6	98.7	
	20	10.19	6.9	73	15.2	3.3	895	75.1	75.6	37.1	31.2	96.4	
	30	10.23	10.2	79	14.9	3.3	925	65.2	82.4	38.6	31.0	96.1	
1983	開花期	20	10.28	8.5	77	16.2	4.8	722	—	64.7	29.3	27.8	90.7
	無倒伏	20	10.27	4.2	81	16.8	4.3	870	—	72.0	35.4	28.3	97.5

第5表 培土の有無と生育収量(1983年)

処理区	倒伏程 度 (多少)	枯死 株率 (%)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	分枝数 (本/株)	着莢数 (個/m <sup>2</sup> )	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左 比率 (%)	百粒重 (g)	精粒 歩合 (%)
無培土	甚	18.6	77	16.2	4.8	722	62.5	27.9	100	25.9	92.2
培土	甚	7.2	81	16.7	4.6	808	64.7	30.2	108	27.8	96.3
無倒伏	微	4.2	81	16.8	4.3	870	72.0	35.4	127	28.3	97.5

遅延した。また、倒伏区は枯死株が増加し、特にm<sup>2</sup>当たり20株以上の密植区で、倒伏時期の早い開花期倒伏で多くなり、m<sup>2</sup>当たり着莢数の減少につながる事が認められた。倒伏処理区と無倒伏区について着莢数の構成を比較すると、前者は後者に比べて分枝の着莢数割合が高く、この傾向は倒伏時期の早い区ほど強かった。

子実収量はいずれも無倒伏区が多く、倒伏区は減収した。減収の程度は倒伏時期が早く、しかも栽植密度が高いほど大きくなり、m<sup>2</sup>当たり30株の開花期倒伏区では無倒伏区の78%と大幅に減収した。

百粒重、精粒歩合とも収量とほぼ同じ傾向を示し、密植で早期倒伏の場合に低下した。

培土と倒伏との関係は、本試験では培土の有無にかかわらず台風で著しく倒伏したが、培土区は無培土区に比

較して各形質とも優り減収程度も小さかった(第5表)。

## 2. 倒伏軽減法とその効果

両試験年次とも生育は順調に経過し、処理時の主茎節数は開花期前10日で9.2節、開花期は13.3節であった。

各処理区の生育収量の調査結果は第6表に示すとおりである。倒伏に関与すると考えられる形質についてみると、草丈及び主茎長はいずれの処理区とも無処理区より明らかに短縮された。即ち、収穫期における主茎長は無処理区に比べて、開花期摘芯区が81%で最も短く、次いで開花前10日間引き区とPP-333区が86~87%、B-995区とCCC区は90~92%であり、開花期間引き区は95%で最も短縮程度が小さかった。これら主茎長の短縮化は、各処理後に伸長する上位節間の伸長抑制によって

第6表 倒伏軽減処理と生育収量

年次 (年)	処 理 区	最 繁 期		倒 伏 程 度 (多少)	枯 死 率 (%)	主 茎 長 (cm)	主 節 数 (節)	茎 太 さ (mm)	子 実 重 (kg/a)	同 左 比 率 (%)	子 実 重 率 (%)	百 粒 重 (g)
		草 丈 (cm)	LAI									
1983	-10日間引	111	—	微	0	73	16.9	9.8	33.8	108	48.7	27.2
	0 日 間 引	114	—	少	4.2	77	16.6	9.6	30.5	98	47.6	26.5
	無 倒 伏	133	—	微	4.2	81	16.8	7.6	35.4	113	49.2	28.3
	無 処 理	126	—	中	8.3	81	16.5	7.5	31.2	100	45.3	28.1
1984	-10日間引	113	7.2	微	0	66	15.7	10.1	34.5	107	51.4	31.2
	0 日 間 引	118	5.1	少	7.0	73	15.5	9.8	32.6	101	51.2	30.4
	0 日 摘 芯	99	5.3	無	4.2	62	13.3	8.0	31.2	97	51.1	29.5
	PP-333	99	7.3	中	4.5	67	15.5	7.6	34.1	106	51.0	31.2
	B-995	108	8.3	中	6.5	69	15.3	8.0	34.3	106	47.2	29.9
	CCC	115	8.1	中	6.3	71	15.2	7.9	35.6	110	49.6	30.9
	無 倒 伏	130	8.9	微	6.0	79	15.4	7.7	37.4	116	51.7	30.3
	無 処 理	129	6.5	多	12.5	77	15.4	8.2	32.3	100	48.2	30.2

注) -10日：開花期前10日， 0日：開花期当日。生育調節剤は開花期に茎葉散布  
開花期：'83年8月4日， '84年8月5日

起こったものであり（第7表），草丈の短縮は茎長と葉柄長及び葉身の伸長抑制（特に PP-333）によるものである。主茎の太さは相対的に間引き区が大きい，その他の処理区間には差がみられなかった。

倒伏現象は開花後9日目に降った強雨で発生し，無処理区ではかなり倒れたが，摘芯区の倒伏は皆無，両間引き区も微～少程度に止まった。また，生育調節剤処理区はいずれも中程度の倒伏を示し，無処理区に比べると軽減効果は見られたものの，十分ではなかった。また，CCC 処理区では新葉が部分的に黄化する葉害が発生した。

子実収量は最大繁茂期頃の葉面積指数（LAI）， $m^2$ 当たり着莢数と同じ傾向にあり，開花期間引き区と摘芯区が無処理区と同程度であった以外は，着莢数の増加によって6%以上増加した。しかし，いずれも無倒伏区の収量には及ばなかった。

百粒重は各処理区間に差が認められなかったが，B-995処理区では，裂皮粒の発生が著しく多くなり，品質が劣った。

第7表 倒伏軽減処理による主茎各節間の短縮効果（無処理区との差(mm)，1984年）

処 理 区	基 部 ← 節 間 → 頂 部							
	8	9	10	11	12	13	14	15
-10日間引	-3	-10	-19	-22	-19	-17	-15	-11
0日間引	-2	+2	+6	+2	-4	-14	-19	-26
0日摘芯	-1	-3	+3	-3	-6	-15	—	—
PP-333	-1	0	+2	-1	-6	-21	-41	-47
B-995	-5	-3	0	-1	-3	-10	-19	-20
CCC	-4	-1	+1	0	-2	-4	-8	-19
無処理区(mm)	67	78	73	72	76	78	76	74

注) 無処理区は実測値を示す。  
点線は大幅に短縮された節間位を示す。

## 考 察

一般に作物の倒伏は作物の生育環境である温度、湿度、光、通気性等を悪化させるため<sup>12)</sup>、下葉の枯れ上りや弱小株の枯死など、生育量の減退につながる。また、病害虫の発生が多くなるとともに、防除効果も不十分となりやすいため収量が減少し品質も低下する。さらに、作業性を困難にするなど、作物生産に与える影響は極めて大きい。

本試験の結果、大豆の場合も倒伏により枯死株等の無効株が多発し、分枝は発達するが全体の生育量は減退する。それに伴って着莢数の減少と百粒重の低下を来し、逆に未熟粒、変質粒及び病虫害粒等のくず粒が増加して減収する。この傾向は栽植密度が高いほど、倒伏時期が早いほど、また培土を実施しない場合の倒伏で強く表れた。一方、無倒伏区にみられるように、倒伏させない限り $m^2$ 当たり30株までは密植ほど多収となっている。したがって、倒伏抵抗性を高めることは収量向上を図る上で極めて重要である。松本ら<sup>27)</sup>は、夏大豆の「コガネダイズ」を用いた実験で、倒伏角度が60度以上になると減収が大きくなることを報告している。

大豆の倒伏の直接的原因は強い風雨である<sup>27)</sup>が、大豆自体で問題となる要因として過繁茂による軟弱徒長があり、この両方の条件が重なると著しい倒伏を生じる。前者は外的要因であり、ある程度不可抗力の場合が多いが、後者は栽培管理により軽減できる。

杉山ら<sup>49)</sup>は、大豆の倒伏は開花期を中心とする前後20日間頃に伸長する主茎最上位節から数えて下方4～5節付近の節間の異常伸長によって起こるもので、主茎の平均節間長が5cmを超すと倒伏が多くなるとしている。また田中<sup>53,54)</sup>は、茎径/主茎長比が0.01以下になると耐倒伏性が劣ってくることを報告している。

このように倒伏は主茎の長さとの関係が深い。「アキシロメ」では前項の試験結果において明らかにしたように、倒伏が著しくなる主茎長の限界は75～80cm程度である。最大繁茂期の草丈では120～125cmあたりが限界で、これ以上に伸長させない栽培条件で管理することが安定多収につながると考えられる。

過繁茂による倒伏が予想される場合の対策としては、開花前10日頃までの間引きが有効であり、杉山ら<sup>49)</sup>もこのことを認めている。開花期の間引き及び摘芯（本試験のようにやや深切りにすると）は補償発現が十分期待できず、積極的な増収対策にはならないようであるが、茎長抑制や主茎基部の発達を促すなど耐倒伏性を高め得る

ので、緊急的手段としては有効と考えられる。培土は根の発達を促し、株の支持力を強め耐倒伏性を高める効果が大きい<sup>24,38,43,47,51,54)</sup>が、これだけでは過繁茂による生育のアンバランスから生じる倒伏は避けられない場合も多い。本試験の結果では、倒伏した場合でも培土区は無培土区より減収が軽減されることが認められた。この原因は、培土溝による排水促進と群落内の通風を良好にしたことが影響したものと考えられ、培土の効果の一面と考えられる。

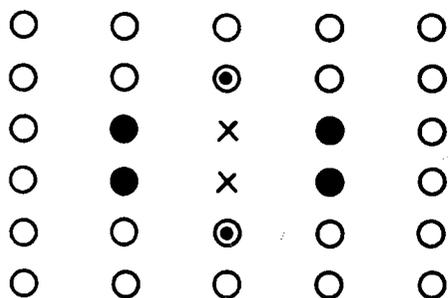
生育調節剤の利用については、本試験の3薬剤ともある程度倒伏軽減に対する有効性がみられた。PP-333は草丈及び茎長の抑制効果が高かったが、主茎基部の発達も抑制しており、処理方法については更に検討する必要がある。また、生育調節剤については農薬登録が必要であり、現在大豆に使える倒伏軽減剤はない。今後、有効な薬剤の実用化に期待するところであるが、基本的には栽培管理の適正化によって耐倒伏性を高めるようにすることが重要であることは云うまでもない。

### 3. 欠株補償と欠株許容限界

大豆は出芽時と初期生育時に比較的障害を受けやすく、適性株密度に播種されても、生育初期に欠株が発生する場合が多い。多少の欠株は周囲の株が充実することによって補償されることが知られている<sup>21,60)</sup>が、その程度は品種や栽培条件によっても異なると考えられる。そのため「アキシロメ」における欠株の補償性について検討し、欠株の許容限界を明らかにしようとした。試験は1983年と'84年の2か年行った。

## 試 験 方 法

供試圃場は水田転換畑2年目（1983年）と3年目（1984年）を用い、条間60cmとして栽植密度を $m^2$ 当たり5株（株間33.3cm）、10株（同16.7cm）及び20株（同8.3cm）の3水準を設けた。そして、生育の安定した本葉4～5葉期に株切除によって $m^2$ 当たり5株区は1、2株、10株区は1、2及び4株、20株区は1、2、4及び8株のそれぞれ連続欠株処理を行い、比較として無処理区を配置した。播種期は6月13日（1983年）と6月22日（1984年）とし、いずれも1株1本立てとした。a当たりの施肥量は、大豆化成を用い窒素0.3kg、磷酸1.0kg、加里1.0kgを耕起前に全面施用した。中耕培土は本葉4～5葉期に1回行い、病虫害防除は本県の大豆防除基準に準じて実施した。試験区の面積は1区12 $m^2$ の5区制とし、生育調査は第8図に示すように、各処理区とも欠株



第8図 欠株部周囲の調査株位置  
 ×欠株, ●欠株隣接株(A)  
 ●欠株隣接条株(B)

の隣接株 (A) と隣接条株 (B) については全株、無処理区は30株で行った。また、収量調査は前記調査株を含めた欠株部分を中心とする1区3.6㎡の株を抜き取って行った。

結 果

1984年は8月20日の台風襲来により倒伏が多かった。また全体的に生育量は早播の1983年が大きかったが、子実収量は逆に1984年が多かった。しかし、処理区間の傾向は兩年次ともほぼ同様であった。

第8表は欠株部周囲の株の生育収量を、無処理区の株に対する比率で示したものである。欠株部周囲の株は無処理区の株に比べて、主茎長はやや短縮されるが、分枝数、総節数などの生育量が増して子実重は増加した。株の位置的關係では、常に欠株の隣接株 (A) が隣接条株 (B) より増収率が高かった。この補償作用の発現程度は栽植密度によって大きく異なり、密植条件ほど高く表れた。即ち、子実重の無処理区対比でみると、㎡当たり5株区では2株欠でもA株106%、B株102%であるのに対して、10株区では1株欠でA株は130%、B株は117%の収量比を示した。密植の20株区では、1株欠では周囲の株に影響がみられなかったが、2株欠から補償発現が認められ、4株欠では無処理区対比でA株は146%、B株で127%の著しい増収を示した。そして、いずれも連続欠株数が増すにつれて周囲の株の増収率は高まる傾向にあった。しかし、10株区では2株欠と4株欠の間、また、20株区では4株欠と8株欠の間の増収率の伸びは、これより少ない欠株の場合に比べて大きく鈍化した。

これら欠株補償にかかわる収量構成要素としては分枝数、総節数の増加による着莢数の増加が最も大きく、百

第8表 欠株部周囲株の生育収量  
 (対無処理区株比%, 1983~1984年平均)

栽植密度 (株/㎡)	欠株数 (株)	欠株間隔 (cm)	調査株	分枝数	総節数	着莢数	子実重
5	1	66.8	A	110	106	109	107
			B	103	101	100	99
	2	100.2	A	107	114	103	106
			B	102	107	101	102
10	1	33.4	A	113	123	125	130*
			B	106	109	112	117
	2	50.1	A	123	133	130	137**
			B	115	117	115	118
4	83.5	A	125	138	125	139**	
		B	119	120	114	115	
20	1	16.6	A	103	102	102	100
			B	102	101	101	99
	2	24.9	A	120	124	119	128*
			B	107	119	108	115
4	41.5	A	124	139	128	146**	
		B	122	124	115	127*	
8	74.7	A	127	138	127	149**	
		B	124	120	112	126*	

注) 調査株: A—欠株部の隣接株  
 B—欠株部の隣接条の株  
 子実重の\* は5%, \*\*は1%水準で無処理区株に対して有意差あり。

粒重及び1莢内粒数の影響については明らかでなかった。

次に、欠株部を中心とする群落としての補償効果をみるため、収穫調査面積 (3.6㎡) における欠株率と子実収量の関係を第9表に示した。収穫期の欠株率は、特に20株区では弱小株の枯死による欠株 (含無効株) が発生したため、当初の処理欠株率よりかなり高くなった。欠株による減収程度は、疎植の㎡当たり5株区で高く、密

第9表 欠株率と子実収量との関係  
(1983~1984年平均)

栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	欠株数 (株)	処理欠株率 (%)	収穫時欠株率 (%)	子実重 (kg/a)	同左対無処理区比(%)
5	0	0	0	32.8	100
	1	5.6	5.7	31.3	95
	2	11.1	11.1	29.6*	90
10	0	0	1.2	37.0	100
	1	2.8	3.9	36.9	100
	2	5.6	6.6	36.1	98
	4	11.1	11.6	34.2*	92
20	0	0	5.2	40.8	100
	1	1.4	6.8	40.2	99
	2	2.8	8.1	40.6	100
	4	5.6	11.4	39.3	96
	8	11.1	16.7	37.4*	92

注) 子実重の\*は無処理区(欠株0)に対して5%水準で有意差あり。

植になるほど低くなった。即ち、ほぼ同程度の欠株率(11.1~11.6%)を示すm<sup>2</sup>当たり5株区の2株欠と10株区の4株欠及び20株区の4株欠の各無処理区に対する収量比は、それぞれ90.4, 92.4, 96.3%であった。また、無処理区に対して有意な減収が認められた欠株率は、5株区では11.1% (2株欠処理区)、10株区は11.6% (4株欠処理区)、20株区は16.7% (8株欠処理区)であった。

## 考 察

欠株部周囲の株の増収率は隣接株で高く、隣接条株ではこれよりやや低いが、いずれも栽植密度が高いほど、また欠株部が広がるほど高まった。この補償作用にかかわる主要因は、分枝数と総節数の増加に伴う着莢数の増加であることが認められた。

しかし、欠株部周囲の株の平均増収率をみると、栽植密度がm<sup>2</sup>当たり5株区では1株欠の3.5%、10株区は2株欠の24.3%、20株区は4株欠の30.8%が最大を示し、それ以上の欠株ではいずれも低下していることから、個体単位の補償力は欠株間隔で66.8cm(栽植密度m<sup>2</sup>当たり

第10表 欠株数と欠株部周囲株群の補償率(%)

栽植密度 (株/m <sup>2</sup> )	連続欠株数			
	1	2	4	8
5	12	10	—	—
10	94	71	50	—
20	—2	58	77	64

注) 欠株部周囲の株単位の調査結果(第8表)から算出。

5株区)~41.5cm(同20株区)あたりに上限があると考えられる。

このように栽植密度によって補償能力が大きく異なる原因は、補償作用の発現が株間の競争の大小と密接に関係している<sup>39)</sup>ためである。m<sup>2</sup>当たり5株の疎植区では株間競争が少ない、即ち面積当たりの生育量が小さいため補償能力は低い。欠株部の補償を期待するには、ある程度の密植条件が必要であることを意味している。

木根淵ら<sup>21)</sup>の「十勝長葉」を用いた調査例では、条間60cmの場合の欠株補償は欠株間隔15cm以上で表れ、20~45cmで最大を示した。また、山木ら<sup>60)</sup>は「農林3号」を用い、条間60cm、株間6cmで調査し欠株部10cm前後で平均13%、18cmでは29%の補償力のあったことを報告している。これらと本試験の結果はかなり異なっているが、これは品種や栽培地域の気象条件等の違いによる生育量の差に起因するものと考えられる。

ところで、実際栽培においては、欠株部を取り巻く群落としての補償力が重要である。そこで第8表の株単位の増収率から、欠株部周囲株の集団としての補償力を計算した結果は第10表に示すとおりである。補償力の最も大きかったのは、栽植密度m<sup>2</sup>当たり10株区の1株欠の場合で94%、次いで20株区4株欠の77%、10株区2株欠の71%の順であり、いずれも欠株部を完全に補償された区はない。木根淵ら<sup>21)</sup>、山木ら<sup>60)</sup>も欠株発生によって、その周辺株はある程度補償するが、欠株による減収を補うには不十分であったとしている。本試験における、欠株部を中心とする実際の収量調査(第9表)でも同様な結果であった。即ち、栽植密度に関係なく連続欠株率5.6%位から減収がみられ、11%以上になると明らかな収量低下を認めている。

これらのことから、「アキシロメ」の欠株による減収率を5%以内にとどめるとすれば、その欠株の許容限界は10%以内であると考えられる。この欠株率に達するm<sup>2</sup>当たりの欠株数は、栽植密度m<sup>2</sup>当たり5株では0.5株、

20株では2株以内ということであり、欠株による減収軽減を図る意味においても、ある程度の密植条件が有利であるといえる。

実際の栽培において、欠株が原因で減収する程度は、当然ながら圃場内における欠株部分の数と大きさによって決まる。したがって、安定した高収量を確保するためにはこれらのことを考慮して、播種精度の向上に留意するとともに、湿害や虫害による出芽障害及び鳩害などを極力軽減し、欠株が生じたら補植するなどして株数の確保に努めることが重要である。

#### 4. 堆肥施用、深耕及び窒素施肥法と生育収量

大豆は子実中に多量の蛋白質を蓄積するため、窒素要求量が大きく、多収には窒素吸収量が決めてであるとされている<sup>9,16,26)</sup>。窒素の供給源としては施肥窒素と根粒菌による固定窒素並びに地力窒素が考えられるが、このうち施肥窒素は多用すると根粒菌の着生及び活性が抑制されて、固定窒素を減少させることが知られている<sup>25,31)</sup>。このため固定窒素と地力窒素の増加とその発現をいかに高めるかが、収量向上を図る上では重要であり、加えて、根粒の機能を阻害せず施肥窒素の吸収を高める方法があれば収量を一層高め得ると考えられる。この観点から堆肥施用と深耕による土壌改良と根圏域の拡大及び基肥窒素の施肥法について1986年と'87年に試験を行った。

### 試験方法

供試圃場は農試内の輪換畑（水稲→大豆2作→水稲1作→当試験供試）で6m間隔に既設暗渠があり、排水は比較的良好である。試験開始時の作土の深さは約15cm、主な化学性はpH(H<sub>2</sub>O)6.3、全炭素1.18%、全窒素0.12%、陽イオン交換容量9.1me/100gであった。1986年の試験区構成は堆肥施用量（材料種別、乾物率23.8%）を0、0.2及び0.4t/aの3水準、耕起法をロータリ耕（耕深14cm）とブラウ耕（同23cm）の2水準、更に窒素施肥量を速効性（大豆化成）で0、0.3及び1.0kg/aと緩効性（コーティング尿素100日型）の1.0kg/aを加えた4水準で実施した。施肥方法は、ロータリ耕区は耕起前に全面施用、ブラウ耕区はロータリ浅耕→施肥→ブラウ耕→ロータリ整地の手順により施肥部が作土下部になるように配慮した。1987年は同圃場（輪換畑2年目、前年堆肥0.2t/a施用しロータリ耕とした場所）を用い、試験区構成は前年の結果を踏まえて、耕起法はブラウ耕に絞り、堆肥施用量（種別堆肥乾物率25.3%）を0、0.1、0.2及び0.4t/aの4水準、緩効性窒素（コーティ

ング尿素100日型）施用量0、0.3、0.6及び1.0kg/aの4水準としこれらの組合せで行った。その他の条件は両年に共通で、a当たり苦土石灰10kg、磷酸と加里は各1.0kg施用した。播種期は6月12日、栽植密度は条間65cm、株間13cm（11.8株/m<sup>2</sup>）の1株1本立である。中耕培土は本葉3葉期と5～6葉期頃の2回実施し、病害虫防除は本県の防除基準に準じて行った。試験区面積は1区21m<sup>2</sup>の2区制、分割区配置とした。生育中の調査は開花期と子実肥大初期に各区10株を刈取り、地上部乾物重を測定し、その試料の一部を窒素の分析に供した。また、同株の内3株について株を中心とする周囲約10cm、深さ15～17cmの範囲を掘り取り根粒着生数を調べた。収穫期の生育調査は各区とも平均的生育をしていると思われる30株について行い、収量調査は1区5.8m<sup>2</sup>の株を抜き取って行った。

### 結 果

1. 1986年の生育収量調査結果の有意性と水準別平均値を第11表に示した。耕起法の違いによる比較では、ブラウ耕区がロータリ耕区より初期から生育が良好に経過し、分枝数、茎の太さなど生育量が優り、着莢数の増加によって増収した。また子実重は、耕起法と堆肥施用量との間に交互作用が認められた（第9図）。即ち、堆肥施用区は無施用区に比べてブラウ耕の増収効果が高く、無堆肥・ロータリ耕区の収量43.1kg/aに対して、堆肥0.2t・ブラウ耕区は11%（48.0kg/a）、また、堆肥0.4t・ブラウ耕区は17%（50.3kg/a）それぞれ増収した。

窒素施肥量の比較では、速効性窒素の処理区間には各形質とも差が認められなかった。しかし、肥料の種類による差が認められ、速効性窒素1.0kg/a区に比べて緩効性窒素1.0kg/a区は開花期以降の生育が旺盛となり、後期生育量の増加によって明らかに収量も高まった。増収要素としては着莢数の増加によるものが大きく、百粒重の向上も認められた。子実収量に及ぼす窒素施用量と耕起法間及び堆肥施用量との間の交互作用関係は第10図と第11図に示した。窒素増施の効果はブラウ耕区がロータリ耕区より高い傾向にあり、特に緩効性窒素1.0kg/aとブラウ耕の組合せでは処理区平均50.6kg/aの多収を示した。また、堆肥無施用区では窒素増施及び緩効性窒素施用による増収効果が高かったが、堆肥0.4t/a区では窒素施用量にかかわらずいずれも収量が高くなり、処理による差はなかった。

子実肥大初期の根粒着生量はブラウ耕区がロータリ耕区より、堆肥施用区が無施用区よりそれぞれ多い傾向に

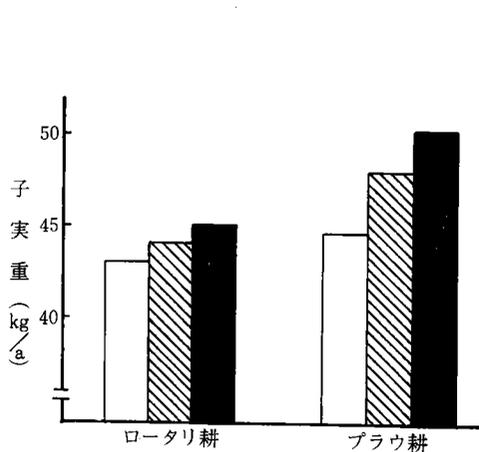
第11表 主要形質の要因別有意性と水準別平均値 (1986年)

要 因	水 準	開花期	子実肥大初期		主茎長 (cm)	着莢数 (個/m <sup>2</sup> )	全 重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	百粒重 (g)	子実重 率 (%)
		乾物重 (kg/a)	乾物重 (kg/a)	根粒数 (個/株)						
		+	*	+			+			
耕 起 法	ロータリ耕	22.8	81.2	249	68	840	82.2	44.1	33.3	53.7
	プラウ耕	25.4	89.5	263	69	882	88.8	47.8	33.8	53.7
堆肥施用量 (t/a)			+				*	**	+	
	0	24.2	82.6	245	68	864	83.6	43.9	33.2	52.6
	0.2	24.5	86.6	—	69	851	85.0	46.1	33.5	54.2
	0.4	23.6	86.9	268	68	866	87.9	47.8	34.1	54.2
窒素施用量 (kg/a)			*	**	+	**	*	**	**	*
	0	23.2	81.6	264	66	830	82.6	44.2	33.4	53.6
	0.3	23.5	83.3	267	68	853	84.4	45.6	33.4	53.8
	1.0	23.9	84.2	222	69	865	85.5	45.8	33.5	53.6
	1.0(緩)	25.9	92.2	274	70	895	89.6	48.1	34.0	53.7

注) 窒素施用量の(緩)は緩効性窒素, その他は速効性窒素。

根粒数は直径2mm以上の大きさの数を示す。

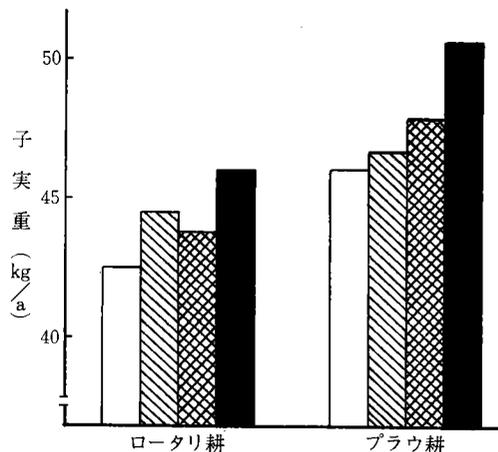
+印は10%, \*は5%及び\*\*は1%水準で有意差あり。



第9図 耕起法及び堆肥施用量と収量との関係 (1986年)

堆肥施用量(稲わら堆肥 t/a)

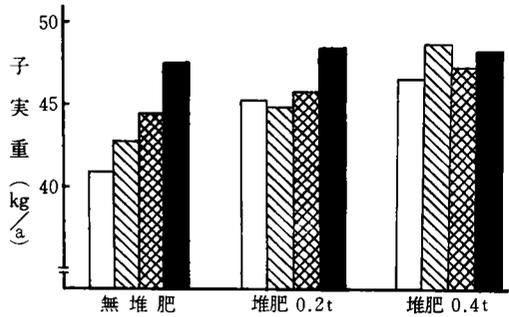
□ 無施用, ▨ 0.2, ■ 0.4



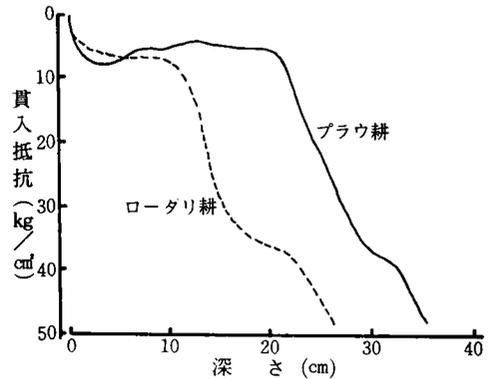
第10図 耕起法及び窒素肥料の種類、施用量と収量との関係 (1986年)

窒素肥料の種類と施用量(kg/a) □ 無施用,

▨ 速効性窒素0.3, ▩ 同左1.0, ■ 緩効性窒素1.0



第11図 堆肥及び窒素肥料の種類、施用量と収量との関係 (1986年)  
 窒素肥料の種類と施用量 (kg/a) □ 無施用,  
 ▨ 速効性窒素 0.3, ▩ 同左 1.0, ■ 緩効性窒素 1.0



第12図 耕起法と土壌硬度  
 堆肥 0.2t/a 区測定値

第12表 跡地の作土下土層土壌の理化学性 (1986年)

耕起法	堆肥施用量 (t/a)	三相分布(層位18~23cm)			化学性(層位15~25cm)		
		固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	NH <sub>4</sub> -N生成量 (mg/100g)
ロータリ耕	0	51.4	32.4	16.3	0.73	0.79	5.01
	0.2	—	—	—	0.98	0.87	5.32
	0.4	48.6	33.2	18.2	0.95	0.90	5.35
プラウ耕	0	49.2	33.2	17.6	1.03	0.92	5.96
	0.2	—	—	—	1.08	1.00	6.19
	0.4	43.5	34.8	21.7	1.13	1.01	6.30

注) 速効性窒素0.3kg/a区の調査値。  
 NH<sub>4</sub>-N生成量は30℃ 4週間インキュベーション。

あった。窒素施用量との関係を見ると緩効性窒素1.0kg/a区が最も多く、速効性窒素1.0kg/a区が最少で、他の区はその中間であった。しかし、これら処理区間差はいずれも顕著ではなかった。

収穫後の土壌について耕起法と土壌硬度との関係を調査した(第12図)。プラウ耕区はロータリ耕区に比べて作土の深さ10cmから25cm深にいたる範囲の貫入抵抗が小さくなっており、作土下土層が明らかに膨軟になっていた。また、跡地土壌の三相分布と化学分析の結果は第12表に示すように、堆肥施用区は無施用区に比べ固相率が低下して気相及び液相率の向上と全窒素、全炭素及びアンモニア態窒素の増加がみられ、特にプラウ耕での作土

下土層土壌において顕著であった。

なお、この試験における最多収量は堆肥0.2t/a・緩効性窒素1.0kg/a・プラウ耕区の51.6kg/aで、その生育状況は主茎長71cm、主茎節数17.0、分枝数50.8本/m<sup>2</sup>、着莢数916/m<sup>2</sup>、茎重22.7kg/a、全重95.2kg/a、百粒重35.1gであった。

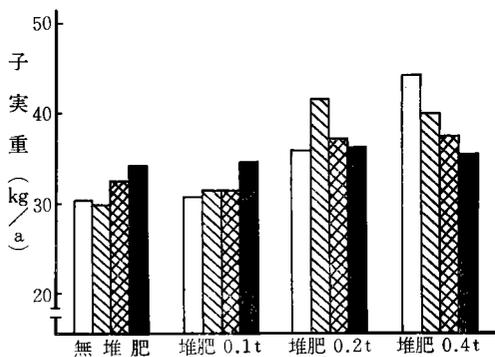
2. 1987年の調査結果は第13表に示した。この年は開花期を中心とする前後約40日間が高湿、寡照、多雨で経過したため、全体的に過繁茂気味の生育相をたどった。そのうえ、8月末の台風襲来による倒伏とその後の葉焼病多発などが原因で、前年に比べて開花期の生育量が大きく、それ以降の乾物増加が少ない生育経過を示した。

第13表 主要形質の要因別有意性と水準別平均値 (1987年)

要 因	水 準	開花期 乾物重 (kg/a)	子実肥大初期		主茎長 (cm)	着莢数 (個/m <sup>2</sup> )	全 重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	百粒重 (g)	子実重 率 (%)
			乾物重 (kg/a)	根粒数 (個/株)						
			**		*	**	**	**	+	
堆肥施用量 (t/a)	0	27.1	60.3	191	73	744	70.4	31.9	28.7	45.3
	0.1	28.2	64.0	218	75	775	71.4	32.4	27.5	45.3
	0.2	28.4	68.4	206	75	880	82.5	38.0	28.4	45.9
	0.4	28.6	62.4	204	76	936	85.4	39.6	27.9	46.3
緩効性窒素 施用量 (kg/a)			*	**	+	+				**
	0	26.8	64.7	227	74	814	76.1	35.6	27.8	46.7
	0.3	27.6	64.3	221	75	850	77.7	36.0	28.2	46.2
	0.6	28.7	61.8	194	75	839	77.9	34.9	28.0	44.8
	1.0	28.9	64.3	175	76	831	78.5	35.4	28.6	45.1

注) 根粒数は直径 2 mm以上の大きさの数を示す。

+印は10%, \*は5%及び\*\*は1%水準で有意差あり。



第13図 堆肥及び緩効性窒素施用量と収量との関係 (1987年)

緩効性窒素施用量 (kg/a) □ 無施用,  
▨ 0.3, ▩ 0.6, ■ 1.0

このため、特に百粒重の低下が著しく、各処理区とも低収であったが、処理区間の差は認められた。即ち、堆肥施用の効果は前年と同様に明らかに認められ、a当たり0.2t以上の施用区では無施用区に比べて生育量が多く、着莢数の増加により明らかに増収した。窒素施用量との関係をみると、開花期の地上部乾物重、子実肥大初期の草丈と地上部乾物重に占める葉重の割合、茎の太さ及び子実重率に差が認められた。すなわち、窒素施用量が多

いほど生育期前半の生育量が大きくなったが、地上部全重に占める葉重割合は逆に多肥で減少し、子実重率も低下した。子実重に及ぼす堆肥と窒素施用量との交互作用は第13図に示すとおりである。無堆肥区と堆肥0.1t/a区では窒素無施用に比べて1.0kg/aの多肥区が増収したが、堆肥0.2区では窒素0.3kg区、堆肥0.4t区では窒素無施肥区がそれぞれ最高収量を示し、それ以上の窒素増施では減収に転じた。処理区別の収量は堆肥0.4t・窒素無施肥区が44.5kg/aで最も多く、次いで堆肥0.2t・窒素0.3kg区の41.9kg/a、堆肥0.4t・窒素0.3kg区の40.4kg/aの順に多く、その他の区はいずれも30~38kg/aの低い収量であった。

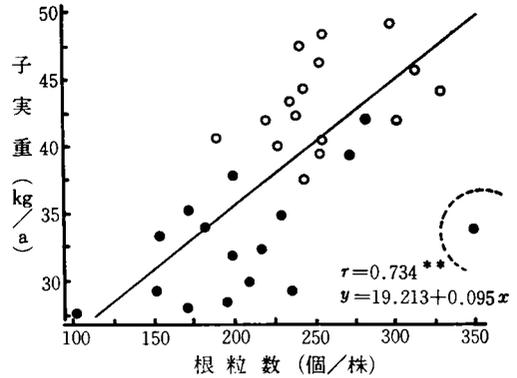
子実肥大初期の根粒着生量は全体的に前年より少なかったが、無堆肥区より堆肥施用区でやや多い傾向にあった。また、窒素施用区間では施用量が多いほど根粒着生量は減少し、葉中の窒素含有率も低下する傾向がみられた。跡地土壌の分析結果は、前年と同様に堆肥施用量が多いほど全炭素、全窒素及びアンモニア態窒素がともに増加しており、特に作土下土層土壌の肥沃度の向上が堆肥無施用区に比べて高かった(データ省略)。

考 察

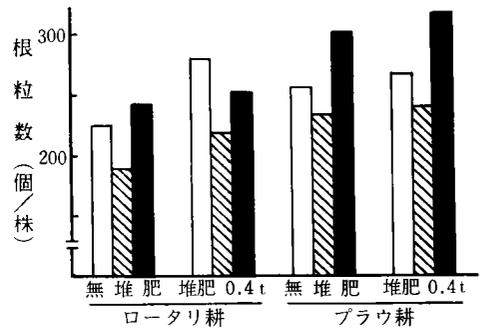
大豆の収量に対しては根粒菌による固定窒素の影響が極めて大きく、一般に根粒菌の着生とその活性が良好な条件下で収量が高まること知られている<sup>9,13,23,25,52</sup>。本試験においても、子実肥大初期の根粒着生数と子実重との間には正の相関が認められ（第14図）、根粒着生量の増加が収量の向上につながることを示している。根粒着生増による増収効果は子実粒数あるいは百粒重の増加に表れた。したがって、多収化を図るには、根粒菌の着生とその機能を積極的に高めるような栽培管理を行うことが重要である。

大豆栽培における堆肥施用効果については、根粒着生量を増やすこと<sup>6,20,23,43,61</sup>、土壌の物理性を改善し根粒着生を促進すること<sup>61</sup>及び尿素等の速効性窒素肥料に比べて、根粒菌による固定窒素の依存度を低下させることなく、共生窒素固定能を高めること<sup>61</sup>などの効果により増収をもたらすことが報告されている。一方、脇本ら<sup>57</sup>は堆肥多施用によって根粒着生は抑制されたが、地力が高まって増収することを認め、同時に窒素施肥の効果は堆肥施用区において大きいことを報告している。また、阿江<sup>11</sup>によると根粒は根に比べて呼吸量が極めて大きいことを明らかにし、根粒菌の機能を高めて収量向上を図るには土壌の物理性の改善が重要であるとしている。一般に、水田転換畑は排水性悪く、作土下層は緻密で通気性に劣る場合が多い。このような場合、大豆を健全に生育させるためには排水対策とともに、土壌改良が重要となる。天野ら<sup>21</sup>は、プラウ耕を行うと耕深がロータリ耕に比べて深く、圃場の排水が良好となり、通気性も増大して畑作物の栽培に良好な土壌条件となったとしている。

これらのことから、本試験における堆肥施用とプラウ耕による深耕の組合せは、根粒の着生と機能促進に有効に作用し、このことが収量の向上に影響を及ぼしたと考えられる。また、大豆の収量を増やすためには多くの窒素が必要とされ、400kgの大豆では26~29kgの窒素を吸収する<sup>32</sup>。大豆はこうした多量の窒素を、根粒菌による固定窒素と土壌由来窒素及び施肥窒素で賄っているが、窒素肥料を多く施用すると根粒の着生及び活性が抑制されることが明らかにされている<sup>26,61</sup>。また、藤井ら<sup>6</sup>及び石井<sup>16</sup>は収量水準別に窒素の吸収パターンを調べた結果、多収例では生育中期以降の窒素吸収量が顕著に多くなることを報告している。このことから、大豆の多収を期待するためには、根粒の着生とその機能を低下させな



第14図 根粒着生数と収量との関係  
年次別 ○ 1986年, ● 1987年  
根粒数は子実肥大初期の大きさ直径2mm以上のもの



第15図 堆肥施用及び窒素肥料の種類、施用量と根粒着生数との関係 (1986年)  
開花期後20日の直径2mm以上の大きさの根粒数  
窒素の種類と施用量 (kg/a) □ 無施用,  
▨ 速効性窒素 1.0, ■ 緩効性窒素 1.0

いで、生育中期以降にかけて如何により多くの窒素を吸収させるかが重要となる。

この観点から、開花期頃の窒素追肥について多くの検討例<sup>20,34,44,45,58,59</sup>があり、生育期間の長い早播の場合や肥沃度の低い土壌あるいは不良気象などで生育量が小さく収量が比較的低い場合等で効果が認められている。また、緩効性窒素肥料を用い培土期の追肥も検討されている<sup>3,24,42</sup>。本試験では、根粒菌の働きを阻害せずに、施肥窒素の肥効を生育中期以降まで持続させることを期待して、緩効性窒素肥料としてコーティング尿素 (100日型) を用い、基肥の施用効果について検討した。その結果、速効性肥料に比べて根粒着生の抑制作用が小さく (第15図)、収量向上に有効であることが認められた。特

に堆肥と併用しプラウで反転深耕した区で増収効果が高かったことは、堆肥施用と深耕によって有効土層が深くまで改良されて根圏域が拡大されるとともに、施肥位置が深くなったことで、根粒の着生や機能にも悪影響が少なくなり、より有効に作用したものと推察される。緩効性窒素肥料の基肥施用についての試験例をみると、世古ら<sup>43)</sup>は肥効期間の長い140日型コーティング尿素が効果的であったとしており、また小代ら<sup>24)</sup>はコーティング尿素100日型の有効性を報告している。本試験では肥効期間の異なる種類について比較していないが、ただ、用いたコーティング尿素100日型の場合、開花期前後約1か月間の生育旺盛時に降雨の多かった1987年では、その間が乾燥状態で経過した1986年に比べて、窒素0.6kg/a以上の施用区では子実肥大初期の根粒着生数がかなり少なく、収量的にも不安定であった。このことは、窒素の溶出の仕方が気象条件、特に降雨量に影響され、これが大豆の生育相にもある程度影響したことが考えられ、今後土壌水分とのかかわりで、肥料の種類及び施用量について検討する必要がある。本試験の範囲ではa当たり施用量は稲わら堆肥0.2tとコーティング尿素100日型の窒素成分で0.3~0.4kg程度の併用が安定的で効果的であると考えられた。

## 総 括

大豆の収量を高めるためには、まず十分な生育量を確保することが大切である。一般の栽培においては、生育量の不足が原因で収量が上がっていない場合が多くみられる。しかし、逆に過剰な生育は倒伏を誘発して増収につながらない。安定多収を目指すためには適正な生育量を設定し、それに近づけるような栽培条件を整えることが重要である。生育量を判定する指標形質としては茎重、葉面積指数、主茎長及び主茎節数等があり、実際栽培においては主茎長による判断が便利である。「アキシロメ」についてみると、主茎長が80cm以上になると倒伏が著しくなり、収量的にも不安定になりやすい。安定多収となる主茎長の目安は70~75cm程度と判断された。この生育量に近づけるためには播種期と栽植密度を適正にすることが重要であり、特に播種期の影響が大きい。

「アキシロメ」は比較的密植適応性が高いので、やや早播・密植が有効であり、本県中部~南部地帯においても6月上旬~中旬の播種で多収となる。この時期は、梅雨前期の比較的降雨量の少ない時期で、播種作業上も好都合である。しかし、早播はそれだけに圃期間が長くなるので、土壌の養水分管理や病虫害防除が適正に行われ

る必要がある。九州地域では「アキシロメ」の早播は葉焼病が発生しやすいという指摘<sup>44)</sup>もある。

栽植密度についてはm<sup>2</sup>当たり20株（1株1本立）程度までは増収することをみているが、実際栽培では管理の不行届きも考えられるので、14~16株（1株2本立の場合）は7~8株）程度が安全であろう。播種期が遅れる場合は栽植密度を増す必要があるが、7月下旬の極晩播ではm<sup>2</sup>当たり30株でも適正な生育量の確保が困難となるので、実用的な晩播の限界は7月20日頃までとみられる。

倒伏は大豆の生育量と子実収量を規制する大きな要因であり、その発生時期が早いほど、また密植ほど収量へ及ぼす影響が大きくなる。倒伏による減収要因としては枯死株発生によるm<sup>2</sup>当たりの着莢数の減少、屑粒の増加及び百粒重の低下が大きい。倒伏の直接的な原因は雨と風で、特に雨の影響が大きい<sup>27)</sup>が、これを助長する作物側の要因として、過繁茂による主茎長の過剰伸長がある<sup>49)</sup>。したがって、前述の適正生育量に止めるような栽培条件を整えるとともに、培土の励行によって倒伏抵抗性を高める必要がある。過繁茂防止対策としては開花期前10日頃までの間引きが効果的である。開花期の間引きでも、ある程度の効果は期待される。緊急の手段としては開花期頃の摘芯（主茎上部の切除）も有効であるが、摘芯のやり方（切除の程度）によっては、その後の補償が期待されず減収することもある。また、作業が多労を要する欠点もある。生育調節剤の利用についても検討し、有効な剤も認められたが、実用化までにはまだ検討を要すると考えられる。

欠株の発生による減収は、ある程度までは欠株部の周囲の株が充実してこれを補償するが、限度を超すと好適生育量の確保を困難にし減収となる。欠株の許容限界は密植で大きく疎植ほど小さいが、いずれにしても適正栽植密度の10%以内であり、それ以上では減収することが明らかとなった。実際栽培においては、出芽障害や鳩害などで欠株の発生する頻度が高い。多収を期待するにはこうした障害を回避し株数の確保に努める必要がある。つまり、欠株を生じたら早めに補植あるいは追播を行うことで、かなり減収をくい止めることができる<sup>60)</sup>。また、木根淵ら<sup>22)</sup>の調査によると、株立数及び株間の間隔もその変異が大きいほど収量は低下し、特に株立数変異の影響が大きかった。したがって、欠株の防止とともに、株立数の均一化に配慮することも重要であるといえる。

大豆は多量の窒素を吸収し、その量は生育の後半に多い<sup>16)</sup>。総窒素吸収量の1/2ないし2/3は根粒菌による固定窒素を利用し<sup>9)</sup>、残りが地力窒素と施肥窒素である。窒素肥料をある程度施用することによって根粒菌の窒素固

定能は高まるが<sup>9)</sup>、多量に施用すると根粒着生は著しく抑制され、加えて、茎葉の窒素濃度が過剰になると根粒活性の低下を招くことが知られている<sup>25)</sup>。このため、根粒の着生とその機能を阻害せずにより多量の窒素を大豆の生育後半にかけて、効果的に吸収させる手段を用いることが、多収を期待するためには重要である。この方法の一つとして、堆肥と緩効性窒素肥料の併用及びプラウ耕との組合せが極めて有効であることが認められた。プラウ耕は耕深を深めて作土の排水性を良好にするとともに、作土及び作土下土層の物理性改良の効果が高い<sup>2)</sup>。これに堆肥施用を併用することにより、作土層の拡大と理化学性の改善及び土壌肥沃度が増して、根粒の着生量増加と活性の健全化が期待されるとともに、窒素肥料の施肥効果も高まる。このことが大豆の安定増収に大きく寄与するものと推察される。

また、緩効性窒素肥料は、速効性肥料に比べて根粒に対する悪影響が小さい(第15図)。特に、プラウで反転深耕することによって、根粒の活動域より下部に分離して施肥することになるため、根粒の活性阻害をより少なくするとともに、根粒の機能が低下する大豆の生育後期まで肥効の持続が期待される。しかし、本試験でみる限り、用いたコーティング尿素の肥効は気象条件に影響されるように思われたので、最適施用量については気温や土壌水分あるいは土壌肥沃度との関係で更に検討する必要がある。

以上、転換畑における大豆の多収化に必要な適正生育量の目安と、それを確保するための播種期と栽植密度の関係、倒伏・欠株の影響とその対策及び有効な窒素施肥法について検討し、ある程度の見通しを得た。

この他に、積極的な多収化技術として注目されるものに灌水及び窒素追肥がある。多収を狙うための早播・密植という条件下では、それだけ土壌養水分の株間競争が激しい。特に、大豆の要水量は水稻より多く<sup>8)</sup>、開花期以降に土壌水分が不足する時の灌水は着莢数と百粒重を増して収量を高める効果が大きい<sup>14,17,18,29,33,36,43,46,50,56)</sup>。本試験においても、7月下旬以降に早魃に見舞われた年では密植ほど百粒重が小さくなる傾向を認めている。窒素追肥技術については効果及び作業性の面から、緩効性窒素肥料を用いた培土期の追肥の有効性が認められつつある<sup>3,42)</sup>。

また、藤井ら<sup>27)</sup>は多収大豆の生育特性を調査し、開花期まではある程度抑制的でその後急速に乾物重が増加する生育経過をたどることを明らかにしている。

これらのことから、大豆多収化を図るための栽培管理の要点は、長野間<sup>32)</sup>も指摘するように「生育前半は過繁

茂を避けて必要な総節数を確保する体勢を準備し、後半は草型を乱さず着莢率を向上させ、生育後半まで光合成と養分吸収を持続させて子実肥大を増すこと」である。また、こうした多収大豆の安定化のためには、生育診断手法の開発が必要であり、それに基づいた理想生育相への誘導技術の確立が今後の重要な検討課題であると考えられる。

## 摘 要

水田転換畑における大豆の安定多収化を図るため、本県の主要品種「アキシロメ」を用い、適正生育量とその確保のための適播種期及びこれに対応する栽植密度、倒伏の影響と軽減対策、欠株の補償力と許容限界、堆肥施用と深耕の効果及び窒素施肥法等について検討した。

1. 「アキシロメ」は従来の主要品種「中鉄砲」に比べて、莖長が短く倒伏しにくいため密植適応性が高く、やや早播・密植によって生育量を大きくすることが収量向上に有効である。適正生育量の目安としては、主莖長による判断が便利であり、主莖長70~75cm程度が安定的多収域と考えられた。この生育量を目標とする播種適期は、本県中部~南部地帯において6月上~中旬とみられた。栽植密度は、多収安定性の面から $\text{m}^2$ 当たり14~16株位(1株1本立)が实际的であると考えられた。1株の仕立て本数は、 $\text{m}^2$ 当たりの個体数が同一の場合は1本立と2本立の間には生育収量に差を認めなかった。

2. 播種期の移動によって開花期、成熟期ともに変動するが、その影響は播種から開花までの日数に大きく表れ、開花から成熟期まで日数の変動は小さかった。6月中旬に播種すると8月5日頃に開花、10月24日頃に成熟する。7月中旬播種では8月20日頃開花し、成熟期は11月初旬になる。成熟期は、同一播種期においても栽培年次によって最大9日の変動がみられた。このため、跡作の作付けはある程度の余裕を持った計画とする必要がある。

3. 播種期の遅延にもなって栽植密度を高める必要があるが、7月下旬の極晩播では $\text{m}^2$ 当たり30株でも適期播種に比べて大幅に減収した。したがって、実用的収量を得る晩播の限界は7月20日頃までと考えられた。

4. 大豆の倒伏が収量に及ぼす影響は、面積当たり生育量の減退に伴う着莢数の減少及び百粒重の低下、さらには屑粒の増加など子実生産効率の低下に表れ、倒伏時期が早いほど、また密植ほど減収程度が著しい。更に、無培土では培土を実施した場合より倒伏による収量への悪影響が大きかった。

5. 過繁茂が予想される場合の倒伏軽減対策として、開花期前10日頃までの間引きが効果的である。間引きの効果は開花期頃でも認められるが、早い時期の場合に比べて補償性が低下した。また、開花期頃の摘芯(先刈り)も倒伏抵抗性を高めるが、あまり低く刈りするとかえって減収する。
6. 欠株部周囲の株の補償力は、密植で大きく疎植で小さいが、いずれの場合も欠株の許容限界は目標株密度の10%以内とみられた。また、株立数の不均一性も減収につながるため、株立数の精度向上の必要性を指摘した。
7. 堆肥と緩効性窒素肥料(コーティング尿素100日型)の併用及びプラウによる反転深耕の組み合わせは、根粒の着生量を増加するとともに、地力を高めて生育量を増し、着莢数を増すなど多収化に極めて有効であることを明らかにした。
8. 堆肥と緩効性窒素肥料の施用量は、a当たり稲わら堆肥0.2tとコーティング尿素100型窒素0.3~0.4kg程度の併用がよかった。しかし、緩効性窒素肥料については気象条件あるいは土壌肥沃度等のかかわりで、より有効な施用量の検討が必要と考えられた。
9. 今後、より多収安定化を図るためには、生育診断手法の開発とそれに基づく理想生育相への誘導技術の確立が重要である。

## 謝 辞

本研究を実施するに当たり、当場作物部の研究員並びに技術員諸氏には多大の御協力を得た。また、土壌分析については土壌肥料部若山研究員、罹病名の判定には病害虫部酒井主任研究員にお世話になった。記して感謝の意を表する。

## 引用文献

- 1) 阿江教治: 1985. 大豆根系の生理特性と増収問題 農及園60(5): 679—683.
- 2) 天野 久・甲谷 潤・松尾嘉重: 1986. 水田転換畑におけるプラウ耕の効果. 京都農研報13: 39—35.
- 3) 荒垣憲一・藤井弘志: 1986. コーティング肥料を利用したダイズの培土期追肥. 農及園61(1): 43—47.
- 4) 有馬泰紘: 1987. 初期生育過程におけるダイズ根粒窒素固定能の発達に及ぼす基肥窒素施用の効果. 土肥誌58(5): 542—548.
- 5) 中国四国農政局広島統計情報事務所: 1978. 1987. 広島農林水産統計年報, 広島農林統計協会: 46.
- 6) 藤井弘志・安達忠弘・吉田 昭・大沼 彪・鈴木武・阿部吉克・今野 周: 1981. 水田転換畑の大豆栽培における土壌条件と養分吸収が子実収量に及ぼす影響. 山形農試研報15: 39—53.
- 7) ———・荒垣憲一・中西政則: 1985. 大豆の生育診断法. 山形農試研報19: 83—92.
- 8) 長谷川新一: 1959. 水と植物. 長谷川新一・山崎不二夫編. 畑地かんがい. 農文協: 217—219.
- 9) 橋本鋼二: 1980. 窒素施肥と根粒の窒素固定. 斎藤正隆・大久保隆弘編. 大豆の生態と栽培技術. 農文協132—136.
- 10) 曳野玄三夫・井上浩一郎・須藤健一: 1986. 転換畑におけるダイズの安定栽培法 第3報 県北部における中間型ダイズ2品種の播種期および栽植密度が収量に及ぼす効果. 兵庫農総セ研報34: 41—44.
- 11) ———・井上浩一郎・須藤健一: 1987. 排水改良転換畑における大豆栽培の多収安定化 第2報 県北部における播種期別収量構成要素の向上. 兵庫農総セ研報35: 17—20.
- 12) 北条良夫: 1976. 作物の倒伏と強稈性. 星川清親・北条良夫編. 作物—その形態と機能—, 農業技術協会下巻: 166.
- 13) 星 忍: 1982. ダイズの窒素固定と生育・収量, 根粒の窒素固定. 博友社. 5—33.
- 14) 井上浩一郎・曳野玄三夫・須藤健一・加護谷栄章・澤田富雄・中尾政輝: 1986. 汎用化圃場における大豆の生育, 収量. 第2報 播種期・播種密度ならびに灌水の効果. 兵庫農総セ研報34: 37—40.
- 15) 井上浩一郎・内田敏夫・松永武之: 1988. 多収大豆の生育の特徴. 日作中国支部報29: 48—49.
- 16) 石井和夫: 1983. 東北地域におけるダイズに関する肥倍管理. 農及園53(11, 12): 1394—1398. 1500—1502.
- 17) 伊藤邦夫: 1987. ダイズ作におけるうね間かん水の効果. 農及園62(2): 299—304.
- 18) ———・大西 将: 1988. 大豆作における地下かん水法. 農業技術42(3): 127—129.
- 19) 岩田岩保・大庭寅雄・竹崎 力・工藤洋男・異儀田和典・小代寛正他7名: 1981. ダイズ新品種「アキノロメ」について. 九州農試報21(2): 251—271.
- 20) 柏倉康光・栗原久義・峰岸恵夫・只木正之・松本泰彦・神保吉春: 1983. 転換畑における大豆の生育に対するりん酸, 窒素, 堆肥の影響. 群馬農試報23: 41—52.
- 21) 木根潤旨光・杉本文午・工藤 純: 1965. 大豆に

における立毛精度の許容範囲に関する研究。日作紀34：344。

22) ———・西入恵二・杉本文午・工藤 純：1966. 機械化栽培大豆の立毛変異と収量性について。東北農試研速報6：77—82。

23) 金野隆光：1980. 大豆多収への挑戦。大豆多収と根粒(その2)。農業と科学。チッソ旭。1980。2：1—4。

24) 小代寛正・芹口昭男・井手真一・奥原国英・工藤康文他4名：1985. 転換畑初期における大豆作の安定生産技術の確立。熊本農試報9：84—117。

25) 串崎光男・石塚潤爾・赤松房江：1964. 大豆の栄養生理的研究 第1報 根粒着生の状況が大豆の生育、収量、養分吸収に及ぼす影響。土肥誌35：319—322。

26) 桑原真人：1986. ダイズの多収条件と窒素代謝(2)。農及園61(5)：590—598。

27) 松本重男・沢畑 秀：1965. 大豆の倒伏に関する研究 第1報 倒伏程度と収量との関係。日作九州支部報24：22—23。

28) 松永武之・内田敏夫・井上浩一郎：1984. 大豆品種「タマホマレ」の栽培における播種期と栽植密度について。山口農試研報36：21—26。

29) 松下真一郎・浅生秀孝：1988. 転換畑大豆における畦間かん水の効果。農業技術43(3)：125—127。

30) 御子柴公人：1975. ダイズのつくり方。農文協。152。

31) 森下正彦・猪坂律次：1982. 播種期と栽植密度が大豆の生育と収量に及ぼす影響。和歌山農試研報9：1—6。

32) 長野間 宏：1987. 転換畑におけるダイズ多収栽培。農業技術42(11)：501—505。

33) 長瀬嘉迪・竹村昭平：1965. 畑作物の栽培時期の移動と灌漑に関する研究。II. 大豆の播種期・栽植密度と灌漑との関係。日作記34：127—132。

34) 西田清教・田中萬紀穂・角田和美・越生博次：1987. 排水改良転換畑における大豆栽培の多収安定化。第1報 県南部における播種時期、密度並びに開花期窒素追肥と生育、収量。兵庫農総セ研報35：13—16。

35) 西入恵二：1980. 収穫・調製法。斎藤正隆・大久保隆弘編。大豆の生態と栽培技術。農文協：176。

36) 大久保隆弘・番場宏治・山田 盾：1978. 関東平坦地帯におけるダイズの晩播栽培法に関する研究。農事試研報27：157—185。

37) ———：1980. 播種期と大豆の生育。斎藤正隆・大久保隆弘編。大豆の生態と栽培技術。農文協：106。

38) 大沼 彪・阿部吉克・今野 周・桃谷 英・吉田昭・藤井弘志：1981. 水田転換畑大豆の多収実証。山形農試研報15：27—38。

39) 岡 啓：1985. 欠株率と生育量。農業技術体系作物編6. 農文協。技117—119。

40) 大竹茂登：1980. 大豆の多収栽培と機械化適性。第12回広島県農業試験場研究発表会講演要旨：40—47。

41) ———・前田光裕・中藪正之・森 康明：1983. 大豆の多収栽培技術と問題点。第15回広島県農業試験場研究発表会講演要旨：31—41。

42) 酒井孝雄：1987. 大豆に対する緩効性窒素肥料の追肥技術。福島農試研報26：33—41。

43) 澤 豊則：1987. 転換畑作ダイズ増収のための土壌管理。農及園62(12)：1375—1379。

44) 沢畑 秀：1988. 九州地域の大豆多収栽培技術。農業技術43(9)：415—419。

45) 世古晴美・曳野玄三夫・二見敬三・佐村 薫・吉倉惇一郎：1984. 転換畑における大豆の安定多収栽培 第1報 窒素施肥法について。兵庫農総セ研報32：75—80。

46) ———・佐村 薫・加護谷栄章・二見敬三・吉倉惇一郎・沢田富雄・青山喜典：1987. 排水改良転換畑における大豆栽培の多収安定化。第3報 地下水位の高低と灌水の影響。兵庫農総セ研報35：21—24。

47) 鳥田信二：1985. 転換畑作大豆における中耕培土の効果(2)。農及園60(4)：569—573。

48) ———：1988. 中国地域における転換畑作大豆の多収要因。農業技術43(10)：458—462。

49) 杉山信太郎・松沢 宏・堀内寿郎：1965. 大豆の多肥・密植栽培と倒伏性。農業技術20(1, 2)：32—33, 33—34。

50) 田淵公晴・田中征勝：1988. 大豆の生育・収量におよぼす登熟期の畦間灌漑の影響。日作紀57. 別2：26。

51) 高橋信夫・御子柴公人・堀 親郎・中沢伸夫：1983. 転換畑における中耕・培土が大豆の生育・収量におよぼす影響。中信農試報2：56—90。

52) 田中伸幸・吉田 昭：1982. 大豆の生育初期における土壌水分と根粒着生。山形農試研報17：151—159。

53) 田中滋郎：1983. 早播による大豆の生育量増大と収量の関係。日作九州支部報50：74—76。

54) ———：1985. 成熟期の早晩と倒伏・登熟。農業技術体系作物編6. 農文協：技159—160。

55) 田岡昭敏：1988. 転換畑大豆の成熟と気温の関係。農業気象中国・四国支部報1：85—87。

56) 浦野啓司・長瀬嘉迪・小口忠彦：1958. 生育時期

別土壤水分の多少が大豆の生育・収量に及ぼす影響. 日作紀27: 99—102.

57) 脇本賢三・梶本昌子・伊藤 信: 1986. 温暖地における転換畑のダイズに対する有機物施用と窒素施肥. 土肥誌58(3): 334—342.

58) 渡辺 巖・久保良幸・石田典兄: 1984. 大豆の窒素追肥効果に及ぼす追肥時期と追肥量の影響. 日作紀53(別1): 30—31.

59) ———: 1982. 大豆に窒素追肥は必要か. 農業技術37(11): 491—495.

60) 山木鉄司・吉甕留男・石塚隆男: 1960. 大豆畑における株立の実態と大豆欠株に関する2—3の問題点. 茨城農試報3: 69—75.

61) 吉田重方: 1979. ダイズの窒素栄養におよぼす堆肥施用の影響. 日作紀48(1): 17—24.

Studies on the Cultivation Methods for Higher Stable Yield of Soybean  
“AKISHIROME” in Alternating Between Upland and Paddy Field Crop  
Rotation

Shigeto Otake, Yasuaki Mori and Michimasa Maeshige

**Key words :** soybean *Glycine max* Merr., seeding time, planting density  
lodging, compensation, manure, deep-plowing  
slow-acting fertilizer