

水田転換畑で栽培されるダイズの欠株に対する収量補償作用

高橋真実・大野智史・高橋明彦・中山則和・山本亮・関正裕

(農研機構中央農業総合研究センター)

要旨：ダイズ栽培において、欠株が生じた際の個体群における収量補償作用を明らかにするために、北陸地域の水田転換畑で栽培されるエンレイに人為的に欠株を生じさせて、欠株の周辺株の整粒重を調査する試験を2ヵ年実施した。2ヵ年ともに、欠株の隣の株のみ整粒重の増加が認められたが、1株単独で欠株となった場合、両側の株の増収分は、対照区の1株当たりの整粒重の42%に過ぎず、減収を補償するには不十分であった。また、欠株の連続数の増加に伴い、隣の株の整粒重は増加傾向を示したが、増加の程度は非常に小さく、連続する欠株数が増加するほど更に減収することが示された。以上のように、収量補償作用は、1株分の減収も補いきれないことから、生育初期の湿害や播種の不備等により、少数の欠株が散在する場合でも、必ず減収することが明らかとなった。安定した収量を確保するために、欠株を避ける圃場管理が求められる。

キーワード：エンレイ、欠株、収量補償作用、水田転換畑、ダイズ。

日本のダイズの8割以上が、排水性の悪い水田転換畑で栽培されている (Kato ら 2013)。北陸地域は、強粘土壌が多いために、特に湿害が起こり易く (高橋ら 2005)、ダイズ圃場では、発芽不良や立枯性病害により、欠株が生じている (Kato ら 2013)。

苗立ち時の欠株の収量への影響については、いくつか報告がある。Caviness (1961) は、株間 3.8 cm あるいは 4.4 cm で植えられたダイズ圃場で、欠株が試験区内の畝全体の 22% より少ない場合には減収が認められず、33% 以上の場合に減収したと報告した。Pendleton and Hartwig (1973) は、欠株が畝の全体の 20% あるいは 30% の場合には、ほとんど減収しなかったが、1 m を超える欠株が畝全体の 50% を占めると 20% の減収があったと報告した。Stivers and Swearingin (1980) は、欠株が畝全体に占める割合が同じであっても、欠株が散在して、連続する欠株数が少ない場合には減収が少ないことを明らかにし、収量補償作用が発現することを圃場試験で示した。このように、既報では、欠株が含まれる試験区内の合計収量を解析し、欠株がある程度以下であれば、収量の補償作用によって減収しない可能性が示されてきた。しかし、上記の報告のように合計収量を解析する試験では、補償作用を発現していない株の収量も加算されるために補償作用による増加分が不明瞭になる可能性がある。我々は、欠株の周辺の株について、株ごとに詳細に調査することにより、補償作用が現れる株の範囲および欠株の数の変化と周辺の株の補償作用との関係を明らかにし、様々なパターンで発現する欠株について減収の有無を評価することを試みた。

材料と方法

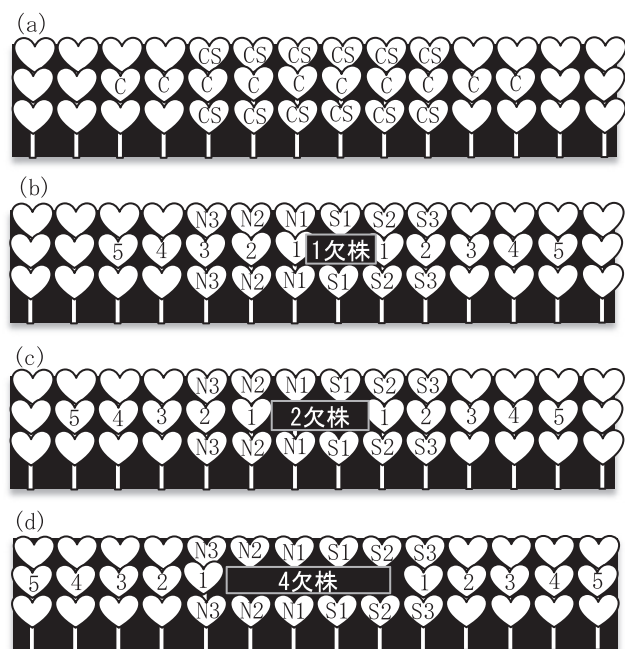
北陸研究センターで、前年に水稻を栽培した転換畑を使用して試験Ⅰ (2012 年)、試験Ⅱ (2014 年) を実施した。

元肥として石灰肥料 (100 gm^{-2}) と $\text{N } 1.6 \text{ gm}^{-2}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 3 \text{ gm}^{-2}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 6 \text{ gm}^{-2}$ 、 $\text{B } 0.04 \text{ gm}^{-2}$ (JA えちご上越大豆肥料) を施用した。エンレイの種子に、殺菌剤および殺虫剤を塗抹し、条間 75 cm 株間 15 cm で 2 粒ずつ手播きした。出芽後に間引きして一本立ちとし、2 粒とも発芽しなかった場合には補植をおこない、番外を含めて試験圃場内に、予定外の欠株が無いようにした。補植には、試験圃場の番外の外側や、北陸研究センター内の他の圃場で、試験圃場と同時に育成した苗を用いた。補植後すぐに、試験区を圃場内に設置して、人為的に欠株を生じさせた。その後の栽培管理は、慣行に準じておこなった。中耕培土を試験Ⅰは 2012 年 6 月 24 日、試験Ⅱは 2014 年 7 月 22 日にそれぞれ 1 回のみ実施し、雑草と病害虫の防除は適宜おこなった。

1. 試験Ⅰ

播種前日に試験圃場 (10 a) 内に、南北方向に合計 63 本の畝 (長さ 15.5 m) を設けた。2012 年 6 月 1 日に播種をおこない、6 月 11 日に間引きと補植をおこなった。並んだ 14 株を 3 畝合わせた 42 株を 1 試験区とし (第 1 図)、合計 80 区を設置した。欠株の影響が隣の試験区に及ばないように各試験区の間には、少なくとも 7 株以上の番外を設けた。圃場の東端の 2 畝と西端の 1 畝は番外とした。また、畝の両端には、7 株以上の番外を置いた。

試験区は、欠株のない対照区、1 株のみ欠失した試験区 (以下 1 欠株区とする)、2 連続欠株区 (以下 2 欠株区とする)、4 連続欠株区 (以下 4 欠株区とする) の計 4 水準設けた。各試験区を圃場内の 80 試験区に 20 反復ずつ無作為に配置した。補償作用が現れる範囲を明らかにするために、欠株の両側の 5 株目まで (調査株 1~5) と両隣の畝の 6 株 (調査株 N1~N3, S1~S3) を調査株とした。対照区の調査株は、試験区の中心を基準として欠株区の調査株と対応させた。



第1図 試験Ⅰの試験区と調査株の模式図。

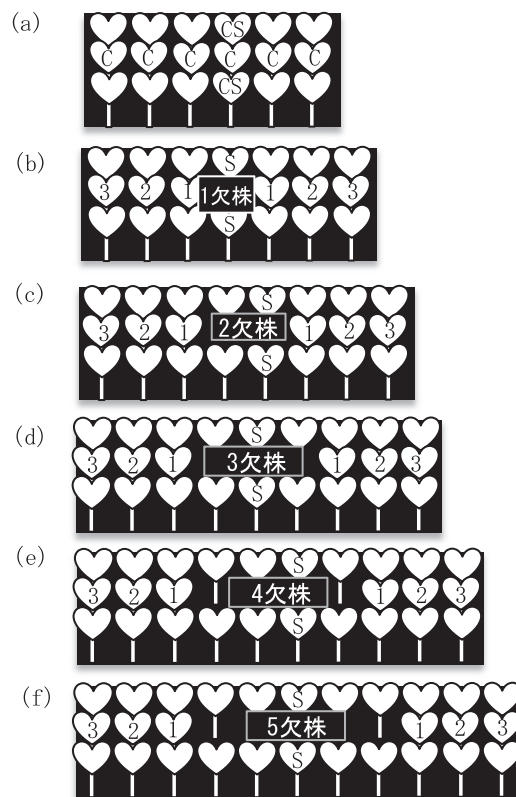
(a) 対照区。(b) 1欠株区。(c) 2欠株区。(d) 4欠株区。

3畝で栽培されたダイズ株を3列の双葉で示した。対照区のC、CSおよび欠株の周囲に存在する1~5、N1~N3、S1~S3のダイズ株を調査した。調査株1~5はCを対照とし、調査株N1~N3、S1~S3は、CSを対照とした。

(調査株C、CS)。各試験区に割り当てられた欠株数だけ、真ん中の畝の中心部の苗を下胚軸部で切断して取り除いた(第1図)。調査株は、10月12日に株ごとに採取した。

2. 試験Ⅱ

播種前日に試験圃場(9a)に、東西方向に46.5mの畝8本、43.5mの畝8本を設けた。播種は2014年5月29日におこない、6月19日に間引き、補植、試験区の設置をおこなった。欠株数に調査株数6を加えた株数が並ぶ3畝を1試験区とし、圃場内に合計96の試験区を設けた。試験区は、対照区、1欠株区、2欠株区、3連続欠株区(以下3欠株区とする)、4欠株区、5連続欠株区(以下5欠株区とする)の6水準とし(第2図)、96試験区に16反復ずつ無作為に配置した。2012年の試験では、整粒重、整粒数、莢数の増加が欠株の隣株だけしか認められなかったこと、隣の畝の株は対照区と差がなかったことから、2014年の試験は、調査株を減らし、試験区を縮小した。欠株の両隣の株から3番目の株まで(調査株1~3)と隣畝の1株(調査株S)を調査株とした。対照区の調査株は、試験区の中心を基準として欠株区の調査株と対応させた(調査株C、CS)。試験圃場には、中心を東西方向に横断する中畦があった。そのため圃場の両端に接する畝に加えて、中畦に接する2本の畝を番外とした。欠株の影響が隣の試験区に及ばないように試験区の間には3株の番外を設けた。また、畝の両端の7株は番外とした。調査株は、10月15日に株ごと



第2図 試験Ⅱの試験区と調査株の模式図。

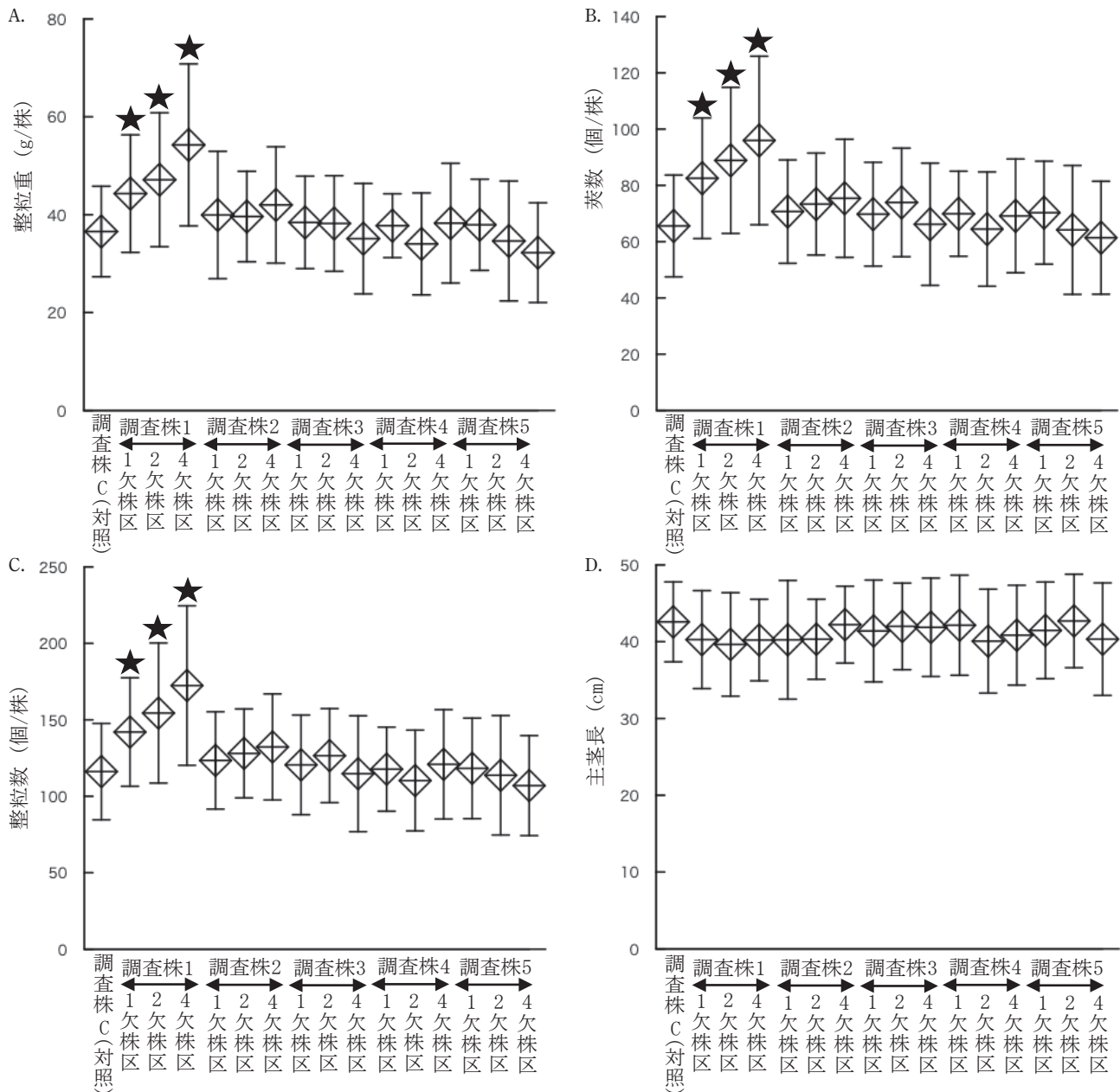
(a) 対照区。(b) 1欠株区。(c) 2欠株区。(d) 3欠株区。(e) 4欠株区。(f) 5欠株区。3畝で栽培されたダイズ株を3列の双葉で示した。対照区のC、CSおよび欠株の周囲に存在する1~3、Sのダイズ株を調査した。調査株1~3は、Cを対照とし、Sは、CSを対照とした。

に採取した。

3. 調査および解析

調査株は、採取した後に2週間以上自然乾燥して、主茎長、莢数、整粒数、整粒重(水分含有量15%換算)を調査した。欠株数と欠株との位置関係が共通する株を一群とし、これらのすべての群を対照群と比較して、調査項目の平均値の違いを解析する多重比較検定(Dunnett法)をおこなった。なお、畝の違いによる影響と多重比較の感度の低下をさけるために、欠株と同じ畝に生育する株(試験Ⅰの調査株1~5、試験Ⅱの調査株1~3)と隣畝の株(試験Ⅰの調査株N1~N3、S1~S3、試験ⅡのS)とを分けて解析した。試験Ⅰの調査株1~5、試験Ⅱの調査株1~3については、対照区内の調査株Cを対照群とし、試験Ⅰの調査株N1~N3、S1~S3、試験ⅡのSについては、対照区の調査株CSを対照群とした(第1図、第2図)。解析には、統計ソフトR(ver.2.15.3)、多重比較検定には、Multcomp(ver.1.2.17)パッケージを使用し、5%水準で有意とした。

対照区の調査株Cの株あたり収量の平均に欠株数を乗じた量を欠株による減収量とした。また、増収が認められた株の株あたり収量から対照区の株あたり収量を差し引いた



第3図 欠株が同じ畝にある周辺株に及ぼす影響 (試験I)。

ダイヤは調査株の平均値を示す。バーは標準偏差を示す。星印は多重比較検定 (Dunnett 法) により 5%水準で有意差があることを示す。

増収分を補償作用とした。

結 果

1. 試験 I

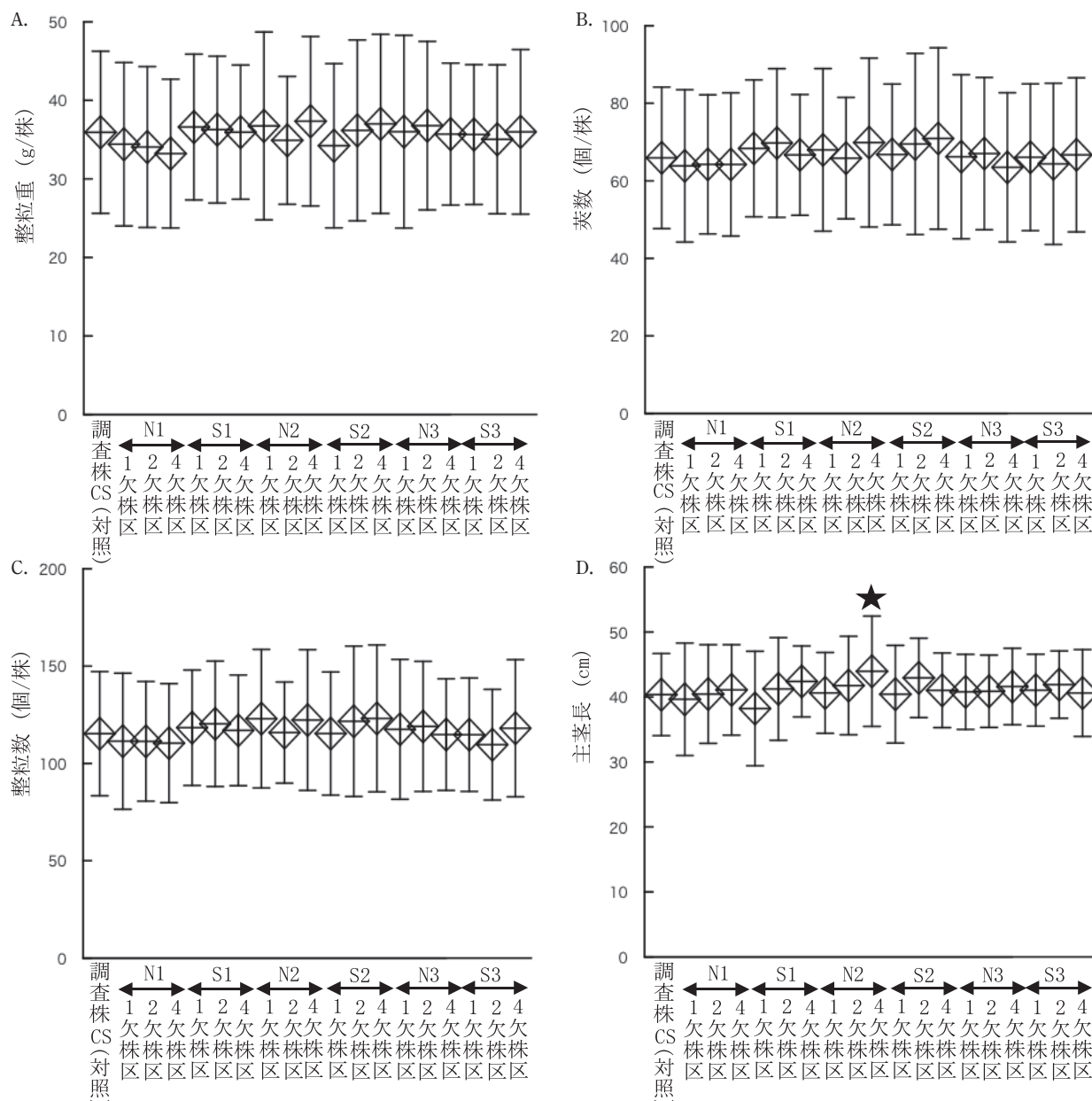
本試験の発芽率は高く、補植した株は全個体の 2% 程度であった。また、試験圃場中に、立枯れ株等は見られず、試験終了まで予定外の欠株は生じなかった。

欠株が同じ畝にある調査株に及ぼす影響を第3図に示した。

第3図 A に整粒重の解析結果を示した。対照区の株あたり整粒重の平均は、36.6 g であった。欠株数と欠株からの位置関係が共通する株を対照区の株と比較した結果、整粒

重の平均に有意差があったのは、1 欠株区、2 欠株区、4 欠株区の欠株の隣に位置する調査株 1 であり、他の調査株では有意差が認められなかった。さらに、調査株 1 の株あたり整粒重は、1 欠株区の場合には 44.3 g、2 欠株の場合には 47.1 g、4 欠株の場合には、54.3 g であり、連続する欠株数が多いほど隣の株の整粒重は増加した。

第3図 B に莢数の解析結果を示した。対照区の株あたり莢数の平均は 65.6 個であった。また、莢数の平均に有意差があったのは、1 欠株区、2 欠株区、4 欠株区の欠株の隣に位置する調査株 1 であり、他の調査株では、有意差が認められなかった。さらに、調査株 1 の株あたり莢数は、1 欠株区の場合には 82.5 個、2 欠株の場合には 88.9 個、



第4図 欠株が隣畝の調査株に及ぼす影響 (試験I)。

ダイヤは調査株の平均値を示す。バーは標準偏差を示す。星印は多重比較検定 (Dunnett 法) によって5%水準で有意差があることを示す。

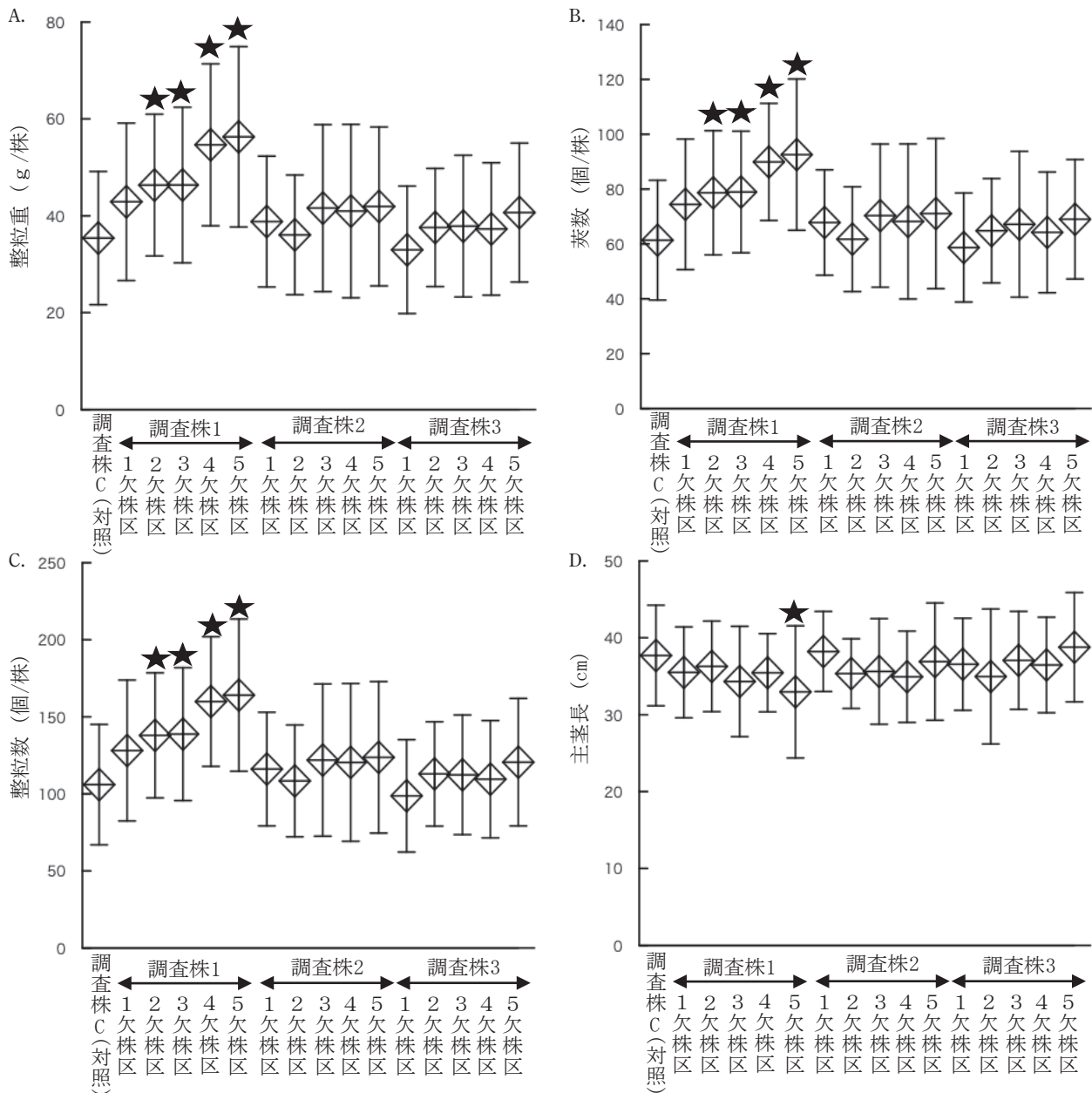
4欠株の場合には、96.0個であり、連続する欠株数が多いほど隣の株の莢数は増加した。

第3図Cに整粒数の解析結果を示した。対照区の株あたり整粒数の平均は116.2個であった。また、整粒数の平均に有意差があったのは、1欠株区、2欠株区、4欠株区の欠株の隣に位置する調査株1であり、他の調査株では、有意差が認められなかった。さらに、調査株1の株あたり整粒数は、1欠株区の場合には142.0個、2欠株区の場合には154.4個、4欠株区の場合には172.5個であり、連続する欠株数が多いほど隣の株の整粒数は増加した。

第3図のDに主茎長の解析結果を示した。対照区の主茎長の平均は、42.6 cmであり、どの位置の調査株でも有意

差が認められなかった。また、対照区の百粒重は32.2 gであり、どの位置の調査株でも有意差が認められなかった (データ省略)。

欠株が隣の畝にある調査株に及ぼす影響を第4図に示した。隣の畝のN1~N3, S1~S3については、どの位置の株でも株あたり整粒重、莢数、整粒数、に有意差が認められなかった。主茎長についても、2欠株区の北側の2株目以外では、有意差が認められなかった。有意差が検出された2欠株区の調査株のテータには、対照区の平均より33.9 cm 高い突出したデータが含まれていた。



第5図 欠株が同じ畝にある周辺株に及ぼす影響(試験Ⅱ)。

ダイヤは調査株の平均値を示す。バーは標準偏差を示す。星印は多重比較検定(Dunnett法)により5%水準で有意差があることを示す。

2. 試験Ⅱ

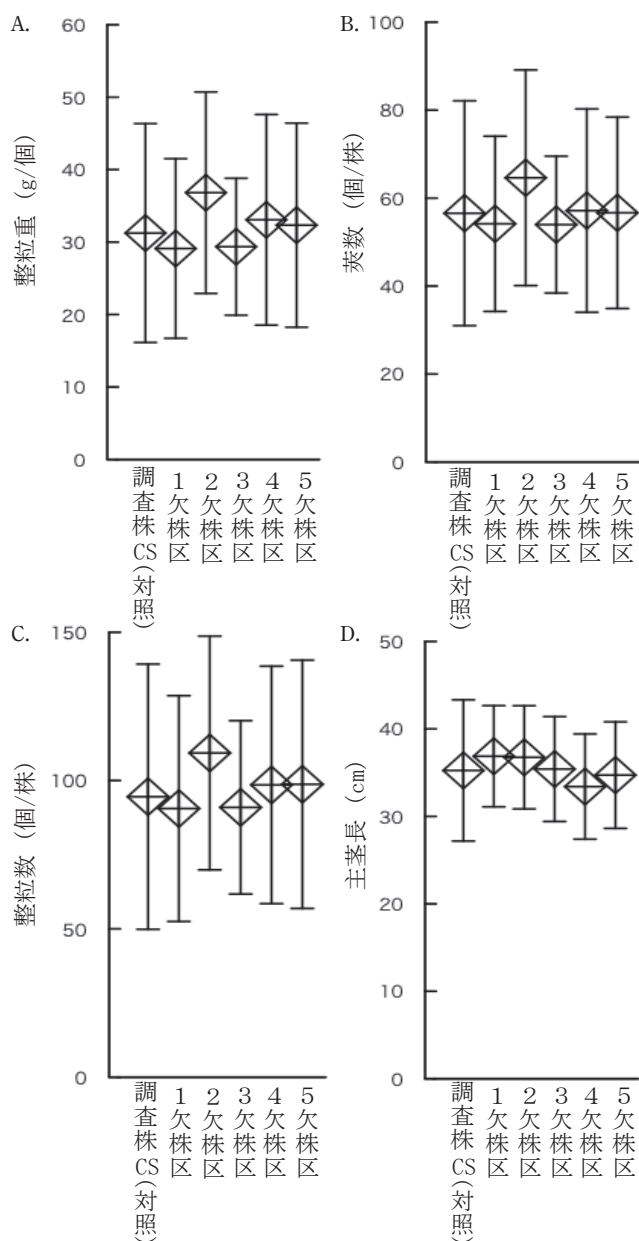
播種後、2週間晴天が続いて5mm以上の降雨がなかったために、発芽が遅れ、播種から3週間後に、間引き、補植、試験区の設置をおこなった。出芽不良のために全個体の9%の株を補植したが、試験区を設置してから、収穫期まで予定外の欠株は生じなかった。

欠株が同じ畝の調査株に及ぼす影響を第5図に示した。

第5図Aに整粒重の解析結果を示した。対照区の株あたり整粒重の平均は、35.4gであった。欠株数と欠株からの位置関係が共通する株を対照区の株と比較した結果、整粒重の平均に有意差があったのは、2欠株区、3欠株区、4欠株区、5欠株区の欠株の隣に位置する調査株1のみであり、

調査株2および調査株3では有意差が認められなかった。また、調査株1の株あたり整粒重は、1欠株区では42.9g、2欠株区では46.3g、3欠株区では46.4g、4欠株区では54.7g、5欠株区では56.3gであり、連続する欠株数の増加に伴い隣の株の整粒重は増加傾向を示し、2連続以上の欠株区で有意差が認められた。

第5図Bに莢数の解析結果を示した。対照区の株あたり莢数の平均は、61.4個であった。欠株数と欠株からの位置関係が共通する株を対照区の株と比較した結果、莢数の平均に有意差があったのは、2欠株区、3欠株区、4欠株区、5欠株区の欠株の隣に位置する調査株1のみであり、調査株2および調査株3では有意差が認められなかった。また、



第6図 欠株が隣畝の調査株に及ぼす影響 (試験Ⅱ)。

ダイヤは調査株の平均値を示す。バーは標準偏差を示す。

調査株1の株あたり莢数は、1欠株区では74.3個、2欠株区では78.7個、3欠株区では78.9個、4欠株区では89.9個、5欠株区では92.6個であり、連続する欠株数の増加に伴い隣の株の莢数は増加傾向を示し、2連続以上の欠株区で有意差が認められた。

第5図Cに整粒数の解析結果を示した。対照区の株あたり整粒数の平均は、106.0個であった。欠株数と欠株からの位置関係が共通する株を対照区の株と比較した結果、整粒数の平均に有意差があったのは、2欠株区、3欠株区、4欠株区、5欠株区の欠株の隣に位置する調査株1であり、調査株2および調査株3では有意差が認められなかった。また、調査株1の株あたり整粒数は、1欠株区では128.1個、2欠株区では137.9個、3欠株区では138.8個、4欠株区では159.9個、5欠株区では164.1個であり、連続する欠株数の増加に伴い隣の株の整粒数は増加傾向を示し、2連続以上の欠株区で有意差が認められた。

第5図Dに対照区の主茎長の解析結果を示した。対照区の主茎長の平均は、37.7cmであり、5欠株区の調査株1を除いて有意差が認められなかった (第5図D)。また、対照区の百粒重は、33.2gであり、どの位置の株でも有意差が認められなかった (データ省略)。

欠株が隣の畝にある調査株に及ぼす影響を第6図に示した。整粒重、莢数、整粒数、主茎長は、隣の畝のどの位置の株でも有意差が認められなかった。

3. 収量補償作用

2カ年の試験では、欠株の隣株が増収したと認められた。試験結果から推定される減収量と隣株の補償作用について、第1表に示した。

対照区の調査株Cの株あたり収量は、試験Ⅰでは、36.6g、試験Ⅱでは、35.4gであった。単独で欠株が生じた場合は、この株あたり収量が減収量に当たる。一方、隣株の増収は、試験Ⅰでは7.7g、試験Ⅱでは7.5gであり、両隣の株の増収分を合わせても、対照区の株あたり収量の42%程度に過ぎず、欠株の減収を補填するには不十分で

第1表 欠株による減収量と欠株の隣の株の補償作用。

試験年	試験区	欠株による推定減収 (g) (対照区の株あたり 平均整粒重×欠株数) <A>	隣株の 平均整粒重 (g)	隣株の整粒重の増加分 (g) (隣株の平均整粒重 - 対照区の株あたり 平均整粒重) 	隣株により 補償される整粒重 (g) (B×2) <C>	補償される 整粒重 / 減収量 (%) (C/A × 100)	欠株による 減収量 (g) (A-C)
2012	1欠株	36.6	44.3	7.7	15.4	42.1	21.2
	2欠株	73.2	47.1	10.5	21.0	28.7	52.2
	4欠株	146.4	54.3	17.7	35.4	24.2	111.0
2014	1欠株	35.4	42.9	7.5	15.0	42.4	20.4
	2欠株	70.8	46.3	10.9	21.8	30.8	49.0
	3欠株	106.2	46.4	11.0	22.0	20.7	84.2
	4欠株	141.6	54.7	19.3	38.6	27.3	103.0
	5欠株	177.0	56.3	20.9	41.8	23.6	135.2

あった。また、連続する欠株数が増加するほど、隣株の整粒重は増加した。しかし、連続する欠株数の増加に伴う隣株の増収は、欠株数の増加による推定減収量に比較して非常に少なかった。欠株による推定減収量から隣株の補償分を差し引くと、試験Ⅰの場合には、2欠株では52.2 g、4欠株では111.0 g、試験Ⅱにおいては、2欠株では49.0 g、3欠株では84.2 g、4欠株では103.0 g、5欠株では135.2 gであり、連続する欠株数が増えるほど減収した。

考 察

試験Ⅰでは、1欠株区、2欠株区、4欠株区の全ての試験区において、欠株の隣の株の収量が有意に増加し、収量の補償作用が認められた。試験Ⅱでは、すべての試験区で隣の株で整粒重、莢数、整粒数が増加し、2欠株区以上で隣の株の平均値に有意差が認められたが、1欠株区では有意差が認められなかった。試験Ⅰでは、試験Ⅱより全ての調査項目で標準偏差が小さく、データのばらつきが少なかった。また、試験Ⅰでは試験Ⅱより反復を多くとったことから、試験Ⅰでは、試験Ⅱより、多重比較検定の検出力が高くなり、1欠株区の隣株の増収が検出されたと考えられる。なお、データのばらつきが試験Ⅱで大きくなった理由として、出芽が揃わず補植が増えたこともあげられる。

今回の試験によって、苗立ち時に欠株が生じた場合には、収量の補償作用が欠株の隣株に現れることが確認された。山本(1960)は、農林3号を株間6 cmで植えた圃場で、株ごとに調査して欠株の影響の解析を試みた結果、4連続欠株で補償作用を検出し、欠株の隣の株で補償作用を認めている。

欠株の隣の株の増収は、占有空間の拡大によるものであり、一般的には直接的要因として、地上部の受光と地下部の養分吸収の増加の2点が考えられる。欠株の隣の株および隣の畝の株は、どちらも、近接する株が欠落するために受光量が増加する可能性があるが、今回の試験において、隣の畝の株は増収せず、同じ畝にある欠株の隣の株のみ収量が増えた。この結果から、受光量よりむしろ、養分吸収の増加が収量に強く影響したと推察される。

収量が増加した株については、莢数、整粒数が同様に多くなっていた。藤本ら(1988)は、播種後1ヶ月以内の窒素栄養状態によって莢数が決まることを明らかにした。西尾ら(1997)もダイズの収量増加に莢数や一莢粒数が寄与している場合には、生育初期から中期にかけての土壌からの窒素供給の影響が大きいと述べている。これらのことから、本試験での欠株の隣の株の収量の増加は、生育の早い時期に、窒素等の栄養状態が他の株と比較して有利となったことによるのではないかと推察された。使用した試験Ⅰの圃場は、試験前の11年間はすべて水稻が作付けされ、試験Ⅱの圃場は、1年だけ稲の畑晩播試験がおこなわれ、他の12年は水稻が作付けされた。これらの圃場は、上述の期間以前もダイズが栽培された可能性は低い。欠株の隣

株で生育の早い時期に窒素状態がよくなったのは、根粒による影響を否定はできないが、地下部の占有領域の拡大によって土壌からの吸収量が増えたことが大きく影響したのではないかと考えられた。

池永ら(2009)は、ダイズ(品種:富貴)を発砲スチロール製の箱(36 cm×18 cm×12 cm)で栽培し、箱を縦横3ブロックずつの合計9ブロックに分割し、染色した根の分布を調べた。1個体で栽培した場合には、全根長の42.7%が根元近辺のブロック(12 cm×6 cm×12 cm)からはみ出して伸長したが、株間23 cmで2個体を植えると、根元近辺のブロックからはみ出すのは30%に低下した。また両株の間の3ブロック(6 cm×18 cm×12 cm)を超えて他株の周辺部のブロック(12 cm×18 cm×12 cm)までに達する根長は株の全根長0~10.8%であり、全根長の10%を超えたのは、試験に供した12株のうちの1株にすぎなかった(注:データの一部、池永私信)。この結果から、競合する株が同じ生育条件にある場合、隣の株を超えて、次の株の近辺まで伸長する根量は極端に少ないと考えられる。補償作用の発現が隣株に限られたのは、根の分布から説明できるかもしれない。

試験ⅠとⅡのどちらも転換初年目の作付けであった。しかし、重粘土の転換畑で2年および3年間にわたってダイズを連作すると生育がよくなり、増収することが報告されている(西尾ら1997)。植物体が大きくなると、受光に関して株が互いに影響し易くなると考えられる。上述のように、今回の試験では、補償作用による増収は、吸収された養分によるところが大きいと考えられたが、連作により植物体がより大きくなると、今回の試験よりも光の影響を受ける可能性がある。

以上のように、本試験から、収量補償作用は欠株の隣株のように極近い株のみに現れること、たとえ1株だけが欠株となった場合でもその減収を補償作用では補えないことが明らかとなった。生育初期の立枯性病害の軽い流行や播種機の不良等により少数の欠株が散在する場合でも、確実に減収することが示唆された。水田転換畑のダイズ栽培で収量を確保するには、耕うん同時畝立て播種技術の導入や種子消毒等によって安定した出芽数を確保し、欠株を生じさせない圃場管理が要求される。

引用文献

- Caviness, C.E. 1961. Effects of skips in soybean rows. *Arkansas Farm Res.* 10 (4): 12.
- 藤本堯夫・Suriadinata, A.C. 西尾隆・金森哲夫 1988. 窒素供給時期とダイズの収量形成. *北農* 55: 41-49.
- 池永幸子・村上敏文・小林浩幸・山本伸夫・好野奈美子・内田智子 2009. 麦類を利用したリビンゲマルチ栽培における大豆の根系分布. *根の研究* 18: 15-19.
- Kato, M., Minamida, K., Tojo, M., Kokuryu, T., Hamaguchi, H. and Shimada, S. 2013. Association of *Pythium* and *Phytophthora* with pre-emergence seedling damping-off of soybean growth in field converted

- from a paddy field in Japan. *Plant Prod. Sci.* 16: 95-104.
- 西尾隆・鳥山和伸・関谷博幸・古賀野完爾 1997. 転換畑土壌の窒素代謝能の経年変化とダイズの収量. *土肥誌* 68: 659-666.
- Pendleton, J.W. and Hartwig, E.E. 1973. Management. In Caldwell, B.E. ed., *Soybeans: improvement, production, and uses*. Agronomy 16. Am. Soc. Agron., Madison, WI, 211-237.
- Stivers, R.K. and Swearingin, M.L. 1980. Soybean yield compensation with different populations and missing plant patterns. *Agron. J.* 72: 98-102.
- 高橋智紀・松崎守夫・塩谷幸治・細川寿 2005. 転換畑におけるダイズ収量に及ぼす土壌特性の影響－新潟県上越地域の事例. *中央農研研報* 6: 51-58.
- 山本鉄司・古厩留男・石塚隆男 1960. 大豆畑における株立の実態と大豆の欠株に関する 2・3 の問題点. *茨城農試研報* 3: 69-75.

Soybean Yield Compensation for Missing Plants in an Upland Field Converted from a Paddy Field : Mami TAKAHASHI, Satoshi OHNO, Akihiko TAKAHASHI, Norikazu NAKAYAMA, Ryo YAMAMOTO and Masahiro SEKI (*NARO Agricultural Research Center, Inada 1-2-1, Joetsu, 943-0193, Japan*)

Abstract : Field experiments were conducted over 2 years in the Hokuriku area to evaluate yield compensation for missing plants in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. We deliberately removed some seedlings from a converted upland field planted with the soybean variety “Enrei”, and investigated the individual yield of plants growing near the sites with plants missing. There was an increase in yield of the plants that were grown adjacent to the sites where the plants had been removed. The sum of the yield increase of the plants on both sides of the gap compensated for only 42% of the average yield of an individual plant in the control group. The more plants that were removed in a series, the higher the yield of the plants adjacent to the gap. However, the increase in yield of the plants adjacent to the sites with a series of missing plants was still insufficient to compensate for the yield loss due to the missing plants, and the yield loss caused by removing a series of plants increased as the number of missing plants increased. Together, these results showed that soybean yield compensation is insufficient to compensate for the yield reduction resulting from missing plants. Therefore, gaps in fields resulting from water damage, defective seedling-planting machinery, or other issues decrease the yield, regardless of the number of missing plants. Field crop management strategies to retain seedlings are required to ensure good yields.

Key words : Converted upland field, Enrei, Missing plants, Soybean, Yield compensation.
