切葉モデルを用いたイネゾウムシ成虫による稲の被害解析

切葉量と減収量の関係

松浦博一*・石崎久次**

* 農業研究センター

** 石川県農業試験場

Analysis of Damage of Rice Plants Injured Artificially by Cutting off Leaves to Simulate the Feeding of the Rice Plant Weevil, *Echinocnemus squameus* BILLBERG: Relation between Leaf Injury and Yield Loss. Hiroichi MATSUURA (National Agriculture Research Center, Yatabe, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan) and Hisatsugu ISHIZAKI (Ishikawa Prefectural Agricultural Experiment Station, Nakabayashi, Nonoichi, Ishikawa 921, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **29**: 321-325 (1985)

Leaves of rice plants at early growth stages were artificially injured by cutting them off with scissors to simulate the feeding of the rice plant weevils. The effect of leaf injury on the yield loss was investigated. The yield loss did not occur when the leaves were artificially injured only once 7 days after transplanting, although 100% of the leaves were injured. Treatment in which 30% leaf cutting carried out 4 times at 5 days intervals 7 days after transplanting caused no yield loss. When the ratio of leaf injury ranged from 50% to 70%, treatment 12 days after transplanting was mainly responsible for the yield loss. The following regression equation was obtained $y = 24.86 + 0.19x - 0.01x^2 + 0.000056x^3$ ($r^2 = 0.55$), where y refers to the weight of rice grains (g) per hill and x is the percentage of injured leaves. From this equation, the maximum injury level that would not cause yield loss was estimated to correspond to about 50% leaf injury per hill. It was considered that the yield loss of rice plants caused by the leaf injury resulted from the reduction in the number of panicles.

緒 言

田植まもない稲の葉がイネゾウムシ成虫に食害され、被害葉が切れ葉となって風下の水面に流れ着く様相は、栽培農家にかなりの減収を想像させるようである。しかし、防除の要否を判定する基準がいまだ不明確な状態にあり、殺虫剤散布が感覚的な判断に基づいて行われているのが現状である。こうした防除法では、殺虫剤の過剰投下を招く危険性が高く、要防除水準の策定が急務と考えられる。

現地は場ではイネゾウムシ成虫による食害様相が株によってきわめてさまざまであり、一定の間隔で調査しても食害程度が同等な株を一定数得ることがむずかしく、ほ場試験だけでは被害解析が困難な状況にある。そこで、筆者らはイネゾウムシの加害を想定した切葉モデル株を作り、切葉の時期および程度と収量との関係を明らかにし、これをもとに減収が生ずる限界の食害率率とその判定時期について考察を加えた。

本文に入るに先立ち、試験遂行に有益な助言と便宜を賜った石川県農業試験場長脇坂幸雄博士に厚くお礼申し上げる。また、取りまとめに当たっては、農林水産省農業研究センターの内藤 篤博士にご指導とご校閲を賜り、菊地淳志研究員には貴重な助言をいただいた。記して両氏に厚くお礼申し上げる。

試 験 方 法

1. 切葉試験

1983年5月11日、石川県農業試験場構内の試験田に、苗齢3〜3.5葉期の品種ホウネンワセを1m²当り19株の密度で、1株5本ずつ手植えた。田植7日後に水田の中央部から1処理当り20株を供試用として選び、切葉処理を行った。切葉はイネゾウムシによる切れ葉を想定し、葉の基部から3分の1を残して先端部分をはさみで切り取った。株当りの切葉数率（以下、切葉率という）を30、50、70および100%の4段階、切葉回数を1〜4回の4段階とし、両者を組み合わせた16通りの処理区

第1表 切葉時期および回数と切葉状態の推定持続期間

区	切葉時期（田植後日数）				切葉状態の持続期間 ^{a)}
	7日	12日	17日	23日	
無処理	—	—	—	—	—
1回切葉	○	—	—	—	約5日
2回切葉	○	○	—	—	約10日
3回切葉	○	○	○	—	約15日
4回切葉	○	○	○	○	約20日

^{a)} 新葉の展開速度を約5日として求めた。

を設けた（第1表）。この時期のイネの新葉展開速度は約5日と見積もれる（石川農試稲作科）ことから、切葉間隔を5日にとった。

試験田には殺虫および殺菌剤を適宜散布し、病虫害の発生によって試験結果が乱れるのを防いだ。なお、試験田の肥培管理は当場の慣行に準じた。

処理株は9月7日に株単位で刈り取り、天日乾燥後穂数を調べ、試験用の小型脱穀機と籾すり機で調製後、精玄米重を測定した。

2. 常発ほ場における食害調査

例年、イネゾウムシの発生が多い石川県石川郡鳥越村の農家水田で調査した。

現地慣行の田植時期に当たる1983年の5月6日に、前記試験と同一品種を同様な方法で手植えし、6月上旬まで殺虫剤をいっさい散布せず、越冬成虫に自由に食害させた。

田植10日後、14日後および20日後の3回、食害葉を穴あき葉（第1図A）と切れ葉またはそれに準ずるもの（第1図B、C）に分けて数えた。調査は畦畔沿い2列目から4列目までの株を対象とし、1列当たり60株（約10m）ずつ合計180株を任意に選んで行った。また、調査時には各列から10株ずつ合計30株を選び、株当りの総葉数を調べた。

イネゾウムシの加害が終息する6月中旬以降は、各種病虫害に対する防除を徹底し、他の病虫害によって試験結果が乱れるのを防いだ。

収穫期に当たる9月16日に、イネゾウムシ越冬成虫による食害程度が明らかな株を刈り取り、前記試験と同様な方法で株当りの穂数と精玄米重を調べた。

試験結果

1. 切葉が収量に及ぼす影響

切葉の程度および回数と収量との関係を第2、3、4表に示した。

田植7日後に1回切葉しただけでは、切葉の程度に関

第1図 イネゾウムシによる食害葉。A→B→Cの状態に変化するのが一般的であるが、Aの状態を保つ葉もわりに多い。

係なく、株当り精玄米重が無処理と同等であった（第2表）。

次に2～4回切葉した場合における切葉率と収量の関係を見ると、30%の切葉率では切葉回数の多少にかかわらず、株当り精玄米重が無処理と同等であった。切葉率を50%にすると、2回以上切葉した場合に減収がみられたが、減収割合は2～4回切葉の間で差がなかった。切葉率を70%以上にすると、切葉回数の違いによって減収割合が異なった。切葉率70%では、2～3回切葉区より4回切葉区の減収割合が大きかった。切葉率100%では、2回切葉区より3～4回切葉区の減収割合が大きかった。切葉率70%の2回切葉と3回切葉は同等の減収割合であり、また、切葉率100%の3回切葉と4回切葉の減収割合も同等であった。なお、精玄米重の減少と穂数の減少は、いずれの切葉区においても良好な対応関係にあった（第3、4表）。

4回切葉区のデータを用いて、切葉率と精玄米重の関係を回帰分析した結果は第2図のとおりである。切葉率(%)をx軸に、精玄米重をy軸にとったとき、 $y = 24.86 + 0.19x - 0.01x^2 + 0.000056x^3$ ($r^2 = 0.55$)の3次回帰式が得られた。便宜上、無処理株の平均精玄米重から標準偏差値を差し引いた値を減収0%とすると、減収をひき起こす限界の切葉率は50%近辺と試算された。

2. イネゾウムシの加害量と収量

越冬成虫に食害させた株を秋期に刈り取り、食害程度と収量との関係を調べた結果は、第5、6表に示すとおりである。第5表は穴あき葉（第1図のA）、切れ葉（第1図のC）および切れ葉に準ずる食害葉（第1図のB）をすべて計数した総食害葉数と収量との関係を示したものである。また、第6表は食害程度の軽い穴あき葉を除外した食害葉数（第1図のBとC）と収量との関係を示したものである。同一食害葉数のイネが10株以下の場合は、信頼性が低いので表中から削除した。

第2表 1回切葉株と無処理株の収量差異

切葉回数	切葉率 (%)	精玄米重 (g/株) 平均値±S.D.	対無処 理検定	穂数 (本/株) 平均値±S.D.	対無処 理検定
無 処 理	0	25.0±4.76	—	26.4±4.01	—
田植7日後 に1回	30	23.2±3.70	N. S.	24.2±2.07	N. S.
	50	25.1±3.35	N. S.	28.1±4.47	N. S.
	70	25.5±3.44	N. S.	27.7±2.82	N. S.
	100	26.1±3.87	N. S.	27.6±3.36	N. S.

第3表 2回切葉株と3回切葉株の収量差異

切葉回数	切葉率 (%)	精玄米重 (g/株) 平均値±S.D.	対無処 理検定	相互 検定	穂数 (本/株) 平均値±S.D.	対無処 理検定	相互 検定
無 処 理	0	25.0±4.76	—		26.4±4.01	—	
田植7日後 12日後の 2回	30	23.2±4.31	N. S.	N. S.	24.4±3.29	N. S.	N. S.
	50	20.1±2.82	**		21.6±2.27	**	
	70	21.0±3.05	**		22.2±2.28	**	
	100	20.6±2.28	**		23.2±1.65	**	
田植7日後 12日後 17日後 の3回	30	26.7±4.74	N. S.	N. S.	28.9±3.54	N. S.	N. S.
	50	21.6±2.60	*		23.3±2.16	**	
	70	20.9±3.20	**		23.1±3.29	*	
	100	16.6±3.03	**		19.2±3.24	**	

t 検定: * 5% 水準, ** 1% 水準で有意.

第4表 3回切葉株と4回切葉株の収量差異

切葉回数	切葉率 (%)	精玄米重 (g/株) 平均値±S.D.	対無処 理検定	相互 検定	穂数 (本/株) 平均値±S.D.	対無処 理検定	相互 検定
無 処 理	0	25.0±4.76	—		26.4±4.01	—	
田植7日後 12日後 17日後 の3回	30	26.7±4.74	N. S.	N. S.	28.9±3.54	N. S.	N. S.
	50	21.6±2.60	*		23.3±2.16	**	
	70	20.9±3.20	**		23.1±3.29	*	
	100	16.6±3.03	**		19.2±3.24	**	
田植7日後 12日後 17日後 23日後 の4回	30	24.0±4.50	N. S.	N. S.	24.2±2.57	N. S.	N. S.
	50	21.5±3.09	*		23.6±2.93	*	
	70	15.4±3.78	**		19.1±3.46	**	
	100	15.3±1.94	**		18.7±2.53	**	

t 検定: * 5% 水準, ** 1% 水準で有意.

第2図 切葉程度と収量の関係. 4回切葉区のデータより作図.

第5表から, 総食害葉数が田植10日後および14日後に株当たり5枚, 同20日後に7枚発生しても, 精玄米重や穂数は無発生または1枚発生株と同等であり, この程度の食害では減収しないことがわかった。これらの株当たり総食害葉を食害率に換算すると, いずれの時期も30~40%と推定された。他方, 第6表に示したように, 葉の損傷度合いが大きい食害葉(穴あき葉を除外)が, 田植10日後および14日後に株当たり4枚, 同20日後に6枚発生した場合でも, 精玄米重や穂数は各時期の無発生株と同等であった。これらの株当たり食害葉数を食害率に換算

第5表 イネゾウムシ成虫による1株中の総食害葉数と収量との関係

調査時期 (田植後)	総食害 ^{a)} 葉数/株	該当 株数	推定食害 ^{b)} 葉率(%)	精玄米重(g/株) 平均値±S.D.	穂 数(本/株) 平均値±S.D.
10日	0枚	22株	0	25.6±2.68 —	28.0±4.1 —
	3	34	21~25	25.1±3.58 N. S.	28.8±4.3 N. S.
	5	12	35~41	25.0±2.92 N. S.	28.4±3.7 N. S.
14日	0枚	12株	0	25.5±2.58 —	28.3±2.8 —
	3	39	19~23	25.5±2.83 N. S.	28.2±3.8 N. S.
	5	18	31~38	25.3±3.12 N. S.	27.8±3.5 N. S.
20日	1枚	11株	4~5	25.3±3.35 —	27.9±3.6 —
	4	33	18~22	24.6±2.42 N. S.	27.7±3.5 N. S.
	7	12	31~38	25.5±2.46 N. S.	27.6±3.3 N. S.

a) 第1図の A, B, C を含めた食害葉数.

b) 各時期30株の任意抽出調査で求めた1株当りの葉数(平均値±S.D.)を尺度として推定した.

精玄米重および穂数の有意差検定は、各時期の最少食害数株のそれらに対して行った.

第6表 イネゾウムシ成虫による1株中の切れ葉またはそれに準ずる食害葉数と収量との関係

調査時期 (田植後)	食害葉 ^{a)} 数/株	該当 株数	推定食害 ^{b)} 葉率(%)	精玄米重(g/株) 平均値±S.D.	穂 数(本/株) 平均値±S.D.
10日	0枚	28株	0	24.9±2.94 —	28.6±3.5 —
	2	28	14~16	25.2±3.16 N. S.	28.8±3.8 N. S.
	4	12	28~33	24.1±2.27 N. S.	27.9±2.7 N. S.
14日	0枚	20株	0	24.9±4.29 —	28.2±3.3 —
	2	22	12~15	26.1±3.35 N. S.	29.1±3.5 N. S.
	4	15	25~30	25.0±2.95 N. S.	28.8±3.7 N. S.
20日	0枚	15株	0	25.0±4.24 —	28.0±4.0 —
	4	20	18~22	24.9±2.48 N. S.	29.6±3.3 N. S.
	6	12	27~32	24.8±3.02 N. S.	28.1±3.2 N. S.

a) 第1図の B, C を含めた食害葉数.

b) 各時期30株の任意抽出調査で求めた1株当りの葉数(平均値±S.D.)を尺度として推定した.

精玄米重および穂数の有意差検定は、各時期の食害葉数0枚株のそれらに対して行った.

すると、各時期とも30%前後と推定された。

考 察

小嶋ら(1981)は新潟県において、網かけ放飼試験によるイネゾウムシの被害解析を行い、食害発生ピーク時の株当り食害葉率が約20%に達すると減収するという結果を報告している。筆者らが行った切葉試験の結果を第7表に要約したが、これでもと切葉率30%の状態を田植7日後から約20日間継続させても減収がみられない。また、現地試験の結果ではいずれの時期においても食害葉率が30~40%程度の発生では減収が認められなかった(第5, 6表)。これらの結果から判断すると、

減収が生ずる限界の食害葉率(以下、減収限界食害葉率という)は、少なくとも30%以上と考えられる。

イネゾウムシより若干遅れて発生し、イネの葉を食害するイネクビホソハムシでは、同じ食害程度でも加害終了後の気象条件によって減収度合が異なるという報告がある(斉藤, 1977; 橋本, 1983)。橋本(1983)によると、これはイネの補償作用が加害終了後の気象条件によって左右されるためだという。城所・桐谷(1982)も加害末期から収穫までの期間が長い害虫の被害解析には、作物の補償作用の評価がとくに重要であることを指摘している。イネゾウムシもイネクビホソハムシも城所・桐谷(1982)のいう条件を満たす害虫であり、筆者らと小

第7表 切葉程度、回数と収量の関係

切葉率 (%)	田植7日後からの切葉回数 ^{a)}			
	1回	2回	3回	4回
30	○ ^{b)}	○	○	○
50	○	● ^{c)}	●	●
70	○	●	●	▲ ^{d)}
100	○	●	▲	▲

a) 5日間隔で切葉。

b) 減収なし。

c), d) 減収。

減収割合: c < d (5%水準)。

嶋らの試験結果のずれは、試験年次やイネ品種の違いによる補償作用の発現差異に起因するようにも思われる。いずれにしても、減収限界食害葉率が10%以上も違うことは、防除要否を判断するうえで大きな問題である。

再び第7表についてみると、田植7日後に1回だけ切葉した場合、切葉率が100%であっても減収していない。このことから、田植7日後あたりの稲は、葉の部分の損傷に対して感受性が低く、この頃の食害は問題にしくてもよさそうに思われる。

田植7日後に切葉した株を同12日後に再度切った場合、切葉率50%以上の株で減収が生じている。この減収に1回目の切葉が影響したかどうかは明らかではないが、田植12日後に行った2回目の切葉処理が影響したことは明らかである。田植7日後、12日後および17日後の3回にわたって切葉を重ねた場合でも、減収が生じたのは50%以上切葉したときであり、しかも50%切葉株と70%切葉株は同等の減収割合である。2回切葉区と3回切葉区における70%切葉株の減収割合を比較してみると、両者の間に有意な差はみられない。以上のことから、切葉率70%以内では、3回目の切葉処理が減収に結びついておらず、田植12日後の切葉が減収の主要因であったと考えることができよう。

イネゾウムシの多発地域である北陸地方でも、平均食害葉率が70%を越える事例を見聞したことがない。こうしたイネゾウムシの発生実態を考慮すると、70%以上の切葉に対するイネの減収反応は、さほど問題にしくてもよさそうである。切葉率70%以内で生ずる減収は、主として田植12日後の切葉に依存すると考えられるので、

一般ほ場において減収限界食害葉率を見定める時期は、小嶋ら(1981)が便宜的に行った田植20日後あたりの食害発生ピーク時ではなく、田植12~13日後あたりと考えるのが妥当のように思われる。

摘 要

イネゾウムシ越冬成虫による食害程度と減収量の関係を、無防除ほ場における食害株とイネゾウムシの食害を想定した切葉モデル株を用いて検討した。

1) 田植7日後に1回切葉しただけでは、切葉率が100%でも減収せず、この時期のイネは食害に対する感受性が低いものと推察された。

2) 切葉率30%の状態を田植7日後から約20日間継続させても、減収がみられなかった。また、現地ほ場において、食害葉率が30~40%発生しても、減収が認められなかった。こうした知見から、減収限界食害葉率は30%以上のレベルにあると想定された。

3) 切葉率70%以下で生ずる減収が田植12日後の切葉に依存すると推定されたことから、一般ほ場において、減収限界食害葉率を見定める時期はこの頃と考えられた。

4) 切葉率と精玄米重の関係には、 $y = 24.86 + 0.19x - 0.01x^2 + 0.000056x^3$ ($r^2 = 0.55$) の曲線回帰式が比較的適合していた。この式から、減収限界切葉率は約50%と推定された。

5) 切葉に基づく減収は穂数の減少に起因しており、イネゾウムシの食害による減収は穂数の減少に起因すると推察された。

引 用 文 献

- 橋本庸三(1983) イネクビホソハムシの被害解析 I. 加害量と被害量. 北海道農試集報 51: 55—60.
- 城所 隆・桐谷圭治(1982) 被害許容水準と防除戦略(I) EILの定義とその展開. 植物防疫 36: 5—10.
- 小嶋昭雄・小野塚 清・江村一雄(1981) イネゾウムシの本田初期加害による水稻の被害. 新潟農試研報 30: 19—26.
- 齊藤 満(1977) イネドロオイムシの被害解析. 冷害年の被害が収量に及ぼす影響. 北日本病害虫研究会報 28: 79.