

## 南九州における水稲低農薬栽培に関する生産生態学的研究

### 1. 普通期水稲作における海外飛来性害虫の発消長と水稲被害

中釜明紀・松元里志・日高あゆみ\*・日高義継\*\*・増田弥生\*\*\*

(1997年9月20日受理)

## Ecological Studies on the Productivity of Rice Plant under Low Pesticide Condition in Southern Kyushu

### 1. Seasonal Prevalence of Immigrant Insect Pests and Damage to Rice Plant in Normal Season Cultivation of Rice Plant

Akinori NAKAGAMA, Satosi MATSUMOTO, Ayumi HIDAKA\*,  
Yoshitsugu HIDAKA\*\* and Yayoi MASUDA\*\*\*

## 緒 言

農産物の自由化が進行し、その内外価格差が顕在化するとともに、農業生産にともなう環境負荷の増大が指摘されるなかで、耕地生態系における農業の環境保全的発展が求められている<sup>6)</sup>。これを追求して低投入型生産を構築することは、食糧の安全性を確保するとともに生産コスト低減を実現し、農業の対外競争力を高めることにも結びつくものと考えられる。低投入型生産を実現するためには、生態的総合防除体系の確立と肥料投入量を抑制するために作物の吸収率を高める研究<sup>6)</sup>の重要性が指摘されている。このことは、病虫害や雑草の発生が多く、水稲の養分吸収に後期凋落的傾向の強い南九州水稲作の持続的発展にとって基本的課題であるといえる。

本研究では、農薬の低投入条件下で病虫害の発消生態や水稲の収量性に及ぼす栽植密度と窒素施肥量の影響を明らかにして、南九州の普通期水稲作における低投入型生産を具体化するための条件を明らかにしようとするものである。

南九州は、セジロウシカ、トビイロウシカやコブノメイガなどの海外飛来性害虫が地理的に到達しやすい位置にある。南九州では、4月下旬から平年で5月上旬にウシカ類の初飛来が見られ、その後の飛来回数、飛来量とも他地域に比べて多い<sup>4)</sup>。南九州の普通期水稲では、その生育初中期が飛来量の多い時期に当たり、水稲の栄養生長に影響するが、定着性の強い害虫による生殖生長期から登熟期での被害も大きい。したがって、南九州の普通期水稲で低農薬栽培を実現するためには、

\* 現在、大口農林事務所

Present address; Okuchi Agricultural and Forestry Administration Office

\*\* 現在、福岡県農業共済組合連合会

Present address; Fukuoka Prefecture Agricultural Insurance Federation

\*\*\* 現在、加治木農業改良普及所

Present address; Kajiki Agricultural Improvement and Advisory Center

これら海外飛来性害虫への対策が大きな課題の一つである。これら害虫の飛来条件、発消長および被害様相を十分知るとともに、水稻収量と関連してその被害許容限界を明らかにする必要がある。

低投入栽培条件下で、海外飛来性害虫による被害が水稻収量に及ぼす影響については次報で検討する予定である。本報では、栽植密度と窒素施肥量の相違による海外飛来性害虫の発消長とそれらによる水稻被害の変化について報告する。

本研究を実施するに当たり、害虫調査全般にわたって鹿児島大学農学部生物生産学科教授櫛下町鉦敏博士および鹿児島県農業試験場病虫部田中 明部長（現鹿児島県農業試験場徳之島支場長）をはじめ研究員諸氏に種々の御指導をいただいた。ここに厚く謝意を表する。

### 材料および方法

実験は、1992年、1993年および1994年の3年間、鹿児島大学農学部附属農場水田で行った。

Table 1 に試験区の構成を示した。試験区は、3年とも同じで、窒素施肥量を少肥（N 0.5）、標肥（N 1.0）および多肥（N 1.5）の3水準、栽植密度を標準栽植密度（D 22）および疎植（D 11）の2水準とし、これらを組み合わせた6区を2反復とした。窒素は基肥と穂肥に2：1の割合で分施した。供試品種はヒノヒカリで、1992年では6月8日、1993年と1994年では6月7日にいずれも1株3本植えとした。低農薬条件として農薬使用は1回にとどめ、田植え後50日（1992年）、同30日（1993年、1994年）にバダン粒剤を散布した。一方、1993年と1994年では、水稻の生育収量に対する害虫被害を特定するために各処理条件に対応した防除区を設け、粒剤（アドマイヤー、バダン）を3から4回防除適期に施用した。

水稻の生育調査は、田植え後から出穂期まで7日または10日ごとに葉齢、草丈および分けつ数を調査し、栄養生長期、幼穂形成期および出穂期に葉面積と乾物重を測定した。また、収量は、収穫後に収量構成要素を調査して算出した。

ウンカ類の発消長に関する調査は、飛来直後に2回から4回、各処理区の30株について見取り法により成虫密度を調査した。それ以後では黒色粘着板（190×250mm）を使用して、5株連続払い落とし法で齢別幼虫および雌雄別成虫密度を7日から10日ごとに9月中旬から10月初旬まで調査し

第1表. 各試験区の10 a 当たり窒素施肥量とm<sup>2</sup>当たり栽植密度  
Table 1. Amount of nitrogen applied per 10 a and planting density per m<sup>2</sup> of rice plant in respective plot

区 Plot	窒素施肥量 Amount of nitrogen applied	栽植密度 Planting density
	(kg)	
N0.5/D22	3.0	22.2
N0.5/D11	3.0	11.1
N1.0/D22	6.0	22.2
N1.0/D11	6.0	11.1
N1.5/D22	9.0	22.2
N1.5/D11	9.0	11.1

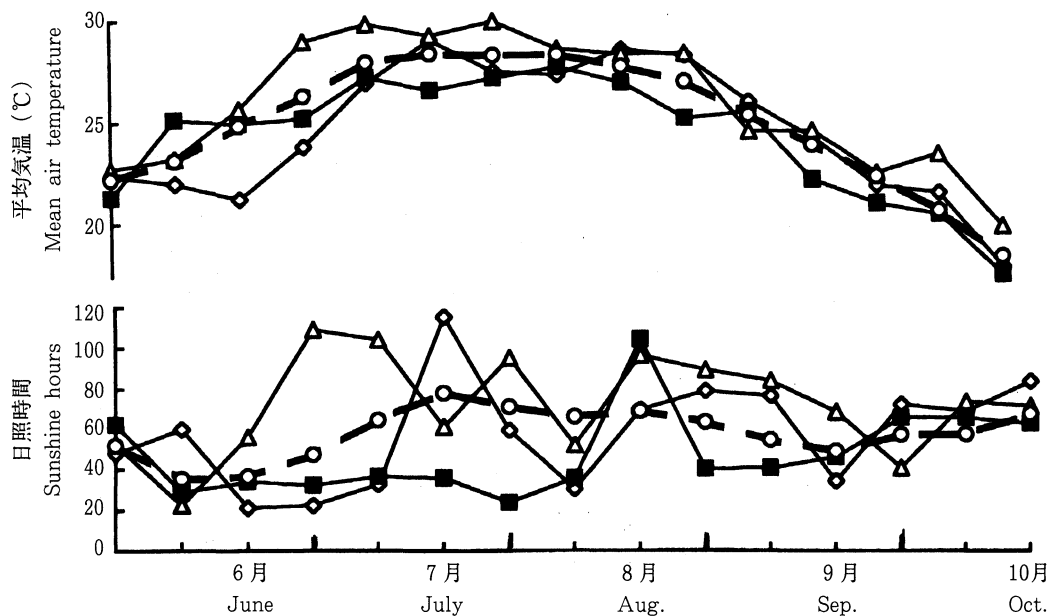
た。ただし、1992年の調査は8月上旬までとした。

海外飛来性害虫の水稻生育に対する被害様相の調査は、セジロウンカとコブノメイガの顕著な発生に対応して、前者は1992年および後者は1993年に行った。セジロウンカによる被害は、1992年にその飛来時期（7/10）と幼虫増殖期（7/20）の2回、各区40株の全分けつについて分けつごとの被害程度を6段階（0：被害なし、1：葉鞘の1/2以下が産卵痕および吸汁痕で褐変、2：同1/2程度褐変、3：同1/2以上褐変、5：葉鞘、葉身ともに褐変、6：枯死）で評価した。コブノメイガによる水稻葉に対する被害は、1993年8月14日に各区10株について全葉数と被害葉数を調査して被害葉率を算出した。

## 結 果

### 気象条件の特徴と水稻生育の概要

Fig. 1 に3年間における実験期間中の平均気温と日照時間の推移を平年値とともに示した。1992年では、6月初中旬（水稻分けつ初期）から7月中旬（幼穂形成期前）まで日照不足と低温であった。その後日照条件は改善され、気温は平年並みに推移した。1993年は全国的な異常気象の年で、6月中下旬（分けつ中期）から8月下旬（出穂期）まで明らかな日照不足と低温であった。日照条件は一時的に回復したが、その後も登熟期間中を通して低温、寡照に経過した。一方、1994年では、実験期間中を通じて高温多照に推移した。

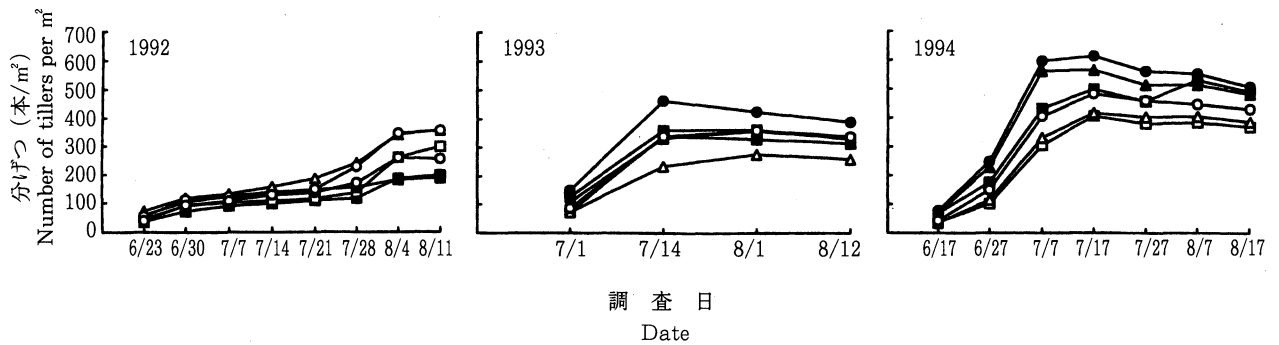


第1図. 旬別平均気温と日照時間の変化。

Fig. 1. Changes in mean air temperature and sunshine hour in every 10 days.

—◇— : 1992年      —■— : 1993年      —△— : 1994年      - - ○ - - : 平年値  
Normal value

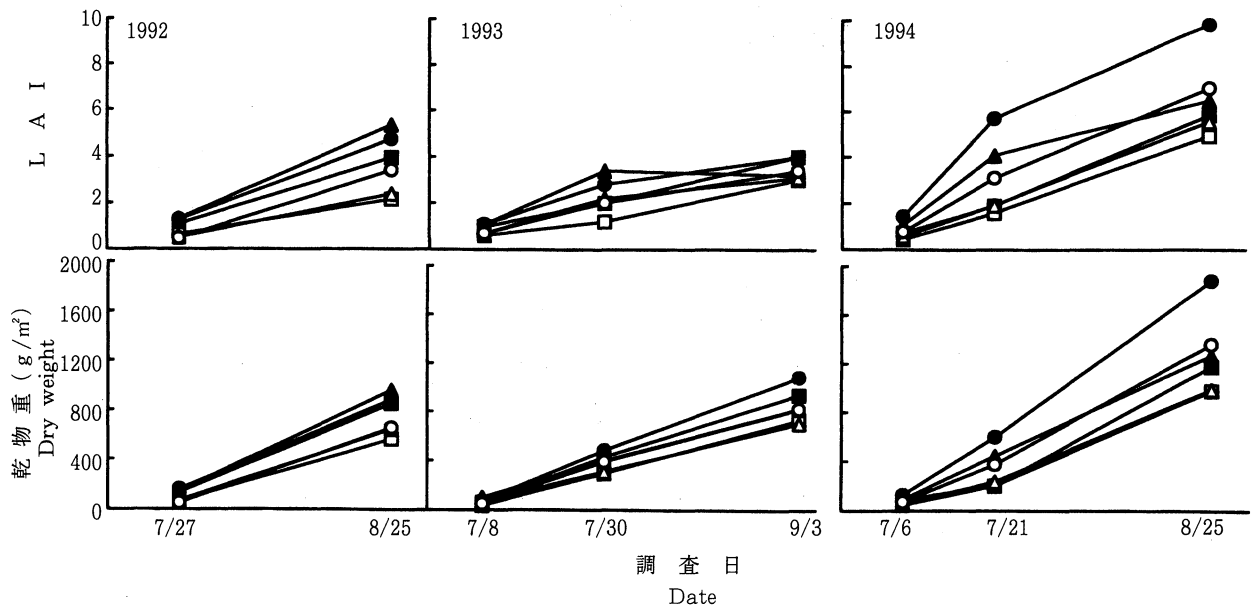
Fig. 2 に各年次の水稻の分けつ数の推移を, Fig. 3 に葉面積指数と乾物重の推移をそれぞれ示した. 各年次の水稻の生育は, 気象条件の特徴をよく反映したものであった. 高温多照に経過した1994年では, 窒素施肥量に応じて旺盛な茎数増加が見られ, 特に幼穂形成期(7/21)から出穂期(8/25)の多肥標準植のN1.5/D22区の乾物増加と葉面積拡大は大きかった. 一方, 疎植条件でも多肥では標準植N1.0区と大差ない生育量であった. 1992年では, 初中期の分けつ増加は明らかに抑制され, 日照条件の改善にともない分けつ後期から高次分けつの増加が見られた. しかし, 幼穂形成期(7/27)から出穂期(8/25)の乾物増加と葉面積拡大は全般的に1994年に比べて劣り, な



第2図. 水稻の分けつ数の推移.

Fig. 2. Changes in number of tiller.

—■— : N0.5/D22      —□— : N0.5/D11      —▲— : N1.0/D22  
 —△— : N1.0/D11      —●— : N1.5/D22      —○— : N1.5/D11



第3図. 水稻のLAIと乾物重の推移.

Fig. 3. Changes in LAI and dry weight of rice plant.

記号は第2図に同じ.

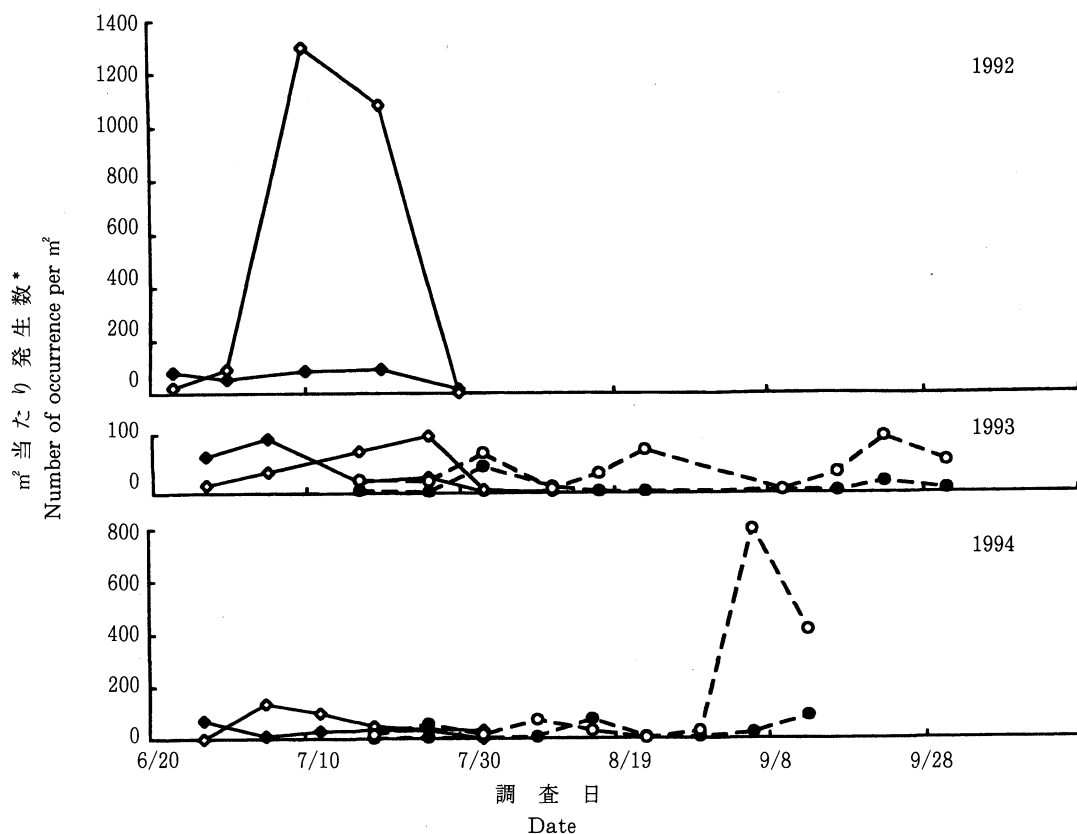
Symbols are the same as those in Fig. 2.

かでも疎植条件のD11区の分けつ増加には標準植のD22区との密度間差が明らかであった。1993年では、栄養生长期間を通じて茎数増加は抑えられ、幼穂形成期（7/30）から出穂期（9/3）の乾物重と葉面積も全般的に抑制された。

#### 海外飛来性害虫の発消長と水稻被害

Fig. 4 に実験期間中におけるセジロウンカとトビイロウンカの発消長を示した。ウンカ類の飛来回数は把握できなかったが、顕著な飛来は、6月中旬（1992年，1993年）と6月下旬（1994年）であった。1994年の飛来成虫は、1992年，1993年に比べて少なく、飛来次世代のセジロウンカ幼虫の発生量は低く推移した。一方、1992年，1993年におけるセジロウンカの飛来成虫量に年次間の大きな差はなかったが、1993年の幼虫発生のピークが7月下旬でその発生量が少なかったのに対して、1992年では7月中旬に幼虫が大量発生した。

トビイロウンカの飛来成虫量は、1993年，1994年ともセジロウンカのそれに比べてきわめて少なかった。しかし、いずれの年も8月初旬以降でセジロウンカの発生が見られなくなったのに対して、



第4図. 水稻生育期間中におけるセジロウンカとトビイロウンカの発消長。

Fig. 4. Seasonal prevalence of white back planthopper (*Sogatia furcifera* Horváta) and brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) in growing period of rice plant.

\*: 発生数は供試6区の平均値。

Number of occurrence is mean value of 6 plots tested.

- ◆— : セジロウンカ (成虫)                      —◇— : セジロウンカ (幼虫)
- White back planthopper (adult)                      White back planthopper (larvae)
- : トビイロウンカ (成虫)                      ---○--- : トビイロウンカ (幼虫)
- Brown planthopper (adult)                              Brown planthopper (larvae)

トビイロウンカは7月下旬から8月にかけて1回(1994年)から2回(1993年)小規模の幼虫発生が見られ、9月に明らかな発生量の増加が認められた。この9月の幼虫発生量は、1994年では初旬に大量発生したが、1993年では9月下旬に比較的小規模の増加にとどまった。Table 2 にセジロウンカの飛来成虫の発生数を示した。1992年の性比で雌の比率が概して高く、1994年にはN1.5区の雄成虫の飛来数が多かった。しかし、成虫の雌、雄ともにその飛来量に窒素施肥量、栽植密度の相違による一定の傾向は認められなかった。

Table 3 にセジロウンカの第1世代幼虫の発生量を示した。大量発生した1992年の幼虫発生量に

第2表. 水稻の栽植密度と窒素施肥量の相違によるm<sup>2</sup>当たりセジロウンカ飛来成虫数の変化

Table 2. Changes in number of occurrence in adult white back planthopper per m<sup>2</sup> immigrated according to differences of planting density and amount of nitrogen applied to rice plant

区 Plot	1992* <sup>1</sup>		1993* <sup>2</sup>		1994* <sup>3</sup>	
	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male
N0.5/D22	28.1(50.0)	28.1	21.0(38.7)	33.2	30.2(55.3)	24.4
N0.5/D11	84.4(63.4)	48.8	67.0(46.4)	77.4	25.2(56.6)	19.3
N1.0/D22	31.1(60.0)	20.7	29.9(44.2)	37.7	43.1(58.7)	30.4
N1.0/D11	81.4(71.4)	32.6	71.9(51.7)	67.2	17.4(48.5)	18.5
N1.5/D22	44.4(85.7)	7.4	49.8(60.4)	32.6	56.4(48.8)	59.1
N1.5/D11	62.2(63.7)	35.5	32.8(53.1)	29.0	43.0(48.6)	45.5

( )内の数字は性比(%)。

Values in parenthesis indicate the sex ratio.

\*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup>, \*<sup>3</sup>: 1992年, 1993年および1994年の調査日は, それぞれ7月10日, 7月15日および6月27日であった。

Investigations were carried out on July 10 in 1992, July 5 in 1993 and June 27 in 1994, respectively.

第3表. 水稻の栽植密度と窒素施肥量の相違によるm<sup>2</sup>当たりセジロウンカ幼虫の発生数の変化

Table 3. Changes in number of occurrence in larvae of white back planthopper per m<sup>2</sup> according to differences of planting density and amount of nitrogen applied to rice plant

区 Plot	1992* <sup>1</sup>	1993* <sup>2</sup>	1994* <sup>3</sup>
N0.5/D22	461.8 <sup>b</sup>	159.8	95.5
N0.5/D11	723.7 <sup>b</sup>	206.5	81.0
N1.0/D22	725.2 <sup>b</sup>	53.3	175.4
N1.0/D11	1240.2 <sup>ab</sup>	54.4	71.1
N1.5/D22	1549.6 <sup>a</sup>	375.3	77.7
N1.5/D11	1773.0 <sup>a</sup>	81.0	81.1

肩書きした異なる文字間には, 5%水準の有意差があることを示す。

Different subscript letters denote significance at 5% level.

\*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup>, \*<sup>3</sup>: 1992年, 1993年および1994年の調査日は, それぞれ7月20日, 7月17日および7月19日であった。

Investigations were carried out on July 20 in 1992, July 17 in 1993 and July 19 in 1994, respectively.

第4表. 水稻の栽植密度と窒素施肥量の相違によるトビイロウンカの増殖期におけるm<sup>2</sup>当たり幼虫発生数の変化

Table 4. Changes in number of occurrence per m<sup>2</sup> of brown planthopper in multiplication stage according to difference of planting density and amount of nitrogen applied to rice plant

区 Plot	1993* <sup>1</sup>		1994* <sup>2</sup>	
	成虫 Adult	幼虫 Larvae	成虫 Adult	幼虫 Larvae
N0.5/D22	22.2	157.6	11.1	794.8
N0.5/D11	17.8	133.2	8.9	489.5
N1.0/D22	26.6	144.3	22.2	761.5
N1.0/D11	13.3	73.3	4.4	102.1
N1.5/D22	22.2	37.7	79.9	1978.0
N1.5/D11	12.2	28.9	12.2	666.0

\*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup>: 1993および1994年の調査日は、それぞれ9月23日, 9月6日.

Investigations were carried out on September 23 in 1993 and September 6 in 1994, respectively.

窒素施肥量による差が明らかで、N1.5区の発生量は多かった。しかし、小規模の増殖にとどまった1993年と1994年の幼虫発生数には栽植密度間、窒素施肥量間ともに有意差はなかった。

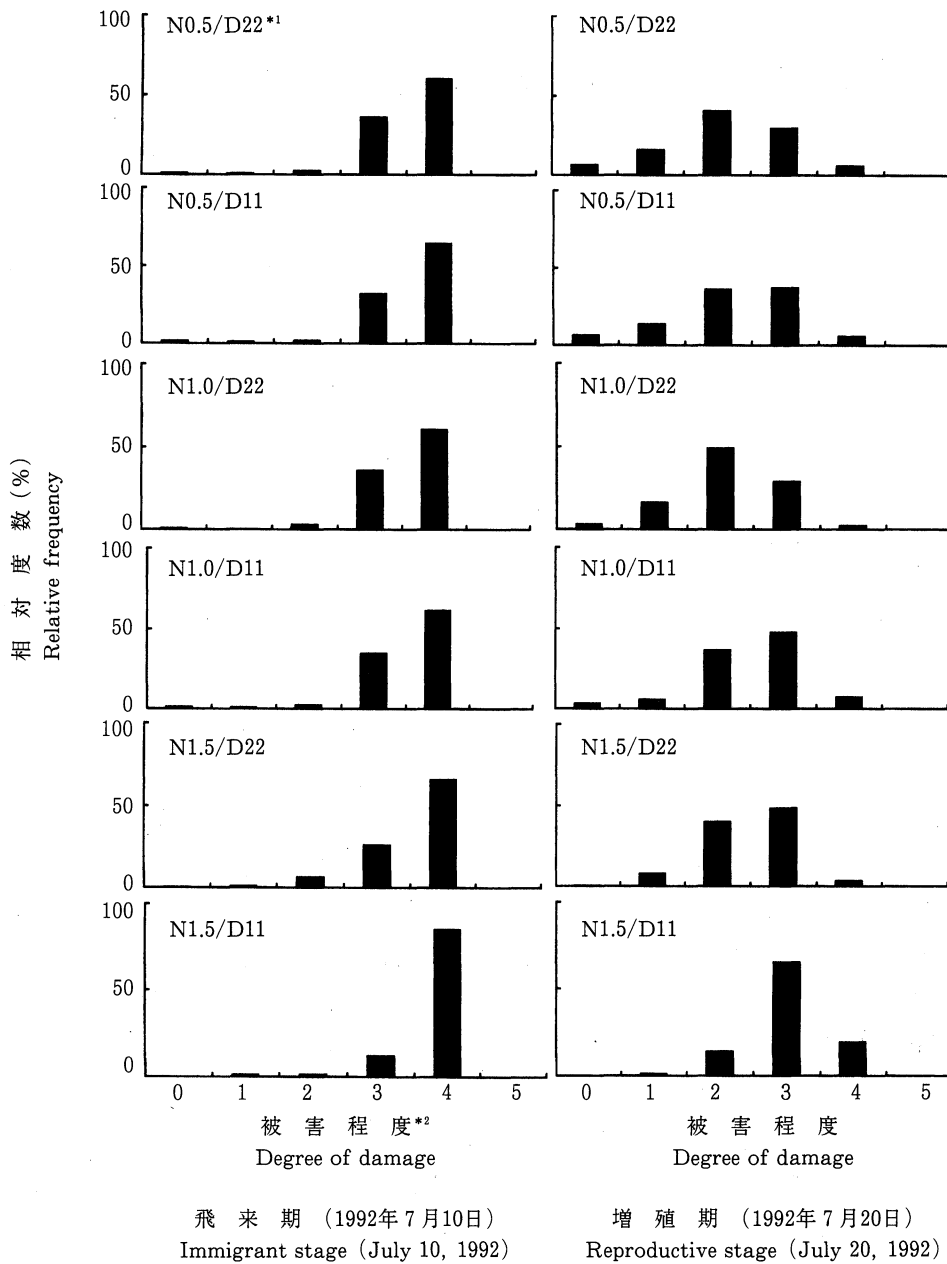
Table 4に1993年と1994年におけるトビイロウンカの幼虫増殖期の発生量を示した。大量発生した1994年の幼虫発生密度は、疎植よりも標準植で、また多肥になるほど、高くなる傾向を示した。しかし、この時期のトビイロウンカは試験圃場で局部的に偏在したため、区間の幼虫発生量の変動が大きく、この傾向の明確な区間差は得られなかった。

Fig. 5に1992年の飛来期と増殖期におけるセジロウンカによる水稻の被害様相を示した。セジロウンカによる水稻被害は、飛来成虫による被害が大きく、全区で、被害程度4の産卵痕および吸汁痕の褐変が葉鞘から葉身にまで及ぶ分げつが1株全茎の60%以上を占めた。区間では多肥区で疎植条件での被害が明らかに大きく、N1.5/D11で80%、ついでN1.5/D22の70%であった。増殖期の水稲被害の程度は、新しい分げつの発生による被害分散によって、飛来期に比べて低下したが、多肥区で疎植ほど被害が大きい傾向はさらに明確であった。すなわち、葉鞘の1/2以上が褐変(被害程度3)した分げつの割合はN1.5/D11>N1.5/D22>N1.0/D11の順に高く、他の区では褐変が1/2以下(被害程度2)の分げつが多かった。

Fig. 6に1993年におけるコブノメイガによる水稻葉の被害率を示した。被害葉率は、少肥条件のN0.5区で明らかに低かった。

## 考 察

九州におけるウンカ類の飛来は、おおむね6月中旬から始まり、6月下旬から7月上旬が最盛期で、その飛来量は、著しく不連続的で、突発的な年次変動を示し、6から7月の平均雨量との間に相関が認められない<sup>8)</sup>。本実験でのウンカ類の発生消長調査における飛来時期は、上記の九州にお



第5図. 飛来期と増殖期のセジロウンカによる水稻被害の窒素施肥量と栽植密度の差異による変化 (1992年).

Fig. 5. Changes in damage of rice plant caused by white back planthopper in its immigrant and reproductive stages according to differences of amount of nitrogen applied and plant density (1992).

\*1: 第1表を参照.

Refer to Table 1.

\*2: 各区の40株の全茎をセジロウンカの産卵と吸汁による褐変の程度で次の6段階に分けた.

Every tillers in 40 hills of rice plant in the respective plot were classified into the following 6 gradations according to the rate of browning caused by egg lying and sucking of white back planthopper.

- |  |   |
|--|---|
| 0: 被害なし<br>Non damage  | 1: 葉鞘の1/2以下が褐変<br>Browning in less than one half of leaf sheath |
| 2: 葉鞘の1/2が褐変<br>Browning in one half of leaf sheath          | 3: 葉鞘の1/2以上が褐変<br>Browning more over one half of leaf sheath    |
| 4: 葉鞘, 葉身とも褐変<br>Browning in both leaf sheath and leaf blade | 5: 枯死<br>Death  |



