

## 自然農法田と慣行農法田におけるトビイロウンカ による被害の比較

杉本 毅・桜谷保之・山下美智代\*

Hopperburn Occurrence in Both Paddy Fields Applied  
neither Fertilizer nor Pesticide  
and Applied Them Conventionally

Tuyosi SUGIMOTO, Yasuyuki SAKURATANI and Michiyo YAMASHITA\*

### Synopsis

In mid September in 1982 and 1983 the hopperburn by the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (STÅL) occurred in many paddy fields in Iwakura, Kyoto city. We compared the degree of the hopperburn occurrence in the paddy fields applied neither of fertilizer and pesticide for more than ten years with that in neighbouring ones applied them conventionally. Hopperburn scarcely occurred in the former fields. Such a difference between these two kinds of paddy fields might be ascribed to two density-suppressing factors; the larger tolerance to feeding by the brown planthopper of the rice plants grown in the former fields and the greater predation by spiders living with higher densities in those fields.

### I 緒 言

わが国の稲作農業は、増収を至上として多量の肥料と農薬を用いることにより推進されてきた。その結果、この80年間に単位面積あたり収量が倍増したといわれている<sup>1)</sup>。しかしそのかげに種々の弊害が派生したことは周知のとおりである。他方、極一部ではあるが、宗教的信念に依拠してこれとは全く相反する自然農法が営まれてきた<sup>2)</sup>。近年、本学農学部では、両農法を比較してより良い農業のあり方を探ろうと、「多肥多農薬農法と無施肥無農薬農法の得失に関する比較栽培学的研究」と題するプロジェクト研究が行われ一定の成果が得られた<sup>3)</sup>。ところでその研究の舞台となった自然農法田の一部が所在する京都市岩倉地区で、1982年と1983年にトビイロウンカによる坪枯れが発生した。そこで同地区における自然農法田と慣行農法田における被害発生状況を

調査、比較し、その結果を上記の研究成果を踏まえて検討し、若干の知見を得たので報告する。

本文に先立ち、本研究の機会を与えて下さった本学農学部長谷川浩、竹内史郎両教授に厚くお礼を申し上げる。また、本調査に際し献身的にご協力下さった多田光行師とそこご一門の皆様、さらに標本の採取、整理に協力してくれた本学昆虫学研究室専攻生諸氏に心からお礼を申し上げる。

### II 調査方法

調査は、京都市岩倉中町と同坂原に所在する自然農法田とその近隣の慣行農法田で行なった (Fig. 1)。前者は平坦地であって市街化が進みつつあり、灌漑水は家庭排水の影響をかなり受けていた。後者は谷あいの緩斜面にあつて、谷川から取水していた。中町地区の自然農法田の多くでは、14年間、坂原地

区のそれでは11年間継続して自然農法が営まれてきた。すなわち永年にわたって肥料や農薬が一切用いられず、収穫後の稲ワラも水田に還元されず、また

除草はすべて人手で行なわれてきた。両地区の自然農法田の立地については竹内らの報告<sup>4)</sup>に詳しい\*。

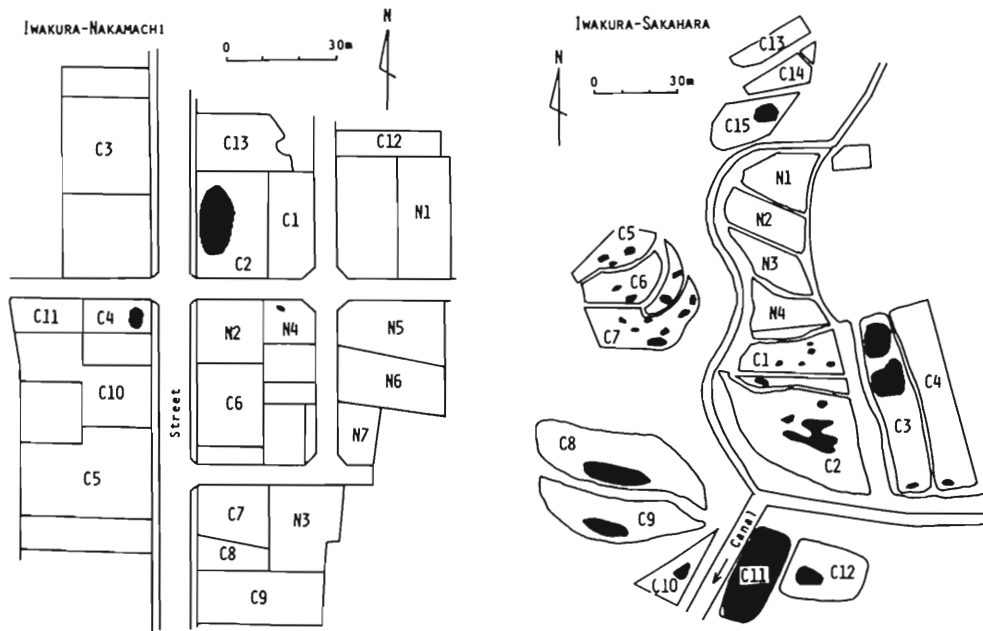


Fig. 1. Sketches of paddy fields applied none of fertilizer and pesticide for more than ten years(N) and those applied them conventionally(C) in Iwakura-Nakamachi and Sakahara in 1982. The symbol in each paddy field corresponds to that shown in Table 1. Black areas show the position and the size of hopperburn occurred in paddy fields. The researched paddy fields in Iwakura-Nakamachi were surrounded densely with houses and those in Iwakura-Sakahara were located on the easy slope in the small valley.

1982年9月24日と1983年9月23日に調査地区の水田におけるトビウカによる坪枯れの発生状況を見取り調査した (Fig. 1)。さらに1982年には、中町地区では自然農法田から N1 と N3、慣行農法田から坪枯れの発生した C2 と C4、他方坂原地区では同様に N2 と N4、C5 と C7 の水田をそれぞれ選び、それらの水田に生息していたウカ類やその有力天敵のクモ類などの密度をすくい取り法によって推定した。すくい取りには直径30cmの硬いフレームのナイロン捕虫網を用い、20回すくいを1標本単位として各水田で5単位ずつ抽出した。ただし、慣行農法田では坪枯れ部分から1m以上離れてすくい取っ

た。後日、慣行農法田における施肥と農薬散布の状況を当該農家から聞き取り調査した。

### III 結 果

#### 坪枯れ発生状況の比較

岩倉中町地区には、民家に囲まれて自然農法田7筆と慣行農法田13筆が配置していた (Fig. 1)。1982年に慣行農法田として扱った水田では、C13およびウカ多発後坪枯れ防止のために農薬が散布されたC6~9のほかは、施肥はされても農薬散布はされなかった(ただし、C11ではこの年にかぎり施肥もされなかった) (Table 1)。慣行農法田のうち2筆でかな

\* 竹内らの報告<sup>4)</sup>のE-B田、I-C田は本報告の岩倉中町と岩倉坂原のN1田 (Fig. 1) にそれぞれ相当する。

Table 1. Agricultural practice in paddy fields applied none of fertilizer and pesticide for more than ten years(N) and in those applied them conventionally(C) in Iwakura-Nakamachi and -Sakahara in 1982.

Paddy field	Variety of rice plants grown	Manuring	Pesticide application		
			Insecticide	Fungicide	Herbicide
Iwakura-Nakamachi					
N1-3	Beniasahi	*	*	*	*
N4	Nihonbare	*	*	*	*
N5-6	Beniasahi	*	*	*	*
N7	Mochi	*	*	*	*
C1-3, 5	Nihonbare	Before tp.: C.F.	*	*	*
C4	Mochi	Before tp.: S.L.	*	*	*
C6-8	Nihonbare	Before tp.: C.F.+O.F. After tp.: S.L.	Mid Sept.: Edifenphos・Fenthion		*
C9	Wakaba	Before tp.: C.F.	Mid Sept.: Edifenphos・Fenthion		Before tp.: Oxadiazon
C10	Beniasahi	Before tp.: O.F.	*	*	*
C11	Mochi	*	*	*	*
C12	Mochi	Before tp.: C.F. Aug.: C.F.	*	*	*
C13	Minenishiki	Before tp.: C.F.+O.F. At tp.: C.F.+O.F.	June: Phenthiolate Aug.: Phenthiolate	*	*
Iwakura-Sakahara					
N1-2	Mochi	*	*	*	*
N3-4	Asahi 4	*	*	*	*
C1-2	Nihonbare	Before tp.: S.L.+C.F. At tp.: C.F. July: C.F.	Late May: Propoxur Mid Sept.: ?	Mid July: Kasugamycin	Before tp.: Oxadiazon
C3-4	Ohzora	Before tp.: C.F. Just before tp.: C.F. After tp.: C.F.	Late May: Propoxur Before heading: ? After flowering: ? Mid Sept.: Edifenphos・Fenthion	?	Before tp.: ? Mid June: Molinate・Symetryne
C5-7	Nihonbare	Before tp.: C.F.	Late May: Propoxur Mid Sept.: Edifenphos・Fenthion		Mid May: Chlonethoxynil
C8	Mochi	Before tp.: S.L.+O.F. +C.F.	Late May: Propoxur		Before tp.: Oxadiazon
C9-12	Mihonishiki		Mid Sept.: Edifenphos・Fenthion		Early June: Molinate・Symetryne Late June: 2, 4-D, Bentazon
C13-15	Takachiho	Before tp.: O.F.+S.L. At tp.: C.F.	Late May: Propoxur Mid Sept.: Edifenphos・Fenthion		Before tp.: ?

C.F.: Chemical fertilizer, O.F.: Organic fertilizer, S.L.: Slack lime, tp.: Transplanting. \*: Not applied. ?: The name of fertilizer or pesticide applied could not be confirmed.

Mochi is the general term for the varieties of glutinous rice plant.

りひどい坪枯れが起こった (Fig. 1, Plate II-3). 他方、自然農法田では、自然農法開始後5~6年を経た水田 N4 で坪枯れの初期症状が見られたほかは (Plate II-1)\*, 坪枯れの徴候は全く認められなかつ

た (Plate I-1, 2). 1983年にはこの地区では両農法田とも坪枯れが全く認められなかった. 一方、坂原地区では緩斜面に沿って4筆の自然農法田が続いて並び、それらを取り囲むように慣行農法田が配置し

\*水田 N4 では本調査以後刈り取りまでの約半月間に、坪枯れは段階 II (Table 2) 以上に進まなかつた.

ていた (Fig. 1)。この地区の慣行農法田では、1982年には肥料と農薬が一通り使用され (Table 1)、1983年もほぼ同様であった。1982年にはほとんどすべての慣行農法田で坪枯れが発生し、なかには潰滅に近い水田すらあった (Plate II-4~6)。すべての水田で坪枯れ発生後 (9月中旬) 農薬が散布されたが (Table 1)、坪枯れ防止には手遅れで、急速刈り取られた水田も散見された。1983年にはこの地区の慣行農法田のうち C1~4, 6と7で前年に続いてトビイロウンカによる坪枯れが起こった。

以上の調査結果から、調査水田をトビイロウンカによる被害程度に応じて、つぎの4段階に便宜上分類して Table 2 にまとめた。ただし1983年については調査時にすでに刈り取られていた C11, 12の両田を除外した。I: 坪枯れが全く認められなかった (Plate I)。II: 水田内の1ヶ所で坪枯れの初期症状 (イネ変色) が認められた (Plate II-1)。III: 水田内の数ヶ所で坪枯れが同時に発生した (Plate II-2)。IV: 坪枯れが多発し、かなりの面積にわたってイネが枯死した (Plate II-3~6)。両農法田の間で坪枯れ

の起こりやすさに有意差があるかどうか知るため、Table 2 を坪枯れが起こったか否かに関して  $2 \times 2$  分割表としてまとめ直したのち、両農法田における坪枯れの母出現確率をフィッシャーの直接確率計算法<sup>5)</sup>によって比較した。ただし、検定に当たっては、栽培品種<sup>\*</sup>、水田面積その他の条件のちがいを無視した。検定の結果、慣行農法田で坪枯れが起こりやすいという判断が誤りである危険率  $\alpha$  は、坂原地区については1982年に0.4%、1983年に14%弱であったので (Table 2)、坪枯れが慣行農法田で多発したとってよからう。一方、1982年に坪枯れが少しだけ発生した中町地区では危険率  $\alpha$  が極めて高かったので、坪枯れの起こりやすさには両農法田の間で統計学上差がなかったといえる。ただし、この地区の水田 C6~9 では坪枯れ防止のため9月中旬に農薬が散布されたこと (Table 1)、さらに調査後間もなく刈り取られた C10 では調査時にウンカ密度が大へん高かったことなどから推して、そのまま放置されていればこれらの水田のいくつかでも坪枯れが起こったと思われる。以上の点を勘案すれば、これら

Table 2. Frequency distributions of the degrees of hopperburn in paddy fields applied none of fertilizer and pesticide for more than ten years (N) and those applied them conventionally (C) in Iwakura-Nakamachi and Sakahara.

Type of paddy fields	Degrees of hopperburn					Risk ( $\alpha$ )		
	I	II	III	IV	Total			
Iwakura-Nakamachi 1982	N	6	1	0	0	7	0.730	
	C	11	0	1	1	13		
Iwakura-Sakahara	1982	N	4	0	0	4	0.004	
		C	2	0	8	5		15
	1983	N	4	0	0	0	4	0.139
		C	7	2	4	0	13	

Degrees of hopperburn I: No hopperburn occurred per paddy field. II: Hopperburn in early stage occurred in one spot per paddy field. III: Hopperburn occurred in some spots per paddy field. IV: Hopperburn occurred in several spots per paddy field, which let to the death of rice plants in a large area.

\* 日本イネの品種はほとんどすべてトビイロウンカに対して感受性といわれている。

2地区の自然農法田では慣行農法田に比べて坪枯れが起こりにくかったといえよう。

#### ウンカ類とクモ類密度の比較

本研究ではすくい取り法によって調査したので、徘徊性クモ類などすくい取りにくいグループの密度は過小推定となっているが、相対密度を論じるかぎり支障なかろう。Table 3によると、両地区の自然農法田と慣行農法田では、ウンカ、ヨコバイ類などの半翅目と双翅目が圧倒的に優占した。なお、両地区ともに自然農法田で劣勢なグループの割合が少々高かったので、その群集は構造上多少複雑といえよう。ところでウンカ・ヨコバイ類の重要な天敵であるクモ類<sup>27)</sup>は両地区ともに自然農法田で3~4倍多かった。他方、ウンカ類は中町地区では慣行農法田で有意に多かったが、坂原地区では逆に少なかった。坂原地区におけるこの逆転はつぎの理由によると思われる。坪枯れ多発のためC1, 2 (Fig. 1)で調査数日前に刈り取りが行われたので、そこに生息していた多くのウンカ類が隣接する自然農法田に移入したと考えられること、さらに調査した慣行農法田C5, 7で坪枯れ発生のため9月中旬に農薬が散布されウンカ密度が低く抑えられたことである。ただし、これらの自然農法田ではウンカが多数いたにもかかわらず、調査から収穫(10月13日)までの約3週間に坪枯れは全く起こらなかつた。なお、すでに

のべたように、慣行農法田では坪枯れ部分から1 m以上離れてすくい取ったので、Table 3に示したウンカ密度は水田全体を通した平均密度より過小に推定されている。

#### IV 考 察

自然農法田でトビイロウンカによる坪枯れが起こりにくいかどうか疫学的に検討するには、自然農法田の事例があまりに少ない。しかし、今回調査した2地区の状況に加えて、京都市山科の市街地に所在する自然農法田で坪枯れが全く認められなかつたのに、その極近くの慣行農法田で被害程度IIIに相当する坪枯れが見られたことなどを勘案すると、一般に自然農法田で坪枯れが起こりにくいと見なして差しつかえなからう。

ところで、移動性に乏しい短翅型個体を主体に増殖するトビイロウンカでは、7月頃飛来虫が水田に飛び込み定着すると、強い密度抑制要因の働きがないかぎり定着した株を中心に周辺のイネ株で吸汁加害しながら、急激に増殖する。その結果、3世代で局所的に極めて高い密度に達し、坪枯れが起こるといわれている<sup>10)</sup>。したがって坪枯れ不発の条件は、第1に7月頃に飛来虫の飛び込みがないこと、第2にたとえ飛び込んでも強い密度抑制要因の働きによってウンカ個体群の増殖が抑えられることであろう。本調査は、坪枯れ発生後に行なつたので初期におけ

Table 3. Average density of insects (with s.d.) per 20 strokes by the sweeping net in paddy fields applied none of fertilizer and pesticide for more than ten years(N) and those applied them conventionally(C) in Iwakura-Nakamachi and -Sakahara in 1982.

	Iwakura-Nakamachi		Iwakura-Sakahara	
	N	C	N	C
Planthoppers	31.4±21.5	<b>91.0±45.1</b>	<b>444.7±89.3</b>	49.5±31.4
Grasshoppers	460.4±341.8	346.9±221.9	509.0±246.1	812.8±351.4
Other Hemiptera	144.2±142.6	96.1±100.8	<b>605.7±542.5</b>	148.9±80.6
Diptera	150.6±92.9	125.4±75.6	60.2±39.9	<b>246.0±135.6</b>
Hymenoptera	<b>23.8±13.5</b>	10.0±10.1	34.7±39.3	14.0±13.7
Other insects	<b>10.9±6.4</b>	4.4±2.5	<b>16.3±12.7</b>	3.6±3.7
Spiders	<b>19.8±15.0</b>	5.6±2.8	<b>35.9±15.0</b>	12.3±6.0

The bold-faced numerals show that insects were significantly more at 0.05 than in the other kind of paddy fields.

A large part of planthoppers was brown planthoppers, *Nilaparvata lugens*.

るウンカの飛び込みの有無を知る由もないが、飛び込みは多分に受動的かつ偶然的といわれている<sup>11)</sup>ので、気流に関連して地形などの影響が大きいと考えられる。調査した2地区の両農法田の周囲の地形をそれぞれ比較し、併せて山科地区の両農法田の地形も比較すると、目立つほどの差がなかったので飛び込みの難易にも同様に差がなかったと考えられる。ただし、この点についてはさらに検討を要する。つぎに、水田のウンカ・ヨコバイ類の密度抑制要因としてクモ類、特にキクズキコモリグモが重要な働きをするといわれている<sup>6,7,9,10)</sup>。本調査によると、両地区とも自然農法田に比べて慣行農法田でクモ類の密度がかなり低かった (Table 3)。これは坂原地区については農薬散布の影響とも解釈できるが、農薬散布されなかった中町地区については原因不明である。ところで、このように自然農法田において高い密度に達したクモ類が、ウンカ類の密度を現実にもどの程度抑制したのか議論するには只今のところ資料が乏しいが、クモ類はウンカ類だけでなくヨコバイ類も好んで捕食するので<sup>11)</sup>、クモ類の捕食によって中町地区の自然農法田におけるウンカ類の密度が低く抑えられたと仮定すると、ヨコバイ類の密度も同様に低くてよいはずなのにこちらは慣行農法田と同程度に高い密度であった (Table 3)。したがって、自然農法田におけるウンカ類の低密度の根拠として、ただちにクモ類の捕食圧を引き合いに出すのは無理であろう。ところで、窒素欠乏のイネ上ではトビロウカ吸汁量が著しく減少し、その結果として蔵卵数も減少するといわれている<sup>12)</sup>。それは、吸汁促進作用をもつ遊離アミノ酸類が窒素欠乏イネで失われるためのものである<sup>13,14)</sup>。他方、自然農法田で育ったイネの茎葉部のC/N比は慣行農法田で育ったイネの場合よりも高いことが分かっている<sup>15)</sup>。したがって、自然農法田で育った比較的窒素に乏しいイネは、トビロウカ吸汁活動に対してあまり好適でないかもしれない。さらに自然農法田で育ったイネの葉組織のケイ化細胞数は生育後期に増加することが認められている<sup>16)</sup>。ケイ化細胞の増加は組織の強剛性を高め、ウンカの吸汁活動を多少とも阻害するであろう。こうした物理的、化学的傾向を持つ自然農法田で育ったイネはウンカ類の吸汁活動に対して比較的不適であり、それ故に耐虫性が高いと考えられる。

以上から、飛び込み過程についてさらに検討を要するとはいえ、自然農法田に飛び込んだトビロウカはその後の増殖過程を通して、そこで育っ

たイネの比較的高い耐虫性、さらにその水田内で高密度を保って生息しているクモ類による大きな捕食圧という2つの密度抑制要因の働きを受けて、坪枯れを引き起こすほどの高い密度に達しなかったと推察できる。

## V 摘 要

1982年と1983年の秋に京都市岩倉地区の水田でトビロウカによる坪枯れが多発したので、同地区の2ヶ所に位置する自然農法田と慣行農法田における坪枯れの発生状況を調査、比較したところ、自然農法田で坪枯れが起りにくいことが分かった。その理由は、トビロウカによる吸汁・増殖に対する、自然農法田で育ったイネ自身の耐性とその水田に高密度で生息するクモ類による捕食圧という2つの密度抑制要因の働きによってウンカの増殖が抑えられたためであろうと推論した。

## 引用文献

- 1) 岸本良一：ウンカ海を渡る，229，中央公論社 (1978)
- 2) 杉野守・芦田馨：本誌，12，203～218 (1979)
- 3) 本誌，12，105～218 (1979)
- 4) 竹内史郎・奥村俊勝・長谷川浩：本誌，12，119～125 (1979)
- 5) 増山元三郎：少数例のまとめ方，775，竹内書店 (1964)
- 6) 川原幸夫・桐谷圭治・笹波隆文・中筋房夫・大熊千代子：四国植物防疫研究，4，33～44 (1969)
- 7) 川原幸夫・桐谷圭治・垣矢直俊：高知県農林技術研究所研究報告，6，7～22 (1974)
- 8) KUNO E. and N. HOKYO: *Res. Popul. Ecol.*, 12, 154～184 (1970)
- 9) SASABA T., K. KIRITANI and T. URABE: *Res. Popul. Ecol.*, 15, 9～22 (1973)
- 10) KIRITANI K. and N. KAKIYA: *Res. Popul. Ecol.*, 17, 29～38 (1975)
- 11) KIRITANI K., S. KAWAHARA, T. SASABA and F. NAKASUJI: *Res. Popul. Ecol.*, 13, 187～200 (1972)
- 12) 寒川一成：応動昆，14，101～106 (1970)
- 13) 寒川一成：同上，14，107 (1970)
- 14) 寒川一成：同上，16，1～7 (1972)
- 15) 柘植利久・松本貞義：本誌，12，171～188 (1979)
- 16) 平井篤造・木村喜八：本誌，12，190～201 (1979)

(昭和58年10月7日受理)



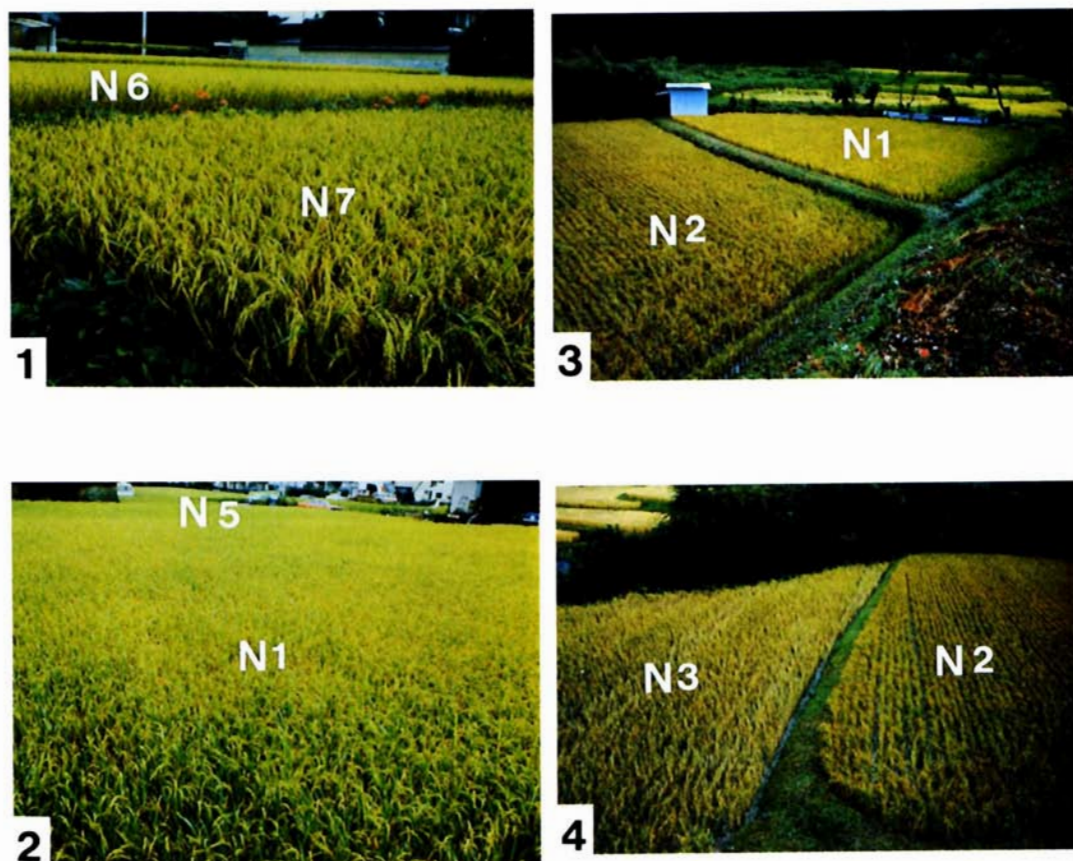


Plate I.

Degree of hopperburn I (No hopperburn by brown planthoppers), in the paddy fields applied none of fertilizer and pesticide for more than ten years in Iwakura-Nakamachi (1,2) and in Iwakura-Sakahara (3,4) in 1982. The symbols in each photograph correspond to those assigned to individual paddy fields in Table 1 and Fig. 1.



1



4



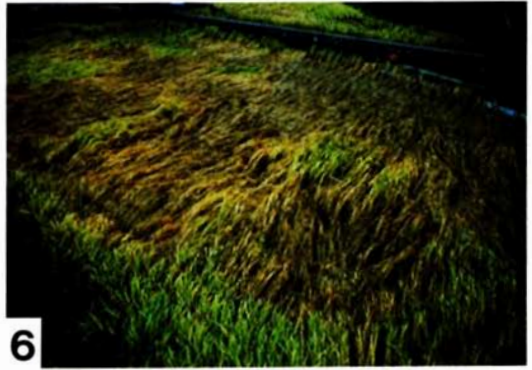
2



5



3



6

Plate II.

Various degrees of hopperburn by brown planthoppers in 1982 (cf. Table 2)

1 : Degree of hopperburn II, paddy field N4 in Iwakura-Nakamachi.

2 : Degree of hopperburn III, paddy field C5 in Iwakura-Sakahara.

3, 4, 5 and 6 : Degree of hopperburn IV, paddy fields C2 in Iwakura-Nakamachi, C3, C8 and C11 in Iwakura-Sakahara, respectively (cf. Table 1, Fig. 1).