

## イネミズゾウムシの生態に関する研究

小林 莊一

Soichi KOBAYASHI:

Ecological studies on the rice weevil, *Lissorhoptus oryzophilus* Kuschel

### 1. 北陸地域での発生状況

イネミズゾウムシ *Lissorhoptus oryzophilus* Kuschel は北アメリカ原産の害虫であり、1976年にわが国では初めて愛知県常滑市において発見された<sup>1)</sup>。本種はアメリカ合衆国のカリフォルニア州から侵入したと考えられ、輸入乾草に紛れてわが国へ侵入したと推定されているが、確証はない<sup>2)</sup>。1980年に長野県、福井県で、1982年には石川、富山、新潟各県で相次いで発見された<sup>3,8)</sup>。その後毎年全国的に分布地域を拡大し、初発見から10年後の1986年にはわが国47都道府県全部で発生するようになった<sup>10)</sup>。ここでは北陸地方及び長野県を中心にして、本種の生態に関する研究を紹介する。なお紙面の制限から、防除方法に関する研究については割愛した。

### 2 研究の状況—過去、現在—

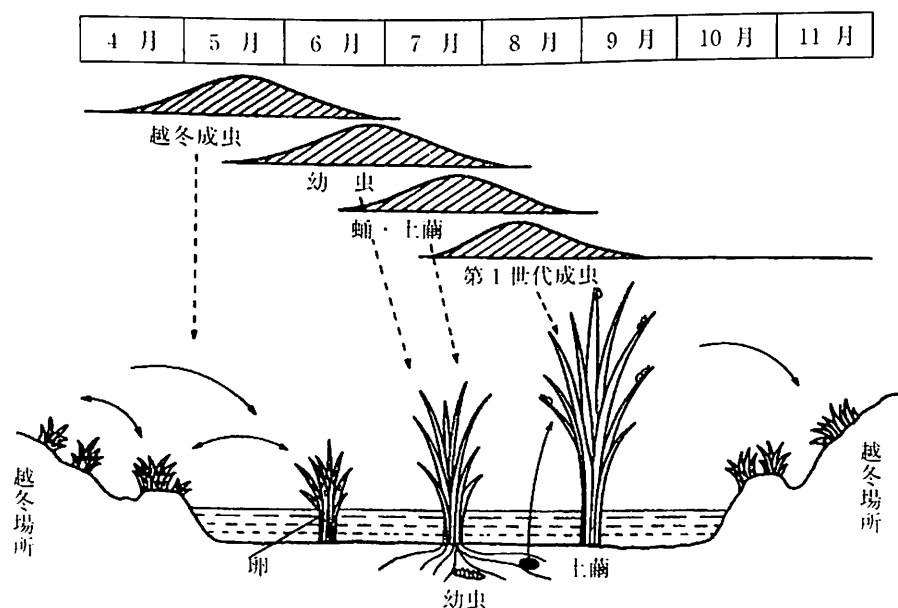
#### (1) 発生生態

北陸地方や長野県における本種の年間の発生経過を模式的に示すと第1図のようである。水田に隣接する山林や畦畔で越冬した成虫は4月中頃から活動を始め、イネ

科植物の新葉を食害する。田植えが始まると、越冬成虫は水田へ侵入し、イネの葉を食害する。産卵は5月上・中旬から始まり、30~60日間にわたる。ふ化幼虫は水中を沈降して土中に潜りイネの根を食害する。幼虫は4齢を経て土繭を作り蛹化する。第1世代成虫は7月中・下旬~8月上旬頃に最盛期となり、8月後半になると越冬地へ移動する。

本種の生活環は原則的には年1化であるが<sup>3,9,19)</sup>、わが国の西南暖地では温度条件によっては年2化できることが明らかにされている。年2化をするのはイネの二期作栽培地域<sup>7)</sup>、あるいは早期栽培と晩期栽培が混在する地域<sup>11,15,16,20)</sup>においてであるといわれている。本種が北陸地方及び長野県で年2化するには以下の4条件が必要と考えられている<sup>8,19)</sup>。

- ①1年間の有効積算温度が年に2化をするのに必要な1,530日度以上(発育零点12.7℃, 1世代に必要な有効積算温度765日度)あること。
- ②第1世代成虫の産卵に好適な餌として生育初期のイネの新葉があること。



第1図 イネミズゾウムシ生活史の模式図

- ③第2世代幼虫の生存に必要な水があること。
- ④第1世代成虫の産卵期の日長が、産卵誘起臨界日長の14時間から14.5時間以上の長日であること。

気象観測所の月別平均気温を基にして新潟市（標高1.9m）、富山市（標高8.6m）、金沢市（標高5.7m）、福井市（標高8.8m）及び長野市（標高418m）における年間の有効積算温度を計算した。水田の田面水の水温はイネの全生育期間を通じて気温よりも1.5℃高いと仮定し、これを補正して計算すると、新潟市1,738日度、富山市1,784日度、金沢市1,885日度、福井市1,928日度、長野市1,539日度となった。新潟市、富山市、金沢市、福井市及び長野市の年間有効積算温度は、本種が年2化の発生が可能な1,530日度を超え、年2化の条件のうちの①は満足されている。しかしながら、第1世代成虫の発生最盛期は7月下旬以降になり、イネの生長は穂ばらみ期から出穂期にあたる。この時期の水田は時々落水され、幼虫、蛹の發育に不可欠な湛水状態ではなくなる。また、イネの葉は硬化し成虫が産卵するための餌として不適となる。さらに、夏至から1か月間が経過して日長は14時間以下となり、産卵誘起臨界日長よりも短日条件になる。以上のことから年2化するための条件のうちの②、③及び④はいずれも満たされず、北陸地方や長野県の水田で本種が年2化する可能性はない。

同様にして、わが国で本種が生息する最高冷地の長野県本曾郡開田村（標高1,150m）における年間有効積算

温度は785日度となり、本種が年2世代を経過するのに必要な有効積算温度には達せず年1化となる。以上の結果から、北陸地方や長野県の水田で本種が年2化する可能性はなく、年1化であるといえる。

さらに北陸各県において、越冬成虫の生存に対する冬季間の積雪による影響が調べられた。その結果、積雪は越冬成虫に多少の影響を及ぼすか、あるいはほとんど影響がないと結論された<sup>1,13</sup>。

### (2) 水田における分布様式

水田で本種の密度を推定するには、水田内での分布様式を明らかにする必要がある。越冬成虫、幼虫及び蛹（土繭）の水田内での空間分布様式を、Iwao (1968) が提案した平均こみあい度—平均密度回帰分析法により解析した。各調査水田ごとに株あたりの平均こみあい度 (m) と平均密度 (m) を求め、これらの値から回帰式

$$\bar{m} = \alpha + \beta m$$

にあてはめて基本集合度示数 (α) と密度—集合度係数 (β) を推定した。

その結果、次の回帰式が得られた。

越冬成虫  $\bar{m} = 0.010 + 1.223m, r^2 = 0.771$

幼虫及び蛹（土繭）  $\bar{m} = 0.442 + 1.086m, r^2 = 0.989$

越冬成虫の場合、基本集合度示数 α = 0.010、密度—集合度係数 β = 1.223 と推定された。α ≃ 0、β はわずかに1より大きな値をとったことから、越冬成虫の空間分布はランダムに近いが、弱い集中分布をしていることが明らかになった（第2図）。

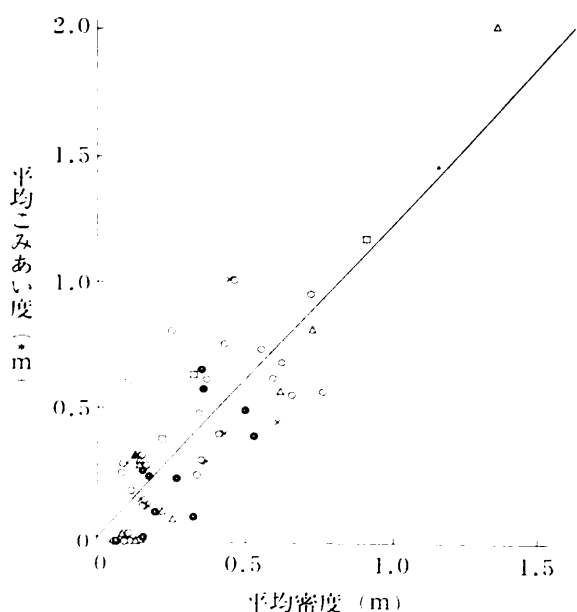
幼虫及び蛹（土繭）では、基本集合度示数 α = 0.442、密度—集合度係数 β = 1.086 と推定された。これは既述の越冬成虫の分布様式の場合と同様に α ≃ 0、β ≃ 1 であることから、幼虫及び蛹（土繭）の空間分布はほぼランダムであることを示した。

### (3) 密度推定のための抽出株数

水田で本種の密度を推定するにはイネ株の抽出調査を行うが、その際にイネ株の抽出株数を明確にすることが重要である。水田内での分布様式に基づき、一定の精度をもって密度の推定をするのに必要とされる抽出株数の基準を明らかにした。Iwao (1968) が提唱した平均こみあい度 (m)、平均密度 (m) から関係式

$$\bar{m} = \alpha + \beta m$$

の基本集合度示数 (α) と密度—集合度係数 (β) を推定した(4)。この関係式から、一定精度をもった平均密度の推定値を得るために必要な調査株数を、Iwao and Kuno (1968) の式によって決定した。ただし n は必要調査株数、D は相対精度、m は平均密度の推定値である。t は Student の t 値であり、ここでは危険率5%での t 値の近似値として t ≃ 2 と置いた。



第2図 越冬成虫の平均こみあい度 ( $\bar{m}$ ) と平均密度 ( $m$ ) の関係

回帰直線  $\bar{m} = 0.010 + 1.223m, r^2 = 0.771$

調査水田の標高 900m : ◊ 600-699m : △  
800-899m : ● 500-599m : ●  
700-799m : ▲ 900m< : ○

$$n = \frac{t^2}{D^2} \left( \frac{\alpha + 1}{m} + \beta - 1 \right) \dots\dots(1)$$

水田における越冬成虫、幼虫及び蛹（土繭）の平均こみあい度と平均密度から得られた、基本集合度示数（ $\alpha$ ）と密度-集合度係数（ $\beta$ ）の推定値を(1)式へ代入し、平均密度（ $m$ ）と必要調査株数（ $n$ ）との関係を求めた。 $n$ の値は相対精度（ $D$ ）により異なるので、 $D=0.1, 0.2$ 及び $0.3$ とした。越冬成虫の $m$ と $n$ との関係を第3図に示した。その結果、相対精度を $0.3$ にとどめて密度を推定するためには、越冬成虫が株あたり平均密度で1及び3の水田では、それぞれ約60株及び25株の抽出株数が必要であることが明らかになった。同様にして幼虫及び蛹（土繭）については株あたり平均密度が10及び30の水田では、それぞれ約10株及び5株の抽出株数が必要であることが明らかになった（図は省略）。

#### (4) 被害の実態

越冬成虫が葉を、幼虫が根を食害するとイネの生長が阻害され、莖数や穂数が減少して減収する。とくに、幼虫による根の食害は減収に及ぼす影響が大きい<sup>18)</sup>。石川県農業試験場では第1世代成虫が登熟途中のわれ穂を食害すると、穿孔米となる被害を報告した。本種による玄米の食痕は穴状で長径2mm、短径1mm、深さ0.4mm程度で、食痕周囲の表皮がひさし状に残る。一方、イネゾウムシも同様な食痕を残すが、すり鉢状の穴で周囲の表皮は残らず、形状から区別は可能である<sup>1)</sup>。

#### (5) 育苗様式と被害許容密度及び要防除密度

長野県の水田では成苗移植、中苗移植、稚苗移植及び湛水土壤中直播が行われる。本種の生息密度が高い高冷

地の水田、あるいは越冬成虫の越冬場所からの出現時期と移植時期が一致する早植の水田では個体群密度が高い。これらの水田では大きな被害の発生する可能性がある。初期生育が劣る稚苗移植や出芽直後から越冬成虫に葉を食害される湛水土壤中直播では、被害は甚大になり易い。本種の食害によるイネの生長、収量に及ぼす影響は、食害されるイネの生長時期や生長量によって大幅に異なると考えられる。

本種の被害許容密度や要防除密度が明らかになれば、防除の要否を判定することができ、効率的な防除に貢献する。そこで、イネの育苗様式ごとに被害許容密度と要防除密度を推定し、防除の要否を判定する基準を明らかにした。

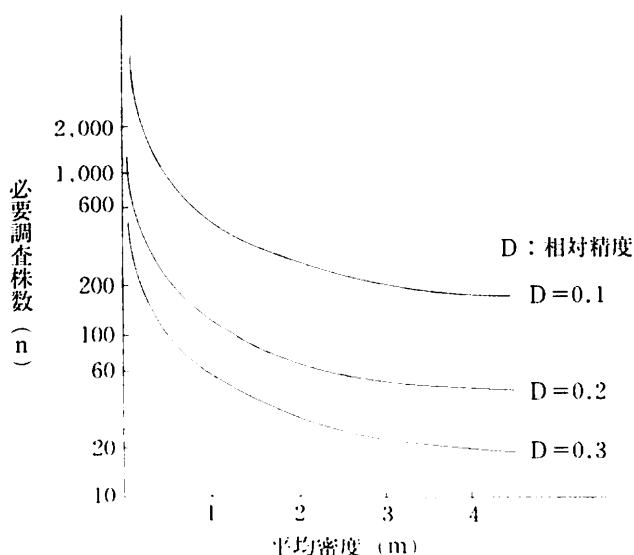
1981～1984年にかけて長野県において6か所で被害解析実験を行った。育苗様式や供試品種は各地域の代表的なものを用いた。それぞれの育苗様式の苗を移植し、その直後から網枠（縦、横及び高さ1m、20メッシュのサラネット）で被覆、越冬地の山林で採集された越冬成虫をその中へ放飼した。湛水土壤中直播は出芽直後から放飼した。放飼密度は株あたり0、0.25、0.5、1及び2を基準にした。網枠は放飼30日後に取り除いた。この網枠内放飼実験は4反復あるいは5反復とし、成虫及び幼虫に食害させた。

各育苗様式において、越冬成虫放飼密度の対数（ $\log X$ ）と減収率（ $Y$ ）の間に第4図のような直線的な相関関係が認められた。最小二乗法により回帰直線を求めたところ、直線の傾きを示す係数は湛水土壤中直播>稚苗移植>中苗移植>成苗移植の順に大きくなった。

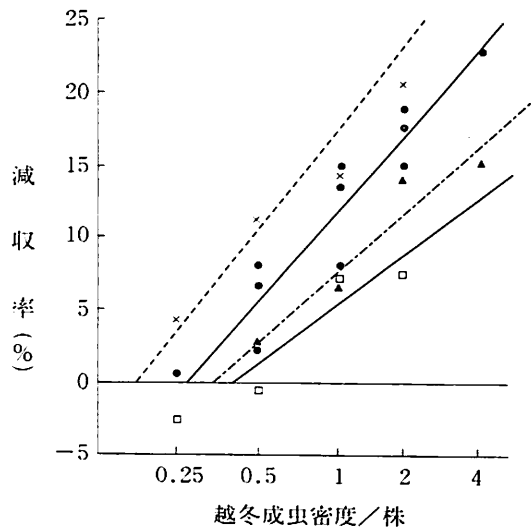
被害許容密度とは減収が始まる生物学的な密度のことであり、これらの関係式から減収率が0となる密度を被害許容密度として推定できる。成苗移植、中苗移植、稚苗移植及び湛水土壤中直播における越冬成虫の被害許容密度はそれぞれ株あたり0.41、0.33、0.24及び0.17と推定された。

経済的評価を考慮した要防除水準は、防除に要した費用とそれによる収量の増加が均衡する密度であり、被害許容密度より高いところに位置するはずである<sup>6)</sup>。わが国ではイネの害虫の防除費は生産収入の約5%に相当することから、要防除密度を5%減収水準に設定している場合が多い。5%減収をもたらす株あたり越冬成虫の密度は、成苗移植1.03、中苗移植0.70、稚苗移植0.44及び湛水土壤中直播0.29と計算され、これらを要防除の推定密度とした。

北陸各県でも同様な網枠試験が行われた。移植時期、放飼時期あるいは品種などが異なり、結果のばらつきが大きく、放飼成虫密度と減収率の間に一定の関係を求め



第3図 越冬成虫調査に必要な株数（ $n$ ）と平均密度（ $m$ ）の関係



第4図 減収率 (%) と越冬成虫放飼密度 (m) の関係

× : 湛水土壤中直播	$Y = 16.62 + 21.63 \log X$	$r^2 = 0.95$
● : 稚苗	$Y = 11.66 + 18.90 \log X$	$r^2 = 0.89$
▲ : 中苗	$Y = 7.36 + 15.10 \log X$	$r^2 = 0.94$
□ : 成苗	$Y = 4.86 + 12.57 \log X$	$r^2 = 0.90$

るのはきわめて困難であった。しかし、総合的に判断すると5%減収をもたらす越冬成虫の要防除密度は株当たりおおむね0.3~1.0と推定され、長野県における結果と近似すると考えられた。

### 3 未来一残された問題と今後の展望

本種はわが国で水田の初期害虫として定着した。近年、平坦な大規模水田地帯では発生密度は要防除密度以下にとどまり、防除の必要ない水田もみられる。しかし、中山間地の水田では要防除密度を超え、苗箱施薬などで防除されている。今後もこの状況は続くものと考えられる。

アジア諸国でも本種の発生は確認され1988年には韓国で<sup>2)</sup>、1990年には台湾で<sup>1)</sup>、また北朝鮮や中国でも発生している。今後さらにイネ栽培が盛んな東南アジア各国へ分布を拡大し、甚大な被害が予想される重要害虫である。

### 引用文献

- 1) 北陸農業試験場 (1991) 北陸地域におけるイネミズゾウムシの発生生態と防除. 北陸農業研究資料 25 : 1-144.
- 2) 平尾重太郎 (1988) イネミズゾウムシ韓国に発生. 植物防疫 42 : 583-584.
- 3) イネミズゾウムシの防除編集委員会 (1986) イネミズゾウムシの防除 被害ゼロをめざして. 東京: 日本植物防疫協会. 175P.

- 4) Iwao, S. (1968) A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. 10 : 1-20.
- 5) Iwao, S. and E. Kuno (1968) Use of the regression of mean crowding on mean density for estimating sample size and the transformation of data for the analysis of variance. Ibid. 10 : 210-214.
- 6) 城所 隆・桐谷圭治 (1982) 被害許容水準と防除戦略 (1) EILの定義とその展開. 植物防疫 36 : 5-10.
- 7) 金城常雄・嶋田知英・山内昌治 (1986) 沖縄県におけるイネミズゾウムシの発生. 九病虫研会報 32 : 104-109.
- 8) 小林荘一 (1998) 長野県におけるイネミズゾウムシの生態学的研究. 長野県農事試特報 46 : 1-62.
- 9) 小林荘一・浅山 哲・下畑次夫 (1984) イネミズゾウムシの生活史と気候適応. 植物防疫 38 : 163-166.
- 10) Matsui, M. (1987) Expansion of distribution area of the rice water weevil and the methods of controlling the insect pest in Japan. JARQ 20 : 166-173.
- 11) 永井清文・寺本 敏 (1985) イネミズゾウムシの暖地における生態と防除法に関する研究 第1報. 宮崎県における侵入と発生. 九病虫研会報 31 : 110-114.
- 12) 名古屋植物防疫所 (1978) イネミズゾウムシの侵入原因についての調査報告. 特別調査資料. No.2. 27P.
- 13) 佐藤昭夫 (1982) イネミズゾウムシの越冬に及ぼす積雪深と積雪期間の影響. 北陸病虫研報 30 : 55-57.
- 14) Shin, H. P. (1991) The newly found rice water weevil (*Lissorhoptus oryzophilus* Kuschel) on rice plant in Taiwan. Bull. Taoyuan Agric. Improv. Sta. 7 : 61-67.
- 15) 下畑次夫 (1980) イネミズゾウムシの生態, 2回発生の可能性について. 農薬 27(4) : 16-19.
- 16) 田中 章 (1986) 鹿児島県におけるイネミズゾウムシの生態と防除 2 植付時期の異なる水稲における発生経過. 九病虫研会報 32 : 113-117.
- 17) 都築 仁・五十川是治 (1976) 新害虫イネミズゾウムシ (仮称) 愛知県に発生. 植物防疫 30 : 341.
- 18) 都築 仁・浅山 哲・滝本雅章・下畑次夫・梶見惇・小林荘一 (1983) イネミズゾウムシの被害解析

- Ⅱ. 成虫および幼虫による被害と被害許容密度の推定. 応動昆 27:252-260.
- 19) 都築 仁・浅山 哲・天野 隆・大石一史・滝本雅章・五十川是治・香村敏郎・釈 一郎・高松美智則・工藤 悟・伊藤和久・谷口 学・井上隆雄・井澤敏彦・加藤裕司・小島 元・福永雅一・森健治郎・澤田守男・岩田久史・加藤虎治・上林 壤・尾崎典光 (1984) イネミズゾウムシの生態と防除に関する研究. 愛知農総試研報 15:1-148.
- 20) 山下 泉・堀内崇裕・川村 満 (1985) イネミズゾウムシの2化地帯における発生動向. 四国植防 20:85-90.
-