

# イネシンガレセンチュウの発生と防除対策

広島県立農業技術センター環境研究部 <sup>ほし</sup>星 <sup>の</sup>野 <sup>しげる</sup>滋

## I イネシンガレセンチュウの生態

イネシンガレセンチュウは日本および東南アジアを含むユーラシア大陸や北アメリカ大陸に広く分布し、イネに対する被害は、「ほたるいもち」として、古くから知られている。本種は細長く、その体長は雄で0.44~0.72 mm、雌で0.62~0.88 mmである (Ou, 1985)。

本種の寄主植物は、水稻、陸稻、アワ、キビ、ヒエやノビエ、エノコログサ、メヒシバ、カヤツリグサなどのイネ科雑草およびイチゴである (小林・立林, 1976; Ou, 1985)。本種は乾燥した状態で貯蔵中の籾の中や籾殻で越冬する。籾を水に浸漬すると、水中に游出するが、気温が低いと游出時間は長くなり、籾内に残存する個体数は多くなる (田村・氣賀澤, 1957)。育苗箱に播種された感染籾からイネシンガレセンチュウが游出した場合、健全苗に感染する可能性が高い。籾 100 粒当たり 4 頭が寄生している場合、20 日間の育苗後には、50%近い発病株率を示したことから、育苗期間中の本種の増殖が示唆された (池田ら, 1977)。

本田ではイネシンガレセンチュウはイネの組織の外側に寄生するとともに水を媒体として株間移動を行う。本種の発生圃場から 10~20 m 離れた隣接水田にも移動侵入したことが確認されており、灌漑用水を通じて広範囲に分散する (氣賀澤, 1992)。

本種ははじめにイネ苗の葉鞘の隙間に侵入し、次第に生長点付近に集中して、イネ体組織の外部から食害する。その結果、本種が加害した抽出葉の葉先は白色の病徴「ほたるいもち」を示すことになる。イネの生長とともに、イネ体内 (組織内ではない) を上昇し、幼穂形成期に幼穂の周りに集中する。穂ばらみ期以降は、穂に集中し、開花前に順次穎内に侵入する。そして、本種は花の中で増殖し、開花後に増殖はほとんど停止する。成熟した籾では内穎と外穎の内側に生息する (Todd and Atkins, 1958; Huang and Huang, 1972)。

移植から幼穂形成期までの間は本種の増殖は抑制され

て低密度であるが、幼穂形成期以降、盛んに増殖し、穂ばらみ後期には最高密度に達する (深野, 1962)。

## II イネシンガレセンチュウによる被害

イネシンガレセンチュウに加害されるとイネは葉先の白枯れを生じ、草丈伸長の阻害、分けつ増加、籾数の減少などの生育阻害をもたらす (Yoshih and Yamamoto, 1950; 深野, 1962)。「ほたるいもち」が激発した圃場では減収率が 10~30% であると推定されている (田村・氣賀澤, 1959)。イネシンガレセンチュウが籾内に侵入した場合、白米表面に黒点症状を引き起す。そのため、米の品質が低下し検査等級の引き下げの原因となる (上林ら, 1971)。

## III 広島県における「ほたるいもち」の発生

広島県では発生予察事業による水稻巡回調査を 7 月下旬に行い、「ほたるいもち」の発生程度を発生株率 (無 0%)、少 (1~20%)、中 (21~40%)、多 (41~80%)、甚 (80%以上) に区分して、調査している。

「ほたるいもち」の発生は、1980 年代後半まで 10~20% の発生面積率で推移し、中程度以上の発生が認められていた。しかし、1990 年代前半に南部地域の主な水稻栽培品種が中生新千本から「ヒノヒカリ」に替わり、「ほたるいもち」の発生面積率は減少し、中程度の発生は認められなくなった。しかし、1995 年以降、中程度の発生が起こるようになり、1998 年には沿岸部を中心に多発し、中程度以上の発生面積率が 3.5% となった (図-1)。そのため、1999 年には沿岸部の稲作暦に

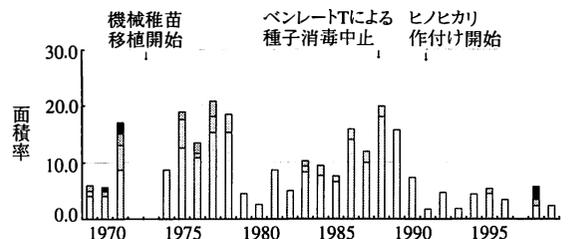


図-1 広島県における「ほたるいもち」の発生面積率の年次変化

面積率は「ほたるいもち」の発生株率によって区分した (□少 (1~20%) ■中 (21~40%) ▨多 (41~80%) ■甚 (80% <))。

Epidemic and Control of Rice White-Tip Disease Caused by *Aphelenchoides Besseyi*. By Shigeru HOSHINO

(キーワード: イネシンガレセンチュウ, 新しい分離法, 発生生態, 風乾, *Aphelenchoides besseyi*, new isolate method, Ecology, Air-drying)

MEP 乳剤による籾消毒が復活して、本種の被害が減少したが、これまで問題となっていなかった地域でも多発生する圃場が認められた。

#### IV イネシガラセンチュウの新しい分離法

イネシガラセンチュウの籾からの分離は、これまでベルマン法で行われてきた。これは、籾 50 粒や 100 粒という単位で分離する方法で、しかも分離効率は低かった。個体群動態の研究には、各籾の個体数を明らかにする必要があり、1 籾内のイネシガラセンチュウ数を効率的に調査するために、1998 年 9 月下旬、尾道市で採集したイネシガラセンチュウ多発圃場由来の籾（品種：‘ヒノヒカリ’、採集後 5℃で保存）を用いてセンチュウ分離効率の高い新しい分離法を開発した。

籾を剪定鋏で縦に 2 分し、プラスチック製のピペットチップ（以下、チップと称する）にそれぞれ 1 粒ずつ入れ、これを水 6 ml の入った管ビン（6.5 ml）に入れた（図-2）。

25℃の定温条件でチップを 2 時間、4 時間、8 時間、24 時間ごとに新しい管ビンに移し替え、管ビン中のイネシガラセンチュウをシラキース皿に移し、実体顕微鏡下で生死別に計数した。また、処理 24 時間後にチップの中の籾を取り出し、籾内に残存した個体を計数し

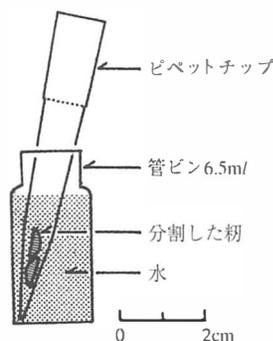


図-2 イネシガラセンチュウを分離するための新しい方法

た。さらに、チップ壁面についている個体も調べた。

対照として、籾 50 粒を剪定鋏で縦に 2 分して、ベルマン法（和紙を利用、24 時間、25℃）による分離を行い、分離された個体および籾に残存した個体を数えた。

新しい分離法では、2 時間で全生存個体の 96.9%、4 時間で 99.2% が分離できた。また、全個体のうち分離された個体の割合はベルマン法では 10.8% であるのに対して、新しい方法は 74.5% であり、ベルマン法よりも分離効率は高かった。なお、チップに残存する個体はいなかった（表-1）。

#### V 新しい分離法を用いたイネシガラセンチュウの個体群生態学的研究

新しい分離法を使って、籾当たりのイネシガラセンチュウ密度を「ほたるいもち」の発生程度の異なる圃場で調査した。

1998 年 9 月 1 日に甲山地域農業改良普及センター尾道支所が尾道市内の圃場で無（発生株率 0%）、少（0~30%）、中（30~60%）、多（60%以上）に分けて「ほたるいもち」発生株率を調査した。9 月下旬に発生程度の異なる 12 圃場から 1~2 株をランダムに選び穂を

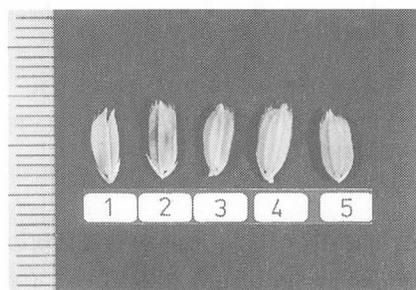


図-3 籾の充実度

充実度、1：しいなまたは胚乳がない籾、2：胚乳が少なく層状をしている籾、3：胚乳が比較的、発達してふくらんでいる籾、4：胚乳が十分に発達した普通の籾、5：内籾と外籾が一部裂けるほど胚乳が発達した籾。

表-1 イネシガラセンチュウの新しい分離法の効率

方法	処理 籾数	分離した生存（死亡）線虫数					計	残存した生存（死亡）線虫数			合計
		2 時間後	4 時間後	8 時間後	24 時間後	計		チップ・漏 籾内 <sup>a)</sup>	漏斗および ろ紙上 <sup>b)</sup>	計	
新しい方法	150	102 (3) <sup>a)</sup>	2 (2)	1 (0)	0 (0)	105 (5)	0 (40)	0 (0)	0 (40)	125 (45)	
ベルマン法	150	— <sup>d)</sup> (—)	— (—)	— (—)	12 (1)	12 (1)	12 (93)	1 (1)	13 (94)	25 (95)	

<sup>a)</sup> ( ) は死亡線虫数、<sup>b)</sup> 24 時間分離後に籾に残存する線虫数、<sup>c)</sup> 濾紙上はベルマン法で使用したろ紙で、そこに 24 時間後に残存する線虫数、<sup>d)</sup> — はデータ無しを示す。

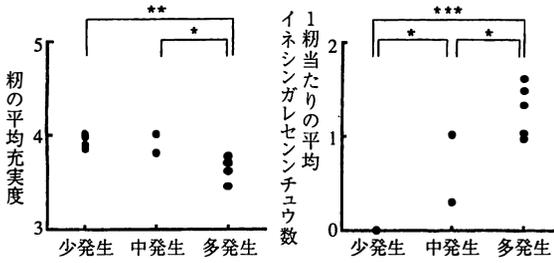


図-4 ほたるいもち発生程度と籾の充実度または1 穂当たりのイネシガラセンチュウ平均密度の関係  
\*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ5%, 1%, 0.1%で有意な差があることを示す。

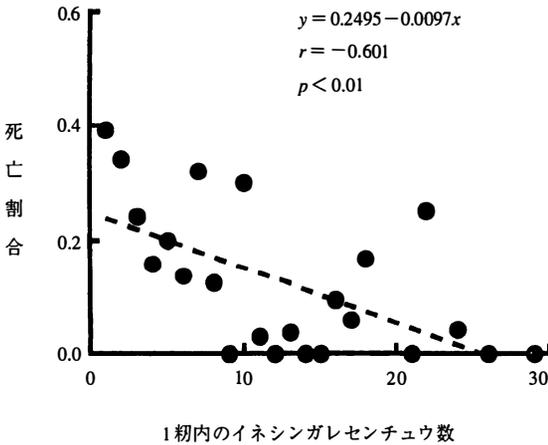


図-5 1 穂当たりのイネシガラセンチュウ数と死亡割合の関係

採取して、5°Cで保存した。63～89日後に籾の充実度(図-3)を記録した後、新しい方法によってイネシガラセンチュウを分離した。分離時間は4時間とした。分離された個体と籾内に残存した個体を実体顕微鏡下で生死別に分けて計数した。

籾の充実度が4以上の種子頻度は、「ほたるいもち」の少発生圃場より多発生圃場では有意に低かったが、少発生圃場と中発生圃場の間では有意な差はなかった(図-4)。籾の充実度と籾当たりのイネシガラセンチュウ平均密度との間に負の相関があった。

少発生圃場では調査した籾からイネシガラセンチュウを検出できなかった。多発生圃場では本種の密度は高く、多発生圃場、中発生圃場と少発生圃場のそれぞれの間には有意な差があった(図-4)。籾を単位とした時のイネシガラセンチュウ数の分布を見ると、中発生圃場と多発生圃場では高い集中分布を示した。1 穂当たりのイネシガラセンチュウ密度 (m) と平均こみあい度

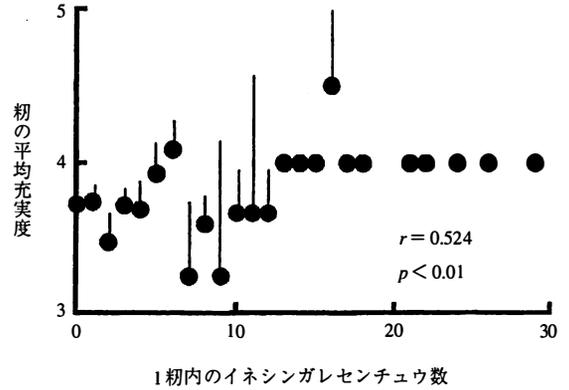


図-6 イネシガラセンチュウ数と籾の平均充実度の関係  
ラインは標準誤差を示す。

(m\*) の間の回帰直線は、 $m^* = 3.28 + 5.00 m$  ( $r = 0.427, P = 0.339$ ) となり、 $\beta = 5.00$  という強い集中分布が示された。また、1 穂当たりのイネシガラセンチュウ数ごとに籾をグループに分け、各グループごとの本種の死亡率と籾当たりの個体数の関係を見ると、密度逆依存的な死亡があり(図-5)、3頭以上の個体が寄生していた籾では充実度が低下しないことが明らかとなった(図-6)。

以上のことから、水田において「ほたるいもち」の被害が高くなるほど種子の平均充実度は小さくなる。しかし、中～多発圃場では本種が多数寄生する籾は充実し、その中で死亡率が低いことから、本種はイネ個体群内で絶滅しにくいことが示された。

### VI イネシガラセンチュウの防除再考

イネシガラセンチュウの生態から、防除時期は3回あり、播種前、育苗箱での育苗期、幼穂形成期から穂ばらみ期までの期間である。しかし、本種は外部寄生性の線虫とはいえ、植物体の葉鞘の間などに入り込んでいるため、薬剤はかかりにくい。そのため、種子消毒の防除効果が最も高いとされている。

藤本・山口(1971)によると、種子消毒剤の効果はイネシガラセンチュウの活動能力の低下をもたらし、死亡や増殖能力の低下はこれに付随するものとしている。しかしながら、種子消毒だけでは完全な防除効果を期待できない。また、本田防除については、MPP 剤や MEP 剤の効果が高いとされている。

これまで、薬剤の効果は種子消毒直後のイネシガラセンチュウの生存率、ほたるいもちの発生量、収穫時のイネシガラセンチュウ密度によって評価されてきた。

表-2 種子消毒によるイネシンガレセンチュウの防除効果 (頭/100 粒)

処理 <sup>a)</sup>	倍率	処理時間		生存数	死亡数	死亡率(%) <sup>b)</sup>	補正死亡率(%)
MEP 乳剤	1,000 倍	24 時間	游出	0	2	—	—
			籾残存	12	50	—	—
			合計	12	52	81.3 a	79.5
MPP 乳剤	1,000 倍	24 時間	游出	0	8	—	—
			籾残存	9	34	—	—
			合計	9	42	82.4 a	80.7
水道水	—	24 時間	游出	2	0	—	—
			籾残存	17	89	—	—
			合計	19	89	82.4 a	80.7
無処理	—	—	—	167	16	8.7 b	0.0

<sup>a)</sup> 100 粒の籾を各処理に使用した, 処理時の気温と水温は 25°C, <sup>b)</sup> 5%有意水準は Bonferroni 法によって調整された。

表-3 水浸漬と風乾によるイネシンガレセンチュウの死亡

処 理 区 <sup>a)</sup>	供試籾数	生存個体数 (頭/100 粒)	死亡個体数 (頭/100 粒)	死亡率 (%)	補正死亡率 (%)
水浸漬 (24 時間)	100	179	182	50.4 a	34.0
水浸漬 (24 時間) 後風乾 (24 時間)	100	51	195	79.3 b	72.4
風乾のみ (24 時間)	100	301	126	29.5 c	6.1
無処理 (5°C)	100	410	136	24.9 c	0.0

<sup>a)</sup> 100 粒の籾を各処理に使用した, 処理時の気温と水温は 25°C, <sup>b)</sup> 5%有意水準は Bonferroni 法によって調整された。

ここでは, 新しい分離法を使って, 種子消毒直後の薬剤効果を検討した。

1998 年 9 月下旬に, 広島県尾道市の「ぼたるいもち」多発圃場で籾 (品種: 'ヒノヒカリ') を採集して, 5°C で保存し, 実験に用いた。

MEP 乳剤 (原体 50%) 1,000 倍液, MPP 乳剤 (原体 50%) 1,000 倍液を供試した。籾 100 粒を 25°C の各薬液に 24 時間浸漬後, 籾を 3 回水で洗って表面の薬液を除去した。その後, 籾を 25°C の定温器に 24 時間入れて風乾した。また, 籾 100 粒を 25°C の水に 24 時間浸漬後, 25°C の定温器に入れて風乾した。なお, 対照は無処理であった。

各処理後, 新しい方法によってイネシンガレセンチュウを籾から分離して, 生死別に計数した。生死の判別は千代西尾・中沢 (1972) によった。死亡率の補正は ABOIT (1925) に従った。

MEP 乳剤, MPP 乳剤および水浸漬の 3 処理の間には死亡率に有意な差はなかったが, それらと無処理の死亡率の間には有意な差があった (表-2)。このことから, 薬剤処理による死亡は水浸漬とその風乾だけによって生じることが推察された。そこで, この処理のうち, 浸漬

による死亡とその後の風乾による死亡を分離する実験を行った。

1998 年 9 月下旬に, 尾道市の「ぼたるいもち」多発圃場で採集した籾 (品種: 'ヒノヒカリ', 採集後 5°C で保存) を次のように処理した。

①籾を 25°C の水に 24 時間浸漬。②籾を 25°C の水に 24 時間浸漬した後, 25°C の恒温器で 24 時間風乾。③籾を 25°C の恒温器で 48 時間風乾。④ 5°C の恒温器で保存中の籾 (無処理)。

処理後, 新しい分離法 (25°C, 4 時間) でイネシンガレセンチュウを生死別に計数した。

その結果, 水に浸漬しただけの籾, 風乾までした籾, および風乾だけ行った籾のイネシンガレセンチュウの死亡率の間に有意な差があった (表-3)。つまり, 籾を 24 時間水に浸漬することによって, 一部の個体が死亡したが, その後, 24 時間風乾することによって, 本種の死亡率が高まり, 浸漬による死亡率は 34.0%, その後の風乾による死亡率は 28.4%であると推定された。

以上のことから, イネシンガレセンチュウの死亡率を高めるためには, 種子消毒後に風乾することが重要であると考えられた。

## VII ま と め

イネシンガレセンチュウの研究は、1940年代から1950年代にかけて盛んに行われた。当時、苗代を作り、成苗が本田に移植されていた。1970年代以降、機械稚苗移植が普及し、育苗箱での育苗が始まった。箱育苗では、イネシンガレセンチュウ感染初から本種が游出して、健全苗に容易に達するため、感染の機会が拡大したと考えられている。これまで、発生面積の拡大を妨げてきたのは、種子消毒や種子更新による健苗の移植が行われていたためだと考えられる。しかし、1980年代に入って、本種の被害発生が少なくなり、種子消毒は省略されるようになった。広島県においても稲作暦からMEP乳剤やMPP乳剤による種子消毒が削除された。また、兼業化が進み、手抜きによる省力化が進んでしまった。そのため、初に薬剤処理しても、十分な効果を上げることができないようである。特に、大規模に育苗する場合、薬剤浸漬後の風乾ができない場合が多く認められる。このこともイネシンガレセンチュウの多発を招いている要因であると考えられる。これまで、イネシンガレセンチュウの防除は薬剤に依存してきたため、薬剤以外の方法による密度低下の技術は検討されてこなかった。生態学的な研究を行うことによって、イネシンガレセンチュウの増殖を抑制する方法を考える必要がある。

なお、この研究は広島大学総合科学部富樫一巳教授と共同して行われ、その成果は引用文献5), 6), 15)に公表されている。

## 引用文献

- 1) ABBOTT, W. S. (1925): J. Econ. Entomol. 18: 265~267.
- 2) 千代西尾伊彦・中沢 肇 (1988): 鳥取県農試報告 24: 1~37.
- 3) 藤本 清・山口福男 (1971): 兵庫県農試報告 19: 33~38.
- 4) 深野 武 (1962): 福岡県農試特別報告 18: 1~108.
- 5) HOSHINO, S. and K. TOGASHI (1999): J. Nematol. 31: 641~643.
- 6) ——— (2000): *ibid.* 32: 303~308.
- 7) HUANG, C. S. and S. P. HUANG (1972): Bot. Bull. Academia Sinica 13: 1~10.
- 8) 池田 弘ら (1977): 九病虫研究会報 23: 28~30.
- 9) 氣賀澤和男 (1992): イネシンガレセンチュウ, 日本線虫研究会編, 線虫研究の歩み: pp 164~166.
- 10) 小林義明・立林盛明 (1976): 関東東山病害虫研究会報 23: 121~122.
- 11) OU, S. H. (1985): Rice disease, C. A. B. International, UK.
- 12) 田村市太郎・氣賀澤和男 (1957): 日生態学会誌 7: 111~114.
- 13) ——— (1958): 同上 8: 37~42.
- 14) TODD, E. H. and J. ATKINS (1958): Phytopathol. 48: 632~637.
- 15) TOGASHI, K. and S. HOSHINO (2000): Nematology 2: in press.
- 16) 上林 譲ら (1971): 愛知県農試研報 A3: 46~54.
- 17) YOSHII, H. and S. YAMAMOTO (1950): J. Fac. Agri., Kyushu. Univ. 9: 209~222.

## 書 評

### 「微生物の資材化：研究の最前線」

鈴木孝仁・岡田齊夫・国見裕久・牧野孝宏・斎藤雅典・宮下清貴 編, ソフトサイエンス社 発行  
B5版, 364頁, 本体価格12,000円+税

資源多投型農業から環境保全型農業への転換が求められている。その担い手の一翼として微生物へ大きな期待が寄せられている今、本書の発行は真に時宜を得たものである。

本書は6章からなり、国公立試験研究機関、大学、企業等で活躍中の第一人者31名によって分担執筆されている。第1章は総論で、微生物機能の多様性とその利用技術/資材化研究の経過と展望の総括で始まり、第2章以下、作物生産、病害防除、害虫防除、雑草防除と続き、最終章は環境管理における微生物利用で締め括られている。

各章、各項目は、冒頭の研究の背景と目的に次いで、研究の経過と現状について広範かつ最新の情報が微生物機能の利用・資材化に焦点を合わせて解説されている。続いて研究/使用上の問題点と資材化への展望を示し、

最後は豊富な引用文献となっている。専門的で、ときに複雑な内容も総括表や簡潔な図表、貴重な写真を交えながら分かりやすい言葉で語られ、初心者にも理解しやすいものとなっている。そこには編者ならびに執筆者の微生物利用にける思いと読者への心遣いが感じられる。まことに労作である。

わが国において病害虫・雑草防除あるいは地力維持・増進について、微生物利用研究が本格的に始まってから四半世紀が経過した。その足どりは必ずしも速いものではなかったが着実に成果を挙げ、それらは多くの論文として報告され、あるいは既に現場の技術として活用されている。今や微生物利用研究は新しい段階に入り、多様な新機能の探索とともにバイオテクノロジーによる機能の改善が進められ、作物生産、病害虫・雑草防除はもちろん、環境修復、農・畜産廃棄物の再利用等対象領域の拡大と向上へと展開されている。本書はこのような広範かつ新しい状況を資材化の視点から1冊に纏めたもので、環境保全型農業の技術開発に係わる研究者はもとより、その推進に当たる行政関係者あるいは技術指導者にとっても、必携の書としてお勧めする。

(元農水省農環研 大畑 貫一)