

特集：高品質・安定多収および環境調和をめざした飼料作物病害虫の研究動向

イタリアンライグラスいもち病の発生状況と対策

 山口県農林総合技術センター ^{にしみ}西見 ^{かつおみ}勝臣・^{すみだ}角田 ^{よしのり}佳則*・^{みずの}水野 ^{かずひこ}和彦**・^{ふじわら}藤原 ^{たけし}健*

はじめに

イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) は、我が国における主要な牧草の一つで、採草用途だけではなく放牧用としても広く利用されている。全国の作付面積は2006年現在で61,000 haあり、そのうちの75%に相当する約46,000 haは中国、四国および九州地方で栽培されており、西南暖地の重要な草種として不動の位置を占めている。

イタリアンライグラスに発生する病害としては、古くからライグラス冠さび病（病原菌：*Puccinia coronata* Corda var. *coronata*）が重要病害として知られている。当センターでは牧草病害および牧草育種の指定試験地として、本病の発生生態の研究とともに抵抗性品種の育生が行われ、1988年に抵抗性品種として育生された‘ミナミアオバ’をはじめとして、その後の品種には必ず冠さび病抵抗性が導入されてきた。冠さび病への対応によってイタリアンライグラスの病害対策は大きな進展を見た。一方、冠さび病以外の病害については、1970年代から圃場での多発生が確認されるようになったライグラスいもち病について、77年から生態解明を中心とした研究に着手した。当時、本病は重要病害としての認識はされていなかったが、1998年に北は茨城県から南は沖縄県にかけての広い範囲でライグラスいもち病によると思われる立枯れが発生し、奨励品種決定試験などの障害となり、本病に関する研究の重要性が再認識された。2002年には牧草病害指定試験地は廃止されたが、その後も牧草育種指定試験の中で耐病性検定をサポートする形で研究を行ってきた。本稿では、その研究内容・成果を中心に紹介する。

I ライグラスいもち病の病徴

ライグラスいもち病の宿主はイタリアンライグラスの

Occurrence and Control of Blast on Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in Japan. By Katsuomi NISHIMI, Yoshinori SUMIDA, Kazuhiko MIZUNO and Takeshi FUJIWARA

(キーワード：イタリアンライグラス、いもち病、立枯症、病原性、抵抗性品種、さちあおば)

* 現所属：山口県農林事務所

** 現所属：畜産草地研究所

ほか、同属で主に放牧草地やゴルフ場等で芝草として利用されるペレニアルライグラス (*L. perenne*) と、両種の種間交雑種が含まれる。

本病の病斑はいずれの宿主においても、通常は葉身、葉鞘および茎に発生するが、条件がそろえば穂首や枝梗・種子にも発生する。葉身では品種や株によって病斑の大きさや形も異なるが、イネいもち病と同様に紡錘形または楕円形の病斑を形成し、病斑の色は発病初期では灰緑色ないし灰白色、のちに周縁が淡褐色ないし赤褐色、外周が黄色となる。近接する病斑は癒合して大きな壊死斑を生じる。葉鞘部が侵された場合には、病斑の周辺が黒褐色になることがある。また幼植物では地際部が黒褐色になり立ち枯れる（口絵①、②）。

II イタリアンライグラスいもち病の発生生態

イタリアンライグラスは一般に一年草として9～11月にかけて播種される。収穫は播種時期、品種および栽培地域の気候等により異なるが、西南暖地では9月上旬～中旬に早播きすれば年内草を刈取ることができる。通常は翌年の3～5月ごろの出穂期に合わせて刈り取りが行われる。春1番草の刈取り後、再生草の出穂を待って春2番草の刈取りを行う場合もある。

このような作付け体系の中で、播種後9～10月を中心にいもち病による立枯れや葉いもちが発生し、経済的な被害をもたらす。この時期の気象条件により発生時期・程度は大きく変動するが、早播きをするほど立枯れを主体に発生が多くなる傾向にある。播種後10～14日で立枯れの発生が確認でき、葉いもちの病斑の形成が確認できるまでにはおおむね20日以上を要する（角田ら、2003）。西南暖地では10月中旬以降、気温の低下とともに発生は停滞・収束し、越冬後は、他のイネ科植物の初発生と同時期で、6月下旬ごろから発生が見られる。したがって、年明け後は、中生から晩生品種を利用した場合の2番草以降で問題となる可能性がある。

自然感染条件下において立枯症の発生は、気温との相関が高く、気温が高いほど増加する傾向がある。場内圃場での試験では、9月下旬以降に播種すると立枯症の発生は減少したが、葉いもちの平均気温が20℃以下にな

る時期まで増加した。それ以降の時期に播種すると、葉での病斑形成もほとんど認められなくなった。(図-1)。

III イタリアンライグラスいもち病菌の病原性

病原菌は、イネいもち病菌 (*Pyricularia oryzae*) とされているが、イタリアンライグラスから分離された菌株(以下 IR 菌)には、イネに病原性があるものとなないものとが報告されている(牧野・久永, 1972; 岡田・後藤, 1979)。また杉山(1997)は IR 菌のイネ科植物に対する病原性について調査し、作物および雑草を含む 50 種に病原性を認めたとしている。

IR 菌の伝染環の解明を目的に筆者らは、21 属 33 種のイネ科植物へ IR 菌の接種を行い、19 属 29 種の供試植

物で病原性を認めた。さらに、これら供試植物のうち病原性の有無が比較的明確で、特異性をもつと思われた 6 種の植物(イネ、メヒシバ、シコクビエ、オヒシバ、アワおよびアキノエノコログサ)を選定し、IR 菌に対する接種検定をさらに行った。その結果、2003 ~ 05 年に当センター内を中心に採集した 45 菌株は、いずれの菌株もイネおよびメヒシバには病原性は示さず、他の 4 種の寄生性により九つのタイプに分けられ、イタリアンライグラスのほかにシコクビエ、オヒシバおよびアキノエノコログサに寄生性を示すタイプ A が約 6 割を占めた(表-1)。供試菌株のイタリアンライグラスに対する発病程度では、同じ寄生性のタイプの中でもばらつきが見られたが、発病程度の高い菌株は、シコクビエおよびオヒシバに病原性をもつ A ~ C のタイプに含まれていた。

供試した 45 菌株の中には、飼料イネとの輪作体系を想定し、イネの立毛中にイタリアンライグラスを播種した圃場において分離した IR 菌が 16 菌株含まれており、それらはイネに病原性を示さなかった。この圃場試験は 3 年実施し、いずれの年も少発生ではあったがイネの罹病性品種に穂いもちが発生していた。しかし、イネでの発生程度にかかわらず、後作のイタリアンライグラスにはいもち病が発生した。

荒井・鈴木(2007)は、イネにいもち病が多発生している圃場で、ポット栽培したイネ科牧草を設置したところ、イタリアンライグラスをはじめ数種の牧草に自然感染病斑を認め、これら病斑から分離した菌株は、病原性および DNA フィンガープリントパターンからイネに由来すると考えられると報告している。

この報告は筆者らの前述の立毛播種の試験の結果とは

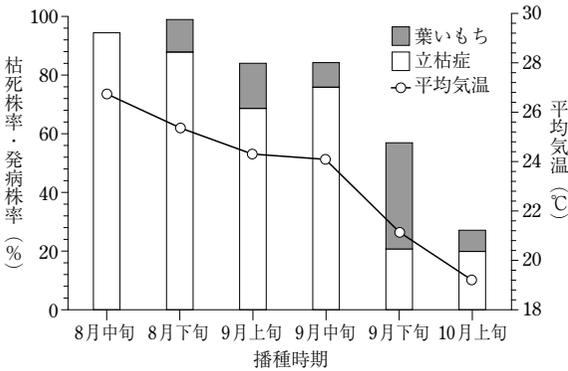


図-1 イタリアンライグラスの播種時期の平均気温といもち発病の関係 (1997 ~ 2000)

表-1 IR 菌のイネ科植物に対する寄生性

寄生性 タイプ	イネ	メヒシバ	オヒシバ属		エノコログサ属		検定菌株数 (%)
			シコクビエ	オヒシバ	アワ	アキノエノコログサ	
A	-	-	+	+	-	+	28 (63)
B	-	-	+	+	+	+	5 (12)
C	-	-	+	+	-	-	3 (7)
D	-	-	+	-	-	+	2 (4)
E	-	-	-	-	+	+	2 (4)
F	-	-	-	-	-	+	2 (4)
G	-	-	-	+	+	-	1 (2)
H	-	-	-	+	+	+	1 (2)
I	-	-	-	+	-	+	1 (2)
計							45 (100)

+は調査時に病斑を形成した接種葉の一部を 26°C で 2 日間湿室処理し、分生胞子の形成が確認されたもの、-は確認されなかったもの。イネの品種は‘コシヒカリ’、シコクビエは‘雪印系’、アワは‘五十鈴粟’を供試した。その他の雑草類は場内採集のものを種子増殖して供試した。

異なるが、筆者らの試験は少発生条件下の試験であったことから、条件が変われば別の結果が得られた可能性がある。IR 菌がイネに対して強い病原力を有するか否かについては、水田転作による牧草栽培が行われる中で重要な課題であり、今後も検討が必要と考えられる。

イタリアンライグラスは、他のイネ科植物由来の多くのいもち病菌に接種試験では感染し（山中、1987）、一般に他の宿主由来のいもち病菌に対して感受性は高いといえる。以上のことから、IR 菌は寄生性や病原力に多様性が見られ、他のイネ科植物あるいは、それに寄生するいもち病菌が伝染環に関与している可能性がある。このことから、イタリアンライグラスにいもち病抵抗性を導入する場合には、タイプの異なる菌株を複数用いた選抜を行うことが必要と考えられる。

IV 防除対策としての抵抗性育種について

1 抵抗性品種‘さちあおば’の育成

イタリアンライグラスのいもち病に対する防除薬剤は登録されていないため、防除対策としては耕種的防除が主体となる。前章までに述べたように、本病は播種時期が早いほど発生が多くなる傾向にあることから、近年、西南暖地の生産現場では8月以前の極端な早播きは避けるよう対策・指導がされている。

しかし、飼料自給率の向上を図るうえでは多様な作付・利用体系が望まれ、近年の気候の温暖化傾向に伴って今後、本病の発生の増加も懸念されることから、播種時期の制限は防除対策としては不十分であると思われる。そこで、さらに効果的な対策としては抵抗性品種の利用が考えられる。イタリアンライグラスには多くの品種が市販されているが、当センターにおける接種検定の

結果からは、国内外の既存品種について本病に対する抵抗性が確認されたものは見いだされていない（水野ら、2003；藤原ら、2003；角田ら、2003）。

これらの状況を踏まえ、当場では1991年から本病に対する抵抗性実用系統の育成に本格的に取り組み、97年に初の抵抗性品種となる‘さちあおば’の育成に成功した（水野ら、2003）。本品種は極早生で、西南暖地を中心とした西日本全域を栽培適地とし、年内と春の多収性ととともに、いもち病と冠さび病の両重要病害に対する複合抵抗性を有する。

茨城県以西の14の公的研究場所において実施した系統適応性検定試験では、いもち病の発生は、九州地方を中心とした西南暖地で多い傾向にあった（表-2）。その中で‘さちあおば’は、他の供試品種より明らかに罹病程度が低く、本病に対する抵抗性が認められた（口絵③）。ただし、宮崎では本品種の年内草の罹病程度がやや高く、激発した場合の抵抗性は“中”程度と考えられる。

同試験における立枯症の発生では、‘さちあおば’の罹病程度は比較的 low、他の供試品種に比較してやや抵抗性が認められた。しかし、当センターで実施した播種期試験において、特に8月中旬播種では他の品種と同様‘さちあおば’も罹病程度は高く、本品種の立枯症に対する抵抗性は必ずしも強くないと思われ、8月以前の極端な早播きは避ける必要がある。

また、播種期試験における‘さちあおば’の乾物収量は、9月上旬までに播種した場合に他の供試品種との差が大きく、‘さちあおば’に次いで収量の高かった‘ウヅキアオバ’に比べ2割以上高かった。いもち病罹病程度と乾物収量の関係は、年内草、春1番草、年合計収量のいずれについても、特に9月上旬までに播種した場合に

表-2 いもち病罹病程度（1999～2000年における発生年の評点値、または発生年の2年間平均値）

生育ステージ	品種・系統名	沖縄 石垣	沖縄 本島	鹿児島	宮崎	熊本	長崎	山口	香川	鳥取	滋賀	神奈川	茨城	群馬	北陸	適地 平均
年内	さちあおば	—	1.0	1.4	4.8	3.3	3.0	1.3	1.0	—	1.0	—	1.5	—	—	2.1
	ミナミアオバ	—	2.8	6.8	8.8	5.8	7.0	7.4	5.9	—	1.0	—	4.8	—	—	5.7
	ウヅキアオバ	—	2.8	4.9	7.0	4.5	5.5	7.0	3.3	—	2.5	—	4.0	—	—	4.7
	サクラワセ	—	—	4.5	—	—	—	6.0	4.8	—	2.0	—	—	—	—	4.3
	品種A	—	1.3	3.3	7.0	3.5	4.8	5.7	3.5	—	—	—	3.5	—	—	4.2
春（3月）	さちあおば	1.3	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2
	ミナミアオバ	4.0	4.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.4
	ウヅキアオバ	2.0	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.2
	サクラワセ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	品種A	2.3	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.7

罹病程度：1（無または極微）～9（甚）。値は発生年における評点値、または発生年の2年間平均値。発生年はいもち病罹病程度について、最も罹病した供試品種の評点値が2.5以上を記録した年とした。適地平均は、滋賀県以西の平均値。

表-3 播種期別のいもち病罹病程度と乾物収量との相関係数 (山口農試, 2000)

播種期	年内草	春1番草	年合計	播種期	年内草	春1番草	年合計
8月14日	-0.984 *	-0.935 #	-0.979 *	9月14日	-0.618	-0.583	-0.596
8月23日	-0.964 *	-0.964 *	-0.967 *	9月25日	-0.839	-0.989 *	-0.969 *
9月4日	-0.945 #	-0.972 *	-0.963 *				

極早生の‘さちあおば’, ‘ミナミアオバ’, ‘ウヅキアオバ’, 品種Aのデータを使用。*: P < 0.05, #: P < 0.10.

表-4 国内各地から採集したIR菌に対する山育180, 181号の発病程度

供試系統	採集地・検定菌株数									
	大分1	大分2	熊本1	熊本2	宮崎1	宮崎2	鹿児島	山口	神奈川	栃木
	3	3	3	3	9	3	11	15	11	10
山育180号	1.1	2.6	2.0	3.2	8.2	2.7	5.3	1.7	1.2	7.4
山育181号	1.7	1.2	1.5	2.0	5.7	0.8	4.4	1.1	0.9	6.3
さちあおば	15.4	36.3	35.0	36.6	71.3	20.4	62.5	19.3	43.8	80.7
ミナミアオバ	79.0	95.4	90.9	92.4	97.5	83.3	94.1	72.4	77.1	93.0

数値は接種葉の病斑面積率(%). 接種葉の病斑面積率は, 基準図(中国農試原因)により0~10の階級値で調査し, 次式で病斑面積率を算出. 病斑面積率=Σ(階級値の代表病斑面積率×その階級に属する葉数)/調査葉数20葉.

品種間で有意または有意に近い負の相関を示し, いもち病罹病程度が収量性に大きく影響していた(表-3)。

これらの結果から, ‘さちあおば’は有用ないもち病抵抗性遺伝資源であると考えられ, 本病の発生の危険性が高い西南暖地を中心に, 9月播種で, より安定した収量が期待できる。

2 今後の抵抗性品種の開発

‘さちあおば’はいもち病に対して抵抗性を有する初めての品種であるが, 本病の激発時あるいは立枯症に対する抵抗性は必ずしも十分とは言えない。そこで抵抗性のさらなる向上を目的に, 筆者らは, イタリアンライグラスの出芽直後と2~3葉期の幼苗期の2回, いもち病菌を接種, 選抜する手法により4世代の循環選抜を行った。その結果, ‘さちあおば’よりさらに抵抗性が強いと思われる実験的な系統‘山育180号’(2倍体)および‘山育181号’(4倍体)を育成した。この2系統は, 前章までに述べたIR菌の病原性についての検討結果を踏まえ, 接種に用いるいもち病菌をIR菌のほか, メヒシバおよびライムギ由来の菌株を混合して, 3世代目の接種・選抜に用いた。

育成後の検定では, 大幅な抵抗性の向上が認められたことから, 次に菌株による特異的な反応, いわゆるレース反応の有無を確認するため, 九州地域を中心とする国内10地点から71菌株を採集し, 接種検定を行った。そ

の結果, 両系統は, いずれの採集地の菌株においても発病程度は極めて低く, 強い抵抗性を示した(表-4)。また供試した71菌株について発病程度および発病株率の程度別に分布を整理したところ, 両系統は供試菌株の約9割で接種葉の病斑面積率が10%以下であったのに対し, 発病株率では供試菌株の約8割で発病株率が60%を超えていた。以上の結果から両系統の抵抗性の発現には, 系統内の無発病個体の割合が高いことによる質的なものよりも, 発病個体の発病程度が低いことによる量的な発現が大きく関与しており, 両系統は圃場抵抗性の強い系統であると考えられる。今後さらに, 他のイネ科植物由来の菌株を供試し, 抵抗性程度を確認する予定である。

この2系統は接種検定では, 前述のように系統内での個体割合としては低いものの無病徴個体も認められる。月星ら(2008)は両系統の無病徴個体では感染細胞の過敏反応死は認められなかったが, 菌の侵入部位にパピラ*形成が確認されたとしており, 個体レベルでの真性抵抗性の発現, レース反応等には興味もたれる。

また, 両系統はいもち病抵抗性のみを選抜対象として育成した実験的な系統であり, 他の優良形質を併せもつ実用系統の育成にはまだ至っていない。今後, 抵抗性実用系統・品種の育成に当たっては, IR菌の多様性に留

* パピラ(papilla): 病原菌の侵入に対して宿主細胞内で形成される乳頭状の構造物で, 植物の防御反応の一つといわれる。

意し、病原性の異なる複数の菌株、あるいは他のイネ科植物由来のいもち病菌を用いながら、選抜・検定を行っていく必要がある。

おわりに

イタリアンライグラスのいもち病は、近年の気候の温暖化傾向や秋期の気象変動に伴って、発生の増加が懸念されるので、発生と防除に関する研究を加速する必要がある。今後さらに、新たな抵抗性品種、特に立枯症に強い抵抗性をもつ品種の開発、分子生物学的手法を用いた抵抗性遺伝子の解析、抵抗性品種に対するいもち病菌の

寄生性分化の確認等、研究の進展が期待される。

引用文献

- 1) 荒井治喜・鈴木文彦 (2007): 日植病報 73: 188.
- 2) 藤原 健ら (2003): 山口県農試研報 54: 25 ~ 28.
- 3) 牧野秋雄・久永 勝 (1972): 関西病害虫研報 14: 96 ~ 97.
- 4) 水野和彦ら (2003): 山口県農試研報 54: 11 ~ 24.
- 5) 岡田 大・後藤重喜 (1979): 日植病報 45: 92.
- 6) 杉山正樹 (1997): いもち病—研究と防除, 日本バイエルアグロケム(株), 東京, p. 156 ~ 162.
- 7) 角田佳則ら (2003): 山口県農試研報 54: 29 ~ 36.
- 8) 月星隆雄ら (2008): 日植病報 74: 194.
- 9) 山中 達 (1987): 稲いもち病 (山中達・山口富夫編著), 養賢堂, 東京, p. 46 ~ 47.

(新しく登録された農薬 16 ページからの続き)

22404: 協友アミスターアクタラ SC (協友アグリ) 09/07/02
 チアマトキサム: 6.5%, アゾキシストロビン: 8.0%
 稲: カメムシ類, いもち病, 紋枯病: 収穫 14 日前まで
 稲: カメムシ類, いもち病, 紋枯病: 収穫 14 日前まで (無人ヘリコプターによる散布)
 ●ジノテフラン・プロベナゾール粒剤
 22416: Dr. オリゼスタークル箱粒剤 (三井化学アグロ) 09/07/22
 22417: 明治 Dr. オリゼスタークル箱粒剤 (明治製菓) 09/07/22
 22418: ホクコー Dr. オリゼスタークル箱粒剤 (北興化学) 09/07/22
 ジノテフラン: 2.0%, プロベナゾール: 25.0% (有効成分含量記載を中央値に変更)
 稲 (箱育苗): いもち病, ウンカ類, イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ツマグロヨコバイ, ニカメイチュウ, イネクロカメムシ, もみ枯細菌病, 白葉枯病, フタオビコヤガ: 移植 3 日前~移植当日
 ●還元澱粉糖化物液剤
 22419: ベニカマイルド液剤 (住友化学園芸) 09/07/22
 還元澱粉糖化物: 60.0%
 かんぎつ: ミカンハダニ: 収穫前日まで
 野菜類 (いちご, しそを除く): アブラムシ類, コナジラミ類, うどんこ病: 収穫前日まで
 しそ: アブラムシ類, コナジラミ類, カンザワハダニ, うどんこ病: 収穫前日まで
 いちご: ナミハダニ, アブラムシ類, うどんこ病, コナジラミ類: 収穫前日まで
 ごま: アブラムシ類: 収穫前日まで
 花き類・観葉植物: アブラムシ類, うどんこ病: 収穫前日まで

「殺菌剤」

●フェンブコナゾール乳剤
 22400: デビュー乳剤 (ダウケミカル) 09/07/02
 22401: クミアイデビュー乳剤 (クミアイ化学工業) 09/07/02
 フェンブコナゾール: 12.5%
 てんさい: 褐斑病: 収穫 14 日前まで
 ●銅水和剤
 22424: MIC コサイド DF (三井化学アグロ) 09/07/22
 水酸化第二銅: 61.4%

かんぎつ: かいよう病: 発芽前
 かんぎつ: かいよう病, 黒点病, 褐色腐敗病: 一
 ぶどう: べと病, さび病: 一
 ばれいしょ: 疫病, 軟腐病: 一
 たまねぎ: りん片腐敗病: 一
 にんにく: 春腐病: 一
 にんじん: 黒葉枯病: 一
 てんさい: 褐斑病: 一
 アスパラガス: 斑点病, 茎枯病, 褐斑病: 一
 びわ: がんしゅ病: 一
 キウイフルーツ: 花腐細菌病: 休眠期~叢生期 (新梢長約 10 cm)
 トマト: 疫病: 一
 きゅうり: 斑点細菌病: 一
 はくさい: 軟腐病: 一
 りんご: 斑点落葉病, すず点病, すず斑病, 輪紋病, 褐斑病: 一
 おうとう: せん孔病: 収穫後 (6 ~ 8 月)
 もも: せん孔細菌病: 開花前まで, 収穫後から落葉まで
 ネクタリン: せん孔細菌病: 開花前まで, 収穫後から落葉まで
 野菜類: 軟腐病, 褐斑細菌病, 黒腐病: 一
 やまのいも: 葉渋病: 一
 いんげんまめ: かさ枯病: 一
 いちご: 角斑細菌病: 一
 ごま: 斑点細菌病: 一
 あずき: 褐斑細菌病: 一
 だいち: 斑点細菌病: 一
 とうがん: 果実汚斑細菌病: 一
 ブロッコリー: 花蕾腐敗病: 一
 こんにゃく: 葉枯病: 一

「除草剤」

●ピラクロニル・プロモプチド・ベンシルフロメチル粒剤
 22406: 日農イッポンジャンボ (日本農薬) 09/07/08
 22407: イッポンジャンボ (デュポン) 09/07/08
 ピラクロニル: 4.0%, プロモプチド: 18.0%, ベンシルフロメチル: 1.5%
 移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ, ミズガヤツリ (東北), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離 (東北)

(41 ページに続く)