

学 位 論 文 題 名

発生生態の解明と実用的識別法に基づく

イネ科水田雑草の制御戦略に関する研究

学位論文内容の要旨

1940 年代後半に 2,4-PA が実用化されて以来、日本の農耕地では除草剤による雑草防除が基幹技術となった。水田では、夏期の水稲作でノビエと総称される野生ヒエ、冬期の麦作でスズメノテッポウやスズメノカタビラなどのイネ科雑草が主要な防除対象となっている。イネ科雑草の生育ステージや種間での選択性除草剤の効果の変動が農業生産の現場ではしばしば問題となる。このため、裏作を含む水田におけるイネ科雑草を対象に、除草剤の散布時など、防除に直接関係する場面での発生生態解明と実用的な識別法に基づいた防除戦略確立を目的に研究を実施した。

1. 野生ヒエの発生および定着を予測するための加重型有効温度手法の開発と応用

1) 1 時間気温値の加重型有効積算気温を用いた野生ヒエとイヌホタルイの葉齢進展の計量化

イネ科雑草であるタイヌビエ、イヌビエ、ヒメタイヌビエとカヤツリグサ科雑草のイヌホタルイで、葉齢進展の指標となる加重型有効積算気温を第 2 葉の進展速度を基に算出した有効度に読み替えて 1 時間ごとに積算する手法として開発し、積算値の一定性を検討した。12 °C から 36 °C まで 3 °C 刻みの陽光恒温器内での 5 雑草種の第 2 葉の 24 時間の伸長量と、15 °C から 36 °C で展開した第 2 葉身長の比を Spline 曲線補間法により 0.1 °C ごとに読み取り、その 1/24 を 1 時間当たりの葉齢進展の有効気温 (ε) とした。ポットで 7 時期の代かき後に出芽した 5 雑草種、および水田で 4 回の代かき後に自然発生したヒメタイヌビエで、葉齢進展を有効積算気温値 ($\sum \varepsilon$) で表すと、同値の代かき時期の変動係数は日数 ($\sum \text{day}$) より大幅に小さく、日平均気温積算値 ($\sum T$) や日平均気温から 10 °C を控除した積算値 ($\sum (T-10)$) より低下した。

2) 関東地方の耕起・不耕起乾田直播栽培におけるヒメイヌビエの発生生態の差異と入水前除草剤処理時期の推定指標の作成

茨城県新利根町の水稲乾田直播栽培を対象に乾田期間を中心にした雑草の発生生態を調べ、加重型有効積算気温を用いたヒメイヌビエの葉齢推定に基づく入水前除草剤の処理適期を策定した。ヒメイヌビエについて、播種 n 日後の最大葉齢と播種日から $(n-1)$ 日の有効積算気温値 ($\sum \varepsilon$) との回帰式から、播種 (耕起) 日から 1 ~ 5 葉期到達までに必要な $\sum \varepsilon$ を算出した。「竜ヶ崎」の 5 年間の気温値を用い、5 日間隔に設定した播種日ごとにヒメイヌビエの葉齢推移を推定し、乾田期間の除草剤の処理適期を暦日で求めた。

3) 九州地方に発生したコヒメビエの小穂と穂の形態および低温での種子の死亡条件を基にした定着不可能地点の推定

熱帯・亜熱帯を中心に分布するコヒメビエが九州地方で見いだされた。そこで、九州に発生したコヒメビエの有効な識別点を調べ、耕地への定着の可能性を検討した。熊本県玉

名市産と宮崎県佐土原町産のコヒメビエについて、穂長と最下枝梗長の比が 3.2 以上となる点でヒメイヌビエから識別できることを認めた。玉名市産コヒメビエの種子は、湿潤土壌中で -5℃ の凍結条件が 1 日 6 時間続くとほぼ死滅し、同条件が 3～4 日間連続すると完全に死滅した。1988 年から 1992 年までの九州地方の 114 地点の気温値から、11 月から翌年 3 月までの冬の期間に -5℃ 以下の最低気温の総日数が 5 年間で 4 日以上となる場合をコヒメビエの定着の不可能な越冬条件と仮定し、九州山地、筑紫山地やその周辺などの 32 地点では定着不可能と推定した。

4) 温暖化がコヒメビエの葉齢進展速度に及ぼす影響の予測

想定される地球環境の温暖化での新帰化植物の生育の変動予測として、加重型有効積算気温手法によりコヒメビエの葉齢進展速度の変化をタイヌビエとの対比で推定した。タイ産コヒメビエにつき、0.1℃刻みの 1 時間当たりの葉齢進展の有効気温 (ε) を算定した。コヒメビエとタイヌビエで一定葉齢に必要な有効積算気温値 ($\Sigma \varepsilon$) を求め、これにより福岡県筑後市での 5 年間の気温値が 1℃ から 4℃ 上昇した場合の葉齢進展の促進程度を推定した。コヒメビエの 2 葉期への到達は 6 月 20 日出芽の場合は平年より 32 時間早い、4 月 20 日出芽では 144 時間時間早まると推定された。

2. 水田に発生するイネ科多年生雑草の葉の特徴による同定法と千葉県八千代市での発生状況の調査

近年、「ヨバイヅル」と呼ばれるイネ科多年生雑草が各地の水田で問題とされ、これまで知られていたキシウスズメノヒエやエゾノサヤヌカグサと混同されてきた。このため、イネ科多年生雑草の簡易な同定法を策定し、それを用いて千葉県八千代市の水田でのイネ科多年生雑草の発生状況を調べた。水田に発生するイネ科多年生雑草として 10 種 1 変種を確認した。各種の葉身と葉鞘の特徴から検索表を作成し、「草調べシート」に作成して広く配布した。八千代市米本の 45 筆の水田においてイネの刈跡で上記検索表によりイネ科多年生雑草を同定して発生程度を調べた。野生ヒエ用除草剤シハロホップブチル剤はアシカキとサヤヌカグサには効果を示さず、ハイコヌカグサを抑制することを認めた。

3. 暖地の水田裏作におけるイネ科雑草の識別法の開発と除草剤反応の差異に及ぼす中胚軸伸長特性の役割

近年、九州北部の水田裏作麦圃ではカズノコグサの発生が急激に増加し、効果的な防除法の確立が望まれるようになった。このため、麦類対象除草剤の雑草調査時期にあたる 3 月頃におけるカズノコグサとスズメノテッポウの簡便な識別方法と、数種除草剤に対する反応の差異を中胚軸の伸長特性から調べた。

1) カズノコグサとスズメノテッポウの幼植物の簡易識別法と除草剤に対する反応性の差異

3 月 20 日頃の 2～6 葉期程度の幼植物で、カズノコグサでは乾燥後の根が白いなどの点でスズメノテッポウとの識別が可能であった。ベンチオカーブとプロメトリンの混合乳剤・粒剤、トリフルラリン乳剤などの除草剤を処理した場合、両種を区別しない場合には、カズノコグサに対して過大に、スズメノテッポウに対して過小な効果判定となった。

2) カズノコグサとスズメノテッポウにおける中胚軸の伸長特性とジニトロアニリン系除草剤に対する反応性の差異

発生深度 15mm 程度以上では、カズノコグサの中胚軸はスズメノテッポウに比べて伸長しにくかった。ジニトロアニリン系除草剤のトリフルラリン粒剤 (2.5%) とベンディメタリン細粒剤 (2%) の標準量処理では、5～30mm の範囲で播種深度の増大につれて残存個体数比率が高くなり、同じ播種深度ではカズノコグサの残存個体数比率がスズメノテッポウより高かった。播種深度に代えて成長点深度を説明変数に用いて残存個体数比率との関係を双曲線回帰式で表わすと、この種間差は消去されたことから、同除草剤に対する、播種深度での反応の種間差は中胚軸の伸長特性に起因する成長点深度の違いによると考えられた。

選択性除草剤の適正使用を柱とする水田作の雑草制御において、本研究で示した除草剤の適期処理、対象とする種の正確な認識および除草効果の変動要因の解明は、水田のイネ科雑草の効率的制御の推進に貢献しうる。

学位論文審査の要旨

主査	教授	佐野芳雄
副査	教授	岩間和人
副査	教授	幸田泰則
副査	助教授	近藤哲也

学位論文題名

発生生態の解明と実用的識別法に基づく

イネ科水田雑草の制御戦略に関する研究

本論文は、図17、表21を含む101ページからなる和文で、別に13編の参考論文が添えられている。

日本の農耕地では除草剤による雑草防除が基幹技術となっている。水田作では、夏期の水稻作で野生ヒエ、冬期の麦作でスズメノテッポウやスズメノカタビラなどのイネ科雑草が主要な防除対象である。新帰化植物が増加する現在、選択性除草剤の効果の変動が重要な問題となっている。本研究は、水田作におけるイネ科雑草を対象に、除草剤の散布時期など、防除に直接関係する場面での発生生態解明と実用的な識別法に基づいた防除戦略を確立することを目的として実施した。得られた結果は以下のように要約される。

I. 野生ヒエの発生および定着を予測するための加重型有効温度手法の開発と応用

1) 加重型有効積算気温を用いた葉齢進展

イネ科雑草である野生ヒエとイヌホタルイで、葉齢進展の指標となる加重型有効積算気温を第2葉の進展速度を1時間ごとに積算する手法として開発し、積算値の一定性を検討した。第2葉の24時間の伸長量と展開した第2葉身長の比をSpline曲線補間法により求め、1時間当たりの葉齢進展の有効気温を求めた。この手法により、葉齢進展の推定が従来のものに比較して著しく向上することが分かった。

2) 直播栽培におけるヒメイヌビエの発生生態と除草剤処理時期の推定指標

水稻乾田直播栽培を対象に乾田期間を中心にした雑草の発生生態を調べ、加重型有効積算気温を用いたヒメイヌビエの葉齢推定に基づく入水前除草剤の処理適期を策定した。さらに、「竜ヶ崎」の5年間の気温値を用い、5日間隔に設定した播種日ごとにヒメイヌビエの葉齢推移を推定し、乾田期間の除草剤の処理適期を暦日で求めた。

3) コヒメビエの九州地方における定着不可能地点

熱帯・亜熱帯に分布するコヒメビエが、近年九州地方で見いだされた。コヒメビエとヒメイヌビエの識別は容易ではなかったが、穂長と最下枝梗長の比から識別できることを見出した。また、凍結条件下における埋土種子の死滅条件を明らかにし、九州地方の114地点の気温値から、コヒメビエの定着可能な地域を予測した。

4) 温暖化がコヒメビエの葉齢進展速度に及ぼす影響の予測

温暖化にともなう新帰化植物の生育予測として、コヒメビエとタイヌビエの葉齢進展速度の変化を加重量有効積算気温手法により推定した。一定葉齢に必要な有効積算気温値を両種で求め、これにより筑後市での気温値が1℃から4℃上昇した場合の葉齢進展の変化を推定した。

II. 水田に発生するイネ科多年生雑草の葉の特徴による同定法と発生状況の調査

近年、イネ科多年生雑草における種の混同が各地の水田で問題とされている。このため、イネ科多年生雑草の簡易同定法を策定し、それを用いて千葉県八千代市の水田でのイネ科多年生雑草の発生状況を調べた。水田に発生するイネ科多年生雑草として10種1変種を確認した。各種の葉身と葉鞘の特徴から検索表を作成し、「草調べシート」に作成して広く配布した。八千代市の水田においてイネの刈跡で上記検索表によりイネ科多年生雑草を同定して発生程度を比較したところ、野生ヒエ用除草剤シハロホップブチル剤はアシカキとサヤヌカグサには効果を示さず、ハイコヌカグサを抑制することが分かった。

III. 水田裏作におけるイネ科雑草の識別法の開発と除草剤の中胚軸伸長特性

1) カズノコグサとスズメノテッポウの簡易識別法と除草剤に対する反応

九州北部の水田裏作表圖ではカズノコグサの発生が急増し、防除法の確立が望まれている。カズノコグサとスズメノテッポウの識別は困難であったが、2～6葉期の幼植物において、乾燥後の根の色などから両種を容易に識別出来ることが分かった。ベンチオカーブとプロメトリンの混合乳剤・粒剤、トリフルラリン乳剤などの除草剤を処理した場合、両種を区別しない時には除草効果が著しく低下することが分かった。

2) カズノコグサとスズメノテッポウにおける中胚軸の伸長特性とジニトロアニリン系除草剤に対する反応

両種における中胚軸の伸長は発生深度により異なることが分かった。。ジニトロアニリン系除草剤を処理した場合、播種深度が増大するにつれて残存個体数は多くなり、同じ播種深度ではカズノコグサの残存個体数比率はスズメノテッポウより高かった。播種深度に代えて成長点深度を説明変数に用いると種間差は消去されたことから、同除草剤に対する種間差は中胚軸の伸長特性に起因すると考えられた。

以上のように、本研究で示した除草剤の適期処理、対象とする種の正確な認識および除草効果の変動要因の解明は、選択性除草剤の適正使用を柱とする水田のイネ科雑草の効率的制御に大きく貢献しうると判断できる。よって審査員一同は、森田弘彦が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。