

学位論文全文に代わる要約 Extended Summary in Lieu of Dissertation

氏名： 赤澤 昌弘
Name

学位論文題目： 岡山県の稲作水田における一年生イネ科雑草アゼガヤの発生と防除に関する
Title of Dissertation 生理生態学的研究

学位論文要約：
Dissertation Summary

本論文は、岡山県の稲作水田で発生が確認されて問題化しつつある一年生イネ科雑草アゼガヤについて、その発生の生理生態を解明し、有効な防除法を確立することを目的として、2017年から2023年に行った調査・試験の結果を取りまとめたものである。

近年、岡山県の稲作水田では一年生イネ科雑草のアゼガヤ (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) が目立つようになってきている。西日本においては水田・休耕田・転換畑で発生がみられ、水田におけるその特徴は、畦畔や畦畔際から匍匐茎を伸ばして本田内に侵入することが多く、田面が露出した場合や乾田直播栽培では本田内でも出芽・生育するため、しばしば問題となるとされている (浅井 2015)。アゼガヤには「そう生型」と「ほふく型」があるが (松尾・片岡 1981, 1982)、岡山県の稲作水田で発生しているアゼガヤは「ほふく型」であり、水田畦畔では上位優占雑草となる場合が多いとされている (徐 2009)。アゼガヤの発生は圃場管理上の大きな問題となっており、特に本田内に匍匐茎を侵入させ、草丈が1mを超えて繁茂して出穂に至る圃場では、その有効な防除対策が求められている。そこで本研究では、アゼガヤの生理生態を踏まえた生育の特徴を調査し、生育が進んだアゼガヤを防除するために、以下の検討を行った。

第1章では、岡山県南部の稲作水田で発生が顕在化しているアゼガヤについて県全体での発生状況を調査し、発生が確認された地点をマップ化するとともに、問題点の抽出を行った。加えて、アゼガヤがイネ群落内に匍匐茎を侵入させて繁茂する一要因としてアレロパシーの関与が考えられるため、その活性を測定した。アゼガヤの発生は岡山県のほぼ全域で確認され、県南部では発生状況がより深刻であることが明らかとなった (第1図)。アゼガヤの繁茂が水稻の生育に及ぼす影響についてはこれまで調査されていなかったが、同一圃場内のアゼガヤ未発生箇所と水稻よりも穂数が減少することを確認した (第1表)。このことはアゼガヤの発生は水稻の減収につながる可能性を示唆しており、水稻作で発生するアゼガヤに対して水田畦畔からの侵入を防ぐ栽培管理の実施や、匍匐茎を伸長させて圃場内で繁茂する生育が進んだアゼガヤの効果的な防除技術が必要であると考えられた。また、岡山県で発生しているアゼガヤのアレロパシー活性について地上部のメタノール抽出物を用いた生物検定を行ったところ、検定植物の生育を濃度依存的に抑制し、その感受性は種によって大きく異なることが示唆された。アゼガヤ抽出物のIC50値 (検定植物に対して50%の生育阻害を引き起こす濃度) を調査すると、クレスの胚軸と根は抽出物に対して高い感受性を示したが、イヌビエの子葉鞘は試験したすべての植物の中で最も低い感受性を示した (第2表)。このことから、岡山県で発生しているアゼガヤもアレロパシー特性を有している可能性があり、このことはイネ群落内への匍匐茎の侵入と繁茂に寄与している可能性が考えられた。

第2章と第3章では、アゼガヤが畦畔で生育する段階を「生育前期」、匍匐茎を伸長させて本田内に侵入してイネの条間・株間で繁茂して出穂に至る段階を「生育後期」と定義し、生理生態の面から調査を行ってその特徴を検討した。「生育前期」では、土壌中からの出芽、および湛水状態での出芽は大きく抑制さ

(様式5) (Style5)

れ、これまでの報告と一致した。また出芽から匍匐茎伸長までの生育の特徴は圃場での観察結果と一致したため、これらはアゼガヤの基本的な生育の様相であると考えられた。「生育後期」では、匍匐茎の伸長以降の生育を調査し、匍匐茎が本田内に侵入して田面付近で繁茂に至る様相が判明した(第2図)。また、匍匐茎の各分株から出穂することによって多くの穂を着生するため、この多量の種子生産が蔓延に至る要因であると考えられた。アゼガヤが出穂する際、イネ群落内の田面付近の匍匐茎が直上あるいは斜上方向へ伸長することが観察されているため、この縦方向への生育変化と出穂の要因として光条件に着目し、遮光と日長の影響について調査を行った。遮光条件によってアゼガヤの生育は縦方向に変化したが(第3図)、早い時期に立ち上がっても出穂する時期は早まらなかったことから、縦方向へ伸長する生育の変化は出穂に至る要因ではなく、イネの被陰下で生育に必要な光を求めるためであると推察された。出穂については短日条件によって誘導されることが確認されたため(第4図)、ある一定の短日条件で幼穂が形成され始め、出穂に至ると考えられた。アゼガヤの幼穂の確認はイネと同様に容易であり(第5図)、出穂する時期を推定する指標とすることも可能であると考えられた。

第4章では、稲作水田において、匍匐茎を伸長させて本田内に侵入した草丈が1mを越える生育後期のアゼガヤを防除するため、シハロホップブチル 30.0%乳剤(以下CB剤)の処理薬量(300, 600, 900g a. i. /ha)と処理時期(出穂前~出穂盛期)が生育に及ぼす影響を調査した。農薬登録でのCB剤の使用量は300g a. i. /haであるが、アゼガヤ出穂前のCB剤の300~900g a. i. /ha処理では、処理薬量の増加とともに防除効果が向上し、900g a. i. /ha処理でアゼガヤの生育および出穂を強く抑制し、処理55~63日後の草高は無処理区比14~28%、穂数は0~1%であった(第6図、第7図)。しかし、同薬量による効果は処理時期によって変動し、出穂前処理の効果が最も高く、出穂を抑制したのに対し、出穂始期以降の処理では効果が低下し、出穂盛期の処理では穂数は無処理と同程度であった(第8図)。雑草防除の場面では枯死に至ることが求められるが、アゼガヤは一年生雑草であり、秋季に残存した植物体は越冬できないため問題とならない。しかし、出穂・結実すると種子が翌年の発生源となって繁殖するため問題となる。したがって、水稻収穫期には完全枯死に至らず植物体が残存していても出穂しない状態に留めることは、アゼガヤの防除として有効と考えられる。また、水稻収穫時の機械作業面からも、残存個体の草高を低く抑えることには利点がある。

第5章では、第4章で明らかとなったCB剤の高薬量処理について、防除効果変動する要因とその対策について検討した。実際の稲作水田ではイネが繁茂しているため、散布した薬液の多くはイネの茎葉に付着し、田面付近のアゼガヤに対しては薬液が十分に届かず、付着ムラが生じることが懸念される。このため散布ムラを想定した部分塗布処理を行ったところ、薬液の付着部位から匍匐茎を通した吸収移行はわずかで、効果の進展は期待できないことを明らかにした(第9図)。このことを踏まえると、十分な効果を得るためには薬液をアゼガヤ全体に付着させることが重要であり、その手段として乗用管理機による加圧散布が有効であることを、感水試験紙の変色状況と除草効果試験から実証した(第3表)。

以上の研究結果を総合考察し、第6章ではアゼガヤの生育の特徴を生理生態面から把握した上で、稲作水田においてアゼガヤが増殖・繁茂して蔓延に至る要因を生活環としてまとめた(第10図)。これを踏まえて、岡山県南部の水田においてアゼガヤが発生して増殖する要因を次のように推察した。

- ① 水田畦畔で出芽・生育して匍匐茎が本田内に侵入し、出穂に至って種子が落下する。
- ② 湛水条件では発生しにくい、岡山県南部で行われている慣行栽培管理での間断灌漑や中干しによる圃場全体での田面露出、あるいは部分的な田面露出によって、本田内でも発生が助長される。
- ③ 種子からの発生は5月から10月まで長期間に渡って続く。
- ④ 侵入した匍匐茎からの増殖個体や本田内で発生した個体は出穂するまで気付かれにくいため、匍匐茎が広範囲に拡がって大きな個体集団を形成する。
- ⑤ 出穂した時点では稲体に絡み合うほど匍匐茎が拡がっているため、完全な手取り除草は困難となる。

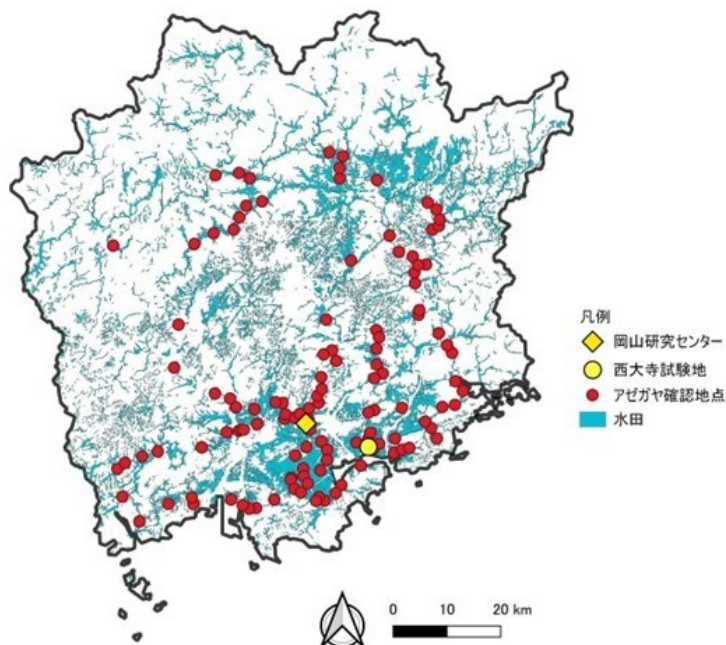
(様式5) (Style5)

また、この時期の生育が進んだ個体を防除するための有効な除草剤はないため、放任される場合が多い。

⑥ その結果、多量の種子が圃場の田面に落下して翌年の発生源となる。

アゼガヤ発生の第一歩は圃場外からの種子侵入であるが、1個体から多くの種子が生産されるため、一旦侵入した場合には、水田内で増殖を繰り返し、蔓延に至ると考えられる。このことから、稲作水田での繁茂・増殖を防ぐためには種子生産を止めることが最も重要であると考えられた。そのためには、通常の耕種管理と雑草防除管理に加えて、CB剤の高薬量処理が有効であると考えられた。ただし、この高薬量処理の効果はアゼガヤの出穂過程で大きく変動することが判明し、出穂直前から効果が低下し、出穂盛期以降の個体に対しては効果が得られないことが明らかとなった。このことから、処理適期が存在することが示され、その晩限(十分に効果が発揮される最も遅い時期)の基準となる時期は出穂であると考えられた。アゼガヤが出穂する時期は、岡山県南部の中生品種の出穂期と概ね同時期の8月下旬以降であることが確認されている。アゼガヤは短日条件で出穂することが明らかとなったため、出穂開始時期は概ね暦日で判断することが可能であり、8月上旬を処理晩限とするべきであると考えられた。また、その補完的な指標として、イネと同様に幼穂の形成状況を確認して目安とすることが有効であると考えられた。さらに、乗用管理機を用いた散布を行うと、イネ群落上からの全面散布でも強力な加圧による散布が可能となるため、薬液が田面まで十分に届き、極めて高い除草効果が得られることを確認した。この有効な防除法は、水稻栽培体系の中における稲作期間中の雑草防除技術として普及可能であることを確認した。

最後に、本研究の成果はアゼガヤの効果的防除の普及に寄与すると考えられ、さらに、より高い効果が得られる新規除草剤の開発の一助となることも期待できる。



第1図 岡山県においてアゼガヤの発生を確認した地点
2017年9月29日～10月1日に巡回調査。
環境省の植生図(1/25,000)水田ポリゴンを利用して作図。

(様式5) (Style5)

第1表 同一圃場内におけるアゼガヤ発生の有無と水稻生育の差異

	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数	
			本/株	比率(%)
アゼガヤ 多	89.8±1.2	19.4±1.2	16.9±2.0	68
アゼガヤ 無	88.2±1.5	20.4±1.1	25.0±1.8	100

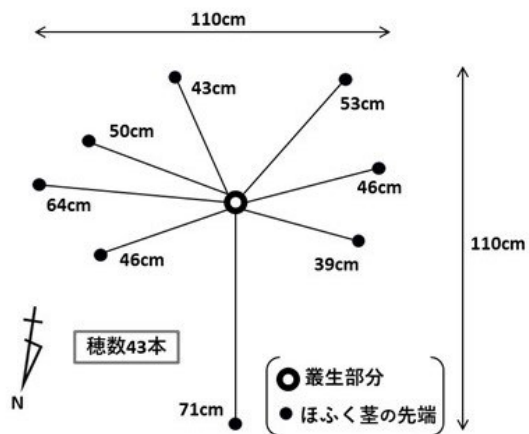
20個体の平均値±標準偏差を示す。

穂数の比率は、アゼガヤ無区に対する比率(%)を示す。

*, **はt検定でそれぞれ5%, 1%水準で有意差があることを示す。

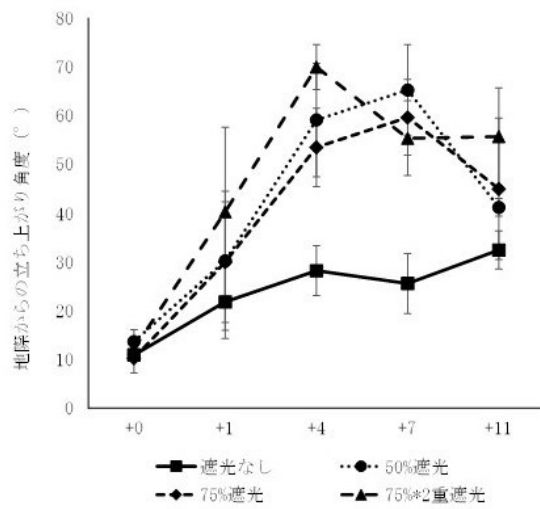
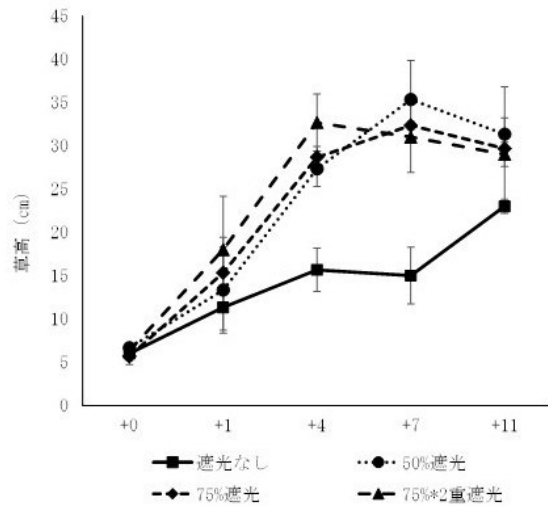
第2表 検定植物の子葉鞘/胚軸および根の生育に対する
アゼガヤ抽出物のIC50値 (mg dry weight equivalent extract/mL)

Test plant	Coleoptile/Hypocotyl	Root
<i>Echinochloa crus-galli</i>	816.3	65.3
<i>Vulpia myuros</i>	24.1	21.4
<i>Lolium multiflorum</i>	67.5	65.9
Cress	18.5	13.9
Lettuce	31.1	26.8
Alfalfa	22.4	35.9

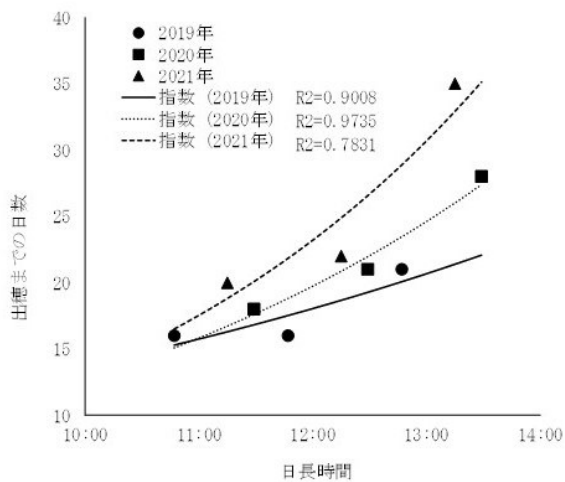


第2図 本田内で繁茂したアゼガヤ1個体の占有状況
叢生部分から出現した匍匐茎の伸長方向と長さを平面で示す。
各匍匐茎の分株は記載を省略した。

(様式5) (Style5)



第3図 遮光程度によるアゼガヤの伸長と立ち上がり程度の経日変化
 横軸：遮光処理開始後の日数。
 2018年8月13日から遮光処理を開始。
 エラーバーは標準偏差。



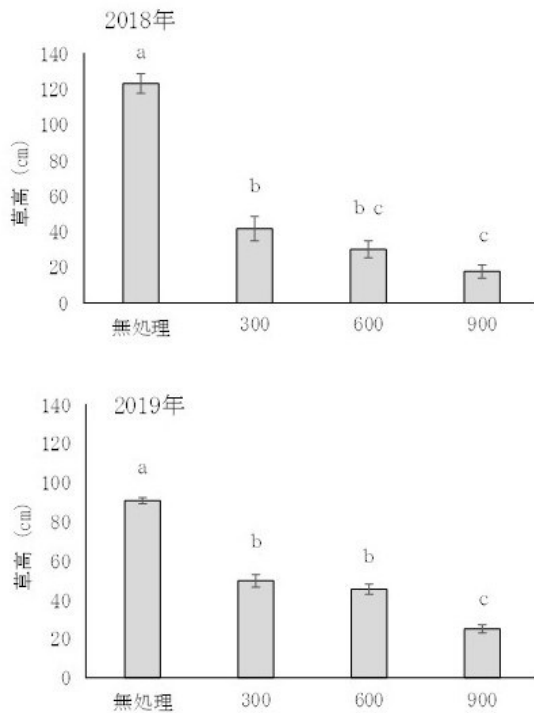
第4図 短日処理による日長時間の変化と出穂まで日数の年次間差

(様式5) (Style5)

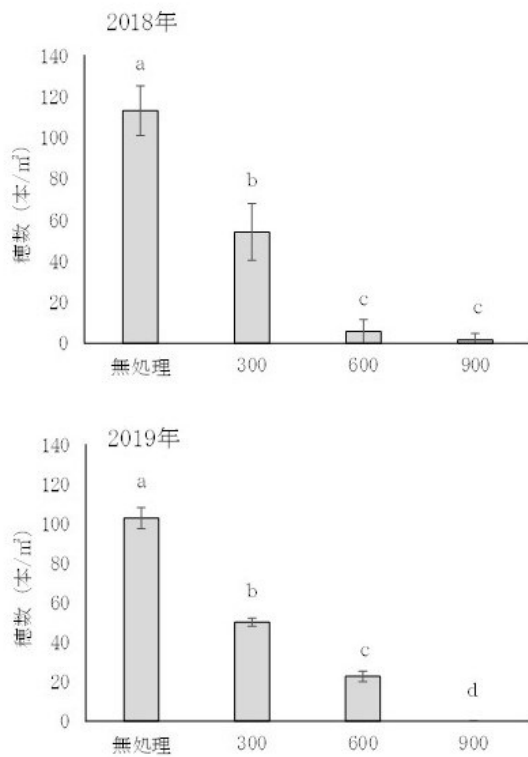


第5図 生育ステージの異なるアゼガヤの幼穂
デジタル顕微鏡で観察（2023年9月19日撮影）。
各画像の1目盛は1mmを示す。

(様式5) (Style5)

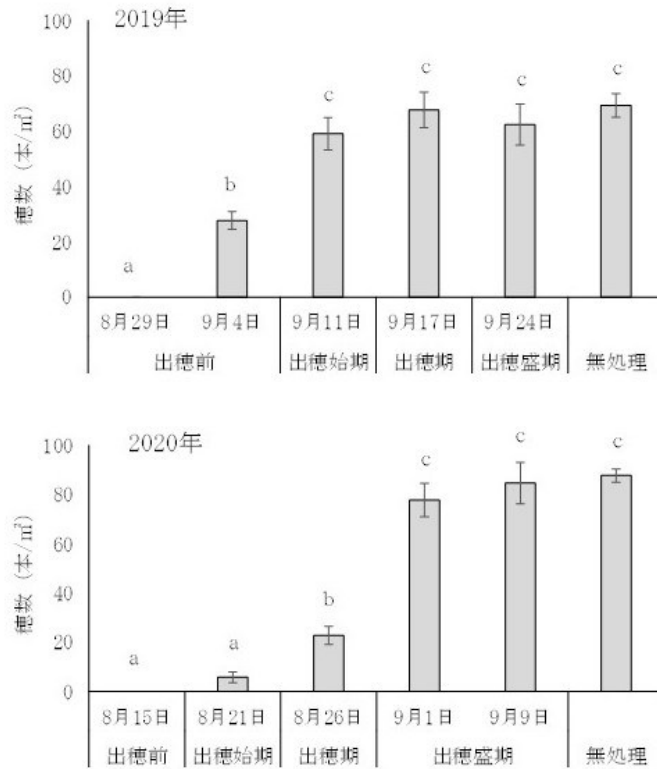


第6図 シハロホップブチル乳剤の出穂前処理の薬量がアゼガヤの草高に及ぼす影響
 横軸：シハロホップブチル乳剤の処理薬量 (g a.i./ha)。
 調査：2018年は処理63日後，2019年は処理55日後。
 エラーバー：95%信頼区間。
 異なる英文字： $p < 0.05$ (Tukey)。



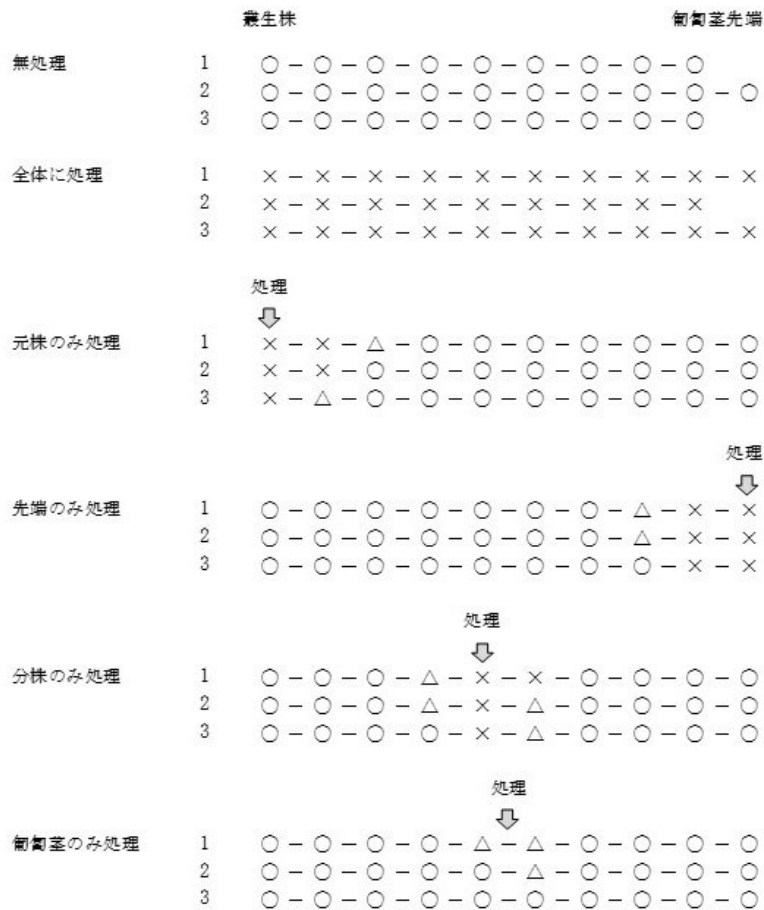
第7図 シハロホップブチル乳剤の出穂前処理の薬量がアゼガヤの穂数に及ぼす影響
 横軸：シハロホップブチル乳剤の処理薬量 (g a.i./ha)。
 調査：2018年は処理63日後，2019年は処理55日後。
 エラーバー：95%信頼区間。
 異なる英文字： $p < 0.05$ (Tukey)。

(様式5) (Style5)



第8図 異なる処理時期のシハロホップブチル乳剤処理がアゼガヤの穂数に及ぼす影響
横軸：シハロホップブチル乳剤900g a.i./ha処理日とアゼガヤの生育ステージ。
調査：2019年は10月20日，2020年は10月14日。
エラーバー：95%信頼区間。
異なる英文字： $p < 0.05$ (Tukey)。
2019年8月29日，2020年8月15日処理区：穂数0本/m²。

(様式5) (Style5)



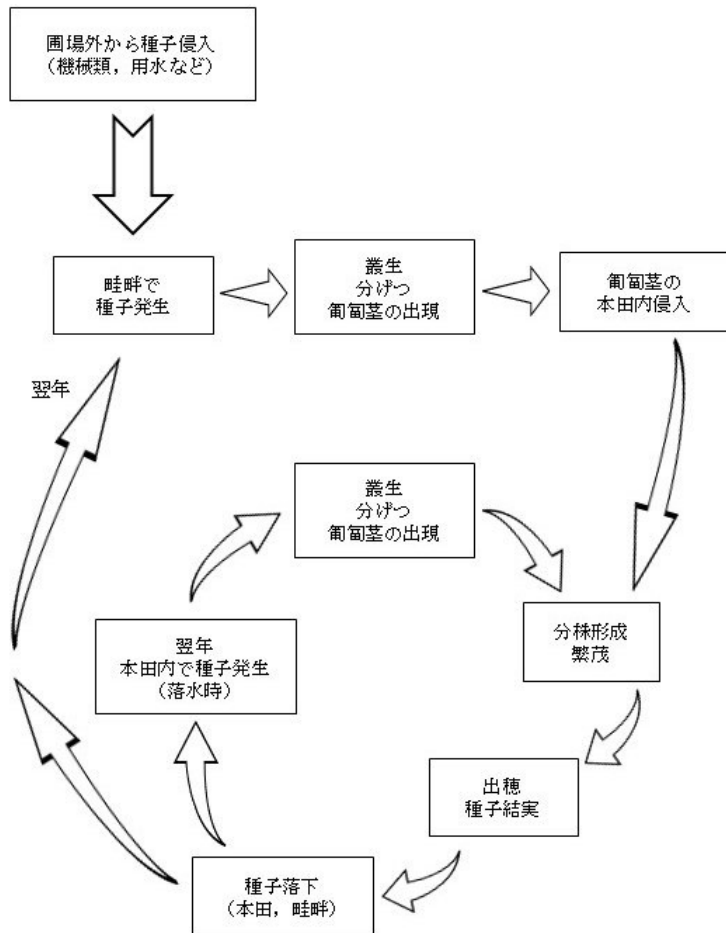
第9図 シハロホップブチル乳剤の部分塗布処理による効果の進展 (ハウス試験)
 「○-○-○」は左から「(叢生株)(匍匐茎)(分株)(匍匐茎)(分株)」を示す。
 処理後の状況を「○:影響なし, △:一部褐変はあるものの残草, ×:枯死」で示す。
 2020年8月25日処理, 9月22日(処理28日後)に観察調査。

第3表 乗用管理機を用いたシハロホップブチル乳剤の散布によるアゼガヤの防除効果

	残草の生体重量(g)	対無処理区比(%)	ほふく茎長(cm)
処理区	3.0 ± 0.69	9	軸断片のみ
無処理区	34.4 ± 3.53	100	96.0 ± 14.36

2020年8月12日にアゼガヤを植え込み, 8月14日に処理。
 2020年9月13日に残草量を調査。
 生体重量±標準偏差を示す。

(様式5) (Style5)



第10図 稲作水田におけるアゼガヤの生活環

引用文献

1. 浅井元朗 2015. 植調雑草大鑑. 全国農村教育協会, p. 20.
2. 松尾善義・片岡孝義 1981. アゼガヤの変異型. 雑草研究 26, 39-41.
3. 松尾善義・片岡孝義 1982. アゼガヤの2変異型の生育特性. 雑草研究 27, 204-209.
4. 徐錫元 2009. 水田畦畔雑草の管理に関する現地情報の収集と除草剤使用指針の提示. 雑草研究 54, 157-165.