

麦類難防除雑草カラスムギの登熟過程における出芽能力獲得時期と

脱粒性獲得時期の解明

大橋俊子・皆川 博¹⁾・福田弥生²⁾

(茨城県農業総合センター農業研究所)

要約

カラスムギ (*Avena fatua* L.) の出穂後における苞穎、小花、果実の形態観察及び脱粒開始時期を調査するとともに、出穂当日から出穂 6 週後にかけて、着生したカラスムギ種子の出芽能力の有無を調査した。脱粒は出穂 5 週後から見られ始め、出穂 7 週後には 8~9 割の種子が脱粒した。出芽能力は出穂 3 週後から認められた。以上の結果から、当年産カラスムギ種子を翌作に持ち越さないために、手取り除草を行う場合はカラスムギの出穂後 5 週間以内、麦類の収穫を断念してすき込む場合はカラスムギの出穂後 3 週間以内に実施することが、発生密度の低減を図る上で重要と考えられた。

キーワード：カラスムギ、登熟、形態的特徴、出芽能力、脱粒性

1. はじめに

カラスムギ (*Avena fatua* L.) は世界各地の麦作で問題となる一年生冬雑草であり (Beckie *et al.* 2012)、麦類の大幅な減収等の被害をもたらしている (Holm *et al.* 1991, Beckie *et al.* 2012)。近年、関東東海地域においても固定転換圃を中心としてカラスムギによる雑草害が顕在化・常態化している (浅井・與語 2005)。茨城県においても県西地域を中心に県内広域でカラスムギの発生が認められており、麦類の減収やタンパク質含有率の低下 (茨城県農業総合センター農業研究所、2018)、甚発生圃場では収穫放棄も見られ、対策が求められている。

カラスムギ種子の休眠程度は圃場によって異なり、休眠が深い種子が多い圃場は年明け以降も長期にわたり出芽が続く傾向がある (大橋ら、2021)。また、主要畑雑草の多くは最大出芽深度が 5cm 以内である (高林・中山、1979) のに対し、カラスムギは土中 10~20cm のかなり深い位置から出芽可能である (茨城県農業総合センター農業研究所、2021)。雑草の防除対策として最も多く採られる方法は除草剤による防除であるが、畑作用除草剤の多くは、剤によって異なるものの除草効果期間が 1 か月程度までの場合が多く、さらに、雑草に対する処理層は地表面付近の数 mm~数 cm 程度と言われているため、「長期にわたり出芽が続く傾向」と「出芽深度の深さ」を有するカラスムギに対し除草剤の効果を発揮させるのは非常に困難である。

除草剤による除草効果が不十分で、麦類の生育後半にカラスムギが繁茂してしまった場合は手取りによる除草を行う必要がある。手取り除草はカラスムギ個体を物理的に除去できる有効な方法であるものの、多大な労力を要するほか、実施時期によっては抜き取り時の衝撃により脱粒したカラスムギ種子が圃場に残留して翌作の発生源になる危険性もあるため、カラスムギの脱粒が始まる前に実施する必要がある。また、カラスムギが甚発生した圃場では、やむを得ず麦類の収穫を断念してロータリ等によるすき込みを行う場合もあり、その際、多量のカラスムギ種子が土中に混和されることになる。成熟したカラスムギ種子の場合、土中へのすき込み後 1 年経過しても 70%以上が残留しており (茨城県農業総合センター農業研究所、2021)、すき込む時点でカラスムギ種子が出芽能力を獲得していれば翌作の発生源になりうるため、出芽能力を獲得する前にすき込むことが重要となる。

そこで本試験では、手取り除草を行う場合や、やむを得ず収穫を断念してすき込む場合の適切なタイミングを明らかにするため、農業研究所内の水田転換畑圃場において、出穂後の経時的な形態観察から脱粒開始時期を明らかにするとともに、農業研究所内の畑圃場において、出穂当日から出穂 6 週後までのカラスムギ種子を播種して出芽の有無を調査し、出芽能力獲得時期を明らかにした。

1) 現 茨城県農林水産部農業技術課

2) 現 茨城県県南農林事務所つくば地域農業改良普及センター

2. 材料及び方法

試験は2019年5月から2022年4月まで、茨城県農業総合センター農業研究所（茨城県水戸市）で実施した。

2. 1 カラスムギ種子の採集

カラスムギ成熟種子は、2019年5月27日に桜川市富谷の小麦圃場から採集した。採集の際は、2名で圃場内のカラスムギ発生部分を万遍なく歩いて立毛状態のカラスムギの穂を揺さぶり、または穂を手で軽く叩いて脱粒した種子を成熟種子として、1万粒程度採集した。当該圃場のカラスムギ種子の種子休眠性は「中深」であった（大橋ら、2021）。

2. 2 カラスムギの栽培及び採種と形態観察

2. 1で採集したカラスムギ種子を、網室で数日間風乾後、16°Cの低温庫内で保管し、農業研究所内の水田転換畑で栽培した。2019年及び2020年11月上旬、耕起後の圃場に小麦‘さとのそら’を8kg/10a（畦間30cm）播種し、条間にカラスムギ種子100粒/m²を深度0~5cmで播種した。基肥は窒素成分で6kg/10aを‘さとのそら’の播種溝に施肥し、追肥は実施しなかった。2020年4月21日または4月23日及び2021年4月22日または4月23日に出穂したカラスムギ個体について、出穂当日（出穂0週後）から出穂7週後まで、一週間間隔で立毛調査及び5個体抜き取り調査を行い、小穂及び小花の形態と、脱粒の有無を観察した。生育ステージについて、カラスムギでは1個体の中で1穂以上出穂した個体を出穂個体とし、40~50%の個体が出穂した日を出穂期とした。‘さとのそら’については、全茎の40~50%が出穂した日を出穂期、茎葉並びに穂首部分が黄化し、穂軸や粒は緑色が抜け、粒にはツメ跡が僅かにつき、ほぼ蠟くらいの固さに達した粒をつける茎が全穂数の80%以上に達した日を成熟期とした。

2. 3 圃場における出芽調査

2. 2で抜き取りしたカラスムギ個体について、穂軸から全ての小穂を切り離して農業研究所内の畑圃場に播種した。カラスムギ1個体あたり32粒~444粒の種子を供試した。カラスムギ種子の土中層位別分布は、不耕起または浅耕管理の場合で土中深度5cm以内が約82%、耕起管理の場合で土中深度5cm以内が約45%、5~10cmが約40%であるため（皆川 私信）、播種深度は5cmとした。播種の際は、内径16cm、長さ5cmの塩ビ管（片面にPP製（24メッシュ）の網を張り底面とする）を上面が地表面と合うよう埋め込み、少量の土壌と混和したカラスムギ種子（塩ビ管1個につき30~50粒前後）を播種し、地表面と同じ高さまで覆土した。無施肥とし、カラスムギ1個体につき塩ビ管1~8個を使用した。播種後は麦を栽培せずに不耕起条件で管理し、2020年11月から2021年4月まで、及び2021年9月から2022年4月まで、5~59日間隔で出芽個体数を調査した。葉身または葉鞘が土中から1mm以上出た個体を計測し、出芽率を算出した。出芽個体は調査後に非選択性除草剤（グリホサートカリウム塩液剤）を塗布して枯殺し出芽個体からの再生は認められなかった。

3. 結果

3. 1 出穂0~7週後におけるカラスムギ穂の形態と脱粒開始時期

カラスムギの出穂期は2020年産、2021年産ともに4月23日であり、同圃場における小麦‘さとのそら’の出穂期/成熟期は2020年産が4月15日/6月7日、2021年産が4月19日/6月7日であった（図表略）。カラスムギ1個体当たり2~8本の穂が着生した。

カラスムギ出穂後の形態的特徴を表1及び図1に示した。出穂1週後までは個体内で未出穂の穂が残っており、出穂2週後以降は個体内の全ての穂が出穂した。苞穎（図2）は出穂3週後まですべて緑色であったが、出穂4週後以降、穂先から徐々に黄白色~薄黄色になり、出穂7週後には穂全体が薄黄色になった。小花（図2）は出穂1~5週後まで先端が緑色で、他は黄~薄茶色から徐々に茶色になり、出穂6~7週後には先端が白でそれ以外は茶色になった。果実（図2）は出穂2週後から確認でき、出穂7週後までに大きいもので長さ10mmになった。出穂4週後までは潰すと乳状物が出たが、出穂5週後以降は潰しても乳状物が出なくなり、出穂7週後には爪で切れるが中は粉状になった。脱粒は出穂5週後以降、穂先側から見られ始めた。遅れ穂を除き、出穂6週後には4割程度、出穂7週後には8~9割の種子が脱粒した。

表1 出穂後週数ごとのカラスムギの形態的特徴

出穂後週数	形態的特徴
0週	苞穎は全て緑色。小花もすべて緑色。まだ出穂が不完全で、穂の先端数粒が葉鞘から出ているのが見えるのみ。果実はまだ確認できず、小花内には雄ずいと雌ずいが確認できる。
1週	苞穎は全て緑色。小花は先端4分の1ほどが緑色で他は黄～薄茶色。穂は穂首まで完全に抽出している。果実はまだ確認できず、小花内には雄ずいと雌ずいが確認できる。
2週	苞穎は全て緑色。小花はやや褐色。果実は大きいもので6mm。
3週	苞穎は全て緑色。小花の先端は緑色、先端以外は薄い茶色と緑色の混合色。果実は大きいもので10mm、軟らかく、潰すと乳状物が出る。
4週	苞穎は穂先の約3分の1で黄白色。小花の先端は緑色、先端以外は薄い茶色。果実は大きいもので10～11mm、軟らかく、潰すと乳状物が出る。
5週	穂先の数%の種子は既に脱粒。苞穎は穂先側の半分～3分の2程度が薄い黄色。小花は先端が緑色のものが多いが、先端から基部まで茶色のものもある。果実は大きいもので10mm、登熟の進んだ種子は軟らかいが潰しても乳状物はない。
6週	遅れ穂を除き、4割程度の種子は既に脱粒。苞穎は穂先側の8割程度が薄黄色。小花は先端が白、それ以外は茶色。果実は大きいもので10mm、爪で容易に切れ、中は粉状。
7週	遅れ穂を除き、8～9割程度の種子は既に脱粒し、穂の全体が薄い黄色。小花は先端が白、それ以外は茶色。果実は大きいもので10mm。登熟が進んでおり固いが、細いため爪で切れ、中は粉状。

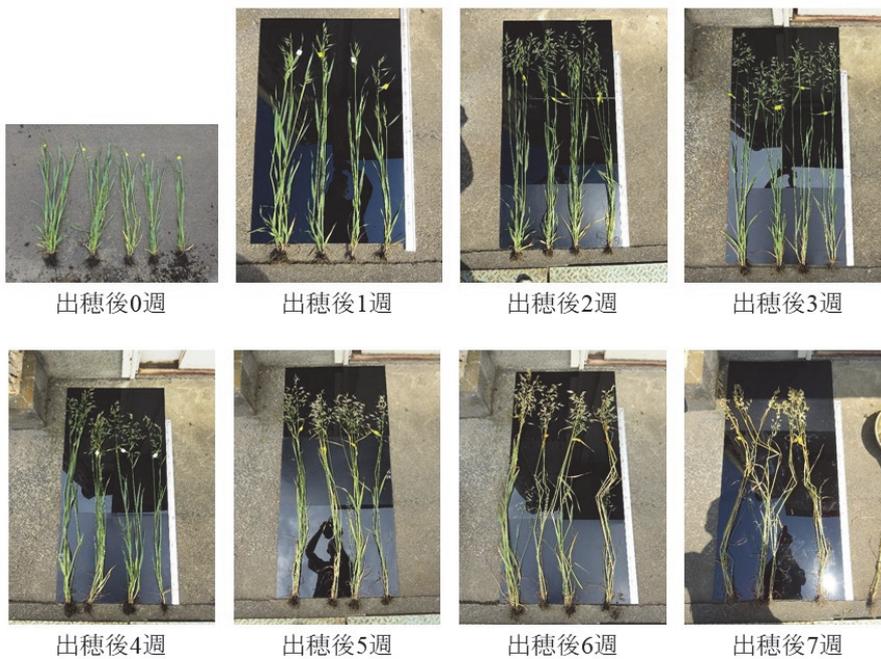


図1 出穂後0～7週のカラスムギ株の様子

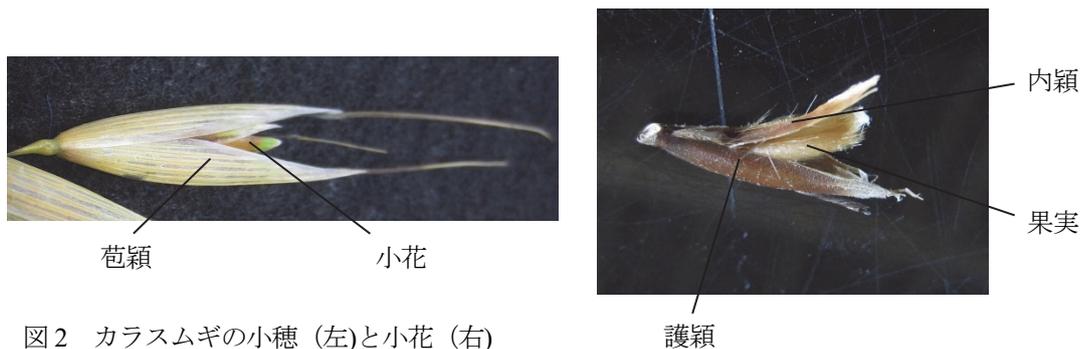


図2 カラスムギの小穂(左)と小花(右)

3. 2 出穂0～6週後のカラスムギ種子の出芽能力

カラスムギ種子は、2020年産、2021年産ともに、出穂2週後までは出芽が認められず、出穂3週後から出芽が認められた(図3)。調査期間である2か年を平均した出芽率は、出穂3週後で4.6%、出穂4週後で11.0%、出穂5週後で31.0%、出穂6週後で48.5%となり、出穂後の週数が進むほど出芽率が高まった。

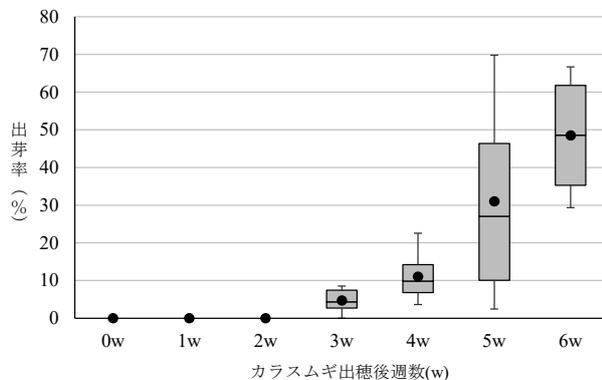


図3 カラスムギの出穂後週数による出芽率

- 1) 出芽率 = 調査期間を通じた累積出芽数 / 播種粒数 × 100。
- 2) n = 10
- 3) グラフ中の黒点は平均値。

4. 考察

本研究では、茨城県内から採集したカラスムギ1集団について、観察及び圃場試験により、出穂後の登熟過程における形態的特徴、脱粒開始時期、出芽能力獲得時期を示した。

高橋・高橋(1974)も述べているとおり、穎花が発芽能力を獲得するには、まず開花・受粉がなければならぬため、種子の発芽能力獲得の時間的推移を明らかにするには、穎花ごとに開花日を始点にして調査する必要があるが、本研究においては、高橋・高橋(1974)と同様、実際の栽培に対する実用上の観点から出穂を始点とした。

カラスムギ種子の8～9割が出穂7週後には脱粒していたことから、出穂7週後頃がカラスムギの成熟期と考えられ、同日・同圃場に播種した小麦‘さとのそら’の登熟期間49～51日と同程度であった。カラスムギの出穂期は‘さとのそら’の出穂期より4～8日遅く、‘さとのそら’の成熟期時点で、カラスムギは出穂6～7週後に相当した。カラスムギの脱粒は出穂5週後から観察され、ケイヌビエの脱粒開始時期である出穂後8～9日(高橋・高橋1974)や雑草イネの脱粒開始時期である出穂後10日～2週間程度(細井ら、2008)より遅いものの、出穂6週後に4割程度、出穂7週後には8～9割程度の種子が脱粒していたことから、11月上旬播種の‘さとのそら’の場合、‘さとのそら’の成熟期にカラスムギ種子の多くは既に脱粒していると考えられる。よって、カラスムギ防除を目的として手取り除草を行う場合は、遅くともカラスムギの出穂後5週以内に実施する必要があると考えられる。出穂5週後のカラスムギは、形態観察の結果から、穂先の半分から約3分の2で苞穎の色が緑色から薄黄色に変わる頃であるとともに、果実を潰しても乳状物が出なくなる頃であることを判断材料にするとよい。

本研究において形態観察及び脱粒開始時期の解明のために供試したカラスムギ種子は、採集後、風乾したのち播種するまでの約6か月間を温度16℃の低温庫内で保管した。自然条件下のカラスムギ種子は収穫後の耕うんにより土中で夏季を経過するため、供試したカラスムギ種子は自然条件下より乾燥した条件下で保管され、休眠覚醒が進んだ状態であったと推察される(Foley, 1994)。さらに、播種深度も一定であったため、出芽が自然発生条件より斉一であったと考えられる。自然発生条件下では、本研究結果より出芽期間及び出穂開始時期が前後に渡って長期化すると考えられるため、圃場におけるカラスムギの状態をよく観察し、時機を逸さないよう手取り除草を実施することが重要である。

タイヌビエではペトリ皿を用いた室内試験にて発芽能力を評価しており、出穂5日後から発芽能力獲得

種子が認められ、出穂後 19～20 日では 80%前後の発芽率が認められた（高橋・高橋 1974）。また、雑草イネではシャーレを用いた室内試験にて脱粒粒の発芽能力を評価しており、脱粒した時期に関わらず 80%以上の発芽率を示した（細井ら、2008）。先述のとおり雑草イネは出穂後 10 日～2 週間程度で脱粒開始となるため、早ければ出穂 10 日後には発芽能力を獲得していると考えられる。いずれも本研究で示したカラスムギの出芽能力獲得時期である出穂 3 週間より短期間であるが、本研究では畑圃場を使用し、出芽の有無を評価した。「出芽」は、土中で発芽後に覆土を押しつけて地表に出ないと成立しない。土中で発芽しても出芽に至らない種子の存在を考慮し、発芽能力獲得時期として推察すると、出穂 3 週間より早期に発芽能力を獲得している可能性は十分考えられる。また、本研究において出穂 6 週間でも出芽率が平均 48.5%、調査期間を通した最大出芽率でも 69.8%と先述のタイヌビエ及び雑草イネの発芽試験に比べ低い結果となったことについては、種子の休眠状態が影響したと考えられる。先述のタイヌビエ及び雑草イネの発芽試験では休眠覚醒後の種子を供試したが、本研究では出穂当日から出穂 6 週間までに着生したカラスムギ種子を即時土中に埋設した。本研究では土中残存種子の生存率、すなわち休眠種子の割合を算出していないが、休眠状態の種子も含まれる条件であったと考えられ、休眠覚醒後であれば出芽率は高まったと推察される。以上より、カラスムギの甚発生等により収穫を断念しすき込みを行う場合は、発生個体に着生したカラスムギ種子を翌作に持ち越さないため、遅くともカラスムギの出穂後 3 週以内にすき込む必要があると考えられる。出穂 3 週後のカラスムギは、形態観察の結果から、苞穎は全て緑色で小花の先端は緑色、先端以外は薄い茶色と緑色の混合色であることを判断材料にするとよい。

本研究では、大橋ら（2021）が判定した試験結果をもとに、種子休眠性「中深」のカラスムギ種子 1 集団のみを供試したが、雑草イネでは、バイオタイプにより出穂から自然脱粒開始期までの間隔が異なる（細井ら、2008）ことから、カラスムギにおいても、休眠程度が異なる集団や、カラスムギ属の別種では脱粒開始時期や出芽能力獲得時期が異なる可能性がある。茨城県内にも異なる休眠程度を有するカラスムギ集団が存在し（大橋ら、2021）、また、カラスムギ属の別種であるオニカラスムギ（*Avena sterilis* L.）の発生も確認されていることから、これらの種子を供試することにより、さらに詳細な知見が得られると期待される。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、県西農林事務所経営・普及部門の普及指導員の方々にはカラスムギ種子の採集にご協力いただいた。また、調査の際は育休代替職員の斎藤幹夫氏、農業研究所庶務課分室職員の方々にも多大な助力をいただいた。本研究は、特別電源所在県科学技術振興事業「麦類難防除雑草カラスムギの生理・生態的特性を活かした防除技術開発に関する試験研究事業」の研究課題として実施されたものである。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

- 浅井元朗・與語靖洋（2005） 関東・東海地域の麦作圃場におけるカラスムギ、ネズミムギの発生実態とその背景. 雑草研究 50 : 73-81. <https://doi.org/10.3719/weed.50.73>
- Beckie, H.J., A. Francis and L.M. Hall(2012) The Biology of Canadian Weeds. 27. *Avena fatua* L. (updated). Can. J. Plant Sci. 92 : 1329-1357. <https://doi.org/10.4141/cjps2012-005>
- Foley, M.E. 1994. Temperature and water status affect afterripening in wild oat (*Avena fatua*). Weed Sci. 42, 200–204. <https://doi.org/10.1017/S0043174500080279>
- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho and J.P. Herberger (1991) *Avena fatua* L. and other members of the “wild oats” group, in : L.G. Holm, et al. (Eds.), The World’s worst weeds, Krieger Pub., Malabar, Florida, pp.105-113.
- 細井 淳・牛木 純・酒井長雄・青木政晴・手塚光明（2008）長野県で発生した雑草イネ（トウコン）における脱粒性の推移と脱粒粒の発芽能力. 日作紀 77 : 321-325. <https://doi.org/10.1626/jcs.77.321>
- 茨城県農業総合センター農業研究所（2018）麦類の難防除雑草カラスムギの発生および被害状況. 茨城県農業総合センター農業研究所平成 30 年度主要成果. <https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/noken/seika/h30pdf/documents/30-15.pdf>（2025 年 8 月 13 日アクセス）

- 茨城県農業総合センター農業研究所（2021） 麦類難防除雑草カラスムギの出芽可能深度と土中生存年数. 茨城県農業総合センター農業研究所令和3年度主要成果
<https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/noken/seika/r3pdf/documents/r3-06.pdf>（2025年8月13日アクセス）
- 大橋俊子・今泉智通・皆川 博・福田弥生（2021） 茨城県内のカラスムギ (*Avena fatua* L.) における種子休眠性の集団間差異. 雑草研究 66 : 41-47. <https://doi.org/10.3719/weed.66.41>
- 高林 実・中山兼徳（1979） 主要畑雑草種子の出芽深度について. 雑草研究 24 : 65-69.
<https://doi.org/10.3719/weed.24.281>
- 高橋 均・高橋保夫（1974） 輪換畑におけるイタリアンライグラスと野ビエの連続栽培に関する研究. 日草誌 20 : 69-72. <https://doi.org/10.14941/grass.20.69>

Studies on Timing of Acquiring Seedling Emergence Ability and Threshability During Ripening of Wild oat (*Avena fatua* L.).

Toshiko OHASHI¹, Hiroshi MINAKAWA and Yayoi FUKUDA

Summary

We observed the morphology of glumes, floret and caryopsis, and investigated the timing of the onset of grain shedding after wild oat (*Avena fatua* L.) heading, as well as the emergence ability of wild oat seeds produced within 6 weeks after heading. Seed shedding was observed from 5 weeks after heading, and 80 to 90% of the seeds were shed by 7 weeks after heading. Emergence ability was observed from 3 weeks after heading. Based on these results, to avoid carrying over the seeds of the current year's wild oat to the next crop, it is considered important to conduct manual weeding within 5 weeks after wild oat heading. In addition, if harvesting is to be abandoned, it is also important to plow within 3 weeks after heading.

Keywords : wild oat (*Avena fatua* L.), ripening, morphological characteristics, emergence ability, threshability

¹ Address: Agricultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center, 3402 Kamikuniichou, Mito, Ibaraki 311-4203, Japan