

---

### 3. 種子の特徴と調査法

---

### 3-1 アメリカセンダングサ [*Bidens frondosa* L.]

アメリカセンダングサは、大正時代に日本に帰化したとされている北米原産のキク科の一年生夏雑草です(図 3-1-1)。現在は沖縄県を除く国内のほぼ全域で普通に見られる雑草となっています(環境庁、1998)。アメリカセンダングサは湿潤な条件を好むため、転換畑の大豆作で特に問題視されていますが、大豆作だけではなく水稲作でも問題雑草となることがあります。アメリカセンダングサの花は、他のキク科植物、例えばヒマワリなどと同じように小さな花(小花と呼びます)が集まった頭花(または頭状花とも呼びます)を形成します。1つの頭花に多い場合、100 近い種子をつけます。



図 3-1-1 大豆畑のアメリカセンダングサ (撮影 10月9日、福島市)

#### 種子と幼植物の形態

アメリカセンダングサの種子は、先端方向が幅広なくさび形をした扁平な瘦果に覆われており、瘦果の先端には、2本(まれに3本)の芒があります(図 3-1-2、図 3-1-3)。瘦果の芒には先端方向とは逆向きの多数の棘があるため衣類などに刺さると取れにくく往生する“ひつつき虫”と呼ばれる一種です。瘦果は、頭花の外側のものほど幅広、短小、内側のものほど細くて長いという多様な形態をしています(図 3-1-2)。図 3-1-3 に示したタウコギの瘦果も同様に、扁平なくさび形で2本の芒を持ち、幅広なものから細長いものまで形態が多様なため、慣れないと種を同定する上でとまどうこともあります。しかし、図 3-1-3 をよく見るとわかるように、アメリカセンダングサの瘦果は全体に先端を向いた毛に被われているのに対して、タウコギでは瘦果の縁の部分に逆向きの短い棘がある点でこの両種の瘦果は識別が可能です(中山 2004)。慣れないうちはルーペなどを用いてこの点を確認すると良いでしょう。



図 3-1-2 アメリカセンダングサの瘦果の形態は頭花内の着生位置によって異なる(中山 2004)

土中から採取した種子の場合、瘦果が剥がれて種子(図 3-1-4)だけになっている場合もあるかも知れません。その場合瘦果ほど両種の識別は容易ではありませんが、アメリカセンダングサでは幼根部と

子葉部の境目にくさびれがあり、その境界が明確なのに対して、タウコギでは不明瞭となっています。極端に言えばアメリカセンダングサはラケット型、タウコギはボート型とでも言えるで

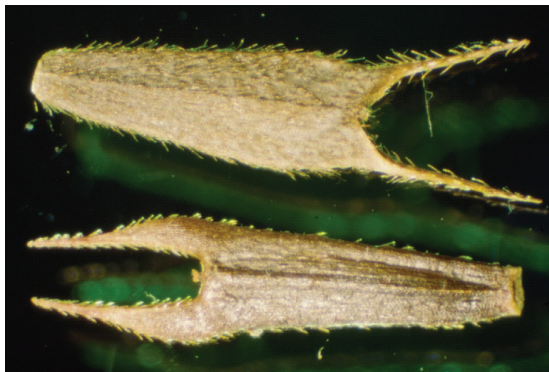


図 3-1-3 アメリカセンダングサ(上)とタウコギの瘦果

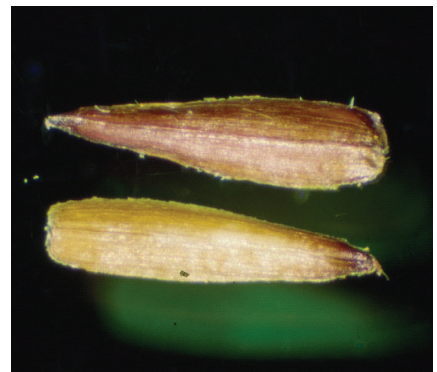
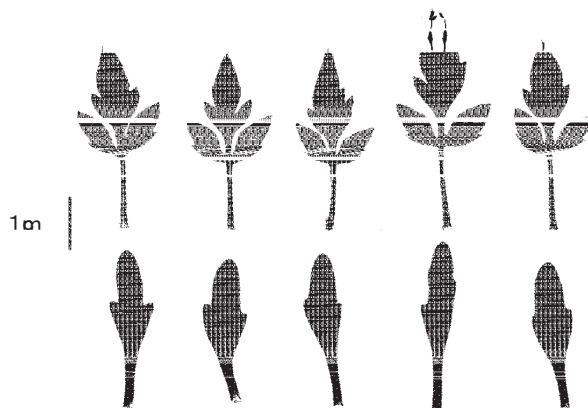


図 3-1-4 アメリカセンダングサ(上)とタウコギの種子

しょうか。なお、**図 3-1-4** は植物体から直接採取した風乾種子です。ここでは種皮の色が兩種で明らかに違っていますが、土中から採取した種子ではここまで明瞭な違いは無い場合もあり、種子の色は参考程度に止めた方がよいでしょう。

発芽させて育成することが可能であれば、葉の形態によって識別することができます。アメリカセンダングサでは切れ込みが深く小さな3枚の葉の様に見えますが、タウコギでは切れ込みはあるものの明らかに1枚の葉になっています。この違いは本葉第1葉の段階から明瞭なので（**図 3-1-5**）、識別点として有効です。



**図 3-1-5** アメリカセンダングサ（上）とタウコギの本葉第1葉（中山 2004）

### 種子の寿命

土中に埋設した種子は4年以上生存する（鍵谷 1992）とされる一方、作土中の種子は死滅や発芽により翌秋までにほとんど消失する場合もあり（小荒井ら 2006）、作土中での種子の残存期間は比較的小さいようです。

### 種子の発芽と休眠

成熟直後の種子は休眠状態にあり、そのままでは発芽しませんが、24時間瘦果を流水にさらす（杉野・芦田 1973）、あるいは60日程度の湿潤低温処理（原田ら 1991）を施すことで発芽するようになります。これは瘦果や種皮に含まれる成分が休眠制御に関与しているからと考えられています（杉野・芦田 1973）。乾燥保存種子でも成熟後50日くらい経つと35℃くらいの高湿条件では発芽するようになりますが、20℃以下では発芽することは有りません（杉野・芦田 1973）。約60日低温条件を経ることで、湛水条件、畑条件の別なく土中種子の休眠は打破され、畑低温条件でさらに約60日を経ると発芽に対する光要求性が無くなります（小荒井ら 2006）。雪解け間もない春先に水田の畦畔周りに高密度で発芽しているアメリカセンダングサを普通に見かけることから、休眠から醒めた種子は20℃以下の低温条件でも発芽可能なようです。

### 土中種子の採取法と生存検定法

発芽法、篩を使った洗い出し法、比重分離法あるいはそれらを併用することが現実的と考えられます。

発芽法では、採土時期によっては休眠打破のため低温処理を施した方が効率がよいでしょう。種子、瘦果とも大型なので、拾い出しは十分肉眼で行えます。しかし種子、瘦果には細長いものもあるので、洗い出しの際に篩の目に刺さって種子が破損するのを防ぐ意味で0.5mm目程度の細かい篩を用いることが薦められます。また種子は細長い形をしていることに加えてやや柔らかめですので篩で洗う際、種子を壊してしまわないよう注意する必要があります。さらに瘦果の状態では水に浮く場合が多いので、篩を使った洗い出しでは、水を篩の上からあふれさせないよう注意する必要があります。瘦果の芒が植物の根や茎葉残さなどにささって紛れていることもあるので、いわゆるゴミの扱いにも注意する必要があります。

TTC 試薬で種子の生死判定を行う場合は、瘦果を半分に切断するか、瘦果が取れた種子では子葉部分の先端辺りに針やカッターなどで傷を付けるだけでも種子全体が染色されます。 [中山壮一]

### 3-2 アサガオ類 [*Ipomoea* spp.]

アサガオ類はヒルガオ科の熱帯および温帯アメリカ原産の一年生夏雑草です。日本ではマルバルコウは1990年代から飼料用トウモロコシ畑で問題となっていました。近年は大豆畑においてアメリカアサガオおよびマルバアメリカアサガオ（アメリカアサガオの葉が分裂しない変種）、マルバアサガオ、アサガオ、マメアサガオ、ホシアサガオ、マルバルコウ、ツタノハルコウの侵入が確認されています。特に温暖地以西で問題となっていますが、東北地方でも発生が確認されています。いずれもつる性で作物にからみついてその上を覆い（図3-2-1）、畦畔にも繁茂します（図3-2-2）。この他、樹園地、荒地地、路傍などに侵入しています。

アサガオ類の出芽は春から初秋まで見られ、つるを分枝して生育します。開花は日長の影響を受け、出芽が遅くなると開花までの期間が短くなる短日性を示します。花はロート型でマルバアメリカアサガオ、マルバアサガオは大型、マメアサガオ、ホシアサガオ、マルバルコウは小型です（図3-2-3）。マルバアメリカアサガオとマルバアサガオの花色は、青色から桃色など多くの変異があります。結実には温度が関係し、遅く開花したものは結実までの期間が長くなります。降霜によって枯れます。

関東地方で6月下旬に出芽した場合、マルバアメリカアサガオ、マルバアサガオ、マルバルコウは8月中旬から開花し、9月中旬から結実しますが、ホシアサガオとマメアサガオは晩生で9月上旬に開花し、10月上中旬から結実します。ホシアサガオ以外の種は殻が割れて種子が自然に落下しやすいですが、ホシアサガオの種子は冬でも植物体についたままになっているものが観察されます。

2009年現在、大豆に登録されている土壌処理除草剤や全面処理できる茎葉処理除草剤ではアサガオ類に対して十分な効果はありません。非選択性茎葉処理除草剤の中には効果が高いものもありますが、大豆にかからないようにアサガオ類だけに散布する畦間処理技術は開発中です。つるで大豆に絡みつくので機械的防除や手取りも困難であるため、大豆畑全面に広がってしまってからでは、どうすることもできません。畦畔からの侵入防止や侵入初期の防除が重要です。

**種子と幼植物の形態**（図3-2-3）アサガオ類の種子は黒～褐色で硬い種皮に覆われています。種子は1果実中に4または6個形成されますが、生育後期では1～2個の場合もあります。マメアサガオの種子は丸みのある円錐形に近い形ですが、その他の種はほぼ球を縦に4または6個に切った形です。大きさは、大きい順にマルバアメリカアサガオ、マルバアサガオ、マメアサガオ、ホシアサガオ、マルバルコウです。子葉は、マルバアメリカアサガオ、マルバアサガオ、マルバルコウが切れ込みが小さく丸みを



図3-2-1 大豆畑のマルバルコウ  
（撮影9月26日、筑西市）

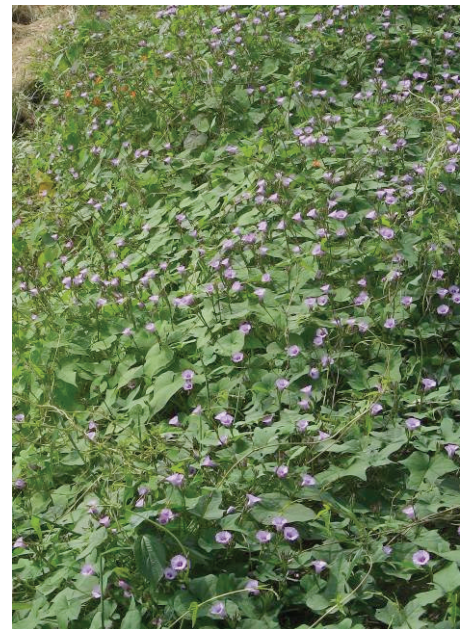
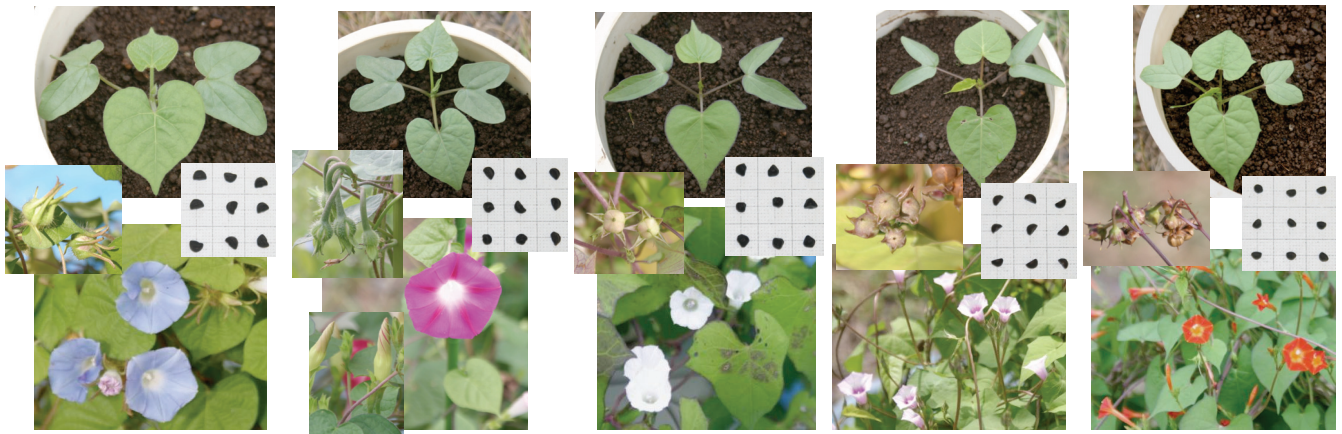


図3-2-2 畦畔のホシアサガオ  
（撮影9月27日、つくば市）



マルバアメリカアサガオ    マルバアサガオ    マメアサガオ    ホシアサガオ    マルバルコウ

図 3-2-3 主なアサガオ類の幼植物、花、果実、種子

おびるのに対して、マメアサガオとホシアサガオは大きく切れ込んどがっています。子葉の段階でアサガオ類を全て識別するのは困難ですが、本葉が出るとマルバアメリカアサガオは短毛が密生していること、マルバルコウは葉が薄くて縁に角があることで識別できます。マメアサガオはホシアサガオに比べて本葉の外縁が紫色になりやすい傾向にあります。

### 種子の寿命

アサガオ類の種子は硬実です。硬実種子の寿命は長く、39年間埋土したマメアサガオの種子の約30%が生きていたという報告もあります (Toole *et al.* 1946)。しかし、何らかの要因で硬実が破られて吸水した種子は発芽に不適な低温や湛水によって死滅します。吸水したマルバアメリカアサガオは他種よりも低温 (10℃以下) で死滅しやすい傾向にあります (澁谷ら 2008)。アサガオ類の種子の寿命は硬実の強さと関連があると考えられます。

### 種子の発芽と休眠

硬実が破られて吸水した種子の発芽は、マルバアメリカアサガオでは 20℃、マルバアサガオ、マメアサガオは 15℃、ホシアサガオとマルバルコウは 10℃程度で十分に始まりますが、発芽適温は 25~30℃です (澁谷ら 2008)。変温や光は発芽に必要ありません。アサガオ類の休眠は主として硬実性 (種皮の不透水性) によるものと考えられています (Baskin *et al.* 1998)。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

アサガオ類だけを回収するのであれば、種子が大きいので洗い出し法が簡便です。1.7mm 角目よりも細かいメッシュを用いて洗い出し、メッシュ上に残った種子を拾い出します。硬実種子に混じって吸水した種子や種皮だけで中身がなくなっている種子も回収されます。洗い出しの作業中に吸水することもあるので、直ちに発芽試験を行なって生死を判別します。発芽温度は 25℃程度とします。約 7 日間、種子の吸水および発芽を観察し、発芽した種子は生存とし、膨軟しているものの発芽しない種子はピンセットで軽く押し、つぶれるものを死滅種子とみなします。硬実のままの種子は、カッターナイフで種皮を刺傷処理し、吸水させて発芽試験を続けます。吸水して発芽したものは硬実のために休眠していた生存種子とします。種皮を刺傷処理する時は、胚を傷めないように尖っているところは避けて、丸みのある部分の一部を削り取るようにします (図 3-2-4)。

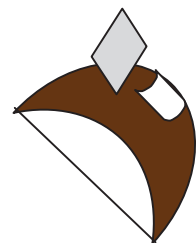


図 3-2-4 アサガオ類の種子の硬実を破るための刺傷処理部位

[澁谷知子]

### 3-3 タデ類（タデ属） [*Persicaria* spp.]

タデ類（タデ属）雑草は全国の畑地に普通に見られる一年生夏雑草ですが、主な草種だけでも、ハルタデ(*Persicaria maculosa* Gray ; 図 3-3-1)、イヌタデ(*P. longisetata* (De Bruyn) Kitag.)、ヤナギタデ(*P. hydropiper* (L.) Spach)、オオイヌタデ(*P. lapathifolia* (L.) Delarbre var. *lapathifolia*)、サナエタデ(*P. lapathifolia* (L.) var. *incana* (Roth) H. Hara)と5種類ほどあります。草種によって、生育期、開花期などは異なりますが、種子は総じて硬実で休眠性が強いものが多く、冬期低温によって休眠が破られ、春期のかなり低温の時期から発生するという共通の特徴があります。



図 3-3-1 大麦圃場に発生したハルタデ  
(撮影 5月 21日、つくば市)

タデ類雑草は、生育期には主に開花時期または出芽から開花までの期間と、茎の節とそこに着く筒状の托葉鞘の縁毛の有無で見分けることができます(図 3-3-2)。ハルタデは開花の短日反応性が弱いため出芽から開花までの期間がほぼ一定で短く、早春に出芽したものは麦類の収穫期に開花・結実して種子を散布します。大豆栽培でも短期間で成長して種子を散布します。葉の中央に黒斑があることが多く、托葉鞘には短い縁毛があります。ハルタデには開花が遅く、ハルタデよりも大きく生育する種内変異が存在し、オオハルタデと称されます。イヌタデは草丈が 50 cm を超えることは少なく、短穂状の花序は他種より濃い淡紅色で、開花期は 6~10 月です。茎は赤く、地を這うように分枝します。托葉鞘には長い縁毛があります。ヤナギタデは湿った場所を好み、転換畑などに多発する傾向があります。強い短日性のため、開花期は関東では 8 月以降の晩生です。穂状の花序は細長く疎らで垂れ下がります。茎は直立して分枝し、葉の毛は目立ちません。托葉鞘には短い縁毛があります。葉に辛みがあり、幼植物は「芽タデ」として食用とされます。オオイヌタデも強い短日性のため開花期は遅く夏以降です。花序は太く長い穂状で垂れ下がります。縦の筋が目立つ托葉鞘には縁毛がなく、節がふくれれます。また、葉脈が明瞭で数が多いのも特徴の一つです。サナエタデの外観はオオイヌタデによく似ていますが花序はそれほど小さくなく、茎の節がふくれぬ点でオオイヌタデと異なります。また、ハルタデと同様に短日性があまり強くないので、出芽から開花までの期間が短く、早春に発芽したものは夏までに開花結実します。



ハルタデ

イヌタデ

ヤナギタデ

オオイヌタデ

図 3-3-2 タデ類雑草の節と托葉鞘

#### 種子と幼植物の形態

一般的にタデ類の種子といわれているのは実は果実です(瘦果)。タデ類の種子(瘦果)はどれも硬実ですが、形態と果皮の光沢や色で草種を見分けることができます(図 3-3-3)。ハルタデの種子はレンズ型の広卵形または 3 稜形をしており長さ 2~3 mm 程度で、色は黒褐色から黒色で光沢があります。イヌタデの種子は 3 稜形で長さは 1.5~2 mm 程度、黒色で光沢があります。ヤナギタデの種子は厚みのある

レンズ型または丸みを帯びた3稜形で長さ2~2.5mm程度、光沢はなく暗褐色をしています。オオイヌタデの種子は扁平な円形で長さ2~2.5mm程度、黒褐色で光沢があります。サナエタデの種子はオオイヌタデの種子に似た扁平な円形で長さ2.5~3mm程度、黒褐色で光沢はありません。

幼植物では、子葉の形と色が草種によって異なります。イヌタデの子葉は広楕円形で他種よりも丸みを帯びています。第1~2葉も広楕円形ですが先端は少しとがっています。ヤナギタデの子葉は長楕円形で光沢があり、裏面が淡紅色をしています。オオイヌタデの子葉は細長い長楕円形で、第1~3葉は長楕円ひ針形、繊毛があり、葉色は白っぽくみえます。

### 種子の寿命

種子の寿命は硬実のため一般的に長く、土中でも長期間生存します。ハルタデの種子は、埋土後10年経過で60%以上、16年経過しても40%以上発芽したという報告があります(Goss 1924)。また、湛水条件でも死滅率は低く、水田輪作で水稻栽培の翌年にもよく発生し、雑草害をもたらします。

### 種子の発芽と休眠

種子は開花後10日程度で発芽力を有するようになります(中谷1996)。これらタデ類の穂状の花序は1日単位で開花日が異なる多様な熟度の種子の集合体となっており(図3-3-4)、開花期以降に中耕などですき込まれると、熟度や休眠性がばらばらな埋土種子集団が形成され、不斉一な発生の原因となります。

休眠の深さは草種で多少異なりますが、硬実でイネ科などの雑草と比べると総じて深いとされています。また、休眠は自然条件下では冬期に土中で低温に曝されることにより覚醒します。実験室内の条件などでは5℃程度の低温で水に浸漬あるいは湿った土壤に埋設するなどの湿潤処理により休眠が覚醒しますが、それに必要な期間は最短40日程度です。休眠覚醒した種子は平均気温10℃前後でも発芽が始まりますが、発芽適温は15~25℃程度で、昼夜の変温条件により発芽は促進されます。また、種子は光発芽性を示し、発芽試験では12時間明条件でよく発芽します。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

タデ類雑草の種子は、前述のとおり、おおよそ長径1.5~3mm、短径1~2mm程度の大きさですので、洗い出す場合、約0.5mm以下のメッシュの篩の上に種子が混入している土壤を置き、流水などで土壤を洗い流すと、種子は篩上に残ります。種子は光沢があるものも多く、また、球形のシロザやヒユ類などよりも大型で、レンズ形、三稜形または扁平な円形をしているため、比較的容易に判別してピンセットなどで取り出すことができます。発芽試験には、20℃(暗条件)/30℃(明条件)の変温条件が適しています。前述のように休眠が非常に強いので、発芽しなかった種子についてはTTC検定などで生死を判別する必要があります。

タデ類の種子は硬実で、押しつぶし法では生死の判別がつきにくいのも特徴の一つです。したがってTTC検定により生死判別を行います。TTC検定にあたっては、種子をカミソリやメスの刃などで図3-3-5のように、頂点から底辺に向かってできるだけ切断面を広くとり、胚が見られるように切断します。生存している種子は胚の部分が赤く染まりますが、死んでいる種子の胚は染色されません。[中谷敬子]

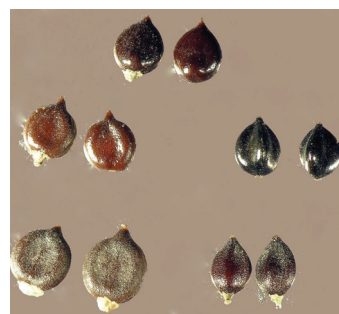


図 3-3-3 タデ類雑草の種子  
上から時計回りにハルタデ、イヌタデ、ヤナギタデ、サナエ



図 3-3-4 開花後5日のハルタデの花序



図 3-3-5 TTC 試薬で胚が染色されたハルタデ種子

### 3-4 シロザ [*Chenopodium album* L.]・ヒユ類 (ヒユ属) [*Amaranthus* spp.]

シロザ、ヒユ類ともに全国の畑で普通に見られるヒユ科の一年生夏雑草です(図3-4-1)。芽心が赤くなる変種があり、アカザと称しますが、生態の違いは違いははっきりしないため、ここでは区別しません。ヒユ類のうち、畑作物栽培で問題になるものとしては、ホソアオゲイトウ、アオゲイトウ、イガホビユ、イヌビユ、ホナガイヌビユなどがあります。大豆栽培では、いずれも現行の茎葉処理除草剤では効果が劣るため優占しやすく、大きな雑草害をもたらすことがあります。



図3-4-1 大豆畑のシロザ(左;撮影10月7日、福島市)とホソアオゲイトウ(右;撮影8月13日、福島市)

なかでもシロザやホソアオゲイトウ、アオゲイトウは大型で、発生密度が高い場合には被害が甚大です。シロザの出芽は早春、夏畑作物が播種される前からみられますが、ヒユ類の出芽は広葉の夏雑草としては遅く、春から初夏までみられます。

シロザの開花は遅く、8月以降に比較的一斉に始まる傾向があつて、種子散布は9月以降です。ヒユ類の開花は早いものでは7月頃と早いですが、10月頃まで続き、種子散布も比較的長いようです。シロザや、大型のヒユ類は枯れ上がりが遅く、大豆畑栽培では収穫期まで生存する場合が多いので汚損粒の原因にもなります。

種子の寿命は長く、耕起などによって一旦埋土されると長期間にわたって埋土種子集団を保持する傾向があります。発芽適期に耕耘などによって土壌が攪拌されるたびに土中の種子が掘り出され、多くの個体が出芽します。乾田直播以外では水田で問題になることはありません。水田から畑に転換した初年目にはあまり見られませんが、畑状態が続くと次第に増加します。

#### 種子と幼植物の形態

シロザとヒユ類の種子はいずれも平たい円形で光沢があり、よく似ています(図3-4-2)。種子の色は、シロザは多くの場合黒ですが、ヒユ類は黒または褐色で、同じ種類でも黒っぽいものと赤みの強いものが混ざります。種子の長径はシロザ、イヌビユ、ホソアオゲイトウ、イガホビユともに1.0~1.3mm程度、種子の幅はいずれも0.6mm前後です。種間で大きさと形がわずかに異なりますが、一般的な実体顕微鏡では種子の大きさだけで確実に識別するのは困難です。シロザはへその一端がくちばし状に大きく突き出る一方、ヒユ類は種子の周縁部が円盤状にややくぼむ傾向があります。ヒユ類のうち、ホソアオゲイトウ、アオゲイトウ、



図3-4-2 シロザ、ヒユ類の種子(左)と、シロザの幼植物(中)、ヒユ類(イガホビユ)の幼植物(右)  
種子は、左上から時計回りにイヌビユ、イガホビユ、ホソアオゲイトウ、シロザ。



イガホビユの種子は、イヌビユやホナガイヌビユと比べてやや細長い傾向があるようです。シロザの種子は胞（種子を包む薄皮）が取れにくく、土中から取り出されたものにもいくらか残存することがしばしばあり、胞が取れやすいヒユ類との区別点になります。

シロザ、ヒユ類ともに子葉は細長く、わずかに肉質を帯びる傾向があります（図 3-4-2）。ヒユ類では明らかに見られる中央脈が、シロザでは見られないこと、最初の本葉がシロザは対生に、ヒユ類は互生に出ることは両者の良い区別点となります。発芽したばかりの実生の子葉には種皮が付着している場合があります、これも同定の参考になります。また、後述するように、発芽適温の違いから、シロザの出芽の方がずっと早くから始まることも現場での同定には役立つかもしれません。

### 種子の寿命

シロザの種子の寿命は畑雑草のなかでは特に長く、散布された翌春までの死亡率は、地表面でも土中でも 5%未満で、埋土された場合の死亡率は年間 20%程度と推定されています。シロザが大きな埋土種子集団を形成するのはこのためです。湛水条件下でも死亡率は高まらず、水稻を 3 作行った 3 年後の生存率は 50%以上だったという報告があります（鈴木 2006）。ヒユ類も畑雑草のなかでは種子の寿命が長い方ですが、シロザほどではなく、ホソアオゲイトウの種子は埋土されると翌春までに 10~20%程度が死亡します。ヒユ類は、湛水条件で死亡率が高まるとする観察例があります。

### 種子の発芽と休眠

シロザの発芽は 10℃以下でも見られ、適温は 25℃程度です。30℃以上でも発芽しますが、特に暗条件では発芽率が顕著に低下します。シロザの種子は光発芽性を示しますが、15℃程度の低い温度では光による発芽促進効果はみられません。緑蔭光は発芽を抑制し、特に 10~20℃程度の低い温度では暗条件よりも発芽が劣る場合があります（小林ら 2006）。変温の効果ははっきりしません。散布直後の休眠は深いですが、冬から春にかけての休眠覚醒は速やかで、春には大半の種子が休眠から覚醒します。休眠を人為的に覚醒させるには、10℃程度の湿潤条件が有効とされ、1 か月の処理で 80%の種子が覚醒しますが（渡邊 1978）、温度が高い方が覚醒効果が高いとする報告もあります（松尾・窪田 1988）。

ヒユ類の発芽適温は 30~35℃とシロザよりも高く、15℃以下ではほとんど発芽しません。変温は発芽を促進するようです（小林ら 2006）。ホソアオゲイトウには光発芽性が見られず、光はむしろ発芽を阻害します。特に緑蔭光による発芽阻害は顕著です（Washitani *et al.* 2005; 小林ら 2006）。このように、ホソアオゲイトウの種子は光に対して他の畑雑草にはみられない特徴的な反応を示します。また、埋土の休眠覚醒効果は大きくなく、むしろ地表面で休眠覚醒が良く進む傾向があります。湿潤処理には温度に関わらず休眠覚醒効果がありますが、効果は限定的だったという報告もみられます（松尾・窪田 1989）。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

比重分離法で抽出します。塩類溶液の比重は、乾土ならシロザで 1.3 以上、ヒユ類で 1.4 以上、湿土ならシロザで 1.4 以上、ヒユ類で 1.5 にします。種子の生死は、ピンセットで押しつぶすことで概ね判別



図 3-4-3 TTC 試薬で染まったシロザの種子

別ができます。生存種子は軽く押しつぶれず、しっかりしていて、さらに強く圧迫すると白または褐色がかかった粉状の固形物が出てきます。軽く押しつぶすだけで乳液が出てきたり、内容物が充実していない種子には発芽能力がありません。TTC 検定を行う場合には、種子を 2 つに切ります。どの方向に切っても胚は現れますから、向きを気にする必要はありません。浸漬温度はシロザは 25℃程度、ヒユ類では 30℃~35℃程度が適当でしょう。着色は薄い傾向があります（図 3-4-3）。

[小林浩幸]

### 3-5 メヒシバ [*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler]

メヒシバは全国の畑、畦畔、樹園地、荒れ地などで普通に見られるイネ科の一年生夏雑草です(図 3-5-1)。夏畑作物の重要な雑草ですが、北東北や北海道では多くありません。近縁のアキメヒシバも全国で見られますが、こちらは北海道や東北に多くみられます。

出芽は春から初夏までみられます。出穂は、最も早いもので6月下旬、普通には8月頃で、出穂の約3週間後に種子散布が始まります。短日植物で、夏になって日長が短くなると一斉に出穂する傾向があります。畑では開花・結実すると比較的早く枯れ、10月頃まで生存する個体はわずかです。

一般に、頻繁に耕される畑では少なく、不耕起栽培や耕起が頻繁でない畑で優占することが多いようです(Kobayashi *et al.* 2003)。ただし、日長に鈍感な早生の系統が存在し、頻繁に耕される畑で優占することがあります。乾田直播以外では水田で問題になることはありません。水田から畑に転換した初年目は少ないですが、畑状態が続くと次第に多くなります。

#### 種子と幼植物の形態

他のイネ科雑草と同じく、一般にメヒシバの種子と言われているのは正確には小穂(穎果)で、果実が「穎」と言われる何枚かの皮に覆われたものです(図 3-5-2(左),(中))。本当の種子は、果実の表面のごく薄い皮(果皮)の中にあります。小穂はひ針形で長さ2.9mm、幅0.8mm、厚さ0.4mmほどです。小穂を構成する一番外側の穎は長さ0.4mmほどのごく小さな三角形の第一苞穎で、その反対側に小穂の半分ほどの長さの第二苞穎が着いています。苞穎の内側にあるのが護穎とその反対に位置する内穎で、これらは小穂とほぼ同じ長さです。メヒシバの小穂は、実は不稔の小花と稔性の小花の2つからなっています。外側にある不稔の小花の護穎は大きく、縁には剛毛が多数見られることがあって、「くし毛」と称されますが、全く欠く個体も見られます。穎を全て取り去ると果実が現れます。親植物から脱落しすぐの種子にはこれらの穎が付属していますが、土の中から取り出される種子の中には、苞穎や不稔の小花の護穎が失われたものも多いので注意が必要です。

メヒシバの幼植物は他のイネ科雑草に比べて葉がやや幅広、軟弱で軟毛が密生するのが特徴です(図

3-5-2(右))。この特徴は子葉にも顕著に見られるので出芽直後でも見分けられます。ヌカキビの子葉はやや幅広でメヒシバに似ますが、無毛で葉脈のはっきりと見える点で区別できます。



図 3-5-1 大豆畑のメヒシバ

(撮影 8月16日、福島市)



図 3-5-2 メヒシバの種子(小穂)と幼植物

左は苞穎に覆われている状態、中は苞穎と不稔の小花の護穎を欠く状態。いずれも花柄のつく側を下に向けてある。右は転換畑に発生した幼植物。

## 種子の寿命

種子の寿命は短く、特に土の中に埋められた場合には、種子が生産された翌年の春までに80%ほどが死亡します (Kobayashi & Oyanagi 2005)。地表面に残った場合の死亡率はそれよりも低いですが、地表面の種子の多くは春から夏にかけて発芽し、また、種子食昆虫に好んで食べられるので、1年以上生きて残る種子はごくわずかです。結局、地表面でも土中でも1年以上生きて残る種子は10%未満になります。このため、メヒシバが繁茂する畑は、1年間、頻繁な耕耘などで徹底防除に努めれば、発生個体数を劇的に減らすことができます。湛水条件下での死亡率は必ずしも高くないようで、3年間に水稻を3作行った後に、10%程度の種子が生き残っていたという報告があります (鈴木 2006)。

## 種子の発芽と休眠

10~15℃以上で発芽が始まり、発芽適温は30~35℃程度です。昼夜の変温は発芽を促進し、変温幅が大きいほど効果が大きくなります。種子は光発芽性を示します。ただし、緑の葉を通した緑蔭光は発芽促進効果が小さく、この性質は、発芽しても枯死する可能性が高い作物などの草冠下では発芽せずに種子を温存する役割を果たしていると考えられます (小林ら 2005)。発芽には適当な水分が必要で、圃場では温度条件が満たされているとき、10mm以上の降水の2~3日後に多数の発生が見られます。

休眠はごく浅く、温度や水分の条件が整えば散布直後の秋に発芽することもあります。埋土されると休眠覚醒は速やかで、冬のうちに種子の大半が覚醒します。地表面でも春までには多くの種子が休眠から覚醒します。休眠覚醒が進むと、温度や光などの発芽のための条件が次第に緩和され、発芽しやすくなります。ただし、未発芽で夏を迎えると二次的に光発芽性が強まり、暗条件では発芽しなくなります (Kobayashi & Oyanagi 2005)。低温湿潤貯蔵には休眠覚醒効果があるとされていますが、暗条件であれば30℃程度の高い温度でも休眠覚醒効果があるようです。

## 埋土種子の抽出法と生死判別

0.4mm 角目よりも細かいメッシュを用いれば直接法も使えますが、相当な手間が必要になるので、比重分離法が現実的です。乾燥させた土壌なら比重1.3以上、湿土なら比重1.4以上の塩類溶液で比重分離をすると90%以上の種子を回収できます。実体顕微鏡で観察して変色が見られず、ピンセットで軽く押しつぶれないものを生存種子と見なします。胚乳に異常がなくても胚が変色している場合があり、このような種子は発芽能力が無いかあってもごく弱いことが多いので、胚は特に良く観察する必要があります。判断に迷う場合には穎を外して果実を直接観察します。種子の、柄が着いていた側を鋭利なピンセットで圧迫すると、全ての穎を一度に除くことができます。



図 3-5-3 TTC 試薬で胚が染まった種子

TTC 試薬で生死判別をする場合には、二つに切るよりも穎を取り去った果実を用いる方が判定しやすいようです (図 3-5-3)。その際、胚の付近に鋭利なピンセットの先などで少し傷を付けておきます。乾燥種子なら比重分離法で  $K_2CO_3$  や  $CaCl_2$  の高濃度溶液に30~60分ほど浸かっても、TTC 試薬による生死判別にはほとんど影響しません。発芽試験による場合は、20℃ (暗条件) /30℃ (明条件) の変温条件とします。春から夏までに採取された埋土種子は、この条件で発芽したものを生存種子と考えてよいでしょう。しかし、新たな種子散布から翌春までに採取されたものについては、事前に休眠覚醒処理を行う必要があります。その場合も、全ての種子の休眠が覚醒しているとは限らないので、発芽しなかった種子については押しつぶしやTTC検定などで生死を確認します。 [小林浩幸]

### 3-6 カラスムギ [*Avena fatua* L.]

カラスムギはムギ作では世界的な雑草です（図 3-6-1）。日本でも畑地やその周辺草地、道路法面、河川敷などに生育します。本州以南ではムギ類と同じように秋期に出芽し、初夏に出穂・開花するイネ科の一年生冬雑草です。ただし、北海道など冬の厳しい高緯度地方では春に出芽し、夏に開花結実します。飼料作物のエンバク *A. sativa* L. はカラスムギが栽培化されたものと考えられ、カラスムギと異なって種子は脱粒しません。緑肥やセンチュウ防除に用いられる通称“野生エンバク”は近縁の *A. strigosa* Schreb. の栽培種であり、カラスムギとは別種です。



図 3-6-1 コムギ畑のカラスムギ  
(撮影 5 月 25 日、袋井市)

カラスムギの出芽は関東地方では 9 月頃に始まり、11 月に盛期を迎え、春まで続きます。他の冬生一年草に比べて、かなりだらだらと長期にわたることが特徴です。また、種子が大きいために出芽可能深度もかなり深く、軟らかい土壌では 15cm の深さからも出芽します。そのため、幼植物は冬場の霜柱による凍上害や乾燥の影響を受けにくく、越冬生存率が他の冬雑草に比べて高いのもカラスムギがムギ畑でやっかいな雑草になっている一因です。4 月～5 月に出穂し、ムギ類の登熟期に結実します。関東地方では、オオムギの収穫期（5 月下旬～6 月上旬）には種子は穂についたままですが、コムギの収穫期（6 月上旬～中旬）にはほとんどの種子が地上に脱落しています。ただし、日長反応性ははっきりしないため、春～夏に出芽した個体が夏場や秋口に出穂することもあります。

2009 年現在、ムギ類に登録された除草剤ではいずれもカラスムギに対して十分な防除効果がありません。カラスムギが侵入してしまったほ場でムギ類の連作を続ける限り、蔓延は避けられません。ムギ作を中止して、1～2 年、休耕やジャガイモ、野菜類に作付を切り替えてカラスムギの種子の生産を防止すればその後急激に減少するようです(浅井・與語 2004)。

#### 種子と幼植物の形態

カラスムギは 1 つの小穂に 2～3 の小花をつけます。基部から上に向かって順に第 1 小花、第 2 小花とよびます。基部の小花ほど大きい傾向があります。第 3 小花は特に小さく、多くは不稔です。種子（穎果）は雑草としては大きく、外穎の長さは 14～20mm、千粒重は 15～20 g あります。外穎からよじれて折れ曲がった長い芒があります。これが地表面の乾湿に応じて伸びたり曲がったりしながら、地表面の植物残さ内や地面の窪みや割れ目に種子を押し込むはたらきをします。穎の色は黄色いものから褐色、灰褐色や黒に近いものまで変異があり、外穎に生える毛の密度やその色も集団によって異なります（図 3-6-2）。カラスムギの種子は大きいので、1 個体あたりの種子生産数は多くとも数百～1,000 粒です。面積あたりの最大の種子生産量は 20,000～30,000 粒/m<sup>2</sup>と推定されています(Maxwell *et al.* 2007)。

カラスムギの幼植物はムギ類とたいへんよく似ています（図 3-6-3）。そのため、出穂してはじめてカラスムギが畑に入りこんでいることに気づく場合も少なくありません。ムギ類とカラスムギの幼植物の形態の違いは次のとおりです。1) 葉身の捻れの向



図 3-6-2 色や毛の生え方が異なるさまざまなカラスムギ種子

きが異なり、ムギ類は時計回り方向に、カラスムギは反時計回り方向に捻れる。2) ムギ類には葉身基部に葉耳があり、稈を取り囲むが、カラスムギには葉耳はない。3) ムギ類の植物体はやや光沢のある明るい緑色だが、カラスムギはくすんだ色合いで葉鞘や葉身基部にまばらに毛が生えていることが多い。

### 種子の寿命

後述するように、カラスムギの種子休眠性には大きな種内変異があります。休眠性の深い種子ほど土中で長持ちする傾向があります。休眠性が浅い集団では土中に埋められたカラスムギの種子が1年以内にほぼ全て発芽あるいは死亡し、翌年まで生き残る割合はわずかです。休眠性の深いものでは年々減少しつつ2～3年にわたって発芽します。耕土下層に埋め込んだ種子は10年近く生き残った例が知られています(Miller & Nalewaja 1990)。地表面の種子の多くは散布された年内に発芽し、翌年まで残るものはわずかです。また、かなりの割合で種子食昆虫や鳥類、齧歯類に食べられてしまいます(Holmes & Froud-Williams 2005)。湛水条件下での死亡率はきわめて高く、25℃以上の水温で2週間程度あればほぼ全滅するという報告があります(木田・浅井 2006)。水稲との二毛作ではカラスムギが蔓延することはありません。



図 3-6-3 カラスムギの幼植物。

### 種子の発芽と休眠

植物体から脱落した直後のカラスムギの種子でも10～15℃以下の温度であれば発芽します。ただし、地温が発芽適温より高いために、野外でその時期にカラスムギが発芽することはありません。夏場の高温・乾燥した環境を経ることで20℃程度の温度でも発芽できるようになり、秋から冬にかけて発芽します。何度まで温度が下がれば発芽するのか、そのためにどの程度の高温・乾燥条件が必要なのか、はカラスムギの集団によって異なります。土中に埋め込まれた種子よりも、地表面で夏を越した種子の方が休眠覚醒が進むため(より高い温度で早くから発芽できるようになる)、出芽時期も土中の種子と比べてだいぶ早まります。発芽に光は不要です。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

カラスムギの種子は雑草としてはかなり大きく、種子の生産量は最大で30,000粒/m<sup>2</sup>以下ですが、これはカラスムギ純群落の場合の密度です。ムギ類との混合群落では通常その半分以下となります。その場合、100cm<sup>3</sup>の土壌から回収できるカラスムギ種子の数は数十粒にとどまります(高橋ら 2007)。カラスムギの種子だけを回収するのであれば、2mm角目よりも細かいメッシュを用いた直接法が最も簡便です。メッシュ上にはカラスムギの種子以外にも礫や植物遺体が残りますが、肉眼でそれらと種子を識別するのは簡単です。この方法ですと、他の雑草種子はまず混入しません。土の中から取り出した種子からは芒がほとんど失われています。回収した種子の生死の判定には穎を剥いて、穎果を取り出します(図3-6-4)。健全な状態であれば生存と判定して問題ありません。穎果が無くなっている(土中で発芽して夭折した痕跡)、あるいは萎んでいるものは死滅と見なします。発芽試験は15℃以下の暗条件で行います。回収した種子の表面には土中の雑菌類が付着しており、そのまま発芽試験をおこなうと途中で腐敗してしまいます。それを防ぐには、置床前にムギ類の種子消毒用の殺菌剤に浸漬処理します。



図 3-6-4 土中から回収して穎を剥いたカラスムギの果実

[浅井元朗]

### 3-7 スズメノテッポウ [*Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* (Komar.) Ohwi]

スズメノテッポウは全国の畑、畦畔、路傍などにごく普通に見られるイネ科の越年生雑草です(図3-7-1)。特に関東以西の水稻麦二毛作での水田裏作で強害雑草として問題となります。近年では、九州北部の広い範囲でチフェンスルフロンメチルやトリフルラリンといった除草剤に対して抵抗性を示すバイオタイプが確認されており、蔓延圃場では収穫放棄する事態も生じています(図3-7-2)。また、生態分布が異なり、水田に発生する水田型と畑地に発生する畑地型の2型があり、形態的にも違いが認められます(「種子と幼植物の形態」の項を参照のこと)。これらを区別する場合、水田型をスズメノテッポウ(*A. aequalis* var. *amurensis*)、畑地型をノハラスズメノテッポウ(*A. aequalis* var. *aequalis*)とします。

出芽は初秋から冬にかけてみられ、麦圃では麦播種後に比較的速やかに出芽します。出穂は3月~5月にかけてみられ、出穂した穂の先端から順に開花・結実します。開花後に葯が濃い黄色になるのが特徴的です。



図3-7-1 スズメノテッポウの出穂個体



図3-7-2 抵抗性スズメノテッポウの蔓延圃場

#### 種子と幼植物の形態

一般にスズメノテッポウの種子と言われているのは正確には小穂で、本当の種子である穎果が膜質の護穎(外穎)に包まれていて、さらに毛が密生した同じ大きさの2つの包穎に包まれています(図3-7-3)。内穎はありません。小穂は扁平な長楕円形で、長さが3~3.5mmです。畑地型はこれよりも少し小さく2~2.5mmです。穎果は暗いあめ色の線状倒披針形で、長さ1~1.5mm、幅0.8mm、厚さ0.5mmです。短い芒があり、小穂から飛び出しています。スズメノテッポウの幼植物体は、第1葉は線状披針形で、先端が鈍くとがっています(図3-7-3)。長さは10~15mm、幅が0.5mm、緑色で毛はなく、垂直に開出します。カズノコグサと酷似しており、この時点で両種を見分けるのは困難です。2~6葉期の個体では、根色が赤みがかかった茶色で、白色のカズノコグサと識別できます(森田ら1990)。



図3-7-3 スズメノテッポウの小穂(左)、穎果(中)と1葉期の幼植物(右)

## 種子の寿命

種子の寿命は長くありません（荒井 1961）。土中に埋められた種子は、夏季の土壤水分が湛水であるか、畑水分であるかにかかわらず、種子が生産された翌年の春までに 90%以上が死滅します。土中に埋め込まれずに地表面に残った種子は、ほとんどが秋から冬にかけて発芽し、1 年以上生存している種子はごくわずかです。したがって、スズメノテッポウが繁茂する圃場では、徹底防除して種子を作らせないようにすれば、翌年の発生量を劇的に減らすことができます。

## 種子の発芽と休眠

発芽は 5~30℃の範囲で可能ですが、発芽適温は 10-20℃程度です（荒井 1961）。光条件は発芽には影響を与えず、休眠が覚醒していれば発芽します。

生産されてすぐの種子は休眠状態にあります。埋土されると 1 ヶ月程度で休眠覚醒します（荒井 1961）。風乾貯蔵した場合においても、採種後 2 ヶ月程度で大半の種子は休眠覚醒します。湿潤状態での 15℃/30℃の変温条件には休眠覚醒効果があり、採種後 2 週間風乾貯蔵した場合も、湿潤変温処理後 30 日間で 90%以上の種子が発芽します。

## 埋土種子の抽出法と生死判別

0.4mm 角目以下の篩の上で採取した土壌を洗い流し、残さから種子を拾い出します。埋土後 1 年以内の種子の多くは包穎が付いていますので、それを同定の手がかりにしてスズメノテッポウの種子だけを拾い出します。埋土後 1 年以上経過した種子は包穎が外れ、同定が困難なものも増えてきますが、埋土後 1 年以上生存している種子はごくわずかです。大まかな調査では考慮する必要はないでしょう。

洗い出した種子は、15℃/30℃、暗/明条件で発芽試験を行います。20 日以上埋土された種子であれば 1 週間で生存種子の 90%以上が発芽します。発芽しなかった種子は、ピンセットで軽く押してつぶれなければ TTC 検定によって生死の判別を行います。胚が小さいので、TTC 検定には 2 つに切らずに穎を取り除いた穎果を供試します（図 3-7-4）。肉眼で判別が困難な場合は顕微鏡で染色の有無を確認します。

なお、スズメノテッポウの種子の比重はイネ科雑草の中では大きい方で、比重分離法による場合には、乾土で 1.4、湿土で 1.5 の比重の塩類溶液を用います。

[大段秀記]



図 3-7-4 TTC 試薬で胚とその周辺が染色された種子（左）と染色されなかった種子（右）

### 3-8 カズノコグサ [*Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern.]

カズノコグサは全国に分布しているイネ科の越年生雑草で、畑や畦畔、休耕田、水路などにごく普通に見られます(図 3-8-1)。特に西南暖地の水稲麦二毛作での水田裏作麦で繁茂し、強害雑草として問題となっています。乾田よりも湿田を好み、大豆跡で少なく水稲跡で多く発生する傾向にあります。穂は直立した長い円錐状で、小穂が2列に並んでおり(図 3-8-2)、その様がカズノコに似ていることから、カズノコグサの名がつけられました。

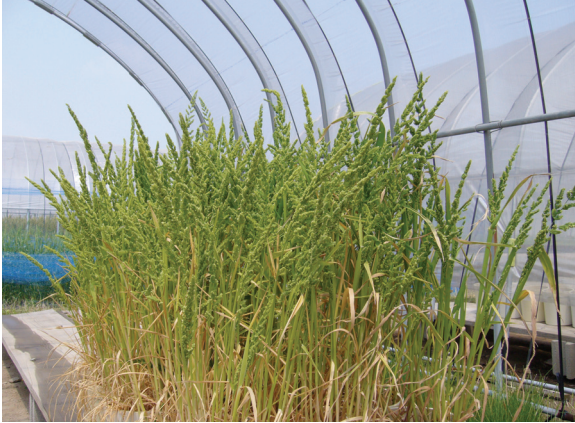


図 3-8-1 カズノコグサの出穂個体



図 3-8-2 カズノコグサの穂

出芽はスズメノテッポウと同様に初秋から冬にかけてみられ、麦圃では麦播種後に比較的速やかに出芽します。出穂は4月～5月にかけてみられ、出穂した穂の先端から順に開花・結実します。

#### 種子と幼植物の形態

一般にカズノコグサの種子と言われているのは正確には小穂(図 3-8-3 (左))のことで、本当の種子である穎果(図 3-8-3 (右))は膜質の外穎と内穎に包まれており、さらに袋状の2枚の包穎に包まれます。小穂は扁平な円形で、長さ、幅ともに2.6～3.5mm、厚さ0.8～1.0mmで軽く、包穎が袋状になっていることから水に浮いて散布され、拡散していきます。外穎は白色の舟形で、先端は包穎の外に出ています。内穎も白色の舟形で、外穎と同じか少し短い。穎果は茶褐色の線状長楕円形で、長さ1.8～2.0mm、幅0.7mm、厚さ0.6mm程度です。

カズノコグサの幼植物体は、第1葉は線状披針形で、先端が鋭くとがっています。長さは10～25mm、幅が0.8～1.0mm、緑色で毛はなく、垂直に開出します。スズメノテッポウと酷似しており、この時点で両種を見分けるのは困難です。2～6葉期の個体では、根色が白色で、赤みがあったスズメノテッポウと識別できません(森田ら 1990)。



図 3-8-3 カズノコグサの小穂(左)と穎果(右)



## 種子の寿命

種子の寿命は長くありません（荒井 1961）。土中に埋められた種子は、夏季土壤水分が湛水、畑水分にかかわらず、種子が生産された翌年の春までに 90%以上が死滅します。土中に埋め込まれずに地表面に残った種子は、ほとんどが秋～冬にかけて発芽し、1 年以上生存している種子はごくわずかです。したがって、カズノコグサが繁茂する圃場では、完全防除して種子を作らせないようにすれば、翌年の発芽量を劇的に減らすことができます。

## 種子の発芽と休眠

発芽は 5～30℃の範囲で可能ですが、発芽適温は 10～20℃程度です（荒井 1961）。また変温条件では発芽に光は必要ありませんが、定温条件では光が必要です。

種子の休眠は深くなく（荒井 1961）、水稻の湛水直播をした場合に、播種後の落水期間中に発芽することがあります。埋土されると 1 ヶ月程度で休眠覚醒します。風乾貯蔵した場合においても、採集後 2 ヶ月程度で大半の種子は休眠覚醒します。湿潤状態での 15℃/30℃の変温条件は休眠覚醒効果があり、採集後 2 週間風乾貯蔵した種子においても、処理後 30 日間で 90%以上の種子が発芽します。

## 埋土種子の抽出法と生死判別

0.4mm 目よりも細かい篩の上で採取した土壌を洗い流し、残さから種子を拾い出します。埋土後 1 年以内の種子の多くは包穎が付いているので区別はつきやすいですが、包穎は夏季の間に腐敗して、脈だけが残った状態になります。埋土後 1 年以上経過した種子は包穎が外れているものも増えてきますが、埋土後 1 年以上生存している種子はごくわずかですので、大まかな調査では考慮する必要はないでしょう。

洗い出した種子は、15℃/30℃、暗/明条件で発芽試験を行います。20 日以上埋土された種子であれば 1 週間で生存種子の 90%以上が発芽します。発芽しなかった種子は、ピンセットで軽く押してつぶれなければ TTC 検定によって生死の判別をします。染色される部位は小さいので、実体顕微鏡で染色の有無を確認します（図 3-8-4）。



図 3-8-4 TTC 検定で胚が染色された種子（左）とされなかった種子（右）

[大段秀記]

### 3-9 コナギ [*Monochoria vaginalis* (Burm.f) Kunth]

コナギは、全国の水田で広く発生がみられるミズアオイ科の水田一年生雑草です (図 3-9-1 (左))。ミズアオイ科の植物は、現在日本には 3 属 4 種存在し、そのうち池や水路の雑草として知られるホテイアオイ (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) を除くミズアオイ属 2 種、コナギ、ミズアオイ (*M. korsakowii* Regel et Maack) およびそして 1976 年頃に外国から帰化した (岡武ら 1979) アメリカコナギ (*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.) の 3 種が水田の一年生雑草です。また、近年、成長しても葉身が心臟形とならず細葉のままのコナギを 1 変種と扱い、ホソバコナギ (*M. vaginalis* (Burm.f.) Kunth var. *angstifolia* G. X. Wang, T. Kusanagi et K. Ito) とする見解もあります (Wang *et.al* 2003; 図 3-9-1 (右))。



図 3-9-1 水田に発生したコナギ (左) とホソバコナギ (右)

ミズアオイ属の 2 種は古い時代からの水田雑草で、特にコナギは東南アジアを原産とし水稻に随伴して渡来した史前帰化植物の一つとされ、南方より日本に帰化し、北上を続け、現在では全国に分布しています。ミズアオイも沖縄を除く全国に分布していますが、産地は限られています (笠原 1968)。またアメリカコナギは、今のところ岡山県南部や北部九州などに分布しています (松尾ら 1997)。

#### 種子と幼植物の形態

コナギは、長さ 1cm 程度のだ円形のさく果の内に、おおよそ 40~220 個の種子が入ります (片岡ら 1979)。種子は長さ 0.94~1.00mm、千粒重は約 128mg となります (笠原 1968) (図 3-9-2 (左))。ミズアオイやアメリカコナギの種子の形態はコナギ種子と似た形態をとりますが、ミズアオイ種子の長さは 1.3mm (森田ら 1980)、千粒重は約 442mg (森田 1982) となり、コナギ種子より大きく、アメリカコナギ種子の長さは約 0.70mm、千粒重は約 67.7mg となり (岡武ら 1979)、コナギ種子より小さいため、ミズアオイ種子

やアメリカコナギ種子と区別することは容易です (図 3-9-2 (右))。また、コナギ幼植物は、の形態はミズアオイやアメリカコナギとよく似ていますが、子葉~1 葉展開期頃は子葉の先端に種子殻が付着し



図 3-9-2 コナギの種子 (左) とミズアオイ科雑草 4 種の種子の比較 (右)

右の写真は、左よりミズアオイ、コナギ、ホソバコナギ、アメリカコナギ。

ているので種子殻の大きさで、4葉期頃は葉身の形状をよく観察することで区別することができます（森田 1982）。しかし、コナギとホソバコナギとを種子および幼植物で区別することは困難です。

### 種子の寿命

コナギ種子の寿命は、水田雑草の中では長い方で、毎年完全にコナギを防除しても20年間出芽し続けたという試験結果があります（川名ら 1999）。また、耕土下層に埋められた種子は、17年間は生きていたという試験結果もあります（小荒井ら 1998）。

### 種子の発芽と休眠

コナギの発芽は、酸素を嫌い、低酸素条件にならない限り発芽しません。酸素分圧が低いほど発芽率が高くなりますが、酸素0.5%以下では発根しなくなります（片岡ら 1978）。したがって、発芽試験は、必ず低酸素条件で実施します。発芽は、20℃以上の温度で発芽しますが、20℃では種子根がほとんど伸長しません。発芽適温は25～35℃で、高温ほど揃って発芽します（小荒井ら 2002）。

コナギ種子は、秋に親株から脱落した直後は一次休眠の状態にあります。他の草種の種子に比べて休眠が浅く、冬季の変温条件下での寒さにより、容易に休眠は覚醒します（片岡ら 1977; 汪ら 1996）。休眠種子を人為的に覚醒させるには、1-2か月間の低温水中貯蔵を行います。休眠覚醒した種子は、明条件では良好に発芽します。貯蔵期間が長くなると休眠覚醒はさらに進み、暗条件でも発芽するようになります（千坂ら 1977a）。休眠の覚醒程度によって好適な発芽床の条件も異なります。休眠覚醒程度が小さい場合には密栓した水中が適当ですが、覚醒が進めば湛水土壤中とすることも可能で、さらに進めば密栓していない水中でも発芽させることができるようになります（千坂ら 1977b; 小荒井ら 1991）。ただし、稲粃を1日浸漬させた水を発芽試験に使用することで、休眠覚醒した種子は上述の発芽床の条件に関わらず、容易に発芽させることができます（小荒井ら 2002）。

休眠覚醒したコナギ種子は、通常は代かきなどで低酸素条件になった時、一斉に発芽します。好適な発芽条件とならず、発芽しなかった休眠覚醒種子は、夏には再び休眠状態に入ります（千坂ら 1977b）（二次休眠）。例えばコナギ種子の出芽可能深度は土壌表面から7mmまでで、それよりも深い層に位置する種子は夏に二次休眠に入ると考えられます。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

種子が小さいので、比重分離法によるのが現実的です（嶺田ら 1997）。乾燥した土壌なら比重1.3以上、湿土なら1.4以上の塩類溶液を用いますが、水田土壌は乾燥すると硬くなり、作業性が著しく悪くなりますので、湿土を用いた方が効率的です。取り出した種子は押しつぶし法および発芽試験法を用いて生死を判定します。押しつぶし法および発芽試験法で判定できない種子は、休眠している可能性があるため、最終的にTTC検定などにより生死を確認します（図3-9-3）。なお、TTC検定にあたっては、種子を半分に切断しますが、縦、横どちらの方向に切断してもかまいません。胚の染色は、やや薄い傾向があります。



図3-9-3 TTC試薬で染色したコナギ種子

[小荒井晃]

### 3-10 ノビエ類（ヒエ属） [*Echinochloa* spp.]

ノビエ（野稗）は、栽培ヒエに対して雑草ヒエであるタイヌビエ（*Echinochloa oryzicola* Vasing.）、イヌビエ（*E. crus-gali* (L.) Beauv. var. *crus-gali*）、ヒメイヌビエ（*E. crus-gali* (L.) Beauv. var. *praticola* Ohwi）、ヒメタイヌビエ（*E. crus-gali* (L.) Beauv. var. *formosensis* Ohwi）の総称で、いずれもイネ科の一年生夏雑草です（藪野 1975）。タイヌビエ（図 3-10-1（左））は全国の水田でみられる水稻によく擬態した典型的な随伴雑草ですが、転換畑でも転換まもなくの頃には多くみられます。イヌビエ（図 3-10-1（中、右））は全国の水田、畑、非農耕地など、湿った場所から乾いた荒地まで様々な場所で発生する変異に富んだ雑草で、タイヌビエとは別種です。イヌビエの変種として、出穂が早くて路傍や畑などより乾燥した条件に適応したヒメイヌビエや、水稻に良く擬態した温暖地以西の水田に適応したヒメタイヌビエがあります。ケイヌビエと呼ばれているノビエは、外穎に長い芒のあるイヌビエのことです（図 3-10-1（右）、図 3-10-2（右））。

#### 種子と幼植物の形態

ノビエの種子は、外穎と内穎に包まれています（図 3-10-2（左、中））。外穎の外側には小穂を包む苞穎があり、通常、苞穎を含めた小穂全体を「種子」と呼んでいます（ノビエの小穂には通常2つの小花がつきますが、そのうち1小花だけが実って種子となります）。

イヌビエとヒメタイヌビエの小穂は 3~4mm、ヒメイヌビエが 2~3mm で、苞穎の長さは小穂の約 1/3 です（図 3-10-2（中））。タイヌビエの小穂長は 4~5mm と大きく、苞穎長は小穂の約 1/2 もあります（図 3-10-2（左））。タイヌビエは、小穂および苞穎が他のノビエよりも明らかに大きいので容易に見分けることができます。

タイヌビエには、小穂が無芒で丸みを帯びて光沢があるC型と、外穎がざらつき片側が平たいF型の2つのタイプがあり、太平洋側にはC型、日本海側にはF型が多く分布しています。



図 3-10-1 タイヌビエ（左2つ）、無芒型のイヌビエ（中2つ）のと有芒型のイヌビエの穂（右）  
タイヌビエの小穂はイヌビエよりも大きい。  
いずれも転換初年目の大豆畑より採取。

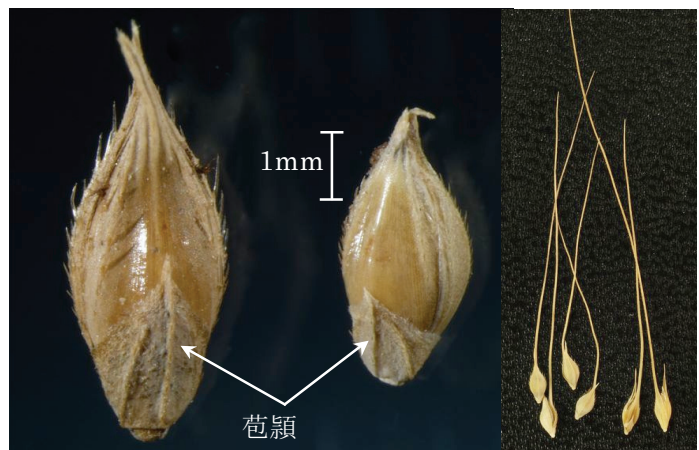


図 3-10-2 タイヌビエ（左）、無芒型のイヌビエ（中）  
と有芒型のイヌビエ（右）の小穂



図 3-10-3 イヌビエ（成植物）の葉身と葉鞘の境目（左）と、幼植物（右）

ノビエ類が属するヒエ属は、イネ科の特徴となっている葉身と葉鞘の境目にあるべき葉舌（小舌）がないことで他と見分けられます（図 3-10-3（左））。これは他の属にはみられないヒエ属の決定的な特徴です。このような特徴は、2葉期以降の幼植物（図 3-10-3（右））にも見られます。また、幼植物を静かに引き抜くと小穂が残っていることが多いので、同定の手がかりになります。

### 種子の寿命

ノビエ種子の寿命は水田雑草の中では短い方ですが、毎年完全にタイヌビエを防除しても6年間出芽し続けたという試験結果があります（Miyahara *et al.* 1989）。耕土下層に種子を埋めた試験では、12年後も種子は生きていました。ただし、畑状態では寿命は比較的短く、散布された翌年の春までに40%程度が死亡します。

### 種子の発芽と休眠

ノビエ類の発芽には十分な酸素、温度、水分が必要です。15℃以上の温度で発芽しますが、最も適した温度は25～30℃で、高温ほど揃って発芽します。水田に適応したタイヌビエは水中でも発芽しますが、好気的な湿潤条件で発芽は良好です。イヌビエの種子はさらに好気的な条件を好み、水中では発芽し難いので、発芽試験は必ず湿潤条件（湿潤ろ紙上など）に置床して行ないます。

ノビエ類の種子は秋に親個体から脱落した直後は深い一次（初期）休眠の状態にあり、年内は発芽しません。年が明けて1～3月に徐々に休眠が醒めていきます。この間も戸外の温度が低いので水田土壌中で発芽することはなく、4月以降の平均気温が15℃以上になるころに戸外で発芽が始まります。タイヌビエでは水稻移植時期には土壌中のほとんど全ての種子は休眠覚醒状態になっていますので、通常は代かきによって一斉に発芽します。ただし、土壌中の全ての種子が発芽するのではなく、土壌中の数～10%の種子が発芽し、3cmより深く埋まった種子などは未発芽の状態、夏には再び休眠状態（二次休眠）に入ります（宮原 1972）。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

ノビエ類の種子は篩の上で土壌を洗い流して、網目上の残さから種子を拾い集めます（図 3-10-4）。水田の代かき土壌は粒子が細かいので、1mm目以上の篩を用いれば土壌はほとんど流れます。また、タイヌビエで種子が大きい場合は2mm目の篩が有効です。調べようとするノビエ類の種子の大きさを考慮して篩の目の大きさを選択します。

取り出した種子は発芽試験、押しつぶし法、TTC検定あるいはそれらの組み合わせにより生死を判別します。発芽試験による場合は、20℃（暗条件）/30℃（明条件）程度の変温条件が適当です。押しつぶし法では、閉じたピンセットで並べた種子を順に強く押しつぶし、しっかりとした手応えで白い胚乳がつぶれて出た種子を生存種子とし、簡単につぶれたり、白い胚乳が確認できない種子は死滅種子とします。TTC検定では、胚の断面が露出するように2つに切断します（図 3-10-5）。浸漬温度は30℃程度とします。押しつぶし法とTTC検定の生死判別の結果は概ね一致しますが、回収した種子数が少ない場合には、TTC検定によるのが確実です。 [渡邊寛明]



図 3-10-4 篩の網上に残ったイヌビエの種子



図 3-10-5 TTC溶液で染色したタイヌビエの種子

### 3-11 イヌホタルイ [*Schoenoplectus juncooides* (Roxb.) Palla]

イヌホタルイは全国の水田、水路、湿地・湖沼などで普通に見られるカヤツリグサ科の水田雑草です(図 3-11-1)。雑草防除の場面では通常「ホタルイ」と呼ばれますが、類似草種にタイワンヤママイ (*S. wallichii* (Nees) T.Koyama) やホタルイ (*S. hotarui* (Ohwi) Holub)、コホタルイ (*S. komarovii* (Roshev.) Soják) などがあり、タイワンヤママイは東北に多くみられ、コホタルイは北海道にみられます。ホタルイは水田ではそれほど多くはなく、湿地や湖沼などにみられます。



図 3-11-1 水田に発生したイヌホタルイ

多年生で、秋期に株の基部が僅かにふくらんだ越冬芽を形成して越冬します。越冬芽には休眠性はなく、春期の気温上昇に伴って萌芽します。一方、種子繁殖も旺盛で、秋期に大量の種子を生産します。裸地条件では1株当たり 10,000~15,000 粒という調査結果が出ています(渡辺ら 1991a)。水田内では、越冬芽は冬期の乾燥と代かき時の埋没によって容易に防除できる(岩崎ら 1981) ので、この種子による繁殖が主とされます。

#### 種子と幼植物の形態

一般に「ホタルイ」の種子と言われているのは正確には果実で、比較的硬い褐色~黒褐色の光沢のある果皮に覆われています。果実は特徴のある広倒卵形で両面はレンズ型、イヌホタルイでは長さ 2.0~2.4mm 程度です(図 3-11-2)。ホタルイの果実はイヌホタルイと同程度の大きさですが、イヌホタルイでは両面が凸レンズ型なのに対して、ホタルイでは内側の面が平ら

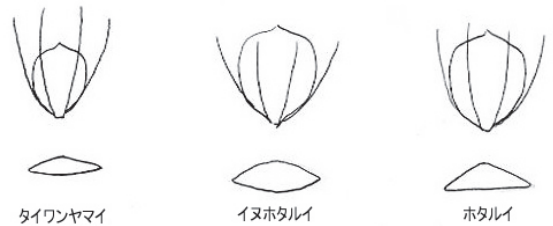


図 3-11-2 ホタルイ類の種子の形状(模式図)

上段は上から見た種子の形状。

下段は種子の横断面。

な平凸レンズ型をしているので区別できます。タイワンヤママイは若干小さく、長さ 1.5~1.8mm 程度で、形状は両凸~平凸レンズ型ですが、イヌホタルイやホタルイとは果実の基部に着生する数本の刺針状花被片の長さで区別できます。すなわち、それぞれの草種の刺針状花被片は、タイワンヤママイでは果実の2倍程度の長さがあるのに対して、イヌホタルイでは同長かやや短く、ホタルイでは1.5倍程度です。親植物から落下してすぐの種子にはこれらの刺針状花被片が着生していますが、土中から取り出された種子では、ほとんどが脱落しているため注意が必要です。コホタルイの種子は他の草種の種子よりも小さく、長さ 1.2~1.5mm です。



図 3-11-3 ホタルイ類似雑草の穂の比較

左からホタルイ、イヌホタルイ、タイワンヤママイ、コホタルイ。

イヌホタルイの幼植物は、種子からの発生では、初め線形の葉が数枚出た後に、先の尖った針のような花茎と呼ばれる茎が抽出してきます。一方、越冬芽からの発生では、最初から花茎が抽出してきます。

その後は何本もの花茎が続けて抽出し、そう生状態となります。幼植物の段階でイヌホタルイと他の類似草種を区別するのは困難ですが、その後花茎の先端に穂を着生するので、この段階での草種の区別は容易になります（図 3-11-3）。

### 種子の寿命

種子の寿命は非常に長く、イヌホタルイでは水田土中で 10 年以上生存することが確認されています（千坂ら 1985）。土壌条件や気象条件による違いがありますが、毎年、土中種子の 10%前後が出芽し、20%程度は死滅すると推定されている（渡辺ら 1991b）ことから、新たな種子の供給が無くても、埋土種子の 7 割は翌年に残ることになります。この他に、水田に埋土されたホタルイ種子の 7 年後の生存率は 98%であったのに対して、コホタルイ種子は 4 年後でも生存率が 60%程度に低下し、種子の生存年限には草種による違いが認められています（住吉 1997）。

### 種子の休眠と発芽

イヌホタルイの種子は秋期に成熟・落下した直後は深い一次休眠にあり、そのままの状態では発芽しません。水田では、耕起などで埋土されると冬の間には休眠覚醒が進行します。通常は田植え時期に最も休眠覚醒した状態となります（住吉・伊藤 1999）。したがって、田植え以降は比較的早い時期に発生がみられます。このようにイヌホタルイ種子の休眠覚醒が低温で進行することから、室内で休眠覚醒させるためには、水中や湿潤土中、湛水土中などに種子を埋め込み、低温で 1～4 カ月間貯蔵します（住吉 1996）。水田条件では、夏期までに未発芽の種子は、再び休眠が深まり二次休眠に入ります（住吉・伊藤 1999）。

発芽は 12.5～40℃の範囲で確認されており（渡辺・宮原 1988）、比較的広い温度範囲で発芽可能ですが、最適温度は 30℃前後です。光発芽性を示し、明条件で発芽が促進されます。また、昼夜の変温も発芽を促進します。発芽床条件に関しては、一般的に嫌気条件での発芽が良好（片岡・金 1978）で、水中条件や湛水土による条件など（渡辺ら 1991b）が用いられることが多いようです。しかしながら、十分に休眠覚醒した種子では、湿潤ろ紙上でも良好な発芽率が得られています（住吉 1996）。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

イヌホタルイの種子は篩の上で土壌を洗い流して、網目上の残さから種子を拾い集めます。1 mm 目程度の篩を用いれば良いでしょう。通常は果皮が水をはじくので、土壌から分離した後は種子を水に浮かせて回収することも可能です。春先の回収であれば、そのまま密栓水中などの嫌気条件で、30℃程度の恒温あるいは昼夜変温の明条件で発芽試験を行って発芽したものを生存として判断できます。種子が休眠している可能性がある場合は、10℃程度の低温の湛水土中などに 1～2 カ月間貯蔵してから発芽試験を行えば同様に生存の確認が可能です。他の草種と同様に、種子を半分に切って TTC 溶液に浸けて生死判別を行うことも可能です。この場合、胚の部分が入る断面に入るように、種子の中央部分を縦方向に切る必要があります（図 3-11-4）。浸漬温度は 30℃程度がよいでしょう。

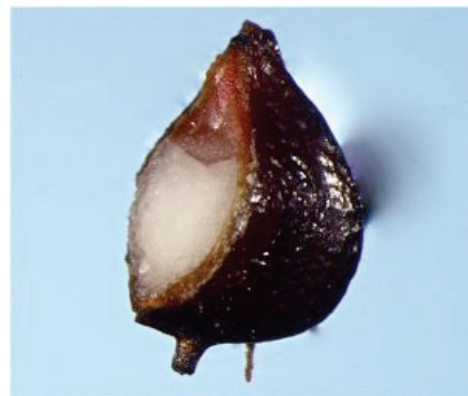


図 3-11-4 TTC 溶液で染色したイヌホタルイ種子

[住吉正]

### 3-12 イボクサ [*Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz]

イボクサはツククサ科の一年生夏雑草で、北海道から九州の水田、湿地などに普通に見られます（図3-12-1）。水田では、畦畔際に普通に見られる雑草で、あまり問題にされることはありませんでしたが、近年、水稻の栽培法（直播栽培、移植栽培）を問わず、水田内での発生が問題になっています。

出芽は3～5月の畑水分条件で主にみられ、その後、茎が地面を這うように伸び、節から根と分枝を出して広がっていきます。また、茎は切断されても、湛水中ではすぐに節から根を出して活着し、生育範囲を広げていきます。繁茂すると水稻にからみつくように這い上がるため、水稻の減収や倒伏、収穫作業の妨害を引き起こします。開花時期は9月中旬以降と遅いため、9月中旬に水稻が収穫できる水田であれば、水田内に種子を落とすことは少ないので、刈り跡や畦畔での防除対策が水田内での蔓延を防ぐ観点で重要となります。



図3-12-1 畦畔から水田内に侵入するイボクサ

#### 種子と幼植物の形態

イボクサの果実（さく果）は楕円形で、中は3室に分かれ、1室には1～3個の種子が入っています。種子は黒褐色で不定形であり、①楕円形状、②長さが3～4mmの半楕円形状、③長さが1～2mmの半円形状、④長方形状、と大きく分けて4形状に分かれます。各種子の幅は約2mm、厚さは約1mmで、側面にくぼんだへそがあります（図3-12-2（左））。

その種子のへそから芽を出します。まず、白色の子葉鞘が出て、その後に第1葉が出ますが、地表面で確認できるのは第1葉からです。葉は淡緑色、無毛であり、茎の基部で太く、先端は尖っています。長さは第1葉が1cm程度、第2葉が2cm程度と、だんだんと長くなっていきます（図3-12-2（右））。第9葉ぐらいになると、下部葉の節から分枝が出てきます。

#### 種子の寿命

種子の寿命は水田雑草の中では短い方です。ポット試験の結果ですが、種子を土中に混ぜ込んだ1年目には90%程度の種子が出芽などで消失しますが、2年目以降は消失割合が少なくなってきます。完全に防除すると、種子を土中に混ぜ込んでから6年目に出芽はみられなくなります。

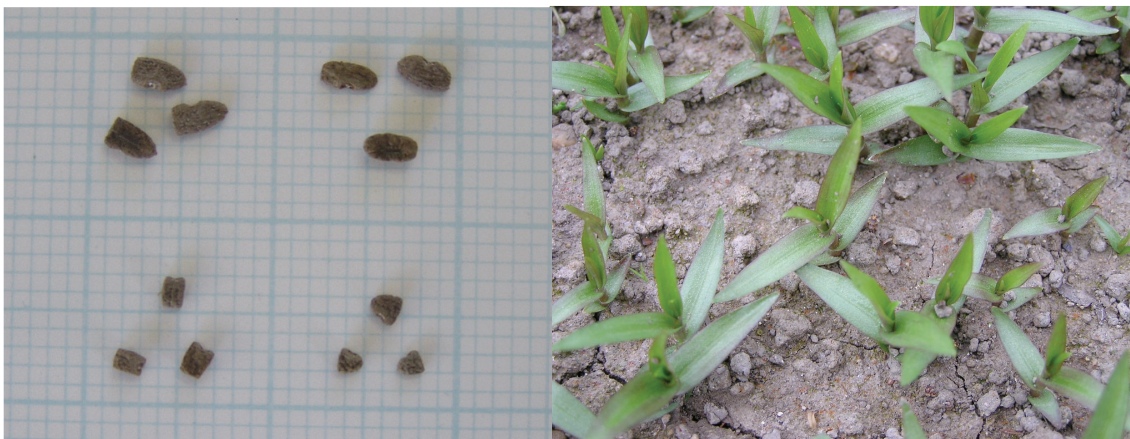


図3-12-2 イボクサの種子（左）と幼植物（右）



## 種子の発芽と休眠

他の水田雑草より出芽時期はかなり早く、平均気温が 8℃前後になると出芽がみられるようになりま  
す。関東地方では 3 月中下旬にあたります。10～30℃の温度で良好に発芽しますが、高温ほど発芽が揃  
います。水分条件では、湿潤条件で発芽は良好で、湛水条件下ではあまり発芽しません。そのため、水  
田での出芽は乾田期間に多くみられ、湛水後は土壌表面からわずかにみられる程度です。光条件では、  
明条件、暗条件ともに良好に発芽します。

種子は強い休眠性を有しており、落果直後から年内にかけては全く発芽しません。休眠覚醒は年が明  
けてから徐々に進み、2 月にはほとんど休眠から醒めています。強制的に休眠覚醒させるためには、5℃  
程度の低温条件で、湛水条件か湿潤条件とし、1～2 ヶ月の貯蔵期間が必要です。乾燥条件下では休眠覚  
醒は進みません。出芽期間は 3～5 月で、その時期を過ぎると、また休眠状態に入ります。

### 埋土種子の抽出法と生死判別

直接法を行う場合、種子の大きさは前述のようにまちまちですが、小さい種子でも 1mm 弱ですので、  
安全を見越して、0.50～0.71mm (0.500～710 μm) の篩を用います。土壌を洗い流して、種子を拾い  
出す時は、根やわらなどの植物残さに種子が絡み付いていることが多いので、それを見逃さないよう  
にします。拾い集めた種子は発芽試験や押しつぶし法、TTC 検定により生死を判別します。休眠種子が多  
い 6～12 月頃に埋土種子量を調査する場合は押しつぶし法や TTC 検定で、休眠覚醒種子が多い 1～5  
月頃に調査する場合は発芽試験に押しつぶし法や TTC 検定を組み合わせます。発芽試験は 20～25℃、  
湿潤濾紙床で行います。光条件は明暗どちらでも良好な発芽をします。発芽試験で発芽しなかった種子  
は押しつぶし法や TTC 検定で生死の判別を行います。両方法の生死判別の結果に大きな違いはあり  
ません。

発芽法を行う場合、休眠覚醒種子が多い 1～5 月、できれば出芽前の 3 月上旬までに土壌を採取し、  
畑水分条件で、20℃以上の温度が確保できる場所を実施します。発芽法では容器内に土壌を薄く広げる  
必要がありますが、イボクサはかなり深い位置からも出芽しますので、土壌の厚みは 3cm 程度でも良好  
に出芽します。休眠種子が多い 6～12 月に土壌採取を行う場合には、低温湿潤条件で 1～2 ヶ月の休眠  
覚醒処理を行った後に上記と同様に試験を実施します。

[川名義明]



No. 3