

帰化アサガオ類における成熟度の異なる種子間の発芽・硬実・出芽の違い

協友アグリ株式会社
徐 錫元

帰化アサガオ類 (*Ipomoea* spp.) は、熱帯アメリカや北アメリカを原産とする一年生の蔓性の雑草で世界各地に帰化し (清水ら 2001), 温帯地方の日本 (平岩ら 2007; 徐 2006, 2007) や韓国 (Lee *et al.* 2014; 徐 2015) でも農耕地に侵入し問題となっている。日本では、2000年頃から愛知県を始めとする東海地方のダイズ畑で問題となっており (徐 2006, 2007; 平岩ら 2007), 現在では北海道を除く全地域で広がっている (渋谷・渡邊 2011)。

その中、早くから帰化アサガオ類が問題となっている愛知県の田畑輪換圃場でのダイズ栽培は、主としてブロックローテーションによる水稲-コムギ-ダイズの栽培体系の中で行われている (徐 2014a,b,c)。この栽培体系の中で、帰化アサガオ類はコムギ登熟初期の4月中旬頃から発生し始め、ムギ刈跡となった6月下旬頃には圃場全面に発生し一部は開花している (徐 2006, 2014a,c)。これらは次のダイズ栽培のための圃場耕起前の非選択性茎葉処理除草剤散布によって除草されるため、実際に問題となることはほとんど無い。その後、6月下旬~7月上旬に耕起・整地・ダイズの播種が行われる。帰化アサガオ類は、これらとほぼ同時に新たに発生し始め、7月下旬頃には圃場一面に蔓延し8月中・下旬頃には開花が始まる (図-1)。種子形成は、開花後30日から50日程度であるので (渋谷 2011), 9月下旬から10月中旬には完熟果実や種子が見

られる (図-2)。帰化アサガオ類の開花期間は長く、11月の収穫期までの長期にわたっているため (図-3, 徐 2006, 2014a), ダイズ収穫時、帰化アサガオ類には成熟度の異なる種子が数多く形成されている (図-3)。これらはコンバインによる収穫の際、一部は収穫物に混入されるが、多くは地上部の細断により土壌表面に散布され次の発生源となる。しかし、従来、これらの成熟度の異なる種子間の発芽・硬実・出芽の差異については研究されていなかった。本報では、この点について明らかにする。

実験材料および方法

種子の成熟度の評価は、前報 (徐 2014b) に準じ、種子の色、種子の水分量および柔らかさで評価した。未成熟種子の白緑色と茶色種子は、手で容易に割れる程に水分含量が多く、サイズが大きい。成熟種子の黒色種子は水分が少なく、硬く、サイズが小さい (図-5)。

種子の成熟程度は果実の果柄の色により推測でき



図-1 ホシアサガオ多発ダイズ圃場 (愛知県安城市, 2007年8月下旬)

注) 図1~図3は同一圃場。葉色の濃いものはダイズで、薄いものはホシアサガオ等の帰化アサガオ類。

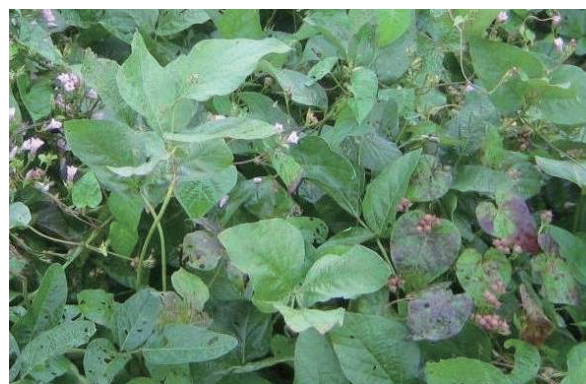


図-2 ダイズ圃場におけるホシアサガオの開花と発達中の果実 (2007年9月下旬, 愛知県安城市)



図-3 収穫直前のダイズ圃場におけるホシアサガオの開花と成熟度の異なる果実 (2007年11月中旬, 愛知県安城市)。



図-4 成熟度の異なるホシアサガオの果柄と果房
注) 果実中の種子は左の果房より白緑色, 白緑色または茶色, 黒色。



図-5 成熟度の異なるホシアサガオの種子 (左から白緑色, 茶色, 黒色)

表-1 成熟度の異なるホシアサガオの種子の生体重, 乾物重ならびに水分含有率

種子成熟度 ¹⁾	生体重 ²⁾ (mg/粒)	乾物重 ²⁾ (mg/粒)	水分含有率 ²⁾ (%)
白緑色種子	73.9±1.7	27.9±1.6	62.3±2.7
茶色種子	59.1±0.5	31.2±0.4	47.2±1.0
黒色種子	35.0±0.8	31.7±0.5	9.3±1.1

1) 成熟度の違いは種子の色で判別 (徐2014)。

2) 平均値±標準偏差。

(図-4), この部分が緑色であれば, 種子は白緑色または茶色の未成熟種子であり, また褐色で乾燥したものの種子は黒色の完熟種子である。このことから, 本研究ではまず, 地上部の中央部から異なる色の果柄の果房を採取し, その中から同程度の大きさの果実を選び, 中から種子を取り出して実験に供した。なお, 実験は千葉県柏市において室内または屋外で実施した。

実験1 成熟度の異なる種子の生体重, 乾物重, 水分含有率

2013年10月12日に千葉県柏市内の空き地で採取したアメリカサガオの種子を供試した。白緑色種子, 茶色種子, 黒色種子の各々20粒ずつについて生体重, 乾物重, 水分含有率を測定した。実験は3反復とした。

実験2 採取直後の成熟度の異なる種子の発芽と未発芽粒の割合 (発芽試験結果)

2014年10月11日に柏市内の空

き地で採取したホシアサガオ, また同10月12日に千葉県我孫子市内の農道で採取したマメアサガオの種子を試験に供試した。これらの白緑色種子, 茶色種子, 黒色種子について, 同日から7日または8日間, 自然採光・空調無しの室内において発芽試験を実施した。発芽試験は, ビニールパック (縦17cm, 横11cm, 高さ3cm) の底に市販のティッシュペーパー1枚を2つ折りにして敷き, 75mLの水道水を加え, その上に種子20粒を置床して行った。ただし, 蓋はせず, 乾燥しないように随時, 水を補給した。実験は3反復とした。

なお, 両種の黒色種子の未発芽粒は, 後述するように吸水しなかった硬実種であったので, 10月20日にカッターナイフで刺傷を与え, 同様に発芽試験を行い発芽の有無を確認した。なお, 試験期間中の室温は日平均15℃~25℃で, 発芽には好適な条件にあった (澁谷ら2008)。

実験3 採取直後に土中播種された成熟度の異なる種子の発芽

(1) 10月採取直後の播種

2013年10月7日に柏市内で採取したホシアサガオとマルバルコウの白緑色と黒色種子を供試した。両種とも, 市販の園芸用土壌を3cm充填したビニールカップ (直径5cm・高さ4cm) の片側半分ずつに白緑色と黒色種子を各々20粒ずつ播種し0.5cm覆土した。これらを屋外で管理し出芽を調査した。ホシアサガオについては草高も測定した。なお, 当地における試験期間の10月上旬~下旬の日平均気温は15~21℃であった。

(2) 12月採取直後の播種

2014年12月5日に三重県鈴鹿市のダイズ畑で採取したマメアサガオの茶色と黒色種子を供試し, 各5粒ずつを市販の園芸土壌が充填された育苗用連結トレイ (縦5cm・横5cm・高さ5cm) に播種し1cm覆土した。これを屋外で栽培し, その後の出芽状況を観察した。実験は10反復とした。

実験4 成熟度の異なる種子の土中状態

2013年12月8日に愛知県安城市内の水田畦畔で採取したホシアサガオの茶色と黒色種子の各々10粒ずつを少量の土壌と共に茶コシ袋 (9.5×

表-2 成熟度の異なる種子の発芽粒と未発芽粒の割合¹⁾

種	種子成熟度	種子割合(%) ²⁾				
		発芽粒	未発芽粒			
			硬実粒	膨潤粒	崩壊粒	裂粒
ホシアサガオ ³⁾	白緑色種子	23.3±10.4	0.0±0.0	16.7±7.6	60.0±17.3	0.0±0.0
	茶色種子	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	黒色種子	20.0±5.0	80.0±5.0 ⁴⁾	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
マメアサガオ ³⁾	白緑色種子	20.6±8.4	0.0±0.0	11.1±3.6	68.3±10.0	0.0±0.0
	茶色種子	51.7±3.5	0.0±0.0	16.7±2.9	0.0±0.0	31.7±2.9
	黒色種子	30.0±5.0	68.3±5.8 ⁴⁾	0.0±0.0	0.0±0.0	1.7±2.9

1) 採取直後の発芽試験結果。

2) 平均値±標準偏差。

3) 採取日(採取地)：ホシアサガオ：2014年10月11日(千葉県柏市)，マメアサガオ：2014年10月12日(千葉県我孫子市)。

4) 発芽試験後，種子にカッターナイフで刺傷を与えた結果，全て発芽した。



図-6 マメアサガオ種子の水浸漬中に見られた種子が裂けた粒(黒色種子)

7.0cm) に入れ，土壌表面から2cm下に平らに並べて置き2cm覆土した。翌年の3月21日と6月15日に，土中から取り出し観察を行った。実験は3反復とした。

実験5 収穫直後に異なる温度条件で貯蔵した黒色種子の出芽(徐2015a)

2013年10月14日に千葉県柏市の空き地で採取したマルバアメリカアサガオの完熟種子50粒ずつを，アルミ

ホイルで包みビニール袋に入れて密封し，-18℃の冷凍室，3℃の冷蔵庫，さらに空調の無い室内に2014年10月4日まで約1年間貯蔵した。これらを2014年10月4日から25日までの21日間，実験1と同様に室内で発芽試験を実施した。試験終了後，未吸水種子については，種子にカッターナイフで刺傷を与え10月25日～11月4日まで発芽試験を行った。なお，発芽試験期間の室温は15℃以上であった。実験は3反復であった。

結果

実験1

白緑色と茶色種子は黒色種子よりもサイズは大きかった(図-5)。また，種子の成熟度により生体重，乾物重，水分含有量は異なった(表-1)。生

体重は白緑種子>茶色種子>黒色種子であったが，乾物重は白緑種子<茶色種子≒黒色種子であり，水分含有率は白緑種子>茶色種子>黒色種子であった。このように白緑種子は水分が多く乾物量が少なく，黒色種子は水分が少で乾物量が多い。茶色種子は水分が多であった。

実験2

採取直後の発芽試験の結果，両種とも発芽粒の割合は種子の成熟度により異なり，白緑種子から茶色種子にかけて増加し，その後黒色粒で低下した(表-2)。

未発芽粒について，種子の状態から分類すると，両種とも白緑種子では，大部分が崩壊粒であった(表-2)。また，マメアサガオの茶色種子では，種子が縦に裂けた粒が多かった(図-6)。さらに，黒色種子では吸水しな

表-3 採取直後に播種した成熟度の異なるホシアサガオとマルバルコウの出芽と成長(10月採取)¹⁾

種	種子成熟度	出芽率(%) ²⁾	草高(cm) ²⁾	出芽個体のその後の成育
ホシアサガオ	白緑色種子	11.7±2.9	2.3±1.0	種子形成は無く枯死
	黒色種子	63.3±2.9	5.5±0.5	種子形成は無く枯死
マルバルコウ	白緑色種子	8.3±2.9	未調査	種子形成は無く枯死
	黒色種子	35.0±5.0	未調査	種子形成は無く枯死

1) 採取および播種日：2013年10月7日。

2) 出芽率および草高調査日：2013年11月2日(播種後26日)。平均値±標準偏差。

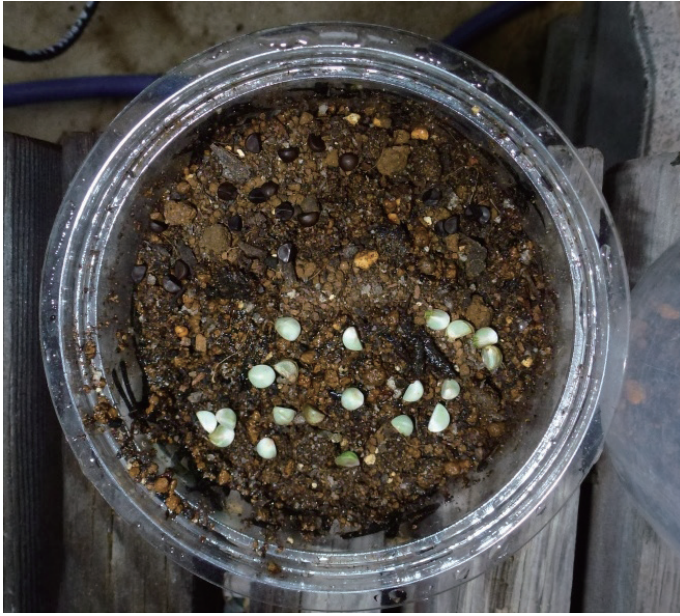


図-7 採取直後に播種されたホシアサガオの白緑色種子（前方）と黒色種子の生育の違い（後方）
注）左：播種後覆土前，右：播種後23日，採取・播種日：2013年10月7日

表-4 採取直後に播種された成熟度の異なるマメアサガオの出芽（12月採取）¹⁾

種子成熟度	出芽率 (%) ²⁾		
	2015年4月15日	5月29日	10月24日
茶色種子	0±0	0±0	0±0
黒色種子	0±0	57.5±29.0	75.0±26.4

- 1) 採取と播種：2014年12月5日。
2) 平均値±標準偏差。

表-5 12月に採取と同時に土中に埋土されたホシアサガオ種子の土中状態

種子成熟度	発芽粒 (%)		その他粒
	2014年3月21日	6月15日	
茶色種子	0.0±0.0	0.0±0.0	崩壊・腐敗
黒色種子	3.3±5.8	66.7±5.8	吸水または硬実

かった硬実粒が多かった。この硬実粒にカッターナイフで刺傷を与え発芽試験を行った結果、これらは全て発芽した。

実験3

(1)10月7日に採取した直後に播種したホシアサガオの出芽率は、播種23日後、白緑色種子で11.7%、黒色種子で63.3%であった（表-3）。また、マルバルコウでは、白緑色種子で8.7%、黒色種子で35.0%であった。

その成長は黒色種子の方が白緑色種子よりも大きかった（図-7）。

(2) 12月5日に採取した直後に播種したマメアサガオにおいて、黒色種子は翌年の4月17日に発芽が開始し、5月29日には57.5%、10月24日には累計で75.0%の出芽率があった（表-4）。一方、茶色種子では全ての種子が崩壊・腐敗死し発芽は全く見られなかった。

実験4

3月21日の観察で茶色種子は、全

表-6 アメリカアサガオ完熟種子の発芽に及ぼす種子貯蔵温度の影響

貯蔵温度	発芽率 (%) ²⁾	未発芽率 (%) ²⁾	
		吸水粒	硬実粒
-18℃	5.3±0.9	3.3±0.9	91.3±0.9
3℃	31.0±0.2	6.7±1.8	62.3±3.8
室温 ¹⁾	100±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

- 1) 15~25℃。
2) 平均値±標準偏差。

表-7 アメリカアサガオ完熟種子の未吸水種子に刺傷を与えた時の発芽¹⁾

貯蔵温度	発芽率 (%) ²⁾	
	4日 ³⁾	10日 ³⁾
-18℃	36.3±0.5	94.0±5.2
3℃	71.9±11.6	99.1±1.6

- 1) 表-6の硬実粒を供試しての発芽試験。
2) 平均値±標準偏差。
3) 発芽試験開始後日数。

て内容物は溶出し崩壊・腐敗死していた。一方、黒色種子では3月21日に3.3%、6月15日には66.7%の発芽が見られた。残りの種子は吸水および硬実粒であった。硬実粒は播種時とほぼ同じ形であったが、黒色がやや薄くなっていた（表-5, 図-8）。

実験5

貯蔵温度により種子の発芽率は異なり、室温>3℃>-18℃の順で高かつ



図-8 12月に収穫し土中に4ヵ月間埋土した成熟度の異なるホシサガオの種子(左:黒色種子, 右:茶色種子)
注) 黒色種子は、ほぼ播種した時の形のままであるが、当初より黒色が薄くなった。一方、茶色種子は、種子の内容物の溶出・崩壊・腐敗が起き死滅している。

た(表-6)。また、3°Cと-18°Cでの硬実粒について、その後にカッターナイフで刺傷を与えて発芽調査を行った結果、その大部分は発芽した(表-7)。しかし、その発芽速度は貯蔵温度で異なり3°C>-18°Cで速かった(表-7)。

考 察

帰化アサガオ類は開花・受精後、30日~50日程度(澁谷 2011)で直径が1cm前後、高さ8mm前後の扁球状の果実が形成される。果実は完熟すると、がくは反り返り、果皮が裂ける。果実の大部分を占める種子は、果実の中心から放射状に4半球~6半球状の形で果皮に沿って肥大していき、白緑色→茶色→黒色に変化していく(徐 2014)。まず白緑色種子は、生体重が茶色種子や黒色種子よりも大きい。乾燥物は小さく水分含有量が大きい(表-1)。その後、乾燥物の増大に伴い水分含有量が低下していき茶色種子となり、さらに水分含有率が低下し10%程度の乾燥した硬い黒色種子となる。完熟種子は果実内で弾ける。

種子の発達過程において、発芽能力が未熟な段階で得られることは、一般によく知られている(福見 2008; 鈴木・木本 1968)。福見(2008)によると、クサネムは開花11日目には発芽能力を獲得している。本研究の第2

実験のホシサガオやマメアサガオでも、白緑色種子ではすでに発芽能力は獲得し始め、さらに成熟が進んだ茶色種子では100%となった(表-2)。しかし、その後、種子が乾燥し完熟の硬い黒色種子となっていくと硬実が進み発芽率が低下し、通常では発芽ができなくなる。硬実種子はナイフで刺傷を与えると発芽してくる。

帰化アサガオ類は発生期間が長く、また、1株中での開花期間も長い。帰化アサガオ類が大きな問題となっている愛知県のダイズ圃場では、前述したように11月頃のダイズ収穫期、帰化アサガオ類には果実が完熟して果皮が割れて中から種子が自然落下しているもの、果実が未熟なもの、さらには開花中のものなど、成熟度の異なる果実が着果している。ダイズの収穫の際、これらの一部は収穫物に混入するが、大部分は圃場表面に散布される。本研究の結果、地上部に落下するこれらの種子の中で、発生源となるのは完熟の黒色種子であり、未熟な白緑色や茶色種子は発生源になることはほとんどないことが明らかになった。同様な結果は、未熟な緑色果柄の果房と完熟の褐色果柄の果房を土中に埋土した場合でも得られている(徐 2013)。この大きな要因は、10月以降に未熟種子が出芽したとしても発育が不良で、その後の冬期の低温で死滅するためである。また、発芽しなかった未熟種子は

水分が多く組織がやわらかいため、冬期間の雨・霜・雪・凍結等により種子の内容物が溶出し崩壊と腐敗が起き死滅してしまうからである。

一方、発生源となる黒色粒の種子は、硬実種子であり吸水しないことで休眠している。また、その発芽は気温、pH、土壤水分、光、酸素分圧等によって異なることが知られている(Shingh *et al.* 2012; 澁谷ら 2008)。種子形成後、比較的早く、また、発芽や成長には好適な気温であった10月上旬の収穫直後に土中播種されたホシサガオとマルバルコウでは、播取後26日、各々63.3%と35.0%の出芽率を示した。しかし、その後の低温によりこれらは枯死し種子生産には至らなかった。さらに遅く、すでに発芽や成長には不適な環境となっている12月上旬での採取直後に播種されたマメアサガオでは、冬期間は低温のため出芽は無く、出芽開始は翌年の4月17日以降に見られた。

本研究では、種子の成熟程度を示す種子の色として、便宜的に白緑色、茶色、黒色の3つに分類したが、本来は連続的なものである。例えば、茶色であっても、薄茶色からこげ茶色までさまざまなものがあり、その違いにより種子の熟度や特性は異なっていると考えられる。また、黒色粒であっても、その開花時期、開花日~種子散布までの期間とその間の気象条件、さらには散布後の土中での埋土期間や埋土条件などは、個々の種子によって異なり、それらは硬実性に大きく影響を与えて

いると考えられる。この点については、さらに検討されなければならない。

帰化アサガオ類は熱帯アメリカや北アメリカが原産地であるが、冬期に月平均気温が一定期間氷点下となる東北・北陸地方(保田 2014, 富山県雑草防除研究会 2012)や韓国本土(Lee *et al.* 2014; 徐 2015b)でも問題となっている。これは実験 5 の結果が示し、また、渋谷ら (2016) も報告しているように、帰化アサガオ類の種子は氷点下で長期間貯蔵されても死滅しないためである。ただし、硬実程度は $-18^{\circ}\text{C} > 3^{\circ}\text{C} >$ 室内貯蔵であったことから、硬実程度は貯蔵条件によっても異なることが示唆された。また、 3°C と -18°C において吸水しなかった未吸水種子に刺傷を与えた場合、そのほとんどは発芽したが、発芽速度は $3^{\circ}\text{C} <$ 室内貯蔵であった。これらのことから、貯蔵温度は種子の発芽に大きく影響を与えていると考えられる。

引用文献

福見尚哉 2011. 水田におけるクサネム種子の動態に関する研究. 鳥取県農業総合試験

場特別研究報告 1.

平岩確ら 2007. 愛知県田畑輪換水田土壌における帰化アサガオ類の発生状況. 愛知農総試研報 39, 25-32.

Lee, In-Yong *et al.* 2014. The occurrence of weed species in *Coix lacryma-jobi* var. *mayuen* Fields; Weed & Turfgrass Science. 3(2): 102-109(韓国語)

徐錫元 2006. 写真で見る最近の日本の畑地問題雑草と非選択性茎葉処理除草剤バスタ液剤による防除—アサガオ類とダイズ畦間除草—. バイエルクロップサイエンス株式会社, 東京, pp.1-34.

徐錫元 2007. 愛知県の農耕地における帰化アサガオ類の発生の現状と脅威. 植調 41(1), 17-23.

徐錫元 2013. 帰化アサガオ類の出芽に及ぼす種子の成熟度の影響. 雑草研究 58(別), 71.

徐錫元 2014a. 田畑輪換圃場における問題帰化雑草の発消長. (2) ホシアサガオとマルバアメリカアサガオ. 植調 48 (2), 1-9.

徐錫元 2014b. 中部地方での田畑輪換圃場のイネ刈跡における帰化アサガオ類の発生と成長. 雑草研究 59(4), 204-209.

徐錫元 2014c. 東海地方のコムギ刈跡における非選択性茎葉処理除草剤による帰化雑草防除. 雑草研究 59(4), 210-211.

徐錫元 2015a. 帰化アサガオ類の種子の成熟に伴う発芽・休眠の変化と採取後の貯蔵温度が種子の発芽・休眠に及ぼす影響. 日本雑草学会第 54 回大会講演要旨集, 81.

徐錫元 2015b. 韓国における帰化アサガオ類. 植調 49(3), 96-98.

澁谷知子ら 2008. 帰化アサガオ 5 種の発芽における温度反応性の種間差. 雑草研究 53: 200-203.

澁谷知子・渡邊寛明 2011. ダイズ作における帰化アサガオ類の発生状況と生態的特徴に基づく分布可能性の推定. 東北の雑草 11, 2-6.

澁谷知子 2011. 帰化アサガオ類を中心とした難防除雑草の生態と防除. <http://www.maff.go.jp/tokai/seisan/nosan/daizu/pdf/23shibuya.pdf#> (2018 年 5 月 7 日アクセス可能)

澁谷知子ら 2016. 帰化アサガオ類 5 種の種子の休眠の打破と生死に及ぼす低温の影響. 雑草研究 61, 21-27.

Shingh, M. *et al.* 2012. Factors affecting the germination of tall Morningglory (*Ipomoea purpurea*). Weed Science 60, 64-68.

清水矩宏ら 2001. 日本帰化植物写真図鑑. 全国農村教育協会, 東京, pp.242-250.

鈴木善弘・木本氏幹 種子の発芽性および寿命 1968. 生物環境調節 8, 1-8.

富山県雑草防除研究会編集・発行 2012. 富山の畑雑草とその防除, pp.17-21

保田謙太郎 (2012). 石川県から青森県までの日本海沿岸地域における帰化アサガオ類 (*Ipomoea* spp.) の分布. 雑草研究 57, 123-126.