

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性に基づく分布可能性の推定

澁谷知子*, 渡邊寛明*

Estimation of invasive *Ipomoea* species geographical distribution based on biological characteristics

Tomoko Shibuya* and Hiroaki Watanabe*

要約：温暖地以西のダイズ作で問題となっている帰化アサガオ類について、発生状況および生態的特性と各地域のダイズ栽培データからダイズ畑での分布可能性を推定した研究事例を紹介する。帰化アサガオ類の生態的特性として、発芽可能温度、出芽時期ごとの開花開始日、開花日ごとの結実日および種子の越冬性を調査した。これらと日長や気温との関係を明らかにすることで、出芽時期は気温、開花開始日は日長時間および積算気温、結実日は積算気温から推定することができる。各地域のダイズ栽培期間と気象データから、ダイズ栽培期間に出芽して種子生産が行われるか否かの視点で帰化アサガオ類の定着可能性を推定した。その結果、供試した帰化アサガオ類5種はいずれも本州全域に、種によっては北海道に分布可能と推定された。外来雑草は次々と侵入している。新たに侵入してくる外来雑草の日本の農耕地での分布を考える上で、以上のような生態的特性の調査と分布の推定の考え方が応用できると考えられる。

キーワード：帰化アサガオ、生態的特性、分布の推定 ダイズ

はじめに

農耕地で外来雑草の侵入が大きく問題となったのは飼料畑が最初であり、外来雑草の雑草害によって、飼料用トウモロコシが大きく減収した事例が報告されている(飯塚ら1996)。輸入飼料にはいろいろな雑草の種子が含まれている。これらの種子は輸入飼料とともに家畜に給与され、一部は家畜の体内で消化されるが、家畜が摂食してもほとんど発芽力を失わずに排泄されるものも多い(清水1998)。雑草種子は湿潤条件で加温すると死滅するので(Nishida *et al.* 1999)、家畜排泄物の堆肥化の過程で発酵熱によって完全に雑草種子を死滅させることができれば、外来雑草の侵入をそこで遮断することができる。しかし、現実には雑草種子を完全に死滅させた完熟堆肥を製造することは困難である。今や外来雑草の問題は飼料畑だけではなく、ダイズや麦畑においても深刻である。耕畜連携や土作りとしても堆肥など有機物を投入する意義は深い、一方では、外国で防除できな

かった雑草の種子が飼料、家畜、堆肥を通じて普通畑にも侵入するなど、外来雑草の侵入・生育の機会を増やしていることも否定できない。これら外来雑草が日本の普通畑に侵入すると、中には一般的な除草体系で防除される種もあるが、一般的な除草体系で防除できない雑草、すなわち、通常使用される除草剤の効果が低く機械的防除も困難な雑草が難防除雑草として問題となる。

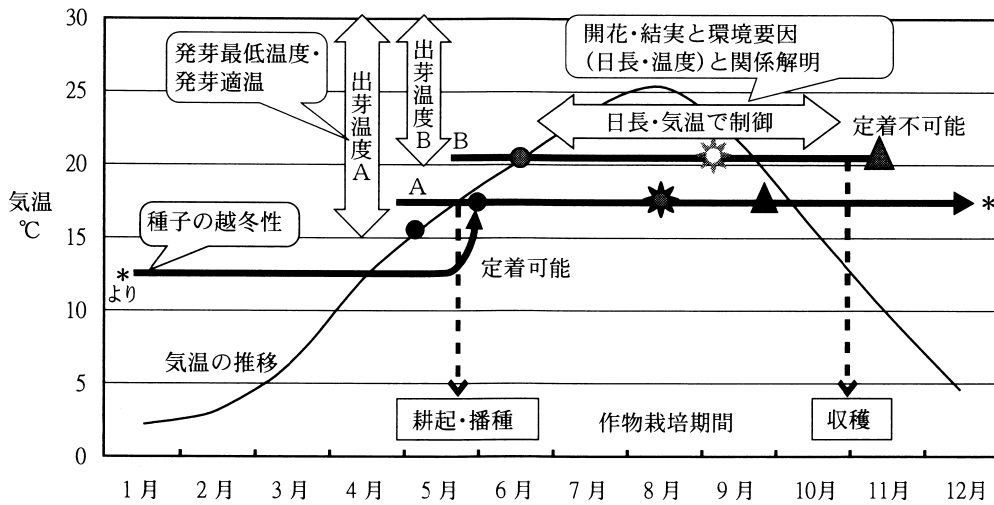
もともと海外の農耕地で生育していた外来雑草ではあるが、侵入後ただちに我が国の農耕地に定着するとは限らない。侵入後、それぞれの地域における作物栽培期間の中で生育し、かつ世代交代のための種子生産が行なわれて生活環が完結して初めて耕地雑草として定着したといえる。そして、定着後にさらに分布を拡大していくかどうかは、次世代をどれだけ多く残すことが可能かによる。温暖地以西のダイズ作で問題となっている帰化アサガオ類は、日本で一般的に使用されている土壌処理剤やダイズ生育期の茎葉処理剤のペンタゾンに対する感受性が低く(Baker *et al.* 1984; Crowley *et al.* 1979; McClelland *et al.*

* 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター

〒305-8666 茨城県つくば市観音台3-1-1

National Agriculture and Food Research Organization, Agricultural Research Center

3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan



第1図 ある地域において雑草の定着にかかわる出芽・開花・結実時期と作物栽培期間の概念図
 ●；出芽，★；開花，▲；結実 を示し，明らかにすべき侵入雑草の生態的特性を矢印内および吹き出し内に記載した。出芽温度は，圃場条件で出芽してくる温度を表す。
 AおよびBの時点で2種類の生態的特性の異なる雑草が侵入した場合を示す。作物の収穫前に結実し，越冬して翌年の作物栽培期間に出芽して結実する生活環を持つ雑草（A）は定着可能であり，作物の収穫よりも結実が遅い雑草（B）は定着不可能とした。

1978；澁谷ら 2006），つる性で機械的防除も困難な典型的な難防除雑草である。アサガオ類に関しては，生態的特性の知見についての総説もあり（Elmore *et al.* 1990），発芽条件，作物との競合，種子生産性に関する研究は多いが，分布可能地域の推定に関わる結実時期と気象条件に関する研究はほとんどない。本報では，帰化アサガオ類の発生状況および知見が蓄積されつつある生態的特性と各地のダイズ栽培データに基づいて日本のどの地域のダイズ畑で定着可能であるかを推定した研究事例を紹介しながら，外来雑草の農耕地への分布可能性を植物の生活環の視点から考察したい。

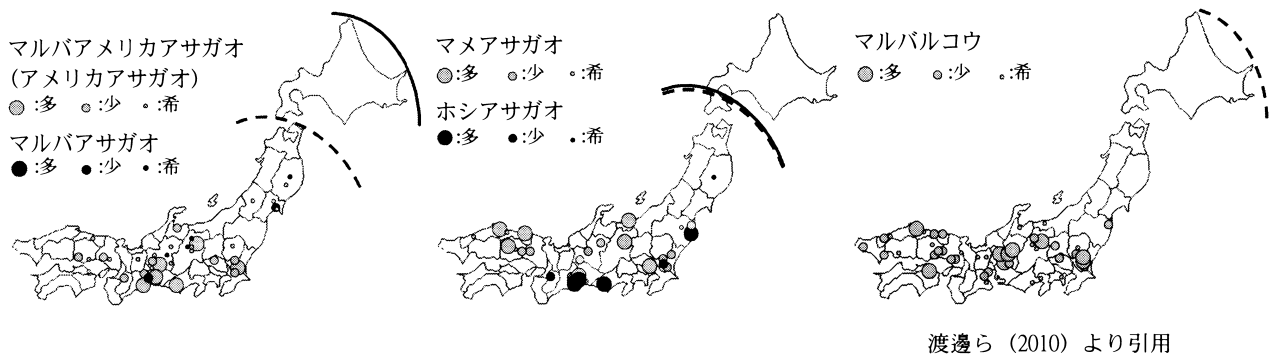
帰化アサガオ類の発生状況

帰化アサガオ類として，アメリカアサガオ，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，マルバルコウ等の日本への侵入が確認されており（清水ら 2001），アメリカアサガオ，マルバアメリカアサガオ，ホシアサガオの発芽力のある種子がアメリカから輸入された濃厚飼料に含まれていることも確認されている（清水ら 1996）。これら帰化アサガオ類の原産地は温帯アメリカや熱帯アメリカであり，種子は硬実で休眠性がある。ダイズ作では，九州（保田・住吉 2010）や東海地域（平岩ら 2007；徐 2007）で帰化アサガオ類の雑草害が問題となっているが，温暖地以北の発生状況は不明であった。そこで，2008年9～11月に九州地域を除く公立農業関係普及指導機関の協力により，ダイズ作における帰化アサガオ類の発生実態調査が行われた（渡邊

ら 2010）。それによると，マルバルコウ，マルバアメリカアサガオ，アメリカアサガオおよびマメアサガオは中国・四国地域から東北地域にかけての広範な地域のダイズ畑で，ホシアサガオは東海地域から東北地域にかけての太平洋側地域のダイズ畑で確認され，マルバアサガオは，他の4種と比べるとダイズ畑での発生は少なかった。この調査では，たとえばマルバルコウは北東北地域のダイズ畑では確認されなかった。これはマルバルコウが北東北地域のダイズ畑では定着不可能であるからなのか，あるいは定着の可能性はあるが，まだ侵入していないだけなのかという疑問が出てくる。当然，その答えによって，マルバルコウに対する警戒の強さが異なってくる。

ダイズ畑での帰化アサガオ類の定着可能条件

全ての地域のダイズ畑に帰化アサガオ類を播種し，定着可能であるかを調査することはできない。そこで，帰化アサガオ類がダイズ畑で定着できる条件および明らかにすべき生態的特性を整理した。第1図は，帰化アサガオ類に限らず，ある地域における雑草の定着にかかわる出芽・開花・結実時期と作物栽培期間の概念図を示した。第1図において，2種類の帰化アサガオ（AとB）が侵入したとする。ダイズ播種前に出芽しているものは耕起あるいは非選択性茎葉処理剤で防除されるが，ダイズ播種後に発芽したものは生育していく。ダイズ収穫期までに帰化アサガオが結実し，さらに種子が越冬して，翌年のダイズ栽培期間に出芽して結実するという生活環を持つものは定着可能（第1図A），収穫までに結実できないも



渡邊ら (2010) より引用

第2図 2008年ダイズ作で帰化アサガオ類が確認された地域と定着可能地域の北限
温暖地以北の37都道府県の農業関係普及指導機関160機関の協力による調査結果であり、1点は農業改良普及センターを示し、円の大きさは発生頻度を示す。

多；多くのダイズ畑で見られる，少；発生しているダイズ畑は少ない，希；ダイズ畑で発生しているがほとんど見られない。

曲線は各草種の生態的特性と各地の日長・気温の推移およびダイズ栽培期間から推定された定着可能地域の北限を示す。

---；マルバアメリカアサガオおよびアメリカアサガオ，マメアサガオ，マルバルコウ
——；マルバアサガオ，ホシアサガオ

のは種子を残せないで定着不可能(第1図B)，と仮定した。なお、ダイズ作用の除草剤として一般的に使用されている土壌処理剤や生育期茎葉処理剤に対する帰化アサガオ類の感受性は低いので、除草剤の影響は考慮しないこととした。

まず、出芽時期の推定に関しては、実験的な発芽最低温度や発芽適温と発生始期の気温の傾向はほぼ一致するとされることから(伊藤1993)、帰化アサガオ類についても発芽最低温度や発芽適温が明らかになれば出芽時期を推定できると考えられる。次に、開花時期については、主に日長および温度によって制御されていることが知られている(菅1979)。アサガオ類の結実時期に関する知見は乏しいが、一般にイネやトウモロコシ等の登熟期間の長さは日長の影響はほとんど受けず、もっぱら気温の影響を受けるとされる。イネでは栄養生長期間の有効下限温度(12℃前後)に比べると登熟期間の有効下限温度が低いことが知られ(江端1990)、収穫適期の簡易推定には品種ごとに定められた出穂後の積算気温がよく用いられる。そこで、帰化アサガオ類についても出芽時期ごとの開花と結実時期を調査し、日長および気温との関係が明らかになれば、それを利用して異なる気象条件の地域においても開花と結実時期が推定できると考えられる。種子の越冬性に関しては、低温貯蔵試験を行なって確認することができる。

以上のことを踏まえ、帰化アサガオ類5種(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)について、発芽可能温度、出芽時期ごとの開花開始日、開花日ごとの結実日および種

子の越冬性を調査し、それらと日長や気温との関係を明らかにして、各地域のダイズ栽培期間と気象データから定着可能性を推定した。

帰化アサガオ類の生態的特性に基づく分布可能性の推定

1) 出芽開始日の推定

帰化アサガオ類の発芽可能温度をシャーレ実験で調査したところ、種間差があり、7日後に50%以上の種子が発芽できた温度は、マルバアメリカアサガオが最も高く20℃、マメアサガオとマルバアサガオが15℃、ホシアサガオとマルバルコウが10℃であった(澁谷ら2008)。この温度は野外における帰化アサガオ類の出芽開始時期の日平均気温と同じ傾向であり、ほぼこの気温以上でダラダラと出芽することから(澁谷ら2007)、この日平均気温を出芽温度として出芽開始日の推定に利用することとした。

2) 開花日と結実日の推定

中央農業総合研究センター(茨城県つくば市)において、帰化アサガオ類を4~11月に播種し、開花日を調査したところ、4~5月、6月下旬~8月上旬の播種では日長時間と開花までの日数の間に種ごとにそれぞれ相関関係が認められた。そこで、種ごとに一回帰式を求めて日長時間から開花開始日を推定することとした(澁谷ら2010)。マメアサガオとホシアサガオは日長反応性が強く晩生で、ほぼ一斉に開花すること、マルバアサガオは日長反応性が弱く、出芽日が早ければ開花開始日も早い

という特徴があった。8月中旬以降の播種では播種から開花までの日平均気温の積算温度は種ごとにほぼ一定であり（澁谷ら 2010）、これは基本栄養生長に必要な積算温度と考えられる。

開花から結実までの日数は開花日が遅くなると延びたが、開花から結実までの日平均気温の積算温度を求めると開花日によらず種毎にほぼ一定であり（澁谷ら 2010）、結実日の推定に利用することとした。なお、結実までの積算気温はマルバルコウが最も低かった。

3) 種子の越冬性の推定

帰化アサガオ類の種子の硬実による休眠性は強く、湿润条件で埋土して -10°C 、 0°C の一定条件あるいは -5°C と 5°C の変温条件でそれぞれ約3ヶ月保存したところ、マルバアメリカアサガオは硬実性が打破されて死滅する種子が10～17%あったが、その他はほとんどが硬実で休眠しており（澁谷 未発表）、日本のほとんどの地域で越冬の可能性は高いと考えられる。

4) 定着可能性の推定

以上の結果から、次の手順で推定を行った。①各地域のダイズ播種日以降、日平均気温が出芽温度に達した日をそれぞれの種の出芽開始日とする。ダイズ播種日より早く出芽温度に達している場合は、ダイズ播種日を出芽開始日とする。②出芽開始日の日長時間を求め、開花日の回帰式に当てはめて開花開始日を推定する。出芽開始日から推定した開花開始日までの日平均気温の積算値が基本栄養生長に必要な積算温度に達していない場合は、達した日を開花開始日とする。③開花開始日から日平均気温を積算していき、結実に必要な積算温度に達した日を結実開始日とする。④結実開始日が各地域のダイズの収穫日より前であればダイズ収穫前に種子を落とす可能性があり、定着可能と推定する。

この推定方法によって、マルバルコウとマルバアサガオは北海道北部まで、ホシアサガオとマメアサガオは北海道南部まで、マルバアメリカアサガオは本州北部まで定着可能と推定された（渡邊ら 2010；第2図）。マルバルコウは出芽温度が低く結実までの積算温度が低いこと、マルバアメリカアサガオは日長反応性が弱く開花が早いこと、マメアサガオとホシアサガオは日長反応性が強く開花が遅いこと、マルバアメリカアサガオは出芽温度が高いという生態的特性が主として定着可能地域の推定に影響していると考えられた。

おわりに

以上の推定は決して厳密なものではなく、生育量や種子生産量は考慮していない。生育量は雑草害や防除しや

すさ、種子生産量に大きく影響し、定着した後の分布拡大の早さには種子生産量が大きく影響するため、今後、十分検討する必要がある。生育量は気温に影響されると考えられ、近年、地球温暖化の影響評価研究も進んでいるので、気温上昇の影響も加えて検討していく必要があるだろう。

外来雑草は次々と侵入している。新たに侵入してくる外来雑草の日本の農耕地での分布を考える上で、このような生態的特性の調査と分布の推定の考え方が応用できるのではないかと考えている。

引用文献

- Barker, M. A., L. Thompson, JR. and F. M. Godley 1984. Control of annual morningglories (*Ipomoea* spp.) in soybeans (*Glycine max*). Weed Science 32 : 813 - 818.
- Crowley, R. H., D. H. Teem, G. A. Buchanan and C. S. Hoveland 1979. Responses of *Ipomoea* spp. and *Cassia* spp. to preemergence applied herbicides. Weed Science 27 : 531 - 535.
- 江端守衛 1990. 有効積算温度とイネの生長 第2報 イネの出穂・開花および登熟における有効積算温度. 日本作物学会紀事 59(2) : 233 - 238.
- Elmore, C. D. Hurst, H. R. and Austin, D. F. 1990. Biology and control of morningglories (*Ipomoea* spp.) Rev. Weed Sci. 5 : 83 - 114.
- 平岩 確・林 元樹・濱田千裕・小出俊則 2007. 愛知県田畑輪換水田ほ場における帰化アサガオ類の発生状況. 愛知県農総試研報 39 : 25 - 35.
- 伊藤操子 1993. 「雑草学総論」, 養賢堂, 東京, pp. 65 - 67.
- 飯塚弘明・高橋 厚・板橋正六・北爪治夫・下田尚樹 1996. 飼料畑等における強害外来雑草の防除研究 (第I報). 群馬畜試研報 3 : 95 - 105.
- McClelland, M. R., L. R. Oliver, W. D. Mathis and R. E. Frans 1978. Responses of six morningglory (*Ipomoea*) species to bentazon. Weed Science 26 : 459 - 464.
- Nishida, T., Kurokawa, S., Shibata, S. and Kitahara, N. 1999. Effect of duration of heat exposure on upland weed seed viability. Journal of Weed Science Technology 44 : 59 - 66.
- 澁谷知子・浅井元朗・與語靖洋 2006. ダイズ作における一年生広葉夏畑雑草のベンタゾン感受性の種間差. 雑草研究 51 : 159 - 164.
- 澁谷知子・浅井元朗・中谷敬子・三浦重典 2007. 帰化アサガオ4種の出芽可能期間と種子生産. 雑草研究 52(別) : 186 - 187.
- 澁谷知子・浅井元朗・中谷敬子・三浦重典 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・黒川俊二・浅井元朗・中谷敬子・三浦重典 2010. 帰化アサガオ類の生活史特性と対策 1. 開花結実の日長と温度反応性. 雑草研究 55(別): 53.
- 清水矩宏・榎本 敬・黒川俊二 1996. 外国から濃厚飼料原体に混入していた雑草種子の同定. I. 種類とバックグランド. 雑草研究 41(別): 212-213.
- 清水矩宏 1998. 最近の外来雑草の侵入・拡散の実態と防止対策. 日本生態学会誌 48: 79-85.
- 清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七 2001. 「日本帰化植物写真図鑑」全国農村教育協会, 東京 pp. 242-251.
- 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: 17-23.
- 菅 洋 1979. 「作物の発育生理」. 養賢堂, 東京, pp.177-268.
- 保田謙太郎・住吉 正 2010. 北部九州の大豆畑への帰化アサガオ類の侵入状況. 雑草研究 55: 183-186.
- 渡邊寛明・澁谷知子・黒川俊二 2010. 帰化アサガオ類の生活史特性と対策 3. 2008年大豆作での発生地域と適応可能地域の推定. 雑草研究 55(別): 55.
(2011年7月19日受理)