

ダイズの宿主情報

(1) 分類学上の位置付け及び自然環境における分布状況

① 和名、英名及び学名

和名：ダイズ

英名：soybean

学名：*Glycine max* (L.) Merr.

② 国内及び国外の自然環境における自生地域

ダイズは、マメ科 *Glycine* 属 *Soja* 亜属に属する夏型一年生の栽培種であり、自生しているという報告はない (OECD, 2000)。

Soja 亜属には、栽培種であるダイズの他に、野生種として *G. soja* (和名：ツルマメ) や *G. gracilis* も含まれる (OECD, 2000)。細胞学的、形態学的及び分子生物学的知見から、栽培種であるダイズ (*G. max*) は、野生種である *G. soja* が祖先と考えられており (吉村ら, 2016)、一方、*G. gracilis* は、*G. soja* から *G. max* への分化における中間種若しくは *G. soja* と *G. max* の雑種であるという報告があるが (OECD, 2000)、確認はされていない。これらの野生種のうち、我が国に分布しているのはツルマメのみであり、*G. gracilis* の分布は認められていない (吉村ら, 2016)。なお、ツルマメは、中国、朝鮮半島、日本、台湾、ロシア及び我が国に分布しており (OECD, 2000)、我が国においては、北海道から九州南部まで分布し、河原の氾濫原や土手、路傍、畑の周辺や荒廢地など、適度の攪乱にさらされる場所を主な生育地としている (吉村ら, 2016)。

(2) 使用等の歴史及び現状

① 国内及び国外における第一種使用等の歴史

ダイズは、紀元前17～11世紀に中国東部で最初に栽培化されたと考えられており (OECD, 2000)、これまでの推定では我が国には1900～2000年前に渡来したとされている (後藤, 2001)。他方、土器表面の圧痕の調査結果等から、縄文時代に、日本国内でのツルマメの栽培行為により栽培型の形態を備えたダイズが生み出されたとする説もある (小畑, 2009; 小畑, 2010; 中山誠二, 2015)。この考古学から得られた知見は、ダイズとツルマメの単純反復配列 (simple sequence repeat。以下「SSR」という。) マーカー (Kuroda *et al.*, 2009) 及び葉緑体DNAのSSRにおける遺伝子型のパターン (Xu *et al.*, 2002) から読みとれるダイズの起源に関する考察と矛盾のない

ものである。

西洋におけるダイズの導入は比較的新しく、現在の主要生産国である米国には1765年に導入されているが（Hymowitz and Harlan, 1983）、北米での栽培が本格的に拡大したのは20世紀に入ってからであり、さらに、1960年代以降、ブラジルなど南米大陸での栽培が増加した（鄭, 2008）。

② 主たる栽培地域、栽培方法、流通実態及び用途

a 主たる栽培地域

我が国において、ダイズは全国的に栽培可能であるが、主に北海道、東北及び九州で栽培されており、2022年における栽培面積は約15万 haである（FAO, 2024）。また、2022年における世界総栽培面積は約1億3,379万 haであり、世界的にはブラジル（約4,089万 ha）、米国（約3,494万 ha）、アルゼンチン（約1,587万 ha）、インド（約1,215万 ha）等を中心に、広い範囲で栽培されている（FAO, 2024）。

b 栽培方法

我が国のダイズ栽培における播種適期は、地域や品種によって異なり、北海道・東北では5月下旬、関東・北陸・近畿では6月上旬、中国・四国・九州では6月下旬から7月上旬である。播種深度は3～5 cm がよく、播種量は畝間70 cm、株間20 cmで点播の場合1株2～3粒播き、最終的な苗立ち密度を1 m²当たり15本程度確保できればよい。播種前の耕うんと播種と同時に除草剤を散布することで大部分の雑草を抑制できるが、中耕作業を2回程度行うことは効果的である。中耕は除草のほか、土壌物理性の改善効果もある。また、不定根発生の促進や倒伏防止のために中耕と同時に培土（土寄せ）することが必要である。害虫や病害を発見した場合は、早めに適切な薬剤を散布し防除することが必要である（鄭, 2008）。収穫に際して、作付けが小面積の場合は、地上部を手で刈り、束ねてほ場に立てて天日乾燥した後に脱穀する。大面積の場合は、機械による収穫が一般的であり、ビーンハーベスタ又は改良したコンバインによって刈取りと脱穀が一斉に行われる（鄭, 2008）。

c 流通実態及び用途

ダイズの2022年における世界総生産量は約3億4,886万トンであり、主な生産国はブラジル（約1億2,070万トン）、米国（約1億1,638万トン）、アルゼンチン（約4,386万トン）及び中国（約2,028万トン）である。一方、我が国における2022年の生産量は約24万トンである（FAO, 2024）。我が国は2022年に約350万トンのダイズを輸入しており、その輸入量の73.5%にあたる258万トンが米国からの輸入である（財務省, 2024）。

ダイズは、世界的にみればその9割以上が食用油と家畜の飼料として利用されている。しかし、我が国も含めアジアでは古くから食品素材として盛んに利用されている。主な加工利用法は、豆腐、醤油、納豆、味噌、煮豆、炒り豆、きなこ、もやし等である。また、工業分野では、インク（ソイインク）や接着剤として広く利用されている（鄭, 2008）。脱脂ダイズから糖類等の可溶性分子を除いた濃縮ダイズ蛋白は、肉製品の増量剤や代用肉として使われている（山内, 1992）。ダイズのリン脂質のレシチンは、天然乳化剤として用いられる（鎌田, 1992）。一般に海外における種子生産の際には異品種の混入を避けるために隔離措置がとられており、我が国に輸入される際には、コンテナにバラ積みされることはなく、袋又は箱詰めされる。

（3）生理学的及び生態学的特性

イ 基本的特性

ダイズは、種子繁殖する一年生の双子葉作物であり、子葉は対生し、次に卵形の初生葉が子葉と直角に対生して、それ以降は3片の小葉からなる複葉を生ずる（OECD, 2000）。ダイズの茎は、主茎と分枝とに分けられる。主茎の第5複葉が伸長するころ、第1複葉の葉腋から分枝の葉が現われ、 n 葉と $(n-4)$ 葉節の分枝とが同時に発生する。発芽後2～3週間すると、根に根粒が見え始める。これは、根粒菌（*Bradyrhizobium japonicum*）の寄生による。根粒菌は、播種後20～30日には空中窒素の固定を始める（後藤, 2001）。雌ずいは1本で、その基部に子房があり1～5個の胚珠を内蔵している。莢は子房の心皮に由来し、莢に含まれる子実の数は1～3個が普通で、稀に5粒のものがある（後藤, 2001）。また、ダイズの花芽分化には日長と温度が大きく影響する。花芽分化には、ある時間以上の暗期が必要で、温度は15℃以上を要し25℃前後までは高いほど促進的に働く。短日高温では開花を促進する効果が大きいですが、長日高温では促進効果がないか、かえって遅れることがある（昆野, 1987）。

ダイズは、開放花と閉鎖花という2つの異なる形態の花を同一個体がつける。開花して結実に至る開放花は、潜在的に他殖と自殖の両方を行うことが可能であるが（宮下ら, 1999）、ダイズでは通常開花前に開葯し同花受粉を行なうことが知られている（阿部・島本, 2001）。他方、閉鎖花は、開花することなく蕾の中で同花受粉による自殖のみ行う（宮下ら, 1999）。花は主茎、分枝の各葉腋に着生する（鄭, 2008）。開放花は、基部ががくに包まれ、1枚の旗弁、2枚の翼弁及び2枚の竜骨弁からなる。雌ずいと雄ずいは、いずれも竜骨弁に包まれ露出しない（鄭, 2008）。開放花は午前中に開花し、花粉は、開花直前に葯から放たれ自家受粉する。開花・受精の7日（早生品種）～14日（晩生品種）目頃から莢が伸長し始め、約10日間で最大

(長さ4~6 cm)に達する(鄭, 2008)。その後、子実の肥大が急速に生じ、30~45日目には子実の乾物重が最大に達する(鄭, 2008)。種子の百粒重は、特殊なものを除き10~50 gの範囲である(国分, 2002)。

ロ 生息又は生育可能な環境の条件

ダイズ種子の発芽適温は30~35℃であり(後藤, 2001)、土壌温度が10℃以上で発芽が可能となり、好適条件では5~7日で出芽する(OECD, 2000)。ダイズの生育適温は25℃付近であるが、低温条件が続くと生育が抑えられ、子実生産も阻害される(昆野, 2001b)。ダイズ栽培に適する土壌は、pH5.5~6.5、排水及び通気の良い埴土又は壤土である。ダイズでは乾物1 gを生産するのに必要な水の量は約600 gであり、特に乾物蓄積が最も多い開花期から約1か月後までの間は最も水分を必要とする(鄭, 2008)。また、ダイズは霜に対して耐性がなく、冬季の氷点下になるような条件では生き残ることができない。ダイズの種子が休眠性を示すことはほとんどなく、雑草としての特性はない(OECD, 2000)。

なお、ダイズは短日条件でより早く開花するため、栽培品種の適地を決定する際には、光周性及び温度応答が重要である。ダイズの栽培品種は、緯度と日照時間によって決定され、北米には、北部(北緯45度)の成熟群(Maturity Group。以下「MG」という。)000から赤道付近のMG Xまで、13のMGがある(OECD, 2000)。ダイズの栽培適地は、生育期間中やや高温、多照、かつ適湿であることが望ましいとされているが、品種改良がすすむにつれて栽培地域は拡大してきている(後藤, 2001)。

なお、我が国において、ダイズが雑草化した事例はこれまで報告されていない。

ハ 捕食性又は寄生性

—

ニ 繁殖又は増殖の様式

① 種子の脱粒性、散布様式、休眠性及び寿命

ダイズは、1個体で最大400の莢を形成し、各節の莢数は2~20である。各莢には1~5個の種子が入っている(OECD, 2000)。ダイズは、成熟期を過ぎると莢が乾燥して裂開し、種子が地表に落下する。裂莢性には品種間差があり、一般的に米国の無限伸育性品種は裂莢しにくい(大庭, 2001)。ダイズの育成品種では種子休眠性はほとんどみられない(OECD, 2000)。また、種子は、常温で貯蔵した場合に通常約3年で発芽力を失う(昆野, 2001a)。

② 栄養繁殖の様式並びに自然条件において植物体を再生しうる組織または器官からの出芽特性

ダイズは、種子繁殖する一年生の双子葉植物であり、自然条件において植物体を再生しうる組織又は器官からの出芽特性を有さない。

③ 自殖性、他殖性の程度、自家不和合性の有無、近縁野生種との交雑性及びアポミクシスを生ずる特性を有する場合はその程度

a 自殖性、他殖性の程度

ダイズは、開放花と閉鎖花という2つの異なる形態の花を同一個体にもつことが知られているが（宮下ら, 1999）、一般的に自家受粉率が高い自殖性植物であり、他家受粉率は通常1%未満である（OECD, 2000）。しかし、十分な花粉媒介昆虫の存在下では2.5%の事例も報告されている（Ahrent and Caviness, 1994）。また、花色の異なる2品種を用いた交雑性試験では、同一畝に15.2 cm間隔で交互に2品種を植えた場合、全167株中56株（33.5%）では交雑が確認されず、交雑が確認された111株での交雑率は0.65～6.32%、平均で1.8%であった（Ray *et al.*, 2003）。

b 自家不和合性の有無

自家不和合性は知られていない。

c 近縁野生種との交雑性の程度

・近縁野生種について

ダイズの近縁野生種としてはツルマメがある。ツルマメは、中国、朝鮮半島、台湾、ロシア及び我が国に分布する匍匐性又はツル性の一年生植物である（OECD, 2000）。一般に日当たりの良い野原、路傍、荒地、河原等に生息するほか、果樹園や畑地にも広がり（奥田, 1997）、河原の氾濫原や土手、路傍、畑の周辺、荒廃地など適度の攪乱にさらされる場所を主な生息地とし、水田の畔や道路法面等にも個体群が観られる（吉村ら, 2016）。ヨモギ（*Artemisia indica*）、ススキ（*Miscanthus sinensis*）、ヨシ（*Phragmites australis*）、セイタカアワダチソウ（*Solidago altissima*）等の丈の高い植物に絡み付いて生育する個体や、カナムグラ（*Humulus scandens*）、ヤエムグラ（*Galium spurium* var. *echinospermon*）等のツル性植物とともに生育する個体のほか、地面を匍匐しながら生育する個体も見られる（吉村ら, 2016）。

ツルマメは、ダイズと同様に開放花と閉鎖花をつけ（宮下ら, 1999）、また、開放花においても、通常開花前に開葯し受粉が完了

する上に、開花期の後半はほとんどの花が開花せず自家受粉する（阿部・島本, 2001）。北海道鵺川流域及び秋田県雄物川流域で採集したツルマメ種子を栽培した結果、花の総数に占める開放花の割合は、前者が約3%、後者が1%以下と低かったと報告されている（宮下ら, 1999）。開花・受粉形態から、ツルマメは、典型的な自殖性植物であると考えられている。ツルマメ集団内における自然交雑率は、平均2.2%であったことが報告されている（Kuroda *et al.*, 2008）一方、秋田県雄物川沿いのツルマメ集団では、自然交雑率が平均13%と比較的高いものであったことが報告されている。この雄物川沿いの地域は護岸工事や人為的介入がほとんどなされておらず、ツルマメ集団の規模が大きく、訪花昆虫であるミツバチやクマバチが頻繁に観察されていた（Fujita *et al.*, 1997）。このように、ツルマメ集団の規模が大きく、多数の開放花が同時期に開花する場合は、多くの訪花昆虫を誘引し、その結果、開放花における自然交雑の頻度が高くなる可能性がある。

・ダイズとツルマメとの交雑について

ダイズとツルマメは、染色体数（ $2n=40$ ）が同じであり、交雑が可能である（OECD, 2000）。一般的にツルマメの開花期はダイズより遅く、開花期のずれは、両者の遺伝子交流を妨げる一因と考えられているが（阿部・島本, 2001）、晩生の秋ダイズ型品種の作付地帯等では、両者の開花期が重なる可能性がある。開花期の重なるダイズ品種とツルマメを50 cm間隔で交互に配置して栽培した場合、個体別の交雑率は0～5.89%、平均で0.73%であった（Nakayama and Yamaguchi, 2002）。また、除草剤耐性が付与された晩生の遺伝子組換えダイズを、開花ピークを近づけ、ツルマメが巻きついた状態で栽培した結果、交雑率は0.136%（調査25,741個体中雑種35個体）であった一方、遺伝子組換えダイズとツルマメの距離を離して栽培した場合、2、4、6 mの距離での交雑率はそれぞれ0.013%（調査7,521個体、7,485個体、7,508個体中それぞれ雑種1個体）であり、8、10 mの距離では交雑種子は認められなかった（Mizuguti *et al.*, 2010）。このようにダイズとツルマメが隣接して生育し、かつ開花期が重複する条件下では交雑が起こりうるが、このような特別な条件下においても、ダイズとツルマメが交雑する可能性は極めて低いと考えられる。

また、ダイズとツルマメの雑種形成については、我が国の自然環境下において調査が行われている。

2003年に行われた調査では、ダイズとツルマメの雑種後代によくみられる形態的「中間体」を広島県8地点、秋田県9地点のツルマメ

自生地において探索し、秋田県の1地点で1個体の中間体が発見された（加賀ら, 2005）。

2004年には、秋田県、茨城県、愛知県、広島県及び佐賀県の合計57地点のツルマメ自生地（ダイズ栽培ほ場の周辺）で調査が行われ、佐賀県（調査地点数33）の3地点から、11個体の中間体が発見された一方、2003年の調査で中間体が発見された地点からは、中間体は発見されなかった。この結果から、自生地における中間体の頻度は栽培実験の値よりも明らかに少ないとされている（黒田ら, 2005）。

2005年に行われた秋田県、茨城県、高知県及び佐賀県の合計39地点のツルマメ自生地における調査では、2004年にダイズが栽培されていたほ場と隣接する14地点を含め全地点で新たなダイズ中間体は発見されなかったことから、ダイズとツルマメの自然交雑率は非常に低いことが示唆されたとされている（黒田ら, 2006）。

2006年には、秋田県、兵庫県及び佐賀県の40地点で調査が行われた結果、佐賀県の2地点でそれぞれ1個体ずつ中間体が発見されたのみであった（黒田ら, 2007）。これらの結果から、ダイズとツルマメの雑種形成はツルマメの自生地で行われているものの、その頻度は低いと考えられた。

さらに、我が国では、1996年以降、約30年間遺伝子組換えダイズが輸入されているが、農林水産省による遺伝子組換え植物実態調査（2009年～2021年）のダイズ輸入実績港での調査の結果では、ダイズ陸揚げ地点から半径5 km以内において遺伝子組換えダイズとツルマメの交雑体は認められなかった（農林水産省, 2011a; 農林水産省, 2011b; 農林水産省, 2012; 農林水産省, 2013; 農林水産省, 2014; 農林水産省, 2015; 農林水産省, 2017; 農林水産省, 2018a; 農林水産省, 2018b; 農林水産省, 2020; 農林水産省, 2021; 農林水産省, 2022a; 農林水産省, 2022b; 農林水産省, 2023）。また、我が国と同様に、ツルマメの自生地域であり、かつ除草剤グリホサート耐性ダイズを輸入している韓国において、2000年に広範囲の地域から採取された243系統のツルマメに除草剤グリホサートを散布したところ、全ての系統が枯死し、交雑により除草剤グリホサート耐性を獲得した遺伝子組換えダイズとツルマメの交雑体は確認されなかったと報告されている（Kim *et al.*, 2003）。

- ・ダイズからツルマメへの遺伝子浸透について

ダイズからツルマメへの遺伝子浸透については、我が国の自然環境下において調査が行われている。

2004年に、2003年にダイズとツルマメの形態的中間体が発見され

た秋田県のツルマメ自生地1地点で調査が行われたところ、中間体の後代は発見されなかった（黒田ら, 2005）。

2005年には、2003年に中間体が発見された秋田県1地点及び2004年に中間体が発見された佐賀県3地点の計4地点で調査が行われたところ、中間体の後代の生存が確認されたのは佐賀県1地点の1個体のみであった（黒田ら, 2006）。

2006年にも、2005年と同じ4地点で調査が行われたところ、2004年及び2005年に中間体及びその後代が発見された佐賀県の地点では、3年連続して中間体が発見することはできず、発見された中間体は、佐賀県の上記と異なる1地点の1個体のみであった（黒田ら, 2007）。このことから、黒田ら（2007）は、中間体がツルマメ自生地で生存する確率は非常に低いことが示唆されたとしている。

また、2003～2006年の調査で発見された17個体の中間体の後代が速やかに自然環境から消失していた理由として、より透水性の高い種皮を有することに伴い冬期に種子が腐敗した、冬期に発芽し枯死した、春期に発芽したものの他の個体との競合に勝てず成熟期まで生存できなかったなど、中間体の後代の適応度がツルマメより低かったことに伴う自然淘汰を受けた可能性が高いとされている（Kuroda *et al.*, 2010）。

実際に、ダイズとツルマメを人工交配して得たF3雑種について、親系統のツルマメとともに播種した後の定着状況を3年間追跡調査した結果、雑種系統の定着率は、親のツルマメと比較して明らかに劣っていたことが示されている（Oka, 1983）。加えて、ダイズとツルマメの雑種や両者の中間の表現形を示す個体において、休眠性、倒伏性、裂莢性はツルマメに比べ低下していたことが報告されている（Oka, 1983; Chen and Nelson, 2004）。

また、国内産ツルマメをダイズ品種「フクユタカ」又は「リュウホウ」と人工交配して得たF1雑種を国内で管理栽培し、その種子生産数及び種子の越冬率（冬期を通じて土中に埋めた種子の発芽率及び休眠種子の割合）を親のツルマメと比較した結果、F1雑種の種子生産数はツルマメと同等又はそれよりも少なく、種子の越冬率はツルマメより低かったことが報告されている（Kuroda *et al.*, 2013）。その中で、栽培化に関連した形質である種子生産数や種子の越冬率に関するQTLがダイズとツルマメの雑種後代の自然環境への適応度に関連していることが報告されており、雑種後代はダイズからこれらの遺伝子を受け取ったことにより適応度が下がったとされている（Kuroda *et al.*, 2013）。

広島県産ツルマメとフクユタカとのF1雑種から得られたF2雑種に

において、個体当たりの種子生産数及び種子の越冬率に関し、それぞれ2つ及び3つのQTLの情報が得られるとともに、それらのQTLが及ぼす遺伝の相加及び優性成分の総和として、種子の生産数と越冬率に対して負の影響を及ぼすことが明らかになった。よって、ダイズとツルマメの雑種及び後代は、上記の2形質において雑種弱勢の状態にあり、遺伝子組換えダイズの導入遺伝子が、交雑によってツルマメ集団内に拡がることはないと予測された。本予測は、後代における完全自殖又は10%の他殖率を仮定したシミュレーションによっても支持されている (Kitamoto *et al.*, 2012)。

また、2003年から2006年に秋田県の1地点及び佐賀県の5地点において採取された468個体のツルマメ、17個体の中間体及び12個体のダイズについて、分子マーカーによる解析が行われた結果、これらの中間体はダイズからツルマメへの遺伝子流動により生じたものと判断された一方、中間体からツルマメへの二次的な遺伝子流動は認められなかったことから、ダイズとツルマメの雑種形成の可能性はあるが、我が国の自然環境下において更なる遺伝子浸透が起こることはほとんどないと考察されている (Kuroda *et al.*, 2010)。

d アポミクシスを生ずる特性を有する場合はその程度

ダイズがアポミクシスを生ずる特性を有するという報告は確認されていない。

④ 花粉の生産量、稔性、形状、媒介方法、飛散距離及び寿命

雄ずいは10本あり、うち1本が離れており、それぞれが葯をもっている (後藤, 2001)。1葯当たりの花粉数は374~760粒 (Palmer *et al.*, 1978)、約230~540粒 (Koti *et al.*, 2004) との報告がある。ダイズの花粉には粘着性があり (Yoshimura, 2011)、花粉の寿命は短く、その発芽能力は湿度によらず8時間でほぼ失われることが報告されている (Abel, 1970)。花粉の直径は、21~30 μm である (Carlson and Lersten, 2004)。また、花粉の飛散距離に関しては、花粉採集器を用いた開花期19日間の観測の結果、1日1 cm^2 当たりの花粉密度の最大値は、ほ場から1.0 m及び2.5 m離れた地点で1.235粒であり、5 mの地点で0.617粒、10 m及び20 mの地点ではいずれも0.309粒であったことから、ほ場内および周囲への花粉の飛散はほとんどないと報告されている (Yoshimura, 2011)。また、訪花する昆虫の種類は、アザミウマ類が最も頻度が高く、次いでそれらを捕食するカメムシ目の昆虫が観察されたと報告されている (Yoshimura *et al.*, 2006)。

ホ 病原性

—

へ 有害物質の産生性

ダイズには、自然条件下で周囲の野生動植物等の生息又は生育に支障を及ぼすような有害物質の産生は知られていない。

ト その他の情報

① ダイズと交雑可能な近縁野生種であるツルマメの生育を制限する要因
一般的に、自然条件下で自生する植物体の群落は、他の植物との競合、非生物的環境との相互作用、昆虫や動物による食害及び人間活動の影響といったいくつかの要因によってその生育が制限されている（Tilman, 1997）。ツルマメについては、道路沿い等の人為的な攪乱がある環境下や運搬中にこぼれ落ちた遺伝子組換えダイズの生育が想定される環境下における集団の生育実態について、国内での調査が行われている。

和歌山県、京都府及び兵庫県内の空き地、道路沿い、河川敷等6地点9集団で行われたツルマメの生活史と生育環境の調査によると、出芽した個体は、生育初期には暑さと乾燥により、その後は除草行為や河川の増水により多数枯死し、集団毎の生存率が0～47%であったこと、また、2回以上の草刈り等により強度に攪乱された集団では、出芽時期に関わらずほぼ全てが繁殖することなく枯死したことが報告されている（中山祐一郎・山口, 2000）。

また、Oka（1983）は、ツルマメの生育は、周辺に生育する雑草種の影響を受けていると述べている。また、羽鹿ら（2003）は、ツルマメの自生場所は河原や工事現場など常に攪乱されているところで、生息環境が元々不安定な上、都市近郊などでは自生地が開発で破壊されたりするケースもあり、消滅する個体群も少なくない、と報告している。さらに、遷移の進んだ自生地ではイネ科植物などの雑草との競合で、消えつつある個体群も見られ、攪乱が生じたあとツルマメが増殖を繰り返すことが可能な期間はかなり短い印象を受けた、と報告している（羽鹿ら, 2003）。

② ダイズと交雑可能なツルマメを摂食する昆虫

2011年及び2012年に中国・四国地方4県で行われたツルマメを寄主植物とする昆虫相に関する調査では、合計5目40科99種が同定されており、バッタ目に属するオンブバッタ（*Atractomorpha lata*）とツチイナゴ（*Patanga japonica*）がツルマメを摂食する主要種と考えられることのほか、広く確認された種として、カメムシ目ではメダカナガカメムシ

(*Chauliops fallax*)、コウチュウ目ではフタスジヒメハムシ (*Medythia nigrobilineata*) 及びマルキバネサルハムシ (*Pagria ussuriensis*)、ハエ目ではダイズクロハモグリバエ (*Japanagromyza tristella*) 並びにチョウ目ではウコンノメイガ (*Pleuroptya ruralis*) をはじめウスアトキハマキ (*Archips semistructa*)、ダイズギンモンハモグリ (*Microthauma glycinella*)、チャバネキボシアツバ (*Paragabara ochreipennis*) が報告されている (菊地, 2013)。

2011年から2013年にかけて茨城県及び佐賀県内のツルマメ集団において行われた調査によれば、全ての調査年及び個体群において、草食動物による食害を受けた葉の割合は総葉量の30%以下であった。また、バッタ目、コウチュウ目及びチョウ目を合わせた食害で見た場合、その割合は7.75%以下であり、その中でもチョウ目の食害が占める割合は極めて低かった。また、ツルマメの摘葉処理試験を行った結果、開花始～開花期 (R1～R2期) に50%の葉を取り除いた場合でも、莢数及び種子数において無処理区との間に統計学的有意差は認められておらず (Goto *et al.*, 2016)、これら昆虫目の食害は、ツルマメの種子生産に大きな影響を及ぼさないと考えられる。

引用文献

- Abel, G.H. (1970). Storage of soybean pollen for artificial crossing. *Agronomy Journal* 62, 121-123.
- Ahrent, D. K. and Caviness, C. E. (1994). Natural cross-pollination of twelve soybean cultivars in Arkansas. *Crop Science* 34, 376-378.
- Carlson, J.B. and Lersten, N.R. (2004). Reproductive Morphology. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*, 59-95.
- Chen, Y. and Nelson, R.L. (2004). Genetic variation and relationships among cultivated, wild, and semiwild soybean. *Crop Science* 44, 316-325.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2023). FAOSTAT. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) [Accessed January 24, 2024]
- Fujita, R., Ohara, M., Okazaki, K. and Shimamoto, Y. (1997). The extent of natural crosspollination in wild soybean (*Glycine soja*). *The Journal of Heredity*, 88 (2), 124-128.
- Goto, H., Shimada, H., Horak, M. J, Ahmad, A., Baltazar, B.M. and Perez, T. (2016). Characterization of natural and simulated herbivory on wild soybean (*Glycine soja* Seib. et Zucc.) for use in ecological risk assessment of insect protected soybean. *PLoS ONE*, 11 (3), e0151237. doi:10.1371/journal.pone.0151237.
- Hymowitz, T. and Harlan, J. R. (1983). Introduction of soybean to north America by Samuel Bowen in 1765. *Economic Botany*, 37, 371-379.
- Kim, K.-U., Kang, T.-D., Lee, J.-H., Lee, I.-J., Shin, D.-H., Hwang, Y.-H., Kim, S.-U. and Kim, H.-M. (2003). Physio-ecological characteristics of wild soybeans (*Glycine soja*) collected throughout Korea and their response to glyphosate. *Korean Journal of Weed Science*, 23, 153-159.
- Kitamoto, N., Kaga, A., Kuroda, Y. and Ohsawa, R. (2012). A model to predict the frequency of integration of fitness-related QTLs from cultivated to wild soybean. *Transgenic Research*, 21, 131-138.
- Koti, S., Reddy, K.R., Kakani, V.G., Zhao, D. and Reddy, V.R. (2004). Soybean (*Glycine max*) pollen germination characteristics, flower and pollen morphology in response to enhanced ultraviolet-B radiation. *Annals of Botany*, 94, 855-864.

- Kuroda, Y., Kaga, A., Tomooka, N. and Vaughan, D. A. (2008). Gene flow and genetic structure of wild soybean (*Glycine soja*) in Japan. *Crop Science*, *48* (3), 1071-1079.
- Kuroda, Y., Tomooka, N., Kaga, A., Wanigadeva, S. M. S. W. and Vaughan, D. A. (2009). Genetic diversity of wild soybean (*Glycine soja* Sieb. Et Zucc.) and Japanese cultivated soybeans [*G. max* (L.) Merr.] based on microsatellite (SSR) analysis and the selection of a core collection. *Genet Resour Crop Evol*, *56*, 1045–1055.
- Kuroda, Y., Kaga, A., Tomooka, N. and Vaughan, D. (2010). The origin and fate of morphological intermediates between wild and cultivated soybeans in their natural habitats in Japan. *Molecular Ecology*, *19*, 2346-2360.
- Kuroda, Y., Kaga, A., Tomooka, N., Yano, H., Takada, Y., Kato, S. and Vaughan, D. (2013). QTL affecting fitness of hybrids between wild and cultivated soybeans in experimental fields. *Ecology and Evolution*, *3* (7), 2150-2168.
- Mizuguti, A., Ohigashi, K., Yoshimura, Y., Kaga, A., Kuroda, Y. and Matsuo, K. (2010). Hybridization between GM soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) and wild soybean (*Glycine soja* Sieb. Et Zucc.) under field conditions in Japan. *Environ. Biosafety Res*, *9* (1), 13–23.
- Nakayama, Y. and Yamaguchi, H. (2002). Natural hybridization in wild soybean (*Glycine max* ssp. *soja*) by pollen flow from cultivated soybean (*Glycine max* ssp. *max*) in a designed population. *Weed Biology and Management*, *2* (1), 25–30.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2000). Consensus document on the biology of *Glycine max* (L.) Merr. (Soybean). *Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology*, *15*, ENV/JM/MONO (2000) 9.
- Oka, H. (1983). Genetic control of regenerating success in semi-natural conditions observed among lines derived from a cultivated x wild soybean hybrid. *Journal of Applied Ecology*, *20*, 937-949.
- Palmer, R.G., Albertsen, M.C. and Heer, H. (1978). Pollen production in soybeans with respect to genotype, environment, and stamen position. *Euphytica*, *27*, 427-433.
- Ray, J. D., Kilen, T. C., Abel, C. A., Paris, R. L. (2003). Soybean natural cross-pollination rates under field conditions. *Environ. Biosafety Res*, *2*, 133-138.
- Tilman, D. (1997). Mechanisms of plant competition. *Plant Ecology. Second Edition*. 239-261. M. J.

Crawley (ed.). Blackwell Science, Ltd., Oxford, England.

Xu, D., Abe, J., Gai, J. and Shimamoto, Y. (2002). Diversity of chloroplast DNA SSRs in wild and cultivated soybeans: evidence for multiple origins of cultivated soybean. *Theor Appl Genet*, 105(5), 645–653.

Yoshimura, Y., Matsuo, K. and Yasuda, K. (2006). Gene flow from GM glyphosate-tolerant to conventional soybeans under field conditions in Japan. *Environmental Biosafety Research*, 5, 169-173.

Yoshimura, Y. (2011). Wind tunnel and field assessment of pollen dispersal in Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] *J Plant Res*, 124, 109-114.

阿部 純・島本 義也 (2001). 「ダイズの進化」 山口 裕文・島本 義也 (編) 栽培植物の自然史 (pp. 77-95) 北海道: 北海道大学図書刊行会.

大庭 寅雄 (2001). 「ダイズの品種生態と選択 I 品種の生態型と選択」 転作全書 第二巻 ダイズ・アズキ (pp.102-105) 東京: 農山漁村文化協会.

加賀 秋人・友岡 憲彦・Phuntsho, U.・黒田 洋輔・小林 伸哉・伊勢村 武久・Gilda, M-J・Vaughan, D. A. (2005). 「野生ダイズと栽培ダイズとの自然交雑集団の探索と収集—秋田県及び広島県における予備的調査—」 植物遺伝資源探索導入調査報告書 通巻第21巻 (pp. 59-71).

鎌田 慶朗 (1992). 「3.大豆の化学」 山内文男・大久保一良 (編) 大豆の科学 (pp. 27-47) 東京: 朝倉書店.

菊地 淳志 (2013). 「中国・四国地方におけるダイズ原種ツルマメを寄主植物とする昆虫相」 関西病虫害研究会報 55 (pp. 129-133).

黒田 洋輔・加賀 秋人・Apa, A.・Vaughan, D. A.・友岡憲彦・矢野博・松岡伸之 (2005). 「野生ダイズ, 栽培ダイズおよび両種の自然交雑集団の探索, 収集とモニタリング—秋田県, 茨城県, 愛知県, 広島県, 佐賀県における現地調査から—」 植物遺伝資源探索導入調査報告書 通巻第21巻 (pp.73-95).

黒田 洋輔・加賀 秋人・Joe, G.・Vaughan, D. A.・友岡 憲彦 (2006). 「野生ダイズ, 栽培ダイズおよび両種の自然交雑集団の探索, 収集とモニタリング—秋田県, 茨城県, 高知県, 佐賀県における現地調査から—」 植物遺伝資源探索導入調査報告書 通巻第22巻 (pp.1-12).

黒田 洋輔・加賀 秋人・Janet, P.・Vaughan, D. A.・友岡 憲彦・矢野 博 (2007). 「野生ダイズ, 栽培ダイ

ズおよび両種の自然交雑集団の探索, 収集とモニタリングー秋田県, 兵庫県, 佐賀県における現地調査からー」 植物遺伝資源探索導入調査報告書 通巻第23巻 (pp.9-27).

国分 牧衛 (2002). 「ダイズ」 日本作物学会(編) 作物学事典 (pp. 370-377) 東京: 朝倉書店.

後藤 寛治 (2001). 「ダイズの起源と特性 I 栽培の起源と分布」 転作全書 第二巻 ダイズ・アズキ (pp. 33-41) 東京: 農山漁村文化協会.

小畑 弘己 (2009). 「日本先史時代のマメ類と栽培化」 木村栄美(編), さまざまな栽培植物と農耕文化: ユーラシア農耕史 4 (pp.252-261) 京都: 臨川書店.

小畑 弘己 (2010). 「縄文時代におけるアズキ・ダイズ栽培について」 龍田考古会(編), 先史学・考古学論究 V 上巻 (pp.239-272) 熊本: 龍田考古会.

昆野 昭晨 (1987). 「13.食用作物 ダイズ」 農学大事典編集委員会(編) 農学大事典 第2次増訂改版 (pp.551-557) 東京: 養賢堂.

昆野 昭晨 (2001a). 「生育のステージと生理・生態 I 種子と発芽」 転作全書 第二巻 ダイズ・アズキ (pp. 45-49) 東京: 農山漁村文化協会.

昆野 昭晨 (2001b). 「生育のステージと生理・生態 II 栄養成長の生理、生態」 転作全書 第二巻 ダイズ・アズキ (pp. 50-67) 東京: 農山漁村文化協会.

財務省 (2024). 概況品別国別表 財務省貿易統計 (<http://www.customs.go.jp/toukei/srch/index.htm?M=13&P=0>) [Accessed January 24, 2024].

鄭 紹輝 (2008). 「ダイズ」 大門弘幸(編) 作物学概論 (pp.132-146) 東京: 朝倉書店.

中山 誠二 (2015). 「縄文時代のダイズの栽培化と種子の形態分化」 植生史研究 第23巻 第2号 (pp.33-42).

中山 祐一郎・山口 裕文 (2000). 「トランスジェニック作物からの遺伝子の生態系への拡散防止に関する研究:2 ダイズの祖先野生種ツルマメはどこでどのように生活しているのか」 雑草研究 別号講演会講演要旨 39 (pp.182-183).

農林水産省 (2011a). 「平成21年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成23年1月7日公表 (http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/c_data/pdf/21_kekka.pdf) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2011b). 「平成22年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成23年10月14日公表 (http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/c_data/pdf/22_natane.pdf) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2012). 「平成23年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成24年9月12日公表 (<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/pdf/120912-02.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2013). 「平成24年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成25年9月24日公表 (http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/c_data/pdf/24_kekka.pdf) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2014). 「平成25年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成26年11月21日公表 (http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/pdf/h25_kekka.pdf) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2015). 「平成26年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成27年10月29日公表 (http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/pdf/h26_houkoku.pdf) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2017). 「平成27年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成29年1月10日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-42.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2018a). 「平成28年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成30年2月6日公表 (<http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-134.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2018b). 「平成29年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 平成30年12月20日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-172.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2020). 「平成30年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 令和2年9月7日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-226.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2021). 「令和元年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 令和3年1月8日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-272.pdf>) [Accessed

January 24, 2024].

農林水産省 (2022a). 「令和2年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 令和4年7月26日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-17.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2022b). 「令和3年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 令和4年7月26日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-21.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

農林水産省 (2023). 「令和4年度遺伝子組換え植物実態調査」の結果について 令和5年6月30日公表 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/attach/pdf/index-39.pdf>) [Accessed January 24, 2024].

羽鹿 牧太・高橋 浩司・平賀 勸 (2003). 「房総半島におけるツルマメの探索・収集」 植物資源探索導入調査報告書 19 (pp. 7-15).

宮下 京子・松田 晴光・大原 雅・三澤 為一・島本 義他 (1999). 「ツルマメおよびダイズにおける開放花と閉鎖花の着花・結実動態」 北海道大学農学部農場研究報告 (pp. 41-48).

山内 文男 (1992). 「3.大豆の化学」 山内 文男・大久保 一良 (編) 大豆の科学 (pp. 1-13) 東京: 朝倉書店.

吉村 泰幸・加賀 秋人・松尾 和人 (2016). 「遺伝子組換えダイズの生物多用性影響評価に必要なツルマメの生物情報集」 農業環境技術研究所報告 36 (pp. 47-69).