

生物多様性影響評価検討会での検討の結果

名称：チョウ目害虫抵抗性ダイズ（改変 *cry1Ac*, *Glycine max* (L.) Merr.)
(MON87701, OECD UI: MON-87701-2)

第一種使用等の内容：食用又は飼料用に供するための使用、加工、保管、運搬及び
廃棄並びにこれらに付随する行為

申請者：日本モンサント株式会社

(1) 生物多様性影響評価の結果について

本組換えダイズは、*Escherichia coli* 由来のプラスミド pBR322 などをもとに構築されたプラスミド PV-GMIR9 の T-DNA 領域をアグロバクテリウム法により導入し作出されている。

本組換えダイズは、*Bacillus thuringiensis* に由来する改変 Cry1Ac 蛋白質をコードする改変 *cry1Ac* 遺伝子を含む T-DNA I 領域が染色体上に 1 コピー組み込まれ、複数世代にわたり安定して伝達されていることが遺伝子の分離様式及びサザンブロット分析により確認されている。また、目的の遺伝子が複数世代にわたり安定して発現していることがウエスタンブロット分析及び ELISA 分析により確認されている。

本組換えダイズの第一種使用等の内容を食用又は飼料用に供するための使用、加工、保管、運搬及び廃棄並びにこれらに付随する行為とする範囲内で、生物多様性影響が生ずるおそれについて、ア～ウの観点から検討を行った。

ア 競合における優位性

宿主が属する生物種であるダイズは、我が国において長期にわたり栽培されているが、自生化しているとの報告はなされていない。

2007 年に米国の人工気象室及び 2009～2010 年に我が国の隔離ほ場において、本組換えダイズの競合における優位性に関する諸形質について調査が行われた。その結果、本組換えダイズと対照の非組換えダイズとの間に差異は認められなかった。

他の野生植物と競合する雑草は休眠性、裂莢性、種子散布機構等の形質を 1 つ以上持つことが知られているが、上記の調査結果等より、これらの形質は本組換えダイズと対照の非組換えダイズとの間で変化していないと考えられた。このことから、本組換えダイズに付与されたチョウ目害虫抵抗性のみにより、我が国の自然環境下において競合における優位性を有するとは考え難い。

以上より、本組換えダイズの第一種使用等の内容を食品、飼料に供するための使用、加工、保管、運搬及び廃棄並びにこれらに付随する行為とする範囲内では、影響を受ける可能性のある野生動植物等の特定はされず、競合における優位性に起因する生物多様性影響が生ずるおそれはないとの申請者による結論は妥当であると判断した。

イ 有害物質の産生性

宿主が属する生物種であるダイズは、野生動植物等への有害物質を産生するとの報告はなされていない。

本組換えダイズにおいて発現する改変 Cry1Ac 蛋白質は、既知アレルゲンと類似の配列を有さないことが確認されている。また、改変 Cry1Ac 蛋白質は酵素活性を持たず、宿主の代謝系に作用して有害物質を産生することはないと考えられた。

我が国の隔離ほ場において、本組換えダイズの有害物質（根から分泌されて他の植

物及び土壌微生物に影響を与えるもの、並びに植物体が内部に有し枯死した後に他の植物に影響を与えるもの)の産生性の有無を土壌微生物相試験、鋤込み試験及び後作試験により検討した。その結果、本組換えダイズの試験区と対照の非組換えダイズの試験区との間に差異は認められなかった。

本組換えダイズの影響を受ける可能性がある野生動物として、我が国に生息する絶滅危惧又は準絶滅危惧種に指定されているチョウ目昆虫 26 種及びツルマメを食餌するチョウ目昆虫 18 種を特定した。特定されたチョウ目昆虫において、

- ① 本組換えダイズを直接食餌する場合、
- ② 本組換えダイズから飛散した花粉を食餌する場合、
- ③ チョウ目害虫抵抗性を獲得した、ツルマメと本組換えダイズとの交雑種及びその後代を食餌する場合、

に受ける影響を考察した。その結果、

- ① 輸入された本組換えダイズ種子が輸送中にこぼれ落ちた後に生育する場所は、輸送道路の近傍であることが想定されるが、このような場所に特定されたチョウ目昆虫の個体群が局所的に生息し、かつダイズのみ依存する可能性は極めて低いと考えられたこと、
- ② ダイズの花粉は産出量が極めて少なく、かつ粘着性で飛散する可能性が低いため、特定されたチョウ目昆虫の幼虫が本組換えダイズの花粉を食餌する可能性は極めて低い。また、特定されたチョウ目昆虫はダイズがこぼれ落ちる道路沿いに局所的に存在しないことから、個体群で影響を受ける可能性は極めて低いと考えられたこと、
- ③ 特定されたチョウ目昆虫がツルマメのみに依存する可能性は低く、「(3) 交雑性」で後述するとおり、我が国に輸入された本組換えダイズが輸送中にこぼれ落ちた後に生育し、それらとツルマメとの交雑種が形成される可能性も極めて低い。このため、チョウ目害虫抵抗性を獲得した交雑種及びその後代をチョウ目昆虫が食餌することにより、チョウ目昆虫の個体群が影響を受ける可能性は極めて低いと考えられたこと

から、特定されたチョウ目昆虫が、改変 Cry1Ac 蛋白質により個体群レベルで影響を受ける可能性は極めて低いと考えられた。

以上より、本組換えダイズの第一種使用等の内容を食品、飼料に供するための使用、加工、保管、運搬及び廃棄並びにこれらに付随する行為とする範囲内では、有害物質の産生性に起因する生物多様性影響が生ずるおそれはないとの申請者による結論は妥当であると判断した。

ウ 交雑性

ダイズの近縁野生種としてはツルマメが知られており、ともに染色体数が $2n=40$ であり交雑可能であることから、影響を受ける可能性のある野生植物としてツルマメを特定し、以下のように検討を行った。

ダイズとツルマメとの人為的な交雑を行った雑種の生育には特に障害が見られないことから、我が国の自然環境下において本組換えダイズとツルマメが交雑した場合は、その雑種が生育するとともに、当該雑種からツルマメとの交雑を経て、本組換えダイズに導入された遺伝子がツルマメの集団中で拡散していく可能性がある。また、ツルマメは全国に分布し、河原や土手、畑の周辺や果樹園等に自生していることから、本組換えダイズが近接して生育した場合、交雑する可能性がある。

しかしながら、

- ① ダイズとツルマメとの雑種形成及び後代への遺伝子浸透について、数年間、日

本各地のダイズ畑周辺においてツルマメ集団を追跡調査し、遺伝マーカー等を用いて交雑の有無を分析したところ、雑種後代が継続して存在することを示す結果は得られなかったとの報告があること、

- ② ダイズとツルマメは一般的に開花期が重なりにくいことが知られていることに加え、開花期が重複するダイズ品種とツルマメとを交互に株間 50cm の隣接栽培を行った場合でも、交雑率は 0.73% であるとの報告があること、
- ③ 遺伝子組換えダイズ（除草剤グリホサート耐性）とツルマメを、播種時期をずらしてダイズにツルマメが巻きついた状態で生育させた交雑試験では、収穫したツルマメ種子のうち、両種の開花最盛期を最も近くした群（11,860 粒）の中の 1 粒がダイズと交雑していたとの報告があること、

などに加え、2009 年に我が国の隔離ほ場において本組換えダイズと対照の非組換えダイズとの自然交雑率を調査したところ、交雑は認められず、本組換えダイズと対照の非組換えダイズとの生殖に関わる諸形質の調査により、花粉形態及び花粉稔性における違い並びに種子の生産性における有意差は認められなかった。これらのことから、本組換えダイズとツルマメとの交雑率は従来ダイズとツルマメとの交雑率と同様に極めて低いと考えられた。

ダイズとツルマメとの雑種及びその後代は、ダイズの遺伝子を一定の割合で有することにより、自然環境下での適応においてツルマメより不利になり、速やかに消失するとされている。一方、ツルマメに改変 *cry1Ac* 遺伝子が移行した場合には、チョウ目害虫に対する抵抗性が付与され、適応度が上がる可能性が考えられたが、

- ① ツルマメに寄生するチョウ目昆虫の観察調査、
- ② それらチョウ目昆虫の *Cry1Ac* 蛋白質に対する感受性の文献調査、
- ③ 各種昆虫によるツルマメ被害程度の観察調査及びツルマメの摘葉試験等から、その影響の程度は低いと考えられた。

ツルマメは *Cry1Ac* 蛋白質に感受性を持たない多くの生物により食害及び傷害を受けており、実際に、2011 年の茨城県及び佐賀県に自生するツルマメ集団の調査では、チョウ目昆虫による食害の程度は葉面積に対して最大で約 5% であった。このため、上記③の摘葉試験の結果も合わせて考えると、認められたチョウ目昆虫によるツルマメの食害程度はツルマメの生育速度及び種子生産に影響を及ぼすものではないと考えられた。さらに、ツルマメの個体群動態は主に環境要因及びイネ科や多年生の雑草との競合によって制限されており、チョウ目昆虫による食害は大きな制限要因となっていないと考えられた。

これらのことから、本組換えダイズとツルマメとの交雑種の競合性は従来ダイズとツルマメとの雑種の競合性と同様に極めて低いと考えられた。

本組換えダイズの使用内容を輸入・加工等に限定し、輸送中にこぼれ落ちた後に生育した場合の、本組換えダイズとツルマメとの交雑の生じやすさに関して検討を行うため、ダイズの輸入実績及び輸送方法の調査等から考察した。その結果、

- ① 本組換えダイズの用途は搾油用、飼料用及び搾油用を除く食品用（豆腐、納豆、味噌など）に大別されるが、
 - 1) 搾油用ダイズは港湾に隣接した工場に直接搬入されることから、内陸部への陸上輸送に伴うこぼれ落ちの可能性は低いこと、
 - 2) 飼料用ダイズの一部はフレキシブルコンテナなどの密閉性が高い手法により陸上輸送されているが、その他の多くはバラ積みにより陸上輸送されていること、
 - 3) 搾油用を除く食品用では、遺伝子組換えダイズを用いること自体の可能性が低く、紙袋などの密閉度の高い形態により輸送されていること

から、飼料用ダイズがこぼれ落ちる可能性は、他と比べて高いと考えられた。しかしながら、

- a. 積載深度のある深箱型ダンプトラックに積載すること、
- b. 二重にシートを掛けること、
- c. 過積載を禁止する等のこぼれ落ちを防止する措置がとられており、工場も限られていること

から、こぼれ落ちる量は少ないと考えられ、我が国に輸入されたダイズ種子が輸送中にこぼれ落ちる量は極めて限定的であると考えられた。

- ② 輸送中にこぼれ落ちたダイズ種子が生育する可能性については、ダイズの生育特性（雑草性）及び輸送経路と考えられる幹線道路における除草作業を含む生育環境を考慮すると、低いと考えられた。
- ③ こぼれ落ちたダイズ種子から生育した個体が、ツルマメと隣接して生育し、交雑する可能性については、ツルマメの自生地、ダイズとツルマメとの開花期及びその交雑率から極めて低いと考えられた。

これらのことから、食用又は飼料用に供するために輸入されたダイズ種子が、輸送中にこぼれ落ちた後に生育し、ツルマメと交雑する可能性は極めて低いと考えられた。

港湾から各飼料工場までの輸送中にこぼれ落ち、開花まで生育したダイズと交雑したツルマメに結実する交雑種子数について検討を行うため、まず、ダイズの我が国における年間輸入量、用途別使用量、使用実態、輸送形態及び農林水産省による遺伝子組換え植物実態調査（平成 21 年及び 22 年）において生育が確認されたダイズ個体数を基に、本組換えダイズが、輸送中にこぼれ落ちて生育した場合のツルマメとの交雑の生じやすさが最大となる場合を想定して試算を行った。

次に、「輸送中にこぼれ落ち、ツルマメと隣接して生育する可能性のあるダイズ個体数」が最も多いと試算された経路を例として、より現状に即していると考えられる 2 つの条件（①原料発港から飼料工場までの輸送中にこぼれ落ち生育するダイズ個体数が、輸送距離 5km 毎に半減すること、②GIS(geographic information system)による土地利用形態調査に基づき、輸送中にこぼれ落ち生育したダイズがツルマメと隣接して生育する可能性の判断）を加味して詳細な試算を行った。その結果、港から飼料工場への輸送中にこぼれ落ち、ツルマメと隣接して生育する可能性のあるダイズ個体数は最大で 11.99 個体であり、これらのダイズ個体とツルマメが交雑することにより発生する可能性のある交雑種子数は最大で 0.75 粒と試算された。

これらのことから、我が国に輸入されたダイズ種子が、原料発港から各飼料工場への輸送中にこぼれ落ちた後に、ツルマメと隣接して生育し、交雑することでツルマメに結実する交雑種子数は、極めて少ないと考えられた。

なお、一般に安定した自然生態系に生息する植物の個体群は一定レベルで維持されることから、ツルマメ 1 個体あたりの種子生産量がツルマメの個体群維持に必要な種子生産量であると仮定すると、結実種子のうち翌年に結実まで生育するものの割合は約 0.13~0.20%（1 個体当り 488~741 粒）であることから、本組換えダイズとツルマメとの交雑種子のうち、翌年に結実まで生育するものは最大 0.0015（0.75×0.0020）粒と試算され、交雑種子の後代が生育する可能性は極めて低いと考えられた。

以上のことから、本組換えダイズの第一種使用等の内容を食品、飼料に供するための使用、加工、保管、運搬及び廃棄並びにこれらに付随する行為とする範囲内では、交雑性に起因する生物多様性影響を生ずるおそれはないとの申請者による結論は妥当であると判断した。

なお、これらの評価を行うに当たって前提とした状況の変化及び本組換えダイズの

生育状況を把握するため、本組換えダイズの第一種使用に当たっては、モニタリング計画書に基づく申請者によるモニタリングが第一種使用規程に位置づけられ、実施される。

(2) 生物多様性影響評価を踏まえた結論

以上を踏まえ、本組換えダイズを第一種使用規程に従って使用した場合に、我が国における生物多様性に影響が生ずるおそれはないとした生物多様性影響評価書の結論は妥当であると判断した。