

国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学

遺伝子組換え植物のキャンパス内漏出事故について

奈良先端科学技術大学院大学（学長：小笠原直毅、奈良県生駒市）では、4月20日に判明した遺伝子組換え植物（シロイヌナズナ）のキャンパス内漏出事故に関し、5月10日に事故の経緯や環境への影響等について公表いたしました。

本学では、漏出發覚後直ちに拡散防止の緊急措置を行うとともに、漏出原因の究明と再発防止策の策定等について調査・検討を行うため、4月26日に学外専門家を委員長とする調査委員会（学外委員3名、学内委員2名）を設置いたしました。さらに、調査委員会において4回の会議を経て7月1日に取りまとめられた中間報告の内容を踏まえ、大学としての具体的な再発防止策の検討を行ってまいりました。

なお、漏出原因の調査結果と再発防止策について8月25日に文部科学省に報告を行い、本日9月9日に文部科学省より、再発防止のための措置を徹底するよう厳重注意を受けるとともに、今後のモニタリング調査の結果についても報告を行うよう求められました。

今回の漏出事故に関しまして、地域・社会の皆様にご心配をおかけしましたことを、あらためて深くお詫び申し上げます。

調査委員会の中間報告において指摘された漏出原因及び再発防止に関する提言を踏まえた本学における具体的な再発防止策等についての主な内容は以下のとおりです。

【1. 漏出原因の調査結果について】

（1）漏出個体の遺伝子解析

学内外で発見・回収された542個体のシロイヌナズナからゲノムDNAを調製し、本学で遺伝子組換えシロイヌナズナを作製するために利用された5種類の薬剤耐性遺伝子を検出するためのPCR増幅法を行い、遺伝子組換え体であるかの検定を行った結果、289個体でいずれかの薬剤耐性遺伝子の増幅が確認されました。これらの遺伝子組換え体は、いずれも分子育種温室／実験温室／植物栽培室周辺より回収された個体でした。（「中間とりまとめ」内資料2、資料3 参照）

また、学外から回収されたシロイヌナズナはいずれも本学で遺伝子組換え実験で利用している実験系統とは異なり、野外に自生する株であることが判明しました。

（2）遺伝子組換え植物の漏出研究室と、場所・時期の特定

①漏出個体の系統と漏出研究室の特定

289 遺伝子組換え個体の詳細な遺伝子解析の結果、58 個体は系統が特定でき、バイオサイエンス研究科植物科学領域に属する 5 研究室で作製、栽培されていた遺伝子組換え体であることが判明し、それぞれの研究室から遺伝子組換え体の栽培場所および栽培時期の情報を得ました。

135 個体については、系統を絞り込むことができましたが、研究室を特定することが困難であったため、過去にこれらの系統を栽培した実績のある 3 研究室（3 研究室とも上記 5 研究室に含まれる）のいずれかで栽培されていた遺伝子組換え体であると考えられました。

なお、残り 96 個体については、特定には多くの時間が必要と判断されました。

以上の結果から、漏出した個体は多系統であり、全ての個体について系統を明らかにすることは技術的にも限界があること、多くの研究室からの多系統の漏出という今回の事故の特徴的な点が明確になったこと等を考慮して、これらの解析結果に基づいて漏出原因を特定することになりました。

②漏出場所の特定

系統を特定あるいは絞り込むことのできた計 193 個体は、全て昨年度までに植物栽培室にて栽培された系統であり、分子育種温室にて栽培された系統は含まれていませんでした。また、実験温室ではシロイヌナズナは栽培されたことはありませんでした。

なお、植物栽培室と研究科棟の両方で栽培された系統も含まれていましたが、過去に種子の付いた植物体を、研究科棟側から植物栽培室へと移動させた実績はなく、従って、これらの遺伝子組換え体は全て植物栽培室から漏出したものと判断されました。

③漏出時期の特定

漏出した個体は多系統ですが、系統ごとに見ると個体数は少ないものが大部分であり、この結果は、発見された個体が漏出した種子の当代か次世代である可能性を強く示唆するものです。

シロイヌナズナの野外栽培実験の結果（「中間とりまとめ」内資料 5）を参考にすると、今回発見された個体の多くは 2015 年春以降 9 月中旬までに漏出した種子から生育した当代の植物個体と、それが自殖した次世代の植物個体か、あるいは 2015 年 9 月下旬から 2016 年春までに漏出した種子から育った当代の植物個体であると考えられます。

また、2015 年度に植物栽培室を利用していた 5 研究室と、植物体の漏出が認められた 5 研究室が合致する点も、この可能性を強く支持するものです。そして、毎年 4 月末および 10 月末に分子育種温室／実験温室／植物栽培室を利用する教員と学生が、分子育種温室／実験温室／植物栽培室とその周辺の一斉清掃を実施しています

が、2015年度の時点でシロイヌナズナが繁茂していなかったという事実もこの可能性と合致します。

以上のことから、今回発見された遺伝子組換え体の大部分は2015年度に漏出した可能性が高いと判断されました。

(「中間とりまとめ」内資料3、資料4、資料5 参照)

(3) 漏出原因の推定

今回、屋外で発見された遺伝子組換え植物体はすべて植物栽培室から漏出したものと判断されたことから、植物栽培室の拡散防止措置の不備と、植物栽培室からの植物体運搬時の拡散防止措置の不備が、漏出原因として、最も考えられるため、その状況について調査、検討が行われました。

①植物栽培室の拡散防止措置の不備により漏出した可能性の検討

植物栽培室は、緩衝空間（前室など）を設けていないため、床面に落下した種子が出口付近に置いた外履きの位置まで拡散し、外履きに付着、あるいは扉の開閉に伴って屋外に漏出した可能性、また、シロイヌナズナは植物栽培室内に設置された人工気象器内で栽培されていましたが、出入口の扉から人工気象器までは最短で1.7mと短く、種子の拡散防止には不十分であり、今回の漏出事故に関与した可能性が考えられました。

②遺伝子組換え植物体運搬時の拡散防止措置の不備により漏出した可能性の検討

漏出に関わった5研究室が植物栽培室から研究科棟に植物体等を移動する経路は3つあり、遺伝子組換え体はその動線に沿う形で見出されていたことから、遺伝子組換え体の種子が履物、衣服、植物体運搬箱（遺伝子組換え体専用密閉容器）などに付着して漏出したことが考えられました。

検討の結果、履物や衣服よりも、植物体運搬箱の外側に種子が付着する可能性や、不活化処理のために使用済み植物体をオートクレーブバッグに詰める際に、静電気によってオートクレーブバッグの外側に種子が付着する可能性が最も疑われ、検証実験の結果、植物栽培室から移動する際に、植物体運搬箱やオートクレーブバッグの外側に遺伝子組換え体の種子が付着することで漏出した可能性が最も高いと判断されました。

③2015年度に大規模な漏出が起こった原因の検討

2015年に、分子育種温室の2階閉鎖系および開放系温室への雨水の浸入が発生し、2015年6月～2016年2月の間は、1階作業室の排水タンクに溜まった雨水を、同作業室内のZクレーブ（廃土や植物体の不活化処理に用いる大型オートクレーブ）を優先的に使用して不活化処理を行っていました。植物栽培室にはオートクレーブなどの不活性化設備が設置されていなかったため、上記の期間は、植物栽培室から

発生した植物体等の不活化処理を研究科棟内の各研究室のオートクレーブで行う必要が生じ、これらを研究科棟まで運搬する頻度が例年に比べ格段に上昇しました。

植物栽培室から研究科棟に植物体等を移動する際に、各研究室は主に3つの経路を利用しており、特に、分子育種温室と研究科棟の間の通路付近は、西側から非常に強いビル風が常時吹いており、この東側で85%以上の漏出遺伝子組換え体が発見されました。

従って、オートクレーブバッグや植物体運搬箱の外側等に付着した遺伝子組換えシロイヌナズナの種子が、研究科棟までの運搬過程で落下し漏出した可能性が高く、特に、分子育種温室と研究科棟の出入り口の間では強いビル風により多数の種子が落下したことが、今回の大量漏出の主要な原因と推定されました。

(「中間とりまとめ」内 資料2、資料3、資料4、資料7 参照)

(4) 結論

今回の漏出事故の原因について調査委員会における調査の結果、分子育種温室／実験温室／植物栽培室周辺で発見された遺伝子組換えシロイヌナズナは、主に2015年度に生じた分子育種温室の雨漏りという施設上の一時的な問題に起因して、種子がオートクレーブバッグや植物体運搬箱の外側等に付着する形で、人の動線に沿って植物栽培室から漏出したことが主な原因であると結論づけられました。

しかし、植物栽培室の構造上の問題点や、遺伝子組換え植物体運搬時の拡散防止措置の不徹底により、2015年度以前にも、施設外での育成は確認されていないものの、僅かな種子の漏出が起こっていた可能性も否定できない、即ち、遺伝子組換え植物が漏出しうる状況が継続していたとされました。

さらに、今回の漏出事故は、漏出に関わった研究室の実験手順に不備があったというよりは、本学において、遺伝子組換え植物体に対する拡散防止措置の徹底に問題があったと言わざるを得ず、対応策を考える上では、植物栽培室の構造的な問題点の解決や運搬時の拡散防止措置の徹底などにとどまらず、遺伝子組換え植物実験に関わる関係者の再教育訓練を徹底させることが必要である、との提言をいただきました。

【2. 再発防止策について】

調査委員会から、以下の対策が必要であるとの提言をいただきました。

- ◎植物栽培室の改修
- ◎植物栽培時における拡散防止対策の強化
- ◎植物体運搬手順の改善
- ◎遺伝子組換え実験に関する教育の徹底
- ◎定期モニタリング

これらの提言を受けて、本学では、以下の再発防止策を実施します。

(1) 植物栽培室の使用法

- ・植物栽培室は、生物体を用いた実験を行う施設として使用しない。

(2) 植物栽培時における拡散防止対策の強化

- ・種子をつけた植物体は、原則として栽培していた部屋から移動させず、また、すべて不活化処理は同じ実験区画内で行う。
- ・開放棚で種子をつける植物を栽培する場合は、前室等の緩衝空間を設置し、全ての栽培室において、建物外まで扉3枚以上で仕切られる構造とする。
- ・すべての栽培室の出入り口に粘着シートなどを設置し、バリア効果を向上させる。
- ・内履きへの履き替え、実験室専用の白衣の着用を義務とする。
- ・研究棟内の栽培室を含め、すべての栽培場所について6ヶ月毎に一斉清掃を行う。
- ・6ヶ月毎の定期清掃に加え、各研究室単位での週1回程度の定期清掃を行うとともに、実験終了時に毎回清掃を行うことを義務とする。
- ・清掃時に集めたゴミの不活化処理を、マニュアルどおり行うことを徹底する。

(3) 植物体運搬手順の改善

- ・オートクレーブバック製品は静電気が起きにくい製品に限定する。
- ・オートクレーブバッグは植物体運搬箱に入れて運搬し、また、どちらも直接床面に置かないことを徹底する。
- ・オートクレーブバッグや植物体運搬箱等の外面の放電ブラシ等での処理を義務付け、もし種子が付着していた場合は回収し、不活化処理後に廃棄する。

(4) 安全教育と拡散防止措置の徹底

- ・遺伝子組換え植物の実験マニュアル策定とその講習会を、遺伝子組換え生物等安全管理委員会の指導により行う。
- ・遺伝子組換え植物の系統管理を行うために管理簿を、遺伝子組換え植物体の移動を管理するために運搬簿を作成し、実施状況を把握するとともに記録を残す。
- ・適切な拡散防止措置が取られていることを、1年に数回調査する。なお、このうちの1回は外部有識者を含めることとする。
- ・定期的な調査等において、適切な対応がとられていないことが判明した場合は、その状況に応じて拡散防止に関する再教育・改善指導・実験停止等の措置を講じる。
- ・実験マニュアルの遵守、違反の場合の措置等については、学内規程に明記する。

(5) 遺伝子組換え生物等安全管理委員会の指導による定期モニタリング

- ・学内の漏出シロイヌナズナ個体が発見された場所において、1ヶ月ごとにモニタリング調査を実施し、新たな遺伝子組換え体の漏出がないことを確認する。
- ・毎年、4月中旬に本学周辺のシロイヌナズナ個体を採取して遺伝子解析を行い、自生株であることを確認する。

- ・これらの定期モニタリングは、今後、当面の間継続する。

【3. 生物多様性及び環境への影響について】

シロイヌナズナは、アブラナ科の帰化植物として北海道から九州にかけて広く自生していますが、自殖性であり、花粉および種子の拡散性も低く、生態系を攪乱しているとする報告はありません。また、野生動物や周囲の植物等に対して影響を及ぼす毒性物質等を生産しているという報告もありません。そして、シロイヌナズナと自然状態で交雑可能な近縁種は日本には自生しておらず、近縁種との交雑を介した組換え遺伝子の拡散の可能性はないと考えられます。

今回、漏洩が確認された研究室では、いずれも植物がもつ遺伝子やタンパク質の機能を調べる研究を行っており、人体や野生動物に影響を及ぼす可能性のある遺伝子は使用しておりません。また、繁殖優位性を示すような遺伝子組換え体は扱っておらず、科学的見地から、周辺の野生株の植生に影響を及ぼすものはないと考えられます。

4月下旬に大学周辺から回収して遺伝子解析を行ったシロイヌナズナ 542 個体内、遺伝子組換え体であることが判明した 289 個体は、いずれも分子育種温室／実験温室／植物栽培室周辺から回収された個体であり、組換え体の種子としての漏出範囲が学内の単一区画内に限定されていたことが示されました。また、学外から回収されたシロイヌナズナはいずれも本学で遺伝子組換え実験で利用している実験系統とは異なり、野外に自生する株であることが判明しました。

以上の結果より、今回学内の一部区域に漏出した遺伝子組換え体シロイヌナズナが周囲の生物多様性や環境へ与える影響はないと判断されます。

しかし、生物多様性及び環境への影響がないことを今後も保証するために、漏出区域周辺の1ヶ月毎の定期的モニタリングを継続し、新たなシロイヌナズナ個体の生育がないことを確認するとともに、学外を含めた広範囲調査を毎年実施し、組換え体の漏出や組換え遺伝子の拡散がないことを確認いたします。

【本件に関する問い合わせ先】

奈良先端科学技術大学院大学

企画・教育部 企画総務課 広報渉外係

電話：0743-72-5026 FAX：0743-72-5011

E-mail：s-kikaku@ad.naist.jp