

論文内容の要旨

申請者氏名 石川 亮

植物の開花は日長によって制御されているものが多く、その反応性から長日植物と短日植物に分類される。短日植物には一定の長さの暗期が継続することが開花に必要であり、この暗期に人工的に光を照射する光中断を行うと花成が阻害、遅延することが知られている。光中断を用いた生理学実験から光周性開花制御における多くの基礎的な知見が得られており、高校の教科書でも紹介されている重要な現象である。しかし、短日植物における光中断の分子レベルでの原因が全く明らかになっていなかった。

花成誘導条件である短日条件の 14 時間暗期の中央に光中断処理を与えた生理実験を行った結果、イネは播種後 1 ヶ月で光中断に最も感受性を示すことが明らかとなり、出穂遅延の度合は光中断を与えた日数に依存することがわかった。このとき、光中断処理後における開花関連遺伝子の日周発現パターンを解析した結果、*OsGI*、*Hd1* の発現パターンに変化は認められなかったが、花成のスイッチとして重要な役割を果たす *Hd3a* 遺伝子の発現が強く抑制されることがわかった。また、この抑制された *Hd3a* の発現は翌日に短日条件で再び誘導を受けることから、光中断による *Hd3a* の発現抑制は一過的であることが確認された。以上の結果より、光中断は *Hd3a* 遺伝子の発現を転写レベルで抑制し、栄養成長の継続により出穂遅延を引き起こしていることが明らかになった。

また、光中断は赤色光・遠赤色光受容体であるフィトクロムによって制御されていることが報告されている。そこでイネゲノム中に存在するフィトクロムの分子種と光中断との関係を明らかにするため実験を行った。イネには 3 種のフィトクロムが存在し、それぞれの変異体 (*phyA*、*phyB*、*phyC*) を用いて光中断実験を行った。その結果、*phyA* と *phyC* 変異体では野生型と同様に光中断による開花遅延と *Hd3a* の発現抑制が見られたが、*phyB* 変異体では開花遅延は見られず、また *Hd3a* の発現も比較的高く維持されていることがわかった。このことから光中断による *Hd3a* の発現制御にフィトクロム B が関与していることを初めて証明した。また、赤色光による光中断が *Hd3a* の転写と開花に与える影響には処理光量依存的な関係が成り立ち、また光中断直後に与えた遠赤色光処理によって、*Hd3a* の発現上昇が認められ開花遅延も回復することを示した。

さらに、短日・長日の認識機構を明らかにするため、日長変化が *Hd3a* の発現に与える効果と開花時期の解析を行った。その結果、日が長くなるにつれて *Hd3a* の発現抑制が認められた。またこの変化には *Hd1* の発現パターンよりも、フィトクロム B を介した光情報が強く関与しているという結果を得た。以上のことから、光中断と日長認識の分子機構は概日時計の働きとフィトクロム B を介した光の直接的な作用によってもたらされていることを明らかにした。

論文審査結果の要旨

申請者氏名 石川 亮

植物の光周性開花制御機構の研究は古くから行われており、長日植物と短日植物に分類される。長日植物の光周性開花機構はシロイヌナズナを用いた研究によって多くの知見が得られている。また短日植物ではイネを用いた研究が展開されている。これまでに、開花関連遺伝子 *OsGI*、*Hd1*、*Hd3a* が同定され、それぞれシロイヌナズナの *GI*、*CO*、*FT* の相同遺伝子であることが明らかにされている。しかしながら、その制御機構に違いがあることが、シロイヌナズナとイネの日長認識機構の違いであることが示唆されていた。短日植物には一定の長さの暗期が継続することが開花に必要であり、この暗期に人工的に光を照射する光中断を行うと花成が阻害、遅延することが知られている。

本申請者の研究は、短日植物であるイネの光周性開花制御における光中断実験を行い、光の作用機構に着目し遺伝子レベルでの解明を行ったものである。イネの開花は短日条件において *OsGI*、*Hd1*、*Hd3a* と順にシグナルが伝達され *Hd1* が *Hd3a* の発現を誘導することで開花が引き起こされる。研究では開花関連遺伝子の発現プロファイルを解析することで、光中断による開花遅延の原因が、短日条件で誘導される *Hd3a* の転写レベルの発現抑制であり、*OsGI* や *Hd1* の発現変化を必要としないことを明らかにした。またこの抑制にはフィトクロム B を介したシグナルが必要であることも遺伝学的に明らかにした。さらに、光生物学的実験により、フィトクロムが *Hd3a* の転写に与える効果を明らかにし、光と *Hd3a* の転写機構の関係性を推定した。加えて、日長による開花の変化が顕著に見られる限界日長を利用して、光と *Hd3a* の転写機構の関係を明らかにした。これらは概日時計を介したシグナルによる *Hd1* の働きとフィトクロム B を介した光シグナルが *Hd3a* の転写レベルで統合していることを示しており、光中断による *Hd3a* 発現抑制機構との間に共通性があることを明らかにした。

光中断による開花遅延現象は短日植物で顕著に見られるが、その分子レベルでの解明はこれまで明らかにされていなかった。遺伝学的解析が可能になった短日植物であるイネを用いることで、光周性開花制御の分子機構解明を前進させ、今後の研究に重要な知見を与えられられる。

以上のように、本論文は植物の光周性開花制御機構における研究の中で、非常に重要である光中断の分子機構を明らかにし、またイネの開花における日長感受機構の理解が飛躍的に向上する結果を示したもので、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は、本論文が博士（バイオサイエンス）の学位論文として価値あるものと認めた。