

| | |
|---------|--|
| 氏名(本籍) | 篠村知子(青森県) |
| 学位の種類 | 博士(理学) |
| 学位記番号 | 博乙第1603号 |
| 学位授与年月日 | 平成12年3月24日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第2項該当 |
| 審査研究科 | 生物科学研究科 |
| 学位論文題目 | Diverse Modes of Photoperception by Phytochrome A and Phytochrome B in <i>Arabidopsis thaliana</i> (シロイヌナズナにおけるフィトクロムAおよびフィトクロムBの光捕獲機構の多様性) |
| 主査 | 筑波大学教授 農学博士 酒井慎吾 |
| 副査 | 筑波大学教授 理学博士 山根國男 |
| 副査 | 筑波大学教授 理学博士 小熊譲 |
| 副査 | 筑波大学教授 理学博士 堀輝三 |

論文の内容の要旨

著者は植物が環境の変化を認識し、生存に有利な応答を行なう仕組みのうち、「光」による調節を光捕獲の分子機構から解析した。主としてシロイヌナズナのフィトクロム分子種欠損株を用い、種子発芽および胚軸の伸長制御における、(1) フィトクロムA (PhyA) およびB (PhyB) の役割、(2) 各分子の光捕獲機構の特性を解明し、これまでセントラルドグマとして受け入れられてきた「R/FR可逆反応」および「Pfr型活性説」が、PhyAを介する応答にあてはまらないことを、次の4点から明らかにした。

- 1) 種子発芽におけるPhyAおよびBの役割の特定：応答がどの分子種により制御されるかを解析し、(1) PhyBが発芽の「R/FR可逆的応答」を調節する、(2) PhyBは休眠種子に蓄積されており、吸水直後から光を受容して発芽を誘導するが、PhyAは吸水後に合成され働く、ことを発見した。
- 2) フィトクロムAおよびBの作用スペクトルの測定：この知見を応用して、PhyAとBに特異的な作用スペクトルを解析し、(1) PhyAとBが種子発芽の光制御の光受容体である、(2) PhyAはBが必要とする光エネルギーの1万分の1の極微弱光照射(667nm光では1~100nmol m⁻²)で発芽を誘導する、(3) PhyAはすべての波長域光を受容して発芽を誘導するため、R/FR可逆反応を示さない、ことを明らかにした。
- 3) 種子光発芽におけるフィトクロムBの作用機作：(1) PhyB過剰発現株に含まれるPhyBアポ蛋白質の量は野生株に比べて約2倍程度、(2) PhyB依存の発芽は、野生株が必要とする光量の1/13~1/6で誘導され、反対に、FRによる光可逆的発芽阻害効果は、野生株のその約10倍以上の光照射を必要とする、(3) 発芽誘導に有効な長波長側の境界は、PhyB過剰発現株では野生株(690~700nm)より長波長側に15~20nmシフトしていることを発見した。
- 4) 茎の伸長制御におけるフィトクロムAによる光捕獲機構の素過程：著者は、輝度の高いLight emitting diode照射装置で、暗所発芽させたシロイヌナズナに3分毎のパルス(1~60秒間、0.62~620nmol m⁻²s⁻¹)照射し、FR連続照射と同等の胚軸伸長の抑制効果を得た。この方法を用い、(1) PhyAによる胚軸の伸長抑制の作用スペクトルが、フィトクロムPfr型吸収スペクトルと一致する、(2) この応答でのFR照射の効果はR照射で打ち消される、特性を見出した。

審査の結果の要旨

光が植物の成長に影響を及ぼすことは、すでに19世紀に記されている。どの波長の光スペクトルが有効かの解析が進められ、赤色光（R）が応答を誘導し、近赤外光（FR）がその効果を打ち消す「R/FR可逆反応」がレタスで最初に発見された（1952）。以来、フィトクロムは光可逆的にR吸収型（Pr）とFR吸収型（Pfr）に変換され、Pfr型が生理応答の活性型であると考えられてきた。近年、各分子の機能を識別することが急務となっている。この問題に対し、著者は4つの視点から以下の成果を得た。

- 1) 暗所吸水時間を変えることで、シロイヌナズナ種子におけるPhyAおよびBに特異的な応答の識別ができた。
- 2) 従来光可逆性が見られないことから、フィトクロムの関与が疑問視されていた「極微弱光反応」が、その遺伝子ファミリーであるPhyAにより制御されることを明白に示した。
- 3) フィトクロムの光化学変換によるPfr型分子の生成量を得、応答との関係を解析し、PhyB依存の種子発芽は、従来考えられていた「全フィトクロム分子に対するPfr型分子の『比率』がある一定値に達した時に反応が起こる」のではなく、「Pfr型がある『絶対量』に達したときに誘導される」ことを明らかにした。
- 4) PhyAによる胚軸の伸長抑制は、FR照射により起こされるPhyAの「Pfr型からPr型への光変換」（従来とは逆方向の光変換）が応答を起こすことを明らかにしている。

以上の成果は、PhyAは「極微弱光反応」と「光エネルギー反応」の両方を制御するが、前者は「R/FR可逆反応ではない」点で、後者は「Pfr型からPr型への光変換が応答を誘導する」点で、従来のフィトクロム応答とは異なり、これらは互いに逆方向の光変換に依存するものであることを示している。一方、PhyBの調節する応答は「Pfr型が活性型」であることが示された。このように、PhyAとBはin vivoでは多様な光捕獲機構を示し、シロイヌナズナにおける光捕獲様式の全貌をほぼ解明したと評価できる。

本論文は著者の独創的な着想に立脚した方法論の開発と、それによる多くの新知見をもたらしたことは、光応答研究での先駆的業績と評価できる。その一部を発表した論文は国際的にも高い評価を得ている。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。