

学位論文題名

植物生理活性物質ブラシノライドによる
イネの生長制御に関する作物生理学的研究

学位論文内容の要旨

ブラシノライド (BR) は、1979年にU.S.D.A.のミッチェルらによってセイヨウアブラナから単離され、精製・構造決定されたステロイド骨格をもつ天然植物生理活性物質である。BRは他の5つの植物ホルモンとは異なる特異な生理作用を有し、イネにおいては、その処理によってストレス回避や増収が期待される物質である。本研究は、イネの発芽から登熟までの生活環におけるBRの生長調節作用を作物生理学的に追求し、合わせて農業上の利用の可能性について検討したものである。

1. ラミナジョイントテストにおけるブラシノライドの活性

BRは、イネ幼苗のラミナジョイントによるオーキシン活性物質のバイオアッセイ系(オーキシン依存のイネ細胞伸長促進作用の検定)において、インドール酢酸 (IAA) の10,000倍以上の活性を示した。低温ストレス条件では、IAAは検定温度(通常試験では30℃)の低下にともなって活性が著しく低下し15℃では全く活性を示さないのに対して、BRは検定温度が低下しても顕著な活性を維持し、IAAには認められない特異な生理作用を発現することが明らかになった。ブラシノステロイド (BRS) の中では、BRの活性がもっとも高く、IAAと同程度にしか活性を示さないものもあり、構造と活性の間の相関が示唆された。

2. ブラシノライドによるイネの登熟促進作用

登熟促進による収量増を目的にして、イネの生活環におけるBRの処理時期を調べたところ、最高分けつ期処理の場合では穎花数が増加し、穎花分化期・減数分裂期・出穂期の各時期の場合では、何れも出穂開花後の粒重増加速度が早まり、登熟歩合の向上が認められた。BRは一桁違う2種類の濃度間で登熟促進作用に大差はないが、減数分裂期と出穂期の2回処理で効果が高かった。こうした効果の違いは、BRの植物体への難浸透性と関わっているものと考えられた。

BR処理によるイネの粒重および登熟歩合への影響をみると、ガラス室条件では、BR無処理区(対照区)よりも粒重・登熟歩合を向上させた。低温ストレス条件下での登熟歩合はガラス室条件下の75%以下に減少したが、BR処理は登熟後期においてその減少を軽減した。軽減の程度は低温条件下で顕著であった。このように、BRは、ガラス室という限定された条件下ではあるが、明らかに登熟を促進し、特に低温ストレス条件下においてその効果が高いことが明らかになった。

3. イネの登熟促進に対するブラシノライドの作用機構

(1) 同化産物の転流に及ぼす影響

出穂期の¹⁴C-トレーサー実験において、出穂期に光合成作用で取り込まれた¹⁴Cは葉から糖類の一時貯蔵器官である葉鞘および稈を経て穂に移行していくが、BR処理は同化産物の葉鞘、稈での貯留を抑え、速やかに穂への転流を促進することが判明した。さらに、穂ばらみ期、開花期および乳熟期の3生育時期に別々に行った¹⁴C-トレーサー実験における、対照区の器官別¹⁴Cの分布をみると、穂ばらみ期では、固定された¹⁴Cは葉鞘および稈に長期間留まり穂へは徐々に移行するが、開花期以降には、葉鞘および稈での一時貯留期間が短くなり、乳熟期では取り込み1日後に既に穂への¹⁴C移行が90%にもなった。出穂後の日数がたつにつれて葉から穂への¹⁴Cの移行は一層速やかになった。こうした条件のなかで、BR処理は穂ばらみ期の¹⁴C-トレーサー実験において穂への移行に差はなかったが、開花期以降の¹⁴C-トレーサー実験ではBRは同化産物の穂への転流を促進した。すなわち、BRは出穂開花期以降の同化産物の穂への転流を促進することで登熟を促進することが明らかになった。

(2) 炭水化物の分配に及ぼす影響

登熟期のイネの器官における炭水化物の分布を、まず対照区におけるガラス室条件と低温ストレス条件の場合で比較すると、器官全体に含まれるデンプン量は、低温ストレス条件下ではガラス室条件下に比べて顕著に減少するが、スクロース量は逆に著しく増加した。このときのデンプン量の減少は、葉鞘、稈あるいは葉身では著しく高揚する一方で玄米での集積量が激減するためであり、スクロースの全体量の高揚は、玄米での減少するものの葉身、葉鞘、稈で激増するためであった。こうしたガラス室および低温ストレス条件下で生育する登熟期のイネの場合に、BR処理は、両条件下において対照区よりも葉鞘および稈のデンプン量を減少させ、玄米中のデンプンおよびスクロース量を増大させた。BRはガラス室条件下のみならず低温ストレス条件下においても、葉鞘および稈での炭水化物の蓄積を抑え、玄米（子実）へのスクロースおよびデンプン蓄積を促進し、登熟を増強するものと考えられた。

(3) 穂の内生ホルモン含量の変化

穂のシンク能については、出穂後に増加する内生ホルモンのなかのオーキシシン (IAA)、アブジジン酸 (ABA) およびエチレンを定量し、BR処理の影響を検討した。穂の内生ホルモンIAA、ABAおよびエチレンは、出穂開花期を境に著しく高揚するが、BRは登熟初期のIAA含量およびエチレン生成量を増加させる傾向があり、逆にABA含量を低下させる傾向を示した。BRは、これらホルモンの内生レベルを変動させてシンク能を向上させている可能性が推察された。

4. 圃場実験におけるブラシノライドの登熟促進作用

このような作用をもつBRの圃場試験の結果では、イネの穂の特定穎花をみると弱勢穎花における粒重増加および登熟歩合が向上したが、穂全体で見ると登熟歩合がわずかに向上したのみであった。しかしながら、遅延型冷害を想定した晩植による出穂期の遅れを作り出し、登熟期の積算温度が足りない条件において、BRは粒重を増加させ、登熟歩合を向上させ、明らかな登熟促進作用を示した。

以上、本研究においては、BRと、イネ苗作りと関係の深い発芽・初期生育および子実の収量と直接的に結びつく生殖生長期の生長調節作用を解析し、特に低温ストレスとの関わりに視点を置いて調査研究した。その結果、BRは、イネの生活環に亘って生長促進

作用を示し、特に低温という異常温度下でその能力を発揮する事が判明した。なかでもBRの登熟促進作用は同化産物の穂への転流を促進することに帰因し、低温下でもBRの効果が発現することを明らかにした。

BRの植物成長調節剤としての農業生産上の実用化には、生長制御に関する新しい現象の発見とそのメカニズムの解明や制御のための処理法の開発・修正など今後とも一層の基礎的先導的研究や技術開発が必要であるが、本研究は、その基礎資料として役に立つものと考えている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 喜久田 嘉 郎

副 査 教 授 岩 間 和 人

副 査 教 授 大 澤 勝 次

副 査 教 授 坂 齊

(東京大学大学院農学生命科学研究科)

学 位 論 文 題 名

植物生理活性物質ブラシノライドによる イネの生長制御に関する作物生理学的研究

本論文は、総頁数 158 頁からなる邦文で表 18、図 33、を含み 8 章から構成されている。別に 6 編の参考論文が添えられている。

ブラシノライド(BR)は、1979年にグローブラによってセイヨウアブラナから単離され、精製・構造決定されたステロイド骨格をもつ天然植物生理活性物質である。BRは他の植物ホルモンとは異なる特異な生理作用を有し、イネにおいては、その処理によってストレス回避による増収が期待される物質である。本研究は、イネの発芽から登熟までの生活環におけるBRの生長調節作用を作物生理学的に研究し、合わせて農業上の利用の可能性について検討したものである。次にその成果を列挙する。

1. ラミナジョイントテストにおけるブラシノライドの活性

BRは、イネ幼苗のラミナジョイントによるオーキシン活性バイオアッセイ系(オーキシン依存的イネ細胞伸長促進作用の検定)において、インドール酢酸(IAA)の10,000倍以上の活性を示した。低温ストレス条件では、IAAは検定温度(通常の試験では30℃)の低下にもなって活性が著しく低下し15℃では全く活性を示さないのに対して、BRは検定温度が低下しても顕著な活性を維持し、IAAには認められない特異な生理作用を発現することを明らかにした。

2. ブラシノライドによるイネの登熟促進作用

イネの生活環におけるBRの処理適期を調べたところ、最高分けつ期処理の場合では穎花数が増加し、穎花分化期・減数分裂期・出穂期では、何れも出穂開花後の粒重増加速度が早まり、登熟歩合の向上が認められた。BRは、減数分裂期と出穂期の2回処理で効果が高かった。こうした効果の違いは、BRの植物体への難浸透性と関わっているものと考えられた。

BR処理によるイネの粒重および登熟歩合への影響をみると、ガラス室条件では、対照区よりも粒重・登熟歩合を向上させた。低温ストレス条件下での登熟歩合は対照の75%以下

に減少したが、BR処理は登熟後期においてその減少を軽減した。軽減の程度は低温条件下で顕著であった。このように、BRは、明らかに登熟を促進し、特に低温ストレス条件下においてその効果が高いことが明らかになった。

3. イネの登熟促進に対する同化産物の転流と分配に及ぼすブラシノライトの影響

出穂期の¹⁴C-トレーサー実験において、出穂期に光合成作用で取り込まれた¹⁴Cは葉から糖類の一時貯蔵器官である葉鞘および稈を経て穂に移行していくが、BR処理は同化産物の葉鞘、稈での貯留を抑え、速やかに穂への転流を促進することが判明した。

登熟期のイネの器官における炭水化物の分布を、まず対照区におけるガラス室条件と低温ストレス条件の場合で比較すると、器官全体に含まれるデンプン量は、低温ストレス条件下では対照に比べて顕著に減少するが、スクロース量は逆に著しく増加した。デンプン量の減少は、葉鞘、稈あるいは葉身では著しく高揚する一方で玄米での集積量が激減するためであり、スクロースの全体量の高揚は、玄米では減少するものの葉身、葉鞘、稈で激増するためであった。BR処理は、対照区よりも葉鞘および稈のデンプン量を減少させ、玄米中のデンプン量を増大させた。

4. 穂の内生ホルモン含量の変化

出穂後に増加する内生ホルモンのうちオーキシシン (IAA)、アブシジン酸 (ABA) およびエチレンを定量した。穂の内生ホルモン含量は、出穂開花期を境に著しく高揚するが、BRは登熟初期のIAA含量およびエチレン生成量を増加させる傾向があり、逆にABA含量を低下させる傾向を示した。BRは、これらホルモンの内生レベルを変動させてシンク能を向上させている可能性が推察された。

5. 圃場実験におけるブラシノライドの登熟促進作用

イネの穂の特定穎花をみると弱勢穎花における粒重増加および登熟歩合が向上したが、穂全体でみると登熟歩合がわずかに向上したのみであった。遅延型冷害を想定した晩植による出穂期の遅れは、登熟期の積算温度が足りない条件において、BRは粒重を増加させ、登熟歩合を向上させ、明らかな登熟促進作用を示した。

以上、本研究においては、BRと、低温ストレスとの関わりに視点を置いて調査研究している。その結果、BRは、イネの生活環に亘って生長促進作用を示し、低温でもその能力を発揮する事が判明した。なかでもBRの登熟促進作用は同化産物の穂への転流を促進することに帰因し、低温下で効果が発現することを明らかにした。

BRの植物成長調節剤としての農業生産上の実用化には、生長制御に関する新しい現象の発見とそのメカニズムの解明や制御のための処理法の開発・修正など今後とも一層の基礎的先導的研究や技術開発が必要であるが、本研究は、その基礎資料として役に立つものと考えられる。

よって審査員一同は、藤井清一が博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。