

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	植物ホルモン・ジベレリンを利用した高バイオマス植物の作出
研究機関・部局・職名	名古屋大学・生物機能開発利用研究センター・准教授
氏名	上口 美弥子（田中 美弥子）

【研究目的】

ジベレリン (GA) は、茎葉伸長、花芽形成、種子発芽など、植物の一生を通じて成長を促進する植物ホルモンである。20 世紀の育種は食料としての種子を、作物を倒すことなく収穫する事を目的としたために、成長ホルモンである GA を低下させ、作物成長を抑制し、矮化させることにより収量増加を図った。いわゆる「緑の革命」である。しかし、低炭素社会を実現させるためには、植物の生長を抑制させるのではなく、植物の持つ成長能力を最大限発揮させバイオマス収量を増加させるといった全く新しい育種戦略が必要となる。したがって、本申請では、GA の生合成やシグナル伝達を過剰にし、植物の持つ成長能力を最大限に引き出すことにより、高バイオマス植物を作出することを目的とする。

上記目的を達成するために、以下の研究テーマを設定する。

テーマ1 「GA 合成量を増加させる」

本戦略において標的する酵素は、GA 合成を触媒する GA20 酸化酵素、GA3 酸化酵素、および GA 不活性化を触媒する GA2 酸化酵素である。これらの酵素タンパク質についてその生化学的性質や構造を解析し、活性に重要なアミノ酸残基を特定し、活性増強に向けて改変する。これらの研究の成否は結晶化・構造解析に依存する。複数個の酵素について平行して実験を行うことによりリスクヘッジを担保する。

テーマ2 「成長抑制因子 DELLA 活性の抑制」

応募者は DELLA の機構欠失型変異体を 10 年にわたり収集し続けている（現在までに 11 系統）。そのほとんどが栽培中に死滅する変異体だが、最近、特別なバックグラウンドを用いることで、稔性を有するマイルドな変異体を見いだした。この変異体を母本に用い、ここに耐倒伏性遺伝子を付与することにより、バイオマスを増加させたイネの育種を目指す。

テーマ3 「GA により引き起こされる細胞分裂・伸長の研究」

DELLA は GA 反応を抑制する機能を持つために、転写抑制因子と考えられてきたが、一方で、転写のコアクティベーターと類似の構造を有し、酵母中で転写活性化能を持つことから、転写活性化因子の可能性も指摘されている。DELLA が転写活性化因子で

ある可能性について検討する。さらに、DELLA により転写が誘導される遺伝子群の探索を行う。この際、探索のポイントは、DELLA により直接的に制御され、GA 反応に対して抑制的に機能する遺伝子という点である。そのため、DELLA により直接的に制御されると予想される GA 生合成遺伝子や GID1 受容体遺伝子と類似の発現パターンを示し、かつ、細胞分裂や伸長との関連を期待させる遺伝子に注目して探索する。候補遺伝子を特定した後、抑制因子がどのように細胞分裂・伸長現象と関わるのかについて解析し、GA から細胞分裂・伸長に至る全体像解明を目指す。さらに、これらの遺伝子を用いてバイオマス収量増加に向けた分子育種に利用する。

【総合評価】

	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】

① 総合所見

本研究課題は、植物の生長ホルモンであるジベレリンに注目し、その生合成、受容、応答に注目して、バイオマス生産性の向上した植物の作成を最終目標とするものである。具体的に挙げた3つの課題に関して、ジベレリン代謝酵素、合成酵素の X 線結晶構造解析に成功したほか、成長抑制因子 DELLA 活性の抑制に関してもこの蛋白の GRAS ドメインを変異した変異株と GID1 受容体の一部欠損変異株との掛け合わせで高バイオマス活性が得られること、DELLA のタンパク質と相互作用する転写因子を同定しており、重要な成果を挙げている。

② 目的の達成状況

・ 所期の目的が

(全て達成された ・ 一部達成された ・ 達成されなかった)

本研究課題で挙げられた3つの目的は、1) GA 合成量を増加させるための GA 合成代謝酵素の構造解析、2) 成長抑制因子 DELLA 活性の抑制された変異株を利用した太棹、強棹遺伝子との掛け合わせによるイネの作出、3) GA による細胞分裂・伸長の解析である。1) に関しては GA 代謝酵素である GA2 酸化酵素の X 線結晶化構造解析に成功し、活性中心のアミノ酸残基の同定が進んでいる。また、GA 合成酵素についても、結晶化が成功し、その構造解析と GA 代謝酵素との構造的比較が行われている。また、2) の DELLA 活性の抑制に関しては、DELLA 抑制変異とジベレリン受容体遺伝子変異の掛け合わせにより、高いバイオマス性を示すという結果を得ている。また、3) に関しては DELLA タンパク質と相互作用してジベレリン情報を伝える転写因子を見出しており、DELLA が転写活性化因子として働くことを明らかにしている。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

ジベレリンによる植物の機能改変を、GA の合成酵素、分解酵素の構造解析から行っていく手法には、同定したジベレリン受容体の改変も含めて先進性が認められる。最終的にジベレリン合成酵素の構造の理解と酵素化学からの仮説がうまく組み合わせられ、DELLA 相互作用因子の解明が DELLA の作用メカニズムの理解に大きく寄与している。なお、DELLA 抑制変異とジベレリン受容体遺伝子変異の掛け合わせによりバイオマスが増加した結果に加え、インド稲と多収性稲を用いて高バイオマス性を調べる研究は解析が進めば、当初の目的を超えた成果とすることができる。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

ジベレリン合成、受容、応答における鍵物質の解析は独創性が高く、基礎分野からの応用も広い。さらにジベレリンの合成強化や抑制因子による抑制は、植物における形態形成や高バイオマス作物の創出などの波及効果が期待できる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われた ・ 行われなかった)

研究実施マネジメントは、雇用者 1 名を除き全員が新しい研究の場を得ており、適切に行われたと思われる。一方、論文発表も DELLA タンパク質の機能に関して論文発表しており、今後ジベレリン合成、代謝酵素の構造解析、高バイオマス稲作出を目指した研究も論文として早期に発表するよう期待したい。