



窒素による ダイズ種子貯蔵タンパク質集積調節機構

大竹憲邦
新潟大学農学部

ダイズは種子中に約40%と高濃度にタンパク質を含み、今後予想される世界的な食糧不足に対応するための重要な作物とされている。我が国では味噌、醤油、豆腐の原料としての利用の他、登熟途中の種子を「エダマメ」として食する習慣があり、身近な食品でもある。ダイズ種子の貯蔵タンパク質については古くから研究されているが、ここでは、これまで未解明な部分が多かった窒素栄養と種子貯蔵タンパク質集積調節機構について紹介する。

ダイズ種子貯蔵タンパク質

ダイズ種子貯蔵タンパク質は主として β コングリシニンとグリシニンからなる。 β コングリシニンは α 、 α' 、 β サブユニットから、グリシニンは酸性および塩基性サブユニットから構成される(図1-A)。これらの貯蔵タンパク質は種子成熟期に子葉のプロテインボディに集積する。図1-Bは、完熟種子切片のタンパク質をクマージブリリアントブルー(CBB)で染色した光学顕微鏡写真である。細胞中にプロテインボディが充満していることがわかる。高等植物におけるプロテインボディへの分子レベルのタンパク質集積機構については、最近の総説を参考にさせていただきたい⁽¹⁾。

ところで、種々の栄養素と貯蔵タンパク質との関係に

ついては、1977年にThompsonらがダイズ未熟子葉を試験管内で培養する方法を報告した後⁽²⁾、1981年に彼らの用いた培地に含硫黄アミノ酸のL-メチオニンを添加すると、 β サブユニットの集積が抑制されることが見いだされ、以来 β サブユニット上流転写調節領域を用いた硫黄代謝の研究が精力的に行なわれている⁽³⁾。一方、タンパク質の最も主要な構成元素である窒素については、そのタンパク質への集積制御はこれまでほとんど研究されてこなかった。これは、マメ科植物の場合、土壤微生物との共生によって空気中の窒素を利用でき、欠乏症状が出にくいためであった。そこで筆者らは、根粒の着生しないダイズ遺伝子変異株T201を用いて、窒素栄養が貯蔵タンパク質集積に及ぼす影響を検討することとした。

β コングリシニンの β サブユニットは種子窒素濃度 に比例して集積量を変化させる

根粒非着性系統ダイズT201は、WilliamsとLynchにより1954年に‘Lincoln’×‘Richland’の交配後代から発見された根粒着生遺伝子欠損(*ry1*)株である⁽⁴⁾。同一の選抜系統から得られた通常通り根粒を着生し生育

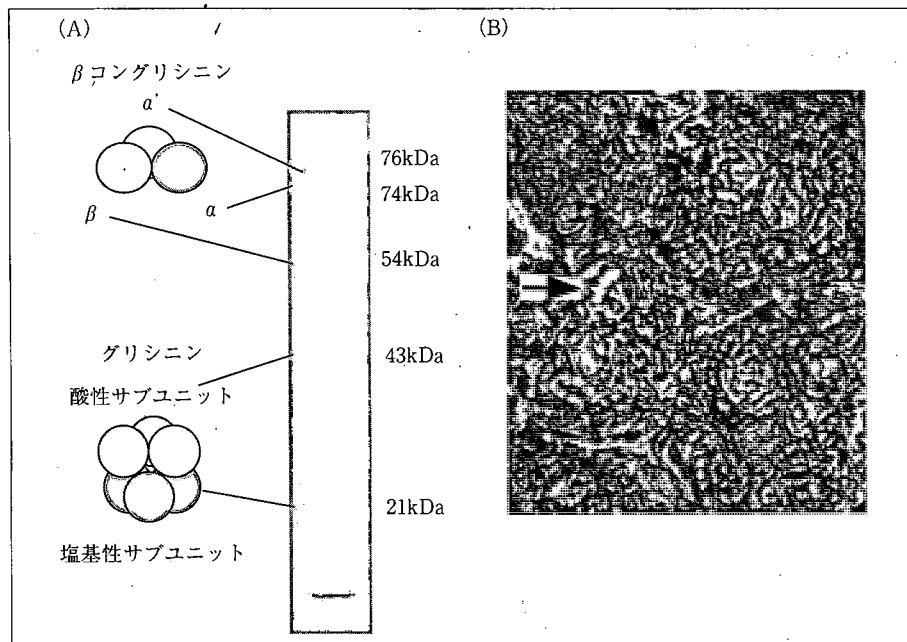


図1 ■ダイズ種子貯蔵タンパク質の構成と電気泳動パターン

A:ダイズ種子貯蔵タンパク質をSDS-PAGEで分離しCBBで染色した。B:完熟種子の切片をCBBで染色し光学顕微鏡で観察した。矢印はプロテインボディ。

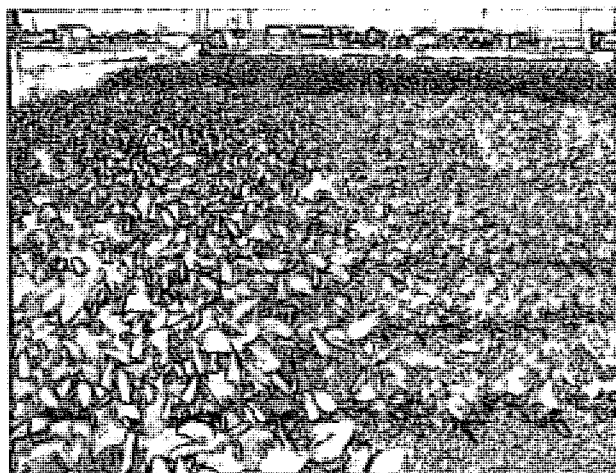


図2 ■根粒着生(左)および非着生系統ダイズ(右)の水田転換畑場における生育状況

する系統はT202と呼ばれ⁽⁵⁾、同質の遺伝子背景をもつ対照系統とされている。T201は、日本でも圃場における窒素固定の評価のために‘フジミジロ’や‘農林2号’‘A62-1’といった栽培品種と交配され、‘東山90号’および‘東山89号’という根粒非着生系統が作出された。新潟県総合農業試験場の水田転換畑における根粒着生および非着生系統ダイズの生育状況を図2に示した。根粒非着生系統では葉色が悪く、窒素欠乏の症状を呈する。

これらの系統の種子タンパク質成分をSDS-PAGE(ポリアクリルアミドゲル電気泳動)で分析したところ、根粒着生系統であるT202、フジミジロ、農林2号およびA62-1の種子には明確に現われたβコングリシニンのβサブユニットのバンドが、根粒非着生系統である

T201、東山90号、東山89号、A62-2のいずれの種子にも欠損していた(図3)⁽⁶⁾。このβサブユニット集積の欠損は種子生育全期間を通じて認められるのであろうか、あるいはいったんは集積するものの途中で分解されるのであろうか。

図4-Aは、種子生育期間中のT201とT202の種子貯蔵タンパク質のSDS-PAGE像である。T202ではこれまでの報告と同様に、8月25日にはα、α'サブユニットが集積しはじめ、9月1日にはβサブユニットと、グリシニンの酸性および塩基性サブユニットの集積が認められる。T201ではα、α'サブユニットと、酸性および塩基性サブユニットは、T202と比べ約1週間遅れて集積を開始している。根粒着生系統のT202では主要な構成成分であるβコングリシニンのβサブユニットは、非着生系統T201の種子では、どの時期にもほとんど集積していないことがわかる。さらに、mRNAレベルでも、α(α')サブユニットmRNAの集積は両系統とも確認できるが、βサブユニットmRNAの集積はT201ではほとんど認めることができない(図4-B)⁽⁷⁾。

種子成分を分析してみると、圃場で栽培された根粒非着生系統ダイズの種子窒素濃度は著しく低い。そこで、各サブユニットの集積量と窒素濃度との相関を詳細に検討したところ(図5)、グリシニンの酸性および塩基性サブユニットは種子の窒素濃度によらずほぼ一定の値を示すが、βコングリシニンの特にβサブユニットは種子窒素濃度と集積量が正に比例することがわかった⁽⁸⁾。この関係は、適切な窒素供給さえあれば根粒非着生系統ダイズT201でも認められるのであろうか。培地硝酸濃度を

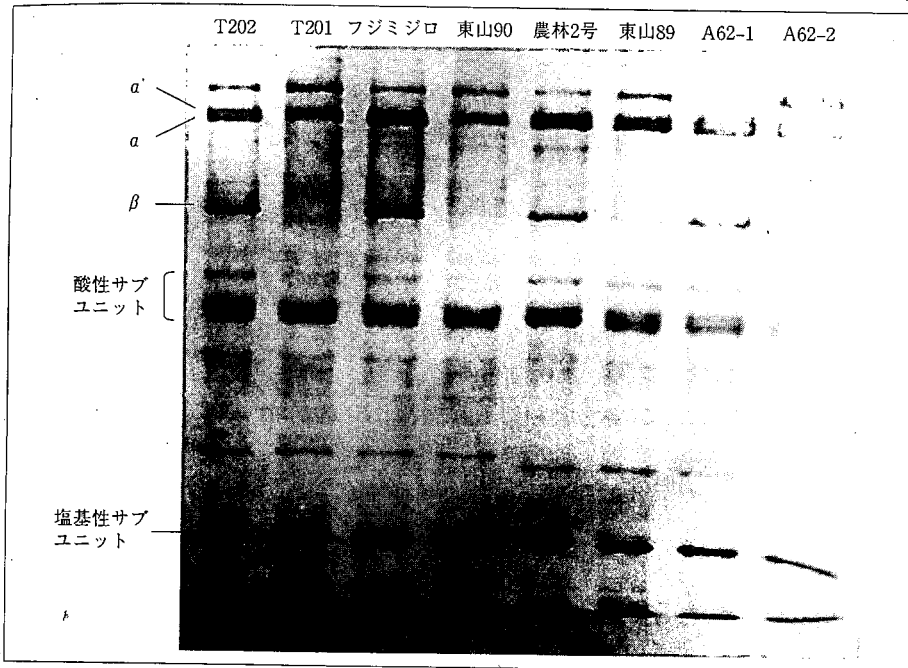


図3 ■根粒着生・非着生系統ダイズ種子タンパク質のSDS-PAGEによる分離

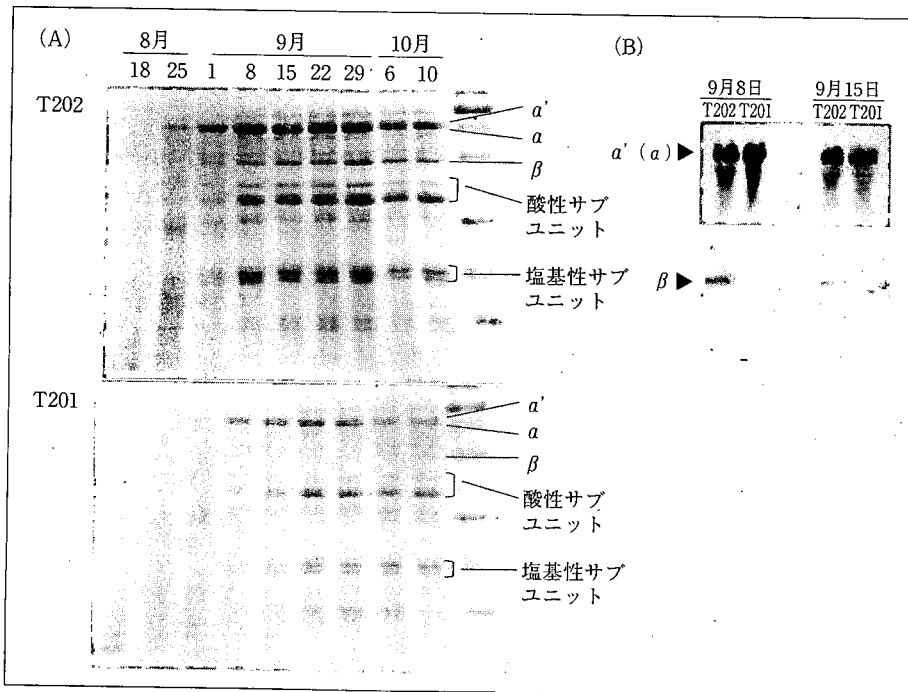


図4 ■種子生育期間中の貯蔵タンパク質成分の集積

A: T201およびT202における生育時期別の種子貯蔵タンパク質集積の様子。B: α' (α)サブユニット(上部)および β サブユニット mRNA 集積の様子

2 mM (低窒素), 5 mM (窒素十分), 10 mM (高窒素)としてT201とT202を水耕栽培した結果によると, 高窒素条件ではT202完熟種子中の β コングリシニンの割合が増加し, またT201でも窒素濃度の上昇に応じて β サブユニットの集積が認められることから(図6), β コングリシニンの β サブユニットの集積量は植物の窒素栄養状態に応じて調節されていることが示された⁽⁷⁾。同様の結果はその後, いくつかの研究グループからも報告されている⁽⁹⁻¹¹⁾。

窒素供給に応答した貯蔵タンパク質集積変化については他に, オオムギのホルデイン⁽¹²⁾, サツマイモのパタチン⁽¹³⁾, ダイズの栄養体貯蔵タンパク質⁽¹⁴⁾, トウモロコシのツェイン⁽¹⁵⁾について報告されている。特にトウモロコシのツェインは, ロイシンジッパー型転写調節因子であるOpaque2の結合ドメインを中心に上流プロモーター解析が精力的に進められている。この点については後述する。

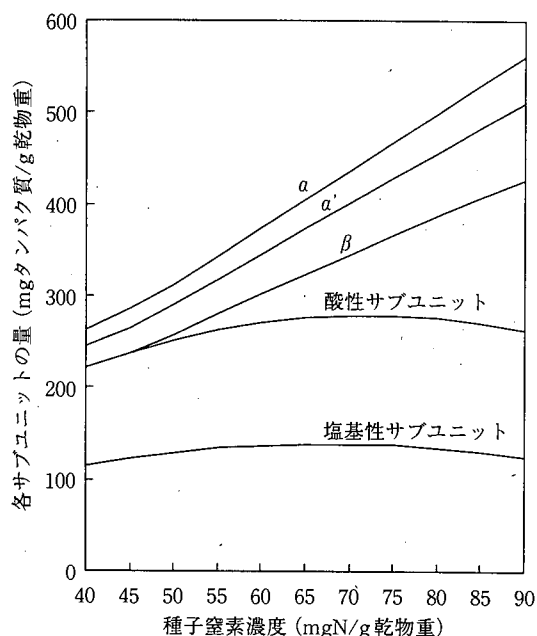


図 5 ■ 種子窒素濃度に対する各サブユニット濃度の変化

植物体から種子への窒素の輸送

高等植物の根から吸収された硝酸は、硝酸のまま、あるいは根で還元同化され、導管を通じて地上部へと輸送される。登熟途中のダイズ種子に供給される窒素は篩管を經由し、主としてアミノ酸の形態で輸送される。窒素欠乏植物においては窒素が十分にある状態と比較して導

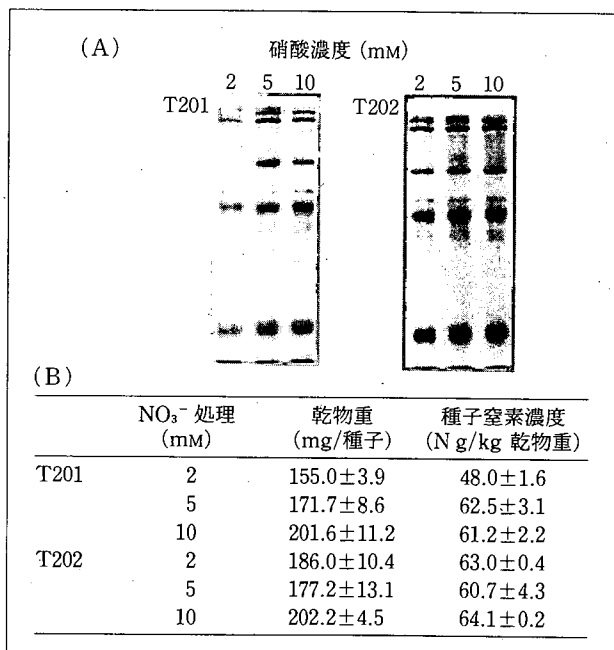


図 6 ■ 窒素濃度と貯蔵タンパク質との関連

A: 窒素濃度を変えて栽培した根粒非着生系統ダイズ T201 および着生ダイズ完熟種子の貯蔵タンパク質集積。B: 乾物重および種子窒素濃度

管あるいは篩管經由の窒素の移行形態に違いがあることから、前項で述べた β サブユニットの集積の調節に関与している可能性が考えられた。

実際に、窒素十分または欠乏条件で栽培した根粒非着

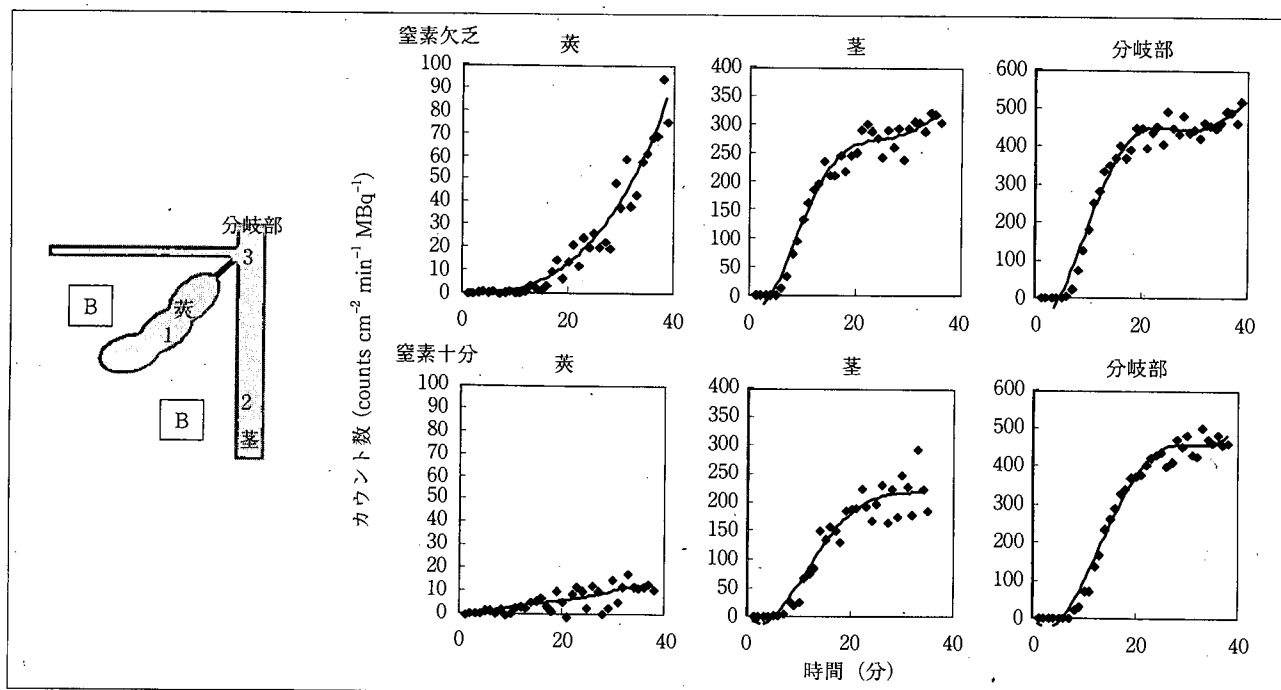


図 7 ■ 窒素欠乏条件 (上部) と窒素十分 (下部) 条件で栽培したダイズ莢周辺における ¹⁵N 集積の経時的変化

¹⁵NO₃⁻ を莖切断部から吸収させた。放射能は B の部分の平均値をブランクとして差し引いた値を用いた。

生系統ダイズ植物体内において、導管経由の硝酸が地上部でどのように分配されるのかを調査するため、莢を含む地上部の莢切断面から¹⁵N標識硝酸を供給し、その移動を40分間PETIS*1により解析した結果、莖と分岐部では窒素欠乏植物と窒素十分植物に放射能の差は見られないが、莢では窒素欠乏植物のほうが窒素十分植物よりも10倍も放射能が高いことがわかった(図7)。これは、窒素欠乏植物の莢のシンク活性が強い、あるいは篩管を經由した葉から莢への窒素の再分配が窒素欠乏植物で促進されることを示している。しかし、同様の実験を¹⁵N標識硝酸を用いて行なったところ、未熟種子には標識窒素はほとんど確認されなかったことから、莖を通過した硝酸態窒素は早い段階で莢にまで到達するが、種子に供給されるまでには比較的時間が掛かることがわかる⁽¹⁷⁾。

窒素欠乏植物の根から¹⁵N標識硝酸を供給すると、供給後2日程度で登熟種子に発光分析法により測定できるレベルに¹⁵N濃度が上昇する。この¹⁵N増加と同時にβサブユニットmRNAが集積することから、登熟種子でのβサブユニットの集積は植物のソースからの窒素供給が増加することによって引き起こされることがわかる⁽¹⁸⁾。窒素欠乏状態で栽培したダイズ未熟子葉の試験管内培養系で、グルタミンを添加した場合に12時間以内にβサブユニットmRNAの集積がみられたことも上記の事実を裏づけている。なお、同じ系で登熟種子への主な窒素の移行形態であるアスパラギンを添加して7日間にわたり培養したが、βサブユニットmRNAの集積は認められなかった⁽¹⁹⁾。

登熟種子内でのアミノ酸代謝

ダイズ未熟子葉は莢の中で種皮に包まれ、養分を受け取っている。ソース器官から維管束を通過して輸送された養分はいったん種皮から子葉の周りの空間に放出される。未熟子葉が受け取る主な窒素源はアミノ酸であり、篩管液中には硝酸などの無機窒素や根粒による窒素固定由来窒素の移行形態であるウレイドはほとんど確認されない⁽¹⁹⁾。未熟子葉に輸送される成分のアミノ酸組成の分

*1 植物体内における元素の移行の追跡には同位体元素がよく使われる。従来までの分析方法では植物が生きた状態で放射性あるいは安定同位体を検出することは困難であったが、近年、植物に応用できるPETIS (Positron Emitting Tracer Imaging System)が開発され、¹¹C、¹⁵Nまたは¹⁸Fのようなポジトロン(陽電子)放出核種から放出された消滅ガンマ線を直接検出して生きた状態の植物を分析できるようになった⁽¹⁹⁾。PETISはリアルタイムに元素の吸収・移行・分布を測定できるため、高等植物を用いた植物栄養学的研究に応用され始めている。

Gln mM	0			5			20		
Asn mM	0	20	40	0	20	40	0	20	40
βサブ ユニット									

図8 ■ βサブユニットmRNA集積に及ぼす培地窒素源の影響

窒素源としてアスパラギンとグルタミンを種々の濃度で混合し、窒素欠乏ダイズから得られた未熟子葉を2日間培養した。

析結果によると、アスパラギンとグルタミンが主たるアミノ酸であり*2、グルタミン酸やアスパラギン酸はほとんど含まれていない⁽²⁰⁾。

Skokutらは^{[15}N]NMRを用いて未熟子葉の試験管培養系におけるアスパラギンとグルタミンの窒素の動態を調べ、グルタミンのアミド態窒素とアミノ態窒素はダイズ種子貯蔵タンパク質合成では同じように用いられるが、アスパラギンのアミド態窒素はグルタミンのように迅速に利用されないことを示した⁽²³⁾。実際に、グルタミンは子葉のタンパク質集積期間では効率の良い窒素源であり、アスパラギンの利用効率はそれに劣る(グルタミンの約70%ほど)ことが知られている⁽²⁾。したがって現在のところ、アスパラギンは窒素の一時的な貯蔵に用いられていると考えられているのであるが、これまでの実験はいずれも、供給窒素源をアスパラギンあるいはグルタミン単独で供給した場合を比較したものである。最近、筆者らは、未熟子葉の試験管培養系において、アスパラギン単独ではβサブユニットの集積を促進しないが⁽¹⁹⁾、グルタミン20mM存在下ではアスパラギン濃度に比例してβサブユニットmRNAの集積が促進されるという結果を得ている(図8、未発表データ)。未熟子葉はグルタミンのみを窒素源として供給すると、7日間の培養において2倍以上新鮮重が増加し、異常に肥大することから、登熟種子に供給されるアミノ酸にはグルタミンとアスパラギンの両方が含まれていることが正常な種子を作る上で必要な条件であると考えられる。最近、シロイヌナズナにおいてアスパラギン合成酵素(ASN1)の過剰発現が種子タンパク質濃度や含量、そして種子重を増加させることが報告された⁽²⁴⁾。したがって、植物体内におけるアスパラギンは窒素の一時的な貯蔵のみなら

*2 植物の根や葉におけるグルタミンおよびアスパラギン代謝の研究は比較的進んでいるが、貯蔵器官における詳細なアミノ酸代謝経路については報告が少ない。植物体内ではグルタミンのアミド態窒素はグルタミン酸合成酵素によりα-ケトグルタル酸に移行し、2分子のグルタミン酸⁽²¹⁾。一方、アスパラギンのアミド態窒素はアスパラギナーゼによりアミドの窒素がアンモニウムイオンとして遊離された後、グルタミン合成酵素の作用によりグルタミンへと取り込まれる⁽²²⁾。

ず、むしろグルタミン(酸)存在下で有効に利用されていることが示唆される。

窒素に応答した遺伝子発現調節領域の最近の研究

ゲノム DNA は、比較的ゲノムサイズが小さいといわれるシロイヌナズナでさえ約 130 Mbp の大きさがあり、これを直径わずか 10 μm の核の中に効率的に折りたたみ収めている。DNA は核内でヒストンに 1.75 回巻き付いてヌクレオソームとなりソレノイド(ヌクレオソームファイバ)を形づくっている。そのため、ゲノム DNA からの転写の活性化には、DNA が巻き付いたヌクレオソーム構造にクロマチン構造変換因子が働きかけ、転写装置が DNA と結合することが必要である。染色体構造を制御する因子として酵母では SWI (switching) と SNF (sucrose nonfermenting) が報告され⁽²⁵⁾、高等植物においてもシロイヌナズナ AtSWI3B (SWI3 ホモログ)の機能解析が行なわれている^(26,27)。また、ヒストンの修飾によりヌクレオソーム構造が緩まり転写が活性化されること、あるいは逆に固くなり転写を抑制することなどが明らかとなってきた⁽²⁸⁾。

近年の遺伝子転写調節領域に結合するトランス因子の機能解析により、高等植物においてもこれらの転写活性化因子は、中心をなすコアエレメントとヒストンの結合をアセチル化する HAT (ヒストンアセチルトランスフェラーゼ) 活性をもつコアクチベータとの相互作用により、転写の活性化を起こすことが示されてきた⁽²⁹⁾。Bhatらはトウモロコシ Opaque2 タンパク質に結合する HAT (ZnGCN5) がアダプタータンパク質 (ZnADA2) を介してヒストンをアセチル化することを示した⁽³⁰⁾。こうした研究の進展には、酵母におけるアミノ酸飢餓に応答したアミノ酸代謝関連遺伝子群の発現を調節する bZIP (塩基性ロイシンジッパー) 型転写調節因子 GCN4 の解明が大きく貢献している⁽³¹⁾。

Opaque2 については当初、窒素に応答した転写活性化因子であると考えられた。トウモロコシの内胚乳を試験管培養する際に、供給アミノ酸の増加に比例して 22 kD ツェインタンパク質の集積量が増加するが⁽¹⁵⁾、Opaque2 欠損トウモロコシでは集積量が著しく少ないこと⁽³²⁾、さらに酵母の GCN4 タンパク質と相同性が高いこと^(33,34)、22 kD ツェイン上流転写調節領域に Opaque2 が結合することなどが示されたためである⁽³⁵⁾。しかしその後、Müllerらにより、窒素による 22 kD ツェインタンパク質集積調節には必ずしも Opaque2 タンパク質が必須ではないことが示された⁽³⁶⁾。一方で、オオムギに

おいて GCN4 ボックスと内胚乳モチーフが関連し合い、窒素に応答したホルデインの発現を調節することも報告されており⁽³⁷⁾、今後、窒素応答と Opaque2 による転写調節との関連が解明されることが期待される。

ダイズ種子貯蔵タンパク質についても、その遺伝子上流転写調節領域に結合する 3 つの DNA 結合タンパク質 (SEF1, 3 および 4) の存在およびその結合部位が明らかとなっている。 β コングリシニンの α サブユニット遺伝子プロモーター領域には SEF1 が 2 箇所、SEF3 が 1 箇所、SEF4 が 3 箇所、また β サブユニット遺伝子プロモーター領域には SEF1 が 3 箇所、SEF4 が 6 箇所結合できる部位がある⁽³⁸⁾。既述のように、 β コングリシニンは種子窒素濃度に比例し集積量を増加させることから、貯蔵タンパク質の転写については単純な On/Off 調節ではないことが示唆される。転写量を細かなレベルで調節するためには DNA-ヒストンの緩ませ方を調節している可能性もあり、これが β サブユニットと α サブユニットにおける SEF 結合部位の数の違いと関係があるかも知れない。

*

種子はいったん発芽条件が整うと、それまでの休眠状態から速やかに生長を開始する。発芽初期には養分の吸収はほとんど行なわれず、貯蔵された物質のみを利用する。そのため植物は発芽後しばらくの間生長に必要な光合成産物と養分を、あらかじめ生育期間中に種子に貯蔵する必要があり、またそれゆえに種子は人間にとって栄養に富んだ貴重な食糧となってきたのである。窒素は、他の植物や土壌中の微生物とも競争して獲得しなければならない主要な養分の一つである。その獲得や集積は、遺伝子の発現やリン酸化などをはじめとする非常にデリケートな調節を受けていることが示されつつある。今後さらにその詳細なメカニズムの解明されることが期待される。

文献

- 1) 西村いくこ: 蛋白質核酸酵素, 47, 1753 (2002).
- 2) J.F. Thompson, J.T. Madison & A.M. Muenster: *Ann. Bot.*, 41, 29 (1977).
- 3) M. Awazuhara, H. Kim, D.B. Goto, A. Matsui, H. Hayashi, M. Chino, S.G. Kim, S. Naito & T. Fujiwara: *Plant Sci.*, 163, 75 (2002).
- 4) L.F. Williams & D.L. Lynch: *Agron. J.*, 46, 28 (1954).
- 5) C.R. Weber: *Agron. J.*, 85, 43 (1965).
- 6) N. Ohtake, T. Nishiwaki, K. Mizukoshi, T. Chinushi, Y. Takahashi & T. Ohshima: *Soil Sci. Plant Nutr.*, 40, 345 (1994).
- 7) N. Ohtake, M. Suzuki, Y. Takahashi, T. Fujiwara, M.

- Chino, T. Ikarashi & T. Ohyama : *Physiol. Plant.*, **96**, 101 (1996).
- 8) N. Ohtake, S. Yamada, M. Suzuki, N. Takahashi, Y. Takahashi, T. Chinushi & T. Ohyama : *Soil Sci. Plant Nutr.*, **43**, 247 (1997).
- 9) N.C. Peacks, J. Ismande, R.C. Shoemaker & R. Shibles : *Crop Sci.*, **37**, 498 (1997).
- 10) N.C. Peacks, P.J. Sexton, S.L. Naeve & R. Shibles : *Plant Prod. Sci.*, **3**, 268 (2000).
- 11) H.B. Krishnan, G. Jiang, A.H. Krishnan & W.J. Wiebold : *Plant Sci.*, **157**, 191 (2000).
- 12) H. Giese & E. Hopp : *Carlsberg Res. Commun.*, **49**, 365 (1984).
- 13) H. Peña-Cortéz, X. Liu, J. Sanchez-Serrano, R. Schmid & L. Willmitzer : *Planta*, **186**, 495 (1992).
- 14) P.E. Staswick, J.F. Huang & Y. Rhee : *Plant Physiol.*, **96**, 130 (1991).
- 15) G.W. Singletary & F.E. Below : *Plant Physiol.*, **92**, 160 (1990).
- 16) 中西啓仁, 森 敏 : 蛋白質 核酸 酵素, **48**, 2082 (2003).
- 17) N. Ohtake, T. Sato, H. Fujikake, K. Sueyoshi, T. Ohyama, N.S. Ishioka, S. Watanabe, A. Osa, T. Sekine, S. Matsubashi, T. Ito, C. Mizuniwa, T. Kume, S. Hashimoto, H. Uchida & A. Tsuji : *J. Exp. Bot.*, **52**, 277 (2001).
- 18) N. Ohtake, T. Kawachi, I. Okuyama, H. Fujikake, K. Sueyoshi & T. Ohyama : *Soil Sci. Plant Nutr.*, **48**, 31 (2002).
- 19) 増田亮一 : “種子のバイオサイエンス”, 学会出版センター, 1995, p.79.
- 20) 藤原 徹, 内藤 哲 : “種子のバイオサイエンス”, 学会出版センター, 1995, p.153.
- 21) B.J. Mifflin & P.J. Lea : *Biochem. J.*, **149**, 403 (1975).
- 22) K.A. Sieciechowicz, K.W. Joy & R.J. Ireland : *Phytochemistry*, **27**, 663 (1988).
- 23) T.A. Skokut, J.E. Varner, J. Schaefer, E.O. Stejskal & R. A. McKay : *Plant Physiol.*, **69**, 308 (1982).
- 24) H.M. Lam, P. Wong, H.K. Chan, K.M. Yam, L. Chen, C. M. Chow & G.M. Coruzzi : *Plant Physiol.*, **132**, 926 (2003).
- 25) 太田 力 : 蛋白質 酵素 核酸, **45**, 1427 (2000).
- 26) T.J. Sarnowski, S. Świeżewski, K. Pawlikowska, S. Kaczanowski & A. Jerzmanowski : *Nucleic Acids Res.*, **30**, 3412 (2002).
- 27) C. Zhou, B. Miki & K. Wu : *Plant Mol. Biol.*, **52**, 1125 (2003).
- 28) 石井俊輔 : 蛋白質 酵素 核酸, **45**, 1418 (2000).
- 29) A. Lusser, D. Kolle & P. Loidl : *Trends Plant Sci.*, **6**, 59 (2001).
- 30) R.A. Bhat, M. Riehl, G. Santandrea, R. Velasco, S. Slocombe, G. Donn, H.H. Steinbiss, R.D. Thompson & H.A. Becker : *Plant J.*, **33**, 455 (2003).
- 31) D.E. Hill, I.A. Hope, J.P. Macke & K. Struhl : *Science*, **234**, 451 (1986).
- 32) R.A. Jones, B.A. Larkins & C.Y. Tsai : *Plant Physiol.*, **59**, 525 (1977).
- 33) S. Lohmer, M. Maddaloni, M. Motto, F. Salamini & R.D. Thompson : *Plant Cell*, **5**, 65 (1993).
- 34) I. Mauri, M. Maddaloni, S. Lohmer, M. Motto, F. Salamini, R.D. Thompson & E. Martegani : *Mol. Gen. Genet.*, **341**, 319 (1993).
- 35) R.J. Schmidt, M. Ketudat, M.J. Aukerman & G. Hoshchek : *Plant Cell*, **4**, 689 (1992).
- 36) M. Müller, G. Dues, C. Balconi, F. Salamini & R.D. Thompson : *Plant J.*, **12**, 28 (1997).
- 37) M. Müller & S. Knudsen : *Plant J.*, **4**, 343 (1993).
- 38) P.A. Lessard, R.D. Allen, F. Bernier, J.D. Crispino, T. Fujiwara & R.N. Beachy : *Plant Mol. Biol.*, **16**, 397 (1991).

プロフィール

十倉 充範 (Mitsunori Tokura) 昭和46年1月20日生<略歴>1999年京都府立大学大学院農学研究科単位取得退学/同年味の素(株)勤務, 現在にいたる。1999年農博<研究テーマと抱負>宿主の健康と腸内常在細菌の変動の関係について。今までにない視点から産業応用につなげたい<趣味>娘と遊ぶこと

新田 康則 (Yasunori Nitta) 昭和16年4月14日生<略歴>1971年大阪府立大学大学院農学研究科博士課程修了(農博)/1972年同大学農学部助手, 同講師, 同助教授を経て, 1997年同教授/2000年同大学大学院農学生命科学研究科教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>糖質関連酵素の機能発現機構の解明<趣味>スポーツ観戦, 絵画

西 哲人 (Akito Nishi) 昭和46年10月4日生<略歴>1995年九州大学農学部農芸化学科卒業/2000年同大学大学院農学研究科農芸化学専攻博士課程修了/同年田辺製薬(株)入社, 現在, 同社薬理研究所勤務<研究テーマと抱負>新規免疫抑制薬の開発<趣味>山登り

西村 弘行 (Hiroyuki Nishimura) 昭和20年2月14日生<略歴>昭和42年東京農工大学農学部農芸化学科卒業/44年名古屋大学大学院農学研究科修士課程修了/同年北海道大学農学部農芸化学科助手/63年同大学助教授/同年北海道東海大学工学部生物工学科教授, 現在にいたる。この間, 昭和50年より2年間米国カリフォルニア大学化学科博士研究員<研究テーマと抱負>北方系機能性作物

活用による生活習慣病予防食品の開発<趣味>囲碁, ゴルフ

野村 昌弘 (Masahiro Nomura) 昭和45年9月11日生<略歴>平成6年名古屋大学農学部農芸化学科卒業/8年同大学大学院農学研究科農学専攻博士課程前期課程修了/12年同大学大学院生命農学研究科生物機構・機能科学専攻博士課程後期課程修了, 科学技術振興機構特別研究員/15年北海道大学大学院農学研究科研究員, 現在にいたる<研究テーマと抱負>植物の被食防衛戦略の多様性とそれが昆虫群集に与える影響<趣味>旅行, 釣り