

学 位 論 文 題 名

イネ科作物の子実における

グリセロ脂質の分子種に関する研究

学位論文内容の要旨

イネの品種群として、二つの亜種に分類されている日本型イネとインド型イネの各2ないし3品種の子実について、次のような分析を行った。すなわち、それらの全粒、糖、胚乳のデンプン粒およびプロテインボディなどに含まれる脂質を中性脂質、糖脂質およびリン脂質に分別して定量した。続いて、全脂質と3種の脂質画分およびそれぞれの脂質クラスを構成する脂肪酸を同定した。次に、3種の脂質画分を構成する主要なグリセロ脂質が、どのような脂肪酸の組合せからなるかを示す分子種を検討した。その結果は、次のように要約される。

1. 玄米粒の脂質はその90%が中性脂質からなり、その中ではトリアシルグリセロール (TG) がもっとも多かった。糖脂質にはステロール配糖体 (アシルステリルグリコシド, ASG とステリルグリコシド, SG) がリン脂質にはホスファチジルコリン (PC), ホスファチジリエタノールアミン (PE) およびホスファチジリノシトール (PI) が主なものであった。
2. 玄米粒の脂質の構成脂肪酸はいずれの画分でも、また、上述の主な脂質クラスでもパルミチン酸、オレイン酸およびリノール酸の三つで全体の85%以上を占めていた。
3. ASG, SGともその主要なステロールはシトステロールであり (73-76%), また、主たる構成糖はグルコースであった (89-97%)。
4. 米粒のデンプンとプロテインボディの主な脂質クラスは前者がリゾリン脂質 (43-51%), 後者は遊離脂肪酸 (29-36%) であった。それぞれの主要な構成脂肪酸は前者がパルミチン酸 (40-47%), 後者はリノール酸 (38-40%) であった。
5. 日本型イネの子実でも寒冷地産のTGにはリノール酸の割合が高かったが (37-40%), 温暖地産とインド型イネのそれにはオレイン酸の割合が高かった (41-45%)。また、日本型イネの米糠TGの脂肪酸組成には、品種の違いは見られなかった。
6. 玄米粒のTG分子種組成は、パルミトイルオレオイルリノレインが全体の15-18%を占めていた。寒冷地産には比較的不飽和度の高いオレオイル

ジリノレインが多かったが（16％），温暖地と熱帯産にはその低いパルミトイルジオレインが多かった（11－13％）。また，日本型イネの米糠TG分子種組成は，互いに類似していた。

7．寒冷地産米のPCとPEの1,2-ジアルグリセロール（DG）残基にはジリノレイン（LL）が多かったが（14－25％），温暖地と熱帯産米のそれらにはパルミトイルオレインが多かった（18－25％）。これに対してPIでは共通してパルミトイルリノレイン（PL）が多かった（40－42％）。また，モノグリコシルジアシルグリセロール（MGMG）トジグリコシルジアシルグリセロール（DGDG）には日本型イネの子実にLL（21－28％）やリノレオイルリノレニン（12－24％）が多かったが，インド型イネの子実ではオレオイルリノレイン（OL，12－25％）やPL（9－34％）が多かった。

次に，イネやコムギと並んで世界の三大穀物のひとつであり，人間だけでなく動物の食料としても重要なトウモロコシの子実と，北欧諸国とソ連圏を中心に，また，わが国でも小規模ながら栽培されているライムギの子実についても同様な実験を行って，次のような結果を得た。

1．トウモロコシ子実の脂質では中性脂質が全体の95％を占め，その中ではTGがもっとも多かった（71％）。TGをはじめ各脂質クラスの構成脂肪酸の分子内配置に異同が見られた。また，TGの1,2-DG残基とPCおよびPEの主要な分子種はLL，OLおよびPLであった。一方，DGDGのそれは多様でジリノレニン（LnLn），OLおよびLLなどであった。

2．ライムギ子実の脂質では中性脂質が全体の70％を占め，その中ではTGがもっとも多かった。糖脂質は11－14％，リン脂質は16－18％であった。全脂質の構成脂肪酸はリノール酸が60％であった。また，4-デスメチルステロールのステロールは，シトステロールとカンペステロールで全体の90％を構成していた。

3．ライムギ子実の脂質でもっとも多い分子種はTGでトリリノレイン（21－27％），MGDGとDGDGおよびPCとPEではいずれもLLであったが（前者が52－78％，後者は30－38％），PIではPL（41－44％）であった。

本研究により，米粒とトウモロコシおよびライムギ子実に含まれているグリセロ脂質を構成する脂肪酸と，それらの組合せからなる分子種の基本的な様態が明らかになった。すなわち，グリセロ脂質の分子種レベルについて日本型イネとインド型イネの子実について比較したところ，とくにリノール酸とオレイン酸の含有割合に明らかに差が見られた。この現象は，米粒脂質の過半を占める貯蔵脂質（TG）よりも膜脂質（グリセロリン脂質とスフィンゴリン脂質からなる）に顕著であった。このことは植物が生育環境，とくに温度に順応しながら生命を維持していることを示唆している。同じ日本型イネの子実でも温暖地産の脂質の分子種組成が，寒冷地産と熱帯産のインド型イネとの中間的な分子種組成を有する結果が上記の考

察を支持している。

次に、トウモロコシとライムギ子実についても同じ手法で構成脂肪酸と分子種組成を調べた。とうもろこしでは量的に少ないグリセロ糖脂質に LnLn などの極めて不飽和度の高い分子種が含まれていた。トウモロコシはメキシコ付近が原産地と考えられているが、本研究の試料は北海道産であるため、得られたデータはある程度低温へ馴化されていることを示している。また、ライムギは本来原産地はトルコやイラン付近であるが、徐々により北方へより高地へと栽培地域が拡大するにつれて耐寒性が付与されてきたと考えられる。本研究の結果から全脂質に占めるリン脂質の割合が 16-18% と高く、しかも生体膜の脂質ではもっとも含有の多い PC がその 67-75% を占め、分子種はリノール酸を中心に構成されそれらで全体の 80% 以上を占めていたことは、前述の考察を裏付けている。

本研究は米粒を中心にして、生育温度の違いによって成熟した植物子実中のグリセロ脂質の構成脂肪酸と分子種組成が、明らかに異なることを示した。今後は日本型イネとインド型イネ、それに異なる栽培地から収集したトウモロコシとライムギ子実を、同一条件下で栽培して得られた試料を分析する必要がある。それによりそれぞれの構成脂肪酸と分子種組成の異同が、遺伝に基づくものかあるいは温度などの生育環境の違いによるものが明らかになるものと思われる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 千 葉 誠 哉

副 査 教 授 匂 坂 勝之助

副 査 教 授 但 野 利 秋

学 位 論 文 題 名

イネ科作物の子実におけるグリセロ脂質の分子種に関する研究

本論文は、和文162頁、図25、表37、8部からなり、ほかに参考論文37篇が付されている。

従来、北方系植物の脂質は、南方系植物の脂質に比べて不飽和脂質酸含量が高いと報告されている。その要因としては、生育環境、特に温度の影響が大きく、植物が低い温度に順応して膜脂質に不飽和脂肪酸含量を高めることにより脂質膜に柔軟性を与えるといわれている。しかし、生育条件が著しく異なっている寒冷地と熱帯のような条件のもとで生育した同一植物種の脂質について、その主要成分であるグリセロ脂質を分子種レベルで比較分析した報告はほとんどない。

本研究は、日本型およびインド型イネの子実を中心に、そのグリセロ脂質である中性脂質、糖脂質およびリン脂質の分子種を分析し、生育環境によってこれらの分子種組成にどのような差異が見られるかを明らかにしようとしたものである。研究の結果は以下のように要約される。

1. 分析試料として、日本型イネ「きらら 397」(北海道産)、「ゆきひかり」(北海道産)、「黄金錦」(高知県産) およびインド型イネ「IR 64」(フィリピン産)、「RD 19」(タイ産)の子実を主として用いた。

玄米粒の脂質はその90%が中性脂質からなり、トリアシルグリセリロール(TG)がもっとも多い。糖脂質としてはステロール配糖体のアシルステリルグリコシド(ASG)とステリルグリコシド(SG)が、リン脂質としてはホスファチジルコリン(PC)、ホスファチジルエタノールアミン(PE)およびホスファチジイノシトール(PI)が主なものである。

2. 玄米粒の脂質の構成脂肪酸はいずれの画分でもパルミチン酸(P, 16:0)、オレイン酸(O, 18:1)およびリノール酸(L, 18:2)の3種で全体の85%以上を占めている。

3. ASG、SGともにその主要なステロールはシトステロールであり(73-76%)、また、主たる構成糖はグルコースである(89-97%)。

4. 米粒のデンプンとプロテインボディの主な脂質は前者ではリゾリン脂質 (43-51%)、後者では遊離脂肪酸 (29-36%) である。それぞれの主要な構成脂肪酸は、前者がパルミチン酸 (40-47%)、後者はリノール酸 (38-40%) である。

5. 日本型イネの子実でも寒冷地産のTGにはリノール酸の比率が高く (37-40%)、温暖地産あるいはインド型イネのそれにはオレイン酸の比率が高い (41-45%)。

6. 玄米粒のTG分子種組成は、パルミトイルオレオイルリノレイン (POL, 16:0-18:1-18:2) が全体の15-18%を占めている。寒冷地産には比較的不飽和度の高いオレオイルジリノレイン (OLL, 18:1-18:2-18:2) が多いが (16%)、温暖地と熱帯産には不飽和度の低いパルミトイルジオレイン (POO, 16:0-18:1-18:1) が多い (11-13%)。

7. 寒冷地産米のPCとPEの1,2-ジアシルグリセロール (DG) 残基にはジリノレイン (LL, 18:2-18:2) が多いが (14-25%)、温暖地と熱帯産米のそれにはパルミトイルオレイン (PO, 16:0-18:1) が多い (18-25%)。これに対してPIでは共通してパルミトイルリノレイン (PL, 16:0-18:1) が多い (40-42%)。また、糖脂質として日本型イネ子実のモノグリコシルジアシルグリセロール (MGDG) とジグリコシルジアシルグリセロール (DGDG) にはLL (21-28%) やリノレオイルリノレニン (LLn, 18:2-18:3, 12-24%) が多いが、インド型イネ子実ではオレオイルリノレイン (OL, 18:1-18:2, 12-25%) やPL (9-34%) が多い。

8. 北海道産のトウモロコシやライムギについても同様の分析を行ったが、前者では糖質にジリノレニン (LnLn, 18:3-18:3) などの極めて不飽和度の高い分子種が含まれ、後者では特にリン脂質の含量が高く、分子種はリノール酸を主体に構成されている。

9. 上述の結果は、日本型およびインド型イネの子実のグリセロ脂質の構成成分、特にオレイン酸とリノール酸の含量に差がみられ、日本型イネ子実の脂質に不飽和度の高い脂肪酸の占める比率が高いことを示している。このことは、米粒脂質の過半を占める貯蔵脂質 (TG) よりも膜脂質としてのリン脂質に顕著であり、日本型イネでも温暖地産子実の脂質の分子種組成が、寒冷地産子実と熱帯産インド型イネ子実の中間的分子種組成を示すことと合わせて、生育環境が膜脂質の分子種組成に影響を与えることを強く示唆している。

以上のように本研究は、コメのグリセロ脂質を分子種レベルで分析することにより、生育環境と脂質分子種組成の関連性を明らかにしたものであり学術的に貴重な基礎的知見を提供している。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者間野康男は博士 (農学) の学位を受けるに十分な資格あるものと認定した。