

米穀粒の層別における含窒素化合物の分布

布浦 弘*, 光永 俊郎*, 井戸 明子**

Radial Distribution of Nitrogen Containing Compounds in the Rice Kernel

Hiroshi Nunoura, Toshiro Mitsunaga, and Akiko Ido

米は東南アジアはじめ世界各地で栽培されている代表的穀類の1つであり、われわれ日本人にとって食生活に主食として占める位置は大きい。さらに米粒中には約6~8%のタンパク質が含まれており、現在日本人のタンパク質源としても重要な食糧である。

米にはグルテリン、プロラミン、グロブリンおよびアルブミンの4種類のタンパク質が含まれており、その大部分はグルテリンが占めている。HoganやHoustonらはこれらのタンパク質は米粒の中心部より表層部に多く含まれていると報告している。

また米にはタンパク質以外の含窒素化合物として遊離アミノ酸も10~17種類含まれている。これらのアミノ酸は米の品種、米粒の部位、栽培条件により種類、含量が異なっている。グルタミン酸、グリシン、アスパラギン酸、アラニン、チロシン、バリンなどは品種に共通に存在しているが、アルギニン、スレオニン、フェニルアラニン、リジンなどは含まれない品種があると報告されている。また食味の良い米は遊離アミノ酸総量が大である。とくにグルタミン酸、アスパラギン酸およびアルギニンが多く、プロリンが少ない。さらに外国産米は日本産米に比してアミノ酸存在数が少く、総含量も非常に少ないことが知られている。米の含窒素化合物の含量については品種、製品(玄米、白米、糠)、産地、栽培条件などによつての報告が多く、米粒を対照にして層別にこれらの成分の分布を詳細に検討した報告は少ない。

本研究は米穀粒を表層部より内層部に層別に分離し、各層における各種タンパク質および遊離アミノ酸の分布について検討した。

実験方法

1. 材料;うるち米の越路早生(昭和45年度新潟県産、

軟質米)を収穫翌年4月に玄米の形で購入し、実験に供した。

2. 試料の調製;玄米200gを単位にして、佐竹式小型搗精機により搗精し、生成する粉を表層部より順に重量%にて0~4%, 4~8%, 8~12%, 12~16%, 16~20%, 20~30%, 30~40%, 40~50%, 50~100%の9部分に分けた。それぞれの部分は石油エーテルにて脱脂し分析試料とした。

3. 各種タンパク質の抽出法;各試料のタンパク質の抽出はMaesの小麦タンパク質の分離、抽出法を改良して用いた。まず試料粉約2.5gを精取し、セライト(#560)10gと乳鉢で充分混合、磨砕する。さらに海砂200gを加えて混合した後少量の蒸留水を加えて泥状にする。つぎにカラム(35×30cm)にガラスウール、石英砂、海砂、泥状試料、海砂、石英砂、ガラスウールの順に充填される。海砂、石英砂の各層は約1cmの厚みにつめられる。ここで用いた海砂、石英砂およびセライトの各抽出助剤は先に水、1.0%水酸化ナトリウム、70%エタノールにて充分洗滌、精製した。抽出はカラムに蒸留水、5%塩化ナトリウム水溶液、60%エタノールの順に各溶媒を連続的に流して行なわれる。そして各々の溶媒の抽出液をアルブミン区分、グロブリン区分、プロラミン区分としてタンパク質量を定量した。さらに総タンパク質量よりアルブミン量、グロブリン量およびプロラミン量の和を引き、それをグルテリン量とした。

4. タンパク質の定量法;タンパク質量はケルダール法で窒素量を定量し、窒素係数5.95を用いて算出した。

5. アルブミン区分の精製とディスク電気泳動;上記各試料のアルブミン区分抽出液を遠心分離(8000rpm)してその上清をとる。これを硫酸で100%飽和し、塩析後遠心分離して沈殿物を分離する。この沈殿物は蒸留水にとかして、M/100 グリシン緩衝液(pH8.6)に

*本学食品化学研究室 **本学46年度卒業生

て透析する。透析物中にわずかに生じた沈殿物は遠心分離により除いた後上清を限外濾過して10倍に濃縮し、精製アルブミン区分とする。この精製アルブミン区分は Davis の方法にしたがって8%のポリアクリルアミドゲルを用いて電気泳動させ、各試料アルブミンのパターンを比較した。

6. 遊離アミノ酸の分離と定量：各分析試料50gを精取し、約2倍量の70%エタノールを加え、40~50°Cで数時間振盪し遊離アミノ酸を抽出し、滲液に約5倍量の1%ピクリン酸液を加えた後遠心分離して除タンパクする。上清は Dowex 2×8Cl⁻ 型イオン交換樹脂にてピクリン酸を除き、得られた液は減圧濃縮し、0.2Nクエン酸緩衝液 (pH2.2) で定容 (5ml) にして、アミノ酸自動分析計 (日立 KLA-5B 型) にて定量した。

結果および考察

1. 米粒中のタンパク質の分布

(1)粗タンパク質量：Fig 1に示すごとく、粗タンパク質量は最外部層より6%内部にはいった層に最も多く、15.5%も含まれている。この量は試料玄米の粗タンパク質量 (6.75%) の約2.5倍量に相当する。さらに内

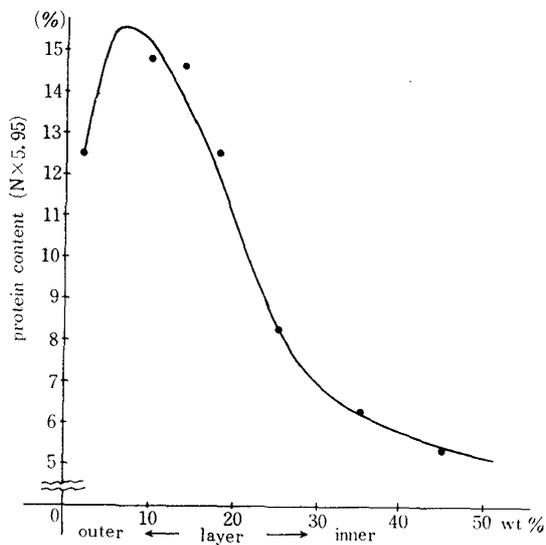


Fig. 1. Distribution of Protein in Rice Kernel.

部層にはいると約30%層までは急激な減少が認められる。それより内部層ではわずかにタンパク質量の減少が認められる程度で、50%層より中心部まではほとんど変化が認められない。中心部に比較して表層部 (0~20%層) には 2.5~3.0 倍のタンパク質が含まれている。

(2)各種タンパク質の分布：つぎに各種類のタンパク質の分布をみると、Fig 2 に示すごとくである。アルブミン区分とグロブリン区分は表層部に多く、中心部

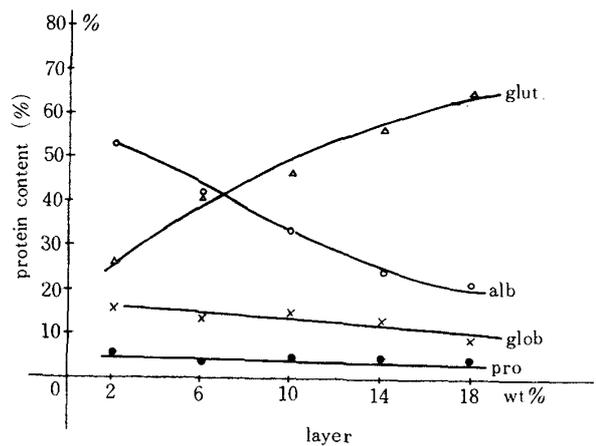


Fig. 2. Distribution of each Proteins in the Rice Kernal.

に近づくにつれて減少の傾向を示す。とくにアルブミン区分は表層部においては米の主タンパク質であるグルテリン区分の約2倍量も含まれていた。しかし中心部にいくにつれて急激な減少が認められ、18%層では逆にグルテリン区分量の1/3以下に減少を示している。プロラミン区分は米粒の各層を通じて平均に分布している。グルテリン区分は表層部より中心部にいくにつれ、その占める割合は大きくなり、18%層では他の3種類のタンパク質の合計量の約2倍量も含まれている。供試玄米の米穀粒中の各タンパク質量の比、すなわちアルブミン：グロブリン：プロラミン：グルテリンの比は 12 : 8 : 2 : 78 である。この比は Cagampang⁹⁾ による結果 5 : 6 : 3 : 84 や Primo¹⁰⁾ による結果 4 : 15 : 3 : 78 と少し異なった値を示しているが、これは抽出法、供試米の品種などによる影響と考えられる。

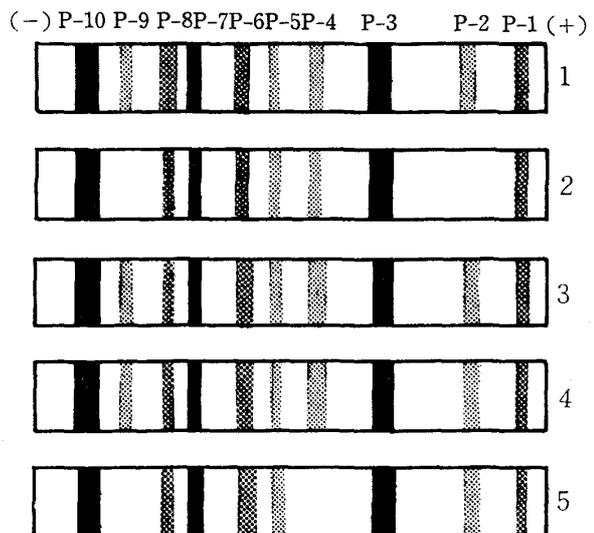


Fig. 3. Acryl Amide Gel Electrophoretic Patterns of Albumins Fraction.

1. brown rice. 2. ~4% layer 3. 4~8% layer 4. 8~16% layer 5. 16~20% layer

(3)アルブミン区分の電気泳動：米粒層によって分布差のはげしいアルブミン区分について、ディスク電気泳動による各層試料のパターンを比較すると Fig 3 に示すごとくである。玄米アルブミンには10本のバンドが認められる。4～16%の各層にはこれと同じ10本のバンドが認められるが、しかし表層部ではP-2, P-9のバンドが見られず、16～20%層ではP-4およびP-9のバンドが消失している。この結果より米粒のアルブミン区分のタンパク質組成は部位によって少し異なることが明らかである。

2. 遊離アミノ酸の分布：総遊離アミノ酸量はタンパク質はタンパク質の含量と同じ傾向を示した。すなわち表層部より6%内部層に最も多く含まれ、中心部にいくにしたがって極端な減少を示した。個々のアミノ酸は供試試料中に15種類の存在が認められた。アスパラギン酸、グルタミン酸、セリン、グリシン、アラニン、バリンは各層に認められ、各層における含量の分布はFig4に示すごとくである。最も含量の多いアミノ酸はグルタミン酸で、つぎにアラニン、アスパラギン酸、セリンが多く含まれている。これらのアミノ酸は

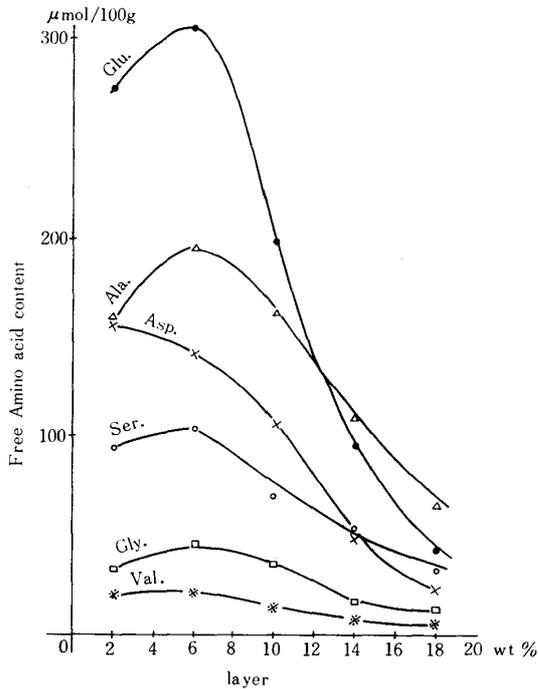


FIG. 4. Distribution of each Free Amino Acid in the Rice Kernel.

すべて表層部に多く、内部層にいくにしたがって急激な減少を示している。とくにグルタミン酸にその傾向が著しい。リジン、ヒスチジン、アルギニンは4～20%層にそれぞれ2～16 μmol/100g含まれていたが、最外層および中心層にはこん跡程度しか認められなかった。またチロシンは表層部(0～8%層)に10 μmol

/100g程度含まれているが中心部ではほとんど存在しなかった。スレオニン、メチオニン、ロイシン、インロイシン、フェニルアラニンも各層にわずかに存在することが認められた。

要 約

米穀粒を層別に分けて含窒素成分(タンパク質、遊離アミノ酸)の分布状態を検討した結果、

1. 粗タンパク質量は表層部より6%層に最も多く含まれていた。さらに内部層にうつると30%層まではタンパク質量の急激な減少が認められ、それより中心部までは層別に徐々に減少していくことを示した。
2. 各種類のタンパク質については、アルブミン、グロブリンは表層部に多く含まれ、内部層にいくにしたがって減少を示した。とくにアルブミンは表層部ではグロブリン量よりも多く、内部層にいくにつれ急激な減少が見られた。プロラミンは米穀粒に平均に分布していた。グルテリンは表層部より内部層にいくにしたがいその占める割合は増加を示し、18%層で他のタンパク質量の2倍量もの含量を示した。米粒中の各タンパク質量の占める割合はアルブミン：グロブリン：プロラミン：グルテリン=12：8：2：78であった。
3. 各層のアルブミン区分の電気泳動パターンは層の部位により少し異なった型を示した。
4. 遊離アミノ酸量はタンパク質量と同じく6%層に最も多く含まれていた。個々のアミノ酸は15種類存在し、グルタミン酸、アラニン、アスパラギン酸、セリンが多く含まれていた。それぞれ表層部に多く含まれ、中心部にいくにしたがって著しい減少が認められた。

文 献

- 1) O. Rosenhein and S. Kajiura ; J. Physiol. **36**, liv-iv (1908)
- 2) J. S. Wall; Symposium on Food ; Proteins and their Reactions (Schultz, H. W. ed.), AVI (1964)
- 3) J. T. Hogan, F. L. Normand and H. T. Deobald ; Rice J. **64**, 27 (1964)
- 4) D. F. Houson ; Rice J. **70**, 12 (1967)
- 5) 松下；栄養と食糧 **14**, 188 (1961)
- 6) 岡崎，沖；農化 **35**, 194 (1961)
- 7) E. Maes; Nature **193**, 880(1962)
- 8) J. B. Daris and L. Ornstein ; "Disc Electrophoresis" preprinted by Distillation Products Industries in 1961
- 9) G. B. Cagampang, L. J. Cruz, S. G. Santiago and B. O. Juliano ; Cereal Chem. **43**, 145(1966)
- 10) E. Primo, A. Casas, and S. Barber; Rev. Agr. quim. Tecnol. Alimentos **2**, 130 (1962)