



Title	馬鈴薯澱粉の燐に関する酵素的な研究
Author(s)	福井, 俊郎
Citation	大阪大学, 1958, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28183
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【 6 】

氏名・(本籍)	福井俊郎
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 8 号
学位授与の日付	昭和 33 年 6 月 27 日
学位授与の要件	理学研究科生物化学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	馬鈴薯澱粉の燐に関する酵素的研究 ENZYMATIC STUDIES ON THE PHOSPHORUS IN POTATO STARCH
	(主 査) (副 査)
論文審査委員	教授 二国 二郎 教授 赤堀 四郎 教授 奥貫 一男 教授 伊勢村寿三

論 文 内 容 の 要 旨

或る種の多糖類はその構成成分として無機酸を含んでおり、それが多糖類の生物学的特性や物理化学的性質に重要な貢献をなしている。馬鈴薯澱粉は燐酸エステルを含む多糖類の代表的なものの一つで、その燐酸の結合様式に関しては従来多少の研究があるが、酵素的な研究は殆んど行われておらず、その馬鈴薯根茎中における生成径路については全く知られていない。

本研究においては先ず本邦産馬鈴薯より調製した澱粉について、その中の結合型燐はアミロペクチンに局在すること、稀酸によりグルコサイド結合が全部加水分解される条件においても燐酸エステルは殆ど加水分解されないこと、分解液より分離した糖燐酸エステルがグルコース-6-燐酸であること等、従来知られていた事実を確認すると共に、更に詳細に追求した。ついで馬鈴薯アミロペクチンに結晶細菌 α -アミラーゼ、結晶甘藷 β -アミラーゼ、あるいは酵母イソアミラーゼを作用させた際には無機燐酸の遊離は認められず、殆ど全ての燐は分解液より分離したデキストリン中に回収されることを認めた。(主論文1)

また馬鈴薯ホスファターゼあるいは豚腎臓ホスファターゼを馬鈴薯アミロペクチンをはじめ、それから調製した種々の燐デキストリンに作用させたところ、それらの燐酸の結合様式が同じであるにもかかわらず、多糖類部分の構造によりその分解速度が可成り異なることを見出した。(主論文1, 2)。

一方基質に用いたと同濃度のアミロペクチンをグルコース-6-燐酸の反応系に加えると、その脱燐酸を幾分阻害するが、これだけではアミロペクチン自身が脱燐酸されにくい事実を完全には説明できない。むしろ馬鈴薯アミロペクチン分子内で燐酸基の結合したグルコース残基の両側に連るグルコース鎖が、何らかの意味で酵素と基質部分との親和性を小さくしたものと考えられる。更にアミロペクチンの阻害作用を他の種々の糖による作用と比較してみると、同一重量濃度において糖の種類による阻害度の差異が認められなかったが、唯一つスタキオースが特異的に強い阻害作用を示した。(主論文2)。

しかしながらこれはスタキオース自身の作用ではなく、その中に微量に夾雑していた燐タンゲステン酸

の影響であることを知った。このような微量の夾雑無機塩はイオン交換樹脂処理により完全に除去できるが、燐タングステン酸塩はタングステン酸塩、モリブデン酸塩と共に馬鈴薯ホスファターゼに対し非常に強い阻害作用をもつことを認めた。(主論文3)。

一方このような馬鈴薯澱粉がどのような過程で燐酸化されるかを明らかにするために、種々の反応様式を検討した結果、馬鈴薯ホスファターゼの反応系に可成り多量のマルトデキストリンあるいは生澱粉を加えておくと基質中の脱燐酸中に燐酸基の一部が多糖類分子に転位することを見出した。(主論文1,2)。

この実験事実と、先に得た生澱粉中でアミロースよりもアミロペクチンの方がアミラーゼの作用をうけやすいという結果(参考論文2)とを考え合わせ、馬鈴薯根茎中で澱粉粒が形成されてからアミロペクチンのみが選択的に燐酸化されるという一つの酵素的な合成経路を示すことができた。(主論文2)。

論文の審査結果の要旨

ジャガイモ、サツマイモ等の根茎澱粉は、微量成分として燐を含み、これがその澱粉糊の物理的性質に影響することは古くから知られていた。

1935年、T. Posternak は、ジャガイモ澱粉中の燐が澱粉分子を構成するグルコース基の6位炭素の第1級アルコール基にエステル形で結合する燐酸基であることを推定したのであるが、この重要な知見はその後追試確認されることなく今日に至っている。

福井俊郎君はこの問題に関し3編の主論文によって主として酵素化学的に研究した。すなわち、まずジャガイモ澱粉を精製し、これを直鎖成分アミロースと枝分れ成分アミロペクチンとに分け、燐酸基が0.063%の含量(300個のグルコース基に対しP1個)でアミロペクチンにのみ含まれている事、これが全部グルコース基の6位のアルコール基とエステル結合をしている事等のPosternakの発見を追試確認した後、この燐酸基が根茎澱粉のしかもアミロペクチン分子にだけ局在する事実に着目し、種々の酵素を巧に使用して多数の実験を行い、この燐酸基局在の理由、ひいては貯蔵細胞内の澱粉分子の生成機構に重大な示唆を与える事を見出した。

まず澱粉合成酵素であるホスホリラーゼにより、グルコース-1,6-二燐酸から燐をふくむアミロースが出来る可能性がないことを明らかにして、燐酸基が澱粉分子生成後に付加されるべきことを推定した。(以上主論文1)。

次いで燐酸エステル基を加水分解する酵素ホスファターゼをジャガイモ液中から調製し、これを燐をふくむアミロペクチン、これからイソアミラーゼの作用によって得られた燐をふくむアミロース、その他の種々の燐をふくむ多糖類に作用させた結果、グルコース-6-燐酸からは100%に燐をとり去る能力のあるこの酵素が、アミロペクチンからも燐をふくむアミロースからも、同様に約15%の燐酸基しかとり去れないことを明らかにして、いったん燐酸基がアミロースにもアミロペクチンにも同様に付加した後、アミロースの燐酸基だけがとり去られるのではないことを確かめた。

最後に、このジャガイモのホスファターゼが燐をとり去るばかりではなく、適当な燐酸供与体と高濃度の受容体があれば、燐酸基をマルトトリオース以上の糖類にも転移させる能力があることを見出し、こ

の反応を利用して燐の供与体としてのグルコース-6- 燐酸と燐を殆どふくまないトウモロコシ生澱粉粒（P含量0.004%）とをホスファターゼの存在で作用させ、時間の経過と共にトウモロコシ澱粉中の燐酸含量が増大して行く事を見出した。（8時間後のP含量0.014%）。

以上の実験結果から、ジャガイモ根茎中では、まず燐をふくまないアミロース及びアミロペクチンが合成され、澱粉粒が形成されてから、ホスファターゼの作用によって一般に酵素作用を受けやすいアミロペクチン成分に燐酸基が転移付加されるという全く新しい説を提出した（主論文第2）。

更に本実験中に燐タングステン酸がホスファターゼの異常に強い阻害剤である事を見出した（主論文第3）。

以上本研究は、最近の精密な測定法を用い、酵素およびその作用産物を利用して独創的な実験を行い、ジャガイモ中での燐多糖類合成に関する新しい説を提出したもので、植物体内に於ける貯蔵澱粉合成の機構に大きな寄与をしたものと考えられる。

よって本研究は博士学位論文として充分価値あるものと認める。