



Title	ニワトリ肝ホスホフルクトキナーゼに関する研究, とくに寒冷失活, カイネティクス, アロステリックな性質について
Author(s)	河野, 典夫
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31912
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	河 野 典 夫
学 位 の 種 類	医 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 1 8 3 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 3 月 18 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	ニワトリ肝ホスホフルクトキナーゼに関する研究、とくに寒冷失活、カインेटイクス、アロステリックな性質について
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 西川 光夫 (副査) 教 授 田中 武彦 教 授 和田 博

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

ニワトリ肝から単離・結晶化した解糖系の律速酵素ホスホフルクトキナーゼ (PFK) は、低温度下で活性低下するという新しい特性を示すことを見出した。そこで本酵素の物理学的および反応速度論的性質と温度との関連性を明らかにする目的で、以下の項目について分析を行なった。1) 寒冷失活を招く条件 2) 熱活性化を招く条件 3) 寒冷失活・熱活性化に伴う酵素蛋白の構造変化 4) PFK 反応温度と反応速度との関連とくにアレニウスのプロットおよびフルクトース-6-P, ATP に対する K_m と ATP 阻害に対する温度の影響。

〔方法ならびに成績〕

ニワトリ肝から PFK を単離し、比活性 134 u/mg 蛋白の結晶酵素をえた。精製酵素の単一性はポリアクリルアミド・ゲル電気泳動, SDS ゲル電気泳動および沈降平衡超遠心によって証明し、以下の実験に供した。

0.05M グリシルグリシン, 8 mM リン酸カリウム, 2 mM 硫安, 25 mM ジチオスレイトール, 1 mM EDTA, pH 8.0 溶液中で 0.01 mg/ml 濃度の PFK を 0℃ に静置すると、2 時間後には 80% の酵素活性が失われる (寒冷失活)。寒冷失活した PFK 溶液を 25~37℃ に加温すると酵素活性は回復する (熱活性化)。

- 1) i. PFK は pH 7.4~8.8 で最も安定であるが、溶液 pH がこの領域より酸性あるいはアルカリ性になるにつれて寒冷失活は促進される。
- ii. PFK 溶液の蛋白濃度が低い程、寒冷失活は進行する。

iii. 寒冷失活は一価の陰イオン (I^- , Br^-) の存在下では促進するが, SO_4^{--} またはリン酸イオンにより阻止される。

iv. クエン酸, ATP, ADP は寒冷失活を促進するが, フルクトース-6-P, フルクトース-1, 6-P, グルコース-6-P, サイクリック AMP は抑制する。

v. グリセロールは寒冷失活を抑制する。

2) 熱活性化に際して, 本酵素活性は, フルクトース-1, 6-P あるいはジチオスレイトールの単独添加によって部分的には回復するが, 完全回復には両者の同時添加が必要である。フルクトース-1, 6-P の他にフルクトース-6-P, グルコース-6-P, サイクリック AMP にも熱活性化の促進効果が認められる。

3) 蔗糖濃度勾配遠沈およびゲル濾過の分析結果によると, 寒冷失活した PFK は約 100,000 の分子量, 一方寒冷失活していない PFK は約 400,000 の分子量を有する。したがって寒冷失活とは, 最大の比活性を示す分子量約 400,000 の形の PFK が, 低温暴露によって酵素活性を有しない分子量約 100,000 のプロトマーに解離することに基づく酵素活性の低下現象といえる。逆に熱活性化の際には, プロトマーが会合してテトラマーを形成することが証明された。さらに, フルクトース-1, 6-P はプロトマーの会合する段階を促進し, ジチオスレイトールは形成したテトラマーの酸化を防止して最大比活性を有する活性型に変換させる段階に関与していることを示す成績がえられた。

4) i. PFK 反応のアレニウス・プロットは 15~16°C で屈曲する 2 直線を描く。高温および低温域の活性化エネルギーは, 各々 11,000 cal および 16,400 cal である。

ii. 6~25°C の温度下で測定した PFK 反応の初速度から求めたフルクトース-6-P に対する K_m は 0.051 mM と一定であったが, ATP に対する K_m には, 20°C 以上域では 0.041 mM, 13°C 以下域では 0.012 mM と差異を認めた。ATP 阻害の程度は温度変化によって変動しなかった。これらの成績から, PFK の活性型 (テトラマー) にも温度変化に伴って 2 つの異なったコンフォメーションの存在することが強く示唆される。

〔総括〕

ニワトリ肝 PFK は, 酵素溶液を 0°C に冷却すると酵素活性が低下する。この寒冷失活と呼ばれる新しい現象は, 酵素が 4 個のプロトマーに解離することに起因するもので, その過程は, 温度, pH, 蛋白濃度, イオンの種類と濃度, 解糖中間体, ヌクレオタイドの影響を受ける。一方, この過程は可逆的变化であり, 解離したプロトマーは加温によって再び会合して酵素活性も回復する。また活性型であるテトラマーにも 2 種以上のコンフォマーの存在することを, カイネティクスの分析により明らかにした。

論文の審査結果の要旨

本研究では, 肝から初めてホスホフルクトキナーゼを単離・結晶化したにとどまらず, 寒冷失活と

いうまったく新しい性質を見出し、本酵素の蛋白構造と反応速度論的性質との関連性とくに寒冷暴露による4個のプロトマーへの解離現象を明確に証明している。寒冷失活現象は、本研究の発表を契機にその後他種動物についても研究されるに至った。さらに先天性ホスホフルクトキナーゼ欠損症の病態解明に不可欠な要素をなす本酵素の基本的な性質を明かにした点は、本論文の評価を一層高めるものである。