

キノコの不凍タンパク質

強力な不凍機能をもつタンパク質の立体構造を決定



津田 栄

つだ さかえ (左)
s.tsuda@aist.go.jp

生物プロセス研究部門
不凍蛋白質特別研究チーム
チーム長
(北海道センター)

北海道大学大学院生命科学院
客員教授 (兼)

専門は核磁気共鳴 (NMR) 法
による蛋白質の構造機能解析。
不凍蛋白質の可能性を明らかに
することを目指します。

近藤 英昌

こんどう ひでまさ (右)
h.kondo@aist.go.jp

生物プロセス研究部門
合成生物工学研究グループ
主任研究員
(北海道センター)

北海道大学大学院生命科学院
客員准教授 (兼)

タンパク質のX線結晶構造解
析を通じて、バイオプロセス
を用いた物質生産の促進を目
指しています。

関連情報:

● 共同研究者

ピーター・デイビス、クリ
ストファー・ガーナム (カ
ナダ・クイーンズ大学)、杉
本 宏 (理化学研究所)、花
田 祐一 (北海道大学大学院
生命科学院)、星野 保 (産
総研)

● 参考文献

H. Kondo *et al.*: *Proc. Natl.
Acad. Sci.*, 109 (24),
9360-9365 (2012).

● プレス発表

2012年5月29日「キノ
コの不凍タンパク質の分子
構造と不凍機能のメカニズ
ムを解明」

● この研究開発は、独立行
政法人 日本学術振興会の科
学研究費補助金 (基盤研究 B
および基盤研究 C) による支
援を受けて行っています。

不凍タンパク質への期待と課題

不凍タンパク質は氷の表面に強く吸着して、氷の粒子の成長を抑制するタンパク質です。食品などに不凍タンパク質を添加すると、氷の粒子は通常よりも小さいまま保持されるため、冷凍による食品や細胞などの含水物へのダメージを低減できます。また、凍結によるダメージを受けやすいため、これまでは冷凍保存が難しかった加工食品、野菜、果実などの全く新しい省エネルギー型の冷凍保存技術ができるかと期待されています。

国内では魚類や野菜から抽出した不凍タンパク質の応用技術開発が進んでいますが、これまで安価で高性能の不凍タンパク質を生産する技術がないという問題がありました。

Tis不凍タンパク質の構造と性質

イシカリガマノホタケ (図1) は、約80年前に北海道の石狩平野で発見されたキノコで、積雪下の牧草類や小麦などの植物上で生育する代表的な好冷性生物です。このキノコが生産するイシカリガマノホタケ不凍タンパク質 (Tis 不凍タンパク質) は、魚類不凍タンパク質の約5倍強い不凍機能をもちます。また、イシカリガマノホタケは液体培養によって大量に培養できるため、不凍タンパク質の新たな原料として期待されています。

今回私たちは、Tis不凍タンパク質の単結晶

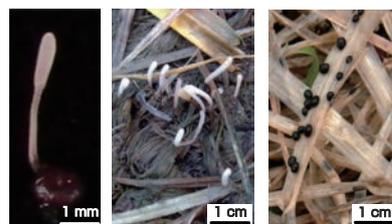


図1 イシカリガマノホタケの子実体と菌核

を作成し、そのX線回折を測定して立体構造を決定しました。Tis不凍タンパク質の立体構造は、既知の不凍タンパク質の立体構造とは全く異なっており、「らせん階段」のような独特の分子骨格をもっていることが明らかとなりました (図2a)。また、このタンパク質表面の一部には、氷と強く結合できるように平面性の高い領域が形成されており、この領域にある複数のミゾの中にいくつもの水分子が不規則に並んで埋もれていました (図2b)。この領域が氷の表面に接すると、ミゾの中の水分子はそのまま氷の一部となり、不凍タンパク質と氷を強く結びつける「^{いかり}錨」のような役割を果たすと考えられます (図2c)。

また、氷に吸着したTis不凍タンパク質を蛍光標識し可視化することによって、Tis不凍タンパク質が氷結晶の複数の結晶面に吸着する性質をもっていることがわかりました。Tis不凍タンパク質が強力な不凍機能を発揮するのは、氷結晶の複数の結晶面に吸着しその成長を強く抑制するため、と考えられます。

今後の予定

今後はTis不凍タンパク質の氷に吸着する機構を人工的に変化させ高性能化することを検討していきます。また、培地や培養条件を最適化することによって、大量の不凍タンパク質を低コストで生産できる技術を開発していく予定です。

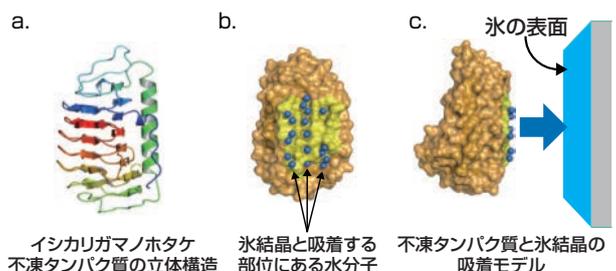


図2 (a) Tis 不凍タンパク質の立体構造、(b) Tis 不凍タンパク質の分子表面 (黄緑色の部分が氷の結晶に吸着する領域、青が水分子)、(c) Tis 不凍タンパク質の氷結晶への吸着の模式図