

「同じ脂質」でも役割は違う？

末梢神経で“脂質分子種の使い分け”を発見

～シュワン細胞の発生・成熟と多様な機能を支える脂質分子種の 役割から、希少神経疾患の病態理解へ～

【本件のポイント】

- 末梢神経の発生・成熟に伴い、髄鞘脂質「スルファチド」の分子種の構成と分布が変化
- スルファチドが、無髄軸索を支えるシュワン細胞の構造維持にも寄与
- 希少神経疾患の病態理解に新たな視点を提示

学校法人関西医科大学（大阪府枚方市、理事長・山下敏夫、学長・木梨達雄）看護学部（学部長・三木明子）基礎看護学領域平原幸恵教授と、医学部解剖学講座北田容章教授らの共同研究チームは、末梢神経を支えるシュワン細胞※¹においてスルファチド※²の多様な分子種が発生・成熟に伴って変化し、組織内で異なる分布を示すことを明らかにしました。さらに、スルファチドが髄鞘※³形成だけでなく、無髄軸索を支えるシュワン細胞の構造維持にも重要であることを見いだしました。なお、本研究をまとめた論文が、『GLIA』（インパクトファクター：5.5）に2026年9月18日（金）付でオンライン公開されました。

■ 書誌情報	
掲 載 誌	『GLIA』 DOI: 10.1002/glia.70227
論文タイトル	Spatiotemporal Heterogeneity of Sulfatide Molecular Species During Schwann Cell Development in the Peripheral Nervous System
筆 者	Keizo Gamo, Taro Koike, Soichi Oe, Hikaru Iwashita, Kohji Okamura, Hiroshi Yamanaka, Keiko Nakashima, Susumu Tanaka, Shinichi Hayashi, Ryohei Seki-Omura, Yuki Sato, Yousuke Nakano, Yosky Kataoka, Katsuhiko Ono, Masayuki Tsuda, Koichi Honke, Masaaki Kitada, Yukie Hirahara

【本件取材についてのお問合せ】

学校法人 関西医科大学 広報戦略室（佐脇・両角・林・村田）

〒573-1010 大阪府枚方市新町2-5-1

電話：072-804-2128 ファクス：072-804-2638 メール：kmuinfo@kmu.ac.jp

PRESS RELEASE



<本研究の背景>

脂質は長い間、細胞膜や髄鞘を構成する「材料」として理解されてきました。しかし、生体内に存在する脂質の多くは一種類の分子ではなく、脂肪酸の長さや化学構造がわずかに異なる多数の「分子種」から構成されています。なぜ生体はこれほど多くの脂質分子種を必要とするのか、また、それぞれの分子種が細胞の発生や機能とどのように関係するのかについては、十分に分かっていません。本研究では、末梢神経を支えるシュワン細胞をモデルとして、主要な髄鞘脂質の一つであるスルファチドに着目しました。シュワン細胞には、軸索の周囲に髄鞘を形成する細胞と、髄鞘を形成せず複数の細い軸索を支える細胞があります。そこで、スルファチドを単なる総量として捉えるのではなく、「どの分子種が、いつ、どこに存在するのか」という視点から解析しました。

<本研究の概要>

イメージング質量分析^{※4}により、成体マウスの後根神経節から 13 種類のスルファチド分子種を検出し、それらが組織内に一様に分布するのではなく、分子構造に応じて異なる空間パターンを示すことを明らかにしました。特に、超長鎖脂肪酸^{※5}をもつ一部のスルファチド分子種は、膜が幾重にも密に重なった成熟した髄鞘（コンパクトミエリン）に富む領域に強く分布しました。一方、長鎖脂肪酸をもつ分子種の一部は、これとは異なる分布パターンを示しました。さらに、こうした分子種の違いは、髄鞘が完成した後に初めて現れるものではありませんでした。マウスでは胎生期の早い段階から複数のスルファチド分子種が出現し、生後早期までに成体で認められる分子種が揃っていました。これらの結果は、末梢神経が発生・成熟していく過程そのものに、脂質分子種の構成と配置の変化が組み込まれている可能性を示します。

<本研究の成果>

スルファチドを作ることができないマウスを解析したところ、これまで知られていた髄鞘構造の異常に加えて、髄鞘を形成しないシュワン細胞にも異常が認められました。非髄鞘形成シュワン細胞は、複数の細い軸索を包み込んで Remak bundle^{※6}と呼ばれる構造を形成しますが、スルファチド欠損マウスでは、この軸索の包み込みが不完全となり、Remak bundle の構築が乱れていました。この結果は、スルファチドの役割を「髄鞘をつくるための脂質」だけでは説明できないことを示します。シュワン細胞が発生・成熟し、髄鞘を形成する細胞と無髄軸索を支える細胞へと異なる機能を担う過程で、スルファチド分子種の構成や局在にも違いが生じる可能性があります。本研究は、神経系の脂質を「量」だけでなく、「どの分子種が、いつ、どこに存在するか」という「分子種と局在」から捉える新たな視点を提示しました。

【本件取材についてのお問合せ】

学校法人 関西医科大学 広報戦略室（佐脇・両角・林・村田）

〒573-1010 大阪府枚方市新町2-5-1

電話：072-804-2128 ファクス：072-804-2638 メール：kmuinfo@kmu.ac.jp

PRESS RELEASE

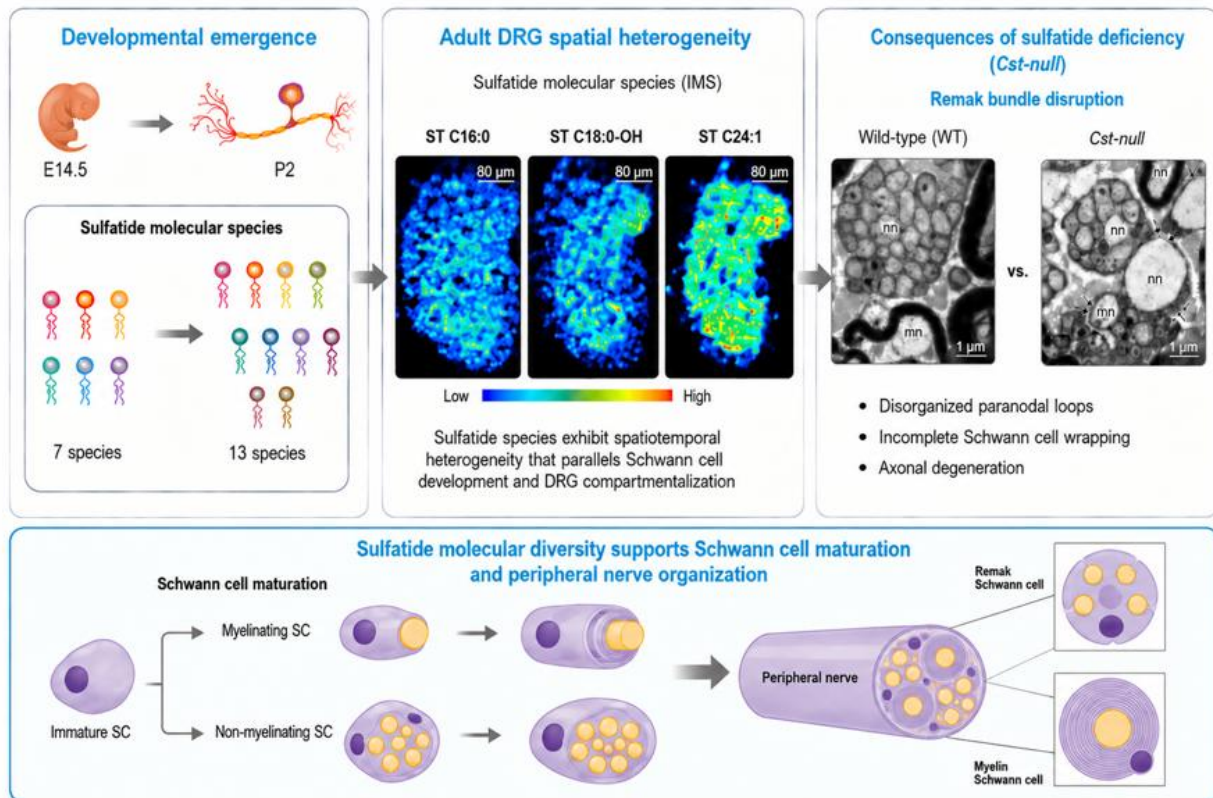


図 末梢神経を支えるシュワン細胞の発生・成熟に伴うスルファチド分子種の構成と局在の変化

< 希少神経疾患の病態理解への展開 >

スルファチド代謝異常によって生じる代表的な希少疾患に、異染色性白質ジストロフィー (Metachromatic Leukodystrophy: MLD) ※7があります。MLDではスルファチドが分解されず、中枢神経、末梢神経をはじめとするさまざまな組織に蓄積します。しかし、同じ「スルファチドの蓄積」であっても、患者さんごとの発症時期や症状、神経系を含む各組織への影響は様々ではありません。今回の研究が示す「分子種ごとに異なる局在や細胞・構造との関係」という視点を疾患研究へ展開すれば、将来的には、スルファチドの総量だけでなく、どの分子種が、どの組織や細胞、神経構造に蓄積しているのかという「分子種プロファイル」から病態を捉えられる可能性があります。たとえば、中枢神経と末梢神経、有髄神経と無髄神経などで、病態に関連するスルファチド分子種のプロファイルが異なる可能性があります。こうした分子種プロファイルと病態との関係が明らかになれば、将来的には、病型や重症度、治療効果などを評価する新たな指標の探索が期待されます。今回の発見は、脂質を単なる細胞の構成材料としてだけではなく、細胞の発生・成熟・機能特徴づける「分子情報」として捉える研究への第一歩となる成果です。

【本件取材についてのお問合せ】

学校法人 関西医科大学 広報戦略室 (佐脇・両角・林・村田)

〒573-1010 大阪府枚方市新町2-5-1

電話：072-804-2128 ファクス：072-804-2638 メール：kmuinfo@kmu.ac.jp

用語解説

※1 **シュワン細胞**：末梢神経系のグリア細胞。神経細胞の突起である軸索を包み、髄鞘を形成する細胞と、髄鞘を形成せず複数の細い軸索を囲み支える細胞があります。

※2 **スルファチド**：長鎖脂肪酸を主体とする脂質に硫酸基された糖鎖（ガラクトース）が結合した物質。神経系では髄鞘に多く含まれます。同じスルファチドでも、脂肪酸鎖の長さ、不飽和度、水酸化の有無などが異なる複数の分子種が存在します。

※3 **髄鞘**：神経細胞から伸びる軸索の周囲を覆う、脂質を豊富に含む膜構造です。電線の絶縁体のような役割を果たし、神経の電気信号を速く効率よく伝えます。末梢神経では、シュワン細胞が軸索の周囲に膜を何重にも巻き付けることで形成されます。

※4 **イメージング質量分析**：組織切片上の分子を質量分析し、その種類と分布を画像として可視化する方法です。

※5 **超長鎖脂肪酸**：炭素原子が 22 個以上つながった長い脂肪酸の総称です。本研究では、スルファチドを構成する脂肪酸のうち、炭素数 24 のもの（C24:0 や C24:1 など）に着目しています。

※6 **Remak bundle (レマック束)**：非髄鞘形成シュワン細胞が複数の細い軸索を包み込んで支える末梢神経の構造です。

※7 **異染性白質ジストロフィー (MLD)**：スルファチドの分解異常により、神経系をはじめとする組織にスルファチドが蓄積する希少な遺伝性疾患です。

<本件研究に関するお問合せ先>

学校法人関西医科大学

看護学部基礎看護学領域 教授

平原 幸恵

大阪府枚方市新町 2-5-1

TEL：072-804-0101（代表）

E-mail：hirahara.yuk@kmu.ac.jp

【本件取材についてのお問合せ】

学校法人 関西医科大学 広報戦略室（佐脇・両角・林・村田）

〒573-1010 大阪府枚方市新町2-5-1

電話：072-804-2128 ファクス：072-804-2638 メール：kmuinfo@kmu.ac.jp