

フェレット大腦皮質における脳溝領域と脳回領域の層構造と ミエリン線維構築の相違

【概 要】

本学保健栄養学科の澤田和彦 教授らの研究グループは、成獣フェレットの大腦皮質の組織構造の詳細を免疫組織化学¹⁾により明らかにしました。その結果、フェレット大腦皮質は、脳溝領域に比べて脳回領域で皮質が厚く、とくに脳回領域で皮質内層(IV-VI層)が拡張していることを明らかにしました。また、各脳回で皮質I層の表層を水平方向に走るミエリン神経線維の密度は、系統発生的に古い皮質領域で高く、系統発生的に新しい皮質領域で低いことが明らかになりました。本研究は、アメリカ解剖学会の機関誌 *Anatomical Record* に掲載されました。



【研究の背景】

ヒトやサルなどの霊長類をはじめとした多くの哺乳動物で、大腦皮質に特徴的な“皺(しわ)”(脳溝と脳回)がみられます。ヒトでは自閉症や統合失調症などの神経発達障害において、脳溝脳回の形成異常が多く報告されています。フェレットは食肉目²⁾に属し脳溝と脳回を有する実験動物として知られています。本研究では、フェレットを用いて脳溝領域と脳回領域の大腦皮質の組織構造³⁾の違いを免疫組織化学的に調べました。

【本研究における成果】

90日齢のフェレット(雄5例、雌4例)の脳を取り出し、各大脳半球について40 μ m凍結切片を作製しました(図1)。切片を抗NeuN抗体(神経細胞を標識)、或いは抗ミエリン塩基性タンパク(MBP)抗体(神経線維のミエリンを標識)を用いて免疫染色を行いました。

NeuN免疫染色によって各脳溝・脳回領域の皮質層構造が明確になりました(図2)。皮質の厚さと、皮質を構成する各層の厚さを計測し、脳溝領域と脳回領域で比較しました。皮質の厚さは、脳溝領域に比べて脳回領域で統計的有意に厚く、この差は皮質の外層(II-III層)および内層(IV-VI層)の拡張に伴うものでした。しかし、皮質I層は、脳回領域に比べて脳溝領域で厚く、外層および内層と逆の結果を示しました。また、脳溝・脳回領域の皮質および皮質各層の厚さには雌雄差はみられませんでした。

MBP免疫染色によって、各脳回にはミエリン線維が皮質I層の表層を水平方向に走っていることがわかりました(図3)。皮質I層のミエリン神経線維の密度は、前S字回(PSG)、前頭回(CNG)、前外シルビウス回(AEG)、後シルビウス回(PEG)といった系統発生的に古い皮質領域の脳回で高く、外側回(LG)、上シルビウス回(SSG)、視覚領域(VCA)といった系統発生的に新しい皮質領域で低いことが明らかになりました。

た(図4)。また、各脳回での皮質I層のミエリン神経線維の密度に雌雄差はみられませんでした(図4)。

【今後の展望】

フェレットは大腦に“皺(しわ)”(脳溝と脳回)をもつ小型の実験動物であるため、脳溝の形成に異常がみられる神経発達障害や精神疾患のモデル動物として注目されています。本研究では、大腦皮質の層構造およびミエリン線維構築について脳溝領域と脳回領域とで違いがみられました。本研究結果は、自閉症や統合失調症など脳溝形成に異常を呈する脳発達障害の病態をフェレットを用いて研究する際の組織学的な基礎的情報を提供します。

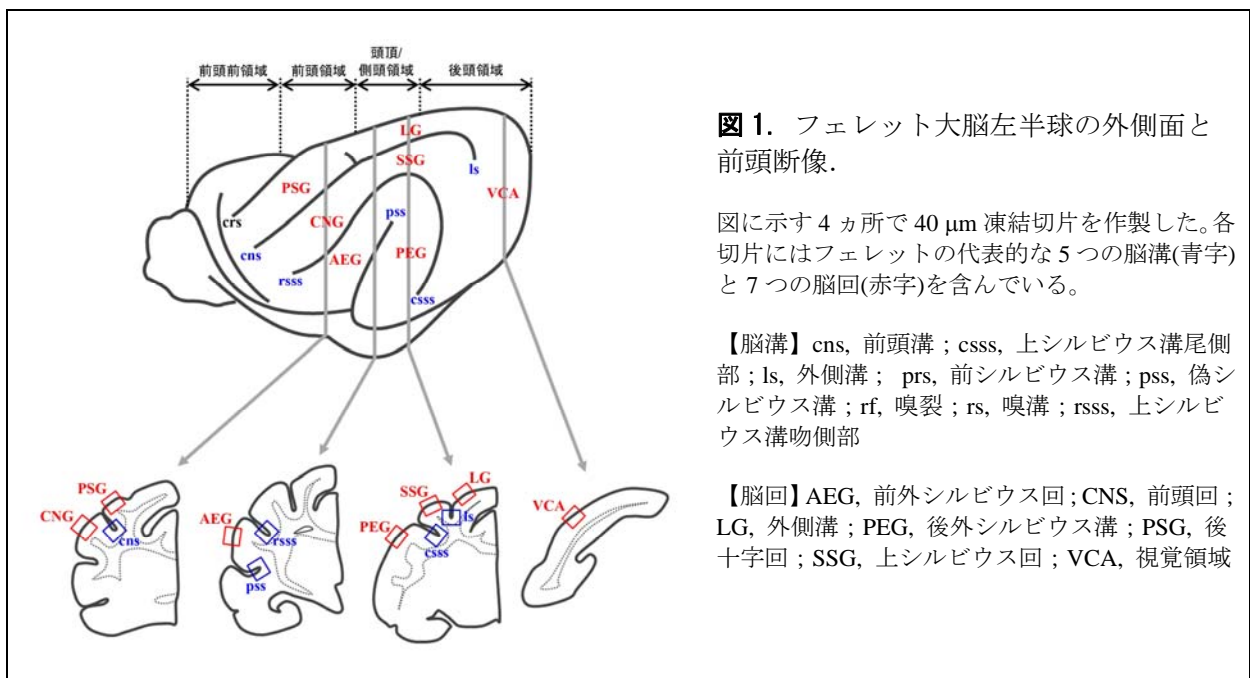


図1. フェレット大腦左半球の外側面と前頭断像。

図に示す4カ所で40 μm凍結切片を作製した。各切片にはフェレットの代表的な5つの脳溝(青字)と7つの脳回(赤字)を含んでいる。

【脳溝】cns, 前頭溝; csSS, 上シルビウス溝尾側部; ls, 外側溝; prs, 前シルビウス溝; pss, 偽シルビウス溝; rf, 嗅裂; rs, 嗅溝; rsss, 上シルビウス溝吻側部

【脳回】AEG, 前外シルビウス回; CNS, 前頭回; LG, 外側溝; PEG, 後外シルビウス溝; PSG, 後十字回; SSG, 上シルビウス回; VCA, 視覚領域

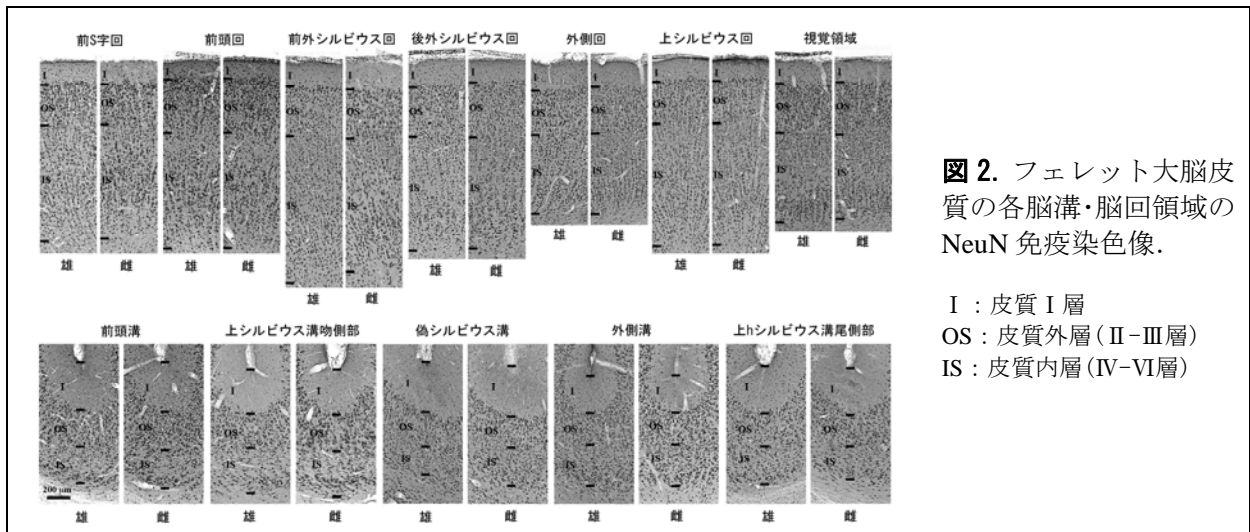


図2. フェレット大腦皮質の各脳溝・脳回領域のNeuN免疫染色像。

I: 皮質I層
OS: 皮質外層(II-III層)
IS: 皮質内層(IV-VI層)

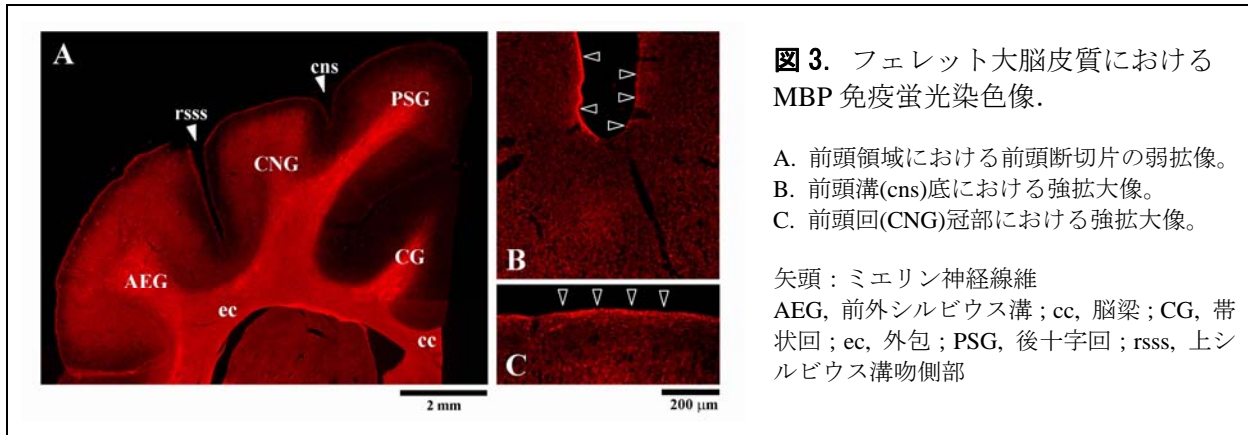


図3. フェレット大脳皮質におけるMBP免疫蛍光染色像。

- A. 前頭領域における前頭断切片の弱拡大像。
- B. 前頭溝(cns)底における強拡大像。
- C. 前頭回(CNG)冠部における強拡大像。

矢頭：ミエリン神経線維

AEG, 前外シルビウス溝；ec, 脳梁；CG, 带状回；ec, 外包；PSG, 後十字回；rsss, 上シルビウス溝吻側部

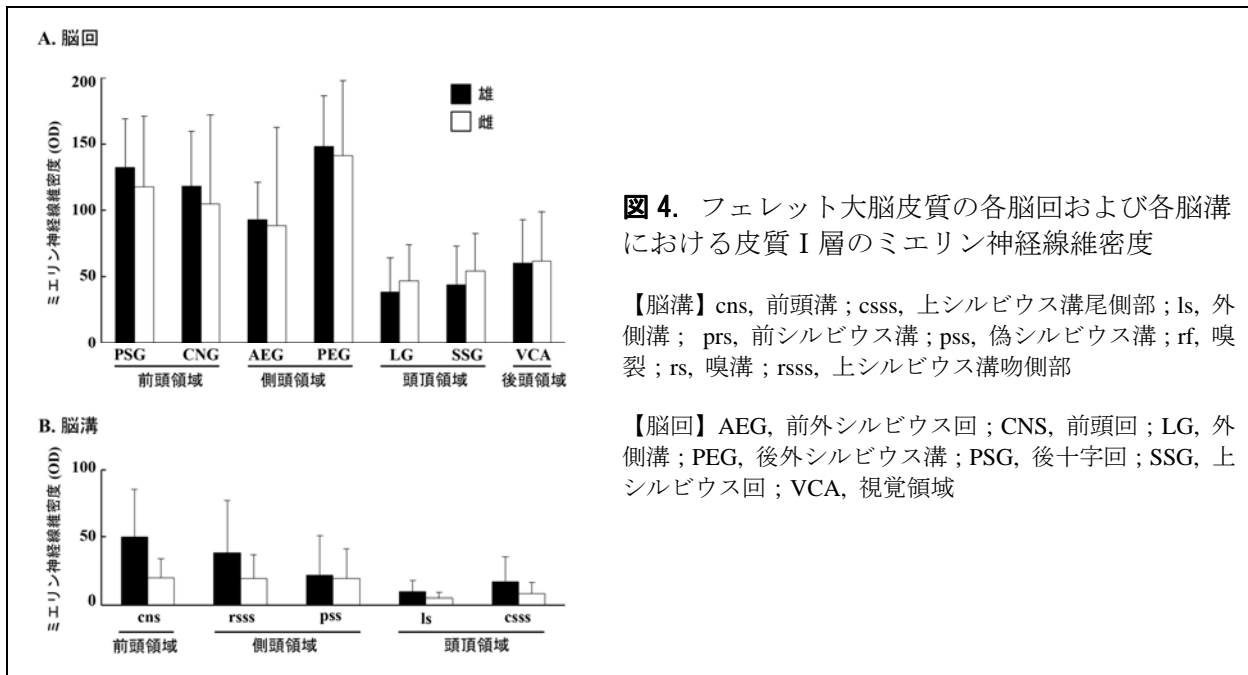


図4. フェレット大脳皮質の各脳回および各脳溝における皮質I層のミエリン神経線維密度

【脳溝】cns, 前頭溝；csss, 上シルビウス溝尾側部；ls, 外側溝；prs, 前シルビウス溝；pss, 偽シルビウス溝；rf, 嗅裂；rs, 嗅溝；rsss, 上シルビウス溝吻側部

【脳回】AEG, 前外シルビウス回；CNS, 前頭回；LG, 外側溝；PEG, 後外シルビウス溝；PSG, 後十字回；SSG, 上シルビウス回；VCA, 視覚領域

- 1) 免疫組織化学(免疫染色)：抗原抗体反応を利用して組織切片中の特定の物質を検出する方法。
- 2) 食肉目：哺乳綱に属する動物群の1つ。ネコ目とも呼ばれる。ネコやイヌ、クマ、イタチなどが属する。
- 3) 大脳皮質の組織構造：哺乳動物では6層の層構造をつくっている。本研究では皮質をI層、外層(II-III層)、内層(IV-VI層)の3層に区分して、各層の厚さを計測している。

【論文情報】

掲載雑誌：Anatomical Record (Hoboken) 299巻8号 1003-1011頁

タイトル：Differential cortical laminar structure revealed by NeuN immunostaining and myeloarchitecture between sulcal and gyral regions independent of sexual dimorphisms in the ferret cerebrum

著者：Miwa Horiuchi-Hirose; Kazuhiko Sawada

【研究グループ】

本研究は、本学・保健栄養学科の澤田和彦教授中心となって、茨城キリスト教大学看護学部(廣瀬美和講師)との共同研究によって実施されました。

【研究助成】

本研究は、日本学術振興会科学研究助成金・基盤研究(C)「フェレット脳における脳溝形成への連合線維の役割」(課題番号:23590223)(研究代表者:澤田和彦)の助成を受け、実施されました。

【本件に関する問い合わせ先】

つくば国際大学 医療保健学部 保健栄養学科
教授 澤田和彦(サワダ カズヒコ)

〒300-0051 茨城県土浦市真鍋6-8-33

Tel : 029-883-6032

E-mail : k-sawada@tius.ac.jp