

課題番号 21

哺乳・離乳時期の亜鉛欠損がパイエル板の構造に与える影響

[1] 組織

代表者：古川 睦実

(東北大学大学院農学研究科)

対応者：小笠原 康悦

(東北大学加齢医学研究所)

分担者：野地 智法

平川 良太

勅使河原 杏莉

太田 実友子

周 洲

(東北大学大学院農学研究科)

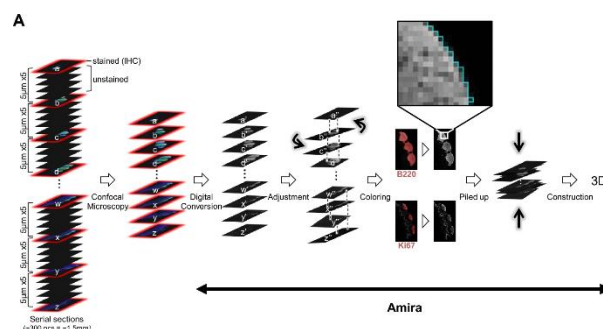
研究費：物件費 13 万円

[2] 研究経過

免疫グロブリンは多くの動物の粘膜表面に分泌され、病原微生物の排除や共生細菌の定着を促すことで、生体の健康維持に重要な役割を果たしている。その供給源であるパイエル板は腸管関連リンパ組織の一つであり、腸管免疫の中樞を担う器官である。その構造は B 細胞が集積した濾胞領域と T 細胞が集積した傍濾胞領域で構成されており、濾胞領域内には B 細胞が活性化・増殖・分化を行う「胚中心」と呼ばれる領域が存在する。免疫と栄養素には密接な関係があり、胎生期から開始されるリンパ組織の形成においても栄養素が深く関与しており、特定の栄養素によるパイエル板の形成不全も報告されている。

申請者らはこれまでに、微量元素である「亜鉛」がパイエル板の発達に与える影響を調査し、亜鉛を欠損させる時期によってパイエル板の機能への影響（胚中心の形成など）が正反対になることを見出してきた。

本共同研究はこれらの知見を発展させ、幼若期の亜鉛欠乏がパイエル板 (PPs) および盲腸に存在するリンパ球集積 (CPs) の構造・機能に与える影響を臓器レベルで解明することを目的として実施した。従来の 2 次元の組織切片画像では定量的な形態評価が困難であったが、申請者らが確立した三次元構築用ソフトウェア (Amira) を駆使した立体再構築技術を用いることで、微量元素の欠乏が引き起こす腸管関連リンパ組織および、免疫応答において重要な機能を果たす胚中心の三次元的な構造変化を捉えることを目指して、研究を遂行した (下図)。



以下、研究活動状況の概要を記す。本研究は、東北大学大学院農学研究科において、マウスモデル実験、光学顕微鏡による染色画像撮影を実施した。本課題の遂行にあたっては、加齢医学研究所の小笠原康悦教授を受入教員とし、免疫異常や解析に関する専門的なアドバイスを受けながら、緊密に連携しながら研究を遂行した。申請者は、これまでに小笠原康悦博士と共同研究を行ってきた実績があり、これまでに加齢研への訪問、研究の打ち合わせ、サンプルの送付と解析と準備を進めてきた経緯がある。本共同研究もこれまでの連携を生かして研究を進めた。その他、本共同研究の打ち合わせは、研究電子メールや Zoom 会議により行った。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、各試験区から採材したパイエル板切片に対する免疫組織学的染色 (B220、Ki-67) の条件検討および画像取得を進めた。共焦点レーザー顕微鏡を用いて得られた二次元の連続組織切片画像データを、組織解析ソフト (Amira) を用いて立体構築し、パイエル板全体の構造や胚中心の形態学的変化を臓器レベルで可視化する解析基盤を確立した。

(3-2) 波及効果と発展性など

本共同研究により、幼若期の腸管免疫 (構造・細胞) に対する微量元素の役割が明らかになり、ヒトの小児栄養学や畜産分野における適切な幼若期の栄養・飼養管理法の構築に大きく貢献することが期待される。

[4] 成果資料

[学会発表]

(1) Post-weaning neonate exhibit earlier immune activation in Peyer's patches than cecal patches

周 洲、勅使河原杏莉、太田実友子、久松基史、伊東加

織、平川良太、Jahidul Islum、古川睦実、野地智法、第
133 回日本畜産学会、2025 年 9 月