

メス 121 個体)を対象にして、距骨サイズの変異と、臼歯サイズ・体重に対する関係を調べた。距骨サイズの変動係数は、雄雌をまとめたときは 6.6~8.0、雌雄を区別したときは 4.4~6.5 だった。m1 サイズの変動係数は、前者が 5.5~6.0、後者が 4.8~5.3 だった。距骨サイズには雌雄差が認められ、オスが大きく、メスが小さかった。しかし、距骨サイズの分布は unimodal で、明らかな bimodal にはならなかった。距骨の計測値を主成分分析したところ、雄雌の差はほとんどが第一主成分の違いで示された。したがって、サイズ以外の距骨形態には雌雄差がないと判断できる。全個体を対象とした場合、距骨サイズと体重との間に正の相関があった。しかし、雄雌を区別して別々に解析した場合は、雄雌ともに距骨サイズと体重との間に相関関係は認められなかった。この結果は、同一種・同一性・同時代の哺乳類の成獣の距骨標本が複数個体分ある場合に、そのサイズの違いからその個体の体重の違いを推定することは統計的に不可能である可能性を示唆している。

B-3 サル脊髄損傷後の機能回復における大脳皮質再構築と脊髄内代償性神経回路網形成の相互作用

山下俊英, 中川浩(大阪大・院・医) 所内対応者: 高田昌彦

脊髄損傷による神経軸索の切断は、手足の運動麻痺を引き起こす。成熟した中枢神経が、一度障害されてしまうと自己再生による機能回復はほとんど期待できない。しかし、その後の自然経過によって機能回復がみられることがある。この機能回復には、運動を代償するため新たな神経回路網が形成されることが考えられるが、霊長類において未だ詳細に検討されていない。そこで、サル脊髄損傷後の手・指機能の回復とその後の代償性神経回路網形成との関係について検討した。脊髄損傷直後は、著しい手・指機能の低下を示したが、自然経過とともに機能回復がみられた。その後、運動を司る皮質脊髄路を順行性トレーサーでラベルして可視化した。その結果、一部の神経軸索枝は損傷部位を越えて、直接運動ニューロンと結合していた。次に、手・指領域における皮質脊髄路形成の評価を行う目的で、皮質内微小刺激(Intracortical microstimulation:ICMS)を用い一次運動野を刺激部位として、その閾値を算出した。機能回復がみられた後の ICMS では、脊髄損傷されていないものに比べ手・指領域の明らかな閾値の差は見られなかった。これらの結果より、一度損傷されたサル中枢神経にも、内在性に神経可塑性を有していることが明らかとなった。さらに、神経可塑性変化によって誘導された神経軸索枝は損傷部位を超えて直接運動ニューロンとシナプスを形成して運動回復に寄与していることを示している。

B-4 心臓分布自律神経の比較形態学的多様性とその進化形態学的意義

川島友和, 佐藤二美(東邦大・医・解剖) 所内対応者: 濱田穰

これまで様々な霊長類を対象に、心臓に分布する自律神経系に関して比較形態学的解析を行ってきた。現在、解析種を霊長類から哺乳類全般へ拡大し、さらなる心臓自律神経系の進化形態学的変遷を明らかにしたいと考えている。これまでのわれわれの解析結果は、近年の分子進化による新しい霊長類間の系統関係とも非常によく一致し、進化史をよく反映した一連の変化を示しているが、体性神経系などに見られるような機能要請に基づいた形態変化を起こす可能性について検証したいと考えている。

そこで、今年度は様々な哺乳類の変化を探索する目的でフクロギツネ(*Trichosurus vulpecula*) 1 体と機能解剖的变化を探索する目的で特殊な運動形態を有するテナガザル(*Hylobates* sp.) 1 体を対象とした。その結果、フクロギツネはこれまで解析した他の有袋類の形態とほぼ一致したのに加え、有胎盤哺乳類とも大きく共通形質を観察した。また、テナガザルは特に腕神経叢との関係に重点をあて解析したが特異的な派生形質は観察できなかった。さらなる解析種ならびに解析数を増やして検討を行う予定である。

B-5 哺乳類の肩甲骨の材料力学的特徴および肩帯周辺筋の locomotion との関係

和田直己(山口大・共同獣医), 藤田志歩(鹿児島大・共同獣医) 所内対応者: 西村剛

本研究課題の目的は、霊長類を含む様々な哺乳類(肉食、有蹄、霊長類、単孔類、クジラ類、脚鰭類)の肩甲骨の外形、肩甲骨周辺の筋肉の働きによる動的応力分布について研究を行い、肩甲骨に反映される動物の特徴を明らかにし、環境適応と系統発生に関する知見を得ることである。肩甲骨の外形に関しては、79 種の哺乳類で調査を行った。外形の計測は、肩甲骨の外形の再現を可能にする 68 か所で行った。結果は、肩甲骨のサイズには主に体重が、形(比率)には動物種、生息域の特徴、移動運動の特徴が強く反映されることが明らかとなった。本研究課題の特徴である肩甲骨の材料力学的特徴を見出す動的応力を算出する方法を確立した。現在までに、チンパンジー、コモンマーモセット、スローロリス、コモンツパイにおいて肩甲骨に終止する筋肉 14 の作用による動的応力の分布を算出した。その結果は、応力の分布は動物種により明らかに異なり、身体的特徴、移動運動の特徴を示すものであった。

B-6 霊長類の大腿骨近位部形態と位置的行動の関係

稲用博史(医療法人社団いなもち医院) 所内対応者: 平崎鋭矢

Wolff の法則に従えば、骨は力学的ストレス(荷重)を受け、力学的に最適な形状になっている。

また、骨格は系統発生を反映し、個体発生学的モデルに従って形成されている。したがって、大腿骨近位端においても、骨頭、大転子、小転子、転子間稜は、ヒトの二足歩行進化に伴って変化した大腿骨を動かす多くの筋からの

ストレスによってその形態を変化させたと考えられる。従来、筋力は筋の重量、断面などによって推定されてきたが、それらは筋の構造によって必ずしも確かなパラメータとは言えない。そこで、骨が力学的に最適な形状となっているのであれば、逆に、骨の形状から骨に加えられている力学的ストレス(筋力)を推定できるはずであると考えた。そこで、さまざまな位置的行動パターンを示すヒト以外の霊長類における大腿骨近位部の三次元的配置と諸筋の三次元的走行をもとに骨に加えられる筋力を求め位置的行動への反映を明らかにすることを目的とした。本年は、その第一段階として、マカク、テナガザル、チンパンジーの骨標本による形状の把握、液浸標本 MR 撮影による筋走行、位置関係の把握を行った。今後、本手法を用いて他の霊長類標本の観察を行う予定である。

B-7 霊長類の光感覚システムに関わるタンパク質の解析

小島大輔, 森卓, 鳥居雅樹(東京大・院理・生物化学) 所内対応者: 今井啓雄

脊椎動物において、視物質とは似て非なる光受容蛋白質(非視覚型オプシン)が数多く同定されている。私共は最近、非視覚型オプシンの一つ OPN5 がマウスの網膜高次ニューロンや網膜外組織(脳や外耳)に発現すること、さらにマウスやヒトの OPN5 が UV 感受性の光受容蛋白質であることを見出した [Kojima et al. (2011) PLoS ONE, 6, e26388]。このことから、従来 UV 感覚がないとされていた霊長類にも、UV 感受性の光シグナル経路が存在することが示唆された。そこで本研究では、OPN5 を介した光受容が霊長類においてどのような生理的役割を担うのかを推定するため、霊長類における OPN5 の発現部位の同定を試みている。本年度は、サル個体の組織(眼球・外耳など)より RNA を抽出し、各組織の cDNA 試料を作成した。これらの cDNA に対して、サル OPN5 遺伝子に特異的なプライマーを用いた定量的 PCR を行なった。その結果、マウスと同様に耳介において OPN5 遺伝子発現を検出した。今後は、他の組織(脳など)も対象に入れて OPN5 遺伝子発現を調べるとともに、サル OPN5 抗体を作製してタンパク質レベルでの解析を進めたい。

B-8 群馬県における猿害の実態と遺伝的多様性について

姉崎智子(群馬自然史博物館) 所内対応者: 今井啓雄

東西の動物群が交錯する群馬県において、ニホンザルの生息状況および猿害の実態と遺伝的多様性について明らかにし、猿害の削減に役立てることを目的に研究を実施した。2012 年度に得られた 13 体のニホンザルを解剖し、食性、繁殖状況等を調べた。2008 年度からの分析結果 40 頭分とあわせると、本県のニホンザルの体格は大きく、栄養状態は良好であり、体型指数は 74.9~148.6 であった。食性では、13 体で胃内容物が確認され、分析した結果、トウモロコシ、カボチャ、キュウリ、ニンジン、ブドウが同定された。農作物を多く利用していることが、良好な栄養状態に寄与しているものと推定された。これらの成果については、県野生動物保護管理計画検討会の基礎資料として活用された。また、2008~2012 年度にかけて得られたニホンザルのうち、27 体について研究所遺伝子情報分野の苦味受容体遺伝子等の分析に供した。集団内の遺伝的多様性を示す尺度である塩基多様度を他の地域と比較したところ、遺伝的多様性が低いと考えられている東日本と共通の特徴を持つ可能性が指摘されている。

B-9 霊長類におけるエピゲノム進化の解明

一柳健司, 佐々木裕之, 福田溪(九州大・生医研) 所内対応者: 郷康広

我々は霊長類におけるゲノム進化とエピゲノム進化の関係を解明するため、ヒトとチンパンジー(霊長類研究所の飼育個体)の末梢白血球の DNA メチル化比較研究を行ってきた。これまでに、21、22 番染色体において 16 カ所のメチル化差異領域を同定した。さらに、これらの領域のメチル化状態をゴリラやオランウータンの DNA でも調べることで、CTCF タンパク質の結合配列の出現・消失によって、DNA メチル化状態が変化し、転写状態に影響を与えていることを世界で初めて示した。

本年度は大規模シーケンサーを用いて、ヒトとチンパンジーのメチル化差をゲノムワイドに解析し(エピゲノム解析)、メチル化変化領域には CTCF と ZNF217 の結合配列モチーフが濃縮されていることを明らかにした。さらに、ナイーブ T 細胞の反応応答性がヒトとチンパンジーでは異なることに注目し、両種の末梢血からナイーブ T 細胞および活性化 T 細胞をセルソーティングによって精製した。現在、これらの細胞のエピゲノム解析とトランスクリプトーム解析を進めている。

B-10 霊長類赤及び緑感受性視物質の構造・機能相関解析

神取秀樹, 片山耕大, 川田大輝, 大橋知明(名工大・院工) 所内対応者: 今井啓雄

ヒトを含む霊長類の網膜に存在する 3 種類(赤・緑・青)の色覚視物質は試料調製が困難なため、X 線結晶構造解析を含む構造生物学的解析は過去に例がなく、我々の色認識メカニズムは謎のままであった。そのような現状下、我々は培養細胞を用いて作製した霊長類の赤・緑感受性視物質に対する高精度の赤外分光測定による構造解析を行ってきた。これまでに 2 報の論文を発表しており、平成 24 年度は部位特異的な変異タンパク質に対する実験に挑戦した。これにより、赤・緑視物質間で違いが観測されていた赤外振動バンドを帰属し、両者の構造の違いがどのアミノ酸や水分子に由来するのか明らかにできると期待する。すでに違いを生み出すアミノ酸の一つを特定することにも成功している。また、レチナール分子の同位体標識を駆使することで、レチナール分子の振動バンドを同定することにも成功しており、野生型のデータだけでは不可能であった構造基盤に立脚した詳細な波長制御機構の議論が