

## ニホンカナヘビの自切の組織学的観察

佐藤 瑞生・小池 啓一

群馬大学教育学部生物学教室

(2014 年 9 月 17 日受理)

### **Histological observation of autotomy of the *Takydromus tachydromoides* (Squamata, Lacertidae)**

Mizuki SATO and Keiichi KOIKE

Department of Biology, Faculty of Education, Gunma University

Maebashi, Gunma 371-8510, Japan

(Accepted on September 17th, 2014)

#### はじめに

トカゲ亜目のなかには、捕食者に捕まえられそうになると尾を自切する種がいる。日本に生息している、身近に見ることができるニホントカゲ *Eumeces latiscutatus* やニホンカナヘビ *Takydromus tachydromoides* も自切することが知られている。自切した尾は再生するが、再生初期は黒いやわらかい皮膚で覆われているためすぐに区別がつく(竹中, 2005)。

ニホントカゲについては、Ishihara and Sato (1980) によると、オスの全尾椎数は平均 52.00 で、自切が起りやすい尾椎は第 6、7、11 尾椎であり、メスの全尾椎数は平均 53.73 で、自切が起りやすい尾椎は第 11 尾椎であった。また、自切面(尾椎における自切可能な位置)は最後の尾椎を除いた第 6 尾椎以降の各尾椎にあること、また、オスでは第 44 尾椎、メスでは第 48 尾椎をこえて自切した個体はいなかったことも報告されている。ニホンカナヘビについては、Fukada and Ishihara (1967) によると、全尾椎数はオスが平均 57.76、メスの平均は 55.30 であること、自切が起りやすい尾椎はオスが第 9 尾椎、メスが第 7、8 尾椎であること、そして、最初の自切面はオスが第 7 から第 9 尾椎、メスは第 6 から第 9 尾椎に見られると述べている。さらに、第 24 尾

椎以降で自切した個体がいなかったことも報告されている。また、再生尾については、骨はなく、棒状の軟骨が尾を支えていることも明らかになっている。

また、中村・松井(1988)によると、自切することができる現生のトカゲ類の尾椎には、椎体自身に弱い部分があり、そこで前後に切れることがわかっている。

本研究では、尾の骨格観察と筋肉観察を通してニホンカナヘビの自切面における骨格と筋肉の関係を組織学的に明らかにすることを目的として研究を行った。

#### 実験材料

観察に用いたニホンカナヘビは群馬大学構内で採集した個体及び、群馬県館林市の多々良沼公園で採集した個体を用いた。

#### 方 法

##### 1. 尾骨の観察

採集標本の体長、尾長等を計測し、排水パイプ用洗浄剤を用いて軟組織を除去した骨格標本を作製し、走査型電子顕微鏡で観察した。また、硬骨をアリザリンレッドで赤に、軟骨をアルシャンブルーで

青に染めて筋肉を透明化した二重染色骨格標本を作製し、観察した。

## 2. 尾の骨格と筋肉の観察

尾の付け根から尾を切断し、鱗を剃刀で軽く除去したものをブアン氏液で固定した後、エタノールで脱水、パラフィン包埋し、厚さ 10 $\mu$ m の組織切片を作製、ヘマトキシリン・エオシンで二重染色して永久プレパラートを作製し、光学顕微鏡で観察した。自切させた尾も同様の方法で組織学的観察を行った。

自切後約3週間たった個体の、再生部分を含む尾を付け根から切断し、同様の方法で観察した。また、自切後約6か月たった個体も同様の方法で観察した。

## 結 果

### 1. 二重染色骨格標本による尾骨の観察

尾骨は2つの仙椎とそれに続く尾椎からなってお

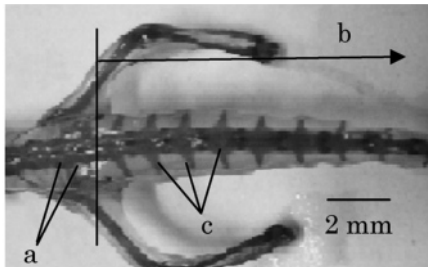


図1 仙椎から尾椎背面。  
a: 仙椎 b: 尾椎 c: 脊椎骨側突起

り(図1)、第4尾椎から最後の尾椎を除いた各尾椎の腹側には血管弓があり、前方の血管弓ほどよく発達していた。また、背側には神経弓があり、尾の前方ほど良く発達していた(図2)。

全尾椎数54の個体では、第29尾椎あたりから神経弓は不明瞭になり始め、最後の約10尾椎の神経弓はほとんど発達していなかった。脊椎骨側突起は尾の前方に近いほどよく発達しており、尾の後方につれて小さくなっていった。

### 2. 走査型電子顕微鏡による尾椎の観察

観察した全尾椎数50の個体では、第1から第6尾椎の神経弓は、尾椎の中間から後関節突起の上に向かい伸びていた。第7尾椎以降の神経弓は尾椎の中間から垂直方向に発達していた。関節突起については、1つの尾椎の後関節突起が次の尾椎の前関節突起に関節していた(図3)。

尾椎には割れ目が入っており、その割れ目は第1

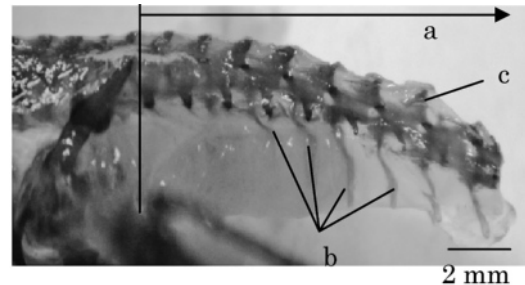


図2 仙椎から尾椎左側面。  
a: 尾椎 b: 血管弓 c: 神経弓

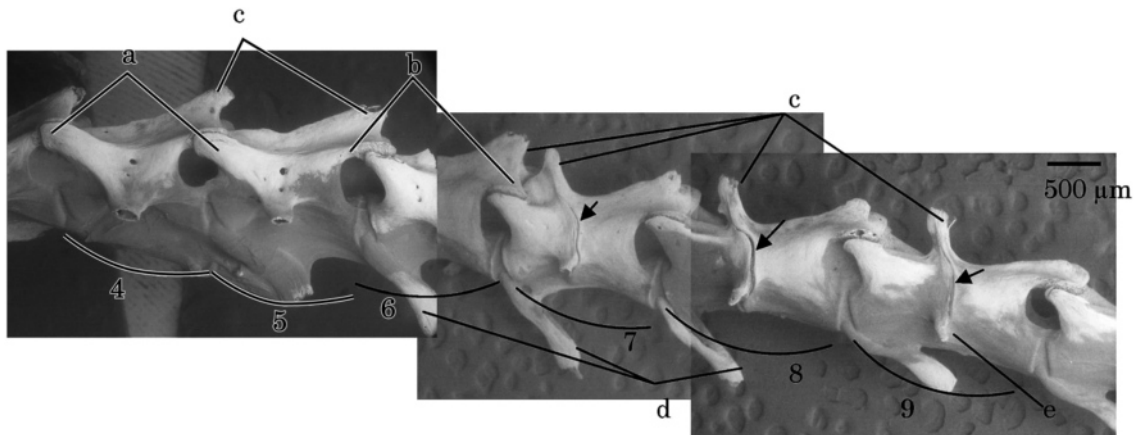


図3 第4尾椎から第9尾椎左側面。数字は尾椎の番号。第7尾椎から尾椎の中間部分に割れ目(矢印)が見られる。a: 前関節突起 b: 後関節突起 c: 神経弓 d: 血管弓 e: 脊椎骨側突起

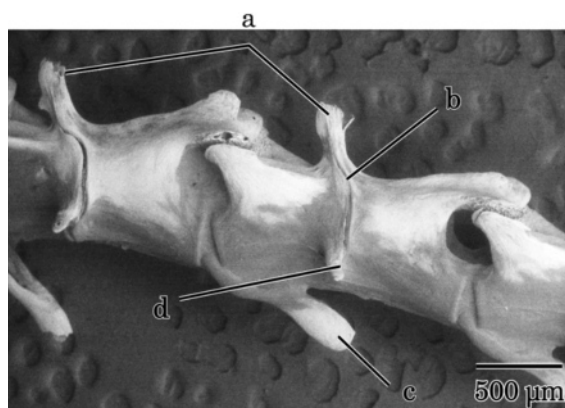


図4 第8、第9尾椎と第10尾椎の前半部分左側面。  
a: 神経弓 b: 割れ目 c: 血管弓 d: 脊椎骨側突起

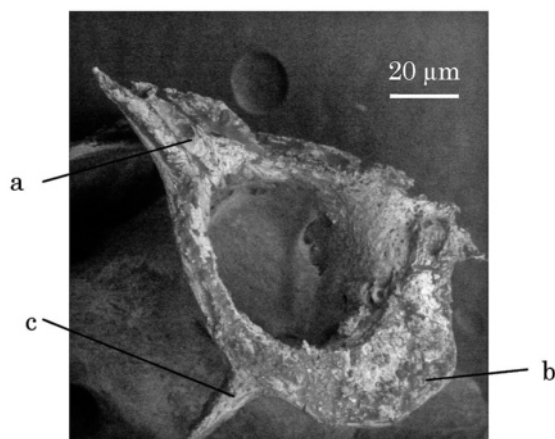


図6 第24尾椎、自切面正面。自切面の表面は、軟組織を除去する際に傷んでしまい、神経弓の一部も破損している。  
a: 神経弓 b: 椎体 c: 脊椎骨側突起

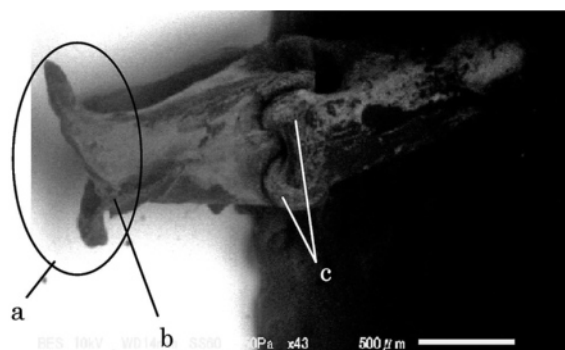


図5 自切した尾椎背面。黒い背景は試料台。左が自切面（自切が起きた面）。第27尾椎のため脊椎骨側突起は無い。  
a: 自切面 b: 神経弓 c: 後関節突起

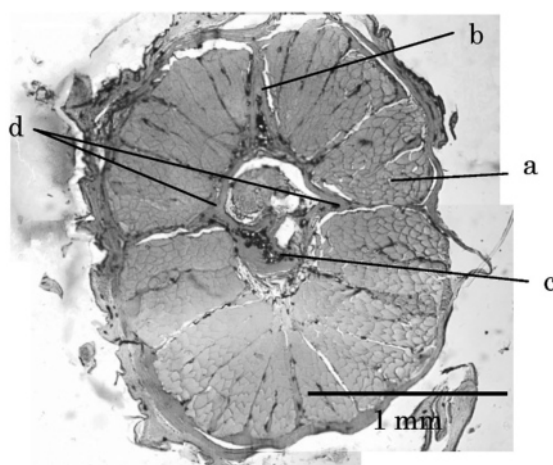


図7 尾の組織切片短軸方向。上が背側。  
a: 筋肉 b: 神経弓 c: 椎体 d: 脊椎骨側突起

から第6尾椎と最後の尾椎を除いたすべての尾椎に見られた(図3)。割れ目は尾椎の中間あたりにある神経弓に沿うように存在し、脊椎骨側突起の基部を経て椎体へと入っていた(図4)。

第27尾椎で自切をした個体を観察したところ、尾椎の割れ目の位置で自切していた(図5)。また、第24尾椎で自切した個体の自切面を正面から観察すると、神経弓と椎体の切断面が大きく広がっていた(図6)。

### 3. 組織切片による観察

尾の短軸方向の組織切片を観察すると、縦走る複数の筋肉があった(図7)。自切面付近の筋肉を観察すると、背側では筋肉の境目である筋間中隔が神経弓から体表へ向けて前方に伸びていることがわかり、同様の構造は尾椎ごとにくり返し存在した(図8)。また、腹側も同様の構造になっており、割れ目の部分から体表へと筋間中隔が伸びていた。つまり、1つの神経弓から次の神経弓まで1つの筋節を形成

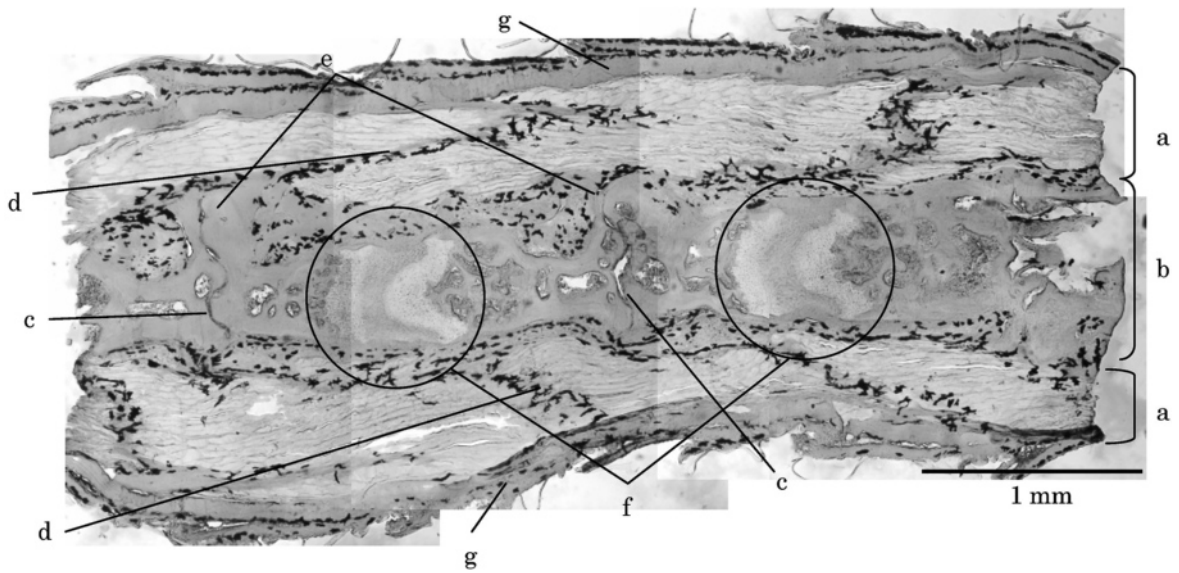


図8 頭胴長43mm、尾長64.5mmの個体の尾の付け根から16.5mmの部分の尾の中心部縦断面。上が背側、右が前方。a: 筋肉 b: 尾椎 c: 尾椎の割れ目 d: 筋間中隔 e: 神経弓 f: 関節部 g: 体表。尾椎の神経弓から椎体にかけて割れ目が入っており、神経弓には筋肉が付着している。筋間中隔は体表へ向けて前方にのびている。腹側も割れ目部分から体表に向けて筋間中隔がのびている。

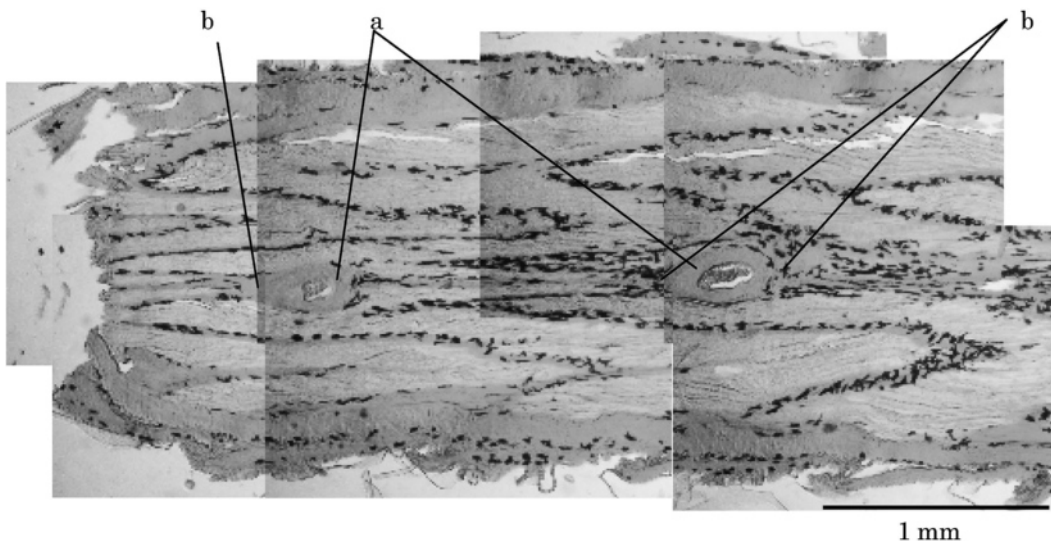


図9 図8の連続切片。尾の中心より左側。上が背側、右が前方。a: 脊椎骨側突起 b: 脊椎骨側突起に付着する筋肉

していた。また、脊椎骨側突起周辺の筋肉を観察すると、1つの脊椎骨側突起の前後に筋肉が付着していた(図9)。後ろ側に付着していた筋肉は次の脊椎骨側突起へ伸び、付着していた。第7尾椎以降の自

切面をもつ尾椎では付着する筋肉の発達が顕著だった。それに対して、それより前方の尾椎に付着する筋肉の発達は少なかった(図10)。

関節部分には紫色に染まった軟骨が存在し、割れ

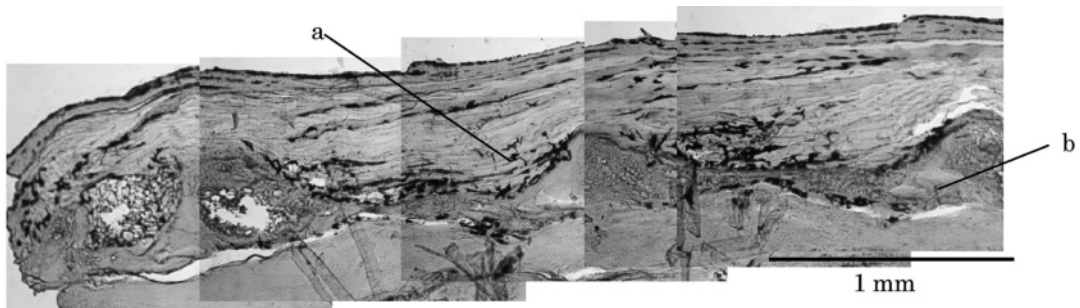


図10 尾の付け根付近。尾椎に割れ目が見られない。上が背側、右が前方。 a: 筋肉 b: 尾椎

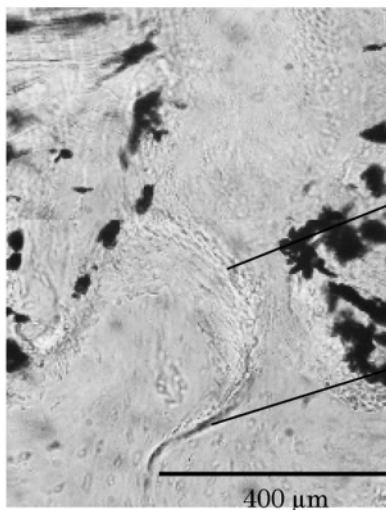


図11 図8の椎骨の割れ目部分の拡大図。割れ目部分(a)に紫色に染まった軟骨様組織(b)が見られる。

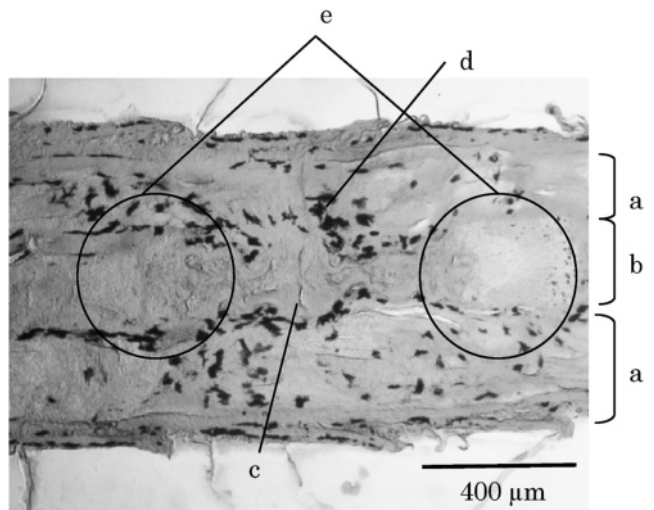


図12 図8の個体の尾の付け根から54.5mmの部分。上が背側、左が前方。 a: 筋肉 b: 尾椎 c: 尾椎の割れ目 d: 割れ目部分に付着する筋肉 e: 関節部

目部分にも薄い軟骨の層と思われる部分が見られた(図11)。

尾の後方では、尾椎に割れ目は見られたが神経弓は発達しておらず、尾椎に付着する筋肉も尾の前方と比べると発達していなかった(図12)。また、筋節についても尾の前方と比べると不明瞭であった。

#### 4. 自切後の尾の観察

自切すると、切り離された尾の自切面においては、尾椎を覆うように筋肉が前方へととびだし、尾椎を直接見ることはできなかった(図13)。また、自切面には出血が見られた。

自切後3週間ほど経つと、尾の再生が進み、自切

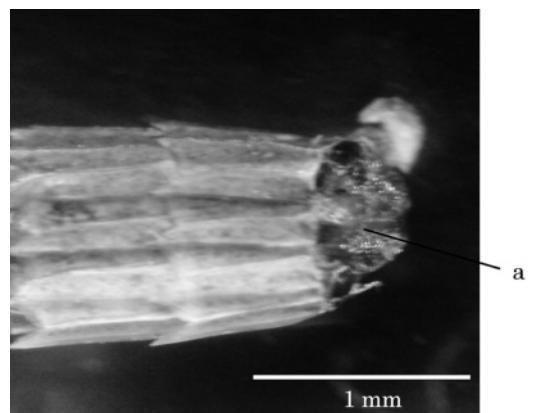


図13 自切直後の尾の右側面(切り離された側)。上が背側、右が前方。 a: 筋肉

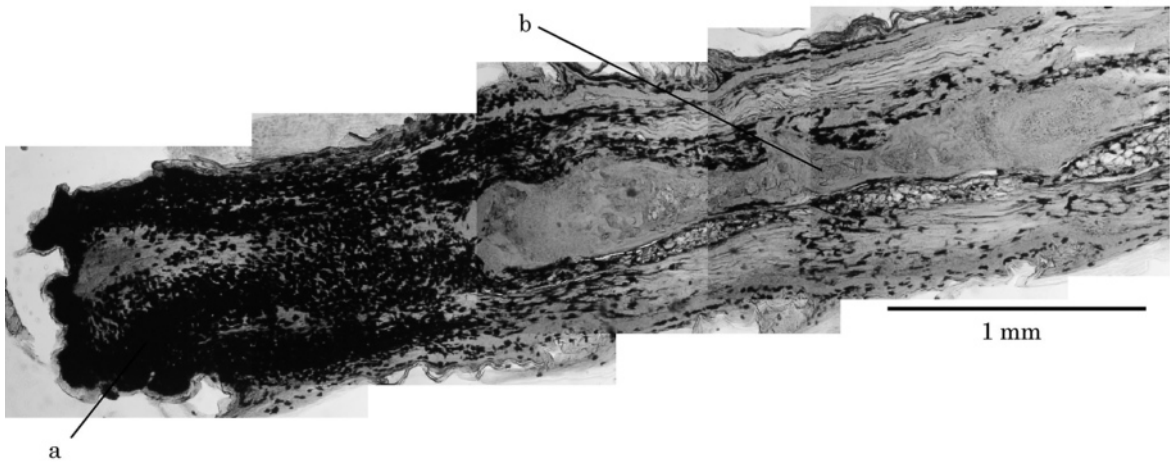


図14 再生途中の尾。上が背側、右が前方、左が再生面。 a: 核 b: 尾椎

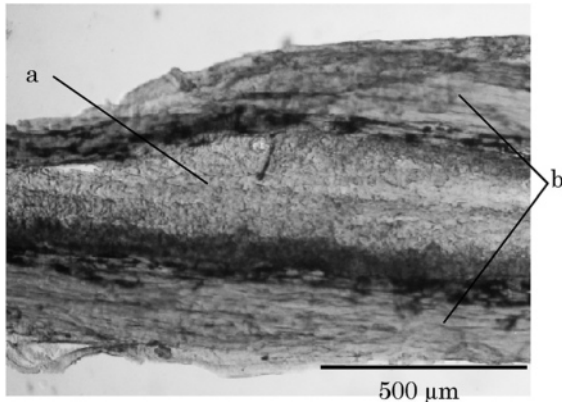


図15 再生尾。上が背側、右が前方。 a: 軟骨 b: 筋肉

面付近とその後方に核が目立つ未分化の細胞が多数集合していた (図 14)。また、再生の先端部には凹凸が見られた。

約 6 カ月後の再生尾に尾椎と同様の構造は見られなかった (図 15)。背側と腹側の筋肉の間には棒状の軟骨組織が発達していた。また、筋肉には筋節構造は見られなかった。

## 考 察

### 1. 自切の位置

Fukada and Ishihara (1967) では、第 24 尾椎以降で自切した個体はいないと報告されていたが、本

研究では第 24, 27 尾椎で自切した個体があった。この違いはニホンカナヘビが自切する際の状況の違いであると考えられる。Fukada and Ishihara (1967) では、自然の中で自切した個体や捕まえる際に自切した個体の自切位置を確認する方法で観察を行ったのに対して、本研究では採集した個体の尾を固定した状態で自切を待った。すべての個体が、尾の固定位置で自切した。このことから、ニホンカナヘビは固定から逃れるために自切をしたと思われる。また、固定位置で自切をしていることから、固定の刺激に反応して自切を行ったと考えられる。本研究で実際に第 24, 27 尾椎での自切を確認することができたため、第 28 尾椎以降の尾椎でも自切をすることは可能と思われる。

### 2. 自切面における骨格と筋肉の関係

今回観察した個体では、割れ目をもった尾椎が初めて現れたのが第 7 尾椎であり、その尾椎以降の最後の尾椎を除くすべての尾椎に割れ目があった。実際に自切が起きるのは尾椎の割れ目部分であるため、尾椎の割れ目部分が自切面であると考えられる。割れ目の間には軟骨組織と思われるものがあり、骨が離れやすくなっていると考えられた。また、割れ目のある尾椎の神経弓は割れ目のない第 1 から第 6 尾椎の神経弓に比べてよく発達しており、その発達した神経弓には筋肉が付着している。また、脊椎骨

側突起にも筋肉が付着している。さらに、尾椎の割れ目の部分の筋肉は筋節の境目になっているため、筋肉が離れやすくなっていると考えられる。また、脊椎骨側突起と発達した神経弓に筋肉が付着しているため、筋肉が収縮することで自切面をひっぱり骨が外れる仕組みになっていると考えられる。しかし、ニホントカゲにおける自切が実際に起きた尾椎位置の調査によると、オスでは第 44 尾椎、メスでは第 48 尾椎をこえて自切した個体はいなかったこと (Ishihara and Sato, 1980)、また、ニホンカナヘビにおける自切が実際に起きた尾椎の位置の調査によると、第 24 尾椎以降で自切した個体はいなかったこと (Fukada and Ishihara, 1967)、さらに本研究でも、第 27 尾椎以降の尾椎で自切した個体はいなかったことから、尾の先に行くにつれて神経弓が小さくなることや尾椎に付着する筋肉の量が少なくなることを踏まえると、尾の先に行くにつれて自切の可能性は低くなると思われる。また、尾を自切するのは自身が危険になったときに、敵の注意をそらすためであるので、尾を長く切り離す方が尾の先を切り離す

より効果的であり、そのため、尾の先で自切することが少ないのだと考えられる。

また、自切後は自切面に未分化な細胞が集まり、再生尾を構成していく準備が行われる。再生尾は軟骨で支えられており、軟骨の周りには筋肉が付着している。しかし、自切前のような筋節は見られないことや、軟骨に割れ目がないことから、再生尾には自切面はないと思われる。

## 引用文献

- Fukada, H and Ishihara, S (1967) Autotomy in the lizard, *Takydromus tachydromoides* (Schlegel). Bulletin of the Kyoto University of Education, Ser. B, **31**: 27-32.
- Ishihara, S and Sato, H (1980) Autotomy in the Japanese skink, *Eumeces latiscutatus* (Scincidae). Bulletin of the Kyoto University of Education, Ser A, **57**: 75-88.
- 中村健児・松井正文 (1988) 動物系統分類学 第 9 卷下 B<sub>1</sub>. 脊椎動物 (IIB<sub>1</sub>) 爬虫類 I. 74-119 中山書店
- 竹中 踐 (2005) 日本動物大百科 5 両棲類・爬虫類・軟骨魚類. 78-79 平凡社