

## カニのハサミは使いよう ハサミのカタチが教えてくれるハサミの用途

カニやヤドカリ、エビなどの甲殻類のハサミには、貝殻を割るのに用いたり、スプーンのように泥を掬ったりするなど、多様な機能があります。

名古屋大学博物館（館長：大路 樹生）の藤原 慎一（ふじわら しんいち）助教及び大学院環境学研究科の河合 巧幾（かわい ひろき）元大学院生は、90種の多様な甲殻類のハサミを調べ、ハサミが物を挟む力強さや、ハサミの脱臼のしにくさを反映する指標を、ハサミのカタチから読み取ることに成功しました。

これらの形態的指標は、甲殻類のハサミの機能と見事に対応しています。すなわち、貝殻を挟み割る用途で用いられるハサミは力強く、かつ脱臼しにくい設計になっており、一方で、泥をすくって食べるために用いられるハサミは挟む力が弱く、かつ脱臼しやすい設計になっているという、一見当たり前のような関係ですが、ハサミのカタチと機能の関係が明確に示されました。また、甲殻類のハサミは、力強く関節が外れにくいハサミや、力が弱く壊れやすいハサミはあるものの、逆に、力強く壊れやすいハサミや、力が弱く壊れにくいハサミにならないような設計になっていることも分かりました。

本研究の成果から、それぞれの機能に要求される甲殻類のハサミの多様なデザインの一部が明らかになりました。また、計測に基づく定量的な指標でハサミの機能を評価することができるようになりました。今後、甲殻類のハサミの機能の進化の過程を解き明かす鍵になると期待されます。

この研究成果は、平成 28 年 7 月 11 日付（米国時間）米国科学雑誌「Journal of Morphology」オンライン版に掲載されます。

### 【ポイント】

- 90種を超える甲殻類標本を用い、ハサミのカタチと機能の関係を調べた初めての研究です。
- ハサミの挟む力強さと、ハサミの外れにくさという二つの指標を用いて、ハサミのカタチと機能の関係を調べました。特に、ハサミの壊れにくさを外形から見積もる指標は、本研究によって初めて提唱されました。
- 甲殻類のハサミはシンプルな構造をしていますが、わずかな形態の違いが、挟む強さの機能に大きな違いを生み出していることが示されました。



大きく発達してメスへのアピールへ使うものの、ハサミには大した破壊力はありません。ハサミの機能は、種によって違うこともあれば、性別、あるいは同一個体の右と左でも異なることがあります。このようなハサミの機能の多様化が、十脚類の生態の多様化に大きく貢献してきたと考えられます。

十脚類のハサミは末端の指節(しせつ)と、ひとつ根本の掌節(しょうせつ)からなります。指節と掌節は2点を軸とする蝶番関節をなして開閉運動します。カニのツメを食べる際、掌節の中から2本の“ヒモ”(図1中の赤と黄色の矢印)が出てきますが、これがハサミを開いたり閉じたりする筋肉の付着部になります。このように、十脚類のハサミを動かす仕組みは非常に単純ですが、どうしてこれほど機能の多様性が生まれているのかについては理解が進んでいませんでした。

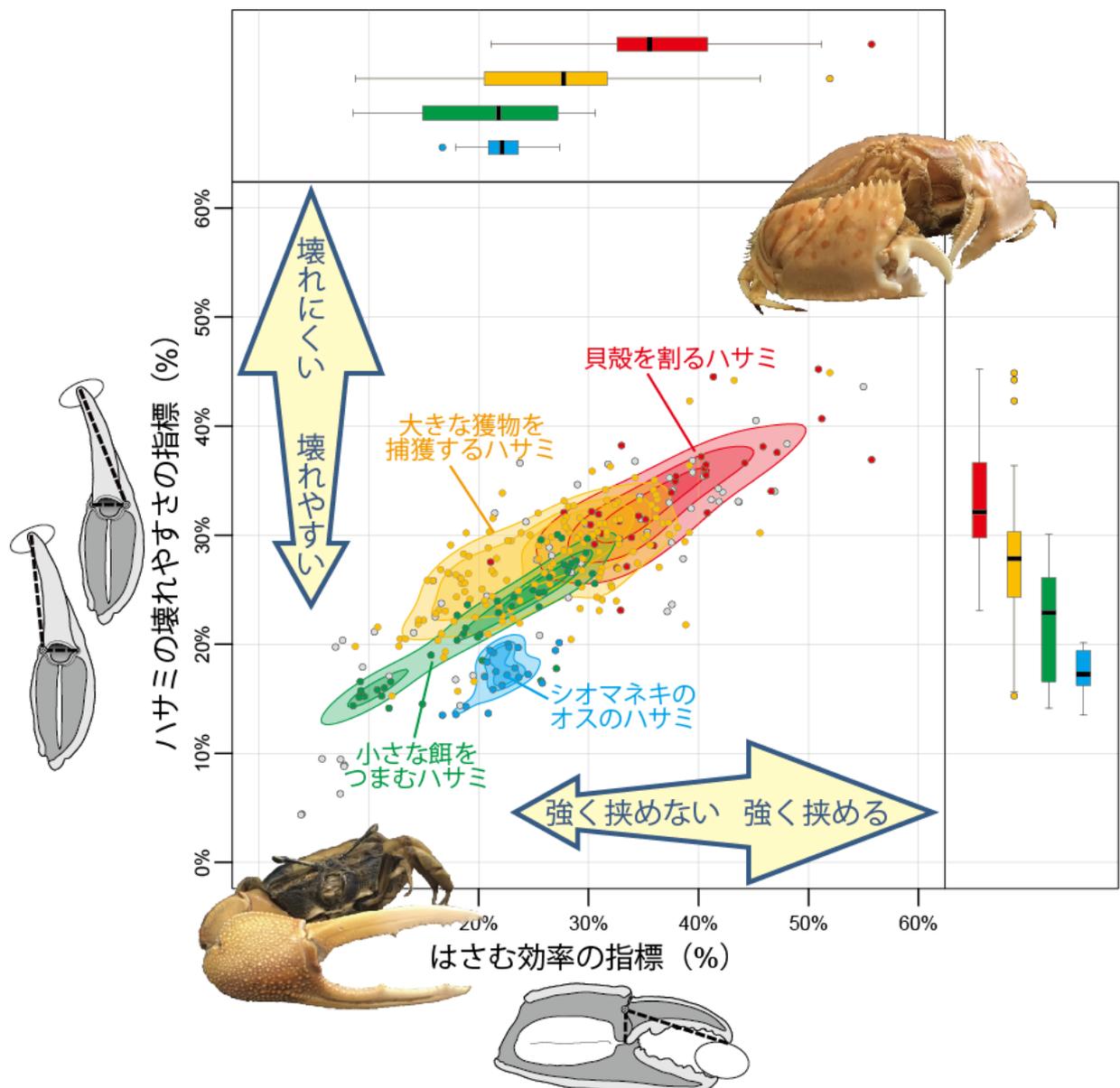


図 2. 十脚類のハサミの機能と「はさむ効率」および「ハサミの壊れ(外れ)やすさ」の指標の関係 (Fujiwara and Kawai (2016)を改編)。

そこで、本研究はハサミの「はさむ機能」に着目し、ハサミで「はさむ効率」と、2点でつながった指節と掌節の「外れにくさ(壊れにくさ)の効率」の指標を形態計測から見積もることで(図1)、十脚類のハサミのカタチと機能の関係を探ることを目的としました。ハサミで物をはさむときの力強さの効率は、筋肉とハサミのテコの比で表すことができます(図1)。また、指節と掌節はたった2点で関節しているため、片方の関節が外れてしまうと脱臼してしまいます。この関節の外れにくさは、指節と掌節を結ぶ関節膜のテコと、ハサミを折ろうとする力のテコの比で表すことができます(図1)。

本研究では、ハサミの大きさも用途も多様なザリガニ、ヤドカリ、アナジャコ、カニの仲間(34科63属92種)を用い、左右合わせて計317個のハサミの計測を行いました。その結果、貝殻を割ることに用いられるハサミは、より力を発揮しやすく、かつハサミの脱臼を起こしにくい設計になっていることがわかりました。一方、強く挟むことのない、ただ大きいだけのハサミは、はさむ力を発揮しにくく、かつ、余計な力がハサミにかかると比較的に容易に脱臼してしまう設計になっていました(図2)。この違いは、ハサミの指節の長さや幅広さ、上下の高さの違いによってもたらされます。本研究によって、少しの形態変異が、ハサミの機能の大きな多様化につながっていることが示されました。

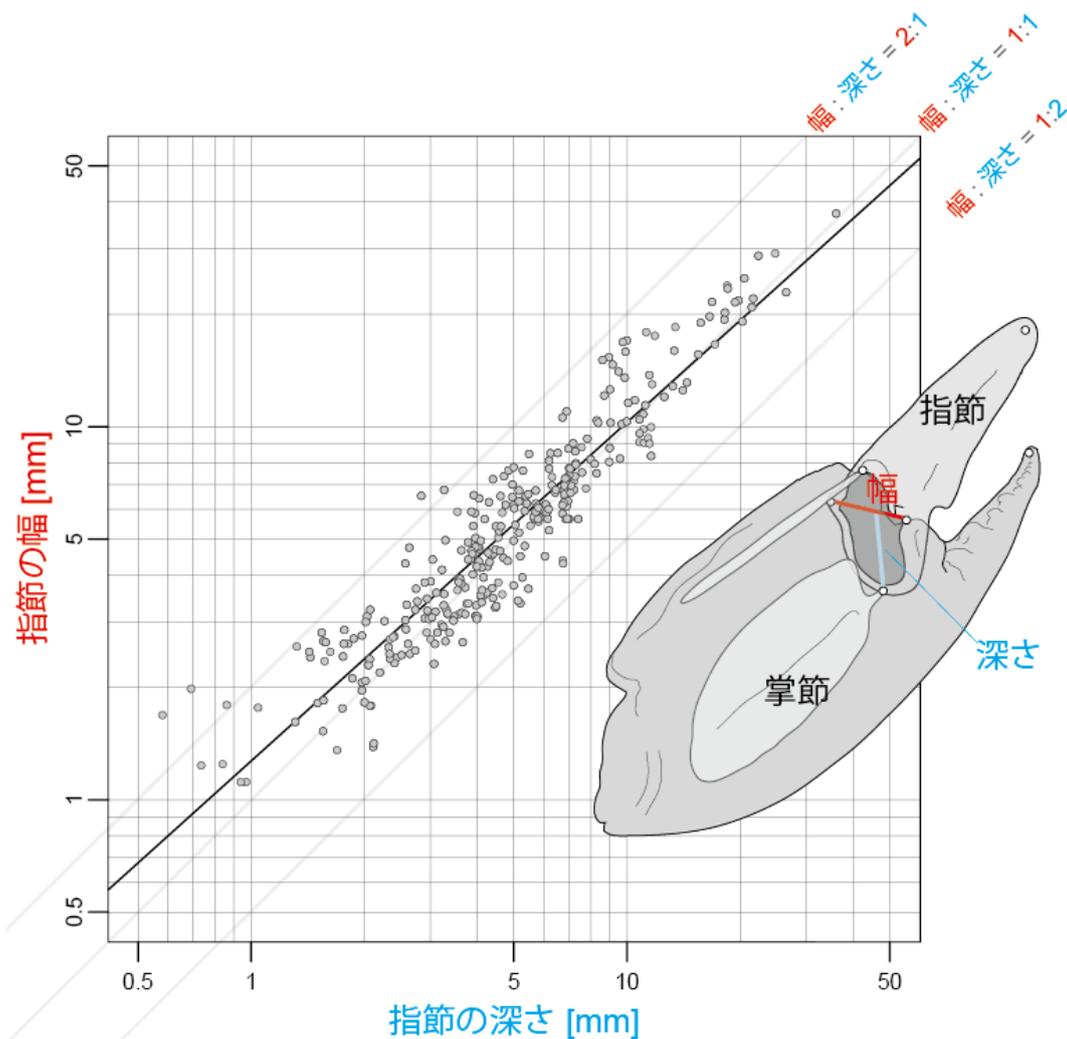


図3. 十脚類のハサミの指節の深さと幅の関係(Fujiwara and Kawai (2016)を改編)。

また、十脚類のハサミでは、ハサミの大きさや用途に関わらず、指節の深さと幅がほぼ同じ長さになっていることも分かりました(図 3)。これは、ハサミのはさむ力強さと壊れにくさが対応するような設計にデザインされた結果だと考えられます。このように、ハサミの外形や機能がどんなに多様化しても、ハサミの中で保たれるデザインがあるということがわかりました。

### 【成果の意義】

生物のカタチと、その生物に備わっている機能の関係について、力学に基づいて説明し、さらにその関係を網羅的な調査によって検証される事例は非常に少ないです。本研究は、十脚類のハサミというシンプルなメカニズムに着目し、ハサミの機能の多様性と形態の関係について、十分な理論および調査によって検証することに成功しました。

本研究で用いられた二つの指標(はさむ効率、ハサミの壊れにくさ)を用いることで、ハサミの機能がわからなかった化石の十脚類の古生態をより確からしい根拠に基づいて復元していくことができると期待されます。

### 【用語説明】

十脚類:

カニ、ヤドカリ、ザリガニを含む甲殻類の一群。

指節・掌節:

十脚類のハサミを構成する要素で、両者はしっかりと関節する2点を結んだ線分を軸として、開閉運動します(図 1)。掌節の末端が長く伸びることでハサミの固定端をなしており、指節を動かすことで物をはさみます。

### 【論文情報】

掲載雑誌: Journal of Morphology (John Wiley and Sons)

URL: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-4687/earlyview](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-4687/earlyview)

論文名: Crabs grab strongly depending on mechanical advantages of pinching and disarticulation of chela.

著者: Shin-ichi FUJIWARA, Hiroki KAWAI

藤原 慎一(名古屋大学博物館)、河合 巧幾(元・名古屋大学大学院環境学研究科)

公開日: 2016年7月12日、9:00AM(日本時間)

DOI: 10.1002/jmor.20573