

(様式第5号)

## 超音波照射がスクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）生体組織に 与える影響

Effect of ultrasound irradiation on tissues of Apple snail, *Pomacea canaliculata*

柳生 義人・日比野 祐介  
YAGYU Yoshihito・HIBINO Yusuke

佐世保工業高等専門学校  
National Institute of Technology, Sasebo College

- ※1 先端創生利用（長期タイプ）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の公開が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後2年以内に研究成果公開（論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表）が必要です（トライアル利用を除く）。
- ※3 実験に参加された機関を全てご記載ください。
- ※4 共著者には実験参加者をご記載ください（各実験参加機関より1人以上）。

### 1. 概要（注：結論を含めて下さい）

スクミリンゴガイ（俗称：ジャンボタニシ）は、水田作物を激しく食害するため、侵略的外来種ワースト100に選定されている。ジャンボタニシに対する防除方法は開発されているものの、突発的に発生する大きな被害が懸念されている。スクミリンゴガイの食害防止策として、水位管理や人手による捕殺、農薬の施用が行われているが、農業生産者の大きな負担となっている。このジャンボタニシに超音波を照射すると駆除できることが明らかとなっているが、超音波の作用機序は明らかとなっていない。スクミリンゴガイに超音波を照射すると、数時間～数日生存した後死亡に至る傾向があることから、内蔵の損傷もしくは殻内部の損傷であると考えられる。そこで、超音波照射がスクミリンゴガイの損傷を与える部位を吸収CT観測で観測することで、作用機序を解明の一助とすることを目的とする。28kHzの周波数の超音波を3分間照射したジャンボタニシ（約13.5mm）を10%ホルマリン溶液で固定し、殻あり、殻なしのサンプルを準備した。シンクロトロン放射光にて、吸収CTを撮影したところ、像を取得することができた。今回の測定ではジャンボタニシのどの部位に超音波が影響を及ぼしているのかを明確にすることができなかった。

Apple snail is one of the selected species of the 100 worst invasive foreign species because it becomes one of the causes of injuring paddy field of rice plant. Although the preventive methods have been already developed, sometimes sudden and serious damage was occurred. Moreover, the current preventive methods for the snail have been carried out, such as a water level control, a picking up and an application of pesticides becomes hard labor for farmer. We found that ultrasonic waves is effective in eliminating the snail. However, the mechanism of ultrasonic wave in the snail has not been clarified. The snail is able to survive for several days after ultrasonic irradiation which is thought to be due to internal damage. The snail approximately 13.5 mm was irradiated with ultrasound at a frequency of 28 kHz for 3 min, and were fixed in 10% formalin solution with and without shells were prepared as a sample. As a result of this study, absorption CT images were successfully obtained by synchrotron radiation. However, it was not clearly found which part of the snail was affected by the ultrasonic wave exposure from the 3D CT image.

### 2. 背景と目的

スクミリングガイ（俗称：ジャンボタニシ）は、水稻やレンコン、イグサなどの水田作物を激しく食害する外来種である。日本では本貝の導入から既に 30 年ほど経過しており、西日本一帯で定常的な被害はさることながら、突発的に発生する大きな被害が懸念されている。スクミリングガイの食害防止策として、水位管理や人手による捕殺、農薬の施用が行われているが、未だ人手に依るところが大きく、高齢化や労働力不足に悩む農業生産者の大きな負担となっている。このジャンボタニシに超音波を照射すると駆除できることが明らかとなっているが、超音波の作用機序は明らかとなっていない。スクミリングガイに超音波を照射すると、数時間～数日生存した後死亡に至る傾向があることから、内蔵の損傷もしくは殻内部の損傷であると考えられる。そこで、超音波照射がスクミリングガイの損傷を与える部位を吸収 CT 観測で観測することで、作用機序を解明の一助とすることを目的とする。

### 3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

- 試料

試料 A：殻あり，超音波照射なし

試料 B：殻あり，超音波照射 3 分間

試料 C：殻なし，超音波照射なし

試料 D：殻なし，超音波照射 3 分間

- 実験方法

超音波発振器（VS-100III, ASONE）にて、サイズ約 12×12mm 以内の幼貝（殻高：約 13mm）に超音波（28kHz, 100W）を 3 分間照射する。超音波照射後に 10%ホルマリン溶液で固定し、殻あり，殻なしの試料を作った。殻なしのサンプルは、身を傷つけないようピンセットを用いて殻を注意深く取り除いた。試料を製作した直後から翌日まで冷蔵庫で保管し、九州シンクロトン光研究センターまではアイスノンとともに発泡スチロール製の保冷箱に入れて運んだ。

シンクロトン放射光 BL07 にて、殻ありの試料の内部まで観測するためにビームエネルギー 20KeV で 3D 吸収 CT 像を撮影した。なお、視野は Ge イングット結晶に反射させることで、視野 15mm に拡張して像を取得した。殻ありの試料は、試料台に瞬間接着剤（アロンアルファ）で殻の後部を接着することで直接固定した。殻なしの試料は、試料台にはめ込んだプラスチック製のストローに入れて固定した。試料台に設置した試料は、10%ホルマリン溶液に浸漬し、真空ポンプで脱気した後、測定室の測定位置に設置した。撮影順は、試料 A（殻あり，超音波照射なし），試料 B（殻あり，超音波照射 3 分間），試料 C（殻なし，超音波照射なし），試料 D（殻なし，超音波照射 3 分間）とした。

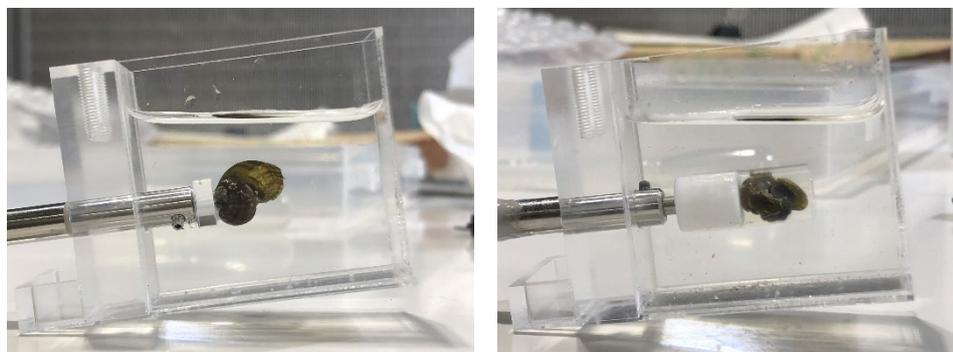


図 1. 試料の様子（左：殻あり，右：殻なし）

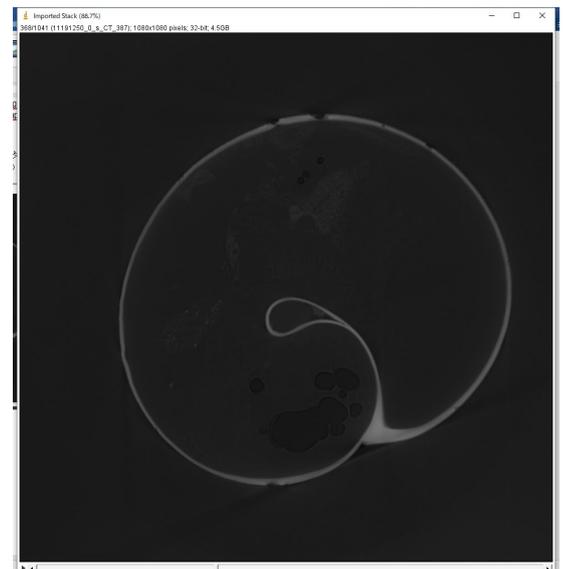
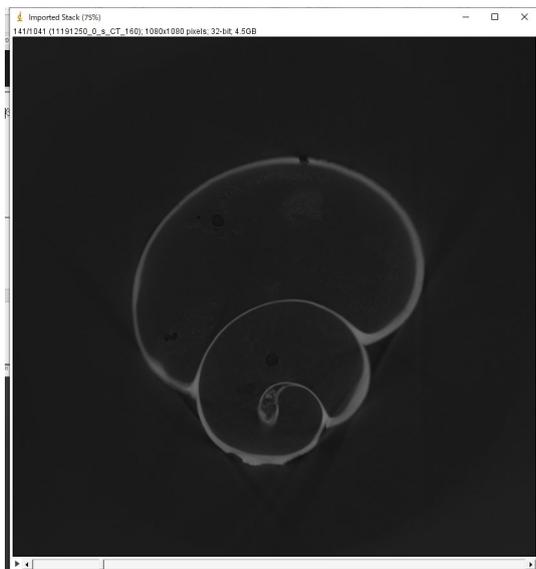
表 1. 取得した CT 画像の情報

試料 A	試料 B	試料 C	試料 D
殻あり，超音波照射なし	殻あり，超音波照射 3 分間	殻なし，超音波照射なし	殻なし，超音波照射 3 分間

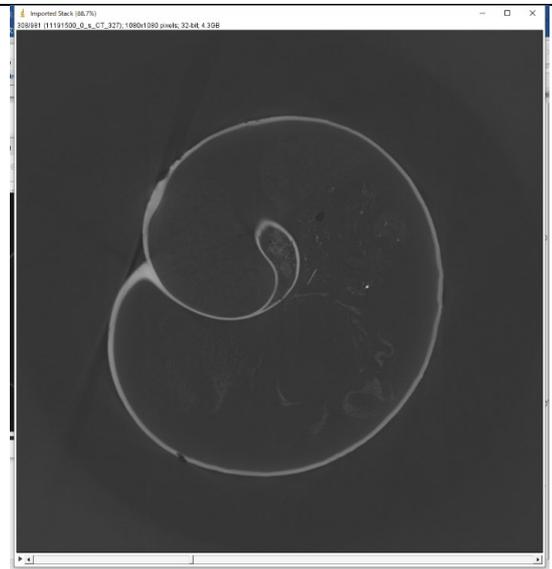
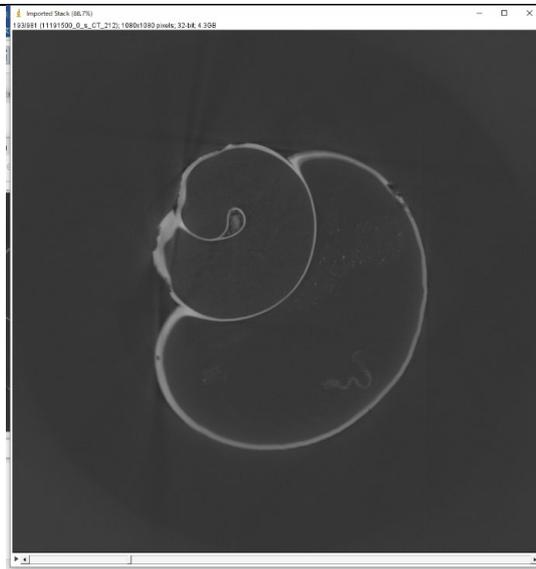
Image Orig Width: 1080			
Image Orig Pro: 1050			
Image Width: 1080	Image Width: 1080	Image Width: 1080	Image Width: 1080
Image Pro: 1000	Image Pro: 1000	Image Pro: 1000	Image Pro: 1000
Image Offset X: 0			
Image Offset Pro: 0			
Conv_Min: -0.1	Conv_Min: -0.1	Conv_Min: -0.1	Conv_Min: -0.1
Conv_Max: 0.1	Conv_Max: 0.1	Conv_Max: 0.1	Conv_Max: 0.1
Sino_Start: 20	Sino_Start: 20	Sino_Start: 30	Sino_Start: 50
Sino_End: 1060	Sino_End: 1000	Sino_End: 800	Sino_End: 800
CT_Center_ST: 0.65	CT_Center_ST: -1.2	CT_Center_ST: -3.25	CT_Center_ST: -1.25
CT_Center_End: -2	CT_Center_End: -5	CT_Center_End: -7	CT_Center_End: -5
Ver_HighPass: TRUE	Ver_HighPass: TRUE	Ver_HighPass: TRUE	Ver_HighPass: TRUE
High_Fil_COF: 15	High_Fil_COF: 15	High_Fil_COF: 15	High_Fil_COF: 15
High_Fil_Deg: 1	High_Fil_Deg: 1	High_Fil_Deg: 1	High_Fil_Deg: 1
High_Fil_Amp: 0.5	High_Fil_Amp: 0.5	High_Fil_Amp: 0.5	High_Fil_Amp: 0.5
hol_LowPass: TRUE	hol_LowPass: TRUE	hol_LowPass: TRUE	hol_LowPass: TRUE
Low_Fil_COF: 15	Low_Fil_COF: 15	Low_Fil_COF: 15	Low_Fil_COF: 15
Low_PFil_Deg: 1	Low_PFil_Deg: 1	Low_PFil_Deg: 1	Low_PFil_Deg: 1
Low_PFil_Amp: 0.5	Low_PFil_Amp: 0.5	Low_PFil_Amp: 0.5	Low_PFil_Amp: 0.5

#### 4. 実験結果と考察

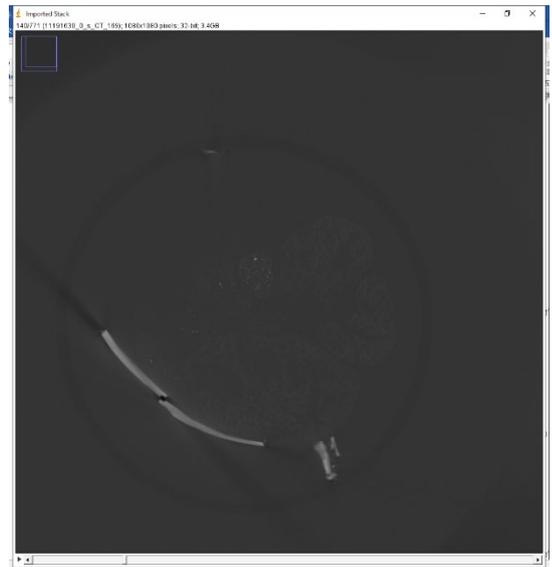
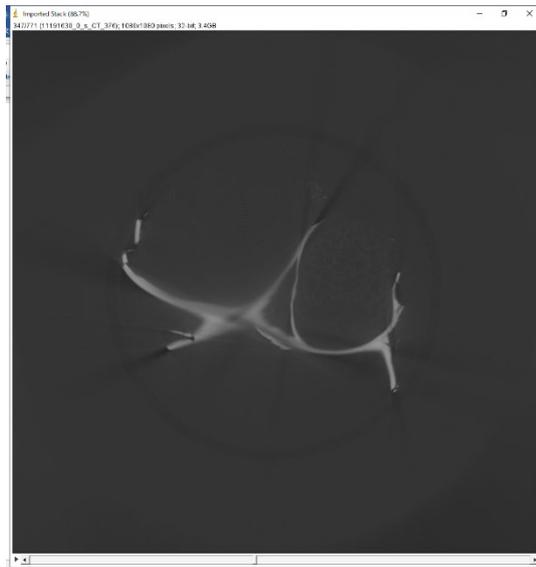
今回はトライアル利用のため最適条件での撮影ではなかったものの、CT像を取得することができた。取得した吸収CT像より、各試料のジャンボタニシの内部構造を確認することができた。取得した吸収CT像の一例を図2に示す。ジャンボタニシのCT像から、外殻、蓋、各臓器や歯舌（ジャンボタニシの歯）など、特徴的な部位を確認することが出来た。また、内臓に散見される円形状の黒い部分は、気泡のようなものではないかと推察された。今回の撮影条件では、軟組織の陰影が判別し難く、詳細な解析には至らなかった。



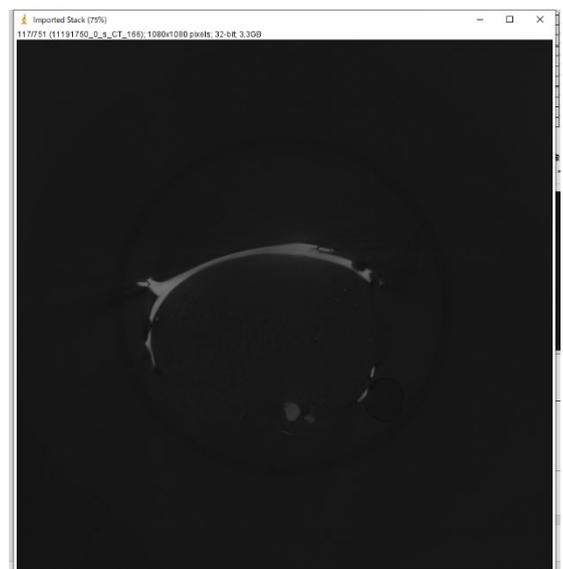
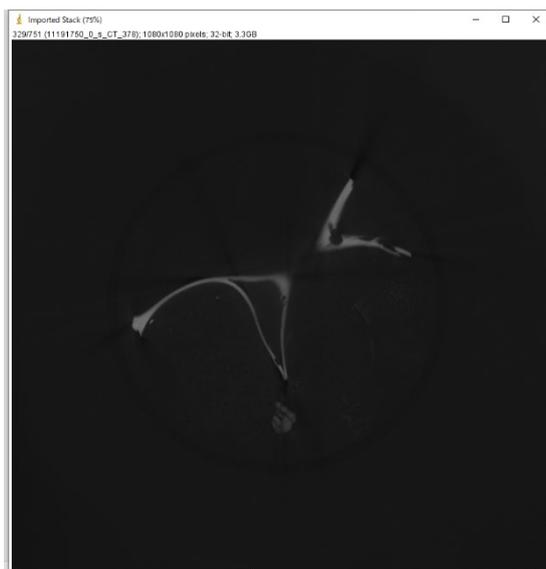
(a) 試料 A : 殻あり, 超音波照射なし



(b) 試料 B : 殻あり, 超音波照射 3 分間



(c) 試料 C : 殻なし, 超音波照射なし



(d) 試料 D : 殻なし, 超音波照射 3 分間

図 2. ジャンボタニシの CT 像

## 5. 今後の課題

今回の測定条件では、超音波がジャンボタニシのどの部位に影響を及ぼしているのかまでは、明確に確認することはできなかった。その理由として、測定条件の最も厳しい試料である「殻あり」を基準に

ビームエネルギーを決定したため、詳細な部分の撮影に至らなかったと思われる。本トライアル利用を経て、ジャンボタニシ撮影条件の見当がついたため、今回は、より詳細な CT 像の取得が期待される。

#### 6. 参考文献

なし

#### 7. 論文発表・特許（注：本課題に関連するこれまでの代表的な成果）

独立行政法人国立高等専門学校機構，柳生義人他，腹足類生物の捕集装置，特許第 5878716 号，2011-09-22

#### 8. キーワード（注：試料及び実験方法を特定する用語を 2～3）

ジャンボタニシ，スクミリングガイ，吸収 CT

#### 9. 研究成果公開について（注：※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文（査読付）発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください。提出期限は利用年度終了後 2 年以内です。例えば 2018 年度実施課題であれば、2020 年度末（2021 年 3 月 31 日）となります。）

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。

① ~~論文（査読付）発表の報告~~ (報告時期： ~~年      月~~)

② ~~研究成果公報の原稿提出~~ (提出時期： ~~年      月~~)