

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名	アーマディ
題 目	アメリカザリガニ <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852) の走電性と走光性 (Electrotaxis and phototaxis in American crayfish <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852))
<p>アメリカザリガニ <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852) はアメリカ、中国、スペイン他の国々では重要な養殖対象種であるが、一方では外来侵入種として様々な問題を起こしている。従来、種々の捕獲漁具漁法が養殖池での収穫や野生繁殖したものの捕獲に用いられてきたが、いずれも種々の制限要因のために撲滅捕獲に有効なものでない。本研究は従来漁具漁法に改善を加えてより捕獲効率の高いものにするための基礎的知見を得る目的で、アメリカザリガニの走電性と走光性を詳細に調べたものである。</p> <p>最初の実験では DC 電場 (<math>0.02 - 0.46 \text{ V cm}^{-1}</math>) におけるアメリカザリガニの行動を屋内水槽と屋外水槽で調べた。電場と並行に陽極に前進する行動の閾値は <math>0.04 - 0.10 \text{ V cm}^{-1}</math>、尾部の運動で後進しながら陽極に向かう行動の閾値は <math>0.12 - 0.16 \text{ V cm}^{-1}</math> であった。しかし、電極を揚げて水底から離すと、陽極に向かった個体は陽極の下を通過して電場の外に出ることを確認した。この行動は従来考えられてきた正の走電性では説明できず、陰極からの逃避と解釈された。走電性は屋内水槽では <math>0.24 - 0.30 \text{ V cm}^{-1}</math>、屋外水槽では <math>0.16 - 0.24 \text{ V cm}^{-1}</math> で最も強かった。アメリカザリガニは電位勾配が <math>0.28 - 0.46 \text{ V cm}^{-1}</math> では麻痺状態となる。しかし、電場消失によって 2-3 分以内に完全に元の状態に戻ることから、の選択アメリカザリガニを損傷することなく効率的に網に追込むことができる電位勾配が明らかになった。</p> <p>次の実験では屋内水槽と屋外水槽でアメリカザリガニの成体と幼体の走光性を調べた。成体は明瞭な正の走光性を示し、<math>1,290 \text{ lx}</math> で最大の走光性を示した。一方、幼体は負の走光性を示し、その閾値は <math>111 \text{ lx}</math> であった。これらの走光性の知見をもとに、屋外の大型水槽で独自に作製したトラップに水中ランプを装着して光で誘引してアメリカザリガニを捕獲する実験を行った。光の強さを2種類に換えた場合でも捕獲効率に変化は見られなかったが、いずれの場合も効率よく捕獲できた。しかし、魚肉を餌にしたトラップより効率よいとは言えなかった。一方で、絶食期の個体は餌で誘引できないが光で誘引できることが明らかになった。</p> <p>以上のアメリカザリガニの走電性と走光性に関する知見は捕獲漁具漁法に応用可能なものであり、現存の漁具漁法の改善に役立つと考えられる。</p>	

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名	AHMADI
題 目	Electrotaxis and phototaxis in American crayfish <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852) (アメリカザリガニ <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)の走電性と走光性)

The American crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) is an important aquaculture commodity in the United States, China, Spain and other countries. They are also invasive pests in several countries where they have been introduced. Several active and passive fishing methods are being used to harvest crayfish or for eradication programs. Due to restrictions in operations, however, most of the existing methods are not effective for the pest crayfish eradication programs. This study covers some methods which improved experimental designs and demonstrated simple luring methods for harvesting the American crayfish.

The first experiments were conducted to obtain detailed information on the behavioral responses of the American crayfish to DC electric stimuli in the form of voltage gradients. Four different arrangements of electrodes producing different electric fields were tested in both indoor and outdoor tanks. The electrical intensity used was varied from 0.02 to 0.46 V cm<sup>-1</sup>. Two threshold voltages were determined: threshold voltage I, which induced parallel orientation of the animal to the electric field and forward crawling toward the anode (0.04–0.10 V cm<sup>-1</sup>), and threshold voltage II, which induced flicking of the tail and backward swimming toward the anode (0.12–0.16 V cm<sup>-1</sup>). The crayfish that displayed true electrotaxis moved to the anode when stimulated within the space enclosed by the electrodes. However, when the electrodes were elevated 5 cm or 10 cm off the bottom of the tank, the crayfish moved to the anode, crawled through the gap beyond it and out of the electric field. This movement beyond the anode cannot be explained by positive electrotaxis, but it can be interpreted as repulsion from the cathode. Anodal movement was most effective at 0.24–0.30 V cm<sup>-1</sup> in the indoor tank and from 0.16–0.24 V cm<sup>-1</sup> in the outdoor tank. The crayfish suffered electronarcosis when stimulated at 0.32–0.46 V cm<sup>-1</sup> in the indoor tank, and at 0.28–0.46 V cm<sup>-1</sup> in the outdoor tank. They recovered from narcosis several minutes after the electric current was switched off. Thus, crayfish can be herded into a trap or net when stimulated by direct current of 0.24–0.30 V cm<sup>-1</sup>, taking care not to induce electronarcosis.

The second experiments were carried-out to evaluate phototactic behavior of the American crayfish to various light intensity both in indoor and outdoor tanks, and possible harvesting applications. Adult and juvenile crayfish were found to be positively phototactic, and their attraction to light was highest at an intensity of 1,290 lx. Conversely, post-embryonic crayfish were negatively phototactic and moved away from the light source at intensities higher than 111 lx. Fishing trials using traps with four open funnel entrances under lighted and dimmed lamps, fish baited and non-baited treatments tested the application of trapping with lamps as an alternative harvesting method. Results showed that traps with lighted and dimmed lamps captured similar numbers of crayfish, that in some cases they catch significantly more crayfish than non-baited traps, but that their catching performance was lower than fish baited traps.

Possible applications of this novel luring method were further discussed, as well as its implications in eradication programs and harvest from aquaculture ponds.

## 学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	アーマディ
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 川村軍蔵
	副査 鹿児島 大学 准教授 安樂和彦
	副査 宮崎 大学 教授 神田 猛
	副査 佐賀 大学 教授 野間口眞太郎
	副査 鹿児島 大学 准教授 ミゲル バスケス
審査協力者	
題 目	<p style="text-align: center;">Electrotaxis and Phototaxis in American Crayfish <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)</p> <p style="text-align: center;">(アメリカザリガニ=<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)の走電性と走光性)</p>
<p>アメリカザリガニはアメリカ、スペイン、中国では商業的に養殖されて食用にされているが、我が国では食用にされず、有害な外来侵入種として駆除のための有効な捕獲方法が求められている。本研究は電撃と誘引灯を利用した安価で有効な捕獲方法を開発することを目的に、アメリカザリガニの走電性と走光性の特徴を詳細に調べた。</p> <p>アメリカザリガニは電場内で陽極に向かう走電性を示す。水槽実験では、電場と並行に陽極に前進する行動の閾値は<math>0.04\text{--}0.10\text{ V cm}^{-1}</math>、尾部の運動で後進しながら陽極に向かう行動の閾値は<math>0.12\text{--}0.16\text{ V cm}^{-1}</math>であった。しかし、電極を揚げて水底から離すと、陽極に向かった個体は陽極の下を通過して電場の外に出ることを確認した。この行動は従来考えられてきた正の走電性では説明できず、陰極からの逃避と解釈された。</p> <p>アメリカザリガニの成体<math>1,290\text{ lx}</math>で最大の走光性を示した。一方、幼体は負の走光性を示し、その閾値は<math>111\text{ lx}</math>であった。これらの走光性の知見をもとに、屋外の大型水槽で独自に作製したトラップに水中ランプを装着して光で誘引してアメリカザリガニを捕獲す</p>	

る実験を行った。光の強さを2種類に換えた場合でも捕獲効率に変化は見られなかったが、いずれの場合も効率よく捕獲できた。しかし、魚肉を餌にしたトラップより効率よいとは言えなかった。一方で、絶食期の個体は餌で誘引できないが光で誘引できることが明らかになった。

本研究で得られた成果は、アメリカザリガニの走電性と走光性に関する従来知見を発展されるものであり、籠漁具に光を用いることで従来餌を用いた籠では捕獲できなかった成体も漁獲可能であることを示したことは、学術的および技術的な貢献は大きい。よって本研究は博士（水産学）の学位に値すると評価された。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	アーマディ
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 川村軍蔵
	副査 鹿児島 大学 准教授 安楽和彦
	副査 宮崎 大学 教授 神田 猛
	副査 佐賀 大学 教授 野間口眞太郎
	副査 鹿児島 大学 准教授 ミゲル バスケス
審査協力者	
実施年月日	平成21年 1月26日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <span style="float: right;">(口答)・筆答</span>	
<p>主査および副査は、平成21年1月26日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる解凍を得る事ができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（水産学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者  
氏 名

アーマディ

〔質問 1〕 走光性に関係する光受容器は何か。

〔回答 1〕 眼の他に第 6 節の背側にある神経節細胞が光を受容する。

〔質問 2〕 ザリガニは電気受容器を持っているのか。

〔回答 2〕 持っていると思う。非常に弱い電場の中でも脚を振るわず反応を示す。

〔質問 3〕 サメの電気受容器であるロレンツニ瓶器は生体の電気を受容して餌を見つけることができる。ザリガニが電気受容器をもつことの生態的異議は何か。

〔回答 3〕 コミュニケーションに使われると思う。

〔質問 4〕 電撃を使った捕獲は選択的でなく、電場内の全ての動物に影響を及ぼす。

〔回答 4〕 ランプを使った捕獲は選択的である。

〔質問 5〕 インドネシアで行ったトラップ操業で獲れた魚は光に誘引されたのか。トラップの中のエビに誘引された可能性がないか。

〔回答 5〕 正の走光性をもつ魚が光に誘引されたと思う。

〔質問 6〕 脱皮直後のザリガニはなぜ走光性を示さないのか。

〔回答 6〕 脱皮直後のザリガニの眼はまだ機能できる状態ではない。

〔質問 6〕 同じ個体を繰返し使っているが、行動習性を調べるには個体あるいはグループを変えて行うべきであった。

〔回答 6〕 十分な数のザリガニを購入できなかつたので、やむを得なかつた。