



宿主の理にかなった逃避が

逆に寄生者の蔓延をうながすことを発見

研究成果のポイント

- ・他の生物に寄生された生物（宿主）は、自身の体力に応じた合理的な逃避行動をとることを発見。
- ・感染個体の合理的な逃避行動が寄生者のさらなる蔓延^{まんえん}を招くことを、数値シミュレーションで証明。
- ・“感染個体”にとっては合理的な行動が、非感染個体も含む“宿主集団”には寄生者の蔓延という不利益をもたらす。

研究成果の概要

逃げるべきか、逃げざるべきか。自然界で寄生者に感染してしまった動物（感染個体）は、この苦渋の選択に迫られます。感染源から逃れたい一方で、自然界での移動はとてリスクが高いからです。こうしたジレンマの中で、感染個体がどのような逃避行動をとるのかは従来未解明でしたが、今回、照井研究員らの研究グループは、サクラマスとその寄生者（カワシンジュガイ）を対象に、「体力のある感染個体だけが逃げる」という合理的な行動をとることを発見しました。しかし皮肉にも、サクラマスのこの逃避行動は、かえって寄生者の蔓延を助長することがわかりました。これらの結果は、各々の“感染個体”にとっては合理的な行動が、非感染個体も含む“宿主集団”には寄生者の蔓延という不利益をもたらすことを意味しています。他の生物でも同様の現象が起きている可能性があり、将来的には野生動物における病気蔓延の予測への応用が期待されます。

論文発表の概要

研究論文名：Parasite infection induces size-dependent host dispersal: consequences for parasite persistence（寄生者による感染が、宿主のサイズ依存的な移動行動を助長する：寄生者集団の存続に及ぼす影響）

著者：照井 慧（北海道大学・ミネソタ大学）、大上 慧太（北海道大学）、卜部 浩一（北海道立総合研究機構）、中村 太士（北海道大学）

公表雑誌：Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences（生物学の国際誌）

公表日：英国時間 2017 年 11 月 1 日（水）（オンライン公開）

研究成果の概要

(背景)

寄生者（及びそれに由来する病気）の蔓延は、動物集団の絶滅にもつながる重大な問題です。多くの場合、寄生者自身の移動能力は限られているので、感染した個体（感染個体）の移動が寄生者の広範囲な蔓延の原因となります。そのため、寄生者の蔓延プロセスを理解するには、感染個体の行動原理を解き明かす必要があります。

感染個体の生き残り戦略としては、さらなる感染を避けるために「感染源から離れる（逃避行動）」のが賢明に見えますが、移動には別のリスクが伴います（エネルギーを使う、移動中に天敵に出くわすなど）。そのため、感染個体は“さらなる感染リスク”と“移動リスク”のどちらか一方を選ばざるを得ません。しかし、こうしたジレンマの中で、感染個体がどのような逃避行動をとるのかはよくわかっていませんでした。

今回、北海道大学と北海道立総合研究機構の研究グループは、「体力のある感染個体だけが遠くへ逃げる」という仮説をたてました。この仮説は、「体力があれば逃げるのが得策だが、体力がなければ移動に失敗するリスクのほうが高いだろう」という予想に基づいています。具体的には、サクラマスとその寄生者（カワシンジュガイ）を対象に、「体力のある大きい個体だけが遠くへ逃げる」という仮説を検証しました。さらに、そうした移動行動が、寄生者の蔓延に及ぼす影響も検討しました。

(研究手法)

カワシンジュガイは溪流に生息する淡水二枚貝であり、幼生期にサクラマス幼魚のエラに寄生します（写真1, 2）。幼生は、親貝の体内で十分に成熟すると水中へ放出され、周囲にいるサクラマス幼魚のエラに寄生します（寄生期間は40~50日間）。寄生に成功したカワシンジュガイ幼生は、寄生期間中にサクラマスによって別の場所に運ばれます。寄生期間が終わると、稚貝として川底に定着し、新たな感染源を作り出します（図1）。一方、サクラマスは呼吸器であるエラに寄生されるため、呼吸障害を起こします。サクラマス1個体あたりの寄生数は数千に及ぶこともあり、死に至ることもしばしばあります。

照井研究員らの研究グループは、「人工的に寄生処理を施したサクラマス幼魚」と「寄生処理を施さないサクラマス幼魚」計215匹を用意し、標識再捕獲法と呼ばれる調査手法により両者の移動を調べました。調査は、北海道の千歳川水系の約1,200mの区間で行いました。得られたデータに統計処理を施し、寄生処理とサクラマス幼魚の体長が、サクラマスの移動距離に及ぼす影響を調べました。さらに、観察されたサクラマス幼魚の移動行動が、寄生者（カワシンジュガイ）の蔓延や存続に及ぼす影響を調べるために、サクラマスの移動行動を取り入れた数値シミュレーションモデルをつくりました。

(研究成果)

寄生に対するサクラマス幼魚の応答を調べたところ、仮説どおりの結果が得られました。すなわち、大きい魚は遠くへ逃げ、小さな魚はその場にとどまることがわかりました。この傾向は、未寄生の魚では不明瞭だったため、寄生の影響として解釈できます（図2）。

しかし、皮肉にも、こうしたサクラマス幼魚の理にかなった行動があることで、寄生者の蔓延が助長されてしまうことがわかりました。数値シミュレーションから、未寄生の魚で観察された移動行動を想定した場合と比べ、寄生者集団は4倍長い時間にわたって存続し、6倍広いエリアに侵入・定着することが示されました。この結果は、「逃げない小さな魚が“その場の寄生者集団の繁殖”を促し、

逃げる大きな魚が“新たな場所への蔓延”を助長する」という絶妙な役割分担が達成されたためと考えられます。

(今後への期待)

以上の成果は、各々の“感染個体”にとっては合理的な行動が、非感染個体も含む“宿主集団”には寄生者の蔓延という不利益をもたらすことを意味しています。他の生物でも同様の現象が起きている可能性があり、将来的には野生動物における病気蔓延の予測への応用が期待されます。

お問い合わせ先

北海道大学大学院農学研究院研究員・ミネソタ大学日本学術振興会海外特別研究員

照井 慧 (てるい あきら)

TEL : +1 (651) 309-7736 (USA, 日本語対応) E-mail : hanabi0111@gmail.com

ホームページ : <http://ecological-stats.com/>

【参考写真】



写真 1 カワシンジュガイの宿主サクラマスの子魚。丸型の写真は寄生されたサクラマスのエラを示している。白い斑点がカワシンジュガイの子生。

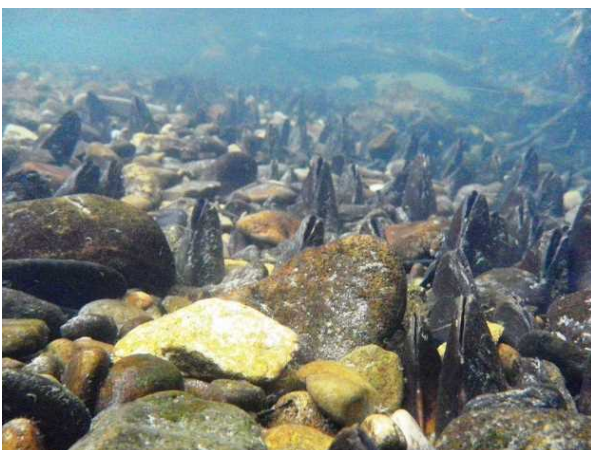


写真 2 カワシンジュガイの親貝の集団。

【参考図】

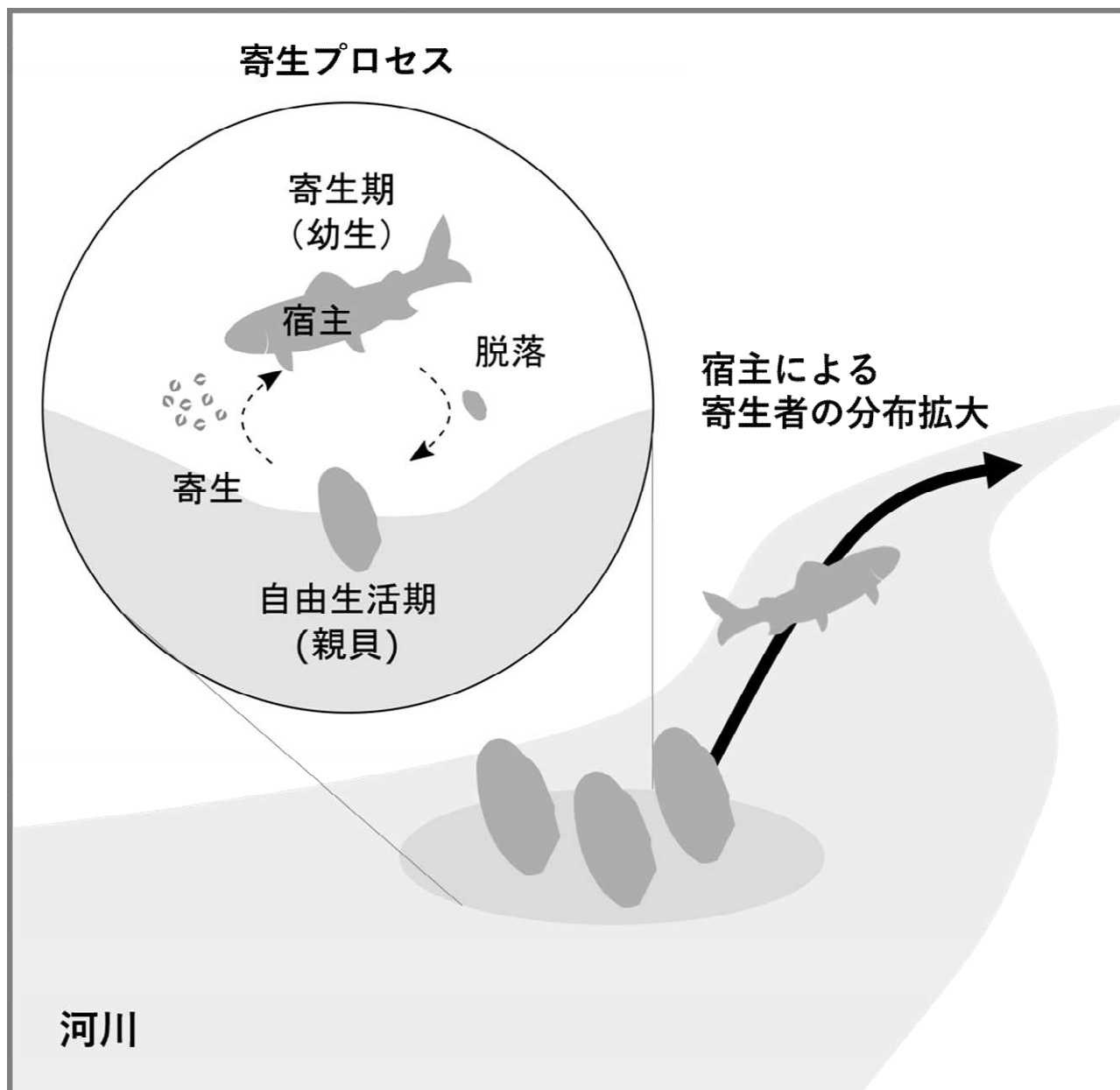


図 1 カワシンジュガイの一生。幼生は成熟すると親貝から水中へ放出され、宿主であるサクラマスのエラに寄生する（写真 1 も参照）。寄生に成功した幼生は、寄生期間（40～50 日）の間にサクラマスによって別の場所へ運ばれ、稚貝となって川底に定着する。定着した後は、親貝と同様に川底で生活を送る。

感染ポイント

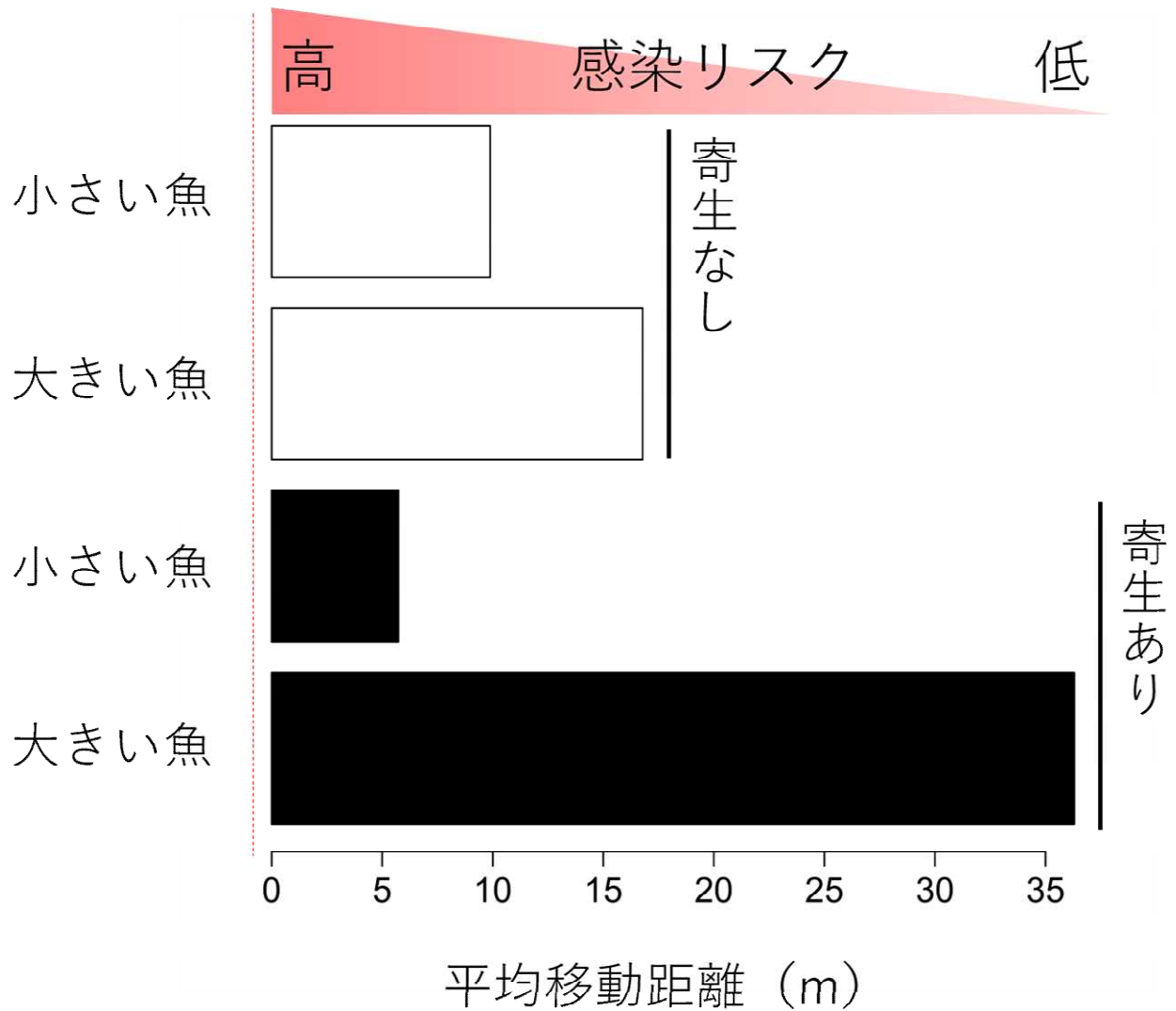


図 2 カワシンジュガイ幼生による寄生が、サクラマス幼魚の移動パターンに及ぼす影響。横軸は疑似的な感染ポイント（寄生処理を施した場所）からの平均移動距離，縦軸は魚の体長のグループを表す（小さい魚：全体の下位 20%にあたる体長の個体，大きい魚：全体の上位 80%にあたる体長の個体）。白い棒グラフは寄生のないグループ，黒い棒グラフは寄生処理を施したグループを表す。一般に，感染ポイントから離れるに従い感染リスクは低下する。

寄生のないグループでは，体長によって移動距離に大きな違いは見られない。一方，寄生処理を施したグループでは，体長に応じて移動距離が大きく変わる。大きい魚はより遠くへ移動するような変化が見られるのに対し，小さい魚はその場にとどまる傾向が強くなる。