

砂浜域潮上帯棲端脚類ヒゲナガハマトビムシ *Trinorchestia trinitatis*(Derzhavin) の生態的研究

学位論文内容の要旨

ハマトビムシ科端脚類は、ヨコエビ亜目の中で、唯一水域を離れて生息するグループで、潮上帯に生息する半陸棲種と、森林床のリター層に生息する陸棲種に分類される。半陸棲種は更に、打ち上げ堆積物の下に生息する種と、開けた砂浜域に生息する種に分類される。この3グループの中で、物理的に最も厳しい環境に生息していると推察されるのが、サンドホッパー (sandhopper) と呼ばれる、砂浜域に生息する種である。砂浜域潮上帯では、波浪や潮汐運動により、堆積、浸食が頻繁に生じ、砂中の温度や含水率、塩分濃度も大きく変動する。水棲端脚類と共通した形態的特徴を多く備えたsandhopperが、物理的に厳しいこのような場所にどのように適応しているのかは、生物の環境への適応様式を探る上で興味深い問題であり、それを明らかにすることは、ヨコエビ亜目の多様性と適応放散を探る上での貴重な知見ともなる。更に、半陸棲ハマトビムシ類は、打ち上げられた有機物を分解し、再び沿岸水域へ還元する一次分解者として重要な位置を占める。従って、砂浜沿岸域生態系の物質循環に果たすsandhopperの役割は無視できず、その生態を知ることは重要である。

ヒゲナガハマトビムシは、本邦の砂浜域に普通に見られる種であるが、その研究は殆どなされていない。本研究では、函館市大森浜のヒゲナガハマトビムシ個体群を対象として、まず個体群構成を明らかにし、環境耐性にかかわる生理的特性を解明することで、潮上帯砂浜環境に対する生理的適応を検討した。続いて、本種の生活の2つの様相である、砂中への潜掘と砂上での活動について、環境要因との関連性を明らかにし、行動的側面からの環境適応を検討した。また、食性と繁殖生態を明らかにし、これらの結果を総合して、本種の潮

上帯砂浜環境に対する適応の解明を試みた。

本種は、頭胸長16mm、全長25mmに達する大型の端脚類である。抱卵雌は、4月から8月下旬まで見られ、新規加入群は5月から出現した。孵出幼体は頭胸長2.5mmで、5月に孵出した個体群は6月には性分化を逃げたが、当年には繁殖に参加せず、孵出後1年を経て繁殖すると推察された。

本種の乾燥耐性は大きくはなく、75%相対湿度の下で6時間後に、幼体は約9割が死亡し、成体でも生体重量の約20%の水分を失った。一方、36℃の飽和相対湿度中での生存時間は約80時間と、高温に対する耐性は高かった。また、浸水条件下でも長期間生存可能で、塩分濃度の耐性範囲も広く、塩分1.7から34の間の水中での半数致死期間は1週間以上であった。更に、水中でも空気中と同様の呼吸量を維持することが可能であった。

12月から3月までは、潮上帯上方の深い砂中に分布し、浅層の凍結を避けて越冬していた。解氷後、3月に砂上での活動を開始した。夏期は高潮痕付近の浅い場所に集中して分布し、特に小型個体でその傾向が強かった。浅層部の地温上昇により、分布深度は深くなる傾向が見られた。秋期になると高潮痕付近の集中が弱まり、再び潮上帯へ移動した。このように、1年を通して潜掘分布場所は大きく変化するが、常に砂中含水率が2%以上の場所に潜掘し、多くは3-5%の範囲に分布した。しかし、室内実験から、含水率が0.5%以上あれば死亡しないことが示され、野外では、低含水率による砂中への潜り難さも分布場所を規定する要因であることが示唆された。

大型個体は夜間、小型個体は主に薄明薄暮に活動し、体サイズによる活動時間帯の相違が見られた。大型個体は、活動に関して強い概日リズムを示し、それを明暗周期に同調させることにより、正確な夜間活動周期を維持していた。相対湿度の低い日は活動個体が少なく、室内実験でも、低相対湿度条件では活動が制限されることが示された。相対湿度の高い日は日中でも小型個体の活動が観察された。潮汐周期と活動量との関連性は認められず、潮汐に伴う活動は、潮上帯での生活において必ずしも必要な習性とはいえなかった。

摂餌場所から潜掘場所への移動には、太陽と景色が手がかりとして用いられるが、景色の方が手がかりとしてより重要であった。

本種は雑食性で、マコンブ、アマモ、小甲殻類、昆虫などを摂食していた。餌の流入が予測困難な砂浜潮上帯に生息する本種にとって、雑食性は食物摂取

の上から重要な性質といえた。

雌の一腹当たりの平均卵数は25個、卵径は1.5mmと大型であり、胚発生期間は15℃、25℃でそれぞれ25、11日間で、同一の雌が数回産卵した。幼体は親と同形態で孵出した。大型の卵を少数産出し、乾燥に対する抵抗が大きい大型の幼体を孵出させることで、死亡率を低めていると推察された。

雄が雌の穴に入る交尾前ガード行動が、抱卵雌が見られ始める4月より1か月前の3月から観察された。3月は砂表面の凍結に、4月以降は砂表面の乾燥によって、この行動は制限された。雄は産卵までの期間が短い雌を選択する傾向にあった。しかし、たびたび生じる砂表面凍結のために活動可能な夜間が限られる3月中は、4月の産卵開始までに、雄は可能な限り早く雌をガードしようとするため、早く一つの穴に入った雌雄の方が交尾前ガード期間は長くなった。

雌をめぐる雄同士の闘争は、体サイズの大きな雄の方が有利であった。このため、3月中の交尾前ガード活動では、3月前半に大型雄が雌を確保し、大型雄が雌を確保し終わった3月後半に、小型雄が雌を確保した。4月以降は、3月中より短い交尾前ガード期間によって、常に大型雄が雌を確保していた。

交尾前ガード行動は、砂上活動が妨げられるほど潮上帯砂表面が乾燥している場合を除き、浸水の危険の少ない潮上帯で行われた。雌は、幼体が孵化するまでの間、環境変動の小さい砂中に留まることにより、幼体の生存率を高めていた。

本種は、乾燥、低温や高温、変動の大きい塩分濃度など、環境の厳しい潮上帯砂浜域に、生理的行動的に適応しているが、潮上帯に生息するには不十分な乾燥耐性が、行動的適応様式をより発達させる原因になったと推測された。季節によって、水平的、垂直的に大きく潜掘分布場所を変えることにより、遭遇する環境変動幅を小さくし、活動時間帯を相対湿度の高い夜間や薄明薄暮にし、湿潤な場所で活動することにより、体からの水分損失を最小限にしていた。潜掘場所と砂上活動場所間の移動のためには、自身の位置を定め、向かうべき方向を知ることが重要な問題となってくるが、それは多様な手がかりを用いることによって行われていた。また、繁殖活動に関しても、低温、乾燥や浸水に対する様々な行動的適応が認められた。本邦を含む北太平洋沿岸域は、砂浜域に生息するハマトビムシ類の多様性が最も高い地域の一つである。今後は種間での適応様式の比較と、個体群間での適応様式の比較が、ハマトビムシ類の潮上帯への適応を探る上での課題である。

学位論文審査の要旨

主査 教授 中尾 繁
副査 教授 池田 勉
副査 助教授 五嶋 聖治
副査 教授 上平 幸好

学位論文題名

砂浜域潮上帯棲端脚類ヒゲナガハマトビムシ *Trinorchestia trinitatis*(Derzhavin) の生態的研究

砂浜域潮上帯は、波浪や潮汐運動により、堆積、浸食が頻繁に生じ、砂中の温度や含水率、塩分濃度も大きく変動する。ヒゲナガハマトビムシが物理的に厳しいこのような場所にどのように適応しているのかは、生物の環境への適応様式を探る上で興味深い問題である。また、それを明らかにすることは、本種を含むヨコエビ亜目の多様性と適応放散を探る上での貴重な知見ともなる。本研究では、函館市大森浜のヒゲナガハマトビムシ個体群を対象として、まず個体群構成を明らかにし、環境耐性にかかわる生理的特性を解明することで、潮上帯砂浜環境に対する生理的適応を検討した。

続いて、本種の生活の2つの様相である、砂中への潜掘と砂上での活動について、環境要因との関連性を明らかにし、行動的側面からの環境適応を検討した。また、食性と繁殖生態を明らかにし、これらの結果を統合して、本種の潮上帯砂浜環境に対する適応の解明を試みた。

本種は、頭胸長16mm、全長25mmに達する大型の端脚類である。抱卵雌は、4月から8月下旬まで見られ、孵出幼体は頭胸長2.5mmで、5月に孵出した個体群は6月には性分化を遂げるが、孵出後1年を経て繁殖すると推察される。

本種の乾燥耐性は大きくはなく、75%相対湿度の下で6時間後に、幼体は約9割が死亡し、成体でも生体重量の約20%の水分を失った。一方、36℃の飽和相対湿度中での生存時間は約80時間と、高温に対する耐性は高かった。また、塩分濃度の耐性範囲も広く、塩分1.7から34の間の水中での半数致死期間は1週間以上であった。更に、水中でも空気中と同様の呼吸量を維持することが可能であった。

12月から3月までは、潮上帯上方の深い砂中に分布し、浅層の凍結を避けて越冬する。解氷後、3月に砂上での活動を開始し、夏期は高潮痕付近の浅い場所に集中して分布する。秋期になると再び潮上帯へ移動する。このように、1年を通して潜掘分布場所は大きく変化するが、常に砂中含水率が2%以上の場所に潜掘する。

大型個体は夜間、小型個体は主に薄明薄暮に活動し、体サイズによる活動時間帯の相違が見られた。大型個体は、活動に関して強い既日リズムを示し、明暗周期に同調させて正確な夜間活動周期を維持している。

摂餌場所から潜掘場所への移動には、太陽と景色が手がかりとして用いられるが、景色の方が重要であった。本種の雑食性は食物摂取の上から重要な性質といえた。

大型の卵を少数産出し、大型の幼体を孵出させることで、死亡率を低めている。

雄が雌の穴に入る交尾前ガード行動が、3月から観察され、3月は砂表面の凍結に、4月以降は砂表面の乾燥によって、この行動は制限された。雌をめぐる雄同士の闘争は、体サイズの大きな雄の方が有利であった。このため、3月中の交尾前ガード活動では、3月前半に大型雄が雌を確保し、大型雄が雌を確保し終わった3月後半に、小型雄が雌を確保した。4月以降は、常に大型雄が雌を確保していた。

交尾前ガード行動は、浸水の危険の少ない潮上帯で行われた。雌は、幼体が孵化するまでの間、環境変動の小さな砂中に留まることにより、幼体の生存率を高めていた。

以上の結果から、本種は、乾燥、低温や高温、塩分濃度の変動など、環境の厳しい潮上帯砂浜域に、生理的行動的に適応しているが、潮上帯に生息するには不十分な乾燥耐性が行動的適応様式をより発達させる原因になったと推測された。すなわち、季節によって、水平的、垂直的に大きく潜掘分布場所を変えることにより、遭遇する環境変動幅を小さくし、活動時間帯を相対湿度の高い夜間や薄明薄暮にし、湿潤な場所で活動することにより、体からの水分損失を最小限にしていた。

繁殖活動に関しても、低温、乾燥や浸水に対する様々な行動的適応が認められた。今後は種間および個体群間での適応様式の比較がハマトビムシ類の潮上帯への適応を探る上での課題となるが、本研究で得られた結果は所期の目的を充分達しており審査委員会は博士（水産学）の学位に充分該当すると判定した。