

博士（水産科学） ガデイ・パドマバテイ

学位論文題名

Abundance, vertical distribution and life cycle of
Metridia pacifica and *M. okhotensis* (Copepoda: Calanoida)
in the Oyashio region, western subarctic Pacific Ocean

（親潮海域に出現する浮遊性橈脚類 *Metridia pacifica* と
M. okhotensis の出現量、鉛直分布、生活史に関する研究）

学位論文内容の要旨

橈脚類は、海洋に出現する動物プランクトンの中で数量的に最も優占し、植物プランクトンを餌料とする種類が多数含まれることから、海洋生態系内での基礎生産を高次栄養段階に位置する動物へ伝達する重要な役目を担っていると考えられる。また、橈脚類の生産過程で産出される栄養塩、糞、脱皮殻は海洋の物質循環に大きく関与していることが近年の研究で指摘されている。このような海洋生態系における橈脚類の動的機能を定量的に把握するためには、先ずそれぞれの種の鉛直分布、出現量、生活史の特性について解明する必要がある。外洋に分布する動物プランクトンについての研究は、時系列採集または周年を通じた採集が極めて難しくこれまで得られた知見も少ない。本研究で対象とした橈脚類2種のうち *Metridia pacifica* は北太平洋亜寒帯、ベーリング海、オホーツク海、日本海に広く分布する中型橈脚類であるが、詳細な知見は東部北太平洋亜寒帯に位置する Station P と日本海富山湾において報告されているのみで、西部北太平洋亜寒帯に位置する親潮海域では研究例がない。また、*Metridia okhotensis* はオホーツク海に最も多量に出現し、ベーリング海、北太平洋亜寒帯域にわたって分布することが報告されているが、生活史を含む生態学的知見は極めて乏しい。

本研究で用いた動物プランクトン試料は、1996年9月から1997年10月の期間、約1ヶ月間隔で親潮海域の Site H (41° 30' - 42° 30' N, 145° 00' - 146° 00' E) で海表面 - 水深 2000 m までを 5 層に分け（表面 - 水温躍層底部、水温躍層底部 - 250, 250 - 500, 500 - 1000, 1000 - 2000 m）目合い 0.1 mm の閉鎖ネットを用いて採集し、中性ホルマリンで固

定されたものである。各採集時にはCTDを用いて水温、塩分の鉛直プロファイル資料を得た。植物プランクトンの現存量の指標として本研究で利用したクロロフィルa資料は北海道区水産研究所より提供されたものである。

約1年間にわたる調査の結果、Site Hでの表面水温の変動は最低2°C、最高18°C、表面塩分は最低32.5、最高33.5であった。水深200 m以深では水温は周年を通して2-3°C、塩分は33.5-34.5で安定していた。クロロフィルaは3月中旬から急速に増加し、5月に最大(9 μ g/l)に達した後6月下旬には減少した。この結果から、植物プランクトンの大増殖が3月中旬から6月下旬の期間に発生したことが判った。

*M. pacifica*のコペポダイト1-3期(C1-C3)の大部分は一年を通して水深250 m以浅に出現した。C4, C6雌は500 m以浅、C6雄は250-1000 mに出現した。C5の鉛直分布は季節によって異なり、その多くは5月には表面-水温躍層底部に分布したものの季節の進行に伴い下降し、9月から翌年2月までは水深1000-2000 mに出現した。一方、*M. okhotensis*のC1-C4は表層には殆ど出現せず、大部分は水深250-500 mに分布していた。C5-C6の分布水深は250-1000mであった。昼夜による分布水深の相違(日周鉛直移動)を4月、9月、10月、12月の採集で調べた結果、*M. pacifica*のC5, C6個体群の一部のみが夜間表層に上昇することが観察された。*M. okhotensis*では昼夜による鉛直分布に差異はみられなかった。

これらMetridia 2種の各コペポダイト期の頭胸長を測定したところ、季節による一定の変動傾向はみられなかった。さらに、各コペポダイト期の湿重量、乾燥重量、乾燥有機物量を測定し、発育に伴う増加量を計算したところ、*M. pacifica*(最大はC4/C5の3倍増加)に比べて*M. okhotensis*(最大はC4/C5の7倍増加)の各期発育に伴う増加量が大いことが示された。これらの資料をもとに、水柱0-2000 mにおける両種の個体群の年平均現存量(乾燥重量)を計算したところ、*M. pacifica*で1.0 gDW/m²、*M. okhotensis*で0.7 gDW/m²となった。この結果をこれまでSite Hで報告されている大型かいあし類 *Neocalanus cristatus*, *N. plumchrus*, *N. flemingeri*, *Eucalanus bungii*それぞれの年平均現存量(範囲: 1-5 gDW/m²)と比較すると若干低いことが判った。

*M. pacifica*の各コペポダイト期の最大出現量と組成の季節的推移から、本種はSite Hでは一年間に2世代を繰り返すことが判明した。第一世代のC1は植物プランクトンの

大増殖期（3月中旬—6月）の後半に最大出現量を示し、第二世代のC1の最大出現量は8月に見られた。第一世代の世代時間は2-3ヶ月、第二世代の世代時間は9-10ヶ月と見積もられた。本研究の一環として室内実験で十分な餌を与えて*M. pacifica*を飼育し、卵から成体(C6)までの発育時間を観察したところ、野外試料の解析から推定された第一世代の世代時間と近似した。本種の第二世代はC5で深海に下降して越冬するが、この越冬期間中体内に蓄積された油球が徐々に減少した。*M. pacifica*の年間世代数について、日本海富山湾では1世代、Station Pでは3世代と報告されているが、これら海域による世代数の相違はそれぞれの海域の表面水温の年間変動幅と密接に関連していることが示唆された。

同様な解析を*M. okhotensis*で行ったところ、本種の世代時間は2年と判断された。すなわち、本種の産卵は植物プランクトンの大増殖期中に行われ、C1は水深250-500mでその年越冬し、翌年の植物プランクトン大増殖期間中にC2からC5まで急速に発育する。C5は再び越冬し、翌年の植物プランクトン大増殖期が始まる前にC6の成熟個体に発育し、植物プランクトン大増殖期間中に産卵する。上述の各コペポダイト期の発育に伴う体重増加において、*M. okhotensis*の増加が*M. pacifica*のそれよりも大きい結果は、前者の発育にはより時間を要することが伺えた。越冬するC1、C5は*M. pacifica*のC5と同様に油球の蓄積が見られた。*M. okhotensis*の生活史については、これまで研究例がなく本研究が最初のものである。

北太平洋亜寒帯に分布する植食性の大型橈脚類*Neocalanus*、*Eucalanus*は大規模な個体発生的鉛直移動を行い、植物プランクトンが少ない冬期には深海に沈下し“冬眠(diapause)”の後産卵することが知られている。冬眠個体の特徴として、大量の油球の蓄積、代謝の低下、摂餌を行わないことが挙げられ、深海での産卵や代謝に必要なエネルギーは全て体内に蓄積した油球に依存している。本研究の結果、中型橈脚類*Metridia* 2種の越冬個体（*M. pacifica*はC5、*M. okhotensis*はC1、C5）も体内に油球を蓄積するものの、*Neocalanus*や*Eucalanus*と異なり活発な遊泳と摂餌を継続するため“冬眠”には該当しない。したがって、*Metridia*の越冬個体のエネルギー源としては蓄積油球の利用に加えて原生動物、デトリタス、他動物プランクトンの摂餌が必須であることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 池 田 勉

副 査 教 授 小 城 春 雄

副 査 助 教 授 志 賀 直 信

学 位 論 文 題 名

Abundance, vertical distribution and life cycle of
Metridia pacifica and *M. okhotensis* (Copepoda: Calanoida)
in the Oyashio region, western subarctic Pacific Ocean

(親潮海域に出現する浮遊性橈脚類 *Metridia pacifica* と
M. okhotensis の出現量, 鉛直分布, 生活史に関する研究)

橈脚類は、海洋に出現する動物プランクトンの中で数量的に最も優占し、海洋生態系内での基礎生産を高次栄養段階に位置する動物へ伝達する重要な役目を担っていると考えられる。海洋生態系における橈脚類の動的機能を定量的に把握するためには、先ずそれぞれの種の鉛直分布、出現量、生活史の特性について解明する必要がある。外洋に分布する動物プランクトンについての研究は、時系列採集または周年を通じた採集が極めて難しくこれまで得られた知見も少ない。本研究で対象とした橈脚類2種のうち *Metridia pacifica* は北太平洋亜寒帯、ベーリング海、オホーツク海、日本海に広く分布する中型橈脚類であるが、西部北太平洋亜寒帯に位置する親潮海域ではその生態について研究例がない。また *Metridia okhotensis* はオホーツク海に最も多量に出現し、ベーリング海、北太平洋亜寒帯域にわたって分布することが報告されているが、生活史を含む生態学的知見は極めて乏しい。本研究で解析に用いられた動物プランクトン試料は、1996年9月から1997年10月の期間、約1ヶ月間隔で一年間にわたり親潮海域で海表面-水深2000 mまでを5層に分け(表面-水温躍層底部、水温躍層底部-250, 250-500, 500-1000, 1000-2000 m) 目合い0.1 mmの閉鎖ネットを用いて採集し、中性ホルマリンで固定されたものである。これら大量の試料を解析して得られた結果およびそれに基づく論議のうち、審査員一同は以下の

諸点を特に評価すべきものとしてとりあげた。

第一に、*M. pacifica*、*M. okhotensis* 2種の同海域における鉛直分布特性が初めて明らかにしたことが挙げられる。すなわち、*M. pacifica*コペポダイト1-3期(C1-C3)の大部分は一年を通して水深250 m以浅、C4, C6雌は500 m以浅、C6雄は250-1000 mに出現した。C5の鉛直分布は季節によって異なり、その多くは5月には表面—水温躍層底部に分布したものの季節の進行に伴い下降し、9月から翌年2月までは水深1000-2000 mに出現した。一方、*M. okhotensis*のC1-C4は表面には殆ど出現せず、大部分は水深250-500 mに分布していた。C5-C6の分布水深は250-1000mであった。

第二に、これら *Metridia* 2種個体群の同海域における生物量を初めて算出したことが挙げられる。水柱0-2000 mにおける両種の個体群の年平均生物量（乾燥重量）は、*M. pacifica*で1.0 g/m²、*M. okhotensis*で0.7 g/m²となった。この結果をこれまで親潮海域で報告されている大型橈脚類 *Neocalanus cristatus*, *N. plumchrus*, *N. flemingeri*, *Eucalanus bungi*それぞれの年平均現存量（範囲：1-5 g/m²）と比較すると若干低いことが明らかとなった。

第三に、*M. pacifica*の各コペポダイト期の最大出現量と組成の季節的推移から、本種は親潮域では一年間に2世代を繰り返すことを解明したことが挙げられる。第一世代のC1は植物プランクトンの大増殖期（3月中旬-6月）の後半に最大出現量を示し、第二世代のC1の最大出現量は8月に見られた。第一世代の世代時間は2-3ヶ月、第二世代の世代時間は9-10ヶ月と見積もられた。本研究では、室内実験で*M. pacifica*を飼育し、卵から成体(C6)までの発育時間を観察し、野外試料の解析から推定された第一世代の世代時間と近似していることを確認した。この結果は今後本種の生産量を推定するうえで、極めて重要である。

第四に、*M. okhotensis*の世代時間は2年であることを明らかにしたことが挙げられる。本種の産卵は植物プランクトンの大増殖期中に行われ、C1は水深250-500 mでその年越冬し、翌年の植物プランクトン大増殖期間中にC2からC5まで急速に発育する。C5は再び越冬し、翌年の植物プランクトン大増殖期が始まる前にC6の成熟個体に発育し、植物プランクトン大増殖期間中に産卵する。*M. okhotensis*の生活史については、これまで研究例がなく本研究が最初のものである。

上記の内容は、北大平洋亜寒帯海域の分布する重要な橈脚類の生態学的特性を多量の試料の解析から明らかにし、低次生産構造の解明と生物生産力の推定の基礎資料として同海域の生物海洋学の進歩に大きく貢献した研究として高く評価できる。よって審査員一同は本論文が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。