

海洋マイクロネクトンの資源生物学的基礎研究

Biological oceanography on resources of marine micronekton

代表研究者	東京大学海洋研究所教授 Prof., Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo Takahisa NEMOTO	根本 敬久
協同研究者	東京大学海洋研究所教授 Prof., Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo Muneo OKIYAMA	冲山 宗雄
	東京大学海洋研究所教授 Prof., Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo Takeo ISHII	石井 丈夫
	東海大学海洋学部教授 Prof., Faculty of Oceanography, Tokai Univ. Tadashi KUBOTA	久保田 正
	東京大学海洋研究所助教授 Assoc. Prof., Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo Makoto TERAZAKI	寺崎 誠

The biology of marine micronekton was studied in view of their importance in bioresources. The project consists of eight individual studies which are related each other, each concerns major constituent group of micronekton and its biological aspects. (1) The life histories of the mesopelagic fishes of the genus *Cyclothone* were investigated in Sagami Bay, Central Japan. On the basis of three years' sampling, three major species were recognized. A dominant species, *Cyclothone atraria* does not migrate vertically, and inhabits around 600 m depth. It produces 500-3,000 eggs from summer to autumn and reaches to maturity (25 mm) in three years. (2) The food habits and ultrastructure of the foreguts of ten species of euphausiids were investigated by light- and scanning electron microscopy. There were significant differences between species in the structure of gastric mill and lateral teeth. On the basis of foregut structure, three groups were recognized, which corresponded well with their feeding habits. (3) The taxonomy, distribution and biomass of the pelagic shrimps were investigated in the subtropical, tropical and subarctic areas of the Pacific Ocean. The biomass was high in the Oyashio region, Sagami Bay and in Tasman Sea, while it was lower in the subtropical region. A giant sergestid shrimp *Sergia maxima* was firstly collected from the western pacific. (4) The venomous fish toxin, tetrodotoxin, was detected from the head of the carnivorous chaetognath, the first discovery from zooplankton. (5) The distribution and food habit of the pelagic amphipod *Themisto japonica* were investigated in the Sea of Japan and off Sanriku. The gut pigment contents and stable isotope ratios indicated that the small individuals are in a trophic level higher than the larger individuals. (6) The distributions of the chaetognaths and salps were investigated in a warm core ring off Sanriku. The chaetognaths were more abundant in the marginal region than the center of the ring, whereas the salps were abundant in the both regions. (7) The taxonomy, feeding and growth of the squids were investigated using the materials collected during the BIOMASS project. It was suggested that the larger squids feed on larger euphausiids than the smaller squids. (8) The food habits of the mesopelagic shrimps were investigated in the waters off Oregon. Coeenterates were the most common food items in the foregut of most species. Copepods were major crustacean prey of *Sergestes similis*, whereas larger

crustaceans were eaten more frequently by carideans. Green detritus containing surface plankters occurred in *Bentheogennema*, *Notostomus* and *Sergestes*. The ultrastructure of the mouthparts and foregut was studied in the larvae and juveniles of the rock lobster. It was suggested that the phyllosoma larva and juvenile are active feeders of large, soft/hard materials, whereas the puerulus larva is an inactive feeder.

研究目的

海洋に棲息する生物に関しては、慣習的にプランクトン、ネクトン、ベントスという生態的区分が用いられてきた。1950年代に入り、遊泳力の小さいプランクトンと、カツオ、マグロ類等行動力に富むネクトンとの境界に位置する行動・生態的特徴をもつ生物群としてマイクロネクトン（小型遊泳動物）の概念が提案され、以後海洋生態系におけるこの群の生態学的、資源学的解析が展開された。

マイクロネクトンの主構成生物にはオキアミ類、中深層性魚類、イカ類、遊泳性エビ類、アミ類等が含まれる。このうち一部の種は小規模ながらすでに海洋生物資源としての開発が行われている。日本の駿河湾におけるサクラエビ、三陸沖のツノナシオキアミ、東南アジアのオキアミ、北アフリカ・ギニア湾のハダカイワシの一種、メキシコ沖、チリー沖の異尾類（ヤドカリの一種の幼生）等である。ナンキョクオキアミも日本、ソ連邦、東ドイツ、ポーランドで試験的漁業が開始され、現在は約30万トンの漁獲がある。しかし、各種の開発可能な資源量は、現在の規模をはるかに上回ると考えられる。

マイクロネクトン生物群は①その生物量が極めて多い、②小型の動物プランクトンを捕食し、かつ大型の資源生物魚類（カツオ、マグロ、サケ等）、鯨類の主餌料となる、③濃密な群集団をつくり多獲性があり、海洋生物資源として開発が可能である、等の理由によりさらに今後の研究に待つところが大きい。

本研究は、東京大学海洋研究所白鳳丸・淡青丸および他研究船の資料、大槌臨海研究センターの資料に基づき、日本沿岸海域を中心に西太平洋域、ベーリング海から南極洋に至る海域の各種マイクロネクトン生物について、生物資源としての

価値、生物量、分布、主要種の生活史、捕食者との関係、採集方法等の基礎的な研究、および海洋生態系における大型資源生物に対する環境容量の解析を行うことを目的とする。

研究経過

本研究では海洋に棲息するマイクロネクトンの生物学・資源学的特性を様々なアプローチから解析した。以下に各項目についてその研究経過を示す。

(1) 相模湾におけるオニハダカ属魚類の生活史

オニハダカ属魚類は、世界の海洋で最も個体数が多いと考えられるグループである。本研究では、東大海洋研淡青丸航海によって1982年から1985年にかけて採集された試料に基づいて、相模湾におけるオニハダカ属を中心とする中深層性魚類の生物量、鉛直分布、および生活史を明らかにした。

(2) オキアミ類の摂餌生態と摂餌器官の機能形態学

オキアミ類は世界のあらゆる海域、特に浅海域でマイクロネクトンの生物量の大きな部分を占め、海洋の生物生産・物質輸送において重要な役割を果たしている。オキアミ類の分類、分布、および生活史については近年多くの成果が集積されつつあるが、その摂餌生態、特に餌料の選択性と摂餌器官の機能については不明の点が多い。本研究では白鳳丸・淡青丸航海においてベーリング海、相模湾および日本近海で採集された試料を用いて、オキアミ類各種の消化管内容物を調べた。さらに摂餌器官として重要な口器付觸肢と胃の内部の構造を走査型電子顕微鏡を用いて観察し、形態と機能の関連を検討した。

(3) 亜寒帯、亜熱帯および熱帯太平洋における遊泳性エビ類の分類と分布

上記オキアミ類に比べ遊泳性エビ類は海洋の中深層で重要なマイクロネクトンである。中深層性であるため、その採集は表層性のマイクロネクトンに比べ困難であり、これらエビ類の分類と分布についても不明の点が多い。本研究では太平洋の南北におよぶ広範な海域において白鳳丸・淡青丸航海で採集された標本を用いて、これら海域の遊泳性エビ類の分類を再検討し、分布・生物量を明らかにした。

(4) 浮遊性ヤムシ類におけるフグ毒の検出

ヤムシ類は動物プランクトンの中でも最も大型の部類に属し、完全に肉食性の動物群であり生物量も大きい。したがって、海洋の生物生産において動物プランクトンの捕食者として重要であり、多くのマイクロネクトンとほぼ同等の生態的地位を占める。近年、フグ毒が多く海洋生物や海底堆積物中から検出され、その生態的意義が問題となっている。本研究ではヤムシ類におけるフグ毒の存否を検討した。相模湾における淡青丸航海でヤムシを採集し、凍結保存後バイオアッセイとガスクロマトグラフィー/マススペクトロメトリーによりフグ毒の検出を試み、フグ毒とヤムシの食性との関連を考察した。

(5) 浮遊性端脚類の一種ニホンウミノミ *Themisto japonica* の分布と食性

ニホンウミノミは日本近海の冷水域に分布し、サケ・マス類の重要な餌生物として知られているが、その鉛直分布、生活史等に関する生態学的知見は乏しい。本研究では、1987年から1988年にかけて淡青丸航海において採集された試料を用い、親潮域および日本海における鉛直分布を食性との関係から考察し、また親潮域においては生活史に関する知見を得ることを目的とし、鉛直分布、安定同位体比、体長組成の季節変化等を調査した。

(6) 三陸沖暖水塊におけるヤムシ類とサルパ類の分布

三陸沖海域はオキアミ類・エビ類・魚類を中心とするマイクロネクトンの生物量が極めて大きい

海域である。ここに発生する暖水塊はこれらマイクロネクトンの分布に影響を与える。本研究では1987年に発生した暖水塊を追跡し、ヤムシ類とサルパ類を指標として動物プランクトン・マイクロネクトンの分布に及ぼす暖水塊の影響を検討した。

(7) 南極洋におけるイカ類の分布、摂餌および成長

イカ類は全世界の海洋に分布する重要なマイクロネクトン資源であるが、主としてその大きな遊泳力のため、従来のマイクロネクトン採集法では定量採集が困難であった。したがって、イカ類の生態に関する知見は極めて乏しい。本研究では、南極洋で行われたBIOMASS計画で採集されたトロール網の試料とマッコウクジラの胃内容物試料を用い、南極洋に分布するイカ類の分類、摂餌および成長を調査した。

(8) 中深層性エビ類の食性とイセエビ類幼生の摂餌器官の機能形態学

中深層性エビ類は海洋の中深層におけるマイクロネクトン生物量の主要な部分を占めるが、従来層別採集による十分な試料が得られなかったこと、また胃の内部にある強力な胃内歯により餌料が粉碎されるため餌生物の同定が困難であったこと等の理由により、食性に関する知見は極めて乏しい。本研究では米国オレゴン沖で採集された大型ネットの層別試料を用い、中深層性エビ類の食性を明らかにした。粉碎された胃内容物中の付属肢の大きさと、別に求めた餌生物の相対成長から餌生物の大きさを推定し、捕食者と餌料の大きさについて検討した。

イセエビ類の幼生は孵化後フィロゾーマ幼生となり長期間沖合いに漂い、さらに遊泳力の大きいプエルルス幼生に脱皮・変態しマイクロネクトンの一員となる。プエルルス幼生は沖合い数百kmから岸に向けて数週間遊泳した後に接岸・着底し、親イセエビの個体群に加入する。イセエビ類幼生期の分布・生態は次第に明らかになってきたが、食性については不明の点が多い。本研究では、ニュージーランド沖合いで採集されたフィロゾーマ・プエルルス幼生の試料を用い、口器付属肢と

胃の内部の微細構造を走査型電子顕微鏡により明らかにし、構造と機能を検討した。

研究成果

(1) 相模湾におけるオニハダカ属魚類の生活史

オニハダカ属魚類は地球上で最も個体数が多いと考えられる脊椎動物群である。相模湾では3種類のオニハダカ属魚類が卓越した。最も深層に分布すると考えられる湾中央域の *Cyclothone atraria* は、日周鉛直移動を行わず、400 m 以深に分布し、600 m 深に分布の中心をもつ。産卵は夏から秋にかけて行われ、500-3,000 個の卵を産出する。おそらく一生で数回以上の産卵をすると考えられる。雄は3年25 mm で成熟し、その後性転換を行い、5-6年で40 mm の雌として成熟する。この形の生殖・性成熟はオニハダカ属では *C. microdon* に続いて明らかにされたものである。また性転換を行う時期は成長が著しく速いことも確かめられた。

オニハダカ属の各種の生活史を解析した結果、三つの生態的グループが識別された。第1は浅海に分布して短期間に成熟し、よう卵数が少ない。第3のグループは深海に棲み、大型で成熟まで長期間を要し、性転換を行う種を含み、よう卵数も多い。第2のグループはこの中間となるが、特にこのうち浅海および中層に棲む群は、海洋に棲息する各種生物に比べて個体数が最も多いと考えられ、生物資源あるいは生物資源を支える餌料として極めて重要であると考えられる。

(2) オキアミ類の摂餌生態と摂餌器官の機能形態学

10種のオキアミ類の胃の内部構造を解析した結果、gastric mill および lateral teeth に大きな変異が認められた。また filter press が最も古い形質をもつ *Bentheuphausia amblyops* で発達していること、gastric mill が良く発達しかつ lateral teeth の存在するもの、gastric mill は発達せずかつ lateral teeth を欠くもの、の3グループに分かれ、捕食する餌生物とそれぞれ明らかな対応が認められた。

(3) 亜寒帯、亜熱帯および熱帯太平洋における遊泳性エビ類の分類と分布

遊泳性エビ類の分類学的研究により、大型のサクラエビの一種 *Sergia maxima* が西太平洋から初めて記録された。本種は現在まで、インド洋マダガスカル島付近および東太平洋カリフォルニア沖でのみ報告されていた種である。また中深層の遊泳性エビ類の中で最も重要な *Gennadas* 属の種を精査した結果、*G. incertus*, *G. parvus*, *G. propinquus* の3種から、雌雄両性の形質をそれぞれもつ4個体が発見された。これはクルマエビ類では初めての報告である。

ベーリング海からオーストラリア近海に至る西太平洋域における生物量をまとめた結果、日本近海親潮域、相模湾およびオーストラリア東のタスマン海で生物量が高く、いずれも $3\text{ g}/1,000\text{ m}^3$ となったが、亜熱帯海域での生物量は低かった。

(4) 浮遊性ヤムシ類におけるフグ毒の検出

大型動物プランクトンとして平均的生物量の1/3を占めるヤムシ類が頭部にフグ毒あるいはその関連物質をもっていることを、マウスの神経芽細胞を用いたバイオアッセイで検出し、かつガスクロマトグラフィー/マススペクトロメトリーによりフグ毒あるいはその関連物質であることを確かめた。動物プランクトンからフグ毒が検出されたのは初めてで、ヤムシ類は捕食の際にこれを用いる可能性があると考えられる。

(5) 浮遊性端脚類の一種ニホンウミノミ *The-misto japonica* の分布と食性

ニホンウミノミは親潮域では主棲息水深は0-300 m で750 m 層には出現しなかったが、日本海では主棲息水深は0-750 m で1,500 m 層にも出現した。両海域とも全長5 mm を境に小型の個体と大型の個体で日周鉛直移動パターンに明らかな相違が認められ、小型個体は100 m 以深にはほとんど出現せず日周鉛直移動距離は50 m 前後であるのに対し、大型個体は棲息水深を深層に拡大し、日周鉛直移動距離は、親潮域で100-150 m、

日本海では300-600 m であった。大型個体が高密度に分布していた水深は、本種の餌生物となり

得るカイアシ類、毛顎類等の動物プランクトンの生物量が多い層とよく一致した。また、小型個体は捕食性の小型動物プランクトンや植物プランクトンの多い層に高密度に出現した。消化管内容物のクロロフィル色素および ^{14}N : ^{15}N 比、 ^{12}C : ^{13}C 比より、ニホンウミノミの分布域における主要第一次生産者は珪藻であり、深層の大型個体は浅層の小型個体よりも栄養段階が1段階高いと考えられる。

(6) 三陸沖暖水塊におけるヤムシ類とサルパ類の分布

暖水塊に出現するヤムシ類およびサルパ類の出現種と分布を調べた結果、ヤムシ類は暖水塊の縁辺部に多く分布し、中心部においては生物量は少ない。暖水塊の底部(300 m)を通過して鉛直移動を行うが、外縁からフロント域を通過して暖水塊に入り込むことは極めて少ない。サルパ類は5種が出現し、*Thalia* 他のサルパ類は暖水塊の内部でも生物量が高く、活発な植食種であることが確かめられた。

(7) 南極洋におけるイカの種類、摂餌および成長

トロール網で採集された個体は、マッコウヅラに捕食される同種の個体より小さく、南極洋の*K. longimana*の大型個体の分布深度は200 m以深であると考えられる。また大型のイカ類は、より大型のオキアミ類*E. superba*を捕食することが2種のイカ類について確かめられた。このことは南極洋に分布するイカ類は、その成長度により、異なる成長度のオキアミ類を食べ分けていることを示している。

(8) 中深層性エビ類の食性とイセエビ類幼生の摂餌器官の機能形態学

オレゴン沖に棲息する7種の中深層性エビ類の消化管内容物を調べた。昼夜による消化管充満度には有意な差は認められず、これらのエビ類が昼夜とも摂餌を行うことが示された。ほとんどの種で最も高頻度で認められた消化管内容物はクラゲ類であった。サクラエビ類の*Sergestes similis*ではカイアシ類が、またコエビ類ではより大きな甲殻類が高頻度で摂食されていた。表層由来のプ

ランクトンを含むいわゆる「緑色デトリタス」は*Bentheogennema*, *Notostomus* および *Sergestes* の3属で認められた。コエビ属の数種では捕食者の大きさに匹敵するサイズの餌生物が認められた。以上の結果、中深層性エビ類は同じ層に分布する様々な動物プランクトン、とりわけ大型の動物プランクトンの捕食者として重要な役割を果たしていることが示唆された。

ミナミイセエビ *Jasus edwardsii* のフィロゾーマ幼生、プエルルス幼生および稚エビの口器と胃の構造を調べた。後期フィロゾーマ幼生は特殊化した刺毛をもつ第3顎脚、強力な刺毛をもつ第2顎脚と第1小顎、臼歯と犬歯の発達した大顎、溝と細毛群の発達した胃をもつが、胃内歯はもたない。これに対し稚エビでは第1小顎、第2・第3顎脚に強い刺毛が密生し、大顎は石灰化し臼歯と切歯が発達し、強力な胃内歯をもつ。一方プエルルス幼生では小顎・顎脚の刺毛と大顎の切歯は未発達で、胃の内部の刺毛、溝、胃内歯も未発達であった。以上の観察より、ミナミイセエビの後期フィロゾーマ幼生は大型で柔らかい餌を、また稚エビは柔らかい餌と共に堅い餌をも摂食できるものと示唆された。一方、プエルルス幼生は餌を全く摂食しないか、たとえ摂食した場合でも小型で柔らかい餌に限られるものと考えられる。プエルルス幼生は中腸腺に貯えられた栄養分を長距離の遊泳・移動に用いている可能性が指摘された。

今後の課題と発展

本研究において、海洋のマイクロネクトンの生態、特に分類・分布・生活史・摂餌生態・機能形態などについて多大な成果が得られたものと考えられる。以下、各々の項目について今後の課題と展望について述べる。

(1) 分類

分類学はすべての生物研究の基礎となる重要な分野である。分類体系の完成度は対象となる生物群によって大きく異なるが、海洋のマイクロネクトンはその大きい遊泳力のために海洋生物の中でも採集が最も困難な部類に属し、分類のための試料が十分に得られているとはいいがたい。特に表層、浅海域に比べ採集の困難な中深層域にこのこ

とがあてはまる。本研究では大型のネットを用いた大深度での採集により中深層性エビ類の西太平洋での初記録等を初めとする数多くの分類学的知見が得られた。今後さらに研究を押し進めていく必要のある分類群として、イカ類、深層性エビ類、深層性魚類等があげられる。このためにはこれらの分野の若手研究者の養成が必要である。海洋研究所には過去に集積された中深層性マイクロネクトンの試料が保管されており、これらの試料を解析することにより多くの分類学的問題の解決が期待される。また、今後大型ネットによる採集を継続し、中深層性マイクロネクトンの試料を充実させていくことが必要である。

(2) 分布

マイクロネクトンの資源管理を行う上で、分布調査は最も重要な基礎的知見を提供する。本研究では太平洋における遊泳性エビ類、南極洋におけるイカ類、相模湾における中深層性魚類、および日本海と三陸沖におけるニホンウミノミの分布が明らかになった。分布資料の質を決定するのは採集方法であり、本研究での成果も、有効な採集を可能とする大型ネットによる採集と、様々な深度で採集のできる各層採集器の使用によるところが大きい。したがって、今後とも大深度、大濾水量、多層採集、採集深度と環境要因の同時モニター等の面での採集法の改良・開発を進めていく必要がある。今後、発展の期待される研究法としては、採集によらない資源評価、すなわち計量式魚群探知機等を使用し間接的に生物量を推定することが考えられる。この前段階として魚探像と同時に採集された現場マイクロネクトンの比較を行い、魚探によるマイクロネクトンの種類判定を可能にする必要がある。この方面の研究は現在海洋研究所で進行中である。

(3) 生活史

マイクロネクトンを生態系の構成要素としてモデルに組み込む場合に、その生活史に関する知見は極めて重要であり、すべてのパラメーターは生活史と密接に関連している。本研究では、相模湾の中深層性魚類の主要種と三陸沖のニホンウミノミについてその生活史の全貌がほぼ明らかになっ

た。また、三陸沖の暖水塊におけるヤムシ類とサルバ類、オレゴン沖の中深層性エビ類、南極洋のイカ類、およびニュージーランド沿岸のイセエビ類幼生については生活史の重要な部分が明らかにされた。今後、マイクロネクトンを構成する他の重要な動物群についても生活史を解明していくことにより、これらの知見をパラメーターとしてモデルに適用することが可能となるものと期待される。生活史研究は対象生物の一生を総合的に解明するものであるため、マイクロネクトンでは一つの海域で少なくとも1年間、できれば3年間以上の継続した採集・観測を必要とする。海洋研究所では相模湾をこのような長期研究のフィールドとして、今後も調査を継続する予定である。

(4) 摂餌生態・機能形態

マイクロネクトンの摂餌生態の解明は、食物網の中でのマイクロネクトンの位置を決定するために必要である。本研究では、イカ類、中深層性エビ類、ニホンウミノミ、オキアミ類の摂餌生態が調査され、それぞれ、オキアミ類、大型動物プランクトン、動・植物プランクトン、同じく動・植物プランクトンの消費者として重要であることが明らかとなった。今後の課題として、このような摂餌生態の調査をさらに広範な他のマイクロネクトンについても行う必要がある。さらに生態系におけるマイクロネクトンの役割を動的に捉えるために、個々の種について摂餌速度、日間摂餌量、餌料選択性等のパラメーターを実験的に推定することが必要である。これら摂餌生態の調査とあいまって有効な研究方法として、機能形態学が近年急速に発展してきた。特にマイクロネクトンのように採集が困難であり、実験材料の集めにくい動物群においては、形態を観察し、これに基づいて機能を推定する方法が有効である。本研究では、走査型電子顕微鏡を用いてオキアミ類とイセエビ類幼生の摂餌器官の微細構造を観察し、これらの食性が推定された。今後、色素の同定と定量、組織化学、透過電子顕微鏡等の手法を併用することにより、マイクロネクトンの摂餌生態の研究が大きく進展することが期待される。

付 記 3年度分の印刷発表論文リストを添付

した。

Publication List

1987

- Nemoto, T.: Marine biological resources (in Japanese). In: Ocean and Civilization, Tokyo Univ. Press, Tokyo, 129-158.
- Terazaki, M.: Automated sizing, counting and identification of plankton by pattern recognition (in Japanese). *Bull. Coast. Oceanogr.*, 24 (2), 99-105.
- Bieri, R., M. Terazaki, E. V. Thuesen and T. Nemoto: Colour pattern of *Spadella angulata* (Chaetognatha: Spadellidae) with a note on its northern range extension. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 34 (1), 83-84.
- Wada, E., M. Terazaki, Y. Kabaya and T. Nemoto: ¹⁵N and ¹³C abundances in the Antarctic Ocean with emphasis on the biogeochemical structure of the food web. *Deep-Sea Res.*, 34 (5/6), 829-841.
- Nagasawa, S.: Exoskeletal scars caused by bacterial attachment to copepods. *J. Plank. Res.*, 9 (4), 749-753.
- Nagasawa, S.: Sperm emission in the chaetognath *Sagitta crassa*. *J. Plank. Res.*, 9 (4), 755-759.
- Nagasawa, S.: Asexual reproduction of the stalked ciliate *Zoothamnium* attached to the copepod *Centropages abdominalis*. *Proc. Japan Acad., Ser. B.*, 63 (3), 101-103.
- Nagasawa, S.: Ecological interrelationships of zooplankton in Tokyo Bay. *La mer*, 25, 161-166.
- Nagasawa, S. and M. Terazaki: Bacterial epibionts of the deep-sea copepod *Calanus cristatus* Krøyer. *Oceanologica Acta*, 10, 475-479.
- Nagasawa, S., M. Terazaki and T. Nemoto: Bacterial attachment to the epipelagic copepod *Acartia* and the bathypelagic copepod *Calanus*. *Proc. Japan Acad., Ser. B.*, 63 (1), 33-35.
- Iwasaki, N. and T. Nemoto: Distribution and community structure of pelagic shrimps in the Southern Ocean between 150°E and 115°E. *Polar Biol.*, 8, 121-128.
- Iwasaki, N. and T. Nemoto: Biomass of pelagic shrimps in the Pacific Ocean. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 34 (1), 84-86.
- Iwasaki, N. and T. Nemoto: Pelagic shrimps (Crustacea: Decapoda) from the Southern Ocean between 150°E and 115°E. *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Ser. E*, No. 38, 1-40.
- Iwasaki, N. and T. Nemoto: Distribution of pelagic shrimps in the Bering Sea and the northern North Pacific. *Rep. Usa Mar. Biol. Inst., Kochi Univ.*, 9, 233-239.
- Kikuchi, T. and T. Nemoto: Giant sergestid *Sergia maxima* from the western North Pacific with notes on biological aspects. *Bull. Biogeogr. Soc. Japan*, 42 (8), 49-55.
- Kikuchi, T. and T. Nemoto: Hermaphroditic abnormalities in the genus *Gennadas* (Crustacea, Decapoda, Dendrobranchiata). *Proc. Japn. Soc. Syst. Zool.*, No. 36, 10-16.
- Miya, M. and T. Nemoto: Some aspects of the biology of the micronektonic fish *Cyclothone pallida* and *C. acclinidens* (Pisces: Gonostomatidae) in Sagami Bay, Central Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 42, 473-480.
- Miya, M. and T. Nemoto: Reproduction, growth and vertical distribution of the meso- and bathypelagic fish *Cyclothone atraria* (Pisces: Gonostomatidae) in Sagami Bay, Central Japan. *Deep-Sea Res.*, 34 (9), 1565-1577.
- Tsuda, A. and T. Nemoto: The effect of food concentration on the gut clearance time of *Pseudocalanus minutus* Krøyer (Calanoida: Copepoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 107, 121-130.
- Suh, H.-L. and T. Nemoto: Comparative morphology of filtering structure of five species of *Euphausia* (Euphausiacea, Crustacea) from the Antarctic Ocean. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, 1, 72-83.
- Thuesen, E. V. and R. Bieri: Tooth structure and buccal pores in the chaetognath *Flaccisagitta hexaptera* and their relation to the capture of fish larvae and copepods. *Can. J. Zool.*, 65, 181-187.

1988

- Nemoto, T., M. Okiyama, N. Iwasaki and T. Kikuchi: Squid as predators on krill (*Euphausia superba*) and prey for sperm whales in the Southern Ocean. In: Antarctic Ocean and Resources Variability, D. Sahrhage (editor), Springer-Verlag, Berlin, 292-296.
- Terazaki, M. and M. Wada: Occurrence of large numbers of carcasses of the large, grazing copepod *Calanus cristatus* from the Japan Sea. *Mar. Biol.*, 97, 177-183.
- Masuzawa, T., M. Koyama and M. Terazaki: A regularity in trace element contents of marine zooplankton species. *Mar. Biol.*, 97, 587-591.
- Nishida, S., W. G. Pearcy and T. Nemoto: Feeding habits of mesopelagic shrimps collected off Oregon. *Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*, 26 (Part I), 99-108.
- Ishimaru, T., S. Nishida and R. Marumo: Food size selectivity of zooplankton evaluated from the occurrence of coccolithophorids in the guts. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 35 (2), 101-114.

- Tsuda, A. and T. Nemoto: Feeding of copepods on natural suspended particles in Tokyo Bay. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **44**, 217-227.
- Nagasawa, S.: Copepod-bacteria associations in Zielony Lake, Poland. *J. Plankton Res.*, **10**, 551-554.
- Nagasawa, S.: The copepod *Centropages abdominalis* as a carrier of the stalked ciliate *Zoothamnium*. *Hydrobiologia*, **167/168**, 255-258.
- Nagasawa, S. and T. Nemoto: Presence of bacteria in guts of marine crustaceans and on their fecal pellets. *J. Plankton Res.*, **10**, 559-564.
- Han, M.-S., K. Furuya and T. Nemoto: Species-specific photosynthesis of red tide phytoplankton in Tokyo Bay. In: Red Tides Biology, Environmental Science, and Toxicology, T. Okaichi *et al.* (editors), Elsevier, New York, 213-216.
- Suh, H.-L. and T. Nemoto: Morphology of the gastric mill in ten species of euphausiids. *Mar. Biol.*, **97**, 79-85.
- Thuesen, E. V., K. Kogure, K. Hashimoto and T. Nemoto: Poison arrowworms: a tetrodotoxin venom in the marine phylum Chaetognatha. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **116**, 249-256.
- Thuesen, E. V., S. Nagasawa, R. Bieri and T. Nemoto: Transvestibular pores of chaetognaths with comments on the function and nomenclature of the vestibular anatomy. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **35** (2), 133-141.
- 1989**
- Rakusa-Suszczewski, S. and T. Nemoto: Ciliates associations on the body of krill (*Euphausia superba* Dana). *Acta Protozool.*, **28**(1), 77-86.
- Terazaki, M.: Recent large-scale changes in the biomass of the Kuroshio Current ecosystem. In: Biomass Yields and Geography of Large Marine Ecosystems, K. Sherman and L. M. Alexander (editors), Westview Press, Colorado, 37-65.
- Terazaki, M.: Distribution of chaetognaths in the Australian Sector of the Southern Ocean during the BIOMASS SIBEX Cruise (KH-83-4). *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, **2**, 51-60.
- Miller, C. B. and M. Terazaki: The life history of *Neocalanus flemingeri* and *Neocalanus plumchrus* in the Sea of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **36** (1), 27-41.
- Goto, T., M. Terazaki and M. Yoshida: Comparative morphology of the eyes of *Sagitta* (Chaetognatha) in relation to depth of habitat. *Exp. Biol.*, **48**, 95-105.
- Nishida, S.: Distribution, structure and importance of the cephalic dorsal hump, a new sensory organ in calanoid copepods. *Mar. Biol.*, **101**, 173-185.
- Tsuda, A., K. Furuya and T. Nemoto: Feeding of micro- and macrozooplankton at the subsurface chlorophyll maximum in the subtropical North Pacific. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **132**, 41-52.
- Nagasawa, S.: Feeding habits of immature chaetognaths in Tokyo Bay. *J. Plankton Res.*, **11** (3), 615-618.
- Nagasawa, S.: Bacterial epibionts of copepods. *Sci. Prog. Oxf.*, **73**, 169-176.
- Nagasawa, S.: Supplementary records of copepods with attached bacteria. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **36** (1), 63-64.
- Nagasawa, S., R. W. Holmes and T. Nemoto: Occurrence of cetacean diatoms in the sediments of Otsuchi Bay, Iwate, Japan. *Proc. Japan Acad., Ser. B*, **65**, 80-83.
- Holmes, R. W., S. Nagasawa and T. Nemoto: Epidermal diatoms on the Dall's porpoise landed at Otsuchi, Iwate, Japan. *Otsuchi Mar. Res. Cent. Rep.*, **15**, 15-20.
- Toda, T., H.-L. Suh and T. Nemoto: Dry fracturing: a simple technique for scanning electron microscopy of small crustaceans and its application to internal observations of copepods. *J. Crust. Biol.*, **9**(3), 409-413.
- Han, M.-S., K. Furuya and T. Nemoto: Phytoplankton distribution in a frontal region of Tokyo Bay, Japan in November 1985. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **45**, 301-309.
- 1990**
- Nishida, S., B. D. Quigley, J. D. Booth, T. Nemoto and J. Kittaka: Comparative morphology of the mouthparts and foregut of the final-stage phyllosoma, puerulus and postpuerulus of the rock lobster *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae). *J. Crust. Biol.*, **10** (2), 293-305.