

有明海産スズキにおけるカイアシ類の寄生状況

大塚 攻,^{1*} 仲達 宣人,¹ 田中 克,² 上田 拓史³

(2006年2月2日受付, 2006年12月8日受理)

¹広島大学大学院生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター竹原ステーション,²京都大学フィールド科学教育研究センター, ³高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設

Prevalence, intensity and reproduction of copepods parasitic on temperate bass

Lateolabrax japonicus collected from Ariake SeaSUSUMU OHTSUKA,¹ NOBUTO NAKADACHI,¹ MASARU TANAKA² AND HIROSHI UEDA³¹Takehara Marine Science Station, Setouchi Field Science Center, Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Takehara, Hiroshima 725-0024, ²Field Science Education and Research Center, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, ³Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

Six species of parasitic copepods were found from the nasal, oral and gill cavities and gills of the temperate bass *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea during June 2000 to March 2001. Among them *Caligus tanago*, *Naricolax atypicus*, and *Nothobomolochus lateolabracis* were dominant, while *Caligus epinepheli*, *Oribitacolax hapalogenyos*, and Philichthyidae sp. rarely occurred. *Lateolabrax japonicus* was a new host for *C. epinepheli*, *N. atypicus* and *O. hapalogenyos*. Prevalence and intensity of the dominant three species were highest from January to March, although the seasonal fluctuations greatly differed among the parasite species. Reproductive activities of the dominant copepods were also high in this period. The number of eggs per paired egg-sacs highly fluctuated with season in *N. atypicus* and *N. lateolabracis*. Several host specimens were heavily infected by *C. tanago* (up to 30 adults) and *N. atypicus* (16) in February and March. Among the three dominant copepods, prevalence and intensity of *C. tanago* were not significantly correlated with increasing size of the host. These seasonal changes in the parasites seemed to be influenced by the migratory behavior and reproduction of the host in the sea.

キーワード：有明海, カイアシ類, 寄生, スズキ, 遡河回遊, 大陸遺存

緒 言

有明海産有用動物には大陸沿岸遺存性を示すものが多く存在し,¹⁾ 水産資源としての利用については生物多様性を考慮した保全生態学的視点が必要である。²⁾ 有明海に生息するスズキ *Lateolabrax japonicus* は遺伝的にも本邦の他海域の個体群とは異質であり,³⁾ さらに仔稚魚期には淡水遡上群, 汽水残留群, 干潟加入群に別れるなど特異な生活史を持つ。²⁾ また, 汽水域では仔稚魚は大陸沿岸遺存性の汽水性カイアシ類 *Sinocalanus sinensis* を主要な餌料としている。⁴⁾ 有明海産スズキの産卵および摂餌生態, 生活史, 遺伝的組成と系統・進化の解明が進んでいるが,²⁻⁵⁾ 寄生生物に関する知見は皆無であった。

最近, 寄生性カイアシ類による養殖魚介類の病害が問題となっている。例えば, 養殖されている大西洋サケ *Salmo salar* の約10~20%がカリグス科カイアシ類 *Lepeophtheirus salmonis* などの寄生によって損失すると推定されている。⁶⁻⁸⁾ カリグス科カイアシ類による世界のサケ養殖に与える被害額は年間1億米ドル以上にも及ぶと推定されている。⁸⁾ アジアでもカリグス科やエルガシルス科カイアシ類が養殖魚類へ様々な被害を引き起こしている。⁷⁻¹⁰⁾

また, 外国から本邦に食用魚介類を導入した結果, それに伴って寄生生物も導入され, 天然や養殖の魚介類に深刻な被害をもたらした事態も生じている。¹¹⁻¹³⁾

このような背景から, 有用魚類の寄生生物の調査は水

** Tel.: 81-846-22-2362. Fax: 81-846-23-0038. Email: ohtsuka@hiroshima-u.ac.jp

Table 1 *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea and deposited at Maizuru Fisheries Research Station, Kyoto University, for investigation on parasitic copepods

Date	No. of ind. examined	Body length (cm)			Registration No. at Maizuru Fish. Res. St.
		Max.	Min.	Mean	
Jun. 2000	10	50.0	29.0	42.5	FAKU129242-129251
Jul. 2000	10	56.2	37.7	46.8	FAKU129218-129227
Sep. 2000	6	46.8	29.6	40.7	FAKU129262-129268
Oct. 2000	13	30.2	26.6	28.3	FAKU129228-129241
Nov. 2000	14	48.9	25.9	34.6	FAKU129269-129282
Dec. 2000	44	59.5	25.2	34.5	FAKU129252-129261, 129283-129309, 129366-129374
Jan. 2001	18	45.5	24.6	34.2	FAKU129435-129452
Feb. 2001	18	54.7	27.8	36.1	FAKU129453-129470
Mar. 2001	22	57.7	28.1	40.9	FAKU129471-129492

産学, 保全生物学上重要な課題である。本研究は有明海産スズキの鼻腔, 口腔, 鰓腔に寄生するカイアシ類の種類および寄生率, 寄生数と繁殖の季節的変動を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

有明海産スズキは, 長崎県島原市漁業協同組合によって2000年6月~2001年3月(以後, 月のみ表示)の間に有明海から採集され, 京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所に保管されている155個体を調査した(Table 1)。これらの標本のうち, 成魚は12月中~下旬(産卵盛期)に産卵場とされている島原周辺で主に刺網で漁獲されたものである。体長40cm未満のものは筑後川河口域(河口点より約3km下流の地点)に設置された有明海伝統漁法“繁網”で漁獲されたか, 鮮魚店で購入したものである。ただし, 2000年8月は標本が得られなかった。

寄生性カイアシ類はスズキの鼻腔, 口腔, 鰓腔を観察後に洗い出して収集した。個体ごとにカイアシ類の種類, 発生ステージ, 性別に選別して計数した。これらの寄生率と平均寄生数を求めた。なお, 体表上にも寄生性カイアシ類が存在していたと推測されるが, 採取から保管に至るまでの取り扱いで脱落している可能性が高いので調査対象としなかった。寄生性カイアシ類の繁殖状況を調査するために, 左右1対の卵囊を持った成体雌についてランダムに10個体までその全卵数を計数した。

結 果

出現種 本調査で2目3科6種のカイアシ類が有明海産スズキから発見された。シフォノストム目カリグス科(Siphonostomatoida: Caligidae)の*Caligus tanago*, *C. epinepheli*はそれぞれ鰓腔/鰓弁, 鰓腔/口腔から発見された。ポエキロストム目のポモロクス科(Poecilostomatoida: Bomolochidae)の*Naricolax atypi-*

Table 2 Relationships between prevalence and mean intensity of adults of parasitic copepods

Parasite	Prevalence (%)	Intensity (ind./host)
<i>Naricolax atypicus</i>	59.4	4.5
<i>Caligus tanago</i>	41.9	4.7
<i>Nothobomolochus lateolabracis</i>	33.5	2.8
<i>Caligus epinepheli</i>	10.3	1.7
<i>Orbitacolax hapalogenyos</i>	5.2	1.3
Philichthyidae sp.	1.9	1.3

*cus*は鼻腔, *Nothobomolochus lateolabracis*は鰓腔, *Orbitacolax hapalogenyos*は鰓腔/口腔から発見された。また, 同日ビリクチス科Philichthyidaeに属する未同定1種の成体雄のみが鰓腔から発見された。この科に属する種は元来, 内部寄生性であり, 本来の寄生部位ではない可能性もある¹⁴⁾したがって, 本種は寄生率, 平均寄生数を求めるに留めた。

寄生率と平均寄生数 今回の調査で発見された5(6)種の寄生率, 平均寄生数をTable 2およびFigs. 1, 2に示した。なお, *Caligus tanago*, *C. epinepheli*のカリムス期chalimus stagesは本来, 額糸frontal filamentと呼ばれる固着器で宿主に付着しており, 初期のステージは小型で発見しにくいいため, 得られた寄生率, 平均寄生数は過小評価の可能性もある。

全体的な寄生率をTable 2に示した。*N. atypicus* (59.4%), *C. tanago* (41.9%), *N. lateolabracis* (33.5%), *C. epinepheli* (10.3%), *O. hapalogenyos* (5.2%), Philichthyidae sp. (1.9%)の順で高かった。また, 平均寄生数は*C. tanago* (4.7), *N. atypicus* (4.5), *N. lateolabracis* (2.8), *C. epinepheli* (1.7), *O. hapalogenyos* (1.3), Philichthyidae sp. (1.3)の順で高かった。

各種の寄生率, 平均寄生数とも季節によって著しく変化した(Figs. 1, 2)。*N. atypicus*の寄生率は, 成体では

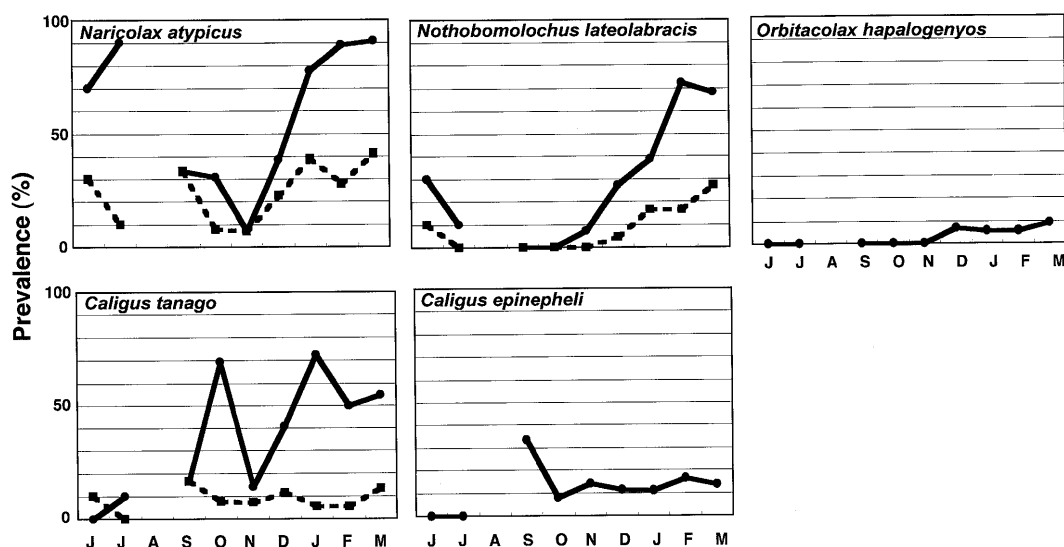


Fig. 1 Seasonal fluctuation in prevalence of copepods parasitic on *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea from June 2000 to March 2001. Solid line (circle): adults; dotted line (square): juveniles (copepodid or chalimus stages).

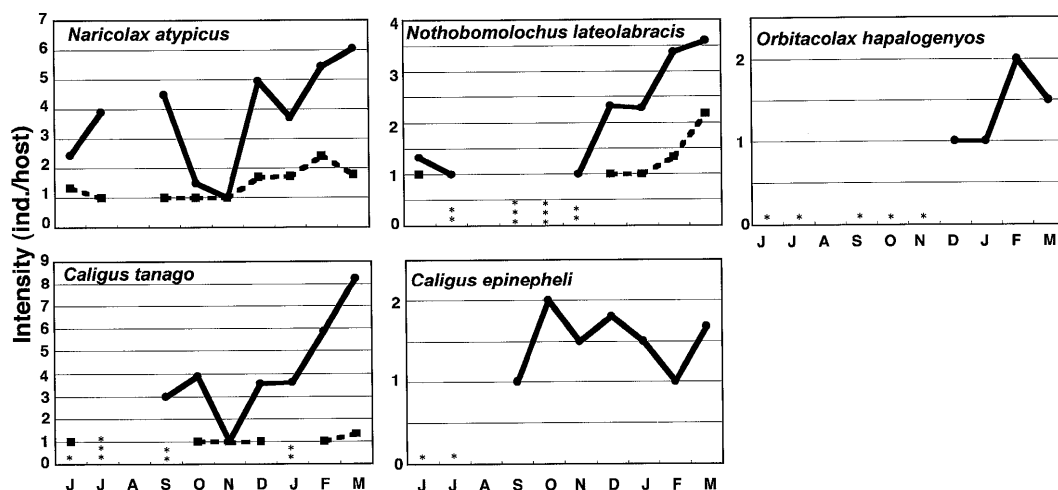


Fig. 2 Seasonal fluctuation in mean intensity of copepods parasitic on *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea from June 2000 to March 2001. Solid line (circle): adults; dotted line (square): juveniles (copepodid or chalimus stages). Absence of adults (*); juvenile stages (**); both adults and juvenile stages (***)

7.1 (11月)~90.9% (3月), コペポディド期では7.1 (11月)~40.9% (3月)の間で変動した。成体, コペポディド期とも通年見られたが, 成体の寄生率は顕著な季節性を示し, 6, 7月および1~3月は70.0~90.9%と高く, 9~11月には7.1~33.3%と低かった。1宿主当たりの寄生数は, 成体では0~16の間で変動し, 各月の平均は1.0 (11月)~6.1 (3月)の範囲であった。また, コペポディド期では0~7の間で変動し, 各月の平均は1.0 (7, 9, 10, 11月)~2.4 (2月)の範囲であった。成体では寄生率の高い時期, 特に2, 3月には平均寄生数も高い傾向があった。

*C. tanago*の寄生率は, 成体では0 (6月)~72.2% (1

月), カリムス期では0 (7月)~16.7% (9月)の間で変動した。成体の寄生率は顕著な季節性を示し, 10月および12~3月は40.9~72.2%と高く, 6, 7月には10%以下と低かった。1宿主当たりの寄生数は, 成体では0~30の間で変動し, 各月の平均は1.0 (11月)~8.3 (3月)の範囲であった。また, カリムス期では0~2の間で変動し, 各月の平均は1.0 (12月)~1.3 (3月)の範囲であった。成体では寄生率の高い時期には平均寄生数も高い結果となった。

*N. lateolabracis*の寄生率は, 成体では0 (9, 10月)~72.2% (2月), コペポディド期では0 (7~11月)~27.3% (3月)の間で変動した。9, 10月には成体, コ

ペポディド期ともに見出せなかった。1 宿主当たりの寄生数は、成体では 0~6 の間で変動し、各月の平均は 1.0 (11 月)~3.6 (3 月) の範囲であった。また、コペポディド期では 0~5 の間で変動し、各月の平均は 1.0 (6, 12, 1 月)~2.2 (2 月) の範囲であった。季節性は顕著で、成体、コペポディド期ともに 10~3 月にかけて寄生率、平均寄生数とも増加した。

C. epinepheli は成体のみが見出された。寄生率は 0 (6, 7 月)~33.3% (9 月), 1 宿主当たりの寄生数は 0~4 の間で変動し、各月の平均寄生数は 1.0 (9, 2 月)~2.0 (10 月) の間で変動した。*C. tanago* に比較して寄生率、平均寄生数ともに低かった。

O. hapalogenyos は成体のみ発見され、その出現は 12~3 月に限られた。その間の寄生率は 5.6 (1, 2 月)~9.1% (3 月), 1 宿主当たりの寄生数は 1~2 の間で変動し、各月の平均は 1.0 (12, 1 月)~2.0 (2 月) の範囲であった。

Philichthyidae sp. は 12~2 月にのみ出現した。各月の寄生率および平均寄生数は 2.3%, 5.6%, 2.3% および 1.0, 2.0, 1.0 であった。

発生ステージと性比 今回発見された 5 種はいずれも成体が多く、幼体が発見されたのは *C. tanago*, *N. atypicus*, *N. lateolabracis* のみであった。幼体の寄生率は成体に比べていずれも低かった。*C. tanago* においては寄生率 (常に 20% 未満), 平均寄生数 (1.0~1.3) とも顕著な季節性はみられなかった。一方, *N. atypicus*, *N. lateolabracis* は成体と同様な季節的変動を示し、寄生率、平均寄生数が 1~3 月に高い傾向にあった。

また、成体は雌が多く、*N. lateolabracis*, *O. hapalogenyos* においては雄が発見されなかった。*C. tanago*, *C. epinepheli*, *N. atypicus* の成体雌雄が混在する月の性比 (♀/♂) はそれぞれ 2.0~23.8, 0.5~8.0, 0.9~34.0 であった (Table 3)。

繁殖生態 未同定 1 種 (雄のみ) を除くカイアシ類 4 種の成体雌の卵嚢保有率と 1 雌個体当たりの平均卵数の季節変化をそれぞれ Tables 4, 5 に示す。

C. tanago の卵嚢保有は、成体雌が採集されなかった 6, 11 月と卵嚢が確認できなかった 7 月以外の全ての月において確認された。卵嚢保有率は 9 月~1 月の間は 50% 以上で、最高は 10 月の 60.7% であった。2, 3 月は卵嚢保有率は著しく低く、それぞれ 8.7%, 7.4% であった。1 雌個体当たりの平均卵数は 9.0 (3 月)~68.0 個 (2 月) の範囲で変動した。卵嚢保有率が高かった 9 月~1 月の間は平均卵数の幅は比較的小さく、20.0~42.4 個であった。

C. epinepheli の卵嚢保有は *C. tanago* とほぼ同様に、8 月~3 月に確認された。保有率は 20.0 (3 月)~100% (9, 10, 11, 1 月) の間で変動した。1 雌個体当たりの平均卵数は 3.0 (2 月)~38.0 個 (11 月) の範囲で変動した。

N. atypicus の卵嚢保有は 11 月以外全ての月において確認されたが、保有率は 32.1 (3 月)~88.9% (9 月) の範囲で変動した。7, 9 月に保有率が高い傾向があった。カリグス科カイアシ類 2 種に比較して 1 雌個体当たりの平均卵数は非常に多く、78.0 (10 月)~362.8 個 (9 月) の範囲で変動した。

N. lateolabracis の卵嚢保有は 6, 7 月および 12~3 月に確認され、保有率は 44.4 (3 月)~100% (6, 7 月) の間で変動した。1 雌個体当たりの平均卵数は前種同様に多く、94.3 (3 月)~372.0 個 (7 月) の範囲で変動した。

O. hapalogenyos の 1 個体の成体雌の卵数は 47 個で、他のポモロカス科 2 種に比較して少なかった。

宿主サイズとの関連 個体数の多いカイアシ類上位 3 種の寄生率および寄生個体数と宿主サイズとの関係を、カイアシ類個体群の季節性を除くために、宿主調査個体数が最も多い 12 月のみについて解析した。宿主は 44 個体、体長範囲は 25.2~59.5 cm であり、これを大きさ順に 7 個体 (最大, 最小クラスは 8 個体) ずつの計 6 クラスに分けて計算した (Table 6)。なお、宿主の体長と年齢との関係は最小クラス (25.2~29.6 cm) が 1 才魚、最大クラス (38.3~59.5 cm) が 3~4 才魚に相当す

Table 3 Sex ratio (female/male) of adults of copepods parasitic on *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea during June 2000 to March 2001

	Jun. 2000	Jul.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. 2001	Feb.	Mar.
<i>Naricolax atypicus</i>	16.0(16/1)	34.0(34/1)	NM(9/0)	2.0(4/2)	NM(1/0)	3.0(63/21)	0.9(26/29)	1.9(57/30)	1.8(78/43)
<i>Caligus tanago</i>	—	NM(1/0)	2.0(2/1)	4.7(28/6)	0(0/2)	8.1(57/ 7)	14.7(44/ 3)	6.6(46/ 7)	23.8(95/ 4)
<i>Nothobomolocus lateolabracis</i>	NM(4/0)	NM(1/0)	—	—	NM(1/0)	NM(28/ 0)	NM(16/ 0)	NM(44/ 0)	NM(54/ 0)
<i>Caligus epinepheli</i>	—	—	1.0(1/1)	NM(2/0)	2.0(2/1)	8.0(8/ 1)	0.5(1/ 2)	NM(3/ 0)	NM(5/ 0)
<i>Orbitacolax hapalogenyos</i>	—	—	—	—	—	NM(3/ 0)	NM(1/ 0)	NM(2/ 0)	NM(4/ 0)

* Number in parentheses: number of adult females/number of adult males; NM: no male collected; —: no collection of adult copepods

Table 4 Frequency (%) of occurrence of ovigerous females of copepods parasitic on *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea during June 2000 to March 2001

	Jun. 2000	Jul.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. 2001	Feb.	Mar.
<i>Naricolax atypicus</i>	56.3	85.3	88.9	50.0	0	49.2	56.5	40.4	32.1
<i>Caligus tanago</i>	—	0	50.0	60.7	—	59.6	52.3	8.7	7.4
<i>Nothobomolocus lateolabracis</i>	100.0	100.0	—	0	0	75.0	62.5	47.7	44.4
<i>Caligus epinepheli</i>	—	—	100.0	100.0	100.0	62.5	100.0	66.7	20.0
<i>Orbitacolax hapalogenyos</i>	—	—	—	—	—	—	—	50.0	—

Table 5 Number of eggs per paired egg-sacs of copepods parasitic on *Lateolabrax japonicus* collected from Ariake Sea during June 2000 to March 2001

	Jun. 2000	Jul.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. 2001	Feb.	Mar.
<i>Naricolax atypicus</i>									
Mean \pm s.d.	303.0 \pm 117.8	323.8 \pm 148.8	362.8 \pm 88.3	78		323.9 \pm 181.4	326.8 \pm 158.6	211.1 \pm 131.1	122.8 \pm 80.0
Range (n)	156-441 (4)	79-561 (10)	238-443 (4)	78 (1)		89-673 (10)	104-450 (4)	68-448 (10)	37-242 (10)
<i>Caligus tanago</i>									
Mean \pm s.d.			20	38.0 \pm 6.2		42.4 \pm 9.6	39.0 \pm 14.3	68	9.0 \pm 1.7
Range (n)			20 (1)	30-47 (7)		27-53 (7)	12-62 (10)	68 (1)	7-10 (3)
<i>Nothobomolocus lateolabracis</i>									
Mean \pm s.d.	270.0 \pm 35.0	372				171.7 \pm 77.1	139.7 \pm 81.4	111.4 \pm 61.3	94.3 \pm 66.2
Range (n)	230-295 (3)	372 (1)				75-280 (10)	80-252 (7)	32-209 (10)	35-250 (10)
<i>Caligus epinepheli</i>									
Mean \pm s.d.			23	34.5 \pm 0.71	38	22	27	3.0 \pm 1.4	*
Range (n)			23 (1)	34-35 (2)	38 (1)	22 (1)	27 (1)	2-4 (2)	
<i>Orbitacolax hapalogenyos</i>									
Mean \pm s.d.								47	
Range (n)								47 (1)	

*: female with broken egg-sacs

Table 6 Relationships between size class of hosts collected in December 2000 and prevalence and intensity of adults of parasitic copepods

Size class of hosts (mm)	25.2-29.6	29.7-30.8	32.0-31.7	32.1-34.0	34.2-37.0	38.3-59.5		
Mean body length of hosts (mm)	27.8	30.2	31.4	32.9	35.7	46.3	r	p
Number of hosts	8	7	7	7	7	8		
<i>Naricolax atypicus</i>								
Prevalence (%)**	25	29	29	57	71	100	0.95	0.004
Intensity (inds./host)*	1.0	2.5	2.0	3.0	1.8	6.5	0.91	0.011
<i>Caligus tanago</i>								
Prevalence (%)	25	57	0	29	57	75	0.67	0.144
Intensity (inds./host)	1.5	1.0	—	4.5	4.3	5.2	0.79	0.109
<i>Nothobomolocus lateolabracis</i>								
Prevalence (%)**	13	0	0	29	43	75	0.92	0.009
Intensity (inds./host)	2.0	—	—	2.0	2.3	2.5	0.91	0.091

* and **: significant relationships at $p=0.05$ and $p=0.01$, respectively

る。^{15,16)} 両者の関係について相関係数の検定を試みた。結果は、寄生率については *N. atypicus* と *N. lateolabracis* の2種が宿主サイズと有意な正の相関 ($P<0.01$) を示し、寄生個体数については *N. atypicus* のみ有意な正の相関 ($P<0.05$) を示した。*C. tanago* については寄生

率、寄生個体数ともに宿主サイズと有意な相関はなかった。

寄生虫間の関連 寄生虫間の寄生部位、食物を巡る競合の有無を推測するために、5種のカイアシ類の寄生数に関して2種ずつ10通りの組み合わせで相関を調べた

ところ, *N. atypica* と *C. tanago*, *N. atypica* と *N. lateolabracis* の組み合わせのみ有意な正の相関があった ($P < 0.05$)。

考 察

本調査で発見された, 有明海産スズキを宿主とする寄生性カイアシ類6種は, 未同定1種を除いて全て既知種であった。各種のこれまでの宿主と産地を Table 7 に示す。

C. tanago において有明海産スズキは新産地, 新宿主であった。スズキ以外には日本, 韓国産のウミタナゴから発見されている。^{17,18)} Do (unpubl.)¹⁹⁾ は瀬戸内海産ボラ *Mugil cephalus*, メナダ *Liza haematocheila*, キチヌ *Acanthopagrus latus* (= *Mylio latus*) から *Caligus* species 1 (= *C. tanago*?) を報告している。本種は *C. tanago* に最もよく似ているのであるが, 雌では第2触角後部の突起, 顎脚後部の突起, 第1胸脚内肢の形態, 雄では第2触角後部の突起, 第5胸脚のエレメントと後体部の形態で相違が見られるという。

C. epinepheli はインド・西太平洋産魚類12種から報告され, 宿主特異性は低い。⁸⁾ 有明海産スズキは新産地, 新宿主であった。

N. atypicus は本邦産アイナメ *Hexargammos otakii*,¹⁸⁾ 韓国産スズキ, クジメ *Hexargammos argammus*¹⁸⁾ から発見されているが, 有明海は新産地であった。

N. lateolabracis は日本固有種と考えられ, 有明海(新産地)以外に瀬戸内海産スズキに寄生する。¹⁹⁾

O. hapalogenyos は世界各地の11魚種から報告され, 宿主特異性は低い。¹⁹⁻²²⁾ 有明海産スズキは新産地, 新宿主であった。

有明海において, 浮遊性カラヌス目カイアシ類2種 *Sinocalanus sinensis*, *Tortanus derjugini* は本邦では有明海奥部のみに生息し, 他の主な分布域は中国大陸の汽水域であることから有明海の個体群は大陸沿岸遺存と考えられている。^{24,25)} しかし, 有明海産スズキに寄生するカイアシ類は未同定1種を除き, 本邦の他海域あるいは東アジア以外の海域からも出現報告があり, 有明海に限定して出現する大陸沿岸遺存性とみなしうる種は発見さ

Table 7 Previous records of host fish for five parasitic copepods found from *Lateolabrax japonicus* examined in present study

Species	Host fish (Japanese name)	Locality	Reference
<i>Caligus tanago</i>	<i>Ditrema temmincki</i> (umitanago)	Japan, Korea	17, 18
<i>C. epinepheli</i>	<i>Epinephelus akara</i> (kijihata)	Japan	8
	<i>E. septemfasciatus</i> (mahata)		
	<i>Scolopsis vosmeri</i> (taiwantamagashira)	Taiwan	8
	<i>E. merra</i> (kamonhata)	Australia	8
	<i>Scomberoides tala</i>	Indian Ocean	8
	<i>S. lysan</i> (ikekatsuo)		
	<i>Drepane punctata</i> (yuudachisudaredai)		
	<i>Nemipterus bipunctatus</i>	Malaysia	8
	<i>Sillago sihama</i> (motogisu)		
	<i>N. tolu</i> (shamuitoyori)	Kuwait	8
	<i>Diplodus sargus capensis</i>	South Africa	8
	<i>Spatus houbi</i>		
	<i>Naricolax atypicus</i>	<i>Hexargammos otakii</i> (ainame)	Japan
<i>H. agrammus</i> (kujime)		Korea	18
<i>Lateolabrax japonicus</i> (suzuki)			
<i>Nothobomolochus lateolabracis</i>	<i>Lateolabrax japonicus</i> (suzuki)	Japan	19
<i>Orbitacolax hapalogenyos</i>	<i>Hapalogenys mucronatus</i> (setodai)	Japan	19, 20
	<i>Lienardella fasciatus</i> (shichisenbera)	Australia	21
	<i>Clepticus parrae</i>	Puerto Rico	22
	<i>Synodus</i> sp.		
	<i>Epinephelus itajara</i>	Florida	22
	<i>Monacanthus hispidus</i>		
	<i>Prionotus nudigula</i>	Brazil	22
	<i>Abudefdu fsaxatilis</i>	Belize	22
	<i>Holacanthus aswcencionis</i>		
	<i>Pseudupeneus maculatus</i>		
	<i>Hemirhamphus marginatus</i>	Kuwait	23

れなかった。2種の浮遊性カイアシ類が高濁度を好む低塩性種であり、中国大陸の汽水域と環境の酷似した有明海奥部に分布が限定される^{2,4)}のに対して、寄生性カイアシ類の分布は宿主の広範な移動および寄生虫自身の低い宿主特異性 (*N. lateolabracis* 以外) のために、大陸沿岸遺存性が認められないのかもしれない。これまで、有明海産エツ *Coilia nasus*, アカエイ *Dasyatis akajei*, ツバクロエイ *Gymnura japonica* からは種レベルで未同定の寄生性カイアシ類が発見されている (仲達 未発表)。エツのように宿主自体が大陸遺存性であり、遊泳範囲が比較的狭く (有明海奥部のみ)¹⁵⁾ さらにその寄生虫の宿主特異性が高い場合には、その寄生性カイアシ類が大陸遺存性種である可能性は高いであろう。

有明海産スズキは日本周辺に生息するスズキ *L. japonicus* と中国や韓国西南に生息するタイリクスズキ *L. sp.* とが最終水期に交雑した個体群で、一生を有明海で暮らすと推定されている。³⁾ この個体群の特徴は、稚魚への移行期 (体長 17~18 mm) に淡水域に入り、数ヶ月後、体長 60~80 mm 程度で汽水域を経て海域に下る群がいることである。その後の成長に伴う湾内での回遊の詳細は不明であるが、未成魚や成魚の一部が春~秋に河川域に遡上し、比較的長期間滞在すると思われる。また、成体は有明海内で浅深移動 (夏は沿岸寄り、冬は湾口寄り) をしていると推定されている (田中 未発表)。このような有明海ならではのスズキの遡河回遊と寄生虫

の種類、寄生率、繁殖などの季節変化は関連があると推定している。

スズキを宿主とする寄生性カイアシ類を Table 8 に示した。有明海に関してはこれまで寄生性カイアシ類の調査記録がなく、全てのカイアシ類の新産地となる。一般的に、1種の魚類には複数種のカイアシ類が寄生し、例えば、西日本産マダイ *Pagrus major* においては5科6種の寄生性カイアシ類が記録されている (仲達 未発表)。スズキに関しては3科に限定されているが、種数は多く、13種にも及ぶ。特徴的なことは、アンカー状の付属肢や頭部を宿主組織内に打ち込んで固着するレルネオポータダ科 *Lernaeopodidae* やペンネラ科 *Pennellidae* が発見されないことである。最も多くの種が発見されたのは宿主上で自由に移動できるカリグス科で、9種が確認されている。これらのカリグス科カイアシ類はいずれも宿主特異性は低い。⁸⁾ 日本、韓国、台湾から出現記録のある *C. punctatus* は台湾において養殖スズキに大量斃死をもたらしたことが報告されている。⁸⁾

本研究で、有明海産スズキに寄生するカイアシ類は寄生率、寄生数、繁殖生態において顕著な季節性を示すことが明らかになった。いずれも12月あるいは1月~3月に寄生率、平均寄生数が高くなる傾向がある。この傾向は宿主の繁殖・行動生態と密接に関連があると思われる。つまり、この時期は宿主の産卵期に相当し、^{2,15)} 産卵場である島原半島周辺海域に生息している。²⁾ 一方、

Table 8 Previous and present records of copepods parasitic on *Lateolabrax japonicus*

Order	Family	Species	Locality	Attachment site	Reference
Siphonostomatoida					
	Caligidae	<i>Caligus bifurcus</i>	China	Body surface	26
		<i>C. epinepheli</i>	Ariake Sea	Gills/oral cavities	Present study
		<i>C. pagrosomi pagrosomi</i>	Taiwan	Gills/oral cavity	8
		<i>C. pelamydis</i>	Korea	Gills	27
		<i>C. punctatus</i>	Taiwan	Body surface	8
		<i>C. rotundigenitalis</i>	Taiwan	Gills/gill cavities/body surface	8
		<i>C. seriolae</i>	Owase	Gill operculum	28
			Korea	—	18
		<i>C. tanago</i>	Seto Inland Sea	Gill opercula	17
			Ariake Sea	Gill opercula/gills	Present study
		<i>Lepeophtheirus lateolabraxi</i>	China	Fin	29
Poecilostomatoida					
	Bomolochidae	<i>Naricolax atypicus</i>	Ariake Sea	Nasal cavities	Present study
			Korea	—	18
		<i>Nothobomolochus lateolabracis</i>	Seto Inland Sea	Gills	17
			Kojima Bay	Gills	19
			Ariake Sea	Gills	Present study
			Korea	—	18
		<i>Orbitacolax hapalogenyos</i>	Ariake Sea	Gills/oral cavities	Present study
	Philichthyidae	Unidentified species	Ariake Sea	Gill cavities	Present study

—: no data

夏～秋にかけては鼻腔に寄生する *N. atypicus* を除いて寄生率, 平均寄生数が低い。この時期は, スズキの仔稚および小型～大型魚の一部も汽水～淡水域に侵入する。^{2,30)} 本調査で発見された寄生性カイアシ類は元来, 沿岸性種と考えられ, 宿主が淡水に侵入した場合には体表, 口腔, 鰓, 鰓腔に寄生する種の塩分の激変に対する適応は難しく, 生残できないのか, あるいは新規加入が起こらないためかもしれない。11月に *C. tanago*, *N. atypicus* の寄生率が下がることが遡河回遊の結果なのかもしれない。実際, 北海道に産する遡河回遊型のワカサギ *Hypomesus nipponensis* が海から陸水に遡上する時期に, 海産の寄生性エルガシルス科 Ergasilidae カイアシ類を鰓に伴う場合があるが, 成体は塩分の変化に耐えるものの幼生は淡水では生残できないという。³¹⁾ 有明海産スズキに寄生するこれらのカイアシ類においても陸水では新規加入が起こらないであろう。隠蔽的な鼻腔に寄生する *N. atypicus* のみが夏～秋にも比較的高頻度で出現することは宿主が河川への回遊した時の塩分の変化に影響されにくいかもしれない。今後, 有明海において夏～秋に淡水域で採集されたスズキと海域で採集されたスズキの寄生虫の種類, 寄生率, 寄生数などを比較することによって, 淡水域での寄生虫の駆虫効果が証明できるかもしれない。

今回の雌がみつかった5種のカイアシ類の成体の性比は著しく雌に片寄っている場合がほとんどで, *N. lateolabracis*, *O. hapalogenyos* においては雄は出現しなかった。夏～秋には雄が極端に少ないか, あるいは出現しない。これらが属するポエキロストム目カイアシ類の雄は一般的に雌に比べると短命で, 交尾後にはすぐに死んで宿主上では雌しかみられない科も存在する。³²⁾ このことが性比の片寄りに関与すると推定される。

雌の卵嚢保有率と卵嚢内の卵数によってカイアシ類の繁殖の強度を推測することができる。5種のカイアシ類の産卵盛期には2つのパターンがあり, 夏と秋～冬(初春)の2回か秋～冬(初春)の1回であった。*N. atypicus* は11月以外は常に産卵が確認されている。産卵盛期は夏～初秋と冬の2回であった。*C. tanago* は夏には産卵が起こっておらず, 産卵盛期は秋～冬の半ばであると思われる。*N. lateolabracis* も *N. atypicus* 同様に11月には産卵が確認されておらず, 産卵盛期は夏と冬～春の2回であった。*C. epinepheli* は秋～冬が産卵盛期であった。*O. hapalogenyos* は晩冬のみ産卵が確認された。

今回, 卵嚢当たりの卵数には季節的に変化することが判明した。特に, ボモロカス科の *N. atypicus*, *N. lateolabracis* ではその傾向が顕著で, 1雌個体当たりの平均卵数の最低と最高では約4倍の差があった。最高卵数を記録するのは平均寄生数が少ない夏～秋であった。寄

生性カイアシ類の生態を研究する上で卵嚢当たりの卵数はこれまでほとんど注目されていなかったことであり, 今後, 寄生性カイアシ類の個体群動態を調査する場合にはこの季節変化も考慮する必要がある。

カリグス属の卵嚢内の卵数は種による変異が大きく, 台湾から出現報告のある27種において1卵嚢当たりの卵数は15～253個である。⁸⁾ 今回, 発見された2種は卵嚢内の卵数は少なく, 通常20個以下で卵数の少ないグループに属していた。ボモロカス科については卵嚢内の卵数についての情報はないが, 多産であることが様々な記載図などからうかがわれる。

いずれのカイアシ類の種も生活史は解明されていないが, 近縁の属種からそれらの生活史は推測できる。今回確認された3科は全て2つの自由生活期, すなわちノープリウス幼生とコペポディド幼体を持つと推定される。カリグス科ではこれまで例外なくノープリウス幼生2期, コペポディド幼体1期の存在が報告されている。⁸⁾ ボモロカス科の発生はほとんど未知であるが, 本科に属する2種 *Bomolochus cuneatus*, *Holobomolochus spinulus* においてノープリウス幼生が1期報告されているが, 実際にはこれ以上のステージ数があると推定されている。³⁵⁾ プリクチス科ではノープリウス幼生5期, コペポディド幼体1期がいくつかの属で確認されている。³⁴⁾ カリグス科 (*Caligus epidemicus*: 飼育水温 24.5°C) の場合, 全自由生活期の発生(卵の孵化からコペポディド幼体まで)には約20時間しか要しないため,³⁵⁾ 長期間浮遊できない。したがって, *C. epinepheli* がスズキから消失している夏の間には別な海産魚類に寄生している可能性がある。*N. lateolabracis*, *O. hapalogenyos* に関する発生段階の詳しいデータはないが, 夏～秋の消失時には同様に別な海産魚類に寄生していることが考えられる。今後, この仮説を裏付ける情報が必要である。瀬戸内海産スズキに寄生する *N. lateolabracis* は3, 5, 7月に採集されているが,¹⁹⁾ 有明海産スズキからの出現時期と一致している。

宿主サイズ(年齢)と寄生率, 平均寄生数との相関に関しては, 調査した宿主個体数の多い2000年12月のみ相関の有無を調査した。寄生率については2種 (*N. atypicus*, *N. lateolabracis*) において有意な正の相関が見られた。このことは宿主の年齢が高く, 大型であれば寄生率が高くなることも意味する。他の魚類寄生性カイアシ類でもこのような高年齢, 大型個体において寄生率が高くなる傾向が報告されている。³⁶⁾ しかしながら, *C. tanago* では, 宿主サイズと寄生率に明瞭な正の相関関係がなかったように, 必ずしも魚類宿主と寄生性カイアシ類の一般的な傾向とはいえない。逆に, 北東太平洋産の異体類 *Atheresthes stomias* の眼に内外部寄生する *Phrioxcephalus cincinnatus* の寄生率が宿主サイズとともに

に減少することが報告されている。³⁷⁾ この説明として、大型宿主は眼の組織が硬化して感染しにくい、あるいは、眼のサイズが大きすぎて眼の内部での成長に時間がかかりすぎるためにカイアシ類が生活史を完結できなくなる可能性が指摘されている。このように、魚類の種類、形態、成長、行動などと寄生性カイアシ類の寄生様式によって、宿主のサイズ・年齢と寄生性カイアシ類の寄生率の関係は異なってくる。

平均寄生個体数については、*N. atypicus* のみで宿主サイズと正の相関があった。これは本種だけが鼻孔という隠蔽的な場所に寄生するため、スズキの遡河回遊などの影響を受けにくく、宿主のサイズが大きいほど（年齢が高いほど）、寄生率、平均寄生個体数ともに増加したのであろう。一方、*C. tanago* のみが寄生率、平均寄生個体数とも宿主サイズとの有意な相関を示さなかった。これは、夏～秋にかけて寄生率、寄生個体数とも低下することと関係しているかもしれない。つまり、スズキの夏から秋にかけての遡河回遊によって毎年カイアシ類が死滅するため、スズキの成長に伴う寄生率、平均寄生個体数の蓄積的な増加がおきにくい可能性がある。東京湾に流入する大小の河川および利根川では夏から秋にかけての成魚の遡上が顕著であるが、³⁰⁾ 有明海に流入する河川ではこのような成魚の河川遡上ははっきりしていないが、カイアシ類の寄生状況から判断するとその可能性はあるだろう。

宿主個体への病理的影響については、カイアシ類の寄生率が高かった冬～春にかけての宿主標本を管理上の点から解剖ができなかったため、宿主組織の病変状態などを直接的には観察できなかった。カリグス属2種、ポモロカス科3種ともに宿主の粘液、表皮組織を摂取するタイプである。³⁴⁾ 1宿主当たり10個体以上の成体が寄生していたケースが*C. tanago* では10例（最大30個体）、*N. atypicus* では8例（最大16個体）あったが、これらの宿主の体重の平均と寄生のないあるいは寄生個体数の少ない（10個体未満）宿主の体重の平均を比較しても有意な差がなかった（F検定、 $P > 0.05$ ）ので、多くのカイアシ類の寄生による体重減少などの直接的影響はないと思われる。

また、1宿主に複数種のカイアシ類が寄生したケースは、5種のカイアシ類のいずれかが寄生していた119例中70例（58.8%）であった。本調査で発見された5種の寄生性カイアシ類の関係については、寄生部位が口腔、鰓、鰓腔である*C. tanago*、*C. epinepheli*、*N. lateolabracis*、*O. hapalogenyos* 間で、生息空間と食物を巡っての競合が予想された。しかし、これらのカイアシ類の寄生数の間には相互の干渉を示唆する負の相関はみられなかった。一方、鼻腔に寄生する*N. atypicus* と口腔/鰓腔/鰓に寄生する*C. tanago*、*N. lateolabracis* の間には正の相

関関係があった。その理由については解釈が困難であるが、宿主の生理状態や行動履歴が関与しているのかもしれない。

本邦には生息しないタイリクスズキ *Lateolabrax* sp. が養殖用種苗として導入され、すでに房総半島から宇和海までの大太平洋沿岸、瀬戸内海、日本海の丹後半島沿岸などに定着しているが、¹³⁾ 本種は外来性の寄生性カイアシ類を伴っている可能性があり、寄生生物相も早期に調査する必要がある。日本海西部においてヒラメ *Paralichthys olivaceus* の鰓に寄生し貧血症を引き起こす単生類ネオヘテロボツリウム・ヒラメ *Neoheterobothrium hirame* は1996年以降の突然の出現から、外来性有用魚類の意図的導入に伴ったものである可能性が指摘されている。¹⁰⁾ 宿主特異性の低い寄生生物が導入された場合、在来性宿主との共進化的プロセスを経過していないので病理的影響も深刻化する可能性がある。有明海産スズキの個体群は遺伝的、生態的にも非常に特異的な存在であり、水産物としての意義のみならず、学術的にも貴重な存在と言える。したがって、餌生物や捕食者との種間関係のみならず、寄生生物などとの種間関係の点からも保全されるべきである。

謝 辞

寄生性カイアシ類の分類学的文献を教示いただいた長澤和也博士にはお礼を申し上げる。また、有明海でのフィールド調査では木下泉教授にはお世話になった。本研究の一部は日本学術振興会による科学研究費補助金（Nos 15208019, 18208019）および韓国との二国間交流事業共同研究（平成17～19年度）の助成によって行われた。

文 献

- 1) 佐藤正典, 田北 徹. 有明海の生物相と環境. 「有明海の生き物たち」(佐藤正典編著), 海遊舎, 東京. 2000; 10-35.
- 2) 日比野 学. 有明海産スズキの初期生活史に見られる多様性. 「スズキと生物多様性—水産資源生物学の新展開」(田中 克・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京. 2002; 65-78.
- 3) 中山耕至. 有明海個体群の内部構造. 「スズキと生物多様性—水産資源生物学の新展開」(田中 克・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京. 2002; 127-139.
- 4) 日比野 学, 上田拓史, 田中 克. 筑後川河口域におけるカイアシ類群集とスズキ仔稚魚の摂餌. 日水誌 1999; 65: 1062-1068.
- 5) 横川浩治. 東アジアのスズキ属. 「スズキと生物多様性—水産資源生物学の新展開」(田中 克・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京. 2002; 114-126.
- 6) Boxshall GA, Defaye D. Preface. Boxshall GA, Defaye D (eds.). *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice* Ellis Horwood, London. 1993; ix-x.
- 7) Ho JS. The major problem of cage aquaculture in Asia relating to sea lice. Liao IC, Lin CK (eds.). *Proceedings of*

- the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia 2000; 13-19.
- 8) Ho JS, Lin CL. *Sea lice of Taiwan (Copepoda: Siphonostomatoida: Caligidae)*. The Sueichen Press, Keelung, Taiwan. 2004; 1-388.
 - 9) Ho JS, Zheng G. *Ostincola koe* (Copepoda, Mycicolidae) and mass mortality of cultured hard clam (*Meretrix meretrix*) in China. *Hydrobiologia* 1994; **284**: 169-173.
 - 10) Lin CL, Ho JS. Two new species of ergasilid copepods parasitic on fishes cultured in brackish water in Taiwan. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 1998; **111**: 15-27.
 - 11) 小川和夫. 魚類寄生虫学. 東京大学出版会, 東京. 2005; 146-153.
 - 12) 良永知義. 天然ヒラメ資源を脅かす寄生虫. 「フィールドの寄生虫学—水族寄生虫学の最前線」(長澤和也編著), 東海大学出版会, 東京. 2004; 213-226.
 - 13) 日本生態学会. 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京. 2002; 1-390.
 - 14) Boxshall GA, Halsey SH. *An introduction to copepod diversity*. Ray Society, London. 2004; 1-966.
 - 15) 阿部宗明, 本間昭郎 (監修). スズキ. 「現代おさかな事典」エヌ・ティー・エス, 東京. 1997; 429-431.
 - 16) 山崎幸夫. 天然魚の成育場「汽水湖沼」に放流した人工種苗の放流効果. 「スズキと生物多様性—水産資源生物学の新展開」(田中 克・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京. 2002; 32-43.
 - 17) Yamaguti S. Parasitic copepods from fishes of Japan. Part 5. Caligoida, III. Volumen Jubilare Professor Sadao Yoshida, Osaka, Japan. 1939; II: 443-487.
 - 18) Kim IH. Cirripedia, symbiotic Copepoda, Pcyonogonida. Illustrated Encyclopaedia of Fauna and Flora of Korea. 1998; **38**: 1-1038.
 - 19) Ho JS, Do TT, Kasahara S. Copepods of the family Bomolochidae parasitic on fishes of Kojima Bay, Okayama Prefecture. *J. Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ.* 1983; **22**: 1-41.
 - 20) Yamaguti S, Yamasu T. Parasitic copepods from fishes of Japan with descriptions of 26 new species and remarks on two known species. *Biol. J. Okayama Univ.* 1959; **5**: 89-165.
 - 21) Ho JS, Dojiri M. Parasitic copepods on the fishes of the Great Barrier Reef, Australia, Part I. Cyclopoida. *Pub. Seto Mar. Biol. Lab.* 1976; **23**: 257-273.
 - 22) Cressey RF, Cressey HB. A new species of *Orbitacolax* (Copepoda: Bomolochidae) and redescription of two additional species. *Can. J. Zool.* 1989; **67**: 2901-2909.
 - 23) Ho JS, Sey O. Two species of bomolochid copepods (Crustacea) parasitic on marine fishes of Kuwait. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 2000; **113**: 670-680.
 - 24) Hiromi J, Ueda H. Planktonic calanoid copepod *Sinocalanus sinensis* (Centropagidae) from estuaries of Ariakekai, Japan, with a preliminary note on the mode of introduction from China. *Proc. Japan. Soc. Syst. Zool.* 1987; **35**: 19-26.
 - 25) Ohtsuka S, Ueda H, Lian GS. *Tortanus derjugini* Smirnov (Copepoda: Calanoida) from the Ariake Sea, western Japan, with notes on the zoogeography of brackish-water calanoid copepods in East Asia. *Bull. Plankton Soc. Japan* 1995; **42**: 147-162.
 - 26) Shen CJ. Parasitic copepods from fishes of China. II. Caligoida, Caligidae (1). *Acta Zool. Sin.* 1957; **9**: 351-377.
 - 27) Choi SD, Hong SZ, Lee JM. Two species of *Caligus* (Siphonostomatoida, Copepoda) parasitic on marine cultured fishes from Kamak Bay in Korea. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agen.* 1995; **49**: 157-166.
 - 28) Shiino S. Sammlung der parasitischen Copepoden in der Präfekturuniversität von Mie. *Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie* 1959; **3**: 334-374.
 - 29) Shen CJ, Li HL. Parasitic copepods from fishes of China. IV. Caligoida, Caligidae (3). *Acta Zool. Sin.* 1959; **11**: 12-23.
 - 30) 庄司紀彦, 佐藤圭介, 尾崎真澄. 資源の分布と利用実態. 「スズキと生物多様性—水産資源生物学の新展開」(田中 克・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京. 2002; 9-20.
 - 31) 浦和茂彦. エルガシルス類の魅力—自由生活から寄生生活への道. 「フィールドの寄生虫学—水族寄生虫学の最前線」(長澤和也編著), 東海大学出版会, 東京. 2004; 171-183.
 - 32) 大塚 攻, 長澤和也・Ho J-s・Grygier MJ. 日本から記載されたリムノンケア属 *Limnoncaea* カイアシ類の正体—プランクトン学と寄生虫学の複合領域的研究の必要性. 日本プランクトン学会報 2004; **51**: 13-24.
 - 33) Kabata Z. Early stages of some copepods (Crustacea) parasitic on marine fishes of British Columbia. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 1976; **33**: 2507-2525.
 - 34) Kabata Z. Diseases caused by metazoans: crustaceans. Kinne O (ed.) *Diseases in Marine Animals, Volume IV, Part 1*, Biologische Anstalt Helgoland Jahresbericht, Hamburg, 1984; 321-399.
 - 35) Lin CL, Ho JS. Life history of *Caligus epidemicus* Hewitt parasitic on tilapia (*Oreochromis mossambicus*) cultured in brackish water. Boxshall, GA, Defaye D (eds.). *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice* Ellis Horwood, London. 1993; 5-15.
 - 36) Möller H, Anders K. *Diseases and parasites of marine fishes*. Verlag Möller, Kiel. 1986; 1-365.
 - 37) Kabata Z, Forrester CR. *Atheresthes stomias* (Jordan and Gilbert 1880) (Pisces: Pleuronectiformes) and its eye parasite *PhrEXOcephalus cincinnatus* Wilson 1908 (Copepoda: Lernaecoceridae) in Canadian Pacific waters. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 1974; **31**: 1589-1595.