イソスジェビとスジェビモドキにおける *Bopyrus squillarum* の寄生による影響について

伊 藤 円・渡 邊 精 一

東京水産大学資源育成学科

The Effects of the Bopyrid Parasite *Bopyrus squillarum* on
Two Palaemonid Shrimps *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*

MADOKA ITO and SEIICHI WATANABE

Abstract

ITO, MADOKA and SEIICHI WATANABE (Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries). 1992. The Effects of the Bopyrid Parasite *Bopyrus squillarum* on Two Palaemonid Shrimps *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*. Benthos Research, 43: 29-39.

The infections of the parasitic isopod *Bopyrus squillarum* on *Palaemon pacificus* and *P. serrifer* were studied during 1987 to 1989 in Tateyama Bay, Chiba Prefecture. One of 7913 *P. pacificus* and 278 of 7097 *P. serrifer* were infected. *B. squillarum* exhibits some degree of host specificity for the host *P. serrifer*. *B. squillarum* retarded the growth of the secondary characters of male hosts, such as the number of segments of the inner branch of the bifurcated outer flagellum of the antennuler, the rostral length, the exopod and the endopod of the first and the second pleopods. On the other hand, *B. squillarum* castrated the female host, but did not affect the secondary sexual characters.

REINHARD (1956)とO'BRIEN & VAN WYK (1985)は、寄生生物である等脚目エビヤドリムシ類と宿主であるエビとの関係について、寄生後宿主は生殖腺が成熟せず、雌宿主は産卵しない、また雄宿主は雌性化すると述べている。

寄生による宿主への影響について、生殖腺では、*Probopyrus pandalicola* による *Palaemonetes paludosus* (BECK, 1980b), *Bopyrus squillarum* による *Palaemon squilla* や *Palaemon xiphias* (CALLAN, 1940), スジェビモドキ *Palaemon serrifer* (YOSHIDA, 1952a), *Probopyrus bithynis* による *Macrobrachium ohione* (TRUESDALE & MERMILLIOD, 1977)へ

の影響について知られ、成長では、*B. squillarum* による *P. serrifer* (YOSHIDA, 1952b)への影響が知られ、二次性徴では、*P. pandaicola* による *P. paludosus* への影響が知られ (BECK, 1980b), 代謝機構では、*P. pandalicola* による *Palaemonetes pugio* (ANDERSON, 1975b, 1977; WALKER, 1977)や中間宿主である *Acartia tonsa* (ANDERSON, 1975a), *Probopyrus* cf. *oviformis* による *Palaemonetes argentinas* (SCHULDT & DAMBORENSA, 1988)への影響が知られている。さらに、有扇垂目タイノエ科のエビノコバン *Tachea chinensis* に寄生されたスジェビ *Palaemon paucidens* では、非寄生個体と比べビブリオ属細菌に感染しやすいという報告もある (植木ら, 1988)。

寄生率の相違については、種間では、*Probopyrus*

1991年5月24日受付：1991年9月27日受理

Fig. 1 *Bopyrus squillarum* infecting *Palaemon serrifer*.
Arrow indicates a male of *B. squillarum*.

pandalicola は *Palaemonetes pugio* に永続寄生するが、*Palaemonetes vulgaris* にはしない(ANDERSON, 1983, 1990), あるいは *Hemiarthrus abdominalis* は *Pandalus montagui* に寄生するが、*Pandalus borealis* には海域にもよるが寄生しない (ALLEN, 1966; WARREN, 1974). 雌雄間では宿主のサイズにもよるが、*Probopyrus pandalicola* に寄生された *Palaemonetes paludosus* では雌の方が高く (BECK, 1979, 1980c), *Palaemon ritteri* では雄の方が高い (CAMPOS & DE CAMPOS, 1989) ことが知られている。

1987年12月から1989年11月まで東京水産大学坂田実験場池先の潮間帯で、イソスジエビ *Palaemon pacificus* とスジエビモドキの成長と繁殖について調査したところ、*B. squillarum* による寄生がみられたので (Fig. 1), 両種と *B. squillarum* との関係について調査し、若干知見が得られたので以下に報告する。なお、*Bopyrus squillarum* には標準和名がないので、本論文ではエビヤドリムシと称する。

材料と方法

千葉県館山市にある東京水産大学坂田実験実習場地先の岩礁域のタイドプールや転石地帯で、1987年12月から1989年11月までの大潮ごとの干潮時に、手網を用いてイソスジエビとスジエビモドキを採集した。採集個体は10%ホルマリン海水で固定後、スジエビモドキの頭胸甲長 (眼窩後縁から頭胸甲背面の後端までの長

さ)、額角長 (額角先端から眼窩後縁までの長さ)、第1, 第2腹肢の外肢長および内肢長、第2腹肢の内肢突起長と雄性突起長、イソスジエビとスジエビモドキに寄生していたエビヤドリムシの全長 (頭部先端から腹尾節末端までの長さ) をノギス (最小目盛0.05 mm) を用いて計測し、スジエビモドキの第1触角外鞭内肢の節数を計数した。ただし、エビヤドリムシの雌個体は成長に伴い体が不相称となり頭部先端が不明瞭であるため、不相称形になった個体に関しては、最大長である第2胸節から腹尾節末端までの長さを計測した (Fig. 2)。また、イソスジエビについて頭胸甲長のみ計測した。エビヤドリムシの抱卵 (仔) 個体については、26個体について抱卵 (仔) 数を全数計数し、卵は1個体につき20卵について、マイクロメーターを用い0.01 mmの精度で卵径を計測した。

イソスジエビとスジエビモドキの雌雄の判別は第2腹肢の雄性突起の有無によった。抱卵の有無を確認し、スジエビモドキについては抱卵率を求めた。抱卵率とは、スジエビモドキの最小抱卵個体 (頭胸甲長4.5 mm) より大きい個体に占める抱卵個体の割合 (%) とした。なお、雄性突起の原基が発見された最大個体 (頭胸甲長2.85 mm) より小型の個体を稚エビと称する。

寄生による成長への影響を調べるために、千葉県館山市にある東京水産大学坂田実験場池先の潮間帯において採集したスジエビモドキの寄生個体と非寄生個体を、1990年7～9月にプラスチック板で4等分した角型20ℓ水槽に個別に収容し、オキアミの肉片を餌とし

Fig. 2 Body parts for measurements.

A-C: Total length of mature female, young female and male of *Bopyrus squillarum* respectively, D-I: *Palaemon serrifer*, D-E: Endopod and exopod length of the first pleopods, F-G: Endopod and exopod length of the second pleopods, H: Appendix interna length of the second pleopod, I: Appendix masculina length, a: ventral view of *B. squillarum*, b: dorsal view of *B. squillarum*.

て与えて飼育し、脱皮前後の頭胸甲長を測定し、1回の脱皮による成長を調査した。なお、飼育条件の影響を少なくするため、飼育は採集日から3日間だけ行い、脱皮した個体のみ調査した。飼育期間中の水温は19.3~26.1°Cであった。

結 果

寄生状況 エビヤドリムシの雌の体は左右不相称で、背面を宿主鰓腔胸壁に、腹面を宿主鰓部に接し、雄は相称形で、通常雌の腹肢の間に付着している(Fig. 1)。エビヤドリムシは、宿主であるエビの左右どちら

か一方の鰓腔内に雌雄同時あるいは雌のみが寄生し、宿主鰓蓋は膨瘤を生じる。

イソスジエビでは、2年間を通して7913個体中1個体(寄生率0.013%)、頭胸甲長4.2mmの雄が左側の鰓腔内に寄生されていて、エビヤドリムシ(雌)の全長は2.45mmであった。

スジエビモドキでは7097個体中278個体がエビヤドリムシに寄生され、寄生率は3.92%であった。第2腹肢欠損のため雌雄判別が不能な14個体を除いて雄では3334個体中133個体で4.0%、雌では2881個体中123個体で4.3%、稚エビでは868個体中22個体で2.5%であ

Fig. 3 Seasonal changes in prevalence of *Bopyrus squillarum* on *Palaemon serrifer*. Numbers on the axis of abscissa indicate sample size.

り、宿主の雌雄間で寄生率には差がなかった (χ^2 -検定, $p > 0.05$). また、寄生部位の左右の比率は左142個体に対し右136個体と左右で差がなかった (χ^2 -検定, $p > 0.05$). 寄生個体は毎月見られ、寄生率には季節的に大きな変動はなく、年間を通じてほぼ一定であったが、1989年に比べ1988年は、寄生率の変動がやや大きかった (Fig. 3). なお、スジエビモドキの繁殖期は、抱卵個体の出現から4～10月であった。

エビヤドリムシの全長は、雄では0.45～1.65 mm、雌では0.45～8.15 mmであった。また、宿主のスジエビモドキの頭胸甲長は1.20～8.35 mmであった。エビヤドリムシの全長 (TL) とスジエビモドキの頭胸甲長 (CL) との間に正の相関がみられた。その関係はエビヤドリムシの雌雄それぞれと、宿主の雌、雄、稚エビ間でそれぞれ回帰直線 $TL = a \cdot CL + b$ で表される (Fig. 4, Table 1)。スジエビモドキの頭胸甲長とエビヤドリムシの全長との関係で、エビヤドリムシの雌雄間、スジエビモドキの雄、雌と稚エビ間にそれぞれ有意な差がみられた (t 検定, $p < 0.05$)。

エビヤドリムシの雌は、卵あるいは epicaridium 幼生を胸部の育房と宿主の鰓壁との間に抱えていた。エビヤドリムシの抱卵 (仔) 個体は年中出現し、最小抱卵 (仔) 個体は、全長3.6 mmであった。卵 (仔) 数 (NE) と全長 (TL) との間には正の相関がみられ、その関係は曲線 $NE = 13.1 TL^{3.35}$ ($r = 0.94$, $n = 26$) に回帰した (Fig. 5)。また、epicaridium 幼生の全長は0.17～0.22

Fig. 4 Relation between carapace length of *Palaemon serrifer* and total length of females (top) and males (bottom) of *Bopyrus squillarum*.

● : male, ○ : female, ▲ : juvenile.

Table 1 Regression coefficients between carapace length (CL) of *Palaemon serrifer* and total length (TL) of *Bopyrus squillarum* represented by $TL = a \cdot CL + b$
 r : correlation coefficient, n : number of specimens

Host	Parasite	a	b	r	n
Male	Female	1.63	-3.62	0.91	129
Female	Female	1.27	-1.76	0.91	121
Juvenile	Female	0.68	-0.46	0.82	22
Male	Male	0.18	-0.028	0.81	89
Female	Male	0.16	0.056	0.87	108
Juvenile	Male	-0.33	1.30	1.00	2

Fig. 5 Relation between total length and clutch size (including number of larvae) in *Bopyrus squillarum*.

●: egg, ■: epicaridium larva.

mm, 卵サイズは長径で0.12~0.16 mm, 短径で0.10~0.14 mmであった。

寄生虫による宿主への影響 エビヤドリムシに寄生されていないスジエビモドキにおいて、最小抱卵個体よ

り大型の雌個体は968個体で、そのうち抱卵個体は398個体で、抱卵率は41.1%であった。エビヤドリムシに寄生された頭胸甲長4.5 mm以上のスジエビモドキ93個体のなかには抱卵個体はみられなかった。しかし、寄生動物が欠如し、鰓壁に膨瘤を生じた状態の抱卵個体が1個体存在し、その個体の頭胸甲長は7.5 mmで、抱卵数は290卵であった。この抱卵数は、同じ頭胸甲長で寄生されていない5個体の抱卵数406~564卵の約2/3であった。

頭胸甲長に対する第1腹肢の外肢長と内肢長、第2腹肢の外肢長、内肢長と内肢突起長の相対成長について調査したところ、これらの各体部位に性的二型が存在し雄の方が雌より発達していた (Figs. 6, 7 and 8)。スジエビモドキの雄の第2腹肢の内肢突起と雄性突起については寄生-非寄生間に統計的に有意な差はなかった (t -検定, $p > 0.05$) (Fig. 8, Table 2)。しかし、雄の第1腹肢の外肢長と内肢長、第2腹肢の外肢長、内肢長、額角長、第1触角外鞭内肢の節数については、寄生された個体では発達が悪く、寄生-非寄生間に有意な差があった (t -検定, $p > 0.05$) (Figs. 6, 7, 9 and 10, Table 2)。

1回の脱皮による成長をみると、脱皮前の頭胸甲長 (C_n) と脱皮後の頭胸甲長 (C_{n+1}) との間には正の相関がみられ、雌雄とも、また寄生-非寄生のどちらも直線 $C_{n+1} = a \cdot C_n + b$ に回帰し、1回の脱皮による成長は、寄生-非寄生間に統計的に有意な差はなかった (t -検定, $p > 0.05$) (Fig. 11)。また、寄生動物を除去した後も鰓壁は通常の状態には戻らないことが観察された。

論 議

スジエビモドキの第1腹肢の外肢長と内肢長、第2

Fig. 6 Relation between carapace length and exopod length (top), endopod length (bottom) of the first pleopod in *Palaemon serrifer*.

A: scatter diagram, B: regression line graph, ■, a: unparasitized male, □, b: unparasitized female, ●, c: parasitized male, ○, d: parasitized female.

腹肢の外肢長、内肢長と内肢突起長に性的二型が存在し、雄の方が雌より発達していた。また額角長と第1触角外鞭内肢の節数にも性的二型があることが知られている (伊藤・渡邊, 1991)。これら二次性徴のうち、雄の第1腹肢の外肢長と内肢長、第2腹肢の外肢長と内肢長、額角長、第1触角外鞭内肢の節数については、エビヤドリムシの寄生により発達が抑制されていた。*P. paludosus* の雄では、*P. pandalicola* の寄生により第1腹肢の内肢長、第2腹肢の内肢長と雄性突起の発達が抑制されている (BECK, 1980b)。このようにエビヤドリムシの寄生の結果雄宿主の二次性徴が抑制され雌性化が起きていると考えられた。

エビヤドリムシに寄生されていないスジエビモドキは抱卵率が約40%であるのに対し、寄生されている個体の中には抱卵個体はいなかった。また、寄生動物が欠如し、鰓壁に膨瘤を生じた状態で見つかった抱卵個体は、寄生動物を除去した後も鰓壁は通常の状態に戻

らないという結果から、寄生動物が何らかの原因で死亡し、その後産卵可能になったと考えられる。しかしこの個体の抱卵数は非寄生個体と比べ少ない。エビヤドリムシに寄生された *P. squilla* や *P. xiphias* (CALLAN, 1940)、*P. pandalicola* に寄生された *P. paludosus* (BECK, 1980b) でも抱卵個体がいなかったことが知られ、*P. pandalicola* に寄生された *M. ohione* では抱卵個体が1個体採集されたが、通常と比べ卵数が少なく、卵径も小さく寄生による影響を受けている (TRUESDALE & MERMILLIOD, 1977)。これらのことから、エビヤドリムシに寄生されたスジエビモドキは、再生産が抑制されていると考えられる。

スジエビモドキでは、1回の脱皮による成長は寄生の有無にかかわらず相違がなく、また脱皮間隔にも相違がない (YOSHIDA, 1952b)。しかし、寄生は一年中みられることから、スジエビモドキの繁殖期以外の時には体成長に対する影響が考えられ、今後繁殖期以外

Fig. 7 Relation between carapace length and exopod length (top), endopod length (bottom) of the second pleopod in *Palaemon serrifer*. See Fig. 6 for symbols.

にもスジエビモドキの成長に与えるエビヤドリムシの影響について調査をする必要がある。

宿主の種の相違による寄生状態をみると、*Palaemon* 属ではイソスジエビ、スジエビモドキ (SHIINO, 1933, 1958), *P. adspersus*, *P. elegans*, *P. serratus* (SMALDON, 1979; COLE, 1958), *P. squilla* と *P. xiphias* (CALLAN, 1940) でエビヤドリムシの寄生が確認されている。しかし、結果からイソスジエビに対するエビヤドリムシの寄生はまれであると考えられ、エビヤドリムシに宿主特異性が存在していることがわかる。*Probopyrus pandalicola* においても、飼育実験により *Palaemonetes pugio* には永続寄生を行う。一方

Palaemonetes vulgaris ではゾエア幼生に寄生するが、その後宿主が死亡した永続寄生は行わないというように、宿主の種によって寄生生物に寄生される期間が異なるという宿主-寄生生物関係が知られている (ANDERSON, 1983, 1990)。また *Palaemonetes paludosus* と寄生する *Probopyrus pandalicola* の産卵期間が一致している (BECK, 1980a) というように寄生生物の生活史が宿主に適応している例もある。本研究から、エビヤドリムシの寄生によりスジエビモドキの再生産が抑制されていることを合わせて考えると、坂田地先に生息しているイソスジエビとスジエビモドキでは、後者の生活史にエビヤドリムシの寄生による影響が及んで

Fig. 8 Relation between carapace length, appendix interna length (top) and appendix masculina length (bottom) of the second pleopod in *Palaemon serrifer*. See Fig. 6 for symbols.

Table 2 Regression coefficients between carapace length (CL) and length of body parts (L) in *Palaemon serrifer* represented by $L=a \cdot CL+b$. RL : rostral length, NS : number of segments of the inner branch of the bifurcated outer flagellum of the antennuler, 1EXL : exopod length of the first pleopod, 1ENL : endopod length of the first pleopod, 2EXL : exopod length of the second pleopod, 2ENL : endopod length of the second pleopod, AIL : appendix interna length on the second pleopod, AML : appendix masculina length, r : correlation coefficient, n : number of specimens

Parameter	Male				Female			
	a	b	r	n	a	b	r	n
Unparasitized specimens								
RL	1.03	0.74	0.83	547	0.72	1.78	0.95	351
NS	6.67	-14.3	0.89	70	2.91	-2.19	0.94	45
1EXL	0.53	-0.46	0.98	75	0.39	0.026	0.99	113
1ENL	0.37	-0.62	0.97	75	0.14	0.041	0.96	113
2EXL	0.63	-0.64	0.98	75	0.44	-0.006	0.99	113
2ENL	0.57	-0.53	0.98	75	0.41	-0.018	0.99	113
AIL	0.16	-0.046	0.97	75	0.11	0.14	0.98	113
AML	0.17	-0.21	0.96	75				
Parasitized specimens								
RL	0.88	0.95	0.87	127	0.82	1.27	0.91	122
NS	4.02	-4.94	0.85	132	3.16	-3.43	0.92	120
1EXL	0.45	-0.40	0.96	125	0.40	-0.019	0.98	122
1ENL	0.30	-0.29	0.93	125	0.15	-0.0008	0.97	122
2EXL	0.53	-0.20	0.96	125	0.46	-0.10	0.98	122
2ENL	0.48	-0.14	0.96	125	0.42	-0.084	0.97	122
AIL	0.15	-0.031	0.92	125	0.11	0.15	0.78	122
AML	0.15	-0.12	0.89	121

Fig. 9 Relation between carapace length and number of segments of inner branch of the bifurcated outer flagellum of the antennule in *Palaemon serrifer*. See Fig. 6 for symbols.

Fig. 11 Growth per molt in carapace length of *Palaemon serrifer*. See Fig. 6 for symbols.

Fig. 10 Relation between carapace length and rostral length in *Palaemon serrifer*. See Fig. 6 for symbols.

いることが推測される。

文 献

ALLEN, J. A., 1966. Notes on the relationship of the

- bopyrid parasite *Hemiarthrus abdominalis* (KROYER) with its hosts. *Crustaceana*, 10: 1-6.
- ANDERSON, G., 1975a. Larval metabolism of the epicaridian isopod parasite *Probopyrus pandalicola* and metabolic effects of *P. pandalicola* on its copepod intermediate host *Acartia tonsa*. *Comp. Biochem. Physiol., Ser. A*, 50: 747-751.
- ANDERSON, G., 1975b. Metabolic response of the caridean shrimp host *Palaemonetes pugio* to infection by the adult epibranchial isopod parasite *Probopyrus pandalicola*. *Comp. Biochem. Physiol., Ser. A*, 52: 201-207.
- ANDERSON, G., 1977. The effects of parasitism on energy flow through laboratory shrimp populations. *Mar. Biol.*, 42: 239-251.
- ANDERSON, G., 1983. Observations on postinfection mortality and growth of *Palaemonetes pugio* following exposure to the bopyrid isopod *Probopyrus pandalicola*. *Am. Zool.*, 23: 942.
- ANDERSON, G., 1990. Postinfection mortality of *Palaemonetes* spp. (Decapoda: Palaemonidae) following experimental exposure to the bopyrid isopod *Probopyrus pandalicola* (PACKARD) (Isopoda: Ericaridea). *J. Crust. Biol.*, 10: 284-292.
- BECK, J. T., 1979. Population interactions between a parasitic castrator, *Probopyrus pandalicola* (Isopoda: Bopyridae), and one of its freshwater shrimp host, *Palaemonetes paludosus* (Decapoda: Caridea). *Parasitol.* 79: 431-449.
- BECK, J. T., 1980a. Life history relationships between the bopyrid isopod *Probopyrus pandalicola* and one of its freshwater shrimp hosts *Palaemonetes paludosus*. *Am. Midl. Nat.*, 104: 135-154.
- BECK, J. T., 1980b. The effects of an isopod castrator, *Probopyrus pandalicola*, on sex characters of one of its caridean shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus*. *Biol. Bull.*, 158: 1-15.
- BECK, J. T., 1980c. Larval and adult habitats of a branchial bopyrid *Probopyrus pandalicola* on one of its freshwater shrimp hosts *Palaemonetes paludosus*. *Crustaceana*, 38: 265-270.
- CALLAN, H. B., 1940. The effects of castration by parasites and X-rays on the secondary sex characters of prawns (*Leander* spp.). *J. Exp. Biol.*, 17: 168-179.
- CAMPOS, E. and A. R. DE CAMPOS, 1989. Epicarides de Baja California: Distribución y notas ecológicas de *Probopyrus pandalicola* (PACKARD, 1879) en el Pacífico oriental. *Rev. Biol. Trop.*, 37: 29-36.
- COLE, H. A., 1958. Notes on the biology of the common prawn *Palaemon serratus* (PENNANT). *Fish. Invest., Ser. II*, 22: 1-22.
- O'BRIEN, J. and P. VAN WYK, 1985. Effects of crustacean parasitic castrators (epicaridean isopods and rhizocephalan barnacles) on growth of crustacean hosts. In, *Factors in adult growth, Crustacean Issues* 3, ed. by A. M. WENNER, Balkema, Rotterdam, pp. 191-218.
- REINHARD, E. G., 1956. Parasitic castration of Crustacea. *Exp. Parasitol.*, 5: 79-107.
- SCHULDT, M. and M. C. DAMBORENEA, 1988. Infestation of *Palaemonetes argentinus* (Crustacea: Palaemonidae) with *Probopyrus* cf. *oviformis* (Crustacea: Bopyridae): Observations on the habitat of cryptoniscus larvae. *J. Invert. Pathol.*, 52: 365-372.
- SHIINO, S. M., 1933. Bopyrids from Tanabe Bay. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. Biol.*, 8: 249-300.
- SHIINO, S. M., 1958. Notes on the bopyrids fauna of Japan. *Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie*, 3: 30-73.
- SMALDON, G., 1979. *British coastal shrimps and prawns, Synopses of the British Fauna (NS)*, No. 15, Academic Press, London, New York and San Francisco, pp. 16-18 & 30-39.
- TRUESDALE, F. M. and W. J. MERMILLIOD, 1977. Some observations on the host-parasite relationship of *Macrobrachium ohione* (SMITH) (Decapoda: Palaemonidae) and *Probopyrus bithynis* RICARDSON (Isopoda: Bopyridae). *Crustaceana*, 32: 216-220.
- 植木範行・杉山瑛之・室賀清邦, 1988. スジエビのブリオ感染症とエビノコバンの寄生. 魚病研究, 23: 175-178.
- WALKER, S. P., 1977. *Probopyrus pandalicola*: Dis-

- continuous ingestion of shrimp hemolymph.
Exp. Parasitol., 41: 198-205.
- WARREN, P. J., 1974. Some observations on the relationship of the bopyrid parasite *Hemiart-brus abdominalis* (KROYER) with *Pandalus montagui* LEACH and *Pandalus borealis* KROYER. *Crustaceana*, 27: 21-26.
- YOSHIDA, M., 1952a. On the breeding character of the shrimp, *Leander serrifer*, parasitized by bopyrids. *Annot. Zool. Japon.*, 25: 362-365.
- YOSHIDA, M., 1952b. On the intermolt period of the shrimp, *Leander serrifer*. *Annot. Zool. Japon.*, 25: 366-370.
- 108 東京都港区港南4-5-7
東京水産大学資源育成学科
渡邊精一