

タイノエに寄生されたマダイにおける外観異常と行動異常

近藤昌和[†], 栗田真輝, 北村大貴, 安本信哉

Appearance and Behavioral Abnormalities of Red Seabream *Pagrus major* Infested with *Ceratothoa verrucosa*

Masakazu Kondo[†], Masaki Kurita, Hiroki Kitamura and Shinya Yasumoto

Abstract : Appearance and behavioral abnormalities (AA and BA, respectively) of red seabream *Pagrus major* infested with *Ceratothoa verrucosa* (usual parasitism) were described in this report. Three major and some minor AA were observed in the infested fish [major: mouth insufficiency, exophthalmos and bubble formation in the eye (BF), minor: disappearance of bubble in the eye, bulge of cornea with bubble, rupture of the swollen cornea, storage of white turbid liquid in the eye]. On the other hand, BA were classified into five categories: 1. buoyancy dysregulation (BD; three types, a, b & c), 2. protruding action of the head above the water surface (PA), 3. shivering of the body, 4. sideways swing of the head and 5. body tilt. BD and PA were general, and others were rare. Exophthalmos, BF, BD and body tilt were speculated due to the dysregulation of blood gas concentration.

Key words : *Ceratothoa verrucosa*, red seabream, *Pagrus major*, abnormality

緒言

前報において著者らは、タイノエ *Ceratothoa verrucosa* に寄生されたマダイ *Pagrus major* (寄生魚) の好中球の特徴、寄生魚に見られる外観異常ならびに行動異常について報告した¹⁾。寄生魚の外観異常として、口の閉鎖不全 (mouth insufficiency, MI), 眼球突出 (exophthalmos), 眼球内の気泡形成 (bubble formation in the eye) などが挙げられる¹⁾。一方、行動異常としては浮力調節不全 (頭部を斜め下に向けて遊泳または静止したのち、頭部から水面に向かって浮上して背を水面上に出す行動) と頭部突出 (水面上へ頭部を突出する行動) が観察されている¹⁾。前報の試験と同時期に、前報では使用しなかった他の寄生魚についても飼育観察を行ったところ、新たな行動異常が認められた。これまでの観察結果から眼球突出、眼球内の気泡形成および浮力調節不全などが生じる原因についても考察したので合わせてここに報告する。

材料および方法

近藤・安本 (2020)¹⁾ で用いた異常魚 A (3尾) を含む寄生魚 8尾を観察に供した。これらの寄生魚は2018年の7月から10月にかけて響灘 (親海域は日本海) に面した下関市沿岸で釣獲され、2019年1月17日まで水産大学の屋外水槽で海水かけ流しで飼育した。その後、屋外水槽 (水温 13.6°C) から屋内のポリプロピレン製水槽へ移動し、水温 15°C で飼育した。3月4日から水温を1日1°C ずつ上昇させ、水温 20°C で育成し、4月13日からは水温を1日1°C ずつ上昇させ、水温 25°C で育成した。2019年6月2日に屋内ガラス製水槽 8基 (水温 25.0°C ; ヒーター設置) へ寄生魚 8尾を一尾ずつ移し、観察を開始した。観察期間中は市販の配合飼料 (マリン 6号, 林兼産業) を適宜給餌した。寄生魚 8尾のうち、タイノエが2個体寄生しているマダイが2尾、1個体寄生魚が6尾であった。前者の寄生魚の個体番号を①-1と①-2、後者を②-1から②-6とする。①-1, ①-2, ②-2および②-4は90 cmガラス水槽 (水量 150 L) に、他の寄生魚は60 cmガラ

ス水槽（水量45 L）に搬入した。観察開始時の各寄生魚の尾又長と体重は、①-1で20.8 cmと229.0 g、①-2で20.9 cmと215.0 g、②-1で18.0 cmと145.5 g、②-2で20.8 cmと214.5 g、②-3で20.2 cmと193.5 g、②-4で21.3 cmと236.5 g、②-5で17.8 cmと138.5 g、②-6で21.0 cmと209.5 gであった。なお、②-4、②-5および②-6はそれぞれ近藤・安本（2020）で用いた異常魚A-1、異常魚A-2および異常魚A-3に相当する。

Table 1. Experimental fish

| Individual number | BW* ¹ | FL* ¹ | Cv* ² | Tank* ³ |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| ①-1 | 229.0 | 20.8 | 2 | 150 |
| ①-2 | 215.0 | 20.9 | 2 | 150 |
| ②-1 | 145.5 | 18.0 | 1 | 45 |
| ②-2 | 214.5 | 20.8 | 1 | 150 |
| ②-3 | 193.5 | 20.2 | 1 | 45 |
| ②-4 | 236.5 | 21.3 | 1 | 150 |
| ②-5 | 138.5 | 17.8 | 1 | 45 |
| ②-6 | 209.5 | 21.0 | 1 | 45 |

*¹BW, body weight (g; initial); FL, folk length (cm; initial).

*²Number of *Ceratothoa verrucosa* parasiting fish.

*³Breeding tank (L; rectangular).

結果および考察

寄生魚8尾の観察結果を以下に示す。行動異常として、頭部突出（protruding action of the head above the water surface）のほかに、身震い（体を小刻みに震わす行動; shivering）、頭部横振（頭部を左右に振る行動; sideways swing of the head）、体傾斜（体を側方へ傾ける; body tilt）が認められた。頭部突出後は水中に入り中層や底層を遊泳した。また、近藤・安本（2020）に記した浮力調節不全の他に、頭部を斜め下に向けて遊泳または静止したのち、尾部（尾鰭）から水面に向かって浮上して尾鰭の上端を水面上に出す行動が認められた。また、水面下で転覆（capsizing）する個体もあった。これらはいずれも浮力の調節が不全となって起こると考えられ、浮力調節不全（buoyancy dysregulation）に3つの型（a, b, c）を設けることとする: a, 頭部を斜め下に向けて遊泳または静止したのち、頭部から水面に向かって浮上して背を水面上に出す行動; b, 水面下での転覆; c, aに類似するが、尾部（尾鰭）から水面に向かって浮上して尾鰭の上端を水面上に出す行動。近藤・安本（2020）の浮力調節不全は浮力調節不全aに相当する。浮力調節不全aとcでは、水面への浮上とその

後の中層から底層への移動を繰り返す。

本稿では行動異常以外に外観異常やタイノエに起こった事象（脱皮やマンカ幼生の遊出）についても簡単に記す。

①-1

6月13日に小型のタイノエ（雄）の前半部（第4胸節以前）の脱皮殻が水槽の底に認められた。6月17日に身震いが観察されるとともに、体を右側方へ傾けた（体傾斜）。身震いは7月3日まで断続的に観察され、体傾斜は7月3日まで続いた。6月19日にマンカ幼生の遊出があり、遊出は6月22日まで断続的に起こった。6月21日にMIが起り、翌日には大型のタイノエ（雌）の後半部（第5胸節以降）の、6月26日に大型個体の前半部の脱皮殻が認められた。7月2日には頭部横振が観察されるとともに（頭部横振は翌日も認められた）、浮力調節不全cが観察された。7月4日には水面下で転覆した（浮力調節不全b）。同日①-1を解剖して口腔内を観察したのち（解剖時の①-1の体測は失念した）、タイノエをDavidson液で固定した。固定したタイノエは大型個体で体長27.9 mm、最大体幅（第4胸節）14.8 mmであり、小型個体では体長18.0 mm、最大体幅（第3胸節）7.1 mmであった。

①-2

6月11日にマンカ幼生の遊出があり、遊出は6月13日まであった。6月14日に大型個体の後半部の、6月17日には大型個体の前半部の脱皮殻が認められた。6月21日にMIが起った。6月25日に①-2を解剖して①-1と同様にタイノエを固定した。タイノエは大型個体で体長28.1 mm、最大体幅（第4胸節）14.8 mmであり、小型個体では体長17.3 mm、最大体幅（第3・4胸節）7.0 mmであった。なお、小型個体は固定液中で前屈状態となったので、ガラス片を背面に押し当てて伸展させた状態で測定した。解剖時の①-2は尾又長20.8 cm、体重170.7 gであり、観察開始時よりも体重が減少していた。

②-1

6月11日にタイノエ後半部の、6月15日に前半部の脱皮殻が認められた。6月24日にMIと頭部突出が観察され、6月27日に浮力調節不全aと身震いが認められ、これらの行動は6月30日まで連日観察された。7月1日に転覆（浮力調節不全b）した。同日②-1を解剖してタイノエをDavidson液で固定した（解剖時の②-1の体測は失念した）。タイノエ

は体長24.4 mm, 最大体幅 (第3胸節) 10.5 mmであった。

②-2

②-1と同様に, 6月11日にタイノエ後半部の, 6月15日に前半部の脱皮殻が認められた。6月15日にMIが, 6月19日に頭部突出が観察された(頭部突出は6月27日まで続いた)。6月27日に②-2を解剖してタイノエをDavidson液で固定した(解剖時の②-2の体測は失念した)。タイノエは体長27.3 mm, 最大体幅 (第3胸節) 10.0 mmであった。

②-3

6月6日にMIが認められた。6月15日に頭部突出が観察され, 6月27日まで断続的に認められた。6月27日に②-3を解剖してタイノエをDavidson液で固定した(解剖時の②-3の体測は失念した)。タイノエは体長26.2 mm, 最大体幅 (第4胸節) 12.9 mmであった(固定液中で前屈状態となったので, ガラス片を背面に押し当てて伸展させた状態で測定した)。

②-4

6月5日にタイノエ後半部の, 6月9日に前半部の脱皮殻が認められた。6月15日にMIが観察され, 6月27日には浮力調節不全aと頭部突出が始まり, 9月14日まで断続的に続いた。7月6日に②-4から採血し, その後も飼育を継続した。7月10日に転覆したが(浮力調節不全b), 同日中に回復した。7月18日にタイノエ後半部の, 7月22日に前半部の脱皮殻が認められた。また, 8月23日と8月27日にもそれぞれ後半部および前半部の脱皮殻が認められた。9月15日に転覆(浮力調節不全b)し, 採材日まで続いた。9月18日に②-4を取り上げて体測後(尾又長23.0 cm, 体重281.5 g), タイノエを摘出した(摘出したタイノエは他の試験に使用した)。②-4を解剖したところ, 開腹時にガスが漏れる音がし, 内臓は背側に押しやられて腸管が他の内臓と癒着していた。

②-5

6月4日にタイノエ後半部の, 6月9日に前半部の脱皮殻が認められた。6月13日にMI

とともに, 右眼球内中央に気泡が観察された。この気泡は6月26日に消失した。6月26日に浮力調節不全aと頭部突出が始まり, 9月28日まで断続的に認められた。7月6日に②-5から採血し, その後も飼育を継続した。7月7日, 8月9日および9月12日にタイノエ後半部の, 7月11日, 8月12日および9月16日に前半部の脱皮殻が認められた。9月18日に②-5を取り上げて体測後(尾又長21.2 cm, 体重218.0 g), タイノエを摘出した(摘出したタイノエは他の試験に使用した)。タイノエ摘出後も②-5の飼育を継続したが(10日間), 採材日まで浮力調節不全aと頭部突出は続いた。また, MIも解消しなかった。9月20日に転覆したが(浮力調節不全b), 当日中に回復した。9月28日に体測後(尾又長21.0 cm, 体重198.5 g), 冷凍保存した(-80℃)。

②-6

6月11日にタイノエ後半部の, 6月14日に前半部の脱皮殻が認められた。6月24日にMIが起こり, 6月27日には浮力調節不全aと頭部突出が認められ, 9月28日まで断続的に続いた。7月6日に②-6から採血し, その後も飼育を継続した。7月24日と9月13日にタイノエ後半部の, 7月28日と9月17日に前半部の脱皮殻が認められた。9月18日に②-6を取り上げて体測後(尾又長22.2 cm, 体重223.5 g), タイノエを摘

①-1: B3・B5 → A1 → B1c → B4 → B1b・S1

①-2: A1 → S1

②-1: A1・B2 → B1a・B3 → B1b・S1

②-2: A1 → B2 → S1

②-3: A1 → B2 → S1

②-4: A1 → B1a・B2 → S2 → B1b (temporarily) → B1b → S1

②-5: A1・M2 (R) → M3 (R) → B1a・B2 → S2 → S3 → B1b (temporarily) → S4

②-6: A1 → B1a・B2 → S2 → B5 → S3 → S4

A: A2 (R)・A3 (R) → A3 (L) → A4 (L)・A2 (L) → B1a → S2 → B2 → A1 → S2・S1

B: A3 (R & L) → A5 (R & L) → A6 (R) → A7 (R) → A2 (R) → A6 (L) → A1 → B2 → S2・S1

Fig. 1. Appearance (A1-A7) and behavioral (B1-B5) abnormalities in the *Ceratomyxa verrucosa* (Cv)-infested red seabream in this report (①, two Cv-infestation; ②, one Cv-infestation) and Kondo & Yasumoto (2021)¹⁾ (A, two Cv-infestation; B, one Cv-infestation). A1, mouth insufficiency; A2, exophthalmos; A3, bubble formation in the eye; A4, disappearance of bubble in the eye; A5, bulge of cornea with bubble; A6, rupture of the swollen cornea; A7, storage of white turbid liquid in the eye; B1, buoyancy dysregulation [type a (B1a), ascending from the head after swimming or resting with head diagonally downward; type b (B1b), capsizing; type c (B1c), ascending from the caudal fin after swimming or resting with head diagonally downward]; B2, protruding action of the head above the water surface; B3, shivering of the body; B4, sideways swing of the head; B5, body tilt. →, time's arrow; R, right; L, left; S, sampling (1, dissection of the host and extraction of Cv; 2, blood collection from the host; 3, extraction of Cv; 4, freeze strage).

出した(摘出したタイノエは他の試験に使用した)。②-5はタイノエ摘出後も飼育を継続したが(10日間), 採材日まで浮力調節不全aと頭部突出は続き, MIも解消しなかった。9月28日に体測後(尾叉長21.0 cm, 体重198.5 g), 冷凍保存した(-80℃)。

本研究によって寄生魚には行動異常として浮力調節不全(a, b, c), 頭部突出, 身震い, 体傾斜, 頭部横振が生じることが明らかとなった。これらのうち, 体傾斜と頭部横振は寄生魚8尾中1尾(①-1)に, 身震いは2尾(①-1と②-1)にしか認められなかった。一方, 頭部突出は6尾に, 浮力調節不全は5尾に観察された。また, 浮力調節不全aとbの両方が認められた寄生魚は3尾, 浮力調節不全bとcの両方が起こった寄生魚は1尾, 浮力調節不全aのみが観察された寄生魚は1尾であった。本研究に用いた全ての寄生魚に外観異常としてMIが生じたが, 眼球突出は観察されなかった。Fig. 1に本研究および近藤・安本(2021)¹⁾の寄生魚(AとB)に生じた行動異常と外観異常を時系列的に示す。

眼球突出を示す寄生魚では眼球内に気泡が形成される¹⁻³⁾。近藤・安本(2019)は, 浮力調節不全aは突出した眼球内の気泡によって浮力が体前方において増したために起こると推察した²⁾。しかし, 本研究において眼球が突出せず, 眼球内に気泡が形成されない寄生魚においても浮力調節不全aが認められた。また, 浮力調節不全bとなった寄生魚(②-4)では腹腔内にガスが貯留していた(ガスの成分は不明)。これらのことから, 浮力調節不全とは, 体内にガスが蓄積して浮力が増すことで起こり, 蓄積した場所が体の前方の場合には浮力調節不全a, 後方の場合には浮力調節不全cとなり, ガスの量が増すことで転覆(浮力調節不全b)に至ると推察される。ガスが蓄積する場所として少なくとも腹腔と眼球内があげられる。ガスの供給元としては血液が考えられ, 眼球内の気泡は血液中の過剰なガスが眼球の血管から漏出して蓄積したと思われる。ガス病となった魚類では眼窩内にガスが蓄積することで眼球が突出することがある⁴⁾。寄生魚における眼球突出もガス病と同様かもしれない。以上の考察から, 眼球突出, 眼球内の気泡形成および浮力調節不全はいずれも同じ原因(血中ガス濃度調節不全)によるものと推察される。また, 体傾斜も蓄積したガスが体の正中線上にない場合に起こるのかもしれない。タイノエの寄生が血中ガス濃度調節不全を引き起こす機構は不明である。また, ガスが蓄積する場所として眼球と腹腔が認められているが, 突出した眼球の眼窩内やその他の箇所(例

えば, 鰾における異常な蓄積)については検討しておらず, さらなる研究が必要である。

文 献

- 1) 近藤昌和, 安本信哉: タイノエに寄生されたマダイにおける新たな2種類の好中球: 症例報告. 水大校研報, **69**, 59-64 (2021) [Kondo M, Yasumoto S: New two neutrophil types in red seabream *Pagrus major* infested with *Ceratomyxa verrucosa*: A case report. *J Nat Fish Univ*, **69**, 59-64 (2021) (in Japanese with English abstract)]
- 2) 近藤昌和, 安本信哉: タイノエに寄生されたマダイの第3の好中球: 症例報告. 水大校研報, **67**, 223-229 (2019) [Kondo M, Yasumoto S: Third neutrophil type in red seabream *Pagrus major* infected with *Ceratomyxa verrucosa*: A case report. *J Nat Fish Univ*, **67**, 223-229 (2019) (in Japanese with English abstract)]
- 3) 近藤昌和, 安本信哉: タイノエに寄生されたマダイにおける新たな好中球型: 第4種および第5種好中球. 水大校研報, **68**, 71-77 (2020) [Kondo M, Yasumoto S: New neutrophil types in red seabream *Pagrus major* infested with *Ceratomyxa verrucosa*: Fourth and fifth neutrophil types. *J Nat Fish Univ*, **68**, 71-77 (2020) (in Japanese with English abstract)]
- 4) 若林久嗣: 環境性疾病およびストレス. 小川和夫, 室賀清邦(編), 改訂・魚病学概論. 恒星社厚生閣, 東京, 123-134 (2008) [Wakabayashi H: Kankyousei-shippeiyoyobi sutoresu (Environmental diseases and stresses). In: Ogawa K, Muroga K (ed) *Kaitai Gyobyougakugairon* (Introduction to Fish Diseases, revised edition). Koseishakoseikaku, Tokyo, 123-134 (2008) (in Japanese)]