

淡水産橈脚類 *Sinodiaptomus valkanovi* KIEFER の 内部形態に関する研究

(I) 筋肉系について

富 川 哲 夫

Morphological studies on Body inside of Freshwater Copepod, *Sinodiaptomus valkanovi* KIEFER (I) On the Muscle systems

Tetsuo TOMIKAWA

1. 緒言

淡水産橈脚類 *Sinodiaptomus valkanovi* KIEFER は、瀬戸内海を中心として九州北部から四国北部、中国地方南部および近畿地方の溜池に生息し、その生態と外部形態ならびに本邦における分布等については、筆者が詳細に報告している (1971a, 1971b, 1972, 1978)。

この度、本種の筋肉系について、組織学的研究の機会が得られたので、若干の知見について報告する。

2. 材料および研究方法

材料は、兵庫県三木市近郊の溜池より採集したものを使用した。始めにホルマリン固定の材料を12時間程度水洗し、その後、ブアン液 (Bouins fluid) で24時間固定した。さらに6時間水洗した後に脱水した。脱水は、70%、90%、100%アルコールにそれぞれ30分間漬した後、十分にパラフィンを含みこませ包埋した。

切片にはミノット式マイクロトームを使い、20 μ mの厚さに切った。つぎに、切片をスライド上に卵白を用いて張りつけ、ウォーターバスで十分に乾燥した。パラフィンの除去には、純キシロールを用いた。その後は逆の順序で蒸留水まで下げて染色した。

染色は、ハイデンハイン (Heiden hain) の鉄明礬へマトキシリンを使い、媒染剤には4%鉄明礬水溶液と、染分けには2%鉄明礬水溶液を使いながら染色を調節した。また、本種の筋繊維を走査電子顕微鏡 (SEM) を使って観察したが、試料の作製については筆者の論文 (1984, 1985) に詳しく報告しているので、それらを参考にしていただき、今回は省略する。

3. 研究結果

淡水産橈脚類 *Sinodiaptomus valkanovi* の外部形態は、図1に示すごとく、頭部 (cephalon)、胸部 (thorax)、腹部 (abdomen) の3部からなり、外骨格は下皮 (hypodermis) から分泌されるキチンクテクラの外表からなり、外骨格は体保護のほかに、内面は筋肉の付着点となっている。

本種の筋肉系に関する組織学的研究結果は、図1から図4に示した。また、光学顕微鏡による写真は、写真1から19に示し、走査電子顕微鏡 (SEM) による写真は、写真20より22に示した。これらの結果から、本種の体内

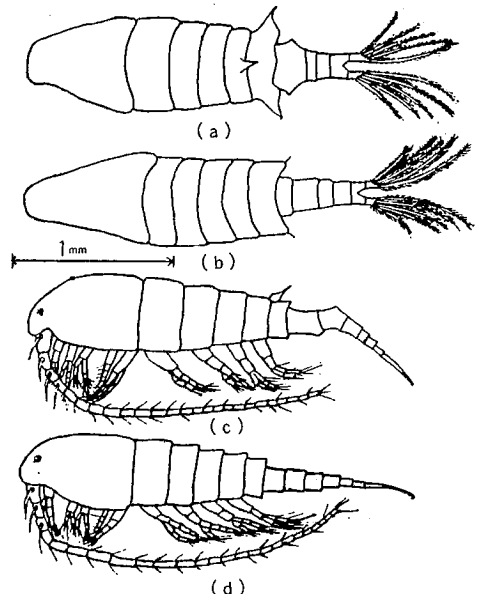


図1 *Sinodiaptomus valkanovi* の外部形態

(a): 雌 (背面) (c): 雌 (側面)
(b): 雌 (") (d): 雄 (")

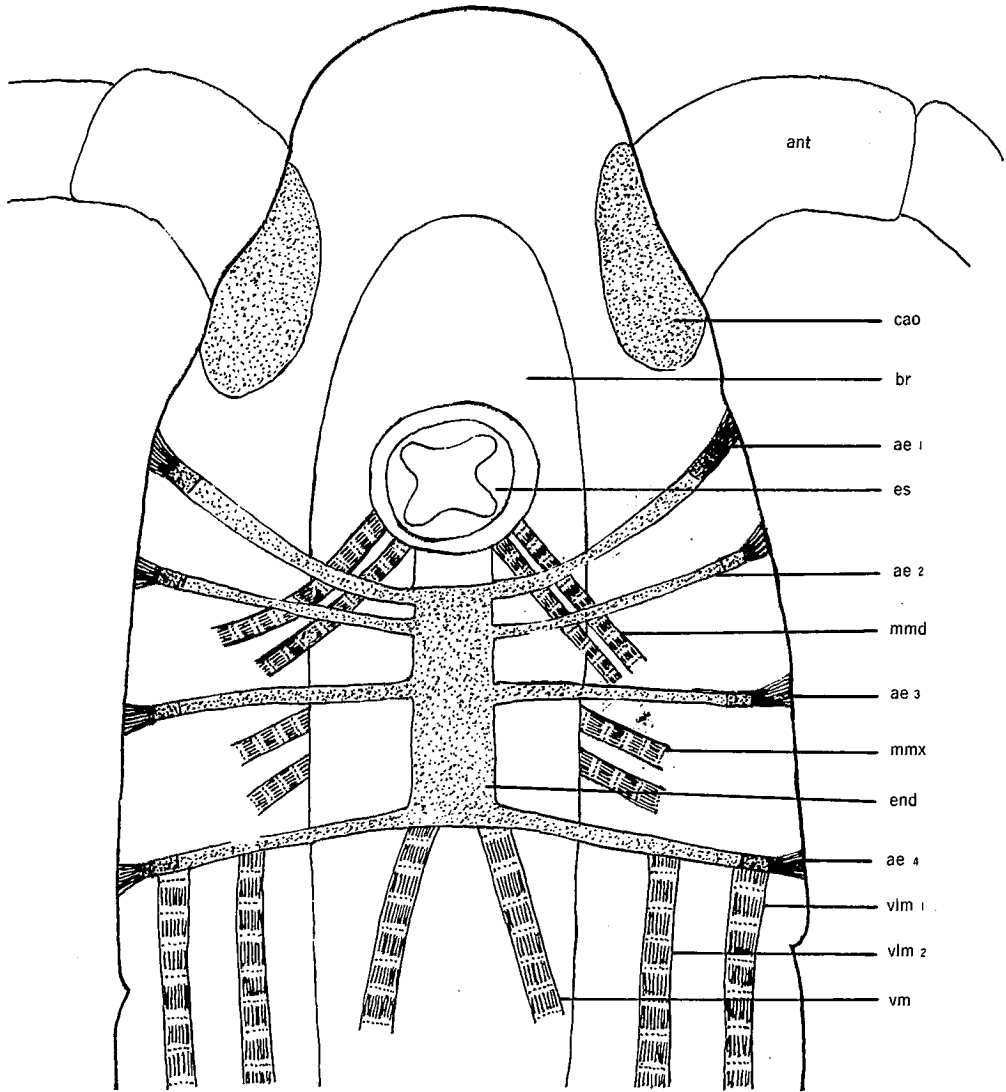


図2 *Sinodiaptomus valkanovi* の頭部内骨格 (腹側水平縦断面)

- | | | | | | |
|-----|-----------|-----|---------|-----|---------|
| ae | : 内骨格枝 | end | : 頭部内骨格 | vlm | : 腹側縦走筋 |
| ant | : 第1触角 | es | : 食道 | vm | : 前部胸筋 |
| br | : 脳 | mmd | : 顎脚筋 | | |
| cao | : 第1触角神経節 | mmx | : 下顎筋 | | |

部の筋肉系は、極めてよく発達した筋肉系をもっていることが明らかとなった。

本種の筋肉系は、複雑で多くの筋肉からなっているが、その中でも胸部背側と胸部腹側を走る強力な縦走筋と、それに付着する腱 (tendon) のほかに、頭部には大形のキチン質からなる内骨格 (endosternites) があり、それから左右に4本の内骨格枝 (ae₁~ae₄) を張り出し、外骨格内面に付着している。さらに最後部の内骨格枝 (ae₄) から背側縦走筋 (dlm₁~dlm₄) が発している。また、胸

部背側には背側縦走腱 (dlt) があり、その前部は頭部内骨格枝 (ae₄) に付着し、後部は胸部第5節の外骨格内面に付着している。また、胸部第1節から第5節にわたって、背側縦走腱から背側縦走腱枝が外骨格内面に付着し、さらに図3(b)にも示すごとく、背側縦走腱から各節に腹部腱 (vt₁~vt₅) が遊泳肢基部まで延びている。また、食道 (es) の前方には脳 (br) があり、それから大形の腹髄神経節 (sn) が後方へ延びている。

本種は、活発な遊泳運動を行うので、組織学的には内

臓を除き、すべて横紋筋組織からなる横紋筋 (striated muscle) である。また、本種の筋肉系は、対抗的に働く屈筋 (flexion) と、伸筋 (exteron) とからなり、なかで最も大きく強力な筋肉は、図 2、図 3 (a)~(d)、図 4 (a)~(d) に示すごとく、背側縦走筋 (dorsal longitudinal muscle = dlm)、腹側縦走筋 (ventral longitudinal muscle = vlm) および腹部背筋 (dorsal longitudinal muscle of abdormen = dla) と、腹部腹筋 (ventral longitudinal muscle of abdormen = vla) および胸腹部筋 (dtam) が胸部、腹部の内腔の大部分を占めている。

胸部および腹部の背筋は、各節ごとに筋節 (myomere) に分け、各節の前縁に付着して胸部および腹部の強力な屈曲運動に働いている。また、背筋と腹筋は、胸腔および腹腔内に延びて外骨格内面に付着している。

本種の背側および腹腔の縦走筋は、よく発達し、体側の節間上方で各節に付着し、隣接の背板の運動を助けている。

さらに、図 3 (b)(c)(d) に示すごとく、胸部および腹部の各節には、背側から腹側へかけて V 字形の強力な横胸筋 (ttm) と、縦胸筋 (ltm)、横腹筋 (tam)、縦腹筋 (lam) のほか、背腹筋 (dvm)、側筋 (lm)、前部胸筋 (vm) などがある。胸腹部の強力な屈曲運動が行われ、その反動で体は急速に後方へ移動することが可能となる。また、胸部と腹部の接続部には、写真 6 にも示すごとく、強力な胸腹部筋 (dtam) がある。胸腹部の屈曲運動を行っている。

写真 11 に示すごとく、遊泳肢内には屈筋 (sf) と、伸筋 (fe) とが発達し、それぞれ両筋肉の対抗的な収縮によって、遊泳肢の運動が行われる。また、遊泳肢基部には遊泳肢内転筋 (sem) がある。遊泳肢の運動を調節している。

頭部には、ほぼ中央部にノープリウス眼 (単眼) があり、その下部には脳 (br) がある。

頭部の筋肉系も複雑な構造を示しているが、頭部縦走筋 (hlm) および、第 1 触角外転筋 (acm) と、内転筋 (aem) などがある。第 1 触角の運動の調節を行っている。また、第 1 触角にも写真 10 に示すごとく、屈筋と伸筋とが発達し、互に協力しながら第 1 触角の運動を行っている。

本種の胸部筋繊維を、走査電子顕微鏡 (SEM) で拡大したのが写真 20, 21, 22 であるが、この写真でも見られるごとく、本種の筋繊維は、極めてよく発達した横紋筋からなっていることが明らかである。

4. 考察

橈脚類の内部形態に関する研究で、筆者の研究に直接関係のあるのは、Lowe (1935) と Park (1966) の研究

である。Lowe (1935) は、海産橈脚類 *Calanus finmarchicus* の内部形態を組織学的な面から明らかにした。また、Park (1966) は、海産橈脚類 *Epilabidocera amphitrites* の内部形態を、Lowe (1935) と同様に組織学的に明らかにしている。

筆者はこの度、淡水産橈脚類 *Sinodiaptomus valkanoi* の筋肉系について、組織学的な研究を行ったが、その結果、本種の筋肉系は、体長僅か 1.5 mm 程度の小形甲殻類でありながら、極めてよく発達した複雑な筋肉系をもっていることが明らかとなった。

また、Lowe (1935) ならびに Park (1966) の報告した海産橈脚類と比較して、本種の筋肉系は形態的にそれ程大きな差異は認められず、むしろ可成の類似性が認められた。しかし、Lowe (1935) と、Park (1966) の報告している頭部内骨格 (endosternites) とは、形態的に若干の差異が認められた。すなわち、本種の内骨格 (end) は、図 2 に示すごとく、食道 (es) の後部に位置し、頭部中央部よりやや後方に、大形のキチン質からなっている。

そして、その形態は細長い筒状を示し、それより左右に、それぞれ 4 本の内骨格枝 (ae₁~ae₄) をもち、その終末部は何れも外骨格内面に付着している。Lowe (1935) の報告した *Calanus finmarchicus* の内骨格は、比較的小さく、その形態は、ほぼ逆三角形を示し、また、内骨格枝は片側 4 本で本種と同様である。Park (1966) の報告した *Epilabidocera amphitrites* の内骨格は、やや四角形を呈し、内骨格枝は片側 5 本となっている。以上のごとく、内骨格の形態と、内骨格枝の数は、種によって若干の差異が認められる。

つぎに本種の胸部における背側縦走筋 (dlt) および、それから出る背側縦走筋枝、同じく背側縦走筋から出る腹部筋 (vt₁~vt₅) の構造は、Park (1966) の報告と大差はなく、ほぼ同様な結果が得られた。

一般に、無セキツイ動物の筋肉は、下等な海綿動物には筋肉の形成はなく、腔腸動物の中ではポリプ形のものにおいて、始めて筋原繊維がみられ、これらは限られた部分にのみ存在することから、体表の上皮細胞から筋細胞への分化の途中とみられている。しかし、クラゲ形のものでは、明らかに紡錘形の筋細胞がみられるようになり、扁形動物では筋細胞の分化がみられるようになる。このような下等動物の筋肉系は、一般に平滑筋が多く、動作の緩慢な扁形動物、軟体動物ではほとんどが平滑筋である。しかし、同じ無セキツイ動物でも節足動物は、動作の敏捷なものが多く、とくに、昆虫類および甲殻類では、すべて横紋筋であるとされている。本種の筋肉系は、内臓をのぞき大部分が複雑な構造をもつ、横紋筋からなっていることが確認された。

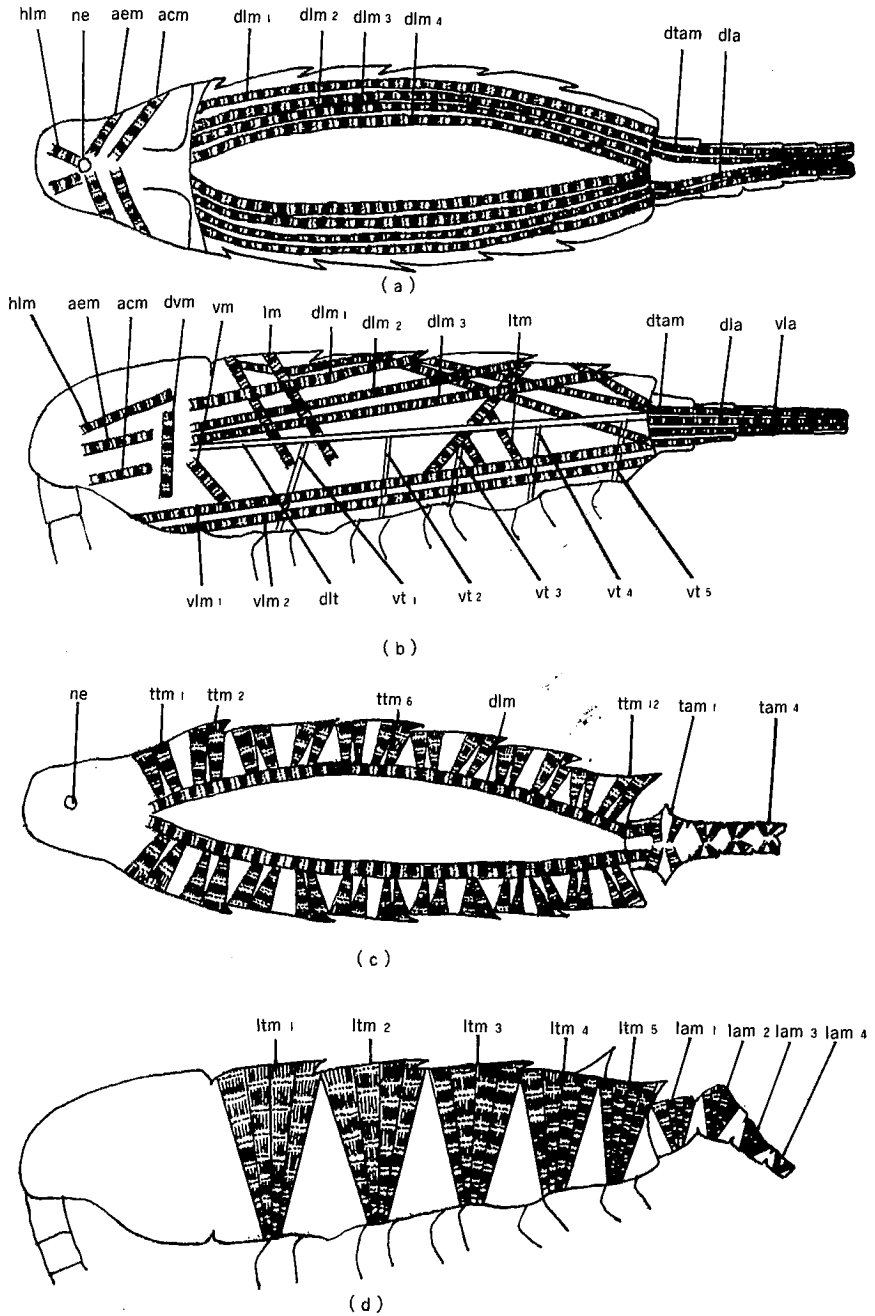


図3 *Sinodiaptomus valkanovi* の筋肉系 (縦断面)

(a) : 雄 (水平断面) (b) : 雄 (縦断面, 左側)
 (c) : 雌 (水平断面) (d) : 雌 (縦断面, 左側)

acm : 触角外転筋	dvm : 背腹筋	tam : 横腹筋
aem : 触角内転筋	hlm : 頭部縦走筋	ttm : 横胸筋
dla : 腹部背筋	lam. : 縦腹筋	vla : 腹部腹筋
dlm : 背側縦走筋	lm : 側筋	vlm : 腹側縦走筋
dlt : 背側縦走腱	ltm : 縦胸筋	vm : 前部胸筋
dtam : 胸腹部筋	ne : ノープリウス眼	vt : 腹部腱

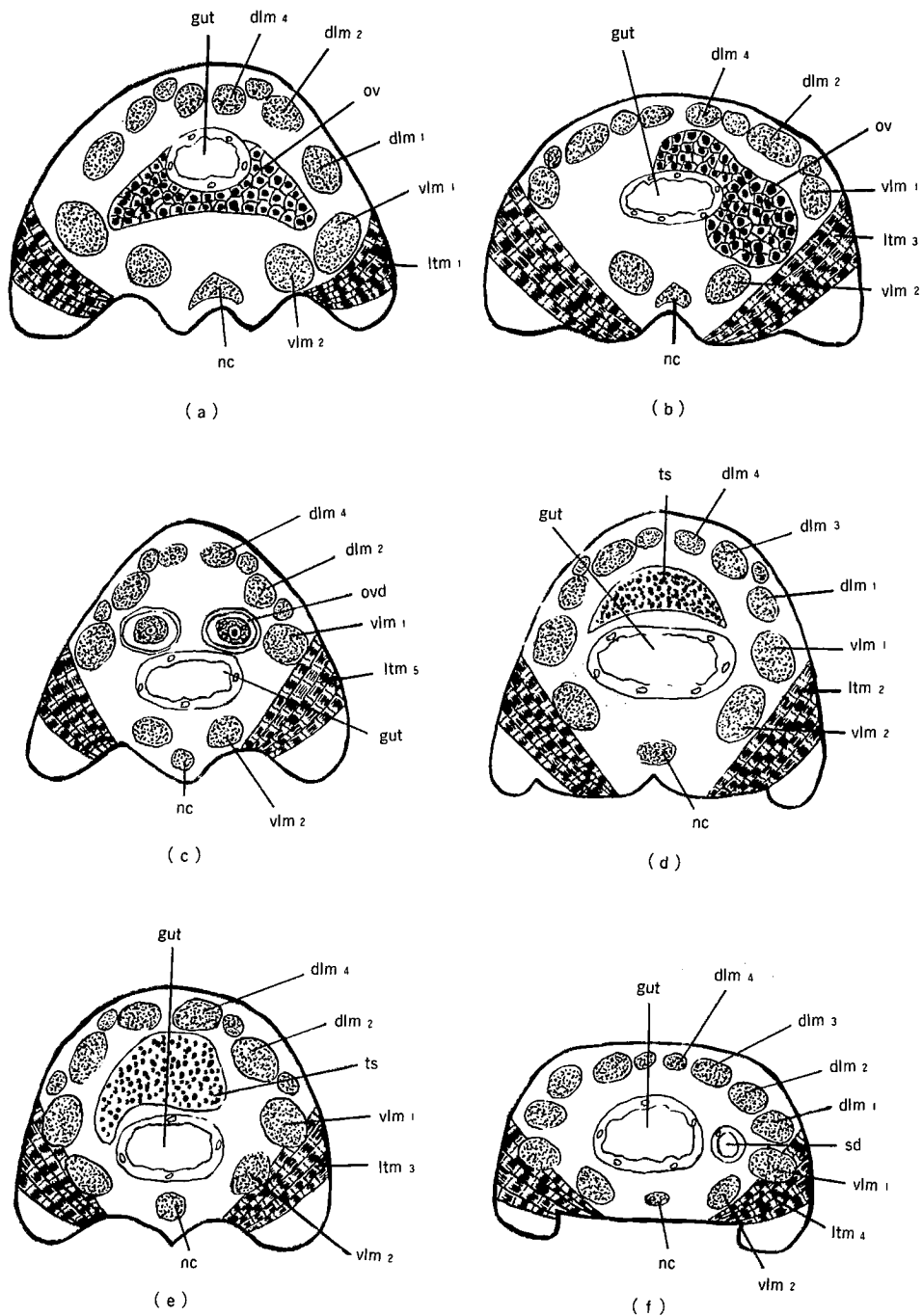


図4 *Sinodiptomus valkanovi* の胸部筋肉系(横断面)

- (a): 雌 第1胸節 (b): 雌 第3胸節
 (c): 雌 第5胸節 (d): 雄 第2胸節
 (e): 雄 第3胸節 (f): 雄 第4胸節

dlm : 背側縦走筋 nc : 腹髄神経節 sd : 輸精管
 gut : 消化管 ov : 卵巢 ts : 精巢
 ltm : 縦胸筋 ovd : 輸卵管 vlm : 腹側縦走筋

