

広島大学学術情報リポジトリ
Hiroshima University Institutional Repository

Title	化石カイエビ類の研究 : 特に現生カイエビ類を考慮して
Author(s)	楠見, 久
Citation	広島大学地学研究报告, 7 : 1 - 88
Issue Date	1961-01-30
DOI	
Self DOI	10.15027/52513
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00052513
Right	
Relation	



STUDIES ON THE FOSSIL ESTHERIDS

With special reference to recent estherids

By
Hisashi KUSUMI*

with 12 Tables 61 Text-figures and 9 Plates

CONTENTS

<p>I. Introduction 1</p> <p>II. Morphological and taxonomical studies on recent estherids. 1</p> <p> 1. Sexual dimorphism 1</p> <p> 2. Local variation 2</p> <p> 3. Individual variation 4</p> <p> 4. Classification of recent estherids according to the carapace..... 5</p> <p> 5. Classificatory criteria..... 6</p> <p>III. Ecological studies 7</p> <p> A. Habitats of recent estherids 7</p>	<p> 1. Geographical environments..... 8</p> <p> 2. Nature of water 8</p> <p> 3. Soil..... 8</p> <p> 4. Coexistent organisms 8</p> <p> 5. Life histories of recent estherids 9</p> <p> B. Fossil estherids in the Inkstone group 10</p> <p> 1. Rock characters10</p> <p> 2. Fossils10</p> <p> 3. Environments of fossil estherids11</p> <p>References12</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

I. INTRODUCTION

In the present study it is aimed to reexamine the morphology and taxonomy of fossil estherids on the basis of recent estherids. For this purpose some morphological and ecological aspects of living estherids in Japan were observed in detail with particular attention to their carapaces. An attempt was then made to apply the results of these biological studies to the palaeontological study of fossil estherids from Inakura, Sasayama, and Kokura (Tables 1, 2 Figure 1).

II. MORPHOLOGICAL AND TAXONOMICAL STUDIES ON RECENT ESTHERIDS

1. Sexual dimorphism

1) Among the recent estherids distributed in Japan, sexual dimorphism in the shape of the carapaces is the most distinct in *Eulimmadia packardiana* ISHIKAWA, next in both *Lynceus biformis* (ISHIKAWA) and *Leptestheria kawachiensis* UENO and indistinct in *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA). The dorsal margin of the carapace of the female is usually more arcuate than that of the male (Plates I and II). The posterior portion of the carapace of the female is broader than that of the male. The sexual dimorphism is probably related to the fact that the female embraces eggs in the dorsal and posterior part of the body. In spite of such sexual dimorphism,

* Faculty of Education, Hiroshima University.

male and female carapaces do not remarkably differ from each other in the outline (Figure 2).

2) Relations in size between male and female carapace groups were classified into 7 types, as shown in Figure 35. The relation in *Caenestheriella gifuensis* from the Nara basin is of the In. c type (Figure 3): the centers of the two circles, each of which is defined by size variations within each group, are not in the interference area. The relation in *C. gifuensis* from the Omi basin is of the Iv. a type: the smaller circle lies within the larger one (Figure 8). The relation in *C. gifuensis* from the Sasayama basin also belongs to the In. a type: the centers of the two circles are in the interference area (Figure 17). The relation in *Leptestheria kawachiensis* from the Omi basin is of the Iv. a type, but the relation in that from the Osaka plain is of the In. a type (Figure 11, 14). *Eulimnadia packardiana* from the Saijo basin is very near to the C type (Figure 21). *Lynceus biformis* from the Sasayama basin belongs to the In. a type, in which the male and female carapace groups are a little different from each other (Figure 20).

3) In *C. gifuensis* from the Nara basin the male and female carapace groups are clearly different from each other in the proportion of the preumbonal length of the dorsal margin to the carapace length, while the two groups are not very different in the distance from the umbo to the anterior end of the dorsal margin (Figure 5). In the same species from the Sasayama basin the sexual dimorphism is rather indistinct (Figure 18). The sexual dimorphism cannot be found in the species from the Omi basin (Figure 9). *L. kawachiensis* from the Omi basin and the Osaka plain shows no sexual dimorphism (Figures 12, 15). Thus, it can not always be said that there is a difference in the position of the umbo between the male and female.

4) The growth lines of *C. gifuensis* from the Nara basin were 20 or 21 in number in the male and 21 or 22 in the female (Figure 7). The difference in the number of growth lines between the two sexes is also observed in specimens from the Sasayama (Figure 19), while it is not observed in those from the Omi basin (Figure 10). The number of growth lines shows sexual dimorphism in *L. kawachiensis* from the Omi basin, while it does not in the same species from the Osaka plain (Figures 13, 16). In *E. packardiana* from the Saijo basin the number of growth lines of the male is different from that of the female (Figure 22).

2. Local variation

1) Recent estherids show no local difference in the outline of carapace as far as the specimens examined by the present author are concerned (Plates I and II).

2) The largest individuals of *C. gifuensis* are found in the Nara basin, the second largest in the Omi basin, and the smallest in the Sasayama basin (Figure 38). Concerning morphological variations in height-length proportion within one

species, the relation between the specimens from the Omi basin and those from the Sasayama basin is of the In. a type, while the relation between the combined specimens from these two basins and those from the Nara basin is of the In. b type. Thus, even within one species the domain of variability becomes larger, if the variations in various localities are taken into account. Variations in carapace length are compared with one another among populations of the Nara, Omi, and Sasayama in Table 6. Among 100 specimens from the Nara basin, the difference between the longest and the shortest carapace lengths was 3.31mm. The proportion of this difference to the longest carapace length was 0.29 : 1. Of the same species from the Sasayama basin, the difference between the longest and the shortest carapace lengths was 1.34mm, and the proportion to the longest carapace length was 0.14 : 1. The variability within a species seems to be affected mainly by environmental factors, as it was larger in the warmer region.

In *C. gifuensis* from the Nara basin the female is larger than the male. In the Sasayama population, on the contrary, the male is larger than the female. There is no difference in the Omi population. In *Eocycticus mongolianus* UENO collected from North Manchuria, the male is also larger than the female (Figure 38).

3) The ratio of the preumbonal length of the dorsal margin to the carapace length varied from 0.17 to 0.29 in *C. gifuensis* from the Nara basin, 0.18 to 0.28 in the Omi population, and 0.19 to 0.26 in the Sasayama population. In other words, the variability was 0.12 in the Nara basin, 0.1 in the Omi basin, and 0.07 in the Sasayama basin. As the Nara basin is higher in average temperature than the Omi and Sasayama basins, such a result seems to show that the variability of the species in terms of the position of the umbo is larger in warmer regions (Figures 5, 9, 18).

4) The number of growth lines of *C. gifuensis* ranged from 20 to 22 in the Nara population, 17 to 20 lines in the Omi, 20 to 26 in the Sasayama (Figure 39). Accordingly, the domains of variability in the number of growth lines were 3, 4 and 7 for the Nara, Omi and Sasayama populations, respectively. However, in the Sasayama population there were three specimens, each of which had 20, 25 or 26 lines. If these three specimens are neglected, because there are only one specimen, the number of growth lines varies in the range from 21 to 24 and the domain of variability becomes 4 for the Sasayama population. If the species is considered as a whole, the number ranges from 17 to 26, i. e. the variability of growth lines attains to 10. If two specimens with 25 and 26 lines are excluded, the variability is reduced to 8 lines. In *L. kawachiensis* from the Omi basin and the Osaka plain, the number of growth lines ranged from 12 to 15 and 11 to 15, respectively: the variability was 4 and 5 lines, respectively. Accordingly, when collection is made in one narrow district, the variability in the number of growth lines within one species is too small to be used as a criterion for classification of species. However, when specimens are collected in some remotely separated areas, the variability of the number of growth lines often becomes very great. This situation indicates

that one species of fossil estherids collected in two different areas is apt to be incorrectly divided into two species, unless attention is paid to local variation.

3. Individual variation

1) In adults of both *C. gifuensis* and *L. kawachiensis* which resemble fossil estherids, growth lines are distributed all over the carapace. In the umbonal area they are narrowly spaced, while the intervals of lines are gradually widened towards the places of about two-thirds of radial lengths. Then, the intervals become gradually narrower towards the margin. At the marginal portion of the carapace, 3 to 5 growth lines are particularly contiguous to one another. The presence of these peripheral lines indicates the full grown stage of the carapace. It was often found in *C. gifuensis* from the Nara basin as well as in fossil estherids that 2 or 3 lines situated on the outside of the seventh or eighth growth line became contiguous. The umbonal area surrounded by these lines is the infant portion which grew rapidly.

2) The growing process of *L. kawachiensis* observed at a rice-field of Niki-machi No. 269, Yamato-Koriyama city in the Nara basin is shown in a schema in plate VIII. The rice-field was soaked with water on June 11th, 1956. As estherids were found there on the 20th of June, it was certain that they hatched on a day or days between the 11th and 20th. The present author collected them ten times between the 21st of June and the 12th of July. Figure 40 shows the height-length proportion of 10 representative specimens, 5 males 5 females, in each collection made every two days.

The largest carapace in the collection of June 21st was 4.2mm in length, but 7.5mm in the collection of July 2nd. Therefore, the average growth per day seemed to be about 0.3mm (Tables 7, 8, 9). The greatest number of growth lines was 9 in the specimens collected on June 21st, but 22 in those of July 6th. Accordingly, the average increase per day is about 0.86 (Fig. 41). Contiguous growth lines along the margin of the carapace were found after July 2nd. In *L. Kawachiensis* the height-length proportion, spacing and the number of growth lines, and sculpture in the intervals of the latter were variable due to growth.

3) According to the present author's observations in both the fields and the laboratory, estherids can hatch once a year, but estherids appear twice in rice-fields under the influence of cultivation. The first appearance occurs in the rice-nursery season in May and June, and the second does after rice-transplantation, which is performed immediately after irrigation of all the rice-fields. Therefore, it happens that mature forms of the first group are coexistent with immature ones of the second, although the former are often killed by lime fertilizer, which is given to rice-fields before the time of rice-transplantation.

Natural environments favourable for development of estherids are temporary pools, which are gradually expanded in the rainy season. Accordingly, it is no wonder that fossil estherids in different stages of growth are found on a bedding

plane (Figure 43).

4. Classification of recent estherids according to the carapace

1) The domain of variability in a species

As shown in Plates I and II, the variability in the carapace outline of a species is very small. The sexual difference is not so large as to give rise to confusion in identification of a species. The carapace outline is probably useful to the generic or higher classification. When numerous specimens are examined, the domain of variability in a species becomes more extensive. As shown in Table 6, in *G. gifuensis* from the Nara basin, the smallest and the largest males were 8.3mm and 9.78mm in carapace length respectively, and the smallest and the largest females were 9.56mm and 11.61mm. The difference is 1.48mm among males, 2.05mm among females, and 3.31mm in the species. The proportion of the latter difference to the largest carapace length is 0.29 : 1. In the Sasayama population the difference is 1.34mm and such proportion is 0.14 : 1. The domain of variability is narrower in the Sasayama population than in the Nara. The sexual dimorphism of *C. gifuensis* from the Nara basin is of the In.c type, that of the Omi basin is of the Iv.a type, and that of the Sasayama basin is of the In.a type (Figures 3, 8, 17, 35). Accordingly, it is possible that the variability of the species takes the In.c type. The points which indicate the height-length proportions are distributed generally in two or three sectors (Figures 3, 8, 11, 14, 17, 20, 21, 36).

In *C. gifuensis* the proportion of the preumbonal length of the dorsal margin to the carapace length (U/L proportion) was 0.13 in the male and 0.08 in the female of the Nara population. 0.08 in the male and 0.11 in the female of the Omi, 0.08 in the male and 0.04 in the female of the Sasayama. This kind of proportion in *L. kawachiensis* was 0.07 in the male, 0.08 in the female of the Omi population, 0.08 in the male, 0.07 in the female of the Osaka. Thus, variabilities in U/L proportion are remarkably small (Figures 5, 9, 12, 15, 18).

The difference between the maximum and the minimum number of the growth lines of the carapace in a species collected in one locality was about 3 or 4. However, it attained 10 in a species (*G. gifuensis*, for example) collected in various localities. Growth lines of the carapace in one species are so similarly arranged that no local variations are found.

2) Boundary between two species

Growth lines numbered 3 or 4 in *Eulimnadia braueriana* ISHIKAWA, and 4 or 6 in *E. packardiana* ISHIKAWA. Accordingly the difference in the number of growth lines between these two species was 2 or 3. *Limnadia nipponica* ISHIKAWA, which belongs to the same family with them, had 2 or 3 growth lines. *Limnadia nipponica* (about 8mm long) can easily be distinguished in size from *Eulimnadia braueriana* (about 5

or 6mm long). The carapaces of these three species can hardly be distinguished in carapace length and number of growth lines, if their size is neglected. According to UENO, *Leptestheria tenuis* is somewhat larger and has more numerous growth lines than *L. kawachiensis*, as shown in figure 44. These two species can thus be distinguished from each other.

3) Distinction of genera and families

Recent estherids of Japan can be classified into *Lynceus*, *Limnadia*, *Caenestheriella* and *Leptestheria* types according to the differences in the outline of carapace, as shown in figure 45.

Caenestheriella and *Leptestheria* in Japan are quite different in size from each other (Figure 46). The relation in size between *Leptestheria* and *Eulimnadia* is of the In.b type. This relation is closer than that between the male and female of *Caenestheriella gifuensis* In.c type. Therefore, some other characters than size (height-length proportion) must be taken up for their classification.

The umbo of carapace in *Leptestheria* is situated more anteriorly than that in *Caenestheriella* (Figure 47). In *Eulimnadia* it lies near the middle of the dorsal margin. These genera, therefore, can be distinguished from one another by the position of the umbo.

As presented in Table 11, growth lines are largely different in number among the four species of recent estherids. No growth lines are developed on the carapace of *Lynceus*, while a few are found near the margin of the carapace in *Eulimnadia* (Figure 48). They are absent in the umbonal region in *Leptestheria*, while they are present on the whole surface in *Caenestheriella*. Accordingly, these genera can readily be distinguished from one another by aspects of growth lines.

Sculptures in interspaces of growth lines of carapaces are all alike to one another at least in *C. gifuensis* and *L. kawachiensis* collected by the present author. That is to say, in both the umbonal region and the peripheral zone they are radially arranged, and in the other regions they are reticulated. But *E. packardiana* are radially arranged in the peripheral zone and *L. biformis* are all reticulated (plate III).

Eggs of recent estherids are shown in Plate IV. Dried eggs of *Eulimnadia* are quite different from those of the other estherids. (In regard to the fossil estherids show Figures 23-34).

5. Classificatory criteria

1) Differences between mature and immature animals

The full-grown stage is usually indicated by a few closely arranged growth lines near the margin of the carapace. Certain estherids in immature stages have some closely arranged growth lines which outline the umbonal region.

2) Differences between males and females

- a) The dorsal margin of the carapace of the female is more arcuate than that of the male.
- b) The outline of the female carapace is a little more expanded posteriorly than that of the male.
- c) Sexual dimorphism in the height-length proportion of the carapace is found in some populations, although it is not always possible to distinguish the two sexes by this character.
- d) The proportion of the preumbonal length of the dorsal margin to the carapace length (U/L proportion) shows sexual dimorphism to some extent. But it is often difficult to distinguish the two sexes by this character.
- e) Sexual dimorphism can sometimes be recognized in the number of growth lines of the carapace.

3) Classification of species

- a) The four types in figure 45 are applicable not only to the classification of species but also to that of genera or families. The present author thinks it proper to divide *Cyzicus* type into three species, because three groups can be distinguished from one another by the method illustrated in figure 37.
- b) The height-length proportion of the carapace in the isolation type shows a species-specific character. In the connotation type and the interference type it shows either species-specific character or sexual dimorphism.
- c) The variability in a species of the height-length proportion of the carapace occupies about two sectors of the diagram shown in figure 36.
- d) The position of the umbo is shown by the U/L proportion. Intraspecific discrimination can be established by discontinuity found in U/L proportion. The difference in U/L proportion between the male and female is small.
- e) The differences in the distribution of growth lines may distinguish species, genera, or families (Figure 48).
- f) In recent estherids intraspecific variation in the number of growth lines is about 2 or 5 in number.
- g) So-called sculptures on the carapace are of no use for intraspecific discrimination. But they are use for genera and families.

An application of these criteria for distinction of species must be more tolerant as a rule for a collection in a larger region than that in a smaller locality.

III. ECOLOGICAL STUDIES

A. Habitats of recent estherids

The habitats in which recent estherids were collected by the present writer are areas limited both horizontally and vertically. Nevertheless, the conditions of habitats of the recent estherids which were precisely determined by the present

author may be mostly applied to the other estherids.

1. Geographical environments

According to UENO, 5 genera and 6 species of recent estherids are distributed in Honshu and Kyushu. As shown in figure 56, their distribution areas range from 5m above sea level in the Osaka plain to 260m above sea level in the Saijo basin. *Caenestheriella gifuensis* which is quite similar to fossil estherids was found at a height of about 55m in the Nara basin, and at the height of about 210m in the Sasayama basin. In short, the species is distributed so widely, although a more extensive study will naturally extend the upper and lower limits of the habitat. The locality of collection in the present studies is shown in figure 1 and Table 2.

The climate of the habitats of recent estherids is shown in figures 58, 59, and 60. They occur from May to August when the temperature of water is about 15°C, precipitation about 100mm, and sunlight at least 170 hours for a month. The hatching season is about the middle of May in the Nara, Sasayama, and Saijo basins. As shown in figure 56, the Sasayama and Saijo basins are higher in elevation than the Nara basin. Temperature at night is much lower in the former two basins than in the latter. In the daytime, water temperature at shallow and muddy rice-fields is usually higher than surrounding atmospheric temperature. The bottoms of the rice-fields are not so severely cooled at night as the surfaces. Estherids are adapted to shallow muddy pools of water, which is about 10cm in depth; they cannot live in lakes, ponds or deep pools.

2. Nature of water

Figures 50, 51, 52, 53, 54, and 55 show pH-values and the amounts of dissolved O₂ and CO₂ in water at rice-fields of the Nara, Sasayama and Saijo basins, where estherids dwell. The differences in pH-value among the three localities were negligible. At rice-fields where aquatic plants grew, the content of O₂ was large in the daytime, due to the assimilation of the plants, but it was smaller at night.

The content of O₂ was larger in the Saijo and Sasayama basins than in the Nara basin, while the quantity of dissolved CO₂ was larger in the Nara basin than in the others.

3. Soil

Figure 57 shows the result of particle size analysis of the soils taken from the rice-fields where estherids are living. The soil was composed of very fine sand or clay, except that of the Saijo basin, which was coarse.

4. Coexistent organisms

The food relation of *C. gifuensis* in the Nara basin is as follows:

A.....abundant

<p>(Chlorophyceae)</p> <p><i>Scenedesmus dimorphus</i>.....A</p> <p><i>S. quadricauda</i></p> <p><i>S. obliquus</i></p> <p><i>Ankistrodesmus</i> sp.</p> <p><i>Ophiocytium</i> sp.</p> <p><i>Spirogyra</i> sp.</p> <p><i>Tetraedoron</i> sp.</p> <p>(Dinoflagellata)</p> <p><i>Euglena spiroides</i></p> <p><i>Eu.</i> sp.A</p> <p><i>Lepocinclis</i> sp.</p> <p><i>Phacus longicauda</i></p> <p><i>Ph.</i> sp.A</p> <p><i>Ph. pleuronectes</i>A</p> <p><i>Chlamydomonas</i> sp.</p> <p><i>Trachelomonas volvocina</i>A</p> <p><i>T. cylindrica</i></p>	<p>(Conjugatae)</p> <p><i>Staurastrum</i> sp.</p> <p><i>Cosmarium</i> sp.</p> <p>(Schizophyceae)</p> <p><i>Merismopedia</i> sp.</p> <p><i>Lyngbya contorta</i></p> <p>(Bacillariaceae)</p> <p><i>Navicula</i> sp.</p> <p><i>N. cryptocephala</i></p> <p><i>N. pupula</i></p> <p><i>Nitzschia-palea</i></p> <p><i>N.</i> sp.</p> <p><i>Pinnularia</i> sp.</p> <p>(Others)</p> <p>Pollen</p> <p>Detritus</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

The food of *C. gifuensis* seems to be mostly green algae or dinoflagellates. As natural enemies of recent estherids the following carnivorous insects were found in their habitats.

<i>Sternolophus</i> sp.	<i>Cybister tripunctatus</i>
<i>Gambaroides japonicus</i>	<i>Cybister</i> , larva
<i>Eretes sticticus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>
<i>Hydaticus grammicus</i> var. <i>nigrovittatus</i>	etc.

The other organisms found together with living estherids are as follows:

<i>Viviparus</i> (<i>Idiopoma</i>) <i>malleatus</i>	<i>Branchinella kugenumaensis</i>
<i>Ranatra chinensis</i>	<i>Rana nigromaculata nigromaculata</i>
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	<i>R. nigromaculata nigromaculata</i> , tadpole
<i>Mimobdella japonica</i>	<i>Culex</i> sp., larva

5. Life histories of recent estherids

Recent estherids usually hatch in rice-fields (Figure 61), except for goldfish ponds in Yamato-koriyama city.

According to farmers in the Nara basin, rice-nurseries are set up at the beginning of May and the hatching of estherids occur in the middle of the same month. In

the Sasayama basin rice-nurseries are set up early in April and the hatching occurs early in May. In the Saijo basin rice-nurseries are set early in May and the hatching occurs at the middle of May. *G. gifuensis* was discovered by a farmer on May 14th in a rice-field of the Nara basin, which was dry during winter. Goldfish ponds at Yamato-koriyama city are mostly situated on the warm southern slope of a hill: estherids hatched as early as in April.

The life periods of estherids are artificially restricted to two terms. The first term is from early May, when rice-nurseries are set for transplantation in June. The rice-transplantation is carried on in late June in the Nara basin, in late May in the Sasayama basin, and in middle June in the Saijo basin. Therefore, the life period in the rice-nurseries is about 40 days in the Nara basin, and about 30 days in the Sasayama and Saijo basins. The estherids in rice-nurseries rarely survive after transplantation, probably because of changes of the environmental conditions.

The second term is about 50 to 60 days since the time of rice-transplantation in rice-fields. But the life period of estherids in rice-fields is often shorter than the first term, since they are killed by harmful fertilizers. The present author studied the life history of *Leptestheria kawachiensis* in our laboratory in the season of 1958.

After water was poured into a tank which contained egg-bearing soil on August 7th, numerous estherids synchronously hatched. They were alive for 106 days since their appearance on August 16th. Accordingly, it seems possible that the estherids of this species are found in the southwestern Japan from early April to late November, if the environmental conditions are suitable.

B. Fossil estherids in the Inkstone group

1. Rock characters

The estherid-bearing rocks in the Inkstone group are papery shales, but they happen to occur in massive shale, dolomitic or tuffaceous rocks, and so on. Fissile shale is a key to the presence of fossil estherids. As shown in Table 12 and Plate IX, the fissile shale in the Sasayama Inkstone group was the alternation of thin laminae which consisted of very fine grains of about 0.0083mm in diameter, medium grains of about 0.0165mm, and coarse grains of about 0.033mm, etc. The estherids are embedded among the laminae.

In a section of fissile shale, 72 laminae or 36 cycles were counted in 66mm. In the Inkstone shale from Inakura, 74, 85, 94 cycles were counted in 10cm. The estherid-bearing bed of the Inkstone group of Inakura is 180cm in the thickest, and in the Inkstone group of Sasayama is 150cm in the thickest.

2. Fossils

The following fossils were discovered in the estherid-bearing Inkstone group (Tables 3, 4 and 5).

1) Inkstone group of Inakura

(Plants)

Brachyphyllum sp.*Elatocladus* sp.*Cladophlebis* sp.

(Mollusca)

Viviparus (Sinotaia?) onogoensis

KOBAYASHI and SUZUKI

Sphaerium anderssoni (GRABAU)

2) Inkstone group at Jobo-gun, Okayama Prefecture.

(Plants)

Onychiopsis sp.

(Mollusca)

Pelecypods

Gastropods

3) Inkstone group of Sasayama.

(Plants)

Frenelopsis sp.*Otozamites* cfr. *beani* (L. et H.)*Adiantites* sp.*Podozamites* cfr. *lanceolatus* (L. et H.)*Ginkgoites digitata* (BRONGN.)*Brachyphyllum japonicum* (YOKOYAMA)*Elatocladus* sp.*Cladophlebis* sp.

(Mollusca)

Pelecypods

Gastropods

These fossils belong to non-marine animals and land plants. The present writer has not yet collected any marine fossils in the Inkstone group in the eastern Chugoku. The plant fossils were found together with estherids in the same beds; while the pelecypods and gastropods were collected in massive shale and sandstone above or below the estherid beds.

3. Environments of fossil estherids

It seems to the present author that the environments of fossil estherids were similar to those of recent estherids. The habitat conditions of estherids are summarized as follows:

- 1) Warm and humid climate.
- 2) Shallow fresh-water with muddy bottom.
- 3) Sufficient food supply and scarcity of natural enemies.
- 4) Drying of soil during winter.

The habitats suitable for propagation of estherids are pools of shallow water, which are easily dried up. Estherids are well adapted to such an environment, owing to the following characters.

- 1) Small size of the animals.
- 2) Rapid growth.

3) Spawning numerous eggs: about 350 eggs in *Lynceus*, about 200 in *Eulimnadia*, about 650 in *Leptestheria*, and about 4700 in *Caenestheriella* are contained in the inner space of the carapace of each dead female.

REFERENCES

- CHANG, W. T. (1957): Fossil Conchostraca from the Nengkiang Shale, NW Heilungkiang. *Acta Palaeont. Sinica*, Vol. 5, No. 4.
- (1957): Some Cretaceous Conchostracans from Tsaidam Basin. *Acta Palaeont. Sinica*, Vol. 5, No. 4.
- CHERNYSHEV, B. I. (1930): *Estheria* from Siberia and Far East Province. *Bull. Geol. Prosp. Serv. U. S. S. R.*, 48.
- CHI, Y. S. (1931): On the occurrence of fossil *Estheriae* in China and its geological significance. *Bull. Geol. Soc. China*, Vol. 10.
- DADAY, E. V. (1915): Monographie systématique des Phyllopodes conchostracées. Pt. 1, *Ibidem. Ann. Sci. Nat. Zool.*, Ser. 9, 20.
- (1923): Do. Pt. 2, *Ibidem. Ann. Sci. Nat. Zool.*, Ser. 10, 6.
- (1925): Do. Pt. 3, *Ibidem. Ann. Sci. Nat. Zool.*, Ser. 10, 8.
- (1927): Do. Pt. 3, *Ibidem. Ann. Sci. Nat. Zool.*, Ser. 10, 10.
- EBITANI, Y. (1952): On Morphological Relation between *Hynobius nebulosus* and *H. tokyoensis*. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 1, Vol. 13, Art. 17.*
- HASE, A. (1958): The Stratigraphy and Geologic Structure of the Late Mesozoic Formations in Western Chugoku and Northern Kyushu (in Japanese). *Rep. Studies in Geol., Hiroshima Univ.*, No. 6.
- IMAMURA, S. and H. KUSUMI (1951): On the Inkstone group of Inakura-mura district, Oda-gun, Okayama Prefecture, Japan (in Japanese). *Rep. Studies in Geol., Hiroshima Univ.* No. 1.
- ISHIKAWA, C. (1895): Phyllopod Crustacea of Japan. *Zool. Mag. Tokyo*, 7, 80.
- JONES, T. R. (1862): A Monograph of the Fossil *Estheriae*. *Palaeont. Soc. London.*
- KOBAYASHI, T. (1950): Older Mesozoic *Estheriae* from Eastern Asia. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sect. 2, Vol. 7, Pt. 10.*
- (1952): Two new *Estherians* from Province of Nagato in West Japan, *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan, N. S. No. 6.*
- (1952): Sundry Notes of Fossil *Estherians*. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 8.*
- and A. HUZITA, (1942): *Estheriae* in the Cretaceous Sungari Series in Manchoukou. *Jour. Fac. Sci., Imp. Univ. Tokyo, Sect. 2, Vol. 6, Pt. 7.*
- and ——— (1943): *Estherites* and its Relation to the Genera of living *Estherids*. *Proc. Imp. Acad. Tokyo, Vol. 19.*
- and ——— (1943): On *Estherites*, new genus. *Jour. Geol. Soc. Japan, Vol. 50.*
- and ——— (1943): Morphological Features of living *Estherids*. *Jour. Geol. Soc. Japan, Vol. 50.*
- and Y. KIDO (1943): Climatic Effect on the Distribution of living *Estherids* and its Relation to the morphic characters of their Carapaces (in Japanese). *Jour. Geol. Soc. Japan, Vol. 50.*
- and ——— (1947): Cretaceous *Estherites* from the Kyöngsang group in the Tsushima Basin. *Japan. Jour. Geol. Geogr. Vol. 20.*
- and H. KUSUMI (1953): A study on *Estherites middendorffii*. *Japan. Jour. Geol. Geogr. Vol. 23.*
- and ——— (1953): Younger Mesozoic *Estherians* from Tunghua region in South Manchuria. *Japan. Jour. Geol. Geogr. Vol. 23.*
- KUSUMI, H. (1960): On the Occurrence of Cretaceous *Estherids* in North Kyushu. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Series C, Vol. 3, No. 1.*
- and S. KATAYAMA (1953): On the Inkstone Group of Senyo-mura District, Jinseki-gun, Hiroshima Prefecture, Japan. *Educational Studies, Hiroshima Univ., Part 2, Vol. 1.*

- NOVOJLOV, N. I. (1946): New Phyllopoda from the Permian and Triassic deposits of Nordwick-Khantanga region. *Surface of the Arctic, No. 1.*
- (1954): Crustacea from Upper Jurassic and Cretaceous in Mongol. *Rep. Acad. Sci. SSSR, Palaeont. Institute, Vol. XLVIII.*
- (1954): New species of the Crustacea from the Devonian in South Siberia. *Rep. Acad. Sci. SSSR, Vol. XCV, No. 1.*
- NOVOJLOV N. I. and I. M. VARENTSOV, (1956): New Conchostrace from the Givetien of Tuva. *Rep. Acad. Sci. SSSR, Vol. 110, No. 4.*
- OZAWA, Y. and T. WATANABE (1923): On two species of *Estheria* from Mesozoic shale of Korea. *Japan. Jour. Geol. Geogr., Vol. 2, No. 2.*
- RAYMOND, P. E. (1946): The Genera of fossil Conchostraca—an order of bivalved Crustacea. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Vol. 96, No. 3.*
- UENO, M. (1927): The freshwater Branchiopoda of Japan. *I. Mem. Coll. Sci. Kyoto. Imp. Univ., B, 2, 5.*
- (1935): Crustacea of Jehol. Order Phyllopoda (in Japanese). *Rep. First. Sci. Exped. to Manchoukuo. Sec. V, Div. 1, Part II, Art. 6.*
- (1937): Order Branchiopoda. (Class Crustacea). *Fauna Nipponica. Vol. 9, No. 1.*
- (1940): Phyllopoda of Manchoukuo (in Japanese), *Rep. to Kwantoushu and Manchoukuo.*
- TANI, K. (1943): Additional Notes on Estherites from Sungari Series in Manchoukuo. *Jour. Geol. Soc. Japan, Vol. 50.*
- TSUDA, M. and T. WATANABE, (1958): Ecological Study on the Algae and the Aquatic insects of Satsuki-gawa, Tsukigase-mura, Nara Prefecture. *Jap. Jour. Ecol., Vol. 8, No. 1,*
- WADACHI, K. (1958): Climate of Japan. *Tokyo.*
- WATANABE, T. (1956): On the abnormal water color due to the scum of algal plankton in Sarusawake, Nara city, and the progress of its recovery. *Jap. Jour. Limnol., 18, 110-117.*
- WARD, H. B. and G. C. WHIPPLE, (1945): Fresh-water biology. *John Wiley and Sons, Inc. New York.*
- YOKOYAMA, M. (1894): Mesozoic Plants from Kozuke, Kii, Awa and Tosa. *Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo. Japan, Vol. 7, Art. 3.*

邦文参考文献

- 巖 靖子 (1960): 生物学的フロック形成, 淡水生物学, No. 6, 奈良女子大学.
- 川村多実二 (1918): 日本淡水生物学, 上巻および下巻, 裳華房.
- 御勢久右衛門 (1960): 釜山廢水をうける河川の水生昆虫, 淡水生物学, No. 6, 奈良女子大学.
- 水道協会 (1955): 飲料水の判定標準とその試験方法.
- 管原 健・弘法健三 (1954): 水の科学と土の化学, 共立出版.
- 津田松苗 (1951): 川の水素イオン濃度の問題, 淡水生物, No. 1, 奈良女子大学.
- (1955): 魚類の食性調査の問題, 淡水生物, No. 2, 奈良女子大学.
- (1960): 池の生物学的類型, 淡水生物, No. 6, 奈良女子大学.
- ・渡辺仁治・高橋周子, (1953): 金魚池の生物学, 関西自然科学研究会会誌, No. 7.
- ・御勢久右衛門 (1954): 吉野川の水棲動物の生態学研究, 奈良県総合文化調査報告書.
- 長谷 晃 (1948): 岡山県西部の所謂硯石層群産貝蝦石について, (演旨), 地雑, Vol. 54, No. 638.
- 三宅泰雄・松居秀夫 (1943): 水の化学分析法, 地人書館.
- 渡辺仁治 (1953): 郡山金魚池に於けるプランクトン相と, 水温, pH, O₂, CO₂ の日周期変化について, 関西自然科学研究会会誌 No. 7.
- (1954): 吉野川流域並びに下北山近辺の溜池とプランクトン相, 奈良県総合文化調査報告書.

化石カイエビ類の研究

—特に現生カイエビ類を考慮して—

楠 見 久

目 次

I 序	15	(c) 化石カイエビ類の分類 (結論)	57
II 資料と方法	19	1. 分類上の混乱	57
III 分類学的・形態学的研究	22	2. 分類前の考慮	57
A 観 察	22	3. 化石カイエビ類の分類基準	59
(a) 現生カイエビ類	22	4. 記載について	60
1. 奈良盆地	22	5. 系列の問題	60
2. 近江盆地	26	IV 生態学的研究	62
3. 大阪平野	28	A 観 察	62
4. 篠山盆地	30	(a) 現生カイエビ類の生息環境	62
5. 西条盆地	31	1. 奈良盆地	62
(b) 化石カイエビ類	32	2. 篠山盆地	68
1. 稲倉産化石カイエビ類	32	3. 近江盆地	71
2. 篠山産化石カイエビ類	36	4. 大阪平野	71
3. 小倉産化石カイエビ類	39	5. 西条盆地	71
B 討議と結論	43	(b) 化石カイエビ類の産状	73
(a) 現生カイエビ類の種に見られる		1. 岩 質	73
変異の限界	43	2. 硯石層群の化石群	74
1. 性的変異	43	B 討議と結論	75
2. 地方変異	46	(a) 現生カイエビ類の生息環境の	
3. 個体変異	48	限界	75
(b) 現生カイエビ類の種の境界	52	(b) 現生カイエビ類の生息条件	79
1. 同属内の種の境界	52	(c) 結 論	86
2. 異属, 異科間の境界	54	V あ と が き	88

I 序

1. カイエビ類研究の歴史

1) 現生カイエビ類研究の歴史

文献によると *Conchostraca* (介形亜目) に属するものについては、1820年に A. BRONGNIART により *Limnadia* 属をたてられたのが最初である。1837年に W. RÜPPELL によって *Estheria* 属がたてられて、始めて化石カイエビ類に最も類似した現生カイエビ類に属名があたえられた。しかし *Estheria* という属名はすでに1830年に ROBINEAU-DESVOIDY によって双翅目の昆虫にあたえられていたので無効となるわけである。1915年に E. DADAY により *Caenestheriella* 属がたてられて *Estheria* 属にかわり、この類の属名は安定した。

現生カイエビ類の系統的分類は、E. DADAY によって “*Monographie systématique des Phyllopedes conchostracés*” の論文名で、1915年から1927年までに4回にわたって出版せられ

て系統化せられた。

わが国では 1895~1896 年に石川千代松により, “*Phyllopod Crustacea of Japan*” の論文名で, *Estheria gifuensis* ISHIKAWA などが記載せられて日本産の現生カイエビ類が紹介せられた。次いで上野益三により 1927 年に “*The freshwater Branchiopoda of Japan*” を出版せられ, 次々に補正増補せられて 1936 年に, 日本動物分類の “甲殻綱, 鰓脚目” として日本産のものを総括されて紹介せられた。現在において現生カイエビ類の科・属の分類は下記のとおりである。

Family Lynceidae STEBBING

Lynceus MÜLLER (*Limnetis* LOVÉN, *Hedessa* LIÉVEN)

Lynceiopsis DADAY DE DEÉS

Family Limnadiidae G. O. SARS

Limnadia BRONGNIART

Eulimnadia PACKARD

Limnadella GIRARD

Limnadopsis SPENCER and HALL

Family Cyclestheriidae G. O. SARS

Cyclestheria G. O. SARS

Family Cyzicidae STEBBING (Caenestheriidae DADAY DE DEÉS)

Cyzicus AUDOUIN

Eocyclus DADAY DE DEÉS

Caenestheria DADAY DE DEÉS

Caenestheriella DADAY DE DEÉS

Family Leptestheriidae DADAY DE DEÉS

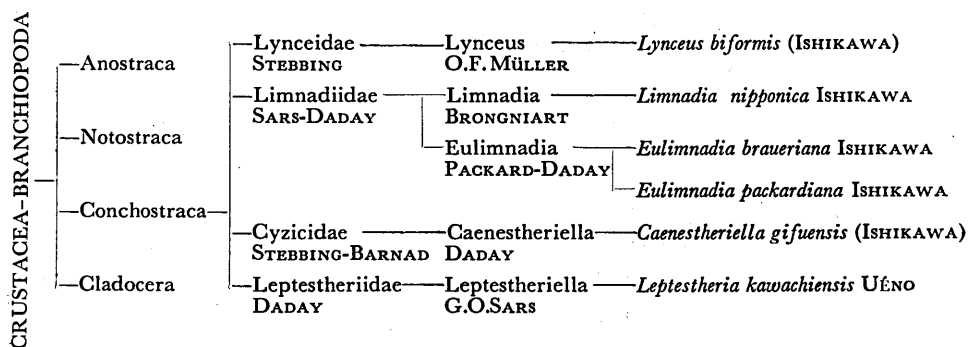
Leptestheria G. O. SARS

Leptestheriella DADAY DE DEÉS

Eoleptestheria DADAY DE DEÉS

わが国に発見せられている現生カイエビ類の種, およびそれらの生物系統を示せば第 1 表のとおりである。

TABLE I. RELATION AMONG RECENT ESTHERIDS IN JAPAN.



2) 化石カイエビ類研究の歴史

1862年に、T. R. JONES により“*A Monograph of the Fossil Estheriae*”の論文が発表せられて、はじめて化石カイエビ類の記載が行われて以来、JONESの方法によって次々に分類と記載が試みられた。1946年にはP. E. RAYMONDによって、“*The Genera of fossil Conchostraca—an order of bivalved—Crustacea*”の論文で13属がたてられた。

わが国では、1894年に横山又次郎により、領石統産のカイエビ類がはじめて記載せられ、*Estheria rectangula* をたてられた。1923年には小沢儀明により大同統より、*Estheria koreana* と *Estheria kawasakii* が記載せられた。しかし広く化石カイエビ類の分類学的・系統学的な研究は、1942年以来、小林貞一およびその門下生との協力によって進められた。1954年には小林貞一は自己の研究と1953年までの全世界の資料、および現生カイエビ類の知識を文献から取り入れてこの研究を大成せられた。(1954, *Fossil Estherians and allied fossils.*)

小林貞一によれば1953年までに記載せられた化石カイエビ類は、亜属を含む48属、亜種、forma を含む399種に達している。

しかしその後もソ連の N. I. NOVOJLOV およびその門下生や、中国の W. T. CHANG などによってこれらの研究は継続せられている。N. I. NOVOJLOV は、小林貞一が化石カイエビ類の総括を発表せられた1954年に、蒙古産の後期中生代の化石カイエビ類を、そして1956年には *Leaiidae* を総括紹介せられた。

3) 従来の研究方法

化石カイエビ類も、現生カイエビ類も、今日までの研究はほとんど分類に集中せられてきた。そして分類において生物学者はカイエビ類の殻は従属的に考えられてきただけで、主として体部の形態的特質をもって分類の基準としたのに対し、古生物学者は殻のあと形だけに頼らざるを得なかった。それ故に専ら殻から読みとれる外形、大きさ、殻頂の位置、成長線間の彫刻などに着目して、これらを分類の基準とした。

したがって従来の化石カイエビ類の分類は、現生カイエビ類の分類のように完全に生物体を保持しているものとは異なり、保存不良で体部はもちろんのこと、殻さえも完全には残っていないから、確実な分類の基準も少く、困難をきわめている。それ故に分類の基準も研究者によって多少異なることが多く、そのため生物系統の樹立上からも、また地層の対比に使用する上からも混乱が多い。

2. 著者の目的

1946年に岡山県小田郡^{いなくら}稲倉村(現、井原市上^{いばら}稲木町)の硯石層群から、秀敬によって採集せられた化石を、今村外治によって化石カイエビ類と確認せられてより、わが国の硯石層群から初めて化石カイエビ類が発見せられたことになった。筆者は今村外治教授の御指導により1947年にこの稲倉硯石層群の研究を始めて以来、13年間にわたって吉備高原一帯の硯石層群、および篠山硯石層群の層序および構造の研究をつづけてきた。同時に各地の硯石層群から化石カイエビ類の産地を発見し、多数の標本を採集した。そして1951年にはその標本をもって約1ヶ年にわたり東京大学の小林貞一教授の御指導をうけた。その時に研究のまとまった満洲産の白堊紀化石カイエビ類の研究は1953年に2つの論文として出版された。

この研究を通して筆者は分類の基準の不安になやみ通した。筆者が小林教授の紹介を得て、上野益三教授を京都大学大津臨湖実験所にたずねて、日本・満洲・北支・蒙古産の現生カイエビ類の標本について御指導を受けたのは1951年の12月であった。ここで筆者は、生物学者の分類した現生カイエビ類の標本をもとにして、その殻に読みとれる資料をもって分類の基準とすることが最も良策であると考えた。それ以来、西条盆地・奈良盆地・近江盆地・大阪平野・篠山盆地などで各種の現生カイエビ類を採集して、その殻の研究をつづけてきた。現生カイエビ類の殻は雌雄においても異なるものが多いし、また成体と幼体においても異なることから、現生カイエビ類を奈良盆地その他の地域から研究室に運んで飼育し、成長過程の研究も試みた。しかし環境に鋭敏なカイエビ類を遠距離持ちかえって成長させるには何度も失敗した。結局は持ち帰った泥土中の卵から発生したのものによって資料が得られた。しかし現地での資料が最も好ましいので、1956年に現生カイエビ類の生態学的研究とあわせて奈良女子大学の生態学教室の津田松苗教授に御指導をうけながら現生カイエビ類の生息期の約1ヶ月間を奈良で過した。その後生態学的研究と採集をあわせて篠山盆地・西条盆地などでおこない資料をととのえた。そして現生カイエビ類の殻の形態学的・分類学的研究をまとめた上で、1959年に再び化石カイエビ類に適用を試みた。

このようにして筆者の研究の目的の第1は現生カイエビ類の殻の研究を基礎としての化石カイエビ類の分類のより妥当な基準を得ることであり、そして化石カイエビ類の記載方法についても、より妥当なものにすることであった。第2には現生カイエビ類の生態学的研究を基礎として化石カイエビ類の生息環境の解明を試みることであった。以上の目的のもとに行った10年間にわたるカイエビ類研究の結果についてここに報告する。

3. 謝 辞

この研究において、筆者は化石カイエビ類の研究を指導していただき、そしてこの研究への動機をつくって、終始一貫御指導と激励をいただいた東京大学の小林貞一教授に対し、また筆者が14年間にわたって硯石層群研究の御指導をうけ、本研究に対して全面的な御指導御援助をいただいた広島大学の今村外治教授、および生物学の立場から終始御親切な御指導をいただいた広島大学の川村智治郎教授に対して、つつしんでお礼申し上げる。また現生カイエビ類の研究については京都大学の上野益三教授、および大津臨湖実験所の方々に対し、生態学的研究については奈良女子大学の津田松苗教授および同教室の方々に対し、種々御懇切な御指導をうけた事に対し厚くお礼申し上げます。そして今村教授・川村教授・小林教授・上野教授・津田教授には、本原稿を邦文・欧文ともにお読みいただき御指導をいただいた。

次に現地調査では奈良県大和郡山市役所の中村 勇産業課長、および地元の万福寺、島川喜久蔵、西川繁太郎、島田正治の諸氏に、また兵庫県多紀郡篠山町においては篠山中学校教諭の円増俊夫氏および藤井徳太郎氏に、また広島県賀茂郡八本松町においては川上中学校土谷 広校長および福原悦満教諭に対し厚くお礼申し上げます。

さらに研究室において、また野外調査において私の研究を援助していただいた奈良女子大学の学生、私の研究室の卒業生や在学生の諸君に対して深謝する。また毎年この研究の費用の一部に文部省科学研究費を使用させていただいたことを厚くお礼申し上げます。

II 資料と方法

A. 資料

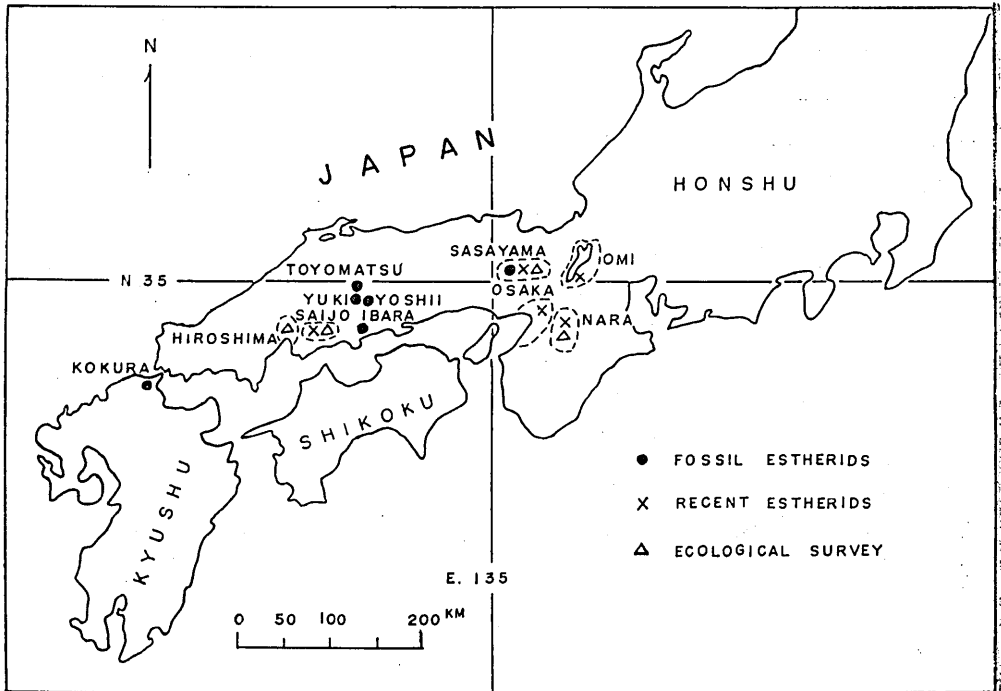


Fig. 1. Map showing the localities.

1. 化石カイエビ類

資料として使用した白堊紀硯石層群産の化石カイエビ類は、1947年以降12年間に採集したもので、その採集地域は下記のとおりである。

- 1) 岡山県井原市上稲木 (旧, 稲倉村)
- 2) 岡山県後月郡芳井町 (旧, 三原村)
- 3) 広島県神石郡豊松村
- 4) 広島県神石郡油木町山方 (旧, 仙養村)
- 5) 兵庫県多紀郡篠山町 (採集者, 円増俊夫)
- 6) 福岡県小倉市恵里 (採集者, 長谷晃, 太田喜久)

2. 現生カイエビ類

筆者が1952年以降8年間にわたって採集した現生カイエビ類の産地と生態調査地域は第2表のとおりである。

TABLE 2. LOCALITIES OF RECENT ESTHERIDS.

Localities	Recent Estherids					E.
	C. g.	L. k.	E. p.	L. b.		
Saijo basin—Hachihonmatsu town			×			1957 6. 29-30
Nara basin—Yamato-koriyama city	×	×	×	×		1956 6. 17-18
Omi basin —Kusatsu city	×	×				
Osaka plain —Neyagawa city		×	×			
Sasayama basin—Sasayama town	×				×	1957 6. 8-9

C. g. — *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA)

L. k. — *Leptestheria kawachiensis* UENO

E. p. — *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA

L. b. — *Lynceus biformis* (ISHIKAWA)

E. — Date of ecological survey

B. 方 法

1. 従来分類基準

従来化石カイエビ類の分類に使用せられていた基準には次のようなものがあった。

- 1) 殻の外形
- 2) 殻の大きさ
- 3) 殻頂の位置
- 4) 成長線の数
- 5) 成長線間に見られる彫刻

2. 従来方法に対する反省

殻あるいは殻のあと形だけを残している化石カイエビ類では、この程度の基準によって分類する以外には方法がなかったことと思われる。しかし従来分類方法で不安な点は次のような事項である。

1) 標本数の不足

種の同定は標本数が少ないほど容易である。稲倉産の化石カイエビ類のように豊富に産出するところで、多数の標本を扱うときには、どの方法で分類しても漸移していて明確に区分されにくい。今日までに同定せられた化石種には、化石カイエビ類に限らず、どの分野にも数個以内の標本で種を記載されている場合が大変多いようである。もちろんわずかな標本でも明確に新種として決定できるものも多いであろうが、新種の記載は生物種として設定するからにはなるべく多くの標本を扱って不安のない場合に行うべきであろう。

2) 保存不良

化石カイエビ類のように軟弱な殻が化石化したものは、そのあと形は時代とともに失われてゆくであろう。実際にどの化石を見ても殻の一部が失われたものや、重なりあって1個1個がわかりにくくなったり、成長線が消失していたり、特に殻頂の位置と成長線間に見られる彫刻は不明の場合が多い。

3) 二次的変形

軟弱な生物体は、地層内で化石化する場合に、上に重なる層からの重圧や地殻変動による横圧などの作用によって変形するだろうということは容易に想像せられる。極端な変形の場合には同種でありながら異種として扱われることもおこり得るだろう。

4) 性的二形

小林貞一は現生カイエビ類の知識を導入せられて、雌雄の別をその外形に指摘せられたが実際に化石への適用は困難である。しかし雌雄の別がわからぬために同種でありながら異種として記載される可能性もある。

5) 成長過程

カイエビ類の殻についての成長過程は今日まで全然わかっていない。したがって化石化したものの成体と幼体が異種としてとり扱われる可能性がある。

同一地層面のごく限られた面に密集している化石カイエビ類で、何種も記載されている例もあるが、これは上記の原因で同一種が細分されてはいないだろう。

3. 筆者の方法

従来の方法はばく然としたところもあって、分類する人の性格にも原因して、実際の種数よりも多数の種に分けられたり、それ以下の種数にとどめられたりしていたであろう。筆者は目的に示したように、明確に分けられた現生カイエビ類の種の特徴が殻に如何ようにあらわれているかを精密に調べて種の変異性を明らかにし、これを基準として化石種の分類に適用し、上記のような過失を少しでも減少させたいと考えた。このため日本産の現生カイエビ類の各種を各地から採集して、その性的二形・個体変異・地方変異などをしらべて殻に関して種の概念を得ることにあらゆる努力をはらった。そしてより厳密な記載方法をうちたてて種の決定にあやまりのないよう努力した。そしてこれらの現生種から得られた分類基準を化石カイエビ類に適用する試みを行った。

なお筆者は第2の目的である現生カイエビ類の生態学的研究から化石カイエビ類の生息環境を推定するため、現生カイエビ類の生態学的研究を次の項目について行った。

1) 現生カイエビ類の生息している主として本州西部の気候については、和達清夫監修の“*Climate of JAPAN, 1958*”を参照した。

2) 奈良県大和郡山田市・兵庫県多紀郡篠山町、広島県賀茂郡八本松町においては、カイエビ類の生息している水田で24時間にわたって1時間毎に気温・水温・水のpH・O₂溶存量・CO₂溶存量をしらべた。この時使用したpH測定にはSZK水素イオン濃度比色測定器を、O₂溶存量はWINKLER法により、CO₂溶存量は常法によった。更に底質については飯田製作所の標準ふるい(JIS)によって粒度分析を行い、共存生物はカイエビ類の餌料と天敵とその他に分けてしらべた。

これらの現生カイエビ類の生態と、化石カイエビ類の産状とを比較して化石カイエビ類の生息環境を推定した。

III 分類学的・形態学的研究

A 観 察

(a) 現生カイエビ類

1. 奈良盆地 (奈良県)

1) *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA)

この種は1895年に石川千代松によって *Estheria gifuensis* ISHIKAWA として記載せられたものであるが、その後 *Estheria* の属名が失格となったため、上野益三によりこの種を1915年に DADAY によってたてられた *Caenestheriella* に属せしめられたものである。ここにとりあげた標本は^{やまとこうりやま に き}大和郡山市新木町で採集したものである。

外形は図版 I の 1 と 2 に見られるように、雌雄とも卵形である。雄は雌にくらべて多少背縁が直線に近く、また殻の前方が後方よりもふくれているが、これによって雌雄を見わけるに足るほど確実な資料とはなり得ない。次に雌雄おのおの 50 個体の中から、殻の大きさの最小と最大とそれらの中間の 3 個ずつを重ねてみると第 2 図のように *C. gifuensis* の外形変異の状態が見られる。即ち大和郡山市新木町産の採集標本では、雌雄の大きさの差はかなり明確にあらわれるが、外形は雌雄の間でも、また異地域の同種の間においてもそれほど顕著な差はみとめられない。

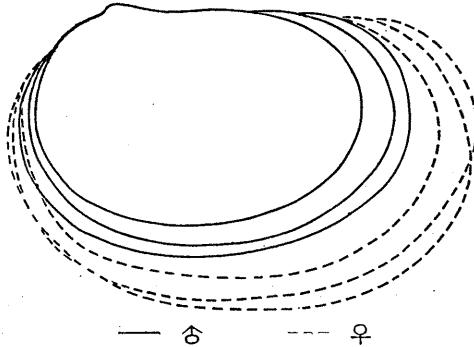


FIG. 2. Outline of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Nara basin showing its sexual dimorphism.

殻の大きさは第 3 図に見られるように、殻高と殻長の比においては明確に雌雄の差がみとめられる。この図でわかるように雄は雌にくらべて小さい。次に殻の厚さについて雌雄の別を見ると、第 4 図のように雌雄は 2 つの群に分離し、これも雌雄を区別する資料となり得る。次に第 3 図のように H/L の比において、0:10 から 1:10 までの間の変異領域を A の領域とし、1:10 から 2:10 の間の変異領域を B とし、このように次々に分割してゆくとこの表現はカイエビ類の外形の変化を示すことになる。つまり 1:10 の最も細長い形から 10:10 の円形に近い形までの間の各階梯を示すことになる。この地域のもの 100 個体を第 3 図で見ると、雄は F・G・H の領域にまたがり、雌は F・G の 2 領域でよくまとまっており、種としては雄と同様の F・G・H の 3 領域に分布している。

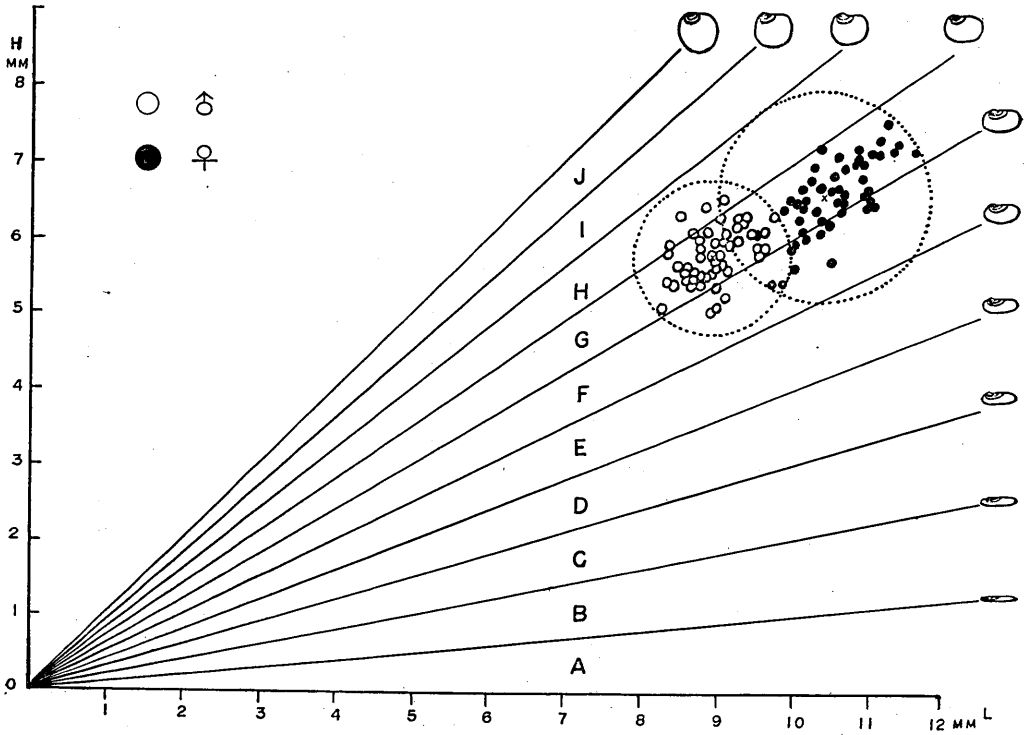


FIG. 3. Proportion of height to length of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Nara basin.

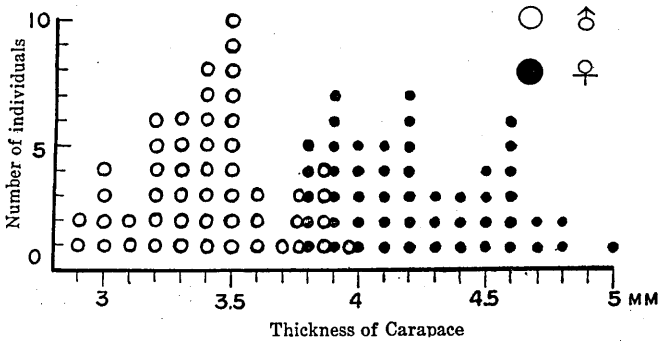


FIG. 4. Sexual dimorphism seen in the thickness of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Nara basin.

殻頂の位置は雌雄ともに背縁の前端に近く偏在している。雌雄おのおの50個体について殻の前端より殻頂までの距離を測定した結果では、殻の大きい雌の方が雄よりも大であるが、この程度では雌雄を区別する資料にはなりにくい。しかし殻頂から殻の前端までの距離に対する殻長の比を求めてみると、(以下 U/L で表示する) 第5図のように雄雌2群の範囲につき、それらの圏の干渉は見られるが2つの群に分離する。この程度での分離は化石ならば別種

とするか、または一方を亜種とする不安がある。

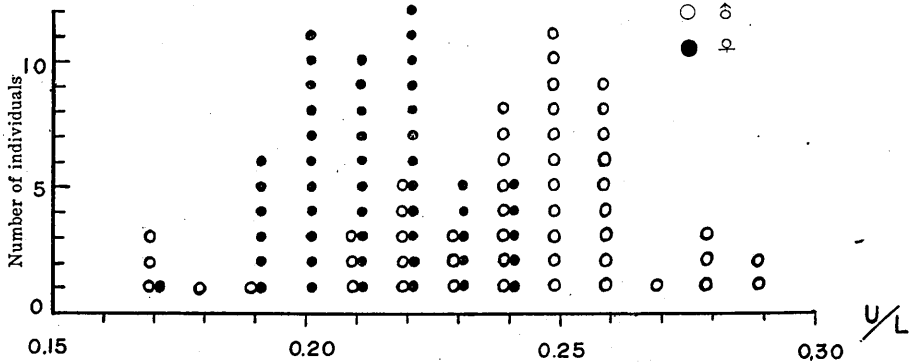


FIG. 5. Sexual dimorphism seen in the proportion of the preumbonal length of the dorsal margin divided by the carapace length of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Nara basin.

殻の表面に分布している成長線の分布様式は、種の分類にとって今日まではほとんどとりあげられなかったが大変重要である。*C. gifuensis* では成長線は殻の全面にみられる。このように全面に分布しているものでは、成長線の間隔は初期の殻頂付近はせまく、殻の中央にむかって次第にひろくなり、また次第にせまくなって殻の周縁で何本かが密集して終っている。

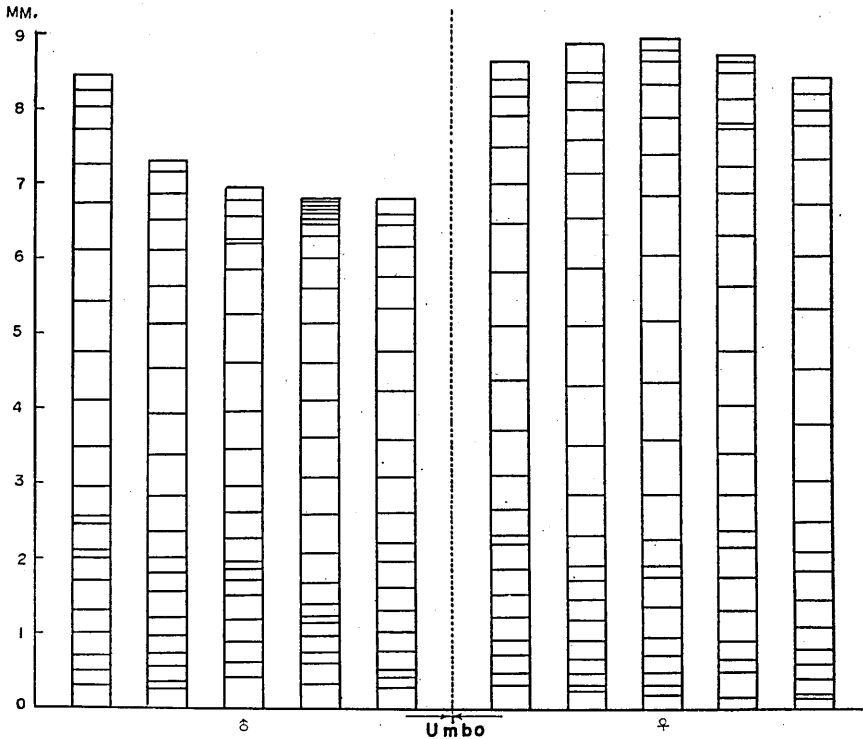


FIG. 6. Distance of the interval between growth lines of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Nara basin.

る。大和郡山市産の *C. gifuensis* において注目すべきことは、第6図に見られるように7～8本目くらいのところで2～3本が密集していることである。成長線は殻頂から前方のものは全部が殻頂に密集するように収まっているが、殻頂から後方のものは背縁にはほぼ平行に収まっている。これらの成長線の分布様式と殻の形状から判断すると、殻頂から7～8本目の密集部までの間は殻頂部の形成期でカイエビ類の一生の中の幼年期と見られ、それ以後から殻の周縁の密集部までは壮年期、それ以後は殻の成長はみられないで生存をつづけることになるが、死滅までを老年期にあたるものと見てよい。このような成長線の分布様式は、図版Vに見られるように稲倉その他の産地から得られる化石カイエビ類にもよくその例が見られる。

成長線の数は第7図に示すように、雌雄の間でほとんど差はないが雌の方は雄よりも1～2本多く、おのおの成長線の数の群は2つの群に分れる。この地の資料から見ると種の限界は、成長線の数において3本くらいの範囲内にある。

成長線間に見られる彫刻様のもようについては、図版Ⅲに見られるように殻頂付近と殻の周辺付近は放射状で殻の中間の大部分は網目状である。そして両者の漸移部では両者の組み合わせが見られる。この彫刻に関しては雌雄の差はほとんど見られない。

2) その他のカイエビ類

大和郡 山市新木町の 水田で、1956年6月21日から7月12日までに採集した成長過程をしらべるための標本中には、300個体の *Leptestheria kawachiensis* UENO にまじって、*Eulimnadia braueriana* ISHIKAWA が3個体と *Lynceus biformis* (ISHIKAWA) が2個体混入していた。このように数量的な差は著しいが1つの水田に3属3種が共存している事実を発見した。

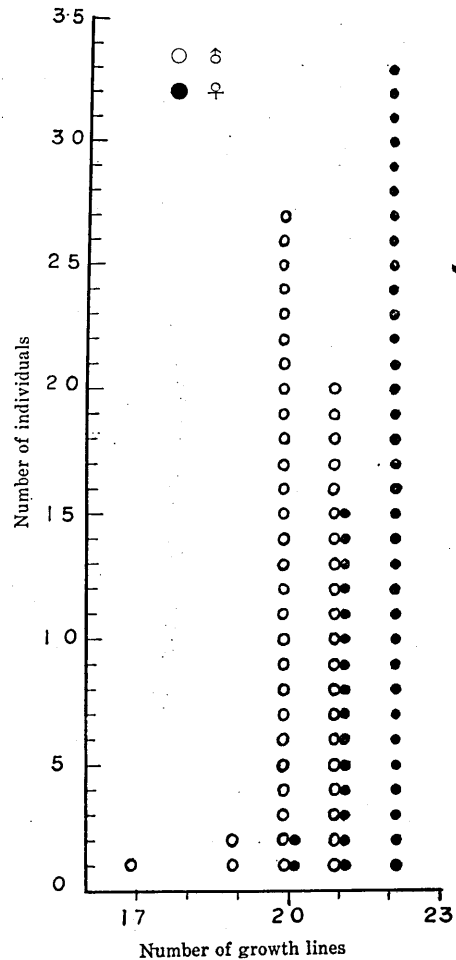


FIG. 7. Sexual dimorphism seen in growth lines of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Nara basin.

2. 近江盆地 (滋賀県)

近江盆地においては、現生カイエビ類は琵琶湖の周辺の苗代田に生息している。1953年6月15日に草津市出屋敷において、また1954年6月12日に草津市新町において、それぞれ苗代田で *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) と *Leptestheria kawachiensis* UÉNO を採集した。

1) *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA)

この種は奈良盆地産のものにくらべて外形においてほとんど変化はない。図版 I に見られるように雄の背縁は奈良盆地産のものよりも直線に近い。雌もそれほど曲っていない。

第8図の如く大きさは奈良盆地産のものよりやや小さく、そして H/L の比において雌雄の群別は奈良盆地産のように2群に分れない。変異領域は F~G にまとまっている。

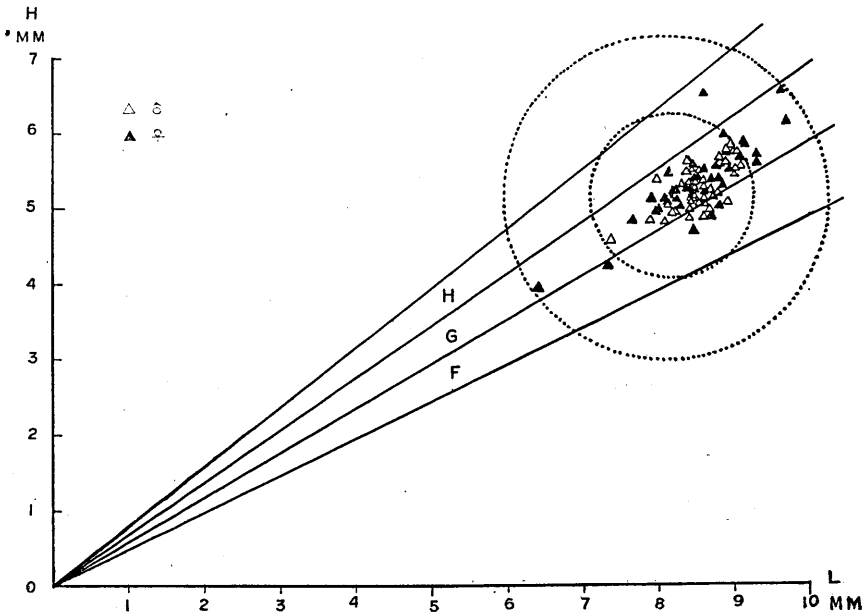


FIG. 8. Proportion of height to length of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Omi basin.

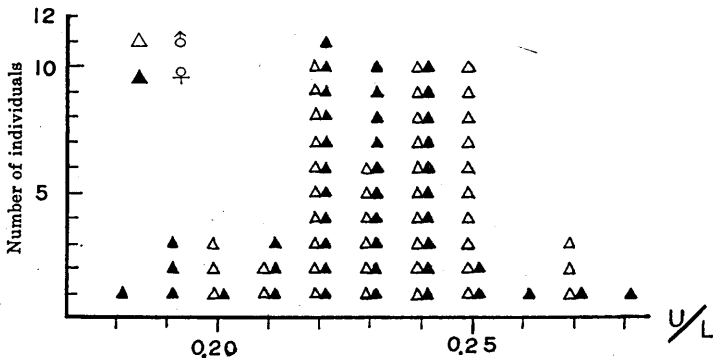


FIG. 9. The preumbonal length of the dorsal margin by the carapace length of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Omi basin.

殻頂の位置についてU/Lの比を見ると第9図のようにほとんど0.20から0.25までで、奈良盆地産のものあまり変わらない。しかし奈良盆地産のものが雌雄2群に分れるのに対して近江盆地産のものは雌雄の群別を生じない。

雌雄おのおの44個体について成長線の数をしらべて見ると、第10図のようにほとんど14本から20本までで奈良盆地産のものよりやや少く、そして雌雄の別は見られない。

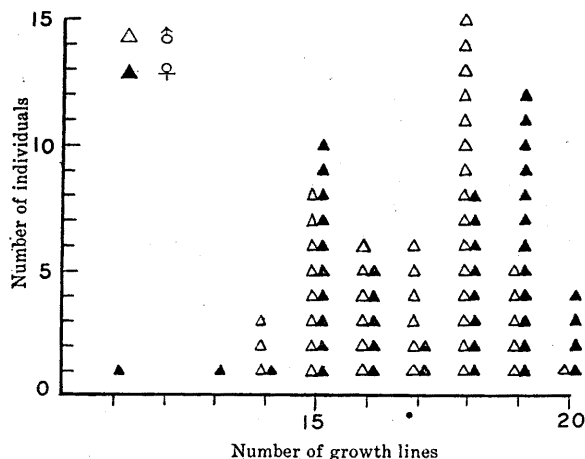


FIG. 10. Number of growth lines of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Omi basin.

異領域はF~Gで種としてよくまとまっている。

成長線間の彫刻は図版IIIの2に見られるように奈良盆地産のものと同様に殻頂付近と殻の周辺部は放射状で、その他は全部網目状である。

2) *Leptestheria kawachiensis* UENO

近江盆地産の *L. kawachiensis* は草津市新町の苗代田で *C. gifuensis* と共存していたものを採集したものである。

殻の大きさは第11図のように、殻長はほぼ6.5~8mmで、殻高は4~5mmである。そして雌雄の群別はみとめられない。変

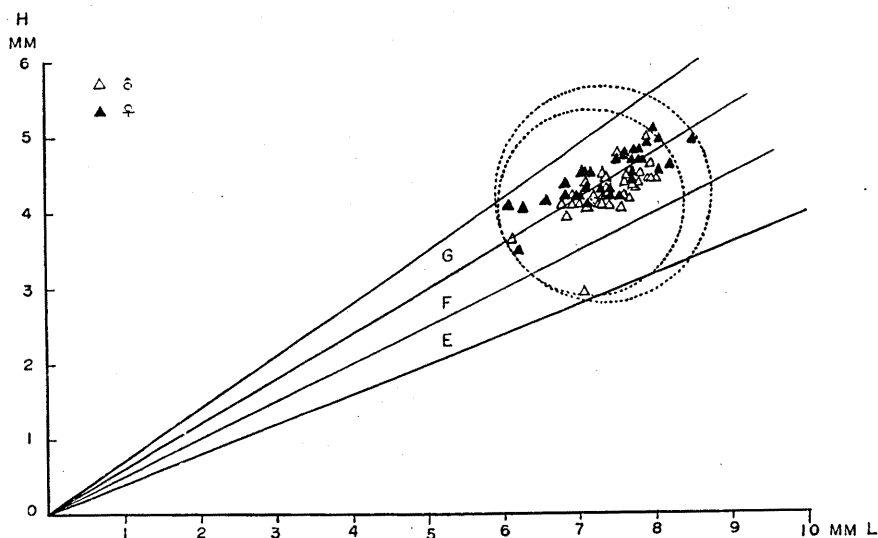


FIG. 11. Proportion of height to length of the carapace of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Omi basin.

殻頂は背縁上の殻の前端からほぼ1~2mmの間であって、*Caenestheriella*にくらべてそれよりも前端に近い。雌雄おのおの33個体についてU/Lの比を求めてみると、第12図のように0.15から0.22までの間に分布して、雌雄の群別はみられない。

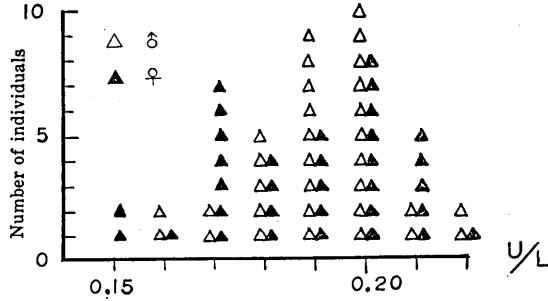


FIG. 12. The preumbonal length of the dorsal margin by the carapace length of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Omi basin.

成長線の数は第13図に見られるように12~15本によくまとまっており、雄は雌よりわずかに少くて雌雄の群別が見られる。

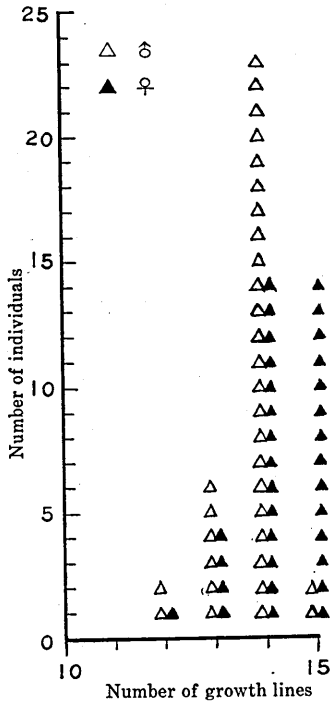


FIG. 13. Number of growth lines of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Omi basin.

成長線間に見られる彫刻は、図版Ⅲの3, 4, 5に見られるように *Caenestheriella* の場合と同様に殻頂付近と周辺部に放射状のものが見られその他は全部網目状である。

3. 大阪平野 (大阪府)

大阪平野では淀川に沿う寝屋川市香里園駅付近の苗代田に生息していた *Leptestheria kawachiensis* UENO を採集して調べた。1957年6月11日の採集標本にまじってわずかの *Eulimnadia* が見出され、同じ苗代田に共存していたことがわかった。

1) *Leptestheria kawachiensis* UENO

図版Ⅱの1と2に見られるように、外形は近江盆地産のものと同様で、雄は矩形に近く雌は後方がややふくれている。背縁は雄は直線に近く、雌はやや曲っている。

雌雄ともに殻長はほぼ6~7mmで草津産のものよりやや小さい。第14図に示すように雌雄の群別はみとめられない。

変異領域もHとIの各1個の特例を除けば、F~Gで近江産のものと同じである。

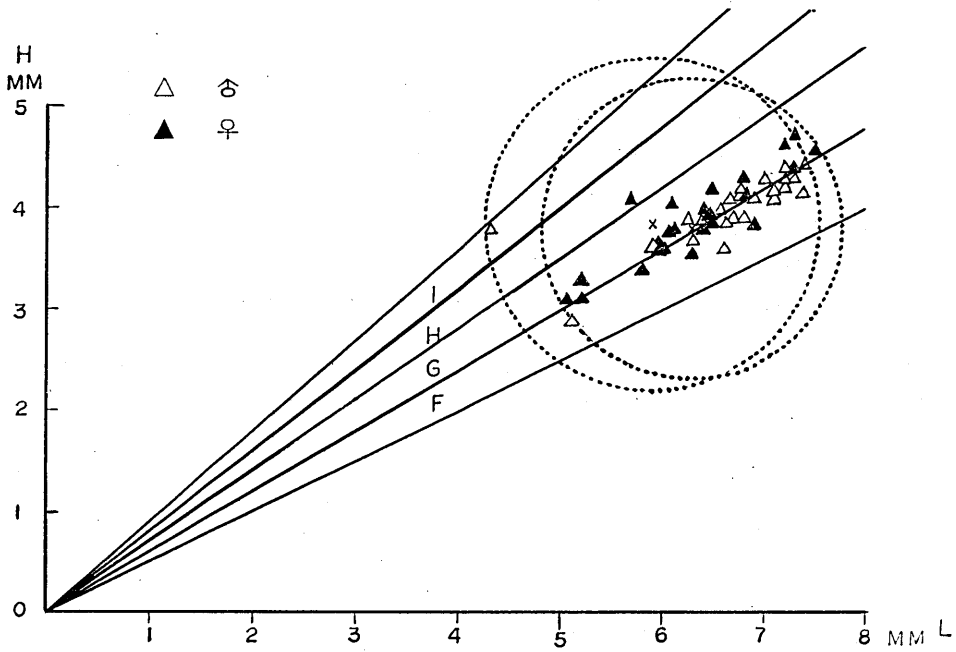


FIG. 14. Proportion of height to length of the carapace of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Osaka plain.

殻頂の位置はH/Lの比でみると第15図のように多少雌の方が大であるが、これも雌雄不明の場合にはただ1種としての特徴がみられるだけで、雌雄の区別をする資料にはなり得ない。

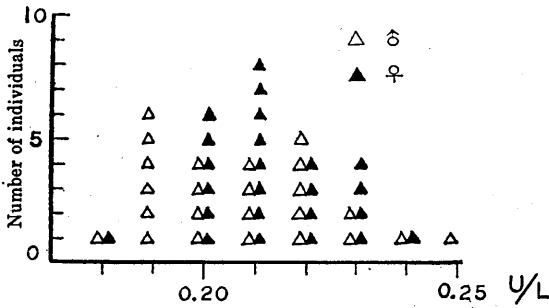


FIG. 15. The preumbonal length of the dorsal margin by the carapace length of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Osaka plain.

成長線の数ほとんど12~13本で近江盆地産のものより1~2本少ない。第16図に示すように雌雄の別はみとめられない。

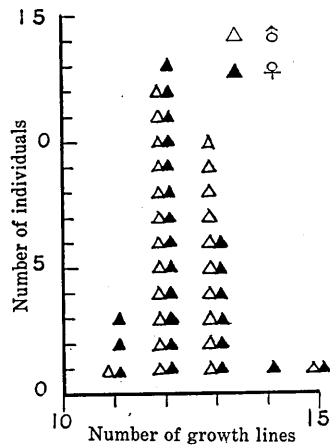


FIG. 16. Number of growth lines of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Osaka plain.

成長線間の彫刻は近江盆地産の *L. kawachiensis* と同様である。

4. 篠山盆地 (兵庫県)

ここに扱った標本は、1956年6月24日に篠山町^{おおたに}大谷で円増俊夫によって採集された *Lynceus biformis* (ISHIKAWA) と、筆者が1957年6月8日に篠山町^{はちじょうしも}八上下で採集した *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) である。

1) *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA)

外形は図版Iの5と6に示すように卵形で、殻頂は背縁の前端に近く突出している。背縁はほとんど直線で、殻は後方よりも前方の方がややふくれており、殻の形状においては雌雄の差はみとめられない。

殻の大きさは第17図のように、殻長はほぼ8~9mmで奈良盆地のものよりも、また近江盆地のものよりも小さい。そして奈良盆地の *C. gifuensis* とは逆に雄が雌よりも大きい。変異領域はF~Gにわたり、雌はFにかたより雄はGにかたよって雌雄の群はいく分わかれる。

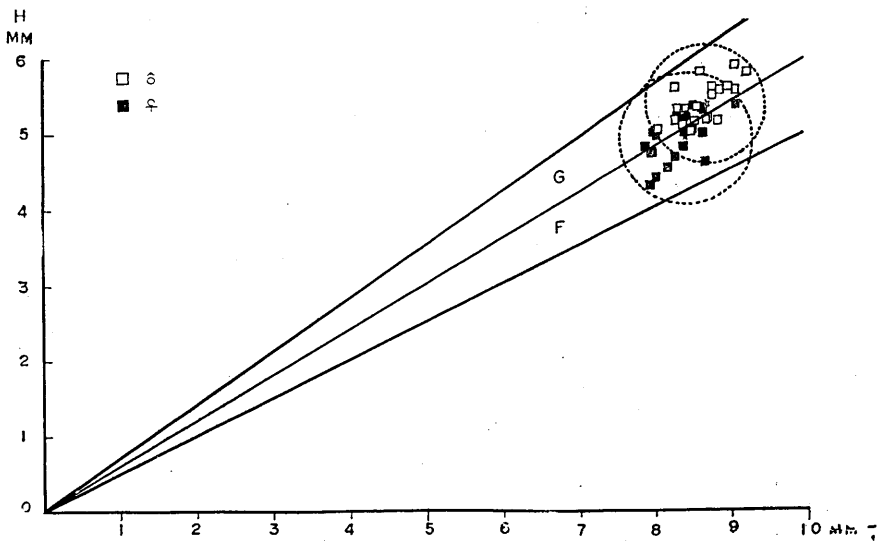


FIG 17. Proportion of height to length of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Sasayama basin.

殻頂の位置をU/Lの比で見ると第18図のように、ほぼ0.20から0.24までで、雌は雄よりもやや大きい。

成長線の本数は第19図のように、ほぼ22~23本で奈良盆地産の同種に等しく、雌は雄よりもいく分多い。

成長線間に見られる彫刻は、奈良盆地産や近江盆地産の同種と同様式である。

2) *Lynceus biformis* (ISHIKAWA)

図版IIに示すように外形は球状で、後方にやや突き出ている高さよりもわずかに殻長の方

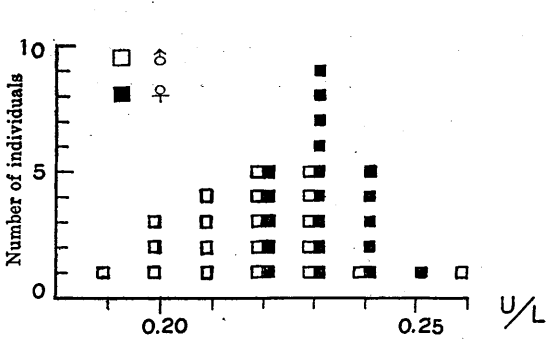


FIG. 18. The preumbonal length of the dorsal margin by the carapace length of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Sasayama basin.

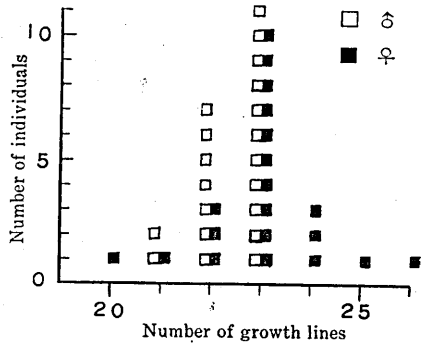


FIG. 19. Number of growth lines of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) from the Sasayama basin.

が大である。殻長は第20図のように3~4mmで、殻高は3~3.5mmである。変異領域は他の種に比して全くかけはなれていて、I~Jに分布している。成長線は見られなくて、彫刻は図版IIIの7のように全部網目状である。

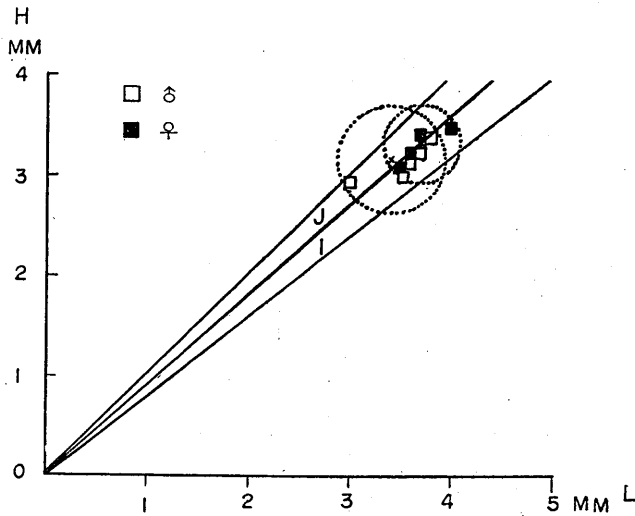


FIG. 20. Proportion of height to length of the carapace of *Lynceus biformis* (ISHIKAWA) from the Sasayama basin.

5. 西条盆地 (広島県)

西条盆地は海拔200mの台地性の盆地であるが、盆地内いたるところに *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA が水田に生息している。ここに使用した標本は1952年から1957年までに主として八本松町川上中学校付近の苗代田で採集したものである。

外形は図版IIの5と6に示すように背縁が大きく曲っている。雌は特に曲り方が強い。殻頂は殻の背縁のほぼ中央にあるがその位置は明確には測れない。第21図のように大きさは4

～6 mmの小型で、変異領域はF～G～Hにわたり、成長線は第22図の如く4～7本が殻の周辺に近く分布していて殻頂付近は空白である。そして雌は雄より1～2本多い。成長線間の彫刻は Plate III の6に示すように周縁部は放射状であるがその他は全部網目状である。

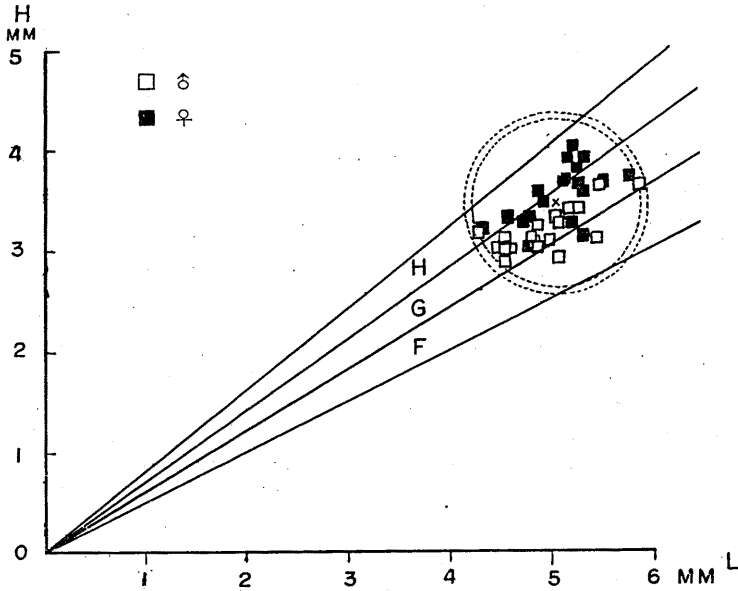


FIG. 21. Proportion of height to length of the carapace of *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA from the Saijo basin.

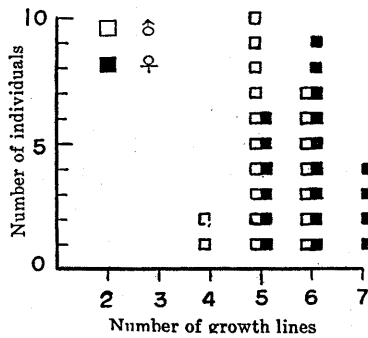


FIG. 22. Number of growth lines of *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA from the Saijo basin.

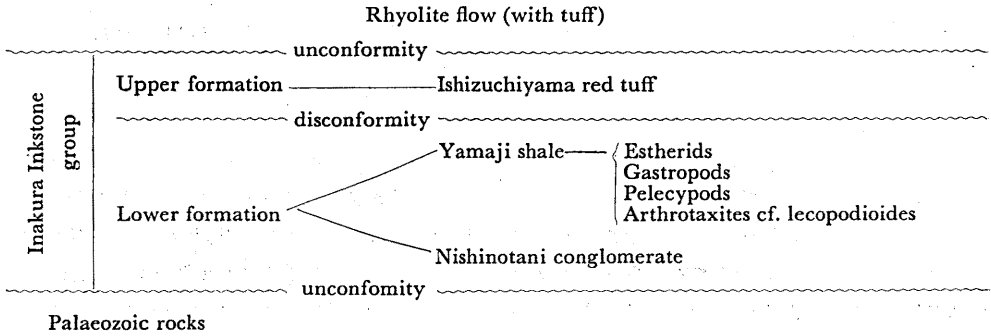
(b) 化石カイエビ類

1. 稲倉産化石カイエビ類

稲倉産の化石カイエビ類については、1948年に長谷 晃が筆者の採集し、測定した標本を使用し整理して、その観察の概要、特に外形の問題をとりあげて種の同定と地層の対比を試みた。筆者はその後何回もの採集によって得た標本の中で、比較的保存の良好なものを約1,000個体観察し測定した中から、更に良好な標本を取り出して考察を加えた。その外形は図版Vに見られるように、矩形に近いものから円形に近いものまでの間で多様に変化し、

形だけでは容易に種を決定することはできない状態にある。稲倉産の化石カイエビ類産地の硯石層群の層序は次の第3表のとおりである。

TABLE 3. THE STRATIGRAPHICAL SEQUENCE OF THE INAKURA INKSTONE GROUP.



1) 外形

図版Vに見られるように、原形と考えられる1の細長い卵型のものから、一方においては次第に殻の後方がふくれてゆく2~4~6の系列と、他方では次第に殻の前方がふくれてゆく3~5~7の系列とがある。そして両方の系列とも細長い卵形のものから漸次円形に近いものへ移化してゆくことがわかる。背縁はほぼ直線に近く、2, 4, 6はわずかに曲っている。

2) 大きさ

第23図は稲倉産の化石カイエビ類131個体の殻の長さ高さの比を示したものである。こ

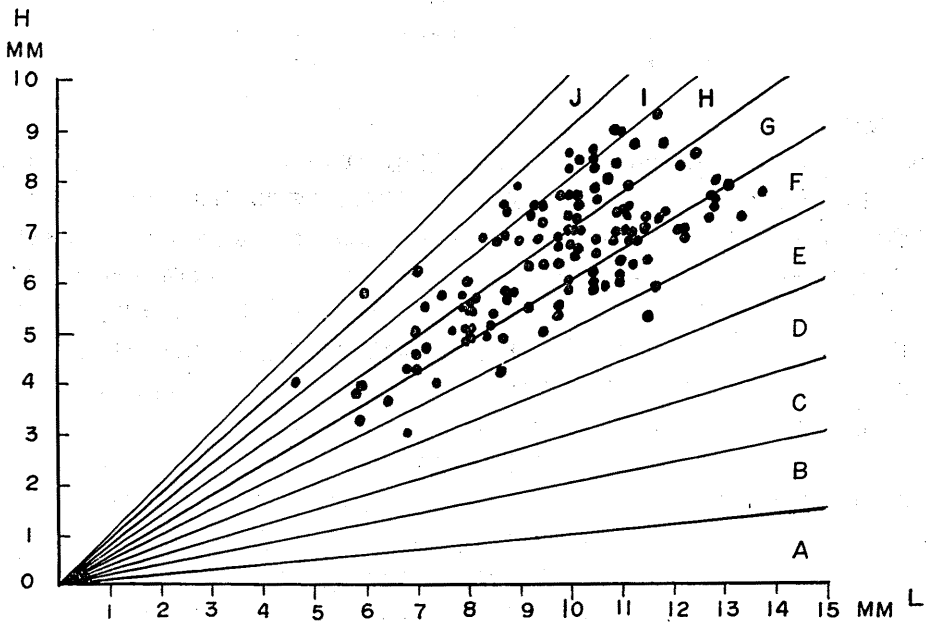


FIG. 23. Proportion of height to length of the carapace of fossil estherids from Inakura.

の比の個体の分布からみると、大きさも、H/Lの比も、変異領域もみな漸移的であって、種として明確に区別せられるところは見あたらない。しかし漸移的に変化するこれらの形もH/Lの比の最大と最小では外形はすっかり変っていて、いかにしても同種としては扱えない。変異領域から見ると稲倉産のものはE~F~G~H~I~Jの6領域にわたる広域の分布を示している。1種でこれほど広い領域を示すことは現生カイエビ類には見られないことである。

3) 殻頂の位置

第24図は化石カイエビ類100個体の標本についてU/Lの比を示したものである。これによっても種の区分として明確な区切りをつけることは困難である。強いてつければ0.21, 0.24, 0.26, 0.31, 0.36のところを群の区分となり得ないことはないが、現生カイエビ類においても見られたように、雌雄では多少のずれがあること、および奈良盆地産の*C. gifuensis*では同種の変異領域が0.17から0.29にわたっていることなどを考えるとあまり細分することはよくない。したがってこれらの切れ目と、他の分類条件とを組み合わせると妥当な区分点を考えるべきであろう。

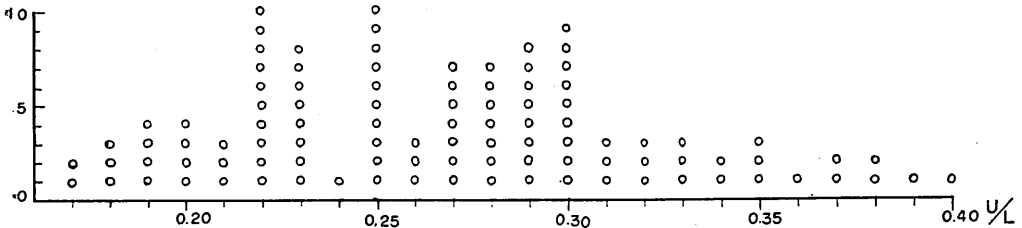


FIG. 24. The preumbonal length of the dorsal margin by the carapace length of fossil estherids from Inakura.

4) 成長線

第25図に示すように、416個体の標本について成長線の数をしらべてみると、20本をもつものが33個体で最も多く、これを頂点として4本から50本までの間に分布している。これは分布の形から見ると種を区分しなければならない状態ではないが、現生カイエビ類の知識から考えると、同一場所に産するものであって、同一種でこのように広い範囲に分布することはあり得ない。ふつうは雌雄いっしょにして1種とした場合でも、少ないものは2~3本で多くても10くらいにわたるだけである。この考えから推測してみると、6本目、11本目、15本目、19本目、21本目、26本目、31本目、38本目などが境界点にふさわしい状態である。ここで化石の個体数によって成長線の数で種の区分を行うときの区分点が異ってくることを指摘したい。第25図に示したように第1回に測定した120個体の標本では、11本目、15本目、19本目、33本目、38本目などが良好な区分点であるが、第2回目に測定した115個体の標本を加えてみると、15本目、19本目はあやしくなり、33本目は完全に不合理となる。更に第3回に測定した181個体の標本を加えると、21本目と31本目が新に加わり、15本目、19本目はますますあやしくなる。つまり新種の記載に当っては個体数というものは重視されなくてはならない。保存が良好なことと共に、個体数が多いということが信用度を高めることになる。

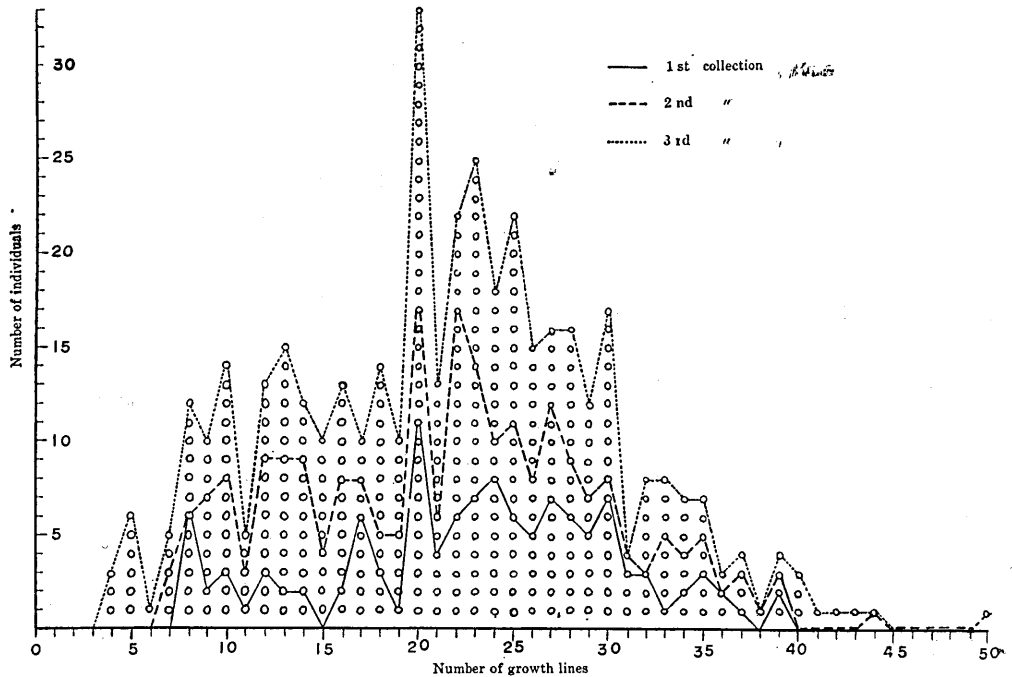


FIG. 25. Number of growth lines of fossil estherids from Inakura.

5) 成長線間の彫刻

稲倉産のものは一般に保存不良で彫刻はよくわからないが、図版VIIの1, 2, 3に見られるようにほとんど放射状である。しかし成長線の間隔の広いところでは網目状のものが見られる。

6) H/L の比と成長線の数の関係

第26図に見られるように H/L の比は 1 に近いものほど円形に近く、この値が増大するほど細長い型となるわけである。円形に近いものにも成長線の数は 8 本から 39 本までのひらきがあり、H/L の比が 1.5 から 1.9 にわたるような細長い型の中にも成長線の数は 8 本から 36 本までのひらきがある。これをどこで区分するかはこの図だけでは大変困難なことである。

以上のように稲倉産の化石カイエビ類についていえば、化石の個体数が少なれば形態的な種の区分はたやすいが、このように多数を扱ってみるとどの分類基準を用いても容易でないことがわかる。それ故によほどの特質の無い限り少数の標本で種を区分し、決定することはあやまちをおかし易い。けれども図版Vの1 (No.24) と7 (No.25) は明らかに形態的には異種と見てよい。この2つの標本を比較してみると、L/H の比は前者は 1.74 で細長く、後者は 1.18 でほとんど円形に近い。殻頂の位置についてみると U/L は前者は 0.25 で殻の前端に近く、後者は 0.33 で殻の中央に近い。成長線の数では前者は 24 本で後者は 32 本である。どの分類基準から見ても異種とすることに問題はないようである。しかし 6 (No.30) と 7 (No.25) とを比較すると、殻頂の位置と外形の2つの条件以外にはほとんど差がない。この場合には同種とするか異種とするかまたは一方を亜種とするか、決定することは大変困難で

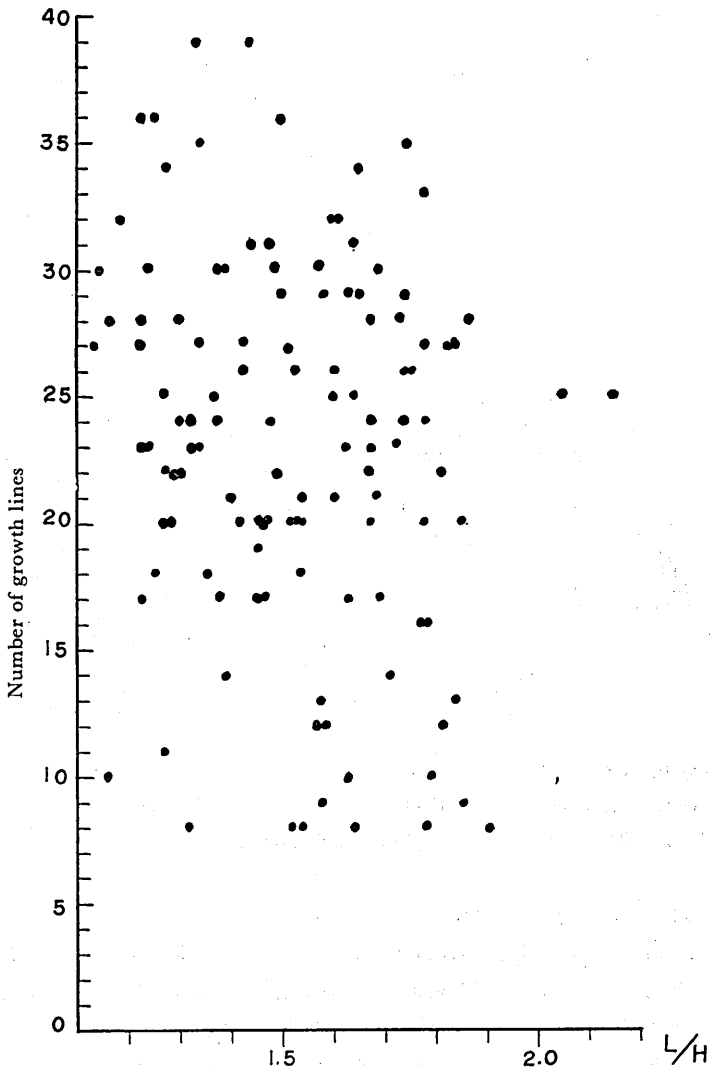


FIG. 26. Relation between L/H ratio and growth lines of fossil estherids from Inakura.

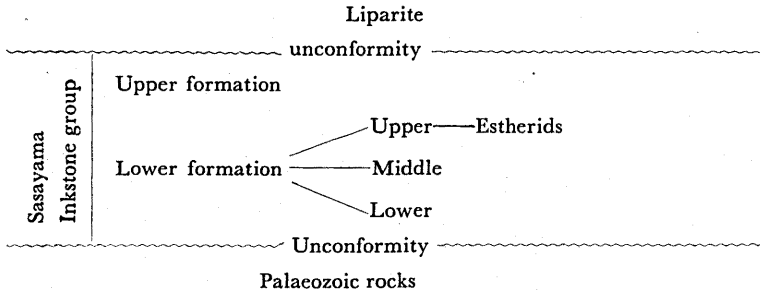
ある。このように稲倉産の豊富な化石カイエビ類の分類にあたっては、明らかに異種と見なされるもの間に切れ目のない連続の標本がある点で分類は困難である。このような場合にはなるべく多くの効果的な分類基準を用いて総合的に判断してゆくことがよいと思う。

2. 篠山産化石カイエビ類

ここに扱った標本は、篠山町王地山おおじやまおよび前沢田まえさわだにおいて円増俊夫によって採集せられた化石カイエビ類を含む頁岩塊から97個体を抽出したものである。この中で成体と考えられるものは82個体で、幼体は15個体である。王地山産のものは保存がよくない上に母岩も化石も黒色でわかりにくい。前沢田のものはかなり強い変形をうけている。王地山の南斜面に1.5 mの厚さの剝離性の頁岩が露出しているが、化石カイエビ類はその中に植物化石とともに産

出する。篠山硯石層群の層序は第4表のとおりである。

TABLE 4. THE STRATIGRAPHICAL SEQUENCE OF THE SASAYAMA INKSTONE GROUP.



1) 外形

図版VIIに見られるように、篠山産化石カイエビ類の外形もまた細長い型から円型へ、そして殻の前方のふくれた型と後方のふくれた型との2系列がみとめられることは稲倉産と同様式である。

2) 大きさ

第27図に見られるように、殻長は全標本の80%が5mmから13mmまでの間に分布している。4mm以下の15個体はあきらかに幼体を示しており、14mm以上の4個体は別種を示している。変異領域から見るとFからIまでの4域にわたっており、稲倉のようにEからJまでの6域にわたるものにくらべてずっとせまい。それにしても殻長が5mmから13mmにわたる成体78個体の種の区分はこの図からは困難である。

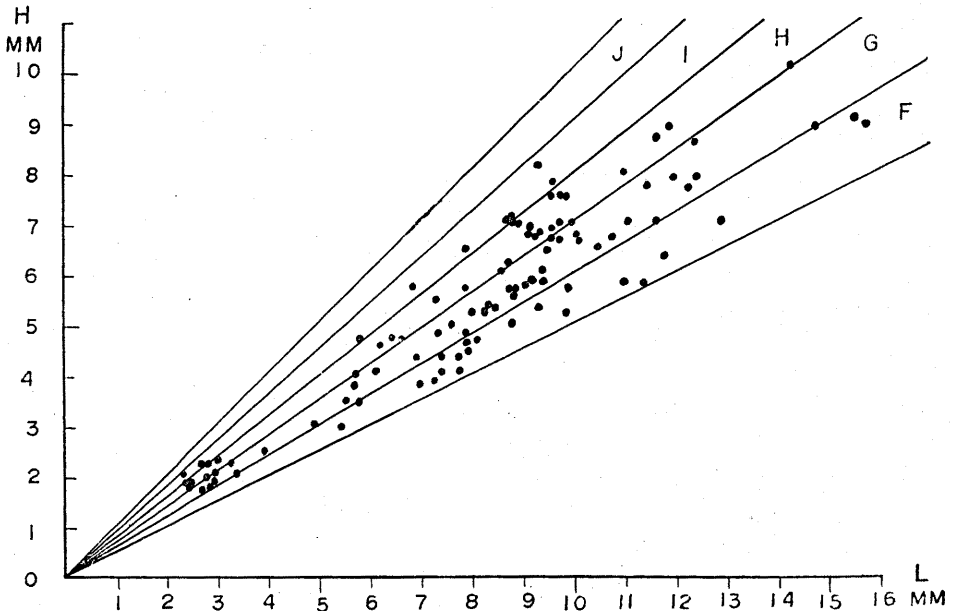


FIG. 27. Proportion of height to length of the carapace of fossil estherids from Sasayama.

3) 殻頂の位置

第28図のようにU/Lの比でみると0.45付近の4個体は明らかに分離しているが、その他で区分点を見つけるには不安がある。図版VIで見ると1の殻長の位置は前端から殻長のほぼ $\frac{1}{4}$ にあたるが、2, 3, 4はほぼ $\frac{1}{3}$ にあたる。これらは殻頂の位置ではほぼ種を分けることが可能のようである。

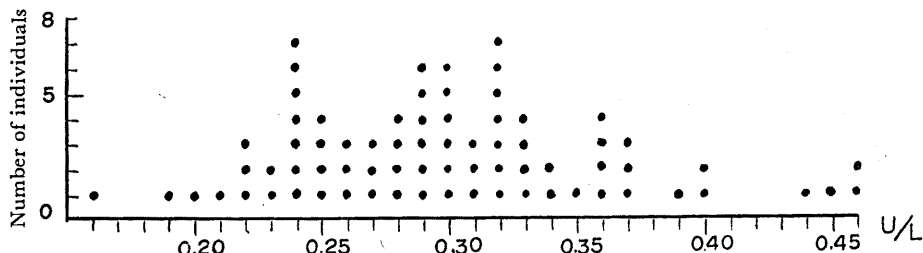


FIG. 28. The preumbonal length of the dorsal margin by carapace length of fossil estherids from Sasayama.

4) 成長線

第29図のように成長線の数に9~22, 25~33および37~40の3群の境界は比較的明確である。また22本以下の群の中でも図版VIの1 (No. 23) のように14.8mmもあるような大型で成長線の数に12本というように大変少ないものもある。この点で篠山産のものは個体数が少ない点もあるが稲倉産のものよりも分類は容易である。

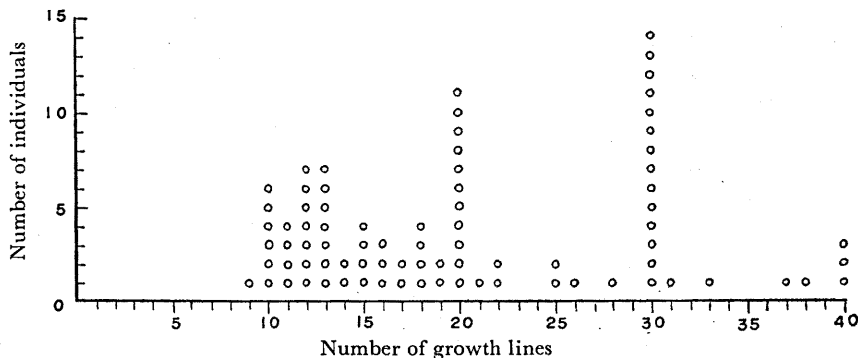


FIG. 29. Number of growth lines of fossil estherids from Sasayama.

5) 彫刻

図版VIIの4と5は篠山産の化石カイエビ類のNo. 88の標本の成長線の間に見られる彫刻である。4は殻の周縁部で放射状の彫刻を示し、5は殻頂に近い部分で網目状の彫刻である。一般に成長線の間隔の広いところは網目状で、せまいところは放射状であることは現生カイエビ類の場合と同様である。

6) H/Lの比と成長線の数との関係

第30図に見られるように、成長線の数で見られる3区分の中でそれぞれ矩形に近いものから円形に近いものへの漸移形が見られる。

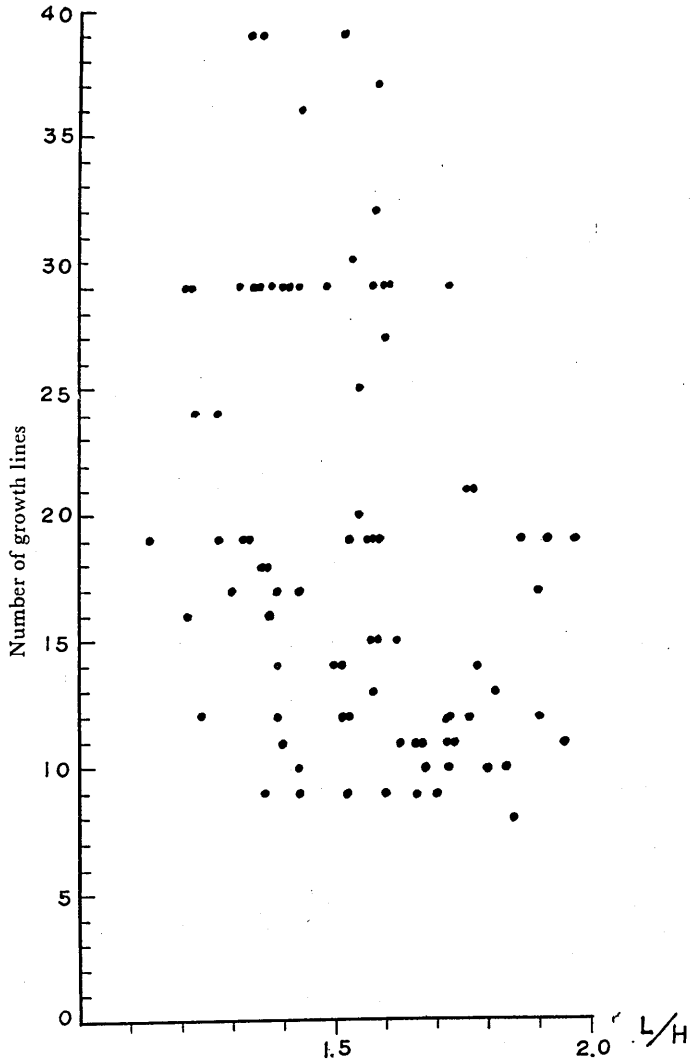


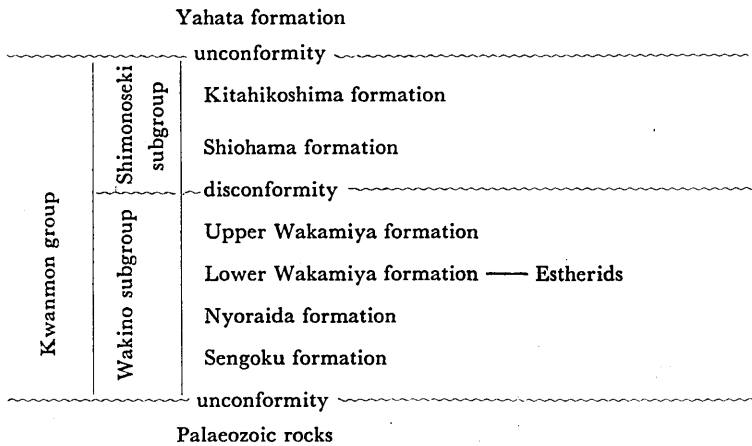
FIG. 30. Relation between L/H and growth line in fossil estherids from Sasayama.

3. 小倉産化石カイエビ類

小倉産の化石カイエビ類については最近に記載を終わっているが、ここでは種の区分に使用した基準をあげて、未記載の稻倉と篠山の両地域と比較して分類基準の吟味の資料とする。小倉産化石カイエビ類は、小倉市恵里において関門層群（硯石層群）の地層から発見せられたもので、その層序的位置は第5表のとおりである。

小倉市産の化石カイエビ類は稻倉、篠山の両地域のものよりも保存状態は良好であるが、小型であること、密集して重なりあっていること、変形の度が強いことなどで、分類は必ずしも容易ではなかった。小倉産化石カイエビ類の分類に効果的に適用された分類基準は、外形と殻頂の位置であった。この2つの分類基準を用いることによって、A Form (*Euestheria*

TABLE 5. THE STRATIGRAPHICAL SEQUENCE OF THE KWANMON GROUP.



kokurensis KUSUMI) と, B Form (*Estherites imamurai* KUSUMI) と, C Form に分けた。以下においてそれらの分類基準について検討してみる。

1) 外形

図表VIで見られるように5, 6, の標本は細長い矩形に近い卵型であるが, 7, 8は円形に近い。二次的変形の問題を考慮外におくならば外形によって5, 6, の標本と7, 8の標本とは明らかに区別せられる。前者はAとBのFormであり, 後者はCのFormである。

2) 大きさ

第31図に示すようにH/Lの比による変異領域を見ると, その分布はFからKまでの6区域にわたる。稲倉のEからJまでの領域にくらべて1つつ高く, 篠山のFからIまでに比べて高い方が2域だけ広い。また大きさにおいて小倉産は極端に小さい。このように小倉産の化石カイエビ群は, 稲倉よりも篠山よりも異っている。次にH/Lの比において, 外形の場合と同様にC FormはAおよびB Formより分離して別群をなし, 種の区分として役立つ状態を示している。

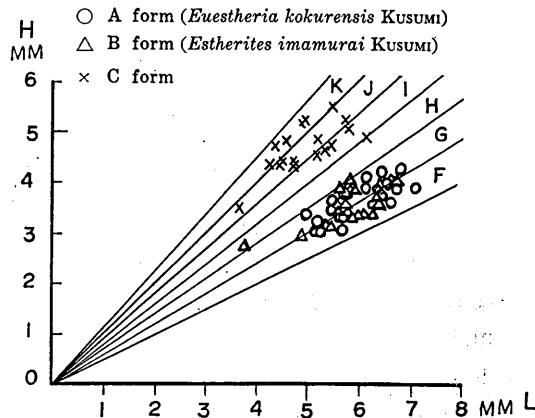


FIG. 31. Proportion of height to length of the carapace of fossil estherids from Kokura.

3) 殻頂の位置

H/Lの比においてC Form が分離したが、A Form と B Form は区別できない。しかし第32図のようにU/Lの比を求めてみると、殻頂の位置によって明かに2群に分かれる。すなわち A Form は0.19~0.32の領域に分布し、B Form は0.41~0.50の領域に分布する。つまり殻頂の位置は A Form は背縁上に殻の前端からの距離が殻長の1/3以内であり、B Form はほぼ殻の中央に位置している。

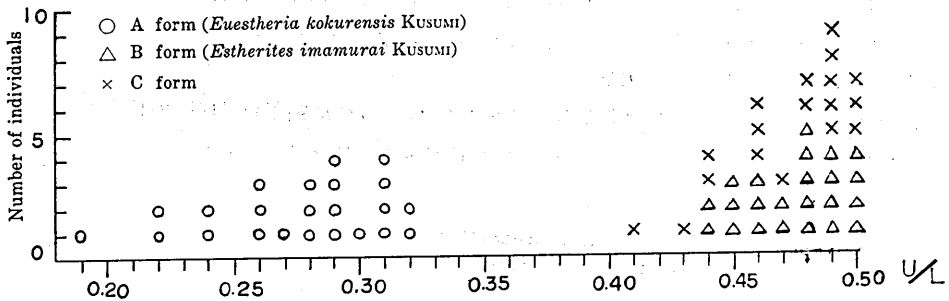


FIG. 32. The preumbonal length of the dorsal margin by carapace length of fossil estherids from Kokura.

4) 成長線

第33図のように成長線はほとんど25~40本にわたり、その60%は30~35本の領域内に分布している。3 Form を比較すると A Form がやや多数であるが、成長線の数においては3つの Form を区分することはできない。

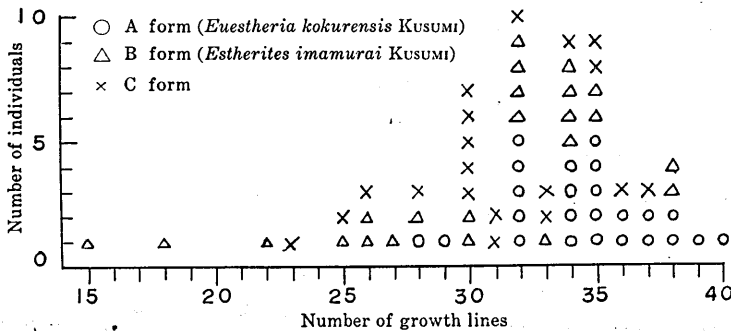


FIG. 33. Number of growth lines of fossil estherids from Kokura

5) 成長線間の彫刻

小倉産のものは、稲倉産と篠山産のものにくらべて、彫刻においては小型ながらも保存がよい。稲倉と篠山の両地域のもは、成長線の間隔が殻頂付近はややせまく、殻の中央に向かってしだいに広くなり、殻の周辺にいたってせまくなるのがふつうである。そして間隔の広いところは網目状で、せまいところは放射状であったが、小倉産のものは成長線の間隔は全部せまく、彫刻は全部放射状である。この点は他の2地域のものとはちがっている。

6) H/L の比と成長線の数との関係

第34図はこの関係を示したものであるが、この図にあらわれた結果は H/L の比の場合と同様に C Form を分離することに役立って、A と B の両 Form は分かれぬ。

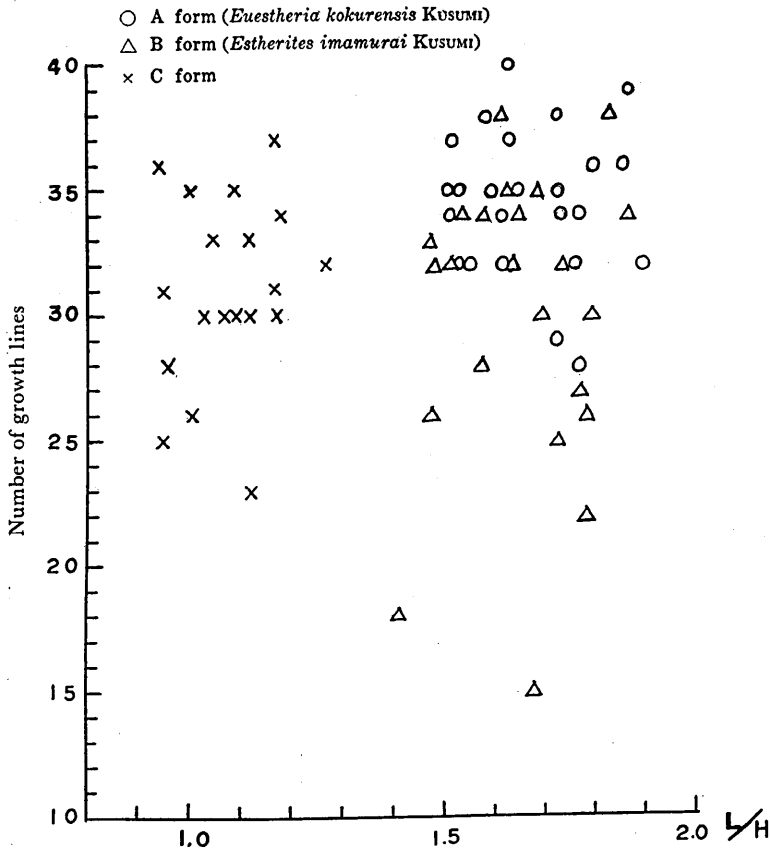


FIG. 34. Relation between L/H and growth line in fossil estherids from Kokura.

小倉産化石カイエビ類のように、H/Lの比と殻頂の位置によって効果的に分離し、しかも他の条件も種の区分として妥当な場合は好都合であるが、稲倉産や篠山産のもののように漸移的につながる場合はなかなか効果的な分類の基準は得られにくい。

B. 討 議 と 結 論

(a) 現生カイエビ類の種に見られる変異の限界

1. 性的変異

1) 外形

図版 I および II に見られるように、日本産の現生カイエビ類はどの種も雌が雄より背縁が曲っている。この曲り方は、*Caenestheriella* よりも *Leptestheria* の方が、そして *Eulimnadia* は更に一層顕著である。また多くの種で見られるように雌は殻の後方がややふくれている。これら 2 つの条件は雌が卵を保有するために生じた差異であろう。しかし図版 V の稲倉産の化石カイエビ類のように、殻の前方のふくれたのと、後方のふくれたのと、このように極端な状態は現生カイエビ類の雌雄間には見られない。

2) 大きさ

第35図に示すように、現生カイエビ類の雌雄 2 群の H/L の比の分布をまとめてみると、7 つの型が考えられる。つまり雌雄おのおのの H/L の比における分布圏を円でかこんでその中

Is	Isolation Type	Iv. a.....	Involution a Type
In. a.....	Interference a Type	Iv. b.....	" b "
In. b.....	" b "	C	Concentric Type
In. c.....	" c "	x	Center of groups

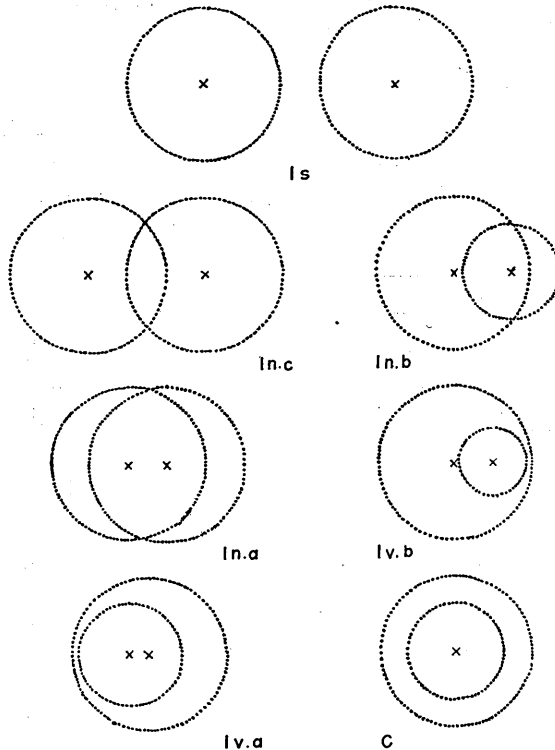


FIG. 35. Relation between male and female groups.

心を求め、雌雄2つの分布圏がどのような関係にあるかを見るのである。C Form というのは同心円型で、雌雄2群の分布圏の中心が一致する場合で、種として最もよくまとまった型である。Iv型は一方の分布圏が他方の分布圏を内包する場合で、その中Iv. a型は両分布圏の中心がどちらも両分布圏内にある場合で、Iv. b型は一方の中心は両分布圏内にあり、他方の中心は一方の分布圏外にある場合である。In型は両分布圏が干渉している場合で、In. a型は2つの中心が2つとも干渉圏内にある場合、In. b型は1つの中心は干渉圏内にあり、他は干渉圏外にある場合、In. C型は両分布圏の中心が2つとも干渉圏外にある場合である。Is型は両分布圏は完全にはなれていて異種と見てよい型である。このように2群の関係には各群の中心が完全に一致するC型から完全にはなれるIs型まで7つの型が考えられる。この方法で雌雄2群の関係がどの型まではなれるか、また同種で地方変異はどこまで拡大するか、また異種間ではどの型までせばまるかの限界を知ること、種の概念を得る上に効果的である。

各地域の各種のH/Lの性的変異をこれらの型にあてはめてみると、*Caenestheriella gifuensis*で奈良盆地産は第3図のようにIn. c型、近江盆地産は第8図のようにほとんどC型に近いIv. a型、篠山盆地産は第17図のようにC型に近いIn. a型である。このように同種でも地域がちがうと雌雄の群の関係はC型からIn. c型まで広範な領域を示している。*Leptestheria*は近江盆地産は第11図のようにIv. a型、大阪平野産は第14図のようにこれまたIn. a型で両地域ともC型に近く、地域の別なく性的変異もほとんどなくよく種はまとまっている。西条盆地の*Eulimnadia*は第21図のようにこの場合においては完全なC型を示し、篠山盆地産の*Lynceus*は標本数が不足するが第20図のようにIn. a型を示している。以上日本産現生カイエビ類で筆者の標本では、同種内の性的変異はC型からIn. c型までに、広範な限界をもち、In. c型などは同種でありながら異種として取扱われる可能性がある。

次にH/Lの比を第3図で示したように変異領域に分割したもので各地の各種の現生カイエビ類をまとめてみると第36図のようになる。

	Genus and species	Locality	Area												
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
Recent estherids	<i>Caenestheriella gifuensis</i>	Nara basin								■	■				
		Omi basin								■	■				
		Sasayama basin								■	■				
	<i>Leptestheria kawachiensis</i>	Omi basin								■	■				
		Osaka basin								■	■				
	<i>Eulimnadia packardiana</i>	Saijo basin								■	■				
Fossil estherids	<i>Lynceus biformis</i>	Sasayama basin											■	■	
		Inakura						■	■	■	■	■	■	■	
		Sasayama								■	■	■	■	■	
	C form	Kokura								■	■		■	■	
		<i>Euestheria kobuwensis</i>	Kokura							■	■		■	■	
		<i>Etherites imamurai</i>	Kokura							■	■		■	■	

L : H

A 10.0 -10.1

B 10.1 -10.2

C 10.2 -10.3

D 10.3 -10.4

E 10.4 -10.5

F 10.5 -10.6

G 10.6 -10.7

H 10.7 -10.8

I 10.8 -10.9

J 10.9 -10.10

K 10.10-10.11

FIG. 36. Distribution of variation-areas based on the proportion of height to length of recent and fossil estherids.

この図で見ると日本産の現生カイエビ類の種の変異領域はせいぜい3領域にわたるが、実質的には2領域以内である。化石カイエビ類で稲倉産は第23図のようにEからJまでの6領域、篠山産は第27図の如くFからIまでの4領域、小倉産は第31図の如くFからKまでHの空白を入れて6領域にわたっている。これらが各地とも1種ということは現生種の知識からは考えられない。既に筆者によって分類の終っている小倉産の化石カイエビ類では、*Euestheria kokurensis*ではF~Gの2領域で、*Estherites imamurai*はほとんどF~Gの2領域で、ただ1個だけHの領域に見られる。種の決定を保留しているC FormはI~J~Kの3領域である。このように化石カイエビ類でも種の限界は少くとも2~3領域に収まるのがふつうのようである。

次に図版Vの4と5に見られるように、L/Hの比は4が1.57で、5の方は1.42であってこれで種を分けるほどのひらきはない。しかし第37図の方法で、殻の最高の位置から殻の前端までの距離と殻長の比を求めてみると4の方は0.57で、5の方は0.38で大きくひらく。この両者に群別を生ずるときは当然異種とみてよいと思う。

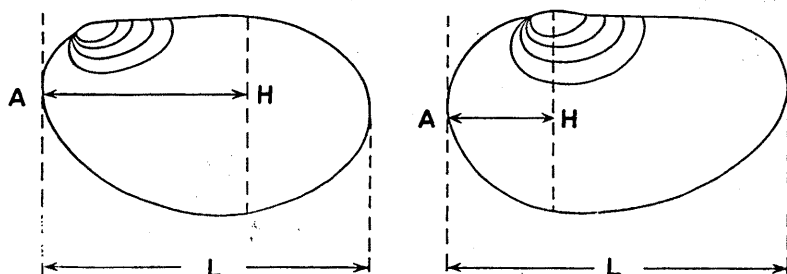


Fig. 37. Taxonomy of B and C forms of *Cyzicus*.

3) 殻頂の位置

第5図に見られるように、奈良盆地産の *C. gifuensis* の殻頂の位置は、雌の方が雄よりも前端に近い。近江盆地産のものは性別はみとめられず、篠山盆地産のものは第18図のように逆に雄の方が前端に近い。しかしこの程度の雌雄の群別では、化石の場合に雌雄を見わけ基準にはなり得ない。*L. kawachiensis* では大阪平野のものも近江盆地のものも雌雄の群別はみとめられない。それ故ここに扱った現生カイエビ類では、奈良盆地産の *C. gifuensis* だけが群別による異種としての混乱をおこす可能性がみとめられる。

4) 成長線

成長線においても *C. gifuensis* では第7図のように、雌雄の群別がみとめられるが、化石の場合には雌雄による分類の混乱はおこらない。近江盆地産のものは第10図に見られるように雌雄の群別はなく、篠山盆地産のものは第19図のように雌雄の群別はみとめられても種としてはよくまとまっていて性別による分類への混乱はない。*L. kawachiensis* においては、近江盆地産のものも、大阪平野産のものも、雌雄の群別はみとめられるが種の種類に対する混乱はない。

5) 成長線間の彫刻

C. gifuensis と *L. kawachiensis* では、殻頂部と殻の周辺部が放射状の彫刻で、その他は網

目状である。そして放射状のものと網目状のものとの境には両者の漸移部が見られる。*E. packardiana* では殻の周縁部のみが放射状でその他は網目状であり、*Lynceus* は全部網目状である。つまり成長線の間隔のせまい場合に放射状で、広いところは網目状であるから、成長線のあり方によってきまっているようである。

2. 地方異変

1) 外形

現生カイエビ類の殻の外形については、*C. gifuensis* においても、*L. kawachiensis* においても、地域によって差異はみとめにくい。

2) 大きさ

第38図に示すように、殻の大きさは *C. gifuensis* についてみても、同種でありながら奈良盆地産のものが最大の群をなし、近江盆地産と篠山盆地産との差はほとんどみとめられないが奈良盆地産のものより1~2mm小さい。つまり近江盆地産のものと篠山盆地産のものとの間には大きさによる地方変異はみられないのに、この両者と奈良盆地産のものとの間では明確に地方変異がみとめられる。次に同種について各地における殻長の最大と最小の差を求めてその変異領域を検試してみると第6表に示したようになる。つまりその差は奈良盆地産のものは3.31mmで、近江盆地産のものは3.27mmで両地域ともその領域はひろい。篠山盆地産のものは1.34mmで最もその差が小さく種としてはよくまとまっている。3地域をあわせて

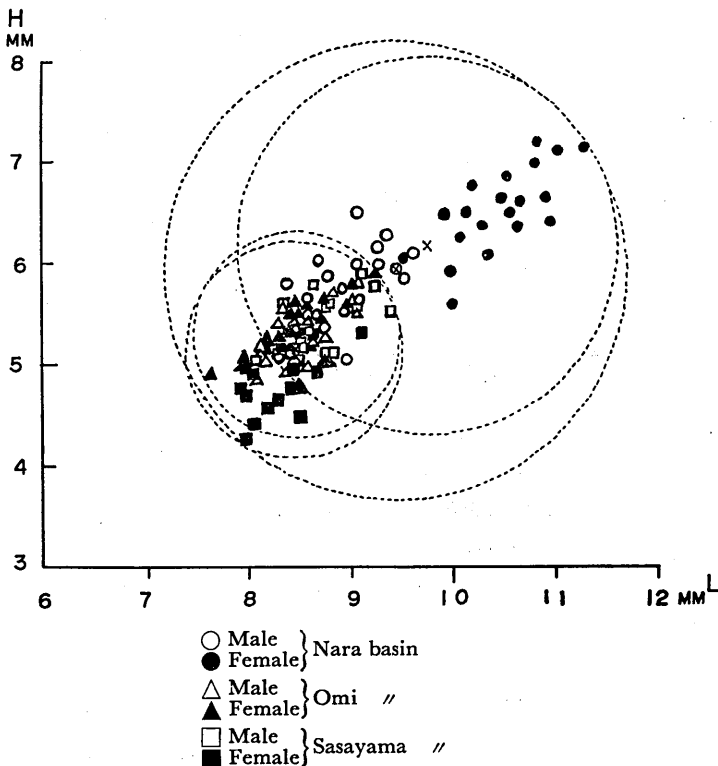


FIG. 38. Local variation seen in carapace length by height of *Caenestheriella gifuensis*.

C. gifuensis の殻長の最大と最小の差は 5.20mm に達している。つまり同種の間では 1 地域毎ではその変異領域はせまく、よくまとまっているが、異地域の間と同種となるとその変異領域は拡大するのがふつうである。

TABLE 6. VARIABILITY OF CARAPACE LENGTH OF *Caenestheriella gifuensis* IN THE NARA, OMI AND SASAYAMA BASINS.

Measurements (in mm.): —

Locality	Number of individuals	Male		Female		Area of the variability in the species
		Greatest	Smallest	Greatest	Smallest	
Nara basin	100	9.78	8.30	11.61	9.56	3.31
Omi basin	88	9.07	7.35	9.68	6.41	3.27
Sasayama basin	40	9.25	8.08	9.12	7.91	1.34
Three localities	228			11.61	6.41	5.20

次に雌雄の別から見ると、奈良盆地 *C. gifuensis* では雌の方が大きい群をなし、北方の近江盆地産のものは雌雄の別はみとめられず更に北方の篠山盆地では逆に雄の群が雌の群より大きい。この現象は奈良盆地よりも近江盆地が、更に篠山盆地が、より北にあり、より海拔高度において高位置にあるということに起因するものであろうか。この点日本産現生カイエビ類の産地(約北緯35°附近)よりも更に北方にある北満洲産の(約北緯48°附近) *Caenestheriella* に類似の *Eocyclus mongolianus* UENO が篠山と同様に雄が雌より大きく、しかもその差は篠山産以上に顕著なものと合せ考えると興味深い事実である。

3) 殻頂の位置

C. gifuensis のU/Lの比は、奈良盆地では0.17から0.29までで、その差は0.12、近江盆地では0.18~0.28でその差は0.10、篠山盆地では0.19~0.26でその差は0.07、その最小と最大の差は緯度的に南方で低位置のものほど大きく、北方で高位置のものほど小さくて種としてのまとまりがよい。

4) 成長線の数

成長線の数において *C. gifuensis* についてその変異領域をみると第39図のように、奈良盆地産は20~22本でその領域は3本、近江盆地産は17~20本で4本、篠山盆地産は20~26本で7本であった。しかし篠山盆地産の25本目および26本目の各1個体のみのところを除外すると21~24本でその変異領域は4本となる。したがって1地域における同種内の成長線の数の変異領域はほぼ5本以内といえそうである。成長線の数においては近江盆地が最少で篠山盆

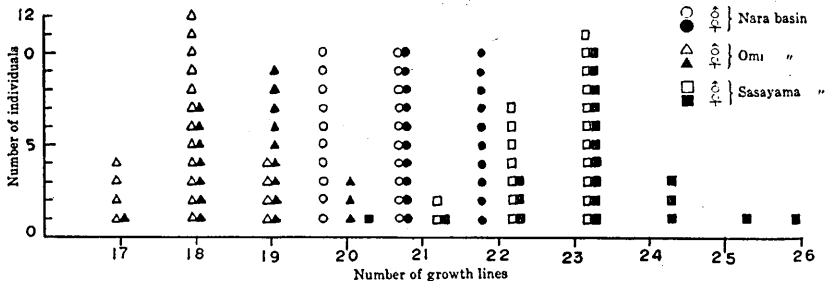


FIG. 39. Number of growth lines of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA)

地が最多であった。3地域をあわせて考えると *C. gifuensis* の種の変異領域は17~26本にわたって10本となり、1個体だけであったところを除外すると17~24本となり、その領域は8本である。

以上のことから推測できることは、同一種は1地域においては変異限界は小範囲にまとまるので種の区分には都合がよいが、遠隔の地域のものでは環境の変化につれて同種でもかなりの差異が見られ、変異の限界は拡大する。したがって化石の場合には異地域においては同種でありながら異種として扱われる可能性がある。

3. 個体変異

現生カイエビ類の成長過程に見られる変異には次のようなことが見られる。

1) 殻に見られる幼, 壮, 老期

奈良盆地産の *C. gifuensis* は雌雄ともに図版 I の 1 と 2 において、また第 6 図において見られるように、殻頂から 7~8 本目か 8~9 本目のところで成長線の間隔が急にせまくなり、そして殻の周辺で密集している。これによって既に奈良盆地産の現生カイエビ類のところで記述したように、幼年期, 壮年期, 老年期を推定した。しかし現在のところでは幼壯の境と

TABLE 7. GROWTH OF *Leptestheria kawachiensis* UENO IN THE NARA BASIN.

Measurements (in mm.):—

Dates	Carapace length					
	Male			Female		
	Number of individuals	Smallest	Greatest	Number of individuals	Smallest	Greatest
6. 21	17	3. 526	4. 085	23	2. 924	4. 128
6. 22	13	3. 526	4. 472	22	3. 139	4. 601
6. 24	12	4. 042	5. 332	12	3. 526	4. 945
6. 26	10	3. 913	5. 547	11	4. 601	5. 418
6. 28	18	4. 472	5. 590	18	4. 816	5. 848
6. 30	15	4. 601	6. 149	15	5. 203	6. 235
7. 2	17	5. 160	6. 278	18	5. 461	7. 568
7. 4	19	5. 246	6. 493	11	5. 461	7. 052
7. 6	24	5. 418	6. 880	25	6. 192	7. 396
7. 12	2	6. 510	7. 250	3	6. 520	8. 000
Growth lines						
6. 21	17	7	9	23	7	9
6. 22	13	9	11	22	9	11
6. 24	12	11	12	12	10	12
6. 26	10	11	13	11	11	13
6. 28	18	13	15	18	13	15
6. 30	15	14	17	15	14	18
7. 2	17	15	18	18	14	18
7. 4	19	17	19	11	17	19
7. 6	24	17	21	25	18	22
7. 12	2	19	20	3	19	22

おもわれる成長線の密集部を示すものは奈良盆地産（大和郡山市）の *C. gifuensis* と稲倉産などの化石に見られるのみである。しかし殻の周縁で成長線が密集していることはどの地域のものも、また成長線をもつどの種類にも、また化石にも見られる現象で、この周縁の密集部を持つものは成体と見てよい。この点成体と幼体を殻で見わける重要な基準である。

2) 殻の成長過程に見られる変異

図版Ⅷに示したものは、1956年に奈良盆地の大和郡市新木町西田269番地の水田で得た *Leptestheria kawachiensis* の成長過程の資料である。この水田は6月11日に水を入れて、6月20日にはじめてカイエビ類が発生しているのを発見し、6月21日から採集を開始し、6月22日以後は隔日に採集して7月12日まで10回の採集ができた。7月8日と10日の2回はおそらく石灰質肥料の投入によって死滅したものと思えるが1匹も見あらず、7月12日にやっと5匹だけ見つかってあとは全然採集できなかった。採集したものの中305個体を測定し、その1部を図版Ⅷに示した。

第7表に各採集日ごとの測定標本の中で殻長の最大と最小を示し、第40図に採集日ごとに

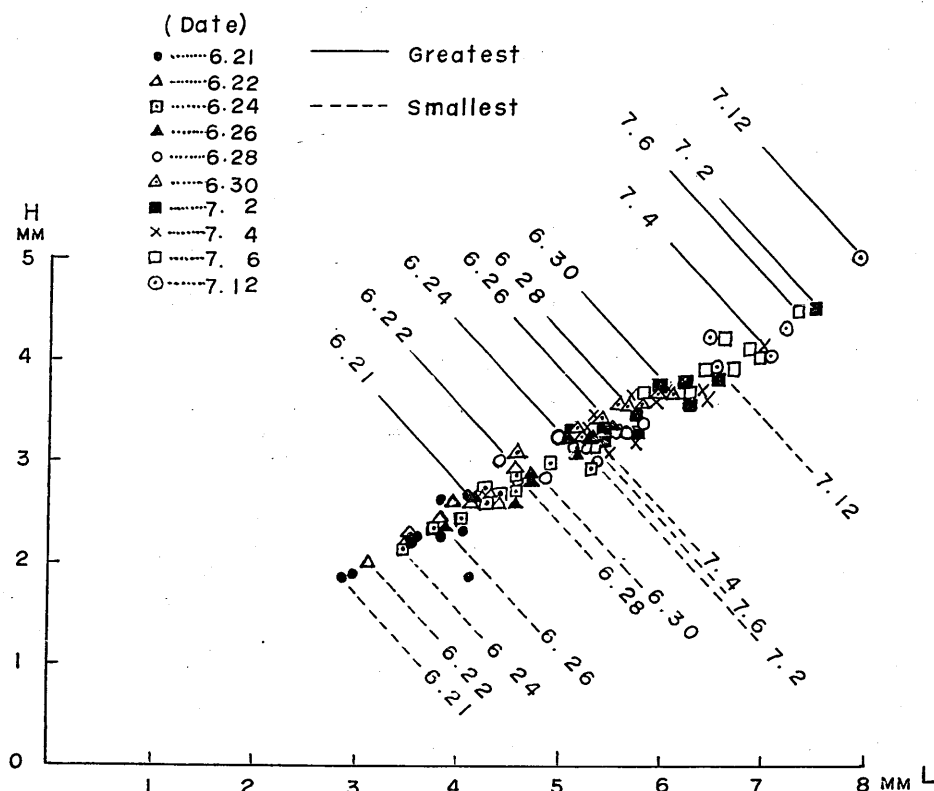


FIG. 40. Carapace growth of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Nara basin.

最小と最大をふくめた雄5匹と雌5匹の計10匹ずつのH/Lの比を示した。実線の日付は当日採集の群の最大を、そして破線はその最小を示した。ふ化したのは6月11日から6月20までの10日間の中であるが、6月21日の初めての採集の殻の大きさが3~4mmであったのに

7月2日には5~7.5mmに成長し、これ以後は大きさが前後してくるので7月2日ごろがほぼ成体としての完成期ころとみてよい。

第41図は同じ資料で成長線の数の増加傾向を示したものである。

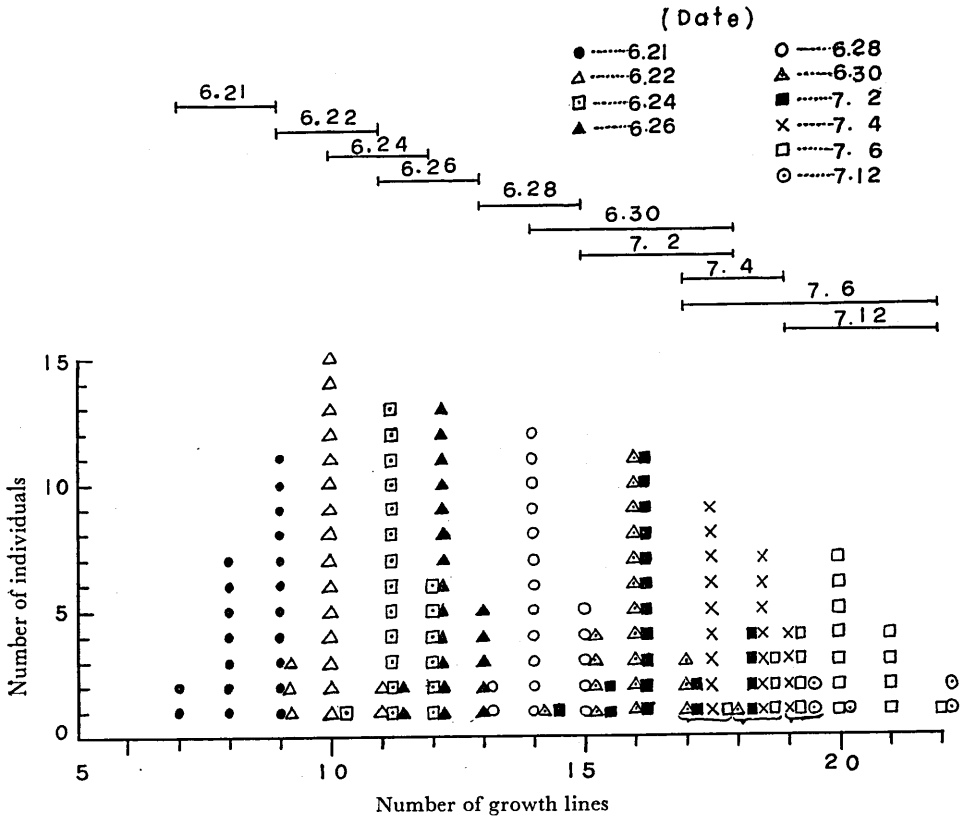


FIG. 41. Carapace growth of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Nara basin indicated by growth lines.

上記のものは自然環境の中に発生したものであるが、広島市のデルタ地域にある筆者の研究室で、水槽の中の泥中の卵からふ化したものの成長過程を第42図に示した。この資料では発生した個体数が少ないので、大きいものから採集してゆくと、残りの分は前日の採集標本よりも小さかったりして、接近した日付では前後しているが、全般的に見るとやはり殻長も成長線も増大していることがわかる。

次に外形は図版 VIII に示すように幼体と成体においてそれほど変化はみられない。U/L についてみると第 8 表のとおりで、これもまた成長過程において変化は見られない。

第 9 表には各採集日ごとに雌雄別に H/L の比の最小と最大を示した。これによってわかるように H/L の比は、個体の成長において変化はない。

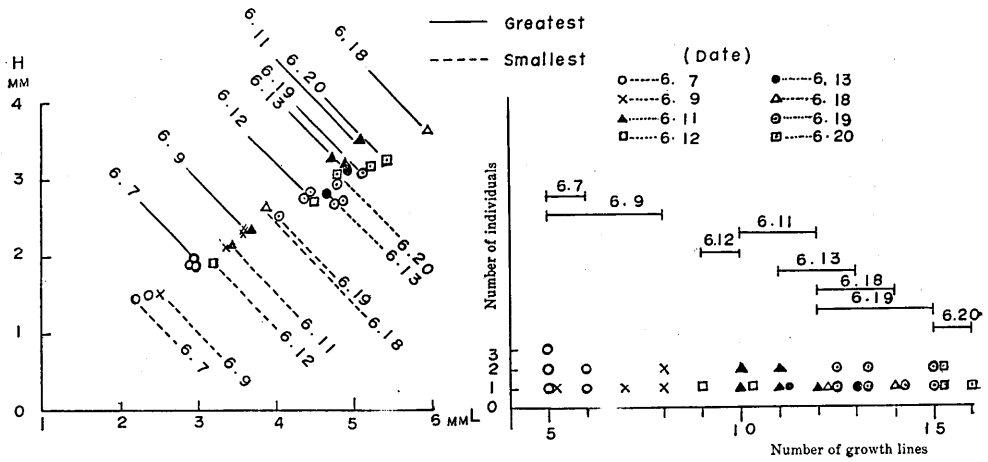


FIG. 42. Growth of *Leptestheria Kawachiensis* UENO by breeding.

TABLE 8. VARIATION OF U/L OF *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) FROM THE NARA BASIN THROUGH GROWTH.

Dates	Male			Female		
	Number of individuals	Smallest	Greatest	Number of individuals	Smallest	Greatest
6. 21	17	0.180	0.260	23	0.175	0.250
6. 22	13	0.200	0.260	22	0.160	0.240
6. 24	12	0.180	0.235	12	0.175	0.260
6. 26	10	0.195	0.235	11	0.185	0.230
6. 28	18	0.175	0.240	18	0.165	0.225
6. 30	15	0.175	0.255	15	0.170	0.230
7. 2	17	0.180	0.215	18	0.185	0.230
7. 4	19	0.175	0.245	11	0.195	0.245
7. 6	24	0.165	0.230	25	0.175	0.235
7. 12	2	0.200	0.210	3	0.185	0.215

TABLE 9. H/L OF *Leptestheria kawachiensis* UENO FROM THE NARA BASIN THROUGH GROWTH.

Dates	Male		Female	
	Smallest	Greatest	Smallest	Greatest
6. 21	1.490	1.790	1.475	1.695
6. 22	1.580	1.705	1.535	1.890
6. 24	1.530	1.795	1.545	1.645
6. 26	1.585	1.700	1.410	1.725
6. 28	1.485	1.740	1.545	1.785
6. 30	1.565	1.745	1.515	1.755
7. 2	1.600	1.780	1.630	1.700
7. 4	1.580	1.775	1.575	1.725
7. 6	1.565	1.780	1.540	1.775
7. 12	1.665	1.670	1.530	1.735

第8表と第9表の中で、7月12日の分は標本数が少ないのでこの代表値は不十分である。以上のことで指摘できることは、H/Lの比とU/Lの比と外形は、成長過程を示す資料にはなり得ないこと、殻の大きさと成長線の数と成長線の分布様式、および成長線をもつものにおけるその間に見られる彫刻が、カイエビ類の成長過程を示す資料となり得ることである。

3) 成体と幼体の共存の可能性

現在の水田においては、カイエビ類の発生期は人為的に2期に分けられている。所によって時期は異なるが最初は苗代田のつくられている時期で、5月上旬から田植のはじまる6月中・下旬ころまでである。次の期は本田に水がひかれて田植が行われる6月上中旬から、水田の水を引いて乾燥させる8月下旬までである。そこで田植後においては苗代田に生息していたカイエビ類の成体と、田植後に発生したカイエビ類の幼体とが共存することがあり得る。しかし実際には田植の前後に石灰質の肥料を投入してそれまでに生息していた成体がほとんど死滅させられることが多い。

自然環境下においては、温暖期と湿潤期をむかえた湿地に発生するので、第43図のように雨季になって湿地帯の領域が拡大するにつれて順次ふ化してゆくので、早期発生のもものと、晩期発生のもものと共存することは考えられる。この成体と幼体の共存中のものが化石化するると地層の同一地層面に成体と幼体が化石として見られてもよいわけである。

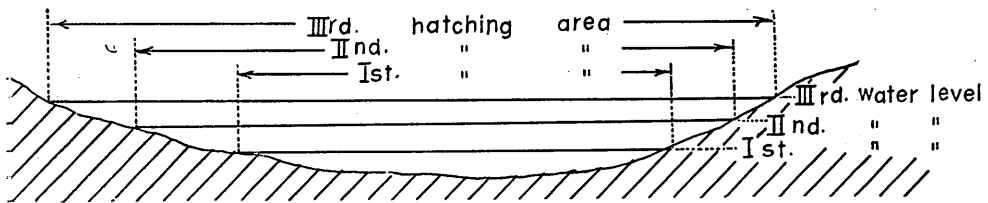


FIG. 43. Commensalism of adult and larva.

(b) 現生カイエビ類の種の境界

1. 同属内の種の境界

日本産の現生カイエビ類で同属で異種の例は、“上野益三：甲殻綱，鰓脚目，1937”によると、*Eulimnadia* 属の *E. braueriana* ISHIKAWA と *E. packardiana* ISHIKAWA の2種だけである。そしてこの両種の殻に見られるちがいは、成長線の数が *E. braueriana* は3~4本で、*E. packardiana* は4~6本というだけで、殻に見られる分類基準からいうと、成長線の数がわずかに1~2本のちがいというだけである。これだけでは化石カイエビ類の分類の基準とすることは困難である。更に同科の中の異属である *Limnadia nipponica* ISHIKAWA と比較してみると *L. nipponica* の方は成長線の数は2~3本で、*E. braueriana* より2本ばかり少ない。つまり両種は成長線の数だけで考えると異種にすることも困難である。しかし大きさを加えると、*L. nipponica* は殻長がほぼ8mmであるのに対して *E. braueriana* は5~6mmであるから両者は群別をつくる可能性がある。

外形においては以上の3種ともほとんど区別はつきにくい。化石カイエビ類に近似する *Leptestheria* や *Caenestheriella* については、日本ではまだ1属1種のみ発見せられているだけで、同属内での種の比較をすることができない。

Leptestheria 属については、上野益三によれば (1940: 満洲産葉脚類), 大きさについていえば第44図に示すように *L. kawachiensis* よりも *L. tenuis* の方が群として大きく、成長線の数も *L. kawachiensis* の方は近江盆地産のもので12~15本、大阪平野産のもので11~15本であるのに対して、*L. tenuis* の方は約27本の多数である。したがって成長線の数において明かに区別される。

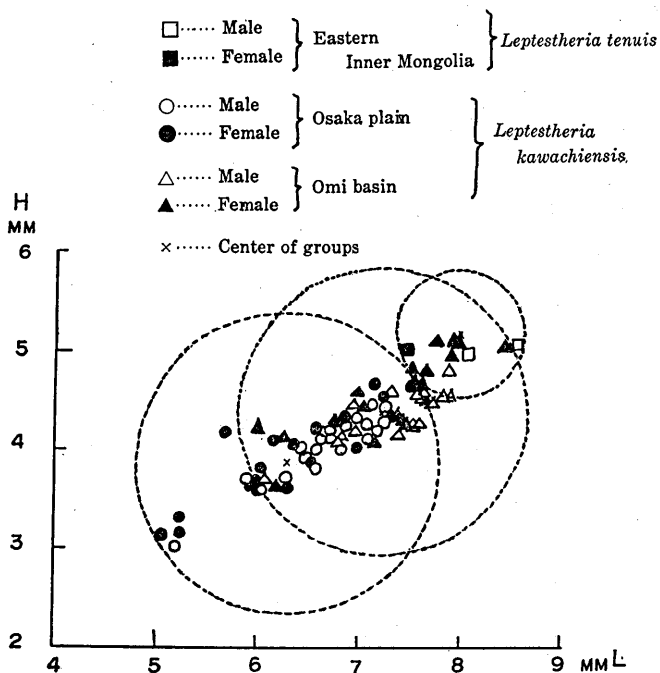


FIG. 44. Difference of carapace size between *L. kawachiensis* UENO and *L. tenuis* (G. O. SARS).

Caenestheriella gifuensis と近似の満蒙産の *Caenestheria davidi* (SIMON) とを比較してみると第10表のとおりである。

TABLE 10. COMPARISON OF *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) FROM JAPAN AND *Caenestheria davidi* (SIMON) FROM MONGOLIA.

Species	Locality	Length		Height		Growth line
		Male	Female	Male	Female	
<i>gifuensis</i>	By M. UENO	11	~ 14	7	~ 10	15~16
	Nara basin	8.3~9.8	9.6~11.6	5.0~6.5	5.4~7.5	20~22
	Omi //	8.1~9.1	7.6~9.2	4.9~5.8	4.8~5.9	17~20
	Sasayama //	8.1~9.2	7.9~9.1	5.0~5.9	4.3~5.4	20~26
<i>davidi</i>	Mongolia	10~11	8.5~9.5	6~7	6~6.5	25±
		9.5	8			

これで見ると大陸産のものは殻の大きさにくらべて成長線の数が多いことがちがっているくらいで、外形その他についてはほとんど変らない。

2. 異属・異科間の境界

日本産現生カイエビ類の *Lynceus biformis*, *Eulimnadia packardiana*, *Leptestheria kawachiensis*, *Caenestheriella gifuensis* の4種は、それぞれ属も科も異なるもので、これらの属や科の境界は殻にどのようにあらわれているかを述べてみる。

1) 外 形

図版IとIIで現生カイエビ類の殻の外形を見ると、ここに示されてある4つの属の形は第45図に示すように円と矩形の組み合わせからつくられる。1は *Lynceus* 型, 2は *Limnadia* 型,

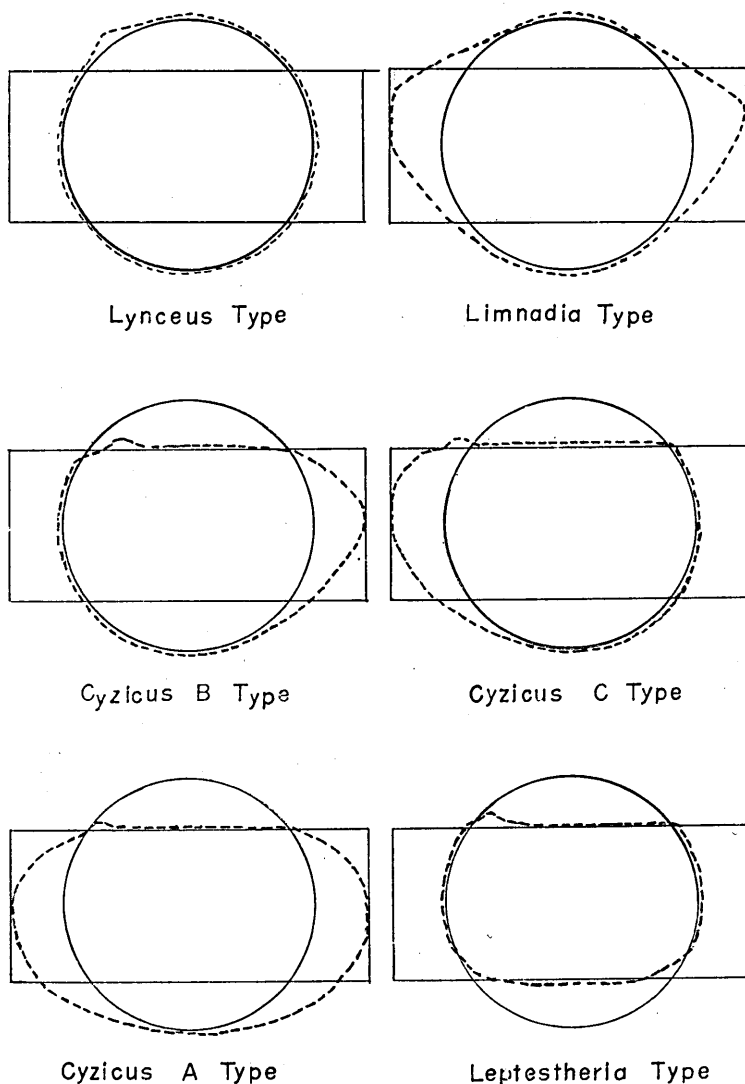


FIG. 45. Carapace outlines of recent estherids.

3, 4, 5は *Cyzicus* 型で, 6は *Leptestheria* 型である。これら4つの型の外形は, 現生カイエビ類では, 種の区分はもちろんのこと, 属や科の区別となっている。化石カイエビ類の外形を見ると, ほとんどこれらの型のどれかであって, この型が分類の基準として効果的であり, また外形の説明に都合がよい。

2) 大きさ

第46図のように, 殻高と殻長の比について4種を雌雄別にみると, 奈良盆地産の *Caenestheriella* は第35図で示した In. c 型で雌雄の群別が強くあらわれている。*Leptestheria* は近江盆地産は Iv. a 型で大阪平野産は In. a 型であり, 西条盆地産の *Eulimnadia* はほとんど C 型で, 雌雄両群の関係はほとんど同心円型に近い。そして *Lynceus* の雌雄両群の関係は In. b 型を示している。そこでこれらの両図から判断されることは, 種の境界として *Caenestheriella* のように In. c 型まで種の範囲は拡大しているが, 同時に属と属との境界では *Caenestheriella* と *Leptestheria* のように完全に隔離した Is 型もあれば, *Leptestheria* と *Eulimnadia* のように, 種の雌雄の関係よりも更にせまい関係の In. b 型を示しているものもある。したがって H/L の比の群別だけでは雌雄の差か, 種の差異か, 或は属や科の差異かをきめることはできない。

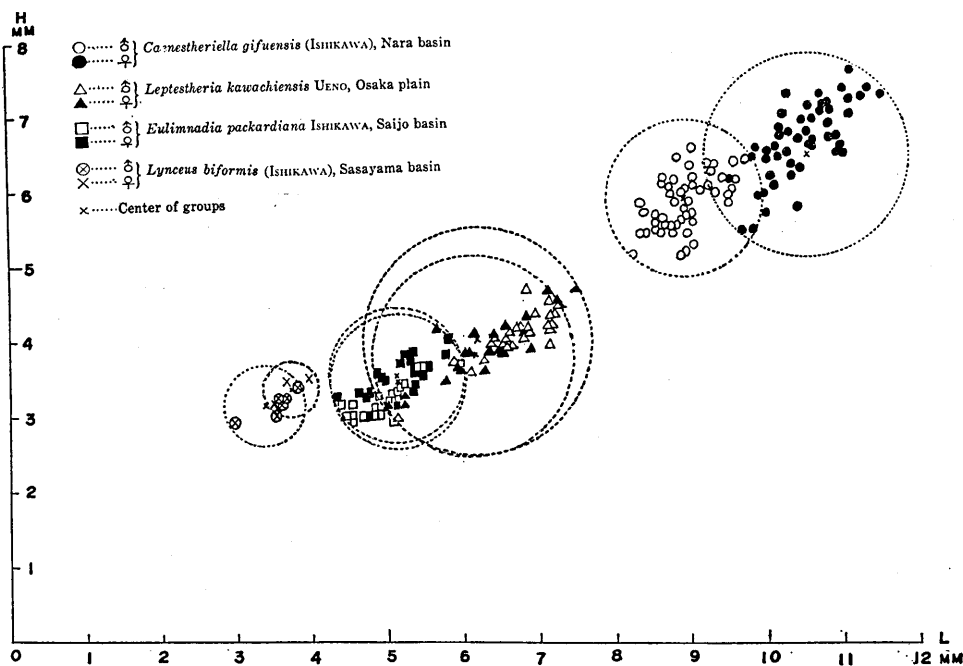


FIG. 46. H/L of recent estherids.

3) 殻頂の位置

第47図は, 奈良盆地, 近江盆地, 篠山盆地の *Caenestheriella gifuensis* の U/L の比, つまり殻頂から殻の前端までの距離と殻長との比であるが, 3地域のもの間に地方変異は見られない。*Leptestheria kawachiensis* についても近江盆地と大阪平野において地方変異

はそれほど大きくはない。しかし *Caenestheriella* と *Leptestheria* とを比較すると *Leptestheria* の方が殻頂の位置は前端に近いことがわかる。けれどもこの資料では種の境界はもちろんのこと、属の境界の分類基準として用いるにも多少の不安がある。*Eulimnadia* の殻頂はほとんど殻の背縁の中央に近い。したがって *Eulimnadia* と *Caenestheriella* や *Leptestheria* などとの比較においては属や科において実に効果的な分類基準である。

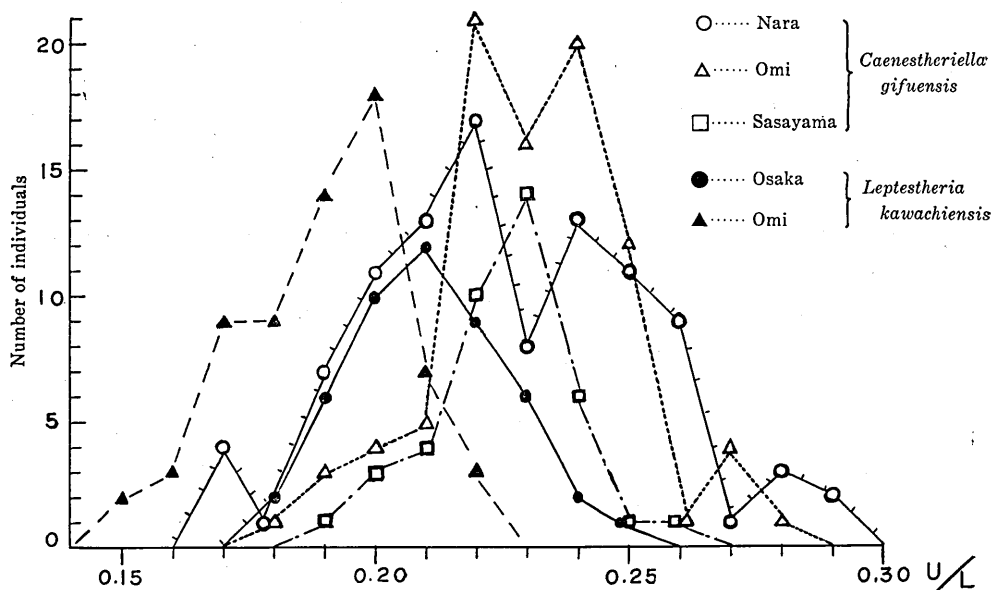


FIG. 47. U/L of *Caenestheriella* and *Leptestheria*.

4) 成長線

第11表に示したように日本産現生カイエビ類の4種について成長線の数を比較してみるとかなりの差異がみとめられる。つまり4つの属は成長線における数の群集をつくっても完全に分離し、属の分類には実に効果的である。

次に殻における成長線の分布様式をみると第48図のように、*Lynceus* は殻の全面に1本もなく、*Eulimnadia* は殻の周辺だけに見られ、*Leptestheria* は殻頂付近に1部分なくてあとは全面にあり、*Caenestheriella* は殻の全面に分布している。このように4つの属は成長線の分布様式においても明確な境界が見られる。

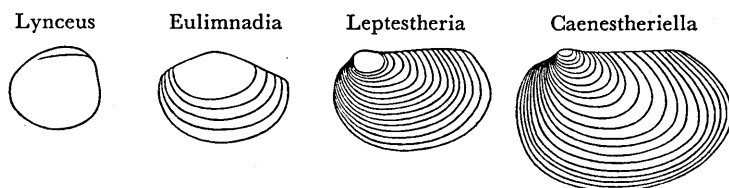


FIG. 48. Distribution of growth lines on the carapaces of recent estherids.

TABLE 11. COMPARISON OF THE NUMBER OF GROWTH LINES AMONG FOUR SPECIES OF RECENT ESTHERIDS IN JAPAN.

Genus and species	Locality	Number of Growth lines		
		Male	Female	Male and Female
<i>Caenestheriella gifuensis</i>	Nara basin	20~21	21~22	20~22
	Omi "	17~18	17~20	17~20
	Sasayama "	21~23	20~26	20~26
	By UENO	15~16		
<i>Leptestheria kawachiensis</i>	Omi basin	12~15	12~15	12~15
	Osaka plain	11~15	11~15	11~15
	By UENO	15		
<i>Eulimnadia packardiana</i>	Saijo basin	4~6	5~7	4~7
	By UENO	4 ~ 6		
<i>Lynceus biformis</i>	Sasayama basin	None	None	
	By UENO	"	"	

5) 彫 刻

成長線の間に見られる彫刻の状態は、同属内での種の間ではほとんど変化しないが、属や科の区別としては明確なちがいがある。*Lynceus* は全部網目状で *Eulimnadia* は周縁部は放射状であとは網目状、*Leptestheria* と *Caenestheriella* は殻頂付近と殻の周辺部が放射状であとは網目状である。

(c) 化石カイエビ類の分類 (結論)

1. 分類上の混乱

下記の事項は、化石カイエビ類の分類を細分し過ぎたり、逆に不明のまま領域を拡大し過ぎたりする原因となっていたように思う。

- 1) 成長過程の無視
- 2) 性別の無視
- 3) 個体数の不足
- 4) 二次的変形の無視
- 5) 保存の不良
- 6) 地方変異の無視
- 7) 殻の形態における連続性
- 8) 従来の分類基準のあいまいさ

2. 分類前の考慮

化石カイエビ類の分類において、現生カイエビ類の分類によって得られる分類基準の適用

に際して、保存不良のため困る場合が多い。これに対して筆者のとっている方法は次のとおりである。

1) 化石の二次的変形

カイエビ類のように軟弱な殻をもった生物は、化石化するにあたって、また化石化した後に地殻変動などの諸作用によって変形することが多い。変形の有無や、どちらの方向から圧力が加わっているかを知るには、図版Ⅹの4に見られるように、同一の個体とおもわれる2枚の殻がはなれて直角に配列しているような場合をとりあげる。それぞれの殻高と殻長を比較してみると、いずれの方向が圧縮せられて、いずれの方向へ伸長しているかがわかる。次に図版Ⅹの3に見られるように、同方向に並行のしわができている場合にはこのしわの方向から圧力の方向を考えることができる。

2) 地層の層準の差

現生カイエビ類の場合には、地方変異による種の変異領域の拡大が考えられるが、化石では水平的な地理的分布だけでなく、垂直的な地層の層準の差は時間の差を示すことの意味が加わる。化石の種については同一時代の地理的分布の差にも、また同一地域の時代の差にも種の領域の拡大を考慮しなくてはならない。したがって同一地域の同一層準では分類の基準はせまくなるが、地域がちがったり、層準のちがう化石の同定には、種の分類基準の範囲は拡大して考えねばならない。

3) 化石保存の不良

第49図の1のように、殻の一部が失われているときは、図のように外形を推定して測定する以外に方法がない。殻頂の位置は不明ことが多いが、これは第49図の2のように殻頂付近の成長線の配列から推定する。殻頂付近の成長線の不明の場合は、第49図の3のように判明している成長線の殻頂側の最初の2本の間隔で空白の場所を数えて加へ、実数の近似数を推定する。

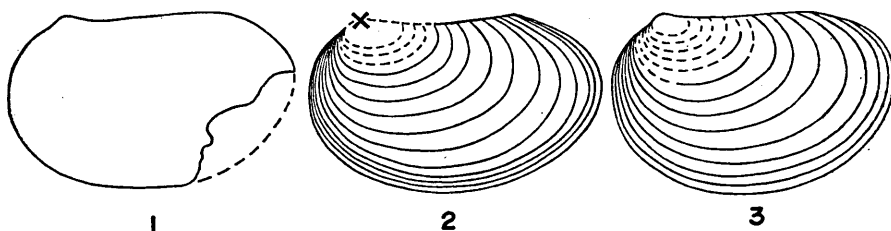


FIG. 49. Method of measurement of ill-preserved estherids.

4) 成長過程

カイエビ類の成体と幼体のきめ方は、殻の周辺部に成長線の密集部が存在しているものを成体とみればよい。現生カイエビ類の成長過程で不変のものは、外形とH/Lの比とU/Lの比であり、変化するのは、大きさ、成長線の分布様式、成長線の数、成長線間に見られる彫刻などである。これらの変化するものが成長過程を判定する資料となる。

5) 雌雄の推定

a. 雌は雄よりも背縁の彎曲が多少強い。

b. 雌は雄よりも多少殻の後方がひろい。

c. H/L の比において多数の標本を扱う場合に、同種において性別群があらわれることがある。日本産現生カイエビ類の例から見ると雌雄の両群の関係で隔離型の Js 型は見られなくて、干渉型の In. c 型以下である。したがって Is 型の場合には別種とみてよい。そして干渉型や内包型の場合は異種の場合もあり、同種内の性別の差であることもある。この場合に雌雄のどちらが大きい群をなすかは決定できない。

d. U/L の比、つまり殻頂前の距離と殻長との比では性別のわかっている現生のものでは群別をつくることが多いが、性別のわからぬ群集の U/L の比では 1 種としてのまとまりは見られるが性別はわからない。奈良盆地産の *Caenestheriella gifuensis* のように明確に性別のみとめられる場合もあるから、群別をつくる場合にはそれが雌雄の差かどうかは他の条件を考慮してみる必要がある。

e. 成長線の分布の様式において性別はみとめられないが、成長線の数においては性別のみとめられることが多い。しかし種としてのまとまりを混乱させるようなものではなく、また雌雄のどちらが多いかはきめられない。

f. 成長線の間に見られる彫刻では性別はみとめられなかった。

3. 化石カイエビ類の分類基準

化石カイエビ類の分類に対して、現生カイエビ類の殻の研究から得られた有効な分類基準は次のとおりである。

1) 殻の背縁がより強く曲っているものと、それほどでないものとの両群があるとき、また殻の前方のふくれたものと後方のふくれたものとの両群があるときは性的 2 形の考慮を要する。カイエビ類の殻の外形では、第 45 図の 4 つの型は、種の区分だけでなく属や科の分類基準となる。その中で *Cyzicus* 型の 3 つの型は同一種内でもある程度見られるが、第 37 図の方法で隔離型の群別をつくる場合には異種とすべきであろう。

2) 殻の大きさでは、H/L の比の群別で隔離型をなす場合は異種と見てよい。同時に同心円型は同種と見てよい。干渉型と内包型をなす場合には異種の場合もあり、同種内での性別の場合もある。この場合には他の条件を合わせ考える必要がある。

3) H/L の比における分割領域の A・B……J・K の場合をみると、種としての領域はほぼ 2 領域内に分布している。これ以上の領域に分布する場合には異種としての可能性がある。

4) 殻頂の位置は U/L の比の値が小さい程殻の前端に近く、大きいほど殻の中央に近い。この比について雌雄の群別をつくるのは日本産の現生カイエビ類では奈良盆地産の *Caenestheriella* くらいで、群別をつくった場合は異種としての可能性が強い。

5) 第 48 図に示すように成長線の分布様式は種はもちろんのこと、属、科の分類基準となる。

6) 成長線の数は、現生種では *Eulimnadia* のように 2 本の差で種の区分となっている場合があり、5 本以上の差は属の区分にもなっているが、化石の場合には種においても、属や

科においてもやや基準にゆとりをもたせる必要がある。

7) 日本産では、現生種でも化石種でも、成長線間に見られる彫刻は放射状のものと網目状のものとの組み合わせである。これのちがいは属以上の分類基準に見られる。

8) 以上の分類基準は、同一地域においては基準の範囲がせまく用いられ、異地域にわたる場合には基準の範囲は多少ゆとりをもって用いられるのがふつうである。

4. 記載について

現在までの化石カイエビ類の記載方法に、筆者の新しい方法を加えて記載事項を順に示せば次のとおりである。

- 1) 標本採集の場所，日付，採集者，含化石層の層序上の位置，地質時代
- 2) 成長過程における段階
- 3) 変形の程度および保存状態
- 4) 標本の殻の右と左
- 5) 外形と大きさを示す方法として 1 mm 方眼紙上に標本をのせて示す。
- 6) 殻の外形の説明には，第45図のように円と矩形の組み合わせから得られる 6 つの型を使用するとよい。
- 7) 殻の前方がふくれている *Cyzicus* B型から，殻の後方がふくれている *Cyzicus* C型への漸移過程を示す方法として，第37図の方法を使用する。
- 8) 殻の大きさは，殻の長さと高さを測定して示し，分類のための群別を見るために H/L の比をつくってみる。
- 9) H/L の比にあらわれる群別の円とその中心を求めて，第 35 図のような群の関係から分類を試みる。
- 10) 第 3 図，およびその他に多く見られるように H/L の比を更に分割領域に分けて，その領域で分類を考慮する。
- 11) 殻頂の位置は第 5 図その他で示したように U/L の比で示す。
- 12) 成長線の分布様式を見る。
- 13) 成長線の数を数える。
- 14) 成長線の間に見られる彫刻を観察する。

5. 系列の問題

現生カイエビ類の殻の研究かみちびき出される日本産の *Lynceus*, *Eulimnadia*, *Leptestheria*, *Caenestheriella* の 4 科 4 属の間に見られる系列には次のようなものが見られる。

1) 円形から楕円形へ

現生カイエビ類の殻の外形を見ると，図版 I および II でわかるように円形から楕円形への漸移が見られる。*Lynceus* は円形に近く，*Eulimnadia* はこれについて殻の背縁が高く，*Leptestheria* と *Caenestheriella* は楕円形に近い。

2) 小型から大型へ

最も小さいのが *Lynceus* で次に *Eulimnadia*, *Leptestheria* がその次で，最大は *Caenestheriella* である。

3) 成長線の数の増加傾向

Lynceus は殻の全面にほとんど1本もなく、*Eulimnadia* は殻の周辺に3~4本か、5~6本あり、*Leptestheria* は、手もとの資料では11~15本であり、*Caenestheriella* は奈良・近江・篠山産をあわせ考えて17~26本である。

4) 成長線の分布様式

Lynceus は殻の全面にほとんどなく、*Eulimnadia* は殻の周辺にあり、*Leptestheria* は殻頂附近が空白であり、*Caenestheriella* は殻の全面にある。

5) 成長線間の彫刻

放射状部は *Lynceus* には見られず、*Eulimnadia* には周縁のみに見られ、*Leptestheria* と *Caenestheriella* では殻頂部と殻の周辺部に存在している。

6) 考 察

上記のように *Lynceus* から *Eulimnadia* へ、次に *Leptestheria* へ、更に *Caenestheriella* へと5つの事項について漸移系列がみとめられる。節足動物本来の姿から *Cyzicus* 型を基本とすると、*Lynceus* 型は特殊化した型と考えられる。*Caenestheriella* は浅くて広い水域に適応した型であり、*Lynceus* はせまい水域に適応し、主として垂直的運動をなすに適応した型である。

IV 生態学的研究

A 観 察

(a) 現生カイエビ類の生息環境

1. 奈良盆地

奈良盆地では、大和郡山市新木町ハサマ 338 番地の *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) の生息していた苗代田と、付近の水深 2m ばかりの灌漑用溜池の芦ヶ池をカイエビ類の非生息場としてとりあげ、1956年6月17日午前9時から翌日の午前8時まで1時間毎に気温・水温・pH・ O_2 と CO_2 の溶存量をしらべた。

1) 気温・水温と pH

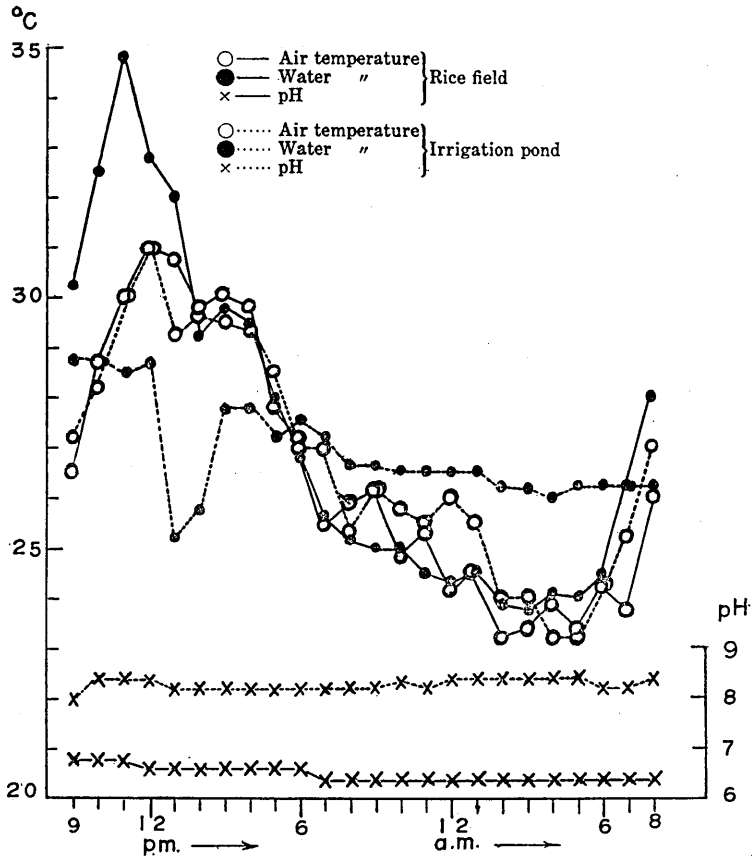


FIG. 50. Temperature and pH at a habitat of recent estherids in the Nara basin.

第50図に示すように、水田では昼間、特に日照時において水温ははるかに気温よりも高くなるが夜間は両方ともほとんど同じである。それに対して水深の大きい溜池では水温の変化

がほとんどないため、昼間は水温は気温よりも低く、夜間は逆に高い。

次にpHは、水田は6.5くらいで日変化があまりない。芦ヶ池は8~8.5で強度のアルカリ性を示した。これはこの池では金魚の飼料にするプランクトンを育てるために醬油粕をつめた俵を沢山湖底に沈めていること、そのため水の色が緑色を呈するほどプランクトンが繁殖していたことなどに原因するのかも知れない。この溜池にはもちろんのこと、この溜池の水を引いている下手の水田からはカイエビ類を発見することができなかった。

次に第51図に O_2 と CO_2 の溶存量を示したが、水田は昼間は O_2 が多くて CO_2 が少く、芦ヶ池は水田よりも O_2 の量は一般に高く、日変化も水田にくらべてはるかに大きかった。芦ヶ池の CO_2 は試薬のフェノールフタレインを滴下しただけで赤色反応があらわれて測定できなかった。

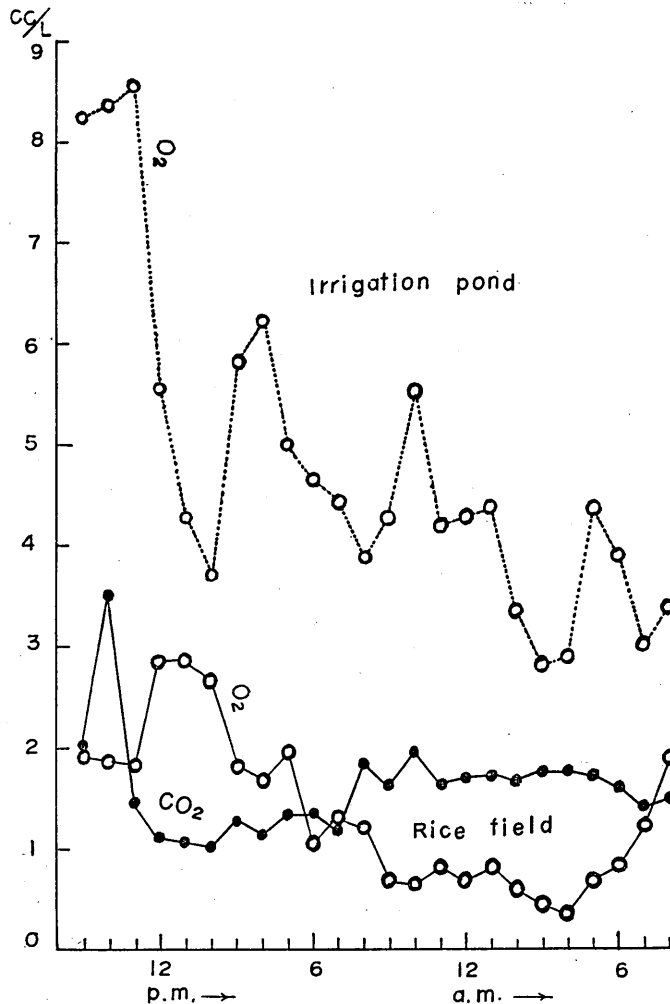


FIG. 51. O_2 and CO_2 contents in water at a rice-field and an irrigation pond in the Nara basin.

2) 共存生物

ここに示した淡水生物については津田松苗教授・プランクトンについては巖 靖子氏の鑑定による。

a. 1956年6月10日に新木町付近の *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) の生息していた水田の共存生物の中 Plankton は次のとおりであった。

(大和郡山市柳町公文田29番地)

(Cyanophyceae)

Oscillatoria limosa
Merismopedia sp.

Chroococcus sp.
Lyngbya contorta

(Chlorophyceae)

Scenedesmus quadricauda
S. dimorphus
S. abundans
S. obliquus
Ankistrodesmus falcatus

Pediastrum Boryanum
Ophiocytium sp.
Spirogyra sp.
Tetraedoron sp.

(Flagellida)

Euglena sp.
Phacus pleuronectes
p. longicauda
Lepocinclis sp.
Chlamydomonas sp.

Trachelomonas hispida
T. volvocina
T. sp.
T. cylindrica

(Conjugatae)

Closterium sp.
Cosmarium sp.

Staurastrum sp.

(Sarcodina)

Trinema sp.

(Rotatoria)

Trichocerea capucina

(Bacillarieae)

Nitzschia palea
N. obtusa
N. acuta
N. ignorata
Navicula cryptocephala
N. simplex
N. exigua

Surirella robusta
Synedra ulna
Stauroneis sp.
Pinnularia microstauron
P. molaris
P. interrupta minutissima
Tabellaria sp.

N. pupula

Cyclotella Meneghiniana

N. affinis

(Nematoda)

Nematoda

上記の水田に生息していた *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) の食性を、消化器を開いてしらべた結果は次のとおりであった。

(Chlorophyceae)

Scenedesmus dimorphus A

Ophiocytium sp.

S. obliquus

Spirogyra sp.

S. quadricauda

Tetraedoron sp.

Ankistrodesmus sp.

(Flagellida)

Euglena spiroides

Chlamydomonas sp.

Eu. sp. A

Trachelomonas volvocina A

Lepocinclis sp.

T. cylindrica

Phacus longicauda

Monas

Ph. Pleuronectes A

Ph. sp. A

(Conjugatae)

(Cyanophyceae)

Staurastrum sp.

Merismopedia sp.

Cosmarium sp.

Lyngbya contorta

(Bacillariae)

Navicula sp.

Nitzschia palea

N. cryptocephala

N. sp.

N. pupula

Pinnularia sp.

(Others)

Pollen

Detritus

A.....abundant

上記の資料によると、*C. gifuensis* が最も多く食べていたものは、主として鞭毛藻類と緑藻類であった。そして偽足類・線虫類・輪虫類は見られなかった。

b. 新木町小垣内287番地の水田において6月6日に採水した中に見られたプランクトンは次のとおりであった。この水田において *Epistylis* が *Caenestheriella* の殻に密集して着生していた。ここでは4月25日に水を入れて5月上旬に発生したとのことである。

(Chlorophyceae)

Ankistrodesmus falcatus

Scenedesmus abundans

Hydrodictyon sp.

S. falcatus

Pandorina morum

S. maximus

<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>clathratum</i>	<i>S. quadricauda</i>
<i>Selenastrum</i> sp.	
(Flagellida)	(Bacillarieae)
<i>Trachelomonas</i> sp.	<i>Nitzschia palea</i>
<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>N.</i> sp.
(Cyanophyceae)	(Rotatoria)
<i>Merismopedia</i> sp.	<i>Trichocerea capucina</i>
(Ciliata)	(Others)
<i>Epistylis</i> sp.	Bacteria

c. 新木町西口226番地の水田では、6月6日に水を入れた水田から、翌7日に採水してしらべたところ、次のようなプランクトンがみられた。

(Chlorophyceae)

<i>Eudorina elegans</i>	<i>Tetraedron muticum</i>
<i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp.
<i>Pandorina morum</i>	
(Cyanophyceae)	(Flagellida)
<i>Anabaena</i> sp.	<i>Euglena</i> sp.
<i>Microcystis</i> sp.	<i>Chlamydomonas</i> sp.
<i>Oscillatoria</i> sp.	

この新しい水田ではプランクトンは、種類数においても量においても貧弱であった。

d. 新木町西口269番地の水田は、6月11日に水を入れて、6月20日に *Leptestheria kawachiensis* の発生しているのを発見し、その成長過程の資料を得た水田で、その食性は次のとおりであった。

(Bacillarieae)	(Flagellida)
<i>Navicula</i> sp.	<i>Chlamydomonas</i> sp. A
<i>N. pupula</i>	
<i>Nitzschia</i> sp.	(Others)
<i>Fragilaria</i> sp.	Organic matter A

e. カイエビ類の生息していない芦ヶ池の6月14日におけるプランクトンは次のとおりであった。

(Cyanophyceae)

<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>M. robusta</i>	<i>Lynghya limnetica</i>

Anabaena flos-aquae
A. circinalis

Chroococcus sp.

(Chlorophyceae)

Scenedesmus quadricauda
S. dimorphus
Actinastrum sp.

Pediastrum duplex
Ankistrodesmus falcatus

(Bacillarieae)

Cyclotella sp.
Cynedra acus
Melosira granulata

Fragilaria sp.
Pinnulacia microstauron
Nitzschia sp.

(Conjugatae)

Coelastrum sp.
Staurastrum sp.

Golenkinia sp.

(Flagellida)

Volvox sp. A
Chlamydomonas sp.
Pandorina morum

Eudorina elegans
Geratium hirundinella

(Ciliata)

Epistylis sp.

(Cladocera)

Diaphanosoma brachyurum A

(Rotatoria)

Schizocerca diversicornis
Diurella stylata
Filinia longiseta

Brachionus calyciflorus dorcas spinosus
Keratella valga fo. *tropica*
Schizocerca diversicornis

(Copepoda)

Nauplius

Eodiaptomus japonicus

しかし6月21日になると、芦ヶ池のプランクトンは次のように変化していた。

(Cyanophyceae)

Microcystis aelginosa
Chroococcus sp.

Lynghya contorta

(Copepoda)

Eodiaptomus japonicus A (99%)

(Ciliata)

Trichodina sp.

このことから考えるとプランクトンの組成は、時期によって変化が大きいようである。したがってカイエビ類も餌料の点において、この組成の変化に左右されることが考えられる。

f. 大和郡山市付近の水田に生息しているところの, *C. gifuensis* の天敵と考えられる食肉性昆虫には次のようなものが見られた。

(Natural enemy)

Sternolophus sp.

Gambaroides japonicus

Eretes sticticus

Hydaticus grammicus var. *nigrovittatus*

Cybister tripunctatus

Cybister, larva

Cyprinus carpio

etc.

g. 大和郡山市付近の水田に生息していた生物で, *C. gifuensis* の餌料および天敵と考えられる生物以外の生物は次のようなものであった。

Viviparus (Idiopoma) malleatus

Ranatra chinensis

Misgurnus anguillicaudatus

Culex sp. larva

Mimobdella japonica

Branchinella kugenumaensis

Rana nigromaculata nigromaculata

R. nigromaculata nigromaculata. larva

3. 水 深

現生カイエビ類の生息している場所は, 日本ではほとんど水田で, 水深は10cm内外, あるいはそれ以下である。また畑の溝や, 浅くてせまい灌漑用水路の溜水などで見かけたこともある。つまり日照と同時に水温が急に高まるような水域である。

4. 底 質

カイエビ類の生息場所の底質はすべて細粒な泥質である。砂礫質の場所や流れのある場所には見あたらない。大和郡山市新木町のカイエビ類の生息していた3地域の水田の土壌の粒度分析の平均値は第57図に示した。

2. 篠山盆地

同種の生物の地方変異の原因の1つを環境のちがいに求める試みとして, 奈良盆地と同様の *C. gifuensis* の生息している兵庫県多紀郡篠山町^{やがみしも}字八上下の水田をとりあげて, その生息環境の日変化の調査を1956年6月8日から翌日9日にかけて行った。地理的環境において篠山盆地は, 奈良盆地の大和郡山市にくらべて緯度において26分北にあり, 海拔高度において約160m高い。したがって環境は両者ではかなりの差異がある。

調査した^{やがみしも}八上下の坪109番地の水田について, 所有者の藤井徳太郎氏の言によれば, 4月5日ころ苗代田をつくり, 4月10日ころ種まきを行い, 5月4日ころ苗が3~4cmに成長したときに焼土の灰を入れた。そのころ苗代田一面にカイエビ類が発生していたそうである。田植は灌漑水の関係で例年5月27日ころ行うのを, 同年は筆者の調査のため一部苗代田のまま残して他は田植が終っていた。この地域においては, 県道より低い地域の水田にはカイエビ類は発生しないということである。その地域は年中湿田である。この地の農夫は苗代田にカイエビ類が発生すると, 泥をかきまわして伸びかけた苗の成長をさまたげるといって苗代田を乾燥させて殺すとのことである。この地域での調査の対象にはカイエビ類の生息水

田と、非棲息地の700mばかりはなれた山麓の溜池である東池をとりあげた。

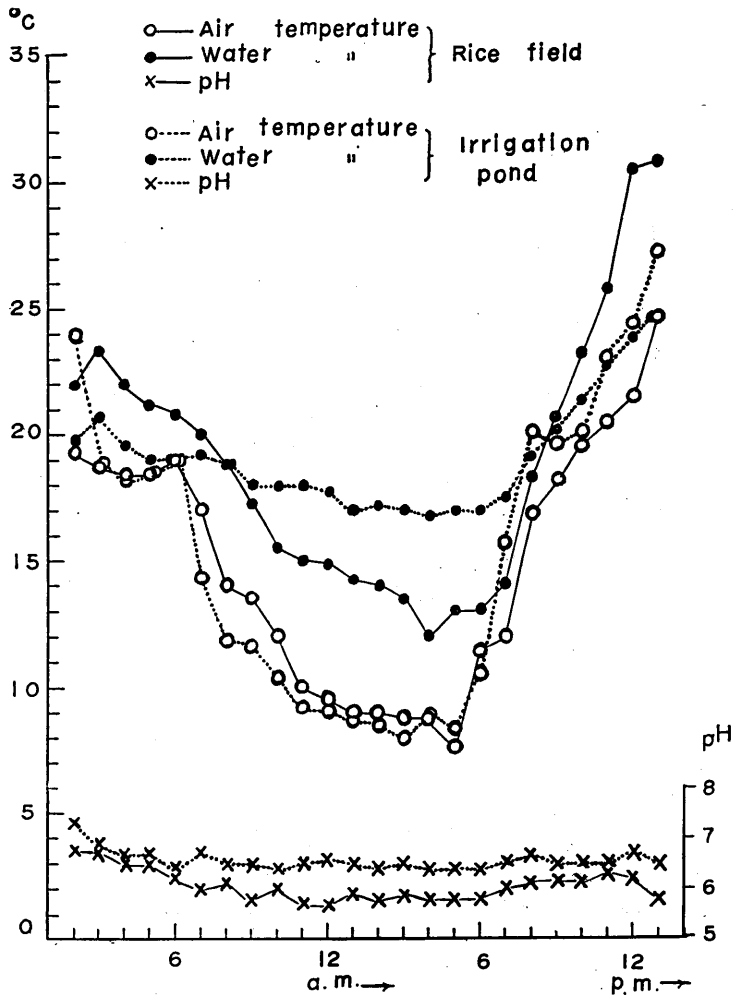


Fig. 52. Temperature and pH at a habitat of recent estherids and the vicinity in the Sasayama basin.

1) 気温、水温とpH

カイエビ類生息の水田と、非生息場の東池について比較すると、気温はほとんど似たものであるが、水温の日変化は奈良盆地の場合と同様に、水田では溜池よりはるかに大きく、最低12°Cから最高30.8°Cまでの変化が見られる。水田の水深は10cm内外であるから、第52図に見られるように気温の変化とほぼ平行している。

pHは水田の方は5.7から6.8の間で変化しており、東池の方は6.4から7.3にわたり、水田よりも高い。これを奈良盆地のカイエビ類生息の水田にくらべると、篠山盆地の方がやや低い。

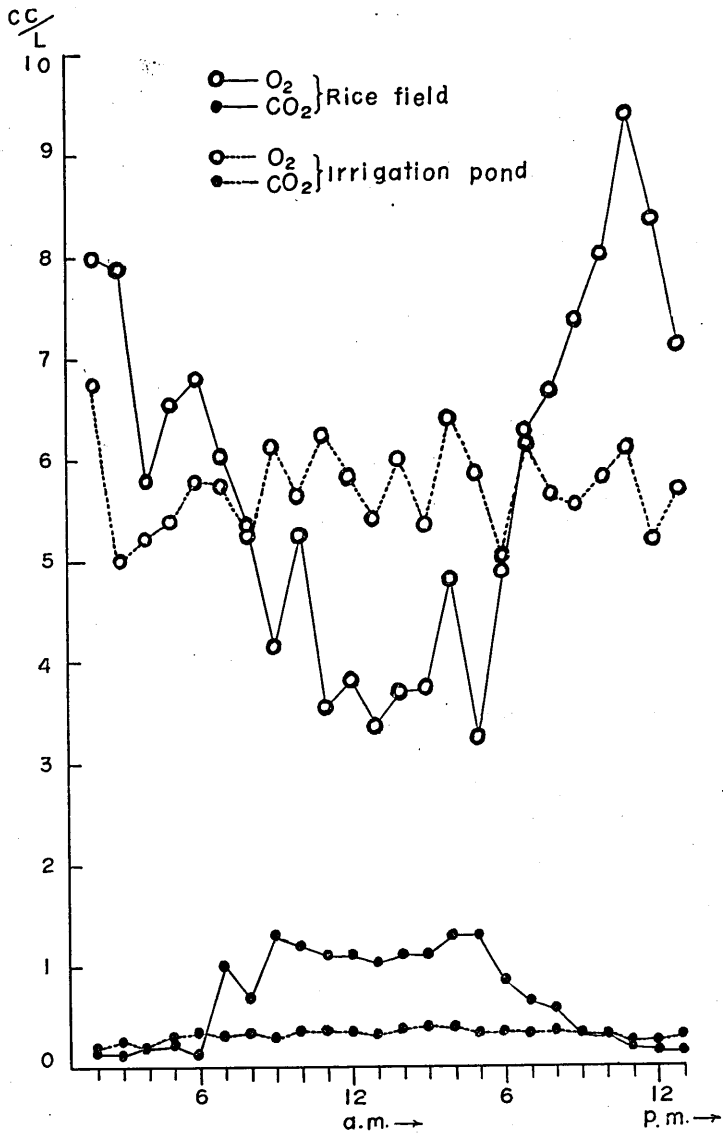


FIG. 53. O₂ and CO₂ contents in water at a rice-field and an irrigation pond in the Sasayama basin.

2) 第53図に見られるようにO₂とCO₂溶存量の日変化で、昼はO₂の量が増してCO₂の量が減じ、夜は逆にCO₂の量が増してO₂の量が減少する傾向が見られる。この水田ではカイエビ類も多量であったが、東池にくらべて水量に比して淡水生物の量の割合が非常に大きいためか、水田のpHは東池よりもはるかに日変化が大きかった。CO₂の量が最高を示し、O₂の量が最底を示した時刻は午前5時過ぎころであった。

3) 水深と底質

カイエビ類の生息していた水田の水深はほぼ 10cm 内外で、底質は泥土であり、その土壌の粒度分析の結果は第57図に示した。

3. 近江盆地

近江盆地においては、琵琶湖周辺の水田に *Caenestheriella gifuensis* や *Leptestheria kawachiensis* が生息しているが、筆者の採集した場所は、草津市新町および草津市出屋敷の苗代田である。この地域はほぼ東経 136° で、北緯 35° の地点であり、海拔約 97m の野洲川や草津川の琵琶湖東南部のデルタ上に水田が分布している。この地域の気象状態は第 58. 59. 60 図に示し、この地域の 3ヶ所における水田の土壌分析の結果の平均値を第57図に示した。

4. 大阪平野

大阪平野では、淀川に沿うて海岸から約 22Km はなれた生駒山脈の西北麓の寝屋川市付近に *Leptestheria kawachiensis* UENO が生息していることが知られている。この生息地の位置は東経約 135° 38' で北緯 34° 13' であり、海拔 5 m くらいの低平な地域である。

この地域の気候的環境は第 58, 59, 60 図のとおりであり、奈良盆地との差はほとんど見られない。底質については寝屋川市の香里園駅付近の 3ヶ所の水田の土壌の粒度分析の平均を第57図に示した。

5. 西条盆地

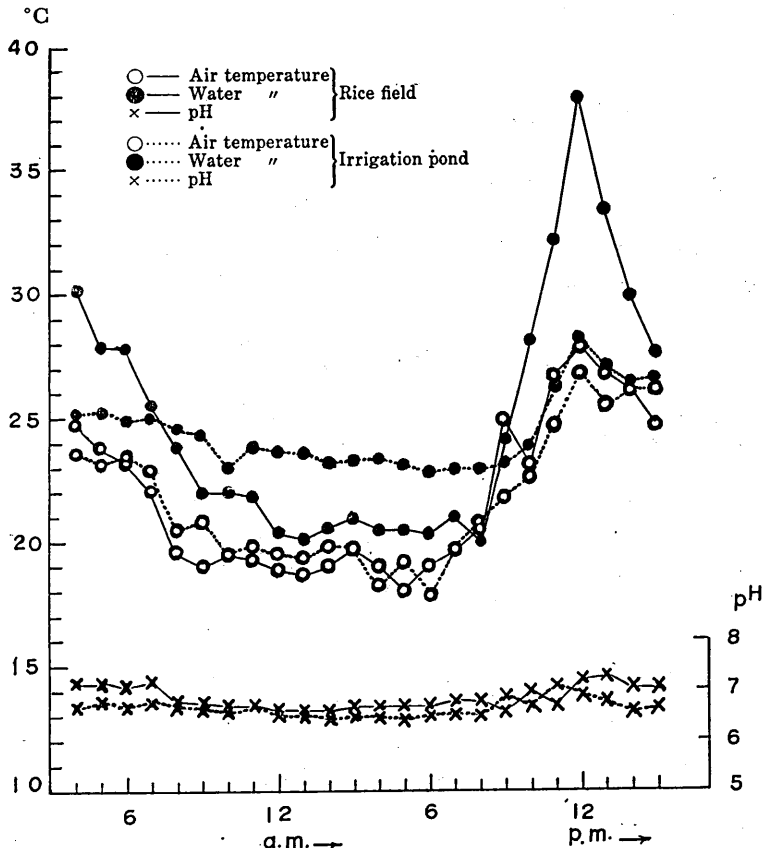


FIG. 54. Temperature and pH at a rice-field and an irrigation pond in the Saijo basin.

西条盆地は、ほぼ東経 $132^{\circ}45'$ 、北緯 $34^{\circ}25'$ に位置し、東西 16Km、南北 10Km にわたる海拔 200~260m の台地性の盆地である。

ここでは 5 月上旬に苗代田がつくられて、5 月 15 日ころに *Eulimnadia packardiana* が発生するとのことである。そして最盛期は 6 月上旬である。本田においては 5 月の終りころに水を入れて 6 月 10 日ころから 7 月上旬にかけて田植が行われる。そしてカイエビ類が本田に発生するのは 7 月 10 日ころとのことである。カイエビ類が全部消滅するのは 8 月下旬とのことである。

この盆地では、八本松町川上中学校付近のカイエビ類の生息している水田と、付近の水深 2m くらいの溜池（しんいけ新池）について 1957 年 6 月 29 日から翌 30 日にわたって調査し比較してみた。

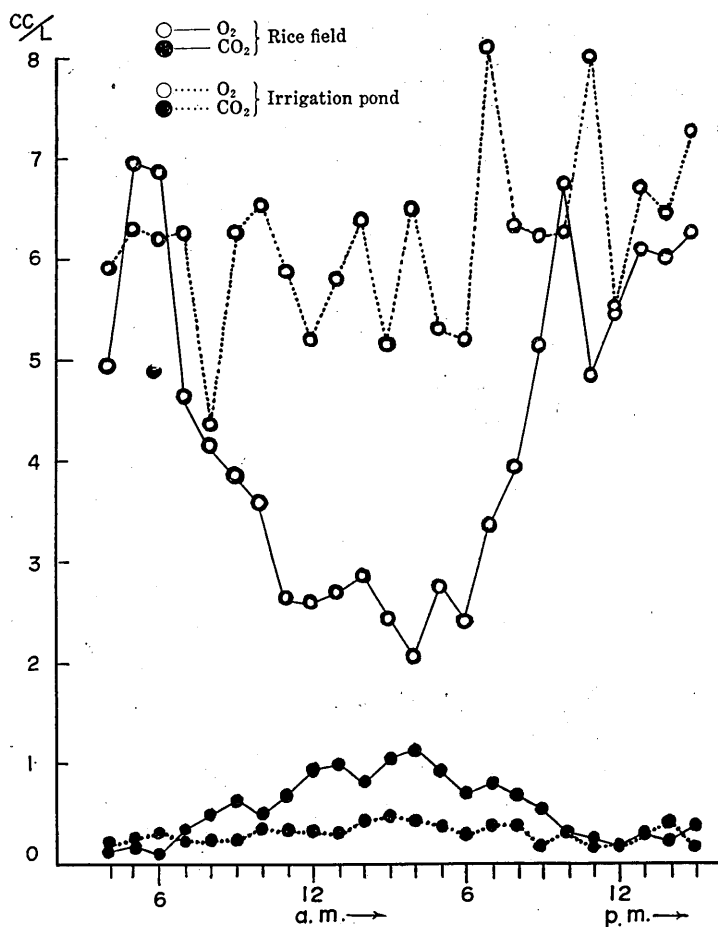


FIG. 55. O_2 and CO_2 contents in water of a rice-field or an irrigation pond in the Saijo basin.

1) 気温・水温と pH

第54図に示すように、気温と pH は水田においても溜池においてもほとんど変化は見られ

ないが、水温は正午ころに水田において 37.8°C の高温を示した。このように浅い水田では、水温は日の出とともに急に上昇しはじめ、日没とともに急に降下するのがふつうであるが、西条盆地のように海拔高度の高い盆地地形ではこの傾向は一層強くあらわれるようである。

(第 58, 59, 60 図参照)

2) O_2 と CO_2 の溶存量

第 55 図に示したように O_2 と CO_2 の溶存量の日変化は新池の方はそれほどでもないが、水田の変化は非常に大きい。

3) 底質について水田の土壌の粒度分析の結果は第 57 図に見られるとおりであるが、西条盆地の水田の土壌は他地域のものにくらべて一般に粗粒である。盆地の基盤岩はほとんど花崗岩で一部流紋岩である。これらの風化物が直接に流入したものや、またこれらの基盤岩の風化物でつくられたごく若い時代の西条湖成層の地層の粗粒な堆積物で水田の土壌が形成せられているからであろう。

4) 共存生物

プランクトンは藍藻類・珪藻類・線虫類・偽足類・鞭毛藻類・枝角類などが発見せられた。

(b) 化石カイエビ類の産状

1 岩 質

化石カイエビ類を含む岩質は、泥質岩であり、そしてほとんど剝理性をもっている。時には泥灰岩質なものや、凝灰岩質なものでも塊状なものもあるが、それらに含まれている割合はごく低い。剝理性の頁岩が化石カイエビ類発見の手引となるくらいに、豊富な産出の場所ではごくはがれやすい性質をもっている。篠山硯石層群中の化石カイエビ類をふくむ頁岩で、横 42mm、縦 66.37mm の薄片をつくって葉理の間隔と数をしらべたものを第 12 表に示した。これで細粒というのはほぼ 0.0083mm くらいの粒度をもつもので、中粒はほぼ 0.0165mm 、粗粒はほぼ 0.033mm の粒度の薄層を示したものである。そして 66mm の中に 72 の葉理が数えられ、それらは粗粒の薄層と細粒の薄層の互層となっており、約 36 サイクルがみとめられる。各葉理の厚さはかなり厚薄が見られるが、この割合でみると 10cm で 55 サイクルくらいとなる。稻倉硯石層群の含化石頁岩の 3 個についてしらべてみると、10cm につき 74.85.94 サイクルであった。

岡山県井原市上稲木町山^{やまし}地(旧 稻倉村)の山地池の北岸に化石カイエビ類を最も豊富に産出する場所がある。これは第 3 表の稻倉硯石層群の層序表に示してある化石カイエビ類を含む山地頁岩にあたるが、ここでは河底から約 2m の厚さにわたって巻貝や二枚貝の化石をふくむ塊状頁岩層で、その上に約 2m にわたって剝理性の頁岩があり、豊富に化石カイエビ類を産出する。その上に約 10m の厚さの巻貝、二枚貝の化石を産出する塊状頁岩層があり、その上にやや剝理性の頁岩が約 2m の厚さ存在し、少量の化石カイエビ類を産出する。その上はまた 5m の厚さの塊状頁岩層で、その上部は非整合に 0.5m の基底礫岩層がのり、石槌山赤色凝灰岩層に移化する。ここでは 2 層準に化石カイエビ類を含む層が見られる。

兵庫県多紀郡篠山町付近の硯石層群も、その層序は第 4 表に示すように、下部層上部に化

石カイエビ類をふくむ剝理性の頁岩層が存在している。王地山東南斜面の露出では下部に4 mの厚さの礫岩層をはさむ約16mの厚さの砂岩層があり、その上に5.58mの厚さの砂泥互層がのり、その上に約32mの厚さの凝灰質砂岩層がのっている。その上面は漣痕、生痕など

TABLE 12. THICKNESS OF LAMINAE IN THE ESTHERIDS BEARING SHALE OF THE SASAYAMA INKSTONE GROUP.

No.	Thickness of lamina in mm.	Grain	No.	Thickness of lamina in mm.	Grain	No.	Thickness of lamina in mm.	Grain	No.	Thickness of lamina in mm.	Grain
1	0.69	M	21	0.50	F	41	0.33	C	61	0.25	F
2	1.72	F	22	0.45	M	42	0.83	F	62	1.16	M
3	1.08	C(Ca)	23	0.21	F	43	0.50	M	63	0.33	C
4	0.09	F	24	0.17	C	44	0.33	F	64	0.50	M
5	0.52	M	25	0.33	F	45	1.82	M	65	0.50	C
6	0.09	F	26	0.76	M	46	1.01	C	66	0.83	M
7	0.22	M	27	0.25	F	47	2.15	M	67	0.58	C
8	0.34	F	28	0.66	M	48	0.92	C	68	0.50	F
9	0.52	M	29	0.33	F	49	2.60	M	69	1.90	M
10	0.83	F	30	0.36	M	50	0.99	C	70	0.33	F
11	0.25	C	31	0.33	F	51	2.31	M	71	9.24	M
12	0.83	M	32	0.83	M	52	0.66	F	72	7.10	C(Ca)
13	0.50	C	33	0.17	F	53	1.16	C	F...Fine grain 0.0083mm± M...Medium grain 0.0165mm± C...Coarse grain 0.033mm± (Ca)...Calcite		
14	0.50	F	34	0.91	M	54	0.91	F			
15	0.33	C	35	0.26	F	55	0.99	M			
16	0.55	M	36	0.17	M	56	0.66	C			
17	0.36	F	37	0.17	M	57	3.14	M			
18	0.58	M	38	0.18	M	58	1.32	C			
19	0.18	F	39	0.33	F	59	0.83	M			
20	0.33	M	40	1.07	M	60	0.74	C			

が見られ、その上に非整合関係で4 mの厚さの基底礫岩が重なり上部層に移化している。その中の5.58mの砂泥互層を細分すると、下から1 mの砂泥互層、その上に0.1mの剝理性頁岩層、その上に0.23mの砂岩層、その上に化石カイエビ類や植物化石をふくむ1.50mの厚さの剝理性の頁岩が存在する。

上述の如く化石カイエビ類をふくむ岩相は剝理性の頁岩であるが、この層の厚さは場所によってかなりの膨縮が見られる。

2. 硯石層群の化石群

1) 稻倉硯石層群

前述したように稻倉硯石層群では、山地頁岩層から植物化石はわずかであったが動物化石

は豊富に発見せられた。上下2層準から化石カイエビ類が発見せられており、下部の剝理性頁岩からは豊富に、上部の剝理性の弱い頁岩からは少量の採集が行われた。この下部の化石カイエビ類産出の層準からは、少量ではあるが下記の植物化石が採集された。

(Plants)

Brachyphyllum sp.*Elatocladus* sp.*Gladophlebis* sp.

化石カイエビ類を産出する層の上下の塊状頁岩中には二枚貝・巻貝類の動物化石を豊富に産出している。長谷 晃によれば次の2種を同定している。

(Gastropods)

Viviparus (Sinotaia ?) onogoensis KOBAYASHI and SUZUKI

(Pelecypods)

Sphaerium anderssoni (GRABAU)

岡山県上房郡北房町付近の硯石層群からは凝灰質頁岩中から二枚貝・巻貝の化石と、植物化石 *Onychiopsis* sp. を発見した。

2) 篠山硯石層群

篠山硯石層群では、王地山の化石カイエビ類産出の剝理性頁岩層をふくむ1.5mの厚さの砂質頁岩中に豊富に植物化石を産出する。円増俊夫の採集したものを整理し、遠藤誠道教授のかん定によって次のものが判明した。

(Plants)

Frenelopsis sp.*Otozamites* cfr. *Beani* (L. et H.)*Adiantites* sp.*Podozamites* cfr. *lanceolatus* (L. et H.)*Cinkgoites digitata* (BRONGN.)*Brachyphyllum japonicum* (YOKOYAMA)*Elatocladus* sp.*Gladophlebis* sp.

なおこの層準からは、二枚貝が現在1個だけ採集せられている。前沢田の部落においては砂岩と互層する泥灰岩中に少量の化石カイエビ類が発見せられ、その下部の方の層から多量に二枚貝・巻貝が産出される。

3) 硯石層群から産出される化石

上記の地域以外においても同様であるが、硯石層群から産出する化石は、植物化石と淡水産と考えられるカイエビ類・二枚貝類・巻貝類の化石などで、筆者はまだ海棲生物の化石とおもわれるものを採集したことはない。

B. 討議と結論

(a) 現生カイエビ類の生息環境の限界

1. 地形的限界

第56図に示すように、*Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) は、奈良盆地では海拔60mくらいのところで、近江盆地で95m、篠山盆地では215mの高さの水田で採集した。奈良盆地と

篠山盆地をくらべてみると155mの高度差がある。この3地域は図版Iに見られるように同種でありながら北方のものほど、そして海拔高度の高いものほど小型である。しかし成長線の数はこれと無関係に最も高い位置の篠山盆地のものが最も多く、次に最も低い奈良盆地産のもの、最も少いのが近江盆地産であった。もちろんこれだけの資料でこれらの傾向は決定できないし、また垂直的限界にしても西日本各地の同種の分布をくわしく調べると、分布の高度差は更に大きくなるかも知れない。

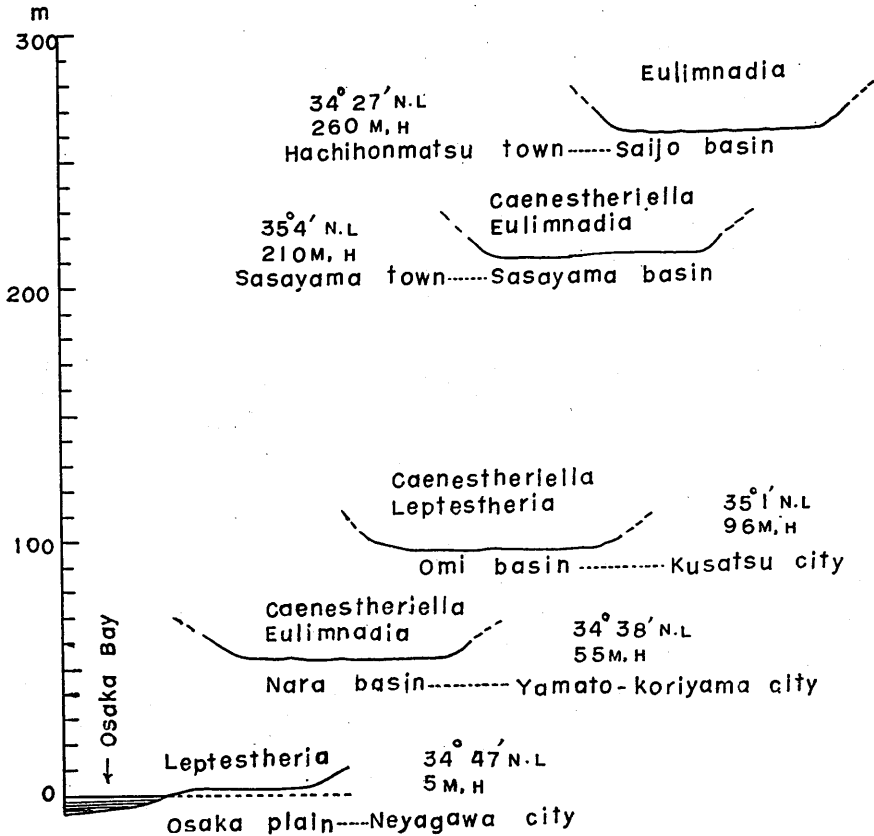


FIG. 56. Vertical distribution of habitats of recent estherids.

Leptestheria kawachiensis UENO は大阪平野では海拔 5m, 奈良盆地では海拔 60m, 近江盆地では海拔 95mで、高度差は90mくらいである。*Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA は、大阪平野で海拔 5m, 奈良盆地で 60m, 西条盆地で 190m から 260m にわたって分布している。その高度差は 255m になる。

Lynceus biformis (ISHIKAWA) は、大阪平野で海拔 5m. 奈良盆地で 60m, 篠山盆地で 240m で、その高度差は 235m である。このことでわかるように、同一種の垂直的分布の限界は案外大きい。

同様に水平的限界は日本列島では周囲をとりまく海洋であるが、主として本州の西半と北九州に見られるとのことである。また同じ近江盆地でも湖東の平地には見られるが湖西の平

野には見られないとのことである。水平分布に対する制約は、自然的条件だけでなく人工的条件も強くはたらいっていることも考えねばならない。

2. 気温と水温

奈良盆地におけるカイエビ類の生息期の気温と水温は、第50図のように、水深10cm内外の浅い場所では昼間は水温の方が気温よりもはるかに高くなり、夜はほぼ一致している。それに対して深さの大きい溜池では昼間は水温よりも気温が高く、夜間は逆に気温の方が水温よりも低くなっている。

篠山盆地でも、西条盆地でも水深の浅い水田では、昼間は水温の方が気温よりもはるかに高くなるのがわかる。カイエビ類が水深の大きい溜池や湖水に生息していないで、水深10cm内外の浅い、そして昼間にいちじるしく温度の上昇する水田という環境に生息していることは重要な生息条件の1つとなるであろう。

次にカイエビ類の種と気温・水温の地域差について考えてみると、第58図に示すようにカイエビ類の生息地の西南本州の30年間の月別平均気温はそれほど差はない。しかし昼夜の気温および水田の水温の差は、奈良盆地と篠山盆地で比較してみてもわかるように著しい差が見られる。気温・水温はそのように日変化が激しいが、泥温はそれほど変らない。奈良市法蓮における1960年7月27日の午前5時の気温は22°Cであったが、水温は22.6°C、泥温は23.0°Cで、泥温が一番高かった。午前7時には気温は28.5°C、水温は24.5°C、泥温は23.3°Cで逆になっていた。それ故夜間の気温が急激に下るような場所でもカイエビ類は昼間の温度さえ高めれば、夜間は泥中にもぐって過すことができる。

3. 水質

pHは奈良盆地も篠山盆地も西条盆地もほとんど変わらず、6~7で弱酸性の淡水である。次に酸素と炭酸ガスの溶存量を比較してみると、3地域とも6月中の調査ではあるが、同一日付の調査でないから必ずしも妥当ではないが奈良盆地のO₂は極端に低い。これは動物性の生物が他地域に比して多かったか何かの原因であっただろう。もう1つの近くの新しく水を入れた水田をとりあげると、昼間は西条盆地とほとんど変らない。それに対してCO₂の溶存量は奈良盆地が最も高い。この資料による結果としては、海拔高度の低い温暖な奈良盆地ではO₂の溶存量が低くCO₂の溶存量が高いのに、海拔高度の高い篠山盆地、西条盆地では相対的にO₂の溶存量が高く、CO₂の溶存量がひくいという対照的な事実が見られる。しかしO₂にしてもCO₂にしても、それらの溶存量はその水田に生息している淡水生物の同化作用と呼吸作用との関係、および生物の質と量に関係することも考慮しなくてはならない。

4. 底質

カイエビ類生息の各地の水田の土壌の粒度分析の結果は第57図に示した。これで見るとほとんど細粒な泥質であるが、西条盆地は粗粒な砂質土壌である。そしてこの西条盆地には*Eulimnadia packardiana* ISHIKAWAだけが生息している。化石カイエビ類に近似の*Caenestheriella* や *Leptestheria* はごく細粒な砂やシルト、粘土質な土壌に生息している。

泥質な土壌は、カイエビにとっては夜間に水温の低下するときの保温の場所であり、また危険を感じたときのかくれ場所となっている。水温の低下や危険に対して、カイエビ類は泥

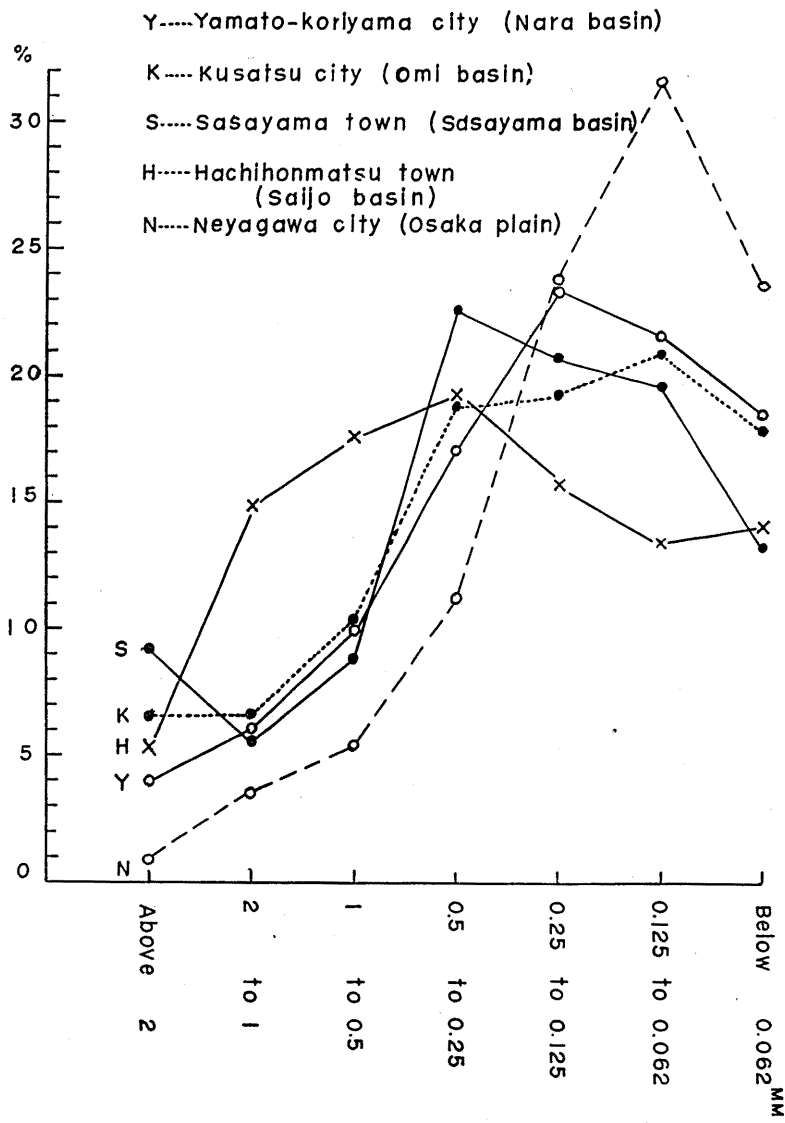


Fig. 57. Analysis of soils at habitats of recent estherids.

中にもぐり腹部を上にして殻を少しひらいて葉脚を絶えず動かして呼吸している。このように泥質は軟弱な殻の持ち主であるカイエビ類の保温と安全の場所として好適である。

5. 水 深

現生カイエビ類の生息している水田の水深はほぼ 10cm 内外で、時には5cm以下の麦畑のうねの間の水溜りに発生していることも見られた。しかし水深度の大きい湖水はもちろんのこと、溜池などにも全然発見できないし、水深 20cm にも達する水田になるとほとんど見あたらぬ。これは游泳力が弱く、行動ののろいカイエビ類にとって水深の大なことは、生息

に不適當であると思われる。また水深の大なことは水温が容易に上昇しない環境をつくることにもなるので、そのような環境でない浅い泥質のところに好んで生息している。

6. 共存生物

現生カイエビ類の共存生物は、カイエビ類の餌料となる生物と、カイエビ類を食べる天敵生物と、これらに無関係な生物にわけて考える。カイエビ類が発生して生存するためには餌料生物と天敵生物との間に一定の限界がある。そしてカイエビ類自体もごく短期間に生命の終る生物であるが、餌料生物や天敵生物などの組成も季節の変化とともに変わってゆく。カイエビ類は自然的環境の悪変化に対してだけでなく、餌料の欠乏や天敵の増加に対しても生息に制約を受けることが想像せられる。

1955年に奈良盆地から持ち帰った *Leptestheria kawachiensis* UENO の幼体を西条盆地と瀬戸内海沿岸の山間の水田に、それぞれ30匹ほど入れて見た。翌日は数個体みとめられ、翌々日は1個体くらいで3日目には全く姿を消した。広島デルタ上にある私の研究室の飼育池で何回が持ち帰って試みた場合も、最も長くて7日くらいで姿を消してしまった。餌料の不足か、天敵が存在したか、自然環境の条件が適当でなかったのか、とにかくカイエビ類は案外環境に敏感であることが想像される。

私が飼育に成功したのは、奈良盆地や大阪平野や西条盆地からカイエビ類の生息していた水田の泥を持ちかえて水槽に入れ、翌年地上と隔離せられた屋上の南面した暖かい場所にその水槽をおいて水を入れ、その泥中の卵がふ化したものである。この特殊な環境は、水道水を入れるため水質が多少異なるくらいで、泥質も共存生物も原地のものであり、地上と隔離したため天敵も来ないし、ふ化と成長に成功した。しかし成長して成長線の数は原地のものと同じになるが、大きさは原地のものにくらべて小さかった。これはせまい限定せられた環境や餌料不足に原因してはいないだろうか。

(b) 現生カイエビ類の生息条件

1. 発生の条件

1) 保卵の条件

卵が健全であるためには乾燥期間が必要である。奈良盆地においても篠山盆地においても、年中湿潤な水田には絶対カイエビ類は発生しないと農業者は知っている。そして冬季よく乾燥した水田ほどよく発生するそうである。研究室における飼育でも冬季に土壌を乾燥させては翌年に発生させた。

2) 発生の条件

第58図に見られるように、西南本州の各地の気候環境の中気温についてみると、カイエビ類発生期の5月の平均気温は約17°Cである。第59図では降雨量について示したが、5月の降水量の総計は100mm以上である。第60図は各月の日照時間の総計を示したが、これで見ると5月は200時間以上となっている。これらの気候的環境が苗代田作成の時期を提供していると同時にカイエビ類発生のを提供している。そしてこの5月の気候的環境が他の自然的条件や人工的条件とともにカイエビ類発生の条件となっている。

この季節には卵さえあれば水を入れると間もなく発生するが、気温の高い時期や場所ほど

水を入れて発生するまでの期間は短いようである。篠山盆地のように高位置のところでは、4月上旬に苗代田をつくっても、約1ヶ月後の5月上旬でないと発生しない。大和郡山市では6月20日に水を入れた本田で、6日後の26日に成長線は8~9本をもつほどに成長した *Leptestheria kawachiensis* がおびただしく発生していた。各地域のカイエビ類の発生期、発生回数、生息期については第61図に示した。

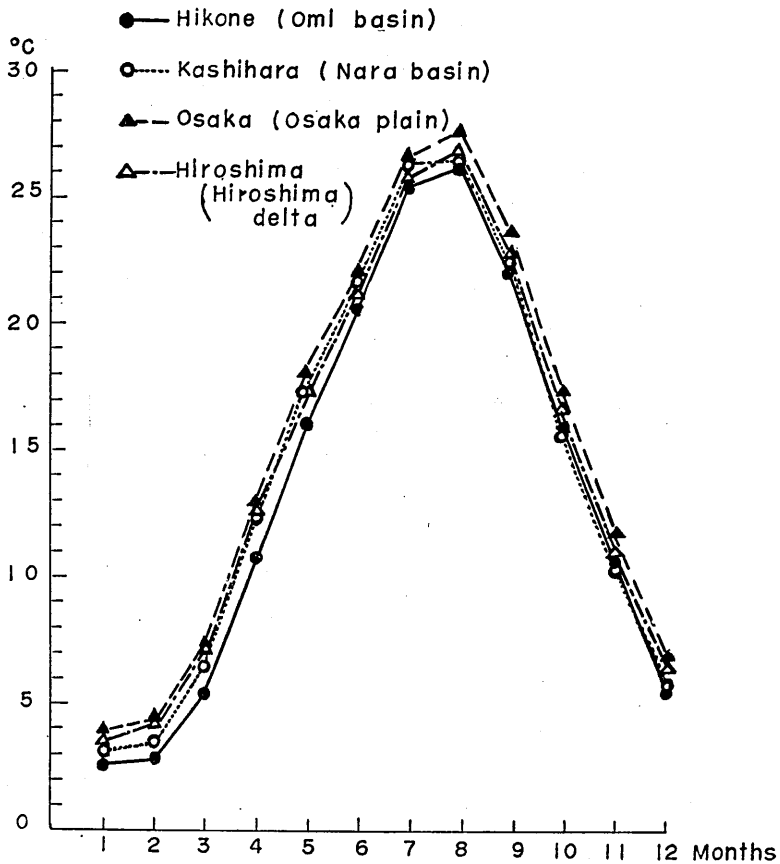


FIG. 58. Monthly mean temperature in West Japan. (1920-1950)

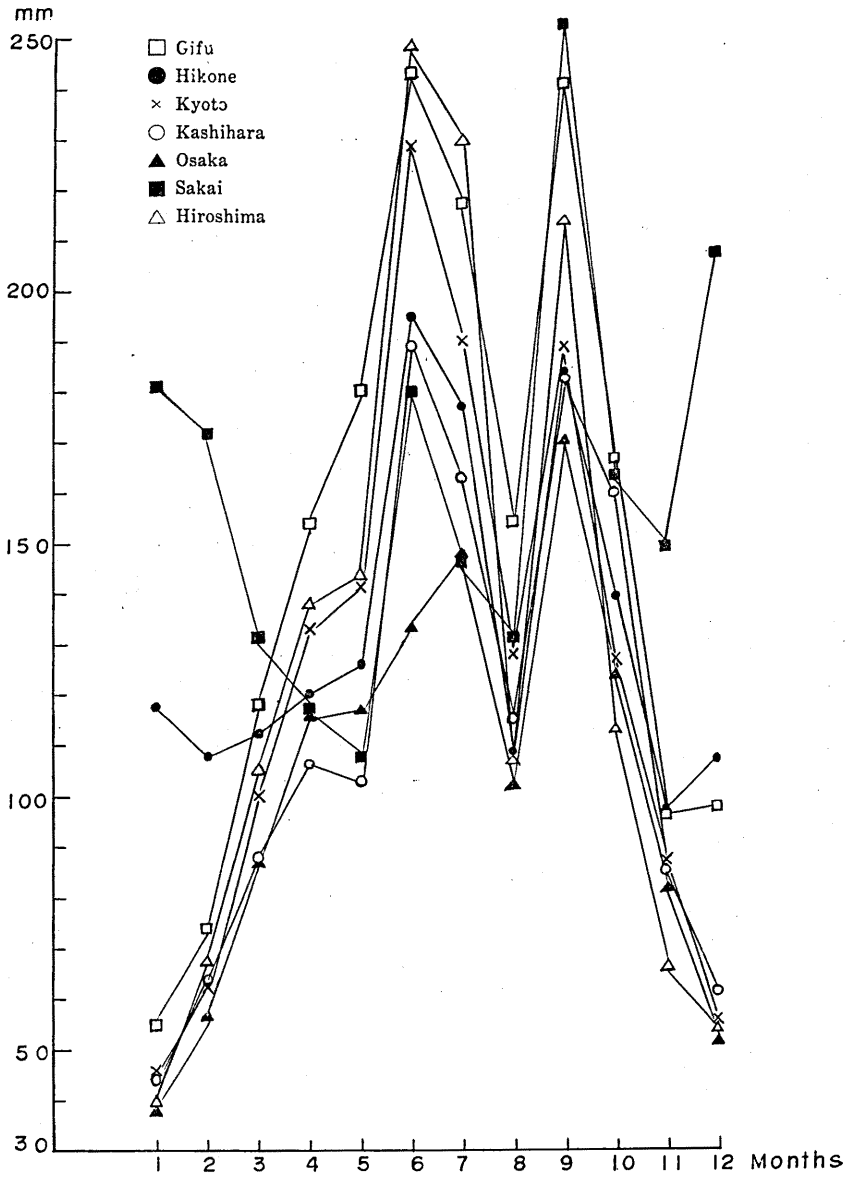


FIG. 59. Monthly total precipitation in West Japan. (1920-1950)

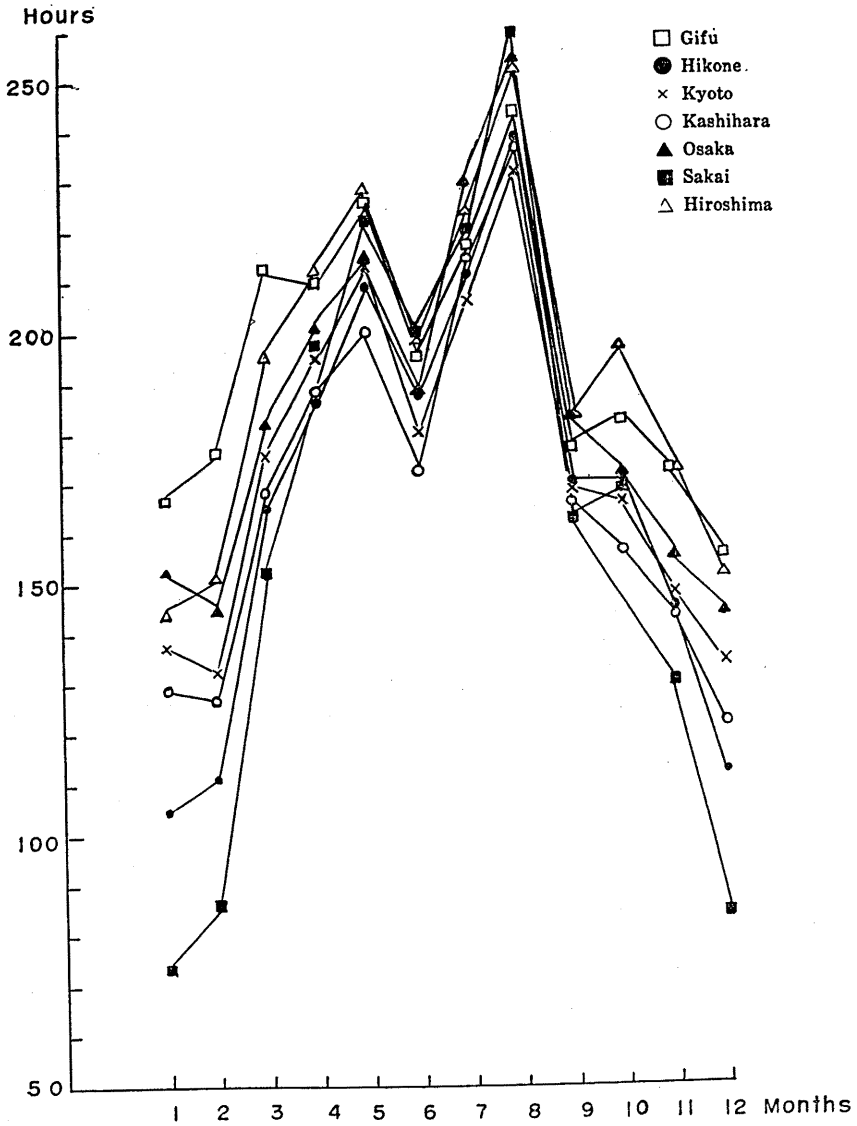


FIG. 60. Monthly total hour of sunshine in West Japan. (1920-1950)

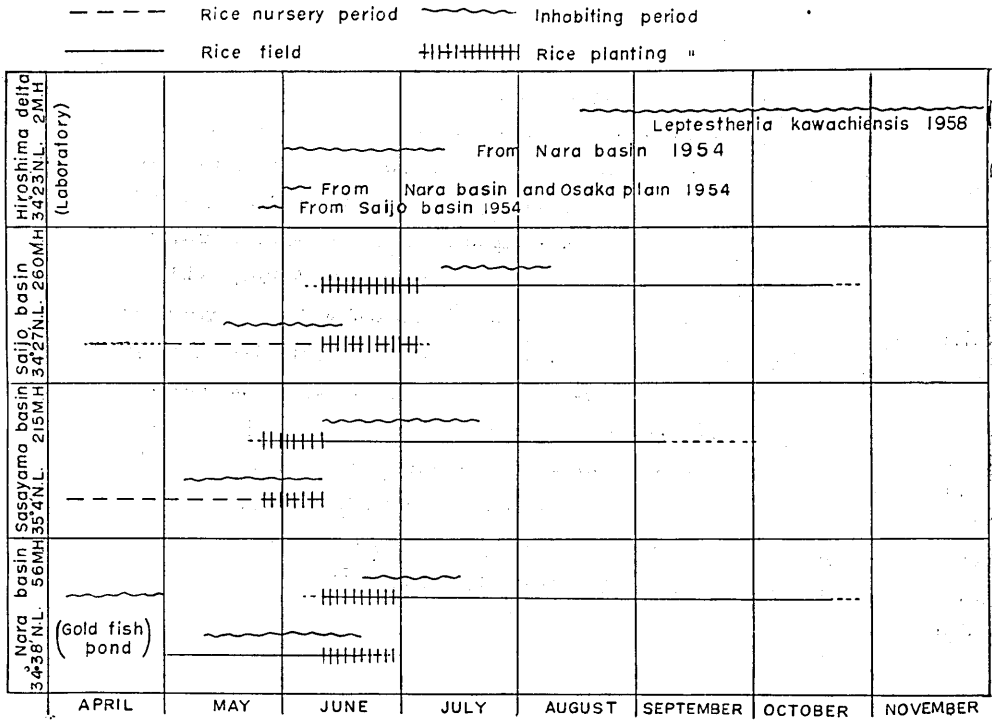


FIG. 61. Inhabiting period of recent estherids in rice-fields.

特殊な例としては、奈良盆地の大和郡山市の金魚池における早期発生が見られている。これらの金魚池は海拔 80~90m の郡山城趾の丘の東南麓で、南郡山の一帯にある南面した暖い場所である。従業者の経験では3月になると金魚池の水を全部排水してしばらく乾燥させた後に水を入れ、醬油粕や鶏糞などを入れて金魚の餌料にするプランクトンを繁殖させる。これと同時にカイエビ類がおびただしく発生することがある。この時期は4月上旬ころで、苗代田での発生より約1ヶ月早い。カイエビ類が発生すると底の泥をかきまわして水をにごすので、金魚の稚魚の飼育を害するといつて、また排水して泥をかきまわし、石灰を入れて死滅させるそうである。

自然環境での発生の例についていえば、大和郡山市新木町 109番地の田に早春から水が入っていたそうであるが、筆者が発生期について依頼しておいた農業者がその田で5月14日にゴマ粒大のカイエビ類が多数発生していたと知らせてくれた。この点では人工的な苗代田での発生期と一致している。

3) 発生の回数

種のちがいによる発生期のちがいはよくわからないが、概して *Caenestheriella* は早く *Leptestheria* はおそいようである。

次に人工的に発生期は制約をうけている。大和郡山市の金魚池のような特殊な場所での4月上旬の発生を第1期とすれば、苗代田での5月中旬の発生が第2期となり、本田に水を入れる6月中旬ころが第3期となる。カイエビ類の卵をもった土壌はあっても水が入らぬと発

生はしないから発生の時期は場所によって人工的にほぼ3期にわけられている。

次に1つの種が1つの場所で年に2回以上発生するかという問題について考えてみる。前述のように卵は1度は乾燥させないと発生しない。人工的に苗代期間中も、また本田の植付後も時々乾燥させてはまた水を入れるが、この程度の乾燥はカイエビ類を死滅せざるには役立つてもその卵を発生させるには不十分である。筆者は野外において1度発生した場所で年に2度発生したことは見てもいないが聞いたこともない。筆者の研究室で1958年に8個のカイエビ類の飼育水槽に5月1日に水を入れたところその中6個に *Caenestheriella* と *Eulimnadia* が発生したが2個の水槽には発生しなかった。7月中旬から乾燥させて8月7日に再び8個の水槽に水を入れたところが、8月16日に前に発生しなかった2個の水槽に *Leptestheria* が発生しているのを発見し、それらは11月29日まで106日間生息したが、1度発生した水槽からは2度と発生しなかった。またどの場合でも雌雄共存しており、1957年6月30日に西条盆地で採集した *Eulimnadia* が雄がいちじるしく少数であった例外を除くと、ほとんどの場合雌雄の数はほぼ同数に近い。したがってカイエビ類の発生は人工的に水の入る時期によって何回か場所をちがえて発生するが、同一の場所で同一種が2回以上発生することはないのではないかと思う。

2. 生息の条件

1) 自然的条件

自然的条件は、気温・水温・水質・共存生物・水深・底質などについてのカイエビ類生息に対する条件についてのべる。

気温と水温の関係は日変化で夜間の低い方はほぼ同じであるから別に論じる必要はない。カイエビ類の発生期である5月中旬の気温がほぼ西南本州で $16^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ であるから、この温度以上がこの地域の生息可能な気温と考えられる。この気温はほぼ10月の平均気温であるから、気温だけからいうと5月から10月までは生存可能期間と見てよい。水質は自然の場合には日本の生息地域ではあまり差はないようである。

共存生物については飼料生物と天敵生物のカイエビ類に対する質と量が問題になる。カイエビ類が生息してゆくためには飼料生物が豊富で、天敵生物が少ないことが条件となる。水深はほぼ10cm以下くらいの水田に最も多く生息し、20cm以上の深さでは稀にしか見られない。50cmを越すような深さでは見たことがない。浅い水域でも増水すると浅い方へ移動してゆく。

底質は一様に泥質のところには生息し、砂礫質のところにはいない。

2) 人工的条件

日本における水田は、カイエビ類の生息に最も好適な環境を提供している。しかしこの人工的環境においてもカイエビ類の一輪廻が完結されるわけではなく、人為的に生息を制約し、また死滅させていることも多い。農業者は、金魚池でも、苗代田でも、本田でも、カイエビ類の繁殖を好まない。

3. 生息期間

上記のような理由によって、発生したカイエビ類が自然に死滅するまでそのままにしておかれることは稀である。苗代田はふつうに5月始めにつくられて6月中旬くらいから田植が

始まるから、苗代田に発生したカイエビ類の生息期間は40~50日間である。実際には発生までに多少の時日が必要となるので、まず30~40日間くらいであろう。

田植を終った本田では水のある6月中旬ころから8月下旬くらいまで60~70日間もあるが、途中で乾燥させたり、カイエビ類に有害な石灰質肥料の投入や、最近使用されはじめた農薬などのため、生息期間はかえって苗代期より短いくらいである。

1956年における私の研究室での飼育では、5月28日に水槽に水を入れて6月7日の初発見から7月17日に全部姿を消すまで約40日間生存が見られた。1958年の同様な試みでは、前述のように8月16日から11月29日まで106日間生存をつづけた。このことで推定できることは、第1に自然環境の中で何の制約もなしに個体の生命を完結させればかなり長期間生存するものであるということと、第2は11月末という日本ではかなり寒冷な時期までも生存し得るということである。

したがってカイエビ類の生息期間は、条件さえよければ西南日本では4月から11月にわたると考えてよい。

満蒙地方では雨季にできる水溜りなどでふ化し生息し、溜り水が乾燥すれば死滅し、その死殻は風にとばされているとのことである。そして苗代田でも水田でも金魚池でも、人為的に絶滅させても翌年に発生の時期が来ればまた発生することを思えば、ふ化してから成体となるまでの期間はごく短期間であるらしい。

筆者の研究室での記録によると *L. kawachiensis* の雌は肉眼ではじめて発見するころの大きさは、殻長においてほぼ2~3mmで、殻高は1.5~2mmくらいで、成長線は5~6本くらいであるが、既に0.01~0.02mmくらいの卵をもっている。それから4日後には殻長4.73mm、殻高3.27mm、成長線12本で、すでに0.08~0.1mmの大きさの熟卵が未熟卵の中に見出された。

大和郡山市での観察では、5月16日ころ初発見の *Caenestheriella gifuensis* が、12日後の28日ころには性行動が見られはじめた。性行動というのは雄がかき状の第1肢、第2肢で雌の腹部の殻をつかまえて2匹ずれでおよぎまわり、また泥土上に横わっている様子をいうのである。つまり交尾期と見てよい。研究室での飼育による記録では、1956年6月4日に初発見の *L. kawachiensis* が18日後の6月22日には性行動が見られた。1960年8月1日に初発見の *L. kawachiensis* は約1週間ばかり前に水を入れたばかりなのにほぼ殻長5mm、殻高3mmくらいに成長し、雌は未熟卵を95個くらい数えられ、8月3日には既に性行動がはじまっていた。

4. 非生息環境

1) 地理的環境

カイエビ類の生息は、海域には全然見られない。陸内の水域においても水深の大きい湖沼はもちろんのこと、水深20cm以上の溜り水でさえ好適な環境ではない。次に流れのある河川はもちろん溝さえも生息が見られない。したがってカイエビ類の生息に適当な環境というのは、ごく限定せられることになる。

2) 気候的環境

発生してから成体となるまでの期間が1ヶ月以内という生物にとつては、1年間の間に1ヶ月も生息可能な季節があればよいということになる。この点はかなり寒冷な地域でも生息

している理由であろう。しかしその可能な地域でも年中湿地であるところは不可能な地域である。

3) 生物的環境

カイエビ類の共存生物で、餌料生物の欠乏および天敵の多量に存在する場所は不適當である。カイエビ類の天敵は少数はどこにも存在しているが、その存続をゆるさぬほど多量な場合、例えば鯉などの水田飼育の場などでは、おびただしい発生が行われても存続をゆるさない環境となってしまう。

4) その他の自然環境

水質においてpHはほとんど6~7であるが、強酸性や強アルカリの水域は不適當である。底質においては砂礫質の場所が非生息の場である。

5) 人工的環境

水田地域がカイエビ類の生息に好条件を提供しているとともに、その生息に制約を加えていることも多い。カイエビ類を死滅させているような人工的条件は次のようなことがあげられる。 a) 乾燥 b) 石灰質肥料 特に最近ホリドール・パラチオンなどの農薬の使用 c) 稚魚の養殖 d) 地目の変換 e) 農法の変化

いたるところにカイエビ類の生息していた奈良盆地で、1960年にはごく1部しか発見できなかった。苗代のつくり方が改良せられて全然水を使わぬ畑苗代にほとんど変っていたことと、本田では農薬の使用のためかカイエビ類は全然見つからなかった。この傾向ではやがてカイエビ類の生息地は失われてしまうかも知れない。

(c) 結 論

現生カイエビ類の生息環境の研究の結果から、化石カイエビ類の生息環境を推測すると次のようなことが推定できる。

1. 地理的環境

水深 20cm 以内くらいのごく浅い、流れのない湿地帯や水溜りで、底質はごく細粒な泥土で、水質は弱酸性の淡水区域の場所が良好な環境と考えられる。つまり内陸盆地につくられやすい環境である。

2. 気象的環境

カイエビ類の生息期は高温・多雨で、その状態が少くとも成体となり得る約1ヶ月間の継続が必要である。この間諸所に水深の浅い水溜りや湿地帯をつくって、そこに発生し、生息する場があたえられねばならない。そしてその後には卵を保存する期間に十分乾燥する季節をもつ必要がある。これらの条件は季節風帯の気候が最も適當である。

3. 地質的環境

カイエビ類の軟弱な殻での生活を保護するに適當な泥質地帯であることが好条件で、粗粒な物質を供給する山麓地域や、年中湿地帯を形成する盆地の低湿部は生息に不適當な環境である。自然環境内に形成せられた化石カイエビ類を含有する葉理性頁岩の形成は、雨季にやや粗粒な物質の供給があり、乾燥期に細粒物質が供給せられて、粗粒な薄層と細粒な薄層が互層して葉理を形成したものと考えられる。これらの間におびただしいカイエビ類の殻がは

さまって化石化しているため、一層剝理性を増すことになったと思える。稲倉の化石カイエビ類を含有している地層が、10cmの厚さの中にはほぼ85回の厚薄の粗粒と細粒の両層の繰り返しがみとめられることは、その堆積環境が山麓からはなれた浅い低湿な場所であり、化石カイエビ類の層が2m近くにおよぶことは、徐々にその堆積が進行して行ったことが推定できる。

4. 地方異変

西条盆地では *Eulimnadia* だけ生息し、篠山盆地では *Caenestheriella* が優勢で、大阪平野では *Leptestheria* が優勢、奈良盆地と近江盆地では *Caenestheriella* と *Leptestheria* が優勢であるように、地方によって種の組み合わせが異なるだけでなく、同一種でも海拔高度、緯度、気候、水質、底質、共存生物などの環境要素の異なる地域によって、大きさ、成長線の数などに差がみとめられる。化石の場合も同様に地方変異を考慮せられるべきであろう。

5. 生物環境

化石カイエビ類はふつうには多産するときは折りかさなっていて、ほとんど他の生物化石が見られないくらいである。現生カイエビ類の場合も同様におびただしく発生している水田では他の生物にくらべて絶対的に多いことがふつうである。

現生カイエビ類では、奈良盆地においてはある水田に属も科もちがう4種の共存が見られた。化石において1つのせまい地層面に何種もの共存が見られることはこの点可能であろう。しかしこのような場合には、ある種が特に優勢の場合が多い。

6. 生息環境と生物的特性

カイエビ類の生息環境は、自然的にも人工的にもすこぶる不安定な環境下に生息する生物である。すなわち人工的には水田において有害な肥料・薬品の投入、稚魚の飼育・乾燥などで生息場所を制約せられ、自然的には水溜りや浅い湿地帯は、わずかな日照りによってもすぐ乾燥してしまうからである。したがってカイエビ類の生息期間は特定の地域、特定の季節、特定の時期に限られて、場所的にも、時間的にも極度に制約されている。それ故発生後10日もたてば雌は既に卵をもち、20日間もあれば成体となって子孫を残し得る状態になるため、1ヶ月あるいは20日間くらいの生息場所があたえられれば1輪廻を経過し得る生物である。このことは不安定な環境をもちながらも全世界的に広く生息の可能な生物である。しかも1個の雌の所有する卵の数は、西条盆地産の *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA で約200個、篠山盆地産の *Lynceus biformis* (ISHIKAWA) で約350個、近江盆地産の *Leptestheria kawachiensis* UENO で約650個、奈良盆地産の *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA) では3616個から4681個までの抱卵が認められた。この多数の卵は雌の死殻に包まれたまま泥中に保存せられ、また乾燥したものは風にはこばれて遠隔の地に散布して繁殖する。このように案外に強力な種の生存力を持っている。

それ故化石カイエビ類は、海棲生物化石にくらべて効果のうすい陸棲生物化石の中において、有力な標準化石としての使命を果すだけでなく、効果的な示準化石としてとりあげることができる。

あ と が き

1. この論文においては、現生カイエビ類の殻の研究から得られた化石カイエビ類の分類基準の考察が中心となった。得られたところの分類基準で実際に化石カイエビ類の分類を行うところの適用の問題は、既に検討済みであるから、この論文につづいて発表する予定である。そのために稲倉産と篠山産の化石カイエビ類の記載は今日まで保留してきた。最近(1960年)記載を終った小倉産の化石カイエビ類の分類には、既に筆者の分類基準の適用が試みられている。

2. 現生カイエビ類、ならびに化石カイエビ類の分類学的・生態学的研究は、この論文を基底として、更に実証的に発展的に進行している。一部においては論文に記載したことより更に詳細なことがわかってきている。ことにこの論文であまり深入りしなかったところの、殻の成長線間に見られる彫刻も、その後の研究で性的2形や属の別による差異などがかなり判明しかけてきている。

3. 今年度(1960年)6月10日ころの現生カイエビ類の最盛期に、奈良盆地の調査を行って驚いたことは、苗代づくりの農法がここ3~4年の間にすっかり変わってきて、以前は全部水田苗代であったものが、今はほとんど乾田苗代に変わっていたことであった。このため5月中旬から発生していたカイエビ類は、極度に生息場所をせばめられたことになる。事実、盆地南端の橿原から大和郡山市への軌道沿線でも、盆地東部の桜井線の沿線でも全然発見できなかった。橿原南部の石川部落一帯にわずかに水苗代が見られたが、カイエビ類はついに一匹も見あたらなかった。ただ奈良市と大和郡山市の付近のわずかに数ヶ所で *Caenestheriella gifuensis* と、*Leptestheria kawachiensis* が発見せられた。そして7月20日ころに再度の調査を行ったときは、既に田植は全部終わって本田に新しく発生している時期であるのに、盆地全域で1匹も発見できなかった。これは最近農法の改良で盛に使用されるようになったところの、水棲昆虫までも死滅させる農薬のえいきょうと考えられる。この状態ではいずれ近い中に日本では水田をすみかとするカイエビ類の全滅が招来される可能性のあることは筆者にとって実にはかなしいことである。

4. 筆者の研究は、限られた地域において、また限られた標本によって行われたものの結果であるから、更に地域においても標本数においても拡大された研究を行うことによって、一層この研究への信頼度を高めたいと思う。この研究が筆者のみならず、世界の各地で行われ、検討されるならば幸甚のいたりである。

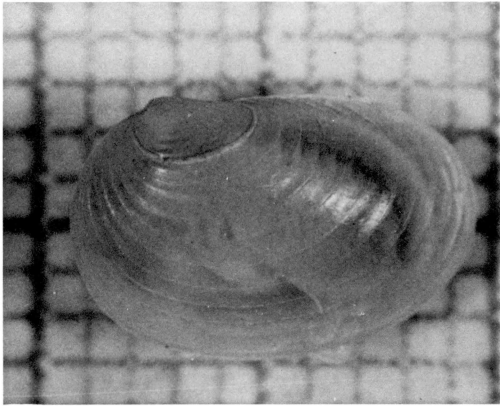
文献……英文末尾(12~13)頁に示す。

EXPLANATION OF PLATE I

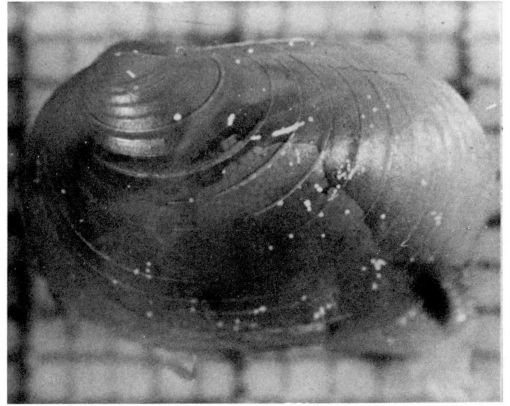
Local variation of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA)

(The background: section-paper in mm.)

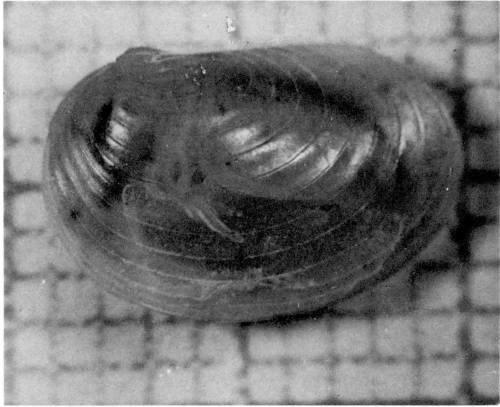
- FIG. 1. A male from the Nara basin, on June 13, 1954. ×6.
- FIG. 2. A female from the Nara basin, on June 13, 1954. ×6.
- FIG. 3. A male from the Omi basin, on June 12, 1954. ×6.
- FIG. 4. A female from the Omi basin, on June 12, 1954. ×6.
- FIG. 5. A male from the Sasayama basin, on June 8, 1957. ×6.
- FIG. 6. A female from the Sasayama basin, on June 8, 1957. ×6.



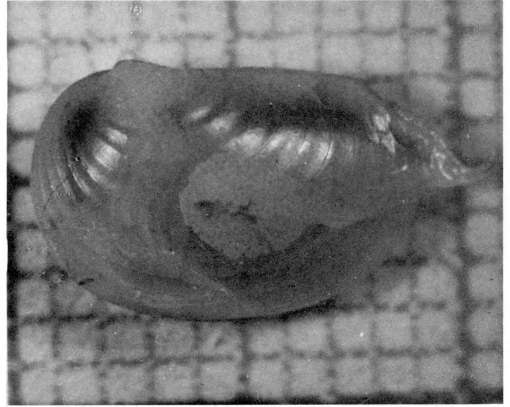
1



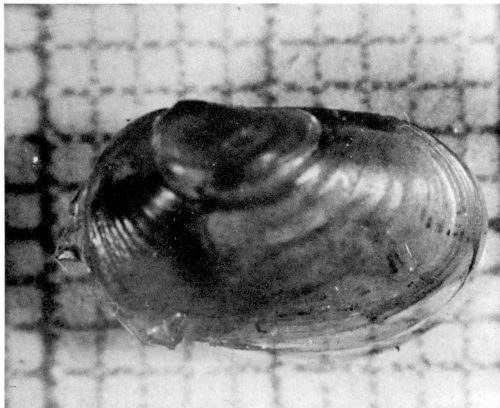
2



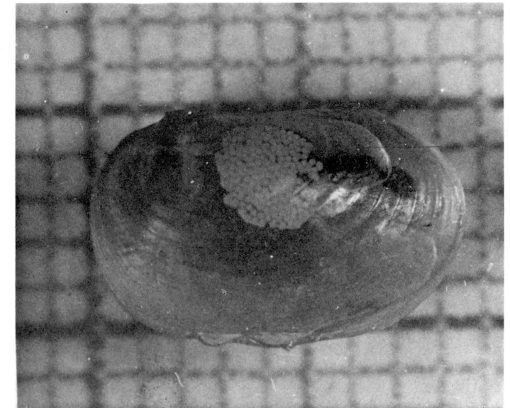
3



4



5



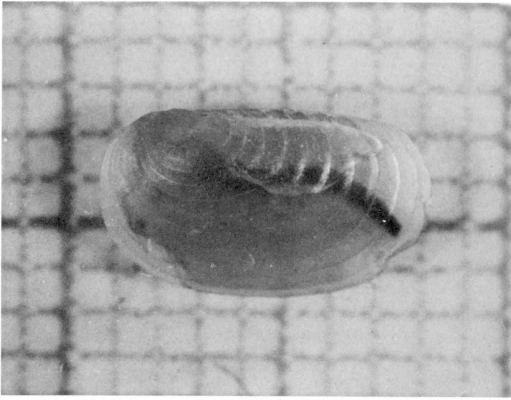
6

EXPLANATION OF PLATE II

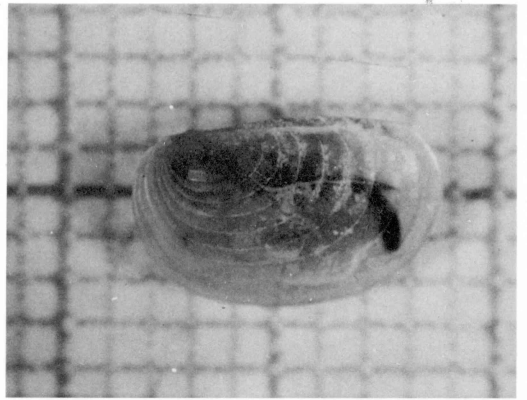
Three species of recent estherids from Japan.

(The background: section-paper in mm.)

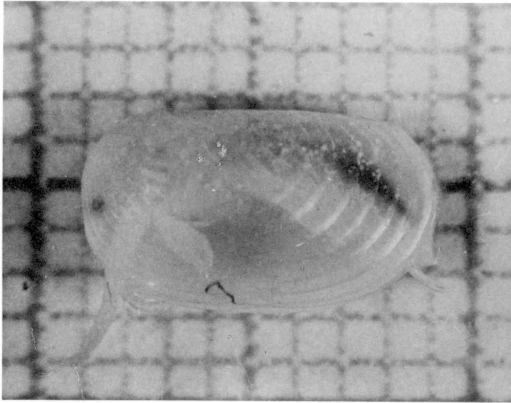
- FIG. 1. A male of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Osaka plain, on June 11, 1957. × 6.
- FIG. 2. A female of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Osaka plain, on June 11, 1957. × 6.
- FIG. 3. A male of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin, on June 12, 1954. × 6.
- FIG. 4. A female of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin, on June 12, 1954. × 6.
- FIG. 5. A male of *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA, collected from the Saijo basin, on June 30, 1957. × 6.
- FIG. 6. A female of *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA, collected from the Saijo basin, on June 30, 1957. × 6.
- FIG. 7. A male of *Lynceus biformis* (ISHIKAWA), collected from the Sasayama basin, on June 24, 1956. × 6.
- FIG. 8. A female of *Lynceus biformis* (ISHIKAWA), collected from the Sasayama basin, on June 24, 1956. × 6.



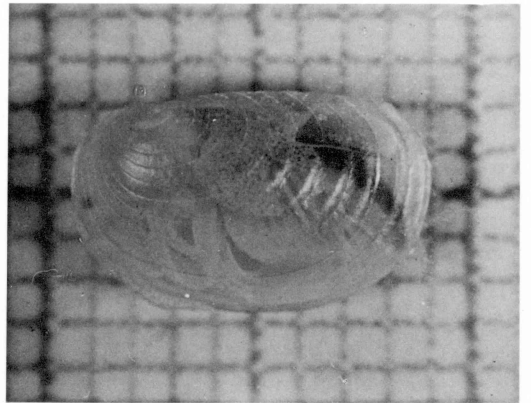
1



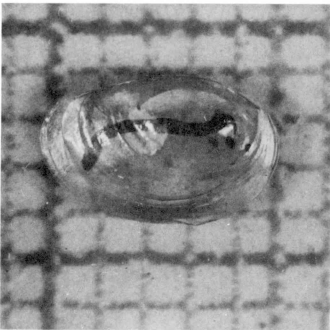
2



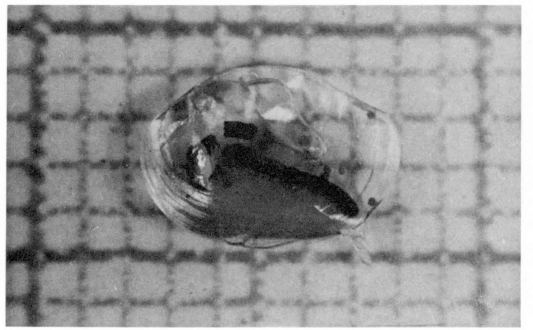
3



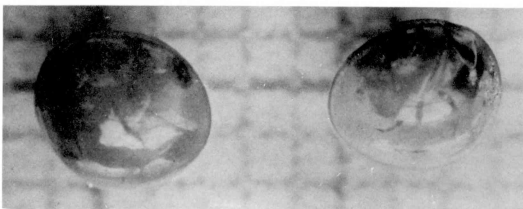
4



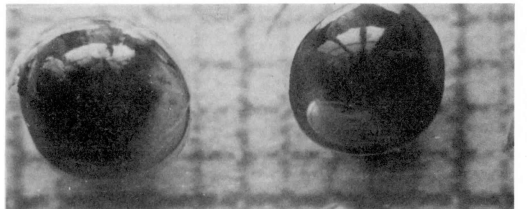
5



6



7



8

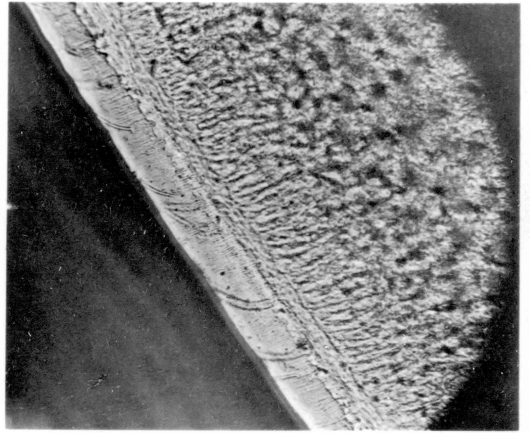
EXPLANATION OF PLATE III

Sculpture of the surface of the carapace of recent estherids.

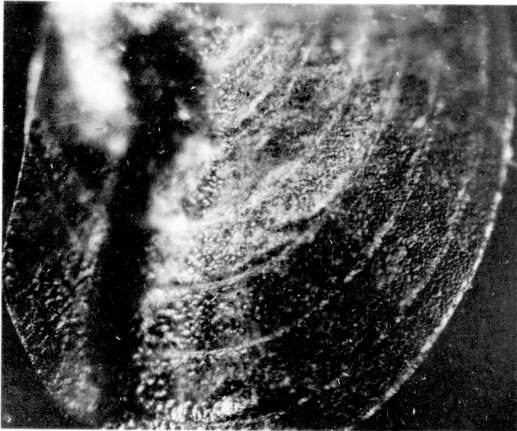
- FIG. 1. The central part of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA), collected from the Nara basin. $\times 40$.
- FIG. 2. The periphery of the carapace of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA), collected from the Omi basin. $\times 150$.
- FIG. 3. The carapace of larva of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Nara basin $\times 25$.
- FIG. 4. The central part of the carapace of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin. $\times 70$.
- FIG. 5. The umbonal region of the carapace of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin. $\times 40$.
- FIG. 6. The periphery of the carapace of *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA, collected from the Saijo basin. $\times 150$.
- FIG. 7. The umbonal region of the carapace of *Lynceus biformis* (ISHIKAWA), collected from the Sasayama basin. $\times 25$.



1



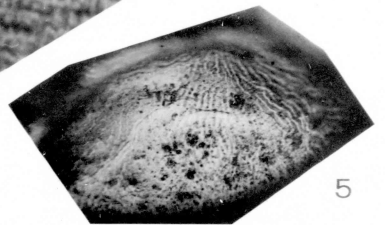
2



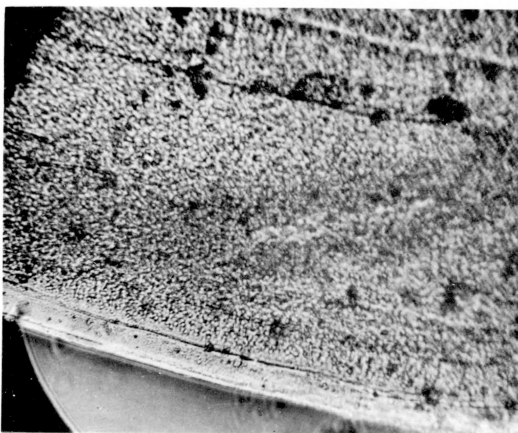
3



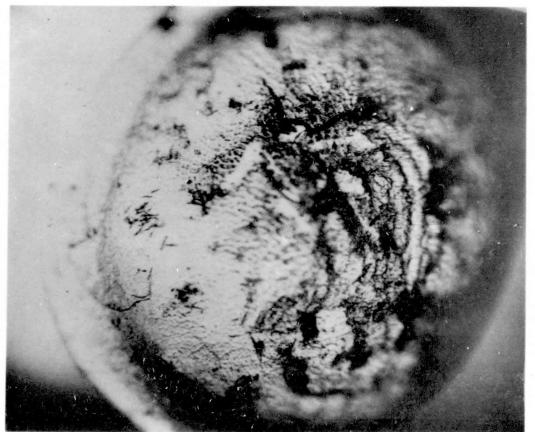
4



5



6

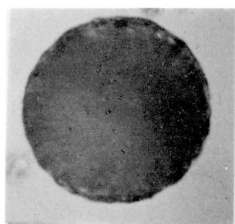


7

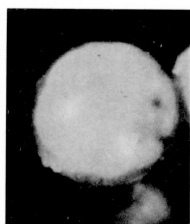
EXPLANATION OF PLATE IV

Eggs of the recent estherids.

- FIG. 1. Eggs of *Lynceus biformis* (ISHIKAWA), collected from the Sasayama basin. $\times 200$.
- FIG. 2. Dry eggs of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Osaka plain. $\times 165$.
- FIG. 3. Dry eggs of *Eulimnadia packardiana* ISHIKAWA, collected from the Saijo basin. $\times 100$.
- FIG. 4. Eggs of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin. $\times 175$.
- FIG. 5. Dry eggs of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin. $\times 155$.
- FIG. 6. Eggs of *Leptestheria kawachiensis* UÉNO, collected from the Omi basin. $\times 43$.
- FIG. 7. Eggs of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA), collected from the Nara basin. $\times 180$.
- FIG. 8. Eggs of *Caenestheriella gifuensis* (ISHIKAWA), collected from the Sasayama basin. $\times 160$.



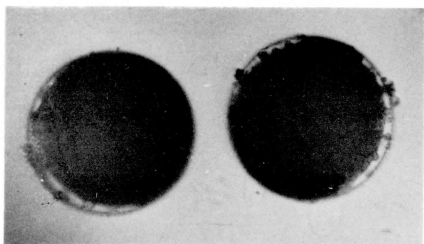
1



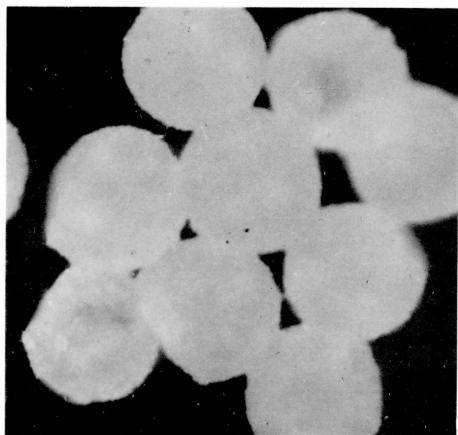
2



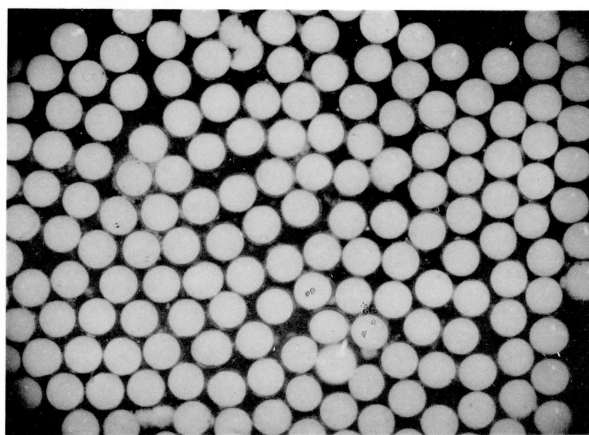
3



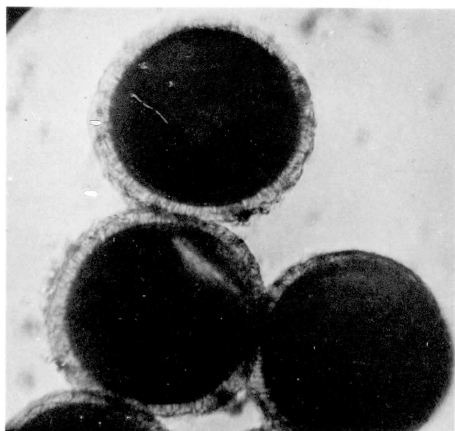
4



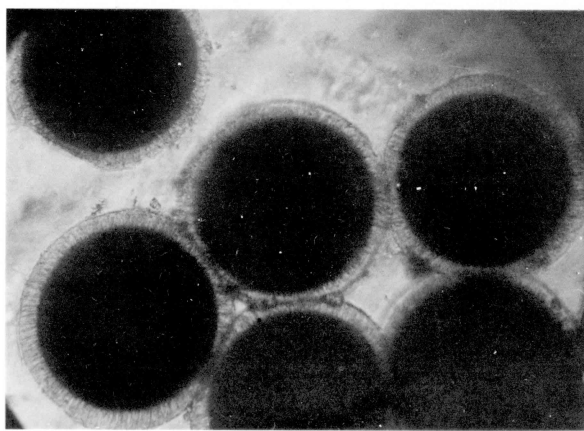
5



6



7



8

EXPLANATION OF PLATE V

Carapaces of fossil estherids from the Cretaceous Inkstone group at Inakura, Okayama Prefecture, according to similarity in shape.

FIG. 1. No. 24, $\times 6$.

FIG. 2. No. 73, $\times 6$.

FIG. 3. No. 120, $\times 6$.

FIG. 4. No. 3, $\times 6$.

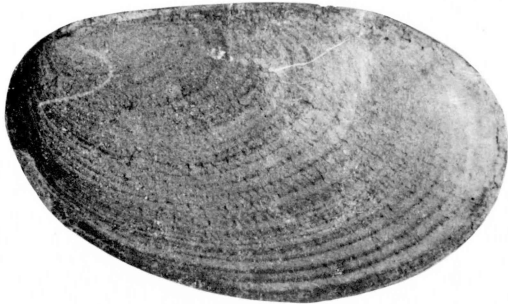
FIG. 5. No. 70, $\times 6$.

FIG. 6. No. 30, $\times 6$.

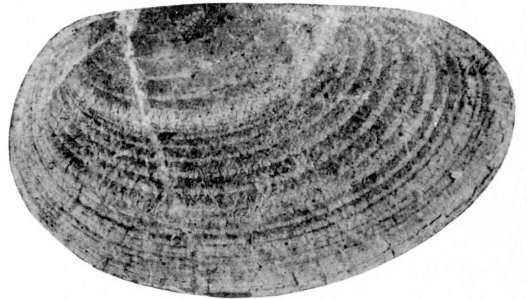
FIG. 7. No. 25, $\times 6$.



1



2



3



4



5



6



7

EXPLANATION OF PLATE VI

The Sasayama and Kokura fossil estherids faunas.

(Sasayama)

FIG. 1. No. 23, ×6.

FIG. 2. No. 35, ×6.

FIG. 3. No. 88, ×6.

FIG. 4. No. 53, ×6.

(Kokura)

FIG. 5. *Euestheria kokurensis* KUSUMI, No. 1, ×8.

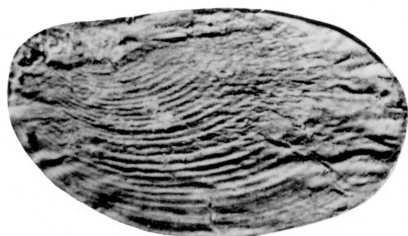
FIG. 6. *Estherites imamurai* KUSUMI, No. 32, ×9.

FIG. 7. C Form, No. 9, ×8.

FIG. 8. C Form, No. 8, ×8.



1



5



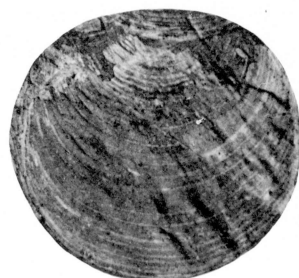
2



6



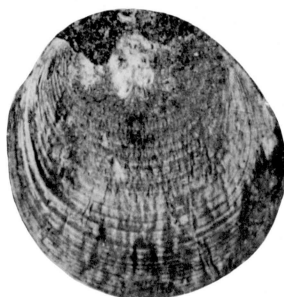
3



7



4



8

EXPLANATION OF PLATE VII

Surface sculpture of some estherids from the Cretaceous Inokstone group in Japan.

Inakura

FIG. 1, 2. No. 110, $\times 30$.

FIG. 3. No. 14, $\times 40$.

Sasayama

FIG. 4, 5. No. 88, $\times 40$.

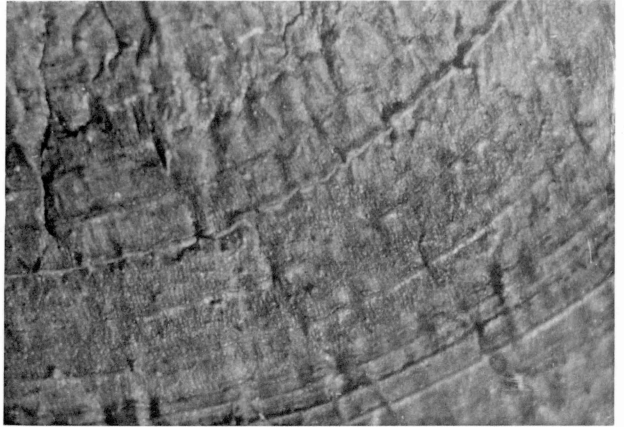
Kokura

FIG. 6. *Euestheria kokurensis* KUSUMI, No. 91, $\times 30$.

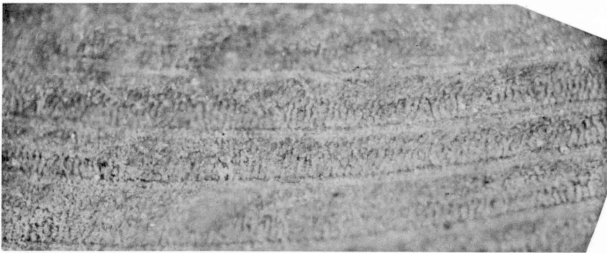
FIG. 7, 8. *Estherites imamurai* KUSUMI, No. 32, $\times 70$ and No. 92, $\times 30$.



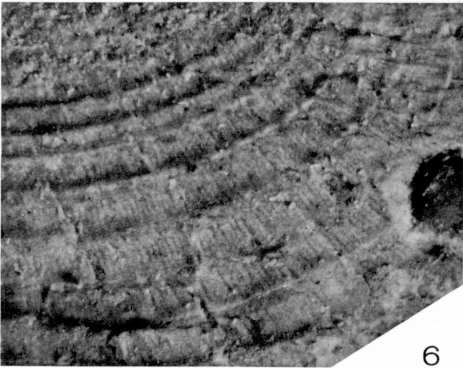
1



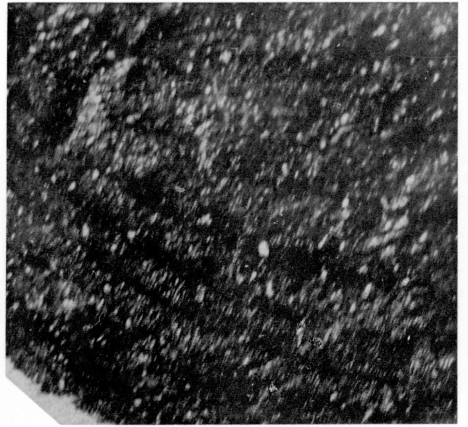
2



3



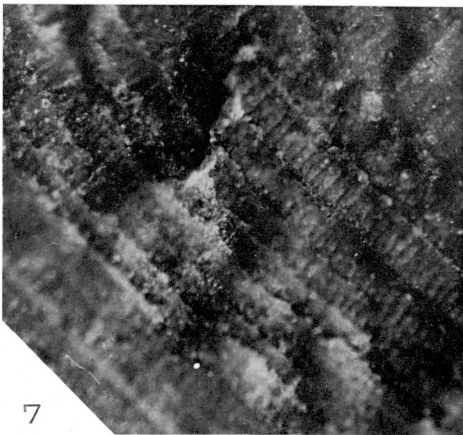
6



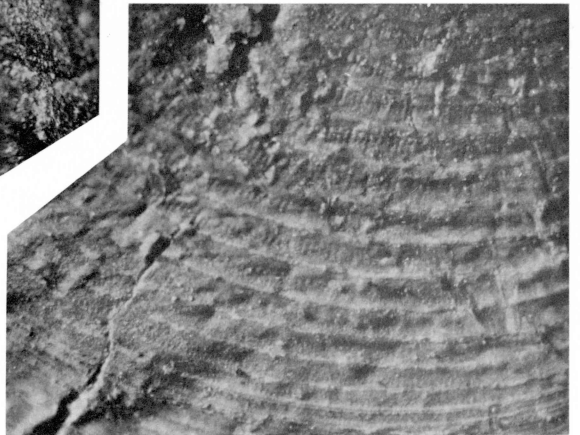
4



5



7

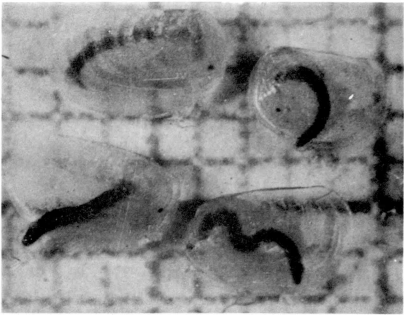


8

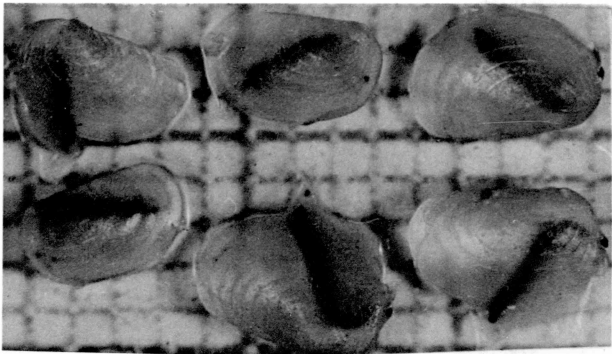
EXPLANATION OF PLATE VIII

Carapace growth of *Leptestheria kawachiensis* UENO from the Nara basin. $\times 5.5$.

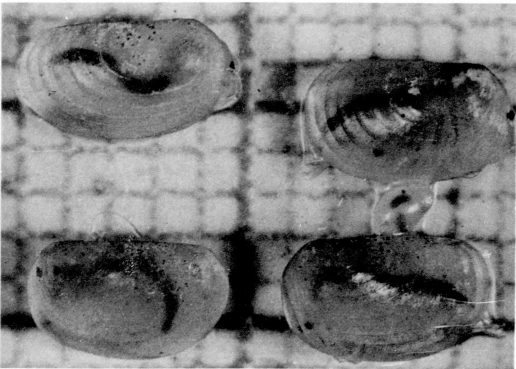
	Date of observation
FIG. 1.	June 21.
FIG. 2.	June 22.
FIG. 3.	June 24.
FIG. 4.	June 26.
FIG. 5.	June 28.
FIG. 6.	June 30.
FIG. 7.	July 2.
FIG. 8.	July 6.



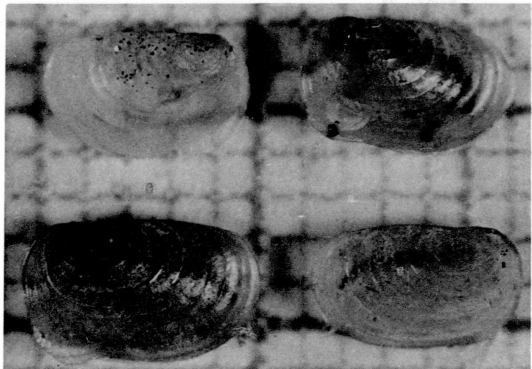
1



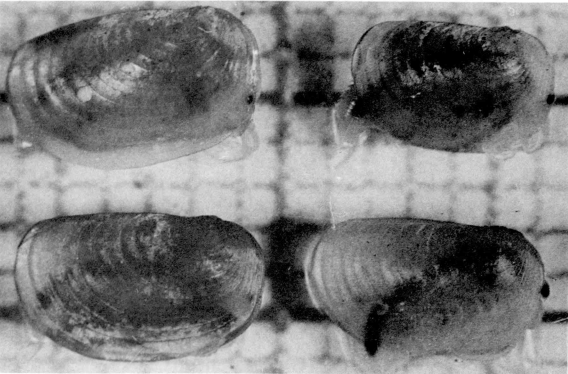
2



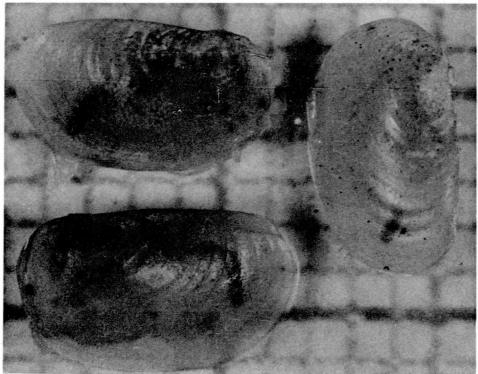
3



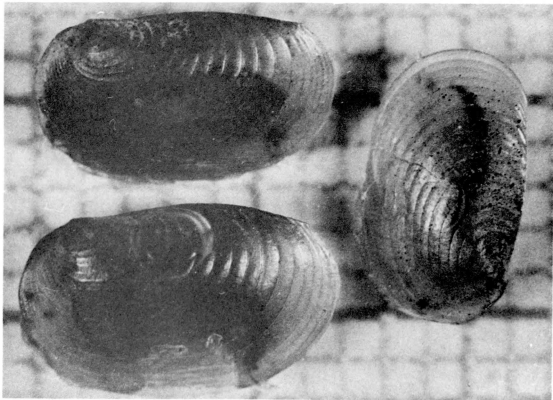
4



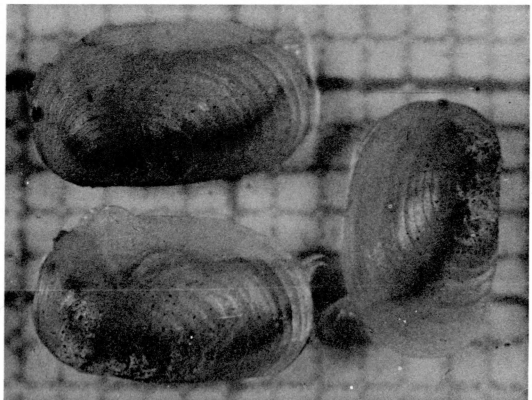
5



6



7



8

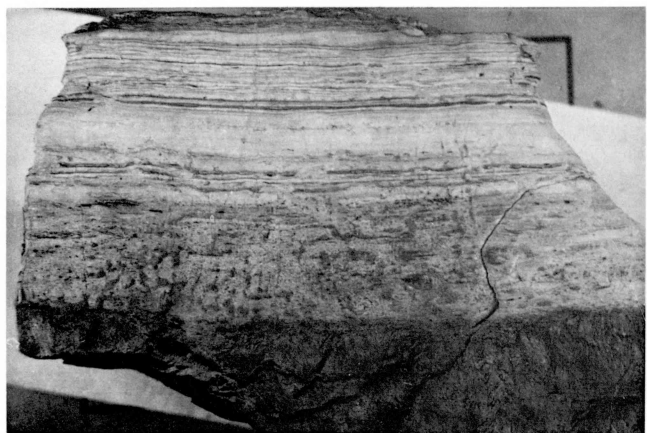
EXPLANATION OF PLATE IX

Estherids and estherian shale of the Inkstone group.

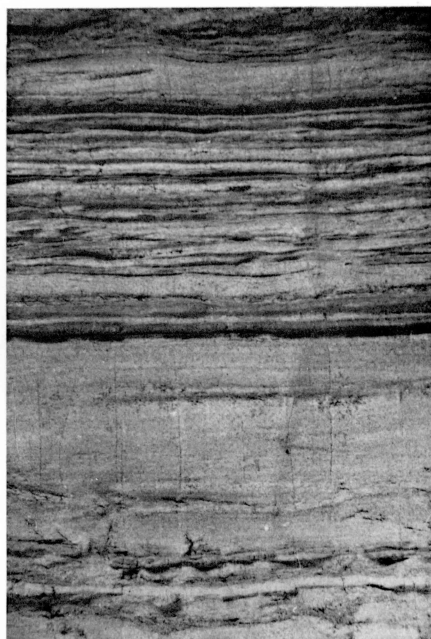
FIG. 1, 2. Lamination of estherian shale from the Sasayama Inkstone group. $\times 0.65$ and $\times 2.4$.

FIG. 3. Estherian paper shale from the Kwanmon group (Kokura city), showing the wrinkles by the secondary deformation. $\times 2$.

FIG. 4. Fossil estherids deformed secondarily in the estherian papery shale from the Inakura Inkstone group. $\times 2$.



1



2



3



4