

本邦産白亜紀ウニ化石

田中啓策*

TANAKA, Keisaku (1984) Appraisal of the Cretaceous echinoid fauna of Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 35(9), p. 389-417.

Abstract: In Japan echinoid fossils occur at various horizons within the Cretaceous, though sporadically, but have not yet been found in the Valanginian and Hauterivian. Among them 25 genera and 64 species are distinguished which are dominated by spatangoid echinoids. Characteristic of the Lower Cretaceous as horizon markers are certain species belonging to the genera *Toxaster*, *Aphelaster*, *Heteraster*, *Epiaster*, and *Pseudowashitaster*. In particular, several species from the Barremian are important as characteristic fossils. In the Upper Cretaceous several species of *Hemiaster* are available for age determination. Furthermore, a certain species of *Niponaster* is also a diagnostic echinoid of the upper Upper Cretaceous.

The echinoid fossils tend to occur dominantly in specific lithofacies. This, as is well known, is ascribed to the interrelationship especially between the functional morphology and the habitats and mode of life. From this point of view, a general account is given on the echinoid fauna of the Lower Cretaceous Miyako Group.

The Cretaceous echinoid fauna of Japan comprises a number of worldwide genera with a few endemic ones (*Pseudowashitaster* in the Lower Cretaceous, and *Niponaster* and *Cordastrum* in the Upper Cretaceous). It shows a peculiar faunal aspect without any species common to foreign elements. The Lower Cretaceous fauna includes communities occurring dominantly either in argillaceous or in arenaceous rocks, which are respectively characterized by spatangoids or vice versa. The Upper Cretaceous fauna consists principally of communities occurring in argillaceous rocks, being dominated by hemiasterids. It should be noticed that *Echinocoorys* and *Micraster* are fairly subordinate in the Upper Cretaceous fauna. The Japanese Cretaceous echinoid fauna as a whole bears a paleobiogeographic relationship to the Tethyan fauna combined with the North Temperate one, increasing an affinity with the Indo-Malagasy fauna in the Upper Cretaceous.

1. ま え が き

西ヨーロッパや北アフリカ・米国テキサス州の白亜系は、陸棚浅海成堆積物に富み、ウニ化石を豊富に含んでいる。これらのウニ化石については、古くから多くの研究が積み重ねられてきた。白亜系に関しては、ウニ化石はアンモナイトに比べて国際間の対比に劣るが、特定地域の上層白亜系では対比に有効である。

本邦においても、ウニ化石は諸地域の白亜系中の多くの層準から産している。しかし、その産出は特定の地点や層準以外では一般に散点的である。したがって、ウニ化石が他の主要グループの動物化石に比べて層序学的・古生物学的研究の対象として取り上げられることが少なかった。日本の白亜紀ウニ化石は、これまでに筆者以外に

も JIMBO (1894), LAMBERT (1920), LAMBERT and THIÉRY (1924), NISIYAMA (1950a, 1950b, 1966, 1968), MORISHITA (1955, 1962, 1964), SAITO (1959), 林ほか(1981)などによって研究されてきた。しかしながら、報告された種の多くについては、当時の層序学的知識の制約もあって十分に詳しい時代を明示することができなかった。

筆者は、地質調査所施行の地質図幅作成に関連して本邦各地の白亜系の層序学的研究を行ってきた。その間、産出層準を明らかにすることに留意してウニ化石の採集につとめ、一方では多くの研究者から標本の研究に便宜をうけた。標本の同定結果について、筆者はこれまでに単独で、あるいは他研究者の協力を得て報告してきた (TANAKA, 1965, 1984a, 1984b; 田中・大久保, 1954; TANAKA and SHIBATA, 1961; 小島ほか, 1979; TANAKA and KOZAI, 1982; TANAKA and OBATA, 1982; 川上・田中, 1983; TANAKA and KAWAKAMI, 1983; TANAKA

* 地質部

et al., 1984).

本邦産の白亜紀ウニ化石に関しては、筆者の研究結果と他の研究者による成果もあわせて、25属64種が同定される。しかしながら、筆者が取り扱った標本中には保存不良のために科・属のレベルさえも同定不可能のものが少なからずある。今後、さらに属・種の追加が期待されよう。ここでは、とりあえず日本産白亜紀ウニ化石に関して、特に層序的産出・産状・動物群の特徴を中心に現時点での知見をとりまとめて報告し、今後の研究の資としたい。

この研究を進めるにあたって、九州大学名誉教授松本達郎博士には終始御指導を賜わり、また標本の研究に御便宜を頂いた。国立科学博物館小島郁生博士には、研究に御援助と貴重な御助言を頂いた。

さらに、下記の方々(アルファベット順)には、標本の閲覧の機会を与えられ、また標本の提供をうけた：藤山家徳博士(国立科学博物館)・堀口万吉教授(埼玉大学)・蟹江康光博士(横須賀市立博物館)・勘米良亀齡教授(九州大学)・川上雄司氏(岩手県立博物館)・木下克巳氏(横浜)・北村健治氏(東京)・香西武氏(高知)・前田保夫博士(神戸)・松川正樹博士(愛媛大学)・宮内敏哉氏(稚内)・中沢圭二名誉教授(京都大学)・野田雅之博士(大分)・大久保雅弘教授(島根大学)・太田仁之氏(東京)・柴田松太郎博士(東京)・滝沢文教博士(地質調査所)・武井暁朔氏(東京)・田村実教授(熊本大学)・田中宏一氏(東京)・田中均氏(広島大学)・寺岡易司博士(地質調査所)・矢部之男氏(東京)・山口昇一博士(地質調査所)・山下昇教授(信州大学)。

以上の方々に深甚の謝意を表する。

2. 種類

記載種及び同定された未報告種を中心に、本邦産白亜紀ウニ化石のリストを第1表に示す。ここでは、属・種未定のものしか含まない科も取り扱った。この表では、記載または図示された種について原記載の文献または最初の報告に関する文献を併記し、未記載種については標本の保管場所をあげておく。第1表に示したウニ化石には、目の単位でみると *Cidaroida* 2属2種、*Hemicidaroida* 3属3種、*Phymosomatoida* 1属1種、*Arbacioida* 1属1種、*Holactypoida* 1属2種、*Cassiduloida* 1属3種、*Holasteroida* 6属12種及び *Spatangoida* 10属40種で、合計25属64種が識別される。

3. 産地及び産出地層

ウニ化石は本邦諸地域の白亜系において多くの層準か

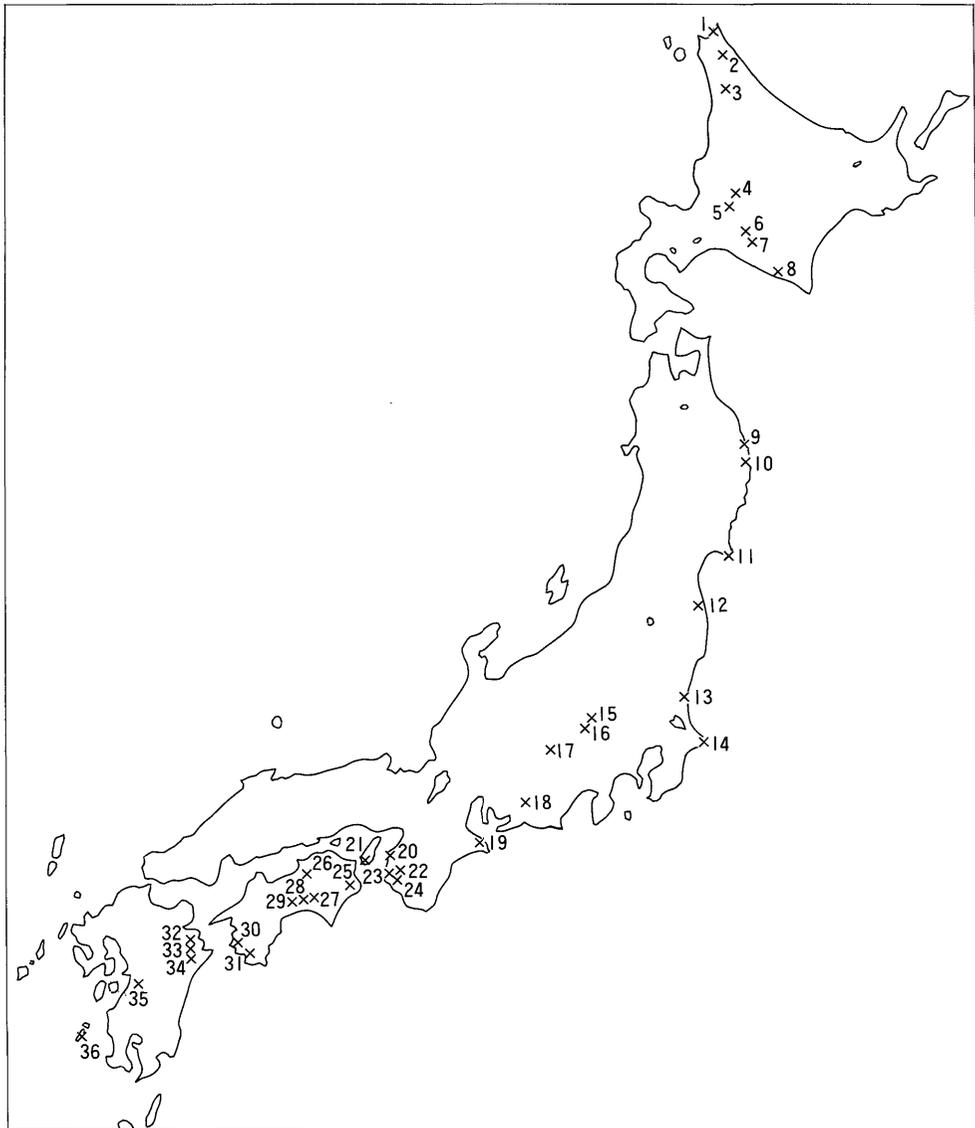
ら産出している(第1図)。ここでは、筆者がこれまでに取り扱ってきた標本や他の研究者が記載してきた種類を中心に、筆者の野外観察も加えて、各地におけるウニ化石の産出について述べる。ここに記した以外にも、幾多の報文中に属・種未定のままでウニ化石の産出が報告されてきたが、これらについては必ずしも言及していない。なお、産出地層については、アンモナイトの生層序学的研究の急速な進展(例：MATSUMOTO, 1977; 小島・松本, 1977; 松本ほか, 1982)を通じて年代がかなり詳しく明らかにされている。

3.1 北海道主部

北海道では、海成白亜系が主部(中央帯)と東部とに分かれて発達する。北海道主部の白亜系は下位より空知層群上部・下部蝦夷層群・中部蝦夷層群・上部蝦夷層群及び函淵層群に区分される。ウニ化石は中部蝦夷層群上部からごく散点的に見いだされ、上部蝦夷層群では多くないが諸所から産する。ウニは函淵層群から知られていないが、その相当層からは産している。

中部蝦夷層群最上部の三笠層は砂岩・シルト岩からなり礫岩を伴う浅海一沿岸成層で、シルト岩や砂質シルト岩・泥質細粒砂岩中にウニ化石を含む。幾春別地域の三笠層下部(下部セノマニアン)の泥質細粒砂岩から *Hemiaster (Mecaster) mikasaensis* が産し(TANAKA, 1984a), また *Hemiaster (Hemiaster) (?) aff. fourtaui* (藤山ほか, 1982, p. 158, 図版 79, 図 729に示されている)も産する。また、日高地方富内地域(とみうち)の中部蝦夷層群上部(チューロニアン)のシルト岩から *holasteroid* が採集された。浦河地域においても、中部蝦夷層群上部(中部チューロニアン)の泥岩中に含まれる石灰質団塊から *Stenonaster* が得られた。天塩地方の佐久層(チューロニアン)のシルト岩からも *Epiaster* sp. B が産する。

上部蝦夷層群は主として泥質岩からなる。ウニ化石は泥質岩自体のほかに、石灰質団塊からも見いだされることが多い。ウニ化石が石灰質団塊から産する場合、団塊が初生的であるので、ここでは便宜上団塊を含む岩石によって産状を示しておく。宗谷地方の上猿払西方における上部サントニアンの泥岩から *Hemiaster (Hemiaster) aff. stella* が得られ(TANAKA, 1984b), 芦別川流域の上部サントニアンの泥岩から *H. (Mecaster) aff. rana* が産する。幾春別地域では、下部サントニアンの泥岩から *Hemiaster (Gregoryaster) sp.*, シルト岩から *Micraster (Micraster) (?) sp.* が得られ、同地域の上部サントニアンの泥岩から *Hemiaster (Mecaster) aff. rana* の産出が知られている。また同地域から *Niponaster sp. A* (藤山ほか, 1982, p. 158, 図版 79, 図 725)が転石として採集された。



第1図 白亜紀ウニ化石産地地図 (本文中のものに限る)

Map showing the Cretaceous echinoid localities referred to in the text.

- | | | | |
|--------|-----------|------------|-----------|
| 1. 宗谷岬 | 10. 宮古 | 19. 志摩半島 | 28. 領石 |
| 2. 上猿払 | 11. 牡鹿半島 | 20. 和泉山脈西部 | 29. 高知 |
| 3. 佐久 | 12. 相馬 | 21. 淡路島 | 30. 宇和島 |
| 4. 芦別川 | 13. 那珂湊 | 22. 有田川 | 31. 宿毛 |
| 5. 幾春別 | 14. 銚子 | 23. 湯浅 | 32. 大野川 |
| 6. 占冠 | 15. 跡倉 | 24. 寺杣 | 33. 小坂 |
| 7. 富内 | 16. 山中地溝帯 | 25. 羽ノ浦 | 34. 佩楯山 |
| 8. 浦河 | 17. 戸台 | 26. 阿讃山脈西部 | 35. 球磨川下流 |
| 9. 小本 | 18. 伊平 | 27. 物部川 | 36. 甌島 |

Order Cidaroida

Family Cidaridae

Subfamily Stereocidarinae

Stereocidaris sp. (川上・田中, 1983)

Subfamily Cidarinae

Balanocidaris sp. (MNH)

Order Hemicidaroida

Family Hemicidaridae

Pseudocidaris simulans NISIYAMA (1950)

Family Pseudodiadematidae

Tetragramma sp. (川上・田中, 1983)

Trochotiara kiiensis TANAKA (1984a)

Order Phymosomatoida

Family Stomechinidae

Echinotiara (?) sp. (GSJ)

Order Arbacioida

Family Arbaciidae

Goniopygus atavus NISIYAMA (1950b)

Order Hololectypoida

Suborder Hololectypina

Family Hololectypidae

Coenholectypus hideshimensis TANAKA (TANAKA and OBATA, 1982)

Coenholectypus peridoneus NISIYAMA (1950b)

Order Cassiduloida

Family Clypeidae

Pygurus (Pygurus) posteroexpansus TANAKA (1984a)

Pygurus (Pygurus) complanatus TANAKA (1965)

Pygurus (Pygurus) sp. aff. *P. (P.) complanatus* TANAKA (GSJ)

Family Nucleolitidae

Nucleolitid gen. et sp. indet. (川上・田中, 1983)

Order Holasteroida

Family Holasteridae

Holaster sp. ex gr. *H. intermedius* MÜNSTER (GSJ)

Holaster clypeatulus NISIYAMA (1950b)

Holaster sp. aff. *H. laevis* (BRONGNIART) (TANAKA and OBATA, 1982)

Holaster sp. aff. *H. vanhoepeni* BESAIRIE et LAMBERT (GSJ)

Holaster sp. A (GSJ)

Holaster (?) sp. B (GSJ)

Cardiaster perorientalis NISIYAMA (1968)

Echinocorys sp. ex gr. *E. scutatus* LESKE (GSJ)

Echinocorys sp. ex gr. *E. pyramidatus* (PORTLOCK) (MNH)

Pseudananchys (?) *tumida* TANAKA (1984a)

Pseudholaster sp. (TANAKA, 1965)

Family Stenonasteridae

Stenonaster sp. (YCM)

Order Spatangoida

Suborder Toxasterina

Family Toxasteridae

- Toxaster priscus* TANAKA (1984a)
Toxaster sp. aff. *T. amplus* DESOR (TANAKA, 1984a)
Toxaster sanchuensis TANAKA (1965)
Toxaster sp. aff. *villei* GAUTHIER (TANAKA and OBATA, 1982)
Toxaster sp. A (GSJ)
Aphelaster serotinus TANAKA et SHIBATA (1961)
Heteraster bungoensis TANAKA et NODA (TANAKA et al., 1984)
Heteraster nexilis NISIYAMA (1950a)
Heteraster yuasensis TANAKA et OKUBO (田中・大久保, 1954)
Heteraster macroholcus (NISIYAMA) (1950a)
Heteraster hiranamensis TANAKA et KAWAKAMI (1983)
Heteraster sp. aff. *H. obliquatus* (CLARK) (田中・大久保, 1954)
Heteraster sp. A (TANAKA and KOZAI, 1982)
Epiaster miyakoanus TANAKA (TANAKA and OBATA, 1982)
Epiaster zonarius TANAKA (TANAKA and OBATA, 1982)
Epiaster sp. aff. *E. nobilis* STOLICZKA (TANAKA and KOZAI, 1982)
Epiaster sp. A (TANAKA and OBATA, 1982)
Epiaster sp. B (GSJ)

Suborder Hemiasterina

Family Hemiasteridae

- Hemiaster (Hemiaster) uwajimensis* MORISHITA (1962)
Hemiaster (Hemiaster) sp. aff. *H. (H.) stella* MORTON (TANAKA, 1984b)
Hemiaster (Hemiaster) sp. aff. *H. (H.) punctatus* D'ORBIGNY (TANAKA, 1984b)
Hemiaster (Hemiaster) sp. C (TANAKA, 1984b)
Hemiaster (Hemiaster) sp. D (TANAKA, 1984b)
Hemiaster (Hemiaster) (?) sp. aff. *H. (H.) fourtaui* CHIPLONKER (NSM)
Hemiaster (Gregoryaster) sp. (GSJ; NSM)
Hemiaster (Leymeriaster) polygonalis TANAKA (1984b)
Hemiaster (Leymeriaster) sp. aff. *H. (L.) regulusanus* D'ORBIGNY (TANAKA, 1984b)
Hemiaster (Leymeriaster) sp. A (GSJ)
Hemiaster (Mecaster) mikasaensis TANAKA (1984a)
Hemiaster (Mecaster) sp. aff. *H. (M.) indicus* STOLICZKA (TANAKA, 1984b)
Hemiaster (Mecaster) sp. aff. *H. (M.) rana* (FORBES) (GSJ)
Pseudowashitaster mysticus TANAKA (TANAKA and KOZAI, 1982)
Pseudowashitaster japonicus (TANAKA et OKUBO) (田中・大久保, 1954)
Pseudowashitaster (?) sp. (TANAKA and KOZAI, 1982)

Family Aeropsidae

- Cottreaucorys (Cordastrum) sulcatus* NISIYAMA (1968)

Suborder Micrasterina

Family Micrasteridae

- Micraster (Micraster) (?)* sp. (GSJ)
Isopneustes (?) sp. (GSJ)

Suborder Asterostratina

Family Asterostratidae

Niponaster hokkaidoensis LAMBERT (LAMBERT and THIÉRY, 1924)*Niponaster nakaminatoensis* SAITO (1959)*Niponaster* sp. A (NSM)

略号は未記載種の標本保管場所を示す

Abbreviations indicate the repositories of specimens of species not hitherto described.

GSJ: 地質調査所 MNH: 宮内コレクション NSM: 国立科学博物館 YCM: 横須賀市立博物館

このものはおそらくサントニアン(細砂質シルト岩)から由来したであろう。日高地方の占冠^{しむかづぶ}では、コニアシアン(泥岩)から *Hemiaster* (*Hemiaster*) aff. *punctatus* が産する(TANAKA, 1984b)ほかに、*H. (Mecaster)* aff. *rana*らしいウニも採集された。さらに、同地域のカンパニアン(細砂質シルト岩)は *Niponaster hokkaidoensis* を産する。浦河地域のコニアシアン(泥岩)から *Hemiaster* (*Hemiaster*) aff. *stella*, 中部カンパニアン(乳呑川層下部)のシルト岩から *Pseudananchys* (?) *tumida* が得られた(TANAKA, 1984a, 1984b)。浦河地域の中部カンパニアンは *Niponaster hokkaidoensis* の模式産地を含む(JIMBO, 1894; MATSUMOTO, ed., 1963)。

Hemiaster の上記の種類のほかに、未同定種や *hemiasterid* が特に上部蝦夷層群中の諸層準から産している。なお、幾春別地域の上部チューロニアンでは、*Inoceramus teshioensis* と共存して小型の spatangoid が多数産する露頭がある。このウニ化石は保存不良のために属・種の同定が不可能である。

ウニ化石は函渚層群の相当層からも産している。すなわち宗谷岬付近のカンパニアン(尾蘭内層^{おらんない})において、*Balanocidaris* sp. (とげ)と *Niponaster hokkaidoensis* が細砂質シルト岩中の石灰質団塊から、*Hemiaster* (*Leymeriaster*) cf. *polygonalis* がシルト質細粒砂岩—細砂質シルト岩や細砂質シルト岩から採集された。また、*Echinocorys* sp. ex gr. *E. pyramidatus* が同層の泥質細粒砂岩やシルト質細粒砂岩—細砂質シルト岩から産する。

3.2 東北日本

この地域の海成白亜系は、地向斜相を別として、北上山地太平洋岸では北より久慈層群・宮古層群・大船渡層群・大島層・牡鹿層群・鮎川層などとして、阿武隈山地東縁には相馬層群・小山田層・双葉層群として発達している。ウニ化石はとりわけ宮古層群から多産し、さらにごくまれながら鮎川層や小山田層からも見いだされた。

宮古層群(上部アプテアン—下部アルビアン)は、基底の巨礫礫岩にはじまり、砂岩・シルト岩からなる沿岸—浅海成層を主とし、多種の海生動物化石を豊富に含んで

いる。本層群は日本の白亜系のうちウニ化石を最も多産する地層群の一つである。ウニはシルト岩から種々の粒度の砂岩にわたる岩相に含まれる(第7表参照)。*Stereocidaris* sp., *Pseudocidaris simulans* (とげ), *Tetragramma* sp., *Goniopygus atavus*, *Coenholectypus hideshowensis*, *C. peridoneus*, nucleolitid, *Holaster clypeatus*, *H. aff. laevis*, *H. aff. vanhoeffeni*, *Toxaster* aff. *villei*, *Heteraster hiranamensis*, *Epiaster miyakoanus*, *E. zonarius* が同定され、さらに貝殻質砂岩からキダリス(cidarid)型のとげも見いだされる(NISUYAMA, 1950b; TANAKA and OBATA, 1982; 川上・田中, 1983; TANAKA and KAWAKAMI, 1983)。上記諸種のうち、*Coenholectypus peridoneus* が泥質中—細粒砂岩から、*Epiaster miyakoanus* が細砂質シルト岩から、*E. zonarius* がシルト岩から多産する。なお、第1表にあげていないが、*Salenia* の産出も報告されている(天理高等学校, 1981)。

牡鹿半島の鮎川層(上部ジュラ系—下部白亜系)は牡鹿層群の最上部を占め、海成・汽水成・非海成相の砂岩・泥岩からなる。相馬地域の相馬層群最上部を代表する小山田層(上部ジュラ系—下部白亜系)は泥岩・シルト岩からなり、海成層を主とする。鮎川層・小山田層それぞれのペリアシアン部分では、シルト岩から *Toxaster priscus* がごくまれに産する(TANAKA, 1984a)。

なお、地向斜相の陸中層群の上部を占める小本層(ネオコミアン)から、*Washitaster* (?) sp. の産出が報告された(小貫ほか, 1960)。ただし、このウニ化石の同定については再検討の必要があろう。

3.3 西南日本中軸部

この地域に発達する海成白亜系は、近畿東部から淡路島をへて四国西部まで分布する和泉層群、九州東部の大野川層群、九州西部の御船・御所浦・姫浦各層群で代表される。さらに、北関東の太平洋岸には那珂湊層群が露出する。ウニ化石は和泉・大野川・姫浦・那珂湊各層群から産している。

和泉層群(カンパニアン—マストリヒチアン)は主部がタービダイト相に富む厚層である。ウニ化石の産出はご

く散点的である。淡路島では、上部カンパニアンから *Hemiaster (Leymeriaster) polygonalis* (シルト岩) と *Niponaster hokkaidoensis* が、下部マストリヒチアンの細砂質シルト岩から *N. hokkaidoensis* が報告された (MORISHITA, 1955; TANAKA, 1984a, 1984b)。さらに、同島のカンパニアンの泥岩から *Echinocorys* sp. ex gr. *E. scutatus* も産する。和泉山脈西部のカンパニアンでは、細砂質シルト岩から *Niponaster hokkaidoensis*(?) が採集された (TANAKA, 1984a)。四国阿讃山脈西部のカンパニアンの泥岩から見いだされたウニは *Hemiaster (Leymeriaster)* aff. *regulusanus* に同定された (TANAKA, 1984b)。

大野川層群(チューロニアン—サントニアン)も和泉層群と同様にタービダイト相が発達した厚層である。諸層準からウニ化石が産している。上部チューロニアンの葉理砂質泥岩から *Hemiaster (Hemiaster)* sp. C が得られた (TANAKA, 1984b)。下部サントニアンでは、細砂質シルト岩ないし泥岩から *Hemiaster (Mecaster)* aff. *indicus* が採集され (TANAKA, 1984b)、葉理砂質泥岩から *H. (Leymeriaster)* sp. A が産した。

姫浦層群(コニアシアン—マストリヒチアン)は天草諸島周辺から南西へこしき甌島まで分布する。甌島の姫浦層群は下位より浅海相・タービダイト相・非海成相が順次重なる厚層である。カンパニアンのシルト岩には *Hemiaster* が多く含まれ、とりわけ同階中部に *H. (Leymeriaster) polygonalis* に比較されるものがあり (TANAKA, 1984b)、また同階上部から *Echinotiara*(?) sp. も産する。さらに、タービダイト相地層群の上部(マストリヒチアン?) から *Hemiaster*(?) sp. が得られた。

那珂湊層群は年代・堆積相の点で和泉層群に酷似する地層である。カンパニアンのシルト岩層中に挟在する中—細粒砂岩層から *Niponaster hokkaidoensis* が産し (TANAKA, 1984a)、それより上位では上部カンパニアンの細砂質シルト岩から *N. nakaminatoensis* の産出が知られている (SAITO, 1959)。

なお、関東山地に露出する上部白亜系跡倉層(下部セノニアン?) の砂質シルト岩から holasteroid が得られた。

3.4 西南日本外帯

秩父帯では、白亜系は諸所において通例先白亜紀地相向斜相地層群に挟まれて狭い帯状に分布し、しばしば複向斜構造を形成している。ウニ化石は海成層中の諸層準に含まれる。殊に下部白亜系三分中の中部を代表する K 2 (有田統に相当; オーテリビアン—パレミアン) の地層は、各地でシルト岩ないし砂質シルト岩からウニ化石を少なからず産する。

山中地溝帯の K 2 石堂層いしどうの下部(パレミアン)を構成す

るシルト質細粒砂岩—細砂質シルト岩や細砂質シルト岩・シルト岩は *Pseudoholaster* sp., *Toxaster sanchuensis*, *Aphelaster serotinus*, *Heteraster bungoensis*, *H. cf. nexilis*, *H. yuasensis*, *H. macroholcus*, *Pseudowashitaster mysticus* を産する (TANAKA and SHIBATA, 1961; TANAKA, 1965; TANAKA and KOZAI, 1982)。さらに、瀬林層上部(アプチアン)の中粒砂岩から *Pygurus (Pygurus) complanatus* が得られた (TANAKA, 1965; TANAKA, 1984a)。

銚子地域の下部白亜系銚子層群 (OBATA *et al.*, 1982) では、ウニ化石は君ヶ浜層下—中部(下部パレミアン)と西明浦層中部(上部アプチアン)から産する。君ヶ浜層下部の細砂質シルト岩から得られたウニは *Pseudowashitaster mysticus* に、泥質細粒砂岩や細砂質シルト岩から採集されたものは *Holaster* sp. ex gr. *H. intermedius* に同定される。さらに、同層中部の中—細粒砂岩から *Pygurus (Pygurus)* aff. *complanatus* が産出している。西明浦層中部の泥岩から産する *Epiaster* sp. A は後述の戸台層や日奈久層から得られたものと同一種である。

赤石山地の白亜系としては、北部に戸台層が、南部に水窪層みさくぼが露出する。戸台層(上部アプチアン)の頁岩(泥岩)には、宮古層群中の下部アルビアンから産した *Toxaster* aff. *villei*、熊本県八代地域の日奈久層中の下部アプチアンから産する *Epiaster* sp. A それぞれと同一種のウニ化石が見いだされる。

浜名湖北方の伊平層はごく最近認定された K 2 所属の地層で、例外的に三波川帯内に分布する。他地域の K 2 と共通の *Aphelaster serotinus* や *Heteraster yuasensis* が産する (林ほか, 1981)。

志摩半島では、K 2 五ヶ所浦層中の下部パレミアンから *Aphelaster serotinus*, *Heteraster yuasensis* の産出が報告された (小島ほか, 1979)。

和歌山県湯浅地域の有田層は、K 2 に属する地層としてはウニ化石を最も多く産する。特に同層中部(小島・小川, 1976 の Am) のシルト質細粒砂岩には諸種のウニ化石が見いだされ、中でも *Heteraster macroholcus* は個体数が多い。同層上部(小島・小川, 1976 の Au) の細砂質シルト岩—シルト岩もウニを少なからず産する。上記の種のほかに、*Toxaster* aff. *amplus*, *T. cf. sanchuensis*, *Aphelaster serotinus*, *Heteraster bungoensis*, *H. nexilis*, *H. yuasensis*, *H. sp. A*, *Pseudowashitaster mysticus* が識別されている (NISUYAMA, 1950a; 田中・大久保, 1954; MORISHITA, 1964; TANAKA and SHIBATA, 1961; TANAKA, 1965; TANAKA and KOZAI, 1982; TANAKA, 1984a; TANAKA *et al.*, 1984)。上記のウニ化石産出地層は下部パレミアンに対比される。

有田層より上位の白亜紀層では、ウニ化石が散点的にしか見いだされない。有田川流域の松原層上部(おそらくコニアシアン)の細砂質シルト岩は *Trochotiara kiiensis*, 二川層下部(サントニアン)の泥岩は holasteroid, *Hemiaster* (*Hemiaster*) aff. *stella*, 鳥屋城層上部(中部カンパニアン)のシルト岩は和泉層群からも知られている *Hemiaster* (*Leymeriaster*) *polygonalis* を産する(TANAKA, 1984a, 1984b)。さらに、御霊層下部(コニアシアン)の細砂質シルト岩から *Isopneustes* (?) sp., 同層中部(コニアシアン)の砂質シルト岩から *Hemiaster* (*Hemiaster*) (?) sp. が採集された。

徳島県羽ノ浦地域の羽ノ浦層はK2に対比されている(松本ほか, 1982)。本層から *Aphelaster serotinus* の産出が報告された(TANAKA and SHIBATA, 1961)。

高知県物部川流域のK2は下位の物部層と上位の柚ノ木層に区分される。物部層中の下部パレミアンの細砂質シルト岩—シルト岩から *Heteraster nexilis*, *H. macroholcus* が、柚ノ木層中の上部パレミアンのシルト岩から *Heteraster* sp. A, *Pseudowashitaster mysticus* が産する(TANAKA and KOZAI, 1982)。同地域の上部白亜系では、楮佐古層上部(上部サントニアン)の葉理砂質シルト岩から *Epiaster* aff. *nobilis* が産する(TANAKA and KOZAI, 1982)ほかに、シルト岩から *Holaster* (?) sp. B も見いだされる。さらに、高知県領石地域のK2は *Heteraster nexilis*, *H. macroholcus* を産する。また高知北西方のK2からもウニ化石の産出が報ぜられた(平田, 1974)。

大分県佩楯山地域の下部白亜系佩楯山層群の上部層はK2に対比される。その下部パレミアンの細砂質シルト岩—シルト岩は *Heteraster bungoensis*, *H. macroholcus*, *H. sp. A*, *Pseudowashitaster mysticus* を含み, *H. macroholcus* は個体数が比較的多い(TANAKA et al., 1984)。さらに、北方の小坂帯に露出する佩楯山層群中の上部(?)パレミアンの細粒砂岩から *Pygurus* (*Pygurus*) *posteroexpansus* が得られた(TANAKA, 1984a)。

熊本県球磨川下流域では、K2八竜山層は頁岩から *Aphelaster* cf. *serotinus* を産する(TANAKA and SHIBATA, 1961)。上位の日奈久層下部(下部アプチアン)の泥岩には、戸台層産のと同種の *Epiaster* sp. A. が、同層上部(上部?)アプチアン)の泥岩には *Pseudowashitaster* (?) sp. が知られている(TANAKA and KOZAI, 1982; TANAKA and OBATA, 1982)。さらに、八代層中部(下部アルビアン)のシルト岩から *Heteraster* aff. *obliquatus* と *Pseudowashitaster japonicus* が得られた(田中・大久保, 1954; TANAKA and KOZAI, 1982; TANAKA and KAWAKAMI, 1983)。

上記の白亜系地帯よりも南に分布する上部ジュラ系坂本・簸瀬両層から田村実教授が採集したウニ化石には、次のようなものがある。坂本層では、*Holaster* sp. A が細砂質シルト岩から、東北日本の鮎川層や小山田層から産するベリアシアンの *Toxaster priscus* に比較されるウニが別の地点のシルト岩から見いだされた。また、簸瀬層の泥岩からは *Toxaster* sp. A が産する。したがって、坂本・簸瀬両層は最下部白亜系に及んでいるといえる。

四万十帯には地相斜相の白亜系が広く分布する。しかしながら、ウニ化石の産出は一般にごくまれである。和歌山県の寺杣層(チューロニアン—サントニアン)や高知県宿毛地域(すくも)の上部白亜系中村層中のカンパニアンから *hemiasterid* が採集された。愛媛県宇和島地域の四万十層群中の中部チューロニアン—下部コニアシアンは、諸地点においてシルト岩から *Hemiaster* (*Hemiaster*) *uwajimensis* を産し(MORISHITA, 1962; NISYAMA, 1966, 1968; TANAKA, 1984b), またチューロニアンから *Cardiaster perorientalis*, *Cottreaucorys* (*Cordastrum*) *sulcatus* も知られている(NISYAMA, 1966, 1968)。さらに、同地域の下部サントニアンの葉理砂質泥岩から *Hemiaster* (*Hemiaster*) sp. D が得られた(TANAKA, 1984b)。

4. 年代

ウニ化石は本邦の白亜系中の諸層準から産している。ここでは、ウニ化石の年代層序の産出と各年代の特徴的な種について述べ、さらにその層序的価値にも言及する。

4.1 年代層序の分布

同定されたウニ化石各種の年代別産出を第2表に示す。これ以外にも、パレミアン以降の各年代に同定不能のものが若干知られている。第2表からわかるように、ベリアシアン・セノマニアン及びマストリヒチアンでは種類が少なく(個体数も少ない)、バラングニアンとオーテリビアンからはウニの産出が知られていない¹⁾。この点は、一部の地域を除いては、上記の各年代について海成層であっても詳しい年代が明らかでない、あるいは非海成層ないし汽水成層が発達している、あるいは砂質岩が卓越していることなどにもとづく。なお、パレミアン産とした種のうちには、産出層準が下位のオーテリビアンに及ぶものがあるかも知れない。

第2表からわかるように、大部分の種が1つの階(stage)だけから産し、2つの階にまたがるのは5種にす

1) 坂本層からは、層序的分布範囲がバラングニアンに始まるとされている *Holaster* が産する。ただし、このウニの産出層準の詳細な年代は明らかでない。

第2表 本邦産白亜紀ウニ化石種の年代別産出

Japanese echinoid species in successive divisions of the Cretaceous.

ベリアシアン Berriasian	<i>Hemiaster (Hemiaster) (?) aff. fourtaui (L)</i>
<i>Toxaster priscus</i>	<i>Hemiaster (Mecaster) mikasaensis (L)</i>
<i>Toxaster sp. A**</i>	
バレミアン Barremian	チューロニアン Turonian
<i>Pygurus (Pygurus) aff. complanatus (L)</i>	<i>Stenonaster sp. (M)</i>
<i>Pygurus (Pygurus) posteroexpansus (U?)</i>	<i>Cardiaster perorientalis (M)</i>
<i>Holaster sp. ex gr. H. intermedius (L)</i>	<i>Epiaster sp. B</i>
<i>Pseudholaster sp. (L)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) uwajimensis (M)</i>
<i>Toxaster aff. amplus (L)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) sp. C (U)</i>
<i>Toxaster sanchuensis (L-U)</i>	<i>Cottreaucorys (Cordastrum) sulcatus (M)</i>
<i>Aphelaster serotinus (L, U?)</i>	
<i>Heteraster bungoensis (L)</i>	コニアシアン Coniacian
<i>Heteraster nexilis (L-U)</i>	<i>Trochotiara kiiensis**</i>
<i>Heteraster yuasensis (L-U)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) uwajimensis (L)</i>
<i>Heteraster macroholcus (L, U?)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) aff. stella*</i>
<i>Heteraster sp. A (L-U)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) aff. punctatus*</i>
<i>Pseudowashitaster mysticus (L-U)</i>	<i>Hemiaster (Mecaster) sp. (probably referable to H. (M.) aff. rana)*</i>
アプチアン Aptian	<i>Isopneustes (?) sp.*</i>
<i>Pygurus (Pygurus) complanatus*</i>	サントニアン Santonian
<i>Coenholectypus hideshimensis (U)</i>	<i>Holaster (?) sp. B (U)</i>
<i>Toxaster aff. villei (U)</i>	<i>Epiaster aff. nobilis (U)</i>
<i>Epiaster miyakoanus (U)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) aff. stella (U)</i>
<i>Epiaster zonarius (U)</i>	<i>Hemiaster (Hemiaster) sp. D (L)</i>
<i>Epiaster sp. A (L-U)</i>	<i>Hemiaster (Gregoryaster) sp. (L)</i>
<i>Pseudowashitaster (?) sp. (U?)</i>	<i>Hemiaster (Leymeriaster) sp. A (L)</i>
アルビアン Albian	<i>Hemiaster (Mecaster) aff. indicus (L)</i>
<i>Stereocidaris sp.**</i>	<i>Hemiaster (Mecaster) aff. rana (U)</i>
<i>Pseudocidaris simulans (L?)</i>	<i>Micraster (Micraster) (?) sp. (L)</i>
<i>Tetragramma sp. (L)</i>	<i>Niponaster sp. A**</i>
<i>Goniopygus atavus (L?)</i>	カンパニアン Campanian
<i>Coenholectypus peridoneus (L)</i>	<i>Balanocidaris sp.*</i>
Nucleolitid gen. et sp. indet. (L)	<i>Echinotiara (?) sp. (L)</i>
<i>Holaster clypeatulus (L)</i>	<i>Echinocorys sp. ex gr. E. scutatus (U?)</i>
<i>Holaster aff. laevis (L)</i>	<i>Echinocorys sp. ex gr. E. pyramidatus*</i>
<i>Holaster aff. vanhoepeni (L)</i>	<i>Pseudananchys (?) tumida (M)</i>
<i>Toxaster aff. villei (L)</i>	<i>Hemiaster (Leymeriaster) polygonalis (M-U)</i>
<i>Epiaster miyakoanus (L)</i>	<i>Hemiaster (Leymeriaster) aff. regulusanus*</i>
<i>Heteraster hiranamensis (L)</i>	<i>Niponaster hokkaidoensis (M-U)</i>
<i>Heteraster aff. obliquatus (L)</i>	<i>Niponaster nakaminatoensis (U)</i>
<i>Pseudowashitaster japonicus (L)</i>	マストリヒチアン Maastrichtian
セノミアン Cenomanian	<i>Niponaster hokkaidoensis (L)</i>

L: 下部 Lower M: 中部 Middle U: 上部 Upper

* 階中の産出層準不明 Stratigraphic horizons within stage uncertain

** 産出階準わしい Stratigraphic horizons with respect to stage doubtful

第3表 本邦産白亜紀ウニ化石の類似外国種

Affinity relations between the Cretaceous echinoids of Japan and foreign countries.

本邦種 Selected Japanese species	類似外国種 Related foreign species
<i>Tetragramma</i> sp.	<i>T. malbosii</i> (AGASSIZ) Apt. (S. France); Alb. (Madagascar, Texas, Mexico, Colombia)
<i>Trochotiara kiiensis</i>	<i>T. ornata</i> (DESOR) Cenoman. (N. France, W. Germany, England)
<i>Goniopygus atavus</i>	<i>G. delphinensis</i> A. GRAS Apt. (S. France)
<i>Coenholectypus hideshimensis</i>	<i>C. neocomiensis</i> (A. GRAS) Apt. (S. France)
<i>Coenholectypus peridoneus</i>	<i>C. neocomiensis</i> (A. GRAS) Apt. (S. France)
<i>Pygurus</i> (<i>Pygurus</i>) <i>complanatus</i>	<i>P. (P.) impar</i> GAUTHIER Up. Neocom. (Algeria)
<i>Pygurus</i> (<i>Pygurus</i>) aff. <i>complanatus</i>	<i>P. (P.) impar</i> GAUTHIER Up. Neocom. (Algeria)
<i>Holaster</i> sp. ex gr. <i>H. intermedius</i>	<i>H. intermedius</i> (MÜNSTER) Hauteriv. (N. France, England, Switzerland)
<i>Holaster clypeatulus</i>	<i>H. simplex</i> SHUMARD Up. Alb. (Texas, Mexico)
<i>Holaster</i> aff. <i>laevis</i>	<i>H. laevis</i> (BRONGNIART) Alb. (N.-S. France, Belgium, England, Switzerland, Hungary)
<i>Holaster</i> aff. <i>vanhoepeni</i>	<i>H. vanhoepeni</i> BESAIRIE et LAMBERT Alb. (S. Africa)
<i>Echinocorys</i> sp. ex gr. <i>E. scutatus</i>	<i>E. scutatus</i> LESKE Turon.-Low. Maastricht. (England, Denmark, Sweden, USSR)
<i>Echinocorys</i> sp. ex gr. <i>E. pyramidatus</i>	<i>E. pyramidatus</i> (PORTLOCK) Campan. (Belgium); Senon. (N. Ireland)
<i>Pseudananchys</i> (?) <i>tumida</i>	<i>P. stephensoni</i> COOKE Coniac.-Low. Campan. (Texas)
<i>Pseudholaster</i> sp.	<i>P. baconicus</i> SZÖRÉNYI Alb.-Cenoman. (Hungary)
<i>Toxaster</i> aff. <i>amplus</i>	<i>T. amplus</i> DESOR Hauteriv. (S. France, N. Africa)
<i>Toxaster sanchuensis</i>	<i>T. gibbus</i> AGASSIZ Barrem.-Apt. (S. France, Switzerland, N. Africa, Caucasus)
<i>Toxaster</i> aff. <i>villei</i>	<i>T. peroni</i> LAMBERT Neocom. (Morocco)
<i>Toxaster</i> sp. A	<i>T. villei</i> GAUTHIER Apt. (N. Africa)
<i>Aphelaster serotinus</i>	<i>T. africanus rochi</i> LAMBERT Berrias. (Morocco); Valangin. (Algeria)
<i>Heteraster bungoensis</i>	<i>A. integer</i> (GAUTHIER) Hauteriv. (S. France, Majorca, Morocco)
<i>Heteraster nexilis</i>	<i>H. lepidus</i> (LORIOU) Low. Barrem. (Portugal)
<i>Heteraster yuasensis</i>	<i>H. couloni</i> (AGASSIZ) Barrem. (S. France, Switzerland)
<i>Heteraster macroholcus</i>	<i>H. sabugensis</i> (LORIOU) Up. Hauteriv. (Portugal)
	<i>H. fittoni</i> (DESOR) Low. Apt. (Switzerland); Apt. (England)
	<i>H. oblongus</i> (BRONGNIART) Barrem.-Apt. (S. France, NE. Spain, Portugal, Switzerland, Bulgaria, Lebanon, Syria, N. Africa)

第3表 つづき

<i>Heteraster hiranamensis</i>	<i>H. subquadratus</i> GAUTHIER Apt. (Algeria)
<i>Heteraster</i> aff. <i>obliquatus</i>	<i>H. obliquatus</i> (CLARK) Low. Alb. (Texas)
<i>Epiaster miyakoanus</i>	<i>E. trigonalis</i> D'ORBIGNY Alb. (N.-S. France, Switzerland?)
<i>Epiaster zonarius</i>	<i>E. jeanneti</i> COLLIGNON Alb. (Madagascar)
<i>Epiaster</i> aff. <i>nobilis</i>	<i>E. nobilis</i> STOLICZKA Campan.-Maastricht. (S. India)
<i>Epiaster</i> sp. A	<i>E. prior</i> LAMBERT Apt. (NE. Spain)
	<i>E. fourtaui</i> LAMBERT Apt. (Egypt)
<i>Epiaster</i> sp. B	<i>E. varusensis</i> D'ORBIGNY Cenoman. (S. France)
<i>Hemiaster (Hemiaster) uwajimensis</i>	<i>H. (H.) frontacutus</i> STOLICZKA Cenoman.-Turon. (S. India)
	<i>H. (H.) forbesi</i> BAILY Senon. (S. Africa)
<i>Hemiaster (Hemiaster)</i> aff. <i>stella</i>	<i>H. (H.) stella</i> (MORTON) Senon. (N. France); Up. Cret. (Atlantic coast of U.S.A.)
<i>Hemiaster (Hemiaster)</i> aff. <i>punctatus</i>	<i>H. (H.) punctatus</i> D'ORBIGNY Santon.-Campan. (N. France, NE. Spain, N. Africa); Up. Maastricht. (SE. Turkey)
	<i>H. (H.) integer</i> LAMBERT Up. Turon. (Madagascar); Coniac. (Russian Turkestan)
<i>Hemiaster (Hemiaster)</i> (?) aff. <i>fourtaui</i>	<i>H. (H.) fourtaui</i> CHIPLONKER Low. Cenoman. (W. India)
<i>Hemiaster (Gregoryaster)</i> sp.	<i>H. (G.) turkestanensis</i> SCHMIDT Coniac. (Russian Turkestan)
<i>Hemiaster (Leymeriaster) polygonalis</i>	<i>H. (L.) sexangulatus</i> D'ORBIGNY Campan.-Maastricht. (S. India)
<i>Hemiaster (Leymeriaster)</i> aff. <i>regulusanus</i>	<i>H. (L.) regulusanus</i> D'ORBIGNY Santon. (S. France, NE. Spain); Up. Maastricht. (SE. Turkey)
<i>Hemiaster (Leymeriaster)</i> sp. A	<i>H. (L.) regulusanus</i> D'ORBIGNY Santon. (S. France, NE. Spain); Up. Maastricht. (SE. Turkey)
<i>Hemiaster (Mecaster) mikasaensis</i>	<i>H. (M.) chirakhanensis</i> CHIPLONKER Low. (?) Cenoman. (W. India)
<i>Hemiaster (Mecaster)</i> aff. <i>indicus</i>	<i>H. (M.) indicus</i> STOLICZKA Campan.-Maastricht. (S. India)
<i>Hemiaster (Mecaster)</i> aff. <i>rana</i>	<i>H. (M.) rana</i> (FORBES) Campan.-Maastricht. (S. India)

ぎない。さらに、3つの階ないしそれ以上の長い年代範囲を示すものはない。しかしながら、ウニの産出が量的に限られており、また後で述べるように岩相に大きく規定されているので、今後上方あるいは下方へ伸びる可能性がある。

4.2 各年代の特徴化石

第2表に示した本邦産の種には、外国産のと共通の種が認められない。日本は白亜紀の間欧米はもちろんインドからさえも遠くはなれていたため、大部分の種は日本固有のものである。外国種に類似する種もほとんどが新種(一部は新亜種)の可能性があり、これらとて本邦固有のもののみなされる。そこで、類似の外国種を第3表²⁾に示しておく。本邦種とそれに対応する類似外国種とは年代が一致している場合が多く、ずれていてもせいぜい1つの期(age)ぐらいのことが多い。両者の年代が比較的大きくくいちがっている場合はごくまれである。この点は、問題の種に関する属の年代が外国に比べて日本では上方または下方へ伸びているにもかかわらず、外国既知種と比較したことにもとづく。

一方、第3表にあげていない *Pygurus (Pygurus) posteroexpansus*, *Toxaster priscus*, *Pseudowashitaster mysticus*, *P. japonicus*, *Cottreaucorys (Cordastrum) sulcatus*, *Niponaster hokkaidoensis* 及び *N. nakaminatoensis* に対しては、外国に類似種を見いだせない。特に *Pseudowashitaster* 属は現時点では本邦固有の属であり、また *Niponaster* 属もそのような性格のものである(*N. hokkaidoensis* は南サハリンからも産する)。

外国では、白亜紀ウニ化石はアンモナイトに比べて国際間対比上の価値は低いが、一定の地域内において示準化石として用いられている(例: MULLER and SCHENCK, 1943; COOKE, 1953; DEVRIÈS, 1960; ERNST, 1963, 1968, 1972; RAABE, 1965; BRITISH MUSEUM, 1972; ERNST and SEIBERTZ, 1977)。

日本では、先に述べたように、ウニ化石は1つの階に限られて産することが多いが、層序的分布範囲の上・下限は必ずしも確定されたものではない。また、ウニの産出は一般に限られており、しかも岩相に大きく規定されている。さらに、1つの属における各種間の系統上の関係も明らかでない。以上の点はウニ化石を示準化石として扱う上で難点となっている。しかしながら、現段階では、ある程度かけはなれた2地域ないしそれ以上の数地域において主に1つの階(あるいはそれに準ずる年代範囲)に限られて産する種は、広域的特徴化石³⁾として扱

う(第4表)。一方、ウニ化石種が1つの地域内で比較的狭い年代層序的範囲に限られて数地点から産する場合もあり、このものを局地的特徴化石と呼んでおく(第4表)、広域的及び局地的特徴化石としてあげたものはすべて *Spatangoida* に属し、一般に泥質岩から産する。まず各年代の広域的特徴化石について述べる。

ペリアシアン

この時代の特徴化石は *Toxaster priscus* で、このものは牡鹿半島と相馬地域から見いだされている。ただし、外国にはこれに類似した種が知られていない。なお、本種に比較されるウニが坂本層から産する。

パレミアン

この時代の特徴化石としては、*Toxaster sanchuensis*, *Aphelaster serotinus*, *Heteraster bungoensis*, *H. nexilis*, *H. yuasensis*, *H. macroholcus*, *Pseudowashitaster mysticus* がある。上記諸種は西南日本秩父帯の各地においてK2(オーテリビアン—パレミアン)の地層群の比較的上部から産する。これらのうち、*Heteraster macroholcus* は最も代表的なもので、各地から比較的多く見いだされている。

Toxaster sanchuensis の類似種は南ヨーロッパ—北アフリカのバレミアン—アプチアンやモロッコのネオコミアンから産する。*T. sanchuensis* は後述するように頂上系⁴⁾の構造についてバリアシアン⁵⁾の *T. priscus* よりも進化した特徴を示している。*Aphelaster serotinus* は南ヨーロッパ—北アフリカのオーテリビアンから産する *A. integer* に似るが、その対歩帯は後者のものに比べて特殊化し、多少花紋状を呈している。*Heteraster bungoensis* の類似種はポルトガルの下部バレミアンや南フランス・スイスのバレミアンから報告されている。*H. nexilis* の類似種はポルトガルの上部オーテリビアンから産し、*H. yuasensis* の類似種はスイス・イギリスのアプチアンに知られている。*H. macroholcus* は南フランス・スイス・北アフリカなどにおいてバレミアン—アプチアンから産する *H. oblongus* に近縁である。*Pseudowashitaster* は現段階では本邦に固有の属である。

アプチアン—アルビアン

アプチアンの特徴化石としては *Epiaster* sp. A があげられる。本種は TANAKA and KOZAI (1982) が *Epiaster* sp. として報告したもので、日奈久層下部や戸台層・銚子層群西明浦層から得られる。これの類似種は北東スペインやエジプトのアプチアンから産出する。北アフリカのアプチアンに類似種をもつ *Toxaster aff. villei* は、戸台

2) 分布地域のうち、北フランスと南フランスについては、現在の地理的位置ではなくて、白亜紀当時のウニの生物地理区 (SMITH, 1984) にもとづいて区分した。

3) 帯化石とはいえないが年代決定に役立つと考えられる化石を便宜上特徴化石と呼ぶ。

4) ウニの形態については付図に示す。

第4表 本邦白亜系の特徴的なウニ化石
Characteristic echinoids in the Cretaceous of Japan.

年代 Age	広域的特徴化石 Regional characteristic fossils	局地的特徴化石 Local characteristic fossils
マストリヒチアン Maastrichtian		
カンパニアン Campanian	<i>Hemiaster(Leymeriaster) polygonalis</i>	<i>Niponaster hokkaidoensis</i>
サントニアン Santonian	<i>Hemiaster (Hemiaster) aff. stella</i>	<i>Hemiaster (Mecaster) aff. rana</i>
コニアシアン Coniacian		
チューロニアン Turonian		<i>Hemiaster (Hemiaster) uwajimensis</i>
セノマニアン Cenomanian		
アルビアン Albian		
アプチアン Aptian	<i>Epiaster sp. A</i>	<i>Toxaster aff. villei</i> <i>Epiaster miyakoanus</i>
バレミアン Barremian	<i>Toxaster sanchuensis</i> <i>Aphelaster serotinus</i> <i>Heteraster bungoensis</i> * <i>H. nexilis</i> <i>H. yuasensis</i> <i>H. macroholcus</i> <i>Pseudowashitaster mysticus</i>	
オーテリビアン Hauterivian		
バラングニアン Valanginian		
ベリアシアン Berriasian	<i>Toxaster briscus</i>	

* 下部バレミアンに限られる Occurring only in the Lower Barremian

層(上部アプチアン)や宮古層群平井賀層上部(下部アルビアン)から産している。本種は、後で記すように対歩帯における孔帯の特徴や対歩帯の花紋の先端近くにおける粒状帯 (granular band) の胚芽の発達に関して、バレミアンの *T. sanchuensis* (*Toxaster* 属中の典型的なグループ) よりも進んだ特徴を示している。 *T. aff. villei* はアプチアン-アルビアンの特徴化石となり得る。

コニアシアン-サントニアン

コニアシアンからサントニアンにかけての特徴化石は *Hemiaster (Hemiaster) aff. stella* と *H. (Mecaster) aff. rana* である。前者は北海道浦河地域の上部蝦夷層群中の

コニアシアン、上猿払地域の同層群中の上部サントニアンから、さらに湯浅地域の二川層下部(サントニアン)から見いだされる。本種は *Hemiaster* 亜属の形態群 (TANAKA, 1984b) のうちの γ 群に属する。 *H. (H.) aff. stella* の類似種は北フランスのセノニアン、米国東岸の上部白亜系から報告されている。 *Hemiaster (Mecaster) aff. rana* は未記載種であるが、北海道において芦別・幾春別・三毛別各地域の上部蝦夷層群中の上部サントニアンから産する。さらに、この種に比較されるウニが浦河地域において上部蝦夷層群中のコニアシアンから見いだされる。本種は *Hemiaster (Mecaster) aff. indicus* に比べて前

溝が幅広く、前対歩帯が先端で閉じ、後対歩帯が短い。

カンパニアン—マストリヒチアン

カンパニアンでは、*Hemiaster (Leymeriaster) polygonalis* が特徴化石となる。本種は淡路島の和泉層群志知頁岩層や湯浅地域の鳥屋城層上部、九州甕島の姫浦層群C層(田中・寺岡, 1973)から産し、中—上部カンパニアンを特徴づける。これの近縁種は南インドの Ariyalur 層群(カンパニアン—マストリヒチアン)に知られている。*Niponaster hokkaidoensis* は北海道の日高・浦河両地域の上層部蝦夷層群、稚内地域の函渚層群相当の尾蘭内層、茨城県的那珂湊層群、淡路島・和歌山地域の和泉層群下部亜層群それぞれのカンパニアン(中—上部カンパニアン)の部分に含まれ、また淡路島の和泉層群中部亜層群中の下部マストリヒチアンの部分からも産する。さらに、本種の産出は南サハリンの中部カンパニアンからも知られている。したがって、*N. hokkaidoensis* は中部カンパニアン—下部マストリヒチアンの特徴化石となり得て、その産出は主としてカンパニアンに限られる。この属は現時点では日本(同一白亜系堆積区として南サハリンも含む)に固有の属である。

これまで述べてきた広域的特徴化石とは別に、局地的特徴化石として次の2種があげられる。*Epiaster miyakoanus* は宮古層群中の上部アプチアン—下部アルビアンの部分に多く含まれている。これの類似種はフランスやスイス(?)のアルビアンから産する。*Hemiaster (Hemiaster) uwajimensis* は宇和島地域の四万十層群中の中部チューロニアン—下部コニアシアンから普通に産出している。このウニは *Hemiaster* 亜属の形態群中の α 群に属する。本種は南インドの Utatur 層群(セノマニアン—チューロニアン)から産する *H. (H.) frontacutus* や南アフリカのセノニアン産 *H. (H.) forbesi* に近縁である。

5. 産 状

本邦の白亜紀ウニ化石は海成層の種々の岩相から産出し、特に泥質岩から多く見いだされている。岩相別にみたウニ化石の産出を第5表に示す。岩相については、礫質砂岩相・砂岩相・泥質砂岩相・中間相及び泥質岩相に大別し、さらに各相を細分した。第5表に示した以外に、礁性石灰岩ないし碎屑性石灰岩(石灰藻・サンゴなどに富む)からキダリス型のとげも産する。このような例は下部白亜系の下部蝦夷層群・有田層・宮古層群などにみられる。ここでは、まず分類グループ別にみたウニ化石の産状の一般的傾向について述べ、次に宮古層群産ウニ化石群の産状を記し、生息環境や生活様式についても言及する。

5.1 一般的産状

第6表からわかるように、ウニ化石は目(Spatangoida)では帯線の有無によって2グループに分ける)のレベルでみると、それぞれ特定の岩相からより多く産する傾向が認められる。すなわち、Cidaroida に属するウニは礫質砂岩相から、Hemicidaroida や Holecypoida, Cassiduloida に属するウニは砂岩相ないし泥質砂岩相から産している。とりわけ、Holecypoida の *Coenholectypus peridoneus* は砂岩相よりも泥質砂岩相(二枚貝化石を多く含む泥質中—細粒砂岩)から多産する。

Spatangoida に属するウニは泥質砂岩相(泥質細粒砂岩)に豊富に含まれていることもあるが、全体としては泥質岩相において圧倒的に優勢である。さらに、Spatangoida のウニのうち、帯線を欠くもの(Aグループ)は細砂質シルト岩—シルト岩に卓越するが、それを有するもの(Bグループ)はシルト岩—泥岩に優勢である。したがって、前者は後者に比べてより粗粒の泥質岩から多産する傾向を示し、それ故に大局的にみてより浅い環境に生息していたと推察される。実際に、Aグループの代表者 *Heteraster* 属や *Epiaster* 属はBグループの代表者 *Hemiaster* 属に比べて全体としてより粗粒の地層に含まれる傾向がある。また、Aグループの *Heteraster macroholcus* や *Epiaster miyakonanus* は泥質細粒砂岩のほかに細砂質シルト岩から多数見いだされる。*H. macroholcus* を多産する泥質細粒砂岩には三角貝などの浅海生貝化石や螺環の巻きが解けたアンモナイトが多数含まれている。一方、Aグループに属するが周花偽帯線(peripetalous pseudo-fasciole)を具える *Epiaster zonarius* を多く含んでいる岩相はシルト岩である。なお、*Hemiaster* は一般に泥質岩相に含まれるが、種によっては浅海生貝化石を含む泥質細粒砂岩からまれに産する場合(例：*H. (Mecaster) mikasaensis*)もある。

Holasteroida に属するウニ(帯線をもたないグループ)は砂岩相・泥質砂岩相・中間相・泥質岩相のように種々の岩相から採集されているが、特定の岩相に多く含まれる例は知られていない。なお、Cidaroida に属するウニのとげが細砂質シルト岩から、Phyromatoida のウニがシルト岩から得られた。

上記の一般的傾向については、ウニ化石が必ずしも現地性ではなくて、多かれ少なかれ異地性の場合もあることを考慮しなければならない。Hemicidaroida, Holecypoida, Cassiduloida, Holasteroida (帯線を欠くグループ)に属するウニは、一般に表生(ただし Cassiduloida の *Pygurus* では殻の一部が堆積物中にうずもれていたと推察される)であったので、それらの遺骸は死後生息場

第5表 本邦産白亜紀ウニ化石種の岩相別産出

Occurrence of Japanese Cretaceous echinoid species according to lithofacies.

礫質砂岩相 CONGLOMERATIC SANDSTONE FACIES

1. 貝殻質砂岩 Shelly sandstone

Stereocidaris sp.

砂岩相 SANDSTONE FACIES

2. 中粒砂岩 Medium sandstone

Pygurus (Pygurus) complanatus

3. 中一細粒砂岩 Medium-fine sandstone

Pygurus (Pygurus) aff. complanatus

Niponaster hokkaidoensis

4. 細粒砂岩 Fine sandstone

Trochotiara kiiensis

Coenholectypus peridoneus

Pygurus (Pygurus) posteroexpansus

Holaster clypeatus

Holaster aff. *vanhoepeni*

泥質砂岩相 MUDDY SANDSTONE FACIES

5. 泥質中一細粒砂岩 Muddy medium-fine sandstone

Coenholectypus hideshimensis

*Coenholectypus peridoneus***

Holaster aff. *laevis*

Epiaster miyakoanus

6. 泥質細粒砂岩 Muddy fine sandstone

Tetragramma sp.

Holaster sp. ex gr. *H. intermedius*

Echinocorys sp. ex gr. *E. pyramidatus*

Toxaster aff. *amplus*

Toxaster aff. *villei*

Heteraster nexilis

*Heteraster macroholcus***

Heteraster hiranamensis

*Epiaster miyakoanus**

Hemiaster (Hemiaster) (?) aff. fourtaui

Hemiaster (Mecaster) mikasaensis

中間相 INTERMEDIATE FACIES

7. シルト質細粒砂岩—細砂質シルト岩 Silty fine sandstone—fine sandy siltstone

Echinocorys sp. ex gr. *E. pyramidatus*

Pseudholaster sp.

Toxaster sanchuensis

Heteraster macroholcus

Epiaster miyakoanus

Hemiaster (Leymeriaster) cf. polygonalis

泥質岩相 MUDROCK FACIES

8. 細砂質シルト岩 Fine sandy siltstone

Balanocidaris sp. (spine)

第5表 つづき

-
- Trochotiara kiiensis*
Holaster sp. ex gr. *H. intermedius*
Holaster sp. A
Toxaster sanchuensis
Aphelaster serotinus
Heteraster nexilis
Heteraster yuasensis
*Heteraster macroholcus**
*Epiaster miyakoanus***
Hemiaster (Leymeriaster) cf. *polygonalis*
Hemiaster (Mecaster) aff. *indicus*
Pseudowashitaster mysticus
Isopneustes (?) sp.
*Niponaster hokkaidoensis**
Niponaster nakaminatoensis
Niponaster sp. A
9. シルト岩 Siltstone
- Echinotiara* (?) sp.
Holaster (?) sp. B
Pseudananchys (?) *tumida*
Toxaster priscus
Aphelaster serotinus
Heteraster bungoensis
Heteraster nexilis
Heteraster yuasensis
Heteraster macroholcus
Heteraster aff. *obliquatus*
Heteraster sp. A
*Epiaster zonarius***
Epiaster sp. B
Hemiaster (Hemiaster) *uwajimensis*
Hemiaster (Leymeriaster) *polygonalis*
Pseudowashitaster mysticus
Pseudowashitaster japonicus
Micraster (Micraster) (?) sp.
10. 泥岩 Mudstone
- Echinocorys* sp. ex gr. *E. scutatus*
Stenonaster sp.
Toxaster aff. *villei*
Toxaster sp. A
Epiaster sp. A
Hemiaster (Hemiaster) aff. *stella*
Hemiaster (Hemiaster) aff. *punctatus*
Hemiaster (Gregoryaster) sp.
Hemiaster (Leymeriaster) aff. *regulusanus*
Hemiaster (Mecaster) aff. *indicus*
Hemiaster (Mecaster) aff. *rana*
-

第 5 表 つづき

Pseudowashitaster (?) sp.

泥質フリッシュ相 MUDDY FLYSCH FACIES

11. 葉理砂質シルト岩 Laminated sandy siltstone

Epiaster aff. *nobilis*

12. 葉理砂質泥岩 Laminated sandy mudstone

Hemiaster (*Hemiaster*) sp. C

Hemiaster (*Hemiaster*) sp. D

Hemiaster (*Leymeriaster*) sp. A

Hemiaster (*Mecaster*) aff. *indicus*

* 2種以上の岩質から産する種について, より多く産する場合を示す Showing more dominant occurrence than in other rocks

** 多産 Abundant

第 6 表 本邦産白亜紀ウニ化石 (目) の岩相別産出

Distribution at order level of Japanese Cretaceous echinoids with respect to lithofacies.

種 類(目)	礫質砂岩相	砂岩相	泥質砂岩相		中間相	泥質岩相			泥質フリッシュ相
	1	2-4	5	6	7	8	9	10	11-12
Cidaroids	○					×			
Hemicidaroids		○		○		○			
Phylosomatoids								○	
Holactypoids		○	◎						
Cassiduloids		○							
Holasteroids		○	○	○	○	○	○	○	
Spatangoids A (fasciole absent)		×	○	◎	○	◎	◎	○	○
Spatangoids B (fasciole present)				○	○	○	◎	◎	○

岩相タイプ 1-12は第 5 表参照 For the types of lithofacies, 1, 2... 11 and 12, see Table 5.

◎ 優勢 dominant ○ 産出 present × 異地性 allochthonous

所から他の場所へ移動しやすかった。Spatangoida のウニは一般に内生であったが, ERNST (1973) が指摘するように死の直前に底質上に現われるので, 他所へ運ばれることがあった。したがって, 泥質堆積物中に潜没して生息するウニの遺骸は現地性の場合もあれば, 多かれ少なかれ異地性の場合もある。

上記に関連して, 産状の若干例について述べる。甕島の姫浦層群 C 層の 1 露頭において, 泥質岩中に内生の *Hemiaster* の個体が多数存在し, いずれも殻の反口面を上に向けている。この場合は遺骸を現地性とみなしてよい。一方, 同層の別の露頭における泥岩中に, 表生の *Phylosomatoid* のウニ (*Echinotiara* ? sp.) が数個体見られ, いずれも口側面を上に向けている。これらのウニは生息当時の状態を示していない。しかしながら, 殻面の一部にはとげが付着し, 周りにも散らばっているため, 生息場所からあまり移動していなかったと推察される。

このような状態は問題のウニが比較的静かな水中に堆積し, その場所での堆積速度が大きかったことを示唆する。

Spatangoida に属する *Niponaster* は一般に細砂質シルト岩から産するが, 例外的に那珂湊層群中の砂岩層から見いだされた。この砂岩層は斜面相(しばしばスランプ層を伴う)の泥質岩中に挟在する再堆積性砂岩と判断され, それ故に上記のウニを異地性とみなしてよい。泥質岩中に散点的に含まれるキダリス型のとげはもちろん異地性のものである。

以上に述べたことからわかるように, 異地性の場合も多少あるが, 目のレベルでみた場合, ウニ化石は特定の岩相から卓越して産する傾向が認められる(第 6 表)。この点は, 他の研究者(例: NICHOLS, 1959; ERNST, 1970, 1971a, 1971b, 1973; McNAMARA and PHILIP, 1980; SMITH, 1984) が指摘したように, 殻の形態(特に殻の高

第7表 宮古層群産ウニ化石の岩相別産出

Occurrence of selected echinoid species from the Miyako Group with respect to lithofacies.

	1 貝殻質砂岩	4 細粒砂岩	5 泥質中一細粒 砂岩	6 泥質細粒砂岩	8 細砂質シルト岩	9 シルト岩
<i>Stereocidaris</i> sp.	○					
<i>Tetragramma</i> sp.			○			
<i>Coenholectypus peridoneus</i>		○	◎			
<i>Coenholectypus hideshimensis</i>			○			
<i>Holaster clypeatulus</i>		○				
<i>Holaster</i> aff. <i>laevis</i>			○			
<i>Holaster</i> aff. <i>vanhoeveni</i>		○				
<i>Toxaster</i> aff. <i>villei</i>				○		
<i>Epiaster miyakoanus</i>				○	◎	
<i>Epiaster zonarius</i>						◎

For numbers (types of lithofacies) see Table 5. ◎ 優勢 dominant ○ 産出 present

さや膨らみ具合), 器官(歩帯・囀口部・囀肛部・とげ・帯線など)の機能形態と生息環境(ことに底質・水の動き・水深)や生活様式(表生・内生・潜没生息深度, 摂食様式など)との相互関係で説明される。これに関連して, 種のレベルでみた宮古層群産ウニ化石群の産状について述べる。

5.2 宮古層群産ウニ化石群の産状

下部白亜系宮古層群(上部アプチアン—下部アルビアン)は, 主に外洋性の沿岸—浅海域に堆積した地層で, 礫岩・礫質砂岩・石灰質砂岩・貝殻質砂岩・シルト岩からなり, ごく少量の石灰岩を伴う。大型有孔虫・サンゴ・巻貝・二枚貝・アンモナイト・ベレムナイト・ウニ・石灰藻など多彩な化石を豊富に含む。ウニ化石は多くの地点や層準から産出し, 種類によってはかなり豊富であり, 現在のところ10属13種が識別されている(TANAKA and OBATA, 1982; 川上・田中, 1983)。本層群は日本の白亜系のうち, ウニ化石の属・種数及び個体数が最も多い地層である。砂質相・泥質相両群集が認められ, 前者に比べて後者の方で属数のはるかに少なく, 他方個体数はずっと多くなる。これらのウニ化石の産状は以下に記す通りである(第7表)。

キダリス型のこん棒状を呈する大とげ(primary spine)がときどき貝殻石灰質粗一細粒砂岩(粒度の点では礫岩ないし礫質砂岩に相当し, 造礁性サンゴ体の円磨された同時礫を多数含む)中に, さらに碎屑性石灰岩中にも見いだされる。ただし, この種の大とげがどのような種類の正形ウニのものであるかは不明である。さらに, 正形ウニに属する *Stereocidaris* sp. も貝殻質砂岩から採集された。これらのウニは水の動きや波浪作用のある沿岸に

においてサンゴ礁が存在するような固い粗粒碎屑質ないし岩石質の海底上に好んで生息していたであろう。

正形ウニの *Tetragramma* sp. では, 大とげは数や大きさからして先に述べた正形ウニの場合ほどに粗大ではない。このウニは産出岩相から判断すると泥質砂底上に生活していたと考えられる。

Coenholectypus peridoneus は形態上正形ウニと典型的な不正形ウニとの中間型の原始的な不正形ウニで, 殻がむしろ低く, 囀口部, 囀肛部ともに大きい。その産出は豊富な二枚貝(三角貝や *Goniomya* が卓越)と共存して泥質中一細粒砂岩や泥質基質に乏しい細粒砂岩に限られ, 前者中に比較的多い。*C. hideshimensis* も泥質中一細粒砂岩から得られた。両種は公海性浅海の泥質砂底ないし砂底に生息し, 形態的特徴からして, また *Holectypus depressus* (LESKE) の生活様式 (SMITH, 1984) から類推すると, 一時的に底質中に潜没していたと推察される。

不正形ウニの *Holaster clypeatulus*, *H. aff. vanhoeveni* を産する岩相は細粒砂岩, *H. aff. laevis* の場合は泥質中一細粒砂岩である。上記3種は *Coenholectypus* の2種と同様に, 先に記した正形ウニの *Stereocidaris* やキダリス型の大とげをもった正形ウニに比べてより細粒の堆積物から産出している。*Holaster* の3種は公海性浅海の砂質底上を好適な生活場所としていたと考えられる。

Toxaster aff. *villei* は泥質細粒砂岩から採集された。この岩相は *Coenholectypus*, *Holaster* それぞれの各種を産した岩相よりも細粒または泥質である。このような相違は, おそらく生息場所の底質の差異を反映しているであろう。さらに, *T. aff. villei* では前溝が発達し, 対歩帯が亜花紋状(subpetaloid)を呈して多少沈んでいるのに対

して、*Coenholectypus* の 2 種(前溝を欠く)と *Holaster* の 3 種(前溝は *T. aff. villei* の場合よりも浅い)では対歩帯が長く沈んでいない。*T. aff. villei* は内生で、おそらく *Coenholectypus* の 2 種よりも深く潜没していたであろう。

Epiaster miyakoanus 及び *E. zonarius* の両種は、宮古層群のウニ化石の中では最も多産するものである。産出岩相は泥質岩及び泥質細粒砂岩で、これまでに述べてきたすべての種の場合に比べて全体として細粒であり、泥質基質に乏しい砂岩相からは見いだされていない。これに関連して、*Epiaster* の両種ではいずれも *Toxaster aff. villei* のほぼ同じ大きさの個体に比べて明らかに殻の薄い点が目される。*Epiaster* の両種は沈んだ対歩帯と周花偽帯線ないし粒状帯の発達で特徴づけられている。この点や産出から判断すると、両種は一般に上記他種の生息場所よりも全体としてより深い、すなわち中程度の水深(浅海—半深海)の泥質底に好んで生息し、内生であったと考えられる。

さらに詳しくみると、*Epiaster miyakoanus* は細砂質シルト岩中から多産し、泥質細粒砂岩中にも少なからず含まれている。このウニを多産する岩相(砂質シルト岩)はオルビトリナに富む砂岩(タービダイトの場合ほどには顕著でないが級化層理を示す)とひんぱんに互層し、二枚貝(*Goniomya*—ときどき合弁—が卓越)を多く含む。一方、*E. zonarius* はシルト岩中のみから豊富に産出してきた。このシルト岩には多種の二枚貝(*Mesosacella*, *Paralleledon*, *Nanonavis*, *Glycymeris*, *Neithea*, *Astarte* など)や巻貝・アンモナイト数種・ペレムナイトが含まれ、さらに黄鉄鉱の微粒が部分的に散点している。*Epiaster* の両種は同一産地において共存することがない。したがって、*E. miyakoanus* は *E. zonarius* に比べて大局的にはより浅くて流れのある環境に堆積した分級の悪いより粗粒の底質中に生息していたといえるであろう。宮古層群全体の岩相の垂直・水平変化の傾向や古地理的復元(田中, 1978)から判断すると、*E. zonarius* に富むシルト岩相は湾入部に堆積し、*E. miyakoanus* を多産する岩相はより外洋水の影響の強い環境に堆積したと考えられる。

以上に述べたことからわかるように、宮古層群のウニ化石を含む岩相、ひいてはウニが生息していたと推察される場所の底質は、*Epiaster zonarius*, *E. miyakoanus*, *Toxaster aff. villei*, *Holaster* 3種—*Coenholectypus* 2種, *Stereocidaris*—キダリス型の大きげをもつ正形ウニの順に細粒ないし泥質であり、それ故に堆積環境はより深いと結論される。要するに、たとえ一部では異地性の場合もあろうが、ウニ化石が種類ごとに岩相と密接に関連して産出する、すなわち特定の底質に好んで生息していたこ

とは明白である。

なお、*Epiaster zonarius* では、*E. miyakoanus* に比べて前溝が幅広く、深く前方へ広がっており、対歩帯が深く沈み、周花偽帯線がよく発達している(第2図)。このような形態上の相違は、前者の種が後者の種に比べてより細粒の泥質底中により深く潜没していたことを示唆する。類例は *Heteraster* の場合にも認められる。すなわち、パレミアンの *H. bungoensis* と下部アルビアン期の *H. hiranamensis* は、前歩帯において長短両対孔の交互する様式が互いに似ている。しかしながら、殻の一般的輪廓や前溝の性状に関しては、*H. bungoensis* は *Epiaster zonarius* に、*H. hiranamensis* は *E. miyakoanus* に類似する(第2図)。しかも同様に、*H. bungoensis* はシルト岩から、*H. hiranamensis* は泥質細粒砂岩から産する。したがって、上記の *Epiaster* の例から類推すると、*H. bungoensis* の方が *H. hiranamensis* に比べてより細粒の堆積物中における内生生活に適応していたと考えられる。

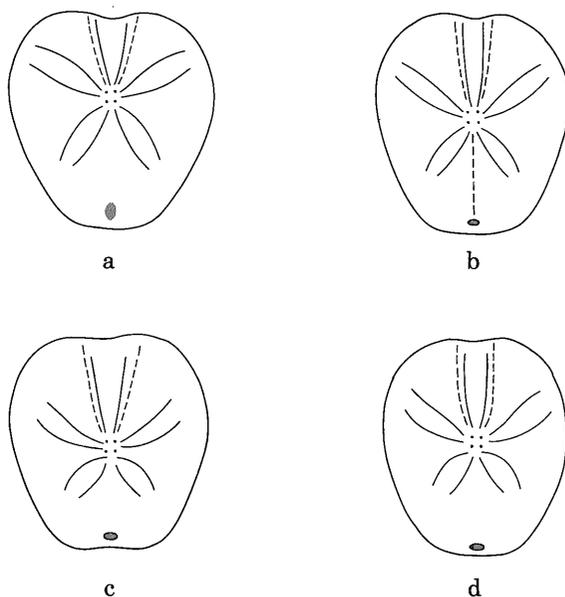
6. 動物群

日本の海成白亜系では、地向斜相が卓越し、他方比較的安定した陸棚上に堆積した浅海成相の発達は限られている。このような堆積相の発達状況に規制されて、本邦の白亜系におけるウニ化石の産出は全体として少ない。実際に、現在判明している種類は、外国、とりわけ西ヨーロッパや北アフリカ・米国テキサス州でよく研究されてきたウニ化石動物群の場合に比べて属・種数ともかなり少ない。したがって、日本の白亜紀ウニ化石動物群の全容を明らかにするにあたって、現時点での研究素材や知識の不足は否めない。

6.1 全般的特徴

本邦の白亜紀ウニ動物群では、正形ウニの属の数が不正形ウニの場合よりもはるかに少ない。この点は、化石として保存される条件は別として、正形ウニの産出が堆積相の発達状態(例えば礁相や炭酸塩相が例外的にしか発達しない)に大きく規制されていることに基づく。不正形ウニに属する *Spatangoida* 目の要素が最も優勢である。実際に、この目に含まれる属の数は他の目の場合よりも多く、また種によっては個体数も豊富である。*Spatangoida* のウニは主に泥質岩相に含まれる。一方、砂質岩相では、ウニ化石の産出が少なく、*Spatangoida* 以外の要素が卓越している。

ウニ化石動物群の内容が、堆積相による規制とは別に、生物地理的要素に大きく支配されていることはいうまでもない。日本の白亜紀ウニ化石に関しては、世界の他地域と共通の種がなく、また外国種に類似する種とみなし



第2図 *Epiaster*, *Heteraster* 各2種の上

Diagrammatic outline of aboral surface of the respective two species of *Epiaster* and *Heteraster*.

- a. *Epiaster zonarius* TANAKA
- b. *Epiaster miyakoanus* TANAKA
- c. *Heteraster bungoensis* TANAKA et NODA
- d. *Heteraster hiranamensis* TANAKA et KAWAKAMI

たものの大部分も新種(一部は新亜種)の可能性がある。それ故に、種のレベルでみた場合、本邦の白亜紀ウニ動物群は独自性を示している。一方、属のレベルでみると、ウニ動物群は世界の他地域との共通性は著しく大きい。すなわち、本邦産の固有属(*Pseudowashitaster*, *Niponaster*, ほか *Cottreaucorys* の亜属 *Cordastrum*)を除く23属は、すべて環地中海地域(南ヨーロッパ-北アフリカで代表される)から知られている。また、北ヨーロッパとの共通属は上記よりも減少するが、少なくとも16属に達する。ただし、分布が北ヨーロッパのみに限られる属は日本の白亜紀ウニ動物群には見いだされない。インド-マダガスカル区、米国西岸-カリフォルニア半島(メキシコ)との共通属も、それぞれ少なくとも10属、5属(ほか疑わしい1属がある)を数える。さらに、北米湾岸-カリブ海沿岸地域との共通属の数は少なくとも13である。要するに、本邦の白亜紀ウニ化石動物群では、総体的に環地中海地域の要素との関連が他地域の場合よりも大きいといえる。

日本産の属のうち、*Holaster*, *Epiaster*, *Hemiaster* は汎世界的ないしそれに近い地理的分布を示す。次に、分布がかなり広い属としては *Tetragramma*, *Goniopygus*, *Coenho-*

lectypus, *Cardiaster*, *Echinocorys*, *Toxaster*, *Heteraster*, *Micraster* がある。一方、*Stenonaster*, *Aphelaster*, *Cottreaucorys* の本邦以外での地理的分布は限られており、1つの生物地理区(環地中海地域)のみから報告されている。

世界のウニ化石動物群全般の消長からみると、その構成要素は前期白亜紀と後期白亜紀との間に大きな差異を示す。したがって、ここでは前期白亜紀と後期白亜紀に大別して、日本のウニ化石動物群の特徴と時代的変遷及び他地域の動物群との類似(第3表参照)や相違について述べる。

6.2 前期白亜紀

前期白亜紀のウニ化石動物群は、産状の点から泥質相群集と砂質相群集に大別される。

6.2.1 泥質相群集

泥質相群集は *Spatangoida* 目に属する *Toxasteridae* 科の *Toxaster*, *Aphelaster*, *Heteraster*, *Epiaster* 及び *Hemiasteridae* 科の *Pseudowashitaster* で代表される。この群集を含む代表的な地層は K2 (オーテリビアン-パレミアン)、すなわち有田統の地層である。

Toxaster

本邦産の *Toxaster* には、ペリアシアン *T. priscus*,

パレミアンの *T. aff. amplus*, *T. sanchuensis* 及び上部アプチアン下部アルビアンに *T. aff. viliei* の4種類がある。さらに、ベリアシアンと推定される地層から *Toxaster* sp. A が産する。

T. aff. amplus, *T. sp. A* 以外の3種では、対歩帯がわずかながらも沈んでいる。*T. aff. amplus* と *T. sanchuensis* 及び *T. sp. A* は歩帯の性質(対歩帯の前後両孔帯が比較的似る)からみて、*Toxaster* の中でも典型的なグループである。これに対して、*T. aff. viliei* では前歩帯が対歩帯と似ておらず、前対歩帯は後対歩帯と異なり、しかも後対歩帯は先端において閉じる傾向を示して歩帯孔が伸長している。以上のような性質は外国では後期(アプチアン以降)の種に現われ、*Toxaster* 属の進化においてより進んだものと解されている(DEVRIÈS, 1960)。さらに、*T. aff. viliei* では、対歩帯の花紋の先端近くに粒状帯が認められるが、花紋の間には追跡されない。この種の粒状帯あるいは偽帯線の発達は、外国では後期(アプチアン以降)の種に知られている。

Toxaster priscus に関しては、その *ethmophract* タイプの頂上系が比較的原始的な構造(外国のベリアシアン-オーテリビアンに現われる)を示し、一方では前歩帯が対歩帯と著しく異なり、前対歩帯が孔帯について特殊化した、すなわちより進んだ性質(オーテリビアン以降に現われる)を具えている(TANAKA, 1984a)。*Toxaster* の進化方向(DEVRIÈS, 1960; REY, 1972)から判断すると、本種はベリアシアンのような古期のものであるにもかかわらず特殊化しているとみなされる。以上に述べたことから、*T. priscus* は *Toxasteridae* 科の系統の基幹にはなくて、1つの枝分れに位置するものと推察される。そして、本邦産の *Heteraster* のある種は上記のような枝分れから直接に、あるいは間接的に派生した可能性が考えられる。

Toxaster sp. A は対歩帯が沈まず、その前後両孔帯が比較的似ており、また前溝が浅い点で *T. priscus* とは区別され、さらに後者の種に比べて殻の上面に小さいいぼがより密に発達している。

なお、高知県佐川地域の中一上部ジュラ系鳥巢層群から産した *Allotoxaster tosaensis* (LORIOI) は、NISIYAMA(1968)により *Toxasteridae* 科の最古の代表者とみなされた。しかしながら、最近当地域の鳥巢層群の上限が微化石により少なくとも下部ベリアシアンに達する(相田・岡田, 1984)と判明したので、本種の年代については再検討を要する。この種は *T. priscus* や *T. sp. A* よりも原始的なタイプである。

Toxaster は、外国の下部白亜系では特に南ヨーロッパ-北アフリカに多種が知られているが、他方北アメリカではテキサスにおいて1ないし2種にすぎず、南米コロンビアでも1種だけである。日本の *Toxaster* は *Heteraster* の場合に比べて種数が少なく、その上産出個体数もはるかに少ない。本邦のベリアシアンの *T. priscus* は外国に類似種を見いだせないが、他の4種それぞれの類似種は環地中海地域(南ヨーロッパ-北アフリカ)から産する。

Aphelaster

本邦種以外では、南ヨーロッパ-北アフリカのオーテリビアンに1種しか知られていない。日本産の *Aphelaster serotinus* は、個体数は多くはないが秩父帯各地のパレミアンから産出している。本種は、対歩帯が弱く屈曲するか、あるいはほとんどまっすぐで、多少花紋状を呈しており、より後期のものに期待されるように外国種よりも特殊化しているとみなされる。

Heteraster

この属のウニは泥質相群集のうちで最も優勢で、少なくとも7種が識別されている。そのうち5種はパレミアン(K2)から産し、種によっては(例えば *Heteraster macroholcus*)個体数も多く、他の2種は下部アルビアンから産する。

上記の7種は、対歩帯が沈むか否かによって2つのグループに分けることができる。*H. bungoensis*, *H. nexilis* 及び *H. macroholcus* では対歩帯が沈まないが、*H. yuasensis*, *H. hiranamensis*, *H. aff. obliquatus* 及び *H. sp. A* ではそれがわずかながらも沈んでいる。*Heteraster* の前歩帯における対孔の配列型式には、*Heteraster* タイプ(歩帯孔が3列に配列)と *Enallaster* タイプ(4列に配列)とがある。パレミアンの種についてみると、*H. macroholcus* のみが *Heteraster* タイプを示し、他の種はすべて *Enallaster* タイプを示す。アルビアン産の2種は *Enallaster* タイプで特徴づけられる。

H. macroholcus ではパレミアン産の他種と異なって、前溝がかなり長く深く、歩帯(殊に前歩帯)の対孔が数多く、対歩帯も殻縁近くまで伸びて幅広く、沈まず、さらに罔口部が深くくぼみ、粒状帯ないし偽帯線が花紋状部を囲んでいる。本種は細砂質シルト岩・シルト岩のみならず泥質細粒砂岩からも多産する。これに対して、*H. bungoensis*, *H. nexilis*, *H. yuasensis* 各種の産出は細砂質シルト岩・シルト岩に限られている。*H. macroholcus* は、形態的特徴や産状からして他の3種よりも生息範囲が広くて環境への適応性が大きく、また幅広い生活様式(内生-半内生)を示していたといえるであろう。一方、他の

3種も互いに類似性が小さい。特に *H. yuasensis* は、形態的特徴について *H. bungoensis* や *H. nexilis* (後二者は比較的似る) とかなり異なり、内生生活に対してより特殊化していると推察される。上記のパレミアンの4種は同期初頭において *Toxasteridae* 科中の別々の分枝に位置していたようで、とりわけ *H. macroholcus* は他の3種とは大きくかけはなれた系列に位置しているであろう。

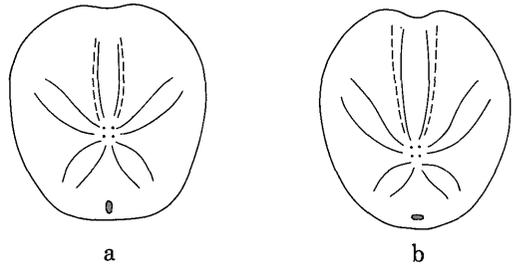
下部アルビアンから産する *H. aff. obliquatus* の頂上系は *ethmopract* タイプであるが、両方の後生殖板が穿孔体によって分たれている。このような性状は *Heteraster* の後期(アプチアン以降)の種に現われる(DEVRIÈS, 1960)。これに反して、同じく下部アルビアンから産する *H. hiranamensis* では両方の後生殖板が互いに接している。

H. aff. obliquatus は、前歩帯において長い対孔と短い対孔それぞれの1対が規則正しく交互し、また対歩帯が沈んでいる点に関して本邦産パレミアン種のうちでは *H. yuasensis* に似る。ちなみに、両種はいずれも泥質岩から産する。*H. aff. obliquatus* は *H. yuasensis* から間接に、あるいはその類縁種から由来したと考えられる。この系列では、殻形の伸長と最大幅の位置の後退、頂上系の位置の後退、前溝の長さや深さの増大、前縁切り目の発達のような形態変化が認められる(第3図)。上記の推定される系列が示す形態変化は、泥質底質中により深く潜没するような生活様式への適応変化を反映しているものとみなされる。

Heteraster は特に西ヨーロッパ-北アフリカにおいてアプチアンを中心にパレミアンからアルビアンにかけて多種が知られている。一方、本属は北米(特にテキサス・メキシコ)ではアルビアンに豊富であるが、ネオコミアの種は南米コロンビアから1種が産するにすぎない。日本では、*Heteraster* がパレミアンから普通に産し、各種の類似種は環地中海地域(南ヨーロッパ-北アフリカ)を中心とした地域から報告されている。とりわけ *H. macroholcus* は *H. oblongus* に近縁である。本邦の下部アルビアンにおける *Heteraster* の産出はまれであり、類似種はアルジェリアあるいはテキサスから産する。

Epiaster

本邦産の白亜紀前期の種としては、下一上部アプチアンの *Epiaster* sp. A; 上部アプチアンの *E. zonarius* 及び上部アプチアン-下部アルビアンの *E. miyakoanus* の3種が知られている。第1番目の種では、幅広く輪廓のあまり明瞭でない粒状帯が、第2番目の種では偽帯線が花紋の先端を囲んで発達する。それに反して、*E. miyakoanus* には粒状帯も偽帯線も発達していない。



第3図 *Heteraster* 2種の上面

Diagrammatic outline of aboral surface of the two species of *Heteraster*.

- a. *Heteraster yuasensis* (TANAKA et OKUBO)
- b. *Heteraster* sp. aff. *H. obliquatus* (CLARK)

Epiaster は北米のアプチアン-アルビアンにおいて *Heteraster* よりも劣勢である。一方、*Epiaster* は日本のアプチアン-アルビアンにおいて *Heteraster* や *Toxaster* よりも卓越しており、殊に宮古層群から多産する。本邦産3種それぞれの類似種は環地中海地域のアプチアン-アルビアン、あるいはマダガスカルのアルビアンに知られている。

Pseudowashitaster

この属は今のところ日本以外の地域からは知られていない。2種が識別され、パレミアン及び下部アルビアンから産する。なかでもパレミアン種の *P. mysticus* (模式種)は、個体数が多くないけれども秩父帯各地から得られている。さらに、アプチアンからもこの属らしいウニが産する。

パレミアン産の *P. mysticus* の頂上系では、TANAKA and KOZAI(1982) 以後の観察によると、両方の後生殖板が穿孔体によって分たれていない。他方、下部アルビアン産の *P. japonicus* では、穿孔体が後方へ伸びて両方の後生殖板を分かって両方の後眼板に接するように、頂上系は前記の種に比べてより進んだ構造を示す。また対歩帯の対孔についても、*P. japonicus* は *P. mysticus* に比べて歩帯孔の長さが減少するような特殊化した性質を示している。

Pseudowashitaster 属の分類上の位置については、周花帯線の存在を重視した上で本属を一応 *Hemiasteridae* 科に含めておいた。他方、前歩帯や対歩帯の一般的性状に関する限りでは、本属は *Hemiasteridae* 科のウニよりも *Heteraster* の方により近縁である。実際に、*P. mysticus* は、帯線の発達は別として、前対歩帯が狭い以外は、本邦パレミアン産の *Heteraster* 種のうち *H. macroholcus* に

最もよく似ている。これに関連して、テキサスにおける *Heteraster* と *Washitaster* (FISHER in MOORE, ed., 1966 によると *Hemiasteroidae* 科に属する) との類縁関係が注目される。しかしながら、上に述べた日本とテキサスにおける近似した状況は、互いに系統上の関連をもつのではなくて、異なった生物地理区での平行的な発達を示すものであろう。以上に記したことから、*Pseudowashitaster* が *Toxasteridae* 科内の 1 つの特殊化した枝分れを代表しているという可能性も否定できない。もしそうであるならば、*P. mysticus* と *H. macroholcus* は *Toxasteridae* 科の別々の側枝として派生し、前者は泥質底のような限られた環境に、後者は砂質-泥質底のような多様な環境に適応したであろう。さらに、両種は生活様式も互いに異なっていた、すなわち *P. mysticus* は帯線の発達と対歩帯の沈下からしてより細粒の底質中により深く潜没していたと推察される。

泥質相群集の要素は砂質岩中にも含まれ、しかも多産することがある。例えば、*Heteraster macroholcus* や *Epiaster miyakoanus* は泥質岩以外に泥質細粒砂岩中からも多く産する。ただし、両種は泥質のより粗い砂岩や泥質基質に乏しい砂岩からは見いだされていない。

6.2.2 砂質相群集

砂質相(泥質砂相も含む)群集は、泥質相群集に比べて種類や個体数が少なく、しかも産出地域も限られており、全体として劣勢である。砂質相群集の構成要素としては、正形ウニの *Stereocidaris* と *Tetragramma*、不正形ウニに属する *Holectypoida* 目の *Coenoholectypus*、*Casiduloida* 目の *Pygurus* と *nucleolitid*、*Holasteroida* 目の *Holaster* で代表される。砂質相群集の代表例は宮古層群産のウニ化石群である。したがって、砂質相群集の要素の多くはアプチアン-アルビアンから産している。

Stereocidaris、*Tetragramma* それぞれの 1 種が宮古層群から産する。後者の近似種は南フランスのアプチアン、マダガスカルやテキサス・メキシコ・南米コロンビアのアルビアンから報告されてきた。

Coenoholectypus は 2 種が知られ、いずれも宮古層群から産し、そのうち *C. peridoneus* は比較的多く産する。上記 2 種の類似種は南フランスのアプチアンから産する。

Pygurus では *Pygurus* 亜属の 3 種が識別され、すべてが秩父帯のパレミアンあるいはアプチアンから得られた。その中の 1 種 *P. (P.) complanatus* の類似種はアルジェリアの上部ネオコミアンから報告されている。

Holaster は砂岩相(細粒砂岩)・泥質砂岩相からより多く見いだされているが、細砂質シルト岩からも産する。最下部白亜系から 1 種、パレミアンから 1 種、下部アルビ

アン(宮古層群)から 3 種が知られている。宮古層群産の *H. clypeatus* は比較的多く産する。本邦産パレミアン種の類似種は西ヨーロッパ(北ヨーロッパも含む)のオーテリビアンから産し、アルビアン産 2 種の類似種はヨーロッパ(北ヨーロッパも含む)のアルビアン、北米湾岸地域や南アフリカのアルビアンから産出する。

6.3 後期白亜紀

後期白亜紀のウニ化石はほとんどが泥質岩から産する。それ故に、動物群は泥質相群集で代表されていることになる。Spatangoida 目のウニが卓越し、Holasteroida 目のウニも劣勢ではあるが重要であり、それ以外の目(Hemicidaroida, Phymosomatoida)に属するものがきわめてわずかに産している。

Spatangoida

この目のウニでは、*Hemiasaster* が種数と個体数の点で圧倒的に優勢で、そのほか *Epiaster*、*Micraster* (?), *Niponaster*、*Cotteaucorys* などもある。

本邦産の *Hemiasaster* に関しては、少なくとも 13 種が知られており、セノマニアンに 2 種、チューロニアンに 2 種、コニアシアンに 4 種、サントニアンに 6 種、カンパニアンに 2 種が認められる。マストリヒチアンからも本属らしいウニが産する。これらの *Hemiasaster* の種は *Hemiasaster*、*Gregoryaster*、*Leymeriaster* あるいは *Mecaster* の亜属に同定される。

上記の諸亜属のうち、*Hemiasaster* 亜属に属する種は、形態の特徴によって α 、 β 、 γ の 3 群に分けることができる (TANAKA, 1984b)。 α 群は *Hemiasaster* 亜属の典型的なものを含み、*H. (H.) uwajimensis* で代表される。 β 群は α 群と γ 群との中間型で、むしろ後者の方に近い。*H. (H.)* sp. C がこの群に属する。 γ 群には *H. (H.)* aff. *stella*、*H. (H.)* aff. *punctatus*、*H. (H.)* sp. D が含まれる。

Hemiasaster は上部白亜系の代表的なウニであり、汎世界的に分布する。とりわけ環地中海地域(南ヨーロッパ-北アフリカ)では多種が識別されているが、北西ヨーロッパ(例:イギリス・ベルギー・北西ドイツ)ではかなり副次的である。インドや米国でも相当数の種が報告されている。本属は周知のように一般に暖海に生息したウニである。日本産 13 種の中にはインド-マダガスカル区や南アフリカ、特にインドの要素に近いものが多く、ほかに西ヨーロッパ、米国東岸などの要素に類似したものもある。インドの種との近縁は、とりわけ下部セノマニアン産の *Hemiasaster (Mecaster) mikasaensis*、中部チューロニアン-下部コニアシアンから産する *H. (H.) uwajimensis*、カンパニアン産の *H. (Leymeriaster) polygonalis* それぞれの類似種によって指摘される。

Epiaster は上部サントニアンから 1 種が報告された。これの類似種は南インドのカンパニアン—マストリヒチアン (Ariyalur 層群) にも知られている。チューロニアン (?) から 1 種が得られ、これの近似種は南フランスのセノニアンから産する。

Micraster については、日本ではこの属に同定されるらしい 1 種がまれに産するにすぎず、さらに類似したウニも若干産出しているようである。とにかく本邦では *Micraster* のたぐいは *Hemiaster* に比べて非常に少ない。*Micraster* は特に西ヨーロッパの上部白亜系の代表的なウニであり、環地中海地域よりも北側 (例えばイギリス・北フランス・ドイツ) において多産し、化石帯が認定されている。米国では、*Spatangoida* のウニのうちで *Micraster* の産出がかなり少ないのに対して、*Hemiaster* には多種が識別されている。この状況は日本の場合と軌を一にする。

Niponaster は現在のところ本邦固有のウニで、3 種が識別される。そのうちの 1 種 *N. hokkaidoensis* は各地のカンパニアンから産し、下部マストリヒチアンからもごくまれに見いだされる。さらに、本種の産出は北海道の白亜系の北方延長にあたる南サハリンの中部カンパニアンからも知られている。*Niponaster hokkaidoensis* では、カンパニアン産の *N. nakaminatoensis* の場合と同様に、殻下面の後間歩帯は mesamphisternous plastron (MOORE, ed, 1966, p. 548) で特徴づけられる。これに対して、サントニアン産と考えられる *N. sp. A* の場合は protamphisternous plastron (MOORE, ed, 1966, p. 548) で特徴づけられる。要するに、plastron は前二者の方より進んだ性質を示している。

Cottreaucorys は 1 種がチューロニアンから産し、このものに対して *Cordastrum* 亜属 (NISUYAMA, 1968) が提唱された。この亜属は外国から未報告である。ちなみに、*Cottreaucorys* は外国ではアルジェリアのマストリヒチアンから産する 1 種だけが知られている。

Holasterioida

この目に属するウニには *Holaster* (?), *Cardiaster*, *Echinocorys*, *Pseudananchys* (?), *Stenonaster* の諸属がある。

Echinocorys が上記諸属のうちで最も重要で、カンパニアンから 2 種が産出する。それぞれの類似種は北ヨーロッパのカンパニアンあるいはチューロニアン—下部マストリヒチアンから産する。本属は西ヨーロッパにおける上部白亜系の代表的なウニあり、殊にベルギーではカンパニアンを中心としてセノニアンに豊富で、北西ドイツでも示準化石として用いられ、イギリスでも多産する。一方、米国の白亜紀後期ウニ動物群においては *Echino-*

corys がきわめて副次的である。日本の上部白亜系についても、この属が *Micraster* とともに劣勢であるのが特徴的で、米国の状況に似る。ただし、この点は両属のウニを多産するチョーク質ないし泥灰質の堆積物が本邦に発達していない (テキサスでは発達) ためではなくて、むしろウニの地理的分散に関連するものであろう。

Cardiaster, *Stenonaster* はいずれもチューロニアンから 1 種が報告されている。前者は世界的に広い分布を示す。後者は外国では環地中海地域の上部白亜系や南フランスの年代末詳層 (上部白亜系または古第三系下部) から産する。

以上述べてきたことから、日本の白亜紀ウニ化石動物群に関して下記のように概括される。動物群の構成内容を属レベルでみると、世界的に広く分布する属と共通するものが多いが、他方日本固有の属に前期白亜紀の *Pseudowashitaster* と後期白亜紀の *Niponaster* がある。さらに、本邦以外で 1 つの生物地理区 (環地中海区) にしか知られていないウニとしては、前期白亜紀の *Aphelaster*, 後期白亜紀の *Stenonaster*, *Cottreaucorys* があげられる。一方、種のレベルでみると、外国との共通種がなく、ウニ動物群は独自性を示している。動物群の特徴に関連して、固有種及び近似する外国種の数を第 8 表⁵⁾ に示す。

本邦の前期白亜紀ウニ動物群については、全体として環地中海区、すなわちテチス区 (Tethyan Realm) との古生物地理上の関連が大きい。一方その北側の北ヨーロッパ区、すなわち北方区 (North Temperate Realm⁶⁾ ; ここではテチス区の要素が減少) との関連も認められる。さらに前期白亜紀の後期 (アプチアン—アルビアン) では、北米湾岸区やマダガスカル区との関連も加わってくる。本邦の後期白亜紀ウニ動物群では、テチス・北方区の様相を示すほかに、インド—マダガスカル区 (ここでは南アフリカも含める) との古生物地理的関連が著しくなる。世界的にかなり広い分布を示すが、特に北ヨーロッパ区に大発展した *Echinocorys*, *Micraster* が日本の後期白亜紀ウニ動物群においてかなり劣勢である点は注目すべきである。

なお、本邦と北米太平洋岸地域のウニ動物群には若干の共通属があるが、それらは両地域以外にも世界的に広く分布するものであり、しかも両地域間には近似種が認

5) この表に示した環地中海—北ヨーロッパ区の各種の主分布域は環地中海区であり、アルビアン 1 種だけが逆に北ヨーロッパ区にある。なお、両区の境界は SMITH (1984) に従った。

6) KAUFFMAN (1973) は、白亜紀二枚貝の生物地理に関して、“Boreal” の代りに North Temperate Realm の用語を提唱した。ここでは、SMITH (1984) の白亜紀ウニの生物地理における北ヨーロッパ区に対してこの用語を用いた。ただし、両区の南限の位置は多少異っている。

第 8 表 本邦産白亜紀ウニ化石における類似外国種及び固有種の数
Number of foreign species related to and endemic species of the Japanese Cretaceous echinoids.

年代 Age	類似外国種の分布地域 Distribution of related foreign species								本邦種 Japanese species	固有属 の種 Species of endemic genus	比較不 能種 Not compa- rable	全種数 Total number
	北ヨー ロッパ 区 North Europe- an province	環地中海 -北ヨー ロッパ 区 Circum- Mediterranean province	環地中海 区 Circum- Mediterranean province	インド India	マダガス カル-南 アフリカ Mada- gascar- South Africa	北米湾岸 区 Gulf Coastal province	米国東岸 Atlantic coast, U.S.A.	ソ連トル キスタン Russian Turke- stan				
マストリヒチ アン Maastrichtian	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	
カンパニアン Campanian	2	—	1	1	—	1	—	—	2	2	9	
サントニアン Santonian	1	—	1	3	—	—	1	1	1	3	10	
コニアシアン Coniacian	2	1	—	2	2	—	1	1	—	1	6	
チューロニ アン Turonian	—	—	1	1	1	—	—	—	—	4	6	
セノマニアン Cenomanian	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	
アルビアン Albian	—	2	5	—	2	3	—	—	1	3	14	
アプチアン Aptian	—	1	5	—	1	—	—	—	1	—	7	
バレミアン Barremian	1	4	7	—	—	—	—	—	1	2	13	
ベリアシアン Berriasian	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	

められない。北米の太平洋岸地域と湾岸地域との関連性は全体として小さいが、白亜紀の中期(アプチアン-セノマニアン)では“メキシコ海峡”の存在によって多少強くなったといわれている(DURHAM and ALLISON, 1960)。これに関連して、日本のアルビアン種に北米湾岸区との類似種が見られることは興味深い。

7. 結 論

本邦では、ウニ化石が白亜系中の諸層準から産するが、バラングニアン-オーテリビアンからは知られていない。25属64種が識別され、Spatangoida に属するものが優勢である。下部白亜系では *Toxaster*, *Aphelaster*, *Heteraster*, *Epiaster*, *Pseudowashitaster* に属する若干種が年代指示者として注目される(第4表)。特に、バレミアン(秩父帯のK 2, すなわち有田統)産の数種は特徴化石

として重要である。上部白亜系のウニでは、*Hemiaster* の若干種が対比に有効な特徴化石となり、*Niponaster* の1種も上部白亜系の上部を特徴づける(第4表)。

ウニ化石は種類によって特定の岩相から卓越して産出する傾向がある(第6表)。この点は、周知のように殻の形態・器官の機能形態と生息場所や生活様式との関連で説明される。その具体例として、下部白亜系宮古層群のウニ化石群の場合について考察を行った。

ウニ化石動物群には世界的に広く分布する属が多いが、他方わずかながらも本邦固有の属(前期白亜紀の *Pseudowashitaster*, 後期白亜紀の *Niponaster*, *Cordastrum*)もある。外国との共通種がなく、動物群は種のレベルにおいて独自性をもっている。動物群の構成要素は産状の点で白亜紀前期と同後期との間に大差を示す。前期白亜紀の動物群には、泥質相群集(Spatangoida)の諸属で代表

される)と砂質相群集(Spatangoida以外の要素を主とする)が識別される。後期白亜紀の動物群では泥質相群集(*Hemiaster*が卓越)が代表的である。白亜紀ウニ化石動物群は、全体として北方区も含めてテチス区との古生物地理的関連を示し、後期白亜紀に入ると殊にインドマダガスカル区との関連も目立ってくる。

文 献

相田吉昭・岡田尚武(1984) 高知県西部地域およびテチス地域の最上部ジュラ系一下部白亜系の放散虫・石灰質ナンノ化石。日本地質学会第91年学術大会講演旨, p. 168.

BRITISH MUSEUM (NATURAL HISTORY) (1972) *British Mesozoic Fossils* (4th ed.). Trustees of the British Museum (Natural History), London, 207 p.

COOKE, C. W. (1953) American Upper Cretaceous Echinoidea. *U. S. Geol. Surv., Prof. Paper*, 254-A, p. 1-44, pls. 1-16.

DEVRIÈS, A. (1960) Contribution a l'étude de quelques groupes d'échinides fossiles l'Algérie. *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie*, nouv. serie, Paléont., Mém., no. 3, p. 1-278, pls. 1-39.

DURHAM, J. W. and ALLISON, E. C. (1960) The geologic history of Baja California and its marine faunas. *Syst. Zool.*, vol. 9, p. 47-91.

ERNST, G. (1963) Zur Feinstratigraphie und Biostratonomie des Obersanton und Campan von Misburg und Höver bei Hannover. *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, no. 32, p. 128-147.

———— (1968) Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raume Braunschweig-Hannover und ihre stratigraphische Gliederung mit Echinodermen und Belemniten. 1. Teil: Die Jüngere Oberkreide Santon-Maastricht). *Beih. Ber. Naturh. Ges.*, vol. 5, p. 235-284.

———— (1970) Faziesgebundenheit und Ökomorphologie bei irregulären Echiniden der nordwestdeutschen Oberkreide. *Paläont. Z.*, vol. 44, p. 41-62.

———— (1971a) Die Entwicklungsgeschichte der hochspezialisierten Echiniden-Reihe *Inflaster-Hagenowia* in der borealen Oberkreide. *Paläont. Z.*, vol. 45, p. 120-143.

ERNST, G. (1971b) Biometrische Untersuchungen über die Ontogenie und Phylogenie der *Offaster*(*Galeola*-Stammersreihe (Echin.) aus der nordwesteuropäischen Oberkreide. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, vol. 139, p. 169-225.

———— (1972) Grundfragen der Stammesgeschichte bei irregulären Echiniden der nordwesteuropäischen Oberkreide. *Geol. Jb.*, vol. 4, p. 63-175.

———— (1973) Aktuopaläontologie und Merkmalsvariabilität bei mediterranen Echiniden und Rückschlüsse auf die Ökologie und Artumgrenzung fossiler Formen. *Paläont. Z.*, vol. 47, p. 188-216.

———— and SEIBERTZ, E. (1977) Concepts and methods of echinoid biostratigraphy, in KAUFFMAN, E. G. and HAZEL, J. E., ed., *Concepts and methods of biostratigraphy*, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroubsburg, p. 541-563.

藤山家徳・浜田隆士・山際延夫監修(1982) 学生版日本古生物図鑑。北隆館, 574 p.

林 唯一・本多雅一・鈴木敏彦・岩間讓司(1981) 浜名湖東北の下部白亜系伊平層について。愛知教育大学研究報告, no. 30(自然科学), p. 193-220.

平田茂留(1974) 化石の目録と図集。第2集高知県産中生代化石(除領石植物)。平田地質研究所, 101 p., 16 pls.

JIMBO, K. (1894) Beiträge zur Kenntnis der Kreideformation von Hokkaido. *Paläont. Abhandl.*, N. F., vol. 6, p. 1(147)-48 (194), pls. 1 (17) - 9 (25).

KAUFFMAN, E. G. (1973) Cretaceous Bivalvia, in HALLAM, A., ed., *Atlas of Palaeobiogeography*, Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam, p. 353-383.

川上雄司・田中啓策(1983) 岩手県立博物館所蔵の宮古層群産ウニ化石。岩手県立博物館研究報告, no. 1, p. 1-6, pls. 1-2.

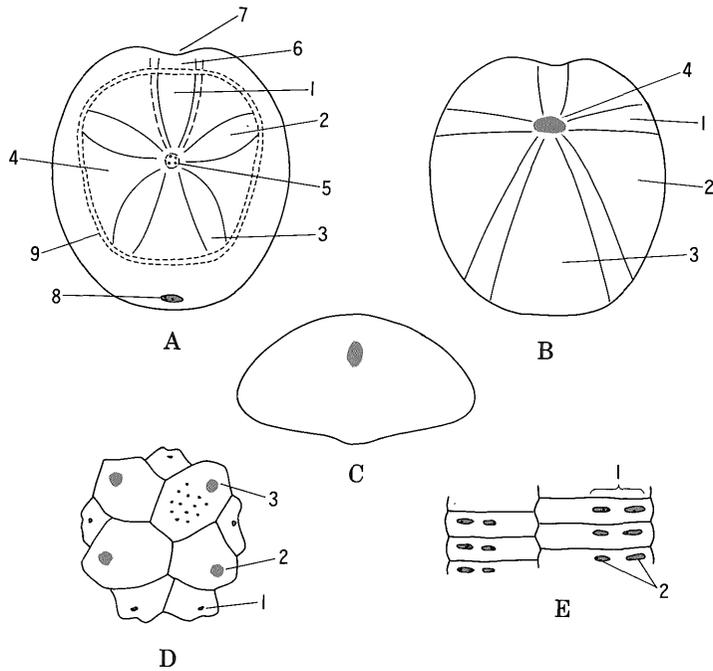
LAMBERT, J. (1920) Études sur quelques formes primitives de Spatangides. *Bull. Soc. Sci. Hist. et Nat. de Yonne*, année 1919, vol. 72, p. 1-41.

———— and THIÉRY, P. (1924) *Essai de nomen-*

- clature raisonnée des Échinides*. Pts. 6-7, Libraire Ferrière, Chaumont. p.385-512, pls. 10-11, 14.
- MATSUMOTO, T., ed. (1963) A survey of the fossils from Japan illustrated in classical monographs. (Primarily a nomenclatorial revision). *Palaeont. Soc. Japan, Special Papers*, 25th anniversary volume, p.1-57 (incl. 68 pls.).
- (1977) Zonal correlation of the Upper Cretaceous of Japan. *Palaeont. Soc. Japan, Special Papers*, no. 21, p.63-74.
- 松本達郎・小島郁生・田代正之・太田喜久・田村実・松川正樹・田中 均(1982) 本邦白亜系における海成・非海成層の対比. 化石, no. 31, p. 1-26.
- McNAMARA, K. J. and PHILIP, M. (1980) Australian Tertiary schizasterid echinoids. *Alcheringa*, vol.4, p.47-65.
- MOORE, R. C., ed. (1966) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U, Echinodermata* 3, Geol. Soc. America, Inc. and Univ. Kansas Press, vol. 2, 695 p.
- MORISHITA, A. (1955) Cretaceous echinoid, *Niponaster* from the Island of Awaji, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 20, p. 99-100, pl. 15.
- (1962) Cretaceous echinoid, *Hemiaster* from Shikoku, Japan (On some fossil echinoids of Japan, II). *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, vol.10, p.113-116, pl.1.
- (1964) Fossil echinoids deposited in the Museum of Seto Marine Biological Laboratory, Sirahama, Wakayama Prefecture (On some fossil echinoids of Japan, III). *Publ. Seto Marine Biol. Labor.*, vol. 12, p.273-279, pl. 14.
- MULLER, S. W. and SCHENCK, H. G. (1943) Standard of Cretaceous system. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 27, p. 262-278.
- NICHOLS, D. (1959) Changes in the Chalk heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living forms. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. 242, p. 347-437, pl. 1.
- NISIIYAMA, S. (1950a) Two new species of the Toxasteridae from Japan. *Inst. Geol. Palaeont. Tohoku Univ., Short Papers*, no. 1, p. 42-47.
- (1950b) Fossil Echinoidea from the Miyako Cretaceous. *Ibid.*, no. 2, p.29-38, pl. 4.
- (1966) The echinoid fauna from Japan and adjacent regions. Part I, *Palaeont. Soc. Japan, Special Papers*, no. 11, p.1-227, pls. 1-18.
- (1968) The echinoid fauna from Japan and adjacent regions. Part II, *Ibid.*, no. 13, p. 1-491, pls. 19-30.
- OBATA, I., MAIYA, S., INOUE, Y. and MATSUKAWA, M. (1982) Integrated mega- and microfossil biostratigraphy of the Lower Cretaceous Choshi Group, Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo*, ser. C (Geol.), vol. 8, p. 145-179 (incl. 7 pls.).
- 小島郁生・松本達郎(1977) 本邦下部白亜系の対比. 九大理研(地質), vol. 12, p. 165-179.
- ・小川芳男(1976) 白亜系有田層の化石層序. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, ser. C (Geol.), vol. 2, p. 93-110, pls. 1-4.
- ・坂 幸恭・松川正樹・加瀬友喜・田中啓策(1979) 志摩半島白亜系の時代論. 国立科博専報, no. 12, p. 73-82, pl. 9.
- 小貫義男・長谷弘太郎・鈴木 充(1960) 北部北上山地, 岩手県小本・田野畑地方の所謂層位未詳古期岩層について. 地質学雑誌, vol. 66, p. 594-604.
- RAABE, H. (1965) Die irregulären Echiniden aus dem Cenoman und Turon der Baskischen Depression (Nordspanien) in ihrer stratigraphischen Stellung. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, vol. 121, p. 95-110.
- REY, J. (1972) *Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Estramadura (Portugal)*. Laboratoire de Géologie de l'Université Paul Sebatier. 529 p., 22 pls.
- SAITO, T. (1959) Notes on some Cretaceous fossils from the Nakaminato Formation, Nakaminato City, Ibaraki Prefecture, Japan. Part II, *Bull. Fac. Lib. Arts, Ibaraki Univ., Nat. Sci.*, no.9, p.79-85, pls.1-2.

- SMITH, A. (1984) *Echinoid Palaeobiology*. G. Allen & Unwin, London, 224 p.
- TANAKA, K. (1965) Cretaceous echinoids from the Sanchu graben, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 59, p.126-142, pls.15-16.
- 田中啓策(1978) 化石の宝庫宮古層群. 地質ニュース, no. 291, p. 32-48.
- TANAKA, K. (1984a) Some Cretaceous echinoids from Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 35, p. 189-202, pls.1-3.
- (1984b) Hemiasterid echinoids from the Upper Cretaceous of Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 135, (in press).
- and KAWAKAMI, T. (1983) A new echinoid from the Lower Cretaceous Miyako Group, Iwate Prefecture. *Bull. Iwate Pref. Mus.*, no.1, p. 9-13.
- and KOZAI, T. (1982) Some Cretaceous echinoids from the Monobe area, central Shikoku. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 126, p.341-355, pls.55-56.
- TANAKA, K. NODA, M. and TANAKA, H. (1984) Echinoids from the Cretaceous Haidateyama Group, eastern Kyushu. *Ibid.*, no. 136 (in press).
- and OBATA, I. (1982) Selected echinoid fossils from the Miyako Group (Lower Cretaceous), northeast Honshu. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo*, ser. C (Geol.), vol. 8, p.117-143 (incl. 3 pls.).
- 田中啓策・大久保雅弘(1954) 有田層(下部白亜系)から産出したウニについて. 地質学雑誌, vol. 60, p. 215-227, pl. 7.
- TANAKA, K. and SHIBATA, M. (1961) A new species of *Aphelaster* from the Lower Cretaceous of Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 42, p.68-72, pl.10.
- 田中啓策・寺岡易司(1973) 鹿児島県甕島の上部白亜系姫浦層群. 地調月報, vol. 24, p. 157-184.
- 天理高等学校(1981) 江原真伍博士旧蔵化石標本目録. 天理高等学校, 77 p., 9 pls.

(受付: 1984年6月13日; 受理: 1984年7月19日)



不正形ウニの形態略図

Morphological features of irregular echinoids.

A : 上面 (反口側)

1 前歩帯, 2 前対歩帯 (花紋状), 3 後対歩帯 (花紋状), 4 間歩帯, 5 頂上系
6 前溝, 7 前縁切り目, 8 囲肛部, 9 周花帯線

B : 下面 (口側)

1 歩帯, 2 間歩帯, 3 後間歩帯, 4 囲口部

C : 後方面

黒色部 囲肛部

D : 頂上系 (ethmophract タイプ)

1 眼板, 2 生殖板, 3 穿孔体

E : 歩帯

1 孔帯, 2 対孔 (歩帯孔)