北海道北西部古丹別地域の上部白亜系大型化石層序

Upper Cretaceous biostratigraphy in the Kotanbetsu area, northwestern Hokkaido

Abstract

和仁良二* 平野弘道**

Ryoji Wani and Hiromichi Hirano***

1998年4月15日受付.
1999年10月1日受理.

* 早稲田大学大学院理工学研究科地質学部門
Division of Geology, Graduate School of
Science and Engineering, Waseda University,
Shinjuku, Tokyo 169-8050, Japan

** 早稲田大学教育学部地球科学教室
Department of Earth Sciences, School of
Education, Waseda University, Shinjuku,
Tokyo 169-8050, Japan

This paper describes the biostratigraphy of the Middle and Upper Yezo Groups exposed in the Kotanbetsu area of northwestern Hokkaido. The Cretaceous deposits exposed in the upper reaches of the Kotanbetsu River consist of the following five formations in ascending order: (1) the Takimibashi Formation of the Middle Yezo Group (over 600 m thick), which is composed of conglomerate and siltstone; (2) the Tenkaritoge Formation of the Middle Yezo Group (about 2,200 m thick), which is composed of sandstone and siltstone; (3) the Shirochi Formation of the Middle Yezo Group (about 500 m thick), which is composed of alternating beds of sandstone and siltstone, and generally shows coarsening-upward sequence; (4) the Middle Haborogawa Formation of the Upper Yezo Group (1,080-2,200 m thick), which is composed predominantly of siltstone with many interbeds of sandstone; and (5) the Upper Haborogawa Formation of the Upper Yezo Group (about 790 m thick), which has at least three cycles of upward-coarsening sequence (U2-U4) ranging from sandy siltstone to sandstone.

The Upper Cretaceous deposits yield abundant molluscan fossils in the Kotanbetsu area. As the results of the detailed examination of the assemblages and stratigraphic ranges of the contained species, the stage boundaries between the Cenomanian and the Campanian are allocated to the upper part of M4 - lowermost part of M5 (Cenomanian/Turonian), the lower part of U1 (Turonian/Coniacian), the middle part of U1 (Coniacian/Santonian) and the upper part of U2 - lower part of U4 (Santonian/Campanian) respectively.

Key words : Cretaceous, Hokkaido, Kotanbetsu, Middle Yezo Group, Upper Yezo Group, biostratigraphy, ammonoids, inoceramids, Cenomanian, Turonian, Coniacian, Santonian, Campanian

はじめに

北海道中軸部には白亜系蝦夷累層群 (Okada, 1983) が分布し, 前弧海盆堆積物であると解釈されている. この白亜系蝦夷累層群からはアンモナイト類・イノセラムス類などの軟体動物化石を多産し, これらを用いた層序学的・古生物学的研究が数多く行われている (例えば Matsumoto, 1942, 1943; Hirano et al., 1977; 川辺ほか, 1996 など). 蝦夷累層群分布域のうち, 古丹別地域は地質構造が単調であり, 中部および上部蝦夷層群がかなり連続的に露出しているため, 上部白亜系の層序学的研究および進化古生物学的研究に最適な地域と考えられる.

古丹別地域の白亜系を一部に含む層序学的研究は, 対馬ほか (1958) の「達布」および猪木ほか (1958) の「幌加内」の各5万分の1地質図幅に始まり, その後も多くの研究がなされている (Tanaka, 1963; 山口・松野, 1963; 橋本ほか,

1965; 岡田・松本, 1969; 松本・岡田, 1973; Toshimitsu, 1988; 西田ほか, 1992, 1993, 1996, 1997 など). 古丹別地域の白亜系は, 「達布」(対馬ほか, 1958), 「幌加内」(猪木ほか, 1958), 「三溪」(山口・松野, 1963) および「添牛内」(橋本ほか, 1965) の各5万分の1地質図幅によって覆うことができるが, これら4つの研究における層序区分は研究者によって区分の原理や観点 (例えば佐久層の位置づけ) が異なっている. また, Tanaka (1963) は北海道北部に分布する白亜系について層序の詳細を示すとともにその堆積相に注目したが, 調査の中心地域は達布地域であり, その北方に位置する古丹別地域の全域は含んでいない. Tanaka (1963) は中部蝦夷層群を Ma-Mo, 上部蝦夷層群を Ua-Uk に細分しているが, 古丹別・羽幌地域では側方変化によってこれらの層序区分をそのまま適用することは難しいことがすでに指摘されている (Toshimitsu, 1988).

他方, 岡田・松本 (1969) は主として羽幌地域の層序にも

Fig. 1. Comparison of the stratigraphic divisions of the Upper Cretaceous Yezo Supergroup in northwestern Hokkaido, by previous workers and the present authors. * The stratigraphic division of Tanabe et al. (1977) is fundamentally same as this although partially modified.

とづいてサントニアン階に上方粗粒化サイクルを認め、“羽幌型サイクル”と命名した。その後、Toshimitsu (1988) は羽幌・古丹別・達布地域を調査し、サントニアン-カンパニアン階における大型化石層序を明確にしている。さらに Toshimitsu and Kikawa (1997) はこの階境界について微化石および古地磁気層序の検討を加えた。

松本・岡田 (1973) および近年の西田ほか (1992, 1993, 1996, 1997) は本地域におけるセノマニアン-チューロニアン階の層序学的研究をそれぞれ行っているが、いずれも古丹別地域全域を網羅したものではない。

このように古丹別地域に分布する白亜系全域は統一的に研究されておらず、各研究者によって層序区分などが微妙に異なっているのが現状である。そこで筆者らは、当地域全域に分布する白亜系での調査・研究をもとに層序区分を示し他地域と比較するとともに、産出する軟体動物化石にもとづいて可能な限り詳しく年代対比を行った。

地質概説

本地域の白亜系は下位より中部蝦夷層群および上部蝦夷層群であり、後者を第三系が不整合に覆っている。したがって、北海道中軸帯における白亜系最上部の函淵層群は本地域では分布していない。

なお従来、空知・蝦夷帯 (君波ほか, 1986) の白亜系には下位より空知層群、下部・中部・上部蝦夷層群および函淵層群という区分が用いられ、それぞれは不整合または一部不整合によって境すると考えられてきた (例えば, Tanaka, 1963)。後述するように本調査による境界部の露頭観察の結

果および化石層序データは時間的間隙を示さないことから、少なくとも古丹別地域に分布する中部蝦夷層群と上部蝦夷層群との関係は整合であると判断される。さらに達布・羽幌地域からも同様の報告 (棚部ほか, 1977; 利光, 1985) があることから、これらをひとつの層群として再定義すべきかもしれない。しかし現状では、本調査地域に含まれていない下部蝦夷層群や函淵層群も統一できるか否かという問題が残されているため、本論では従来どおり中部・上部蝦夷層群という名称を用いることにする。

本地域の中部・上部蝦夷層群はその岩相上の特徴をもとに、下位より滝見橋層、天狩峠層、白地層、中部羽幌川層、上部羽幌川層の5累層に区分できる (Figs. 1-3)。これらの地層は中部羽幌川層上部にみられる褶曲部分を除き、概して西に中程度 ($40-60^\circ$) 傾斜している。したがって、東から西に下位層から順次整然と分布しており、比較的単調な地質構造であるといえる。調査地域の西部に北西-南東方向の断層が推定され、これを切るように北東-南西方向の2つの断層がある (Fig. 2)。

第三系は主に砂岩を主体とし、ほぼ南北方向の走向をもち、緩く ($<30^\circ$) 西に傾斜している。残念ながら本地域では第三系と白亜系との境界部は露出していないが、北側の羽幌地域や南側の達布地域と同様、両者は軽微な傾斜不整合で接すると考えられる。

岩相層序

本地域を含む北海道北西部の白亜系は、対馬ほか (1958)、猪木ほか (1958) および Tanaka (1963) により Ma-Mo および Ua-Uk の26部層に区分されている。さらに利光 (1985) は主として羽幌地域の層序にもとづいて下位より白地層、下部・中部・上部羽幌川層の4累層に区分している。しかし後述するように、本調査地域の白亜系の一部は岩相の側方変化が激しく、他地域で確立されたこれまでの区分と定義をそのまま用いることが不可能である。これらのことを考慮に入れたうえで古丹別地域の層序の再検討を行い、5累層に区分した (Fig. 1)。また、これまで軟体動物化石を用いて研究された北海道北西部各地における蝦夷累層群 (Tanaka, 1963; 棚部ほか, 1977; 利光, 1985 など) と容易に対比できるように、従来の通例どおり部層を記号で表記した。本論では、まず古丹別地域における層序を記載し、そのあとで層序区分の議論を行う。また軟体動物化石を産出した露頭に限り、その番号をルートマップ上に示した (Fig. 4)。

(1) 岩相層序

1. 中部蝦夷層群

1-1. 滝見橋層

滝見橋層は橋本ほか (1965) により中部蝦夷層群最下部に對して命名された。模式地は古丹別地域の北東方にあたる添牛内地区層雲内川流域である。本累層は最下部に礫岩層が認められるほかは、やや粗いシルト岩が主体をなす。これらをそれぞれ M1, M2 部層とする。下位の下部蝦夷層群とは不整合で境していると報告されている (橋本ほか, 1965) が、本地域では滝見橋層の下限は観察されず、下部蝦夷層群との関

Fig. 2. Geologic map and cross section of the Kotanbetsu area. After Wani and Hirano (1999).

Fig. 3. Columnar sections of the Cretaceous deposits in the Kotanbetsu area. 1 : Nakano-sawa, 2 : Kamino-sawa, 3 : Futamata-sawa, 4-5 : Kotanbetsu River, 6-7 : Horotate-sawa, 8 : Yaguchi-sawa, 9 : Omagari-sawa, 10 : Okufutamata-sawa. After Wani and Hirano (1999).

Fig. 4. Route maps in the Kotanbetsu area. The Prefix K070 (the Nakano-sawa River), K080 and K081 (the Kamino-sawa River), K090 (the Futamata-sawa River), K100 and K109 (the Kotanbetsu River), K110 and K119 (the Onkono-sawa River), K120 and K121 (the Horotate-sawa River), K122 (the Yaguchi-sawa River), K130 (the Omagari-sawa River), and K140 (the Okufutamata-sawa River) are omitted except the youngest number in each route. Ft : fault.

係は不明である。層厚は 600 m 以上。

M1 部層

分布：古丹別川。

層厚：古丹別川で 30 m 以上。本地域では下限不明。

隣接地域との対比：Tanaka (1963) の Ma に、橋本ほか (1965) の My1 に相当する。

本部層は主に基質支持の礫岩によって特徴づけられる。これらの礫は直径 2 mm ~ 2 cm ほどで円～亜円礫であり、礫種はほとんどがシルト岩である。基質は灰色粗粒砂岩である。本部層は南方の達布地域においても認められ (Tanaka, 1963), 鍵層として追跡することが可能である。本部層は緩く (30° ほど) 西に傾斜している。達布地域では層厚 400 m 以上とされ (Tanaka, 1963), 本地域ではその最上部が観察されるにすぎない。

M2 部層

分布：古丹別川。

層厚：古丹別川で 580 m。

隣接地域との対比：Tanaka (1963) の Mb に、橋本ほか

(1965) の My2-My3 に相当する。

本部層はやや粗い暗灰色シルト岩からなり、一部細粒となる。一部では厚さ 1 ~ 3 cm ほどの灰色細粒砂岩を挟み、等量～シルト岩勝ちの砂岩シルト岩細互層となっている。なおシルト岩が卓越する層準を本部層の下限とする。シルト岩中には石灰質団塊がみられず、大型化石の産出も認められない。

1-2. 天狩峠層

天狩峠層は橋本ほか (1965) により、佐久層を除いた中部蝦夷層群上部に対して命名された。模式地は古丹別地域の北東部に位置する天狩峠 (現在の霧立峠) である。本累層は最下部に層厚約 40 m の細～中粒の砂岩層が認められるほかは、シルト岩が卓越している。これらをそれぞれ M3, M4 部層とする。本地域では下位の滝見橋層との境界は観察できないためその関係は不明であるが、橋本ほか (1965) は整合であるとしている。層厚は約 2,200 m。

M3 部層

分布：古丹別川および奥二股沢。

層厚：古丹別川および奥二股沢でいずれも 40 m 以上。

隣接地域との対比: Tanaka (1963) の Mc に, 橋本ほか (1965) の My4 に, 西田ほか (1996, 1997) の My4 に相当する。

本部層は主に細～中粒の灰色砂岩からなり, 一部に礫岩層を挟む。砂岩部分は一般的に層理明瞭であり, 単層の厚さ 10 cm～数 m の砂岩層の集合体である。これらの砂岩層中に, 葉理などの堆積構造はみられない。基質支持の礫岩層がこれらの砂岩層に挟まれて部分的に存在する。礫は径 1～5 cm ほどの亜円礫で, 礫種はほとんどがシルト岩である。露出不良のため M2 部層との境界の観察はできないが, 本部層の下限を最下位の砂岩層と定める。本部層は南方の達布地域においても認められ (Tanaka, 1963; 棚部ほか, 1977), 鍵層として追跡することが可能である。また本部層中に石灰質団塊はみられない。

M4 部層

分布: 二股沢, 古丹別川, 幌立沢および奥二股沢。

層厚: 古丹別川で 2,170 m。

隣接地域との対比: Tanaka (1963) の Md-Mh に, 橋本ほか (1965) の My5 下部～中部に, 西田ほか (1996, 1997) の My5 に相当する。

本部層は主に暗灰色シルト岩が卓越しており, 厚さ数 mm～5 cm ほどの灰色砂岩をまれに挟む。一般にシルト岩に対する砂岩の量比は小さいが, M4 部層中部付近では量比が増加し, 砂岩シルト岩細互層となっている場合もある。古丹別川ルートでは M4 部層は互層を経て漸移的に M3 部層から移行しているので, この互層部を本部層の下限と定義する。一般的にシルト岩中に平行葉理が認められ, 生物擾乱は少ない。

石灰質団塊の産出は本部層を通じてまれであり, そのため軟体動物化石の産出も少ない。しかしいくつかの露頭 (古丹別川の K100203, 幌立沢の K120321) では直径 10 cm ほどの石灰質団塊が多くみられ, 軟体動物化石が産する。そのような場合でも 1 つの石灰質団塊中に化石が密集しているわけではなく, 1～数個が散在的に含まれる程度である。

1-3. 白地層

白地層は利光 (1985) によって中部蝦夷層群最上部の佐久層相当層に対して命名された。模式地は羽幌地域の白地畝沢である。本累層は一般的にシルト岩勝ち砂岩シルト岩互層よりなる。なお下位の天狩峠層とは整合で接していることが幌立沢ルートにおいて観察される。本累層全体が M5 部層に相当する。層厚は約 500 m。

M5 部層

分布: 二股沢, 古丹別川, 幌立沢および大曲沢。

層厚: 二股沢で 540 m, 古丹別川で 450 m, 幌立沢で 460 m。

隣接地域との対比: Tanaka (1963) の Mi-Mo に, 橋本ほか (1965) の My5 上部と Uy1 に, 利光 (1985) の白地層に相当する。

M5 部層は一般的にシルト岩勝ち砂岩シルト岩互層であり, シルト岩に挟まれる砂岩層は M4 部層に比べて厚さや頻度を増す。なお本部層の下限は砂岩シルト岩互層の出現を

もって定義する。ただ古丹別川ルートでは下部に砂岩シルト岩互層は発達せず, 砂質シルト岩が卓越する。この砂質シルト岩は葉理が不明瞭であることが多い。これはおそらく生物擾乱によるものと考えられる。また本部層を通じて上方に向かって砂岩シルト岩互層の砂岩の割合が増加する傾向がみられ, とくに調査地域の北半部に位置する二股沢および古丹別川では最上部にハンモック状斜交層理 (以下 HCS と略す) の発達する厚さ 70 cm～3 m ほどの中粒砂岩が顕著にみられる。しかし, この HCS 砂岩層は南部の幌立沢においては存在しない。HCS 砂岩層の層厚も古丹別川で 70 cm, 二股沢で 3 m と北方に厚くなる傾向が認められる。

石灰質団塊は砂岩シルト岩互層部分からはほとんど産出しないが, 生物擾乱を受けた砂質シルト岩部分からは頻繁に産出する。石灰質団塊からは, *Scaphites* や *Inoceramus* などの軟体動物化石が密集して産する場合が多い。また母岩から直接産する軟体動物化石は *Mesopuzosia* などの直径 30 cm 以上の大型アンモナイト類もしくは *Mytiloides* 属のイノセラムス類のいずれかである。一部では菱鉄鉱質の団塊もみられるが, そこから軟体動物化石が産出することはほとんどない。

2. 上部蝦夷層群

2-1. 中部羽幌川層

中部羽幌川層は利光 (1985) によって, 羽幌地域の逆川を模式地として命名された。本累層は一般にシルト岩が卓越しており, ささまざまな厚さの砂岩層を挟む。下位の白地層との境界は, とくに白地層上部に HCS が発達しない幌立沢ルートなどでは岩相が漸移的に変化していることから, 整合と判断される。本累層全体が U1 部層に相当する。層厚は 1,080～2,200 m。

U1 部層

分布: 上ノ沢, 二股沢, 古丹別川, 幌立沢および大曲沢。

層厚: 古丹別川で 1,080 m, 幌立沢～矢口沢で 2,200 m。

隣接地域との対比: Tanaka (1963) の Ua-Ug に, 利光 (1985) の下部・中部羽幌川層に相当する。

本部層は主に暗灰色シルト岩が卓越しており, ささまざまな厚さの灰色砂岩層を挟む。砂岩層の厚さは 1～30 cm ほどで, シルト岩中にまれに挟在し, 多くの場合シルト岩と互層をなすことはない。これらの砂岩の多くは凝灰岩質で, 硬度は低い。砂岩中にシルト岩のクラストを取り込んでいることがまれにあり, 砂岩堆積時に下位のシルト岩を削剥して取り込んだものと考えられる。また一部の砂岩層は下位層を削剥して, 下位層との境界が波状になっていることもある。砂岩は塊状・無層理で, 分級不良である場合がほとんどである。

利光 (1985) は北方の羽幌地域においてこれらの砂岩層を鍵層 (MHs0-5) としている。しかし本地域ではこれらの砂岩層の分布は調査地域西部に存在する背斜軸の西翼に限られ, 側方に最大でも 2 km ほどしか続くにすぎないことから, レンズ状の岩体をなしていると考えられる。さらに背斜軸西翼には層厚 1～2 m の中～粗粒砂岩が発達し一部砂岩勝ち砂岩シルト岩互層となっているが, 東翼では細粒砂岩がまれに認められるに過ぎず, これらの砂岩層を鍵層として追跡するこ

とは不可能である。

石灰質団塊は本部層を通じて大量にみられるが、中でも背斜軸西翼部に多く、大量の軟体動物化石を産出する。

2-2. 上部羽幌川層

上部羽幌川層は利光（1985）によって上部蝦夷層群上部に対して命名された。模式地は羽幌地域の逆川である。本累層は暗灰色砂質シルト岩に始まり、帯緑灰色中～粗粒砂岩へと漸移的に移行する3回の上方粗粒化ユニットが確認されたので、それぞれをU2、U3、U4部層として3部層に区分した。なお下位の中部羽幌川層とは整合で接していることが観察される。最も露頭条件の良い古丹別川ルートで層厚約790 m。

本累層の砂岩層は利光（1985）によって指摘されている羽幌地域のUHs1-3と同様に、海緑石およびシルト岩片を多量に含むという特徴があるため、中部羽幌川層の砂岩と識別することが容易である。海緑石は一部では粗粒砂岩に結晶が成長しており、砂岩が全体として帯緑灰色を呈する。またシルト岩片は一般に細長く丸みを帯びており、パッチ状に存在する。これらの海緑石およびシルト岩片の量は各ユニットにより側方に多少変化する。各ユニットの下部をしめる砂質シルト岩には葉理などの堆積構造が認められないことが多く、さらに上ノ沢などでは直径数mmほどの棲管などの生痕が認められることから、おそらく著しい生物擾乱によって堆積構造が失われてしまったと考えられる。また本累層の石灰質団塊には砂質のものが多くこれも特徴の1つである。各部層とも砂質シルト岩中から軟体動物化石を多産するが、部層基部に化石密集層は認められない。

U2 部層

分布：上ノ沢、古丹別川および幌立沢。

層厚：上ノ沢で240 m、古丹別川で80 m、幌立沢で110 m。

隣接地域との対比：Tanaka（1963）のUhに、利光（1985）の上部羽幌川層下部に相当する。

本部層は暗灰色砂質シルト岩に始まり、帯緑灰色粗粒砂岩へと移行する上方粗粒化ユニットを構成する。本部層の下限は中部羽幌川層に特徴的な砂岩を挟まない砂質シルト岩の出現をもって定義する。本部層内の岩相変化は漸移的であり、その境界は不明瞭である。砂岩に含まれる海緑石は中～粗粒で、量はU3部層よりやや少なめで、砂岩は全体として弱い帯緑灰色を呈する。シルト岩片もやや少なめである。

砂質シルト岩層には石灰質団塊が認められ、この中から軟体動物化石が産出するが、砂岩層には石灰質団塊は認められず、軟体動物化石は母岩からまれに産出するのみである。

U3 部層

分布：上ノ沢、古丹別川および幌立沢。

層厚：上ノ沢で130 m、古丹別川で170 m以上、幌立沢で130 m以上。

隣接地域との対比：Tanaka（1963）のUiに、利光（1985）の上部羽幌川層中部に相当する。

本部層は暗灰色砂質シルト岩に始まり、上部に向かい帯緑灰色中～粗粒砂岩へと移行する上方粗粒化ユニットを構成する。本部層内の岩相変化は漸移的であり、その境界は不明瞭である。一方、U2部層上部の粗粒砂岩層とは比較的明瞭な

境界で接し、この層準をもって本部層の下限とする。砂岩に含まれる海緑石は細～中粒で、量は海緑石・シルト岩片ともにU2部層よりやや多く、砂岩は全体として帯緑灰色を呈する。

一般に石灰質団塊は砂質シルト岩には普通にみられるが、砂岩中にはほとんど認められない。大型化石は古丹別川ルートでは豊富であるが、それ以外ではまれである。

U4 部層

分布：中ノ沢、上ノ沢、古丹別川およびオンコノ沢。

層厚：古丹別川で500 m以上。

隣接地域との対比：Tanaka（1963）のUj-Ukに、利光（1985）の上部羽幌川層上部に相当する。

本部層は上記のU2、U3部層と異なり、ユニット基底部にシルト岩が発達している。つまり下位よりシルト岩、砂質シルト岩を経て粗粒砂岩に移行する上方粗粒化ユニットである。本部層内のいずれの岩相変化も漸移的であり、それぞれの境界は不明瞭である。一方、下位のU3部層とは比較的明瞭な境界で接する。したがって、本部層の下限はその境界、つまりU3部層最上部の粗粒砂岩に累重するシルト岩層の基底とする。

なお、オンコノ沢付近において白亜系の分布が認められ、Okamoto and Shibata（1997）はこれを内座層と解釈している。しかし、その分布が局所的であること、近接する他のルートにおける白亜系の走向・傾斜と大きく異なること、さらに周囲の地形や産出する化石群集の特色を総合してみると、むしろU4部層の地滑り地塊がオンコノ沢付近に局所的に分布しているものとして解釈する方が妥当である。

石灰質団塊は本部層を通じて豊富に産し、軟体動物化石の産出も多い。シルト岩から産する大型化石群集は正常巻きアンモナイトが多いが、砂質シルト岩～砂岩では*Polyptychoceras* および*Baculites*に代表される異常巻きアンモナイトが多くなる。一般に、これらの大型化石は石灰質団塊から密集して産出する。

(2) 層序区分の議論

Tanaka（1963）は北海道北西部における中部蝦夷層群を、主として達布地域の層序にもとづいてMa-Moの15部層に区分した。また橋本ほか（1965）によると中部蝦夷層群は下位より滝見橋層（My1-My3）、天狩峠層（My4-My5）の2累層に区分されている。本調査の結果、中部蝦夷層群ではほぼこれらの区分が適用できると判断されることから、本論では橋本ほか（1965）に従った。なお、下位の下部蝦夷層群とは不整合で境していると報告されている（Tanaka, 1963；橋本ほか, 1965）が、本地域では滝見橋層の下限は観察されず、下位層との関係は不明である。

滝見橋層は橋本ほか（1965）により中部蝦夷層群最下部に対して命名された。橋本ほか（1965）は滝見橋層を下位より砂質礫岩あるいは礫質砂岩が主体のMy1、暗灰色砂岩と暗灰色泥岩の互層であるMy2、暗灰色泥岩のMy3の3部層に区分している。一方、Tanaka（1963）の区分では滝見橋層はMa-Mbに相当し、それぞれが礫岩と砂質泥岩もしくは砂岩泥岩細互層からなる。本調査地域では露出状況があまり良く

なく、橋本ほか(1965)のMy2とMy3とを明確に区別することができない。本論のM1部層は橋本ほか(1965)のMy1およびTanaka(1963)のMaに相当し、M2部層が橋本ほか(1965)のMy2-3およびTanaka(1963)のMbに相当する(Fig. 1)。

天狩峠層は橋本ほか(1965)により、佐久層を除いた中部蝦夷層群上部に対して命名された。橋本ほか(1965)は天狩峠層を砂岩からなるMy4、泥質岩からなるMy5の2部層に区分しており、これらは西田ほか(1996, 1997)のMy4, My5-7にそれぞれ相当する(Fig. 1)。西田ほか(1996, 1997)のMy6は砂岩頁岩互層からなり、泥質岩が卓越する天狩峠層上部に含めるよりも上位の白地層最下部とすべきと思われる。つまり本論のM3部層が橋本ほか(1965)および西田ほか(1996, 1997)のMy4部層に相当し、M4部層が橋本ほか(1965)のMy5下部～中部および西田ほか(1996, 1997)のMy5部層に相当する(Fig. 1)。本地域では下位の滝見橋層との境界は観察できないためその関係は不明であるが、橋本ほか(1965)は整合であるとしている。

その後、利光(1985)が羽幌地域の中部蝦夷層群の上部を白地層と命名し、これをS1-S4の4部層に区分しているが、本調査地域で白地層に相当する地層を4部層に細分することはできない。利光(1985)は白地層の下限について言及しておらず、下位の地層との関係も不明である。本調査の結果、白地層を砂岩シルト岩互層からなると再定義すると、西田ほか(1996, 1997)のMy6は砂岩頁岩互層であることから、白地層の下限を定義することができるとともに、白地層の下位層との関係も認識することができる。つまり天狩峠層の上位に白地層が重なっていることになり、さらに露頭観察から両者の関係は整合であることがわかった。Tanaka(1963)の区分ではM1-Moが佐久層相当層であり、利光(1985)の白地層に相当するが、本論によって再定義された白地層はMi-Moに相当しやや下位の層準まで含んでいることになる(Fig. 1)。

上部蝦夷層群は、Tanaka(1963)によって達布地域の層序をもとにUa-Ukに区分されているが、これらの区分は岩相の側方変化のためにそのまま古丹別地域に適用できないことがすでに指摘されている(Toshimitsu, 1988)。同様に羽幌地域を調査した利光(1985)は厚い塊状砂岩からなる下部羽幌川層と砂岩泥岩互層をまれに挟む泥岩からなる中部羽幌川層とに区分している(Fig. 1)。しかし、古丹別地域では岩相の側方変化によって砂岩層の発達不良であるために下部羽幌川層が認められず、白地層の上位に直接中部羽幌川層が整合に重なっていると判断される。さらに羽幌地域では中部羽幌川層中の砂岩層MHs0-5が鍵層とされている(利光, 1985)が、本地域では前述の通り鍵層として追跡することは不可能であることがわかった。

利光(1985)は羽幌地域において下部サントニアン階～下部カンパニアン階の粘土岩から粘土岩シルト岩互層、さらに砂質シルト岩を経て砂岩へ移行する3回の明瞭な上方粗粒化ユニットを上部羽幌川層として命名するとともに、本累層中の含海緑石ないし凝灰質粗粒砂岩層UHs1-3を鍵層とした。

一方、岡田・松本(1969)は羽幌・古丹別地域のサントニアン階～下部カンパニアン階の層序を羽幌型サイクルと呼ばれる上方粗粒化サイクルとして記載した。またTanaka(1963)の区分ではUh-Ukに相当するが、漸移的に上方粗粒化し、利光(1985)が鍵層とした砂岩層を最上部とするユニットをひとまとまりとして考えるほうが、堆積相を考えやすい。そこで本調査地域で確認された3回の上方粗粒化ユニットをU2, U3, U4部層として、上部羽幌川層を3部層に区分した。

化石層序

サントニアン-カンパニアン階境界に関する大型化石、微化石および古地磁気層序の研究(Toshimitsu, 1988; Toshimitsu and Kikawa, 1997)や、セノマニアン-チューロニアン階に関する大型化石や微化石層序の研究(松本・岡田, 1973; 西田ほか, 1992, 1993, 1996, 1997)がある。しかし、古丹別地域に分布する白亜系の連続的な化石層序は示されていないのが現状である。本地域に分布する白亜系全域の化石層序が明らかになれば、すでに研究例のある隣接地域(北方の羽幌地域および南方の達布地域)における化石層序と比較・検討を行うことで、岩相境界と時代境界との関係や同時代における堆積相の側方変化を認識することが可能となる。

古丹別地域の上部白亜系からは保存良好な大型化石を多量に産する。今回、天狩峠層M4部層から上部羽幌川層最上部U4部層にかけて、軟体動物化石をほぼ連続的に得ることができた(Tables 1-3)。各ルートにおける軟体動物化石の層序学的分布は紙数制限のため別途(和仁・平野, 1999)報告することとし、本論ではこれらを統合した総合レンジチャート(Fig. 5)を示した。また年代対比に有効な大型化石の一部をFig. 6に示した。

(1) 軟体動物化石の産出状況

1. 中部蝦夷層群

中部蝦夷層群からは滝見橋層(M1-M2部層)および天狩峠層下部(M3部層)を除き、軟体動物化石が連続的に産出する。その産出頻度はM4部層からM5部層に向かって高くなる傾向が認められる。また軟体動物の多様性も同様の傾向を示す。

1-1. 天狩峠層

M4部層

本部層における軟体動物化石の産出はM4部層中部より上位にのみ認められる。軟体動物化石の多くは石灰質団塊より採集したが、化石を含まない石灰質団塊も少なくない。また化石を含む石灰質団塊中においても密集していることは少ない。例えば幌立沢ルート上流部(露頭番号K120321)では、*Desmoceras* (*Pseudouhligella*) *japonicum* Yabeが数多く産出するが、いずれの場合も1つの石灰質団塊(直径10cmほど)から1個体が得られたのみである。ほかにもアンモナイト類として*Anagaudryceras sacya* (Forbes), *Marshallites olcostephanoideis* Matsumotoなど、イノセラムス類として、*Inoceramus nodai* Matsumoto and Tanaka, *I. pictus minus* Matsumoto, *I. ginterensis* Pergament, *I. virgatus* Schlüter,

Table 1. List of inoceramid and Posidoniid bivalves from the Middle and Upper Yezo Groups in the Kotanbetsu area. The prefix K for each locality number is omitted. After Wani and Hirano (1999). y : floated specimens from the locality. () : cf.

Species	Middle Yezo Group		Upper Yezo Group								
	Tenkaritoge F.	Shirochi F.	Middle Haborogawa Formation				Upper Haborogawa Formation				
	M4	M5	U1				U2	U3	U4		
<i>Inoceramus hobetsensis hobetsensis</i> Nagao and Matsumoto		090117a	090117a (120163b) 120163y 120165a	120173a 120181a 120197a 130115y-1							
<i>Inoceramus hobetsensis nonsulcatus</i> Nagao and Matsumoto		(100153b)	120181b								
<i>Inoceramus mihoensis</i> Matsumoto <i>Inoceramus uwajimensis</i> Yehara			(090057a) 090089a 100125a	100135a 109003a 109003y-2 (131141y)	109003y-1 120141a						
<i>Inoceramus amakusensis</i> Nagao and Matsumoto			080037a 080055a 090033a 100029b 100029e 100033b 100033c 100033d 100033e 100033f 100037y-2	100039a 100039c 100039y-2 100067a 100069y-2 100085b 100087y 100113a 120007a 120013c (120013y-1)	120013y-2 120017a 120017y-1 120017y-2 120033b 120033c 122083a 122087a 120045y-1 120057a 120063a 120065a	(080015a) 080023a 100027a (121077a)					
<i>Inoceramus teshioensis</i> Nagao and Matsumoto		090119a	130115y-1	130115y-2							
<i>Inoceramus kamuy</i> Matsumoto and Asai		100155a 100155b 100155y									
<i>Inoceramus nodai</i> Matsumoto and Tanaka	100203a 100205c										
<i>Inoceramus pictus minus</i> Matsumoto	120339a										
<i>Inoceramus ginterensis</i> Pergament	(100203b)										
<i>Inoceramus obiraensis</i> Noda and Muramoto		100155y									
<i>Inoceramus virgatus</i> Schlüter	100197a										
<i>Inoceramus</i> sp.	100203d 100205b 100205c 100221a 100239a 140049a	090123a 090123b 090129a 100153a 100155b 100155d 100155e 100155y	080031a 080059c 090063a 100031d 100031y 100069y-1 100073a 100101b 100119a	100119c 100127a 100127b 100127c 100133a 120011y-2 120013a 120013d 120067a	120163a 120173b 120179a 120189a 120193a 130115b 130161y 120207a 120209b 120215a 120223a	122055a 122091a 130049a 130055a 130115b 130161y 160055b 160055y	080017b 081013a	121043a	070003a 070003b 070013a 100001b 100007a 100007d 100011b 100013y		
<i>Inoceramus (Endocostea) balticus balticus</i> Böhm									070007a 100007i 110023b		
<i>Inoceramus (Platyceramus) mantelli</i> de Mercy			(130051a)								
<i>Inoceramus (Platyceramus) japonicus</i> Nagao and Matsumoto									081023y-1 081023y-2		
<i>Sphenoceramus naumanni</i> (Yokoyama)			080037a 080059a 080059b 090047y 090057b 100029b 100029c 100029f 100029g 100029h 100033a	100033b 100033c 100033d 100037a 100037b 100045a 100051a 100057a 100059a 100059b 100063a	100063c 120065a 120065b 120067c 100085a 121027a 100087y 120011y-1 120013y-1 120013y-3 120015a 120023y-1	120065a 120065b 120067c 120067y 121027a 122063a 130005a 130005y	080009b 080023a 080149a 081013a 121077a	080161a 100021b	070003a 070003b 070007a 070007y 070011y-1 081023y-2 100005a (100007b) 100007c 100007g 100007h 100007i	100007j 100007k 100007l 100007m 100007n 100009c 100011a 100011c 100011d 100011y 100013a 100015b	100017y 110007b 110007c 110023a 110027a 110031a 110031y-1 110031y-2 110033a 110043a 110045a 119009y 119011a 119011b
<i>Sphenoceramus nagaoi</i> (Matsumoto and Ueda)								080161a	070007y 070011y-2 100005a 100007n 100009a 100009c 100011d 110001a	110005b 110007a (110007c) 110007y 110021a 110021y 110023a 110025y	110033a 110041a 110043a 110045a 119009y 119011a 119011b
<i>Mytiloides labiatus</i> (Schlotheim)		100161a 100161b 100163c									
<i>Mytiloides subhercynicus</i> (Seitz)		100163d									
<i>Mytiloides columbianus</i> (Heinz)		100163e									
<i>Mytiloides</i> sp.		100163a 100163b	090053a	120181y							
<i>Actinoceramus nipponica</i> (Nagao and Matsumoto)	100203a 100205a 100207a 100245a										
<i>Didymotis akamatsui</i> (Yehara)			100137a	130143a							

Actinoceramus nipponica (Nagao and Matsumoto) などが得られたが、いずれの場合も1つの石灰質団塊中に1~数個体が産する程度である。

1-2. 白地層

M5 部層

石灰質団塊は砂岩シルト岩互層部分からはほとんど産出しないが、生物擾乱を受けた砂質シルト岩部分からは頻繁に産出する。石灰質団塊からはいくつかの大型化石が密集して産

Table 2. List of ammonoids from the Middle and Upper Yezo Groups in the Kotanbetsu area. The prefix K for each locality number is omitted. After Wani and Hirano (1999). y : floated specimens from the locality. () : cf.

Species	Middle Yezo Group		Upper Yezo Group						
	Tenkaritoge F.	Shirochi F.	Middle Haborogawa Formation				Upper Haborogawa Formation		
	M4	M5	U1				U2	U3	U4
<i>Neophylloceras subramosum</i> Spath			080045a 100029b 100029e 100039a 100041y 100051a	100059y-1 100063c 100067y 100085a 100087y 120007a	120013b 120013y-2 120013y-3 120015a 120023y-2 120047y	(120065a) 120081a 122091a 130005y 130015a	080009a 121077a	080161a 100021b	081023y-2
<i>Neophylloceras</i> sp.	100235a								
<i>Phyllopachyceras ezoense</i> (Yokoyama)			100059c 120029b 100033b	120065a 120197c	130009y				100007k
<i>Phyllopachyceras</i> sp.									
<i>Anagaudryceras limatum</i> (Yabe)		090101a	130065a						
<i>Anagaudryceras sacya</i> (Forbes)	120343a								
<i>Anagaudryceras yokoyamai</i> (Yabe)			080055a 120045y-1	100029a 130115y-3	122091a				
<i>Anagaudryceras</i> sp.	140049a								
<i>Zelandites kawanoi</i> (Jimbo)									110033a
<i>Gaudryceras densepicatum</i> (Jimbo)		100155y	080055a 090047y	100029y-2 100085a	120029a				
<i>Gaudryceras tenuiliratum</i> Yabe		100155y	080037a 080059b 090057a 090063a 100029b 100029f	100033b 100039a 100039b 100039c 100039y-1 100059c	100087y 100095y 100137b 120067c 120013y-3 120033a	120049y 120053y-2 120065a 120067c	080017c 121065b	080161b 100021a 100021b 100021y	070007a 081023y-2 100005a 100011d 100007f 100007g 100007h 119011c
<i>Gaudryceras</i> sp.		100155c 100157b	090047y 100029b 100031a	100059b 100107a 100119b	120067b 120189a 122091a	130115a			100007k
<i>Gaudryceratinae</i> gen. et sp. indet.			080059c 100031b	100119d 120057y	120179b				110027a
<i>Tetragonites glabrus</i> (Jimbo)			100029f 100039y-2 100057a 100059a 100059b 100059c	100059y-1 100069b 100095y 100107y 120045y-3 120047y	120049y 120053y-2 120057b 120065b 120065y 120067c	120197b 120197c 122091a 130015a 130141y	081015a	100021a	
<i>Tetragonites</i> sp.		100155b 100155y	090047y 100029f 100029y-2 100033b 100039a	100059c 100069y-2 100087y 120021y 120045y-1	120045y-2 120053y-1 120063a 120065a 120173b	120215a 122083a 122091a 130115y-1	080017a 080023a 080023b	100021b	
<i>Baculites baliyi</i> Woods			100031y				081003a		110031y-1
<i>Baculites boulei</i> Collignon			080055a						070007a (070011y) (119011b) 070011a 110031y-1 (119011y)
<i>Baculites capensis</i> Woods									070011b 100007k 110023a
<i>Baculites</i> sp.		100155a	100137a 100029f	120223a			080009b 080023b	080161b 100021y	100007b 100007l 119011a
<i>Baculitidae</i> gen. et sp. indet.	100203d								
<i>Hyphantoceras oshimai</i> (Yabe)			120065a						
<i>Hyphantoceras orientale</i> (Yabe)			120011y-1				080025a (080025b)	100021a	
<i>Hyphantoceras</i> sp.							080023b	080161c	
<i>Scalarites</i> sp.			120189a						
<i>Kawashitaceras obiraense</i> Matsumoto			122091a						
<i>Polyptychoceras haradanum</i> (Yokoyama)			(080055a)	120013e					070011a 100007l 110027a 100001a (100007k) 119011c 100007e 100007l 100007f 100007m 100007l 100009y
<i>Polyptychoceras subquadratum</i> (Yokoyama)									
<i>Polyptychoceras pseudogaultinum</i> (Yokoyama)			080059a 080059b 100031a 100039a	(100039y) 120011y-1 120013b (120013y-1)			(121069a)	100021a	070007a (100007l) 110031y-2 070007y 110021y 110033a (070011y) 110023a 119011b (100007h) 110027a 100007i 110031y-1
<i>Polyptychoceras</i> sp.			080041a 080055a 080059a 080059b 080059c 080091y 080115a 100029b 100029d	100029y-2 100031c 100033b 100039b 100039y-2 100041y 100057a 100059c 100065y	100073b 100085a 120067y 120067y 120081a 120103a 12011y-2 12013c 130031a 120047y	120051y 120057y 120067y 120081a 120103a 122089a 130015a	080009a 080015a 080025b 121064a 121065a	080161c 100021a 121064a 121099a	070003a 100017y 070003b 110007y 070007y 110023a 070001y-2 110023b 070013a 110031a 081023y-2 119009y 100005a 119011a 100007a 119011y 100011d
<i>Heteroptychoceras obatai</i> Matsumoto								100021y	
<i>Diplomoceratidae</i> gen. et sp. indet.			120167y						
<i>Subptychoceras</i> sp.			120029a						
<i>Scaphites planus</i> (Yabe)		100155y	130161a						
<i>Scaphites</i> sp.		100155y	120191a						
<i>Otoscapites kiamathensis</i> (Anderson)			100137b						
<i>Mesopuzosia</i> sp.		100157c							
<i>Puzosiinae</i> gen. et sp. indet.			100039y-2 100085a	120029b 120057y	130009y		080009b		070003b
<i>Desmoceras</i> (<i>Pseudouligella</i>) <i>japonicum</i> Yabe	120313a 120321a (120321b) (120321c) (120321d) 120321y								
<i>Tragodesmoceroides subcostatus</i> Matsumoto		120245a							
<i>Damesites damesi</i> (Jimbo)			100029e (100033c)	100059c 100071a	100085b 120013y-1	120065y			

Table 3. Continued from Table 2.

Species	Middle Yezo Group		Upper Yezo Group			
	Tenkaritoge F.	Shirochi F.	Middle Haborogawa Formation		Upper Haborogawa Formation	
	M4	M5	U1	U2	U3	U4
<i>Damesites semicostatus</i> Matsumoto			130031b			
<i>Damesites sugata</i> (Forbes)			080041a 100029y-2 100087y 120067y 100029e 100085a 100137b 122083a 100029h 100085b 120065a (130137y)	(121077a)	100021a 100021b 121099a	100017y
<i>Damesites</i> sp.			080045a 100067b 100137b 120033y 080055a 100069a 120007a 120065a 100029b 100073b 120011a 120065b 100029d 100085a 120013b 120067b 100029f 100085b 120013y-1 120067c 100029g 100087y 120013y-2 120079a 100031a 100107y 120015a 120209a 100033b 100127d 120029a 122083a 100039a 100137a 120029b	080015a 121077a	100021b 100009y 110031y-2 110021a	
<i>Desmoceratinae</i> gen. et sp. indet.	100187a 100203e 100209a	100155c 101019a	090047a 120045y-1 120063a 120189a 120013y-3 120045y-2 120173b 120197a	(080017a)	080161a	
<i>Hauericeras angustum</i> Yabe						081023y-2
<i>Marshallites okostephanoides</i> Matsumoto	100203c					
<i>Yokoyamaoceras ishikawai</i> (Jimbo)			080055a 100033c 120015a 120079a 080059b 100087y 120053y-1 122083a 080091y 120007a 120065a 122091a 100029y-1 120013c 120067b 130031a			070003b 100017y 100011d 110043a
<i>Yokoyamaoceras</i> sp.			080059a 100029y-2 100059y-1 120045y-1 090047y 100031d 100087y 120051y 100029a 100033b 100107y 100029b 100037y-1 120011a			100011d 110033a
<i>Merulites japonicus</i> Matsumoto			120065a 120067y	080025a		
<i>Eupachydiscus haradai</i> (Jimbo)			100059y-2 100061a 100101a 130025a			
<i>Pachydiscidae</i> gen. et sp. indet.			080045a 100029e 100119b 100131a 080059a 100107y 100129a	080023b 080025a		100015a
<i>Plesiotexanites kawasakii</i> (Kawada)			080091y 100029e 120051y			
<i>Texanitinae</i> gen. et sp. indet.					100021y	
<i>Ammonoidea</i> gen. et sp. indet.		100157a	100063b 120055a 120173y			100007g
jaw of ammonites			100029b 100039a 120065a 100033d 100059y-1			

する場合が多く、アンモナイト類として *Anagaudryceras limatum* (Yabe), *Scaphites planus* (Yabe), *Tragodesmoceroides subcostatus* Matsumoto など、イノセラムス類として、*Inoceramus hobetsensis hobetsensis* Nagao and Matsumoto, *I. teshioensis* Nagao and Matsumoto, *I. kamuy* Matsumoto and Asai, *I. obiraensis* Noda and Muramoto などの多くが密集して産出する。また母岩から直接産する軟体動物化石は、*Mesopuzosia* などの大型アンモナイト類（古丹別ルート of K100157c）もしくは *Mytiloides labiatus* (Schlotheim) などの *Mytiloides* 属のイノセラムス類であるかのいずれかである。

2. 上部蝦夷層群

上部蝦夷層群からは軟体動物化石がほぼ連続的に産出する。中部蝦夷層群に比べ産出頻度・多様性ともに非常に高い (Fig. 5)。上部蝦夷層群内では、とくに U1 部層上部付近において産出頻度が高い。軟体動物化石の大部分は石灰質団塊から得られるが、大型のアンモナイト類やイノセラムス類はまれに母岩中より産出することもある。

2-1. 中部羽幌川層

U1 部層

本部層（とくに U1 部層上部）からは多くの軟体動物化石が産出する。産出頻度の増大にともない、化石の多様性も本部層上部において最大となる。

本調査地域における U1 部層の時代範囲が広いため、化石群集は本部層中で時代の経過に伴い大きく変化する。下部からはアンモナイト類では *Scaphites planus* などの 6 種、またイノセラムス類では *Inoceramus hobetsensis hobetsensis*, *I.*

teshioensis などが産する。その上位においては *I. uwajimensis* Yehara が特徴的に産し、他の軟体動物化石はみられない。早川 (1990) もこのような産状について議論し、生痕化石群集から海底水中の溶存酸素量がやや少ない環境であったと推測されることおよび排他的産状を示すことから、他の生物にとって有害であると考えられる貧酸素環境に *I. uwajimensis* のみが適応したものと解釈している。同種のこのような排他的・集中的産出は、隣接する達布地域や幾春別地域など、上部蝦夷層群分布域内の各地で観察される。*I. uwajimensis* 産出層準のやや下位から *Didymotis akamatsui* (Yehara) を産する。同種は薄殻で擬浮遊性の可能性が指摘されている (速水, 1969) *Posidonia* 科の一員である。*Didymotis* はヨーロッパではコニアシアン期初期の *Didymotis* event II といわれる海洋無酸素事変の際の特徴属とされている (Wood et al., 1984; Kauffman et al., 1996)。一方、本部層上部から産するアンモナイト類では *Gaudryceras tenuiliratum* Yabe, *Eupachydiscus haradai* (Jimbo), *Plesiotexanites kawasakii* (Kawada) など 24 種、またイノセラムス類では *Inoceramus amakusensis* Nagao and Matsumoto と *Sphenoceramus naumanni* (Yokoyama) があり、多様性が増すとともに産出個体数も増加する。

また大型アンモナイト類もまれに産し (二股沢ルート of K090047a, 古丹別川ルート of K100129a など)、共産する小型のアンモナイト類はシェルトード・プリザベーション (Maeda, 1991) の状態で産することもある。

2-2. 上部羽幌川層

U2 部層

Fig. 5. Composite geologic columnar section and biostratigraphic succession in the Kotanbetsu area. Posidoniid *Didymotis* is included in the column of the inoceramids for brevity. After Wani and Hirano (1999).

本部層から産出する軟体動物化石のほとんどは砂質シルト岩中の石灰質団塊から得られる。アンモナイト類として *Neophylloceras subramosum* Spath, *Gaudryceras tenuiliratum* などの9種、イノセラムス類では *Inoceramus amakusensis* および *Sphenoceras naumanni* が産する。一方、砂岩からは上ノ沢ルート（露頭番号 K081015）において母岩から *Tetragonites glabrus* (Jimbo) が1個体産出した以外、軟体動物化石の産出は認められない。

U3 部層

本部層からの軟体動物化石の産出頻度は低く、その多様性も小さい。多くの化石は砂質シルト岩中の石灰質団塊より得られ、アンモナイト類では *Gaudryceras tenuiliratum*, *Damesites sugata* (Forbes) などが多く、9種が産する。イノセラムス類では *Sphenoceras naumanni* のみが認められる。一般に、これらの化石は密集して産することが多い。

U4 部層

本部層からはシルト岩、砂質シルト岩および砂岩を通じて石灰質団塊が産し、そこから軟体動物化石が密集して得られることが多い。本部層の砂質シルト岩からは *Polyptychoceras* 属に代表される異常巻きアンモナイト類が特徴的に多産し、これらは破片化していることが多い。一方、イノセラムス類としては *Inoceramus (Platyceras) japonicus* Nagao and Matsumoto, *Sphenoceras naumanni* および *S. nagaoi* (Matsumoto and Ueda) が特徴的に産出する。

(2) 年代対比

古丹別地域から、前述のようにほぼ連続的に軟体動物化石を得ることができた (Fig. 5)。これらをもとに時代決定を行うためには、欧州標準セクションと対比を行う必要がある。しかし、白亜紀後期になると古動物地理区間の差異が大きくなり、容易に直接対比をすることができない (例えば、松本・平野, 1985; Matsumoto, 1995)。他方、長年にわたる

Fig. 6. Selected molluscan fossils with whitening. All figures in natural size. 1: *Plesiotexanites kawasakii* (Kawada); lateral view, from Loc. K100029e, along the Kotanbetsu River. 2: *Mytiloides columbianus* (Heinz); left lateral view, from Loc. K100163e, along the Kotanbetsu River. 3: *Inoceramus* (*Platyceramus*) *japonicus* Nagao and Matsumoto; right lateral view, from Loc. K081023y-1, along the Kamino-sawa River.

松本の研究(例えば, Matsumoto, 1959, 1977, 1978)や利光ほか(1995)などによって, 環太平洋白亜系の標準化石層序は化石分帯が整備され, また欧州標準層序との対比も詳細になされている。そこで本論ではこれらに従い, 古丹別地域の年代対比を行った。

1. アルビアン階

本地域の南側に位置する達布地域でも従来アルビアン階の存在が考えられているが(猪木ほか, 1958; 棚部ほか, 1977など), Tanaka (1963)の岩相区分のMa-Mb(松本・岡田, 1973; Asai and Hirano, 1990)か, Mc(Maeda, 1991)あるいはMe(棚部ほか, 1977)までがアルビアン階に対比されており, 研究者によってアルビアン-セノマニアン階境界の層準が異なっている。最近, 西田ほか(1996, 1997)は本地域の北東方に位置する添牛内地域の白亜系の研究で上部アルビアン階を示唆するアンモナイト類をいくつか採集し, 彼らの岩相区分のMy1-My2が上部アルビアン階に, My3-My5がセノマニアン階に対比できるとしている。

したがって, 古丹別地域にもアルビアン階の存在が予想されるが, 今回の調査ではアルビアン階を示唆する軟体動物化石が産出していないので, アルビアン-セノマニアン階境界の特定はできない。

2. セノマニアン階

日本におけるセノマニアン階の化石分帯はAcanthocerataceaeを用いて欧州の標準セクションとの対比が可能にまで精度が向上している。Matsumoto et al. (1991)は日本のセノマニアン階を8つの帯に区分している。残念ながら, 今回本調査地域からはこれらの示帯化石とされているアンモナイト類は認められなかった。イノセラムス類での対比については, Matsumoto et al. (1987, 1988), Matsumoto and Tanaka (1988), Matsumoto (1989), Matsumoto and Asai (1989)により, セノマニアン階からのイノセラムス類の産出層準が詳細に記載されている。

古丹別地域では, 天狩峠層上部からセノマニアン階の示帯化石である(利光ほか, 1995) *Desmoceras* (*Pseudouhligella*) *japonicum* が数個体産出する。ほかに *Anagaudryceras sacya*, *Marshallites olcostephanoides* が伴う。また天狩峠層上部から *Actinoceramus nipponica* が得られている。本種は上部セノマニアン階の下部を特徴づける種である(Matsumoto and Asai, 1989; 利光ほか, 1995)。ほぼ同一層準からはほかにも *Inoceramus pictus minus* が産出し, 本種はセノマニアン期後期に世界的分布を示す重要種の地理的亜種であるとされている(Matsumoto, 1989)。さら

に *I. nodai*, *I. ginterensis* も上記の 2 種に比べ生存期間がやや長い。セノマニアン階上半部を示すとされており (Matsumoto et al., 1988; Matsumoto and Tanaka, 1988), 以上を総合的にまとめると M4 部層中部はセノマニアン階上部に対比される。一方, これらの層準のやや上位から *I. virgatus* が産出している。Matsumoto et al. (1988) によると本種の生存期間はセノマニアン期前期～中期である。本来 *I. virgatus* は上記のイノセラムスよりもやや下位の層準から産出する (利光ほか, 1995) が, 本研究では異なる結果となった。

また西田ほか (1992) によると, 古丹別川上流 (彼らの R 643, R 644) からセノマニアン階上部を示す小型の *Inoceramus nodai* を得ている。この地点は本論文の K 100163 と K100187 のほぼ中間点に当たり, その層準は M4 部層上部に相当する。このことは上記の対比と調和的である。

3. チューロニアン階

セノマニアン-チューロニアン階境界 (以下 C-T 境界と略す) については, 世界的規模の海洋無酸素事変を示唆する黒色頁岩の存在が北海道各地から報告されている (Hasegawa, 1995; Hirano, 1995 など)。しかし, 古丹別地域ではこれに相当する黒色頁岩は未確認である。

M5 部層最下部から *Mytiloides columbianus* をはじめとする数種の *Mytiloides* が産出している (Fig. 5)。*M. columbianus* はチューロニアン階下部を示す *Pseudaspidoceras flexuosum* 帯から産することが知られている (Kennedy et al., 1987; 松本・西田, 1995)。また *M. subhercynicus* は浮遊性有孔虫帯の *Helvetoglobotruncana helvetica* 帯に属し (松本・西田, 1995), *M. columbianus* よりもやや上位 (下部チューロニアン階の上部) を指示する (利光ほか, 1995)。一方, 西田ほか (1992, 1993) は古丹別地域における C-T 境界について大型化石および微化石を用いて議論し, 本論の露頭番号 K100163 から上流側に向かって約 70 m ほどの間に C-T 境界が存在するとしている。本調査では上記の *Mytiloides* の産出から C-T 境界は M4 部層上部～M5 部層最下部に位置していることが示唆され, 西田ほか (1992, 1993) の見解とほぼ一致する。

チューロニアン階中部～上部にかけては, *Collignonicerus woollgari* (Mantell) および *Subprionocyclus neptuni* (Geinitz) が国際対比上有効である (Hancock et al., 1977; Kennedy, 1984; Kennedy and Cobban, 1991; Bengtson, 1996 ほか)。しかし, これらのアンモナイト類は本調査では発見できなかった。M5 部層中部から U1 部層最下部にかけて *Inoceramus hobetsensis* および *I. teshioensis* が産出する。両種はそれぞれチューロニアン階中部, チューロニアン階上部を指示する種である (Matsumoto, 1977; 利光ほか, 1995)。しかし地域によっては両種の産出レンジが重複することが報告されており (利光, 1985; 西田ほか, 1992), 本地域においても両種の産出レンジが重複することが確認された。また西田ほか (1992) は彼らの R684 (本論の K100153 から下流側に約 200 m ほどの地点) から *Baculites undulatus*

D'Orbigny を得ており, チューロニアン階上部に対比している。これらの産出をもとにすると M5 部層中部～U1 部層最下部はチューロニアン階中部～上部に対比される。

4. コニアシアン階

日本のコニアシアン階には国際対比上有効な種は少ない。達布地域から *Barroisiceras onilahyense* Basse が (棚部ほか, 1977; Matsumoto et al., 1981), 羽幌地域から *Forresteria* aff. *itwebae* Van Hoepen が (利光, 1985), *Inoceramus uwajimensis* に伴って産出している。これらのアンモナイト類はコニアシアン階に対比されることから, *I. uwajimensis* の産出がコニアシアン階を示していると考えられる。本調査では *I. uwajimensis* が U1 部層下部からほぼ連続的に得られており, U1 部層下部がコニアシアン階に対比される。なお *I. rotundatus* Fiege は世界的にコニアシアン階最下部を特徴づけることが知られているが (Matsumoto and Noda, 1985), 本調査では得られなかった。

5. サントニアン階

サントニアン階は Texanitinae にもとづいて下部の *Texanites collignoni* 帯, 上部 (ただし上限はカンパニアン階に達する) の *Plesiotexanites kawasaki* - *P. pacificu* 帯の 2 帯に区分される (Toshimitsu, 1988; 利光ほか, 1995)。しかし一般に本地域では Texanitinae の産出頻度はあまり高くなく, 本研究でも *P. kawasaki* が数個体産出したのみである (Fig. 5)。またイノセラムス類による対比では, *Inoceramus amakusensis* は上記のアンモナイト類と共産することが各地で報告されていることから (Matsumoto and Ueda, 1962; Matsumoto and Haraguchi, 1978; 利光, 1985 など), サントニアン階を指示する (Toshimitsu, 1988; 利光ほか, 1995)。本調査地域では U1 部層中部から U2 部層上部にかけて *I. amakusensis* の産出が確認される。一方, U4 部層下部からは *I. (P.) japonicus* が得られている。しかしながら, U3 部層からは示帯化石種が得られていない。以上の点を踏まえると, サントニアン階は U1 部層中部から U2 部層上部ないし U4 部層最下部までと考えられる。

6. カンパニアン階

Toshimitsu (1988) によって羽幌地域のサントニアン-カンパニアン階境界について検討がなされ, カンパニアン階を示す *Submortonicerus* cf. *condamyi* (Collignon) と *Inoceramus (Platyceramus) japonicus* との共産から, *I. (P.) japonicus* の初出がカンパニアン階最下部を示すとされた。さらに Toshimitsu and Kikawa (1997) は, カンパニアン階下部の示帯種に比較される *Menabites* cf. *mazenoti* Collignon および同階下部の有孔虫示帯種 *Globotruncana arca* (Cushman) の初出層準も上記の層準に近いことを示している。なお *G. arca* は本調査地域において筆者らの U4 部層最下部からも産出しており (Toshimitsu and Kikawa, 1997), *I. (P.) japonicus* が初出するのも U4 部層下部である。すなわち, 本調査地域においてカンパニアン階を指示する化石の初出は U4 部層最下部である。サントニアン階が少なくとも U2 部層上部まで対比されることから, サントニアン-カンパニアン階境界は U2 部層上部～U4 部層下部に位置し

ていることが示唆される。

また今回の調査ではカンパニアン階下部の中部～上部を指示する *Sphenoceras orientalis* (Sokolow) や *S. schmidtii* (Michael) (Toshimitsu, 1988 ; 利光ほか, 1995) などの産出は認められなかったため、本地域の白亜系の露出は少なくともカンパニアン階最下部まで確認されたこととなる。羽幌川支流の知命沢では本論文の U4 部層上部に相当する部分から *S. cf. orientalis* や *S. schmidtii* の産出が知られており (Toshimitsu, 1988 など)、本地域の白亜系も最上部は下部カンパニアン中部にまで達している可能性がある。

隣接地域との比較

本研究によって古丹別地域に分布する白亜系を通じての化石層序が示された。これにもとづいて隣接地域での研究結果 (達布地域は棚部ほか, 1977 ; 羽幌地域は利光, 1985) の化石層序や堆積相の解釈 (Tanaka, 1963 ; 岡田・松本, 1969 など) と比較検討する。

まず各階境界と岩相境界との関係については、セノマニアン-チューロニアン階境界が達布では Mh-Mi 境界であり、本地域での M4 部層上部～M5 部層最下部とほぼ同一層準といえる (Fig. 1)。チューロニアン-コニアシアン階境界は、達布では Ua 上部、羽幌では下部羽幌川層下部であり、本地域の U1 部層下部とほぼ一致している (Fig. 1)。コニアシアン-サントニアン階境界は、達布では Ud-e 中部、羽幌では中部羽幌川層下部であり、本地域の U1 部層中部とほぼ一致する (Fig. 1)。棚部ほか (1977)、利光 (1985) はカンパニアン階を報告していないが、現時点での *Inoceramus* に関する研究例から *I. (Platyceras) japonicus* はカンパニアン階を示していることがわかっている。このことをふまえると、棚部ほか (1977)、利光 (1985) のサントニアン階上部はカンパニアン階と読み替えることができる。したがって、サントニアン-カンパニアン階境界は達布では Ui-j 中部、羽幌では上部羽幌川層下部～中部にあると考えられる。本地域では U2 部層上部～U4 部層下部であることから、達布地域に向けてカンパニアン階の出現層準がより上位の岩相区分に含まれていると解釈できる。以上より羽幌・古丹別・達布地域では、サントニアン-カンパニアン階境界のみが岩相境界と斜交しており、南方に向けてカンパニアン階がより上位の岩相区分内に出現することがわかった。

また古丹別地域における中部蝦夷層群の白地層最上部には HCS が存在する。層厚は本地域内では北から順に二股沢で 3 m、古丹別川で 70 cm であり、最も南方に位置する幌立沢では HCS が認められない。このように北方に向けて砂岩層の層厚が大きくなる傾向が認められることから、堆積物供給源が相対的に北方に位置していたと考えられる。HCS は静穏時波浪限界 (水深約 20 m) と暴風時波浪限界 (水深約 70 m) との間、つまり斎藤 (1989) の区分での内側陸棚において、ストームが卓越した環境を示すとされていることから (安藤, 1987)、HCS 砂岩が発達する調査地域の北半部の堆積環境は内側陸棚 (水深 20～70 m) であったと考えられる。さらに最上部にのみ HCS 砂岩がみられること、白地層下部

から白地層上部に向かって砂岩の割合が増加することを考慮すると、白地層下部から上部にかけての堆積環境としては、内側陸棚より沖合—おそらく外側陸棚—が考えられ、上方に向かって浅海化したと考えられる。

次に羽幌・古丹別・達布地域の 3 地域で層厚がわかっているコニアシアン階、サントニアン階の層厚の比較する。コニアシアン階の層厚は羽幌 (利光, 1985)・古丹別 (本研究)・達布 (棚部ほか, 1977) 地域でそれぞれ 1,000 m, 300 m, 300 m であり、サントニアン階はそれぞれ 1,000 m, 1,000 m, 700 m である。いずれの場合も北方に向けてその層厚が大きくなる傾向が認められる。このことから堆積物供給源が相対的に北方にあった可能性を指摘できる。このことは羽幌地域では砂岩層が発達して下部羽幌川層と中部羽幌川層を区別することができるが、古丹別地域では砂岩層が発達しないことから区別することができないということと調和的である。一方、達布地域ではコニアシアン階の下部に Ub と呼ばれる砂岩が発達した地層が認められる (Tanaka, 1963 ; 棚部ほか, 1977 ; Asai and Hirano, 1990 など) が、古丹別・羽幌両地域ではこの地層はほとんど認められない。達布地域内でも南方に向けてその層厚が大きくなる傾向が認められる (棚部ほか, 1977) ことから、コニアシアン期の一時期に限り相対的に南方に堆積物供給源があった可能性が指摘される。以上のことからコニアシアン期の一時期を除いて、コニアシアン・サントニアン期には羽幌・古丹別・達布地域の北方に堆積物供給源があったことが推測される。

北海道北西部のサントニアン階はシルト岩が卓越し、北海道の他地域の白亜系に比べて層厚も非常に厚いことがすでに指摘されている (岡田・松本, 1969 ; 利光, 1985)。本地域に分布するサントニアン階の層厚も約 1,000 m と非常に厚いことから、堆積物の供給量が大きく、かつ堆積地の相対的沈降量も大きかったとする利光 (1985) の羽幌地域に対する見解は、古丹別地域においても支持される。このようにサントニアン階に卓越するシルト岩自体の堆積量が大きいことから、利光 (1985) は大河の存在を推定しており、筆者らもこの見解を支持する。また本地域でサントニアン階に対比される中部羽幌川層に特徴的な砂岩は、側方に最大でも数 km しか続かないレンズ状の岩体であることから、暴風時の波浪などによって生成した storm sand layer (Reineck and Singh, 1980, p. 395) であると解釈できる。さらにこの storm sand layer は、背斜軸西側では層厚 1～2 m の中～粗粒砂岩が発達するが、背斜軸東側では層厚数 cm～数十 cm の細粒砂岩がまれに認められるに過ぎない。このように層厚・粒度が東方に向けて小さくなることを考慮すると、西側から堆積物が供給されたと解釈できる。北海道北西部におけるサントニアン階の堆積物供給源は西側に求められており (Tanaka, 1963 ; 田中・角, 1981)、本研究の結果はこれらと調和的である。さらに storm sand layer がシルト岩中にまれに挟み込まれシルト岩と互層をなさないこと、storm sand layer は堆積構造を有せず分級不良であることなどから、これらが間欠的にしかも急速に運搬・堆積したことが示唆される。以上をまとめると、西方に位置した大河から大量のシルトが供給される一

方、間欠的に storm sand layer の形成があった状況が復元される。

本地域に分布している上部羽幌川層では、暗灰色砂質シルト岩に始まり、帯緑灰色中〜粗粒砂岩へと漸移的に移行する上方粗粒化ユニットが3回認められるが、この堆積環境として岡田・松本（1969）は大河地域のデルタを想定し、これらのサイクルの形成は海水準の上下によるものと説明した。つまり、単位ユニット基底に上方細粒化する海進性堆積物がみられない、もしくはあってもごく貧弱な非対称型サイクルである羽幌型サイクルは、急激な海進に続く緩慢な海退が繰り返されて形成されたとしており（岡田・松本，1969），筆者らの調査結果はこの説明と調和的であると思われる。しかし本地域における上部羽幌川層の各ユニット基底は急激な海進に伴い堆積速度が減少したことが推定されるが、一般に堆積速度が減少したときに形成される化石密集層（Kidwell and Jablonski, 1983；近藤，1998）は認められない。

最後に軟体動物化石群集について比較を行った。その結果アンモナイト類に関しては大きな差異は認められない。一方、イノセラムス類では、羽幌地域から *Inoceramus* (*Cordiceramus*) に属する標本が比較的多産している（利光，1985）が、古丹別地域での産出は認められない。達布地域では砂岩の発達する Ub から産出が認められる（Asai and Hirano, 1990）ほかほとんど産出していない。I. (C.) は陸棚の浅海相とみなされる地層から多く産する（利光，1985）ことから、Ub を除いて羽幌地域のほうが浅海相であった可能性が指摘できる。このことは上記の北方に堆積物供給源があったとする推測と調和的であるといえる。

ま と め

1. 北海道北西部の古丹別地域の白亜系は中部および上部蝦夷層群からなり、上位の第三系によって軽微な傾斜不整合で覆われている。今回、本地域の白亜系について岩相層序の見直しを行い、地質図、地質断面図および柱状図等を示した。
2. 本地域の白亜系は従来の層序区分をそのまま用いることができないため、本研究において下位から中部蝦夷層群滝見橋層、天狩峠層および白地層、上部蝦夷層中部羽幌川層および上部羽幌川層の5累層に区分した。それぞれをさらに M1-M2（滝見橋層）、M3-M4（天狩峠層）、M5（白地層）、U1（中部羽幌川層）、U2-U4（上部羽幌川層）の9部層に区分した。
3. 中部蝦夷層群滝見橋層、天狩峠層はそれぞれ礫岩と砂岩が特徴的で、鍵層として認識できる。白地層は砂岩シルト岩互層よりなり上方に砂岩の頻度が増加する。最上部では HCS 砂岩がみられる。
4. 上部蝦夷層群中部羽幌川層は主にシルト岩からなり、側方に連続性の悪い砂岩を挟む。上部羽幌川層は砂質シルト岩から始まり砂岩へと漸移する上方粗粒化サイクルによって特徴づけられる。
5. 中部蝦夷層群中部から上部蝦夷層群にかけて、ほぼ連続的に軟体動物化石が産出する。それらの産出にもとづくと、セノマニアン-チューロニアン階境界が M4 部層上部〜

M5 部層最下部、チューロニアン-コニアシアン階境界が U1 部層下部、コニアシアン-サントニアン階境界が U1 部層中部、サントニアン-カンパニアン階境界が U2 部層上部〜U4 部層下部にそれぞれ対比される。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、九州大学松本達郎名誉教授からは終始ご指導とご支援を、また、早稲田大学坂 幸恭教授には論文作成の全般にわたり細部までご指導をいただいた。早稲田大学の小笠原義秀教授には鏡下観察に関して、高木秀雄教授には断面図の作成をはじめとする構造地質学的な諸点に関してご指導していただいた。本論文推敲の初期段階において、地質調査所の利光誠一博士、川村学園女子大学の二上政夫博士からは懇切丁寧な助言をいただいた。地質調査所の七山 太博士、東北大学工学研究科の後藤芳彦助手には現地調査に関して有益な助言をいただいた。北海道大学雨龍地方演習林および母子里作業所のみなさんには現地調査の期間を通じて格別の便宜を図っていただいた。国有林野の入林に際しては古丹別営林署の方々にお世話になった。本研究の経費の一部は文部省科学研究費補助金（一般 C，1994-1996：06640602；基盤 C，1997-2000：09839036）および早稲田大学特定課題研究助成費（1996：96A-224；1997：97A-278；1998：98A-555；1999：99A-118）を用いた。記して上記の方々および機関に謝意を表する。

文 献

- 安藤寿男，1987，北海道中央部の中部蝦夷層群三笠層に見られる浅海成堆積物—ハンモック状斜交層理に注目して—。早稲田大教育学部学術研究—生物・地学編一，**36**，21-32。
- Asai, A. and Hirano, H., 1990, Stratigraphy of the Upper Cretaceous in the Obira area, northwestern Hokkaido. *Gakujutsu Kenkyu, School of Educ., Waseda Univ., Ser. Biol. & Geol.*, **39**, 37-50.
- Bengtson, P., 1996, The Turonian stage and substage boundaries. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, Sci. Terre*, **66**, Suppl., 69-79.
- Hancock, J.M., Kennedy, W.J. and Wright, C.W., 1977, Towards a correlation of the Turonian sequences of Japan with those of north-west Europe. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Papers*, no. 21, 151-168.
- Hasegawa, T., 1995, Correlation of the Cenomanian/Turonian boundary between Japan and Western Interior of the United States. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **101**, 2-12.
- 橋本 亘・長尾捨一・菅野三郎，1965，5 万分の 1 地質図幅「添牛内」および同説明書（旭川-第 35 号）。北海道開発庁，92 p.
- 早川浩司，1990，化石密集層形成における堆積学的制約と古環境について—北海道上部蝦夷層群（上部白亜系）から産出する *Inoceramus uwajimensis* Yehara を例に—。化石，no. 48，1-16。
- 速水 格，1969，中生代の“浮遊性”二枚貝について。地質雑，**75**，375-385。
- Hirano, H., 1995, Correlation of the Cenomanian/Turonian boundary between Japan and Western Interior of the United States in relation with oceanic anoxic events. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **101**, 13-18.
- Hirano, H., Matsumoto, T. and Tanabe, K., 1977, Mid-Cretaceous stratigraphy of the Oyubari area, central Hokkaido. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Papers*, no. 21, 1-10.
- 猪木幸男・田中啓策・秦 光男・佐藤博之，1958，5 万分の 1 地質図幅「幌加内」および同説明書（旭川-第 39 号）。地質調査所，64 p.
- Kauffman, E.G., Kennedy, W.J. and Wood, C.J., 1996, The

- Coniacian stage and substage boundaries. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, Sci. Terre*, **66**, Supple., 81-94.
- 川辺文久・平野弘道・高木 恭, 1996, 北海道北大夕張地域白亜系の大化石層序. 地質雑, **102**, 440-459.
- Kennedy, W.J., 1984, Ammonite faunas and the "standard zones" of the Cenomanian to Maastrichtian Stages in their type areas, with some proposals for the definition of the stage boundaries by ammonites. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, **33**, 147-161.
- Kennedy, W.J. and Cobban, W.A., 1991, Stratigraphy and inter-regional correlation of the Cenomanian-Turonian transition in the Western Interior of the United States near Pueblo, Colorado, a potential boundary stratotype for the base of the Turonian Stage. *Neusl. Stratigr.*, **24**, 1-33.
- Kennedy, W.J., Wright, C.W. and Hancock, J.M., 1987, Basal Turonian ammonites from west Texas. *Palaeontology*, **30**, 27-74.
- Kidwell, S.M. and Jablonski, D., 1983, Taphonomic feedback, ecological consequences of shell accumulation. In Tevesz, M. J.S. and McCall, P.L., eds., *Biotic Interactions in recent and fossil communities*, Plenum, New York, 195-248.
- 君波和雄・小松正幸・新井田清信・紀藤典夫, 1986, 北海道中生界の構造区分と層序. 地団研専報, no. 31, 1-15.
- 近藤康生, 1998, 海進海退サイクルの古生態学とタフオノミー. 化石, **64**, 54-60.
- Maeda, H., 1991, Sheltered preservation: a peculiar mode of ammonite occurrence in the Cretaceous Yezo Group, Hokkaido, north Japan. *Lethaia*, **24**, 69-82.
- Matsumoto, T., 1942, Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan. Part I. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Imp. Univ., Ser. D, Geol.*, **1**, 129-280.
- Matsumoto, T., 1943, Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan. Parts II-III. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Imp. Univ., Ser. D, Geol.*, **2**, 98-237.
- Matsumoto, T., 1959, Zonation of the Upper Cretaceous in Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D*, **9**, 55-93.
- Matsumoto, T., 1977, Zonal correlation of the Upper Cretaceous in Japan. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Papers*, no. 21, 63-74.
- Matsumoto, T., 1978, Japan and adjoining areas. In Moullade, H. and Nairn, A.E.M., eds., *The Phanerozoic geology of the world II, The Mesozoic*, A, Elsevier, Amsterdam, 79-144.
- Matsumoto, T., 1989, Some inoceramids (Bivalvia) from the Cenomanian (Cretaceous) of Japan-V. A world-wide species *Inoceramus pictus* Sowerby from Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 153, 12-24.
- Matsumoto, T., 1995, Recognition of the Cenomanian and Turonian stages in Japan. *Abst. Vol. Second Internat'l. Symp. Cret. Stage Boundaries. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, Brussel*, 80 p.
- Matsumoto, T. and Asai, A., 1989, Cenomanian (Cretaceous) inoceramids (Bivalvia) from Hokkaido and Sakhalin-I. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 155, 178-196.
- Matsumoto, T., Asai, A. and Hirano, H., 1987, Some inoceramids (Bivalvia) from the Cenomanian (Cretaceous) of Japan-II. Three species from Hokkaido, well known abroad but hitherto undescribed in Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 147, 146-164.
- Matsumoto, T., Asai, A., Hirano, H. and Noda, M., 1988, Some inoceramids (Bivalvia) from the Cenomanian (Cretaceous) of Japan-III. Three species occurring commonly in the North-West Pacific region. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 149, 378-395.
- Matsumoto, T. and Haraguchi, Y., 1978, A new texanite ammonite from Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 110, 306-318.
- 松本達郎・平野弘道, 1985, 西欧模式地域白亜系の研究の現状. 地質学論集, no. 26, 3-28.
- Matsumoto, T., Muramoto, K., Hirano, H. and Takahashi, T., 1981, Some Coniacian ammonites from Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 121, 51-73.
- 松本達郎・西田民雄, 1995, 北海道の上部白亜系中部における二枚貝類 *Mytiloides* の層序的産出. 化石, **59**, 47-66.
- Matsumoto, T. and Noda, M., 1985, A note on an inoceramid species (Bivalvia) from the Lower Coniacian (Cretaceous) of Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 140, 263-273.
- 松本達郎・岡田博有, 1973, エゾ地相斜の佐久層について. 九大理研報 (地質), **11**, (2), 275-319.
- Matsumoto, T., Takahashi, T., Saito, R. and Sanada, K., 1991, The mid-Cretaceous ammonites of the family Kossmaticeratidae from Japan. Part II. Descriptions of the species from Hokkaido, excluding the Shumarinai-Soeushinai area. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Papers*, no. 33, 21-102.
- Matsumoto, T. and Tanaka, K., 1988, Some inoceramids (Bivalvia) from the Cenomanian (Cretaceous) of Japan-IV. An interesting new species from Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 151, 570-581.
- Matsumoto, T. and Ueda, Y., 1962, Palaeontological notes (Appendix to the type Himenoura Group by Yoshiro Ueda). *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D*, **12**, 162-174.
- 西田民雄・松本達郎・川下由太郎・江頭直子・鮎沢 潤・生路幸生, 1997, 北海道添牛内地区における白亜系蝦夷層群中部の生層序一特に白亜系下部・上部推移部について: 補遺一. 佐賀大文化教育学研究論文集, **1**, 237-279.
- 西田民雄・松本達郎・久間裕子・米谷盛寿郎, 1992, 北海道古丹別川流域白亜系セノマニアン・チュロニアン・イノセラムスー有孔虫統合生層序. 佐賀大教育研究論文集, **39**, 21-59.
- 西田民雄・松本達郎・八尾 昭・米谷盛寿郎, 1993, 北海道古丹別川流域白亜系セノマニアン階の巨化石・微化石統合生層序を目指して一特に C-T 境界を含めて一. 佐賀大教育研究論文集, **40**, 95-127.
- 西田民雄・松本達郎・横井活城・川下由太郎・久間裕子・江頭直子・鮎沢 潤・米谷盛寿郎・八尾 昭, 1996, 北海道添牛内地区における白亜系蝦夷層群中部の生層序一特に白亜系下部・上部推移部について一. 佐賀大教育研究論文集, **44**, 65-149.
- Okada, H., 1983, Collision orogenesis and sedimentation in Hokkaido, Japan. In Hashimoto, M. and Uyeda, S., eds., *Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions*, Terrapub, Tokyo, 91-105.
- 岡田博有・松本達郎, 1969, エゾ地相斜白亜系の一部に認められる堆積サイクル. 地質雑, **75**, 311-328.
- Okamoto, T. and Shibata, M., 1997, A cyclic mode of shell growth and its implications in a Late Cretaceous heteromorph ammonite *Polyptychoceras pseudogaultinum* (Yokoyama). *Paleont. Res.*, **1**, 29-46.
- Reineck, H.-E. and Singh, I.B., 1980, *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag, Berlin, 551 p.
- 斎藤文紀, 1989, 陸棚堆積物の区分と暴風型陸棚における堆積相. 地質雑, **98**, 350-365.
- 棚部一成・平野弘道・松本達郎・宮田雄一郎, 1977, 北海道小平地域の上部白亜系層序. 九大理研報 (地質), **12**, 181-202.
- Tanaka, K., 1963, A study on the Cretaceous sedimentation in Hokkaido, Japan. *Rep. Geol. Surv. Japan*, no. 197, 1-122.
- 田中啓策・角 靖夫, 1981, 北海道中軸部白亜系の古流系. 地調月報, **32**, no. 2, 65-127.
- 利光誠一, 1985, 北海道羽幌川上流地域白亜系の生層序と堆積相. 地質雑, **91**, 599-618.
- Toshimitsu, S., 1988, Biostratigraphy of the Upper Cretaceous Santonian Stage in northwestern Hokkaido. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, **26**, 125-192.
- Toshimitsu, S. and Kikawa, E., 1997, Bio- and magnetostratigraphy of the Santonian-Campanian transition in northwestern Hokkaido, Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 48, 142-151.
- 利光誠一・松本達郎・野田雅之・西田民雄・米谷盛寿郎, 1995, 本邦上部白亜系の大化石一微化石層序および古地磁気層序の統合に向けて. 地質雑, **101**, 19-29.

対馬坤六・田中啓策・松野久也・山口昇一, 1958, 5 万分の 1 地質図幅「達布」および同説明書 (旭川-第 38 号), 地質調査所, 74 p.
 和仁良二・平野弘道, 1999, 北海道北西部古丹別地域の上部白亜系大型化石層序その 2. 基礎資料篇. 早稲田大教育学部学術研究-生物・地学編一, 47, 7-36.
 Wood, C.J., Ernst, G. and Rasemann, G., 1984, The Turonian-

Coniacian stage boundary in Lower Saxony (Germany) and adjacent areas: the Salzgitter-Salder Quarry as a proposed international standard section. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33, 225-238.

山口昇一・松野久也, 1963, 5 万分の 1 地質図幅「三溪」および同説明書 (旭川-第 34 号). 地質調査所, 59 p.

(要 旨)

和仁良二・平野弘道, 2000, 北海道北西部古丹別地域の上部白亜系大型化石層序. 地質雑, 106, 171-188. (Wani, R. and Hirano, H., 2000, Upper Cretaceous biostratigraphy in the Kotanbetsu area, northwestern Hokkaido. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 106, 171-188)

北海道北西部古丹別地域における白亜系は下位より中部蝦夷層群の滝見橋層 (礫岩とシルト岩), 天狩峠層 (砂岩とシルト岩), 白地層 (砂岩シルト岩互層からなり上方粗粒化を示す), 上部蝦夷層群の中部羽幌川層 (砂岩を挟在するシルト岩), 上部羽幌川層 (砂質シルト岩から砂岩への 3 回の上方粗粒化ユニット) に区分され, その上位を第三系が不整合で覆っている. 得られた軟体動物化石群集から, 白地層上部がセノマニアン-チューロニアン階境界に, 中部羽幌川層下部がチューロニアン-コニアシアン階境界に, 中部羽幌川層中部がコニアシアン-サントニアン階境界に, 上部羽幌川層中部~上部がサントニアン-カンパニアン階境界にそれぞれ対比される.